

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΜΠΕΙΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: ΠΑΡΤΙΔΑ ΓΕΩΡΓΙΑ

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΟΥΤΣΟΜΗΤΡΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΠΑΤΡΑ 2011

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Πριν την παρουσίαση των αποτελεσμάτων της παρούσας πτυχιακής εργασίας θα ήθελα καταρχήν να ευχαριστήσω ορισμένους ανθρώπους. Πρώτα από όλους ευχαριστώ τον καθηγητή και επιβλέποντα της πτυχιακής κ. Δ. Κουτσομητρόπουλο του τμήματος Επιχειρηματικού Σχεδιασμού και Πληροφοριακών Συστημάτων του ΤΕΙ Πατρών με τον οποίο η συνεργασία μας για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας ήταν άψογη.

Θα ήθελα να αφιερώσω αυτή την εργασία στους γονείς μου και την αδερφή μου ευχαριστώντας για την ηθική και οικονομική υποστήριξή τους καθόλη την διάρκεια των σπουδών μου, αλλά ιδιαίτερα θα ήθελα να την αφιερώσω στον αγαπημένο μου πατέρα που τον έχασα τόσο σύντομα και απρόσμενα από τη ζωή, πριν λίγο καιρό.

Τελευταία και όχι έσχατα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον αρραβωνιαστικό μου Κοκκίνη Ευθύμιο, τόσο για την υπομονή και την υποστήριξή του όλα αυτά τα τέσσερα χρόνια που φοίτησα στο ΤΕΙ όσο και για την παροχή τεχνικής υποστήριξης σε θέματα εύρεσης πληροφοριών.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η πτυχιακή αυτή υλοποιήθηκε στο τμήμα Επιχειρηματικού Σχεδιασμού και Πληροφοριακών Συστημάτων υπό την επίβλεψη του Καθηγητή κ. Δημήτριου Κουτσομητρόπουλου. Αντικείμενο της εργασίας είναι τα "Έμπειρα Συστήματα στην Εκπαίδευση".

Η παρούσα εργασία εστιάζεται στο χώρο της ηλεκτρονικής εκπαίδευσης και ειδικότερα σε μία νέα σχετικά ερευνητική περιοχή, τα Έμπειρα Συστήματα τα οποία υποστηρίζουν δυνατότητες εξατομικευμένης διδασκαλίας.

Τα έμπειρα συστήματα είναι μία πολύ γνωστή περιοχή της Τεχνητής Νοημοσύνης. Έχουν επιφέρει τεράστιες επιπτώσεις σε διάφορους τομείς της ζωής. Ένα έμπειρο σύστημα είναι μία εφαρμογή υπολογιστή που επιλύει πολύπλοκα προβλήματα που διαφορετικά θα απαιτούσαν εκτεταμένη ανθρώπινη εμπειρία. Για να φτιαχτεί ένα τέτοιο σύστημα απαιτείται γνώση την οποία παρέχει ένας άνθρωπος-ειδικός του τομέα [2].

Μία από τις πολλές κατηγορίες έμπειρων συστημάτων που υπάρχουν είναι τα Έμπειρα Διδακτικά Συστήματα (ΕΔΣ). Αυτή η κατηγορία ανήκει στο χώρο της εκπαίδευσης. Τα ΕΔΣ μπορούν να χρησιμοποιηθούν και από τις δύο ομάδες ανθρώπων που περιλαμβάνει η εκπαιδευτική κοινότητα δηλαδή και από τους μαθητές-φοιτητές αλλά και από τους εκπαιδευτικούς.

Στους εκπαιδευτικούς το ΕΔΣ παρέχει συμβουλές [46]:

- § πώς πρέπει να διδαχθεί μία ενότητα στην αίθουσα,
- § πώς πρέπει να αξιοποιηθεί η διδακτική ώρα
- § και τέλος πώς μπορεί να αντιμετωπίσει τα διαφορετικά επίπεδα των μαθητών.

Από την πλευρά των μαθητών το ΕΔΣ:

- § τους καθοδηγεί κατά την διάρκεια του μαθήματος σύμφωνα με τις δυνατότητές τους και τις αδυναμίες τους,
- § τους παρέχει το ανάλογο μαθησιακό περιβάλλον σύμφωνα με το προφίλ του κάθε χρήστη
- § και τελευταίο και πιο σημαντικό γίνεται για τους χρήστες του, ο "ακούραστος" δάσκαλος [26].

Τα Έμπειρα Διδακτικά Συστήματα στον τομέα της εκπαίδευσης αποτελούν ένα χρήσιμο εργαλείο τεχνολογίας. Ακόμα όμως δεν έχουν εδραιωθεί λόγω της έλλειψης έρευνας και τεκμηρίωσης.

Σκοπός της εργασίας είναι να μάθουμε τι είναι Έμπειρα Συστήματα, πώς χρησιμοποιούνται στην Εκπαίδευση αλλά και τα βασικά τους χαρακτηριστικά. Επίσης θα αναλυθούν κάποια παραδείγματα τέτοιων συστημάτων.

Έτσι η εργασία αναπτύσσεται σε πέντε κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο πραγματοποιήθηκε μία βιβλιογραφική έρευνα στο κλάδο της Τεχνητής Νοημοσύνης και στους τομείς της. Στο δεύτερο κεφάλαιο περιγράφονται τα Έμπειρα Συστήματα, αναλύεται η εξέλιξή τους στο πέρασμα των χρόνων και γίνεται η παρουσίαση της αρχιτεκτονικής τους. Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην αναπαράσταση της γνώσης τους αλλά και στα μέσα υλοποίησής τους. Στο τέταρτο κεφάλαιο περιγράφονται αναλυτικά τα Έμπειρα Διδακτικά Συστήματα και κάποια παραδείγματά τους. Στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο της εργασίας γίνεται αναφορά στα Προσαρμοστικά Εκπαιδευτικά Υπερμέσα και στις τεχνολογίες που χρησιμοποιούν.

Επίσης αναφέρονται οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται από τα ΕΔΣ καθώς και παραδείγματά τους. Στο τέλος του κεφαλαίου παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της πτυχιακής και προτείνονται μελλοντικά σχέδια.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	1
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	2
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	4
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	7
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	7
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
I. ΚΕΦΑΛΑΙΟ	
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ.....	10
1.2 ΟΡΙΣΜΟΙ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ.....	11
1.3 ΔΟΚΙΜΗ TURING ΓΙΑ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΥΦΥΪΑ.....	12
1.4 ΟΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ	13
1.4.1 Έμπειρα συστήματα (expert systems).....	13
1.4.2 Επεξεργασία φυσικής γλώσσας (natural language processing).....	14
1.4.3 Έμπειρα Διδακτικά Συστήματα (intelligent tutoring systems).....	14
1.4.4 Ρομποτική.....	14
1.5 ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕ ΤΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΕΡΑ ΓΕΓΟΝΑΤΑ.....	14
1.6 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΤΗΝ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ.....	16
1.7 ΓΛΩΣΣΕΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ.....	17
1.8 Η ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΣΗΜΕΡΑ.....	18
II. ΚΕΦΑΛΑΙΟ	
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΕΜΠΕΙΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	21
2.2 ΟΡΙΣΜΟΙ ΕΜΠΕΙΡΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	22
2.3 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	23
2.4 ΕΠΙΘΥΜΗΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	23

2.4.1 Χρήστης του Έμπειρου Συστήματος μπορεί να είναι	25
2.5 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΜΠΕΙΡΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	25
2.6 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΜΠΕΙΡΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	26
2.6.1 Βάση Γνώσης (Knowledge based)	26
2.6.2 Μηχανή Εξαγωγής Συμπερασμάτων (inference engine).....	26
2.6.3 Διασύνδεση	27
2.6.4 Μηχανισμός Επεξήγησης (explanation mechanism).....	27
2.7 ΣΚΟΠΟΣ ΤΩΝ ΕΜΠΕΙΡΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....	28
III. ΚΕΦΑΛΑΙΟ	
3.1 ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΓΝΩΣΗΣ.....	30
3.1.1 Σημασιολογικά δίκτυα (semantic networks).....	30
3.1.2 Πλαίσια (frames).....	31
3.1.3 Κανόνες παραγωγής (Production rules).....	31
3.2 ΕΜΠΕΙΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ.....	32
3.3 ΕΜΠΕΙΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΟΙ-ΕΙΔΙΚΟΙ.....	33
3.4 ΜΕΣΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΜΠΕΙΡΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....	35
3.4.1 Γλώσσες (languages)	35
3.4.2 Κελύφη (shells).....	36
3.4.3 Εργαλεία (tools ή toolkits)	36
3.4.4 Εξειδικευμένα έμπειρα συστήματα	36
3.5 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΜΠΕΙΡΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	37
3.6 ΠΑΡΕΛΘΟΝ, ΠΑΡΟΝ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝ ΤΩΝ Ε.Σ.....	38
IV. ΚΕΦΑΛΑΙΟ	
4.1 ΤΑ ΕΜΠΕΙΡΑ ΔΙΔΑΚΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	41
4.2 ΤΟ ΕΜΠΕΙΡΟ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΤΗ ΔΙΑΘΕΣΗ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ .	41
4.3 ΒΑΣΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΜΠΕΙΡΟΥ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	43

4.3.1 Γνώση Πεδίου (Domain Knowledge).....	43
4.3.2 Μοντέλο Μαθητή (Student Modelling Unit)	44
4.3.2.1 Αναπαράσταση του Μοντέλου Μαθητή	44
4.3.2.2 Περιεχόμενα του Μοντέλου Μαθητή	45
4.3.3 Μοντέλο Καθοδήγησης ή Παιδαγωγικό Μοντέλο	46
4.3.4 Διεπαφή Χρήστη.....	47
4.4 ΟΙ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΤΩΝ Ε.Δ.Σ. ΚΑΤΑ LIPPERT.....	47
4.5 ΕΝΑ Ε.Δ.Σ. ΓΙΑ ΤΗΝ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ.....	48
4.6 ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ ΓΡΑΠΤΟΥ ΛΟΓΟΥ – ΕΝΑ Ε.Σ.....	51
V. ΚΕΦΑΛΑΙΟ	
5.1 ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΑ ΚΑΙ Ε.Δ.Σ. ΒΑΣΙΣΜΕΝΑ ΣΤΟ WEB (AIWBES)	55
5.1.1 Έμπειρα Διδακτικά Συστήματα και οι τεχνολογίες τους	55
5.1.2 Intelligent learning environment.....	57
5.1.3 Προσαρμοστικά Εκπαιδευτικά Υπερμέσα και οι τεχνολογίες τους.....	57
5.2 ΣΥΝΤΟΜΗ ΑΝΑΦΟΡΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	59
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	63
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	64

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Τα σημαντικότερα γεγονότα της ΤΝ.....	14
Πίνακας 2: Μέσα υλοποίησης με τα υπέρ και τα κατά τους.....	37
Πίνακας 3: Τεχνολογίες και τα παραδείγματά τους.....	60

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1:Αναπαράσταση δομής Ε.Σ.....	25
Σχήμα 2:Παράδειγμα σημασιολογικού δικτύου.....	30
Σχήμα 3:Πλαίσιο.....	31
Σχήμα 4:Αριθμός ΕΣ που κατασκευάστηκαν.....	38
Σχήμα 5 :Η βασική αρχιτεκτονική ενός Ε.Δ.Σ.....	43
Σχήμα 6 :Το μοντέλο επικάλυψης (overlay-model).....	45
Σχήμα 7 :Οθόνη εκκίνησης του αλληλεπιδραστικού 3D εργαστηρίου.....	49
Σχήμα 8 :Οθόνη του πολυμεσικού περιβάλλοντος παρουσίασης.....	50
Σχήμα 9 :Σχέση μεταξύ προσαρμοστικών και ΕΔΣ.....	58

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η κιμωλία είναι η παραδοσιακή μέθοδος διδασκαλίας στη τάξη. Είναι η πιο δημοφιλής μέθοδος στις μέρες μας και θα παραμείνει στην κορυφή για αρκετά χρόνια. Αυτός ο τρόπος διδασκαλίας έχει αρκετές ελλείψεις. Το κυριότερο μειονέκτημα της μεθόδου είναι ότι δαπανάται αρκετή ώρα για να παραδοθεί ένα μάθημα.

Εξαιτίας των πολλών ελλείψεων και των μειονεκτημάτων της μεθόδου αυτής, έρχεται μία νέα τεχνολογία να λύσει όλα αυτά τα προβλήματα. Τα Έμπειρα Διδακτικά Συστήματα αποτελούν την νέα μέθοδο διδασκαλίας. Η μέθοδος αυτή παρέχει περισσότερη γνώση, μεγαλύτερη αλληλεπίδραση των μαθητών με το μάθημα και φιλικότερο περιβάλλον μάθησης από αυτό του πίνακα-κιμωλίας.

Τα Έμπειρα Διδακτικά Συστήματα χρησιμοποιούν την ανθρώπινη γνώση που αποθηκεύεται σε έναν υπολογιστή για την επίλυση προβλημάτων που απαιτούν συνήθως ανθρώπινη εμπειρία. Τα συστατικά μέρη ενός ΕΔΣ είναι η Γνώση Πεδίου, το Μοντέλο Μαθητή, το Παιδαγωγικό Μοντέλο και η Διεπαφή Χρήστη [16],[31],[32].

Στην Γνώση Πεδίου αποθηκεύονται όλες οι πληροφορίες που διδάσκονται και για αυτό είναι το σημαντικότερο τμήμα. Το Μοντέλο Μαθητή περιέχει πληροφορίες σχετικά με το κάθε μαθητή-χρήστη. Το Παιδαγωγικό Μοντέλο παίρνει πληροφορίες από το Μοντέλο Μαθητή και στην συνέχεια παρουσιάζει την κάθε θεματική ενότητα με βάση το επίπεδο του χρήστη. Τέλος η διεπιφάνεια χρήστη είναι υπεύθυνη για την αλληλεπίδραση του συστήματος με το χρήστη.

Σε αυτή την εργασία θα δούμε αναλυτικά για τα παραπάνω στοιχεία των ΕΔΣ καθώς τα υπέρ και τα κατά τους, αλλά και κατά πόσο η συμβολή τους στην εκπαίδευση παίζει καθοριστικό ρόλο.



ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ

Στο πρώτο κεφάλαιο της εργασίας θα ασχοληθούμε με κάποια εισαγωγικά στοιχεία. Θα γίνει εκτενής αναφορά στην Τεχνητή Νοημοσύνη. Αναλυτικά θα αναφερθούμε στους τομείς της όπως επίσης θα δούμε και τα πιο σημαντικά γεγονότα της μέχρι σήμερα. Στην ενότητα γίνεται και μία αναφορά στις γλώσσες που έχουν χρησιμοποιηθεί. Στο τέλος αυτής της παραγράφου δίνονται κάποια στοιχεία εξέλιξης τα τελευταία χρόνια.

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ

Κατά τη δεκαετία του 1950 έκανε την εμφάνισή του ένας νέος κλάδος της επιστήμης των υπολογιστών, ο οποίος καθιερώθηκε διεθνώς με την ονομασία Τεχνητή Νοημοσύνη – TN (Artificial Intelligence). Η Τεχνητή Νοημοσύνη είναι ο τομέας της πληροφορικής που εστιάζει στη δημιουργία των μηχανών, που μπορούν να συμμετέχουν στις συμπεριφορές που οι άνθρωποι θεωρούν ευφυής. Η δυνατότητα να

δημιουργηθούν οι ευφυείς μηχανές έχει κεντρίσει τους ανθρώπους από την αρχή της βιομηχανικής εποχής, και μετά από 60 έτη έρευνας, το όνειρο των έξυπνων μηχανών γίνεται βαθμιαία μία πραγματικότητα [1], [2].

Γεγονός είναι ότι η έρευνα άρχισε πολύ πριν επινοηθεί ο όρος «Τεχνητή Νοημοσύνη» από τον John McCarthy κατά τη διάρκεια ενός συνεδρίου που διεξήχθη στο κολέγιο του Dartmouth. Το συνέδριο και τα όσα συζητήθηκαν σε αυτό, θεωρούνται η αρχή της επανάστασης στο χώρο της Τεχνητής Νοημοσύνης. Μεταξύ αυτών που συμμετείχαν σε αυτό το συνέδριο ήταν οι Henze , Heift , Henzeall που θεωρούνται μαζί με το McCarthy σαν οι πρωτοπόροι σε θέματα TN. Στο συνέδριο αυτό ο McCarthy παρουσίασε τη γλώσσα List Processing Programming Language (Lisp) που είναι ίσως το γνωστότερο εργαλείο με το οποίο μπορεί να γίνεται χειρισμός εννοιών (κανόνων, εντολών, ονομάτων). Οι Newell και Simon παρουσίασαν ένα πρόγραμμα TN το Logic Theoriest, που αποδείκνυε μαθηματικά θεωρήματα [4].

Πηγαίνοντας πολύ πιο πίσω σε γεγονότα οι ρίζες της TN μπορούν να χρονολογηθούν στο έργο των αρχαίων Ελλήνων φιλοσόφων, κυρίως του Αριστοτέλη (384π.Χ. 322π.Χ.) όπου προσπάθησε να κωδικοποιήσει την «ορθή σκέψη» δηλαδή την αναντίρρητη διαδικασία συλλογισμού. Οι συλλογισμοί του παρείχαν πρότυπα που έδιναν πάντα σωστά συμπεράσματα από σωστές υποθέσεις [2].

Επίσης και το μεταγενέστερο έργο του διάσημου μαθηματικού George Boole (1854) έθεσε τις βάσεις της προτασιακής λογικής. Πρότεινε έναν τρόπο αναπαράστασης όλων των λογικών συλλογισμών βάσει ενός δυαδικού συστήματος αποτελούμενου από 0 και 1 (Άλγεβρα Boole). Στην Ευρώπη ο Άγγλος μαθηματικός Alan Turing ο οποίος θεωρείται ένας από τους πατέρες της TN ήταν ο πρώτος που διατύπωσε την έννοια της ευφυούς υπολογιστικής μηχανής.

Σε γενικές γραμμές η Τεχνητή Νοημοσύνη αντλεί ιδέες από πολλούς και διαφορετικούς τομείς όπως Μαθηματικά, Φιλοσοφία, Μηχανική, Ψυχολογία, την επιστήμη των υπολογιστών και άλλους όπου δείχνει το πολυεπιστημονικό της χαρακτήρα. Ο κύριος στόχος της έρευνας γύρω από αυτό το αντικείμενο αφορά στην ανάπτυξη υπολογιστικών συστημάτων, τα οποία θα είναι ικανά να επιλύουν σύνθετα προβλήματα, επιδεικνύοντας μία νοήμονα συμπεριφορά. Προς την επίτευξη αυτής της συμπεριφοράς, χρησιμοποιείται ως πρότυπο ο τρόπος με τον οποίο σκέφτεται ο άνθρωπος. Επομένως, ο σκοπός της είναι η μοντελοποίηση της ανθρώπινης ευφυΐας, έτσι ώστε αυτή να χρησιμοποιηθεί από υπολογιστές. Οι εφαρμογές της αφορούν πολλούς και διαφορετικούς τομείς όπως στην Ιατρική, στην Νομική, στην Αστρονομία, στην Εκπαίδευση [6].

1.2 ΟΡΙΣΜΟΙ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ

Οι διαφορετικές οπτικές γωνίες αντιμετώπισης της Τεχνητής Νοημοσύνης έχουν σαν αποτέλεσμα την ύπαρξη πολλών διαφορετικών ορισμών. Κάθε ένας από τους ορισμούς δίνει έμφαση σε κάποια χαρακτηριστικά του τομέα αυτού της επιστήμης των υπολογιστών. Τους σημαντικότερους από τους οποίους παραθέτω ακολούθως.

Ο Minsky (1975) θεωρεί τη ΤΝ σαν την επιστήμη που επιτρέπει στις μηχανές να κάνουν πράγματα που αν γίνονταν από ανθρώπους θα απαιτούσαν νοημοσύνη [11].

Οι Barr and Feigenbaum (1981) εκτιμούν ότι η ΤΝ είναι εκείνο το πεδίο της επιστήμης των ηλεκτρονικών υπολογιστών που σχετίζεται με τη σχεδίαση ευφυών υπολογιστικών συστημάτων, τα οποία είναι υπολογιστικά συστήματα που επιδεικνύουν χαρακτηριστικά νοημοσύνης ανθρώπινης συμπεριφοράς [8].

Το 1983 ο Rich έδωσε τον εξής ορισμό: Τεχνητή Νοημοσύνη είναι η μελέτη του πώς να κάνουμε τους υπολογιστές να κάνουν πράγματα, τα οποία προς το παρόν οι άνθρωποι τα κάνουν καλύτερα [10].

Οι Charniak και McDermott (1985) θεωρούν την Τεχνητή Νοημοσύνη σαν την επιστήμη που ασχολείται με την μελέτη των πνευματικών ικανοτήτων μέσω της χρήσης υπολογιστικών προτύπων [9].

Τον επόμενο χρόνο ο Bonnet εκτίμησε ότι μέσω της Τεχνητής Νοημοσύνης γίνεται προσπάθεια να μελετηθεί η δομή των προγραμμάτων των ηλεκτρονικών υπολογιστών που αναπαριστούν την ανθρώπινη συμπεριφορά ώστε να κατανοηθεί η φύση της ανθρώπινης νοημοσύνης [12].

Ο Tanimoto (1986) πιστεύει ότι η Τεχνητή Νοημοσύνη μελετά τις υπολογιστικές τεχνικές εκτέλεσης διάφορων εργασιών οι οποίες όταν γίνονται από ανθρώπους απαιτούν τη χρήση νοημοσύνης [12].

Η Τεχνητή Νοημοσύνη περιλαμβάνει την μελέτη της διαδικασίας της ανθρώπινης νοημοσύνης και την αναπαραγωγή αυτών των διαδικασιών ή των αποτελεσμάτων τους από την μηχανή. Σύμφωνα με τους Winston και Prendergast (1992) οι κύριοι στόχοι της είναι:

- § να καταστήσει τους υπολογιστές εξυπνότερους
- § να κατανοήσει τι είναι νοημοσύνη και
- § να καταστήσει τις μηχανές χρησιμότερες [13].

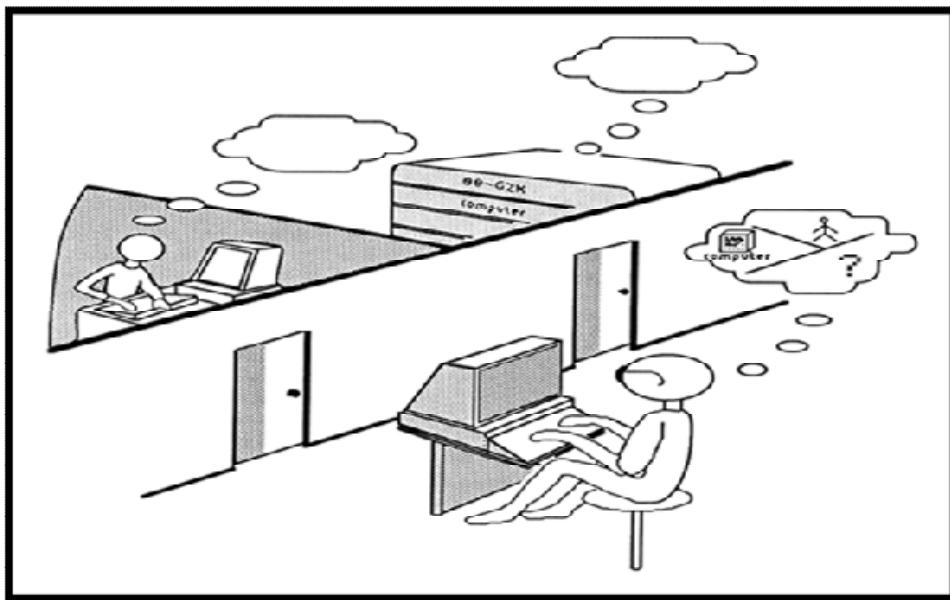
Οι Luger και Stubblefield (1998) θεώρησαν ότι η ΤΝ είναι ο κλάδος της Πληροφορικής ο οποίος ασχολείται με την αυτοματοποίηση ευφυούς συμπεριφοράς [13].

Ο κοινός παρονομαστής όλων αυτών των απόψεων είναι αφενός μεν να γίνουν κατανοητές οι διαδικασίες της ανθρώπινης σκέψης, αφετέρου δε να καταστεί δυνατή η μοντελοποίηση και ο προγραμματισμός τους σε ηλεκτρονικό υπολογιστή, έτσι ώστε

ο υπολογιστής να μπορεί να επιλύει τα ίδια προβλήματα με τον ίδιο τρόπο που τα επιλύει και ένας άνθρωπος.

Καταλήγοντας θα ήθελα να αναφέρω ότι πολλά είναι εκείνα στα οποία ο άνθρωπος υπερέχει του υπολογιστή όπως για παράδειγμα η ικανότητα όρασης, μάθησης, ομιλίας, επιχειρηματολογίας και άλλες. Αυτές οι ικανότητες ενισχύονται στον άνθρωπο με την εμπειρία και τις γνώσεις. Ο υπολογιστής δεν έχει φτάσει σε αυτό το σημείο ακόμη ώστε να επιδεικνύει οποιαδήποτε από αυτές τις ικανότητες σε βαθμό συγκρίσιμο με αυτό του ανθρώπου. Έτσι αυτές οι ικανότητες του ανθρώπου αποτελούν από την αρχή μέχρι τώρα ενεργές ερευνητικές περιοχές της Τεχνητής Νοημοσύνης.

1.3 ΔΟΚΙΜΗ TURING ΓΙΑ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΥΦΥΪΑ



Κατά την δεκαετία του 1980, η Ιαπωνική κυβέρνηση διέθεσε μεγάλα χρηματικά ποσά για την δημιουργία του υπολογιστή πέμπτης γενεάς (fifth-generation computer), οποίος θα είχε ικανότητες ευφυΐας. Η έννοια αυτή είχε επινοηθεί πολύ πριν, περίπου το 1950 από τον Άγγλο μαθηματικό Alan Turing ο οποίος προσδιόρισε σε μία δοκιμή που την ονόμασε το τεστ του Turing για το κατά πόσον ένας υπολογιστής κατέχει ευφυΐα [2]. Το test Turing βασίζεται σε μία σειρά από ερωτήσεις που υποβάλλει κάποιος σε έναν άνθρωπο και μία μηχανή και ο εξεταστής δε γνωρίζει εκ των προτέρων από ποιόν παίρνει τις απαντήσεις [5].

Η Δοκιμή...

Ένας άνθρωπος A κάθεται μπροστά σε ένα τερματικό υπολογιστή. Σε έναν άλλο οπτικά απομονωμένο χώρο κάθεται ο B μπροστά σε ένα τερματικό. Τα δύο τερματικά επικοινωνούν μεταξύ τους. Ο B μπορεί να είναι ένας άλλος άνθρωπος ή μία μηχανή.

Ο Α κάνει ερωτήσεις στον Β μέσω του τερματικού για ένα χρονικό διάστημα. Ο Β απαντά σε όλες τις ερωτήσεις του Α. Στο τέλος του τεστ ο Α πρέπει να αποφανθεί αν στις ερωτήσεις του απαντούσε ήταν ένας άνθρωπος ή μία μηχανή. Αν ο Α δεν μπορεί να ξεχωρίσει τη μηχανή από τον άνθρωπο, τότε θεωρείται ότι η μηχανή πέρασε με επιτυχία το τεστ, έχει δηλαδή νοημοσύνη.

Το τεστ του Turing είναι εξαιρετικά δύσκολο. Ο Α μπορεί να κάνει οποιοσδήποτε ερωτήσεις, ακόμα και ερωτήσεις παγίδες. Μπορεί να εξετάσει γνώσεις σε θέματα αθλητικά, πολιτικά, οικονομικά ή να κάνει ασυνάρτητες ερωτήσεις. Σε κάθε περίπτωση εξετάζεται η ικανότητα κατανόησης των ερωτήσεων και ικανότητα επικοινωνίας του Β κι όχι οι γνώσεις του. Ο Β πρέπει να αποδείξει ότι είναι άνθρωπος και όχι παντογνώστης. Αν για παράδειγμα ο Α ρωτούσε ποιο είναι το γινόμενο δύο πολύ μεγάλων αριθμών, η μηχανή θα μπορούσε να απαντήσει σε κλάσματα του δευτερολέπτου αλλά αυτό θα την πρόδιδε. Μία πιο έξυπνη ενέργεια θα ήταν ίσως να απαντήσει ότι δεν μπορεί να λύσει το πρόβλημα ή να δώσει μία λανθασμένη απάντηση μετά από ένα λεπτό.

Συμπερασματικά δεν έχει κατασκευαστεί ακόμα μηχανή που μπορεί να περάσει το τεστ του Turing. Ούτε μπορούμε να προβλέψουμε αν θα μπορέσει κάποτε μία μηχανή να περάσει το τεστ αυτό. Θεωρητικά βέβαια θα μπορούσε κανείς να αποθηκεύσει όλες τις πιθανές ερωτήσεις του Α και τις ανάλογες δυνατές απαντήσεις και το πρόγραμμα να αναζητά κάθε φορά μέσα στο σύνολο των πιθανών απαντήσεων τη λύση. Μία τέτοια όμως υλοποίηση είναι πρακτικά αδύνατη.

1.4 ΟΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ

Ένας τρόπος που μπορούμε κατηγοριοποιήσουμε το κλάδο της Τεχνητής Νοημοσύνης είναι να εξετάσουμε τους τομείς που αναπτύσσεται. Εφαρμόζεται σε όλο και περισσότερους τομείς που σχετίζονται με την τεχνολογία και τις διάφορες επιστήμες. Εφαρμόζεται σε συσκευές καθημερινής χρήσης, την βιομηχανία, την άμυνα ακόμη και τα ηλεκτρονικά παιχνίδια [3]. Έτσι σαν κύριες περιοχές θεωρούνται τα: έμπειρα συστήματα (expert systems) ή συστήματα βασισμένα στη γνώση (knowledge based systems), επεξεργασία φυσικής γλώσσας (natural language processing), έμπειρα διδακτικά συστήματα (intelligent computer-based instruction) και η ρομποτική. Στη συνέχεια θα γίνει μία σύντομη αναφορά στις περιοχές της [4],[7].

1.4.1 Έμπειρα συστήματα (expert systems)

Είναι προγράμματα τα οποία επιχειρούν να συμπεριφερθούν όπως ένας ειδικός. Τα προγράμματα αυτά παρέχουν συμβουλές μιμούμενα ή υποκαθιστώντας την διαδικασία συλλογισμού και τις γνώσεις ενός ειδικού σε κάποιο περιορισμένο γνωστικό αντικείμενο. Οι ειδικοί χαρακτηρίζονται από το ότι μπορούν να λύσουν προβλήματα του αντικειμένου τους γρήγορα με αρκετή ακρίβεια. Είναι σε θέση να εξηγήσουν τι έκαναν για την λύση του προβλήματος όπως επίσης γνωρίζουν πότε δεν μπορούν να λύσουν το πρόβλημα και επικοινωνούν με άλλους ειδικούς.

1.4.2 Επεξεργασία φυσικής γλώσσας (natural language processing)

Η τεχνολογία αυτή επιτρέπει στους χρήστες να επικοινωνούν με τον υπολογιστή στην μητρική τους γλώσσα. Τα υπάρχοντα συστήματα αναγνωρίζουν γραπτές φράσεις από περιορισμένες θεματικές ενότητες.

1.4.3 Έμπειρα Διδακτικά Συστήματα (intelligent tutoring systems)

Για πολλά χρόνια πραγματοποιούνταν προσπάθειες ένταξης των υπολογιστικών συστημάτων στην εκπαιδευτική διαδικασία ώστε να δημιουργηθούν προγράμματα που θα διδάσκουν κάποιο συγκεκριμένο αντικείμενο έχοντας τις ίδιες ικανότητες με έναν εκπαιδευτή [14]. Η τεχνολογία της ΤΝ έδωσε ώθηση στην ανάπτυξη συστημάτων διδασκαλίας. Τα συστήματα αυτά διαθέτουν την απαραίτητη γνώση για να ανταποκρίνονται τόσο στις γνωστικές όσο και στις εκπαιδευτικές απαιτήσεις της διδασκαλίας όπως θα ανταποκρινόταν και ένας κανονικός εκπαιδευτικός. Μερικά από τα συστήματα αυτά είναι: ALGEBRA, BUGGY, GUIDON, SCHOLAR.

1.4.4 Ρομποτική

Είναι η περιοχή της Τεχνητής Νοημοσύνης που ασχολείται με τις προγραμματιζόμενες ηλεκτρομηχανικές συσκευές που εκτελούν χειρωνακτικές εργασίες. Η Τεχνητή Νοημοσύνη μελετάει μόνο τα "έξυπνα" ρομπότ τα οποία είναι εφοδιασμένα με αισθητήρια όργανα για την συλλογή πληροφοριών και τα οποία μπορούν να προσαρμόσουν την συμπεριφορά τους ανάλογα με την πληροφορία που προσλαμβάνουν. Τα ρομπότ τα οποία εκτελούν προγραμματισμένες ενέργειες (όπως για παράδειγμα το πλυντήριο) δεν είναι αντικείμενα μελέτης της Τεχνητής Νοημοσύνης.

1.5 ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕ ΤΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΕΡΑ ΓΕΓΟΝΑΤΑ

Ο παρακάτω πίνακας αναφέρει με χρονολογική σειρά τα σημαντικότερα γεγονότα της εξέλιξης της Τεχνητής Νοημοσύνης. Ο πίνακας αυτός είναι διαθέσιμος στο διαδίκτυο και βρίσκεται στην διεύθυνση www.Wikipedia.org [12].

Χρόνος	Εξέλιξη
1950	Ο Alan Turing περιγράφει τη δοκιμή Turing, που επιδιώκει να εξετάσει την ικανότητα μία μηχανής να συμμετάσχει απρόσκοπτα σε μία ανθρώπινη συνομιλία.

1951	Τα πρώτα προγράμματα ΤΝ γράφονται για τον υπολογιστή Ferranti Mark I στο Πανεπιστήμιο του Manchester: ένα πρόγραμμα που παίζει ντάμα από τον Christopher Starkly και ένα που παίζει σκάκι από τον Dietrich Prinz.
1956	Ο John McCarthy πλάθει τον όρο «Τεχνητή Νοημοσύνη» ως κύριο θέμα της διάσκεψης του Dartmouth.
1958	Ο John McCarthy εφευρίσκει τη γλώσσα προγραμματισμού Lisp.
1965	Ο Edward Feigenbaum ξεκινά το Dendral, μία δεκαετή προσπάθεια ανάπτυξης λογισμικού που θα συμπεράνει τη μοριακή δομή οργανικών ενώσεων χρησιμοποιώντας ενδείξεις επιστημονικών οργάνων. Ήταν το πρώτο έμπειρο σύστημα (expert system).
1966	Ιδρύεται το Εργαστήριο Μηχανικής Νοημοσύνης στο Εδιμβούργο – το πρώτο από μία σημαντική σειρά εγκαταστάσεων που οργανώνονται από τον Donald Mitsu και άλλους.
1970	Αναπτύσσεται το Planner και χρησιμοποιείται στο SHRDLU, μία εντυπωσιακή επίδειξη αλληλεπίδρασης μεταξύ ανθρώπου και υπολογιστή.
1971	Ξεκινά η εργασία πάνω στο σύστημα αυτόματης απόδειξης θεωρημάτων Boyer-Moore στο Εδιμβούργο.
1972	Η γλώσσα προγραμματισμού Prolog αναπτύσσεται από τον Alain Colmerauer.
1973	Ρομπότ συναρμολόγησης «Freddy» στο Εδιμβούργο: ένα ευπροσάρμοστο σύστημα συναρμολόγησης που ελέγχεται από υπολογιστές.
1974	Ο Tedd Shortiffe γράφει τη διατριβή του για το πρόγραμμα MYCIN, το οποίο κατέδειξε μία πολύ πρακτική προσέγγιση στην ιατρική διάγνωση που βασίζεται σε κανόνες, ενώ λειτουργεί ακόμα και με παρουσία αβεβαιότητας. Αν και δανείστηκε από το DENDRAL, οι δικές του συνεισφορές επηρέασαν έντονα το μέλλον των έμπειρων συστημάτων, ένα

	μέλλον με πολλαπλές εμπορικές εφαρμογές.
1991	Η εφαρμογή σχεδίασης ενεργειών DART χρησιμοποιείται αποτελεσματικά στον Α-Πόλεμο του Κόλπου και ανταμείβει 30 χρόνια έρευνας στην ΤΝ του Αμερικανικού Στρατού.
1994	Οι Dickmanns και Daimler-Benz οδηγούν περισσότερο από 1000 km σε μία εθνική οδό του Παρισιού υπό συνθήκες βαρείας κυκλοφορίας και σε ταχύτητες ως και 130 km/ώρα. Επιδεικνύουν αυτόνομη οδήγηση σε ελεύθερες παρόδους, οδήγηση σε συνοδεία αλλαγή παρόδων και αυτόματη προσπέραση άλλων οχημάτων.
1997	Ο υπολογιστής Deep Blue της IBM κερδίζει τον παγκόσμιο πρωταθλητή σκακιού Gary Kasparov.
1998	Κυκλοφορεί ο Ferby της Tiger Electronics και γίνεται η πρώτη επιτυχημένη εμφάνιση ΤΠ σε οικιακό περιβάλλον.
1999	Η Sony λανσάρει το AIBO, που είναι ένα από τα πρώτα αυτόνομα κατοικίδια ΤΝ.
2004	Η DARPA ξεκινά το πρόγραμμα DARPA Grand Challenge «Μεγάλη Πρόκληση DARPA» που προκαλεί τους συμμετέχοντες να δημιουργήσουν αυτόνομα οχήματα για ένα χρηματικό βραβείο.

Πίνακας 1: Τα σημαντικότερα γεγονότα της Τεχνητής Νοημοσύνης

1.6 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ

Για να κατανοηθεί καλύτερα η Τεχνητή Νοημοσύνη θα πρέπει να συγκριθεί με την ανθρώπινη ώστε να επισημανθούν τα διαφορετικά σημεία [15].

- § Η ανθρώπινη συμπεριφορά και νοημοσύνη είναι ασταθής και επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, σε αντίθεση με τη ΤΝ η οποία είναι σταθερή και ανεξάρτητη από εξωτερικές επιδράσεις.
- § Ο άνθρωπος έχει μεταβαλλόμενη νοημοσύνη, είτε γιατί αλλάζει άποψη για κάποιο θέμα είτε γιατί ξεχνά. Η γνώση της ΤΝ παραμένει αναλλοίωτη.
- § Η ΤΝ μπορεί ανά πάσα στιγμή να τεκμηριώσει το τρόπο "σκέψης" της. Μπορεί δηλαδή να παραθέσει τα διαδοχικά βήματα που ακολούθησε για να καταλήξει στο συγκεκριμένο συμπέρασμα σε αντίθεση με τον άνθρωπο που πολλές φορές δεν μπορεί να αναπαράγει τα διαδοχικά βήματα που ακολούθησε για να φτάσει σε κάποιο συμπέρασμα.
- § Ο άνθρωπος έχει τη δυνατότητα να αποκτά και να δημιουργεί γνώση. Αντιθέτως η γνώση στα συστήματα ΤΝ είναι αυστηρώς καθορισμένη και η δομή είναι δύσκολο να μετατραπεί.
- § Η ανθρώπινη λογική μπορεί να χρησιμοποιεί ένα πολύ ευρύτερο πεδίο γνώσης από αυτό του συγκεκριμένου θέματος απόφασης. Η ΤΝ αντιθέτως είναι επικεντρωμένη μόνο σε εξειδικευμένα θέματα, διαθέτοντας γνώση μόνο για την επίλυση συγκεκριμένων προβλημάτων.
- § Η χρήση τεχνικών ΤΝ κοστίζει τις περισσότερες φορές λιγότερο από το κόστος χρησιμοποίησης ανθρώπινου δυναμικού για τη διεξαγωγή των ίδιων εργασιών.

1.7 ΓΛΩΣΣΕΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ

Οι πιο δημοφιλείς γλώσσες Τεχνητής Νοημοσύνης είναι η Prolog και η Lisp. Οι δύο αυτές γλώσσες βοηθούν στην γρήγορη ανάπτυξη των εφαρμογών της ΤΝ. Οι περισσότερες εφαρμογές ΤΝ είναι γραμμένες (τουλάχιστον το πρωτότυπό τους) στην γλώσσα Lisp.

§ PROLOG

Η PROLOG (PROgramming in LOGic) είναι μία συμβολική γλώσσα προγραμματισμού που βασίζεται στην κατηγορηματική λογική. Η ανάπτυξη της ξεκίνησε στην Ευρώπη στις αρχές της δεκαετίας του 1970 και βασίστηκε στις εργασίες των Colmerauer και Kowalski. Ένα πρόβλημα περιγράφεται στην PROLOG με τη μορφή γεγονότων και κανόνων και δεν περιέχει τον ακριβή αλγόριθμο επίλυσης του προβλήματος. Στην PROLOG δηλαδή, υπάρχει σαφής διαχωρισμός της γνώσης από το μηχανισμό ελέγχου. Υπάρχουν αρκετές παραλλαγές της και υπήρξε δημοφιλής στην Ευρώπη και την Ιαπωνία [2].

§ LISP

Η LISP (LISt Processor) είναι μία συναρτησιακή γλώσσα προγραμματισμού προσανατολισμένη στο χειρισμό συμβόλων και λιστών. Αναπτύχθηκε το 1958 από τον John McCarthy και βρίσκεται ακόμα σε χρήση. Η LISP υποστηρίζει μία διαδικαστική θεώρηση των προβλημάτων, όπου η γνώση του προβλήματος αναμειγνύεται με τη γνώση του τρόπου επίλυσης. Χρησιμοποιεί έξι θεμελιώδεις συναρτήσεις, τις οποίες ο χρήστης τις κάνει πιο περίπλοκες ανάλογα με το πρόβλημα που έχει να επιλύσει. Έχει και αυτή αρκετές παραλλαγές και υπήρξε πολύ δημοφιλής στις Η.Π.Α.[4].

Στην συνέχεια παραθέτω μερικές σημαντικές διαφορές μεταξύ των γλωσσών Τεχνητής Νοημοσύνης με τις γλώσσες γενικών χρήσεων.

ΓΛΩΣΣΕΣ PROLOG/LISP

- § Είναι γλώσσες πέμπτης γενιάς έως και σήμερα.
- § Οι γλώσσες αυτές και τα προγραμματιστικά εργαλεία αυτής της γενιάς χαρακτηρίζονται λιγότερο ή περισσότερο από την εξάλειψη της ανάγκης για περιγραφή αλγορίθμων.
- § Είναι γλώσσες Τεχνητής Νοημοσύνης και βοηθούν στην ανάπτυξη εφαρμογών της.
- § Επικεντρώνονται στην ποιοτική περιγραφή.

ΓΛΩΣΣΕΣ FORTRAN/COBOL/BASIC

- § Είναι γλώσσες δεύτερης γενιάς, δεκαετίας 60.
- § Οι γλώσσες αυτές εννοιολογικά βρίσκονται πιο κοντά στον άνθρωπο.
- § Χρησιμοποιούν μικρό σύνολο από αγγλικές λέξεις.
- § Για να εκτελεστεί ένα πρόγραμμα με αυτές τις γλώσσες γίνεται χρήση μεταφραστών (compilers) και των διερμηνευτών (interpreters).
- § Αποτελούν γλώσσες επιστημονικής κατεύθυνσης.
- § Είναι γλώσσες αλγοριθμικού τύπου δηλαδή χρειάζεται να προσδιορίζονται τα βήματα.

Ο μεταφραστής (compilers) είναι αυτός που μεταφράζει μία γραμμή του προγράμματος σε δυαδικό κώδικα κάθε φορά. Ο διερμηνευτής (interpreters) ελέγχει το πρόγραμμα για συντακτικά λάθη και το μεταφράζει ολόκληρο πριν ξεκινήσει η εκτέλεση οποιουδήποτε μέρους του. Η εκτέλεση του προγράμματος γίνεται κατόπιν απαίτησης του ίδιου του χρήστη.

1.8 Η ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΣΗΜΕΡΑ

Τα τελευταία χρόνια είχαμε σημαντικές εξελίξεις στις εφαρμογές της ΤΝ όπως η ρομποτική, ο σχεδιασμός ενεργειών, η μηχανική μάθηση και η μηχανική όραση. Αυτή

τη στιγμή υπάρχουν έμπειρα συστήματα τα οποία βοηθούν το χρήστη στο να χρησιμοποιεί ορισμένα προγράμματα, για παράδειγμα το office Assistant, να αναζητήσει πληροφορία στο διαδίκτυο, να στείλει e-mail, να τηρήσει ραντεβού και πολλά άλλα. Σε ορισμένες περιπτώσεις είναι σε θέση ακόμη και να μιλούν και να αστεϊεύονται όπως για παράδειγμα το Bonzi Byddy [2].

Υπάρχουν επίσης συστήματα αναγνώρισης φωνής τα οποία πραγματοποιούν κρατήσεις για αεροπορικές θέσεις με βάση τις προφορικές οδηγίες (μέσω τηλεφώνου) του πελάτη. Αυτά τα συστήματα προτείνουν μάλιστα τις βέλτιστες πτήσεις με κριτήρια το χρόνο και το κόστος (για παράδειγμα το σύστημα Pegasus) ή δίνουν πληροφορίες γενικού ενδιαφέροντος όπως η φωνητική πύλη My cosmos.

Επιπρόσθετα υπάρχουν ρομποτικά συστήματα που οδηγούν αυτοκίνητα σε αυτοκινητόδρομο χρησιμοποιώντας κάμερες και αποστασιόμετρα όπως είναι για παράδειγμα το σύστημα Alvin. Επίσης υπάρχουν συστήματα που διεξάγουν ιατρικές διαγνώσεις και συστήματα που ελέγχουν την εναέρια κυκλοφορία αεροπλάνων και πολλά άλλα [3],[6].

Η εταιρία SONY ανέπτυξε το Biped Entertainment Robot το σκυλάκι AIBO με δυνατότητες αυτονομίας, αναγνώριση ομιλίας, έκφραση συναισθημάτων με λόγο ή κινήσεις. Επίσης κατασκεύασε το ρομπότ της νέας γενιάς, το ORIO το οποίο μπορεί να χορεύει και να επικοινωνεί αναγνωρίζοντας 10000 ιαπωνικές, αγγλικές, ακόμη και ελληνικές λέξεις.

Η εταιρία FUJITSU ανέπτυξε το ανθρωποειδές ρομπότ HOAP (Humanoid for Open Architecture Platform), το οποίο μπορεί να κουνάει το κεφάλι, τη μέση και τα χέρια του και μπορεί να συνδεθεί σε έναν υπολογιστή για τη μεταφορά δεδομένων. Συνεχώς ανακαλύπτονται καινούρια ρομπότ για πολλές διεργασίες.

Η Τεχνητή Νοημοσύνη θέτει συνεχώς όλο και πιο υψηλούς στόχους. Πλέον προσπαθεί να δημιουργήσει συστήματα που εξαρτώνται λιγότερο από τον προγραμματιστή και περισσότερο από την ικανότητα τους να μαθαίνουν πώς να συμπεριφέρονται αλληλεπιδρώντας με το περιβάλλον.

Ελπίδα όλων βέβαια είναι ότι το βασικό κίνητρο των ερευνητών της Τεχνητής Νοημοσύνης θα αποτελεί η προσφορά των εφαρμογών στο καλό της ανθρωπότητας και μόνο. Θα ήταν επιθυμία όλων να υπάρχουν ιατρικά ρομπότ, τα οποία να μπορούν να επιχειρούν κρίσιμες επεμβάσεις, να μπορούν ενδεχομένως να κάνουν έγκυρες διαγνώσεις για κάθε ασθένεια και όχι μόνο να έχουν αποτυπωμένη την ειδική αυτή γνώση μέσα τους αλλά και να μπορούν ως σκεπτόμενα, να εξελίσσουν την έρευνα πάνω στην ιατρική.

Από την άλλη θα ήταν απάνθρωπο να χρησιμοποιηθεί η ΤΝ με σκοπό την ανάπτυξη καταστροφικών για τον κόσμο εφαρμογών, όπως για παράδειγμα η δημιουργία στρατού, αποτελούμενο από μηχανές – εχθρούς. Η καλή χρήση της τεχνολογίας είναι ένα θέμα που πρέπει πάντα να απασχολεί τους ερευνητές και τους χρηματοδότες τους. Η ΤΝ όπως φαίνεται έχει πολλά να προσφέρει σε όλους τους τομείς της ανθρώπινης ζωής και αυτό θα γίνει σε όλους φανερό μέσα στα επόμενα χρόνια [2] , [4].



ΕΜΠΕΙΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Το δεύτερο κεφάλαιο της εργασίας αναφέρεται στην γενική άποψη των Έμπειρων Συστημάτων. Θα γίνει σύντομη αναφορά στην ιστορική τους διαδρομή καθώς και θα αναφερθούν διάφοροι ορισμοί από τους επιστήμονές τους. Επίσης θα γίνει λόγος για τα χαρακτηριστικά τους αλλά και τον σκοπό δημιουργίας τους. Στο τέλος θα αναλυθεί η αρχιτεκτονική τους και τα στοιχεία των ΕΣ.

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΕΜΠΕΙΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Ο όρος Έμπειρα Συστήματα (expert systems) προέρχεται από το χώρο της Τεχνητής Νοημοσύνης και προτάθηκε για να περιγράψει προγράμματα υπολογιστή. Τα προγράμματα επιδεικνύουν νοήμονα συμπεριφορά σε συγκεκριμένους τομείς και διαδικασίες, ανάλογη ενός ανθρώπου εμπειρογνώμονα με ειδικότητα στον ίδιο τομέα [16]. Κάθε Έμπειρο Σύστημα απαιτεί εμπειρική γνώση ανεξάρτητα από το σκοπό για τον οποίο χρησιμοποιείται. Η εμπειρία δεν είναι απλώς η γνώση ή η εκπαίδευση πάνω σε ένα συγκεκριμένο τομέα εργασίας ή επιστήμης. Περιλαμβάνει ένα σύνολο εξειδικευμένων ικανοτήτων που έχουν αποκτηθεί με κόπο και σε μεγάλο χρονικό διάστημα για ένα τελείως συγκεκριμένο σκοπό.

Επομένως, Έμπειρο Σύστημα είναι κάθε πρόγραμμα υπολογιστή το οποίο κωδικοποιεί και χειρίζεται τη γνώση και τη συλλογιστική ενός ανθρώπου-ειδικού σε έναν εξειδικευμένο τομέα, με σκοπό την επίλυση προβλημάτων ή και την παροχή συμβουλών στον εν λόγω τομέα [17].

Δύο είναι οι τρόποι με τους οποίους μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα Έμπειρο Σύστημα. Ο πρώτος είναι να χρησιμοποιείται από έναν άνθρωπο μη-ειδικό, που θα του παρέχει λύσεις σε συγκεκριμένα προβλήματα που τίθενται, αντικαθιστώντας τον, εξομοιώνοντας την ικανότητα λήψης αποφάσεων εκ μέρους του. Ο δεύτερος τρόπος χρήσης ενός Έμπειρου Συστήματος είναι ο συμβουλευτικός. Ένας άνθρωπος-ειδικός, ο οποίος καλείται να πάρει μία απόφαση συμβουλευεται το Έμπειρο Σύστημα και με τον τρόπο αυτό παίρνει καλύτερες αποφάσεις, βελτιώνοντας την παραγωγικότητά του [16],[17].

Για μία πιο ολοκληρωμένη περιγραφή των έμπειρων συστημάτων, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τον ορισμό που δίνει η Βρετανική Εταιρία Υπολογιστών (The British Computer Society's Specialist Group on Expert Systems) [18]:

"An expert system is regarded as the embodiment within a computer of a knowledge-based component from an expert skill in such a form that the system can offer intelligent advice or take an intelligent decision about a processing function. A desirable additional characteristic, which many would consider fundamental, is the capability of the system, on demand, to justify its own line of reasoning in a manner directly intelligible to the enquirer ".

"Ένα έμπειρο σύστημα θεωρείται η ενσωμάτωση μέσα σε έναν υπολογιστή μίας βασισμένης-στη-γνώση συνιστώσας από την ικανότητα ενός ειδικού, με μία τέτοια μορφή ώστε το σύστημα να μπορεί να προσφέρει ευφυείς συμβουλές ή να πάρει μία ευφυή απόφαση για κάποια λειτουργία επεξεργασίας. Ένα πρόσθετο επιθυμητό χαρακτηριστικό, που πολλοί θα θεωρούσαν θεμελιώδες, είναι η ικανότητα του συστήματος, μετά από απαίτηση, να δικαιολογεί τη συλλογιστική του πορεία κατά τρόπο άμεσα κατανοητό στον ερωτώντα ".

Για την ανάπτυξη ενός Έμπειρου Συστήματος πρέπει να συνεργαστεί ένας άνθρωπος ειδικός του τομέα (domain expert) και ένας μηχανικός γνώσης (Knowledge engineer). Ο ειδικός του τομέα είναι κάποιος άνθρωπος εξειδικευμένος σε έναν τομέα της ανθρώπινης δραστηριότητας, η γνώση του οποίου για τον τομέα αυτό θα μεταφερθεί στο σύστημα. Ο μηχανικός γνώσης είναι ένας επιστήμονας της πληροφορικής, ειδικευμένος σε θέματα Τεχνητής Νοημοσύνης και Έμπειρων Συστημάτων. Ο μηχανικός γνώσης συνεργάζεται με τον ειδικό του τομέα με σκοπό τη λήψη της εμπειρίας (γνώσης) του. Με βάση τα αποτελέσματα της συνεργασίας αυτής ο μηχανικός γνώσης σχεδιάζει το σύστημα και τη δομή της γνώσης και στη συνέχεια το αναπτύσσει.

Το ολοκληρωμένο Έμπειρο Σύστημα χρησιμοποιείται από τον τελικό χρήστη (enduser), ο οποίος δεν είναι απαραίτητο να είναι σχετικός με την επιστήμη των υπολογιστών ή να είναι γνώστης του τομέα των Έμπειρων Συστημάτων. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να είναι φιλικό και εύχρηστο, σύμφωνα με τα σύγχρονα πρότυπα διασύνδεσης προγραμμάτων-χρήστη (π.χ. επαρκή βοήθεια, λειτουργία με παράθυρα, μενού επιλογών) [5].

2.2 ΟΡΙΣΜΟΙ ΕΜΠΕΙΡΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Στην διάρκεια της ανάπτυξης Έμπειρων Συστημάτων υπήρξε πληθώρα ορισμών. Οι ορισμοί εξαρτώνται από ποιά οπτική γωνία ο κάθε ένας τα προσεγγίζει. Γενικά οι ορισμοί μπορούν να χωρισθούν σε αυτούς που στηρίζονται στο τι κάνει ένα ΕΣ και σε αυτούς που ασχολούνται με το πώς το κάνει. Στη συνέχεια δίνονται μερικοί από τους ορισμούς που έχουν δοθεί κατά καιρούς.

Ο Feigenbaum (1982) θεωρεί ότι ένα Έμπειρο Σύστημα είναι ένα έξυπνο πρόγραμμα. Για να λύσει κάποιο πρόβλημα που είναι αρκετά δύσκολο απαιτεί σημαντική εμπειρία για την επίλυσή του και χρησιμοποιεί ειδική γνώση. Η γνώση που είναι απαραίτητη για τη λειτουργία σε αυτό το επίπεδο, μαζί με τις διαδικασίες εξαγωγής συμπερασμάτων, μπορεί να θεωρηθούν σαν ένα μοντέλο εμπειρίας των καλύτερων ειδικών του χώρου [19].

Ο Hayes-Roth (1984) αναφέρει ότι τα βασιζόμενα στη γνώση Έμπειρα Συστήματα ή όπως για συντομία τα αποκαλεί, τα συστήματα γνώσης χρησιμοποιούν ανθρώπινη γνώση για να επιλύσουν προβλήματα, που κανονικά για να επιλυθούν χρειάζονται ανθρώπινη νοημοσύνη [20].

Έμπειρο Σύστημα είναι εκείνο που αφενός μεν χειρίζεται πραγματικά σύνθετα προβλήματα, που απαιτούν την παρουσία ειδικού, αφετέρου δε επιλύει τέτοια προβλήματα χρησιμοποιώντας ένα υπολογιστικό μοντέλο λογικής ειδικού, καταλήγοντας στα ίδια συμπεράσματα που ένας ειδικός θα έφτανε αν αντιμετώπιζε ένα ανάλογο πρόβλημα. Ένα ΕΣ προσπαθεί να συλλάβει αρκετή από τη γνώση ενός ειδικού έτσι ώστε να επιλύει με έμπειρο τρόπο τα προβλήματα αναφέρουν οι Weiss and Kulikowski (1984) [21].

Οι Δουκίδης και Αγγελίδης (1992) συνδυάζοντας το τι και το πώς κάνει ένα έμπειρο σύστημα, ορίζουν ότι Έμπειρο Σύστημα είναι ένα πρόγραμμα που βοηθά το χρήστη

παρέχοντάς του πληροφορίες σε κάποιο ιδιαίτερο πεδίο. Ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό ενός Έμπειρου Συστήματος είναι ότι αυτό έχει την δυνατότητα να εξηγεί/αιτιολογεί τις χρησιμοποιηθείσες μεθόδους για τη παροχή πληροφοριών [4].

2.3 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Από τα μέσα της δεκαετίας του 1960 το ενδιαφέρον των ερευνητών άρχισε να μετατοπίζεται από τις απλές γενικές μεθόδους, προς την κατεύθυνση της εξειδικευμένης γνώσης. Αυτό οδήγησε στα πρώτα προγράμματα που κυκλοφόρησαν με επιτυχία στην αγορά σαν προϊόντα Τεχνητής Νοημοσύνης, τα λεγόμενα Έμπειρα Συστήματα (Expert Systems). Αυτά τα ειδικά προγράμματα περιέχουν λεπτομερείς πληροφορίες που τους επιτρέπουν να απαντούν σε ερωτήσεις σχετικές με έναν ειδικό τομέα. Ο Feigenbaum [19] ειδικός των Έμπειρων Συστημάτων είχε πει: «Ανακαλύψαμε ότι είναι καλύτερα να είναι κανείς πληροφορημένος παρά έξυπνος».

Στα μέσα του 1970 ξεκίνησε η συνεχής ανάπτυξη Έμπειρων Συστημάτων. Τα συστήματα αυτά απαιτούσαν την επεξεργασία μεγάλης μάζας εξειδικευμένης γνώσης. Η ισχύς ενός ΕΣ εξαρτάται κυρίως από τη γνώση που διαθέτει.

Στις αρχές του 1980 οι τεχνολογίες ανάπτυξης ΕΣ που περιορίζονταν σε πανεπιστημιακούς χώρους άρχισαν να εφαρμόζονται για την ανάπτυξη εμπορικών εφαρμογών όπως R-1, XCON, XSEL, CATS-1. Ταυτόχρονα άρχισαν οι προσπάθειες ανάπτυξης ειδικών εργαλείων, που θα συνέβαλαν στην ταχύτερη ανάπτυξη ΕΣ όπως για παράδειγμα το EMYCIN, AGE, KAS, EURISKO, M.1, EXSYS και τα οποία άρχισαν να εμφανίζονται στην αγορά από το 1983 [15].

Η περίοδος 1989-1995 ήταν περίοδος ακμής για τα Έμπειρα Συστήματα. Στην ραγδαία ανάπτυξή τους οδήγησε η από μέρους τους κάλυψη υπαρχόντων αναγκών της αγοράς. Η όλο και αυξανόμενη ανάγκη για όσο το δυνατόν πιο εξειδικευμένες συμβουλές, σε όλα τα επίπεδα αφενός και αφετέρου η έλλειψη και το υψηλό κόστος εξειδικευμένου προσωπικού ώθησε τις επιχειρήσεις να επενδύσουν τεράστια ποσά για την ανάπτυξη τέτοιων συστημάτων. Μετά το 1995 όμως ακολούθησε μία πτώση του ενδιαφέροντος τόσο από εμπορικής πλευράς όσο και από ερευνητικής.

2.4 ΕΠΙΘΥΜΗΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Υπάρχουν κάποια συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, τα οποία είναι επιθυμητό να υπάρχουν στα Έμπειρα Συστήματα. Συνήθως τα χαρακτηριστικά αυτά περιλαμβάνονται στη σχεδίαση των συστημάτων. Τα σημαντικότερα από αυτά είναι τα ακόλουθα [2],[22],[23]:

§ Επεξήγηση και αιτιολόγηση της πορείας συλλογισμού

Τα Έμπειρα Συστήματα πρέπει να επεξηγούν την πορεία του συλλογισμού που ακολούθησαν για την εύρεση της λύσης στην οποία κατέληξαν. Δεν είναι δηλαδή αποδεκτή η απλή αναφορά μίας λύσης, αλλά πρέπει και να τεκμηριώνεται με τον ίδιο

τρόπο που ένας άνθρωπος-ειδικός θα τεκμηριώνει τη δική του απόφαση. Με τον τρόπο αυτό αυξάνεται η εμπιστοσύνη του χρήστη προς το σύστημα.

§ Δυναμικότητα

Τα Έμπειρα Συστήματα πρέπει να επιτρέπουν την αλλαγή της υπάρχουσας γνώσης. Επειδή πολλές φορές η γνώση για κάποιο τομέα της επιστήμης δεν είναι σταθερή, αλλά αλλάζει διαρκώς, θα πρέπει να υπάρχουν επαρκείς και αποδοτικοί μηχανισμοί για τροποποίηση της υπάρχουσας γνώσης, πρόσθεση καινούργιας ή αφαίρεση λανθασμένης γνώσης από το σύστημα.

§ Υψηλές επιδόσεις

Το σύστημα θα πρέπει να είναι ικανό να μπορεί να δίνει απαντήσεις σε τέτοιο επίπεδο ώστε να μπορεί να ανταγωνίζεται τον άνθρωπο που είναι ειδικός στον συγκεκριμένο τομέα. Θα πρέπει δηλαδή η ποιότητα της συμβουλής που παρέχεται από το σύστημα να είναι υψηλή.

§ Αξιοπιστία

Το Έμπειρο Σύστημα θα πρέπει να είναι αξιόπιστο στη λειτουργία του και να μην αντιμετωπίζει συχνά προβλήματα γιατί αλλιώς δεν πρόκειται να καταστεί λειτουργικό.

§ Ικανοποιητικός χρόνος απόκρισης

Τα Έμπειρα Συστήματα πρέπει να φτάνουν στο αποτέλεσμα πολύ γρήγορα ή τουλάχιστον σε χρόνο συγκρίσιμο ή ακόμα και καλύτερο από το χρόνο που χρειάζεται ο εμπειρογνώμονας ώστε να καταλήξει σε απόφαση. Δεν έχει νόημα το σύστημα να φτάνει σε μία τέλεια λύση και να την τεκμηριώνει, όταν αργεί πάρα πολύ για να το πετύχει. Οι χρονικοί περιορισμοί που θα υπάρχουν στην επίδοσή του θα πρέπει να είναι σημαντικοί στην περίπτωση όπου η απάντηση του συστήματος θα πρέπει να είναι άμεση, όπως για παράδειγμα στην ιατρική.

§ Διαφάνεια του κώδικα

Τα Έμπειρα Συστήματα περιέχουν σαν κώδικα μία σαφή περιγραφή του προβλήματος με το οποίο ασχολούνται. Αναπαριστούν τη γνώση για το πρόβλημα σε συμβολική μορφή και δε πρέπει να αναμιγνύουν τη γνώση με το μηχανισμό χειρισμού και ελέγχου της.

§ Χειρισμός αβέβαιης ή ελλιπούς γνώσης

Το Έμπειρο Σύστημα θα πρέπει να είναι σχεδιασμένο για το χειρισμό αβέβαιης, ασαφούς, ή ελλιπούς γνώσης. Υπάρχουν προβλήματα για τα οποία δεν είναι διαθέσιμη όλη η γνώση που απαιτείται για την επίλυσή τους. Σε μία τέτοια περίπτωση ένας εμπειρογνώμονας θα έπαιρνε μία απόφαση στηριζόμενος στη διαθέσιμη γνώση. Ανάλογη συμπεριφορά θα πρέπει να είναι ικανά να επιδεικνύουν και τα Έμπειρα Συστήματα.

2.4.1 Χρήστης του Έμπειρου Συστήματος μπορεί να είναι [15]:

Πελάτης : Είναι κάποιος μη ειδικός ο οποίος χρησιμοποιεί το ΕΣ γιατί χρειάζεται τη συμβουλή του. Με τη χρήση του συστήματος μπορεί να βελτιώσει τη ποιότητα των αποφάσεων που παίρνει.

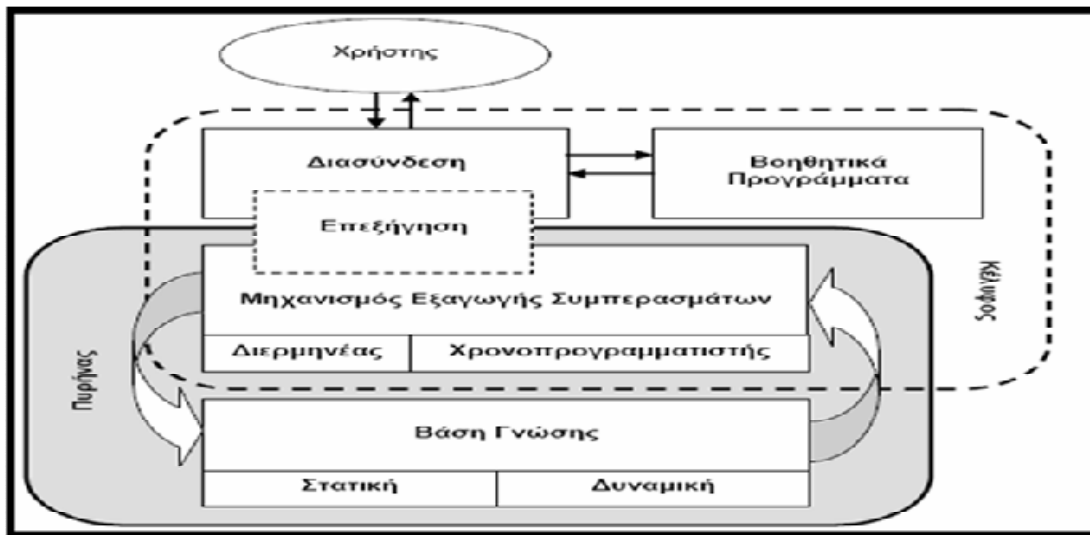
Μαθητής-Φοιτητής : Εδώ ο χρήστης χρησιμοποιεί το ΕΣ για να αυξήσει τη γνώση του πάνω σε ένα ειδικό θέμα. Το σύστημα στη περίπτωση αυτή παίζει το ρόλο του εκπαιδευτή.

Ειδικός : Για να έχει μία δεύτερη γνώμη σε κάποια απόφαση που θέλει να πάρει ή για να τον βοηθά σε κάποιες δευτερεύουσες εργασίες ή τέλος γιατί θέλει να παρακολουθεί τη λογική, μέσω των σταδιακών βημάτων που ακολουθεί το σύστημα, για να οδηγηθεί σε κάποιο συμπέρασμα.

Κατασκευαστής : Το άτομο αυτό χρησιμοποιεί το σύστημα για να το ελέγχει, να το βελτιώνει και για να αυξάνει τη γνώση που αυτό περιέχει.

2.5 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΜΠΕΙΡΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Ένα Έμπειρο Σύστημα αποτελείται από δύο μεγάλες κατηγορίες: τον πυρήνα του συστήματος και ένα σύνολο βοηθητικών προγραμμάτων [2].



Σχήμα 1: Αναπαράσταση δομής Έμπειρου Συστήματος

Ο πυρήνας του αποτελείται από δύο μέρη: τη βάση γνώσης και το μηχανισμό εξαγωγής συμπερασμάτων. Αυτός ο πλήρης διαχωρισμός της γνώσης του συστήματος από το μηχανισμό εξαγωγής συμπερασμάτων της είναι το βασικό τους χαρακτηριστικό. Προσφέρει διαφάνεια στον προγραμματισμό του συστήματος και ευκολία προσθήκης, αφαίρεσης και τροποποίησης της γνώσης. Ο πυρήνας του

αναπτύσσεται συνήθως σε ένα προγραμματιστικό περιβάλλον ανάπτυξης υψηλού επιπέδου, το οποίο μπορεί να είναι είτε μία γλώσσα προγραμματισμού ή κάποιο εργαλείο εξειδικευμένο για την ανάπτυξη Έμπειρων Συστημάτων.

Τα βοηθητικά προγράμματα που το συνοδεύουν χρησιμεύουν συνήθως για τη διασύνδεση και επικοινωνία του συστήματος με το χρήστη, για το χειρισμό εξωτερικών βάσεων δεδομένων και για τη συνεργασία με περιφερειακά μηχανήματα. Ο συνδυασμός αυτών των βοηθητικών προγραμμάτων με το μηχανισμό εξαγωγής συμπερασμάτων αποτελεί ένα εργαλείο ανάπτυξης έμπειρων συστημάτων που αναφέρεται συνήθως ως κέλυφος έμπειρων συστημάτων (expert system shell).

2.6 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΜΠΕΙΡΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

2.6.1 Βάση Γνώσης (Knowledge based)

Η βάση γνώσης περιέχει όλη την εμπειρογνωμοσύνη του συστήματος, όπως την εκμαίευσε ο μηχανικός γνώσης από τον άνθρωπο-ειδικό κατά τη διαδικασία ανάπτυξης του Έμπειρου Συστήματος. Αποτελείται από δύο μέρη [2]:

Το πρώτο μέρος είναι η στατική βάση γνώσης και περιέχει τα αρχικά δεδομένα που περιγράφουν το πρόβλημα και τις διαδικασίες επίλυσής του. Το τμήμα αυτό δε μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του προγράμματος.

Το δεύτερο μέρος ονομάζεται δυναμική βάση γνώσης ή μνήμη εργασίας. Συνιστά το δυναμικό κομμάτι της γνώσης που χρειάζεται για την επίλυση κάποιου προβλήματος. Κατά την εκτέλεση του Έμπειρου Συστήματος αλλάζει και μπορεί να περιλαμβάνει ενδιάμεσα συμπεράσματα, τα οποία δημιουργούνται κατά την εκτέλεση του προγράμματος, καθώς και την τελική προτεινόμενη λύση.

2.6.2 Μηχανή Εξαγωγής Συμπερασμάτων (inference engine)

Η μηχανή εξαγωγής συμπερασμάτων είναι το τμήμα του πυρήνα, υπεύθυνο για το χειρισμό της βάσης γνώσης και την εξαγωγή συμπερασμάτων από αυτήν [32]. Η δομή του εξαρτάται από την οργάνωση και τον τρόπο αναπαράστασης της γνώσης. Χωρίζεται σε δύο μέρη, τον διερμηνέα και τον χρονοπρογραμματιστή.

Ο διερμηνέας (interpreter) είναι το τμήμα που είναι υπεύθυνο για το χειρισμό της υπάρχουσας γνώσης και την παραγωγή νέας. Ο χρονοπρογραμματιστής (scheduler) είναι το υπεύθυνο τμήμα για την επίλυση προβλημάτων σύγκρουσης (conflict) κανόνων μεταξύ τους. Δύο ή περισσότεροι κανόνες συγκρούονται όταν ικανοποιούνται ταυτόχρονα οι συνθήκες τους. Στην περίπτωση αυτή, με βάση κάποια κριτήρια, πρέπει να επιλεγεί ένας από τους υποψήφιους κανόνες και να εκτελεσθεί. Ο χρονοπρογραμματιστής λοιπόν αποφασίζει στην ουσία για το πότε και με ποιά σειρά θα χρησιμοποιηθούν τα δεδομένα της βάσης γνώσης.

2.6.3 Διασύνδεση

Ο όρος αναφέρεται κατά κύριο λόγο στην διασύνδεση με το χρήστη (user interface). Είναι το τμήμα του συστήματος που είναι υπεύθυνο για την παροχή ενός φιλικού και εύχρηστου περιβάλλοντος στον τελικό χρήστη.

Επίσης υπάρχει ακόμα ένα τμήμα που ονομάζεται μονάδα επεξήγησης (explanation facility). Το Έμπειρο Σύστημα συνήθως πραγματοποιεί ερωτήσεις προς το χρήστη, προκειμένου να αντλήσει κάποια δεδομένα, για να εξάγει συμπεράσματα. Ο χρήστης (end-user), ο οποίος δεν είναι αναγκαία γνώστης του αντικειμένου του συστήματος, πρέπει να μπορεί να απαντήσει εύκολα στις ερωτήσεις, χρησιμοποιώντας λειτουργίες με παράθυρα, μενού επιλογών και επαρκή βοήθεια. Ο χρήστης μπορεί ακόμα μέσω της διασύνδεσης να κάνει κάποιες ερωτήσεις στο Έμπειρο Σύστημα σχετικά με τους σκοπούς των ερωτήσεων ή και την πορεία του συλλογισμού και να βλέπει τις αντίστοιχες απαντήσεις.

Να σημειωθεί τέλος ότι στον όρο διασύνδεση συμπεριλαμβάνεται και η διασύνδεση του Έμπειρου Συστήματος με το περιβάλλον του και η διασύνδεση με τα βοηθητικά προγράμματα.

2.6.4 Μηχανισμός Επεξήγησης (explanation mechanism)

Ο μηχανισμός επεξήγησης ενός ΕΣ θα πρέπει να είναι σε θέση να εξηγεί τη συμπεριφορά του στο χρήστη, για τους εξής λόγους:

- § Οι τελικοί χρήστες θα πρέπει να βεβαιωθούν για την ορθότητα της συλλογιστικής του συστήματος. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται έλεγχος αξιοπιστίας (validation).
- § Οι μηχανικοί γνώσης και οι προγραμματιστές θέλουν να παρακολουθούν την συλλογιστική του συστήματος, προκειμένου να διαγνώσουν λάθη και να επιβεβαιώσουν την πιστότητα της αποθηκευμένης γνώσης σε σύγκριση με την γνώση του ειδικού. Έτσι χρησιμοποιούν τη δυνατότητα της επεξήγησης σαν εργαλείο εκσφαλμάτωσης. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται εκσφαλμάτωση κώδικα (debugging).
- § Οι ειδικοί πρέπει να ελέγχουν την πορεία του συλλογισμού που ακολουθεί το Έμπειρο Σύστημα, προκειμένου να διαπιστώσουν κατά πόσο ταιριάζει η γνώση και η συλλογιστική που μεταφέρθηκε από το μηχανικό γνώσης στο Έμπειρο Σύστημα, με την πραγματικότητα. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται επαλήθευση (verification).

Ο μηχανισμός επεξήγησης ονομάζεται πολλές φορές και διαφάνεια του προγράμματος, επειδή ο χρήστης μπορεί ανά πάσα στιγμή να γνωρίζει τι κάνει το πρόγραμμα και γιατί. Ο μηχανισμός επεξήγησης αλληλεπιδρά με το μηχανισμό εξαγωγής συμπερασμάτων, επειδή η πορεία της συλλογιστικής του έμπειρου συστήματος συνδέεται άμεσα με τον τρόπο εκτέλεσης των κανόνων [2].

2.7 ΣΚΟΠΟΣ ΤΩΝ ΕΜΠΕΙΡΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Τα Έμπειρα Συστήματα αποσκοπούν στην επίλυση ρεαλιστικών προβλημάτων που συνήθως αντιμετωπίζονται από έναν άνθρωπο-ειδικό. Χρησιμοποιούνται για την επίλυση προβλημάτων διαφόρων τομέων με στόχο να προτείνουν λύσεις και να συμβουλέψουν τους χρήστες. Μπορούν να λύσουν προβλήματα με ελλιπή δεδομένα φτάνοντας στη λύση πιο γρήγορα από τον άνθρωπο-ειδικό έχοντας σχεδόν εξασφαλίσει την ορθότητα των αποτελεσμάτων τους.

Ο βασικός τους στόχος είναι να συνδυάσουν τη γνώση πολλών εμπειρογνωμόνων σε μία ενιαία γνώση. Η ολοκληρωμένη γνώση είναι πάντοτε διαθέσιμη σε όλους τους χρήστες ταυτόχρονα χωρίς την αναγκαστική παρουσία κάποιου ειδικού στο εκάστοτε πρόβλημα. Υπάρχουν συστήματα που διατίθενται στο εμπόριο τα οποία βοηθούν στην εξάπλωση της γνώσης. Επίσης κάποια συστήματα απευθύνονται σε ένα σύνολο ανθρώπων όπως για παράδειγμα στους μαθητές ενός σχολείου που στοχεύουν στη συγκέντρωση και μετάδοση της γνώσης.

Ιδιαίτερα στη εκπαίδευση και στην μαθησιακή διαδικασία βοηθούν στην αποτελεσματικότερη και πολύπλευρη μετάδοση της γνώσης. Η γνώση αυτή μέσω των συστημάτων παρέχεται πιο γρήγορα. Πρέπει να τονιστεί ότι δεν αποσκοπούν στην αντικατάσταση του εκπαιδευτικού αλλά στην ενίσχυσή του. Εφόσον η ανάπτυξη ενός Έμπειρου Συστήματος γίνει με το σωστό τρόπο τότε γίνεται χρήσιμο εργαλείο χειρισμού της γνώσης. Συμπερασματικά την τελική απόφαση πρέπει να την παίρνει ο χρήστης με την βοήθεια του συστήματος.



***ΕΜΠΕΙΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ
ΚΑΙ
Η ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ
ΓΝΩΣΗΣ***

Σε αυτό το κεφάλαιο της εργασίας θα αναφερθούμε στους μεθόδους αναπαράστασης της γνώσης. Θα αναφερθούμε αναλυτικά στις διαφορές μεταξύ ΕΣ και συμβατικών προγραμμάτων όπως επίσης θα γίνει εκτενής αναφορά στα πλεονεκτήματα τους και τα μειονεκτήματα τους έναντι των ανθρώπων ειδικών. Ακόμα θα γίνει αναφορά στα μέσα υλοποίησης των ΕΣ και στο τέλος θα δούμε κάποια χρονικά στοιχεία.

3.1 ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΓΝΩΣΗΣ

Οι τρεις βασικοί τρόποι οργάνωσης της γνώσης που έχουν εφαρμογή σε Έμπειρα Συστήματα είναι:

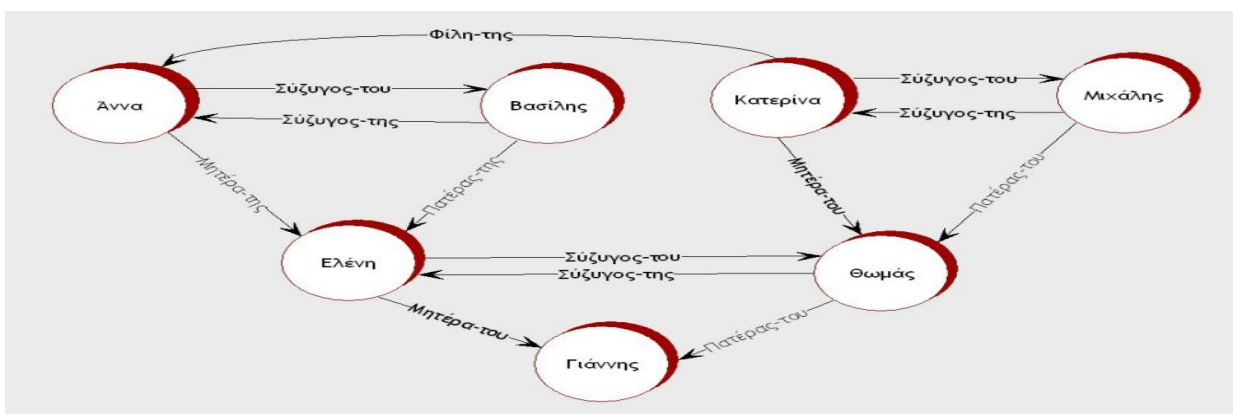
3.1.1 Σημασιολογικά δίκτυα (semantic networks)

Τα σημασιολογικά ή εννοιολογικά δίκτυα είναι ένας τρόπος αναπαράστασης της γνώσης σε μορφή γράφου. Αποτελείται από κόμβους (nodes) και δεσμούς (links arcs) ανάμεσά τους. Οι κόμβοι μπορεί να υποδηλώνουν κλάσεις αντικειμένων (classes), αντικείμενα (objects), έννοιες (concepts), τιμές ιδιοτήτων (values), ενώ οι δεσμοί δηλώνουν τις σχέσεις (relations) των κόμβων μεταξύ τους, γι' αυτό απεικονίζονται ως γραμμές που συνδέουν τους κόμβους.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι δεσμών, από τους οποίους οι σημαντικότεροι είναι οι IS-A και A-KIND-OF, γνωστοί επίσης και ως ISA και ΑΚΟ αντίστοιχα. Μία βασική ιδιότητα που έχουν οι παραπάνω σχέσεις είναι η κληρονόμηση ιεραρχίας (inheritance hierarchy) δηλαδή οι κόμβοι που βρίσκονται χαμηλά στο δίκτυο οι οποίοι είναι οι απόγονοι κληρονομούν τις ιδιότητες των προγόνων τους. Έτσι εξοικονομούμε χώρο γιατί δεν χρησιμοποιούμε πολλά τόξα για κοινές ιδιότητες.

- § (IS-A) ή (ISA): Η σχέση αυτή μπαίνει ανάμεσα σε δύο κόμβους. Για παράδειγμα, όπως βλέπουμε στο σχήμα της επόμενης σελίδας η Άννα είναι μητέρα της Ελένης. Οι ιδιότητες που έχει ο κόμβος Άννα μπορούν να κληρονομηθούν στο κόμβο Ελένη. Η κληρονόμηση γίνεται από τους κόμβους που βρίσκονται ψηλότερα στην ιεραρχία.
- § (A-KIND-OF) ή (ΑΚΟ): Η σχέση ΑΚΟ υπάρχει μεταξύ κλάσεων αντικειμένου.

Ένα παράδειγμα σημασιολογικού δικτύου απεικονίζεται στη συνέχεια:



Σχήμα 2 :Παράδειγμα σημασιολογικού δικτύου

3.1.2 Πλαίσια (frames)

Τα πλαίσια είναι ο πιο προσφιλής τρόπος αναπαράστασης γνώσης. Μοιράζονται πολλά κοινά χαρακτηριστικά με τους άλλους τρόπους αναπαράστασης της γνώσης. Χρησιμοποιούνται στις περιπτώσεις που είναι χρήσιμο να συγκεντρώνονται σε ένα σημείο διαφορετικές πληροφορίες, που αφορούν όμως το ίδιο αντικείμενο. Στο διπλανό σχήμα απεικονίζεται ένα πλαίσιο.

Τα διάφορα χαρακτηριστικά στοιχεία ενός αντικειμένου αποθηκεύονται μέσα στο πλαίσιο σε δομές που ονομάζονται σχισμές (slots). Οι σχισμές, στο αριστερό μέρος του σχήματος, είναι ένα σύνολο περιγραφών. Δεξιά των περιγραφών υπάρχουν κενά που μπορούν να γεμίσουν αποτελώντας την τρέχουσα τιμή της σχισμής, η οποία μπορεί να είναι μία προκαθορισμένη τιμή ή τρέχουσα τιμή μίας μεταβλητής ή ένας κώδικας προγράμματος που πρέπει να τρέξει.

ΟΝΟΜΑ: ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ	
ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ - ΤΟΥ	ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΣ
ΟΝΟΜΑ	
ΗΛΙΚΙΑ	
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ	
ΜΙΣΘΟΣ	
ΗΜΕΡ.ΕΝΑΡΞΗΣ	
ΜΕΧΡΙ	

Σχήμα3: Πλαίσιο

3.1.3 Κανόνες παραγωγής (Production rules)

Οι κανόνες παραγωγής είναι συνηθέστερη μέθοδος αναπαράστασης της γνώσης που υπάρχει μέσα σε ένα Έμπειρο Σύστημα και αποτελούν ίσως τον πρακτικότερο τρόπο αναπαράστασης για την εξαγωγή συμπερασμάτων.

Οι κανόνες μπορούν να οριστούν ως μία δομή IF-THEN, που συνδέει ένα δεδομένο στο τμήμα IF με μία ενέργεια στο τμήμα THEN. Οι κανόνες παρέχουν κάποια περιγραφή για το πώς να λυθεί ένα πρόβλημα ενώ είναι σχετικά εύκολο να δημιουργηθούν.

Το τμήμα IF ονομάζεται συνθήκη (condition), προϋπόθεση (premise) ή αριστερό μέρος του κανόνα (left hand side). Το τμήμα THEN ονομάζεται ως επακόλουθο (consequent) ή δεξιό μέρος του κανόνα (right hand side).

Έτσι όταν οι συνθήκες είναι αληθείς τότε συνεπάγεται ότι αληθεύουν οι ενέργειες και αντιστρόφως. Παρομοίως όταν οι συνθήκες είναι ψευδείς συνεπάγεται ότι και οι ενέργειες είναι ψευδείς και αντιστρόφως. Η λογική αυτή είναι γνωστή σαν *modus ponens*.

Τα χαρακτηριστικά των κανόνων είναι:

- § Η σύνταξη των κανόνων πρέπει να περιέχει περιορισμένο κείμενο με σαφή έννοια και να είναι κατανοητό σε κάθε στάδιο εργασιών.
- § Οι κανόνες μπορούν να παρίστανται με σύνθετη δομή ή με διασυνδεόμενες ομάδες κανόνων.
- § Για το χειρισμό τους και την κατάλληλη επεξεργασία τους, απαιτείται η χρήση ειδικών γλωσσών όπως Lisp, Prolog.
- § Η γνώση που χρησιμοποιείται έχει ποιοτικές διαστάσεις.

Κατά την ανάπτυξη ενός ΕΣ δημιουργούνται δύο είδη κανόνων ανάλογα με το είδος της γνώσης που αναπαριστούν. Οι δηλωτικοί κανόνες γνώσης είναι αυτοί που περιέχουν τη γνώση για το πρόβλημα, ενώ οι διαδικαστικοί κανόνες περιέχουν τη γνώση για το τρόπο επίλυσής του. Οι πρώτοι αποτελούν τη βάση γνώσης ενώ οι δεύτεροι περιέχονται στο μηχανισμό εξαγωγής συμπερασμάτων. Υπάρχει άλλο ένα είδος κανόνων, οι μετά-κανόνες (metarules) οι οποίοι περιέχουν γνώση για το χειρισμό τόσο των άλλων δύο τύπων κανόνων όσο και για το χειρισμό των ίδιων. Οι μετά-κανόνες περιέχονται και αυτοί στο μηχανισμό εξαγωγής συμπερασμάτων [15].

3.2 ΕΜΠΕΙΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ

Οι διαφορές που υπάρχουν ανάμεσα στα Έμπειρα Συστήματα και στα συμβατικά προγράμματα αφορούν τόσο τη δομή όσο και τη λειτουργία τους. Τα βασικότερα σημεία διαφοροποίησης συνοψίζονται στα εξής.

- § Τα Έμπειρα Συστήματα προσομοιώνουν την ανθρώπινη συλλογιστική πάνω σε ένα πρόβλημα ή τομέα γνώσης αντί να προσομοιώνουν το ίδιο το πρόβλημα. Αυτό τα διακρίνει από τα συμβατικά προγράμματα που χρησιμοποιούν μαθηματικά μοντέλα. Φυσικά, ένα έμπειρο σύστημα δεν είναι ένα ακριβές αντίγραφο του μοντέλου της σκέψης ενός ανθρώπου-ειδικού, αλλά επικεντρώνεται απλά στην εξομοίωση της διαδικασίας που ακολουθεί ο ειδικός όταν επιλύει ένα πρόβλημα [2].
- § Τα Έμπειρα Συστήματα λύνουν τα προβλήματα με ευριστικές μεθόδους οι οποίες, αντίθετα με τους αλγόριθμους που χρησιμοποιούνται στα συμβατικά προγράμματα, δεν έχουν βέβαιη επιτυχία. Μία ευριστική μέθοδος είναι ένας εμπειρικός κανόνας επίλυσης προβλημάτων σε κάποιον τομέα. Οι ευριστικές μέθοδοι συνήθως δεν απαιτούν πλήρη δεδομένα για να λειτουργήσουν και οι λύσεις που προτείνουν δεν είναι απολύτως βέβαιες. Η χρήση τους όμως βοηθάει το σύστημα στη γρήγορη εύρεση μίας λύσης, όχι απαραίτητα της βέλτιστης, επειδή περιορίζεται ο χώρος αναζήτησης και δεν εξετάζονται όλες οι περιπτώσεις [2].
- § Οι γλώσσες που χρησιμοποιούν τα Έμπειρα Συστήματα βρίσκονται πλησιέστερα στη λειτουργία της ανθρώπινης σκέψης όπως σύμβολα, ενώ αυτές που χρησιμοποιούνται στο συμβατικό προγραμματισμό βρίσκονται πλησιέστερα στον τρόπο λειτουργίας του υπολογιστή.
- § Η γνώση που χρησιμοποιούν είναι αποθηκευμένη στη βάση γνώσης ενώ τα συμβατικά προγράμματα χρησιμοποιούν μία βάση δεδομένων.
- § Η επέκταση και η αναθεώρηση της υπάρχουσας γνώσης στα Έμπειρα Συστήματα γίνεται ευκολότερα από ότι στα συμβατικά προγράμματα.

- § Τέλος, σε αντίθεση με τα συμβατικά προγράμματα, τα Έμπειρα Συστήματα εκφράζουν ικανοποιητικά κάποια από τα χαρακτηριστικά της ανθρώπινης συλλογιστικής, όπως χειρισμό ασαφούς, αβέβαιης και μη-πλήρους γνώσης, καθώς επίσης και δυνατότητα επεξήγησης της πορείας συλλογισμού.

3.3 ΕΜΠΕΙΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΟΙ-ΕΙΔΙΚΟΙ

Τα Έμπειρα Συστήματα έρχονται ουσιαστικά να βοηθήσουν τον άνθρωπο-ειδικό. Επομένως, η μελέτη των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων τους παραπέμπει άμεσα σε μία σύγκριση μεταξύ αυτών και των ειδικών [2],[24].

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

§ Πολλαπλή ειδική επιστημονική γνώση

Η γνώση από πολλούς ειδικούς μπορεί να καταστεί διαθέσιμη και να χρησιμοποιείται ταυτόχρονα και συνεχόμενα πάνω σε ένα πρόβλημα οποιαδήποτε στιγμή της ημέρας ή της νύχτας. Το επίπεδο της ειδικής επιστημονικής γνώσης που είναι το αποτέλεσμα της συνεργασίας πολλών ειδικών μπορεί να ξεπεράσει το επίπεδο αυτής που προσφέρεται από έναν και μοναδικό μεμονωμένο ειδικό.

§ Αποδοτικότητα-Κόστος

Τα Έμπειρα Συστήματα μπορούν να αυξήσουν την παραγωγικότητα και να μειώσουν το κόστος προσωπικού. Τα Έμπειρα Συστήματα έχουν μεν υψηλό κόστος παραγωγής αλλά χαμηλό κόστος λειτουργίας. Εξάλλου το συνολικό κόστος παραγωγής και συντήρησης μπορεί να μοιραστεί σε πολλούς χρήστες.

§ Μονιμότητα γνώσης

Η ειδική επιστημονική γνώση είναι μόνιμη. Σε αντίθεση με τους ανθρώπους-ειδικούς οι οποίοι μπορεί να αποσυρθούν, να παραιτηθούν ή ακόμα να πεθάνουν. Η γνώση η οποία είναι αποθηκευμένη σε ένα Έμπειρο Σύστημα μπορεί να κρατήσει έπ' αόριστον.

§ Διαθεσιμότητα

Η δημιουργία πολλαπλών αντιγράφων ενός Έμπειρου Συστήματος είναι μία εύκολη και φθηνή διαδικασία. Καθίσταται λοιπόν δυνατή η αυξημένη διαθεσιμότητα της εμπειρογνωμοσύνης. Αντίθετα, ο άνθρωπος-ειδικός χρειάζεται εκπαίδευση από έναν άλλο ειδικό. Η διαδικασία αυτή είναι ακριβή και κυρίως χρονοβόρα.

§ Επεξήγηση

Το Έμπειρο Σύστημα μπορεί με ακρίβεια να εξηγήσει τη λογική που το οδήγησε σε κάποιο συγκεκριμένο συμπέρασμα. Ένας άνθρωπος μπορεί να είναι πολύ κουρασμένος, απρόθυμος ή να μην μπορεί να δίνει επεξηγήσεις συνέχεια. Αυτό αυξάνει την εμπιστοσύνη ότι η σωστή απόφαση έχει ληφθεί.

§ Γρήγορη απάντηση

Οι γρήγορες απαντήσεις σε πραγματικό χρόνο είναι πολλές φορές απαραίτητες για κάποιες εφαρμογές. Ανάλογα με το λογισμικό του υπολογιστή και το hardware αυτού, ένα Έμπειρο Σύστημα μπορεί να απαντά πιο γρήγορα από έναν άνθρωπο ειδικό. Κάποιες επείγουσες καταστάσεις μπορεί να χρειάζονται απαντήσεις πιο γρήγορα από το χρόνο στον οποίο μπορεί να τις προσφέρει ένας άνθρωπος-ειδικός, οπότε ένα τέτοιο σύστημα που να αποκρίνεται σε πραγματικό χρόνο μπορεί να αποτελέσει μία καλή επιλογή.

§ Μειωμένος κίνδυνος

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε περιβάλλον το οποίο μπορεί να είναι επικίνδυνο για ανθρώπους. Τα Έμπειρα Συστήματα με την χρήση αισθητήρων, μπορούν να λαμβάνουν αποφάσεις και να παρακινούν ενέργειες ακόμα και σε περιβάλλοντα επικίνδυνα για τον ανθρώπινο οργανισμό.

§ Ευφυής δάσκαλος

Το Έμπειρο Σύστημα μπορεί να λειτουργήσει ως ευφυής δάσκαλος αφήνοντας το μαθητή-χρήστη να τρέξει πρότυπα προγράμματα και εξηγώντας του την αντίστοιχη λογική.

§ Αυξημένη αξιοπιστία

Τα Έμπειρα Συστήματα είναι αξιόπιστα για τις σωστές αποφάσεις που λαμβάνουν. Μπορούν να παρέχουν μία δεύτερη γνώμη στον άνθρωπο-ειδικό ενώ μπορούν επίσης να δώσουν λύση σε περίπτωση που υπάρχει διαφωνία στις απόψεις πολλών ειδικών πάνω σε ένα θέμα. Ασφαλώς αυτή η μέθοδος δεν λειτουργεί όταν το Έμπειρο Σύστημα είναι σχεδιασμένο από έναν εκ των διαφωνούντων ειδικών. Το έμπειρο σύστημα θα πρέπει πάντα να συμφωνεί με τον ειδικό, εκτός της περιπτώσεως όπου ο ειδικός κάνει λάθος. Ωστόσο, αυτό θα μπορούσε να συμβεί εάν ο άνθρωπος-ειδικός ήταν είτε κουρασμένος είτε αγχωμένος.

Η διαδικασία ανάπτυξης ενός Έμπειρου Συστήματος έχει ένα έμμεσο πλεονέκτημα αφού και η γνώση του ανθρώπου-ειδικού πρέπει να πάρει μία συγκεκριμένη μορφή ώστε να εισαχθεί στο σύστημα. Επειδή η γνώση είναι πλέον με ακρίβεια γνωστή αντί να υπάρχει σε μία γενική μορφή στο μυαλό του ανθρώπου-ειδικού. Έτσι μπορεί πλέον να εξεταστεί για την ακρίβειά της, την συνέπειά της και την πληρότητά της. Η γνώση αυτή μπορεί πλέον να χρειάζεται να προσαρμοσθεί ή να επανεξετασθεί, κάτι το οποίο θα βελτιώσει την ποιότητά της.

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

§ Έλλειψη κοινής λογικής-εμπειρίας

Οι ειδικοί συνδυάζουν πολλές φορές μαζί με την γνώση και την εμπειρία τους, σοφία ή κοινή λογική για την αποδοχή ή απόρριψη λύσεων. Τα Έμπειρα Συστήματα μπορούν μεν να δικαιολογήσουν τις λύσεις που προτείνουν αλλά δεν μπορούν να τις αξιολογήσουν.

§ Έλλειψη μετά-γνώσης

Ένας εμπειρογνώμονας γνωρίζει τα όρια των δυνατοτήτων του. Τα Έμπειρα Συστήματα πάσχουν από έλλειψη μετά-γνώσης, τη γνώση δηλαδή των δυνατοτήτων τους και των καταστάσεων που μπορούν να αντιμετωπίσουν.

§ Περιορισμένο γνωστικό αντικείμενο

Τα Έμπειρα Συστήματα δεν είναι αποδοτικά στο να αντιμετωπίζουν απροσδιόριστες ή νέες καταστάσεις, ούτε στο να παρέχουν απαντήσεις σε προβλήματα εκτός του γνωστικού τους πεδίου. Γνωρίζουν ακριβώς ότι περιέχεται στη βάση γνώσης τους και τίποτα παραπάνω, σε αντίθεση με τον άνθρωπο-ειδικό που μπορεί να ανταποκριθεί με κάποιον τρόπο σε οποιαδήποτε κατάσταση, ακόμα και χωρίς να είναι ο πλέον κατάλληλος.

§ Απουσία ελέγχου της γνώσης

Τα περισσότερα Έμπειρα Συστήματα δεν εκτελούν έλεγχο της λογικής ορθότητας, πληρότητας και συνέπειας της γνώσης την οποία τροφοδοτούνται. Αντίθετα, ο ειδικός μπορεί να το κάνει αυτό, έστω και εμπειρικά ή ακόμα και υποσυνείδητα.

§ Εξάρτηση στη διαδικασία εκμάθησης

Οι άνθρωποι μπορούν να προσαρμόζονται σε περιβάλλοντα που αλλάζουν συνεχώς μέσω της επικοινωνίας με το περιβάλλον και της εκμάθησης. Εμφανίζουν λοιπόν μία αυτονομία στη μάθηση, έστω και αν αυτή η διαδικασία μπορεί να αποδειχθεί αργή. Τα Έμπειρα Συστήματα πρέπει να προγραμματιστούν για να μαθαίνουν αυτόματα να αναθεωρούν τη συμπεριφορά τους (μηχανική μάθηση), χωρίς πάντα να λαμβάνουν υπόψη τους εντελώς νέα, εξωτερικά για αυτά, δεδομένα.

Παρά τα πλεονεκτήματά τους, τα Έμπειρα Συστήματα δεν έχουν αντικαταστήσει πλήρως τον άνθρωπο-ειδικό, αλλά συνήθως τον απαλλάσσουν από τις τετριμμένες εργασίες, χρησιμοποιώντας τη βοήθεια του σε περιπτώσεις για τις οποίες έχουν ελλιπή ή μη κατάλληλη γνώση. Με βάση αυτές τις προδιαγραφές, καθορίζονται τα πλαίσια μέσα στα οποία κατασκευάζονται τα εργαλεία για την υλοποίησή τους αλλά και οι κατηγορίες προβλημάτων για τα οποία συνίσταται η χρήση Έμπειρων Συστημάτων.

3.4 ΜΕΣΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΜΠΕΙΡΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Σε ότι αφορά την υλοποίηση των ΕΣ τα μέσα που είναι διαθέσιμα για την ανάπτυξή τους χωρίζονται σε τρεις κύριες κατηγορίες, τις γλώσσες, τα κελύφη και τα εργαλεία.

3.4.1 Γλώσσες (languages)

Οι γλώσσες προγραμματισμού χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, στις συμβατικές (procedural) και στις συμβολικές (declarative) ή γλώσσες Τεχνητής Νοημοσύνης [2]. Τα Έμπειρα Συστήματα μπορούν να δημιουργηθούν με βάση οποιαδήποτε γλώσσα προγραμματισμού. Εντούτοις, οι περισσότερες γλώσσες είναι σχεδιασμένες έτσι

ώστε να είναι κατάλληλες σε ορισμένους τύπους εφαρμογών. Οι συμβατικές γλώσσες δεν ενδείκνυνται για το χειρισμό γνώσης και την έκφραση εννοιών, αλλά έχουν το πλεονέκτημα ότι είναι συμβατές με την υπάρχουσα υπολογιστική υποδομή, όπως βάσεις δεδομένων και άλλα βοηθητικά προγράμματα. Για αυτό χρησιμοποιούνται αρκετά σήμερα για την κατασκευή των Έμπειρων Συστημάτων. Τέτοιες γλώσσες είναι οι BASIC, FORTRAN, C/C++ και PASCAL. Αντίθετα οι γλώσσες TN όπως είναι οι LISP, PROLOG και OPS5 είναι προσανατολισμένες στη χρήση συμβόλων και παρέχουν εξελιγμένους μηχανισμούς χειρισμού συμβολικών εκφράσεων και λιστών, μεταβλητές χωρίς προκαθορισμένο τύπο, αυτόματη διαχείριση μνήμης και ευέλικτες δομές ελέγχου. Οι γλώσσες TN είναι ευκολότερες στην εκμάθηση από τα εργαλεία τεχνολογίας της γνώσης, γιατί υποστηρίζουν ένα μόνο τρόπο αναπαράστασης γνώσης και συλλογιστικής.

3.4.2 Κελύφη (shells)

Τα κελύφη περιέχουν όλα τα δομικά στοιχεία ενός Έμπειρου Συστήματος, εκτός από τη βάση γνώσης. Έχουν περιορισμένες δυνατότητες αναπαράστασης της γνώσης και πολύ μικρή ευελιξία, καθώς είναι κατασκευασμένα για πολύ συγκεκριμένες εφαρμογές. Η παρουσία του μηχανικού γνώσης είναι απαραίτητη για τη φάση κατασκευής. Σε πολύ απλές εφαρμογές μάλιστα, το μόνο απαιτούμενο είναι η εισαγωγή των υποθέσεων που ισχύουν. Τα περισσότερα κελύφη έχουν χαμηλές τιμές αγοράς και είναι πιο εύχρηστα από τις γλώσσες, αλλά η σχεδίασή τους είναι πιο περίπλοκη.

3.4.3 Εργαλεία (tools ή toolkits)

Τα εργαλεία ή εξελιγμένα κελύφη, παρέχουν συνήθως εξελιγμένες δυνατότητες διασύνδεσης με το χρήστη. Το κυριότερο είναι ότι υποστηρίζουν πολλές διαφορετικές μεθόδους αναπαράστασης της γνώσης και συλλογιστικές, οι οποίες συνδυάζονται με εργαλεία γραφικών και άνετο περιβάλλον. Τα εργαλεία είναι συνήθως δυσκολότερα στην εκμάθηση από τα απλά κελύφη. Περιέχουν πολλές και ετερογενείς μεταξύ τους προγραμματιστικές έννοιες. Δίνουν όμως μεγαλύτερη ευελιξία στο μηχανικό, όσον αφορά στην επιλογή της εφαρμογής, καθώς βοηθούν στην κατασκευή ενός Έμπειρου Συστήματος εκ του μηδενός.

3.4.4 Εξειδικευμένα έμπειρα συστήματα

Τα εξειδικευμένα έμπειρα συστήματα χρησιμοποιούνται για την παροχή συμβουλών μίας συγκεκριμένης θεματικής περιοχής.

Στον παρακάτω πίνακα γίνεται σύγκριση ανάμεσα στα μέσα υλοποίησης των Έμπειρων Συστημάτων μέσω της αναφοράς των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων καθενός από αυτά.

Υλοποίηση με:	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
<u>Κελύφη</u>	Εύκολα στη χρήση Φθηνά Κατάλληλα για εκπαιδευτικούς σκοπούς	Μικρή ευελιξία όσον αφορά την αναπαράσταση της γνώσης. Δεν προσφέρονται για πολύπλοκες εφαρμογές.
<u>Γλώσσες</u>	Αρκετά ευέλικτες Κατάλληλες για γρήγορες επιδόσεις	Δύσκολες στη χρήση. Η ανάπτυξη των Έμπειρων Συστημάτων με τη βοήθεια τους είναι συνήθως χρονοβόρα.
<u>Εργαλεία</u>	Πολύ ισχυρά Κατάλληλα για πρωτοτυπία Κατάλληλα για δύσκολες εργασίες	Δαπανηρά Δύσκολα στη χρήση.

Πίνακας 2: Τα μέσα υλοποίησης με τα υπέρ και τα κατά τους.

3.5 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΜΠΕΙΡΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Η χρήση των παραπάνω μέσων υλοποίησης οδηγεί στη δημιουργία των Έμπειρων Συστημάτων. Η εφαρμογή τους στοχεύει στην αντιμετώπιση πολλών κατηγοριών προβλημάτων, σε διαφορετικούς τομείς δραστηριότητας, όπως η ιατρική, η χημεία, η ηλεκτρονική, η μηχανική, η γεωλογία, η διοίκηση και ο έλεγχος παραγωγής. Τα Έμπειρα Συστήματα έχουν βρει και συνεχίζουν να βρίσκουν εφαρμογή σε όλο το φάσμα της ζωής των ανθρώπων. Ο Jackson (1999) ταξινομήσε τα διαφορετικά είδη ΕΣ ανάλογα με την λειτουργία τους [25].

- § Διάγνωση: Διάγνωση βλαβών ενός συστήματος με βάση διάφορες παρατηρήσεις και μετρήσεις.
- § Πρόγνωση: Πρόβλεψη πιθανών μελλοντικών επιπτώσεων με βάση δεδομένες καταστάσεις.
- § Εκπαίδευση: Κατανόηση, αξιολόγηση και διόρθωση της απάντησης μαθητών σε προβλήματα.
- § Παρακολούθηση καταστάσεων: Σύγκριση παρατηρούμενων παραμέτρων με αναμενόμενες καταστάσεις, με σκοπό να μελετηθεί η απόδοση.
- § Επιδιόρθωση βλαβών: Σχεδίαση και εκτέλεση πλάνων ενεργειών για τη διαχείριση βλαβών που έχουν διαγνωστεί.
- § Ερμηνεία: Περιγραφή αντικειμένων και καταστάσεων με βάση δεδομένα από παρατηρήσεις.

- § Διαμόρφωση: Διαμόρφωση εξαρτημάτων ενός συστήματος έτσι ώστε να ικανοποιούνται συγκεκριμένες απαιτήσεις και περιορισμοί για την συναρμολόγησή τους.
- § Έλεγχος: Έλεγχος της συμπεριφοράς ενός συστήματος, ο οποίος μπορεί να περιλαμβάνει λειτουργίες ερμηνείας, διάγνωσης, πρόγνωσης, παρακολούθησης, σχεδιασμού καταστάσεων και επιδιόρθωσης λαθών.

3.6 ΠΑΡΕΛΘΟΝ, ΠΑΡΟΝ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝ ΤΩΝ Ε.Σ.

Η κατασκευή των ΕΣ από το 1989 παρουσίασε θεαματική αύξηση (Σχήμα 4). Δεν υπάρχει καμία αξιόπιστη πηγή που να μας δίνει πληροφορίες για την εξέλιξη των ΕΣ από το 1992 και μετά. Φαίνεται πάντως ότι συνέχισαν να αναπτύσσονται μέχρι και το 1994. Αυτή την περίοδο γράφτηκαν δεκάδες βιβλία για ΕΣ, εκπονήθηκαν εκατοντάδες μελέτες και κατασκευάστηκαν χιλιάδες ΕΣ. Από το 1992 και μετά όμως, η δημοτικότητα των ΕΣ παρουσιάζει απότομη πτώση.

Έτος	# ΕΣ που κατασκευάστηκαν
1985	50
1986	86
1987	1100
1988	2200
1992	12000

Σχήμα 4: Αριθμός Ε.Σ. που κατασκευάστηκαν τις συγκεκριμένες χρονολογίες.

Πιθανοί λόγοι για την πτώση του ενδιαφέροντος είναι:

§ Ενσωμάτωση των ΕΣ στις εφαρμογές:

Τα ΕΣ κατ' εξοχήν αναπτύσσονταν ως αυτόνομα συστήματα. Για την ανάπτυξή τους χρησιμοποιούνταν εξειδικευμένες γλώσσες και εφαρμογές. Σε πραγματικές συνθήκες όμως σπάνια ένα ΕΣ δεν πρέπει να αλληλεπιδρά με άλλα συστήματα λογισμικού. Η δυσκαμψία αυτή των ΕΣ σε συνδυασμό με την απροθυμία των συμβατικών προγραμματιστών να αποκτήσουν την εξειδικευμένη γνώση που απαιτείται για να ενσωματώσουν την τεχνολογία των ΕΣ στα προγράμματά τους, οδήγησαν σε μείωση χρήσης τους.

§ Δυσκολία Συντήρησης:

Η συντήρηση των μεγάλων ΕΣ είναι εξαιρετικά δύσκολη, καθώς η προσθήκη ή η τροποποίηση κάποιου κανόνα μπορεί να επηρεάζει άλλους.

§ Η απροθυμία των ειδικών στον κίνδυνο να χάσουν τις δουλειές τους:

Είναι σίγουρο πως αυτός ο παράγοντας συνείσφερε στην πτώση των ΕΣ, είτε με την άρνηση συνεργασίας από τους ειδικούς, είτε με την δήλωση ότι τα ΕΣ δεν ανταποκρίνονται στις προσδοκίες. Αν και το φαινόμενο αυτό παρουσιάζεται σε κάθε νέα τεχνολογία, συνήθως πλήττει τους εργαζόμενους που βρίσκονται στα κατώτερα επίπεδα. Στην περίπτωση των ΕΣ όμως, ο κίνδυνος αφορούσε τους ειδικούς, αυτούς δηλαδή που ανήκουν στα υψηλότερα διοικητικά επίπεδα.

§ Μη επιβεβαιωμένο όφελος για τις επιχειρήσεις:

Προκειμένου μία τεχνολογία να χρησιμοποιηθεί και να διατηρηθεί στην αγορά, πρέπει να προσφέρει ξεκάθαρο επιχειρησιακό όφελος. Υπάρχουν διάφορα ΕΣ που δεν αποδεικνύουν το επιχειρησιακό όφελος από την χρήση τους. Αυτό το κενό οδήγησε τις επιχειρήσεις σταδιακά να απορρίψουν αυτήν την τεχνολογία.

Παρόλο όμως τη πτώση του ενδιαφέροντος για τα ΕΣ η πρόοδος συνέχισε σε άλλους τομείς των συστημάτων γνώσεως όπως είναι τα Νευρωνικά Δίκτυα (Neural Networks) και οι Γενετικοί Αλγόριθμοι (Genetic Algorithms).



ΕΜΠΕΙΡΑ ΔΙΔΑΚΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Αυτό το κεφάλαιο αναφέρεται στα Έμπειρα Διδακτικά Συστήματα. Θα παρουσιαστεί η βασική τους αρχιτεκτονική καθώς και οι δυνατότητές που παρέχουν. Θα αναφερθούν οι κατηγορίες που ομαδοποιούνται κατά Lippert. Στο τελευταίο μέρος του κεφαλαίου θα αναλυθούν δύο παραδείγματα τέτοιων συστημάτων. Το ένα από αυτά χρησιμοποιείται για την εκμάθηση των τμημάτων ενός υπολογιστή και το άλλο χρησιμοποιείται για την παροχή συμβουλών για ένα επαγγελματικό γράμμα.

4.1 ΤΑ ΕΜΠΕΙΡΑ ΔΙΔΑΚΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Πολλά συστήματα βασισμένα σε υπολογιστή έχουν χρησιμοποιηθεί στην εκπαίδευση τις τελευταίες δεκαετίες. Τα πρώτα συστήματα ήταν τα Computer Aided Instruction (CAI). Τα συστήματα αυτά πρόσφεραν αρκετή βοήθεια στους εκπαιδευόμενους. Ένα μεγάλο μειονέκτημά τους ήταν το γεγονός ότι δεν λάμβαναν υπόψη τους το γνωστικό επίπεδο και τις ικανότητες του κάθε χρήστη. Δεν μπορούσαν συνεπώς να προσαρμόσουν τη διδασκαλία στις προσωπικές ανάγκες των χρηστών. Το μειονέκτημα αυτό οδήγησε στην εμφάνιση μίας νέας γενιάς εκπαιδευτικών συστημάτων που ονομάζονται Έμπειρα Διδακτικά Συστήματα [27].

Τα Έμπειρα Διδακτικά Συστήματα (Intelligent Tutoring Systems) είναι Έμπειρα Συστήματα με προορισμό εκπαιδευτικές λειτουργίες. Αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούν μεθόδους Τεχνητής Νοημοσύνης για την παροχή εξατομικευμένης διδασκαλίας [33].

Αποτελούν την πιο δημοφιλέστερη κατηγορία εκπαιδευτικών συστημάτων. Είναι πολύπλοκα προγράμματα που χρησιμοποιούνται από τους εκπαιδευόμενους σαν ένας "ακούραστος" δάσκαλος που προσαρμόζονται στις γνωστικές ιδιαιτερότητες και στην εξατομικευμένη πρόοδο κάθε μαθητή [26]. Βασίζονται σε ένα μεγάλο ποσό γνώσης από τον εκπαιδευτικό χώρο και πολλά από αυτά χρησιμοποιούν παιδαγωγικές μεθόδους.

Ο σκοπός τους είναι να μπορούν να προσαρμόζουν την διδασκαλία τους ανάλογα με το επίπεδο των μαθητών. Να παρέχουν την εξατομικευμένη επιλογή παραδειγμάτων και προβλημάτων ανά μαθητή και να δίνουν την ελευθερία επίλυσης των προβλημάτων στους μαθητές. Ένα σημαντικό στοιχείο τους είναι ότι δίνουν την δυνατότητα ανίχνευσης και εντοπισμού των λαθών.

Η θεμελιώδης διαφορά ανάμεσα σε ένα πρόγραμμα διδασκαλίας με την βοήθεια του υπολογιστή και σε ένα Έμπειρο Διδακτικό Σύστημα έγκειται στο χειρισμό των γνώσεων. Ένα πρόγραμμα διδασκαλίας με τη βοήθεια υπολογιστή χρησιμοποιεί ένα σύστημα ερωτήσεων με προκατασκευασμένες απαντήσεις ενώ το Έμπειρο Διδακτικό Σύστημα διαθέτει μία αληθινή αναπαράσταση των γνώσεων του χώρου και είναι ικανό να πραγματοποιήσει «συλλογισμούς» [33],[34].

4.2 ΤΟ ΕΜΠΕΙΡΟ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΤΗ ΔΙΑΘΕΣΗ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ

Έχοντας ως βασική προϋπόθεση ότι κανένα υπολογιστικό σύστημα, όσο εξελιγμένο και να είναι δεν μπορεί να αντικαταστήσει τον άνθρωπο-εκπαιδευτικό. Σκόπιμο θα ήταν να μελετήσουμε κάποιες δυνατότητες των ΕΔΣ. Οι δυνατότητές τους μπορούν να προεκτείνουν και να διευρύνουν τις ικανότητες του ανθρώπου – εκπαιδευτικού. Άς δούμε αναλυτικά τις δυνατότητες των ΕΔΣ όπως αναφέρονται στο [28].

- § Διάρκεια: Οι ικανότητες των εκπαιδευτικών ανεξαρτήτως εάν είναι σωματικές ή πνευματικές πολύ εύκολα φθίνουν με το πέρασμα του χρόνου. Αυτό γίνεται γιατί δεν τις εξασκούν καθημερινά. Αντίθετα το ΕΔΣ από την στιγμή της δημιουργίας του παραμένει στην διάθεση του εκπαιδευτικού χωρίς να χάνονται

οι δυνατότητες που έχει ακόμη και αν μείνει ανενεργό για μεγάλο χρονικό διάστημα.

- § Γνώση υψηλής ποιότητας: Υπάρχουν ελάχιστοι εκπαιδευτικοί που είναι προικισμένοι στο να αξιοποιούν την γνώση υψηλής ποιότητας. Πολύ συχνά οι εκπαιδευτικοί είναι ιδιαίτερα ικανοί στο αντικείμενο της γνώσης τους αλλά αδυνατούν να αποδώσουν εξίσου αποτελεσματικά κατά την διδασκαλία. Έτσι τα ΕΔΣ διαφυλάττουν αυτή την γνώση υψηλής ποιότητας, την οποία στην συνέχεια μπορούν να προσφέρουν και να μεταδώσουν στους άλλους εκπαιδευτικούς.
- § Ευκολία αναπαραγωγής: Το πιο σημαντικό στοιχείο από την εκπαιδευτική άποψη είναι η ευκολία με την οποία μπορούν να αναπαραχθούν αλλά και να καταγραφούν. Ένα απλό αντίγραφο του είναι αρκετό για την αναπαραγωγή του. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ατομικά, από μεγάλο αριθμό υποψηφίων μαθητών καθένας από τους οποίους θα είναι σαν να έχει τον προσωπικό του Εκπαιδευτή.
- § Αλληλεπιδραστικά περιβάλλοντα: Τα ΕΔΣ συστήνουν ένα τρόπο εκπαίδευσης που δεν είναι καθόλου ανιαρός. Προσφέρουν πολυδιάστατα μέσα και εργαλεία που δεν μπορούν να προσφερθούν από ένα βιβλίο. Δηλαδή, εκτός από το γραπτό κείμενο έχει στην διάθεσή του ο μαθητής εικόνες και γραφικές παραστάσεις μεταβαλλόμενες δυναμικά στο χρόνο. Επιπλέον μπορεί να έχει κινηματογραφικές εικόνες και ηχητικά μηνύματα.
- § Επίπεδο μαθητή-ΕΔΣ: Ένα ΕΔΣ κάθε φορά μπορεί να μεταβάλλει την μορφή της γνώσης που δίνει. Αυτό επιτυγχάνεται με την συνεχή ατομική επαφή με το μαθητή. Δηλαδή μέσα από κάποιες ερωτήσεις που κάνει το σύστημα, μπορεί άνετα να διαμορφώσει το επίπεδο μόρφωσης του μαθητή. Έτσι προσαρμόζεται το σύστημα κάθε φορά ανάλογα.
- § Απουσία συναισθηματικών παραγόντων-απεριόριστη υπομονή: Το τελευταίο και το πιο σημαντικό στοιχείο των ΕΔΣ προέρχεται από το ότι τα συστήματα αυτά δεν επηρεάζονται από συναισθηματικούς παράγοντες. Έτσι μπορούν να είναι συνεπή απέναντι στους χρήστες. Ακόμα μπορούν να τους συγχωρούν τυχόν λάθη πιο εύκολα, δίνοντας την δυνατότητα να ξαναπροσπαθήσουν και πάλι, με απεριόριστη υπομονή. Αντίθετα, ο άνθρωπος-καθηγητής μπορεί να συμπεριφερθεί διαφορετικά επηρεασμένος από συναισθηματικούς λόγους.

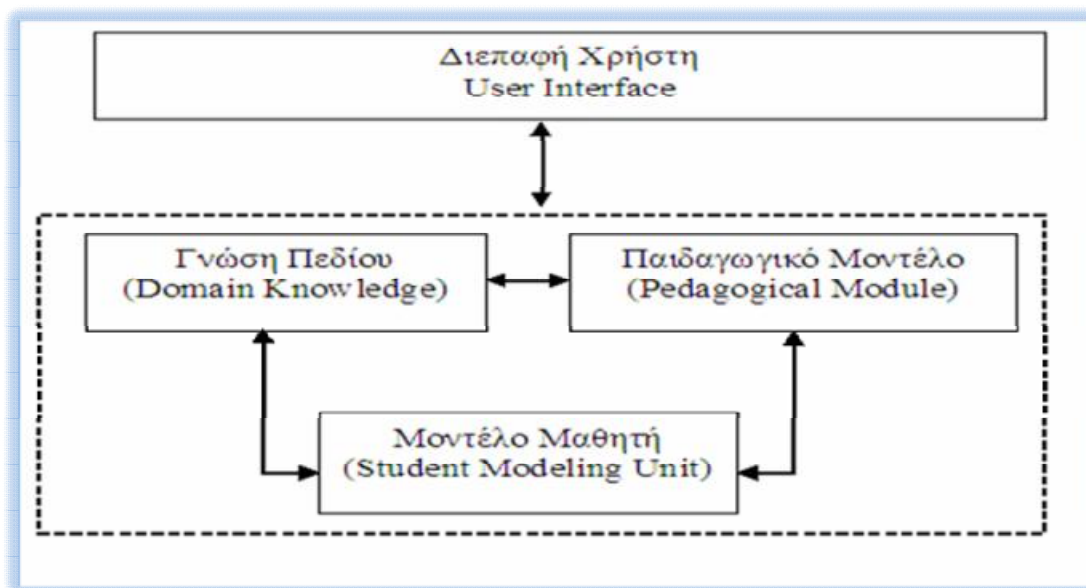
Όλες οι παραπάνω δυνατότητες των Έμπειρων Διδακτικών Συστημάτων παρέχουν καινούρια εφόδια και εργαλεία στον εκπαιδευτικό που μπορούν να δώσουν μία νέα διάσταση στο έργο του.

4.3 ΒΑΣΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΜΠΕΙΡΟΥ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Η βασική αρχιτεκτονική ενός Έμπειρου Διδακτικού Συστήματος θα πρέπει να αποτελείται από ένα ιδιαίτερο φιλικό περιβάλλον επικοινωνίας με το χρήστη. Το περιβάλλον αυτό θα πρέπει να προσπαθεί να υποκαταστήσει όσο είναι δυνατόν, εκείνο το περιβάλλον επικοινωνίας δασκάλου-μαθητή που είναι απαραίτητο για μάθηση. Επίσης θα πρέπει να υπάρχουν μέθοδοι που θα ομαδοποιούν τους μαθητές, έτσι ώστε το σύστημα να προσαρμόζει την συμπεριφορά του ανάλογα με το επίπεδο του χρήστη. Τέλος, βασικές εκπαιδευτικές μέθοδοι θα πρέπει να υπάρχουν στο σύστημα για να εξυπηρετεί τον εκπαιδευτικό του σκοπό [28].

Το επόμενο σχήμα (Σχήμα 5) απεικονίζει τη βασική αρχιτεκτονική του Έμπειρου Διδακτικού Συστήματος. Αποτελείται από τα ακόλουθα συστατικά μέρη [16],[31],[32]:

- § Μοντέλο Μαθητή
- § Παιδαγωγικό Μοντέλο (Μοντέλο Καθοδήγησης)
- § Γνώση Πεδίου
- § Μοντέλο Διεπαφή Χρήστη



Σχήμα 5 :Η Βασική Αρχιτεκτονική ενός Έμπειρου Διδακτικού Συστήματος

4.3.1 Γνώση Πεδίου (Domain Knowledge)

Αυτό το τμήμα παρέχει την πληροφορία που διδάσκεται και είναι ίσως το πιο σημαντικό τμήμα ενός ΕΔΣ από τη στιγμή που χωρίς αυτό δεν θα υπήρχε τίποτα να διδαχθεί ο μαθητής. Η γνώση πεδίου περιέχει το εκπαιδευτικό υλικό που παρουσιάζεται στους χρήστες του συστήματος.

Το εκπαιδευτικό υλικό παρουσιάζεται με διάφορους τρόπους όπως με κείμενο, στατικές εικόνες και κινούμενες εικόνες (animations). Αυτό εξαρτάται από τον

πολυμεσικό τύπο με τον οποίο ο χρήστης προτιμά να αλληλεπιδρά. Αυτές οι προτιμήσεις του χρήστη είναι μέρος του μοντέλου μαθητή. Το υλικό περιέχει μία ποικιλία από μαθήματα που ξεκινούν από εισαγωγικά ζητήματα και κλιμακώνονται σε πιο προχωρημένα ζητήματα. Το εκπαιδευτικό περιεχόμενο του κάθε μαθήματος οργανώνεται σε ενότητες, υποενότητες και θέματα. Κάθε θέμα συσχετίζεται με ορισμένες γνωστικές έννοιες. Οι έννοιες αυτές είναι προαπαιτούμενες (δηλαδή πρέπει να είναι γνωστές στον χρήστη έτσι ώστε να κατανοήσει το περιεχόμενο του θέματος).

Το κάθε θέμα συνδέεται με μία σειρά εκπαιδευτικών οθονών που περιέχουν θεωρία, παραδείγματα και ασκήσεις. Τα παραδείγματα βοηθούν το χρήστη να κατανοήσει τα βασικά σημεία της θεωρίας. Ο αριθμός των παραδειγμάτων που παρουσιάζονται εξαρτάται από το μοντέλο μαθητή. Ένας χρήστης με μεγάλη ικανότητα μάθησης και υψηλό γνωστικό επίπεδο βλέπει μικρό αριθμό παραδειγμάτων σε αντίθεση με έναν χρήστη που έχει χαμηλό γνωστικό επίπεδο ή μικρή ικανότητα μάθησης. Οι ασκήσεις βασίζονται στα παραδείγματα. Κάθε άσκηση συσχετίζεται με μία επεξήγηση που βοηθά το χρήστη σε περίπτωση που δίνει λανθασμένη απάντηση.

4.3.2 Μοντέλο Μαθητή (Student Modelling Unit)

Το Μοντέλο Μαθητή αποθηκεύει πληροφορίες που αναφέρονται σε κάθε μαθητή ξεχωριστά. Η ελάχιστη λειτουργία που εκτελεί είναι να παρατηρεί πόσο καλά αποδίδει ο μαθητής στο αντικείμενο το οποίο διδάσκεται. Μία πιθανή ακόμα λειτουργία είναι να αναφέρει λανθασμένες αντιλήψεις από πλευράς μαθητή. Ο σκοπός του Μοντέλου Μαθητή είναι να παρέχει πληροφορίες στο Μοντέλο Καθοδήγησης (ή Παιδαγωγικό Μοντέλο) του συστήματος. Όλες οι πληροφορίες που συλλέγονται, θα πρέπει να είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν από τον καθοδηγητή.

Οι πληροφορίες που διατηρεί το Μοντέλο Μαθητή αφορούν την αντίληψη του συστήματος για το επίπεδο της γνώσης του μαθητή. Μόνο οι φανερές ενέργειες του μαθητή είναι ορατές από το σύστημα. Το ΕΔΣ έχει μόνο ένα τρόπο επικοινωνίας με τον χρήστη. Υπάρχει λοιπόν μία δυσκολία στην διαμόρφωση μίας ακριβούς αναπαράστασης των δυνατοτήτων του χρήστη. Συνεπώς το Μοντέλο του Μαθητή μπορεί να μην είναι απόλυτα ακριβές, οπότε να χρειάζεται επιπλέον ανάλυση ώστε οι ενέργειες του συστήματος που βασίζονται σε αυτή τη μη ακριβή πληροφορία να είναι αυτές που ακριβώς απαιτούνται.

Έτσι προκύπτει μία εύλογη ερώτηση "γιατί να έχουμε Μοντέλα Μαθητών;" Τα Μοντέλα Μαθητών είναι απαραίτητα για την προσαρμογή της καθοδήγησης στην ιδιοσυγκρασία και στις ανάγκες μάθησης του χρήστη. Χωρίς αυτή τη γνώση το Μοντέλο Καθοδήγησης δεν έχει μία βάση πάνω στην οποία θα πάρει τις αποφάσεις του και αναγκάζεται να αντιμετωπίζει όλους τους μαθητές με τον ίδιο τρόπο.

4.3.2.1 Αναπαράσταση του Μοντέλου Μαθητή

Υπάρχουν πολλοί τρόποι για την αναπαράσταση της πληροφορίας που αφορά τον μαθητή. Οι δύο τεχνικές που χρησιμοποιούνται περισσότερο είναι τα: Επικαλυπτόμενα Μοντέλα (Overlay Models) και τα Δίκτυα Bayes (Bayesian networks).

Στα επικαλυπτόμενα μοντέλα [46] η γνώση των μαθητών θεωρείται σαν ένα υποσύνολο του πεδίου γνώσεων του ειδικού. Με αυτό τον τρόπο αναπαράστασης ένα ΕΔΣ παρουσιάζει θέματα στον χρήστη. Έτσι ένα επικαλυπτόμενο μοντέλο μπορεί να αναπαριστά συγκεκριμένα θέματα που αντιστοιχούν σε υποσύνολα της περιοχής γνώσης.

Ένα μειονέκτημα αυτού του μοντέλου είναι ότι δεν αναγνωρίζει ότι οι μαθητές μπορούν να έχουν γνώσεις που δεν συμπεριλαμβάνονται στο πεδίο γνώσεων του ειδικού. Το γεγονός αυτό μπορεί να ληφθεί υπόψη για την επέκταση του επικαλυπτόμενου μοντέλου, ώστε να γίνεται καλύτερη αναγνώριση των λαθών του μαθητή.



Σχήμα 6 : Το μοντέλο επικάλυψης (overlay model)

Ο δεύτερος μηχανισμός για την παρουσίαση της γνώσης του μαθητή είναι τα Δίκτυα Bayes (Bayesian networks). Αυτά τα δίκτυα πραγματοποιούν μία πιθανοθεωρητική θεώρηση για το επίπεδο της γνώσης του μαθητή με βάση την αλληλεπίδραση του με τον καθοδηγητή. Κάθε κόμβος στο δίκτυο δείχνει την πιθανότητα να κατέχει ο μαθητής το κομμάτι της πληροφορίας που αναπαρίσταται από αυτόν τον κόμβο.

4.3.2.2 Περιεχόμενα του Μοντέλου Μαθητή

Οι σχεδιαστές των ΕΔΣ έχουν την τάση να περιλαμβάνουν στο Μοντέλο Μαθητή περισσότερες πληροφορίες από ότι το Μοντέλο Καθοδήγησης μπορεί να χρησιμοποιήσει. Ωστόσο ο σκοπός της ύπαρξης του Μοντέλου Μαθητή είναι να μπορεί να προσαρμόζει την καθοδήγηση για κάθε μαθητή. Για αυτό τα Μοντέλα Μαθητών θα έπρεπε να περιλαμβάνουν μόνο την πληροφορία που απαιτείται από τον καθοδηγητή για να κάνει την καθοδήγηση.

Ένα Μοντέλο Μαθητή θα πρέπει να καταγράφει την κατανόηση των μαθητών σε ότι αφορά το αντικείμενο της διδασκαλίας. Ωστόσο πώς θα πρέπει να αναπαρίσταται ο βαθμός της κατανόησης; Ως μία ακραία θέση ο καθοδηγητής θα μπορούσε να πει "ο μαθητής γνωρίζει αυτό το αντικείμενο" ή ότι "ο μαθητής δεν γνωρίζει αυτό το αντικείμενο". Μία άλλη ακραία περίπτωση είναι να αναφέρει ο καθοδηγητής κάθε ενέργεια του μαθητή. Τα περισσότερα Μοντέλα Μαθητή βρίσκονται ανάμεσα στις παραπάνω περιπτώσεις και προσπαθούν να μοντελοποιήσουν το μαθητή με την ίδια λεπτομέρεια με την οποία η περιοχή γνώσης αναπαρίσταται.

Επιπρόσθετα με την καταγραφή της κατανόησης των μαθητών, ένα Μοντέλο Μαθητή μπορεί να περιλαμβάνει ακόμη και γενικές παιδαγωγικές πληροφορίες για τον μαθητή. Αυτού του είδους η πληροφορία περιλαμβάνει τις γενικές προτιμήσεις του μαθητή, όπως για παράδειγμα το κατά πόσο προτιμάει να μελετάει παραδείγματα πριν προσπαθήσει να απαντήσει σε ερωτήσεις.

4.3.3 Μοντέλο Καθοδήγησης ή Παιδαγωγικό Μοντέλο

Το Μοντέλο Καθοδήγησης χρησιμοποιεί πληροφορία από το Μοντέλο Μαθητή για να καθορίσει ποια θέματα της περιοχής γνώσης θα πρέπει να παρουσιαστούν στο μαθητή. Αυτή η πληροφορία, για παράδειγμα, μπορεί να είναι ανασκόπηση από προηγούμενα θέματα ή ανάδραση (feedback) από το τρέχων θέμα. Ένα παιδαγωγικό θέμα για ένα ΕΔΣ είναι η επιλογή μίας στρατηγικής διδασκαλίας. Για παράδειγμα το σύστημα μπορεί να αποφασίσει να χρησιμοποιήσει ένα θέμα και να παρουσιάσει ένα παράδειγμα για ένα πρόβλημα που αφορά αυτό το θέμα.

Ο καθοδηγητής πρέπει να αποφασίσει το περιεχόμενο του αντικειμένου που θα παρουσιάσει στο μαθητή. Συγκεκριμένα πρέπει να αποφασίσει για το θέμα, το πρόβλημα και την καθοδηγητική ανάδραση (feedback):

- § **Επιλογή θέματος:** Για την επιλογή ενός θέματος ο καθοδηγητής πρέπει να εξετάσει το Μοντέλο Μαθητή για να καθορίσει σε ποιες ανάγκες του μαθητή πρέπει να δώσει μεγαλύτερη προσοχή. Υπάρχουν πολλές δυνατότητες επιλογής του πιο κατάλληλου θέματος. Για παράδειγμα αν διαπιστωθεί ότι πραγματοποιείται μία διαδικασία ανασκόπησης ο καθοδηγητής θα επιλέξει ένα θέμα που ο μαθητής γνωρίζει. Από την άλλη, αν πρόκειται για την εκμάθηση ενός καινούργιου αντικειμένου, ο καθοδηγητής θα επιλέξει ένα θέμα που ο χρήστης δεν γνωρίζει ακόμη.
- § **Παραγωγή προβλήματος:** Αφού έχει επιλεγεί το θέμα, πρέπει να παραχθεί ένα πρόβλημα το οποίο θα λυθεί από τον μαθητή-φοιτητή. Η δυσκολία του προβλήματος πρέπει να είναι τέτοια ώστε να συμφωνεί με το επίπεδο δεξιότητας του μαθητή. Το επίπεδο δεξιότητας για κάθε μαθητή μπορεί να καθοριστεί από το Μοντέλο του Μαθητή.
- § **Καθοδηγητική Ανάδραση (Feedback):** Οι καθοδηγητές δουλεύουν κανονικά όσο δεν υπάρχουν δυσκολίες για τον χρήστη. Όταν ο μαθητής αντιμετωπίζει δυσκολίες, πρέπει ο καθοδηγητής να παρέχει βοήθεια. Τότε ο καθοδηγητής πρέπει να αποφασίσει τι είδους ανάδραση θα παρέχει στο μαθητή. Η ποσότητα της βοήθεια είναι επίσης σημαντικό θέμα, αφού λίγη βοήθεια ίσως να μην είναι ικανοποιητική, ενώ μεγάλη βοήθεια μπορεί να είναι αντίθετη με την έννοια της εξάσκησης. Αφού αποφασιστεί το μέγεθος της βοήθειας, πρέπει να καθοριστεί το περιεχόμενο της βοήθειας. Η βοήθεια πρέπει να περιέχει αρκετή πληροφορία για να μπορεί ο μαθητής να προχωρήσει στο επόμενο στάδιο της επίλυσης του προβλήματος. Ακόμη πρέπει η βοήθεια να είναι κατάλληλη για το επίπεδο δεξιότητας του μαθητή, το οποίο μπορεί να καθοριστεί από το Μοντέλο του Μαθητή.

Οι μορφές που μπορεί να πάρει η καθοδηγητική ανάδραση είναι οι εξής:

- § Μηνύματα κατάστασης (status messages) που δείχνουν την πρόοδο της διεργασίας που επιτελείται.
- § Μηνύματα προειδοποίησης (warning messages) που γνωστοποιούν στους χρήστες τις συνέπειες των ενεργειών που εκτελούν.
- § Ανάδραση διόρθωσης που υποδηλώνει αν η απάντηση του χρήστη είναι σωστή ή όχι.

- § Ανάδραση πλοήγησης που δείχνει στους χρήστες που βρίσκονται. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό διότι η δομή του συστήματος μπορεί να μην είναι απαραίτητα ιεραρχική.

4.3.4 Διεπαφή Χρήστη

Η διεπιφάνεια χρήστη είναι υπεύθυνη για την αλληλεπίδραση του συστήματος με το χρήστη. Είναι το κομμάτι του συστήματος που επικοινωνεί απευθείας με το χρήστη και πρέπει να σχεδιαστεί με προσοχή. Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση της διεπιφάνειας χρήστη του συστήματος είναι μία σημαντική φάση κατά την ανάπτυξη του συστήματος καθώς η αλληλεπιδραστικότητα του συστήματος καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την αποδοχή του από την πλευρά των χρηστών. Ο κύριος στόχος είναι ο σχεδιασμός μίας διεπιφάνειας χρήστη που θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί από χρήστες με διαφορετικές ικανότητες, ανάγκες, απαιτήσεις και προτιμήσεις. Βασικό ζήτημα είναι η υλοποίηση ενός συστήματος που θα υποστηρίξει τις λειτουργίες που παρέχει στο χρήστη αποδοτικά και αποτελεσματικά.

Οι κύριες διεργασίες που εκτελεί η διεπιφάνεια χρήστη είναι να στέλνει μηνύματα που θα ενημερώνουν το χρήστη και θα προσελκύουν το ενδιαφέρον του. Μία ακόμα διεργασία του είναι να παρέχει αλληλεπίδραση, ροή και πλοήγηση μεταξύ οθονών ή άλλων μερών του συστήματος.

Μπορούν να διακριθούν δύο κατηγορίες της διεπιφάνειας χρήστη όσον αφορά τους χρήστες:

- § Γενική άποψη: Στη γενική άποψη ο χρήστης μπορεί να προσπελάσει όλο το διαθέσιμο εκπαιδευτικό υλικό.
- § Άποψη του διαχειριστή: Στην άποψη του διαχειριστή ο χρήστης μπορεί να ενημερώσει το παιδαγωγικό μοντέλο και τη γνώση πεδίου εισάγοντας νέα αντικείμενα, ή τροποποιώντας και διαγράφοντας υπάρχοντα αντικείμενα.

Μόνο ο διαχειριστής του συστήματος μπορεί να προσπελάσει το σύστημα μέσα από την άποψη του διαχειριστή. Η προσπέλαση μέσα από τη γενική άποψη μπορεί να γίνει τόσο από τους εκπαιδευόμενους όσο και από τον διαχειριστή.

4.4 ΟΙ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΤΩΝ Ε.Δ.Σ. ΚΑΤΑ LIPPERT

Ο Lippert ορίζει ότι υπάρχουν τρεις κατηγορίες των Έμπειρων Διδακτικών Συστημάτων που χρησιμοποιούνται [32]:

- § Tool (Εργαλείο): το σύστημα χρησιμοποιείται σαν βοήθημα στην λήψη αποφάσεων. Για παράδειγμα, ένα ΕΣ αυτής της κατηγορίας είναι κάποιο που προτείνει λογοτεχνικά βιβλία μίας βιβλιοθήκης. Στη γνώση πεδίου του συστήματος έχουν καταγραφεί τα στοιχεία των βιβλίων όπως για παράδειγμα ο τίτλος, συγγραφέας, σελίδες, είδος περιεχομένου κλπ. Επίσης υπάρχουν απλοί κανόνες οι οποίοι βοηθούν τον μαθητή να επιλέξει κάποιο βιβλίο της αρεσκείας του. Το ΕΣ καθοδηγεί τη συζήτηση με κατάλληλες ερωτήσεις και στο τέλος προτείνει κάποιο βιβλίο βασισμένο στις απαντήσεις του μαθητή και τα χαρακτηριστικά των βιβλίων στο πεδίο που αποθηκεύεται η γνώση.

- § Tutor (Δάσκαλος): το σύστημα χρησιμοποιείται για την διδασκαλία ενός αντικειμένου σε μία περιοχή γνώσης. Για αυτό και τα περισσότερα ΕΔΣ ανήκουν σε αυτή την κατηγορία. Για παράδειγμα το σύστημα μπορεί να ασχολείται με την διδασκαλία επίλυσης εξισώσεων (Μαθηματικά), με την αναγνώριση των ζώων (Ζωολογία) κλπ. Οι κανόνες σε αυτή την κατηγορία περιγράφουν την γνώση στο συγκεκριμένο αντικείμενο, π.χ. τον τρόπο επίλυσης των εξισώσεων ή την κατάταξη των ζώων σε κατηγορίες ανάλογα με τα χαρακτηριστικά τους. Αφού απαντηθεί η ερώτηση από το ΕΣ ο μαθητής μπορεί να ζητήσει επεξηγήσεις περί της συλλογιστικής διαδικασίας ή άλλες γενικότερες πληροφορίες.
- § Tutee (Μαθητής): το σύστημα διδάσκεται από τους μαθητές ένα αντικείμενο σε κάποια περιοχή γνώσης. Στην ουσία οι μαθητές δημιουργούν ένα σύστημα με τη χρήση ενός expert system shell, για ένα αντικείμενο. Αυτή η κατηγορία είναι η δυσκολότερη αλλά αναπτύσσει την ικανότητα σκέψης των μαθητών. Κατά την υλοποίηση ενός τέτοιου συστήματος οι μαθητές μαθαίνουν να οργανώνουν τις πληροφορίες. Έτσι για το λόγο αυτό τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται όταν η οργάνωση των πληροφοριών είναι το αντικείμενο μελέτης.

4.5 ΕΝΑ Ε.Δ.Σ. ΓΙΑ ΤΗΝ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ

Το ΕΔΣ για την συναρμολόγηση ενός υπολογιστή κατασκευάστηκε για να καλύψει τις ανάγκες τις επιτόπιας εφαρμογής της θεωρίας σε μηχανήματα στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Αυτό το σύστημα είναι διαθέσιμο για κάθε μαθητή, φτάνει να υπάρχει ένας υπολογιστής [29].

Το σύστημα αυτό σχεδιάστηκε για την εκπαίδευση στην συναρμολόγηση υπολογιστών και (ή) στην εκμάθηση των τμημάτων (υλικό) που αποτελούν ένα επιτραπέζιο υπολογιστή. Για να εφαρμοσθούν αυτά με ορθό, παιδαγωγικά, τρόπο δημιουργήθηκαν τρία περιβάλλοντα μάθησης τα οποία θα λειτουργούν συνδυαστικά για την επίτευξη του αποτελέσματος.

Πρόκειται στην ουσία για τρία διαφορετικά περιβάλλοντα:

- § Το αλληλο-επιδραστικό τριών διαστάσεων εργαστήριο. Για το σκοπό αυτό θα διαμορφωθεί ένα κατάλληλα σχεδιασμένο και άρτια υλοποιημένο προσομοιωτικό 3D σύστημα. Τα διάφορα υποσυστήματα του θα μοιάζουν και θα λειτουργούν στις διάφορες φάσεις συναρμολόγησης σαν αληθινά. Αυτό θα βοηθήσει στην σωστή αντιμετώπιση κάθε περίπτωσης.
- § Το πολυμεσικό περιβάλλον παρουσίασης το οποίο θα αναλάβει αφ' ενός την εισαγωγή στο θέμα του μαθητή με μικρό-βίντεο των διαφόρων λειτουργιών συναρμολόγησης. Στη συνέχεια θα ακολουθήσει αλληλεπιδραστική περιήγηση

στο πολυμεσικό περιβάλλον εκπαίδευσης. Σε αυτό θα εισάγονται τα διάφορα εξαρτήματα, θα δείχνεται η σύνθεσή τους και θα εξηγείται η εργασία που καλούνται να διεκπεραιώσουν όπως και ο τρόπος που θα γίνεται αυτό.

- § Τον βοηθό εκπαίδευσης. Αναλαμβάνει να λύσει κάθε απορία σχετική με τις διεργασίες, τις μεθόδους και τις διαδικασίες τις σχετικές με το υλικό και τη σύνθεση του υπολογιστή. Θα δίνει επίσης ακριβή ορολογία και επεξηγήσεις όπου αυτές χρειαστούν.



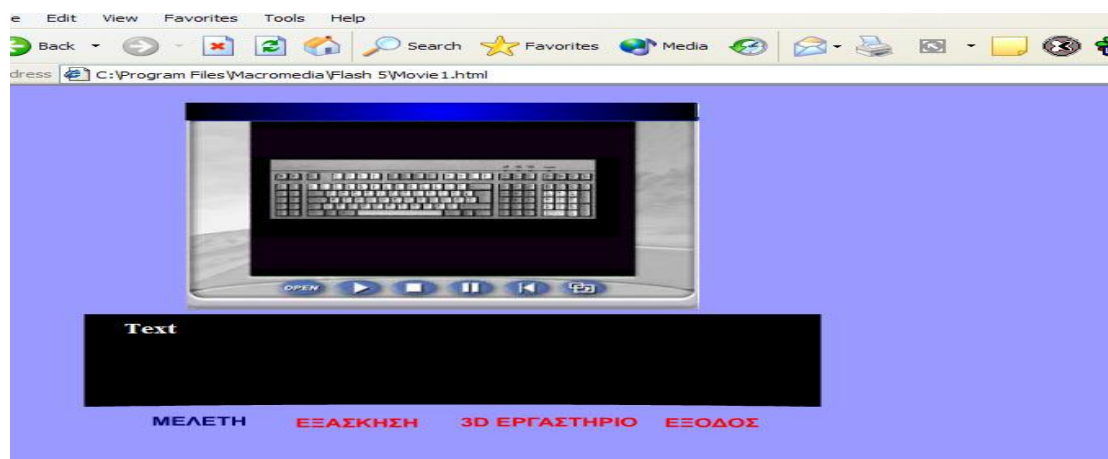
Σχήμα 7: Ενδεικτική οθόνη εκκίνησης του αλληλεπιδραστικού 3D εργαστηρίου

ΣΕΝΑΡΙΟ

Αρχικά εμφανίζεται ένα καθοδηγητικό βίντεο παρουσίασης του υπολογιστή εξωτερικά με περιστροφή και περιέχει και απαρίθμηση ονομαστικά των στοιχείων. Ακολουθεί η παρουσίαση του εσωτερικού του υπολογιστή (μητρική, κάρτες κτλ), καθώς και των επί μέρους βασικών συνθετικών στοιχείων (κουτί, οθόνη, ποντίκι, πληκτρολόγιο). Κατά την διάρκεια αυτής της διαδικασίας είναι δυνατή η παροχή εξηγήσεων (παράλληλα) με ένα εκπαιδευτικό σύστημα βασισμένο σε κείμενα με υποστήριξη εικόνων, βίντεο και σχεδιαγραμμάτων, όπου είναι απαραίτητη η ύπαρξη τους.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται στο χρήστη κάθε εξάρτημα από μόνο του και εξηγείται η λειτουργία του και τα βασικά συνθετικά του στοιχεία. Σε κάθε μία από αυτές τις φάσεις παρεμβάλλονται ασκήσεις και ερωτηματολόγια για συμπλήρωση ώστε να ελέγχεται η επίδοση του μαθητή.

Ακολουθεί η φάση της εγκατάστασης των τμημάτων του υπολογιστή. Παρουσιάζονται και εδώ μικρά βίντεο, ένα για κάθε εγκατάσταση. Επισημαίνονται τα δύσκολα σημεία και ελέγχεται η επίδοση του μαθητή σε αυτό. Κάθε στοιχείο που εγκαθίσταται ακολουθείται από την διαδικασία εγκατάστασης των ανάλογων οδηγών.



Σχήμα 8: Ενδεικτική οθόνη του πολυμεσικού περιβάλλοντος παρουσίασης

Έρχεται τέλος η πειραματική εξάσκηση στο 3D περιβάλλον προσομοίωσης. Σε αυτό ο μαθητής αλληλεπιδραστικά μπορεί να προβεί σε συναρμολόγηση συγκεκριμένων τμημάτων του project. Αρχικά εργάζεται με την ελεγχόμενη καθοδήγηση. Έπειτα όσο προχωράει η εκμάθησή του εργάζεται μόνος του. Τα λάθη του σημειώνονται και αξιολογούνται όπως και ο χρόνος κάλυψης του κάθε βήματος. Σε αυτά παρεμβάλλονται ή και ακολουθούν κείμενα με ασκήσεις ώστε να καθορίζονται και οι επιδόσεις του. Σαν τελική εξέταση θεωρείται η συνολική συναρμολόγηση του συστήματος.

Αρχιτεκτονική Συστήματος

Τα βασικά μέρη του συστήματος είναι το διπλό περιβάλλον επικοινωνίας με το χρήστη, ανάλογα με το είδος της εργασίας που εκτελεί, το Διαχειριστή επικοινωνίας ο οποίος ελέγχει και διατηρεί τις συνδέσεις χρήστη-εξυπηρετητή αρχείων, τον κεντρικό διαχειριστή και τέλος την βάση δεδομένων.

Κεντρικός Διαχειριστής

Διαχειρίζεται το σύνολο των πληροφοριών φροντίζοντας για την ορθή ερμηνεία τους και δρομολογώντας τις στις κατάλληλες αφετηρίες. Αποτελεί τον κεντρικό μηχανισμό ελέγχου και κατεύθυνσης ροών. Είναι υπεύθυνο για την προσαρμογή των εκπαιδευτικών στοιχείων στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και στις ανάγκες του χρήστη. Κατά τη διάρκεια της διδακτικής διαδικασίας αναλαμβάνει την δυναμική ενημέρωση του Μοντέλου του Χρήστη και την άμεση προσαρμογή στα χαρακτηριστικά του.

Κανόνες Αξιολόγησης

Οι κανόνες αξιολόγησης είναι μία σχετικά απλή μορφή ποσοτικού προσδιορισμού του βαθμού επιτυχίας στις απαντήσεις, επιλογές κτλ. Αποτελεί ταυτόχρονα και το βασικό εργαλείο αναγνώρισης της επιτυχίας ή αποτυχίας του εγχειρήματος.

Μοντέλο Χρήστη

Το Μοντέλο του Χρήστη δημιουργεί και διαχειρίζεται τα εισαγόμενα στοιχεία του εκάστοτε χρήστη, και αλληλεπιδρά με το σύστημα διαμέσου του Έμπειρου Συστήματος για την δημιουργία του εκπαιδευτικού περιεχομένου. Ενημερώνει με

στοιχεία όπως επιδόσεις και συνέπεια. Ο βασικός σκοπός του είναι να διαχειρίζεται την εκπαιδευτική πορεία του χρήστη.

Βάση Δεδομένων

Η βάση δεδομένων αποτελεί τον συνολικό αποθηκευτικό χώρο. Περιέχει τα αρχεία πολυμέσων βίντεων, εικόνων, κειμένων, αφηγήσεων όπως και τα τρισδιάστατα αντικείμενα. Ακόμα εκεί αποθηκεύονται τα χαρακτηριστικά του χρήστη και οι επιδόσεις του.

Διαχειριστής επικοινωνίας

Αναλαμβάνει την διαχείριση επικοινωνίας μεταξύ χρήστη και εξυπηρετητή αρχείων.

Συμπεράσματα

Τέτοια περιβάλλοντα είναι τόσο αποτελεσματικά παιδαγωγικά και διδακτικά, όσο περισσότερο πλησιάζουν την πραγματικότητα σαν οπτική εντύπωση, σαν αντίληψη του περιβάλλοντος και σαν πειραματική ακρίβεια. Από την χρήση τέτοιων συστημάτων προκύπτει μία σειρά από πλεονεκτήματα για την εκπαίδευση. Η ενεργητική αλληλοεπίδραση και πειραματική ενεργητική μάθηση που προκύπτει από την προσομοίωση συναρμολόγησης στο περιβάλλον 3D, είναι από τα βασικότερα πλεονεκτήματα. Επίσης ένα δεύτερο πλεονέκτημα είναι οι εναλλακτικοί τρόποι παρουσίασης και διαχείρισης της πληροφορίας, αφού εναλλάσσει διαφορετικές μεταξύ τους μορφές πάνω στο ίδιο θέμα όπως βίντεο, εικόνες, σχήματα, 3D περιβάλλον. Επιπλέον απαλλάσσει από πιθανούς κινδύνους από την εφαρμογή άμεσα σε πραγματικό περιβάλλον (ηλεκτροπληξία, καταστροφή υλικού κτλ). Τέλος, αυξάνει το ενδιαφέρον εισάγοντας τον χρήστη σε ένα σχεδόν παιχνίδι-περιβάλλον. Συμπερασματικά αποτελεί μία σχετικά απλή και οικονομική λύση για την εκπαίδευση αλλά και για την εξάσκηση στο αντικείμενο.

4.6 ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ ΓΡΑΠΤΟΥ ΛΟΓΟΥ – ΕΝΑ Ε.Σ.

Το ΕΔΣ "ο Σύμβουλος Γραπτού Λόγου (WLC)" σχεδιάστηκε για να βοηθήσει τους καθηγητές να μάθουν τους μαθητές να γράφουν ένα επαγγελματικό γράμμα. Το συγκεκριμένο σύστημα παρέχει καινοτόμες συμβουλές σχετικά με τις στρατηγικές που ακολουθεί ο καθηγητής κατά την διάρκεια της πρακτικής διδασκαλίας [46].

Αυτό το σύστημα βοηθάει τους καθηγητές να κατηγοριοποιήσουν τους μαθητές. Τους βοηθάει επίσης στην διαχείριση και την εμπέδωση αποτελεσματικών εκπαιδευτικών εφαρμογών και στην αντιμετώπιση των δυσκολιών των μαθητών. Το ΕΣ απαιτεί ένα IBM- PC με 512K RAM και 720K εάν αποθηκευτεί σε δισκέτα.

Ο καθηγητής συμβουλευέται το Έμπειρο Σύστημα όταν το κάθε γραπτό το έχει διορθώσει. Έτσι έχοντας ως γνώμονα τα λάθη των μαθητών η διδασκαλία του μαθήματος χωρίστηκε σε τρία μέρη:

- § εισαγωγή των βαθμών του τεστ των μαθητών,
- § ανάλυση της χρήσης της διδακτικής ώρας από τον δάσκαλο καθώς και την διαχείριση και οργάνωσή της,

§ την πρόταση συγκεκριμένων εκπαιδευτικών μεθόδων-συμβουλών ώστε να βοηθήσει το μαθητή να αυξήσει τους βαθμούς των εργασιών του.

Αρχιτεκτονική Συστήματος

Εισαγωγή δεδομένων των μαθητών

Εισάγουμε στο σύστημα τους βαθμούς των μαθητών από δύο τυποποιημένα τεστ. Το ένα τεστ περιέχει ένα κείμενο και μία έκθεση που πρέπει να γράψουν. Το δεύτερο τεστ αναφέρεται στα σημεία στίξης και δημιουργίας προτάσεων. Έτσι βασισμένο το σύστημα σε αυτά τα δεδομένα, το (WLC) προτείνει μαθήματα στίξης και δημιουργίας προτάσεων κατάλληλα για κάθε μαθητή ξεχωριστά.

Ομαδοποίηση μαθητών

Με βάση το επίπεδο ικανοτήτων των μαθητών, μπορούν να γίνουν αρκετές ομαδοποιήσεις. Μία διαίρεση σε ομάδες έχει ως εξής:

- § Αυτοί που είναι έτοιμοι να ξεκινήσουν το μάθημα επαγγελματικού γράμματος.
- § Αυτοί που χρειάζονται λίγη εξάσκηση.
- § Αυτοί που χρειάζονται εκτεταμένη διδασκαλία στα προαπαιτούμενα προσόντα τονισμού και στην δημιουργία προτάσεων.

Μία άλλη ομαδοποίηση μπορεί να γίνει με βάση την ευχέρεια των μαθητών να δημιουργούν προτάσεις. Ο μέγιστος αριθμός των ομάδων ορίζεται από το καθηγητή. Ο αριθμός αυτός βγαίνει ανάλογα με τον αριθμό των ομάδων που οι καθηγητές μπορούν να δουλέψουν μέσα σε μία τάξη.

Χαρακτηριστικά της διδασκαλίας

Οι καθηγητές συνεργάζονται με τον υπολογιστή καθημερινά παρέχοντας πληροφορίες σχετικά με την πρόοδο των μαθητών και τις διδακτικές πρακτικές. Η επιπλέον πληροφόρηση που παρέχεται από τον υπολογιστή στον καθηγητή συμπεριλαμβάνει προτάσεις για την αποτελεσματική χρήση του χρόνου, των παρουσιάσεων, των μεθόδων και γενικά την διαχείριση της τάξης (αίθουσας).

Διαχείριση του χρόνου: Η διαχείριση του χρόνου στην τάξη είναι το πιο ουσιώδες στην αποτελεσματική διδασκαλία. Σε κάθε καθηγητή ζητήθηκε να καταγράψει:

- § πόση ώρα θα περάσει πριν ξεκινήσουν κάθε παράδοση,
- § πόσες μέρες περνάνε διδάσκοντας τα μαθήματα,
- § πόσο χρόνο χρειάστηκαν οι μαθητές για να τελειώσουν το έργο που τους ανατέθηκε.

Αν το μάθημα διήρκεσε περισσότερο από τον προκαθορισμένο βέλτιστο αριθμό ημερών, ζητούνται εξηγήσεις από τον δάσκαλο και τους πιθανούς λόγους που υπερέβη τον χρόνο. Εάν η έναρξη διδασκαλίας άργησε πάνω από δύο λεπτά, ο καθηγητής θα πρέπει να εξηγήσει τους λόγους που έγινε αυτή η καθυστέρηση. Επίσης εάν ο καθηγητής ξεκίνησε να παραδίδει στην τάξη γρήγορα αλλά καθυστέρησε να τελειώσει το μάθημα, γεννιούνται κάποιες άλλες ερωτήσεις. Αυτές οι ερωτήσεις είναι σχεδιασμένες για να εντοπίσουν αν το πρόβλημα σχετίζεται με την μέθοδο διδασκαλίας του καθηγητή ή εάν ο καθηγητής χρειάζεται βοήθεια με τη διαχείριση της τάξης. Οι προτάσεις σε αυτόν τον τομέα περιλαμβάνουν:

- § παροχή ξεκάθαρων κατευθύνσεων,
- § τον αυστηρό καθορισμό προτύπου,

- § το σταμάτημα μη πρόπτουσας συμπεριφοράς,
- § τον έπαινο των μαθητών και την ενθάρρυνση τους
- § την κυκλοφορία ενδιάμεσα-ανάμεσα στους μαθητές για να σιγουρευτεί ότι έχουν καταλάβει τι πρέπει να κάνουν.

Το πλεονέκτημα του συγκεκριμένου Έμπειρου Συστήματος είναι ότι παρέχει συμβουλές σε καθηγητές που τα προβλήματά τους διαφέρουν από μάθημα σε μάθημα. Έτσι παρέχει μία συγκεκριμένη πρόταση-συμβουλή που σχετίζεται με το τρέχων πρόβλημα του καθηγητή.

Ο καθηγητής μπορεί πάντα να επιστρέψει στο έμπειρο σύστημα εάν ένα άλλο πρόβλημα εμφανιστεί στο ίδιο πεδίο.

Αποτελέσματα και συμπεράσματα

Ο Σύμβουλος Γραπτού Λόγου χρησιμοποιείται για να παρέχει διαρκή και συνεχιζόμενη υποστήριξη στον καθηγητή. Ο καθηγητής εισάγει τα τρέχοντα δεδομένα σχετικά με την απόδοση του μαθητή και την συμπεριφορά του. Το WLC προτείνει τροποποιήσεις στη συμπεριφορά του καθηγητή ώστε να επηρεάσει θετικά την απόδοση του μαθητή. Μία πρόταση αλλαγής μπορεί να δοκιμαστεί σε μία συγκεκριμένη προβληματική κατάσταση.

Αν αυτή η στρατηγική είναι επιτυχής, η νέα μέθοδος διδασκαλίας μπορεί να προστεθεί στο εκπαιδευτικό υλικό του καθηγητή. Κάθε φορά ο καθηγητής επιστρέφει στο έμπειρο σύστημα για να συμβουλευτεί καινούργιες προτάσεις που του προσφέρονται. Έτσι αναγνωρίζεται η επιτυχής εφαρμογή της στρατηγικής.

Στο ξεκίνημα της εφαρμογής, μόνο ένας από τους μαθητές έγραψε ένα επαγγελματικό γράμμα με σκορ πάνω από 69%. Στο τέλος το 66% των μαθητών που καθοδηγήθηκαν από τους έξι καθηγητές που χρησιμοποιούσαν το σύμβουλο γραπτού λόγου (WLC) μπόρεσαν να γράψουν επαγγελματικό γράμμα με σκορ 80% και πάνω.

Οι αντιδράσεις των καθηγητών ήταν θετικές. Καταγράφηκε η ανάπτυξη επαγγελματισμού και ενδιαφέροντος για περαιτέρω εμπειρίες με έμπειρα συστήματα από τους καθηγητές. Τα στοιχεία για τα αποτελέσματα των μαθητών και τη συμπεριφορά των καθηγητών υποδεικνύουν ξεκάθαρα ότι τα έμπειρα συστήματα που παραδίδουν πληροφορίες πρακτικής διδασκαλίας μπορούν να παρέχουν εκπαιδευτική και συμβουλευτική βοήθεια κατά τη διάρκεια της εργασίας στους καθηγητές που ψάχνουν για περαιτέρω συμβουλές σχετικά με δύσκολα καθοδηγητικά προβλήματα.



***ΕΜΠΕΙΡΑ ΔΙΔΑΚΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ
ΚΑΙ
ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ
ΥΠΕΡΜΕΣΑ***

5.1 ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΑ ΚΑΙ Ε.Δ.Σ. ΒΑΣΙΣΜΕΝΑ ΣΤΟ WEB (AIWBES)

Υπάρχουν τρεις κατηγορίες συστημάτων ανάλογα με το σκοπό της χρήσης τους. Τα πρώτα συστήματα που δημιουργήθηκαν όπως αναφέραμε και στις προηγούμενες ενότητες ήταν τα Έμπειρα Διδακτικά Συστήματα. Τα αμέσως επόμενα συστήματα που αναπτύχθηκαν ήταν τα ILE (Intelligent Learning Environment), τα οποία προσφέρουν μάθηση καθοδηγούμενη από το μαθητή. Η τρίτη κατηγορία συστημάτων είναι τα Προσαρμοστικά Εκπαιδευτικά Υπερμέσα (AHS) στα οποία ο μαθητής έχει την ελευθερία στην πλοήγηση θεμάτων στο διαδίκτυο.

Τα AIWBES κληρονομούν χαρακτηριστικά από τα ΕΔΣ και τα Προσαρμοστικά Συστήματα Υπερμέσων. Από μία άποψη τα AIWBES δεν φαίνεται να έχουν σημαντικές διαφορές από τα ΕΔΣ και τα Προσαρμοστικά Εκπαιδευτικά Υπερμέσα. Παρόλα αυτά το διαδίκτυο απαιτεί διαφορές στον σχεδιασμό και την εφαρμογή τέτοιων συστημάτων και για αυτό τα θεωρούμε ως ξεχωριστή κλάση. Όλα τα AIWBES μπορούν να θεωρηθούν ότι είναι AHS και ΕΔΣ κατασκευασμένα για το διαδίκτυο.

5.1.1 Έμπειρα Διδακτικά Συστήματα και οι τεχνολογίες τους

Όπως αναφέρουν οι Seridi H. και Sellami M. [35] τα χαρακτηριστικά των Έμπειρων Διδακτικών Συστημάτων είναι η γνώση τους για το πεδίο, τον μαθητή και τις στρατηγικές για να υποστηρίξουν μία εύκαμπτη και εξατομικευμένη διδασκαλία. Δηλαδή έχουν γνώση για το περιεχόμενο και τις μεταξύ τους σχέσεις και προσπαθούν ανάλογα με τις πληροφορίες για τον κάθε μαθητή να επιλέξουν και την κατάλληλη στρατηγική. Είναι προσαρμοστικά αφού εργάζονται σε ένα καλά δομημένο χώρο πληροφοριών, έχουν γνώση για το πεδίο, συλλέγουν στοιχεία από τις κινήσεις του χρήστη και τις αλληλεπιδράσεις του με το σύστημα. Αυτά τα στοιχεία που συλλέγουν τα χρησιμοποιούν για να τροποποιούν δυναμικά το περιεχόμενο και την λειτουργικότητα που παρουσιάζεται στον χρήστη σύμφωνα με τις στρατηγικές διδασκαλίας που υπάρχουν προκαθορισμένες στο σύστημα. Παρέχουν έτσι ευέλικτη και εξατομικευμένη εκπαίδευση.

Οι τεχνολογίες των Έμπειρων Διδακτικών Συστημάτων είναι:

§ Διαδοχή γνωστικών μονάδων (Adaptive sequencing curriculum)

Ο στόχος είναι να παρασχεθεί στον μαθητή η καταλληλότερη ατομικά προγραμματισμένη ακολουθία θεμάτων για να μάθει. Επίσης του παρουσιάζονται εργασίες εκμάθησης (παραδείγματα, ερωτήσεις, προβλήματα, κ.λπ.) για να ασχοληθεί. Στα πλαίσια της βασισμένης στο WEB εκπαίδευσης, η curriculum sequencing τεχνολογία γίνεται πολύ σημαντική εξαιτίας της δυνατότητάς της να καθοδηγήσει το μαθητή μέσω του κυκλώνα από τις διαθέσιμες πληροφορίες. Η τεχνολογία αυτή ήταν μία από τις πρώτες που ++εφαρμόστηκε σε τέτοια πρόωρα AIWBES. Δύο από τα πιο γνωστά συστήματα που εφαρμόζεται αυτή η τεχνολογία είναι το ELM-ART και CALAT.

Επίσης τα συστήματα που περιλαμβάνονται στην ειδική έκδοση του ELM-ART και του KBS-Hyperbook παρέχουν δύο καλά παραδείγματα curriculum sequencing. Η παραπάνω τεχνολογία είναι η πιο παλιά που χρησιμοποιείται στο περιβάλλον των ΕΔΣ, όμως δεν θεωρήθηκε πολύ σημαντική γιατί η διαδοχή της ύλης θεωρείται ότι γίνεται από έναν δάσκαλο. Στο περιβάλλον του διαδικτύου όμως τα δεδομένα είναι διαφορετικά και η παραπάνω τεχνολογία είναι ιδιαίτερα χρήσιμη εξαιτίας του μεγάλου όγκου πληροφοριών. Η συγκεκριμένη τεχνολογία είναι η πιο διαδομένη και έχει εφαρμοστεί σε αρκετά συστήματα.

§ Ευφυής ανάλυση λύσεων (Intelligent solution analysis)

Σύμφωνα με τον Brusilovsky P. [36] αυτή η τεχνολογία εξετάζει τις τελικές απαντήσεις των μαθητών σε κάποιο πρόβλημα το οποίο μπορεί να είναι είτε κάποια απλή ερώτηση είτε κάποιο πολύπλοκο προγραμματιστικό πρόβλημα. Το σύστημα δεν ενδιαφέρεται πως έφτασε ο μαθητής στη λύση. Οι ευφυείς αναλυτές που διαθέτει δεν απαντούν απλά αν είναι σωστή ή λάθος η λύση αλλά μπορούν να ανακαλύψουν τι πήγε λάθος και ποιες πληροφορίες λείπουν από τον μαθητή και έτσι να τον εφοδιάζουν. Αυτή η τεχνολογία είναι κατάλληλη για υπολογιστές συνδεδεμένους σε αργά δίκτυα. Τα συστήματα που χρησιμοποιούν αυτή την τεχνολογία είναι το ELM-ART ένα ΕΔΣ για την εκμάθηση της γλώσσας προγραμματισμού LIS και το WITS ένα ΕΔΣ για την εκμάθηση διαφορικών εξισώσεων.

§ Αλληλεπιδραστική υποστήριξη λύσεων (Interactive problem solving support)

Ο στόχος της είναι να παρέχει στους μαθητές υποστήριξη σε κάθε βήμα στην διαδικασία επίλυσης ενός προβλήματος. Το σύστημα που διαθέτει αυτή την τεχνολογία καταγράφει συνεχώς τις κινήσεις του μαθητή, τις επεξεργάζεται και στέλνει βοήθεια όποτε χρειαστεί ενημερώνοντας παράλληλα το Μοντέλο του Μαθητή. Το επίπεδο βοήθειας ποικίλει από τη σηματοδότηση για ένα λανθασμένο βήμα στο δόσιμο μίας συμβουλής ή στην εκτέλεση του επόμενου βήματος για τον μαθητή. Η συγκεκριμένη τεχνολογία δεν είναι πολύ διαδεδομένη για το διαδίκτυο γιατί οι εφαρμογές του διαδικτύου δεν είναι πολύ αλληλεπιδραστικές έτσι ώστε να μπορούν σε κάθε βήμα να προσφέρουν βοήθεια στον μαθητή. Αυτό συμβαίνει γιατί απαιτείται αρκετός χρόνος για να γίνει κάθε αλληλεπίδραση με αποτέλεσμα να υπάρχουν προβλήματα στην διαδικασία επίλυσης του προβλήματος. Η λύση στα παραπάνω προβλήματα έχει έρθει με τη χρήση της τεχνολογίας Java. Παραδείγματα που χρησιμοποιούν τη συγκεκριμένη τεχνολογία είναι το LISP-TUTOR, ACT Programming Tutor και το GRACE .

Όπως αναφέρουν οι Papaterpos C.M. και Paratheodorou T.S. [37] η μέθοδος αυτή δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε μη καλά δομημένα πεδία όπως είναι για παράδειγμα η ιστορία καθώς δεν μπορούμε να μοντελοποιήσουμε την διαδικασία λύσης ενός προβλήματος. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε αντικείμενα όπως τα μαθηματικά, η φυσική και ο προγραμματισμός όπου υπάρχουν αξιώματα, θεωρήματα, νόμοι και αλγοριθμικές διαδικασίες. Για τα μη καλά δομημένα πεδία μπορεί να χρησιμοποιηθεί η διαδοχή γνωστικών μονάδων.

§ Λύση προβλημάτων βασισμένη σε προβλήματα (Example based problem)

Όταν οι μαθητές αντιμετωπίζουν προβλήματα στην επίλυση κάποιου προβλήματος το σύστημα τους παρέχει βοήθεια από παραδείγματα που έχουν δει ή προβλήματα

που έχουν λύσει σε προηγούμενα στάδια της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Ένα ευφυές σύστημα για το διαδίκτυο που χρησιμοποιεί αυτή την τεχνολογία είναι το ELM-ART.

5.1.2 Intelligent learning environment

Τα ILE σύμφωνα με τον Brusilovsky P.[38] είναι νεότερα συστήματα από τα ΕΔΣ και συνδυάζουν χαρακτηριστικά των ΕΔΣ και των περιβαλλόντων μάθησης (learning environments). Ενώ τα ΕΔΣ υποστηρίζουν εκπαίδευση καθοδηγούμενη από το σύστημα τα ILE προσφέρουν καθοδηγούμενη από τον χρήστη-μαθητή. Αυτό το πετυχαίνουν χάρη στην "μονάδα περιβάλλοντος" που διαθέτουν. Με τον όρο αυτό εννοούμε το μέρος του συστήματος που υποστηρίζει τις ενέργειες του χρήστη και τις μεθόδους που επιτρέπουν στον χρήστη να κάνει αυτές τις ενέργειες. Τα πρόσφατα ILE έχουν ένα τμήμα (manual component) που επιτρέπει στον χρήστη να έχει άμεση πρόσβαση στο δομημένο εκπαιδευτικό υλικό. Τα προσαρμοστικά ILE έχουν τμήματα (περιβάλλον, στρατηγικές διδασκαλίας, και manual component) τα οποία επικοινωνούν με το μοντέλο του μαθητή για να κάνουν προσαρμογές. Ο στόχος τέτοιου είδους συστήματα που αποτελούνται από πολλά ευφυή και μη ευφυή τμήματα είναι να κάνουμε όλα τα τμήματα προσαρμοστικά. Έτσι με αυτό το τρόπο να μπορεί κάποιο τμήμα να παίρνει τα αποτελέσματα της εργασίας του χρήστη και μαζί με ένα άλλο τμήμα να τα αξιοποιεί.

5.1.3 Προσαρμοστικά Εκπαιδευτικά Υπερμέσα και οι τεχνολογίες τους

Όπως αναφέρει ο Brusilovsky P. [39] τα πρώτα ΕΔΣ ενώ περιείχαν πολλές στρατηγικές και χρησιμοποιούσαν τις γνώσεις τους για το πεδίο και τον χρήστη για να προσφέρουν προσωποποιημένη μάθηση δεν προσφέρονταν για μαθητοκεντρική διδασκαλία καθώς όλα τα συστήματα καθοδούσαν απευθείας τον χρήστη ή του έδιναν κάποιο μενού για να επιλέξει την επόμενη λειτουργία. Χρειαζόταν να προστεθεί ένα τμήμα που να έδινε την δυνατότητα στον χρήστη να ακολουθήσει τη δική του πορεία στο υλικό. Η λύση ήταν η ενσωμάτωση ενός τμήματος υπερμέσων στο περιβάλλον των ΕΔΣ. Από τα πρώτα συστήματα που κινήθηκαν προς αυτή την κατεύθυνση ήταν το ISIS-Tutor του Brusilovsky. Στα Προσαρμοστικά Εκπαιδευτικά Υπερμέσα (AHS) ο χρήστης έχει αρκετή ελευθερία επιλογής στην πλοήγηση σε αντίθεση με τα Έμπειρα Διδακτικά Συστήματα στα οποία το σύστημα ελέγχει σε μεγάλο βαθμό τι παρουσιάζεται στο χρήστη. Για παράδειγμα τα προσαρμοστικά συστήματα υπερμέσων για την εκπαίδευση θα προσαρμοστούν στις προηγούμενες γνώσεις του χρήστη, στο στυλ μάθησης του ενώ μία προσαρμοστική ηλεκτρονική εγκυκλοπαίδεια θα προσωποποιήσει την περιγραφή μίας λέξης για να εμβαθύνει τις προϋπάρχουσες γνώσεις του χρήστη.

Οι τεχνολογίες των Προσαρμοστικών Εκπαιδευτικών Υπερμέσων είναι:

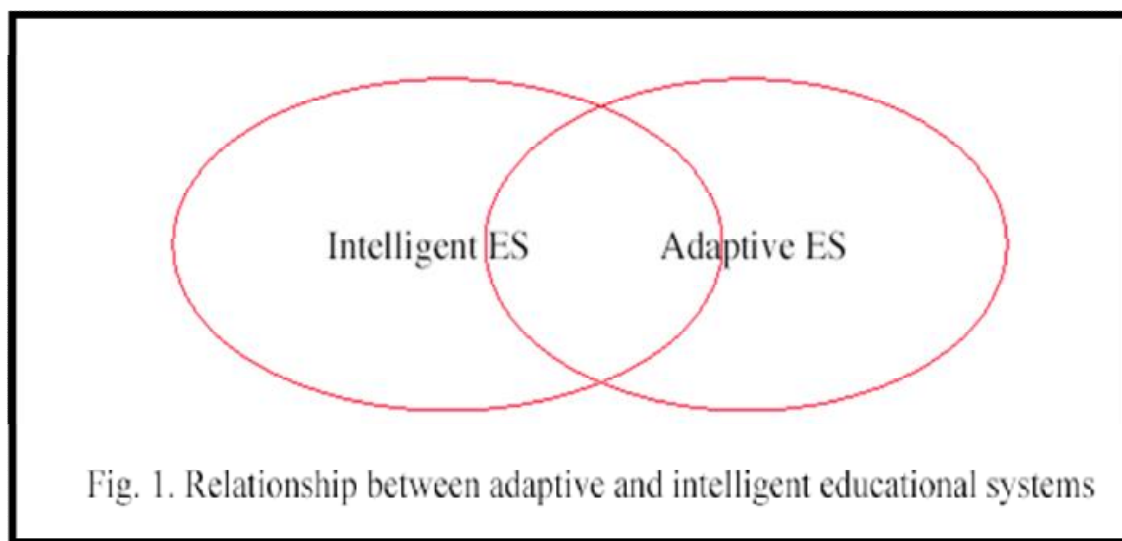
§ Προσαρμοστική παρουσίαση (Adaptive presentation)

Εδώ ο σκοπός είναι να προσαρμοστεί το περιεχόμενο της σελίδας στους στόχους του χρήστη, στο γνωστικό του επίπεδο και σε άλλες πληροφορίες που υπάρχουν αποθηκευμένες στο μοντέλο του. Οι σελίδες δεν είναι στατικές αλλά δημιουργούνται δυναμικά ή συγκεντρώνονται κάποια κομμάτια σε συμφωνία με το γνωστικό επίπεδο

του χρήστη. Για παράδειγμα έμπειροι χρήστες μπορούν να λάβουν περισσότερες και με μεγαλύτερη λεπτομέρεια πληροφορίες ενώ στους αρχάριους δίνονται περισσότερες εξηγήσεις. Η παραπάνω τεχνολογία είναι πολύ χρήσιμη στο περιβάλλον του διαδικτύου γιατί μία σελίδα δεν μπορεί να ταιριάζει σε όλους τους χρήστες. Υπάρχουν συστήματα που χρησιμοποιούν αυτή την τεχνολογία σε όλο το περιβάλλον τους ενώ κάποια άλλα σε ορισμένα τμήματα. Αυτή η τεχνολογία μπορεί να εφαρμοστεί χρησιμοποιώντας σχόλια και προειδοποιήσεις για το περιεχόμενο μίας σελίδας. Τα συστήματα που χρησιμοποιούν προσαρμοστική παρουσίαση είναι τα ELM-ART, AST και Interbook .

§ Προσαρμοστική πλοήγηση (Adaptive navigation support)

Ο σκοπός της προσαρμοστικής πλοήγησης είναι να υποστηρίξει τους μαθητές στον προσανατολισμό τους στον χώρο αλλάζοντας την εμφάνιση των ορατών συνδέσμων. Συγκεκριμένα το σύστημα μπορεί να βάλει σχόλια, να κρύψει, να διατάξει δεσμούς για να διευκολύνει την επιλογή του μαθητή για τον επόμενο δεσμό ή στην επιλογή μίας άσκησης ενός νέου θέματος. Η προσαρμοστική πλοήγηση καθοδηγεί λιγότερο τον μαθητή από τις άλλες τεχνολογίες και του δίνει περισσότερη ελευθερία στην επιλογή του επόμενου στόχου. Παραδείγματα συστημάτων που χρησιμοποιούν αυτή την τεχνολογία είναι το ISIS-tutor και το Hyperdapter .



Σχήμα 9: Σχέση μεταξύ προσαρμοστικών και έμπειρων διδακτικών συστημάτων

Μιλώντας για προσαρμοστικά συστήματα τονίζουμε ότι αυτά τα συστήματα προσπαθούν να είναι διαφορετικά για διαφορετικούς μαθητές και ομάδες μαθητών με το να λαμβάνουν υπόψη τις πληροφορίες που συσσωρεύσαν τα ατομικά ή ομαδικά μαθητικά πρότυπα. Μιλώντας για τα intelligent systems τονίζουμε ότι αυτά τα συστήματα εφαρμόζουν τεχνικές από τον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης (AI) για να παράσχουν ευρύτερη και καλύτερη υποστήριξη για τους χρήστες των βασισμένων στο WEB εκπαιδευτικών συστημάτων.

Συμπερασματικά τα AHS είναι για την μαθητοκεντρική προσέγγιση στη διδασκαλία σε αντίθεση με τα ΕΔΣ τα οποία υιοθετούν την δασκαλοκεντρική προσέγγιση στη διδασκαλία. Τα ΕΔΣ και τα AHS φαίνονται σαν δύο διαφορετικές προσεγγίσεις στην

χρήση του υπολογιστή στην εκπαίδευση. Στην πραγματικότητα όμως, όπως δείχνει και το (σχήμα 9) η μία συμπληρώνει την άλλη και τα συστήματα που περιλαμβάνουν έναν καθοδηγητή για την καθοδήγηση του χρήστη και ένα τμήμα υπερμέσων μπορούν να παρέχουν τόσο τη δασκαλοκεντρική όσο και την μαθητοκεντρική διδασκαλία.

5.2 ΣΥΝΤΟΜΗ ΑΝΑΦΟΡΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

ELM-ART

Ένα από τα πρώτα ΕΔΣ που προσπάθησαν να φέρουν τις ευφυείς τεχνολογίες τους στο περιβάλλον του διαδικτύου ήταν το ELM-ART. Οι δημιουργοί του ELM-ART ήταν οι Brusilovsky P., Schwarz E. & Weber G. [40] και βασίζεται στο ELM-PE το οποίο είναι ένα ILE σύστημα για την εκμάθηση της γλώσσας LISP και υποστηρίζει τις τεχνολογίες της ευφυούς ανάλυσης των λύσεων των μαθητών και του προγραμματισμού που βασίζεται σε παραδείγματα. Το ELM-PE είναι κατάλληλο για αρχάριους χρήστες αλλά δεν δίνει την δυνατότητα σε αυτούς να εμβαθύνουν τις γνώσεις τους. Το μοντέλο του χρήστη που χρησιμοποιεί είναι το overlay model. Το σύστημα αυτό παρέχει στον χρήστη εκπαιδευτικό υλικό από κάποιο αντικείμενο με τη μορφή τεστ ή την παρουσίαση εννοιών.

GERMAN TUTOR

Το German tutor των Heift T. & Nicholson D. [41] είναι ένα ευφυές σύστημα διδασκαλίας για την εκμάθηση της γερμανικής γλώσσας κατασκευασμένο για το διαδίκτυο. Για αυτό το λόγο απευθύνεται και σε χρήστες που τα γερμανικά δεν είναι η μητρική τους γλώσσα. Το μοντέλο χρήστη που χρησιμοποιεί είναι μία βάση δεδομένων.

KBS-HYPERBOOK

Το KBS Hyperbook των Henze Nicola, Wolfgang NejdI [42] είναι ένα προσαρμοστικό σύστημα υπερμέσων που έχει χρησιμοποιηθεί για το μάθημα επιστήμη των υπολογιστών. Επιτρέπει στον χρήστη να επιλέξει τον στόχο και στην συνέχεια προτείνει στον χρήστη τις κατάλληλες πληροφορίες. Το μοντέλο χρήστη που χρησιμοποιεί είναι τα Δίκτυα Bayes.

INSPIRE

Το INSPIRE των Γρηγοριάδου Μ., Παπανικολάου Κ.Α., Κορνιλάκης Χ. [43] είναι προσαρμοστικό εκπαιδευτικό σύστημα που έχει αναπτυχθεί στο εργαστήριο εκπαιδευτικής και γλωσσικής τεχνολογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών στο τμήμα Πληροφορικής. Η προσαρμοστικότητα του συστήματος βασίζεται στο γνωστικό επίπεδο και στο στυλ μάθησης των χρηστών. Το μοντέλο χρήστη που χρησιμοποιεί

είναι το overlay το οποίο δείχνει το γνωστικό επίπεδο του κάθε χρήστη για τις έννοιες καθώς και για τους στόχους.

Στο παρακάτω πίνακα βλέπουμε συνοπτικά τα παραπάνω παραδείγματα. Ο πίνακας απεικονίζει τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούν τα συστήματα αυτά.

AIWBES	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ	ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
Adaptive Hypermedia	Adaptive Presentation Adaptive Navigation Support	InterBook KBS-Hyperbook ELM-ART Inspire
Intelligent Tutoring	Adaptive Sequencing Curriculum Intelligent Solution Analysis Interactive Problem Solving Support Example Based Problem	German Tutor ELM-ART

Πίνακας 3: Τεχνολογίες και τα παραδείγματα τους

AES-CS

Το AES-CS των Triantafyllou E., Promptsis A., Georgiadou E. [44] είναι ένα προσαρμοστικό εκπαιδευτικό σύστημα για το διαδίκτυο το οποίο δίνει έμφαση στο στυλ μάθησης του κάθε χρήστη. Συγκεκριμένα χωρίζει τους χρήστες σε δυο κατηγορίες σύμφωνα με τον τρόπο μάθησης. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν αυτοί που προτιμούν τη διερευνητική μάθηση ενώ στην δεύτερη αυτοί που προτιμούν την άμεση διδασκαλία και θεωρούν ότι η μάθηση είναι μετάδοση των γνώσεων από τον δάσκαλο στον μαθητή. Το σύστημα χρησιμοποιεί την τεχνική της προσαρμοστικής παρουσίασης (adaptive presentation) για να παρουσιάσει πληροφορίες σύμφωνα με το γνωστικό επίπεδο του χρήστη.

MULTITUTOR

Το Multitutor του Simic G. [45] είναι ένα ITS κέλυφος για την συγγραφή μαθημάτων από έναν δάσκαλο και για την παράδοση τους στο περιβάλλον του διαδικτύου. Η αρχιτεκτονική του είναι παρόμοια με των άλλων ITS. Υπάρχει η μονάδα για το έμπειρο σύστημα όπου υπάρχει το πεδίο γνώσεων, το μοντέλο του χρήστη, το παιδαγωγικό μοντέλο που περιέχει κάποιες παιδαγωγικές πλευρές του συστήματος και είναι υπεύθυνο για την συνεργασία των υπολοίπων μονάδων. Επειδή το σύστημα είναι για το διαδίκτυο υπάρχουν και οι browser τόσο για τον μαθητή όσο και για τον δάσκαλο. Στην μια μεριά του συστήματος υπάρχει ο εκπαιδευτής ο οποίος μπορεί να ορίσει τα κεφάλαια, τα τεστ καθώς και τη διεύθυνση όπου βρίσκεται το υλικό. Στην άλλη μεριά του συστήματος υπάρχουν οι εκπαιδευόμενοι. Το σύστημα περιορίζει το υλικό που θα δείξει στους μαθητές ανάλογα με το ιστορικό τους. Τα στοιχεία που χρησιμοποιεί είναι τα αποτελέσματα των τεστ. Δηλαδή το έμπειρο σύστημα αξιολογεί τα αποτελέσματα των τεστ και προτείνει τρόπους βελτίωσης τους.

ALGEBRAIN

AlgeBrain: Είναι ένα σύστημα για την άλγεβρα που στοχεύει να βοηθήσει τους μαθητές στην επίλυση προβλημάτων. Δηλαδή είναι ένα βοηθητικό σύστημα. Αυτό το έμπειρο σύστημα είναι βασισμένο σε κανόνες που παρακολουθεί τις ενέργειες του χρήστη και τις συγκρίνει με τις σωστές.

AST

Adaptive Statistics Tutor (AST): Αυτό το σύστημα κατασκευάζει σειρά μαθημάτων στατιστικής ανάλογα με τις πληροφορίες που λαμβάνει από τον κάθε μαθητή ξεχωριστά. Έχει τις βασικές μονάδες που έχουν και τα άλλα προσαρμοστικά συστήματα όπως το μοντέλο χρήστη, το πεδίο γνώσεων, και τη μονάδα για παιδαγωγικές στρατηγικές η οποία κάνει επιλογή της πιο κατάλληλης διδακτικής μεθόδου. Εφαρμόζει τις τεχνολογίες διαδοχή μαθημάτων (Adaptive Sequencing Curriculum) και υποστήριξη πλοήγησης (Adaptive Navigation Support).

ISIS-TUTOR

Το ISIS-Tutor του Brusilovsky P. [38] είναι ένα ευφυές περιβάλλον μάθησης (ILE) που έχει ενσωματωμένο ένα τμήμα υπερμέσων για την υποστήριξη της μαθητοκεντρικής διδασκαλίας. Χρησιμοποιείται για την εκμάθηση της print formatting γλώσσας η οποία μπορεί να θεωρηθεί ως γλώσσα προγραμματισμού. Είναι από τα πρώτα συστήματα που προσπάθησαν να συνδυάσουν τα πλεονεκτήματα των ILE και των υπερμέσων ανοίγοντας νέους δρόμους στην εκπαίδευση με τη χρήση υπολογιστή. Το μοντέλο του χρήστη είναι το overlay μοντέλο το οποίο διακρίνει έξι διαφορετικές καταστάσεις για το επίπεδο εκμάθησης μίας έννοιας από τους χρήστες. Το μοντέλο του χρήστη επικοινωνεί με όλες τις μονάδες του συστήματος, τις ενημερώνει και παίρνει πληροφορίες από την αλληλεπίδραση του χρήστη με αυτές. Το περιβάλλον μάθησής του επιτρέπει στον μαθητή να πειραματιστεί με τις εντολές, να τροποποιεί τα προγράμματα που κατασκευάζει και να βλέπει τα αποτελέσματα των ενεργειών του.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα πτυχιακή ασχολήθηκε με τα Έμπειρα Συστήματα στην Εκπαίδευση. Γνωρίσαμε για αυτά ότι εντάσσονται στον κλάδο της Τεχνητής Νοημοσύνης. Είναι συστήματα τα οποία περιέχουν εκπαιδευτικές εφαρμογές και στόχος τους είναι η Εκπαίδευση. Απευθύνονται σε όλες τις ηλικίες ανθρώπων, εφόσον κατέχουν τις βασικές γνώσεις ενός Υπολογιστή.

Τα συστήματα αυτά έχουν την ικανότητα να προσομοιώνουν την ανθρώπινη σκέψη και με την παράλληλη εκμετάλλευση των δυνατοτήτων που παρέχουν οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές έχουν βελτιώσει την εκπαιδευτική διαδικασία. Ωστόσο από τη μελέτη που έγινε τα ΕΔΣ δεν έχουν καταλάβει μεγάλο ποσοστό του χώρου της Εκπαίδευσης ακόμα. Δεν πρέπει όμως να υπάρχει αμφιβολία ότι τα ΕΔΣ είναι προς όφελος των χρηστών τους (μαθητής, καθηγητής) αφού τους προσφέρουν νέες δυνατότητες.

Εκτός από τις δυνατότητες που έχουν αποτελούν από μόνα τους ολοκληρωμένα εκπαιδευτικά εργαλεία. Με την κατάλληλη χρήση τους μπορεί και ο Εκπαιδευτικός να επωφεληθεί από αυτά. Μπορεί να του παρέχει γνώση μεγαλύτερης εμπειρίας ή ακόμα και τρόπους αντιμετώπισης προβληματικών καταστάσεων.

Από την πλευρά των εκπαιδευόμενων τα συστήματα αυτά μεταδίδουν τη γνώση μέσα από ένα φιλικό διαδραστικό περιβάλλον ξεφεύγοντας από την παραδοσιακή μέθοδο της κιμωλίας. Αυτή η δυνατότητάς τους, τα κάνει να ξεχωρίζουν και να προσελκύουν κάθε είδους μαθητή. Είναι πολύ εύχρηστα και κατανοητά ώστε να μπορούν να απευθύνονται σε όλες τις βαθμίδες της Εκπαίδευσης.

Ωστόσο εκτός από τα απλά ΕΔΣ υπάρχουν συστήματα τα οποία είναι φτιαγμένα για μάθηση μέσα από το διαδίκτυο. Αυτά είναι τα Προσαρμοστικά Εκπαιδευτικά Υπερμέσα (AHS) στα οποία ο μαθητής έχει την ελευθερία στην πλοήγηση θεμάτων στο διαδίκτυο. Έχουν την ίδια δομή με τα ΕΔΣ και είναι σχεδιασμένα να απευθύνονται σε μεγάλο εύρος μαθητών, για αυτό είναι φτιαγμένα για ένα μέσο μαθητή.

Σε αντίθεση με τα παραπάνω τα συστήματα αυτά, βοηθούν στην καλύτερη μετάδοση της γνώσης αλλά σε καμία περίπτωση δεν είναι ικανά να αντικαταστήσουν τον άνθρωπο-καθηγητή μέσα σε μία αίθουσα. Χρησιμεύουν μόνο ακόμα ως βοηθητικά εργαλεία στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Τα ΕΔΣ και τα AHS είναι τα συστήματα που έχουν αλλάξει ριζικά τον τρόπο Εκπαίδευσης. Αποτελούν προϊόντα προόδου και αναβάθμισης του μορφωτικού επιπέδου και επιδιώκουν την καλύτερη αξιοποίηση του σχολείου ως έννοια. Η επικρατέστερη άποψή μου είναι ότι τα Έμπειρα Συστήματα ήρθαν για να μείνουν.

Μία μελλοντική έρευνα που θα μπορούσε να υπάρξει είναι, εάν είναι εφικτό να αντικατασταθεί πλήρως ο άνθρωπος-ειδικός για παράδειγμα ο καθηγητής από ένα Έμπειρο Σύστημα. Τι αντιδράσεις θα επιφέρει αυτή η νέα μέθοδος; Ποια μπορεί να είναι τα αποτελέσματά της; Πώς βοηθάει στην κοινωνικοποίηση του ανθρώπου; Είναι μερικά από τα πιο σημαντικά ερωτήματα που θα πρέπει να απαντηθούν. Η Επιστήμη των υπολογιστών και των Έμπειρων Συστημάτων είναι εδώ για να μπορέσει να μας λύσει σε λίγα χρόνια όλα τα ερωτήματά μας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] FuzzyCLIPS:
http://ai.iit.nrc.ca/IR_public/fuzzy/FuzzyCLIPS/FuzzyCLIPSIndex.html
- [2] Βλαχάβας Ι.,- Κεφάλας Π.,- Βασιλειάδης Ν., - Κόκκορας Φ., - Σακελλαρίου Η., "Τεχνητή Νοημοσύνη" , Εκδόσεις Β. Γκιούρδας Εκδοτική
- [3] Γαλιούρης Κ., (2009) "Εισαγωγή στην Τεχνητή Νοημοσύνη και στα Έμπειρα Συστήματα" , Αθήνα
- [4] Δουκίδης Γ. Αγγελίδης Μ., (1998) "Έμπειρα Συστήματα Τεχνητή Νοημοσύνη Lisp" , Αθήνα
- [5] Κεραυνού Ε., (2000) "Τεχνητή Νοημοσύνη και τα Έμπειρα Συστήματα", Τόμος Α΄ Πάτρα
- [6] Πλεξουσάκης, Δ. "Λογική και Τεχνητή Νοημοσύνη"
- [7] Τζαφέστας Σ., "Εισαγωγή στην Τεχνητή Νοημοσύνη και τα Έμπειρα Συστήματα", Τόμος Α΄ Αθήνα
- [8] Barr A. & Feigenbaum E., (1981) "The Handbook of Artificial Intelligence"
- [9] Charniak E. & McDermott D., (1985) "Introduction to Artificial Intelligence", Addison-Wesley
- [10] Elaine Rich & Kevin Knight, (1991) "Artificial Intelligence" Hardcover, Subsequent Edition
- [11] Minsky M., (1975) "A Framework for Representing Knowledge". The Psychology of Computer Vision.
- [12] [http://el.wikipedia.org-Artificial intelligence \(AI\)](http://el.wikipedia.org-Artificial%20intelligence%20(AI)) <http://www.macs.hw.ac.uk>
- [13] Winston P. H., (1992) "Artificial Intelligence" 3rd edition, Addison-Wesley
- [14] Skinner B. F., (1950) "Are theories of learning necessary?"
- [15] Πτυχιακή Εργασία της Πετρίδου Μ.,(2006) "Μέθοδοι αναπαράστασης Γνώσης στα Έμπειρα Συστήματα. Κελύφη Έμπειρων Συστημάτων συγκριτική μελέτη αυτών", Τμήμα Επιχειρηματικός Σχεδιασμός και Πληροφοριακών Συστημάτων, Πάτρα.
- [16] Χατζηλυγερούδης, Ι., Γιαννούλης, Χ. και Κουτσογιάννης, Κ., "A Web-Based Education System for Predicate Logic", Proceedings of the 4th IEEE ICALT-2004, pp. 106-110. Finland, IEEE Computer Society.

- [17] Balík M., Jelínek I. Towards, "Semantic Web-based Adaptive Hypermedia Model". In Proceedings of the Interenational Conference on Computer Systems and Technologies. Varna: Academy of Sciences, 2006, p. V-8-1-V-8-6.
- [18] Βρετανική Εταιρία Υπολογιστών (The British Computer Society's Specialist Group on Expert Systems).
- [19] Feigenhaum A. Edward, (1982) "Knowledge engineering in the 1980's".
- [20] Frederick Hayes-Roth, (1984) "The Knowledge-Based Expert System".
- [21] S.M. Weiss and C.A. Kulikowski, (1984) "A Practical Guide to Designing Expert Systems" Rowman & Allanheld.
- [22] Lucas P. & van der Gaag L. (1991) "Principles of Expert Systems" Addison-Wesley.
- [23] Πτυχιακή των Αργυρίου Μ., Μαρουλη Δ., Ροσσολατου Μ. "Τα έμπειρα συστήματα στην κατεύθυνση του Επιχειρηματικού Σχεδιασμού με εστίαση στη λήψη των επιχειρηματικών αποφάσεων" Τμήμα Επιχειρηματικός Σχεδιασμός και Πληροφοριακών Συστημάτων, Πάτρα.
- [24] Giarratano and Riley (1998) "Expert Systems, Principles and Programming" Third Edition by Joseph Giarratano and Cary Riley.
- [25] Jackson P. (1999) "Introduction to Expert Systems" Addison-Wesley
- [26] Beck J., Stern M., & Haugsjaa E., (1996) "Applications of AI in Education" ACM Crossroads.
- [27] Giakovis, D., Zaharakis I.D., Diplas C., Kameas A., Pintelas P. (1996) "MELLON: A Generator of Intelligent Tutoring Applications" First International Conference on Computers and Advanced Technologies in Education, Cairo, Egypt, March 18-20, 1996, 300-31.
- [28] Σωτηροπούλου Β. (1992) "Έμπειρα Συστήματα σαν βασικότατα εργαλεία ανάπτυξης και μετάδοσης της ανθρώπινης γνώσης" Παιδαγωγική Επιθεώρηση 16 σελ39-58.
- [29] Φράνκα Παντάνο Ρόκου & Γιάννης Ρόκος "Τα εικονικά εργαστήρια στη διδασκαλία της Πληροφορικής "2η Πανελλήνια Διημερίδα με διεθνή συμμετοχή «Διδακτική της Πληροφορικής».
- [30] Carr B. & Goldstein I. (1977) "Overlays: a Theory of Modeling for Computer-aided Instruction" Technical Report, AI Lab Memo 406, MT

- [31] Δ. Πρέντζας, Ι. Χατζηλυγερούδης, Κ. Κουτσογιάννης, Μ. Ρήγκου, "Η Αρχιτεκτονική ενός Ευφυούς Συστήματος Βασισμένο στο Διαδίκτυο για τη Διδασκαλία Νέων Τεχνολογιών Πληροφορικής" Πανεπιστήμιο Πατρών.
- [32] Lippert R. (1989) "Expert Systems: Tutors, Tools, and Tutee" Journal of Computer-Based Instruction.
- [33] Β. Ι. Κόμης. "Οι Νέες Τεχνολογίες στη Διδακτική και τη Μαθησιακή Διαδικασία".
- [34] Nicaud J.-F., Vivet M. (1988) "Les tuteurs intelligents: realisations et tendances de recherches", in Technique et Science Informatiques, No 1, vol.7.
- [35] Seridi H., Sellami M. (2001) "Design of an intelligent tutoring system on the www to support interactive learning". International Conference on Engineering Education. August 6 - 10, 2001 Oslo, Norway.
<http://cblis.utc.sk/cblis-cd-old/2001/text/doc/b6.doc>.
- [36] Brusilovsky P. & Anderson J. (1998) "ACT-R electronic bookshelf: An adaptive System for learning cognitive psychology on the Web" Proceedings of WebNet 98 World Conference of the WWW, Internet & Intranet, Orlando, Florida, November 7-12, 1998, pp. 92-97. <http://www2.sis.pitt.edu/~peterb/papers/WebNet98.html>
- [37] Papaterpos C.M. Papatheodorou T.S (2000) "Are Web-based Adaptive Educational Systems suitable for constructivist instruction in Ill-Structured Knowledge Domains" 2ο Συνέδριο: Οι τεχνολογίες της πληροφορίας και της επικοινωνίας στην εκπαίδευση Πάτρα, 13, 14 και 15 Οκτωβρίου 2000.
http://www.clab.edc.uoc.gr/hy302/texts/patras/Paper_pdf/paper64.pdf.
- [38] Brusilovsky P. (1994) "ISIS-Tutor: An Intelligent Learning Environment for CDS/ISIS Users." In Proceedings of the Interdisciplinary Workshop on Complex Learning in Computer Environments (CLCE'94) Joensuu, Finland, pp 29-33.
http://www.cs.joensuu.fi/~mtuki/www_clce.270296/Brusilov.html
- [39] Brusilovsky P. (1998) "Adaptive educational systems on the world-wide-web: a review of available technologies Proceedings of Workshop WWW-Based Tutoring" at 4th international Conference on Intelligent Tutoring System (ITS'98), San AntonioTX.
<http://www-aml.cs.umass.edu/stern/webits/itsworkshop/brusilovsky.html>.
- [40] Brusilovsky P., Schwarz E., & Weber G. (1996) "ELM-ART: An Intelligent Tutoring System on World Wide Web" In Frasson, C., Gauthier, G., & Lesgold, A. (Ed.), Intelligent Tutoring Systems (Lecture Notes in Computer Science, Vol. 1086). Berlin: Springer Verlag pp 261-269.
<http://www.contrib.andrew.cmu.edu/~plb/ITS96.html>
- [41] Heift T., & Nicholson D. (2001) "Web delivery of adaptive and interactive language tutoring" International Journal of Artificial Intelligence in Education, 12(4), pp 310-324.
http://aied.inf.ed.ac.uk/members01/archive/vol_12/heift/paper.pdf.

- [42] Henze Nicola, Wolfgang Nejd. (1999) "Adaptivity in the KBS Hyperbook System Proceedings of the 2nd Workshop on Adaptive Systems and User Modeling on the WWW Banff, Canada, June 20-24, 1999 pp 67-74.
<http://wwwis.win.tue.nl/asum99/henze/henze.html>
- [43] Γρηγοριάδου Μ., Παπανικολάου Κ.Α., Κορνιλάκης Χ. (2001) "Εξατομικευμένη Μάθηση στο Διαδίκτυο: Προσαρμοστικά Εκπαιδευτικά Συστήματα" Πρακτικά 1ου Πανελληνίου Συνεδρίου για την Ανοικτή και Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση (CD-ROM), Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα, Μάιος 2001.
http://hermes.di.uoa.gr/lab/CVs/papers%5Cpapanikolaou%5Cgpk_04.pdf
- [44] Triantafillou E., Promptsis A., Georgiadou E. AES-CS (2002) "Adaptive Educational System based on cognitive styles" Proceedings of the AH2002 Workshop, Malaga, Spain, 2002, pp 10-20.
<http://www.lcc.uma.es/~eva/WASWBE/evangelos.pdf>
- [45] Simic G. (2004) "The multi courses tutoring system design" Volume 01 Issue 01 (February2004).
<http://www.comsis.fon.bg.ac.yu/ComSISpdf/Volume01/Papers/GoranSimic.pdf>
- [46] Σε αυτή την διεύθυνση περιγράφεται "An Expert System for Accounting Education" http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=ROA3s8ZBnrQC&oi=fnd&pg=PA56&dq=related:eJ6p9NhjuXgJ:scholar.google.com/&ots=Wn8xqEtXe5&sig=6QU1yOFjKEOxuRWt_FU3WEPJLhI#v=onepage&q&f=false

