ΠΛΗ417 Τεχνητή Νοημοσύνη
Εαρινό Εξάμηνο 2019-2020 - Διδάσκων: Γιώργος Χαλκιαδάκης

2^{η} Σειρά Θεωρητικών και Ατομικών Ασκήσεων

Παράδοση Απαντήσεων: 30 Μάη 2020
Βάρος: 10% βαθμού μαθήματος

Οδηγίες: παράδοση **pdf** αρχείου (και μόνο) μέσω email στην διεύθυνση anvogiatzis@intelligence.tuc.gr. Δεν επιτρέπεται η παράδοση «σκαναρισμένων» χειρογράφων.

0.1 [**0%**] Russell-Norvig Άσκηση 7.8 **,** Russell-Norvig Άσκηση 7.12 **,** Russell-Norvig Άσκηση 7.16 **,** Russell-Norvig Άσκηση 7.17

0.2 [**0%**] Russell-Norvig Άσκηση 8.3**,** Russell-Norvig Άσκηση 8.8 **,** Russell-Norvig Άσκηση 8.13 **,** Russell-Norvig Άσκηση 8.14

0.3 [**0%**] Russell-Norvig Άσκηση 9.2 **,** Russell-Norvig Άσκηση 9.3 **,** Russell-Norvig Άσκηση 9.4

1. **[Propositional logic, 15%]** Ο Σταμάτης μπορεί να είναι στο Βερολίνο, στη Μόσχα ή στα Τρίκαλα, και να φοράει ένα ή δυο παλτά. Όταν φοράει δυο παλτά, τότε το ένα το φοράει καλά, το άλλο ριχτά. Γράψτε σε CNF όλους τους πιθανούς κόσμους στους οποίους ζει ο Σταμάτης.

2. **[Propositional logic, 15%]** Απαντήστε αν η πρόταση

(i) "Αν ο Γιαννάκης διψάει, τότε πίνει νερό."

είναι λογικά ισοδύναμη με την πρόταση

(ii) "Αν ο Γιαννάκης δεν πίνει νερό, τότε δε διψάει."
ή με την πρόταση
(iii) «Αν ο Γιαννάκης δε διψάει, τότε δεν πίνει νερό. »

Αν απαντήσατε *με την (ii)*, τότε αποφανθείτε για το αν η πρόταση
"(i) =>(iii)" είναι ή όχι ικανοποιήσιμη.
Αν απαντήσατε *με την (iii)*, τότε αποφανθείτε για το αν η πρόταση
"(i) =>(ii)" είναι ή όχι ικανοποιήσιμη.
Αποδείξτε τους ισχυρισμούς σας.

3. **[CSPs, 20%]** Έστω το πρόβλημα τοποθέτησης k ίππων σε διαφορετικές θέσεις σε μια σκακιέρα n x n κατά τρόπο ώστε να μην υφίστανται απειλές (ένας ίππος μπορεί να "πηδήξει" σε μία από 8 άλλες θέσεις μετακινούμενος σε σχήμα L). Έστω σύνολο από μεταβλητές $O_{x,y}$ με τιμές {0 , 1} όπου x = [1 … n] και y = [1... n] και όπου $O_{x,y}$ αντιπροσωπεύει την κατάληψη του τετραγώνου (x, y) από ίππο (προσέξτε ότι μόνο *k* τετράγωνα στη σκακιέρα θα έχουν $O_{x,y}$ =1). Ορίστε ένα CSP για το παραπάνω πρόβλημα, ορίζοντας κατάλληλους περιορισμούς για τις μεταβλητές. Εξηγήστε πώς θα χρησιμοποιούσατε τοπική αναζήτηση για να λύσετε το CSP: ορίστε κατάλληλη συνάρτηση κόστους, εξηγήστε πώς γίνονται οι τοπικές κινήσεις, και το ποιά είναι η μορφή μιας πλήρους κατάστασης για το πρόβλημα.

4. **[Adversarial search, 20%]** Θεωρήστε ένα παιχνίδι μηδενικού αθροίσματος, με δύο παίκτες, πλήρη παρατηρησιμότητα, και καμμία τυχαιότητα. Ο κάθε παίκτης έχει *n* ενέργειες στη διάθεσή του, όταν έρχεται η σειρά του να παίξει. Οι δύο παίκτες είναι ο Α και ο Β. Ο Β επιλέγει τις κινήσεις του χρησιμοποιώντας έναν κλασσικό minimax αλγόριθμο, ο οποίος κατασκευάζει ένα δένδρο παιχνιδιού με καθορισμένο βάθος *d* και χρησιμοποιεί συνάρτηση χρησιμότητας e_B. Ο Α γνωρίζει τόσο το *d* όσο και την e_B που χρησιμοποιεί ο Β, αλλά αγνοεί το πώς ο Β επιλύει "ισοπαλίες", αν υπάρχουν τέτοιες. Επίσης, ο Α έχει περισσότερη υπολογιστική ισχύ στη διάθεσή του. Έτσι, όταν είναι σειρά του να παίξει, έχει τη δυνατότητα να κατασκευάζει ένα δένδρο με βάθος $d + 1$. Ο Α διαθέτει συνάρτηση χρησιμότητας e_A, η οποία κατά τη γνώμη του είναι ακριβέστερη της e_B.

Με αυτά τα δεδομένα:

Προτείνετε και περιγράψτε μια παραλλαγή του αλγορίθμου minimax την οποία ο Α θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει για να επιλέγει κινήσεις, προκειμένου να εκμεταλλευτεί τις επιπλέον δυνατότητες και γνώσεις του. Η παραλλαγή πρέπει να εγγυάται στον Α τις μέγιστες δυνατές απολαβές του στο χειρότερο για αυτόν σενάριο (με τα παραπάνω δεδομένα). Εξηγήστε/αιτιολογήστε την πρότασή σας.

5. **[First-Order Logic, 10%]** Ξεκινώντας από την πρόταση

$$\forall x \forall y\ (\neg \text{Πατέρας}(x, y) \vee \neg \text{Γυναίκα}(x)) \ \wedge\ \forall x \forall y\ (\neg \text{Μητέρα}(x, y) \vee \text{Γυναίκα}(x))$$

(όπου Πατέρας(x,y) σημαίνει ότι ο x είναι πατέρας του y και Μητέρα(x,y) σημαίνει ότι ο x είναι μητέρα του y, ενώ Γυναίκα(x) σημαίνει ότι ο x είναι γυναίκα), χρησιμοποιήστε *ανάλυση* (κι ότι άλλους μετασχηματισμούς χρειάζεται) για να αποδείξετε ότι *αν ο Κούλης είναι πατέρας του Αλέξη, τότε δεν μπορεί να είναι επίσης μητέρα του Βόλφγκανγ.*

6. **[First-Order Logic, 10%]** Αποδείξτε ότι η σύζευξη των ακόλουθων δύο προτάσεων

α. $\forall r\ K(r) \Rightarrow [\forall s\ C(r,s) \Rightarrow L(s)]$

και

β. $\forall s\ [\forall r\ \ C(r, s) \Rightarrow \neg K(r)] \Rightarrow\ \neg L(s)$

είναι λογικά ισοδύναμη με την πρόταση

γ. $\forall s\ L(s) \ \Leftrightarrow\ \exists r\ C(r,s) \wedge K(r)$

7. **[First-Order Logic, 10%]** Έστω ο ακόλουθος κανόνας συμπερασμού, όπου qσ υποδηλώνει το αποτέλεσμα της εφαρμογής μιας αντικατάστασης σ στην πρόταση q.

Δεδομένων των προτάσεων $(m_1 \wedge m_2 \wedge \ldots \wedge m_n \Rightarrow p),\ q_1,\ q_2, \ldots q_n$
και εφόσον υπάρχει σ *τέτοια ώστε* $m_i\sigma = q_i\sigma$ για κάθε i,
και όπου m_i, q_i *και p είναι ατομικές προτάσεις,*
τότε μπορούμε να συμπεράνουμε pσ.

Δείξτε ότι ο παραπάνω κανόνας συμπερασμού είναι *ορθός.*