

# ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ

ΧΕΙΜΕΡΙΝΟ ΕΞΑΜΗΝΟ 2016

ΘΕΜΑ 1

## Περιγραφή

Στο πλαίσιο αυτής της εργασίας 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 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:

$X, Y$   
23.7168281, 37.9524288

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:

$X, Y, id$   
23.733553, 38.000959, 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 διαφόρων 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>. Στο τέλος της άσκησης περιγράφεται η διαδικασία με την οποία μπορείτε να δημιουργήσετε δικά σας δεδομένα για κάποια άλλη περιοχή.

## Ζητούμενα

Χρησιμοποιώντας ως είσοδο τα δεδομένα που περιγράφηκαν παραπάνω καλείστε να κατασκευάσετε ένα πρόγραμμα Java, το οποίο να υπολογίζει το καταλληλότερο ταξί που θα πρέπει να κατευθυνθεί προς τον πελάτη. Συγκεκριμένα, θα επιλέγει το ταξί που πρέπει να διανύσει τη μικρότερη 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 διαδρομής θα υλοποιήσετε και θα χρησιμοποιήσετε

τον αλγόριθμο A\*. Το πρόγραμμα θα πρέπει να υπολογίζει για κάθε ταξί την συντομότερη διαδρομή προς τον πελάτη και να επιλέγει το ταξί που βρίσκεται πιο κοντά.

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 (π.χ. 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 να έχετε εποπτική εικόνα των αποτελεσμάτων, μπορείτε να τα οπτικοποιήσετε χρησιμοποιώντας το Google Maps API. Για να μπορέσετε να το χρησιμοποιήσετε εύκολα σας δίνεται έτοιμη μια σελίδα HTML (map.html) που περιέχει τον απαραίτητο κώδικα. Για να εμφανίσει τα αποτελέσματα η σελίδα αυτή, θα πρέπει να εισαγάγετε ένα API key για την χρήση του Google Maps API (οδηγίες για το πώς μπορείτε να το αποκτήσετε δίνονται στην <https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/get-api-key>) και να δώσετε ένα URL με ένα αρχείο που περιέχει τις διαδρομές που υπολογίστηκαν για τα ταξί κωδικοποιημένες στο πρότυπο KML. Επειδή το αρχείο αυτό δεν μπορεί να είναι τοπικό, πρέπει να το ανεβάσετε κάπου στο Διαδίκτυο όπου να διαθέτει μια διεύθυνση URL. Ένας απλός τρόπος να το κάνετε αυτό είναι να χρησιμοποιήσετε το Google Sites, να ανεβάσετε εκεί το αρχείο και να χρησιμοποιήσετε την εκεί διεύθυνσή του. Αφού τα κάνετε αυτά, για να λειτουργήσει το αρχείο HTML που σας δίνεται, πρέπει να αντικαταστήσετε τα `your_kml_file_url` και `your_google_api_key` με τις κατάλληλες τιμές.

Ακολουθεί ένα παράδειγμα αρχείο KML κατάλληλου για τις συγκεκριμένη άσκηση. Στο αρχείο μπορούν να ορίζονται περισσότερες από μία διαδρομές, κάθε μία από τις οποίες να εμφανίζεται με διαφορετικό χρώμα. Έτσι αρχικά στο Style ορίζεται τα διαθέσιμα χρώματα και στη συνέχεια στα Placemark δίνεται 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>
```

</Document>  
</kml>

Αφού κατασκευάσετε το σύστημα, καλείστε να το εκτελέσετε μία φορά για τον συγκεκριμένο χάρτη, την τοποθεσία πελάτη και τις τοποθεσίες των ταξί που σας δίνονται, και μία φορά για κάποια διαφορετική τοποθεσία πελάτη και τοποθεσίες ταξί τις οποίες θα επιλέξετε εσείς. Αν επιθυμείτε, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε και διαφορετικούς χάρτες.

Για την εργασία αυτή θα πρέπει να παραδώσετε:

1. Μια συνοπτική αναφορά, όπου θα περιγράφετε τον γενικό σχεδιασμό του συστήματος και τον τρόπο μοντελοποίησης των δεδομένων. Θα πρέπει να αναφερθείτε στις δομές δεδομένων που χρησιμοποιήσατε, τον τρόπο με τον οποίο χειριστήκατε τις γεωγραφικές συντεταγμένες, τυχόν προεπεξεργασία που χρειάστηκε να κάνετε στα δεδομένα, καθώς και τις παραμέτρους που χρησιμοποιήσατε για την εκτέλεση του αλγορίθμου A\*.  
Εφόσον χρησιμοποιήσατε το Google Maps API, στην αναφορά θα πρέπει να συμπεριλάβετε και την οπτική απεικόνιση των αποτελεσμάτων.
2. Τον πηγαίο κώδικα του προγράμματος Java.
3. Το αρχείο KML που υπολογίστηκε για τα δεδομένα που σας δόθηκαν.
4. Τα αρχεία .csv για τα υπόλοιπα πειράματά σας και τα αντίστοιχα αρχεία KML που προέκυψαν.

## Κατασκευή επιπλέον χαρτών

Αν θέλετε, μπορείτε να κατασκευάσετε και να πειραματιστείτε και με χάρτες για άλλες περιοχές πέραν αυτού που σας δίνεται. Για αυτό θα χρειαστεί να κατεβάσετε δεδομένα για μια περιοχή της επιλογής σας και στη συνέχεια να τα μετατρέψετε στη μορφή που περιγράφεται στην αρχή της εργασίας.

Για την καταφόρτωση των δεδομένων η διαδικασία είναι η εξής.

1. Επισκεπτεστε την ιστοσελίδα <http://www.openstreetmap.org>
2. Πατάτε το πράσινο κουμπί Export που υπάρχει πάνω αριστερά.
3. Πατάτε τον σύνδεσμο Manually select a different area ώστε να μπορέσετε να επιλέξετε ένα ορθογώνιο που να αντιστοιχεί στην περιοχή που θέλετε.
4. Αφού επιλέξετε την περιοχή πατάτε το μπλε κουμπί Export ώστε να καταφορτώσετε στον υπολογιστή σας τα δεδομένα. Αυτά θα καταφορτωθούν σε ένα αρχείο τύπου .osm

Για την μετατροπή των δεδομένων θα πρέπει να καταφορτώσετε το σύστημα QGIS από το <http://www.qgis.org/en/site/>. Αφού το εγκαταστήσετε ακολουθείτε την εξής διαδικασία:

1. Εκτελείτε το πρόγραμμα QGIS Desktop.
2. Από το μενού Vector επιλέγετε OpenStreetMap > Import Topology from XML.
3. Επιλέγετε ως Input XML file (.osm) το αρχείο που καταφορτώσατε από το <http://www.openstreetmap.org>, π.χ. map.osm.
4. Πατάτε OK και κατόπιν Close. Αυτό θα δημιουργήσει στο δίσκο ένα αρχείο map.osm.db.
5. Από το μενού Vector επιλέγετε OpenStreetMap > Export Topology to Spatialite.
6. Επιλέγετε ως Input DB file το αρχείο που δημιουργήθηκε προηγουμένως.
7. Στο πλαίσιο Export type επιλέγετε Polylines (open ways), ενώ στο πλαίσιο Exported tags πατάτε το Load from DB και επιλέγετε κάποια πεδία, π.χ. το name,
8. Πατάτε OK και κατόπιν Close. Αυτό θα εισαγάγει τα δεδομένα σε ένα νέο Layer ονόματι map\_polylines και θα εμφανίσει έναν χάρτη της επιλεγμένης περιοχής όπου οι οδοί θα εμφανίζονται ως γραμμές.
9. Από το μενού Vector επιλέγετε Geometry Tools > Extract nodes.
10. Ως Input line or polygon vector layer επιλέγετε το map\_polylines
11. Καθορίζεται ένα όνομα για το αρχείο εξόδου στο Output shape file.
12. Πατάτε OK και κατόπιν Close. Αυτό θα δημιουργήσει κάποια αρχεία εξόδου και ένα νέο Layer με το όνομα που καθορίσατε για την έξοδο.
13. Επιλέγετε το νέο Layer
14. Από το μενού Layer επιλέγετε Save As...
15. Επιλέγετε ως Format το CSV, δίνετε ένα όνομα για το αρχείο εξόδου και πατάτε OK.
16. Το αρχείο που δημιουργήθηκε είναι το ζητούμενο αρχείο.