

**Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΑΣ**

**Σχολή Διοίκησης και Οικονομίας**

**Τμήμα Επιχειρηματικού Σχεδιασμού και Πληροφορικών Συστημάτων**

**ΠΡΟΣΑΡΜΟΖΟΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ  
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ**

**Αντωνίου Ευαγγελία**

**Πασχαλίδου Μαρία**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

**κ. ΓΙΩΤΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ**

**ΠΑΤΡΑ,ΜΑΙΟΣ 2008**

# 1. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>1.</b>	<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</b> .....	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ</b> .....	<b>4</b>
<b>3.</b>	<b>ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ</b> .....	<b>4</b>
<b>1</b>	<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	<b>6</b>
1.1	ΟΡΙΣΜΟΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ.....	6
1.2	ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ .....	7
1.2.1	Εισαγωγή.....	7
1.2.2	Ηλεκτρονική Μάθηση (E-Learning).....	9
1.2.3	Συστήματα e-learning .....	9
1.3	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ – ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΧΡΗΣΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ .....	15
1.4	ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ .....	18
<b>2</b>	<b>ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ E-LEARNING</b> .....	<b>19</b>
2.1	ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΥΠΟΔΟΜΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ E-LEARNING .....	19
2.2	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΚΜΑΘΗΣΗΣ .....	19
2.2.1	<i>Content Repositories και Offering Catalogs</i> .....	20
2.2.2	<i>Μεταδεδομένα (Metadata)</i> .....	20
2.2.3	<i>Μεταδεδομένα και αποθήκευση περιεχομένου (Metadata and Content Storage)</i> .....	21
2.2.4	<i>Περιεχόμενο και διαχείριση ροής της δουλειάς</i> .....	21
2.2.5	<i>Επαναχρησιμοποιήσιμα αντικείμενα εκμάθησης</i> .....	21
2.2.6	<i>Προσφορά καταλόγου</i> .....	22
2.2.7	<i>Εργαλεία δημιουργίας περιεχομένου</i> .....	22
2.2.8	<i>Εργαλεία συγκέντρωσης περιεχομένου</i> .....	23
2.2.9	<i>Διαχειριστής καταλόγου (Catalog Manager)</i> .....	23
2.2.10	<i>Διαχειριστής Προφίλ Μαθητευομένου (Learner Profile Manager)</i> .....	24
2.2.11	<i>Προγραμματισμένη Εκμάθηση (Learning Planner)</i> .....	24
2.2.12	<i>Διαχειριστής Αρχείων Εκπαιδευομένου (Learner Registrar)</i> .....	25
2.2.13	<i>Περιβάλλον παράδοσης</i> .....	25
2.3	ΣΕ ΜΗ ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΣΥΝΔΕΣΗ ΕΚΜΑΘΗΣΗΣ, ΝΟΜΑΔΙΚΗ ΕΚΜΑΘΗΣΗ, ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΗ ΕΚΜΑΘΗΣΗ(OFFLINE LEARNING, NOMADIC LEARNING, AND MOBILE LEARNING) .....	26
2.3.1	<i>Δυνατότητα πρόσβασης (Accessibility)</i> .....	27
2.3.2	<i>Συνεργάσιμο περιβάλλον (Collaborative Environment)</i> .....	27
2.3.3	<i>Ανεπίσημη εκμάθηση (Informal Learning)</i> .....	27
2.3.4	<i>Μηχανές εκτίμησης και εξέτασης (Assessment and Testing Engines)</i> .....	28
2.4	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΥΠΟΔΟΜΗ(TECHNOLOGY INFRASTRUCTURE) .....	28
2.4.1	<i>Η υποστήριξη της Sun στην τεχνολογική υποδομή του e-learning</i> .....	29
2.4.2	<i>Διαμόρφωση Προϊόντων e-Learning (Product Configuration)</i> .....	30
2.4.3	<i>Πύλες εκμάθησης (Learning Portals)</i> .....	30
2.4.4	<i>Προμηθευτές Περιεχομένου (Content Vendors)</i> .....	31
2.5	ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ .....	32
2.5.1	<i>Σύστημα διαχείρισης εκμάθησης (Learning Management System, LMS)</i> .....	32
2.5.2	<i>Σύστημα διαχείρισης φοιτητών (Student Administration System)</i> .....	33
2.5.3	<i>Σύστημα Διαχείρισης Περιεχομένου Μάθησης (Learning Content Management System) (CMS or LCMS)</i> 33	
2.5.3.1	<i>Εργαλεία δημιουργίας και εργαλεία συγκέντρωσης (Authoring Tools and Assembly Tools)</i> .....	35
2.6	ΜΗΧΑΝΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ (ASSESSMENT ENGINES).....	36
2.6.1	<i>Σύστημα διαχείρισης σειράς μαθημάτων (Course Management System)</i> .....	36
2.6.2	<i>Εικονικές τάξεις / Εργαλεία συνεργασίας</i> .....	38
2.6.3	<i>Υιοθέτηση στη βιομηχανία εκπαίδευσης (Adoption In The Education Industry)</i> .....	38
2.6.4	<i>Κολέγια και πανεπιστήμια</i> .....	39
2.6.5	<i>Εκτιμήσεις Επιλογής Προϊόντων και Υποδομής</i> .....	39
2.6.6	<i>Διαλειτουργικότητα και προσαρμογή / συμμόρφωση με τα πρότυπα</i> .....	39
2.6.7	<i>Ολοκλήρωση με τα υπάρχοντα συστήματα εφαρμογής</i> .....	40

2.6.8	Εξελικτική (Scalable).....	40
<b>3</b>	<b>ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ E - LEARNING .....</b>	<b>41</b>
3.1	ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ .....	41
3.1.1	Open LMS (Open-Source Learning Management System).....	41
3.1.2	CourseWork An Open Source Course Management System .....	42
3.1.2.1	Παρουσίαση Εργαλείων .....	43
3.1.2.2	Αρχική σελίδα σειράς μαθημάτων .....	43
3.1.2.3	Ανακοινώσεις .....	44
3.1.2.4	Διδακτέα ύλη .....	44
3.1.2.5	Σχέδιο.....	44
3.1.2.6	Υλικά σειράς μαθημάτων .....	44
3.1.2.7	Αναθέσεις.....	44
3.1.2.8	Βαθμοί.....	45
3.1.2.9	Πλεονεκτήματα χρήσης του CourseWork.....	45
3.1.3	ILIAS46 .....	
3.1.3.1	Χαρακτηριστικά γνωρίσματα.....	48
3.1.3.2	Λογαριασμοί χρήστη.....	50
3.1.3.3	Σειρές Μαθημάτων .....	50
3.1.3.4	Mails και Newsgroups.....	50
3.1.4	ELP 51 .....	
3.1.4.1	Αρχιτεκτονική.....	56
3.1.4.2	Η Πιστοποίηση στο ELP .....	57
3.1.4.3	Παράγωγή δεικτών και ασκήσεων των θεμάτων.....	58
3.1.4.4	Παραγωγή άσκησης .....	58
3.1.4.5	Παράγωγή Αποτελέσματος.....	59
3.2	E- CLASS .....	59
3.2.1	Φιλοσοφία πλατφόρμας.....	61
3.2.2	Στόχοι- Οφέλη.....	61
3.2.3	Βασικά Χαρακτηριστικά πλατφόρμας .....	62
3.2.4	Ρόλοι Χρηστών .....	63
3.2.5	Κατηγορίες Μαθημάτων.....	63
3.2.6	Δομή Ηλεκτρονικού Μαθήματος.....	64
3.2.7	Διεπαφές Χρηστών.....	68
3.2.8	Αρχική Σελίδα πλατφόρμας.....	68
3.2.9	Χαρτοφυλάκιο Χρήστη.....	70
3.2.10	Ηλεκτρονικό Μάθημα .....	71
3.2.11	Περιοχή Διαχείρισης πλατφόρμας.....	73
3.2.12	Υποστήριξη πλατφόρμας.....	75
3.3	ΙΣΤΟΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΥΛΗΣ “E-YΛΙΚΟ” .....	75
3.4	ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΕΙΚΟΝΙΚΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ .....	79
3.4.1.1	Εισαγωγή.....	79
3.4.2	Πολλαπλών χρηστών διανεμημένα εικονικά περιβάλλοντα ( Multi-Users Distributed Virtual Environments, mDVEs). .....	80
3.4.2.1	Απαιτήσεις Υπηρεσίας Δικτύου.....	82
3.4.2.2	Ανάλυση της αρχιτεκτονικής δικτύου που χρησιμοποιείται σε DVEs.....	84
3.4.2.3	Προσέγγιση πελάτη-κεντρικού εξυπηρετητή (Client-server approach) .....	84
3.4.2.4	Επικοινωνία Peer-to-Peer .....	85
3.4.2.5	Επικοινωνία Peer-to-Peer με κεντρική αποθήκη.....	86
<b>4</b>	<b>ΠΡΟΣΑΡΜΟΖΟΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ (ΠΣΗΜ) .....</b>	<b>88</b>
4.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ AGENTS .....	89
4.1.1	Χρήση agents σε ΠΣΗΜ.....	92
4.1.1.1	MATS: Ένα ανοικτό καταναμημένο εκπαιδευτικό σύστημα πολλαπλών πρακτόρων .....	93
4.1.1.2	Ένας πράκτορας διαμεσολάβησης για εκπαιδευτικά συστήματα βοηθούμενα από υπολογιστές.....	94
4.1.1.3	Χρήση κινούμενων χαρακτήρων (life-like animated characters) σε εκπαιδευτικές εφαρμογές.....	95
4.1.1.4	Ευφυείς Βοήθεια (Intelligent Helpdesk).....	96
4.1.1.5	Προσαρμοζόμενος Βοηθός Διδασκαλίας Στατιστικής (Adaptive Statistics Tutor – AST).....	97
4.1.1.6	AlgeBrain, ένας βοηθός διδασκαλίας άλγεβρας.....	98
4.2	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΟΥ ΥΠΟΣΤΗΡΙΖΟΥΝ ΤΑ ΠΣΗΜ .....	99
4.2.1	Τεχνικές Υπολογιστικής Νοημοσύνης .....	99
4.2.1.1	Εισαγωγή.....	99
4.2.1.2	Βελτιστοποίηση σε προβλήματα της επιστήμης των μηχανικών.....	99
4.2.1.3	Γρήγορη προσαρμοζόμενη συμπεριφορά σε μεταβλητές συνθήκες .....	100

4.2.1.4	Τεχνητή νοημοσύνη .....	100
4.2.1.5	Βιολογία .....	100
4.2.2	<i>Εφαρμογές Υπολογιστικής Νοημοσύνης</i> .....	101
4.2.2.1	Εισαγωγή.....	101
4.2.2.2	Εφαρμογές στον προγραμματισμό .....	101
4.2.2.2.1	Δρομολόγηση .....	102
4.2.2.2.2	Χρονοπρογραμματισμός.....	103
4.2.2.2.3	Πακετάρισμα .....	103
4.2.2.3	Εφαρμογές στη σχεδίαση.....	104
4.2.2.4	Εφαρμογές στην προσομοίωση και την αναγνώριση συστήματος.....	105
4.2.2.5	Εφαρμογές στα συστήματα ελέγχου.....	106
4.2.2.6	Εφαρμογές στα συστήματα ταξινόμησης.....	107
4.2.3	<i>Bayesian Δίκτυα</i> .....	108
4.2.3.1	Εισαγωγή στα Bayesian Δίκτυα .....	108
4.2.3.2	Βασικά Χαρακτηριστικά των Bayesian δικτύων.....	110
<b>5</b>	<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b> .....	<b>114</b>
<b>6</b>	<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ</b> .....	<b>116</b>

## **2. ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ**

Εικόνα 1	Η πλατφόρμα «eClass» .....	60
Εικόνα 2	Στοιχεία που συνθέτουν ένα ψηφιακό μάθημα - Διεπαφή Καθηγητή .....	65
Εικόνα 3	Αρχική σελίδα πλατφόρμας eClass.....	69
Εικόνα 4	Χαρτοφυλάκιο χρήστη - καθηγητή.....	70
Εικόνα 5	Χαρτοφυλάκιο χρήστη - φοιτητή.....	70
Εικόνα 6	Κεντρική σελίδα μαθήματος (Χρήστη – Καθηγητή) .....	72
Εικόνα 7	Κεντρική σελίδα μαθήματος (Χρήστη - Φοιτητή).....	73
Εικόνα 8	Διαχείριση Πλατφόρμας.....	74
Εικόνα 9	Εκπαιδευτική πύλη e-yliko.....	76
Εικόνα 10	Υποστηρικτικό Υλικό .....	77
Εικόνα 11	Αναζήτηση Υλικού .....	78
Εικόνα 12	Καταχώρηση Υλικού .....	78

## **3. ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ**

Σχήμα 1:	Λειτουργικό Μοντέλο Εκμάθησης .....	20
Σχήμα 2:	Επισκόπηση Συστήματος ELP .....	52
Σχήμα 3:	Ιεραρχία Εγγράφων.....	53
Σχήμα 4:	Χαρακτηριστική Σελίδα Άσκησης.....	54
Σχήμα 5:	Διάγραμμα Ροής Συστήματος ELP .....	56
Σχήμα 6:	Παράδειγμα καταλόγου σπουδαστή .....	57
Εικόνα 1	Η πλατφόρμα «eClass» .....	60
Εικόνα 2	Στοιχεία που συνθέτουν ένα ψηφιακό μάθημα - Διεπαφή Καθηγητή .....	65
Εικόνα 3	Αρχική σελίδα πλατφόρμας eClass.....	69
Εικόνα 4	Χαρτοφυλάκιο χρήστη - καθηγητή.....	70
Εικόνα 5	Χαρτοφυλάκιο χρήστη - φοιτητή.....	70
Εικόνα 6	Κεντρική σελίδα μαθήματος (Χρήστη – Καθηγητή) .....	72
Εικόνα 7	Κεντρική σελίδα μαθήματος (Χρήστη - Φοιτητή).....	73

Εικόνα 8 Διαχείριση Πλατφόρμας.....	74
Εικόνα 9 Εκπαιδευτική πύλη e-yliko.....	76
Εικόνα 10 Υποστηρικτικό Υλικό .....	77
Εικόνα 11 Αναζήτηση Υλικού .....	78
Εικόνα 12 Καταχώρηση Υλικού .....	78
Σχήμα 7: Δικτυωμένα Εικονικά Περιβάλλοντα .....	80
Σχήμα 8: Δίκτυο VEs χρησιμοποιώντας client - server αρχιτεκτονική .....	84
Σχήμα 9: Συνεργασία χρησιμοποιώντας επικοινωνία πολλαπλής διανομής.....	86
Σχήμα 10: Αρχιτεκτονική επικοινωνίας peer-to-peer με μία κεντρική αποθήκη.....	87
Σχήμα 11: Σχέση μεταξύ προσαρμοζόμενων και ευφυών εκπαιδευτικών συστημάτων .....	88
Σχήμα 12: Παραδείγματα Bayesian δικτύων .....	110
Σχήμα 13: Κόμβοι, πλευρές και καταστάσεις σε ένα Bayesian δίκτυο .....	111
Σχήμα 14: Πίνακες υπό συνθήκη πιθανοτήτων για κάποιο Bayesian δίκτυο .....	113

## 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Σκοπός της πτυχιακής εργασίας είναι η ανάλυση, η μελέτη και η κατανόηση των πληροφοριακών συστημάτων ηλεκτρονικής μάθησης.

Ζούμε σε μια εποχή όπου οι γνώσεις και η τεχνολογία αλλάζουν ταχύτατα και αυτό που ήταν σύγχρονο χθές, είναι απαξιωμένο σήμερα. Η συνεχής εκπαίδευση αποτελεί πλέον ανάγκη για τον καθένα.

Παράλληλα, ο σύγχρονος άνθρωπος πρέπει να έχει τη δυνατότητα να μαθαίνει με πολλούς τρόπους (plurimedia modalities), να έχει ίσες ευκαιρίες για μάθηση και κατάρτιση απαλλαγμένες από χωροχρονικές δεσμεύσεις, να έχει επιλογές στο πως και τι θα μαθαίνει και να αποτελεί το κέντρο της μαθησιακής διαδικασίας (open and flexible learning philosophy).

Για αυτό το λόγο, η χρήση ψηφιακών και διαδικτυακών τεχνολογιών στη μάθηση, η εκπαίδευση και η κατάρτιση αποτελεί επιτακτική ανάγκη. Στο τομέα αυτό των προηγμένων μαθησιακών τεχνολογιών ανήκει και η ηλεκτρονική μάθηση (e-learning).

Πρόκειται για έναν εναλλακτικό και συνάμα επαναστατικό τρόπο εκπαίδευσης που βέβαια δεν μπορεί να αντικαταστήσει το παραδοσιακό τρόπο εκπαίδευσης αλλά προσφέρει πολύ σημαντικές διευκολύνσεις στη μαθησιακή διδασκαλία.

## 1.2 Υπάρχουσα Κατάσταση

### 1.2.1 Εισαγωγή

Η μάθηση είναι η διαδικασία που αποσκοπεί στην απόκτηση γνώσης. Πιο συγκεκριμένα ως μάθηση ορίζεται οποιαδήποτε διαδικασία με την οποία ένα άτομο ή μια ομάδα ατόμων βρίσκονται σε μια διαδικασία αλλαγής σε ένα ή περισσότερα από τα παρακάτω πεδία: το πεδίο συμπεριφοράς (behavioural), το συναισθηματικό (emotional) πεδίο, το γνωστικό (cognitive) πεδίο ή το πληροφοριακό (informational) πεδίο.

Η γενική μαθησιακή διαδικασία, ανάλογα με τον τρόπο διεξαγωγής της, μπορεί να διακριθεί σε επιμέρους κατηγορίες. Σε μία τέτοια διάκριση βλέπουμε ότι μία μορφή μάθησης είναι ο παραδοσιακός τρόπος εκπαίδευσης, όπου η διαδικασία απόκτησης γνώσης δομείται και ελέγχεται από έναν εξωτερικό παράγοντα και έχει προκαθορισμένο σκοπό, ενώ μία άλλη μορφή είναι η ανοικτή μάθηση, όπου η διαδικασία κινείται και ελέγχεται σε κάποιο βαθμό από τον εκπαιδευόμενο.

Εκτός από αυτές τις διακρίσεις υπάρχουν και αρκετές διαφορετικές κατηγοριοποιήσεις των μεθόδων που σχετίζονται με τη μορφή της διαδικασίας και με τα μέσα που χρησιμοποιούνται για την απόκτηση της γνώσης.

Μία βασική διάκριση που παρατηρείται, είναι αυτή ανάμεσα στην ατομική μάθηση (individual learning) και στην ομαδική μάθηση (group learning). Ως **ατομική** (ή αυτόνομη) μάθηση ορίζεται οποιαδήποτε διαδικασία (σχετική με την εκπαίδευση ή ολόκληρη την ανοιχτή μάθηση ή οποιονδήποτε συνδυασμό τους) που ακολουθείται από ένα άτομο, ενώ ως **ομαδική** μάθηση ορίζεται οποιαδήποτε διαδικασία (σχετική με την εκπαίδευση ή ολόκληρη την ανοιχτή μάθηση ή οποιονδήποτε συνδυασμό τους) που ακολουθείται από ένα ή περισσότερα άτομα.

Επίσης, υπάρχει η διδασκαλία **από καθέδρας** (frontal teaching/learning) η οποία είναι μία διαδικασία ομαδικής μάθησης όπου εκπαιδευτικές αλληλεπιδράσεις υπάρχουν μόνο κατακόρυφα, μεταξύ του εκπαιδευτή και των εκπαιδευόμενων ("κάθετες αλληλεπιδράσεις"), καθώς και η **συνεργατική** μάθηση (collaborative learning) όπου υπάρχουν και οριζόντιες αλληλεπιδράσεις με μαθησιακό περιεχόμενο και σκοπό, μεταξύ των μαθητευόμενων.

Η συνεργατική μάθηση μπορεί να εφαρμοστεί μεταξύ άλλων (σχολική, εκπαίδευση, ανώτερη εκπαίδευση, οργανισμοί και επιχειρήσεις) με την χρήση Τεχνολογιών Πληροφορικής Επικοινωνίας (ΤΠΕ). Στην περίπτωση εφαρμογής συνεργατικής μάθησης με την χρήση ΤΠΕ μιλάμε συνήθως για Συνεργατική Μάθηση από Απόσταση. Ως **συνεργατική μάθηση από απόσταση** ορίζεται οποιαδήποτε διαδικασία συνεργατικής μάθησης η οποία λαμβάνει χώρα κυρίως σε ένα εικονικό περιβάλλον.

Η εφαρμογή συνεργατικής μάθησης από απόσταση αποτελεί ένα πολύ σημαντικό ζήτημα καθώς υπάρχουν αρκετά στοιχεία που υποδηλώνουν ότι η συνεργατική μάθηση μέσω του Παγκόσμιου Ιστού Πληροφοριών έχει σημαντικά πλεονεκτήματα συγκρινόμενη με την ατομική εκδοχή της εκπαίδευσης μέσω του Παγκόσμιου Ιστού Πληροφοριών, αλλά και με την κλασική προσέγγιση της εκπαίδευσης[1]. Σε αυτά περιλαμβάνονται:

- Μία σημαντική αύξηση στη συμμετοχή φοιτητών ανώτατης εκπαίδευσης.
- Ικανοποίηση των συμμετεχόντων από τη διαδικασία και υψηλότερη υποκίνηση.
- Καλύτερος συνδιασμός παρουσίασης προσωπικών χαρακτηριστικών και αλληλεπίδρασης μεταξύ των εκπαιδευόμενων [2],[3],[4].

Επίσης σχετικές έρευνες δείχνουν ότι η συνεργατική μάθηση μέσω του Παγκόσμιου Ιστού Πληροφοριών αυξάνει τις ακαδημαϊκές επιδόσεις σε αρκετές περιπτώσεις[1], ενώ συμβάλλει επίσης στην ανάπτυξη μιας αίσθησης κοινότητας μεταξύ των συμμετεχόντων στη διαδικασία, κάτι που δεν υπάρχει στις on-line ατομικές εκπαιδευτικές μεθόδους[5]. Αυτό συχνά πραγματοποιείται με τη μεταφορά καταστάσεων που συμβαίνουν σε φυσικές τάξεις διδασκαλίας, στα on-line περιβάλλοντα[2].

Στον τομέα της εκπαίδευσης παρατηρείται πλέον μια πολύ σημαντική αλλαγή στον τρόπο της διδασκαλίας. Η διδασκαλία, όπως αυτή προσδιορίζεται από την κλασική άποψη, αποτελούσε μια διαδικασία βασισμένη στην ομιλία και την παράδοση προγραμμάτων σπουδών από τον καθηγητή/ειδικό στους μαθητές/εκπαιδευόμενους. Η άποψη αυτή, για την διδασκαλία, τείνει να μετακινηθεί προς την διδασκαλία που βασίζεται στην προώθηση μαθησιακών συζητήσεων. Βασικός γνώμονας στην νέα άποψη είναι η προώθηση αλλαγών στις αντιλήψεις των μαθητών και στις ακολουθούμενες στρατηγικές, έτσι ώστε να επιτευχθεί βαθιά κατανόηση των διδασκόμενων αντικειμένων. Βασικό αποτέλεσμα αυτής της τάσης είναι η σταδιακή μετατροπή του ρόλου του διδάσκοντα από απλό παροχέα πληροφοριών σε σύμβουλο της εκπαιδευτικής διαδικασίας.



### **1.2.2 Ηλεκτρονική Μάθηση (E-Learning)**

Το e-learning αναφέρεται στην εκμάθηση που παραδίδεται ή επιτρέπεται μέσω της ηλεκτρονικής τεχνολογίας. Περιλαμβάνει μάθηση που παραδίδεται μέσω μιας σειράς τεχνολογιών όπως το διαδίκτυο, η τηλεόραση, οι βιντεοταινίες, τα ευφυή συστήματα παράδοσης, και η βασισμένη σε υπολογιστή εκμάθηση.

Το e-learning είναι ένα υποσύνολο των μεγαλύτερων κόσμων της "τεχνολογίας πληροφοριών" και της "εκπαίδευσης και κατάρτισης". Μπορεί να είναι πολύτιμη όταν χρησιμοποιηθεί ως μέρος ενός καλά προγραμματισμένου και κατάλληλα υποστηριζόμενου περιβάλλοντος εκπαίδευσης και κατάρτισης, αλλά το e-learning δεν είναι ένα μαγικό βόλι που αντικαθιστά τις ξεπερασμένες υπάρχουσες παιδαγωγικές θεωρίες και προσεγγίσεις. Πολλοί επαγγελματίες της μάθησης και της τεχνολογίας πιστεύουν ότι το e-learning θα έχει ολοκληρωθεί όταν θα έχουμε σταματήσει να αναφερόμαστε σε αυτήν με ένα ξεχωριστό όνομα και θα αρχίσει να λαμβάνεται υπ' όψιν ως ένα ολοκληρωμένο μέρος ενός πλήρους μαθησιακού περιβάλλοντος.

### **1.2.3 Συστήματα e-learning**

Οι πρόσφατες πρόοδοι στη διαθεσιμότητα και στην ταχύτητα πρόσβασης στο διαδίκτυο και στη δύναμη και την διαθεσιμότητα των προσωπικών υπολογιστών έχουν αυξήσει εντυπωσιακά της δυνατότητες της χρήσης των συνεργάσιμων περιβαλλόντων και των άλλων διανεμημένων τεχνολογιών εκμάθησης. Κατά συνέπεια, ένα ευρύ φάσμα νέων προϊόντων αναπτύσσονται και πολλές νέες εταιρίες έχουν εισαχθεί στην αγορά της τεχνολογίας της εκμάθησης. Νέες κατηγορίες των προϊόντων συνεχίζουν να προκύπτουν, μερικές παρέχοντας νέες δυνατότητες και άλλες συνδυασμένες υπάρχουσες λειτουργίες μέσα σε νέα διαμορφωμένα προϊόντα. Μπορεί να είναι πρόκληση να προσδιοριστεί, πως αυτά τα συστήματα συσχετίζονται το ένα με το άλλο, και πως λειτουργούν σε ένα πλήρες περιβάλλον εκμάθησης. Η εμφάνιση του e-learning δεν σημαίνει πως οι υπάρχουσες εφαρμογές λογισμικού είναι ξεπερασμένες. Τα συστήματα όπως η διοίκηση σπουδαστών, οι ανθρώπινοι πόροι, και η διαχείριση βιβλιοθήκης παρέχουν κρίσιμα συστατικά των περιβαλλόντων εκμάθησης. Η πρόκληση είναι να ενσωματωθούν αυτά τα συστήματα αποδοτικά με υπηρεσίες εφαρμογής εκμάθησης.

Για την αποδοτική υλοποίηση του e-learning είναι ουσιαστικό να υπάρχει: μια σαφής κατανόηση του πώς το e-learning θα υποστηρίζει γενικά **αντικείμενα** εκμάθησης, το **περιεχόμενο** του e-learning που εξετάζει εκείνα τα αντικείμενα, τα **εργαλεία** που

αναπτύσσουν, που διαχειρίζονται και που παραδίδουν την εκμάθηση και μια υποδομή **τεχνολογίας** που θα υποστηρίζει τα εργαλεία και την παράδοση του περιεχομένου.

Η τεχνολογική υποδομή πρέπει να έχει την απαραίτητη **ικανότητα** να υποστηρίζει τις απαιτήσεις του e-learning που θα παράγονται από την άποψη του φόρτου των δικτύων, πρέπει να είναι **εξελίξιμη** ώστε να υποστηρίζει την αναβάθμιση, πρέπει να είναι **σταθερή** για να εξασφαλίζει ένα υψηλό επίπεδο **διαθεσιμότητας** για τους μαθητές, πρέπει να παρέχει ένα **ανοικτό περιβάλλον** και εργαλεία που υποστηρίζουν τη διαλειτουργικότητα των διαφόρων συστατικών του e-learning, και πρέπει να παρέχει **ασφάλεια** που προστατεύει τους διανεμημένους χρήστες και το περιεχόμενο.

Προκειμένου να εκμεταλλευτούμε πλήρως τις δυνατότητες οι οποίες παρέχονται από μια υπηρεσία e-learning είναι απαραίτητο να διερευνηθεί και η ανάπτυξη ασύγχρονης e-learning η οποία θα παρέχεται είτε συμπληρωματικά ως προς τη σύγχρονη e-learning είτε αυτόνομα. Η ασύγχρονη μορφή e-learning είναι αυτή η οποία άρει τους χωροχρονικούς περιορισμούς οι οποίοι τίθενται από την παραδοσιακή μορφή εκπαίδευσης με αποτέλεσμα να αποτελεί την πλέον δημοφιλή μορφή e-learning. Υπάρχουν διαφορετικοί τύποι ασύγχρονης e-learning ανάλογα με τις δυνατότητες και το επίπεδο πολυπλοκότητας της υπηρεσίας. Μία πρώτη κατηγοριοποίηση περιλαμβάνει τρεις κατηγορίες:

1. Στατική παρουσίαση στο διαδίκτυο εκπαιδευτικού υλικού.
2. Διάθεση στο διαδίκτυο διαλέξεων/παρουσιάσεων μέσω ψηφιοποιημένου οπτικοακουστικού υλικού.
3. Δημιουργία και διάθεση ολοκληρωμένων μαθημάτων (online εγγραφή, διάθεση εκπαιδευτικού υλικού, εκπόνηση εργασιών, ασύγχρονη επικοινωνία, αξιολόγηση-εξέταση, κ.λ.π.) μέσω διαδικτύου.

Η πληθώρα προϊόντων e-learning παρέχει τη δυνατότητα επιλογής ανάλογα με τις συγκεκριμένες ανάγκες στις οποίες θα πρέπει να ανταποκριθεί για την παροχή υπηρεσιών e-learning. Πέρα από την ικανοποίηση των λειτουργικών απαιτήσεων της υπηρεσίας e-learning, υπάρχουν στην πράξη και διάφοροι άλλοι παράγοντες και περιορισμοί οι οποίοι θα πρέπει να ικανοποιούνται προκειμένου να ληφθεί η απόφαση υιοθέτησης κάποιας πλατφόρμας e-learning. Πιο συγκεκριμένα, θέματα όπως το κόστος λειτουργίας και συντήρησης της υπηρεσίας ή των πόρων που αυτή απαιτεί για την ικανοποιητική και αποδοτική λειτουργία της θα πρέπει να συνεκτιμηθούν.

Όσον αφορά πιο συγκεκριμένα το χώρο των εκπαιδευτικών ιδρυμάτων, τα θέματα κόστους αποτελούν σημαντικό περιορισμό κατά την επιλογή μιας λύσης e-learning. Αυτό στην πράξη σημαίνει ότι αν για την υιοθέτηση ενός προϊόντος e-learning απαιτείται πέρα από κάποιο αρχικό κόστος κτήσης του προϊόντος, επιπλέον κόστος συγκεκριμένου αριθμού αδειών (licences) χρήσης του προϊόντος ή/και ετήσια συνδρομή ανανέωσης χρήσης, ενδεχομένως το τελικό κόστος να είναι απαγορευτικό. Παράλληλα θα πρέπει να ληφθεί υπόψη το γεγονός ότι είναι πολύ πιθανόν οι υπάρχουσες πλατφόρμες e-learning να μην ανταποκρίνονται επακριβώς στις ανάγκες των ελληνικών εκπαιδευτικών ιδρυμάτων. Επομένως, αν κάποιο προϊόν παρείχε δυνατότητα προσαρμογής του σε συγκεκριμένες ανάγκες και απαιτήσεις, θα παρουσίαζε ιδιαίτερο ενδιαφέρον, δεδομένου ότι στα ανώτατα εκπαιδευτικά ιδρύματα υπάρχουν ερευνητικές ομάδες οι οποίες ασχολούνται ενεργά με το χώρο της e-learning και οι οποίες θα μπορούσαν να αναλάβουν το έργο της προσαρμογής αυτής.

Τα προϊόντα εκείνα τα οποία παρουσιάζουν το πλέον ελκυστικό κόστος (δωρεάν) ενώ παράλληλα παρέχουν δυνατότητα προσαρμογής τους είναι εκείνα τα οποία έχουν αναπτυχθεί με βάση τις αρχές του open source.

Ως εναλλακτική λύση της υιοθέτησης κάποιας έτοιμης πλατφόρμας e-learning αποτελεί η ανάπτυξη μίας τέτοιας πλατφόρμας εξ αρχής από τα ελληνικά εκπαιδευτικά ιδρύματα. Ένα τέτοιο εγχείρημα δεν είναι απλό, δεδομένου ότι θα πρέπει να συντονιστούν ομάδες από διαφορετικά ιδρύματα και να διαθέσουν αρκετούς ανθρωπομήνες προκειμένου να αναπτύξουν μία ολοκληρωμένη λύση. Προκειμένου να μην ανακαλυφθεί εκ νέου ο τροχός στο χώρο της e-learning, ενδεχομένως η λύση της προσαρμογής κάποιας έτοιμης πλατφόρμας e-learning στις ανάγκες των ελληνικών εκπαιδευτικών ιδρυμάτων αποτελεί ίσως την πιο αποδοτική επιλογή.

Τι χαρακτηριστικά, όμως πρέπει να έχει μια τέτοια πλατφόρμα και ποια εργαλεία πρέπει να διαθέτει με σκοπό την βασικότερη προδιαγραφή ενός συστήματος e-learning. Η προδιαγραφή αυτή έχει άμεση σχέση με την υποστήριξη της μαθησιακής και εκπαιδευτικής διαδικασίας.

Πιο συγκεκριμένα και με βάση τα συστήματα e-learning που υπάρχουν αυτή τη στιγμή σε χρήση, παρατηρούμε ότι βασικά λειτουργικά χαρακτηριστικά μιας πλατφόρμας e-learning είναι τα εξής:

### **I. Υποστήριξη Μαθήματος**

- I.I. Σχεδιασμός Μαθήματος. Τα εργαλεία σχεδιασμού μαθημάτων παρέχουν ένα αρχικό σχέδιο και μία δομή μαθήματος.
- I.II. Διαχείριση Μαθήματος. Τα εργαλεία διαχείρισης μαθήματος παρέχουν στους εκπαιδευτές τη δυνατότητα συλλογής πληροφοριών από και για τους μαθητές. Η πληροφορία αυτή σχετίζεται με την πρόοδό τους στο μάθημα καθώς και τη διαχείριση της πρόσβασης των μαθητών στο εκπαιδευτικό υλικό.
- I.III. Προσαρμογή Μαθήματος. Η προσαρμογή του μαθήματος περιλαμβάνει τη δυνατότητα αλλαγής της δομής ενός μαθήματος, των εργασιών του, του τρόπου εξέτασής του, κ.λ.π. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει οδηγίες, templates, κ.λ.π.
- I.IV. Παρακολούθηση πορείας του μαθήματος. Η παρακολούθηση της πορείας του μαθήματος περιλαμβάνει εργαλεία τα οποία παρέχουν πληροφορία αναφορικά με τη χρήση του υλικού του μαθήματος για κάθε μαθητή ή για ομάδα μαθητών.

## **II. Διάλεξη**

- II.I. Σχεδιασμός διδασκαλίας. Ο σχεδιασμός διδασκαλίας περιλαμβάνει εργαλεία υποστήριξης του εκπαιδευτή στη διαδικασία δημιουργίας σειράς "διαλέξεων".
- II.II. Παρουσίαση εκπαιδευτικού υλικού. Η παρουσίαση του εκπαιδευτικού υλικού περιλαμβάνει εργαλεία για τη μορφοποίηση και την εμφάνιση του υλικού του μαθήματος στο Web.
- II.III. Διαδικασία εξέτασης. Η διαδικασία εξέτασης περιλαμβάνει εργαλεία δημιουργίας πρακτικών κουίζ, εξετάσεων, τεστ ή άλλων αναθέσεων εργασιών.

## **III. Διαχείριση Δεδομένων.**

- III.I. On-line βαθμολόγηση. Δυνατότητα online βαθμολόγησης των επιδόσεων των μαθητών.
- III.II. Διαχείριση Εγγραφών. Η διαχείριση εγγραφών περιλαμβάνει εργαλεία οργάνωσης και παρακολούθησης της πληροφορίας που αφορά τα μαθήματα.
- III.III. Ανάλυση και παρακολούθηση. Τα εργαλεία αυτά παρέχουν δυνατότητες στατιστικής ανάλυσης των δεδομένων που αφορούν τους μαθητές, καθώς και δυνατότητες εμφάνισης της προόδου μεμονωμένων μαθητών σε κάθε μάθημα.

## **IV. Εκπαιδευτικό Υλικό**

- IV.I. Διαχείριση Προγράμματος Μαθημάτων. Η διαχείριση του προγράμματος μαθημάτων περιλαμβάνει εργαλεία διαχείρισης πολλαπλών προγραμμάτων, διαχείρισης διαφορετικών επιπέδων και διαχείρισης πιστοποίησης γνώσεων.

- IV.II. Δημιουργία γνώσης. Η δημιουργία γνώσης περιλαμβάνει εργαλεία συγκέντρωσης και διαμοιρασμού της γνώσης η οποία κερδίζεται από μεμονωμένους εκπαιδευτές μέσω της εμπειρίας εμπλοκής τους με την εξ αποστάσεως εκπαίδευση. Η δημιουργία της γνώσης μπορεί να μεταφράζεται στην πράξη από τη δημιουργία απλών αρχείων συχνών ερωτο-απαντήσεων (Q&A) έως τη δημιουργία αποθηκών πληροφοριών με συμβουλές, ασκήσεων, παραδειγμάτων μαθημάτων, κ.λ.π.
- IV.III. Δημιουργία Ομάδων. Η δημιουργία ομάδων δίνει τη δυνατότητα στους εκπαιδευτές με κοινά ενδιαφέροντα να επικοινωνούν με τρόπο που να τους δημιουργεί την αίσθηση ότι ανήκουν σε μία ομάδα.
- IV.IV. Διαδικασία Ενθάρρυνσης. Η διαδικασία ενθάρρυνσης περιλαμβάνει την ύπαρξη βοήθειας για την ηθική υποστήριξη των χρηστών.

## **V. Διαχείριση Συστήματος**

- V.I. Εγκατάσταση. Διαδικασία εγκατάστασης του συστήματος, εργαλεία και λογισμικό που απαιτούνται.
- V.II. Εξουσιοδότηση - αυθεντικοποίηση. Εργαλεία τα οποία αντιστοιχίζουν, ελέγχουν και παρέχουν συγκεκριμένα δικαιώματα πρόσβασης σε συγκεκριμένους χρήστες ή ομάδες χρηστών.
- V.III. Εγγραφή. Εργαλεία τα οποία επιτρέπουν την online εγγραφή των χρηστών.
- V.IV. Ασφάλεια της υπηρεσίας. Τα εργαλεία της ασφάλειας χρησιμοποιούνται για την πρόληψη μη εξουσιοδοτημένης πρόσβασης και/ή τροποποίησης δεδομένων. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει μία ευρεία γκάμα μεθόδων και προσεγγίσεων.
- V.V. Παρακολούθηση Πόρων. παρακολούθηση των πόρων του συστήματος περιλαμβάνει τη δυνατότητα εμφάνισης στοιχείων που αφορούν το διαθέσιμο χώρο στους δίσκους, τους πόρους της CPU που αφιερώνονται στο σύστημα, κ.λ.π.

- V.VI. Απομακρυσμένη πρόσβαση. Η απομακρυσμένη πρόσβαση περιλαμβάνει εργαλεία υποστήριξης της διαχείρισης του συστήματος από απομακρυσμένα σημεία.
- V.VII. Ανάκαμψη από αποτυχία (crash recovery). Τα εργαλεία αυτά αφορούν τη δυνατότητα ανάκαμψης του συστήματος έπειτα από διακοπή της δικτυακής επικοινωνίας ή αποτυχία του υλικού ή λογισμικού χωρίς να υπάρχουν απώλειες δεδομένων.

#### **VI. Help Desk**

- VI.I. Υποστήριξη Μαθητή. Εργαλεία διευκόλυνσης της εργασίας των χειριστών που απαντούν στις εκκλήσεις βοήθειας των μαθητών-χρηστών της εφαρμογής τηλεκαίτευσης.
- VI.II. Υποστήριξη Εκπαιδευτή. Εργαλεία διευκόλυνσης της εργασίας των τεχνικών οι οποίοι προσφέρουν τεχνική βοήθεια στους εκπαιδευτές-χρήστες της εφαρμογής.

### **1.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ – ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΧΡΗΣΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ**

Η εξέλιξη της πληροφορικής ουσιαστικά δεν προσπαθεί να ανατρέψει τις παιδαγωγικές μεθόδους και να αναπληρώσει με μηχανικά και τεχνικά μέσα τη μαθησιακή διαδικασία. Η πληροφορική έρχεται με τη σειρά της να προσδώσει μια νέα δυναμική στη μαθησιακή διαδικασία και να υλοποιήσει τις παραδοσιακές μορφές της με καινοτόμους τρόπους και μεθοδολογίες.

Τα υπάρχοντα συστήματα προσπαθούν να υλοποιήσουν με τεχνικά μέσα συνεργατική μάθηση με χρήση ΤΠΕ. Στη συνεργατική μάθηση το θεωρητικό υπόβαθρο προσδίδει μια ουσιαστική δυναμική στη μαθησιακή διαδικασία και συντελεί στην επίτευξη του ουσιαστικού στόχου μας, που είναι το γεγονός ότι σε αυτή τη μαθησιακή διαδικασία όλοι είναι κερδισμένοι και κανένας χαμένος. Η μαθησιακή διαδικασία δεν πρέπει να αντιμετωπισθεί ως μια εξατομικευμένη προσπάθεια στο κυνήγι της γνώσης, αλλά είναι μέρος μιας ευρύτερης κοινωνικής διαδικασίας όπου οι μαθητές αλληλοβοηθούνται με στόχο και σκοπό την δημιουργία ενός απολαυστικού περιβάλλοντος.

Η μάθηση οδηγείται και κατευθύνεται από συγκεκριμένες διαδικασίες και οι μαθητές πρέπει να ενσωματωθούν σε αυτές τις διαδικασίες και να τις ακολουθήσουν με ιδιαίτερη προσοχή με στόχο την επίτευξη του σκοπού της μάθησης και της εξέλιξής τους.

Η χρήση ΤΠΕ έρχεται ακριβώς να προσδώσει μια νέα δυναμική στη μαθησιακή διαδικασία που στηρίζεται στη συνεργατική διαδικασία και να προσπαθήσει να υιοθετήσει μοντέλα συμπεριφορών του φυσικού εκπαιδευτικού περιβάλλοντος. Στην ουσία ο βασικός στόχος και σκοπός όλων των e-learning συστημάτων είναι να υλοποιήσουν μέρος ή ολόκληρη τη μαθησιακή διαδικασία.

Το επιτυγχάνουν; Αυτό είναι ένα πολύ κρίσιμο ερώτημα, το οποίο πρέπει να απαντηθεί και να τεκμηριωθεί. Η εξέλιξη της τεχνολογίας έδωσε λύσεις σε πολλά προβλήματα του θεματικού πεδίου του e-learning. Στην πραγματικότητα έχουν υλοποιηθεί και δημοσιευθεί πολλές εργασίες σχετικές με ηλεκτρονικά περιβάλλοντα μάθησης. Όλες είχαν ως βασική αρχή την αντιμετώπιση των χρηστών / μαθητών ως μια ενιαία οντότητα δίχως ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, ανάγκες και προσδοκίες. Αυτό όμως επιδρά αρνητικά στην ποιότητα της μαθησιακής διαδικασίας, διότι ακόμη και στο σχολείο και σε μικρές ακόμη ηλικίες μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι ο κάθε μαθητής χαρακτηρίζεται από τη μοναδικότητά του και στη μαθησιακή διαδικασία.

Μπορούμε φυσικά να παρατηρήσουμε κοινά στοιχεία συμπεριφορών των μαθητών στη μαθησιακή διαδικασία αλλά ποτέ δε θα παρατηρήσουμε απόλυτη ταύτιση συμπεριφορών. Αυτό, μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η μαθησιακή διαδικασία είναι απαραίτητο να ενσωματώσει χαρακτηριστικά ευελιξίας, προσαρμοστικότητας και ανταπόκρισης στις ιδιαίτερες απαιτήσεις του κάθε χρήστη.

Αυτήν ακριβώς την ανάγκη έρχονται να καλύψουν τα προσαρμοζόμενα συστήματα ηλεκτρονικής μάθησης.

Ο όρος προσαρμοζόμενος σχετίζεται άμεσα με ένα σχετικά μεγάλο εύρος χαρακτηριστικών του συστήματος ηλεκτρονικής μάθησης. Πιο συγκεκριμένα ως προσαρμοζόμενο μπορούμε να χαρακτηρίσουμε ένα σύστημα ηλεκτρονικής μάθησης που έχει τα κάτωθι χαρακτηριστικά:

1. Είναι ικανό να καταγράφει τις δραστηριότητες των χρηστών.
2. Μεταφράζει τις δραστηριότητες των χρηστών βάση μοντέλων θεματικής γνώσης.
3. Εξάγει απαιτήσεις χρηστών και προτιμήσεις από τις μεταφρασμένες ενέργειες.



4. Στη συνέχεια μπορεί να ενημερώσει τα διάφορα μοντέλα γνώσης που έχει αποθηκευμένα βάση των εξαγομένων απαιτήσεων και προτιμήσεων των χρηστών.
5. Επιδρά στη μαθησιακή διαδικασία των χρηστών και την ενημερώνει βάση των προαναφερθέντων ανανεωμένων μοντέλων γνώσης, προσδίδοντας μια ιδιαίτερη δυναμική στη διαδικασία.

Τα πλεονεκτήματα των μεθοδολογιών που έχουν εφαρμοσθεί σε ΠΣΗΜ βασίζονται τα περισσότερα σε κλασικές μεθόδους ενσωμάτωσης τεχνητής νοημοσύνης σε σχέση με το μοντέλο του χρήστη και προσαρμόζουν τη αντικείμενο της γνώσης δίχως να αλλάζουν τη δομή του αλλά ουσιαστικά προσαρμόζοντας αυτό που βλέπει ως τελικό προϊόν ο χρήστης.

Τα μειονεκτήματα των εφαρμοσμένων μεθοδολογιών είναι ότι δεν εφαρμόζονται σε ολοκληρωμένα περιβάλλοντα. Οι μέχρι τώρα προσπάθειες είναι μεμονωμένες και δεν καλύπτουν το φάσμα της μαθησιακής διαδικασίας.

Ο τελικός στόχος του συγκεκριμένου θεματικού τομέα είναι να παρέχει ένα δυναμικό σύστημα το οποίο θα καλύπτει το οποιοδήποτε θεματικό αντικείμενο και θα προσαρμόζεται στις ιδιαίτερες απαιτήσεις του χρήστη όχι μόνο στην αρχή της μαθησιακής διαδικασίας και στην προσαρμογή του κειμένου προς μάθηση, αλλά και στην ολοκλήρωση της διαδικασίας και στο σύνολο των δραστηριοτήτων του ΠΣΗΜ.

Αυτό σημαίνει ότι και η διαδικασία πιστοποίησης της γνώσης θα πρέπει να προσαρμόζεται στις ιδιαίτερες απαιτήσεις του χρήστη καθώς επίσης και ο επιβλέπων της μαθησιακής διαδικασίας θα πρέπει να έχει δυνατότητες προσαρμογής του εκπαιδευτικού συστήματος βάση κάποιων παραμέτρων.

Έτσι, υλοποιείται στην πράξη η ουσία του κονστрукτιβισμού που ουσιαστικά αναφέρει ότι ο ρόλος του δασκάλου δεν είναι να μεταδίδει κατ' ευθείαν γνώσεις ή πληροφορίες αλλά να **διευκολύνει** τη μάθηση, εξασφαλίζοντας ένα περιβάλλον πλούσιο σε ερεθίσματα και πνευματικές προκλήσεις, έτσι ώστε να ενθαρρύνεται η κατασκευή της νέα γνώσης από τον ίδιο το μαθητή.

## 1.4 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η πτυχιακή εργασία αποτελείται από έξι κεφάλαια.

Το πρώτο κεφάλαιο προσπαθεί να προσδώσει τα βασικά χαρακτηριστικά των συστημάτων e-learning, με τα οποία ασχολείται η πτυχιακή εργασία, και παρέχει κάποια εισαγωγικά στοιχεία για τη θεματικό περιεχόμενο της πτυχιακής. Επίσης αναφέρονται τα πλεονεκτήματα χρήσης τεχνολογιών πληροφορικής επικοινωνίας στη μαθησιακή διαδικασία και γίνεται μια πρώτη επαφή με έννοιες όπως πληροφοριακά συστήματα και προσαρμοζόμενα πληροφοριακά συστήματα τα οποία αναλύουμε στη συνέχεια.

Το δεύτερο κεφάλαιο ουσιαστικά αποτελεί την κατηγοριοποίηση και την υποδομή των πληροφοριακών συστημάτων ηλεκτρονικής μάθησης. Γίνεται μια αναλυτική προσέγγιση στο λειτουργικό μοντέλο εκμάθησης μιας εφαρμογής ενός μαθησιακού περιβάλλοντος και πώς διαφορετικά συστήματα μπορούν να λειτουργήσουν μαζί.

Το τρίτο κεφάλαιο αποτελεί μια βιβλιογραφική ανασκόπηση η οποία αναλύει κατηγορίες συστημάτων στο χώρο της ηλεκτρονικής μάθησης, παρουσιάζοντας επιλεγμένα παραδείγματα τέτοιων συστημάτων και τα θέματα που προσεγγίζουν το καθένα από αυτά. Το κεφάλαιο αυτό περιλαμβάνει και κάποιες πληροφορίες για την ηλεκτρονική πλατφόρμα εκπαίδευσης “e-class”, καθώς και για τον ιστό διαδικτυακής εκπαιδευτικής πύλης “e-yliko”.

Το τέταρτο κεφάλαιο πραγματεύεται και αναλύει τα Προσαρμοζόμενα Συστήματα Ηλεκτρονικής Μάθησης (ΠΣΗΜ). Αναφέρονται οι τεχνικές και οι τεχνολογίες που κάνουν ένα ηλεκτρονικό σύστημα εκμάθησης πιο ευχρηστο, ευέλικτο και πιο αποτελεσματικό και γίνεται κατανοητή η ανάγκη της ύπαρξης ενός προσαρμοζόμενου συστήματος ηλεκτρονικής μάθησης.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της πτυχιακής εργασίας.

Στο έκτο κεφάλαιο υπάρχει η σχετική βιβλιογραφία που ένα κομμάτι της χρησιμοποιήθηκε στην σύσταση της πτυχιακής εργασίας.

## 2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ e-learning

### 2.1 ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΥΠΟΔΟΜΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ e-learning

#### Τι είναι το e-learning?

Το e-learning αναφέρεται στην εκμάθηση που παραδίδεται ή επιτρέπεται μέσω της ηλεκτρονικής τεχνολογίας. Περιλαμβάνει μάθηση που παραδίδεται μέσω μιας σειράς τεχνολογιών όπως το διαδίκτυο, η τηλεόραση, οι βιντεοταινίες, τα ευφυή συστήματα παράδοσης, και η βασισμένη σε υπολογιστή εκμάθηση.

#### Συνδυασμένη εκμάθηση (Blended Learning)

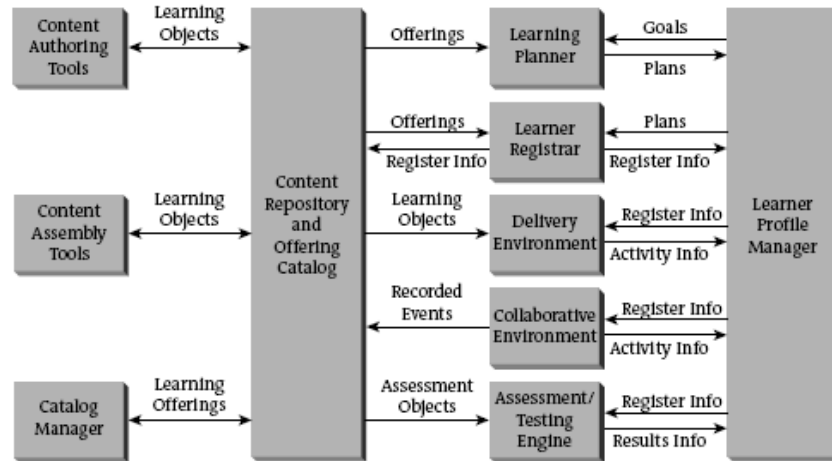
Η συνδυασμένη εκμάθηση είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται πολύ συχνά, ιδιαίτερα στο συλλογικό χώρο εκπαίδευσης. Απλά δηλωμένος, αναφέρεται στη χρήση περισσότερης από μιας μέσης εκμάθησης, συνήθως ένας συνδυασμός από εκπαιδευτικά οδηγημένη εκμάθηση με τα βασισμένα στο web εργαλεία. Η αποδοτικότητα μιας συνδυασμένης προσέγγισης δεν είναι νέα στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, όπου εκεί υπάρχει το πλαίσιο στα οποία τα περισσότερα συστήματα e-learning παίρνουν μέρος. Ένα παράδειγμα αυτού, είναι το ανοικτό πανεπιστήμιο στην Αγγλία που έχει μελετήσει την ανεπιφύλακτη αποδοχή του e-learning και έχει διαπιστώσει ότι τα βιβλία αντιμετωπίζονται ακόμα από τους σπουδαστές ως πολύ προτιμητέα στην online τεχνολογία για τη μελέτη μεγάλων ποσών υλικού μαθημάτων. Εντούτοις, οι μελέτες ακόμα δείχνουν ότι οι μαθητές κάνουν καλύτερη χρήση των παλαιότερων παρουσιασμένων υλικών όταν είναι εύκολα συνδέσιμα μέσω ενός web-site μαθήματος.

Το e-learning δεν εξαλείφει τις υπάρχουσες παιδαγωγικές μεθόδους και τεχνολογίες, αντίθετα, τις συμπληρώνει όταν χρησιμοποιείται κατάλληλα.

### 2.2 Λειτουργικό Μοντέλο Εκμάθησης

Για την κατανόηση του πώς διαφορετικά συστήματα μπορούν να λειτουργήσουν μαζί, είναι χρήσιμο να έχουμε ένα απλό λειτουργικό μοντέλο μιας εφαρμογής ενός μαθησιακού περιβάλλοντος[6]. Το σχήμα 1 παρέχει μία οπτική αναπαράσταση των συστατικών που αποτελούν ένα περιβάλλον εκμάθησης και των αντικειμένων που πρέπει να κινηθούν μεταξύ αυτών των συστατικών.

Είναι ένα εννοιολογικό μοντέλο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να τοποθετήσει τα προϊόντα εκμάθησης και την λειτουργικότητά τους σε ένα περιβάλλον εκμάθησης.



Σχήμα 1: Λειτουργικό Μοντέλο Εκμάθησης

### 2.2.1 Content Repositories και Offering Catalogs

Τα Content Repositories είναι αντικείμενα αποθήκης πληροφοριών εκμάθησης, που από την μια μεριά μπορούν να είναι προσβάσιμα από ανθρώπους και συστήματα δημιουργίας περιεχομένου και από την άλλη μεριά από ανθρώπους και συστήματα χρησιμοποίησης περιεχομένου. Οι αποθήκες πρέπει να είναι σε θέση να χειριστούν εμπορικά διαθέσιμο περιεχόμενο καθώς επίσης και εξειδικευμένο περιεχόμενο που δημιουργείται εσωτερικά ή στη στιγμή.

### 2.2.2 Μεταδεδομένα (Metadata)

Για την αποδοτική αλληλεπίδραση με άλλα στοιχεία, τα content repositories πρέπει να διατηρούν έναν εξερευνήσιμο δείκτη των αντικειμένων εκμάθησης, και ιδανικά, των περιγραφικών πληροφοριών για τη δομή και τις ιδιότητες των αντικειμένων. Αυτές οι περιγραφικές πληροφορίες καλούνται μεταδεδομένα (metadata), ή ακριβέστερα, μεταδεδομένα αντικειμένου εκμάθησης (learning object metadata). Τα μεταδεδομένα χρησιμοποιούνται στην υποστήριξη της αναζήτησης της ανακάλυψη, και της ανάκτησης των αντικειμένων εκμάθησης.

### ***2.2.3 Μεταδεδομένα και αποθήκευση περιεχομένου (Metadata and Content Storage)***

Εάν το αντιστοιχίσουμε με μια παραδοσιακή βιβλιοθήκη, τα μεταδεδομένα είναι ανάλογα με έναν κατάλογο καρτών και το περιεχόμενο είναι ανάλογο με τα βιβλία. Ακόμη και σε μια βιβλιοθήκη οι κάρτες κρατιούνται χωριστά από τα βιβλία, και στην ψηφιακή μορφή τα content repositories συχνά περιέχουν μόνο τα μεταδεδομένα.

Το περιεχόμενο στις αποθήκες λαμβάνει πολλές μορφές συμπεριλαμβανομένου του κειμένου, της γραφικής παράστασης, της ερώτησης αξιολόγησης, της φωτογραφίας, την προσομοίωση, τον ήχο, και το βίντεο. Η φυσική αποθήκευση και η ανάκτηση του περιεχομένου των αντικειμένων μπορεί να είναι απολύτως χωριστή από την αποθήκευση και την ανάκτηση των μεταδεδομένων για εκείνα τα αντικείμενα εκμάθησης. Στην πραγματικότητα, τα αντικείμενα εκμάθησης μπορούν να αποθηκεύονται σε πολλαπλούς κεντρικούς υπολογιστές με διαφορετικά χαρακτηριστικά.

### ***2.2.4 Περιεχόμενο και διαχείριση ροής της δουλειάς***

Οι αποθήκες περιεχομένου μπορεί να αποτελούν μέρος των συστημάτων διαχείρισης περιεχομένου ή μπορούν να υποστηρίξουν λειτουργίες διαχείρισης περιεχομένου όπως ο έλεγχος έκδοσης, είσοδος/έλεγχος, και εγκρίσεις διευθυντών όταν αναπτύσσεται νέο περιεχόμενο. Οι λειτουργίες εισαγωγής και εξαγωγής που πρέπει να μεταφέρουν αντικείμενα ή πακέτα των αντικειμένων μεταξύ των συστημάτων μπορεί επίσης να θεωρηθούν ως διαχείριση περιεχομένου.

### ***2.2.5 Επαναχρησιμοποιήσιμα αντικείμενα εκμάθησης***

Οι αποθήκες αντικειμένων εκμάθησης επιτρέπουν στους χρήστες να αναπτύξουν, να συντάξουν ευρετήρια, να βρουν, και να επαναχρησιμοποιούν αντικείμενα εκμάθησης. Αυτό απαιτεί τα αντικείμενα να έχουν συνταχθεί με μεταδεδομένα εκμάθησης, και συχνά απαιτεί την ικανότητα να αναμιχθούν και να ταιριαχτούν αντικείμενα εκμάθησης από διαφορετικές πηγές και να τα παραδώσουν σε διαφορετικά συστήματα. Η μεγάλη εικόνα των επαναχρησιμοποιήσιμων αντικειμένων εκμάθησης απαιτεί πολλά συστατικά για να συνεργαστεί.

### ***2.2.6 Προσφορά καταλόγου***

Μια εκμάθηση που προσφέρει ορίζεται ως περιεχόμενο που συγκεντρώνεται σε μια συσκευασία εκμάθησης (ιδανικά συμπεριλαμβανομένων και τμημάτων αξιολόγησης), αυτό προσφέρεται έπειτα στους μαθητές ως μονάδα. Μία προσφορά καταλόγου είναι ένα ειδικό είδος αποθήκης που περιέχει προσφορές. Μια προσφορά καταλόγου μπορεί να συνδυάζει προσφορές με πορείες εκμάθησης που οδηγούν σε βαθμούς, σε πιστοποιήσεις και σε δεξιότητες. Ανάλογα με τη φυσική αρχιτεκτονική του περιβάλλοντος εκμάθησης, ο κατάλογος μπορεί να ολοκληρωθεί με μια γενικότερη αποθήκη περιεχομένου ή μπορεί να είναι ένα χωριστό συστατικό.

### ***2.2.7 Εργαλεία δημιουργίας περιεχομένου***

Τα εργαλεία δημιουργίας και οι υπηρεσίες περιεχομένου (και αξιολόγησης) επιτρέπουν στους εμπειρογνώμονες περιεχομένου και στους εκπαιδευτικούς υπεύθυνους για την ανάπτυξη να δημιουργήσουν και να τροποποιήσουν τα αντικείμενα περιεχομένου εκμάθησης. Οι επαγγελματικοί εκπαιδευτικοί υπεύθυνοι για την ανάπτυξη, τυπικά απαιτούν τα εργαλεία τους να παρέχουν ένα πλούσιο σύνολο λειτουργιών, ενώ οι εμπειρογνώμονες περιεχομένου εξυπηρετούνται καλύτερα από εργαλεία που είναι εύκολα στη χρήση και στη μάθηση, και παρέχουν τυποποιημένα πρότυπα για τα περιεχόμενα που αναπτύσσουν. Τα διαφορετικά εργαλεία δημιουργίας χρησιμοποιούνται για να δημιουργήσουν και να σχηματίσουν διαφορετικούς τύπους περιεχομένου όπως το κείμενο, η γραφική αναπαράσταση, οι φωτογραφίες, η προσομοίωση, ο ήχος, και το βίντεο. Είναι σημαντικό για τα εργαλεία δημιουργίας να επιτρέπουν στους συντάκτες περιεχομένου να εντοπίζουν το υπάρχον περιεχόμενο, να το επαναχρησιμοποιήσουν παρά να το αναδημιουργήσουν εντελώς. Αυτό απαιτεί εκπαιδευτικούς σχεδιαστές, προμηθευτές περιεχομένου, ή υπεύθυνους για την ανάπτυξη σειράς μαθημάτων για να παρέχουν ακριβώς τις περιγραφές των μεταδεδομένων του περιεχομένου τους. Στο ιδανικό περιβάλλον εκμάθησης, τα εργαλεία δημιουργίας ολοκληρώνονται ομαλά με τις αποθήκες περιεχομένου, επιτρέποντάς τους να βρουν, να ανακτήσουν, να τροποποιήσουν, να αποθηκεύσουν, και να αντικαταστήσουν τα αντικείμενα και τα μεταδεδομένα τους.

### ***2.2.8 Εργαλεία συγκέντρωσης περιεχομένου***

Η συγκέντρωση περιεχομένου αναφέρεται στη σύνδεση των αντικειμένων περιεχομένου σε ενιαίες ενότητες εκμάθησης, με τη πλοήγηση μεταξύ των αντικειμένων να είναι σαφώς καθορισμένη και με τις συνδυασμένες αξιολογήσεις του κατάλληλου περιεχόμενου. Η συγκέντρωση περιεχομένου εκτελείται συχνά χρησιμοποιώντας ένα διαφορετικό εργαλείο από το εργαλείο δημιουργίας που χρησιμοποιείται για να δημιουργήσει τα αντικείμενα εκμάθησης, αν και πολλά εργαλεία δημιουργίας περιλαμβάνουν και ικανότητες συγκέντρωσης. Τα εργαλεία συγκέντρωσης περιεχομένου μπορούν να υποστηρίξουν τη δημιουργία και την εφαρμογή προτύπων περιεχομένου που ενεργούν ως βάση για τη συσκευασία περιεχομένου με συνέπεια και ικανότητα σε ενότητες εκμάθησης. Τα πρότυπα μπορούν να βασιστούν στη δομή, στην παρουσίαση, επάνω σε εκπαιδευτικές μεθόδους σχεδιασμού, ή και σε τα τρία. Κατά συνέπεια ένα πρότυπο μπορεί να διαιρέσει ένα μάθημα σε μια εισαγωγή, μια εξήγηση, ένα παράδειγμα, και μια αξιολόγηση. Βοηθά εάν αυτά τα πρότυπα μπορούν να αντιμετωπιστούν όπως αντικείμενα εκμάθησης, έτσι ώστε να μπορούν να αποθηκευτούν σε μια αποθήκη περιεχομένου για εύκολη αναζήτηση και ανάκτηση. Η συνέλευση επιτρέπει επίσης την σύνδεση με άλλα συστατικά της εμπειρίας της εκμάθησης όπως τα chat rooms, τα ασύγχρονα forum συζήτησης, τα σύγχρονα γεγονότα, και τα συνεργατικά περιβάλλοντα.

### ***2.2.9 Διαχειριστής καταλόγου (Catalog Manager)***

Η διαχείριση καταλόγου είναι η διαδικασία του προσδιορισμού της εκμάθησης που θα προσφερθεί σε διαφορετικά ακροατήρια, τα καθιερωμένα σχέδια εκμάθησης (πορείες βαθμού, πορείες πιστοποίησης, ανάπτυξη προγραμμάτων σπουδών), ο σχεδιασμός των πόρων που χρειάζεται για την υποστήριξη της παράδοσης εκμάθησης, καθιερώνοντας τις επιχειρησιακές διαδικασίες για την καταχώριση των μαθητών στις προσφορές, και κάνοντας τον κατάλογο προσφορών προσιτό στους συγκεκριμένους φορείς. Αυτή η διαδικασία μπορεί να είναι πολύ απλή σε μια οργάνωση που δημοσιεύει έναν μικρό αριθμό από προϊόντα εκμάθησης στους εσωτερικούς υπαλλήλους του, ή εξαιρετικά σύνθετα, όπως στη περίπτωση ενός μεγάλου εκπαιδευτικού οργανισμού που παραδίδει χιλιάδες εκπαιδευτικά-οδηγημένες σειρές μαθημάτων σε ένα μεγάλο και ποικίλο ακροατήριο μαθητών.

Τα στοιχεία του διαχειριστή καταλόγου είναι χαρακτηριστικές διεπαφές που επιτρέπουν σε εξουσιοδοτημένα άτομα να καταστήσουν διαθέσιμη την εκμάθηση και να θέσουν τους κανόνες πρόσβασης, περιορισμούς, τιμές, κ.τ.λ

### ***2.2.10 Διαχειριστής Προφίλ Μαθητευομένου (Learner Profile Manager)***

Η εκμάθηση είναι τελικά για τους μαθητές, και επομένως τα συστήματα εκμάθησης κρατούν χαρακτηριστικές πληροφορίες για τους μαθητές που τα χρησιμοποιούν. Αυτές οι πληροφορίες περιλαμβάνουν: προσωπικά στοιχεία, σχέδια εκμάθησης (π.χ σχέδιο βαθμού), ιστορία εκμάθησης, πιστοποιήσεις και βαθμούς, αξιολογήσεις της γνώσης (δεξιότητες και ικανότητες), και της θέσης της συμμετοχής στην ενεργό εκμάθηση (εγγραφή, πρόοδος). Το συνολικό ποσό αυτών των πληροφοριών καλείται προφίλ του μαθητή (learner profile), και τα συστήματα εκμάθησης απαιτούν ένα συστατικό που διαχειρίζεται αυτό το προφίλ. Ο διαχειριστής του προφίλ του μαθητή καθιστά τις πληροφορίες των μαθητών διαθέσιμες σε άλλα συστατικά, ανακτά και ενημερώνει τις πληροφορίες των μαθητών βάσει στοιχείων που ανακτώνται από άλλα συστατικά.

### ***2.2.11 Προγραμματισμένη Εκμάθηση (Learning Planner)***

Ανάλογα με το οργανωτικό πλαίσιο, η εκμάθηση μπορεί να προγραμματιστεί από τους μαθητές τους ίδιους, από τους δασκάλους, από τους συμβούλους, από τους διαχειριστές προγράμματος σπουδών, μέχρι τους Διαχειριστές Ανθρώπινου Δυναμικού και από τους διευθυντές γραμμών. Τα κοινά στοιχεία προγραμματισμού (που μπορεί ή δεν μπορεί να υποστηρίζονται από αυτοματοποιημένα συστήματα) είναι τα ακόλουθα :

- Καθορισμός του στόχου εκμάθησης. Τι βαθμός, πιστοποίηση, τίτλος σπουδών εργασίας, ή σύνολο ικανοτήτων κάνει τον μαθητή να θέλει να επιτύχει;
- Αποτίμηση του υπάρχοντος επιπέδου εκμάθησης ή της ικανότητας του μαθητή. Αυτό μπορεί να γίνει μέσω των εξετάσεων αξιολόγησης, με την αξιολόγηση της εκπαιδευτικής ιστορίας, ή μέσω υποκειμενικής αξιολόγησης από τον μαθητή ή κάποιο άλλο πρόσωπο.
- Αξιολόγηση του υπάρχοντος εκπαιδευτικού επιπέδου ικανότητας του μαθητή σε σύγκριση με τον στόχο εκμάθησης. Στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, αυτό αναφέρεται συχνά ως βαθμός ανάλυσης προόδου. Στον εταιρικό κόσμο, αυτό μπορεί να κληθεί ως ανάλυση δεξιοτήτων.



- Καθιερώνοντας ένα σχέδιο για τον μαθητή, συνήθως από την άποψη των προσφορών εκμάθησης, αυτός θα χρησιμοποιήσει τις προσφορές εκμάθησης για να τον μετακινήσει από το τρέχον επίπεδό του προς το στόχο του.

Αυτά δεν είναι διαδοχικά βήματα, υπάρχουν σχέσεις μεταξύ όλων αυτών που μπορεί να απαιτήσουν επαναξιολόγηση σε οποιαδήποτε στιγμή. Ο προγραμματισμός εκμάθησης απαιτεί την πρόσβαση στις προσφορές και στις πορείες εκμάθησης του καταλόγου προσφορών, και στις πληροφορίες τις σχετικές με τον μαθητή από την αποθήκη προφίλ των μαθητών. Τα σχέδια εκμάθησης πρέπει να αντιμετωπισθούν ως ένα κεντρικό μέρος του προφίλ ενός μαθητή και να αποθηκευτούν με αυτήν τη μορφή για την τρέχουσα πορεία προόδου.

### ***2.2.12 Διαχειριστής Αρχείων Εκπαιδευομένου (Learner Registrar)***

Το τμήμα Learner Registrar παρέχει στους μαθητές πρόσβαση στις προσφορές της εκμάθησης και διαχειρίζεται τις επιχειρησιακές διαδικασίες που είναι σχετικές με αυτή την πρόσβαση. Η πολυπλοκότητα της διαδικασίας μπορεί να ποικίλει πάρα πολύ, από έναν απλό click σε ένα στοιχείο καταλόγου από έναν μαθητή που παρέχει άμεση πρόσβαση, στις σύνθετες διαδικασίες που περιλαμβάνουν την έγκριση των εκπαιδευτικών, τον έλεγχο της διαθεσιμότητας καθισμάτων, τον έλεγχο των αναγκαίων προϋποθέσεων, τους υπολογισμούς πληρωμής, τις διαδικασίες πληρωμής κτλ.

### ***2.2.13 Περιβάλλον παράδοσης***

Το περιβάλλον παράδοσης παρέχει στον μαθητή πρόσβαση στο περιεχόμενο εκμάθησης του και σε άλλα συστατικά ενός μαθησιακού περιβάλλοντος όπως η συνομιλία, ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, διαγωνισμοί γνώσεων, εργαλεία συνεργασίας, διαμοίραση εφαρμογής, κοινά whiteboards (ασπροπίνακες), συντάκτες εξισώσεων κ.λ.π. Το περιβάλλον παρέχει επίσης εργαλεία για τους εκπαιδευτικούς, εάν υπάρχει εκπαιδευτικά-οδηγημένο συστατικό της εκμάθησης. Το περιβάλλον παράδοσης παρέχει επίσης πλοήγηση μέσω του περιεχομένου, μερικές φορές υπό τον έλεγχο των μαθητών, μερικές φορές υπό τον έλεγχο των εκπαιδευτικών και μερικές φορές κάτω από τον έλεγχο του ίδιου του συστήματος παράδοσης. Κανόνες και συμπεριφορές για την πλοήγηση μέσω μιας προσφοράς καθιερώνεται κατά τη διάρκεια της συγκέντρωσης περιεχομένου.

Τα συστατικά ενός περιβάλλοντος παράδοσης μπορούν να περιλάβουν :

- Σύγχρονα περιβάλλοντα συνεργασίας, όπως τα δωμάτια συνομιλίας, τα whiteboards (ασπροπίνακες), η διαμοίραση εικόνας και η ακουστική ή τηλεοπτική σύσκεψη.
- Ασύγχρονη συνεργασία, όπως το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο και τα forum συζήτησης.
- Περιεχόμενο (κείμενο, βίντεο, προσομοιώσεις, γραφική αναπαράσταση, κ.λπ.).
- Παράδοση και παρακολούθηση της πορείας της προ - και μετά-αξιολόγησης.
- Προσαρμοζόμενη πλοήγηση, ανάλογα με τα αποτελέσματα των αξιολογήσεων.

Τα στοιχεία όσον αφορά τις δραστηριότητες και τη θέση ενός μαθητή σε μια προσφορά μπορούν να περάσουν πίσω στο προφίλ του μαθητή.

### **2.3 Σε μη απευθείας σύνδεση εκμάθηση, νομαδική εκμάθηση, και κινητή εκμάθηση(Offline Learning, Nomadic Learning, and Mobile Learning)**

Μέχρι σήμερα, η απευθείας (on-line) εκμάθηση σήμαινε εκμάθηση μέσω ενός φυλλομετρητή ιστού (web-browser) που συνδέεται με ένα δίκτυο. Οι μαθητές χρησιμοποιούν φορητές συσκευές και ακόμη και παραδοσιακούς υπολογιστές μπορεί να μην διατηρούν μια σταθερή σύνδεση στο διαδίκτυο με έναν κεντρικό υπολογιστή. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα στα μέρη όπου η τηλεφωνική πρόσβαση είναι ακριβή και η ευρεία ζώνη λιγότερο επικρατούσα. Η δυνατότητα να μεταφορτώνετε το αυτόνομο περιεχόμενο και να τρέχει χωρίς να είναι σε απευθείας σύνδεση είναι ένα χαρακτηριστικό γνώρισμα που επιτρέπει στην εκμάθηση να εμφανίζεται σε ένα αποσυνδεδεμένο περιβάλλον. Το περιβάλλον παράδοσης πρέπει να επανασυγχρονίζει τα αρχεία δραστηριότητας περιεχομένου όταν ο μαθητής επανασυνδέεται να έχει πρόσβαση στα τελευταία δεδομένα. Αυτό καλείται εκμάθηση σε μη απευθείας σύνδεση από πολλούς προμηθευτές e-learning στις ΗΠΑ, ενώ ο όρος νομαδική εκμάθηση είναι δημοφιλής σε άλλες αγγλόφωνες χώρες. Η κινητή εκμάθηση αναφέρεται στη χρησιμοποίηση κινητών συσκευών (PDAs, κυψελοειδή τηλέφωνα, κ.λ.π) σαν διεπαφές σε ένα μαθησιακό περιβάλλον.

### ***2.3.1 Δυνατότητα πρόσβασης (Accessibility)***

Τα προφίλ των σπουδαστών μπορούν επίσης να παρέχουν δυνατότητα πρόσβασης σε απαιτούμενες πληροφορίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ποικίλες μεθόδους παράδοσης χρήσιμες για τον φοιτητή. Για παράδειγμα, στους μαθητές με εξασθενημένη ακοή μπορούν να παρασχεθούν τα αντίγραφα των κειμένων των τηλεοπτικών παρουσιάσεων.

### ***2.3.2 Συνεργάσιμο περιβάλλον (Collaborative Environment)***

Μερικά συστήματα παράδοσης e-learning χτίζονται σχεδόν αποκλειστικά γύρω από την συγχρονισμένη παράδοση και την συνεργασία. Καλούνται εικονικές τάξεις επειδή προσπαθούν να επεκτείνουν το φυσικό περιβάλλον και τις αλληλεπιδράσεις μιας τάξης σε ρυθμίσεις απευθείας σύνδεσης. Αν και χρησιμοποιούνται για e-learning, οι τεχνολογικές προσεγγίσεις για τις εικονικές τάξεις είναι αρκετά διαφορετικές από εκείνες για τα βασισμένα στο web (web-based) περιβάλλοντα παράδοσης σειράς μαθημάτων που στοχεύουν πρώτιστα στην ασύγχρονη παράδοση.

### ***2.3.3 Ανεπίσημη εκμάθηση (Informal Learning)***

Ένα σημαντικό “ποσοστό” εκμάθησης που εμφανίζεται ιδιαίτερα στον εταιρικό χώρο, είναι η άτυπη εκμάθηση. Αυτή μπορεί να περιλάβει στοιχεία που είναι αδύνατο να απαθανατιστούν και να ακολουθηθεί η πορεία τους, όπως οι συνομιλίες διαδρόμων (hallway conversations), αλλά περιλαμβάνει επίσης αυτοσχέδιες παρουσιάσεις, άτυπες εκπαιδεύσεις, επιδείξεις με χέρια, και πολλά άλλα σχήματα που μπορούν να είναι αποθηκευμένα ψηφιακά και να ανακτώνται για μελλοντική χρήση. Η άτυπη εκμάθηση υποστηρίζεται συχνά από τα ίδια περιβάλλοντα συνεργασίας και εργαλεία δημιουργίας ως επίσημη εκμάθηση. Στην πραγματικότητα, η επίσημη εκμάθηση είναι συχνά μόνο ένα μικρό μέρος μιας επιχειρησιακής περίπτωσης για την υλοποίηση συγχρονισμένων περιβαλλόντων συνεργασίας, με την ανεπίσημη εκμάθηση να είναι πολύ περισσότερο στη σκέψη του πελάτη. Πολλά συνεργατικά περιβάλλοντα περιλαμβάνουν τη ικανότητα να απαθανατίσουν ακουστικό, τηλεοπτικό, και άλλο περιεχόμενο που συνδέεται με άτυπα γεγονότα. Δημιουργούν έτσι νέα αντικείμενα εκμάθησης που μπορούν να συνταχθούν και να αποθηκευτούν στην αποθήκη περιεχομένου για επόμενη επαναχρησιμοποίηση. Μερικά συστήματα επίσης επιτρέπουν τη δέσμευση στην άτυπη εκμάθηση για την καταγραφή του προφίλ του μαθητή.

### 2.3.4 Μηχανές εκτίμησης και εξέτασης (*Assessment and Testing Engines*)

Η εκτίμηση και η εξέταση μπορούν να ολοκληρωθούν με το περιεχόμενο μάθησης και παράδοσης ή αυτό μπορεί να ρυθμιστεί ως χωριστή διαδικασία. Σε καθεμία περίπτωση, η εκτίμηση και η εξέταση είναι ζωτικά συστατικά οποιουδήποτε εκπαιδευτικού περιβάλλοντος και η αποθήκευση, συγκέντρωση, παράδοση και καταγραφή των εκτιμήσεων αντιμετωπίζονται συχνά σαν ένα ανεξάρτητο συστατικό που λέγεται μηχανή εκτίμησης (*assessment engine*).

Οι μηχανές εκτίμησης τυπικά περιλαμβάνουν ικανότητες δημιουργίας και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να δημιουργήσουν τις τράπεζες ερωτήσεων από όπου οι εκτιμήσεις (και οι έρευνες) συγκεντρώνονται. Η διαδικασία συγκέντρωσης μπορεί να περιλάβει τυχαία επιλογή των ερωτήσεων βασισμένα σε κριτήρια και ακόμη την προσαρμοζόμενη επιλογή των ερωτήσεων βασισμένων σε προηγούμενα αποτελέσματα. Οι τύποι των ερωτήσεων που υποστηρίζονται από μηχανές εκτίμησης είναι εντυπωσιακά μεγάλες, αν και οι ευθείς ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής με μια απλή σωστή απάντηση συνεχίζουν να κυριαρχούν.

## 2.4 Τεχνολογική Υποδομή (Technology Infrastructure)

Για την αποδοτική υλοποίηση του e-learning είναι ουσιαστικό να υπάρχει: μια σαφής κατανόηση του πώς το e-learning θα υποστηρίζει γενικά **αντικείμενα** εκμάθησης, το **περιεχόμενο** του e-learning που εξετάζει εκείνα τα αντικείμενα, τα **εργαλεία** που αναπτύσσουν, που διαχειρίζονται και που παραδίδουν την εκμάθηση και μια υποδομή **τεχνολογίας** που θα υποστηρίζει τα εργαλεία και την παράδοση του περιεχομένου.

Η τεχνολογική υποδομή πρέπει να έχει την απαραίτητη **ικανότητα** να υποστηρίζει τις απαιτήσεις του e-learning που θα παράγονται από την άποψη του φόρτου των δικτύων, πρέπει να είναι **εξελίσιμη** ώστε να υποστηρίζει την αναβάθμιση, πρέπει να είναι **σταθερή** για να εξασφαλίζει ένα υψηλό επίπεδο **διαθεσιμότητας** για τους μαθητές, πρέπει να παρέχει ένα **ανοικτό περιβάλλον** και εργαλεία που υποστηρίζουν τη διαλειτουργικότητα των διαφόρων συστατικών του e-learning, και πρέπει να παρέχει **ασφάλεια** που προστατεύει τους διανεμημένους χρήστες και το περιεχόμενο.

### 2.4.1 Η υποστήριξη της Sun στην τεχνολογική υποδομή του e-learning

Το Sun Open Net περιβάλλον (Sun ONE)[7], ([www.sun.com/software/sunone/](http://www.sun.com/software/sunone/)) είναι στο πρότυπο Sun Microsystems βασισμένο λογισμικό, αρχιτεκτονική, πλατφόρμα, και για την οικοδόμηση και την ανάπτυξη των υπηρεσιών. Παρέχει το ιδιαίτερα εξελικτικό και γερό-εύρωστο θεμέλιο για τις παραδοσιακές εφαρμογές λογισμικού, όπως επίσης και τις τρέχουσες βασισμένες στο web (web-based) εφαρμογές, θέτοντας τα θεμέλια για την επόμενη γενιά των κατανεμημένων υπολογιστικών μοντέλων όπως οι υπηρεσίες ιστού. Η αρχιτεκτονική του Sun ONE, και τα προϊόντα iPlanet που εφοδιάζουν εκείνη την αρχιτεκτονική, είναι κατάλληλα στην υποστήριξη των απαιτήσεων του e-learning στην εκπαίδευση. Αυτά συνοψίζονται στα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- **Ενσωμάτωση (Embedded):** Υποστηρίζεται από ανοικτά πρότυπα και τεχνολογίες για την εξασφάλιση της ενσωμάτωσης σε ετερογενή πλατφόρμες, συστήματα, και περιβάλλοντα
- **Εξελισσιμότητα (Evolutionary):** Εξαγοράζει τα υπάρχοντα συστήματα αφού μπορεί να προσφέρει ευέλικτες υπηρεσίες μετά από απαίτηση.
- **Προστατευόμενη Επένδυση (Investment Protected) :**  
Σχεδιασμένη για να προσαρμόσει μικρών και μεγάλων όρων λογισμικό στις ανάγκες της αρχιτεκτονικής.
- **Απόδοση Κόστους (Cost-Effective):** Προσκρούει τις άμεσες επιχειρησιακές προκλήσεις με αποδειγμένα, εξελικτικά προϊόντα.
- **Ολοκλήρωση (Integrated) :** Περιορίζει το κόστος της ενσωμάτωσης του λογισμικού υποστηρίζοντας με κατάλληλο τρόπο τα άλλα προϊόντα της Sun ONE.
- **Έτοιμες Επιχειρήσεις (Enterprise-Ready):** Υποστηρίζεται από μια επιχείρηση υποδομής δικτύων που καταλαβαίνει τα κρίσιμα προϊόντα και την υποστήριξη αναγκών.

### ***2.4.2 Διαμόρφωση Προϊόντων e-Learning (Product Configuration)***

Στον πραγματικό κόσμο, οι λειτουργίες που περιγράφονται ανωτέρω διαδίδονται χαρακτηριστικά μέσα από έναν αριθμό εργαλείων και συστημάτων. Οι σχηματισμοί ομάδων προϊόντων θα αλλάξουν κατά τη διάρκεια των χρόνων καθώς ο χώρος αγοράς συνεχίζει να εξελίσσεται.

### ***2.4.3 Πύλες εκμάθησης (Learning Portals)***

Οι πύλες εκμάθησης συγκεντρώνουν μαζί τα εργαλεία εκμάθησης, το περιεχόμενο και το περιβάλλον παράδοσης και τα οργανώνουν σε λογικές ομάδες που βασίζονται στο ρόλο της διανεμημένης πρόσβασης της πύλης. Κάθε οργανισμός που χρησιμοποιεί μια πύλη θα καθορίσει και θα οργανώσει λεπτομερείς ρόλους βασισμένους στις ανάγκες τους, αλλά μερικοί κοινοί γενικοί ρόλοι είναι ο υπεύθυνος για την ανάπτυξη περιεχομένου, ο εκπαιδευτικός, ο σύμβουλος, ο διαχειριστής και ο μαθητής.

Οι πύλες χρησιμοποιούνται επίσης για να υποστηρίξουν τις κοινότητες εκμάθησης, οι οποίες είναι ομάδες ανθρώπων που ενδιαφέρονται για ένα ιδιαίτερο θέμα ή μια θεματική περιοχή. Η πύλη παρέχει έναν τρόπο του προσδιορισμού των ανθρώπων με παρόμοια ενδιαφέροντα και παρέχει τα εργαλεία και το περιεχόμενο συνεργασίας διαμοιρασμένα στα μέλη αυτών των κοινοτήτων.

Στο χώρο της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, τα πανεπιστήμια υλοποιούν τέτοιες πύλες ως ένα ζωτικό τμήμα μιας σχολικής κοινότητας και του μαθησιακού περιβάλλοντος. Η τεχνολογία και οι υπηρεσίες που διατίθενται από τις πύλες είναι διαθέσιμες από μια σειρά προμηθευτών συμπεριλαμβανομένων ειδικευμένων προμηθευτών όπως τους προμηθευτές του ανοικτού συστήματος διαχείρισης Campus Pipeline, το Blackboard, και τα προϊόντα της Student Administration όπως το PeopleSoft. Στον εταιρικό χώρο, οι προμηθευτές των LMS (Learning Management Systems – Συστήματα Διαχείρισης Μάθησης) θα τοποθετούσαν χαρακτηριστικά τον εαυτό τους παρέχοντας την πύλη στο μαθησιακό περιβάλλον.

#### ***2.4.4 Προμηθευτές Περιεχομένου (Content Vendors)***

Όπως μπορεί να φανεί από το λειτουργικό μοντέλο, το περιεχόμενο είναι στην καρδιά του περιβάλλοντος εκμάθησης.

Στο ακαδημαϊκό χώρο, ιδιαίτερα στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, οι εκδότες κάνουν περιεχόμενο διαθέσιμο στις περισσότερες θεματικές περιοχές. Αναμοχλεύουν το υπάρχον περιεχόμενό τους για παράδοση στο web, ως "συσκευασία σειράς μαθημάτων" ή "κασέτες" που τρέχουν σε ευρέως χρησιμοποιημένα συστήματα διαχείρισης σειράς μαθημάτων όπως το WebCT και το Blackboard.

Στον εταιρικό χώρο, υπάρχουν διάφορες επιχειρήσεις όπως το SmartForce, το SkillSoft, και το Netg των οποίων η αρχική επιχείρηση είναι να παρέχουν off-the-shelf, self-paced διδακτικό υλικό που οι επιχειρήσεις μπορούν να αγοράσουν και να το παραδώσουν μέσω των συστημάτων διαχείρισης εκμάθησης. Ο όγκος του off-the-shelf περιεχομένου ήταν παραδοσιακά σε περιοχές όπως οι ελαφρές δεξιότητες, η τεχνολογία πληροφοριών, και γενική διαχείριση επιχειρήσεων. Αυτό αρχίζει να αλλάζει καθώς ένα ευρύτερο σύνολο θεμάτων γίνονται διαθέσιμα. Υπάρχουν επίσης ένας αριθμός επιχειρήσεων που ειδικεύονται στην ανάπτυξη περιεχομένου που στοχεύει σε μια συγκεκριμένη κάθετη βιομηχανία, ιδιαίτερα σε βαριά-ρυθμισμένες βιομηχανίες όπως η υγειονομική περίθαλψη, η μεταφορά, και η ενέργεια. Η μετακίνηση προς την εκμάθηση σε αυτές τις κάθετες αγορές οδηγείται πρώτιστα από τις ανάγκες της βιομηχανίας και τις ανταγωνιστικές συνθήκες.

Μερικοί εταιρικοί προμηθευτές περιεχομένου, όπως το SmartForce, συσσωρεύουν το περιεχόμενό τους με ένα βασικό σύστημα διαχείρισης εκμάθησης, για να παρέχει μια πλήρη out-of-the-box λύση στους πελάτες που προτιμούν να κάνουν συμφωνία με έναν ενιαίο προμηθευτή. Αυτά τα μινιμαλιστικά LMS παρέχουν έναν σε απευθείας σύνδεση κατάλογο, απλά προφίλ μαθητών, κάποιο προγραμματισμό εκμάθησης, και παρακολούθηση της πορείας των αποτελεσμάτων.

## 2.5 Συστήματα διαχείρισης

### 2.5.1 Σύστημα διαχείρισης εκμάθησης (*Learning Management System, LMS*)

Το σύστημα διαχείρισης εκμάθησης (LMS) είναι ένας όρος που χρησιμοποιήθηκε πρώτιστα στην εταιρική αγορά. Τα πλήρη χαρακτηρισμένα συστήματα διαχείρισης εκμάθησης (όπως εκείνοι παρέχονται από τα LearnTone[8][9], IBM Mindspan Solutions[10] , Saba[11] , και Thing[12]) παρέχουν τις ακόλουθες σημαντικές λειτουργίες :

- Διαχειριστής προφίλ μαθητή
- Διαχειριστής καταλόγου προσφορών εκμάθησης
- Υπεύθυνος προγραμματισμού εκμάθησης
- Υπεύθυνος για τις εγγραφές των μαθητών
- Σύνδεση στο περιβάλλον παράδοσης για την παράδοση των προσφορών της εκμάθησης
- Παράδοση / Παρακολούθηση πορείας των συμμετεχόντων
- Αξιολόγηση και εξέταση των συμμετεχόντων
- Εργαλεία δημιουργίας αξιολόγησης
- Συγκέντρωση περιεχομένου

Στην ουσία, προορίζονται να διαχειριστούν το μαθησιακό περιβάλλον, παρέχοντας ένα πλαίσιο όπου το περιεχόμενο μπορεί να οργανωθεί και να παρουσιαστεί στους μαθητές, τα σχέδια εκμάθησης μπορούν να διαχειριστούν, και όπου παρακολουθείται η πορεία των δραστηριοτήτων και των αποτελεσμάτων εκμάθησης.

Οι σημαντικότεροι προμηθευτές των LMS έχουν αυξήσει σταθερά το ίχνος της αγοράς τους με την ενσωμάτωση της δημιουργίας, της αξιολόγησης και των εργαλείων παράδοσης μέσα στα προϊόντα τους.



### **2.5.2 Σύστημα διαχείρισης φοιτητών (*Student Administration System*)**

Στο χώρο της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, η λειτουργικότητα των συστημάτων διαχείρισης εκμάθησης είναι παρεχόμενη από την ολοκλήρωση ενός συστήματος διαχείρισης παράδοσης σειράς μαθημάτων, όπως το WebCT[13] ή το Blackboard[14] με ένα σύστημα διαχείρισης σπουδαστών όπως εκείνα από τα PeopleSoft[15], SCT[16], ή Datatel[17]. Το σύστημα διαχείρισης φοιτητών διαχειρίζεται τα προφίλ των φοιτητών, τον κατάλογο προσφορών, τον προγραμματισμό των φοιτητών, και εγγραφή των φοιτητών. Το σύστημα διαχείρισης της παράδοσης σειράς μαθημάτων διαχειρίζεται την συγκέντρωση του περιεχομένου, αλληλεπιδρά με τα εργαλεία δημιουργίας, υποστηρίζει την παράδοση της εκμάθησης, και παρακολουθεί την πορεία των λεπτομερών αποτελεσμάτων. Οι προμηθευτές των συστημάτων διαχείρισης των φοιτητών έχουν θεωρήσει την εξάπλωση των γραμμών των προϊόντων τους για να συμπεριλάβουν την λειτουργικότητα της διαχείρισης παράδοσης σειράς μαθημάτων, αλλά, ως επί το πλείστον, έχουν διαμορφωμένες συνεργασίες με τα προϊόντα διαχείρισης παράδοσης σειράς μαθημάτων παρά με την ανάπτυξη των δικών τους. Αυτή η προσέγγιση επιτρέπει στους προμηθευτές των συστημάτων διαχείρισης φοιτητών και στους προμηθευτές των συστημάτων διαχείρισης σειράς μαθημάτων να παραμένουν συγκεντρωμένοι στο σκοπό τους και να παρέχουν μια καλύτερη λύση στους πελάτες μαζί παρά χωριστά.

### **2.5.3 Σύστημα Διαχείρισης Περιεχομένου Μάθησης (*Learning Content Management System*) (*CMS or LCMS*)**

Ένα LCMS είναι ένα περιβάλλον πολλών χρηστών όπου οι υπεύθυνοι για την ανάπτυξη της εκμάθησης μπορούν να δημιουργήσουν, να αποθηκεύσουν, να επαναχρησιμοποιήσουν, να διαχειριστούν, και να παραδώσουν το ψηφιακό περιεχόμενο εκμάθησης από μια κεντρική αποθήκη αντικειμένου. Δεδομένου ότι ένα LMS διαχειρίζεται τις διαδικασίες που περιβάλλουν την εκμάθηση, το LCMS διαχειρίζεται τη διαδικασία της δημιουργίας και της παράδοσης του περιεχομένου εκμάθησης, ακριβώς όπως φαίνεται από τα ονόματά τους. Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα των τυπικών LCMS προϊόντων περιλαμβάνουν:

- Εργαλεία συγκέντρωσης περιεχομένου.
- Στα LCMS μπορούν να συμπεριληφθούν και εργαλεία δημιουργίας μαθησιακού περιεχομένου.

- Εργαλεία δημιουργίας της ολοκλήρωσης που να υποστηρίζουν την εγγραφή, την αποθήκευση, και την ανάκτηση αντικειμένων από οποιοδήποτε πρότυπο εργαλείο δημιουργίας.
- Μια αποθήκη περιεχομένου μεταδεδομένων (συμπεριλαμβανομένων των συσκευών αποθήκευσης με μερική λειτουργικότητα διαχείρισης περιεχομένου και έναν κατάλογο προσφορών).
- Έναν απλό διαχειριστή του προφίλ του μαθητή, αν και αυτά γίνονται πιο περίπλοκα στα προϊόντα LCMS.
- Ένα σύστημα παράδοσης περιεχομένου που επιτρέπει στο LCMS να εντοπίσει, να ανακτήσει, και να εξυπηρετήσει τα κατάλληλα αντικείμενα του περιβάλλοντος παράδοσης.

Πολλά προϊόντα LCMS ενσωματώνουν όλα αυτά τα συστατικά και είναι βασισμένα σε σχεδιασμένα εκπαιδευτικά παραδείγματα ή εκπαιδευτικές θεωρίες.

Ο καθορισμός ενός LCMS ως χωριστή οικογένεια προϊόντων είναι ένα σχετικά νέο φαινόμενο. Το επίπεδο εκτέλεσης γύρω από τον προγραμματισμό της εκμάθησης και της σύνδεσης των προσφορών στους επιχειρησιακούς κανόνες και στις επιχειρησιακές διαδικασίες είναι πολύ λιγότερος στα προϊόντα LCMS απ' ό,τι στα προϊόντα LMS, αλλά το επίπεδο εκτέλεσης της διαχείρισης περιεχομένου και της διαχείρισης των αντικειμένων εκμάθησης είναι πολύ υψηλότερο. Όπως κάποιος μπορεί να περιμένει, οι προμηθευτές LMS αρχίζουν να προσφέρουν ολοκληρωμένα LCMS προϊόντα και οι προμηθευτές LCMS επεκτείνουν τις ικανότητες τους με αυτές των LMS. Μερικοί προμηθευτές περιεχομένου (εκδότες), προμηθευτές εργαλείων δημιουργίας και προμηθευτές περιβαλλόντων παράδοσης, αναπτύσσουν επίσης λειτουργικότητες των LCMS ενσωματώνοντας αυτές στα προϊόντα τους.

Τα προϊόντα LCMS επιτρέπουν στις επιχειρήσεις να δημιουργήσουν και να επαναχρησιμοποιήσουν μικρές μονάδες ψηφιακού εκπαιδευτικού περιεχομένου. Αυτό έχει μεγάλη αξία. Η ικανότητα επαναχρησιμοποίησης και διαχείρισης των αντικειμένων εκμάθησης που παρέχονται από ένα LCMS περιορίζουν το χρόνο και το κόστος που συνδέονται με την ανάπτυξη νέων προσφορών εκμάθησης.

Απαλείφοντας τον πλεονασμό των αντικειμένων εκμάθησης με την επαναχρησιμοποίηση του ίδιου αντικειμένου γίνεται επίσης η ενημέρωση των αντικειμένων με τις νέες πληροφορίες πολύ ευκολότερα και λιγότερο δαπανηρά.

Η χρήση των τυποποιημένων δομών μεταδεδομένων εκμάθησης συν την εισαγωγή τυποποιημένων αντικειμένων εκμάθησης και την εξαγωγή σχημάτων επιτρέπουν επίσης τα αντικείμενα να δημιουργηθούν και να διαμοιραστούν από τα πολλαπλά εργαλεία και τις αποθήκες εκμάθησης. Για την υποστήριξη αυτής της διαλειτουργικότητας στα συστήματα, τα νέα εργαλεία LCMS σχεδιάζονται έτσι ώστε να συμβαδίζουν με τις τυποποιημένες προδιαγραφές για τα μεταδεδομένα περιεχομένου, το συσκευασμό περιεχομένου και την επικοινωνία περιεχομένου.

### **2.5.3.1 Εργαλεία δημιουργίας και εργαλεία συγκέντρωσης (Authoring Tools and Assembly Tools)**

Τα εργαλεία δημιουργίας μαθησιακού περιεχομένου χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες :

1. Εργαλεία σχεδιασμένα για να δημιουργήσουν το περιεχόμενο εκμάθησης. Αυτά είτε είναι γενικά μέρη των προϊόντων LCMS είτε απλά εργαλεία που στοχεύουν σε ειδικευμένη ύλη αντικειμένων, όπως το Trivantis[18].
2. Εργαλεία που χρησιμοποιούνται από τους συντάκτες περιεχομένου και τους εκπαιδευτικούς σχεδιαστές που μπορούν επίσης να δημιουργήσουν περιεχόμενο εκμάθησης. Αυτά περιλαμβάνουν τα προϊόντα Macromedia, τα οποία αρχίζουν να υποστηρίζουν τα απαραίτητα πρότυπα περιεχομένου εκμάθησης[19].
3. Εργαλεία που επιτρέπουν το περιεχόμενο εκμάθησης να δημιουργηθεί χρησιμοποιώντας τυποποιημένη επεξεργασία κειμένου και εφαρμογές παρουσίασης. Ένας αριθμός προϊόντων εμφανίζονται που προσθέτουν μακροεντολές (macros) στο Word, ή σε έγγραφα PowerPoint ή βάζοντας περιτυλίγματα γύρω από αυτά τα έγγραφα για να τα κάνει να προσαρμοστούν στα πρότυπα περιεχομένου εκμάθησης. Αυτά τα εργαλεία επιτρέπουν στα έγγραφα και τις παρουσιάσεις να γίνουν αντικείμενα εκμάθησης που μπορούν να είναι παραδοθούν από προσαρμοσμένα συστήματα παράδοσης.

Πολλά εργαλεία δημιουργίας επιτρέπουν την ενσωμάτωση του δημιουργημένου περιεχομένου οπουδήποτε μέσω αποκοπής και επικόλλησης.

Τα εργαλεία συγκέντρωσης περιεχομένου κάνουν το ίδιο πράγμα αφού μεταχειρίζονται τα πάντα ως αντικείμενα εκμάθησης και τα συνδυάζουν. Τα περισσότερα εργαλεία συγκέντρωσης περιεχομένου είναι μέρος των προϊόντων LCMS, αλλά μερικοί εκδότες και επιχειρήσεις ανάπτυξης περιεχομένου έχουν παράγει εργαλεία που χρησιμοποιούν σχετικά μέρη των SCORM (Sharable Content Object Reference Model[20]) ή των AICC (Aviation Industry CBT Committee[21]) προτύπων ως λεπτομερές προσχέδιο για τη δημιουργία μαθησιακού περιεχομένου. Αυτά τα προϊόντα μπορούν να εξαφανιστούν υπέρ των φιλικότερων προς το χρήστη εκδόσεων, αλλά ο τρόπος που λειτουργούν είναι η δημιουργία πρώτα της δομής μιας σειράς μαθημάτων και έπειτα την συμπλήρωση της δομής με περιεχόμενο.

## **2.6 Μηχανές αξιολόγησης (Assessment Engines)**

Οι μηχανές αξιολόγησης παρέχουν εξειδικευμένα εργαλεία δημιουργίας ειδικά σχεδιασμένα για την δημιουργία στατιστικών, εξετάσεων και αξιολογήσεων. Οι περισσότερες μηχανές αξιολόγησης υποστηρίζουν επίσης την παράδοση των αξιολογήσεων στους μαθητές, και την υποβολή των αποτελεσμάτων πίσω στο σύστημα διαχείρισης εκμάθησης. Μερικά εργαλεία διατηρούν την δική τους βάση δεδομένων των αποτελεσμάτων για την υποβολή εκθέσεων και αναλύσεων.

Οι μηχανές αξιολόγησης συμπεριλαμβάνονται σε πολλά εργαλεία δημιουργίας και συγκέντρωσης περιεχομένου όπως το Trivantis[18], σε συστήματα διαχείρισης εκμάθησης όπως το LearnTone και συστήματα διαχείρισης σειράς μαθημάτων όπως το WebCT[13] και το Blackboard[14]. Υπάρχουν επίσης ειδικευμένες μηχανές αξιολόγησης όπως το Question Mark[22] που εστιάζουν απλώς στη δημιουργία, την παράδοση, και την παρακολούθηση της πορείας των αξιολογήσεων. Αυτοί τα εξειδικευμένα εργαλεία λειτουργούν με μια σειρά LMS, με την διαχείριση σειράς μαθημάτων, και με περιβάλλοντα παράδοσης.

### ***2.6.1 Σύστημα διαχείρισης σειράς μαθημάτων (Course Management System)***

Αυτή η κατηγορία συστήματος είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη στην αγορά εκπαίδευσης όπου η εστίαση της εκμάθησης είναι αναμιγμένη με μια σειρά διαφορετικών μεθόδων παράδοσης της εκμάθησης σε εκπαιδευτικά-προσανατολισμένα περιβάλλοντα.

Τα συστήματα διαχείρισης σειράς μαθημάτων διαφέρουν από τα LCMS και τα LMS προϊόντα δεδομένου ότι αποσκοπούν στην πρότυπα-οδηγημένη συγκέντρωση ολόκληρων των σειρών μαθημάτων και ενσωματώνονται (αν και όχι πάντα μονοκόμματα) με τις πληροφορίες σπουδαστών ή τα συστήματα εγγραφής.

Τα συστήματα διαχείρισης σειράς μαθημάτων, όπως εκείνα από το eCollege[63], το Blackboard[14] και το WebCT[13], παρέχουν τους ακόλουθους τύπους λειτουργιών :

- Συγκέντρωση των συστατικών των σειρών μαθημάτων σε ένα πρόγραμμα σπουδών με υποστηριζόμενη πλοήγηση.
- Η παράδοση των σειρών μαθημάτων ικανοποιεί φυσικά τον μαθητή.
- Ηλεκτρονική διαχείριση αξιολόγησης, υποβολή, παρακολούθηση της πορείας των μαθητών, βαθμολόγησης, και ανατροφοδότησης.
- Δημιουργία και παράδοση των αξιολογήσεων, των στατιστικών και των εξετάσεων
- Ενσωμάτωση των ασύγχρονων εργαλείων όπως τα νήματα συζήτησης, η συγκράτηση συζητήσεων, η διαχείριση ομάδας ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και η ανταλλαγή εγγράφων.
- Ενσωμάτωση των σύγχρονων εργαλείων όπως η συνομιλία (chat), το whiteboard (ασπροπίνακας), ο διαμοιρασμός οθόνης, η ακουστική σύσκεψη και η τηλεοπτική σύσκεψη.
- Υποστήριξη για τη διαχείριση των σειρών μαθημάτων συμπεριλαμβανομένων δυνατοτήτων όπως: δυναμική αναθεώρηση του διδακτικού υλικού, διαχείριση ανάθεσης, βιβλίο βαθμών, έλεγχος.
- ποιος μπορεί να έχει πρόσβαση στη σειρά μαθημάτων, κ.λπ.
- Αυτοματοποιημένα εργαλεία για την υποστήριξη της ολοκλήρωσης με τα συστήματα διαχείρισης σπουδαστών για το πρόγραμμα τάξεων, για τα εγγεγραμμένα μέλη των τάξεων, για την συγχρονισμένη πληροφόρηση των σπουδαστών και την παρακολούθηση της πορείας των αποτελεσμάτων.

Αναφερόμενοι στο ανωτέρω λειτουργικό πρότυπο, αυτά τα συστήματα υποστηρίζουν τις λειτουργίες συγκέντρωσης περιεχομένου, διαχειριστή καταλόγου, υπευθύνου για τις εγγραφές των σπουδαστών, περιβάλλον παράδοσης, συνεργάσιμο περιβάλλον και μηχανή αξιολόγησης / εξέτασης. Λαμβάνοντας υπόψη ότι αρκετές από αυτές τις λειτουργίες υποστηρίζονται επίσης από συστήματα διαχείρισης εκμάθησης και συστήματα διαχείρισης σπουδαστών, η δυνατότητα να ενσωματωθούν με αυτά τα συστήματα είναι το κλειδί στην επιτυχή χρήση του συστήματος διαχείρισης σειράς μαθημάτων.

### ***2.6.2 Εικονικές τάξεις / Εργαλεία συνεργασίας***

Υπάρχει μια σειρά προμηθευτών που τοποθετούν τα προϊόντα τους ως περιβάλλοντα συνεργασίας κατάλληλα για γενικές συσκέψεις και για συνεργασία καθώς επίσης και για επίσημη εκμάθηση. Ένας αριθμός αυτών των προμηθευτών έχουν συμμαχίες με τους προμηθευτές των LMS και των συστημάτων διαχείρισης σειρών μαθημάτων για να παρέχουν τα περιβάλλοντα συνεργασίας που είναι στενά ενσωματωμένος με αυτά τα προϊόντα.

Τα σύγχρονα εργαλεία συνεργασίας μπορούν να παρέχουν: ακουστική και τηλεοπτική σύσκεψη, διαμοιρασμένη εφαρμογή / οθόνη, σύγχρονο web-browsing, διαμοιρασμένο λευκό πίνακα, χέρι που σηκώνεται και ψηφοφορία. Τα ασύγχρονα εργαλεία συνεργασίας μπορούν να παρέχουν: ομάδες συζήτησης, ομάδα διαχείρισης ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και ακουστική/τηλεοπτική επανάληψη.

Για την άτυπη εκμάθηση, ένα κύριο χαρακτηριστικό γνώρισμα των σύγχρονων περιβαλλόντων είναι η δυνατότητα της καταγραφής και της αποθήκευσης γεγονότων για τη μελλοντική πρόσβαση και αναπαραγωγή. Υπάρχει ένα ευρύ φάσμα προμηθευτών και των εργαλείων σε αυτό το χώρο. Κάποιοι γνωστοί προμηθευτές σύγχρονων περιβαλλόντων συνεργασίας περιλαμβάνουν τα Centrum[23], Webex[24], Placeware[25], και Interwise[26].

### ***2.6.3 Υιοθέτηση στη βιομηχανία εκπαίδευσης (Adoption In The Education Industry)***

Τα αυτόνομα εκπαιδευτικά πακέτα λογισμικού, που χρησιμοποιούνται εκτενώς στους εργαστηριακούς υπολογιστές και ως τμήμα των εκπαιδευτικών ενοτήτων μέσα στην τάξη και το διαδίκτυο είναι μια ευρύτερα χρησιμοποιημένη πηγή έρευνας από τους αρχικούς φοιτητές.

Το διαδίκτυο και το e-learning γενικά, αρχίζουν να κάνουν επιδρομές στις K- 12[64] διαδικασίες εκμάθησης. Συστήματα διαχείρισης σειράς μαθημάτων και πύλες εκμάθησης από τα WebCT[13], Blackboard[14] κλπ είναι σε χρήση σε διάφορα σχολεία και περιοχές. Λαμβάνοντας υπόψη το τεράστιο μέγεθος αυτής της αγοράς και το χαμηλό επίπεδο διείσδυσης μέχρι τώρα, αυτή είναι μια σημαντική ευκαιρία αύξησης για το μέλλον. Το κλειδί της πρόκλησης που πρέπει να νικηθεί είναι: ανάπτυξη ενός προγράμματος σπουδών στο οποίο το e-learning να παίζει έναν ακέραιο και χρήσιμο ρόλο, της κατάρτισης των εκπαιδευτικών και της συμμετοχής, της πρόσβαση στην υποδομή (υπολογιστές και μεγάλης ταχύτητας συνδέσεις με το διαδίκτυο) και της χρηματοδότησης.

#### ***2.6.4 Κολέγια και πανεπιστήμια***

Η εφαρμογή της βασισμένης στο web υποστήριξης των τάξεων αρχίζει να θεωρείται ένα μέρος των κανονικών διαδικασιών σε πολλά κολέγια και πανεπιστήμια. Τα προϊόντα διαχείρισης σειράς μαθημάτων όπως το e-College[63], το Blackboard[14] και το WebCT[13] χρησιμοποιούνται ευρέως σε έναν υπηρεσιακό ή σε μεμονωμένο επίπεδο σειράς μαθημάτων, και τα τμήματα του αρχίζουν να κινούνται προς την επιλογή των τυποποιημένων προϊόντων για τη διαχείριση σειράς μαθημάτων, της δημιουργίας, και της συνεργασίας. Γενικά, τα ιδρύματα τριτοβάθμιας εκπαίδευσης τοποθετούνται καλύτερα για να χρησιμοποιήσουν την τεχνολογία εκμάθησης από το K- 12[64]. Οι σπουδαστές κολεγίου έχουν καλύτερη πρόσβαση σε προσωπικούς υπολογιστές και στο διαδίκτυο, και τα ιδρύματα έχουν γενικά μια ισχυρότερη τεχνολογία υποδομής και υποστήριξης διαθέσιμου προσωπικού σε αυτούς.

#### ***2.6.5 Εκτιμήσεις Επιλογής Προϊόντων και Υποδομής***

Κατά την επιλογή των προϊόντων e-learning ή των τμημάτων τεχνολογικής υποδομής, θα πρέπει να εξεταστούν οι ακόλουθες απαιτήσεις :

#### ***2.6.6 Διαλειτουργικότητα και προσαρμογή / συμμόρφωση με τα πρότυπα***

Η διαλειτουργικότητα μεταξύ των τμημάτων περιεχομένου και συστημάτων είναι βασική για την επιτυχή υλοποίηση ενός περιβάλλοντος εκμάθησης. Όπως μπορεί να φανεί από τα προηγούμενα τμήματα, το περιεχόμενο και τα προϊόντα από έναν αριθμό διαφορετικών πηγών μπορούν να μπερδευτούν. Η βιομηχανία του e-learning συνεχίζει να εργάζεται στην τυποποίηση των κανόνων για τη διαλειτουργικότητα.

Ουσιαστική πρόοδος έχει σημειωθεί προς την ανάπτυξη αυτών των προτύπων, αλλά δεν είναι ακόμα στο σημείο όπου λειτουργούν “out-of-the-box”. Οι πλέον καθιερωμένες αυτής της βιομηχανίας προδιαγραφές παρέχονται από το AICC (Aviation Industry CBT Committee)[21] και διευκρινίζει τους κανόνες για την επικοινωνία μεταξύ του περιεχομένου και του συστήματος διαχείρισης εκμάθησης. Εντούτοις, ακόμη και το πιο αξιόπιστο LMS, εργαλείο δημιουργίας και οι προμηθευτές περιεχομένου αναγνωρίζουν ότι υπάρχουν σχεδόν πάντα επίμαχα θέματα που πρέπει να λυθούν πριν το off-the-shelf περιεχόμενο επικοινωνήσει σωστά με το μαθησιακό περιβάλλον. Πριν επιλέγει το προϊόν οποιουδήποτε προμηθευτή, θα πρέπει να επιβεβαιωθεί ότι οι απαιτήσεις διαλειτουργικότητάς είναι καθορισμένες με σαφήνεια και έχουν ερευνηθεί πλήρως.

### ***2.6.7 Ολοκλήρωση με τα υπάρχοντα συστήματα εφαρμογής***

Ο στόχος της συνεχούς ολοκλήρωσης επεκτείνεται πέρα από τα επιμέρους συστατικά που αποτελείται μια αρχιτεκτονική e-learning. Μια αρχιτεκτονική e-learning πρέπει να ενσωματώνει όλα τα προηγούμενα συστήματα εφαρμογών - συμπεριλαμβανομένου του ανθρώπινου δυναμικού, της χρηματοδότησης, της διαχείρισης της απόδοσης, της διαχείριση της γνώσης, των δικαιωμάτων και της ασφάλειας - καθώς επίσης και ολόκληρης της υποδομής του δικτύου. Αυτές οι απαιτήσεις ολοκλήρωσης μπορούν να είναι πολύ δαπανηρές για να εξεταστούν.

### ***2.6.8 Εξελικτική (Scalable)***

Ανεξάρτητα από το πόσο μικρή είναι μια αρχιτεκτονική λύσης ενός e-learning όταν αρχίζει, πρέπει να είναι εξελικτική. Δεδομένου ότι ο οργανισμός χτίζει ή αποκτά περισσότερα αντικείμενα εκμάθησης, η αποθήκη αντικειμένων θα αυξηθεί γρήγορα, και τα συστήματα και οι εφαρμογές που απαιτούνται να τα διαχειριστούν πρέπει να είναι εξελικτικές.



## 3 Συστήματα e - Learning

### 3.1 Ανασκόπηση Συστημάτων Ηλεκτρονικής Μάθησης

#### 3.1.1 *Open LMS (Open-Source Learning Management System)*

Το Open LMS[28] είναι ένα σύστημα διαχείρισης εκμάθησης (Learning Management System, LMS) που γίνεται στο τμήμα της γεωγραφίας, του NTNU[29], στο Τρόντχαιμ της Νορβηγίας

Είναι ένα καλό εργαλείο για κατανομή των σημειώσεων των διαλέξεων στις ομάδες φοιτητών, και διευκολύνει επίσης τη συνεργασία για τις ομάδες σπουδαστών και δασκάλων. Το σύστημα έχει χρησιμοποιηθεί επιτυχώς στο τμήμα της γεωγραφίας στο NTNU[29] για τρία έτη. Συνεχώς αναπτύσσεται περαιτέρω και απελευθερώθηκε ως λογισμικό OpenSource το 2003.

Το Open LMS υποστηρίζει τώρα την αγγλική και νορβηγική γλώσσα. Έχουν ληφθεί μέτρα για τη μετάφραση του και για άλλες γλώσσες. Το Scorm[30] , το Dublin Core[31] , το AICC[32] κ.λπ. θα μπορούσαν να είναι σημαντικοί παράγοντες σε συστήματα όπως το Open LMS και για παρόμοια LMS/LCMS.

Το Open LMS είναι ένα GNU GPL[33] το οποίο σημαίνει ότι ο κώδικας είναι ελεύθερος για χρήση. Εντούτοις, θα πρέπει ο ενδιαφερόμενος να καλύψει όλες τις άλλες δαπάνες, όπως τους κεντρικούς υπολογιστές, τους συμβούλους για την εγκατάσταση, την υποστήριξη χρηστών και πολλά άλλα.

Το Open LMS άρχισε ως ένα πρόγραμμα που χρηματοδοτήθηκε από τη νορβηγική αντιπροσωπεία για ευέλικτη εκμάθηση στην τριτοβάθμια εκπαίδευση (SOFF)[34]. Αρχικά το σύστημα ήταν μια βιβλιοθήκη μέσων για τη χρήση στην εκπαίδευση των γεωγράφων στο τμήμα της γεωγραφίας στο NTNU[29]. Η ανάπτυξη άρχισε από τον Geir Vatne και συνεχίστηκε αργότερα ως πρόγραμμα OpenSource από τον Ragnvald Larsen.

Η τεχνολογία στο τρέχον σύστημα είναι βασισμένη στις Active Server Pages και στον Microsoft internet Information Server. Η βάση δεδομένων είναι Microsoft SQL που τρέχει στον ίδιο κεντρικό υπολογιστή. Για την επεξεργασία των μέσων αυτήν την περίοδο χρησιμοποιείται το ImageMagic[35]. Υπάρχουν λειτουργίες που βασίζονται στην PHP γλώσσα προγραμματισμού.

Έχει γίνει σχεδιασμός να μεταφραστεί το Open LMS σε μία GNU/Linux πλατφόρμα όπου η PHP γλώσσα και το Postgre SQL θα είναι κεντρικά στοιχεία. Αυτό θα καταστήσει το σύστημα οικονομικώς πιο αποδοτικό. Το Open LMS δεν έχει καμία ειδική απαίτηση από την πλευρά του χρήστη. Όλοι οι τύποι των web-browsers μπορούν να χρησιμοποιηθούν.

Το σύστημα διαχείρισης εκμάθησης συνεχώς αναπτύσσεται περαιτέρω. Εντούτοις αυτό εξαρτάται από την υποστήριξη του με τη συμπερίληψη σε προγράμματα έρευνας και ανάπτυξης ή με την πώληση των υπηρεσιών σχετικών με Open LMS.

### ***3.1.2 CourseWork An Open Source Course Management System***

Το CourseWork[36] είναι ένα ανοικτού κώδικα σύστημα διαχείρισης σειράς μαθημάτων που βασίζεται στο πανεπιστήμιο του Stanford και που αναπτύσσεται από την Academic Computing στο Stanford University Libraries and Academic Information Resources.

Χρησιμοποιώντας το CourseWork, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να εγκαθιδρύσουν ένα web site σειράς μαθημάτων που υποστηρίζει λειτουργίες όπως ανακοινώσεις, απευθείας σύνδεση αναγνώσεις, δυναμικά θέματα διδασκαλίας, προγράμματα, αναθέσεις, διαγωνισμούς γνώσεων, forum συζήτησης για τους φοιτητές και ένα βιβλίο βαθμών. Το CourseWork είναι σχεδιασμένο να είναι φιλικό και για χρήστες με λίγη εμπειρία του διαδικτύου, που μπορούν να χρησιμοποιήσουν το CourseWork για να αναπτύξουν το δικό τους web-site γρήγορα, αλλά και για τους ειδικούς χρήστες του web, οι οποίοι μπορούν να το χρησιμοποιήσουν για να οργανώσουν τα σύνθετα, βασισμένα στο web υλικά και να τα συνδέσουν με τα εργαλεία επικοινωνίας του web. Ο κώδικας του CourseWork είναι ελεύθερος και ανοικτός, για οποιαδήποτε οργανισμό θέλει να το χρησιμοποιήσει και να το τροποποιήσει στις ανάγκες του.

Η Academic Computing ανέπτυξε το Course Work ως τμήμα της ανοικτής πρωτοβουλίας γνώσης (Open Knowledge Initiative, OKI)[37]. Σε αυτό το διετές πρόγραμμα, που χρηματοδοτείται από το Andrew W. Mellon Foundation, μια κοινοπραξία των πανεπιστημίων που καθοδηγούνται από το MIT, συνεργάζονται για να χτίσουν την επόμενη γενεά των εργαλείων διδασκαλίας και εκμάθησης.

Το CourseWork είναι ένα ανοικτού κώδικα σύστημα διαχείρισης σειράς μαθημάτων, με σκοπό να παρέχει ένα ανοικτό, διαμορφωμένο πλαίσιο για τα αντικείμενα εκμάθησης. Χρησιμοποιεί τα OKI APIs όποτε είναι δυνατόν.

Έχει γραφτεί αρχικά σε Java (Java 1.3 ή νεότερη έκδοση), χρησιμοποιώντας την τεχνολογία servlet της Java. Η εφαρμογή του Stanford για το Course Work τρέχει με τον κεντρικό υπολογιστή δικτύου Apache, χρησιμοποιώντας το TomCat 4,0 για τον κεντρικό υπολογιστή servlet της Java. Το DTL (Display Template Language, γλώσσα προτύπων επίδειξης), που αναπτύχθηκε στο Stanford, χρησιμοποιείται για να δημιουργήσει τις επιδείξεις παρουσιάσεων. Η βάση δεδομένων είναι σε Oracle (Oracle 8.0 ή νεότερη έκδοση). Το Course Work έχει υλοποιηθεί και σε Sun Solaris και σε Linux.

Άλλα ιδρύματα έχουν κάνει το Course Work να εργάζεται με Postgre SQL, και αναμένουμε να είναι συμβατό και με άλλες εφαρμογές SQL επίσης.

### **3.1.2.1 Παρουσίαση Εργαλείων**

Το CourseWork έχει διάφορα βασισμένα στο web εργαλεία για κατασκευή και παρουσίαση των στοιχείων της σειράς μαθημάτων ενός web-site. Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να επιλέξουν από έναν κατάλογο εργαλείων, υιοθετώντας εκείνα που παρέχουν τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα που θέλουν για το site τους. Αυτός ο κατάλογος εργαλείων θα επεκταθεί με τη συνεχιζόμενη ανάπτυξη του συστήματος CourseWork. Μερικά από τα εργαλεία του CourseWork είναι τα παρακάτω:

### **3.1.2.2 Αρχική σελίδα σειράς μαθημάτων**

Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να τοποθετήσουν μια σύντομη περιγραφή της σειράς μαθημάτων τους, μαζί με τους χώρους και τους χρόνους συνάντησης και τα τμήματα, στην αρχική σελίδα της σειράς μαθημάτων τους. Η σχολή που έχει κάνει τις δικές της ιστοσελίδες περιγράφοντας τις σειρές μαθημάτων τους μπορεί εύκολα να συνδέσει εκείνες τις σελίδες εδώ. Καμία ειδική γνώση για τις γλώσσες υπολογιστών ή για τον ιστό δεν απαιτείται για να δημιουργήσει κανείς την αρχική σελίδα σειράς μαθημάτων.

### **3.1.2.3 Ανακοινώσεις**

Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να τοποθετήσουν τις ανακοινώσεις σε ειδικό χώρο. Μπορούν να επιλέξουν να παρουσιάσουν μια ανακοίνωση σε μόνο ένα τμήμα, σε πολλαπλάσια τμήματα, ή στην πλήρη κατηγορία. Οι εκπαιδευτικοί μπορούν επίσης να ταχυδρομήσουν μια ανακοίνωση με το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο στους σπουδαστές.

### **3.1.2.4 Διδακτέα ύλη**

Χρησιμοποιώντας αυτό το εργαλείο, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να δακτυλογραφήσουν ή να διαγράψουν τη διδακτέα ύλη τους σε μια βασισμένη στο web μορφή για να την καταστήσουν διαθέσιμη στους σπουδαστές. Εάν το επιλέξει ο εκπαιδευτικός μπορεί να φορτώσει ένα αρχείο του Word (στην πραγματικότητα όλους τους τύπους αρχείων) στο εργαλείο διδακτέας ύλης. Η διδακτέα ύλη μπορεί να ενημερωθεί οποιαδήποτε στιγμή. Οι σπουδαστές μπορούν να δουν τη διδακτέα ύλη στο CourseWork ή να “κατεβάσουν” και να τυπώσουν οποιαδήποτε αρχεία που απαριθμούνται.

### **3.1.2.5 Σχέδιο**

Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να απαριθμήσουν τα θέματα και τις αναγνώσεις για οποιοδήποτε διαλέξεις, εργαστήρια, για ένα πρόγραμμα που παρουσιάζεται στους φοιτητές με ένα εβδομαδιαίο σχήμα. Το πρόγραμμα έχει τις άμεσες συνδέσεις με τους σε απευθείας σύνδεση πόρους. Οι φοιτητές μπορούν να εκτυπώσουν τα πλήρη ή εβδομαδιαία προγράμματα.

### **3.1.2.6 Υλικά σειράς μαθημάτων**

Οι φοιτητές μπορούν να ακολουθήσουν τις συνδέσεις στην βιβλιογραφία της σειράς μαθημάτων. Επίσης, μπορούν να ταξινομήσουν τις λίστες κατά τίτλο, κατά τύπους αρχείων και κατά περιοχή περιεχομένου. Η λίστα των υλικών μπορεί να οργανωθεί κατά κατηγορία περιεχομένου.

### **3.1.2.7 Αναθέσεις**

Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να δημιουργήσουν σύνολα προβλημάτων, αναθέσεις γραψίματος και διαγωνισμούς γνώσεων χρησιμοποιώντας αυτό το εργαλείο. Οι σπουδαστές μπορούν να υποβάλουν τις ολοκληρωμένες αναθέσεις τους άμεσα από τον ιστό. Οι πολλαπλάσιοι διαγωνισμοί γνώσεων και οι έρευνες επιλογής βαθμολογούνται αυτόματα και άλλοι τύποι αναθέσεων ταξινομούνται και επιδεικνύονται για να καταστήσουν τη βαθμολόγηση ευκολότερη.

Το Course Work διαχειρίζεται το συγχρονισμό για τη διανομή των αναθέσεων και τη συλλογή της εργασίας σπουδαστών. Η ανατροφοδότηση στους σπουδαστές ρυθμίζεται επίσης από το εργαλείο αναθέσεων.

### **3.1.2.8 Βαθμοί**

Το βασικό βιβλίο βαθμών (gradebook) επιδεικνύει αυτόματα τα αποτελέσματα για τις σε απευθείας σύνδεση αναθέσεις και υπολογίζει τους τελικούς βαθμούς των σπουδαστών. Οι βαθμοί μπορούν να μεταφορτωθούν για την ανάλυση ή για τους σύνθετους υπολογισμούς με τα υπολογιστικά λογιστικά φύλλα (spreadsheet) ή τα στατιστικά προγράμματα.

### **3.1.2.9 Πλεονεκτήματα χρήσης του CourseWork**

Η διαχείριση των ιστοχώρων είναι απλή και γρήγορη. Το CourseWork διαχειρίζεται τη διανομή και τη συλλογή των αναθέσεων. Οι φοιτητές μπορούν να υποβάλουν οποιοδήποτε τύπο εγγράφου για ένα σύνολο προβλήματος. Οι οδηγίες για οποιοδήποτε τύπο ανάθεσης μπορούν να ταχυδρομηθούν. Οι βασισμένοι στο WEB διαγωνισμοί γνώσεων με την πολλαπλή επιλογή και οι σύντομες ερωτήσεις- απαντήσεις, μπορούν να δημιουργηθούν εύκολα, να διανεμηθούν, να σημειωθούν και να επιστραφούν.

Το σύστημα παρέχει τη μυστικότητα και την ασφάλεια. Ο φοιτητής, η σχολή, οι ρόλοι φιλοξενουμένων έχει διαφορετικά επίπεδα πρόσβασης στον ιστοχώρο σειράς μαθημάτων. Τα εργαλεία διαχείρισης πληροφοριών του CourseWork είναι γρήγορα και εύχρηστα. Περιλαμβάνει ένα σύστημα ανακοίνωσης ηλεκτρονικού ταχυδρομείου/Ιστού.

Παρέχει μία απλή φόρτωση αρχείου για τις διδακτέες ύλες, τις εικόνες, τα άρθρα, και άλλα υλικά σειράς μαθημάτων. Είναι ενσωματωμένο στον κεντρικό υπολογιστή δικτύου. Ακόμη, τα βασισμένα στο WEB υλικά από τις προηγούμενες σειρές μαθημάτων μπορούν να συνδεθούν με το σύστημα. Παρέχει σύνδεση με τα συστήματα βιβλιοθηκών. Το υλικό των αρχείων είναι μόνιμα πάντα προσιτά. Ακόμη, αυτόματα αρχειοθετεί όλο το υλικό κατηγορίας. Επιτρέπει την εύκολη αναζήτηση και την ανάκτηση όλου του υλικού κατηγορίας. Το CourseWork έχει διατηρήσει επαγγελματικά τους κεντρικούς υπολογιστές δηλαδή, διατηρούνται 24 ώρες την ημέρα, 7 ημέρες την εβδομάδα.

### 3.1.3 ILIAS

Το ILIAS[38] είναι ένα βασισμένο στο web σύστημα διαχείρισης εκμάθησης (LMS) που αναπτύχθηκε αρχικά στο πρόγραμμα VIRTUS[39] στο πανεπιστήμιο της Κολωνίας και έχει γίνει τώρα ένα ανοικτό πρόγραμμα προέλευσης (Open Source).

Το ILIAS αποτελείται από εργαλεία για εκμάθηση, για δημιουργία, για πρόσβαση πληροφοριών και για συνεργατική εργασία, παρουσιάζοντας κατά συνέπεια ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον για την εκμάθηση και τη διδασκαλία στο διαδίκτυο. Οι συντάκτες του ILIAS μπορούν να δημιουργήσουν πλήρες σειρές μαθημάτων μέσα σε μια ομάδα και να τις δημοσιεύσουν στον ιστό. Οι σπουδαστές μπορούν να δημιουργήσουν ομάδες για να εργαστούν μέσω του υλικού εκμάθησης και για να επικοινωνήσουν ο ένας με τον άλλον ή με τους δασκάλους τους.

**Οι κύριες ενότητες του ILIAS είναι :**

- Προσωπικός υπολογιστής γραφείου για κάθε χρήστη
- Μαθησιακό περιβάλλον με τους προσωπικούς σχολιασμούς, δοκιμές, γλωσσάριο, λειτουργία εκτύπωσης, μηχανή αναζήτησης
- Χαρακτηριστικά γνωρίσματα επικοινωνίας όπως τα forum συστημάτων και συζήτησης ειδήσεων
- Σύστημα ομάδας για την οργάνωση των μελών και των πόρων των ομάδων
- Περιβάλλον δημιουργίας (συντάκτης) για την δημιουργία σειράς μαθημάτων
- Σύστημα βοήθειας περιεχομένου για τους μαθητές και τους συντάκτες
- Διεπαφή διαχείρισης συστημάτων

Εκτός από την έννοια των εργασιακών χώρων, μερικές αρχές καθόρισαν τη διαδικασία ανάπτυξης. Ενώ δεν ακολουθείται μια μοναδική διδακτική προσέγγιση, γίνεται μια προσπάθεια το σύστημα να είναι ανοικτό για διαφορετικές προσεγγίσεις που οι συντάκτες του υλικού εκμάθησης μπορούν να ακολουθήσουν και να βελτιώσουν την ευελιξία του συστήματος, προκειμένου να το καταστήσουν χρησιμοποιήσιμο για τους συντάκτες που προέρχονται από διαφορετικά διδακτικά σχολεία.

Το ILIAS έχει αναπτυχθεί χρησιμοποιώντας την γλώσσα PHP (server side scripting language) σε σύνδεση με τη βάση δεδομένων MySQL της SQL και το Apache Webserver. Στην παρούσα έκδοσή του, το ILIAS απαιτεί τη χρήση της PHP 4 που πρέπει ιδανικά να διαμορφωθεί ως μία ενότητα Apache. Όλο το απαραίτητο λογισμικό είναι διαθέσιμο ως ανοικτό λογισμικό προέλευσης. Τα λειτουργικά συστήματα για τα οποία προορίζεται είναι κυρίως το Unix και το Linux.

Όσον αφορά το υλικό (hardware), για την υποστήριξη του ILIAS, οι ακόλουθες παράμετροι πρέπει να εξεταστούν :

- Κατά προσέγγιση αριθμός χρηστών
- Αριθμός και μέγεθος των σειρών μαθημάτων που προσφέρονται
- Αναμενόμενη χρήση συστημάτων από τους κανονικούς χρήστες και τους συντάκτες
- Αναμενόμενη χρήση των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων του συστήματος ILIAS όπως το ταχυδρομείο (mail) και τα forum

Το πρόγραμμα VIRTUS στο πανεπιστήμιο της Κολωνίας χρησιμοποιεί ένα SUN Enterprise 450 με 4 επεξεργαστές, 1.5 GB της κύριας μνήμης και 4 X 4.2 GB του τοπικού SCSI δίσκου. Είναι ένας αφιερωμένος κεντρικός υπολογιστής, που χρησιμοποιείται μόνο για την υποστήριξη του ILIAS. Αυτήν την περίοδο υπάρχουν περίπου 12.000 εγγραμμένοι χρήστες στο σύστημα του οποίου περίπου οι 4000 είναι ενεργοί χρήστες. Οι χρόνοι απόκρισης του συστήματος είναι αρκετά γρήγοροι. Σε ένα άλλο ίδρυμα, το ILIAS τρέχει σε ένα νεώτερο SUN Enterprise 250 με μόνο 2 επεξεργαστές και 2 GB της κύριας μνήμης. Λόγω της πιο πρόσφατης τεχνολογίας, αυτό το σύστημα είναι ακόμα γρηγορότερο παρά το χαμηλότερο αριθμό επεξεργαστών.

Η σπουδαιότητα της αποδοτικής κύριας μνήμης δεν πρέπει να υποτιμηθεί, ειδικά εάν το σύστημα χρησιμοποιείται ως κεντρικός υπολογιστής δικτύου (web server). Τα 512 MB πρόκειται να θεωρηθούν το ελάχιστο για έναν κεντρικό υπολογιστή του ILIAS που τρέχει ως περιβάλλον παραγωγής. Εάν άλλες υπηρεσίες εκτός από το ILIAS θα παρασχεθούν από το ίδιο σύστημα, πρέπει να προγραμματιστεί σε περισσότερη RAM. Ο αριθμός των CPUs είναι κάπως λιγότερο σημαντικός, αλλά όσο περισσότεροι τόσο καλύτεροι.

Για μια μικρότερη εγκατάσταση του ILIAS με λιγότερους χρήστες και λιγότερο φορτίο συστημάτων, ένα Linux κεντρικός υπολογιστής με την αρχιτεκτονική της Intel (ή αντίστοιχα συμβατό σύστημα) πρέπει να είναι τέλειο. Οι ελάχιστες προδιαγραφές είναι ένας Intel Pentium III με επεξεργαστή στα 800 MHz (ή αντίστοιχο), 512 MB RAM και SCSI/RAID σκληροί δίσκοι.

Ο κεντρικός υπολογιστής πρέπει να είναι αναβαθμίσιμος, έτσι να μπορεί εύκολα να προσαρμοστεί στις μελλοντικές απαιτήσεις. Για αυτόν τον λόγο ένα πολυεπεξεργαστικό σύστημα πρέπει να εξεταστεί από την αρχή. Το μέγεθος του σκληρού δίσκου, εξαρτάται από το είδος της χρήσης του συστήματος και από το μέγεθος του υλικού της σειράς μαθημάτων που προγραμματίζεται. Ειδικά οι σειρές μαθημάτων με μεγάλες εφαρμογές πολυμέσων και το οπτικό/ακουστικό υλικό καταναλώνουν μεγάλη ποσότητα χώρου στο δίσκο. Για τη μέγιστη απόδοση οι σύγχρονοι σκληροί δίσκοι SCSI με 10000 rpm πρέπει να χρησιμοποιηθούν. Όσον αφορά στην εξισορρόπηση φορτίων είναι συνήθως καλύτερο να χρησιμοποιηθούν διάφοροι μικρότεροι σκληροί δίσκοι αντί ενός μεγάλου δίσκου.

### **3.1.3.1 Χαρακτηριστικά γνωρίσματα**

Τα κύρια χαρακτηριστικά γνωρίσματα του ILIAS μπορούν να συνοψιστούν στα παρακάτω: Καταρχάς, το ILIAS παρέχει σελίδες χωρίς απαραίτητη πιστοποίηση πρόσβασης για ενδιαφερόμενους χρήστες όπου παρουσιάζεται μία σύνοψη των σειρών μαθημάτων που παρέχονται. Εκεί υπάρχουν οι τίτλοι των μαθημάτων και μία σύνοψη για κάθε μάθημα ξεχωριστά. Για κάθε μέλος του ILIAS, παρέχεται μια προσωπική σελίδα με προσωπικό προφίλ για κάθε χρήστη και ιδιότητες συστήματος. Δίνεται στο μέλος η δυνατότητα να επισκεφθεί ξανά το τελευταίο μάθημα που είχε επισκεφθεί την τελευταία φορά που μπήκε στο σύστημα, όπως και την τελευταία σελίδα του μαθήματος.

Παρέχεται επικοινωνία με emails, forums, και μηνύματα.

Υπάρχουν διάφοροι ρόλοι πρόσβασης στο σύστημα, όπως διαχειριστής, καθηγητής, μαθητής, καλεσμένος (guest). Κάθε μέλος έχει πρόσβαση σε γενικές προσωπικές πηγές, όπως διδακτικό υλικό, βιβλιογραφία, forums, emails, συζητήσεις. Επιδεικτικές πηγές περιορισμού είναι τα δεδομένα συμπεριφοράς χρήστη, τα δεδομένα απόδοσης συστήματος, η διαχείριση χρήστη και η διαχείριση πηγών.



Όσον αφορά τις ομάδες, καθένας μπορεί να δημιουργήσει μια ομάδα και να συμμετέχει σε κάποια ομάδα. Υπάρχουν διάφοροι ρόλοι μέσα στην ομάδα, όπως μέλος διαχειριστής, ιδιοκτήτης. Κάθε ομάδα έχει το δικό της διαχειριστή. Οι ομάδες μπορούν να εργάζονται μαζί πάνω σε μαθήματα, ενώ υπάρχει και ειδικός χώρος ανταλλαγής νέων, τα Newsgroups.

Ενώ στο περιεχόμενο του ILIAS υπάρχει πρόσβαση μετά από πιστοποίηση του μέλους, υπάρχουν κείμενα, συνδέσεις, γραφικά, χάρτες, φωτογραφίες, πίνακες, λεξικό και πολυμεσικά αντικείμενα όπως αρχεία ήχου, μικρής διάρκειας ταινίες, και προσομοίωση.

Η διαρρύθμιση του περιεχομένου γίνεται με πρότυπα XML. Υπάρχει δυνατότητα δημιουργίας του περιεχομένου των σειρών μαθημάτων με το ILIAS. όπως και περιγραφή των μεταδεδομένων του περιεχομένου. Ακόμη υπάρχει ενημέρωση των μαθητών για τα νέα και ότι αλλαγές υπάρχουν.

### **Διαχείριση Συστήματος**

Η περιοχή διαχείρισης του συστήματος ILIAS προσφέρει μια ολοκληρωμένη διεπαφή χρήστη για τον χειρισμό όλων των απαραίτητων λειτουργιών διαχείρισης. Τα κύρια αντικείμενα είναι:

- Ο χρήστης και οι λογαριασμοί του
- Οι σειρές μαθημάτων
- Το ταχυδρομείο (mails) και τα forums
- Γενικές ρυθμίσεις και λειτουργίες του συστήματος
- Πρότυπες μονάδες
- Οδηγός σειρών μαθημάτων

Συνοπτικά παρέχονται οι παρακάτω λειτουργίες:

### 3.1.3.2 Λογαριασμοί χρήστη

- § Οι διαχειριστές του συστήματος επιτρέπεται να εγγράψουν νέους χρήστες.
- § Επιτρέπεται να αλλάξουν τους κωδικούς των χρηστών, να τροποποιήσουν τα προσωπικά δεδομένα τους συμπεριλαμβανομένου του ονόματος χρήστη (username) και να διαγράψουν λογαριασμούς.
- § Επιτρέπεται να δημιουργήσουν και να τροποποιήσουν τύπους χρηστών και το προφίλ τους.

### 3.1.3.3 Σειρές Μαθημάτων

- § Οι διαχειριστές του συστήματος μπορούν να δημιουργήσουν, να τροποποιήσουν και να διαγράψουν ανώτερου επιπέδου και κατώτερου επιπέδου κατηγορίες για όλες τις σειρές μαθημάτων.
- § Επιτρέπεται ο καθορισμός ενός μέρους μιας σειράς μαθημάτων σε ένα τύπο διδακτικού υλικού. Νέοι τύποι μπορούν να δημιουργηθούν από τους διαχειριστές του συστήματος και είναι άμεσα διαθέσιμοι στους συντάκτες.
- § Υπάρχει η δυνατότητα της δημιουργίας και της διαγραφής ειδικών χαρακτήρων για την εισαγωγή τους σε κείμενο. Όλοι αυτοί οι ειδικοί χαρακτήρες είναι μικρά gif αρχεία.

### 3.1.3.4 Mails και Newsgroups

- 1) Επιτρέπεται η διαγραφή όλων των εισερχόμενων mails που έχουν δημιουργηθεί πριν από κάποια συγκεκριμένη ημερομηνία.
- 2) Επιτρέπεται ο χρήστης να “αδειάζει” το γραμματοκιβώτιο σβήνοντας όλα του τα mails.
- 3) Υπάρχει η δυνατότητα διαγραφής των μηνυμάτων συγκεκριμένα από τη βάση δεδομένων και αυτό γίνεται για να καθαρίζει η βάση σε τακτά χρονικά διαστήματα.

### **3.1.4 ELP**

Το καινοτόμο Environment for Learning to Program (ELP)[40] παρέχει ένα διαλογικό βασισμένο στο WEB περιβάλλον για τη διδασκαλία προγραμματισμού στους πρωτοετείς φοιτητές της Τεχνολογίας Πληροφοριών στο Queensland University of Technology (QUT).

Το ELP επιτρέπει στους φοιτητές να προγραμματίσουν στα αρχικά στάδια της σειράς μαθημάτων τους χωρίς να χρειάζεται να εξοικειωθούν με την ανάπτυξη περιβάλλοντος προγραμματισμού. Επιπλέον, αποβάλλει όλες τις δυσκολίες που συνδέονται με την εγκατάσταση και το τρέξιμο ενός μεταγλωττιστή Java. Χρησιμοποιώντας το ELP, οι φοιτητές μαθαίνουν και αναπτύσσουν τις δεξιότητες επίλυσης των προβλήματός τους, δουλεύοντας με το πρότυπο πρόγραμμα ασκήσεων στον Ιστό. Το ELP παρέχει ένα περιβάλλον εκμάθησης που ικανοποιεί τις διαφορετικές ανάγκες των σπουδαστών.

Το ELP είναι ένα σε απευθείας σύνδεση (online), ενεργό, συνεργάσιμο και επικοινωνιακό περιβάλλον για την εκμάθηση προγραμματισμού, το οποίο αναπτύσσεται στο QUT για να βοηθήσει τους σπουδαστές της Τεχνολογίας Πληροφοριών στο να προγραμματίσουν επιτυχώς στο αρχικό στάδιο της εκμάθησής τους και για να βοηθήσει το διδακτικό προσωπικό στο να οριοθετήσουν τους στόχους.

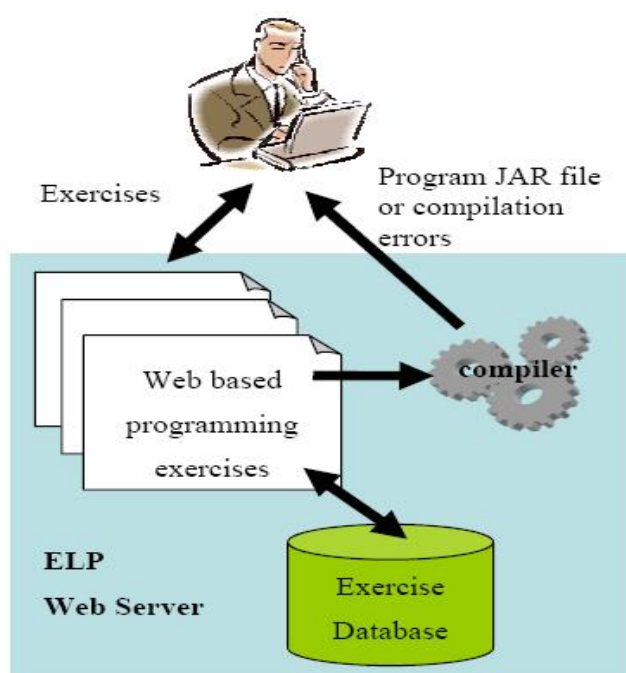
Το πρόγραμμα παρακινείται από ένα υψηλό ποσοστό αποτυχίας μεταξύ των νέων φοιτητών προγραμματισμού.

Το ELP εξετάζει άμεσα τη διδασκαλία QUT και την εκμάθηση αντικειμενικών στόχων. Το πανεπιστήμιο έχει ενστερνιστεί την on-line διδασκαλία και παραδοθέντα οφέλη στους φοιτητές του όπως διευκολύνοντας τους να εργαστούν συνεργατικά, δίνοντας μεγαλύτερες ευκαιρίες για την ανατροφοδότηση και την πρακτική, παρέχοντας ευκολότερη πρόσβαση στους πόρους εκμάθησης και επιτρέποντας στους φοιτητές να εξελίσσονται με δικά τους βήματα. Το πανεπιστήμιο στοχεύει να παρέχει ένα περιβάλλον εκμάθησης που ικανοποιεί τις ανάγκες των φοιτητών δίνοντας μεγαλύτερη ευελιξία στο χρόνο και τον τόπο διδασκαλίας και εκμάθησης.

Επιπλέον, το ELP επιτρέπει την ομαλή ολοκλήρωση των σημειώσεων των διαλέξεων και των διδακτικών και πρακτικών ασκήσεων. Με το ELP, οι φοιτητές θα είναι σε θέση να μάθουν να προγραμματίζουν και να παίρνουν ανατροφοδότηση οποιαδήποτε στιγμή, οπουδήποτε.

Οι φοιτητές είναι σε θέση να έχουν πρόσβαση όση χρειάζονται. Δεν θα είναι περιορισμένοι στις επαφές για τρεις ώρες την εβδομάδα, ούτε να περιορίζονται στις τυποποιημένες ώρες απασχόλησης

Το ELP είναι ένα βασισμένο στον ιστό (web-based) client server σύστημα. Στο φοιτητή παρουσιάζονται πρότυπες ασκήσεις προγραμματισμού σε Java ως σελίδες του ιστού. Η ολοκληρωμένη άσκηση υποβάλλεται στο κεντρικό υπολογιστή (server) για τη σύνταξη. Το αποτέλεσμα “.class” της άσκησης συσκευάζεται μαζί με άλλες απαραίτητες βιβλιοθήκες σε ένα αρχείο JAR και ακολούθως μεταφέρεται και τρέχει στη μηχανή του φοιτητή. Το σχήμα 2 δίνει μία επισκόπηση του συστήματος.

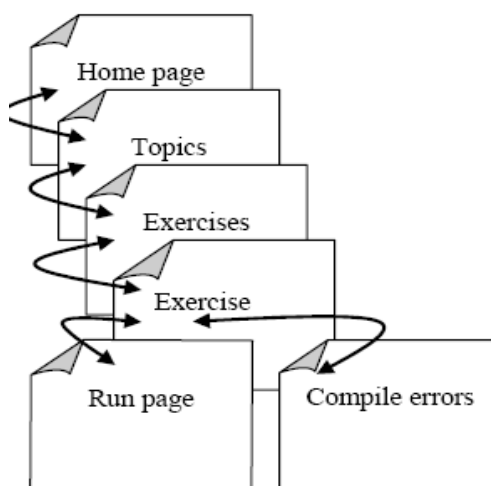


Σχήμα 2: Επισκόπηση Συστήματος ELP

Η μόνη απαίτηση συστήματος του ELP είναι ότι το περιβάλλον χρόνου εκτέλεσης της Java (Java Runtime Environment, JRE) πρέπει να εγκατασταθεί στη μηχανή των φοιτητών. Για την ευκολία της χρήσης, το ELP έχει καθιερώσει έναν μηχανισμό για την καθοδήγηση των φοιτητών μέσω της διαδικασίας εγκατάστασης JRE.

Ένα applet συμπεριλαμβάνεται στην αρχική σελίδα συστημάτων που ανιχνεύει εάν το JRE έχει εγκατασταθεί στη μηχανή του σπουδαστή. Εάν δεν έχει εγκατασταθεί, ο σπουδαστής προωθείται σε μια σελίδα όπου το JRE μπορεί να γίνει download και εγκαθίσταται αυτόματα.

Το σύστημα ELP απαιτεί την έκδοση 5 του Internet Explorer (ή ανώτερη), αλλά αυτό δεν θα είναι τόσο απαραίτητο σε μελλοντικές εκδόσεις. Οι φοιτητές καλούνται να επικυρώσουν την ιδιότητά τους προκειμένου να χρησιμοποιούν οι ίδιοι το σύστημα. Μετά από την επιτυχή σύνδεση του, ο φοιτητής παρουσιάζεται στην θεματική σελίδα δεικτών που περιέχει τις συνδέσεις με όλα τα θέματα διδασκαλίας. Όταν ένα θέμα είναι επιλεγμένο, ο φοιτητής κατευθύνεται σε μια σελίδα ασκήσεων που περιέχει συνδέσεις σε σελίδες με ασκήσεις σχετικές με το θέμα. Κάθε άσκηση επιδεικνύεται ως μία σύνδεση μαζί με μια σύντομη περιγραφή στη σελίδα. Ο φοιτητής μπορεί να πλοηγηθεί στους δείκτες θεμάτων, στις ασκήσεις του επόμενου θέματος και ασκήσεις του προηγούμενου θέματος από την σελίδα ασκήσεων του τρέχοντος θέματος. Το ακόλουθο διάγραμμα παρουσιάζει την ιεραρχία εγγράφων στο σύστημα ELP.

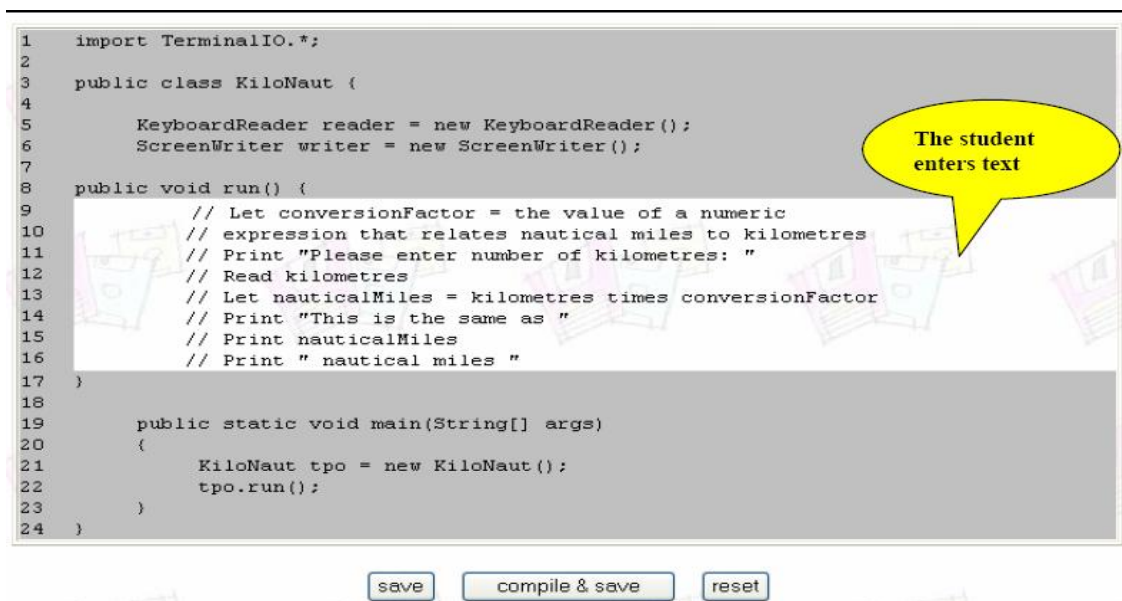


Σχήμα 3: Ιεραρχία Εγγράφων

Κάθε σελίδα άσκησης έχει μια συνοπτική περιγραφή για την άσκηση, τον στόχο εκμάθησης και το αποτέλεσμα εκμάθησης. Αυτή έχει επίσης μια συνοπτική δήλωση μιας συγκεκριμένης κωδικοποίησης προβλήματος και ένα πρότυπο κώδικα που αποτελείται από ένα πρόγραμμα με ένα ή περισσότερα κενά. Το πρότυπο κώδικα είναι μία ακολουθία από μία ή περισσότερες στατικές περιοχές κειμένου και εγγράψιμα πεδία.

Εκείνα τα τμήματα κώδικα που δεν χρειάζονται τροποποίηση παρουσιάζονται ως στατικό κείμενο. Ένα εγγράψιμο πεδίο μπορεί να επεκτείνεται και να συρρικνώνεται όσο χρειάζεται σύμφωνα με την εμβέλεια του κειμένου εισαγωγής. Στο τέλος της σελίδας υπάρχουν τρία κουμπιά : “Αποθήκευση”, “Μεταγλώττιση και αποθήκευση” και “Επιβεβαίωση”.

Μια χαρακτηριστική σελίδα άσκησης παρουσιάζεται στο σχήμα 4.



```

1  import TerminalIO.*;
2
3  public class KiloNaut {
4
5      KeyboardReader reader = new KeyboardReader();
6      ScreenWriter writer = new ScreenWriter();
7
8  public void run() {
9      // Let conversionFactor = the value of a numeric
10     // expression that relates nautical miles to kilometres
11     // Print "Please enter number of kilometres: "
12     // Read kilometres
13     // Let nauticalMiles = kilometres times conversionFactor
14     // Print "This is the same as "
15     // Print nauticalMiles
16     // Print " nautical miles "
17 }
18
19 public static void main(String[] args)
20 {
21     KiloNaut tpo = new KiloNaut();
22     tpo.run();
23 }
24 }

```

The student enters text

save    compile & save    reset

Σχήμα 4: Χαρακτηριστική Σελίδα Άσκησης

Επιπλέον, κάθε σελίδα ασκήσεων έχει επίσης συνδέσεις με σχετικές πληροφορίες συμπεριλαμβανομένης γενικής βοήθειας για το ELP σύστημα, πιο λεπτομερείς οδηγίες για το συγκεκριμένο πρόβλημα κωδικοποίησης και άλλους σχετικούς πόρους. Πρόσθετες οδηγίες για την κωδικοποίηση του προβλήματος μπορεί να περιέχουν σχεδιαγράμματα δομών, διαγράμματα κατηγοριών (class), ψευδοκώδικες και screen shots που επιδεικνύουν πώς το πρόγραμμα αναμένεται να μοιάζει όταν τρέχει.

Οι σημειώσεις διαλέξεων, τα διδακτικά υλικά, οι συνδέσεις με σχετικές ασκήσεις και πιθανές συνδέσεις με άλλες πληροφορίες για το διαδίκτυο συμπεριλαμβάνονται στους σχετικούς πόρους. Μια μικρή ερώτηση αξιολόγησης είναι συνημμένη σε κάθε άσκηση. Στο φοιτητή δίνονται τρεις επιλογές : “όχι χρήσιμη”, “χρήσιμη” και “πολύ χρήσιμη” για να εκτιμήσει την άσκηση.

Εάν είναι η πρώτη προσπάθεια του φοιτητή για να λύσει μια άσκηση, τότε κάθε εγγράψιμο πεδίο στο πρότυπο καταλαμβάνεται από ένα σχόλιο που περιγράφει τον κώδικα που πρέπει να τοποθετηθεί στο πεδίο. Εάν η άσκηση έχει γίνει πριν, τότε η προηγούμενη εργασία του σπουδαστή φορτώνεται σε κάθε ένα εγγράψιμο πεδίο.

Οι ασκήσεις οργανώνονται σε αυξανόμενο επίπεδο δυσκολίας. Μερικές ασκήσεις δεν έχουν κανένα κενό, ο φοιτητή απλά συντάσσει και τρέχει την άσκηση. Αυτό επιτρέπει στον φοιτητή να δοκιμάσει πώς λειτουργεί το ELP και για να δει κάποια πλήρη προγράμματα. Ένα κενό μπορεί να είναι τόσο μικρό όσο μία έκφραση, ή τόσο μεγάλο όσο ένα πλήρες πρόγραμμα της Java. Μπορούν να υπάρξουν ένα ή πολλαπλάσια κενά σε μια άσκηση. Ο κώδικας του προγράμματος της άσκησης επιδεικνύεται μαζί με τον αριθμό γραμμών για την ευκολία εντοπισμού λαθών. Ο φοιτητής ολοκληρώνει ένα πρόγραμμα με το να συμπληρώσει όλα τα εγγράψιμα πεδία του προτύπου της άσκησης και έπειτα πατάει το “Compile And Save” κουμπί. Η άσκηση στέλνεται στον κεντρικό υπολογιστή (server) για τη μεταγλώττιση. Εάν πατηθεί το κουμπί "reset" (επαναφορά), τότε όλα τα εγγράψιμα πεδία των ασκήσεων θα συμπληρωθούν από ένα σχόλιο που περιγράφει τον κώδικα που πρέπει να είναι τοποθετημένος στο πεδίο. Ο φοιτητής μπορεί να σώσει την μέχρι τώρα εργασία του πατώντας το κουμπί “Save” (αποθήκευση).

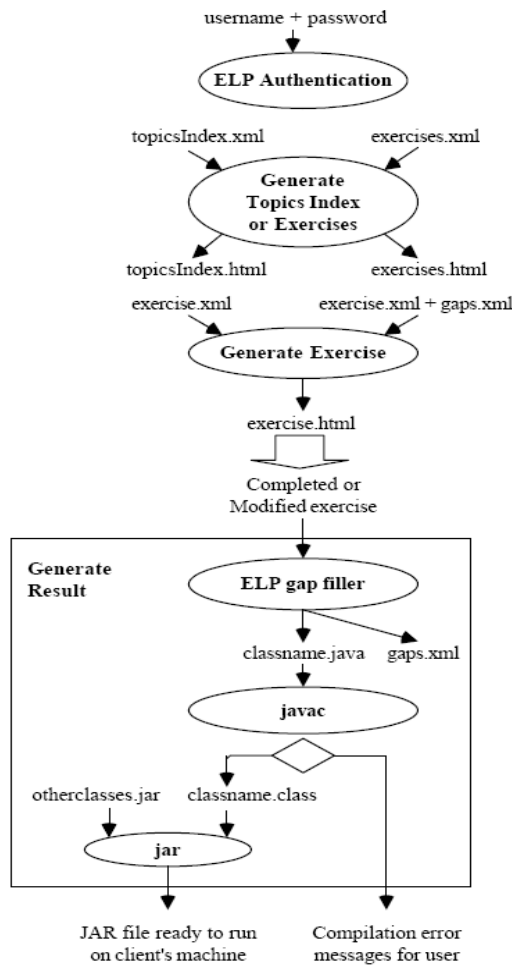
Εάν δεν υπάρχει κανένα λάθος στη μεταγλώττιση της άσκησης, παρουσιάζεται στον σπουδαστή μια σελίδα αποτελέσματος. Η ολοκληρωμένη άσκηση μεταφέρεται και εκτελείται αυτόματα επάνω στη μηχανή του φοιτητή με το πάτημα του κουμπιού "Run" που παρέχεται στη σελίδα. Η σελίδα αποτελέσματος περιέχει συνδέσεις για την εμφάνιση πρότυπων λύσεων που παρέχονται από τους εκπαιδευτικούς και για να μεταφέρουν τον ολοκληρωμένο κώδικα της άσκησης του σπουδαστή καθώς επίσης και συνδέσεις με την επόμενη άσκηση, την προηγούμενη άσκηση και την σελίδα με τους δείκτες θεμάτων.

Εάν υπάρχουν συντακτικά λάθη, γυρνάνε μηνύματα λάθους της μεταγλώττισης στον σπουδαστή σε μια σελίδα λάθους. Πατώντας το κουμπί “returned to code” ( επιστροφή στον κώδικα ), ο φοιτητής μπορεί να επιστρέψει και να διορθώσει τα λάθη στον κώδικα που μόλις έγραψε. Όταν ο φοιτητής επιστρέφει στον κώδικα, τα μηνύματα λάθους επιδεικνύονται ταυτόχρονα σε ένα χωριστό παράθυρο.

### 3.1.4.1 Αρχιτεκτονική

Το ELP έχει αναπτυχθεί χρησιμοποιώντας την τεχνολογία servlet που επεκτείνει τις ικανότητες των κεντρικών υπολογιστών (server) που φιλοξενούν την πρόσβαση εφαρμογών μέσω ενός προγραμματιστικού μοντέλου αίτησης-απάντησης. Το Apache Tomcat χρησιμοποιείται ως χώρος πληροφοριών ιστού και λειτουργεί ως ένας Linux κεντρικός υπολογιστής (Linux Server). Στο ELP, όλο το διδακτικό υλικό όπως ο τοπικός δείκτης θεμάτων, οι ασκήσεις και οι πληροφορίες των ασκήσεων είναι αποθηκευμένο σε ένα XML σχήμα ( eXtensible Markup Language ). Αυτό είναι ένα από τα χαρακτηριστικά που κάνει το ELP διαφορετικό από άλλα εργαλεία διδασκαλίας και εκμάθησης. Με την χρήση του XML, οι πληροφορίες στο ELP έχουν μία εύχρηστη δομημένη αναπαράσταση και ένα υψηλό επίπεδο επαναχρησιμοποίησης.

Το σχήμα 5 παρουσιάζει το διάγραμμα ροής του συστήματος ELP.

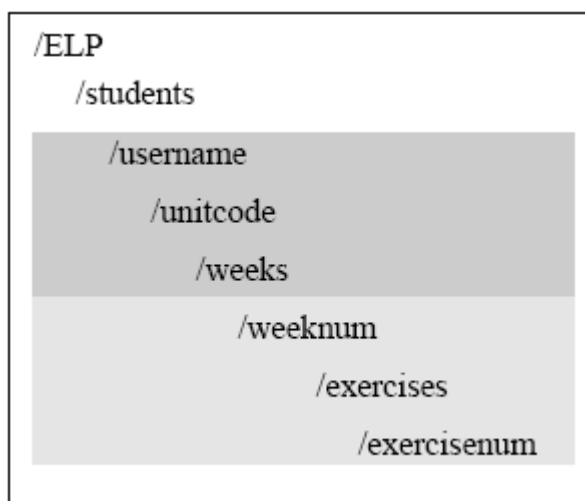


Σχήμα 5: Διάγραμμα Ροής Συστήματος ELP



### 3.1.4.2 Η Πιστοποίηση στο ELP

Το servlet είναι αρμόδιο για την πιστοποίηση των φοιτητών και για την δημιουργία ενός εγχώριου καταλόγου στον κεντρικό υπολογιστή για τους χρήστες που μπαίνουν πρώτη φορά. Το servlet επικοινωνεί με μία βάση δεδομένων επικύρωσης του πανεπιστημίου για να επικυρώσει το όνομα χρήστη και τον κωδικό πρόσβασης του σπουδαστή. Το σχήμα 6 απεικονίζει τη δομή καταλόγου που δημιουργείται για όλους τους χρήστες.



Σχήμα 6: Παράδειγμα καταλόγου σπουδαστή

Μέσα στη δομή, το ELP και οι φοιτητές μαζί είναι κατάλογοι συστήματος. Το όνομα χρήστη, το unitcode και οι κατάλογοι εβδομάδων δημιουργούνται από την επικύρωση του servlet. Οι υπόλοιποι κατάλογοι δημιουργούνται παράλληλα με τα αποτελέσματα του servlet όταν οι φοιτητές προσπαθούν μια άσκηση. Μία λίστα με τις μονάδες στις οποίες ο φοιτητής είναι εγγεγραμμένος αντλείται από την βάση δεδομένων του πανεπιστημίου, μετά την επιτυχή επικύρωση του φοιτητή. Σε κάθε εγγεγραμμένη μονάδα δίνεται ένας χωριστός κατάλογος στο κεντρικό υπολογιστή. Ένα αντικείμενο συνόδου HTTP ορίζεται για κάθε ένα πιστοποιημένο φοιτητή για να παρακολουθήσει την άσκηση που ο φοιτητής κάνει τότε. Το όνομα χρήστη του φοιτητή τίθεται ως ιδιότητα κλειδιού του αντικειμένου για να διαφοροποιείται από τα πολλαπλά αντικείμενα των φοιτητών.

### 3.1.4.3 Παράγωγή δεικτών και ασκήσεων των θεμάτων

Η διαδικασία για την παραγωγή των δεικτών των θεμάτων και των ασκήσεων τους είναι πανομοιότυπη με την ανάγνωση ενός αρχείου XML ,εφαρμόζοντας ένα προκαθορισμένο HTML πρότυπο για την κατασκευή της σελίδας και την αποστολή πίσω στο φοιτητή. Η μόνη διαφορά είναι ότι το αρχείο topicsIndex.xml αναλύεται και επεξεργάζεται για να παραγάγει τη σελίδα topicsIndex.html, ενώ το αρχείο exercises.xml επεξεργάζεται για να παραγάγει την exercises.html σελίδα.

### 3.1.4.4 Παραγωγή άσκησης

Κάθε άσκηση στο σύστημα αποθηκεύεται σε ένα XML έγγραφο (exercise.xml), που βρίσκεται σε έναν συγκεκριμένο κατάλογο και έχει μια μοναδική id. Υπάρχει ένα αρχείο κειμένου εδρεύον στον κεντρικό υπολογιστή για να διατηρήσει μία λίστα όλων των ασκήσεων του συστήματος, συμπεριλαμβανομένου του id της άσκησης, τον αριθμό της εβδομάδας και του αριθμού της άσκησης. Όταν μια άσκηση επιλέγεται, το id της άσκησης περνάει στο servlet GenerateExercise μαζί με το αίτημα. Το servlet θα ανατρέξει το αρχείο κειμένου για να βρει τη θέση του αρχείου exercise.xml της επιλεγμένης άσκησης. Επεξεργάζεται έπειτα το αρχείο και παράγει το exercise.html δυναμικά. Η πληροφορία της τρέχουσας άσκησης τίθενται ως μια άλλη ιδιότητα στο αντικείμενο συνόδου. Εάν η άσκηση είχε προσπαθηθεί προηγουμένως, θα υπήρχε ένα αρχείο gaps.xml, το οποίο αποθηκεύει την εισαγωγή (input) του φοιτητή και που υπάρχει στον τρέχοντα κατάλογο της άσκησης του φοιτητή. Αυτό το αρχείο υποβάλλεται σε επεξεργασία μαζί με το exercise.xml για να αποκαταστήσει την προηγούμενη εργασία του φοιτητή σε όλα τα εγγράψιμα πεδία της σελίδας της άσκησης.

Όπως περιγράφηκε νωρίτερα υπάρχουν τρεις κύριες λειτουργίες στην σελίδα της άσκησης : “save”, “compile and save” και “reset”. Όταν πατηθεί το κουμπί " compile and save ", επικαλείται το “Generate Result” του servlet. Όταν ο πατηθεί το κουμπί “save”, όλη η εισαγωγή του φοιτητή αποθηκεύεται στο αρχείο gaps.xml. Όταν πατηθεί το κουμπί “reset” το GenerateExercise του servlet ξαναεπικαλείται. Εντούτοις, αυτό διαβάζει μόνο το αρχείο exercise.xml για να παραγάγει τη σελίδα, χωρίς τον έλεγχο της ύπαρξης του αρχείου gaps.xml.

### 3.1.4.5 Παράγωγή Αποτελέσματος

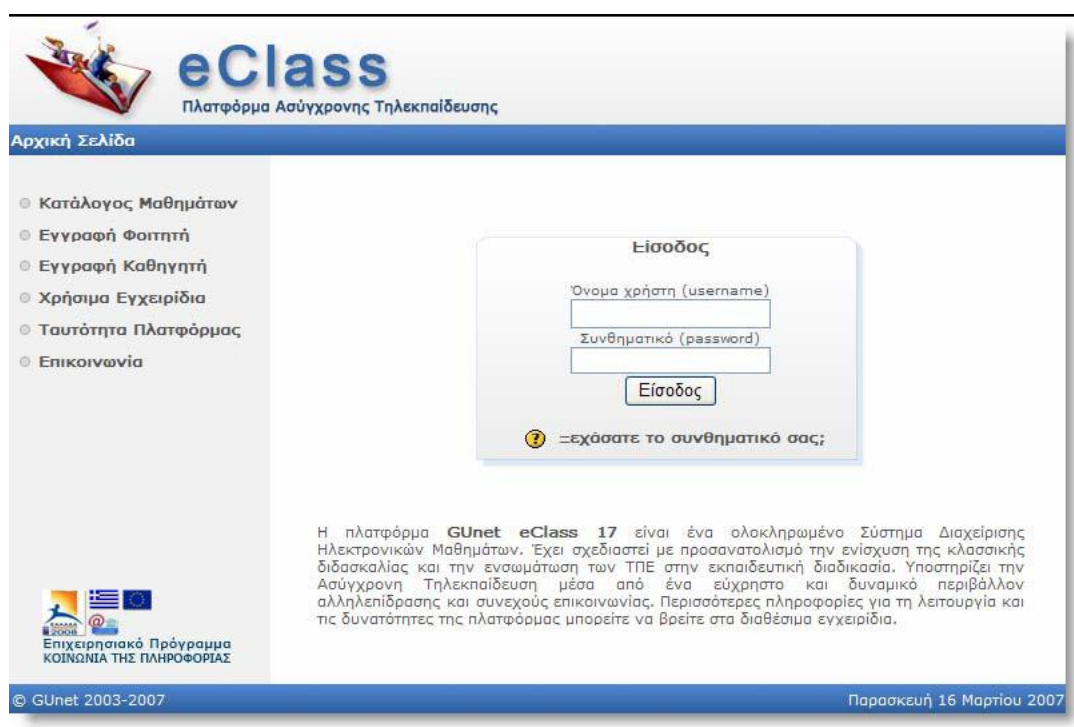
Το servlet είναι αρμόδιο για την οικοδόμηση, τη μεταγλώττιση και την παραγωγή ενός JAR αρχείου, για μία ολοκληρωμένη άσκηση προγραμματισμού σε Java. Όταν επικαλείται, το servlet παίρνει την εισαγωγή του σπουδαστή μέσα από όλα τα εγγράφια πεδία του προτύπου και τα αποθηκεύει μέσα στο αρχείο gars.xml. Χτίζει έπειτα ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα σε Java από το στατικό κείμενο του κώδικα μαζί με την εισαγωγή. Το πρόγραμμα της Java σώζεται στον κατάλογο exercisenum που παρουσιάζεται στην εικόνα 5. Μια διαδικασία δημιουργείται για να επικαλεσθεί ο javac, ο μεταγλωττιστής της Java. Ανάλογα με την επιτυχία της διαδικασίας μεταγλωτισμού, επιστρέφεται στο σπουδαστή είτε η σελίδα αποτελέσματος, είτε η σελίδα λάθους. Εάν δεν υπάρχει κανένα λάθος στη μεταγλώττιση, τα αποτελέσματα των αρχείων class και όλες οι απαραίτητες βιβλιοθήκες συσκευάζονται σε ένα αρχείο JAR και είναι έτοιμα για εκτέλεση. Παράγεται μια σελίδα αποτελέσματος που περιέχει την σύνδεση με το αρχείο JAR.

## 3.2 E- CLASS

Στις μέρες μας οι ραγδαίες εξελίξεις στο χώρο των νέων τεχνολογιών της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών υπαγορεύουν την υιοθέτηση νέων ευέλικτων λειτουργικών δομών που αναβαθμίζουν τα υπάρχοντα συστήματα εκπαίδευσης και βελτιώνουν τις παρεχόμενες υπηρεσίες. Μάλιστα, είναι κοινή η πεποίθηση πως η τεχνολογική προοπτική της Τηλεκπαίδευσης είναι ικανή να αξιοποιήσει στο έπακρο την ήδη σε υψηλό βαθμό αφομοιωμένη στο χώρο της εκπαίδευσης πληροφορική τεχνολογία.

Ειδικότερα, η Ασύγχρονη Τηλεκπαίδευση αποτελεί το βασικό ενισχυτικό παράγοντα μίας αποτελεσματικής και εκσυγχρονισμένης οργανωτικής δομής, συνιστούμενης από οντότητες (φυσικά πρόσωπα, διαδικασίες, πληροφοριακά συστήματα κλπ), και από τις λειτουργικές τους αλληλεπιδράσεις.

Η πλατφόρμα **eClass**[157] είναι ένα ολοκληρωμένο Σύστημα Διαχείρισης Ηλεκτρονικών Μαθημάτων και αποτελεί την πρόταση του Ακαδημαϊκού Διαδικτύου (GUnet) για την υποστήριξη της Υπηρεσίας Ασύγχρονης Τηλεκπαίδευσης. Έχει σχεδιαστεί με προσανατολισμό την ενίσχυση της συμβατικής Εκπαιδευτικής Διαδικασίας βασίζεται στη φιλοσοφία του λογισμικού ανοικτού κώδικα, υποστηρίζεται ενεργά από το GUnet και διανέμεται ελεύθερα.



Εικόνα 1 Η πλατφόρμα «eClass»

Η εισαγωγή της Ασύγχρονης Τηλεκπαίδευσης δίνει νέες δυνατότητες στην εκπαίδευση, προσφέροντας ένα μέσο αλληλεπίδρασης και συνεχούς επικοινωνίας εκπαιδευτή - εκπαιδευόμενου. Παράλληλα, υποστηρίζεται η ηλεκτρονική οργάνωση, αποθήκευση και παρουσίαση του εκπαιδευτικού υλικού, ανεξάρτητα από τους περιοριστικούς παράγοντες του χώρου και του χρόνου της κλασσικής διδασκαλίας, δημιουργώντας τις προϋποθέσεις ενός δυναμικού περιβάλλοντος εκπαίδευσης.

Η πλατφόρμα eClass [157] είναι σχεδιασμένη με στόχο την υλοποίηση νέων δράσεων που προάγουν την επιχειρησιακή της ωφελιμότητα στις ήδη υπάρχουσες εκπαιδευτικές δομές.

Κεντρικός ρόλος είναι αυτός του χρήστη - καθηγητή ο οποίος μπορεί εύκολα και γρήγορα να δημιουργεί εύχρηστα και λειτουργικά ηλεκτρονικά μαθήματα, χρησιμοποιώντας το εκπαιδευτικό υλικό που διαθέτει (σημειώσεις, παρουσιάσεις, κείμενα, εικόνες, κλπ). Παράλληλα οι εκπαιδευόμενοι (χρήστες - φοιτητές) αποκτούν ένα εναλλακτικό κανάλι πρόσβασης στην προσφερόμενη γνώση.

Η πλατφόρμα eClass υποστηρίζει τις υπηρεσίες Ασύγχρονης Τηλεκπαίδευσης χωρίς περιορισμούς και δεσμεύσεις, ακολουθώντας τη φιλοσοφία του Ανοικτού Λογισμικού. Η πρόσβαση στην υπηρεσία γίνεται με τη χρήση ενός απλού φυλλομετρητή (web browser) χωρίς την απαίτηση εξειδικευμένων τεχνικών γνώσεων.

### 3.2.1 Φιλοσοφία πλατφόρμας

Με την έκδοση 1.7 η πλατφόρμα εισέρχεται σε μια φάση λειτουργικής και σχεδιαστικής ωριμότητας. Βασικός προσανατολισμός παραμένει η ενίσχυση και η υποστήριξη της εκπαιδευτικής δραστηριότητας μέσα από ένα εύχρηστο περιβάλλον τεχνολογικής αιχμής.

Στόχος είναι η υποστήριξη δράσεων Τηλεκατάρτισης ενισχυτικών της παραδοσιακής διδασκαλίας σε όλους τους συμμετέχοντες στην εκπαιδευτική διαδικασία. Ειδικότερα στον εκπαιδευτή προσφέρεται ένα δυναμικό περιβάλλον οργάνωσης και διάχυσης της γνώσης, στον εκπαιδευόμενο ένα εναλλακτικό κανάλι εξατομικευμένης μάθησης ανεξάρτητης από χωροχρονικές δεσμεύσεις, στο διαχειριστή ένα ανοικτό ασφαλές κι αξιόπιστο σύστημα και τέλος στον εκπαιδευτικό οργανισμό αποτελεσματικότητα, αξιοποίηση της συσσωρευμένης εμπειρίας, οικονομία κλίμακας και εποικοδομητική χρήση της υπάρχουσας δικτυακής υποδομής.

Παράλληλα, σημαντικοί σχεδιαστικοί άξονες αποτελούν η προσαρμοστικότητα στις απαιτήσεις, η ευελιξία, η ευκολία στη χρήση, η δυνατότητα αναβάθμισης και επέκτασης, η ελεύθερη διάθεση χωρίς την απαίτηση αδειών χρήσης και συντήρησης, οι μικρές λειτουργικές απαιτήσεις, η ανεξαρτησία από το υποκείμενο Λειτουργικό Σύστημα, η χρήση ανοικτών προτύπων, η δυνατότητα ολοκλήρωσης της πλατφόρμας με άλλες δικτυακές υπηρεσίες, οι ξεκάθαρες λειτουργικές δομές (εγγραφή, πρόσβαση, δημιουργία μαθήματος, διαχείριση κλπ), καθώς και η συνεχής υποστήριξη από το Ακαδημαϊκό Διαδίκτυο (GUnet).

### 3.2.2 Στόχοι- Οφέλη

Βασική επιδίωξη της πλατφόρμας αποτελεί η ανάπτυξη υποδομών εκπαίδευσης και κατάρτισης ανεξάρτητα από τους περιοριστικούς παράγοντες του χώρου και του χρόνου της συμβατικής διδασκαλίας. Ειδικότερα, οι βασικοί στόχοι που ικανοποιούνται από το σχεδιασμό και τα οφέλη που αποκομίζονται από τη χρήση της πλατφόρμας είναι οι εξής:

- Ενσωμάτωση των νέων τεχνολογιών της πληροφορίας και των επικοινωνιών

στην εκπαιδευτική δραστηριότητα για την παροχή ανταγωνιστικών υπηρεσιών

εκπαίδευσης υψηλής ποιότητας μέσα από ένα σύγχρονο περιβάλλον

τεχνολογικής αιχμής

- Δημιουργία ενός εύχρηστου μέσου αλληλεπίδρασης και συνεχούς επικοινωνίας εκπαιδευτή – εκπαιδευόμενου
- Αξιοποίηση του πλούσιου εκπαιδευτικού υλικού και τις συσσωρευμένης εκπαιδευτικής εμπειρίας
- Εποικοδομητική χρήση του Διαδικτύου και της άρτιας δικτυακής υποδομής των ιδρυμάτων
- Ευκολία στη χρήση από εκπαιδευτές – εκπαιδευόμενους για την υποστήριξη ατόμων με διαφορετική τεχνολογική παιδεία και κουλτούρα αλλά με τις ίδιες υψηλές απαιτήσεις στην ποιότητα της προσφερόμενης εκπαίδευσης
- Παροχή μιας αξιόπιστης χαμηλού κόστους υπηρεσίας τηλεματικής για την Ασύγχρονη Τηλεκπαίδευση
- Προσαρμοστικότητα στις ιδιαίτερες ανάγκες – απαιτήσεις των Ιδρυμάτων
- Ευκολία στη διαχείριση, την αναβάθμιση και την επέκταση
- Ελεύθερη διάθεση και κεντρική υποστήριξη από το Ακαδημαϊκό Διαδίκτυο GUnet

### ***3.2.3 Βασικά Χαρακτηριστικά πλατφόρμας***

Τα βασικά χαρακτηριστικά της πλατφόρμας που συνθέτουν τη λειτουργική της δομή είναι τα εξής:

1. οι διακριτοί ρόλοι των χρηστών
2. οι διακριτές κατηγορίες των μαθημάτων
3. η δομημένη παρουσίαση του μαθήματος
4. η ευκολία χρήσης & δημιουργίας μαθήματος

### 3.2.4 *Ρόλοι Χρηστών*

Οι βασικοί ρόλοι χρηστών που υποστηρίζει η πλατφόρμα είναι τρεις, ο χρήστης καθηγητής, ο χρήστης-φοιτητής και ο διαχειριστής.

Κεντρικός ρόλος είναι αυτός του **χρήστη - καθηγητή** ο οποίος είναι υπεύθυνος για τη δημιουργία και τη διαχείριση των ηλεκτρονικών μαθημάτων. Ο λογαριασμός του δημιουργείται από τους διαχειριστές της πλατφόρμας, κατόπιν αίτησης του ενδιαφερόμενου. Ο καθηγητής μπορεί να δημιουργήσει όσα μαθήματα επιθυμεί, να επικοινωνεί με τους χρήστες-φοιτητές των μαθημάτων του, να εισάγει το εκπαιδευτικό υλικό του μαθήματος (κείμενα, εικόνες, παρουσιάσεις, βίντεο, εργασίες, ασκήσεις αυτοαξιολόγησης κλπ), καθώς επίσης να δημιουργεί ομάδες εργασίας και περιοχές συζητήσεων.

Ο **χρήστης - φοιτητής** μπορεί να εγγραφεί σε όσα μαθήματα του επιτρέπεται, να έχει πρόσβαση στο εκπαιδευτικό υλικό που περιέχουν, και να συμμετάσχει σε ομάδες εργασίας, περιοχές συζητήσεων και ασκήσεις αυτοαξιολόγησης. Ο λογαριασμός του δημιουργείται είτε αυτόματα με την εγγραφή του στην πλατφόρμα είτε από τους διαχειριστές της πλατφόρμας, κατόπιν αίτησης του ενδιαφερόμενου.

Τέλος ο **διαχειριστής** είναι αυτός που έχει τη συνολική εποπτεία της πλατφόρμας. Δημιουργεί κι ελέγχει τους λογαριασμούς των χρηστών, διαχειρίζεται τα μαθήματα, καθώς επίσης παρακολουθεί και διαχειρίζεται τον εξυπηρετητή και τη βάση δεδομένων.

### 3.2.5 *Κατηγορίες Μαθημάτων*

Οι διακριτές κατηγορίες μαθημάτων που υποστηρίζει η πλατφόρμα είναι τρεις, τα ανοικτά μαθήματα, τα μαθήματα που απαιτούν εγγραφή, και τα κλειστά μαθήματα. Ο τύπος πρόσβασης σε ένα ηλεκτρονικό μάθημα καθορίζεται από τον υπεύθυνο καθηγητή κατά τη δημιουργία του μαθήματος, ενώ μπορεί να αλλάξει δυναμικά μέσα από την διεπαφή διαχείρισης του μαθήματος.

Αναλυτικότερα οι υποστηριζόμενες κατηγορίες μαθημάτων είναι οι εξής:

**Ανοικτά μαθήματα** είναι τα μαθήματα ελεύθερης πρόσβασης, όπου έχουν πρόσβαση ακόμα και χρήστες που δεν διαθέτουν λογαριασμό στην πλατφόρμα.

**Ανοικτά σε εγγραφή** είναι τα μαθήματα στα οποία ένας χρήστης μπορεί να έχει πρόσβαση μόνο αν διαθέτει λογαριασμό στην πλατφόρμα και εγγραφεί σε αυτά.

Τέλος **κλειστά μαθήματα** είναι τα μαθήματα στα οποία ένας χρήστης που έχει λογαριασμό στην πλατφόρμα έχει πρόσβαση μόνο αν του το επιτρέψει ο υπεύθυνος καθηγητής.

### ***3.2.6 Δομή Ηλεκτρονικού Μαθήματος***

Το Ηλεκτρονικό Μάθημα αποτελεί τον κεντρικό πυρήνα της πλατφόρμας eClass. Κάθε μάθημα αποτελεί μια αυτόνομη οντότητα στην πλατφόρμα η οποία ενσωματώνει μια σειρά από υποσυστήματα. Ουσιαστικά το ηλεκτρονικό μάθημα είναι μια αρθρωτή δομή, η οποία οργανώνεται και διαχειρίζεται από τον υπεύθυνο καθηγητή, ανάλογα με το υλικό που διαθέτει και το μοντέλο ηλεκτρονικής μάθησης που θα υιοθετήσει (από μια απλή ενημερωτική ιστοσελίδα έως ένα πλήρως δυναμικό περιβάλλον εκπαίδευσης).

Στην κορυφή της οθόνης υπάρχει ο χώρος ταυτότητας του ηλεκτρονικού μαθήματος όπου αναφέρονται βασικές πληροφορίες (τίτλος, κωδικός, υπεύθυνος καθηγητής, τμήμα, κλπ). Δίπλα στο όνομα του υπεύθυνου καθηγητή υπάρχει η επιλογή «email», η οποία επιτρέπει στους εγγεγραμμένους χρήστες – φοιτητές, που έχουν ορίσει email διεύθυνση στο προφίλ τους, να επικοινωνούν μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου με τον υπεύθυνο καθηγητή του μαθήματος. Ακριβώς από κάτω υπάρχει ο χώρος για το εισαγωγικό κείμενο περιγραφής του μαθήματος,



και στη συνέχεια παρουσιάζονται τα υποσυστήματα καθώς και τα εργαλεία διαχείρισης του μαθήματος.

The screenshot displays the eClass web interface. At the top left is the eClass logo with the tagline 'Πλατφόρμα Ασύγχρονης Τηλεκπαίδευσης'. The user is identified as 'Κώστας Τσιμπάνης, έξοδος'. The current page is 'Χαρτοφυλάκιο Χρήστη > Ιστορία της Τέχνης'. The course title is 'Ιστορία της Τέχνης (TEST115)' by 'Κώστας Τσιμπάνης (e-mail)' in the 'Δοκιμαστικά Μαθήματα' department. A section titled 'Προσθήκη εισαγωγικού κειμένου' contains two columns of links: 'Ατζέντα', 'Εγγραφα', 'Εργασίες Φοιτητών', 'Ασκήσεις', 'Κουβέντα', 'Σύνδεσμοι', 'Βίντεο', 'Ανακοινώσεις', 'Ομάδες Χρηστών', and 'Περιγραφή Μαθήματος'. Below this are two boxes: 'Εργαλεία Διαχείρισης Μαθήματος' with 'Διαχείριση Μαθήματος', 'Προσθήκη νέου υποσυστήματος', 'Διαχείριση Χρηστών', and 'Στατιστικά Μαθήματος'; and 'Απενεργοποιημένα Υποσυστήματα' with 'Περιοχή Συζητήσεων' and 'Ανταλλαγή Αρχείων'. The footer shows '© Eunet 2003-2007' and the date 'Παρασκευή 16 Μαρτίου 2007'.

Εικόνα 2 Στοιχεία που συνθέτουν ένα ψηφιακό μάθημα - Διεπαφή Καθηγητή

Ειδικότερα, όπως έχει ήδη αναφερθεί το ηλεκτρονικό μάθημα αποτελεί μια αρθρωτή δομή από δώδεκα (12) Υποσυστήματα και τέσσερα (4) Εργαλεία Διαχείρισης Μαθήματος. Ο υπεύθυνος καθηγητής μπορεί να τα ενεργοποιεί και να τα απενεργοποιεί ανάλογα με τη δομή και το υλικό του μαθήματος που διαθέτει, ώστε να απλοποιείται το περιβάλλον του εκπαιδευόμενου, και να εμφανίζονται μόνο οι απολύτως απαραίτητες εκπαιδευτικές ενότητες. Αναλυτικότερα τα υποστηριζόμενα Υποσυστήματα που συνθέτουν το ηλεκτρονικό μάθημα στην πλατφόρμα eClass είναι τα εξής:

1. **Ατζέντα** όπου παρουσιάζονται χρονικά τα γεγονότα σταθμοί του μαθήματος (διαλέξεις, συναντήσεις, αξιολογήσεις, κλπ).
2. **Έγγραφα** όπου αποθηκεύεται, οργανώνεται και παρουσιάζεται το εκπαιδευτικό υλικό του μαθήματος. Ειδικότερα το υποσύστημα αυτό παρέχει έναν εύχρηστο μηχανισμό για τη διαχείριση, την οργάνωση και την ομαδοποίηση των εκπαιδευτικών αρχείων (κείμενα, παρουσιάσεις, εικόνες, διαγράμματα, κλπ) μέσα από ένα σύστημα καταλόγων και υποκαταλόγων..
3. **Ανακοινώσεις** που αφορούν το μάθημα και ενημερώνουν τους εγγεγραμμένους χρήστες - φοιτητές.
4. **Περιοχές Συζητήσεων** για την ανταλλαγή απόψεων και ιδεών σε θέματα σχετικ με το μάθημα. Αποτελεί ένα υποσύστημα αλληλεπίδρασης εκπαιδευτή – εκπαιδευόμενου.
5. **Ομάδες Εργασίας** (ανοικτές ή κλειστές) αποτελούν μια συλλογή από εγγεγραμμένους χρήστες (φοιτητές και καθηγητές) που μοιράζονται την ίδια περιοχή συζητήσεων καθώς και την ίδια περιοχή μεταφόρτωσης αρχείων και εργασιών, και προάγουν τη συνεργασία και την αλληλεπίδραση ανάμεσα στους εκπαιδευόμενους.
6. **Σύνδεσμοι** – χρήσιμες πηγές από το Διαδίκτυο που αφορούν το μάθημα και ομαδοποιούνται σε κατηγορίες.
7. **Εργασίες Φοιτητών**, ένα χρήσιμο εργαλείο που επιτρέπει την ηλεκτρονική διαχείριση, υποβολή και βαθμολόγηση των εργασιών του μαθήματος.

8. **Ασκήσεις** Αυτοαξιολόγησης που δημιουργεί ο καθηγητής με στόχο την εξάσκηση των φοιτητών στην ύλη του μαθήματος. Το υποσύστημα αυτό ενσωματώνει μια γεννήτρια παραγωγής Ασκήσεων με ερωτήσεις πολλαπλών επιλογών, καθώς κι ασκήσεις του τύπου «συμπληρώματος κενών» ή «ταιριάσματος στηλών».

9. **Περιγραφή Μαθήματος**, χώρος όπου παρουσιάζονται πληροφορίες σχετικά με την ύλη, τους στόχους, τις εκπαιδευτικές δραστηριότητες, τα βοηθήματα, τους τρόποι αξιολόγησης, κλπ του μαθήματος.

10. **Βίντεο Μαθήματος**, χώρος αποθήκευσης και διάθεσης οπτικοακουστικού εκπαιδευτικού υλικού. Υπάρχουν δύο επιλογές: προσθήκη αρχείου βίντεο και προσθήκη συνδέσμου βίντεο που βρίσκεται αποθηκευμένο σε ένα Video On Demand (VOD) Server και αφορούν το μάθημα.

11. **Κουβέντα**, χώρος όπου πραγματοποιούνται συζητήσεις σε πραγματικό χρόνο ανάμεσα στους εγγεγραμμένους χρήστες (φοιτητές και καθηγητές) του μαθήματος.

12. **Χώρος Ανταλλαγής Αρχείων** όπου υποστηρίζεται η ανάδραση στην εκπαιδευτική δραστηριότητα με την ανταλλαγή αρχείων μεταξύ των υπεύθυνων καθηγητών και των εγγεγραμμένων φοιτητών του μαθήματος.

Τα ενεργά υποσυστήματα του μαθήματος εμφανίζονται με έντονο χρώμα στο πάνω μέρος της κεντρικής σελίδας του μαθήματος, και είναι ορατά και από τους εκπαιδευόμενους (χρήστες - φοιτητές). Τα απενεργοποιημένα υποσυστήματα εμφανίζονται με αχνό χρώμα στο κάτω μέρος της κεντρικής σελίδας του μαθήματος και δεν είναι ορατά από τους εκπαιδευόμενους (χρήστες - φοιτητές). Αξίζει να σημειωθεί πως τα απενεργοποιημένα υποσυστήματα του μαθήματος παραμένουν λειτουργικά διατηρώντας την πληροφορία που τυχόν έχει εισαχθεί, απλά δεν είναι ορατά από τους εκπαιδευόμενους (χρήστες - φοιτητές).

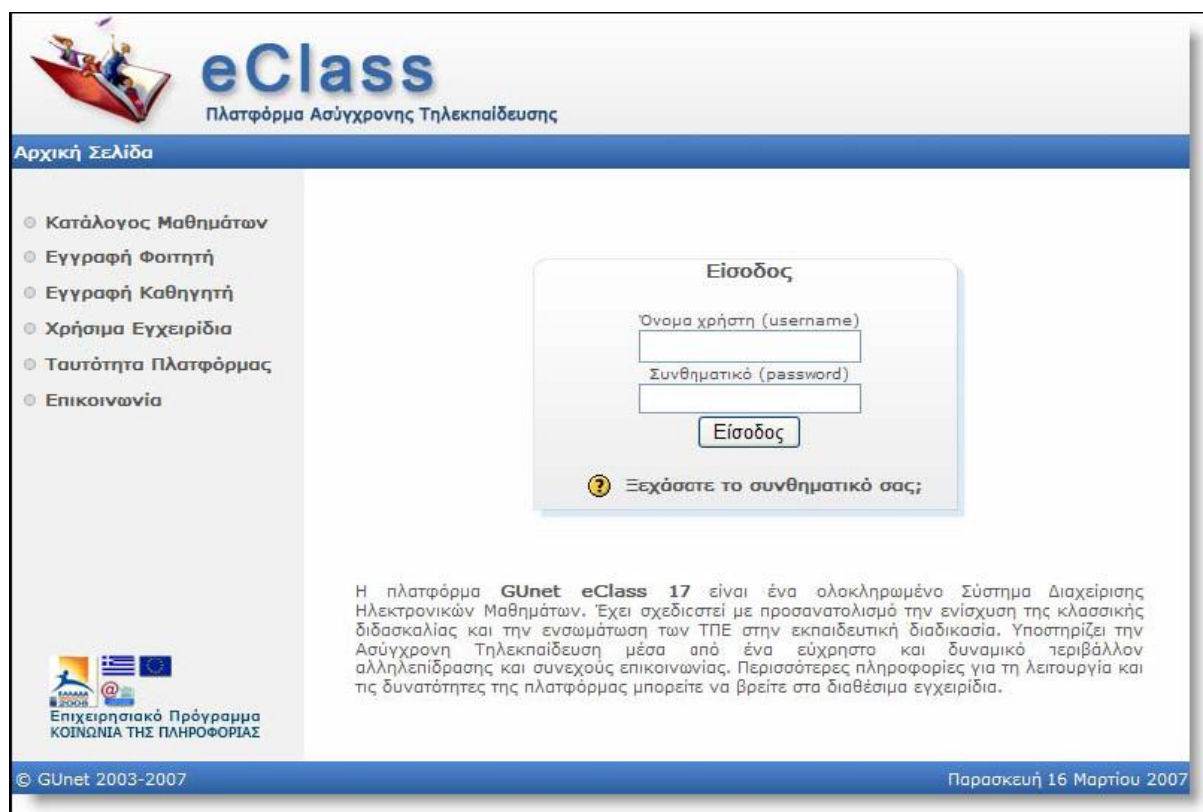
Αντίστοιχα τα **Εργαλεία Διαχείρισης Μαθήματος** επιτρέπουν την αλλαγή των πληροφοριών και του τύπου πρόσβασης του μαθήματος, τη διαγραφή - ανανέωση, τη διαχείριση των εγγεγραμμένων χρηστών καθώς και την εισαγωγή νέων υποσυστημάτων στη δομή του μαθήματος. Τέλος παρέχεται η δυνατότητα στον υπεύθυνο καθηγητή να παρακολουθεί στατιστικά στοιχεία που αφορούν τη συμμετοχή στο μάθημα.

### ***3.2.7 Διεπαφές Χρηστών***

Όλες οι διεπαφές της πλατφόρμας στην έκδοση 1.7 έχουν ανασχεδιαστεί με σκοπό να γίνουν περισσότερο λειτουργικές και να αποκτήσουν συνέπεια. Στη συνέχεια περιγράφονται συνοπτικά όλες οι βασικές διεπαφές της πλατφόρμας. Περισσότερες πληροφορίες μπορείτε να βρείτε στα αντίστοιχα εγχειρίδια χρήστη καθηγητή, φοιτητή και διαχειριστή.

### ***3.2.8 Αρχική Σελίδα πλατφόρμας***

Η Αρχική Σελίδα της πλατφόρμας περιλαμβάνει: τον κατάλογο των μαθημάτων που φιλοξενούνται, τις διεπαφές δημιουργίας λογαριασμού χρήστη (φοιτητή και καθηγητή), όλα τα χρήσιμα εγχειρίδια, την ταυτότητα της πλατφόρμας όπου παρουσιάζονται χρήσιμα στατιστικά για τη χρήση της πλατφόρμας καθώς και τα στοιχεία επικοινωνίας με τους υπεύθυνους διαχειριστές της πλατφόρμας.



Εικόνα 3 Αρχική σελίδα πλατφόρμας eClass

Παράλληλα, υπάρχει η βασική φόρμα εισόδου για την εισαγωγή στα ηλεκτρονικά μαθήματα, καθώς κι ένα σύνδεσμος για την υπενθύμιση του συνθηματικού των εγγεγραμμένων χρηστών.

### 3.2.9 Χαρτοφυλάκιο Χρήστη

Με την είσοδό ενός εγγεγραμμένου χρήστη στην πλατφόρμα μεταφέρεται στο προσωπικό του χαρτοφυλάκιο, έναν χώρο που του επιτρέπει να οργανώνει και να ελέγχει τη συμμετοχή του στα ηλεκτρονικά μαθήματα της πλατφόρμας.

The screenshot shows the 'Χαρτοφυλάκιο Χρήστη' (User Dashboard) for a teacher. On the left, there is a sidebar with navigation options: 'Δημιουργία μαθήματος', 'Εγγραφή σε μάθημα', 'Το Ημερολόγιό μου', 'Οι Ανακοινώσεις μου', 'Αλλαγή του προφίλ μου', and 'Βοήθεια'. The main area is divided into two sections: 'Τα μαθήματα που παρακολουθώ (Εγγεγραμμένος)' and 'Τα μαθήματα που υποστηρίζω (Καθηγητής)'. The first section contains a table with columns 'Μάθημα', 'Κωδικός', 'Καθηγητής', and 'Απεγγραφή'. The second section contains a table with columns 'Μάθημα', 'Κωδικός', 'Καθηγητής', and 'Διαχείριση'.

Τα μαθήματα που παρακολουθώ (Εγγεγραμμένος)			
Μάθημα	Κωδικός	Καθηγητής	Απεγγραφή
Ιστορία της Τέχνης	TEST115	Κώστας Τσιριάνης	

Τα μαθήματα που υποστηρίζω (Καθηγητής)			
Μάθημα	Κωδικός	Καθηγητής	Διαχείριση
Μαθηματικά 1	TEST156	Δήμητρα Κράλλη	

Εικόνα 4 Χαρτοφυλάκιο χρήστη - καθηγητή

The screenshot shows the 'Χαρτοφυλάκιο Χρήστη' (User Dashboard) for a student. On the left, there is a sidebar with navigation options: 'Εγγραφή σε μάθημα', 'Το Ημερολόγιό μου', 'Οι Ανακοινώσεις μου', 'Αλλαγή του προφίλ μου', and 'Βοήθεια'. The main area is divided into two sections: 'Τα μαθήματα που παρακολουθώ (Εγγεγραμμένος)'. The section contains a table with columns 'Μάθημα', 'Κωδικός', 'Καθηγητής', and 'Απεγγραφή'.

Τα μαθήματα που παρακολουθώ (Εγγεγραμμένος)			
Μάθημα	Κωδικός	Καθηγητής	Απεγγραφή
Δοκιμή 43	TEST109	Δήμητρα Κράλλη	
Μαθηματικά 1	TEST156	Δήμητρα Κράλλη	

Εικόνα 5 Χαρτοφυλάκιο χρήστη - φοιτητή

Στην αριστερή στήλη, υπάρχουν μια σειρά από επιλογές που αφορούν τη δημιουργία μαθήματος, την εγγραφή σε μάθημα, τη διαμόρφωση του προφίλ, τη διαχείριση των μαθημάτων κλπ.

Στην δεξιά στήλη, υπάρχει μια λίστα με τα μαθήματα που υποστηρίζετε (χρήστης – καθηγητής) καθώς και μία λίστα με τα μαθήματα που παρακολουθείτε (χρήστη - φοιτητής). Στα μαθήματα που υποστηρίζετε ως καθηγητής υπάρχει δεξιά η επιλογή «Διαχείριση» του μαθήματος ενώ κάνοντας κλικ στον τίτλο του μαθήματος εισέρχεστε στο ηλεκτρονικό μάθημα με δικαιώματα χρήστη - καθηγητή.

Αντίστοιχα στα μαθήματα που παρακολουθείτε έχοντας κάνει εγγραφή υπάρχει δεξιά η επιλογή «Απεγγραφή» ώστε να το διαγράψετε από τη λίστα, ενώ κάνοντας κλικ στον τίτλο του μαθήματος εισέρχεστε στο ηλεκτρονικό μάθημα με δικαιώματα χρήστη - φοιτητή.

### ***3.2.10 Ηλεκτρονικό Μάθημα***

Το Ηλεκτρονικό Μάθημα αποτελεί τη βασική λειτουργική οντότητα της πλατφόρμας eClass. Κάθε μάθημα ενσωματώνει μια σειρά από υποσυστήματα, τα οποία οργανώνονται και διαχειρίζονται από τον υπεύθυνο καθηγητή. Ειδικότερα, η κεντρική οθόνη του μαθήματος εξαρτάται από το ρόλο του στην πλατφόρμας (φοιτητής, καθηγητής ) και παρουσιάζεται στις παρακάτω εικόνες.



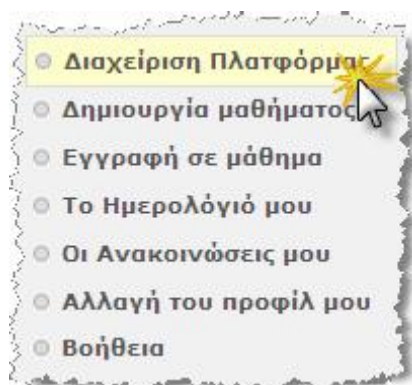




Εικόνα 7 Κεντρική σελίδα μαθήματος (Χρήστη - Φοιτητή)

### 3.2.11 Περιοχή Διαχείρισης πλατφόρμας

Τέλος η Περιοχή Διαχείρισης της πλατφόρμας ενσωματώνει εργαλεία διαχείρισης των εγγεγραμμένων χρηστών, των μαθημάτων της πλατφόρμας, του εξυπηρετητή, της βάσης δεδομένων καθώς και σειρά υποστηρικτικών εργαλείων που επιτρέπουν στους διαχειριστές να έχουν μια συνολική εποπτεία της πλατφόρμας.





Εικόνα 8 Διαχείριση Πλατφόρμας

### 3.2.12 Υποστήριξη πλατφόρμας

Η πλατφόρμα eClass ακολουθεί τη φιλοσοφία του λογισμικού ανοικτού κώδικα και διανέμεται ελεύθερα χωρίς την απαίτηση αδειών χρήσης και συντήρησης. Κάθε εγκατάσταση της πλατφόρμας υποστηρίζεται από τους τοπικούς διαχειριστές οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για την καλή λειτουργία της πλατφόρμας, καθώς και την εξυπηρέτηση των αιτημάτων των εγγεγραμμένων χρηστών (καθηγητών, φοιτητών).

Παράλληλα η πλατφόρμα υποστηρίζεται ενεργά από την κεντρική ομάδα Ασύγχρονης Τηλεκπαίδευσης του Ακαδημαϊκού Διαδικτύου GUnet, η οποία είναι υπεύθυνη για το σχεδιασμό και την ανάπτυξη νέων εκδόσεων, την ενσωμάτωση νέων χαρακτηριστικών, την τεχνική υποστήριξη σε θέματα εγκατάστασης και λειτουργίας, καθώς και τη διόρθωση λαθών όπου αυτά διαπιστώνονται.

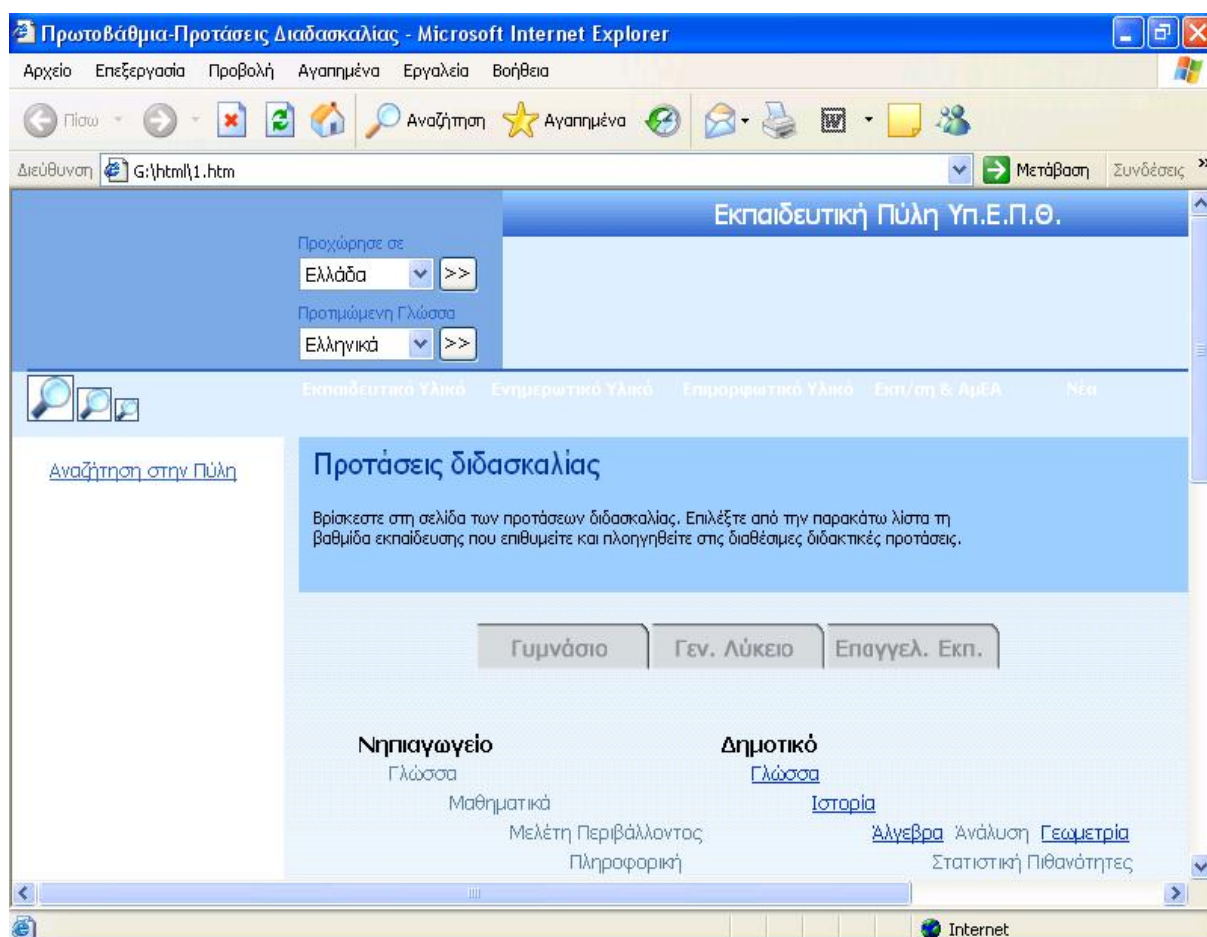
### 3.3 Ιστός Διαδικτυακής εκπαιδευτικής πύλης “e-yliko”

Η Microsoft Ελλάς σε συνεργασία με το Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων ανακοίνωσε την έναρξη λειτουργίας της ανανεωμένης διαδικτυακής Εκπαιδευτικής Πύλης για την Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, που λειτουργεί στην ηλεκτρονική διεύθυνση [www.e-yliko.gr](http://www.e-yliko.gr).

Η Εκπαιδευτική Πύλη δημιουργήθηκε με στόχο τη βελτίωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας, τη συγκέντρωση του υπάρχοντος εκπαιδευτικού ψηφιακού υλικού που σήμερα βρίσκεται διάσπαρτο, και την περαιτέρω αξιοποίηση των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνίας (Τ.Π.Ε.).

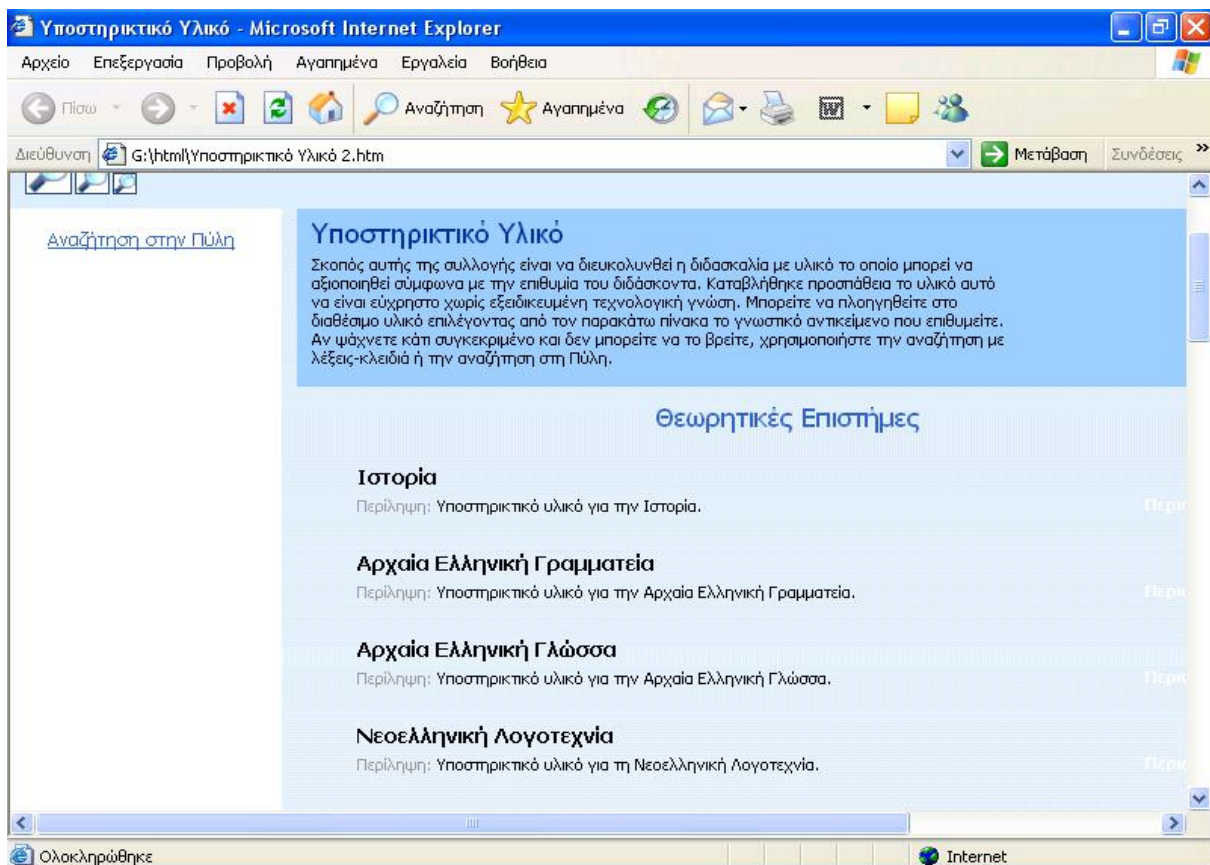
Η νέα διαδικτυακή πύλη διαθέτει ολοκληρωμένες προτάσεις για το σύγχρονο εκπαιδευτικό που επιθυμεί, μέσα από την υιοθέτηση διαδικασιών που στοχεύουν να κεντρίσουν το ενδιαφέρον των μαθητών, να ανανεώσει τις μεθόδους διδασκαλίας που εφαρμόζει. Η ιστοσελίδα [www.e-yliko.gr](http://www.e-yliko.gr) ανανεώνεται διαρκώς με τη συμβολή των ίδιων των μελών της εκπαιδευτικής κοινότητας, αποτελώντας για δασκάλους και καθηγητές ένα χώρο ανταλλαγής απόψεων, όπου μπορούν ανά πάσα στιγμή να ανατρέξουν για τον εντοπισμό οποιουδήποτε τύπου εκπαιδευτικού υλικού και καινοτόμων προτάσεων διδασκαλίας.

Η δωρεάν ανάπτυξη και υποστήριξη της διαδικτυακής πύλης [www.e-yliko.gr](http://www.e-yliko.gr) από τη Microsoft Ελλάς πραγματοποιείται στο πλαίσιο του Μνημονίου Συνεργασίας που η εταιρεία υπέγραψε το 2005 Ελλάς με το Υπουργείο Παιδείας, καθώς και του πρωτοποριακού χορηγικού προγράμματος «Συνεργάτες στη Μάθηση» το οποίο η Microsoft υλοποιεί σε περισσότερες από 100 χώρες σε ολόκληρο τον κόσμο, συμπεριλαμβανομένης της Ελλάδας.



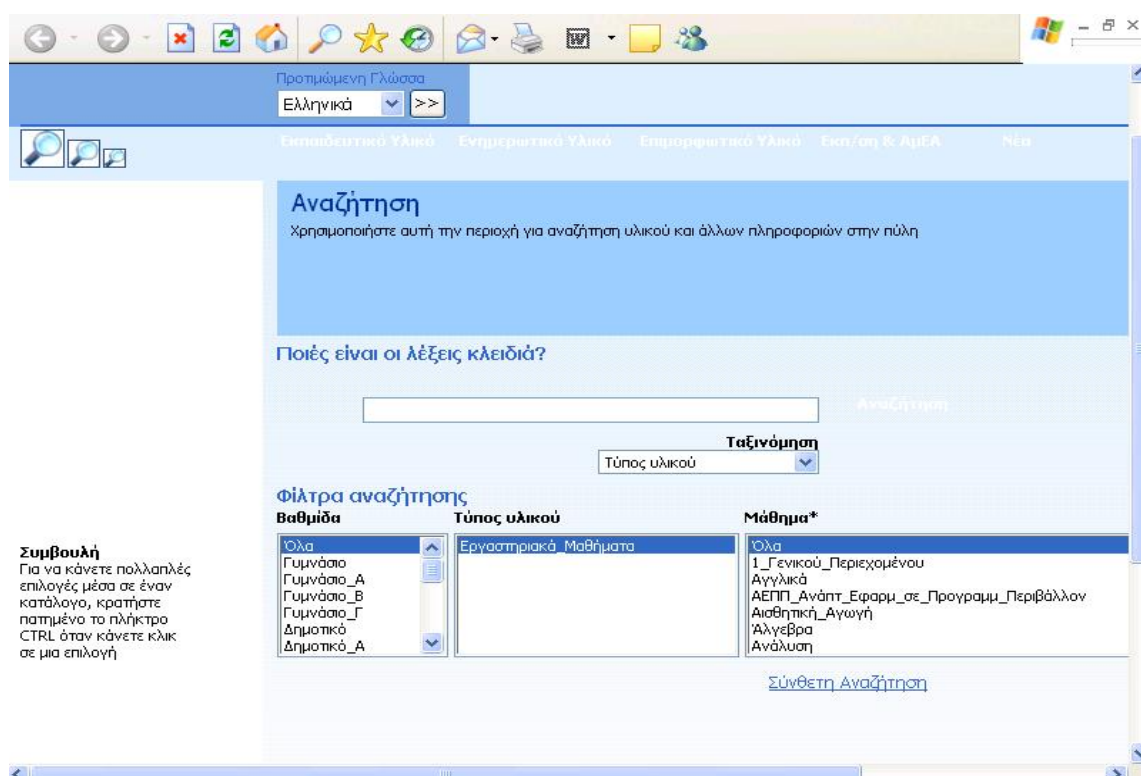
Εικόνα 9 Εκπαιδευτική πύλη e-yliko

Οι επισκέπτες της συγκεκριμένης διαδικτυακής πύλης θα μπορούν να βρουν προτάσεις διδασκαλίας, υποστηρικτικό υλικό, άρθρα, χρήσιμες διευθύνσεις, τρέχοντες διαγωνισμούς και πολλές άλλες χρήσιμες πληροφορίες.

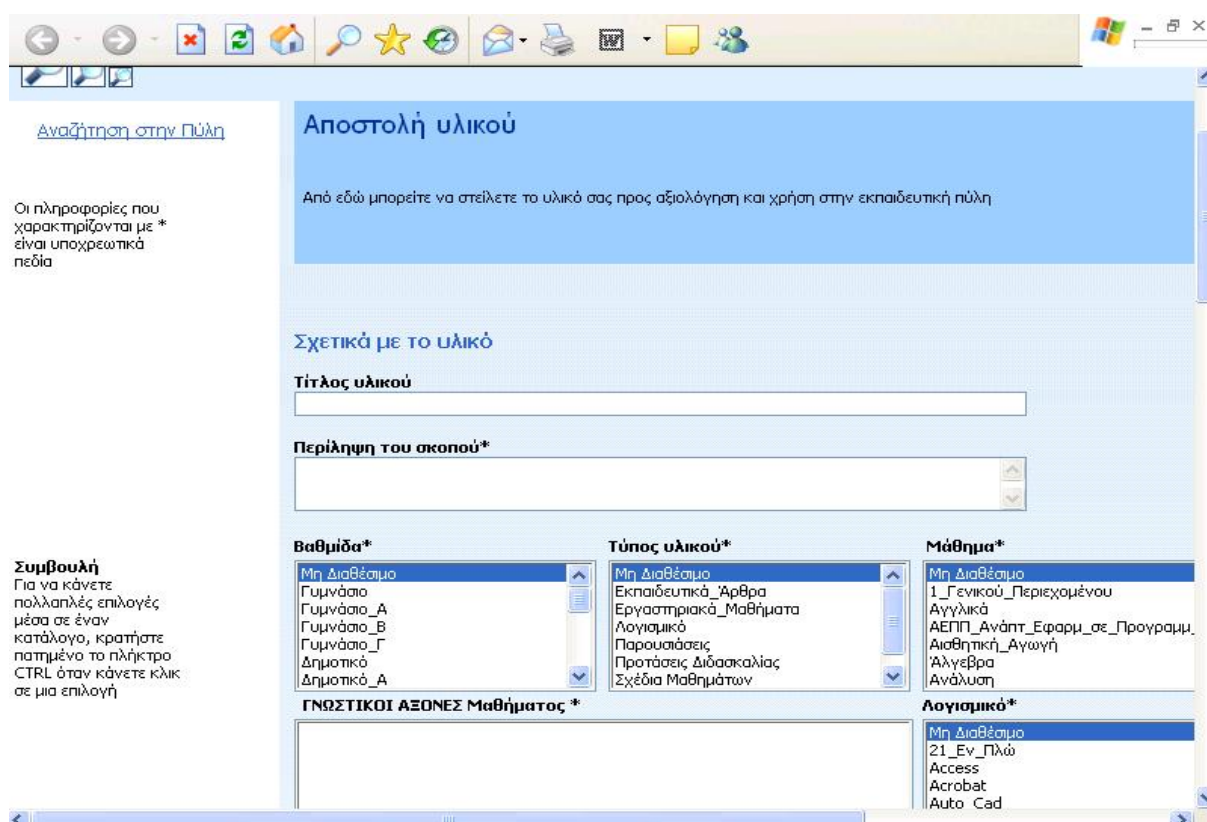


Εικόνα 10 Υποστηρικτικό Υλικό

Επιπλέον, έχουν την δυνατότητα να αναζητήσουν και να προσθέσουν εκπαιδευτικό υλικό από μια μηχανή αναζήτησης που περιλαμβάνει εκπαιδευτικό υλικό για το Νηπιαγωγείο, για όλες τις τάξεις του Δημοτικού, του Γυμνάσιου καθώς και για τις τάξεις του Λύκειου.



Εικόνα 11 Αναζήτηση Υλικού



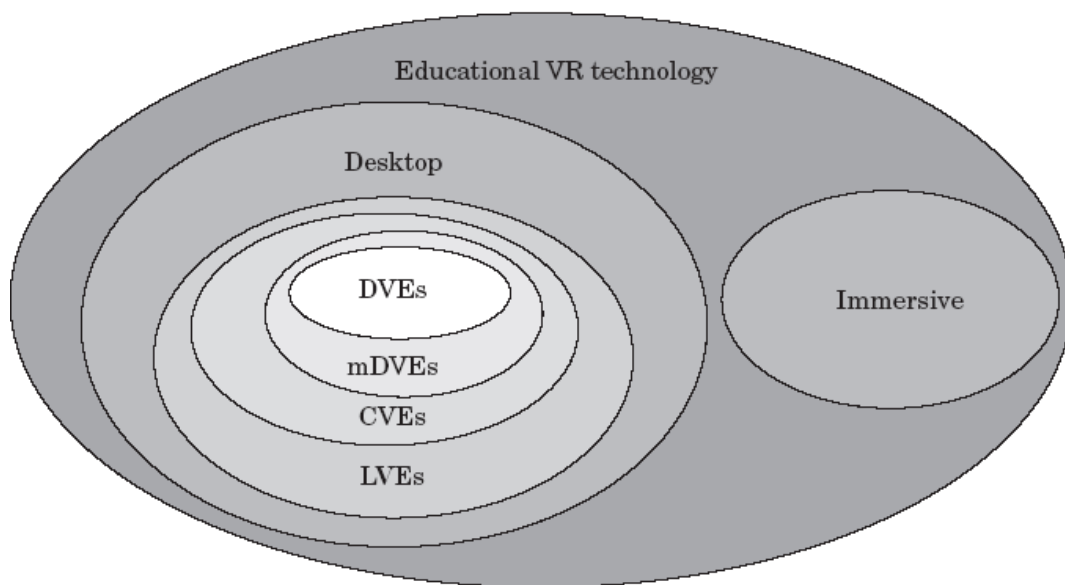
Εικόνα 12 Καταχώρηση Υλικού

### **3.4 Εκπαιδευτικά Εικονικά Περιβάλλοντα**

Το e-learning (εκμάθηση μέσω υπολογιστή) είναι μια από τις αναδυόμενες ανάγκες της εποχής της πληροφορίας. Η πρόσβαση στην εκπαίδευση πρόκειται να γίνει κρίσιμη για την επιτυχία της κοινωνίας των πληροφοριών μας, και επομένως μεγάλη δυνατότητα καταβάλλεται στην εκμάθηση από απόσταση και τα κατανεμημένα εικονικά περιβάλλοντα. Ο επικοινωνιακός χαρακτήρας των κατανεμημένων εικονικών περιβαλλόντων θα επέτρεπε στους φοιτητές και στο προσωπικό να συναντηθούν σε κοινωνικούς κατανεμημένους χώρους και να συμμετέχουν σε απευθείας σύνδεση πραγματικού χρόνου σεμινάρια και παραδόσεις. Τέτοιες τεχνολογίες μπορούν να μετριάσουν μερικά από τα προβλήματα της απομόνωσης τα οποία φέρνει η εκμάθηση από απόσταση.

#### **3.4.1.1 Εισαγωγή**

Από την μία μεριά, οι τεχνολογίες e-learning στοχεύουν στην ολοκλήρωση των αναγκών της εκπαιδευτικής κοινότητας, όπου οι συμμετέχοντες (δάσκαλος, φοιτητής και διαχειριστής) μπορούν να εκμεταλλευτούν τις δυνατότητες εκμάθησης και επικοινωνίας. Από την άλλη πλευρά, τα εικονικά περιβάλλοντα (Virtual Environments, VEs) παρέχουν έναν τρόπο για να συνδυαστούν τα καλύτερα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της πλοήγησης του πραγματικού κόσμου πληροφοριών — αναμνήσεις από μέρη και οπτικά πρότυπα — με τα καλύτερα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της απευθείας (online) πλοήγησης — γρήγορο ψάξιμο και ταξινόμηση. Τα δικτυωμένα εικονικά περιβάλλοντα, μπορούν να συμβάλλουν στο e-learning, προσφέροντας επιπρόσθετη λειτουργία και δυνατότητες στους χρήστες. Υπάρχουν πολλοί τύποι δικτυωμένων εικονικών περιβαλλόντων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για e-learning που παρουσιάζονται στις ακόλουθες παραγράφους (Σχήμα 7).



Σχήμα 7: Δικτυωμένα Εικονικά Περιβάλλοντα

#### Τύποι των δικτυωμένων VEs

#### 3.4.2 Πολλαπλών χρηστών διανεμημένα εικονικά περιβάλλοντα ( *Multi-Users Distributed Virtual Environments, mDVEs*).

Τα mDVEs επιτρέπουν σε μία ομάδα γεωγραφικά χωρισμένων χρηστών να αλληλεπιδράσει σε πραγματικό χρόνο[41][42].Ενώ ένα απλό εικονικό περιβάλλον είναι μια προσομοίωση παραγόμενη από υπολογιστή με την οποία ο χρήστης μπορεί να αλληλεπιδράσει κατά τέτοιο τρόπο ώστε να λαμβάνει την ανατροφοδότηση πραγματικού χρόνου[43], στοχεύοντας να παρέχει στους χρήστες του μια αίσθηση του ρεαλισμού, ένα mDVE είναι κάτι περισσότερο. Σε ένα mDVE, οι πολλαπλοί χρήστες μπορούν να αλληλεπιδράσουν ο ένας με τον άλλον σε πραγματικό χρόνο, και επιπλέον το εικονικό περιβάλλον είναι διανεμημένο, τρέχοντας σε διάφορους υπολογιστές που είναι συνδεδεμένοι μέσω ενός δικτύου χρησιμοποιώντας μια σειρά εφαρμογών client –server[42][44]. Τα mDVEs έχουν πολλά χαρακτηριστικά που μπορούν να αξιοποιηθούν στην εκπαιδευτική διαδικασία και ειδικά στην εκμάθηση από απόσταση. Συγκεκριμένα, τα mDVEs προσφέρουν έναν τρόπο επικοινωνίας και δίνουν μια κοινή αίσθηση του χώρου, της παρουσίας και του χρόνου[45]. Επιπλέον, μια εφαρμογή mDVE μπορεί να καλύψει τις απαιτήσεις για έναν πλήρες σύστημα Επικοινωνίας Μέσω Υπολογιστή (Computer Mediated Communication, CMC)[46] όπως μία εύχρηστη διεπαφή, ένδειξη της παρουσίας των συμμετεχόντων και πολύμορφη αλληλεπίδραση.



Το DVE είναι ένας εξελισσόμενος τομέας εφαρμογών που διανέμονται στη φύση, όπου τα διαφορετικά συμβαλλόμενα μέρη αλληλεπιδρούν ταυτόχρονα μέσα στον εικονικό κόσμο. Οι εφαρμογές DVE έχουν εξελιχθεί από τα πειράματα προσομοίωσης διανεμημένης αλληλεπίδρασης για στρατιωτικούς σκοπούς. Η βελτιωμένη γραφικά αναπαράσταση των υπολογιστών και η ανεξαρτησία των πλατφορμών των προτύπων της γλώσσας διαμόρφωσης εικονικής πραγματικότητας (Virtual Reality Modeling Language, VRML)[47] και της Java[48] άνοιξαν τις πόρτες για ένα νέο είδος εφαρμογών πολλών χρηστών συμπεριλαμβανομένης της σε απευθείας σύνδεση (on-line) εκπαίδευσης, της τηλεσυνεδρίασης, της τηλεϊατρικής και του ηλεκτρονικού εμπορίου σε ένα τρισδιάστατο εικονικό περιβάλλον. Το διαδίκτυο θα μπορούσε ενδεχομένως να επεκταθεί ως μηχανισμός επικοινωνίας και διανομής μηνυμάτων για αυτές τις εφαρμογές. Τα βασισμένα στο διαδίκτυο VEs μπορούν να φέρουν έναν μεγάλο αριθμό συμμετεχόντων μαζί σε ένα τρισδιάστατο χώρο προσομοίωσης και να αφήσει τους χρήστες να εξερευνήσουν τους εικονικούς κόσμους και να αλληλεπιδράσουν ο ένας με τον άλλον. Τα πρότυπα για τη σύσταση και την τρισδιάστατη ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ του θεατή και της εφαρμογής έχουν δημοσιευθεί ήδη, ενώ είναι διαθέσιμα δημοσίως τα εργαλεία λογισμικού για την εξερεύνηση των πληροφοριών για τις διαφορετικές πλατφόρμες. Η VRML και η Java επιτρέπουν την απόδοση των τρισδιάστατων αντικειμένων μέσα στους φυλλομετρητές ιστού.

Ένα μεγάλης κλίμακας σχέδιο DVE αποδεικνύει την πρόκληση και απαιτεί καινοτομίες σε διάφορα στρώματα της αρχιτεκτονικής των συστημάτων. Ο σημαντικότερος μεταξύ αυτών, είναι οι αλλαγές που απαιτούνται στο στρώμα δικτύου, το οποίο καθορίζει τις υπηρεσίες που εξάγονται από ένα δίκτυο. Η αρχιτεκτονική επικοινωνίας δικτύων ενός DVE είναι σημαντική υπό την έννοια ότι ενδιαφέρεται για τις δυνατότητες της τεχνολογίας πολλών χρηστών του συστήματος για τον διαμοιρασμό των αντικειμένων και το πέρασμα των μηνυμάτων μεταξύ αυτών των αντικειμένων. Εάν δεν σχεδιαστεί προσεκτικά, το δίκτυο θα μπορούσε εύκολα να είναι δυσχερές και να διακοπεί ο συγχρονισμός μεταξύ των χρηστών. Για την επίτευξη των μεγάλης κλίμακας εφαρμογών DVE, το διαθέσιμο εύρος ζώνης επικοινωνίας θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί όσο αποτελεσματικά γίνεται. Το σχέδιο της υποδομής του δικτύου επικοινωνίας είναι σημαντικό για την ελαχιστοποίηση της λανθάνουσας κατάστασης, τη βελτιστοποίηση των πόρων δικτύων και την υποστήριξη των μεγάλης κλίμακας εικονικών περιβαλλόντων.

Οι συμμετέχοντες σε ένα DVE στηρίζονται στο δίκτυο για την ανταλλαγή πληροφορίας. Για παράδειγμα, όπως ο χρήστης κινείται μέσα στο VE, πρέπει να διαβιβάσει τις ανανεώσεις μέ-

σα από το δίκτυο έτσι ώστε άλλοι χρήστες θα τον απεικονίζουν στη σωστή θέση. Ομοίως, εάν ένας χρήστης πάρει ένα αντικείμενο, οι άλλοι χρήστες πρέπει να ειδοποιηθούν ότι το αντικείμενο παίρνεται τώρα. Το δίκτυο χρησιμοποιείται για να μεταφέρει αυτές τις πληροφορίες και για να συγχρονίσει τη διαμοιραζόμενη κατάσταση στο περιβάλλον. Διάφορες τεχνικές έχουν αναπτυχθεί προκειμένου να μειωθεί ο αριθμός πακέτων που στέλνονται στο δίκτυο. Μεταξύ εκείνων, οι πιο σημαντικοί χρησιμοποιούν τη συμπίεση, το dead-reckoning, που διαιρεί τον κόσμο σε μικρότερες περιοχές και το φιλτράρισμα πακέτων που είναι βασισμένο σε ένα επίπεδο λεπτομέρειας. Εντούτοις, δεν έχει γίνει πολύ έρευνα στη διαχείριση της ροής πληροφοριών πάνω από το δίκτυο και στην αποτελεσματική χρησιμοποίησή της. Η χωρητικότητα των δικτύων είναι ένας περιορισμένος πόρος, επομένως πρέπει να διατίθεται προσεκτικά στους διάφορους τύπους ροών που οι χρήστες του DVE ανταλλάσσουν.

### **3.4.2.1 Απαιτήσεις Υπηρεσίας Δικτύου**

Τα συστήματα DVE είναι αλληλεπιδραστικές εφαρμογές, που σημαίνει ότι πρέπει να επεξεργαστούν δεδομένα εισόδου πραγματικού χρόνου από τους χρήστες. Το σύστημα, προκειμένου να είναι αποτελεσματικό, πρέπει να παρουσιάσει στον καθένα την αυταπάτη ότι το ολόκληρο περιβάλλον βρίσκεται στην τοπική μηχανή και ότι οι ενέργειές του ασκούν άμεση απήχηση στο περιβάλλον. Οι απαιτήσεις των DVEs από το επίπεδο δικτύου, συνοψίζονται ως εξής :

- Χαμηλή λανθάνουσα κατάσταση: Οι γρήγοροι χρόνοι απόκρισης δικτύων είναι απαραίτητοι στα DVEs προκειμένου να παρασχεθεί ο αποδεκτός βαθμός αυταπάτης της πραγματικότητας στο χρήστη. Οι απαιτήσεις λανθάνουσας κατάστασης μεταξύ της εξόδου ενός πακέτου του επιπέδου εφαρμογής και της εισαγωγής εκείνου του πακέτου στο επίπεδο εφαρμογής ενός άλλου χρήστη πρέπει να είναι επαρκείς για να ικανοποιήσουν την ανθρώπινη αντίληψη. Ως εκ τούτου, τα κατανεμημένα πολλών χρηστών συστήματα VEs απαιτούν συχνά μια λανθάνουσα κατάσταση όχι περισσότερη από 100msec.[49]
- Αξιοπιστία: Η αξιοπιστία σημαίνει ότι το σύστημα μπορεί λογικά να υποθέσει ότι τα δεδομένα που στέλνονται παραλαμβάνονται πάντα σωστά, προλαμβάνοντας κατά συνέπεια την ανάγκη της περιοδικής αποστολής ξανά της πληροφορίας. Η απώλεια πακέτων είναι ένα κρίσιμο ζήτημα σε μερικές περιπτώσεις. Η αξιοπιστία της υπηρεσίας παράδοσης των διαγραμμάτων δεδομένων που υποστηρίζει τα διανεμημένα VE πρέπει να είναι τέτοια που το 98% όλων των διαγραμμάτων δεδομένων πρέπει να παραδίδονται σε όλες τις προοριζόμενες περιοχές[50].

- Πολλαπλή Διανομή: Τα DVEs εμπεριέχουν πολλαπλές αλληλεπιδράσεις και υπερβαίνουν το παράδειγμα πελατών-εξυπηρετητών. Τα διανεμημένα VEs απαιτούν ικανότητα για το multicasting και τη διαχείριση πολλαπλής διανομής των ιδιοτήτων μελών ομάδας σε επίπεδο δικτύων. Αυτή η multicasting ικανότητα πρέπει να είναι εξελικτική σε εκατοντάδες περιοχές, και ενδεχομένως, στις δεκάδες χιλιάδες χρήστες. Τα πολλαπλής διανομής μέλη ομάδας πρέπει να προστεθούν ή να απομακρυνθούν δυναμικά, σε λιγότερο από ένα δευτερόλεπτο, στα ποσοστά εκατοντάδων αλλαγών των ιδιοτήτων μέλους ανά δευτερόλεπτο.
- Διαφοροποίηση υπηρεσιών: Το πρωτόκολλο δικτύου πρέπει να είναι σε θέση να συνδέει τα πακέτα με τις ιδιαίτερες κατηγορίες υπηρεσιών και να παρέχει αυτά με τις συγκεκριμένες υπηρεσίες από αυτές τις κατηγορίες. Είναι επιθυμητό στις διανεμημένες πολλών χρηστών εφαρμογές VE, η μεταχείριση διαφορετικών πακέτων, διαφορετικά, μέσα στο δίκτυο.
- Ασφάλεια Δικτύου: Οι χρήστες στο διανεμημένο VE πρέπει να είναι σε θέση να υποθέσουν ότι τα μηνύματά τους είναι ασφαλή από πλαστογράφηση, την παρεκτροπή και την έκθεση σε κίνδυνο. Μηχανισμοί κρυπτογράφησης και επικύρωσης για κάθε πακέτο απαιτούνται για τις ασφαλείς συναλλαγές ηλεκτρονικού εμπορίου ή τις ταξινομημένες στρατιωτικές προσομοιώσεις.

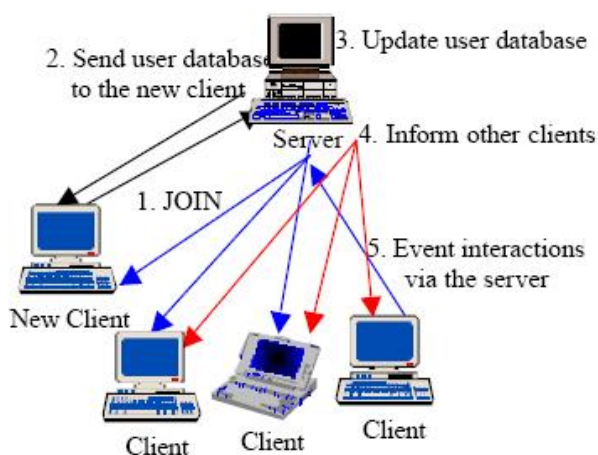
Οι πολλών χρηστών εφαρμογές VE χαρακτηρίζονται από την ανάγκη να διανεμηθεί μια πραγματικού χρόνου εφαρμογή πάνω από κοινό δίκτυο ευρείας περιοχής κατά τρόπο εξελικτικό, έτσι ώστε οι χρήστες είναι σε θέση να ανταλλάξουν δεδομένα και αναπροσαρμογές γεγονότων με ικανοποιητική αξιοπιστία και επικαιρότητα για να στηρίξουν τον τρισδιάστατο εικονικό κόσμο που περιέχει έναν μεγάλο αριθμό κινητών (κινούμενων) αντικειμένων. Απαιτούν τη μαζική μεταφορά δεδομένων του εικονικού κόσμου, τη χαμηλή λανθάνουσα κατάσταση της ιδιαίτερα αξιόπιστης παράδοσης των εντολών ελέγχου και των καταστάσεων αναπροσαρμογών και τη χαμηλή λανθάνουσα κατάσταση της όχι αξιόπιστης παράδοσης των αναπροσαρμογών των γεγονότων. Αυτές οι απαιτήσεις παράγουν την ανάγκη για την πραγματικού χρόνου πολλαπλή διανομή με την καθιερωμένη ποιότητα υπηρεσιών σε κοινό δίκτυο.

### 3.4.2.2 Ανάλυση της αρχιτεκτονικής δικτύου που χρησιμοποιείται σε DVEs

Η ροή πληροφοριών και η συνεργασία μεταξύ των χρηστών στα DVEs αντιμετωπίζονται από την παρακάτω υποδομή επικοινωνίας. Στη φάση έναρξης, δηλαδή, όταν ο χρήστης προσπαθεί να συνδεθεί με το σύστημα, ο εικονικός κόσμος μαζί με το περιεχόμενό του πρέπει να σταλεί στο νέο χρήστη. Μόλις ο χρήστης ενωθεί με το DVE, οι αναπροσαρμογές γεγονότων παράγονται όταν ένας χρήστης δημιουργεί /αφαιρεί ένα αντικείμενο, μεταφέρει την ιδιοκτησία του, αφήνει το σύστημα ή κινείται μέσα στο DVE. Η αρχιτεκτονική επικοινωνίας δικτύων καθορίζει πώς τα στοιχεία θα ρεύσουν μεταξύ των συμμετεχόντων στο DVE. Σε αυτό το τμήμα, αναλύουμε τις διαθέσιμες αρχιτεκτονικές επικοινωνίας που χρησιμοποιούν τα DVEs, μαζί με τα αντίστοιχα πλεονεκτήματά και μειονεκτήματά τους.

### 3.4.2.3 Προσέγγιση πελάτη-κεντρικού εξυπηρετητή (Client-server approach)

Σε ένα σύστημα πελατών-κεντρικών εξυπηρετητών, υπάρχει μια κεντρική βάση δεδομένων που κρατάει τα περιεχόμενα του εικονικού κόσμου και κρατάει τις μετακινήσεις και τις συμπεριφορές των αντικειμένων. Όταν ένας νέος πελάτης ενωθεί με τη σύνοδο, ο κεντρικός υπολογιστής τον προσθέτει στη βάση δεδομένων. Τα μηνύματα ελέγχου ή αναπροσαρμογής στέλνονται σε αυτόν τον κεντρικό υπολογιστή και έπειτα ο κεντρικός υπολογιστής τα διαβιβάζει στα άλλα μέλη. Το σχήμα 8 παρουσιάζει ένα χαρακτηριστικό σενάριο αυτής της αρχιτεκτονικής.



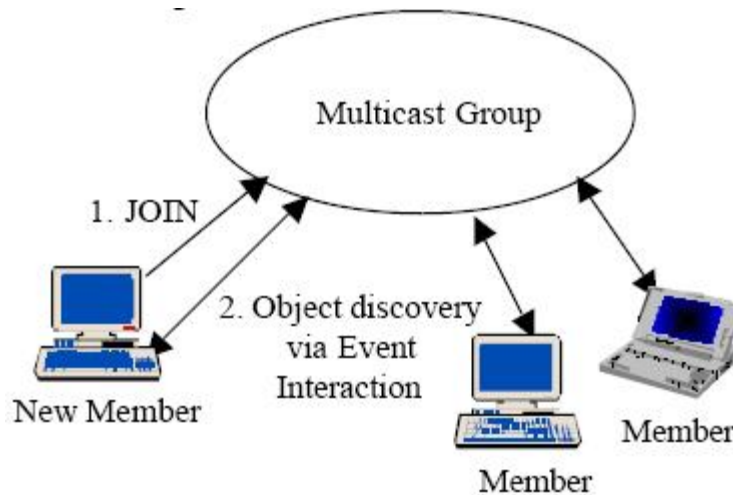
Σχήμα 8: Δίκτυο VEs χρησιμοποιώντας client - server αρχιτεκτονική

Οι κεντρικοί υπολογιστές μπορούν να μειώσουν την κυκλοφορία μηνυμάτων με την εφαρμογή μερικών μηχανισμών φιλτραρίσματος και συμπίεσης των πολλαπλάσιων πακέτων σε απλά μηνύματα, που αποβάλλουν την περιττή ροή μηνυμάτων. Αυτή η αρχιτεκτονική, εντούτοις,

είναι μια δυσχέρεια και στη δικτύωση και στην επεξεργασία, εάν ο αριθμός των μελών και το περιεχόμενο του εικονικού κόσμου αυξηθεί. Η συμπερίληψη ενός κεντρικού υπολογιστή σε κάθε συναλλαγή, σημαίνει ότι ένα μήνυμα μπορεί να μην είναι σε θέση να πάρει το συντομότερο μονοπάτι μεταξύ των συμμετεχόντων από την πηγή στον προορισμό. Επιπλέον, τα μηνύματα πρέπει να ξοδέψουν το χρόνο μέσα στον ίδιο τον κεντρικό υπολογιστή, ο οποίος αυξάνει τον συνολικό χρόνο μετάδοσης. Ο κεντρικός υπολογιστής είναι το μοναδικό σημείο αποτυχίας. Η χρησιμοποίηση ενός συγκεντρωτικού κεντρικού υπολογιστή για το πέρασμα μηνυμάτων μέσα στους εικονικούς κόσμους, περιορίζεται προφανώς από τις δεκάδες των συμμετεχόντων λόγω του ανταγωνισμού εισόδου και εξόδου. Εάν όλοι οι  $N$  χρήστες στο DVE, ενημερώνουν τη θέση τους και εκθέτουν την αλλαγή στον κεντρικό υπολογιστή, τότε θα στέλνονταν συνολικά  $N*(N-1)$  μηνύματα ανά αναπροσαρμογή από τον κεντρικό υπολογιστή. Ως εκ τούτου, η πολυπλοκότητα του συστήματος είναι της τάξης  $O(N^2)$ . Μεταξύ των εφαρμογών DVE, το RING[51] και το VNET[52] χρησιμοποιούν αποτελεσματικά την αρχιτεκτονική πελατών-κεντρικών εξυπηρετητών.

#### **3.4.2.4 Επικοινωνία Peer-to-Peer**

Οι αρχιτεκτονικές επικοινωνίας peer-to-peer χρησιμοποιούν την IP πολλαπλής διανομής για να βελτιώσουν την αποδοτικότητα του συστήματος, με την αποφυγή των περιττών διπλών πακέτων. Τα πακέτα με αυτή τη μέθοδο διανέμονται αμέσως σε όλα τα μέλη και η λανθάνουσα κατάσταση μειώνεται σχεδόν κατά το ήμισυ συγκρινόμενη με την προσέγγιση πελατών-κεντρικών εξυπηρετητών όπου τα μηνύματα πρέπει πρώτα να ταξιδέψουν στον κεντρικό υπολογιστή που τα ανακατανέμει στα άλλα μέλη. Στην peer-to-peer επικοινωνία, οι χρήστες προσχωρούν αρχικά σε μια ομάδα πολλαπλής διανομής για να γίνουν μέλη του συστήματος και έπειτα όλα τα δεδομένα στέλνονται σε αυτήν την πολλαπλής διανομής διεύθυνση. Αυτή η αρχιτεκτονική χρησιμοποιείται από το DIS[53] και το NPSNET[54], χρησιμοποιώντας το DIS ως πρωτόκολλο επικοινωνίας. Το σχήμα 9 επιδεικνύει πόσο εύκολα μπορεί να καθιερωθεί η συνεργασία, χρησιμοποιώντας την επικοινωνία πολλαπλής διανομής.



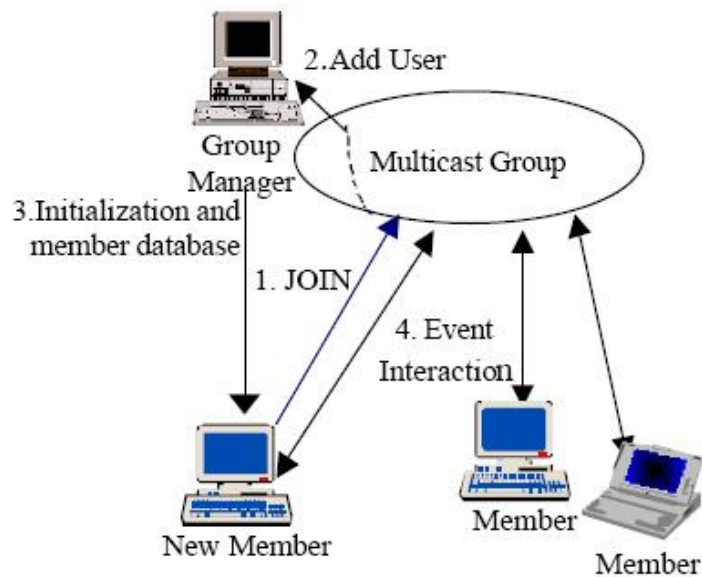
Σχήμα 9: Συνεργασία χρησιμοποιώντας επικοινωνία πολλαπλής διανομής

Η αρχιτεκτονική αυτή διαβαθμίζει έναν μεγάλο αριθμό χρηστών αφού η πολυπλοκότητα του συστήματος είναι της τάξης  $O(N)$ , που σημαίνει ότι χρησιμοποιεί το διαθέσιμο εύρος ζώνης αποτελεσματικά. Εντούτοις, πρέπει να εξεταστεί το ζήτημα "των αργοπορημένων" κατά χρησιμοποίηση αυτής της αρχιτεκτονικής. Κατ' αρχάς, πώς οι "αργοπορημένοι" θα είχαν γνώση για τους χρήστες που ενώθηκαν ήδη με το DVE. Δεδομένου ότι δεν υπάρχει καμία κεντρική αποθήκη, ένας νέος χρήστης μπορεί να μην είναι σε θέση να πάρει γνώση των συμμετεχόντων στο DVE. Έχοντας όλους τους χρήστες περιοδικά παραγόμενους, τα περιοδικά μηνύματα "keep-alive", όπως γίνονται στο DIS, λύνουν αυτό το ζήτημα.

### 3.4.2.5 Επικοινωνία Peer-to-Peer με κεντρική αποθήκη

Η καθαρή πολλαπλή διανομή δεν είναι αρκετή για να καταστήσει το διανεμημένο πολλών χρηστών VEs συνεπές, για δύο λόγους. Κατ' αρχάς, τα μέλη που αποσυνδέονται λόγω αποτυχίας του δικτύου, θα εμφανίζονταν ακόμα στους εικονικούς κόσμους, με την εικόνα για αυτούς στο σύστημα ως παρατηρητές που δεν εκτελούν οποιαδήποτε δράση αλλά προσέχουν άλλους χρήστες και αντικείμενα. Δεύτερον, όταν προσχωρεί ένα μέλος στην πολλαπλής διανομής ομάδα, μπορεί να μην έχει γνώση για μερικά μέλη και αντικείμενα στο σύστημα, έως ότου στείλουν ένα "keep-alive" μήνυμα ή εκτελέσουν κάποια δράση και παράγουν μια αναπροσαρμογή του γεγονότος. Τα περιοδικά "keep-alive" μηνύματα καταναλώνουν μια σημαντική μερίδα του εύρους ζώνης και επομένως δεν είναι τα πλέον κατάλληλα. Οι αρχιτεκτονικές DIVE[55], SPLINE[56] και MASSIVE-2[57] χρησιμοποιούν μια κεντρική αποθήκη προκειμένου να παρακολουθούν τους χρήστες στο DVE, να τους παρέχουν μια συνεπή άποψη του περιβάλλοντος και να τους ενισχύσουν να ενωθούν με το σύστημα ή να ανακάμψουν γρήγορα από την προσωρινή αποσύνδεση. Αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούν μια

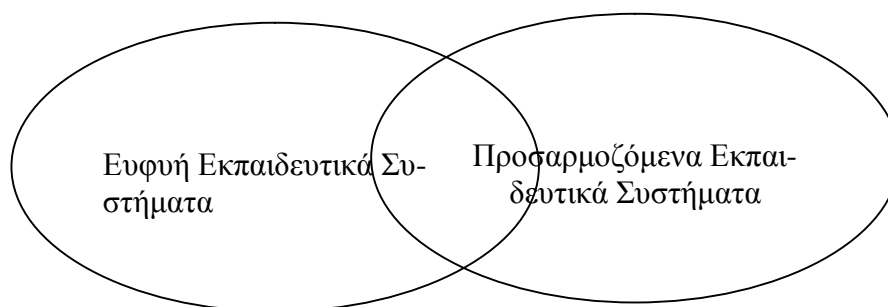
κεντρική αποθήκη εκμεταλλεύομενοι την αποδοτικότητα που παρέχεται από το στρώμα δικτύου πολλαπλής διανομής. Προκύπτει γρήγορα ότι η πολλαπλή διανομή αποτελεί συνιστώμενο τρόπο για να χτιστεί μεγάλης κλίμακας DVE. Παρέχει το επιθυμητό αποδοτικό δίκτυο, ενώ επιτρέπει στο DVE να καταναίμει διαφορετικούς τύπους δεδομένων με τη χρησιμοποίηση των πολλαπλάσιων διευθύνσεων πολλαπλής διανομής. Χρησιμοποιώντας μια γνωστή πολλαπλής διανομής διεύθυνση, οι συμμετέχοντες στο DVE μπορούν να αναγγείλουν την παρουσία τους και να μάθουν για την παρουσία άλλων συμμετεχόντων. Το σχήμα 10 δείχνει την αρχιτεκτονική επικοινωνίας peer-to-peer με μία κεντρική αποθήκη.



Σχήμα 10: Αρχιτεκτονική επικοινωνίας peer-to-peer με μία κεντρική αποθήκη

## 4 ΠΡΟΣΑΡΜΟΖΟΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ (ΠΣΗΜ)

Το είδος των Προσαρμοζόμενων Συστημάτων Ηλεκτρονικής Μάθησης (ΠΣΗΜ) βασισμένων στο WEB τα οποία αυτή η εισαγωγή προσπαθεί να αναθεωρήσει συχνότερα αναφέρονται ως προσαρμοζόμενα ή ευφυή βασισμένα στο WEB εκπαιδευτικά συστήματα. Αυτοί οι όροι δεν είναι πραγματικά συνώνυμοι. Μιλώντας για *προσαρμοζόμενα συστήματα* τονίζουμε ότι αυτά τα συστήματα προσπαθούν να είναι διαφορετικά για διαφορετικούς σπουδαστές και ομάδες σπουδαστών με το να λαμβάνουν υπόψη τις πληροφορίες που συσσωρεύσαν τα ατομικά ή ομαδικά σπουδαστικά πρότυπα. Μιλώντας για *τα ευφυή συστήματα (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. Ενώ η πλειοψηφία των συστημάτων που αναφέρονται σε αυτήν την εισαγωγή μπορεί να ταξινομηθεί και ως ευφυής και ως προσαρμοζόμενος, ένας σταθερός αριθμός συστημάτων εμπίπτει ακριβώς σε μια από αυτές τις κατηγορίες (σχήμα 21). Παραδείγματος χάριν, πολλά ευφυή συστήματα διαγνώσεων συμπεριλαμβανομένου των German Tutor[58] και SQL-Tutor[59] είναι μη-προσαρμοζόμενα, δηλ., αυτοί θα παρέχουν την ίδια διάγνωση σε απάντηση στην ίδια λύση σε ένα πρόβλημα ανεξάρτητα από προηγούμενη εμπειρία του σπουδαστή με το σύστημα. Από μια άλλη πλευρά, διάφορα προσαρμοζόμενα hypermedia και προσαρμοζόμενα συστήματα φιλτραρίσματος πληροφοριών όπως ΑΗΑ [60] ή WebCOBALT[61] χρησιμοποιούν αποδοτικές, αλλά πολύ απλές τεχνικές που μπορούν μετά βίας να θεωρηθούν ως "ευφυής". Ο λόγος για την εστίαση και στα ευφυή και στα προσαρμοζόμενα συστήματα σε αυτό το ζήτημα είναι ότι αυτή η διατομή είναι ακόμα μεγάλη, τα σύνορα μεταξύ "ευφυής" και "μη-ευφυής" δεν είναι ευδιάκριτα, και οι δύο ομάδες είναι ενδιάμεσες για AI στην κοινότητα εκπαίδευσης (AI-ED).



Σχήμα 11: Σχέση μεταξύ προσαρμοζόμενων και ευφύων εκπαιδευτικών συστημάτων



Τα υπάρχοντα ΠΣΗΜ είναι πολύ διαφορεόμενα. Προσφέρουν διάφορα είδη υποστήριξης και για τους σπουδαστές και για τους δασκάλους που εμπλέκονται στο στάδιο της web-based εκπαίδευσης. Για να βοηθήσει στην κατανόηση αυτής της ποικιλίας των συστημάτων και ιδεών, η προηγούμενη αναθεώρηση των προσαρμοζόμενων υπερμεσών[62] πρότεινε εστίαση στις *προσαρμοζόμενες και ευφυείς τεχνολογίες*. Με τον όρο προσαρμοζόμενη και ευφυής τεχνολογία εννοούμε ουσιαστικά τους διαφορετικούς τρόπους με τους οποίους προσθέτουμε την προσαρμοζόμενη ή ευφυή λειτουργία σε ένα εκπαιδευτικό σύστημα.

#### **4.1 Εισαγωγή στους agents**

Ορίζουμε ένα Agent σαν μια αυτόνομη, έξυπνη, συνεργάσιμη προσφυή λογισμική οντότητα, η οποία μπορεί να εκτελέσει ένα σημαντικό αριθμό διεργασιών. Σε αυτές τις διεργασίες συμπεριλαμβάνονται η έρευνα, η μάθηση και η συνεργασία. Οι καλά σχεδιασμένοι Agents επιτρέπουν στο χρήστη να ξοδεύει λιγότερο χρόνο στην αναζήτηση των επιθυμητών πληροφοριών. Επιτρέπουν ακόμη και στους αρχάριους αναζητητές πληροφοριών να κατορθώσουν την εύρεση περίφημων πληροφοριών. Επιπλέον, οι Agents δεν ψάχνουν ιδιαίτερα στο WEB αλλά περιορίζονται σε μια ή περισσότερες βάσεις που ρυθμίζονται από τις εταιρίες που προσφέρουν τις υπηρεσίες.

Πολλές από τις τεχνολογίες μπορούν να σχεδιάσουν έναν Agent. Χρησιμοποιούν συνδυασμούς στατιστικών διεργασιών, τεχνητή νοημοσύνη, νευρωνικά δίκτυα και τεχνολογίες πληροφοριών. Τα συστήματα των Agents πρέπει να εξασκούνται ή να διδάσκονται. Οι περισσότεροι απαιτούν παραδείγματα με σωστές απαντήσεις ή κανόνες για την ομαλή συμπεριφορά τους. Τυπικά ένα σύστημα ενός Agent εκτελείται σε μερικά στάδια. Το πρώτο από αυτά αναπτύσσει κανόνες ή δεδομένα για εκπαίδευση. Στη συνέχεια το επόμενο, είτε εκπαιδεύει τον Agent δίνοντας του κανόνες ή δίνοντας του ένα μεγάλο αριθμό από παραδείγματα τα οποία περιέχουν τις σωστές απαντήσεις. Όταν το σύστημα του Agent αντιδρά ικανοποιητικά στα δεδομένα, είναι έτοιμο να δουλέψει σε μια πειραματική δοκιμή για να διαπιστωθεί η ικανότητα του να θέτει σε λειτουργία αυτά που έμαθε σε ένα άγνωστο υλικό. Ένα τελευταίο βήμα αλλά εξίσου σημαντικό, είναι να διατιμήσει την εκτέλεση σε ορισμένα διαστήματα. Οι Agents πρέπει να εκπαιδευθούν με το πέρασμα του χρόνου, και το αποτέλεσμα της εργασίας τους πρέπει να βελτιωθεί καθώς προσαρμόζονται στις ανάγκες του χρήστη.

Έχουν δοθεί κατά καιρούς πολλοί ορισμοί για τους Intelligent Agents ανάλογα με τα συστήματα των Agents που έχουν υπάρξει. Μερικές εταιρίες και ερευνητές ισχυρίζονται ότι ένα

φίλτρο ηλεκτρονικών μηνυμάτων είναι ένας Agent. Είναι φανερό σε όλους μας ότι το εξέχον χαρακτηριστικό των Agents είναι η προσαρμοστικότητα τους και η ικανότητα τους για μάθηση. Πολλοί ερευνητές συμφωνούν ότι τα σημαντικότερα κοινά χαρακτηριστικά των Agents είναι τα παρακάτω:

Αυτονομία: Η αυτονομία είναι το πρώτο και το πιο κοινό χαρακτηριστικό των Agents. Η αυτονομία ταυτίστηκε με τη σχεδίαση των Agents από τα πρώτα χρόνια του Alan Kay. Αυτός σύστησε την έμμεση μεταφορά διεργασιών σε ένα υπολογιστικά βασισμένο περιβάλλον προκειμένου να συμπληρώσει την άμεση μεταφορά διεργασιών που επικρατούσε για δεκαετίες. Ο άμεσος χειρισμός απαιτεί από το χρήστη να εισάγει με σαφήνεια όλες τις δραστηριότητες του. Τίποτα δεν θα συμβεί εκτός και αν δοθούν από το χρήστη εντολές μέσω του πληκτρολογίου ή του ποντικιού. Ο υπολογιστής παραμένει μια παθητική οντότητα περιμένοντας να εκτελέσει ρητές και με μεγάλη λεπτομέρεια εντολές.

Στο Merriam-Webster's Collegiate λεξικό ορίζεται η λέξη Agent ως “κάποιος που ενεργεί στη θέση κάποιου άλλου υπό την επίβλεψη του δεύτερου”. Ένας πιο επίσημος ορισμός για την αυτονομία θα ήταν “οι Agents λειτουργούν χωρίς την άμεση μεσολάβηση του ανθρώπου ή άλλων και έχουν κάποιο έλεγχο για τις πράξεις τους “. Μπορούμε, λοιπόν να συμπεράνουμε ότι αυτονομία σημαίνει ότι το σύστημα είναι ικανό να παίρνει πρωτοβουλίες, να λύνει προβλήματα χωρίς άμεση επέμβαση ή διαρκή καθοδήγηση από το χρήστη ή από άλλους Agents και να ελέγχει τις πράξεις και την εσωτερική κατάσταση του. Η αυτονομία χρησιμοποιείται στο ηλεκτρονικό εμπόριο σε διαπραγματεύσεις πωλήσεων ή σε προσφορές πλειστηριασμών.

Προσαρμοζόμενη Συμπεριφορά: Η προσαρμοζόμενη συμπεριφορά είναι το δεύτερο κοινό χαρακτηριστικό των Agents. Οι Agents πρέπει να είναι ικανοί να μαθαίνουν καθώς αντιδρούν με το εξωτερικό τους περιβάλλον έτσι ώστε ο τρόπος δραστηριότητας τους να βελτιώνεται με το χρόνο. Το εξωτερικό περιβάλλον μπορεί να περιλαμβάνει το φυσικό περιβάλλον, όπως στην περίπτωση ενός ρομπότ. Πρέπει να αναφέρουμε ότι σε αυτή την περίπτωση έχουμε την ύπαρξη ενός Agent ο οποίος βοηθά το ρομπότ να προσανατολίζεται στο εξωτερικό του περιβάλλον και να μην προσκρούει στα αντικείμενα που υπάρχουν γύρω του. Επίσης το εξωτερικό περιβάλλον μπορεί να είναι οι χρήστες, άλλοι Agents ή το Internet. Πολλοί ερευνητές πιστεύουν ότι τα συστήματα πρέπει να προσαρμόζονται σύμφωνα με τις ανθρώπινες ανάγκες. Εφόσον ήταν αδύνατον να μπορέσουν να προβλέψουν όλα τα πιθανά γεγονότα στο εξωτερικό περιβάλλον και να κωδικοποιήσουν τη γνώση για αυτά τα γεγονότα, το μόνο που παρέμεινε

ήταν να αποκτήσουν ικανότητες οι Agents. Σύμφωνα, λοιπόν, με τους Wooldridge και Jennings απαραίτητα για την προσαρμοζόμενη συμπεριφορά είναι τα παρακάτω:

- Αντιδραστικότητα : Οι Agents αντιλαμβάνονται το περιβάλλον τους και ανταποκρίνονται έγκαιρα αλλάζοντας ότι συμβαίνει σε αυτό.
- Ικανότητα για αλληλεπίδραση : Οι Agents αλληλεπιδρούν με άλλους Agents ή χρήστες μέσω κάποιας γλώσσας επικοινωνίας όπως είναι η KQML, μια υψηλού επιπέδου γλώσσα, την οποία χρησιμοποιούν οι Agents προκειμένου να ανταλλάζουν μηνύματα μεταξύ τους.

Συνεργατική Συμπεριφορά : Είναι το τρίτο κύριο κοινό χαρακτηριστικό των Agents. Δημιουργήθηκε με βάση την ιδέα της ικανότητας για κοινωνικότητα που προαναφέρθηκε. Οι ερευνητές ασχολούνται με σύνολα από Agents ή multi-agents (MAS). Κάθε Agent δίνει ένα χωριστό έργο. Μερικές φορές λειτουργούν παράλληλα, όπως όταν βρουν τις ίδιες πληροφορίες από διαφορετικές πηγές. Πρέπει να συνεργάζονται ώστε να καθιερώνουν ποιος Agent θα εκτελέσει το κάθε έργο και πως θα συγχωνεύσουν τις πληροφορίες που συλλέξανε για παρουσίαση στον χρήστη. Οι Agents υποχρεούνται να λειτουργούν σε σχέδιο με τους άλλους Agents, πιθανόν μέσω μιας γλωσσάς επικοινωνίας προκειμένου να επιτύχουν ένα κοινό στόχο. Επίσης οι Agents είναι δυνατόν να ανταλλάσσουν γνώσεις και εμπειρίες κατά τη διάρκεια της συνεργασίας τους.

Ευκινησία : Η ευκινησία είναι απαραίτητη για Agents του δικτύου. Αυτή η ιδέα αναφέρεται στην ικανότητα του Agent να μεταναστεύει με έναν αυτοελεγχόμενο τρόπο από το ένα στο άλλο τμήμα του δικτύου με την προϋπόθεση να εκτελεί τα προσδιορισμένα καθήκοντα του. Στα καθήκοντα του μπορεί να περιλαμβάνονται η συνάθροιση πληροφοριών ή η κίνηση στο δίκτυο. Γενικά μπορεί να θεωρηθεί σαν μια προέκταση της ιδέας για αυτονομία.

Συνοψίζοντας, λοιπόν, μπορούμε σύμφωνα με τα παραπάνω να διαπιστώσουμε ότι είναι δυνατόν να κατασκευαστούν Agents ως ρομπότ ή προγράμματα λογισμικού τα οποία διαθέτουν την ικανότητα να αντιδρούν αυτόνομα, να μαθαίνουν από την εμπειρία ή να συνεργάζονται μεταξύ τους για την επίτευξη κοινών στόχων.

### 4.1.1 Χρήση agents σε ΠΣΗΜ

Η τεχνολογία των πρακτόρων μπορεί να αντιμετωπίσει με επιτυχία πολλές από τις προκλήσεις που εισάγουν τα σημερινά περιβάλλοντα εκπαίδευσης[65]. Ο κόσμος της εκπαίδευσης αλλάζει πλέον δραματικά και επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τις πληροφοριακές και δικτυακές τεχνολογίες. Αυτή η αλλαγή λαμβάνει χώρα τόσο σε τεχνολογικές όσο και σε διδακτικές μεθόδους που χρησιμοποιούνται στην παραδοσιακή εκπαίδευση αλλά και στην τηλέ-εκπαίδευση.

Η προσαρμοζόμενη συμπεριφορά αποτελεί το κεντρικό σημείο σχεδίασης των περισσότερων εκπαιδευτικών συστημάτων που βασίζονται στην τεχνολογία των πρακτόρων. Βασικό ζητούμενο σε αυτές τις περιπτώσεις είναι η προσαρμοζόμενη συμπεριφορά να προέρχεται από τον ίδιο το χρήστη, να βασίζεται δηλαδή στις ανάγκες και προτιμήσεις του, οδηγώντας έτσι σε εξατομικευμένα συστήματα. Με αυτό τον τρόπο αυξάνεται η αποτελεσματικότητα και η ευελιξία του συστήματος σε σχέση με ένα σύστημα που προσφέρει το ίδιο περιεχόμενο σε όλους τους χρήστες. Γνωρίσματα του χρήστη που χρησιμοποιούνται από τα εκπαιδευτικά συστήματα ως βάση για να προσαρμόσουν τη συμπεριφορά τους είναι τα εξής: η γνώση, οι στόχοι, το υπόβαθρο, και οι προτιμήσεις του χρήστη.

Αφού εντοπιστούν τα γνωρίσματα του χρήστη που θα χρησιμοποιηθούν για να επιτευχθεί προσαρμοζόμενη συμπεριφορά στο σύστημα, στη συνέχεια θα πρέπει να καθοριστεί ο τρόπος με τον οποίο θα εκφραστεί αυτή η προσαρμοζόμενη συμπεριφορά στο σύστημα. Τα χαρακτηριστικά του συστήματος που μπορούν να προσαρμοστούν είναι τα στοιχεία εκείνα που το σύστημα μπορεί να παρουσιάσει με διαφορετικό τρόπο ανάλογα με το συγκεκριμένο χρήστη. Συγκεκριμένα, τέτοια χαρακτηριστικά είναι: η σειρά παρουσίασης της εκπαιδευτικής ύλης (curriculum sequencing), η ανάλυση των λύσεων των μαθητών (intelligent analysis of student solutions), η βοήθεια με αλληλεπίδραση κατά την επίλυση προβλημάτων (interactive problem solving support), ο τρόπος παρουσίασης του περιεχομένου (adaptive content presentation), ο τρόπος πλοήγησης (adaptive navigation support) και η υποστήριξη συνεργασίας ανάμεσα στους μαθητές (adaptive collaboration support) [66].

Ο στόχος της προσαρμοζόμενης συμπεριφοράς στην σειρά παρουσίασης του υλικού είναι να βρεθεί για τον κάθε μαθητή η πλέον κατάλληλη σειρά εκπαιδευτικών μονάδων και εκπαιδευτικών στόχων (παραδείγματα, ερωτήσεις, προβλήματα) με την παρακολούθηση των οποίων θα βελτιστοποιηθεί η μαθησιακή διαδικασία. Η ευφυής ανάλυση των λύσεων των μαθητών έχει να κάνει με τις τελικές απαντήσεις των μαθητών σε εκπαιδευτικά προβλήματα και επι-

χειρεί να εντοπίσει ποιο ακριβώς είναι το λάθος ή η έλλειψη στη λύση, καθώς και ποια ελλιπής γνώση οδήγησε σε σφάλμα. Ο στόχος της βοήθειας με αλληλεπίδραση είναι, με τη συμβολή ευφυών πρακτόρων που παρακολουθούν στενά τις ενέργειες του μαθητή, να του παρέχεται βοήθεια σε κάθε βήμα κατά την επίλυση ενός προβλήματος. Ο στόχος της προσαρμοζόμενης συμπεριφοράς στην παρουσίαση είναι να προσαρμόζεται το περιεχόμενο της σελίδας που εμφανίζεται στον χρήστη ανάλογα με τους στόχους, τη γνώση και άλλες πληροφορίες που είναι αποθηκευμένες στο προφίλ του. Ο στόχος της προσαρμοζόμενης συμπεριφοράς στην πλοήγηση είναι να βρει ο μαθητής τα πιο κατάλληλα μονοπάτια στο εκπαιδευτικό υλικό, μέσα από την προσαρμογή του τρόπου παρουσίασης των συνδέσμων στις σελίδες που θα επισκεφτεί. Η υποστήριξη συνεργασίας ανάμεσα στους μαθητές είναι μια νέα τεχνική με στόχο να χρησιμοποιηθεί η γνώση του συστήματος για του χρήστες, που βρίσκεται αποθηκευμένη στα μοντέλα μαθητών, ώστε να δημιουργηθούν ομάδες συνεργασίας.

Ένα ακόμα ζήτημα που σχετίζεται με τις ευφυείς εκπαιδευτικές εφαρμογές και παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον είναι η μοντελοποίηση των μαθητών με στόχο τη δημιουργία των αντίστοιχων προφίλ μαθητών. Κάθε μοντέλο μαθητή σε γενικές γραμμές χωρίζεται σε δύο τμήματα. Το πρώτο τμήμα περιλαμβάνει γενικές πληροφορίες για το μαθητή, όπως το όνομα και ενδιαφέροντα του. Το δεύτερο και σημαντικότερο τμήμα του μοντέλου μαθητή σχετίζεται με τη γνώση του, όπως αυτή αποτυπώνεται από την αλληλεπίδρασή του μαθητή με το σύστημα.

Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν ορισμένα εκπαιδευτικά συστήματα που βασίζονται στη χρήση τεχνολογίας ευφυών πρακτόρων ή απλά εμφανίζουν κάποιο είδος ευφυίας στη συμπεριφορά τους.

#### **4.1.1.1 MATS: Ένα ανοικτό καταναμημένο εκπαιδευτικό σύστημα πολλών πρακτόρων**

Το σύστημα MATS (Multi-Agent Tutoring System)[67] βασίζεται σε μια αρχιτεκτονική πολλών πρακτόρων και υποστηρίζει εκπαιδευτικές μονάδες (modules) που λειτουργούν στο χώρο του διαδικτύου και μπορούν να συνεργαστούν για να πετύχουν ένα συγκεκριμένο εκπαιδευτικό στόχο. Το ζητούμενο είναι η κατασκευή μηχανισμών ανταλλαγής γνώσης (knowledge interchange mechanisms) ανάμεσα σε εκπαιδευτικούς πράκτορες, οι οποίοι κινούνται ελεύθερα στο χώρο του διαδικτύου και περιλαμβάνουν διαφορετικές γνώσεις όσον αφορά το περιεχόμενο και τη δομή.

Οι πράκτορες διακρίνονται σε δυο βασικές κατηγορίες: στους πράκτορες διαμεσολάβησης (Broker Agents ή απλά BA) και στους εκπαιδευτικούς πράκτορες (Tutoring Agents ή απλά

TA). Σε ένα τυπικό σενάριο λειτουργίας του συστήματος, οι BA περιμένουν να δεχτούν αρχικές αιτήσεις από τους TA. Κάθε TA στέλνει τα χαρακτηριστικά του γνωρίσματα τα οποία καταγράφονται στον πλησιέστερο BA. Στη συνέχεια, ο μαθητής έρχεται σε επαφή με κάποιον TA. Ο TA θα προχωρήσει στην εκπαίδευση του μαθητή με βάση τις γνώσεις που διαθέτει. Αν σε κάποιο σημείο ο TA διαπιστώσει ότι δεν μπορεί να αντεπεξέλθει στις απαιτήσεις του μαθητή, θα στείλει ένα μήνυμα για αναζήτηση συνεργασίας στον BA. Το μήνυμα αυτό θα περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με το συγκεκριμένο μαθητή καθώς και τις γνώσεις που αυτός αναζητά. Ο BA μόλις δεχτεί την αίτηση θα διατρέξει όλα τα μοντέλα των TA που έχει αποθηκευμένα. Θα επιλέξει το καταλληλότερο με βάση τις γνώσεις του αλλά και τη διαθεσιμότητα του. Παράλληλα, ένας TA ενδέχεται να δεχτεί ταυτόχρονα περισσότερες προτάσεις για συνεργασία. Σε αυτή την περίπτωση χρησιμοποιείται ένας αλγόριθμος επιλογής, για να προκύψει τελικά η αίτηση που θα ικανοποιηθεί.

#### **4.1.1.2 Ένας πράκτορας διαμεσολάβησης για εκπαιδευτικά συστήματα βοηθούμενα από υπολογιστές**

Το σύστημα των Dang, Ghenniwa και Kamel[68] έχει ως σκοπό να δημιουργήσει ένα περιβάλλον μάθησης και συνεργασίας (a collaborative learning environment) ανάμεσα στο μαθητή και το εκπαιδευτικό λογισμικό. Προτείνει την ύπαρξη ενός πράκτορα διαμεσολάβησης που πρέπει να είναι αυτόνομος, δυναμικός, οδηγούμενος από τους στόχους του (goal-driven) και συνεργατικός (collaborative). Αυτός ο πράκτορας θα δρα σαν ένας διαμεσολαβητής ανάμεσα στο μαθητή και το εκπαιδευτικό σύστημα, ερχόμενος σε επαφή και με τους δύο όταν αυτό κρίνεται αναγκαίο. Παράλληλα θα παρακολουθεί τις συνήθειες και θα μαθαίνει τις αδυναμίες του μαθητή ώστε να προσαρμόζει ανάλογα τις εκπαιδευτικές του μεθόδους.

Σημαντικό γνώρισμα του συστήματος είναι ότι επιτρέπει στο μαθητή να κάνει αλλαγές στο προφίλ που έχει δημιουργήσει το σύστημα γι' αυτόν. Συγκεκριμένα, ο μαθητής μπορεί να καθορίσει το επίπεδο γνώσεων που πιστεύει ότι έχει για κάποιο θέμα από το εκπαιδευτικό υλικό, επηρεάζοντας έτσι την επιλογή της διδακτέας ύλης. Με αυτό τον τρόπο αποφεύγεται η κακή επιλογή θεμάτων στα αρχικά τουλάχιστον στάδια, όπου το προφίλ του μαθητή είναι ακόμα ελλιπές. Αν όμως ο πράκτορας διαπιστώσει ότι ο μαθητής αντιμετωπίζει προβλήματα με το επίπεδο της ύλης που του διδάσκεται, θα προσαρμόσει άμεσα το προφίλ του μαθητή και θα προχωρήσει στις αναγκαίες αλλαγές σχετικά με τα επιλεγόμενα εκπαιδευτικά θέματα.

Ένα ακόμα ενδιαφέρον χαρακτηριστικό του συστήματος είναι ότι ο σχεδιασμός του πράκτορα διαμεσολάβησης είναι ανεξάρτητος από το εκπαιδευτικό σύστημα με το οποίο συνεργάζεται κάθε φορά. Έτσι ο ίδιος πράκτορας μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνεργασία με διαφορετικά συστήματα, χωρίς να υπάρχει ανάγκη για αλλαγές στην αρχιτεκτονική του.

#### **4.1.1.3 Χρήση κινούμενων χαρακτήρων (life-like animated characters) σε εκπαιδευτικές εφαρμογές**

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα εκπαιδευτικά συστήματα που χρησιμοποιούν κινούμενους χαρακτήρες (life-like animated characters) για να βελτιώσουν την αποτελεσματικότητά τους. Συγκεκριμένα, η χρήση τέτοιων χαρακτήρων αυξάνει το ενδιαφέρον και την προσοχή του μαθητή για την διδασκόμενη ύλη, μέσα από τις εκφράσεις και τις κινήσεις του χαρακτήρα δίνονται επιπλέον βοήθειες στο μαθητή σχετικά με τις επιλογές του, ενώ ακόμα δημιουργείται σε αυτόν η εντύπωση ότι το εκπαιδευτικό υλικό είναι λιγότερο δύσκολο[69][70].

Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το σύστημα WebPersona. Το WebPersona[70] κατασκευάζει αυτόματα αλληλεπιδραστικές εκπαιδευτικές παρουσιάσεις (interactive education presentations) στο Διαδίκτυο οι οποίες στη συνέχεια παρουσιάζονται με τη βοήθεια ενός κινούμενου χαρακτήρα που έχει τη μορφή ανθρώπου. Η ευφυΐα του συστήματος έγκειται στο γεγονός ότι οι παρουσιάσεις δημιουργούνται δυναμικά ανάλογα με τις αντιδράσεις του χρήστη, καθώς επίσης και στον τρόπο με τον οποίο προκύπτουν και εκτελούνται οι ενέργειες του κινούμενου χαρακτήρα.

Το σύστημα WebPersona βασίζεται σε ένα μοντέλο συμπεριφοράς (behavior model) για να παράγει τις κινήσεις του χαρακτήρα. Αυτό το μοντέλο περιλαμβάνει ένα σύνολο στοιχειωδών κινήσεων που εντάσσονται στις ακόλουθες γενικές δράσεις: presentation acts (κινήσεις για την παρουσίαση ενός θέματος), reactive behaviours on sensed events (αντιδράσεις του χαρακτήρα που εξαρτώνται από τις επιλογές του μαθητή), idle-time acts (κινήσεις για χρονικά διαστήματα όπου ο μαθητής παραμένει αδρανής), low-level navigation acts (πιθανότατα αναφέρονται σε κινήσεις του χαρακτήρα που οδηγούν το μαθητή στο επόμενο θέμα). Με βάση τις ενέργειες του μαθητή που παρακολουθούνται από το σύστημα, επιλέγεται η επόμενη δράση για το χαρακτήρα – συμφωνία, διαφωνία, ενθάρρυνση, δυσαρέσκεια κλπ. Αυτή η δράση διασπάται στα επιμέρους στοιχειώδη τμήματα της, κάθε ένα από τα οποία μπορεί να πραγματοποιηθεί ξεχωριστά, δίνοντας έτσι τη συνολική εικόνα κίνησης του χαρακτήρα.

Σημαντικό ρόλο στην αυτόματη δημιουργία των παρουσιάσεων του WebPersona κατέχει το γράφημα μετάβασης (state-transition or navigation graph), το οποίο αποτελείται από μια σειρά κόμβων που συνδέονται από κάποιες ακμές. Κάθε κόμβος σχετίζεται με μια μονάδα παρουσίασης και την αντίστοιχη χρονική διάρκεια εκτέλεσης της. Μια εκπαιδευτική παρουσίαση πραγματοποιείται ξεκινώντας από κάποιον κόμβο στο γράφημα μετάβασης, όπου εκτελείται η αντίστοιχη μονάδα παρουσίασης. Μετά το τέλος της εκτέλεσης, η παρουσίαση συνεχίζεται προχωρώντας σειριακά στους επόμενους κόμβους του γραφήματος, όπου κάθε φορά ενεργοποιείται η κατάλληλη μονάδα παρουσίασης. Μετάβαση σε διαφορετική μονάδα παρουσίασης, έξω από την καθορισμένη σειρά και πιθανότατα πριν την κανονική ολοκλήρωση εκτέλεσης της προηγούμενης μονάδας, μπορεί να πραγματοποιηθεί μετά από παρέμβαση του χρήστη στο υλικό που του παρουσιάζεται (π.χ. για την αναζήτηση κάποιων πληροφοριών σχετικών με το παρόν θέμα, που δεν περιλαμβάνονται όμως στη συγκεκριμένη μονάδα παρουσίασης). Σε αυτή την περίπτωση η δράση μεταφέρεται σε διαφορετικό κόμβο του γραφήματος και η παρουσίαση συνεχίζεται από εκεί. Για να είναι εφικτή μια τέτοια μετάβαση, ο καινούργιος κόμβος οφείλει να συνδέεται με τον προηγούμενο μέσα από κάποια ακμή.

Ένα ακόμα σύστημα που χρησιμοποιεί κινούμενο χαρακτήρα με τη μορφή ανθρώπου είναι το Adele (Agent for Distance Education – Light Edition)[69]. Αποτελεί έναν παιδαγωγικό πράκτορα ο οποίος καθοδηγεί τους μαθητές στην επίλυση προβλημάτων που είναι ενσωματωμένα σε διαδικτυακές εκπαιδευτικές εφαρμογές.

#### **4.1.1.4 Ευφυείς Βοήθεια (Intelligent Helpdesk)**

Το σύστημα Intelligent Helpdesk[71] κατασκευάστηκε για να διευκολύνει τους μαθητές που παρακολουθούν κάποιο πανεπιστημιακό μάθημα στην εύρεση βοήθειας για θέματα που τους δυσκολεύουν.

Η αρχιτεκτονική του συστήματος, με βάση την οποία πραγματοποιείται και η αναπαράσταση της γνώσης, αποτελείται από μια δομή δυο επιπέδων. Στο πρώτο επίπεδο, το επίπεδο των θεμάτων (topics layer) αποθηκεύονται στοιχεία σχετικά με την οργάνωση του μαθήματος και τις δραστηριότητες που πρέπει να πραγματοποιηθούν κατά τη διάρκεια του - εκπαιδευτική ύλη, ασκήσεις, διαγωνίσματα, εργαστήρια κλπ. Στο δεύτερο και περισσότερο εξειδικευμένο επίπεδο, το επίπεδο των εννοιών (concepts layer), γίνεται αναφορά στις βαθύτερες έννοιες που διδάσκονται στο συγκεκριμένο μάθημα. Έτσι προκύπτει μια δομή θεμάτων-εννοιών



(concept-topic structure). Σε αυτή τη δομή μπορεί να υπάρχουν σύνδεσμοι (links) ανάμεσα σε διαφορετικές έννοιες, ανάμεσα σε σχετιζόμενα θέματα, αλλά και σύνδεσμοι δυο επιπέδων, ανάμεσα σε έννοιες και τα αντίστοιχα θέματα. Οι σύνδεσμοι καταγράφουν γεγονότα όπως ότι η παρακολούθηση κάποιων θεμάτων προϋποθέτει νωρίτερα την παρακολούθηση κάποιων άλλων θεμάτων, ή ότι η παρακολούθηση ενός θέματος οδηγεί στην κατανόηση κάποιων βασικών εννοιών. Στο επίπεδο των θεμάτων αναπαρίσταται η "θέση" του μαθητή στο μάθημα - ποιες ενότητες έχει παρακολουθήσει, τι διαγωνίσματα έχει γράψει κλπ. Το δεύτερο επίπεδο, των εννοιών, είναι αναγκαίο για να γίνουν αντιληπτές οι αληθινές γνώσεις και ο βαθμός κατανόησης της ύλης από τον κάθε μαθητή. Τα δεδομένα αυτά είναι ιδιαίτερα χρήσιμα στη διαδικασία αναζήτησης των κατάλληλων μαθητών για την παροχή βοήθειας όταν αυτή ζητηθεί.

Το σύστημα δίνει ιδιαίτερη έμφαση στην αλληλοβοήθεια μεταξύ μαθητών (peer-help) που παρακολουθούν το ίδιο μάθημα. Όταν ένας μαθητής ζητήσει βοήθεια για κάποιο θέμα, αρχικά πραγματοποιείται μια αναζήτηση στη δομή θεμάτων-εννοιών για να βρεθούν ανάλογα θέματα και σχετιζόμενες έννοιες. Με βάση τα αποτελέσματα της αναζήτησης θα προταθούν στο μαθητή τα κατάλληλα άρθρα, news bulletins ή FAQs. Αν δεν βρεθεί κάτι χρήσιμο για να του προταθεί, τότε το σύστημα προχωράει στην αναζήτηση άλλων μαθητών που γνωρίζουν το συγκεκριμένο θέμα. Αφού ειδικός αλγόριθμος (peer-matching algorithm) εντοπίσει το πλέον κατάλληλο άτομο για να προσφέρει βοήθεια, θα ανοίξει ένα παράθυρο διαλόγου, όπου οι δυο μαθητές μπορούν να συζητήσουν και ο ένας να λύσει τις απορίες του άλλου.

#### **4.1.1.5 Προσαρμοζόμενος Βοηθός Διδασκαλίας Στατιστικής (Adaptive Statistics Tutor – AST)**

Το σύστημα AST[72] αποτελεί ένα βοηθό διδασκαλίας που κατασκευάζει σειρές μαθημάτων στατιστικής στο Διαδίκτυο προσαρμοσμένες σε διαφορετικούς μαθητές. Η ευφυΐα του συστήματος βρίσκεται στον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιεί τις πληροφορίες που συλλέγει από το μαθητή για να προσαρμόσει την συνολική του συμπεριφορά απέναντι σε αυτόν.

Η αρχιτεκτονική του συστήματος βασίζεται στις τρεις βασικές πηγές γνώσης που χρησιμοποιούν οι αληθινοί καθηγητές. Το πρώτο κομμάτι του συστήματος σχετίζεται με την εκπαιδευτική γνώση (domain expert module). Το δεύτερο κομμάτι του συστήματος είναι το παιδαγωγικό (pedagogical expert module). Περιλαμβάνει παιδαγωγικές στρατηγικές (pedagogical strategies) και διαγνωστικές γνώσεις (diagnostic knowledge). Το τελευταίο κομμάτι του συστήματος σχετίζεται με την μοντελοποίηση των μαθητών. Κρατάει πληροφο-

ρίες για τις προτιμήσεις του κάθε μαθητή, για τους εκπαιδευτικούς του στόχους, για τα μαθήματα που έχει παρακολουθήσει και τις επιδόσεις του σε αυτά. Κάθε ενέργεια του μαθητή καταγράφεται και επηρεάζει τον τρόπο με τον οποίο ανανεώνεται το αντίστοιχο μοντέλο.

Η συμπεριφορά του AST αλλάζει για κάθε μαθητή, ανάλογα με το μοντέλο που του αντιστοιχεί. Αυτή η προσαρμοζόμενη συμπεριφορά του συστήματος εκφράζεται: (i) στην πλοήγηση (adaptive navigation support), (ii) στη σειρά παράδοσης των μαθημάτων (adaptive sequencing), (iii) στον τρόπο εξέτασης (adaptive testing), και (iv) στην επιλογή της πιο κατάλληλης διδακτικής μεθόδου (adaptation of the default teaching strategy).

#### **4.1.1.6 AlgeBrain, ένας βοηθός διδασκαλίας άλγεβρας**

Το σύστημα AlgeBrain[73] είναι ένας βοηθός διδασκαλίας στον τομέα της άλγεβρας γυμνασίου. Στόχος του είναι να αποτελέσει έναν παιδαγωγικό «συνεργάτη» για τον καθηγητή του μαθήματος, που θα συνοδεύει τους μαθητές κατά την επίλυση των προβλημάτων και θα τους παρέχει υποστήριξη, αν αυτό κρίνεται απαραίτητο.

Ένα ενδιαφέρον γνώρισμα του συστήματος είναι ότι η εκπαιδευτική του συμπεριφορά δεν είναι συγκεντρωμένη σε έναν κεντρικό server, όπως συμβαίνει στις περισσότερες υπάρχουσες εφαρμογές. Αντίθετα, έχει επιλεγεί μια λύση όπου το κυρίως μέρος του συστήματος βρίσκεται σε έναν κεντρικό server - στον οποίον είναι αποθηκευμένα τα μοντέλα όλων των μαθητών για να είναι προσπελάσιμα από οποιοδήποτε τερματικό, ενώ σε κάθε client που τρέχει τοπικά την εφαρμογή ενεργοποιείται ένα Java Applet με το user interface - για να υπάρχει ταχύτερη απόκριση στις ενέργειες του χρήστη. Το Java Applet έρχεται σε επικοινωνία με το server μόνο όταν αυτό είναι αναγκαίο.

Κεντρικό κομμάτι στην αρχιτεκτονική του AlgeBrain είναι ένα έμπειρο σύστημα βασισμένο σε κανόνες (rule-based expert system), το οποίο παρακολουθεί τις ενέργειες του μαθητή και τις συγκρίνει με αυτές ενός άριστου λύτη (expert solver) στο ίδιο πρόβλημα.

## **4.2 Τεχνολογίες που υποστηρίζουν τα ΠΣΗΜ**

### **4.2.1 Τεχνικές Υπολογιστικής Νοημοσύνης**

#### **4.2.1.1 Εισαγωγή**

Η Υπολογιστική Νοημοσύνη (ΥΝ) έχει σχετικά πρόσφατα αναγνωριστεί ως ένας τομέας που περιλαμβάνει πολλές μεθόδους αποδοτικής επίλυσης προβλημάτων. Ο ίδιος ο όρος επινοήθηκε μόλις το 1991 και αντιπροσωπεύει την προσπάθεια να συγχωνευτούν κάτω από ένα κοινό όνομα διαφορετικές προσεγγίσεις της προσομοίωσης των διαφόρων μορφών της εξελικτικής διαδικασίας. Όλες όμως αυτές οι διαφορετικές προσεγγίσεις των Γενετικών Αλγορίθμων (ΓΑ), των Εξελικτικών Στρατηγικών (ΕΣ), και του Εξελικτικού Προγραμματισμού έχουν μία πολύ βασική ομοιότητα: εξελίσσουν την αναπαραγωγή, την τυχαία μετάλλαξη, τον ανταγωνισμό και την επιλογή για εξέλιξη των ατόμων που περιέχονται σε ένα πληθυσμό. Αυτές οι τέσσερις διαδικασίες αποτελούν τα θεμελιώδη χαρακτηριστικά της εξέλιξης, και όταν συνυπάρχουν είτε στη φύση είτε σε έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή, οδηγούν αναπόφευκτα σε αυτή. Η ώθηση για την προσομοίωση της εξελικτικής διαδικασίας σε ένα ηλεκτρονικό υπολογιστή προέρχεται από τουλάχιστον τέσσερις διαφορετικές ερευνητικές κατευθύνσεις.

#### **4.2.1.2 Βελτιστοποίηση σε προβλήματα της επιστήμης των μηχανικών**

Η εξέλιξη αποτελεί μία διαδικασία βελτιστοποίησης. Χωρίς να υποδηλώνει την τελειότητα, η εξελικτική διαδικασία μπορεί να οδηγήσει σε υψηλής ακρίβειας λειτουργικές λύσεις συναρτήσεων για συγκεκριμένα προβλήματα που προέρχονται από το περιβάλλον ενός οργανισμού. Έτσι, παρόλο που οι μηχανισμοί που εξελίσσονται, συχνά και σε μεγάλο βαθμό, επιλέγονται με προοπτική τη λύση ενός προβλήματος της επιστήμης των μηχανικών, η συνάρτηση είναι η μόνη ποσότητα που υφίσταται τη φυσική επιλογή ενώ η λειτουργικότητα είναι το στοιχείο που στην πραγματικότητα βελτιστοποιείται από την επαναληπτική επιλογή και μετάλλαξη.

Είναι απόλυτα φυσιολογικό, λοιπόν, να γίνεται προσπάθεια για να περιγραφεί η εξελικτική διαδικασία με όρους ενός αλγορίθμου που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επίλυση δύσκολων προβλημάτων βελτιστοποίησης από το χώρο της επιστήμης των μηχανικών.

### 4.2.1.3 Γρήγορη προσαρμοζόμενη συμπεριφορά σε μεταβλητές συνθήκες

Επειδή στον πραγματικό κόσμο τίποτα δεν παραμένει σταθερό, τα προβλήματα της προσωρινής βελτιστοποίησης αποτελούν ένα σημαντικό και ιδιαίτερα ενδιαφέρον κομμάτι των προβλημάτων βελτιστοποίησης. Απαιτούν την αλλαγή στη στρατηγική επίλυσης με βάση τις πιο πρόσφατες πληροφορίες σχετικά με την αποτυχία ή την επιτυχία της τρέχουσας στρατηγικής. Ο Holland, κάτω από τον όρο γενετικοί αλγόριθμοι (παλιότερα καλούνταν διαδικασίες αναπαραγωγής), περιέγραψε μία διαδικασία η οποία είχε τη δυνατότητα να εξελίξει στρατηγικές, είτε υπό τη μορφή κωδικοποιημένων συμβολοσειρών είτε υπό τη μορφή βάσεων κανόνων συμπεριφοράς οι οποίες καλούνταν συστήματα ταξινόμησης. Η διαδικασία αυτή εκμεταλλευόταν το ενδεχόμενο να συνδυαστούν επιτυχή συστατικά ανταγωνιστικών στρατηγικών, συνδυάζοντας τη χρήσιμη γνώση που έχει αποκτηθεί από ανεξάρτητα άτομα. Το αποτέλεσμα είναι μία εύρωστη διαδικασία που έχει τη δυνατότητα να προσαρμόσει την απόδοσή της με βάση την ανάδρασή της με το περιβάλλον μέσα στο οποίο ενεργεί.

### 4.2.1.4 Τεχνητή νοημοσύνη

Η νοημοσύνη μπορεί να οριστεί ως η ικανότητα ενός συστήματος να προσαρμόζει τη συμπεριφορά του έτσι ώστε να επιτυγχάνει τους επιθυμητούς στόχους μέσα σε ένα σύνολο από περιβάλλοντα[74]. Έτσι λοιπόν, η έξυπνη συμπεριφορά απαιτεί ικανότητα πρόβλεψης διότι η προσαρμογή σε μελλοντικές καταστάσεις και συνθήκες απαιτεί την πρόβλεψη αυτών των καταστάσεων και την επιλογή των κατάλληλων ενεργειών. Η διαδικασία της εξέλιξης έχει δημιουργήσει έμβια όντα των οποίων η ευφυΐα βελτιώνεται με το χρόνο. Αντί να γίνεται προσπάθεια για παραγωγή τεχνητής νοημοσύνης με πιστή αντιγραφή των ανθρώπινων όντων, είτε των κανόνων που ακολουθούν είτε των συνδέσεων των νευρώνων τους, ακολουθήθηκε μία εναλλακτική προσέγγιση που βασίστηκε στην προσομοίωση της εξελικτικής διαδικασίας σε μία κλάση αλγορίθμων πρόβλεψης[80][81].

### 4.2.1.5 Βιολογία

Εκτός από την προσπάθεια να χρησιμοποιηθεί η εξελικτική διαδικασία ως ένα εργαλείο για την επίλυση συγκεκριμένων προβλημάτων από το χώρο της επιστήμης των μηχανικών, υπάρ-

χει η επιθυμία να κατανοηθεί η ουσία της εξέλιξης μέσα από προσομοιώσεις σε ηλεκτρονικό υπολογιστή και να χρησιμοποιηθούν οι προσομοιώσεις αυτές για την απόκτηση νέων γνώσεων για τη φύση και τη λειτουργία των φυσικών εξελικτικών διαδικασιών[82]. Η επιτυχία αυξάνει την πιθανότητα για μελέτη εναλλακτικών βιολογικών συστημάτων τα οποία αποτελούν, κατά κάποιο τρόπο, πιο αληθοφανείς αναπαραστάσεις του τι και πως μπορεί να είναι η ζωή. Εγείρει επίσης την ερώτηση του τι κοινό με τη ζωή, όπως αυτή εξελίχθηκε στη Γη, μπορεί να έχουν αυτά τα φανταστικά συστήματα[83]. Εάν και κάθε μοντέλο είναι ημιτελές, και ο καθορισμός του πως μπορεί να ήταν η ζωή σε άλλα στιγμιότυπα ανήκει στο χώρο της φαντασίας, οι προσομοιώσεις που έγιναν σε ηλεκτρονικό υπολογιστή (τεχνητή ζωή – artificial life) παρήγαγαν κάποια πρότυπα τα οποία φαίνεται να αντιστοιχούν σε φαινόμενα που εμφανίζονται στη φύση.

## ***4.2.2 Εφαρμογές Υπολογιστικής Νοημοσύνης***

### **4.2.2.1 Εισαγωγή**

Οι εφαρμογές της Υπολογιστικής Νοημοσύνης εκτείνονται σε ένα μεγάλο σύνολο ερευνητικών και επιστημονικών περιοχών. Οι βασικότερες από τις περιοχές αυτές είναι οι εξής:

- προγραμματισμός
- σχεδιασμός
- προσομοίωση και αναγνώριση συστήματος
- έλεγχος
- ταξινόμηση

Αυτές οι κατηγορίες δεν είναι ανεξάρτητες και αυτόνομες η μία από την άλλη. Σχεδόν όλες υπερκαλύπτονται και πολλές εφαρμογές μπορούν κάλλιστα να εμφανιστούν σε περισσότερες από μια από αυτές.

### **4.2.2.2 Εφαρμογές στον προγραμματισμό**

#### 4.2.2.2.1 Δρομολόγηση

Ένα από τα πιο διάσημα προβλήματα συνδυαστικής βελτιστοποίησης είναι το Πρόβλημα του Πλανόδιου Πωλητή (Travelling Salesman Problem – TSP)[85][86][87][88][89][90][91][92]. Το πρόβλημα αυτό συνίσταται στην προσπάθεια ενός πωλητή να επισκεφτεί έναν αριθμό από πόλεις και στο τέλος να επιστρέψει στο σπίτι του έχοντας διανύσει την ελάχιστη δυνατή απόσταση. Η προσπάθεια για βελτιστοποίηση του λόγου της ταχύτητας εύρεσης μιας λύσης προς την ακρίβεια της λύσης αυτής αποτελεί σημαντικό ζήτημα. [93]

Μια γενίκευση του TSP εμφανίζεται όταν υπάρχουν περισσότεροι από έναν πωλητές. Παρόμοιο πρόβλημα είναι το πρόβλημα της δρομολόγησης οχημάτων. Ας υποθέσουμε ότι υπάρχει ένας στόλος από οχήματα, που έχουν όλα την ίδια βάση και ένα σύνολο από πελάτες καθένας από τους οποίους πρέπει να λάβει μία παραγγελία. Πρέπει να βρεθεί το δρομολόγιο που πρέπει να ακολουθήσει κάθε όχημα ώστε να ελαχιστοποιηθεί το κόστος. Υπάρχουν διάφοροι περιορισμοί, όπως για παράδειγμα, η χωρητικότητα κάθε οχήματος και οι χρόνοι παράδοσης των διαφόρων παραγγελιών.

Πολύ σχετικό με το παραπάνω πρόβλημα είναι το πρόβλημα της μεταφοράς, στο οποίο μια ποσότητα αγαθών που βρίσκεται σε ένα αριθμό διαφορετικών αποθηκών πρέπει να διανεμηθεί σε έναν αριθμό διαφορετικών πελατών. Κάθε πελάτης μπορεί να λάβει αγαθά από μία ή και περισσότερες αποθήκες. Το ζητούμενο και στο πρόβλημα αυτό είναι η εύρεση μιας λύσης που να ελαχιστοποιεί το κόστος[94][95].

Ο προγραμματισμός του μονοπατιού που πρέπει να ακολουθήσει ένα ρομπότ αποτελεί ένα άλλο πρόβλημα δρομολόγησης. Το μονοπάτι όχι μόνο πρέπει να είναι εφικτό και πραγματοποιήσιμο (δηλαδή πρέπει να μπορεί να πραγματοποιηθεί από το συγκεκριμένο ρομπότ, το οποίο φυσικά έχει κάποιους περιορισμούς στις δυνατότητες κίνησής του) αλλά και πρέπει να γίνει χωρίς να προκληθούν συγκρούσεις. Παραδείγματα αυτού του τύπου είναι ο καθορισμός των κινήσεων των αρθρώσεων που απαιτούνται για να μετακινηθεί ο βραχίονας ενός ρομπότ [96][97][98] η αυτόνομη δρομολόγηση οχημάτων[99][100]. Σε άγνωστα και μεταβλητά περιβάλλοντα, όπου απαιτείται δυνατότητα διαρκούς μεταβολής του αρχικού προγραμματισμού/δρομολόγησης, τα ρομπότ πρέπει να είναι σε θέση να αναθεωρούν και να επαναπροσδιορίζουν τη δρομολόγησή τους καθώς ταξιδεύουν.

#### 4.2.2.2 Χρονοπρογραμματισμός

Ο χρονοπρογραμματισμός είναι το πρόβλημα να δημιουργηθεί ένα σχέδιο για την πραγματοποίηση ενός συνόλου από δραστηριότητες μέσα σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Οι προς πραγματοποίηση δραστηριότητες απαιτούν φυσικά κάποιους πόρους, οι οποίοι είναι πεπερασμένου πλήθους, ενώ γενικότερα υπάρχουν διάφοροι περιορισμοί και μία ή περισσότερες ποσότητες ή ιδιότητες που πρέπει να βελτιστοποιηθούν.

Ο χρονοπρογραμματισμός εργασιών (Job shop scheduling) αποτελεί ένα πολύ γνωστό και μελετημένο σε μεγάλη έκταση πρόβλημα, του οποίου η λύση δεν μπορεί να βρεθεί σε πολυωνυμικό χρόνο (NP-complete)[101][102][103][104]. Το περιβάλλον υλοποίησης είναι μια βιομηχανική μονάδα με μηχανές διαφορετικών τύπων. Υπάρχει ένας αριθμός από έργα που πρέπει να πραγματοποιηθούν, καθένα από τα οποία αποτελείται από ένα σύνολο από επί μέρους εργασίες. Κάθε εργασία, για την εκτέλεσή της, απαιτεί τη χρήση ενός συγκεκριμένου τύπου μηχανής για ένα συγκεκριμένο διάστημα, ενώ οι εργασίες που αποτελούν κάθε έργο πρέπει να εκτελεστούν με μία συγκεκριμένη σειρά. Ο αντικειμενικός σκοπός είναι να ολοκληρωθούν όλα τα έργα με το ελάχιστο δυνατό κόστος. Σε πραγματικές συνθήκες εργασίας το πρόβλημα γίνεται ακόμα δυσκολότερο διότι υπάρχει η πιθανότητα να αλλάζουν οι απαιτήσεις καθώς εκτελούνται τα διάφορα έργα, γεγονός που κάνει απαραίτητο τον επανασχεδιασμό του πλάνου εκτέλεσης [105].

Ένα άλλο πρόβλημα χρονοπρογραμματισμού είναι ο σχεδιασμός ενός προγράμματος των εξετάσεων μιας σχολής[106], των μαθημάτων ενός πανεπιστημίου ή των υπηρεσιών του προσωπικού μιας εταιρίας[107]

Στο χώρο της πληροφορικής, τα προβλήματα χρονοπρογραμματισμού αναφέρονται σε αποδοτική ανάθεση διαφόρων εργασιών σε διάφορους επεξεργαστές σε ένα σύστημα με πολλούς επεξεργαστές[108][109][110] και στην εναλλαγή και τον επανασχεδιασμό των πολιτικών αντικατάστασης της γρήγορης μνήμης.[111]

#### 4.2.2.3 Πακετάρισμα

Πολλοί Εξελικτικοί Αλγόριθμοι (EA) έχουν εφαρμοστεί σε προβλήματα πακεταρίσματος (packing) το πιο απλό από τα οποία είναι το μονοδιάστατο 0/1 πρόβλημα του στρατιωτικού σάκου. Το πρόβλημα αυτό έχει ως εξής: Δεδομένου ενός στρατιωτικού σάκου με συγκεκριμένη χωρητικότητα και ενός συνόλου από αντικείμενα, καθένα από τα οποία έχει ένα μέγεθος και μία αξία, πρέπει να βρεθεί το σύνολο των αντικειμένων με τη μέγιστη αξία το οποίο μπο-

ρεί να τοποθετηθεί μέσα στο σάκο. Πολλά προβλήματα της καθημερινότητας ανήκουν σε αυτή την κατηγορία: για παράδειγμα, η κατανομή καναλιών επικοινωνίας σε πελάτες που υπόκεινται σε διαφορετικές χρεώσεις.

Υπάρχουν πολλά παραδείγματα προβλημάτων πακεταρίσματος δύο διαστάσεων. Όταν βιομηχανικά υλικά δημιουργούνται από μέταλλο ή ύφασμα, είναι επιθυμητό να βρεθεί η πιο αποδοτική διάταξη των κομματιών που τα αποτελούν έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθεί η ποσότητα των ριμισμάτων που πετιέται[112][113]. Ένα παρόμοιο πρόβλημα παρουσιάζεται όταν πρέπει να σχεδιαστεί η διάταξη ολοκληρωμένων συστημάτων: πως πρέπει να τοποθετηθούν τα υποκυκλώματα έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθεί η συνολική επιφάνεια που απαιτείται για το ολοκληρωμένο σύστημα[114][115][116];

Παράδειγμα τριών διαστάσεων του προβλήματος πακεταρίσματος αποτελεί η προσπάθεια για εύρεση του βέλτιστου τρόπου τοποθέτησης αντικειμένων μέσα σε ένα καθορισμένο χώρο. Ο Juliff[117] ασχολήθηκε με το πρόβλημα της τοποθέτησης αγαθών μέσα σε ένα φορτηγό για μεταφορά.

#### **4.2.2.3 Εφαρμογές στη σχεδίαση**

Η σχεδίαση φίλτρων αποτελεί ένα τομέα που έχει γίνει αποδέκτης ιδιαίτερου ενδιαφέροντος. Οι ΕΑ έχουν χρησιμοποιηθεί για τη σχεδίαση ηλεκτρονικών ή/και ψηφιακών συστημάτων τα οποία υλοποιούν μίαν απόκριση επιθυμητής συχνότητας. Στις εφαρμογές αυτές έχουν χρησιμοποιηθεί και φίλτρα πεπερασμένης κρουστικής απόκρισης (FIR) και φίλτρα με άπειρη κρουστική απόκριση (IIR)[118][119][120][121]. Οι ΕΑ έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί για τη βελτιστοποίηση της σχεδίασης συστημάτων επεξεργασίας σημάτων[122] και τη σχεδίαση ολοκληρωμένων κυκλωμάτων .[123][124]

Τεχνικές Εξελικτικής Νοημοσύνης έχουν ευρέως χρησιμοποιηθεί και εφαρμοστεί σε Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα, τόσο στη σχεδίαση της τοπολογίας τους όσο και στην αναζήτηση για το βέλτιστο σύνολο βαρών.[125][126][127][128]

Υπάρχουν πολλές εφαρμογές τεχνικών εξελικτικής νοημοσύνης σε τομείς της επιστήμης των μηχανικών: σχεδίαση κατασκευών δύο διαστάσεων, όπως για παράδειγμα τα μεταλλικά υποστηρίγματα πτερύγιων αεροπλάνου[129][130] και τριών διαστάσεων, όπως για παράδειγμα η σχεδίαση αεροσκαφών[131] σχεδίαση γραμμικών επιταχυντών, σχεδίαση συστημάτων μετάδοσης ταχύτητας, σχεδίαση χημικών αντιδραστήρων, κ.λ.π .[132]



#### 4.2.2.4 Εφαρμογές στην προσομοίωση και την αναγνώριση συστήματος

Η προσομοίωση περιλαμβάνει το σχεδιασμό ή/και τη μοντελοποίηση ενός συστήματος και την προσπάθεια μέσω αυτών για να καθοριστεί η συμπεριφορά του πραγματικού συστήματος. Σε κάποιες περιπτώσεις αυτό γίνεται επειδή δεν υπάρχει βεβαιότητα για τη συμπεριφορά του συστήματος (για παράδειγμα όταν σχεδιάζεται ένα καινούριο αεροσκάφος). Άλλες φορές, η συμπεριφορά είναι γνωστή, αλλά είναι επιθυμητό να δοκιμαστεί η άρτια λειτουργία του μοντέλου σε ακραίες συνθήκες λειτουργίας.

Τεχνικές ΥΝ έχουν χρησιμοποιηθεί και σε πολλά δύσκολα προβλήματα από το χώρο της χημείας και της βιολογίας. Οι Roosen και Meyer[133] χρησιμοποίησαν μια εξελικτική στρατηγική για να καθορίσουν το σημείο ισορροπίας χημικών αντιδράσεων, προσπαθώντας να υπολογίσουν την ελάχιστη ελεύθερη ενθαλπία των συστατικών που συμμετείχαν στην αντίδραση. Ο[134] ασχολήθηκαν με τον καθορισμό της τρισδιάστατης δομής μιας πρωτεΐνης, όταν είναι δεδομένη η ακολουθία των αμινοξέων της. Τεχνικές ΥΝ έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί για την προσομοίωση του τρόπου με τον οποίο το νευρικό σύστημα μαθαίνει, έτσι ώστε να μπορεί να ελέγξει την ορθότητα μιας υπάρχουσας επιστημονικής θεωρίας, και ως βοήθημα για την ανάπτυξη μοντέλων της βιολογικής εξέλιξης.

Στον τομέα της οικονομίας, η ΥΝ έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως στη μοντελοποίηση της οικονομικής αλληλεξάρτησης ανταγωνιστικών εταιρειών και στην πρόβλεψη της εξέλιξης των τιμών διαφόρων μετοχών σε χρηματιστήρια.[135][136]

Η αναγνώριση συστήματος αποτελεί την αντίστροφη όψη της προσομοίωσης. Περιλαμβάνει την προσπάθεια καθορισμού της δομής ενός συστήματος δεδομένης της συμπεριφοράς του. Πολλά είναι τα συστήματα που μπορούν να αναπαρασταθούν από ένα μοντέλο το οποίο παράγει μια μοναδική τιμή/έξοδο ως απόκριση σε ένα ή περισσότερα σήματα εισόδου. Δεδομένου ενός αριθμού από παρατηρήσεις τιμών εισόδου και εξόδου, η αναγνώριση συστήματος είναι η προσπάθεια να καθοριστούν με ακρίβεια τα διάφορα χαρακτηριστικά και οι συνιστώσες του μοντέλου. Οι[137] και οι Tsirogiannis κ.α[138]. ασχολήθηκαν με τον προσδιορισμό των πόλων και των μηδενικών ενός συστήματος.

Ο βασικότερος λόγος που κάνει επιτακτική την ανάγκη για δυνατότητα αναγνώρισης ενός άγνωστου συστήματος είναι η επιθυμία να μπορεί να προβλεφθεί η έξοδος του άγνωστου συστήματος ως απόκριση ενός δεδομένου συνόλου εισόδων. Έχουν γίνει πολλές προσπάθειες για την εύρεση μεθόδων/εξισώσεων που θα μπορούσαν να προβλέψουν μελλοντικές τιμές χαοτικών, με θόρυβο, ιατρικών δεδομένων[139][140]. Οι Janikow και Cai[141] χρησιμοποίη-

ησαν τεχνικές YN για τον υπολογισμό στατιστικών συναρτήσεων για την ανάλυση της αποτελεσματικότητας διαφόρων πειραματικών κλινικών μεθόδων.

Τεχνικές YN έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί για την αναγνώριση των πηγών της ατμοσφαιρικής ρύπανσης σε μια αστική περιοχή, με βάση δεδομένα που προέρχονται από διαφορετικά σημεία μέτρησης. Στο χώρο του ηλεκτρομαγνητισμού, ο Tanaka κ.α[142] χρησιμοποίησαν τεχνικές YN για τον καθορισμό της δυσδιάστατης κατανομής του ρεύματος σε έναν αγωγό με δεδομένο το μαγνητικό πεδίο στο οποίο βρίσκεται.

#### **4.2.2.5 Εφαρμογές στα συστήματα ελέγχου**

Υπάρχουν δύο διαφορετικές προσεγγίσεις όσον αφορά τη χρήση YN στον έλεγχο: ελεγχόμενη από υπολογιστή (off-line) και μη ελεγχόμενη από υπολογιστή (on-line). Η μη ελεγχόμενη από υπολογιστή προσέγγιση χρησιμοποιεί την YN για τη σχεδίαση ενός ελεγκτή ο οποίος στη συνέχεια χρησιμοποιείται για τον έλεγχο του συστήματος. Η ελεγχόμενη από υπολογιστή προσέγγιση χρησιμοποιεί την YN ως ένα διαρκώς ενεργό κομμάτι της διαδικασίας ελέγχου. Επομένως, στην πρώτη προσέγγιση δεν υπάρχει καμία εξέλιξη όσον αφορά την ίδια τη διαδικασία ελέγχου, αφού αυτή περιορίζεται στη σχεδίαση του ελεγκτή.

Κάποιοι ερευνητές[143][144] είχαν την ιδέα να δοκιμάσουν τις προσαρμοζόμενες ικανότητες της YN στην κατασκευή ελεγχόμενων από υπολογιστή ελεγκτών για δυναμικά συστήματα. Το βασικότερο πλεονέκτημα ενός εξελικτικού ελεγκτή είναι η δυνατότητά του να προσαρμόζεται στο περιβάλλον μέσα στο οποίο λειτουργεί, έτσι ώστε να μπορεί να συνεργάζεται αρμονικά με συστήματα των οποίων τα χαρακτηριστικά διαφοροποιούνται με το χρόνο. Οι Fonseca και Fleming[145] χρησιμοποίησαν YN για να σχεδιάσουν έναν ελεγκτή για την τουρμπίνα μιας μηχανής με σκοπό να ελαττώσουν το χρόνο απόκρισής της. Τεχνικές YN έχουν χρησιμοποιηθεί επίσης για τη βελτιστοποίηση των καύσεων σε φούρνους με πολλές κλίβανους και εργοστάσια με γεννήτριες ατμού. Επίσης εξελικτικοί ελεγκτές έχουν χρησιμοποιηθεί στον έλεγχο συστημάτων πλοήγησης αεροπλάνων και πλοίων.

Δύο προβλήματα ελέγχου τα οποία έχουν μελετηθεί αρκετά είναι η εξισορρόπηση ενός πάσσαλου σε ένα κινούμενο όχημα[146] και η βοήθεια ενός φορτηγού με τρέιλερ για να εισέλθει σε ένα χώρο φόρτωσης στον οποίο δεν μπορεί να κάνει όπισθεν ξεκινώντας από ένα τυχαίο αρχικό σημείο[147]. Στη ρομποτική, η YN έχει χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη συστημάτων ελέγχου συμπεριφοράς που εξαρτάται από οπτικά ερεθίσματα.. Οι Almssy και Verschure

[148]μοντελοποίησαν την αλληλεξάρτηση ανάμεσα στην φυσική επιλογή και την προσαρμοζόμενη συμπεριφορά των ατόμων κατά τη διάρκεια της ζωής τους, με σκοπό την ανάπτυξη ενός πράκτορα με προφίλ καταναμημένου προσαρμοζόμενου ελέγχου ο οποίος μαθαίνει να αποφεύγει τα εμπόδια και να εντοπίζει πηγές τροφής.

#### **4.2.2.6 Εφαρμογές στα συστήματα ταξινόμησης**

Ένα σημαντικό κομμάτι της έρευνας στο χώρο της ΥΝ έχει αναλωθεί στη θεωρία και την εφαρμογή των συστημάτων ταξινόμησης[149][150][151]. Τα συστήματα ταξινόμησης αποτελούν την καρδιά πολλών άλλων συστημάτων. Για παράδειγμα, πολλά συστήματα ελέγχου βασίζονται στη δυνατότητα να μπορούν να ταξινομήσουν τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντός τους προτού να προβούν στην κατάλληλη απόφαση ελέγχου. Αυτό συμβαίνει ως επί το πλείστον στις εφαρμογές ΥΝ στο χώρο της ρομποτικής, όπου για παράδειγμα πρέπει να ελεγχθούν οι κινήσεις του βραχίονα ενός ρομπότ[152] ή να βρεθεί η σωστή διαδρομή σε ένα λαβύρινθο[79]. Ένα από τα πιο σημαντικά ζητήματα σε ένα σύστημα ταξινόμησης, ιδιαίτερα σε εφαρμογές συστημάτων ελέγχου, είναι ο διαχωρισμός του χώρου των δυνατών καταστάσεων. Σε πολλές εφαρμογές θεωρείται ως δεδομένη μια συγκεκριμένη διαμοίραση του χώρου των καταστάσεων, ενώ σε άλλες η κατάλληλη διαμοίραση του χώρου των καταστάσεων αποτελεί και η ίδια μέρος του προς επίλυση προβλήματος.[153]

Η εκτέλεση παιχνίων αποτελεί μία άλλη εφαρμογή στην οποία η ταξινόμηση παίζει σημαντικό ρόλο. Αν και η ΥΝ εφαρμόζεται συνήθως σε απλά παίγνια (για παράδειγμα το πρόβλημα του διλήμματος του κρατούμενου)[154][155], η εφαρμογή αυτή προέρχεται κάποιες φορές από πιο σοβαρές εφαρμογές με στρατιωτικό ενδιαφέρον, όπως το παίγνιο των δύο τεθωρακισμένων[156] και η πλοήγηση αεροπλάνων κατά τη διάρκεια αερομαχίας. Υβριδικές μορφές ΥΝ έχουν χρησιμοποιηθεί σε πολλές εφαρμογές όπως η ταξινόμηση των αγριόκρινων, η πρόβλεψη επιβίωσης ανθρώπων που έχουν υποστεί καρδιακό έμφραγμα με βάση τα δεδομένα του καρδιογραφήματός τους, η διάγνωση παθήσεων της καρδιάς, και η ταξινόμηση δειγμάτων υαλικών. Στον χώρο της αγοράς, [84]ο ανακάλυψε κάποιους κανόνες οι οποίοι περιγράφουν τον τρόπο με τον οποίο οι καταναλωτές επιλέγουν να αγοράσουν ένα προϊόν σε σχέση με κάποιο άλλο, δεδομένου ότι υπάρχουν πολλαπλά κριτήρια βάση των οποίων γίνεται η επιλογή αυτή. Ένα ασαφές υβριδικό σύστημα έχει χρησιμοποιηθεί για λήψη αποφάσεων οικονομικής φύσης, με εφαρμογή στην αποτίμηση του χρόνου αποπλήρωσης αγαθών, στην αποτίμηση του ρίσκου συγκεκριμένων επιλογών, την αγορά μετοχών ασφαλειών, κ.α.

Στον τομέα της βιολογίας, τεχνικές ΥΝ έχουν εφαρμοστεί στο δύσκολο πρόβλημα του προσδιορισμού της δευτερεύουσας δομής των πρωτεϊνών, για παράδειγμα στην ταξινόμηση των θέσεων συγκεκριμένων πρωτεϊνικών τμημάτων[75]. Έχουν επίσης εφαρμοστεί στην ταξινόμηση δειγμάτων εδάφους[76]. Στον τομέα της ψηφιακής επεξεργασίας εικόνας, υπάρχουν διάφορες εφαρμογές, όπως η οπτική αναγνώριση χαρακτήρων, και πολλές εφαρμογές στρατιωτικού χαρακτήρα, όπως η ταξινόμηση χαρακτηριστικών από εικόνες ως πιθανοί στόχοι.

Τα τελευταία χρόνια το ενδιαφέρον των επιστημόνων έχει προσανατολιστεί στην εύρεση αποδοτικών μεθόδων αποθήκευσης και ανάκτησης πληροφοριών. Τεχνικές ΥΝ έχουν χρησιμοποιηθεί στην ερμηνεία και την αποθήκευση χημικών δομών και στην ανάκτηση από βάσεις δεδομένων μορίων που περιέχουν συγκεκριμένες δομές[77]. Η ανάκτηση εγγράφων τα οποία χαρακτηρίζονται από συγκεκριμένα γνωρίσματα γίνεται όλο και περισσότερο σημαντική καθώς όλο και μεγαλύτερος είναι ο όγκος των πληροφοριών που ανταλλάσσονται μέσω υπολογιστών. Εργαλεία για την ανάκτηση εγγράφων τα οποία περιέχουν συγκεκριμένες λέξεις έχουν κατασκευαστεί εδώ και πολλά χρόνια. Όμως τα εργαλεία αυτά υπόκεινται σε διάφορους περιορισμούς, κυρίως όταν κάποιος επιθυμεί να κατασκευάσει την κατάλληλη ερώτηση αναζήτησης, με αποτέλεσμα να μην ανταποκρίνονται στην πλειοψηφία των απαιτήσεων των χρηστών. Οι ερευνητές τα τελευταία χρόνια έχουν ασχοληθεί με τη χρήση ΕΑ για την κατασκευή ερωτήσεων αναζήτησης[78].

### ***4.2.3 Bayesian Δίκτυα***

Στα πλαίσια της παρουσίασης των υπολογιστικών τεχνητής νοημοσύνης απαραίτητο είναι να αναφερθούν και τα bayesian δίκτυα καθώς αποτελούν ένα καινοτόμο σημείο στο τρόπο χρήσης των bayesian δικτύων στο ΠΣΗΜ.

#### **4.2.3.1 Εισαγωγή στα Bayesian Δίκτυα**

Ένα Bayesian δίκτυο είναι ένα γραφικό μοντέλο που κωδικοποιεί πιθανοτικές σχέσεις ανάμεσα σε ένα σύνολο μεταβλητών. Τις προηγούμενες δεκαετίες το Bayesian δίκτυο έχει εξελιχθεί σε μια δημοφιλή αναπαράσταση για την κωδικοποίηση αβέβαιης ειδικής γνώσης σε έμπειρα συστήματα. Τα τελευταία χρόνια ερευνητές ανέπτυξαν μεθόδους για την εκμάθηση Bayesian δικτύων από δεδομένα. Οι τεχνικές που αναπτύχθηκαν είναι σχετικά καινούριες και εξελίσσονται ακόμα, αλλά έχει αποδειχθεί ότι είναι αξιοσημείωτα αποδοτικές σε μερικά προβλήματα ανάλυσης δεδομένων.

Επομένως τι προσφέρουν τα Bayesian δίκτυα και οι Bayesian μέθοδοι; Αρχικά τα Bayesian δίκτυα μπορούν να διαχειριστούν εύκολα ελλιπή σύνολα δεδομένων. Για παράδειγμα ας θεωρήσουμε ένα πρόβλημα ταξινόμησης όπου δύο από τις μεταβλητές εισόδου είναι αυστηρώς αντί-συσχετιζόμενες. Ο συσχετισμός αυτών των μεταβλητών δεν αποτελεί δύσκολο πρόβλημα αφού υπάρχουν πρότυπες επιβλεπόμενες τεχνικές μάθησης κατά τις οποίες εκτιμώνται όλες οι εισοδοί. Ωστόσο σε περιπτώσεις όπου δεν μπορεί να εκφραστεί μία από τις μεταβλητές εισόδου τα περισσότερα μοντέλα παράγουν ελλιπείς προβλέψεις αφού δεν μπορούν να κωδικοποιήσουν τις συσχετίσεις ανάμεσα στις μεταβλητές εισόδου. Τα Bayesian δίκτυα παρέχουν φυσικές μεθόδους για την κωδικοποίηση τέτοιων εξαρτήσεων.

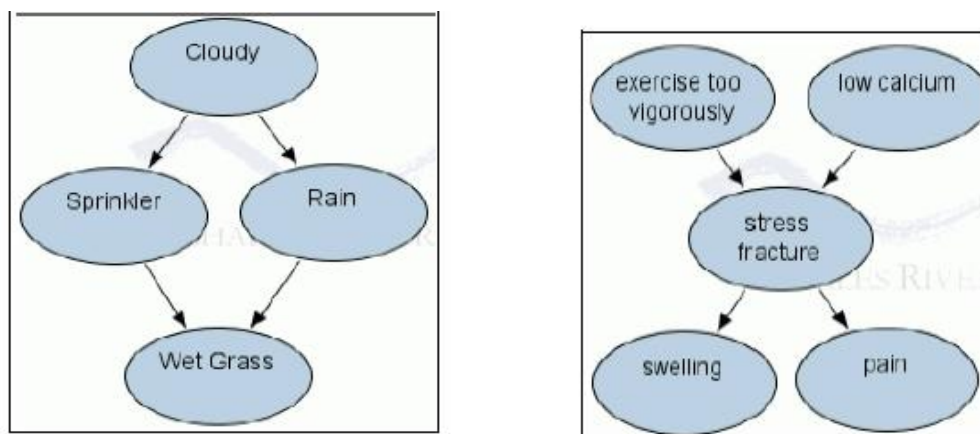
Κατά δεύτερον τα Bayesian δίκτυα επιτρέπουν στην εκμάθηση των τυχαίων σχέσεων των μεταβλητών γεγονός που θεωρείται σημαντικό για δύο λόγους. Αρχικά η διαδικασία είναι χρήσιμη κατά την προσπάθεια κατανόησης μιας προβληματικής περιοχής, για παράδειγμα κατά την επεξηγηματική ανάλυση δεδομένων. Επιπρόσθετα η γνώση τυχαίων σχέσεων επιτρέπει την πρόβλεψη παρεμβάσεων. Για παράδειγμα ένας αναλυτής εμπορίου χρειάζεται να ξέρει εάν αξίζει ή όχι η έκθεση μιας συγκεκριμένης διαφήμισης με σκοπό την αύξηση των πωλήσεων ενός προϊόντος. Για την απάντηση της ερώτησης ο αναλυτής μπορεί να προσδιορίσει εάν η διαφήμιση οδηγεί στην αύξηση των πωλήσεων και σε ποιο βαθμό. Η χρήση των Bayesian δικτύων βοηθά στο να απαντηθούν τέτοια ερωτήματα ακόμα και αν δεν υπάρχουν έρευνες και πειράματα σχετικά με τις συνέπειες της αύξησης της έκθεσης των προϊόντων μέσω διαφήμισης.

Τα Bayesian δίκτυα μαζί με τις Bayesian στατιστικές τεχνικές προωθούν τον συνδυασμό της πρότερης γνώσης και των δεδομένων. Είναι γενικά αποδεκτή η αξία της πρότερης γνώσης ειδικά όταν τα δεδομένα είναι σπάνια και ακριβά. Το γεγονός ότι μερικά εμπορικά συστήματα (έμπειρα συστήματα) μπορούν να δομηθούν βασισμένα αποκλειστικά σε πρότερη γνώση αποτελεί διαθήκη της αξίας της γνώσης αυτής. Τα Bayesian δίκτυα υποστηρίζουν την τυχαία σημασιολογία με αποτέλεσμα να επιτρέπουν την άμεση κωδικοποίηση της τυχαίας πρότερης γνώσης. Επιπλέον κωδικοποιούν τις τυχαίες σχέσεις με πιθανότητες. Επομένως η πρότερη γνώση και τα δεδομένα μπορούν να συνδυαστούν με τεχνικές της Bayesian στατιστικής.

### 4.2.3.2 Βασικά Χαρακτηριστικά των Bayesian δικτύων

Τα Bayesian δίκτυα αποτελούν ισχυρά εργαλεία για τη μοντελοποίηση αιτιών και συνεπειών σε μια ευρεία ποικιλία εφαρμογών. Αποτελούν συμπαγή δίκτυα πιθανοτήτων που υιοθετούν πιθανοτικές σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών όπως επίσης και ιστορικές πληροφορίες των σχέσεων αυτών.

Τα Bayesian δίκτυα όπως είδαμε είναι πολύ αποδοτικά για τη μοντελοποίηση καταστάσεων όπου κάποια πληροφορία είναι ήδη γνωστή και τα εισερχόμενα δεδομένα δεν είναι συγκεκριμένα ή δεν είναι διαθέσιμα. Αυτά τα δίκτυα παρέχουν επίσης λογικές σημασιολογικές έννοιες για την αναπαράσταση των αιτιών και συνεπειών (και πιθανοτήτων) μέσω μιας διαισθητικής γραφικής αναπαράστασης.

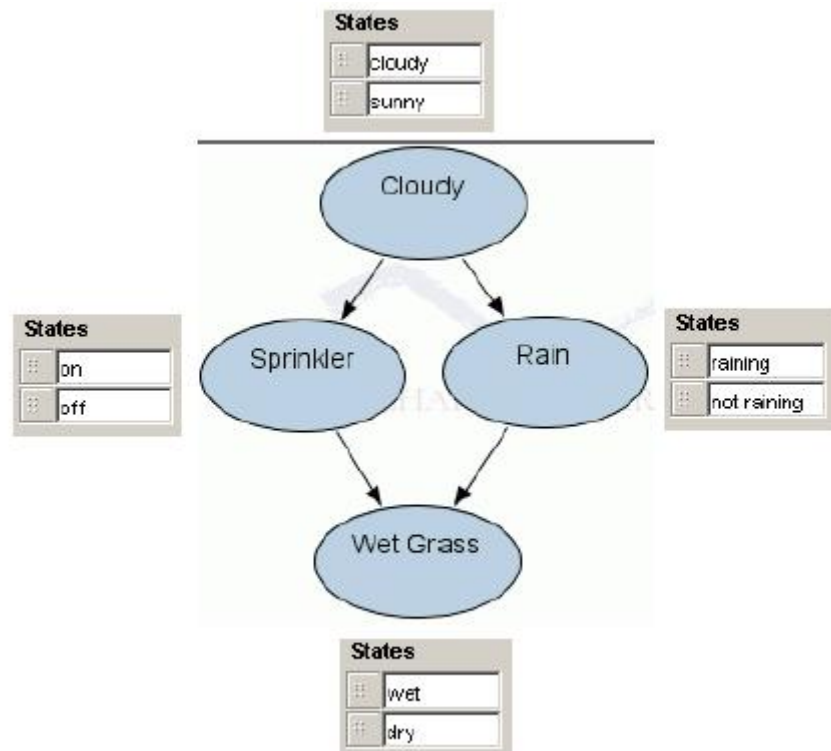


Σχήμα 12: Παραδείγματα Bayesian δικτύων

Με απλούς όρους το Bayesian δίκτυο είναι ένα μοντέλο που μπορεί να μοντελοποιήσει οποιαδήποτε κατάσταση: τον καιρό, μία ασθένεια και τα συμπτώματά της, ένα στρατιωτικό τάγμα. Επιπλέον είναι ιδιαίτερα χρήσιμο όταν η πληροφορία σχετικά με το παρελθόν και την τρέχουσα κατάσταση είναι αόριστη, ατελής και ασαφής.

Κάθε μεταβλητή σε ένα Bayesian δίκτυο αναπαριστάται με κόμβους (nodes) (Σχήμα 12). Μια μεταβλητή μπορεί να αναπαριστά ένα διακόπτη φωτός ο οποίος μπορεί να είναι ανοιχτός, την εγγύτητα ενός εχθρικού τάγματος ή τον καιρό μιας περιοχής. Κάθε κόμβος διαθέτει καταστά-

σεις (states) ή διαφορετικά ένα σύνολο από πιθανές τιμές που αντιστοιχούν σε κάθε μεταβλητή. Για παράδειγμα ο καιρός μπορεί να είναι συννεφιασμένος ή ηλιόλουστος, ένα εχθρικό τάγμα μπορεί να είναι κοντά ή μακριά, τα συμπτώματα μιας ασθένειας μπορούν είτε να εμφανιστούν είτε όχι. Οι κόμβοι συνδέονται μεταξύ τους με κατευθυνόμενα βέλη (πλευρές-edges) τα οποία φανερώνουν την αλληλεξάρτηση των μεταβλητών υποδεικνύοντας και την κατεύθυνση της επιρροής.



Σχήμα 13: Κόμβοι, πλευρές και καταστάσεις σε ένα Bayesian δίκτυο

Στο απλό μοντέλο του σχήματος 13 ο καιρός μπορεί να είναι είτε συννεφιασμένος είτε ηλιόλουστος. Το γεγονός ότι βρέχει ή όχι εξαρτάται από τη συννεφιά. Επιπλέον το γρασίδι μπορεί να είναι βρεγμένο ή στεγνό και ο αυτόματος ποτισμός μπορεί να είναι ανοιχτός ή κλειστός. Υπάρχει επιπλέον ακόμα μία αλληλεξάρτηση. Εάν ο καιρός είναι βροχερός τότε το γρασίδι θα βρεχτεί αμέσως. Ωστόσο και σε ηλιόλουστο καιρό μπορεί να παρατηρηθεί βρεγμένο γρασίδι σε περίπτωση που ο ιδιοκτήτης ανοίξει το μηχάνημα του αυτόματου ποτίσματος.

Ένα Bayesian δίκτυο είναι ένα μοντέλο που αναπαριστά τις πιθανές καταστάσεις μιας δοθείσας θεματικής περιοχής. Περιέχει επιπλέον πιθανοτικές σχέσεις ανάμεσα σε ορισμένες καταστάσεις της περιοχής αυτής. Για παράδειγμα όταν εισάγονται πιθανότητες στο Bayesian

δίκτυο το οποίο αναπαριστά τον καιρό και τη χρήση του αυτόματου ποτισμού τότε αυτό το δίκτυο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να απαντηθούν ερωτήσεις όπως οι παρακάτω:

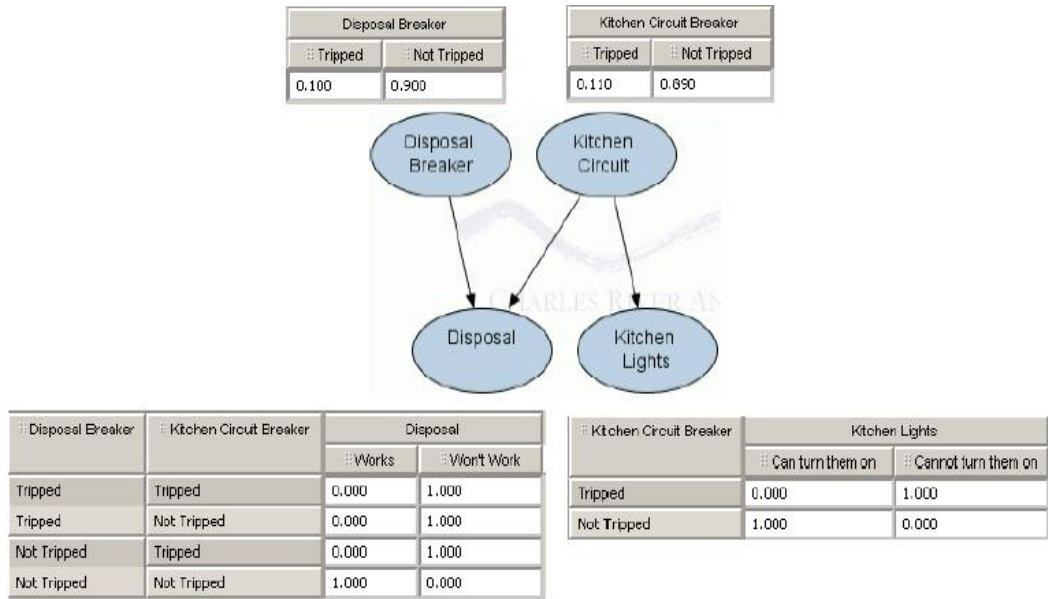
- Εάν το γρασίδι είναι βρεγμένο αυτό προήλθε από τη βροχή ή από τον αυτόματο ποτισμό;
- Πόσο πιθανό είναι να πρέπει να ποτίσουμε το γρασίδι μια συννεφιασμένη μέρα;

Η πιθανότητα οποιουδήποτε κόμβου του δικτύου να βρίσκεται σε μια κατάσταση χωρίς να υπάρχει κάποια τρέχουσα ένδειξη περιγράφεται χρησιμοποιώντας έναν πίνακα υπό συνθήκη πιθανοτήτων. Οι πιθανότητες σε κάποιους κόμβους επηρεάζονται από την κατάσταση κάποιων άλλων κόμβων ανάλογα με τις αλληλεξαρτήσεις που υπάρχουν. Η πρότερη πληροφορία σχετικά με τις σχέσεις ανάμεσα στους κόμβους υποδεικνύει σε ορισμένες περιπτώσεις την πιθανότητα του να βρίσκεται ένας κόμβος σε μία κατάσταση ανάλογα με την κατάσταση ενός άλλου κόμβου.

Για παράδειγμα πρότερη πληροφορία μπορεί να φανερώνει ότι εάν ο καιρός είναι συννεφιασμένος τότε η πιθανότητα να βρέξει είναι υψηλότερη. Ένα παράδειγμα των υπό συνθήκη πιθανοτήτων ενός Bayesian δικτύου φαίνεται στο σχήμα 14.

Με την πρότερη πληροφορία αποθηκευμένη στον πίνακα των υπό συνθήκη πιθανοτήτων, τα Bayesian δίκτυα μπορούν να βοηθήσουν στο να πάρουμε κάποια απόφαση, ή ως ένας τρόπος αυτοματοποίησης μιας διαδικασίας διαμόρφωσης απόφασης. Επιπλέον μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην εκτέλεση επαγωγικού (διάγνωση αιτίας δοθέντων κάποιων συνεπειών) και παραγωγικού συλλογισμού (πρόβλεψη συνεπειών δοθείσας της αιτίας).





Σχήμα 14: Πίνακες υπό συνθήκη πιθανοτήτων για κάποιο Bayesian δίκτυο

## 5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σκοπός της πτυχιακής εργασίας είναι η ανάλυση, η μελέτη και η κατανόηση των πληροφοριακών συστημάτων ηλεκτρονικής μάθησης.

Όπως όλα τα «νέα» σύνθετα φαινόμενα, το e-Learning έχει τραβήξει τις τελευταίες δεκαετίες τα βλέμματα πολλών ενδιαφερομένων από τον τομέα της εκπαίδευσης και της κατάρτισης με εντελώς οριζόντιο τρόπο. Επιπλέον, η χρήση οποιουδήποτε είδους ΤΠΕ στη μαθησιακή διαδικασία έχει βαφτιστεί με πολλά ονόματα, από e-Learning έως τεχνολογικά βελτιωμένη μάθηση και αειφανής μάθηση.

Το e-learning είναι ένας εναλλακτικός και συνάμα επαναστατικός τρόπος εκπαίδευσης που βέβαια δεν μπορεί να αντικαταστήσει το παραδοσιακό τρόπο εκπαίδευσης αλλά προσφέρει πολύ σημαντικές διευκολύνσεις στη μαθησιακή διδασκαλία.

Φαίνεται να είναι ένα συμπλήρωμα μάθησης και σε στάδιο ακόμα και προσχολικής εκπαίδευσης, απαραίτητο για εκπαιδευτικούς και για εκπαιδευόμενους σε σχολείο, σε ανώτερη εκπαίδευση, για επαγγελματική κατάρτιση και για εταιρική επαγγελματική ανάπτυξη.

Στην προσπάθεια να αναλύσουμε τον όρο πληροφοριακά συστήματα ηλεκτρονικής μάθησης ξεκινήσαμε στο πρώτο κεφάλαιο να γνωρίσουμε τα βασικά χαρακτηριστικά ενός τέτοιου συστήματος και τα είδη της μαθησιακής διαδικασίας.

Το δεύτερο κεφάλαιο ουσιαστικά αποτελεί την κατηγοριοποίηση και την υποδομή των πληροφοριακών συστημάτων ηλεκτρονικής μάθησης.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναλύσαμε κατηγορίες συστημάτων στο χώρο της ηλεκτρονικής μάθησης, παρουσιάζοντας επιλεγμένα παραδείγματα τέτοιων συστημάτων και τα θέματα που προσεγγίζουν το καθένα από αυτά. Και ασχοληθήκαμε με την ηλεκτρονική πλατφόρμα εκπαίδευσης “e-class”, καθώς και με τον ιστό διαδικτυακής εκπαιδευτικής πύλης “e-yliko”.

Εν συνεχεία, στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύσαμε τα Προσαρμοζόμενα Συστήματα Ηλεκτρονικής Μάθησης (ΠΣΗΜ). Αναφέραμε τεχνικές και τεχνολογίες που κάνουν ένα ηλεκτρονικό σύστημα εκμάθησης πιο ευχρηστο, ευέλικτο και πιο αποτελεσματικό και κατανοήσαμε την ανάγκη της ύπαρξης ενός προσαρμοζόμενου συστήματος ηλεκτρονικής μάθησης.

Και καταλήξαμε στο γεγονός ότι κάποια μέρη της μαθησιακής διαδικασίας και πιο συγκεκριμένα αυτά που συμβάλουν στην παραγωγή του μαθησιακού υλικού βρίσκονται σε μια ώριμη σχετικά κατάσταση. Η τεχνολογία έχει προχωρήσει αρκετά σε αυτό το τομέα και διαπιστώνεται εύκολα ότι υπάρχει πληθώρα συστημάτων τα οποία ουσιαστικά προσαρμόζουν το θεματικό τους περιεχόμενο στις ιδιαίτερες απαιτήσεις του χρήστη.

Παρόλα αυτά όμως υπάρχει μια σοβαρότατη έλλειψη στο σχεδιασμό και στην υλοποίηση συστημάτων τα οποία διαθέτουν και εμπεριέχουν το στοιχείο της προσαρμοζόμενης συμπεριφοράς

## 6 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [1] Lehtinen, E., Hakkarainen, K., Lipponen, L., Rahikainen M. & Muukkonen H., "Computer Supported Collaborative Learning: A Review", 1999, [www.kas.utu.fi/papers/clnet/clnetreport.html](http://www.kas.utu.fi/papers/clnet/clnetreport.html).
- [2] Clark, Jim., "Collaboration Tools in Online Learning Environments", 2000, [http://www.aln.org/alnweb/magazine/Vol4\\_issue1/Clark.htm](http://www.aln.org/alnweb/magazine/Vol4_issue1/Clark.htm).
- [3] Nachmias, R., et al., "Web-Supported Emergent-Collaboration in Higher Education Courses", Educational Technology and Society, 2000 Vol. 3(3), pp. 94- 104.
- [4] Gilbert, J. E. & C. Y. Han., "Adapting Instruction in Search of 'a Significant Difference'", Journal of Network and Computer Applications, 1999 Vol. 22, pp. 149-160.
- [5] Hiltz, S., "Collaborative Learning in Asynchronous Learning Networks: Building Learning Communities", 1998,
- [6] Curtain, Rob (Sallie Mae Solutions), "The Death of Integrated Systems— Why Interoperable Systems Will Define Your Future", Educause 2001 presentation Eduworks—[www.eduworks.com/standards](http://www.eduworks.com/standards)
- [7] Sun Open Net Environment (Sun™ ONE)—[www.sun.com/software/sunone/](http://www.sun.com/software/sunone/)
- [8] LearnTone, Sun Microsystems LMS— <http://www.isopia.com/LearnTone/LearnTone.html>
- [9] <http://www.isopia.com/LearnTone/LearnTone.html>
- [10] <http://www.lotus.com/lotus/offering3.nsf>
- [11] <http://www.saba.com>
- [12] <http://www.thinq.com>
- [13] <http://www.webct.com/>
- [14] <http://www.blackboard.com/>
- [15] <http://www.peoplesoft.com/>

- [16] <http://www.sct.com>
- [17] <http://www.datatel.com/>
- [18] <http://www.trivantis.com>
- [19] <http://www.macromedia.com>
- [20] Advanced Distributed Learning initiative—[www.ADLnet.org](http://www.ADLnet.org)
- [21] Aviation Industry CBT Committee—[www.aicc.org](http://www.aicc.org)
- [22] <http://www.questionmark.com/>
- [23] <http://www.centrum.org/>
- [24] <http://www.webex.com/>
- [25] <http://www.placeware.com/>
- [26] <http://www.interwise.com>
- [27] <http://www.k12.com>
- [28] <http://openlms.sourceforge.net/index.html>
- [29] <http://www.ntnu.no>
- [30] <http://www.adlnet.org/>
- [31] <http://dublincore.org/>
- [32] <http://www.aicc.org/>
- [33] <http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html>
- [34] <http://www.soff.no/>
- [35] <http://www.imagemagick.org/>
- [36] <http://getcoursework.stanford.edu/index.html>
- [37] <http://www.okiproject.org/>
- [38] ILIAS System Documentation (pdf)
- [39] <http://www.virtus.uni-koeln.de/virtus/index.html>
- [40] A Web Based Environment for Learning to Program, **Nghi Truong, Peter Bancroft, Paul Roe** Faculty of Information Technology Queensland University of Technology GPO Box 2434, Brisbane QLD 4001 (pdf)

- [41] N. D. Georganas et al. 1999. Distributed virtual environments. In Proceedings of IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference — IMTC/99. Venice Italy, May 24–26, 1999.
- [42] Ch. Bouras & A. Philopoulos 1998. Distributed virtual reality environments over web for distance education. In Proceedings of EDEN Conference. Bologna, Italy, 24–26 June, 1998. pp. 481–484.
- [43] V. Normand, C. Babski, S. Benford, A. Bullock, S. Carion, N. Farcet, E. Frecon, J. Harvey, N. Kuijpers, N. Magnenat-Thalmann, S. Raupp-Musse, T. Rodden, M. Slater, G. Smith, A. Steed, D. Thalmann, J. Tromp, M. Usoh, G. Van Liempd & N. Kladias 1999. The COVEN project: exploring applicative, technical and usage dimensions of collaborative virtual N. D. Georganas et al. 1999. Distributed virtual environments. In Proceedings of IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference — IMTC/99. Venice Italy, May 24–26, 1999.
- [44] Ch. Bouras & A. Philopoulos 1998. Distributed virtual reality environments over web for distance education. In Proceedings of EDEN Conference. Bologna, Italy, 24–26 June, 1998. pp. 481–484.
- [45] Slater, G. Smith, A. Steed, D. Thalmann, J. Tromp, M. Usoh, G. Van Liempd & N. Kladias 1999. The COVEN project: exploring applicative, technical and usage dimensions of collaborative environments. In Proceedings of Presence: teleoperators and virtual environments. MIT Press, Vol. 8, No 2, pp. 218–236.
- [46] R. C. Waters & J. W. Barrus 1997. The rise of shared virtual environments. IEEE Spectrum **34**(3), 18–25.
- [47] Information technology, Computer graphics and image processing, “The Virtual Reality Modeling Language (VRML)”, International Standard ISO/IEC 14772-1:1997 (also referred to as VRML97).
- [48] <http://java.sun.com>
- [49] “Communication Architecture for Distributed Interactive Simulation (CADIS)”, Institute for Simulation and Training, Orlando, Florida, 28 June 1993.
- [50] Miller, D., “Distributed Interactive Simulation Networking Issues”, Briefing presented to the ST/IP Peer Review Panel, Massachusetts Institute of Technology, Lincoln Laboratory, 15 December 1993.

- [51] Funkhouser, T. A., "RING: A ClientServer System for MultiUser Virtual Environments.", ACM SIGGRAPH Special Issue on 1995 Symposium on Interactive 3D Graphics, (Monterey, CA), 1995, pp.8592
- [52] <http://www.csclub.uwaterloo.ca/u/sfwhite/vnet/>
- [53] Institute of Electrical and Electronics Engineers, International Standard, ANSI/IEEE Std 1278-1993, Standard for Information Technology, Protocols for Distributed Interactive Simulation, March 1993.
- [54] Macedonia, M.R., Brutzman, D.P., Zyda, M.J., et al., "NPSNET: A Multi-Player 3D Virtual Environment over the Internet", Proceedings, Symposium on Interactive 3D Graphics, New York: ACM, 1995, pp.93-94.
- [55] Carlsson, C. and Hagsand, O., "DIVE - A Multi User Virtual Reality System", IEEE VRAIS, Seattle, Washington, September 18-22 1993
- [56] Anderson D. B., Barrus J. W., Howard J. H., Rich C., Shen C., and R. C. Waters, "Building Multi-User Interactive Multimedia Environments at MERL", IEEE MultiMedia, 2(4): 77-82, Winter 1995.
- [57] Greenhalgh, C. and S. Benford, "MASSIVE: A Collaborative Virtual Environment for Teleconferencing", ACM Transactions on Computer- Human Interaction, Sep. 1995.
- [58] Heift, & Nicholson, 2001
- [59] Mitrovic, 2003
- [60] de Bra, & Calvi, 1998
- [61] Mitsuhashi, Ochi, Kanenishi, & Yano, 2002
- [62] Brusilovsky, 1996
- [63] <http://www.ecollege.com/>
- [64] <http://www.k12.com>
- [65] L. Aroyo and P. Kommers, "Intelligent Agents for Educational Computer-Aided Systems," *Journal of Interactive Research*, vol. 10, pp. 235-242, 1999.

- [66] P. Brusilovsky, "Adaptive Educational Systems on the World-Wide-Web: A Review of Available Technologies," presented at Workshop "WWW-Based Tutoring" at 4th International Conference on Intelligent Tutoring Systems (ITS'98), San Antonio, TX, 1998.
- [67] K. Solomos and N. Avouris, "Learning From Multiple Collaborating Intelligent Tutors: An Agent-Based Approach," *Journal of Interactive Learning Research*, vol. 10, pp. 243-262, 1999.
- [68] T. Dang, H. Ghenniwa, and M. Kamel, "Interface Agent for Computer-Based Tutoring Systems," *Journal of Interactive Learning Research*, vol. 10, pp. 375-387, 1999.
- [69] W. L. Johnson, E. Shaw, and R. Ganeshan, "Pedagogical Agents on the Web," presented at Conference on Intelligent Tutoring Systems, 1998.
- [70] E. Andre, T. Rist, and J. Mueller, "WebPersona: A Life-Like Presentation Agent for Educational Applications on the World-Wide Web," presented at Intelligent Educational Systems on the World Wide Web, Kobe, Japan, 1997.
- [71] J. Greer, G. McCalla, J. Cooke, J. Collins, V. Kumar, A. Bishop, and J. Vassileva, "The Intelligent Helpdesk: Supporting Peer-Help in a University Course," presented at Intelligent Tutoring Systems, San Antonio, Texas, 1998.
- [72] M. Specht, G. Weber, S. Heitmeyer, and V. Schoech, "AST: Adaptive WWW-Courseware for Statistics," presented at Workshop "Adaptive Systems and User Modeling on the World Wide Web", Sixth International Conference on User Modeling, Chia Laguna, Sardinia, 1997.
- [73] S. R. Alpert, M. K. Singley, and P. G. Fairweather, "Deploying Intelligent Tutors on the Web: An Architecture and an Example," *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, vol. 10, pp. 183-197, 1999.
- [74] Fogel L. J. (1963), *Biotechnology: Concepts and Applications*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- [75] Handley S. (1993): "Automated learning of a detector for  $\alpha$ -helices in protein sequences via genetic programming", *Proc. 5<sup>th</sup> Int. Conf. on Genetic Algorithms*, Urbana-Champaign, IL.



- [76] Punch W. F., Goodman E. D., Pei M., Chia-Shun L., Hovland P. και Enbody R. (1993): “Further research on feature selection and classification using genetic algorithms”, *Proc. 5<sup>th</sup> Int. Conf. on Genetic Algorithms*, Urbana-Champaign, IL.
- [77] Jones G. Brown R. D., Clark D. E., Willett P. και Glen R. C. (1993): “Searching databases of two-dimensional and three-dimensional chemical structures using genetic algorithms”, *Proc. 5<sup>th</sup> Int. Conf. on Genetic Algorithms*, Urbana-Champaign, IL.
- [78] Yang J.-J. και Korfhage R. R. (1993): “Query optimization in information retrieval using genetic algorithms”, *Proc. 5<sup>th</sup> Int. Conf. on Genetic Algorithms*, Urbana-Champaign, IL.
- [79] Pipe A. G. και Carse B. (1994): “A comparison between two architectures for searching and learning in maze problems”, “Adaptive learning of a robot arm”, ”, *Evolutionary Computing*, ed. T. C. Fogarty, Springer, Berlin, pp. 238-49.
- [80] Fogel L. J. (1962), “Autonomous automata”, *Industr. Res.*, **4**, 4-9.
- [81] Fogel L. J. Owens A. J. και Walsh M. J. (1966), *Artificial Intelligence*
- [82] Ray T. (1991), “An approach to the synthesis of life”, *Artificial Life II*, ed. C. G. Langton, C. Taylor, J. D. Farmer και S. Rasmussen, Addison-Wesley, Reading, MA, pp. 371-408.
- [83] Langton C. G. (1987), “Artificial Life”, *Artificial Life*, ed. C. G. Langton, Addison-Wesley, Reading, MA, pp. 1-47.
- [84] Oliver J. R. (1993): “Discovering individual decision rules: an application of genetic algorithms”, *Proc. 5<sup>th</sup> Int. Conf. on Genetic Algorithms*, Urbana-Champaign, IL.
- [85] Goldberg D. E. και Lingle R. (1985), “Alleles, loci and the traveling salesman problem”, *Proc. 1<sup>st</sup> Int. Conf. on Genetic Algorithms*, ed. J. J. Grefenstette, Hillsdale, NJ, pp. 154-9.
- [86] Grefenstette J. J. (1987): “Incorporating problem specific knowledge into genetic algorithms”, *Genetic Algorithms and Simulated Annealing*, ed. L. Davis, Pitman, Boston, MA, ch. 4, pp. 42-60.
- [87] Fogel D. B. (1988), “An evolutionary approach to the traveling salesman problem”, *Biol. Cybernet.*, **6**, 139-44.

- [88] Oliver I. M., Smith D. J. και Holland J. R. C. (1987), “A study of permutation crossover operators on the traveling salesman problem”, *Proc. 2<sup>nd</sup> Int. Conf. on Genetic Algorithms*, Cambridge, MA
- [89] Mühlenbein H. (1989): “Parallel Genetic algorithms, population genetics and combinatorial optimization”, *Proc. 3<sup>rd</sup> Int. Conf. on Genetic Algorithms*, Fairfax, VA.
- [90] Whitley D. Starkweather T. και Fuquay D. (1989), “Scheduling problems and travelling salesmen: the genetic edge recombination operator”, *Proc. 3<sup>rd</sup> Int. Conf. On Genetic Algorithms*, Fairfax, VA.
- [91] Fogel D. B. (1993<sub>a</sub>): “Applying evolutionary programming to selected traveling salesman problems”, *Cybernet. Syst.*, **24**, 27-36.
- [92] Homaifar A., Guan S. και Liepins G. (1993): “A new approach to the traveling salesman problem by genetic algorithms”, *Proc. 5<sup>th</sup> Int. Conf. on Genetic Algorithms*, Urbana-Champaign, IL.
- [93] Verhoeven M. G. A., Aarts E. H. L., van de Sluis E. και Vaessens R. J. M. (1992), “Parallel local search and the traveling salesman problem”, *Parallel Problem Solving from Nature*, 2, ed. R. Männer και B. Manderick, Elsevier, Amsterdam, pp. 445-50.
- [94] Michalewicz Z. (1992): “*Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs*”, Springer, Berlin.
- [95] Michalewicz Z. (1993): “A hierarchy of evolution programs: an experimental study”, *Evolut. Comput.*, **1**, 51-76.
- [96] Parker J. K., Goldberg D. E. και Khoogar A. R. (1989): “Inverse kinematics of redundant robots using genetic algorithms”, *Proc. Int. Conf. on Robotics and Automation*, Scottsdale, AZ.
- [97] Davidor Y. (1991): “A genetic algorithm applied to robot trajectory generation”, *The Handbook of Genetic Algorithms*, ed. L. Davis, Van Nostrand Reinhold, New York, pp. 144-65.
- [98] McDonnell J. R., Andersen B. L., Page W. C. και Pin F. G. (1992): “Mobile manipulator configuration optimization using evolutionary programming”, *Proc. 1<sup>st</sup> Ann. Conf. on Evolutionary Programming*.

- [99] Jakob W., Gorges-Schleuter M. και Blume C. (1992): “Application of genetic algorithms to task planning and learning”, *Parallel Problem Solving from Nature, 2*, ed. R. Männer και B. Manderick, Elsevier, Amsterdam, pp.
- [100] Page W. C., McDonnell J. R. και Anderson B. (1992): “An evolutionary programming approach to multi-dimensional path planning”, *Proc. 1<sup>st</sup> Ann. Conf. on Evolutionary Programming*.
- [101] Davis L. (1985<sub>a</sub>): “Job shop scheduling with genetic algorithms”, *Proc. 1<sup>st</sup> Int. Conf. on Genetic Algorithms*, Pittsburgh, PA.
- [102] Biegel J. E. και Davern J. J. (1990): “Genetic algorithms and job shop scheduling”, *Comput. Indust. Eng.*, **19**, 81-91.
- [103] Syswerda G. (1991): “Schedule optimization using genetic algorithms”, *The Handbook of Genetic Algorithms*, ed. L. Davis, Van Nostrand Reinhold, New York, ch. 21, pp. 332-49.
- [104] Yamada T. και Nakano R. (1992), “A genetic algorithm applicable to large-scale job-shop problems”, *Parallel Problem Solving from Nature, 2*, ed. R. Manner και B. Manderick, Elsevier, Amsterdam, pp. 281-90.
- [105] Fang H.-L., Ross P. και Corne D. (1993): “A promising genetic algorithm approach to job-shop scheduling, rescheduling and open-shop scheduling problems”, *Proc. 5<sup>th</sup> Int. Conf. on Genetic Algorithms*, Urbana-Champaign, IL.
- [106] Corne D., Ross P. και Fang H.-L. (1994): “Fast practical evolutionary timetabling”, *Evolutionary Computing*, ed. T. C. Fogarty, Springer, Berlin, pp. 250-63.
- [107] Easton F. F. και Mansour N. (1993): “A distributed genetic algorithm for employee staffing and scheduling problems”, *Proc. 5<sup>th</sup> Int. Conf. on Genetic Algorithms*, Urbana-Champaign, IL.
- [108] Van Driessche R. και Piessens R. (1992): “Load balancing with genetic algorithms”, *Parallel Problem Solving from Nature, 2*, ed. R. Männer και B. Manderick, Elsevier, Amsterdam, pp. 341-50.
- [109] Kidwell M. D. (1993): “Using genetic algorithms to schedule distributed tasks on a bus-based system”, *Proc. 5<sup>th</sup> Int. Conf. on Genetic Algorithms*, Urbana-Champaign, IL.

- [110] Fogel D. B. και Fogel L. J. (1996): “Using evolutionary programming to schedule tasks on a suite of heterogeneous computers”, *Comput. Operat. Res.*, **23**, 527-34.
- [111] Brenda Mergel “Instructional Design & Learning Theory”, May 1998, available on-line  
<http://www.usask.ca/education/coursework/802papers/mergel/brenda.htm>
- [112] Smith D. (1985): “Bin packing with adaptive search”, *Proc. 1<sup>st</sup> Int. Conf. on Genetic Algorithms*, Pittsburgh, PA.
- [113] Fujita K., Akagi S. και Hirokawa N. (1993): “Hybrid approach for optimal nesting using genetic algorithm and a local optimization algorithm”, *Advances in Design Automation*, vol. 1, DE-65-1 (ASME), pp. 477-84.
- [114] Fourman M. P. (1985): “Compaction of symbolic layout using genetic algorithms”, *Proc. 1<sup>st</sup> Int. Conf. on Genetic Algorithms*, Pittsburgh, PA.
- [115] Cohoon J. P. και Paris W. D. (1987): “Genetic placement”, *IEEE Trans. Computer-Aided Design*, **CAD-6**, 956-64.
- [116] Chan H., Mazumder P. και Shahookar K. (1991): “Macro-cell and module placement by genetic adaptive search with bitmap-represented chromosome”, *Integration VLSI J.*, **12**, 49-77.
- [117] Juliff K. (1993): “A multi-chromosome genetic algorithm for pallet loading”, *Proc. 5<sup>th</sup> Int. Conf. on Genetic Algorithms*, Urbana-Champaign, IL.
- [118] Fogel D. B. (1991): *System identification through Simulated Evolution*, Ginn, Needham, MA.
- [119] White M. και Flockton S. (1993): “A comparative study of natural algorithms for adaptive IIR filtering”, *Natural Algorithms in Signal Processing*, vol. 2, IEE, London, pp. 22/1-22/8.
- [120] Wicks T. και Lawson S. (1993): “Genetic algorithm design of wave digital filters with a restricted coefficient set”, *Natural Algorithms in Signal Processing*, vol. 1, IEE, London, pp. 17/1-17/7.

- [121] Wilson P. B. και Macleod M. D. (1993): “Low implementation cost IIR digital filter design using genetic algorithms”, *Natural Algorithms in Signal Processing*, vol. 1, IEE, London, pp. 4/1-4/8.
- [122] San Martin R. και Knight J. P. (1993): “Genetic algorithms for optimization of integrated circuit synthesis”, *Proc. 5<sup>th</sup> Int. Conf. on Genetic Algorithms*, Urbana-Champaign, IL.
- [123] Louis S. J. και Rawlins G. J. E. (1991): “Designer genetic algorithms: genetic algorithms in structure design”, *Proc. 4<sup>th</sup> Int. Conf. on Genetic Algorithms*, San Diego, CA.
- [124] Rahmani A. T. και Ono N. (1993): “A genetic algorithm for channel routing problem”, *Proc. 5<sup>th</sup> Int. Conf. on Genetic Algorithms*, Urbana-Champaign, IL.
- [125] Fogel D. B. , Fogel L. J. και Porto V. W. (1990), “Evolving Neural Networks”, *Biol. Cybern.*, **63**, 487-93.
- [126] Baba N. (1992): “Utilization of stochastic automata and genetic algorithms for neural network learning”, *Parallel Problem Solving from Nature*, 2, ed. R. Männer και B. Manderick, Elsevier, Amsterdam, pp. 431-40.
- [127] Polani D. και Uthmann T. (1992): “Adaptation of Kohonen feature map topologies by genetic algorithms”, *Parallel Problem Solving from Nature*, 2, ed. R. Männer και B. Manderick, Elsevier, Amsterdam, pp. 421-9.
- [128] Porto V. W., Fogel D. B. και Fogel L. J. (1995): “Alternative neural networks training methods”, *IEEE Expert*, **10**, 16-22.
- [129] Lohmann R. (1992): “Structure evolution and incomplete induction”, *Parallel Problem Solving from Nature*, 2, ed. R. Männer και B. Manderick, Elsevier, Amsterdam, pp. 175-85.
- [130] Watabe H. και Okino N. (1993): “A study on genetic shape design”, *Proc. 5<sup>th</sup> Int. Conf. on Genetic Algorithms*, Urbana-Champaign, IL.
- [131] Bramlette M. F. και Bouchard E. E. (1991): “Genetic algorithms in parametric design of aircraft”, *The Handbook of Genetic Algorithms*, ed. L. Davis, Van Nostrand Reinhold, New York, ch. 10, pp. 109-23.

- [132] Powel D. και Skolnick M. M. (1993): “Using genetic algorithms in engineering design optimization with non-linear constraints”, *Proc. 5<sup>th</sup> Int. Conf. on Genetic Algorithms*, Urbana-Champaign, IL.
- [133] Roosen P. και Mayer F. (1992): “Determination of chemical equilibria by means of an evolution strategy”, *Parallel Problem Solving from Nature*, 2, ed. H.-P. Schwefel και R. Manner, Springer, Berlin, pp. 13-22.
- [134] Lucasius C. B., Blommers M. J., Buydens L. M. και Kateman G. (1991): “A genetic algorithm for conformational analysis of DNA”, *The Handbook of Genetic Algorithms*, ed. L. Davis, Van Nostrand Reinhold, New York, ch. 18, pp. 251-81.
- [135] Andreou A., Georgopoulos E., και Likothanassis S. (2000<sub>a</sub>): “Exchange Rates Forecasting: A Hybrid Algorithm Based On Genetically Optimized Adaptive Neural Networks”, (accepted), *Computational Economics Journal*, Kluwer Academic Press.
- [136] Andreou A., Zobanakis G., Georgopoulos E. και Likothanassis S. (2000<sub>b</sub>): “In Search of a Warning Strategy Against Exchange - Rate Attacks: Forecasting Tactics Using Artificial Neural Networks”, *Journal of Discrete Dynamics in Nature and Society*, V. 5, pp. 121-137.
- [137] Flockton S. J. και White M. (1993): “Pole-zero system identification using genetic algorithms”, *Proc. 5<sup>th</sup> Int. Conf. on Genetic Algorithms*, Urbana-Champaign, IL.
- [138] Tsirogiannis G. A., Beligiannis G. N., Likothanassis S. D. και Vrahatis M. N. (2001): “Evolutionary Algorithms For Computing Zeros Of Nonlinear Functions”, *Nonlinear Analysis, Theory, Methods & Applications*, Volume 47, No. 5, pp. 3437-3442.
- [139] Ragnemalm, E. L.: 1996, Student Diagnosis in Practice; Bridging a Gap. *User Modelling and User-Adapted Interaction* 5, 93-116.
- [140] Vassileva, J.: 1996, A task-centred approach for user modelling in a hypermedia office documentation system. *User Modelling and User-Adapted Interaction* 6(2<sup>^</sup>3), 185-223.
- [141] Janikow C. Z. και Chai H. (1992): “A genetic algorithm application in nonparametric functional estimation”, *Parallel Problem Solving from Nature*, 2, ed. R. Männer και B. Manderick, Elsevier, Amsterdam, pp. 291-300.

- [142] Tanaka Y., Ishiguro A. και Uchikawa Y. (1993): “A genetic algorithms application to inverse problems in electromagnetics”, *Proc. 5<sup>th</sup> Int. Conf. on Genetic Algorithms*, Urbana-Champaign, IL.
- [143] Fogel D. B. και Fogel L. J. (1996): “Using evolutionary programming to schedule tasks on a suite of heterogeneous computers”, *Comput. Operat. Res.*, **23**, 527-34.
- [144] DeJong K. (1980): “Adaptive systems design: a genetic approach”, *IEEE Trans. Systems, Man Cybern.*, **SMC-10**, 566-74
- [145] Fonseca C. M. και Flemming P. J. (1993): “Genetic algorithms for multiobjective optimization: formulation, discussion and generalization”, *Proc. 5<sup>th</sup> Int. Conf. on Genetic Algorithms*, Urbana-Champaign, IL.
- [146] Fogel D.B. (1995), “Evolutionary Computation: Toward a New Philosophy of Machine Intelligence, Piscataway, N.J., IEEE.
- [147] Abu Zitar R. A. και Hassoun M. H. (1993): “Regulator control via genetic search and assisted reinforcement”, *Proc. 5<sup>th</sup> Int. Conf. on Genetic Algorithms*, Urbana-Champaign, IL.
- [148] Almássy N. και Verschure P. (1992): “Optimizing self-organizing control architectures with genetic algorithms: the interaction between natural selection and ontogenesis”, *Parallel Problem Solving from Nature*, 2, ed. H.-P. Schwefel και R. Manner, Springer, Berlin, pp. 451-60.
- [149] Holland J. H., Holyoak K. J., Nisbett R. E. και Thagard P. R. (1987): “Classifier systems, Q-morphisms and induction”, *Genetic Algorithms and Simulated Annealing*, ed. L. Davis, Pitman, Boston, MA, ch. 9, pp. 116-28.
- [150] Wilson S. W. (1987): “Hierarchical credit allocation in a classifier system”, *Genetic Algorithms and Simulated Annealing*, ed. L. Davis, Pitman, Boston, MA, ch. 8, pp. 104-15.
- [151] Fogarty T. C. (1994): “Co-evolving co-operative populations of rules in learning control systems”, *Evolutionary Computing*, ed. T. C. Fogarty, Springer, Berlin, pp. 195-209.
- [152] Patel M. J. και Dorigo M. (1994): “Adaptive learning of a robot arm”, ”, *Evolutionary Computing*, ed. T. C. Fogarty, Springer, Berlin, pp. 180-94.

- [153] Melhuish C. και Fogarty T. C. (1994): “Applying a restricted mating policy to determine state space niches using immediate and delayed reinforcement”, *Evolutionary Computing*, ed. T. C. Fogarty, Springer, Berlin, pp. 224-37.
- [154] Axelrod R. (1987): “The evolution of strategies in the iterated prisoner’s dilemma”, *Genetic Algorithms and Simulated Annealing*, ed. L. Davis, Pitman, Boston, MA, ch. 3, pp. 32-41.
- [155] Fogel D. B. (1993<sub>b</sub>): “Evolving behaviors in the iterated prisoner’s dilemma”, *Evolut. Comput.*, **1**, 77-97.
- [156] Fairley A. και Yates D. F. (1994): “Inductive operators and rule repair in a hybrid genetic learning system: some initial results”, *Evolutionary Computing*, ed. T. C. Fogarty, Springer, Berlin, pp. 166-79.
- [157] [Eclass.teipat.gr](http://Eclass.teipat.gr)