

## ΥΣ02 Τεχνητή Νοημοσύνη – Χειμερινό Εξάμηνο 2015-2016

### Δεύτερη Σειρά Ασκήσεων

(25% του συνολικού βαθμού στο μάθημα, Άριστα=265 μονάδες)

Ημερομηνία Ανακοίνωσης: 12/11/2015

Ημερομηνία Παράδοσης: 13/12/2015 σύμφωνα με τις οδηγίες που δίνονται στην ιστοσελίδα του μαθήματος.

**Αντιγραφή:** Σε περίπτωση που προκύψουν φαινόμενα αντιγραφής, οι εμπλεκόμενοι θα βαθμολογηθούν **στο μάθημα (όχι απλά 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:



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 τους αλγόριθμους BT, BT+MRV, FC και FC+MRV. Χρησιμοποιήστε τον κώδικα σε python που δίνεται στην ιστοσελίδα του βιβλίου

(<https://code.google.com/p/aima-python/>), αφού τον τροποποιήσετε κατάλληλα.

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 αποτελέσματα σας με ευκρίνεια χρησιμοποιώντας πίνακες και να τα σχολιάσετε.

**(100 μονάδες)**

### **Πρόβλημα 2:**

Να δοκιμάσετε τους αλγορίθμους FC+MRV, MAC και Min-Conflicts στο πρόβλημα χρωματισμού χαρτών που συζητήθηκε στην τάξη και στο φροντιστήριο χρησιμοποιώντας την μοντελοποίηση και τον κώδικα που δίνεται στην ιστοσελίδα του βιβλίου (<https://code.google.com/p/aima-python/>). Να συγκρίνετε τους αλγόριθμους και να σχολιάσετε όπως κάνατε και στο Πρόβλημα 1.

**(50 μονάδες)**

### **Πρόβλημα 3: (Μοντελοποίηση)**

Ο φιλολογικός σύλλογος «Άνω και Κάτω Μηλιά» έχει το ετήσιο συνέδριο του στο ξενοδοχείο «Η Ωραία Θεά» 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 4: (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 γ' αυτό το πρόβλημα και να συζητήσετε γιατί τον επιλέξατε (δεν χρειάζεται να τον υλοποιήσετε).

**(20+5+5 μονάδες)**

#### **Πρόβλημα 5:**

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 6:

Κωδικοποιήστε τις παρακάτω προτάσεις σε προτασιακή λογική με τον καλύτερο δυνατό τρόπο. Σε κάθε περίπτωση, εξηγήστε τι παριστάνουν τα προτασιακά σύμβολα που χρησιμοποιήσατε.

1. Αν πας στο γήπεδο σήμερα, θα έρθω μαζί σου αν δεν βρέχει.
2. Αν ο καιρός είναι κακός ή είμαι άρρωστος, δεν θα έρθω στο σχολείο.
3. Ανεξάρτητα με το αν έρθει η Μαρία ή όχι, η Ελένη θα έρθει στο πάρτυ.
4. Εκτός αν βελτιώσεις τις γνώσεις σου στον προγραμματισμό και αρχίσεις να διαβάζεις περισσότερο, δεν θα μπορέσεις να πάρεις το πτυχίο σου.
5. Αν υπάρχουν εξωγήινοι τότε βρίσκονται ήδη στη Γη ή η Γη δεν είναι ενδιαφέρων τουριστικός προορισμός.

(20 μονάδες)

### Πρόβλημα 7:

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

(10 μονάδες)

### Πρόβλημα 8:

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

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

(5 μονάδες)