

ΥΣ02 Τεχνητή Νοημοσύνη – Χειμερινό Εξάμηνο 2019-2020

Τρίτη Εργασία (1.75 του βαθμού στο μάθημα)

Ημερομηνία Ανακοίνωσης: 04/12/2019

Ημερομηνία Παράδοσης: 23/12/2019 23:59 σύμφωνα με τις οδηγίες που δίνονται στην ιστοσελίδα του μαθήματος.

Αντιγραφή: Σε περίπτωση που προκύψουν φαινόμενα αντιγραφής, οι εμπλεκόμενοι θα βαθμολογηθούν στην άσκηση με βαθμό 0.

Πρόβλημα 1: (Kakuro)

Το Kakuro είναι ένα δημοφιλές αριθμητικό πάζλ λογικής. Είναι αντίστοιχο του κλασσικού σταυρόλεξου, μόνο που αντί για λέξεις περιέχει αριθμούς. Το Kakuro παίζεται σε ένα πλέγμα που αποτελείται από λευκά και μαύρα τετράγωνα. Στα μαύρα τετράγωνα δεν μπορούμε να γράψουμε. Στόχος του πάζλ είναι να γεμίσουμε όλα τα λευκά (κενά) τετράγωνα με αριθμούς από το 1 μέχρι το 9, έτσι ώστε κάθε οριζόντια γραμμή λευκών τετραγώνων να αθροίζει στον αριθμό που υπάρχει πάνω από τη διαγώνιο του τετραγώνου που βρίσκεται στα αριστερά της γραμμής αυτής. Αντίστοιχα, κάθε στήλη λευκών τετραγώνων πρέπει να αθροίζει στον αριθμό που υπάρχει κάτω από τη διαγώνιο του τετραγώνου που βρίσκεται πάνω από τη στήλη αυτή. Τέλος, κάθε αριθμός από το 1 μέχρι το 9 μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο μια φορά σε κάθε γραμμή ή στήλη.

Ένα παράδειγμα του Kakuro δίνεται παρακάτω:

			6	3
		3		
4	3			
10				
3				

Αρχική μορφή πάζλ

			6	3
		3	2	1
4	3		4	2
10	3	1		
3	1	2		

Τελική μορφή πάζλ

Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με το Kakuro μπορείτε να βρείτε στους παρακάτω συνδέσμους:

- <http://en.wikipedia.org/wiki/Kakuro>
- <http://www.kakuro.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 τουλάχιστον αποδοτικούς αλγόριθμους που παρουσιάσαμε στο μάθημα. Εξηγήστε με ποιο κριτήριο επιλέξατε αυτούς τους αλγόριθμους. Μπορείτε να

χρησιμοποιήσετε τον κώδικα σε python που δίνεται στο project του βιβλίου στο Github (<https://github.com/aimacode>) ή όποιο άλλο κατάλληλο κώδικα βρείτε στον Παγκόσμιο Ιστό αρκεί να εξηγήσετε ακριβώς από πού προέρχεται ο κώδικας σας, πως λειτουργεί, και πως, για παράδειγμα, τον έχετε βελτιώσει.

3. Να συγκρίνετε πειραματικά τους αλγόριθμους που υλοποιήσατε 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 αποτελέσματά σας με ευκρίνεια χρησιμοποιώντας πίνακες και να τα σχολιάσετε.

(100 μονάδες)

Πρόβλημα 2: (Μοντελοποίηση)

Ο φιλολογικός σύλλογος «Άνω και Κάτω Μηλιά» έχει το ετήσιο συνέδριό του στο ξενοδοχείο «Η Ωραία Θέα» που βρίσκεται στο χωριό Άνω Μηλιά. Για την τελευταία ημέρα του συνεδρίου που αρχίζει στις 9 το πρωί είναι προγραμματισμένες 4 αναγνώσεις πρόσφατων βιβλίων μελών του συλλόγου: του κυρίου Γιάννη, της κυρίας Μαρίας, της κυρίας Όλγας και του κυρίου Μήτσου (με αυτή τη σειρά). Η κάθε ανάγνωση γίνεται από τον ίδιο τον συγγραφέα και διαρκεί 30 λεπτά. Στο τέλος των αναγνώσεων, τα μέλη του συλλόγου επιλέγουν το καλύτερο βιβλίο της χρονιάς. Ο νικητής παίρνει έπαθλο ένα χρυσό μήλο το οποίο φυλάσσεται στο χρηματοκιβώτιο του ξενοδοχείου κατά τη διάρκεια του συνεδρίου.

Δυστυχώς όταν ο πρόεδρος του συλλόγου και ο διευθυντής του ξενοδοχείου πηγαίνουν να φέρουν το χρυσό μήλο για την απονομή του βραβείου, ανακαλύπτουν ότι το χρηματοκιβώτιο έχει παραβιαστεί και το μήλο έχει κλαπεί. Ο αστυνόμος Σιεσπής που ανέλαβε να διελευκάνει την κλοπή κατέληξε γρήγορα σε τρεις υπόπτους: τον Γιάννη, την Μαρία και την Όλγα. Σύμφωνα με τις μαρτυρίες των υπαλλήλων του ξενοδοχείου αυτοί οι 3 βγήκαν για λίγο από την αίθουσα του συνεδρίου, κατά τη διάρκεια των αναγνώσεων, αλλά επέστρεψαν πριν από τις 11:00 που τελειώνουν οι αναγνώσεις και ξεκινάει η επιλογή του νικητή. Οι υπάλληλοι δεν μπορούν να θυμηθούν περισσότερες σχετικές λεπτομέρειες. Και οι τρεις ύποπτοι επικαλέστηκαν το ίδιο άλλοθι:

«Βγήκα από την αίθουσα μετά την ανάγνωση από το βιβλίο μου, και πήγα στο δωμάτιο μου για να ξεκουραστώ για λίγο. Εκεί με πήρε ο ύπνος αλλά μόλις ξύπνησα, έτρεξα πίσω στην αίθουσα. Δεν έκλεψα εγώ το χρυσό μήλο.»

Για να πάει κανείς από την αίθουσα του συνεδρίου στο δωμάτιο του χρειάζεται 5-10 λεπτά. Για να πάει κανείς από την αίθουσα του συνεδρίου στο δωμάτιο που βρίσκεται το χρηματοκιβώτιο χρειάζεται 20-30 λεπτά. Για να παραβιάσει κανείς το χρηματοκιβώτιο χρειάζεται 45-90 λεπτά.

Ο αστυνόμος Σιεσπής εξέτασε προσεκτικά τα άλλοθι των τριών υπόπτων και συνέλαβε τον έναν από αυτούς.

1. Να ορίσετε με ακρίβεια ένα πρόβλημα ικανοποίησης περιορισμών που να κωδικοποιεί όλη τη χρονική πληροφορία που δίνεται από το παραπάνω κείμενο.
2. Να χρησιμοποιήσετε όρους της θεωρίας των προβλημάτων ικανοποίησης περιορισμών για να εξηγήσετε ποιον ύποπτο συνέλαβε ο αστυνόμος Σιεσπής και γιατί.
3. Να προτείνετε μια μέθοδο διάδοσης περιορισμών που θα μπορούσε να είχε χρησιμοποιήσει ο Σιεσπής ώστε να πάρει την απόφαση του.

(10+5+5 μονάδες)

Πρόβλημα 3: (Μοντελοποίηση)

Θεωρήστε το παρακάτω πρόβλημα.

Δίδονται n εργασίες και m μηχανές. Κάθε εργασία αποτελείται από m διαδοχικές ενέργειες. Κάθε ενέργεια i έχει καθορισμένη διάρκεια σε λεπτά d_i και μπορεί να εκτελεστεί αποκλειστικά σε μία από τις διαθέσιμες μηχανές, και μόνο αφού εκτελεστούν όλες οι ενέργειες της ίδιας εργασίας που προηγούνται. Κάθε μηχανή μπορεί να εκτελεί μόνο μια ενέργεια τη φορά. Εφόσον μια ενέργεια ξεκινήσει, δεν μπορεί να διακοπεί η λειτουργία της. Κάθε εργασία i μπορεί να αρχίσει οποιαδήποτε χρονική στιγμή $S_i \geq 0$ και θα πρέπει να τερματιστεί πριν από μια δοσμένη (κοινή για όλες τις εργασίες) προθεσμία $D > 0$. Το πρόβλημα είναι να αποφασίσουμε αν οι εργασίες μπορούν να προγραμματιστούν στο χρόνο και να βρούμε ένα κατάλληλο προγραμματισμό.

1. Να ορίσετε με ακρίβεια ένα πρόβλημα ικανοποίησης περιορισμών που να κωδικοποιεί τυπικά το πρόβλημα που δώσαμε παραπάνω.
2. Για $n=3$ και $m=4$, να δώσετε ένα συγκεκριμένο παράδειγμα για το οποίο να υπάρχει λύση (ποια είναι;) και ένα παράδειγμα το οποίο είναι μη συνεπές.
3. Να προτείνετε ένα αλγόριθμο οπισθοδρόμησης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί γι' αυτό το πρόβλημα και να συζητήσετε γιατί τον επιλέξατε (δεν χρειάζεται να τον υλοποιήσετε).

(20+5+5 μονάδες)

Πρόβλημα 4:

Δίνονται οι παρακάτω προτάσεις της προτασιακής λογικής:

- $(A \wedge B \wedge C \Rightarrow D) \Leftrightarrow (A \Rightarrow (B \Rightarrow (C \Rightarrow D)))$
- $A \wedge (A \Rightarrow B) \wedge (A \Rightarrow \neg B)$
- $(A \vee B) \wedge (\neg A \vee C) \wedge \neg B \wedge \neg C$
- $(A \vee B) \wedge (\neg A \vee C) \wedge (B \vee C)$

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;
6. Ποιες από τις προτάσεις είναι σε μορφή Horn;

Να εξηγήσετε τις απαντήσεις σας.

(30 μονάδες)

Πρόβλημα 5:

Αποδείξτε χρησιμοποιώντας ανάλυση ότι η πρόταση $A \wedge (B \Leftrightarrow C)$ καλύπτει λογικά την $(A \wedge B) \Leftrightarrow (A \wedge C)$.

(10 μονάδες)

Πρόβλημα 6:

Ποιες από τις παρακάτω εκφράσεις είναι καλά ορισμένες προτάσεις της προτασιακής λογικής; Χρησιμοποιείτε υποχρεωτικά τον συμβολισμό των διαφανειών του μαθήματος.

- (A)
- $(A \rightarrow B)$
- $A \equiv B$
- $A \models B$
- $(A \wedge 1)$

(5 μονάδες)