

ΥΣ02 Τεχνητή Νοημοσύνη – Χειμερινό Εξάμηνο 2023-2024 Εργασία Τρίτη

2 μονάδες του συνολικού βαθμού στο μάθημα

Άριστα=240 μονάδες, υπάρχουν και 200 μονάδες bonus

Ημερομηνία Ανακοίνωσης: 09/12/2023

Ημερομηνία Παράδοσης: 07/01/2024 στις 23:59

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

Πρόβλημα 1: (The radio link frequency assignment problem - RLFA)

Στο ερώτημα αυτό έχετε να λύσετε το πρόβλημα ικανοποίησης περιορισμών RLFA (radio link frequency assignment) χρησιμοποιώντας τους αλγόριθμους FC, MAC και FC-CBJ. Το πρόβλημα RLFA ορίζεται ως εξής. Έχουμε να αναθέσουμε συχνότητες σε ραδιοφωνικές συνδέσεις. Οι μεταβλητές του προβλήματος είναι οι ραδιοφωνικές συνδέσεις και τα πεδία των μεταβλητών είναι οι διαθέσιμες συχνότητες. Τα πεδία είναι σύνολα θετικών αριθμών. Δίδονται επίσης δυαδικοί περιορισμοί ανάμεσα στις μεταβλητές. Οι περιορισμοί είναι της μορφής $|x - y| > k$ όπου x και y είναι μεταβλητές και k ένας θετικός αριθμός. Θέλουμε να βρούμε μια ανάθεση συχνοτήτων (τιμών) στις ραδιοφωνικές αναθέσεις (μεταβλητές) η οποία ικανοποιεί όλους τους περιορισμούς. Περισσότερες λεπτομέρειες για το πρόβλημα μπορείτε να βρείτε στην ιστοσελίδα <https://miat.inrae.fr/schiex/rlfap.shtml>.

Έχετε να κάνετε τα εξής:

1. Δείτε το συμπιεσμένο φάκελο `rlfap.zip` που έχουμε δημοσιεύσει μαζί με την άσκηση. Ο φάκελος αυτός περιέχει 12 στιγμιότυπα (instances) του προβλήματος για να δοκιμάσετε τους αλγόριθμους σας. Διαβάστε το αρχείο `odigies.txt` για να καταλάβετε το περιεχόμενο του φακέλου.
2. Υλοποιήστε τους αλγόριθμους FC, MAC και FC-CBJ και εφαρμόστε τους στο πρόβλημα. Προτείνεται να χρησιμοποιήσετε *dynamic variable ordering* με χρήση της ευρετικής *dom/wdeg* από το άρθρο
F. Boussemart, F. Hemery, C. Lecoutre and L. Sais. *Boosting Systematic Search by Weighting Constraints*. Proc. of ECAI 2004, pages 146–150, 2004. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα <http://www.frontiersinai.com/ecai/ecai2004/ecai04/pdf/p0146.pdf>.
Θα χρειαστεί επίσης να γράψετε κώδικα για να διαβάζετε τα παραπάνω αρχεία, και να τα φορτώνετε σε όποιες δομές χρησιμοποιείτε στη μνήμη για τις μεταβλητές, τα πεδία και τους περιορισμούς.
Η υλοποίηση σας πρέπει να βασιστεί πάνω στον κώδικα Python που διατίθεται στη σελίδα <https://github.com/aimacode/aima-python/blob/master/csp.py>.
3. Να συγκρίνετε πειραματικά τους αλγόριθμους που υλοποιήσατε χρησιμοποιώντας τα στιγμιότυπα που σας δώσαμε 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 δοκιμάσετε να λύσετε τα δοσμένα στιγμιότυπα με τον αλγόριθμο τοπικής αναζήτησης MINCONFLICTS. Να σχολιάσετε τα αποτελέσματα που προκύπτουν και να τα συγκρίνετε με αυτά του προηγούμενου ερωτήματος.

(200 μονάδες)

Πρόβλημα 2: (Μοντελοποίηση με προβλήματα ικανοποίησης περιορισμών)

Ο φιλολογικός σύλλογος «Άνω και Κάτω Μηλιά» έχει το ετήσιο συνέδριο 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=20 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 ακμής AC-3 στο πρόβλημα μέχρι αυτό να γίνει συνεπές ως προς τις ακμές (arc-consistent).

(5+5+10=20 μονάδες)

Πρόβλημα 4: (Χρονικός Λογισμός)

Θεωρήστε το πρόβλημα του ελέγχου συνέπειας διαζευκτικών χρονικών περιορισμών που περιγράφεται στο άρθρο <https://cdn.aaai.org/AAAI/1998/AAAI98-034.pdf> . Μελετήστε προσεκτικά τις πρώτες 4 σελίδες του άρθρου και υλοποιήστε τους αλγόριθμους που παρουσιάζονται ακολουθώντας πιστά το άρθρο. Συγκρίνετε τους αλγόριθμους που υλοποιήσατε μεταξύ τους δημιουργώντας ένα σχήμα όπως αυτό του Figure 1 (αυτό το σχήμα θα είναι το τελικό αποτέλεσμα της μελέτης σας). Θα χρειαστεί σίγουρα να ανατρέξετε και σε άλλη βιβλιογραφία που αναφέρεται στο παραπάνω άρθρο. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε κώδικα από την ιστοσελίδα του βιβλίου AIMA που αναφέρθηκε στο Πρόβλημα 1.

(200 μονάδες bonus)