

# Πολυμεσικό Σύστημα για τη Διδασκαλία της Γλώσσας Λογικού Προγραμματισμού Prolog<sup>1</sup>

I. Βλαχάβας, I. Ρεφανίδης και Η. Σακελλαρίου

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Πληροφορικής  
54006, Θεσσαλονίκη  
(vlahavas, yrefanid, iliass}@csd.auth.gr

## Περίληψη

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται ένα ολοκληρωμένο λογισμικό σύστημα για τη διδασκαλία της Γλώσσας Λογικού Προγραμματισμού Prolog. Η παρεχόμενη ύλη έχει χωρισθεί σε τρία επίπεδα δυσκολίας, όπου κάθε επίπεδο περιλαμβάνει μεγάλο αριθμό μαθημάτων, αποτελούμενα από κείμενο, εικόνες και πολλά animations. Το σύστημα συνοδεύεται από μεγάλο όγκο πρόσθετου υλικού, όπως πολλά παραδείγματα, ασκήσεις, προτεινόμενη βιβλιογραφία και χρήσιμους συνδέσμους στο διαδίκτυο. Τέλος υποστηρίζει δικτυακή πρόσβαση, παρέχοντας έτσι δυνατότητα εκπαίδευσης από απόσταση.

Το σύστημα προορίζεται τόσο για συμπληρωματική χρήση στις παραδόσεις του μαθήματος του Λογικού Προγραμματισμού στα Ανώτατα Ιδρύματα όσο και για αυτόνομη διδασκαλία. Έχει ήδη χρησιμοποιηθεί από τους φοιτητές του Τμήματος Πληροφορικής του Α.Π.Θ. με πολύ ενθαρρυντικά πρώτα συμπεράσματα.

**Λέξεις - κλειδιά:** Ανάπτυξη Εκπαιδευτικού Λογισμικού, Εκπαιδευτικά Περιβάλλοντα Πολυμέσων / Υπερμέσων, Εκπαίδευση από Απόσταση

## Abstract

This paper presents an educational system for Prolog. The educational material presented to the students is divided in three levels according to the difficulty of the topics presented. Each level contains a large number of lectures, presented by text, images and animations. Additional material to the main lectures is offered, such as examples, exercises, selected bibliography and links to internet sites of interest. Finally the system is available over the internet, thus offering the possibility of distance learning.

The system aims to be used either as a supplement for teaching logic programming in higher education institutes or as a self teaching tool. The described system has already been used during the corresponding course by the students of the Computer Science department with very promising results.

**Keywords:** Educational Software Development, Multimedia/Hypermedia Educational Environments, Distance Learning

---

1. Η εργασία αυτή έγινε στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος ΔΑΝΑΟΣ: Δράσεις Αναβάθμισης της Οργάνωσης Σπουδών, χρηματοδοτούμενο από ΕΠΕΑΕΚ-ΥΠΕΠΘ.

## **1. Εισαγωγή**

Στην εργασία αυτή περιγράφεται ένα ολοκληρωμένο λογισμικό σύστημα εκπαίδευσης για τη γλώσσα λογικού προγραμματισμού Prolog. Το λογισμικό έρχεται να συμπληρώσει την πολύ μικρή ελληνική βιβλιογραφία στη εκμάθηση της γλώσσας Prolog, προσφέροντας εναλλακτικές λύσεις στους φοιτητές Πανεπιστημιακών σχολών οι οποίοι επιθυμούν να εμβαθύνουν στο συγκεκριμένο τομέα. Στόχος του εκπαιδευτικού αυτού λογισμικού είναι να προσφέρει ένα πλήρως γραφικό περιβάλλον εκμάθησης της γλώσσας προγραμματισμού Prolog, χρησιμοποιώντας σύγχρονες τεχνικές παρουσίασης όπως τα υπερκείμενα και τα πολυμέσα, έτσι ώστε να γίνουν ευκολότερα κατανοητές όχι μόνο οι βασικές έννοιες αλλά και προχωρημένες τεχνικές που χρησιμοποιούνται στο συγκεκριμένο πεδίο.

Η υλοποίηση του συστήματος επιτρέπει την διάθεση του μέσω διαδικτύου καθιστώντας το διαθέσιμο σε μεγάλο αριθμό χρηστών τόσο μέσα στον Πανεπιστημιακό χώρο όσο και εκτός αυτού, διευκολύνοντας παράλληλα σε σημαντικό βαθμό την ανανέωση και επέκταση του διαθέσιμου υλικού μέσω της κεντρικής του διαχείρισης.

## **2. Χαρακτηριστικά του Συστήματος.**

Το σύστημα εκμάθησης της Γλώσσας Προγραμματισμού Prolog είναι ένα πλήρως γραφικό περιβάλλον που βασίζεται σε δύο τεχνολογίες ευρέως διαδεδομένες σήμερα: των υπερκειμένων (HTML) και των πολυμέσων (Multimedia).

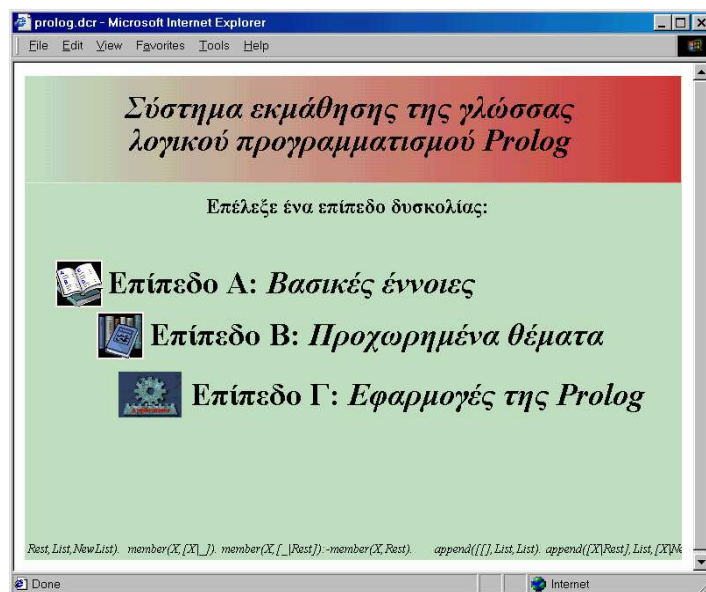
Το σύστημα προορίζεται για:

- Αυτοδύναμη διδασκαλία της γλώσσας Prolog σε αρχαρίους, ανεξάρτητα από τις παραδόσεις του αντίστοιχου μαθήματος.
- Συμπληρωματική διδασκαλία, για επίλυση αποριών και εξάσκηση, παράλληλα με τις παραδόσεις του αντίστοιχου μαθήματος.
- Επιπλέον εκπαίδευση και αναζήτηση σε θέματα που δεν καλύπτονται από τις παραδόσεις του μαθήματος.

## **3. Παρουσίαση Εκπαιδευτικού Υλικού**

Στην ανάπτυξη του συστήματος δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στην όσο το δυνατό ομαλότερη και πλήρη εισαγωγή του χρήστη στην συγκεκριμένη γλώσσα προγραμματισμού. Για το λόγο αυτό το

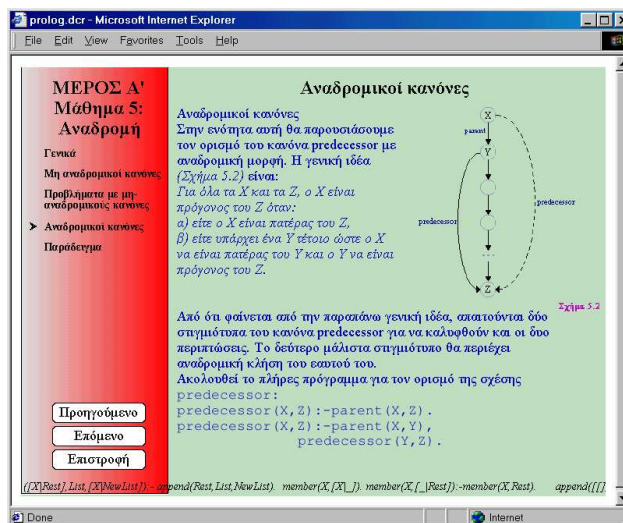
κύριο μέρος του υλικού που αφορά την παρουσίαση της γλώσσας, χωρίζεται σε τρία επίπεδα από άποψη δυσκολίας (Εικόνα 1):



Εικόνα 1. Επιλογή επιπέδου δυσκολίας

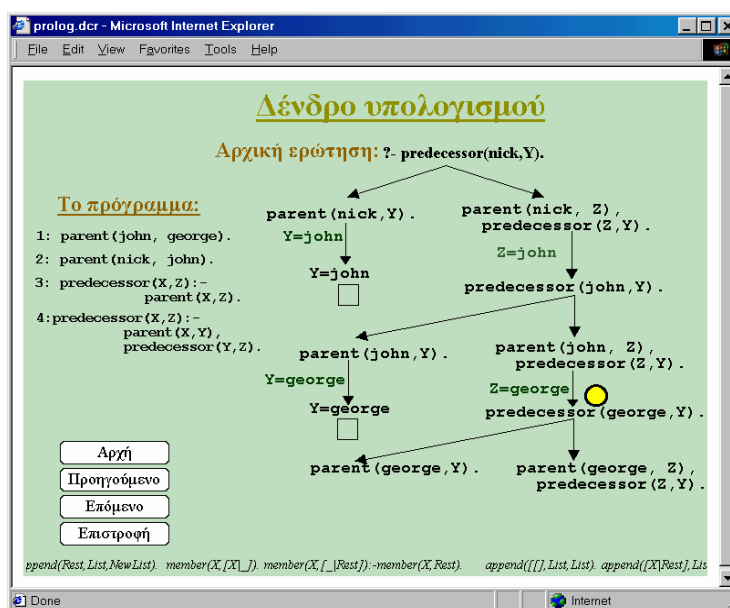
- Το πρώτο επίπεδο απευθύνεται σε αρχαίους χρήστες. Σε αυτό περιγράφονται οι βασικές έννοιες της γλώσσας, όπως για παράδειγμα η σύνταξη, ο μηχανισμός ελέγχου, βασικά κατηγορήματα κλπ.
- Στο δεύτερο επίπεδο παρουσιάζονται προχωρημένες τεχνικές και θέματα που αφορούν το λογικό προγραμματισμό, όπως για παράδειγμα οι διαδικασίες με σύνθετους όρους, ο έλεγχος εκτέλεσης, η δυναμική τροποποίηση προγράμματος καθώς και μεθοδολογία ανάπτυξης προγραμμάτων στην Prolog.
- Το τρίτο επίπεδο παρουσιάζει χαρακτηριστικές εφαρμογές της γλώσσας σε πηγαίο κώδικα συνοδευόμενο με σχόλια. Οι εφαρμογές περιλαμβάνουν παρουσίαση υλοποιήσεων χαρακτηριστικών αλγορίθμων αναζήτησης, σχεδιαστών καθώς και προγραμμάτων συμβολικών μαθηματικών.

Η παρουσίαση κάθε επιπέδου χωρίζεται σε ένα αριθμό μαθημάτων, ανάλογα με την δυσκολία, έτσι ώστε να διατηρείται το ενδιαφέρον του χρήστη. Κάθε μάθημα διαιρείται με τη σειρά του σε έναν αριθμό σελίδων μαθήματος, η πλοήγηση ανάμεσα στις οποίες μπορεί να γίνει είτε σειριακά, είτε με επιλεγόμενο τρόπο (εικόνα 2). Οι σελίδες των μαθημάτων περιλαμβάνουν κείμενο, εικόνες και πολλές απεικονίσεις με κινούμενη εικόνα (animation) (εικόνα 3).



Εικόνα 2. Τυπική σελίδα μαθήματος

Οι απεικονίσεις με κινούμενη εικόνα (animations) έχουν σαν στόχο να δώσουν στο μαθητή μια πιο εποπτική εικόνα της λειτουργίας της γλώσσας και να κάνουν περισσότερο κατανοητό τον τρόπο εκτέλεσης της, ο οποίος αποτελεί ένα από τα δυσκολότερα σημεία στην εκμάθηση της Prolog. Για παράδειγμα στην εικόνα 3 παρουσιάζεται με κινούμενη εικόνα η κατασκευή του δένδρου υπολογισμού σε μια ερώτηση (query) στο πρόγραμμα που φαίνεται στο αριστερό μέρος της οθόνης. Οι κόμβοι του δένδρου κατασκευάζονται σταδιακά, προσομοιώνοντας έτσι την διαδικασία που ακολουθεί η γλώσσα κατά την παραγωγή απαντήσεων στο συγκεκριμένο ερώτημα.



Εικόνα 3. Παράδειγμα παρουσίασης θέματος με animation

Το παραπάνω πολυμεσικό υλικό αποτελεί το κύριο μέρος του συστήματος εκμάθησης. Αυτό συνοδεύεται από μεγάλο όγκο πρόσθετου υλικού σε μορφή υπερκειμένου. Το τελευταίο περιλαμβάνει:

- Μια εισαγωγή στις αρχές του λογικού προγραμματισμού, που παρέχει στον χρήστη το απαραίτητο θεωρητικό υπόβαθρο για μια ουσιαστική εισαγωγή στην Prolog. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η εισαγωγή αυτή δεν θεωρείται απαραίτητη, τουλάχιστον σε πρώτη φάση, στην εκμάθηση της γλώσσας, για αυτό προσφέρεται εκτός του κυρίως μέρους του οδηγού.
- Πλήθος ασκήσεων προς επίλυση και επιπλέον σχολιασμένων παραδειγμάτων. Τα τελευταία περιλαμβάνουν "κλασσικά" παραδείγματα όπως είναι το πρόβλημα των N-βασιλισσών, αλλά και πρόσθετα παραδείγματα σε επιλεγμένα θέματα ιδιαίτερου ενδιαφέροντος όπως είναι οι λίστες.
- Προτεινόμενη βιβλιογραφία όπου προτείνονται στο χρήστη μερικά από τα κλασσικά βιβλία για περαιτέρω μελέτη της γλώσσας.
- Χρήσιμους συνδέσμους στο διαδίκτυο, με τοποθεσίες (sites) όπου ο μαθητής μπορεί να βρει περισσότερες πληροφορίες για το λογικό προγραμματισμό, επιστημονικές ομάδες και οργανισμούς που ασχολούνται ερευνητικά με το συγκεκριμένο πεδίο, καθώς ακόμη και διάφορες εκδόσεις της γλώσσας οι οποίες διανέμονται δωρεάν.

Όλα τα παραπάνω προσφέρουν τόσο στον χρήστη εντός του πανεπιστημίου όσο και στον απομακρυσμένο χρήστη όλο το απαραίτητο υλικό, δημιουργώντας ένα πλήρες περιβάλλον εκμάθησης της γλώσσας.

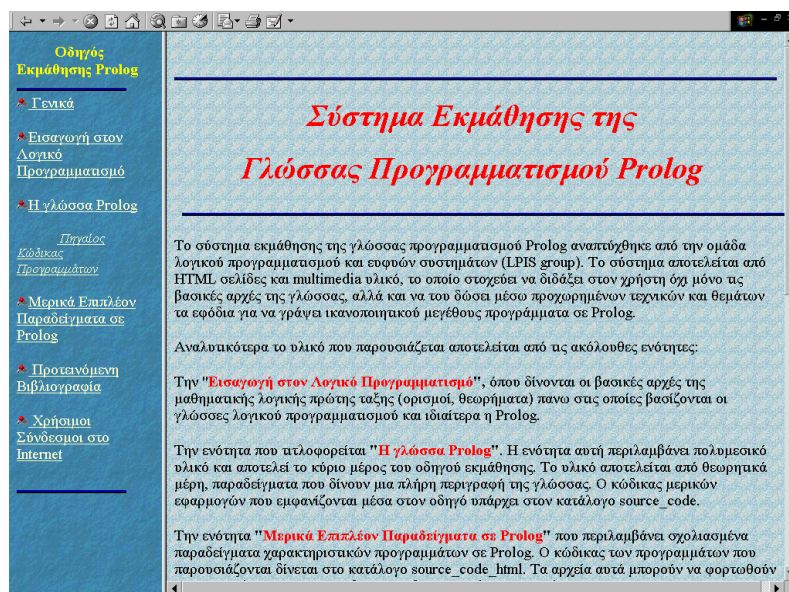
#### **4. Πλατφόρμα Υλοποίησης**

Το σύστημα αναπτύχθηκε σε δύο εκδόσεις, χρησιμοποιώντας σελίδες υπερκειμένου σε συνδυασμό με μια πολυμεσική εφαρμογή. Η μία έκδοση προσφέρει τη δυνατότητα εκτέλεσης τοπικά και μέσω τοπικού δικτύου, ενώ η δεύτερη έχει σχεδιαστεί για να εκτελείται μέσα από το διαδίκτυο (Internet), παρέχοντας έτσι τη δυνατότητα πρόσβασης στο σύστημα από οποιοδήποτε απομακρυσμένο σημείο. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι και στις δύο περιπτώσεις ο χρήστης έχει πρόσβαση στο ίδιο ακριβώς περιβάλλον εκμάθησης.

Η ανάπτυξη της εφαρμογής βασίστηκε σε δύο πλατφόρμες:

- Ιστοσελίδες (HTML pages)
- Πλατφόρμα ανάπτυξης πολυμεσικών εφαρμογών Macromedia Director

Η σελίδα εκκίνησης του συστήματος και στις δύο εκδόσεις είναι μία σελίδα υπερκειμένου, η οποία, πέρα από κάποιες βασικές πληροφορίες, περιέχει συνδέσμους (links) για τα υπόλοιπα τμήματα του οδηγού εκμάθησης (Εικόνα 4), που περιγράφηκαν προηγουμένως.



Εικόνα 4. Η οθόνη εισαγωγής στο σύστημα

## 5. Αξιολόγηση και Αξιοποίηση

Το σύστημα δόθηκε σε ομάδα φοιτητών και συνεργαζόμενους ερευνητές του Τμήματος Πληροφορικής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης από τους οποίους ζητήθηκε να το αξιολογήσουν. Τα σχόλια όσον αφορά το εκπαιδευτικό κομμάτι του λογισμικού ήταν θετικά, με έμφαση στο γεγονός ότι τα παραδείγματα ήταν εύστοχα και κατανοητά και ότι η παρουσίαση των θεμάτων επαρκής.

Ένα πρώτο βήμα αξιοποίησης του λογισμικού ήταν η ένταξή του στο αντίστοιχο μάθημα Λογικού Προγραμματισμού το οποίο διδάσκεται στο Τμήμα Πληροφορικής του Α.Π.Θ. Το πρόγραμμα προσφέρεται τόσο μέσω της νησίδας Η/Υ εκπαίδευσης των φοιτητών (τοπική εκτέλεση), όσο και μέσω του WWW εξυπηρετητή του τμήματος, έτσι ώστε οι φοιτητές να έχουν την δυνατότητα απομακρυσμένης πρόσβασης.

## 6. Σχετική εργασία

Η εκπαίδευση μέσω του Internet είναι μια πολύ ενεργή ερευνητική περιοχή διεθνώς. Τα πρώτα τέτοια συστήματα χρονολογούνται από το 1995 [6, 4, 9, 10]. Τα συστήματα αυτά ταξινομούνται σε δύο κατηγορίες [5]: Τις *σειρές μαθημάτων (curriculum sequencing)* και τα *συστήματα υποστήριξης*

λύσης προβλημάτων (*problem solving support technologies*). Τα πρώτα συστήματα, στην κατηγορία των οποίων εντάσσεται και το παρουσιαζόμενο σε αυτή την εργασία σύστημα, δίνουν έμφαση στην σωστή σειρά παρουσίασης της ύλης, προσαρμοζόμενης στις ανάγκες και δυνατότητες του διδασκόμενου. Είναι μάλιστα δυνατό να γίνεται παράλληλη αξιολόγησή του και να προσαρμόζεται η σειρά παρουσίασης ανάλογα με τις επιδόσεις του. Το κλασικό σύστημα αυτής της κατηγορίας είναι το BIP [2]. Από την άλλη πλευρά, τα συστήματα υποστήριξης λύσης προβλημάτων θεωρούντο για χρόνια η βάση των ευφυών συστημάτων διδασκαλίας (Intelligent Tutoring Systems - ITSs). Αυτά μπορούν να χωρισθούν σε τρεις κατηγορίες [5]:

- *Συστήματα ευφυούς ανάλυσης λύσεων (intelligent analysis of student solutions)*: Δέχονται τη λύση του διδασκόμενου σε μια άσκηση και ελέγχουν την ορθότητά της. Το πιο γνωστό σύστημα αυτής της κατηγορίας είναι το PROUST [8].
- *Συστήματα αλληλεπιδραστικής επίλυσης προβλημάτων (Interactive problem solving)*: Συμμετέχουν στην διαδικασία επίλυσης του προβλήματος, παρέχοντας βοήθεια (συντακτική, νοηματική κλπ). Το πιο γνωστό σύστημα αυτής της κατηγορίας είναι το LISP-TUTOR [1].
- *Συστήματα επίλυσης προβλημάτων βασισμένα σε παραδείγματα (example based problem solving)*: Παρουσιάζουν στον διδασκόμενο λυμένα και σχολιασμένα παραδείγματα, παρόμοια με το προς επίλυση πρόβλημα. Αντιπροσωπευτικό σύστημα αυτής της κατηγορίας είναι το ELM-ART [4].

Το παρουσιαζόμενο σε αυτή την εργασία σύστημα μπορεί να ενταχθεί και στην κατηγορία επίλυσης προβλημάτων μέσω παραδειγμάτων, μιας και οι ασκήσεις που προτείνει για επίλυση στον σπουδαστή συνοδεύονται από μεγάλο αριθμό σχετικών λυμένων παραδειγμάτων.

Συστήματα εκμάθησης PROLOG δεν έχουν εμφανιστεί στον ελληνική χώρο, ενώ στον διεθνή κάνουν τα πρώτα τους βήματα. Τα πιο γνωστά, από όσα γνωρίζουμε, είναι το VC-Prolog Tutor [11]. Πρόκειται για ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον, το οποίο μοντελοποιεί τον μαθητή, παρακολουθώντας όχι μόνο τις επιδόσεις του στις ασκήσεις, αλλά και την πορεία του μέσα από τις σελίδες των μαθημάτων, προτείνοντας αντίστοιχες πορείες διδασκαλίας. Άλλα απλούστερα συστήματα είναι το Plot [3] και το [7].

## **7. Συμπεράσματα και Μελλοντικές Επεκτάσεις**

Ο πρώτος άμεσος στόχος για την επέκταση του υπάρχοντος συστήματος είναι η επέκταση του με περισσότερα παραδείγματα και ασκήσεις. Εκείνο όμως που παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον και

αποτελεί ουσιαστική βελτίωση του παρόντος λογισμικού είναι η δημιουργία ενός ευφυούς εκπαιδευτικού λογισμικού (Intelligent Tutoring System) βασισμένου στο υπάρχον σύστημα. Αν και στην διεθνή βιβλιογραφία έχουν προταθεί παρόμοια συστήματα, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, από όσο γνωρίζουμε δεν έχει γίνει κάτι ανάλογο στη Ελλάδα.

Τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τη χρησιμοποίηση νέων μεθόδων παρουσιάσεως εκπαιδευτικού υλικού στη διδασκαλία του Λογικού Προγραμματισμού είναι πολύ θετικά, όπως αυτά προκύπτουν και από την αξιολόγηση που έγινε από την ομάδα φοιτητών. Πιστεύουμε ότι η χρήση του παραπάνω λογισμικού στην διδασκαλία της Prolog στα πλαίσια του πανεπιστημιακού μαθήματος θα βοηθήσει ιδιαίτερα τους φοιτητές.

## **8. Αναφορές**

1. Anderson, J.R., and Reiser, B.: The LISP tutor. Byte 10, 4 (1985) 159-175.
2. Barr, A., Beard, M., and Atkinson, R. C.: The computer as tutorial laboratory: the Stanford BIP project. International Journal on the Man-Machine Studies 8, 5 (1976) 567-596.
3. Boennen, C., Gerstenhoefer, J., Nartmann, N., Holzwarth, A., Kober, K., Lenschow, N., and Meissner, B.: Plot: Prolog Online Tutor. Technical report, Institute fuer Semantische Informationsverarbeitung, 1999.
4. Brusilovsky, P., Schwarz, E., and Weber, G.: ELM-ART: An intelligent tutoring system on World Wide Web. In: Frasson, C., Gauthier, G., and Lesgold, A. (eds.) Intelligent Tutoring Systems. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 1086. Springer Verlag, Berlin (1996) 261-269.
5. Brusilovsky, P.: Adaptive and Intelligent Technologies for Web-based Education. In: C. Rollinger and C. Peylo (eds.) Kuenstliche Intelligenz, Special Issue on Intelligent Systems and Teleaching, 1999, 4, 19-25.
6. Brusilovsky, P.: Intelligent Tutoring Systems for World-Wide Web. In: Holzapfel, R. (ed.) Proc. of Third International WWW Conference (Posters), Darmstadt, Fraunhofer Institute for Computer Graphics (1995) 42-45.
7. Hong, J.: An intelligent tutoring and Assising System for Prolog Programming. In B. du Boulay and R. Mizoguchi (eds), Artificial Intelligence in Education, pages 586-588, IOS Press, 1997.
8. Johnson, W. Lewis. Intention-Based Diagnosis of Novice Programming Errors, Morgan Kaufmann, Los Altos, CA, 1986.
9. Nalabayashi, K., Koike, Y., Maruyama, M., Touhei, H., Ishiuchi, S., and Fakuvara, Y.: An Intelligent Tutoring System on World Wide Web: Towards an integrated learning environment on a distributed hypermedia. In: Maurer, H. (ed). Proc. of ED-MEDIA'95 - World Conference on educational multimedia and hypermedia, Graz, Austria, AACE (1995) 488-493.
10. Okazaki, Y., Watanabe, K., and Kondo, H.: An implementation of an intelligent tutoring system (ITS) on the World Wide Web. Educational Technology Research 19, 1 (1996) 35-44.
11. Peylo, C., Teiken, W., Rollinger, C., and Gust, H.: An ontology as domain model in web-based educational system for Prolog. In Proc. of the 13<sup>th</sup> Flairs Conference. AAAI Press, 2000.