ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2008)

4ο Συνέδριο Διδακτική Πληροφορικής

Η εξ'αποστάσεως διδασκαλία του προγραμματισμού μέσω ενός προσωποποιημένου στις ανάγκες του μαθητή περιβάλλοντος

Κ. Χρυσαφιάδη, Μ. Βίρβου

Βιβλιογραφική αναφορά:

Χρυσαφιάδη Κ., & Βίρβου Μ. (2023). Η εξ'αποστάσεως διδασκαλία του προγραμματισμού μέσω ενός προσωποποιημένου στις ανάγκες του μαθητή περιβάλλοντος . *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 141–150. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/5859

Η εξ'αποστάσεως διδασκαλία του προγραμματισμού μέσω ενός προσωποποιημένου στις ανάγκες του μαθητή περιβάλλοντος

Κ. Χρυσαφιάδη[1], Μ. Βίρβου[1]

[1]Τμήμα Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Πειραιά
mvirvou@unipi.gr, kchrysafiadi@yahoo.gr

Περίληψη

Στην εργασία αυτή παρουσιάζουμε μια διαδικτυακή εκπαιδευτική εφαρμογή για τη διδασκαλία του προγραμματισμού. Η εφαρμογή προσαρμόζεται στις εκπαιδευτικές ανάγκες του κάθε μαθητή. Αυτό επιτυγχάνεται με την ανάπτυξη ενός μοντέλου μαθητή που βασίζεται σε μια τεχνική στερεοτύπων δύο διαστάσεων. Η μία διάσταση αφορά στο γνωστικό επίπεδο του εκπαιδευόμενου και η άλλη στο τύπο των προγραμματιστικών λαθών (λογικά ή συντακτικά). Το μοντέλο μαθητή της εφαρμογής και η μετάβαση από στερεότυπο σε στερεότυπο αποκαλύπτει την μαθησιακή κατάσταση και τις ανάγκες του εκπαιδευομένου.
Λέξεις κλειδιά: *μοντέλο μαθητή, στερεότυπα, προσωποποίηση.*

Abstract

In this paper we describe a web-based educational application for individualised instruction of programming. The application adapts to each user dynamically. This is achieved via the system's user model, which relies on a two-dimensional stereotype approach. . One dimension concerns the knowledge level of the student and the other dimension concerns the type of programming errors (logical or syntactic). The user model of our application reveals a learner's current learning state and needs.
Keywords: *student model, stereotypes, personalization*

1. Εισαγωγή

Τις τελευταίες δεκαετίες το διαδίκτυο χρησιμοποιείται για τη παροχή ποικίλων υπηρεσιών. Μάλιστα, όσον αφορά στην εκπαίδευση η χρήση του διαδικτύου συνεχώς αυξάνεται. Οι εκπαιδευτικές εφαρμογές που βασίζονται στο διαδίκτυο είναι ανεξάρτητες πλατφόρμας και είναι προσβάσιμες οποτεδήποτε και από οπουδήποτε επιθυμούμε. Λόγω της απουσίας του εκπαιδευτή και των διαφορετικών χαρακτηριστικών των εκπαιδευομένων, οι εκπαιδευτικές εφαρμογές που χρησιμοποιούν τη τεχνολογία του διαδικτύου, πρέπει να προσαρμόζονται στις ανάγκες του κάθε εκπαιδευόμενου. Η προσαρμοστικότητα επιτυγχάνεται με χρήση της τεχνολογίας των Έξυπνων Διδακτικών Συστημάτων (Intelligent Tutoring Systems – ITS). Πιο συγκεκριμένα, το μοντέλο μαθητή ενός ITS είναι κυρίως υπεύθυνο για

την προσαρμογή μιας εκπαιδευτικής εφαρμογής στις ιδιαίτερες ανάγκες ενός εκπαιδευομένου.

Στη συγκεκριμένη εργασία παρουσιάζουμε μια εκπαιδευτική εφαρμογή για την εξ' αποστάσεως διδασκαλία του προγραμματισμού. Η εφαρμογή μας παρέχει προσωποποιημένη διδασκαλία μέσω της μοντελοποίησης του μαθητή που βασίζεται στα στερεότυπα. Η μέθοδος των στερεοτύπων έχει χρησιμοποιηθεί εκτενώς σε πολλά πληροφοριακά συστήματα για την αναπαράσταση ομάδων χρηστών ή/ και για την παραγωγή ατομικών μοντέλων χρηστών (Clemmensen, 2004; Michaud & McCoy, 2004; Woszczynski, 2005). Το μοντέλο χρήστη της εφαρμογής μας έχει δύο διαστάσεις. Η μία διάσταση αφορά στο γνωστικό επίπεδο του εκπαιδευομένου, ενώ η δεύτερη διάσταση αφορά στο είδος των προγραμματιστικών λαθών, δηλαδή για το αν κάποιο σφάλμα είναι συντακτικό ή λογικό. Το μοντέλο χρήστη της εφαρμογής μας είναι υπεύθυνο για τη διάγνωση πιθανών σφαλμάτων των μαθητών καθώς εξετάζονται μέσω ενός δυναμικού τεστ, για τη παρακολούθηση της προόδου των εκπαιδευομένων και για την παρουσίαση με κατάλληλο τρόπο της ύλης λαμβάνοντας υπόψη τις ανάγκες και ιδιαιτερότητες του κάθε μαθητή.

2. Το Γνωστικό Πεδίο

Ένα από τα πιο σημαντικά συστατικά ενός προσαρμοζόμενου εκπαιδευτικού λογισμικού είναι η αναπαράσταση του γνωστικού αντικειμένου. Οι οντότητες του γνωστικού πεδίου πρέπει να αναπαρίστανται έτσι ώστε να προσομοιώνουν επαρκώς την λογική σύνδεση αυτών στο μυαλό ενός ειδικού (Peylo et al., 2000). Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, το γνωστικό αντικείμενο της εφαρμογής μας είναι οργανωμένο σε κεφάλαια τα οποία συσχετίζονται μεταξύ τους με σχέσεις που αναπαριστούν την σειρά με την οποία θα πρέπει να διδαχθούν. Με άλλα λόγια, το γνωστικό αντικείμενο είναι οργανωμένο σε ένα δίκτυο εννοιών. Αυτός ο τρόπος οργάνωσης της γνώσης διευκολύνει την αναπαράσταση του επιπέδου δυσκολίας της κάθε ενότητας και επίσης αποτελεί μια καλή βάση για την παροχή προσωποποιημένης εκμάθησης.

Η απόφαση σχετικά με τον προσδιορισμό των κεφαλαίων της ύλης βασίστηκε στο περιεχόμενο και στην οργάνωση βιβλίων γλωσσών προγραμματισμού. Έτσι, τα κεφάλαια της εφαρμογής μας αφορούν σε δηλώσεις μεταβλητών και σταθερών, σε τελεστές, στη δομή ακολουθίας, στη δομή επιλογής, στις δομές επανάληψης, στους πίνακες, σε αλγορίθμους αναζήτησης και ταξινόμησης, σε διαδικασίες και συναρτήσεις. Η δημιουργία των συνδέσμων μεταξύ αυτών των κεφαλαίων βασίστηκε όχι μόνο στα περιεχόμενα των σχετικών βιβλίων, αλλά και στη λογική που διέπει τις γλώσσες προγραμματισμού. Για παράδειγμα, η διδασκαλία των μεταβλητών και των τελεστών προηγείται της διδασκαλίας της δομής επιλογής και η εκμάθηση ενός αλγορίθμου ταξινόμησης προϋποθέτει τη γνώση των δομών επιλογής και επανάληψης. Επιπλέον, για τον προσδιορισμό των σχέσεων μεταξύ των κεφαλαίων

και για την κατηγοριοποίηση αυτών με βάση το βαθμό δυσκολίας συμβουλευτήκαμε καθηγητές προγραμματισμού.

3. Μοντελοποίηση Μαθητή

Είναι αναγνωρισμένο ότι προκειμένου να δημιουργηθεί ένα καλό αλληλεπιδραστικό υπολογιστικό σύστημα με μια ετερογενή κοινότητα χρηστών, είναι απαραίτητη η ανάπτυξη ατομικών μοντέλων χρήστη (Brusilovsky, 1996). Το μοντέλο μαθητή είναι απαραίτητο για τη δυναμική αναπαράσταση των ανερχόμενων γνώσεων και δεξιοτήτων του μαθητή (Chin, 2001) και για την εξαγωγή συμπερασμάτων για τις γνώσεις και παρανοήσεις του (Nwana, 1991).

Το μοντέλο χρήστη της διαδικτυακής εκπαιδευτικής εφαρμογής μας βασίζεται σε στερεότυπα. Σύμφωνα με τον Kay (1893) το στερεότυπο έχει ένα σύνολο συνθηκών ώθησης (of trigger conditions), {tMi}, όπου κάθε {tMi} είναι μια λογική έκφραση βασισμένη στα συστατικά του μοντέλου μαθητή, και ένα σύνολο αποτρεπτικών συνθηκών (retraction conditions), {rMi}. Η πρωταρχική δράση ενός στερεότυπου παρουσιάζεται από την εξίσωση (1) και ένα στερεότυπο απενεργοποιείται όταν οποιαδήποτε από τις συνθήκες αποτροπής αληθεύει (εξίσωση (2)).

$$if\ \exists i,\ tM_i = true \rightarrow active(Mg) \quad \textbf{(1)}$$

$$\exists\, j,\ rM_j = true \rightarrow not\ \ activate(M) \quad \textbf{(2)}$$

Στο δικό μας μοντέλο χρήστη ένα σύνολο συνθηκών ώθησης και αποτροπής , που βασίζεται στο ποσοστό λαθών που κάνει ο μαθητής ανά θεματική ενότητα, αναπαριστά τη γνωστική κατάσταση του κάθε εκπαιδευόμενου όσον αφορά την πρόοδό τους ή όχι καθώς αλληλεπιδρούν με το σύστημα. Πιο συγκεκριμένα, το μοντέλο χρήστη της εφαρμογής μας βασίζεται σε μια προσέγγιση στερεοτύπων δύο διαστάσεων. Η μία διάσταση αφορά στο γνωστικό επίπεδο του εκπαιδευομένου και η άλλη διάσταση αφορά στο είδος των προγραμματιστικών λαθών, δηλαδή αν κάποιο λάθος είναι συντακτικό ή λογικό.

Η πρώτη διάσταση αποτελείται από οκτώ στερεότυπα. Ένας εκπαιδευόμενος κατατάσσεται σε μια κατηγορία στερεοτύπου σύμφωνα με το ποια κεφάλαια του γνωστικού πεδίου γνωρίζει και πόσο καλά. Το στερεότυπο 1 περιλαμβάνει τους αρχάριους, το στερεότυπο 2 περιλαμβάνει τους εκπαιδευόμενους που γνωρίζουν τις βασικές έννοιες του προγραμματισμού (μεταβλητές, σταθερές, τελεστές, εκφράσεις, βασικές εντολές εισόδου-εξόδου, ακολουθιακή δομή) και το επόμενο στερεότυπο περιλαμβάνει τους χρήστες που γνωρίζουν τη δομή επιλογής (if, if-else if, εμφωλευμένη if). Οι εκπαιδευόμενοι οι οποίοι γνωρίζουν πώς να υλοποιούν προγράμματα χρησιμοποιώντας την εντολή for ανήκουν στο στερεότυπο 4, ενώ αυτοί που γνωρίζουν πώς να χρησιμοποιούν τις εντολές while και do-until ανήκουν στο στερεότυπο 5. Το στερεότυπο 6 περιλαμβάνει τους χρήστες που γνωρίζουν τους πίνακες, το στερεότυπο 7 περιλαμβάνει τους προχωρημένους εκπαιδευόμενους που

γνωρίζουν τις πιο σημαντικές έννοιες του προγραμματισμού και μπορούν να υλοποιήσουν σύνθετα προγράμματα όπως είναι οι αλγόριθμοι ταξινόμησης και αναζήτησης, και τέλος το στερεότυπο 8 περιλαμβάνει τους ειδικούς στο προγραμματισμό που εκτός των άλλων κατανοούν καλά την λειτουργία του τμηματικού προγραμματισμού.

Η δεύτερη διάσταση αποτελείται από δύο στερεότυπα: τους επιρρεπείς στα συντακτικά λάθη και τους επιρρεπείς στα λογικά λάθη. Τα συντακτικά λάθη οφείλονται σε αναγραμματισμό εντολών και ονομάτων, σε παράληψη δηλώσεων, σε μη σωστή ονοματοθεσία, σε λάθος σύνταξη των εντολών κ.λ.π.. Η ύπαρξη συντακτικών σφαλμάτων, συνήθως, υπονοεί ότι ο εκπαιδευόμενος δεν έχει διαβάσει προσεκτικά και δεν γνωρίζει επαρκώς τα κεφάλαια που αντιστοιχούν στο γνωστικό του επίπεδο. Τα λογικά λάθη είναι λάθη σχεδιασμού και συμβαίνουν σε περίπτωση παρανοήσεων του προγράμματος ή της λειτουργίας των εντολών. Η ύπαρξη λογικών λαθών, συνήθως, δηλώνουν ότι ο εκπαιδευόμενος δυσκολεύεται στη κατανόηση των εντολών και της λογικής τους. Μάλιστα, όταν ένας εκπαιδευόμενος κάνει περισσότερα λογικά και ασήμαντα συντακτικά λάθη, τότε μπορούμε να συμπεράνουμε ότι έχει διαβάσει τα αντίστοιχα κεφάλαια αλλά δυσκολεύεται να κατανοήσει πώς λειτουργούν οι εντολές. Επομένως, το γνωστικό αντικείμενο θα πρέπει να παρουσιάζεται με ένα διαφορετικό κατάλληλο τρόπο που να είναι προσαρμοσμένος στις ανάγκες του εκπαιδευόμενου. Πιο συγκεκριμένα, στην περίπτωση αυτή, η παρουσίαση του γνωστικού αντικειμένου θα πρέπει να περιλαμβάνει περισσότερα παραδείγματα, διαγράμματα και αναπαράσταση των διάφορων αλγορίθμων όχι μόνο με τη χρήση κάποιας γλώσσας προγραμματισμού και διαγραμματικών τεχνικών, αλλά επίσης και με φυσική γλώσσα.

Όταν ένας χρήστης αλληλεπιδρά με το σύστημα για πρώτη φορά, τότε η εφαρμογή τον κατατάσσει στους αρχάριους. Στις επόμενες αλληλεπιδράσεις με το εκπαιδευτικό λογισμικό η κατηγορία στερεοτύπου μπορεί να αλλάξει σύμφωνα με την απόδοση του μαθητή σε ένα τεστ που καλείται να δώσει στο τέλος κάθε διδακτικής ενότητας. Το τεστ περιλαμβάνει τεσσάρων ειδών ασκήσεις. Περιλαμβάνει ερωτήσεις σωστού-λάθους, ερωτήσεις πολλαπλών επιλογών, ασκήσεις στις οποίες ο εκπαιδευόμενος καλείται να συμπληρώσει κενά με τη σωστή λέξη, έκφραση ή εντολή, και ασκήσεις στις οποίες ο εκπαιδευόμενος πρέπει να τοποθετήσει στη σωστή σειρά τα τμήματα ενός προγράμματος. Κάθε άσκηση σχετίζεται με δύο κατηγορίες λαθών. Η μία κατηγορία σχετίζεται με ένα η περισσότερα κεφάλαια του γνωστικού αντικειμένου και αναπαριστά τον βαθμό δυσκολίας και το γνωστικό επίπεδο. Η άλλη κατηγορία λαθών σχετίζεται με το είδος του προγραμματιστικού σφάλματος (συντακτικό ή λογικό) και αναπαριστά την άγνοια των κανόνων προγραμματισμού, τον βαθμό της απροσεξίας του εκπαιδευόμενου και την ικανότητά του να κατανοήσει τη λογική του προγραμματισμού.

Οι ασκήσεις που περιλαμβάνονται στο τεστ προσαρμόζονται κάθε φορά στο γνωστικό επίπεδο του εκπαιδευόμενου, δηλαδή στο στερεότυπο στο οποίο αυτός

ανήκει. Το σύστημα ελέγχει τα λάθη που έκανε ο εκπαιδευόμενος και λαμβάνοντας υπόψη τα διαθέσιμα στερεότυπα, δίνει μια κατάλληλη επεξήγηση για αυτά. Εάν ένας εκπαιδευόμενος κάνει πάνω από 20% λάθη σε μια κατηγορία που σχετίζεται με το στερεότυπό του, τότε μεταφέρεται στο προηγούμενο γνωστικό επίπεδο. Ο εκπαιδευόμενος μεταφέρεται στο επόμενο γνωστικό επίπεδο εάν κάνει το πολύ 20% λάθη σε όλες τις κατηγορίες λαθών του στερεότυπου στο οποίο ανήκει. Ένα ποσοστό σφαλμάτων της τάξης του 20% δεν λαμβάνεται υπόψη λόγω του ότι ένας εκπαιδευόμενος μπορεί να κάνει τυπογραφικά λάθη ή λάθη απροσεξίας, τα οποία δεν δείχνουν το γνωστικό του επίπεδο. Για το κατώφλι του ποσοστού των λαθών συμβουλευτήκαμε πέντε καθηγητές πληροφορικής με μεγάλη εμπειρία στη διδασκαλία του προγραμματισμού. Σε περίπτωση μη μετάβασης στο επόμενο γνωστικό επίπεδο, το σύστημα πρέπει να δώσει μια επεξήγηση (Πίνακας 1) (Tsigira & Virvou, 2004a). Σε αυτό συμβάλει ο έλεγχος του ποσοστού των συντακτικών και λογικών σφαλμάτων.

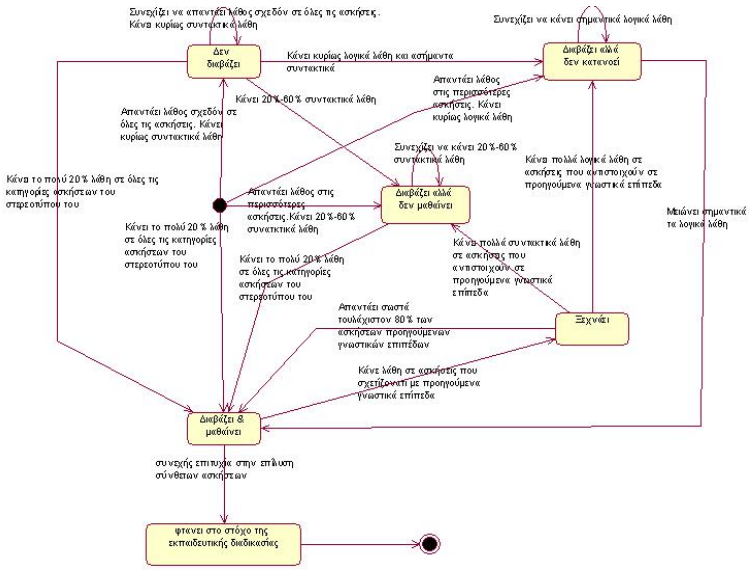
Πίνακας 1: *επεξηγήσεις μη μετάβασης σε επόμενο στερεότυπο*

Περισσότερα από 20% λάθη: μη μετάβαση στο επόμενο γνωστικό επίπεδο		
Συντακτικά	**Λογικά**	**Κατάσταση**
60%-100%	X	Δεν το διάβασε
20%-60%	X	Διάβασε αλλά δεν το έμαθε
0-20%	80%-100%	Το διάβασε αλλά δυσκολεύτηκε στη κατανόηση

Θα πρέπει να αναφέρουμε ότι στο μεσαίο, προχωρημένο και εξειδικευμένο επίπεδο τα τεστ γίνονται πιο σύνθετα. Πιο συγκεκριμένα, οι ασκήσεις είναι πιο δύσκολες και συνδυάζουν στοιχεία από όλα τα κεφάλαια που μέχρι εκείνη τη στιγμή έχει διδαχθεί ο εκπαιδευόμενος. Για παράδειγμα, μία άσκηση που περιλαμβάνει κάποιον αλγόριθμο ταξινόμησης απαιτεί γνώσεις στη δήλωση μεταβλητών, στις δομές επιλογής και επανάληψης, καθώς και στους πίνακες. Συνεπώς, μέσω του τεστ το σύστημα μπορεί να ανακαλύψει-διαπιστώσει αν ο εκπαιδευόμενος έχει ξεχάσει κάποια θεματική ενότητα, εάν δεν την έχει διαβάσει ή αν την έχει αφομοιώσει. Όταν το σύστημα αντιληφθεί ότι ο εκπαιδευόμενος έχει ξεχάσει κάτι από τα προηγούμενα κεφάλαια ή δεν έχει αφομοιώσει κάποια διδακτική ενότητα, ανταποκρίνεται άμεσα δίνοντάς του τη δυνατότητα να επαναλάβει τα κεφάλαια αυτά.

Μπορούμε να πούμε ότι ένας εκπαιδευόμενος διέρχεται από διάφορες καταστάσεις κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Μπορεί να μαθαίνει ή όχι, να ξεχνάει, να αφομοιώνει ή όχι κ.λ.π.. Αυτές οι καταστάσεις καθορίζουν σε ένα βαθμό το γνωστικό επίπεδο του εκπαιδευόμενου κάθε φορά. Καθορίζουν την μετάβαση από το ένα στερεότυπο στο άλλο. Επίσης, η μετάβαση από το ένα στερεότυπο στο άλλο μπορεί να ανακαλύψει την κατάσταση του εκπαιδευόμενου. Δηλαδή, η σχέση μεταξύ της μετάβασης από στερεότυπο σε στερεότυπο και της εκπαιδευτικής κατάστασης του μαθητή είναι αμφίδρομη. Η σχέση αυτή αναπαρίσταται στο διάγραμμα καταστάσεων της εικόνας 2 και στον πίνακα 2. Ένα διάγραμμα καταστάσεων έχει

επίσης χρησιμοποιηθεί από τους Tretiakov et al (2005) για να δείξει την ακολουθία καταστάσεων από τις οποίες διέρχεται το μυαλό ενός μαθητή κατά τη διάρκεια μιας εκπαιδευτικής διαδικασίας. Όμως, στη περίπτωσή μας χρησιμοποιούμε το διάγραμμα κατάστασης για να δείξουμε με ακρίβεια πώς οι μεταβάσεις των καταστάσεων ενός εκπαιδευομένου σχετίζονται με τα στερεότυπα της εφαρμογής μας.



Εικόνα 1: *Διάγραμμα Καταστάσεων*

Πίνακας 2: *η σχέση μεταξύ μαθησιακής κατάστασης και μεταβάσεων σε στερεότυπα*

ΜΑΘΗΣΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ		ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΣΕ ΣΤΕΡΕΟΤΥΠΑ
Δεν μαθαίνει	Δεν διαβάζει Διαβάζει αλλά δεν το ξέρει Διαβάζει αλλά δεν καταλαβαίνει	Μη μετάβαση σε άλλο στερεότυπο
Μαθαίνει		Μετάβαση στο επόμενο στερεότυπο
Ξεχνάει		Μετάβαση σε προηγούμενο στερεότυπο
Αφομοιώνει		Συνεχής μετάβαση σε ανώτερα στερεότυπα

4. Προσαρμοσμένη Διδασκαλία Βασισμένη στο Μοντέλο Μαθητή

Σε ένα διαδυκτιακό εκπαιδευτικό λογισμικό έχουν πρόσβαση πολλοί χρήστες με διαφορετικά χαρακτηριστικά, ανάγκες και γνωστικό επίπεδο, ενώ ο εκπαιδευτής είναι

απών. Επομένως, τα συγκεκριμένα λογισμικά θα πρέπει να αναπτύσσονται με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορούν να ανταποκρίνονται στις εκπαιδευτικές ανάγκες του κάθε μαθητή. Με άλλα λόγια, θα πρέπει να προσαρμόζονται στα χαρακτηριστικά και στις ανάγκες του κάθε εκπαιδευόμενου. Οι πληροφορίες που παρέχονται από το μοντέλο μαθητή χρησιμοποιούνται κυρίως από το σύστημα για τη παροχή προσωποποιημένης διδασκαλίας και υποστήριξης στους εκπαιδευόμενους.

Η εκπαιδευτική εφαρμογή που παρουσιάζεται στην εργασία αυτή παρέχει προσαρμοστικότητα όσον αφορά στη πλοήγηση στο υλικό των μαθημάτων, λαμβάνοντας υπόψη τις πληροφορίες που περιέχονται στο στερεότυπο τού κάθε εκπαιδευόμενου. Η εξατομικευμένη υποστήριξη κατά τη διάρκεια της πλοήγησης στο εκπαιδευτικό υλικό επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας μια τεχνική προσαρμογής συνδέσμων που ονομάζεται προσαρμόσιμος σχολιασμός (adaptive annotation). Η προσαρμογή συνδέσμων προσπαθεί να απλοποιήσει την πλούσια δομή των συνδέσμων, να μειώσει τα προβλήματα προσανατολισμού, διατηρώντας παράλληλα ελευθερία πλοήγησης, κάτι που χαρακτηρίζει τα συστήματα υπερμέσων (Rich, 1999). Η ιδέα του προσαρμόσιμου σχολιασμού είναι η συνοδεία των συνδέσμων με κάποια μορφή σχολίων, που ενημερώνουν καλύτερα τον εκπαιδευόμενο για την τρέχουσα κατάσταση των κόμβων όπου οδηγούν οι σχολιασμένοι σύνδεσμοι (Boyle & Encarnation, 1994). Οι Τσίγγιρα και Βίρβου (2004b) εφάρμοσαν την ιδέα του προσαρμόσιμου σχολιασμού, χρησιμοποιώντας διαφορετικά εικονίδια και γραμματοσειρές που πληροφορούν τον εκπαιδευόμενο αν είναι έτοιμος να επισκεφτεί το αντίστοιχο κομμάτι της θεωρίας ή αν η μελέτη κάποιου κεφαλαίου δεν είναι απαραίτητη λόγω του ότι ο εκπαιδευόμενος ήδη κατέχει το αντικείμενο που σχετίζεται με το κεφάλαιο αυτό. Έτσι, η εφαρμογή μας εφαρμόζει την ίδια τεχνική με τη διαφορά ότι χρησιμοποιούμε τέσσερα διαφορετικά εικονίδια που πληροφορούν τον εκπαιδευόμενο όχι μόνο για το ποια κεφάλαια πρέπει να διαβάσει και ποια όχι, αλλά και για το πόσο καλά γνωρίζουν το περιεχόμενο του κάθε κεφαλαίου. Κάθε εικονίδιο αντιστοιχίζεται με ένα ποσοστό που αναπαριστά το πόσο καλά ο εκπαιδευόμενος γνωρίζει το κάθε τμήμα της θεωρίας. Τα τέσσερα αυτά εικονίδια είναι τα εξής: (: άριστα (95% το ελάχιστο), : πολύ καλά (80% έως 95%), : αρκετά καλά (40% έως 80%), : προσοχή (40% το πολύ)).

Επιπρόσθετα, δίπλα από κάθε σύνδεσμο που οδηγεί σε ένα κεφάλαιο που παρουσιάζεται στον εκπαιδευόμενο για πρώτη φορά, εμφανίζεται το εικονίδιο new, το οποίο πληροφορεί τον εκπαιδευόμενο ότι είναι η πρώτη φορά που διδάσκεται το συγκεκριμένο κεφάλαιο. Αυτό συμβαίνει όταν ο εκπαιδευόμενος μεταβαίνει σε επόμενο στερεότυπο. Ένα παράδειγμα του προσαρμόσιμου σχολιασμού των συνδέσμων του συστήματός μας απεικονίζεται στην εικόνα 2.

Εικόνα 2: *Πίνακας περιεχομένων*

Εκτός από προσωποποιημένη πλοήγηση, η εφαρμογή μας παρέχει εξατομικευμένα τεστ. Η προσαρμογή του τεστ βασίζεται στις πληροφορίες που περιλαμβάνονται στο μοντέλο μαθητή. Οι ασκήσεις, που περιέχονται κάθε φορά στο τεστ, επιλέγονται τυχαία από μια βάση δεδομένων και σύμφωνα με το γνωστικό επίπεδο του εκπαιδευόμενου που προσδιορίζεται από το μοντέλο του. Το σύστημα συμβουλεύεται το στερεότυπο του εκπαιδευόμενου καθώς επίσης τα λάθη και τις παρανοήσεις του, ελέγχει ποιες ασκήσεις αντιστοιχούν στο γνωστικό του επίπεδο και αποφασίζει ποιες είναι οι κατάλληλες ασκήσεις να εμφανίσει.

Μετά το πέρας του τεστ, ο εκπαιδευόμενος μπορεί να πληροφορηθεί για τα λάθη του, την πρόοδό του και να λάβει εξατομικευμένες συμβουλές σχετικά με το σε ποια κομμάτια της ύλης πρέπει να δώσει περισσότερη προσοχή. Μετά το τεστ, το σύστημα ελέγχει τα λάθη που έκανε ο εκπαιδευόμενος, συμβουλεύεται το μοντέλο του εκπαιδευόμενου και εμφανίζει μόνο τους συνδέσμους που οδηγούν στα κεφάλαια τα οποία ο εκπαιδευόμενος πρέπει να μελετήσει ξανά. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι και σε αυτή τη φάση η εφαρμογή μας υιοθετεί την ιδέα του προσαρμόσιμου σχολιασμού των συνδέσμων προκειμένου να τονίσει την σοβαρότητα των αδυναμιών που ο εκπαιδευόμενος παρουσιάζει σε κάθε κεφαλαίο (!!!: ιδιαίτερη προσοχή , ▶ : καλύτερη μελέτη, ☞: διάβασμα ξανά ορισμένων σημείων) (Εικόνα 3).

Εικόνα 3: *Πίνακας με κεφάλαια για μελέτη σύμφωνα με τις συμβουλές του συστήματος*

Επιπλέον, το περιεχόμενο της διδασκαλίας προσαρμόζεται στις εκπαιδευτικές ανάγκες του κάθε εκπαιδευόμενου. Πιο συγκεκριμένα, εάν ένας εκπαιδευόμενος κάνει πολλά λογικά λάθη, τότε το περιεχόμενο της διδασκαλίας γίνεται πιο αναλυτικό, περιλαμβάνοντας περισσότερα παραδείγματα και αλγορίθμους που αναπαρίστανται με διαγράμματα και με τη χρήση φυσικής γλώσσας.

5. Αξιολόγηση

Για την αξιολόγηση του συστήματος ζητήθηκε από εξήντα μαθητές της Γ΄ λυκείου Τεχνολογικής Κατεύθυνσης να χρησιμοποιήσουν το σύστημα για την εκμάθηση των βασικών εννοιών του προγραμματισμού. Οι τριάντα από τους μαθητές χρησιμοποίησαν το προσαρμοζόμενο λογισμικό (ομάδα Α), όπως παρουσιάζεται στη συγκεκριμένη εργασία, ενώ οι υπόλοιποι τριάντα χρησιμοποίησαν την εφαρμογή χωρίς εικονίδια και εξατομικευμένη πλοήγηση και εξέταση. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν είναι ότι τα άτομα της ομάδας Α χρειάστηκε να επισκεφτούν κεφάλαια της συγκεκριμένης διδακτικής ενότητας και να εξεταστούν σε θέματα αυτής κατά μέσον όρο 3,53 φορές, μέχρι να επιτύχουν ποσοστό λαθών το πολύ 20% σε όλα τα σχετικά κεφάλαια. Τα άτομα της ομάδας Β χρειάστηκε να την επαναλάβουν κατά μέσον όρο 6,8 φορές. Επιπλέον, στο τέλος δόθηκε στους μαθητές ένα ερωτηματολόγιο για την αξιολόγηση της ευχρηστίας και φιλικότητας του περιβάλλοντος. Από αυτό προέκυψε ότι οι μαθητές της ομάδας Β παρουσίασαν ιδιαίτερες δυσκολίες και σύγχυση κατά την πλοήγηση, ενώ έκριναν βαρετό και ανούσιο την εξέταση σε θέματα που ήδη γνώριζαν και στα οποία είχαν απαντήσει σωστά σε προηγούμενες αλληλεπιδράσεις με το σύστημα. Στα ζητήματα αυτά η ομάδα Α φάνηκε ιδιαίτερα ικανοποιημένη.

6. Επίλογος και Μελλοντικοί Στόχοι

Ο στόχος της εργασίας αυτής ήταν η ανάπτυξη μιας διαδικτυακής εκπαιδευτικής εφαρμογής για την εκμάθηση του προγραμματισμού, παρέχοντας εξατομικευμένη υποστήριξη στους εκπαιδευόμενους. Η προσαρμοστικότητα της εφαρμογής στις εκπαιδευτικές ανάγκες του κάθε μαθητή επιτυγχάνεται μέσω του μοντέλου μαθητή που βασίζεται σε στερεότυπα δύο διαστάσεων. Πιο συγκεκριμένα, το σύστημα χρησιμοποιεί στερεότυπα τα οποία καθορίζονται με βάση το γνωστικό επίπεδο του εκπαιδευόμενου στο προγραμματισμό και τα είδη των προγραμματιστικών λαθών (συντακτικά, λογικά) που μπορεί να κάνει ένας εκπαιδευόμενος. Το σύστημά μας χρησιμοποιεί αυτό το μοντέλο μαθητή για την παροχή εξατομικευμένης διδασκαλίας, προσωποποιημένης υποστήριξης κατά τη πλοήγηση στην ύλη του γνωστικού αντικειμένου, προσαρμοσμένου τεστ και εξατομικευμένων συμβουλών που σχετίζονται με την πρόοδό του.

Στη μελλοντική μας έρευνα θα δώσουμε έμφαση στη βελτίωση της εφαρμογής μας και του μοντέλου μαθητή. Το γνωστικό πεδίο θα πρέπει να περιλαμβάνει δύο ή περισσότερες γλώσσες προγραμματισμού και το σύστημα θα πρέπει να επικεντρωθεί στις διαφορές και στις ομοιότητες των γλωσσών αυτών. Επίσης, το μοντέλο μαθητή θα πρέπει να βελτιωθεί καθορίζοντας τα στερεότυπα με ένα πιο σύνθετο τρόπο. Συγκεκριμένα, ο προσδιορισμός των στερεοτύπων θα πρέπει να βασίζεται όχι μόνο στο γνωστικό επίπεδο του εκπαιδευομένου όσον αφορά σε μια συγκεκριμένη γλώσσα

προγραμματισμού, αλλά και στις γνώσεις που αυτός έχει από άλλες γλώσσες προγραμματισμού.

Βιβλιογραφία

Boyle C. and Encarnation O.(1994). Metadoc: an adaptive hypertext reading system. *User Modelling and User-Adapted Interaction*, 4, pp. 1-19

Brusilovsky P.(1996). Methods and techniques of adaptive hypermedia. *User Modelling and User-Adapted Interaction*, 6, pp. 87-129

Chin D. (2001). Empirical evaluation of user models and user adapted systems. *User Modeling and User-Adapted Interaction,* 11, pp. 181-194.

Clemmensen T. (2004). Four approaches to user modelling – a qualitative research interview study of HCI professionals' practice. *Interacting with computers*, 16 (4), pp. 799-829

Kay J. (1983). Stereotypes, Student Models and Scrutability. *In Lecture Notes in Computer Science, eds. G. Gauthier, C. Frasson and K. VanLehn, Springer-Verlag,* Berlin Heidelberg New York, pp. 19-30.

Michaud L. & McCoy K.(2004). Empirical derivation of a sequence of user stereotypes for language learning. *User modeling & user-adapted interaction,* 14 (4), p.p 317-350

Nwana, H. (1991). User Modelling and User Adapted Interaction in an Intelligent Tutoring System. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 1(1), 1-32.

Peylo C., Teiken W., Rollinger C. & Gust H.(2000). An ontology as domain model in a web-based educational system for prolog. *In Proceedings of the 13th International Florida Artificial Intelligence Research Society Conference,*pp.55-59.

Rich E. (1999). Users are individuals: individualising user models. *Int. J. Human-Computer Studies*, 51, pp. 323-338

Tretiakov A., Sridharan B. and Kinshuk (2005). Conceptual Modelling of Web-Based Tutoring Systems. *In McKay E. (Ed.)Proceedings of the International Conference on Computers in Education*, Altona & Melbourne , Australia, pp. 2051-2058

Tsiriga V. & Virvou M. (2004). Modelling the Student to Individualise Tutoring in a Web-Based ICALL. *International journal of continuing engineering education and life-long learning,* 13, pp. 350-365

Tsigira V. and Virvou M. (2004). Evaluating the intelligent features of a web-based intelligent computer assisted language learning system. *International journal on artificial intelligence tools*, 13(2), pp. 411-425

Woszczynski A., Haddad H.M. and Zgambo A.F. (2005). Towards a model of student success in programming courses. *In Proceedings of the 43rd annual Southeast regional conference,* Kennesaw, Georgia, pp. 301-302