

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ

ΕΑΡΙΝΟ ΕΞΑΜΗΝΟ 2023

ΣΕΙΡΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ 2

Άσκηση 1

Μετατρέψτε σε κανονική συζευκτική μορφή τις παρακάτω προτάσεις:

1. $(p \Rightarrow \neg(p \vee q)) \Leftrightarrow ((r \wedge \neg q) \vee r)$
2. $\forall x. \forall y. \exists z. (\forall w. (p(x, y) \Rightarrow q(w)) \vee (p(y, z) \Rightarrow \neg q(w)))$

Άσκηση 2

Δίνεται η γνώση \mathcal{K} που αποτελείται από τις προτάσεις:

$p(a, b)$
 $p(b, a)$
 $q(a)$
 $q(b)$
 $\forall x. \forall y. \exists z. (\forall w. (p(x, z) \Rightarrow q(w)) \vee (p(y, z) \Rightarrow \neg q(w)))$

Να βρείτε ένα μοντέλο της γνώσης, αν υπάρχει, αλλιώς να αποδείξετε ότι δεν υπάρχει μοντέλο (χωρίς χρήση του αλγορίθμου της ανάλυσης και χωρίς να μετατρέψετε τις προτάσεις σε κανονική συζευκτική μορφή).

Άσκηση 3

Δίνεται η γνώση \mathcal{K} που αποτελείται από τις προτάσεις:

$p(a, b)$
 $p(b, a)$
 $q(a)$
 $\neg q(b)$
 $\forall x. \forall y. \exists z. (\forall w. (p(z, x) \Rightarrow q(w)) \vee (p(y, z) \Rightarrow \neg q(w)))$

Χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο της ανάλυσης, να ελέγξετε τη συνέπεια της \mathcal{K} .

Άσκηση 4

Βρείτε, αν υπάρχει, μια ερμηνεία που ικανοποιεί την πρόταση $\forall x. (\exists y. p(x, y) \Rightarrow q(a))$ και δεν ικανοποιεί την πρόταση $(\forall x. \exists y. p(x, y)) \Rightarrow q(a)$, αλλιώς να αποδείξετε ότι δεν υπάρχει τέτοια ερμηνεία.

Άσκηση 5

Δίνεται το παρακάτω λογικό πρόγραμμα:

$\text{parent}(x, y) \leftarrow \text{father}(x, y).$
 $\text{parent}(x, y) \leftarrow \text{mother}(x, y).$
 $\text{sibling}(y, z) \leftarrow \text{parent}(y, x), \text{parent}(z, x).$
 $\text{sibling}(x, y) \leftarrow \text{sibling}(y, x).$
 $\text{grandparent}(x, z) \leftarrow \text{parent}(x, y), \text{parent}(y, z).$
 $\text{cousin}(y, z) \leftarrow \text{grandparent}(y, x), \text{grandparent}(z, x).$
 $\text{mother}(a, b) \leftarrow .$
 $\text{father}(b, c) \leftarrow .$
 $\text{mother}(d, b) \leftarrow .$

$\text{mother}(e, c) \leftarrow .$
 $\text{mother}(f, b) \leftarrow .$

1. Γράψτε το σύμπαν και τη βάση Herbrand του λογικού προγράμματος.
2. Εκτελώντας τους αλγορίθμους: a) forward chaining και b) backward chaining, απαντήστε στα ερωτήματα $\text{cousin}(a, e)$, $\text{cousin}(a, f)$, και $\text{sibling}(a, e)$. (Θεωρήστε ότι η απάντηση μπορεί να είναι ή επιτυχία ή αποτυχία).
3. Η απάντηση στα ερωτήματα είναι διαισθητικά αυτή που θα περιμέναμε; Αν δεν είναι, θα μπορούσατε να προσθέσετε στη γνώση μία πρόταση ώστε να είναι διαισθητικά ορθότερη;

Άσκηση 6

Έστω ότι στον αλγόριθμο εκμάθησης Batch Perceptron αντί για την εξίσωση $\mathbf{w}^{(t+1)} = \mathbf{w}^{(t)} + y_i \mathbf{x}_i$ που χρησιμοποιούμε για την προσαρμογή των βαρών, όταν ταξινομείται λανθασμένα ένα πρότυπο από το σύνολο εκμάθησης, χρησιμοποιούμε την εξίσωση $\mathbf{w}^{(t+1)} = \mathbf{w}^{(t)} + \eta y_i \mathbf{x}_i$, όπου $\eta > 0$. Έστω \mathbf{w}_1 τα τελικά που βάρη που υπολογίζονται από τον βασικό αλγόριθμο και \mathbf{w}_2 τα βάρη που υπολογίζονται από τον τροποποιημένο αλγόριθμο.

1. Ποια είναι η σχέση των \mathbf{w}_1 και \mathbf{w}_2 ;
2. Να ελέγξετε αν είναι διαφορετικός ο αριθμός των απαιτούμενων επαναλήψεων μέχρι τη σύγκλιση του αλγορίθμου και αν η αλλαγή αυτή εξαρτάται από την τιμή του η .

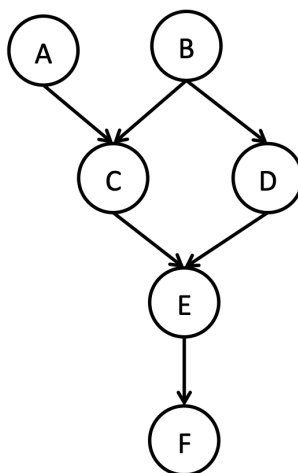
Άσκηση 7

Έστω ότι επιθυμούμε να χρησιμοποιήσουμε δέντρα αποφάσεων για να επιλύσουμε το πρόβλημα δυαδικής ταξινόμησης στο χώρο $\{0, 1\}^d \rightarrow \{0, 1\}$.

1. Με ποιο τρόπο θα σχεδιάζατε τα δέντρα αποφάσεων αυτά;
2. Ποιο είναι το μέγιστο βάθος τους;
3. Ποια είναι η VC-διάσταση της κλάσης των δέντρων αποφάσεων στο $\{0, 1\}^d$;

Άσκηση 8

1. Σχεδιάστε το δίκτυο πίστης (δηλαδή τον κατευθυνόμενο γράφο) που αντιστοιχεί στην παρακάτω κατανομή:
 $P(A, B, C, D, E, F) = P(A)P(B)P(C)P(D|A)P(E|A)P(F|B, D)P(G|D, E)$
2. Γράψτε την $J(\langle A, B, C, D, E, F \rangle)$ που αντιστοιχεί στο παρακάτω δίκτυο πίστης.



Σχήμα 1: Δίκτυο πίστης (belief network)

3. Θεωρήστε ότι οι τυχαίες μεταβλητές του δικτύου του προηγούμενου ερωτήματος είναι τύπου boolean. Εξηγήστε πόσες παράμετροι χρειάζεται κατ' ελάχιστο να είναι γνωστές για να προσδιοριστεί πλήρως το δίκτυο πίστης.