
ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ, ΙΣΤΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΘΕΩΡΙΑΣ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ

ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΚΑΙ ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΒΑΣΙΚΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΓΝΩΣΙΑΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ»

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Σημασιολογική Βάση Εννοιών Πληροφορικής
Ένα Γνωστικό Εργαλείο Μάθησης και Αξιολόγησης

Παναγιώτης Χ. Μπλίτσας



ΑΘΗΝΑ

ΜΑΡΤΙΟΣ 2012

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Σημαιολογική Βάση Εννοιών Πληροφορικής: Ένα Γνωστικό Εργαλείο Μάθησης και Αξιολόγησης

Παναγιώτης Χ. Μπλίτσας

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: Μαρία Γρηγοριάδου

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

Μαρία Γρηγοριάδου, Ομότιμη Καθηγήτρια ΕΚΠΑ

Στυλιανή Βοσνιάδου, Καθηγήτρια ΕΚΠΑ

Γεώργιος Γυφτοδήμος, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΚΠΑ

ΕΠΤΑΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Μαρία Γρηγοριάδου

Ομότιμη Καθηγήτρια

Τμ. Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών,
ΕΚΠΑ

Στυλιανή Βοσνιάδου

Καθηγήτρια

Τμ. Μεθοδολογίας Ιστορίας & Θεωρίας της
Επιστήμης, ΕΚΠΑ

Γεώργιος Γυφτοδήμος

Αναπληρωτής Καθηγητής

Τμ. Μεθοδολογίας Ιστορίας & Θεωρίας της
Επιστήμης, ΕΚΠΑ

Γεώργιος Κουρουπέτρογλου

Αναπληρωτής Καθηγητής

Τμ. Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών,
ΕΚΠΑ

Εμμανουήλ Γιαννακουδάκης

Καθηγητής

Τμ. Πληροφορικής,
Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Χριστίνα Αλεξανδρή

Επίκουρη Καθηγήτρια

Τμ. Γερμανικής Φιλολογίας,
ΕΚΠΑ

Μαρία Κορδάκη

Επίκουρη Καθηγήτρια

Τμ. Πολιτισμικής Τεχνολογίας & Επικοινωνίας,
Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Ημερομηνία εξέτασης 22/03/2012

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στο πλαίσιο της παρούσας διδακτορικής διατριβής αναπτύχθηκε το γνωστικό εργαλείο σε υπολογιστή ονόματι Semandix, το οποίο σχεδιάστηκε για τη μάθηση εννοιών Πληροφορικής και την αξιολόγηση της κατανόησης εννοιών του γνωστικού αυτού αντικειμένου. Για την ανάπτυξη του εργαλείου αυτού μελετήθηκαν οι εναλλακτικές αντιλήψεις που αναγνώστες κειμένων Πληροφορικής εμφανίζουν κατά την οικοδόμηση γνώσης σύμφωνα με μοντέλο κατανόησης κειμένου.

Το γνωστικό εργαλείο που αναπτύχθηκε αποτελεί μια σημασιολογική βάση εννοιών Πληροφορικής, η οποία συνδυάζει και επεκτείνει υπάρχοντα γνωστικά εργαλεία, όπως βάσεις δεδομένων και εννοιολογική χαρτογράφηση, καθώς και σημασιολογικά υπολογιστικά λεξικά και εργαλεία επεξεργασίας φυσικής γλώσσας με σκοπό τη διάγνωση της κατανόησης εννοιών Πληροφορικής και την ανατροφοδότηση του χρήστη με πληροφορία σχετική με τις γνωστικές κατηγορίες που εμφανίζονται σε κείμενα Πληροφορικής, ώστε ο χρήστης να υποστηριχθεί στην οικοδόμηση της επιστημονικής γνώσης.

Η διαδικασία εκπόνησης της διδακτορικής διατριβής αναλύεται σε δύο άξονες. Στον πρώτο άξονα μελετώνται γνωστικά εργαλεία που υποβοηθούν τη μάθηση εννοιών, μελετώνται μοντέλα κατανόησης κειμένου κατά την ανάγνωση και πραγματοποιούνται τρεις εμπειρικές μελέτες της οικοδόμησης γνώσης κατά την ανάγνωση κειμένων Πληροφορικής, σύμφωνα με μοντέλα κατανόησης κειμένου κατά την ανάγνωση. Στο δεύτερο άξονα αξιοποιούνται τα ευρήματα των εμπειρικών αυτών μελετών στην ανάπτυξη της σημασιολογικής βάσης εννοιών Πληροφορικής, η οποία αποτελεί υποστηρικτικό γνωστικό εργαλείο για τη μάθηση από κείμενα Πληροφορικής και την αξιολόγηση της κατανόησης εννοιών Πληροφορικής και σχεδιάστηκε αξιοποιώντας μοντέλα κατανόησης κειμένου.

Πιο αναλυτικά, σε πρώτο επίπεδο και με σκοπό την ανάπτυξη του γνωστικού εργαλείου, απαραίτητη ήταν η μελέτη της βιβλιογραφίας σχετικά με τα γνωστικά εργαλεία, τα μοντέλα κατανόησης κειμένου και την οικοδόμηση γνώσης στο γνωστικό αντικείμενο της Πληροφορικής. Η διερεύνηση της οικοδόμησης γνώσης αναγνωστών κειμένων Πληροφορικής πραγματοποιήθηκε με τη διεξαγωγή τριών εμπειρικών μελετών ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με (α) τις εναλλακτικές (μη επιστημονικές) αντιλήψεις και τις παρανοήσεις που εμφανίζουν στην οικοδόμηση γνώσης σε σχέση με την προϋπάρχουσα γνώση τους, (β) τον τρόπο που οικοδομούν τις τρεις δομές, σύμφωνα με μοντέλο κατανόησης κειμένου, και τη σχέση που οι γνωστικές κατηγορίες κάθε δομής έχουν μεταξύ τους, και (γ) τον τρόπο που ένα γνωστικό εργαλείο (εννοιολογική χαρτογράφηση) θα μπορούσε να λειτουργήσει υποστηρικτικά στην κατανόηση των εννοιών που εμφανίζονται στα κείμενα Πληροφορικής και των σχέσεων μεταξύ τους.

Σε δεύτερο επίπεδο, αναπτύχθηκε το γνωστικό εργαλείο Semandix και μελετήθηκε ο τρόπος με τον οποίο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως ένα εργαλείο μάθησης και αξιολόγησης στη Διδακτική της Πληροφορικής μέσω ενός σεναρίου διδασκαλίας. Το εργαλείο αυτό υποστηρίζει (α) την αναπαράσταση συγκεκριμένων γνωστικών κατηγοριών που εμφανίζονται σε κείμενα, όπως είναι οι μονάδες/υπομονάδες ενός υπολογιστικού συστήματος, οι καταστάσεις, τα γεγονότα, και οι σκοποί, καθώς και τη διάκριση

μεταξύ φυσικών και αφηρημένων οντοτήτων, (β) την αυτόματη αξιολόγηση σύντομων απαντήσεων σε ερωτήσεις ανοιχτού τύπου, (γ) την αυτόματη αξιολόγηση εννοιολογικών χαρτών, (δ) την αναζήτηση όρων και σχέσεων μεταξύ τους σε φυσική γλώσσα. (ε) την μετατροπή σχέσεων που εμφανίζονται σε σημασιολογικά λεξικά σε φυσική γλώσσα ώστε να είναι κατανοητές από το χρήστη, (στ) τον εμπλουτισμό της βάσης δεδομένων του γνωστικού εργαλείου με σημασιολογικό περιεχόμενο που αναπαριστά τη γνώση του ειδικού, (ζ) την υποστήριξη συνεργασίας εκπαιδευόμενων και την αξιολόγηση ομοτίμων μελών μιας ομάδας και (η) τη δυνατότητα διαχείρισης ομάδων χρηστών.

Τέλος εξετάστηκαν προοπτικές και βελτιώσεις που το εργαλείο αυτό επιδέχεται, ώστε να βελτιωθεί μέσα από την σύνδεσή του με άλλες τεχνολογίες, όπως εργαλεία επεξεργασίας φυσικής γλώσσας, αναπαράσταση γνώσης με λογικό προγραμματισμό και χρήση εφαρμογών λανθάνουσας σημασιολογικής ανάλυσης.

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ: Διδακτική της Πληροφορικής, Εκπαιδευτική Τεχνολογία, Κατανόηση Κειμένου Κατά την Ανάγνωση

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Γνωστικό Εργαλείο, Μοντέλο Κατανόησης Κειμένου, Οικοδόμηση Γνώσης, Σημασιολογική Βάση Δεδομένων, Σημασιολογικό Λεξικό

ABSTRACT

In the frame of the present doctoral dissertation the computer based cognitive tool named Semandix for learning Computer Science concepts and assessing the comprehension of the concepts of the same subject has been developed. For this development the alternative conceptions that Computer Science texts readers present during knowledge construction according a text comprehension model were studied.

The cognitive tool constitutes a semantic database of Computer Science concepts, which combines and extends existing cognitive tools such as databases and concept mapping tools, as well as semantic computational dictionaries and natural language processing tools for the diagnosis of Computer Science concepts comprehension and the feedback to the user with information regarding the cognitive categories appearing in Computer Science texts, so that the user is supported on scientific knowledge construction.

The methodology is divided into two axes. The first one lines out of some cognitive tools that support concept learning, the study of text comprehension models and three empirical studies of knowledge construction during Computer Science texts reading. The second axis lies upon the exploitation of the research findings on developing the semantic concept database designed according to a text comprehension model, as a supportive cognitive tool for learning from Computer Science texts and understanding Computer Science concepts.

More specifically, at a first level and in order to develop the cognitive tool the study of the literature on cognitive tools, text comprehension models and knowledge construction in the discipline of Computer Science was needed. Additionally, three empirical studies based on a text comprehension model were conducted in order to investigate the readers' knowledge construction and draw conclusions about (a) the alternative (non scientific) conceptions and misconceptions they have according to their prior knowledge (b) how Computer Science texts readers build the three structures, according the text comprehension model, and how the cognitive categories of these structures are correlated and (c) how a cognitive tool (concept mapping) could support the comprehension of the concepts appearing in Computer Science texts and of the relations between them.

At a second level, the development of the cognitive tool Semandix took place, as well as the way it could be used as a learning and assessment tool in the Computer Science Didactics has been investigated through a case study. This tool supports (a) the representation of certain cognitive categories appearing in texts, such as situations, events, and goals, and the distinction between physical and abstract entities, (b) the automated assessment of short answers to open-ended questions, (c) the automated assessment of concept maps (d) the search of terms and relations between them in natural language, (e) the transformation of the relations appearing in semantic dictionaries into natural language comprehensible by a user, (f) the enrichment of the knowledge database tool with semantic content, which represent the expert's knowledge, (g) the support of learners cooperation and peer assessment and feedback, and, finally (h) the ability to manage user groups

Finally, the future prospects and improvements, in order for the present tool to be enhanced, through its connection with other technologies, such as natural language processing tools, a knowledge representation using logical programming and the utilization of latent semantic analysis applications, have been discussed.

SUBJECT AREA: Didactics of Informatics, Educational Technology, Text Comprehension during Reading

KEYWORDS: Cognitive Tool, Knowledge Construction, Semantic Database, Semantic Dictionary, Text Comprehension Model

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Μετά το πέρας της παρούσας διδακτορικής διατριβής θα ήθελα πάνω από όλα να ευχαριστήσω την τριμελή συμβουλευτική μου επιτροπή. Ειδικότερα, θα ήθελα να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ στη επιβλέπουσα καθηγήτρια μου κ. Μαρία Γρηγοριάδου που μου διέθεσε πολύτιμο χρόνο και προσοχή σε αυτή μου την προσπάθεια και μου έμαθε πως με υπομονή και επιμονή μπορεί κανείς να φτάσει στο στόχο του. Θα ήθελα να ευχαριστήσω την καθηγήτρια μου κ. Στέλλα Βοσνιάδου που με τις εύστοχες παρατηρήσεις της και το συνεχές της ενδιαφέρον με βοήθησε να ξεπεράσω προβλήματα που προέκυψαν κατά τη συγγραφή της διατριβής. Επιπλέον, θέλω να ευχαριστήσω τον αναπληρωτή καθηγητή κ. Γεώργιο Γυφτοδήμο που με τις επισημάνσεις του συνέβαλε αποφασιστικά στην ολοκλήρωση της εργασίας μου.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά:

1. Όλους τους συναδέλφους μου στο Εργαστήριο Εκπαιδευτικής και Γλωσσικής Τεχνολογίας του Τμήματος Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών του Πανεπιστημίου Αθηνών για τη συνεχή βοήθεια τους και τη συνεργασία τους μαζί μου.
2. Μεταπτυχιακούς και προπτυχιακούς φοιτητές του Τμήματος Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών του Πανεπιστημίου Αθηνών για τη συνεργασία του μαζί μου. Ειδικότερα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους Ρήγα Μάρκο, Μήτση Χρήστο, Ράιτσο Δημήτριο και Μουρελάτου Ευγενία για την πολύτιμη βοήθεια τους στην υλοποίηση του γνωστικού εργαλείου Semandix.
3. Τους κοντινούς μου φίλους και την οικογένεια μου που ανέχθηκαν και «απορρόφησαν» σε πολλές περιπτώσεις το άγχος και την πίεσή μου, και με βοήθησαν να ανταπεξέλθω στις απαιτήσεις του εγχειρήματός μου.

**Στους γονείς μου, Ελένη και Χρήστο
την αδελφή μου, Έφη
και τα ανίψια μου, Χρήστο και Παναγιώτη**

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 Σκοπός Διατριβής και Μεθοδολογία Έρευνας.....	1
1.1.1 Πρώτος Μεθοδολογικός Άξονας.....	2
1.1.2 Δεύτερος Μεθοδολογικός Άξονας.....	2
1.2 Συμβολή της Διατριβής.....	3
1.3 Δημοσιευμένες Εργασίες.....	4
1.4 Διάρθρωση της Διατριβής.....	7

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΓΝΩΣΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ, ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ & ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ	9
2.1 Υπολογιστικά Γνωστικά Εργαλεία.....	10
2.2 Είδη, Παραδείγματα και Ρόλος των Γνωστικών Εργαλείων.....	11
2.3 Οι Συνεργατικές Βάσεις Δεδομένων ως Γνωστικό Εργαλείο.....	15
2.4 Το Γνωστικό Εργαλείο της Εννοιολογικής Χαρτογράφησης.....	16
2.4.1 Τα Εργαλεία Εννοιολογικής Χαρτογράφησης CMapTools και Compass.....	18
2.5 Συμπεράσματα.....	19

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΜΟΝΤΕΛΑ & ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΤΑΝΟΗΣΗΣ ΚΕΙΜΕΝΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΝΑΓΝΩΣΗ	21
3.1 Βασικές Έννοιες των Μοντέλων Κατανόησης Κειμένου.....	22
3.2 Μοντέλο Caps/Reader.....	25
3.3 Μοντέλο Δόμησης - Ολοκλήρωσης του Kintsch.....	25
3.4 Μοντέλο Κατανόησης Κειμένου των Denhière και Baudet.....	35
3.5 Θεωρία Λανθάνουσας Σημασιολογικής Ανάλυσης.....	42
3.6 Υπολογιστικό Μοντέλο Κατανόησης Κειμένου των Lemaire και Denhière.....	44
3.7 Οι Ερωτήσεις ως Μέσο Αξιολόγησης της Κατανόησης Κειμένου.....	48
3.8 Συστήματα που Υποστηρίζουν την Κατανόηση Κειμένου.....	54
3.8.1 Προσαρμοστικό Εκπαιδευτικό Περιβάλλον ALMA.....	54
3.8.2 Προσαρμοστικό Εκπαιδευτικό Περιβάλλον ReTuDiS.....	55

3.9 Συμπεράσματα	57
------------------------	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΟΙΚΟΔΟΜΗΣΗ ΓΝΩΣΗΣ ΣΤΟ ΓΝΩΣΤΙΚΟ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ: ΤΡΕΙΣ ΕΜΠΕΙΡΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ **59**

4.1 Έρευνες στην Κατανόηση Κειμένων Πληροφορικής.....	60
4.2 1 ^η Μελέτη: Επίδραση Προϋπάρχουσας Γνώσης στην Κατανόηση Κειμένου Πληροφορικής.....	64
4.2.1 Σκοπός Έρευνας και Ερευνητικές Υποθέσεις.....	64
4.2.2 Μεθοδολογία.....	65
4.2.3 Στατιστική Ανάλυση και Αποτελέσματα	68
4.2.4 Συζήτηση.....	71
4.3 2 ^η Μελέτη: Οικοδόμηση Γνώσης κατά την Ανάγνωση Κειμένου Πληροφορικής.....	73
4.3.1 Σκοπός Έρευνας και Ερευνητικές Υποθέσεις.....	73
4.3.2 Μεθοδολογία.....	74
4.3.3 Στατιστική Ανάλυση και Αποτελέσματα	78
4.3.4 Συζήτηση.....	84
4.4 3 ^η Μελέτη: Οικοδόμηση Γνώσης στο Γνωστικό Αντικείμενο της Πληροφορικής μέσω Δραστηριότητας Κατασκευής Εννοιολογικού Χάρτη.....	86
4.4.1 Σκοπός Έρευνας.....	86
4.4.2 Μεθοδολογία.....	87
4.4.3 Αποτελέσματα και Συζήτηση.....	90
4.5 Γενική Συζήτηση.....	92

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΓΝΩΣΗΣ ΣΕ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ & ΣΗΜΑΣΙΟΛΟΓΙΚΑ ΛΕΞΙΚΑ **95**

5.1 Αναπαράσταση Γνώσης και Συλλογιστική.....	95
5.2 Δομημένες Αναπαραστάσεις Γνώσης.....	96
5.2.1 Οντολογίες.....	97
5.2.2 Υλοποίηση Σημασιολογικού Δικτύου.....	99
5.3 Είδη Σημασιολογικών Σχέσεων.....	101
5.4 Σημασιολογικά Λεξικά τύπου WordNet.....	103
5.5 Συμπεράσματα – Συζήτηση	107

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΣΗΜΑΣΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΒΑΣΗΣ ΕΝΝΟΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ	109
6.1 Αρχιτεκτονική του Γνωστικού Εργαλείου Semandix.....	110
6.1.1 Σημασιολογική Βάση Δεδομένων.....	112
6.1.2 Μονάδα Εμπλουτισμού.....	116
6.1.3 Μονάδα Κανονικοποίησης.....	118
6.1.4 Μονάδα Αξιολόγησης.....	118
6.1.4.1 Αξιολόγηση Απαντήσεων σε Ερωτήσεις Ανοιχτού Τύπου.....	118
6.1.4.2 Αξιολόγηση Εννοιολογικού Χάρτη.....	121
6.2 Υλοποίηση και Λειτουργίες του Γνωστικού Εργαλείου Semandix.....	122
6.2.1 Διαχείριση της Βάσης του Semandix.....	126
6.2.2 Ρόλοι και Δικαιώματα Χρηστών.....	129
6.2.3 Σημασιολογικό Λεξικό του Semandix.....	136
6.2.4 Αξιολόγηση και Ανατροφοδότηση Δραστηριοτήτων.....	137
6.2.4.1 Δραστηριότητες Ερωτήσεων Ανοιχτού Τύπου.....	138
6.2.4.2 Δραστηριότητες Εννοιολογικής Χαρτογράφησης.....	142
6.3 Ανάπτυξη Γραμματικού Επισημειωτή.....	146
6.4 Συμπεράσματα.....	151

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΓΙΑ ΤΟ ΓΝΩΣΤΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ SEMANDIX	153
7.1 Επέκταση του Ελληνικού WordNet στο Αντικείμενο της Πληροφορικής.....	153
7.2 Σημασιολογική Ανάλυση Κειμένων Πληροφορικής με Χρήση Εννοιολογικής Χαρτογράφησης.....	158
7.2.1 Αναπαράσταση Σχεσιακής Δομής Ειδικού.....	159
7.2.2 Αναπαράσταση Μετασχηματιστικής Δομής Ειδικού.....	160
7.2.3 Αναπαράσταση Τελεολογικής Δομής Ειδικού.....	162
7.3 Αξιοποίηση των Εννοιολογικών Χαρτών στη Διδασκαλία.....	164

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^ο

ΠΡΟΤΑΣΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ SEMANDIX ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ	167
8.1 Αξιολόγηση και Ανατροφοδότηση στην Εκπαιδευτική Διαδικασία.....	167

8.1.1	Βασικές Αρχές και Τύποι Αξιολόγησης.....	167
8.1.2	Γνωστικές Διεργασίες προς Αξιολόγηση.....	168
8.1.3	Τύποι Ανατροφοδότησης.....	169
8.2	Σενάρια Διδασκαλίας με την Υποστήριξη Γνωστικών Εργαλείων.....	170
8.3	Η δομή ενός σεναρίου διδασκαλίας.....	171
8.4	Αξιοποίηση του Semandix στην Εκπαιδευτική Διαδικασία.....	173
8.4.1	Παράδειγμα Σεναρίου Διδασκαλίας με Χρήση του Semandix.....	174
8.4.2	Περιγραφή Υλοποίησης Σεναρίου Διδασκαλίας.....	180
8.5	Συμπεράσματα.....	185

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9^ο

ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ, ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ & ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 187

9.1	Το Γνωστικό Εργαλείο Semandix και Αναπαράσταση Γνώσης σε Περιβάλλον Λογικού Προγραμματισμού.....	188
9.2	Το Γνωστικό Εργαλείο Semandix και Εργαλεία Γλωσσικής Τεχνολογίας.....	192
9.2.1	Εργαλείο Παραθέσεων.....	192
9.2.2	Εργαλείο Συστάσεων.....	194
9.3	Το Γνωστικό Εργαλείο Semandix και Λανθάνουσα Σημασιολογική Ανάλυση.....	198
9.4	Συμπεράσματα.....	199

ΑΝΑΦΟΡΕΣ 201

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Ερωτηματολόγιο Μελέτης Επίδρασης Γνωστικού Υπόβαθρου στην Κατανόηση Κειμένου Πληροφορικής.....	219
--	-----

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

Ερωτηματολόγιο Μελέτης Οικοδόμησης Γνώσης στο Γνωστικό Αντικείμενο της Πληροφορικής και Ενδεικτικές Απαντήσεις.....	225
---	-----

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

Πίνακες Εναλλακτικών Αντιλήψεων για κάθε Δομή του Μοντέλου Κατανόησης Κειμένου.....	231
---	-----

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV

Ερωτηματολόγιο Μελέτης Επίδρασης Δραστηριότητας Κατασκευής Εννοιολογικού Χάρτη με την Οικοδόμηση Γνώσης στο Γνωστικό Αντικείμενο της Πληροφορικής και Ενδεικτικές Απαντήσεις233

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V

Αλγόριθμοι Μονάδας Αξιολόγησης του Γνωστικού Εργαλείου.....239

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI

Όροι και Σχέσεις που Καταχωρήθηκαν / Τροποποιήθηκαν στον VisDic Editor247

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VII

Παραδείγματα Εννοιολογικών Χαρτών Γνώσης Ειδικού στο Αντικείμενο των Δικτύων Υπολογιστών.....265

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΟΡΩΝ

269

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ, ΕΙΚΟΝΩΝ ΚΑΙ ΠΙΝΑΚΩΝ

Σχήματα

Σχήμα 1. Μοντέλο κατανόησης κειμένου των Denhière και Baudet.....	36
Σχήμα 2. Ροή πληροφορίας υπολογιστικού μοντέλου κατανόησης κειμένου των Lemaire & Denhière.....	45
Σχήμα 3. Μέσοι όροι ορθών γεγονότων που εμφανίστηκαν στις απαντήσεις των εκπαιδευόμενων στα τρία κείμενα ξεχωριστά και στο σύνολο των κειμένων.....	69
Σχήμα 4. Μέσοι όροι λαθών στις αιτιακές σχέσεις και την περιγραφή των γεγονότων στην οικοδόμηση της μετασχηματιστικής δομής για κάθε κείμενο.....	69
Σχήμα 5. Μέσοι όροι αξιολόγησης της απάντησης (θέσης και αιτιολόγησης) στις τρεις ερωτήσεις ανάκλησης και συμπερασμού.....	69
Σχήμα 6. Μέσοι όροι εμφάνισης εννοιών σχετικών με το γνωστικό αντικείμενο, πριν και μετά την διαδικασία του πρώτου και δεύτερου μέρους με την επίδειξη εννοιών που εμφανίστηκαν ή μη στα τρία αποσπάσματα.....	70
Σχήμα 7. Ομαδοποίηση με βάση τα λάθη σε κάθε μια από τις πέντε κατηγορίες.....	79
Σχήμα 8. Επίδοση των ομάδων με βάση τα λάθη σε κάθε κατηγορία στις τρεις δομές του μοντέλου.....	80
Σχήμα 9. Ομαδοποίηση με βάση τη λανθασμένη κατηγοριοποίηση προς κάποια κατηγορία.....	81
Σχήμα 10. Επίδοση ομάδων με βάση τη λανθασμένη κατηγοριοποίηση προς κάποια κατηγορία στις 3 δομές του μοντέλου.....	82
Σχήμα 11. Ομαδοποίηση με βάση τη διάκριση μεταξύ φυσικών και αφηρημένων οντοτήτων.....	82
Σχήμα 12. Επίδοση ομάδων με βάση τη διάκριση μεταξύ φυσικών και αφηρημένων οντοτήτων στις τρεις δομές του μοντέλου.....	83
Σχήμα 13. Αρχιτεκτονική του γνωστικού εργαλείου Semandix.....	112
Σχήμα 14. Παράδειγμα οντολογίας αναπαράστασης σχεσιακής δομής του λειτουργικού συστήματος του γνωστικού εργαλείου Semandix.....	113
Σχήμα 15. Σημασιολογική βάση δεδομένων του γνωστικού εργαλείου Semandix.....	114
Σχήμα 16. Μονάδα εμπλουτισμού του γνωστικού εργαλείου Semandix.....	116
Σχήμα 17. UML διάγραμμα πινάκων της βάσης δεδομένων του Semandix.....	124
Σχήμα 18. Τοπολογία δικτύου του γνωστικού εργαλείου Semandix.....	127
Σχήμα 19. Διάγραμμα οντοτήτων συσχετίσεων της βάσης του συστήματος.....	147
Σχήμα 20. Παράδειγμα εννοιολογικού χάρτη σχεσιακής δομής ειδικού όπου διακρίνονται τα διαφορετικά είδη μερωνυμίας, καθώς και σχέσεις υπερωνυμίας και χαρακτηριστικού μεταξύ των οντοτήτων.....	159
Σχήμα 21. Παράδειγμα εννοιολογικού χάρτη μετασχηματιστικής δομής Ειδικού που περιγράφει το μακρογεγονός/λειτουργία ανάγνωσης από διεύθυνση κύριας μνήμης.....	161

Σχήμα 22. Παράδειγμα εννοιολογικού χάρτη τελεολογικής δομής ειδικού που περιγράφει τους σκοπούς ενός υπολογιστικού συστήματος.....	163
Σχήμα 23. Χάρτης προτεινόμενων εννοιών συμπλήρωσης και των τριών δομών, σχεσιακής (τελική κατάσταση), μετασχηματιστικής (γεγονότα), τελεολογικής (υποσκοποί).....	166
Σχήμα 24. Χάρτης επέκτασης τελεολογικής δομής της λειτουργίας ανάγνωσης από κύρια μνήμη (DRAM).....	166
Σχήμα 25. Εννοιολογικός χάρτης εκπαιδευόμενου με κεντρική έννοια «Κύρια Μνήμη».....	183
Σχήμα 26. Αρχιτεκτονική Συστήματος Willow.....	198
Σχήμα 27. Χάρτης σχεσιακής δομής γνώσης ειδικού αφηρημένων οντοτήτων.....	265
Σχήμα 28. Χάρτης σχεσιακής δομής γνώσης ειδικού φυσικών οντοτήτων.....	266
Σχήμα 29. Χάρτης μετασχηματιστικής δομής μετάδοσης δεδομένων μεταξύ διαφορετικών τοπικών δικτύων.....	267
Σχήμα 30. Χάρτης μετασχηματιστικής δομής μετάδοσης δεδομένων σε δίκτυο.....	267
Σχήμα 31. Χάρτης μετασχηματιστικής δομής μετάδοσης δεδομένων μεταξύ τοπικών δικτύων υπολογιστών.....	268
Σχήμα 32. Χάρτες μετασχηματιστικής δομής πρωτοκόλλων CSMA (δίκτυο) και Token Ring (δακτύλιος).....	268

Εικόνες

Εικόνα 1. Παράδειγμα κατασκευής εννοιολογικού χάρτη με SmartTools.....	19
Εικόνα 2. Η διεπαφή του COMPASS. Στην επιφάνεια σχεδίασης παρουσιάζεται ο χάρτης ενός μαθητή που αφορά στην κεντρική έννοια 'Αλγοριθμικές Δομές'.....	20
Εικόνα 3. Προτεινόμενο κείμενο ανάλογα με το γνωστικό υπόβαθρο του εκπαιδευόμενου.....	54
Εικόνα 4. Το συγγραφικό εργαλείο ReTuDiSAuth.....	56
Εικόνα 5. Παράδειγμα αναζήτησης του όρου network στο Wordnet με διαφορετικές σημασίες.....	105
Εικόνα 6. Παράδειγμα αναζήτησης υπερώνυμων του όρου network στο Wordnet με διαφορετικές σημασίες.....	105
Εικόνα 7. Παράδειγμα αναζήτησης υπερώνυμων και υπώνυμων της έννοιας 'μνήμη' στο ελληνικό και αγγλικό WordNet μέσω του Visdic Editor.....	106
Εικόνα 8. Οθόνη εισόδου στο σύστημα.....	126
Εικόνα 9. Μενού και οθόνη διαχείρισης βάσης δεδομένων από το διαχειριστή.....	128
Εικόνα 10. Ορισμός και/ή διαγραφή μελών της εκπαιδευτικής κοινότητας από το διαχειριστή.....	128
Εικόνα 11. Μετάφραση σε φυσική γλώσσα των σημασιολογικών σχέσεων των WordNets.....	129
Εικόνα 12. Περιοχή διαχείρισης βάσης δεδομένων του Semandix.....	130
Εικόνα 13. Έγκριση εννοιολογικού και σημασιολογικού υλικού.....	133
Εικόνα 14. Επεξεργασία στοιχείων χρήστη.....	133
Εικόνα 15. Επεξεργασία ομάδας (τμήματος ή τάξης) εκπαιδευόμενων.....	134

Εικόνα 16. Ορισμός κύριων εννοιών μαθήματος.....	134
Εικόνα 17. Εισαγωγή ερώτησης ανοιχτού τύπου από τον εκπαιδευτή.....	135
Εικόνα 18. Προσθήκη εννοιολογικού-σημασιολογικού υλικού από τον εκπαιδευτή.....	135
Εικόνα 19. Αναζήτηση της έννοιας «Μνήμη Υπολογιστή» στο σημασιολογικό λεξικό του Semandix.....	137
Εικόνα 20. Οθόνη υποβολής απαντήσεων σε ερωτήσεις ανοιχτού τύπου.....	139
Εικόνα 21. Αυτόματη αξιολόγηση/ανατροφοδότηση απαντήσεων ελεύθερου κειμένου (Μη Πλήρης Απάντηση).	140
Εικόνα 22. Αυτόματη αξιολόγηση/ανατροφοδότηση απαντήσεων ελεύθερου κειμένου (Σωστή Απάντηση). ...	140
Εικόνα 23. Αξιολόγηση απαντήσεων ελεύθερου κειμένου συνεκπαιδευόμενου.....	141
Εικόνα 24. Αξιολόγηση/ανατροφοδότηση διαλογική μορφής απαντήσεων ελεύθερου κειμένου από συνεκπαιδευόμενους.....	141
Εικόνα 25. Οθόνη υποβολής και οριστικοποίησης εννοιολογικού χάρτη εκπαιδευόμενου.....	142
Εικόνα 26. Αυτόματη αξιολόγηση και ανατροφοδότηση οπτικής μορφής σε δραστηριότητα εννοιολογικού χάρτη.....	143
Εικόνα 27. Αξιολόγηση εννοιολογικού χάρτη συνεκπαιδευόμενου.....	144
Εικόνα 28. Αξιολόγηση/ανατροφοδότηση διαλογική μορφής σε δραστηριότητα εννοιολογικής χαρτογράφησης από συνεκπαιδευόμενους.....	145
Εικόνα 29. Στατιστικά αξιολόγησης εννοιολογικής χαρτογράφησης ομάδας.....	145
Εικόνα 30. Στατιστικά αξιολόγησης σύντομων απαντήσεων σε ερωτήσεις ανοιχτού τύπου ομάδας.....	146
Εικόνα 31. Οθόνη γραμματικής ανάλυσης.....	149
Εικόνα 32. Προτεινόμενοι γραμματικοί τύποι για την λέξη “κείμενο”.....	150
Εικόνα 33. Προσθήκη νέου όρου και νέων σχέσεων στον VisDic Editor.....	156
Εικόνα 34. Αναζήτηση του όρου “σκληρός δίσκος IDE” στο ελληνικό WordNet του VisDic Editor.....	157
Εικόνα 35. Εισαγωγή περιεχομένου λεξικού WordNet στη σημασιολογική βάση δεδομένων του Semandix.....	158
Εικόνα 36. Εισαγωγή εννοιολογικών χαρτών στη σημασιολογική βάση δεδομένων του Semandix.....	164
Εικόνα 37. Στιγμιότυπο απάντησης στις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου.....	180
Εικόνα 38. Στιγμιότυπο αξιολόγησης των απαντήσεων συνεκπαιδευόμενου.....	181
Εικόνα 39. Στιγμιότυπο της αυτόματης αξιολόγησης των απαντήσεων στις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου.....	182
Εικόνα 40. Στιγμιότυπο αξιολόγησης των εννοιολογικών χαρτών συνεκπαιδευόμενων.....	184
Εικόνα 41. Στιγμιότυπο της αυτόματης αξιολόγησης του εννοιολογικού χάρτη του εκπαιδευόμενου.....	184
Εικόνα 42. Γεγονότα Λειτουργίας Μετάδοσης Δεδομένων Συσκευών Δρομολογητή & Διακόπτης.....	191
Εικόνα 43. Εύρεση συσκευής σύνδεσης σε Prolog.....	191

Εικόνα 44. Το περιβάλλον του Εργαλείου Παραθέσεων.....	194
Εικόνα 45. Εισαγωγή κειμένου με συστάσεις (αριστερά) και με λίστα συστάσεων (δεξιά).....	195

Πίνακες

Πίνακας 1. Ποσοστά φοιτητών στις επιμέρους κατηγορίες επίδοσης στη μετασχηματιστική και τελεολογική δομή και στο σύνολο των δομών της αρχικής και τελικής δοκίμασας.....	90
Πίνακας 2. Ποσοστά και κατηγορίες φοιτητών ως προς την κατασκευή χαρτών και τις δύο δομές (μετασχηματιστικής και τελεολογική) που αυτοί αναπαριστούν.....	91
Πίνακας 3. Διαφορετικά είδη μερωνυμίας	102
Πίνακας 4. Περίπτωση μεμονωμένων διαγραφών εννοιών και σχέσεων μεταξύ τους.....	130
Πίνακας 5. Πίνακα σημασιολογικών σχέσεων του ελληνικού WordNet μετά την επέκταση.....	155

Εισαγωγή

1.1 Σκοπός Διατριβής και Μεθοδολογία Έρευνας

Σκοπός της παρούσας διδακτορικής διατριβής είναι η σχεδίαση και υλοποίηση ενός γνωστικού εργαλείου, το οποίο υποστηρίζει εκπαιδευόμενους με διαφορετική προϋπάρχουσα γνώση στην οικοδόμηση της επιστημονικής γνώσης στο γνωστικό αντικείμενο της Πληροφορικής και βασίζεται σε μοντέλα κατανόησης κειμένου κατά την ανάγνωση. Για το σκοπό αυτό είναι απαραίτητη η μελέτη των εναλλακτικών αντιλήψεων που οι αναγνώστες κειμένου Πληροφορικής οικοδομούν κατά την ανάγνωση, καθώς και η μελέτη άλλων γνωστικών εργαλείων που βοηθούν στην οικοδόμηση της επιστημονικής γνώσης.

Σύμφωνα με το Jonassen (2000) η χρήση των γνωστικών εργαλείων σε υπολογιστή (computer based cognitive tools) μπορεί να υποστηρίξει τους ανθρώπους στην κριτική σκέψη και σε γνωστικές και μεταγνωστικές στρατηγικές μάθησης, και να διευκολύνει την εποικοδομιστική μάθηση.

Το γνωστικό εργαλείο στο πλαίσιο αυτής της διατριβής έχει αναπτυχθεί με σκοπό να υποστηρίξει (α) τη μάθηση εννοιών Πληροφορικής, (β) την αυτόματη αξιολόγηση σύντομων απαντήσεων ελεύθερου κειμένου και την αυτόματη αξιολόγηση εννοιολογικών χαρτών στο γνωστικό αντικείμενο της Πληροφορικής, και τέλος (ε) την αλληλεπίδραση και συνεργασία εκπαιδευόμενων κατά την εκπαιδευτική διαδικασία.

Η διαδικασία εκπόνησης της διδακτορικής διατριβής αναλύεται σε δύο άξονες. Στον πρώτο άξονα μελετώνται τα υπάρχοντα γνωστικά εργαλεία και περιβάλλοντα μάθησης και οι θεωρίες που έχουν μέχρι στιγμής αναπτυχθεί για την κατανόηση κειμένου, και πραγματοποιούνται εμπειρικές μελέτες της οικοδόμησης γνώσης κατά την ανάγνωση κειμένων Πληροφορικής. Στο δεύτερο άξονα αξιοποιούνται τα ευρήματα των εμπειρικών αυτών μελετών στην ανάπτυξη μιας σημασιολογικής βάσης εννοιών, η οποία αποτελεί γνωστικό εργαλείο για τη μάθηση από κείμενα και την αξιολόγηση της κατανόησης εννοιών Πληροφορικής.

1.1.1 Πρώτος Μεθοδολογικός Άξονας

Αρχικά απαραίτητη είναι η *Διερεύνηση της Οικοδόμησης Γνώσης Κατά την Ανάγνωση Κειμένου Πληροφορικής*, ώστε να μελετηθούν (1) ο τρόπος που οι αναγνώστες οικοδομούν τη γνώση κατά την ανάγνωση κειμένων Πληροφορικής, (2) οι εναλλακτικές (μη επιστημονικές) αντιλήψεις και οι παρανοήσεις που εμφανίζουν κατά την οικοδόμηση γνώσης και (3) τα γνωστικά εργαλεία που υποστηρίζουν την κατανόηση εννοιών και την οικοδόμηση γνώσης.

Ο πρώτος αυτός άξονας, ο οποίος περιγράφεται αναλυτικά στα κεφάλαια 1, 2, 3 και 4 της παρούσας διατριβής, περιλαμβάνει: (α) τη μελέτη γνωστικών εργαλείων, όπως εκείνα της εννοιολογικής χαρτογράφησης και των βάσεων δεδομένων, που υποβοηθούν τη μάθηση κατά την ανάγνωση κειμένου και την αξιολόγηση της κατανόησης κειμένου, (β) τη μελέτη μοντέλων κατανόησης κειμένου κατά την ανάγνωση και (γ) τη διερεύνηση της οικοδόμησης γνώσης αναγνωστών κειμένων Πληροφορικής. Η διερεύνηση αυτή πραγματοποιείται μέσω εμπειρικών μελετών (i) των εναλλακτικών (μη επιστημονικών) αντιλήψεων που εμφανίζουν αναγνώστες κειμένου Πληροφορικής με διαφορετικό γνωστικό υπόβαθρο, (ii) της συσχέτισης της κατηγοριοποίησης εννοιών Πληροφορικής με τη οικοδόμηση γνώσης στο γνωστικό αντικείμενο, σύμφωνα με μοντέλο κατανόησης κειμένου, και (iii) του ρόλου που δραστηριότητες κατασκευής εννοιολογικών χαρτών παίζουν στην οικοδόμηση γνώσης αναγνωστών κειμένων Πληροφορικής.

1.1.2 Δεύτερος Μεθοδολογικός Άξονας

Μετά τη διερεύνηση της οικοδόμησης γνώσης στο γνωστικό αντικείμενο της Πληροφορικής και αξιοποιώντας τα συμπεράσματα που εξάγονται από αυτή, σε δεύτερο επίπεδο *Σχεδιάζεται και Υλοποιείται το Γνωστικό Εργαλείο Semandix*.

Ο δεύτερος αυτός άξονας, ο οποίος περιγράφεται αναλυτικά στα κεφάλαια 5, 6, 7 και 8, περιλαμβάνει τα ακόλουθα βήματα:

- Μελέτη αναπαράστασης γνώσης σε υπολογιστή και μελέτη οντολογιών.
- Μελέτη σημασιολογικών λεξικών.
- Σχεδίαση και υλοποίηση σημασιολογικής βάσης εννοιών Πληροφορικής ως γνωστικό εργαλείο για την υποβοήθηση της μάθησης εννοιών και την αξιολόγηση της κατανόησής τους. Το εργαλείο υποστηρίζει τις εξής χαρακτηριστικές λειτουργίες:
 - ✓ Την αναπαράσταση οντολογίας εννοιών που εμφανίζονται σε κείμενα Πληροφορικής με βάση μοντέλο κατανόησης κειμένου μέσω σημασιολογικών λεξικών και εννοιολογικής χαρτογράφησης.

- ✓ Τη μετατροπή σχέσεων που εμφανίζονται σε σημασιολογικά λεξικά σε φυσική γλώσσα ώστε να είναι κατανοητές στο χρήστη.
 - ✓ Την αναζήτηση όρων που αφορούν γνωστικές κατηγορίες, όπως καταστάσεις, γεγονότα, και σκοπούς, και σχέσεων μεταξύ τους σε φυσική γλώσσα.
 - ✓ Την αυτόματη αξιολόγηση σύντομων απαντήσεων σε ερωτήσεις ανοιχτού τύπου.
 - ✓ Την αυτόματη αξιολόγηση εννοιολογικών χαρτών.
 - ✓ Τον εμπλουτισμό της βάσης δεδομένων του γνωστικού εργαλείου με περιεχόμενο σημασιολογικών υπολογιστικών λεξικών και εννοιολογικών χαρτών που αναπαριστούν τη γνώση του ειδικού.
 - ✓ Την υποστήριξη συνεργασίας, αξιολόγησης και βοήθειας ομοτίμων.
 - ✓ Τη δυνατότητα διαχείρισης ομάδων χρηστών.
- Ανάπτυξη γραμματικού επισημειωτή (grammatical stemmer), ο οποίος αποτελεί βοηθητικό εργαλείο επεξεργασίας φυσικής γλώσσας (NLP), με σκοπό τη χρήση του στην επεξεργασία ελεύθερου κειμένου στο γνωστικό εργαλείο.
 - Ανάπτυξη περιεχομένου για το γνωστικό εργαλείο στο γνωστικό αντικείμενο της Πληροφορικής. Το περιεχόμενο αυτό στηρίζεται σε μοντέλο κατανόησης κειμένου και αποτελείται από σημασιολογικά λεξικά που επεκτάθηκαν και εννοιολογικούς χάρτες που αναπαριστούν τη γνώση του ειδικού στο γνωστικό αντικείμενο.
 - Προτάσεις και σενάρια διδασκαλίας για την αξιοποίηση της σημασιολογικής βάσης εννοιών Πληροφορικής Semandix στη διδασκαλία της Πληροφορικής.

1.2 Συμβολή της Διατριβής

Σε πρώτο επίπεδο, λοιπόν, η παρούσα διδακτορική διατριβή συμβάλει στη διερεύνηση των εναλλακτικών αντιλήψεων που οι αναγνώστες εμφανίζουν κατά την ανάγνωση κειμένων Πληροφορικής και του τρόπου που οικοδομούν τη γνώση σύμφωνα με μοντέλο κατανόησης κειμένου. Σε δεύτερο επίπεδο συμβάλει στη σχεδίαση και υλοποίηση ενός γνωστικού εργαλείου, το οποίο υποστηρίζει τη μάθηση από κείμενα, ειδικότερα του γνωστικού αντικείμενου της Πληροφορικής, μέσω της αλληλεπίδρασης εκπαιδευόμενων με το σημασιολογικό λεξικό του εργαλείου, της αξιολόγησης σύντομων απαντήσεων ελεύθερου κειμένου σε ερωτήσεις που αφορούν τη δομή μιας υπολογιστικής μονάδας/υπομονάδας, του τρόπου λειτουργίας της, και του σκοπού για τον οποίο κατασκευάστηκε, καθώς και μέσω αξιολόγησης εννοιολογικών χαρτών σε

δραστηριότητες που ελέγχουν την κατανόηση σημασιολογικών σχέσεων μεταξύ εννοιών Πληροφορικής και τη γενικότερη οικοδόμηση γνώσης με βάση μοντέλο κατανόησης κειμένου.

Η καινοτομία του συγκεκριμένου γνωστικού εργαλείου είναι το γεγονός ότι στηρίζεται σε μοντέλο κατανόησης κειμένου κατά την ανάγνωση, η επέκταση σημασιολογικού λεξικού με όρους του γνωστικού αντικείμενου της Πληροφορικής, καθώς και η αυτόματη αξιολόγηση σύντομων απαντήσεων σε ερωτήσεις ανοιχτού τύπου. Το γνωστικό εργαλείο είναι μια σημασιολογική βάση εννοιών Πληροφορικής, η οποία αξιοποιεί και επεκτείνει χαρακτηριστικά άλλων γνωστικών εργαλείων, όπως βάσεων δεδομένων και εννοιολογικής χαρτογράφησης, καθώς και σημασιολογικών υπολογιστικών λεξικών για τη διάγνωση της κατανόησης εννοιών και την ανατροφοδότηση του χρήστη με πληροφορία σχετική με τις γνωστικές κατηγορίες που εμφανίζονται σε κείμενα Πληροφορικής, ώστε ο τελευταίος να υποστηριχθεί στην οικοδόμηση της επιστημονικής γνώσης. Η υποστήριξη της κατανόησης ενός κειμένου με τη χρήση του γνωστικού εργαλείου ως ενός σημασιολογικού λεξικού όπου οι όροι αφορούν τις γνωστικές κατηγορίες που εμφανίζονται στο κείμενο μπορεί να βοηθήσει στα στάδια *Δόμησης* και *Ολοκλήρωσης* της γνώσης (Kintsch, 1998). Επιπλέον συνεισφορά του γνωστικού εργαλείου αποτελεί και η υποστήριξη της ανατροφοδότησης σε δραστηριότητες εννοιολογικής χαρτογράφησης βασισμένης σε μοντέλο κατανόησης κειμένου, οι οποίες βελτιώνουν την οικοδόμηση γνώσης στους αρχάριους αλλά και μέτριας επίδοσης εκπαιδευόμενους.

1.3 Δημοσιευμένες Εργασίες

Στο πλαίσιο της διατριβής προέκυψαν οι πιο κάτω δημοσιεύσεις:

Εργασίες σε Διεθνή και Ελληνικά Επιστημονικά Περιοδικά με κριτές

Blitsas, P. & Grigoriadou, M. (2010). Concept Categorization Effect on a Reader's Mental Knowledge Construction, *The International Journal of Learning*, Vol. 17(12), pp.1-16, Champaign, Illinois, USA by Common Ground Publishing LLC, ISSN: 1447-9494.

Μπλίτσας Π. & Γρηγοριάδου Μ. (2011). Οικοδόμηση Γνώσης κατά την Ανάγνωση στο Γνωστικό Αντικείμενο της Πληροφορικής, *Νόησις*, Εκδόσεις Τυπωθήτω (υπό έκδοση).

Κεφάλαια σε Διεθνή Επιστημονικά Βιβλία

Blitsas, P., Grigoriadou, M. & Mitsis, C. (2011), Constructing a Knowledge Base according to a Text Comprehension Model, *Multiple Perspectives on Problem Solving and Learning in the Digital Age*, in Ifenthaler, D., Isaias, P. (eds.), 1st Edition, chapter 6, pp. 67-88, ISBN 978-144-197-612-3.

Blitsas, P. & Grigoriadou, M. (2009), Free Text Response Assessment System Based on a Text Comprehension Model, *Advanced Learning*, in Raquel Hijon-Neira (eds.), chapter 13, pp. 197-210, ISBN:978-953-307-010-0, INTECH.

Εργασίες σε Διεθνή και Ευρωπαϊκά Συνέδρια με κριτές

Blitsas, P. & Grigoriadou, M. (2011), *Greek WordNet and its Enrichment on the Computer Science Domain, according to a Text Comprehension Model*, in C. Stephanides (eds.): Universal Access in HCI, Part IV, HCII 2011, proceedings of the 7th International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction, Hilton Orlando Bonnet Creek, Orlando, Florida, USA, 9-14 July 2011, pp. 22-31, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2011.

Blitsas, P., Gouli, E. & Grigoriadou, M. (2010), *Exploiting Concept Maps for the Representation of Computer Science texts Based on a Text Comprehension Model*, in proceedings of the 4th International Conference of Concept Mapping (CMC 2010), Viña del Mar, October 5-7, Chile, pp. 123-126.

Blitsas, P. & Grigoriadou, M. (2009), *Enriching Greek WordNet with Computer Science Domain Terms According to Baudet and Denhière Text Comprehension Model*, in proceedings of the 4th Language & Technology Conference (LTC), Poznań, Poland, 6-8 November, 2009, pp. 447-451.

Blitsas, P., Grigoriadou, M. & Mitsis, C. (2009), *SEMANDIX: Constructing a Knowledge Base According to a Text Comprehension Model*, in proceedings of the IADIS International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age (CELDA 2009), Rome, Italy, 20-22 November 2009, Ed. by Kinshuk, Demetrios G. Sampson, J. Michael Spector, Pedro Isaiás & Dirk Ifenthaler, pp. 41-48, ISBN: 978-972-8924-95-9.

Blitsas, P. & Grigoriadou, M. (2009), *How Concept Mapping Can Support Technical Systems Understanding Based on Denhière-Baudet Text Comprehension Model*, in proceedings of the 9th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), Riga, Latvia, 14-18 July 2009, pp. 352-354, ISBN: 978-0-769-53711-5.

Blitsas, P. & Grigoriadou, M. (2008), *Towards a Knowledge-Based Free-Text Response Assessment System*, in proceedings of the IADIS International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age (CELDA 2008), Freiburg, Germany, 13-15 October 2008, Ed. by Kinshuk, Demetrios G. Sampson, J. Michael Spector, Pedro Isaiás and Dirk Ifenthaler, pp. 37-44, ISBN: 978-972-8924-69-0.

Blitsas, P. & Grigoriadou, M. (2008), *Knowledge Representation for an Automated Normalized Answers Assessment System Based on Text Comprehension Theories*, in proceedings of the 8th

- IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, Santander, Cantabria, Spain, July 1-5, 2008, pp. 559-561, ISBN: 978-1-424-43051-2.
- Grigoriadou, M., Blitsas, P. & Marouli, A. (2007), *Knowledge Representation for Automatic Technical Text Comprehension*, in proceedings of the 8th Hellenic European Research Computer Mathematics and its Applications Conference (HERCMA 2007), Economical University, Athens, Greece, διαθέσιμο στο <http://www.aueb.gr/pympe/hercma/proceedings2007/>.
- Tsaganou, G., Samarakou, M., Blitsas, P. & Grigoriadou, M. (2009), *Authoring Text and Text Comprehension Activities with RETUDISAuth*, in proceedings of the 5th International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction (HCI International 2009), Part III: Applications and Services, San Diego, USA 19-24 July 2009, pp. 597 - 606, ISBN: 978-3-642-02712-3.

Εργασίες σε Ελληνικά Συνέδρια με κριτές

- Μπλίτσας, Π. & Γρηγοριάδου, Μ. (2011), *Επέκταση του Ελληνικού WordNet με όρους Πληροφορικής και Σημασιολογικές Σχέσεις Βασισμένες σε Μοντέλο Κατανόησης Κειμένου*, Πρακτικά 3^ο Πανελλήνιου Συνεδρίου Γνωσιακής Επιστήμης, Πάρος, 2-5 Ιουνίου 2011, διαθέσιμο στο <http://platon.cc.uoa.gr/~noesis/>.
- Μπλίτσας, Π., Γρηγοριάδου, Μ. & Σπανός, Ι. (2010), *Σημασιολογική Ανάλυση Κειμένων Πληροφορικής Βασισμένη σε Γνωστικό Μοντέλο Κατανόησης Κειμένου με Χρήση Εννοιολογικής Χαρτογράφησης*, Πρακτικά 5^ο Πανελλήνιου Συνεδρίου “Διδακτικής της Πληροφορικής”, Αθήνα, 9-11 Απριλίου 2010, σελ. 200-209 ISBN: 978-960-88359-4-8, 978-960-466-058-2.
- Μπλίτσας, Π. & Γρηγοριάδου, Μ. (2010), *Συνθετική Εργασία Μεταπτυχιακών Φοιτητών Πληροφορικής σε Υπολογιστικά Σημασιολογικά Λεξικά στα πλαίσια του μαθήματος «Υπολογιστική Γλωσσολογία»*, Πρακτικά 5^ο Πανελλήνιου Συνεδρίου “Διδακτικής της Πληροφορικής”, Αθήνα, 9-11 Απριλίου 2010, σελ. 293-298, ISBN: 978-960-88359-4-8, 978-960-466-058-2.
- Μπλίτσας, Π. & Γρηγοριάδου, Μ. (2010), *Επίδραση Κατηγοριοποίησης Εννοιών Πληροφορικής στην Οικοδόμηση Γνώσης Αναγνώστη Σύμφωνα με Γνωστικό Μοντέλο Κατανόησης Κειμένου*, Πρακτικά 2^ο Πανελλήνιου Συνεδρίου Γνωσιακής Επιστήμης, Πάρος, 3-6 Ιουνίου 2010, διαθέσιμο στο <http://platon.cc.uoa.gr/~noesis/>.
- Μπλίτσας, Π. & Γρηγοριάδου, Μ. (2009), *Ανάπτυξη Υπολογιστικού Λεξικού με Δυνατότητα Εμπλουτισμού της Βάσης του με Σημασιολογικό Περιεχόμενο Προερχόμενο από Εννοιολογικούς Χάρτες ή άλλα Υπολογιστικά Λεξικά*, Πρακτικά 1^ο Πανελλήνιου Συνεδρίου

Γνωσιακής Επιστήμης, Πάρος, 28-31 Μαΐου 2009, διαθέσιμο στο <http://platon.cc.uoa.gr/~noesis/>.

Μπλίτσας, Π. & Γρηγοριάδου, Μ. (2008), *Σχεδίαση Συστήματος Αυτόματης Αξιολόγησης Απαντήσεων σε Ερωτήσεις Ανοιχτού Τύπου, βασισμένου σε Θεωρίες Κατανόησης Κειμένου*, Πρακτικά 6^ο Πανελλήνιου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή για τις Νέες Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση (ΕΤΠΕ 2008), Λεμεσός, Κύπρος, 25-28 Σεπτεμβρίου, 2008, Τόμος 2, σελ.129-136.

Μπλίτσας, Π. & Γρηγοριάδου, Μ. (2008), *Επίδραση του επιπέδου σπουδών του μαθητή στην κατανόηση τεχνικού κειμένου Πληροφορικής κατά την ανάγνωση και την εκπόνηση δραστηριοτήτων*, Πρακτικά 4^ο Πανελλήνιου Συνεδρίου με τίτλο “Διδακτική της Πληροφορικής”, Πάτρα, 28-30 Μαρτίου 2008, σελ. 303-312.

Παπαδόπουλος, Γ., Μπλίτσας, Π. & Γρηγοριάδου, Μ. (2009), *Χρήση εννοιολογικής χαρτογράφησης βασισμένης σε μοντέλο κατανόησης κειμένου για την υποστήριξη κατανόησης τεχνικών συστημάτων*, Πρακτικά 1^ο Πανελλήνιου Συνεδρίου Γνωσιακής Επιστήμης, Πάρος, 28-31 Μαΐου 2009, διαθέσιμο στο <http://platon.cc.uoa.gr/~noesis/>.

Συμμετοχή σε λοιπές δημοσιεύσεις

Dimitropoulou, M., Duñabeitia, J.A., Blitsas, P. & Carreiras, M (2009), A set of 260 pictures for Modern Greek: Norms for name agreement, age of acquisition and visual complexity, *Behavior Research Methods*, Vol. 41 (2), pp. 584-589, Psychonomic Society Publication.

Vosniadou, S., Skopeliti, I., Gerakakis, S. & Blitsas, P. (2008), *Analogies Can Facilitate the Understanding of Counter-Intuitive Expository Texts*, in proceedings of the CogSci 2008, An. Meeting of the Cognitive Science Society, Washington, USA, July 23–26, 2008, pp. 1368.

1.4 Διάρθρωση της Διατριβής

Στο *Κεφάλαιο 2* περιγράφονται βασικές έννοιες σχετικά με τα γνωστικά εργαλεία και παρουσιάζονται αναλυτικά οι βάσεις δεδομένων ως συνεργατικό γνωστικό εργαλείο, καθώς και το εργαλείο της εννοιολογικής χαρτογράφησης και η διδακτική του αξιοποίηση από την πλευρά του εκπαιδευόμενου και του εκπαιδευτή.

Το *Κεφάλαιο 3* παρουσιάζει βασικές έννοιες σχετικά με την κατανόηση κειμένου και περιγράφει αναλυτικά μοντέλα κατανόησης κειμένου και τη μάθηση από κείμενα, με έμφαση το μοντέλο των Denhière και Baudet, το οποίο χρησιμοποιείται ως μοντέλο αναφοράς για την διερεύνηση της οικοδόμησης γνώσης κατά την ανάγνωση κειμένων Πληροφορικής και την ανάπτυξη του γνωστικού εργαλείου της παρούσας διατριβής. Επιπλέον, στο κεφάλαιο

περιγράφεται η αξιολόγηση κατανόησης κειμένου Πληροφορικής με τη χρήση διαφόρων τύπων ερωτήσεων, καθώς και συστήματα, τα οποία υποστηρίζουν την κατανόηση κειμένων και βασίζονται σε μοντέλα κατανόησης κειμένου.

Στο *Κεφάλαιο 4* παρουσιάζεται βιβλιογραφία σχετική με τη μάθηση από κείμενα Πληροφορικής και τρεις εμπειρικές μελέτες που πραγματοποιούνται στο πλαίσιο της διδακτορικής διατριβής για τη διερεύνηση της επίδρασης του επιπέδου σπουδών στην οικοδόμηση γνώσης, των εναλλακτικών αντιλήψεων που εμφανίζουν αναγνώστες κειμένου Πληροφορικής, καθώς και του ρόλου που δραστηριότητες κατασκευής εννοιολογικών χαρτών παίζουν στην οικοδόμηση γνώσης, σύμφωνα με το μοντέλο κατανόησης κειμένου των Denhière και Baudet.

Στο *Κεφάλαιο 5* παρουσιάζονται οι βασικές έννοιες αναπαράστασης γνώσης σε υπολογιστή και έννοιες σχετικές με τις οντολογίες από την πλευρά της Τεχνητής Νοημοσύνης, και περιγράφονται τα σημασιολογικά λεξικά τύπου WordNet, τα οποία θα χρησιμοποιηθούν στη σχεδίαση και υλοποίηση του γνωστικού εργαλείου, καθώς και ο γνωστικός τους ρόλος.

Στο *Κεφάλαιο 6* περιγράφονται οι αρχές σχεδίασης και η υλοποίηση του γνωστικού εργαλείου Semandix. Επιπλέον, περιγράφονται αναλυτικά οι λειτουργίες του, καθώς και η ανάπτυξη και λειτουργία βοηθητικού εργαλείου που χρησιμοποιείται από το γνωστικό εργαλείο Semandix.

Στο *Κεφάλαιο 7* περιγράφεται η ανάπτυξη περιεχομένου της σημασιολογικής βάσης εννοιών Πληροφορικής Semandix μέσω της επέκτασης του ελληνικού σημασιολογικού λεξικού WordNet και της κατασκευής εννοιολογικών χαρτών με βάση το μοντέλο κατανόησης κειμένου των Denhière και Baudet. Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται και ο τρόπος που χάρτες σαν κι αυτούς θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν αυτόνομα στη διδασκαλία της Πληροφορικής.

Στο *Κεφάλαιο 8* περιγράφεται σενάριο διδασκαλίας με αξιοποίηση του γνωστικού εργαλείου στο γνωστικό αντικείμενο της Πληροφορικής σε ενότητα της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, ως εργαλείου μάθησης και αξιολόγησης της κατανόησης εννοιών Πληροφορικής.

Τέλος, στο *Κεφάλαιο 9* περιγράφονται προοπτικές του γνωστικού εργαλείου Semandix μέσα από την επέκτασή του και τη σύνδεσή του με άλλα εργαλεία και τεχνολογίες, με σκοπό την βελτίωση και τη μεγαλύτερη πληρότητα των λειτουργιών του. Στο ίδιο κεφάλαιο παρατίθενται τα συνολικά συμπεράσματα της παρούσας διατριβής.

Γνωστικά Εργαλεία, Βάσεις Δεδομένων & Εννοιολογική Χαρτογράφηση

Οι άνθρωποι, με το πέρασμα των χρόνων, έχουν αναπτύξει κάποια εργαλεία για την εξωτερική αποθήκευση συμβόλων και πληροφοριών με τέτοιο τρόπο, ώστε να ανακτούν το νόημα τους αργότερα κι όταν το χρειαστούν. Κάθε φορά, ένα νέο εργαλείο, όχι μόνο επιτρέπει στον άνθρωπο να εκτελέσει μια συγκεκριμένη εργασία, αλλά αλλάζει και την εικόνα του για το τι μπορεί να κάνει και το ποιός είναι (Jonassen, 1992). Μόλις εφευρίσκει ένα εργαλείο για κάποιο σκοπό γίνεται ενήμερος για το τι άλλο μπορεί να κάνει με αυτό. Πολύ καιρό πριν, τα πρώτα εργαλεία που εφευρέθηκαν δεν εφευρέθηκαν με πρώτη σκέψη, για παράδειγμα, την κατασκευή πολύπλοκων μεταλλικών μηχανημάτων που πετούν ή τεράστιων ουρανοξυστών ή διαστημικών οχημάτων, αλλά η συσσώρευση των εργαλείων αυτών ώθησε τον άνθρωπο να οραματιστεί νέες δυνατότητες για τη χρήση τους.

Η οικοδόμηση αυτού του χώρου εξωτερικής αποθήκευσης συμβολικού υλικού συγκρίνεται από το Donald (1991, 2001) με μια σημαντική εξελικτική αλλαγή στην ανθρώπινη διανοητική λειτουργία. Ο Donald υποστηρίζει ότι αυτός ο αποθηκευτικός χώρος έχει τόση επιρροή στο σύγχρονο νου όση η ίδια η αρχιτεκτονική του εγκεφάλου. Ο ανθρώπινος εγκέφαλος έχει πολλές δυνατότητες, όπως αυτές της γλώσσας και της αφηρημένης σκέψης που ποτέ δεν γίνονται ικανότητες σε άτομα που επιβιώνουν μόνα και δεν αναπτύσσονται σε ένα πολιτισμικό περιβάλλον.

Αν δει κανείς αυτόν τον εξωτερικό χώρο αποθήκευσης συμβόλων ως κάτι που οικοδομεί το νου κάποιου ατόμου και αποδεχθεί την ιδέα του Vygotsky (1987) ότι τα εργαλεία, ή λειτουργικά συστήματα ή προγράμματα για το μυαλό μας προϋπάρχουν μέσα στον πολιτισμό μας, τότε μπορεί να καταλάβει τις εκπαιδευτικές δοκιμασίες/δραστηριότητες με διαφορετικό τρόπο. Υπό αυτό το πρίσμα, η εκπαίδευση στην πραγματικότητα είναι η διαδικασία κατά την οποία ο άνθρωπος μεγιστοποιεί τη χρήση εργαλείων που παίρνει από το πολιτισμικό του περιβάλλον και

με αυτόν τον τρόπο μετατρέπει τα πολιτισμικά αυτά εργαλεία σε *γνωστικά εργαλεία* (cognitive tools) για τον εαυτό του. Η σκέψη αυτή δεν έρχεται σε αντίθεση με την ιδέα ότι η εκπαίδευση είναι μια διαδικασία κατά την οποία επιλέγουμε ό,τι είναι διαθέσιμο στον πολιτισμό μας, το οποίο θα ενισχύσει καλύτερα τις ικανότητες του εγκεφάλου.

Στο κεφάλαιο αυτό και στις ενότητες 2.1 και 2.2 γίνεται αναφορά στα γνωστικά εργαλεία, τα είδη τους και το ρόλο που διαδραματίζουν στη διδασκαλία, ενώ στην ενότητα 2.3 περιγράφονται οι έννοιες του αναστοχασμού και της συνεργατικότητας στην εκπαιδευτική διαδικασία. Στην ενότητα 2.4 παρουσιάζεται η δυνατότητα χρήσης των βάσεων δεδομένων ως ένα συνεργατικό γνωστικό εργαλείο, ενώ στην ενότητα 2.5 περιγράφεται αναλυτικά το γνωστικό εργαλείο της εννοιολογικής χαρτογράφησης, καθώς και λογισμικά που την υποστηρίζουν. Τέλος στην ενότητα 2.6 συζητείται η σημασία ανάπτυξης ενός γνωστικού εργαλείου που θα συνδυάζει τα πλεονεκτήματα των βάσεων δεδομένων και της εννοιολογικής χαρτογράφησης για την υποστήριξη της μάθησης εννοιών και την αξιολόγηση της κατανόησής τους.

2.1 Υπολογιστικά Γνωστικά Εργαλεία

Έχουν κατά καιρούς δοθεί διάφοροι ορισμοί για το τι είναι τα γνωστικά εργαλεία και σε τι βοηθούν. Οι Jonassen και Reeves (1996) τα χαρακτηρίζουν ως τεχνολογίες που βελτιώνουν την γνωστική ισχύ των ανθρώπων κατά τη διάρκεια της σκέψης, της επίλυσης προβλημάτων και της μάθησης. Είναι εργαλεία βασισμένα στον υπολογιστή και στοχεύουν στη διευκόλυνση των γνωστικών διεργασιών (Kommers et al, 1992). Ο υπολογιστής μπορεί να συκρατήσει μεγάλο πλήθος πληροφοριών και δεδομένων, ώστε οι χρήστες του να απαλλάσσονται από το βαρύ φορτίο της απομνημόνευσης της γνώσης και να μπορούν να εξοικονομήσουν με αυτόν τον τρόπο ενέργεια για ουσιώδη και αποτελεσματική μάθηση, όπως κριτική σκέψη και αναδιοργάνωση γνώσης. Γνωστικό εργαλείο είναι, τελικά, κάθε υπολογιστικό μέσο που βοηθά να ξεπεραστούν τα όρια του νου και που αναδιοργανώνει τον τρόπο που σκέφτεται αυτός που μαθαίνει (Pea, 1985). Τέλος, σύμφωνα με τον Lajoie (2000) κάθε υπολογιστικό εργαλείο που υποστηρίζει τις γνωστικές διεργασίες του εκπαιδευόμενου απελευθερώνει το γνωστικό χώρο του εκπαιδευόμενου για υψηλότερης τάξης σκέψη και του επιτρέπει να παράγει και να ελέγχει υποθέσεις στα πλαίσια επίλυσης προβλημάτων.

Ο υπολογιστής μπορεί να λειτουργήσει ως γνωστικό εργαλείο με δύο διαφορετικούς τρόπους (Salomon, 1993):

1. Ο πρώτος αφορά τη χρήση εφαρμογών λογισμικού που εκτελούν λειτουργίες χαμηλού και μηχανιστικού επιπέδου, όπως υπολογισμούς και γραφικά, αφήνοντας το μαθητή ελεύθερο

να εστιάζει σε γνωστικές διεργασίες υψηλού επιπέδου. Έτσι, μπορεί να θεωρηθεί ως εργαλείο προσανατολισμένο στη βελτίωση της απόδοσης της εργασίας του μαθητή.

2. Ο δεύτερος τρόπος αφορά τη χρήση εφαρμογών λογισμικού που υποστηρίζουν τις γνωστικές διεργασίες του μαθητή κατά την εκτέλεσή τους. Στην περίπτωση αυτή η γνώση θεωρείται ότι κατανέμεται μεταξύ του εργαλείου και του μαθητή, με στόχο την επίτευξη ενός συγκεκριμένου μαθησιακού αποτελέσματος.

Ο Jonassen (2000) επισημαίνει ότι οι εκπαιδευόμενοι θα πρέπει να χρησιμοποιούν ποικιλία εργαλείων σε σχέση με διάφορα νοητικά φαινόμενα. Η χρήση των γνωστικών εργαλείων έχει να κάνει με τα προβλήματα, τους σκοπούς, τις πεποιθήσεις του εκπαιδευτή, το σχολικό σύστημα, τη διαθέσιμη τεχνολογία και πολλούς άλλους παράγοντες. Είναι δύσκολο να προβλέψει κανείς το πόσο καλά θα λειτουργήσει ένα γνωστικό εργαλείο. Γι' αυτό θα πρέπει οι ίδιοι οι εκπαιδευτές να κατανοήσουν το τί λειτουργία θα μπορούσαν αυτά να έχουν στο συγκεκριμένο εκπαιδευτικό σύστημα (Jonassen, 2006). Σύμφωνα με το Jonassen οι άνθρωποι δε μαθαίνουν από τους υπολογιστές (εργαλεία) αλλά η μάθηση συντελείται μέσω της σκέψης. Η σκέψη ενεργοποιείται μέσω των δραστηριοτήτων που συντελούνται από διδακτικές παρεμβάσεις συμπεριλαμβανομένων των τεχνολογιών. Ο ρόλος των τεχνολογιών είναι να δημιουργήσουν εργαλεία για να διευκολύνουν τη διαδικασία σκέψης.

Οφέλη των γνωστικών εργαλείων σύμφωνα με τον Lajoie (2000) είναι (α) η υποστήριξη της γνωστικής διαδικασίας, (β) η παροχή υποστήριξης στα χαμηλά επίπεδα γνωστικών δεξιοτήτων, (γ) το ότι επιτρέπουν στους εκπαιδευόμενους να αναλάβουν γνωστικές δραστηριότητες που σε διαφορετική περίπτωση είναι πέρα από τις δυνατότητές τους και (δ) το ότι δίνουν τη δυνατότητα στους εκπαιδευόμενους να κάνουν υποθέσεις προκειμένου να λύσουν προβλήματα.

2.2 Είδη, Παραδείγματα και Ρόλος των Γνωστικών Εργαλείων

Σύμφωνα με τον Jonassen (2006) σημαντικά γνωστικά εργαλεία για το δάσκαλο-εκπαιδευτή μπορούν να θεωρηθούν τα παρακάτω:

1. *Βάσεις Δεδομένων*, όπως τα Συστήματα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων, οι οποίες: (α) παρέχουν στον εκπαιδευόμενο πλούσιο σε έννοιες υλικό όπως υλικό γεωγραφίας, κοινωνικών επιστημών και φυσικών επιστημών, (β) υποστηρίζουν την αποθήκευση και ανάκληση πληροφοριών οργανωμένων με συγκεκριμένο τρόπο, (γ) βοηθούν τον εκπαιδευόμενο να αναδομήσει αυτό που γνωρίζει και έτσι να διευκολυνθεί η κατανόηση.
2. *Εργαλεία Εννοιολογικής Χαρτογράφησης*, όπως το Inspiration και το SmartTools. Ένας εννοιολογικός χάρτης είναι μια χωρική αναπαράσταση εννοιών και σχέσεων μεταξύ τους

που προσομοιώνει κατά κάποιον τρόπο τις γνώσεις ενός εκπαιδευόμενου (Jonassen et al, 1993). Είναι αποτελεσματικοί στον προγραμματισμό άλλων ειδών παραγωγής και γνώσης.

3. *Λογιστικά Φύλλα*, όπως το Excel, τα οποία (α) είναι υπολογιστικά, αριθμητικά συστήματα καταγραφής εγγραφών και μεταβάλλουν ποιοτικά τις εκπαιδευτικές διεργασίες που χρειάζονται χειρισμό αριθμών, ενώ είναι εύκολα στην προσαρμογή και την τροποποίηση, (β) υποστηρίζουν υποθέσεις, λήψη αποφάσεων και επίλυση προβλημάτων και συχνά χρησιμοποιούνται σε αναλύσεις υπόθεσης (what-if analyses), (γ) είναι προσαρμοστικά (versatile) και περισσότερο αποτελεσματικά στην επίλυση ποσοτικών προβλημάτων, και (δ) υποστηρίζουν τρεις βασικές λειτουργίες: αποθήκευση, υπολογισμό και παρουσίαση πληροφορίας.
4. *Εργαλεία Προσομοίωσης*, όπως τα SimNerv, Archicad, Sims και flight simulators τα οποία (α) αναπαριστούν οπτικά αφηρημένες ιδέες βοηθώντας τους εκπαιδευόμενους να χρησιμοποιήσουν τα πιο αναπτυγμένα αισθητηριακά τους συστήματα, (β) αποτελούν βοήθημα στη διερεύνηση και ολοκλήρωση projects, και (γ) βοηθούν τους εκπαιδευόμενους στο να κατανοήσουν και να εκφράσουν ιδέες που ίσως να μην μπορούσαν αλλιώς.
5. *Δομημένες Υπολογιστικές Διασκέψεις* (σύγχρονη και ασύγχρονη επικοινωνία), όπως e-mail, πίνακες ανακοινώσεων, πίνακες συζητήσεων που υποστηρίζουν εκπαιδευόμενους να οικοδομήσουν τη γνώση τους.

Πιο αναλυτικά, παραδείγματα τέτοιων γνωστικών εργαλείων είναι τα παρακάτω:

1. Το CmapTools (<http://cmap.ihmc.us/>) επιτρέπει τη δημιουργία εννοιολογικών χαρτών σε ένα υπολογιστή.
2. Το Archicad (<http://www.graphisoft.com/products/archicad/>) είναι πρόγραμμα που χρησιμοποιείται από αρχιτέκτονες για να σχεδιάζουν και να "χτίζουν" ένα εικονικό μοντέλο ενός σπιτιού στον υπολογιστή τους.
3. Τα Sims (<http://thesims.ea.com/>) είναι ένα παιχνίδι υπολογιστή με το οποίο κανείς δημιουργεί και ελέγχει εικονικούς ανθρώπους. «Χτίζεις» τις ζωές τους, τις σχέσεις μεταξύ τους, ώστε να τους κάνει να φαίνονται σαν πραγματικοί άνθρωποι.
4. Τα Web Quests (<http://webquest.org/>) είναι online αλληλεπιδραστικά φύλλα δραστηριότητας, τα οποία υποστηρίζουν πολύ καλά εκπαιδευόμενους και εκπαιδευτές.
5. Το AutoTutor (Graesser et al, 2005) είναι ένα νοήμον σύστημα διδασκαλίας το οποίο υποστηρίζει τον εκπαιδευόμενο στην νευτώνεια μηχανική, στη χρήση υπολογιστή και την κριτική σκέψη μέσω διαλόγου σε φυσική γλώσσα.

Τα λογισμικά που αξιοποιούνται ως γνωστικά εργαλεία μπορούν να κατηγοριοποιηθούν και να υποστηρίζουν ένα ή περισσότερα από τα στάδια της μαθησιακής διαδικασίας σύμφωνα με τις θεωρίες οικοδόμησης της γνώσης.

Τα στάδια της μαθησιακής διαδικασίας περιλαμβάνουν (Jonassen, 2000) (α) την κινητοποίηση για μάθηση που συνήθως προκαλείται από μια συγκεκριμένη κατάσταση ή πρόβλημα με νόημα για το μαθητή, (β) την αναζήτηση των πληροφοριών και την ερμηνεία τους σχετικά με αυτήν την κατάσταση ή το πρόβλημα, (γ) την αναπαράσταση της γνώσης του εκπαιδευόμενου και (δ) την οικοδόμηση νέας γνώσης από τον εκπαιδευόμενο, κυρίως μέσω διεργασιών αναστοχασμού.

Οι κατηγορίες γνωστικών εργαλείων συνεισφέρουν σε όλα ή ορισμένα από τα παραπάνω στάδια της οικοδόμησης της γνώσης. Έτσι, χρησιμοποιούνται μεμονωμένα ή συνδυαστικά ενταγμένα σε ένα ολοκληρωμένο μαθησιακό πλαίσιο ως μέρος ενός σεναρίου διδασκαλίας.

Μια διαφορετική κατηγοριοποίηση των γνωστικών εργαλείων που ακολουθεί τα παραπάνω στάδια και βασίζεται αλλά και διαφοροποιείται από τις αντίστοιχες των Jonassen (2000) και είναι η ακόλουθη (Μικρόπουλος, 2006):

1. *Ερμηνευτικά Εργαλεία*. Υποστηρίζουν την ερμηνευτική αναπαράσταση της πληροφορίας που παράγει ο μαθητής. Περιλαμβάνουν προϊόντα λογισμικού για νοηματοδοτημένη αναζήτηση πληροφορίας, όπως οι μηχανές αναζήτησης, και για οπτικοποίηση της πληροφορίας, όπως το λογιστικό φύλλο.
2. *Εργαλεία Δυναμικής Μοντελοποίησης και Προσομοιώσεων*. Συνεισφέρουν στη μίμηση και τη δυναμική αναπαράσταση και διαχείριση συσχετιζόμενων εννοιών, αντικειμένων, καταστάσεων και φαινομένων. Παραδείγματα αποτελούν τα λογιστικά φύλλα, οι μικρόκοσμοι, όπως της γλώσσας προγραμματισμού Logo, τα προγραμματιστικά περιβάλλοντα, τα εικονικά εργαστήρια, τα έμπειρα συστήματα και οι βάσεις δεδομένων.
3. *Εργαλεία Σημασιολογικής Οργάνωσης*. Υποστηρίζουν την οργάνωση και αναπαράσταση της πληροφορίας και της υπάρχουσας γνώσης. Αναδεικνύουν σχέσεις μεταξύ εννοιών, συμβάλλουν στην οικοδόμηση νέας γνώσης. Περιλαμβάνουν την εννοιολογική χαρτογράφηση και τις βάσεις δεδομένων.
4. *Εργαλεία Επικοινωνίας*. Υποστηρίζουν την κοινωνική διαπραγμάτευση της γνώσης και τη συνεργασία. Τέτοια συστήματα είναι τα σύγχρονα συστήματα επικοινωνίας, όπως η τηλεδιάσκεψη και τα εικονικά περιβάλλοντα πολλών χρηστών, και τα ασύγχρονα, όπως το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο.

5. *Εργαλεία Διασύνδεσης Φυσικού Περιβάλλοντος - Υπολογιστή*. Συμβάλλουν στην άμεση σύνδεση της διδακτικής πράξης με το φυσικό περιβάλλον. Περιλαμβάνουν εργαστήρια βασισμένα σε υπολογιστή και εκπαιδευτική ρομποτική.
6. *Εργαλεία Οικοδόμησης Γνώσης*. Υποστηρίζουν την οικοδόμηση της γνώσης από τον ίδιο το μαθητή μέσα από την προσωπική του έκφραση. Τέτοια είναι τα εργαλεία ανάπτυξης υπερμεσικών εφαρμογών, όπως τα προϊόντα λογισμικού παρουσίασης, και οι επεξεργαστές κειμένου.

Όπως φαίνεται και στα παραδείγματα λογισμικών που παρουσιάζονται στις κατηγορίες των γνωστικών εργαλείων, μια εφαρμογή μπορεί να συνεισφέρει σε περισσότερες από μία κατηγορίες. Αυτό προκύπτει από τις πολλαπλές δυνατότητες των προϊόντων λογισμικού για διαχείριση, αναπαράσταση και παρουσίαση της πληροφορίας.

Οι Robertson, Elliot και Robinson (2007) κατέληξαν στους πιο κάτω διαφορετικούς ρόλους που μπορούν να παίξουν τέτοια εργαλεία στη μάθηση που έχουν υιοθετηθεί από τον Iiyoshi et al (2005):

1. *Αναζήτηση Πληροφορίας*: Τέτοια εργαλεία επιτρέπουν στον εκπαιδευόμενο να ανακαλέσει και ταυτοποιήσει την πληροφορία μέσω εκείνων των καταστάσεων που μάθησης που απαιτούν την αναζήτηση της πληροφορίας. Παραδείγματα τέτοιων γνωστικών εργαλείων είναι οι Βάσεις Δεδομένων και οι μηχανές Αναζήτησης.
2. *Παρουσίαση Πληροφορίας*: Τα εργαλεία αυτά κάνουν δυνατή την παρουσίαση της πληροφορίας μέσω ανάλογων και με νόημα αναπαραστάσεων. Παραδείγματα τέτοιων εργαλείων είναι τα λογισμικά γραφικής οργάνωσης όπως το MS PowerPoint και η εννοιολογική χαρτογράφηση.
3. *Οργάνωση Γνώσης*: Αυτά τα εργαλεία υποστηρίζουν τον εκπαιδευόμενο επιτρέποντας του να δημιουργεί σχέσεις μεταξύ των πληροφοριών μέσω δόμησης και αναδόμησης, καθώς και χειρισμού της πληροφορίας. Παραδείγματα είναι τα λογιστικά φύλλα και τα εργαλεία παρουσιάσεων.
4. *Ολοκλήρωση Γνώσης*: Τέτοια εργαλεία επιτρέπουν στον εκπαιδευόμενο να συνδέσει τη νέα πληροφορία με την πρότερη γνώση, και έτσι να οικοδομήσει ένα μεγαλύτερο κομμάτι (array) πληροφορίας. Παραδείγματα τέτοιων εργαλείων είναι τα εργαλεία χαρτογράφησης και οι προσομοιωτές.

2.3 Οι Συνεργατικές Βάσεις Δεδομένων ως Γνωστικό Εργαλείο

Ο συνεργατικός στοχαστικός κοινωνικός διάλογος διευκολύνει τους εκπαιδευόμενους να δουν διαφορετικές προοπτικές ενός θέματος. (Singh et al, 2007; Yukawa, 2006). Η έμφαση για τη συνεργατική οικοδόμηση της γνώσης δίνεται στην ανάπτυξη κοινών αντικειμένων και συνεργατικής προώθησης *εννοιολογικών κατασκευασμάτων* (conceptual artefacts). Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει κι έναν κύκλο προσωπικής κατανόησης που εστιάζει στο ατομικό επίπεδο. Μόλις ο εκπαιδευόμενος παρουσιάσει την προσωπική του άποψη για το θέμα, η ομάδα δραστηριοποιείται στη συζήτηση για την ανάπτυξη κοινής γνώσης. Σε δύσκολες περιπτώσεις, ένα άτομο χρησιμοποιεί στοχαστική σκέψη για να αλληλεπιδράσει με τα εννοιολογικά κατασκευάσματα, να συζητήσει τα θέματα με τους συνεκπαιδευόμενους, και να αναπτύξει έτσι μια κοινή κατανόηση.

Η συλλογική εργασία αναπαριστά έναν κοινό χώρο μέσω του οποίου οι εκπαιδευόμενοι αλληλεπιδρούν. Το πόσο καλά θα είναι τα αποτελέσματα των κοινών αναπαραστάσεων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την πρότερη γνώση όλων των μελών της ομάδας (Fischer, 1998; O' Donnell & Dansereau, 2000). Σενάρια συνεργασίας προτεινόμενα από εκπαιδευτές έδειξαν να είναι μια πολλά υποσχόμενη προσέγγιση για την προώθηση της *συνεργατικής οικοδόμησης γνώσης* (collaborative knowledge construction). Ο Bereiter (2002) ορίζει τα εννοιολογικά κατασκευάσματα ως τα προϊόντα των αντικειμένων της σκέψης και του συλλογισμού που μπορούν να υποστηριχθούν συλλογικά. Η έννοια της συνεργατικής οικοδόμησης γνώσης αναφέρεται στη συλλογική εργασία για την πρόοδο και την εξέλιξη των εννοιολογικών κατασκευασμάτων. Η έννοια αυτή μπορεί να συλληφθεί ως μια κοινωνική διαδικασία στην οποία οι συμμετέχοντες από κοινού οικοδομούν τη γνώση μέσω της κοινωνικής αλληλεπίδρασης (Lipponen, 2002; Stahl, 2000).

Η χρήση ενός γνωστικού εργαλείου συνεργασίας, όπως εκείνο των βάσεων δεδομένων, μπορεί να υποστηρίξει διαδικασίες *στοχασμού* (reflection) και *επιχειρηματολογίας* (argumentation). Η επιχειρηματολογία αναφέρεται στη δημιουργία πειστικών ισχυρισμών υποστηριγμένων από σαφείς αποδείξεις και στην ευρεία κατανόηση των διαφόρων πτυχών ενός θέματος (π.χ. Coirier et al, 1999; Jeong, 2004; Kuhn, 1991; Nussbaum, 2005; Spatariu et al, 2007). Οι *διαλεκτικές δραστηριότητες μάθησης* (argumentative learning activities) μπορεί να χρησιμεύσουν ως ένα αποτελεσματικό μηχανισμό για τη διάχυση της γνώσης μέσω ενός δικτύου ανταλλαγής αντιλήψεων σε μικρές ομάδες (Roth & Bowen, 1995).

Η μάθηση σε ένα περιβάλλον βάσης δεδομένων απαιτεί από τον εκπαιδευόμενο να είναι ενεργός σε μία ομάδα, να μπορεί να ταξινομεί δεδομένα σε μία βάση και να παρουσιάζει επιχειρήματα για την αιτιολόγηση αυτής της ταξινόμησης (Jonassen, 1999; Nason, Lloyd, & Ginns, 1996; Rimor, 2002). Μία συνεργατική βάση δεδομένων υποστηρίζει δραστηριότητες που διευκολύνουν την οικοδόμηση γνώσης των εκπαιδευόμενων (Rimor, 2001). Οι εκπαιδευόμενοι από κοινού συμμετέχουν στην εγκαθίδρυση και το διαμοιρασμό των αντιλήψεών τους και έτσι μπορούν να προσεγγίσουν ένα πρόβλημα από πολλές πλευρές σε κοινό χώρο (Weinberger, 2003). Η ανάλυση της γνώσης ως συγκατασκευάσιμα μιας ομάδας, ή ως προϊόν ενός ατόμου έχει προταθεί μέσω της αλληλεπίδρασης με ποικίλα περιβάλλοντα (Means & Voss, 1996; Singh et al., 2007; Weinberger 2003, Weinberger, & Fischer, 2006). Οι βάσεις δεδομένων, λοιπόν, μπορεί να θεωρηθούν ένα μέσο γνώσης, ένας συνδυασμός τύπων γνώσης, μορφών αναπαραστάσεων (Sowa, 2000), καθώς και μέσο διαλεκτικής μάθησης. Η ίδια η κατασκευή μιας βάσης δεδομένων περιλαμβάνει στρατηγικές διαδικαστικής γνώσης, καθώς και μεταγνωστικές δεξιότητες και πληροφορίες σχετικά με τη βάση γνώσης των δεδομένων, καθώς και με τη δομή της ίδιας της βάσης δεδομένων (Rimor, 2002).

Για τους παραπάνω λόγους, μια βάση δεδομένων μπορεί να θεωρηθεί ως ένα γνωστικό εργαλείο που επιτρέπει τη διαδικασία της οικοδόμησης γνώσης σε ατομικό αλλά και ομαδικό επίπεδο.

2.4 Το Γνωστικό Εργαλείο της Εννοιολογικής Χαρτογράφησης

Η εννοιολογική χαρτογράφηση έχει ως στόχο τη δημιουργία εννοιολογικών χαρτών, οι οποίοι αποτελούν διαγράμματα αναπαράστασης σχέσεων μεταξύ εννοιών. Τα βασικά συστατικά στοιχεία ενός εννοιολογικού χάρτη είναι ο *Κόμβος*, ο οποίος αναπαριστά μια έννοια και οι *Σχέσεις* μεταξύ των κόμβων, οι οποίες αναπαρίστανται με συνδέσεις μεταξύ τους και έχουν συνήθως κάποια ρηματική περιγραφή. Ως έννοια ορίζεται κάθε γεγονός (fact) ή αντικείμενο (object), ή κάποια καταγραφή γεγονότων ή απλώς κάποια αντικείμενα του φυσικού κόσμου (Novak & Gowin, 1984). Οι έννοιες αποτελούν κόμβους του εννοιολογικού χάρτη και χαρακτηρίζονται μέσω μίας μοναδικής λεκτικής περιγραφής, η οποία πρέπει να ακολουθείται με συνέπεια κατά τη σχεδίαση του χάρτη. Οι σχέσεις με τη σειρά τους αποτελούν προτάσεις που αφορούν κάποιες έννοιες της οντολογίας που περιγράφει ο χάρτης και συνδέουν δύο κόμβους-έννοιες του χάρτη. Περιγράφονται πάντα με τη χρήση κάποιων λέξεων, οι οποίες δηλώνουν το είδος της εξάρτησης των δύο εννοιών. Αυτές οι έννοιες και οι σχέσεις οργανώνονται σε ιεραρχικές, κυκλικές ή υβριδικές δομές, έτσι ώστε να περιγράφουν την κεντρική ιδέα του χάρτη, η οποία αποτελεί και τη ρίζα των κόμβων.

Ο εννοιολογικός χάρτης αναπτύσσεται με σκοπό να μπορεί να απαντάει σε μία ερώτηση εστίασης (focus question) καθώς και σε επιμέρους ερωτήσεις που την αναλύουν. Σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, η εννοιολογική χαρτογράφηση αποτελεί πολύτιμο εργαλείο διδασκαλίας και μάθησης μέσω της παροχής ρητής αναπαράστασης γνώσης. Η πρώτη χρήση εννοιολογικών χαρτών έγινε από τον Novak (Novak & Gowin, 1984; Novak & Musonda, 1991) κατά τη διάρκεια πειραμάτων σχετικών με την εννοιολογική αλλαγή (conceptual change) κατά την κατανόηση επιστημονικών θεωριών σε παιδιά. Οι ερευνητές, αρχικά, χρησιμοποίησαν τους εννοιολογικούς χάρτες ως εργαλεία αναπαράστασης της γνώσης των παιδιών.

Ένας εννοιολογικός χάρτης μπορεί να αξιοποιηθεί τόσο από την πλευρά του εκπαιδευόμενου όσο κι από την πλευρά του εκπαιδευτή με διαφορετικούς τρόπους αλλά και πολλά οφέλη. Για τον εκπαιδευόμενο μπορεί να λειτουργήσει ως εργαλείο δημιουργικής σκέψης για την ενίσχυση της ενεργητικής-αποτελεσματικής μάθησης, ατομικής και ομαδοσυνεργατικής (Ματσαγγούρας, 2000) και την επίλυση προβλημάτων (αποκλίνουσα σκέψη), ως εργαλείο ανάπτυξης και καλλιέργειας κριτικής σκέψης (Hannafin, 1992) και τέλος ως εργαλείο μεταγνώσης (Jonassen & Grabowski, 1993). Από την πλευρά του εκπαιδευτή-δασκάλου η εννοιολογική χαρτογράφηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέσο οργάνωσης και παρουσίασης του μαθήματος στην τάξη (Anderson-Inman & Zeitz, 1993), ως διδακτικό και διαγνωστικό εργαλείο για την ανίχνευση και αναπαράσταση των πρότερων γνώσεων (Novak, 1991), και τέλος ως εργαλείο αξιολόγησης της μάθησης και της εξέλιξης της εννοιολογικής αλλαγής μετά από διδακτική παρέμβαση (Fernantes & Asensio, 1998).

Η δημιουργία του εννοιολογικού χάρτη παρέχει πληροφορίες για τις αντιλήψεις του δημιουργού σχετικά με το υπό μελέτη θέμα και δεν αποτελεί αναπαραγωγή απομνημονευμένης πληροφορίας και αδρανούς γνώσης. Επιπρόσθετα, παρουσιάζει δύο βασικά χαρακτηριστικά της κατανόησης, δηλαδή την αναπαράσταση και την οργάνωση των ιδεών του εκπαιδευόμενου – δημιουργού, και επομένως μπορεί να θεωρηθεί ως απεικόνιση του νοητικού μοντέλου του εκπαιδευόμενου (Kinchin et al, 2000).

Τα λογισμικά δημιουργίας και διαχείρισης εννοιολογικών χαρτών, εκτός από τη δυναμική που προσδίδουν μέσω υπερμεσικών χαρακτηριστικών και τη δυνατότητα κατασκευής χαρτών από απόσταση, παρέχουν και άλλες διευκολύνσεις. Μπορεί να περιλαμβάνουν αξιολόγηση και προτάσεις για τη βελτίωση των χαρτών, πρόσβαση σε βάσεις χαρτών για μελέτη και σύγχρονη ή ασύγχρονη συνεργασία στη δημιουργία χαρτών. Επίσης, παρέχουν πρότυπα χαρτών ποικίλων τύπων και θεματικών για τις κοινωνικές, τις ανθρωπιστικές και τις φυσικές επιστήμες, δημιουργίας ερωτήσεων, αιτιακών σχέσεων, σχεδίασης μαθημάτων, αναφοράς προόδου, κ.λπ.

2.4.1 Τα Εργαλεία Εννοιολογικής Χαρτογράφησης CMapTools και Compass

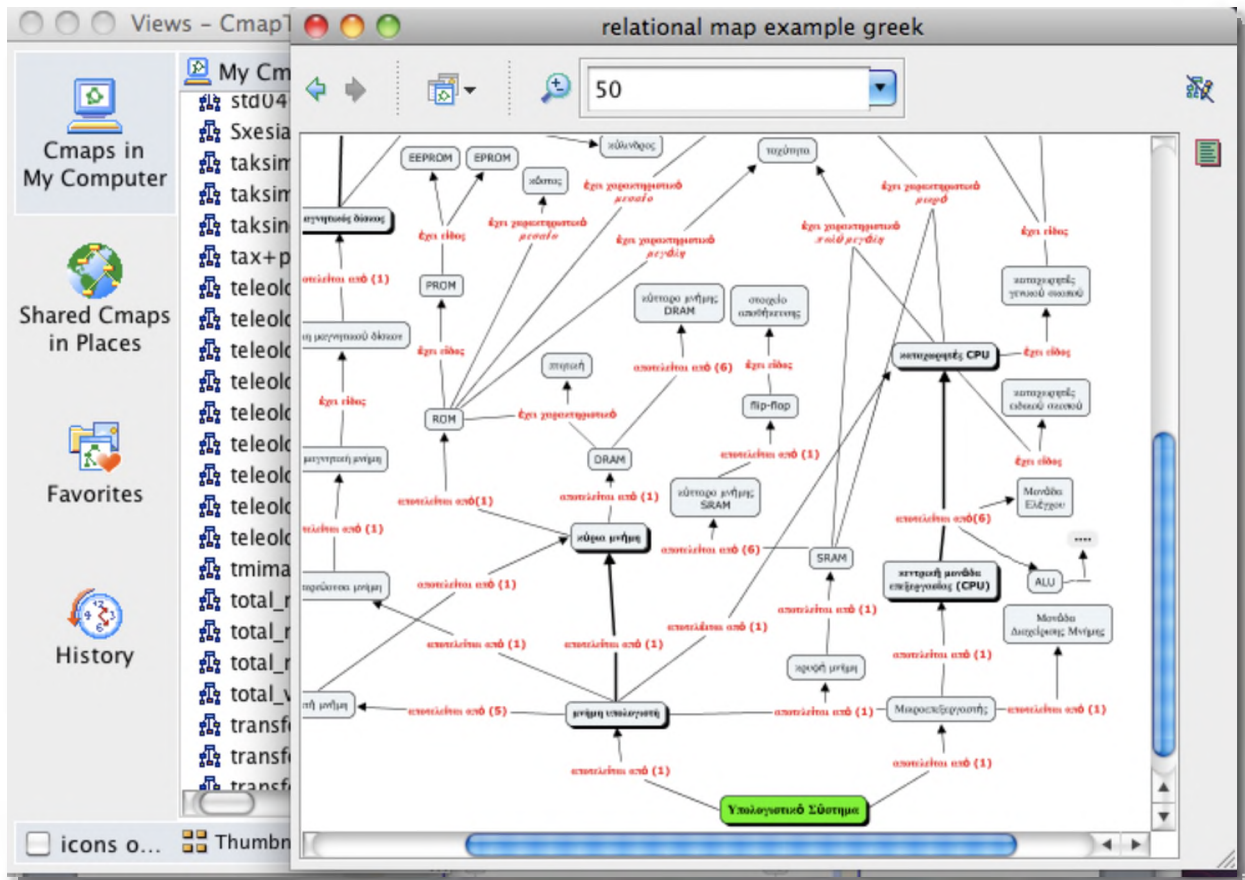
Ένα χαρακτηριστικό εργαλείο εννοιολογικής χαρτογράφησης είναι το λογισμικό CMapTools (<http://cmap.ihmc.us/conceptmap.html>) (Εικόνα 1). Το λογισμικό CmapTools αναπτύχθηκε στο Ινστιτούτο για τη Νόηση Ανθρώπου και Μηχανής (Institute for Human & Machine Cognition, IHMC) του Πανεπιστημίου της Φλόριντα στις Ηνωμένες Πολιτείες στοχεύοντας στο να δημιουργήσει ένα δικτυακό περιβάλλον ατομικής αλλά και συνεργατικής ανάπτυξης, πλοήγησης, διαμοιρασμού και αξιολόγησης διαφορετικών μοντέλων γνώσης, τα οποία αναπαριστώνται ως εννοιολογικοί χάρτες.

Είναι ευρύτατα γνωστό λόγω της απλότητας και λειτουργικότητάς του αλλά και των δυνατοτήτων διαδικτυακής συνεργασίας που προσφέρει. Στην τελευταία του έκδοση απέκτησε και δυνατότητα αναπαράστασης οντολογιών, ώστε να υποστηρίζει μια πιο οργανωμένη και τυπική παρουσίαση της γνώσης. Το λογισμικό λαμβάνεται ελεύθερα από το δικτυακό τόπο <http://cmap.ihmc.us/>. Σε αυτόν διατίθεται επίσης ένας μεγάλος όγκος σχετικών πληροφοριών, όπως οδηγίες χρήσης και σχεδίασης χαρτών, παραδείγματα, άρθρα, τεχνική υποστήριξη και επαφή με την κοινότητα για συνεργασία. Το λογισμικό CmapTools έχει εξελληνιστεί από το Εργαστήριο Εφαρμογών Εικονικής Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων και διατίθεται πλέον και στα ελληνικά.

Το μαθησιακό περιβάλλον COMPASS (<http://hermes.di.uoa.gr/compass>) (Εικόνα 2) είναι ένα ερευνητικό εργαλείο εννοιολογικής χαρτογράφησης και έχει ως στόχο να υποστηρίζει τη διαδικασία της αξιολόγησης και τη μαθησιακή διαδικασία μέσα από την εκπόνηση δραστηριοτήτων εννοιολογικής χαρτογράφησης (Gouli et al. 2006). Το πεδίο γνώσης του COMPASS δεν αφορά ένα συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο, αλλά το COMPASS μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οποιοδήποτε γνωστικό αντικείμενο κρίνεται ότι είναι εφαρμόσιμη η τεχνική της εννοιολογικής χαρτογράφησης. Το εργαλείο αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη διαγνωστική, διαμορφωτική και τελική αξιολόγηση.

Η διαδικασία της αξιολόγησης υποστηρίζεται μέσα από την εκπόνηση διαφορετικών τύπων δραστηριοτήτων εννοιολογικής χαρτογράφησης, τη δυνατότητα ανάλυσης του χάρτη του εκπαιδευόμενου βάσει συγκεκριμένων κριτηρίων αξιολόγησης και κατηγοριών λαθών, καθώς και την ποσοτική και ποιοτική εκτίμηση του επιπέδου γνώσης του εκπαιδευόμενου. Η μαθησιακή διαδικασία υποστηρίζεται από ένα «πλαίσιο στήριξης» που αφορά κυρίως την παροχή πολλαπλών μορφών και μονάδων ανατροφοδότησης. Επιπλέον, υποστηρίζεται η προσαρμοστική ανατροφοδότηση, παρέχοντας εξατομικευμένη υποστήριξη στους εκπαιδευόμενους ανάλογα με τις προτιμήσεις τους, το επίπεδο γνώσης τους και τις επιλογές τους

κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασης τους με το περιβάλλον.



Εικόνα 1. Παράδειγμα κατασκευής εννοιολογικού χάρτη με CmapTools.

2.5 Συμπεράσματα

Στην ενότητα 2.3 διαφάνηκε η σπουδαιότητα των βάσεων δεδομένων ως γνωστικού εργαλείου που έχει τη δυνατότητα, εάν χρησιμοποιηθεί κατάλληλα από έναν εκπαιδευτή να προωθήσει τον αναστοχασμό και τη συνεργατικότητα. Επιπλέον, στην ενότητα 2.4 περιγράφηκε η εννοιολογική χαρτογράφηση ως γνωστικό εργαλείο και η διδακτική αξιοποίησή της τόσο από την πλευρά του εκπαιδευτή όσο και από την πλευρά του εκπαιδευόμενου.

Η ανάγκη ενσωμάτωσης χαρακτηριστικών συνεργατικότητας και αναστοχασμού στα εργαλεία εννοιολογικής χαρτογράφησης οδήγησαν στην πρόταση του γνωστικού εργαλείου της παρούσας διατριβής. Το εργαλείο αυτό ευελπιστεί να υποστηρίξει τη μάθηση εννοιών Πληροφορικής, καθώς και την αξιολόγηση της κατανόησής τους από το χρήστη αξιοποιώντας όλα εκείνα τα χαρακτηριστικά της εννοιολογικής χαρτογράφησης ως γνωστικού εργαλείου, και τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης, συνεργατικότητας και αναστοχασμού που παρέχουν οι βάσεις δεδομένων ως τεχνολογικό μέσο. Το γνωστικό εργαλείο της παρούσας διατριβής έχει επιπλέον τη δυνατότητα να παρέχει, κατά την αυτόματη αξιολόγηση απαντήσεων σε ερωτήσεις ανοιχτού

τύπου και εννοιολογικών χαρτών, ανατροφοδότηση στον εκπαιδευόμενο με βάση τα λάθη που κάνει και τις εναλλακτικές αντιλήψεις του.

Ιδιότητες Χάρτη: Δυνατότητα αλλαγής χαρακτηριστικών του χάρτη (χρώματα, γραμματοσειρά και υπόβαθρο)

Σημειώσεις: Δυνατότητα καταγραφής σημειώσεων σε προσωπικό επίπεδο καθώς και σε επίπεδο εννοιών. Δυνατότητα δημοσίευσης σημειώσεων σε επίπεδο δραστηριότητας.

Ανάλυση Χάρτη: Παρουσίαση των λαθών του χάρτη με λεκτικό και οπτικό/γραφικό τρόπο ανάλογα με τις προτιμήσεις του μαθητή και την αλληλεπιδραστική του συμπεριφορά

Ανατροφοδότηση: Δυνατότητα παροχής προσαρμοστικής ανατροφοδότησης μέσω διαλόγου για τις ορθά απεικονιζόμενες προτάσεις, μη ορθά απεικονιζόμενες έννοιες/προτάσεις, μη πλήρεις έννοιες/προτάσεις. Παροχή εκπαιδευτικού υλικού για τις έννοιες που μπορεί να απεικονιστούν. Παροχή του χάρτη του ειδικού

Διάγνωση-Μοντέλο Εκπαιδευόμενου: ποσοτική διάγνωση του γνωστικού επιπέδου του μαθητή, ποιοτική διάγνωση των εσφαλμένων ή/και ελλιπών αντιλήψεων του μαθητή, διαγραμματική αναπαράσταση του γνωστικού επιπέδου του μαθητή, και προτιμήσεις του μαθητή στα οποία βασίζεται η προσαρμοστικότητα του περιβάλλοντος

Εικόνα 2. Η διεπαφή του COMPASS. Στην επιφάνεια σχεδίασης παρουσιάζεται ο χάρτης ενός μαθητή που αφορά στην κεντρική έννοια ‘Αλγοριθμικές Δομές’.

Μοντέλα & Συστήματα Κατανόησης Κειμένου Κατά την Ανάγνωση

Η κατανόηση κειμένου κατά την ανάγνωση αποτελεί σημαντικό ερευνητικό πεδίο της Γνωστικής Ψυχολογίας και ασχολείται με τη μελέτη μοντέλων κατανόησης κειμένου κατά την ανάγνωση, την ανάπτυξη υπολογιστικών μοντέλων κατανόησης κειμένου, και τη σχεδίαση και ανάπτυξη συστημάτων που στηρίζονται σε μοντέλα κατανόησης κειμένου.

Η κατανόηση κειμένου μπορεί να θεωρηθεί ως μία δυναμική διαδικασία οικοδόμησης συνεκτικών νοητικών αναπαραστάσεων και εξαγωγής συμπερασμών, η οποία αντλεί τα στοιχεία της από ένα κείμενο (Britton & Graesser, 1996). Η κατανόηση κειμένου είναι σύνθετη αλληλεπίδραση βασικών γνωστικών διεργασιών. Για να διαχειριστούν αυτή την πολυπλοκότητα οι ερευνητές έχουν επικεντρώσει το ενδιαφέρον τους σε κάποιες όψεις της κατανόησης (Graesser et al., 1996). Τα σύγχρονα μοντέλα κατανόησης κειμένου χρησιμοποιούν γνωστικές αναπαραστάσεις που εστιάζουν σε βαθύτερα επίπεδα κατανόησης, δηλαδή αυτά που εμπλέκουν μεταξύ άλλων τους συμπερασμούς που είναι βασισμένοι στη γνώση (knowledge-based inferences), την πραγματολογία (pragmatics) ή τη γνώση του κόσμου (world knowledge) και πάντα σε σχέση με επιφανειακά επίπεδα κατανόησης που εμπλέκουν λεξιλογική επεξεργασία (lexical processing), συντακτική ανάλυση (syntactic parsing) και ερμηνεία κειμένου (interpretation).

Τα παρακάτω γνωστικά μοντέλα που περιγράφονται αναλυτικά στις επόμενες παραγράφους, έχουν επικρατήσει στις προσπάθειες για τη μίμηση της ανθρώπινης κατανόησης κειμένου:

- Το Μοντέλο Caps/Reader, το οποίο αναπτύχθηκε από τον Anderson (1983).
- Το Μοντέλο Δόμησης-Ολοκλήρωσης, το οποίο αναπτύχθηκε από τον Kintsch (1988).
- Το Μοντέλο Κατανόησης Κειμένου των Denhière και Baudet (Baudet & Denhière, 1991; Denhière & Baudet, 1992).

- Η Θεωρία Λανθάνουσας Σημασιολογικής Ανάλυσης - LSA (Landauer & Dumais, 1997).
- Το Υπολογιστικό Μοντέλο Κατανόησης Κειμένου των Lemaire και Denhière (Lemaire et al, 2006), το οποίο στηρίζεται στο Μοντέλο Δόμησης-Ολοκλήρωσης του Kintsch.

Στη συνέχεια, λοιπόν, του παρόντος κεφαλαίου και στην ενότητα 3.1 περιγράφονται οι βασικές έννοιες σε θέματα κατανόησης κειμένου και οι κατηγορίες συμπερασμών που πραγματοποιούνται κατά την ανάγνωση επιστημονικών κειμένων. Στις ενότητες 3.2 έως και 3.6 περιγράφονται οι πιο σημαντικές θεωρίες και μοντέλα κατανόησης κειμένου που έχουν μέχρι τώρα αναπτυχθεί. Στην ενότητα 3.7 περιγράφονται είδη ερωτήσεων που αποτελούν μέσα αξιολόγησης της κατανόησης ενός κειμένου και έρευνες που σκοπεύουν στη διερεύνηση αυτής της αξιολόγησης. Τέλος, στην ενότητα 3.8 περιγράφονται δύο προσαρμοστικά περιβάλλοντα που υποστηρίζουν τη μάθηση από κείμενα, καθώς και την αξιολόγηση της μάθησης, ενώ η ενότητα 3.9 συγκεντρώνει τα βασικά συμπεράσματα του κεφαλαίου αυτού.

3.1 Βασικές Έννοιες των Μοντέλων Κατανόησης Κειμένου

Η γνώση και οι καταστάσεις του κόσμου που περιγράφονται στα κείμενα αναπαρίστανται ως ένα δίκτυο κόμβων, δηλ. εννοιών, αναφορών και προτάσεων που συνδέονται μεταξύ τους με σχέσεις (Graesser & Clark, 1985; van Dijk & Kintsch, 1983). Ένα σημαντικό κριτήριο κατανόησης ενός κειμένου είναι το γνωστικό υπόβαθρο του αναγνώστη. Όταν ένας κόμβος σε ένα δίκτυο γνώσης ενεργοποιείται, η ενεργοποίηση διαδίδεται στους γειτονικούς κόμβους, στη συνέχεια σε άλλους γειτονικούς κόμβους κ.ο.κ. Το επίπεδο ενεργοποίησης ενός κόμβου μειώνεται καθώς αυξάνεται το πλήθος των κόμβων από τους οποίους περνάει η ενεργοποίηση, δηλαδή την απόσταση μεταξύ του αρχικά ενεργοποιημένου κόμβου και του τελικού κόμβου του δικτύου (Anderson, 1983).

Υπάρχουν δύο είδη ανθρώπινων μνημονικών συστημάτων που εμπλέκονται στα περισσότερα μοντέλα ανάλυσης και κατανόησης κειμένου, η *βραχύχρονη μνήμη* (short-term memory) ή *μνήμη εργασίας* (working memory) (Baddeley & Hitch, 1974) και η *μακρόχρονη μνήμη* (long-term memory). Προσεγγιστικά, η βραχύχρονη μνήμη ή μνήμη εργασίας κρατά περίπου δύο προτάσεις. Σημαντικές πληροφορίες ανακυκλώνονται ενεργά σε αυτή τη μνήμη (Kintsch & van Dijk 1978; Trabasso & Magliano 1996).

Η επίγνωση και η εστιασμένη προσοχή συγκεντρώνονται σε έναν ή δύο κόμβους της αναπαράστασης του κειμένου (Chafe, 1994; Givón, 1992; Grosz & Sidner, 1986; Sanford & Garrod, 1981). Στο καταστασιακό μοντέλο (Kintsch, 1998) που θα περιγραφεί αναλυτικά στην ενότητα 3.3 για ένα αφηγηματικό κείμενο, η εστίαση κειμένου είναι ανάλογη με μια διανοητική

φωτογραφική μηχανή που κάνει ζουμ στους ιδιαίτερους χαρακτήρες, τα αντικείμενα, τις ενέργειες, τα γεγονότα, και τις χωρικές περιοχές. Το περιεχόμενο, δηλαδή τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα ή οι κόμβοι του κειμένου, που βρίσκεται στη βραχύχρονη μνήμη και τη μνήμη εργασίας μπορεί να ταιριάζει με το περιεχόμενο που παρουσιάστηκε νωρίτερα στο κείμενο ή με άλλο περιεχόμενο της μακρόχρονης μνήμης. Σε αυτή την περίπτωση, υπάρχει η συσχέτιση του τρέχοντος περιεχομένου με το περιεχόμενο της μακρόχρονης μνήμης, και έτσι ενεργοποιούνται οι πληροφορίες της μακρόχρονης μνήμης (Albrecht & O' Brien, 1993; McKoon & Ratcliff, 1992; McKoon et al, 1996; Myers, 1994).

Κατά την διάρκεια της κατανόησης των προτάσεων, οι κόμβοι που εμφανίζονται στη δομή κειμένου και στη μακρόχρονη μνήμη ενεργοποιούνται, ενισχύονται, παρεμποδίζονται ή καταστέλλονται (Kintsch, 1988). Ένας από τους στόχους μερικών μοντέλων κειμενικής βάσης (textbase) είναι να εξηγηθούν οι μέσες τιμές διακύμανσης της ενεργοποίησης των κόμβων του κειμένου κατά τη διάρκεια των δυναμικών διεργασιών της κατανόησης. Οι κόμβοι του κειμένου λαμβάνουν περισσότερη ισχύ κωδικοποίησης μέχρι το σημείο που ενεργοποιούνται από διάφορες πληροφορίες-πηγές και μέχρι το σημείο να «παγιδεύουν» με περιορισμούς άλλες πηγές πληροφοριών (Graesser & Clark, 1985; Kintsch, 1988). Η επανάληψη αυξάνει την ταχύτητα πρόσβασης στη δομή γνώσης και στους κόμβους μέσα στη δομή. Κατά συνέπεια, οι λέξεις με τις οποίες είμαστε εξοικειωμένοι υποβάλλονται σε επεξεργασία γρηγορότερα από ότι οι άγνωστες λέξεις. Οι κόμβοι έτσι αυτοματοποιούνται και εντάσσονται ολιστικά στη συνολική γνώση με αποτέλεσμα το μικρότερο κόστος σε πόρους της μνήμης εργασίας. Οι πληροφορίες της μακρόχρονης μνήμης ενισχύονται όταν οι αναγνώστες κατασκευάζουν αιτιακές εξηγήσεις σχετικά με το γιατί εμφανίζονται κάποια γεγονότα στο κείμενο και το γιατί ο συγγραφέας εκφράζει αυτές τις πληροφορίες (Chi et al, 1994; Graesser et al, 1994; Trabasso & Magliano 1996; Zwaan & Brown 1996). Οι αναγνώστες επιδιώκουν ενεργά αυτές τις εξηγήσεις κατά τη διάρκεια της ανάγνωσης (Graesser et al, 1994). Επιπλέον, οι στόχοι του αναγνώστη επηρεάζουν την κατανόηση κειμένου και τη μνήμη του (Graesser et al, 1994; Zwaan et al, 1995). Η ανάγνωση ενός μυθιστορήματος για απόλαυση είναι μάλλον διαφορετική από την ανάγνωση του για να διαγωνιστεί κανείς σε αυτό.

Σύμφωνα με τη θεωρία σχημάτων (schema theory) (Schank & Abelson, 1977), η κατανόηση λαμβάνει χώρα υπό τον έλεγχο πρότερης οργανωμένης γνώσης που έχει μορφή σχημάτων (schemas), τα οποία την κατευθύνουν και ρυθμίζουν τις διεργασίες της με κατωφερή τρόπο (top-down fashion). Τα σχήματα δημιουργούνται μέσα από την εμπειρία με άτομα, αντικείμενα και γεγονότα του κόσμου. Όταν μία νέα πληροφορία δεν μπορεί να ερμηνευτεί με την ενεργοποίηση ήδη υπάρχοντος σχήματος, τότε οικοδομείται ένα νέο σχήμα. Ο τρόπος λειτουργίας της δομής

αυτής είναι διττός. Λειτουργεί ως ένα αντιληπτικό φίλτρο, αναγνωρίζοντας στοιχεία, που είναι συνεπή με το συγκεκριμένο σχήμα και εμποδίζοντας στοιχεία που δεν είναι συνεπή. Επιπλέον, η δομή αυτή λειτουργεί ως μηχανή συμπερασμού, καλύπτοντας τα κενά και τις ελλείψεις, που προκύπτουν από την επεξεργασία φυσικών ερεθισμάτων. Τα αφηγηματικά σχήματα καθορίζουν τις αναμενόμενες συνιστώσες μιας ιστορίας, όπως τη χρονική ακολουθία των γεγονότων και των αιτιακών σχέσεων που θα έπρεπε να συνδέουν τα γεγονότα. Στη διάρκεια της ανάκλησης από τη μνήμη μιας ιστορίας, τα γεγονότα που λείπουν μπορούν να εξαχθούν και να συμπληρώσουν την πληροφορία που λείπει. Οι προβλέψεις αυτές αμφισβητούνται από ψυχολογικά και συμπεριφορικά δεδομένα, κατά τα οποία η κατανόηση δε φαίνεται να περιορίζεται στον κατωφερή τρόπο (top-down fashion), που η θεωρία σχημάτων υποστηρίζει. Μια επιπλέον αμφισβήτηση προκύπτει από την αδυναμία μοντελοποίησης των διεργασιών αυτού του τύπου με δύσκαμπτες δομές όπως είναι τα σχήματα (Kintsch, 1998).

Κατά την ανάγνωση ενός κειμένου ο αναγνώστης χρησιμοποιεί τη συλλογιστική σκέψη για να οικοδομήσει αιτιακές εξηγήσεις. Η συλλογιστική σκέψη περιλαμβάνει μηχανισμούς συμπερασμού σχετικούς με την κατανόηση επιστημονικών κειμένων. Τέτοιοι μηχανισμοί είναι οι παρακάτω (McKoon & Ratcliff, 1992):

- *Αναφορές:* Μια αντωνυμία ή ένα ουσιαστικό που αναφέρεται σε ένα προηγούμενο συστατικό του κειμένου ή σε μια οντότητα που εισήχθη ήδη στο νοητικό πρότυπο/μοντέλο.
- *Συμπερασμοί Γεφύρωσης:* Συμπερασμοί που απαιτούν σημασιολογική και εννοιολογική σύνδεση της τρέχουσας πρότασης με το προηγούμενο περιεχόμενο.
- *Αιτιακοί Συμπερασμοί:* Το τρέχον γεγονός (πρόταση) που διαβάζεται εξηγείται από την αιτιακή αλυσίδα ή δίκτυο των προηγούμενων γεγονότων.
- *Προβλεπτικοί Συμπερασμοί:* Ο αναγνώστης προβλέπει τα γεγονότα που θα ακολουθήσουν αιτιακά μετά το τρέχον γεγονός που διαβάζει.
- *Συμπερασμοί Στόχου:* Οι αναγνώστες συμπεραίνουν ότι ένας πράκτορας έχει ένα κίνητρο που εξηγεί τη σκοπιμότητα της δράσης.
- *Επεξεργαστικοί Συμπερασμοί:* Ιδιότητες των οντοτήτων, των γεγονότων και άλλων σχέσεων που δεν εξηγούνται από τους αιτιακούς μηχανισμούς.
- *Διαδικαστικοί Συμπερασμοί:* Οι συμπερασμοί αυτοί διευκρινίζουν τα λεπτομερή βήματα, τους τρόπους και τα δυναμικά χαρακτηριστικά ενός γεγονότος/λειτουργίας καθώς αυτό βρίσκεται σε εξέλιξη.

3.2 Μοντέλο Caps/Reader

Το μοντέλο Caps/Reader υιοθετεί μια αρχιτεκτονική συστημάτων παραγωγής (Anderson, 1983) για τη δημιουργία, την ενημέρωση, και την αφαίρεση κόμβων από την μνήμη εργασίας και τη μακρόχρονη μνήμη. Το σύστημα παραγωγής περιέχει ένα σύνολο κανόνων παραγωγής με το σχήμα «if...then». Εάν το περιεχόμενο της μνήμης εργασίας ταιριάζει με έναν όρο O , τότε εκτελείται η γνωστική δράση Δ . Ο όρος O μπορεί να αποτελείται από ένα αυθαίρετο σύνθετο σύνολο δεδομένων.

Επίσης, υπάρχει ένα κατώτατο όριο που αποτελεί κατώφλι ενεργοποίησης ενός όρου, έτσι ώστε ο όρος αυτός να ικανοποιείται εάν η ισχύς ενεργοποίησης όλων των δεδομένων του συναντά το κατώτατο όριο. Το σύνολο κανόνων παραγωγής αξιολογείται παράλληλα σε κάθε κύκλο επεξεργασίας. Οι κανόνες εκείνοι που συναντούν το προηγούμενο κατώφλι ενεργοποιούν τις διάφορες ενέργειες, που είναι υπεύθυνες για την τροποποίηση των τιμών ενεργοποίησης των κόμβων στη μνήμη εργασίας, για την αλλαγή του γνωστικού φορτίου στη μνήμη εργασίας, την ενίσχυση των κόμβων στη μακρόχρονη μνήμη και κατ' επέκταση την δημιουργία της παραγωγής.

3.3 Μοντέλο Δόμησης - Ολοκλήρωσης του Kintsch

Το Μοντέλο *Δόμησης-Ολοκλήρωσης* (Construction-Integration Model) που πρότειναν οι van Dijk και Kintsch (1998) περιλαμβάνει πέντε επίπεδα αναπαράστασης:

- ✓ *Επιφανειακός κώδικας (source code)*: Διατηρεί την έννοια και την αναπαράσταση όλων των προτάσεων αλλά δε μένει για πολύ χρονικό διάστημα στη μνήμη του αναγνώστη.
- ✓ *Μοντέλο Κειμενικής Βάσης (textbase model)*: Περιέχει τις σημαντικότερες προτάσεις του κειμένου λαμβάνοντας υπόψη την κατάσταση, το γεγονός ή την ενέργεια που εκφράζουν. Στη μορφή αυτή διατηρείται η έννοια του κειμένου, όχι όμως όπως στη μορφή του επιφανειακού κώδικα, αλλά σε μια πιο αφαιρετική μορφή.
- ✓ *Καταστασιακό Μοντέλο ή Μοντέλο Κατάστασης (situation model)*: Περιλαμβάνει μικρόκοσμους που έχουν δημιουργηθεί από τα περιεχόμενα του κειμένου. Οι μικρόκοσμοι αυτοί περιλαμβάνουν πληροφορίες για τους χαρακτήρες, τα αντικείμενα, τις χωρικές τιμές των παραμέτρων, τα γεγονότα, τις ενέργειες, κ.λπ. Προκειμένου να δημιουργήσουν το καταστασιακό μοντέλο, οι αναγνώστες πολλές φορές υπερβαίνουν τις πληροφορίες του κειμένου και δημιουργούν τις δικές τους ερμηνείες ανάλογα με την προϋπάρχουσα γνώση και τα κίνητρα/πεποιθήσεις τους.

- ✓ *Επικοινωνιακό περιεχόμενο (communication content)*: Περιλαμβάνει επικοινωνιακές ανταλλαγές, δηλαδή έναν υπονοούμενο διάλογο, μεταξύ του συγγραφέα και του αναγνώστη που βοηθά στην κατανόηση του κειμένου.
- ✓ *Είδος κειμένου (text genre)*: Εξετάζει τη γενική ταξινόμηση των κειμένων σε μια ορισμένη κατηγορία, η οποία διαθέτει συγκεκριμένα δομικά και χαρακτηριστικά γνωρίσματα. Για παράδειγμα, το περιγραφικό κείμενο, το αφηγηματικό κείμενο κλπ.

Ο Kintsch, στο έργο του "Comprehension, A Paradigm for Cognition" (1998), προσδιορίζει την κατανόηση ενός κειμένου μέσω της διεργασίας δόμησης ενός νοητικού μοντέλου (mental model). Το ερώτημα που αρχικά τίθεται, αφορά στην πορεία καθοδήγησης της κατανόησης και ειδικότερα στο αν η τελευταία ακολουθεί ανωφερή (bottom-up) ή κατωφερή (top-down) προσανατολισμό.

Το υπολογιστικό μοντέλο *δόμησης-ολοκλήρωσης* του Kintsch (1988) υιοθετεί μια αρχιτεκτονική γνώσης στηριγμένη σε νευρωνικά δίκτυα (McClelland et al, 1986). Κατά τη διάρκεια της φάσης *δόμησης*, μια εισερχόμενη πρόταση πολύ γρήγορα προσθέτει στη μνήμη εργασίας (working memory) ένα σύνολο κόμβων που αντιστοιχούν στις λέξεις, τις αναφορές, τις προτάσεις και στο πρότυπο κατάστασης. Αυτοί οι νέοι κόμβοι συνδυάζονται με το προηγούμενο περιεχόμενο της μνήμης εργασίας. Αν υποθέσουμε ότι η μνήμη εργασίας έχει συνολικά N κόμβους κατά την κατανόηση της εισερχόμενης πρότασης, τότε υπάρχει ένα σύνολο βαρών που υποδεικνύει πόσο κάθε κόμβος από αυτούς που ήδη υπάρχουν στη μακρόχρονη μνήμη θα ενεργοποιηθεί ή θα κατασταλεί αν ο κόμβος M πραγματικά ενεργοποιηθεί. Υπάρχουν διαφορετικές τιμές βαρών για τον *επιφανειακό κώδικα*, το *μοντέλο κειμενικής βάσης*, και το *καταστασιακό μοντέλο*, συμπεριλαμβανόμενων των βαρών που συνδέουν τους κόμβους μεταξύ των τριών επιπέδων.

Ενώ η φάση *δόμησης* ολοκληρώνεται γρήγορα και αυτόματα, η φάση *ολοκλήρωσης* είναι πιο χρονοβόρα και εκτείνεται σε μεγάλο πλήθος κύκλων επεξεργασίας. Η φάση ολοκλήρωσης αρχίζει από τη στιγμή που ένας ή περισσότεροι από τους κόμβους ενεργοποιηθούν. Ένας ενεργοποιημένος κόμβος διαδίδει την ενεργοποίηση ή την παρεμποδίζει σε άλλους κόμβους σύμφωνα με τα βάρη. Η διάδοση ενεργοποίησης συνεχίζεται πέρα από διάφορους κύκλους επεξεργασίας μέχρι το δίκτυο να εγκατασταθεί σε ένα σταθερό σύνολο τιμών ενεργοποίησης για ολόκληρο το σύνολο των κόμβων του κειμένου. Η ισχύς ενεργοποίησης ενός συγκεκριμένου κόμβου τροποποιείται δυναμικά με την πάροδο του χρόνου και κατά την ακολουθία των προτάσεων του κειμένου.

Σύμφωνα με τον Kintsch (1998), ο αναγνώστης για να κατανοήσει ένα κείμενο, είναι απαραίτητο να χρησιμοποιήσει τη γνώση του: λεξιλογική, συντακτική, σημασιολογική, γνώση γνωστικού υποβάθρου, προσωπική εμπειρία κλπ. Στην ιδανική περίπτωση, ένα κείμενο πρέπει να περιέχει την καινούργια γνώση που πρέπει να μάθει ο εκπαιδευόμενος και, επιπλέον, την επαρκή γνώση που έχει ήδη ο εκπαιδευόμενος ώστε να του δοθεί η δυνατότητα να συνδέσει την καινούργια γνώση με τη γνώση που έχει ήδη μάθει. Τα κείμενα τα οποία περιγράφουν με μεγάλη λεπτομέρεια γνώση που κατέχει ήδη ο εκπαιδευόμενος ή δεν τον ενδιαφέρει σε τέτοιο βαθμό είναι βαρετά και προκαλούν σύγχυση (π.χ. νομικά και ασφαλιστικά έγγραφα). Συνεπώς, η μεγάλη συνοχή σ' ένα κείμενο και οι πολλές επεξηγήσεις δεν οδηγούν πάντα στην αποτελεσματικότερη μάθηση.

Ο εκπαιδευόμενος κατά τη διαδικασία της κατανόησης κατασκευάζει ως τελικό προϊόν μια νοητική αναπαράσταση του κειμένου, τη μνήμη επεισοδίων του κειμένου. Σύμφωνα με το μοντέλο κατανόησης κειμένου του Kintsch (1988), η μνήμη επεισοδίων αποτελείται από ένα δίκτυο συσχετιζόμενων προτάσεων με διαφορετική ισχύ, η οποία δίνεται μέσω της μήτρας ισχύος (M) της μνήμης μακράς διάρκειας (long-term memory strength matrix M) (Kintsch, 1998). Η *μνήμη επεισοδίων* (episodic memory) του εκπαιδευόμενου είναι μια συνολική δομή που διακρίνεται σε δύο συνιστώσες: το *μοντέλο κειμενικής βάσης* (text base) και το *καταστασιακό μοντέλο* (situation model).

Το μοντέλο κειμενικής βάσης συνίσταται από εκείνα τα στοιχεία και τις σχέσεις τα οποία προέρχονται κατευθείαν από το κείμενο. Ο εκπαιδευόμενος, για να κατασκευάσει το μοντέλο κειμενικής βάσης χρειάζεται λεξικολογική, συντακτική και σημασιολογική γνώση. Το μοντέλο κειμενικής βάσης είναι αυτό που θα λαμβανόταν αν ένας υπομονετικός γλωσσολόγος ή ψυχολόγος έπρεπε να μεταφράσει το κείμενο σε ένα προτασιακό δίκτυο και στη συνέχεια να ολοκληρώσει το δίκτυο κύκλο-κύκλο, αλλά χωρίς την προσθήκη οποιουδήποτε στοιχείου που δεν προκύπτει κατευθείαν από το κείμενο. Αυτή η διαδικασία, γενικά οδηγεί σε ένα φτωχό και συχνά μη συνεκτικό δίκτυο. Ο εκπαιδευόμενος πρέπει να προσθέσει κόμβους και να εγκαταστήσει συνδέσμους μεταξύ των κόμβων αυτών και από τη δική του γνώση του κόσμου και τη δική του εμπειρία, ώστε να καταστήσει τη δομή συναφή, να τη συμπληρώσει, να την ερμηνεύσει σε σχέση με την προϋπάρχουσα γνώση του και τέλος να την ολοκληρώσει με αυτή.

Τα κείμενα συνήθως περιγράφουν πραγματικές ή φανταστικές καταστάσεις του κόσμου. Η περιγραφή της κατάστασης που κατασκευάζει ο εκπαιδευόμενος βασισμένος σε ένα κείμενο, στο γνωστικό του υπόβαθρο και την εμπειρία του είναι αυτή που καλείται *καταστασιακό μοντέλο*. Στην κατασκευή των καταστασιακών μοντέλων πρέπει να χρησιμοποιηθούν διάφορες

πηγές γνώσης: η γνώση της γλώσσας, η γνώση του κόσμου γενικά και η γνώση γύρω από τη συγκεκριμένη επικοινωνιακή κατάσταση. Επιπλέον, σε αυτή τη διαδικασία εισάγεται όχι μόνο η γενική γνώση αλλά επίσης και η προσωπική εμπειρία του εκπαιδευόμενου. Τέτοιες πηγές γνώσης είναι όλες απαραίτητες για να συμπληρωθεί η πληροφορία του κειμένου και αυτό που από μόνο του αποτελεί απομονωμένη δομή μνήμης να μετατραπεί σε κάτι το οποίο συσχετίζεται και συνενώνεται με την προσωπική αποθήκη γνώσης και εμπειρίας του εκπαιδευόμενου. Το *καταστασιακό μοντέλο* αποτελεί το τελικό προϊόν της κατανόησης. Είναι μίγμα δομών που προέρχονται άμεσα από το κείμενο και δομών που προέρχονται από την πρότερη γνώση του αναγνώστη. Η ακριβής δομή αυτού του μίγματος εξαρτάται από πολλούς παράγοντες οι οποίοι ερευνώνται από τη σχετική βιβλιογραφία στην ψυχολογία της κατανόησης κειμένων (Zwaan & Radvansky, 1998). Έτσι, το μοντέλο κειμενικής βάσης περιέχει εκείνους τους κόμβους και συνδέσμους στη νοητική αναπαράσταση του κειμένου που έχουν κατευθείαν αντιστοιχίες μέσα στο ίδιο το κείμενο, ενώ το καταστασιακό μοντέλο περιλαμβάνει το μοντέλο κειμενικής βάσης, αλλά επίσης κόμβους και συνδέσμους οι οποίοι προστίθενται βασισμένοι στη γνώση του κόσμου (Kintsch, 1998). Πρέπει να σημειωθεί ότι σε ένα ολοκληρωμένο, σαφές κείμενο, ένα πλήρες και επαρκές καταστασιακό μοντέλο υποστηρίζεται μέσω του μοντέλου κειμενικής βάσης. Όμως, τα κείμενα γενικά είναι ελλιπή και θα πρέπει ο εκπαιδευόμενος να συμπληρώσει τα κενά και να δημιουργήσει συνδέσμους μεταξύ της γνώσης του γνωστικού του υπόβαθρου και της γνώσης του κειμένου ώστε να σχηματίσει το καταστασιακό μοντέλο του κειμένου.

Το μοντέλο κειμενικής βάσης έχει μια τοπική δομή η οποία ονομάζεται *μικροδομή* και μια ολική δομή η οποία ονομάζεται *μακροδομή*.

Στο επίπεδο της μικροδομής αναπαρίστανται οι έννοιες των λέξεων και των προτάσεων του κειμένου. Η μικροδομή αναφέρεται στις τοπικές ιδιότητες του κειμένου, ενώ η μακροδομή στη συνολική οργάνωση του κειμένου. Και οι δυο δομές προέρχονται από το κείμενο ή κατασκευάζονται από τον αναγνώστη με βάση τη γνώση του. Η μικροδομή προέρχεται γενικά από το κείμενο μέσω σαφών δεικτών των σχέσεων μεταξύ εννοιών και ιδεών μέσα στο κείμενο προσθέτοντας, δηλαδή, *συνδέσμους* (connectives), *επικάλυψη επιχειρημάτων* (argument overlap), *αντωνυμική αναφορά* (pronominal reference). Η μικροδομή μπορεί επίσης να κατασκευαστεί από τον αναγνώστη με βάση τη γνώση του, όταν μέσα στο κείμενο δεν υπάρχουν λεπτομέρειες και σχέσεις οι οποίες δηλώνονται ρητά. Η πλήρης δόμηση του μοντέλου που βασίζεται στο κείμενο περιλαμβάνει την εξαγωγή των σημαντικών πληροφοριών του κειμένου. Η εξαγωγή αυτή γίνεται μέσω ενός δικτύου προτάσεων οι οποίες συνδέονται μεταξύ τους. Λέγοντας προτάσεις εννοούνται οι προτάσεις εκείνες που διαθέτουν ένα επίπεδο αφαίρεσης και χρησιμοποιούνται για την εννοιολογική εξήγηση των απλών προτάσεων και όχι οι απλές

προτάσεις. Η διαδικασία μετασχηματισμού από τις λέξεις και τις απλές προτάσεις σε μονάδες προτάσεων με νόημα, περιλαμβάνει ένα πλήθος από δραστηριότητες *συμπερασμού*. Η προτασιακή αναπαράσταση είναι μια απαραίτητη ενδιάμεση μορφή αναπαράστασης του νοητικού μοντέλου του κειμένου. Προτασιακές αναπαραστάσεις δε δημιουργούνται μόνο στην κατανόηση της γλώσσας αλλά και στην παραγωγή της (Levelt, 1989).

Η μακροδομή του κειμένου μπορεί να προέλθει κατευθείαν από το κείμενο μέσω σχετικών *επικεφαλίδων* (topic header) και προτάσεων που εκφράζουν την *κύρια ιδέα της παραγράφου* (topic sentence), αλλά συχνά η κατασκευή της μακρο-δομής αφήνεται στον εκπαιδευόμενο, χρησιμοποιώντας για παράδειγμα, κάποιο είδος σχήματος (schema) για την οργάνωση του κειμένου. Η προτασιακή αναπαράσταση της *μακροδομής* αποτελεί μια σφαιρική προτασιακή αναπαράσταση με κύριο συστατικό τις μακροπροτάσεις (van Dijk, 1972). Οι μακροπροτάσεις είναι δομές που αναπαριστούν το νόημα μεγαλύτερων μονάδων του κειμένου. Έτσι, οι μακροπροτάσεις αναπαριστούν το νόημα των *παραγράφων, τμημάτων ενός κειμένου, ομάδων από τμήματα του κειμένου και τελικά του ίδιου του κειμένου*. Η δημιουργία αυτών των μακροπροτάσεων επιτυγχάνεται με την εφαρμογή ορισμένων γλωσσικών λειτουργιών που ονομάζονται μακροκανόνες (van Dijk & Kintsch, 1983).

Σύμφωνα με τον Kintsch (1998) η μάθηση από κείμενο ορίζεται ως η ικανότητα της χρησιμοποίησης της πληροφορίας που αποκτιέται από το κείμενο παραγωγικά σε καινούργια περιβάλλοντα. Αυτό απαιτεί η πληροφορία από το κείμενο να προστεθεί στην προϋπάρχουσα γνώση του αναγνώστη και να γίνει τμήμα της, έτσι ώστε ο αναγνώστης, να μπορεί να χρησιμοποιήσει τη γνώση που απόκτησε στην επίλυση προβλημάτων σε καινούργιες καταστάσεις. Από την άλλη πλευρά, η ανάκληση του κειμένου από μόνη της, μπορεί να παραμείνει αδρανής γνώση και όχι μια ενεργή συνιστώσα της βάσης γνώσης του αναγνώστη.

Η μάθηση από κείμενα είναι μια πολύπλοκη διαδικασία η οποία μέχρι σήμερα δεν έχει γίνει πλήρως κατανοητή. Ο Kintsch (1998) έθεσε το ερώτημα *‘Με ποιο τρόπο επιτυγχάνονται τα βέλτιστα μαθησιακά αποτελέσματα κατά τη διαδικασία ανάγνωσης ενός κειμένου; Καθιστώντας τη διαδικασία της κατανόησης του κειμένου όσο το δυνατόν πιο εύκολη ή υποστηρίζοντας την ενεργή και συνειδητή εμπλοκή του εκπαιδευόμενου κατά την οικοδόμηση του νοήματος του κειμένου όπως υποστηρίζουν πολλοί εκπαιδευτικοί;’*. Πιο συγκεκριμένα, το έργο των εκπαιδευόμενων πρέπει να διευκολύνεται καθιστώντας ένα κείμενο πιο κατανοητό ή πρέπει να αυξάνεται η ενεργή εμπλοκή των εκπαιδευόμενων τοποθετώντας εμπόδια στη διαδρομή τους; Στη δεύτερη περίπτωση, τι είδους εμπόδια θα έχουν ωφέλιμη επίδραση στη μάθηση και υπό ποιες προϋποθέσεις; Πολλές έρευνες προσπάθησαν να απαντήσουν στην παραπάνω ερώτηση. Οι

έρευνες αυτές, μελέτησαν τα χαρακτηριστικά του κειμένου, τα ατομικά χαρακτηριστικά του εκπαιδευόμενου και πώς αυτοί οι παράγοντες επιδρούν στην κατανόηση του κειμένου.

Πολλές μελέτες έδειξαν ότι η γνώση του γνωστικού υποβάθρου διευκολύνει και ενισχύει την κατανόηση και τη μάθηση από κείμενο (McNamara et al, 1996). Επίσης, αυτές οι μελέτες έδειξαν ότι οι αναγνώστες με μεγαλύτερο γνωστικό υπόβαθρο, εκφράζουν περισσότερο ενδιαφέρον για το περιεχόμενο του κειμένου και εφαρμόζουν πιο αποτελεσματικές στρατηγικές ανάγνωσης. Επιπλέον, φαίνεται ότι οι εκπαιδευόμενοι με επαρκές γνωστικό υπόβαθρο, καταβάλλουν μεγαλύτερη προσπάθεια για μάθηση από τους αρχάριους (Tobias, 1994). Η κατανόηση ενός κειμένου μπορεί επίσης να διευκολυνθεί και να ενισχυθεί, ξαναγράφοντας το κείμενο ώστε να γίνει πιο συνεκτικό και να παρέχει στον αναγνώστη όλη την πληροφορία η οποία απαιτείται για μια καλή κατανόηση (Britton & Gulgoz, 1991; McKeown et al, 1992).

Υπάρχουν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στην ανάκληση ενός κειμένου και στη μάθηση από ένα κείμενο. Η ανάκληση του κειμένου (text recall), δηλαδή η ικανότητα αναπαραγωγής του κειμένου κατά λέξη, παραφράζοντάς το, ή συνοψίζοντάς το, μπορεί να επιτευχθεί με επιφανειακή κατανόηση του κειμένου. Στην ακραία περίπτωση, κάποιος μπορεί να μάθει να εκθέτει το περιεχόμενο ενός κειμένου παραγαλίζοντας χωρίς να το κατανοεί. Η μάθηση από το κείμενο, από την άλλη πλευρά, απαιτεί βαθύτερη κατανόηση. Κάποιος μπορεί να έχει φτωχό μοντέλο κειμενικής βάσης (μικρο- ή μακρο-), ίσως επειδή το κείμενο είναι φτωχά γραμμένο, ή ίσως επειδή ο εκπαιδευόμενος δεν είναι σε θέση να κωδικοποιήσει κατάλληλα το περιεχόμενο του. Κάποιος μπορεί να έχει ένα φτωχό καταστασιακό μοντέλο (μικρο- ή μακρο-), ίσως επειδή δεν είχε επαρκές γνωστικό υπόβαθρο, ή ίσως επειδή απέτυχε να χρησιμοποιήσει τη γνώση του γνωστικού του υποβάθρου. Ένα φτωχό μοντέλο κειμενικής βάσης μπορεί να συνδυαστεί με ένα φτωχό καταστασιακό μοντέλο, αλλά επίσης ένα φτωχό μοντέλο κειμενικής βάσης μπορεί να είναι ενσωματωμένο σε ένα πολύ καλό καταστασιακό μοντέλο (Bransford & Franks, 1971).

Αντίθετα, καλά καταστασιακά μοντέλα μπορούν να συνδυαστούν με καλά μοντέλα κειμενικής βάσης όταν η οργάνωση της γνώσης του αναγνώστη και η δομή του κειμένου είναι σε συμφωνία, ή με φτωχά μοντέλα κειμενικής βάσης όταν η δομή γνώσης του αναγνώστη και το μοντέλο κειμενικής βάσης που κατασκευάζει δε συμφωνούν, με τη δομή γνώσης να είναι ισχυρότερη (Mannes & Kintsch, 1987).

Ως εκ τούτου, στη γενική περίπτωση, το καταστασιακό μοντέλο που οικοδομεί ένας εκπαιδευόμενος κατά την ανάγνωση, είναι μία μίξη στοιχείων που προέρχονται από το κείμενο και από τη γνώση του εκπαιδευόμενου. Αν ο εκπαιδευόμενος δεν έχει επαρκή προϋπάρχουσα γνώση ή αν δεν την χρησιμοποιεί για να κατανοήσει το κείμενο, το μοντέλο κειμενικής βάσης θα

επικρατήσει στη νοητική αναπαράσταση που κατασκευάζει ο εκπαιδευόμενος για το κείμενο (Moravcsik & Kintsch, 1993). Από την άλλη πλευρά, αν ο εκπαιδευόμενος διαθέτει πλούσια σχετική προϋπάρχουσα γνώση και το κείμενο είναι φτωχά γραμμένο, χωρίς οργάνωση, στη νοητική αναπαράσταση του εκπαιδευόμενου για το κείμενο μπορεί να επικρατήσουν τα συμπεράσματα του εκπαιδευόμενου με αποτέλεσμα ο εκπαιδευόμενος να οικοδομήσει ένα καλό καταστασιακό μοντέλο ως αντιστάθμιση του μοντέλου κειμενικής βάσης που οικοδομεί κατά την ανάγνωση (Bransford & Franks, 1971). Βέβαια, η συνιστώσα που προέρχεται από το κείμενο και η συνιστώσα που προέρχεται από τη γνώση του γνωστικού υποβάθρου, αντισταθμίζονται καταλήγοντας σε ένα περισσότερο ή λιγότερο επαρκές μοντέλο κειμενικής βάσης και σε ένα περισσότερο ή λιγότερο επαρκές καταστασιακό μοντέλο.

Σύμφωνα με το μοντέλο του Kintsch (1988), κατά τη μάθηση από κείμενο συμβάλλουν πολλοί παράγοντες ένας εκ των οποίων είναι το γνωστικό υπόβαθρο του αναγνώστη. Η μνήμη του κειμένου απαιτεί την κατασκευή μιας συναφούς και καλά δομημένης αναπαράστασης της μνήμης επεισοδίων του κειμένου από τον εκπαιδευόμενο, η οποία όμως μπορεί να συνδέεται μόνο χαλαρά με το γνωστικό υπόβαθρο του εκπαιδευόμενου. Επομένως, ακόμα και αν ο εκπαιδευόμενος μπορεί να θυμηθεί την πληροφορία του κειμένου, η πληροφορία αυτή δεν θα γίνει ενεργό τμήμα της γνώσης του. Για να είναι η μάθηση αποτελεσματική, η μνήμη επεισοδίων του κειμένου που κατασκευάζει ο εκπαιδευόμενος πρέπει να συνδεθεί καλά με τη γνώση του γνωστικού του υποβάθρου. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να ενεργοποιηθούν οι σύνδεσμοι ανάμεσα στην αναπαράσταση του κειμένου και στο γνωστικό υπόβαθρο του εκπαιδευόμενου. Συνεπώς, οι συνθήκες για τη βελτιστοποίηση της μνήμης του κειμένου έναντι της μάθησης από κείμενο δεν είναι οι ίδιες. Ενώ το καλά δομημένο, συναφές κείμενο διευκολύνει τη μνήμη του κειμένου από τον αναγνώστη, η μάθηση που σχετίζεται με την κατασκευή του καταστασιακού μοντέλου από τον αναγνώστη, απαιτεί την ολοκλήρωση της αναπαράστασης του για το κείμενο και του γνωστικού του υποβάθρου. Για να είναι η μάθηση αποτελεσματική, πρέπει να κατασκευαστεί από τον εκπαιδευόμενο ένα καταστασιακό μοντέλο το οποίο να είναι προσβάσιμο μέσω των χαρακτηριστικών της μνήμης επεισοδίων που οικοδομεί ο εκπαιδευόμενος για το κείμενο, αλλά επίσης και μέσω των συνδέσμων της μνήμης επεισοδίων του εκπαιδευόμενου με τη γνώση του γνωστικού υποβάθρου του.

Με στόχο να απαντηθεί το ερώτημα που τέθηκε από τον Kintsch (1998) και αναφέρθηκε παραπάνω δηλαδή «Με ποιο τρόπο επιτυγχάνονται τα βέλτιστα μαθησιακά αποτελέσματα κατά τη διαδικασία ανάγνωσης ενός κειμένου; Καθιστώντας τη διαδικασία της κατανόησης του κειμένου όσο το δυνατόν πιο εύκολη ή εξασφαλίζοντας την ενεργή και συνειδητή εμπλοκή του

εκπαιδευόμενοι στην κατασκευή του νοήματος του κειμένου όπως υποστηρίζουν πολλοί εκπαιδευτικοί;», διεξήχθησαν πολλές εμπειρικές μελέτες:

Οι Britton και Gulgoz (1991), ζήτησαν από τους συμμετέχοντες στην έρευνά τους, να διαβάσουν ένα απόσπασμα κειμένου, το οποίο αφορούσε στον εναέριο πόλεμο στο Βιετνάμ. Βρήκαν, ότι παρόλο που οι συμμετέχοντες μπορούσαν να ανακαλέσουν το περιεχόμενο του κειμένου, η κατανόηση του κειμένου από τους συμμετέχοντες ήταν περιορισμένη. Στη συνέχεια, οι ερευνητές αναθεώρησαν το κείμενο σε όλα τα σημεία στα οποία θεώρησαν ότι δεν υπήρχε τοπική συνοχή. Για παράδειγμα, προσέθεσαν συνώνυμους όρους και συνδέσμους και παρέθεσαν πληροφορία γνωστικού υποβάθρου η οποία δεν ήταν δηλωμένη με σαφήνεια μέσα στο κείμενο. Βρήκαν, ότι οι εκπαιδευόμενοι οι οποίοι διάβασαν την αναθεωρημένη έκδοση του κειμένου είχαν καλύτερη ανάκληση του περιεχομένου του και η αναπαράσταση του περιεχομένου του κειμένου που κατασκεύαζαν πλησίαζε την αναπαράσταση του ειδικού, χωρίς βασικές παρανοήσεις.

Οι Voss και Ney Silfies (1996) χρησιμοποίησαν κείμενα με φανταστικές ιστορίες. Τα αποτελέσματά τους έδειξαν ότι η μάθηση από ένα αναλυτικό κείμενο στο οποίο οι *αιτιακές σχέσεις ήταν σαφείς*, συσχετίστηκε με τις δεξιότητες κατανόησης της ανάγνωσης του αναγνώστη και όχι με την προϋπάρχουσα γνώση του. Από την άλλη πλευρά, η μάθηση από ένα μη αναλυτικό κείμενο στο οποίο οι *αιτιακές σχέσεις δεν είναι σαφείς* ήταν συνάρτηση της προϋπάρχουσας γνώσης και όχι της δεξιότητας κατανόησης της ανάγνωσης.

Οι Vidal-Abarca, Martinez και Gilabert (2000) ξανάγραψαν ιστορικά κείμενα με στόχο να καταστήσουν πιο σαφείς τους *αιτιακούς επεξηγηματικούς συνδέσμους* μεταξύ των εννοιών. Τα αναθεωρημένα κείμενα βοήθησαν τους εκπαιδευόμενους να τα κατανοήσουν σε βάθος.

Οι Linderholm et al. (2001) αναθεώρησαν δύο ιστορικά κείμενα, το ένα πιο δύσκολο από το άλλο. Βελτίωσαν το κείμενο καθιστώντας τους *αιτιακούς συνδέσμους* μεταξύ των ιδεών του κειμένου περισσότερο σαφείς. Τα αποτελέσματά τους έδειξαν ότι το αναθεωρημένο κείμενο βελτίωσε την κατανόηση όλων των εκπαιδευόμενων με υψηλή και χαμηλή δεξιότητα κατανόησης της ανάγνωσης, αλλά μόνο στην περίπτωση του πιο δύσκολου κειμένου.

Όμως, η έρευνα έδειξε ότι τα πλεονεκτήματα της συνοχής του κειμένου δεν είναι ομοιόμορφα αλλά εξαρτώνται από τα χαρακτηριστικά του εκπαιδευόμενου, τη δυσκολία του κειμένου και τον τρόπο που αξιολογείται η μάθηση. Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό είναι το γνωστικό υπόβαθρο του εκπαιδευόμενου. Για παράδειγμα, στην έρευνα των McNamara et al (1996), οι εκπαιδευόμενοι κατηγοριοποιήθηκαν ως αναγνώστες με χαμηλό ή υψηλό γνωστικό υπόβαθρο ανάλογα με την επίδοσή τους σε ένα ερωτηματολόγιο αξιολόγησης γνώσης γνωστικού

υποβάθρου σχετική με το αντικείμενο του κειμένου που θα διάβαζαν (καρδιακές παθήσεις). Εξέτασαν την υπόθεση ότι ένα πλήρως επεξηγηματικό κείμενο δεν είναι το καλύτερο για τους εκπαιδευόμενους με επαρκή προϋπάρχουσα γνώση. Οι εκπαιδευόμενοι με επαρκή προϋπάρχουσα γνώση θυμούνται περισσότερο και μαθαίνουν καλύτερα από κείμενα τα οποία απαιτούν από αυτούς να αναλάβουν έναν περισσότερο ενεργό ρόλο στην κατανόηση.

Συγκεκριμένα, υπέθεσαν ότι τα αποτελέσματα των Beyer (1991), Britton και Gulgoz (1991), αφορούν τους αναγνώστες με χαμηλό γνωστικό υπόβαθρο. Οι εκπαιδευόμενοι που έχουν καλή γνώση στο γνωστικό αντικείμενο, μπορούν να αντιδράσουν με διαφορετικούς τρόπους. Το μαθησιακό υλικό στο πείραμά τους, ήταν το άρθρο μιας εγκυκλοπαίδειας, αφορούσε στις παθήσεις της καρδιάς και ήταν επίπεδου λυκείου. Υπέθεσαν ότι θα υπήρχε μεγάλη διακύμανση στη γνώση του γνωστικού υποβάθρου μεταξύ των εκπαιδευόμενων σε αυτό το γνωστικό αντικείμενο, ώστε να μπορούσαν να διακρίνουν τους εκπαιδευόμενους με χαμηλό και υψηλό γνωστικό υπόβαθρο. Εξέτασαν την κατανόηση των εκπαιδευόμενων σε μια από τέσσερις εκδόσεις κειμένου, στο γνωστικό αντικείμενο της βιολογίας, με ορθογώνια διακύμανση της τοπικής και της συνολικής συνοχής. Οι ερωτήσεις αξιολόγησης περιελάμβαναν ερωτήσεις απλής ανάκλησης οι οποίες μπορούσαν να απαντηθούν με άμεση αναφορά στην πληροφορία του κειμένου και περισσότερο πολύπλοκες ερωτήσεις οι οποίες απαιτούσαν ευρύτερη γνώση ή εφαρμογή του υλικού σε μια καινούργια κατάσταση. Βρήκαν ότι οι εκπαιδευόμενοι οι οποίοι γνωρίζουν λίγα γύρω από το γνωστικό αντικείμενο του κειμένου, επωφελούνται από ένα κείμενο με υψηλή συνοχή, ενώ οι αναγνώστες με υψηλό γνωστικό υπόβαθρο επωφελούνται από ένα κείμενο με χαμηλή συνοχή.

Παρόμοια, οι McNamara και Kintsch (1996) βρήκαν ότι το κείμενο με τη μικρότερη συνοχή βοηθούσε τους εκπαιδευόμενους με υψηλό γνωστικό υπόβαθρο όταν έπρεπε ν' απαντήσουν σε ερωτήσεις οι οποίες αποκάλυπταν την κατανόησή τους για το υλικό, για παράδειγμα, πρόβλημα ταξινόμησης λέξεων-κλειδιών ή ερωτήσεις ανοιχτού τύπου μετά από μια χρονική καθυστέρηση, για παράδειγμα μετά από μια εβδομάδα. Οι συγγραφείς πιστεύουν ότι η εξήγηση γι' αυτό το αποτέλεσμα βρίσκεται στο βαθμό της ενεργού επεξεργασίας που απαιτείται ώστε το κείμενο να γίνει κατανοητό. Παρόλο που οι εκπαιδευόμενοι με υψηλή γνώση γνωστικού υποβάθρου είναι ικανοί να επεξεργαστούν ενεργά το κείμενο, ακόμα και όταν το κείμενο είναι εύκολο να γίνει κατανοητό, δεν το επιτυγχάνουν όταν το υλικό δεν θέτει μια πρόκληση. Έτσι, ένα κείμενο με χαμηλή συνοχή έχει ως αποτέλεσμα οι εκπαιδευόμενοι με υψηλό γνωστικό υπόβαθρο να επιτυγχάνουν υψηλότερες επιδόσεις, διότι οι εκπαιδευόμενοι με υψηλό γνωστικό υπόβαθρο ενεργοποιούνται ώστε να εργαστούν πιο σκληρά για ένα βαθύτερο επίπεδο κατανόησης το οποίο οδηγεί σε καλύτερη μάθηση.

Στις μελέτες των McNamara και Kintsch (1996) και των McNamara et al (1996), τα οφέλη της χαμηλής συνοχής για τους εκπαιδευόμενους με υψηλό γνωστικό υπόβαθρο βρέθηκαν κυρίως στις μετρήσεις που αξιολογούσαν το καταστασιακό μοντέλο, δηλαδή, δραστηριότητες ταξινόμησης, ερωτήσεις συμπερασμού, ενώ οι μετρήσεις οι οποίες αξιολογούσαν το μοντέλο κειμενικής βάσης, δηλαδή, η ανάκληση και οι ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, ήταν καλύτερες με το κείμενο υψηλής συνοχής ανεξάρτητα από τη γνώση του γνωστικού υποβάθρου. Έτσι, η χαμηλή συνοχή παρακινεί τους εκπαιδευόμενους με υψηλό γνωστικό υπόβαθρο, να συνδέσουν τη γνώση τους με τη γνώση του κειμένου και αυτή η διαδικασία ενισχύει την κατανόηση. Από την άλλη πλευρά, η υψηλή συνοχή οδηγεί τους εκπαιδευόμενους με υψηλό γνωστικό υπόβαθρο σε περισσότερο παθητική επεξεργασία του κειμένου (McKoon & Ratcliff, 1992).

Οι Gilabert, Martinez & Vidal-Abarca, (2005), χρησιμοποίησαν ένα ιστορικό κείμενο και δύο αναθεωρημένες εναλλακτικές εκδόσεις. Η μια είχε ως στόχο να ενθαρρύνει τους συμπερασμούς του εκπαιδευόμενου και η άλλη να τα μειώσει. Τα αποτελέσματά τους έδειξαν ότι η αναθεωρημένη έκδοση που είχε ως στόχο την παραγωγή συμπερασμών από τον εκπαιδευόμενο, ωφέλησε τους εκπαιδευόμενους με χαμηλό και υψηλό γνωστικό υπόβαθρο στην ανάκληση και στους συμπερασμούς και στα δύο πειράματα. Από την άλλη πλευρά η έκδοση που είχε ως στόχο τη μείωση των συμπερασμών, είχε θετικές επιδράσεις στην ανάκληση αλλά όχι στους συμπερασμούς.

Οι Kintsch και Mangalath (2011) προτείνουν μια νέα εκδοχή του μοντέλου δόμησης-ολοκλήρωσης, το μοντέλο Construction Integration 2 (CI-2), το οποίο αποτελεί επέκταση του μοντέλου δόμησης-ολοκλήρωσης του Kintsch (1988). Κοινή συνισταμένη των δύο μοντέλων είναι πως κατά τη φάση της δόμησης χρησιμοποιούνται όλες οι διαθέσιμες πληροφορίες σχετικά με το νόημα των λέξεων και το συντακτικό, που είναι αποθηκευμένες στη μακρόχρονη μνήμη, ενώ κατά τη φάση της ολοκλήρωσης επιλέγονται εκείνες οι πτυχές που είναι συμφραστικά σχετικές. Συνεπώς, βασική παραδοχή και στα δύο μοντέλα είναι πως το νόημα δημιουργείται στη βραχύχρονη μνήμη ή μνήμη εργασίας (working memory) από πληροφορίες που είναι αποθηκευμένες στη μακρόχρονη μνήμη (long-term memory), συναρτήσει του πλαισίου οποιασδήποτε άλλης πληροφορίας είναι παρούσα στη βραχύχρονη μνήμη. Το μοντέλο CI-2 εμπλουτίζεται με την συμπερίληψη πολλαπλών επιπέδων επεξεργασίας. Στο πρώτο μοντέλο, ο Kintsch αναφέρεται μόνο στην περίπτωση, κατά την οποία το πλαίσιο είναι μία μόνο άλλη λέξη, ενώ το μοντέλο CI-2 περιγράφει τη δόμηση του νοήματος σε ένα πλαίσιο πρότασης (sentence context).

3.4 Μοντέλο Κατανόησης Κειμένου των Denhière και Baudet

Η γλώσσα χρησιμοποιεί ορισμένες συγκεκριμένες και θεμελιώδεις *σημασιολογικές/γνωστικές κατηγορίες* για να καθορίσει και να οργανώσει τη σημασία. Οι κατηγορίες αυτές είναι του *αντικειμένου* ή του *ατόμου (atom)*, της *κατάστασης (state)*, του *γεγονότος (event)* ή της *πράξης (action)*, των *σκοπών (goal)* και των *σχέσεων (ταξινόμικές, αιτιακές, χρονικές, σκοπού κ.τ.λ.)* μεταξύ των κατηγοριών αυτών.

Ο όρος *κατάσταση* είναι στατικός και περιγράφει μια κατάσταση κατά την οποία δεν υφίσταται καμία αλλαγή στη διάρκεια του χρόνου. Ο όρος *γεγονός* περιγράφει μια δράση που προκαλεί αλλαγές αλλά δεν προέρχεται από τον άνθρωπο. Το γεγονός μπορεί να είναι τυχαίο ή να προκαλείται από μη ανθρώπινη ενέργεια π.χ. από κάποια μηχανή. Η *πράξη* είναι μια δράση που προκαλεί αλλαγές αλλά προέρχεται από τον άνθρωπο. Αυτές οι θεμελιώδεις κατηγορίες καθορίζονται από τα χαρακτηριστικά του γνωστικού συστήματος του αναγνώστη, ο οποίος οφείλει να κατασκευάσει μια αναπαράσταση της «φυσικής ροής των πραγμάτων» όπου το κάθε καινούργιο γεγονός εξηγείται αιτιακά από τις συνθήκες των γεγονότων που ήδη έχουν συμβεί.

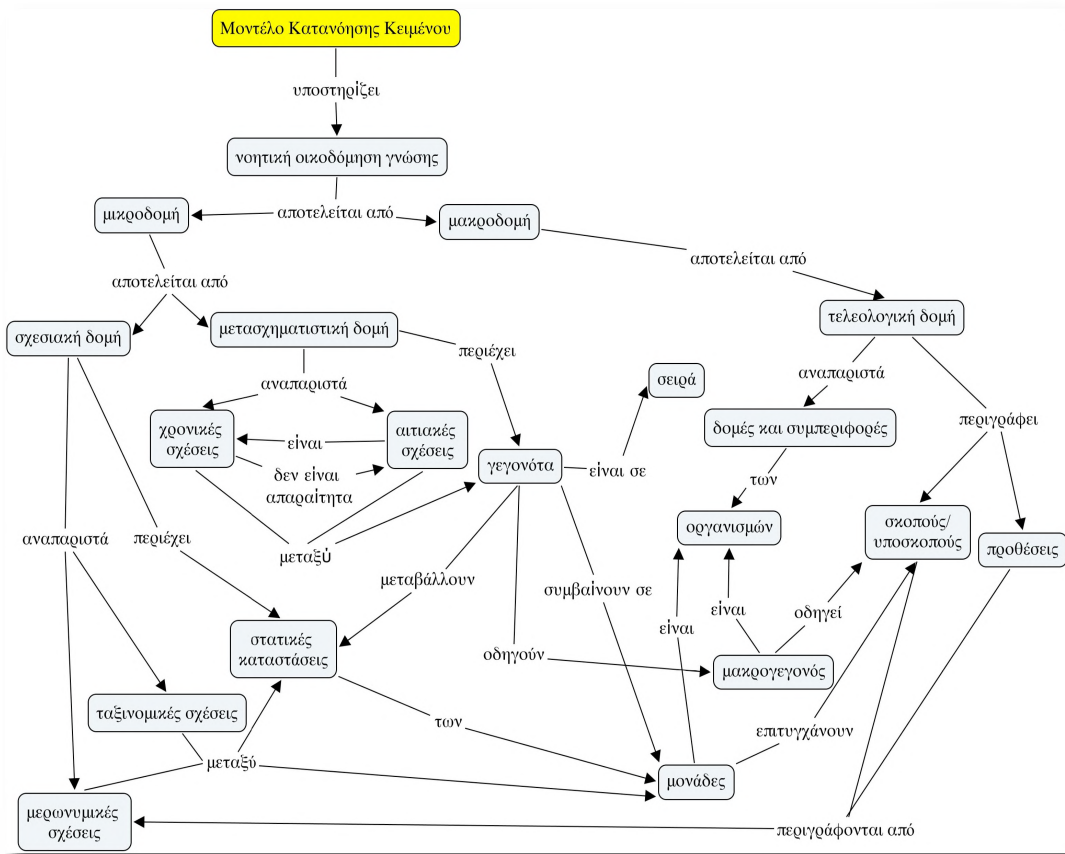
Σύμφωνα με το μοντέλο κατανόησης κειμένου των Denhière και Baudet (1992) το άτομο που διαβάζει ένα κείμενο κατασκευάζει σταδιακά τη *μικροδομή* και τη *μακροδομή* της αναπαράστασής του. Αναλυτικότερα, ένα κείμενο σύμφωνα με το μοντέλο αυτό θα πρέπει να υποστηρίζει την οικοδόμηση δύο αναπαραστάσεων:

- Της *Μικροδομής*, η οποία περιλαμβάνει την περιγραφή των μονάδων του συστήματος με βάση τις υπωνυμικές και μερωνυμικές σχέσεις που τις συνδέουν και την περιγραφή της ακολουθίας των γεγονότων που εκτελούνται σ'αυτές τις μονάδες σε σχέση με την αιτία που την προκαλεί, καθώς και τις αλλαγές που προκαλούν στην κατάσταση της μονάδας και του συστήματος.
- Της *Μακροδομής*, η οποία περιλαμβάνει την τελεολογική ιεραρχική δομή των σκοπών και των υποσκοπών των διαφόρων μονάδων και λειτουργιών του συστήματος.

Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι η μικροδομή και μακροδομή όσον αφορά το μοντέλο κατανόησης του Kintsch (1998) δε θα πρέπει να συγχέονται με τις δύο δομές του παρόντος μοντέλου. Στην πραγματικότητα το μοντέλο των Denhière και Baudet περιγράφει την οικοδόμηση ενός καταστασιακού μοντέλου βασισμένου στο κείμενο αλλά και την πρότερη γνώση του αναγνώστη. Στο Σχήμα 1 εμφανίζεται εννοιολογικός χάρτης που περιγράφει το εν λόγω μοντέλο κατανόησης κειμένου.

Ένα τεχνικό σύστημα που διαθέτει ένα σύνολο αλληλοσυσχετιζόμενων μονάδων που ορίζονται από ιεραρχικές σχέσεις τύπου μέρους - όλου και μπορούν να οργανωθούν σε ένα δέντρο σκοπού - υποσκοπών ονομάζεται *Λειτουργικό Σύστημα*. Η δημιουργία ενός κειμένου το οποίο να επιτρέπει μια ακριβή περιγραφή του τεχνικού συστήματος και να διευκολύνει τον αναγνώστη στην κατασκευή της μακροδομής του ονομάζεται *ανάλυση του τεχνικού αντικειμένου (τεχνικό κείμενο) σε λειτουργικό σύστημα*.

Ένα λειτουργικό σύστημα είναι το πρακτικό αποτέλεσμα της δραστηριότητας που προκύπτει από την λύση του προβλήματος που υλοποιείται από αυτόν που το σκέφθηκε. Κάθε *υποσύστημα* σχηματίζει, όπως το συνολικό σύστημα, μια *λειτουργική ενότητα*. Η *τελική κατάσταση* του υποσυστήματος λειτουργεί ως υποσκοπός του συστήματος. Το τερματικό γεγονός που οδηγεί σε αυτή την τελική κατάσταση είναι η αιτία, η απαραίτητη συνθήκη μέσα στις περιστάσεις, μιας τροποποίησης του υποσυστήματος – που είναι άμεσα διατεταγμένο ή γειτονικό σε ένα ίδιο επίπεδο της ιεραρχίας. Έτσι ένα σύστημα αναλύεται σε ένα σύνολο λειτουργικών ενοτήτων που είναι ιεραρχικά οργανωμένες και διατηρούν μεταξύ τους *χρονικές, αιτιακές και μερωνυμικές* σχέσεις. Η ιεραρχία καθορίζεται από την οργάνωση σε *σκοπούς* και *υποσκοπούς*. Για να περιγράψουμε τελεολογικά τη λειτουργία ενός πολύπλοκου λειτουργικού συστήματος, υιοθετείται μια *αναπαράσταση κατά δενδροειδή δομή*.



Σχήμα 1. Μοντέλο κατανόησης κειμένου των Denhière και Baudet.

Η ανάλυση του τεχνικού κειμένου σε λειτουργικό σύστημα θα πρέπει να παρέχει περιγραφές οι οποίες να περιλαμβάνουν τρεις βασικές δομές:

Σχεσιακή Δομή: Η συλλογή ατόμων χαρακτηρισμένων από τιμές που λαμβάνονται από τα χαρακτηριστικά τους, μια συλλογή που επηρεάζεται από τον καθορισμό μιας ή περισσοτέρων στατικών σχέσεων ανάμεσα σε αυτά τα άτομα.

Μετασχηματιστική Δομή: Η έννοια της μετασχηματιστικής δομής αφορά ένα μετασχηματιστικό σύστημα το οποίο αναπαριστά ένα σύνθετο γεγονός του κόσμου ή μια ακολουθία γεγονότων. Ένα σύνθετο γεγονός είναι η επέλευση, μέσα σε ένα χρονικό διάστημα, μιας ακολουθίας τροποποιήσεων ενός δυνατού μικρόκοσμου που μπορούμε να τον περιγράψουμε με ένα μετασχηματιστικό σύστημα μέσα σε ένα χρονικό διάστημα t και χαρακτηρίζεται από τροποποιήσεις της «φυσικής ροής των πραγμάτων», δηλαδή τροποποιήσεις της «φυσικής τάσης» των διαδοχικών καταστάσεων του συστήματος, είτε αυτές υφίστανται (διατήρηση της κατάστασης) είτε μεταβάλλονται. Ένα μετασχηματιστικό σύστημα είναι *αιτιακό* αν οι τροποποιήσεις καθορίζονται αιτιακά και περιγράφεται τότε από μια αιτιακή διαδρομή ανάμεσα σε γεγονότα. Το σύστημα είναι πρόσκαιρο αν οι εμφανίσεις των τροποποιήσεων συνδέονται μόνο με χρονικές σχέσεις. Στην πραγματικότητα τα μετασχηματιστικά συστήματα είναι μερικώς αιτιακά. Μερωνυμικές σχέσεις ανάμεσα σε γεγονότα και μακρογεγονότα καθορίζουν μια ιεραρχία στη δομή του μετασχηματιστικού συστήματος. Μια δομή γεγονότων που υποτάσσονται σε ένα μακρογεγονός καθορίζει ένα υποσύστημα μέσα στο μετασχηματιστικό σύστημα. Ένα υποσύστημα διαθέτει τα ίδια χαρακτηριστικά με το σύστημα.

Σε ένα δεδομένο επίπεδο περιγραφής, πολλά διαδοχικά ή ταυτόχρονα γεγονότα του συστήματος γίνονται αντιληπτά και περιγράφονται σαν ένα ενιαίο γεγονός, σύνθετο ή πολύπλοκο. Έτσι, τα γεγονότα: «σηκώθηκε αέρας», «καλύφθηκε ο ουρανός», «η θερμοκρασία άρχισε να πέφτει», περιγράφονται σαν ένα ενιαίο γεγονός από την έκφραση: «ο καιρός χαλάει». Το επίπεδο περιγραφής που υιοθετείται περιορίζεται από τη γλώσσα που χρησιμοποιείται και τα συμβατικά μέσα που προσφέρει για να περιγράψει αυτά τα γεγονότα και το επίπεδο της ανάλυσης του αληθινού στο οποίο τοποθετείται ο περιγράφων. Αυτό το επίπεδο είναι συνάρτηση της πληροφόρησης την οποία διαθέτει πάνω στις καταστάσεις του συστήματος και του σχεδίου του για την περιγραφή που καθορίζεται από το σκοπό της περιγραφής και την αξιολόγηση των γνώσεων που διαθέτει αυτός για τον οποίο γίνεται η περιγραφή.

Τελεολογική Δομή: Η τελεολογική δομή του αναγνώστη αφορά ένα τελεολογικό σύστημα, το οποίο αναπαριστά τις δομές και τις συμπεριφορές των οργανισμών που καθορίζονται σαν σύνολα λειτουργικών ενοτήτων σε αλληλοσυσχέτιση μεταξύ τους. Εφόσον οι λειτουργικές

ενότητες (ανθρώπινα όντα ή κατ' επέκταση ζώα) είναι προικισμένα με την πρόθεση, τα περιγράφουμε σαν *συστήματα πρόθεσης*, εφόσον όμως είναι συστατικά ενός τεχνικού ή βιολογικού συστήματος, τα σχεδιάζουμε σαν *λειτουργικά συστήματα*.

Καθορισμένα σε πρόθεση, αυτά τα συστήματα είναι τελεολογικά, δηλαδή σχηματίζουν μια λειτουργική ενότητα. Στο διάστημα $t : I, j$ η αρχική κατάσταση του συστήματος, καθορισμένη από τα άτομα που είναι αρχικά παρόντα, οι σχέσεις τους και οι αρχικές τιμές των ιδιοτήτων τους, τροποποιούνται με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτυγχάνεται μια καθορισμένη εξωτερική μορφή, μια τελική κατάσταση που αποτελεί το σκοπό για το σύστημα. Κάθε τροποποίηση που παρεμβαίνει στο διάστημα $t : I, j$, λειτουργεί σαν ένα μέσο για να επιτευχθεί αυτός ο σκοπός, δηλαδή να δημιουργηθούν οι απαραίτητες συνθήκες, μέσα στις δεδομένες περιστάσεις, για την πραγματοποίηση αυτού του σκοπού (Mackie, 1974).

Η ιεραρχική δομή ενός τελεολογικού συστήματος καθορίζεται από τις μερωνυμικές και υπό όρους που οργανώνονται σε ένα δέντρο του σκοπού/υποσκοπών για τα *λειτουργικά συστήματα* και σε ένα δέντρο προθέσεων για τα *συστήματα πρόθεσης*. Η αρχική κατάσταση του συστήματος που καθορίζεται από τα παρόντα άτομα, τις σχέσεις τους και τις τιμές των ιδιοτήτων τους, αλλάζει για να φτάσει μια τελική κατάσταση έχοντας μια καθορισμένη σχηματοποίηση που αποτελεί τον προκαθορισμένο σκοπό για το σύστημα. Κάθε τροποποίηση έχει τη λειτουργία του τρόπου για να πετύχει αυτό το σκοπό. Είναι προικισμένη με μια ιεραρχική δομή καθοριζόμενη από μερωνυμικές σχέσεις και υπό όρους σχέσεις οργανωμένες σε μια δομή δέντρου σκοπού/υποσκοπών.

Η επιλογή του αιτιακού χώρου καθορίζεται από τις γνώσεις του περιγράφοντος συγγραφέα πάνω στη «φυσική ροή των πραγμάτων». Η περιγραφή του αιτιακού χώρου είναι λειτουργία του σκοπού που έχει αποδοθεί σε αυτή την περιγραφή. Έτσι αν σκοπεύουμε να δημιουργήσουμε εμπειρογνώμονες για τη μηχανή εσωτερικής καύσης, η επιλογή των στοιχείων του αιτιακού χώρου και του επιπέδου της περιγραφής τους θα είναι συνάρτηση του τύπου της επιθυμητής εξειδίκευσης. Αν ο σκοπός είναι να δημιουργήσουμε επισκευαστές, τα στοιχεία του αιτιακού χώρου προς περιγραφή θα επιλεγούν σε συνάρτηση με την πιθανότητα βλάβης, και το επίπεδο περιγραφής θα είναι σε συνάρτηση με τις πιθανότητες παρέμβασης του επισκευαστή σε κομμάτια που είναι ικανός να επισκευάσει έναντι των κομματιών που δεν μπορεί παρά να τα αντικαταστήσει. Αν ο σκοπός είναι να δημιουργηθούν, για παράδειγμα, γνώστες των μοτέρ, θα απαιτηθούν άλλα κριτήρια επιλογής στοιχείων και άλλα επίπεδα περιγραφής αυτών των στοιχείων. Σε αυτή την περίπτωση, ορισμένα από αυτά τα στοιχεία, όπως η αντοχή των υλικών, για παράδειγμα, δεν θα μπορούν να θεωρηθούν ως νόμιμες περιγραφές του αιτιακού χώρου. Θα

πρέπει να εξηγηθούν αιτιακά έτσι ώστε να μπορέσουν να τροποποιηθούν μετέπειτα κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας της έννοιας. Το βασικό είναι λοιπόν η έννοια που έχει υιοθετηθεί να επιτρέπει περιγραφές προσαρμοσμένες στις ανάγκες της αναπαράστασης.

Σε ένα σύστημα, κάθε συγκυρία μιας αιτιακής σχέσης τροποποιεί τις περιστάσεις για τη συγκυρία της επόμενης τροποποίησης. Στην έκβαση κάθε ζεύγους τροποποιήσεων που είναι ερμηνευμένη αιτιακά, το άτομο που θέλει να εξηγήσει τη λειτουργία του συστήματος οφείλει να κατασκευάσει μια αναπαράσταση μιας καινούργιας φυσικής ροής των πραγμάτων που μπορεί να ερμηνευτεί ως η δημιουργία ενός νοητικού μοντέλου και συνεπώς ενός καινούργιου αιτιακού χώρου σε σχέση με τον οποίο το καινούριο γεγονός θα μεταφραστεί αιτιακά. Έκτοτε, ένα γεγονός ή μια κατάσταση, η οποία, σε ένα συγκεκριμένο στάδιο της *αιτιότητας* (causality), εμφανίζεται σαν μια αλλαγή της φυσικής ροής των πραγμάτων, θα μπορεί να θεωρηθεί στο μετέπειτα στάδιο σαν ένα νόμιμο στοιχείο του αιτιακού χώρου.

Οι αιτιακές σχέσεις μεταξύ των γεγονότων του λειτουργικού συστήματος ανήκουν κυρίως στον τομέα της αιτιότητας του φυσικού κόσμου. Αυτή η αιτιότητα, η οποία χαρακτηρίζει τις σχέσεις ανάμεσα σε γεγονότα που δεν συνδέονται με τους διάφορους παράγοντες, οφείλει να διαφοροποιηθεί από τη σκόπιμη αιτιότητα των γεγονότων που οφείλεται στους παράγοντες. Εν τούτοις, η περιγραφή της μιας και της άλλης είναι τελεολογικής φύσης, αφού εξηγεί την αιτία με βάση το αποτέλεσμα. Κατά συνέπεια, στην περιγραφή ενός λειτουργικού συστήματος, τα γεγονότα λαμβάνουν τη λειτουργία του τρόπου για να φτάσουν το σκοπό που έχει ανατεθεί στο σύστημα. Αυτός ο τύπος περιγραφής είναι δυνατός, διότι, εκ κατασκευής, η συμπεριφορά ενός λειτουργικού συστήματος αναδεικνύεται κατά την πραγματοποίηση του σκοπού για τον οποίο συλλήφθηκε. Από την άλλη μεριά, αυτός ο τύπος περιγραφής είναι απαραίτητος για να ληφθούν υπόψη γεγονότα που έχουν θεωρηθεί ως αιτιακές συνθήκες στο σύνολο των πιθανών γεγονότων.

Η περιγραφή ενός λειτουργικού συστήματος μπορεί να είναι απλή ή σύνθετη. Ο βαθμός της πολυπλοκότητας καθορίζεται από τον αριθμό των ατόμων-οντοτήτων που έχουν κρατηθεί ως στοιχεία του συστήματος καθώς και από τον αριθμό των διασυνδέσεων και το μήκος της αιτιακής διαδρομής. Η πολυπλοκότητα της περιγραφής είναι κατώτερη από την πολυπλοκότητα του συστήματος αλλά καθορίζεται από το επίπεδο της ανάλυσης που έχει υιοθετηθεί από τον περιγράφο. Αυτό το επίπεδο είναι συνάρτηση της ενότητας που καθορίζει σαν μέρος του συστήματος, δηλαδή το υλικό αντικείμενο που είναι προϊόν της διάσπασης της πραγματικής ύλης π.χ. η μηχανή, το εξάρτημα της μηχανής κτλ. και του αριθμού των γεγονότων που συνδέονται αιτιακά και που αναγνωρίζονται μέσα από την περιγραφή τους.

Στην περίπτωση μιας πολύπλοκης περιγραφής, σε ένα καθορισμένο επίπεδο καθορισμένης ανάλυσης, είναι αναγκαίο να διασπάσουμε ένα σύστημα σε υποσυστήματα των οποίων η περιγραφή να είναι πιο απλή. Η τελεολογική φύση του λειτουργικού συστήματος, δηλαδή η οργάνωσή του σε μια ιεραρχική δομή με σκοπό/υποσκοπούς, κάνει δυνατή αυτή τη διάσπαση.

Αυτή η διάσπαση αντικατοπτρίζει την πραγματική δομή του συστήματος: ένα λειτουργικό σύστημα είναι το υλικό ίχνος (πρακτικό αποτέλεσμα) της δραστηριότητας που προκύπτει από την λύση του προβλήματος που ενεργοποιείται από αυτόν που το σκέφθηκε. Κάθε υποσύστημα σχηματίζει, όπως το συνολικό σύστημα, μια λειτουργική ενότητα. Χαρακτηρίζεται από το ρόλο του στη γενική λειτουργία του συστήματος - η τελική κατάσταση του υποσυστήματος λειτουργεί ως υποσκοπός του συστήματος. Το τερματικό γεγονός που οδηγεί σε αυτή την τελική κατάσταση είναι η αιτία, η απαραίτητη συνθήκη μέσα στις περιστάσεις, μιας τροποποίησης του υποσυστήματος που είναι άμεσα διατεταγμένο ή γειτονικό σε ένα ίδιο επίπεδο της ιεραρχίας. Έτσι ένα σύστημα αναλύεται σε ένα σύνολο λειτουργικών ενοτήτων που είναι ιεραρχικά οργανωμένες και διατηρούν μεταξύ τους χρονικές, αιτιακές και μερωνυμικές σχέσεις. Η ιεραρχία καθορίζεται από την οργάνωση σε σκοπούς και υποσκοπούς.

Για να περιγράψουμε τελεολογικά τη λειτουργία ενός πολύπλοκου λειτουργικού συστήματος, υιοθετείται μια αναπαράσταση σε δενδροειδή δομή. Ο *υπερδιατεταγμένος κόμβος* αναπαριστά τον κύριο σκοπό του συστήματος, οι δε *υποκείμενοι κόμβοι* αντιπροσωπεύουν τους υποσκοπούς των οποίων η προσέγγιση καθορίζει την πραγματοποίηση του κύριου σκοπού. Αυτά αντιστοιχούν σε μακρογεγονότα του συστήματος. Η σύνδεση αυτών των μακρογεγονότων είναι και αυτή καθορισμένη από τη σύνδεση των γεγονότων που αναπαρίστανται από τους άμεσα υποκείμενους κόμβους. Τα τόξα που συνδέουν μεταξύ τους τους κόμβους αντιπροσωπεύουν τις σχέσεις μεταξύ του συνόλου και των μερών. Η κατασκευή μιας τέτοιας δομής συνίσταται λοιπόν σε μια κατηγοριοποίηση και σε μια ιεράρχηση των γεγονότων σε συνάρτηση με τους σκοπούς που έχουν ανατεθεί στο σύστημα, αυτή η κατασκευή μπορεί να συνοδεύεται από μια *χρονική διάσπαση* της ακολουθίας των γεγονότων. Αυτή η δομή του σκοπού εξασφαλίζει τη συνολική συνάφεια της αναπαράστασης του συστήματος. Αυτή η ανάλυση σε υποσυστήματα οδηγεί στο διαχωρισμό των σχέσεων *εσωτερικής αιτιότητας* (internal causality) από τις σχέσεις *εξωτερικής αιτιότητας* (external causality). Οι σχέσεις λέγονται εσωτερικές όταν αφορούν καταστάσεις και γεγονότα της λειτουργικής ενότητας, και λέγονται εξωτερικές όταν ενώνουν αυτές τις εσωτερικές καταστάσεις και τα γεγονότα με αυτά ενός παρακείμενου υποσυστήματος. Η κατάσταση ή το γεγονός του υποσυστήματος το οποίο είναι συνθήκη της τροποποίησης της κατάστασης του παρακείμενου υποσυστήματος μπορεί να θεωρηθεί σαν μια έξοδος από το ίδιο το υποσύστημα και σαν μια είσοδος (εξωτερική αιτία) στο παρακείμενο υποσύστημα. Ο βαθμός

της διάσπασης ενός συστήματος σε υποσυστήματα καθορίζεται από την ανάγκη του υποσυστήματος να παραμείνει λειτουργικό σύστημα. Το βάθος της δομής σκοπού/υποσκοπών επιλέγεται από τον περιγράφοι. Κατά συνέπεια ο βαθμός της διάσπασης βρίσκεται εν μέρει υπό τον έλεγχο του. Εντούτοις, η ανάγκη να περιγράψουμε την αιτιακή διαδρομή επιβάλλει ένα πλαίσιο αποσύνθεσης.

Σε ένα δεδομένο επίπεδο ανάλυσης, οι τροποποιήσεις του συστήματος και η αιτιακή διαδρομή που ενώνει την αρχική κατάσταση με την τελική κατάσταση αποκαθιστά:

- Την ακολουθία των μετασχηματισμών που σχηματίζουν την απευθείας σύνδεση του μονοπατιού που οδηγεί από την αρχική κατάσταση στην τελική και θεωρείται ότι χαρακτηρίζει τη συμπεριφορά ενός άμεσα υποκείμενου υποσυστήματος (υποσύστημα πρώτου επιπέδου).
- Την ακολουθία που σχηματίζει μια σύνδεση πάνω σ' αυτή την ήδη υπάρχουσα σύνδεση και η οποία θεωρείται πάλι σαν χαρακτηριστικό της συμπεριφοράς ενός υποσυστήματος (υποσύστημα δεύτερου επιπέδου) κατώτερο του προηγούμενου, κτλ. Άρα κάθε ακολουθία τροποποίησης που έρχεται να συνδεθεί σε μια άλλη θα οδηγεί στην περιγραφή ενός υποσυστήματος.

Έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Denhière και Baudet (1992) εξέτασε την επίδραση της μορφής του τεχνικού κειμένου στην κατανόηση του από φοιτητές τεχνικής σχολής. Όπως αναφέρθηκε στην ενότητα 3.2.4, ένα τεχνικό κείμενο περιγράφει ένα τεχνικό σύστημα που περιλαμβάνει ένα σύνολο αλληλοσχετιζόμενων μονάδων, οι οποίες ορίζονται από ιεραρχικές σχέσεις. Όλες αυτές οι σχέσεις μπορούν να οργανωθούν σε μία ιεραρχία δενδρικής δομής σκοπών και υποσκοπών των μονάδων του συστήματος, η οποία αποτελεί το Λειτουργικό Σύστημα. Για την διεξαγωγή της έρευνας αυτής, σε τρεις διαφορετικές ομάδες φοιτητών δόθηκαν δυο διαφορετικές εκδοχές ενός κειμένου που αναφέρεται στο Λειτουργικό Σύστημα της “Εκκίνησης του Αυτοκινήτου”. Η πρώτη εκδοχή προσδιόριζε τις καταστάσεις και τις σχέσεις μεταξύ τους διαφορετικών μονάδων (σχεσιακή δομή) και στη συνέχεια παρείχε τη διαδοχή των γεγονότων συνδεδεμένων χρονικά και αιτιακά (μετασχηματιστική δομή). Η δεύτερη εκδοχή του κειμένου παρείχε την ιεραρχική δομή των σκοπών και υποσκοπών των υποσυστημάτων (τελεολογική δομή). Οι ερευνητές συμπέραναν ότι το κείμενο που αναφέρεται στις χρονικές και αιτιακές σχέσεις συνέβαλε στην καλύτερη κατανόηση της τελεολογικής δομής από εκείνο το κείμενο που αναφερόταν στην σύνδεση των μονάδων υπό των σχέσεων σκοπού/υποσκοπού. Αυτό σημαίνει ότι η οικοδόμηση της μικροδομής και η αναδόμηση της (μέσω της μετασχηματιστικής δομής) με σκοπό τελικά την οικοδόμηση της μακροδομής διευκολύνθηκε

από την περιγραφή των χρονικών/αιτιακών σχέσεων που περιγράφηκαν στην πρώτη εκδοχή του κειμένου.

3.5 Θεωρία Λανθάνουσας Σημασιολογικής Ανάλυσης

Η λανθάνουσα σημασιολογική ανάλυση (Latent Semantic Analysis - LSA) σε αντίθεση με τα προηγούμενα μοντέλα είναι μια θεωρία και μέθοδος βασισμένη στη χρήση των συμφραζόμενων λέξεων μέσω στατιστικών υπολογισμών που εφαρμόζονται σε ένα μεγάλο σώμα κειμένου (Deerwester et al., 1990; Landauer & Dumais, 1997; Landauer et al., 1998). Στην πραγματικότητα, δεν στηρίζεται στη σημασία των εννοιών - γνωστικών κατηγοριών που συμμετέχουν στο κείμενο και κατ' επέκταση στην οικοδόμηση γνώσης κατά την ανάγνωση αλλά η ιδέα είναι ότι το σύνολο των πληροφοριών για όλες τις συμφραζόμενες λέξεις μιας δεδομένης λέξης που δεν εμφανίζεται παρέχει ένα σύνολο αμοιβαίων περιορισμών που καθορίζει κατά ένα μεγάλο μέρος την ομοιότητα της έννοιας των λέξεων και του συνόλου λέξεων.

Οι Landauer και Dumais (1996, 1997) έχουν υποστηρίξει ότι η LSA αποτελεί μια θεμελιώδη υπολογιστική θεωρία της ανάκτησης και αναπαράστασης γνώσης. Υποστηρίζουν ακόμα ότι ο λανθάνων μηχανισμός της μπορεί να αποτελέσει ένα από σημαντικότερα μυστήρια όσον αφορά τον επαγωγικό τρόπο μάθησης, μέσω του οποίου οι άνθρωποι αποκτούν περισσότερη γνώση από εκείνη που προσλαμβάνουν απλά από την εμπειρία - το διάσημο πρόβλημα της «πενία του ερεθίσματος» (poverty of the stimulus). Ο μηχανισμός LSA λύνει το πρόβλημα θέτοντας ένα μεγάλο αριθμό τοπικών σχέσεων σύμπτωσης σε ένα χώρο της σωστής διάστασης (διάνυσμα) και ταιριάζοντας το διανυσματικό χώρο που απεικονίζει το σημασιολογικό χώρο (semantic space) της πηγής, η οποία παράγει το κείμενο και εκείνον της αναπαράστασης στην οποία αναδημιουργείται στη συνέχεια. Με τον τρόπο αυτό εξάγονται πολλές έμμεσες πληροφορίες από τους τοπικούς περιορισμούς που περιλαμβάνονται με λανθάνοντα τρόπο στα δεδομένα της εμπειρίας. Η τεχνική αυτή χρησιμοποιεί *μοναδιαία αποδόμηση τιμής* (singular value decomposition-SVD), μια μαθηματική γενίκευση της παραγοντικής ανάλυσης. Αρχικά αναπτύχθηκε ως μια τεχνική ανάλυσης πληροφοριών και επεκτάθηκε στην ανάλυση κειμένου και σε γενικά προβλήματα που αφορούν στη μάθηση και τη γλώσσα (Landauer & Dumais, 1997).

Η LSA μπορεί να αναλυθεί με δύο τρόπους:

- Ως ένα πρακτικό μέσο για να λάβει τις κατά προσέγγιση εκτιμήσεις της βασισμένης στα συμφραζόμενα χρήσης λέξεων - ως υποκατάστατα - στα μεγαλύτερα τμήματα κειμένων, και

των ειδών -ως ακόμα ημιτελώς διευκρινισμένος σημαίνοντας τις ομοιότητες μεταξύ των λέξεων και των τμημάτων κειμένων που τέτοιες σχέσεις μπορούν να απεικονίσουν, ή

- Ως πρότυπο των υπολογιστικών διαδικασιών και των αναπαραστάσεων που βρίσκονται άδηλα κάτω από την ανάκτηση και τη χρησιμοποίηση της γνώσης.

Ως πρακτική μέθοδος για το στατιστικό χαρακτηρισμό της χρήσης λέξης, η LSA παράγει τις τιμές των σχέσεων μεταξύ λέξεων, μεταξύ λέξεων και μεταβάσεων και μεταξύ μεταβάσεων που συσχετίζονται με διάφορα ανθρώπινα γνωστικά φαινόμενα που περιλαμβάνουν την ένωση ή τη σημασιολογική ομοιότητα. Ο συσχετισμός πρέπει να είναι το αποτέλεσμα του τρόπου αναπαράστασης που οι πληθυσμοί εννοιών απεικονίζονται στην επιλογή λέξης του συγγραφέα και/ή, αντίστροφα, ότι οι αναπαραστάσεις των πληθυσμών της σημασίας απεικονίζουν τις στατιστικές αυτού που έχουν διαβάσει και έχουν ακούσει. Η LSA επιτρέπει να προσεγγισθεί ο ανθρώπινος τρόπος αξιολόγησης της ομοιότητας των γενικών εννοιών, αξιολόγηση που λαμβάνει χώρα συχνά στην έρευνα επεξεργασίας κειμένου.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί από την αρχή, ότι οι εκτιμήσεις ομοιότητας που παράγονται από την LSA δεν είναι απλά συχνότητες συνάφειας ή απρόβλεπτες περιπτώσεις σύμπτωσης, αλλά εξαρτώνται από μια βαθύτερη στατιστική ανάλυση (εξ'ού και ο όρος «λανθάνων σημασιολογικός»), η οποία μπορεί να αποτελέσει συχνά πάρα πολύ καλό προάγγελος των ανθρώπινων αξιολογήσεων που είναι βασισμένες σε έννοιες.

Η LSA, όπως χρησιμοποιείται αυτήν την περίοδο, δημιουργεί τις αναπαραστάσεις των εννοιών των λέξεων και των μεταβάσεων μόνο από την ανάλυση του κειμένου, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η γνώση που προέρχεται από αντιληπτικές πληροφορίες για το φυσικό κόσμο, από ένστικτο, ή από εμπειρική επαφή με τις σωματικές λειτουργίες και τα συναισθήματα. Κατά συνέπεια η αναπαράσταση της πραγματικότητάς μέσω της LSA είναι αναγκαστικά ελλιπής. Παρόλα αυτά, η LSA έχει τουλάχιστον πιθανή πρόσβαση στη γνώση που περιγράφεται λεκτικά και στις ουσιώδεις διαδικασίες, εφ' όσον οι άνθρωποι ρητά τις έχουν δηλώσει. Οι αναπαραστάσεις των μεταβάσεων ότι οι μορφές LSA μπορούν να ερμηνευθούν ως αφαιρέσεις «των επεισοδίων», μερικές φορές των επεισοδίων του καθαρά λεκτικού περιεχομένου όπως τα λογικά επιχειρήματα, και μερικές φορές επεισόδια από την πραγματική ή φανταστική ζωή που κωδικοποιείται σε λεκτικές περιγραφές. Η αναπαράσταση λέξεων της, στη συνέχεια, συνδυάζεται με τη γνώση επεισοδίων της. Συνεπώς ενώ η πιθανή γνώση της LSA είναι σίγουρα ατελής, μπορεί να προσφέρει μια αρκετά καλή προσέγγιση της ανθρώπινης γνώσης για να εξασφαλίσει έτσι τους πειραματισμούς πάνω στις γνωστικές θεωρίες.

Πλεονεκτήματα της μεθόδου αυτής θεωρούνται (1) το ότι η διανυσματική αναπαράσταση του LSA είναι παρόμοια με τα χαρακτηριστικά διανυσμάτων που υποστηρίζονται σε πολλές ψυχολογικές θεωρίες, (2) το ότι δε χρειάζεται να ερμηνεύσουμε τις τιμές στο τριακοσίων (300) διαστάσεων διάνυσμα της LSA, και τέλος, (3) το ότι αντιμετωπίζει τις προτάσεις, παραγράφους και ολόκληρα κείμενα ολιστικά, αναπαριστώντας καθ' ένα από αυτά ως ένα διάνυσμα.

Μειονεκτήματα αυτής της μεθόδου αποτελούν (1) το γεγονός ότι δε λαμβάνει υπόψη συντακτικές πληροφορίες, (2) το ότι μας επιτρέπει να αναπαριστούμε κατά προσέγγιση το σφαιρικό νόημα αλλά όχι αναλυτικές, τυπικές όψεις της ανθρώπινης νόησης, (3) το ότι τα διανύσματα θα πρέπει κάθε φορά να αναπροσδιορίζονται, και τέλος, (4) το ότι δεν μπορεί να λειτουργήσει ως βάση για τον υπολογισμό τιμών αληθείας.

Η LSA με τον τρόπο που εφαρμόζεται αυτή τη στιγμή έχει μερικούς πρόσθετους περιορισμούς. Δεν κάνει καμία χρήση της σειράς των λέξεων, κατά συνέπεια των συντακτικών σχέσεων, της λογικής και της μορφολογίας τους. Κατορθώνει, όμως, να εξάγει τις σωστές αντιστοιχίσεις των εννοιών, μεταβάσεων και λέξεων αρκετά καλά χωρίς αυτές τις ενισχύσεις, αλλά πρέπει κανείς να λαμβάνει υπόψη το ότι το σύστημα είναι ημιτελές και υπάρχει πιθανότητα λάθους σε μερικές περιπτώσεις.

Η LSA διαφέρει από άλλες στατιστικές προσεγγίσεις από δύο σημαντικές απόψεις. Κατ' αρχάς, η LSA χρησιμοποιεί ως αρχικά δεδομένα της, όχι μόνο τα παρακείμενα ζευγάρια (ή ν-άδες) συμπτωτικών λέξεων, αλλά τα λεπτομερή δεδομένα των λέξεων πέρα από τους πολύ μεγάλους αριθμούς τοπικών συμφραζόμενων που φέρουν οι ίδιες οι έννοιες, οι προτάσεις ή οι παράγραφοι που αντιμετωπίζονται ως ολότητες. Δεύτερον, η μέθοδος LSA θεωρεί μεγάλης σπουδαιότητας την επιλογή της διάστασης στην οποία όλες οι τοπικές σχέσεις λέξεων-πλαισίου αναπαρίστανται από κοινού. Έτσι, σημαντικό στάδιο αυτής της τεχνικής είναι η εύρεση της βέλτιστης διάστασης για την τελική αναπαράσταση. Μια πιθανή ερμηνεία αυτού του βήματος, είναι ότι οι περιγραφικές αυτές διαστάσεις που προκύπτουν είναι ανάλογες με τα σημασιολογικά χαρακτηριστικά γνώρισμα που τίθενται συχνά ως βάση της έννοιας λέξης, αν και ακόμα υπάρχουν αρκετά τεχνικά και εννοιολογικά προβλήματα.

3.6 Υπολογιστικό Μοντέλο Κατανόησης Κειμένου των Lemaire και Denhière

Στηριγμένο στο μοντέλο κατανόησης κειμένου του Kintsch, το υπολογιστικό μοντέλο των *Lemaire και Denhière* (Lemaire & Denhière, 2006) υποστηρίζει ότι κατά την ανάγνωση ενός κειμένου, κάθε πρόταση, υποβάλλεται σε ένα κύκλο επεξεργασίας. Το μοντέλο αυτό χρησιμοποιεί ως αναφορά τα μνημονικά συστήματα της βραχύχρονης μνήμης (μνήμης εργασίας)

και της μακρόχρονης μνήμης (σημασιολογικής μνήμης και μνήμης επεισοδίων). Κάθε κύκλος επεξεργασίας (Σχήμα 2) περιλαμβάνει δύο στάδια, το *στάδιο ολοκλήρωσης* και το *στάδιο δόμησης*, κατά αναλογία με το μοντέλου του Kintsch.



Σχήμα 2. Ροή πληροφορίας υπολογιστικού μοντέλου κατανόησης κειμένου των Lemaire & Denhière.

Αρχικά πραγματοποιείται η δόμηση των νέων πληροφοριών με τις προηγούμενες πληροφορίες προκειμένου να επιτευχθεί μια νέα κατάσταση στη μνήμη εργασίας. Το επόμενο σύνολο προτάσεων εξετάζεται, και τα στοιχεία του μαζί με των προηγούμενων προστίθενται στη μνήμη εργασίας. Μετά την ανάλυση κάθε νέου συνόλου προτάσεων, η μνήμη εργασίας αναπαριστά τη σύνθεση των πληροφοριών που έχουν υποστεί επεξεργασία μέχρι αυτή τη στιγμή. Το γεγονός ότι τα προγενέστερα στοιχεία αφαιρούνται από τη μνήμη εργασίας σημαίνει ότι δεν είναι πλέον απαραίτητα, εντούτοις, κρατούνται ακόμα μέσα σε μια άλλη μνήμη, τη μνήμη επεισοδίων, η οποία παρακολουθεί όλα τα στοιχεία που έχουν εμφανιστεί στη μνήμη εργασίας. Έτσι υπάρχει η δυνατότητα ανάκτησής τους σε περίπτωση που είναι σχετικά με το περιεχόμενο του κειμένου.

Υπάρχει, λοιπόν, επικοινωνία της μνήμης εργασίας με την μνήμη επεισοδίων σε κάθε κύκλο επεξεργασίας. Κατά τη διάρκεια της φάσης ολοκλήρωσης, η μνήμη επεισοδίων μπορεί επίσης να παρέχει τα στοιχεία που προστίθενται στη μνήμη εργασίας εάν είναι κοντά στα στοιχεία κειμένων που υποβάλλονται σε επεξεργασία. Κατά την ανάγνωση επιστημονικού τεχνικού κειμένου και πιο συγκεκριμένα στην περίπτωση περιγραφής λειτουργίας μιας συσκευής μέσω της ακολουθίας γεγονότων, κάθε γεγονός που περιγράφεται σε μια πρόταση περνάει από την

μνήμη εργασίας στη μνήμη επεισοδίων κατά το στάδιο δόμησης, ενώ κατά το στάδιο ολοκλήρωσης ενεργοποιούνται οι έννοιες εκείνες που έχουν σχέση με το γνωστικό αντικείμενο της περιγραφής. Η ανάκληση και ο συμπερασμός πραγματοποιούνται στη σημασιολογική μνήμη στην οποία μετά το πέρας της ανάγνωσης έχουν συλλεχθεί τα τελικά γνωστικά στοιχεία του περιεχομένου του κειμένου.

Η κατανόηση κειμένου, λοιπόν, αντιμετωπίζεται ως επαναληπτική διαδικασία δύο σταδίων. Κατ' αρχάς, η τρέχουσα πρόταση (ή σύνολο προτάσεων) στην κατασκευή ενός δικτύου από τις έννοιες που είτε ανήκουν στην πρόταση είτε είναι ενεργοποιημένοι από τη σημασιολογική μνήμη. Στο δίκτυο αυτό προστίθεται ένα άλλο δίκτυο, το οποίο καλείται μακροδομή και οδηγείται από την ανάλυση του προγενέστερου μέρους του κειμένου και αναπαριστά τις κύριες πληροφορίες μέχρι τώρα. Δεύτερον, το βήμα ολοκλήρωσης, το οποίο επιλέγει τις σχετικές έννοιες από το δίκτυο αυτό μέσω ενός μηχανισμού διάδοσης ενεργοποίησης, που οδηγεί σε νέα μακροδομή. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι ότου ολοκληρωθεί το κείμενο, το οποίο υποβάλλεται σε επεξεργασία.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται παράδειγμα προσομοίωσης της λειτουργίας αυτού του μοντέλου σε πρόγραμμα υπολογιστή:

Παράδειγμα: Εξετάστε ένα κείμενο αποτελούμενο από αυτές τις δύο προτάσεις: *Η μέλισσα απορροφά το νέκταρ από ένα λουλούδι. Κατόπιν φέρνει το νέκταρ πίσω στην κυψέλη και αυτό μετατρέπεται σε μέλι.*

Ανάλυση Παραδείγματος: Η κύρια διαδικασία της κατανόησης κειμένου εμφανίζεται μέσα σε συγκεκριμένη δομή που καλείται μνήμη εργασίας (working memory). Η δομή αυτή περιλαμβάνει τα βασικά στοιχεία των προτάσεων που έχουν προηγουμένως επεξεργασθεί, καθώς επίσης και τα στοιχεία της τρέχουσας πρότασης. Όπως αναφέραμε προηγουμένως, ο αναγνώστης θα ενεργοποιούσε επίσης τις έννοιες από τη σημασιολογική μνήμη. Για παράδειγμα, η λέξη «μέλισσα» θα ενεργοποιούσε λέξεις όπως «μέλι», «κυψέλη», ή «τσίμπημα». Τρία είδη στοιχείων, επομένως, συγκεντρώνονται στη μνήμη εργασίας: *προηγούμενα, τρέχοντα*, και ένα *σύνολο συσχετιζόμενων στοιχείων*. Από όλα αυτά το βήμα δόμησης επιλέγει τα πιο σχετικά που συνδέονται αόριστα με άλλα. Για παράδειγμα, το «τσίμπημα» δεν συνδέεται έντονα με τις περισσότερες από τις άλλες λέξεις και πρέπει να απομακρυνθεί. Αυτό το βήμα ολοκλήρωσης εκτελείται με τη βοήθεια διάδοσης ενός μηχανισμού ενεργοποίησης, ο οποίος οργανώνεται έως ότου το σύστημα γίνει σταθερό. Η μνήμη εργασίας έτσι συνεχώς ενημερώνεται καθώς το κείμενο υποβάλλεται σε επεξεργασία, περιέχοντας τις κύριες πληροφορίες από αυτό που έχει υποβληθεί σε επεξεργασία ήδη. Αξίζει να σημειωθεί ότι μερικές από αυτές τις λέξεις

δεν είναι μέρος του κειμένου, και προκύπτουν συμπερασματικά από τη σημασιολογική μνήμη του αναγνώστη. Αυτό που ισχύει για τις λέξεις ισχύει επίσης για τις προτάσεις, ή υποσύνολα των προτάσεων. Για παράδειγμα, το προηγούμενο κείμενο περιέχει τις ακόλουθες προτάσεις: P1 → απορροφά (μέλισσα, νέκταρ, λουλούδι), P2 → φέρνει (μέλισσα, νέκταρ, κυψέλη), P3 → μετατρέπεται (νέκταρ, μέλι), P4 → σκοπός (P2, P3).

Κάθε πρόταση υποβάλλεται σε επεξεργασία συνεχώς. Οι *συμπερασμοί* (inferences) συλλέγονται από τη σημασιολογική μνήμη. Μια ολοκλήρωση από αυτές τις νέες πληροφορίες και τις προηγούμενες πληροφορίες πραγματοποιείται προκειμένου να επιτευχθεί μια νέα κατάσταση στη μνήμη εργασίας. Το επόμενο σύνολο προτάσεων εξετάστηκε, και τα στοιχεία του και οι εκατέρωθεν προτάσεις προστέθηκαν στη μνήμη εργασίας. Μετά την ανάλυση κάθε νέου συνόλου προτάσεων αναλύθηκε, η μνήμη εργασίας αναπαριστά την σύνθεση των πληροφοριών που έχουν υποστεί επεξεργασία μέχρι τώρα. Το γεγονός ότι τα προγενέστερα στοιχεία αφαιρούνται από τη μνήμη εργασίας σημαίνει ότι δεν είναι πλέον απαραίτητα εντούτοις, κρατούνται ακόμα μέσα σε μια συγκεκριμένη μνήμη που παρακολουθεί όλα τα στοιχεία που έχει εμφανιστεί στη μνήμη εργασίας. Έτσι υπάρχει η δυνατότητα να ανακτώνται από τη μνήμη εργασίας σε περίπτωση που είναι σχετικά με το περιεχόμενο του κειμένου. Τα στοιχεία είναι αποθηκευμένα έχοντας μια τιμή ενεργοποίησης, που μπορεί να ποικίλει με την πάροδο του χρόνου, ανάλογα με εάν εμφανίζονται ή όχι πάλι στην μνήμη εργασίας. Μια λειτουργία αποσύνθεσης τείνει να χαμηλώσει αυτές τις τιμές με την πάροδο του χρόνου, μιμούμενη έτσι τον μηχανισμό λήθης.

Από τη μνήμη εργασίας στην μνήμη επεισοδίων: Η μνήμη επεισοδίων καθορίζεται με τη βοήθεια τριών λειτουργιών που έχουν στόχο την ενεργοποίηση τιμών από 0 έως 1. Αυτές οι λειτουργίες εφαρμόζονται κάθε φορά που ένα στοιχείο της μνήμης εργασίας αποθηκεύεται στην μνήμη επεισοδίων, και είναι η ακόλουθη.

1. Η πρώτη λειτουργία δείχνει τη νέα τιμή μιας έννοιας η οποία δεν υπήρξε προηγουμένως στη μνήμη επεισοδίων (EM). Εξ ορισμού, η νέα τιμή είναι η τιμή ενεργοποίησης της έννοιας στη μνήμη εργασίας (WM).
2. Η δεύτερη λειτουργία καθορίζει τη νέα τιμή μιας έννοιας που ήταν ήδη στη μνήμη επεισοδίων. Σε εκείνη την περίπτωση, η νέα τιμή πρέπει να είναι υψηλότερη και από τις δύο υπάρχουσες τιμές. Εξ ορισμού, η νέα τιμή είναι ίση με $WM + \text{τιμή}EM(1 - \text{τιμή}WM)$.
3. Η τρίτη είναι η λειτουργία αποσύνθεσης που προσδιορίζει με ποιόν τρόπο μειώνονται οι τιμές ενεργοποίησης με την πάροδο του χρόνου. Εξ ορισμού, όλες οι τιμές αλλάζουν στο 90% των αρχικών τιμών τους μετά από κάθε έναν κύκλο δόμησης-ολοκλήρωσης.

Από την μνήμη επεισοδίων στη μνήμη εργασίας: Κατά τη διάρκεια της φάσης ολοκλήρωσης, η μνήμη επεισοδίων μπορεί επίσης να παρέχει τα στοιχεία που προστίθενται στη μνήμη εργασίας εάν είναι κοντά στα στοιχεία κειμένων που υποβάλλονται σε επεξεργασία. Αυτό είναι παρόμοιος με το μηχανισμό συμπερασμού (inference mechanism) που συλλέγει τα στοιχεία από τη σημασιολογική μνήμη. Η ιδέα είναι ότι όλα τα στοιχεία της μνήμης επεισοδίων που είναι αρκετά παρόμοια με μια έννοια της τρέχουσας πρότασης και έχουν αρκετά υψηλή τιμή ενεργοποίησης αντιγράφονται πίσω στη μνήμη εργασίας. Τα δύο κατώτατα όρια που ελέγχουν και οδηγούν αυτή τη συλλογή των στοιχείων είναι παραμετροποιημένα. Αυτό θα συνέβαινε σε ένα κείμενο που θα παρουσίαζε ένα θέμα X, στη συνέχεια θα μετατοπιζόταν στο θέμα Y και έτσι οι σχετικές έννοιες με το X θα αφαιρούνταν από τη μνήμη εργασίας, στην οποία θα επέστρεφαν με την επιστροφή στο θέμα X. Ο τρέχων μηχανισμός θα ανακτούσε έπειτα τις σχετικές με το X έννοιες από τη μνήμη επεισοδίων προκειμένου να γίνει μίμηση του γεγονότος ότι οι έννοιες μπορούν να συνδεθούν σε ένα κείμενο ακόμη κι αν δεν ακολουθούν απαραίτητα η μία την άλλη. Στο τέλος της επεξεργασίας του κειμένου, η μνήμη επεισοδίων περιέχει όλες τις προτάσεις από το κείμενο και η κάθε μια να συνοδεύεται από μια ένδειξη της σπουδαιότητά της.

Αυτό το πρότυπο του τρόπου με τον οποίο οι κύριες πληροφορίες έχουν επιλεγεί γνωστικά μπορεί να συγκριθεί με την ανθρώπινη συμπεριφορά κατά την κατανόηση κειμένου. Επιπλέον, δεδομένου ότι κάθε κατάσταση της μνήμης επεισοδίων απομνημονεύεται από το πρόγραμμα, η εξέλιξη των τιμών ενεργοποίησης μπορεί να αποθηκεύεται. Η λειτουργία αποσύνθεσης τείνει να μειώσει τις τιμές ενεργοποίησης αχρησιμοποίητων στοιχείων με την πάροδο του χρόνου. Η εξέλιξη των τιμών ενεργοποίησης στη μνήμη επεισοδίων δεν είναι γραμμική και εξαρτάται από τις προτάσεις που υποβάλλονται σε επεξεργασία.

3.7 Οι Ερωτήσεις ως Μέσο Αξιολόγησης της Κατανόησης Κειμένου

Η αξιολόγηση της κατανόησης ενός κειμένου είναι πολύ σημαντική, διότι βοηθάει τον εκπαιδευτή να διαγνώσει εναλλακτικές (μη επιστημονικές) αντιλήψεις και προβλήματα στην κατανόηση των εκπαιδευόμενων ώστε να γίνουν οι κατάλληλες παρεμβάσεις (Pellegrino et al, 2001).

Η διαμόρφωση ερωτήσεων που αφορούν ένα κείμενο είναι πολυδιάστατη διαδικασία με παιδαγωγικές και γνωστικές συνιστώσες. Οι ερωτήσεις θα πρέπει να πληρούν ορισμένα χαρακτηριστικά όπως (Βαϊνάς, 1998) (α) να εξαρτώνται από την τάξη ή την ηλικία των μαθητών, ανάλογα με το επιλεγμένο θέμα να εκμαιεύουν από τους μαθητές απαντήσεις σε προκαθορισμένη ως ένα βαθμό μορφή, (β) να προκαλούν στο μαθητή γνωστικές συγκρούσεις,

(γ) να αναδεικνύουν τις αντιφάσεις των μαθητών και τις μαθησιακές τους δυσκολίες και (δ) να διευκολύνουν την ανάλυση, επεξεργασία και κωδικοποίηση των επιχειρημάτων των μαθητών.

Η υποβολή ερωτήσεων στους μαθητές σχετικά με ένα κείμενο μπορεί να τους βοηθήσει στη προσπάθεια κατανόησης του κειμένου (Graesser et al., 2002; Βαϊνάς, 1998). Οι μαθητές καθοδηγούνται με κατάλληλες ερωτήσεις στο να αναγνωρίσουν χάσματα, αντιφάσεις, ασυναρτησίες και ασάφειες στις απαντήσεις τους με στόχο να βελτιώσουν την υπάρχουσα γνώση τους. Στο μοντέλο SWALE (Schank & Leake, 1989), για παράδειγμα, η μάθηση διευκολύνεται όταν ο αναγνώστης παρατηρεί ένα αντιφατικό γεγονός και παράγει ερωτήσεις που καθοδηγούν την κατασκευή μιας εξήγησης για το γεγονός. Οι ερωτήσεις εστιάζουν σε περιπτώσεις που εμφανίζεται μία αντίφαση σε μία εξήγηση που δίνει ο μαθητής για ένα θέμα, ένα χάσμα στη γνώση του ή ένα εμπόδιο στην επίτευξη ενός στόχου.

Μία πρακτική που έχει χρησιμοποιηθεί σε έρευνες όσον αφορά το είδος των ερωτήσεων που αναφέρονται στο κείμενο είναι τα ζεύγη ερωτήσεων (Tsaganou et al., 2003). Η πρώτη ερώτηση στο ζεύγος (θέση) ζητάει από τον μαθητή να πάρει θέση ως προς κάποιο θέμα. Η δεύτερη ερώτηση στο ζεύγος (δικαιολόγηση) ζητάει από τον μαθητή να δικαιολογήσει τη θέση του ως προς το θέμα. Τα ζευγάρια ερωτήσεων (θέση και δικαιολόγηση) κατασκευάζονται σε τρόπο ώστε να ανιχνεύουν τη κατανόηση από τον μαθητή των γνωστικών κατηγοριών μέσα στο κείμενο (Denhière & Baudet, 1992). Η παροχή στο μαθητή πιθανών εναλλακτικών απαντήσεων, παρόμοιων με αυτές που συχνά δίνουν οι μαθητές, σε μία ερώτηση μπορεί να βοηθήσει σημαντικά τη διαδικασία κατανόησης κειμένου. Οι τύποι και το περιεχόμενο των εναλλακτικών απαντήσεων διαμορφώνονται συχνά έπειτα από πειραματική εφαρμογή κειμένου με ερωτήσεις ανοικτού τύπου σε μαθητές. Γίνεται συλλογή, ανάλυση, αξιολόγηση και συμπλήρωση των απαντήσεων και επιλέγεται μία εναλλακτική απάντηση για κάθε τύπο απαντήσεων. Για παράδειγμα, σε σχετική έρευνα ανιχνεύτηκαν απαντήσεις διάφορων τύπων όπως: τύπου κοινωνικών αναπαραστάσεων (βιωμάτων, ποσότητας, ανθρωπομορφικές κλπ.), τύπου επιστημονικού, τύπου κυκλικού, δηλ. μη επιστημονικού κλπ.

Δύο βασικοί τρόποι αξιολόγησης της κατανόησης ενός κειμένου είναι η χρήση ερωτηματολογίου κλειστού τύπου και η χρήση ερωτηματολογίου ανοικτού τύπου. Σε γενικές γραμμές και προσπαθώντας να συγκρίνει κανείς τις κλειστού με τις ανοικτού τύπου ερωτήσεις θα μπορούσαν να σημειωθούν τα παρακάτω:

- Στις ερωτήσεις κλειστού τύπου οι ερωτηθέντες μπορούν να επιλέξουν είτε από ένα προϋπάρχον σύνολο απαντήσεων, όπως σωστού/λάθους, πολλαπλής επιλογής ή να κατατάξουν επιλογές βάσει κλίμακας Likert. Η απαντήσεις σε αυτού του τύπου τις

ερωτήσεις αναλύονται πιο εύκολα, οπότε και προτιμούνται σε μεγάλης κλίμακας έρευνες μιας και απαιτούν λιγότερο χρόνο από τον ερευνητή και τους συμμετέχοντες. Ακόμα μπορούν πιο εύκολα να αξιολογηθούν από υπολογιστή. Οι κλειστού τύπου όμως ερωτήσεις λόγω της απλότητας και του περιορισμού των πιθανών απαντήσεων δεν προσφέρουν στους ερωτηθέντες την επιλογή να εκφράσουν το τι πραγματικά έχουν κατανοήσει σχετικά με το θέμα. Επιπλέον, λόγω των συγκεκριμένων πιθανών απαντήσεων δεν υπάρχει δυνατότητα να διαπιστωθούν εναλλακτικές αντιλήψεις που φέρουν οι ερωτηθέντες και οι οποίες δεν εξετάζονται από τις ήδη προσχεδιασμένες πιθανές απαντήσεις.

- Στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου στους ερωτηθέντες προτείνεται ένα ορισμένο θέμα προς ανάπτυξη στους εκπαιδευόμενους για το οποίο καλούνται να εκθέσουν τις γνώσεις/απόψεις τους. Η έκταση της ανάπτυξης μπορεί να είναι ελεύθερη ή περιορισμένη. Οι ερωτήσεις ανοικτού τύπου σε αντίθεση με τις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής επιτρέπουν σε εκείνους που απαντούν να συμπεριλάβουν στις απαντήσεις τους τις στάσεις τους και την κατανόηση τους σχετικά με το θέμα. Επιτρέπουν ακόμα να διαφανεί αν αυτός που απαντάει έχει κατανοήσει την ίδια την ερώτηση ή αν έχει άποψη σχετικά με το θέμα. Είναι, λοιπόν, αναγκαίο για την σωστή διάγνωση εναλλακτικών (μη επιστημονικών) αντιλήψεων να χρησιμοποιούνται ερωτήσεις ανοικτού τύπου, οι οποίες μέχρι στιγμής δεν αξιολογούνται αυτόματα.

Ένα βασικό είδος ερωτήσεων κλειστού τύπου είναι οι ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής. Αυτές αποτελούνται από το στέλεχος, την ορθή απάντηση και τις παρεμβολές. Το στέλεχος περιλαμβάνει την ερώτηση ή το θέμα γενικά.

Ως προς το στέλεχος μια ερώτηση πολλαπλής επιλογής μπορεί να είναι:

- *Ερωτήσεις παραστατικής μορφής:* Στις ερωτήσεις αυτές δίνεται στους εκπαιδευόμενους ένα διάγραμμα, ή μια γραφική παράσταση, ή μια εικόνα που αποτελεί τη βάση του προβλήματος/ θέματος των ερωτήσεων.
- *Ερωτήσεις ερμηνευτικής μορφής:* Συνήθως δίνεται αρχικά ένα συγκεκριμένο κείμενο ιστορικό, φιλολογικό ή επιστημονικό και στη συνέχεια τίθενται ερωτήσεις πάνω σε αυτό.
- *Ερωτήσεις απλής ερωτηματικής μορφής:* Το πρόβλημα τίθεται κατ' ευθείαν υπό μορφή ερώτησης και στη συνέχεια παρέχονται οι σχετικές απαντήσεις.
- *Ερωτήσεις διαζευκτικής απάντησης ή ερωτήσεις του τύπου «σωστό-λάθος»:* Στις ερωτήσεις αυτού του είδους ο εκπαιδευόμενος καλείται να απαντήσει αν κάτι που εκφράζεται στο στέλεχος της ερώτησης είναι ορθό ή εσφαλμένο.

- *Ερωτήσεις σύζευξης – αντιστοίχισης:* Δίνεται στον εκπαιδευόμενο μια σειρά από διάφορα στοιχεία και ζητείται απ' αυτόν να τα συσχετίσει με τα στοιχεία μιας άλλης σειράς.
- *Ερωτήσεις διάταξης:* Οι ερωτήσεις αυτού του τύπου, οι οποίες λέγονται και ερωτήσεις κλιμάκωσης ή ιεραρχίσεως, αποτελούνται από το στέλεχος, στο οποίο προσδιορίζεται το κριτήριο με το οποίο πρέπει να διαταχθούν τα στοιχεία που ακολουθούν και από τις προς διάταξη απαντήσεις.
- *Ερωτήσεις συμπλήρωσης:* Στις ερωτήσεις αυτές δίνεται ένα λογικό σύνολο, σε κάποιο σημείο του οποίου υπάρχει κενό και ζητείται από τον εκπαιδευόμενο να το συμπληρώσει με βάση τις γνώσεις του. Τα προς συμπλήρωση κενά μπορεί να είναι ένα ή περισσότερα. Τα ζητούμενα είναι δυνατό να αναγράφονται κάτω από την ερώτηση και να καλείται ο εκπαιδευόμενος να επιλέξει αυτό που ενδείκνυται περισσότερο.

Οι ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής εμφανίζουν πιθανά πρόβλημα για τους παρακάτω λόγους. Πρώτον, οι Katz et al. (1990) βρήκαν ότι οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να αποδώσουν σε επίπεδα πάνω από τα ποσοστά της τύχης στις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής στο *σχολικό τεστ ικανοτήτων* (Scholastic Aptitude Test - SAT), χωρίς να διαβάσουν το κείμενο που είναι ενσωματωμένο με τις ερωτήσεις. Το εύρημα αυτό, θέτει το ερώτημα αν οι ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής είναι έγκυρα και κατάλληλα εργαλεία μέτρησης της κατανόησης κατά την ανάγνωση (Daneman & Hannon, 2001). Οι Daneman και Hannon (2001), έδειξαν επίσης ότι οι ερωτήσεις του παραπάνω τεστ, αναδεικνύουν τις διαδικασίες κατανόησης όταν οι εκπαιδευόμενοι διαβάζουν το κείμενο, υποστηρίζοντας την εγκυρότητα των ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής σε τυπικές καταστάσεις τεστ. Επιπρόσθετα, βρήκαν ότι το SAT διατηρεί την εγκυρότητα δομής ακόμη και όταν οι εκπονούντες το τεστ δε διαβάζουν καθόλου το κείμενο, διότι εμπλέκονται σε ένα σύνθετο συλλογισμό. Επομένως, το θέμα της καταλληλότητας των ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής στις δραστηριότητες κατανόησης κατά την ανάγνωση παραμένει ανοικτό.

Επιπλέον, το ενδιαφέρον σχετικά με τις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, στρέφεται γύρω από την τάση τους να ωθούν τους σπουδαστές στην επιλογή προκαθορισμένων απαντήσεων, όταν είναι δυνατόν να υπάρχουν και άλλες περισσότερο βιώσιμες επιλογές, ανάλογα με τις ερμηνείες των εκπαιδευομένων. Κατά συνέπεια, οι ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής μπορεί να έχουν ως αποτέλεσμα μια επίδοση στο τεστ, η οποία δεν απεικονίζει με ασφάλεια την ικανότητα των εκπαιδευομένων να οικοδομούν το νόημα των κειμένων (Valencia & Pearson, 1987).

Έχοντας ως κίνητρο τα παραπάνω, ερευνητές χρησιμοποίησαν στατιστικές (Bridgeman & Rock, 1993) και πειραματικές τεχνικές (Ericsson & Simon, 1993; Pearson & Garavaglia, 1999) για να μελετήσουν τις διαφορές ανάμεσα στην αξιολόγηση με ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής

και στην αξιολόγηση με ερωτήσεις ανοικτού τύπου όσον αφορά στην ικανότητά τους να μετρούν με ασφάλεια και εγκυρότητα την κατανόηση κατά την ανάγνωση. Συνολικά, τα αποτελέσματα των προηγούμενων ερευνών δείχνουν ότι η επίδραση της μορφής των ερωτήσεων στην αξιολόγηση της κατανόησης είναι σύνθετη και εξαρτάται από τη φύση του κειμένου και των ερωτήσεων.

Ένα μειονέκτημα των προηγούμενων ερευνών που συνέκριναν τις απαντήσεις στις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής και ανοικτού τύπου είναι ότι διεξήχθησαν με προϋπάρχουσες ερωτήσεις κατανόησης, οι οποίες δεν έλεγξαν το περιεχόμενο της ερώτησης. Λίγοι ερευνητές προσπάθησαν να συγκρίνουν ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής και ανοικτού τύπου μετατρέποντας άμεσα τις ερωτήσεις κατανόησης από τη μια μορφή στην άλλη (Fredericksen, 1984). Έτσι, υπάρχει η ανάγκη για επιπλέον έρευνα στη σύγκριση ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής και ανοικτού τύπου για την αξιολόγηση της κατανόησης από κείμενα (Ozuru et al., 2007).

Οι εμπειρικές μετρήσεις μπορούν να διακριθούν σε αυτές που αξιολογούν το μοντέλο κειμενικής βάσης που οικοδομεί ο εκπαιδευόμενος (Kintsch 1998), διότι όλη η πληροφορία που απαιτείται για να απαντηθούν υπάρχει μέσα στο κείμενο και σε αυτές που αξιολογούν το καταστασιακό μοντέλο που οικοδομεί ο εκπαιδευόμενος (Kintsch 1998), διότι για να απαντηθούν ο εκπαιδευόμενος πρέπει να έχει κατασκευάσει ένα πλήρες καταστασιακό μοντέλο του κειμένου κατά τη διάρκεια της διαδικασίας της κατανόησης. Όμως, μια μέτρηση της κατανόησης δεν μπορεί να αντιστοιχεί αποκλειστικά στο ένα ή στο άλλο επίπεδο, διότι τα επίπεδα της κατανόησης δεν είναι ξεχωριστές δομές και επιπλέον το μοντέλο οικοδόμησης γνώσης περιλαμβάνει και το μοντέλο κειμενικής βάσης και το καταστασιακό μοντέλο. Εν τούτοις, κάποιες μετρήσεις εκφράζουν περισσότερο τη μνήμη των πληροφοριών που παρέχονται απευθείας από το κείμενο (κειμενική βάση), π.χ. αναγνώριση (recognition), ερωτήσεις βασισμένες στο κείμενο (text-based), αναπαραγωγική ανάκληση (reproductive recall), ενώ άλλες μετρήσεις εκφράζουν περισσότερο τη μάθηση από το κείμενο (καταστασιακό μοντέλο), π.χ. ερωτήσεις γεφύρωσης-συμπερασμού (bridging-inference), ερωτήσεις επεξεργασίας-συμπερασμού (elaborative-inference), δραστηριότητες επίλυσης προβλήματος (problem solving), δραστηριότητες ταξινόμησης λέξεων-κλειδιών (keyword sorting tasks).

Γενικά είναι αποδεκτό ότι η επίδοση σε μια μέτρηση εξαρτάται κυρίως από το μοντέλο κειμενικής βάσης (Kintsch, 1998) που οικοδομεί ο εκπαιδευόμενος, όταν η μέτρηση αξιολογεί πληροφορία η οποία παρέχεται κατευθείαν από το κείμενο, όπως στα παρακάτω είδη ερωτήσεων/δραστηριοτήτων:

- Οι δραστηριότητες αναγνώρισης (recognition tasks) θεωρούνται ως μέτρηση αξιολόγησης του μοντέλου κειμενικής βάσης, διότι όλη η πληροφορία εμπεριέχεται στην ερώτηση και η απάντησή τους είναι απλά και μόνο θέμα αναγνώρισης του κειμένου.
- Οι βασισμένες στο κείμενο ερωτήσεις (text-based questions) θεωρούνται ως μετρήσεις αξιολόγησης του μοντέλου κειμενικής βάσης, διότι για να απαντηθούν όλη η πληροφορία που χρειάζεται εμπεριέχεται σε ένα μόνο τμήμα του κειμένου και ο εκπαιδευόμενος δεν οφείλει να έχει κατανοήσει τις σχέσεις μεταξύ διαφορετικών τμημάτων του κειμένου.
- Η αναπαραγωγική ανάκληση (reproductive recall) θεωρείται επίσης ως μέτρηση αξιολόγησης του μοντέλου κειμενικής βάσης, διότι ο εκπαιδευόμενος μπορεί να έχει τη δυνατότητα αναπαραγωγής διαφορετικών τμημάτων ενός κειμένου χωρίς να κατανοεί ή να αναπαράγει τις σχέσεις μεταξύ τους.

Όμως, ο βαθμός στον οποίο η ανάκληση είναι μέτρηση αξιολόγησης του μοντέλου κειμενικής βάσης ή του καταστασιακού μοντέλου συζητιέται. Όταν η ανάκληση του κειμένου από τον εκπαιδευόμενο περιλαμβάνει και συμπερασμούς τότε εκφράζει περισσότερο το καταστασιακό μοντέλο που κατασκευάζει ο εκπαιδευόμενος κατά τη διαδικασία της κατανόησης. Εν τούτοις, σε πολλές περιπτώσεις ο εκπαιδευόμενος δεν καταλήγει σε συμπερασμούς, οπότε η ανάκληση είναι σχεδόν καθαρά αναπαραγωγική, όπως είναι οι περιλήψεις. Μπορεί να εμπεριέχουν κάποια σημασιολογική γνώση, όπως η γενίκευση κάποιας έννοιας σε άλλη ή παράφραση αλλά ακόμη παραμένουν κυρίως στο επίπεδο της αξιολόγησης του μοντέλου κειμενικής βάσης. Βεβαίως, η ανάκληση και οι περιλήψεις μπορεί να θεωρηθούν καλοί δείκτες καλά αναπτυγμένων καταστασιακών μοντέλων όταν περιλαμβάνουν πληροφορία που δεν εμπεριέχεται στο κείμενο.

Μια μέτρηση θεωρείται ότι αξιολογεί το καταστασιακό μοντέλο (Kintsch, 1998), όταν για να απαντήσει ο εκπαιδευόμενος πρέπει: (α) η πληροφορία που εμπεριέχεται στο κείμενο να συνδυαστεί με τη γνώση από το γνωστικό του υπόβαθρο, π.χ. ερωτήσεις επεξεργασίας-συμπερασμού, δραστηριότητα επίλυσης προβλήματος, (β) η οργάνωση της πληροφορίας μέσα στο κείμενο πρέπει να είναι διακριτή, π.χ. ταξινόμηση λέξεων-κλειδιών, (γ) περισσότερα από ένα τμήματα του κειμένου να προσπελαστούν και να γίνει κατανοητή η μεταξύ τους σχέση, π.χ., ερωτήσεις γεφύρωσης-συμπερασμού.

Οι ερωτήσεις γεφύρωσης-συμπερασμού αξιολογούν το καταστασιακό μοντέλο όταν η κατανόηση των τμημάτων του κειμένου απαιτεί και γνώση από το γνωστικό υπόβαθρο του εκπαιδευόμενου. Όταν περιλαμβάνουν μόνο συντακτική ή σημασιολογική γνώση, οι ερωτήσεις

αυτές αξιολογούν το μοντέλο κειμενικής βάσης που κατασκευάζει ο εκπαιδευόμενος κατά τη διαδικασία της κατανόησης.

3.8 Συστήματα που Υποστηρίζουν την Κατανόηση Κειμένου

Δύο παραδείγματα συστημάτων/εκπαιδευτικών περιβαλλόντων, το προσαρμοστικό εκπαιδευτικό περιβάλλον ALMA και το προσαρμοστικό περιβάλλον ReTuDis, τα οποία λειτουργούν ως γνωστικά εργαλεία υποβοήθησης της μάθησης και αξιολόγησης της κατανόησης κειμένων, περιγράφονται στις ενότητες 3.4.1 και 3.4.2.

3.8.1 Προσαρμοστικό Εκπαιδευτικό Περιβάλλον ALMA

Το Διαδικτυακό Προσαρμοστικό Εκπαιδευτικό Περιβάλλον Κατανόησης Κειμένου (ALMA) (Adaptive Learning Models from texts and Activities) (Gasparinatos & Grigoriadou, 2011), υποστηρίζεται από κείμενα και δραστηριότητες (Εικόνα 3).

Η σχεδίαση και υλοποίηση του ALMA αποτέλεσε πρόκληση για έρευνα σχετικά με: (1) τις αρχές σχεδίασης συστημάτων κατανόησης κειμένου, (2) τη μοντελοποίηση και αναπαράσταση του πεδίου γνώσης τους, (3) τη μοντελοποίηση του μαθητή, (4) τη μοντελοποίηση της διαδικασίας διάγνωσης χαρακτηριστικών του μαθητή και της διαδικασίας παροχής πλαισίου στήριξης, καθώς και (5) το σχεδιασμό της προσαρμογής συστημάτων κατανόησης κειμένου (προσαρμοστικότητα και έλεγχος της προσαρμογής από το μαθητή), αξιοποιώντας το μοντέλο μαθητή και τις τεχνολογίες προσαρμογής.



Εικόνα 3. Προτεινόμενο κείμενο ανάλογα με το γνωστικό υπόβαθρο του εκπαιδευόμενου.

Το ALMA (Adaptive Learning Models from texts and Activities) υποστηρίζει τη μαθησιακή διαδικασία και τη διαδικασία της αξιολόγησης μέσα από:

- Την παροχή κειμένων διαφορετικής τοπικής και συνολικής συνοχής για εκπαιδευόμενους με χαμηλό, μέσο και υψηλό γνωστικό υπόβαθρο.
- Την εκπόνηση δραστηριοτήτων που αντιστοιχούν σε διαφορετικά επίπεδα κατανόησης και ενεργοποιούν τον εκπαιδευόμενο να εφαρμόσει στην πράξη διαφορετικές στρατηγικές ανάγνωσης ενώ η προτεινόμενη σειρά εκπόνησης των δραστηριοτήτων προσαρμόζεται στο μαθησιακό στίλ του εκπαιδευόμενου.
- Την παροχή ενός πλαισίου στήριξης κατά τη διάρκεια εκπόνησης της δραστηριότητας με στόχο να πληροφορήσει, καθοδηγήσει και υποστηρίξει τους μαθητές, ώστε να ανακαλύψουν τα λάθη τους και να προβούν σε τυχόν διορθώσεις.
- Την παροχή εξατομικευμένης υποστήριξης και καθοδήγησης σύμφωνα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των μαθητών.
- Την αξιοποίησή του στην εκπαίδευση από απόσταση ή σε υβριδική διδασκαλία (blended learning), όπου οι εκπαιδευόμενοι υποστηρίζονται από διδασκαλία πρόσωπο με πρόσωπο και διδασκαλία υποστηριζόμενη από υπολογιστή.

Η προσαρμοστική τεχνική που προσφέρεται διαμέσου του ALMA είναι:

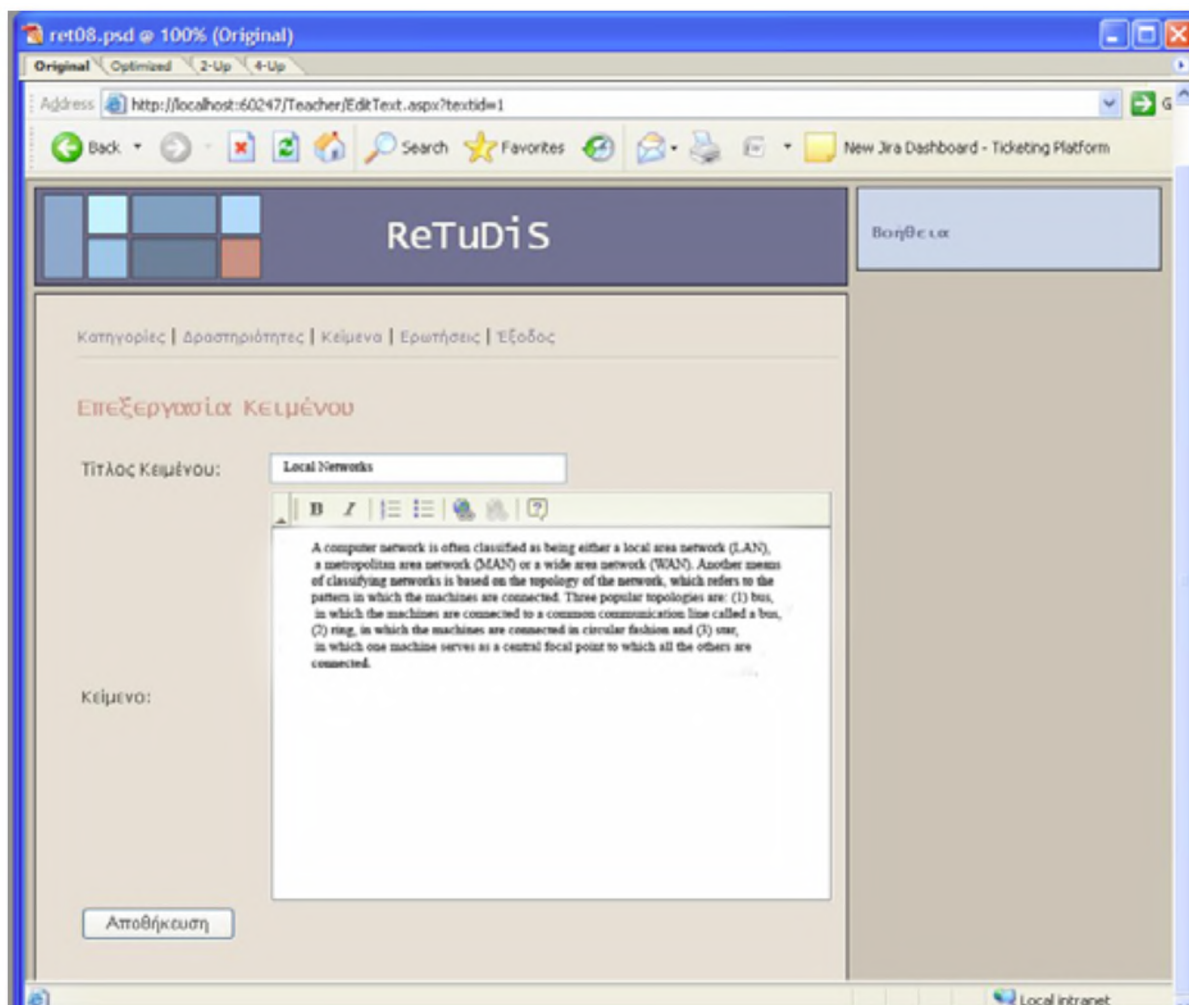
- *Προσαρμοστική παρουσίαση* (adaptive presentation): Το περιβάλλον προτείνει στον εκπαιδευόμενο να διαβάσει την έκδοση του κειμένου που είναι πιο κατάλληλη γι' αυτόν ανάλογα με το γνωστικό του υπόβαθρο.
- *Προσαρμοστική πλοήγηση* (adaptive navigation): Το περιβάλλον βοηθά τον εκπαιδευόμενο στην εύρεση μονοπατιών στον υπερχώρο (hyperspace) του εκπαιδευτικού υλικού με την προσαρμογή των συνδέσεων των σελίδων στα χαρακτηριστικά του μοντέλου του.

Θα πρέπει να σημειωθεί εδώ ότι η αξιολόγηση της κατανόησης κειμένου από το ALMA πραγματοποιείται με ερωτήσεις κλειστού τύπου.

3.8.2 Προσαρμοστικό Εκπαιδευτικό Περιβάλλον ReTuDiS

Το ReTuDiS (Tutorial Dialogue System for Historical Text Comprehension) (Grigoriadou & Tsaganou, 2005) είναι ένα ανοικτό διαλογικό αναστοχαστικό εκπαιδευτικό σύστημα για κατανόηση κειμένου που στηρίζεται στο μοντέλο κατανόησης κειμένου των Denhière και

Baudet (1992) και στη θεωρία διαλόγου (Collins, 1987). Περιλαμβάνει τρία τμήματα: το *Διαγνωστικό* και *Διαλογικό* τμήμα, και το *Συγγραφικό* εργαλείο ReTuDiSAuth (Εικόνα 4).



Εικόνα 4. Το συγγραφικό εργαλείο ReTuDiSAuth.

Στο *διαγνωστικό τμήμα* ο εκπαιδευόμενος απαντάει σε μία σειρά γενικών ερωτήσεων κλειστού τύπου διερεύνησης της πρότερης γνώσης του σε συγκεκριμένη θεματική ενότητα στο γνωστικό αντικείμενο της Πληροφορικής, επιλέγοντας από τις εναλλακτικές απαντήσεις που δίνονται. Οι ερωτήσεις σκοπό έχουν να διερευνήσουν, σύμφωνα με το μοντέλο κατανόησης κειμένου των Denhière και Baudet, τη κατανόηση γνωστικών κατηγοριών, όπως ατόμων, καταστάσεων και γεγονότων, τη κατανόηση σχέσεων μέρους-όλου μεταξύ των ατόμων, όπως μονάδες του συστήματος τις οποίες περιγράφει ένα κείμενο, τη κατανόηση αιτιακών σχέσεων μεταξύ γεγονότων και καταστάσεων και τη κατανόηση σκοπών και υποσκοπών του συστήματος (Tsaganou & Grigoriadou, 2008). Με βάση τις απαντήσεις του εκπαιδευόμενου το σύστημα εξάγει το γνωστικό προφίλ πρότερης γνώσης του και χαρακτηρίζει τη πρότερη γνώση του ως «μη επαρκή», «μέτρια» ή «επαρκή». Στο *διαλογικό τμήμα* παρέχεται στον εκπαιδευόμενο, βάσει του προφίλ που έχει προκύψει στο διαγνωστικό τμήμα, το κατάλληλο κείμενο που συνοδεύεται

από ερωτήσεις και διαλόγους. Οι τύποι των ερωτήσεων είναι: ομαδοποίησης εννοιών, αντιστοίχισης εννοιών, συμπλήρωσης, ταξινόμησης, θέσης- αιτιολόγησης και ανοικτής απάντησης. Οι διάλογοι βασίζονται στη θεωρία για διαχείριση διαλόγου, τη χρήση διαλογικών στρατηγικών και των τακτικών και σχεδίων διαλόγου που προάγουν τον αναστοχασμό (Collins, 1987). Μετά την απάντηση των ερωτήσεων το σύστημα προκαλεί τον εκπαιδευόμενο σε αναστοχαστικό διάλογο που κατευθύνεται από τις αρχικές απαντήσεις στις ερωτήσεις και έχει στόχο να τον οδηγήσει μέσω της κατασκευής περισσότερο συνεκτικών επιχειρημάτων σχετικά με τη κατανόηση κειμένου. Ο εκπαιδευόμενος συμμετέχοντας στο διάλογο αναθεωρεί τις απαντήσεις του και οδηγείται στην επιστημονική γνώση

Το *συγγραφικό εργαλείο ReTuDiSAuth* του συστήματος ReTuDiS υποστηρίζει το συγγραφέα μέσω του διαδικτύου στη συγγραφή κειμένων και διαλογικών δραστηριοτήτων κατανόησης κειμένου (Grigoriadou & Tsaganou, Tsaganou & Grigoriadou, 2009). Περιλαμβάνει πεδία για εισαγωγή κειμένου και ερωτήσεων, μενού επιλογών, εργαλεία επεξεργασίας κειμένου, πλήκτρα διασύνδεσης μονάδων εκπαιδευτικού υλικού και εργαλεία διαχείρισης υλικού και χρηστών. Επίσης περιλαμβάνει εκπαιδευτικό υλικό από το οποίο μπορούν να επιλεγούν τμήματα. Παρέχει στο συγγραφέα τη καθοδήγηση να παρέμβει στη δομή ενός κειμένου που περιγράφει ένα τεχνικό σύστημα και να το ανασχεδιάσει με βάση τη θεωρία κατανόησης κειμένου των Denhière & Baudet και να σχεδιάσει διαλογικές δραστηριότητες διαφόρων τύπων. Με τη βοήθεια του συγγραφικού εργαλείου ο συγγραφέας μπορεί να κατασκευάσει δραστηριότητες για τους μαθητές του που να περιλαμβάνουν κείμενα με ερωτήσεις που έχει κατασκευάσει ο ίδιος ή που έχει επιλέξει από το υπάρχον στο σύστημα εκπαιδευτικό υλικό.

3.9 Συμπεράσματα

Όπως έχει σημειωθεί και στο πρώτο κεφάλαιο, στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής βασικό σκοπό αποτελεί η αξιοποίηση μοντέλων κατανόησης κειμένου στη σχεδίαση και υλοποίηση ενός γνωστικού εργαλείου υποστήριξης μάθησης εννοιών Πληροφορικής και αξιολόγησης της κατανόησης τους. Το μοντέλο *Δόμησης-Ολοκλήρωσης* του Kintsch αναφέρεται στην κατανόηση κειμένου και δεν εξειδικεύει σε κείμενα Πληροφορικής. Στην περίπτωση κειμένων Πληροφορικής τα οποία έχουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά που περιγράφονται αναλυτικά στο επόμενο κεφάλαιο, ο αναγνώστης κατά την ανάγνωση έρχεται αντιμέτωπος με συγκεκριμένες γνωστικές κατηγορίες, οι οποίες, λόγω του ότι τα κείμενα αυτά περιγράφουν τεχνικά συστήματα, εστιάζουν σε καταστάσεις στις οποίες βρίσκονται τα τεχνικά αυτά συστήματα, τα γεγονότα που συμβαίνουν σε αυτά και, τέλος, τους σκοπούς που αυτά επιτελούν.

Η οικοδόμηση γνώσης κατά την ανάγνωση ενός κειμένου Πληροφορικής περιγράφεται πολύ καλά μέσω του μοντέλου κατανόησης κειμένου των Denhière και Baudet (ενότητα 3.4). Το γεγονός ότι το γνωστικό εργαλείο που αποτελεί σκοπό της παρούσας διατριβής έχει ως βασικό χαρακτηριστικό την αξιολόγηση της κατανόησης συστημάτων που περιγράφονται σε κείμενα Πληροφορικής και κατ' επέκταση τη διερεύνηση των εναλλακτικών (μη επιστημονικών) αντιλήψεων που εμφανίζουν οι αναγνώστες κατά την οικοδόμηση της γνώσης χρησιμοποιήθηκε ως μοντέλο αναφοράς το μοντέλο κατανόησης κειμένου των Denhière και Baudet.

Η LSA, η οποία αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο στις μέρες μας για τη βαθμολόγηση απαντήσεων σε ερωτήσεις ανοιχτού τύπου, δεν δύναται να ανατροφοδοτήσει τον εκπαιδευόμενο με βάση τα λάθη του και τις εναλλακτικές αντιλήψεις που εμφανίζονται στις απαντήσεις του, επειδή δε λαμβάνει υπόψη το πραγματικό νόημα της κάθε έννοιας. Επιπλέον, ένα άλλο μειονέκτημα των συστημάτων που βασίζονται στην LSA είναι το γεγονός ότι δεν είναι επεκτάσιμα, επειδή η αναπαράσταση γνώσης είναι βασισμένη σε χρήση στατικών διανυσμάτων συχνοτήτων εμφάνισης λέξεων σε μεγάλα σώματα κειμένου. Επιπλέον, συστήματα που υποβοηθούν την κατανόηση κειμένου, όπως εκείνα που περιγράφηκαν στις ενότητες 3.8.1 και 3.8.2 περιορίζονται σε δραστηριότητες κλειστού τύπου για την αξιολόγηση του προφίλ του αναγνώστη, καθώς και της κατανόησης εννοιών σε κάποιο γνωστικό αντικείμενο.

Η ανάγκη, λοιπόν, αξιολόγησης της κατανόησης ενός επιστημονικού κειμένου μέσω σύντομων απαντήσεων σε ερωτήσεις ανοιχτού τύπου οδήγησαν στη σχεδίαση και υλοποίηση του γνωστικού εργαλείου της παρούσας διατριβής, το οποίο συν τοις άλλοις παρέχει τη δυνατότητα εμπλουτισμού του με σημασιολογικό περιεχόμενο που εκφράζει περισσότερες αιτιακές και χρονικές σχέσεις, σκοπούς και υποσκοπούς και λειτουργίες τεχνικών συστημάτων που περιγράφονται σε κείμενα Πληροφορικής, με βάση σημασιολογικές σχέσεις μεταξύ εννοιών και όχι τη λανθάνουσα σημασιολογική ανάλυση που προωθείται από συστήματα στηριγμένα στην LSA.

Επιπλέον, το γνωστικό αυτό εργαλείο παρέχει τη δυνατότητα αξιολόγησης απαντήσεων σε διαφορετικού είδους ερωτήσεις ανοιχτού τύπου, όπως ερωτήσεις τελεολογικής δομής, δηλαδή ερωτήσεις που εξετάζουν την κατανόηση σκοπών/υποσκοπών μονάδων και συστημάτων, μετασχηματιστικής δομής, δηλαδή ερωτήσεις που εξετάζουν την κατανόηση λειτουργιών που πραγματοποιούν μονάδες ενός συστήματος και σχεσιακής δομής, δηλαδή ερωτήσεις που αφορούν στην κατανόηση υπερωνυμικών και μερωνυμικών σχέσεων μεταξύ οντοτήτων.

Οικοδόμηση Γνώσης στο Γνωστικό Αντικείμενο της Πληροφορικής: Τρεις Εμπειρικές Μελέτες

Η διαδικασία της κατανόησης κειμένου έχει αποτελέσει αντικείμενο έρευνας και μελέτης πολλών επιστημονικών κλάδων. Κάθε επιστήμη εξετάζει την κατανόηση κειμένου από τη σκοπιά της με απώτερο σκοπό όχι μόνο την καταγραφή αυτής της σύνθετης νοητικής λειτουργίας, αλλά και προτάσεις παρεμβάσεων ώστε να βοηθηθούν εκείνοι που συχνά την επιτελούν (για παράδειγμα, οι εκπαιδευόμενοι σε ένα γνωστικό αντικείμενο) και να τη βελτιώσουν αποτελεσματικά. Είναι, λοιπόν σημαντική η μελέτη της γνωστικών διεργασιών που παίρνουν μέρος στην κατανόηση κειμένου ώστε να διαπιστωθεί ο τρόπος με τον οποίο αναγνώστες ενός κειμένου με διαφορετική προϋπάρχουσα γνώση διαμορφώνουν διαφορετικές αναπαραστάσεις του περιεχομένου του κειμένου αυτού, οι οποίες θα μπορούσαν να καταγραφούν σε υπολογιστή και να χρησιμοποιηθούν σε διάφορες περιπτώσεις.

Οι ερευνητές αποδέχονται ότι οι δυσκολίες που διαπιστώνονται στους εκπαιδευόμενους έχουν σχέση με τις υπάρχουσες γνωστικές τους δομές (Ausubel, 1968; Posner et al, 1982; Vosniadou & Brewer, 1987). Οι διαπιστώσεις αυτές συνάδουν με τις αρχές του κονστρουκτιβισμού (constructivism), οι οποίες υποστηρίζουν ότι οι αναπαραστάσεις που αποκτούν οι εκπαιδευόμενοι δεν είναι αντίγραφο των αναπαραστάσεων του περιεχομένου των κειμένων, αλλά προέρχονται από την ερμηνεία του περιεχομένου αυτού, σύμφωνα με τις ιδέες και τις αντιλήψεις που οι ίδιοι έχουν αποκτήσει από την επαφή τους με το κοινωνικό τους περιβάλλον. Τα κείμενα παρουσιάζουν την τρέχουσα αποδεκτή επιστημονική άποψη, αλλά αυτό που οι εκπαιδευόμενοι ερμηνεύουν εξαρτάται από τις δικές τους εμπειρίες και τις ήδη υπάρχουσες αναπαραστάσεις που διαθέτουν. Για να κατανοήσουν οι εκπαιδευόμενοι μια έννοια θα πρέπει να χρησιμοποιήσουν μια κατάλληλη αναπαράσταση μέσα από την εμπειρία τους αναδομώντας τις πληροφορίες στη μνήμη τους με αποτέλεσμα μια όχι πάντα επιστημονική εικόνα του κόσμου (von Glaserfeld, 1995).

Μια κατηγορία δυσκολιών, η οποία συγκεντρώνει τα τελευταία χρόνια το ενδιαφέρον των παιδαγωγών και των γνωστικών ψυχολόγων, είναι οι παρανοήσεις (misconceptions). Ο όρος παρανόηση ή εναλλακτική αντίληψη (alternative conception) ορίζεται ως η γνώση, η οποία είναι ασυμβίβαστη ή διαφορετική από εκείνη που είναι επιστημονικά αποδεκτή. Οι παρανοήσεις εμφανίζονται όταν ο εκπαιδευόμενος έχει διαμορφώσει ένα γνωστικό μοντέλο διαφορετικό από το επιστημονικά αποδεκτό (Smith et al, 1993). Οι εκπαιδευόμενοι αναπτύσσουν προσωπικές αντιλήψεις και ερμηνευτικά πλαίσια με τα οποία προσπαθούν να εξηγήσουν τον κόσμο και να λύσουν τα προβλήματα που τους παρουσιάζονται υποπίπτοντας σε λάθη (Vosniadou & Brewer, 1992; Vosniadou, 1994; Vosniadou, 2001).

Οι αναγνώστες επιστημονικών κειμένων συναντούν πολλές δυσκολίες στην κατανόηση τους. Κατά τους Graesser, Leon και Otero (2002) τα κείμενα αυτά περιέχουν ένα πλήθος από όρους, οι οποίοι πρέπει να αποκρυπτογραφηθούν και να απομνημονευτούν, ενώ περιγράφουν σύνθετες καταστάσεις και λειτουργίες που κάθε μια διαθέτει διαφορετικές ιδιότητες και συσχετίσεις με τις άλλες, οι οποίες επηρεάζουν το όλο σύστημα. Η γλώσσα και τα σύμβολα ενός επιστημονικού κειμένου δεν συναντώνται στην καθημερινή εμπειρία και συχνά απαιτούν απόλυτη ακρίβεια, συγκέντρωση και προσοχή από τον αναγνώστη. Επιπλέον, οι συγγραφείς των κειμένων συχνά δεν παρέχουν αρκετές επεξηγήσεις, ώστε οι αναγνώστες να δημιουργήσουν συνεπείς αναπαραστάσεις των πληροφοριών που περιέχονται στα κείμενα. Τα παραπάνω προβλήματα είναι ιδιαίτερα σημαντικά για αναγνώστες με περιορισμένες γνώσεις στο γνωστικό αντικείμενο. Οι δυσκολίες πολλαπλασιάζονται όταν οι αναγνώστες με περιορισμένη γνώση γύρω από μια συγκεκριμένη επιστήμη καλούνται να κατανοήσουν κείμενα τα οποία απαιτούν την οικοδόμηση ενός συστήματος εννοιών διαφορετικού από αυτό που έχουν (Goldman & Rakestraw, 2000).

4.1 Έρευνες στην Κατανόηση Κειμένων Πληροφορικής

Στον επιστημονικό χώρο της ανάλυσης διαλόγου (discourse analysis) έχουν προταθεί κατά καιρούς διάφορα συστήματα ταξινόμησης κειμένων που ονομάζονται είδη κειμένου (text genres), οργανωμένα σε μια πολυεπίπεδη ιεραρχική ταξινόμηση (Biber, 1988). Τέτοια είδη είναι: το αφηγηματικό κείμενο (narrative text), το εκθεσιακό κείμενο (expository text), το κείμενο πειθούς (persuasive text) και το περιγραφικό κείμενο (descriptive text) (Brooks & Warren, 1972).

Υπάρχει πλούσια βιβλιογραφία σχετικά με τη συγγραφή και την κατανόηση των αφηγηματικών κειμένων, όπως έρευνες σχετικά με την γραμματική ιστοριών (story grammars) (Mandler, 1984) και την κατασκευή θεματικών (thematics) και ιστοριών (Williams, 1993). Όσον αφορά τα εκθεσιακά κείμενα, οι Meyer και Freedle (1984) διερεύνησαν τη σύνθεση πολλών υποκατηγοριών εκθεσιακών κειμένων, όπως κείμενα λύσης προβλήματος, απόδειξης ισχυρισμών,

σύγκρισης και αντίθεσης, ορισμού και παραδείγματος, και άλλων. Παράδειγμα εκθεσιακών κειμένων είναι τα κείμενα Πληροφορικής, όπως τα σχετικά με την *Ιεραρχία Μνήμης*, τα *Δίκτυα Υπολογιστών*, τα *Λειτουργικά Συστήματα* κ.λπ., τα οποία περιλαμβάνουν λύση προβλημάτων, συγκρίσεις μονάδων, ορισμούς και παραδείγματα.

Τα κείμενα Πληροφορικής παρουσιάζουν τα εξής χαρακτηριστικά (ACM and IEEE, 2008):

- Είναι πολύπλοκα και εξαρτώνται από παράγοντες, οι οποίοι είναι κυρίως εγγενείς μέσα στα κείμενα, και μεγάλο μέρος από το περιεχόμενό τους είναι αφηρημένο και τεχνικό, απομακρυσμένο από την εμπειρία της καθημερινής ζωής.
- Υποστηρίζουν τους εκπαιδευόμενους να χρησιμοποιούν έννοιες από πολλά διαφορετικά πεδία. Οι εκπαιδευόμενοι Πληροφορικής πρέπει να μάθουν να συνδυάζουν τη θεωρία και την πρακτική, να αναπτύσσουν αφαιρετική ικανότητα και να εκτιμούν την αξία της καλής μηχανικής σχεδίασης.
- Υποστηρίζουν τους εκπαιδευόμενους να αναπτύξουν μια βαθιά κατανόηση των τεχνικών συστημάτων ως σύνολο. Οι εκπαιδευόμενοι πρέπει να είναι σε θέση να αναγνωρίζουν τη δομή των υπολογιστικών συστημάτων και τις διαδικασίες οι οποίες περιλαμβάνονται στην κατασκευή και στην ανάλυσή τους.
- Υποστηρίζουν τους εκπαιδευόμενους στην κατανόηση βασικών εννοιών, οι οποίες είναι συνδεδεμένες με άλλες έννοιες, όπως για παράδειγμα, η κατανόηση της κρυφής μνήμης (caching) απαιτεί την κατανόηση της αρχής της τοπικότητας της αναφοράς.

Στο αντικείμενο της Πληροφορικής ο Beyer (1990) χρησιμοποίησε ως μαθησιακό υλικό ένα εγχειρίδιο χρήσης υπολογιστή. Αναθεώρησε το αρχικό εγχειρίδιο καθιστώντας τη μακροδομή (Kintsch, 1998) του σαφέστερη προσθέτοντας επικεφαλίδες σε ενότητες και υποενότητες. Επίσης, κατέστησε τις οδηγίες πιο σαφείς προσθέτοντας παραδείγματα. Το αναθεωρημένο κείμενο ήταν σημαντικά βελτιωμένο συγκρινόμενο με την αρχική έκδοση, αλλά η βελτίωση στην επίδοση των εκπαιδευόμενων περιορίστηκε στις δραστηριότητες επίλυσης προβλήματος.

Οι Gasparinatos & Grigoriadou (2010, 2011) μελέτησαν τη μάθηση από κείμενα Πληροφορικής. Για το σκοπό αυτό πραγματοποίησαν τρεις εμπειρικές μελέτες. Σκοπός της πρώτης μελέτης, ήταν η διερεύνηση της επίδρασης του γνωστικού υποβάθρου στη μάθηση από κείμενα υψηλής και χαμηλής συνοχής στο γνωστικό αντικείμενο της Πληροφορικής (Gasparinatos and Grigoriadou, 2010). Σκοπός της δεύτερης μελέτης, που αποτέλεσε συνέχεια της πρώτης, ήταν η διερεύνηση της επίδρασης της συνοχής του κειμένου στη μάθηση από κείμενα Πληροφορικής για τους αναγνώστες με υψηλό γνωστικό υπόβαθρο (Gasparinatos and

Grigoriadou, 2011). Ο σκοπός της τρίτης μελέτης ήταν διττός: (1) η αξιολόγηση της κατανόησης εκπαιδευόμενων με πλούσια προϋπάρχουσα γνώση κατά την ανάγνωση κειμένων Πληροφορικής με χαμηλή και υψηλή συνοχή, (2) η διερεύνηση της επίδρασης της μορφής των ερωτήσεων (ανοιχτού τύπου έναντι πολλαπλής επιλογής) στην αξιολόγηση της κατανόησης κειμένου πληροφορικής των εκπαιδευόμενων κατά την ανάγνωση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι εκπαιδευόμενοι με επαρκές γνωστικό υπόβαθρο που διάβασαν κείμενο ελάχιστης συνοχής υποστηρίχτηκαν να συμπεράνουν σχέσεις οι οποίες δεν ήταν ρητά διατυπωμένες στο κείμενο και ενεπλάκησαν σε επεξεργασία στο επίπεδο του καταστασιακού μοντέλου (Kintsch, 1998). Έτσι, ενεργοποιήθηκαν να κατανοήσουν το κείμενο βαθύτερα σε σχέση με το αν διάβαζαν κείμενο υψηλότερης συνοχής. Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν τα ευρήματα προηγούμενων ερευνών, όπως των McNamara et al. (1996) στο γνωστικό αντικείμενο των «Ασθενειών της καρδιάς».

Σε άλλη έρευνα που πραγματοποίησαν οι Caillies & Denhière (2001) συνέκριναν την επίδραση της ανάγνωσης κειμένου δύο τύπων σημασιολογικής συνοχής (semantic coherence) – αιτιακής και τελεολογικής - στην οικοδόμηση της νοητικής αναπαράστασης σε μαθητές με διαφορετικά επίπεδα προϋπάρχουσας γνώσης. Αρχάριοι, μέσοι και προχωρημένοι στο γνωστικό αντικείμενο της Πληροφορικής διάβασαν είτε την έκδοση με τις αιτιακές σχέσεις, η οποία εστιάζει στη μετασχηματιστική δομή, σύμφωνα με το μοντέλο των Denhière και Baudet, ή την τελεολογική έκδοση του κειμένου, η οποία εστιάζει στην τελεολογική δομή σύμφωνα με το ίδιο μοντέλο. Τα κείμενα αυτά περιέγραφαν τρεις λειτουργίες προγράμματος επεξεργασίας κειμένου. Στη συνέχεια πραγματοποίησαν δραστηριότητες ανάκλησης και αναγνώρισης. Υπέθεσαν αρχικά ότι οι προχωρημένοι μαθητές οικοδομούν νοητική αναπαράσταση του γνωστικού αντικειμένου οργανωμένη σε μια ιεραρχία σκοπών/υποσκοπών, ενώ οι αρχάριοι και οι μέσοι οικοδομούν νοητική αναπαράσταση οργανωμένη ως αιτιακή αλυσίδα (causal path). Αν ισχύει η υπόθεση αυτή, τα αποτελέσματα θα πρέπει να δείχνουν μια σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ προϋπάρχουσας γνώσης και σημασιολογικής συνοχής των κειμένων, δηλαδή για τους προχωρημένους μαθητές, η ανάκληση και η αναγνώριση μετά την ανάγνωση του κειμένου τελεολογικής δομής θα πρέπει να είναι καλύτερες, ενώ για τους αρχάριους και μέσους, το αντίστροφο. Τα αποτελέσματα, όντως, έδειξαν ότι μια τελεολογική οργάνωση των πληροφοριών του κειμένου διευκόλυνε την κατανόηση από τους προχωρημένους συμμετεχόντων, ενώ το κείμενο χρονικής – αιτιακής ακολουθίας διευκολύνει την κατανόηση από τους αρχάριους και μέσους. Το μοντέλο του Kintsch (1988, 1998) χρησιμοποιήθηκε για την προσομοίωση των αποτελεσμάτων ανάκλησης και την αναπαραγωγή της επίδρασης της προϋπάρχουσας γνώσης στην ανάκτηση της πληροφορίας του κειμένου.

Μία άλλη ερευνητική εργασία που στηρίχθηκε στο μοντέλο των Denhière και Baudet (1992), έγινε με τη συμμετοχή φοιτητών του τμήματος Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών στο Πανεπιστήμιο Αθήνας (Τσαγκάνου & Γρηγοριάδου, 2009). Στους φοιτητές ανατέθηκε η σχεδίαση διδακτικού σεναρίου που αφορούσε τη λειτουργία τοπικού δικτύου υπολογιστών και περιελάμβανε φύλλο αξιολόγησης με κείμενο και διαλογικές δραστηριότητες (ερωτήσεις συνοδευόμενες από εναλλακτικές απαντήσεις). Σκοπός της έρευνας ήταν η ανάλυση της δομής κειμένων προερχόμενων από σχολικά ή πανεπιστημιακά εγχειρίδια, που επιλέγουν και χρησιμοποιούν οι φοιτητές (χωρίς πρότερη γνώση σε μοντέλα κατανόησης κειμένου) και η ανάλυση της δομής των διαλογικών δραστηριοτήτων που κατασκευάζουν. Η ανάλυση είχε στόχο την εξαγωγή συμπερασμάτων που αφορούν στη μικροδομή και στη μακροδομή του συστήματος που περιγράφει ένα κείμενο. Τα 26 κείμενα που παρέδωσαν οι φοιτητές κατηγοριοποιήθηκαν σε δύο κατηγορίες: α) σε αυτά που παρείχαν περιγραφή μόνο της μικροδομής της αναπαράστασης του συστήματος που περιγράφει το κείμενο που αποτελούσαν το (92%) επί του συνόλου (σχεσιακή δομή) και β) σε αυτά που παρείχαν περιγραφή τόσο της μικροδομής όσο και της μακροδομής αναπαράστασης του συστήματος που αποτελούσαν μόλις το (8%) (και οι τρεις δομές του μοντέλου). Οι διαλογικές δραστηριότητες αντίθετα που παρέδωσαν οι φοιτητές περιείχαν περιγραφή μακροδομής σε ποσοστό 30% παρά το ότι τα περισσότερα από τα αντίστοιχα κείμενα δεν περιείχαν στοιχεία περιγραφής της μακροδομής..

Οι παραπάνω μελέτες καθιστούν σαφές ότι σημαντικός παράγοντας υποβοήθησης της κατανόησης ενός κειμένου δεν είναι μόνο η σχεδίαση του κειμένου αυτού, σύμφωνα με κάποιο μοντέλο κατανόησης κειμένου, αλλά και η σχεδίαση δραστηριοτήτων που βοηθούν την ενεργή επεξεργασία των κειμένων από τους εκπαιδευόμενους, ειδικά αν ο σκοπός είναι οι εκπαιδευόμενοι να επιτύχουν μια βαθύτερη κατανόηση κατά την ανάγνωσή τους.

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται τρεις εμπειρικές μελέτες που πραγματοποιήθηκαν για τη διερεύνηση των εναλλακτικών (μη επιστημονικών) αντιλήψεων αναγνωστών κειμένου Πληροφορικής, με σκοπό την εξαγωγή συμπερασμάτων και την αξιοποίησή τους στην σχεδίαση και υλοποίηση του γνωστικού εργαλείου της παρούσας διατριβής.

Πιο συγκεκριμένα και όσον αφορά τα κείμενα Πληροφορικής και την οικοδόμηση γνώσης σε αυτό το γνωστικό αντικείμενο υπάρχει ανάγκη περαιτέρω διερεύνησης: (α) των εναλλακτικών αντιλήψεων που εμφανίζουν αναγνώστες τέτοιων κειμένων με διαφορετική προϋπάρχουσα γνώση σε κάθε μία από τις τρεις δομές του μοντέλου των Denhière και Baudet (σχεσιακή μετασχηματιστική και τελεολογική), (β) του τρόπου που συσχετίζονται μεταξύ τους οι γνωστικές κατηγορίες (άτομα, καταστάσεις, γεγονότα, σκοποί) που συμμετέχουν στην οικοδόμηση των τριών αυτών δομών, και (γ) του κατά πόσο δραστηριότητες εννοιολογικής

χαρτογράφησης μπορούν να υποστηρίξουν την οικοδόμηση των τριών δομών από αναγνώστες κειμένων Πληροφορικής.

Πιο αναλυτικά, στην ενότητα 4.2 περιγράφεται εμπειρική μελέτη διερεύνησης της επίδρασης της προϋπάρχουσας γνώσης στην κατανόηση κειμένου Πληροφορικής, ενώ στην ενότητα 4.3 περιγράφεται εμπειρική μελέτη της οικοδόμησης γνώσης κατά την ανάγνωση κειμένων Πληροφορικής, μέσω της διερεύνησης των σχέσεων μεταξύ των τριών δομών του μοντέλου των Denhière και Baudet. Στην ενότητα 4.4 περιγράφεται εμπειρική μελέτη για το εάν και με ποιόν τρόπο δραστηριότητα κατασκευής εννοιολογικών χαρτών υποβοηθά την οικοδόμηση γνώσης στο γνωστικό αντικείμενο της Πληροφορικής, ενώ στην ενότητα 4.5 συζητούνται τα συμπεράσματα των τριών ερευνών και αναδεικνύεται η ανάγκη ενός εργαλείου, το οποίο θα υποστηρίζει συμπληρωματικά τη μάθηση από κείμενα Πληροφορικής μέσω δραστηριοτήτων μάθησης και αξιολόγησης της κατανόησης εννοιών που εμφανίζονται στα κείμενα αυτά.

4.2 1^η Μελέτη: Επίδραση Προϋπάρχουσας Γνώσης στην Κατανόηση Κειμένου Πληροφορικής

4.2.1 Σκοπός Έρευνας και Ερευνητικές Υποθέσεις

Η έρευνα που παρουσιάζεται στην ενότητα αυτή έχει ως βασικό στόχο τη διερεύνηση του τι δεν καταλαβαίνουν μαθητές με χαμηλή προϋπάρχουσα γνώση στο γνωστικό αντικείμενο της Πληροφορικής σε σχέση με μαθητές με κάποιες γνώσεις σε αυτό το γνωστικό αντικείμενο. Πιο συγκεκριμένα, μελετάται η επίδραση της προϋπάρχουσας γνώσης του εκπαιδευόμενου στην οικοδόμηση των τριών δομών του μοντέλου των Denhière και Baudet (σχεσιακή, μετασηματιστική, τελεολογική) κατά την ανάγνωση κειμένου Πληροφορικής και την ενασχόληση του με δραστηριότητες που υποστηρίζουν την κατανόηση εννοιών Πληροφορικής. Όπως περιγράφηκε και στην ενότητα 3.4 η σχεσιακή δομή του μοντέλου αφορά τις μονάδες/υπομονάδες του συστήματος που περιγράφεται στο κείμενο και τις υπερωνυμικές και μερωνυμικές σχέσεις με τις οποίες αυτές συνδέονται, η μετασηματιστική δομή αναφέρεται στα γεγονότα που συμβαίνουν στις μονάδες αυτές και μεταβάλλουν την κατάστασή τους μέσα στο χρόνο, καθώς και στις χρονικές και/ή αιτιακές σχέσεις μεταξύ τους, ενώ η τελεολογική δομή αφορά τους σκοπούς/υποσκοπούς για τους οποίους οι μονάδες/υπομονάδες του συστήματος κατασκευάστηκαν.

Στα κείμενα που χρησιμοποιούνται στα σχολικά εγχειρίδια του γνωστικού αντικείμενου της Πληροφορικής συχνά παρατηρείται η αναφορά και η ανάλυση μόνο της σχεσιακής δομής των

υπολογιστικών συστημάτων που περιγράφονται, ενώ πολύ λιγότερο τα κείμενα αυτά εστιάζουν στη μετασχηματιστική και τελεολογική δομή.

Επιπλέον, σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η διερεύνηση της ενεργοποίησης εννοιών Πληροφορικής και πώς αυτή επηρεάζεται από την προϋπάρχουσα γνώση του μαθητή. Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής θα μπορούσα να χρησιμοποιηθούν για την καλύτερη συγγραφή κειμένων Πληροφορικής και ως οδηγός για την ανάπτυξη του γνωστικού εργαλείου που περιγράφεται στην παρούσα διατριβή

Έτσι, διατυπώθηκαν οι εξής δύο (2) ερευνητικές υποθέσεις στο πλαίσιο αυτής της μελέτης:

Πρώτη Ερευνητική Υπόθεση: Μαθητές μικρότερης τάξης (Β' τάξη), με χαμηλή προϋπάρχουσα γνώση στο αντικείμενο, θα εμφανίσουν μεγαλύτερο αριθμό λαθών στις τρεις δομές του μοντέλου, και ειδικότερα στη μετασχηματιστική και τελεολογικής δομής, σε σχέση με μαθητές μεγαλύτερης τάξης (Γ' τάξη) με περισσότερες γνώσεις στο αντικείμενο.

Δεύτερη Ερευνητική Υπόθεση: Μαθητές μικρότερης τάξης (Β' τάξη), με χαμηλότερη προϋπάρχουσα γνώση στο γνωστικό αντικείμενο, θα εμφανίσουν μικρότερη ενεργοποίηση εννοιών σχετικών με το γνωστικό αντικείμενο από εκείνη που εμφανίζουν μαθητές μεγαλύτερης τάξης (Γ' τάξη) με περισσότερες γνώσεις στο αντικείμενο.

4.2.2 Μεθοδολογία

Συμμετέχοντες

Είκοσι δύο (22) εκπαιδευόμενοι του 1^{ου} ΤΕΕ Πειραιά του τομέα Πληροφορικής συμμετείχαν στην έρευνα αυτή. Οι έντεκα (11) εξ' αυτών ήταν εκπαιδευόμενοι της Β' Τάξης του 1^{ου} Κύκλου Σπουδών του ΤΕΕ (Β' Τάξη) και οι άλλοι έντεκα (11) της Α' Τάξης του 2^{ου} Κύκλου Σπουδών (Γ' Τάξη). Οι εκπαιδευόμενοι της Β' Τάξης έχουν διδαχθεί το Α' τεύχος του βιβλίου των δικτύων Η/Υ, ενώ οι εκπαιδευόμενοι της Γ' Τάξης έχουν σχεδόν ολοκληρώσει το Β' τεύχος του βιβλίου των δικτύων υπολογιστών και προετοιμάζονται για εξέταση σε πανελλήνιο επίπεδο.

Υλικά

Στην έρευνα αυτή χρησιμοποιήθηκαν τρία αποσπάσματα τεχνικού κειμένου τα οποία περιγράφουν συσκευές σύνδεσης τοπικών δικτύων για τη δημιουργία δικτύων υπολογιστών ευρείας περιοχής (Παράρτημα Ι). Τα αποσπάσματα αυτά αντλήθηκαν από το εγχειρίδιο Πληροφορικής «Η επιστήμη των υπολογιστών: Μια ολοκληρωμένη παρουσίαση» του J. Glenn, (Brookshear, 2005). Το πρώτο κείμενο περιγράφει μια απλή συσκευή σύνδεσης τοπικών δικτύων, τον *επαναλήπτη* (repeater). Το δεύτερο περιγράφει μια πιο σύνθετη συσκευή, τη *γέφυρα*

(bridge), και το τρίτο μια ακόμα πιο σύνθετη, το *δρομολογητή* (router). Ο βαθμός δυσκολίας του κειμένου αυξάνει από κείμενο σε κείμενο, γεγονός που οφείλεται στην πολυπλοκότητα των συσκευών που αυτά περιγράφουν. Πρέπει εδώ να σημειωθεί ότι η ακολουθία γεγονότων για την λειτουργία των συσκευών που περιγράφονταν στα αποσπάσματα δεν ήταν ρητά διατυπωμένα στα κείμενα αυτά. Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο τριών ερωτήσεων, μιας ανάκλησης και δύο συμπερασμού (Παράρτημα Ι).

Η 1^η ερώτηση αποτελεί ερώτηση ανάκληση από το 1^ο κείμενο. Η διατύπωση της έχει ως εξής: *«Ποια συσκευή μεταξύ του επαναλήπτη και της γέφυρας πλεονεκτεί;»* Η απάντηση της 1^{ης} ερώτησης βρίσκεται ρητά διατυπωμένη στο 1^ο κείμενο (*..πλεονεκτεί, διότι δύο μηχανές που βρίσκονται στην ίδια πλευρά μιας γέφυρας μπορούν να ανταλλάξουν τα μηνύματα χωρίς να παρεμποδίζουν την επικοινωνία που πραγματοποιείται στην άλλη πλευρά...*).

Η 2^η ερώτηση αποτελεί σύνθετη ερώτηση ανάκλησης και συμπερασμού και αφορά και στα τρία κείμενα. Η διατύπωση της έχει ως εξής: *«Στην περίπτωση που θέλω να συνδέσω έναν διάυλο με έναν δακτύλιο ποια συσκευή θα χρησιμοποιήσω; Γιατί απορρίπτετε τις υπόλοιπες συσκευές; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.»* Για την απάντηση της 2^{ης} ερώτησης ο εκπαιδευόμενος πρέπει να ανακαλέσει τμήματα ρητά διατυπωμένα και στα τρία κείμενα: (στο 1^ο κείμενο *«.. ο Επαναλήπτης συνδέει δύο διαύλους χωρίς έλεγχο»*, στο 2^ο κείμενο *« η Γέφυρα συνδέει δύο διαύλους με έλεγχο και ο Διακόπτης συνδέει περισσότερους των δύο διαύλων με έλεγχο»* και στο 3^ο κείμενο *«ο Δρομολογητής συνδέει διαφορετικού τύπου δίκτυα με έλεγχο»*). Η σωστή απάντηση είναι *Δρομολογητής*. Ενδεικτική αιτιολόγηση αποτελεί η εξής: *Ο Επαναλήπτης συνδέει ίδιου τύπου τοπικά δίκτυα, οπότε δεν μετατρέπει πρωτόκολλα, οπότε δεν συνδέει διαφορετικού τύπου τοπικά δίκτυα. Η Γέφυρα συνδέει ίδιου τύπου τοπικά δίκτυα, οπότε δεν μετατρέπει πρωτόκολλα, οπότε δεν συνδέει διαφορετικού τύπου τοπικά δίκτυα. Ο Διακόπτης συνδέει ίδιου τύπου τοπικά δίκτυα, οπότε δεν μετατρέπει πρωτόκολλα, οπότε δεν συνδέει διαφορετικού τύπου τοπικά δίκτυα. Άρα ο Δρομολογητής μετατρέπει πρωτόκολλα, ώστε να συνδέει διαφορετικού τύπου τοπικά δίκτυα.*

Η 3^η ερώτηση αποτελεί σύνθετη ερώτηση ανάκλησης και συμπερασμού και αφορά στο 2^ο και 3^ο κείμενο. Η διατύπωση της έχει ως εξής: *«Ένας δρομολογητής θα μπορούσε να αντικατασταθεί από έναν διακόπτη στην σύνδεση διαφορετικού τύπου δικτύων; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.»* Για την απάντηση της 3^{ης} ερώτησης ο εκπαιδευόμενος πρέπει να ανακαλέσει τμήματα ρητά διατυπωμένα στο 2^ο κείμενο (*..ο Διακόπτης συνδέει περισσότερους των δύο διαύλους με έλεγχο..*) και στο 3^ο κείμενο (*.. ο Δρομολογητής συνδέει διαφορετικού τύπου δίκτυα με έλεγχο..*), και απαιτεί συμπερασμό και επιλογή μεταξύ των συσκευών που περιγράφονται στα κείμενα. Η

σωστή απάντηση είναι Όχι. Ενδεικτική αιτιολόγηση αποτελεί η εξής: *Ο Διακόπτης συνδέει ίδιου τύπου τοπικά δίκτυα, οπότε δεν μετατρέπει πρωτόκολλα, οπότε δεν συνδέει διαφορετικού τύπου τοπικά δίκτυα. Ο Δρομολογητής είναι εκείνη η συσκευή, η οποία συνδέει διαφορετικού τύπου τοπικά δίκτυα, επειδή μετατρέπει πρωτόκολλα.*

Στην αρχική και τελική δοκιμασία χρησιμοποιήθηκε λίστα εξήντα (60) λέξεων (Παράτημα Ι), για τη διερεύνηση της ενεργοποίησης εννοιών της δεύτερης ερευνητικής υπόθεσης. Οι λέξεις αυτές προέρχονται από ένα μεγαλύτερο κείμενο στο οποίο εντάσσονται τα τρία αποσπάσματα κειμένου που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα. Οι είκοσι δύο (22) λέξεις της λίστας είναι λέξεις που περιέχονται στα τρία κείμενα, όπως *ανταλλάσσω, μετάδοση, ενισχύω* κ.λπ., ενώ οι υπόλοιπες τριάντα οκτώ (38), όπως *εφαρμογή, καλώδιο, πρόσβαση* κ.λπ., δεν περιέχονται.

Διαδικασία

Η εμπειρική μελέτη ακολούθησε τα εξής στάδια:

1. *Αρχική Δοκιμασία:* Χρησιμοποιήθηκε η λίστα των 60 λέξεων με την προτροπή να συμπληρωθεί δίπλα από κάθε λέξη η πρώτη λέξη που έρχεται στο μυαλό των μαθητών.
2. *Πρώτο Μέρος:* Στους συμμετέχοντες δόθηκαν διαδοχικά τα τρία κείμενα και τους ζητήθηκε για κάθε ένα από αυτά να το διαβάσουν περίπου για δέκα (10) λεπτά και αμέσως μετά να συμπληρώσουν έναν πίνακα γεγονότων της ακολουθίας γεγονότων λειτουργίας, με τέσσερα από το σύνολο των γεγονότων, ενώ δίνονταν τα υπόλοιπα.
3. *Δεύτερο Μέρος:* Στους συμμετέχοντες δόθηκε το ερωτηματολόγιο που περιγράφηκε στα υλικά. Από τους εκπαιδευόμενους ζητήθηκε να δώσουν απάντηση (θέση και αιτιολόγηση) σε χρόνο περίπου είκοσι (20) λεπτών..
4. *Τελική Δοκιμασία:* Στους συμμετέχοντες δόθηκε εκ νέου η λίστα των 60 λέξεων της αρχικής δοκιμασίας με διαφορετική σειρά αυτή τη φορά και με την ίδια οδηγία, να συμπληρώσουν, δηλαδή, δίπλα από κάθε λέξη την πρώτη λέξη που τους έρχεται στο μυαλό.

Βαθμολόγηση

Στις απαντήσεις των μαθητών στο ερωτηματολόγιο του πρώτου μέρους παρατηρήθηκαν τρεις (3) βασικοί τύποι λαθών:

1. Γεγονότα που έλλειπαν από την απάντηση
2. Εμφάνιση σκοπών στη θέση γεγονότων, π.χ. σε ακολουθία γεγονότων λειτουργίας συσκευής εμφανίστηκε ο σκοπός «*Μετάδοση δεδομένων μέσω των μέσων μετάδοσης*» αντί γεγονότος

3. Λάθη αιτιακής ακολουθίας γεγονότων που περιγράφουν τη λειτουργία μιας συσκευής, π.χ. εμφάνιση λάθους αιτιακής σχέσης στην περίπτωση του 2^{ου} κειμένου, όπου μαθητής γράφει: «Εξέταση διεύθυνσης προορισμού κάθε μηνύματος και στη συνέχεια ανάγνωση μηνύματος από τον υπολογιστή», ενώ η σωστή αιτιακή σειρά είναι Ανάγνωση → Εξέταση.

Για κάθε λάθος οποιουδήποτε τύπου ο μαθητής βαθμολογείται με έναν (1) βαθμό. Έναν (1) βαθμό παίρνει και για κάθε ορθό γεγονός που συμπληρώνει, αλλά σε διαφορετικό φύλλο βαθμολογίας. Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι για την αξιοπιστία της βαθμολόγησης οι απαντήσεις των μαθητών και το ερωτηματολόγιο του πρώτου αλλά και του δεύτερου μέρους αξιολογήθηκαν από τρεις ειδικούς στο γνωστικό αντικείμενο. Η αξιοπιστία άλφα των τριών αξιολογήσεων για το ερωτηματολόγιο του πρώτου μέρους ήταν 0.81 και του δεύτερου μέρους 0,79. Τελικός βαθμός του μαθητή σε κάθε ερώτηση θεωρήθηκε ο μέσος όρος των βαθμών των τριών αξιολογητών.

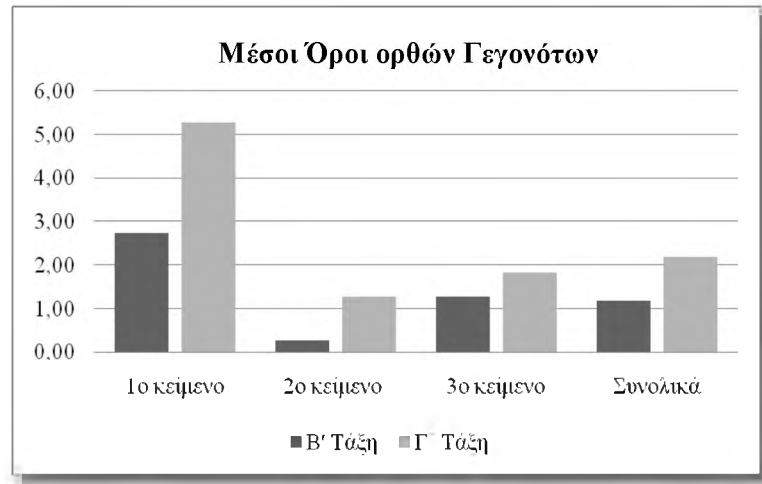
Οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου του δεύτερου μέρους ζητούσαν τη θέση και την αιτιολόγηση της θέσης του μαθητή. Για παράδειγμα, *θέση* θεωρείται η άποψη του μαθητή στο ποιά συσκευή θα επέλεγε για να συνδέσει δύο δίκτυα μεταξύ τους και *αιτιολόγηση* θεωρείται η υποστήριξη της θέσης αυτής. Ως προς τη θέση η βαθμολόγηση έγινε ως εξής: μηδέν (0) βαθμοί για λανθασμένη θέση και ένας (1) βαθμός για σωστή θέση. Ως προς την αιτιολόγηση της αιτιολόγησης κάθε απάντησης η βαθμολόγηση έγινε ως εξής: μηδέν (0) βαθμοί για λανθασμένη απάντηση, ένας (1) βαθμός για ελλιπή αιτιολόγηση και δύο (2) βαθμοί για πλήρη αιτιολόγηση.

4.2.3 Στατιστική Ανάλυση και Αποτελέσματα

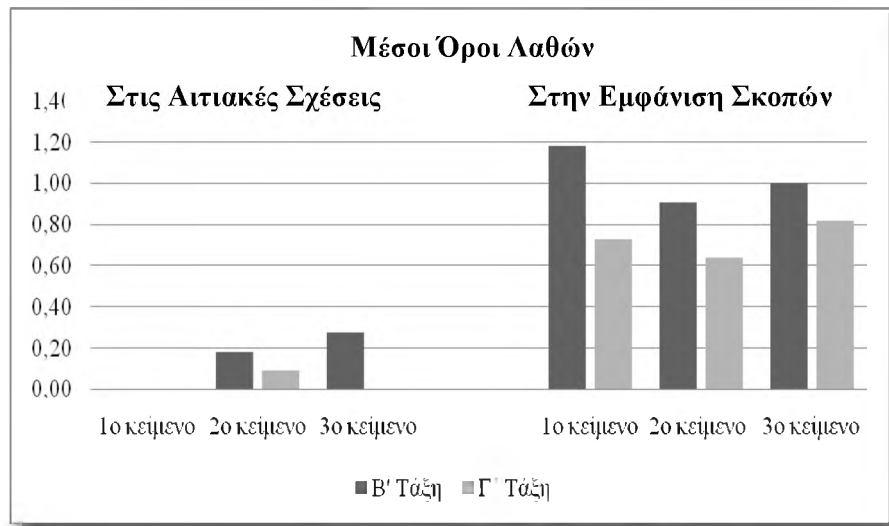
Ανάλυση Απαντήσεων Πρώτου Μέρους

Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων του πρώτου μέρους χρησιμοποιήθηκε στατιστική ανάλυση διακύμανσης διπλής κατεύθυνσης (ANOVA) με ανεξάρτητη μεταβλητή την *τάξη των μαθητών*, (B' τάξη* Γ' τάξη) και εξαρτημένες μεταβλητές *το μέσο όρο των ορθών γεγονότων της ακολουθίας γεγονότων λειτουργίας των συσκευών που αναφέρονται στις απαντήσεις και το μέσο όρο των λαθών αιτιακής φύσης και εμφάνισης σκοπών στη θέση γεγονότων*.

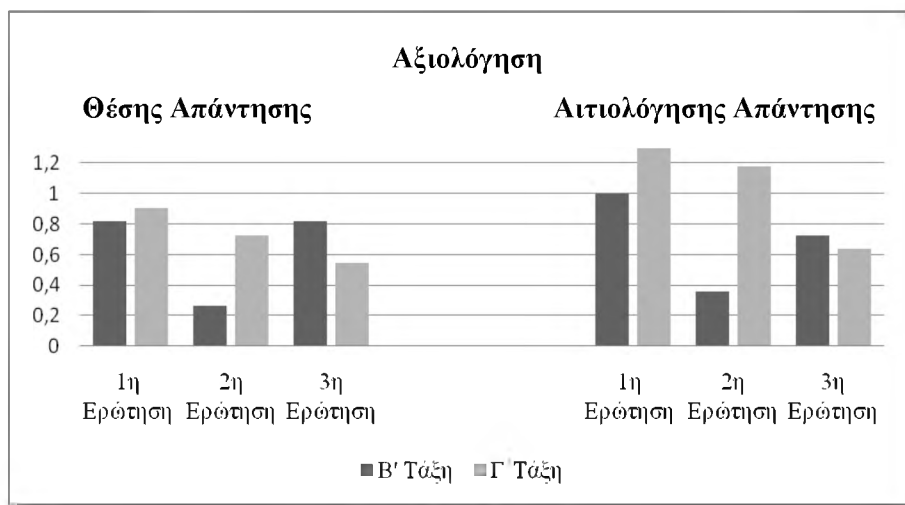
Όσον αφορά το μέσο όρο των ορθών γεγονότων της ακολουθίας γεγονότων λειτουργίας των συσκευών που αναφέρονται στις απαντήσεις, εμφανίστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των τάξεων για κάθε ένα κείμενο και στο σύνολο των κειμένων [$F_{(1,20)}=5,151, p<0.05$] (Σχήμα 3), ενώ όσον αφορά το μέσο όρο των λαθών αιτιακής φύσης και εμφάνισης σκοπών στη θέση γεγονότων δεν εμφανίστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των τάξεων (Σχήμα 4).



Σχήμα 3. Μέσοι όροι ορθών γεγονότων που εμφανίστηκαν στις απαντήσεις των εκπαιδευόμενων στα τρία κείμενα ξεχωριστά και στο σύνολο των κειμένων.



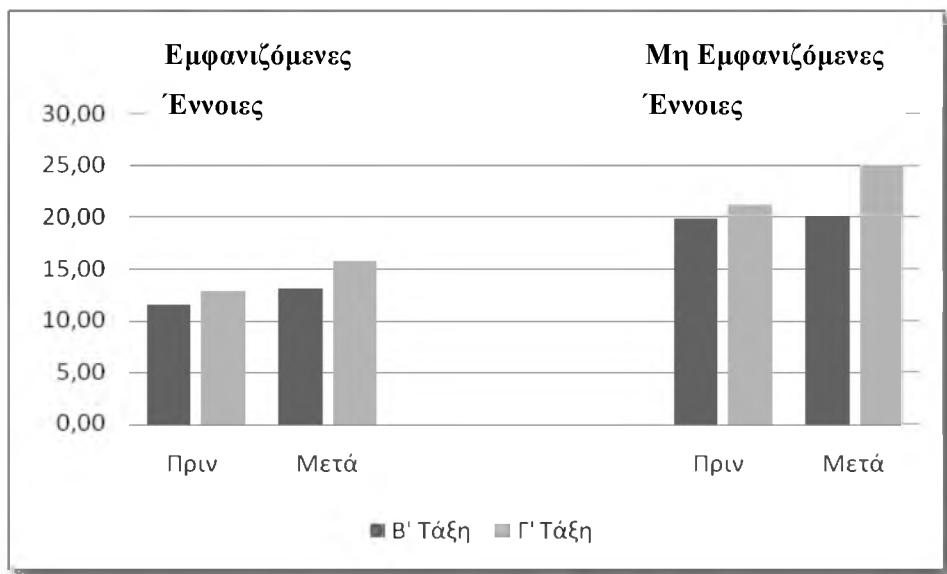
Σχήμα 4. Μέσοι όροι λαθών στις αιτιακές σχέσεις και την περιγραφή των γεγονότων στην οικοδόμηση της μετασχηματιστικής δομής για κάθε κείμενο.



Σχήμα 5. Μέσοι όροι αξιολόγησης της απάντησης (θέσης και αιτιολόγησης) στις τρεις ερωτήσεις ανάκλησης και συμπερασμού.

Ανάλυση Απαντήσεων Δευτέρου Μέρους

Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων του δευτέρου μέρους χρησιμοποιήθηκε και πάλι το στατιστικό κριτήριο διακύμανσης διπλής κατεύθυνσης (ANOVA) με ανεξάρτητη μεταβλητή είναι η τάξη των μαθητών (B' τάξη * Γ' τάξη), ενώ εξαρτημένες μεταβλητές είναι η θέση και η αιτιολόγηση των απαντήσεων στις τρεις ερωτήσεις (θέση * αιτιολόγηση). Η ανάλυση έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά στη θέση [$F_{(1,19)}=5.208, p<0.05$] και την αιτιολόγηση [$F_{(1,19)}=6.045, p<0.05$] της 2^{ης} ερώτησης (Σχήμα 5) μεταξύ των δύο τάξεων.



Σχήμα 6. Μέσοι όροι εμφάνισης εννοιών σχετικών με το γνωστικό αντικείμενο, πριν και μετά την διαδικασία του πρώτου και δεύτερου μέρους με την επίδειξη εννοιών που εμφανίστηκαν ή μη στα τρία αποσπάσματα.

Ανάλυση Ενεργοποίησης Εννοιών στην Αρχική και Τελική Δοκιμασία

Η στατιστική ανάλυση διακύμανσης διπλής κατεύθυνσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων των εννοιών ενεργοποίησης πριν και μετά την ανάγνωση των αποσπασμάτων κειμένου και την εκπόνηση των εργασιών με ανεξάρτητη μεταβλητή την τάξη των μαθητών (B' τάξη * Γ' τάξη) δεν έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των τάξεων ως προς την ενεργοποίηση εννοιών σχετικών με την γνωστικό αντικείμενο, ούτε στο συνολικό πλήθος των εννοιών, ούτε στις έννοιες που εμφανίζονται στα τρία αποσπάσματα, ούτε στις έννοιες που δεν εμφανίζονται.

Η ίδια ανάλυση έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της αρχικής και τελικής δοκιμασίας, και στην περίπτωση των εννοιών που εμφανίζονται στα τρία αποσπάσματα [$F_{(1,21)}=6,264, p<0,05$] και των εννοιών που δεν εμφανίζονται [$F_{(1,21)}=4,531, p<0,05$] (Σχήμα 6). Η διαφορά αυτή φαίνεται να οφείλεται στη διαδικασία της ανάγνωσης του κειμένου Πληροφορικής και εκπόνησης των εργασιών που μεσολάβησε.

Στην ιεραρχική πολλαπλή παλινδρόμηση που χρησιμοποιήθηκε στη συνέχεια για την πρόβλεψη της εμφάνισης σχετικών εννοιών με το γνωστικό αντικείμενο, που ενεργοποιήθηκαν με την παρουσίαση εννοιών που περιέχονται στα αποσπάσματα, τα λάθη εμφάνισης σκοπών στη θέση γεγονότων προστέθηκαν πρώτα και δεν έδειξαν να επηρεάζουν σημαντικό ποσοστό της διακύμανσης της ενεργοποίησης [$F_{(1,20)}=0,139$, $p=0,713$]. Όταν προστέθηκαν κατόπιν τα λάθη αιτιακών σχέσεων βρέθηκε ότι αυτά ήταν υπεύθυνα για ένα σημαντικό ποσοστό 23% της διακύμανσης [$F_{(1,19)}=5,841$, $p=0,026<0,05$]. Όταν προστέθηκε η επίδοση στην αιτιολόγηση της πρώτης ερώτησης δεν έδειξε να επηρεάζει σημαντικό ποσοστό της διακύμανσης της ενεργοποίησης [$F_{(1,18)}=0,867$, $p=0,364$]. Όταν προστέθηκε η επίδοση στην αιτιολόγηση της δεύτερης ερώτησης δεν έδειξε να επηρεάζει σημαντικό ποσοστό της διακύμανσης της ενεργοποίησης [$F_{(1,17)}=2,719$, $p=0,117$]. Κατόπιν προστέθηκε η επίδοση στην αιτιολόγηση της τρίτης ερώτησης και δεν έδειξε να επηρεάζει σημαντικό ποσοστό της διακύμανσης της ενεργοποίησης [$F_{(1,16)}=0,261$, $p=0,616$]. Στην περίπτωση των εννοιών που δεν εμφανίστηκαν στα αποσπάσματα τεχνικού κειμένου τα λάθη εμφάνισης σκοπών στη θέση γεγονότων προστέθηκαν πρώτα και δεν έδειξαν να επηρεάζουν σημαντικό ποσοστό της διακύμανσης της ενεργοποίησης [$F_{(1,20)}=0,383$, $p=0,543$]. Όταν προστέθηκαν κατόπιν τα λάθη αιτιακών σχέσεων βρέθηκε ότι αυτά ήταν υπεύθυνα για ένα σημαντικό ποσοστό 21% της διακύμανσης [$F_{(1,19)}=5,027$, $p=0,037<0,05$]. Όταν προστέθηκε η επίδοση στην αιτιολόγηση της πρώτης ερώτησης δεν έδειξε να επηρεάζει σημαντικό ποσοστό της διακύμανσης της ενεργοποίησης ($p<0,05$). Στη συνέχεια προστέθηκε η επίδοση στην αιτιολόγηση της δεύτερης ερώτησης και βρέθηκε ότι πρόσθεσε ένα ακόμα 2% επιρροής στη διακύμανση ($p<0,05$). Τέλος προστέθηκε η επίδοση στην αιτιολόγηση της τρίτης ερώτησης και δεν έδειξε να επηρεάζει σημαντικό ποσοστό της διακύμανσης της ενεργοποίησης ($p<0,05$). Το στατιστικό κριτήριο της ιεραρχικής πολλαπλής παλινδρόμησης εφαρμόστηκε με κάθε πιθανή σειρά προσθήκης των παραπάνω μεταβλητών και δεν εμφανίστηκαν διαφορές στην προβλεπτικότητα.

4.2.4 Συζήτηση

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η πρώτη υπόθεση ότι, δηλαδή, «μαθητές μικρότερης τάξης (B' τάξη), με χαμηλή προϋπάρχουσα γνώση στο αντικείμενο, θα εμφανίσουν μεγαλύτερο αριθμό λαθών στις τρεις δομές του μοντέλου, και ειδικότερα στη μετασχηματιστική και τελεολογικής δομής, σε σχέση με μαθητές μεγαλύτερης τάξης (Γ' τάξη) με περισσότερες γνώσεις στο αντικείμενο» ισχύει ως προς τον συνολικό αριθμό, αφού οι συμμετέχοντες της Γ' τάξης εμφάνισαν καλύτερη επίδοση από εκείνους της Β' τάξης, δεν ισχύει όμως στην περίπτωση λαθών αιτιακής φύσεως, ούτε και στα λάθη εμφάνισης σκοπού στη θέση γεγονότος.

Επιπλέον η ίδια υπόθεση ισχύει μόνο στην περίπτωση της απάντησης (θέσης και αιτιολόγησης) στη 2^η ερώτηση συμπερασμού που αφορά και τα τρία κείμενα, αφού οι συμμετέχοντες της Γ' τάξης εμφάνισαν καλύτερη επίδοση από εκείνους της Β' τάξης.

Ειδικότερα, για την περίπτωση λαθών στις αιτιακές σχέσεις μεταξύ των γεγονότων της ακολουθίας γεγονότων της μετασχηματιστικής δομής, κι ενώ αναμέναμε να βρούμε περισσότερα λάθη στους μαθητές της Β' τάξης, η στατιστική σημαντικότητα που παρατηρήθηκε ήταν $p=0,056$, πολύ κοντά στο όριο του να είναι στατιστικά σημαντική η διαφορά μεταξύ των δύο τάξεων. Για μεγαλύτερη, λοιπόν, αξιοπιστία, θα πρέπει η περίπτωση αυτή να μελετηθεί περαιτέρω με μεγαλύτερο πλήθος συμμετεχόντων. Η ίδια υπόθεση δεν ισχύει για την ερώτηση ανάκλησης.

Δε φάνηκε να ισχύει η δεύτερη υπόθεση ότι, δηλαδή, «μαθητές μικρότερης τάξης (Β' τάξη), με χαμηλότερη προϋπάρχουσα γνώση στο γνωστικό αντικείμενο, θα εμφανίσουν μικρότερη ενεργοποίηση εννοιών σχετικών με το γνωστικό αντικείμενο από εκείνη που εμφανίζουν μαθητές μεγαλύτερης τάξης (Γ' τάξη) με περισσότερες γνώσεις στο αντικείμενο», ενώ διαφάνηκε επίδραση της όλης πειραματικής διαδικασίας στην ενεργοποίηση αυτή για όλους τους συμμετέχοντες.

Είδαμε ότι τα λάθη στη συμπλήρωση της ακολουθίας γεγονότων της μετασχηματιστικής δομής με σκοπούς αντί γεγονότων δεν προβλέπουν τις απαντήσεις των ερωτήσεων ή την ενεργοποίηση εννοιών, ενώ τα λάθη στις αιτιακές σχέσεις στην ακολουθία γεγονότων της ίδιας δομής προβλέπουν ενεργοποίηση εννοιών του γνωστικού αντικειμένου - όσο περισσότερα λάθη τόσο μικρότερη ενεργοποίηση εννοιών - τόσο στην περίπτωση παρουσίασης λέξεων που περιέχονται στα αποσπάσματα του κειμένου όσο και σε εκείνη που δεν περιέχονται. Το γεγονός της πρόβλεψης της ενεργοποίησης εννοιών σχετικών με το γνωστικό αντικείμενο από την εμφάνιση σφαλμάτων αιτιακών σχέσεων στη μετασχηματιστική δομή, θα μπορούσε να προβλεφθεί από το μοντέλο των Lemaire και Denhière (Lemaire & Denhière, 2006).

Πιο αναλυτικά και σύμφωνα με το παραπάνω μοντέλο, ένα λάθος αιτιακής ακολουθίας θα μπορούσε να προέρχεται από σφάλμα στο στάδιο δόμησης, επικοινωνίας, δηλαδή, της μνήμης επεισοδίων με τη μνήμη εργασίας, με αποτέλεσμα το σφάλμα να μεταδοθεί και στο στάδιο ολοκλήρωσης δηλαδή ενεργοποίησης εννοιών από τη σημασιολογική μνήμη. Στην έρευνα η ενεργοποίηση εννοιών μελετήθηκε πριν την ανάγνωση και μετά από αυτή, με σκοπό την ανάδειξη της τελικής ενεργοποίησης μετά από όλους τους κύκλους δόμησης-ολοκλήρωσης.

Τα παραπάνω αποτελέσματα έχουν επιπτώσεις για τον τρόπο συγγραφής κειμένων Πληροφορικής, ώστε να καλύπτουν καλύτερα τις ανάγκες έμπειρων και αρχάριων

εκπαιδευόμενων. Ένα αναλυτικό κείμενο της μετασχηματιστικής δομής του τεχνικού συστήματος που περιγράφει θα μπορούσε να βοηθήσει τους αρχάριους αλλά και περισσότερο προχωρημένους εκπαιδευόμενους στην καλύτερη κατανόηση των αιτιακών σχέσεων που συνδέουν τα γεγονότα που λαμβάνουν χώρα κατά την λειτουργία μιας μονάδας του συστήματος.

4.3 2^η Μελέτη: Οικοδόμηση Γνώσης κατά την Ανάγνωση Κειμένων Πληροφορικής

4.3.1 Σκοπός Έρευνας και Ερευνητικές Υποθέσεις

Η επιλογή του μοντέλου των Denhière και Baudet (1992), ως μοντέλου αναφοράς της παρούσας έρευνας έγινε με βασικό κριτήριο το γεγονός ότι τα εκθεσιακά κείμενα Πληροφορικής περιγράφουν τεχνικά συστήματα για την κατανόηση των οποίων ο αναγνώστης θα πρέπει να οικοδομήσει τις τρεις δομές του μοντέλου. Όπως ήδη έχει αναφερθεί, στα κείμενα αυτά εμφανίζονται γνωστικές κατηγορίες, όπως άτομα, καταστάσεις, γεγονότα και σκοποί που συνδέονται μεταξύ τους με υπερωνυμικές/υπωνυμικές, π.χ. έχει είδος/είναι είδος, ολωνυμικές/μερωνυμικές, π.χ. περιέχει/είναι μέρος, χρονικές και/ή αιτιακές σχέσεις.

Στην παρούσα έρευνα μελετάται η οικοδόμηση των τριών δομών, σύμφωνα με το μοντέλο κατανόησης κειμένου των Denhière και Baudet, μέσω δοκιμασίας κατηγοριοποίησης εννοιών και μέσω δοκιμασίας ερωτήσεων ανοιχτού τύπου, οι οποίες μετρούν την οικοδόμηση των τριών αυτών δομών ανιχνεύοντας εναλλακτικές (μη επιστημονικές) αντιλήψεις που εμφανίζουν αρχάριοι αναγνώστες κειμένου Πληροφορικής στις απαντήσεις τους,

Στα πλαίσια της έρευνας και λαμβάνοντας υπόψη ότι οι γνωστικές κατηγορίες φυσική και αφηρημένη οντότητα, συμμετέχουν στην οικοδόμηση και των τριών δομών του μοντέλου διατυπώθηκαν και μελετήθηκαν οι πιο κάτω υποθέσεις:

- *Πρώτη Ερευνητική Υπόθεση:* Η αδυναμία αναγνώρισης συγκεκριμένων γνωστικών κατηγοριών σε δοκιμασία κατηγοριοποίησης εννοιών, οι οποίες συμμετέχουν στην οικοδόμηση της μετασχηματιστικής δομής από αναγνώστη κειμένου Πληροφορικής συσχετίζεται με την οικοδόμηση της μικροδομής (τόσο της μετασχηματιστικής, όσο και της σχεσιακής δομής) του τεχνικού συστήματος που περιγράφεται σε κείμενο Πληροφορικής, η οποία μετράται από ερωτηματολόγιο ανοιχτού τύπου.
- *Δεύτερη Ερευνητική Υπόθεση:* Η αδυναμία διάκρισης μεταξύ φυσικών και αφηρημένων οντοτήτων του γνωστικού αντικείμενου Πληροφορικής σε δοκιμασία κατηγοριοποίησης εννοιών συσχετίζεται με την οικοδόμηση της τελεολογικής δομής από τον αναγνώστη ενός

τεχνικού συστήματος που περιγράφεται σε κείμενο Πληροφορικής, η οποία μετράται από ερωτηματολόγιο ανοιχτού τύπου.

4.3.2 Μεθοδολογία

Συμμετέχοντες

Στην έρευνα συμμετείχαν εβδομήντα δύο (72) πρωτοετείς φοιτητές του τμήματος Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών, ηλικίας μεταξύ 18 και 21 ετών. Η έρευνα διεξήχθη κατά τη διάρκεια του μαθήματος «Εισαγωγή στην Πληροφορική και τις Τηλεπικοινωνίες», το οποίο είναι υποχρεωτικό μάθημα για τους πρωτοετείς φοιτητές του τμήματος. Οι φοιτητές θεωρήθηκε ότι κατείχαν ελάχιστες γνώσεις του αντικείμενου αποκτηθείσες από τις σπουδές τους στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση ή την προσωπική τους ενασχόληση με το αντικείμενο.

Υλικά

Οι συμμετέχοντες είχαν στη διάθεσή τους το πρώτο κεφάλαιο του βιβλίου «Η επιστήμη των υπολογιστών: Μια ολοκληρωμένη παρουσίαση» (Brookshear, 2005). Το κεφάλαιο αυτό αναφέρεται στην «Αποθήκευση Δεδομένων». Πιο συγκεκριμένα, η ενότητα 1.2 στην «Κύρια Μνήμη του Υπολογιστή» και η ενότητα 1.3 στις «Αποθηκευτικές Μονάδες». Οι συμμετέχοντες είχαν, επιπλέον, στη διάθεσή τους το βιβλίο «Εισαγωγή στην Επιστήμη Υπολογιστών» (Forouzan, 2003) και, ειδικότερα, τις ενότητες που αναφέρονται στα ίδια γνωστικά αντικείμενα. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα κείμενα που χρησιμοποιήθηκαν δεν έχουν σχεδιαστεί ώστε να εστιάζουν σε κάποια ή κάποιες από τις τρεις δομές του μοντέλου των Denhière και Baudet.

Βασικό υλικό της έρευνας αποτελεί το φύλλο εργασίας της πρώτης δοκιμασίας, το οποίο περιέχει έναν κατάλογο τριάντα (30) εννοιών (Παράρτημα Πα), όπως «δεδομένα», «αποθήκευση ενός προγράμματος», «ανάγνωση από κύρια μνήμη», «μαγνητικός δίσκος», «άμεση πρόσβαση», με σκοπό την κατηγοριοποίησή τους σε πέντε (5) γνωστικές κατηγορίες:

- *Φυσική και Αφηρημένη οντότητα (physical and abstract entity)* : Γνωστικές κατηγορίες που συμμετέχουν στην οικοδόμηση και των τριών δομών του μοντέλου.
- *Χαρακτηριστικό (attribute)*: Γνωστική κατηγορία που συμμετέχει στην οικοδόμηση της σχεσιακής δομής του μοντέλου.
- *Γεγονός (event)*: Γνωστική κατηγορία που συμμετέχει στην οικοδόμηση της μετασχηματιστικής δομής του μοντέλου.

- *Σκοπός (goal)*: Γνωστική κατηγορία που συμμετέχει στην οικοδόμηση της τελεολογικής δομής του μοντέλου.

Επιπλέον, κατασκευάστηκε ερωτηματολόγιο ανοιχτού τύπου μέτρησης της οικοδόμησης των τριών δομών του μοντέλου από τον αναγνώστη (Παράρτημα Πβ), το οποίο αποτελεί υλικό που δόθηκε στους φοιτητές ως δεύτερη δοκιμασία. Το ερωτηματολόγιο αυτό περιλαμβάνει δεκαοκτώ (18) ερωτήσεις ανοιχτού τύπου. Οι ερωτήσεις κατανεμήθηκαν ως προς τη δομή του μοντέλου της οποίας την οικοδόμηση μετρούν, ως εξής:

- Οκτώ (8) ερωτήσεις που μετρούν την οικοδόμηση της σχεσιακής δομής, π.χ. «Ποια είναι η οργάνωση της κύριας μνήμης;» (Παράρτημα Πβ - ερώτηση 1).
- Έξι (6) ερωτήσεις που μετρούν την οικοδόμηση της μετασχηματιστικής δομής, π.χ. «Περιγράψτε τα βήματα εκτέλεσης των εντολών σε γλώσσα μηχανής που επιτρέπουν την επικοινωνία της CPU με την κύρια μνήμη» (Παράρτημα Πβ - ερώτηση 10).
- Τέσσερις (4) ερωτήσεις που μετρούν την οικοδόμηση της τελεολογικής δομής, π.χ. «Θα μπορούσε να αντικατασταθεί εξολοκλήρου η κύρια μνήμη από την κρυφή μνήμη;» - (Παράρτημα Πβ - ερώτηση 16).

Διαδικασία

Η εμπειρική μελέτη πραγματοποιήθηκε σε διάστημα μίας εβδομάδας και αποτελείται από τα εξής τρία στάδια:

1. *Διάλεξη (1^η εβδομάδα)*: Οι φοιτητές παρακολούθησαν διάλεξη πάνω στις ενότητες «Κύρια Μνήμη και Αποθηκευτικές Μονάδες του Υπολογιστή». Η διάλεξη αυτή αποτελεί μέρος του μαθήματος «Εισαγωγή στην Πληροφορική και τις Τηλεπικοινωνίες» του χειμερινού εξαμήνου του πρώτου έτους σπουδών. Από τους φοιτητές ζητήθηκε να μελετήσουν τις ενότητες που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη ενότητα και από τα δύο βιβλία και μόνο αυτές, ώστε να εκπονήσουν στο επόμενο μάθημα, μια βδομάδα μετά, μια δραστηριότητα τάξης, η οποία βαθμολογείται.
2. *Δοκιμασία Κατηγοριοποίησης (2^η εβδομάδα)*: Δόθηκε στους φοιτητές, ως πρώτη δοκιμασία, το φύλλο εργασίας κατηγοριοποίησης των τριάντα (30) εννοιών στις πέντε κατηγορίες: φυσική και αφηρημένη οντότητα, χαρακτηριστικό, γεγονός και σκοπός. Μία δραστηριότητα κατηγοριοποίησης (ή ταξινόμησης) αποτελεί εναλλακτική μέθοδο για την αξιολόγηση της κατανόησης του καταστασιακού μοντέλου (situation model) κατά Kintsch (ενότητα 3.3) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέθοδος αξιολόγησης, αλλά και ως μορφή διδασκαλίας

(McNamara et al., 1996). Από τους φοιτητές ζητήθηκε να εντάξουν κάθε έννοια μόνο σε μια κατηγορία, ώστε να εξεταστεί κατά πόσο μπορούν να διακρίνουν μεταξύ τους φυσικές και αφηρημένες οντότητες, καθώς και μεταξύ τους αφηρημένες έννοιες, σύμφωνα με το τι αυτές εκφράζουν σε σχέση με το μοντέλο. Σε περίπτωση που οι φοιτητές αδυνατούσαν να κατηγοριοποιήσουν κάποια αφηρημένη έννοια σε κάποια από τις τρεις κατηγορίες, χαρακτηριστικό, γεγονός και σκοπό, τους προτάθηκε να την κατηγοριοποιήσουν κάτω από τη γενική κατηγορία αφηρημένη οντότητα. Για κάθε συμμετέχοντα, υπολογίστηκε το πλήθος των λαθών σε κάθε μία από τις πέντε κατηγορίες, και το πλήθος των εννοιών που λανθασμένα κατηγοριοποιήθηκαν σε κάποια συγκεκριμένη κατηγορία. Η διάρκεια του σταδίου αυτού ήταν είκοσι (20) λεπτά.

3. *Δοκιμασία Ερωτηματολογίου (2^η εβδομάδα)*: Αμέσως μετά την ολοκλήρωση του δεύτερου σταδίου, στους συμμετέχοντες δόθηκε το φύλλο εργασίας με το ερωτηματολόγιο των δεκαοκτώ (18) ερωτήσεων ανοιχτού τύπου που μετρούν την οικοδόμηση των τριών δομών του μοντέλου των Denhière και Baudet (σχεσιακή, μετασηματιστική, τελεολογική). Η διάρκεια του σταδίου αυτού ήταν εξήντα (60) λεπτά.

Βαθμολόγηση

Κατά τη βαθμολόγηση της επίδοσης του κάθε φοιτητή στη δοκιμασία κατηγοριοποίησης εννοιών στις πέντε γνωστικές κατηγορίες υπολογίστηκε για κάθε φοιτητή: (α) το πλήθος των λαθών ποτ έκανε σε κάθε μία κατηγορία και (β) το πλήθος των εννοιών που λανθασμένα κατηγοριοποιήθηκαν σε κάθε μία από τις πέντε κατηγορίες.

Κατά τη αξιολόγηση/βαθμολόγηση της επίδοσης του κάθε φοιτητή στο ερωτηματολόγιο των ερωτήσεων ανοιχτού τύπου, η κάθε απάντηση αναλύθηκε σε ιδεομονάδες (idea units), οι οποίες χαρακτηρίστηκαν σύμφωνα με τη δομή στην οποία αναφέρονται. Μία ιδεομονάδα αναφέρεται σε μία πρόταση με σημασία, η οποία αναπαριστά μια ιδέα και περιέχει τη ρητή αλλά, πιθανόν, και την άρρητη πληροφορία που εμφανίζεται σε ένα-τμήμα της απάντησης ελεύθερου κειμένου (δόμηση μικροδομής κατά Kintsch, ενότητα 3.3). Για παράδειγμα, σε απαντήσεις συμμετεχόντων εμφανίστηκε η ιδεομονάδα «Η κύρια μνήμη δεν επαρκεί». Σε αυτή την περίπτωση υπάρχει και η άρρητη πληροφορία «...εάν η κύρια μνήμη είναι μικρότερη σε μέγεθος από το πρόγραμμα», η οποία συμπληρώνει τη συγκεκριμένη ιδεομονάδα.

Αν και κάθε μία από της ερωτήσεις ανοιχτού τύπου μετρά την οικοδόμηση μιας συγκεκριμένης δομής του μοντέλου, μια απάντηση ελεύθερου κειμένου θα μπορούσε να περιέχει και πληροφορία που αφορά την οικοδόμηση μιας άλλης δομής και αυτό αποτέλεσε και το βασικό λόγο που κάθε απάντηση αναλύθηκε σε ιδεομονάδες. Η κάθε ιδεομονάδα

βαθμολογήθηκε με ένα (1) βαθμό, εάν εξέφραζε εναλλακτική (μη επιστημονική) αντίληψη και με δύο (2) βαθμούς, εάν εξέφραζε την επιστημονική γνώση. Η συνολική επίδοση του κάθε συμμετέχοντα προέκυψε από το άθροισμα των σκορ στις ιδεομονάδες για κάθε δομή του μοντέλου ξεχωριστά.

Στις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου δόθηκαν ενδεικτικές απαντήσεις από τρεις ειδικούς του αντικείμενου, οι οποίες αναλύθηκαν και αυτές σε ένα σύνολο ιδεομονάδων, το οποίο αποτέλεσε σημείο αναφοράς για την αξιολόγηση των ιδεομονάδων που εμφανίστηκαν στις απαντήσεις ελεύθερου κειμένου των συμμετεχόντων ως προς τις αντιλήψεις που αυτές εκφράζουν. Για τη μεγαλύτερη αξιοπιστία της βαθμολόγησης οι απαντήσεις των συμμετεχόντων αξιολογήθηκαν από τους τρεις ειδικούς. Η αξιοπιστία άλφα των τριών αξιολογήσεων για τις απαντήσεις των εβδομήντα δύο (72) συμμετεχόντων είναι 0.82.

Οι πίνακες του Παραρτήματος III εμφανίζουν τις ιδεομονάδες που εμφανίστηκαν στις απαντήσεις ελεύθερου κειμένου των φοιτητών και που εκφράζουν τις εναλλακτικές αντιλήψεις τους στην οικοδόμηση της κάθε μιας από τις δομές (σχεσιακή-IIIα, μετασχηματιστική-IIIβ, τελεολογική-IIIγ). Για κάθε ιδεομονάδα εναλλακτικής αντίληψης υπάρχει η αντίστοιχη επιστημονική αντίληψη που προέκυψε από τις ενδεικτικές απαντήσεις των ειδικών και το ποσοστό των φοιτητών που την εμφάνισε στις απαντήσεις του.

Για παράδειγμα, όσον αφορά την οικοδόμηση της σχεσιακής δομής το μεγαλύτερο ποσοστό των φοιτητών εμφάνισε εναλλακτικές αντιλήψεις στις απαντήσεις στην ερώτηση 7 (Παραρτήματος IIβ): «Συνδέεται ο Σκληρός Δίσκος με την Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας (ΚΜΕ); Αν Ναι περιγράψτε τη σύνδεση;». Στην περίπτωση αυτή η επιστημονική θέση είναι ότι «Ο σκληρός δίσκος συνδέεται με τη CPU μέσω του ελεγκτή δίσκου». Το 48,6% των φοιτητών όμως (Παράρτημα III) ανέφερε εναλλακτικά τα εξής: (α) Ο σκληρός δίσκος βρίσκεται μέσα στη CPU και συνδέεται με αυτή με καλώδιο όπως και με την κύρια μνήμη, (β) Ο σκληρός δίσκος συνδέεται με την CPU μέσω ηλεκτρικών στοιχείων τα οποία εξυπηρετούν τις λειτουργίες του σκληρού δίσκου, (γ) Ο σκληρός δίσκος συνδέεται με τη CPU μέσω καλωδίου, όπως εξωτερικό USB e-sata ή ακόμα και UTP καλώδιο, (δ) Ο σκληρός δίσκος συνδέεται με τη CPU μέσω συνδέσεων τύπου DDR, DDR2 και DDR3 ή (ε) Ο σκληρός δίσκος συνδέεται με τη CPU μέσω του κεντρικού διαύλου.

Όσον αφορά τη μετασχηματιστική δομή το μεγαλύτερο ποσοστό εναλλακτικών αντιλήψεων εμφανίστηκε στις απαντήσεις στην ερώτηση 9 (Παραρτήματος IIβ): «Αναφέρετε τις εντολές σε γλώσσα μηχανής που επιτρέπουν την επικοινωνία ΚΜΕ και σκληρού δίσκου», το οποίο αφορά στις εντολές επικοινωνίας του σκληρού δίσκου με τη CPU. Στην περίπτωση αυτή η

επιστημονική θέση είναι ότι «Η επικοινωνία μεταξύ σκληρού δίσκου και CPU επιτυγχάνεται με εντολές εισόδου/εξόδου (I/O). Το 40,3% των φοιτητών όμως θεωρούν ότι «δεν υπάρχουν εντολές επικοινωνίας μεταξύ σκληρού δίσκου και CPU» οπότε και δεν τις απαριθμούν (Παράρτημα III).

Τέλος, όσον αφορά την τελεολογική δομή εναλλακτικές αντιλήψεις εμφανίστηκαν στις απαντήσεις στην ερώτηση 5 (Παραρτήματος IIβ): «Ποιος είναι ο ρόλος του σκληρού δίσκου;». Ποσοστό φοιτητών εξέφρασαν την αντίληψη ότι «ο σκληρός δίσκος κατασκευάστηκε με σκοπό την διατήρηση αντιγράφων ασφαλείας» παρακάμπτοντας το πραγματικό λόγο κατασκευής του που είναι «η μόνιμη αποθήκευση δεδομένων για μελλοντική χρήση», ενώ άλλοι φοιτητές θεωρούν ότι «Ο σκληρός δίσκος έχει δημιουργηθεί για προσωρινή αποθήκευση δεδομένων» (Παράρτημα III).

4.3.3 Στατιστική Ανάλυση και Αποτελέσματα

Για τη ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό κριτήριο της ανάλυσης διακύμανσης διπλής κατεύθυνσης (ANOVA). Αφού βαθμολογήθηκαν τα δεδομένα της πρώτης δοκιμασίας της κατηγοριοποίησης των τριάντα (30) εννοιών οι φοιτητές ομαδοποιήθηκαν σύμφωνα με (α) τα λάθη τους σε κάθε μια από τις πέντε γνωστικές κατηγορίες, (β) τις έννοιες που λανθασμένα κατηγοριοποιήθηκαν προς κάθε μια από τις πέντε κατηγορίες και ειδικότερα (γ) τα λάθη τους στις φυσικές και αφηρημένες οντότητες.

Με βάση τις τρεις παραπάνω ομαδοποιήσεις πραγματοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης με εξαρτημένη μεταβλητή την *επίδοση των συμμετεχόντων σε κάθε μία δομή του μοντέλου (σχεσιακή, μετασχηματιστική, τελεολογική)* στις απαντήσεις στο ερωτηματολόγιο ανοιχτού τύπου.

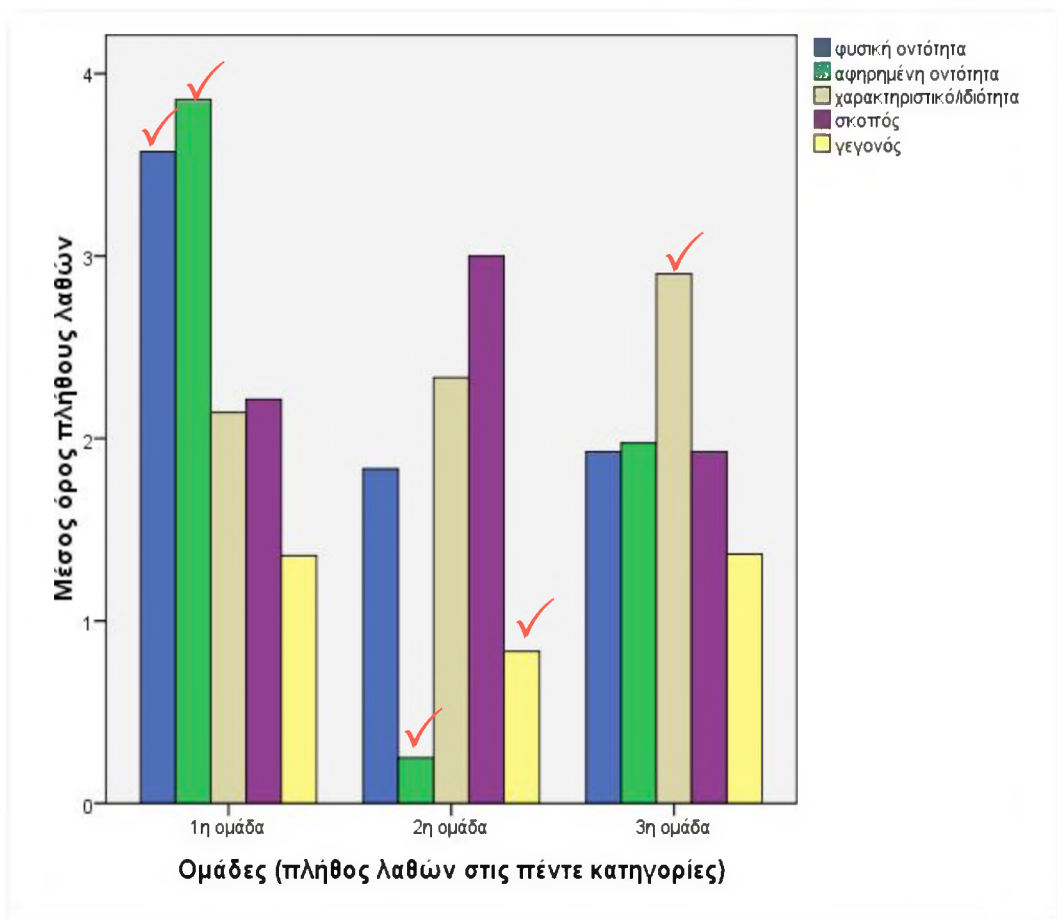
Η πρώτη και η δεύτερη ομαδοποίηση των συμμετεχόντων ως προς την κατηγοριοποίηση των εννοιών στις πέντε γνωστικές κατηγορίες χρησιμοποιήθηκαν για τη διερεύνηση της ισχύος της πρώτης ερευνητικής υπόθεσης, δηλαδή, του εάν και κατά πόσο η αδυναμία αναγνώρισης γνωστικών κατηγοριών, όπως εκείνη του *γεγονότος*, που συμμετέχουν στην οικοδόμηση της μετασχηματιστικής δομής από τον αναγνώστη εκθεσιακού κειμένου Πληροφορικής, σχετίζεται με την οικοδόμηση της συνολικής μικροδομής (σχεσιακή και μετασχηματιστική δομή μαζί).

Η τρίτη ομαδοποίηση χρησιμοποιήθηκε για τη διερεύνηση της ισχύος της δεύτερης ερευνητικής υπόθεσης, δηλαδή, του εάν και κατά πόσο η διάκριση μεταξύ φυσικών και αφηρημένων οντοτήτων σχετίζεται με την οικοδόμηση της τελεολογικής δομής από τον αναγνώστη.

Έλεγχος Πρώτης Ερευνητικής Υπόθεσης

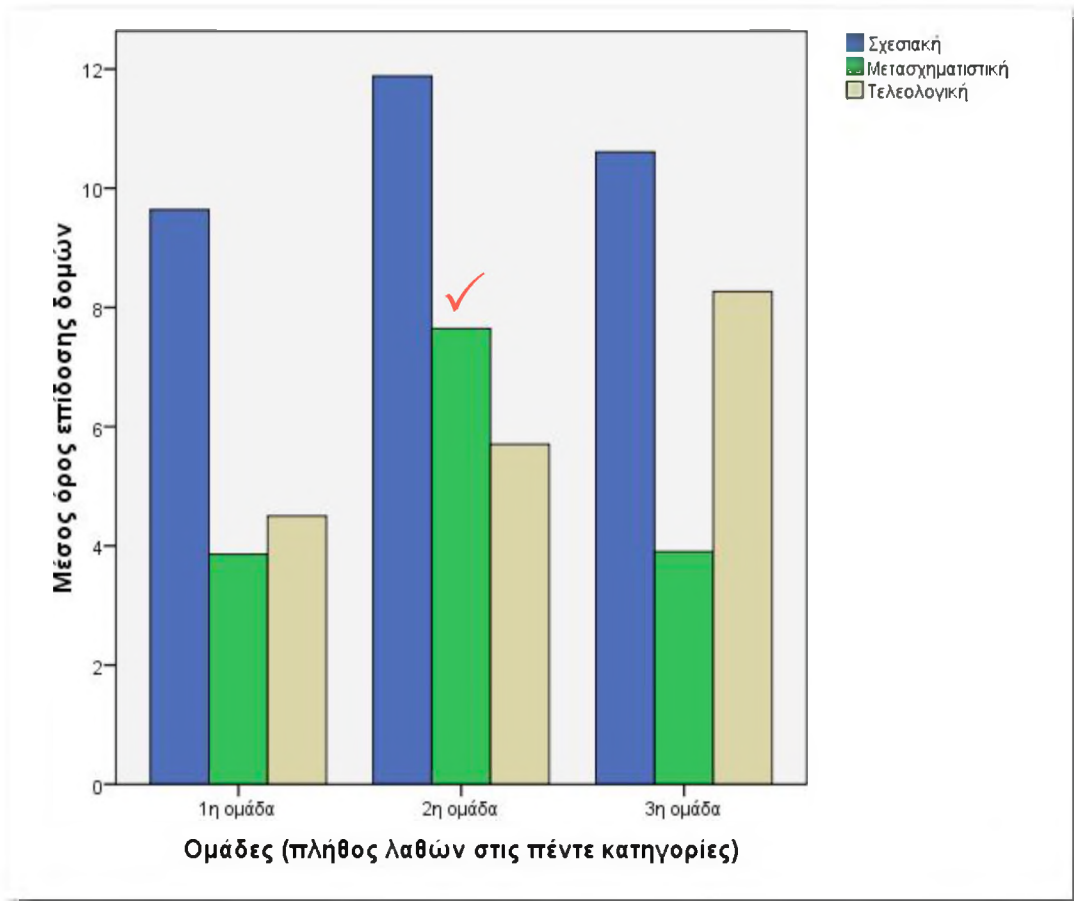
Για τον έλεγχο της πρώτης ερευνητικής υπόθεσης, οι συμμετέχοντες, αρχικά, ομαδοποιήθηκαν με βάση τα λάθη τους στις πέντε κατηγορίες (1^η ομαδοποίηση) και προέκυψαν οι παρακάτω τρεις ομάδες (Σχήμα 7):

1. Στην 1η ομάδα ανήκουν οι φοιτητές που εμφάνισαν υψηλό πλήθος λαθών στις φυσικές και αφηρημένες οντότητες και μέσο πλήθος στις υπόλοιπες κατηγορίες.
2. Στη 2η ομάδα ανήκουν εκείνοι που εμφάνισαν χαμηλό πλήθος λαθών στις αφηρημένες οντότητες και το γεγονός, και μέσο πλήθος στις υπόλοιπες κατηγορίες.
3. Στην 3η ομάδα ανήκουν εκείνοι που εμφάνισαν υψηλό πλήθος λαθών στις έννοιες που εκφράζουν χαρακτηριστικό και μέσο πλήθος στις υπόλοιπες κατηγορίες.



Σχήμα 7. Ομαδοποίηση με βάση τα λάθη σε κάθε μια από τις πέντε κατηγορίες.

Διαπιστώθηκε έντονη συσχέτιση του πλήθους λαθών κατηγοριοποίησης (Σχήμα 8) στην επίδοση των φοιτητών στη μετασχηματιστική δομή στις απαντήσεις τους στο ερωτηματολόγιο ανοιχτού τύπου [$F_{(2,71)}=3.978$, $p<0.05$], με την 1^η (διαφορά=3.79) και την 3^η ομάδα (διαφορά=3.74) να εμφανίζουν στατιστικά σημαντικά χειρότερη επίδοση από τη 2^η ομάδα.



Σχήμα 8. Επίδοση των ομάδων με βάση τα λάθη σε κάθε κατηγορία στις τρεις δομές του μοντέλου.

Δηλαδή, οι φοιτητές που εμφάνισαν χαμηλό πλήθος λαθών στα γεγονότα στην κατηγοριοποίηση εννοιών είχαν καλύτερη επίδοση στην οικοδόμηση της μετασχηματιστικής δομής που μετρήθηκε από τις αντίστοιχες ερωτήσεις ανοιχτού τύπου. Ταυτόχρονα, οι φοιτητές που πήγαν χειρότερα στην κατηγοριοποίηση χαρακτηριστικών (σχεσιακή δομή) πήγαν χειρότερα στην οικοδόμηση της μετασχηματιστικής δομής, που μετρήθηκε από τις αντίστοιχες ερωτήσεις ανοιχτού τύπου.

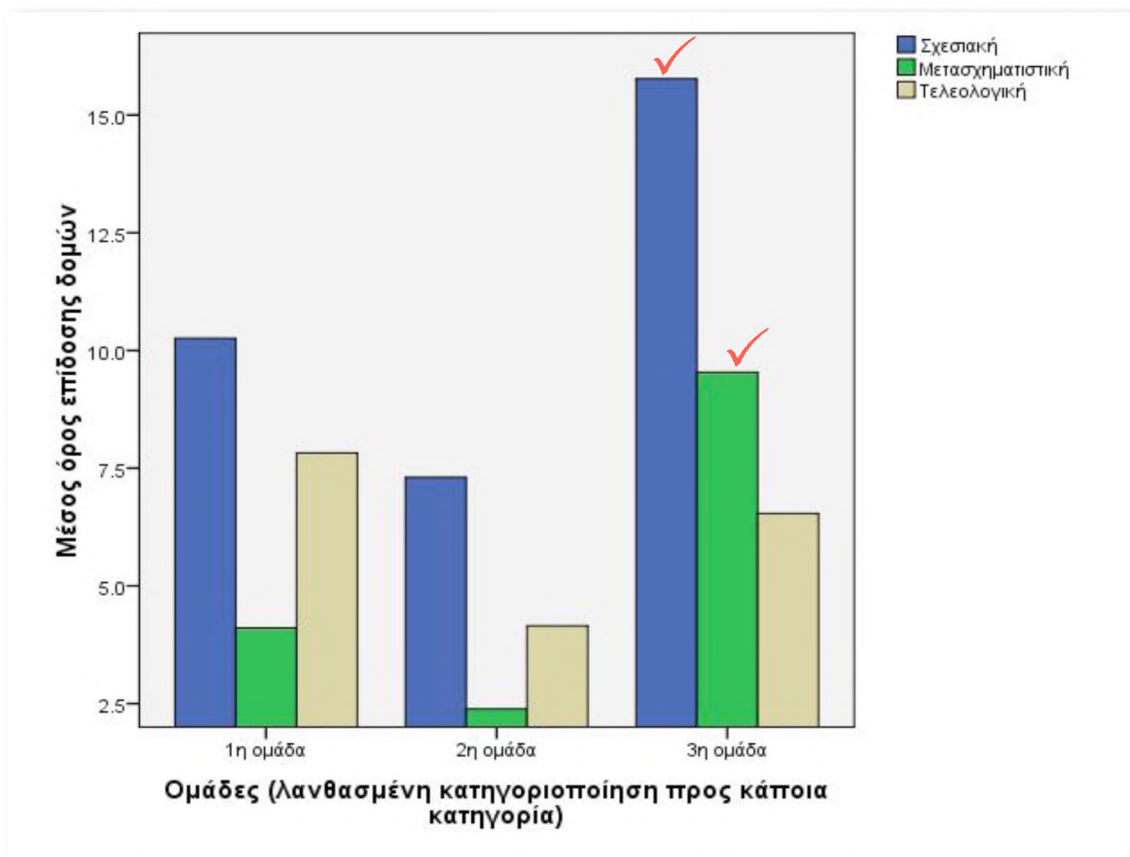
Με σκοπό να μελετηθεί όχι μόνο ο τρόπος που οι φοιτητές έκαναν λάθος στην κατηγοριοποίηση εννοιών αλλά και ο τρόπος με τον οποίο προτιμούσαν να κατηγοριοποιούν σε συγκεκριμένη κατηγορία (2^η ομαδοποίηση), οι συμμετέχοντες ομαδοποιήθηκαν εκ νέου με βάση το πλήθος εννοιών που λανθασμένα κατηγοριοποίησαν προς κάθε μια κατηγορία στη δοκιμασία κατηγοριοποίησης εννοιών και προέκυψαν τρεις ομάδες (Σχήμα 9):

1. Στην 1η ομάδα ανήκουν οι φοιτητές που εμφάνισαν μέσο βαθμό λανθασμένης κατηγοριοποίησης εννοιών προς όλες τις κατηγορίες.
2. Στη 2η ομάδα ανήκουν εκείνοι που εμφάνισαν χαμηλό βαθμό προς τις κατηγορίες χαρακτηριστικό και σκοπό, και μέσο βαθμό στις υπόλοιπες κατηγορίες.

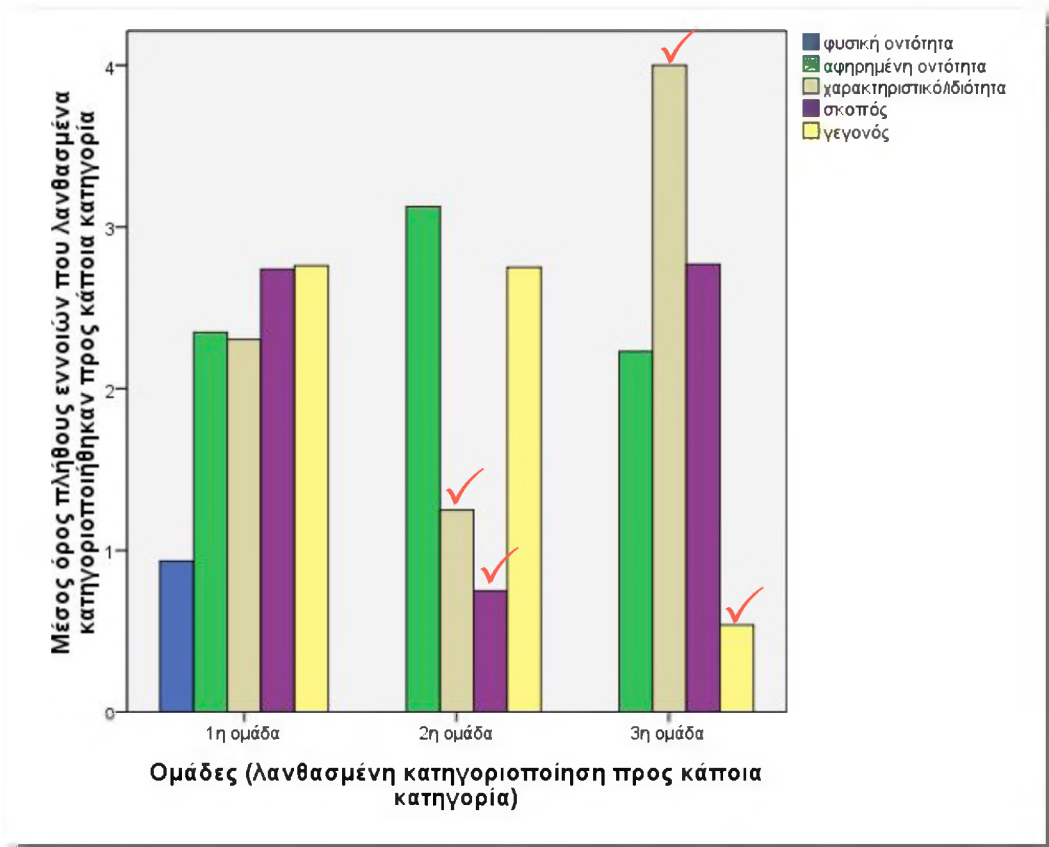
3. Στην 3η ομάδα ανήκουν εκείνοι που εμφάνισαν υψηλό βαθμό προς την κατηγορία χαρακτηριστικό και χαμηλό βαθμό στην κατηγορία γεγονός, ενώ εμφάνισαν μέσο βαθμό στις υπόλοιπες κατηγορίες.

Και στις τρεις ομάδες υπάρχει από μηδενικός ως πολύ χαμηλός βαθμός λανθασμένης κατηγοριοποίησης των αφηρημένων οντοτήτων ως φυσικές οντότητες.

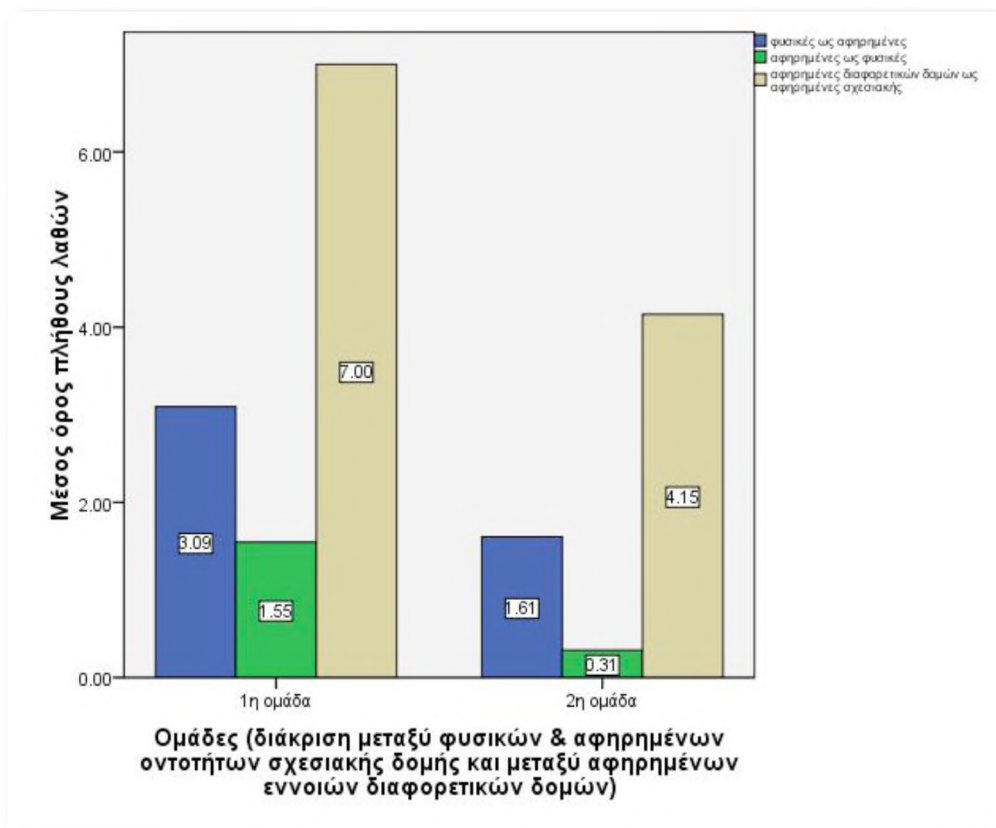
Παρατηρήθηκε έντονη συσχέτιση (Σχήμα 10) του βαθμού λανθασμένης κατηγοριοποίησης προς κάποια κατηγορία στην οικοδόμηση της σχεσιακής [$F_{(2,71)}=13.572$, $p<0.01$] και της μετασχηματιστική δομή στις απαντήσεις τους στο ερωτηματολόγιο ανοιχτού τύπου [$F_{(2,71)}=9.723$, $p<0.01$], με την 3^η ομάδα να εμφανίζει καλύτερη επίδοση στις δύο δομές από την 1^η αλλά και τη 2^η ομάδα. Δηλαδή, οι φοιτητές που δεν κατηγοριοποίησαν λανθασμένα αφηρημένες έννοιες ως γεγονότα στη δραστηριότητα κατηγοριοποίησης εννοιών είχαν καλύτερη επίδοση στην οικοδόμηση της σχεσιακής και μετασχηματιστικής δομής (συνολικά της μικροδομής) που μετρήθηκε από τις αντίστοιχες ερωτήσεις ανοιχτού τύπου.



Σχήμα 9. Ομαδοποίηση με βάση τη λανθασμένη κατηγοριοποίηση προς κάποια κατηγορία.



Σχήμα 10. Επίδοση ομάδων με βάση τη λανθασμένη κατηγοριοποίηση προς κάποια κατηγορία στις 3 δομές του μοντέλου.



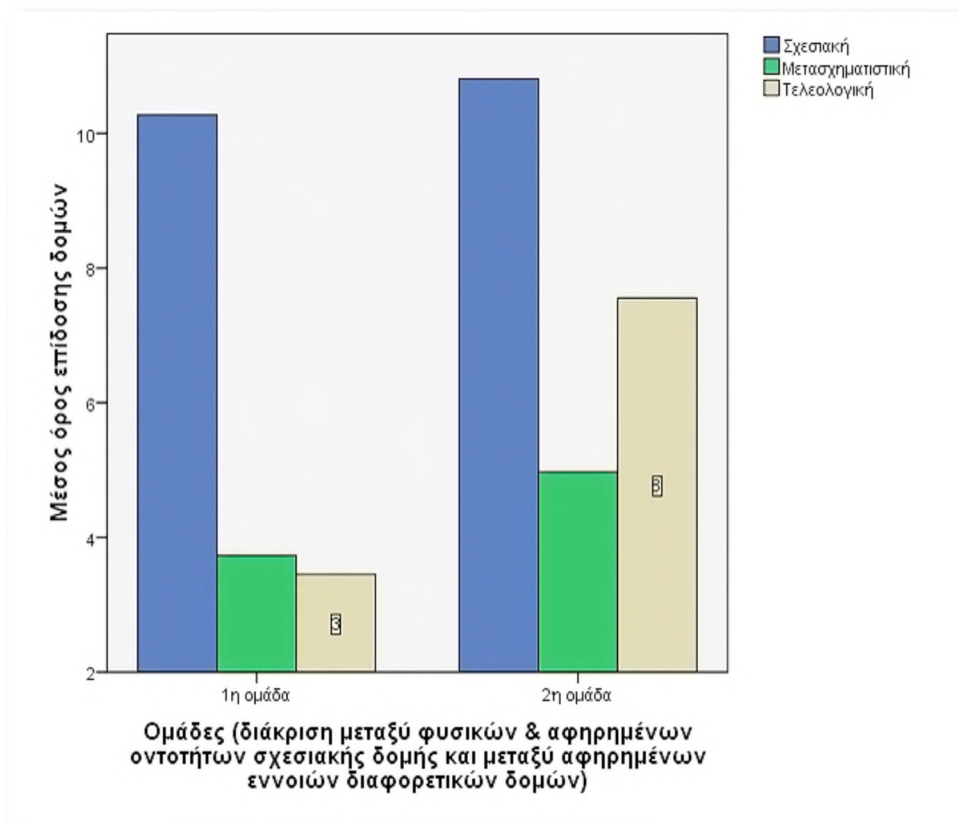
Σχήμα 11. Ομαδοποίηση με βάση τη διάκριση μεταξύ φυσικών και αφηρημένων οντοτήτων.

Έλεγχος Δεύτερης Ερευνητικής Υπόθεσης

Για τον έλεγχο της δεύτερης ερευνητικής υπόθεσης, οι συμμετέχοντες ομαδοποιήθηκαν με βάση τη διάκριση μεταξύ φυσικών και αφηρημένων οντοτήτων (3^η ομαδοποίηση), δηλαδή όσοι χαρακτήρισαν αφηρημένες ως φυσικές (1^η περίπτωση) και φυσικές ως αφηρημένες (2^η περίπτωση), και τη λανθασμένη κατηγοριοποίηση αφηρημένων εννοιών που αφορούν σε χαρακτηριστικό, γεγονός και σκοπό στη γενική κατηγορία των αφηρημένων οντοτήτων (3^η περίπτωση). Από την ομαδοποίηση αυτή προέκυψαν δύο ομάδες (Σχήμα 11):

- Στην 1^η ομάδα ανήκουν έντεκα (11) εκ του συνόλου των φοιτητών που εμφάνισαν *υψηλό πλήθος λαθών* και στις τρεις περιπτώσεις, και ανήκουν στην 1^η ομάδα της ομαδοποίησης 1^{ου} κριτηρίου και στην 1^η ομάδα της ομαδοποίησης 2^{ου} κριτηρίου.
- Στη 2^η ομάδα ανήκουν οι υπόλοιποι φοιτητές, οι οποίοι εμφάνισαν *χαμηλότερο πλήθος λαθών* και στις τρεις περιπτώσεις.

Οι δύο ομάδες διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ως προς το βαθμό λανθασμένης κατηγοριοποίησης φυσικών οντοτήτων ως αφηρημένων [$F_{(1,71)}=16.433$, $p<0.001$], και το αντίστροφο [$F_{(1,71)}=18.461$, $p<0.001$], καθώς και το βαθμό λανθασμένης κατηγοριοποίησης χαρακτηριστικών, γεγονότων και σκοπών ως αφηρημένων οντοτήτων [$F_{(1,71)}=14.281$, $p<0.001$].



Σχήμα 12. Επίδοση ομάδων με βάση τη διάκριση μεταξύ φυσικών και αφηρημένων οντοτήτων στις τρεις δομές του μοντέλου.

Για παράδειγμα, ποσοστό φοιτητών που ανήκουν στην 1^η ομάδα χαρακτήρισαν την «κύρια» και «δευτερεύουσα μνήμη» ως αφηρημένες οντότητες, ενώ στη Πληροφορική αυτές αποτελούν φυσικές οντότητες (μνήμη RAM και σκληρός δίσκος αντίστοιχα), όπως επίσης, τη «φυσική διεύθυνση» που είναι αφηρημένη οντότητα τη χαρακτήρισαν ως φυσική.

Εδώ παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων (Σχήμα 12) ως προς την επίδοση των φοιτητών στην οικοδόμηση της τελεολογική δομής που μετρήθηκε από τις αντίστοιχες ερωτήσεις του ανοιχτού ερωτηματολογίου [$F_{(1,71)}=4.599$, $p<0.05$] και μάλιστα η 2η ομάδα έχει αισθητά καλύτερη επίδοση από την 1η ομάδα. Δηλαδή, οι φοιτητές που διακρίνουν καλύτερα τις φυσικές από τις αφηρημένες οντότητες του συγκεκριμένου γνωστικού αντικείμενου στη δοκιμασία κατηγοριοποίησης εννοιών είχαν καλύτερη επίδοση στην οικοδόμηση της τελεολογικής δομής που μετρήθηκε από τις αντίστοιχες ερωτήσεις ανοιχτού τύπου.

4.3.4 Συζήτηση

Όσον αφορά την πρώτη ερευνητική υπόθεση φαίνεται από τα αποτελέσματα ότι η καλύτερη αναγνώριση της γνωστικής κατηγορίας γεγονός που συμμετέχει στη μετασχηματιστική δομή συσχετίζεται με την καλύτερη οικοδόμηση τόσο της μετασχηματιστικής όσο και της σχεσιακής δομής. Συσχετίζεται, δηλαδή, με την καλύτερη οικοδόμηση από τον αναγνώστη της μικροδομής του τεχνικού συστήματος που περιγράφεται σε κείμενο Πληροφορικής. Αντίθετα, η αδυναμία αναγνώρισης φυσικών και αφηρημένων οντοτήτων, καθώς και χαρακτηριστικών, στη δοκιμασία κατηγοριοποίησης εννοιών συσχετίζεται με τη χαμηλότερη επίδοση στην οικοδόμηση της μικροδομής στις αντίστοιχες ερωτήσεις του ερωτηματολογίου ανοιχτού τύπου. Τα συμπεράσματα αυτά είναι αναμενόμενα, διότι όπως υποστηρίζουν και οι Denhière και Baudet στο μοντέλο τους (ενότητα 3.4) για την οικοδόμηση της μετασχηματιστικής δομής είναι απαραίτητη η οικοδόμηση της σχεσιακής δομής.

Όσον αφορά την δεύτερη ερευνητική υπόθεση φαίνεται από τα αποτελέσματα ότι η καλύτερη διάκριση μεταξύ φυσικών και αφηρημένων οντοτήτων του γνωστικού αντικείμενου Πληροφορικής συσχετίζεται με την καλύτερη επίδοση στην οικοδόμηση από τον αναγνώστη της τελεολογικής δομής, η οποία αποτελεί και το συνεκτικό σύστημα της μακροδομής, του τεχνικού συστήματος που περιγράφεται σε κείμενο Πληροφορικής. Η διάκριση μεταξύ φυσικών και αφηρημένων οντοτήτων αποτελεί πολύ σημαντική παράμετρο για την κατανόηση και την οικοδόμηση της μακροδομής και για το λόγο αυτό η ελλιπής οικοδόμηση της μικροδομής σχετίζεται με την αδυναμία αναγνώρισης θεμελιωδών γνωστικών κατηγοριών, όπως είναι οι φυσικές και αφηρημένες.

Επιπλέον διαπιστώθηκαν τα παρακάτω. Όσον αφορά την οικοδόμηση της σχεσιακής δομής, οι φοιτητές, οι οποίοι (α) παρουσίασαν περισσότερα λάθη στο να κατηγοριοποιήσουν *χαρακτηριστικά*, (β) έτειναν να χαρακτηρίζουν τις έννοιες ως *γεγονότα* και (γ) χαρακτήριζαν τα *χαρακτηριστικά* ως *γεγονότα* και/ή τις *αφηρημένες οντότητες* ή τα *γεγονότα* ως *σκοπούς*, εμφάνισαν περισσότερες εναλλακτικές αντιλήψεις σε αυτή. Αυτό σχετίζεται και με την επιβεβαίωση της πρώτης ερευνητικής υπόθεσης, ότι, δηλαδή, γνωστική κατηγορία, όπως αυτή του γεγονότος, που συμμετέχει στην οικοδόμηση της μετασχηματιστικής δομής επιδρά και στη σχεσιακή.

Όσον αφορά την οικοδόμηση της μετασχηματιστικής δομής, εμφάνισαν περισσότερες εναλλακτικές αντιλήψεις οι φοιτητές, οι οποίοι (α) είχαν πολλές λανθασμένες απαντήσεις στην κατηγορία *γεγονός* (1^η ομαδοποίηση) και (β) έτειναν να κατηγοριοποιούν τα *χαρακτηριστικά* ως *αφηρημένες οντότητες*, δεν μπορούσαν, δηλαδή, να εκτιμήσουν την ακριβή κατηγορία αφηρημένης έννοιας στην οποία αυτά ανήκαν (2^η ομαδοποίηση). Οι εναλλακτικές αυτές αντιλήψεις φαίνεται να οφείλονται σε προβλήματα του σταδίου *Ολοκλήρωσης* της προηγούμενης πληροφορίας, σύμφωνα με το υπολογιστικό μοντέλο των Lemaire και Denhière.

Όσον αφορά την οικοδόμηση της τελεολογικής δομής περισσότερα προβλήματα εμφάνισαν οι φοιτητές που χαρακτήρισαν τις *φυσικές οντότητες* ως *χαρακτηριστικά*, τις *αφηρημένες οντότητες* ως *σκοπούς* (3^η ομαδοποίηση). Οι εναλλακτικές αντιλήψεις που οι φοιτητές εμφάνισαν στην τελεολογική δομή φαίνεται να οφείλονται σε προβλήματα κατά το στάδιο *Οικοδόμησης*, σύμφωνα με το υπολογιστικό μοντέλο των Lemaire και Denhière, καθώς οικοδόμησαν τη σχεσιακή δομή των οντοτήτων θεωρώντας τις αυτές αφηρημένες (π.χ. ανθρώπινη μνήμη).

Τέλος, όσον αφορά το φύλο των συμμετεχόντων, τα αγόρια είχαν μεγαλύτερη τάση να κατηγοριοποιούν λανθασμένα τις αφηρημένες έννοιες ως *γεγονότα* [$F_{(1,71)}=4,734$, $p<0.05$] σε σχέση με τα κορίτσια.

Τα αποτελέσματα της μελέτης οδηγούν στην επιβεβαίωση των επιμέρους σταδίων οικοδόμησης γνώσης που υποστηρίζει το μοντέλο των Denhière και Baudet στο γνωστικό αντικείμενο της Πληροφορικής, καθώς και στη σημασία της διάκρισης μεταξύ των φυσικών και αφηρημένων οντοτήτων για την οικοδόμηση της τελεολογικής δομής, η οποία αποτελεί το συνεκτικό σύστημα της μακροδομής. Όπως ειπώθηκε και στο κεφάλαιο 3 (ενότητα 3.4), οι Denhière και Baudet υποστηρίζουν ότι ο αναγνώστης οικοδομεί τη σχεσιακή, στη συνέχεια τη μετασχηματιστική και τέλος την τελεολογική δομή ώστε να κατανοήσει πλήρως το περιεχόμενο του κειμένου. Πολλές έννοιες, όπως η «μνήμη» σε διαφορετικά επιστημονικά πεδία έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά, ακόμα κι έναν τελείως διαφορετικό χαρακτήρα. Η λανθασμένη,

λοιπόν, κατανόηση τέτοιων εννοιών στα πλαίσια ενός γνωστικού αντικειμένου, όπως π.χ. στην επιστήμη των υπολογιστών, όπου η μνήμη αναφέρεται σε φυσική οντότητα (κύρια μνήμη RAM, δευτερεύουσα μνήμη - Σκληρός Δίσκος) φαίνεται να οδηγεί σε εναλλακτικές αντιλήψεις σε ολόκληρη την οικοδόμηση της γνώσης πάνω στο συγκεκριμένο αντικείμενο.

Η παρούσα έρευνα περιορίζεται στη μελέτη οικοδόμησης γνώσης εκθεσιακών κειμένων στο γνωστικό αντικείμενο της Πληροφορικής. Για μια εκτενέστερη μελέτη του τρόπου με τον οποίο ένας αναγνώστης κειμένων άλλων γνωστικών αντικειμένων ή άλλου είδους οικοδομεί τη γνώση σύμφωνα με το μοντέλο κατανόησης κειμένου των Denhière και Baudet και υπό το πρίσμα του υπολογιστικού μοντέλου των Lemaire και Denhière, θα πρέπει η έρευνα να επεκταθεί και στην κατανόηση κειμένων που αφορούν την καθημερινή ζωή, απλούστερων δηλαδή κειμένων, ώστε να συγκριθούν τα ευρήματα που αφορούν έννοιες Πληροφορικής με εκείνα άλλων εννοιών. Ενδιαφέρον θα είχε και η πραγματοποίηση της ίδιας μελέτης σε απόφοιτους Πληροφορικής, ώστε να διαπιστωθεί κατά πόσο και με ποιον τρόπο η μελέτη περισσότερων κειμένων του ίδιου γνωστικού αντικειμένου και μη σχεδιασμένων σύμφωνα με τις τρεις δομές του μοντέλου βοήθησε στη βαθύτερη κατανόηση συστημάτων που περιγράφονται σε τέτοιου είδους κείμενα.

4.4 3^η Μελέτη: Οικοδόμηση Γνώσης στο Γνωστικό Αντικείμενο της Πληροφορικής μέσω Δραστηριότητας Κατασκευής Εννοιολογικού Χάρτη

4.4.1 Σκοπός Έρευνας

Η εννοιολογική χαρτογράφηση, είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για τη διδασκαλία, την αξιολόγηση ή τη μάθηση ενός γνωστικού αντικειμένου. Όπως αναφέρθηκε και στην ενότητα 2.5, η πρώτη χρήση εννοιολογικών χαρτών έγινε από τον Novak (Novak & Gowin, 1984; Novak & Musonda, 1991) κατά τη διάρκεια πειραμάτων σχετικών με την εννοιολογική αλλαγή κατά την κατανόηση επιστημονικών θεωριών σε παιδιά. Η εννοιολογική χαρτογράφηση λειτουργεί ως εργαλείο δημιουργικής σκέψης για την ενίσχυση της ενεργητικής-αποτελεσματικής μάθησης, ατομικής και ομαδοσυνεργατικής (Ματσαγγούρας, 2000) και την επίλυση προβλημάτων, ως εργαλείο ανάπτυξης και καλλιέργειας κριτικής σκέψης (Hannafin, 1992) και τέλος ως εργαλείο μεταγνώσης (Jonassen & Grabowski, 1993).

Στην παρούσα έρευνα μελετήθηκε το εάν και με ποιόν τρόπο δραστηριότητα κατασκευής εννοιολογικών χαρτών που απεικονίζουν τις τρεις δομές που προτείνει το μοντέλο κατανόησης κειμένου των Denhière & Baudet (σχεσιακή, μετασηματιστική, τελεολογική) υποβοηθά στην κατανόηση τεχνικών συστημάτων που περιγράφονται σε κείμενα Πληροφορικής. Πιο συγκεκριμένα, η μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε με σκοπό να διερευνηθεί η σημασία της

εννοιολογικής χαρτογράφησης που είναι βασισμένη στο μοντέλο αυτό, ώστε να χρησιμοποιηθεί ως μία βασική μέθοδος μάθησης και αξιολόγησης στο γνωστικό εργαλείο που αναπτύχθηκε στην παρούσα διατριβή.

Χρησιμοποιώντας, λοιπόν, ως βάση το εργαλείο της εννοιολογικής χαρτογράφησης και το μοντέλο των Denhière & Baudet διεξήχθη έρευνα κατανόησης τεχνικού συστήματος πάνω στο γνωστικό αντικείμενο «Μνήμη και Αποθηκευτικές Μονάδες Η/Υ» σε φοιτητές Πληροφορικής με βασική ερευνητική υπόθεση ότι η χαρτογράφηση βοηθά την οικοδόμηση κάποιων εκ των τριών δομών του μοντέλου των Denhière και Baudet. Η υπόθεση εστιάζει περισσότερο στη μετασχηματιστική και τελεολογική δομή, οι οποίες δεν υποβοηθούνται από τα κείμενα που εμφανίζονται στα εγχειρίδια Πληροφορικής, αφού τα τελευταία δίνουν έμφαση στη σχεσιακή δομή (μονάδες και υπομονάδες ενός συστήματος).

4.4.2 Μεθοδολογία

Συμμετέχοντες

Στην έρευνα συμμετείχαν εκατόν τριάντα δύο (132) φοιτητές του τμήματος Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών του Πανεπιστημίου Αθηνών ηλικίας από 21 έως 28 ετών. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του μαθήματος «Πληροφορική στην Εκπαίδευση» που επιλέγεται από φοιτητές του τρίτου και τέταρτου έτους. Για το λόγο αυτό θεωρείται ότι οι φοιτητές έχουν αποκτήσει τις βασικές γνώσεις της Επιστήμης των Υπολογιστών.

Υλικά

Κατά τη διάρκεια της μελέτης χρησιμοποιήθηκε το ακόλουθο υλικό: (1) Κείμενο Πληροφορικής σχετικό με τη μνήμη του υπολογιστή (Brookshear, 2005), (2) Το λογισμικό SmartTools για την διαχείριση οντολογικών αναπαραστάσεων μέσω εννοιολογικών χαρτών, (3) Ερωτηματολόγιο αρχικής και τελικής δοκιμασίας (Παράρτημα IV) αποτελούμενο από τριάντα ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής και ανοιχτού τύπου, το οποίο μελετά την πρότερη και τελική γνώση στο αντικείμενο και είναι βασισμένο στο μοντέλο κατανόησης κειμένου των Denhière και Baudet. Παράδειγμα ερωτήσεως μετασχηματιστικής δομής είναι «Τι είδους λειτουργίας μπορεί να εκτελέσει η μνήμη RAM (1) εγγραφή + διαγραφή, (2) ανάγνωση +εγγραφή, (3) ανάγνωση +διαγραφή + εγγραφή».

Διαδικασία

Η εμπειρική μελέτη πραγματοποιήθηκε σε διάστημα τεσσάρων εβδομάδων και ακολουθήθηκαν τα εξής τρία στάδια:

1. *Διάλεξη και Αρχική Δοκιμασία (1^η εβδομάδα)*: Οι φοιτητές παρακολούθησαν διάλεξη μιας ώρας σε θέματα εννοιολογικής χαρτογράφησης και τους ζητήθηκε να συμπληρώσουν το ερωτηματολόγιο της αρχικής δοκιμασίας για μια ακόμη ώρα, ενθαρρύνοντας τους να απαντήσουν σε όλες τις ερωτήσεις ακόμα κι αν δεν ήταν σίγουροι για την ορθότητα των απαντήσεών τους.
2. *Κατασκευή Εννοιολογικών Χαρτών (2^η και 3^η εβδομάδα)*: Στους φοιτητές δόθηκε ένα κείμενο Πληροφορικής και τους ζητήθηκε να κατασκευάσουν εννοιολογικό χάρτη με κεντρική έννοια «Μνήμη Υπολογιστή & Μονάδες Αποθήκευσης». Το λογισμικό SmartTools έπρεπε να χρησιμοποιηθεί γι' αυτό. Ενδεικτικές ερωτήσεις που θα έπρεπε να απαντά ο χάρτης είναι: «Τι είναι η στατική RAM», «Τι περιλαμβάνει η μνήμη υπολογιστή» κλπ. Ο σκοπός αυτού του σταδίου είναι να διερευνηθεί η επίδοση των φοιτητών σε κάθε μία δομή του μοντέλου σε σχέση με τον χάρτη του ειδικού.
3. *Τελική Δοκιμασία (4^η εβδομάδα)*: Στους φοιτητές ζητήθηκε να συμπληρώσουν το ερωτηματολόγιο της τελικής δοκιμασίας για μία ώρα. Το ερωτηματολόγιο αυτό χρησιμοποιήθηκε για να συγκριθεί η επίδοση των φοιτητών σε σχέση με την αρχική δοκιμασία μετά την εμπλοκή τους στην δραστηριότητα κατασκευή εννοιολογικών χαρτών.

Βαθμολόγηση

Για την πραγματοποίηση της βαθμολόγησης των χαρτών των συμμετεχόντων δημιουργήθηκαν εννοιολογικοί χάρτες που απεικονίζουν το περιεχόμενο των κειμένων Πληροφορικής που αναφέρονται στην ενότητα των υλικών, οι οποίοι είναι βασισμένοι στις τρεις δομές του μοντέλου των Denhière & Baudet και χρησιμοποιήθηκαν ως χάρτες αναφοράς και σύγκρισης. Οι εννοιολογικοί χάρτες των συμμετεχόντων αξιολογήθηκαν συγκρινόμενοι με τους χάρτες αναφοράς, ως προς την πληρότητά τους με βάση το πλήθος των προτάσεων που αφορούν τη σχεσιακή, τη μετασχηματιστική και την τελεολογική δομή που περιέχουν, και ως προς την ορθότητά τους με βάση τις εναλλακτικές αντιλήψεις που εμφάνισαν οι φοιτητές στις τρεις δομές. Ομοίως βαθμολογήθηκαν και οι απαντήσεις των συμμετεχόντων στο ερωτηματολόγιο της αρχικής και τελικής δοκιμασίας.

Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι για την μεγαλύτερη αξιοπιστία της βαθμολόγησης οι χάρτες, καθώς και οι αρχική και τελική δοκιμασία των συμμετεχόντων, αξιολογήθηκαν από τρεις ειδικούς του γνωστικού αντικείμενου και χρησιμοποιήθηκε ως βαθμολογία για κάθε συμμετέχοντα και κάθε δραστηριότητα ο μέσος όρος των επιμέρους βαθμολογιών των τριών ειδικών. Η αξιοπιστία άλφα των τριών αξιολογήσεων για τους χάρτες είναι 0.78, την αρχική δοκιμασία 0.83 και την τελική δοκιμασία 0.80.

Παραδείγματα εναλλακτικών αντιλήψεων που αφορούν σε κάθε δομή είναι τα παρακάτω:

1. *Σχισιακή Δομή*: Μία πρόταση-τριπλέτα του χάρτη ή η απάντηση σε μία από τις δύο δοκιμασίες θεωρήθηκε ως σχισιακής δομής εάν περιέγραφε μια μερωνυμική ή ταξινομική σχέση π.χ. “Το Α είναι/είναι είδος του Β” ή “Το Α έχει/περιέχει το Β”, ή μια σχέση ιδιότητας π.χ. Το Α έχει ως ιδιότητα το Β, και το Β έχει τιμή το Γ”. Ένα παράδειγμα λανθασμένη σχισιακή πρόταση είναι «Η SRAM έχει χαρακτηριστικό την ταχύτητα με τιμή χαμηλή»
2. *Μετασηματιστική Δομή*: Μία πρόταση-τριπλέτα του χάρτη ή η απάντηση σε μία από τις δύο δοκιμασίες θεωρήθηκε ως μετασηματιστικής δομής εάν περιέγραφε ένα γεγονός και αιτιακή ή χρονική σχέση μεταξύ γεγονότων. Εναλλακτικές αντιλήψεις θεωρήθηκαν οι χρήσεις μερωνυμικών ή ταξινομικών σχέσεων για την περιγραφή αιτιακών σχέσεων ή η σύγχυση των αιτιακών με χρονικές σχέσεις. Παραδείγματος χάρη, “Η μεταφορά δεδομένων στον καταχωρητή MDR προκαλεί την ενεργοποίηση των απομονωτών” αντί “Η μεταφορά δεδομένων στον καταχωρητή MDR προηγείται της ενεργοποίησης των απομονωτών”.
3. *Τελεολογική Δομή*: Μία πρόταση-τριπλέτα του χάρτη ή η απάντηση σε μία από τις δύο δοκιμασίες θεωρήθηκε ως τελεολογικής δομής εάν περιέγραφε το σκοπό μιας μονάδας/υπομονάδας του συστήματος. Στην περίπτωση που μια ιδιότητα ή ένα υπογεγονός εμφανιζόταν ως σκοπός τότε θεωρήθηκε εναλλακτική αντίληψη, π.χ. “Οι κεφαλές του σκληρού δίσκου έχουν ως σκοπό την αναγνώριση μαγνητικού πεδίου”. Στην πραγματικότητα σκοπός των κεφαλών είναι η ανάγνωση δεδομένων ενώ η αναγνώριση του μαγνητικού πεδίου είναι ένα υπογεγονός του μακρογεγονότος που δηλώνει το σκοπό.

Η αρχική και τελική δοκιμασία βαθμολογήθηκαν με μέγιστο το τριάντα (30) έκαστη. Κάθε σωστή απάντηση βαθμολογήθηκε με ένα (1) βαθμό ενώ κάθε απάντηση που εξέφραζε εναλλακτική αντίληψη του φοιτητή με μισό (1/2) βαθμό. Η αξιολόγηση των εννοιολογικών χαρτών προσδιορίστηκε από το ποσοστό των σωστών προτάσεων-τριπλέτων που εμφανίζονταν στο χάρτη του φοιτητή σε σύγκριση με εκείνον του ειδικού. Κάθε σωστή πρόταση βαθμολογήθηκε με ένα (1) βαθμό ενώ κάθε πρόταση-τριπλέτα που εξέφραζε εναλλακτική αντίληψη βαθμολογήθηκε με μισό (1/2) βαθμό. Τέλος, η συνολική βαθμολογία κάθε φοιτητή συγκρίθηκε με το συνολικό πλήθος των προτάσεων του χάρτη αναφοράς. Σύμφωνα με αυτή τη μέθοδο βαθμολόγησης προέκυψαν τέσσερις κατηγορίες επίδοσης: *Αρχάριος* (0%-40%), *Μέτριος* (41%-60%), *Καλός* (61%-80%) και *Πολύ Καλός* (81%-100%).

4.4.3 Αποτελέσματα και Συζήτηση

Για τη στατιστική ανάλυση της αξιολόγησης των χαρτών και των δύο δοκιμασιών (αρχικής και τελικής) χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό κριτήριο διπλής διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures). Μελετήθηκε η επίδοση των φοιτητών στις τρεις δομές του μοντέλου της αρχικής και τελικής δοκιμασίας με τη μεσολάβηση της δραστηριότητας κατασκευής εννοιολογικών χαρτών. Από την ανάλυση φάνηκε στατιστικά σημαντική διαφορά της επίδοσης των φοιτητών μεταξύ της αρχικής και τελικής δοκιμασίας στη μετασχηματιστική δομή [$F_{(1,131)}=26.23$, $p<0.01$], την τελεολογική δομή [$F_{(1,131)}=11.394$, $p<0.01$] και στο σύνολο όλων των δομών [$F_{(1,131)}=9.585$, $p<0.02$]. Δεν παρατηρήθηκε επίδραση στη σχεσιακή δομή.

			Επίδοση τελικής δοκιμασίας		
			μέτριοι	καλοί	Πολύ καλοί
Επίδοση αρχικής δοκιμασίας	Μετασχημ.	Αρχάριοι	0,00%	50,00%	50,00%
		Μέτριοι	12,50%	32,50%	55,00%
		Καλοί	15,15%	15,15%	69,70%
		Πολύ καλοί	7,02%	19,30%	73,68%
	Τελεολ.	Μέτριοι	0,00%	75,00%	25,00%
		Καλοί	6,56%	32,79%	60,66%
		Πολύ καλοί	2,99%	11,94%	85,07%
	Σύνολο	Μέτριοι	38,10%	61,90%	0,00%
		Καλοί	7,77%	78,64%	13,59%
		Πολύ καλοί	0,00%	12,50%	87,50%

Πίνακας 1. Ποσοστά φοιτητών στις επιμέρους κατηγορίες επίδοσης στη μετασχηματιστική και τελεολογική δομή και στο σύνολο των δομών της αρχικής και τελικής δοκιμασίας.

Ο Πίνακας 1 δείχνει ότι το 50% των αρχάριων στην αρχική δοκιμασία πέρασε στην κατηγορία ‘καλοί’ στην τελική δοκιμασία ενώ το άλλο 50% στην κατηγορία ‘πολύ καλοί’. Σχετικά με την τελεολογική δομή τα αποτελέσματα είναι ακόμα πιο ενδιαφέροντα, καθότι φαίνεται ότι το 75% των μέτριων και το 60,66% των καλών στην αρχική δοκιμασία πέρασε στην κατηγορία ‘πολύ καλοί’ στην τελική. Το 61,90% των συμμετεχόντων, οι οποίοι είχαν μέτρια επίδοση στην αρχική δοκιμασία, τα πήγαν καλά στο σύνολο των δομών στην τελική δοκιμασία. Η κατηγορία των μετρίων φαίνεται να επωφελείται τα μέγιστα από τη δραστηριότητα κατασκευής των χαρτών. Η κατηγορία συμμετεχόντων ‘καλοί’ έχουν ήδη

επαρκές γνωστικό υπόβαθρο, οπότε φαίνεται δυσκολότερο για αυτούς να περάσουν στην κατηγορία ‘πολύ καλοί’. Οπότε, ένα 78,64% παραμένουν στην ίδια κατηγορία. Οι μέτριοι αντιθέτως καταφέρνουν όχι μόνο να αποτυπώσουν την γνώση αυτή στους εννοιολογικούς τους χάρτες αλλά και να ανέβουν κατηγορία. Κάτι παρόμοιο παρατηρούμε και με την κατηγορία συμμετεχόντων ‘καλοί’, όπου το 78,79% αυτών παρουσιάζουν πολύ καλούς χάρτες.

Ως προς τη δραστηριότητα κατασκευής των εννοιολογικών χαρτών και την επίδοση των φοιτητών στις τρεις δομές του μοντέλου, όπως αυτές απεικονίζονται στους χάρτες των φοιτητών, στον Πίνακα 2 διακρίνονται τρεις κατηγορίες φοιτητών. Η πρώτη κατηγορία μπόρεσε, σε ικανοποιητικό βαθμό, να αναπαραστήσει την μετασχηματιστική δομή, αλλά δεν μπόρεσε να αναπαραστήσει την τελεολογική του δομή κατά τη κατασκευή του χάρτη. Η δεύτερη κατηγορία μπόρεσε να αναπαραστήσει την τελεολογική δομή αλλά όχι τη μετασχηματιστική. Τέλος, υπήρξε κατηγορία φοιτητών που ικανοποιητικά αναπαρέστησε και τη μετασχηματιστική αλλά και την τελεολογική δομή. Κάποιοι φοιτητές μπορούν, λοιπόν να κατασκευάσουν/οικοδομήσουν την μετασχηματιστική δομή αλλά όχι την τελεολογική και το αντίστροφο. Αυτό δείχνει ότι είναι πιθανό κάποιοι να κατανοούν το πώς λειτουργεί μια μονάδα ενός τεχνικού συστήματος χωρίς απαραίτητα να έχω κατανοήσει τον πραγματικό σκοπό για τον οποίο κατασκευάστηκε αυτή η μονάδα, ή και το αντίστροφο.

		Τελεολογική δομή			
		αρχάριοι	μέτριοι	καλοί	Πολύ καλοί
Μετασχηματιστική δομή	Αρχάριοι	30,00%	0,00%	3,33%	66,67%
	Μέτριοι	66,67%	0,00%	0,00%	33,33%
	Καλοί	66,67%	0,00%	0,00%	33,33%
	Πολύ καλοί	34,38%	2,08%	4,17%	59,38%

Πίνακας 2. Ποσοστά και κατηγορίες φοιτητών ως προς την κατασκευή χαρτών και τις δύο δομές (μετασχηματιστικής και τελεολογική) που αυτοί αναπαριστούν.

Η καινοτομία της έρευνας αυτής είναι η χρήση του μοντέλου κατανόησης κειμένου των Denhière και Baudet, ως βάση για την μελέτη του τρόπου που η εννοιολογική χαρτογράφηση μπορεί να υποστηρίξει τη βαθύτερη κατανόηση των εννοιών του γνωστικού αντικειμένου.

Το γενικό συμπέρασμα είναι ότι η εννοιολογική χαρτογράφηση φαίνεται να βοηθάει με διαφορετικό τρόπο φοιτητές με διαφορετική πρότερη γνώση στο αντικείμενο. Και λέμε φαίνεται,

διότι η έλλειψη ομάδας ελέγχου δεν μας επιτρέπει με ασφάλεια να αποφανθούμε για το αν επέδρασε η ίδια η δραστηριότητα εννοιολογικής χαρτογράφησης στην βελτίωση της οικοδόμησης των δομών, σύμφωνα με το μοντέλο. Περαιτέρω διερεύνηση με χρήση ομάδας ελέγχου, στην οποία δε θα πραγματοποιηθεί η δραστηριότητα εννοιολογικής χαρτογράφησης μεταξύ της αρχικής και τελικής δοκιμασίας, είναι απαραίτητη για ασφαλέστερα συμπεράσματα ως προς το κατά πόσο η ίδια η εννοιολογική χαρτογράφηση *επιδρά* στην οικοδόμηση των τριών δομών του μοντέλου.

Όσον αφορά τους φοιτητές που έχουν επιφανειακή κατανόηση του γνωστικού αντικειμένου, αυτοί αποδίδουν ικανοποιητικά στη μικροδομή - σχεσιακή και μετασχηματιστική δομή του μοντέλου - του αντικειμένου αυτού κατά την κατασκευή του εννοιολογικού χάρτη, ενώ δεν καταφέρνουν να αποδώσουν ικανοποιητικά την τελεολογική δομή των μονάδων του συστήματος ενός υπολογιστή. Όσον αφορά τους φοιτητές που έχουν βαθύτερη κατανόηση των εννοιών του γνωστικού αντικειμένου, αυτοί καταφέρνουν να αποδώσουν ικανοποιητικά και στην τελεολογία κατά την δραστηριότητα κατασκευής του χάρτη.

4.5 Γενική Συζήτηση

Συγκεντρωτικά, και ειδικότερα ως προς την οικοδόμηση της μετασχηματιστικής δομής κατά την ανάγνωση κειμένου Πληροφορικής, η οποία αναφέρεται στην κατανόηση της μετάβασης ενός υπολογιστικού συστήματος από μία κατάσταση σε μία άλλη μέσω αιτιακών και/ή χρονικών αλυσίδων γεγονότων που θυμίζουν την αιτιακή γραμμή του Russel (1948), παρατηρήθηκε ότι η κατανόηση των αιτιακών σχέσεων εξαρτάται από την προϋπάρχουσα γνώση των εκπαιδευόμενων στο γνωστικό αντικείμενο της Πληροφορικής (πρώτη μελέτη του παρόντος κεφαλαίου) και ότι η κατανόηση των αιτιακών σχέσεων των αιτιακών αλυσίδων της μετασχηματιστικής δομής εξαρτάται και από την κατανόηση της δομής, των χαρακτηριστικών και των ιδιοτήτων των μονάδων του υπολογιστικού συστήματος στο οποίο αναφέρεται η δομή αυτή (δεύτερη μελέτη του παρόντος κεφαλαίου).

Επιπλέον, παρατηρήθηκε ότι μεγάλη σημασία έχει και η χρονική σειρά στην κατανόηση και εμπέδωση των εννοιών που αφορούν γνωστικές κατηγορίες, όπως καταστάσεις, γεγονότα, λειτουργίες και σκοπούς. Για παράδειγμα, για να κατανοήσει κανείς καλύτερα τη λειτουργία μιας μονάδας ενός τεχνικού συστήματος (μετασχηματιστική δομή) θα πρέπει να έχει εμπέδωσε τη δομή των υπομονάδων της (σχεσιακή δομή). Θα πρέπει, δηλαδή, να έχει οικοδομήσει τις χωρικές σχέσεις μεταξύ των δομικών στοιχείων της μονάδας, ώστε να κατανοήσει βαθύτερα την αλληλουχία των γεγονότων, τα οποία μεταβάλλουν αιτιακά και/ή χρονικά την κατάστασή της.

Σημαντικός πρόδρομος της σύγχρονης έννοιας της αιτιότητας είναι η αρχή των *αιτιακών γραμμών* του Russell. Η εργασία του Russell (1912), «On the Notion of Cause», φημίζεται για το απόσπασμα *‘Ο νόμος της αιτιότητας, πιστεύω, όπως και πολλά άλλα που τραβούν την προσοχή των φιλοσόφων, είναι ένα κατάλοιπο μιας άλλης εποχής, που επιζεί, όπως η μοναρχία, μόνο επειδή λανθασμένα θεωρείται ότι δεν κάνει κακό’* (Russell, 1913). Σε αυτό το άρθρο ο Russell υποστήριξε για την έννοια της αιτιότητας (causation) από φιλοσοφικής πλευράς και με τη συμμετοχή του νόμου του καθολικού ντετερμινισμού ότι κάθε συμβάν έχει μια αιτία και ότι η αιτιότητα ως μια σχέση μεταξύ των γεγονότων, είναι «άνευ αντικειμένου». Στη σύγχρονη επιστήμη η έννοια της αιτιότητας αντικαθίσταται από την έννοια των αιτιακών νόμων ως προς τις λειτουργικές σχέσεις, οι οποίες δεν είναι κατ' ανάγκη ντετερμινιστικές.

Ωστόσο, σε ένα μεταγενέστερο βιβλίο που γράφτηκε το 1948, με τίτλο «Ανθρώπινη Γνώση» ο Russell δίνει έμφαση σε ορισμένα αξιώματα της αιτιότητας που θεωρεί θεμελιώδη για τον επιστημονικό (επαγωγικό) συμπερασμό, με στόχο να δείξει με ποιόν τρόπο η εξαγωγή ενός επιστημονικού συμπερασμού είναι δυνατή. Το βασικό αξίωμα του Russell (1948) αφορά την ιδέα των αιτιακών γραμμών (causal lines) ή αλλιώς αιτιακών διαδικασιών. Η άποψη είναι ότι οι αιτιακές γραμμές αντικαθιστούν την πρωτόγονη έννοια της αιτιότητας ως επιστημονική άποψη του κόσμου, αλλά και εξηγούν το βαθμό στον οποίο η πρωτόγονη αυτή αντίληψη είναι σωστή. Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή όταν δύο γεγονότα ανήκουν σε μία αιτιακή γραμμή το προηγούμενο θεωρείται ότι προκαλεί το επόμενο. Υπό αυτό το πρίσμα νόμοι της μορφής «το A προκαλεί το B» διατηρούν την εγκυρότητά τους. Μια αιτιακή γραμμή, λοιπόν, είναι μια σειρά γεγονότων, μέσω της οποίας μπορεί να εξαχθεί συμπερασμός για κάποια από αυτά από άλλα χωρίς να απαιτείται γνώση σχετικά με το γενικότερο περιβάλλον.

Ο Salmon έχει παραθέσει μια σειρά αιτιάσεων κατά της θεωρίας των αιτιακών γραμμών του Russell (1984). Η πρώτη ένσταση είναι ότι η θεωρία του Russell είναι διατυπωμένη με επιστημονικούς όρους και όχι από οντολογικής άποψης, ωστόσο, η αιτιότητα είναι η ίδια ένα οντολογικό θέμα και όχι επιστημονικό. Για παράδειγμα, ο Russell (1948) υποστηρίζει ότι μια «αιτιακή γραμμή» είναι μια χρονική σειρά γεγονότων που σχετίζονται με τέτοιο τρόπο μεταξύ τους που δεδομένων κάποιων από αυτά, κάτι άλλο μπορεί να συναχθεί για τα άλλα γεγονότα που συμβαίνουν κάπου αλλού. Η κριτική του Salmon (1984) εστιάζει στο γεγονός ότι η ύπαρξη της συντριπτικής πλειοψηφίας του αιτιακών διαδικασιών στην ιστορία του σύμπαντος είναι εντελώς ανεξάρτητη από την ανθρώπινη νόηση. Ο Salmon ανέπτυξε τη θεώρηση των αιτιακών διαδικασιών ως ρητά οντολογικών σε αντίθεση με την επιστημονική θεώρηση. Υπάρχει ένας ακόμη λόγος για τον οποίο η επιστημονική προσέγγιση του Russell είναι μη αποδεκτή. Ενώ είναι αλήθεια ότι η αιτιακές διαδικασίες εγγυώνται την παραγωγή συμπερασμών, όπως

υποστηρίζει ο Russell, αυτό δε σημαίνει ότι όλοι οι λογικοί συμπερασμοί δικαιολογούνται από την ύπαρξη αιτιακών γραμμών. Μια τέτοια περίπτωση είναι όταν δύο γεγονότα, ενώ δεν έχουν αιτιακή σχέση μεταξύ τους, έχουν μια κοινή αιτία.

Όσον αφορά τους αιτιακούς νόμους και εν γένει την αιτιότητα στα τεχνικά συστήματα, ένα αιτιακό νοητικό μοντέλο είχε αρχικά εισαχθεί από τους de Kleer και Brown (1981) κατά τη διάρκεια των ερευνών τους σχετικά με το πώς οι άνθρωποι κατανοούν μηχανικές συσκευές. Οι de Kleer Brown και Brown εισήγαγαν μια θεωρία συλλογιστικής που βασίζεται στην αντίληψη ότι οι αλλαγές στα φυσικά συστήματα μπορεί να γίνουν διαισθητικά πιο κατανοητά, εάν εξεταστούν από μια πιο ποιοτική πλευρά. Σε αντίθεση με ποσοτικές περιγραφές που χρησιμοποιούνται συχνά για την περιγραφή των συστημάτων, τα ποιοτικά αυτά μοντέλα παρέχουν καλύτερη εικόνα για το πώς λειτουργούν τα συστήματα. Η αιτιακή ανάλυση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ποιοτικό συλλογισμό πάνω σε τρεις πτυχές του κάθε τεχνικού συστήματος: (α) τη λειτουργία του συστήματος, δηλαδή, για ποιο λόγο υπάρχει/έχει κατασκευαστεί η συσκευή, (β) τη δομή του συστήματος (δηλαδή, τι είναι η συσκευή), και (γ) τη συμπεριφορά του συστήματος (δηλαδή, τι κάνει η συσκευή). Μια αιτιακή προσέγγιση εξηγεί πώς η αλλαγή σε μία συνιστώσα διαδίδεται σε όλο το σύστημα. Εξέλιξη του μοντέλου αυτού αποτελεί και το μοντέλο κατανόησης κειμένου των Denhière και Baudet (ενότητα 3.4) που χρησιμοποιήθηκε ως μοντέλο αναφοράς στις μελέτες που περιγράφηκαν στο παρόν κεφάλαιο.

Οι μελέτες, λοιπόν, που περιγράφηκαν στο παρόν κεφάλαιο εξηγούν την ανάγκη και τη χρησιμότητα ενός γνωστικού εργαλείου του οποίου η σημασιολογική δομή θα ακολουθεί τη γνωστική δομή του μοντέλου των Denhière και Baudet, ώστε να υποστηρίζει την κατανόηση των χωρικών, χρονικών και αιτιακών σχέσεων, μεταξύ μονάδων και γεγονότων των λειτουργιών τεχνικών συστημάτων, των οποίων ή περιγραφή αποτελεί περιεχόμενο κειμένων Πληροφορικής.

Αναπαράσταση Γνώσης σε Υπολογιστή & Σημασιολογικά Λεξικά

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται τρόποι αναπαράστασης γνώσης στον υπολογιστή, καθώς και οι βασικές αρχές σημασιολογίας στις οποίες θα στηριχθεί η σχεδίαση και υλοποίηση του γνωστικού εργαλείου της παρούσας διατριβής. Οι βασικές έννοιες πάνω στην αναπαράσταση γνώσης σε υπολογιστή και η ανάπτυξη οντολογιών για το γνωστικό αντικείμενο της Πληροφορικής παρουσιάζονται στις ενότητες 5.1 και 5.2. Με την αναπαράσταση γνώσης και την ανάπτυξη οντολογιών συνδέονται τα σημασιολογικά λεξικά (ή σημασιολογικά δίκτυα) τύπου WordNet που περιγράφονται στην ενότητα 5.4 και οι σημασιολογικές σχέσεις που αυτά υποστηρίζουν, οι οποίες αναλύονται στην ενότητα 5.3. Τέλος, τα συμπεράσματα του παρόντος κεφαλαίου συζητούνται στην ενότητα 5.5.

5.1 Αναπαράσταση Γνώσης και Συλλογιστική

Στην Τεχνητή Νοημοσύνη, τα γλωσσικά στοιχεία μπορούν να επεξεργαστούν με τη βοήθεια *αναπαράστασης γνώσης* (knowledge representation). Η αναπαράσταση γνώσης συνδέεται με τη Γλωσσολογία¹, και συγκεκριμένα με τη Σύνταξη και τη Σημασιολογία και αποτελεί ένα σύνολο συντακτικών και σημασιολογικών παραδοχών, οι οποίες καθιστούν δυνατή την περιγραφή ενός κόσμου (Brachman & Levesque, 2004, Jurafsky & Martin, 2000).

¹ Εδώ αξίζει να αναφερθεί ότι η αναπαράσταση γνώσης συνδέεται με την Υπολογιστική Γλωσσολογία και την Επεξεργασία Φυσικής Γλώσσας. Ο επιστημονικός χώρος της Επεξεργασίας Φυσικής Γλώσσας εξετάζει τον τρόπο με τον οποίο μπορούμε να αξιοποιήσουμε τη γνώση για τον κόσμο, σε συνδυασμό με γλωσσολογικούς κανόνες, για να κατασκευάσουμε υπολογιστικά συστήματα φυσικής γλώσσας (Helbig, 2006). Στη διαδικασία κατανόησης φυσικής γλώσσας συμπεριλαμβάνεται η *Μορφολογική Ανάλυση* (Morphological Analysis), η *Συντακτική Ανάλυση* (Syntactic Analysis), η *Σημασιολογική Ανάλυση* (Semantic Analysis), η *Ολοκλήρωση Διαλόγου* (Discourse Integration) και η *Πραγματολογική Ανάλυση* (Pragmatic Analysis). Η Σημασιολογική Ανάλυση προσδίδει νόημα στις δομές που εξάγονται από το συντακτικό αναλυτή. Με άλλα λόγια γίνεται ένα είδος απεικόνισης ανάμεσα στις συντακτικές δομές και στα αντικείμενα του χώρου ενός προβλήματος. Οι δομές που δεν μπορούν να αντιστοιχισθούν θα απορριφθούν. Για παράδειγμα στις περισσότερες περιπτώσεις η πρόταση «Άχρωμες πράσινες ιδέες κοιμούνται με οργή» θα χαρακτηριζόταν ως *σημασιολογικά ανώμαλη*.

Σε αντίθεση με το προαναφερόμενο σύνολο συντακτικών και σημασιολογικών παραδοχών, η φυσική γλώσσα χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη *αμφισημιών*² (ambiguities) καθώς και από την εξάρτησή της από το εκάστοτε περιβάλλον συμφραζομένων (context), χαρακτηριστικά ο χειρισμός των οποίων προϋποθέτει τη γνώση του κόσμου που διαθέτει ο άνθρωπος, αλλά όχι τα περισσότερα συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης. Ως εκ τούτου, χρησιμοποιείται η αναπαράσταση γνώσης, καθότι, για τα συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένας μονοσήμαντος και τυποποιημένος συμβολισμός.

Μία μέθοδος αναπαράστασης γνώσης χαρακτηρίζεται από μηχανισμό εξαγωγής συμπερασμών. Τρεις είναι οι βασικοί μηχανισμοί εξαγωγής συμπερασμών: η *παραγωγή* (deduction) η *επαγωγή* (induction) και η *απαγωγή* (abduction). *Συλλογιστική* (reasoning) (Brachman & Levesque, 2004) είναι ο συνδυασμός εκφράσεων μιας γλώσσας αναπαράστασης γνώσης, ο οποίος έχει ως στόχο την παραγωγή νέων εκφράσεων σε αυτή, δηλ. την παραγωγή νέας γνώσης που υλοποιείται με τους τρεις αυτούς μηχανισμούς. Ο μηχανισμός εξαγωγής συμπερασμών υλοποιείται με τη βοήθεια μιας στρατηγικής αναζήτησης της λύσης ενός προβλήματος και στηρίζεται στη γνώση του προβλήματος και τη συλλογιστική.

Η στρατηγική αναζήτησης υλοποιείται με δύο διάφορους τρόπους (Vlahavas et al, 2005): (α) *Οδηγούμενη από τους στόχους* (goal driven ή top-down): Ξεκινάμε από πιθανά συμπεράσματα και φτάνουμε στις αιτίες που τα στηρίζουν, και (β) *Οδηγούμενη από τα δεδομένα* (data driven ή bottom-up): Ξεκινάμε από τα δεδομένα του προβλήματος και φτάνουμε σε συμπεράσματα.

Με άλλα λόγια, οι μηχανισμοί αυτοί χρησιμοποιούνται και σε εφαρμογές και χρήσεις με σκοπό την επεξεργασία πληροφορίας και γνώσης. Κάποιες από αυτές τις εφαρμογές είναι η *αυτόματη αναγνώριση και εξαγωγή πληροφορίας και συμπερασμών* (Kontos & Malagardi, 1999; Kontos & Malagardi, 2001), η *αυτόματη μετάφραση*, η *αυτόματη απάντηση ερωτήσεων* (Kontos et al, 2003; Kontos & Malagardi, 2005), καθώς και η *δημιουργία περίληψης*.

5.2 Δομημένες Αναπαραστάσεις Γνώσης

Η αναπαράσταση γνώσης, είτε αφορά εφαρμογές σε σχέση με κείμενα, είτε αφορά άλλα πεδία, συμπεριλαμβάνει την αναπαράσταση συνόλων ή κλάσεων αντικειμένων. Η κλασική λογική δεν μπορεί να αναπαραστήσει κλάσεις αντικειμένων, διότι η αναπαράστασης γνώσης απαιτεί μία προσέγγιση περισσότερο διαισθητική. Στο χώρο της Τεχνητής Νοημοσύνης δομημένες μορφές αναπαράστασης γνώσης που μπορούν να περιγραφούν είναι οι ακόλουθες (Vlahavas et al, 2005):

² Η αμφισημία αναφέρεται στο φαινόμενο μια λέξη να έχει δύο ή περισσότερες σημασίες.

- **Σημασιολογικά Δίκτυα (semantic nets):** Ένα *σημασιολογικό δίκτυο* αποτελείται από *κόμβους* (nodes) και *δεσμούς* (links) ανάμεσά τους. Οι κόμβοι υποδηλώνουν *κλάσεις αντικειμένων* (classes), *αντικείμενα* (objects), *έννοιες* (concepts), *τιμές ιδιοτήτων* (values), κλπ. και οι δεσμοί υποδηλώνουν τις *σχέσεις* (relations) μεταξύ αυτών των αντικειμένων ή ιδιοτήτες που συνδέουν αντικείμενα με τιμές, για παράδειγμα, μια ιδιότητα της μνήμης του υπολογιστή είναι η «ταχύτητα» με τιμή «μεσαία». Υπάρχουν διάφορα είδη δεσμών ή σχέσεων σε ένα σημασιολογικό δίκτυο, όπως, για παράδειγμα, *ako* (a kind of), *is_a*, *instance_of*.
 - Η σχέση *ako* υπάρχει μεταξύ κλάσεων αντικειμένων. Σε κόμβο που συνδέεται με σχέση *ako* με κάποιον άλλον κόμβο μπορούν να προστεθούν νέοι δεσμοί που προσδίδουν νέες ιδιότητες.
 - Η σχέση *is_a* είναι παρόμοια με τη σχέση *ako*, ωστόσο, σε αντίθεση με τη σχέση *ako*, σε κόμβο που συνδέεται με κάποιον άλλον κόμβο με σχέση *is_a* δεν μπορούν να προστεθούν νέες ιδιότητες, παρά μόνον να κληρονομηθούν οι ήδη υπάρχουσες ιδιότητες. Επιπλέον, στη σχέση *is_a* οι ιδιότητες μπορούν να αλλάξουν τιμές.
 - Η σχέση *instance_of* είναι παρόμοια με τη σχέση *is_a*, αλλά υπάρχει μόνο μεταξύ κόμβων αντικειμένων και κόμβων γενικότερων κλάσεων.
- **Πλαίσια (frames) ή σχήματα (schemata):** Τα *πλαίσια* ή *σχήματα* είναι δομές δεδομένων για την αναπαράσταση στερεότυπων καταστάσεων.
- **Σενάρια (scripts):** *Σενάριο* είναι μία στερεότυπη ακολουθία γεγονότων σε μία συγκεκριμένη δραστηριότητα.
- **Αναπαράσταση του Χρόνου:** Οι σχέσεις που μπορεί να έχουν γεγονότα μεταξύ τους μέσα στο χρόνο αναπαρίστανται με τη *λογική χρονικών διαστημάτων (time interval logic)*. Ένα χρονικό διάστημα για το οποίο ισχύει ένα γεγονός μπορεί να αναπαρασταθεί σαν ένα τμήμα μιας *χρονοσειράς (timeline)* που περιορίζεται από δύο χρονικά σημεία, την αρχή *t1* και το τέλος *t2*.

5.2.1 Οντολογίες

Μια επιπλέον μορφή αναπαράστασης γνώσης στην επιστήμη της Πληροφορικής αποτελούν οι οντολογίες. Μια *οντολογία* είναι ένα μοντέλο που αναπαριστά ένα γνωστικό πεδίο (domain) και χρησιμοποιείται για να εξαχθούν συμπεράσματα για τα αντικείμενα αυτού του τομέα και για τις σχέσεις που τα συνδέουν (Gruber, 1993). Σύμφωνα με τον Gruber (1993), μια οντολογία είναι *μια τυπική και ρητή προδιαγραφή μιας διαμοιρασμένης εννοιολόγησης*:

- Ο όρος *εννοιολόγηση* (conceptualization) αναφέρεται σε ένα αφηρημένο μοντέλο φαινομένων του κόσμου στο οποίο έχουν προσδιοριστεί οι έννοιες που σχετίζονται με τα φαινόμενα αυτά.

- Ο όρος *ρητή* (explicit) σημαίνει ότι το είδος των εννοιών που χρησιμοποιούνται, και οι περιορισμοί που αφορούν την χρήση αυτών των εννοιών είναι στοιχεία προσδιορισμένα με σαφήνεια.
- Ο όρος *τυπική* (formal) αναφέρεται στο ότι η οντολογία πρέπει να είναι μηχανικά αναγνώσιμη.
- Ο όρος *διαμοιρασμένη* (shared) αναφέρεται στο ότι η οντολογία πρέπει να αποτυπώνει γνώση κοινής αποδοχής στα πλαίσια μιας κοινότητας που χειρίζεται τη γνώση αυτή.

Μια οντολογία αποτελεί μία σαφή περιγραφή ενός πεδίου και περιέχει *έννοιες* (concepts), *ιδιότητες εννοιών* (attributes of concepts), *περιορισμούς στις ιδιότητες* (constraints on properties) και καθορίζει ένα κοινό λεξιλόγιο και μια κοινή κατανόηση. Οι οντολογίες είναι απαραίτητες, διότι, καθώς η ψηφιακή πληροφορία μεγαλώνει, η πρόσβαση σε αυτή την πληροφορία, η εύρεση της, καθώς επίσης και η σύνοψη της πληροφορίας αυτής γίνεται ολοένα και πιο δύσκολη. Η σημασία της πληροφορίας και η καταχωρημένη μορφή της πληροφορίας συχνά παρουσιάζουν μια απόσταση-κενό μεταξύ τους. Το κενό μεταξύ της σημασίας της πληροφορίας και της καταχωρημένης μορφής της αποτελεί ένα ακόμα πρόβλημα. Σε ότι αφορά την ενοποίηση ετερογενούς πληροφορίας, αυτή αποτελεί πολύ δύσκολη διαδικασία σε σχέση με συνώνυμα, αντώνυμα κ.α.

Μια οντολογία μπορεί να πάρει διάφορες μορφές αλλά οπωσδήποτε θα περιλαμβάνει ένα λεξιλόγιο όρων και κάποιας μορφής προδιαγραφές για τη σημασία τους. Σχετικά με τον βαθμό της τυπικότητας της αναπαράστασης μιας οντολογίας αυτή μπορεί να είναι:

- *Άτυπη* (informal): Εκφρασμένη σε μια φυσική γλώσσα.
- *Ημι-άτυπη* (semi-informal): Για παράδειγμα, διατυπωμένη σε ένα περιορισμένο και δομημένο υποσύνολο κάποιας φυσικής γλώσσας.
- *Ημι-τυπική* (semi-formal): Διατυπωμένη σε μια τεχνητή και αυστηρά ορισμένη γλώσσα.
- *Αυστηρά τυπική* (rigorously formal): Ορισμοί όρων με αυστηρή σημασιολογία, θεωρήματα και αποδείξεις ιδιοτήτων όπως η *ορθότητα* (soundness) και η *πληρότητα* (completeness).

Οι κατηγορίες των συστατικών μιας οντολογίας είναι οι εξής (Gruber, 1993):

- *Κλάσεις* (classes): Έννοιες που σχετίζονται με ένα πεδίο ή κάποιες εργασίες, οι οποίες είναι συνήθως οργανωμένες σε κάποιο ταξινομικό σύστημα. Π.χ. σε μια οντολογία που αφορά το πανεπιστήμιο ο 'φοιτητής' και ο 'καθηγητής' αποτελούν δύο κλάσεις.

- *Σχέσεις* (relations): Ένας τύπος αλληλεπίδρασης μεταξύ εννοιών ενός πεδίου όπως subclass_of, isa.
- *Συναρτήσεις* (functions): Μια ειδική περίπτωση σχέσης στην οποία η τιμή ενός στοιχείου προσδιορίζεται μοναδικά από κάποια άλλα στοιχεία. Για παράδειγμα, η τιμή μεταχειρισμένου αυτοκινήτου μπορεί να προσδιορίζεται σαν συνάρτηση της αρχικής τιμής του καινούριου αυτοκινήτου, του μοντέλου του αυτοκινήτου, των χαρακτηριστικών του αυτοκινήτου και των χιλιομέτρων που έχει διανύσει.
- *Αξιώματα* (axioms): Αναπαριστούν προτάσεις που είναι πάντα αληθείς, παράδειγμα: αν ο Φ είναι δευτεροετής φοιτητής τότε μπορεί να εγγραφεί στο επιλεγόμενο μάθημα Μ.
- *Στιγμιότυπα* (instances): Αναπαριστούν συγκεκριμένα στοιχεία, παράδειγμα: ο φοιτητής με το όνομα Νίκος είναι ένα στιγμιότυπο της κλάσης ‘φοιτητής’.

Μερικές χαρακτηριστικές κατηγορίες οντολογιών είναι οι ακόλουθες:

- *Οντολογίες πεδίου* (domain ontologies): αναπαριστούν γνώση γύρω από ένα συγκεκριμένο πεδίο (π.χ. ιατρική, ηλεκτρονικά κ.λπ.).
- *Οντολογίες μεταδεδομένων* (metadata ontologies): παρέχουν ένα λεξιλόγιο για την περιγραφή του περιεχομένου ηλεκτρονικά διαθέσιμης πληροφορίας.
- *Οντολογίες κοινής λογικής* (generic or common sense ontologies): στοχεύουν στο να αποτυπώσουν γενική γνώση γύρω από τον κόσμο, παρέχοντας βασικές έννοιες όπως ο χρόνος, ο χώρος, τα συμβάντα, κ.λπ.
- *Αναπαραστασιακές Οντολογίες* (representational ontologies): παρέχουν οντότητες αναπαράστασης χωρίς να προσδιορίζουν τι συγκεκριμένο αναπαριστούν.
- *Οντολογίες πλαισίου* (frame ontologies): Ορίζουν έννοιες όπως frames, slots, slot constraints.

5.2.2 Υλοποίηση Σημασιολογικού Δικτύου

Στις δομημένες αναπαραστάσεις γνώσης στις οποίες ανήκουν οι οντολογίες, ανήκουν επίσης και τα σημασιολογικά δίκτυα (Vlahavas et al, 2005). Η υλοποίηση ενός σημασιολογικού δικτύου στον υπολογιστή γίνεται είτε με μια γλώσσα προγραμματισμού που επιτρέπει αναπαράσταση συνόλων, ή με ειδικές σχεσιακές γλώσσες, όπως, για παράδειγμα, το λογικό προγραμματισμό με τις οποίες μπορεί εύκολα να περιγραφεί οποιοδήποτε σημασιολογικό δίκτυο. Ένα σημασιολογικό δίκτυο, εκτός των άλλων σχέσεων μεταξύ των κόμβων του, μπορεί να περιέχει δεσμούς της μορφής a_kind_of (είναι είδος). Αυτοί οι δεσμοί υποδηλώνουν ότι

υπάρχει μια ιεραρχία στους κόμβους. Εδώ αξίζει να αναφερθεί ότι η σχέση «είναι είδος» υπάρχει μεταξύ κλάσεων αντικειμένων. Για παράδειγμα, η κλάση «τίγρης» «είναι είδος» της κλάσης «θηλαστικό». Σε κόμβο που συνδέεται με σχέση «είναι είδος» με κάποιον άλλο κόμβο μπορεί να προστεθούν νέοι δεσμοί που προσδίδουν νέες ιδιότητες. Χάρη στην ιεραρχία, ένα αντικείμενο κληρονομεί ιδιότητες από μια υψηλότερη ιεραρχικά κλάση από αυτή στην οποία ανήκει. Για παράδειγμα, αν η τίγρης είναι είδος θηλαστικού και το θηλαστικό είναι είδος μορφής ζωής με ιδιότητα την κατανάλωση οξυγόνου, τότε και η τίγρης καταναλώνει οξυγόνο.

Τα λάθη που συνήθως παρατηρούνται στα συστήματα γνώσης που χρησιμοποιούν δομημένες αναπαραστάσεις γνώσης, οφείλονται σε εννοιολογικές παρανοήσεις και ανήκουν στις ακόλουθες κατηγορίες:

- *Λάθη ταξινόμησης*, όπου κάποια κλάση τοποθετείται σε άλλο σημείο της ιεραρχίας από εκείνο που θα έπρεπε.
- *Λάθη ιδιοτήτων*, όπου κάποιες ιδιότητες (slots) τοποθετούνται σε λάθος σημεία της ιεραρχίας. Για παράδειγμα, αν κάποια ιδιότητα 's' αποδίδεται και στις δυο υποκλάσεις 'B' και 'Γ' της κλάσης 'A', τότε το ορθότερο είναι η ιδιότητα αυτή να ορισθεί στην κλάση 'A' αντί στις υποκλάσεις της, δηλαδή στις 'B' και 'Γ'.
- *Λάθη τιμών*, όπου οι ιδιότητες κάποιων αντικειμένων είτε παίρνουν τιμές αντίθετες με τους περιορισμούς της ιδιότητας, είτε παίρνουν την εξ' ορισμού τιμή, ενώ δεν είναι απαραίτητο.

Βασικό πλεονέκτημα της αναπαράστασης γνώσης με σημασιολογικά δίκτυα είναι η δυνατότητα εξαγωγής συμπερασμάτων μέσω της ιεραρχικής δομής τους. Μειονέκτημα είναι η σχεδόν αυθαίρετη (διαισθητική) υλοποίηση με κόμβους και σχέσεις, με την έννοια ότι δεν υπάρχουν κάποιες προκαθορισμένες δομικά σχέσεις πάνω στις οποίες μπορεί να στηριχθεί ο σχεδιασμός του.

Τύποι αναπαράστασης που έχουν διακριθεί από επιστημονικής σκοπιάς (Graesser et al, 1992) είναι οι πιο κάτω:

- *Ιεραρχία Κλάσεων (κατηγοριών)*: Μια έννοια είναι μια υποκατηγορία μιας άλλης έννοιας. Παραδείγματος χάριν, μια is-a σχέση «ένας υπολογιστής is-a συσκευή».
- *Χωρικές σχέσεις μεταξύ των περιοχών και των οντοτήτων στις περιοχές*: Παραδείγματος χάριν, μια καρφίτσα βρίσκεται σε έναν κύλινδρο. Ένα ελατήριο περιβάλλει μια ράβδο.
- *Συνθετική δομή*: Τα συστατικά αποτελούνται από υποσυστατικά. Παραδείγματος χάριν, μέρος υπολογιστή είναι ένα πληκτρολόγιο, μια ΚΜΕ, μια μνήμη κλπ.

- *Διαδικασίες και Σχέδια*: Μια σειρά βημάτων / ενεργειών μιας διαδικασίας ολοκληρώνει έναν στόχο. Ένα παράδειγμα είναι τα βήματα αποθήκευσης σε σκληρό δίσκο ενός υπολογιστή.
- *Αιτιακές Αλυσίδες και Αιτιακά Δίκτυα*: Ένα γεγονός προκαλείται αιτιακά από μια ακολουθία γεγονότων. Ένα παράδειγμα είναι η ακολουθία γεγονότων που οδηγούν στη μετάδοση δεδομένων σε ένα δίκτυο υπολογιστών.
- *Άλλοι*: Απεικόνιση ιδιοτήτων περιγραφών, ποσοτικών προδιαγραφών και κανόνων.

5.3 Είδη Σημασιολογικών Σχέσεων

Οι προαναφερόμενες σχέσεις στην ενότητα 5.2.2 μπορούν να περιγραφούν και από γλωσσολογική-σημασιολογική άποψη. Οι σημασιολογικές σχέσεις στο χώρο της Γλωσσολογίας και ειδικότερα στο πλαίσιο της ανάπτυξης υπολογιστικών σημασιολογικών λεξικών που θα περιγραφούν στη συνέχεια διακρίνονται ως εξής: (Fellbaum,1998; Snow et al, 2005):

1. *Συνώνυμο (Synonym)*: Το X είναι συνώνυμο του Y, όταν το Y μπορεί να αντικατασταθεί από το X χωρίς σημασιολογικό και εννοιολογικό λάθος, π.χ. ο «δήμος» είναι συνώνυμο της «πόλης».
2. *Αντώνυμο (Antonym)*: Το X είναι αντώνυμο του Y, όταν το X έχει αντίθετη σημασία από το Y, π.χ. το «υγρό» είναι αντώνυμο του «ξηρό».
3. *Υπώνυμο/Υπερώνυμο (Hyponym/Hypernym)*: Το X είναι υπέρωνυμο του Y (ή με άλλα λόγια το Y είναι υπώνυμο του X), όταν το Y είναι ένα είδος του X, π.χ. ο "σκύλος" είναι υπώνυμο του «ζώου» ή αλλιώς ο σκύλος είναι είδος ζώου. Πιο αναλυτικά, Μια έννοια B είναι είδος μιας άλλης έννοιας A τύπου H ή M όταν η B είναι τύπου H και υπώνυμη της A. Οπότε η A έχει είδος την B. Αν μια έννοια είναι τύπου (είδος) M τότε είναι ιδιότητα μιας άλλης έννοιας τύπου H ή M. Μια έννοια B είναι ιδιότητα μιας έννοιας A όταν η B είναι τύπου M και η A είναι υπέρωνυμη της B και υπάρχει γραμμή που ενώνει την A με B. Αν μια έννοια A έχει ιδιότητα μια έννοια B, τότε αυτή η ιδιότητα B κληροδοτείται σε όλες τις υπώνυμες της έννοιας A έννοιες τύπου H (και όχι M). Οπότε όλες οι υπώνυμες της έννοιας A έννοιες τύπου H έχουν την ιδιότητα B της έννοιας A, διότι την έχουν κληρονομήσει. Π.χ. «Το Ασθενοφόρο, Νοσοκομειακό είναι ένα υπώνυμο του Αυτοκινήτου» (δηλ. το ασθενοφόρο είναι ένα είδος αυτοκινήτου).
4. *Μερώνυμο/Ολώνυμο (Meronym/Olonym)*: Το X είναι μερώνυμο του Y (ή με άλλα λόγια το Y είναι ολώνυμο του X), όπως ο "προφυλακτήρας" είναι μερώνυμο του "αυτοκινήτου", δηλ.

ο προφυλακτήρα είναι μέρος του αυτοκινήτου. Πιο αναλυτικά, Οι μερωνυμικές σχέσεις εκφράζονται με την φράση: «είναι μέρος» ή αντίστροφα «αποτελείται από» όπως π.χ. στις προτάσεις «Το X είναι μέρος (μερωνυμία) του Y» άρα το «Y αποτελείται από (ολωνυμία) X». Παραδείγματα μερωνυμικών σχέσεων αποτελούν οι φράσεις: «Το κεφάλι είναι μέρος του σώματος», «Μέρος των ποδηλάτων αποτελείται από αλουμίνιο», «Οι βαλβίδες είναι μέρος των μηχανών», «Τα ραντεβού είναι μέρος της εφηβείας», κ.α.

5. *Συγγένεια/Ισοτιμία (Familiarity/Coordinate)*: Το Y είναι συγγενής του X, όταν τα X και Y μοιράζονται το ίδιο υπερώνομο, π.χ. ο "Λύκος" είναι συγγενής του "σκύλου" και ο "σκύλος" είναι συγγενής του "λύκου", αφού και τα δυο έχουν υπερώνομο το "ζώο".
6. *Σχέσεις Χωρικής Συμπερίληψης*: Μια σχέση που μπορεί να θεωρηθεί λανθασμένα μερωνυμική είναι αυτή της σχέσης μεταξύ ενός δοχείου-περιοχής και του αντικειμένου το οποίο είναι προσωρινά αποθηκευμένο μέσα σε αυτό. Παραδείγματα τέτοιων σχέσεων είναι «το κρασί είναι μέσα στο ψυγείο» και «ο κρατούμενος είναι μέσα στο κελί».
7. *Σχέσεις Χαρακτηριστικού*: Κάποιες σχέσεις έχουν την έννοια του αντικειμένου και του χαρακτηριστικού του. Παραδείγματα τέτοιων σχέσεων είναι «οι πύργοι είναι ψηλοί» και «το ανέκδοτο ήταν αστείο».

α/α	Μερωνυμική Σχέση	Παραδείγματα	Λειτουργικότητα	Ομοιομέρεια	Διαχωριστικότητα
1	Συστατικό-Αντικείμενο	πετάλι-ποδήλατο	Ναι	Όχι	Ναι
2	Μέλος – Συλλογή	πλοίο-στόλος	Όχι	Όχι	Ναι
3	Μερίδιο – Μάζα	κόκκος-αλάτι	Όχι	Ναι	Ναι
	Υλικό– Αντικείμενο	ατσάλι-αυτοκίνητο	Όχι	Όχι	Όχι
5	Γεγονός– Δραστηριότητα	πληρώνω-ψωνίζω	Ναι	Όχι	Όχι
6	Χώρος – Επιφάνεια	όαση-έρημος	Όχι	Ναι	Όχι

Πίνακας 3. Διαφορετικά είδη μερωνυμίας.

Συχνά, διάφορες άλλες σημασιολογικές σχέσεις όπως χωρικές, ταξινομικές (σχέσεις κλάσης), συγγέονται ως μερωνυμικές. Ειδικότερα, όσον αφορά τις σχέσεις μερωνυμίας/ολωνυμίας υπάρχουν διαφορές μεταξύ τους τόσο γλωσσολογικές όσο και λογικές. Πολλές μελέτες έχουν

γίνει σχετικά με τα είδη των μερωνυμικών σχέσεων. Σύμφωνα με τους Winston, Chaffin και Herrmann (1987), οι μερωνυμικές σχέσεις διακρίνονται στις έξι κύριες κατηγορίες που φαίνονται στον Πίνακα 3.

Στον ίδιο πίνακα φαίνεται ακόμη ότι τα έξι (6) αυτά είδη μερωνυμικών/ολωνυμικών σχέσεων διακρίνονται με βάση τα ακόλουθα τρία (3) κριτήρια:

- *Λειτουργικότητα* (functionality): Όταν τα μέρη ενός αντικειμένου έχουν μία συγκεκριμένη θέση χρονική ή χωρική σε σχέση με τα άλλα μέρη και/ή προς το σύνολο. Για παράδειγμα, το τιμόνι ενός αυτοκινήτου μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μία μόνο συγκεκριμένη θέση, σε σχέση με τα άλλα μέρη και σε σχέση με το αυτοκίνητο που αποτελεί το όλον.
- *Ομοιομέρεια* (homoeomeria): Όταν τα μέρη είναι του ίδιου είδους μεταξύ τους αλλά και με το σύνολο. Για παράδειγμα, ένας κόκκος αλατιού είναι ομοιομερής με έναν άλλο κόκκο αλλά και με μια μεγαλύτερη ποσότητα αλατιού που αποτελεί το όλον.
- *Διαχωρισιμότητα* (separability): Όταν τα μέλη μπορούν να χωριστούν φυσικά από το σύνολο στο οποίο ανήκουν. Για παράδειγμα, το τιμόνι μπορεί να διαχωριστεί από το αυτοκίνητο ενώ το αλουμίνιο δεν είναι διαχωρίσιμο από το ποδήλατο.

5.4 Σημασιολογικά Λεξικά τύπου WordNet

Οι σημασιολογικές σχέσεις χαρακτηρίζουν τα σημασιολογικά λεξικά. Τα περισσότερα από αυτά τα λεξικά δεν βασίζονται σε μοντέλα κατανόηση κειμένου, αλλά χρησιμοποιούν γλωσσικά πρότυπα, όπως κανόνες γραμματικής, αναγνώριση πολυγλωσσικών όρων κ.α., στατιστικά μοντέλα, όπως τη χρήση της συχνότητας λέξης, την συνοχή ή τον συνδυασμό των δύο προηγούμενων. Ένα από τα βασικότερα σημασιολογικά λεξικά αποτελεί το σημασιολογικό λεξικό WordNet. Η βασική διαφορά του WordNet με τα υπόλοιπα ηλεκτρονικά λεξικά είναι το γεγονός ότι στηρίζεται σε σύνολα συνωνύμων (synsets) και όχι στο λήμμα³. Η γραφική παρουσίαση των σημασιολογικών σχέσεων από το WordNet εμφανίζει την ιεραρχική κατηγοριοποίηση των εννοιών με βάση τις σχέσεις υπερωνυμίας/υπωνυμίας, ολωνυμίας/μερωνυμίας και ισοτιμίας μεταξύ τους.

Το πρώτο WorldNet (<http://wordnet.princeton.edu/wordnet/>) δημιουργήθηκε στο Πρίνστον και ήταν στα αγγλικά. Αμέσως, αναπτύχθηκαν άλλα WordNets όπως το BalkaNet και το

³ Τα ηλεκτρονικά λεξικά είναι έντυπα λεξικά που έχουν μετατραπεί σε ηλεκτρονική μορφή, ώστε η αναζήτηση των λημμάτων να γίνεται πιο εύκολα μέσω υπολογιστή. Τα υπολογιστικά λεξικά ή λεξικά "αναγνώσιμα από μηχανή" (machine-readable) έχουν μια τελείως διαφορετική λειτουργία. Αυτά περιλαμβάνουν, εκτός από ορισμούς και παραδείγματα λημμάτων, τις σχέσεις μεταξύ αυτών. Η δημιουργία τους προέρχεται από την ανάγκη χρήσης τους σε εφαρμογές στον τομέα της Γλωσσικής Τεχνολογίας, όπως την Αυτόματη Μετάφραση, την Ανάκτηση Πληροφοριών από Σώματα Κείμενου, την Αυτόματη Δημιουργία Περίληψης κλπ

EuroWordNet. Στην πραγματικότητα, το WordNet είναι μια μεγάλη αγγλική λεξιλογική βάση δεδομένων με βάση τις έννοιες των λέξεων και τις σημασιολογικές σχέσεις που υπάρχουν μεταξύ τους. Ουσιαστικά, ρήματα, επίθετα και επιρρήματα ομαδοποιούνται σε *σύνολα συνωνύμων* (synsets), καθένα από τα οποία εκφράζει κάτι το μοναδικό.

Ένα σύνολο συνωνύμων είναι ένα σύνολο λέξεων, που σε δεδομένο περιβάλλον η μία λέξη μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη θέση μιας άλλης. Με τη βοήθεια των σημασιολογικών σχέσεων, η σημασία των λέξεων σε μια γλώσσα μπορεί να συνδέονται μεταξύ τους, σχηματίζοντας ένα δίκτυο των εννοιών του WordNet. Ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό του Wordnet είναι ο διαχωρισμός των εννοιών σε πεδία. Μια λέξη μπορεί να ανήκει σε διαφορετικά σύνολα συνωνύμων ανάλογα με τη σημασία της (sense).

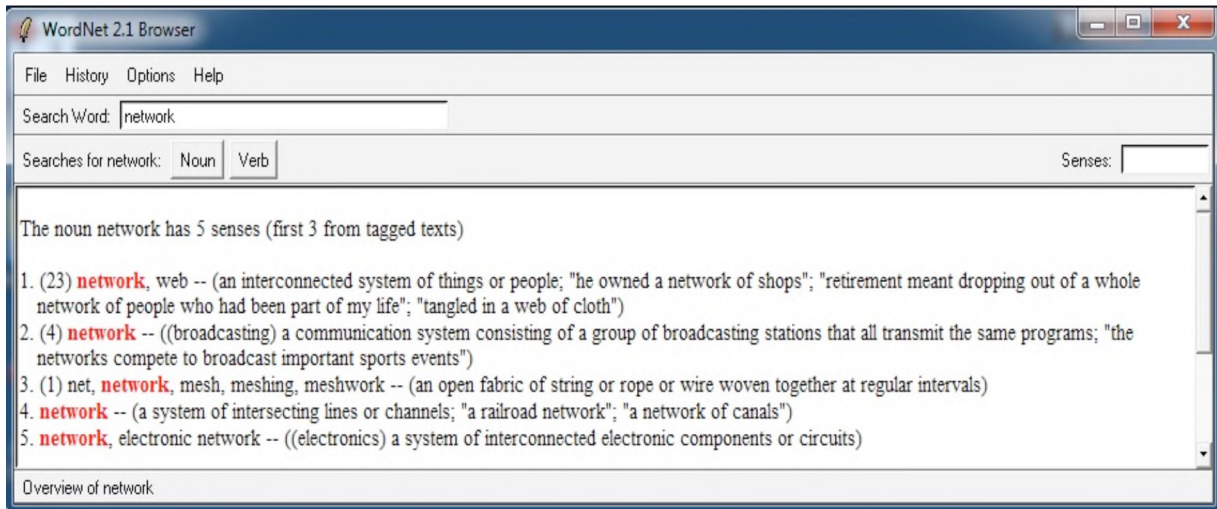
Κάθε σύνολο συνωνύμων έχει τη δική του σημασία (sense) και σημασιολογικές σχέσεις (υπερωνυμίας, υπωνυμίας, ολωνυμίας ή μερωνυμίας) με άλλους όρους και σύνολα συνωνύμων. Για παράδειγμα, η λέξη *μνήμη* παρουσιάζεται σε χωριστά synsets στην Ψυχολογία & στην Επιστήμη Υπολογιστών. Το WordNet χρησιμοποιείται για διαφορετικούς σκοπούς όπως στην ανάκτηση πληροφοριών, την αυτόματη κατηγοριοποίηση κειμένου, τη βελτίωση της αναζήτησης με βάση λέξεις-κλειδιά κ.λπ.

Οι βασικές σημασιολογικές σχέσεις που περιέχονται στο wordnet, σχετίζονται βασικά με την σχεσιακή δομή του μοντέλου κατανόησης κειμένου των Denhière και Baudet, και είναι: *Συνώνυμο (Synonym)*, *Υπώνυμο/Υπερώνυμο (Hyponym/Hypernym)*, *Μερώνυμο/Ολώνυμο (Meronym/Olonym)* και *Συγγένεια/Ισοτιμία (Familiarity/Coordinate)*. Όσον αφορά τα διαφορετικά είδη μερωνυμικών/ολωνυμικών σχέσεων στο υπάρχον WordNet υποστηρίζονται οι σχέσεις holopart, holomember και holosubstance που στην πραγματικότητα αντιστοιχούν στις μερωνυμικές σχέσεις τύπου «Συστατικό-Αντικείμενο», «Μέλος-Συλλογή» και «Υλικό-Αντικείμενο» του Πίνακα 1, αντίστοιχα.

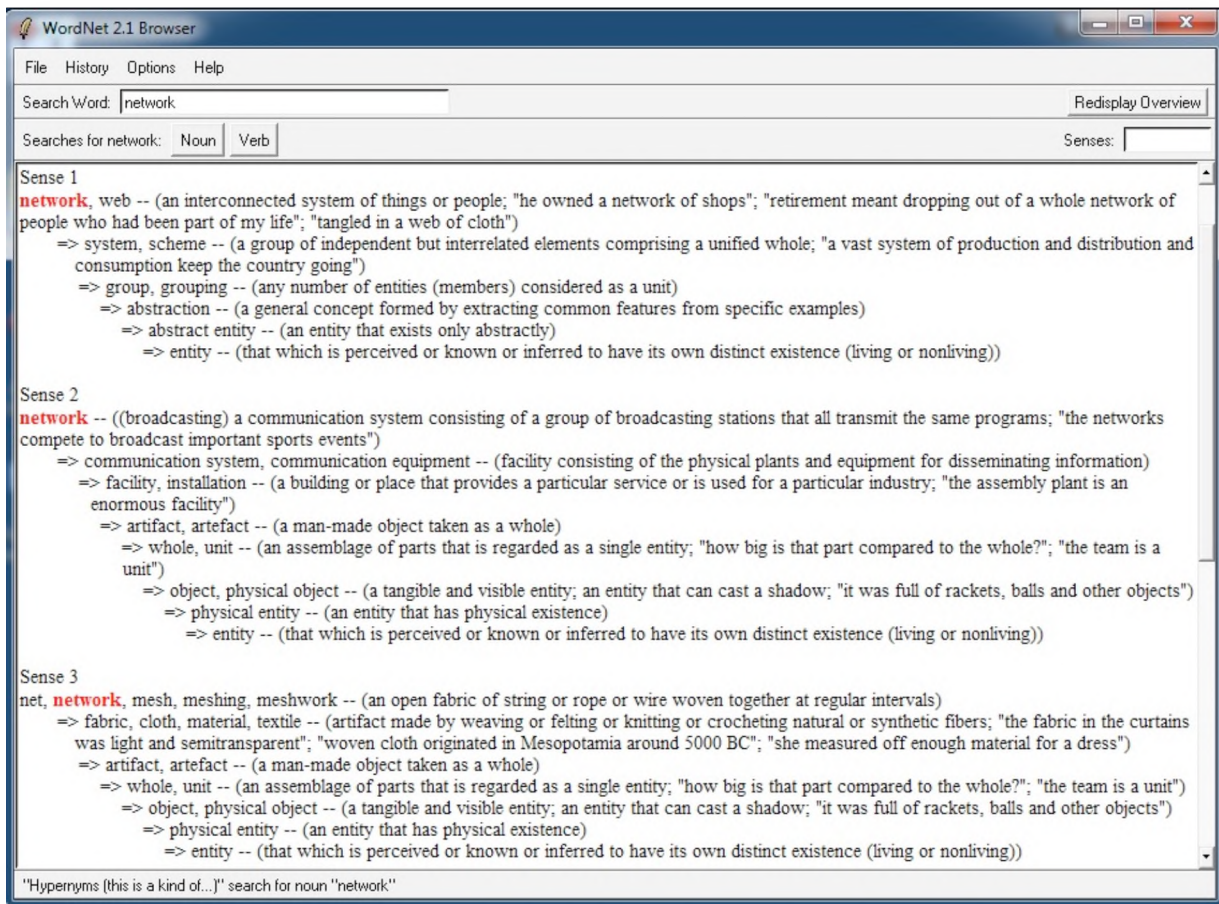
Στην Εικόνα 5 παρουσιάζεται παράδειγμα αναζήτησης του όρου *Δίκτυο* (network) στο αγγλικό WordNet. Στη αναζήτηση αυτή εμφανίζονται πέντε διαφορετικές σημασίες (senses), τρεις εκ των οποίων έχουν εντοπιστεί σε κείμενα και είναι 1. *δίκτυο υπολογιστών*, 2. *broadcast δίκτυο*, και 3. *δίχτυ ως υλικό*.

Στην Εικόνα 6 παρουσιάζεται παράδειγμα αναζήτησης υπερώνυμων του όρου *Δίκτυο* στα τρία σύνολα συνωνύμων ανάλογα με τη σημασία τους. Στην περίπτωση της σημασίας του δικτύου υπολογιστών υπερώνυμο είναι ο όρος *σύστημα*, στην περίπτωση των broadcast δικτύων υπερώνυμο τους είναι τα *συστήματα επικοινωνιών*, ενώ στην περίπτωση του δικτύου ως υλικού ένα υπερώνυμο του είναι το *ύφασμα* (fabric). Η γραφική παρουσίαση μπορεί να περιλαμβάνει

πολλαπλά επίπεδα στην ιεραρχία του σημασιολογικού δικτύου. Έτσι ο αναγνώστης που χρησιμοποιεί το λεξικό WordNet έχει άμεση εποπτεία των σημασιολογικών συσχετίσεων των διάφορων εννοιών.

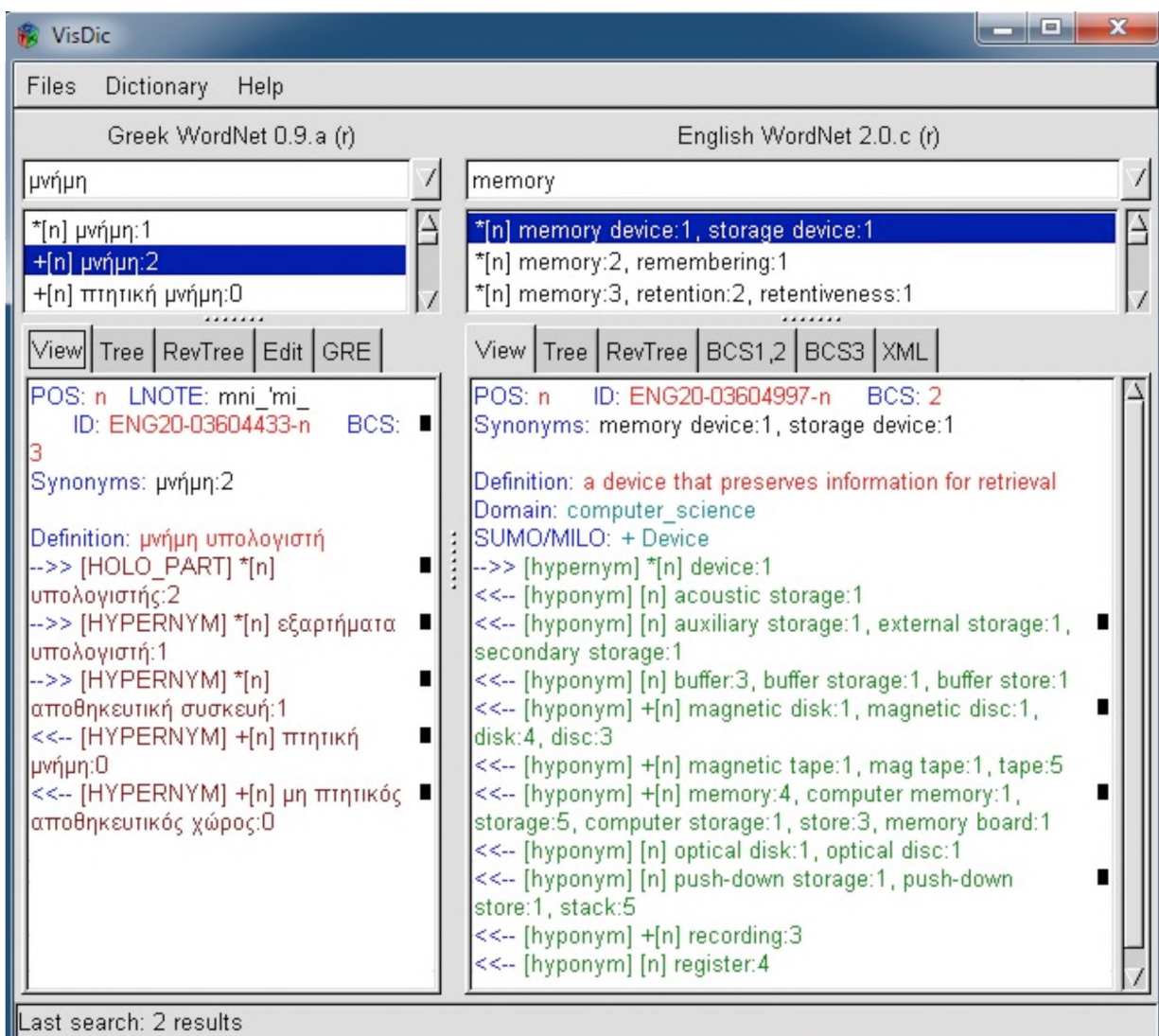


Εικόνα 5. Παράδειγμα αναζήτησης του όρου network στο Wordnet με διαφορετικές σημασίες.



Εικόνα 6. Παράδειγμα αναζήτησης υπερώνυμων του όρου network στο Wordnet με διαφορετικές σημασίες.

Μέσω του έργου EuroWordNet έχουν παραχθεί WordNets για διάφορες ευρωπαϊκές γλώσσες (<http://www.illc.uva.nl/EuroWordNet/>). Για το έργο αυτό αναπτύχθηκε το VisDic, το οποίο είναι ένα εργαλείο συγγραφής wordnet σε XML μορφή και περιγράφεται στη συνέχεια. Το ελληνικό wordnet αναπτύχθηκε στο Πανεπιστήμιο της Πάτρας από ομάδα γλωσσολόγων, με τη συμβολή του Πανεπιστημίου Αθηνών. Για την κατασκευή του χρησιμοποιήθηκαν εργαλεία γλωσσικής εξαγωγής πληροφοριών από ηλεκτρονικά λεξικά και σώματα κειμένων, ο VisDic Editor, εργαλείο σημασιολογική εξέλιξη των λέξεων και που αναφέρονται παρακάτω, και το WMS (WordNet Management System). Μερικά ενδεικτικά στατιστικά στοιχεία για το ελληνικό WordNet είναι: 18,677 σύνολα συνωνύμων, 24.811 διαφορετικές λέξεις, λέξεις 1,33 / συνώνυμο Inter-Lingual, 18,649 ορισμοί.



Εικόνα 7. Παράδειγμα αναζήτησης υπερώνυμων και υπόωνυμων της έννοιας ‘μνήμη’ στο ελληνικό και αγγλικό WordNet μέσω του Visdic Editor.

Ο VisDic Editor (<http://nlp.fi.muni.cz/projekty/visdic/>) είναι μια γραφική εφαρμογή (Horak & Smrž, 2004), η οποία χρησιμοποιείται για την αναζήτηση όρων και σημασιολογικών σχέσεων μεταξύ τους, την τροποποίηση λεξικών αποθηκευμένων σε XML (eXtensible Markup Language) μορφή, και την περιήγηση στα BalkaNet WordNets και αναπτύχθηκε από το Faculty of Informatics, Masaryk University, Brno, Czech Republic. Βασικό του χαρακτηριστικό είναι η αλληλεπιδραστικότητα, δηλαδή ο χρήστης μπορεί να περιηγείται στις έννοιες κατά βούληση, ακολουθώντας τους σημασιολογικούς συνδέσμους του δικτύου.

Στην Εικόνα 7 παρουσιάζεται παράδειγμα χρήσης Visdic Editor για την αναζήτηση της έννοιας «μνήμη». Στο παράδειγμα του σχήματος και την αριστερή πλευρά εμφανίζονται τα αποτελέσματα της αναζήτησης της έννοιας μνήμη στο ελληνικό WordNet, ενώ στα δεξιά εμφανίζονται τα αποτελέσματα για την έννοια memory στο αγγλικό WordNet. Φαίνεται ότι το ελληνικό λεξικό είναι φτωχότερο σε συσχετιζόμενες έννοιες σε σχέση με το αγγλικό.

5.5 Συμπεράσματα – Συζήτηση

Γενικότερα, το ελληνικό WordNet είναι ελλιπές σε όρους και σύνολα συνωνύμων που αφορούν το γνωστικό αντικείμενο της Πληροφορικής. Παρόλο που σε ορισμένες περιπτώσεις οι όροι υπάρχουν, έχουν εισαχθεί με διαφορετική σημασία (sense) από αυτή που χρησιμοποιούνται στον εν λόγω επιστημονικό χώρο. Έτσι η χρήση τους δεν είναι δυνατή. Θα πρέπει να γίνει περαιτέρω εμπλουτισμός του, τόσο με σύγχρονους όρους όσο και με τις σημασιολογικές τους σχέσεις, προκειμένου η λεξιλογική αυτή βάση δεδομένων να φανεί χρήσιμη σε περιπτώσεις που απαιτούνται όροι οι οποίοι αφορούν το γνωστικό αντικείμενο. Η ίδια παρατήρηση που αφορά τις διαφορετικές σημασίες για τους όρους ισχύει και στην περίπτωση του αγγλικού λεξικού. Έτσι είναι αναγκαίος ο εμπλουτισμός του ελληνικού Wordnet με περισσότερα σύνολα συνωνύμων και τις αντίστοιχες σχέσεις ύστερα από προσεκτική ανάλυση, με προοπτική τη συγχώνευση με όλες τις παρόμοιες εργασίες εμπλουτισμού σε όλους τους επιστημονικούς τομείς και ειδικά στην Πληροφορική με τις λεξιλογικές ιδιαιτερότητες που παρουσιάζει.

Ανάλογο του WordNet σημασιολογικό «ευρετήριο» αποτελεί ο Θησαυρός Ελληνικών Όρων (Εθνικό Κέντρο Τεκμηρίωσης, 2005), ο οποίος υποστηρίζει σχέσεις ισοδυναμίας, σχέσεις ιεραρχίας και σχέσεις συσχέτισης. Σχέσεις ισοδυναμίας θεωρούνται οι σχέσεις μεταξύ συνωνύμων, στα οποία συγκαταλέγονται καταχρηστικά ορισμένες μορφολογικές παραλλαγές, κυρίως συντομογραφίες και εναλλακτικές ορθογραφίες. Στις σχέσεις ιεραρχίας συγκαταλέγονται σχέσεις είδους-γένους, αλλά όχι στιγμιότυπων (instances). Οι σχέσεις συσχέτισης συνδέουν τις έννοιες με τρόπο διαφορετικό από τις λογικές κατηγοριοποιήσεις και

αξιοποιεί λιγότερο προφανείς και, γι' αυτό, πολύτιμες «συνάφειες». Ο Θησαυρός Ελληνικών Όρων είναι επίσης ελλιπής σε όρους και σύνολα συνωνύμων που αφορούν το γνωστικό αντικείμενο της Πληροφορικής και, επιπλέον, δεν υποστηρίζει σχέσεις μερωνυμίας/ολωνυμίας και ισοτιμίας, όπως το WordNet.

Εμπειρική μελέτη (Κρεμιζής, 2007) πραγματοποιήθηκε για τη διερεύνηση της κατανόησης κατά την ανάγνωση εννοιών σχετικών με τα είδη και τις λειτουργίες των ανθρώπινων μνημονικών συστημάτων με βάση το μοντέλο κατανόησης κειμένου του Kintsch - κειμενική βάση και καταστασιακό μοντέλο - και το μοντέλο των Denhière & Baudet ως προς τη σχεσιακή δομή που οικοδομούν οι αναγνώστες κειμένων που τα περιγράφουν. Ειδικότερα, ερευνήθηκε η αποτελεσματικότητα του WordNet ως γνωστικού εργαλείου που υποστηρίζει την κατανόηση κατά την ανάγνωση κειμένου.

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε σε δύο ομάδες μαθητών. Στη μία δόθηκε κείμενο προς μελέτη ενώ στη δεύτερη πέρα από το κείμενο δόθηκε η δυνατότητα χρήσης του σημασιολογικού λεξικού. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι η επίδραση στην κατανόηση κατά την ανάγνωση της χρήσης του WordNet ως ενός υποστηρικτικού γνωστικού εργαλείου, είναι σημαντική σε αναγνώστες με χαμηλό γνωστικό υπόβαθρο. Δηλαδή, το σημασιολογικό λεξικό μαζί με το κείμενο βοήθησε περισσότερο τους αναγνώστες χωρίς πρότερη γνώση στην κατανόηση των εννοιών που σχετίζονται με τις λειτουργίες και τα είδη της ανθρώπινης μνήμης σε σχέση με εκείνους που διάβασαν μόνο το κείμενο.

Σύμφωνα, λοιπόν, με τα συμπεράσματα της μελέτης αυτής είναι δυνατόν να υπάρξει σημαντική βελτίωση στην κατανόηση επιστημονικών εννοιών, όπως εκείνες της Πληροφορικής, μέσω της χρήσης του WordNet. Το γεγονός όμως ότι τα σημασιολογικά λεξικά αυτού του τύπου δεν έχουν κατασκευαστεί με σκοπό τη χρήση τους ως εκπαιδευτικά εργαλεία αλλά περισσότερο ως εργαλεία γλωσσική τεχνολογίας, υπάρχει η ανάγκη δημιουργίας γνωστικού εργαλείου, το οποίο να αξιοποιεί τα σημασιολογικά λεξικά με πιο φιλικό τρόπο για τον εκπαιδευόμενο (π.χ. σε φυσική γλώσσα) αλλά και ως πηγή για περισσότερες και πιο εποικοδομητικές δραστηριότητες μάθησης και αξιολόγησης κατανόησης εννοιών που εμφανίζονται σε επιστημονικά κείμενα.

Σχεδίαση και Υλοποίηση Σημασιολογικής Βάσης Εννοιών Πληροφορικής

Τα περισσότερα από τα συστήματα που αφορούν την αξιολόγηση απαντήσεων σε ερωτήσεις ανοιχτού τύπου βασίζονται στη θεωρία της λανθάνουσας σημασιολογικής ανάλυσης (Landauer & Dumais, 1997). Όπως αναφέρθηκε όμως στην ενότητα 3.5, η LSA, η οποία αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο στις μέρες μας για τη βαθμολόγηση απαντήσεων σε ερωτήσεις ανοιχτού τύπου, δεν δύναται να αποφανθεί για τις εναλλακτικές αντιλήψεις που εμφανίζονται στις απαντήσεις κάποιου εκπαιδευόμενου, επειδή δε λαμβάνει υπόψη το πραγματικό νόημα της κάθε έννοιας. Έτσι μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει η δημιουργία ενός συστήματος αυτόματης αξιολόγησης απαντήσεων σε ερωτήσεις ανοιχτού τύπου, το οποίο δε βαθμολογεί απλά την απάντηση αλλά παρέχει ανατροφοδότηση σχετικά με τα λάθη που εμφανίζονται σε αυτή.

Στο Κεφάλαιο 2 φαίνεται η ανάγκη αξιοποίησης εργαλείων εννοιολογικής χαρτογράφησης και βάσεων δεδομένων με χαρακτηριστικά συνεργατικότητας και αναστοχασμού για την ανάπτυξη ενός γνωστικού εργαλείου μάθησης και αξιολόγησης σύντομων απαντήσεων σε ερωτήσεις ανοιχτού τύπου και εννοιολογικών χαρτών στο γνωστικό αντικείμενο της Πληροφορικής. Στο Κεφάλαιο 3 αξιολογούνται ως προς τα χαρακτηριστικά τους μοντέλα κατανόησης κειμένου και συμπερασματικά φαίνεται ότι το μοντέλο κατανόησης κειμένου των Denhière και Baudet περιγράφει ικανοποιητικά την οικοδόμηση γνώσης στο γνωστικό αντικείμενο της Πληροφορικής, το οποίο ασχολείται με την περιγραφή των μονάδων υπολογιστικών συστημάτων, τις λειτουργίες των μονάδων αυτών, καθώς και τους σκοπούς για τους οποίους κατασκευάστηκαν. Στο Κεφάλαιο 4, όπου περιγράφονται οι έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής με σκοπό (α) τη μελέτη τη επίδρασης της προϋπάρχουσας γνώσης του εκπαιδευόμενου στην οικοδόμηση γνώσης στο γνωστικό αντικείμενο της Πληροφορικής, (β) τη μελέτη της οικοδόμησης γνώσης κατά την ανάγνωση κειμένων Πληροφορικής και της συσχέτισης των τριών δομών που οικοδομεί ο

εκπαιδευόμενος σύμφωνα με το μοντέλο των Denhière και Baudet και (γ) τη μελέτη της οικοδόμησης γνώσης στο γνωστικό αντικείμενο της Πληροφορικής με τη βοήθεια δραστηριοτήτων εννοιολογικής χαρτογράφησης, διαφαίνονται τα προβλήματα που εμφανίζουν αρχάριοι εκπαιδευόμενοι στην κατανόηση εννοιών Πληροφορικής και προκύπτει η ανάγκη δημιουργίας ενός γνωστικού εργαλείου του οποίου η σημασιολογική δομή ακολουθεί τη γνωστική δομή του μοντέλου των Denhière και Baudet, ώστε να υποστηρίζει τους εκπαιδευόμενους στην κατανόηση των μερωνυμικών σχέσεων μεταξύ των μονάδων και υπομονάδων τεχνικών συστημάτων που περιγράφονται σε κείμενα Πληροφορικής, των χρονικών και αιτιακών σχέσεων μεταξύ των γεγονότων που περιγράφουν τις λειτουργίες των μονάδων αυτών, καθώς και των σκοπών και υποσκοπών για τους οποίους δημιουργήθηκαν. Τέλος, στο Κεφάλαιο 5, όπου περιγράφεται η αναπαράσταση γνώσης σε υπολογιστή, όπως αυτή ορίζεται στο χώρο της Τεχνητής Νοημοσύνης, αλλά και οι σημασιολογικές σχέσεις, όπως χρησιμοποιούνται σε σημασιολογικά λεξικά, προκύπτει η ανάγκη α) επέκτασης των σημασιολογικών σχέσεων ώστε να αντιστοιχούν στις τρεις δομές του μοντέλου των Denhière και Baudet και β) η απόδοση των σχέσεων αυτών σε φυσική γλώσσα ώστε να είναι κατανοητές από τον εκπαιδευόμενο.

Το παρόν κεφάλαιο, λοιπόν, περιγράφει την ανάπτυξη της *Σημασιολογικής Βάσης Εννοιών Πληροφορικής* που έχει ως στόχο την υποβοήθηση της μάθησης και τη διάγνωση της κατανόησης εννοιών που περιέχονται σε επιστημονικά κείμενα Πληροφορικής. Πιο συγκεκριμένα, στην ενότητα 6.1 περιγράφεται η αρχιτεκτονική σχεδίασης της σημασιολογικής βάσης εννοιών Πληροφορικής Semandix. Στην ενότητα 6.2 περιγράφεται η υλοποίηση και λειτουργία του γνωστικού εργαλείου, ενώ στην ενότητα 6.3 παρουσιάζεται η ανάπτυξη εργαλείου γλωσσικής τεχνολογίας (γραμματικού επισημειωτή) που ήταν απαραίτητο για την υλοποίηση του γνωστικού εργαλείου της παρούσας διατριβής. Τέλος, στην ενότητα 6.4 συζητούνται τα συμπεράσματα του παρόντος κεφαλαίου.

6.1 Αρχιτεκτονική του Γνωστικού Εργαλείου Semandix

Η ανάγκη διάγνωσης των εναλλακτικών αντιλήψεων που εμφανίζονται σε μια σύντομη απάντηση ελεύθερου κειμένου ή σε έναν εννοιολογικό χάρτη, και όχι μόνο η βασισμένη στη θεωρία λανθάνουσας σημασιολογικής ανάλυσης (ενότητα 3.5) βαθμολόγηση οδήγησε στη σχεδίαση του γνωστικού εργαλείου Semandix.

Το Semandix αποτελεί, λοιπόν, ένα γνωστικό εργαλείο σημασιολογικής βάσης εννοιών Πληροφορικής βασισμένο στο μοντέλο κατανόησης κειμένου των Denhière και Baudet, και

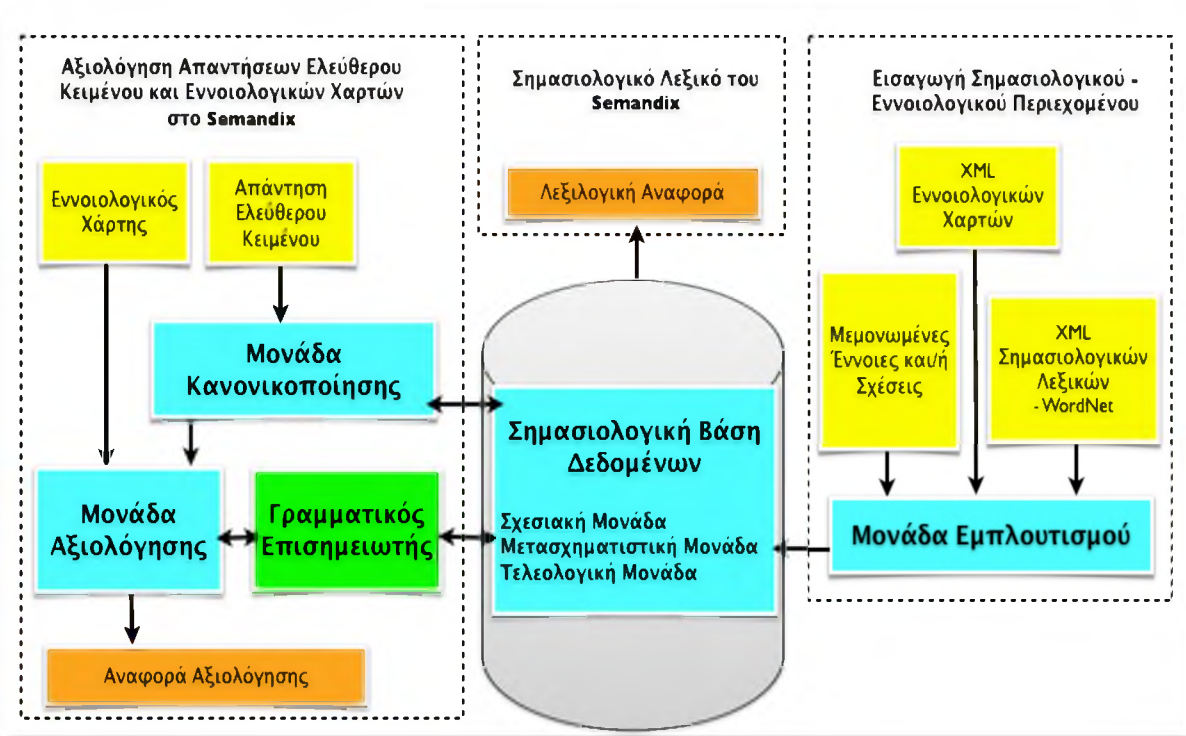
έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια της παρούσας διατριβής. Το εργαλείο αυτό δίνει τη δυνατότητα διερεύνησης των εννοιών και των σχέσεων μεταξύ τους που εμφανίζονται σε ένα κείμενο και έχει ως στόχο του την αυτόματη αξιολόγηση απαντήσεων σε ερωτήσεις ανοιχτού τύπου και τη διερεύνηση εναλλακτικών αντιλήψεων που εμφανίζονται σε αυτές, καθώς και την αξιολόγηση εννοιολογικών χαρτών που κατασκευάστηκαν από εκπαιδευόμενους. Υποστηρίζει επιπλέον την αλληλεπίδραση και την αξιολόγηση από άλλα μέλη μιας εκπαιδευτικής κοινότητας.

Πιο αναλυτικά το Semandix έχει τη δυνατότητα να εκτελεί τρεις βασικές λειτουργίες.

- Η πρώτη λειτουργία του είναι η οργάνωσή του ως μίας σημασιολογικής βάσης εννοιών Πληροφορικής. Αυτή η οργάνωση του παρέχει τη δυνατότητα να εμπλουτίζεται με περιεχόμενο από σημασιολογικά λεξικά και εννοιολογικούς χάρτες που αναπαριστούν τη γνώση του ειδικού σύμφωνα με το μοντέλο κατανόησης κειμένου των Denhière και Baudet ή με οντότητες και σχέσεις μεταξύ τους απευθείας από το πληκτρολόγιο. Μια επιπλέον δυνατότητα είναι η διαγραφή σχέσεων και οντοτήτων ανάλογα με την επιλογή του χρήστη, καθώς και η διαγραφή ολόκληρης της βάσης δεδομένων. Τέλος, η βάση δεδομένων του γνωστικού εργαλείου μπορεί να χρησιμοποιείται ως ένα υπολογιστικό σημασιολογικό λεξικό οντοτήτων και σχέσεων μεταξύ τους.
- Η δεύτερη λειτουργία του εργαλείου είναι η αξιολόγηση εννοιολογικών χαρτών. Το εργαλείο δέχεται έναν εννοιολογικό χάρτη (είτε σε μορφή XML ή TXT) και εμφανίζει αντίστοιχα αποτελέσματα για το αν οι σχέσεις και οι οντότητες του εννοιολογικού χάρτη υπάρχουν στη βάση δεδομένων και συνδέονται σωστά μεταξύ τους.
- Η τρίτη λειτουργία του εργαλείου είναι η αξιολόγηση σύντομων απαντήσεων ελεύθερου κειμένου. Η λειτουργία αυτή πραγματοποιείται με την αναγνώριση μέσα στην απάντηση οντοτήτων που ανήκουν στη βάση του, αλλά και την ανάδειξη των σχέσεων που υπάρχουν μεταξύ των οντοτήτων που αναγνώρισε.

Στο Σχήμα 13 παρουσιάζονται οι τέσσερις μονάδες του συστήματος, οι οποίες είναι:

- Η Σημασιολογική Βάση Δεδομένων (Semantic DataBase) που αποτελείται από τη Σχεσιακή Μονάδα (Relational Module), τη Μετασχηματιστική Μονάδα (Transformational Module) και την Τελεολογική Μονάδα (Teleological Module).
- Η Μονάδα Εμπλουτισμού (Enrichment Module).
- Η Μονάδα Κανονικοποίησης (Normalization Module).
- Η Μονάδα Αξιολόγησης (Assessment Module).



Σχήμα 13. Αρχιτεκτονική του γνωστικού εργαλείου Semandix.

Στις επόμενες ενότητες περιγράφονται αναλυτικότερα οι τέσσερις αυτές μονάδες.

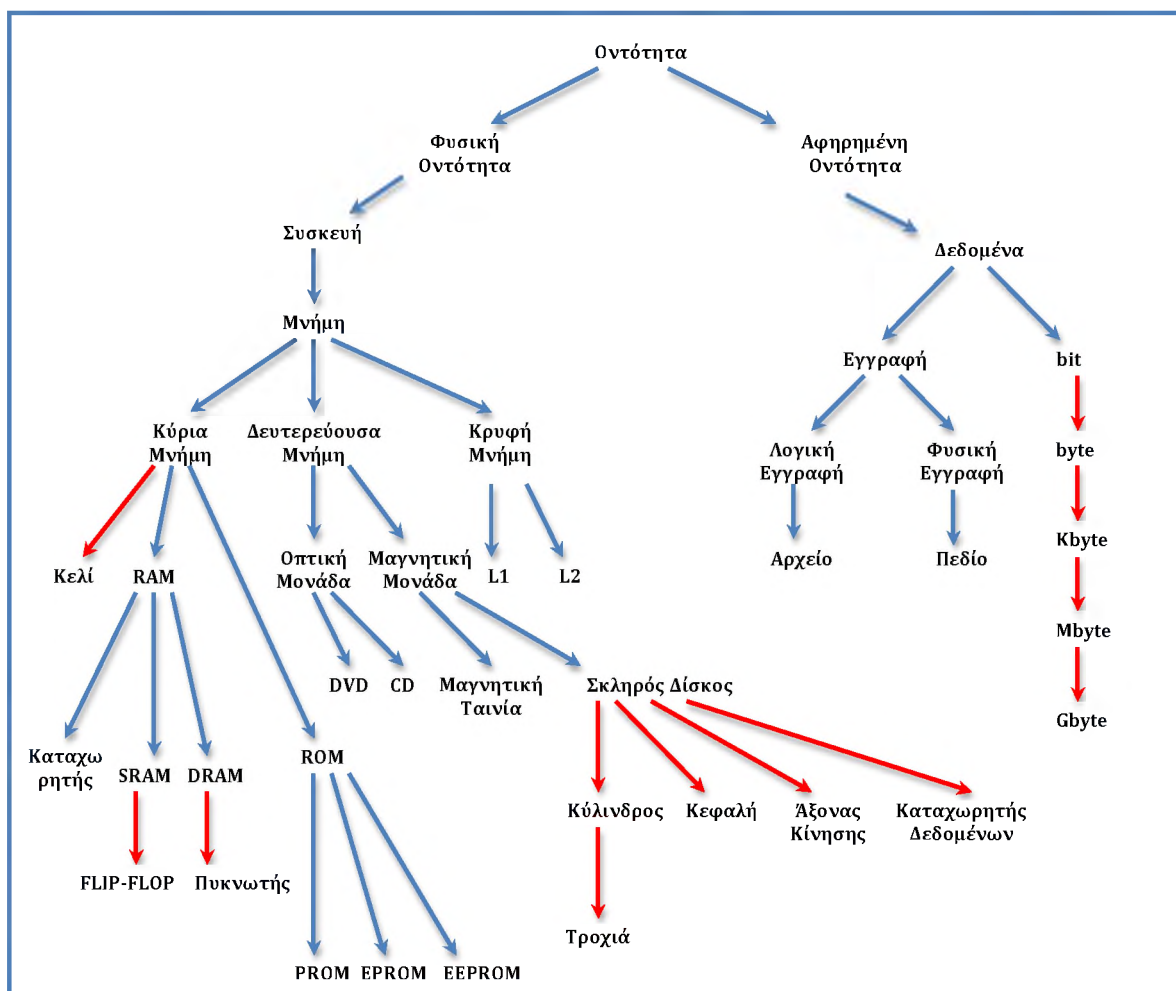
6.1.1 Σημασιολογική Βάση Δεδομένων

Η *Σημασιολογική Βάση Δεδομένων* (Σχήμα 13) αναπαριστά την οντολογία που περιγράφεται από τις τρεις δομές, σύμφωνα με το μοντέλο κατανόησης κειμένου των Denhière και Baudet και περιλαμβάνει τρεις μονάδες, που απεικονίζουν τη σχεσιακή, τη μετασχηματιστική και την τελεολογική δομή της αναπαράστασης γνώσης του ειδικού. Η μονάδα αυτή λαμβάνει ως είσοδο την έξοδο της μονάδας εμπλουτισμού που περιγράφεται στην επόμενη ενότητα.

Η βάση αυτή έχει ως βασικό δομικό στοιχείο την τριπλέτα «οντότητα-σχέση-οντότητα». Κάθε τριπλέτα χαρακτηρίζεται ως προς τη δομή του μοντέλου κατανόησης κειμένου την οποία αναπαριστά. Με τον τρόπο αυτό το σύνολο των τριπλετών σχηματίζει ένα σημασιολογικό δίκτυο, το οποίο αναπαριστά και τις τρεις δομές του μοντέλου κατανόησης κειμένου των Denhière και Baudet.

Στο Σχήμα 14 φαίνεται παράδειγμα οντολογίας που αναπαριστά τη σχεσιακή δομή του λειτουργικού συστήματος, σύμφωνα με το μοντέλο κατανόησης κειμένου. Αυτό που παρατηρεί κανείς στο παράδειγμα του σχήματος είναι το γεγονός ότι η οντολογία ξεκινά από τη γενική έννοια *Οντότητα*, η οποία διακρίνεται στη συνέχεια σε *Φυσική Οντότητα* και *Αφηρημένη Οντότητα*. Η κατηγοριοποίηση αυτή αξιοποιεί τα συμπεράσματα της εμπειρικής μελέτης που

περιγράφηκε στην ενότητα 4.3 όπου επισημάνθηκε η σημασία της διάκρισης των φυσικών και αφηρημένων οντοτήτων για την οικοδόμηση της τελεολογικής δομής από τον εκπαιδευόμενο. Τα μπλε βέλη στο σχήμα δηλώνουν υπερωνυμικές/υπωνυμικές σχέσεις π.χ. η *Δευτερεύουσα Μνήμη* διακρίνεται σε *Οπτική Μονάδα* / η *Οπτική Μονάδα* είναι είδος *Δευτερεύουσας Μνήμης*, ενώ τα κόκκινα βέλη δηλώνουν ολωνυμικές/μερωνυμικές σχέσεις, π.χ. ο *Σκληρός Δίσκος* αποτελείται από *Κύλινδρος* / ο *Κύλινδρος* είναι μέρος του *Σκληρού Δίσκου*.

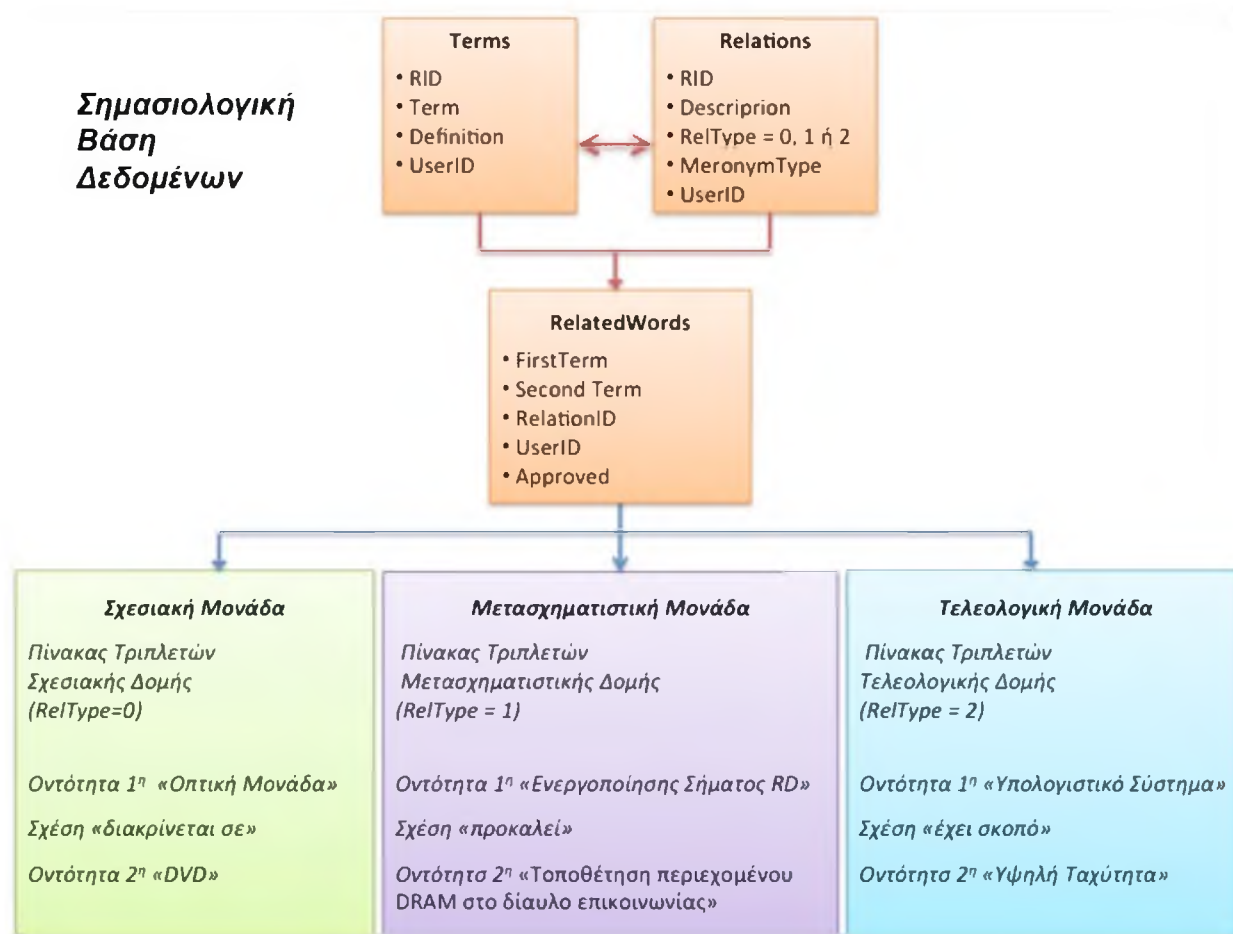


Σχήμα 14. Παράδειγμα οντολογίας αναπαράστασης σχεσιακής δομής του λειτουργικού συστήματος του γνωστικού εργαλείου Semandix.

Στο Σχήμα 15 φαίνονται οι τρεις πίνακες της σημασιολογικής βάσης δεδομένων του γνωστικού εργαλείου μέσω των οποίων αναπαρίστανται οι οντολογίες που περιγράφηκαν προηγουμένως. Μέσω αυτών των πινάκων οργανώνονται οι τρεις μονάδες – σχεσιακή, μετασχηματιστική και τελεολογική, όπως φαίνεται στο ίδιο σχήμα.

Στον πίνακα *Terms* αποθηκεύονται οι όροι/οντότητες των τριπλετών. Πιο αναλυτικά, στον πίνακα αυτό αποθηκεύεται η ταυτότητα του κάθε όρου που εισάγεται στη σημασιολογική βάση μέσω της μονάδας εμπλουτισμού (RID), ο ίδιος ο όρος/οντότητα (Term), ο ορισμός του όρου

(Definition), καθώς και η ταυτότητα του χρήστη (UserID) που έχει εισάγει τον όρο αυτό είτε μέσω σημασιολογικού λεξικού ή μέσω εννοιολογικού χάρτη ή μεμονωμένα μέσω της διεπαφής του γνωστικού εργαλείου.



Σχήμα 15. Σημασιολογική βάση δεδομένων του γνωστικού εργαλείου Semandix.

Στον πίνακα *Relations* αποθηκεύονται οι σχέσεις των τριπλετών με τις οποίες εμπλουτίζεται η βάση. Πιο αναλυτικά, στον πίνακα αυτό αποθηκεύεται η ταυτότητα της κάθε σχέσης (RID), η περιγραφή της σχέσης (Description), ο τύπος της σχέσης (Reltype), ο οποίος είναι 0 εάν αφορά τη σχεσιακή δομή, 1 τη μετασηματιστική και 2 την τελεολογική, και σε περίπτωση που η σχέση είναι μερωνυμική τον τύπο της μερωνυμίας (meronymtype), σύμφωνα με τον Πίνακα 3 της ενότητας 5.3 και, τέλος, η ταυτότητα του χρήστη (UserID) που έχει εισάγει τον όρο αυτό είτε μέσω σημασιολογικού λεξικού ή μέσω εννοιολογικού χάρτη ή μεμονωμένα μέσω της διεπαφής του γνωστικού εργαλείου.

Στον πίνακα *RelatedWords* αποθηκεύονται οι σχέσεις μεταξύ των όρων της βάσης. Πιο αναλυτικά, στον πίνακα αυτό αποθηκεύεται η ταυτότητα του πρώτου όρου/οντότητας της τριπλέτας (FirstTerm), η ταυτότητα του δεύτερου όρου/οντότητας της τριπλέτας (SecondTerm), η ταυτότητα της σχέσης που συνδέει τους δύο όρους (RelationID), καθώς και

το αν έχει εγκριθεί ή όχι από τον ειδικό η συγκεκριμένη σχέση (Approved). Ο πίνακας αυτός οργανώνει με τον τρόπο αυτό τις τρεις δομές, δηλαδή σχεσιακή, μετασχηματιστική και τελεολογική ανάλογα με το είδος της σχέσης μεταξύ των οντοτήτων.

Μετά την είσοδο των τριπλετών από τη μονάδα εμπλουτισμού που περιγράφεται στην επόμενη ενότητα, τα στοιχεία κάθε τριπλέτας, δηλαδή «πρώτη οντότητα/όρος», «δεύτερη οντότητα/όρος» και η σχέση μεταξύ τους, αποθηκεύονται στους τρεις πίνακες. Στον πίνακα Relations κάθε σχέση χαρακτηρίζεται ως προς τη δομή του μοντέλου. Με τον τρόπο αυτό οργανώνεται το σημασιολογικό περιεχόμενο σύμφωνα με τις τρεις δομές και αναπαρίστανται οι αντίστοιχες οντολογίες.

Για παράδειγμα, η οντολογία σχεσιακής δομής του Σχήματος 14 αναπαρίσταται με την αποθήκευση των όρων/οντοτήτων της στον πίνακα Terms, των σχέσεων υπερωνυμίας/υπωνυμίας και ολωνυμίας/μερωνυμίας μεταξύ των όρων της στον πίνακα Relations και των συσχετίσεων των όρων και των σχέσεων στον πίνακα RelatedWords. Στην περίπτωση των σχέσεων υπερωνυμίας/ υπωνυμίας στον πίνακα Terms θα αποθηκευτούν οι όροι Οντότητα, Φυσική Οντότητα, Αφηρημένη Οντότητα, Συσκευή, Μνήμη, Κύρια Μνήμη, Δευτερεύουσα Μνήμη κλπ., ενώ στον πίνακα RelatedWords θα συσχετιστούν οι έννοιες αυτές μέσω των σχέσεων υπερώνυμο και υπώνυμο, όπως Οντότητα – υπερώνυμο – Φυσική Οντότητα, Φυσική Οντότητα – υπώνυμο – Οντότητα, Μνήμη – υπερώνυμο – Κύρια Μνήμη, Κύρια Μνήμη – υπώνυμο – Μνήμη κλπ. Με τον τρόπο αυτό «χτίζεται» στη σημασιολογική βάση δεδομένων το σημασιολογικό δίκτυο όλων των δομών του μοντέλου της γνώσης του ειδικού, η οποία προέρχεται από σημασιολογικά λεξικά.

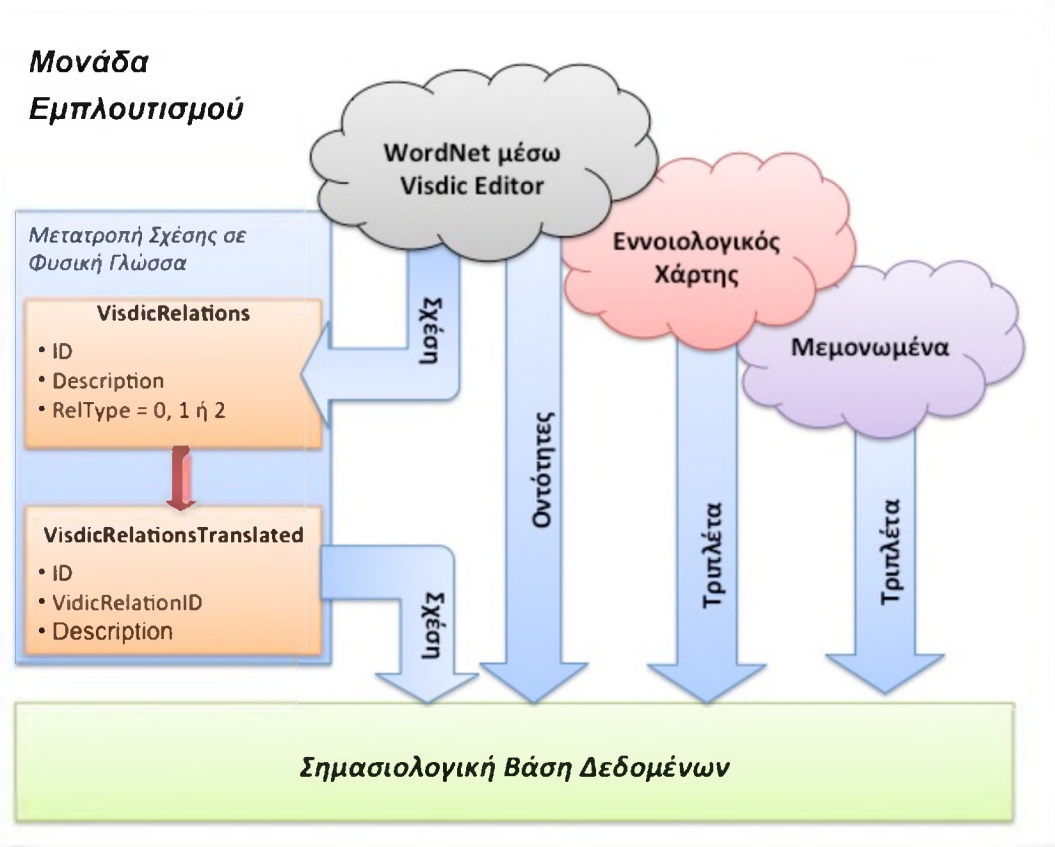
Σύμφωνα με τα παραπάνω, ως προς τη μικροδομή του μοντέλου κατανόησης κειμένου, η οποία αποτελείται από τη σχεσιακή και τη μετασχηματιστική δομή, το σημασιολογικό δίκτυο των συνδεόμενων οντοτήτων στη σημασιολογική βάση δεδομένων του γνωστικού εργαλείου περιγράφει τη δομή των μονάδων, που αποτελούν το σύστημα, καθώς επίσης, και τα γεγονότα που λαμβάνουν χώρα σε αυτές και μεταβάλλουν την κατάστασή τους στο χρόνο. Η πραγματοποίηση της αναπαράστασης της μικροδομής συνίσταται στην κατασκευή της σχεσιακής και μετασχηματιστικής δομής του περιεχομένου ενός κειμένου μέσω μερωνυμικών και υπερωνυμικών σχέσεων μεταξύ των μονάδων ενός συστήματος (σχεσιακή δομή) και χρονικών και αιτιακών σχέσεων μεταξύ των γεγονότων (μετασχηματιστική δομή). Οι οντολογίες αυτές πρέπει να αναπαριστούν τη γνώση, που αναφέρεται ρητά στο κείμενο, καθώς επίσης, και εκείνη που υπονοείται και η οποία ενεργοποιείται κατά τη κατανόηση κειμένου Πληροφορικής από τον αναγνώστη. Αντίστοιχα, ως προς τη μακροδομή του μοντέλου στη

σημασιολογική βάση δεδομένων αναπαρίσταται η τελεολογική δομή του ειδικού. Η τελεολογική δομή σχηματίζεται από τις τριπλέτες οντοτήτων που αφορούν σκοπούς/υποσκοπούς για τους οποίους κατασκευάστηκαν οι μονάδες του συστήματος.

6.1.2 Μονάδα Εμπλουτισμού

Η Μονάδα Εμπλουτισμού (Σχήμα 13) που επικοινωνεί άμεσα με τη σημασιολογική βάση δεδομένων είναι εκείνη που τροφοδοτεί την τελευταία με σημασιολογικές τριπλέτες, οι οποίες αποτελούν περιεχόμενο σημασιολογικών λεξικών WordNet που περιγράφηκαν στην ενότητα 5.4 και εννοιολογικών χαρτών που αναπαριστούν τη γνώση του ειδικού στο γνωστικό αντικείμενο της Πληροφορικής.

Στην περίπτωση εμπλουτισμού της σημασιολογικής βάσης από σημασιολογικό λεξικό WordNet, οι σχέσεις που εμπεριέχονται στο τελευταίο αποθηκεύονται στον πίνακα VisdicRelations του Σχήματος 16, μεταφράζονται/μετατρέπονται σε φυσική γλώσσα και αποθηκεύονται στον πίνακα VisdicRelationsTranslated, ώστε μεταφρασμένες πλέον να περάσουν στη σημασιολογική βάση δεδομένων. Οι οντότητες που συνδέονται με αυτές τις σχέσεις περνούν απευθείας στους πίνακες που περιγράφονται στο Σχήμα 15 της προηγούμενης ενότητας.



Σχήμα 16. Μονάδα εμπλουτισμού του γνωστικού εργαλείου Semandix.

Πιο αναλυτικά, στον πίνακα *VisdicRelations* αποθηκεύονται όλες οι σχέσεις όπως εμφανίζονται στον *Visdic Editor* (λεξικά *WordNet*), π.χ. *hypernym/hyponym*, *olonym/meronym*, *precedes/comes_after* κλπ, καθώς και ο τύπος της σχέσης (σχεσιακή, μετασχηματιστική, τελεολογική), ενώ στον πίνακα *VisdicRelationsTranslate* αποθηκεύεται η αντιστοίχιση των σχέσεων με σχέσεις σε φυσική γλώσσα. Για παράδειγμα, η σχέση «*hypernym*» αντιστοιχίζεται με τις σχέσεις «διακρίνεται σε» και «έχει είδος», ενώ η σχέση «*hyponym*» με τη σχέση «είναι είδος».

Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα σύνολα συνωνύμων που εμφανίζονται στα σημασιολογικά λεξικά *WordNet* μετατρέπονται σε σχέσεις συνωνύμων μεταξύ των όρων κάθε συνόλου και έτσι εισάγονται ξεχωριστά ως τριπλέτες σχεσιακής δομής με σχέση «*συνώνυμο/synonym*». Στη μονάδα αυτή, πέρα από το υπάρχον ελληνικό *WordNet* του οποίου οι έννοιες στο γνωστικό αντικείμενο της Πληροφορικής είναι περιορισμένες και οι σχέσεις αφορούν μόνο τη σχεσιακή δομή του μοντέλου, μπορεί να εισαχθεί και το ελληνικό *WordNet* που έχει επεκταθεί στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής με επιπλέον όρους Πληροφορικής και σημασιολογικές σχέσεις που αφορούν τη μετασχηματιστική και τελεολογική δομή. Η επέκταση του ελληνικού *WordNet* περιγράφεται στο Κεφάλαιο 7.

Στην περίπτωση εμπλουτισμού της σημασιολογικής βάσης από εννοιολογικούς χάρτες, τα τρία στοιχεία κάθε τριπλέτας - πρώτος όρος/οντότητα, σχέση, δεύτερος όρος/οντότητα - περνούν απευθείας στη σημασιολογική βάση δεδομένων (Σχήμα 15). Το γνωστικό εργαλείο μέσω της διεπαφής του δίνει στο χρήστη τη δυνατότητα εμπλουτισμού της βάσης από χάρτες που είναι ήδη χαρακτηρισμένοι ως προς κάποια δομή του μοντέλου - σχεσιακή, μετασχηματιστική ή τελεολογική. Σε αυτήν την περίπτωση όλες οι σχέσεις που εμφανίζονται στο χάρτη αποθηκεύονται χαρακτηρισμένες αυτόματα ως προς τη συγκεκριμένη δομή. Σε περίπτωση που η βάση εμπλουτίζεται με χάρτη, ο οποίος δεν είναι ήδη χαρακτηρισμένος ως προς μία συγκεκριμένη δομή, τότε όσες σχέσεις εμφανίζονται στο χάρτη και δεν υπάρχουν ήδη χαρακτηρισμένες ως προς τη δομή τους στη βάση χαρακτηρίζονται προσωρινά ως ουδέτερες. Στη συνέχεια μπορούν να χαρακτηριστούν από το διαχειριστή της βάσης, σύμφωνα με τη δομή που αφορούν, μέσω της διεπαφής του γνωστικού εργαλείου.

Τέλος, στο χρήστη δίνεται η δυνατότητα να εισάγει μέσω της διεπαφής στη σημασιολογική βάση μεμονωμένες τριπλέτες που είτε χαρακτηρίζονται αυτόματα ως προς τη δομή του μοντέλου, εάν η σχέση υπάρχει ήδη στον πίνακα *Relations* της σημασιολογικής βάσης δεδομένων (Σχήμα 16) ή χαρακτηρίζεται από τον ίδιο το χρήστη.

6.1.3 Μονάδα Κανονικοποίησης

Η *Μονάδα Κανονικοποίησης* (Σχήμα 13) έχει ως στόχο τη μετατροπή των σύντομων απαντήσεων ελεύθερου κειμένου σε κανονικοποιημένες απαντήσεις ώστε αυτές στη συνέχεια να αξιολογηθούν από την μονάδα αξιολόγησης που περιγράφεται στην επόμενη ενότητα.

Όταν χρησιμοποιούμε τον όρο “κανονικοποιημένη” απάντηση, εννοούμε την απάντηση εκείνη που περιλαμβάνει τις οντότητες, δηλαδή τις μονάδες (άτομα), τις καταστάσεις, τα γεγονότα και μακρογεγονότα, και τους σκοπούς/υποσκοπούς, οι οποίες εμφανίζονται στην αντίστοιχη απάντηση και τις σημασιολογικές σχέσεις μεταξύ τους.

Η μονάδα αυτή είναι υπεύθυνη για τον καθαρισμό του ελεύθερου κειμένου από λέξεις σημασιολογικά περιττές. Σε συνεργασία με τη σημασιολογική βάση δεδομένων, μπορεί να “αποφασίσει”, ποιά λέξη θα πρέπει να “καθαριστεί” και ποιά θα πρέπει να διατηρηθεί στην κανονικοποιημένη απάντηση. Αυτό σημαίνει ότι όταν η μονάδα καθαρισμού συναντήσει μια λέξη που συνιστά οντότητα ή σχέση και εμφανίζεται στη σημασιολογική βάση δεδομένων, θα διατηρήσει αυτή τη λέξη στην κανονικοποιημένη απάντηση. Η έξοδος αυτής της μονάδας αποτελεί την «κανονικοποιημένη» απάντηση και εισάγεται στη μονάδα αξιολόγησης.

6.1.4 Μονάδα Αξιολόγησης

Η *Μονάδα Αξιολόγησης* (Σχήμα 13) είναι σε θέση να αξιολογεί σύντομες απαντήσεις ελεύθερου κειμένου σε τρία είδη ερωτήσεων ανοιχτού τύπου:

1. *Ερωτήσεις Σχισιακής Δομής*, όπως «τι είναι...», «από τι αποτελείται...»
2. *Ερωτήσεις Μετασχηματιστικής Δομής*, όπως «πώς λειτουργεί;»
3. *Ερωτήσεις Τελεολογικής Δομής*, όπως «γιατί...», «τι σκοπό έχει...»

Επιπλέον, η μονάδα αυτή αξιολογεί το περιεχόμενο εννοιολογικών χαρτών που αναπαριστούν μία ή περισσότερες από τις τρεις δομές του μοντέλου.

6.1.4.1 Αξιολόγηση Απαντήσεων σε Ερωτήσεις Ανοιχτού Τύπου

Για την αυτόματη αξιολόγηση των σύντομων απαντήσεων στις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου, βασική προϋπόθεση είναι η ορθή καταχώρηση εννοιών και σχέσεων στη βάση δεδομένων του Semandix από τον ειδικό. Επίσης, ο ίδιος ο εκπαιδευτής όταν θέτει την ερώτηση «υπόβοηθάει» την ορθή αξιολόγηση της απάντησης του μαθητή από το Semandix. Πιο συγκεκριμένα, όπως φαίνεται στην ενότητα 6.2.2 και στην Εικόνα 17, ο εκπαιδευτής καθορίζει τον τρόπο που θα αξιολογηθεί η απάντηση του χρήστη (σωστή, μη πλήρης ή λάθος)

συμπληρώνοντας την έννοια που αφορά η ερώτηση (πρώτη έννοια της τριπλέτας) καθώς και τη σχέση που μελετάται. Στην ουσία αυτό που επιχειρεί το Semandix κατά την αυτόματη αξιολόγηση μιας απάντησης σε ερώτηση ανοιχτού τύπου, είναι να μετατρέψει την απάντηση σε τριπλέτες, όπως εκείνες ενός εννοιολογικού χάρτη (οντότητα – σχέση – οντότητα).

Αναλυτικότερα, έχοντας την «πρώτη έννοια/οντότητα» και τη σχέση που μελετά η ερώτηση, η αυτόματη αξιολόγηση ψάχνει να βρει τις «δεύτερες έννοιες/οντότητες» στην απάντηση του εκπαιδευόμενου. Για το σκοπό αυτό ελέγχονται όλες οι έννοιες που υπάρχουν στην απάντηση του χρήστη εάν συμπίπτουν με τις «δεύτερες έννοιες» που περιέχονται στη σημασιολογική βάση δεδομένων του Semandix. Οι έννοιες στην ερώτηση δεν είναι απαραίτητα μεμονωμένες λέξεις, αλλά και φράσεις δύο, τριών ή και περισσότερων λέξεων.

Ο έλεγχος των εννοιών γίνεται με τον τμηματικό έλεγχο όλης της πρότασης που εισάγει ο χρήστης, αφού γίνει η αφαίρεση άρθρων και συνδέσμων από τη μονάδα κανονικοποίησης που περιγράφηκε στην προηγούμενη ενότητα. Ο τμηματικός έλεγχος με τη σειρά του πραγματοποιείται μέσω ενός βρόχου, ο οποίος ολοκληρώνεται όταν ελεγχθούν όλα τα τμήματα της απάντησης του εκπαιδευόμενου. Για τον έλεγχο αυτό και επειδή υπάρχει η πιθανότητα μια έννοια/οντότητα να εμφανίζεται με διαφορετικό γραμματικό τύπο από αυτόν με τον οποίο έχει αποθηκευτεί στη βάση απαιτήθηκε η ανάπτυξη ενός Γραμματικού Επισημειωτή που θα υποστηρίζει το γνωστικό εργαλείο Semandix και ο οποίος περιγράφεται αναλυτικά στην ενότητα 6.3. Δυο έννοιες με 80% ομοιότητα θεωρούνται όμοιες ώστε να προβλεφθούν περιπτώσεις αναγραμματισμού ή ορθογραφικών λαθών. Σε περίπτωση που δε βρεθούν στην απάντηση του μαθητή όλες οι «δεύτερες έννοιες» που υπάρχουν στη σημασιολογική βάση δεδομένων του Semandix η απάντηση του χρήστη θεωρείται «Μη Πλήρης». Αν δε βρεθεί καμία «δεύτερη έννοια» η απάντηση είναι λανθασμένη. Διαφορετικά, η απάντηση είναι σωστή.

Στη συνέχεια περιγράφονται αναλυτικά τα βήματα του αλγορίθμου με ένα παράδειγμα. Έστω ότι μία ομάδα εκπαιδευόμενων μελετά την κεντρική έννοια «Κύρια Μνήμη». Ο εκπαιδευτής θέτει μια σειρά ερωτήσεων που σχετίζονται με την κεντρική έννοια. Έστω ότι ο εκπαιδευτής θέτει την ερώτηση «Ποια είναι τα είδη της κύριας μνήμης». Ο εκπαιδευτής όταν θέτει την ερώτηση θα πρέπει να υποβοηθήσει τη μονάδα αξιολόγησης του Semandix συμπληρώνοντας την έννοια που αφορά η ερώτηση και τη σχέση που μελετά. Δηλαδή, η ερώτηση αφορά την «κύρια μνήμη» (αυτή είναι η πρώτη έννοια στις τριπλέτες) και η σχέση που αναζητείται είναι το «διακρίνεται σε».

Ο αλγόριθμος αυτόματης αξιολόγησης των απαντήσεων στην ερώτηση ανοιχτού τύπου ακολουθεί τα παρακάτω βήματα:

- Βήμα 1: Αναζητούνται στον πίνακα RelatedWords (Σχήμα 16) της σημασιολογικής βάσης δεδομένων όλες οι τριπλέτες που περιέχουν ως πρώτη έννοια την «κύρια μνήμη» και σχέση το «διακρίνεται σε» και καταχωρούνται σε μια λίστα τιμών οι δεύτερες έννοιες που εντοπίζονται.
- Βήμα 2: Διακρίνονται οι δεύτερες έννοιες στην απάντηση του εκπαιδευόμενου. Έστω ότι η απάντηση του εκπαιδευόμενου είναι η εξής: «Η κύρια μνήμη διακρίνεται στη Read Only Memory». Αφού αφαιρεθούν τα άρθρα ή οι πιθανοί σύνδεσμοι από την απάντηση του εκπαιδευόμενου στη μονάδα κανονικοποίησης, αναλύεται η κανονικοποιημένη απάντηση με σκοπό να εντοπιστούν οι έννοιες στην απάντηση του εκπαιδευόμενου. Επειδή, μια έννοια μπορεί να αποτελείται από παραπάνω από μία λέξεις πραγματοποιείται σταδιακή αναζήτηση στην πρόταση του χρήστη με τη χρήση μια διπλής επαναληπτικής δομής που διαγράφει λέξεις από την πρόταση μέχρι να βρει την πρώτη και τις δεύτερες έννοιες. Πιο συγκεκριμένα, μετά την κανονικοποίησης η απάντηση του εκπαιδευόμενου θα είναι «κύρια μνήμη διακρίνεται Read Only Memory». Οι έννοιες που πρέπει να απομονωθούν είναι η «κύρια μνήμη» και «Read Only Memory». Η πρόταση αποθηκεύεται σε μια μεταβλητή τύπου string. Αρχικά, ελέγχεται αν όλη η πρόταση αποτελεί μια έννοια, μετά διαγράφεται η πρώτη λέξη (και απομένει «μνήμη διακρίνεται Read Only Memory»), η δεύτερη λέξη κ.ο.κ. Με αυτό τον τρόπο διακρίνεται η έννοια «Read Only Memory» και συγκρίνεται με τις δεύτερες έννοιες που αναζητούνται και βρίσκονται στη λίστα των δεύτερων εννοιών του Βήματος 1. Για τη σύγκριση δύο λέξεων χρησιμοποιείται ο γραμματικός επισημειωτής (για την περίπτωση που δύο λέξεις βρίσκονται σε διαφορετική κλήση ή αριθμό). Αν δυο έννοιες δεν είναι ίδιες (π.χ. RAM και Read Only Memory) ελέγχεται αν είναι συνώνυμες μέσω της σημασιολογικής βάσης δεδομένων του εργαλείου. Στη συνέχεια ακολουθεί η αντίστροφη πορεία, δηλαδή διαγράφονται οι τελευταίες λέξεις για να απομονωθούν οι έννοιες (για να απομονωθεί η έννοια «κύρια μνήμη»). Οι δεύτερες έννοιες που βρέθηκαν αποθηκεύονται στη λίστα εννοιών.
- Βήμα 3: Συγκρίνεται ο αριθμός των εννοιών στην αρχική λίστα που παράγεται στο Βήμα 1, η οποία περιέχει όλες τις δεύτερες έννοιες που πρέπει να περιέχει η απάντηση του εκπαιδευόμενου, με τη λίστα των εννοιών που βρέθηκαν στην απάντησή του (Βήμα 2). Αν ο αριθμός της λίστας των εννοιών που βρέθηκαν είναι μηδενικός, τότε σημαίνει ότι η απάντηση του εκπαιδευόμενου είναι “Λάθος” (στην απάντηση του εκπαιδευόμενου δεν υπήρξε σωστή έννοια), αν είναι μικρότερος από την αρχική λίστα τότε η απάντηση είναι “Μη Πλήρης”, αν είναι ίδιος τότε η απάντηση του εκπαιδευόμενου είναι “Σωστή”.

- Βήμα 4: Η επίδοση του εκπαιδευόμενου μετράται διαιρώντας τον πλήθος των σωστών εννοιών που εμφανίστηκαν στην κανονικοποιημένη απάντηση του εκπαιδευόμενου με τις αναμενόμενες έννοιες π.χ. στο παράδειγμα οι έννοιες που πρέπει να περιέχει η απάντηση του εκπαιδευόμενου είναι η RAM και η ROM. Η απάντηση του εκπαιδευόμενου περιέχει μόνο μια από τις αναμενόμενες έννοιες. Άρα, η απάντηση του εκπαιδευόμενου είναι κατά $\frac{1}{2} * 100 = 50\%$ σωστή.

Ο κώδικας του αλγόριθμου της αυτόματης αξιολόγησης σύντομων απαντήσεων στις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου δίνεται στο Παράρτημα Va. Όλα τα βήματα του αλγορίθμου εμφανίζονται σε αρχείο .log η μορφή του οποίου δίνεται στο Παράρτημα Vb για περαιτέρω ανατροφοδότηση και δυνατότητα αποσφαλμάτωσης του αλγορίθμου.

6.1.4.2 Αξιολόγηση Εννοιολογικού Χάρτη

Για την αυτόματη αξιολόγηση του εννοιολογικού χάρτη του εκπαιδευόμενου ελέγχονται οι τριπλέτες «πρώτη έννοια/οντότητα – σχέση – δεύτερη έννοια οντότητα», οι οποίες απαρτίζουν το χάρτη του. Αρχικά, ελέγχεται εάν υπάρχουν οι έννοιες και οι σχέσεις μεταξύ τους στη σημασιολογική βάση δεδομένων του γνωστικού εργαλείου. Ο έλεγχος υλοποιείται και πάλι με τη βοήθεια του γραμματικού επισημειωτή. Αν δεν υπάρχουν οι έννοιες ή οι σχέσεις τότε ελέγχονται τα συνώνυμα των εννοιών στη βάση. Αν δεν υπάρχει κάποια σχέση στη βάση ελέγχεται ο πίνακας μετατροπών των σχέσεων Wordnets σε φυσική γλώσσα για την εύρεση ταυτόσημων σχέσεων. Αν η τριπλέτα δεν υπάρχει τότε η σχέση θεωρείται λάθος.

Πιο αναλυτικά, για κάθε τριπλέτα που εμφανίζεται στον εννοιολογικό χάρτη:

- Βήμα 1: Ελέγχεται αν υπάρχουν η πρώτη και η δεύτερη έννοια ή τα συνώνυμα τους στη σημασιολογική βάση δεδομένων. Αν δεν υπάρχουν τότε δεν μπορεί να συνεχιστεί ο έλεγχος και η σχέση θεωρείται λανθασμένη.
- Βήμα 2: Ελέγχεται αν υπάρχει σχέση μεταξύ της πρώτης και της δεύτερης έννοιας (ή των συνωνύμων τους) στον πίνακα RelatedWords (Σχήμα 16) της σημασιολογικής βάσης δεδομένων.
- Βήμα 3: Αν υπάρχει σχέση τότε συγκρίνεται με τη σχέση που έχει εισαχθεί στο χάρτη. Συγκεκριμένα, αν δε βρεθεί η σχέση στη σημασιολογική βάση δεδομένων του Semandix τότε η τριπλέτα πρώτη έννοια – σχέση – δεύτερη έννοια θεωρείται λανθασμένη.

Ο κώδικας του αλγόριθμου αυτόματης αξιολόγησης του εννοιολογικού χάρτη παρατίθεται στο Παράρτημα Vγ. Όλα τα βήματα του αλγορίθμου εμφανίζονται σε αρχείο .log η μορφή του

οποίου δίνεται στο Παράρτημα Vδ για περαιτέρω ανατροφοδότηση και δυνατότητα αποσφαλμάτωσης του αλγορίθμου.

Παραδείγματα αξιολόγησης απαντήσεων σε ερωτήσεις ανοιχτού τύπου και αξιολόγησης εννοιολογικών χαρτών φαίνονται στην ενότητα 6.2 όπου περιγράφονται αναλυτικά η υλοποίηση και οι λειτουργίες του γνωστικού εργαλείου Semandix.

6.2 Υλοποίηση και Λειτουργίες του Γνωστικού Εργαλείου Semandix

Το Semandix δημιουργήθηκε σε γλώσσα Visual Basic .NET του Microsoft Visual Studio. Οι όροι που εμφανίζονται στο εργαλείο, και είναι προς ανάγνωση και επεξεργασία σε αυτό, βρίσκονται καταχωρημένες σε βάσεις δεδομένων. Γι' αυτό το λόγο, το Semandix χρησιμοποιεί τον RDBMS της Microsoft SQL Server 2008 και πιο συγκεκριμένα την έκδοση Express. Η επιλογή αυτή έγινε σκόπιμα μιας κι αυτή η έκδοση του SQL βρίσκεται διαθέσιμη δωρεάν στο διαδίκτυο και μάλιστα σε μέγεθος που μπορεί γρήγορα να αποκτήσει ο μέσος χρήστης ευρυζωνικής σύνδεσης. Παράλληλα, το εργαλείο της Microsoft, SQL Server Management Studio Express που είναι επίσης διαθέσιμο δωρεάν υποστηρίζει την προσάρτηση έτοιμης βάσης δεδομένων-λεξικού στο πρόγραμμα. Για τη χρήση του προγράμματος αλλά και του προαναφερθέντος εργαλείου απαιτείται και η ύπαρξη του Microsoft .NET Framework 3.5.

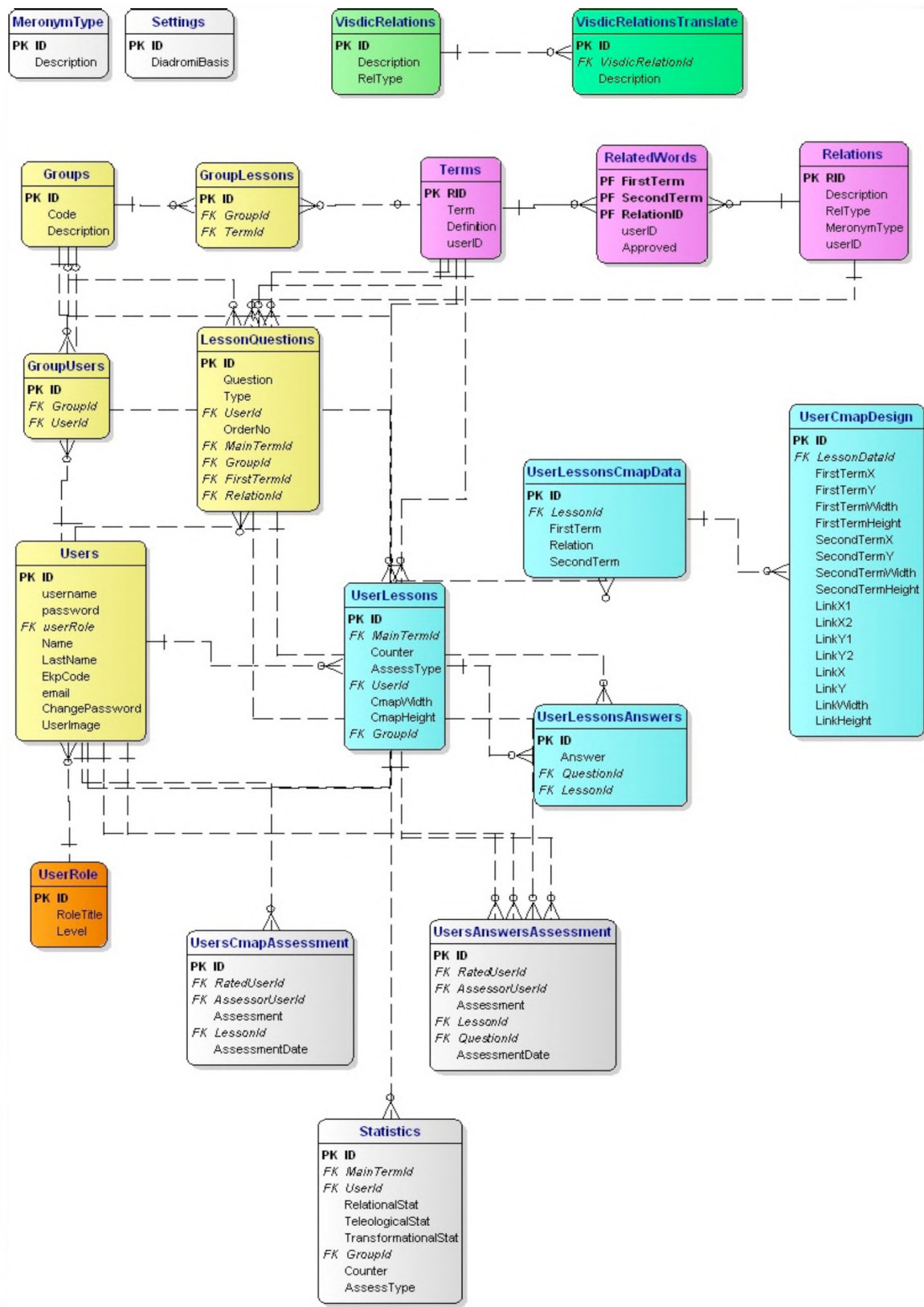
Βασικό χαρακτηριστικό του Semandix είναι η δυνατότητα του να εξελίσσεται/επεκτείνεται ανάλογα με τη βάση δεδομένων με την οποία τροφοδοτείται. Ωστόσο για να είναι δυνατό αυτό θα πρέπει η συνεργασία λογισμικού και βάσης δεδομένων να είναι αρμονική, κάτι που απαιτεί κάποιες κοινές παραδοχές. Ο χρήστης του προγράμματος που προτίθεται να το χρησιμοποιήσει με μία δική του βάση δεδομένων καλείται να ακολουθήσει το σχεδιαστικό πρωτόκολλο, το οποίο είναι κατανοητό στο Semandix. Τα στοιχεία που θα πρέπει να φυλάσσονται στη βάση δεδομένων είναι αφενός οι όροι/οντότητες που περιλαμβάνονται στο λεξικό και αφετέρου οι σχέσεις που υπάρχουν μεταξύ τους. Άρα οι πίνακες που περιλαμβάνει η βάση δεδομένων πρέπει να δίνουν όλη την απαραίτητη πληροφορία για τα δύο αυτά στοιχεία.

Πριν αναλυθεί η μορφή της βάσης δεδομένων θα γίνει σύντομη αναφορά στον τύπο δεδομένου *GUID* (Unique identifier κατά SQL Server). Πρόκειται για έναν τύπο δεδομένων, ο οποίος αναπαρίσταται από ένα σύνολο εικοσιτεσσάρων αριθμών ή γραμμάτων, το οποίο είναι συνδυασμός του μοναδικού αριθμού της κάρτας δικτύου του υπολογιστή και της ώρας, κάτι που το καθιστά μοναδικό. Ο τύπος αυτός χρησιμοποιείται στην υλοποίηση του Semandix, γιατί διευκολύνει τον χρήστη αφού πλέον έχει να κάνει με δεδομένα τύπου *GUID* και όχι με *συμβολοσειρές* (strings), μειώνοντας έτσι την πιθανότητα σφάλματος.

Στο Σχήμα 17 παρουσιάζεται το σχήμα της συνολικής βάσης δεδομένων του Semandix και εμφανίζονται οι πίνακες της βάσης αυτής και οι σχέσεις μεταξύ τους. Πέρα από τους πίνακες που αφορούν στις βασικές μονάδες του γνωστικού εργαλείου στο ίδιο σχήμα εμφανίζονται και οι πίνακες εκείνοι που δημιουργήθηκαν για την επικοινωνία του χρήστη με τη σημασιολογική βάση δεδομένων, την οργάνωση των ομάδων εκπαιδευόμενων και την αξιολόγηση των δραστηριοτήτων των εκπαιδευόμενων. Συνολικά, οι πίνακες της βάσης δεδομένων του γνωστικού εργαλείου Semandix και τα πεδία τους έχουν ως εξής:

- *MeronymType*: Αποθηκεύονται τα είδη των μερωνυμιών.
- *Visdic Relations*: Αποθηκεύονται όλες οι πραγματικές σχέσεις που εμφανίζονται στο Visdic Editor και ο τύπος της κάθε σχέσης (σχεσιακή, μετασχηματιστική, τελεολογική).
- *VisdicRelationsTranslate*: Αποθηκεύεται η αντιστοίχιση των σχέσεων Visdic σε λέξεις-έννοιες της φυσικής γλώσσας για την εμφάνιση τους στο λεξικό εννοιών.
- *Terms*: Αποθηκεύονται οι όροι. *Πεδία*: RID (το id του όρου), Term (ο όρος), Definition (ο ορισμός του όρου), UserId (το id του χρήστη που εισήγαγε τον όρο).
- *Relations*: Αποθηκεύονται οι διαθέσιμες σχέσεις. *Πεδία*: RID (το id της σχέσης), Description (περιγραφή σχέσης), reltype (ο τύπος της σχέσης, 0=σχεσιακή, 1=τελεολογική, 2=μετασχηματιστική), meronymtype (τύπος μερωνυμίας του Πίνακα 1), UserId (το id του χρήστη που εισήγαγε τη σχέση).
- *RelatedWords*: Αποθηκεύονται οι σχέσεις μεταξύ των όρων της βάσης. *Πεδία*: FirstTerm (το id του πρώτου όρου), SecondTerm (το id του δεύτερου όρου), RelationID (το id της σχέσης), Approved (αν έχει εγκριθεί ή όχι από τον ειδικό η συγκεκριμένη σχέση. Αν όχι η σχέση δεν εμφανίζεται στο λεξικό ούτε στην επιλογή της κύριας έννοιας ενός μαθήματος).
- *Groups*: Αποθηκεύονται τα τμήματα ή οι τάξεις. *Πεδία*: ID (το id του τμήματος/τάξης), Code (κωδικός τμήματος/τάξης), Description (περιγραφή τμήματος/τάξης).
- *GroupsLessons*: Αποθηκεύονται τα μαθήματα-κύριες έννοιες του τμήματος/τάξης. *Πεδία*: ID (αναγνωριστικό μαθήματος τάξης), GroupId (το id του τμήματος/τάξης), TermId (το id της κύριας έννοιας-όρου),
- *GroupUsers*: Αποθηκεύονται οι συμμετέχοντες στο τμήμα. *Πεδία*: ID (αναγνωριστικό εγγραφής πίνακα), UserID (το id του κάθε συμμετέχοντα στο τμήμα/τάξη), GroupID (το id της ομάδας/τάξης),
- *UserRoles*: Αποθηκεύονται οι ρόλοι των χρηστών. *Πεδία*: ID (αναγνωριστικό πίνακα),

RoleTitle (τίτλος του ρόλου, π.χ. Διαχειριστής, Εδικός κτλ), Level (επίπεδο τις ιεραρχίας που έχει ο χρήστης, π.χ. ο Διαχειριστής έχει επίπεδο=0, ο ειδικός επίπεδο=1, ο εκπαιδευτής επίπεδο=2 και ο εκπαιδευόμενος επίπεδο=3).



Σχήμα 17. UML διάγραμμα πινάκων της βάσης δεδομένων του Semandix.

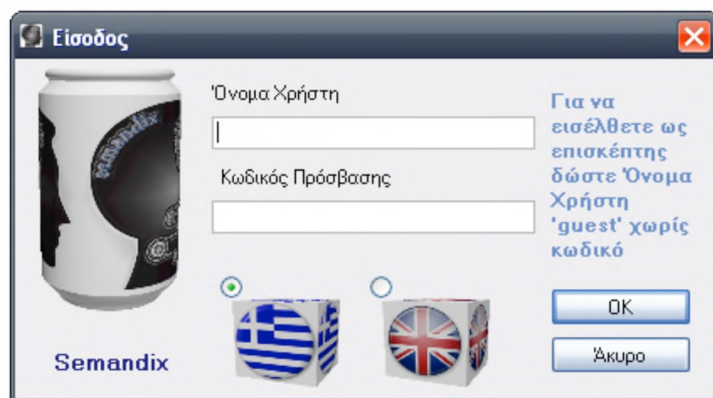
- *UserLessons*: Αποθηκεύονται τα μεταδομένα του χάρτη ή της απάντησης του χρήστη. *Πεδία*: ID (αναγνωστικό της κάθε εγγραφής στο πίνακα), MainTermId (το id της κύριας έννοιας για το οποίο επιλέγει την αξιολόγηση, το GroupId είναι το τμήμα του μαθητή), Counter (μετρητής για το πόσους χάρτες έχει υποβάλει το χάρτη ή πόσες φορές έχει απαντήσει στις ερωτήσεις), AssessType (ο τύπος της αξιολόγησης που υπέβαλε, 0=χάρτη ή 1=απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου), UserId (id χρήστη που αξιολογείται), CmapWidth (πλάτος εννοιολογικού χάρτη), CmapHeight (ύψος εννοιολογικού χάρτη), GroupId (id τμήματος/τάξης χρήστη). Το μέγεθος του εννοιολογικού χάρτη αποθηκεύεται μόνο στην περίπτωση που ο χρήστης εισάγει κάποιο εννοιολογικό χάρτη. Η γραφική μορφή του χάρτη αποθηκεύεται μόνο στην περίπτωση που έχει δημιουργηθεί με το εργαλείο CmapTools και στη συνέχεια έχει εξαχθεί σε μορφή CXL 1.0 (Concept mapping eXtensible Language έκδοση 1.0).
- *LessonQuestions*: Αποθηκεύονται οι ερωτήσεις ανοιχτού τύπου του μαθήματος. *Πεδία*: ID (αναγνωριστικό εγγραφής πίνακα), Question (η ερώτηση), Type (ο τύπος της ερώτησης, σχεσιακή, μετασχηματιστική ή τελεολογική), UserId (το id του χρήστη που εισήγαγε την ερώτηση), MainTermId (το id του κύριου όρου του μαθήματος για το οποίο εισάγεται η ερώτηση), GroupId (το id της ομάδας/τάξης), FirstTermId (το id του όρου στο οποίο αναφέρεται η ερώτηση), RelationId (id της σχέσης που μελετά η ερώτηση).
- *UserLessonsCmapData*: Αποθηκεύονται αναλυτικά οι προτάσεις του χάρτη που υπέβαλε για το συγκεκριμένο μάθημα/ενότητα/έννοια. *Πεδία*: ID (αναγνωστικό εγγραφής στον πίνακα), LessonId (το id του μαθήματος), FirstTerm (το id του πρώτου όρου της κάθε πρότασης του χάρτη), Relation (το id της σχέσης που συνδέει του όρους της κάθε πρότασης), SecondTerm (το id του δεύτερου όρου της κάθε πρότασης του χάρτη).
- *UserCmapDesign*: Αποθηκεύεται η γραφική μορφή του χάρτη που εισήγαγε ο χρήστης μόνο αν ο χρήστης εισήγαγε αρχείο μορφής CXL. *Πεδία*: Εδώ τα πεδία περιγράφουν τα σχεδιαστικά χαρακτηριστικά του εννοιολογικού χάρτη και εμφανίζονται αναλυτικά στο Σχήμα 16.
- *UserLessonsAnswers*: Αποθηκεύονται οι απαντήσεις του χρήστη στις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου του μαθήματος. *Πεδία*: ID (αναγνωστικό εγγραφής στον πίνακα), Answer (η απάντηση), QuestionId (το id της ερώτησης που απαντάται), LessonId (το id του μαθήματος που αφορά η ερώτηση και η απάντηση).
- *UsersCmapAssessment*: Αποθηκεύονται οι αξιολογήσεις/σχόλια των συνεκπαιδευμένων για

τον εννοιολογικό χάρτη. *Πεδία:* ID (αναγνωστικό εγγραφής στον πίνακα), RatedUserId (το id του χρήστη που αξιολογείται), AssessorUserId (το id του αξιολογητή), Assessment (η αξιολόγηση του αξιολογητή), LessonId (το id του μαθήματος για το οποίο γίνεται η αξιολόγηση), AssessmentDate (η ημερομηνία αξιολόγησης).

- *UsersAnswersAssessment:* Αποθηκεύονται οι αξιολογήσεις των συνεκπαιδευμένων για τις απαντήσεις του χρήστη στις ερωτήσεις αξιολόγησης. *Πεδία:* ID (αναγνωστικό εγγραφής στον πίνακα), RatedUserId (το id του χρήστη που αξιολογείται), AssessorId (το id του αξιολογητή), Assessment (η αξιολόγηση του αξιολογητή), AssessmentDate (η ημ/νία αξιολόγησης), LessonId (το id του μαθήματος για το οποίο γίνεται η αξιολόγηση), QuestionId (το id της ερώτησης που γίνεται η αξιολόγηση).
- *Statistics:* Αποθηκεύονται τα στατιστικά της επίδοσης των χρηστών μετά την αυτόματη αξιολόγηση. *Πεδία:* ID (αναγνωστικό εγγραφής στον πίνακα), MainTermId (κεντρική έννοια μαθήματος αξιολόγησης), UserId (χρήστης που αξιολογείται), RelationStat (ποσοστό κατανόησης της σχεσιακή δομή), TeleologicalStat (ποσοστό κατανόησης της τελεολογικής δομής), TransformationalStat (ποσοστό κατανόησης της μετασχηματιστικής δομής), GroupId (id τμήματος/τάξης), Counter (αριθμός αξιολόγησης), AssessType (ο τύπος της αξιολόγησης 0=χάρτη ή 1=απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου).
- *Settings:* Αποθηκεύεται η διαδρομή της βάσης που εξήχθη από τον γραμματικό επισημειωτή καθώς και η διαδρομή του εξυπηρετητή της βάσης δεδομένων και το όνομα της βάσης.

6.2.1.1 Διαχείριση της Βάσης του Semandix

Η εισαγωγή στο σύστημα πραγματοποιείται από την αρχική οθόνη της Εικόνας 8. Με την είσοδο του στο περιβάλλον ο χρήστης επιλέγει και το ρόλο με το οποίο θα εμπλακεί στις λειτουργίες του συστήματος.



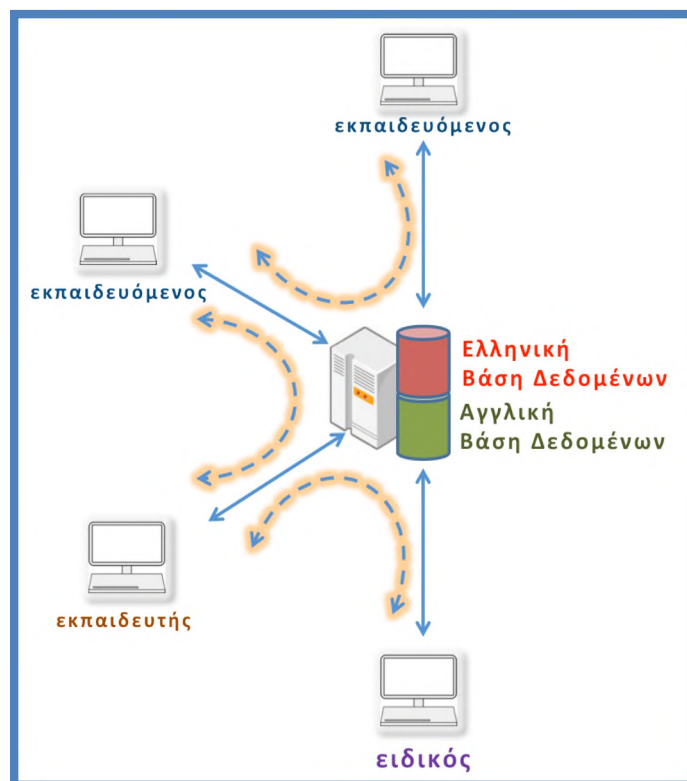
Εικόνα 8. Οθόνη εισόδου στο σύστημα.

Οι διαφορετικοί ρόλοι που μπορεί να έχει ένας χρήστης είναι τέσσερεις (4): ειδικός (expert), εκπαιδευτής (tutor), εκπαιδευόμενος (student) και απλός χρήστης (guest) των οποίων τα δικαιώματα περιγράφονται στην επόμενη ενότητα.

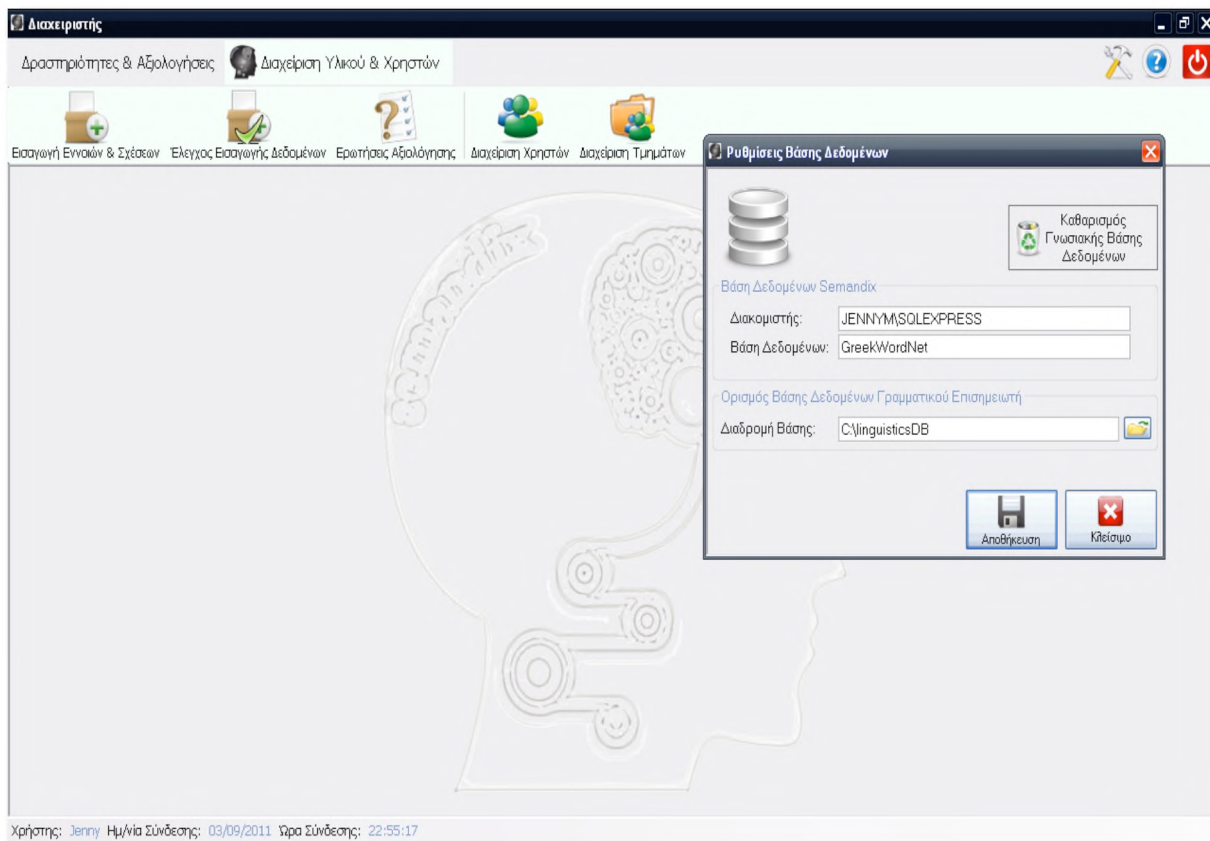
Στο Σχήμα 18 φαίνονται οι δικτυακές δυνατότητες που παρέχει το γνωστικό εργαλείο Semandix στους χρήστες του ανάλογο με το ρόλο τους. Οι δυνατότητες αυτές είναι η υποστήριξη της επικοινωνία ειδικού με εκπαιδευτή, της επικοινωνίας εκπαιδευτή με εκπαιδευόμενο, της επικοινωνία μεταξύ εκπαιδευόμενων, και, γενικότερα, της επικοινωνίας μεταξύ ομότιμων μελών της εκπαιδευτικής κοινότητας.

Ο διαχειριστής της βάσης δεδομένων του Semandix έχει τη δυνατότητα:

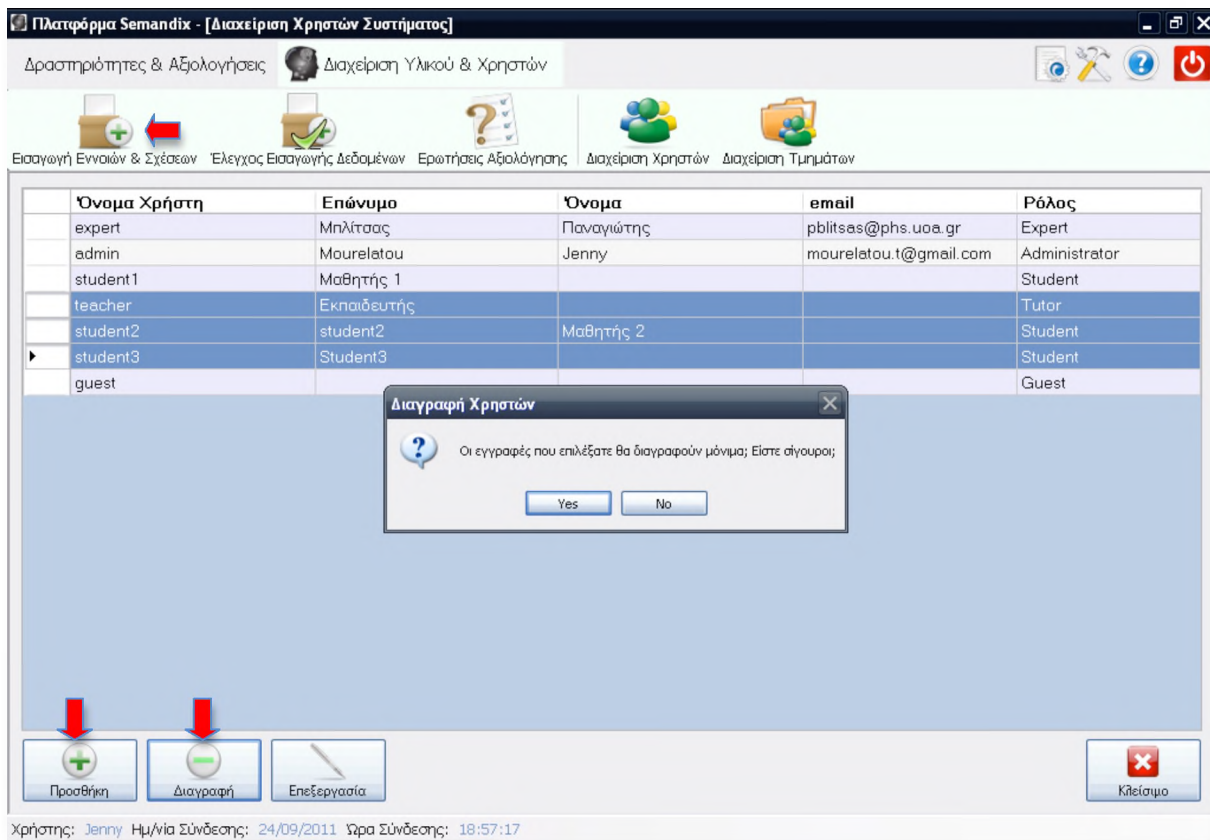
- Προσδιορισμού της θέσης της και της θέσης του βάσης του γραμματικού επισημειωτή,
- Διαγραφή/επανεκκίνησης ολόκληρης αυτής της βάσης, η οποία μπορεί να βρίσκεται σε έναν απομακρυσμένο εξυπηρετητή (Εικόνα 9),
- Ορισμού ή διαγραφής μελών της εκπαιδευτικής κοινότητας (Εικόνα 10) και διαχείρισης των ομάδων χρηστών (τμημάτων ή τάξεων),
- Μετάφρασης/μετατροπής των σημασιολογικών σχέσεων των WordNets (Visdic Editor) σε φυσική γλώσσα (Εικόνα 11).



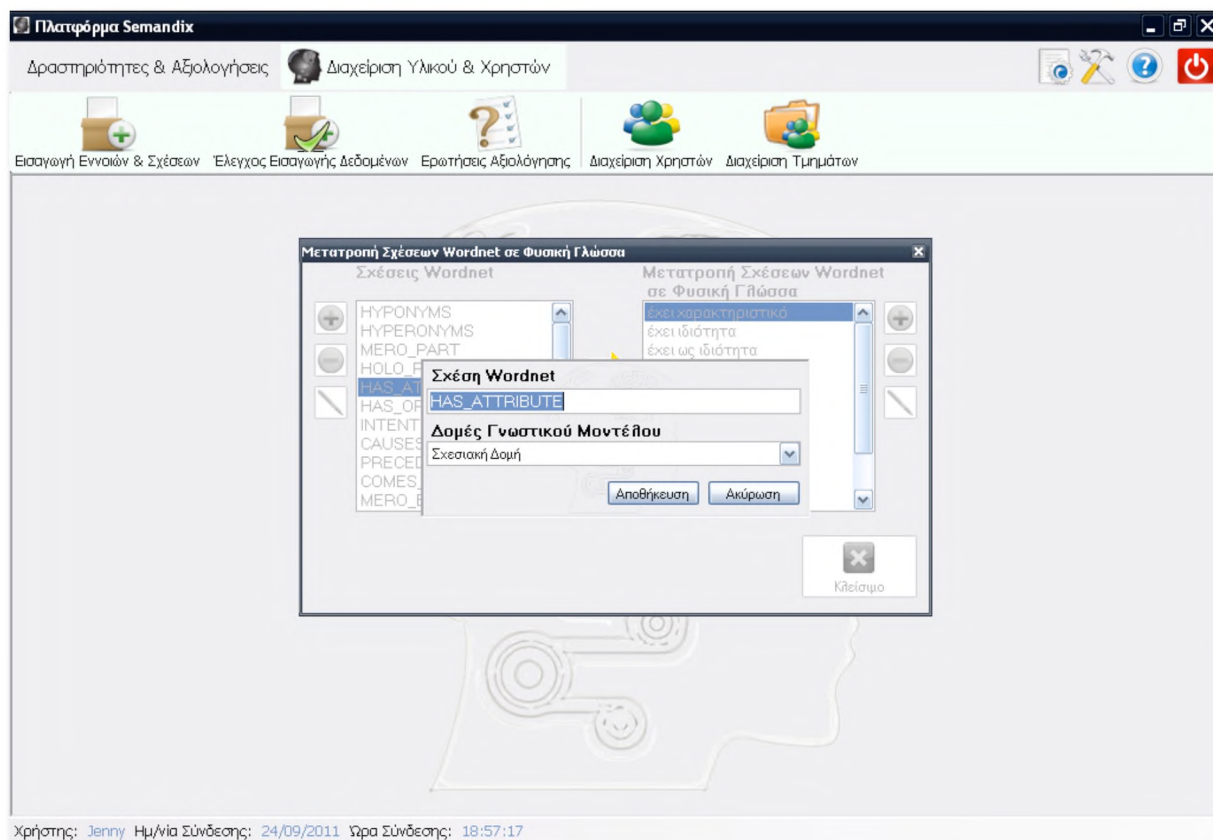
Σχήμα 18. Τοπολογία δικτύου του γνωστικού εργαλείου Semandix.



Εικόνα 9. Μενού και οθόνη διαχείρισης βάσης δεδομένων από το διαχειριστή.



Εικόνα 10. Ορισμός και/ή διαγραφή μελών της εκπαιδευτικής κοινότητας από το διαχειριστή.



Εικόνα 11. Μετάφραση σε φυσική γλώσσα των σημασιολογικών σχέσεων των WordNets.

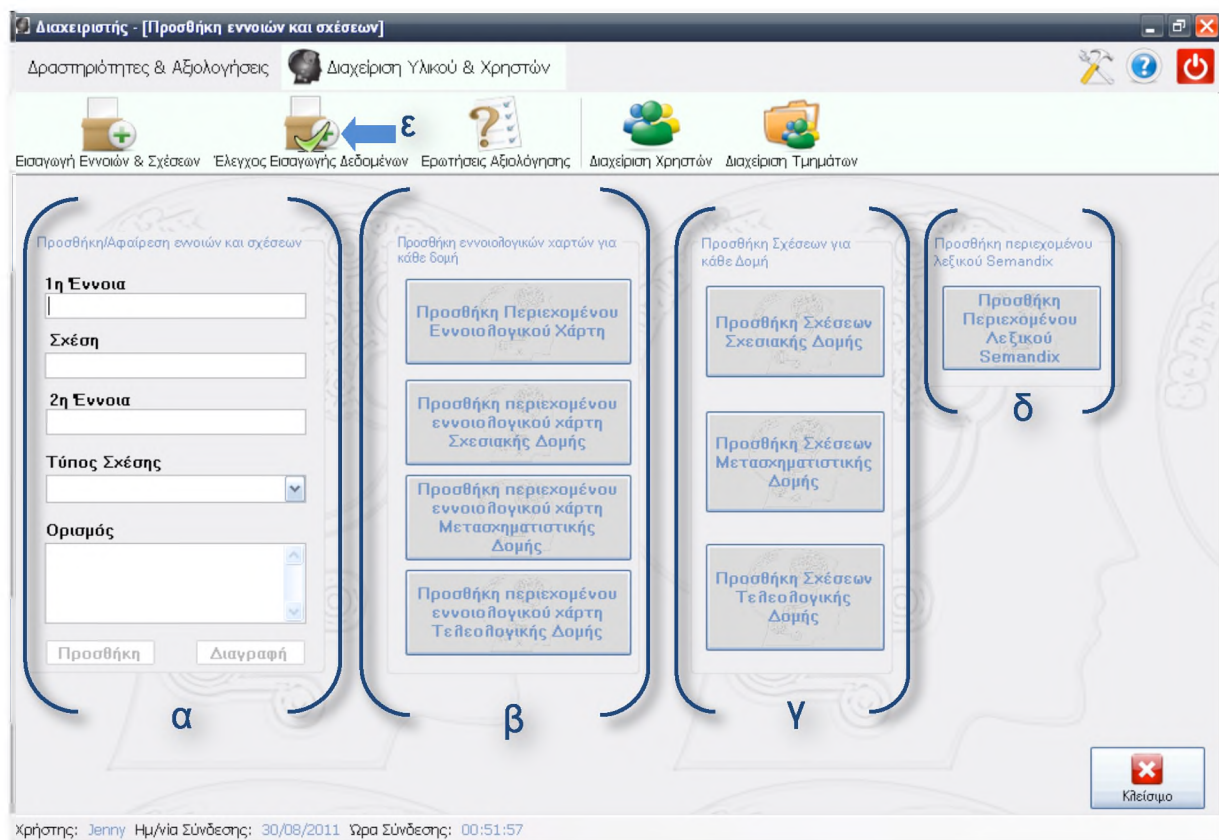
6.2.2 Ρόλοι και Δικαιώματα Χρηστών

Ο χρήστης του Semandix μπορεί να έχει έναν ή περισσότερους από τους παρακάτω ρόλους και τα αντίστοιχα δικαιώματα χρήσης.

Ειδικός (Expert)

Ο ειδικός του γνωστικού αντικείμενου έχει πρόσβαση και στην καρτέλα «Δραστηριότητες & Αξιολογήσεις», αλλά και στην καρτέλα «Διαχείριση Υλικού & Χρηστών» του εργαλείου. Στα πλαίσια της διαχείρισης του υλικού και των χρηστών έχει την ευθύνη του εμπλουτισμού της σημασιολογικής βάσης δεδομένων του Semandix με επιπλέον σημασιολογικά λεξικά τύπου WordNet και εννοιολογικούς χάρτες της γνώσης του ειδικού.

Στο περιβάλλον του ειδικού περιλαμβάνονται λειτουργίες και επιλογές του Semandix που έχουν να κάνουν με τη διαχείριση της βάσης γνώσης του εργαλείου, όπως εισαγωγή και διαγραφή δεδομένων. Συγκεκριμένα υπάρχουν τέσσερις κατηγορίες λειτουργιών σε αυτή την καρτέλα (Εικόνα 12): (1) Προσθήκη/Διαγραφή μεμονωμένων εννοιών και σχέσεων μεταξύ τους, (2) Προσθήκη εννοιών και σχέσεων από διάφορα εργαλεία, (3) Μαζική προσθήκη σχέσεων των τριών δομών και (4) Έγκριση Εννοιολογικού-Σημασιολογικού Υλικού.



Εικόνα 12. Περιοχή διαχείρισης βάσης δεδομένων του Semandix.

<i>a/a</i>	<i>Πεδίο Συμπλήρωσης</i>	<i>Πράξη</i>
1	Έννοια 1	Διαγραφή Έννοιας1 από τη βάση και όλων των τριάδων της μορφής Έννοια1-Σχέση-Έννοια2
2	Σχέση	Διαγραφή Σχέσης από τη βάση και όλων των τριάδων της μορφής Έννοια1-Σχέση-Έννοια2
3	Έννοια 2	Διαγραφή Έννοιας2 από τη βάση και όλων των τριάδων της μορφής Έννοια1-Σχέση-Έννοια2. Στην περίπτωση που ο χρήστης προσπαθήσει να διαγράψει κάτι που δεν υπάρχει στη βάση εμφανίζεται αντίστοιχο μήνυμα.
4	Έννοια 1, Σχέση, Έννοια 2	Διαγραφή όλων των τριάδων της μορφής Έννοια1-Σχέση-Έννοια2.
5	Έννοια 1, Σχέση	
6	Σχέση, Έννοια 2	
7	Έννοια 1, Έννοια 2	Διαγραφή όλων των τριάδων της μορφής Έννοια1-Σχέση-Έννοια2. Σε περίπτωση που δεν συσχετίζονται οι συγκεκριμένες έννοιες εμφανίζεται αντίστοιχο μήνυμα.

Πίνακας 4. Περίπτωση μεμονωμένων διαγραφών εννοιών και σχέσεων μεταξύ τους.

Προσθήκη/Διαγραφή μεμονωμένων εννοιών και σχέσεων μεταξύ τους (Εικόνα 12α): Ο ειδικός έχει τη δυνατότητα να εισάγει και να διαγράψει σχέσεις και οντότητες στη βάση του Semandix. Όσον αφορά την προσθήκη έχει τη δυνατότητα είτε να προσθέσει μία συσχέτιση (εννοια1-σχέση-έννοια2) ή μία οντότητα. Για να μπορεί να προστεθεί κάτι στη βάση θα πρέπει να είναι συμπληρωμένα τα πεδία κατηγορία σχέσης και ή τα τρία πεδία ή μόνο το πεδίο έννοια1. Σε διαφορετική περίπτωση η επιλογή προσθήκη θα είναι απενεργοποιημένη. Στην περίπτωση που η συσχέτιση που πρόκειται να εισαχθεί υπάρχει ήδη στη βάση εμφανίζεται αντίστοιχο μήνυμα. Στην περίπτωση της διαγραφής ο χρήστης έχει τις επτά επιλογές που φαίνονται στον Πίνακα 4, ανάλογα με τα πεδία που συμπληρώνονται κάθε φορά. Πριν από κάθε διαγραφή ο χρήστης ερωτάται αν θέλει να γίνει η διαγραφή για αποφυγή λάθους.

Προσθήκη εννοιών και σχέσεων από διάφορα εργαλεία (Εικόνα 12β και 12δ): Σε αυτή την περίπτωση ο χρήστης μπορεί να εμπλουτίσει τη βάση μέσω των εργαλείων VisDic και CmapTools. Αν ο χρήστης επιλέξει *Προσθήκη Περιεχομένου Εννοιολογικού Χάρτη* ανοίγει ένα πλαίσιο διαλόγου από το οποίο μπορεί να επιλέξει ένα εξαγόμενο αρχείο από το CmapTools σε μορφή .txt ή σε μορφή .xml. Σε κάθε περίπτωση γίνεται εμπλουτισμός της βάσης. Εάν ο χρήστης επιλέξει *Προσθήκη Περιεχομένου Σημασιολογικού Λεξικού* ανοίγει πλαίσιο διαλόγου για την επιλογή ενός εξαγόμενου αρχείου από το εργαλείο VisDic. Ο εμπλουτισμός της βάσης γίνεται αυτόματα.

Μαζική προσθήκη σχέσεων των τριών δομών (Εικόνα 12γ): Σε αυτή την περίπτωση ο χρήστης μπορεί να εμπλουτίσει τη βάση του Semandix με έτοιμες κατηγοριοποιημένες σχέσεις. Συγκεκριμένα, επιλέγοντας μία από τις τρεις επιλογές *Προσθήκη σχέσεων σχεσιακής δομής*, *Προσθήκη σχέσεων μετασχηματιστικής δομής* ή *Προσθήκη σχέσεων τελεολογικής δομής* ανοίγει πλαίσιο διαλόγου στο οποίο μπορεί ο χρήστης να επιλέξει αρχείο κειμένου .txt, το οποίο εμπλουτίζει τη βάση με τις σχέσεις και τις κατηγοριοποιεί ανάλογα ε τη δομή στην οποία ανήκουν βάσει της επιλογής του.

Έγκριση Εννοιολογικού-Σημασιολογικού Υλικού (Εικόνα 12ε): Ο ειδικός έχει επίσης τη δυνατότητα να ελέγχει, να αξιολογεί και να εγκρίνει ολόκληρο ή μέρος του εννοιολογικού περιεχομένου που εισάγει ένας εκπαιδευτής, ώστε να εμπλουτίσει τη βάση για το μάθημα του. Μπορεί έτσι να αποδέχεται τις καταχωρήσεις του εννοιολογικού περιεχομένου των εννοιολογικών χαρτών των εκπαιδευτών ως μόνιμες ή να τις απορρίπτει (Εικόνα 13).

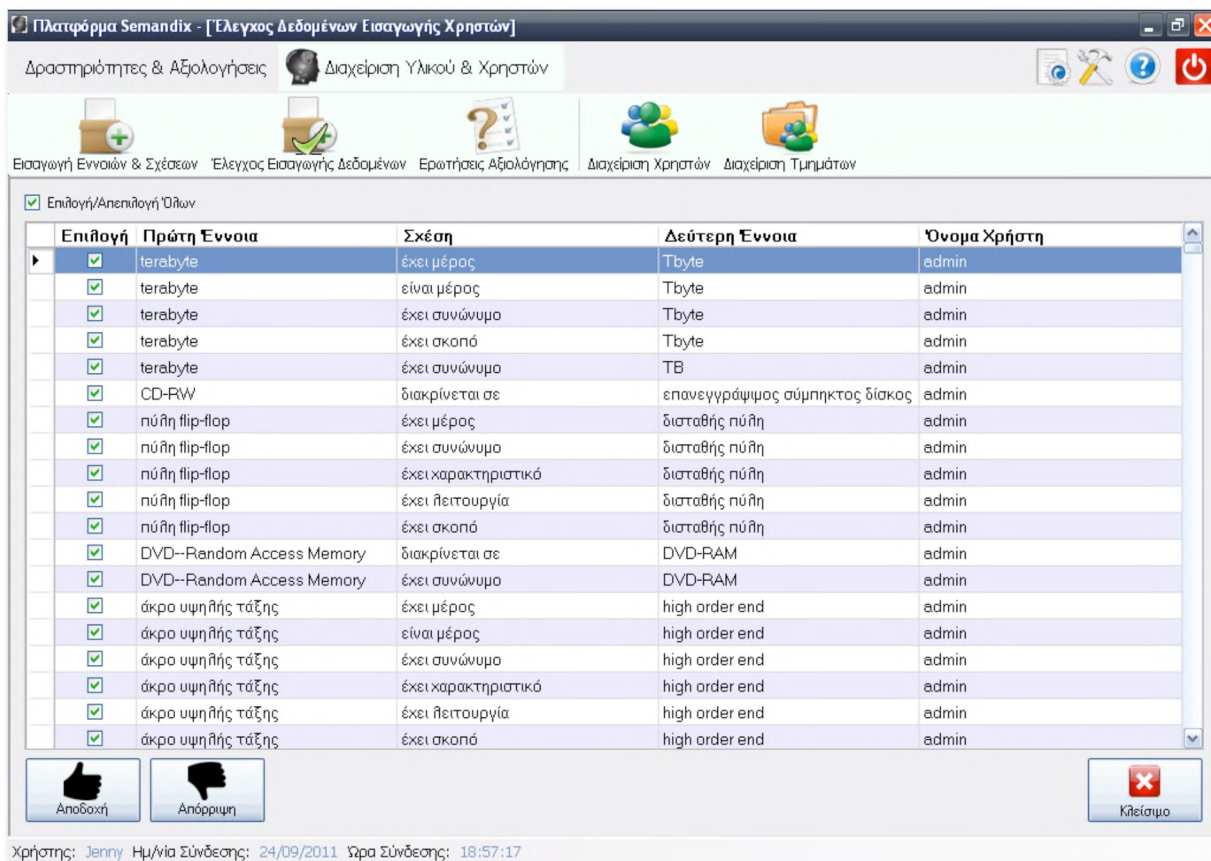
Στην περίπτωση του ειδικού αλλά και του εκπαιδευτή του οποίου ο ρόλος και τα δικαιώματα περιγράφονται στη συνέχεια υπάρχει η δυνατότητα επεξεργασίας του προφίλ του στη βάση του Semandix (Εικόνα 14). Μέσω αυτής της επιλογής ο ειδικός ή ο εκπαιδευτής

μπορεί να αλλάξει το ρόλο του, το όνομα χρήστη αλλά και τον κωδικό ασφαλείας του με τον οποίο εισάγεται στο σύστημα. Μπορεί να δώσει αναλυτικά το όνομα και το επίθετό του, καθώς και το email του, πεδία που δεν είναι όμως υποχρεωτικά.. Η δυνατότητα παρέχεται στους δύο αυτούς ρόλους για την παροχή επιπλέον ασφάλειας και την καλύτερη διαχείριση της βάσης.

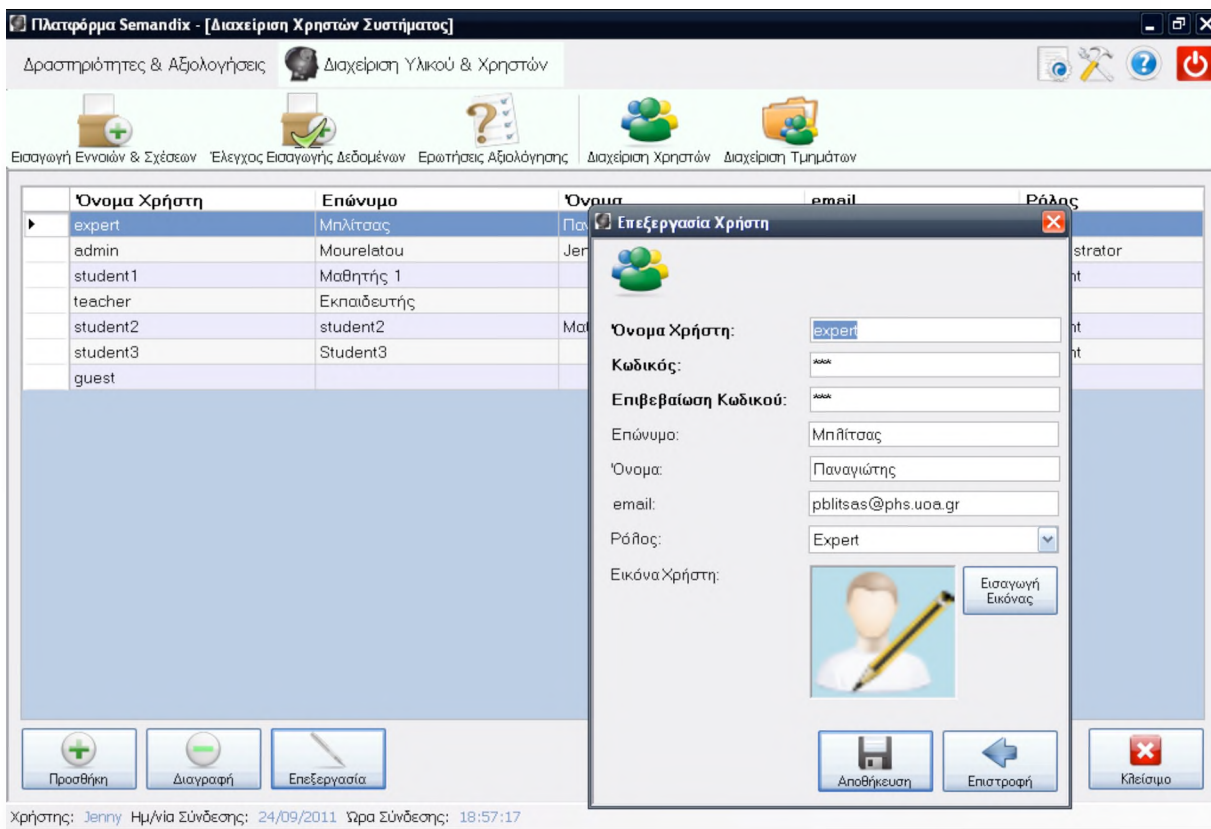
Εκπαιδευτής (Tutor)

Ο εκπαιδευτής έχει κι αυτός πρόσβαση στην καρτέλα «Δραστηριότητες & Αξιολογήσεις», αλλά και στην καρτέλα «Διαχείριση Υλικού & Χρηστών». Όσον αφορά τη διαχείριση υλικού και χρηστών ο εκπαιδευτής έχει τη δυνατότητα να:

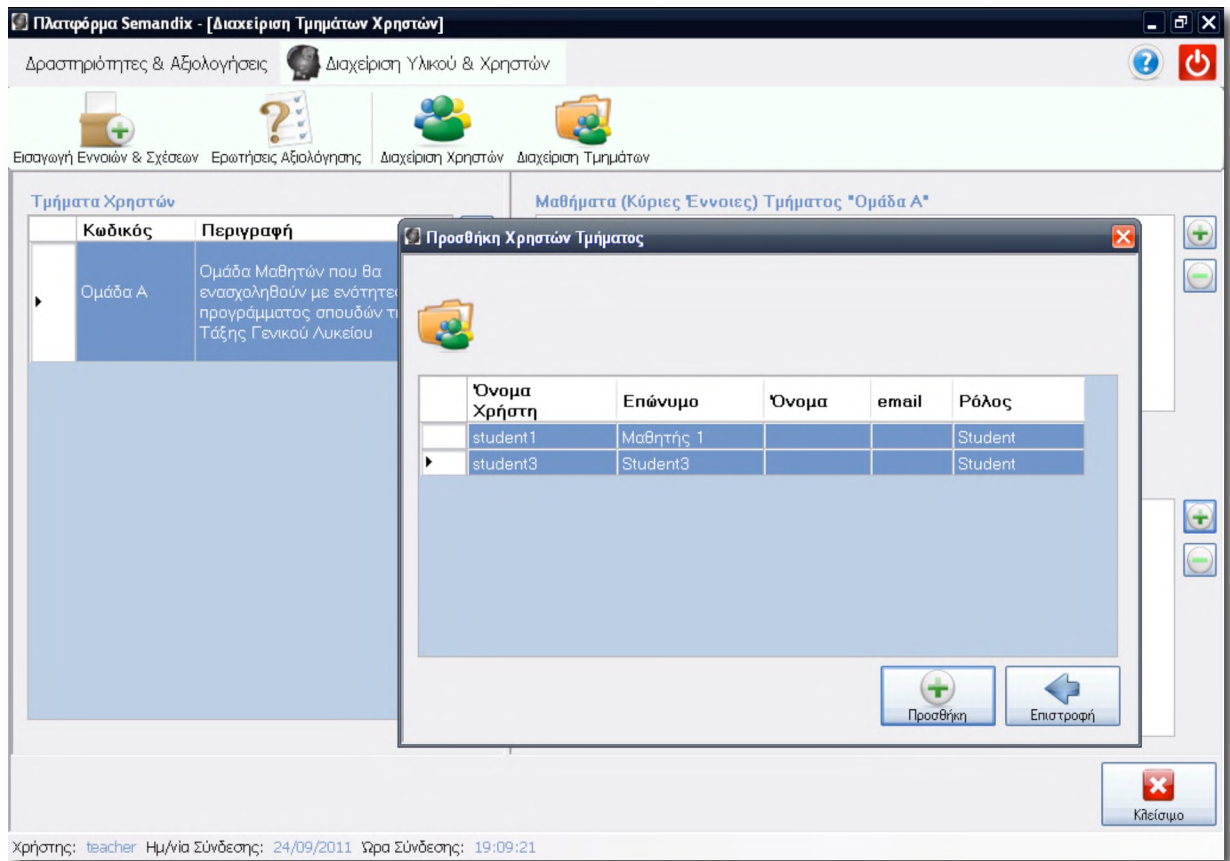
1. Οργανώνει ομάδες εκπαιδευόμενων, δηλαδή τμήματα ή τάξεις και να επεξεργάζεται τα χαρακτηριστικά τους (Εικόνα 15)
2. Θέτει τις κεντρικές έννοιες με βάση τις οποίες θα πραγματοποιούνται οι δραστηριότητες στα πλαίσια ενός σεναρίου διδασκαλίας (Εικόνα 16).
3. Θέτει τις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου πάνω στη συγκεκριμένη κεντρική έννοια που μελετάται (Εικόνα 17) και να συμμετέχει στην αξιολόγηση των απαντήσεων και των εννοιολογικών χαρτών μιας δραστηριότητας που οι εκπαιδευόμενοι μιας συγκεκριμένης ομάδας εκπονούν.
4. Εισάγει μεμονωμένες έννοιες και/ή εννοιολογικούς χάρτες για εμπλουτισμό της σημασιολογικής βάσης δεδομένων του Semandix (Εικόνα 18), των οποίων το περιεχόμενο για να ενταχθεί εν τέλει ως υλικό της βάσης θα πρέπει να εγκριθεί από τον ειδικό του γνωστικού αντικειμένου, όπως περιγράφηκε πιο πριν και φαίνεται στο Εικόνα 13. Ειδικότερα, στην Εικόνα 18α φαίνεται η δυνατότητα του εκπαιδευτή να εισάγει μεμονωμένες έννοιες και σχέσεις κατά το πρότυπο του ειδικού που περιγράφηκε προηγουμένως και όπως εμφανίζεται στην Εικόνα 12α, ενώ στην Εικόνα 18β φαίνεται η δυνατότητα του εκπαιδευτή να εισάγει το περιεχόμενο ολόκληρων εννοιολογικών χαρτών που είτε αναπαριστούν μια από τις τρεις δομές του μοντέλου ή μικτών χαρτών που αναπαριστούν, δηλαδή, και τις τρεις δομές, σύμφωνα με το πρότυπο του ειδικού που περιγράφηκε πιο πριν. Πρέπει να σημειωθεί ότι ο εκπαιδευτής δεν μπορεί να εισάγει περιεχόμενο σημασιολογικών λεξικών τύπου WordNet, ούτε σύνολο σχέσεων που αφορούν την κάθε μία από τις τρεις δομές του μοντέλου ως αρχείο ,txt ή να εγκρίνει περιεχόμενο, όπως ο ειδικός, αλλά ούτε και να διαγράψει ολόκληρη τη βάση, δικαίωμα που έχει μόνο ο διαχειριστής της βάσης.



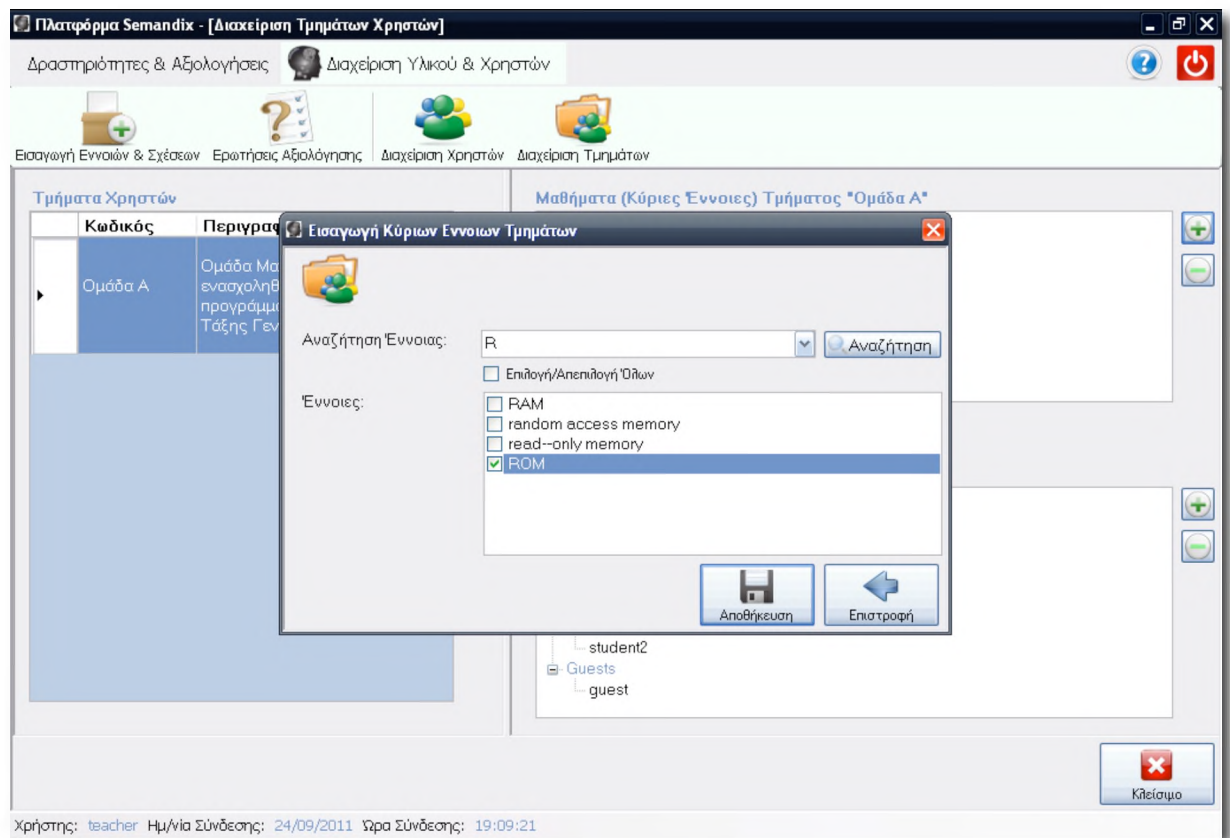
Εικόνα 13. Έγκριση εννοιολογικού και σημασιολογικού υλικού.



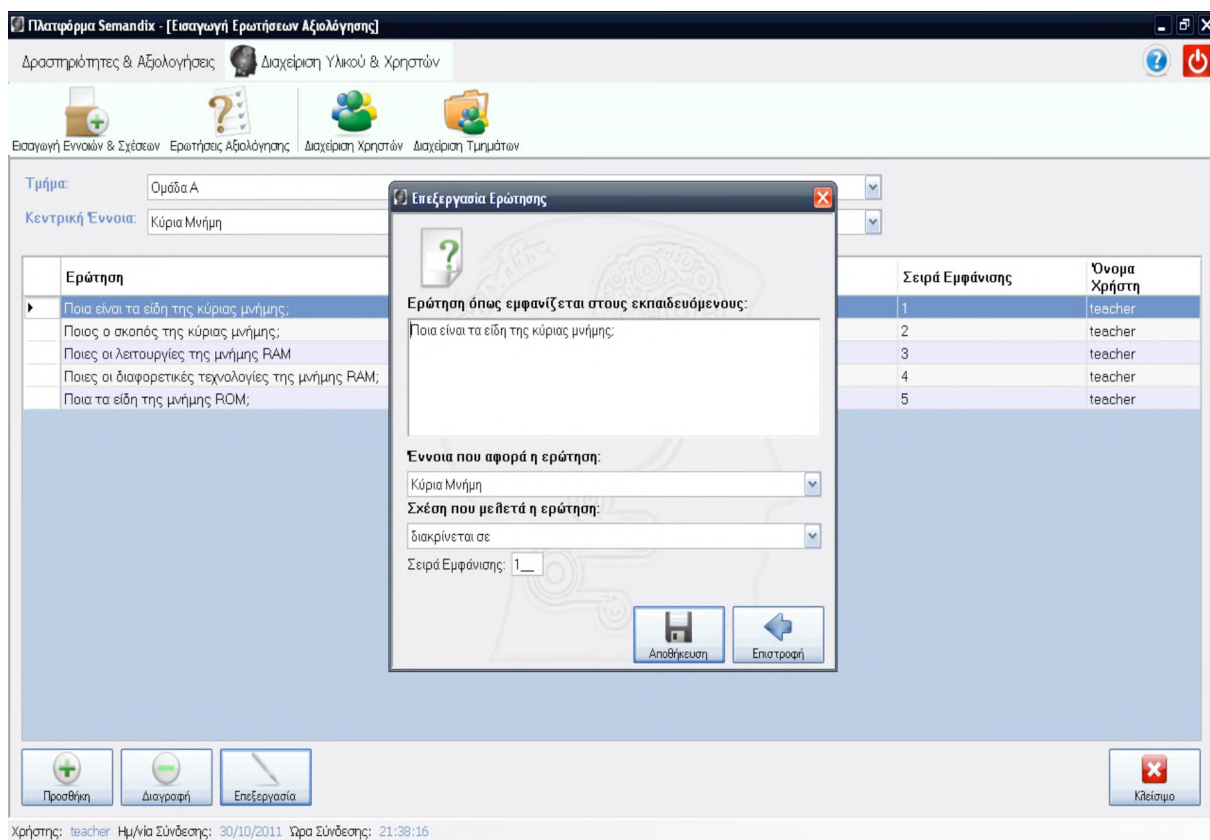
Εικόνα 14. Επεξεργασία στοιχείων χρήστη.



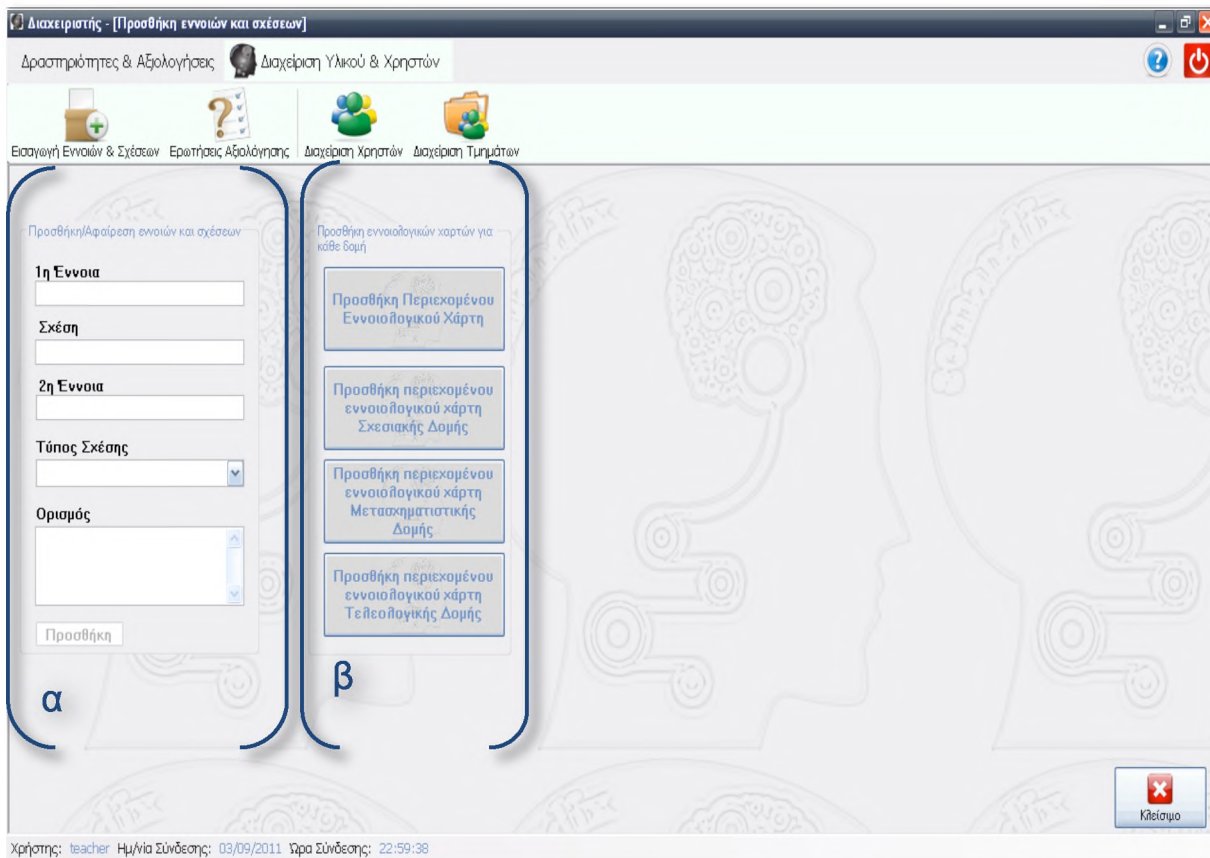
Εικόνα 15. Επεξεργασία ομάδας (τμήματος ή τάξης) εκπαιδευόμενων.



Εικόνα 16. Ορισμός κύριων εννοιών μαθήματος.



Εικόνα 17. Εισαγωγή ερώτησης ανοιχτού τύπου από τον εκπαιδευτή.



Εικόνα 18. Προσθήκη εννοιολογικού-σημασιολογικού υλικού από τον εκπαιδευτή.

Εκπαιδευόμενος (Student)

Ο εκπαιδευόμενος έχει πρόσβαση μόνο στην καρτέλα «Δραστηριότητες & Αξιολογήσεις». Αφού ενταχθεί σε ομάδα/τμήμα/τάξη εκπαιδευόμενων και στα πλαίσια δραστηριότητας μπορεί να επικοινωνεί και να αλληλεπιδρά με τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας. Μπορεί, δηλαδή να λάβει και να δώσει ανατροφοδότηση σε σχέση με τις δοκιμασίες που πρέπει να ολοκληρώσει στα πλαίσια ενός σεναρίου διδασκαλίας από τα ομότιμα μέλη της εκπαιδευτικής κοινότητας. Του δίνεται η δυνατότητα να αξιολογηθεί αυτόματα σε ερωτήσεις που είναι σχεδιασμένες με βάση τις τρεις δομές του μοντέλου των Denhière και Baudet (ενότητα 3.4) και σε εννοιολογικούς χάρτες που έχουν δημιουργηθεί στο λογισμικό CmapTools (ενότητα 2.5.1), αρκεί το υλικό προς αξιολόγηση να είναι σχετικό με τη θεματική ενότητα.

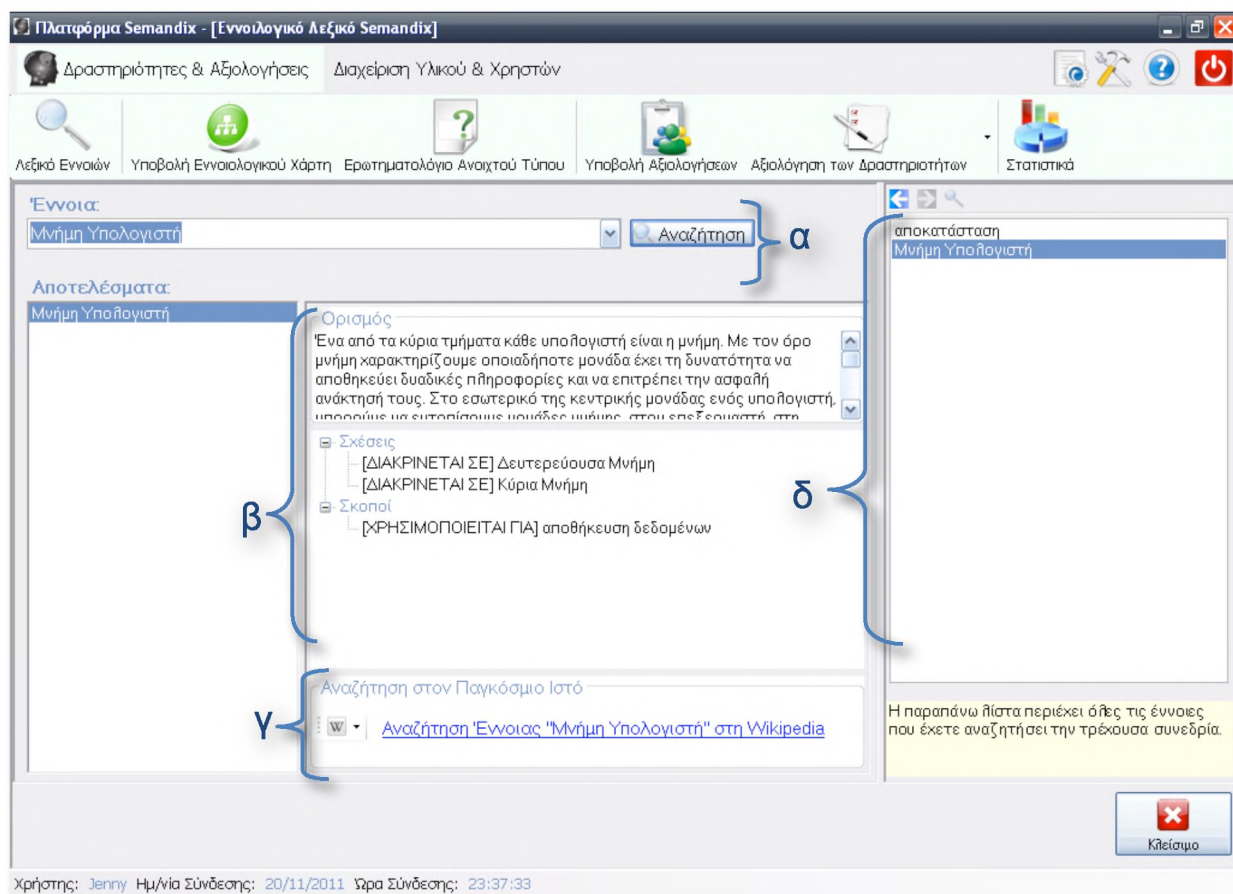
Απλός Χρήστης (Guest)

Όπως ο εκπαιδευόμενος έτσι και ο απλός χρήστης έχει πρόσβαση μόνο στην καρτέλα «Δραστηριότητες & Αξιολογήσεις». Στα πλαίσια, λοιπόν, των δραστηριοτήτων και αξιολογήσεων έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσει το σημασιολογικό λεξικό του Semandix (ενότητα 6.5.5), ώστε να αντλήσει πληροφορία σχετικά με έννοιες Πληροφορικής που τον ενδιαφέρουν. Επιπλέον, μπορεί να θέσει υπό αυτόματη αξιολόγηση έναν εννοιολογικό του χάρτη τον οποίο έχει δημιουργήσει στο CmapTools ή ένα σύντομο κείμενο που μπορεί να αποτελέσει απάντηση σε ερώτηση ανοιχτού τύπου.

6.2.3 Σημασιολογικό Λεξικό του Semandix

Όποιος κι αν είναι ο ρόλος του χρήστη υπάρχει η δυνατότητα πρόσβασης στο σημασιολογικό λεξικό του Semandix και χρήσης του. Στην Εικόνα 19 γίνεται φανερό η λειτουργία του σημασιολογικού αυτού λεξικού να δέχεται ένα σύνολο από οντότητες και σχέσεις μεταξύ τους, τις οποίες και αναπαριστά. Επίσης είναι φανερό η αξιοποίηση του μοντέλου των Denhière & Baudet στο εργαλείο Semandix και η κατηγοριοποίηση των σχέσεων σύμφωνα με τις τρεις δομές του μοντέλου αυτού.

Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα πληκτρολογώντας μία λέξη στο πεδίο έννοια (concept) (Εικόνα 19α) να αναζητήσει τον ορισμό της, αλλά και άλλες έννοιες με τις οποίες αυτή συνδέεται, καθώς και με ποιές σημασιολογικές σχέσεις γίνονται αυτές οι συνδέσεις. Δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να παρακολουθήσει τη διαδρομή αναζητήσεων του, να επιστρέψει σε προηγούμενη αναζήτηση και, τέλος, να αναζητήσει την έννοια που τον ενδιαφέρει σε διάφορες μηχανές αναζήτησης του διαδικτύου μέσω της περιοχής *Αναζήτηση στο Web* (Εικόνα 19γ).



Εικόνα 19. Αναζήτηση της έννοιας «Μνήμη Υπολογιστή» στο σημασιολογικό λεξικό του Semandix.

Στη συνέχεια, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει κάποια έννοια από αυτές που εμφανίζονται στην περιοχή με τις *συσχετιζόμενες έννοιες* (Εικόνα 19β) και να οδηγηθεί σε βαθύτερο επίπεδο αναζήτησης στο σημασιολογικό δέντρο του λεξικού. Στη δεξιά περιοχή του λεξικού (Εικόνα 19δ) εμφανίζεται η διαδρομή στο σημασιολογικό δέντρο αναζητήσεων από όπου ο χρήστης μπορεί να οδηγηθεί σε έννοια από την οποία έχει περάσει κατά τη διαδρομή αναζήτησης.

6.2.4 Αξιολόγηση και Ανατροφοδότηση Δραστηριοτήτων

Η αξιολόγηση του γνωστικού υπόβαθρου του εκπαιδευόμενου μπορεί να είναι ποιοτική και/ή ποσοτική, ανάλογα με τους στόχους της δραστηριότητας. Η αξιολόγηση βασίζεται στην ανάλυση της απάντησης του εκπαιδευόμενου και πιο συγκεκριμένα στις κατηγορίες παρανοήσεων/λαθών που εμφανίζονται, καθώς και στις παραμέτρους τους, οι οποίες μπορούν να τροποποιηθούν από το διδάσκοντα ανάλογα με τους στόχους και τον τύπο της εκάστοτε δραστηριότητας. Η ποιοτική αξιολόγηση στοχεύει στην αναγνώριση των εναλλακτικών (μη επιστημονικών) αντιλήψεων του εκπαιδευόμενου, καθώς και των γνώσεων/αντιλήψεων που δεν έχουν οικοδομηθεί πλήρως. Η ποσοτική αξιολόγηση έχει ως στόχο να υπολογίσει το γνωστικό υπόβαθρο του εκπαιδευόμενου όσον αφορά στην κεντρική έννοια του χάρτη ή την

κεντρική έννοια πάνω στην οποία βασίζεται η απάντηση ελεύθερου κειμένου.

Το Semandix καθοδηγεί, υποστηρίζει και ανατροφοδοτεί τους εκπαιδευόμενους μέσα από διάφορες μορφές ανατροφοδότησης. Πιο συγκεκριμένα, υποστηρίζονται δύο μορφές ανατροφοδότησης, η οπτική και η διαλογική. Ειδικότερα στην περίπτωση δραστηριότητας απάντησης σε ερώτηση ανοιχτού τύπου η ανατροφοδότηση είναι μόνο διαλογική ενώ στην περίπτωση αξιολόγησης εννοιολογικού χάρτη η ανατροφοδότηση είναι και οπτική. Και στις δύο περιπτώσεις υπάρχει η δυνατότητα ανατροφοδότησης μέσω διαλόγου/σχολίων από ομότιμα μέλη της κοινότητας αλλά και τον εκπαιδευτή.

Η ανατροφοδότηση διακρίνεται σε πληροφοριακή, διδακτική και στοχαστική, και αφορά: (α) την ενημέρωση του εκπαιδευόμενου για την επίδοσή του, ώστε να κρίνει τη μαθησιακή του πορεία, (β) τη διδασκαλία/καθοδήγηση του εκπαιδευόμενου προκειμένου να ανακαλύψει τις εναλλακτικές (μη επιστημονικές) αντιλήψεις του και τις γνώσεις που δεν έχουν οικοδομηθεί πλήρως, να ανασυγκροτήσει τη γνωστική δομή του και να επιτύχει τους επιδιωκόμενους μαθησιακούς στόχους/ και τα προσδοκώμενα αποτελέσματα και (γ) την καλλιέργεια δεξιοτήτων αναστοχασμού και κριτικής σκέψης, ενθαρρύνοντας τον εκπαιδευόμενο να «σταθεί και να σκεφτεί» δίνοντας τους υποδείξεις του «τί» να σκεφτεί.

6.2.4.1 Δραστηριότητες Ερωτήσεων Ανοιχτού Τύπου

Σκοπός της περιοχής αυτής είναι το σύστημα χρησιμοποιώντας τη «γνώση» που έχει αποκτήσει (μέσω του εμπλουτισμού που έχει πραγματοποιηθεί από τον ειδικό ή τον εκπαιδευτή) να αναγνωρίσει λέξεις της απάντησης ελεύθερου κειμένου του εκπαιδευόμενου και τον τρόπο που αυτές σχετίζονται μέσα στις οντότητες του λεξικού και να αναδείξει την ορθότητα ή μη των προτάσεων των απαντήσεων. Το Semandix δίνει τη δυνατότητα στον εκπαιδευόμενο να απαντήσει στις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου που έχουν τεθεί από τον εκπαιδευτή (Εικόνα 20).

Για την αυτόματη αξιολόγηση (Εικόνες 21 & 22) πραγματοποιείται αναζήτηση στη βάση με τη χρήση του γραμματικού επισημειωτή του οποίου η λειτουργία περιγράφεται εκτενώς στην ενότητα 6.3, με στόχο να αναγνωρίζονται οι λέξεις στην απάντηση και να συγκρίνονται με τις οντότητες και τις σχέσεις της βάσης ασχέτως εάν αυτές βρίσκονται σε διαφορετική πτώση ή χρόνο, πρόσωπο ή αριθμό. Σε διαφορετική περίπτωση η αξιολόγηση θα ήταν ανεπαρκής, διότι σε πολλές περιπτώσεις θα λαμβάνονταν λανθασμένες απαντήσεις λόγω γραμματικών φαινομένων.

Κατά την ανάλυση και αφού οι απαντήσεις κανονικοποιηθούν σύμφωνα με τη σχεδίαση του

εργαλείου ελέγχονται οι προτάσεις που προκύπτουν και είναι ισοδύναμες με τριπλέτες ενός εννοιολογικού χάρτη. Κάθε πρόταση χαρακτηρίζεται ποιοτικά με βάση συγκεκριμένα κριτήρια αξιολόγησης και κατηγορίες λαθών. Οι ποιοτικοί χαρακτηρισμοί, καθώς και οι κατηγορίες λαθών, που οδηγούν στο χαρακτηρισμό της πρότασης/έννοιας είναι: ορθή & πλήρης, μη πλήρης (αφορούν λάθη όπως μη πλήρης σχέση μεταξύ των εννοιών, έλλειψη εννοιών, έλλειψη σχέσεων, έλλειψη εννοιών που ανήκουν σε ένα συγκεκριμένο σύνολο εννοιών), μη ορθή (αφορούν λάθη όπως μη ορθή έννοια, μη ορθή σχέση, μη ορθή θέση/επίπεδο έννοιας, λανθασμένη φορά συνδέσμου).

Η αξιολόγηση και ο ποιοτικός χαρακτηρισμός πραγματοποιούνται υπό το πρίσμα των τριών δομών του μοντέλου κατανόησης κειμένου των Denhière και Baudet, και έχει ως έξοδο ποσοτική αναφορά της επίδοσης του εκπαιδευόμενου για σε κάθε μία από τις τρεις δομές.

Πέρα όμως από την αυτόματη αξιολόγηση ο εκπαιδευόμενος μπορεί να αξιολογήσει τις απαντήσεις συνεκπαιδευόμενου του (Εικόνα 23) ή να ανατροφοδοτείται από τα σχόλια των συνεκπαιδευόμενων του ή του εκπαιδευτή του, όπως φαίνεται στην Εικόνα 24. Στην λεκτική αυτή μορφή ανατροφοδότησης ο εκπαιδευόμενος έχει τη δυνατότητα να διαβάσει αξιολογήσεις άλλων, να αναθεωρήσει τις απόψεις του και να υποβάλει ξανά τις απαντήσεις.

Πλατφόρμα Semandix - [Ερωτήσεις Αξιολόγησης]

Δραστηριότητες & Αξιολογήσεις

Λεξικό Εννοιών | Υποβολή Εννοιολογικού Χάρτη | Ερωτηματολόγιο Ανοικτού Τύπου | Υποβολή Αξιολογήσεων | Αξιολόγηση των Δραστηριοτήτων | Στατιστικά

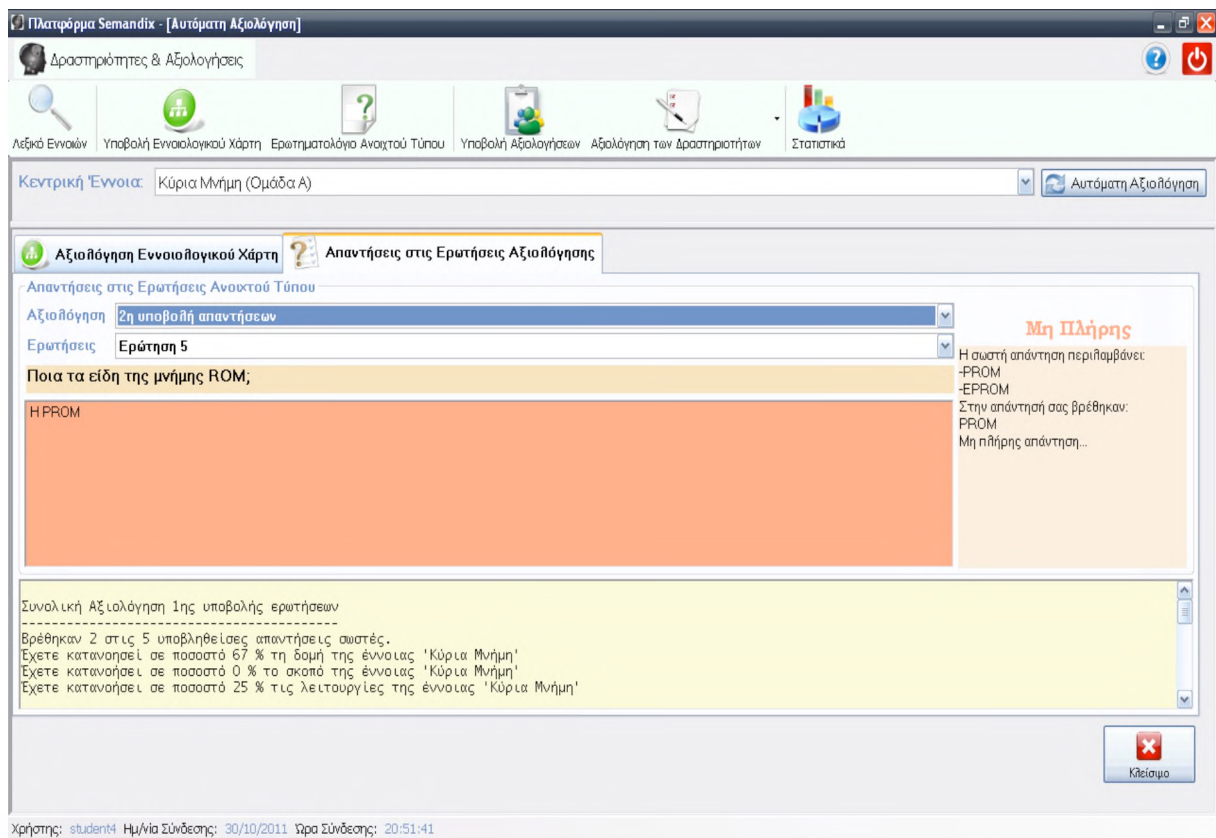
Κεντρική Έννοια: Κύρια Μνήμη (Ομάδα Α)

Α/Α	Ερώτηση	Απάντηση
1	Ποια είναι τα είδη της κύριας μνήμης;	Η κύρια μνήμη αποτελείται από τη RAM και τη ROM.
2	Ποιος ο σκοπός της κύριας μνήμης;	Η προσωρινή αποθήκευση των δεδομένων.
3	Ποιες οι λειτουργίες της μνήμης RAM	
4	Ποιες οι διαφορετικές τεχνολογίες της μνήμης RAM;	
5	Ποια τα είδη της μνήμης ROM;	

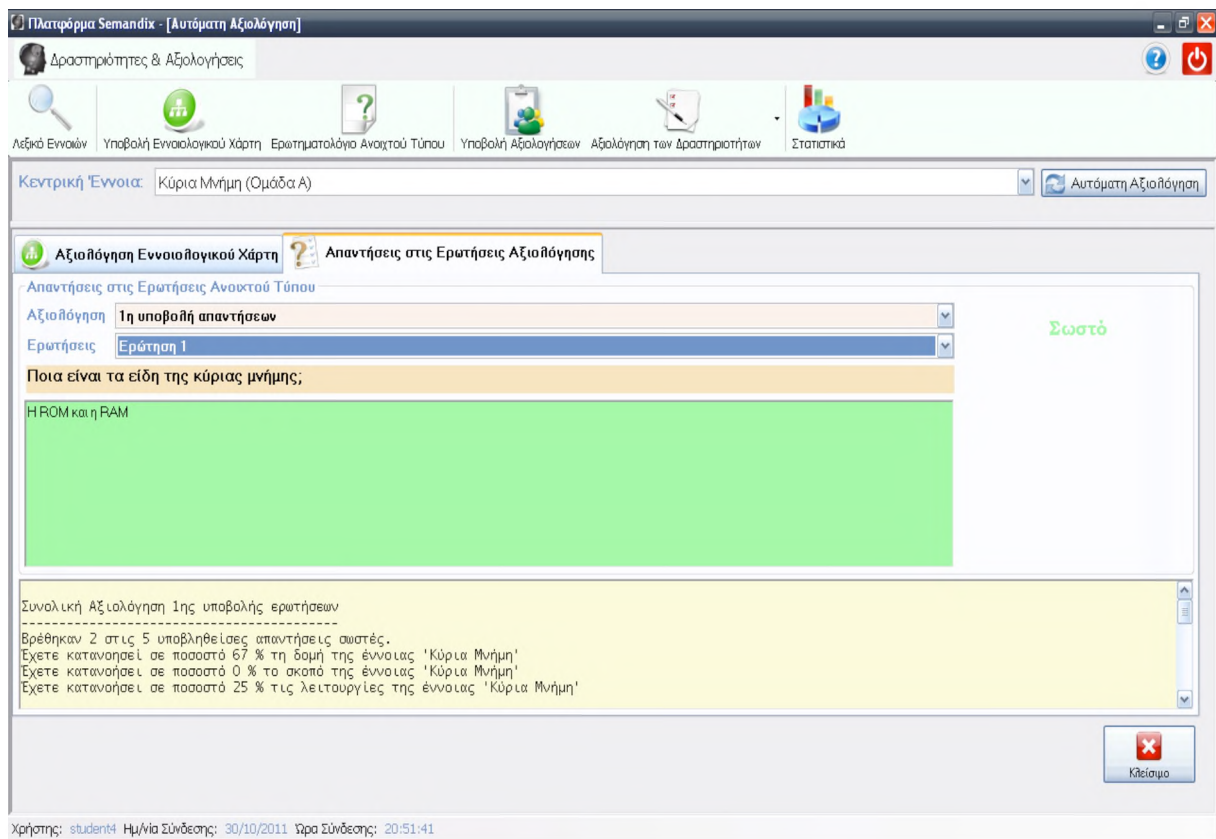
Χρήστης: student1 Ημ/νία Σύνδεσης: 30/10/2011 Ώρα Σύνδεσης: 20:16:25

Οριστικοποίηση Κλείσιμο

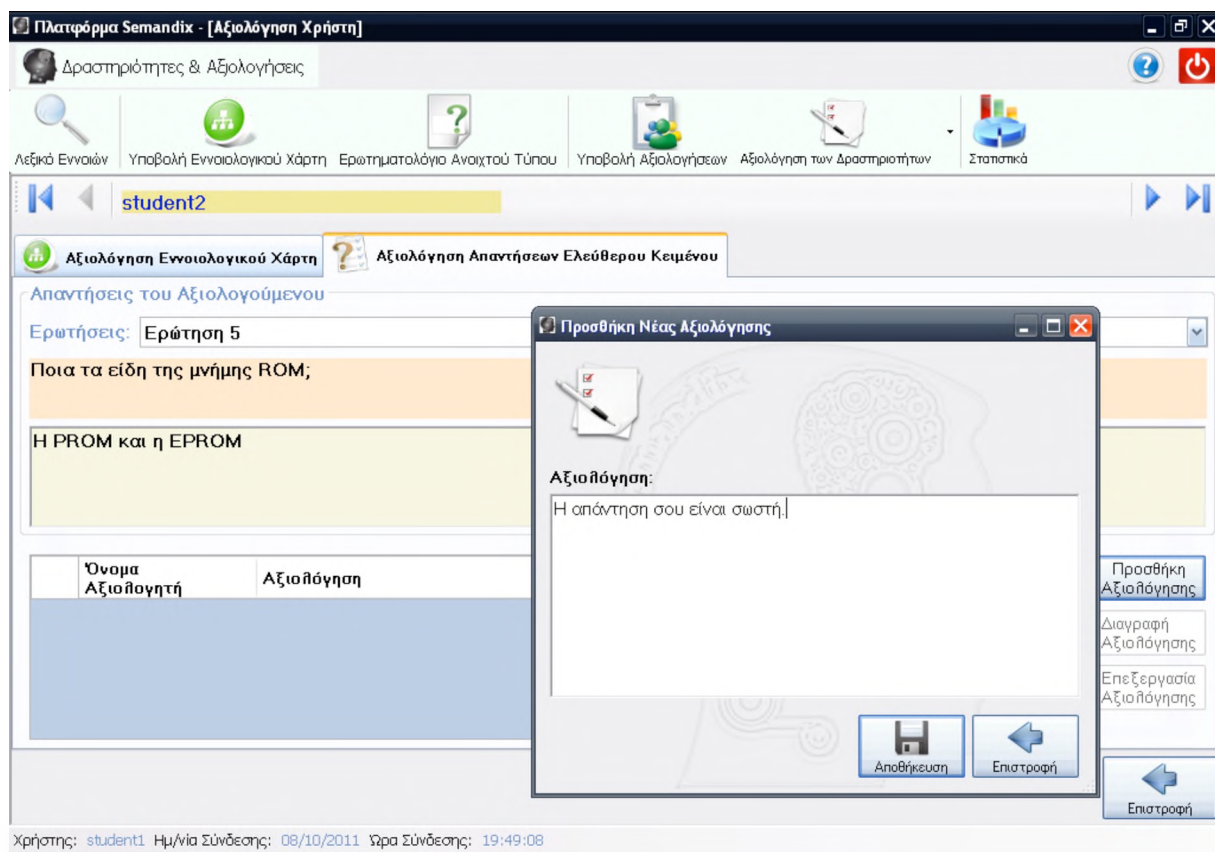
Εικόνα 20. Οθόνη υποβολής απαντήσεων σε ερωτήσεις ανοικτού τύπου.



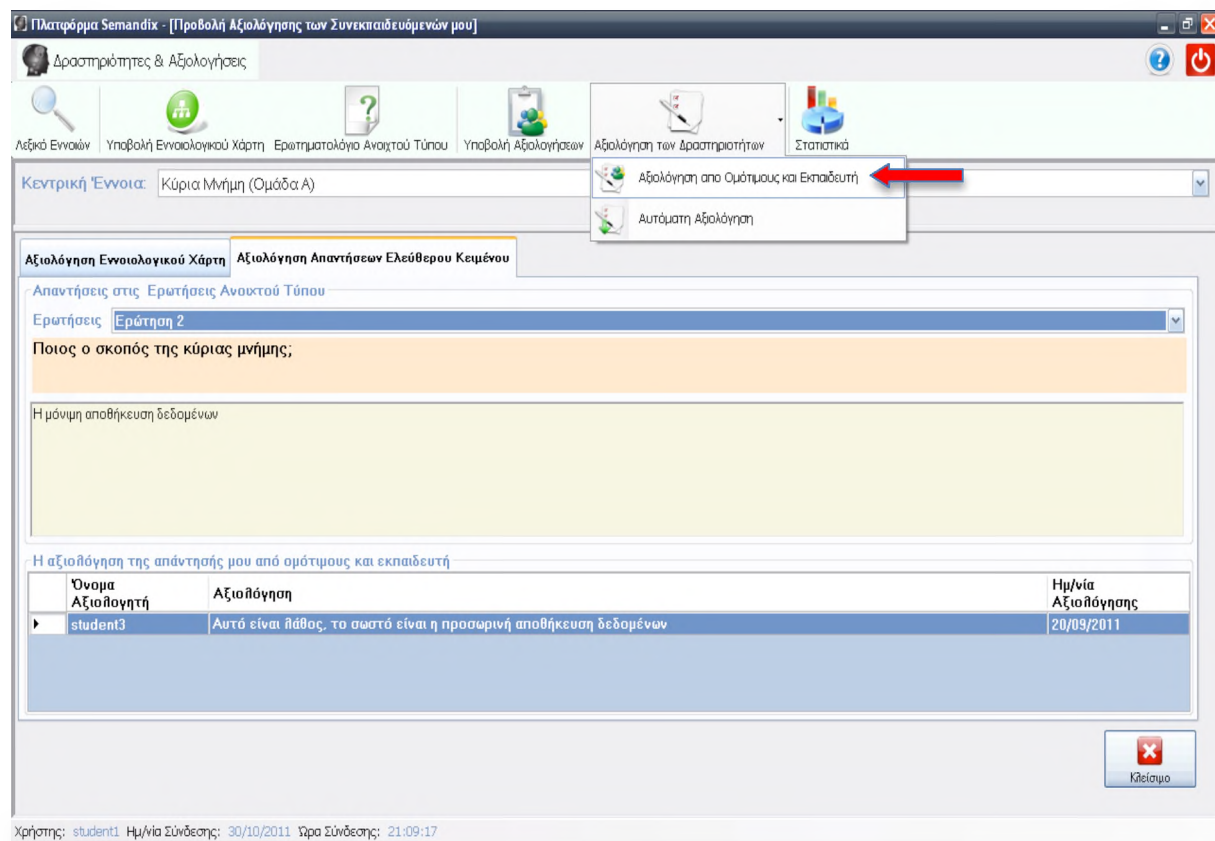
Εικόνα 21. Αυτόματη αξιολόγηση/ανατροφοδότηση απαντήσεων ελεύθερου κειμένου (Μη Πλήρης Απάντηση).



Εικόνα 22. Αυτόματη αξιολόγηση/ανατροφοδότηση απαντήσεων ελεύθερου κειμένου (Σωστή Απάντηση).



Εικόνα 23. Αξιολόγηση απαντήσεων ελεύθερου κειμένου συνεκπαιδευόμενου.

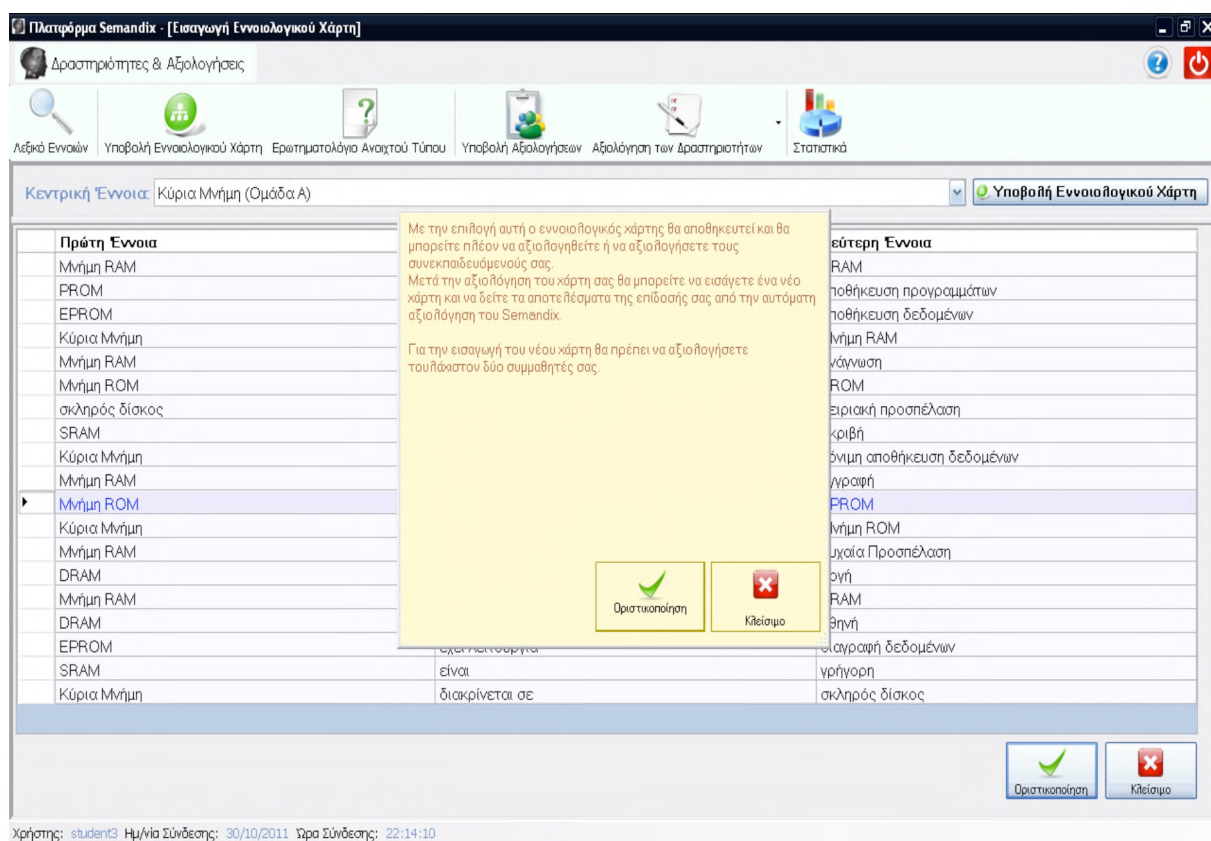


Εικόνα 24. Αξιολόγηση/ανατροφοδότηση διαλογική μορφής απαντήσεων ελεύθερου κειμένου από συνεκπαιδευόμενους.

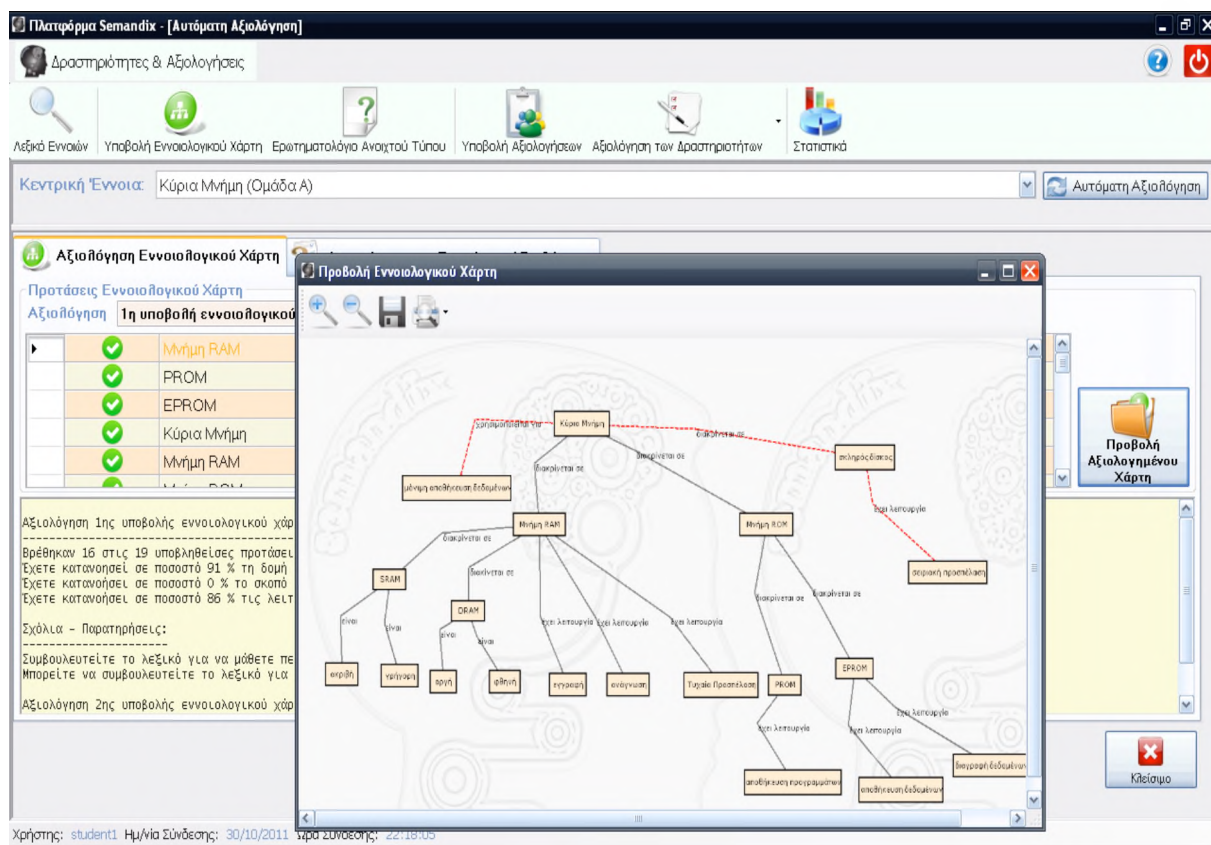
6.2.4.2 Δραστηριότητες Εννοιολογικής Χαρτογράφησης

Σκοπός της περιοχής αυτής είναι το σύστημα χρησιμοποιώντας και πάλι τη «γνώση» που έχει αποκτήσει μέσω του εμπλουτισμού από τον Ειδικό ή τον Εκπαιδευτή να αναγνωρίζει τις τριπλέτες που εμφανίζονται στο χάρτη ο οποίος υποβλήθηκε από τον εκπαιδευόμενο. Το Semandix δίνει τη δυνατότητα στον εκπαιδευόμενο να υποβάλει ένα χάρτη που έχει κατασκευάσει στο λογισμικό εννοιολογικής χαρτογράφησης SmapTools (Εικόνα 25). Αυτό γίνεται απλά με την επιλογή *υποβολή εννοιολογικού χάρτη*. Με τον τρόπο αυτό, ανοίγει πλαίσιο διαλόγου από όπου επιλέγεται το αρχείο του εννοιολογικού χάρτη προς αξιολόγηση.

Κατά την εισαγωγή του νέου χάρτη υπάρχει η δυνατότητα από το σύστημα να ελέγξει εάν ο χάρτης αφορά τη συγκεκριμένη έννοια που εξετάζεται στη συγκεκριμένη ενότητα, και σε περίπτωση που δεν αφορά την έννοια αυτή να υποδείξει στον εκπαιδευόμενο ότι θα πρέπει να εισάγει χάρτη πάνω στο αντικείμενο που εξετάζει η δραστηριότητα. Ο εκπαιδευόμενος αφού οριστικοποίησε την υποβολή του χάρτη του τού δίνεται η δυνατότητα να προχωρήσει στην απάντηση των ερωτήσεων ανοιχτού τύπου ή να περάσει στην αξιολόγηση των συνεκπαιδευομένων του.



Εικόνα 25. Οθόνη υποβολής και οριστικοποίησης εννοιολογικού χάρτη εκπαιδευόμενου.



Εικόνα 26. Αυτόματη αξιολόγηση και ανατροφοδότηση οπτικής μορφής σε δραστηριότητα εννοιολογικού χάρτη.

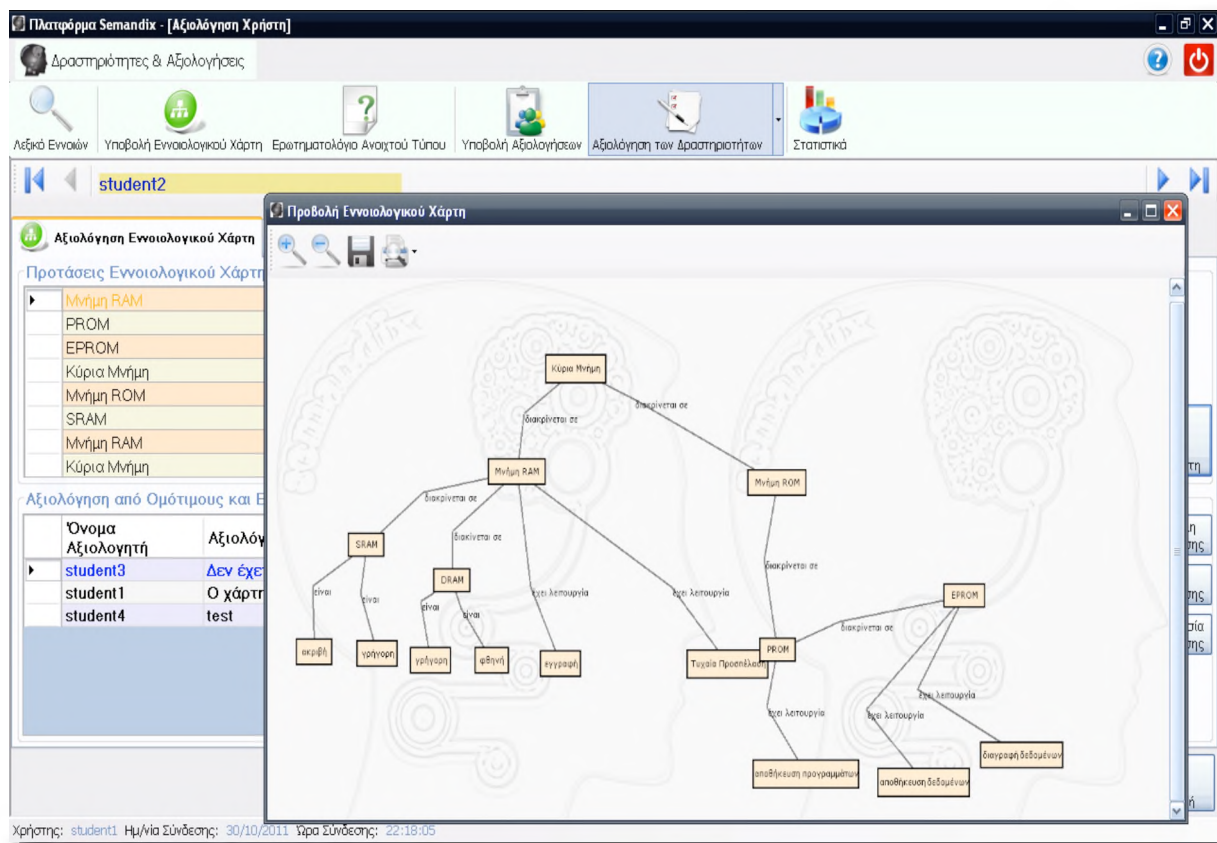
Ανάλογα με τους στόχους της δραστηριότητας, η αξιολόγηση της μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε από τον ίδιο το διδάσκοντα, είτε από άλλους εκπαιδευόμενους αλλά και αυτόματα από το σύστημα. Στην τελευταία περίπτωση κρίνεται απαραίτητη η δυνατότητα ανάλυσης της απάντησης του εκπαιδευόμενου, η οποία στο Semandix πραγματοποιείται μέσω της σύγκρισης της με το περιεχόμενο της σημασιολογικής βάσης που αναπαριστά τη γνώση του ειδικού. Στόχος της ανάλυσης της απάντησης είναι η διερεύνηση/διάγνωση των αντιλήψεων του εκπαιδευόμενου και ο ποιοτικός χαρακτηρισμός τους. Κατά την ανάλυση ελέγχονται οι έννοιες και οι προτάσεις-τριπλέτες που απεικονίζονται στο χάρτη του εκπαιδευόμενου.

Κάθε πρόταση/έννοια χαρακτηρίζεται ποιοτικά με βάση συγκεκριμένα κριτήρια αξιολόγησης και κατηγορίες λαθών. Το Semandix ελέγχει ποιές συσχετίσεις υπάρχουν στη βάση και εμφανίζει τα αντίστοιχα αποτελέσματα με τη μορφή που φαίνεται στην Εικόνα 26.

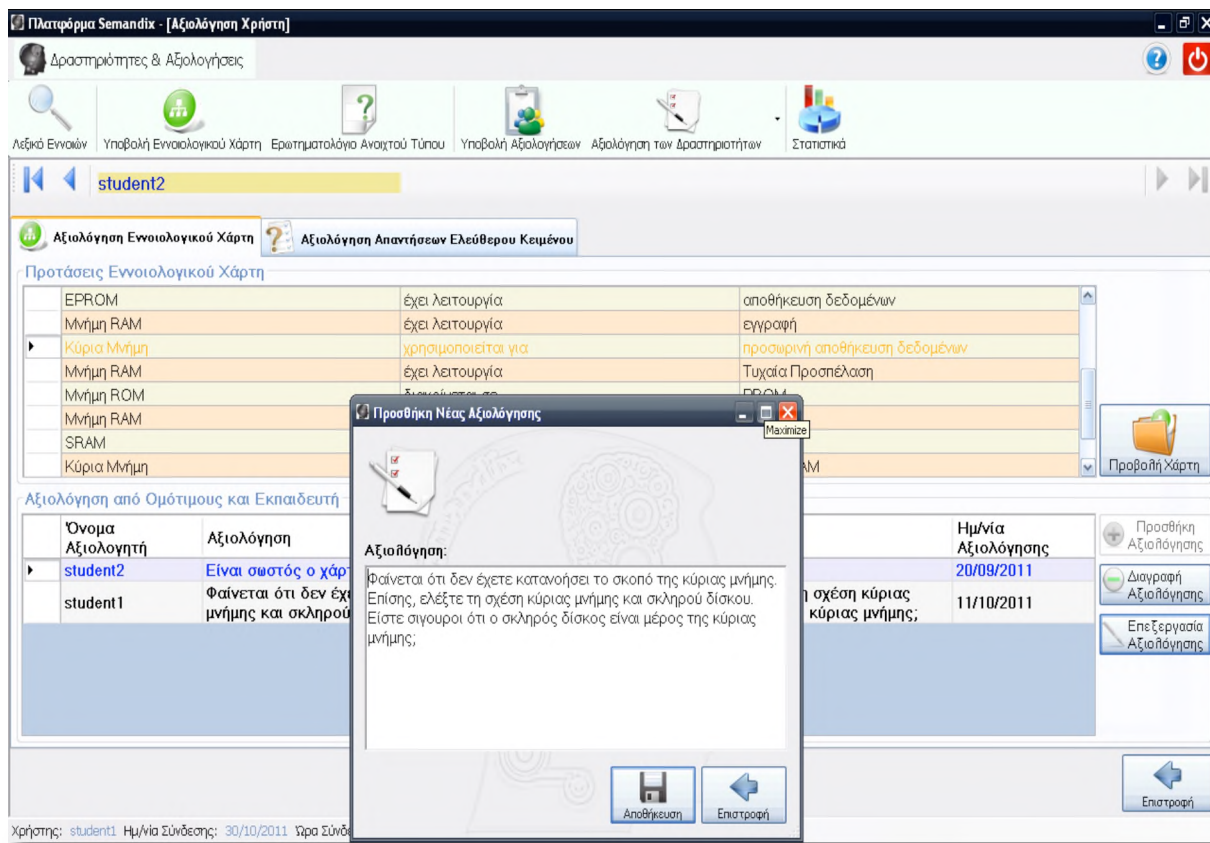
Οι ποιοτικοί χαρακτηρισμοί, καθώς και οι κατηγορίες λαθών που οδηγούν στο χαρακτηρισμό της πρότασης/έννοιας είναι: Σωστή, Μη πλήρης (αφορούν λάθη όπως μη πλήρης σχέση μεταξύ των εννοιών, έλλειψη εννοιών, έλλειψη σχέσεων, έλλειψη εννοιών που ανήκουν σε ένα συγκεκριμένο σύνολο εννοιών), Λάθος (αφορούν λάθη όπως μη ορθή έννοια,

μη ορθή σχέση, μη ορθή θέση/επίπεδο έννοιας, λανθασμένη φορά συνδέσμου). Η αξιολόγηση πραγματοποιείται και σε αυτήν την περίπτωση υπό το πρίσμα των τριών δομών του μοντέλου κατανόησης κειμένου των Denhière και Baudet, και έχει ως έξοδο αναφορά τις επίδοσης του εκπαιδευόμενου σε κάθε μία από τις τρεις δομές. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 26, μέσω οπτικής μορφής παρέχεται ανατροφοδότηση που αφορά τα αποτελέσματα της ανάλυσης του χάρτη του εκπαιδευόμενου με βάση το χάρτη του ειδικού, χρησιμοποιώντας για κάθε λάθος μια διαφορετική σχηματική απεικόνιση, καθώς και στη διαγραμματική αναπαράσταση της ποσοτικής εκτίμησης του γνωστικού υπόβαθρου του εκπαιδευόμενου κατά τη διάρκεια εκπόνησης της δραστηριότητας.

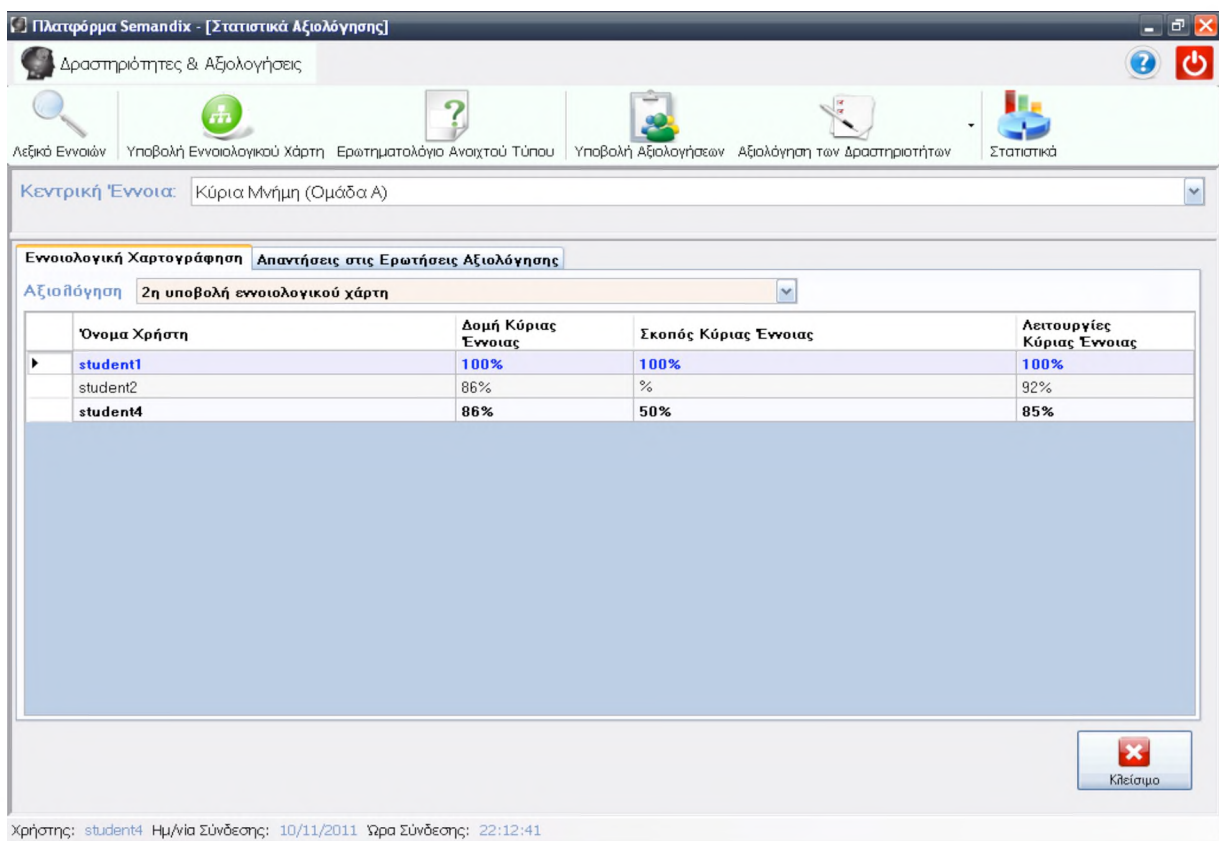
Ο εκπαιδευόμενος έχει τη δυνατότητα αξιολόγησης των εννοιολογικών χαρτών συνεκπαιδευομένων του, όπως φαίνεται στην Εικόνα 27. Του δίνεται η δυνατότητα να σχολιάσει το χάρτη του συνεκπαιδευομένου του σχετικά με λάθη που διαπιστώνει ή παραλείψεις. Όπως ακριβώς αξιολογεί τους άλλους εκπαιδευόμενους της ομάδας του, έτσι δέχεται και αξιολογήσεις από αυτούς, κάτι που αποτελεί ανατροφοδότηση λεκτικής μορφής για αυτόν. Παράδειγμα τέτοιας λεκτικής ανατροφοδότησης – σχολιασμού εμφανίζεται στην Εικόνα 28. Αξιολογητής του μπορεί να είναι και ο εκπαιδευτής του, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως.



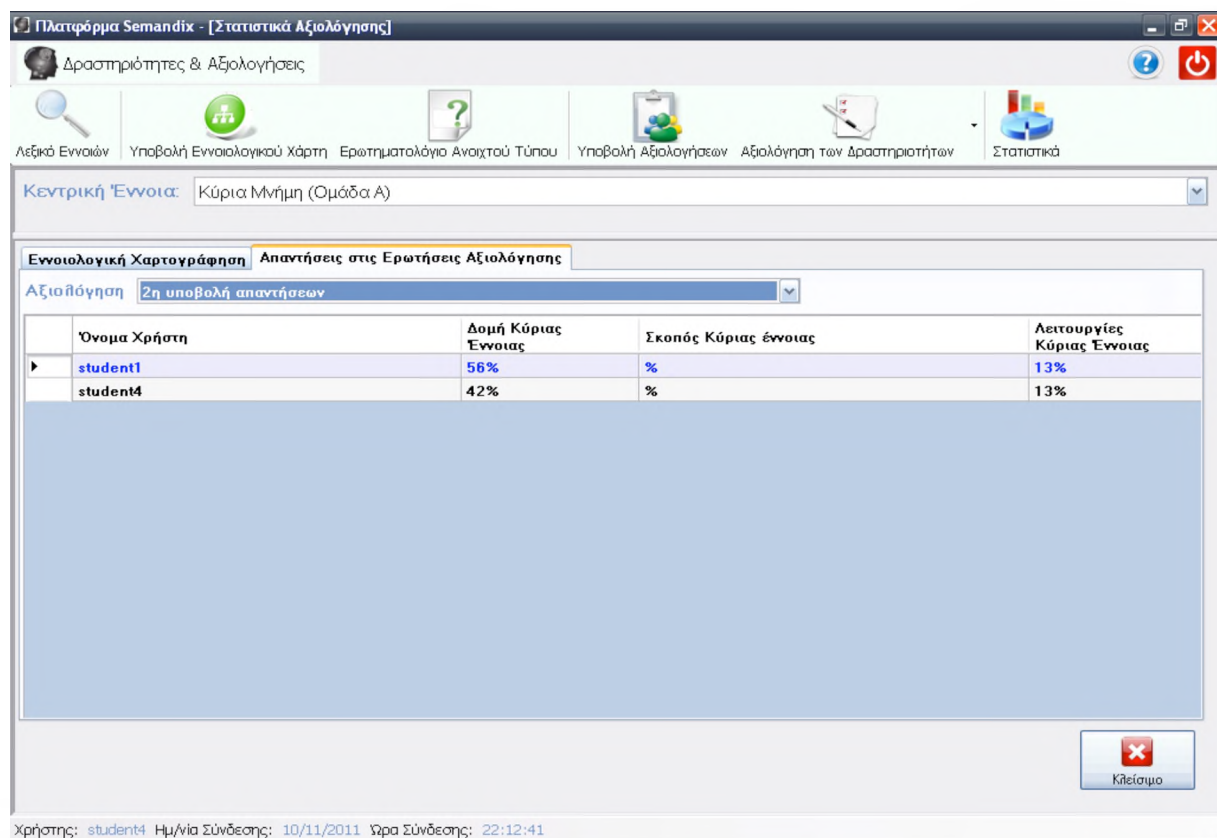
Εικόνα 27. Αξιολόγηση εννοιολογικού χάρτη συνεκπαιδευόμενου.



Εικόνα 28. Αξιολόγηση/ανατροφοδότηση διαλογική μορφής σε δραστηριότητα εννοιολογικής χαρτογράφησης από συνεκπαιδευόμενους.



Εικόνα 29. Στατιστικά αξιολόγησης εννοιολογικής χαρτογράφησης ομάδας.



Εικόνα 30. Στατιστικά αξιολόγησης σύντομων απαντήσεων σε ερωτήσεις ανοιχτού τύπου ομάδας.

Τέλος, στις Εικόνες 29 και 30 εμφανίζεται στην επιλογή «Στατιστικά» η αξιολόγηση ενός τμήματος μέσα από τη στατιστική ανάλυση των επιμέρους αξιολογήσεων κάθε εκπαιδευόμενου στις δραστηριότητες εννοιολογικής χαρτογράφησης και ερωτήσεων ανοιχτού τύπου αντίστοιχα, ώστε ο εκπαιδευτής να μπορεί να ελέγξει τη συνολική επίδοση των εκπαιδευομένων του και να προσαρμόσει τη διδασκαλία του με βάση της δυσκολίες τους.

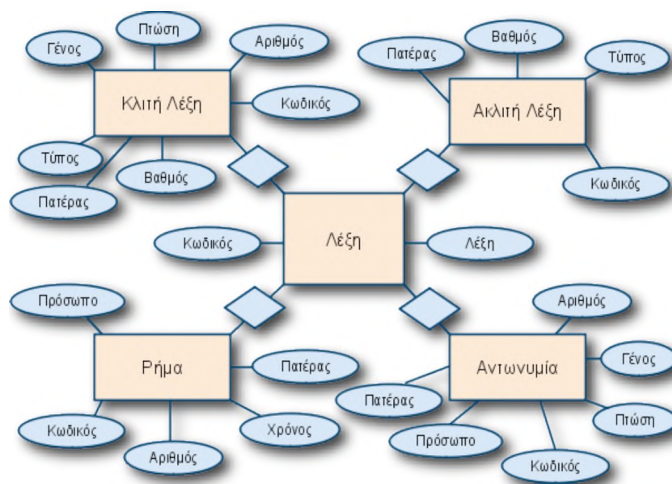
6.3 Ανάπτυξη Γραμματικού Επισημειωτή

Για την υλοποίηση της Μονάδας Κανονικοποίησης και της Μονάδας Αξιολόγησης του γνωστικού εργαλείου υπήρξε η ανάγκη δημιουργίας ενός *Γραμματικού Επισημειωτή* της ελληνικής γλώσσας, ο οποίος θα μπορεί να αναγνωρίζει τη ρίζα από την οποία προέρχεται μια λέξη, έτσι ώστε να «αντιλαμβάνεται» τα παράγωγα λέξεων, καθώς και τους συσχετισμούς μεταξύ τους. Για παράδειγμα, ένα τέτοιο εργαλείο θα πρέπει να είναι σε θέση να αντιλαμβάνεται ότι οι λέξεις "γάτες", "γατών", "γάτας" προέρχονται όλες από την ίδια ρίζα "γατ", καθώς και ότι οι λέξεις "τρέχουμε" και "έτρεξαν" προέρχονται από τη ρίζα "τρέχ". Αυτό σημαίνει ότι για κάθε νέα λέξη που συναντά, ο επισημειωτής αντί να προσπαθήσει να την αναλύσει από μόνος του ζητά από το χρήστη καθοδήγηση. Στη συνέχεια θυμάται τη νέα λέξη αποθηκεύοντάς τη σε μια βάση δεδομένων. Η διαδικασία αυτή της αλγοριθμικής ανακάλυψης

της ρίζας μιας λέξης, που στα αγγλικά ονομάζεται stemming (Hull, 1996), είναι ένα από τα ανοικτά ακόμη προβλήματα της υπολογιστικής γλωσσολογίας.

Οι πρώτες προσπάθειες για την επίλυση του προβλήματος ξεκίνησαν από την Julie Beth Lovins το 1968 με την παρουσίαση του πρώτου αλγορίθμου για stemming σε αγγλικό κείμενο. Ακολούθησε πληθώρα εργασιών που πρότειναν διαφορετικούς τρόπους για την επίλυση του προβλήματος, όλες επικεντρωμένες στην αγγλική γλώσσα. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν για την αντιμετώπιση του προβλήματος ποικίλουν με τις σημαντικότερες από αυτές να περιλαμβάνουν τη χρήση λιστών με καταλήξεις της αγγλικής γλώσσας και των υπολογισμό μετρικών (metrics) για τις αποστάσεις μεταξύ των λέξεων.

Για την κατασκευή του γραμματικού επισημειωτή χρησιμοποιήθηκε η Νεοελληνική Γραμματική του Μανώλη Τριανταφυλλίδη, με σκοπό τον προσδιορισμό των γραμματικών κανόνων της ελληνικής γλώσσας, ώστε να αποδίδεται ο γραμματικός ρόλος κάθε λέξης, και ο ελληνικός ορθογραφικός έλεγχος για όλες τις εφαρμογές της οικογένειας του Mozilla (Firefox-Thunderbird-Seamonkey), ο οποίος βασίζεται στο λεξικό Ispell (Παπακώστας και Σταυρόπουλος, 2004). Το σύστημα χρησιμοποιεί μια βάση με πέντε σχέσεις, όπως αυτές παρουσιάζονται στο διάγραμμα στο Σχήμα 19.



Σχήμα 19. Διάγραμμα οντοτήτων συσχετίσεων της βάσης του συστήματος.

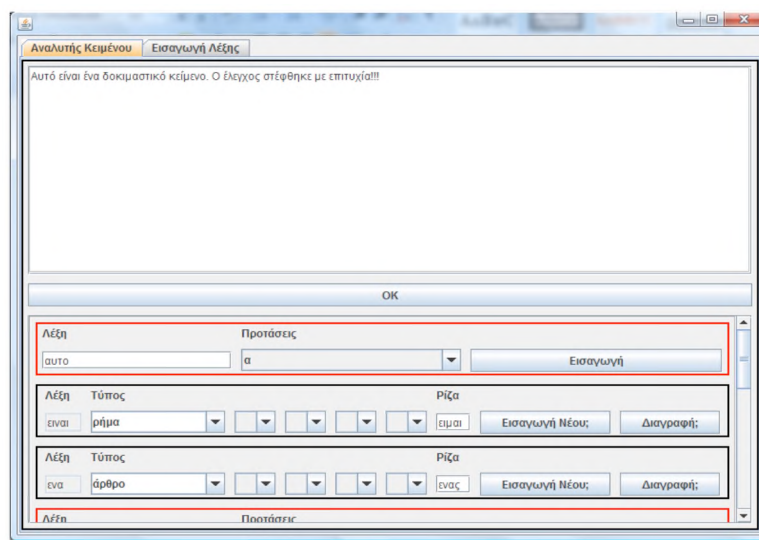
Όπως φαίνεται στο σχήμα αυτό, μια Λέξη μπορεί να είναι Ρήμα, Αντωνυμία, Κλιτή Λέξη ή Ακλιτή Λέξη. Η κύρια λειτουργία του συστήματος, είναι να αναλύει γραμματικά ένα δοσμένο ελληνικό κείμενο. Για το σκοπό αυτό, αναλύει το κείμενο σε λέξεις. Αν μια τρέχουσα λέξη υπάρχει στην βάση δεδομένων, με όλα τα γνωρίσματα που της αντιστοιχούν, τότε τα επιστρέφει όπως υπάρχουν στη βάση δεδομένων. Για κάθε νέα λέξη, που δεν έχει καθοριστεί γραμματικά, δηλαδή δεν υπάρχει στη βάση, η εφαρμογή ενεργοποιεί τους κανόνες γραμματικής, τους οποίους έχει ενσωματωμένους, και προτείνει στο χρήστη, τους πιθανούς

γραμματικούς χαρακτηρισμούς για τη λέξη με τα αντίστοιχα γνωρίσματα. Ο χρήστης επιλέγει την πρόταση που αντιστοιχεί στη γραμματική ορθότητα της λέξης, όπως αυτή χρησιμοποιείται εκείνη τη στιγμή και η λέξη αποθηκεύεται στη βάση με όλα τα γραμματικά χαρακτηριστικά της. Ακόμα και αν μια λέξη υπάρχει μέσα στη βάση, δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να τη διαγράψει ή να προσθέσει άλλον ένα γραμματικό χαρακτηρισμό που αντιστοιχεί στη συγκεκριμένη λέξη. Όταν η λέξη ξανασυναντηθεί σε κάποιο κείμενο, τότε θα παρουσιαστούν όλοι οι γραμματικοί χαρακτηρισμοί που υπάρχουν στη βάση για τη συγκεκριμένη λέξη. Όταν συναντιέται μια λέξη που δεν είναι ορθή, π.χ. πληκτρολόγηση στην αγγλική γλώσσα, ο αναλυτής θεωρεί πως έγινε κάποιο λάθος από το χρήστη, δηλαδή ότι η λέξη γράφτηκε λανθασμένα, και έτσι προτείνεται στο χρήστη μια λίστα με πιθανές λέξεις που ίσως να ήθελε να πληκτρολογήσει. Δηλαδή, οι λέξεις που προτείνονται είναι αυτές που έχουν το μεγαλύτερο κοινό πρόθεμα με την άγνωστη λέξη, δηλαδή εξετάζεται πιο είναι το μέγιστο τμήμα της άγνωστης λέξης, ξεκινώντας από την αρχή της, η οποία είναι επίσης αρχικό τμήμα άλλων λέξεων και επιστρέφονται όλες οι λέξεις που αρχίζουν από αυτό το τμήμα. Για τη γρήγορη αναζήτηση λέξεων χρησιμοποιείται δένδροειδής δομή δεδομένων - λεξικό που αποθηκεύει όλες τις λέξεις στην κύρια μνήμη. Αυτή η δομή χρησιμοποιείται ώστε να ελέγχεται γρήγορα αν μια λέξη υπάρχει στον κύριο πίνακα, δηλαδή είναι σωστή στα ελληνικά, κι αν δεν υπάρχει, να βρίσκονται εύκολα οι λέξεις που έχουν κοινό πρόθεμα με τη λέξη αυτή.

Η διεπαφή του συστήματος αποτελείται από δύο οθόνες. Η πρώτη οθόνη αποτελεί τον *Αναλυτή Κειμένου*, ο οποίος είναι ενεργός κατά την εκκίνηση του συστήματος, χρησιμοποιείται για την εισαγωγή του προς ανάλυση κειμένου. Στην οθόνη αυτή, μετά την ανάλυση, εμφανίζονται τα στοιχεία κάθε λέξης του κειμένου. Επίσης από την οθόνη αυτή μπορεί ο χρήστης να επιλέξει την εισαγωγή των στοιχείων των λέξεων του κειμένου που δεν υπάρχουν αναλυμένες γραμματικά στη βάση, την ενημέρωση της βάσης με εναλλακτικούς γραμματικούς χαρακτηρισμούς λέξεων που υπάρχουν ήδη στη βάση ή τη διαγραφή γραμματικών χαρακτηρισμών λέξεων από τη βάση. Η δεύτερη οθόνη που αποτελεί την *Εισαγωγή Λέξης* είναι αυτή στην οποία μεταβαίνουμε όταν στην πρώτη οθόνη επιλέξουμε την εισαγωγή μιας νέας λέξης, ή την ενημέρωση της βάσης. Στην οθόνη αυτή μπορούμε να επιλέξουμε κάποια από τις γραμματικές προτάσεις που παρουσιάζονται για τη λέξη ή να επιλέξουμε χειροκίνητα τα στοιχεία που καθορίζουν μοναδικά το ποιο μέρος του λόγου είναι η προς εισαγωγή λέξη.

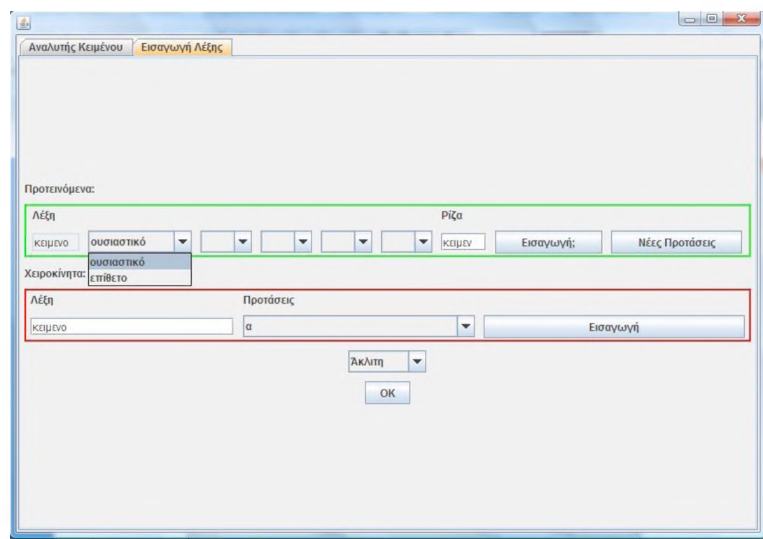
Στον αναλυτή κειμένου εισάγεται το προς ανάλυση κείμενο και επιλέγοντας “OK” πραγματοποιείται η ανάλυσή του. Το αποτέλεσμα της ανάλυσης φαίνεται στο κάτω μέρος της οθόνης (Εικόνα 31). Κάθε φορά που επιλέγεται “OK” γίνεται εκ νέου γραμματική ανάλυση, ενημερωμένη κάθε φορά με τα τελευταία στοιχεία. Κάθε λέξη παρουσιάζεται πλαισιωμένη από

ένα μαύρο ή ένα κόκκινο πλαίσιο. Το μαύρο πλαίσιο σημαίνει ότι η λέξη υπάρχει στη βάση με τα γραμματικά της χαρακτηριστικά. Αντίθετα, το κόκκινο πλαίσιο δηλώνει ότι δεν υπάρχει στη βάση κάποια καταχώρηση που αφορά τη συγκεκριμένη λέξη. Σε περίπτωση που το πλαίσιο είναι μαύρο, άρα η λέξη υπάρχει στην βάση, τότε ο χρήστης επιλέγοντας το βελάκι του πλαισίου “Τύπος” μπορεί να δει τους γραμματικούς τύπους που υπάρχουν στη βάση για το χαρακτηρισμό της συγκεκριμένης λέξης. Αν ο χρήστης επιλέξει ένα συγκεκριμένο γραμματικό τύπο, τότε θα εμφανιστούν τα λοιπά γνωρίσματα του γραμματικού τύπου στα γειτονικά πλαίσια, όπως είναι καταγεγραμμένα στη βάση. Αν ο χρήστης δεν είναι ικανοποιημένος με κάποια από τις υπάρχουσες στη βάση καταχωρήσεις, τότε μπορεί, αφού επιλέξει τη συγκεκριμένη καταχώριση, να επιλέξει “Διαγραφή;” και να προβεί στη διαγραφή της αντίστοιχης γραμματικής καταχώρισης από την βάση. Εδώ πρέπει να τονιστεί ότι διαγράφοντας μια συγκεκριμένη γραμματική καταχώριση μιας λέξης, διαγράφεται μόνο αυτή η γραμματική καταχώριση και όχι όλες οι γραμματικές καταχωρήσεις της συγκεκριμένης λέξης. Αν ο χρήστης χρησιμοποιεί τη λέξη με κάποια γραμματική έννοια που δεν έχει καταχωρηθεί στη βάση για τη συγκεκριμένη λέξη, τότε επιλέγοντας το πλήκτρο “Εισαγωγή Νέου;”, μπορεί να εισάγει τη λέξη στη βάση, με τη γραμματική έννοια που τη χρησιμοποίησε. Έτσι η νέα γραμματική καταχώριση της λέξης, θα προστεθεί στις ήδη υπάρχουσες.



Εικόνα 31. Οθόνη γραμματικής ανάλυσης.

Η επιλογή “Εισαγωγή Νέου”, λειτουργεί όμοια με την επιλογή “Εισαγωγή” που φαίνεται στη συνέχεια. Σε περίπτωση που το πλαίσιο είναι κόκκινο, άρα η λέξη δεν υπάρχει στη βάση, ο χρήστης επιλέγοντας “Εισαγωγή” στην αντίστοιχη λέξη, μπορεί να την εισάγει στη βάση. Έτσι, μεταφέρεται κανείς στην οθόνη εισαγωγής νέων λέξεων. Εκεί υπάρχει ένα πράσινο και ένα κόκκινο πλαίσιο.



Εικόνα 32. Προτεινόμενοι γραμματικοί τύποι για τη λέξη “κείμενο”.

Το πράσινο πλαίσιο (Εικόνα 32) περιέχει τους προτεινόμενους από την εφαρμογή γραμματικούς χαρακτηρισμούς με τη χρήση γραμματικών κανόνων. Προκειμένου ο χρήστης να δει τις γραμματικές προτάσεις για τη λέξη, αρκεί να επιλέξει τα βελάκια που υπάρχουν στα πλαίσια που αντιστοιχούν στα γραμματικά χαρακτηριστικά. Όταν ο χρήστης επιλέξει τα επιθυμητά από τα προτεινόμενα γραμματικά χαρακτηριστικά για όλα τα γνωρίσματα μιας λέξης, τότε μπορεί να εισάγει τη λέξη με τις αντίστοιχες γραμματικές επιλογές στη βάση με το κουμπί “Εισαγωγή;”. Για παράδειγμα, έστω ότι επιλέγεται “Εισαγωγή” στη λέξη “κείμενο”. Οι προτεινόμενοι χαρακτηρισμοί είναι ουσιαστικό ή επίθετο. Φυσικά, η λέξη είναι ουσιαστικό, οπότε ο χρήστης επιλέγει το ουσιαστικό, καθώς και τα αντίστοιχα λοιπά γραμματικά γνωρίσματα που προτείνονται για τη λέξη και ταιριάζουν στην τρέχουσα χρήση της. Τέλος επιλέγεται το κουμπί “Εισαγωγή;” ώστε η τρέχουσα γραμματική καταχώριση για την λέξη “κείμενο” να εισαχθεί στην βάση. Αν ο χρήστης δεν ικανοποιείται με τις γραμματικές προτάσεις/συστάσεις που του δίδονται σε πρώτη φάση, τότε μπορεί να δει επιπλέον προτάσεις, εφόσον υπάρχουν επιλέγοντας “Νέες Προτάσεις”. Σε αυτή την περίπτωση εφαρμόζεται ο επόμενος γραμματικός κανόνας που ταιριάζει στην τρέχουσα λέξη. Παραδείγματος χάρη, για μία λέξη που έχει κατάληξη -αδων, σύμφωνα με τους κανόνες της ελληνικής γραμματικής, θα εμφανιστούν οι προτάσεις: {ουσιαστικό, αρσενικό, πληθυντικός, γενική, θετικός} και {ουσιαστικό, θηλυκό, πληθυντικός, γενική, θετικός}. Αν ο χρήστης δεν ικανοποιηθεί και επιλέξει “Νέες Προτάσεις”, τότε θα εφαρμοστεί ο κανόνας της ελληνικής γραμματικής που κάνει λόγο για λέξεις με κατάληξη -ων. Σε αυτή την περίπτωση, σύμφωνα με τους κανόνες της ελληνικής γραμματικής, θα εμφανιστούν οι προτάσεις/συστάσεις: {ουσιαστικό, αρσενικό, πληθυντικός, γενική, θετικός}, {ουσιαστικό, θηλυκό, πληθυντικός, γενική, θετικός}, {ουσιαστικό, ουδέτερο, πληθυντικός, γενική, θετικός}, {επίθετο, αρσενικό, πληθυντικός,

γενική, θετικός}, {επίθετο, θηλυκό, πληθυντικός, γενική, θετικός}, {επίθετο, ουδέτερο, πληθυντικός, γενική, θετικός}. Για παράδειγμα, έστω η λέξη “κείμενο”. Αυτό μπορεί να υπακούει το γραμματικό κανόνα που προβλέπει κατάληξη σε –μένο, και χαρακτηρίζει ουδέτερη μετοχή. Όμως το “κείμενο” δεν είναι ουδέτερη μετοχή. Επομένως, πατώντας ο χρήστης το κουμπί “Νέες Προτάσεις” μεταπηδά στον επόμενο γραμματικό κανόνα που προβλέπει κατάληξη σε –ο, και χαρακτηρίζει ουσιαστικά και επίθετα. Πράγματι, η λέξη ‘κείμενο’ είναι ουσιαστικό. Αν ο χρήστης εξακολουθεί να μην ικανοποιείται από τους προτεινόμενους γραμματικούς χαρακτηρισμούς, τότε μπορεί να προβεί στην χειροκίνητη εισαγωγή της λέξης στην βάση. Όταν οι λέξεις ενός κειμένου κατοχυρώνονται στη βάση του αναλυτή τότε εμφανίζει στην πρώτη οθόνη του εργαλείου τα στοιχεία κάθε λέξης. Έχουμε δηλαδή την διαδικασία της “εκπαίδευσης” του αναλυτή. Τέλος, αν μια λέξη δεν είναι έγκυρη ελληνική λέξη, το σύστημα παρέχει στον χρήστη κάποιες προτεινόμενες έγκυρες λέξεις που μοιάζουν σε αυτήν.

6.4 Συμπεράσματα

Στην ενότητα 3.7 του τρίτου κεφαλαίου φάνηκε ότι σε πολλές περιπτώσεις οι ερωτήσεις κλειστού τύπου, όπως εκείνες της πολλαπλής επιλογής, δεν μπορούν να αξιολογήσουν με ακρίβεια την οικοδόμηση γνώσης του αναγνώστη ενός κειμένου γιατί δεν λαμβάνουν υπόψη όλες τις εναλλακτικές αντιλήψεις των εκπαιδευόμενων όσο και αν έχουν μελετηθεί κατά την κατασκευή τους. Οι δραστηριότητες εννοιολογικής χαρτογράφησης, καθώς και ερωτήσεις ανοιχτού τύπου έχουν μεν το μειονέκτημα του μεγαλύτερου φόρτου εργασίας για τον αξιολογητή αλλά οι απαντήσεις σε αυτές μπορούν να αναδείξουν αντιλήψεις των εκπαιδευόμενων/αναγνωστών κειμένων ενός γνωστικού αντικείμενου που ένας αξιολογητής δε θα μπορούσε να προβλέψει κατά την κατασκευή ερωτήσεων κλειστού τύπου. Το πλεονέκτημα αυτό της εννοιολογικής χαρτογράφησης, καθώς και των ερωτήσεων ανοιχτού τύπου έναντι των ερωτήσεων κλειστού τύπου δε θα μπορούσε να αξιοποιηθεί όμως χωρίς τη σχεδίαση εργαλείων σε υπολογιστή που θα κάνουν πιο εύκολη την αξιολόγηση και τη διαχείριση των απαντήσεων, αλλά και την ανατροφοδότηση του εκπαιδευόμενου και αναγνώστη κειμένων.

Συνοψίζοντας, λοιπόν, θα μπορούσε κανείς να διακρίνει ως βασικά πλεονεκτήματα της βάσης εννοιών Semandix έναντι άλλων ανάλογων συστημάτων τα πιο κάτω βασικά χαρακτηριστικά του:

1. Η δομή του γνωστικού εργαλείου στηρίζεται σε οντολογίες σύμφωνες με το μοντέλο των Denhière και Baudet και τα σημασιολογικά λεξικά WordNets.

2. Η σημασιολογική βάση δεδομένων του δύναται να εμπλουτιστεί/επεκταθεί με περιεχόμενο προερχόμενο από διαφορετικές πηγές, όπως εννοιολογικούς χάρτες και WordNets.
3. Το γνωστικό εργαλείο παρέχει τη δυνατότητα αυτόματου εντοπισμού λαθών σε απαντήσεις ελεύθερου κειμένου, καθώς και δυνατότητα ανατροφοδότησης του εκπαιδευόμενου.
4. Το γνωστικό εργαλείο παρέχει τη δυνατότητα στον εκπαιδευτή να θέτει ερωτήματα ανοιχτού τύπου στους εκπαιδευόμενους με τη σειρά που επιθυμεί. Έτσι ο εκπαιδευτής μπορεί να ιεραρχήσει τα ερωτήματα ως προς τη δομή του μοντέλου που αυτά εξετάζουν. Με τον τρόπο αυτό θα μπορούσαν να προκύψουν οφέλη από την ορθή οικοδόμηση της σχεσιακής δομής πριν προχωρήσει η διαδικασία μάθησης και αξιολόγησης της μετασχηματιστικής δομής της μονάδας που μελετάται σε μια διδακτική ενότητα.
5. Το γνωστικό εργαλείο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε δραστηριότητες που σκοπό έχουν να διαγνώσουν τον τρόπο οικοδόμησης των τριών δομών του μοντέλου από τους εκπαιδευόμενους.

Πέρα, όμως από τα πλεονεκτήματα, το Semandix παρουσιάζει και κάποιες ελλείψεις και επιδέχεται περαιτέρω βελτιώσεις στις πιο κάτω περιπτώσεις:

1. Σε περιπτώσεις που ο εκπαιδευτής θα ήθελε να θέσει πιο σύνθετα ερωτήματα ανοιχτού τύπου, για τις απαντήσεις των οποίων απαιτούνται γεφυρώσεις και/ή συμπερασμοί από τους εκπαιδευόμενους, το Semandix δεν έχει τη δυνατότητα εξαγωγής συμπερασμών, ώστε να επιτρέπεται πλήρως αυτοματοποιημένη ανατροφοδότηση στον εκπαιδευόμενο για σύνθετα θέματα.
2. Σε περιπτώσεις σύνθετων γραμματικών φαινομένων και πολλαπλών κύριων και δευτερευουσών προτάσεων στις απαντήσεις ελεύθερου κειμένου ο αναλυτής κειμένου του Semandix δεν μπορεί να ανταποκριθεί ικανοποιητικά. Το γεγονός αυτό περιορίζει τη λειτουργικότητα του Semandix σε απαντήσεις σύντομες και σχετικά απλές με λίγους συνδέσμους και όσο το δυνατόν λιγότερες αναφορικές αντωνυμίες.
3. Ο εμπλουτισμός της σημασιολογικής βάσης του Semandix περιορίζεται στα σημασιολογικά λεξικά WordNet και τους εννοιολογικούς χάρτες της γνώσης του ειδικού στο γνωστικό αντικείμενο. Η δημιουργία του υλικού αυτού όμως απαιτεί επιπλέον εργασία για τη σύνθεση νέων λεξικών αλλά και χαρτών πάνω σε συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η προοπτική της δυνατότητα εμπλουτισμού της βάσης απευθείας από μεγάλα σώματα κειμένου που είναι σχετικά με το αντικείμενο.

Ανάπτυξη Περιεχομένου για το Γνωστικό Εργαλείο Semandix

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται η ανάπτυξη σημασιολογικού – εννοιολογικού περιεχομένου στο γνωστικό αντικείμενο της Πληροφορικής για το γνωστικό εργαλείο Semandix, η οποία περιλαμβάνει την επέκταση του ελληνικού WordNet και την κατασκευή εννοιολογικών χαρτών που αναπαριστούν τη γνώση του ειδικού. Το περιεχόμενο αυτό δύναται να εμπλουτίσει τη σημασιολογική βάση δεδομένων του γνωστικού εργαλείου μέσω της μονάδας εμπλουτισμού που περιγράφηκε στην ενότητα 6.1.2.

Πιο αναλυτικά, στην ενότητα 7.1 περιγράφεται η επέκταση του ελληνικού WordNet με όρους Πληροφορικής, καθώς και σημασιολογικές σχέσεις μεταξύ των όρων με βάση το μοντέλο κατανόησης κειμένου των Denhière και Baudet και με σκοπό τον εμπλουτισμό της σημασιολογικής βάσης δεδομένων του γνωστικού εργαλείου Semandix. Στην ενότητα 7.2 περιγράφεται η σημασιολογική ανάλυση κειμένων Πληροφορικής με σκοπό την κατασκευή εννοιολογικών χαρτών που περιγράφουν τη γνώση του ειδικού βασισμένων στο ίδιο γνωστικό μοντέλο. Τέλος, στην ενότητα 7.3 γίνεται αναφορά στους τρόπους που οι εννοιολογικοί χάρτες που δημιουργήθηκαν και τα παραδείγματά που περιγράφονται στην ενότητα 7.2, πέρα από τη χρήση τους ως περιεχόμενο για το γνωστικό εργαλείο Semandix, θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν και αυτόνομα στη διδασκαλία του γνωστικού αντικειμένου της Πληροφορικής.

7.1 Επέκταση του Ελληνικού WordNet στο Αντικείμενο της Πληροφορικής

Έχει παρατηρηθεί ότι στο υπάρχον Ελληνικό WordNet δεν ορίζονται επαρκώς όροι του γνωστικού αντικειμένου της Πληροφορικής. Επιπλέον, υπάρχει και έλλειμμα σε σχέσεις που ορίζουν χαρακτηριστικά όπως ιδιότητες, λειτουργίες, σκοπούς και αιτίες. Έρευνες σε Έλληνες φοιτητές και μαθητές έδειξαν ότι κατά την εκμάθηση νέων όρων της Πληροφορικής,

αντιμετωπίζουν προβλήματα στην κατανόηση αιτιακών σχέσεων μεταξύ των όρων αυτών (Tsaganou & Grigoriadou, 2009).

Λαμβάνοντας υπόψη, λοιπόν, την εξάπλωση των σπουδών Πληροφορικής στην Ελλάδα και τα αποτελέσματα των εμπειρικών μελετών του Κεφαλαίου 4, όπου διαφαίνονται τα προβλήματα που εμφανίζουν αρχάριοι εκπαιδευόμενοι στην κατανόηση εννοιών Πληροφορικής και ειδικότερα στις αιτιακές σχέσεις που τις έννοιες αυτές συνδέουν, είναι απαραίτητος ένας πιο αποδοτικός τρόπος περιγραφής των αιτιακών αυτών σχέσεων μεταξύ εννοιών Πληροφορικής μέσω της επέκτασης του ελληνικού WordNet με νέους όρους και σχέσεις. Η νέες σχέσεις ακολουθούν το μοντέλο κατανόησης κειμένου των Denhière & Baudet.

Ο βασικός σκοπός της επέκτασης του Ελληνικού WordNet αποτέλεσε η ανάγκη χρήσης των εξαγόμενων XML αρχείων στον εμπλουτισμό του γνωστικού εργαλείου Semandix.

Η υλοποίηση επέκτασης του Ελληνικού WordNet πραγματοποιήθηκε σε 4 στάδια:

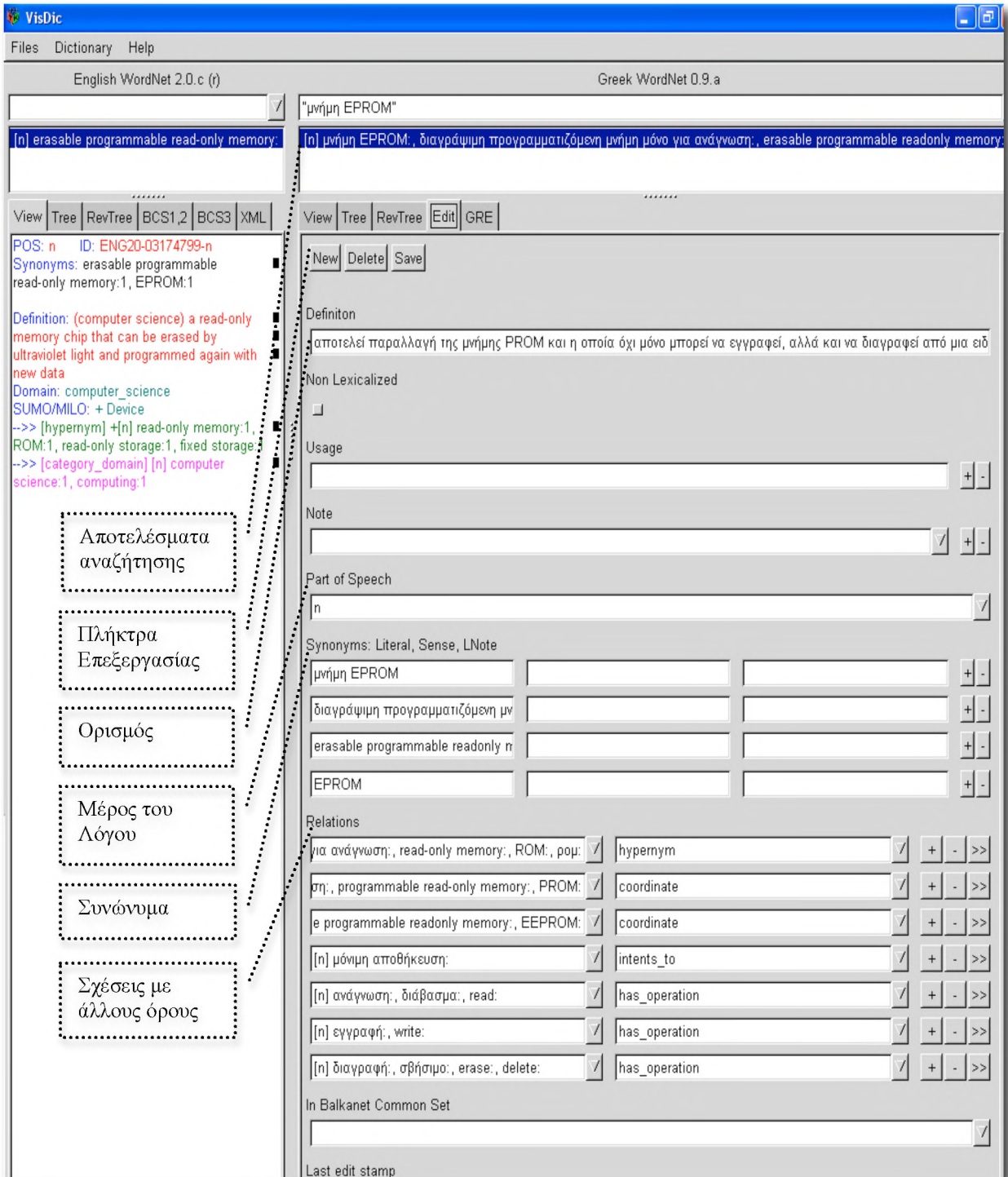
1. “*Στάδιο Επιλογής*”: Χρησιμοποιήθηκαν αποσπάσματα από διδακτικό βιβλίο (Brookshear, 2005). Από τα αποσπάσματα αυτά επιλέχθηκαν έννοιες/όροι και αντλήθηκαν οι σημασιολογικές σχέσεις που συνδέουν τις έννοιες αυτές.
2. “*Στάδιο Σύγκρισης*”: Χρησιμοποιήθηκε το Λεξικό της Κοινής Ελληνικής του Ινστιτούτου Νέων Ελληνικών του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης ως επιπλέον πηγή, καθώς και άλλα λεξικά Πληροφορικής, με σκοπό την εύρεση όρων που έλειπαν από τα αποσπάσματα ώστε να καλυφθούν σημασιολογικά κενά.
3. “*Στάδιο Μοντελοποίησης και Ανάπτυξης*”: Οι νέοι και απαραίτητοι τύποι σχέσεων σύμφωνα με το μοντέλο κατανόησης κειμένου που φαίνονται στον Πίνακα 5. Στον ίδιο πίνακα εμφανίζονται σκιασμένες οι σχέσεις που προϋπήρχαν στο ελληνικό WordNet, οι οποίες αφορούν μόνο τη σχεσιακή δομή.
4. “*Στάδιο Επέκτασης*”: Το ελληνικό WordNet επεκτάθηκε με νέους όρους του αντικείμενου της Πληροφορικής και ειδικότερα του πεδίου της *Ιεραρχίας Μνήμης Υπολογιστή* μέσω του VisDic Editor (Παράρτημα VI). Από τα 128 σύνολα συνωνύμων της παρούσας εργασίας, 75 είναι νέα ενώ τα υπόλοιπα 53 τροποποιήθηκαν, και έχουν προστεθεί 745 νέες σχέσεις μεταξύ των συνόλων συνωνύμων.

Η εισαγωγή των νέων συνωνύμων στο ελληνικό WordNet έγινε με τη χρήση της τελευταίας διαθέσιμης έκδοσης (3.50) του VisDic Editor σε λειτουργικό σύστημα Windows XP Professional English. Η έκδοση αυτή του VisDic Editor περιέχει την έκδοση 2.0.c του αγγλικού WordNet και την έκδοση 0.9.a του ελληνικού WordNet.

Δομή	Τύπος	Σχέση	Παράδειγμα
Σχεσιακή	υπωνυμικές/ υπερωνυμικές	<i>hyponym</i> (υπωνυμία) <i>hypernym</i> (υπερωνυμία)	DVD <i>hyponym</i> οπτική μνήμη οπτική μνήμη <i>hypernym</i> DVD
	μερωνυμικές/ ολωνυμικές	<i>meronym</i> (μερωνυμία) <i>holonym</i> (ολωνυμία)	κύλινδρος <i>meronym</i> μαγνητικός δίσκος μαγνητικός δίσκος <i>holonym</i> κύλινδρος
	ισοτιμία	<i>coordinate</i> (είναι ισότιμο)	σκληρός δίσκος SATA <i>coordinate</i> σκληρός δίσκος IDE
	Σύνδεση φυσικής με αφηρημένη οντότητα	<i>has_attribute</i> (έχει χαρακτηριστικό)	κύρια μνήμη <i>has_attribute</i> ταχύτητα
Μετασχηματιστική	Σύνδεση φυσικής με αφηρημένη οντότητα	<i>has_operation</i> (έχει λειτουργία)	μνήμη υπολογιστή <i>has_operation</i> αποθήκευση δεδομένων
	μερωνυμικές/ ολωνυμικές	<i>mero_event</i> (μερωνυμία γεγον.) <i>holo_event</i> (ολωνυμία γεγον.)	μεταφορά μπλοκ <i>mero_event</i> πρόσβαση δεδομένων πρόσβαση δεδομένων <i>holo_event</i> μεταφορά μπλοκ
	χρονικές	<i>precedes</i> (προηγείται) <i>comes_after</i> (έπεται)	αναζήτηση δεδομένων <i>precedes</i> περιστροφή κεφαλής περιστροφή κεφαλής <i>comes_after</i> αναζήτηση δεδομένων
	αιτιακές	<i>causes</i> (προκαλεί) <i>caused_by</i> (προκαλείται)	περιστροφή κεφαλής <i>causes</i> μεταφορά μπλοκ μεταφορά μπλοκ <i>caused_by</i> περιστροφή κεφαλής
Τελεολογική	Σύνδεση φυσικής με αφηρημένη οντότητα	<i>has_goal</i> ή <i>intends_to</i> (ικανοποιεί σκοπό)	σκληρός δίσκος <i>intends_to</i> μόνιμη αποθήκευση
	μερωνυμικές/ ολωνυμικές	<i>mero_goal</i> (μερωνυμία σκοπού) <i>holo_goal</i> (ολωνυμία σκοπού)	εκτέλεση εντολής <i>mero_goal</i> εκτέλεση εφαρμογής εκτέλεση εφαρμογής <i>holo_goal</i> εκτέλεση εντολής

Πίνακας 5. Πίνακα σημασιολογικών σχέσεων του ελληνικού WordNet μετά την επέκταση.

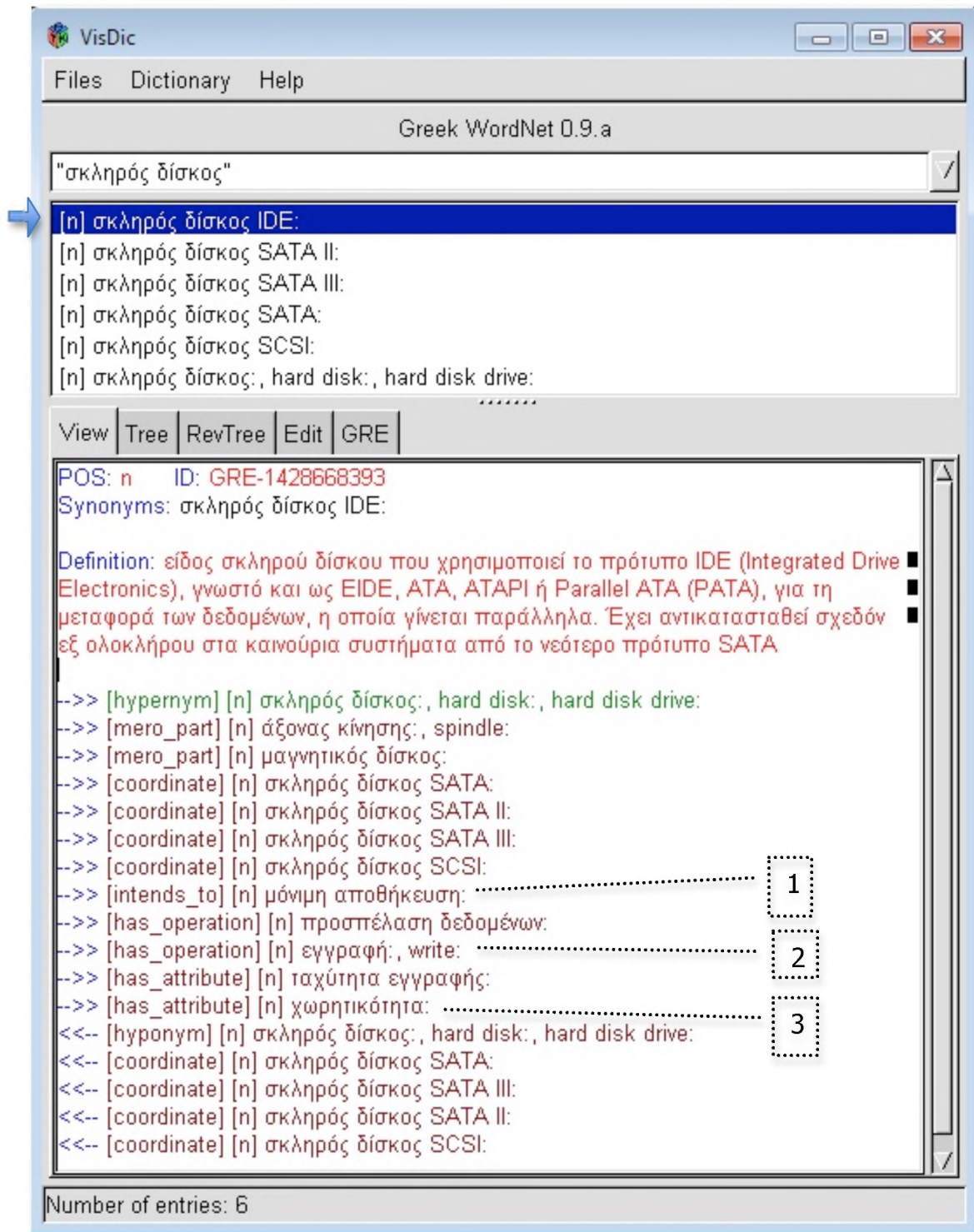
Στην Εικόνα 33 εμφανίζεται παράδειγμα προσθήκης νέου όρου ή τροποποίησης υπάρχοντος όρου. Για την εισαγωγή των νέων όρων έγινε αναζήτηση και στην περίπτωση που δεν υπήρχαν, προστίθεντο μέσω της επιλογής ‘New’. Εάν υπήρχαν και χρειαζόνταν τροποποίηση, γινόταν η αναζήτηση και στη συνέχεια τροποποιούνταν μέσω της επιλογής ‘Edit’.



Εικόνα 33. Προσθήκη νέου όρου και νέων σχέσεων στον VisDic Editor.

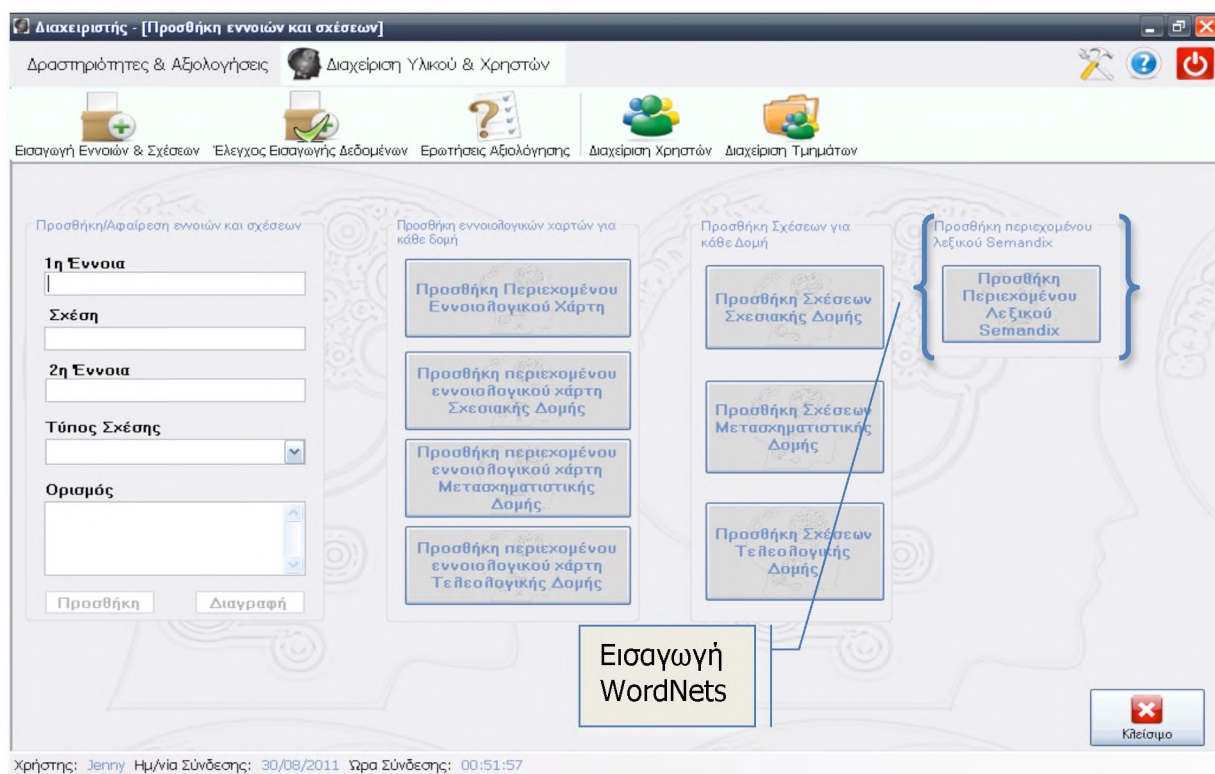
Στην Εικόνα 34 φαίνονται τα αποτελέσματα αναζήτησης του όρου “σκληρός δίσκος IDE”. Η νέα σχέση 1 “σκληρός δίσκος IDE–intends_to–μόνιμη αποθήκευση” είναι τελεολογικής δομής,

η νέα σχέση 2 “σκληρός δίσκος IDE –has_operation–εγγραφή” είναι μετασηματιστικής δομής, ενώ η νέα σχέση 3 “σκληρός δίσκος IDE –has_attribute– χωρητικότητα” είναι σχεσιακής δομής.



Εικόνα 34. Αναζήτηση του όρου “σκληρός δίσκος IDE” στο ελληνικό WordNet του VisDic Editor.

Στην Εικόνα 35 φαίνεται η επιλογή του περιβάλλοντος του Semandix μέσω της οποίας δίνεται η δυνατότητα εμπλουτισμού του περιεχομένου της βάσης του εργαλείου με το WordNet που επεκτάθηκε και παρουσιάστηκε σε αυτή την ενότητα.



Εικόνα 35. Εισαγωγή περιεχομένου λεξικού WordNet στη σημασιολογική βάση δεδομένων του Semandix.

7.2 Σημασιολογική Ανάλυση Κειμένων Πληροφορικής με Χρήση Εννοιολογικής Χαρτογράφησης

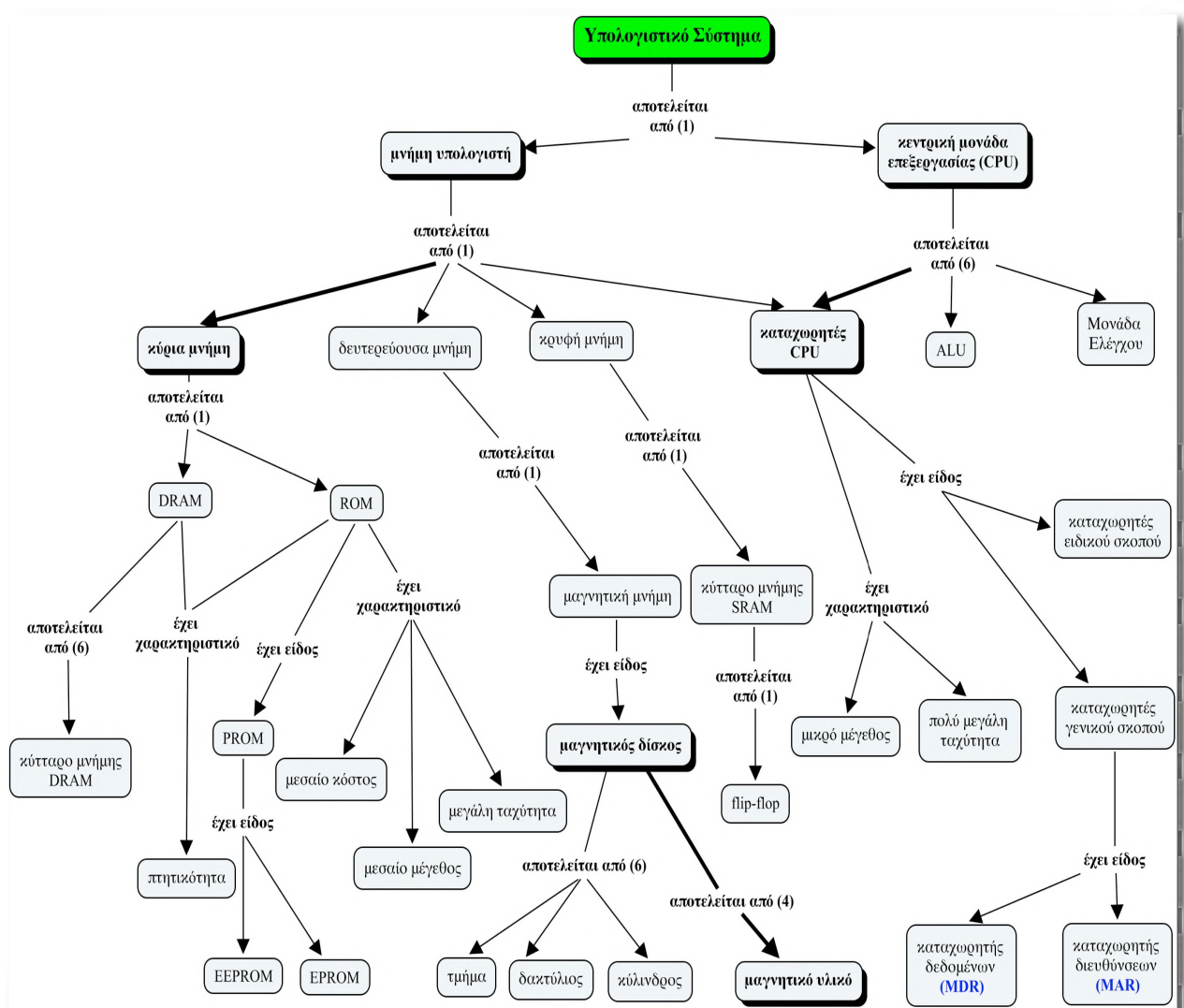
Με τον όρο *Σημασιολογική Ανάλυση* ενός κειμένου εννοούμε τη μετατροπή των προτάσεων του κειμένου αυτού σε εσωτερικές δομές αναπαράστασης, χρησιμοποιώντας τη σημασία των λέξεων και εννοιών που εμφανίζονται σε αυτό (Croft & Alan Cruse, 2004). Η σημασιολογική ανάλυση μπορεί να πραγματοποιηθεί με τη δημιουργία αναπαραστάσεων υπό τη μορφή σημασιολογικών δικτύων.

Όπως περιγράφηκε στην ενότητα 5.2 ένα σημασιολογικό δίκτυο αποτελείται από *κόμβους* και *δεσμούς* ανάμεσά τους. Οι κόμβοι δηλώνουν *κλάσεις αντικειμένων*, *αντικείμενα*, *έννοιες*, *τιμές ιδιοτήτων* κ.λπ. και οι δεσμοί δηλώνουν τις *σχέσεις* μεταξύ αυτών των αντικειμένων. Ένα σημασιολογικό δίκτυο στην πραγματικότητα απεικονίζει μια οντολογία οντοτήτων (Gruber, 1993), η οποία στο χώρο της τεχνητής νοημοσύνης είναι ουσιαστικά ένα λεξιλόγιο περιγραφής και αναπαράστασης εννοιών κάποιου συγκεκριμένου γνωστικού αντικείμενου. Για να οριστούν οι λέξεις που αποτελούν το *λεξιλόγιο* μιας οντολογίας πρέπει να προηγηθεί μία αναλυτική εξέταση των οντοτήτων που ανήκουν στο γνωστικό πεδίο καθώς και των σχέσεων μεταξύ τους.

Για την αναπαράσταση των σημασιολογικών δικτύων που περιγράφουν το εννοιολογικό περιεχόμενο των κειμένων Πληροφορικής που αναλύθηκαν, χρησιμοποιήθηκε ως βασικό

εργαλείο αναπαράστασης γνώσης η *Εννοιολογική Χαρτογράφηση (concept mapping)*. Για τη σημασιολογική ανάλυση με σκοπό την εννοιολογική χαρτογράφηση της γνώσης του ειδικού, χρησιμοποιήθηκαν κείμενα από το 1ο κεφάλαιο του βιβλίου «Η επιστήμη των υπολογιστών: Μια ολοκληρωμένη παρουσίαση» (Brookshear, 2005) και το 5ο κεφάλαιο του βιβλίου «Εισαγωγή στην επιστήμη των υπολογιστών» (Forouzan, 2003). Ως βασικό εργαλείο εννοιολογικής χαρτογράφησης χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό CMapTools, το οποίο επιτρέπει στο χρήστη να εξάγει τον εννοιολογικό χάρτη που δημιούργησε ως αρχείο διαφόρων μορφών. Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τη χρήση σημασιολογικών σχέσεων που φαίνονται στον Πίνακα 5 και είναι βασισμένες στο μοντέλο κατανόησης κειμένου. Οι χάρτες που πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιήθηκαν ως περιεχόμενο εμπλουτισμού του γνωστικού εργαλείου Semandix.

7.2.1 Αναπαράσταση Σχισιακής Δομής Ειδικού



Σχήμα 20. Παράδειγμα εννοιολογικού χάρτη σχεσιακής δομής ειδικού όπου διακρίνονται τα διαφορετικά είδη μερωνυμίας, καθώς και σχέσεις υπερωνυμίας και χαρακτηριστικού μεταξύ των οντοτήτων.

Στην περίπτωση της αναπαράστασης της σχεσιακής δομής με χρήση εννοιολογικής χαρτογράφησης, η οποία φαίνεται στο Σχήμα 20, περιγράφεται τμήμα της οντολογίας της έννοιας «Υπολογιστικό Σύστημα». Λόγω του ότι ένα κείμενο ενδέχεται να περιέχει υπονοούμενη γνώση, η οποία δεν αναφέρεται ρητά σε αυτό, κρίθηκε αναγκαίο να προστεθούν οντότητες και σχέσεις μεταξύ αυτών που υπονοούνται, όπου υπήρχε έλλειψη συνέχειας στην οντολογία. Στις μερωνυμικές σχέσεις του χάρτη εμφανίζεται σε παρένθεση αριθμός που προσδιορίζει τον τύπο της μερωνυμίας σύμφωνα με τον Πίνακα 3 της ενότητας 5.3.

Παραδείγματα μερωνυμικών σχέσεων που εμφανίζονται στον χάρτη του σχήματος είναι:

1. «Μαγνητικός δίσκος *αποτελείται από* Μαγνητικό υλικό». (μερωνυμία 4, *Υλικό–Αντικείμενο*)
2. «Μνήμη υπολογιστή *αποτελείται από* Κύρια μνήμη». (μερωνυμία 1, *Συστατικό–Αντικείμενο*)
3. «Κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU) *αποτελείται από* Καταχωρητές CPU». (μερωνυμία 6, *Χώρος–Επιφάνεια*)

Οι οντότητες *Καταχωρητής Δεδομένων* (MDR) και *Καταχωρητής Διευθύνσεων* (MAR) εμφανίζονται και στο Σχήμα 21 της ενότητας 7.2.2, στην οποία περιγράφεται η μετασχηματιστική δομή του λειτουργικού συστήματος όπου και συμμετέχουν ως άτομα σύμφωνα με το μοντέλο κατανόησης κειμένου.

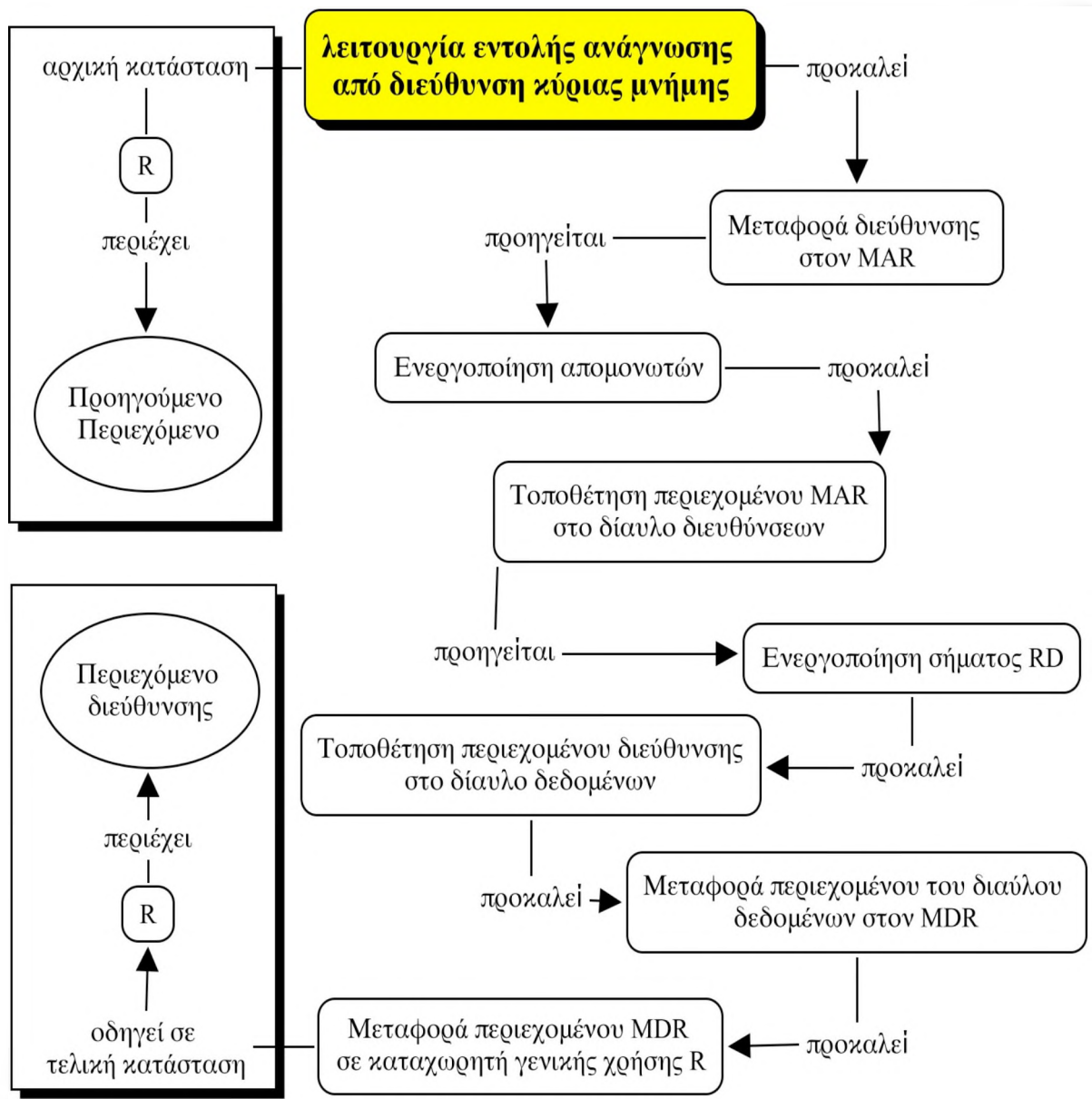
7.2.2 Αναπαράσταση Μετασχηματιστικής Δομής Ειδικού

Στο Σχήμα 21 εμφανίζεται εννοιολογικός χάρτης της μετασχηματιστικής δομής που περιγράφει το μακρογεγονός της ανάγνωσης από τη μνήμη DRAM. Πιο συγκεκριμένα, φαίνεται ότι στην *αρχική κατάσταση* του συστήματος ο Καταχωρητής γενικής χρήσης R περιέχει παλαιότερα δεδομένα ενώ στην *τελική του κατάσταση*, μετά δηλαδή την εκτέλεση των λειτουργιών του μακρογεγονότος, ο Καταχωρητής γενικής χρήσης R περιέχει δεδομένα της DRAM. Στην πραγματικότητα, οι καταστάσεις αυτές απεικονίζουν τη σχεσιακή δομή πριν και μετά τη διαδοχή των γεγονότων της μετασχηματιστικής δομής. Η διαφορά μεταξύ των δύο καταστάσεων έγκειται στις διαφορετικές τιμές που έχουν οι ιδιότητες των οντοτήτων που συμμετέχουν στη δόμηση της σχεσιακής δομής για τις δύο χρονικές στιγμές πριν και μετά.

Το μακρογεγονός, λοιπόν, που περιγράφει την ανάγνωση από την κύρια μνήμη, αποτελείται από μία αλληλουχία γεγονότων, τα οποία πρέπει να εκτελεστούν με συγκεκριμένη σειρά, προκειμένου να φτάσουμε στην επιθυμητή τελική κατάσταση του συστήματος, δηλαδή η κατάσταση κατά την οποία ένας Καταχωρητής γενικής χρήσης R της CPU περιέχει τα δεδομένα μια θέσης της Κύριας Μνήμης (DRAM) με συγκεκριμένη διεύθυνση.

Χαρακτηριστικές σχέσεις που χρησιμοποιούνται στη μετασηματιστική δομή είναι οι εξής:

- *Έχει γεγονός*: Η σχέση αυτή χρησιμοποιείται για να δηλώσει γεγονότα από τα οποία αποτελείται ένα μακρογεγονός (λειτουργία). Κάθε μακρογεγονός έχει ένα σκοπό, ο οποίος για να επιτευχθεί πρέπει το σύστημα να μεταβεί από κατάσταση σε κατάσταση ώσπου το σύστημα αυτό να καταλήξει στην τελική. Ο σκοπός του μακρογεγονότος έχει εκπληρωθεί στην τελική κατάσταση και μόνο. Στο Σχήμα 21 δεν εμφανίζονται αυτές οι σχέσεις για λόγους σχεδιαστικής οικονομίας.



Σχήμα 21. Παράδειγμα εννοιολογικού χάρτη μετασηματιστικής δομής Ειδικού που περιγράφει το μακρογεγονός/λειτουργία ανάγνωσης από διεύθυνση κύριας μνήμης.

- *Προκαλεί/Προκαλείται*: Η σχέση αυτή εκφράζει την αιτιότητα μεταξύ γεγονότων. Οι αιτιακές αυτές σχέσεις είναι και χρονικές.

- *Προηγείται/Έπεται*: Η σχέση αυτή δηλώνει ότι ένα γεγονός ενός μακρογεγονότος προηγείται ή έπεται χρονικά ενός άλλου. Δηλαδή, για να συμβεί αυτό το γεγονός θα πρέπει να προηγηθεί κάποιο άλλο γεγονός χωρίς απαραίτητα να προκαλείται από αυτό.

Τα γεγονότα που εμπλέκονται στην αναπαράσταση της μετασχηματιστικής δομής έχουν χρονική και/ή αιτιακή σχέση μεταξύ τους. Χρονική έχουν όλα μεταξύ τους, γιατί εκτελούνται σειριακά, και αιτιακή έχουν εκείνα που το ένα προκαλεί το άλλο και υλοποιούνται με τα σήματα που παράγει η μονάδα ελέγχου της κεντρικής μονάδα επεξεργασίας (CPU). Οι χρονικές σχέσεις αναπαρίστανται ως σχέσεις «προηγείται/έπεται» ενώ οι αιτιακές ως σχέσεις «προκαλεί/προκαλείται». Αυτό σημαίνει ότι κατά την περιγραφή ενός μακρογεγονότος θα πρέπει πέρα από τη δήλωση των γεγονότων του, τα οποία σχετίζονται με το μακρογεγονός με μερωνυμικές σχέσεις τύπου Γεγονός – Δραστηριότητα (Πίνακας 3, Ενότητα 5.3), να αναπαρασταθούν και οι χρονικές/αιτιακές σχέσεις που τα συνδέουν.

7.2.3 Αναπαράσταση Τελεολογικής Δομής Ειδικού

Στην προσπάθεια αναπαράστασης της τελεολογικής δομής που αφορά σκοπούς που επιτυγχάνονται από ένα Υπολογιστικό Σύστημα, ως βασικός σκοπός ενός τέτοιου συστήματος θεωρήθηκε η *Εκτέλεση Εφαρμογών με υψηλή ταχύτητα και χαμηλό κόστος*. Δηλαδή, ένα υπολογιστικό σύστημα σχεδιάστηκε επειδή υπήρξε η ανάγκη εκτέλεσης εφαρμογών γρήγορα και όσο το δυνατόν φθηνότερα. Η *εκτέλεση εφαρμογών*, με τη σειρά της έχει διάφορους υποσκοπούς, όπως την *εκτέλεση εντολών* και την *αποθήκευση/ανάγνωση προγράμματος* (Σχήμα 24). Η τελεολογική δομή αναπαρίσταται ως μια ιεραρχία σκοπών/υποσκοπών με την χρήση εννοιολογικής χαρτογράφησης.

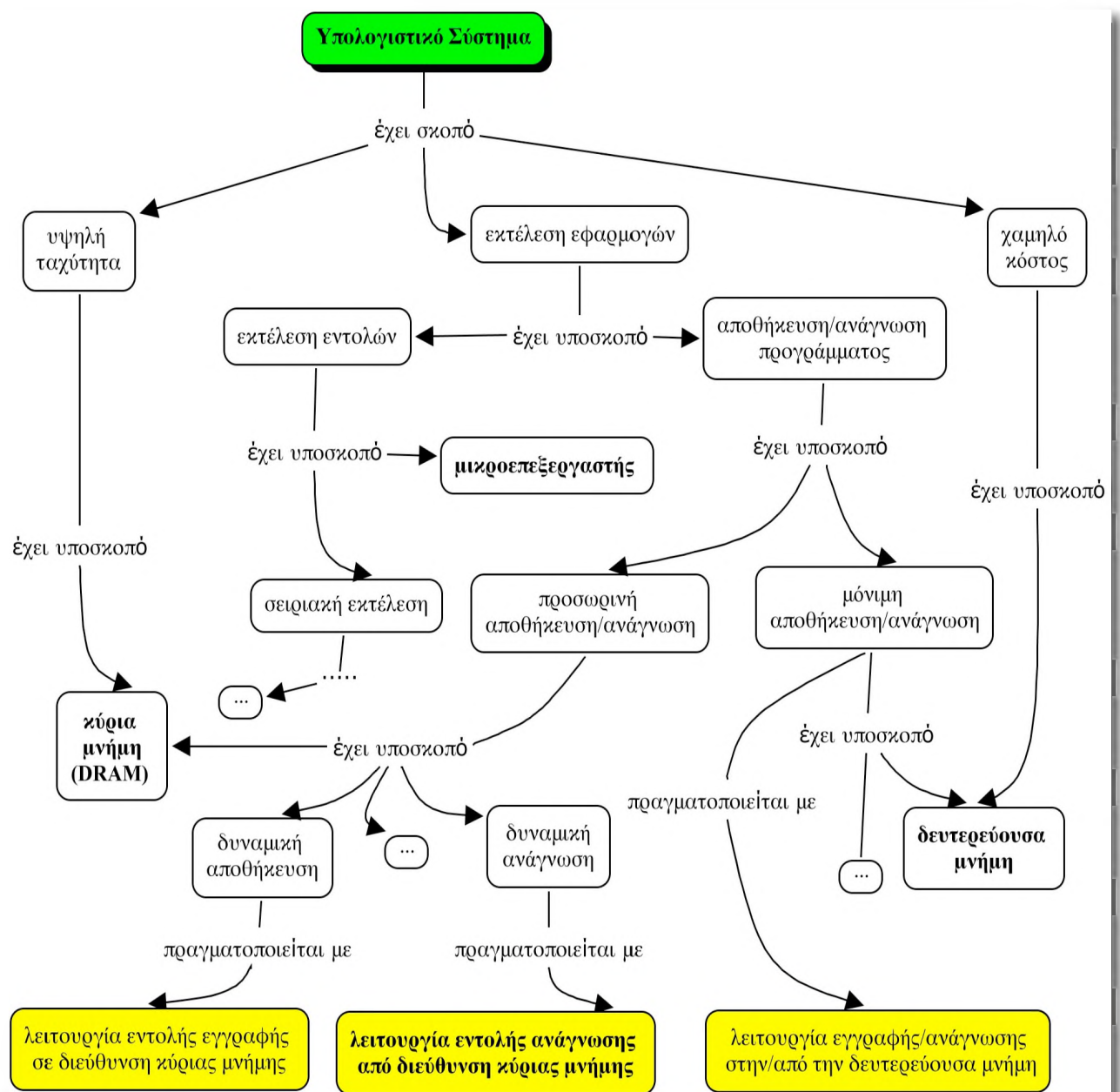
Ορισμένες σχέσεις που χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση της δομής είναι οι εξής:

- *έχει σκοπό ή υποσκοπό*: Η σχέση αυτή χρησιμοποιείται για να δηλωθεί ο σκοπός μιας συγκεκριμένης οντότητας ή ο υποσκοπός που πρέπει να επιτευχθεί με στόχο την επίτευξη του απώτερο σκοπού. Σχέσεις αυτού του τύπου βρίσκονται στα ανώτερα επίπεδα της ιεραρχίας του τεχνικού συστήματος και συνδέουν μία οντότητα με μία άλλη, δηλώνοντας ότι η δεύτερη οντότητα αποτελεί το σκοπό της πρώτης.
- *Πραγματοποιείται με*: Η σχέση αυτού του τύπου είναι η σχέση εκείνη που συνδέει την τελεολογική με τη μετασχηματιστική δομή αφού οι δύο δομές συσχετίζονται.

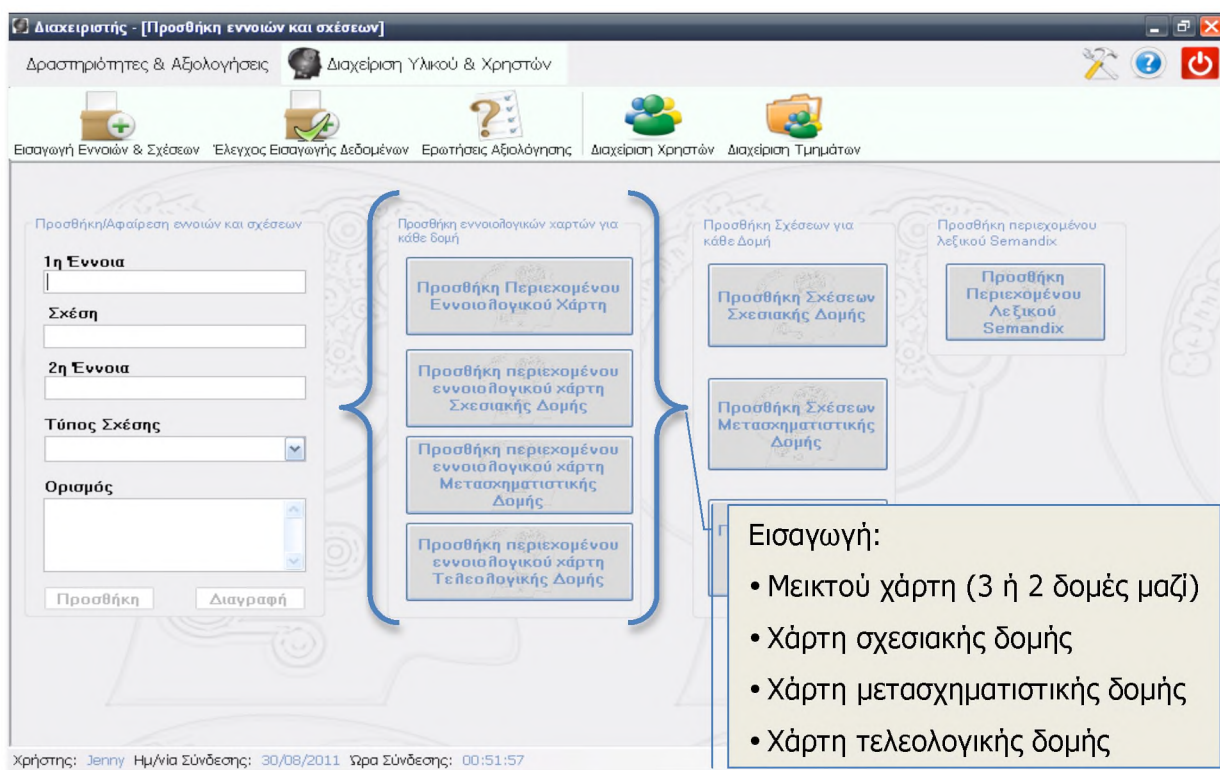
Στο Σχήμα 22 τονίζονται τα μακρογεγονότα του συστήματος, μέσω των οποίων εκπληρώνονται οι σκοποί/υποσκοποί του, π.χ. η *δυναμική ανάγνωση*, πραγματοποιείται με το

μακρογεγονός «λειτουργία εντολής ανάγνωσης από DRAM», του οποίου η μετασηματιστική δομή περιγράφηκε στην ενότητα 7.2.2 (Σχήμα 21).

Στην Εικόνα 36 φαίνεται ο τρόπος εισαγωγής μεμονωμένων χαρτών στη βάση του Semandix που αφορούν σε κάποια από τις τρεις δομές όπως τα παραδείγματα που περιγράφηκαν στην ενότητα αυτή, αλλά και μεικτών χαρτών που αναπαριστούν και τις τρεις δομές μαζί, οι δύο εξ αυτών. Για τον εμπλουτισμό του Semandix κατασκευάστηκαν και επιπλέον χάρτες ειδικού που αφορούν και άλλα πεδία της Πληροφορικής, παραδείγματα των οποίων παρατίθενται στο Παράρτημα VII.



Σχήμα 22. Παράδειγμα εννοιολογικού χάρτη τελεολογικής δομής ειδικού που περιγράφει τους σκοπούς ενός υπολογιστικού συστήματος.



Εικόνα 36. Εισαγωγή εννοιολογικών χαρτών στη σημασιολογική βάση δεδομένων του Semandix.

7.3 Αξιοποίηση των Εννοιολογικών Χαρτών στη Διδασκαλία

Στις προηγούμενες ενότητες παρουσιάστηκε η προσέγγιση της σημασιολογικής ανάλυσης κειμένων Πληροφορικής με βάση το μοντέλο των Denhière και Baudet μέσω της αναπαράστασης των τριών δομών του με την αξιοποίηση εννοιολογικών χαρτών.

Ξεκινώντας, λοιπόν, αντίστροφα, από την τελεολογική δομή, στην οποία περιγράφεται ένα υπολογιστικό σύστημα οργανωμένο ως προς τους κατασκευαστικούς και λειτουργικούς σκοπούς του, οδηγούμαστε στη μετασχηματιστική δομή (μακρογεγονότα με κίτρινο χρώμα), στην οποία περιγράφονται λεπτομερώς οι επί μέρους λειτουργίες που πρέπει να εκτελεστούν ώστε να επιτευχθούν οι σκοποί/υποσκοποί του συστήματος, καθώς και οι αιτιακές ή χρονικές σχέσεις μεταξύ αυτών. Τέλος, η σχεσιακή δομή περιγράφει τις οντότητες που συμμετέχουν στις λειτουργίες του υπολογιστικού συστήματος (μετασχηματιστική δομή) ώστε να επιτευχθούν οι σκοποί (τελεολογική δομή).

Οι καλοί γνώστες ενός αντικειμένου έχουν πιο πλούσια διασυνδεδεμένα σημασιολογικά δίκτυα από ότι τα άτομα με χαμηλότερη πρότερη γνώση (Derry, 1990) και οι γνωστικές τους δομές έχουν μεγαλύτερη εσωτερική συνοχή (Tweney & Walker, 1990). Οι ειδικοί αναγνωρίζουν, οργανώνουν και διαχειρίζονται την πληροφορία υπό τη μορφή μεγαλύτερων τμημάτων (chunks) (Chase & Simon, 1973; Perkins, 1981), και μπορούν να κάνουν λεπτές

διακρίσεις μεταξύ των πολύ στενά συνδεδεμένων οντοτήτων από ότι οι αρχάριοι (Klausmeier, 1990). Αυτό αποτελεί και απόδειξη ότι ο υψηλός βαθμός συνοχής αποτελεί και σημαντικό στοιχείο στην οικοδόμηση της γνώσης.

Στα πλαίσια της Διδακτικής της Πληροφορικής έχουν χρησιμοποιηθεί δραστηριότητες εννοιολογικής χαρτογράφησης με σκοπό να υποστηριχθεί η μάθηση εννοιών της Πληροφορικής, καθώς επίσης να αξιολογηθεί το γνωστικό υπόβαθρο εκπαιδευόμενων στις έννοιες αυτές (Gouli et al., 2006; Γουλή και άλλοι, 2006).

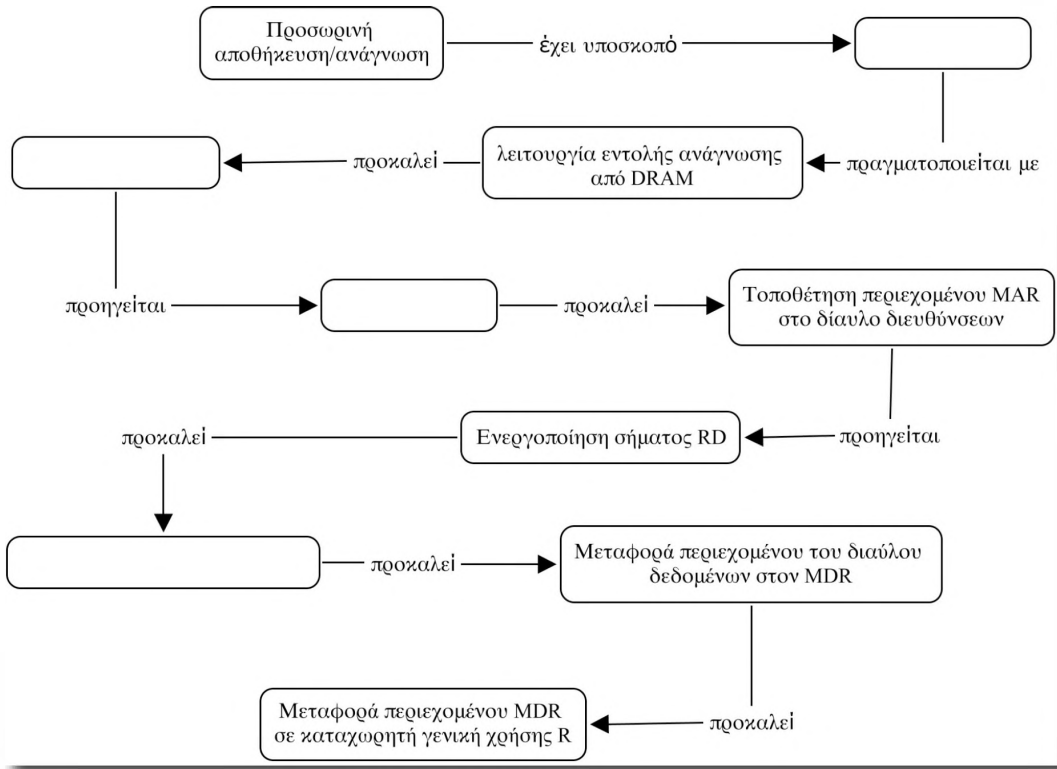
Οι χάρτες που κατασκευάστηκαν, στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής με σκοπό την αναπαράσταση της σχεσιακής, μετασηματιστικής και τελεολογικής δομής του ειδικού, ώστε να χρησιμοποιηθούν για τον εμπλουτισμό της σημασιολογικής βάσης δεδομένων του γνωστικού εργαλείου Semandix, θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν και στη σχεδίαση δραστηριοτήτων εννοιολογικής χαρτογράφησης για τη βαθύτερη κατανόηση εννοιών Πληροφορικής. Πιο συγκεκριμένα, και ανάλογα με το γνωστικό υπόβαθρο των εκπαιδευόμενων, αυτές οι δραστηριότητες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε δοκιμασίες, όπως η κατασκευή εννοιολογικού χάρτη, δραστηριότητες αξιολόγησης/διόρθωσης, επέκτασης ή συμπλήρωσης ενός δοσμένου χάρτη ή συνδυασμού των προηγούμενων (Gouli et al, 2009).

Η μελέτη της επίδρασης δραστηριοτήτων κατασκευής εννοιολογικών χαρτών με βάση το γνωστικό μοντέλο των Denhière & Baudet στην οικοδόμηση των τριών δομών του μοντέλου (Ενότητα 4.4) έδειξε ότι όλοι οι συμμετέχοντες μπορούν να κατασκευάσουν χάρτες σχετικούς με τη σχεσιακή δομή, αφού στις περισσότερες περιπτώσεις οι αναγνώστες κειμένων Πληροφορικής έρχονται σε άμεση επαφή με τη γνώση που αφορά σε αυτή τη δομή. Η μετασηματιστική και τελεολογική δομή των συστημάτων όμως δεν αναφέρονται ρητά ή πλήρως στα κείμενα και, κατά συνέπεια, θα πρέπει να συναχθούν από τους αναγνώστες.

Η βασισμένη στο μοντέλο κατανόησης κειμένου χαρτογράφηση φαίνεται να συνδράμει σε δύο διαφορετικά επίπεδα:

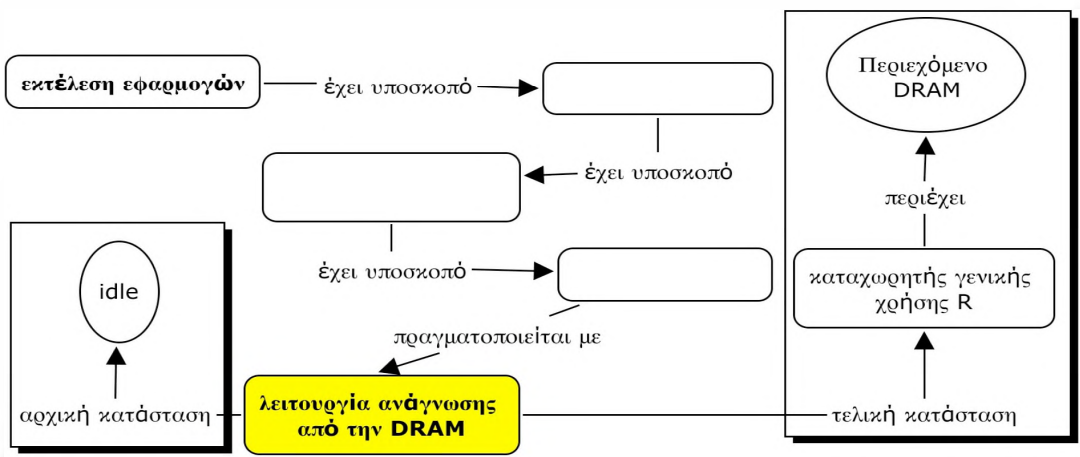
1. Το πρώτο επίπεδο αφορά εκπαιδευόμενους, οι οποίοι έχουν βαθύτερη γνώση των εννοιών και αποδίδουν ικανοποιητικά ακόμη και στην τελεολογία. Σε αυτή την περίπτωση προτείνεται η χρήση πλήρων εννοιολογικών χαρτών, που να περιλαμβάνουν, δηλαδή, και τις τρεις δομές του μοντέλου, προς συμπλήρωση και/ή διόρθωση (Σχήμα 23).
2. Το δεύτερο επίπεδο αφορά εκπαιδευόμενους, οι οποίοι έχουν επιφανειακή κατανόηση βασικών εννοιών και αναπαριστούν ικανοποιητικά τις σχέσεις μεταξύ εννοιών που αφορούν τη μικροδομή, αλλά όχι την τελεολογία. Σε αυτή την περίπτωση θα μπορούσαν να

χρησιμοποιηθούν χάρτες που αναπαριστούν τη μετασηματιστική δομή ενός μακρογεγονότος σε συνδυασμό με τη σχεσιακή δομή που περιγράφει την αρχική και τελική κατάσταση, πριν και μετά το μακρογεγονός, και να επεκταθούν ως προς την τελεολογική δομή που αφορά τους υποσκοπούς του μακρογεγονότος (Σχήμα 24).



Προτεινόμενες έννοιες συμπλήρωσης: RAM, Περιεχόμενο DRAM, Τοποθέτηση διεύθυνσης στον MAR, στατική ανάγνωση, τοποθέτηση περιεχομένου μνήμης DRAM στο διάλυο δεδομένων, τοποθέτηση περιεχομένου μνήμης SRAM στον διάλυο διευθύνσεων, ενεργοποίηση απομονωτών, ενεργοποίηση πολυπλέκτη, ενεργοποίηση σήματος WD, στατική αποθήκευση, ενεργοποίηση απομονωτών, δυναμική αποθήκευση.

Σχήμα 23. Χάρτης προτεινόμενων εννοιών συμπλήρωσης και των τριών δομών, σχεσιακής (τελική κατάσταση), μετασηματιστικής (γεγονότα), τελεολογικής (υποσκοπού).



Σχήμα 24. Χάρτης επέκτασης τελεολογικής δομής της λειτουργίας ανάγνωσης από κύρια μνήμη (DRAM).

Πρόταση Αξιοποίησης του Semandix στη Διδασκαλία της Πληροφορικής

Μετά τη σχεδίαση και υλοποίηση του γνωστικού εργαλείου Semandix αναγκαία είναι η μελέτη της χρήσης του στην εκπαιδευτική διαδικασία. Στο πλαίσιο, λοιπόν, της παρούσας διατριβής προτείνεται σενάριο διδασκαλίας διδακτικής ενότητας στο γνωστικό αντικείμενο της Πληροφορικής με την αξιοποίηση του Semandix. Για το σκοπό αυτό στο παρόν κεφάλαιο περιγράφονται αρχικά όροι σχετικοί με τη διδακτική, όπως η ανατροφοδότηση και η αξιολόγηση. Πιο αναλυτικά, στην ενότητα 8.1 περιγράφονται οι βασικές αρχές και οι τύποι της αξιολόγησης και ανατροφοδότησης στην εκπαιδευτική διαδικασία. Στην ενότητα 8.2 περιγράφονται τα σενάρια διδασκαλία με την υποστήριξη γνωστικών εργαλείων, ενώ στην 8.3 παρουσιάζεται η γενική δομή ενός τέτοιου σεναρίου. Στη συνέχεια και στην ενότητα 8.4 προτείνεται η αξιοποίηση του Semandix στην εκπαιδευτική διαδικασία και παρουσιάζεται παράδειγμα σεναρίου διδασκαλία στο γνωστικό αντικείμενο της Πληροφορικής και, ειδικότερα, στο αντικείμενο της *Ιεραρχίας Μνήμης Υπολογιστή*. Τέλος, στην ενότητα 8.5 αναλύονται τα συμπεράσματα της χρήσης του Semandix στην εκπαιδευτική διαδικασία.

8.1 Αξιολόγηση και Ανατροφοδότηση στην Εκπαιδευτική Διαδικασία

Ο όρος αξιολόγηση του εκπαιδευόμενου αναφέρεται στη *συστηματικά οργανωμένη και συνεχή διαδικασία ελέγχου* του βαθμού, στον οποίο κατακτώνται από τους εκπαιδευόμενους οι σκοποί και οι στόχοι που επιδιώκεται να επιτευχθούν στο πλαίσιο της μαθησιακής διαδικασίας (ΥπεΠΘ-ΚΕΕ, 1999).

8.1.1 Βασικές Αρχές και Τύποι Αξιολόγησης

Οι βασικοί τύποι αξιολόγησης και διάγνωσης της οικοδόμησης γνώσης του αναγνώστη ενός κειμένου συνοψίζονται στους παρακάτω:

- *Διαγνωστική Αξιολόγηση (diagnostic evaluation)*: Δοκιμασίες που αποσκοπούν στο να προσδιορίσουν το γνωστικό υπόβαθρο των εκπαιδευόμενων σε έναν ορισμένο γνωστικό αντικείμενο, προκειμένου να προσαρμοστεί κατάλληλα η εκπαιδευτική διαδικασία.
- *Διαμορφωτική Αξιολόγηση (formative evaluation)*: Αποσκοπεί στον έλεγχο της πορείας του εκπαιδευόμενου προς την κατάκτηση συγκεκριμένου εκπαιδευτικού στόχου και την ενδεχόμενη τροποποίηση του προγράμματος/μεθόδων διδασκαλίας.
- *Αθροιστική Αξιολόγηση (summative evaluation)*: Συνολική εκτίμηση του τί επιτεύχθηκε σε σύγκριση με το στόχο που είχε αρχικά καθοριστεί.

Η βασική λειτουργία της αξιολόγησης είναι παιδαγωγική και αποσκοπεί στη διάγνωση των διδακτικών καταστάσεων και στην ανατροφοδότηση των ατόμων που ενέχονται σε αυτές. Το περιεχόμενο της αξιολόγησης πρέπει να βρίσκεται σε άμεση αντιστοιχία με τους σκοπούς και το περιεχόμενο της διδασκαλίας για να εξασφαλίζεται η εγκυρότητα της αξιολόγησης. Τα εργαλεία και οι διαδικασίες της αξιολόγησης πρέπει να διακρίνονται από αντικειμενικότητα, αξιοπιστία και πρακτικότητα.

8.1.2 Γνωστικές Διεργασίες προς Αξιολόγηση

Ο Mayer (2002), βασιζόμενος στην κατηγοριοποίηση που προτείνει ο Bloom, ορίζει έξι κατηγορίες γνωστικών διεργασιών:

- *Ανάκληση (Remember)*: Αφορά τις διεργασίες της αναγνώρισης (recognizing) και της ανάκλησης (recalling).
- *Κατανόηση (Comprehend)*: Αφορά τις διεργασίες της απόδοσης μιας πληροφορίας σε κάποια μορφή διαφορετική από αυτή που παρουσιάζεται (interpreting), της επεξήγησης μέσω παραδειγμάτων (exemplifying), της ταξινόμησης σε συγκεκριμένες κατηγορίες (classifying), της σύνοψης (summarizing), της εξαγωγής συμπερασμών (inferring), και της σύγκρισης για τον εντοπισμό ομοιοτήτων και διαφορών (comparing).
- *Εφαρμογή (Apply)*: Αφορά τις διεργασίες της εκτέλεσης (executing) και της υλοποίησης (implementing) μιας συγκεκριμένης διαδικασίας.
- *Ανάλυση (Analyse)*: Αφορά τις διεργασίες της διάκρισης σημαντικών στοιχείων από λιγότερα σημαντικά (differentiating), της οργάνωσης διαφόρων τμημάτων σε ένα σύνολο (organizing), και της απόδοσης/παρουσίασης (attributing) μιας έννοιας/άποψης χρησιμοποιώντας στοιχεία του εκπαιδευτικού υλικού.
- *Αξιολόγηση (Evaluate)*: αφορά στις διεργασίες του ελέγχου (checking) και της κρίσης (critiquing) ενός προϊόντος ή μιας διαδικασίας.

- *Δημιουργία (Create)*: αφορά στις διεργασίες του σχεδιασμού (planning) για την πραγματοποίηση μιας εργασίας και της παραγωγής (producing) ενός προϊόντος.

Η ταξινόμια του Bloom αναφέρεται σε τρεις τομείς: το γνωστικό, το συναισθηματικό και τον ψυχοκινητικό, οι οποίοι είναι ενίοτε αλληλεπικαλυπτόμενοι. Η ταξινόμηση προτείνει την ιεραρχία επιπέδων (κατηγοριών), όπως φαίνεται παραπάνω, τονίζοντας ότι θα πρέπει να κατέχει κανείς πολύ καλά το ένα επίπεδο για να προχωρήσει στο επόμενο.

Το γνωστικό εργαλείο Semandix αξιολογεί και ανατροφοδοτεί το γνωστικό τομέα που περιλαμβάνει στόχους γνώσης και κατανόησης. Οι στόχοι αυτοί αναφέρονται στην ικανότητα ανάκλησης γνώσης και άρτιας παρουσίασης της από τους εκπαιδευόμενους μετά από μία εκπαιδευτική παρέμβαση, καθώς επίσης και στη συνειδητοποίηση της πολυπλοκότητας και αλληλοσυσχέτισης των εννοιών ενός γνωστικού αντικείμενου. Αυτοί οι στόχοι, επιπλέον, σχετίζονται με την ανάπτυξη, μακροπρόθεσμα, των γνωστικών δεξιοτήτων των εκπαιδευομένων να ‘μάθουν πως να μαθαίνουν’.

8.1.3 Τύποι Ανατροφοδότησης

Η ανατροφοδότηση θεωρείται αναπόσπαστο μέρος της διαδικασίας της αξιολόγησης και βοηθάει τους εκπαιδευόμενους να κρίνουν το επίπεδο μάθησης, να διαπιστώσουν ενδεχόμενες παρανοήσεις και να καθορίσουν το επίπεδο επίδοσης στο οποίο στοχεύουν.

Η ανατροφοδότηση πρέπει να περιλαμβάνει δύο τύπους πληροφορίας:

- Επιβεβαίωση της ορθότητας ή μη της απάντησης του εκπαιδευόμενου
- Υποδείξεις προς την ορθή απάντηση.

Οι υποδείξεις μπορεί να είναι κάποια πληροφορία, που παρέχει το πλαίσιο στο οποίο ο εκπαιδευόμενος μπορεί να βασιστεί για την εξαγωγή της απάντησης, προκειμένου να διορθώσει τη μη ορθή απάντησή του ή υποδείξεις σχετικές με το θέμα, που παρέχουν στον εκπαιδευμένο πολύ συγκεκριμένες πληροφορίες για το συγκεκριμένο θέμα που διαπραγματεύεται η ερώτηση/δραστηριότητα. Οι υποδείξεις αυτές κατευθύνουν τον εκπαιδευόμενο προς την ορθή απάντηση αλλά δεν κάνουν καμία νύξη για τις λανθασμένες απαντήσεις, και σχετικές με την απάντηση, που παρέχουν πληροφορίες τόσο για την ορθή όσο και για τις λανθασμένες απαντήσεις. Αν ο εκπαιδευόμενος δώσει μία λανθασμένη απάντηση τότε παρέχεται εξήγηση, γιατί η συγκεκριμένη απάντηση είναι λανθασμένη και ποια θα έπρεπε να είναι η ορθή απάντηση.

8.2 Σενάρια Διδασκαλίας με την Υποστήριξη Γνωστικών Εργαλείων

Ένα σενάριο διδασκαλίας ή διδακτικό/εκπαιδευτικό σενάριο (educational scenario/script) αποτελεί ένα ολοκληρωμένο μαθησιακό πλαίσιο· έναν δομημένο τρόπο οργάνωσης της διδασκαλίας που περιλαμβάνει διαδοχικά βήματα με στόχο την οικοδόμηση της γνώσης. Σε όρους Πληροφορικής, ένα σενάριο διδασκαλίας αποτελεί τον αλγόριθμο για την επίτευξη των στόχων της διδακτικής πράξης και της μαθησιακής διαδικασίας. Το σενάριο διδασκαλίας αναφέρεται σε ένα ή περισσότερα γνωστικά αντικείμενα, βασίζεται σε συγκεκριμένη παιδαγωγική προσέγγιση, περιλαμβάνει συγκεκριμένους και σαφώς διατυπωμένους διδακτικούς στόχους, δραστηριότητες για τους εκπαιδευόμενους και ρόλο για τον εκπαιδευτή και, στην περίπτωση που υποστηρίζεται από τις Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ), αξιοποιεί εκπαιδευτικά εργαλεία, όπως το λογισμικό, ή άλλες ψηφιακές τεχνολογίες. Ένα σενάριο διδασκαλίας περιγράφει, ουσιαστικά, τη διαδικασία σχεδίασης ενός μαθήματος και συνδέει τους σκοπούς, τους στόχους και το περιεχόμενο του προγράμματος σπουδών με την καθημερινή διδακτική πράξη (Ντρενογιάννη & Πριμεράκης, 2008).

Τα σενάρια διδασκαλίας με την υποστήριξη γνωστικών εργαλείων βασίζονται κυρίως στο στάδιο των μαθησιακών δραστηριοτήτων, αλλά και στο στάδιο της αξιολόγησης. Οι μαθησιακές δραστηριότητες αποτελούν συνήθως αυτόνομες δραστηριότητες με τον υπολογιστή, τις οποίες υλοποιεί ο εκπαιδευόμενος με βάση το φύλλο εργασίας που του δίνεται και σύμφωνα με τις οδηγίες του εκπαιδευτή. Πολλές φορές είναι δραστηριότητες που έχει ήδη δημιουργήσει ο εκπαιδευτής και ο εκπαιδευόμενος τις χειρίζεται και τις τροποποιεί. Οι δραστηριότητες μπορεί να αποτελούν και τμήματα ολοκληρωμένων πακέτων εκπαιδευτικού λογισμικού, όπως αυτών που είναι διαθέσιμα στο σύνδεσμο εκπαιδευτικό υποστηρικτικό υλικό Γυμνασίου και Δημοτικού του δικτυακού τόπου του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου (<http://www.pi-schools.gr/>). Εφαρμογές εκπαιδευτικού λογισμικού ως εκπαιδευτικό υλικό που καλύπτει μια θεματική ενότητα ενός γνωστικού αντικείμενου ή ένα γνωστικό αντικείμενο μιας τάξης έχουν αναπτυχθεί για πολλά θεματικά πεδία και βαθμίδες της εκπαίδευσης. Πολλές φορές, όμως, το αναφερόμενο ως εκπαιδευτικό λογισμικό δεν ικανοποιεί τις αρχές που θέτει ο ορισμός του.

Εκπαιδευτικό λογισμικό θεωρείται το λογισμικό που ακολουθεί ή υποστηρίζει συγκεκριμένη παιδαγωγική θεώρηση, υποδεικνύει ή υλοποιεί διδακτικούς στόχους, ενσωματώνει ή υποστηρίζει αλληλεπιδραστικές μαθησιακές δραστηριότητες, περιλαμβάνει διεπαφές και αλληγορίες με παιδαγωγική σημασία, και στοχεύει σε συγκεκριμένα μαθησιακά και παιδαγωγικά αποτελέσματα αξιοποιώντας τα ιδιαίτερα τεχνολογικά χαρακτηριστικά του.

Έχουν γίνει πολλές προσπάθειες για την κατηγοριοποίηση του εκπαιδευτικού λογισμικού με

στόχο τη βέλτιστη αξιοποίησή του στη διδακτική πράξη, χωρίς όμως ιδιαίτερη σκοπιμότητα ή αποτελεσματικότητα ως προς την υλοποίηση μαθησιακών δραστηριοτήτων (Hokanson & Hooper, 2004). Τα εκπαιδευτικά λογισμικά κατηγοριοποιούνται ως προς:

1. *Θεωρητική προσέγγιση – παιδαγωγική θεώρηση στην οποία βασίζεται η σχεδίαση τους:* Όσον αφορά την παιδαγωγική θεώρηση, το εκπαιδευτικό λογισμικό βασίζεται και αξιοποιεί παιδαγωγικές αρχές που απορρέουν από αυτή. Μια συγκεκριμένη και σαφής παιδαγωγική προσέγγιση υποστηρίζει σενάρια διδασκαλίας, υποδεικνύει τον τύπο των μαθησιακών δραστηριοτήτων και οδηγεί σε ένα συνεπές, σε όλη του την έκταση, περιβάλλον εργασίας.
2. *Τις τεχνολογίες, τις οποίες αξιοποιεί και διαχειρίζεται το λογισμικό:* Όσον αφορά τις τεχνολογίες, η εμφάνιση ποικιλίας εργαλείων ανάπτυξης λογισμικού παρέχει τη δυνατότητα ακόμη και σε μη ειδικούς να σχεδιάσουν και να υλοποιήσουν εκπαιδευτικές εφαρμογές διαφόρων τεχνολογικών προσεγγίσεων, όπως υπερμεσικά περιβάλλοντα.
3. *Το βαθμό παρέμβασης και δράσης του χρήστη:* Η αδυναμία οποιουδήποτε τύπου τροποποίησης από τον μαθητή ή τον εκπαιδευτικό αναφέρεται σε *λογισμικό κλειστού τύπου*, ενώ η δυνατότητα παρέμβασης υλοποιείται στα προϊόντα *λογισμικού ανοικτού τύπου*.

Η ουσιαστική συνεισφορά των εκπαιδευτικών λογισμικών εντοπίζεται στον τρόπο χρήσης και αξιοποίησής του στη διδακτική πράξη. Ο τύπος των μαθησιακών δραστηριοτήτων που σχεδιάζει ο εκπαιδευτής και υλοποιεί ο εκπαιδευόμενος με ένα εκπαιδευτικό λογισμικό περιλαμβάνει την παιδαγωγική, αλλά και τεχνολογική θεώρηση του εκπαιδευτή. Με τον τρόπο αυτό προσφέρεται ευελιξία στον εκπαιδευτικό και τον εκπαιδευόμενο για τη δημιουργία εκπαιδευτικού υλικού με τα χαρακτηριστικά των γνωστικών εργαλείων και κύριο στόχο την ανάπτυξη κριτικής σκέψης και την οικοδόμηση γνώσης.

8.3 Η δομή ενός σεναρίου διδασκαλίας

Η δομή ενός σεναρίου διδασκαλίας περιλαμβάνει τα παρακάτω τμήματα (Hotchalk Lesson Plans Page, 2010; The Educator's reference Desk, 2003; Τζίμας, 2009):

Τίτλος. Περιγράφει συνοπτικά το θέμα του σεναρίου. Εμπλεκόμενα γνωστικά αντικείμενα. Παρουσιάζονται τα γνωστικά αντικείμενα στα οποία αναφέρεται το σενάριο.

Πρωτοτυπία. Περιγράφονται καινοτομίες ή στοιχεία πρωτοτυπίας που αξιοποιεί το σενάριο. Αυτά μπορεί να αφορούν το διαφορετικό τρόπο προσέγγισης του θέματος και αναφέρονται στον ιδιαίτερο τρόπο αξιοποίησης των γνωστικών εργαλείων και στην προστιθέμενη αξία που επιφέρουν σε σχέση με άλλες μεθόδους διδασκαλίας.

Τάξη αναφοράς. Αναφέρεται η τάξη ή οι τάξεις στις οποίες απευθύνεται το σενάριο.

Παιδαγωγική προσέγγιση. Αναφέρεται η παιδαγωγική προσέγγιση στην οποία βασίζεται το σενάριο. Περιγράφονται στοιχεία του θεωρητικού μοντέλου που υλοποιεί το σενάριο. Η δομή των σεναρίων διδασκαλίας και η μαθητοκεντρική προσέγγισή τους με συγκεκριμένους ρόλους για τους εκπαιδευόμενους και τον εκπαιδευτή υποδηλώνουν, συνήθως, κάποιον τύπο των θεωριών οικοδόμησης γνώσης (κονστрукτιβιστικές θεωρίες). Αρχές αυτής της προσέγγισης που μπορεί να ακολουθεί το σενάριο είναι οι προτεινόμενες από τον Jonassen (1994), που μπορεί να αποτελέσουν και στοιχεία της πρωτοτυπίας του σεναρίου:

- Παροχή πολλαπλών αναπαραστάσεων της πραγματικότητας και αποφυγή της υπεραπλούστευσης αναπαριστώντας τη φυσική πολυπλοκότητα του κόσμου
- Έμφαση στην οικοδόμηση και όχι στην αναπαραγωγή της γνώσης
- Παρουσίαση αυθεντικών μαθησιακών έργων βασισμένων σε πραγματικές καταστάσεις
- Ενίσχυση πρακτικών αναστοχασμού
- Υποστήριξη συνεργατικής οικοδόμησης της γνώσης μέσω κοινωνικής διαπραγμάτευσης.

Συμβατότητα με το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών. Γίνεται σαφής σύνδεση των διδακτικών στόχων του σεναρίου με σημεία του αναλυτικού προγράμματος του γνωστικού αντικειμένου.

Διδακτικοί στόχοι. Περιγράφονται με σαφήνεια οι διδακτικοί στόχοι του σεναρίου. Μπορεί να αναφέρονται και τα αναμενόμενα αποτελέσματα. Παρουσιάζονται οι διδακτικοί στόχοι ως προς το θέμα και το γνωστικό ή τα γνωστικά αντικείμενα, αλλά και ως προς τη μαθησιακή διαδικασία γενικότερα. Αναφέρονται επίσης διδακτικοί στόχοι ως προς τη χρήση της τεχνολογίας, οι οποίοι αφορούν τις δεξιότητες που αναπτύσσονται και χρησιμοποιούνται.

Εκτιμώμενη διάρκεια. Αναφέρεται η συνολική, εκτιμώμενη χρονική διάρκεια του σεναρίου. Ενδείκνυται να εκτιμάται η χρονική διάρκεια κάθε σταδίου του σεναρίου και, κυρίως, κάθε μαθησιακής δραστηριότητας.

Οργάνωση διδασκαλίας. Περιγράφεται ο τρόπος εργασίας (εξατομικευμένη ή σε ομάδες μαθητών) και η απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή (υπολογιστές και άλλος εξοπλισμός, εργαστήριο ή τάξη, Διαδίκτυο, προϊόντα λογισμικού, προπαρασκευαστικές ενέργειες, κ.λπ.).

Ρόλοι. Αναφέρονται οι ρόλοι και οι ενέργειες των μαθητών, των ομάδων των μαθητών και του εκπαιδευτικού, καθώς και ο τρόπος αλληλεπίδρασής τους.

Μαθησιακές δραστηριότητες – φύλλα εργασίας. Περιγράφονται οι μαθησιακές δραστηριότητες που βασίζονται στην επιλεγμένη παιδαγωγική προσέγγιση και ικανοποιούν τους διδακτικούς

στόχους. Αποτυπώνονται, συνήθως, με τη μορφή φύλλων εργασίας, τα οποία αποτελούν οδηγό για τον μαθητή και τον εκπαιδευτικό, οργανώνουν τη διαδικασία και εστιάζουν το ενδιαφέρον των μαθητών στους διδακτικούς στόχους.

Αξιολόγηση. Περιλαμβάνονται διαδικασίες αποτίμησης του σεναρίου, της διδασκαλίας και της μαθησιακής διαδικασίας. Δημιουργούνται φύλλα αξιολόγησης για τους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς. Η αξιολόγηση, αν και αφορά τα μαθησιακά αποτελέσματα, περιλαμβάνει στάσεις και απόψεις.

Επεκτασιμότητα. Παρουσιάζονται προτάσεις επέκτασης του σεναρίου. Οι προτάσεις μπορεί να αφορούν διαφορετικούς διδακτικούς στόχους, νέες μαθησιακές δραστηριότητες, διαφορετικά θέματα του γνωστικού ή των γνωστικών αντικειμένων, ή άλλα γνωστικά αντικείμενα. Μπορεί, επίσης, να αφορούν άλλες εφαρμογές και δεξιότητες στη χρήση του χρησιμοποιούμενου λογισμικού. Τα προϊόντα λογισμικού που παρέχουν την ευελιξία για την επέκταση του σεναρίου διδασκαλίας είναι τα προϊόντα λογισμικού γενικής χρήσης, τα ελεύθερα και τα ανοικτού κώδικα.

Η σχεδίαση και η ανάπτυξη ενός σεναρίου διδασκαλίας αποτελεί μια κυκλική διαδικασία, η οποία περιλαμβάνει ορισμένα βασικά στάδια. Η διαδικασία είναι κυκλική, αφού το σενάριο μπορεί διαρκώς να τροποποιείται, να επεκτείνεται, ή να βελτιώνεται, ιδιαίτερα μετά από τα στάδια της εφαρμογής και της αξιολόγησής του.

8.4 Αξιοποίηση του Semandix στην Εκπαιδευτική Διαδικασία

Τα περισσότερα κείμενα διδακτικών βιβλίων εστιάζουν στη σχεσιακή δομή, δηλαδή στην περιγραφή των μονάδων υπολογιστικών συστημάτων, λιγότερο στη μετασηματιστική δομή, δηλαδή στον τρόπο που αυτές λειτουργούν και ακόμα λιγότερο ή σχεδόν καθόλου στην τελεολογική. Από παιδαγωγικής σκοπιάς, λοιπόν, ένα εργαλείο σαν το Semandix θα μπορούσε πέρα από την αξιολόγηση και διάγνωση απαντήσεων ελεύθερου κειμένου και εννοιολογικών χαρτών να αξιοποιηθεί ως βοηθητικό εργαλείο για εκπαιδευόμενους γνωστικών αντικειμένων της Πληροφορικής. Μέσα από τη διαδικασία αξιολόγησης ανοιχτού κειμένου και εννοιολογικών χαρτών οι χρήστες θα έχουν την δυνατότητα επανεξέτασης του επιπέδου κατανόησης τους και ανακατεύθυνσης στη δομή εκείνη του μοντέλου την οποία δεν έχουν εις βάθος εμπεδώσει.

Το Semandix ως γνωστικό εργαλείο συνδυάζει τα πλεονεκτήματα διαφορετικών ειδών εργαλείων, όπως εκείνο των βάσεων δεδομένων και της εννοιολογικής χαρτογράφησης. Με αυτόν τον τρόπο και σύμφωνα με τα στάδια της μαθησιακής διαδικασίας που παρουσιάζονται στην ενότητα 2.2 (Jonassen, 2000) το εργαλείο αυτό μπορεί και συνδυάζει διαφορετικούς ρόλους, όπως εκείνον:

- Του εργαλείου σημασιολογικής οργάνωσης μέσω της εννοιολογική χαρτογράφηση.
- Του ερμηνευτικού εργαλείου και του εργαλείου οικοδόμησης γνώσης, αφού βασίζεται σε σημασιολογική βάση δεδομένων οργανωμένη σύμφωνα με μοντέλο κατανόησης κειμένου, το οποίο περιγράφει την οικοδόμηση γνώσης του αναγνώστη.
- Του εργαλείου επικοινωνίας αφού δίνει τη δυνατότητα επικοινωνίας και κοινωνικής γνωμάτευσης μεταξύ ομότιμων και όχι μόνο μελών της εκπαιδευτική κοινότητας.

Έτσι, το Semandix μπορεί να υποστηρίξει σενάρια διδασκαλίας μέσω δραστηριοτήτων ανοιχτού τύπου και εννοιολογικής χαρτογράφησης και δίνει τη δυνατότητα σε εκπαιδευτές που δεν είναι ειδικοί στην ανάπτυξη λογισμικού να θέσουν ερωτήματα ανοιχτού τύπου και δραστηριότητες χαρτογράφησης στο γνωστικό εργαλείο. Το Semandix μπορεί να θεωρηθεί ως λογισμικό ανοιχτού τύπου, αφού ο εκπαιδευτής μπορεί να εισάγει σημασιολογικό υλικό και με τον τρόπο αυτό να εμπλουτίσει τη σημασιολογική βάση του, ώστε να το χρησιμοποιήσει σε περισσότερες θεματικές ενότητες και πιθανότατα σε διαφορετικά γνωστικά αντικείμενα.

Στις ενότητες 8.4.1 και 8.4.2 περιγράφεται ένα σενάριο διδασκαλίας στο γνωστικό αντικείμενο τις Πληροφορικής με χρήση του Semandix και η υλοποίησή του μέσα στην τάξη με σκοπό να αναδειχθούν τα πλεονεκτήματα και οι πιθανές αδυναμίες του εργαλείου.

8.4.1 Παράδειγμα Σεναρίου Διδασκαλίας με Χρήση του Semandix

Η δομή του σεναρίου διδασκαλίας που παρουσιάζεται στην ενότητα αυτή ως παράδειγμα χρήσης του γνωστικού εργαλείου αναλύεται ως εξής:

Τίτλος: *Κύρια Μνήμη Υπολογιστή.*

Πρωτοτυπία: Χρήση του γνωστικού εργαλείου Semandix και αξιοποίηση του μοντέλου κατανόησης κειμένου των Denhière και Baudet.

Τάξη αναφοράς: Α΄ Τάξη Γενικού Λυκείου

Παιδαγωγική προσέγγιση: Το σενάριο ακολουθεί την οικοδόμηση γνώσης στο πλαίσιο της εννοιολογικής χαρτογράφησης και της χρήσης βάσης δεδομένων με σημασιολογική πληροφορία σχετική με το γνωστικό αντικείμενο. Η αλληλεπίδραση των εκπαιδευόμενων με τη σημασιολογική βάση γνώσης Semandix συμβάλλει στην οικοδόμηση και όχι στην αναπαραγωγή της γνώσης, καλλιεργεί τον αναστοχασμό και υποστηρίζει τη συνεργατική οικοδόμηση της γνώσης μέσα από κοινωνική διαπραγμάτευση και ανατροφοδότηση από ομότιμα μέλη της εκπαιδευτικής κοινότητας καθώς και τον εκπαιδευτή-σύμβουλο.

Συμβατότητα με το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών: Σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα για τη διδασκαλία του μαθήματος ‘Εφαρμογές Πληροφορικής Υπολογιστών’ στην ενότητα 3.2.2 του βιβλίου περιγράφεται αναλυτικά η κεντρική (κύρια) μνήμη του υπολογιστή, η οποία εντάσσεται στο κεφάλαιο 3 που αναφέρεται στο υλικό του υπολογιστή. Για το κεφάλαιο αυτό οι προτεινόμενες ώρες διδασκαλίας είναι δύο (2).

Διδακτικοί στόχοι: Βασικός σκοπός είναι η κατανόηση των εννοιών που είναι σχετικές με την κύρια μνήμη του υπολογιστή.

Αναλυτικότερα ως διδακτικός στόχος ορίζεται η δυνατότητα από τους εκπαιδευόμενους να:

- Να περιγράφουν τη δομή της κύριας μνήμης και να διακρίνουν τα είδη της.
- Να περιγράφουν τις βασικές λειτουργίες της κύριας μνήμης και των ειδών της.
- Να περιγράφουν και να διακρίνουν τους σκοπούς για τους οποίους κατασκευάστηκε η κύρια μνήμη και να διακρίνουν τις διαφορές της κύριας μνήμης με τη δευτερεύουσα.

Επιπλέον, ως προς τη μαθησιακή διαδικασία, επιτυγχάνεται η προώθηση διαδικασιών αναστοχασμού, η ανάπτυξη κριτικής σκέψης, η συνεργασία με κοινωνική διαπραγμάτευση, η αναπαράσταση γνώσης και η ανάπτυξη δεξιοτήτων αναζήτησης.

Εκτιμώμενη διάρκεια: Δύο (2) διδακτικές ώρες

Οργάνωση διδασκαλίας:

- *Πρώτο Στάδιο:* Δίδεται κείμενο στους εκπαιδευόμενους που αφορά την κύρια μνήμη του υπολογιστή.
- *Δεύτερο Στάδιο:* Οι εκπαιδευόμενοι χρησιμοποιώντας ως υποστηρικτικό εργαλείο το σημασιολογικό λεξικό του Semandix απαντούν σε ερωτήσεις ανοιχτού τύπου σχετικά με τη δομή και τη λειτουργία της κύριας μνήμης, και τους σκοπούς που αυτή υποστηρίζει
- *Τρίτο Στάδιο:* Οι εκπαιδευόμενοι χρησιμοποιώντας ως υποστηρικτικό εργαλείο το σημασιολογικό λεξικό του Semandix δημιουργούν ένα δικό τους εννοιολογικό χάρτη με κεντρική έννοια την κύρια μνήμη.
- *Τέταρτο Στάδιο:* Οι εκπαιδευόμενοι στη συνέχεια αξιολογούν τους συνεκπαιδευόμενούς τους και αξιολογούνται από αυτούς και τον εκπαιδευτή τους. Μέσω της ανατροφοδότησης που λαμβάνουν επανεκτιμούν τις απαντήσεις και ξανασχεδιάζουν το χάρτη τους.
- *Πέμπτο Στάδιο:* Οι απαντήσεις και οι εννοιολογικοί χάρτες των εκπαιδευόμενων αξιολογούνται αυτόματα από το σύστημα.

Στο τέλος μέσα στην τάξη γίνεται συζήτηση για τις έννοιες που δυσκόλεψαν τους εκπαιδευόμενους.

Ρόλοι: Κάθε εκπαιδευόμενος εργάζεται αρχικά ατομικά. Στη συνέχεια μέσω του συστήματος οι εκπαιδευόμενοι εργάζονται ομαδικά σε επίπεδο τάξης και έρχονται σε επαφή με τα σχόλια και την ανατροφοδότηση συνεκπαιδευομένων τους και του εκπαιδευτή. Οι ίδιοι γίνονται αξιολογητές των συνεκπαιδευομένων τους. Ο ρόλος του εκπαιδευτή πέρα του αξιολογητή γίνεται πιο ουσιαστικός κατά τη διάρκεια της συζήτησης μέσα στην τάξη μετά ή και κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων.

Μαθησιακές δραστηριότητες – Φύλλα εργασίας: Οι εκπαιδευόμενοι χρησιμοποίησαν το γνωστικό εργαλείο Semandix, για την αναζήτηση εννοιών, την αυτοαξιολόγηση χαρτών που έχουν δημιουργήσει στο λογισμικό SmartTools και την απάντηση σε ερωτήσεις ανοιχτού τύπου. Στη συνέχεια για το συγκεκριμένο σενάριο διδασκαλίας παρατίθενται αναλυτικά το κείμενο που δόθηκε στους εκπαιδευόμενους, το οποίο προήρθε από το κείμενο της ενότητας 3.2.2 του βιβλίου και έχει τροποποιηθεί ώστε να συγκεντρώνει το γνωστικό υλικό σε μικρότερη έκταση και το φύλλο δραστηριοτήτων που περιέχει τις δύο δραστηριότητες του παραπάνω σεναρίου.

Η **κύρια μνήμη** (main memory) αποτελεί άλλο ένα υποσύστημα του υπολογιστή. Είναι μια συλλογή από θέσεις αποθήκευσης, κάθε μία από τις οποίες διαθέτει ένα μοναδικό αναγνωριστικό που ονομάζεται διεύθυνση. Ο συνολικός αριθμός των μοναδικά προσδιορισίμων θέσεων στη μνήμη ονομάζεται χώρος διευθύνσεων (address space). Οι διευθύνσεις μνήμης καθορίζονται με τη χρήση μη προσημασμένων δυαδικών ακέραιων. Υπάρχουν διαθέσιμοι δύο τύποι μνημών η RAM και η ROM.

RAM: Η μνήμη τυχαίας προσπέλασης (Random Access Memory, ή RAM) απαρτίζει το μεγαλύτερο μέρος της κύριας μνήμης σε έναν υπολογιστή. Ο όρος προκαλεί κάποια σύγχυση, γιατί και η μνήμη ROM μπορεί να προσπελαστεί τυχαία. Αυτό που ξεχωρίζει τη RAM από τη ROM είναι ότι η RAM μπορεί να αναγνωστεί και να εγγραφεί από το χρήστη. Ο χρήστης μπορεί να γράψει κάτι στη RAM το οποίο αργότερα έχει τη δυνατότητα να διαγράψει αντικαθιστώντας το απλώς με κάτι άλλο. Άλλο ένα χαρακτηριστικό της RAM είναι ότι είναι “πητική” όταν διακόπτεται η τροφοδοσία του ρεύματος, οι πληροφορίες (πρόγραμμα ή δεδομένα) διαγράφονται. Όταν ο χρήστης θελήσει να επεξεργαστεί δεδομένα, αυτό γίνεται από τη κεντρική μονάδα επεξεργασίας (central processing unit ή CPU) και το αποτέλεσμα αυτής της επεξεργασίας, «γράφεται» επίσης στη μνήμη RAM προσωρινά. Ένα από τα χαρακτηριστικά της RAM είναι το μέγεθός της που μετράται, πλέον σήμερα, σε GB = 1024MB. Έτσι ένας σύγχρονος υπολογιστής διαθέτει από 1 έως 4 GB RAM. Ο τρόπος κατασκευής της είναι ολοκληρωμένα κυκλώματα, τα λεγόμενα chip, τα οποία είναι τυπωμένα πάνω σε μία μικρή κάρτα, που ονομάζεται κάρτα μνήμης. Η τεχνολογία των μνημών RAM διαθέτει δύο μεγάλες κατηγορίες: τη μνήμη SRAM και τη μνήμη DRAM.

...συνέχεια

SRAM: Η τεχνολογία της στατικής RAM (static RAM, ή SRAM) χρησιμοποιεί για την αποθήκευση δεδομένων τις παραδοσιακές διαταθείς πύλες (λέγονται και πύλες φλιπ-φλοπ, έχουν δύο καταστάσεις: 0 και 1). Η SRAM είναι γρήγορη αλλά ακριβή.

DRAM: Η τεχνολογία της δυναμικής RAM (Dynamic RAM, ή DRAM) χρησιμοποιεί πυκνωτές. Οι μνήμες DRAM είναι αργές αλλά φτηνές.

ROM: Τα περιεχόμενα της μνήμης μόνο για ανάγνωση (Read-Only Memory, ή ROM) καθορίζονται από τον κατασκευαστή. Ο χρήστης μπορεί να διαβάσει τη ROM αλλά όχι και να γράψει σε αυτή. Το πλεονέκτημα της είναι ότι είναι μη πτητική. Στη ROM καταγράφονται σημαντικές οδηγίες για τη σωστή λειτουργία του υπολογιστή. Για παράδειγμα στη ROM βρίσκεται το λογισμικό με το όνομα BIOS (Basic Input and Output system). Το λογισμικό αυτό είναι υπεύθυνο για την εκτέλεση ελέγχων κατά την εκκίνηση του υπολογιστή όπως καθοδήγηση του υπολογιστή στο ξεκίνημα λειτουργίας του, έλεγχος περιφερειακών κ.α. Έτσι όταν ανοίγουμε τον Η/Υ πρώτα κάνει τον κατάλληλο αυτοέλεγχο η μνήμη ROM.

PROM: Μια παραλλαγή της ROM είναι η προγραμματιζόμενη μνήμη μόνο για ανάγνωση (Programmable Read-Only Memory, ή PROM). Η μνήμη αυτού του τύπου είναι κενή όταν το κύκλωμα βγαίνει από το εργοστάσιο, και χρησιμοποιείται για την αποθήκευση προγραμμάτων από το χρήστη μέσω ειδικού εξοπλισμού. Όταν τα προγράμματα αποθηκευτούν, η μνήμη λειτουργεί ως ROM και δεν μπορεί να επανεγγραφεί.

EPROM: Μια παραλλαγή της PROM είναι η διαγράψιμη προγραμματιζόμενη μνήμη μόνο για ανάγνωση (Erasable Programmable Read-Only memory, ή EPROM). Μπορεί να προγραμματιστεί από το χρήστη, αλλά μπορεί και να διαγραφεί από μια ειδική συσκευή που εκπέμπει υπεριώδες φως.

EEPROM: Η ηλεκτρονικά διαγράψιμη προγραμματιζόμενη μνήμη μόνο για ανάγνωση (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory, ή EEPROM) αποτελεί μια παραλλαγή της EPROM. Μπορεί να προγραμματιστεί και να διαγραφεί μέσω ηλεκτρονικών παλμών χωρίς να απαιτείται η αφαίρεση της από τον υπολογιστή.

Όπου η ταχύτητα είναι σημαντικός παράγοντας, χρησιμοποιείται μια πολύ μικρή ποσότητα μνήμης υψηλής ταχύτητας. Τέτοιου είδους μνήμη αποτελούν οι καταχωρητές της ΚΜΕ.

Για την αποθήκευση δεδομένων που προσπελάζονται συχνά χρησιμοποιείται μια μεγαλύτερη ποσότητα μνήμης μέσης ταχύτητας. Τέτοιου είδους μνήμη είναι η κρυφή μνήμη (cache memory).

ΦΥΛΛΟ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ

Δραστηριότητα 1

1^ο βήμα: Στο Semandix και στην περιοχή «Ερωτηματολόγιο Ανοιχτού Τύπου» απαντήστε με σύντομο τρόπο στα ερωτήματα:

- Ποιά είναι τα είδη της Κύριας Μνήμης;
- Ποιός είναι ο σκοπός της Κύριας Μνήμης;
- Ποιές είναι οι λειτουργίες της μνήμης RAM;
- Ποιές οι διαφορετικές τεχνολογίες της μνήμης RAM;
- Ποιά είναι τα είδη της μνήμης ROM;

2^ο βήμα: Στη συνέχεια, στο μενού «Υποβολή Αξιολογήσεων» και στην καρτέλα «Αξιολόγηση Απαντήσεων Ελεύθερου Κειμένου», αξιολογήστε τις απαντήσεις δύο συμμαθητών σας που ανήκουν στην ομάδα σας.

3^ο βήμα: Αφού διαβάσετε τις αξιολογήσεις που οι συμμαθητές σας πραγματοποίησαν στις δικές σας απαντήσεις στο μενού «Αξιολόγηση των Δραστηριοτήτων» και την καρτέλα «Αξιολόγηση από ομότιμους και εκπαιδευτή», προσπαθήστε να απαντήσετε εκ νέου την ερώτηση της πρώτης δραστηριότητας.

4^ο βήμα: Στο μενού «Αξιολόγηση των Δραστηριοτήτων» και την καρτέλα «Αυτόματη Αξιολόγηση» πραγματοποιήστε αυτόματη αξιολόγηση των απαντήσεων σας και διερευνήστε τα λάθη σας.

Υπόδειξη: Για τις απαντήσεις στις ερωτήσεις μπορείτε να χρησιμοποιήσετε ως βοηθητικό εργαλείο το Σημαιολογικό Λεξικό του Semandix.

Δραστηριότητα 2

1^ο βήμα: Κατασκευάστε εννοιολογικό χάρτη με κεντρική έννοια «Κύρια Μνήμη», με τη βοήθεια του CmapTools. Για την κατασκευή θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν σχέσεις, αποκλειστικά και μόνο, από τις διαθέσιμη λίστα σχέσεων του πιο κάτω πίνακα. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε όσες από τις σχέσεις θεωρείτε απαραίτητες για την πληρέστερη αναπαράσταση γνώσης σχετικά με την «κύρια μνήμη», ώστε ο αναγνώστης του χάρτη να είναι σε θέση να απαντάει σε ερωτήματα σαν κι αυτά της 1^{ης} δραστηριότητας.

α/α	Σχέση
1	είναι
2	αποτελείται
3	περιέχει / έχει / διαθέτει
4	διακρίνεται / έχει είδος
5	έχει χαρακτηριστικό / χαρακτηρίζεται / έχει ιδιότητα
6	χρησιμοποιείται για / έχει σκοπό / έχει ρόλο / έχει δημιουργηθεί
7	έχει λειτουργία
8	έπεται / προηγείται
9	προκαλεί / προκαλείται
10	όπως
11	είναι ταχύτερο
12	είναι ακριβότερο
13	είναι μεγαλύτερο

2^ο βήμα: Εισάγετε το χάρτη στο Semandix στο μενού «Υποβολή Εννοιολογικού Χάρτη».

3^ο βήμα: Αξιολογήστε τους χάρτες δύο συμμαθητών σας που ανήκουν στην ίδια ομάδα στα αντίστοιχα μενού (1^η δραστηριότητα).

4^ο βήμα: Αφού διαβάσετε τις αξιολογήσεις που οι συμμαθητές σας πραγματοποίησαν στο δικό σας χάρτη προσπαθήστε να κατασκευάσετε/διορθώσετε εκ νέου το χάρτη σας στο CmapTools και να τον εισάγεται ξανά στο Semandix.

5^ο βήμα: Στο μενού «Αξιολόγηση των Δραστηριοτήτων» και την καρτέλα «Αυτόματη Αξιολόγηση» πραγματοποιήστε αυτόματη αξιολόγηση του χάρτη σας και διερευνήστε τα λάθη σας.

Υπόδειξη: Για την κατασκευή του εννοιολογικού χάρτη μπορείτε να χρησιμοποιήσετε ως βοηθητικό εργαλείο το Σημασιολογικό Λεξικό του Semandix.

8.4.2 Περιγραφή Υλοποίησης Σεναρίου Διδασκαλίας

Στη συνέχεια περιγράφεται αναλυτικά η χρήση του γνωστικού εργαλείου στις περιπτώσεις της 1^{ης} και 2^{ης} δραστηριότητας που περιγράφηκαν στην προηγούμενη ενότητα. Η περιγραφή αυτή πραγματοποιείται μέσω ενδεικτικών απαντήσεων στις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου και τη δραστηριότητα εννοιολογικής χαρτογράφησης των δραστηριοτήτων από έναν εκπαιδευόμενο και αξιολογήσεων από τους συνεκπαιδευόμενούς του.

1^η Δραστηριότητα

Κατά τη διάρκεια εκπόνησης της πρώτης δραστηριότητας προτείνονται στον εκπαιδευόμενο ερωτήσεις ανοιχτού τύπου, όπως «Ποιά είναι τα είδη της κύριας μνήμης», «Ποιος είναι ο σκοπός της κύριας μνήμης», «Ποιές είναι οι λειτουργίες της μνήμης RAM», όπως φαίνεται στην Εικόνα 37.

Κεντρική Ένωση: Κύρια Μνήμη (Ομάδα Α)

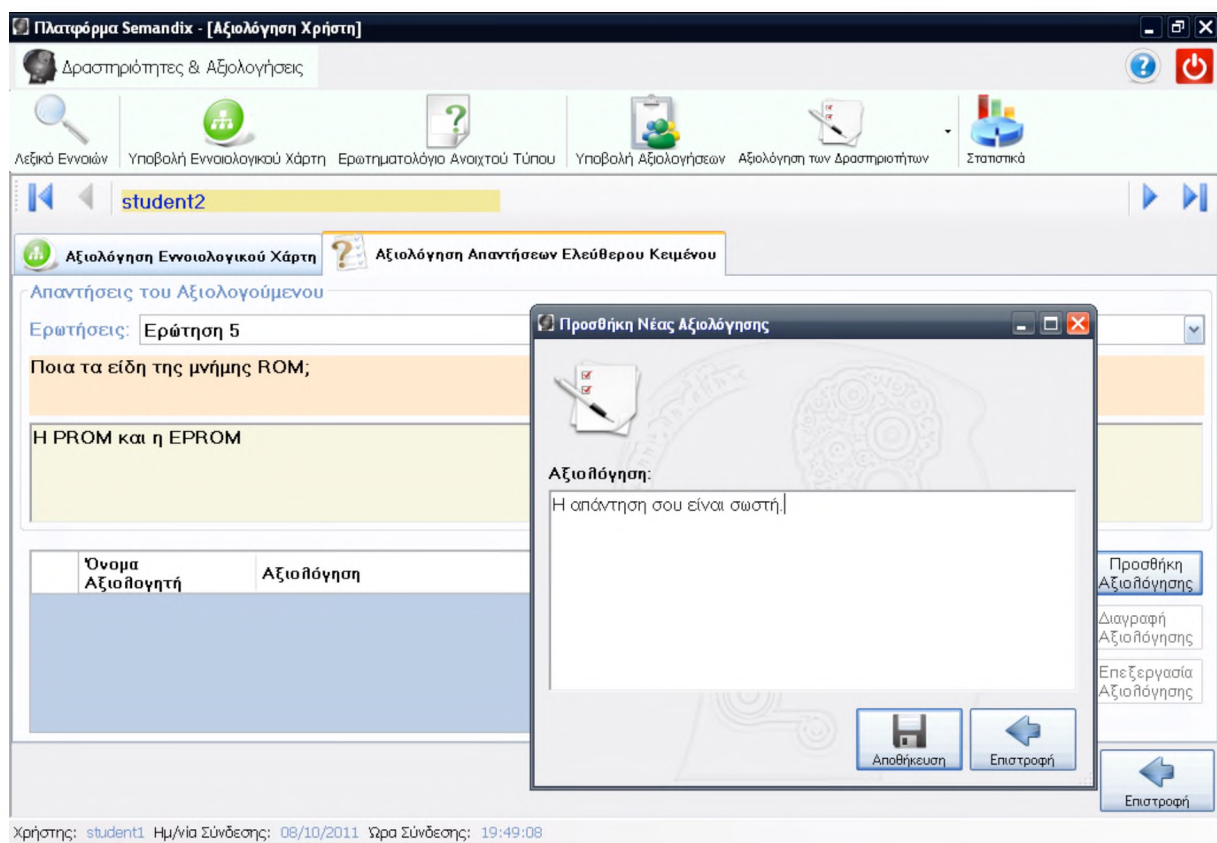
Α/Α	Ερώτηση	Απάντηση
1	Ποια είναι τα είδη της κύριας μνήμης;	Η Κύρια Μνήμη αποτελείται από τη RAM και τη ROM
2	Ποιος ο σκοπός της κύριας μνήμης;	Η μόνιμη αποθήκευση δεδομένων
3	Ποιες οι λειτουργίες της μνήμης RAM	Η μνήμη RAM έχει ως λειτουργία την ανάγνωση δεδομένων
4	Ποιες οι διαφορετικές τεχνολογίες της μνήμης RAM;	Μια διαφορετική τεχνολογία της RAM είναι η DRAM
5	Ποια τα είδη της μνήμης ROM;	Η PROM και η EPROM

Χρήστης: Μαθητής 2 Ημ/νία Σύνδεσης: 14/11/2011 Ώρα Σύνδεσης: 00:34:33

Εικόνα 37. Στιγμιότυπο απάντησης στις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου.

Αφού ο εκπαιδευόμενος υποβάλει και οριστικοποιήσει τις απαντήσεις του αξιολογεί/σχολιάζει τις απαντήσεις δύο συνεκπαιδευόμενών του και δέχεται και αυτός αξιολογήσεις/σχόλια από συνεκπαιδευόμενους και τον εκπαιδευτή του. Στην Εικόνα 38 φαίνονται τα σχόλια ενός εκπαιδευόμενου πάνω σε απάντηση ομοτίμου του, ώστε να συμβάλει

στη διαμορφωτική αξιολόγηση. Για παράδειγμα, στην περίπτωση που ο συνεκπαιδευόμενος student2 έχει απαντήσει στην ερώτηση 5 «Ποιά είναι τα είδη της μνήμης ROM» ότι είναι «Η PROM και η EPROM», ο αξιολογητής εκπαιδευόμενος σχολιάζει ότι η απάντησή του είναι σωστή. Μετά την αξιολόγηση που έχει πραγματοποιηθεί από ομότιμους στις απαντήσεις του ίδιου, ο εκπαιδευόμενος έχει δυνατότητα επανυποβολής των απαντήσεων του ή αυτόματης αξιολόγησης των απαντήσεων του από το σύστημα.

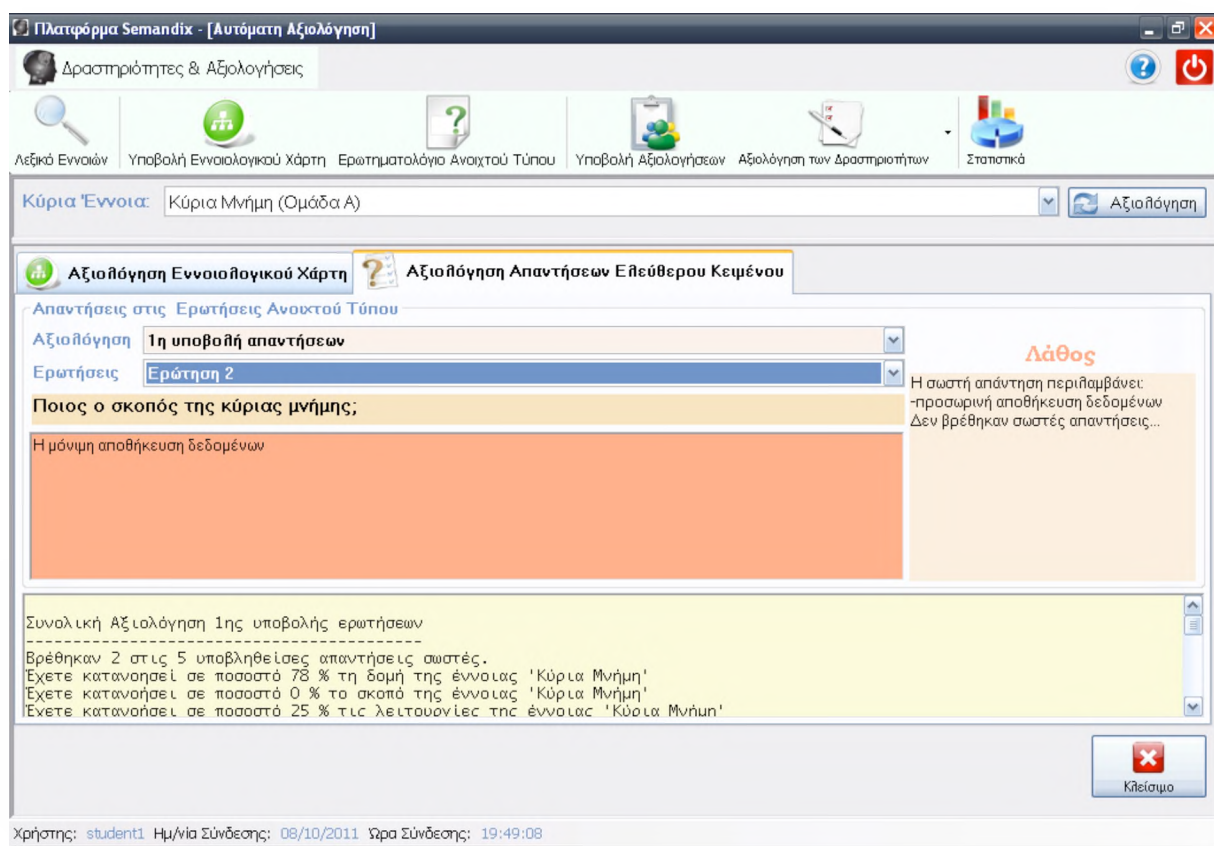


Εικόνα 38. Στιγμιότυπο αξιολόγησης των απαντήσεων συνεκπαιδευόμενου.

Στη δεύτερη περίπτωση, δηλαδή στην αυτόματη αξιολόγηση των απαντήσεων στις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου που φαίνονται στην Εικόνα 38, εμφανίζεται αναφορά στο σύνολο των απαντήσεων της δραστηριότητας με έμφαση την κάθε δομή του μοντέλου, όπως φαίνεται στο κάτω μέρος της Εικόνας 39. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται διαγνωστική αξιολόγηση του εκπαιδευόμενου. Πιο αναλυτικά, οι απαντήσεις κανονικοποιούνται και από αυτές προκύπτουν τριπλέτες τις μορφής έννοια - σχέση - έννοια, ανάλογες με εκείνες ενός εννοιολογικού χάρτη. Αυτές οι τριπλέτες για την απάντηση υπόκεινται σε συνολική αξιολόγηση από το σύστημα και στον εκπαιδευόμενο εμφανίζεται αυτόματη αξιολόγηση για όλες τις τριπλέτες που αφορούν την κάθε μία απάντηση κάθε υποβολής. Η συνολική αξιολόγηση των τριπλετών της απάντησης εμφανίζεται δεξιά. Παραδείγματος χάρη, στην Εικόνα 39 εμφανίζεται η αυτόματη αξιολόγηση της σύντομης απάντησης της ερώτησης «Ποιός ο σκοπός της κύριας μνήμης» στη δεξιά περιοχή.

Η αξιολόγηση της συγκεκριμένης απάντησης στην ερώτηση της 1^{ης} δραστηριότητας εμφανίζει ότι η απάντηση είναι λάθος και παρέχει στον αξιολογούμενο τη σωστή απάντηση.

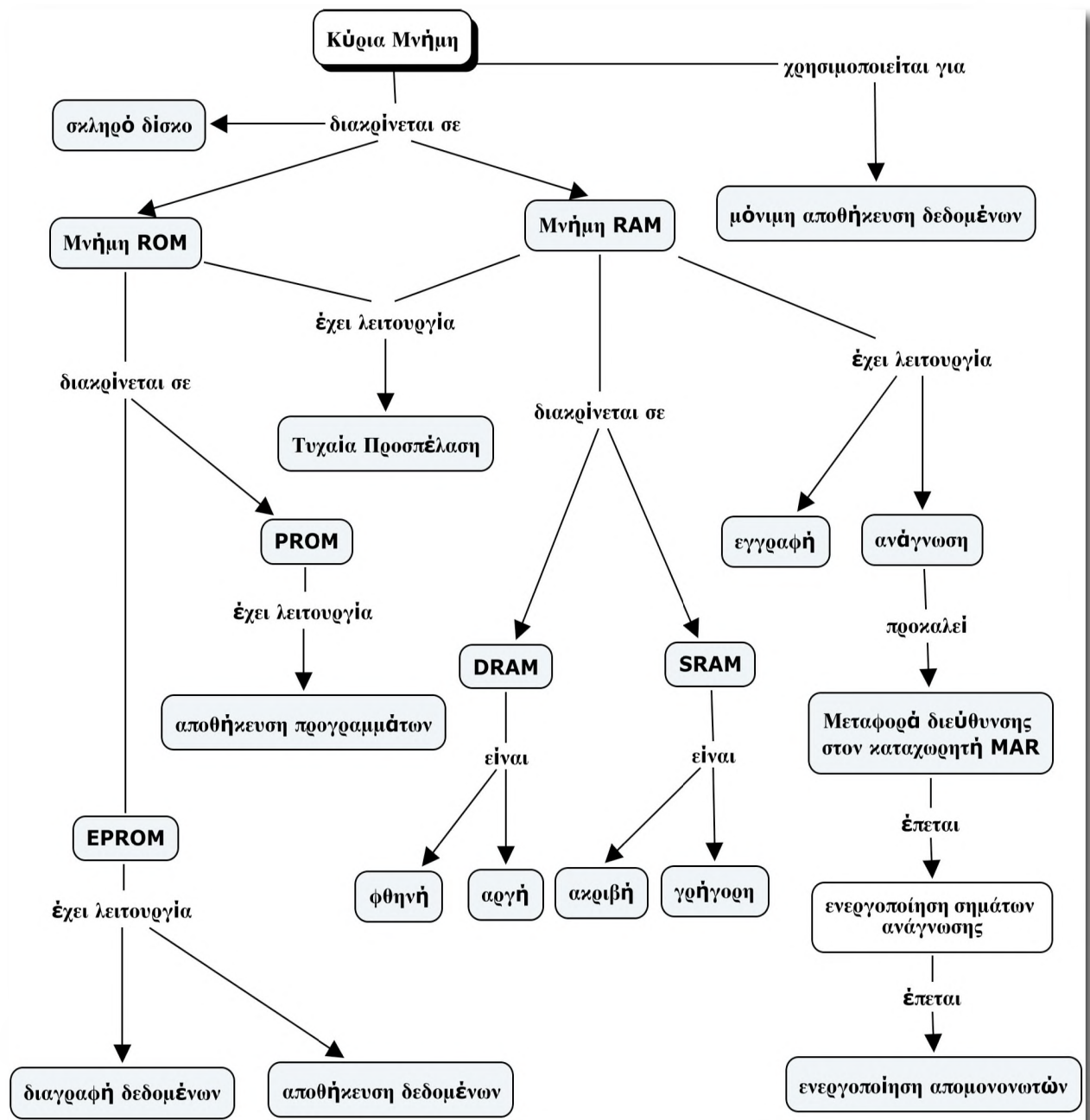
Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως για την επίτευξη μιας αθροιστικής αξιολόγησης, στην κάτω περιοχή του περιβάλλοντος εμφανίζεται λεκτική αναφορά σχετικά με την επίδοση του εκπαιδευόμενου σε κάθε μία από τις τρεις δομές του μοντέλου. Στο παράδειγμα της Εικόνας 39 ο εκπαιδευόμενος είχε θετική αξιολόγηση (78%) ως προς τη δομή της κύριας μνήμης (σχεσιακή δομή), αρνητική αξιολόγηση (25%) ως προς τις λειτουργίες της (μετασχηματιστική δομή) και μηδενικό αποτέλεσμα ως προς το σκοπό της (τελεολογική δομή) προτρέποντας τον να ανατρέξει ξανά στο κείμενό του ή να χρησιμοποιήσει, εάν το επιθυμεί, το βοηθητικό σημασιολογικό λεξικό του γνωστικού εργαλείου.



Εικόνα 39. Στιγμιότυπο της αυτόματης αξιολόγησης των απαντήσεων στις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου.

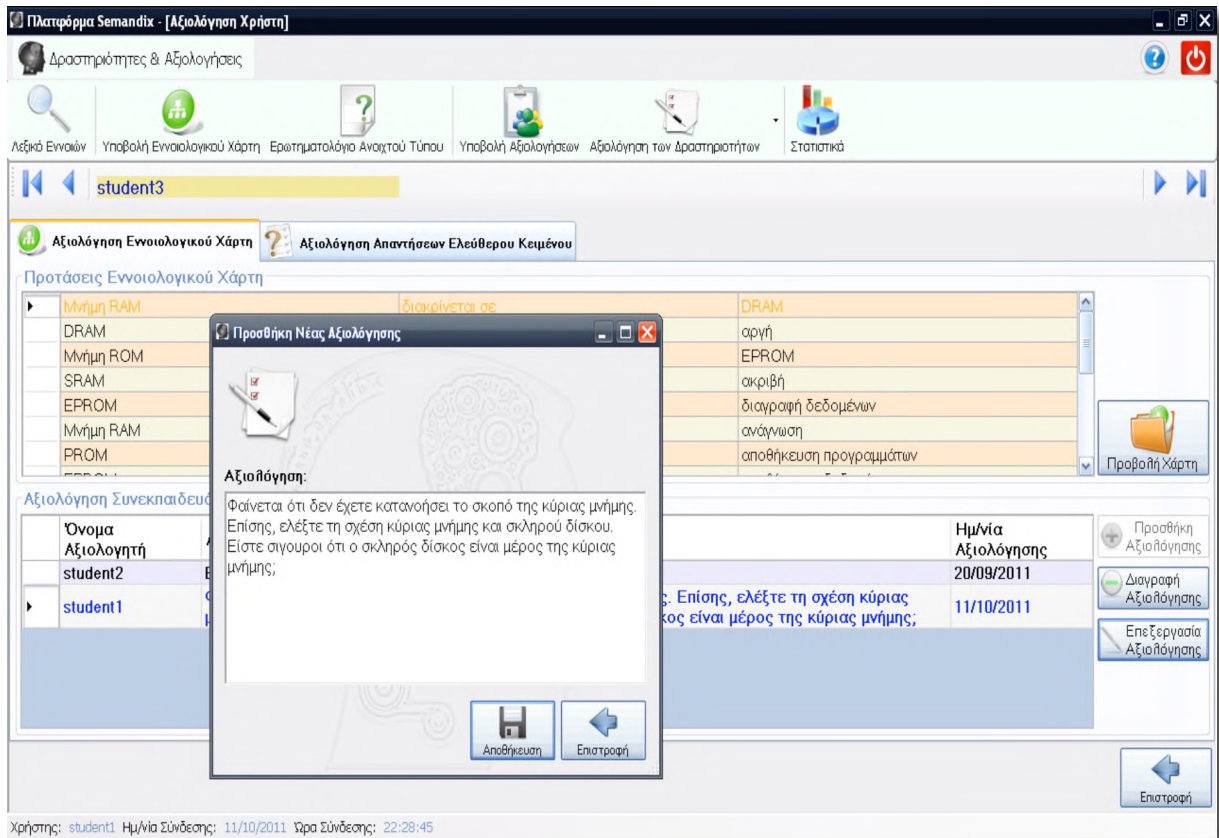
2^η Δραστηριότητα

Κατά τη διάρκεια της δεύτερης δραστηριότητα και αφού ο εκπαιδευόμενος έχει κατασκευάσει εννοιολογικό χάρτη στο SmartTools με κεντρική έννοια την έννοια που έχει ορισθεί από τον εκπαιδευτή – στη συγκεκριμένη περίπτωση την Κύρια Μνήμη - τον υποβάλει στο Semandix. Ενδεικτικός χάρτης εκπαιδευόμενου που αφορά τη μονάδα της Κύριας Μνήμης φαίνεται στο Σχήμα 25.

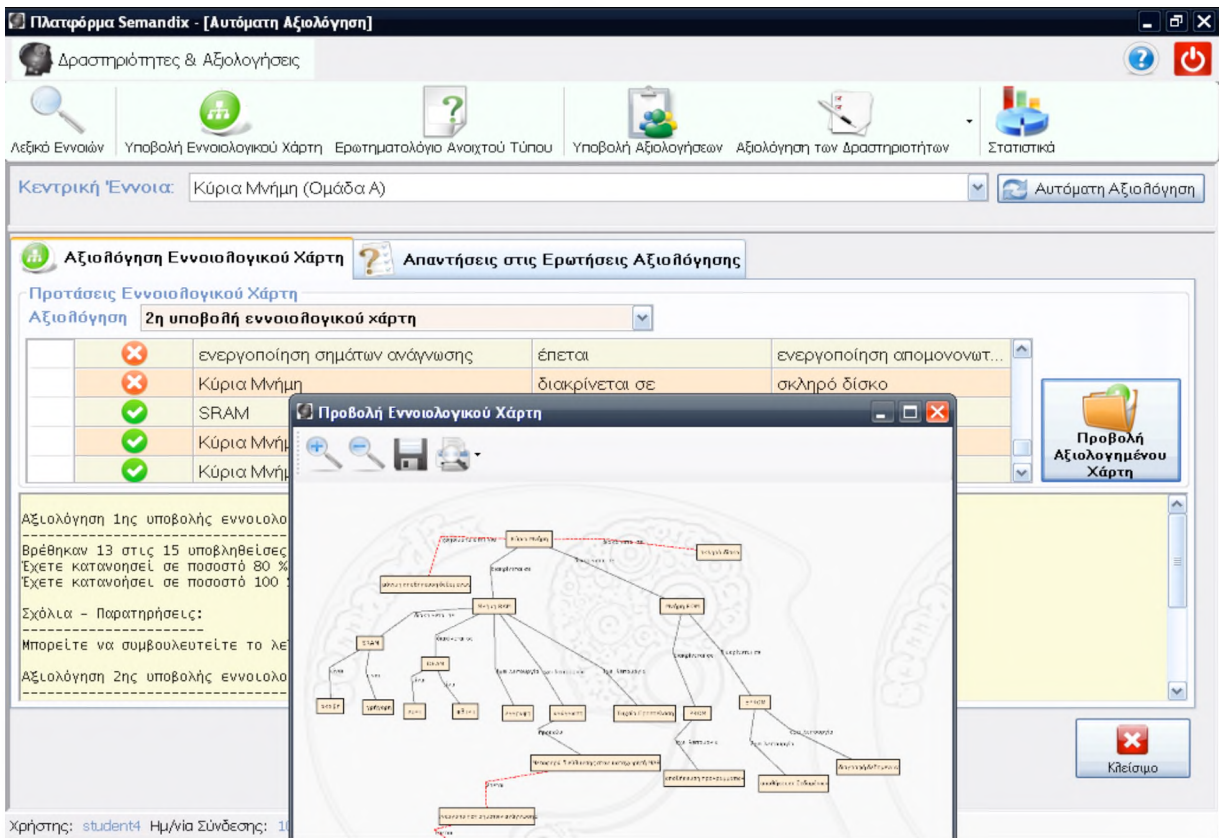


Σχήμα 25. Εννοιολογικός χάρτης εκπαιδευόμενου με κεντρική έννοια «Κύρια Μνήμη».

Το σύστημα αποφασίζει εάν ο χάρτης είναι σχετικός με την κεντρική έννοια (Κύρια Μνήμη) και προτείνει στον εκπαιδευόμενο να αξιολογήσει τους χάρτες συνεκπαιδευομένων του. Στην περίπτωση αυτή εάν, για παράδειγμα, ένας από τους δύο συνεκπαιδευόμενους έχει στο χάρτη του τη λανθασμένη τριπλέτα «Κύρια Μνήμη – χρησιμοποιείται για – μόνιμη αποθήκευση δεδομένων», ο αξιολογητής-εκπαιδευόμενος σχολιάζει ότι ο εκπαιδευόμενος θα πρέπει να προσέξει τη σχέση μεταξύ των εννοιών «κύρια μνήμη» και «μόνιμη αποθήκευση δεδομένων». Αφού ο εκπαιδευόμενος έχει συμβάλει στη διαμορφωτική αξιολόγηση δύο συνεκπαιδευομένων του (Εικόνα 40) και έχει δεχθεί τη δική του αξιολόγηση, έχει τη δυνατότητα επανυποβολής του χάρτη του ή αυτόματης αξιολόγησης του χάρτη του από το σύστημα.



Εικόνα 40. Στιγμιότυπο αξιολόγησης των εννοιολογικών χαρτών συνεκπαιδευόμενων.



Εικόνα 41. Στιγμιότυπο της αυτόματης αξιολόγησης του εννοιολογικού χάρτη του εκπαιδευόμενου.

Στη δεύτερη περίπτωση, δηλαδή στην αυτόματη αξιολόγηση του εννοιολογικού χάρτη του Σχήματος 23, εμφανίζεται αναφορά των λαθών του χάρτη με έμφαση την κάθε δομή του μοντέλου, όπως φαίνεται στην Εικόνα 41. Για το συγκεκριμένο χάρτη εμφανίζονται τα εξής λανθασμένα σημεία μέσω της αυτόματης ανατροφοδότησης από το σύστημα με όλες τις τριπλέτες που εμφανίστηκαν στο χάρτη του αξιολογούμενου. Για κάθε μία τριπλέτα δίνεται και σε αυτή τη περίπτωση αξιολόγηση υπό τη μορφή σωστού-λάθους.

Παραδείγματα τέτοιας αξιολόγησης είναι τα παρακάτω:

1. Κύρια Μνήμη – Διακρίνεται σε – Μνήμη RAM (σχεσιακή δομή) **[σωστό]**
2. Κύρια Μνήμη - Διακρίνεται σε – Σκληρός Δίσκος (σχεσιακή δομή) **[λάθος]**
3. Μεταφοράς διεύθυνσης στον καταχωρητή MAR – Έπεται - Ενεργοποίηση σημάτων ανάγνωσης (μετασχηματιστική δομή) **[λάθος]**
4. Ενεργοποίηση σημάτων ανάγνωση – Έπεται – Ενεργοποίηση απομονωτών (μετασχηματιστική δομή) **[λάθος]**
5. Κύρια Μνήμη – Χρησιμοποιείται για – Μόνιμη Αποθήκευση (τελεολογική δομή) **[λάθος]**

Για την επίτευξη κι εδώ αθροιστικής αξιολόγησης, στην κάτω περιοχή του περιβάλλοντος εμφανίζεται λεκτική αναφορά σχετικά με το πώς πήγε ο εκπαιδευόμενος σε κάθε μία από τις τρεις δομές του μοντέλου. Στο παράδειγμα της Εικόνας 41 ο εκπαιδευόμενος είχε θετική αξιολόγηση (91 %) ως προς τη δομή της κύριας μνήμης (σχεσιακή δομή) και τις λειτουργίες (86 %) τη κύριας μνήμης (μετασχηματιστική δομή) και μηδενικό αποτέλεσμα ως προς το σκοπό που αυτή επιτελεί (τελεολογική δομή) προτρέποντας τον να ανατρέξει ξανά στο κείμενό του ή να χρησιμοποιήσει, εάν το επιθυμεί, το βοηθητικό σημασιολογικό λεξικό του γνωστικού εργαλείου.

8.5 Συμπεράσματα

Η διαδικασία διαμορφωτικής αξιολόγησης των απαντήσεων των εκπαιδευόμενων μπορεί να βοηθήσει στην ανάπτυξη των μεταγνωστικών τους δεξιοτήτων αφού τούς δίνει τη δυνατότητα να εντοπίσουν τα λάθη τους και τον τύπο αυτών των λαθών, καθώς επίσης και την δυνατότητα να τα διορθώσουν μέσα από την αλληλεπίδραση με τους συνεκπαιδευόμενούς τους. Μια τέτοιου τύπου αξιολόγηση θα μπορούσε να λειτουργήσει συμπληρωματικά στα πλαίσια ενός εκπαιδευτικού προγράμματος ή διδακτικής ενότητας χωρίς να αποτελεί το βασικό κριτήριο αξιολόγησης της προόδου ενός εκπαιδευόμενου από τον εκπαιδευτή του.

Εγείρονται πολλά ηθικά ζητήματα όσον αφορά την αυτόματη αξιολόγηση απαντήσεων, κι αυτό γιατί δεν υπάρχει αυτή τη στιγμή η διασφάλιση τέτοιου επιπέδου ορθής αυτόματης

αξιολόγησης ώστε να υπάρχει η δυνατότητα άρσης αδικιών σε βάρος των αξιολογούμενων εκπαιδευόμενων. Ακόμα και στην περίπτωση συστημάτων που χρησιμοποιούν τη θεωρία της λανθάνουσας σημασιολογικής ανάλυσης (LSA), που περιγράφηκε στην ενότητα 3.5 δεν υπάρχει η διασφάλιση απόλυτης αξιοπιστίας της αξιολόγησης με στατιστικό τρόπο, γιατί πάντα υπάρχει η πιθανότητα σφάλματος. Πιθανόν, ένας συνδυασμός στατιστικής επεξεργασίας των απαντήσεων στο επίπεδο της επεξεργασίας φυσικής γλώσσας με έναν πυρήνα βασισμένο στην έκδηλη και άδηλη γνώση (knowledge-based core), όπως είναι η σημασιολογική βάση του Semandix, θα μπορούσε να διασφαλίσει μεγαλύτερη αξιοπιστία.

Από την άλλη, όσον αφορά ειδικότερα τη μονάδα αξιολόγησης του γνωστικού εργαλείου που περιγράφηκε στην ενότητα 6.1.3 η σημασιολογική βάση του Semandix θα πρέπει να επεκταθεί ως προς το περιεχόμενό της, ώστε να εκφράζει, πέρα από την γνώση του ειδικού, και τις εναλλακτικές αντιλήψεις που οι αναγνώστες εμφανίζουν κατά την οικοδόμηση των γνωστικών αναπαραστάσεων κατά την κατανόηση κειμένου Πληροφορικής. Οι έννοιες και οι σχέσεις αυτές θα μπορούσαν να εμπλουτίζουν τη βάση του Semandix κατευθείαν κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αξιολόγησης της εννοιολογικής χαρτογράφησης ή των απαντήσεων ελεύθερου κειμένου από τους εκπαιδευόμενους στις δραστηριότητες εννοιολογικής χαρτογράφησης και ερωτήσεων ανοιχτού τύπου αντίστοιχα, πράγμα που σημαίνει ότι το σύστημα θα μπορούσε να «μαθαίνει» κατά τη διάρκεια της χρήσης του από τους εκπαιδευόμενους. Με τον τρόπο αυτό θα μπορούσε το σύστημα να αξιοποιήσει το συγκριτικό πλεονέκτημα που οι απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου έχουν, δηλαδή την εμφάνιση εναλλακτικών αντιλήψεων εκπαιδευόμενων που μέσω ερωτήσεων κλειστού τύπου δεν θα μπορούσαν να διερευνηθούν. Αυτές οι εναλλακτικές αντιλήψεις εμπλουτίζοντας τη βάση θα μπορούσαν να αποτελέσουν κριτήρια για την ταξινόμηση των χρηστών σε διαφορετικά προφίλ εκπαιδευόμενου. Τα προφίλ αυτά με τη σειρά τους θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν στην σχεδίαση εξατομικευμένων δραστηριοτήτων μέσω του Semandix με σκοπό την υποβοήθηση εκπαιδευόμενων με συγκεκριμένες δυσκολίες στην κατανόηση.

Επεκτάσεις, Προοπτικές & Συμπεράσματα

Στα συμπεράσματα του Κεφαλαίου 6 φάνηκαν κάποιες ελλείψεις του γνωστικού εργαλείου Semandix. Σε περιπτώσεις που ο εκπαιδευτής θα ήθελε να θέσει πιο σύνθετα ερωτήματα ανοιχτού τύπου, για τις απαντήσεις των οποίων απαιτούνται γεφυρώσεις και/ή συμπερασμοί από τους εκπαιδευόμενους, το Semandix δεν έχει τη δυνατότητα εξαγωγής συμπερασμών, ώστε να επιτρέπεται πληρέστερη αυτόματη ανατροφοδότηση στον εκπαιδευόμενο για σύνθετα θέματα. Το Semandix θα μπορούσε να βελτιωθεί σε αυτό το σημείο με τη σύνδεση της βάσης του με αναπαράσταση γνώσης με λογικό προγραμματισμό, όπως θα περιγραφεί στη συνέχεια. Επιπλέον, σε περιπτώσεις σύνθετων γραμματικών φαινομένων και πολλαπλών κύριων και δευτερευουσών προτάσεων στις απαντήσεις ελεύθερου κειμένου ο αναλυτής κειμένου του Semandix δεν μπορεί να ανταποκριθεί ικανοποιητικά. Το γεγονός αυτό περιορίζει τη λειτουργικότητα του Semandix σε απαντήσεις σύντομες και σχετικά απλές με λίγους συνδέσμους και όσο το δυνατόν λιγότερες αναφορικές αντωνυμίες. Εργαλεία γλωσσικής τεχνολογίας θα μπορούσαν να βελτιώσουν το γνωστικό εργαλείο και σε αυτό το επίπεδο.

Έτσι, στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται επεκτάσεις και προοπτικές για τη βελτίωση του γνωστικού εργαλείου μέσω της επέκτασης του με τη χρήση διαφορετικών τεχνολογιών. Στην ενότητα 9.1 περιγράφονται τα οφέλη μιας μελλοντικής σύνδεσης του γνωστικού εργαλείου Semandix με αναπαράσταση γνώσης σχεδιασμένη με βάση το μοντέλο κατανόησης κειμένου των Denhière και Baudet σε περιβάλλον λογικού προγραμματισμού, όπως αυτό της γλώσσας Prolog. Στην ενότητα 9.2 παρουσιάζονται δύο εργαλεία γλωσσικής τεχνολογίας και προτείνεται η σύνδεσή τους με το εργαλείο Semandix, ενώ στην ενότητα 9.3 προτείνεται η ενσωμάτωση τεχνικών στηριγμένων στη θεωρία της λανθάνουσας σημασιολογικής ανάλυσης στο Semandix με σκοπό τον ευκολότερο εμπλουτισμό της βάσης του και την καλύτερη συντακτική ανάλυση των απαντήσεων ελεύθερου κειμένου. Τέλος, στην ενότητα 9.4 παρουσιάζονται συνολικά τα συμπεράσματα της παρούσας διατριβής.

9.1 Το Γνωστικό Εργαλείο Semandix και Αναπαράσταση Γνώσης σε Περιβάλλον Λογικού Προγραμματισμού

Πολλές προσπάθειες έχουν γίνει μέχρι σήμερα να υλοποιηθεί σύνδεση συστημάτων διαχείρισης βάσεων δεδομένων με γλώσσες λογικού προγραμματισμού με σκοπό να συνδυαστούν οι δυνατότητες συμπερασμού που παρέχονται από ένα περιβάλλον λογικού προγραμματισμού, όπως αυτό της γλώσσας Prolog και την εξαιρετική ευκολία διαχείρισης δεδομένων που παρέχουν τα συστήματα σχεσιακών βάσεων δεδομένων (Gray & Lucas, 1988; Kerschberg, 1989).

Σύμφωνα με τους Brodie και Jarke (1988) υπάρχουν διάφορες τεχνικές ενσωμάτωσης στοιχείων της Prolog και συστημάτων σχεσιακών βάσεων δεδομένων, όπως:

1. «Ζευγάρισμα» μιας ήδη υπάρχουσας εφαρμογής σε Prolog με ένα υπάρχον σύστημα σχεσιακής βάσης δεδομένων.
2. Επέκταση της Prolog, ώστε να περιλαμβάνει ευκολίες και δυνατότητες ενός συστήματος διαχείρισης βάσεων δεδομένων.
3. Επέκταση ενός συστήματος διαχείρισης βάσεων δεδομένων, ώστε να περιλαμβάνει της ευκολίες της Prolog.

Στην περίπτωση του Semandix το ενδιαφέρον εστιάζεται στο ότι μια τέτοια σύνδεση της σημασιολογικής του βάσης με την αναπαράσταση γνώσης του ειδικού υλοποιημένη στη γλώσσα λογικού προγραμματισμού Prolog θα μπορούσε να συνεισφέρει σε δυνατότητα του γνωστικού εργαλείου να θέτει ερωτήσεις γεφύρωσης-συμπερασμού στον εκπαιδευόμενο και με την αξιοποίηση των δυνατοτήτων εξαγωγής συμπερασμών της Prolog να επιτρέπει την πληρέστερη και πλήρως αυτοματοποιημένη ανατροφοδότηση του εκπαιδευόμενου σε σύνθετα ερωτήματα.

Ο στόχος της σύνδεσης της σημασιολογικής βάσης του Semandix με αναπαραστάσεις γνώσης με λογικό προγραμματισμό είναι διττός:

- Η αναπαράσταση της μικροδομής, δηλαδή της σχεσιακής και μετασχηματιστικής δομής, καθώς και η αναπαράσταση της μακροδομής, δηλαδή της τελεολογικής δομής, δομές που οικοδομούνται κατά τη μελέτη του κειμένου Πληροφορικής.
- Η διερεύνηση ερωτήσεων που θα μπορούσαν να απαντηθούν μέσω αυτού του μηχανισμού παραγωγής συμπερασμών.

Ακολουθεί παράδειγμα υλοποίησης αναπαράστασης γνώσης του ειδικού στην αγγλική γλώσσα, σύμφωνα με το μοντέλο των Denhière και Baudet σε Prolog, στο γνωστικό αντικείμενο

των ‘Δικτύων Υπολογιστών’, το οποίο θα μπορούσε να ενσωματωθεί στη σημασιολογική βάση δεδομένων του Semandix και να αποτελέσει με τον τρόπο αυτό ένα μηχανισμό συμπερασμού που θα δώσει περαιτέρω δυνατότητες στο γνωστικό εργαλείο.

Για τις ανάγκες της υλοποίησης του παραδείγματος που ακολουθεί, οι έννοιες που χρησιμοποιούνται, καθώς και οι υπωνυμικές και μερωνυμικές σχέσεις μεταξύ τους αναπαρίστανται σε γλώσσα Prolog. Στην περίπτωση, όμως σύνδεσης της σημασιολογικής βάσης εννοιών του γνωστικού εργαλείου Semandix, οι έννοιες που θα χρησιμοποιούνται ως τιμές των παραμέτρων στους κανόνες της Prolog θα προέρχονται από τη βάση δεδομένων του Semandix.

Αναπαράσταση Γνώσης σε Prolog στο Αντικείμενο των Δικτύων Υπολογιστών

Σε επίπεδο μικροδομής, περιγράφονται οι μονάδες που αποτελούν ένα τοπικό δίκτυο υπολογιστών (σχεσιακή δομή), καθώς και οι αιτιακές σχέσεις που συνδέουν τις λειτουργίες των δικτύων. Στη συνέχεια, ως υλοποίηση της *Μικροδομής*, παρατίθενται σε Prolog (α) Οντολογία υπώνυμων με την μορφή γεγονότων (facts), (β) Οντολογία μερώνυμων με την μορφή γεγονότων (facts), (γ) Στατικές σχέσεις μεταξύ των οντοτήτων με την μορφή γεγονότων (facts) και (δ) Αναπαράσταση των γεγονότων (events) που περιγράφονται στο κείμενο.

Ακολουθούν παραδείγματα γεγονότων (facts) σε λογικό προγραμματισμό που περιγράφουν υπωνυμικές σχέσεις της σχεσιακής δομής:

```
is_a(natural_process, physical_process). is_a(authority, permission). is_a(area, structure).  
is_a(point, location). is_a(equipment, unit). is_a(characteristic, quality).  
is_a(increase, change_of_magnitude). και λοιπά
```

Ακολουθούν παραδείγματα γεγονότων (facts) σε λογικό προγραμματισμό που περιγράφουν μερωνυμικές σχέσεις της σχεσιακής δομής:

```
part_of(hardware, computer). part_of(cable, lan). part_of(computer, lan).  
part_of(repeater, lan). part_of(information, software). part_of(man, wan).  
part_of(wan, internet). part_of(protocol, software). part_of(terminal, lan). και λοιπά
```

Ακολουθούν παραδείγματα κανόνων (rules) σε λογικό προγραμματισμό που περιγράφουν κανόνες σύνδεσης μεταξύ γεγονότων:

```
node_of(Node, Net):- part_of(Node, Net), is_a(Net, computer_network).  
central_device(bus, hub). central_device(star, server). is_a(Net, ring):- is_a(Net, lan).  
is_a(Net, bus):- is_a(Net, lan). is_a(Net, star):- is_a(Net, lan).  
has_addressing_type(bus, bus_type). και λοιπά
```

Κάθε γεγονός (event), που αφορά τη μετασχηματιστική δομή εκφράζεται με τη μορφή *event* (γεγονός, *fp*(λίστα παραμέτρων)). Στη θέση του *γεγονότος* τίθεται το ρήμα που εκφράζει το γεγονός αυτό, ενώ στην θέση της *λίστας παραμέτρων* τίθενται οι μεταβλητές εκείνες που αφορούν στο κάθε γεγονός.

Κατά την κατασκευή της μακροδομής με λογικό προγραμματισμός, η τελεολογική δομή προκύπτει από την αλληλουχία των γεγονότων (events) της μετασχηματιστικής δομής, η οποία καταλήγει σε ένα μακρογεγονός που αποτελεί υποσκοπό μιας λειτουργίας. Έτσι για n γεγονότα αναπτύσσεται μια δενδρική δομή που καταλήγει στο $event(n)$, το οποίο αποτελεί μακρογεγονός της τελεολογίας:

Event (v) :- Event (v-1), Event (v-2).
Event (v-2) :- Event (v-3).
Event (v-3) :- Event (v-4), Event (v-5), Event (v-6).....
Event (v-μ) :- Event (1).

Έτσι για τη λειτουργία κάθε συσκευής σύνδεσης τοπικών δικτύων παρέχεται η δυνατότητα πρόσβασης στα γεγονότα που την απαρτίζουν.

Στην Εικόνα 42 φαίνονται αναλυτικά τα γεγονότα για τη μετάδοση δεδομένων μεταξύ δικτύων που χρησιμοποιούν διαφορετικά πρωτόκολλα με τη χρήση *δρομολογητή* (router) και τη μετάδοση δεδομένων μεταξύ δύο διαύλων με τη χρήση *διακόπτη* (switch).

Στην συνέχεια παρατίθενται παραδείγματα κανόνων (rules) που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στην εξαγωγή συναγόμενης γνώσης, μέσω αυτόματου συλλογισμού, από τη μικροδομή και τη μακροδομή που προηγήθηκαν:

Είναι ένα Διάυλος εκτός λειτουργίας; *Ναι, εάν είναι διάυλος και έχει συγκεκριμένη διεύθυνση η κεντρική συσκευή (Καλώδιο) του διαύλου είναι εκτός λειτουργίας*
`is_the_net_out_of_use(Net, Address):- is_a(Net,bus), has_address(Net, Address),`
`is_the_node_in_the_bus_out_of_use(Node, bus, Address).`

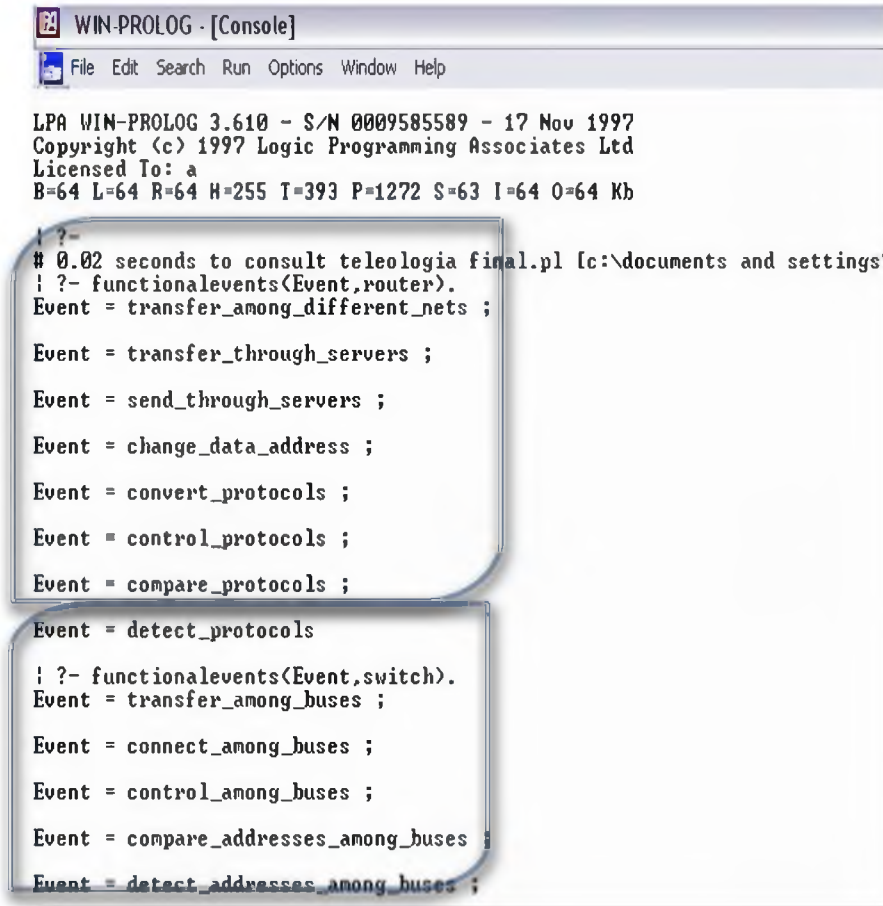
Είναι ένας Δακτύλιος εκτός λειτουργίας; *Ναι, εάν είναι δακτύλιος και έχει συγκεκριμένη διεύθυνση και η κεντρική συσκευή του δακτυλίου (server) είναι εκτός λειτουργίας ή κάποιος από τους κόμβους του δακτυλίου είναι εκτός λειτουργίας*
`is_the_net_out_of_use(Net, Address):- is_a(Net, ring), has_address(Net, Address),`
`is_the_node_in_the_ring_out_of_use(server, ring);`

is_the_node_in_the_ring_out_of_use(Node, ring).

Είναι ένας Αστéρας εκτός λειτουργίας; *Ναι, εάν είναι αστέρας και έχει συγκεκριμένη διεύθυνση η κεντρική συσκευή του αστέρα (server) είναι εκτός λειτουργίας.*

is_the_net_out_of_use(Net, Address):- is_a(Net, star), has_address(Net, Address),

is_the_node_in_the_star_out_of_use(server, star).



```
WIN-PROLOG - [Console]
File Edit Search Run Options Window Help

LPA WIN-PROLOG 3.610 - S/N 0009585589 - 17 Nov 1997
Copyright (c) 1997 Logic Programming Associates Ltd
Licensed To: a
B=64 L=64 R=64 H=255 T=393 P=1272 S=63 I=64 O=64 Kb

! ?-
# 0.02 seconds to consult teleologia final.pl [c:\documents and settings\
! ?- functionalevents(Event,router).
Event = transfer_among_different_nets ;

Event = transfer_through_servers ;

Event = send_through_servers ;

Event = change_data_address ;

Event = convert_protocols ;

Event = control_protocols ;

Event = compare_protocols ;

Event = detect_protocols

! ?- functionalevents(Event,switch).
Event = transfer_among_buses ;

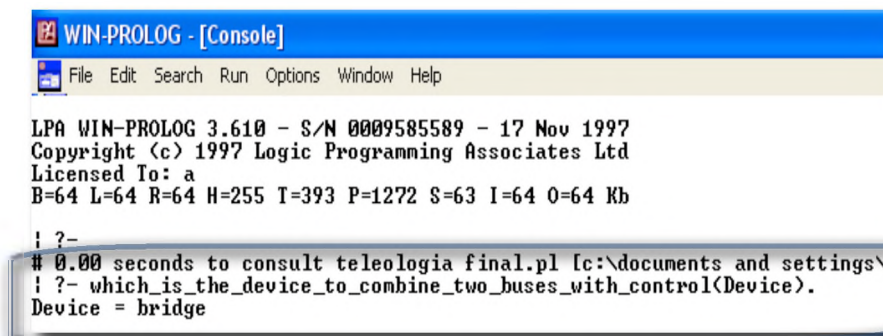
Event = connect_among_buses ;

Event = control_among_buses ;

Event = compare_addresses_among_buses ;

Event = detect_addresses_among_buses ;
```

Εικόνα 42. Γεγονότα Λειτουργίας Μετάδοσης Δεδομένων Συσκευών Δρομολογητή & Διακόπτης.



```
WIN-PROLOG - [Console]
File Edit Search Run Options Window Help

LPA WIN-PROLOG 3.610 - S/N 0009585589 - 17 Nov 1997
Copyright (c) 1997 Logic Programming Associates Ltd
Licensed To: a
B=64 L=64 R=64 H=255 T=393 P=1272 S=63 I=64 O=64 Kb

! ?-
# 0.00 seconds to consult teleologia final.pl [c:\documents and settings\
! ?- which_is_the_device_to_combine_two_buses_with_control(Device).
Device = bridge
```

Εικόνα 43. Εύρεση συσκευής σύνδεσης σε Prolog.

Ποια είναι η συσκευή ελέγχου για την σύνδεση δύο διαύλων με έλεγχο; Είναι εκείνη η συσκευή για την οποία ισχύουν *Επικοινωνία με έλεγχο ΚΑΙ Τα δύο δίκτυα είναι δίαυλοι ΚΑΙ Μεταφορά δεδομένων μέσω αυτής της συσκευής μεταξύ 2 διαύλων (Γέφυρα – bridge)* (Εικόνα 43).

Στα προηγούμενα παραδείγματα φαίνεται η δυνατότητα που παρέχει ο λογικός προγραμματισμός στην παραγωγή συμπερασμών, οι οποίοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην αυτόματη αξιολόγηση και την ανατροφοδότηση στο γνωστικό εργαλείο Semandix. Πρέπει να σημειωθεί εδώ ότι σε νεότερες εκδόσεις της γλώσσας Prolog επιτρέπεται η χρήση και της ελληνικής γλώσσας για τη συγγραφή κανόνων και γεγονότων.

9.2 Το Γνωστικό Εργαλείο Semandix και Εργαλεία Γλωσσικής Τεχνολογίας

9.2.1 Εργαλείο Παραθέσεων

Στο Semandix και ειδικότερα σε επίπεδο έννοιας πολύ συχνά εμφανίζονται έννοιες/όροι που αποτελούνται από περισσότερες από μια λέξεις. Για την ανάλυση της σχέσης των λέξεων μεταξύ τους στις έννοιες αυτές συχνά χρησιμοποιείται η γενική πτώση. Για παράδειγμα, η έννοια «η μνήμη του υπολογιστή» περιγράφει τη σχέση «ο υπολογιστής περιέχει μνήμη». Ενώ λοιπόν, κατά τη διαδικασία ανάλυσης της έννοιας σε μία σύντομη απάντηση ελεύθερου κειμένου οι διαφορετικές πτώσεις και οι αριθμοί αναγνωρίζονται από το γραμματικό επισημειωτή, παρουσιάζονται προβλήματα όσον αφορά γραμματικά φαινόμενα που έχουν να κάνουν με τη γενική πτώση και το σημασιολογικό χαρακτήρα που αυτή προσδίδει σε μία έννοια. Για τις περιπτώσεις αυτές θα ήταν πολύ σημαντική η σύνδεση του γνωστικού εργαλείου Semandix με εργαλεία παραθέσεων.

Ο ορισμός των παραθέσεων ποικίλει από ερευνητή σε ερευνητή. Κάποιοι ορίζουν την παράθεση ως *το συνήθη συνδυασμό λέξεων* (Lin, 1999) και άλλοι ως *τον επαναλαμβανόμενο συνδυασμό λέξεων* (Gitsaki et al, 2000). Ειδικότερα, ο Smadja (1993), αναγνωρίζει τέσσερα χαρακτηριστικά είδη παραθέσεων τα οποία χρησιμοποιούνται για μηχανικές εφαρμογές. Τα είδη αυτά είναι οι *αυθαίρετες* (arbitrary), οι *ανεξάρτητες πεδίου* (domain independent) και οι *επαναλαμβανόμενες* (recurrent) *παραθέσεις*, καθώς και οι *συνεκτικές λεξιλογικές συστάδες* (cohesive lexical clusters). Σύμφωνα με τους Cowie και Howarth (1996), με τον όρο παράθεση, εννοούμε *οικείους, καθιερωμένους συνδυασμούς λέξεων* με περιορισμένη και κάποιες φορές αυθαίρετη συνδυαστικότητα. Όταν μία λέξη συνεμφανίζεται με μία άλλη με συχνότητα που ξεπερνά τα όρια του τυχαίου, τότε προκύπτει μία παράθεση.

Οι παραθέσεις χαρακτηρίζονται από περιορισμένη *συνθετικότητα* (compositionality). Αποκαλούμε μία έκφραση φυσικής γλώσσας συνθετική αν το νόημα της μπορεί να εξαχθεί από τα νοήματα των τμημάτων που την αποτελούν. Οι παραθέσεις δεν είναι πλήρως συνθετικές, αλλά συνήθως, υπάρχει ένα πρόσθετο στοιχείο σημασίας στο συνδυασμό αυτό. Τα ιδιώματα είναι ένα παράδειγμα τέτοιων μη συνθετικών παραθέσεων καθώς κάποιες λέξεις έχουν μόνο μια ιστορική σχέση σχετικά με την πραγματική τους σημασία.

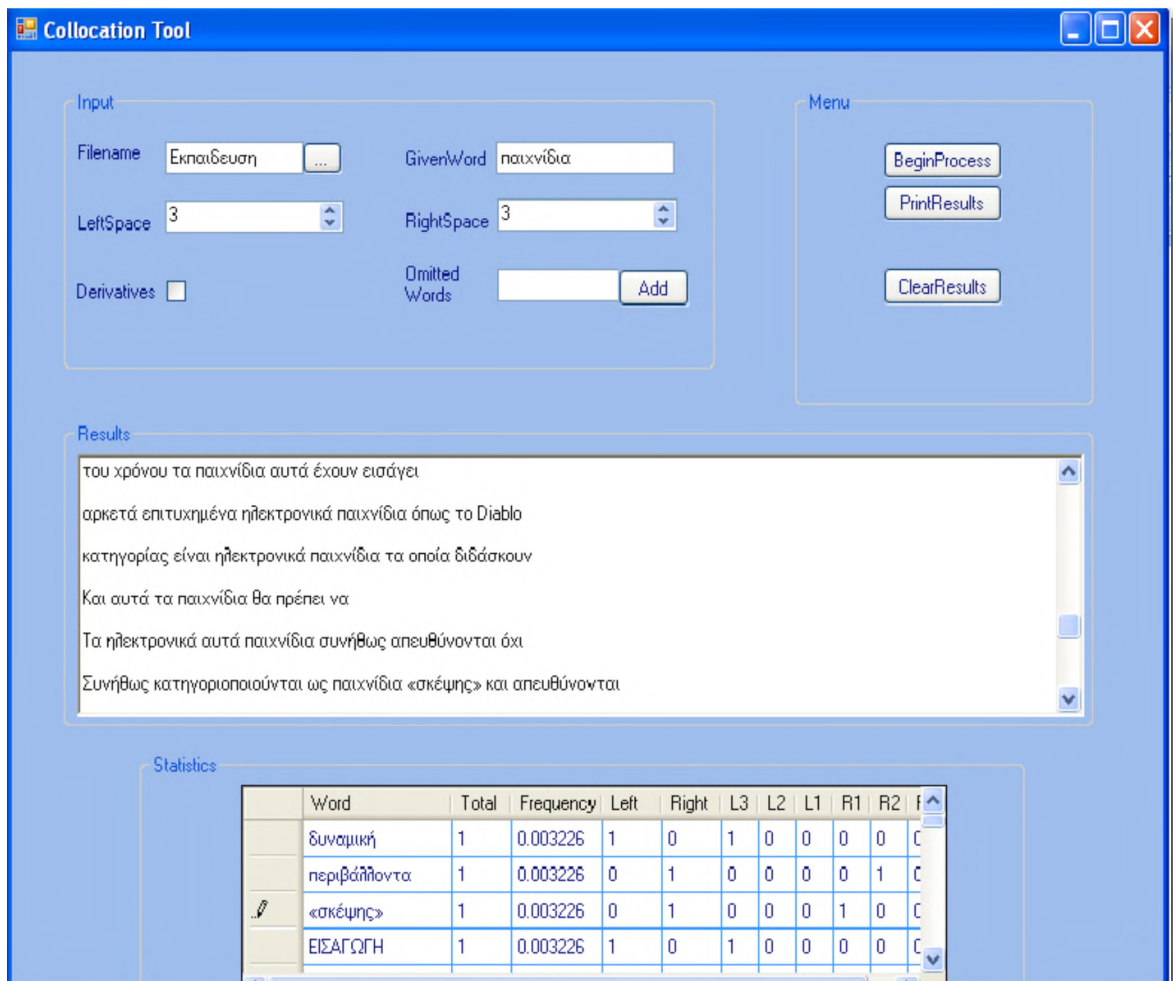
Οι παραθέσεις παίζουν σημαντικό ρόλο σε εφαρμογές, όπως είναι η *δημιουργία φυσικής γλώσσας* και η *υπολογιστική λεξικογραφία*, για την αυτόματη αναγνώριση των σημαντικών λεξιλογικών παραθέσεων και την εισαγωγή τους στο λεξικό με ξεχωριστές καταχωρήσεις, καθώς και τη *συντακτική ανάλυση*, έτσι ώστε οι προτιμήσεις να αναλύονται σύμφωνα με τις φυσικές παραθέσεις και την κειμενογλωσσολογική έρευνα, όπως, για παράδειγμα, η μελέτη κοινωνικών φαινομένων και η ενίσχυση των πολιτισμικών στερεοτύπων μέσα από τη γλώσσα (Stubbs, 1996).

Στην Εικόνα 44 εμφανίζεται το περιβάλλον του εργαλείου παραθέσεων (collocation tool) (<http://hermis.di.uoa.gr:8080/collocation/collocation.htm>), το οποίο έχει αναπτυχθεί στο Εργαστήριο Εκπαιδευτικής και Γλωσσικής Τεχνολογίας του τμήματος Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών του Πανεπιστημίου Αθηνών. Με είσοδο ένα *σώμα κειμένου* (corpus) το εργαλείο αυτό εντοπίζει μια συγκεκριμένη λέξη εισόδου σε όλα της τα περιβάλλοντα και παράγει: α) μια λίστα όλων των παραθέσεων στις οποίες εμφανίζεται η συγκεκριμένη λέξη, με δυνατότητα καθορισμού του αριθμού λέξεων που προηγούνται και/ή ακολουθούν, β) μια λίστα όλων των παραθέσεων στις οποίες εμφανίζεται η συγκεκριμένη λέξη, ταξινομημένη είτε αλφαβητικά ή κατά σειρά συχνότητας.

Το εργαλείο παραθέσεων (collocation tool) ενσωματωμένο στο Semandix θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί συμπληρωματικά για τον έλεγχο *εγκυρότητας* (validity) σε μια φράση ή σε μια ολόκληρη πρόταση στην απάντηση ελεύθερου κειμένου του εκπαιδευόμενου. Θα εισάγεται, λοιπόν κάθε φράση της απάντησης και το εργαλείο παράθεσης συμβουλευόμενο τη βάση του που θα περιλαμβάνει όλες τις εκτελέσεις που έχουν πραγματοποιηθεί σε *μεγάλα σώματα κειμένου* (corpora) θα καταλήγει σε στατιστικό αποτέλεσμα που θα αφορά την συχνότητα εμφάνισης των λέξεων που αποτελούν τη φράση.

Έτσι, αν η συχνότητα αυτή είναι μεγάλη αυτό θα σημαίνει ότι η φράση που εισήχθη χρησιμοποιείται αρκετά συχνά στο λόγο, ενώ αν είναι μικρό αυτό θα σημαίνει ότι η φράση έχει χαμηλό δείκτη εγκυρότητας. Ένας άλλος τρόπος αξιοποίησης του εργαλείου παραθέσεων στο Semandix είναι στο επίπεδο του σημασιολογικού του λεξικού. Θα μπορούσε κάθε έννοια/όρος

στο λεξικό αυτό να συνοδεύεται από μια ένδειξη σχετικά με το πόσο συχνά αυτή χρησιμοποιείται.



Εικόνα 44. Το περιβάλλον του Εργαλείου Παραθέσεων.

Τέλος, το εργαλείο παραθέσεων θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και στη μονάδα εμπλουτισμού της σημασιολογικής βάσης του Semandix. Η χρήση του σε αυτή την περίπτωση θα συνέβαλε σε περαιτέρω εμπλουτισμό με έννοιες, οι οποίες απαρτίζονται από περισσότερες της μίας λέξης και δεν συναντώνται στα σημασιολογικά λεξικά WordNets ή τους εννοιολογικούς χάρτες με τους οποίους έχει εμπλουτιστεί η βάση.

9.2.2 Εργαλείο Συστάσεων

Ένα εργαλείο συστάσεων μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε αυτόνομα ή ως επιπλέον διευκόλυνση στον χρήστη που εισάγει την απάντηση σε ερώτηση ανοιχτού τύπου στο Semandix, ώστε να του προτείνει κατά κάποιον τρόπο την επόμενη λέξη που θέλει να γράψει. Με τον τρόπο αυτό τον ανατροφοδοτεί κατά μία έννοια με τις πιθανές έννοιες που θα μπορούσαν να ακολουθήσουν την λέξη που γράφει τη δεδομένη στιγμή.

Τα συστήματα πρόβλεψης κειμένου (text prediction) ή εργαλεία συστάσεων κατηγοριοποιούνται με βάση διάφορους άξονες.

Πρώτος άξονας είναι το μέγεθος προβλεπόμενου τμήματος (block). Μια μέθοδος πρόβλεψης κειμένου μπορεί να επιλέξει να προβλέπει ένα εκ των ακολούθων τύπων block:

- *Χαρακτήρες ή Συλλαβές:* n-grams δηλαδή πρόβλεψη n χαρακτήρων τη φορά ($n \leq 4$) και k-grams δηλαδή πρόβλεψη k χαρακτήρων τη φορά με βάση τους ήδη εισηγμένους χαρακτήρες από το χρήστη για την τρέχουσα λέξη ή μια συλλαβή τη φορά
- *Λέξεις:* Στη συνηθέστερη περίπτωση ένα σύστημα πρόβλεψης κειμένου (text prediction) προβλέπει μια λέξη για το χρήστη
- *Φράσεις/προτάσεις:* Σπάνια μπορεί να προτείνει και συνδυασμό λέξεων ή φράσεις. Στην πράξη, οι χρήστες περισσότερο δυσκολεύονται παρά διευκολύνονται κατά τη συγγραφή κειμένου όταν το σύστημα τους προτείνει χαρακτήρες ή συλλαβές. Από την άλλη είναι δύσκολο για τα συστήματα να προτείνουν επιτυχημένα μεγάλες ομάδες λέξεων και ως εκ τούτου η πρόβλεψη μιας λέξης είναι η πρακτική που επιλέγεται από τη συντριπτική πλειοψηφία τέτοιων προσπαθειών.

Όταν αναλύονται συστήματα επικοινωνίας, στα οποία κατατάσσονται και τα συστήματα πρόβλεψης κειμένου, λαμβάνονται υπόψη ως δεύτερος άξονας και οι παράγοντες *άρθρωσης* (articulateness) και *ευφράδειας* (fluency). Ένα σύστημα έχει υψηλή άρθρωση όταν υπάρχει πάντα τουλάχιστον μία προτεινόμενη επιλογή, που ανταποκρίνεται στις ανάγκες του χρήστη, ανάμεσα σε όλες τις προτεινόμενες από το σύστημα επιλογές. Η ευφράδεια από την άλλη είναι ο αριθμός των χαρακτήρων που παράγονται τελικά ανά μονάδα χρόνου. Όπως είναι εύκολο να αντιληφθεί κανείς οι δύο παραπάνω παράγοντες είναι συνήθως αντικρουόμενοι. Ένα σύστημα που προσφέρει κάθε φορά όλο το αλφάβητο στο χρήστη είναι ένα σύστημα με πολύ υψηλή άρθρωση και πολύ χαμηλή ευφράδεια – ειδικά σε περιπτώσεις που ο χρήστης έχει κινητικές δυσκολίες. Οι συνηθέστερες μέθοδοι τέτοιων συστημάτων περιλαμβάνουν πρόβλεψη με *συχνότητα* ή με *πίνακες πιθανότητας λέξεων*, *συντακτική πρόβλεψη με πίνακες πιθανοτήτων*, *συντακτική πρόβλεψη με βάση υπάρχουσες γραμματικές* ή *σημασιολογική πρόβλεψη*. Η μέθοδος του παρόντος εργαλείου συστάσεων είναι συνδυαστική των δυο πρώτων και περιγράφεται στη συνέχεια. Κάποιες μέθοδοι βασίζονται σε προεισηγμένα λεξικά γλωσσών, ενώ άλλες βασίζονται μόνο στην είσοδο από το χρήστη καθώς και στην πληροφορία που παράγεται από *training datasets* για την παραγωγή στατιστικών (Garay-Vitoria & Abascal, 2006). Ένα σύστημα μπορεί να επιλέξει να προσαρμόζει τη λειτουργικότητά του με βάση τον τρόπο που οι χρήστες το χρησιμοποιούν ή να παραμένει σταθερό ανεξάρτητα από αυτήν. Υπάρχουν επιστήμονες που

προτιμούν να αποφεύγουν την προσαρμοστικότητα ούτως ώστε να ευνοήσουν τη δυνατότητα του χρήστη να απομνημονεύει και μετά από λίγο να αυτοματοποιεί τις κινήσεις του κατά τη χρήση του προγράμματος.

Συστήματα συστάσεων που παρουσιάζονται στη βιβλιογραφία (Matiassek & Baroni, 2003; Vechtomova & Robertson, 2000; Even-Zohar & Roth, 2000; Link, 1998) διαφοροποιούνται αρκετά ως προς τη διεπαφή τους και, πιο συγκεκριμένα, διακρίνονται σε αυτά τρία διαφορετικά πρωτόκολλα επικοινωνίας με το χρήστη:

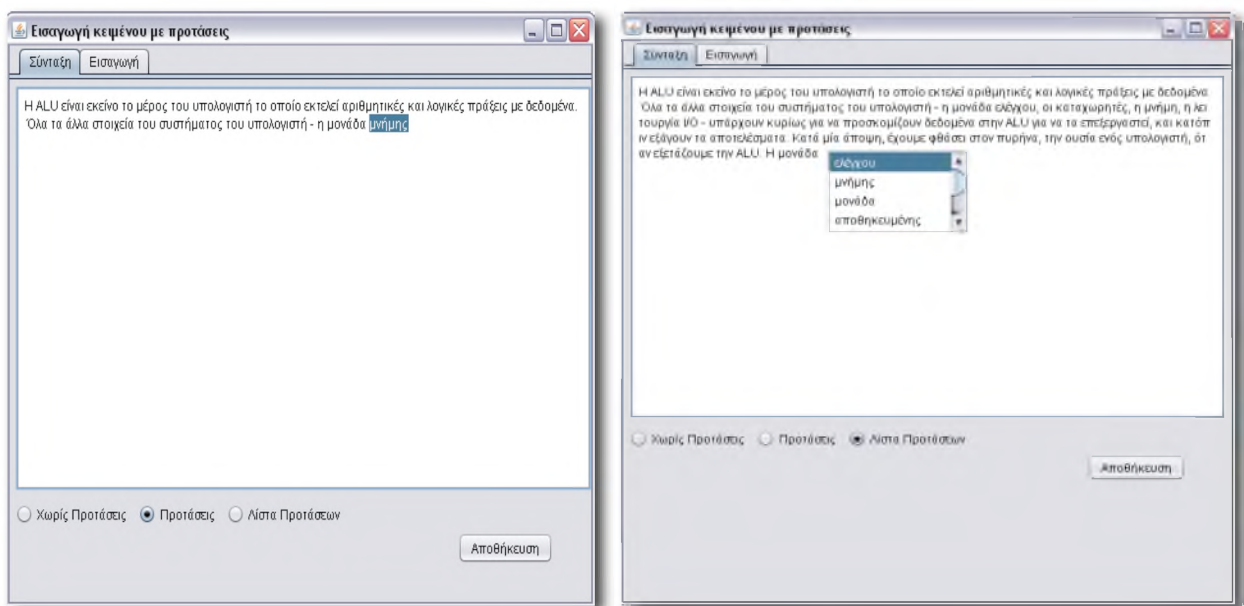
1. Το σύστημα προσφέρει μια λίστα συστάσεων και ο χρήστης πρέπει να επιλέξει την επιθυμητή. Η διαδικασία αυτή έχει το μειονέκτημα ότι μια από τις συστάσεις πρέπει πάντα να επιλέγει, με την απαραίτητη προσπάθεια που συνοδεύει την επιλογή αυτή (explicit selection protocol).
2. Το σύστημα εισάγει αυτόματα την προβλεπόμενη λέξη στο κείμενο. Αν η λέξη είναι η σωστή τότε ο χρήστης συνεχίζει να γράφει το κείμενο. Αν η λέξη δεν είναι η επιθυμητή, ο χρήστης πρέπει να την απορρίψει με μια συγκεκριμένη ενέργειά του (explicit rejection protocol). Το πλεονέκτημα είναι ότι ο χρήστης χρειάζεται να ενεργήσει μόνο όταν γίνει λανθασμένη πρόβλεψη. Αυτό απαιτεί λιγότερη προσπάθεια, αλλά έχει το μειονέκτημα ότι αν ο χρήστης προσπεράσει μια λανθασμένη επιλογή τότε το παραγόμενο κείμενο είναι διαφορετικό από το αναμενόμενο.
3. Το σύστημα ταξινομεί τις προτεινόμενες λέξεις με βάση την πιθανότητά τους. Καθώς ο χρήστης γράφει κείμενο έχει την επιλογή είτε να επιλέξει μια από τις προτάσεις ή να συνεχίσει να πληκτρολογεί κείμενο αν καμία από τις προτάσεις δεν του κάνει (implicit rejection protocol). Η μέθοδος αυτή δεν αυξάνει την απαιτούμενη φυσική προσπάθεια (physical effort) από το χρήστη αλλά μπορεί να απαιτήσει μεγαλύτερη συγκέντρωση από το χρήστη κατά την ανάγνωση των προτάσεων.

Επιπλέον, τα συστήματα διαφοροποιούνται ως προς τον τρόπο εμφάνισης της λίστας συστάσεων (π.χ. οριζόντια λίστα, κάθετη λίστα) αλλά και ως προς το πλήθος των συστάσεων που θα περιέχονται σε αυτή. Τέλος, πολύ σημαντική είναι η ελαχιστοποίηση του χρόνου που κάνει το σύστημα για να εμφανίσει συστάσεις.

Το παρόν εργαλείο συστάσεων έχει σχεδιαστεί και υλοποιηθεί στο Εργαστήριο Εκπαιδευτικής και Γλωσσικής Τεχνολογίας του τμήματος Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών του Πανεπιστημίου Αθηνών, ώστε να είναι προσαρμοστικό και διαρκώς αυτοεκπαιδευόμενο θεωρώντας πως η πληρότητα και η επιτυχία των προτάσεων είναι πιο κρίσιμες από τη

δυνατότητα απομνημόνευσης από την πλευρά των χρηστών. Προκειμένου να μπορεί να προβλέπει την επόμενη λέξη που θα ήθελε να γράψει ο χρήστης και να του προσφέρει ένα σύνολο συστάσεων, διατηρείται ένας πίνακας, ο οποίος περιέχει τις υπό συνθήκη πιθανότητες εμφάνισης λέξεων που κάποιος χρήστης έχει εισαγάγει κάποια στιγμή στη βάση του.

Πιο συγκεκριμένα, για κάθε ζευγάρι λέξεων που έχει εισαχθεί στη βάση, αποθηκεύεται και η συχνότητα με την οποία χρησιμοποιείται το ζευγάρι αυτό. Αν λοιπόν θεωρήσουμε ότι ο πίνακας αυτός μας δίνει πρόσβαση στην υπό συνθήκη πιθανότητα εμφάνισης μιας λέξης μετά από μια άλλη, μόλις ο χρήστης πληκτρολογήσει μια λέξη, το σύστημα θα του προτείνει τη λέξη με την υψηλότερη πιθανότητα $P(W_j|W_i)$, όπου W_i η λέξη που έχει ήδη πληκτρολογηθεί και W_j η λέξη που προτείνει το σύστημα. Αν η λέξη που προτείνεται δεν είναι αυτή που επιθυμεί ο χρήστης, μπορεί να συνεχιστεί η πληκτρολόγηση του κειμένου. Στην περίπτωση αυτή, για κάθε γράμμα που εισάγεται, εκτελείται μια αναζήτηση στον πίνακα και προτείνεται η πιο συχνή λέξη που έχει ως πρόθεμα τα γράμματα που πληκτρολόγησε ο χρήστης. Εκτός από τον κύριο πίνακα στον οποίο έχουν πρόσβαση όλοι οι χρήστες, υπάρχει και ο user table. Στον πίνακα αυτόν αποθηκεύονται τα ζεύγη λέξεων (μαζί με τη συχνότητα εμφάνισής τους) που έχει χρησιμοποιήσει ο τρέχων χρήστης του συστήματος στη συγκεκριμένη συνεδρία. Κάθε φορά λοιπόν που ο χρήστης εισάγει ένα ζεύγος λέξεων, ενημερώνεται όχι μόνο ο κύριος πίνακας, αλλά και ο user table. Στην Εικόνα 45 εμφανίζονται στιγμιότυπα του εργαλείου συστάσεων κατά την εισαγωγή κειμένου με συστάσεις - σύμφωνα με το δεύτερο πρωτόκολλο - και κατά την εισαγωγή κειμένου με λίστα συστάσεων - σύμφωνα με το τρίτο πρωτόκολλο αντίστοιχα.

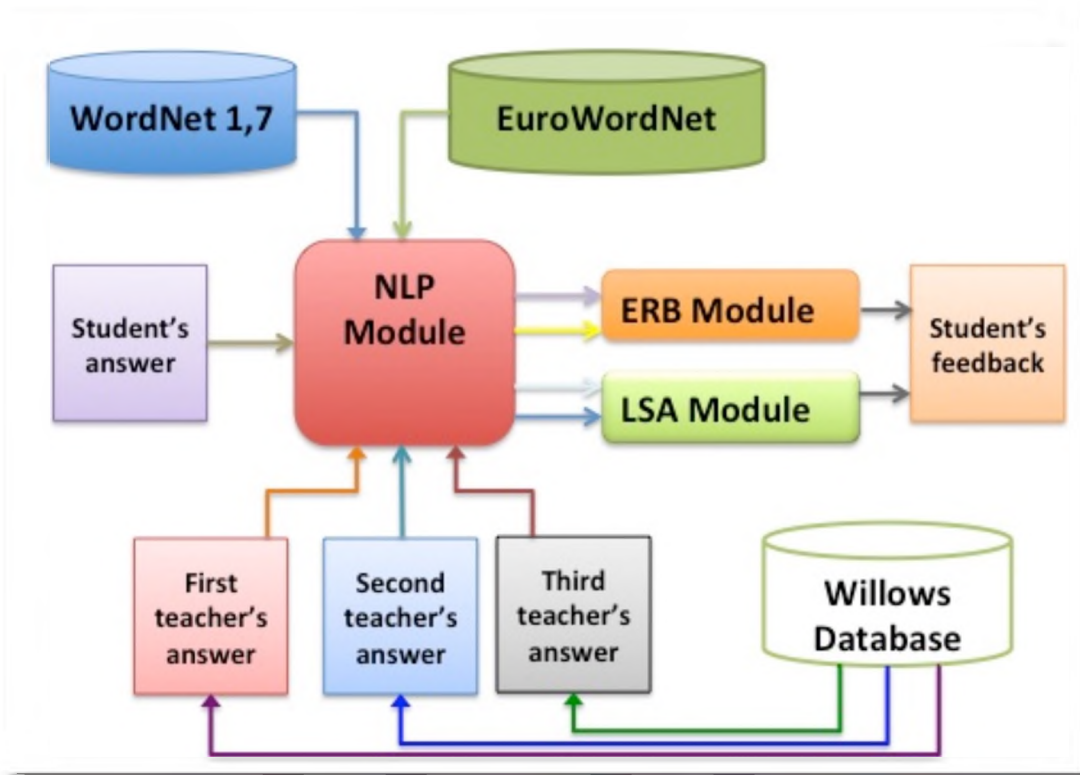


Εικόνα 45. Εισαγωγή κειμένου με συστάσεις (αριστερά) και με λίστα συστάσεων (δεξιά).

9.3 Το Γνωστικό Εργαλείο Semandix και Λανθάνουσα Σημασιολογική Ανάλυση

Ο βασικός λόγος για τον οποίο δεν έχει χρησιμοποιηθεί στο Semandix η λανθάνουσα σημασιολογική ανάλυση ως βάση για την αξιολόγηση δραστηριοτήτων που πραγματοποιεί ο εκπαιδευόμενος είναι το γεγονός ότι το Semandix δεν αποσκοπεί στο να βαθμολογεί απλά τις απαντήσεις σε ερωτήσεις ανοιχτού τύπου ή εννοιολογικούς χάρτες κατασκευασμένους από τον εκπαιδευόμενο, αλλά να διερευνά και να ανακαλύπτει τις παρανοήσεις που ο εκπαιδευόμενος εμφανίζει στις απαντήσεις του, ώστε να τον ανατροφοδοτεί κατάλληλα λαμβάνοντας υπόψη την οικοδόμηση των τριών δομών του μοντέλου κατανόησης κειμένου των Denhière και Baudet.

Σε ένα δεύτερο επίπεδο, όμως, η χρήση τεχνικών της LSA στη σημασιολογική βάση δεδομένων του Semandix θα μπορούσε να δώσει νέες προοπτικές ως προς τον εμπλουτισμό της. Θα υπήρχε η δυνατότητα επέκτασης του Semandix με ένα επιπλέον υποσύστημα το οποίο θα αντλούσε σημασιολογικό περιεχόμενο από μεγάλα σώματα κειμένου θα ενίσχυε με τον τρόπο αυτό το περιεχόμενο της βάσης δεδομένων του εν λόγω γνωστικού εργαλείου. Συστήματα, όπως το Willow (Pérez-Marín et al, 2006) του οποίου η αρχιτεκτονική εμφανίζεται στο Σχήμα 26, πέρα από τεχνικές επεξεργασίας φυσικής γλώσσας χρησιμοποιούν και τεχνικές LSA για την καλύτερη επεξεργασία του ελεύθερου κειμένου. Το εν λόγω σύστημα αξιολογεί απαντήσεις σε ερωτήσεις ανοιχτού τύπου έχοντας, όμως, υλικό αναφοράς έτοιμες απαντήσεις του εκπαιδευτή, οι οποίες συγκρίνονται με τις απαντήσεις των εκπαιδευόμενων.



Σχήμα 26. Αρχιτεκτονική Συστήματος Willow.

9.4 Συμπεράσματα

Σήμερα, ο επιστημονικός τομέας της Πληροφορικής αποτελεί ένα βασικό πυλώνα της έρευνας και της γνώσης, είτε αυτός θεωρηθεί ως ένας αυτόνομος επιστημονικός χώρος, αλλά πολύ περισσότερο στις περιπτώσεις που υποστηρίζει άλλους επιστημονικούς τομείς, όπως τη Μηχανική, την Ιατρική και τις Φυσικές Επιστήμες. Για το λόγο αυτό, η παρούσα διατριβή εστιάζει στη μελέτη της κατανόησης κειμένου Πληροφορικής κατά την ανάγνωση, στον τρόπο με τον οποίο ευρήματα από τη μελέτη αυτή θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την δημιουργία γνωστικού εργαλείου που θα αποτελέσει επιπρόσθετο βοήθημα για την κατανόηση εννοιών που εμφανίζονται σε τέτοια κείμενα, καθώς και στον τρόπο που διάφορα εκπαιδευτικά εργαλεία, όπως εκείνα της εννοιολογικής χαρτογράφησης και τα σημασιολογικά λεξικά, θα μπορούσαν να συνεισφέρουν στο σχεδιασμό και την υλοποίηση αυτού του εργαλείου.

Στην εισαγωγή του Κεφαλαίου 4 περιγράφηκαν τα βασικά χαρακτηριστικά των κειμένων Πληροφορικής κάποια εκ των οποίων αποτελούν και χαρακτηριστικά κειμένων άλλων επιστημονικών πεδίων. Για παράδειγμα, σε ιστορικά κείμενα συναντά κανείς ιστορικά γεγονότα τα οποία συνδέονται μεταξύ τους με χρονικές και/ή αιτιακές σχέσεις. Στα ίδια κείμενα εμπλέκονται πράξεις που αποτελούν αποτέλεσμα ανθρώπινων προθέσεων. Παρατηρούμε, λοιπόν, ότι ένα μοντέλο σαν κι αυτό των Denhière και Baudet που χρησιμοποιήθηκε ως μοντέλο αναφοράς για τη μελέτη των εναλλακτικών αντιλήψεων αναγνωστών κειμένων Πληροφορικής, καθώς και για την οικοδόμηση της σημασιολογικής βάσης του γνωστικού εργαλείου Semandix θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και σε κείμενα άλλων γνωστικών αντικειμένων, τα οποία κατά την ανάγνωση υποστηρίζουν την οικοδόμηση των τριών δομών του εν λόγω μοντέλου. Ειδικότερα για ιστορικά κείμενα έχουν πραγματοποιηθεί έρευνες και έχει σχεδιαστεί σύστημα που υποστηρίζει τη μάθηση μέσω διαλόγου και στηρίζεται στο μοντέλο κατανόησης κειμένου των Denhière και Baudet (Tsaganou et al, 2002; Tsaganou et al, 2003; Grigoriadou et al, 2005).

Άλλα κείμενα για των οποίων τη μελέτη θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί το ίδιο μοντέλο είναι και όλα εκείνα που περιγράφουν τεχνικά συστήματα και τη λειτουργία τους, όπως εκείνα που χρησιμοποίησαν οι Denhière και Baudet στις έρευνες τους και αφορούσαν τη λειτουργία και τη δομή ενός αυτοκινήτου και του κινητήρα του (ενότητα 4.1). Ως εκ τούτου, η χρήση του Semandix θα μπορούσε να επεκταθεί και σε άλλα γνωστικά αντικείμενα πέραν εκείνου της Πληροφορικής, με σκοπό την καλύτερη κατανόηση και εμπέδωση κειμένων που υποστηρίζουν την οικοδόμηση γνώσης με βάση τις γνωστικές κατηγορίες του μοντέλου. Μια τέτοια επέκταση εφαρμογής στη διδασκαλία θα πρέπει να συνοδευτεί φυσικά με την δημιουργία και επέκταση λεξικών τύπου WordNet με έννοιες των διαφορετικών γνωστικών αντικειμένων, ώστε η βάση

του εργαλείου να εμπλουτιστεί με τις νέες αυτές έννοιες. Μέσα από αυτή τη διαδικασία διαφαίνεται και το πλεονέκτημα του γνωστικού εργαλείου ως προς την επεκτασιμότητα του, αφού δεν απαιτείται η εξ αρχής αναδόμηση του με βάση τα συγκεκριμένα αντικείμενα στα οποία ενδέχεται να χρησιμοποιηθεί.

Η αξιοποίηση σε πραγματικές συνθήκες διδασκαλίας της Πληροφορικής και εν γένει άλλων γνωστικών αντικειμένων μέσα στην τάξη ή και εκτός αυτής, μέσω του διαδικτύου, θα προσέφερε επιπλέον δεδομένα προς αξιοποίηση σχετικά με την δυνατότητες που παρέχει ένα τέτοιο γνωστικό εργαλείο αλλά και τον τρόπο που υποστηρίζει τη συνεργατικότητα και την ανατροφοδότηση σε διαφορετικού γνωστικού επιπέδου εκπαιδευόμενους αλλά και σε εκπαιδευόμενους με διαφορετικό μαθησιακό προφίλ. Η βοήθεια που παρέχουν τέτοια εργαλεία είναι πολύ σημαντική, διότι της περισσότερες φορές στα κείμενα δεν εμφανίζονται όλες εκείνες οι έννοιες που θα χρειαστεί ο αναγνώστης για την οικοδόμηση της επιστημονικής γνώσης, καθώς είναι σχεδόν αδύνατον να δημιουργηθούν κείμενα που να αφορούν εξατομικευμένα στο γνωστικό υπόβαθρο του κάθε εκπαιδευόμενου και σύμφωνα με αυτά που ήδη γνωρίζει στο γνωστικό αντικείμενο.

Ένας ιδανικός συνδυασμός κειμένων, τα οποία έχουν γραφτεί εστιάζοντας στο μοντέλο κατανόησης κειμένου του Kintsch – ενισχυμένων, δηλαδή, ως προς την τοπική και συνολική συνοχή, εάν πρόκειται για αρχάριους στο αντικείμενο – και στο μοντέλο κατανόησης κειμένου των Denhière και Baudet – ενισχυμένων, δηλαδή, ως προς την αναλυτική αναφορά στις γνωστικές κατηγορίες του μοντέλου αυτού, μαζί με το γνωστικό εργαλείο Semandix θα μπορούσε να επιτύχει ενθαρρυντικά αποτελέσματα στη βαθύτερη εμπέδωση εννοιών Πληροφορικής σε διαφορετικές βαθμίδες εκπαίδευσης.

Τέλος, το Semandix θα μπορούσε να λειτουργήσει ως μια αυτόνομη εφαρμογή ανεξάρτητη από τη διαθεσιμότητα διαδικτύου (σε μια τέτοια περίπτωση θα πρέπει η βάση δεδομένων του να βρίσκεται στον υπολογιστή όπου έχει εγκατασταθεί η εφαρμογή), κι έτσι να αποτελέσει ένα εκπαιδευτικό εργαλείο για κινητή μάθηση (mobile learning). Η μετατροπή του σε εφαρμογή για λειτουργικά συστήματα φορητών συσκευών, όπως τις πλατφόρμες Android και iOS, θα επέτρεπε στο Semandix τη χρήση του σε διαφορετικά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- ACM & IEEE (2008), *Computer Science, Curriculum 2008: An interim revision of CS 2001* (Report from the Interim Review Task Force). The Association for Computing Machinery and the IEEE Computer Society. New York : ACM/IEEE.
- Azevedo, F.A.C., Carvalho L.R.B., Grinberg L.T., Farfel J.M., Ferretti R.E.L, Leite RE.P., Jacob Filho W., Lent R. & Herculano-Houzel S. (2009), Equal numbers of neuronal and nonneuronal cells make the human brain an isometrically scaled-up primate brain, *Journal of Computational Neurolinguistics*, Vol. 513, pp. 532-541.
- Albrecht, J. & O'Brien, E. (1993), Updating a mental model: Maintaining both local and global coherence, *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*, Vol. 19(5), pp. 1061-1070.
- Anderson-Inman, L. & Zeitz, L. (1993), Computer-based concept-mapping: Active studying for active learners, *The Computing Teacher*, Vol. 21(1).pp. 6-8, 10-11. (EJ 469 254).
- Anderson, J.R. (1983), A spreading activation theory of memory, *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, Vol. 22, pp. 261-295.
- Ausubel, D. (1968), *Educational Psychology*, N.Y., Holt, Rinechart & Winston.
- Baddeley, A.D. & Hitch, G.J.L (1974), Working Memory, in G.A. Bower (eds.), *The psychology of learning and motivation: advances in research and theory*, Vol. 8, pp. 47–89, New York: Academic Press.
- Baudet, S. & Denhière, G. (1991), Mental models and acquisition of knowledge from text: Representation and acquisition of functional systems. In G. Denhière & J. P. Rossi (Eds.), *Text and text processing (Advances in Psychology)*, Vol. 79, pp. 155-188, Amsterdam: North-Holland.
- Beck, J.E., Mostow, J. & Bey, J. (2004), *Can automated questions scaffold children's reading comprehension?*, in proceedings of the 7th International Conference on Intelligent Tutoring Systems, Maceio, Brazil, pp. 478-490.
- Bereiter, C. (2002), *Education and mind in the knowledge age*, Mahwah: NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Beyer, R. (1990), Psychologische Untersuchungen zur Gestaltung von Instruktionstexten [Psychological studies concerning the construction of instructional texts]. *Mathematisch-Naturwissenschaftliche Reihe*, Vol. 39, pp. 69-75. (Scientific journal published by Humboldt University, Berlin).
- Biber, D. (1988), *Variation across speech and writing*, Cambridge, MA: Cambridge Univ. Press.

- Bloom, B., Englehart, M., Furst, E., Hill, W. & Krathwohl, D. (1956), *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals*, Handbook I: Cognitive domain, New York, Toronto: Longmans, Green.
- Brachman, R.J. & Levesque, H.J. (2004), *Knowledge Representation and Reasoning*, Morgan Kaufmann, ISBN 978-1-55860-932-7.
- Bridgeman, B. & Rock, D.A. (1993), Relationships among multiple-choice and open-ended analytical questions, *Journal of Educational Measurement*, Vol. 30, pp. 313-329.
- Brooks, C. & Warren, R.P. (1972), *Modern Rhetoric* (Shorter 3rd Edn.), New York: Harcourt Brace Jovanovich.
- Brookshear, G. (2005), Η επιστήμη των υπολογιστών: Μια ολοκληρωμένη παρουσίαση. Εκδόσεις Κλειδάριθμος, ISBN 9789602098905.
- Bransford, J.D. & Franks, J.J. (1971), The Abstraction of Linguistic Ideas, *Cognitive Psychology* Vol. 2, pp. 331-350.
- Britton, B.K. & Graesser, A.C. (1996), *Models of understanding text*, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Britton, B.K. & Gulgoz, S. (1991), Using Kintsch's computational model to improve instructional text effects of repairing inference calls on recall and cognitive structures, *Journal of Educational Psychology*, Vol. 83, pp. 329-345.
- Brooks, C. & Warren, R.P. (1972), *Modern rhetoric*. New York: Harcourt Brace Jovanovich.
- Budiu, R. & Anderson, J. (2004), Interpretation-Based Processing: A Unified Theory of Semantic Sentence Comprehension, *Cognitive Science*, Vol. 28(1), pp. 1-44.
- Caillies, S. & Denhière, G. (2001), The interaction between textual structures and prior knowledge: Hypotheses, data and simulations, *European Journal of Cognitive Psychology*, Vol. 16 (1) pp. 17-31.
- Chafe, W.L. (1994), *Discourse, consciousness, and time: The flow and displacement of conscious experience in speaking and writing*. Chicago: University of Chicago Press.
- Chase, W.G. & Simon, H.A. (1973), The mind's eye in chess. In W. G. Chase, Ed., *Visual information processing*, NY: Academic Press.
- Chaudhri, V., Stickel, M., Thoméré, J. & Waldinger, R. (2000), *Using Prior Knowledge: Problems and Solutions*, in proceedings of the 7th National Conference on Artificial Intelligence and Twelfth Conference on Innovative Applications of Artificial Intelligence, pp. 436 – 442.
- Chi, M.T.H., DeLeeuw, N., Chiu, M.H. & LaVancher, C. (1994), Eliciting self-explanations improves understanding, *Cognitive Science*, Vol. 18, pp. 439-477.

- Chun, M. (1997), Research on text comprehension in multimedia environments, *Language, Learning & Technology*, Vol. 1(1), pp. 60-81.
- Clark, P., Duncan, L. et al (2002), *A Knowledge-Rich Approach to Understanding Text about Aircraft Systems*, in proceedings of HLT-02, pp. 78–83.
- Cloarec, J.F. & Cudérou J.F. (1983), *An Experiment in Representing the Knowledge Involved in the Specification and Design of Switching Systems*, in proceedings of the 8th International Joint Conference on Artificial Intelligence, pp. 385-387.
- Coirier, P., Andriessen, J. & Lucille, C. (1999), From planning to translating the specificity of argumentative writing, in J. Andriessen & P. Coirier (eds.), *Foundations of argumentative text processing*, pp. 1- 28, Amsterdam: Amsterdam University Press.
- Collins, A. (1987), A Sample Dialogue Based on a Theory of Inquiry Teaching. In: Reigeluth Ch (eds.), *Instructional Theories in Action*, Lawrence Erlbaum Associates Inc Hillsdale, New Jersey.
- Cowie, A.P. & Howarth, P. (1996), Phraseological competence and written proficiency. in G.M. Blue & R. Mitchell (eds.), *Language and Education*, Clevedon: Multilingual Matters: pp. 80-93.
- Croft, W. & Cruse D.A. (2004), *Cognitive Linguistics*, Cambridge: Cambridge University Press. pp. 1, 105, 7–15, 33–39.
- Daneman, M. & Hannon, B (2001), Using working memory theory to investigate the construct validity of multiple-choice reading comprehension tests such as the SAT, *Journal of Experimental Psychology: General*, Vol. 130, pp. 208-223.
- Deerwester, S., Dumais, S., Furnas, G., Landauer, T. & oth. (1990), Indexing by latent semantic analysis, *Journal of the American Society for Information Science*, Vol. 41, pp. 391--407.
- de Kleer, J. & Brown, J.S. (1981), Mental models of physical mechanisms and their acquisition, in J.R. Anderson (eds.), *Cognitive skills and their acquisition*, Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Denhière, G., Legros, D. & Tapiero, I. (1993), Representation in Memory and Acquisition of Knowledge from Text and Picture: Theoretical, Methodological, and Practical Outcomes, *Educational Psychology Review*, Vol. 5(3), pp.311-324, Plenum Publishing Corporation.
- Denhière, G. & Lemaire, B. (2007), A Computational Model of Children’s Semantic Memory, In T. K. Landauer, D. S. McNamara, S. Dennis, & W. Kintsch (eds.), *Handbook of latent semantic analysis*, pp. 143-165, Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Denhière, G. & Lemaire, B. (2006), *Incremental Construction of an Associated Network from a Corpus*, in proceedings of the 26th Annual Meeting of the Cognitive Science Society (CogSci 2004), pp. 825-830.

- Denhière, G. & Baudet, S. (1992), *Lecture, compréhension de texte et science cognitive*, Presses Universitaires de France, Paris.
- Derry, S. D. (1990), Learning strategies for acquiring useful knowledge, in Jones, B. F. & Idol, L., Eds., *Dimensions of thinking and cognitive instruction*, Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- de Wever, B., Schellens T., Valcke, M. & Van Keer H. (2006), Content analysis schemes to analyze transcripts of online asynchronous discussion groups: A review, *Computers and Education*, Vol. 46, pp. 6-28.
- Donald, M. (2001), *A Mind So Rare: The Evolution of Human Consciousness*, New York: W.W. Norton.
- Donald, M. (1991) *Origins of the Modern Mind: Three Stages in the Evolution of Culture and Cognition*, Cambridge, MA: Harvard University Press
- Ericsson, K.A. & Simon, H.A. (1993), *Protocol analysis: Verbal reports as data*, Cambridge, MA: The MIT Press.
- Even-Zohar, Y. & Roth, D. (2000), *A classification approach to word prediction*, in proceedings of the 1st North American Conference of the Association for Computational Linguistics (NAACL 2000), pp. 124-131.
- Fellbaum C. (1998), *WordNet: An Electronic Lexical Database*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Fernantes, H. & Asencio, M. (1998), Concept mapping as a research tool: Knowledge assessment in social science domain, *International Journal of Contemporary Engineering Education and Life-Long Learning*, Vol. 8(1,2), pp. 109-123.
- Fischer, F. (1998), *Mapping procedures as cognitive tools for problem-oriented learning*, Frankfurt: Lang.
- Forouzan, A. B. (2003), *Εισαγωγή στην επιστήμη των υπολογιστών*. Εκδόσεις Κλειδάριθμος, ISBN 960-209-707-8.
- Fredericksen, N. (1984), The real test bias: Influence of testing on teaching and learning, *American Psychologist*, Vol. 39, pp. 193-202.
- Garay-Vitoria N. & Abascal J. (2006), Text prediction systems: a survey. *Universal Access in the Information Society*, Vol. 4(3), pp. 188-203.
- Gasparinatou, A. & Grigoriadou, M. (2011), ALMA: An Adaptive Learning Models environment from texts and Activities that improves students' science comprehension *Procedia-Social and Behavioral Sciences Journal*, Vol. 15, pp.2742-2747, Elsevier.
- Gasparinatou, A. & Grigoriadou, M. (2010), Learning from Texts in Computer Science, *The International Journal of Learning*, Volume 17(1), pp.173-190. Champaign, Illinois, USA by Common Ground Publishing LLC, ISSN: 1447-9494,

- Gasparinatu, A., Tsaganou, G. & Grigoriadou, M. (2009), *Designing Personalized Educational Interactions Based on Learners' Background Knowledge: the case of ADULT*, in G. Siemens & C. Fulford (Eds.), in proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications, pp. 3580-3585, Chesapeake, VA: AACE.
- Gilabert, R., Martinez, G. & Vidal-Abarca, E. (2005), Some good texts are always better: Text revision to foster inferences of readers with high and low prior background knowledge, *Learning and Instruction*, Vol. 15, pp. 45-68.
- Gitsaki, C., Daigaku, N.S. & Taylor, R.P. (2000), *English collocations and their place in the EFL classroom*, Available at: <http://www.hum.nagoya-cu.ac.jp/~taylor/publications/collocations.html>.
- Givón, T. (1992), The grammar of referential coherence as mental processing instructions, *Linguistics*, Vol. 30, pp. 5-55.
- Goldman, S.R., Golden, R.M., Thomas, C., Oney, B., Macleod, S. & Lauterbach, M. (2003), *Applications of Text Processing Models to Diagnostic Assessment of Reading*, Thirteenth Annual Meeting of the Society for Text and Discourse, June 26-28, Madrid, Spain.
- Goldman, S. R., Golden, R. M. & van den Broek, P. (2007), Why are Computational Models of Text Comprehension Useful?, F. Schmalhofer & C.A. Perfetti (eds.), *Higher Level Language Processes in the Brain*, pp. 27-51, Inference and Comprehension Processes Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Goldman, S.R. & Rakestraw, J. (2000), Structural aspects of constructing meaning from text. In M. L. Kamil, P.B. Mosenthal, P.D. Pearson, & R. Barr (eds), *Handbook of reading research*, Vol III, pp.311-335, Mahwah, NJQ Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Gouli, E., Gogoulou, A. & Grigoriadou, M. (2009), *Working with COMPASS: Analyzing and Evaluating Students' Concept Maps*, in proceedings of the IADIS International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age, Rome, 20-22 November, pp. 85-92.
- Gouli, E., Gogoulou, A. & Grigoriadou, M., (2008) *Teaching Concepts of Informatics with the Concept Mapping Environment COMPASS*, in proceedings of the 6th Hellenic Conference with International Participation, Information and Communication Technologies in Education, University of Cyprus, Limassol, Cyprus, September 25-28, 2008 (in Greek).
- Gouli, E., Gogoulou, A., Tsakostas, C. & Grigoriadou, M. (2006), *How COMPASS supports multi-feedback forms and components adapted to learner's characteristics*, in A. Cañas, & J. Novak (eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*, proceedings of the 2nd International Conference on Concept Mapping, San José, Costa Rica, Vol. 1, pp. 255-262.

- Graesser, A.C., Chipman, P., Haynes, B.C. & Olney, A. (2005), AutoTutor: An intelligent tutoring system with mixed-initiative dialogue, *IEEE Transactions in Education*, Vol. 48, pp. 612–618.
- Graesser, A.C. & Clark, L.F. (1985), *Structures and processes of implicit knowledge*, Norwood, NJ: Ablex.
- Graesser, A.C., Leon, J.A. & Otero, J.C. (2002), Introduction to the psychology of science text comprehension, in J. Otero, J.A. Leon, & A.C. Graesser (Eds), *The psychology of science text comprehension*, pp. 1-15, Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Graesser, A.C., Millis, K.K. & Zwaan R.A. (1997), Discourse Comprehension, *Annual Review of Psychology*, Vol. 48, pp. 163-189.
- Graesser, A.C. & Tipping, P. (1999), Chapter 24: Understanding texts, in W. Bechtel & G. Graham (Eds.), *A Companion to Cognitive Science*, Malden MA: Blackwell.
- Gray, P.M.D., & Lucas R.J. (1988), *PROLOG and Databases: Implementations and New Directions*, Chichister, West Sussex: Ellis Horwood Limited.
- Grigoriadou, M. & Tsaganou, G. (2007), *Authoring Tools for Structuring Text-Based Activities*, in proceedings of the 4th International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction (UAHCI 2007), Vol. 7, LNCS_4556, ISBN: 978-3-540-73282-2, Beijing, P.R. China, 22 – 27, July 2007.
- Grigoriadou, M. & Tsaganou, G. (2005), *Learner Modelling Computer Network Text Comprehension in RETUDIS*, in proceedings of the IADIS International Conference: Cognition and Exploratory Learning in Digital Age (CELDA 2005), Porto, Portugal, 14 -16 December.
- Grigoriadou, M., Tsaganou, G. & Cavoura, Th. (2005), Historical Text Comprehension Reflective Tutorial Dialogue System, *Journal of Educational Technology and Society*, Vol. 8(40), p.31-41.
- Grosz, B. & Sidner, C. (1986), Attentions, Intentions, and the Structure of Discourse, *Computational Linguistics*, Vol. 12(3), pp. 175-204.
- Gruber, T. (1993), *Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing*, Technical Report KSL 93-04, Stanford University, Knowledge Systems Laboratory, Rev.
- Gunawardena, C.N., Carabajal, K. & Lowe, C.A. (2001), *Critical analysis of models and methods used to evaluate online learning networks*, in American Educational Research Association Annual Meeting, Seattle: American Educational Research Association.
- Hannafin, M.J. (1992), Emerging technologies, ISD & learning environments: Critical perspectives, *Educational technology research & Development*, Vol. 40(1), pp. 49-63

- Hara, N., Bonk, C.J. & Angeli, C. (2000), Content analysis of online discussion in an applied educational psychology course, *Instructional Science*, Vol. 28, pp. 115–152.
- Hearst, M., Kukich, K., Hirschman, L., Breck, E., Light, M., Burge, J., Ferro, L., Landauer, T.K., Laham, D. & Foltz, P.W. (2000), The Debate on Automated Essay Grading, *IEEE Intelligent Systems* (Sept/Oct 2000), pp. 22-37.
- Helbig, H. (2006), *Knowledge Representation and the Semantics of Natural Language*, Springer, Berlin, Heidelberg, New York.
- Hokanson, B. & Hooper, S. (2004), Levels of teaching: A taxonomy for instructional design, *Educational Technology*, Vol. 44(6), pp. 14-22.
- Hotchalk Lesson Plans Page (2010), Retrieved in June 25th 2010 from <http://www.lessonplanspage.com>.
- Horák, A. & Smrž, P. (2004), *VisDic-Wordnet Browsing and Editing Tool*, in proceedings of the 2nd International Wordnet Conference - GWC 2004, Brno, Czech Republic: Masaryk University, 2003, pp. 136—141, ISBN 80-210-3302-9.
- Hu, X., Cai, Z., Louwerse, M., Olney, A., Penumatsa, P., Graesser, A.C. & TRG (2003), *A revised algorithm for Latent Semantic Analysis*, in proceedings of the 2003 International Joint Conference on Artificial Intelligence, pp. 1489-1491.
- Hull, D.A. (1996), Stemming Algorithms: a case study for detailed evaluation, *Journal of the American Society for Information Science*, pp. 70-84.
- Iiyoshi, T., Hannifin, M.J. & Wang, F. (2005), Cognitive tools and student-centered learning: Rethinking tools, functions and applications, *Educational Media International*, Vol.42, pp. 281-296.
- Java, A., Finin, T. & Nirenburg, S. (2006), *Text understanding agents and the Semantic Web*, in proceedings of the 39th Hawaii International Conference on System Sciences, January 04.
- Jeong, A. (2004), The combined effects of response time and message content on growth patterns of discussion threads in computer-supported collaborative argumentation, *Journal of Distance Education*, Vol. 19(1), pp. 36-53.
- Johnson-Laird, P.N. (1983), *Mental models*, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Jonassen, D.H. (2006), *Modeling with technology: Mindtools for conceptual change*, Columbus, OH: Merrill/Prentice Hall.
- Jonassen, D.H. (2000), *Computers as mindtools for schools: Engaging critical thinking*. Columbus, OH: Merrill/Prentice Hall.
- Jonassen, D.H. (1999), *Computers in the classroom: Mindtools for critical thinking*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

- Jonassen, D.H. & Reeves, T.C. (1996), Learning with technology: Using computers as cognitive tools, in D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of Research for Educational Communication and Technology*, pp. 693-724, NY: Simon & Schuster Macmillan.
- Jonassen, D.H. (1994), *Technology as cognitive tools: learners as designers*, ITForum, paper #1, Online publications edited by Gene Wilkinson, Department of Instructional Technology, University of Georgia, Available online: <http://itech1.coe.uga.edu/itforum/paper1/paper1.html>
- Jonassen, D.H. Beissner, K. & Yacci, M. (1993), *Structural Knowledge: Techniques for Representing, Conveying, and Acquiring Structural Knowledge*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Jonassen, D.H. & Grabowski, B.L. (1993), *Handbook of individual differences: Learning & instruction*, Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum Associates, ISBN: 0-8058-1412-4/0-8058-1413-2.
- Jonassen, D.H. (1992), What are Cognitive Tools? in P.A.M. Kommers & al. (eds.), *Cognitive Tools for learning*, NATO ASI Series, Berlin: Springer.
- Jurafsky, D. & Martin, J. (2000), Speech and Language Processing, An introduction to Natural Language Processing, *Computational Linguistics, and Speech Recognition*, Prentice-Hall.
- Kanidis, E. & Grigoriadou, M. (2007). *Reading about Computer Cache Memory: The Effects of Text Structure in Science Learning*, in proceeding of the 2th European Conference on Cognitive Science.
- Katz, S., Lautenschlager, G.J., Blackburn, A.B. & Harris, F.H. (1990), Answering reading comprehension items without passages on the SAT, *Psychological Science*, Vol. 1, pp. 122-127.
- Kerschberg, L. (1989), *Expert Database Systems*, in proceedings From the Second International Conference, April 25-27, 1988, Vienna, VA. Redwood City, CA: Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc.
- Kinchin, I.M., Hay, D.B. & Adams, A. (2000), How a qualitative approach to concept map analysis can be used to aid learning by illustrating patterns of conceptual development, *Educational Research*, Vol. 42(1), pp. 43-57.
- Kintsch, W. & Mangalath, P. (2011), The construction of meaning, *Topics in Cognitive Science*, Vol. 3, pp. 346-370.
- Kintsch, W. (1997), *Comprehension: A paradigm for cognition*, New York:Cambridge Un. Pr.
- Kintsch, W. (1988), The use of knowledge in discourse processing: A construction-integration model, *Psychological Review*, Vol. 95, pp. 163-182.

- Kintsch, W. (1992), A cognitive architecture for comprehension, in H. L. Pick, P. van den Broek, & D. C. Knill (Eds.), *The study of cognition: Conceptual and methodological issues*, pp. 143-164, Washington, DC: American Psychological Association.
- Kintsch, W., & van Dijk, T.A. (1978), Towards a model of text comprehension and production, *Psychological Review*, Vol. 85, pp. 363-394.
- Kintsch, W. & Vipond, D. (1979), Reading comprehension and readability in educational practice and psychological theory, in L. G. Nilson (Ed.), *Perspectives of memory research*, pp. 325-366, Hillsdale, N.J: Erlbaum.
- Klausmeier, H.J. (1990), Conceptualizing, in Jones, B.F. & Idol, L. (eds.), *Dimensions of thinking and cognitive instruction*, Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- Kremizis, A., Konstantinidi, I., Papadaki, M., Keramidas, G. & Grigoriadou, M. (2007), *Greek WordNet extension in the domain of Psychology and Computer Science*, in proceedings of the 8th Hellenic European Research Computer Mathematics and its Applications Conference, Economical University, Athens, Greece, available in <http://www.aueb.gr/pympe/hercma/proceedings2007/>.
- Kommers, P.A.M., Jonassen, D.H., & Mayes, T.M. (1992), *Cognitive tools for learning*. Heidelberg, Germany: Springer-Verlag.
- Kontos, J. & Malagardi, I. (1999), Information Extraction and Knowledge Acquisition from Texts using Bilingual Question-Answering, *Journal of Intelligent and Robotic Systems*, Vol. 26(2), pp. 103-122.
- Kontos, J. & Malagardi, I. (2001), *A Search Algorithm for Knowledge Acquisition from Texts*, in proceedings of the 5th Hellenic European Research on Computer Mathematics & its Applications Conference (HERCMA 2001), Athens, pp. 226-230.
- Kontos, J., Malagardi, I. & Peros J. (2003), *Question Answering and Rhetoric Analysis of Biomedical Texts in the AROMA System*, Artificial Intelligence Group, Department of Philosophy and History of Science, University of Athens.
- Kontos, J. & Malagardi, I. (2005), *Question Answering from Procedural Semantics to Model discovery*, Artificial Intelligence Group, Department of Philosophy and History of Science, University of Athens.
- Lajoie, S.P. & Derry, S.J. (1993), *Computers as cognitive tools*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Lajoie, S.P. (2000), *Computers as cognitive tools: no more walls*, Volume II, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

- Landauer, T.K. & Dumais, S.T. (1996), How come you know so much? From practical problems to new memory theory, in D.J. Hermann, C. McEvoy, C. Hertzog, P. Hertel, & M.K. Johnson (Eds.), *Basic and applied memory research*, Vol. 1. Theory in context, pp. 105-126, Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Landauer, T.K. & Dumais, S.T. (1997), A solution to Plato's problem: the Latent Semantic Analysis theory of acquisition, induction and representation of knowledge, *Psychological Review*, Vol. 104(2), pp. 211-240.
- Landauer, T.K., Foltz, P.W. & Laham, D. (1998), Introduction to Latent Semantic Analysis, *Discourse Processes*, Vol. 25, pp. 259-284.
- Lapata, M. & Barzilay, R. (2005), *Automatic Evaluation of Text Coherence: Models and Representations*, in proceedings of the 19th International Joint Conference on Artificial Intelligence, pp. 1085-1090, Edinburgh.
- Lembessi P., Kroustalli S., Gregoriadou M. (2007), *VerbTagGr Web-based Tool for Statistical Morphosyntactic Recognition of One-word Modern Greek Standard Verb Forms*, in proceedings of the 3rd Language & Technology Conference: Human Language Technologies as a Challenge for Computer Science and Linguistics, October 5-7, Poznań, Poland.
- Lemaire, B., Denhière, G., Bellissens, C. & Jhean-Larose, S. (2006), A computational model for simulating text comprehension, *Behavior Research Methods*, Vol. 38, pp. 628-637.
- Lemaire, B. & Denhière, G. (2004), *Incremental Construction of an Associative Network from a Corpus*, in K. Forbus, D. Gentner, & T. Regier (eds.), proceedings of the 26th Annual Meeting of the Cognitive Science Society, pp. 825-830, Mahwah, NJ: erlbaum.
- Levelt, W.J.M. (1989), *Speaking*, The MIT Press, Cambridge, MA.
- Liebscher R. & Belew K.R. (2003), Lexical dynamics and conceptual change: Analyses and implications for information Retrieval, *Cognitive Science Online*, Vol.1, pp.46–57.
- Lin, N. (1999), Social networks and status attainment, *Annual Review of Sociology*, Vol. 25, pp. 467-87.
- Lindholm, M., Eggertson, O., Lovelius, N., Raspopov, O., Shumilov, O. & Laanelaid, A. (2001), Growth indices of North European Scots pine recorded the seasonal North Atlantic Oscillation, *Boreal Environment Research*, Vol. 6, pp.275–284.
- Link, D. (1998). *Using Collocation Statistics in Information Extraction*, Seventh Message Understanding Conference (MUC-7).
- Lipponen, L. (2000), Towards knowledge building discourse: From facts to explanations in primary students' computer mediated discourse, *Learning Environments Research*, Vol. 3, pp. 179-199.

- Liu, H. & Singh, P. (2004), *Common sense reasoning in and over natural language*, in proceedings of the 8th International Conference on Knowledge-Based Intelligent Information & Engineering Systems (KES 2004), Wellington, New Zealand. September 22-24. Lecture Notes in Artificial Intelligence, Springer 2004.
- Lowe, J.B, Baker, C.F. & Fillmore, C.J. (1997), *A Frame-Semantic Approach to Semantic Annotation*, Department of Linguistics, University of California, Berkeley, CA 94720.
- Mackie, J. (1974), *The Cement of the Universe*, Oxford: Clarendon Press.
- Mandler, J.M. (1984). *Stories, scripts, and scenes: Aspects of schema theory*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Mannes, S.M. & Kintsch, W. (1987), Knowledge organization and text organization, *Cognition and Instruction*, Vol. 4, pp. 91-115.
- Matiasek, J. & Baroni, M. (2003), *Exploiting long distance collocational relations in predictive typing*, in Karin Harbusch, Michael Kühn & Harald Trost (eds.), proceedings of the EACL-03 Workshop on Language Modeling for Text Entry, East Stroudsburg PA:ACL, pp. 1-8.
- McClelland, J.L., Rumelhart, D.E., & the PDP res. grp (1986). *Parallel distributed processing: Explorations in the microstructure of cognition*, Volume II, Cambridge, MA: MIT Press.
- McKeown, M.G., Beck, I.L., Sinatra, G.M. & Loxterman, J.A. (1992), The contribution of prior knowledge and coherent text to comprehension, *Reading Research Quarterly*, Vol. 27, pp. 79–93.
- McKoon, G., Gerrig, R.J. & Greene, S.B. (1996), Pronoun resolution without pronouns: Some consequences of memory-based text processing, *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, Vol. 22, pp. 919–932.
- McKoon, G. & Ratcliff, R. (1992), Inference during reading, *Psychological Review*, Vol. 99, pp. 440-466.
- McNamara, D.S., Kintsch, E., Butler-Songer, N. & Kintsch, W. (1996), Are good texts always better? Interactions of text coherence, background knowledge, and levels of understanding in learning from text, *Cognition & Instruction*, Vol.14, pp. 1-43.
- Mandler, J.M. (1984). *Stories, scripts, and scenes: Aspects of schema theory*. Hillsdale, NJ: Erl.
- Mayer, R.E. (2002). *The promise of educational psychology: Teaching for meaningful learning*, Vol. 2, Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Mayer, R E. (2001), What good is educational psychology? The case of cognition and instruction, *Educational Psychology*, Vol.36, pp. 83–88.

- Mayer, R.E. (1992). Knowledge and thought: Mental models that support scientific reasoning, in R.A. Duschl & R.J. Hamilton (eds.), *Philosophy of science, cognitive psychology, and educational theory and practice*, pp. 226–243, Albany, NY: State Univer. of New York Press.
- Means, M.L. & Voss, J.F. (1996), Who reasons well? Two studies of informal reasoning among children of different grade, ability and knowledge levels, *Cognition and Instruction*, Vol. 14, pp. 139-178.
- Meyer, K. (2004), Evaluating online discussions: four different frames of analysis, *Journal of Asynchronous Learning Networks*, Vol. 8(2), pp. 101–114.
- Meyer, B.J.F. & Freedle, R.O. (1984), Effects of discourse type on recall, *American Educational Research Journal*, Vol. 21(1), pp. 1121-1143.
- Mollá, D., Rinaldi, F., Schwitter, R., Dowdall, J. & Hess, M. (2003), ExtrAns: Extracting Answers from Technical Texts, *IEEE Intelligent Systems*, July/August, pp. 12-17.
- Moravcsik, J.E. & Kintsch, W. (1993), Writing quality, reading skills, and domain knowledge as factors in text comprehension, *Canadian Journal of Psychology*, Vol. 47, pp. 360-374.
- Myers, D.J. (1994), Social Activism through Computer Networks, in Orville Vernon Burton (eds.), *Renaissance in Social Science Computing*, Urbana: University of Illinois Press.
- Namjoshi, K. & Kurshan, R. (1999), *Efficient Analysis of Cyclic Definitions*, in proceedings of the 11th International Conference on Computer Aided Verification, pp. 394-405, ISBN: 3-540-66202-2.
- Nason, R., Lloyd, P. & Ginns, I. (1996), Format-free database and the construction of knowledge in primary school science projects, *Research in Science Education*, Vol. 26(3), pp. 353-373.
- Nathan, M.J., Kintsch, W. & Young, E. (1992), A theory of word algebra problem-comprehension and its implications for the design of the learning environments, *Cognition and Instruction*, Vol. 9, pp. 329–389.
- Novak, J.D. (1998), *Learning, Creating, and Using Knowledge: Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations*, Mahwah, NJ. Lawrence Erlbaum Associates
- Novak, J. & Musonda, D. (1991), A Twelve-year longitudinal study of Science Concept Learning, *American Educational Research Journal*, Vol. 28(1), pp.117-153.
- Novak, J.D. (1991), Clarify with concept maps: A tool for students and teachers alike, *The Science Teacher*, Vol. 58(7), pp. 45-49.
- Novak, J.D. & Gowin, D.B. (1984), *Learning how to learn*, New York, NY: Cambridge University Press.

- Nussbaum, E.M. (2005), The effect of goal instructions and need for cognition on interactive argumentation, *Contemporary Educational Psychology*, Vol. 30(3), pp. 286-313.
- O' Donnell, A.M. & Dansereau, D.F. (2000), Interaction effects of prior knowledge and material format on cooperative teaching, *Journal of Experimental Education*, Vol. 68, pp. 101-118.
- Ozuru, Y., Best, R., Bell, C., Witherspoon, A. & McNamara, D.S. (2007), Influence of Question Format and Text Availability on the Assessment of Expository Text Comprehension, *Cognition and Instruction*, Vol. 25(4), pp. 399-438.
- Palmer, M., Passonneau, R., Weir, C. & Finin, T. (1993), The KERNEL text understanding system Artificial Intelligence, Vol. 63(1-2), October, Special volume on natural language processing, pp.17-68.
- Pea, R.D. (1985), Beyond amplification: Using the computer to reorganize mental functioning, *Educational Psychologist*, Vol. 20(4), pp.167-182.
- Pearson, P.D. & Garavaglia, D.R. (1999), Impact of item format and depth of students' cognitive engagement, Unpublished manuscript, NAEP Validity Study Panel.
- Pellegrino, J.W., Chudowsky, N. & Glaser, R. (2001), *Knowing what students know: The science and design of educational assessment*, Washington, DC: National Academy Press.
- Pereira, Fernando C.N., & Stuart M.S. (1989), *Prolog and Natural-Language Analysis*, The University of Chicago Press.
- Pérez-Marín, D., Alfonseca, E., Rodríguez, P. & Pascualieto, I. (2006), Willow: Automatic and adaptive assessment of students free-text answers, *Span. Soc. Nat. Lang. Proc. J.*, Vol. 37, pp. 367–368.
- Perkins, D.N. (1981), *The mind's best work*, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P. & Gertzog, W.A. (1982), Accomodation of a Scientific Conception: Towards a Theory of Conceptual Change, *Science Education*, Vol. 66, pp. 211-227.
- Rapaport, W.J. (1998), How minds can be computational systems, *Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence*, Vol. 10(4), pp. 403-419(17).
- Riloff, E. (1996), *Automatically generating extraction patterns from untagged text*, in proceedings of the 13th National Conference On Artificial Intelligence (AAAI-96), pp. 1044-1049.
- Rimor, R. (2002), *From search for information to construction of knowledge: Organization and construction of knowledge in database environment*, Doctoral Dissertation, Ben-Gurion University of the Negev, Israel [In Hebrew].
- Rimor, R. (2001), Database as a cognitive tool, *Educational Researcher*, Vol. 20(3), pp. 2-9.

- Rinaldi, F., Dowdall J., Hess, M., Mollá, D. & Schwitter, R. (2002), *Towards Answer Extraction: An Application to Technical Domains*, in F. van Harmelen (eds.), ECAI 2002, proceedings of the 15th European Conference on Artificial Intelligence, pp. 460-464. IOS Press, Amsterdam.
- Robertson, B., Elliot, L., & Robinson, D. (2007), Cognitive tools, in M. Orey (eds.), *Emerging perspectives on learning, teaching, and technology*, Retrieved 17:46, 26 July 2007 (MEST) from <http://projects.coe.uga.edu/epltt/>.
- Roy, C.B., Ravinder, K. & Roy, S. (2006), The criterion-related validity of a computer-based approach for scoring concept maps, *International Journal of Instructional Media*, Vol. 33(3).
- Roth, W.M. & Bowen, G.M. (1995), Knowing and interacting: A study of culture, practices, and re- sources in a Grade 8 open-inquiry science classroom guided by a cognitive apprenticeship metaphor, *Cognition and Instruction*, Vol. 13(1), pp. 73–128.
- Russell, B. (1913), *On the Notion of Cause*, in proceedings of the Aristotelian Society , Vol. 13, pp. 1-26.
- Russell, B. (1948), *Human Knowledge*, New York:Simon and Schuster.
- Saggion, H. & Lapalme, G. (2000), *Concept Identification and Presentation in the Context of Technical Text Summarization*, NAACL-ANLP 2000, Workshop on Automatic summarization, Volume 4.
- Salmon, W. (1984), *Scientific Explanation and the Causal Structure of the World*, Princeton: Princeton University Press.
- Salomon, G. (1993), On the nature of pedagogic computer tools: the case of the writing partner, in S.P. Lajoie & S.J. Derry (eds.), *Computers as cognitive tools*, pp. 179-196, London: LEA.
- Sanford, A.J. & Garrod, S.C. (1981), *Understanding Written Language*, Chichester: John Wiley & Sons.
- Schank, R. C., & Leake, D. B. (1989). Creativity and Learning in a Case-Based Explainer. *Artificial Intelligence* 40 (1-3), 353-385.
- Schank, R.C. & Abelson, R.P. (1977), *Scripts, Plans, Goals and Understanding: an Inquiry into Human Knowledge Structures* (Chap. 1-3), L. Erlbaum, Hillsdale, NJ
- Silva, G. & Montgomery, C. (1978), Knowledge Representation for Automated Understanding of Natural Language Discourse, *Computers and the Humanities*, Vol. 11, pp. 223-234, Pergamon Press, printed in U.S.A.
- Singh, G., Hawkins, L., & Whymark, G. (2007), An integral model of collaborative knowledge building, *Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Objects*, Vol. 3, pp. 85-104.

- Smadja, F. (1993), Retrieving collocations from text: Xtract, *Computational Linguistics*, Vol. 19(1), pp. 143-177.
- Smith, J.P., DiSessa, A.A., Rochelle, J. (1993), Misconceptions Reconceived: A constructivist analysis of knowledge in transition, *The journal of the learning sciences*, Vol. 3(2), pp. 115-163.
- Snow, R., Jurafsky, D. & Ng, A.Y. (2005), Learning syntactic patterns for automatic hypernym discovery, in Saul, L.K., Weiss, Y. & Bottou, L. (eds.), *Advances in Neural Information Processing Systems*, Vol. 17, pp. 1297–1304, MIT Press, Cambridge, MA.
- Soderland, S. (2001), *Building a Machine Learning Based Text Understanding System*, Department of Radiology, UCLA Los Angeles, CA 90024.
- Sowa, J.F. (2000), *Knowledge representation: Logical, philosophical, and computational foundations*, Pacific Grove, CA, USA: Brooks/Cole.
- Spatariu, A., Hartley, K., Schraw, G., Bendixen, L.D., & Quin, L.F. (2007), The influence of the discussion leader procedure on the quality of arguments in online discussions, *Journal of Educational Computing Research*, Vol. 37(1), pp. 83-103.
- Stahl, G. (2000), *A model of collaborative knowledge-building*, in proceedings of the 4th International Conference of the Learning Sciences (ICLS 2000), Ann Arbor, MI.
- Steyvers, M., Griffiths, T.M. & Dennis, S. (2006), Probabilistic inference in human semantic memory (Special issue: Probabilistic models of Cognition), *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. 10(7).
- Stubbs, M. (1996), *Text and Corpus Analysis*, Oxford: Blackwell.
- The Educator's reference Desk (2003), Retrieved in June 25th 2010 from <http://www.eduref.org/>
- Tobias, S. (1994), Interest, prior knowledge, and learning, *Review of Educational Research*, Vol. 64, pp. 37–54.
- Trabasso, T. & Magliano, J. P. (1996), How do children understand what they read and what can we do to help them?, in M Graves, P. van den Broek, & B. Taylor (eds.), *The first R: A right of all children*, pp. 160-188, NY: Columbia University Press.
- Tsaganou, G. & Grigoriadou, M. (2009), Design of text comprehension activities with RETUDISAuth, in S. Pinder (eds.), *Advances in Human-Computer Interaction*, I-Tech Education and Publishing, pp. 161-172, Vienna.
- Tsaganou, G., Grigoriadou, M. & Cavoura, Th. (2002), *Case-based History Learning: Design of the Hyperbase*, in proceedings of the 3rd International Conference on Information Communication Technologies in Education (ICICTE2002), July, Samos, pp. 423-426.

- Tsaganou, G., Grigoriadou, M. & Cavoura, Th. (2003), *Dialogue-Based Historical Text Comprehension*, in proceedings of the 3rd IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2003), Athens, Greece, pp. 406-407.
- Tweney, R.D. & Walker, B.J. (1990), Science education and the cognitive psychology of science, in Jones, B.F. & Idol, L. (eds.), *Dimensions of thinking and cognitive instruction*, Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- Valencia, S.W. & Pearson, P.D. (1987), *Reading comprehension assessment: Can it be reconciled with current reading theory?*, Annual meeting of the National Reading Conference, St. Petersburg Beach, FL.
- van Oostendorp, H. & Goldman, S.R. (1999), *The construction of mental representations during reading*, Mahwah, NJ: Erlbaum (eds.).
- van Dijk, T.A. & Kintsch, W. (1983), *Strategies of discourse comprehension*, San Diego, CA: Academic Press.
- van Dijk, T.A. (1980), *Macrostructures*, Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- van Dijk, T.A. (1972), *Some aspects of text grammars*, The Hague: Mouton.
- Vechtomoova, O. & Robertson, S. (2000), *Integration of collocation statistics into the probabilistic retrieval model*, in proceedings of the 22nd British Computer Society - Information Retrieval Specialist Group Conference, Cambridge, England, pp. 165-177.
- Vidal-Abarca, E., Martínez, G. & Gilabert, R. (2000), Two procedures to improve instructional text: Effects on memory and learning, *Journal of Educational Psychology*, Vol. 92(1), pp. 1-10.
- Vlahavas, I., Kefalas, P., Bassiliades, N., Kokkoras, F. & Sakellariou, I. (2005), *Artificial Intelligence*, 2nd Edition, Gartaganis Publications, Thessaloniki, Greece, ISBN 960-7013-35-2
- von Glaserfeld, E. (1995), *Radical constructivism: A way of knowing and learning*, London: The Palmer Press.
- Vosniadou, S. & Skopeliti, I. (2005), *Developmental Shifts in Children's Categorization of the Earth*, in B.G. Bara, L. Barsalou & M. Bucciarelli (eds.), proceedings of the XXVII Annual Conference of the Cognitive Science Society, pp. 2325-2330, Mahwah NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Vosniadou, S., Vamvakoussi, X. & Skopeliti, I. (2008), The Framework Theory Approach to the Problem of Conceptual Change, in S. Vosniadou (eds.), *International Handbook of Research on Conceptual Change*, pp. 3-34, New York: Routledge.
- Vosniadou, S. (2001), How children learn, *Educational practices series 7*, The international academy of education (IAE) and the international bureau of education (UNESCO).

- Vosniadou, S. (1994), Capturing and modeling the process of conceptual change, *Learning and instruction*, Vol. 4(1), pp.45-69.
- Vosniadou, S. & Brewer, W.F. (1992), Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood, *Cognitive Psychology*, Vol. 24, pp. 535-585.
- Vosniadou, S. & Brewer, W.F. (1987), Theories of knowledge restructuring with development, *Review of Educational Research*, Vol. 57, pp. 51-67.
- Voss, J.F. & Ney Silfies, L. (1996), Learning from history text: The interaction of knowledge and comprehension skill with text structure, *Cognition and Instruction*, Vol. 14, pp. 45–68.
- Vygotsky, L.S. (1987), *The collected works of L.S. Vygotsky: Vol. 1 Problems of general psychology* (including the volume *Thinking and speech*) (N.Minick, trans), NY: Plenum.
- Weinberger, A. & Fischer, F. (2006), A framework to analyze argumentative knowledge construction in computer-supported collaborative learning, *Computers and Education*, Vol. 46(1), pp. 71-95.
- Weinberger, A. (2003), *Scripts for computer-supported collaborative learning effects of social and epistemic cooperation scripts on collaborative knowledge construction*, Dissertation an der Fakultät für Psychologie und Pädagogik der Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Whittington, D. & Hunt, H. (1999), *Approaches to the Computerized Assessment of Free Text Responses*, in proceedings of the 3rd Annual Computer Assisted Assessment Conference, pp. 207-219.
- Winston, M.E., Chaffin, R. & Herrmann, D. (1987), A taxonomy of part-whole relations, *Cognitive Science*, Vol. 11, pp. 417-444.
- Williams, J.P. (1993), Comprehension of students with and without learning disabilities: Identification of narrative themes and idiosyncratic text representations, *Journal of Educational Psychology*, Vol. 85, pp. 631–641.
- Yukawa, J. (2006), Co-reflection in online learning: Collaborative critical thinking as narrative, *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, Vol. 1(2), p. 203-228.
- Zhu, E. (1996), *Meaning negotiation, knowledge construction, and mentoring in a distance learning course*, in proceedings of selected research and development presentations at the 1996 national convention of the association for educational communications and technology, Indianapolis: Available from ERIC documents: ED 397-849.
- Zwaan, B.J., Bijlsma, R. & Hoekstra, R.F. (1995), Artificial selection for developmental time in *Drosophila melanogaster* in relation to the evolution of aging – direct and correlated responses, *Evolution*, Vol. 49, pp. 635–648.

- Zwaan, R.A. & Brown, C.M. (1996), The influence of language proficiency and comprehension skill on situation model construction, *Discourse Processes*, Vol. 21, pp. 289-327.
- Zwaan, R. & Radvansky, G. (1998), Situation models in language comprehension and memory, *Psychological Bulletin*, Vol. 123(2), pp. 162-185.
- Βαϊνάς Κ., (1998). Η ερώτηση ως μέσο αγωγής της σκέψης, Εκδόσεις Gutenberg.
- Βοσνιάδου, Σ. & Σκοπελίτη, Ε. (2008), Αναπτυξιακές αλλαγές στην κατηγοριοποίηση της έννοιας της Γης, στο Σ. Σαμαρτζή & Α. Δημητρίου (επιμ.), *ΝΟΗΣΙΣ 4*, Γνωστική Ανάπτυξη, σελ. 103-122.
- Γουλή, Ε., Γόγουλου, Α. & Γρηγοριάδου, Μ. (2006), Ο Εννοιολογικός Χάρτης στην Εκπαιδευτική Διαδικασία του μαθήματος της Πληροφορικής: Μια Πιλοτική Διερεύνηση, *Θέματα στην Εκπαίδευση, Ειδικό Αφιέρωμα: Σύγχρονη έρευνα στη Διδακτική της Πληροφορικής*, τεύχος 7(3), σελ. 351-377, Εκδόσεις Ελληνικά Γράμματα.
- Εθνικό Κέντρο Τεκμηρίωσης (2005), *Θησαυρός Ελληνικών Όρων - Μεθοδολογία Ανάπτυξης*.
- Κρεμιζής, Α. (2007), *Κατανόηση εννοιών που σχετίζονται με τη μνήμη ως γνωστική λειτουργία - αξιοποίηση του υπολογιστικού σημασιολογικού λεξικού Wordnet*, Διπλωματική Εργασία στο πλαίσιο του Διαπ/Διατμ. ΠΜΣ “Βασική & Εφαρμοσμένη Γνωστική Επιστήμη”, Σεπτέμβριος.
- Ματσαγούρας, Η. (2000), *Ομαδοσυνεργατική διδασκαλία και μάθηση*, Αθήνα: Γρηγόρης.
- Μικρόπουλος, Τ.Α. (2006), *Ο υπολογιστής ως γνωστικό εργαλείο*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Ντρενογιάννη, Ε. & Πριμεράκης, Γ. (2008), Ψηφιακά σενάρια διδασκαλίας για το Δημοτικό σχολείο: Η διερεύνηση του περιεχομένου τους με έμφαση στα δομικά, μορφολογικά και μεθοδολογικά στοιχεία σχεδιασμού, *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, τεύχος 1(2), σελ. 143-175.
- Παπακόστας, Ε. & Σταυρόπουλος, Σ. (2004). *Ispell*, Διανομή κάτω από τις άδειες χρήσης GPL/MPL/LGPL, Διαθέσιμο: <http://elspell.math.upatras.gr/> (2009, 17 Οκτωβρίου)
- Τζίμας, Ε. (2009), *Διδακτικά Σενάρια με τη Συνδρομή των ΤΠΕ*, Στο Π. Πολίτης (επιμ.), *πρακτικά 1ου Εκπαιδευτικού Συνεδρίου «Ένταξη και χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»*, σελ. 1791-9215, Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Τσαγκάνου Γ., Γρηγοριάδου Μ., (2009). «Ανάλυση Δομής Κειμένου και Διαλογικών Δραστηριοτήτων σύμφωνα με Θεωρία Κατανόησης Κειμένου». Στο Β. Κόμης (επιμ.) *Πρακτικά 4ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»*, Πάτρα, σελ. 333-342.
- ΥΠΕΠΘ/ΚΕΕ (1999), *Η αξιολόγηση των μαθητών στο Λύκειο, γενικές οδηγίες και στοιχεία μεθοδολογίας*, Αθήνα, σελ. 9-12.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Ερωτηματολόγιο Μελέτης Επίδρασης Γνωστικού Υπόβαθρου στην Κατανόηση Κειμένου Πληροφορικής

Ηλικία

Φύλλο

Αγόρι Κορίτσι

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΠΟΥΔΩΝ

Επίπεδο Σπουδών

1^η Τάξη 2^η Τάξη 3^η Τάξη

Επίδοση Σπουδών

ΜΕΤΡΙΑ	ΚΑΛΑ	ΠΟΛΥ ΚΑΛΑ	ΑΡΙΣΤΑ
--------	------	-----------	--------

ΓΝΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΔΕΞΙΟΤΗΤΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΩΝ Η/Υ

Γνώσεις Χρήσης Η/Υ

Καθόλου	-2	-1	0	1	2	Πολύ
---------	----	----	---	---	---	------

Γνώσεις στην Πληροφορική και τα δίκτυα Η/Υ

Καθόλου	-2	-1	0	1	2	Πολύ
---------	----	----	---	---	---	------

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ

Δίπλα από κάθε λέξη σημειώστε την πρώτη λέξη που σας έρχεται στο μυαλό

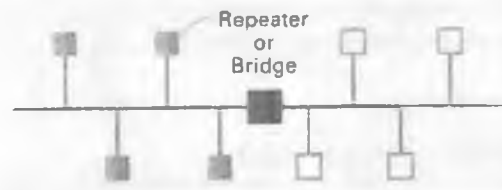
1	ακτινοβολία	33	μονάδα
2	αλληλεπίδραση	34	κανόνας
3	ανακτώ	35	πελάτης
4	αναλύω	36	εφαρμογή
5	αναμετάδοση	37	πηγή
6	αναπαράσταση	38	κύκλωμα
7	ανιχνεύω	39	πληροφορία
8	ανταλλάσσω	40	πρόγραμμα
9	αποτέλεσμα	41	πρόσβαση
10	αρχείο	42	πρότυπο
11	αστέρας	43	πρωτόκολλο
12	γειτονεύω	44	τερματικό
13	γέφυρα	45	τοπολογία
14	γραμμή	46	σύστημα
15	δακτύλιος	47	συσκευή
16	διαβιβάζω	48	επικοινωνία
17	διαδίκτυο	49	επεξεργασία
18	διακόπτης	50	υπολογιστής
19	διανέμω	51	σταθμός
20	δίαιλος	52	σήμα
21	διεύθυνση	53	δίκτυο
22	επαναλήπτης	54	δρομολογητής
23	κώδικας	55	δυνατότητα
24	σύνδεση	56	εγκατάσταση
25	λειτουργία	57	καλώδιο
26	λογισμικό	58	εκτελώ
27	μέσο	59	ενέργεια
28	μετάδοση	60	ενισχύω
29	μετατρέπω	61	εξοπλισμός
30	μήνυμα	62	εξυπηρετώ
31	μηχανή	63	εκτυπωτής
32	σύμβολο		

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

Μελετήστε προσεκτικά τα πιο κάτω κείμενα μέχρις ότου τα κατανοήσετε. Στο τέλος κειμένου απαντήστε στο ερώτημα που θα σας τεθεί χωρίς να επιστρέψετε σε αυτά.

Α) Μερικές φορές είναι απαραίτητο να συνδεθούν τα υπάρχοντα δίκτυα για να διαμορφωθεί ένα εκτεταμένο σύστημα επικοινωνιών. Αυτό μπορεί να γίνει με τη σύνδεση των δικτύων ώστε να προκύψει μια μεγαλύτερη έκδοση του ίδιου «τύπου» δικτύου. Παραδείγματος χάριν, στην περίπτωση των δικτύων διαύλου βασισμένων στο πρωτόκολλο Ethernet, είναι συχνά δυνατό να συνδεθούν οι δίαυλοι για να διαμορφώσουν ένα ενιαίο μεγάλο δίαυλο. Αυτό γίνεται με τη βοήθεια διαφορετικών συσκευών γνωστών ως επαναλήπτες, γέφυρες, και διακόπτες, οι διακρίσεις των οποίων είναι λεπτές, όμως σημαντικές.

Ο απλούστερος αυτών είναι ο επαναλήπτης (repeater), ο οποίος δεν είναι τίποτα περισσότερο από μια συσκευή που συνδέει δύο διαύλους για να διαμορφωθεί ένας ενιαίος μακρύς δίαυλος. Ο επαναλήπτης περνά απλά τα σήματα προς τις δύο κατευθύνσεις μεταξύ των δύο αρχικών διαύλων (συνήθως με κάποια μορφή ενίσχυσης) χωρίς εξέταση του περιεχομένου των σημάτων.



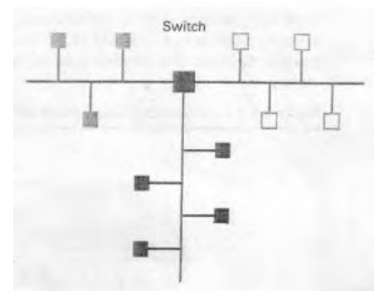
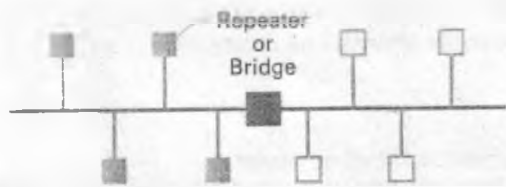
Συμπληρώστε τα βήματα της λειτουργίας του επαναλήπτη αναλυτικά κατά τη μετάδοση δεδομένων (δεν υπάρχει συγκεκριμένο αριθμός βημάτων).

1. Σύνδεση των δύο διαύλων Α και Β μεταξύ τους μέσω του επαναλήπτη
2. Αποστολή δεδομένων από τον κόμβο πηγή στο δίαυλο του δικτύου πηγή

X. Λήψη δεδομένων από τον κόμβο προορισμό

Β) Μια γέφυρα (bridge) είναι παρόμοια, αλλά πιο σύνθετη από έναν επαναλήπτη. Μια γέφυρα, όπως έναν επαναλήπτη, συνδέει δύο διαύλους, αλλά δεν περνά απαραιτήτως όλα τα μηνύματα από τη σύνδεση. Αντ' αυτού, εξετάζει τη διεύθυνση προορισμού που συνοδεύει κάθε μήνυμα και διαβιβάζει ένα μήνυμα μέσω της σύνδεσης μόνο όταν το μήνυμα προορίζεται για έναν υπολογιστή που βρίσκεται στην άλλη πλευρά. Κατά συνέπεια, δύο μηχανές που βρίσκονται στην ίδια πλευρά μιας γέφυρας μπορούν να ανταλλάξουν τα μηνύματα χωρίς να παρεμποδίζουν την επικοινωνία που πραγματοποιείται στην άλλη πλευρά. Μια γέφυρα παράγει ένα αποδοτικότερο σύστημα από αυτό που παράγεται από έναν επαναλήπτη.

Ένας διακόπτης (switch) είναι ουσιαστικά μια γέφυρα με πολλαπλές συνδέσεις, που επιτρέπει να συνδεθούν περισσότεροι από δύο δίαυλοι μεταξύ τους. Κατά συνέπεια, ένας διακόπτης παράγει ένα δίκτυο που αποτελείται από διάφορους διαύλους που επεκτείνεται από το διακόπτη σαν μια ρόδα.



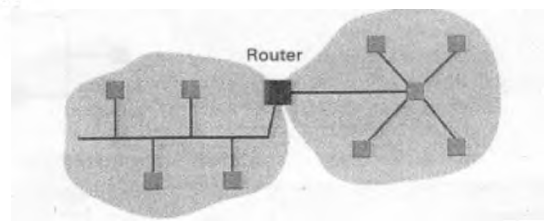
Συμπληρώστε τα βήματα της λειτουργίας της γέφυρας αναλυτικά κατά τη μετάδοση δεδομένων (δεν υπάρχει συγκεκριμένο αριθμός βημάτων).

1. Σύνδεση των δύο διαύλων Α και Β μεταξύ τους μέσω της γέφυρας

X. Λήψη δεδομένων από τον κόμβο προορισμό

Γ) Σε πολλές περιπτώσεις, τα δίκτυα που πρέπει να συνδεθούν, έχουν ασύμβατο χαρακτήρα, δηλαδή χρησιμοποιούν διαφορετικό πρωτόκολλο επικοινωνίας. Η σύνδεση τέτοιων δικτύων δημιουργεί ένα **διαδίκτυο** (internet) (δεν πρέπει να συγχυστεί με το παγκόσμιο Διαδίκτυο – με κεφαλαίο Δ, Internet), στο οποίο τα αρχικά δίκτυα πρέπει να διατηρούν τα χαρακτηριστικά τους και συνεχίζουν να λειτουργούν ως ανεξάρτητα δίκτυα. Η σύνδεση μεταξύ δύο δικτύων για να διαμορφώσει ένα διαδίκτυο αντιμετωπίζεται από μια μηχανή γνωστή ως **δρομολογητής**.

Ένας δρομολογητής (router) είναι ένας υπολογιστής που ανήκει και στα δύο δίκτυα που μεταφέρουν τα μηνύματα από ένα δίκτυο στο άλλο. Ο ρόλος, λοιπόν, ενός δρομολογητή είναι να θέσει σε συνεργασία δίκτυα διαφορετικής ιδιοσυγκρασίας μεταξύ τους. Παραδείγματος χάριν, κατά τη μεταφορά ενός μηνύματος από ένα δίκτυο που χρησιμοποιεί το



πρωτόκολλο δακτυλίου σε ένα δίκτυο που χρησιμοποιεί CSMA/CD (πρωτόκολλο διαύλου), ο δρομολογητής πρέπει να λάβει το μήνυμα χρησιμοποιώντας το πρώτο πρωτόκολλο και να το διαβιβάσει έπειτα στο άλλο δίκτυο χρησιμοποιώντας ένα άλλο πρωτόκολλο. Σε τέτοιες περιπτώσεις χρησιμοποιείται ένα νέο **διαδικτυακό σύστημα εξέτασης**. Στο σύστημα αυτό κάθε υπολογιστής σε ένα διαδίκτυο έχει **δύο διευθύνσεις**: την **αρχική διεύθυνση** δικτύου του και την **νέα διεύθυνση διαδικτύου** του. Για να σταλεί ένα μήνυμα από έναν υπολογιστή ενός από τα αρχικά δίκτυα σε έναν υπολογιστή ενός άλλου, ο υπολογιστής-πηγή συσσωρεύει τις διευθύνσεις διαδικτύου του προορισμού του μηνύματος, και στέλνει τη δέσμη στο δρομολογητή χρησιμοποιώντας το αρχικό σύστημα εξέτασης του τοπικού δικτύου. Ο δρομολογητής κοιτάζει έπειτα μέσα στη δέσμη, βρίσκει τη διεύθυνση διαδικτύου του τελευταίου προορισμού των δεδομένων, μεταφράζει, σύμφωνα με τη διεύθυνση στο σχήμα διευθύνσεων που είναι κατάλληλη για το άλλο δίκτυο, και δρομολογεί προς τα εμπρός το μήνυμα στον προορισμό του.

Συμπληρώστε τα βήματα της λειτουργίας του δρομολογητή αναλυτικά κατά τη μετάδοση δεδομένων (δεν υπάρχει συγκεκριμένο αριθμός βημάτων).

1. Σύνδεση των διαφορετικού τύπου δικτύων μέσω του δρομολογητή

X. Ο δρομολογητής ελέγχει τη δέσμη

Υ4. Ο δρομολογητής αποστέλλει το μήνυμα στον υπολογιστή προορισμού

ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟ

Απαντήστε στα επόμενα πέντε ερωτήματα που αφορούν τα κείμενα του δευτέρου μέρους.

1. Ποιά συσκευή μεταξύ του επαναλήπτη και της γέφυρας πλεονεκτεί έναντι της άλλης; Αιτιολογήστε τη θέση σας.

Θέση _____

Αιτιολόγηση

2. Στην περίπτωση που θέλω να συνδέσω ένα δίαυλο με ένα δακτύλιο ποιά συσκευή θα χρησιμοποιήσω; Γιατί απορρίπτετε τις υπόλοιπες συσκευές; Αιτιολογήστε τη θέση σας.

Θέση _____

Αιτιολόγηση

3. Ένας δρομολογητής θα μπορούσε να αντικατασταθεί από ένα διακόπτη στη σύνδεση διαφορετικού τύπου δικτύων; Αιτιολογήστε τη θέση σας.

Θέση _____

Αιτιολόγηση

4. Σε ποιές περιπτώσεις δεν θα λειτουργούσε μια σύνδεση διαύλων που χρησιμοποιεί διακόπτη; Αιτιολογήστε τη θέση σας.

Θέση _____

Αιτιολόγηση

5. Σε ποιές περιπτώσεις δεν θα λειτουργούσε ένα διαδίκτυο; Αιτιολογήστε τη θέση σας.

Θέση _____

Αιτιολόγηση

ΜΕΡΟΣ ΤΕΤΑΡΤΟ

Δίπλα από κάθε λέξη σημειώστε την πρώτη λέξη που σας έρχεται στο μυαλό

1	διαδίκτυο	33	υπολογιστής
2	εκτελώ	34	μετατρέπω
3	πηγή	35	συσκευή
4	διαβιβάζω	36	τερματικό
5	καλώδιο	37	λογισμικό
6	εφαρμογή	38	κώδικας
7	δακτύλιος	39	αστέρας
8	εγκατάσταση	40	ανταλλάσσω
9	γέφυρα	41	αναμετάδοση
10	δρομολογητής	42	αλληλεπίδραση
11	σήμα	43	ενέργεια
12	σταθμός	44	πληροφορία
13	μετάδοση	45	διανέμω
14	σύστημα	46	εξοπλισμός
15	τοπολογία	47	πρόσβαση
16	λειτουργία	48	πρότυπο
17	σύνδεση	49	εκτυπωτής
18	αρχείο	50	δυνατότητα
19	ανιχνεύω	51	κανόνας
20	αναλύω	52	δίκτυο
21	ακτινοβολία	53	σύμβολο
22	κύκλωμα	54	επεξεργασία
23	διακόπτης	55	μήνυμα
24	ενισχύω	56	επικοινωνία
25	πρόγραμμα	57	πρωτόκολλο
26	διάυλος	58	μέσο
27	διεύθυνση	59	επαναλήπτης
28	εξυπηρετώ	60	γειτονεύω
29	πελάτης	61	αποτέλεσμα
30	γραμμή	62	αναπαράσταση
31	μονάδα	63	ανακτώ
32	μηχανή		

Ερωτηματολόγιο Μελέτης Οικοδόμησης Γνώσης στο Γνωστικό Αντικείμενο της Πληροφορικής και Ενδεικτικές Απαντήσεις

α) Δραστηριότητα Κατηγοριοποίησης Εννοιών

Φυσική Οντότητα	Αφηρημένη Οντότητα	Ιδιότητα
Μαγνητικός δίσκος	Δεδομένα	Υψηλή ταχύτητα προσπέλασης
Κάρτα γραφικών	Συχνότητα λειτουργίας διαύλου	Άμεση προσπέλαση
Δευτερεύουσα μνήμη	Λειτουργικό σύστημα	Μικρό κόστος
Κρυφή μνήμη	Εντολή μεταφοράς	Στατική αποθήκευση
ROM	Πρόγραμμα	Δυναμική αποθήκευση
Κεντρική μονάδα επεξεργασίας	Εικονική (ιδεατή) μνήμη	
DRAM	Φυσική διεύθυνση	
PROM		
Σύστημα κωδικοποίησης		

Σκοπός	Γεγονός
Αποθήκευση Προγράμματος για μελλοντική εκτέλεση	Ανάγνωση από κύρια μνήμη
Διασύνδεση με περιφερειακές συσκευές	Μεταφορά προγράμματος στην κύρια μνήμη
Προσωρινή αποθήκευση	Ανάκτηση περιεχομένου θέσης κύριας μνήμης
Εκτέλεση αλγορίθμου	Τοποθέτηση διεύθυνσης στο δίαυλο διευθύνσεων
Διαχείριση αρχείων	

β) Ερωτήσεις Ανοιχτού Τύπου και Ενδεικτικές Απαντήσεις

Ερώτημα	Απάντηση
<p><i>Ερώτημα 1</i> Ποια είναι η οργάνωση της κύριας μνήμης;</p>	<p>Η κύρια μνήμη ενός υπολογιστικού συστήματος αποτελείται από ένα σύνολο κελιών ή κυψελίδων ή πιο απλά θέσεων μνήμης. Κάθε κελί ή θέση μπορεί να αποθηκεύσει ένα σταθερό αριθμό ψηφίων. Ο αριθμός αυτός συνήθως είναι 8 bits ή πολλαπλάσιό του και ονομάζεται μήκος λέξης. Κάθε κελί χαρακτηρίζεται από ένα μοναδικό αριθμό, ο οποίος προσδιορίζει τη διεύθυνσή του. Μέσω της διεύθυνσης αυτής ο επεξεργαστής και τα προγράμματα μπορούν να αναφέρονται στο περιεχόμενο του κελιού. Εάν μια μνήμη έχει m κελιά, τότε οι διευθύνσεις της είναι από το 0 μέχρι το m-1 ή διαφορετικά, αν η διεύθυνση παριστάνεται με n δυαδικά ψηφία, οι διευθύνσεις της μνήμης κυμαίνονται από 0 έως 2^n-1, ενώ ισχύει $2^n=m$. Οι διευθύνσεις των κελιών συνήθως εκφράζονται στο 16-δικό σύστημα.</p>
<p><i>Ερώτημα 2</i> Ποια είναι η οργάνωση του μαγνητικού (σκληρού) δίσκου;</p>	<p>Ένας μαγνητικός δίσκος αποτελείται από μία συλλογή από πλάκες (2 με 20), καθεμιά από τις οποίες έχει δύο εγγραψιμες επιφάνειες. Η στοιβη των πλακών περιστρέφεται με 3600 ως 5400 στροφές ανά λεπτό (RPM) (οι νεώτεροι δίσκοι γυρίζουν σε άνω των 7200 στροφών) και έχει διάμετρο που κυμαίνεται από κάτι παραπάνω από μία ίντσα έως κάτι παραπάνω από 10 ίντσες. Κάθε επιφάνεια του δίσκου διαιρείται σε ομόκεντρους κύκλους που ονομάζονται <i>άτρακτοι</i> (tracks). Τυπικά, υπάρχουν 500 με 2000 άτρακτοι ανά επιφάνεια. Κάθε άτρακτος διαιρείται με τη σειρά της σε <i>τομείς</i> (sectors) που περιέχουν τις πληροφορίες· κάθε άτρακτος μπορεί να έχει 32 με 128 τομείς και ο τομέας είναι η μικρότερη μονάδα που μπορεί να διαβαστεί ή να γραφτεί. Παραδοσιακά, όλες οι άτρακτοι έχουν το ίδιο πλήθος από τομείς και συνεπώς το ίδιο πλήθος bits.</p>
<p><i>Ερώτημα 3</i> Ποια είναι τα είδη της κύριας μνήμης;</p>	<p>RAM-Random Access Memory (Μνήμη Τυχαίας Προσπέλασης). Η RAM χρησιμοποιείται για την προσωρινή αποθήκευση των προγραμμάτων και των δεδομένων πριν την εκτέλεσή τους. Η RAM χάνει τα περιεχόμενά της αφού σβήσει ο Η/Υ. ROM-Read Only Memory (Μνήμη Μόνο για Ανάγνωση). Η ROM χρησιμοποιείται για τη μόνιμη αποθήκευση δεδομένων εκκίνησης του υπολογιστικού συστήματος. Σε αντίθεση με τη RAM, η ROM διατηρεί τα δεδομένα της ακόμα και μετά το σβήσιμο του Η/Υ</p>
<p><i>Ερώτημα 4</i> Ποιος είναι ο ρόλος της κύριας μνήμης;</p>	<p>Ο ρόλος της κύριας μνήμης είναι η προσωρινή αποθήκευση και ανάκτηση δεδομένων και εντολών πριν την εκτέλεση τους.</p>

Ερώτημα 5

Ποιος είναι ο ρόλος του μαγνητικού (σκληρού) δίσκου;

Ο ρόλος του σκληρού δίσκου είναι η μόνιμη αποθήκευση και ανάκτηση μεγάλου όγκου δεδομένων με σκοπό την μελλοντική χρήση τους από την κύρια μνήμη.

Ερώτημα 6

Συνδέεται η κύρια μνήμη με την Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας (ΚΜΕ); Αν Ναι περιγράψτε τη σύνδεση.

Η κύρια μνήμη συνδέεται με τρεις διαύλους επικοινωνίας: Ο διάυλος δεδομένων (data bus) αποτελείται από πολλά καλώδια, καθένα από τα οποία μεταφέρει 1 μπιτ τη φορά. Ο αριθμός των καλωδίων εξαρτάται από το μέγεθος της λέξης. Αν σε κάποιον υπολογιστή η λέξη είναι 32 bit (4 byte), απαιτείται διάυλος δεδομένων με 32 καλώδια, έτσι ώστε και τα 32 bit της λέξης να μπορούν να μεταφερθούν ταυτόχρονα. Ο διάυλος διευθύνσεων (address bus) επιτρέπει την προσπέλαση μιας συγκεκριμένης λέξης στη μνήμη. Ο αριθμός των καλωδίων του διαύλου διευθύνσεων εξαρτάται από το χώρο διευθύνσεων της μνήμης. Αν η μνήμη διαθέτει 2^n λέξεις, ο διάυλος διευθύνσεων πρέπει να μεταφέρει n bit τη φορά. Συνεπώς, πρέπει να διαθέτει n καλώδια. Ο διάυλος ελέγχου (control bus) αναλαμβάνει την επικοινωνία μεταξύ της ΚΜΕ και της κύριας μνήμης. Για παράδειγμα, η ΚΜΕ πρέπει να στέλνει στη μνήμη σήματα που προσδιορίζουν τη λειτουργία ανάγνωσης ή εγγραφής.

Ερώτημα 7

Συνδέεται ο μαγνητικός (σκληρός) δίσκος με την Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας (ΚΜΕ); Αν Ναι περιγράψτε τη σύνδεση.

Συνδέεται και επικοινωνεί με την ΚΜΕ μέσω μιας ενδιάμεσης συσκευής, του *ελεγκτή δίσκου (controller)*. Οι ελεγκτές έχουν τη φυσική μορφή καρτών με κυκλώματα οι οποίες συνδέονται σε υποδοχές της μητρικής κάρτας του υπολογιστή και από εκεί οι ελεγκτές συνδέονται μέσω καλωδίων με το μαγνητικό δίσκο. Κάθε ελεγκτής είναι σχεδιασμένος για ένα συγκεκριμένο τύπο συσκευής. Όταν ένας ελεγκτής τοποθετηθεί σε κάποια υποδοχή της μητρικής κάρτας του υπολογιστή, συνδέεται ηλεκτρονικά στο διάυλο ο οποίος συνδέει την ΚΜΕ του υπολογιστή με την κύρια μνήμη. Για την ανάκτηση δεδομένων από έναν ή περισσότερους τομείς ενός δίσκου η ΚΜΕ στέλνει κωδικοποιημένες αιτήσεις ως σχήματα μπιτ στον ελεγκτή του δίσκου, ζητώντας να διαβάσει τους τομείς και να τοποθετήσει τα δεδομένα σε ένα συγκεκριμένο τμήμα κελιών της κύριας μνήμης.

Ερώτημα 8

Αναφέρετε τις εντολές σε γλώσσα μηχανής που επιτρέπουν την επικοινωνία ΚΜΕ και κύριας μνήμης

Υπάρχουν οι εξής εντολές:
Εντολή *load* (φόρτωση): αίτηση για αντιγραφή του περιεχομένου ενός κελιού μνήμης σε έναν καταχωρητή γενικής χρήσης.
Εντολή *store* (αποθήκευση): αίτηση για αντιγραφή του περιεχομένου ενός καταχωρητή σε ένα κελί μνήμης.
Άλλες εντολές είναι: *read, write, move, jump*.

Ερώτημα 9

Αναφέρετε τις εντολές σε γλώσσα μηχανής που επιτρέπουν την επικοινωνία ΚΜΕ και μαγνητικού (σκληρού) δίσκου;

Για την επικοινωνία μεταξύ ΚΜΕ και του σκληρού δίσκου χρησιμοποιούνται εντολές που χειρίζονται δραστηριότητες εισόδου/εξόδου (E/E) της μηχανής, οι *εντολές E/E*. Σύμφωνα με τη βασικότερη μέθοδο μεταφοράς δεδομένων από τον σκληρό δίσκο, δηλ. την *άμεση προσπέλαση μνήμης (DMA)*, η επικοινωνία του δίσκου με την ΚΜΕ περιορίζεται στην επικοινωνία του *ελεγκτή DMA* του δίσκου με την ΚΜΕ και την αποστολή και λήψη σημάτων ελέγχου από και προς την ΚΜΕ. Ο ελεγκτής DMA συνδέεται με τον γενικό διάυλο.

Ερώτημα 10

Για μια τουλάχιστον από τις εντολές της προηγούμενης σχετικά με την κύρια μνήμη ερώτησης, περιγράψτε τα βήματα εκτέλεσής της.

Τα βήματα εκτέλεσης (κύκλος μηχανής) είναι:

Προσκόμιση/Ανάκληση : Προσκομίζεται από την κύρια μνήμη η εντολή που ξεκινά από κάποια διεύθυνση και τοποθετείται στον καταχωρητή εντολής. Ο μετρητής αυξάνεται ώστε να δείχνει στην επόμενη εντολή.

Αποκωδικοποίηση: Αποκωδικοποιείται το σχήμα bit στον καταχωρητή εντολών.

Εκτέλεση: Εκτελείται η ενέργεια που ζητάει η εντολή του καταχωρητή εντολών.

Ερώτημα 11

Για μια τουλάχιστον από τις εντολές της προηγούμενης σχετικά με το μαγνητικό (σκληρό) δίσκο ερώτησης, περιγράψτε τα βήματα εκτέλεσής της.

Η ΚΜΕ στέλνει ένα μήνυμα στον ελεγκτή DMA κάθε φορά που πρέπει να πραγματοποιηθεί μια λειτουργία εισόδου/εξόδου. Το μήνυμα περιέχει τον τύπο της μεταφοράς, την αρχική διεύθυνση της θέσης μνήμης και το πλήθος των byte που θα μεταφερθούν. Όταν είναι έτοιμος για μεταφορά δεδομένων ο ελεγκτής DMA ενημερώνει την ΚΜΕ ότι πρέπει να αναλάβει τον έλεγχο των διαύλων. Η ΚΜΕ σταματάει τη χρήση των διαύλων και επιτρέπει στον ελεγκτή να τους χρησιμοποιήσει εκείνος. Μετά την μεταφορά των δεδομένων, η οποία γίνεται απευθείας μεταξύ του ελεγκτή και της κύριας μνήμης, η ΚΜΕ συνεχίζει την κανονική λειτουργία της. Η ΚΜΕ μένει αδρανής κατά την μεταφορά των δεδομένων μεταξύ ελεγκτή και κύριας μνήμης.

Ερώτημα 12: Αναφέρετε τα διαφορετικά είδη μνήμης που υπάρχουν σε ένα υπολογιστικό σύστημα.

Κύρια μνήμη (RAM, ROM, καταχωρητές) & Δευτερεύουσα/περιφερειακή μνήμη (Μαγνητικές ταινίες, Οπτικοί & Μαγνητικοί δίσκοι)

Ερώτημα 13: Για ποιό λόγο υπάρχουν διαφορετικά είδη μνήμης σε ένα υπολογιστικό σύστημα;

Κάθε είδος μνήμης επιτελεί μια συγκεκριμένη λειτουργία: η κύρια μνήμη λόγω υψηλής ταχύτητας χρησιμοποιείται για την προσωρινή αποθήκευση δεδομένων. Από την άλλη η δευτερεύουσα χρησιμοποιείται για τη μόνιμη αποθήκευση μεγάλου όγκου δεδομένων, τα οποία φορτώνονται στην κύρια μνήμη όταν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν από την ΚΜΕ.

Ερώτημα 14: Αναφέρετε τις βασικές διαφορές μεταξύ της ιδεατής και της κύριας μνήμης.

Η **ιδεατή μνήμη (virtual memory)** παρουσιάζει στις διεργασίες παραπάνω μνήμη από αυτή που διαθέτει το υπολογιστικό σύστημα, χρησιμοποιώντας ιδεατές διευθύνσεις (virtual addresses) που μεταφράζονται σε πραγματικές από τη μονάδα διαχείρισης μνήμης. Για να εκτελεστεί ένα πρόγραμμα είναι απαραίτητο να φορτωθεί στην κύρια μνήμη του υπολογιστή. Αν το πρόγραμμα είναι μικρότερο από το μέγεθος της κύριας μνήμης, τότε δεν υπάρχει κανένα πρόβλημα. Πρόβλημα υπάρχει, όταν το πρόγραμμα είναι μεγαλύτερο από την κύρια

μνήμη ή από το τμήμα της κύριας μνήμης που διατίθεται γι' αυτό. Στα σύγχρονα συστήματα υπολογιστών χρησιμοποιείται η τεχνική της ιδεατής μνήμης, η οποία υλοποιείται με τη χρήση ενός τμήματος του **σκληρού δίσκου** ως μία λογική επέκταση της κύριας μνήμης. Το Λειτουργικό Σύστημα σε συνεργασία με το κατάλληλο υλικό κρατάει στην κύρια μνήμη εκείνα τα τμήματα του προγράμματος που χρησιμοποιούνται και τα υπόλοιπα τα διατηρεί στο σκληρό δίσκο. Τα τμήματα αυτά μεταφέρονται στην κύρια μνήμη, όταν ζητηθούν. Αντίστοιχα τμήματα της κύριας μνήμης μπορούν να μεταφερθούν στο δίσκο, όταν δε χρησιμοποιούνται. Για την επιλογή των τμημάτων που θα μεταφερθούν χρησιμοποιούνται ειδικοί αλγόριθμοι. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται *εναλλαγή*.

Ερώτημα 15: Να ταξινομήσετε τα είδη αυτά με κριτήριο το κόστος / την ταχύτητα / το μέγεθος.

<i>Χαμηλό</i>	←	<i>Κόστος & Ταχύτητα</i>			→	<i>Υψηλό</i>
Μαγνητικές ταινίες	Οπτικοί δίσκοι	Μαγνητικοί δίσκοι	Κύρια μνήμη	Κρυφή μνήμη	Καταχωρητές	
<i>Υψηλό</i>	←	<i>Μέγεθος</i>			→	<i>Χαμηλό</i>

Ερώτημα 16: Θα μπορούσε να αντικατασταθεί εξολοκλήρου η κύρια μνήμη από κρυφή μνήμη; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

Θα μπορούσε να γίνει κάτι τέτοιο, αλλά θα απαιτούσε την εκ βάθρων αλλαγή της αρχιτεκτονικής της κεντρικής μονάδας. Η σχεδίαση της κεντρικής μονάδας με γνώμονα τη χρήση κρυφής μνήμης, δημιούργησε την ανάγκη χρήσης επιπλέον κυκλωμάτων για την *τοπική αναφορά, την επικοινωνία της κρυφής μνήμης με την ΚΜΕ και την επικοινωνία της κύριας μνήμης με την κρυφή μνήμη*. Στην περίπτωση χρησιμοποίησης μόνο κρυφής στη θέση της κύριας απαιτείται επανασχεδιασμός της κεντρικής μονάδας.

Ερώτημα 17: Ποιά είναι τα βήματα εκτέλεσης ενός προγράμματος, το οποίο αποτελείται από 4 εντολές, όταν βρίσκεται: α) στην κύρια μνήμη, β) στο μαγνητικό (σκληρό) δίσκο

α) Παράδειγμα εκτέλεσης προγράμματος για πρόσθεση περιεχομένων δύο καταχωρητών:

50. Load 100 R1	}	Οι εντολές βρίσκονται στις διαδοχικές θέσεις μνήμης 50, 51, 52 και 53. Τα δεδομένα βρίσκονται στις θέσεις μνήμης 100 και 101. Η έξοδος οδηγείται στη θέση μνήμης 102.
51. Load 101 R2		
52. Add R1 R2 R3		
53. Store 102 R3		

Στην 1η εντολή (Load 100 R1) εκτελείται ο κύκλος μηχανής για να φορτωθούν τα περιεχόμενα της θέσης μνήμης 100 στον καταχωρητή δεδομένων R1. Στη 2η εντολή (Load 101 R2) εκτελείται ο κύκλος μηχανής για να φορτωθούν τα περιεχόμενα της θέσης μνήμης 101 στον καταχωρητή δεδομένων R2. Στην 3η εντολή (Add R1 R2 R3) εκτελείται ο κύκλος μηχανής για να προστεθούν τα δεδομένα των καταχωρητών R1 και R2 και να αποθηκευθεί το αποτέλεσμα στον R3. Τέλος, στην 4η εντολή (Store 102 R3) εκτελείται ο κύκλος μηχανής για να αποθηκευθεί το αποτέλεσμα της πράξης στη θέση μνήμης 102.

β) Πραγματοποιείται η ίδια διαδικασία με την απάντηση α) αφού πρώτα μεταφερθούν τα δεδομένα και οι εντολές στην κύρια μνήμη.

Ερώτημα 18: Θα μπορούσε το πρόγραμμα, εάν βρίσκεται στο σκληρό δίσκο, να εκτελεστεί απευθείας από αυτόν, χωρίς να μεσολαβήσει η κύρια μνήμη; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

Το πρόγραμμα **δε** θα μπορούσε να εκτελεστεί απευθείας από το σκληρό δίσκο, γιατί ο τελευταίος δεν έχει άμεση επικοινωνία με την ΚΜΕ. Η ΚΜΕ μπορεί να εκτελέσει απευθείας και σειριακά εντολές που βρίσκονται στην κύρια μνήμη. Μεγάλος όγκος δεδομένων (προγράμματα και δεδομένα) περνάει κάθε φορά από το σκληρό δίσκο στην κύρια μνήμη, μέσω του **ελεγκτή DMA** του σκληρού δίσκου, και στη συνέχεια χρησιμοποιείται από την ΚΜΕ.

Πίνακες Εναλλακτικών Αντιλήψεων για κάθε Δομή του Μοντέλου Κατανόησης Κειμένου

α) Αντιλήψεις στην οικοδόμηση Σχεσιακής Δομής στις απαντήσεις ελεύθερου κειμένου.

a/a	Επιστημονικές Αντιλήψεις	Εναλλακτικές Αντιλήψεις	%
1	Οι δίσκοι του σκληρού δίσκου έχουν δύο εγγράψιμες επιφάνειες και δύο κεφαλές εγγραφής.	Κάθε δίσκος έχει μια κεφαλή ανάγνωσης.	8,3%
2	Το αριστερό άκρο της “λέξης” αποτελείται από τα υψηλότερης τάξης (σημαντικά) ψηφία.	Το αριστερό άκρο του κελιού ονομάζεται υψηλής τάξης και είναι πιο σημαντικό.	5,6%
3	Το δεξί άκρο της “λέξης” αποτελείται από τα χαμηλής τάξης (λιγότερο σημαντικά) ψηφία.	Το δεξί άκρο του κελιού ονομάζεται χαμηλής τάξης και είναι λιγότερο σημαντικό.	5,6%
4	Κάθε κελί της κύριας μνήμης έχει μια μοναδική διεύθυνση.	Κάθε κελί είναι συνδεδεμένο με ένα όνομα, που ονομάζεται διεύθυνση.	2,8%
5	Η εικονική μνήμη αποτελεί τμήμα του σκληρού δίσκου.	Η εικονική μνήμη στην πραγματικότητα δεν υπάρχει.	4,2%
6	Το πλήθος των ψηφίων που περιλαμβάνονται σε κάθε κελί είναι πολλαπλάσιο του 8.	Το μέγεθος του κάθε κελιού είναι ένα ψηφίο.	4,2%
7	Τα δεδομένα της ROM παραμένουν ακόμα και αφού κλείσει ο υπολογιστής.	Η ROM είναι ιδανική για δεδομένα τα οποία δεν πρέπει να χαθούν αφού κλείσει ο υπολογιστής.	1,4%
8	Ο σκληρός δίσκος συνδέεται με τη CPU μέσω του ελεγκτή δίσκου.	Ο σκληρός δίσκος βρίσκεται μέσα στη CPU και συνδέεται με αυτή με καλώδιο όπως και με την κύρια μνήμη.	48,6%
		Ο σκληρός δίσκος συνδέεται με την CPU μέσω ηλεκτρικών στοιχείων τα οποία εξυπηρετούν τις λειτουργίες του σκληρού δίσκου.	
		Ο σκληρός δίσκος συνδέεται με τη CPU μέσω καλωδίου, όπως εξωτερικό USB e-sata ή ακόμα και UTP καλώδιο.	
		Ο σκληρός δίσκος συνδέεται με τη CPU μέσω συνδέσεων τύπου DDR, DDR2 και τώρα DDR3.	
		Ο σκληρός δίσκος συνδέεται με τη CPU μέσω του κεντρικού διαύλου.	
9	Φθίνουσα σειρά(χωρητικότητα): Σκληρός δίσκος > οπτικός δίσκος > Κύρια μνήμη (RAM) > Μνήμη Cache > καταχωρητές.	Μνήμη Cache > Κύρια μνήμη > Εικονική μνήμη.	4,6%
10	Τα δεδομένα και οι εντολές παραμένουν στη ROM και μετά το κλείσιμο του υπολογιστή.	Τα δεδομένα και οι εντολές δεν παραμένουν στη ROM και μετά το κλείσιμο του υπολογιστή.	7%

β) Αντιλήψεις στην οικοδόμηση Μετασηματιστικής Δομής στις απαντήσεις ελεύθερου κειμένου

a/a	Επιστημονικές Αντιλήψεις	Εναλλακτικές Αντιλήψεις	%
1	Η CPU επικοινωνεί με την κύρια μνήμη μέσω εντολών πρόσβασης.	Η επικοινωνία μεταξύ CPU και κύριας μνήμης επιτυγχάνεται με εντολές ελέγχου, αριθμητικές και λογικές εντολές, και εντολές μετάθεσης.	18,1%
2	Στη RAM αποθηκεύονται προσωρινά προγράμματα και δεδομένα.	Ο χρήστης εγγράφει στην και διαβάζει από τη RAM.	5,6%
3	Η επικοινωνία μεταξύ σκληρού δίσκου και CPU επιτυγχάνεται με εντολές εισόδου/εξόδου (I/O).	Η CPU δεν επικοινωνεί μέσω κάποιων εντολών με το σκληρό δίσκο.	40,3%
4	Η εντολή Load: είναι εκείνη η εντολή που αντιγράφει δεδομένα από ένα κελί της κύριας μνήμης σε καταχωρητή γενική χρήσης.	Η εντολή Load αιτείται δεδομένα ταυτότητας από τη μνήμη.	2,8%

γ) Αντιλήψεις στην οικοδόμηση Τελεολογικής Δομής στις απαντήσεις ελεύθερου κειμένου

a/a	Επιστημονικές Αντιλήψεις	Εναλλακτικές Αντιλήψεις	%
1	Η μνήμη ROM χρησιμοποιείται για μόνιμη αποθήκευση δεδομένων εκκίνησης του υπολογιστή.	Τα δεδομένα και οι εντολές της ROM χρειάζονται στον επεξεργαστή.	2,8%
2	Η εικονική μνήμη χρησιμοποιείται ως λογική επέκταση της κύριας μνήμης.	Η εικονική μνήμη χρησιμοποιείται για να διατηρηθεί αντίγραφο τμήματος της κύριας μνήμης, το οποίο χρειάζεται εκείνη τη στιγμή η CPU.	4,2%
3	Τα δεδομένα αποθηκεύονται στην κύρια μνήμη με σκοπό την προσωρινή αποθήκευση και την ανάκτηση πριν την εκτέλεση ενός προγράμματος..	Ο ρόλος της κύριας μνήμης είναι η φόρτωση των προγραμμάτων και των δεδομένων για όσο τα χρειάζεται η CPU.	4,17%
4	Το λειτουργικό σύστημα διακρίνει σωστά το ποιά δεδομένα θα κρατήσει στην κύρια μνήμη και με ποιον τρόπο (εικονική μνήμη).	Η διεργασία αντικατάστασης των αποτυχιών της μνήμης cache ελέγχεται κυρίως από το υλικό, χωρίς το λειτουργικό σύστημα να προσδιορίζει την εικονική μνήμη.	1,4%
5	Τα δεδομένα αποθηκεύονται στο σκληρό δίσκο με σκοπό την μόνιμη αποθήκευση για μελλοντική χρήση από την κύρια μνήμη.	Ο ρόλος του σκληρού δίσκου είναι η διατήρηση αντιγράφων ασφαλείας (backup). Ο ρόλος του μαγνητικού δίσκου είναι η προσωρινή αποθήκευση δεδομένων και η παροχή των εντολών για επεξεργασία.	5,6%

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV

Ερωτηματολόγιο Μελέτης Επίδρασης Δραστηριότητας Κατασκευής Εννοιολογικού Χάρτη με την Οικοδόμηση Γνώσης στο Γνωστικό Αντικείμενο της Πληροφορικής και Ενδεικτικές Απαντήσεις

Αρχική – Τελική Δοκιμασία

1. Το υποσύστημα του υπολογιστή που πραγματοποιεί πράξεις στα δεδομένα είναι
 η ΚΜΕ
 η μνήμη
 το υλικό
 κανένα από τα παραπάνω
2. είναι μια αυτόνομη θέση αποθήκευσης για την προσωρινή αποθήκευση δεδομένων
 Η ΑΛΜ
 Ο καταχωρητής
 Η μονάδα ελέγχου
 Η μονάδα ταινίας
3. Η είναι ένα είδος μνήμης με πυκνωτές, η οποία πρέπει να ανανεώνεται περιοδικά
 SRAM
 DRAM
 ROM
 Όλες οι παραπάνω
4. Η είναι ένα είδος μνήμης με τυπικές δισταθείς πύλες για την αποθήκευση δεδομένων
 SRAM
 DRAM
 ROM
 Όλες οι παραπάνω
5. Η μνήμη μπορεί να προγραμματιστεί και να διαγραφεί μέσω ηλεκτρονικών παλμών, αλλά κατά τη διάρκεια της διαγραφής δεν χρειάζεται να αφαιρεθεί από τον υπολογιστή

- ROM
 - PROM
 - EPROM
 - EEPROM
6. Η είναι ένας τύπος μνήμης, στον οποίο ο χρήστης, και όχι ο κατασκευαστής, μπορεί να αποθηκεύσει προγράμματα χωρίς τη δυνατότητα επανεγγραφής.
- ROM
 - PROM
 - EPROM
 - EEPROM
7. Η κύρια μνήμη ενός υπολογιστή συνήθως αποτελείται από μεγάλες ποσότητες μνήμης.....ταχύτητας.
- υψηλής
 - μέσης
 - χαμηλής
 - οποιαδήποτε από τις παραπάνω
8. Η περιέχει ένα αντίγραφο κάποιου τμήματος της κύριας μνήμης.
- ΚΜΕ
 - κρυφή μνήμη
 - κύρια μνήμη
 - ROM
9. Ο διάυλος συνδέει την ΚΜΕ με τη μνήμη.
- δεδομένων
 - διευθύνσεων
 - ελέγχου
 - όλοι οι παραπάνω
10. Τα τρία βήματα για την εκτέλεση μιας εντολής στον υπολογιστή πραγματοποιούνται με τη συγκεκριμένη σειρά:
- ανάκληση, εκτέλεση, και αποκωδικοποίηση
 - αποκωδικοποίηση, εκτέλεση, και ανάκληση
 - ανάκληση, αποκωδικοποίηση, και εκτέλεση
 - αποκωδικοποίηση, ανάκληση, και εκτέλεση

11. Ποιοί είναι οι τρεις δίαυλοι που συνδέουν την ΚΜΕ με τη μνήμη, και ποιές οι λειτουργίες τους;
12. Περιγράψτε τα φυσικά συστατικά στοιχεία ενός μαγνητικού δίσκου.
13. Ποιός είναι ο ρόλος της κρυφής μνήμης;
14. Ποιός είναι ο ρόλος της μνήμης RAM;
15. Να κατατάξετε σε επίπεδα τα είδη της μνήμης, τοποθετώντας στο υψηλότερο επίπεδο το είδος με τη μεγαλύτερη ταχύτητα.
16. Εξηγήστε τί είναι η ανανέωση της δυναμικής μνήμης και για ποιό λόγο είναι απαραίτητη; Προσπαθήστε να εστιάσετε στις λειτουργίες που εκτελούνται κατά την ανανέωση.
17. Αναφέρετε τους τεχνικούς και οικονομικούς λόγους για τους οποίους η συνολική μνήμη ενός υπολογιστικού συστήματος είναι ιεραρχημένη, ξεκινώντας από τους ταχύτετους καταχωρητές και καταλήγοντας στη δευτερεύουσα μνήμη.
18. Η άμεσα προσπελάσιμη μνήμη κατά την εκτέλεση ενός προγράμματος αποτελείται από τις
- κύρια μνήμη + καταχωρητές.
 - κύρια μνήμη + δευτερεύουσα μνήμη.
 - κύρια μνήμη + κρυφή μνήμη.
 - κύρια μνήμη + καταχωρητές + κρυφή μνήμη.
19. Ποιά από τις παρακάτω μνήμες δεν είναι πτητική
- κρυφή μνήμη.
 - κύρια μνήμη.
 - δευτερεύουσα μνήμη.
 - καταχωρητές.
20. Ένα πρόγραμμα δεν μπορεί να εκτελεστεί δίχως την/τις
- κύρια μνήμη.
 - κρυφή μνήμη.
 - κύρια + κρυφή μνήμη.
 - δευτερεύουσα μνήμη.
21. Η χρησιμοποιεί ένα τμήμα του σκληρού δίσκου ως μία λογική επέκταση της κυρίας μνήμης.
- κρυφή μνήμη.

- ιδεατή μνήμη.
- δευτερεύουσα μνήμη.
- όλες οι παραπάνω.

22. Στις μνήμες τυχαίας προσπέλασης (RAM), το τυχαίο αναφέρεται :

- στο ότι μπορούμε να προσπελάσουμε οποιαδήποτε θέση της μνήμης.
- στο ότι μπορούμε να προσπελάσουμε οποιαδήποτε θέση της μνήμης στον ίδιο χρόνο.
- στο ότι δεν μπορούμε να προσπελάσουμε άμεσα και μόνο μία θέση μνήμης.
- όλα τα παραπάνω.

23. Ποιές λειτουργίες μπορεί να εκτελέσει μία μνήμη τυχαίας προσπέλασης;

- εγγραφή + διαγραφή θέσης μνήμης.
- ανάγνωση + εγγραφή θέσης μνήμης.
- ανάγνωση + διαγραφή + εγγραφή θέσης μνήμης.
- ανάγνωση θέσης μνήμης.

24. Περιγράψτε τα βήματα που εκτελούνται για τη μεταφορά μίας λέξης από τον επεξεργαστή στην κύρια μνήμη.

25. Περιγράψτε τα βήματα που εκτελούνται για την ανάγνωση μίας λέξης από τη μνήμη στον επεξεργαστή.

26. Η κρυφή μνήμη επωφελείται πολλές φορές περισσότερο από την αύξηση του εύρους ζώνης επικοινωνίας με την κυρία μνήμη παρά από τη μείωση του χρόνου αναμονής. Μπορείτε να περιγράψετε συνοπτικά γιατί συμβαίνει αυτό;

27. Η αρχιτεκτονική της/των προσπαθεί να εκμεταλλευτεί το εύρος όλων των δυναμικών μνημών, κατά την λειτουργία της ανάγνωσης/εγγραφής, και όχι μόνο αυτές που περιέχουν την λέξη προς ανάκτηση.

- ευρύτερης κυρίας μνήμης
- ανεξάρτητων τραπεζών μνήμης.
- απλής εναλλασσόμενης μνήμης.
- όλων των παραπάνω.

28. Η CPU συνδέετε με οποιαδήποτε δευτερεύουσα μνήμη μέσω ενός ελεγκτή, ο οποίος εκτελεί τον ενδιάμεσο ανάμεσα στη CPU και τη συσκευή. Μέσω ποιών διαύλων γίνεται η σύνδεση αυτή; Υπάρχει τρόπος να δημιουργήσουμε ανεξάρτητο χώρο διευθύνσεων για την δευτερεύουσα μνήμη;

29. Έστω ότι έχουμε κύρια μνήμη οργανωμένη σε λέξεις των 16 bit συνδεδεμένη με 16 bit CPU σε αρχιτεκτονική απλής εναλλασσόμενης μνήμης (π.χ. 2 DRAM, οι οποίες δίνουν το LSB και MSB, αντίστοιχα). Σε αυτή την οργάνωση υπάρχει κάποιο πρόβλημα απόδοσης όταν προσπαθούμε να διαβάσουμε από μονή διεύθυνση μνήμης μία ολόκληρη λέξη (16-bit). Μπορείτε να πείτε ποιο είναι αυτό;
30. Αναφέρετε συνοπτικά τις βασικές διαφορές μεταξύ της ιδεατής και της κρυφής μνήμης.

Απαντήσεις στις ερωτήσεις

- | | | |
|------|------|-------|
| 1. A | 5. Δ | 9. Δ |
| 2. B | 6. B | 10. Γ |
| 3. B | 7. B | |
| 4. A | 8. B | |
11. Δίαυλοι: δεδομένων, διευθύνσεων, ελέγχου.
12. Κεφαλή, άξονας, μαγνητική βάση σκληρού δίσκου (platter), ηλεκτρομαγνήτης.
13. Μείωση μέσου χρόνου προσπέλασης της CPU στα δεδομένα του προγράμματος ή στο ίδιο το πρόγραμμα.
14. Εκτέλεση προγράμματος, προσωρινή αποθήκευση δεδομένων προγράμματος.
15. Καταχωρητές, κρυφή μνήμη, κύρια μνήμη, δευτερεύουσα μνήμη.
16. Οι δυναμικές μνήμες που κατασκευάζονται με τεχνολογία μικροσκοπικών πυκνωτών, χρειάζονται ανανέωση κάθε τόσο για να μην χάσουν το περιεχόμενο. Κατά την ανανέωση γίνεται μία εικονική ανάγνωση των δεδομένων κάθε γραμμής της δυναμικής μνήμης.
17. Τεχνικοί λόγοι: Οι ταχύτερες μνήμες όπως είναι οι καταχωρητές και οι μνήμες SRAM όπως και οι πιο αργές DRAM χάνουν το περιεχόμενο όταν κλείσουμε τον Η/Υ. Οι δευτερεύουσες μνήμες δεν χάνουν το περιεχόμενο τους, όταν κλείσουν, οπότε είναι απαραίτητες για τη μακρόχρονη αποθήκευση. Οικονομικοί λόγοι: Οι ταχύτερες μνήμες όπως είναι οι καταχωρητές και οι μνήμες SRAM όπως και οι πιο αργές DRAM είναι πολύ ακριβές στην κατασκευή. Οι δευτερεύουσες μνήμες, όπως οι μαγνητικοί δίσκοι, είναι πολύ φτηνότεροι
18. Δ
19. Γ
20. A
21. B

22. A

23. B

24. Τοποθέτηση λέξης στο διάυλο δεδομένων, τοποθέτηση διεύθυνσης στο διάυλο διευθύνσεων, ενεργοποίηση σήματος διαύλου ελέγχου για εγγραφή στη μνήμη, τοποθέτηση περιεχομένων διαύλου διευθύνσεων στον καταχωρητή MAR της κύριας μνήμης, τοποθέτηση περιεχομένων διαύλου δεδομένων στον καταχωρητή MDR της κύριας μνήμης, εγγραφή των δεδομένων του MDR στη διεύθυνση μνήμης MAR.
25. Τοποθέτηση διεύθυνσης λέξης προς ανάγνωση στο διάυλο διευθύνσεων, ενεργοποίηση σήματος διαύλου ελέγχου για ανάγνωση από μνήμη, αναμονή για απόκριση μνήμης, διάβασμα λέξης από τον διάυλο δεδομένων.
26. Μέσω της αύξησης του εύρους ζώνης επιτρέπεται η αύξηση του μεγέθους μπλοκ της κρυφής μνήμης, χωρίς μεγάλη αύξηση στην ποινή αποτυχίας εύρεσης μίας λέξης σε αυτό το μπλοκ από μετέπειτα αναζητήσεις στην κρυφή μνήμη.
27. A
28. Μέσω των κλασικών διαύλων του επεξεργαστή. Ορισμένοι επεξεργαστές όμως έχουν ανεξάρτητο χώρο I/O και ανεξάρτητο χώρο για τη μνήμη. Τα διαχωρίζουν μέσω κατάλληλων σημάτων του διαύλου ελέγχου.
29. Υπάρχει πρόβλημα απόδοσης, γιατί ο επεξεργαστής πρέπει να διαβάσει ολόκληρη λέξη. Οπότε όταν διαβάζουμε ολόκληρη λέξη από μονή διεύθυνση ο επεξεργαστής πρέπει να κάνει δύο ανεξάρτητες προσπελάσεις στη μνήμη, ξεκινώντας από τις δύο πλησιέστερες ζυγές διευθύνσεις.
30. Η ιδεατή μνήμη είναι μία λογική επέκταση της φυσικής κύριας μνήμης. Επιτυγχάνεται με τη χρήση κάποιας μορφής δευτερεύουσας μνήμης. Κατά αυτό τον τρόπο δημιουργείται ένας μεγαλύτερος χώρος διευθύνσεων από ότι θα ήταν διαθέσιμος αν χρησιμοποιούταν μόνο η φυσική κύρια μνήμη. Ο επεξεργαστής έχει άμεσα διαθέσιμη την ιδεατή μνήμη για προσπέλαση. Αντιθέτως, η κρυφή μνήμη δεν επεκτείνει το χώρο διευθύνσεων. Αυτό που πετυχαίνει είναι τη μείωση του μέσου χρόνου προσπέλασης στα περιεχόμενα της κύριας μνήμης, τηρώντας ένα αντίγραφο μέρος αυτής. Η κρυφή μνήμη δεν είναι άμεσα προσπελάσιμη από τον επεξεργαστή, αλλά χρησιμοποιείται κρυφά για την επιτάχυνση της επικοινωνίας με την κύρια μνήμη.

Αλγόριθμοι Μονάδας Αξιολόγησης του Γνωστικού Εργαλείου

α. Αλγόριθμος αυτόματης αξιολόγησης απαντήσεων σε ερωτήσεις ανοιχτού τύπου

```
Private Sub CheckQuestions()  
    Dim I As Integer = 1  
  
    pbProgress.Value = 1  
    pbProgress.Maximum = AnswersCounter * LessonQuestions.Count +  
1  
  
    WriteLog("=====  
=====")  
    WriteLog("Answers Assessment - Main Term:" &  
CType(cmbMainTerms.SelectedItem,  
MainTerm).MainTermDescription.ToString)  
    For Each s As UserLessonAnswers.UserAnswers In  
AnswersAssessment  
        WriteLog("Assessment " & I)  
        For Each sQuestion As Question In LessonQuestions  
            WriteLog("-----  
-----")  
            WriteLog("Question:" & sQuestion.Question)  
            CheckUserAnswers(sQuestion, s)  
            pbProgress.Value += 1  
        Next  
        lbAssesType.Visible = True  
  
        cmbQuestions_SelectedIndexChanged(Me, Nothing)  
        I = I + 1  
    Next  
End Sub 'Find Questions user Answered  
Private Sub CheckUserAnswers(ByVal pQuestion As Question, ByVal s  
As UserLessonAnswers.UserAnswers)  
    Dim UserAnswers As New UserLessonAnswers.UserAnswers  
  
    For Each Answer As UserLessonAnswers.Answer In s  
        If pQuestion.ID = Answer.QuestionId Then  
            WriteLog("Answer:" & Answer.Answer & "...")  
            Answer.Status = CheckAnswer(Answer.Answer, pQuestion,  
Answer.FoundAnswers, Answer.ResultLog)  
            Exit For  
        End If  
    Next  
End Sub 'Find User Answer to Question
```

```

Private Function CheckAnswer(ByVal pAnswer As String, ByVal
pQuestion As Question, ByRef pCountAnswers As Single, ByRef pResultLog
As String) As Long
    Dim wAnswerWords() As String
    Dim I As Long
    Dim wAnswer, wTempAnswer As String
    Dim Sql As String
    Dim wFoundSecondTerms As New List(Of TermsManager.Term)
    Dim wAnswerSecondTerms As New List(Of String)
    Dim wString As String

    CheckAnswer = AnswerCheck.rWrongAnswer

    pResultLog = "Η σωστή απάντηση περιλαμβάνει:" & vbCrLf
    WriteLog("Find Second Terms From Question...")
    Sql = "Select Distinct * From Terms Where RID IN (Select
SecondTerm      From      RelatedWords      Where      FirstTerm='" &
pQuestion.FirstTermId.ToString & "'      AND      RelationID='" &
pQuestion.RelationId.ToString & "')"
    Dim dt As DataTable = DBGate.SqlGetDataTable(Sql)
    For Each dr As DataRow In dt.Rows
        Dim wTerm As New TermsManager.Term
        wTerm.RID = dr("RID")
        wTerm.Term = dr("Term")
        wFoundSecondTerms.Add(wTerm)
        WriteLog(wTerm.Term)
        pResultLog = pResultLog & "-" & wTerm.Term & vbCrLf
    Next

    wString = "Στην απάντησή σας βρέθηκαν:" & vbCrLf
    'pResultLog = pResultLog & "Στην απάντησή σας βρέθηκαν:" &
vbCrLf
    WriteLog("Check Second Terms of Answer...")
    wAnswer = RemoveStrArtAndLinks(" " & pAnswer & " ").Trim
    wAnswer = wAnswer.Replace(",", " ")
    wAnswerWords = Split(wAnswer, " ")
    wTempAnswer = " " & wAnswer & " "
    'Answer
parsing.....
    Do

        For I = 0 To UBound(wAnswerWords)
            For Each t As TermsManager.Term In wFoundSecondTerms
                If CompareWordsNew(t.Term, wTempAnswer.Trim) Then
                    If Not wAnswerSecondTerms.Contains(t.Term)
Then
                        WriteLog(t.Term & "...Found")
                        wString = wString & t.Term & vbCrLf
                        '    pResultLog = pResultLog & t.Term &
vbCrLf

                            wAnswerSecondTerms.Add(t.Term)
                        End If
                    Else
                        If Synonyms(t.Term, wTempAnswer.Trim) Then
                            If Not wAnswerSecondTerms.Contains(t.Term)
Then

```

```

WriteLog(t.Term & "...Synonym Found")
' pResultLog = pResultLog & t.Term &
vbCrLf

wString = wString & t.Term & vbCrLf
wAnswerSecondTerms.Add(t.Term)
End If
End If
End If
Next
wTempAnswer = wTempAnswer.Remove(0, Len(" " &
wAnswerWords(I)))
Next
wAnswer = wAnswer.Remove(Len(wAnswer) -
Len(wAnswerWords(UBound(wAnswerWords))),
Len(wAnswerWords(UBound(wAnswerWords))))
wAnswerWords = Split(wAnswer, " ")
wTempAnswer = " " & wAnswer & " "
Loop Until wAnswer = ""

' .....

If wAnswerSecondTerms.Count = 0 Then
pCountAnswers = 0
pResultLog = pResultLog & "Δεν βρέθηκαν σωστές
απαντήσεις..." & vbCrLf
WriteLog("No Second Terms Found...WRONG ANSWER")
Exit Function
End If
pResultLog = pResultLog & wString

If wAnswerSecondTerms.Count < wFoundSecondTerms.Count Then
WriteLog("Not Full Answer...NOT FULL Answer")
pResultLog = pResultLog & "Μη πλήρης απάντηση..." & vbCrLf

pCountAnswers = wAnswerSecondTerms.Count /
wFoundSecondTerms.Count
CheckAnswer = AnswerCheck.rNotFullAnswer
Exit Function
End If
pResultLog = ""
WriteLog("RIGHT ANSWER...")
CheckAnswer = AnswerCheck.rRightAnswer
End Function 'Check Answer - Find Terms into Answer

```

β. Δείγμα καταγραφής βημάτων αυτόματης αξιολόγησης απαντήσεων στις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου στο AutoAssessment.log αρχείο

[09/11/2011 - 00:15] Message: Answers Assessment - Main Term:Κύρια Μνήμη

[09/11/2011 - 00:15] Message: Assessment 1

[09/11/2011 - 00:15] Message: -----

[09/11/2011 - 00:15] Message: Question:Ποια είναι τα είδη της κύριας μνήμης;

[09/11/2011 - 00:15] Message: Answer:'H ROM και η RAM'...

[09/11/2011 - 00:15] Message: Find Second Terms From Question...

[09/11/2011 - 00:15] Message: Μνήμη RAM
[09/11/2011 - 00:15] Message: RAM
[09/11/2011 - 00:15] Message: Μνήμη ROM
[09/11/2011 - 00:15] Message: Check Second Terms of Answer...
[09/11/2011 - 00:15] Message: Μνήμη RAM...Found
[09/11/2011 - 00:15] Message: RAM...Found
[09/11/2011 - 00:15] Message: Μνήμη ROM...Found
[09/11/2011 - 00:15] Message: RIGHT ANSWER...
[09/11/2011 - 00:15] Message: -----
[09/11/2011 - 00:15] Message: Question:Ποιος ο σκοπός της κύριας μνήμης;
[09/11/2011 - 00:15] Message: Answer:'Η μόνιμη αποθήκευση δεδομένων'...
[09/11/2011 - 00:15] Message: Find Second Terms From Question...
[09/11/2011 - 00:15] Message: προσωρινή αποθήκευση δεδομένων
[09/11/2011 - 00:15] Message: Check Second Terms of Answer...
[09/11/2011 - 00:15] Message: No Second Terms Found...WRONG ANSWER
[09/11/2011 - 00:15] Message: -----
[09/11/2011 - 00:15] Message: Question:Ποιες οι λειτουργίες της μνήμης RAM
[09/11/2011 - 00:15] Message: Answer:'Η ανάγνωση δεδομένων'...
[09/11/2011 - 00:15] Message: Find Second Terms From Question...
[09/11/2011 - 00:15] Message: ανάγνωση
[09/11/2011 - 00:15] Message: Τυχαία Προσπέλαση
[09/11/2011 - 00:15] Message: εγγραφή
[09/11/2011 - 00:15] Message: Check Second Terms of Answer...
[09/11/2011 - 00:15] Message: ανάγνωση...Found
[09/11/2011 - 00:15] Message: Not Full Answer...NOT FULL Answer
[09/11/2011 - 00:15] Message: -----
[09/11/2011 - 00:15] Message: Question:Ποιες οι διαφορετικές τεχνολογίες της μνήμης RAM;
[09/11/2011 - 00:15] Message: Answer:'Η PRAM '...
[09/11/2011 - 00:15] Message: Find Second Terms From Question...
[09/11/2011 - 00:15] Message: DRAM
[09/11/2011 - 00:15] Message: SRAM
[09/11/2011 - 00:15] Message: Check Second Terms of Answer...
[09/11/2011 - 00:15] Message: No Second Terms Found...WRONG ANSWER
[09/11/2011 - 00:15] Message: -----
[09/11/2011 - 00:15] Message: Question:Ποια τα είδη της μνήμης ROM;
[09/11/2011 - 00:15] Message: Answer:'Η PROM και η EPROM'...
[09/11/2011 - 00:15] Message: Find Second Terms From Question...
[09/11/2011 - 00:15] Message: PROM
[09/11/2011 - 00:15] Message: EPROM
[09/11/2011 - 00:15] Message: Check Second Terms of Answer...
[09/11/2011 - 00:15] Message: EPROM...Found
[09/11/2011 - 00:15] Message: PROM...Found
[09/11/2011 - 00:15] Message: RIGHT ANSWER...

γ. Αλγόριθμος αυτόματης αξιολόγησης εννοιολογικού χάρτη

```
Public Function CheckRelation(ByVal FirstTerm As String, ByVal Link As
String, ByVal SecondTerm As String, Optional ByRef RelType As Long = -
1) As Long
    Dim wSecondTermsGuid As New List(Of Guid)
    CheckRelation = AnswerCheck.rWrongAnswer

    'Check Link exists
    WriteLog("Check Link Existence....")
    CheckLinkExistence(Link, wRelations)
    If wRelations.Count = 0 Then
        FindRelatedLinks(Link, wRelations)
        If wRelations.Count = 0 Then
            Exit Function
        End If
    End If
    RelType = wRelations.Item(0).RelType

    'Start With Simple Check....Check if Link, Terms exists in
database
    'Check First Term exists
    WriteLog("Check FirstTerm Exists....")
    If Not CheckTermExistence(FirstTerm, wFirstTerms) Then
        WriteLog("FirstTerm Not Found!")
        Exit Function
    End If

    RelType = wRelations.Item(0).RelType
    'Check Second Term exists
    WriteLog("Check Second Term Exists....")
    If Not CheckTermExistence(SecondTerm, wSecondTerms) Then
        WriteLog("SecondTerm Not Found!")
        Exit Function
    End If

    WriteLog("Check Relation Existence....")
    If CheckRelationExist(Link, wRelations, RelType) Then
        CheckRelation = AnswerCheck.rRightAnswer
        Exit Function
    End If

End Function 'Initial Check of relation correctness

Private Function CheckTermExistence(ByVal pWord As String, ByRef
pListofTerms As List(Of CheckedWord)) As Boolean
    Dim FoundWordsList As New List(Of String)
    Dim wPrcCompare As Single

    CheckTermExistence = False
    For Each c As CheckedWord In pListofTerms
        FoundWordsList.Add(c.CheckedWord)
    Next

    For Each t As TermsManager.Term In TermsList.Terms.Values
```

```

        If CompareWordsNew(t.Term, pWord, wPrcCompare) Or
Synonyms(t.Term, pWord) Then
            If Not FoundWordsList.Contains(t.Term.ToString) Then
                Dim NewCheckedTerm As New CheckedWord
                NewCheckedTerm.CheckedWord = t.Term.ToString
                NewCheckedTerm.CheckedWordId = t.RID
                NewCheckedTerm.RessemblancePrc = wPrcCompare
                pListofTerms.Add(NewCheckedTerm)

                FoundWordsList.Add(t.Term.ToString)
            End If
        End If
    Next

    If pListofTerms.Count > 0 Then
        CheckTermExistence = True
    Else
        CheckTermExistence = False
    End If
End Function 'Check if term exists in database

Private Sub CheckLinkExistence(ByVal pWord As String, ByRef
pListofLinks As List(Of Relation))

    For Each t As Relation In RelationsList.Values
        If CompareWordsNew(t.Description, pWord) Then
            If Not
pListofLinks.Contains(RelationsList.Item(t.RID)) Then
                pListofLinks.Add(RelationsList.Item(t.RID))
            End If
        End If
    Next
End Sub 'check if link exists in database

Private Sub FindRelatedLinks(ByVal pLink As String, ByRef
pListofLinks As List(Of Relation))
    Dim Sql As String
    Dim ds As New DataSet

    Sql = "Select Distinct Description From
VisdicRelationsTranslate Where VisdicRelationId IN (Select
VisdicRelationId from VisdicRelationsTranslate Where
Upper(Description)='" & pLink.ToUpper & "'"")"
    ds = PublicDataRetrieval.GetDataSet(Sql)

    For Each dr As DataRow In ds.Tables(0).Rows
        CheckLinkExistence(dr("Description"), pListofLinks)
    Next
End Sub 'find synonyms of links

Private Function CheckRelationExist(ByVal pLink As String, ByVal
pRelationList As List(Of Relation), ByRef RelType As Long) As Boolean
    Dim wListofRelations As New List(Of String)
    Dim wFoundRelations As New RelationsBetweenWords
    Dim wFoundRelation As Guid
    Dim i As Long
    Dim j As Long

```

```
CheckRelationExist = False
wFoundRelatedWords = New RelationsBetweenWords

WriteLog("Check Relation Exists....")
For Each CheckTerm1 As CheckedWord In wFirstTerms
    For Each CheckTerm2 As CheckedWord In wSecondTerms
        WriteLog("Find Relations Between Terms:" &
CheckTerm1.CheckedWord & "(" & CheckTerm1.RessemblancePrc &
"...Ressemblance)-" & CheckTerm2.CheckedWord & "(" &
CheckTerm2.RessemblancePrc & "...Ressemblance)")
        wFoundRelation =
FindRelations(CheckTerm1.CheckedWordId, CheckTerm2.CheckedWordId)
        If wFoundRelation <> Guid.Empty Then

            Dim wRelation As New RelationBetweenWords
            wRelation.Term1 = CheckTerm1.CheckedWordId
            wRelation.Term2 = CheckTerm2.CheckedWordId
            wRelation.RelationID = wFoundRelation
            If Not wFoundRelations.Contains(wRelation) Then
                wFoundRelations.Add(wRelation)
            End If
        End If
    Next
Next

If wFoundRelations.Count = 0 Then
    Exit Function
End If

'.Check if Relations exists
For i = 0 To wFoundRelations.Count - 1
    For j = 0 To wRelations.Count - 1
        If wFoundRelations.Item(i).RelationID =
pRelationList.Item(j).RID Then
            'Relation Found
            wFoundRelatedWords.Add(wFoundRelations.Item(i))
            RelType = pRelationList.Item(j).RelType
            CheckRelationExist = True
            Exit For
        Else
            WriteLog("Related Link don't match with " &
wFoundRelations.Item(i).ToString)
        End If
    Next
Next
If CheckRelationExist Then
    Exit Function
End If
End Function 'check if relation exist
```

δ. Δείγμα καταγραφής βημάτων αυτόματης αξιολόγησης εννοιολογικού χάρτη στο AutoAssessment.log αρχείο

[10/11/2011 - 22:14] Message: Content Map Assessment - Main Term:Κύρια Μνήμη
[10/11/2011 - 22:14] Message: Assessment 1
[10/11/2011 - 22:14] Message: -----
[10/11/2011 - 22:14] Message: Relation:Μνήμη RAM-διακρίνεται σε-DRAM
[10/11/2011 - 22:14] Message: Check Link Existence....
[10/11/2011 - 22:14] Message: Check FirstTerm Exists....
[10/11/2011 - 22:14] Message: Check Second Term Exists....
[10/11/2011 - 22:14] Message: Check Relation Existence....
[10/11/2011 - 22:14] Message: Check Relation Exists....
[10/11/2011 - 22:14] Message: Find Relations Between Terms:random access memory(0,1666667...Ressemblance)-DRAM(1...Ressemblance)
[10/11/2011 - 22:14] Message: Find Relations Between Terms:Μνήμη RAM(1...Ressemblance)-DRAM(1...Ressemblance)
[10/11/2011 - 22:14] Message: Find Relations Between Terms:μνήμη τυχαίας προσπέλασης(0,3333333...Ressemblance)-DRAM(1...Ressemblance)
[10/11/2011 - 22:14] Message: Find Relations Between Terms:RAM(0,5...Ressemblance)-DRAM(1...Ressemblance)
[10/11/2011 - 22:14] Message: Find Relations Between Terms:Μνήμη ROM(0,8333334...Ressemblance)-DRAM(1...Ressemblance)
[10/11/2011 - 22:14] Message: Assessment 1
[10/11/2011 - 22:14] Message: -----
[10/11/2011 - 22:14] Message: Relation:PROM-έχει λειτουργία-αποθήκευση προγραμμάτων
[10/11/2011 - 22:14] Message: Check Link Existence....
[10/11/2011 - 22:14] Message: Check FirstTerm Exists....
[10/11/2011 - 22:14] Message: Check Second Term Exists....
[10/11/2011 - 22:14] Message: Check Relation Existence....
[10/11/2011 - 22:14] Message: Check Relation Exists....
[10/11/2011 - 22:14] Message: Find Relations Between Terms:PROM(1...Ressemblance)-αποθήκευση προγραμμάτων(1,083333...Ressemblance)
[10/11/2011 - 22:14] Message: Find Relations Between Terms:μνήμη PROM(0,5...Ressemblance)-αποθήκευση προγραμμάτων(1,083333...Ressemblance)
[10/11/2011 - 22:14] Message: Assessment 1
[10/11/2011 - 22:14] Message: -----
[10/11/2011 - 22:14] Message: Relation:EPROM-έχει λειτουργία-αποθήκευση δεδομένων
[10/11/2011 - 22:14] Message: Check Link Existence....
[10/11/2011 - 22:14] Message: Check FirstTerm Exists....
[10/11/2011 - 22:14] Message: Check Second Term Exists....
[10/11/2011 - 22:14] Message: Check Relation Existence....
[10/11/2011 - 22:14] Message: Check Relation Exists....
[10/11/2011 - 22:14] Message: Find Relations Between Terms:μνήμη EPROM(0,5...Ressemblance)-αποθήκευση δεδομένων(1...Ressemblance)
[10/11/2011 - 22:14] Message: Find Relations Between Terms:EPROM(1...Ressemblance)-αποθήκευση δεδομένων(1...Ressemblance)

Όροι και Σχέσεις που Καταχωρήθηκαν / Τροποποιήθηκαν στον VisDic Editor

Από τα 128 synsets της παρούσας εργασίας, τα 75 είναι καινούρια synsets, ενώ τα υπόλοιπα 53 αποτελούν τροποποίηση synsets που υπήρχαν ήδη. Από τα 53 synsets που υπήρχαν ήδη, μόλις τα 9 υπάρχουν στο ελληνικό WordNet. Ωστόσο, οι ορισμοί είναι καινούριοι και για τα 128 synsets, ενώ παράλληλα εμπλουτίστηκαν και οι σχέσεις μεταξύ των synsets, καθώς και για τα 53 ήδη υπάρχοντα synsets που οι μόνες σχέσεις που υπήρχαν ήταν αυτές της μερωνυμίας/ολωνυμίας και υπωνυμίας/υπερωνυμίας. Τέλος, σημειώθηκαν 745 σχέσεις μεταξύ των synsets, γεγονός που σημαίνει ότι σε κάθε synset αντιστοιχούν 5.82 σχέσεις κατά μέσο όρο.

Στο λεξικό καταχωρήθηκαν/τροποποιήθηκαν οι παρακάτω όροι:

Ανάγνωση: Λειτουργία των μονάδων μνήμης κατά την οποία ανακτώνται οι αποθηκευμένες πληροφορίες ώστε να επεξεργασθούν.

Συνώνυμα	Υπερόνομα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
Διάβασμα, Read	Επεξεργασία δεδομένων	-	-	-	-	-	-

Σύμψηκτος δίσκος: Δίσκος αποθήκευσης δεδομένων από υλικό καλυμμένο με μια διαφανή προστατευτική επιστρώση, όπου η αποθήκευση των δεδομένων γίνεται με τη δημιουργία αλλοιώσεων στην επιφάνεια, ενώ η ανάκτηση γίνεται μέσω ακτίνας laser.

Συνώνυμα	Υπερόνομα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
Compact Disc, CD	-	Εγγράψιμος δίσκος, Επανεγγράψιμος δίσκος, Μνήμη μόνο για ανάγνωση σύμψηκτου δίσκου	-	Τροχιά	Μόνιμη αποθήκευση	Ανάγνωση, Εγγραφή	Ταχύτητα ανάγνωσης, Ταχύτητα εγγραφής, Χωρητικότητα

Εγγράψιμος σύμψηκτος δίσκος: Οπτικός δίσκος, ο οποίος μπορεί να γραφεί μία μόνο φορά, αλλά να διαβαστεί πολλές.

Συνώνυμα	Υπερόνομα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
Compact Disc Recordable, CD-R	Σύμψηκτος δίσκος	-	-	Τροχιά	Μόνιμη αποθήκευση	Ανάγνωση, Εγγραφή, Διαγραφή	Ταχύτητα ανάγνωσης, Ταχύτητα εγγραφής, Χωρητικότητα

Επανεγγράψιμος σύμπτυκτος δίσκος: Οπτικός δίσκος, ο οποίος μπορεί να γραφεί πολλές φορές, καθώς και να σβηστεί.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
Compact Disc ReWritable, CD-RW	Σύμπτυκτος δίσκος	-	-	Τροχιά	Μόνιμη αποθήκευση	Ανάγνωση, Εγγραφή, Διαγραφή	Ταχύτητα ανάγνωσης, Ταχύτητα εγγραφής, Χωρητικότητα

Μνήμη μόνο για ανάγνωση σύμπτυκτου δίσκου: Σύμπτυκτος οπτικός δίσκος, ο οποίος παραδίδεται με εγγεγραμμένα δεδομένα, τα οποία είναι προσπελάσιμα, αλλά όχι και εγγράψιμα, από έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
CD-ROM	Σύμπτυκτος δίσκος	-	-	Τροχιά	Μόνιμη αποθήκευση	Ανάγνωση, Εγγραφή	Ταχύτητα ανάγνωσης, Ταχύτητα εγγραφής, Χωρητικότητα

Ψηφιακός πολυμορφικός δίσκος: Οπτικό μέσο αποθήκευσης μεγάλης χωρητικότητας (4.7GB-17.08GB). Η χωρητικότητά του εξαρτάται από το αν έχει μία ή δύο πλευρές και αν η κάθε πλευρά έχει ένα ή δύο στρώματα. Χρησιμοποιείται για την αποθήκευση αρχείων ήχου, εικόνας, δεδομένων και κυρίως βίντεο. Η ανάκτησή τους γίνεται μέσω ακτίνας laser.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
Ψηφιακός ευέλικτος δίσκος, Digital Video Disc, Digital Versatile Disc, DVD	-	DVD-R, DVD+R, DVD-RW, DVD+RW, DVD-RAM	-	Τροχιά	Μόνιμη αποθήκευση	Ανάγνωση, Εγγραφή, Διαγραφή	Ταχύτητα ανάγνωσης, Ταχύτητα εγγραφής, Χωρητικότητα

DVD-R: Εγγράψιμο οπτικό μέσο αποθήκευσης με χωρητικότητα 4.7GB-17.1GB. Τα δεδομένα γράφονται σε αυτό μία φορά και δε γίνεται να μεταβληθούν. Διαφέρει μόνο ως προς το πρότυπο σε σχέση με το DVD+R, ωστόσο είναι ασύμβατο με αυτό.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
-	Ψηφιακός πολυμορφικός δίσκος	-	-	Τροχιά	Μόνιμη αποθήκευση	Ανάγνωση, Εγγραφή	Ταχύτητα ανάγνωσης, Ταχύτητα εγγραφής, Χωρητικότητα

DVD+R: Εγγράψιμο οπτικό μέσο αποθήκευσης με χωρητικότητα 4.7 GB - 17.1 GB. Τα δεδομένα γράφονται σε αυτό μία φορά και δε γίνεται να μεταβληθούν. Είναι παρόμοιο, αλλά ασύμβατο, με το παλιότερο πρότυπο DVD-R.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
-	Ψηφιακός πολυμορφικός δίσκος	-	-	Τροχιά	Μόνιμη αποθήκευση	Ανάγνωση, Εγγραφή	Ταχύτητα ανάγνωσης, Ταχύτητα εγγραφής, Χωρητικότητα

DVD-RW: Επανεγγράψιμο οπτικό μέσο αποθήκευσης με χωρητικότητα 4.7GB. Τα δεδομένα μπορούν σε αυτό να επανεγγραφούν 1.000 περίπου φορές. Διαφέρει ως προς το πρότυπο σε σχέση με το DVD+RW.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
-	Ψηφιακός πολυμορφικός δίσκος	-	-	Τροχιά	Μόνιμη αποθήκευση	Ανάγνωση, Εγγραφή, Διαγραφή	Ταχύτητα ανάγνωσης, Ταχύτητα εγγραφής,

							Χωρητικότητα
DVD+RW: Επανεγγράψιμο οπτικό μέσο αποθήκευσης με χωρητικότητα 4.7GB. Διαφέρει ως προς το πρότυπο σε σχέση με το DVD-R.							
Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
-	Ψηφιακός πολυμορφικός δίσκος	-	-	Τροχιά	Μόνιμη αποθήκευση	Ανάγνωση, Εγγραφή, Διαγραφή	Ταχύτητα ανάγνωσης, Ταχύτητα εγγραφής, Χωρητικότητα

DVD-RAM: Οπτικό μέσο αποθήκευσης με εξαιρετική τεχνολογία ως προς την ακεραιότητα και τη διατήρηση των δεδομένων του, καθώς και ως προς την προστασία ενάντια στις ζημιές μέσω ενός πλήθους μηχανισμών και ιδιοτήτων.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
DVD – Random Access Memory	Ψηφιακός πολυμορφικός δίσκος	-	-	Τροχιά	Μόνιμη αποθήκευση	Ανάγνωση, Εγγραφή, Διαγραφή	Ταχύτητα ανάγνωσης, Ταχύτητα εγγραφής, Χωρητικότητα

Μαγνητική αποθηκευτική μονάδα: Συσκευή η οποία χρησιμοποιεί μαγνητισμό για την αποθήκευση των bits των δεδομένων. Ένα μαγνητισμένο σημείο αντιπροσωπεύει το 1, ενώ ένα μη μαγνητισμένο σημείο το 0.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
-	-	Σκληρός Δίσκος, Μαγνητική Ταινία, Δισκέτα	-	-	Προσωρινή αποθήκευση	Προσπέλαση δεδομένων, Εγγραφή	Ταχύτητα εγγραφής, Χωρητικότητα

Σκληρός δίσκος: Δύσκαμπτος μαγνητικός δίσκος που χρησιμοποιείται στους υπολογιστές για την αποθήκευση δεδομένων, κυρίως προγραμμάτων και αρχείων που είναι απαραίτητο να διατηρηθούν.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
Hard Disk, Hard Disk Drive	Οδηγός, Μαγνητική αποθηκευτική μονάδα	Σκληρός Δίσκος IDE, Σκληρός Δίσκος SATA, Σκληρός Δίσκος SATA II, Σκληρός Δίσκος SATA III, Σκληρός Δίσκος SCSI	Ιδεατή μνήμη	Αξονας κίνησης, Μαγνητικός δίσκος	Μόνιμη αποθήκευση	Προσπέλαση δεδομένων, Εγγραφή	Ταχύτητα εγγραφής, Χωρητικότητα

Μαγνητικός δίσκος: Κυκλική, περιστρεφόμενη πλάκα, επιστρωμένη με μία μαγνητική επιφάνεια, της οποίας τα δεδομένα προσπελαίνονται από μία κεφαλή ανάγνωσης/εγγραφής.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
Platter	-	-	Σκληρός δίσκος	Κύλινδρος	Μόνιμη αποθήκευση	Περιστροφή	-

Κύλινδρος: Σύνολο τροχιών που σχηματίζεται από πολλούς δίσκους τοποθετημένους ο ένας πάνω στον άλλο εφαρμοσμένοι σε ένα κοινό άξονα.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
Cylinder	-	-	Μαγνητικός δίσκος	Τροχιά	Μόνιμη αποθήκευση	-	-

Τροχιά: Κύκλος που διαγράφεται στην επάνω ή κάτω επιφάνεια του μαγνητικού δίσκου από κεφαλές ανάγνωσης/εγγραφής κατά την ώρα που ο δίσκος περιστρέφεται.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
Τχνος, Track	-	-	Κύλινδρος	Τομέας	Μόνιμη αποθήκευση	-	-

Τομέας: Τόξα στα οποία χωρίζεται μια τροχιά στα οποία τα bits αποθηκεύονται σε συνεχόμενες σειρές.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
Sector	-	-	Τροχιά	-	Μόνιμη αποθήκευση	-	-

Άξονας κίνησης: Άξονας γύρω από τον οποίο περιστρέφονται όλοι οι μαγνητικοί δίσκοι με την ίδια ταχύτητα.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
Spindle	-	-	Σκληρός δίσκος	-	-	Περιστροφή	-

Βραχίονας προσπέλασης: Μετακινεί τις κεφαλές ανάγνωσης/εγγραφής κατά μήκος των μαγνητικών δίσκων ενώ αυτοί περιστρέφονται, επιτρέποντας έτσι σε κάθε κεφαλή να έχει πρόσβαση σε ολόκληρη την επιφάνεια του μαγνητικού δίσκου.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
Actuator arm, Access arm	-	-	Σκληρός δίσκος	Κεφαλή ανάγνωσης/εγγραφής	Ανάγνωση	Μετακίνηση	-

Κεφαλή ανάγνωσης/εγγραφής: Μικρό τμήμα ενός σκληρού δίσκου το οποίο βρίσκεται πάνω στο βραχίονα προσπέλασης και μετακινείται από αυτόν. Μετατρέπει είτε το μαγνητικό πεδίο του μαγνητικού δίσκου σε ηλεκτρικό ρεύμα (οπότε έχουμε ανάγνωση του δίσκου) είτε το αντίστροφο (το ηλεκτρικό ρεύμα σε μαγνητικό πεδίο) οπότε έχουμε εγγραφή στο δίσκο.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
Κεφαλή εγγραφής, Κεφαλή ανάγνωσης, Disk read-and-write head	πηνίο	-	Βραχίονας προσπέλασης	-	-	Ανάγνωση, Εγγραφή	-

Προσπέλαση δεδομένων: Λειτουργία του σκληρού δίσκου κατά την οποία μεταφέρονται μονάδες μπλοκ από τα αποθηκευμένα σε αυτόν δεδομένα στην κύρια μνήμη.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
-	-	-	-	-	-	-	Αναζήτηση, Αναμονή περιστροφής, Μεταφορά μπλοκ

Μαγνητική ταινία: Πλαστική ταινία διαφόρων μεγεθών, η οποία είναι επικαλυμμένη με μία παχιά μαγνητική στρώση. Η ταινία είναι εφαρμοσμένη σε δύο μπομπίνες, οι οποίες περιστρέφονται, και μέσω μιας κεφαλής ανάγνωσης/εγγραφής διαβάζονται ή εγγράφονται πληροφορίες, όταν η ταινία περνάει από αυτή.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
-	-	-	-	Μπομπίνα, Κεφαλή ανάγνωσης/εγγραφής	Μόνιμη αποθήκευση	Προσπέλαση δεδομένων, Εγγραφή	Ταχύτητα εγγραφής, Χωρητικότητα

Δισκέτα: Φορητό αποθηκευτικό μέσο, το οποίο αποτελείται από ένα μαγνητικό δίσκο, έχει διάφορες διαμέτρους και χωρητικότητες, και βρίσκεται μέσα σε μία πλαστική θήκη, η οποία λειτουργεί ως προστατευτικό κάλυμμα.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
Floppy disk, Diskette	-	Δισκέτα Zip, Δισκέτα 8 ιντσών, Δισκέτα 5 ¼ ιντσών, Δισκέτα 3 ½ ιντσών	Υπολογιστής	Μαγνητικός δίσκος	Μόνιμη αποθήκευση	Προσπέλαση δεδομένων, Εγγραφή	Ταχύτητα εγγραφής, Χωρητικότητα, Διάμετρος

Δισκέτα Zip: Αποτελείται από ένα μαγνητικό δίσκο, ο οποίος προστατεύεται μέσα σε μία πλαστική θήκη. Δισκέτα ειδικού τύπου, η οποία έχει μεγάλη χωρητικότητα (μέχρι 750 MB) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο από ειδικό οδηγό, που ονομάζεται zip drive.

Συνώνυμα	Υπερόνομα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
Iomega Zip, Zip Disk	Δισκέτα	-	-	Μαγνητικός δίσκος	Μόνιμη αποθήκευση	Προσπέλαση δεδομένων, Εγγραφή	Ταχύτητα εγγραφής, Χωρητικότητα, Διάμετρος

Δισκέτα 8 ιντσών: Αποτελείται από ένα μαγνητικό δίσκο διαμέτρου 8 ιντσών, ο οποίος προστατεύεται μέσα σε μία πλαστική θήκη. Ήταν το πρώτο είδος δισκέτας που κατασκευάστηκε και το οποίο, αρχικά, είχε μόνο τη λειτουργία ανάγνωσης και όχι εγγραφής. Στην τελευταία του έκδοση πριν αποσυρθεί, είχε μέγιστη χωρητικότητα 1.2MB.

Συνώνυμα	Υπερόνομα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
-	Δισκέτα	-	-	Μαγνητικός δίσκος	Μόνιμη αποθήκευση	Προσπέλαση δεδομένων, Εγγραφή	Ταχύτητα εγγραφής, Χωρητικότητα, Διάμετρος

Δισκέτα 5 ¼ ιντσών: Αποτελείται από ένα μαγνητικό δίσκο διαμέτρου 5 ¼ ιντσών, ο οποίος προστατεύεται μέσα σε μία πλαστική θήκη. Η μέγιστη χωρητικότητά του έφτανε τα 1.2MB.

Συνώνυμα	Υπερόνομα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
-	Δισκέτα	-	-	Μαγνητικός δίσκος	Μόνιμη αποθήκευση	Προσπέλαση δεδομένων, Εγγραφή	Ταχύτητα εγγραφής, Χωρητικότητα, Διάμετρος

Δισκέτα 3 ½ ιντσών: Αποτελείται από ένα μαγνητικό δίσκο διαμέτρου 3 ½ ιντσών, ο οποίος προστατεύεται μέσα σε μία σκληρή πλαστική θήκη. Η μέγιστη χωρητικότητά του έφτανε τα 240MB.

Συνώνυμα	Υπερόνομα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
-	Δισκέτα	-	-	Μαγνητικός δίσκος	Μόνιμη αποθήκευση	Προσπέλαση δεδομένων, Εγγραφή	Ταχύτητα εγγραφής, Χωρητικότητα, Διάμετρος

Αναζήτηση: Υπολειτουργία της προσπέλασης δεδομένων κατά την οποία ο βραχίονας τοποθετείται πάνω στην κατάλληλη άτρακτο.

Συνώνυμα	Υπερόνομα	Υπόνομα	Μακρογεγονός	Έπεται	Προηγείται	Προκαλεί	Προκαλείται
-	-	-	Προσπέλαση δεδομένων	-	Αναμονή περιστροφής	Αναμονή περιστροφής	-

Αναμονή περιστροφής: Υπολειτουργία της προσπέλασης δεδομένων κατά την οποία περιμένουμε η κεφαλή να βρεθεί πάνω από τον επιθυμητό τομέα, καθώς ο δίσκος περιστρέφεται.

Συνώνυμα	Υπερόνομα	Υπόνομα	Μακρογεγονός	Έπεται	Προηγείται	Προκαλεί	Προκαλείται
-	-	-	Προσπέλαση δεδομένων	Αναζήτηση	Μεταφορά μπλοκ	Μεταφορά μπλοκ	Αναζήτηση

Μεταφορά μπλοκ: Υπολειτουργία της προσπέλασης δεδομένων κατά την οποία μεταφέρεται το επιθυμητό μπλοκ στην κύρια μνήμη.

Συνώνυμα	Υπερόνομα	Υπόνομα	Μακρογεγονός	Έπεται	Προηγείται	Προκαλεί	Προκαλείται
-	-	-	Προσπέλαση δεδομένων	Αναμονή περιστροφής	-	-	Αναμονή περιστροφής

Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας: Ελέγχει τη λειτουργία του υπολογιστή και εκτελεί τις λειτουργίες επεξεργασίας δεδομένων (εκτέλεση εντολών).

Συνώνυμα	Υπερόνομα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
KME, CPU	Εξαρτήματα υπολογιστή, Ηλεκτρονικός εξοπλισμός	-	Υπολογιστής	Καταχωρητής	Εκτέλεση εντολής	Επεξεργασία δεδομένων	-

Εκτέλεση εντολής: Ανάλογα με το είδος της εκτελούμενης εντολής, μπορεί να περιλαμβάνει γεγονότα όπως ανάκληση εντολής, διάβασμα από το αρχείο καταχωρητών, εκτέλεση πράξης στην ALU, φόρτωση στη μνήμη, γράψιμο στο αρχείο καταχωρητών, γράψιμο στον καταμετρητή προγράμματος.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
-	-	-	-	-	-	-	Ανάκληση εντολής, Ανάγνωση καταχωρητών, εκτέλεση πράξης, φόρτωση στη μνήμη, γράψιμο καταχωρητών, γράψιμο καταμετρητή προγράμματος

Ανάκληση εντολής: Η πρώτη φάση (1^{ος} κύκλος) στην εκτέλεση μιας εντολής είναι η ανάκληση της εντολής από τη μνήμη, σύμφωνα με την τιμή του καταχωρητή καταμετρητή προγράμματος (Program Counter – PC). Τα bits της εντολής διαβάζονται και δημιουργούνται σύμφωνα με αυτά τα σήματα ελέγχου για τους επόμενους κύκλους.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Μακρογεγονός	Έπεται	Προηγείται	Προκαλεί	Προκαλείται
-	-	-	Εκτέλεση εντολής	-	Ανάγνωση καταχωρητών	Ανάγνωση καταχωρητών, Γράψιμο καταμετρητή προγράμματος	Ανάγνωση καταχωρητών

Ανάγνωση καταχωρητών: Η δεύτερη φάση των περισσότερων εντολών, κατά την οποία διαβάζονται τα περιεχόμενα των καταχωρητών που υποδεικνύει η εντολή.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Μακρογεγονός	Έπεται	Προηγείται	Προκαλεί	Προκαλείται
Διάβασμα καταχωρητών	-	-	Εκτέλεση εντολής	Ανάκληση εντολής	Εκτέλεση πράξης	Εκτέλεση πράξης	Ανάκληση εντολής

Εκτέλεση πράξης: Η τρίτη φάση των περισσότερων εντολών, κατά την οποία εκτελείται η πράξη που υποδεικνύει η εντολή στην αριθμητική και λογική μονάδα πάνω στα δεδομένα που διαβάστηκαν από το αρχείο καταχωρητών.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Μακρογεγονός	Έπεται	Προηγείται	Προκαλεί	Προκαλείται
-	-	-	Εκτέλεση εντολής	Ανάγνωση καταχωρητών	Φόρτωση στη μνήμη	Φόρτωση στη μνήμη, γράψιμο καταμετρητή προγράμματος, γράψιμο καταχωρητών	Ανάκληση εντολής

Φόρτωση στη μνήμη: Η τέταρτη φάση των περισσότερων εντολών, κατά την οποία γράφεται στη θέση μνήμης που ορίζει η εντολή, το αποτέλεσμα της ALU.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Μακρογεγονός	Έπεται	Προηγείται	Προκαλεί	Προκαλείται
-	-	-	Εκτέλεση εντολής	Εκτέλεση πράξης	Γράψιμο καταχωρητών	Γράψιμο καταχωρητών	Εκτέλεση πράξης

Γράψιμο καταχωρητών: Η τέταρτη ή πέμπτη φάση των περισσότερων εντολών, κατά την οποία γράφεται στη θέση του αρχείου καταχωρητών που ορίζει η εντολή, το αποτέλεσμα της ALU.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Μακρογεγονός	Έπεται	Προηγείται	Προκαλεί	Προκαλείται
-	-	-	Εκτέλεση εντολής	Εκτέλεση πράξης, φόρτωση στη μνήμη	-	-	Εκτέλεση πράξης, φόρτωση στη μνήμη

Γράψιμο καταμετρητή προγράμματος: Η τελευταία φάση των εντολών πηδήματος (jump) ή διακλάδωσης υπό συνθήκη, κατά την οποία γράφεται στον καταμετρητή προγράμματος η τιμή της επόμενης προς εκτέλεση εντολής, η οποία συνήθως δεν είναι αυτή που έπεται (τοπικά) της τρέχουσας εντολής στη μνήμη.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Μακρογεγονός	Έπεται	Προηγείται	Προκαλεί	Προκαλείται
-	-	-	Εκτέλεση εντολής	Εκτέλεση πράξης, ανάκληση	-	-	Εκτέλεση πράξης, φόρτωση στη

				εντολής			μνήμη
--	--	--	--	---------	--	--	-------

Κύρια μνήμη: Υποσύστημα του υπολογιστή, το οποίο αποτελείται από συλλογή θέσεων αποθήκευσης, κάθε μία από τις οποίες διαθέτει ένα μοναδικό αναγνωριστικό, που ονομάζεται διεύθυνση.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
Main memory	-	Μνήμη RAM, Μνήμη ROM	Ιδεατή μνήμη	Κρυφή μνήμη	Προσωρινή αποθήκευση	Ανάγνωση, Εγγραφή	Ταχύτητα εγγραφής, Χωρητικότητα

Κρυφή μνήμη: Ενδιάμεσο επίπεδο μνήμης μεταξύ διαδοχικών στρωμάτων στην ιεραρχία μνήμης –συνήθως αναφέρεται στη μνήμη μεταξύ ΚΜΕ και κύριας μνήμης– το οποίο εκμεταλλεύομενο τις αρχές της τοπικότητας του χρόνου και του χώρου, βελτιώνει την επίδοση του συστήματος. Ελέγχεται από την ΚΜΕ.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
Μνήμη Cache, Cache Memory, CPU cache	-	L1 cache, L2 cache, L3 cache, L4 cache	Κύρια μνήμη	-	Ικανοποίηση αίτησης της ΚΜΕ προς την κύρια μνήμη	Ανάγνωση, Εγγραφή	Ταχύτητα εγγραφής, Χωρητικότητα, Πτητικότητα

Ικανοποίηση αίτησης της ΚΜΕ προς την κύρια μνήμη: Η ΚΜΕ κάνει αιτήσεις διαφόρων θέσεων της κύριας μνήμης. Στην πραγματικότητα η κρυφή μνήμη ικανοποιεί τις αιτήσεις αυτές.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
-	-	-	-	-	-	-	Λειτουργία εντοπισμού, Λειτουργία τοποθέτησης, Λειτουργία αντικατάστασης, Λειτουργία ανάγνωσης, Λειτουργία εγγραφής

Λειτουργία εντοπισμού: Ελέγχει αν το περιεχόμενο της ζητούμενης θέσης μνήμης έχει μεταφερθεί σε κάποιο μπλοκ της κρυφής μνήμης. Αν ναι, αρχίζει η λειτουργία της εγγραφής ή ανάγνωσης. Διαφορετικά, αρχίζει η λειτουργία της τοποθέτησης.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπόνομα	Μακρογεγονός	Έπεται	Προηγείται	Προκαλεί	Προκαλείται
-	-	-	Ικανοποίηση αίτησης της ΚΜΕ προς την κύρια μνήμη	-	Λειτουργία εγγραφής, Λειτουργία τοποθέτησης, Λειτουργία ανάγνωσης	Λειτουργία εγγραφής, Λειτουργία τοποθέτησης	-

Λειτουργία τοποθέτησης: Μεταφέρει στην κρυφή μνήμη ένα μπλοκ της κύριας μνήμης, το οποίο περιέχει τη ζητούμενη διεύθυνση καθώς και τις γειτονικές της. Είναι πιθανόν το μπλοκ αυτό να χρειαστεί να αντικαταστήσει ένα άλλο, οπότε αρχίζει η λειτουργία της αντικατάστασης.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπόνομα	Μακρογεγονός	Έπεται	Προηγείται	Προκαλεί	Προκαλείται
-	-	-	Ικανοποίηση αίτησης της ΚΜΕ προς την κύρια μνήμη	Λειτουργία εντοπισμού	Λειτουργία εγγραφής, Λειτουργία ανάγνωσης, Λειτουργία αντικατάστασης	Λειτουργία αντικατάστασης	Λειτουργία εντοπισμού

Λειτουργία αντικατάστασης: Σύμφωνα με κάποιον αλγόριθμο (που ενδεχομένως διαφοροποιείται σε σχέση με άλλη κρυφή μνήμη) αντικαθίσταται ένα μπλοκ της κρυφής μνήμης με ένα της κύριας μνήμης.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπόνομα	Μακρογεγονός	Έπεται	Προηγείται	Προκαλεί	Προκαλείται
-	-	-	Ικανοποίηση	Λειτουργία	Λειτουργία	-	Λειτουργία

			αίτησης της ΚΜΕ προς την κύρια μνήμη	τοποθέτησης	εγγραφής, Λειτουργία ανάγνωσης		τοποθέτησης
--	--	--	--------------------------------------	-------------	--------------------------------	--	-------------

Λειτουργία εγγραφής: Γίνεται εγγραφή στο περιεχόμενο κάποιας θέσης της κρυφής μνήμης.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Μακρογεγονός	Έπεται	Προηγείται	Προκαλεί	Προκαλείται
-	-	-	Ικανοποίηση αίτησης της ΚΜΕ προς την κύρια μνήμη	Λειτουργία εντοπισμού, Λειτουργία τοποθέτησης, Λειτουργία αντικατάστασης	-	-	Λειτουργία εντοπισμού, Λειτουργία τοποθέτησης

Λειτουργία ανάγνωσης: Διαβάζεται το περιεχόμενο κάποιας θέσης της κρυφής μνήμης.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Μακρογεγονός	Έπεται	Προηγείται	Προκαλεί	Προκαλείται
-	-	-	Ικανοποίηση αίτησης της ΚΜΕ προς την κύρια μνήμη	Λειτουργία εντοπισμού, Λειτουργία τοποθέτησης, Λειτουργία αντικατάστασης	-	-	Λειτουργία εντοπισμού, Λειτουργία τοποθέτησης

L1 cache: Το πρώτο επίπεδο των πολυεπίπεδων κρυφών μνημών. Είναι το μικρότερο και γρηγορότερο επίπεδο, καθώς και αυτό που ελέγχεται πρώτο για την εύρεση των απαιτούμενων δεδομένων. Σε περίπτωση αποτυχίας η αναζήτηση συνεχίζεται στα πιθανά επόμενα επίπεδα.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολόνομα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
-	Κρυφή μνήμη	-	-	-	-	Ανάγνωση, Εγγραφή	Ταχύτητα εγγραφής, Χωρητικότητα, Πτητικότητα

L2 cache: Το δεύτερο επίπεδο των πολυεπίπεδων κρυφών μνημών. Είναι μεγαλύτερη, αλλά πιο αργή από την L1 cache. Ελέγχεται σε περίπτωση αποτυχίας της L1 cache. Σε περίπτωση αποτυχίας η αναζήτηση συνεχίζεται στα πιθανά επόμενα επίπεδα.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολόνομα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
-	Κρυφή μνήμη	-	-	-	-	Ανάγνωση, Εγγραφή	Ταχύτητα εγγραφής, Χωρητικότητα, Πτητικότητα

L3 cache: Το τρίτο επίπεδο των πολυεπίπεδων κρυφών μνημών. Είναι μεγαλύτερη, αλλά πιο αργή από την L2 cache. Ελέγχεται σε περίπτωση αποτυχίας της L2 cache. Σε περίπτωση αποτυχίας η αναζήτηση συνεχίζεται στα πιθανά επόμενα επίπεδα.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολόνομα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
-	Κρυφή μνήμη	-	-	-	-	Ανάγνωση, Εγγραφή	Ταχύτητα εγγραφής, Χωρητικότητα, Πτητικότητα

L4 cache: Το τέταρτο επίπεδο των πολυεπίπεδων κρυφών μνημών. Είναι μεγαλύτερη, αλλά πιο αργή από την L3 cache. Ελέγχεται σε περίπτωση αποτυχίας της L3 cache. Σε περίπτωση αποτυχίας η αναζήτηση συνεχίζεται στα πιθανά επόμενα επίπεδα.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολόνομα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
-	Κρυφή μνήμη	-	-	-	-	Ανάγνωση, Εγγραφή	Ταχύτητα εγγραφής, Χωρητικότητα, Πτητικότητα

Ιδεατή μνήμη: Μία τεχνική επέκτασης της κύριας μνήμης στην οποία χρησιμοποιείται τμήμα του κύριου δίσκου. Το λειτουργικό σύστημα αναλαμβάνει την ορθή μεταφορά των επιθυμητών σελίδων διευκολύνοντας τη χρήση της μνήμης για τον προγραμματιστή. Η ιδεατή μνήμη, σε αντίθεση με την κύρια, ελέγχεται από λογισμικό και όχι από υλικό. Το μέγεθός της καθορίζεται από το μέγεθος των διευθύνσεων που χρησιμοποιεί ο επεξεργαστής.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
Εικονική μνήμη, Virtual memory	-	-	-	Κύρια μνήμη, Σκληρός δίσκος	Ικανοποίηση αίτησης της ΚΜΕ προς την ιδεατή μνήμη	Ανάγνωση, Εγγραφή	Χωρητικότητα, Πτητικότητα

Ικανοποίηση αίτησης της ΚΜΕ προς την ιδεατή μνήμη: Η ΚΜΕ κάνει αιτήσεις διαφόρων θέσεων της ιδεατής μνήμης.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
-	-	-	-	-	-	-	Εντοπισμός μπλοκ, Τοποθέτηση μπλοκ, Αντικατάσταση μπλοκ, Εγγραφή μπλοκ

Εντοπισμός μπλοκ: Ελέγχει αν το περιεχόμενο της ζητούμενης θέσης μνήμης έχει μεταφερθεί σε κάποιο μπλοκ της κρυφής. Αν ναι, αρχίζει η λειτουργία της εγγραφής ή ανάγνωσης, διαφορετικά αρχίζει η λειτουργία της τοποθέτησης.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Μακρογεγονός	Έπεται	Προηγείται	Προκαλεί	Προκαλείται
-	-	-	Ικανοποίηση αίτησης της ΚΜΕ προς την ιδεατή μνήμη	-	Εγγραφή μπλοκ, Τοποθέτηση μπλοκ	Εγγραφή μπλοκ, Τοποθέτηση μπλοκ	-

Τοποθέτηση μπλοκ: Μεταφέρει στην κύρια μνήμη ένα μπλοκ του σκληρού δίσκου, το οποίο περιέχει τη ζητούμενη διεύθυνση, καθώς και τις γειτονικές της. Είναι πιθανό το μπλοκ αυτό να χρειαστεί να αντικαταστήσει ένα άλλο, οπότε αρχίζει η λειτουργία της αντικατάστασης.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Μακρογεγονός	Έπεται	Προηγείται	Προκαλεί	Προκαλείται
-	-	-	Ικανοποίηση αίτησης της ΚΜΕ προς την ιδεατή μνήμη	Εντοπισμός μπλοκ	Εγγραφή μπλοκ, Αντικατάσταση μπλοκ	Αντικατάσταση μπλοκ	Εντοπισμός μπλοκ

Αντικατάσταση μπλοκ: Σύμφωνα με κάποιο αριθμό (που ενδεχομένως διαφοροποιείται σε σχέση με άλλη κρυφή μνήμη) αντικαθίσταται ένα μπλοκ της κρυφής μνήμης με ένα της κύριας μνήμης.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Μακρογεγονός	Έπεται	Προηγείται	Προκαλεί	Προκαλείται
-	-	-	Ικανοποίηση αίτησης της ΚΜΕ προς την ιδεατή μνήμη	Τοποθέτηση μπλοκ	Εγγραφή μπλοκ	-	Τοποθέτηση μπλοκ

Εγγραφή μπλοκ: Γίνεται εγγραφή στο περιεχόμενο κάποιας θέσης της κρυφής μνήμης.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Μακρογεγονός	Έπεται	Προηγείται	Προκαλεί	Προκαλείται
-	-	-	Ικανοποίηση αίτησης της ΚΜΕ προς την ιδεατή μνήμη	Εντοπισμός μπλοκ, Αντικατάσταση μπλοκ	-	-	Εντοπισμός μπλοκ, Τοποθέτηση μπλοκ

Καταχωρητής: Γρήγορη αυτόνομη θέση αποθήκευσης.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
Register	-	-	Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας	-	Προσωρινή αποθήκευση	Ανάγνωση, Εγγραφή	-

Καταχωρητής δεδομένων: Περιέχει τα δεδομένα που πρόκειται να αποθηκευτούν σε/διαβαστούν από τη θέση μνήμης που έχει προσπελαστεί.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
Καταχωρητής περιεχομένων μνήμης, Memory data	Καταχωρητής	-	Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας	-	Προσωρινή αποθήκευση	Ανάγνωση, Εγγραφή	-

register, MDR							
------------------	--	--	--	--	--	--	--

Καταχωρητής διεύθυνσεων: Περιέχει τη διεύθυνση της θέσης μνήμης που πρόκειται να προσπελαστεί.

Συνώνυμα	Υπερόνομα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
Καταχωρητής διεύθυνσης μνήμης, Memory address register, MAR	Καταχωρητής	-	Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας	-	Προσωρινή αποθήκευση	Ανάγνωση, Εγγραφή	-

Καταχωρητής εντολών: Περιέχει την εντολή που εκτελείται ή αποκωδικοποιείται την τρέχουσα στιγμή.

Συνώνυμα	Υπερόνομα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
Instruction register	Καταχωρητής	-	Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας	-	Προσωρινή αποθήκευση	Ανάγνωση, Εγγραφή	-

Μετρητής προγράμματος: Περιέχει τη διεύθυνση της εντολής η οποία εκτελείται ή πρόκειται να εκτελεστεί.

Συνώνυμα	Υπερόνομα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
Program counter, PC, Instruction pointer, Instruction address register	Καταχωρητής	-	Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας	-	Προσωρινή αποθήκευση	Ανάγνωση, Εγγραφή	-

Εγγραφή: Λειτουργία των μονάδων μνήμης κατά την οποία γράφονται πληροφορίες σε θέσεις μνήμης αντικαθιστώντας πιθανότατα κάποιες παλιότερες.

Συνώνυμα	Υπερόνομα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
Write	Επεξεργασία δεδομένων	-	-	-	-	-	-

Διαγραφή: Λειτουργία των μονάδων μνήμης κατά την οποία διαγράφονται οι αποθηκευμένες πληροφορίες ώστε να επαναχρησιμοποιηθεί ο χώρος.

Συνώνυμα	Υπερόνομα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
Σβήσιμο, Erase, Delete	Επεξεργασία δεδομένων	-	-	-	-	-	-

Σκληρός δίσκος IDE: Είδος σκληρού δίσκου που χρησιμοποιεί το πρότυπο IDE (Integrated Drive Electronics), γνωστό και ως EIDE, ATA, ATAPI ή Parallel ATA (PATA), για τη μεταφορά των δεδομένων, η οποία γίνεται παράλληλα. Έχει αντικατασταθεί σχεδόν εξ ολοκλήρου στα καινούρια συστήματα από το νεότερο πρότυπο SATA.

Συνώνυμα	Υπερόνομα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
-	Σκληρός δίσκος	-	-	Άξονας κίνησης, Μαγνητικός δίσκος	Μόνιμη αποθήκευση	Προσπέλαση δεδομένων, Εγγραφή	Ταχύτητα εγγραφής, Χωρητικότητα

Σκληρός δίσκος SATA: Είδος σκληρού δίσκου που χρησιμοποιεί το πρότυπο SATA (Serial Advanced Technology Attachment), γνωστό και ως Serial ATA, για τη μεταφορά των δεδομένων, η οποία γίνεται σειριακά. Έχει αντικαταστήσει στα καινούρια συστήματα σχεδόν εξ ολοκλήρου το παλαιότερο πρότυπο IDE, καθώς είναι φθηνότερο, γρηγορότερο και απαιτεί λιγότερη καλωδίωση.

Συνώνυμα	Υπερόνομα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
-	Σκληρός δίσκος	-	-	Άξονας κίνησης, Μαγνητικός	Μόνιμη αποθήκευση	Προσπέλαση δεδομένων,	Ταχύτητα εγγραφής, Χωρητικότητα

				δίσκος		Εγγραφή	τα
--	--	--	--	--------	--	---------	----

Σκληρός δίσκος SATA II: Αποτελεί τη δεύτερη γενιά του προτύπου SATA και η ουσιαστική του διαφορά με την πρώτη έκδοση είναι ότι μεταφέρει τα δεδομένα σε διπλάσια ταχύτητα, η οποία φτάνει θεωρητικά τα 3.0 Gbit/s.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
-	Σκληρός δίσκος	-	-	Άξονας κίνησης, Μαγνητικός δίσκος	Μόνιμη αποθήκευση	Προσπέλαση δεδομένων, Εγγραφή	Ταχύτητα εγγραφής, Χωρητικότητα

Σκληρός δίσκος SATA III: Αποτελεί την τρίτη γενιά του προτύπου SATA και η ουσιαστική του διαφορά με τις προηγούμενες εκδόσεις είναι ότι μεταφέρει τα δεδομένα σε μεγαλύτερη ταχύτητα, η οποία φτάνει θεωρητικά τα 6.0 Gbit/s.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
-	Σκληρός δίσκος	-	-	Άξονας κίνησης, Μαγνητικός δίσκος	Μόνιμη αποθήκευση	Προσπέλαση δεδομένων, Εγγραφή	Ταχύτητα εγγραφής, Χωρητικότητα

Σκληρός δίσκος SCSI: Είδος σκληρού δίσκου που χρησιμοποιεί το πρότυπο SCSI (Small Computer System Interface) για τη μεταφορά των δεδομένων. Είναι το ταχύτερο και πιο αξιόπιστο πρότυπο, ενώ μέσω αυτού μπορούν να συνδεθούν μέχρι και 16 συσκευές σε ένα δίαυλο. Επειδή, όμως, είναι και το ακριβότερο, συνήθως χρησιμοποιείται μόνο στους servers.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
-	Σκληρός δίσκος	-	-	Άξονας κίνησης, Μαγνητικός δίσκος	Μόνιμη αποθήκευση	Προσπέλαση δεδομένων, Εγγραφή	Ταχύτητα εγγραφής, Χωρητικότητα

Μνήμη RAM: Είδος μνήμης της οποίας οι προσπελάσεις χρειάζονται τον ίδιο χρόνο ανεξάρτητα από το κομμάτι της μνήμης το οποίο διαβάζεται.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
Μνήμη τυχαίας προσπέλασης, Random access memory, RAM	Κύρια μνήμη	SRAM, DRAM	-	-	Προσωρινή αποθήκευση	Ανάγνωση, Εγγραφή	Ταχύτητα εγγραφής, Χωρητικότητα, Πιητικότητα

Μνήμη SRAM: Είδος μνήμης RAM, στο οποίο τα δεδομένα διατηρούνται αποθηκευμένα όσο υπάρχει τροφοδοσία ρεύματος χωρίς να χρειάζονται ανανέωση.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
Στατική μνήμη τυχαίας προσπέλασης, Στατική μνήμη RAM, Static RAM	RAM	-	-	Πύλη flip-flop	Προσωρινή αποθήκευση	Ανάγνωση, Εγγραφή	Ταχύτητα εγγραφής, Χωρητικότητα, Πιητικότητα

Μνήμη DRAM: Είδος μνήμης RAM, του οποίου τα δεδομένα χρειάζονται περιοδική ανανέωση από την τροφοδοσία ρεύματος ώστε να διατηρούνται.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
Δυναμική μνήμη τυχαίας προσπέλασης, Δυναμική μνήμη RAM,	RAM	SDRAM, DDR, SDRAM, DDR2, SDRAM,	-	Πυκνωτής	Προσωρινή αποθήκευση	Ανάγνωση, Εγγραφή	Ταχύτητα εγγραφής, Χωρητικότητα, Πιητικότητα

Dynamic RAM		DDR3 SDRAM					
-------------	--	------------	--	--	--	--	--

Πύλη flip-flop: Ηλεκτρονικό κύκλωμα, το οποίο έχει δύο καταστάσεις (0 και 1) και ως εκ τούτου να χρησιμεύει ως ένα bit μνήμης.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
Δισταθής πύλη	-	-	Μνήμη SRAM	-	Προσωρινή αποθήκευση	Ανάγνωση, Εγγραφή	Κατάσταση

Ποκνωτής: Ηλεκτρονικό στοιχείο, το οποίο χάνει ένα μέρος του φορτίου του με την πάροδο του χρόνου.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
-	-	-	Μνήμη DRAM	-	Προσωρινή αποθήκευση	Ανάγνωση, Εγγραφή	Κατάσταση, Χωρητικότητα

Μνήμη SDRAM: Είδος μνήμης DRAM, στο οποίο τα δεδομένα εγγράφονται συγχρονισμένα, δηλαδή σε προκαθορισμένους κύκλους ρολογιού, και έχουν μέγεθος 64 bits.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
Synchronous Dynamic Random Access Memory	DRAM	-	-	-	Προσωρινή αποθήκευση	Ανάγνωση, Εγγραφή	Χωρητικότητα, Πητικότητα, Τάση λειτουργίας

Μνήμη DDR SDRAM: Είδος μνήμης DRAM, στο οποίο τα δεδομένα εγγράφονται συγχρονισμένα, δηλαδή σε προκαθορισμένους κύκλους ρολογιού, και έχουν μέγεθος 128 bits. Αποτελεί εξέλιξη της μνήμης SDRAM, καθώς τα δεδομένα μεταφέρονται τόσο κατά την ακμή ανόδου όσο και κατά την ακμή καθόδου του σήματος του ρολογιού.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
Double data rate synchronous dynamic random access memory	DRAM	-	-	-	Προσωρινή αποθήκευση	Ανάγνωση, Εγγραφή	Χωρητικότητα, Πητικότητα, Τάση λειτουργίας

Μνήμη DDR2 SDRAM: Είδος μνήμης DRAM, στο οποίο τα δεδομένα εγγράφονται συγχρονισμένα, δηλαδή σε προκαθορισμένους κύκλους ρολογιού, και έχουν μέγεθος 256 bits. Αποτελεί εξέλιξη της μνήμης DDR SDRAM, καθώς τα δεδομένα μεταφέρονται τέσσερις φορές σε κάθε κύκλο του ρολογιού.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
Double data rate two synchronous dynamic random access memory	DRAM	-	-	-	Προσωρινή αποθήκευση	Ανάγνωση, Εγγραφή	Χωρητικότητα, Πητικότητα, Τάση λειτουργίας

Μνήμη DDR3 SDRAM: Είδος μνήμης DRAM, στο οποίο τα δεδομένα εγγράφονται συγχρονισμένα, δηλαδή σε προκαθορισμένους κύκλους ρολογιού. Αποτελεί εξέλιξη της μνήμης DDR2 SDRAM και το κύριο πλεονέκτημά της είναι ότι μεταφέρει διπλάσια δεδομένα σε σχέση με αυτή, δηλαδή 512 bits σε κάθε κύκλο ρολογιού.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
Double data rate three synchronous dynamic random access memory	DRAM	-	-	-	Προσωρινή αποθήκευση	Ανάγνωση, Εγγραφή	Χωρητικότητα, Πητικότητα, Τάση λειτουργίας

Μνήμη ROM: Είδος μνήμης της οποίας το περιεχόμενο δε μεταβάλλεται.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
Μνήμη μόνο για ανάγνωση, read-only memory, ROM	Κύρια μνήμη	PROM, EPROM, EEPROM	-	-	Μόνιμη αποθήκευση	Ανάγνωση, Εγγραφή	-

Μνήμη PROM: Αποτελεί παραλλαγή της μνήμης ROM και είναι κενή όταν ο υπολογιστής βγαίνει από το εργοστάσιο. Χρησιμοποιείται για την αποθήκευση προγραμμάτων μέσω ειδικού εξοπλισμού. Όταν τα προγράμματα αποθηκευτούν, η μνήμη λειτουργεί ως ROM και δε μπορεί να επανεγγραφεί.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
Προγραμματιζόμενη μνήμη μόνο για ανάγνωση, Programmable read-only memory, PROM	Μνήμη ROM	-	-	-	Μόνιμη αποθήκευση	Ανάγνωση, Εγγραφή	-

Μνήμη EPROM: Αποτελεί παραλλαγή της μνήμης PROM και η οποία όχι μόνο μπορεί να εγγραφεί, αλλά και να διαγραφεί από μια ειδική συσκευή που εκπέμπει υπεριώδες φως.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
Διαγράψιμη προγραμματιζόμενη μνήμη μόνο για ανάγνωση, Erasable programmable read-only memory, EPROM	Μνήμη ROM	-	-	-	Μόνιμη αποθήκευση	Ανάγνωση, Εγγραφή, Διαγραφή	-

Μνήμη EEPROM: Αποτελεί παραλλαγή της μνήμης EPROM και η οποία όχι μόνο μπορεί να εγγραφεί και να διαγραφεί μέσω ηλεκτρονικών παλμών χωρίς να απαιτείται η αφαίρεσή της από τον υπολογιστή.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
Ηλεκτρονικά διαγράψιμη προγραμματιζόμενη μνήμη μόνο για ανάγνωση, Electronically erasable programmable read-only memory, EEPROM	Μνήμη ROM	-	-	-	Μόνιμη αποθήκευση	Ανάγνωση, Εγγραφή, Διαγραφή	-

Κελί: Θέση μνήμης, η οποία μπορεί να αποθηκεύσει ένα σταθερό αριθμό ψηφίων (μέγεθος κελιού), το οποίο ονομάζεται λέξη.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
Κυψελίδα, Cell	-	-	Κύρια μνήμη	Άκρο υψηλής τάξης άκρο χαμηλής τάξης	Προσωρινή αποθήκευση	Ανάγνωση, Εγγραφή	Μήκος λέξης

Άκρο υψηλής τάξης: Το αριστερό άκρο της ιδεατής σειράς στην οποία είναι διατεταγμένα τα bits ενός κελιού.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
High order end	-	-	Κελί	Πο σημαντικό bit	Προσωρινή αποθήκευση	Ανάγνωση, Εγγραφή	Μέγεθος

Άκρο χαμηλής τάξης: Το δεξί άκρο της ιδεατής σειράς στην οποία είναι διατεταγμένα τα bits ενός κελιού.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
Low order end	–	–	Κελί	Λιγότερο σημαντικό bit	Προσωρινή αποθήκευση	Ανάγνωση, Εγγραφή	Μέγεθος

Πιο σημαντικό bit: Το αριστερότερο bit στο άκρο υψηλής τάξης.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
Most significant bit, msb	–	–	Άκρο υψηλής τάξης	–	Προσωρινή αποθήκευση	Ανάγνωση, Εγγραφή	–

Λιγότερο σημαντικό bit: Το δεξιότερο bit στο άκρο χαμηλής τάξης.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
Least significant bit, lsb	–	–	Άκρο χαμηλής τάξης	–	Προσωρινή αποθήκευση	Ανάγνωση, Εγγραφή	–

Bit: Η βασική μονάδα πληροφορίας στα υπολογιστικά συστήματα. Μπορεί να έχει δύο διακριτές καταστάσεις: Τη 0 και την 1.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
Δυαδικό ψηφίο, Binary digit, b	–	–	Byte, Kilobit, Kibibit	–	Μόνιμη αποθήκευση, Προσωρινή αποθήκευση	–	–

Byte: Μονάδα πληροφορίας στα υπολογιστικά συστήματα, η οποία ισοδυναμεί με 8 bit.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
–	–	–	–	Bit	Μόνιμη αποθήκευση, Προσωρινή αποθήκευση	–	–

Kilobit: Μονάδα πληροφορίας, η οποία ισοδυναμεί άλλοτε με $10^3 = 1.000$ bits και άλλοτε με $2^{10} = 1.024$ bits. Για την αποσαφήνιση της αμφισημίας αυτής, δημιουργήθηκε ο όρος Kibibit.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
kbit, kb	–	–	Megabit	Bit	Μόνιμη αποθήκευση, Προσωρινή αποθήκευση	–	–

Kibibit: Μονάδα πληροφορίας, η οποία ισοδυναμεί με $2^{10} = 1.024$ bits. Σχετίζεται στενά με τη μονάδα πληροφορίας Kilobit.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
Kibit, Kib	–	–	Mebibit	Bit	Μόνιμη αποθήκευση, Προσωρινή αποθήκευση	–	–

Kilobyte: Μονάδα πληροφορίας, η οποία ισοδυναμεί άλλοτε με $10^3 = 1.000$ bytes και άλλοτε με $2^{10} = 1.024$ bytes. Για την αποσαφήνιση της αμφισημίας αυτής, δημιουργήθηκε ο όρος Kibibyte.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
kB, kbyte	–	–	Megabyte	Byte	Μόνιμη αποθήκευση, Προσωρινή αποθήκευση	–	–

Kibibyte: Μονάδα πληροφορίας, η οποία ισοδυναμεί με $2^{10} = 1.024$ bytes. Σχετίζεται στενά με τη μονάδα πληροφορίας Kilobyte.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
KiB	–	–	Mebibyte	Byte	Μόνιμη αποθήκευση, Προσωρινή αποθήκευση	–	–

Megabit: Μονάδα πληροφορίας, η οποία ισοδυναμεί άλλοτε με $10^6 = 1.000.000$ bits και άλλοτε με $2^{20} = 1.048.576$ bits. Για την αποσαφήνιση της αμφισημίας αυτής, δημιουργήθηκε ο όρος Mebibit.

Συνώνυμα	Υπερόνομα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
Mbit, Mb	–	–	Gigabit	kilobit	Μόνιμη αποθήκευση, Προσωρινή αποθήκευση	–	–

Mebibit: Μονάδα πληροφορίας, η οποία ισοδυναμεί με $2^{20} = 1.048.576$ bits = 1.024 Kibibits. Σχετίζεται στενά με τη μονάδα πληροφορίας Megabit.

Συνώνυμα	Υπερόνομα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
Mibit, Mib	–	–	Gibibit	Kibibit	Μόνιμη αποθήκευση, Προσωρινή αποθήκευση	–	–

Megabyte: Μονάδα πληροφορίας, η οποία ισοδυναμεί άλλοτε με $10^6 = 1.000.000$ bytes και άλλοτε με $2^{20} = 1.048.576$ bytes. Για την αποσαφήνιση της αμφισημίας αυτής, δημιουργήθηκε ο όρος Mebibyte.

Συνώνυμα	Υπερόνομα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
MB, Mbyte	–	–	Gigabyte	Kilobyte	Μόνιμη αποθήκευση, Προσωρινή αποθήκευση	–	–

Mebibyte: Μονάδα πληροφορίας, η οποία ισοδυναμεί με $2^{20} = 1.048.576$ bytes = 1.024 Kibibytes. Σχετίζεται στενά με τη μονάδα πληροφορίας Megabyte.

Συνώνυμα	Υπερόνομα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
MiB	–	–	Gibibyte	Kibibyte	Μόνιμη αποθήκευση, Προσωρινή αποθήκευση	–	–

Gigabit: Μονάδα πληροφορίας, η οποία ισοδυναμεί με $10^9 = 1.000.000.000$ bits. Σχετίζεται στενά με τη μονάδα πληροφορίας Gibibit.

Συνώνυμα	Υπερόνομα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
Gbit, Gb	–	–	Terabit	Megabit	Μόνιμη αποθήκευση, Προσωρινή αποθήκευση	–	–

Gibibit: Μονάδα πληροφορίας, η οποία ισοδυναμεί με $2^{30} = 1.073.741.824$ bits = 1.024 Mebibits. Σχετίζεται στενά με τη μονάδα πληροφορίας Gigabit.

Συνώνυμα	Υπερόνομα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
Gibit, Gib	–	–	Tebibit	Mebibit	Μόνιμη αποθήκευση, Προσωρινή αποθήκευση	–	–

Gigabyte: Μονάδα πληροφορίας, η οποία ισοδυναμεί άλλοτε με $10^9 = 1.000.000.000$ bytes και άλλοτε με $2^{30} = 1.073.741.824$ bytes. Για την αποσαφήνιση της αμφισημίας αυτής, δημιουργήθηκε ο όρος Gibibyte.

Συνώνυμα	Υπερόνομα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
GB, Gbyte	–	–	Terabyte	Megabyte	Μόνιμη αποθήκευση, Προσωρινή αποθήκευση	–	–

Gibibyte: Μονάδα πληροφορίας, η οποία ισοδυναμεί με $2^{30} = 1.073.741.824$ bytes = 1.024 Mebibytes. Σχετίζεται στενά με τη μονάδα πληροφορίας Gigabyte.

Συνώνυμα	Υπερόνομα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
GiB	–	–	Tebibyte	Mebibyte	Μόνιμη αποθήκευση, Προσωρινή αποθήκευση	–	–

Terabit: Μονάδα πληροφορίας, η οποία ισοδυναμεί με $10^{12} = 1.000.000.000.000$ bits = 1.000 Gigabits. Σχετίζεται στενά με τη μονάδα πληροφορίας Tebibit.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
Tbit, Tb	–	–	Petabit	Gigabit	Μόνιμη αποθήκευση, Προσωρινή αποθήκευση	–	–

Tebibit: Μονάδα πληροφορίας, η οποία ισοδυναμεί με $2^{30} = 1.073.741.824$ bits = 1.024 Gibibits. Σχετίζεται στενά με τη μονάδα πληροφορίας Gigabit.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
Tibit, Tib	–	–	Pebibit	Gibibit	Μόνιμη αποθήκευση, Προσωρινή αποθήκευση	–	–

Terabyte: Μονάδα πληροφορίας, η οποία ισοδυναμεί με $10^{12} = 1.000.000.000.000$ bytes. Σχετίζεται στενά με τη μονάδα πληροφορίας Tebibyte.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
TB, Tbyte	–	–	Petabyte	Gigabyte	Μόνιμη αποθήκευση, Προσωρινή αποθήκευση	–	–

Tebibyte: Μονάδα πληροφορίας, η οποία ισοδυναμεί με $2^{40} = 1.099.511.627.776$ bytes = 1.024 Gibibytes. Σχετίζεται στενά με τη μονάδα πληροφορίας Terabyte.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
TiB	–	–	Pebibyte	Gibibyte	Μόνιμη αποθήκευση, Προσωρινή αποθήκευση	–	–

Petabit: Μονάδα πληροφορίας, η οποία ισοδυναμεί με $10^{15} = 1.000.000.000.000.000$ bits = 1.000 Terabits. Σχετίζεται στενά με τη μονάδα πληροφορίας Pebibit.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
Pbit, Pb	–	–	Exabit	Terrabit	Μόνιμη αποθήκευση, Προσωρινή αποθήκευση	–	–

Pebibit: Μονάδα πληροφορίας, η οποία ισοδυναμεί με $2^{50} = 1.125.899.906.842.624$ bits = 1.024 Tebibits. Σχετίζεται στενά με τη μονάδα πληροφορίας Petabit.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
Pibit, Pib	–	–	Exbibit	Tebibit	Μόνιμη αποθήκευση, Προσωρινή αποθήκευση	–	–

Petabyte: Μονάδα πληροφορίας, η οποία ισοδυναμεί με $10^{15} = 1.000.000.000.000.000$ bytes = 1.000 Terabytes. Σχετίζεται στενά με τη μονάδα πληροφορίας Pebibyte.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
PB	–	–	Exabyte	Terrabyte	Μόνιμη αποθήκευση, Προσωρινή αποθήκευση	–	–

Pebibyte: Μονάδα πληροφορίας, η οποία ισοδυναμεί με $2^{50} = 1.125.899.906.842.624$ bytes = 1.024 Tebibytes. Σχετίζεται στενά με τη μονάδα πληροφορίας Petabyte.

Συνώνυμα	Υπερώνυμα	Υπώνυμα	Ολώνυμα	Μερώνυμα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
PiB	–	–	Exbibyte	Tebibyte	Μόνιμη αποθήκευση, Προσωρινή αποθήκευση	–	–

Exabit: Μονάδα πληροφορίας, η οποία ισοδυναμεί με $10^{18} = 1.000.000.000.000.000.000$ bits = 1.000 Petabits. Σχετίζεται στενά με τη μονάδα πληροφορίας Exhibit.

Συνώνυμα	Υπερόνομα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
Ebit, Eb	–	–	Zettabit	Petabit	Μόνιμη αποθήκευση, Προσωρινή αποθήκευση	–	–

Exhibit: Μονάδα πληροφορίας, η οποία ισοδυναμεί με $2^{60} = 1.152.921.504.606.846.976$ bits = 1.024 Pebibits. Σχετίζεται στενά με τη μονάδα πληροφορίας Exabit.

Συνώνυμα	Υπερόνομα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
Eibit, Eib	–	–	Zebibit	Pebibit	Μόνιμη αποθήκευση, Προσωρινή αποθήκευση	–	–

Exabyte: Μονάδα πληροφορίας, η οποία ισοδυναμεί με $10^{18} = 1.000.000.000.000.000.000$ bytes = 1.000 Petabyte. Σχετίζεται στενά με τη μονάδα πληροφορίας Exhibit.

Συνώνυμα	Υπερόνομα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
EB	–	–	Zettabyte	Petabyte	Μόνιμη αποθήκευση, Προσωρινή αποθήκευση	–	–

Exibyte: Μονάδα πληροφορίας, η οποία ισοδυναμεί με $2^{60} = 1.152.921.504.606.846.976$ bytes = 1.024 Pebibytes. Σχετίζεται στενά με τη μονάδα πληροφορίας Exrabyte.

Συνώνυμα	Υπερόνομα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
EiB	–	–	Zebibyte	Pebibyte	Μόνιμη αποθήκευση, Προσωρινή αποθήκευση	–	–

Zettabit: Μονάδα πληροφορίας, η οποία ισοδυναμεί με $10^{21} = 1.000.000.000.000.000.000.000$ bits = 1.000 Exabits. Σχετίζεται στενά με τη μονάδα πληροφορίας Zebibit.

Συνώνυμα	Υπερόνομα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
Zbit, Zb	–	–	Yottabit	Exabit	Μόνιμη αποθήκευση, Προσωρινή αποθήκευση	–	–

Zebibit: Μονάδα πληροφορίας, η οποία ισοδυναμεί με $2^{70} = 1.180.591.620.717.411.303.424$ bits = 1.024 Exbibits. Σχετίζεται στενά με τη μονάδα πληροφορίας Zettabit.

Συνώνυμα	Υπερόνομα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
Zibit, Zib	–	–	Yobibit	Exbibit	Μόνιμη αποθήκευση, Προσωρινή αποθήκευση	–	–

Zettabyte: Μονάδα πληροφορίας, η οποία ισοδυναμεί με $10^{21} = 1.000.000.000.000.000.000.000$ bytes = 1.000 Exabytes. Σχετίζεται στενά με τη μονάδα πληροφορίας Zebibyte.

Συνώνυμα	Υπερόνομα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
ZB	–	–	Yottabyte	Exabyte	Μόνιμη αποθήκευση, Προσωρινή αποθήκευση	–	–

Zebibyte: Μονάδα πληροφορίας, η οποία ισοδυναμεί με $2^{70} = 1.180.591.620.717.411.303.424$ bytes = 1.024 Exbibytes. Σχετίζεται στενά με τη μονάδα πληροφορίας Zettabyte.

Συνώνυμα	Υπερόνομα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
ZiB	–	–	Yobibyte	Exbibyte	Μόνιμη αποθήκευση, Προσωρινή αποθήκευση	–	–

Yottabit: Μονάδα πληροφορίας, η οποία ισοδυναμεί με $10^{24} = 1.000.000.000.000.000.000.000.000$ bits = 1.000 Zettabits. Σχετίζεται στενά με τη μονάδα πληροφορίας Yobibit.

Συνώνυμα	Υπερόνομα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
Ybit, Yb	–	–	–	Zettabit	Μόνιμη αποθήκευση, Προσωρινή αποθήκευση	–	–

Yobibit: Μονάδα πληροφορίας, η οποία ισοδυναμεί με $2^{80} = 1.208.925.819.614.629.174.706.176$ bits = 1.024 Zebibits. Σχετίζεται στενά με τη μονάδα πληροφορίας Yottabit.

Συνώνυμα	Υπερόνομα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
Yibit, Yib	–	–	–	Zebibit	Μόνιμη αποθήκευση, Προσωρινή αποθήκευση	–	–

Yottabyte: Μονάδα πληροφορίας, η οποία ισοδυναμεί με $10^{24} = 1.000.000.000.000.000.000.000.000$ bytes = 1.000 Zettabytes. Σχετίζεται στενά με τη μονάδα πληροφορίας Yobibyte.

Συνώνυμα	Υπερόνομα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
YB	–	–	–	Zettabyte	Μόνιμη αποθήκευση, Προσωρινή αποθήκευση	–	–

Yobibyte: Μονάδα πληροφορίας, η οποία ισοδυναμεί με $2^{80} = 1.208.925.819.614.629.174.706.176$ bytes = 1.024 Zebibytes. Σχετίζεται στενά με τη μονάδα πληροφορίας Yottabyte.

Συνώνυμα	Υπερόνομα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Γεγονότα
YiB	–	–	–	Zebibyte	Μόνιμη αποθήκευση, Προσωρινή αποθήκευση	–	–

Μήκος λέξης: Το πλήθος, σε bits, που καταλαμβάνει ένα κελί.

Συνώνυμα	Υπερόνομα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
Μέγεθος λέξης, Word size, Word length	–	–	–	–	–	–	–

Τάση λειτουργίας: Η τάση που απαιτεί ένα ηλεκτρικό ή ηλεκτρονικό στοιχείο για να λειτουργήσει σωστά.

Συνώνυμα	Υπερόνομα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
–	Τάση	–	–	–	–	–	–

Ταχύτητα ανάγνωσης: Το πόσο γρήγορα μπορούν να ανακτώνται τα δεδομένα από μία μονάδα αποθήκευσης.

Συνώνυμα	Υπερόνομα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
–	Ταχύτητα	–	–	–	–	–	–

Ταχύτητα εγγραφής: Το πόσο γρήγορα μπορούν να εγγράφονται τα δεδομένα από μία μονάδα αποθήκευσης.

Συνώνυμα	Υπερόνομα	Υπόνομα	Ολόνομα	Μερόνομα	Έχει σκοπό	Έχει λειτουργία	Χαρακτηριστικά
–	Ταχύτητα	–	–	–	–	–	–

Μόνιμη αποθήκευση: Λειτουργία των μονάδων μνήμης κατά την οποία τα δεδομένα εγγράφονται (συνήθως σε κάποια οπτική ή μαγνητική μονάδα) και διατηρούνται ακόμα και όταν κλείσει η πηγή τροφοδοσίας.

Προσωρινή αποθήκευση: Λειτουργία των μονάδων μνήμης κατά την οποία τα δεδομένα εγγράφονται, αλλά χάνονται ακόμα και όταν κλείσει η πηγή τροφοδοσίας.

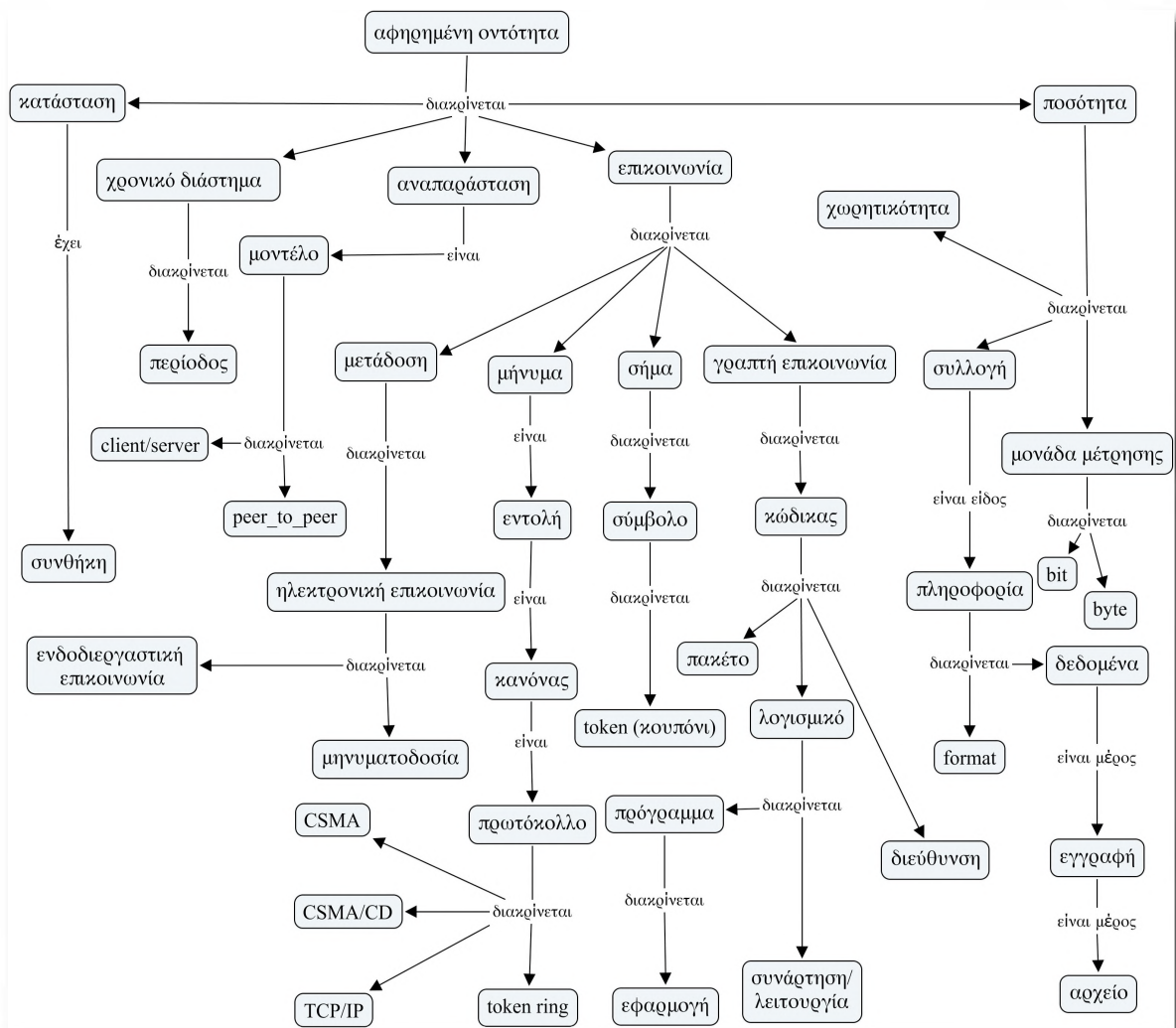
Χωρητικότητα: Το πλήθος των δεδομένων που μπορεί να αποθηκεύσει μία μονάδα αποθήκευσης. Συνήθως μετριέται σε megabyte, gigabyte ή terabyte.

Πτητικότητα: Το χαρακτηριστικό που έχουν οι μονάδες αποθήκευσης να χάνουν τα δεδομένα τους όταν κλείσει η πηγή τροφοδοσίας.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VII

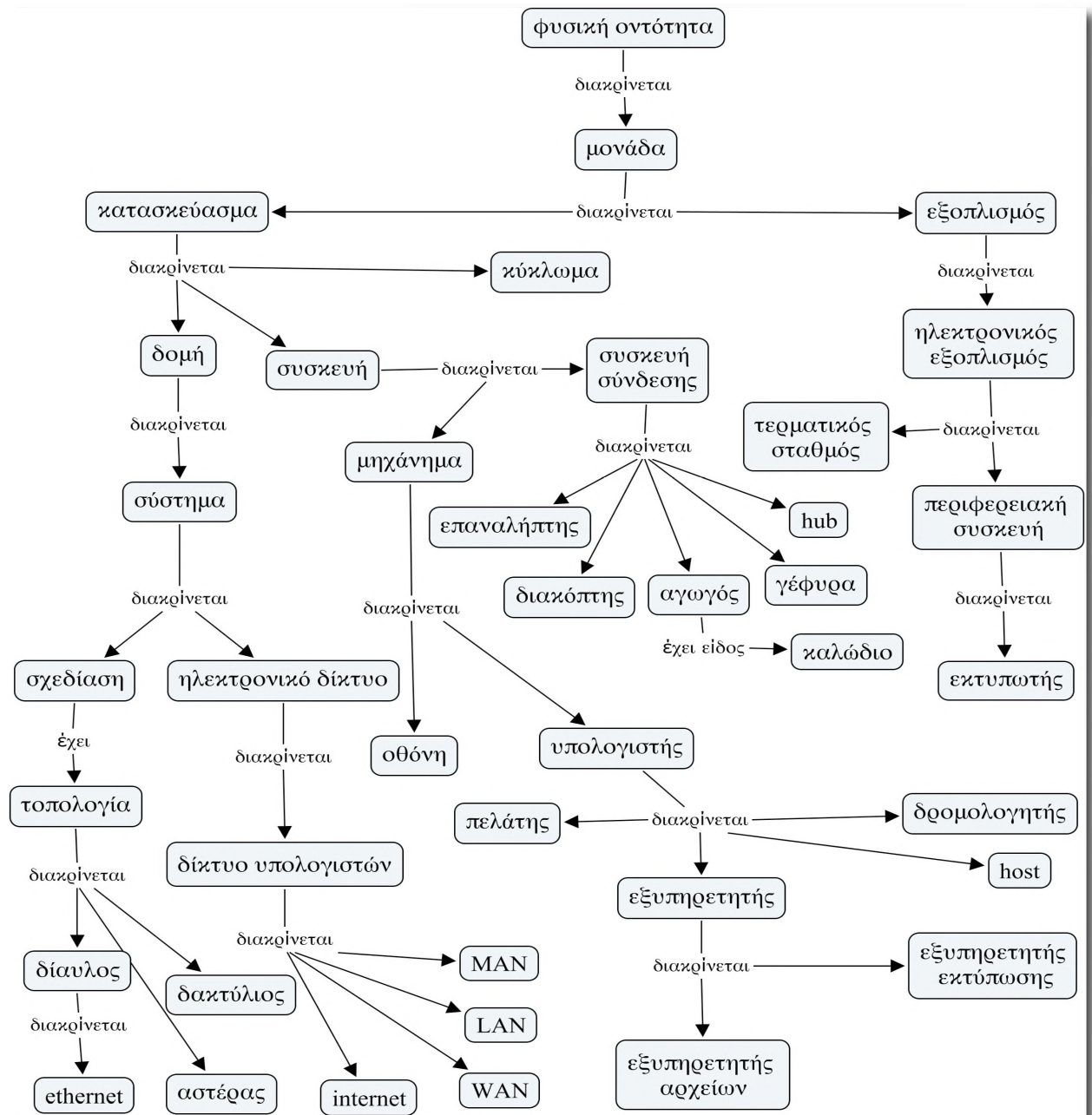
Παραδείγματα Εννοιολογικών Χαρτών Γνώσης Ειδικού στο Αντικείμενο των Δικτύων Υπολογιστών

Στο παράρτημα αυτό εμφανίζονται παραδείγματα εννοιολογικών χαρτών που αναπαριστούν τη γνώση του ειδικού στο γνωστικό αντικείμενο των δικτύων υπολογιστών. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι χάρτες του παρόντος παραρτήματος αποτελούν ένα δείγμα των χαρτών που έχουν σχεδιαστεί ως περιεχόμενο του γνωστικού εργαλείου Semandix.



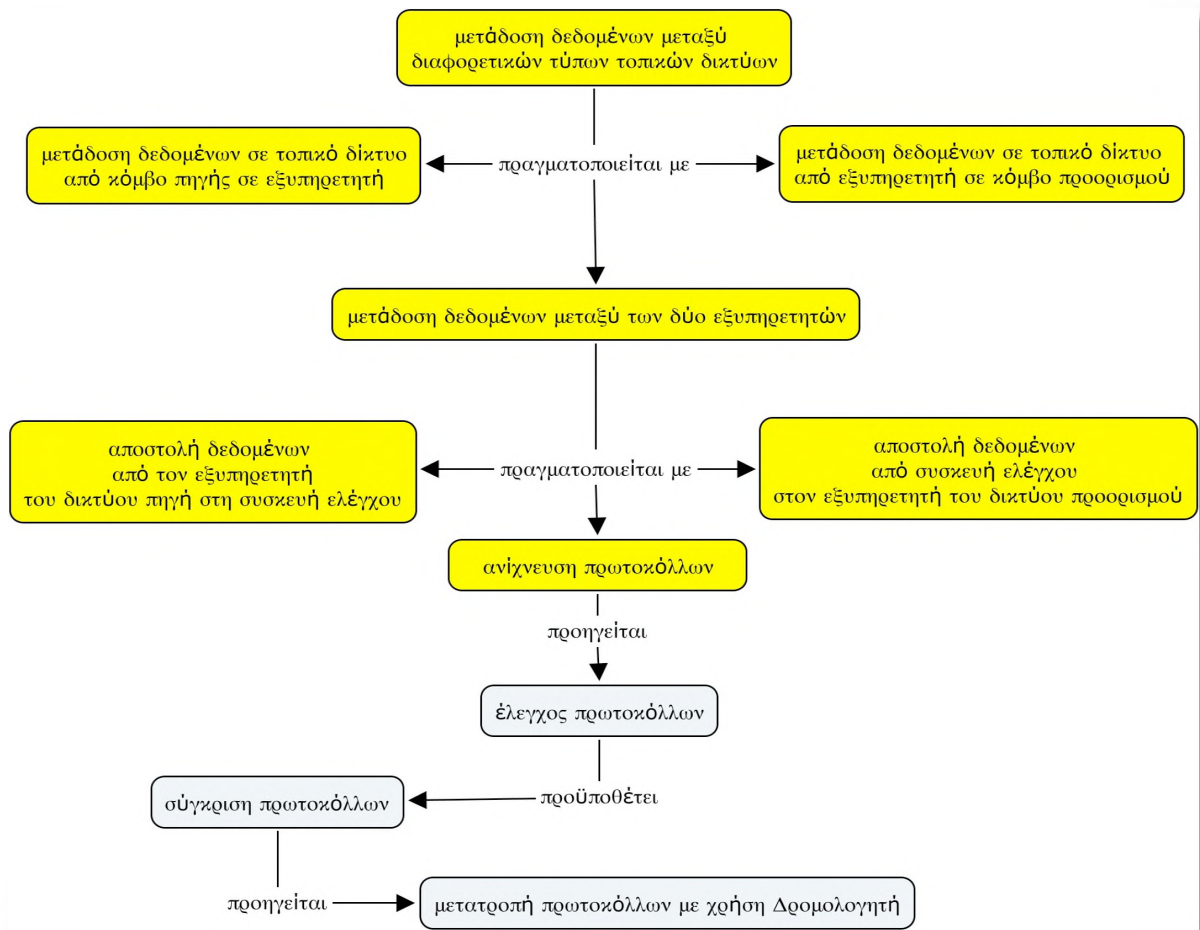
Σχήμα 27. Χάρτης σχεσιακής δομής γνώσης ειδικού αφηρημένων οντοτήτων.

Ο χάρτης του Σχήματος 27 αναπαριστά τη σχεσιακή δομή της γνώσης του ειδικού όσον αφορά τις αφηρημένες έννοιες που εμπλέκονται στο αντικείμενο των δικτύων, ενώ στο Σχήμα 28 εμφανίζονται οι αντίστοιχες φυσικές οντότητες της γνώσης του ειδικού στο ίδιο αντικείμενο.

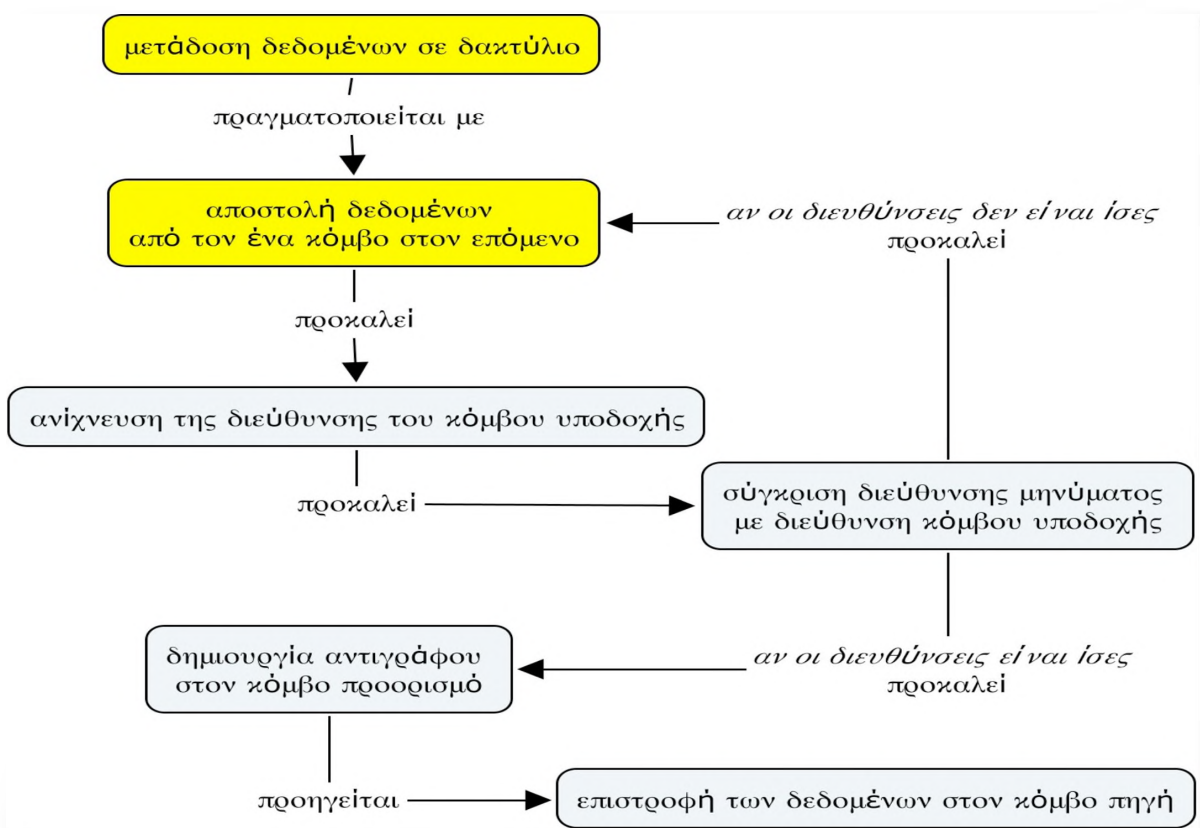


Σχήμα 28. Χάρτης σχεσιακής δομής γνώσης ειδικού φυσικών οντοτήτων.

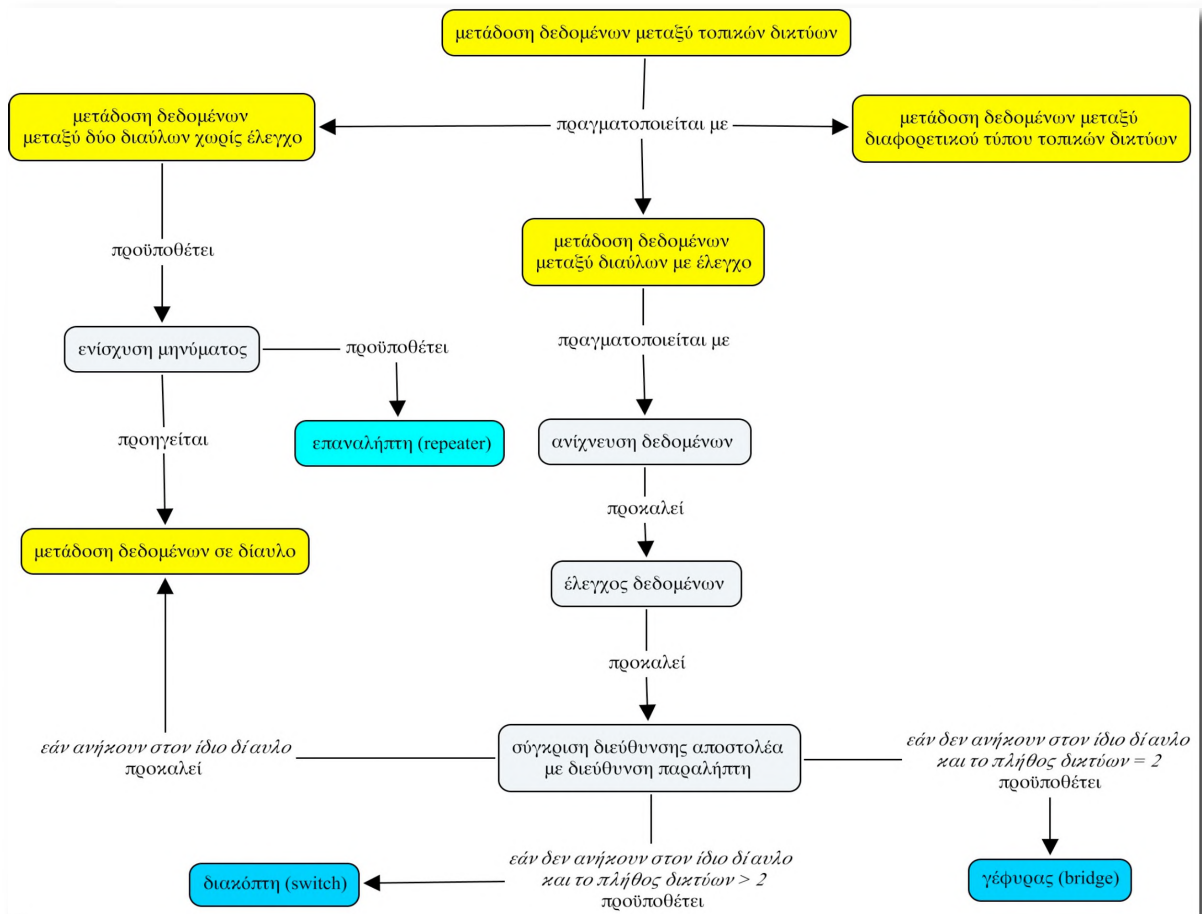
Στους χάρτες των Σχημάτων 29 έως και 32 που ακολουθούν στις επόμενες σελίδες εμφανίζεται η μετασηματιστική δομή της γνώσης του ειδικού σχετικά με τη λειτουργία της μετάδοσης δεδομένων σε τοπικά δίκτυα υπολογιστών αλλά και μεταξύ τοπικών δικτύων που ακολουθούν διαφορετικά πρωτόκολλα. Οι έννοιες στα κίτρινα πλαίσια δηλώνουν τα μακρογεγονότα της λειτουργίας, ενώ οι έννοιες στα μπλε πλαίσια του Σχήματος 29 δηλώνουν τις συσκευές που χρησιμοποιούνται με σκοπό την εκτέλεση των λειτουργιών αυτών.



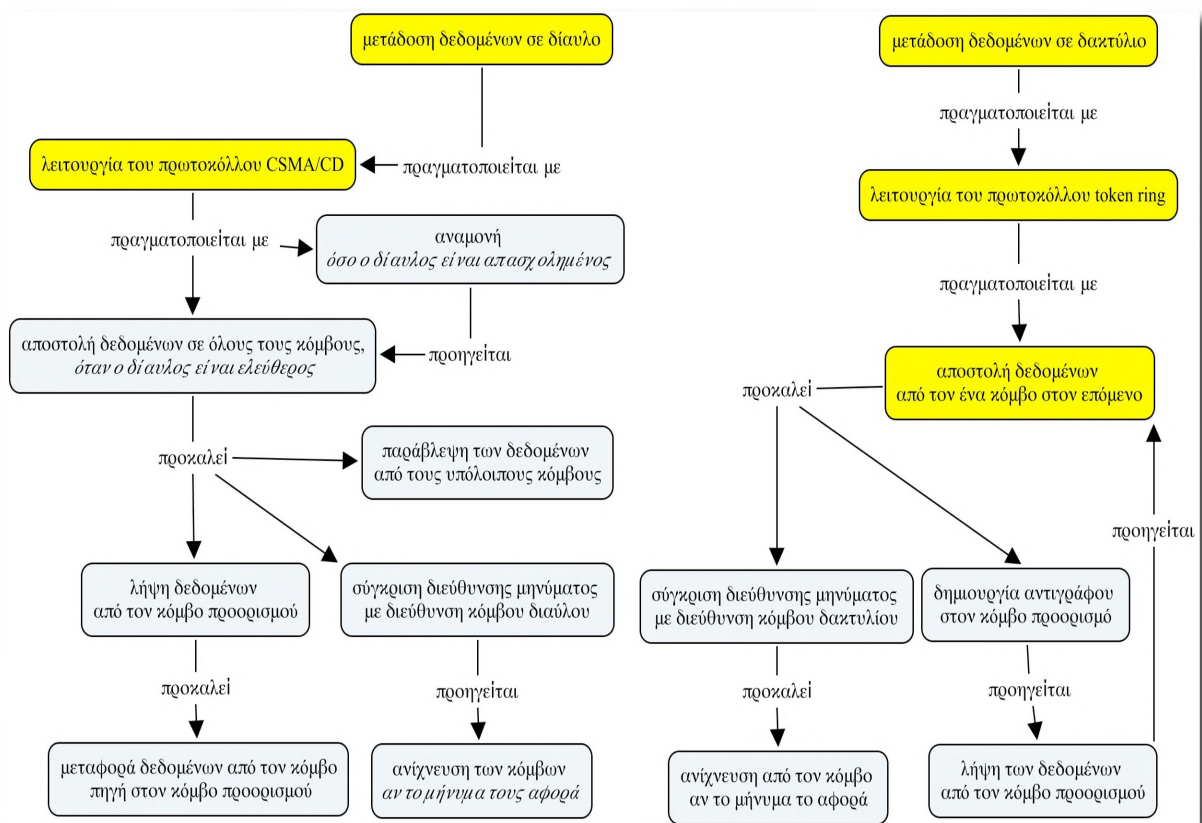
Σχήμα 29. Χάρτης μετασχηματιστικής δομής μετάδοσης δεδομένων μεταξύ διαφορετικών τοπικών δικτύων.



Σχήμα 30. Χάρτης μετασχηματιστικής δομής μετάδοσης δεδομένων σε δίαυλο.



Σχήμα 31. Χαρτης μετασχηματιστικής δομής μετάδοσης δεδομένων μεταξύ τοπικών δικτύων υπολογιστών.



Σχήμα 32. Χάρτες μετασχηματιστικής δομής πρωτοκόλλων CSMA (δίαυλος) και Token Ring (δακτύλιος).

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΟΡΩΝ

Ξενόγλωσσος Όρος

Abduction
Abstract entity
Action
Adaptive navigation
Adaptive presentation
Alternative conception
Ambiguity
Arbitrary collocation
Argument overlap
Argumentation
Argumentative learning activity
Assessment module
Atom
Axiom
Bridging inference
Causal inference
Causal relation
Chunk
Class
Cleaning module
Close-ended question
Cognitive category
Cognitive tool
Coherence
Cohesion
Cohesive lexical clusters
Collaborative knowledge construction
Communication content
Compositionality
Concept
Concept mapping
Conceptual artefact
Conceptualization
Context
Conversion Module
Corpus

Ελληνικός Όρος

Απαγωγή
Αφηρημένη οντότητα
Πράξη
Προσαρμοστική πλοήγηση
Προσαρμοστική παρουσίαση
Εναλλακτική αντίληψη
Αμφισημία
Αυθαίρετες παραθέσεις
Επικάλυψη επιχειρημάτων
Επιχειρηματολογία
Διαλεκτική δραστηριότητα μάθησης
Μονάδα αξιολόγησης
Άτομο
Αξίωμα
Συμπερασμός γεφύρωσης
Αιτιακός συμπερασμός
Αιτιακή σχέση
Γνωστικό τμήμα
Κλάση αντικειμένων
Μονάδα καθαρισμού
Ερωτήσεις κλειστού τύπου
Γνωστική κατηγορία
Γνωστικό εργαλείο
Συνάφεια
Συνοχή
Συνεκτικές λεξιλογικές συστάδες
Συνεργατική οικοδόμηση γνώση
Πραγματικό επικοινωνιακό περιεχόμενο
Συνθετικότητα
Έννοια
Εννοιολογική χαρτογράφηση
Εννοιολογικό κατασκευάσμα
Εννοιολόγηση
Συμφραζόμενα
Μονάδα μετατροπής
Σώμα κειμένου

Ξενόγλωσσος Όρος

Data base
Deduction
Descriptive text
Diagnostic evaluation
Discourse analysis
Discourse integration
Domain independent collocation
Elaborative inference
Enrichment module
Episodic memory
Event
Expository text
External causality
Formative evaluation
Frame
Function
Functional system module
Functionality
Goal inference
Grammatical tagger
Homoeomeria
Hypernym
Hyponym
Induction
Inference
Inference mechanism
Inference extraction
Instance
Intention
Internal causality
Interpretation
Knowledge construction
Knowledge integration
Knowledge organizing
Knowledge representation
Latent semantic analysis
Lexical processing
Link
Logistic sheets
Long-term memory

Ελληνικός Όρος

Βάση δεδομένων
Παραγωγή
Περιγραφικό κείμενο
Διαγνωστική αξιολόγηση
Ανάλυση διαλόγου
Ολοκλήρωση διαλόγου
Ανεξάρτητες πεδίου παραθέσεις
Επεξεργαστικός συμπερασμός
Μονάδα εμπλουτισμός
Μνήμη επεισοδίων
Γεγονός
Εκθεσιακό κείμενο
Εξωτερική αιτιότητα
Διαμορφωτική αξιολόγηση
Πλαίσιο
Συνάρτηση
Σημασιολογική βάση δεδομένων
Λειτουργικότητα
Συμπερασμός στόχου
Γραμματικός επισημειωτής
Ομοιομέρεια
Υπερωνυμία
Υπωνυμία
Επαγωγή
Συμπερασμός
Μηχανισμός συμπερασμού
Εξαγωγή συμπερασμών
Στιγμιότυπο
Πρόθεση
Εσωτερική αιτιότητα
Ερμηνεία κειμένου
Οικοδόμησης (δόμηση) γνώσης
Ολοκλήρωση γνώσης
Οργάνωση γνώσης
Αναπαράσταση γνώσης
Λανθάνουσα σημασιολογική ανάλυση
Λεξιλογική επεξεργασία
Δεσμός
Λογιστικά Φύλλα
Μακρόχρονη μνήμη

Ξενόγλωσσος Όρος

Machine-readable
Macroproposition
Macrostructure
Meronym
Metric
Microproposition
Microstructure
Misconception
Mobile learning
Narrative text
Natural language processing
Node
Normalization module
Normalized response module
Object
Olonym
Ontology
Open-ended question
Operational system
Persuasive text
Physical entity
Poverty of the stimulus
Pragmatic analysis
Pragmatics
Predictive inference
Procedural inference
Pronominal reference
Recall
Recognition tasks
Recurrent collocation
Reference
Reflection
Relational structure
Schema
Scholastic aptitude test - SAT
Script
Self-reflection
Semantic analysis
Semantic dictionary
Semantic net

Ελληνικός Όρος

Αναγνώσιμος από μηχανή
Μακροπρόταση
Μακροδομή
Μερωνυμία
Μετρική
Μικροπρόταση
Μικροδομή
Παρανόηση
Κινητή μάθηση
Αφηγηματικό κείμενο
Επεξεργασία φυσικής γλώσσας
Κόμβος
Μονάδα κανονικοποίησης
Μονάδα κανονικοποιημένης απάντησης
Αντικείμενο
Ολωνυμία
Οντολογία
Ερωτήσεις ανοιχτού τύπου
Λειτουργικό σύστημα
Κείμενο πειθούς
Φυσική οντότητα
Πενία του ερεθίσματος
Πραγματολογική ανάλυση
Πραγματολογία
Προβλεπτικός συμπερασμός
Διαδικαστικός συμπερασμός
Αντωνυμική αναφορά
Ανάκληση
Δραστηριότητα αναγνώρισης
Επαναλαμβανόμενες παραθέσεις
Αναφορά
Στοχασμός
Σχεσιακή δομή
Σχήμα
Σχολικό τεστ ικανοτήτων
Σενάριο
Αυτοστοχασμός
Σημασιολογική ανάλυση
Σημασιολογικό λεξικό
Σημασιολογικό δίκτυο

Ξενόγλωσσος Όρος

Semantics
Separability
Short-term memory
Simulation
Singular value decomposition
Situation model
Source code
State
Story grammar
Structured computer conference
Summative evaluation
Synonym
Synset
Syntactic parsing
Syntax
Technical system
Teleological structure
Temporal relation
Text comprehension model
Text genre
Text prediction tool
Textbase model
Time interval logic
Timeline
Transformational structure
Value
Working memory
World knowledge

Ελληνικός Όρος

Σημασιολογία
Διαχωρισιμότητα
Βραχύχρονη μνήμη
Προσομοίωση
Μοναδιαία αποδόμηση τιμής
Καταστασιακό μοντέλο
Επιφανειακός κώδικας
Κατάσταση
Γραμματική ιστοριών
Δομημένη διάσκεψη μέσω υπολογιστή
Αθροιστική αξιολόγηση
Συνώνυμο
Σύνολο συνωνύμων
Συντακτική ανάλυση
Συντακτικό
Τεχνικό σύστημα
Τελεολογική δομή
Χρονική σχέση
Μοντέλο κατανόησης κειμένου
Είδος κειμένου
Εργαλείο συστάσεων
Μοντέλο κειμενικής βάσης
Λογική χρονικών διαστημάτων
Χρονοσειρά
Μετασχηματιστική δομή
Τιμή ιδιοτήτων
Μνήμη εργασίας
Γνώση του κόσμου

