ΥΣ02 Τεχνητή Νοημοσύνη – Χειμερινό Εξάμηνο 2022-2023
Εργασία Τρίτη

2 μονάδες του συνολικού βαθμού στο μάθημα

Ημερομηνία Ανακοίνωσης: 12/12/2022

Ημερομηνίες Παράδοσης: 10/01/2023 στις 23:59

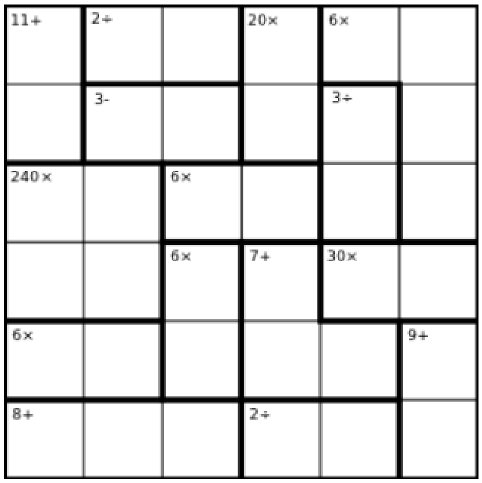
Αντιγραφή: Σε περίπτωση που προκύψουν φαινόμενα αντιγραφής, οι εμπλεκόμενοι θα βαθμολογηθούν **με βαθμό μηδέν.**

Πρόβλημα 1: (Το Kenken πάζλ)

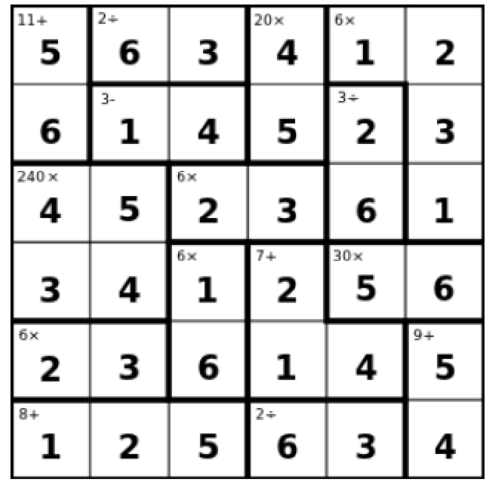
Το Kenken είναι ένα δημοφιλές αριθμητικό πάζλ λογικής, το οποίο εφευρέθηκε από τον Γιαπωνέζο δάσκαλο μαθηματικών Tesuya Miyamoto, ο οποίος εφαρμόζει την πρακτική «η τέχνη της διδασκαλίας χωρίς διδασκαλία». Το Kenken είναι ένα πλέγμα κελιών, n×n, το οποίο μπορεί να συμπληρωθεί με αριθμούς από το 1 έως το n. Οι διαστάσεις του πλέγματος κυμαίνονται από 3×3 έως 9×9.

Κύριο χαρακτηριστικό του Kenken είναι ότι αποτελείται από ομάδες κελιών, τις κλίκες, οι οποίες συνοδεύονται από έναν αριθμό και μια μαθηματική πράξη (πρόσθεση, αφαίρεση, πολλαπλασιασμός, διαίρεση). Οι αριθμοί που θα εισαχθούν στα κελιά της ίδιας κλίκας θα πρέπει να παράγουν τον αριθμό στόχο χρησιμοποιώντας τη μαθηματική πράξη που υποδηλώνεται για την ομάδα αυτή. Επιπρόσθετα, κάθε αριθμός μπορεί να εμφανιστεί μόνο μία φορά σε κάθε γραμμή ή στήλη του πλέγματος. Μέσα σε μια κλίκα μπορεί να επαναληφθεί κάποιος αριθμός δεδομένου ότι δε βρίσκεται στην ίδια γραμμή ή στήλη.

Ένα παράδειγμα του Kenken δίνεται στην επόμενη σελίδα:



Δοσμένο Πρόβλημα



Λύση

Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με το Kenken μπορείτε να βρείτε στον Παγκόσμιο Ιστό, για παράδειγμα:

- http://en.wikipedia.org/wiki/KenKen
- http://www.kenkenpuzzle.com/

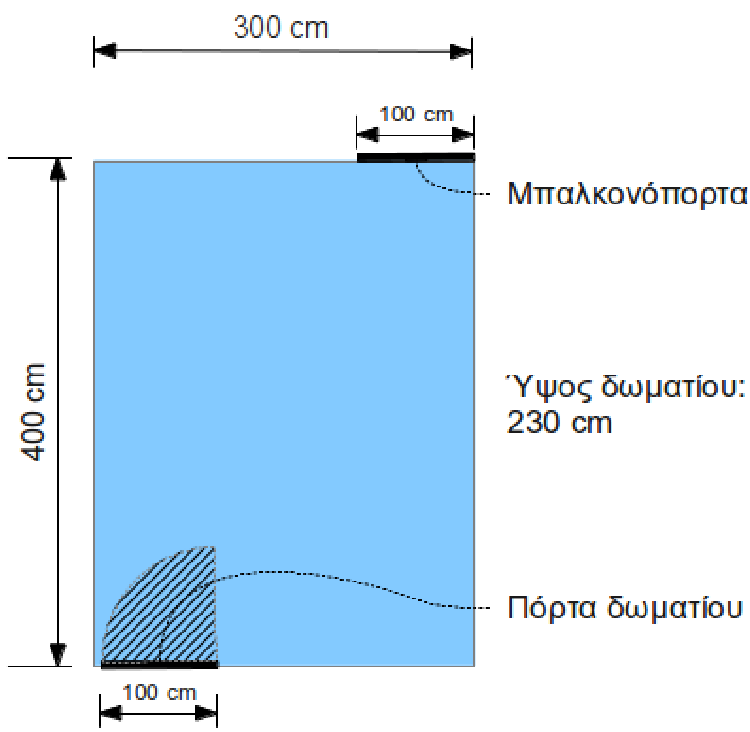
Να κάνετε τα εξής:

1. Να μοντελοποιήσετε το παραπάνω πάζλ σαν ένα πρόβλημα ικανοποίησης περιορισμών, περιγράφοντας αναλυτικά τις μεταβλητές, τα πεδία και τους περιορισμούς.
2. Να λύσετε το πρόβλημα ικανοποίησης περιορισμών που ορίσατε στο ερώτημα 1 με δύο αλγόριθμους backtracking που θα επιλέξετε από αυτούς που είναι διαθέσιμοι σε γλώσσα Python στην ιστοσελίδα κώδικα του βιβλίου AIMA https://github.com/aimacode/aima-python/blob/master/csp.py . Θα πρέπει να εξηγήσετε γιατί επιλέξατε αυτούς τους αλγόριθμους με βάση τα χαρακτηριστικά του προβλήματος, ό,τι έχουμε συζητήσει στις διαλέξεις και τους αλγόριθμους που είναι διαθέσιμοι. Προφανώς θα λάβετε υπόψη σας και τους διάφορους ευρετικούς κανόνες που έχουμε παρουσιάσει και θα εξετάσετε αν μπορούν να χρησιμοποιηθούν.
3. Να συγκρίνετε πειραματικά τους αλγόριθμους του ερωτήματος 2, χρησιμοποιώντας ικανό αριθμό προβλημάτων με διάφορους βαθμούς δυσκολίας και ορίζοντας κατάλληλες μετρικές. Θα πρέπει να εξηγήσετε ποια κριτήρια σύγκρισης χρησιμοποιήσατε και γιατί. Να παρουσιάσετε τα αποτελέσματα σας με ευκρίνεια χρησιμοποιώντας πίνακες και να τα σχολιάσετε.
4. Να δοκιμάστε να λύσετε το παραπάνω πρόβλημα με τον αλγόριθμο τοπικής αναζήτησης MinConflicts. Τί παρατηρείτε; Να σχολιάστε εκτενώς τα αποτελέσματα που προκύπτουν και να τα συγκρίνετε με αυτά του ερωτήματος 3.

(25 μονάδες)

Πρόβλημα 2: (Μοντελοποίηση με προβλήματα ικανοποίησης περιορισμών)

Θεωρήστε το παρακάτω φοιτητικό δωμάτιο:



Ένας διακοσμητής θα ήθελε να το επιπλώσει με τα εξής έπιπλα (με τις διαστάσεις τους σε εκατοστά του μέτρου, Π=πλάτος, Μ=μήκος, Β=βάθος, Υ=ύψος) :

Κρεβάτι: Π100, Μ200, Υ80

Γραφείο: Π160, Β80, Υ90

Καρέκλα γραφείου: Π41, Β44 (το κάθισμα), Υ57

Καναπές: Π221, Β103, Υ84

Ο διακοσμητής θα ήθελε επίσης να ακολουθήσει τους παρακάτω περιορισμούς αισθητικής:

- Τα έπιπλα δεν πρέπει να εφάπτονται ή να πατάνε το ένα πάνω στο άλλο.
- Το γραφείο θα πρέπει να είναι δίπλα σε κάποια είσοδο φωτός στο δωμάτιο.

Είναι δυνατή η επίπλωση με δεδομένες τις διαστάσεις του δωματίου, τα προτεινόμενα έπιπλα και τους περιορισμούς αισθητικής; Ορίστε ένα κατάλληλο πρόβλημα ικανοποίησης περιορισμών που θα σας βοηθήσει να απαντήσετε την ερώτηση. Έχει λύσεις το πρόβλημα αυτό; Αν ναι, δώστε μια λύση η οποία να αντιστοιχεί σε μια προτεινόμενη επίπλωση.

(5 μονάδες)

Πρόβλημα 3: (Μοντελοποίηση με προβλήματα ικανοποίησης περιορισμών)

Θεωρήστε το πρόβλημα του χρονοπρογραμματισμού 5 ενεργειών A1, …, A5. Κάθε ενέργεια χρειάζεται 60 λεπτά για να ολοκληρωθεί. Κάθε ενέργεια μπορεί να αρχίσει στις 9:00, 10:00 ή 11:00. Οι ενέργειες μπορούν να γίνονται παράλληλα αρκεί να ικανοποιούνται οι ακόλουθοι χρονικοί περιορισμοί:

- Η A1 πρέπει να αρχίσει μετά την A3.
- Η A3 πρέπει να αρχίσει πριν την A4 και μετά την A5.
- Η A2 δεν μπορεί να εκτελείται την ίδια ώρα με την A1 ή την A4.
- Η A4 δεν μπορεί να αρχίσει στις 10:00.

Έχετε να κάνετε τα ακόλουθα:

1. Μοντελοποιήστε το παραπάνω πρόβλημα χρονοπρογραμματισμού σαν πρόβλημα ικανοποίησης περιορισμών.
2. Σχεδιάστε τον γράφο των περιορισμών
3. Εφαρμόστε τον αλγόριθμο συνέπειας τόξου AC-3 στο πρόβλημα μέχρι αυτό να γίνει συνεπές (arc-consistent).

(5 μονάδες)

Πρόβλημα 4:

Δίνονται οι παρακάτω προτάσεις της προτασιακής λογικής:

- $\neg(A \land \neg B \land C \Rightarrow D) \Leftrightarrow (\neg A \Rightarrow (B \Rightarrow (C \Rightarrow D)))$
- $\neg A \land (\neg A \Rightarrow B) \land (A \Rightarrow \neg B)$
- $(A \lor \neg B) \land (A \lor \neg C) \land \neg B \land \neg C$
- $(A \lor B) \land (\neg A \lor \neg C) \land (B \lor \neg C)$

Να απαντήσετε τις παρακάτω ερωτήσεις:

1. Ποιες από τις προτάσεις είναι έγκυρες;

2. Ποιες από τις προτάσεις είναι ικανοποιήσιμες;
3. Ποιες από τις προτάσεις είναι μη ικανοποιήσιμες;
4. Ποιες από τις προτάσεις έχουν τουλάχιστον ένα μοντέλο;
5. Ποιες από τις προτάσεις είναι ταυτολογίες;

Να εξηγήσετε τις απαντήσεις σας.

(10 μονάδες)

Πρόβλημα 5:

Θεωρήστε την παρακάτω πρόταση που αναφέρετε στις μαγειρικές ικανότητες του συμφοιτητή σας Σήφη:

«Αν ο Σήφης είναι καλός μάγειρας τότε εγώ είμαι αστροναύτης.»

Με δεδομένο ότι αυτός που λέει την πρόταση δεν είναι αστροναύτης, η πρόταση αυτή ουσιαστικά εκφράζει το γεγονός ότι ο Σήφης δεν είναι καλός μάγειρας. Μπορείτε να εξηγήσετε γιατί συμβαίνει αυτό χρησιμοποιώντας προτασιακή λογική;

(5 μονάδες)

Πρόβλημα 6:

Να κωδικοποιήσετε τις παρακάτω προτάσεις σε προτασιακή λογική και μετά να αποδείξετε με χρήση του ορισμού της έννοιας «έπεται λογικά» (συμβολισμός $\vDash$) ότι από το σύνολο προτάσεων A έπεται λογικά η πρόταση β (με σύμβολα, $A \vDash \beta$).[1] Προφανώς θα χρειαστεί πρώτα να μετατρέψετε τις προτάσεις από τα Ελληνικά σε προτασιακή λογική.

Σύνολο προτάσεων A: (το «ή» παρακάτω είναι αποκλειστικό, δηλαδή ισχύει μία ακριβώς από τις περιπτώσεις).

- Το σχήμα α είναι κύβος ή δωδεκάεδρο ή τετράεδρο.
- Το σχήμα α είναι μικρό ή μεσαίο ή μεγάλο.
- Το σχήμα α είναι μεσαίο αν και μόνο αν είναι δωδεκάεδρο.
- Το σχήμα α είναι τετράεδρο αν και μόνο αν είναι μεγάλο.

[1]**Βοήθεια**: Δείτε τη διαφάνεια 46 του αρχείου «Διαφάνειες 1» της ενότητας 8 των διαλέξεων. Δεν χρειάζεται να απαριθμήσετε όλες τις περιπτώσεις που χρειάζεται η απόδειξη. Δείχνοντας αναλυτικά 2-3 από αυτές μπορείτε να πείσετε τον διορθωτή ότι θα μπορούσατε να γράψετε την απόδειξη πλήρως. Δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιήσετε πίνακες αληθείας.

Πρόταση β:

- Το σχήμα α είναι κύβος αν και μόνο αν είναι μικρό.

(10 μονάδες)

Πρόβλημα 7.

Να αποδείξετε χρησιμοποιώντας τον κανόνα της ανάλυσης (resolution) ότι η πρόταση

$$\neg(A \Leftrightarrow B) \Leftrightarrow \neg((A \wedge B) \vee (\neg A \ \wedge \neg B))$$

της προτασιακής λογικής είναι έγκυρη.

(10 μονάδες)