

Ιόνιο Πανεπιστήμιο
Τμήμα Πληροφορικής

Ακαδημαϊκό Έτος 2007-2008

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ:

Έκθεση Προόδου Υλοποίησης του Μαθήματος «Λογικός
Προγραμματισμός»

Διδάσκοντες:

Θεόδωρος Ανδρόνικος & Μιχαήλ Στεφανιδάκης

Περιεχόμενα

| | | |
|-----|---|---|
| 1 | Περιγραφή του μαθήματος..... | 1 |
| 2 | Υλοποίηση του μαθήματος..... | 3 |
| 2.1 | Διδασκαλία του μαθήματος..... | 3 |
| 2.2 | Εργαστήρια – συμπληρωματική διδασκαλία..... | 7 |
| 2.3 | Εκπαιδευτικό υλικό..... | 7 |

1 Περιγραφή του μαθήματος.

Ο «Λογικός Προγραμματισμός» αποτελεί μάθημα επιλογής για τους φοιτητές του Ζ' εξαμήνου του Τμήματος Πληροφορικής.

Κατά τη διδασκαλία του μαθήματος γίνεται αρχικά μια εισαγωγή στις έννοιες του διαδικαστικού και του δηλωτικού προγραμματισμού, από όπου γίνεται κατανοητό ότι ο Λογικός Προγραμματισμός (Logic Programming) είναι το προγραμματιστικό μοντέλο όπου ο προγραμματισμός γίνεται με βάση την Πρωτοβάθμια Κατηγορηματική Λογική (First Order Predicate Logic).

Για το λόγο αυτό γίνεται στη συνέχεια μια συνοπτική παρουσίαση της Προτασιακής Λογικής, όπου παρουσιάζεται η σύνταξη και η σημασιολογία των προτασιακών τύπων. Στη συνέχεια ορίζονται σημαντικές έννοιες, όπως η Λογική Συνεπαγωγή και οι Πίνακες Αληθείας, όπου τονίζεται η χρήση τους στα πλαίσια ενός αλγόριθμου απόφασης για την αλήθεια ή μη των προτασιακών τύπων. Ακολουθεί μια σύντομη εισαγωγή στις αποδεικτικές μεθόδους και τα αξιωματικά σχήματα της Προτασιακής Λογικής. Με βάση τα παραπάνω, ορίζεται η έννοια της αποδειξιμότητας των προτασιακών τύπων και παρουσιάζονται τα θεωρήματα της Ορθότητας και της Πληρότητα της Προτασιακής Λογικής.

Κατόπιν γίνεται μια πρώτη παρουσίαση της μεθόδου της Επίλυσης (Resolution Principle) στο πλαίσιο της Προτασιακής Λογικής και παρουσιάζονται οι κυριότερες στρατηγικές αναζήτησης. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η Πρωτοβάθμια Κατηγορηματική Λογική και ορίζεται η σύνταξη και η σημασιολογία των πρωτοβάθμιων τύπων. Δίνονται μερικές από τις σημαντικότερες αποδεικτικές μέθοδοι της Κατηγορηματικής Λογικής με έμφαση στη μέθοδο της Επίλυσης (Resolution Principle). Για το σκοπό αυτό ορίζεται η ενοποίηση (unification) στους πρωτοβάθμιους τύπους και εξηγείται γιατί είναι απαραίτητη για την εφαρμογή της μεθόδου της Επίλυσης.

Ακολουθεί η παρουσίαση του θεωρήματος και της μεθόδου του Herbrand, καθώς και ορισμός των πρωτοβάθμιων τύπων Horn. Μετά από τα προηγούμενα, έχει τεθεί το απαραίτητο γνωστικό υπόβαθρο για να γίνει εκτεταμένη παρουσίαση της γλώσσας προγραμματισμού Prolog. Ορίζεται η σύνταξη των προγραμμάτων Prolog και παρουσιάζονται οι λίστες και η χρήση τους, οι τελεστές, η χρήση των αναδρομικών κανόνων, ο έλεγχος οπισθοδρόμησης, η άρνηση στην Prolog και η ειδική σημασία

της, τα κυριότερα ενσωματωμένα κατηγορήματα, καθώς και ο χειρισμός σύνθετων δομών δεδομένων. Τέλος, επιδεικνύονται οι εφαρμογές της Prolog σε προβλήματα αναζήτησης, συμβολική επεξεργασία και κατανόηση φυσικής γλώσσας.

ΔΙΔΑΚΤΕΑ ΥΛΗ

1.1 Εισαγωγή στις έννοιες του διαδικαστικού και του δηλωτικού προγραμματισμού, από όπου γίνεται κατανοητό ότι ο Λογικός Προγραμματισμός (Logic Programming) είναι το προγραμματιστικό μοντέλο όπου ο προγραμματισμός γίνεται με βάση την Πρωτοβάθμια Κατηγορηματική Λογική (First Order Predicate Logic).

1.2 Συνοπτική παρουσίαση της Προτασιακής Λογικής, της σύνταξης και της σημασιολογίας των προτασιακών τύπων. Ορισμός σημαντικών εννοιών, όπως η Λογική Συνεπαγωγή και οι Πίνακες Αληθείας.

1.3 Η μέθοδος των Πινάκων Αληθείας ως αλγόριθμος απόφασης για την αλήθεια ή μη των προτασιακών τύπων.

2.1 Εισαγωγή στις αποδεικτικές μεθόδους και τα αξιωματικά σχήματα της Προτασιακής Λογικής. Ορισμός της έννοιας της αποδειξιμότητας των προτασιακών τύπων. Τα θεωρήματα της Ορθότητας και της Πληρότητας της Προτασιακής Λογικής.

2.2 Η μέθοδος της Επίλυσης (Resolution Principle) στο πλαίσιο της Προτασιακής Λογικής και οι κυριότερες στρατηγικές αναζήτησης.

3.1 Ορισμός της σύνταξης και της σημασιολογίας των τύπων της Πρωτοβάθμιας Κατηγορηματικής Λογικής. Πότε μια δομή είναι μοντέλο ενός πρωτοβάθμιου τύπου. Η έννοια της λογικής συνέπειας ενός τύπου από έναν άλλο.

3.2 Πρωτοβάθμιοι τύποι Horn. Απλές προτάσεις (clauses) και καλά ορισμένες απλές προτάσεις (definite clauses). Δημιουργία καλά ορισμένων προγραμμάτων (definite programs) μέσω καλά ορισμένων απλών προτάσεων.

3.3 Το θεώρημα του Herbrand για την Πρωτοβάθμια Κατηγορηματική Λογική. Το σύμπαν Herbrand για καλά ορισμένα προγράμματα. Κατασκευή μοντέλου Herbrand από το σύμπαν Herbrand. Το ελάχιστο μοντέλο Herbrand για ένα καλά ορισμένο λογικό πρόγραμμα.

4.1 Η ανάγκη για «ενοποίηση» πρωτοβάθμιων τύπων και ο αλγόριθμος της ενοποίησης (unification).

4.2 Η μέθοδος της Επίλυσης στην Πρωτοβάθμια Κατηγορηματική Λογική. Η ορθότητα και η πληρότητα της μεθόδου της Επίλυσης. Αποδεικτικά δένδρα για καλά ορισμένα λογικά προγράμματα.

4.3 Εισαγωγή στην έννοια των στρατηγικών Επίλυσης. Η σημασία της στρατηγικής αναζήτησης στα αποδεικτικά δένδρα που δημιουργεί για τα

λογικά προγράμματα ο αλγόριθμος της Επίλυσης. Η γραμμική επίλυση και η SLD-Επίλυση. Η ορθότητα και η πληρότητα της μεθόδου της SLD-Επίλυσης.

5.1 Εισαγωγή στην έννοια της «αρνητικής» γνώσης. Η χρήση της άρνησης σε απλές προτάσεις και σε καλά ορισμένα λογικά προγράμματα. Γενικευμένα λογικά προγράμματα και η μέθοδος της SLDNF -Επίλυσης για αυτά. Η σημασιολογία της άρνησης με έμφαση στην καλώς θεμελιωμένη σημασιολογία (well-founded semantics).

5.2 Εισαγωγή στη γλώσσα Prolog.

5.3 Εισαγωγή στη χρήση αναδρομικών δομών δεδομένων στην αναπαράσταση του προβλήματος. Αναπαράσταση δεδομένων με χρήση λιστών. Συμβολισμοί λιστών. Αποδόμηση λιστών. Ενσωματωμένα κατηγορήματα για χειρισμό λιστών. Δημιουργία αναδρομικών προγραμμάτων στη γλώσσα Prolog.για επεξεργασία λιστών.

2 Υλοποίηση του μαθήματος.

Στις επόμενες παραγράφους περιγράφονται τα στάδια υλοποίησης της διδασκαλίας του μαθήματος «Λογικός Προγραμματισμός» κατά το ακαδημαϊκό έτος 2007-2008.

2.1 Διδασκαλία του μαθήματος.

Η διδασκαλία του μαθήματος «Λογικός Προγραμματισμός» υποβοηθήθηκε με την προβολή διαφανειών σε μορφή PowerPoint. Κατά το 7^ο εξάμηνο του ακαδημαϊκού έτους 2007-2008 πραγματοποιήθηκαν 13 διαλέξεις. Σε κάθε διάλεξη υπήρξε επισκόπηση της θεωρίας και παρουσίαση των κυρίων σημείων. Παράλληλα έγινε εκτενής μελέτη των μεθόδων επίλυσης προβλημάτων ανά ενότητα.

Βασικός στόχος ήταν η σύνδεση της δομής της ύλης ανά ενότητες και για το λόγο αυτό, σε αρκετές διαλέξεις αφιερώθηκε χρόνος για επανάληψη της έως τότε διδαχθείσας ύλης. Οι διαλέξεις ακολούθησαν την παρακάτω δομή:

- (1) Επισκόπηση διδαχθείσας θεωρίας.
- (2) Παρουσίαση και ανάλυση νέας ύλης.
- (3) Παραδείγματα για εμπέδωση της θεωρίας.

Οι λεπτομέρειες των διαλέξεων παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

| Αντικείμενο διάλεξης | Μαθησιακοί στόχοι | Θέματα που καλύπτονται |
|--|---|--|
| 1. Εισαγωγή στο Λογικό Προγραμματισμό. | Εισαγωγή στις έννοιες του διαδικαστικού και του δηλωτικού προγραμματισμού. | Εισαγωγή στις έννοιες του διαδικαστικού και του δηλωτικού προγραμματισμού, από όπου γίνεται κατανοητό ότι ο Λογικός Προγραμματισμός (Logic Programming) είναι το προγραμματιστικό μοντέλο όπου ο προγραμματισμός γίνεται με βάση την Πρωτοβάθμια Κατηγορηματική Λογική (First Order Predicate Logic). |
| 2. Εισαγωγή στην Προτασιακή Λογική. | Ορισμός των προτασιακών τύπων, καθώς και της σύνταξης και της σημασιολογίας τους. | Συνοπτική παρουσίαση της Προτασιακής Λογικής, της σύνταξης και της σημασιολογίας των προτασιακών τύπων. Ορισμός σημαντικών εννοιών, όπως η Λογική Συνεπαγωγή και οι Πίνακες Αληθείας. Η μέθοδος των Πινάκων Αληθείας ως αλγόριθμος απόφασης για την αλήθεια ή μη των προτασιακών τύπων. |
| 3. Η μέθοδος της Επίλυσης στην Προτασιακή Λογική. | Η μέθοδος της Επίλυσης (Resolution Principle) στην Προτασιακή Λογική στο πλαίσιο μιας γενικότερης παρουσίασης των αποδεικτικών μεθόδων. | Εισαγωγή στις αποδεικτικές μεθόδους και τα αξιωματικά σχήματα της Προτασιακής Λογικής. Ορισμός της έννοιας της αποδειξιμότητας των προτασιακών τύπων. Τα θεωρήματα της Ορθότητας και της Πληρότητας της Προτασιακής Λογικής. Η μέθοδος της Επίλυσης (Resolution Principle) στο πλαίσιο της Προτασιακής Λογικής και οι κυριότερες στρατηγικές αναζήτησης. |
| 4. Εισαγωγή στην Πρωτοβάθμια Κατηγορηματική Λογική. | Εισαγωγή στην Πρωτοβάθμια Κατηγορηματική Λογική - σύνταξη και σημασιολογία των πρωτοβάθμιων τύπων. | Ορισμός της σύνταξης και της σημασιολογίας των τύπων της Πρωτοβάθμιας Κατηγορηματικής Λογικής. Πότε μια δομή είναι μοντέλο ενός πρωτοβάθμιου τύπου. Η έννοια της λογικής συνέπειας ενός τύπου από έναν άλλο. |
| 5. Η έννοια του Λογικού Προγράμματος. | Τύποι Horn, καλά ορισμένες απλές | Πρωτοβάθμιοι τύποι Horn. Απλές προτάσεις (clauses) και |

| | | |
|--|---|--|
| | προτάσεις και καλά ορισμένα προγράμματα. | καλά ορισμένες απλές προτάσεις (definite clauses). Δημιουργία καλά ορισμένων προγραμμάτων (definite programs) μέσω καλά ορισμένων απλών προτάσεων. |
| 6. Μοντέλα Herbrand για λογικά προγράμματα. | Μοντέλα Herbrand και κατασκευή του ελάχιστου μοντέλου Herbrand για ένα λογικό πρόγραμμα. | Το θεώρημα του Herbrand για την Πρωτοβάθμια Κατηγορηματική Λογική. Το σύμπαν Herbrand για καλά ορισμένα προγράμματα. Κατασκευή μοντέλου Herbrand από το σύμπαν Herbrand. Το ελάχιστο μοντέλο Herbrand για ένα καλά ορισμένο λογικό πρόγραμμα. |
| 7. Η μέθοδος της Επίλυσης στην Πρωτοβάθμια Κατηγορηματική Λογική. | Ο αλγόριθμος της ενοποίησης και η μέθοδος της Επίλυσης. Η ορθότητα και η πληρότητα της μεθόδου της Επίλυσης. | Η ανάγκη για «ενοποίηση» πρωτοβάθμιων τύπων και ο αλγόριθμος της ενοποίησης (unification). Η μέθοδος της Επίλυσης στην Πρωτοβάθμια Κατηγορηματική Λογική. Η ορθότητα και η πληρότητα της μεθόδου της Επίλυσης. Αποδεικτικά δένδρα για καλά ορισμένα λογικά προγράμματα. |
| 8. Η στρατηγική της SLD-Επίλυσης. | Εισαγωγή στη γραμμική επίλυση και την SLD-Επίλυση. Αντικαταστάσεις σε απαντήσεις. | Εισαγωγή στην έννοια των στρατηγικών Επίλυσης. Η σημασία της στρατηγικής αναζήτησης στα αποδεικτικά δένδρα που δημιουργεί για τα λογικά προγράμματα ο αλγόριθμος της Επίλυσης. Η γραμμική επίλυση και η SLD-Επίλυση. Η ορθότητα και η πληρότητα της μεθόδου της SLD-Επίλυσης. Αντικαταστάσεις σε απαντήσεις. |
| 9. Η άρνηση στο Λογικό Προγραμματισμό. | Η χρήση της άρνησης στα λογικά προγράμματα. Γενικευμένα λογικά προγράμματα και SLDNF - Επίλυση. Η σημασιολογία της άρνησης. | Εισαγωγή στην έννοια της «αρνητικής» γνώσης. Η χρήση της άρνησης σε απλές προτάσεις και σε καλά ορισμένα λογικά προγράμματα. Γενικευμένα λογικά προγράμματα και η μέθοδος της SLDNF - Επίλυσης για αυτά. Η |

| | | |
|--|--|---|
| | | σημασιολογία της άρνησης με έμφαση στην καλώς θεμελιωμένη σημασιολογία (well-founded semantics). |
| 10. Προγραμματισμός με την Πρωτοβάθμια Κατηγορηματική Λογική στη γλώσσα Prolog. | Από τις σχεσιακές στις επαγωγικές Βάσεις Δεδομένων. Χρήση της Λογικής ως γλώσσα ερωταποκρίσεων. Εισαγωγή στη γλώσσα Prolog. | Από τις σχεσιακές Βάσεις Δεδομένων στις επαγωγικές Βάσεις Δεδομένων. Σύγκριση της σχεσιακής Άλγεβρας με τα λογικά προγράμματα. Χρήση της Πρωτοβάθμιας Κατηγορηματικής Λογικής ως γλώσσα ερωταποκρίσεων. Σχέσεις ειδικού σκοπού και Βάσεις Δεδομένων με σύνθετους όρους. Εισαγωγή στη γλώσσα Prolog. |
| 11. Λογικός Προγραμματισμός στη γλώσσα Prolog με αναδρομικές δομές δεδομένων. | Αναπαράσταση δεδομένων με χρήση λιστών. Ενσωματωμένα κατηγορήματα για χειρισμό λιστών. Δημιουργία αναδρομικών προγραμμάτων στη γλώσσα Prolog για επεξεργασία λιστών. | Εισαγωγή στη χρήση αναδρομικών δομών δεδομένων στην αναπαράσταση του προβλήματος. Αναπαράσταση δεδομένων με χρήση λιστών. Συμβολισμοί λιστών. Αποδόμηση λιστών. Ενσωματωμένα κατηγορήματα για χειρισμό λιστών. Δημιουργία αναδρομικών προγραμμάτων στη γλώσσα Prolog για επεξεργασία λιστών. |
| 12. Προχωρημένα θέματα Λογικού Προγραμματισμού με τη γλώσσα Prolog. | Δημιουργία και χρήση των βασικών δυναμικών δομών δεδομένων: γραμμικές λίστες, στοίβες, ουρές και δένδρα. | Επεκτάσεις της γλώσσας προγραμματισμού Prolog, ώστε να καθίσταται δυνατή η εκτέλεση αριθμητικών υπολογισμών, η διαχείριση συμβολοσειρών, η επεξεργασία συνόλων. Εφαρμογές σε έμπειρα συστήματα και στην συντακτική επεξεργασία γλωσσών που περιγράφονται από γραμματικές χωρίς συμπραζόμενα. |
| 13. Γενική επανάληψη. | Η γενική επισκόπηση αποσκοπεί στην πλήρη κατανόηση και επεξήγηση των προχωρημένων θεμάτων, καθώς και την προετοιμασία για τις εξετάσεις. | Δημιουργία λογικών προγραμμάτων που να συνδυάζουν πολλαπλά θέματα και να αποδεικνύουν όχι μόνο την σε βάθος κατανόηση των εννοιών του Λογικού Προγραμματισμού, |

| | | |
|--|--|--|
| | | αλλά και την ικανότητα των φοιτητών να σχεδιάζουν και να υλοποιούν αυτόνομα. |
|--|--|--|

2.2 Εργαστήρια – συμπληρωματική διδασκαλία.

Στα πλαίσια της συμπληρωματικής διδασκαλίας του μαθήματος «Εισαγωγή στον Προγραμματισμό», σχεδιάστηκαν και πραγματοποιήθηκαν εργαστηριακές ασκήσεις. Οι ασκήσεις αυτές είχαν ως σκοπό την εξάσκηση των φοιτητών σε πρακτικές εφαρμογές της αντίστοιχης θεωρίας και χρησίμευσαν ως βάση για την ατομική εργασία εξαμήνου που ανατέθηκε στους φοιτητές του μαθήματος.

Εκτός από τις διαλέξεις και τις εργαστηριακές ασκήσεις, το μάθημα υποστηρίχθηκε από ένα συμπληρωματικό εργαστήριο ανακεφαλαίωσης της διδαχθείσας ύλης και επίλυσης παραδειγμάτων.

Για την άρτια διεξαγωγή των εργαστηριακών ασκήσεων σχεδιάστηκε υποστηρικτική ιστοσελίδα, μέσω της οποίας οι φοιτητές είχαν πρόσβαση κατά τη διάρκεια των ασκήσεων:

- Στην εκφώνηση της κάθε εργαστηριακής άσκησης.
- Στο πρόσθετο προετοιμασμένο υλικό, το οποίο ήταν απαραίτητο για κάθε άσκηση.

2.3 Εκπαιδευτικό υλικό.

Κατά τη διδασκαλία του μαθήματος «Εισαγωγή στον Προγραμματισμό» οι φοιτητές είχαν στη διάθεσή τους το εξής εκπαιδευτικό υλικό:

- **Βιβλίο του μαθήματος.** Στους φοιτητές του Ζ' εξαμήνου διανεμήθηκε βιβλίο του εμπορίου με τα εξής στοιχεία:

| | |
|--------------------|--|
| Τίτλος: | Από τη λογική στο λογικό προγραμματισμό και την Prolog |
| Συγγραφέας: | Γιώργος Μητακίδης |
| Εκδόσεις: | Εκδόσεις Καρδαμίτσα 1992 |

Το βιβλίο αυτό καλύπτει πλήρως το γνωστικό αντικείμενο του μαθήματος. Οι θεματικές ενότητες των διαλέξεων ακολούθησαν την οργάνωση των κεφαλαίων του βιβλίου.

- **Υποστηρικτική ιστοσελίδα του μαθήματος.** Οι φοιτητές είχαν επίσης στη διάθεσή τους ιστοσελίδα με συνδέσμους στο εξής πρόσθετο υλικό:

1. Διαφάνειες των διαλέξεων του μαθήματος.
2. Εκφωνήσεις και λοιπό υλικό για τη διεξαγωγή των εργαστηριακών ασκήσεων του μαθήματος.
3. Ατομική προγραμματιστική εργασία.

Η ιστοσελίδα, οι διαφάνειες και το λοιπό υποστηρικτικό υλικό των εργαστηρίων επισυνάπτεται στο παραδοτέο υλοποίησης του μαθήματος.