

Δομές Δεδομένων

1^η Εργασία

2019-2020

Για την αντιμετώπιση της πανδημίας του κορωνοϊού, το Υπουργείο Υγείας του Ισραήλ ανέπτυξε την εφαρμογή Hamagen για κινητά τηλέφωνα (<https://medium.com/proferosec-osm/hamagen-application-fighting-the-corona-virus-4ecf55eb4f7c>, <https://www.reuters.com/article/us-health-coronavirus-israel-apps/1-5-million-israelis-using-voluntary-coronavirus-monitoring-app-idUSKBN21J5L5>). Η χρήση είναι προαιρετική και η κύρια λειτουργία της εφαρμογής είναι να ειδοποιεί τους χρήστες για πιθανή μόλυνση από τον κορωνοϊό. Συγκεκριμένα, ο χρήστης δίνει τη συγκατάθεσή του να καταγράφεται τακτικά η τρέχουσα θέση του (μαζί με την ώρα καταγραφής) και στη συνέχεια με βάση τις ήδη αποθηκευμένες τροχιές των επιβεβαιωμένων κρουσμάτων, ειδοποιούνται εκείνοι οι χρήστες οι οποίοι βρέθηκαν λίγη ώρα μετά, κοντά στα σημεία που πέρασε ένας ασθενής από κορωνοϊό.

Στόχος αυτής της εργασίας, είναι να υλοποιήσετε κάποιες από τις βασικές λειτουργίες αυτής της εφαρμογής καθώς και κάποιες επιπλέον. Θεωρείστε ότι από την έναρξη της λειτουργίας της εφαρμογής, καταγράφονται ανά 30 δευτερόλεπτα οι γεωγραφικές συντεταγμένες (x,y) του χρήστη καθώς και η ώρα της καταγραφής. Το σύνολο αυτής της πληροφορίας φυλάσσεται σε μία αλυσίδα η οποία συνεχώς επεκτείνεται. Κάθε κόμβος της αλυσίδας θα περιέχει μία θέση του χρήστη και την αντίστοιχη ώρα και επομένως ουσιαστικά κάθε αλυσίδα αντιστοιχεί στην τροχιά ενός χρήστη. Προκειμένου να είναι εύκολη η διάσχιση της λίστας, πέραν του «κλασσικού» δείκτη στην αρχή της αλυσίδας θα υπάρχουν και επιπλέον δείκτες οι οποίοι θα δείχνουν στους πρώτους κόμβους αμέσως μετά την αλλαγή της ημέρας.

Θα υλοποιηθούν οι ακόλουθες λειτουργίες:

1) **POSSIBLE_COVID_19_INFECTION(User Trajectory, Day, List of COVID-19 patients)**. Η συνάρτηση αυτή θα παίρνει ως είσοδο την τροχιά ενός χρήστη για μία συγκεκριμένη ημέρα, θα την συγκρίνει με τις τροχιές των ασθενών και θα επιστρέφει TRUE αν ο χρήστης βρέθηκε εντός ακτίνας R από τον ασθενή για διάστημα τουλάχιστον T_1 λεπτών της ώρας και το πολύ T_2 λεπτά αργότερα από τη στιγμή που πέρασε ο ασθενής. Π.χ. αν Day= 4/8/2020, R=2m, $T_1=15$ λεπτά και $T_2= 460$ λεπτά (4 ώρες), αν την 4/8/2020 ο χρήστης πέρασε σε ένα μέτρο απόσταση 2 ώρες μετά από τον σημείο που βρέθηκε ένας ασθενής για κορωνοϊό και έμεινε στην περιοχή για 30 λεπτά τότε πρέπει να ειδοποιείται (TRUE). Επισημαίνεται ότι αν το γεγονός της προσέγγισης έγινε κοντά στο τέλος της ημέρας ο έλεγχος συνεχίζεται και στην αρχή της επομένης.

2) **FIND_CROWDED_PLACES(Day, Time Interval, Square Region of Interest, Minimum Stay Duration)** Η συνάρτηση αυτή επιστρέφει το πλήθος των χρηστών που βρέθηκαν εντός μίας τετραγωνικής περιοχής μία συγκεκριμένη ημέρα, εντός ενός χρονικού διαστήματος και παρέμειναν στην περιοχή τουλάχιστον

για κάποια ώρα. Με αυτό τον τρόπο, οι αρχές μπορούν να εντοπίζουν προβληματικές περιοχές ώστε να λάβουν τα κατάλληλα μέτρα.

3) **REPAIR (Day, User Trajectory)**. Ένα συχνό πρόβλημα με την τεχνολογία GPS είναι ότι όταν η κινητή συσκευή είναι σε κλειστό χώρο ή σε περιοχή με ψηλά κτήρια, υπάρχει πιθανότητα κάποια γεωγραφικά στίγματα να μην μεταδοθούν. Η συνάρτηση REPAIR θα συμπληρώνει αυτά τα κενά που μπορούν να συμβούν στην καταγραφή της τροχιάς ενός χρήστη. Πιο αναλυτικά, στο τέλος μίας συγκεκριμένης ημέρας, θα ελέγχεται αν υπάρχουν δύο γειτονικά γεωγραφικά στίγματα που καταγράφηκαν εντός της ημέρας των οποίων η χρονική απόσταση είναι μεγαλύτερη από 30 δευτερόλεπτα και στην περίπτωση αυτή θα προστίθενται εμβόλιμα στην αλυσίδα κόμβοι που θα αντιστοιχούν στα χαμένα στίγματα. Γίνεται η υπόθεση ότι ο χρήστης κινείται ευθύγραμμα μεταξύ των δυο γεωγραφικών στιγμάτων που οριοθετούν το εντοπισμένο κενό στην τροχιά και με ταχύτητα ίση με το λόγο της απόστασης των δύο στιγμάτων προς την χρονική τους απόσταση.

4) **SUMMARIZE_TRAJECTORY(DAY, DAYS BEFORE, USER TRAJECTORY)** . Στο τέλος μίας συγκεκριμένης ημέρας, η τροχιά της ημέρας που απέχει ένα πλήθος ημερών από τη συγκεκριμένη θα αντικαθίσταται από μία σύνοψή της. Συγκεκριμένα, έστω (x,y) το πρώτο στίγμα που καταγράφηκε την ημέρα που μας ενδιαφέρει. Όλα τα επόμενα στίγματα που απέχουν λιγότερο από R από το στίγμα (x,y) διαγράφονται από την αλυσίδα μέχρι να εντοπιστεί το πρώτο στίγμα (x_1,y_1) που θα είναι εκτός του παραπάνω κύκλου. Στη συνέχεια με κέντρο το (x_1,y_1) η προηγούμενη διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι να φτάσουμε στο τέλος της ημέρας.

Θέματα Υλοποίησης

Βασικό σημείο στην υλοποίηση της εργασίας είναι η προσομοίωση της κίνησης των χρηστών και του χρόνου. Η προσομοίωση του χρόνου θα γίνεται με τη χρήση ενός επαναληπτικού βρόχου και τη χρήση ενός μετρητή που θα αυξάνει ανά 30 για να προσομοιωθεί η πάροδος των 30 δευτερολέπτων. Επίσης, υποθέτουμε ότι οι χρήστες κινούνται σε μία τετράγωνη περιοχή διαστάσεων $D \times D$ και συγκεκριμένα κινούνται με βάση το μοντέλο Random waypoint (https://en.wikipedia.org/wiki/Random_waypoint_model). Σύμφωνα με αυτό το μοντέλο, οι χρήστες ξεκινούν από μία τυχαία τοποθεσία, μένουν σε αυτή ένα τυχαίο χρονικό διάστημα και στη συνέχεια επιλέγουν ένα τυχαίο προορισμό και κινούνται ευθύγραμμα με κατεύθυνση προς αυτόν τον προορισμό με σταθερή ταχύτητα τυχαία επιλεγμένη. Στο σενάριο μας, όλες οι τυχαίες τοποθεσίες θα είναι εντός της παραπάνω τετράγωνης περιοχής και επίσης υποθέτουμε ότι όλοι οι χρήστες κινούνται πεζή και με ταχύτητες που κυμαίνονται μεταξύ 3 και 6 Km/h.

Σχετικά με την προσομοίωση της απώλειας σήματος GPS, σε τυχαίες χρονικές στιγμές για ένα τυχαίο χρονικό διάστημα, το πρόγραμμα σας θα παύει να εισάγει στην αλυσίδα τα γεωγραφικά στίγματα του χρήστη.

Στο τέλος κάθε ημέρας, θα εκτελείται αρχικά η συνάρτηση REPAIR που θα διορθώνει όλες τις τροχιές των χρηστών για την ημέρα που μόλις έληξε. Στη συνέχεια πάλι με αναφορά τη συγκεκριμένη ημέρα, θα εκτελείται η συνάρτηση POSSIBLE_COVID_19_INFECTION για όλους τους χρήστες για τον εντοπισμό πιθανόν νέων κρουσμάτων. Στη συνέχεια θα εκτελείται η SUMMARIZE_TRAJECTORY όπου για κάθε

χρήστη θα γίνεται σύνοψη της τροχιάς για την ημέρα που απέχει ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα από την τρέχουσα ημέρα. Τέλος, θα δίνεται η δυνατότητα στους διαχειριστές της εφαρμογής, πάλι στο τέλος της ημέρας, να εκτελούν την συνάρτηση `FIND_CROWDED_PLACES` για να εντοπίσουν σημεία συνωστισμού για την ημέρα που μόλις έληξε.

Παραδοτέα

Θα πρέπει να παραδοθεί ο πηγαίος κώδικας μαζί με τον εκτελέσιμο. Ιδιαίτερη βαρύτητα θα πρέπει να δοθεί στη σωστή τεκμηρίωση των προγραμμάτων σας. Θα πρέπει λοιπόν ο κώδικας σας να συνοδεύεται από ξεχωριστό κείμενο που θα παρέχει λεπτομερή περιγραφή των τεχνικών σας. Επίσης, εντός του πηγαίου κώδικα θα πρέπει να υπάρχουν «πυκνά» σχόλια διατυπωμένα. Η παράδοση των εργασιών θα γίνει μέσω του `gunet`.

Η εργασία μπορεί να εκπονηθεί από ομάδα μέχρι δύο ατόμων αυστηρώς.

Προθεσμία Παράδοσης: Δευτέρα 11 Μάϊου 2020