

ΠΛΗ417 Τεχνητή Νοημοσύνη
Εαρινό Εξάμηνο 2017 - Διδάσκων: Γιώργος Χαλκιαδάκης

1^η Προγραμματιστική Εργασία
(σε ομάδες το πολύ 2 ατόμων)

Βάρος: 25% βαθμού μαθήματος + πιθανό bonus

Παράδοση Απαντήσεων: μέχρι 12 Απριλίου 2017, ώρα 23:55

Οδηγίες: Ηλεκτρονική παράδοση συμπιεσμένου αρχείου μέσω του ιστοχώρου του μαθήματος (συμπεριλαμβανομένου του κώδικα). Φροντίστε να είναι καλά οργανωμένο το παραδοτέο σας σε υποκαταλόγους με ευνόητα ονόματα. Τεκμηριώστε τον κώδικά σας επαρκώς. Συνοδέψτε την εργασία με μια το πολύ 9-σέλιδη αναφορά όπου εξηγείτε τις επιλογές σας και περιγράφετε τα αποτελέσματά σας. Θα βαθμολογηθείτε και για την ποιότητα της αναφοράς σας - φροντίστε λοιπόν να είναι κατανοητή, να απαντάει στα ερωτήματα της εκφώνησης, και να αντιστοιχεί σε/ περιγράφει ορθά τον κώδικά σας.

Μπορείτε ελεύθερα να χρησιμοποιήσετε «έτοιμο» κώδικα για επιμέρους κομμάτια των προγραμμάτων σας, αρκεί να αναφέρετε επακριβώς τις πηγές σας!
Κατά τα λοιπά, αντιγραφή συνεπάγεται άμεσο μηδενισμό στο μάθημα.

Μέρος Α (85% βαθμού εργασίας)

Σε αυτή την εργασία καλείστε να λύσετε το πρόβλημα εύρεσης βέλτιστης διαδρομής που αντιμετωπίζει ένας εργαζόμενος σε μια μεγαλούπολη, ο οποίος πρέπει να μεταβεί από τον τόπο εργασίας του στον τόπο δουλειάς του, κατά το διάστημα 3 μηνών (80 εργάσιμες ημέρες). Ο εργαζόμενος λύνει το πρόβλημα *offline* το κάθε βράδυ πριν την αναχώρησή του, και την ημέρα ακολουθεί το πλάνο διαδρομής που του προτείνει το πρόγραμμά σας. Το πρόγραμμά σας θα υπολογίζει *δύο* πλάνα διαδρομής ανά ημέρα: (α) ένα χρησιμοποιώντας *έναν* αλγόριθμο **απληροφόρητης αναζήτησης της επιλογής** σας, και (β) ένα χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο **IDA***. Θα πρέπει δε να παρέχει μια προσομοίωση του προβλήματος κατά την οποία, κάθε μέρα, θα καταγράφει το πραγματικό κόστος της **κάθε μιας** προτεινόμενης διαδρομής (δηλαδή, θα θεωρείτε πως και οι δυο προτεινόμενες διαδρομές – μία από κάθε αλγόριθμο – λαμβάνουν χώρα κάθε μέρα).

Το πρόγραμμά σας θα δέχεται *κάθε «βράδυ»* ως είσοδο ένα αρχείο με έναν γράφο (*multigraph*) με κόμβους σημεία από τα οποία περνάει ο εργαζόμενος, και με ακμές που αντιστοιχούν σε οδούς που μπορεί να πάρει ο εργαζόμενος, και που ενώνουν κόμβους μεταξύ τους. Για κάθε οδό, το αρχείο αναφέρει το «φυσιολογικό» χρονικό κόστος διάνυσης κάθε οδού, καθώς επίσης και μια εκτίμηση για το αν η οδός θα έχει *επιβαρυνμένη* (*heavy*), *φυσιολογική* (*normal*), ή *χαμηλή* (*low*) ροή κυκλοφορίας (*traffic*) κατά την επόμενη μέρα. Η ακριβής περιγραφή του αρχείου-είσοδου σας δίδεται στο παράρτημα. Σε περίπτωση που μια οδός έχει όντως *heavy traffic* κατά τη διάρκεια μιας μέρας, το πραγματικό κόστος διάνυσής της είναι 25% αυξημένο σε σχέση με αυτό του *normal*, ενώ αν υπάρχει *low traffic*, το κόστος διάνυσης της οδού είναι 10% μικρότερο του φυσιολογικού κόστους της.

- Κατά τη διάρκεια της κάθε μέρας, το πρόγραμμά σας πρέπει να μπορεί να προσομοιώνει το τί συμβαίνει κατά την εκτέλεση από τον εργαζόμενο της διαδρομής

που του προτείνει ο κάθε αλγόριθμος. Για να το κάνει αυτό, στην αρχή της κάθε μέρας διαβάζει από το αρχικό αρχείο εισόδου, τις αντίστοιχες “πραγματικές” επιγραφές-περιγραφές της κίνησης για κάθε οδό. (Εννοείται ότι οι παρατηρήσεις του τί συνέβη μετά το πέρας μιας ημέρας **δεν είναι διαθέσιμες** κατά τον προγραμματισμό δράσης το προηγούμενο βράδυ). Οι “πραγματικές” περιγραφές κίνησης προέρχονται από μια πιθανοτική κατανομή η οποία: με πιθανότητα p_1 αποδίδει σε κάθε οδό τον χαρακτηρισμό “πραγματικής” κίνησης που αντιστοιχεί στην πρόβλεψη κίνησης της οδού (δηλαδή, η πρόβλεψη ήταν *ακριβής* με αυτή την πιθανότητα), και με πιθανότητες p_2, p_3 της αναθέτει έναν από τους άλλους δύο χαρακτηρισμούς. Μπορείτε *κατ’αρχήν* να θεωρήσετε πως, για κάθε οδό, $p_1=0.6$, ενώ $p_2=p_3=0.2$, αλλά είστε ελεύθεροι να αναθεωρήσετε αυτές τις εκτιμήσεις σας κατά περίπτωση και με βάση τις “παρατηρήσεις” σας μετά το πέρας της κάθε μέρας.

- Είστε ελεύθεροι πριν τρέξετε τον κάθε αλγόριθμό σας κάθε “βράδυ”, να διαμορφώσετε / κλαδέψετε τον γράφο εισόδου σας με οποιονδήποτε τρόπο εσείς επιλέξετε, δεδομένων των εκτιμήσεων ροής κυκλοφορίας των διαφόρων δρόμων. Προσέξτε όμως να αναφέρετε επακριβώς στην αναφορά σας τις σχετικές σας επιλογές.

- Η επιλογή των τιμών για τα κόστη μονοπατιού που ενδεχομένως χρησιμοποιεί ο αλγόριθμος απληροφόρητης αναζήτησης που θα υλοποιήσετε, *αν αυτός χρησιμοποιεί τέτοια*, είναι δική σας! Φροντίστε όμως να έχει λογική βάση και να τεκμηριώνεται/περιγράφεται με σαφή τρόπο στην αναφορά σας.

- Σχετικά με τις συναρτήσεις κόστους $g(n)$ και $h(n)$ που θα χρησιμοποιήσετε κατά την εκτέλεση του IDA* αλγορίθμου, οι επιλογές του ποιές είναι αυτές είναι δικές σας! Φροντίστε όμως να έχουν λογική βάση και να είναι τεκμηριωμένες: να αναλύονται με σαφή τρόπο στην αναφορά σας. Οι συναρτήσεις αυτές επίσης είναι δυνατόν να αναθεωρούνται από μέρα σε μέρα! Το αν και πώς θα γίνεται αυτό είναι επίσης δική σας επιλογή, και πρέπει να τεκμηριωθεί/αναλυθεί στην αναφορά σας.

Το πρόγραμμά σας θα πρέπει να εμφανίζει στην οθόνη αλλά και να παράγει ένα αρχείο εξόδου όπου θα αναφέρονται *για κάθε αλγόριθμο και για κάθε μέρα* εκτέλεσης:

- ο αριθμός κόμβων που επεκτείνονται,
- ο πραγματικός χρόνος εκτέλεσης του κάθε αλγορίθμου,
- το ακριβές δρομολόγιο (ακολουθία οδών) που προτείνει ο αλγόριθμος να ακολουθήσει ο εργαζόμενος μαζί με το εκτιμώμενο από τον αλγόριθμο χρονικό κόστος διάτρεξής τους,
- το εκτιμώμενο από τον αλγόριθμο συνολικό κόστος της προτεινόμενης διαδρομής
- το πραγματικό κόστος της προτεινόμενης διαδρομής εκείνη την ημέρα

Επίσης, θα πρέπει να εμφανίζεται το μέσο ημερήσιο πραγματικό κόστος των προτεινόμενων διαδρομών του κάθε αλγορίθμου μετά από ένα μήνα (= συγκεντρωτικό πραγματικό κόστος / 80).

Τέλος,

- Στην αναφορά σας θα πρέπει να συμπεριλάβετε και (i) περιγραφή των ενδεχόμενων πειραματισμών που σας οδήγησαν σε συγκεκριμένες επιλογές, και (ii) περιγραφή πειραμάτων/προσομοιώσεων που «τρέξατε» για τους αλγορίθμους σας, και εξαγωγή συμπερασμάτων από αυτά: ποιός αλγόριθμος

δίδει καλύτερα αποτελέσματα; Σε ποιούς τομείς; Ποιά η εξήγησή σας για την παρατηρούμενη συμπεριφορά;

- Το πρόγραμμα που θα περιέχει αλγόριθμο που είτε θα έχει σε διάστημα τριών μηνών την καλύτερη απόδοση κάθε μέρα σε πραγματικό χρονικό κόστος, είτε --- σε περίπτωση απουσίας τέτοιου αλγορίθμου --- σε «μέσο» πραγματικό κόστος προτεινόμενης διαδρομής (= μικρότερος «μέσος» ημερήσιος πραγματικός χρόνος διαδρομής σε διάστημα τριών μηνών) σε εκτέλεση με είσοδο κατά την εξέταση της άσκησης, θα λάβει bonus 5% επί των μονάδων της εργασίας (η εργασία θα μετράει 25+5%, με το 5% να είναι επιπλέον του 100% ποσοστό). Αν υπάρχουν πολλοί «νικητές», τότε το bonus θα «μοιραστεί» μεταξύ τους.

Μέρος Β (15% βαθμού εργασίας)

Υλοποιήστε και εκτελέστε τον αλγόριθμο *online search* LRTA* για να λύσετε το πρόβλημα που αντιμετωπίζει ο εργαζόμενος κάθε πρωί, χρησιμοποιώντας τις πληροφορίες για την «πραγματική» κατάσταση των δρόμων εκείνη την ημέρα, αλλά θεωρώντας ότι οι υπολογισμοί γίνονται online: τα «κόστη διάσχισης» γίνονται γνωστά μόνο μετά τη διάσχιση ενός δρόμου, και μπορούμε να κάνουμε μόνο τοπικές κινήσεις.

Παράρτημα

Ακολουθεί η ακριβής περιγραφή του αρχείου εισόδου, και ένα παράδειγμα τέτοιου. Θεωρήστε ότι όλοι οι «οδοί» στην «πόλη» είναι διπλής κατεύθυνσης.

```
<Source> origin-vertex-name </Source>
<Destination> goal-vertex-name </Destination>
<Roads>
road-name; vertex-name ; vertex-name ; normal-weight-value
road-name; vertex-name ; vertex-name ; normal-weight-value
...κ.ο.κ. ... (τόσες φορές όσες οι «οδοί» στο γράφο)
road-name; vertex-name ; vertex-name ; normal-weight-value
</Roads>
<Predictions>
<Day>
road-name; traffic-weight-prediction-label
road-name; traffic-weight-prediction-label
...κ.ο.κ. ... (τόσες φορές όσες οι «οδοί» στο γράφο)
road-name; traffic-weight-prediction-label
</Day>
<Day>
road-name; traffic-weight-prediction-label
road-name; traffic-weight-prediction-label
...κ.ο.κ. ... (τόσες φορές όσες οι «οδοί» στο γράφο)
road-name; traffic-weight-prediction-label
</Day>
...κ.ο.κ., συνολικά 80 φορές...
</Predictions>
<ActualTrafficPerDay>
<Day>
```

```

road-name; traffic-weight-label-actual
road-name; traffic-weight-label-actual
...κ.ο.κ. ... (τόσες φορές όσες οι «οδοί» στο γράφο)
</Day>
<Day>
road-name; traffic-weight-label-actual
road-name; traffic-weight-label-actual
...κ.ο.κ. ... (τόσες φορές όσες οι «οδοί» στο γράφο)
</Day>
...κ.ο.κ., ... συνολικά 80 φορές ...
</ActualTrafficPerDay>

```

Θεωρείστε ότι τα vertex και road names είναι «αλφαριθμητικά» και «μοναδικά»).

--- Παράδειγμα αρχείου εισόδου:

```

<Source> Square1821 </Source>
<Destination> LibertyStatue </Destination>
<Roads>
AOAN_Avenue; A ; B ; 18
a2; A ; B ; 31
road3; A ; B ; 18
avenue111; Square1821; A; 12
lalakisStreet; A ; B ; 19
A2; Square1821; B; 15
E19; A ; B ; 23
ErgotelisAve; C ; LibertyStatue; 12
NikosStr ; B ; C ; 12
MariaStr ; B ; D ; 11
EuterpiStreet ; B ; D ; 12
SpartaRoad ; C ; D ; 12
PlataniasRd; A ; LibertyStatue ; 32
OFH_Avenue; B ; LibertyStatue ; 25
CyprusRoad; LibertyStatue; B; 5
</Roads>

<Predictions>
<Day>
AOAN_Avenue; low
a2; low
road3; heavy
avenue111; low
lalakisStreet; low
A2; normal
E19; heavy
ErgotelisAve; normal
NikosStr ; low
MariaStr ; heavy
EuterpiStreet ; low
SpartaRoad ; normal

```

PlataniasRd; heavy
OFH_Avenue; low
CyprusRoad; normal
</Day>
<Day>
AOAN_Avenue; heavy
a2; normal
road3; heavy
avenue111; low
lalakisStreet; low
A2; normal
E19; low
ErgotelisAve; normal
NikosStr ; low
MariaStr ; heavy
EuterpiStreet ; normal
SpartaRoad ; normal
PlataniasRd; heavy
OFH_Avenue; low
CyprusRoad; low
</Day>
...κ.ο.κ., ... συνολικά 80 φορές ...
</Predictions>

<ActualTrafficPerDay>
<Day>
AOAN_Avenue; low
a2; normal
road3; heavy
avenue111; low
lalakisStreet; heavy
A2; low
E19; low
ErgotelisAve; normal
NikosStr ; low
MariaStr ; heavy
EuterpiStreet ; normal
SpartaRoad ; normal
PlataniasRd; heavy
OFH_Avenue; low
CyprusRoad; low
</Day>
...κ.ο.κ., ... συνολικά 80 φορές ...
</ActualTrafficPerDay>

Σας επισημαίνεται πως η εργασία πιθανότατα θα εξεταστεί και προφορικά σε
ημερομηνία που θα προσδιοριστεί αργότερα.

Καλή δουλειά και καλή επιτυχία!