

ΠΛΗ31 – ΤΕΣΤ 19

Θέμα 1: Ερωτήσεις Κατανόησης

Ερώτημα 1: Έστω το παρακάτω πρόγραμμα Prolog:

$p(X):- q(X), r(X).$ $q(X):- s(X).$ $r(a). r(b). r(c). s(b). s(a).$

Ποιες τιμές παίρνει η μεταβλητή X για το ερώτημα: $?- p(X).$

Επέλεξε μια απάντηση:

- a. $X=a; X=b.$
- b. $X=b; X=a.$
- c. $X=a.$
- d. $X=a; X=b; X=c.$

Ερώτημα 2: Η ερώτηση Prolog « $?- \text{append}(X,Y,[a,b,c,d]).$ »...

- α. ... δεν έχει καμία λύση.
- β. ... έχει μία λύση.
- γ. ... έχει τέσσερις λύσεις.
- δ. ... έχει πέντε λύσεις.

Ερώτημα 3: Έστω ένα πρόγραμμα Prolog που περιλαμβάνει μόνο την εξής πρόταση: $\text{pred}(X,f(X),U,h(U)).$

Ποια θα είναι η απάντηση στην ερώτηση « $?- \text{pred}(g(W),Z,a,W).$ »;

- α. $X = g(h(a)), U = a, W = h(a), Z = f(g(h(a))).$
- β. $X = g(W), U = a, W = h(U), Z = f(X).$
- γ. $W = h(a), Z = f(g(h(a))).$
- δ. false.

Ερώτημα 4: Η ερώτηση Prolog « $?- \text{member}(X,[a,b,c,d,b]), \text{member}(X,[b,d,e]).$ » έχει σαν απαντήσεις:

- α. $X = a ; X = b ; X = c ; X = d ; X = e.$
- β. $X = b ; X = d.$
- γ. $X = b ; X = d ; X = b.$
- δ. $X = b ; X = b ; X = d.$

Θέμα 2: Αναζήτηση

Έστω ο πίνακας $A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$, και η εξίσωση $Ax = c$ όπου $c^T = [1 \ 2 \ 3 \ 4 \ 5]$. Ζητούμενο είναι να βρεθεί ο

πίνακας x που αποτελεί λύση της εξίσωσης.

Βλέποντας το πρόβλημα ως πρόβλημα αναζήτησης, να προτείνετε την αναπαράσταση μιας τυχαίας κατάστασης, ένα γενικό τελεστή μετάβασης, μία συνάρτηση πραγματικού κόστους και μία κατάλληλη ευρετική συνάρτηση.

Θέμα 3: Γνώση

(Ερώτημα 1)

Έστω τα κατηγορήματα $course(x)$, $prof(x)$, $enrolled(x,y)$ και $teaches(x,y)$, με ερμηνείες "το x είναι θεματική ενότητα", "ο x είναι καθηγητής", "ο φοιτητής x παρακολουθεί τη θεματική ενότητα y ", και "ο καθηγητής x διδάσκει στην θεματική ενότητα y ". Επιπλέον τα ονόματα "Χρήστος", "Γιάννης", "Άννα", και "ΠΛΗ31" είναι σταθερές. Δώστε προτάσεις κατηγορηματικής λογικής που να εκφράζουν τα ακόλουθα:

- i. Η ΠΛΗ31 είναι θεματική ενότητα.
- ii. Ο Χρήστος παρακολουθεί όλες τις θεματικές ενότητες που διδάσκει η Άννα.
- iii. Ο Γιάννης παρακολουθεί μόνο την ΠΛΗ31.
- iv. Κάθε θεματική ενότητα έχει τουλάχιστον δύο φοιτητές.
- v. Κάθε καθηγητής μπορεί να διδάσκει το πολύ σε δύο θεματικές ενότητες.

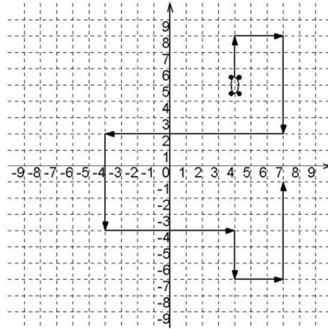
Μετατρέψτε σε ΣΚΜ όσες από τις προηγούμενες προτάσεις πιστεύετε ότι απαιτούνται για να αποδείξετε μέσω αναγωγής ότι την ΠΛΗ31 παρακολουθεί και άλλος φοιτητής εκτός του Γιάννη. Θεωρώντας ότι η αναγωγή θα γίνει μέσω αντίκρουσης της αντίφασης, μετατρέψτε σε ΣΚΜ και την άρνηση του αποδεικτέου. Επισημαίνεται ότι για να γίνει η αναγωγή, **την οποία δεν σας ζητείται να εφαρμόσετε**, θα χρειαστεί να χρησιμοποιηθεί και η μεταβατική ιδιότητα της ισότητας, δηλαδή

$$\forall x \forall y \forall z ((y = x \wedge z = x) \Rightarrow y = z)$$

την οποία επίσης μετατρέψτε σε ΣΚΜ.

(Ερώτημα 2)

Μία χελώνα κινείται σε ένα άπειρο πλέγμα δύο διαστάσεων, ενταγμένο σ' ένα διδιάστατο σύστημα αξόνων, όπως φαίνεται στο σχήμα. Κάθε χρονική στιγμή, η χελώνα έχει ένα συγκεκριμένο προσανατολισμό, σύμφωνα με τα τέσσερα σημεία του ορίζοντα (east, south, west, north) και βρίσκεται σ' ένα σημείο του πλέγματος, που ορίζεται από τις συντεταγμένες του, που είναι πάντα ακέραιοι αριθμοί. Η χελώνα μπορεί να εκτελέσει δύο μόνο εντολές, την *step*, οπότε μετακινείται κατά μία μονάδα μήκους προς την κατεύθυνση που είναι προσανατολισμένη, και την *rotate*, οπότε στρέφεται κατά 90° δεξιά, χωρίς να μετακινηθεί από το σημείο στο οποίο βρίσκεται.



Δεξιά, δίνεται μερικώς υλοποιημένο σε Prolog ένα κατηγορήμα *closed_path/2*, που όταν καλείται με πρώτο όρισμα ένα «πρόγραμμα» για εκτέλεση από τη χελώνα, στη μορφή λίστας από εντολές που αναγνωρίζει, επιτυγχάνει στην περίπτωση που, εκτελώντας το «πρόγραμμα» η χελώνα, επιστρέφει στο σημείο από το οποίο ξεκίνησε. Σε περίπτωση επιτυχίας, στο δεύτερο όρισμα επιστρέφεται η απόσταση που διάνυσε η χελώνα.

Να συμπληρώσετε τον κώδικα στις θέσεις A, B, Γ, Δ, E, Z, H, Θ, I, K, Λ, M, N, στο παρακάτω πρόγραμμα, για να είναι σύμφωνο με τις προδιαγραφές που τέθηκαν. Εναλλακτικά, να παραθέσετε το τελικό πρόγραμμα.

```
closed_path(P, N) :-
    closed(P, N, (0,0), east).

closed([], A).
closed([step|P], N1, (X,Y), D) :-
    move_on((X,Y), (X1,Y1), D),
    closed(P, N2, B),
    Γ.
closed(Δ) :-
    E,
    Z.

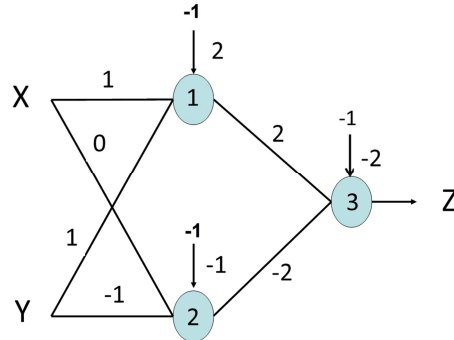
move_on((X,Y), (X1,Y), east) :- X1 is X+1.
move_on(H, south) :- Y1 is Y-1.
move_on(Θ) :- I.
K.

turn(east, south).
Λ.
M.
N.
```

(2) Ζητείται να αποδειχθεί πάλι το G, αλλά χρησιμοποιώντας ανάστροφη αλυσίδωση (backward chaining). Υπάρχει διαφορά με το προηγούμενο; Εξηγήστε.

Θέμα 4: Νευρωνικά Δίκτυα

Δίνεται το ΤΝΔ του παρακάτω σχήματος, όπου η τοπολογία του είναι 2-2-1 (είσοδοι, κρυφοί νευρώνες, έξοδος). Θέλουμε να εκπαιδεύσουμε το δίκτυο με τον αλγόριθμο οπισθοδιάδοσης του σφάλματος (backpropagation of error) με επιθυμητή έξοδο την τιμή $Z = -1$ για είσοδο $(X, Y) = (-1, 1)$.



Δίνονται ότι:

- Η συνάρτηση ενεργοποίησης των κρυφών νευρώνων είναι η σιγμοειδής $F(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$.
- Ο ρυθμός εκπαίδευσης είναι $\eta = 0.5$.
- Οι είσοδοι των κατωφλίων έχουν τιμή -1 .

Δίνονται οι ακόλουθες προσεγγιστικές τιμές για την έξοδο της σιγμοειδούς συνάρτησης.

Είσοδος	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
Έξοδος	0.01	0.02	0.04	0.12	0.27	0.50	0.73	0.88	0.96	0.98	0.99

Ζητούνται τα εξής:

1. Ποια από τις τρεις επόμενες συναρτήσεις θα επιλέγατε ώστε να είναι η συνάρτηση ενεργοποίησης της εξόδου για το ΤΝΔ και γιατί;
 - a. $G(x) = x^{1/2}$
 - b. $G(x) = 2x$
 - c. $G(x) = x^2$
2. Για την συνάρτηση που επιλέξατε στο προηγούμενο υπο-ερώτημα, να εκτελέσετε μια φορά τον αλγόριθμο οπισθοδιάδοσης του σφάλματος και να υπολογίσετε την κλίση δ του νευρώνα εξόδου, την κλίση δ του νευρώνα 1 (πάνω νευρώνας στο κρυφό επίπεδο) και την ανανεωμένη τιμή του κατωφλίου θ του ίδιου νευρώνα. Απαντήστε με ακρίβεια 2 δεκαδικών ψηφίων.

Θέμα 5: Γενετικοί Αλγόριθμοι

Δίνεται ο ακόλουθος πληθυσμός συμβολοσειρών με τις αντίστοιχες καταλληλότητες, στη γενιά 0:

	Χρωμόσωμα	Καταλληλότητα
A	01110101	8
B	10100110	3
C	11100111	6
D	01000001	7
E	01100111	1
F	11110100	2

Θεωρήστε ότι:

- ο Γενετικός Αλγόριθμος χρησιμοποιεί τελεστή επιλογής που βασίζεται στην τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης για κάθε άτομο (κάθε άτομο επιλέγεται ανάλογα με την απόδοσή του) και εκτελεί πλήρη αντικατάσταση των ατόμων κάθε γενιάς (κανένας γονέας δεν αντιγράφεται απευθείας στην επόμενη γενιά),
- η επιλογή των ατόμων που θα συμμετέχουν στη διασταύρωση γίνεται με βάση τον τελεστή επιλογής και τους τυχαίους αριθμούς που προέκυψαν από τη γεννήτρια τυχαίων αριθμών. Ο τελεστής διασταύρωσης είναι μονού σημείου με πιθανότητα διασταύρωσης 1.0, με το σημείο διασταύρωσης να επιλέγεται τυχαία,
- η πιθανότητα μετάλλαξης είναι ίση με 0.30, και
- τα δύο παιδιά που προκύπτουν από μία διασταύρωση προστίθενται στον πληθυσμό της επόμενης γενιάς.

Επίσης δίνεται η παρακάτω λίστα τυχαίων αριθμών που έχει παραχθεί με χρήση μιας γεννήτριας τυχαίων αριθμών: 0.12, 0.63, 0.20, 0.35, 0.48, 0.93, 0.51, 0.46, 0.28, 0.15, 0.52, 0.81, 0.65, 0.25, 0.73.

Να υπολογίσετε τα ακόλουθα:

(α) Τη ρουλέτα για την επιλογή των ατόμων από τη γενιά 0. Να φαίνεται το ποσοστό που αντιστοιχεί σε κάθε άτομο του αρχικού πληθυσμού και ο προσωρινός πληθυσμός

(β) Τον πληθυσμό των ατόμων στη γενιά 1.