

Προβλήματα ποιότητας περιεχομένου και δομής του διαδικτύου - εργαλείου διδασκαλίας

Νικόλαος Αβούρης

Καθηγητής Πανεπιστήμιο Πατρών - Τμήμα Η-
λεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπο-
λογιστών - Ομάδα Επικοινωνίας Ανθρώπου-
Υπολογιστή¹

265 00 ΡΙΟ ΠΑΤΡΑ

(N.Avousis@ee.upatras.gr)

Περίληψη

Η εργασία αυτή εξετάζει θέματα ποιότητας περιεχομένου και δομής του διαδικτύου, όταν αυτό χρησιμοποιείται ως διδακτικό μέσο. Σχετικά περιγράφονται προβλήματα που αφορούν την συγγραφή διδακτικού υλικού ειδικά για το διαδίκτυο (συγγραφο-κεντρικός έλεγχος ποιότητας) καθώς και μέθοδοι για έλεγχο της ποιότητας από τους ίδιους τους χρήστες (μαθητοκεντρικός έλεγχος ποιότητας). Περιγράφονται δε

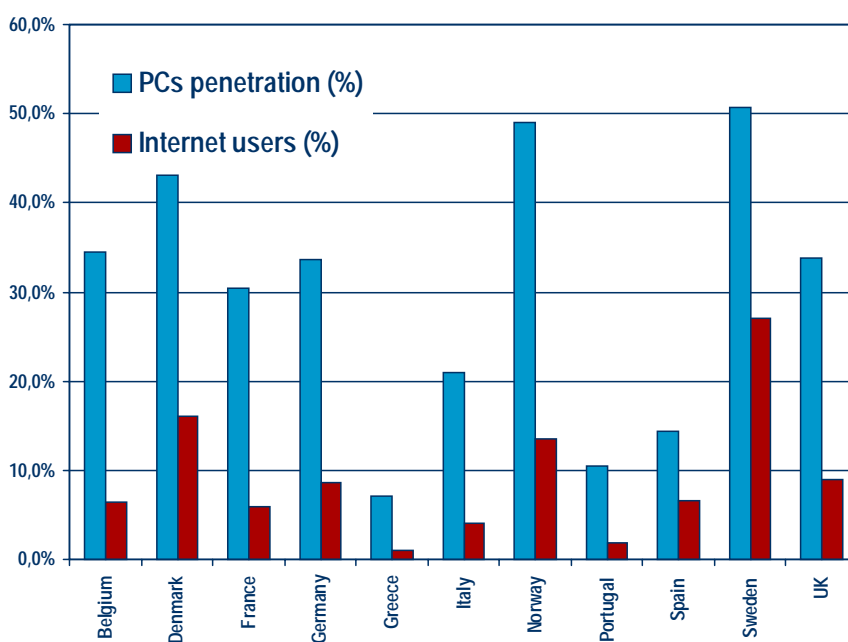
πρωτότυπα συστήματα που έχουν πειραματικά χρησιμοποιηθεί για την υλοποίηση των προτεινόμενων μεθόδων. Το άρθρο αυτό έχει ενδιαφέρον για συγγραφείς εκπαιδευτικού περιεχομένου που προορίζεται για το διαδίκτυο, ή για σχεδιαστές που επιχειρούν την ανάπτυξη εκπαιδευτικών δικτυακών τόπων.

Λέξεις κλειδιά: εκπαίδευση από απόσταση, διαδίκτυο και εκπαίδευση. Ποιότητα εκπαιδευτικού υλικού, συστήματα πολλαπλών πρακτόρων, ευφυή συστήματα διδασκαλίας, οντολογία περιγραφής εκπαιδευτικού υλικού, γλώσσα συνεργασίας εκπαιδευτικών πρακτόρων

¹ Περισσότερες πληροφορίες στον δικτυακό τόπο www.ee.upatras.gr/hci

1. Εισαγωγή

Το **διαδίκτυο** (internet) είναι σήμερα ένα από τα σημαντικά εργαλεία εκπαίδευσης. Η εκπληκτική ανάπτυξη και διάδοση του, το έχει μετατρέψει από μια σπουδαία τεχνολογική ανακάλυψη σε ένα κοινωνικό φαινόμενο με επίπτωση σε ολοένα περισσότερες πτυχές της ζωής μας. Είναι γνωστό ότι το διαδίκτυο έχει επηρεάσει την τρόπο που επικοινωνούν, ενημερώνονται, συνεργάζονται και διασκεδάζουν, σημαντικά τμήματα του πληθυσμού σε πολλές κοινωνίες του πλανήτη μας σήμερα, είναι δε ένα φαινόμενο του οποίου πρόκειται, σύμφωνα με τις ενδείξεις, να παρακολουθήσουμε την ανάπτυξη με αυξανόμενους ρυθμούς τα επόμενα χρόνια στη χώρα μας, δεδομένης μάλιστα της ιδιαίτερης καθυστέρησης που παρουσιάζει η χώρα μας στον τομέα αυτό σε σύγκριση με άλλες χώρες, βλέπε σχήμα 1.



Σχήμα 1. Η Ελλάδα παρουσιάζει καθυστέρηση στην διάδοση χρήσης του διαδικτύου².

2. Πηγή Sources: La empresa.net, 2000 Internet - Final report, Multimedia educational software observatory, 1998.

Ο τρόπος που η εκπαιδευτική κοινότητα αντιμετωπίζει και χρησιμοποιεί το εργαλείο αυτό ποικίλει: είναι συγχρόνως μια παγκόσμια εγκυκλοπαίδεια, μια μηχανή επικοινωνίας (τηλέφωνο- ταχυδρομείο), μια μηχανή παρουσίασης υλικού (τηλεόραση - πολυμέσα), μια μηχανή δοσοληψιών (τηλε-αγορές), ακόμη μια μηχανή υποβοήθησης συνεργασίας εικονικών σε απόσταση ευρισκόμενων ομάδων και μηχανή τηλε-εργασίας. Η εκπαίδευση είναι μια δραστηριότητα που έχει βαθύτατα επηρεασθεί από το μέσο, παρατηρούνται δε ήδη θεμελιώδεις αλλαγές στα μέσα και στον τρόπο με τα οποία όλοι μας μαθαίνουμε στην εποχή του διαδικτύου.

1. 1 Η ποιότητα στο διαδίκτυο

Το πρόβλημα της ποιότητας του περιεχομένου του διαδικτύου είναι κρίσιμο και επηρεάζει την ανάπτυξη και χρήση του ίδιου του μέσου. Οι διαστάσεις που λαμβάνει το πρόβλημα της ποιότητας ανάλογα με το πεδίο διαφέρουν. Στο ηλεκτρονικό εμπόριο για παράδειγμα, η ποιότητα είναι συνώνυμη με αξιοπιστία και ασφάλεια συναλλαγών. Στην εκπαίδευση η ποιότητα είναι συνυφασμένη με την ακρίβεια και πιστότητα στη δομή και το νόημα του περιεχομένου. Για το εκπαιδευτικό υλικό, η ποιότητα του περιεχομένου άπτεται και της *σημασιολογίας του περιεχομένου* (semantic quality) και της *μορφής παρουσίασης* (syntactic quality). Ο ποιοτικός έλεγχος των διαστάσεων αυτών σε κάθε εκπαιδευτικό σύστημα είναι δύσκολος και δεν είναι δυνατόν να γίνει με αυτόματο τρόπο, ενώ η προσπάθεια ποιοτικού ελέγχου της διαδικασίας παραγωγής πρωτογενούς υλικού είναι εξαιρετικά δύσκολο να εφαρμοστεί λόγω της φύσης του ίδιου του διαδικτύου, το οποίο είναι ένα ανοικτό περιβάλλον χωρίς κεντρικούς ρυθμιστικούς μηχανισμούς ελέγχου.

Στη πλαίσια του κεφαλαίου αυτού θα γίνει μια εισαγωγή στο πρόβλημα ποιότητας εκπαιδευτικών λειτουργιών μέσω διαδικτύου και θα δοθούν παραδείγματα ελέγχου ποιότητας της μορφής και του περιεχομένου. Για την τελευταία περίπτωση θα περιγραφεί κατάλληλη τεχνολογία στα πλαίσια συστημάτων από απόσταση εκπαίδευσης που αναπτύσσεται στο εργαστήριο μας τα τελευταία χρόνια.

2. Το διαδίκτυο στην εκπαίδευση

Η χρήση του διαδικτύου στην εκπαίδευση μπορεί να λάβει διαφορετικές μορφές. Μερικές εξ αυτών είναι επικουρικές της παραδοσιακής διδασκαλίας, άλλες δε είναι νέες μορφές εκπαίδευσης που προκύπτουν από τα χαρακτηριστικά του νέου αυτού μέσου.

2.1 Γενικά χαρακτηριστικά και περιπτώσεις χρήσης

Μια χρήση με ευρύτατη διάδοση είναι αυτή της *από-απόσταση παροχής εκπαιδευτικών υπηρεσιών (distance learning)* και υποστήριξης της σύγχρονης (πχ. τηλε-διδασκαλία, chat) και της ασύγχρονης (πχ. email) αλληλεπίδρασης σπουδαστών με εκπαιδευτές και σπουδαστών μεταξύ τους. Η χρήση αυτή μπορεί να είναι ο κύριος μηχανισμός εκπαίδευσης ή να χρησιμοποιείται ως επικουρικός της παραδοσιακής σχολικής ζωής και της πρόσωπο-με-πρόσωπο διδασκαλίας.

Η δεύτερη αυτή διάσταση που έχει περισσότερο ενδιαφέρον για το παρόν κεφάλαιο μπορεί να πάρει πολλές διαφορετικές μορφές:

- Ο δάσκαλος μπορεί να αναζητήσει βοηθήματα για την καλύτερη προετοιμασία του, όπως πρωτότυπα κείμενα, βιβλιογραφία, ασκήσεις και άλλο εκπαιδευτικό υλικό και να τα χρησιμοποιήσει στην τάξη.
- Ο εκπαιδευτικός μπορεί να συνεργαστεί με άλλους εκπαιδευτικούς μέσω του δικτύου ώστε να ανταλλάξουν εμπειρίες, ακόμη και σε παγκόσμια κλίμακα.
- Πρόσθετο εκπαιδευτικό υλικό μπορεί να διατεθεί μέσω παραπομπών στο διαδίκτυο (προτάσεις για λύσεις ασκήσεων, νέες ασκήσεις, πηγές βοηθητικού υλικού, παραπομπές), ή να υποδειχτούν πηγές για πρόσθετες πληροφορίες και κατευθυνόμενη αναζήτηση.
- Οι μαθητές με δική τους πρωτοβουλία μπορούν να αναζητήσουν υλικό για μελέτη
- Οι μαθητές μπορούν να επικοινωνήσουν με μαθητές άλλων σχολείων, να λύσουν προβλήματα σε συνεργασία, να παρουσιάσουν τη δουλειά τους, να συμμετάσχουν σε διαγωνισμούς ευρείας κλίμακας, μέσω των οποίων να μετρήσουν την πρόοδο τους σε σχέση με άλλες ομάδες μαθητών κλπ.
- Η αλληλεπίδραση δασκάλου-μαθητών μπορεί να διευκολυνθεί αν καθιερωθεί η χρήση του μέσου σε ευρεία κλίμακα, π.χ. με την υποβολή εργασιών των μαθητών, διατύπωση αποριών μέσω διαδικτύου ώστε να καταστεί πιο εύκολη η αρχειοθέτηση, σχολιασμός, σύγκριση και διόρθωση εργασιών κλπ.

2.2 Προβληματισμός για τη χρήση του διαδικτύου

Είναι σκόπιμο να σχολιασθούν επίσης οι αδυναμίες του διαδικτύου στο σημείο αυτό της παρουσίασης. Η κατανόηση των αδυναμιών αυτών από την εκπαιδευτική κοινότητα πιστεύουμε ότι θα πρέπει να αποτελέσει αφετηρία για την έγκαιρη αναζήτηση λύσεων και καλύτερη ένταξη του μέσου στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Η ταχύτερη διείσδυση χρήσης του διαδικτύου στις νεώτερες ηλικίες και σε ειδικές ομάδες του πληθυσμού, έχει ως συνέπεια την αύξηση των κοινωνικών χασμάτων και τη δημιουργία καινούργιων κοινωνικών αποκλεισμών, που αντανακλώνται και μέσα στην τάξη.

Ακόμη από τη φύση του, το διαδίκτυο διευκολύνει την πρόσβαση σε υλικό συχνά επιβλαβές για τους νέους, αφού ο έλεγχος της καταλληλότητας του υλικού δεν έχει ακόμη συστηματικά επιτευχθεί και ίσως δεν θα γίνει ποτέ απόλυτα κατορθωτός, αν αναλογιστεί κανείς τη δομή και τρόπο λειτουργίας του.

Ακόμη η διευκόλυνση πρόσβασης σε υλικό ψηφιακής μορφής, συνεπώς εύκολα αναπαραγόμενο, έχει δημιουργήσει σημαντικά προβλήματα που άπτονται της παραβίασης της πνευματικής ιδιοκτησίας των δημιουργών, κάτι που στους νέους δημιουργεί σύγχυση και τους προτρέπει έμμεσα σε πρακτικές υποκλοπών και αντιγραφής.

Επίσης ο δυναμικός χαρακτήρας του περιεχομένου και της δομής έχει ως συνέπεια μια εφήμερη διάσταση της πληροφορίας στο διαδίκτυο. Τούτο έχει ως συνέπεια να στερούνται οι νέοι σταθερών πηγών αναφοράς, κάτι που έχουν ανάγκη κατά την αναζήτηση της γνώσης, ενώ είναι γνωστό και στον κόσμο της έρευνας και της επιστήμης ότι τούτο έχει προκαλέσει σύγχυση στον καθιερωμένο τρόπο με τον οποίο αναφερόμαστε στις πηγές.

Τέλος το μεγάλο πρόβλημα του ποιοτικού ελέγχου του περιεχομένου του διαδικτύου, που θα μας απασχολήσει στη συνέχεια σε μεγαλύτερη έκταση, είναι ιδιαίτερα σημαντικό και αφορά την εκπαιδευτική χρήση του μέσου, ιδίως όταν οι εκπαιδευόμενοι ανήκουν στις πρώτες βαθμίδες εκπαίδευσης, των οποίων τα κριτήρια είναι λιγότερο ανεπτυγμένα, και η πρόσβαση σε μη-ελεγμένης ποιότητας πληροφορία στο στάδιο αυτό της ανάπτυξης τους μπορεί να τους δημιουργήσει γενικότερη σύγχυση σχετικά με τη γνώση και την αλήθεια.

3. Το πρόβλημα της ποιότητας στο διαδίκτυο

Ο παγκόσμιος ιστός με βάση την αρχική του οργάνωση και ανάπτυξη δεν περιέλαβε μηχανισμούς **ποιοτικού ελέγχου** του περιεχομένου του. Το πρόβλημα βεβαίως έχει γενικότερες επιπτώσεις στην αποτελεσματική χρήση του μέσου και άπτεται της ύπαρξης και ανάπτυξης του. Το διαδίκτυο είναι μια ετερογενής, ως προς το περιεχόμενο και μορφή, συλλογή διασυνδεδεμένων πληροφοριών και υπηρεσιών οι οποίες μπορεί να εισαχθούν και να τροποποιηθούν με εύκολο τρόπο από τους ιδιοκτήτες τους. Ο παγκόσμιος ιστός δημιουργήθηκε στηριζόμενος στην αρχή της ισότητας, αφού κάθε δικτυακός τόπος μπορεί να διασυνδεθεί με έναν οποιοδήποτε άλλο, και κάθε

ιστοσελίδα αντιμετωπίζεται με βάση την αρχιτεκτονική του συστήματος ως ισότιμα με οποιαδήποτε άλλη. Αυτή η πολιτική είναι αποδεκτή όσο η πληροφορία δεν είναι πολύ μεγάλου όγκου. Ο παγκόσμιος ιστός όμως περιέχει μεγάλο όγκο υλικού σήμερα, οπότε ο ποιοτικός έλεγχος του περιεχομένου καθίσταται απαραίτητος για καλή λειτουργία, αφού οι χρήστες χρειάζονται τρόπους να επικεντρώνονται γρήγορα και αποτελεσματικά σε υψηλής ποιότητας πληροφορίες. Για παράδειγμα όταν εισάγει κανείς την λέξη «Αχιλλέας» σε μια μηχανή αναζήτησης δε έχει νόημα να βρει πολλές χιλιάδες κόμβους που μπορεί να περιέχουν αναφορά στο όνομα, αλλά θα ήθελε να βρει μόνο τους καλύτερους κόμβους με τις πιο χρήσιμες πληροφορίες. Το μέγεθος του διαδικτύου έχει ως συνέπεια να είναι πρακτικά αδύνατη η ανάγνωση όλων των σχετικών άρθρων για ένα θέμα που ενδιαφέρει τον χρήστη. Συνεπώς χρειάζονται μηχανισμοί που επιτρέπουν την αξιολόγηση της ποιότητας του περιεχομένου που διαθέτουν. Αυτή η ανάγκη γίνεται ακόμη πιο επιτακτική στην περίπτωση της εκπαίδευσης. Συνεπώς ο έλεγχος ποιότητας είναι αναγκαίος για την επιβίωση του ιδίου του διαδικτύου ως εκπαιδευτικού εργαλείου.

Θα πρέπει βεβαίως να γίνει σεβαστό το γεγονός ότι ο παγκόσμιος ιστός ξεκίνησε με την υπόσχεση «διασύνδεσης οποιουδήποτε και οπουδήποτε». Όμως οι εξελίξεις κλίμακας που έχουν εν τω μεταξύ λάβει χώρα, υποδεικνύουν ότι πρέπει να γίνουν μεγάλες καινοτομίες και αυξημένη τεχνολογική πρόοδος στην πρόσβαση στην πληροφορία, στην πλοήγηση, στη διαχείριση της πληροφορίας και στην συγγραφή του περιεχομένου. Στη συνέχεια θα περιγράψουμε το πρόβλημα από την πλευρά της μορφής (συντακτική διάσταση) και περιεχομένου (σημασιολογική διάσταση), προτείνοντας αντίστοιχα κάποιες περιοχές πιθανών λύσεων.

4. Συγγραφή περιεχομένου για το διαδίκτυο

Το πρόβλημα της ποιότητας έχει πολλαπλές διαστάσεις. Η πρώτη που θα εξετάσουμε, αφορά τον τρόπο συγγραφής υλικού για το διαδίκτυο και την εκπαίδευση των ίδιων των συγγραφέων. Στον τομέα αυτό το διαδίκτυο πάσχει από προβλήματα της νεαρής ηλικίας, που καθιστούν το περιεχόμενο του δύσκολο. Το πρόβλημα φαίνεται να έχει πολιτισμικές και ιστορικές ρίζες. Η συγγραφή υλικού για το διαδίκτυο είναι μια τέχνη ελάχιστα διαδεδομένη, αφού οι μεγάλοι ρυθμοί ανάπτυξης του μέσου δεν συμβαδίζουν με τους πιο αργούς ρυθμούς εκπαίδευσης νέων γενιών *συγγραφέων του διαδικτύου* και την προσαρμογή τους στις απαιτήσεις που αυτό επιβάλλει.

Ένα παράδειγμα των νέων αυτών απαιτήσεων προκύπτει από τα αποτελέσματα έρευνας σχετικής με τον τρόπο ανάγνωσης υλικού του διαδι-

κτύου από τους χρήστες του. Έχει αποδειχθεί ότι πολύ λίγοι χρήστες μελετούν πραγματικά on-line. Σε σχετική μελέτη της συμπεριφοράς χρηστών διαδικτύου των Morkes και Nielsen (1997) παρατηρήθηκε ότι μετά την είσοδο σε μια καινούργια ιστοσελίδα το 79% των χρηστών σάρωναν με το μάτι τη σελίδα αναζητώντας λέξεις-κλειδιά και μόνο 16% διάβαζαν λέξη-προς-λέξη το περιεχόμενο της. Ο σχεδιαστής ιστοσελίδων συνεπώς πρέπει να προσαρμόσει κατάλληλα τη μορφή του περιεχομένου του. Πρέπει να επιλέξει με μέτρο τα στοιχεία τα οποία θα τονίσει, αφού αυτά θα τραβήξουν την προσοχή του χρήστη. Για παράδειγμα ο τονισμός ενός πολύ μεγάλου ποσοστού του κειμένου στερείται νοήματος αφού έχει ως συνέπεια την απώλεια της ζητούμενης έμφασης. Επίσης κάθε υπερσύνδεσμος δεν πρέπει να συνδέεται με μεγαλύτερο τμήμα κειμένου από το απολύτως απαραίτητο, δηλαδή θα πρέπει να αποφεύγεται το φαινόμενο *υπερφόρτωσης συνδέσμου (link overload)*.

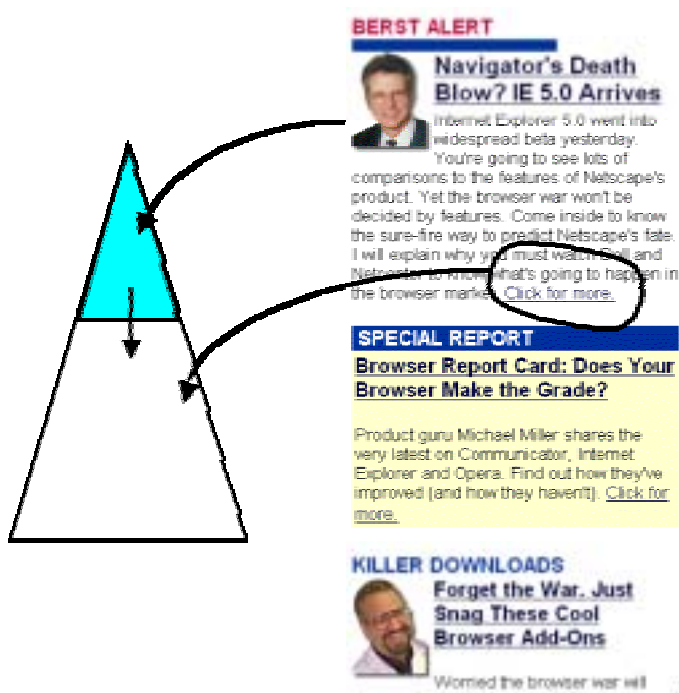
Η συγγραφή κειμένου ιστοσελίδων απαιτεί ένα στυλ δημοσιογραφικού χαρακτήρα, σύμφωνα με το οποίο οι πρώτες γραμμές κάθε παραγράφου πρέπει να έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον και να περιέχουν συμπυκνωμένες ιδέες, ώστε να επιτύχουν να κερδίσουν την προσοχή του αναγνώστη και να τον ελκύσουν ώστε να προχωρήσει στην ανάγνωση της υπόλοιπης παραγράφου.

Επίσης θα πρέπει να λάβουμε υπόψη μας το γεγονός ότι η ανάγνωση κειμένου από την οθόνη του υπολογιστή είναι μια κουραστική και αργή διαδικασία. Έχει μετρηθεί ότι η ανάγνωση από την οθόνη υπολογιστή είναι κατά 30% πιο αργή από την ανάγνωση από έντυπο υλικό κειμένου ιδίων διαστάσεων και πυκνότητας (Αβούρης, 2000). Επίσης η στάση που επιβάλλει η συνήθης οριζόντια θέση της οθόνης του προσωπικού υπολογιστή, προκαλεί καταπόνηση του μυϊκού συστήματος υποστήριξης της κεφαλής και στρες. Συνεπώς ο συγγραφέας υλικού για το διαδίκτυο, πρέπει να χρησιμοποιεί πιο λιτή και περιεκτική γραφή από ότι για έντυπο κείμενο.

Με βάση τα παραπάνω, προκύπτει ότι η απευθείας μεταφορά έντυπου υλικού στο διαδίκτυο, που παρατηρείται συχνά, δεν είναι διαδικασία που παράγει απαραίτητα καλής ποιότητας περιεχόμενο, αντίστοιχου με την επιστημονική αξία και ποιότητα του αρχικού υλικού. Ο καινούργιος τρόπος και στυλ γραφής για το διαδίκτυο που βασίζεται σε μικρά αποσπάσματα διασυνδεδεμένα με υπερσυνδέσμους, δομημένη γραφή σύμφωνα με την αρχή της αναστροφής πυραμίδας που διδάσκεται στα σχολεία δημοσιογραφίας, βλέπε σχήμα 2, είναι κάτι που πρέπει να διαδοθεί σε όλους του δυνητικούς συγγραφείς του διαδικτύου, δηλαδή στον καθένα από μας που συμμετέχουν στην εκπαιδευτική διαδικασία. Σήμερα, πολλοί συγγραφείς υλικού για το διαδίκτυο δεν γνωρίζουν αυτούς τους κανόνες γραφής, αφού έχουν

εκπαιδευτεί από την αρχή των σχολικών τους χρόνων στην παραγωγή κειμένων γραμμικής μορφής και όχι στη συγγραφή υπερ-κειμένων.

Βεβαίως στο μέλλον σταδιακά θα πρέπει ο εκπαιδευτικός κόσμος να προσαρμοστεί στην νέα πραγματικότητα, όπως οι συγγραφείς προσαρμόστηκαν και άλλαξαν το στυλ γραφής μετά την εφεύρεση της τυπογραφίας. Είναι αναπόφευκτο ότι όλες οι εκπαιδευτικές βαθμίδες θα επηρεαστούν και θα εισάγουν μαθήματα που διδάσκουν συγγραφή κειμένων και περιεχομένου για το διαδίκτυο και κατάλληλους τρόπους δόμησης του περιεχομένου αυτού. Όμως η διαδικασία αυτή πρέπει να επιταχυνθεί αφού το περιεχόμενο του διαδικτύου αυξάνεται με εκθετικούς ρυθμούς.



Σχήμα 2. Η αρχή συγγραφής υπερκειμένου που είναι γνωστή ως αρχή ανάστροφης πυραμίδας

4.1 Μοντέλα δόμησης υπερκειμένου

Τα τελευταία χρόνια αναπτύσσονται θεωρητικά μοντέλα ταξινόμησης των τεχνικών που αφορούν δόμηση περιεχομένου του διαδικτύου. Κατά τον Nielsen (1998), τέτοιες τεχνικές είναι οι εξής:

(α) Η *αθροιστική μέθοδος (aggregation)* σύμφωνα με την οποία παρουσιάζεται αρχικά μία μονάδα που αναπαριστά ένα σύνολο μικρότερων μονάδων. Η άθροιση αυτή γίνεται σχετικά εύκολα στα πλαίσια ενός δικτυακού τύπου, όμως ίσως είναι πιο δύσκολο να υλοποιηθεί όταν αυτή αφορά το περιεχόμενο πολλαπλών ετερογενών δικτυακών τύπων, οι οποίοι έχουν παραχθεί από διαφορετικούς συγγραφείς.

(β) Η *περιληπτική μέθοδος (summarization)*, στόχος της οποίας είναι η αναπαράσταση ενός μεγάλου τμήματος πληροφορίας μέσω ενός μικρότερου. Παραδείγματα χρήσης της τεχνικής αυτής περιλαμβάνουν μικρά εικονίδια (thumbnails) που χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση μεγαλύτερων εικόνων και η χρήση περίληψης κειμένου για την αναπαράσταση του πλήρους κειμένου.

(γ) Η *μέθοδος φίλτρου (filtering)* αφορά την απόρριψη πληροφοριών για τις οποίες ο αναγνώστης πιθανόν δεν ενδιαφέρεται. Ένα παράδειγμα εφαρμογής της μεθόδου είναι να παρουσιάζονται επιλεκτικά συγκεκριμένα αντικείμενα και κείμενα για τα οποία έχει βρεθεί ότι ο συγκεκριμένος μαθητής έχει δείξει προηγούμενα ενδιαφέρον.

(δ) Η *μέθοδος της έκθλιψης (elision)* ή παραδειγματικής αναπαράστασης. Σύμφωνα με αυτή ο συγγραφέας δίνει πρώτα ορισμένα χαρακτηριστικά παραδείγματα αντί να αναπαραστήσει όλη την πληροφορία.

Οι μέθοδοι αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν αυτόνομα ή σε συνδυασμό και να ενταχθούν σε μηχανισμούς αυτόματης δόμησης υπερκειμένων.

5. Μηχανισμοί ελέγχου περιεχομένου

Ο έλεγχος ποιότητας του *περιεχομένου* του εκπαιδευτικού υλικού του διαδικτύου είναι ακόμη πιο δύσκολος. Γενικά δύο είναι οι τρόποι που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν. Ο ένας είναι *συγγραφο-κεντρικός* και ο άλλος *μαθητο-κεντρικός*. Στον πρώτο ο συγγραφέας υποχρεώνεται να ακολουθήσει μια διαδικασία μετα-περιγραφής του περιεχομένου του. Αυτή η περιγραφή γίνεται με ένα κοινά αποδεκτό συμβολισμό, που επιτρέπει σε ανεξάρτητους φορείς να σταθμίσουν τη χρησιμότητα τού περιεχομένου. Ο δεύτερος τρόπος στηρίζεται σε ανάδραση που παρέχει ο ίδιος ο αναγνώστης, ο οποίος με κατάλληλο μηχανισμό βαθμολογεί το υλικό, αφού το χρησιμοποιήσει, ώστε να το αξιολογεί συσσωρευτικά για μελλοντική χρήση από τον ίδιο ή άλλους. Οι μηχανισμοί αυτοί δεν υφίστανται ακόμη στο διαδίκτυο, όμως μπορούν σχετικά εύκολα να αναπτυχθούν και να χρησιμοποιηθούν, σύμφωνα με τη φιλοσοφία του, σε εθελοντική αρχικά βάση. Στη συνέχεια περιγράφεται ένα παράδειγμα υλοποίησης ενός μηχανισμού ποιοτικού ελέγχου

περιεχομένου που έχουμε αναπτύξει τα τελευταία χρόνια στα πλαίσια του πρότυπου συστήματος MATS (multi-agent tutoring system), Solomos και Anouris (1999). Το σύστημα αυτό αναπτύχθηκε με στόχο την ανάπτυξη μιας νέας ανοικτής αρχιτεκτονικής που επιτρέπει την αξιολόγηση της ποιότητας του υλικού πολλαπλών διαδικτυακών τόπων που περιέχουν εκπαιδευτικό υλικό από τους ίδιους τους χρήστες του.

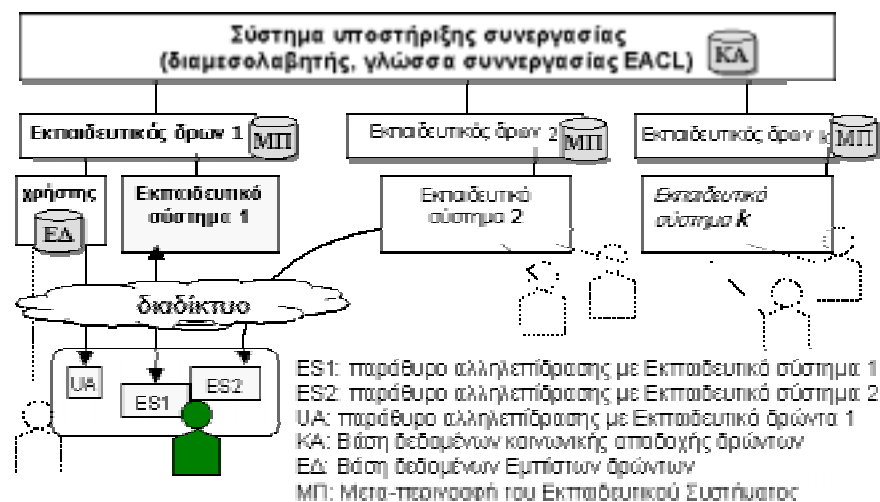
Το μοντέλο που το σύστημα MATS προτείνει είναι αυτό ενός μαθητή-πολλών εκπαιδευτικών κόμβων, κάθε ένας από τους οποίους είναι ειδικός ενός γνωστικού αντικείμενου. Κάθε δικτυακός κόμβος του συστήματος έχει τη δυνατότητα να συνεργάζεται με άλλους κόμβους, ώστε να αντιμετωπίσει καλύτερα μαθησιακές δυσκολίες του μαθητή του. Η σημασία του ερευνητικού αυτού έργου έγκειται στην δυνατότητα συνεργασίας πολλαπλών ετερογενών γνωστικών αντικειμένων, που μπορούν να βρίσκονται κατανεμημένα στο διαδίκτυο, για την εκπαίδευση του μαθητή. Ένας εκπαιδευτικός κόμβος του συστήματος παρουσιάζει σημαντικές νέες δυνατότητες λόγω της συμμετοχής του στο σύστημα. Για παράδειγμα μπορεί να αναζητήσει επεξηγηματικές αναλογίες από άλλους κόμβους-μαθήματα που έχει προηγουμένως διδαχθεί ο μαθητής, ώστε να γίνουν κατανοητές νέες έννοιες, μπορεί να αποφευχθούν επαναλήψεις, περιοχών που έχουν ήδη καλυφθεί σε άλλα γνωστικά αντικείμενα, κλπ.

Η ερευνητική αυτή προσπάθεια έχει τη βάση της στην προσαρμογή και χρήση πορισμάτων της ερευνητικής περιοχής που είναι γνωστή σαν κατανεμημένη τεχνητή νοημοσύνη (distributed artificial intelligence, DAI), η οποία εφαρμόζεται στα πλαίσια του ερευνητικού αυτού έργου για την ανάπτυξη ευφύων κατανεμημένων συστημάτων υποβοήθησης της διδασκαλίας (O'Hare- Jennings, 1996). Οι τεχνικές αυτές έχουν χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη ενός πρωτότυπου συστήματος που επιτρέπει να συνδυάζονται δυναμικά τα διάφορα γνωστικά αντικείμενα με σκοπό την καλύτερη υποστήριξη ενός μαθητή. Θεωρητικά τουλάχιστο η προσέγγιση αυτή επιτρέπει την πρόσβαση κατά ομοιόμορφο τρόπο σε ετερογενή εκπαιδευτικά συστήματα και συνεπώς την ομοιόμορφη υποστήριξη κάθε διδασκόμενου

Η έννοια της ποιότητας στο πλαίσιο αυτό είναι σημαντική. Είναι προφανές ότι απαιτούνται μηχανισμοί ελέγχου ποιότητας με βάση τους οποίους επιλέγεται ο πιο κατάλληλος κάθε φορά εκπαιδευτικός κόμβος για τον αιτούντα-υποστήριξης διδασκόμενο. Η γλώσσα συνεργασίας εκπαιδευτικών κόμβων που έχει αναπτυχθεί στηρίζεται σε ένα μηχανισμό αξιολόγησης προσφορών. Η αξιολόγηση αυτή στηρίζεται στην αυτό-περιγραφή κάθε εκπαιδευτικού κόμβου και την άποψη ενός διαμεσολαβητή (broker agent), ο οποίος περιέχει μια βάση δεδομένων με μετα-περιγραφή των καταχωρημέ-

νων κόμβων, βλέπε σχήμα 3. Αυτός είναι ο συγγραφο-κεντρικός μηχανισμός ελέγχου ποιότητας.

Παράλληλα, έχει αναπτυχθεί ένας μηχανισμός αξιολόγησης από τους ίδιους τους σπουδαστές. Ο σπουδαστής κάθε φορά που έρχεται σε επαφή με ένα εκπαιδευτικό κόμβο βαθμολογεί την προσφερόμενη γνώση και με τον τρόπο αυτό σταδιακά οικοδομείται ένας κοινωνικός ιστός αξιολόγησης των εκπαιδευτικών κόμβων. Στη συνέχεια περιγράφεται το MATS, με έμφαση στους δύο αυτούς μηχανισμούς ελέγχου ποιότητας που κατευθύνουν τη συνεργασία των εκπαιδευτικών κόμβων.



Σχήμα 3. Η αρχιτεκτονική του συστήματος MATS

6. Η περιγραφή του συστήματος MATS

Η πλατφόρμα συνεργασίας εκπαιδευτικών συστημάτων MATS περιέχει ένα σύνολο από **πράκτορες (agents)**³ δηλαδή προγραμμάτων με αυτόνομη ύπαρξη, και δυνατότητα επικοινωνίας, τα οποία περιέχουν γνώση των λειτουργιών τους και δυνατότητα εξυπηρέτησης άλλων πρακτόρων που μιλούν το ίδιο ιδίωμα. Δύο είναι τα βασικά τμήματα ενός agent: Το τμήμα της επικοινωνίας και το εκπαιδευτικό του τμήμα. Κάθε δρων περιέχει ένα ξεχωριστό γνωστικό αντικείμενο.

3. Ο όρος agent αποδίδεται στην Ελληνική ως δρων ή πράκτωρ

6.1 Στοιχεία αρχιτεκτονικής συνεργασίας

Βασικό στοιχείο της αρχιτεκτονικής είναι η ύπαρξη των broker-agent (BA), δηλαδή μιας ειδικής κατηγορίας πρακτόρων- διαμεσολαβητών, οι οποίοι περιέχουν πληροφορίες για τους εκπαιδευτικούς κόμβους, ώστε να είναι σε θέση να εξυπηρετήσουν αιτήματα για συνεργασία από διδασκόμενους.

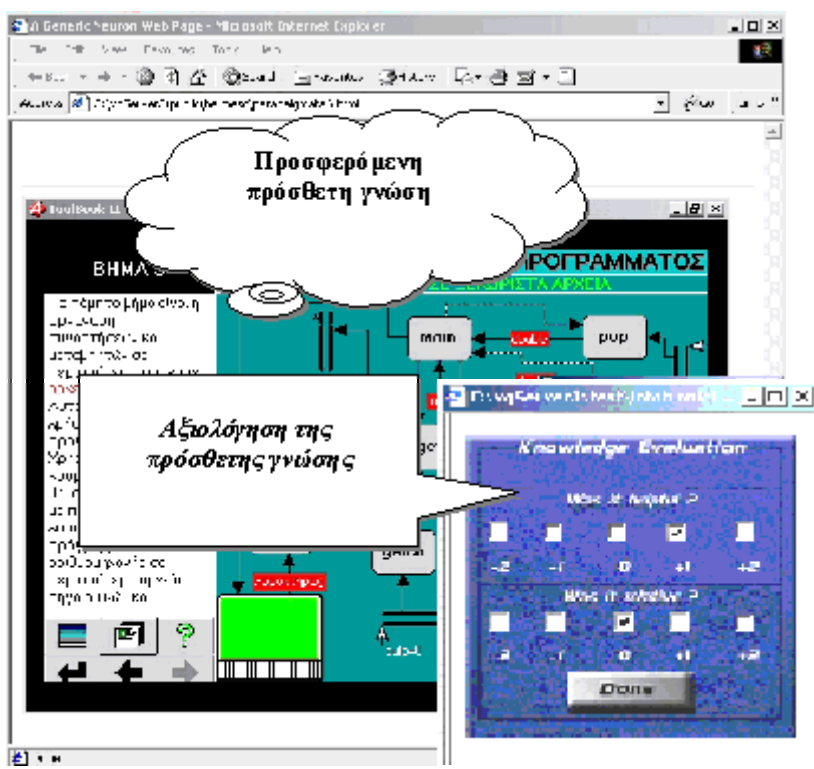
Για την επικοινωνία των πρακτόρων (agent communication) έχει αναπτυχθεί μια κατάλληλη γλώσσα επικοινωνίας εκπαιδευτικών πρακτόρων, η EACL (Educational Agents Cooperation Language), που βασίζεται στη γλώσσα KQML. Η KQML, η οποία αναλυτικά παρουσιάζεται από τον Finin κá (1993), είναι μια γλώσσα επικοινωνίας πρακτόρων υψηλού επιπέδου, που βασίζεται στην θεωρία των δια λόγου-ενεργειών (speech-act theory) (Searle, 1969). Οι εντολές που χρησιμοποιούνται στη γλώσσα EACL είναι ένα υποσύνολο των performatives της KQML. Υπάρχουν εντολές για εισαγωγή γνώσης (tell), για ερωτήσεις (ask-about), για τη ανακοίνωση των δυνατοτήτων ενός πράκτορα (advertise), διαταγές καταγραφής (register, unregister) κλπ. Η γλώσσα KQML σύμφωνα με τους δημιουργούς της, είναι ανοιχτή, επιτρέποντας προσαρμογή της σε διαφορετικούς τομείς.

Στα πλαίσια αυτά αναπτύχθηκε η EACL που αποτελεί ερευνητική προσπάθεια της ομάδας μας με στόχο την ανάπτυξη μιας γλώσσας επικοινωνίας ειδικά για εκπαιδευτικούς πράκτορες (Solomos Anouris, 1999). Η γλώσσα EACL είναι ανεξάρτητη συγκεκριμένης αρχιτεκτονικής, χρησιμοποιεί δε performatives της KQML με σκοπό να μοντελοποιήσει ενέργειες, όπως μεταφορά γνώσης, ερωτήσεις για εκπαιδευτική γνώση, πληροφορίες για τις δυνατότητες των πρακτόρων, συνδρομή και απεξάρτηση των πρακτόρων κ.λ.π. Η αλληλεπίδραση των πρακτόρων πρέπει να ειδωθεί από την πλευρά του τύπου του πράκτορα που λαμβάνει μέρος ως πομπός δέκτης του μηνύματος.

Με βάση τη γλώσσα επικοινωνίας και τη δομή των πρακτόρων, ορίζεται ένα μοντέλο συνεργασίας. Είναι γνωστό ότι η οργάνωση μιας ομάδας πρακτόρων μπορεί να γίνει είτε σύμφωνα με μια αυστηρά καθορισμένη οργανωτική δομή (federated architecture) ή με μια πιο αναρχική κοινωνία που προκύπτει από την απευθείας επικοινωνία τους (direct communication), Genesereth, (1992). Από τα δύο άκρα της αυστηρής ιεραρχικής δομής και της πιο χαλαρής δομής, αποδεχθήκαμε μια **ανοιχτού χαρακτήρα κοινωνία πρακτόρων** με χρήση διαμεσολαβητών. Οι διαμεσολαβητές έχουν ένα περιορισμένο ρόλο, αυτόν του παροχέα πληροφοριών, ένα είδος τηλεφωνικού καταλόγου, προς τα άλλα μέλη της κοινότητας, χωρίς όμως να εμπλέκονται στην άμεση επικοινωνία των πρακτόρων ή να λαμβάνουν ενεργό ρόλο στη

διαχείριση των μηνυμάτων που ανταλλάσσονται. Κάθε εκπαιδευτικός δρων (Course Agent CA) έχει θεωρητικά τη δυνατότητα να επικοινωνήσει με όλους τους άλλους πράκτορες- για την επίλυση του προβλήματος του μαθητή. Πρακτικά όμως απευθύνεται μόνο στους κόμβους από τους οποίους έχει αποδειχθεί, σύμφωνα με την προϊστορία συνεργασίας, ότι είναι σε θέση να λάβει ικανοποιητικής ποιότητας, όσον αφορά το περιεχόμενο και τη μορφή, βοήθεια. Οι πράκτορες αυτοί καταχωρούνται από τον αιτούντα-πράκτορα σε μία βάση γνώσης «έμπιστων» γνωστικών αντικειμένων ΕΔ (trusted agents) η οποία δημιουργείται σταδιακά, υποβοηθούμενη κατά τακτά χρονικά διαστήματα από την αλληλεπίδραση με τον διαμεσολαβητή (broker). Επίσης ο διαμεσολαβητής συγκεντρώνει τις αξιολογήσεις των μαθητών για κάθε πράκτορα, δημιουργώντας μια βάση δεδομένων «κοινωνικής αποδοχής» των συμμετεχόντων, ΚΑ.

Για την επιλογή του πράκτορα προς συνεργασία χρησιμοποιείται μια παραλλαγή του *πρωτοκόλλου συνεργασίας μέσω προσφορών*, που είναι



Σχήμα 4. Αλληλεπίδραση αξιολόγησης προσφερόμενης γνώσης

γνωστό ως contract net, (Smith, 1988), προσαρμοσμένου με τους δείκτες της ίδιας γνώμης του μαθητή και τον δείκτη κοινωνικής αποδοχής των προσφερόντων πρακτόρων.

6.2. Οντολογίες περιγραφής εκπαιδευτικών συστημάτων

Απαραίτητη προϋπόθεση επιτυχούς επικοινωνίας των εκπαιδευτικών κόμβων είναι οι ετερογενείς αυτοί πράκτορες να υποστηρίζουν μια κοινά αποδεκτή γλώσσα αυτό-περιγραφής του εκπαιδευτικού υλικού που περιέχουν. Συνεπώς είναι απαραίτητο να οριστεί ένα σχετικό πρότυπο (οντολογία) ανεξάρτητο γνωστικού αντικειμένου (Mizoguchi, 1996). Ως οντολογίες ορίζονται συγκεκριμένες δομές (συνήθως ιεραρχικής μορφής) που περιγράφουν αφηρημένες έννοιες και σχέσεις μεταξύ αυτών σε κάποια περιοχή εφαρμογών (Ikeδα. 1995). Αρκετές προσπάθειες έχουν γίνει με σκοπό την δημιουργία ενός κοινά αποδεκτού σκελετού (framework) περιγραφής εκπαιδευτικών συστημάτων, όπως αυτή της επιτροπής 1484 της ΙΕΕΕ (www.ieee.org/p1484) και του έργου ARIADNE (ariadne.unil.ch). Είναι προφανές ότι η γλώσσα συνεργασίας εκπαιδευτικών συστημάτων θα πρέπει να στηριχτεί στο υπόβαθρο των προσπαθειών αυτών.

Εδώ προτείνεται μια οντολογία γνωστικού αντικειμένου, η οποία επιτρέπει την περιγραφή του περιεχομένου του γνωστικού αντικειμένου (Domain model) των πρακτόρων. Επίσης η οντολογία χρησιμοποιείται για την επικοινωνία μεταξύ πρακτόρων και έχει σαν στόχο να αποκρύψει τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάθε εκπαιδευτικού συστήματος και συνεπώς να επιτρέψει τη συνεργασία μεταξύ ετερογενών εκπαιδευτικών συστημάτων. Η προτεινόμενη οντολογία είναι ιεραρχικά δομημένη και περιλαμβάνει τα παρακάτω επίπεδα: *Μαθήματα, Γνωστικές έννοιες* που δομούνται σαν *σημσιολογικό γνωστικό δίκτυο, Εκπαιδευτικές μικροενέργειες, Ψηφιακές γνωστικές μονάδες*.

6.3 Συνεργασία γνωστικών αντικειμένων

Περιγράφεται στη συνέχεια ο αλγόριθμος επιλογής κόμβου συνεργασίας που υλοποιεί τον έλεγχο ποιότητας. Έστω κόμβοι διδασκαλίας *A, B*. Έστω γνωστική έννοια $a \in A$, η οποία πρόκειται να διδαχθεί και έστω ότι ο κόμβος *A* αναζητάει συνεργασία από άλλους κόμβους (π.χ. τον *B*). Το διδακτικό σενάριο που προβλέπει τη συνεργασία των δύο κόμβων *A* και *B* έχει ως εξής:

- (1) Υπάρχουν προαπαιτούμενα για τη γνωστική έννοια *a*;
- (2) Αν ναι, έχουν εκπληρωθεί (έχει ο μαθητής μελετήσει τις προαπαιτούμενες έννοιες και έχει απαντήσει επιτυχώς στις ασκήσεις τις σχετικές με αυτή τη γνωστική έννοια);

- (3) Αν ναι, υπάρχει η ίδια έννοια στο γνωστικό αντικείμενο B ;
- (4) Μπορεί να γίνει αναλογία ή επέκταση της γνώσης της έννοιας a στο γνωστικό αντικείμενο B ; Αυτό μπορεί να γίνει αν ο βαθμός σχετικότητας των δύο εννοιών στα διαφορετικά γνωστικά αντικείμενα είναι αρκετός για να δικαιολογηθεί αναλογία και παράδειγμα.
- (5) Η μεταφορά διαδικαστικής γνώσης είναι πολύ δύσκολο να παρατηρηθεί για δύο διαφορετικά γνωστικά αντικείμενα. Παρόλα αυτά είναι πιθανόν να συμβεί όταν ο βαθμός σχετικότητας των δύο εννοιών είναι πολύ μεγάλος. (Με τον όρο διαδικαστική γνώση εννοούμε τις μικροενέργειες ελέγχου κατανόησης μίας έννοιας.) Μία άσκηση που ζητά τη συγγραφή προγράμματος σε Fortran είναι αδύνατο να μεταφερθεί στο γνωστικό αντικείμενο της C . Από την άλλη πλευρά όμως μία άσκηση που ζητά τη συγγραφή ψευδοκώδικα μπορεί εύκολα να γίνει αποδεκτή σε άλλο γνωστικό αντικείμενο.
- (6) Όταν η έννοια a έχει περισσότερο όγκο πληροφορίας στο B που ο σπουδαστής έχει ολοκληρώσει και όχι στο A που παρακολουθεί τώρα, τότε πρέπει να εξετάσουμε πόσο καλά τη γνωρίζει και αυτό μπορεί να γίνει με την ανάλυση του μοντέλου του σπουδαστή για το A όσον αφορά τη συγκεκριμένη έννοια $SM(A,a)$. Ένα παράδειγμα είναι αν έχει μελετηθεί η έννοια και ο βαθμός αφομοίωσης της. (που βασίζεται σε επιδόσεις του σπουδαστή σε ασκήσεις).

Με βάση τον παραπάνω αλγόριθμο επιλέγεται ο B ο οποίος εκπληρώνει στο μεγαλύτερο βαθμό τις παραπάνω απαιτήσεις. Αυτός ο έλεγχος στηρίζεται στην αυτοπεριγραφή του B , όπως αυτή εκφράζεται μέσω της κοινής οντολογίας (συγγραφο-κεντρικός έλεγχος ποιότητας). Όμως ο αλγόριθμος επιλογής λαμβάνει επίσης υπόψη του τα κοινωνικά κριτήρια που προκύπτουν αφενός από την προηγούμενη εμπειρία του μαθητή με τους εκπαιδευτικούς πράκτορες αλλά και τη γενικότερη άποψη της κοινότητας των μαθητών που αλληλεπιδρούν με το σύστημα (κριτήριο «κοινωνικής αποδοχής»). Ένας συνδυασμός των δεικτών αυτών που βρίσκονται αποθηκευμένοι σε αντίστοιχες βάσεις δεδομένων αποτελούν ένα ασφαλή μηχανισμό ελέγχου ποιότητας αντίστοιχο αυτών που ισχύουν και αναπτύσσονται στις ανθρώπινες κοινωνίες και διέπουν τις κοινωνικές επαφές και σχέσεις, (Anoufis, Solomos, 2001 και 2003).

7. Συμπεράσματα

Στο άρθρο αυτό αναφέρθηκαν προσπάθειες αντιμετώπισης του προβλήματος ελέγχου ποιότητας του διαδικτύου, ώστε να το καταστήσουν αποδεκτό μέσο για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Το θέμα ελέγχου της ποιότητας δομής

και παρουσίασης, που περιγράφηκε στο κεφάλαιο 4 της εργασίας, είναι σημαντικό μεν αλλά κύρια αντιμετωπίζεται με κατάλληλη εκπαίδευση των νέων συγγραφέων στα επόμενα χρόνια, σύμφωνα με θεωρίες και αρχές που αναπτύσσονται ήδη. Το θέμα ελέγχου ποιότητας περιεχομένου, που εισήχθη στο κεφάλαιο 5, είναι πιο δύσκολο να αντιμετωπιστεί και πρέπει η λύση να προέλθει από συνδυασμό τεχνολογικών βελτιώσεων και τροποποίησης σύνταξης του εκπαιδευτικού υλικού. Ένας πρωτότυπος μηχανισμός που επιτρέπει την καθοδηγούμενη πρόσβαση σε εκπαιδευτικό υλικό, παρουσιάστηκε σχετικά στο κεφάλαιο 6.

Στο πρωτότυπο υπολογιστικό περιβάλλον MATS μπορούν να λειτουργούν εκπαιδευτικοί πράκτορες με βάση ένα κοινό πλαίσιο συνεργασίας. Το σύστημα έχει τη δυνατότητα να περιέχει έναν ανοιχτό αριθμό από αυτόνομα συστήματα διδασκαλίας, που μπορούν να εγγραφούν για συνεργασία, να αποχωρήσουν από την κοινωνία αυτή προσωρινά ή μόνιμα χωρίς να επηρεάζεται η συνολική συμπεριφορά του συστήματος και οι εργασίες των υπολοίπων μελών της ομάδος. Μια γλώσσα επικοινωνίας ειδικά σχεδιασμένη για το περιβάλλον αυτό (EACL) δημιουργήθηκε, βασισμένη στην ευρέως χρησιμοποιούμενη γλώσσα KQML για ανταλλαγή πληροφοριών. Η γλώσσα αυτή υλοποιεί ένα ειδικά προσαρμοσμένο αλγόριθμο επικοινωνίας και συνεργασίας βασισμένο στο πρωτόκολλο contract net προσαρμοσμένο στο πεδίο των εκπαιδευτικών εφαρμογών που επιτρέπει την αξιολόγηση των πρακτόρων με βάση μια αυτό-περιγραφή τους. Αυτή η περιγραφή, που εκφράζεται σε μια κοινή οντολογία, με σαφή σημασιολογία και χαρακτηριστικά, καθοδηγεί την αλληλεπίδραση των πρακτόρων.

Ένας πρόσθετος μηχανισμός για την αξιολόγηση ενός πράκτορα έχει υλοποιηθεί βασισμένος στη αξιολόγηση των ίδιων των μαθητών. Η αξιολόγηση αυτή λαμβάνει τη μορφή του μοντέλου των *έμπιστων πρακτόρων* και μοντέλου *κοινωνικής αποδοχής* που διατηρείται στο σύστημα.

Με τους μηχανισμούς αυτούς είναι δυνατή η σταδιακή απόρριψη εκπαιδευτικών κόμβων που αδυνατούν να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις ποιότητας των χρηστών τους. Συνεπώς με τον τρόπο αυτό εισάγεται ένα σύστημα ποιοτικού ελέγχου του περιεχομένου του κατανεμημένου συστήματος που συντηρείται από τους ίδιους τους χρήστες και παρουσιάζει στοιχεία κοινωνικού χαρακτήρα, συμβατού με τον ανοιχτό και ετερογενή χαρακτήρα του διαδικτύου.

Βιβλιογραφία

- Avouris N., Solomos K., (2003) Social mechanisms for content quality control in web-based learning: An agent approach, Proc. HCI International 2003, Crete, June 2003.
- Avouris N., Solomos K., User Interaction with Web-based Agents for Distance Learning, Journal of Research and Practice in Information Technology, vol 33, no. 1, pp. 16-29, February 2001
- Αβούρης, Ν. (2000). Εισαγωγή στην Επικοινωνία Ανθρώπου-Υπολογιστή, Εκδ. Δίαυλος, Αθήνα.
- Austin, J. L. (1962). How to do thing with words. Oxford University Press.
- Carbonell, J. R. (1970). AI in CAI: An Artificial intelligence approach to computer assisted instruction, IEEE Trans Man Machine Systems, 11(4) 90-202
- Finin T., Weber J., Wiederholt G., Genesereth M., Fritzon, R., McGuire, J., Shapiro, S., Beck, C. (1983). Specification of the KQML Agent -Communication Language, The DARPA Knowledge Interfaces Working Group, June 1993.
- Genesereth, M. R. (1992). An agent based approach to Software Interoperability, In Proceeding of the DARPA Software Technology Conference.
- Ikeda, M., Hope, U., Mizoguchi, R. (1995). Ontological issues of CSCL Systems design. AI-ED 95, the 7th Conference on Artificial Intelligence in Education (pp. 242-249). August 16-19, 1995, Washington DC,.
- O'Hare, G.M.P., Jennings, N.R. (1996). Foundations of Distributed Artificial Intelligence. Wiley Int. Publ, New York
- Van Marcke, K. (1996). Genericity in Instructional Knowledge: Position paper Knowledge technologies. N.V. Belgium, Artificial intelligent in educational systems.
- Mizoguchi, R., Sinitsa, K., Ikeda, M. (1996). Task Ontology design for intelligent educational/training systems. Position Paper for ITS Workshop on Architectures and methods for designing cost-effective and reusable ITSs, Montreal, June 1996.
- Morkes, J. and Nielsen, J. (1997). Concise, SCANNABLE, and Objective: How to Write for the Web. <http://www.useit.com/papers/webwriting/>.
- Nielsen, J., (1999) User Interface Directions for the web, Communications of the ACM, 42 (1), 65-72, January.
- Smith, R.G. (1988).The contract net protocol : High level communication and distributed problem solving. In Readings in Distributed Artificial Intelligence. Morgan Kauffman.
- Solomos, K., Avouris, N. (1999). Learning from Multiple collaborating intelligent tutors: An agent-based approach, Journal of Interactive Learning Research, 10 (3), 235-242.
- Vassileva, J. (1995). Dynamic Courseware generation: At the cross point of CAL, ITS and Authoring. ICCE'95 Int. Conference in Computers in Education (pp. 290-297). Singapore 5-8 Dec. 1995.
- Wilkinson, R.T., Robinshaw, H.M.(1987). Proof-reading: VDU and paper text compared for speed, accuracy and fatigue, Behaviour and Information Technology, 6(2) 25 -133.