

ΜΙΑ ΠΟΛΥΕΠΙΠΕΔΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΜΑΘΗΤΗ ΒΑΣΙΣΜΕΝΗ ΣΕ ΤΕΧΝΗΤΑ ΝΕΥΡΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Δ. Γιακοβής⁽¹⁾

Α. Καμέας⁽²⁾

Π. Πιντέλας⁽¹⁾

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται μια εισαγωγή στο πρόβλημα της μοντελοποίησης του μαθητή στα πλαίσια των Έξυπνων Συστημάτων Εκπαίδευσης (Intelligent Tutoring Systems – ITS) και περιγράφονται περιληπτικά οι γενικές έννοιες που διέπουν το παραπάνω πρόβλημα μαζί με τις σημαντικότερες προτάσεις που έχουν κατατεθεί για την αντιμετώπιση του προβλήματος. Επίσης παρουσιάζεται ένας σχεδιασμός και μια υλοποίηση ενός πρωτότυπου του μοντέλου μαθητή των Έξυπνων Συστημάτων Εκπαίδευσης που παράγει το σύστημα MELLON (Γεννήτορας ITSs που διδάσκουν μεθοδολογίες), χρησιμοποιώντας τεχνολογία Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων (ΤΝΔ).

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το τελευταίο βήμα στη συνεχή εξέλιξη των Συστημάτων Εκπαίδευσης με τη βοήθεια υπολογιστή (Computer Aided Instruction – CAI) είναι τα Έξυπνα Συστήματα Εκπαίδευσης (Intelligent Tutoring Systems – ITSs), τα οποία ενσωματώνουν αρχές Τεχνητής Νοημοσύνης. Τα συστήματα αυτά παρέχουν περιβάλλοντα διδασκαλίας που προσαρμόζονται στις ανάγκες και τις ιδιαιτερότητες του κάθε μαθητή, προσφέροντας ένα δυναμικό και έξυπνο τρόπο διδασκαλίας. Το βασικό δομικό στοιχείο ενός ITS είναι η γνώση. Πιο συγκεκριμένα ένα ITS ενσωματώνει γνώση για την περιοχή που θα διδαχθεί (Domain Knowledge), γνώση για τις εκπαιδευτικές στρατηγικές (Instructional Strategies Knowledge) και γνώση για το μαθητή (Student Model) [4].

Το μοντέλο μαθητή αναπαριστά εκείνες τις πληροφορίες που σχετίζονται με το μαθητή και οι οποίες επηρεάζουν την εκπαιδευτική στρατηγική. Η γνώση για το μαθητή είναι σημαντική αφού δίνει στο σύστημα την ικανότητα να προσαρμόζει την εκπαιδευτική στρατηγική στις ιδιαιτερότητες του μαθητή με σκοπό να του παρέχει εκείνες τις πληροφορίες του διδακτικού αντικειμένου που μπορούν να αφομοιωθούν πιο αποτελεσματικά τη συγκεκριμένη στιγμή. Με

⁽¹⁾ Τομέας Υπολογιστικών Μαθηματικών & Πληροφορικής, Τμήμα Μαθηματικών, Πανεπιστήμιο Πατρών. Εργαστήριο Ανάπτυξης Εκπαιδευτικού Λογισμικού, dg69,kameas,pintelas@math.upatras.gr

⁽²⁾ Εργαστήριο Ανάπτυξης Εκπαιδευτικού Λογισμικού, dg69,kameas,pintelas@math.upatras.gr

άλλα λόγια, αναπαριστά την τρέχουσα κατάσταση της γνώσης του μαθητή.

Το μοντέλο μαθητή είναι μια δομή δεδομένων και η διάγνωση (diagnosis) είναι μια διαδικασία που διαχειρίζεται αυτή τη δομή [14]. Τα δύο αυτά στοιχεία σχεδιάζονται μαζί. Το πρόβλημα σχεδιασμού αυτών των δύο συστατικών στοιχείων ονομάζεται πρόβλημα μοντελοποίησης του μαθητή (student modelling problem). Με τις πληροφορίες που το μοντέλο μαθητή περιέχει και παρέχει στο σύστημα, το ITS μπορεί να προσαρμόζεται στις εκπαιδευτικές ανάγκες του κάθε μαθητή, παρέχοντας έτσι τη δυνατότητα εξατομικευμένης μάθησης υψηλού επιπέδου.

Η εργασία αυτή στην ενότητα 2 παρουσιάζει το πρόβλημα της μοντελοποίησης του μαθητή και αναλύει το ρόλο της διαδικασίας διάγνωσης, ενώ στην επόμενη ενότητα παρουσιάζονται οι προσεγγίσεις που έχουν προταθεί μέχρι σήμερα και οι νέες τάσεις. Στη συνέχεια, στη ενότητα 4 παρουσιάζεται ο σχεδιασμός και η υλοποίηση ενός πρωτοτύπου του σχεδιασμού του μοντέλου μαθητή των εφαρμογών που αναπτύσσονται μ' έναν σύγχρονο Γεννήτορα Έξυπνων Εκπαιδευτικών Εφαρμογών, το MELLON. Ο σχεδιασμός βασίζεται σε μια νέα προσέγγιση του προβλήματος της μοντελοποίησης του μαθητή, σύμφωνα με την οποία το πρόβλημα αυτό θεωρείται ως πρόβλημα κατάταξης-ταξινόμησης της συμπεριφοράς του μαθητή. Για την υλοποίηση χρησιμοποιούνται ΤΝΔ, που χρησιμοποιούνται ευρέως στη αναγνώριση προτύπων. Τέλος η εργασία αυτή παρουσιάζει τις μελλοντικές κατευθύνσεις αυτής της δουλειάς.

Η ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΜΑΘΗΤΗ

Η μοντελοποίηση του μαθητή αφορά το σχεδιασμό και την υλοποίηση μιας δομής δεδομένων (μοντέλο μαθητή) για την αναπαράσταση των διαφόρων χαρακτηριστικών στοιχείων του μαθητή και μιας διαδικασίας (διάγνωση) για την προσπέλαση των διαφόρων στοιχείων της δομής αυτής με στόχο την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με το μαθητή. Για να υλοποιηθούν σωστά τα δύο παραπάνω συστατικά θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τόσο οι ενέργειες του χρήστη, όσο και ο μηχανισμός που θα είναι ικανός να αναλύσει αυτές τις ενέργειες και να αποθηκεύσει τα αποτελέσματα της ανάλυσης [8]. Παρακάτω περιγράφονται το μοντέλο και η διάγνωση του μαθητή, σύμφωνα με τις αρχές που διέπουν και τα δύο αυτά συστατικά στοιχεία.

1. Το μοντέλο μαθητή

Το μοντέλο μαθητή αναπαριστά όλα τα πιθανά χαρακτηριστικά που μπορούν να επηρεάσουν την επιλογή της κατάλληλης εκπαιδευτικής στρατηγικής και της εκπαιδευτικής διαδικασίας, γενικότερα. Με τις πληροφορίες που το μοντέλο μαθητή περιέχει και παρέχει στο σύστημα, το ITS μπορεί να προσαρμόζεται στις εκπαιδευτικές ανάγκες του κάθε μαθητή, παρέχοντας έτσι τη δυνατότητα εξατομικευμένης μάθησης υψηλού επιπέδου. Η κατασκευή του μπορεί να γίνεται είτε

στατικά, όπου ο “συγγραφέας” κατά την ανάπτυξη του εκπαιδευτικού υλικού μπορεί να εισάγει γενικές πληροφορίες που σχετίζονται με το μαθητή ή με κατηγορίες μαθητών, είτε δυναμικά, κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασης του μαθητή με το εκπαιδευτικό υλικό. Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που συναντά κανείς στην ανάπτυξη μοντέλων μαθητή είναι η μεγάλη πολυπλοκότητά τους [11].

Ένα πλήρες μοντέλο μαθητή θα πρέπει να ενσωματώνει γνώση γύρω από το μαθητή σχετική με:

1. Το τι ο μαθητής γνωρίζει και το τι όχι.
2. Τα ιστορικά δεδομένα του μαθητή.
3. Το κοινωνικό προφίλ του μαθητή.
4. Τους στόχους του μαθητή.
5. Την ικανότητα του μαθητή να επιλύει διάφορα προβλήματα (problem-solving capability).
6. Την ικανότητα αυτοδύναμης εκπαίδευσης (χωρίς συνεχείς επικλίσεις βοήθειας).
7. Την άμεση ερμηνεία της ενέργειας του μαθητή.
8. Τις πιθανές σωστές ενέργειες του μαθητή.
9. Τα γνωστικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα του μαθητή όπως ταχύτητα μάθησης, τύποι μάθησης που είναι περισσότερο αρεστοί (π.χ. memoristic, analogy), απόδοση του μαθητή από την παρουσίαση του εκπαιδευτικού υλικού με video, ήχο, κίνηση κ.λπ., αλλά και διαφόρων παραμέτρων αυτών των μέσων (π.χ., χρώματα).

Στο μοντέλο μαθητή, είναι δυνατό να περιέχονται επίσης τόσο έννοιες που δεν κατάλαβε (misconceptions) όσο και έννοιες που δεν γνωρίζει (missing conceptions) ο μαθητής. Σε μια τέτοια περίπτωση η δομή δεδομένων είναι γνωστή ως bug catalogue data structure. Ένα missing conception είναι ένα τμήμα της γνώσης που το έχει ένας γνώστης του αντικειμένου αλλά δεν το έχει ο μαθητής. Ένα misconception είναι ένα τμήμα της γνώσης που το έχει ο μαθητής αλλά δεν το έχει ο γνώστης του αντικειμένου.

Πέρα όμως από τα στοιχεία που είναι απαραίτητα για την υλοποίηση ενός μοντέλου μαθητή υπάρχουν και μερικές άλλες σημαντικές λεπτομέρειες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, όπως π.χ.:

- Ποιος μοντελοποιείται (κάθε μαθητής ξεχωριστά ή ομάδες μαθητών με κοινά χαρακτηριστικά γνωρίσματα).
- Πώς δημιουργείται και πώς συντηρείται το μοντέλο μαθητή (υπάρχει στατική, δυναμική ανάπτυξη ή/και συνδυασμός τους).
- Πότε προστίθεται και πότε εξάγεται πληροφορία από το μαθητή, πότε δίνεται βοήθεια στο μαθητή, πότε παρέχεται ανάδραση (feedback) στο μαθητή και πότε “μεταφράζεται” η συμπεριφορά του μαθητή από το σύστημα.
- Ποια είναι η ιστορία του μαθητή, όπως αυτή έχει δημιουργηθεί από την αλλη-

λεπίδραση του μαθητή με το σύστημα.

Ένα μοντέλο μαθητή που λαμβάνει υπόψη όλες τις παραπάνω πληροφορίες μπορεί να θεωρηθεί πλήρες και ικανό να αποτελέσει μια λύση στο πρόβλημα της μοντελοποίησης του μαθητή, όσον αφορά τη δομή δεδομένων.

2. Διάγνωση του μαθητή

Η είσοδος στο διαγνωστικό τμήμα (diagnosis module) καθορίζεται από την αλληλεπίδραση του συστήματος με το μαθητή. Το συγκεκριμένο είδος της πληροφορίας που θα αποτελέσει την είσοδο στο diagnosis module βρίσκεται αποθηκευμένο στο μοντέλο μαθητή. Η έξοδος του διαγνωστικού τμήματος με τη σειρά του αποτελεί είσοδο στο μοντέλο μαθητή. Η σχέση επομένως του διαγνωστικού τμήματος με το μοντέλο μαθητή είναι αμφίδρομη και αλληλεξαρτώμενη [14].

Έτσι μερικά ITS, χρησιμοποιούν ένα δομημένο πρόγραμμα με σκοπό ο μαθητής να μετακινείται στο επόμενο μάθημα μόνο αν μάθει μια συγκεκριμένη εκπαιδευτική ενότητα. Στην περίπτωση αυτή, το μοντέλο μαθητή αναπαριστά το επίπεδο της γνώσης του. Περιοδικά, το ITS προσπελαύνει το μοντέλο μαθητή για να ελέγξει το επίπεδο της γνώσης του μαθητή και στη συνέχεια το διαγνωστικό τμήμα αποφασίζει αν ο μαθητής είναι ικανός να οδηγηθεί σε επόμενη εκπαιδευτική ενότητα. Στη περίπτωση αυτή το διαγνωστικό τμήμα λαμβάνει υπόψη την πρόοδο (advancement) του μαθητή.

Από την άλλη μεριά, υπάρχουν ITSs που προσφέρουν βοήθεια στο μαθητή μόνο όταν διαπιστωθεί ότι τη χρειάζεται. Το ITS δεν μετέχει στην εκπαιδευτική διαδικασία ακόμη και αν ο μαθητής κάνει ένα λάθος σε μια περίπτωση, η οποία είναι πολυσύνθετη για την εφαρμογή μιας ικανοποιητικής παιδαγωγικής στρατηγικής. Σε αυτή την περίπτωση το διαγνωστικό τμήμα προσφέρει συμβουλές (advices) στο μαθητή. Επίσης έχουν αναπτυχθεί ITSs, που είτε παράγουν προβλήματα δυναμικά (problem generation), τα οποία προκύπτουν κατά την αλληλεπίδραση του μαθητή με το εκπαιδευτικό υλικό είτε δίνουν στο μαθητή ένα πρόβλημα από ένα σύνολο προκαθορισμένων προβλημάτων. Τέλος, υπάρχουν ITSs που ενεργούν όπως ένας δάσκαλος που εξηγεί στους μαθητές μια έννοια με βάση έννοιες που ήδη έχουν κατανοήσει οι μαθητές. Τέτοια ITSs μπορούν να προσδιορίσουν τι ξέρει ήδη ο μαθητής. Αυτού του είδους τα διαγνωστικά τμήματα χρησιμοποιούν προσαρμοσμένες επεξηγήσεις (Adapting explanations).

ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΜΑΘΗΤΗ

Έχουν αναπτυχθεί μια σειρά από τεχνικές μοντελοποίησης του μαθητή. Οι περισσότερες από αυτές ανήκουν σε μια από τις παρακάτω τρεις κατηγορίες:

1. Overlay μέθοδος

Η μέθοδος επικάλυψης (overlay method) αναπαριστά τη γνώση του μαθητή ως

ένα υποσύνολο της συνολικής γνώσης του διδακτικού αντικειμένου [3]. Σύμφωνα με το [9] η μέθοδος αυτή συγκρίνει τη συμπεριφορά του μαθητή με αυτή που θα είχε ο ιδεατός μαθητής στη συγκεκριμένη κατάσταση. Ένα μοντέλο επικάλυψης είναι ουσιαστικά ένα υποσύνολο της Βάσης του διδακτικού αντικειμένου του ITS. Οι μέχρι τώρα προσεγγίσεις του μοντέλου είναι με κανόνες επαναγραφής (production rules). Ο μαθητής υλοποιείται με ένα υποσύνολο από αυτούς τους σωστούς κανόνες.

Το βασικό μειονέκτημα της τεχνικής της επικάλυψης είναι ότι ο μαθητής θεωρείται πως είτε ξέρει μια έννοια είτε όχι. Με άλλα λόγια πουθενά δεν αναπαρίστανται πιθανά λάθη ή σφάλματα εννοιών που έχει κάνει ο μαθητής [1].

2. Η bug catalogue ή mal-rule μέθοδος

Η bug catalogue ή mal-rule μέθοδος [2] αναπαριστά μαζί με τις έννοιες που περιέχονται στη βάση γνώσης και τα συνήθη λάθη του μαθητή. Αυτά τα λάθη χρησιμοποιούνται για να προσδιορίσουν τις αιτίες που τα δημιούργησαν. Το μειονέκτημα της μεθόδου είναι ότι ο δημιουργός του συστήματος είναι υποχρεωμένος να προσδιορίσει όλα τα πιθανά λάθη και τις παρερμηνείες που μπορούν να υπάρξουν στη διδαχή μιας έννοιας.

3. Η differential ή bug-parts-library μέθοδος

Η differential ή bug-parts-library μέθοδος [10] αρχικά θεωρεί ότι ο μαθητής είναι γνώστης του εκπαιδευτικού αντικειμένου αλλά στην πορεία εξέλιξης της μαθησιακής διδασκαλίας αναπαρίστανται όποιες διαφορές και τυχόν λάθη κάνει ο μαθητής. Πρόκειται για μια εξέλιξη του bug catalogue, η οποία λύνει και το πρόβλημα της αναζήτησης των πιθανών σφαλμάτων που μπορούν να προέρχονται από μια παρερμηνεία μιας έννοιας.

Όλες οι παραπάνω μέθοδοι χρησιμοποιούν knowledge-based τεχνικές, όπως είναι οι production rules και τα semantic networks. Μια νέα τάση στην προσέγγιση του προβλήματος της μοντελοποίησης του μαθητή, θεωρεί το πρόβλημα σαν ένα πρόβλημα κατάταξης-ταξινόμησης (classification). Η αλληλεπίδραση μαθητή-συστήματος δεν είναι τυχαία, αλλά αντιστοιχεί σε συγκεκριμένα πρότυπα συμπεριφοράς. Έτσι, η αλληλεπίδραση κατατάσσεται σύμφωνα με ένα συγκεκριμένο πρότυπο και συγκρίνεται με γνωστά παραδείγματα αυτού του προτύπου [5]. Αυτή η προσέγγιση βασίζεται σε Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα (ΤΝΔ), που έχουν δείξει ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ταξινομητές με αρκετά καλά αποτελέσματα.

Η προσέγγιση αυτή θα χρησιμοποιηθεί για το σχεδιασμό και την υλοποίηση του μοντέλου μαθητή του MELLON, που περιγράφεται στην επόμενη ενότητα.

ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ MELLON

Το MELLON [7] είναι ένας Γεννήτορας ITSs που εκτελείται σε περιβάλλον

Microsoft Windows. Οι εφαρμογές που παράγει είναι αυτόνομα ITSs που διδάσκουν μεθοδολογίες. Το σύστημα αποτελείται από δύο υποσυστήματα, το υποσύστημα συγγραφής (authoring subsystem) και το υποσύστημα εκτέλεσης (execution subsystem). Οι εκπαιδευτικές εφαρμογές μπορούν να αναπτυχθούν από το υποσύστημα συγγραφής, το οποίο παρέχει μια σειρά από εργαλεία, που ο συγγραφέας μπορεί να χρησιμοποιήσει κατά τις διάφορες φάσεις της διαδικασίας ανάπτυξης.

Οι εκπαιδευτικές εφαρμογές (ITSs) που αναπτύσσονται από το υποσύστημα συγγραφής μπορούν να εκτελεστούν από το υποσύστημα εκτέλεσης με ή χωρίς την παρουσία του υποσυστήματος συγγραφής. Όταν εκτελείται ένα ITS που έχει αναπτυχθεί με το MELLON, δημιουργείται αυτόματα και χρησιμοποιείται ένα περιβάλλον μαθητή για κάθε εκπαιδευόμενο μαζί με το αντίστοιχο μοντέλο του.

Οι τρόποι αναπαράστασης των δομικών στοιχείων των εφαρμογών (ITSs) που αναπτύσσονται με το MELLON είναι οι παρακάτω:

- Βάση Διδακτικού Αντικειμένου (Domain Base): Αποτελείται από δύο είδη γνώσης, τη δηλωτική και τη διαδικαστική. Η πρώτη αποτελείται από “μονάδες μάθησης” (Learning Units-LUs), ενώ η δεύτερη βρίσκεται στη Βάση Γνώσης της Μεθοδολογίας (Methodology Knowledge Base). Το σύστημα παρέχει ένα Expert System Shell για την παραγωγή και διαχείριση της διαδικαστικής γνώσης και ένα σύνολο editors για την παραγωγή και διαχείριση της δηλωτικής γνώσης.
- Εκπαιδευτικές στρατηγικές (Instructional Strategies): Το MELLON παρέχει προκαθορισμένα templates που υλοποιούν εκπαιδευτικές στρατηγικές βασισμένες στο μοντέλο του Crampes [12].
- Μοντέλο μαθητή (Student Model): Το μοντέλο μαθητή δεν εξαρτάται από το συγγραφέα της εφαρμογής και αποτελείται από πληροφορίες σχετικές με την απόδοσή του που καταγράφονται στα αρχεία του περιβάλλοντος μαθητή.

Παρακάτω περιγράφεται ένας υψηλού επιπέδου σχεδιασμός για το μοντέλο μαθητή του MELLON, μαζί με μια υλοποίηση ενός πρωτοτύπου.

1. Σχεδιασμός και υλοποίηση του μοντέλου μαθητή στο MELLON

Η βασική ιδέα για το μοντέλο μαθητή που παράγει το MELLON στηρίζεται στην προσέγγιση του προβλήματος από τη μεριά της ταξινόμησης των διαφόρων χαρακτηριστικών γνωρισμάτων του μαθητή, όπως αυτά αναδύονται από την αλληλεπίδραση του με το εκπαιδευτικό υλικό. Οι μαθητές τοποθετούνται σε έναν αριθμό από προκαθορισμένες κατηγορίες με βάση τη συμπεριφορά τους. Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του κάθε μαθητή κατατάσσονται σε κλάσεις χαρακτηριστικών και αποτελούν τη βάση της κατηγοριοποίησης. Η αλληλεπίδραση μεταξύ συστήματος-μαθητή θεωρείται ως ένα πρότυπο ενός συνόλου χαρακτηριστικών που περιέχει γνωρίσματα που καθορίζουν την αλληλεπίδραση.

Για την υλοποίηση του μοντέλου μαθητή του MELLON έχουν χρησιμοποιηθεί ΤΝΔ, γιατί η προσέγγιση αυτή παρουσιάζει μια σειρά από πλεονεκτήματα [6]. Το πιο σημαντικό είναι ότι τα ΤΝΔ “μαθαίνουν” με βάση παραδείγματα και γενικεύουν με αποτέλεσμα να μην απαιτούν πλήρη αναπαράσταση της γνώσης. Επίσης, σε αυτά τα συστήματα μπορούν εύκολα να προστεθούν νέα γνωσιολογικά χαρακτηριστικά του μαθητή και μετά από επανεκπαίδευση να αναγνωρίζουν και αυτά τα νέα χαρακτηριστικά.

Για το σχεδιασμό και την υλοποίηση του μοντέλου μαθητή ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία:

- Προσδιορισμός των κλάσεων των γνωσιολογικών χαρακτηριστικών του μαθητή.
- Κωδικοποίηση των παραπάνω χαρακτηριστικών.
- Σχεδίαση των επιμέρους ΤΝΔ.
- Υλοποίηση των ΤΝΔ.
- Εκπαίδευση των ΤΝΔ με στόχο την κατάταξη/ταξινόμηση του μαθητή, βασισμένη σε αντιπροσωπευτικά παραδείγματα κάθε κλάσης χαρακτηριστικών.
- Ενσωμάτωση του μοντέλου στο υποσύστημα εκτέλεσης του MELLON.

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται το τμήμα του σχεδιασμού που αφορά στη δηλωτική γνώση του διδακτικού αντικειμένου.

Το δομικό στοιχείο της δηλωτικής γνώσης στο MELLON είναι η μονάδα μάθησης (Learning Unit-LU). Η μοντελοποίηση που χρησιμοποιείται είναι η επικάλυψη (overlay model), με βάση την οποία, ο μαθητής θεωρείται ότι κατέχει τη γνώση που παρέχουν οι LUs που έχει προσπελάσει. Οι πληροφορίες που αποθηκεύονται για να χρησιμοποιηθούν στο μοντέλο μαθητή με σκοπό να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με τα γνωσιολογικά χαρακτηριστικά του μαθητή, είναι οι παρακάτω:

1. Ποιες LUs έχει δει.
2. Τί είδους LUs βλέπει. Υπάρχουν 4 κατηγορίες LUs (text, picture, multimedia, hypertext).
3. Πόσες φορές έχει προσπελάσει μια LU.
4. Το ποσοστό των LUs που έχει δει επί των συνολικών LUs της εφαρμογής.
5. Το μέσο χρόνο που καταναλώνει για να δει μια LU.
6. Τη βαθμολογία που έχει με βάση τις ερωτήσεις που απάντησε.
7. Το είδος της βοήθειας που ζήτησε. Υπάρχουν μια σειρά από βοήθειες που παρέχει το MELLON στους μαθητές (Library, Glossary, Tutor, Guide).
8. Τον αριθμό των φορών που ζήτησε βοήθεια.

Οι παραπάνω πληροφορίες είναι ικανοποιητικές σε ποσότητα και με κατάλληλη κωδικοποίηση μπορούν να εξαχθούν σημαντικές πληροφορίες για το μαθητή όπως η ικανότητα αφομοίωσης, τι γνωρίζει και τι όχι, ικανότητα αυτοδύναμης εκπαίδευσης, η συγκέντρωση του στην εκπαιδευτική διαδικασία και οι γνω-

Κλάσεις χαρακτηριστικών γνωρισμάτων (ενδεικτικές τιμές)	Αναπαράσταση τεσσάρων επιπέδων για κάθε πληροφοριακό υλικό (ενδεικτικές τιμές)	Πληροφοριακό υλικό
Ικανότητα αφομοίωσης [απροσδιόριστη, μέτρια, καλή, πολύ καλή]	{none, 1, [2-4], more than 4} {0, 25%, 50%, 75%, 100%} {less than 1 min, 1-3 min, 3-5 min, more than 5 min}	<ul style="list-style-type: none"> • Πόσες φορές είδε μια LU. • Τι βαθμολογία έχει. • Πόση ώρα κάνει να δει μια LU.
Συγκέντρωση στην εκπαιδευτική διαδικασία [απροσδιόριστη, μέτρια, καλή, πολύ καλή]	{less than 1 min, 1-3 min, 3-5 min, more than 5 min} {none, 1, [2-4], more than 4}	<ul style="list-style-type: none"> • Πόση ώρα κάνει να δει μια LU. • Πόσες φορές είδε μια LU.
Ικανότητα αυτοδύναμης εκπαίδευσης [απροσδιόριστη, μέτρια, καλή, πολύ καλή]	{none, 1, [2-4], more than 4} {library, Glossary, Tutor, Guide}	<ul style="list-style-type: none"> • Πόσες φορές ζήτησε βοήθεια. • Τι είδους βοήθεια ζήτησε.
Τι γνωρίζει και τι όχι [απροσδιόριστο, μέτρια, καλά, πολύ καλά]	{less than 25%, [25%-50%], [50%-75%, upper 75%]} {0, 25%, 50%, 75%, 100%}	<ul style="list-style-type: none"> • Το ποσοστό των LUs που έχει προσπελάσει. • Τι βαθμολογία έχει.
Γνωστικές ικανότητες του μαθητή [απροσδιόριστες, οπτικός τύπος, ακουστικός τύπος, φυσιολογικές]	{text, picture, multimedia, hypertext}	Τι είδους LUs βλέπει.

Πίνακας 1

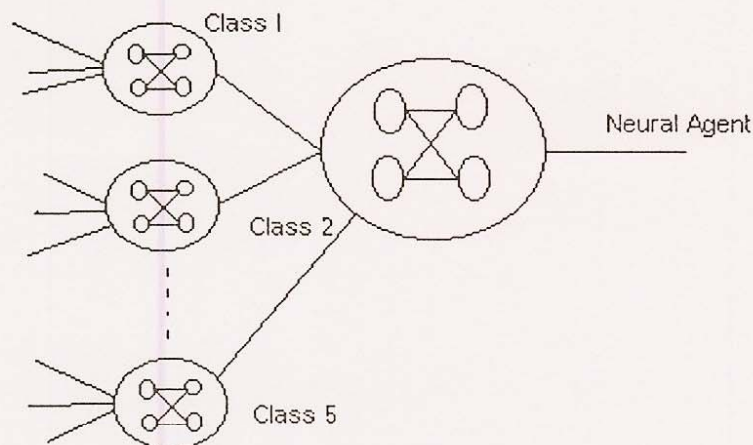
στικές του ικανότητες.

Η κωδικοποιημένη αναπαράσταση γίνεται με μια κατάταξη τεσσάρων χαρακτηριστικών (επιπέδων). Η κατάταξη σε τέσσερα επίπεδα μπορεί να προσδιορί-

σει καλύτερα σε ποιο βαθμό έχει ο μαθητής ένα χαρακτηριστικό από μια κατάταξη δύο επιπέδων (έχει ή δεν έχει ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό). Επιπλέον μια τέτοια κατάταξη μπορεί εύκολα να αναπαρασταθεί με μια δυαδική κωδικοποίηση δύο bits. Ο προσδιορισμός της αναπαράστασης τόσο των επιπέδων των κλάσεων των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων όσο και των επιπέδων για κάθε πληροφοριακό υλικό παρέχεται από το συγγραφέα της εφαρμογής κατά τη διάρκεια ανάπτυξης της. Για παράδειγμα, η αναπαράσταση της κλάσης “Ικανότητα Αφομοίωσης” θα μπορούσε να είναι [απροσδιόριστη, μέτρια, καλή, πολύ καλή] ενώ του πληροφοριακού υλικού “Πόσες φορές είδε μια LU” {none, 1, [2-4], more than 4}.

Ο παραπάνω πίνακας περιγράφει τις κλάσεις των χαρακτηριστικών που αποτελούν και τη βάση της κατηγοροποίησης, μαζί με ενδεικτικές κωδικοποιημένες αναπαράστασεις αυτών ενώ επίσης αναφέρεται και το πληροφοριακό υλικό για τον προσδιορισμό των κλάσεων τους.

Όπως προκύπτει από τον παραπάνω πίνακα, υπάρχουν πληροφορίες που επικαλύπτουν περισσότερο από ένα γνωσιολογικά χαρακτηριστικά του μαθητή. Η σύνθεση αυτών των πληροφοριών μπορεί να προσδιορίσει σε ικανοποιητικό βαθμό τα γνωσιολογικά χαρακτηριστικά του μαθητή.

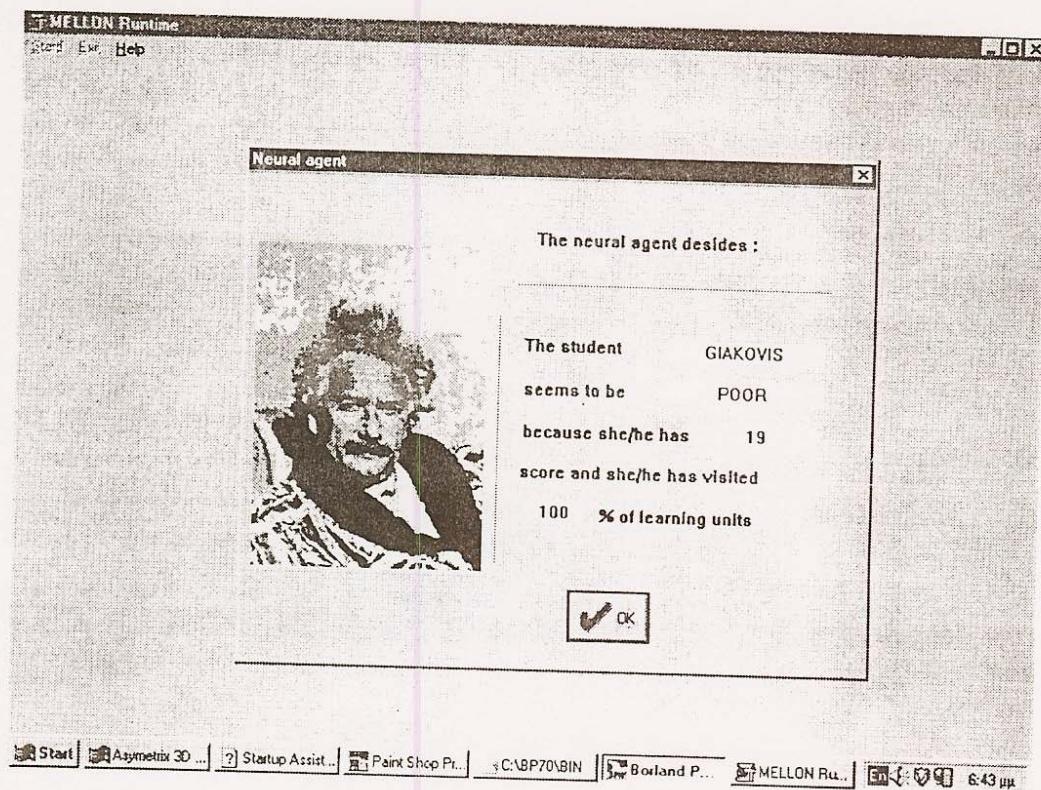


Σχήμα 1: Η συνολική αρχιτεκτονική του μοντέλου μαθητή του MELLON.

Για τον προσδιορισμό της τιμής της κάθε κλάσης των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων του μαθητή έχει χρησιμοποιηθεί ένα ΤΝΔ. Ο αριθμός των εισόδων του ΤΝΔ προσδιορίζεται με βάση τον αριθμό του πληροφοριακού υλικού που συσχετίζεται. Έτσι για παράδειγμα, για την πρώτη κλάση, υπάρχουν 3 (πληροφοριακά υλικά) \times 2 (επίπεδα αναπαράστασης σε δυαδικό σύστημα αναπαράστασης) = 6 εισόδους. Η έξοδος του δικτύου είναι μια εκτίμηση τεσσάρων επιπέδων του συγκεκριμένου χαρακτηριστικού. Το Σχήμα 1 αναπαριστά τη γενική αρχιτεκτονική σχεδίαση του μοντέλου μαθητή του MELLON.

Ένα παράδειγμα της υλοποίησης του παραπάνου σχεδιασμού είναι το TNA που αναπτύχθηκε για το 4ο χαρακτηριστικό γνώρισμα “τι γνωρίζει και τι όχι”. Χρησιμοποιήθηκε ένα feedforward TNA 3 layers με 4 δυαδικές εισόδους (2 για κάθε πληροφοριακό υλικό) και 2 εξόδους. Το TNA εκπαιδεύτηκε με τον back-propagation [13] αλγόριθμο μάθησης. Τα παραδείγματα που χρησιμοποιήθηκαν για την εκμάθηση του TNA είναι τετράδες δυαδικής αναπαράστασης. Τα δύο πρώτα bits αναπαριστούν το επίπεδο του πρώτου πληροφοριακού υλικού (Τι ποσοστό των LUs έχει δει) και τα δύο τελευταία του δεύτερου (τι βαθμολογία έχει). Η έξοδος αναπαρίσταται με δύο bits, που προσδιορίζουν την ικανότητα αφομοίωσης του μαθητή [απροσδιόριστη, μέτρια, καλή, πολύ καλή]. Το TNA εκπαιδεύτηκε με 13 πρότυπα και έδειξε ότι γενίκευσε αφού για τα 3 πρότυπα που δεν εκπαιδεύτηκε, έδωσε σωστά αποτελέσματα.

Με το συνδυασμό όλων των TNA που αποφασίζουν για παραπάνω γνωσιολογικά χαρακτηριστικά και την τροφοδότηση ενός neural agent (Σχήμα 2) μπορεί να προκύψει μια εκτίμηση του είδους του μαθητή, ο οποίος κατατάσσεται σε μια από τις παρακάτω τέσσερις κατηγορίες {κακός, μέτριος, καλός, άριστος}. Η πληροφορία αυτή είναι κρίσιμη για τον καθορισμό της κατάλληλης εκπαιδευτικής στρατηγικής για το συγκεκριμένο μαθητή. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 2 τα συμπεράσματα είναι σχετικά.



Σχήμα 2: Η απόκριση του μοντέλου μαθητή για το επίπεδο ενός συγκεκριμένου μαθητή.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΙΣ

Στην εργασία αυτή παρουσιάστηκε το πρόβλημα της μοντελοποίησης του μαθητή, ένα κρίσιμο πρόβλημα για την ανάπτυξη ITSs ικανών για εξατομικευμένη μάθηση. Παρουσιάστηκαν σε γενικές γραμμές οι διάφορες προσεγγίσεις που έγιναν στο πρόβλημα. Με βάση την μέχρι τώρα εμπειρία και πρακτική και λαμβάνοντας υπόψη τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της κάθε πρότασης παρουσιάστηκε ένας υψηλού επιπέδου σχεδιασμός (high level design), για την αντιμετώπιση του προβλήματος της μοντελοποίησης του μαθητή στις εφαρμογές που παράγει το σύστημα MELLON. Τέλος παρουσιάστηκε και η υλοποίηση ενός πρωτοτύπου, το οποίο έχει ήδη ενσωματωθεί στο MELLON. Το πρωτότυπο αυτό έδειξε ότι είναι δυνατός ο προσδιορισμός του επιπέδου του μαθητή με τη βοήθεια ΤΝΔ. Μια αναπαράσταση του μοντέλου μαθητή με ΤΝΔ φαίνεται να είναι ικανή να συμβάλλει στην αξιοπιστία και στον ταχύτερο προσδιορισμό του επιπέδου του μαθητή. Επιπλέον, η χρησιμοποίηση δύο επιπέδων ΤΝΔ (ένα για κάθε κλάση χαρακτηριστικών και ένα για συνολικό χαρακτηρισμό) προσδίδει στο σύστημα αρκετή ευελιξία τόσο για την εξαγωγή επιμέρους συμπερασμάτων, όσο και για τη συνολική αξιολόγηση του μαθητή.

Στόχος της ομάδας είναι να υλοποιηθεί το πλήρες μοντέλο μαθητή κάθε εφαρμογής που θα αναπτύσσεται με το MELLON χρησιμοποιώντας ΤΝΔ τόσο κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασης μαθητή-συστήματος (on-line knowledge acquisition about student) όσο και κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης της εκπαιδευτικής εφαρμογής από το συγγραφέα (off-line knowledge acquisition about student). Τέλος θα διερευνηθεί και η περίπτωση περισσότερων των δύο επιπέδων ΤΝΔ, όπου τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα του ενός επιπέδου μπορούν να συνδυαστούν και να συσχετιστούν με άλλα τα οποία θα αναπαρίστανται σε ένα επόμενο επίπεδο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Baffes P. And Mooney R., (1996), "A Novel Application of Theory Refinement to Student Modeling". Appears in the Proceedings of the 13th National Conference on Artificial Intelligence (AAAI-96).
- [2] Burton (1982), "Diagnosing bugs in a simple procedural skill". Intelligent Tutoring Systems, Sleeman D. and Brown J., editors, Chap. 4, pp 157-183, London: Academic Press.
- [3] Carbonell, J. R. (1970), "AI in CAI: an artificial intelligence approach to computer-assisted instruction". IEEE Transactions on Man-Machine Systems, 11, pp. 190-202.
- [4] Γερογιάννης, Δ. Γιακοβής, Π. Πιντέλας και Α. Καμέας (1993), "Εξυπνα Συστήματα Εκπαίδευσης: μια επισκόπηση (I-VAS: πρόταση για ένα Γεννήτορα ITS ανοιχτής αρχιτεκτονικής σχεδίασης)". Dept. of Mathematics

Technical Report TR 93.10.21.

- [5] Finlay J., Beale R. (1993), "Neural Networks in Pattern Recognition in Human-Computer Interaction". SIGCHI Bulletin, 25, 25-35.
- [6] Giakovis D., Kameas A. and Pintelas P., (1994), "A comparative study of learning algorithms for Artificial Neural Nets". Proceedings of HERMIS94 Conference, pp 505-516 September 22-24, Athens, Greece.
- [7] Giakovis D., Zaharakis I., Diplas C., Kameas A., Pintelas P., (1996), "MELLON: A Generator of Intelligent Tutoring Applications". Proceedings of First International Conference on Computers and Advanced Technologies in Education, pp 300-311, Cairo, Egypt.
- [8] Giroux S., Leman S., and Marcenac P., (1996), "Representing Organisational Student Models: A Generic Concurrent Coordination". ITS '96 Workshop on Architectures and Methods for Designing Cost-Effective and Reusable ITSs, Montreal, Canada.
- [9] Jerrams-Smith J. (1985), "Susi: A smart user-system interface". Proceedings of the Conference of the British Computer Society Human Computer Interaction Specialist Group.
- [10] Langley P. and Ohlsson S. (1984), "Automated cognitive modeling". Proceedings of American Association of Artificial Intelligence, pp 193-197.
- [11] Paiva A., Self J. And Hartley R. (1994), "On the Dynamics of Learner Models". ECAI '94 - European Conference on Artificial Intelligence", Ed. Tony Cohn, John Wiley & Sons, Ltd.
- [12] Pintelas P., Kameas A. and Crampes M. (1992), "Computer-based Tools for Methodology teaching". Proceedings of the 34th ADCIS/SIGSCUE Conference, November 8-11, Norfolk USA, pp 341-355.
- [13] D. E. Rumelhart, G. E. Hinton and R. G. Williams (1986), "Learning representations by back-propagating errors". Nature, Vol. 323, pp 533-536.
- [14] VanLehn K. (1988), "Student Modeling". Foundations of Intelligent Tutoring Systems, Lawrence Erlbaum Associates Publishers, pp 55-78.