

Λογικός Προγραμματισμός

- Αναπαράσταση γνώσης: Λογικό Σύστημα.
- Μηχανισμός επεξεργασίας γνώσης: εξαγωγή συμπεράσματος.
- Υπολογισμός: Απόδειξη θεωρήματος (το συμπέρασμα ενδιαφέροντος) από αξιώματα (γνώση).

Prolog (Αμιγής)

- Αναπαράσταση γνώσης: προτάσεις FOL σε μορφή CNF (συζευγμένη κανονική μορφή)
- Μηχανισμός εξαγωγής συμπεράσματος: Κανόνας ανάλυσης

Prolog (Εκτεταμένη)

- Αμιγής Prolog
- + ειδικά κατηγορήματα για
- Προσθήκη υποθέσεων κατά τη διάρκεια υπολογισμού.
- Διαγραφή υποθέσεων ...
- Ενημέρωση αρχείων
- Ανάγνωση αρχείων
- Ορισμό νέων τελεστών (παράγωγα λογικά συνδετικά)
- κλπ

Γενική Μορφή Λογικού Προγράμματος

- Προτάσεις Horn για τον ορισμό σχέσεων (κατηγορημάτων) της μορφής:

A

A if B

A if B1 &...& Bn, n>1

- Παράδειγμα:

likes(chris, Anyone) if buys(Anyone, this_book)

buys(Anyone, this_book) if sensible(Anyone)

sensible(you)

Προτάσεις CNF

- Οποιαδήποτε πρόταση της λογικής πρώτης τάξης (FOL) μπορεί να εκφραστεί σαν σύνολο προτάσεων CNF.
(Επανάληψη: αλγόριθμος μετατροπής σε CNF)

- Γενική μορφή:

<Καθολικό Πρόσημο> <Πίνακας>

όπου *Καθολικό Πρόσημο* μια σειρά καθολικών ποσοδεικτών, και *Πίνακας* μια σύζευξη προτάσεων, κάθε μια από τις οποίες είναι διάζευξη ενός ή περισσότερων λεκτικών.

Παράδειγμα πρότασης CNF

$(\forall X \forall Y) (likes(chris, X) \text{ or } \neg likes(X, logic)) \&$
 $(likes(chris, logic)) \&$
 $(likes(bob, logic)) \&$
 $(likes(X, Y) \text{ or } \neg loves(X, Y))$)

- Επειδή $(\forall X)(A \& B) \equiv (\forall X)A \& (\forall X)B$

μπορεί η CNF πρόταση να θεωρηθεί ως σύνολο έμμεσα συζευγμένων απλούστερων CNF προτάσεων (ποιών;)

Prolog συμβολισμός για CNF πρόταση

- Το (or \neg) μιας CNF μπορεί να αναπαρασταθεί ως if (\leftarrow) επειδή
$$A \rightarrow B \equiv B \text{ or } \neg A$$
- Η Prolog εκδοχή μιας CNF:
 - Το \leftarrow γράφεται ως :-
 - Το & γράφεται ως ,
 - Στο τέλος της Prolog πρότασης χρησιμοποιείται .
- Παράδειγμα:

```
likes(chris, X) :- likes(X, logic).  
likes(chris, logic).  
likes(bob, logic).  
likes(X,Y) :- loves(X,Y).
```

Γιατί CNF και όχι FOL

- Η δομική κανονικότητα των CNF διευκολύνει την αποθήκευση των προτάσεων στη μνήμη.
- Μειώνεται το πλήθος των κανόνων εξαγωγής συμπεράσματος που απαιτούνται για την επεξεργασία της γνώσης. (εφαρμόζεται μόνο ο κανόνας της Ανάλυσης)
- Διευκολύνεται η απόδοση υπολογιστικής σημασιολογίας στις προτάσεις, μέσω **διαδικασιακής** ανάγνωσης.

Είδη προτάσεων CNF

- **Πεπερασμένη** : διάζευξη που περιέχει ακριβώς ένα θετικό λεκτικό και κανένα ή περισσότερα αρνητικά λεκτικά.
- **Θετική ατομική**: πεπερασμένη πρόταση που δεν περιέχει κανένα αρνητικό λεκτικό.
- **Αρνητική** : διάζευξη που περιέχει κανένα ή περισσότερα αρνητικά λεκτικά και κανένα θετικό λεκτικό
- **Αρνητική ατομική**: αρνητική πρόταση που περιέχει ακριβώς ένα αρνητικό λεκτικό.
- **Κενή** :αρνητική πρόταση που δεν περιέχει κανένα λεκτικό.
- **Μη πεπερασμένη**: διάζευξη που περιέχει τουλάχιστον δύο θετικά λεκτικά.

Προτάσεις Horn, ορολογία ΛΠ, ορολογία Prolog

- Προτάσεις Horn: Όλες οι προτάσεις CNF εκτός από τις μη πεπερασμένες.
- Ορολογία ΛΠ:
 - οι θετικές ατομικές προτάσεις λέγονται **καταφάσεις**.
 - Όλες οι υπόλοιπες πεπερασμένες προτάσεις λέγονται **υποθετικές**.
 - Οι αρνητικές προτάσεις λέγονται **ερωτήσεις ή στόχοι**.
- Ορολογία Prolog:
 - οι θετικές ατομικές προτάσεις λέγονται **γεγονότα**.
 - Όλες οι υπόλοιπες πεπερασμένες προτάσεις λέγονται **κανόνες**.
 - Οι αρνητικές προτάσεις λέγονται **ερωτήσεις ή στόχοι**.

Σύνολα προτάσεων, Ορισμοί, Προγράμματα

- ΛΠ και Prolog: ένα σύνολο μη αρνητικών προτάσεων λέγεται **πρόγραμμα, βάση δεδομένων, βάση γνώσης ή βάση κανόνων**.
- **Ορισμός ή Διαδικασία κατηγορήματος**: Ένα σύνολο πεπερασμένων προτάσεων, στις οποίες όλα τα θετικά λεκτικά είναι του ίδιου κατηγορήματος .
- **Πεπερασμένο πρόγραμμα** : πρόγραμμα όπου όλες οι προτάσεις είναι πεπερασμένες. Οποιοδήποτε άλλο λέγεται μη πεπερασμένο.

Μετακίνηση λεκτικών μέσα σε πρόταση

- Στην ατομική εκδοχή της μια CNF πρόταση είναι διάζευξη λεκτικών.
- Κάθε ατομική CNF πρόταση μπορεί να γραφεί σε **υποθετική** μορφή του τύπου:

<διάζευξη λεκτικών> if <σύζευξη λεκτικών>

$A \text{ or } B \text{ or } \neg C \text{ or } \neg D \text{ or } \neg E$

μπορεί να γραφεί ως

$A \text{ or } B \text{ if } C \ \& \ D \ \& \ E$

Κανόνας Μετακίνησης Λεκτικών σε CNF

- Το ατομικό μέρος όλων των θετικών λεκτικών συμμετέχει στο συμπέρασμα της υποθετικής πρότασης (διάζευξη αριστερά από το if).
- Το ατομικό μέρος όλων των αρνητικών λεκτικών συμμετέχει στη συνθήκη της υποθετικής πρότασης (σύζευξη δεξιά από το if).
- Κάθε λεκτικό μπορεί να μετακινηθεί από οποιαδήποτε πλευρά της υποθετικής πρότασης στην άλλη, αρκεί να προσημανθεί με λογική άρνηση.

Ειδικές μορφές υποθετικών προτάσεων

- W if True, όπου W διάζευξη λεκτικών. (τιμή αλήθειας της W ;))
- False if W , όπου W σύζευξη λεκτικών. (τιμή αλήθειας της W ;))
- Η κενή πρόταση είναι ισοδύναμη με False if True. (τιμή αλήθειας για την κενή;).
- Ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο μπορεί να διατυπωθεί μια πρόταση, υπάρχει διαφορετική **ανάγνωση/σημασιολογία για την επίλυση προβλήματος.**

Ανάγνωση Επίλυσης Προβλήματος στο ΛΠ

- $A \text{ if } \neg B$
 - προκειμένου να αποδείξουμε ότι ισχύει A , αρκεί να δείξουμε ότι δεν ισχύει B .
- $B \text{ if } \neg A$
 - προκειμένου να αποδείξουμε ότι ισχύει B , αρκεί να δείξουμε ότι δεν ισχύει A .
- Αλλά στη Λογική οι δυο διατυπώσεις CNF έχουν ίδιο λογικό περιεχόμενο, γιατί:

$$A \text{ if } \neg B \equiv B \text{ if } \neg A \equiv A \text{ or } B$$