

# Προγραμματισμός & Συστήματα στον Παγκόσμιο Ιστό

## Εργαστηριακή Άσκηση Ακαδημαϊκού Έτους 2018 - 2019

### Θέμα: Ευφυής διαχείριση παρόδιας στάθμευσης

#### Στόχος

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η ανάπτυξη ενός **πλήρους συστήματος προσομοίωσης** διαχείρισης της παρόδιας στάθμευσης για διάφορες πόλεις, μέσω ευφυών αισθητήρων.

#### Λειτουργικές Προδιαγραφές

Πολλές πόλεις προσανατολίζονται στην υλοποίηση συστημάτων ευφυούς πόλης, ανάμεσα στα οποία βρίσκεται και ένα σύστημα διαχείρισης της στάθμευσης στους δρόμους τους, μέσω αισθητήρων. Στα πλαίσια αυτά, σας έχει ανατεθεί η εκπόνηση ενός συστήματος προσομοίωσης που μπορεί να λειτουργήσει για οποιαδήποτε πόλη. Στο σύστημα υπάρχουν δύο τύποι χρηστών: Διαχειριστής και Χρήστης.

#### Διαχειριστής

Ο Διαχειριστής αποκτά πρόσβαση στο σύστημα μέσω κατάλληλου μηχανισμού username / password. Κατά την είσοδό του στο σύστημα έχει τις εξής δυνατότητες.

1. **Διαχείριση Βάσης Δεδομένων**
  - a. **Φόρτωση χαρτογραφικών δεδομένων στο σύστημα.** Ο διαχειριστής επιλέγει ένα κατάλληλο αρχείο KML το περιέχει, υπό τη μορφή πολυγώνων, τα οικοδομικά τετράγωνα μιας πόλης και τον πληθυσμό που κατοικεί σε κάθε πολύγωνο. Το σύστημα διατρέπει το αρχείο και μετασχηματίζει τα περιεχόμενά του (συντεταγμένες περιγράμματος πολυγώνου και πληθυσμός), αποθηκεύοντάς τα σε κατάλληλη σχεσιακή βάση δεδομένων. Για κάθε πολύγωνο, το σύστημα επίσης υπολογίζει και αποθηκεύει στη ΒΔ το κεντροειδές του πολυγώνου.
  - b. **Διαγραφή δεδομένων.** Επιλέγοντας αυτή τη λειτουργία και κατόπιν επιβεβαίωσης, το σύστημα διαγράφει όλα τα δεδομένα που αφορούν τη ρυμοτομία και τον πληθυσμό μιας πόλης.
2. **Απεικόνιση στοιχείων πόλης.** Ο διαχειριστής βλέπει σε κατάλληλη οθόνη χάρτη με την απεικόνιση της ρυμοτομίας της πόλης, η οποία μεταφορτώνεται από τη ΒΔ. Η απεικόνιση γίνεται με τη μορφή ημιδιάφανων πολυγώνων πάνω στο χάρτη, τα οποία αρχικά έχουν γκρι χρώμα. Τα πολύγωνα κατόπιν χρωματίζονται ανάλογα με τη διαθεσιμότητα θέσεων στάθμευσης σε αυτά, κατά την εξομοίωση (βλ. παρακάτω ενότητα).
3. **Διαχείριση οικοδομικών τετραγώνων.** Ο διαχειριστής μπορεί να κλικάρει πάνω σε οποιοδήποτε πολύγωνο. Για το πολύγωνο αυτό εμφανίζεται κατάλληλη φόρμα εισαγωγής / επεξεργασίας στοιχείων, στο οποίο ο διαχειριστής μπορεί να ορίσει α) το πλήθος των θέσεων στάθμευσης που υπάρχουν στο οικοδομικό αυτό τετράγωνο και β) την καμπύλη ζήτησης που αντιπροσωπεύει το οικοδομικό αυτό τετράγωνο. Παραδείγματα από καμπύλες ζήτησης παρέχονται μαζί με την εκφώνηση αλλά αν θέλετε μπορείτε να δημιουργήσετε και δικές σας. Σε κάθε περίπτωση, το σύστημα πρέπει να αποθηκεύει τα δεδομένα των καμπυλών ζήτησης είτε στη ΒΔ, είτε με άλλο τρόπο, π.χ. σε εξωτερικό αρχείο, εντός του πηγαίου κώδικα κλπ.
4. **Εκτέλεση εξομοίωσης.** Ο διαχειριστής επιλέγει την έναρξη εξομοίωσης, παρέχοντας συγκεκριμένη ώρα της ημέρας για την οποία θέλει να εκτελεστεί η εξομοίωση. Στην ενότητα εισαγωγής της ώρας,

δίνεται η δυνατότητα να τροποποιηθεί η ώρα χειροκίνητα, ή να μεταβληθεί κατά ορισμένο χρονικό διάστημα (π.χ. κατά 15 λεπτά), το οποίο ορίζει ο διαχειριστής στην ίδια ενότητα. Με το πέρας της εκτέλεσης της εξομοίωσης, τα πολύγωνα του χάρτη χρωματίζονται ανάλογα με τη διαθεσιμότητα θέσεων στάθμευσης σε αυτά που επέστρεψε η εξομοίωση (βλ. παρακάτω ενότητα).

## Χρήστης

Ο χρήστης συνδέεται στο σύστημα μέσω κινητής συσκευής. Δεν απαιτείται η χρήση λογαριασμού για την πρόσβαση (χρήση ως επισκέπτης). Ο χρήστης έχει τις εξής δυνατότητες:

1. **Απεικόνιση στοιχείων πόλης.** Ο χρήστης βλέπει σε κατάλληλη οθόνη χάρτη την απεικόνιση της ρυμοτομίας της πόλης, η οποία μεταφορτώνεται από τη ΒΔ. Η απεικόνιση γίνεται με τη μορφή ημιδιάφανων πολυγώνων χρωματισμένα ανάλογα με τη διαθεσιμότητα των θέσεων στάθμευσης σε κάθε οικοδομικό τετράγωνο (βλ. παρακάτω ενότητα). Η απεικόνιση γίνεται με βάση την εξομοίωση για την τρέχουσα ώρα αλλά ο χρήστης μπορεί να ορίσει συγκεκριμένη ώρα για την οποία θα ήθελε να δει διαθεσιμότητα θέσεων στάθμευσης.
2. **Αναζήτηση προτάσεων περιοχής στάθμευσης.** Ο χρήστης ορίζει στο χάρτη την τοποθεσία στην οποία θέλει να μεταβεί με το αυτοκίνητό του και την ώρα που θέλει να είναι εκεί. Επίσης ορίζει και τη μέγιστη ακτίνα από την τοποθεσία στην οποία θα ήθελε να βρει θέση στάθμευσης (π.χ. 500μ). Το σύστημα εκτελεί την κατάλληλη προσομοίωση και ο χρήστης λαμβάνει ως απεικόνιση στο χάρτη την τοποθεσία (ζεύγος συντεταγμένων) στην οποία πρέπει να κατευθυνθεί για να βρει εύκολα θέση στάθμευσης.

## Εξομοίωση

Σε κάθε οικοδομικό τετράγωνο θεωρούμε ότι υπάρχει ένα σύνολο θέσεων στάθμευσης, κάθε μία από τις οποίες μπορεί να είναι ελεύθερη ή κατειλημμένη (ανάλογα με την τιμή που επιστρέφει κάποιος αισθητήρας σε αυτή). Επίσης, θεωρούμε ότι για έναν αριθμό θέσεων υπάρχει σταθερή ζήτηση, ασχέτως ώρας της ημέρας, καθώς έχουν δοθεί κάρτες στάθμευσης στους μόνιμους κατοίκους του οικοδομικού τετραγώνου. Συγκεκριμένα, αν σε ένα τετράγωνο κατοικούν  $X$  άτομα, η σταθερή ζήτηση θέσεων είναι στο 20% του  $X$ . Αυτό σημαίνει ότι σε οικοδομικά τετράγωνα με μεγάλη πυκνότητα πληθυσμού το νούμερο των κατειλημμένων θέσεων μπορεί να ξεπερνά τις διαθέσιμες! Σε αυτή την περίπτωση θεωρείστε ότι όλες οι θέσεις είναι μόνιμα κατειλημμένες στο συγκεκριμένο τετράγωνο.

Σε κάθε αίτημα για εκτέλεση εξομοίωσης, το σύστημα υπολογίζει το ποσοστό των κατειλημμένων θέσεων σε κάθε οικοδομικό τετράγωνο. Τα αποτελέσματα του υπολογισμού επιστρέφονται στο σύστημα του διαχειριστή ή του χρήστη με τη μορφή αρχείου JSON ή XML που περιέχει για κάθε πολύγωνο το id του πολυγώνου, τις συντεταγμένες του κεντροειδούς του πολυγώνου και το ποσοστό κατειλημμένων θέσεων. Ανάλογα με τα αποτελέσματα, κάθε πολύγωνο «χρωματίζεται» στους χάρτες του διαχειριστή ή του χρήστη ανάλογα με το ποσοστό κατειλημμένων θέσεων, με πράσινο (0-59%), κίτρινο (60-84%) ή κόκκινο (85% και άνω).

Στην περίπτωση αναζήτησης προτάσεων περιοχής στάθμευσης από κάποιο χρήστη, τότε το σύστημα αρχικά εκτελεί την κατάλληλη προσομοίωση και κατόπιν:

- Το σύστημα εντοπίζει όλα τα οικοδομικά τετράγωνα που έχουν κεντροειδή εντός της ακτίνας από την περιοχή προορισμού (όπως τα έχει ορίσει ο χρήστης).
- Γύρω από κάθε κεντροειδές, δημιουργεί εντός 50 μέτρων από το κεντροειδές, τόσα ζεύγη τυχαίων συντεταγμένων, όσες είναι και οι διαθέσιμες ελεύθερες θέσεις στάθμευσης στο σχετικό οικοδομικό τετράγωνο. Τα σημεία αυτά δεν αποθηκεύονται κάπου.

- Κατόπιν, το σύστημα εκτελεί τον αλγόριθμο clustering DBSCAN, χρησιμοποιώντας κατάλληλες τιμές παραμέτρων που θα επιλέξετε εσείς. Ο αλγόριθμος θα ομαδοποιήσει τα σημεία που έχετε δημιουργήσει στο προηγούμενο βήμα σε clusters.
- Το σύστημα εντοπίζει το cluster με τα περισσότερα σημεία, υπολογίζει το κεντροειδές του cluster με τη μορφή γεωγραφικών συντεταγμένων και επιστρέφει στο σύστημα του χρήστη κατάλληλο JSON ή XML αρχείο που περιέχει α) τις συντεταγμένες του κεντροειδούς του cluster και β) την απόσταση του κεντροειδούς αυτού από την επιθυμητή τοποθεσία προορισμού του χρήστη σε ευθεία γραμμή.
- Στην περίπτωση που το σύστημα εντοπίσει περισσότερα από 1 cluster με τον ίδιο αριθμό σημείων και που ισούνται με το μέγιστο μέγεθος cluster, τότε το σύστημα επιστρέφει όλα τα clusters στο αρχείο JSON/XML ως ανωτέρω. Το σύστημα του χρήστη θα πρέπει να μπορεί να διαχειριστεί την απεικόνιση και επιλογή περισσότερων από μια εναλλακτικές.

## Περιορισμοί

1. Ομάδες 3 (τριών) το πολύ ατόμων.
2. Ελεγχόμενη πρόσβαση στο υποσύστημα που απαιτούν σύνδεση/ αποσύνδεση.
3. Οι τεχνολογίες που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι από τις διδαχθείσες στο μάθημα. Μπορείτε όμως να χρησιμοποιήσετε **επιπλέον** όποια άλλη τεχνολογία κρίνετε απαραίτητο.
4. Όλη η εφαρμογή θα πρέπει να υποστηρίζει **πλήρως** την ελληνική γλώσσα.
5. Η εμφάνιση και η λειτουργικότητα της εφαρμογής αξιολογείται.

## Παραδοτέα

1. Συνοπτική αναφορά που θα περιλαμβάνει τον σχεδιασμό της βάσης (ER, σχέσεις πινάκων)
2. Τον πηγαίο κώδικα και ένα export της ΒΔ

### Δομή KML αρχείου

Το KML αρχείο δεν είναι παρά XML με κατάλληλη μορφοποίηση για απεικόνιση σε google maps / google earth. Στο αρχείο που θα λάβετε μαζί με την εκφώνηση, κάθε οικοδομικό τετράγωνο ξεκινά με το tag <Placemark>, κάτω από το οποίο θα βρείτε όλες τις απαραίτητες πληροφορίες. Ο πληθυσμός βρίσκεται στο HTML formatted string που υπάρχει στο tag <Description> (θα πρέπει να εξάγετε μόνο το κομμάτι που σας αφορά). Οι συντεταγμένες περιγράμματος του κάθε οικοδομικού τετραγώνου βρίσκονται στο tag <LinearRing>.

Περισσότερες πληροφορίες θα βρείτε στο:

[https://developers.google.com/kml/documentation/kml\\_tut#placemarks](https://developers.google.com/kml/documentation/kml_tut#placemarks)

### Ενδεικτικό KML αρχείο

Μπορείτε να κατεβάσετε κατάλληλο KML αρχείο για την πόλη της Θεσσαλονίκης από το σύνδεσμο

[http://riskdata.thessaloniki.gr/geoserver/wms/kml?layers=geonode%3Apopulation\\_data\\_per\\_block&mode=download](http://riskdata.thessaloniki.gr/geoserver/wms/kml?layers=geonode%3Apopulation_data_per_block&mode=download)

### Ενδεικτικές κατανομές ζήτησης θέσεων στάθμευσης

Μπορείτε να κατεβάσετε ένα σχετικό αρχείο με τρεις ενδεικτικές κατανομές ζήτησης ανά ώρα από το e-class. Στο αρχείο αυτό, σε κάθε ώρα της ημέρας αντιστοιχεί ένα ποσοστό το οποίο αντιπροσωπεύει τη ζήτηση θέσεων στάθμευσης σε κάποιο οικοδομικό τετράγωνο από οχήματα που δε διαμένουν οι ιδιοκτήτες τους στο οικοδομικό τετράγωνο.

### Ενδεικτικός Κώδικας DBSCAN

<https://github.com/bhavikm/DBSCAN-clustering/blob/master/dbscan.php>

### Ενδεικτικός Κώδικας υπολογισμού κεντροειδούς πολυγώνου

<https://github.com/gregallensworth/PHP-Geometry/blob/master/Polygon.php>