

# ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

## ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

### ΤΟΜΕΑΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

#### ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ

ΧΕΙΜΕΡΙΝΟ ΕΞΑΜΗΝΟ 2018

ΘΕΜΑ 1

#### Περιγραφή

Σε αυτή την εργασία καλείστε να υλοποιήσετε το βασικό κορμό μιας ευφυούς υπηρεσίας εξυπηρέτησης πελατών ταξί. Συγκεκριμένα, θεωρούμε ότι υπάρχει ένας πελάτης που βρίσκεται σε μια ορισμένη τοποθεσία, ο οποίος διαθέτει κινητό τηλέφωνο με GPS και επιθυμεί να καλέσει ένα ταξί. Η υπηρεσία διαθέτει μια βάση δεδομένων με όλα τα διαθέσιμα ταξί και τη γεωγραφική θέση στην οποία βρίσκονται κάθε χρονική στιγμή, η οποία θεωρητικά θα πρέπει να ανανεώνεται συνεχώς. Η υπηρεσία θα πρέπει να εντοπίζει και να ειδοποιεί το ταξί που μπορεί να μεταβεί πιο γρήγορα στη θέση του πελάτη ώστε να τον εξυπηρετήσει. Για να το επιτύχει αυτό διαθέτει έναν χάρτη με πληροφορίες για την περιοχή ενδιαφέροντος.

#### Δεδομένα

Για να υλοποιήσετε την υπηρεσία θα θεωρήσετε ότι σας δίνονται τα παρακάτω.

1. Ένα αρχείο `client.csv` που περιέχει τις γεωγραφικές συντεταγμένες του σημείου όπου βρίσκεται ο πελάτης. Το αρχείο έχει την εξής μορφή:

$X, Y$   
23.733912, 37.975687

όπου  $X$  είναι το γεωγραφικό μήκος και  $Y$  το γεωγραφικό πλάτος.

2. Ένα αρχείο `taxis.csv` που περιέχει έναν κατάλογο με τις γεωγραφικές συντεταγμένες και τους κωδικούς των ελεύθερων ταξί. Το αρχείο έχει την εξής μορφή:

$X, Y, id$   
23.741587, 37.984125, 100  
...

όπου  $X$  είναι το γεωγραφικό μήκος,  $Y$  το γεωγραφικό πλάτος και  $id$  ο κωδικός του ταξί.

3. Ένα αρχείο `nodes.csv` που περιέχει έναν κατάλογο με γεωγραφικές συντεταγμένες διάφορων σημείων των οδών. Κάθε οδός αναγνωρίζεται από έναν κωδικό, και συνεπώς όλα τα σημεία του καταλόγου με τον ίδιο κωδικό αντιστοιχούν σε σημεία της ίδιας οδού. Στο αρχείο, τα σημεία κάθε οδού δίνονται ακολουθιακά το ένα μετά το άλλο. Τα σημεία κάθε οδού ορίζουν ευθύγραμμα τμήματα που είτε προσεγγίζουν καμπύλες διαδρομές είτε αντιστοιχούν σε σημεία τομής με άλλες οδούς. Συνεπώς ένα σημείο μπορεί να ανήκει σε περισσότερες από μία οδούς. Το αρχείο έχει την εξής μορφή:

$X, Y, id, name$   
23.7140723, 37.950289, 23181765,  
23.714813, 37.9497098, 23181765,  
23.7188913, 37.9491957, 23181771, Εφέσσου  
23.7184186, 37.949578, 23181771, Εφέσσου  
...

όπου  $X$  είναι το γεωγραφικό μήκος,  $Y$  το γεωγραφικό πλάτος του σημείου,  $id$  ο κωδικός της οδού στην οποία ανήκει και  $name$  το όνομα της οδού (δεν δίνεται πάντα).

Τα δεδομένα των οδών που σας δίνονται έχουν ληφθεί από το <http://www.openstreetmap.org>.

#### Ζητούμενα

Χρησιμοποιώντας ως είσοδο τα δεδομένα που περιγράφηκαν παραπάνω καλείστε να κατασκευάσετε ένα πρόγραμμα σε Java, το οποίο να εντοπίζει το καταλληλότερο ταξί που θα πρέπει να κατευθυνθεί προς τον πελάτη. Συγκεκριμένα, θα επιλέγει το ταξί που πρέπει να διανύσει τη συντομότερη διαδρομή για να φτάσει στον πελάτη (επιπλέον κριτήρια καταλληλότητας θα μπορούσαν να εφαρμοστούν, για απλοποίηση όμως σε αυτή τη φάση τα αγνοούμε).

Για τον υπολογισμό της συντομότερης διαδρομής θα υλοποιήσετε και θα χρησιμοποιήσετε μια παραλλαγή του αλγορίθμου  $A^*$ . Η παραλλαγή του  $A^*$  που θα υλοποιήσετε θα διαφέρει από τον συνήθη  $A^*$  ως προς το ότι θα πρέπει να βρίσκει και να επιστρέφει

όχι μόνο μία συντομότερη διαδρομή αλλά πιθανόν περισσότερες από μία εναλλακτικές, αλλά ισοδύναμες από πλευράς κόστους διαδρομές. Επειδή συνήθως κάποια τμήματα των ισοδύναμων διαδρομών θα επικαλύπτονται, η τελική αναπαράστασή τους μπορεί να γίνει τη μορφή ενός γραφήματος όπου κάποιοι κόμβοι μπορούν να έχουν περισσότερα από ένα παιδιά· αν βρεθεί σε έναν τέτοιο κόμβο, το ταξί θα μπορεί να επιλέξει τυχαία να μεταβεί σε οποιοδήποτε παιδί προκειμένου να συνεχίσει τη διαδρομή του. Για να μπορεί να επιστρέφει τις ισοδύναμες διαδρομές, ο αλγόριθμος θα πρέπει όταν, κατά την αναζήτηση, βρίσκεται σε κάποιον κόμβο από τον οποίο μπορεί να μεταβεί σε κάποιον επόμενο που βρίσκεται ήδη στο μέτωπο με το ίδιο κόστος, να διατηρεί την πληροφορία και τόσο για τους προηγούμενους όσο και για τους νέους τρόπους άφιξης στον συγκεκριμένο κόμβο.

Για να μπορέσετε να χρησιμοποιήσετε τα δεδομένα των οδών θα κάνετε την απλουστευτική παραδοχή ότι όλες οι οδοί είναι διπλής κατεύθυνσης, επιτρέπουν την ίδια ταχύτητα κίνησης, και ότι όλα τα σημεία τομής είναι σημεία διασταύρωσης. Επίσης, πρέπει να σημειωθεί ότι λόγω του απλουστευμένου τρόπου λήψης των δεδομένων, σε αυτά μπορεί να περιέχονται και άλλες γεωγραφικές γραμμές που δεν αντιστοιχούν σε οδούς (πχ. μονοπάτια, υδάτινες οδοί, όρια περιοχών, κλπ). Στην εργασία αυτή, θα θεωρήσετε ότι όλα τα δεδομένα που σας δίνονται είναι οδοί όπου μπορούν να κινηθούν τα ταξί.

Για την οπτική απεικόνιση των διαδρομών στους χάρτες, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε την ελεύθερη υπηρεσία My Maps της Google (<https://www.google.com/maps/d/>) όπου μπορείτε να κατασκευάσετε έναν νέο χάρτη και να προσθέσετε σε αυτόν διάφορα στρώματα (layers), καθένα από τα οποία μπορεί να είναι κάποιο KML αρχείο που μπορείτε να ανεβάσετε απευθείας από τον υπολογιστή σας. Ακολουθεί ένα παράδειγμα αρχείου KML κατάλληλου για τη συγκεκριμένη άσκηση. Στο αρχείο μπορούν να ορίζονται περισσότερες από μία διαδρομές, κάθε μία από τις οποίες να εμφανίζεται με διαφορετικό χρώμα. Αρχικά, στο τμήμα Style ορίζεται τα διαθέσιμα χρώματα και στη συνέχεια στα τμήματα Placemark δίνονται το όνομα, το χρώμα και οι συντεταγμένες κάθε διαδρομής. Στο αρχείο KML που θα κατασκευάσετε θα χρησιμοποιήσετε το πράσινο χρώμα για τη διαδρομή που αντιστοιχεί στο πλησιέστερο ταξί, και άλλα χρώματα για τις υπόλοιπες διαδρομές.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<kml xmlns="http://earth.google.com/kml/2.1">
<Document>
  <name>Taxi Routes</name>
  <Style id="green">
    <LineStyle>
      <color>ff009900</color>
      <width>4</width>
    </LineStyle>
  </Style>
  <Style id="red">
    <LineStyle>
      <color>ff0000ff</color>
      <width>4</width>
    </LineStyle>
  </Style>
  <Placemark>
    <name>Taxi 1</name>
    <styleUrl>#green</styleUrl>
    <LineString>
      <altitudeMode>relative</altitudeMode>
      <coordinates>
        22.735289,38.006913,0
        ....
        22.783516,37.931722,0
      </coordinates>
    </LineString>
  </Placemark>
  <Placemark>
    <name>Taxi 2</name>
    <styleUrl>#red</styleUrl>
    <LineString>
      <altitudeMode>relative</altitudeMode>
      <coordinates>
        22.783516,37.931745,0
        ...
      </coordinates>
    </LineString>
  </Placemark>
  ...
</Document>
```

</kml>

Αφού κατασκευάσετε το σύστημα, καλείστε να το εκτελέσετε για τον συγκεκριμένο χάρτη, τοποθεσία πελάτη και τοποθεσίες ταξί που σας δίνονται, αλλά και για μια ακόμη διαφορετική τοποθεσία πελάτη και τοποθεσίες ταξί τις οποίες θα επιλέξετε εσείς. (Για να βρείτε τις γεωγραφικές συντεταγμένες ενός σημείου μπορείτε να επισκεφθείτε τη διεύθυνση <https://www.google.gr/maps/>, να μεγεθύνετε στην περιοχή ενδιαφέροντος, να μετακινήσετε τον δείκτη του ποντικιού στο επιθυμητό σημείο, να πατήσετε δεξί κλικ και να επιλέξετε «Τι υπάρχει εδώ». Θα εμφανιστεί ένα μικρό παράθυρο που θα περιέχει τις συντεταγμένες του σημείου.)

Αν για τα αποτελέσματα που λάβατε για τα δεδομένα που σας δόθηκαν δεν καθιστούν εμφανή τη δυνατότητα του αλγορίθμου να προτείνει περισσότερες από μία εναλλακτικές διαδρομές στην πράξη, θα πρέπει να επιδείξετε αυτή τη δυνατότητα του αλγορίθμου κατασκευάζοντας μερικά νέα παραδείγματα (επιλογή τοποθεσίας πελάτη, τοποθεσίας ταξί, και πιθανόν τροποποίηση συνάρτησης απόστασης).

Για την εργασία αυτή θα πρέπει να παραδώσετε:

1. Μια συνοπτική αναφορά, όπου θα περιγράφετε τον γενικό σχεδιασμό του συστήματος και της υλοποίησης του αλγορίθμου και τον τρόπο μοντελοποίησης των δεδομένων. Θα πρέπει να αναφερθείτε στις δομές δεδομένων που χρησιμοποιήσατε, την υλοποίηση των συναρτήσεων εκτίμησης απόστασης, τον τρόπο με τον οποίο χειριστήκατε τις γεωγραφικές συντεταγμένες και τυχόν προεπεξεργασία που χρειάστηκε να κάνετε στα δεδομένα. Στην αναφορά, για κάθε συνδυασμό χάρτη, τοποθεσιών ταξί και τοποθεσίας πελάτη, θα πρέπει να περιλάβετε μια οπτική απεικόνιση των διαδρομών από το My Maps.

Θα πρέπει επίσης να σχολιάσετε την ικανότητα του αλγορίθμου να προτείνει εναλλακτικές διαδρομές. Υπό ποιες συνθήκες μπορεί να προτείνει στην πράξη διάφορες ισοδύναμες, εναλλακτικές διαδρομές; Τις πληροί το συγκεκριμένο πρόβλημα; Θα προτείνει όλες τις ισοδύναμες εναλλακτικές διαδρομές; Θα είναι πάντα βέλτιστες με βάση την υλοποίησή σας;

2. Τον πηγαίο κώδικα του προγράμματος Java.
3. Τα αρχεία KML που υπολογίστηκαν για τα δεδομένα που σας δόθηκαν.
4. Τα αρχεία .csv για τα υπόλοιπα πειράματά σας και τα αντίστοιχα αρχεία KML που προέκυψαν.