ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (1999)

1ο Συνέδριο ΕΤΠΕ «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»

Διδασκαλία Πληροφορικής με χρήση συνεργαζόμενων ευφυών συστημάτων

Κ. Σολωμός, Ν. Αβούρης

Βιβλιογραφική αναφορά:

Σολωμός Κ., & Αβούρης Ν. (2022). Διδασκαλία Πληροφορικής με χρήση συνεργαζόμενων ευφυών συστημάτων. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 156–168. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/4724

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 21/01/2026 03:40:20

Διδασκαλία Πληροφορικής
με χρήση συνεργαζόμενων ευφυών συστημάτων

Κ. Σολωμός, Ν. Αβούρης

1. Εισαγωγή

Παρουσιάζονται τα αποτελέσματα ενός ερευνητικού έργου[1], που αφορά στη μελέτη και ανάπτυξη υπολογιστικών συστημάτων ανοικτής αρχιτεκτονικής που επιτρέπουν τη συνεργασία πολλαπλών ετερογενών ευφυών συστημάτων διδασκαλίας. Το μοντέλο που το σύστημα μας προτείνει είναι αυτό ενός μαθητή-πολλών δασκάλων, κάθε δάσκαλος από τους οποίους είναι ειδικός ενός γνωστικού αντικειμένου, έχει δε τη δυνατότητα να συνεργάζεται με άλλους δασκάλους, ώστε να αντιμετωπίσει καλύτερα μαθησιακές δυσκολίες του μαθητή του. Ο κάθε "δάσκαλος" για το σύστημα μας είναι ένας κόμβος που περιέχει εκπαιδευτικό υλικό και είναι σε θέση να ανταλλάξει το υλικό αυτό με άλλους ομοειδείς κόμβους. Η πειραματική χρήση και ανάπτυξη του συστήματος έχει επικεντρωθεί στη διδασκαλία μαθημάτων πληροφορικής, όπως διδασκαλία γλωσσών προγραμματισμού, αν και οι τεχνικές έχουν γενικότερη ισχύ. 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 προηγούμενα 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 έργου για την ανάπτυξη ευφυών κατανεμημένων συστημάτων υποβοήθησης της διδασκαλίας [Jen96]. Προτείνεται η χρήση των τεχνικών αυτών, για την ανάπτυξη ενός πρωτότυπου συστήματος που επιτρέπει να συνδυάζονται δυναμικά τα διάφοροι γνωστικά αντικείμενα με σκοπό την καλύτερη υποστήριξη του μαθητή. Ο βραχυπρόθεσμος στόχος του έργου είναι η πειραματική διερεύνηση και χρήση των τεχνικών αυτών στα πλαίσια ενός περιορισμένου αριθμού γνωστικών αντικειμένων και σπουδαστών. Ενώ μακροχρόνια επιδίωξη είναι η επέκταση του σε μεγάλο τμήμα του προγράμματος σπουδών και η προοπτική της εκπαίδευσης από απόσταση με συνεργασία.

1. Το έργο χρηματοδοτήθηκε από το Πρόγραμμα ΠΕΝΕΔ95 της Γενικής Γραμματείας Έρευνας Τεχνολογίας (μέτρο 4.1/αρ. έργου 601)

2. Αρχιτεκτονική περιγραφή συστήματος

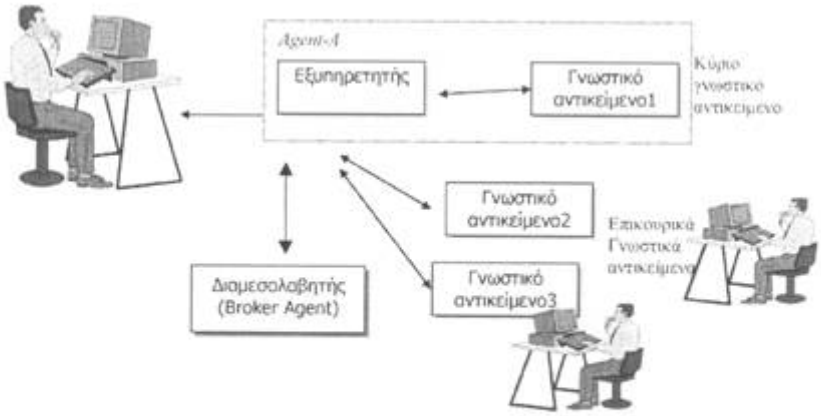
Η πλατφόρμα συνεργασίας εκπαιδευτικών συστημάτων που αναπτύχθηκε αποτελείται από ένα σύνολο από **δρώντες (agents)**[2] [Jen96], δηλαδή προγραμμάτων με αυτόνομη ύπαρξη, και δυνατότητα επικοινωνίας, τα οποία περιέχουν γνώση των λειτουργιών τους και δυνατότητα εξυπηρέτησης άλλων δρώντων που μιλούν το ίδιο ιδίωμα. Δύο είναι τα βασικά τμήματα ενός agent: Το τμήμα της επικοινωνίας και το υπολογιστικό του τμήμα. Κάθε δρων περιέχει ένα ξεχωριστό γνωστικό αντικείμενο.

Βασικό στοιχείο της αρχιτεκτονικής είναι η ύπαρξη των broker-agent (BA), δηλαδή μιας ειδικής κατηγορίας δρώντων - μεσαζώντων, οι οποίοι περιέχουν γνώση της κοινωνίας των δρώντων *(άλλων* κόμβων-γνωστικών αντικειμένων) ώστε να είναι σε θέση να εξυπηρετήσουν αιτήματα για συνεργασία από διδακτικούς δρώντες.

Το σύστημα αποτελείται από διάφορα επίπεδα. Το χαμηλότερο επίπεδο ασχολείται με το ζήτημα της μεταφοράς των δεδομένων με βάση το λειτουργικό σύστημα και τις δικτυακές δυνατότητες του. Το επίπεδο της μεταφοράς δεδομένων έχει βασιστεί στη τεχνολογία sockets, στη γλώσσα προγραμματισμού Java και στο πρωτόκολλο TCP/IP, και το περιβάλλον υποστήριξης των δρώντων είναι ο Jav Web Server®[3]. Αυτή η επιλογή δίνει τη δυνατότητα στο περιβάλλον του συστήματος πολλαπλών δρώντων να είναι ανεξάρτητο λειτουργικού συστήματος.

Στο επίπεδο επικοινωνίας δρώντων (agent communication) έχει αναπτυχθεί μια γλώσσα επικοινωνίας εκπαιδευτικών δρώντων, η EACL (Educational Agents Cooperation Language), που βασίζεται στη γλώσσα KQML. Η KQML όπως αναλυτικά παρουσιάζονται στα [Gen92] [Fin93], είναι μια πρωτότυπη γλώσσα επικοινωνίας δρώντων υψηλού επιπέδου, που βασίζεται στην θεωρία των δια λόγου-ενεργειών (speech-act theory) [Aus62], [Sea69]. Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή, η συμμετοχή ενός δρώντος στον διάλογο καθορίζεται από τις ενέργειες που προκαλεί ο λόγος του. Αυτές οι "λεκτικές ενέργειες" είναι προσδιορισμένες σαν performatives της γλώσσας. 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 δρώντος (advertise), διαταγές καταγραφής (register, unregister) κλπ. Η γλώσσα KQML σύμφωνα με τους δημιουργούς της [Fin93] είναι ανοιχτή, επιτρέποντας προσαρμογή της σε διαφορετικούς επιστημονικούς τομείς. Ο σκοπός της είναι να παρέχει ένα βασικό σύνολο εντολών που υποστηρίζουν την ύπαρξη και αλληλεπίδραση οποιασδήποτε μορφής δρώντων, χωρίς όμως να θέτει περιορισμούς στον τρόπο διεξαγωγής και στις πρακτικές της αλληλεπίδρασης αυτής.

2. Ο όρος agent αποδίδεται στην Ελληνική ως δρων ή πράκτωρ
3. JAVA Web Server της εταιρίας Sun Microsystems



Σχήμα 1. Αρχιτεκτονική Συστήματος

Η αλληλεπίδραση μιας ειδικής κατηγορίας δρώντων, (όπως για παράδειγμα στη συγκεκριμένη περίπτωση εκπαιδευτικών δρώντων) και η υποστήριξη των επιπλέον αναγκών που αυτή συνεπάγεται, επαφίεται στους σχεδιαστές κάθε συστήματος που πρέπει να κάνουν κατάλληλη χρήση των εντολών της γλώσσας KQML ώστε να υποστηριχτούν οι επιπλέον ανάγκες και λειτουργίες.

Στα πλαίσια αυτά αναπτύχτηκε η γλώσσα EACL που αποτελεί ερευνητική προσπάθεια της ομάδας μας με στόχο την ανάπτυξη μιας γλώσσας επικοινωνίας ειδικά για εκπαιδευτικούς δρώντες. 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 δρώντων, συνδρομή και απεξάρτηση των δρώντων κ.λ.π. Η αλληλεπίδραση των δρώντων πρέπει να ειδωθεί από την πλευρά του τύπου του δρώντος που λαμβάνει μέρος ως πομπός δέκτης του μηνύματος.

Οι κύριες λειτουργίες που εξυπηρετεί η γλώσσα είναι οι εξής:

- Δημιουργία μεσάζοντα (Broker Agent)
- Εγγραφή του μαθήματος στον μεσάζοντα
- Ενημέρωση του μαθήματος στον μεσάζοντα
- Διαγραφή του μαθήματος από το μεσάζοντα
- Ενημέρωση της βάσης γνώσης του μαθήματος για το σύνολο των μαθημάτων
- Ερώτηση ενός συγκεκριμένου μαθήματος για δανεισμό γνώσης- Συλλογή

απάντησης

- Αναζήτηση προσφορών (contract net protocol) για δανεισμό γνώσης- Συλλογή απαντήσεων-Επιλογή της απάντησης.
- Αίτημα σε μάθημα για δανεισμό γνώσης- Επιστροφή του εκπαιδευτικού υλικού.

Η δομή ενός γενικού μηνύματος της EACL (σύνταξη KQML) είναι:

(performative
(:sender X)
(:receiver Z)
(:ontology O)
(:language L)
(: con tent ())

Ο παρακάτω πίνακας δείχνει τα performatives της γλώσσας KQML που αντιστοιχούν σε εντολές EACL.

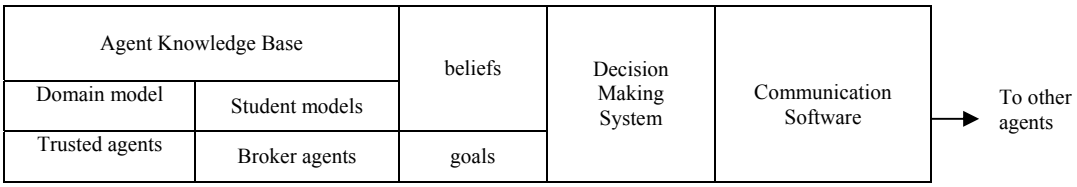
Πίνακας 1. Μηνύματα της γλώσσας EACL και τα αντίστοιχα τους στη γλώσσα KQML

Ask_for_relevant_course	Ask_all, broker-one
Announce_course	Ask_all, achieve,insert
Announce_change	Ask_all, achieve,insert
Announce_removal	Ask_all, achieve,insert
Announce_busy	Ask_all,busy
Service_done	Broker all, insert
Reject	Sorry
Contract_request	Ask_one, Ask_about
Bid _offer	Reply, tell
Sign_contract	Ask_one
Accept_contract	Reply, achieve, insert, tell
Reject_contract	Sorry

Αφού οριστεί η γλώσσα επικοινωνίας και η δομή των δρώντων, πρέπει να οριστεί ένα μοντέλο συνεργασίας. Είναι γνωστό ότι η οργάνωση μιας κοινωνίας δρώντων 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) |Gen92|. Από τα δύο άκρα της αυστηρής ιεραρχική; δομής και της πιο χαλαρής δομής, αποδεχθήκαμε μια **ανοιχτού χαρακτήρα κοινωνία δρώντων** με χρήση μεσαζόντων. Οι μεσάζοντες έχουν έναν περιορισμένο ρόλο, αυτόν του παροχέα πληροφοριών προς τα άλλα μέλη της κοινότητας, χωρίς όμως να εμπλέκονται στην άμεση επικοινωνία των δρώντων ή να λαμβάνουν ενεργό ρόλο στη διαχείριση του φορτίου των

μηνυμάτων που ανταλάσσονται στην κοινότητα των agents. Κάθε δρών-μάθημα (Course Agent CA) έχει θεωρητικά τη δυνατότητα να επικοινωνήσει με όλους τους άλλους δρώντες-μαθήματα για την Επίλυση του τοπικού του προβλήματος. Πρακτικά όμως απευθύνεται μόνο στα γνωστικά αντικείμενα από τα οποία έχει αποδειχθεί από την προϊστορία συνεργασίας ότι είναι σε θέση να λάβει ικανοποιητική σε περιεχόμενο και μορφή βοήθεια. Οι δρώντες αυτοί καταχωρούνται από τον αιτούντα-δρώντα σε μία βάση γνώσης 'έμπιστων' γνωστικών αντικειμένων (trusted agents) η οποία δημιουργείται σταδιακά, υποβοηθούμενη κατά τακτά χρονικά διαστήματα από την αλληλεπίδραση με τον μεσάζοντα (broker). Για την Επιλογή του δρώντος προς συνεργασία χρησιμοποιείται μια παραλλαγή του *πρωτοκόλλου συνεργασίας μέσω προσφορών,* που είναι γνωστό σαν contract net. [Smi88].

Η εσωτερική αρχιτεκτονική ενός γενικευμένου δρώντος-μαθήματος φαίνεται στο Σχήμα 2. ενώ πλήρης .περιγραφή του μπορεί να βρεθεί στο [Solomos99].



3. Οντολογίες περιγραφής εκπαιδευτικών συστημάτων

Απαραίτητη προϋπόθεση επιτυχούς επικοινωνίας των CA είναι οι ετερογενείς αυτοί δρώντες να υποστηρίζουν μια κοινά αποδεκτή γλώσσα περιγραφής του εκπαιδευτικού υλικού που περιέχουν, Συνεπώς είναι απαραίτητο να οριστεί ένα σχετικό πρότυπο (οντολογία) ανεξάρτητο γνωστικού αντικειμένου [Miz96]. Ως οντολογίες ορίζονται συγκεκριμένες δομές (συνήθως ιεραρχικής μορφής) που ορίζουν αφηρημένες έννοιες και σχέσεις μεταξύ αυτών σε κάποια περιοχή εφαρμογών [Ike95]. Αρκετές προσπάθειες έχουν γίνει με σκοπό την δημιουργία ενός κοινά αποδεκτού σκελετού (framework) περιγραφής εκπαιδευτικών συστημάτων[IEEE98], [Car 70]. [Ang93], [Ang94]. Σαν μια τέτοια προσέγγιση μπορεί να αναφερθεί η ιδέα των γεννητόρων ευφυών συστημάτων διδασκαλίας [Pin96], [Pin96b], οι αρχιτεκτονικές που βασίζονται στην επαναχρησιμοποίηση τμημάτων λογισμικού [Vas95]. καθώς και προσπαθειών για γενικευμένη διδακτική στρατηγική πάνω σε οποιοδήποτε γνωστικό αντικείμενο [Mar96]. Είναι προφανές ότι το έργο ανάπτυξης συνεργασίας εκπαιδευτικών συστημάτων θα πρέπει να στηριχτεί στο υπόβαθρο των προσπαθειών αυτών.

Εδώ προτείνεται μια οντολογία γνωστικού αντικειμένου, η οποία επιτρέπει την περιγραφή του περιεχόμενου του γνωστικού αντικειμένου (Domain model) των CA. Επίσης η οντολογία χρησιμοποιείται στην επικοινωνία μεταξύ δρώντων 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 σημασιολογικό γνωστικό δίκτυο
- Εκπαιδευτικές μικροενέργειες
- Ψηφιακές γνωστικές μονάδες.

Στη συνέχεια θα αναλυθούν τα κυριότερα επίπεδα της οντολογίας.

3.1 Επίπεδο εννοιών

Με τον όρο **έννοια** εννοούμε την γνώση που βρίσκεται στο αντίστοιχο γραπτό ή ηλεκτρονικό τμήμα του εκπαιδευτικού υλικού και η οποία ορίζει και περιγράφει μία συγκεκριμένη γνωστική μονάδα που μπορεί να υπάρξει αυθύπαρκτα για εκπαιδευτική χρήση. Σαν παράδειγμα π.χ. η χρήση της εντολής While για την υλοποίηση ενός βρόγχου (Γνωστικό αντικείμενο: Γλώσσες προγραμματισμοί).

Οι έννοιες συσχετίζονται μεταξύ τους με χρήση **συνδέσμων εκπαιδευτικής πληροφορίας**. Το εννοιολογικό δίκτυο αποτελείται από κόμβους που τους αποτελούν οι γνωστικές έννοιες και από τόξα που συνδέουν τις γνωστικές έννοιες.

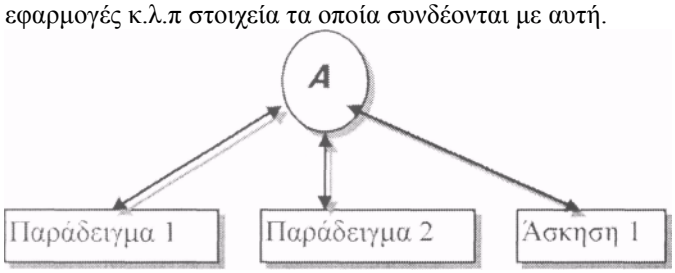
Ορίζουμε τρία διαφορετικά είδη συνδέσμων:

- Αλληλουχίας { επόμενη And, επόμενη Or, προηγούμενη And, προηγούμενη Or}
- Εξάρτησης { προαπαιτούμενη, αποτέλεσμα }
- Δόμησης { μέρος, αποτελείται από }
- Αναπλήρωσης { αναλογία }

3.2 Επίπεδο εκπαιδευτικών μικροενεργειών

Με τον όρο εκπαιδευτική μικροενέργεια ορίζουμε το δομικό, αυτοτελές τμήμα αναπαράστασης γνώσης που αναφέρεται σε μία έννοια και εκπληρώνει μια βασική εκπαιδευτική λειτουργία.

Μια γνωστική έννοια δηλαδή μπορεί να έχει διευκρινίσεις, παραδείγματα, εφαρμογές κ.λ.π στοιχεία τα οποία συνδέονται με αυτή.



Σχήμα 3. Σύνδεση έννοιας Α με επιμέρους μικροενέργειες

Ο αριθμός των συνδέσεων αυτών είναι διαφορετικός για κάθε έννοια και για κάθε γνωστικό αντικείμενο. Είναι βεβαίως δυνατόν γνωστικές έννοιες με το ίδιο περιεχόμενο και όνομα να έχουν διαφορετικό επίπεδο λεπτομέρειας σε διαφορετικά γνωστικά αντικείμενα. Η μικροενέργεια αναλογεί σε μία παράγραφο ή σε διαδοχικές παραγράφους ενός εγχειριδίου με αυτοτελή εκπαιδευτική λειτουργία.

Ορίζονται γενικά τρεις τύποι εκπαιδευτικών λειτουργιών: Παρουσίαση, Έλεγχος και Διόρθωση [Solomos99].

3.3 Επίπεδο ψηφιακών γνωστικών μονάδων

Οι ψηφιακές γνωστικές μονάδες είναι η αντιστοίχηση μιας εκπαιδευτικής μικροενέργειας σε λογισμικό που την υλοποιεί. Συνεπώς η ψηφιακή γνωστική μονάδα είναι υπεύθυνη και για την επικοινωνία της μικροενέργειας με το μαθητή. Υπάρχει δε αντιστοιχία κάθε μικροενέργειας με κάποια ψηφιακή γνωστική μονάδα.

Παράδειγμα μίας γνωστικής μονάδας είναι μία σελίδα στο toolbook, μία html σελίδα κοκ.

4. Ανάπτυξη πλατφόρμας συνεργασίας

Η πρωτότυπη πλατφόρμα που αναπτύχθηκε βασίζεται στην τεχνολογία διαδικτύου, όπως επιτάσσουν οι σύγχρονες κατανεμημένες εφαρμογές εκπαίδευσης. Ο σπουδαστής που θα χρησιμοποιήσει το περιβάλλον αυτό αποδεσμεύεται από τον περιορισμό να βρίσκεται στον ίδιο υπολογιστικό κόμβο που βρίσκεται η γνώση (Knowledge server). Οι εφαρμογές αυτού του τύπου στηρίζονται στο μοντέλο πελάτη/εξυπηρετητή (client/server), όπως άλλωστε και ολόκληρο το διαδίκτυο. Η εφαρμογή είναι πλήρως κατανεμημένη, ο σπουδαστής χειρίζεται μόνο το πρόγραμμα-πελάτη που στην περίπτωση μας είναι ένας πλοηγός διαδικτύου (web browser) μέσω του οποίου συνδέεται με το πρόγραμμα-εξυπηρετητή, εξυπηρετητής διαδικτύου (web server) και ο οποίος μεριμνά για την πα παιδευτικού υλικού από ένα ή περισσότερα γνωστικά αντικείμενα. Η διεπιφάνεια χρήστη της εφαρμογής έχει στηριχτεί στην ύπαρξη 41 υπο-παραθύρων, από τα οποία μόνο τα τρία είναι εμφανή στον χρήστη. Μια τυπική τέτοια τέτοια διεπιφάνεια χρήστη φαίνεται στο Σχήμα 4.

Το τρία εμφανή παράθυρα που φαίνονται στο Σχήμα 4, είναι:

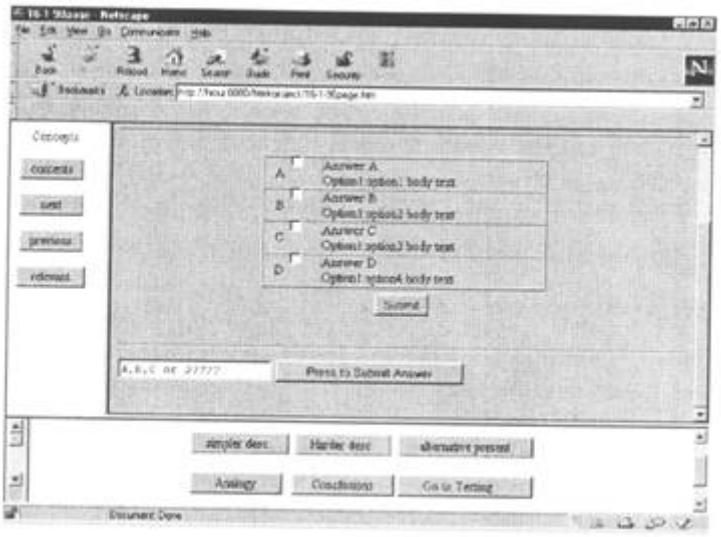
- το κύριο **παράθυρο παρουσίασης** γνωστικού αντικειμένου
- το παράθυρο εντολών που αντιστοιχούν σε επιτρεπτές **μικροενέργειες** που ασχολείται με την πλοήγηση μέσα στα περιεχόμενα της ίδιας έννοιας
- το παράθυρο διαχείρισης **εννοιών** που αφορά την πλοήγηση μεταξύ των εννοιών.

Οι πιο βασικές λειτουργίες για την πλοήγηση μέσα στην ίδια έννοια, και συνεπώς για την πλοήγηση μέσα στις εκπαιδευτικές μικροενέργειες. είναι οι: **(α)απλούστευση**,

(β) **γενίκευση**, (γ) **εναλλακτική παρουσίαση**, (δ) **αναλογία**, (ε) **συμπεράσματα**, και (ζ) **μετάβαση σε ασκήσεις - ελέγχου μαθησιακού αποτελέσματος**.

Οι πιο βασικές λειτουργίες για την πλοήγηση μέσα στις έννοιες είναι: (α) **Πίνακας Περιεχομένων εννοιών**, (β) **προηγούμενη έννοια**, (γ**) επόμενη έννοια** και (5) **σχετικές έννοιες με αυτή που μελετάει ο μαθητής**.

Το τέταρτο υπο-παράθυρο (frame), το οποίο δεν είναι εμφανές, έχει την αρμοδιότητα της επικοινωνίας με τον server.



Σχήμα 4. Διεπιφάνεια χρήστη

Η παρουσίαση των ασκήσεων, η συλλογή της απάντησης, η εύρεση της σωστής λύσης, η βαθμολόγηση της άσκησης, η εύρεση του συχνά-παρατηρούμενου λάθους (misconception) είναι μερικές από τις διαδικασίες που έχουν υλοποιηθεί.

Στη συνέχεια θα περιγραφεί η χρήση του συστήματος για την υποστήριξη συνεργασίας μεταξύ δρώντων.

5. Συνεργασία γνωστικών αντικειμένων

Έστω κόμβοι διδασκαλίας Α. Β. Έστω γνωστική έννοια α ε Α, η οποία πρόκειται να διδαχθεί και έστω ότι ο κόμβος Α αναζητάει συνεργασία από άλλους κόμβους (π.χ. τον Β). Το διδακτικό σενάριο που προβλέπει τη συνεργασία των δύο κόμβων Α και Β έχει ως εξής:

1. Υπάρχουν προαπαιτούμενα για τη γνωστική έννοια α ;
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 Β;
4. Μπορεί να γίνει αναλογία ή επέκταση της γνώσης της έννοιας α στο γνωστικό αντικείμενο Β; 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 α έχει περισσότερο όγκο πληροφορίας στο Β που ο σπουδαστής έχει ολοκληρώσει και όχι στο Α που παρακολουθεί τώρα, τότε πρέ πει να εξετάσουμε πόσο καλά τη γνωρίζει και αυτό μπορεί να γίνει με την ανάλυση του μοντέλου του σπουδαστή για το Α όσον αφορά τη συγκεκριμέ νη 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).

Μια παρατήρηση σχετική με τον αλγόριθμο, αφορά τη θέση του σπουδαστή ως προς τα γνωστικά αντικείμενα. Όταν ο σπουδαστής μελετά το γνωστικό αντικείμενο Λ τότε σκοπός είναι η αφομοίωση της έννοιας του γνωστικού αντικειμένου Α. Άρα δεν αφορά το σύστημα η αναθεώρηση του SM στο γνωστικό αντικείμενο Β. Όταν όμως ο σπουδαστής μελετά παράλληλα και τα δύο γνωστικά αντικείμενα τότε απώτερος σκοπός είναι η αφομοίωση και των δύο εννοιών οπότε πρέπει να υπάρχουν αναθεωρήσεις και στις δύο έννοιες. Αν λοιπόν χρησιμοποιηθεί μία έννοια τότε πρέπει να αναθεωρηθεί και το μοντέλο σπουδαστή εκεί.

6. Παράδειγμα συνεργασίας κατά τη διδασκαλία γλωσσών προγραμματισμού

Σε αυτή την παράγραφο, περιγράφεται ένα πείραμα συνεργασίας δύο γνωστικών κόμβων. αυτών της διδασκαλίας της γλώσσας προγραμματισμού C και της Γλώσσας Προγραμματισμού Fortran. Στο πρόγραμμα σπουδών του Τμήματος Ηλεκτρολόγων και Υπολογιστών, η εισαγωγή στον προγραμματισμό γίνεται με χρήση της γλώσσας

Fortran και στη συνέχεια με τη C και Java διαδοχικά. Είναι συνηθισμένο φαινόμενο ο μαθητής να καταφεύγει σε αναλογίες ανάμεσα σε ήδη γνωστές του έννοιες και σε νέες που διδάσκεται. Το παράδειγμα που μελετήσαμε αφορά τη χρήση αναλογιών ανάμεσα στην ήδη γνωστή γλώσσα προγραμματισμού (Fortran) και στην νέα γλώσσα που μελετά (C).

Αποδεικνύεται αρχικά ότι και τα δύο γνωστικά αντικείμενα έχουν πολλά κοινά στοιχεία τόσο στο επίπεδο της δηλωτικής όσο και της διαδικαστικής γνώσης Τόσο η Fortran όσο και η C είναι imperative τύπου γλώσσες, και πολλές από τις λέξεις κλειδιά (keywords) των γλωσσών αυτών είναι κοινά ή παρόμοια. Ένα συγκεκριμένο πείραμα των παραπάνω στηρίχτηκε στην κωδικοποίηση γνώσης σε δύο διδακτικά εγχειρίδια του Τμήματος ΗΜ & ΤΥ [Ker91],[Kou97].

7. Παραδείγματα αλληλεπίδρασης

Στη συνέχεια επιλέχθηκε ένα κεφάλαιο το οποίο είναι κοινό και για τα δύο γνωστικά αντικείμενα Α, Β. Η αναπαράσταση της γνώσης προχώρησε πέρα από το επίπεδο των **εννοιών** και στο επίπεδο των **μικροενεργειών**.

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε ήταν η εξής.

- Αναπαραστάθηκε ένα τμήμα του γνωστικού αντικειμένου με το οποίο ασχολούνται και οι δύο γλώσσες. Συγκεκριμένα το τμήμα αυτό είναι περιφραστικά *Ο έλεγχος και η υλοποίηση επαναληπτικών διαδικασιών (βρόγχων).*
- Η αναπαράσταση των δύο γνωστικών αντικειμένων έγινε σύμφωνα με την προτεινόμενη αρχιτεκτονική της αναπαράστασης της βάσης γνώσης [Avour98], με τη χρήση **εννοιολογικών σημασιολογικών δικτύων** και **εκπαιδευτικών μικροενεργειών**.

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αναπαράστασης μίας έννοιας από ένα σύνολο μικροενεργειών είναι το παρακάτω:

Για το γνωστικό αντικείμενο της Fortran:

<u>Έννοια</u> : Σύνθετο λογικό if <u>Λίστα μικοοενεογειών</u>: [περιγραφή, παράδειγμα 1, παράδειγμα.2. παράδειγμα3. παράδειγμα 4, σύνδεση (λογικό-if), σύγκριση (λογικό-if), παράδειγμα1, παράδειγμα2, επισήμανση]

Για το γνωστικό αντικείμενο της C:

<u>Έννοια</u>: if-else

Λίστα μικροενεργειών: [εισαγωγή, ανάλυση, περιγραφή, παράδειγμα1, επισήμανση, παράδειγμα2, επισήμανση2, παράδειγμα3, επισήμανση3, παράδειγμα4, επισήμανση4, παράδειγμα5]

Παρατηρείται ότι οι δυο έννοιες έχουν ανάλογη δομή αν και το περιεχόμενο των εκπαιδευτικών ενοτήτων διαφέρει.

Περίπτωση 1:

Έστω χρήστης που παρακολουθεί τα δύο γνωστικά αντικείμενα. Κατά τη διάρκεια της εκμάθησης Fortran, βρίσκεται στην έννοια 'σύνθετο λογικό if' και στη μικροενέργεια 'περιγραφή1'. Στο σημείο αυτό ζητά περισσότερη πληροφορία για το θέμα αυτό με μικρότερη δυσκολία κατανόησης. Υποθέτουμε ότι δεν υπάρχει στο γνωστικό αντικείμενο της Fortran μικροενέργεια με ευκολότερο επίπεδο κατανόησης.

CA1 →BA ask (trusted courses for CA1)

BA→CA 1 reply (CA2+ CA2 data)

CA1→CA2 ask ('complex logical if ,' 'description', 'easy', metadata ('complex logical if'))

CA2→CA1 reply

Περίπτωση 2:

Έστω χρήστης που παρακολουθεί τα δύο γνωστικά αντικείμενα με καλή γνώση του γνωστικού αντικειμένου της Fortran. Κατά τη διάρκεια της εκμάθησης C, βρίσκεται στην έννοια 'if-else' και συγκεκριμένα στη μικροενέργεια 'παράδειγμα' και ζητά βοήθεια για την κατανόηση του θέματος (ευκολότερου επιπέδου εκπαιδευτικό υλικό). Υποθέτουμε ότι το γνωστικό αντικείμενο δεν έχει στη βάση γνώσης του κατάλληλη εκπαιδευτική μικροενέργεια για να τον εξυπηρετήσει.

CA2→BA ask (trusted courses for CA2)

BA→CA2 reply (CA 1 + CA 1 data)

CA2 →CA1 ask ('if-else', 'description', 'easy', metadata ('if-else'))

CA 1→CA2 reply (sorry)

8. Συμπεράσματα

Περιγράφτηκε στην εργασία αυτή μια αρχιτεκτονική που επιτρέπει ανταλλαγή γνώσης μεταξύ εκπαιδευτικών συστημάτων με στόχο τη συνεργασία τους για

επίτευξη καλύτερου εκπαιδευτικού αποτελέσματος. Τα κύρια σημεία της αρχιτεκτονικής που περιγράφτηκε είναι:

(α) κάθε εκπαιδευτικός κόμβος εμπεριέχει την μετα-περιγραφή του εκπαιδευτικού υλικού του με βάση μια κοινή εκπαιδευτική οντολογία.

(β) οι κόμβοι επικοινωνούν με μια γλώσσα ειδικού σκοπού (EACL) που αφορά στη συνεργασία εκπαιδευτικών κόμβων και υλοποιεί αλγόριθμους προσφοράς και αποδοχής εκπαιδευτικού υλικού.

(γ) Η υλοποίηση προτύπων κόμβων έχει γίνει με χρήση client/server αρχιτεκτονικής και ειδικά τεχνολογίας servlets.

Τα πρώτα πειράματα χρήσης της πλατφόρμας συνεργασίας έχουν κόμβους με αντικείμενο διδασκαλία γλωσσών προγραμματισμού. Ο τελικός στόχος είναι η δημιουργία μιας γενικής αρχιτεκτονικής που επιτρέπει την ενθυλάκωση οποιουδήποτε εκπαιδευτικού συστήματος και τον μετασχηματισμό του σε εκπαιδευτικό δρώντα, με δυνατότητες συνεργασίας με άλλους αντίστοιχους δρώντες που υφίστανται ήδη. Σαν συνέπεια, τα συστήματα που είναι διαθέσιμα μέσω του διαδικτύου να μπορούν να συνεργαστούν για να επιλύσουν τα προβλήματα των μαθητών τους πιο αποτελεσματικά.

Βεβαίως για να επιτευχθεί ένας τόσο φιλόδοξος στόχος θα πρέπει να επιλυθούν σημαντικά προβλήματα ακόμη, όπως αυτό της προσαρμογής σε συστήματα με διαφορετικές δομές, όπως ευφυή συστήματα διδασκαλίας, προσομοιωτές κλπ, επέκταση της γλώσσας ώστε να επιτρέπει την προσαρμογή του επιπέδου του εκπαιδευτικού υλικού που ανταλλάσσεται στο επίπεδο του σπουδαστή, προσθήκη πληροφορίας που αφορά τη χρέωση του αιτούντα το υλικό κλπ. Προς αυτή την κατεύθυνση πιστεύεται ότι θα προσφέρει σημαντική βοήθεια η εργασία της σχετικής ομάδας του IEEE [IEEE98], τα αποτελέσματα της οποίας επιδιώκεται να ενσωματωθούν στο σύστημα που αναπτύσσεται.

Αναφορές

[Ang93] Angelides M. Garcia 1. Towards an intelligent knowledge based Tutoring System for foreign language learning, Journal of Computing and Information Technology - CIT, 1, pp. 15-28. 1993

[Ang94] Angelides M. Tong A, Using Hypertext to implemement multiple tutoring strategies in an intelligent tutoring system for music learning. Journal of Computing and Information Technology-CIT. 2, pp. 123-138, 1994

[Aus62] Austin J. L 1962, How to do thing with words, Oxford University Press.

[Avour98] N. Avouris, K. Solomos, Cooperating Intelligent Systems in Higher Education, PENED,Technical Report 2-98, Patras, June 1998.

[Car70] Carbonell J. R.; "AI in CAI: An Artificial intelligence approach to computer assisted instruction'TEEE Trans Man Machine Systems vol 11 no 4 pp 190-202 Dec. 1970.

[Fin93] Finin Tim ;Weber Jay; Wiederholt Gio; Genesereth Michael; Fritzon Richard;

McGuire James; Shapiro Stuart; Beck Chris, Specification of the KQML Agent-Communication Language, The DARPA Knowledge Interfaces Working Group, June 15 1993.

[Gen92] Genesereth M R, An agent based approach to Software Interoperability, In Proceddeing of the DARPA Software Technology Conference, 1992

[Jen96] Jennings, N. R. Wooldridge M, 1996, Intelligent Agents. Theory and Practice Academic Press

[Ike95] Ikeda M, Hope U, Mizoguchi R (1995), Ontological issues of CSCL Systems design. AI-ED 95, the 7th Conference on Atrificial Intelligence in Education. August 16-19, 1995, Washington DC, pp242-249.

[IEEE98] IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC) Learning Object Metadata (LOM) Draft Document v2.1, June 25 1998

[Ker91] C: Kemighan Brian W., Dennis M. Ritchie, Η γλώσσα προγραμματισμού C, Δεύτερη Ελληνική έκδοση, Εκδόσεις Κλειδάριθμος 1991

[Kou97] Fortran: Μ. Κουκιάς, Ε. Δερματάς, Εισαγωγή στους υπολογιστές Πανεπιστη-μιακές παραδόσεις, 4η έκδοση, Πανεπιστημιακές εκδόσεις, Πάτρα 1997.

[Mar96] Marcke Kris Van, Genericity in Instructional Knowledge:Position paper Knowledge technologies N.V. Belgium , Artificial intelligent in educational systems 1996

[Miz96] 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 resusable ITSs, Montreal, June 1996.

[Pin96] Pintelas P D.Giakovis, I. D. Zaharakis, C. Diplas, A. Kameas: Mellon: A Generator of intelligent tutoring applications, The First International Conference on Computer and Advanced Technology in Education, March 18-20 1996, Cairo Egypt.

[Pin96b] Pintelas P, Information representations in Educational Software, Invited paper 3rd Hellenic-European Conference on mathematics and informatics Sep 26-28 1996, Athens University of Economics and Business.

[Sea69] Searle J R. 1969. Speect acts: An essay in the philosophy of language. Cambridge: Cambridge University Press.

[Smi88] Smith R.G, The contract net protocol: High level communication and didtributed problem solving. In Readings in Distributed Artificial Intelligence Morgan Kauffman 1988

[Solomos99] K. Solomos. N. Avouris. Learning from Multiple collaborating intelligent tutors: An agent-based approach. Journal of Interactive Learning Research. 1999 (to appear)

[Vas95] Vassileva Julita. Dynamic Courseware generation: At the cross point of | ITS and Authoring. ICCE'95 Int. Conference in Computers in Education Singapore 5fl 1995 pp 290-297.