

## Η Γλώσσα mini-CLIPS

### Εισαγωγή

Η γλώσσα mini-CLIPS είναι ένα μικρό υποσύνολο της γλώσσας που χρησιμοποιεί το περιβάλλον ανάπτυξης εμπείρων συστημάτων CLIPS και η οποία διδάσκεται στο πλαίσιο του εργαστηρίου του μαθήματος της Τεχνητής Νοημοσύνης στο 5<sup>ο</sup> εξάμηνο του προγράμματος σπουδών.

Η mini-CLIPS περιλαμβάνει κυρίως συναρτήσεις για τον ορισμό γεγονότων, τα οποία περιγράφουν την κατάσταση στην οποία βρίσκεται ένα πρόβλημα σε μια δεδομένη στιγμή, και τον ορισμό κανόνων, οι οποίοι περιγράφουν το πώς μπορούν τα γεγονότα αυτά να τροποποιηθούν ώστε να αλλάξει μια τρέχουσα κατάσταση του προβλήματος. Επιπλέον, διαθέτει συναρτήσεις σύγκρισης τιμών και αριθμητικών πράξεων.

Η γραμματική περιγράφει τα απαραίτητα στοιχεία της γλώσσας ώστε να μπορεί κανείς να συντάξει εύκολα ένα στοιχειώδες πηγαίο αρχείο CLIPS και να πειραματιστεί με τη δημιουργία και χρήση λεκτικών και συντακτικού αναλυτών της γλώσσας και γεννητριών τους για τις ανάγκες του εργαστηρίου του μαθήματος των Μεταγλωττιστών.

### Η γραμματική για τη σύνταξη των λέξεων της γλώσσας

#### Το αλφάβητο

Το αλφάβητο της γλώσσας αποτελείται από τους μικρούς και κεφαλαίους λατινικούς χαρακτήρες [a-z A-Z], τα 10 ψηφία [0-9] και τα ακόλουθα ειδικά σύμβολα [; ? ( ) + - \* / = > \_] .

Η γλώσσα κάνει διαχωρισμό μεταξύ πεζών και κεφαλαίων.

Η λεκτική δομή της mini-CLIPS είναι αρκετά απλή. Αποτελείται από λεκτικές μονάδες, κρατημένες λέξεις, σχόλια και διαχωριστές μεταξύ τους:

#### Λεκτικές μονάδες (tokens) σχόλια και διαχωριστές

Τα tokens που πρέπει να διαχωρίσει και αναγνωρίσει ο λεκτικός αναλυτής της γλώσσας είναι τα παρακάτω:

- Ακεραίους αριθμούς
- ονόματα ορισμών και άλλων στοιχείων μέσα σε γεγονότα
- ονόματα μεταβλητών

Επίσης, πρέπει να είναι σε θέση να αναγνωρίσει τα σχόλια και τις συμβολοσειρές μεταξύ των λέξεων ενός πηγαίου κώδικα που αποτελούν διαχωριστές τους. Τα σχόλια και οι διαχωριστές δεν αποτελούν tokens της γλώσσας και κατά την αναγνώρισή τους, ο λεκτικός αναλυτής δεν επιστρέφει κάποια λεκτική μονάδα στον συντακτικό αναλυτή.

Ακολουθεί η περιγραφή σύνταξης των παραπάνω.

## **Ακέραιοι**

Οι ακέραιοι αριθμοί της γλώσσας πρέπει να αρχίζουν από ένα μη μηδενικό ψηφίο (1-9) και να ακολουθούν κανένα, ένα ή περισσότερα ψηφία (0-9). Μπορεί να είναι προσημασμένοι ή όχι.

Π.χ.: 5, +8, -115, 123456789

## **Ονόματα ορισμών και στοιχείων γεγονότων**

Τα ονόματα των ορισμών που αφορούν γεγονότα ή κανόνες, όπως επίσης και ονόματα άλλων στοιχείων γενικά που χρησιμοποιούνται κατά τους ορισμούς γεγονότων αποτελούνται από πεζούς και κεφαλαίους λατινικούς χαρακτήρες και μπορούν μετά τον πρώτο λατινικό χαρακτήρα να περιέχουν χαρακτήρες, ψηφία ή τα σύμβολα - και \_.

Π.χ.: static-facts, MoveUp, CUBES, sum-1, table, packman, , A-21-b.

## **Μεταβλητές**

Τα ονόματα των μεταβλητών αρχίζουν υποχρεωτικά με τον χαρακτήρα ? ακολουθούμενο από έναν ή περισσότερους λατινικούς χαρακτήρες ή/και ψηφία.

Π.χ.: ?x, ?X, ?3, ?ad, ?X1b23, ?32AbC, ?ABcd1234de

## **Σχόλια**

Τα σχόλια αρχίζουν με το σύμβολο ; (ελληνικό ερωτηματικό) και ολοκληρώνονται στην ίδια γραμμή με το end-of-line. Τα σχόλια μπορούν να περιλαμβάνουν μετά το ; οποιονδήποτε χαρακτήρα εντός ή εκτός αλφαβήτου.

## **Διαχωριστές**

Η γλώσσα δέχεται ως διαχωριστές συμβολοσειρές ενός ή περισσότερων **κενών χαρακτήρων** (blanks), το τέλος γραμμής (end-of-line) και το τέλος αρχείου (end-of-file). Οι δυο παρενθέσεις και ορισμένα από τα υπόλοιπα σύμβολα της αλφαβήτου της γλώσσας χρησιμοποιούνται επίσης ως διαχωριστές κατά περίπτωση μέσα στη σύνταξη.

## **ΚΡΑΤΗΜΕΝΕΣ ΛΕΞΕΙΣ**

Επιπλέον, η γραμματική της γλώσσας αποδέχεται ορισμένες συμβολοσειρές ως λεξήματα που συμμετέχουν στη σύνταξη της γλώσσας. Τα λεξήματα αυτά πρέπει να είναι αποθηκευμένα σε πίνακα που θα χρησιμοποιηθεί από τον λεκτικό αναλυτή.

## **Πρωταρχικές συναρτήσεις ορισμών**

Κρατημένες λέξεις για τις πρωταρχικές συναρτήσεις της γλώσσας είναι:

**def facts:** χρησιμοποιείται για τον ορισμό γεγονότων,

**def rule:** χρησιμοποιείται για τον ορισμό ενός κανόνα.

### **Πρωταρχικές συναρτήσεις για συγκρίσεις, αναθέσεις, ανάγνωση και εκτυπώσεις**

**test** : που χρησιμοποιείται για την πραγματοποίηση σύγκρισης μεταξύ δυο ή περισσότερων ακεραίων ή/και μεταβλητών

**bind** : ανάθεση τιμής σε μεταβλητή

**read** : ανάγνωση από τη μονάδα εισόδου

**printout** : που χρησιμοποιείται για την πραγματοποίηση εκτύπωσης στην οθόνη

### **Τελεστές**

Κρατημένες λέξεις για συγκρίσεις και τελεστές σύγκρισης

**=** : που χρησιμοποιείται ως ο μοναδικός τελεστής σύγκρισης,

**+, -, \*, /** : που χρησιμοποιούνται για ως τελεστές αριθμητικών πράξεων.

Σημείωση: Οι κρατημένες λέξεις για τους τελεστές αποτελούν επίσης πρωταρχικές συναρτήσεις για την mini-CLIPS.

## **Γραμματική για τη σύνταξη των προτάσεων της γλώσσας**

Η γλώσσα mini-CLIPS αποτελείται κυρίως από ορισμούς γεγονότων με την **deffacts** και ορισμούς κανόνων με την **defrule**.

Μέσα στους κανόνες μπορούν να παρουσιαστούν επιπλέον συναρτήσεις που στην περίπτωση μας θα είναι η συνάρτηση ελέγχου τιμών **test**, οι αριθμητικές πράξεις και η συνάρτηση για εκτύπωση στην οθόνη **printout**.

### **Σύνταξη ενός γεγονότος**

Τα γεγονότα περιγράφονται πάντα μέσα σε παρενθέσεις και μπορεί να περιέχουν ένα ή περισσότερα στοιχεία, π.χ.

(color A is blue)

(cube A on table)

(color B is white)

(cube B on A)

(number\_of\_cubes 2)

### **Σύνταξη ορισμού γεγονότων**

Για να πραγματοποιηθεί ο ορισμός ενός γεγονότος χρησιμοποιείται η συνάρτηση **deffacts** της οποίας η σύνταξη απαιτεί πριν το **deffacts** να υπάρχει παρένθεση, μετά να ακολουθεί ένα όνομα ορισμού, και στη συνέχεια να υπάρχουν ένα ή περισσότερα γεγονότα. Η σύνταξη κλείνει με παρένθεση, π.χ.

(**deffacts** CUBES

(color A is blue)

(cube A on table)

(color B is white)

```
(cube B on A)  
(number_of_cubes 2) )
```

### **Σύνταξη ορισμού ενός κανόνα**

Για να πραγματοποιηθεί ο ορισμός ενός κανόνα χρησιμοποιείται η συνάρτηση **defrule** της οποίας η σύνταξη απαιτεί να περιέχεται μέσα σε παρενθέσεις, μετά το **defrule** να υπάρχει το όνομα του κανόνα και να ακολουθούν ένα ή περισσότερα γεγονότα και η εντολή **test**. Με το τέλος των γεγονότων πρέπει να παρουσιάζεται ο συνδυασμός συμβόλων **->** (2 σύμβολα η παύλα και το **>**) και να ακολουθεί μια ή περισσότερες **printout** εντολές, π.χ.

```
(defrule move-up  
  (cube A on ?something)  
  (cube B on A)  
  (number_of_cubes ?num)  
  (test (= ?num 2))  
->  
  (printout t (?something is under A) (A is under B) (there are 2 cubes)) )
```

### **Αριθμητικές πράξεις**

Μια πρωταρχική συνάρτηση υπολογισμού αριθμητικής πράξης συντάσσεται με την αναγραφή του ονόματος της συνάρτησης (+, -, \*, /) ακολουθούμενου από δυο ή περισσότερους τελεστέους που μπορεί να είναι ή μεταβλητές ή ακέραιοι αριθμοί,

π.χ.: (+ 1 sum), (- +3 -20 ?x1) (\* ?id1 ?id2), (/ 10 -2 1)

### **Σύγκριση**

Μια σύγκριση αφορά μόνο ισότητες μεταξύ ακεραίων και μεταβλητών ή ακεραίων και αριθμητικών πράξεων ή μεταξύ μεταβλητών και αριθμητικών πράξεων,

π.χ.: (= ?num 2) (= 100 (+ ?num 2)) (= (+ ?num 2) ?x)

### **Έλεγχος τιμών με την test**

Η **test** περιέχεται μεταξύ παρενθέσεων και μετά την εμφάνισή της πρέπει να ακολουθεί μια σύγκριση,

π.χ. (test (= ?num 2))

### **Ανάθεση τιμής σε μεταβλητή με την bind**

Η **bind** περιέχεται μεταξύ παρενθέσεων και μετά την εμφάνισή της πρέπει να ακολουθεί το όνομα μιας μεταβλητής και ένα από τα ακόλουθα:

α) η σύνταξη (**read**) που υπονοεί ότι η μεταβλητή θα δεχθεί τη τιμή που θα δοθεί από το **input**

β) μια αριθμητική πράξη

π.χ. (bind ?x (read))                    (bind ?var 15)                    (bind ?x (+ 4 5))

## Επιπλέον παραδείγματα πηγαίου αρχείου της mini-CLIPS

Το παρακάτω παράδειγμα παρουσιάζει ένα μέρος του mini-CLIPS κώδικα για το πρόβλημα του packman. Το packman βρίσκεται μέσα σε ένα πλέγμα και μπορεί να κινείται προς τις τέσσερις διαφορετικές κατευθύνσεις, πάνω, κάτω, αριστερά και δεξιά. Στο παράδειγμά μας, δίνεται η θέση του packman και οι θέσεις όπου υπάρχει τροφή. Ο κανόνας move-up περιγράφει την κίνηση του packman προς τα επάνω στην περίπτωση που συγκεκριμένη θέση υπάρχει τροφή.

<i>;;ορισμός των γεγονότων του προβλήματος</i>  <b>(defacts static-facts</b> <i>;;; food declarations</i> <b>(food-at 4 2)</b> <b>( food-at 5 2)</b> <b>)</b>  <b>(defacts dynamic-facts</b> <i>;;;packman declaration</i> <b>(packman-at 5 2)</b> <b>)</b>	<i>;;κανόνας όπου το ρομπότι κινείται βόρεια</i> <i>;;μόνο αν υπάρχει τροφή εκεί</i>  <b>(defrule move-UP</b> <b>(packman-at ?x ?y)</b> <b>(food-at ?z ?y)</b> <b>(test (= ?z (- ?x 1))</b>  -> <i>;;; prints just a message</i> <b>(printout t (packman has reached food))</b> <b>)</b>
--	---