



Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών
Ανάπτυξη Λογισμικού για Δίκτυα & Τηλεπικοινωνίες

Χειμερινό Εξάμηνο 2019/2020

Δεύτερο Παραδοτέο

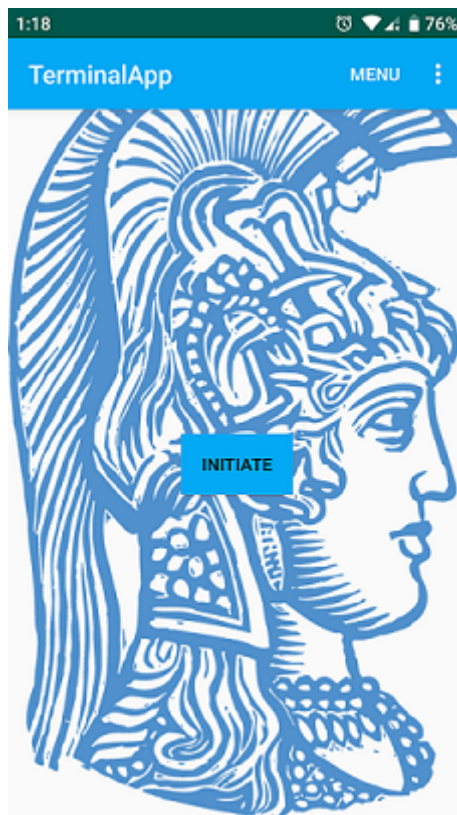
Εκπονήθηκε από:

Βασίλειος Μαυρομάτης (sdi1200106)
Σπύρος Γεωργιάδης (sdi1500024)
Αντώνιος Παπαπέτρου (sdi0800181)

Περιεχόμενα

1	Android Εφαρμογή	2
1.1	Τρόπος Χρήσης	3
1.1.1	Πρώτη Δραστηριότητα-Network Parameters	4
1.1.2	Πρώτη Δραστηριότητα-File Parameters	5
1.1.3	Πρώτη Δραστηριότητα-Exit	6
1.1.4	Πρώτη Δραστηριότητα-Initiate	7
1.1.5	Δεύτερη Δραστηριότητα-Connect To EdgeServer	7
1.1.6	Δεύτερη Δραστηριότητα-Send Data	7
1.1.7	Δεύτερη Δραστηριότητα-Stop Sending	8
1.1.8	Δεύτερη Δραστηριότητα-Maps Toggle Button	8
1.1.9	Τελευταίες Παρατηρήσεις	9
1.2	Περιγραφή API	10
1.2.1	Package "gr.di.uoa"	10
1.2.2	Package "mqttHandler"	10
1.2.3	Package "helpers"	11
2	Edge Server	12
2.1	Περιγραφή API	12
2.1.1	Package "heatmapGenerator"	12
2.1.2	Package "xml2csvConverter"	12
2.1.3	Package "edgeServer"	13
3	SQL Βάση	14
3.1	Περιγραφή Βάσης	14

1 Android Εφαρμογή

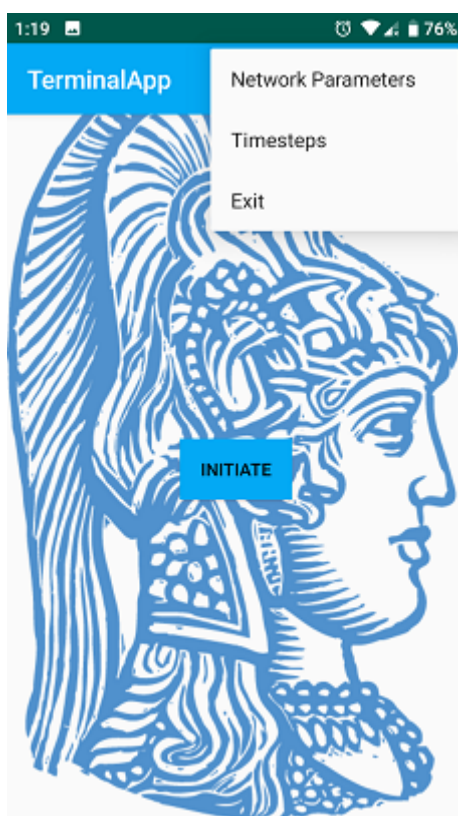


Η εφαρμογή εγκαθίσταται και τρέχει στα τερματικά (κινητά) για αποστολή των μετρήσεων στον edge-server με χρήση του πρωτοκόλλου MQTT. Απαραίτητο είναι να έχει φορτωθεί στα κινητά το αντίστοιχο .csv αρχείο από το οποίο και θα διαβάζει τα δεδομένα η εφαρμογή, και τα κινητά να διαθέτουν την έκδοση Android 6.0 Marshmallow, ή νεότερη.

1.1 Τρόπος Χρήσης

Η εφαρμογή διαθέτει φιλικό μενού χρήστη για την εισαγωγή των απαραίτητων δεδομένων και εκτέλεση των λειτουργιών.

Ανοίγοντας την, ο χρήστης αντικρίζει την πρώτη δραστηριότητα στην οποία και εισάγει τις απαραίτητες για την αποστολή των δεδομένων πληροφορίες. Η εισαγωγή των πληροφοριών πραγματοποιείται πατώντας τις τρεις τελείες δεξιά από την λέξη MENU και στην συνέχεια διαλέγοντας την αντίστοιχη επιλογή.

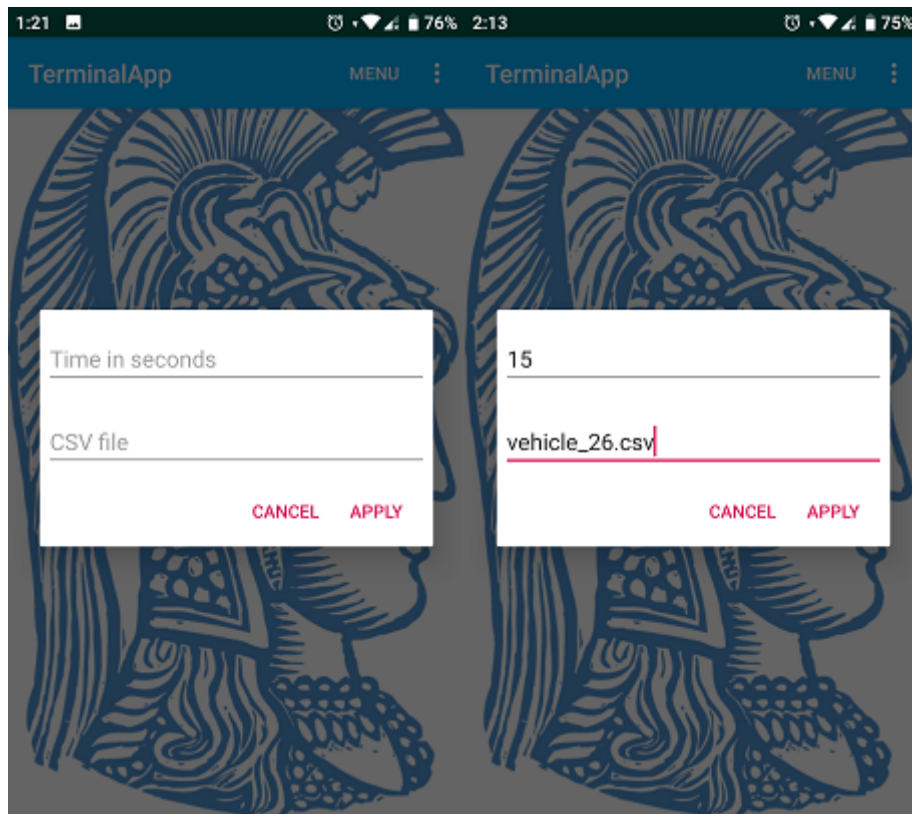


1.1.1 Πρώτη Δραστηριότητα-Network Parameters

The screenshot shows the 'TerminalApp' interface on a mobile device. The background features a repeating pattern of classical Greek helmets. Two white input forms are displayed side-by-side. The left form has labels 'IP address', 'Port', and 'Topic' with corresponding empty input fields. The right form has the same labels but with pre-filled values: '192.168.2.56' for IP address, '1883' for Port, and 'mytopic' for Topic. Both forms have 'CANCEL' and 'APPLY' buttons at the bottom right. The status bar at the top shows the time as 1:19 and 1:20, and battery level at 76%.

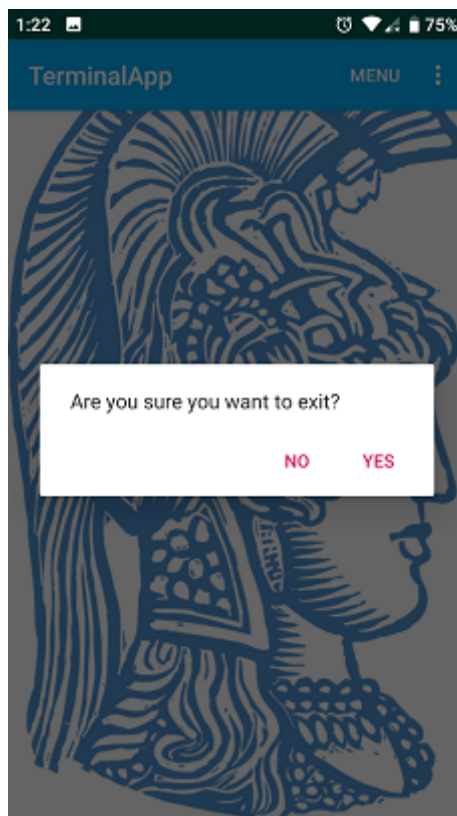
Εδώ ο χρήστης καλείται να εισαγάγει τις πληροφορίες που σχετίζονται με το MQTT, δηλαδή την **διεύθυνση IP**, τον αριθμό της πόρτας (**Port**) καθώς και το όνομα του **Topic**. Κατά την εισαγωγή της διεύθυνσης, οι αριθμοί πρέπει να χωρίζονται μεταξύ τους με τελεία (.) . Αν τα δεδομένα που εισήχθησαν δεν είναι έγκυρα, ο χρήστης ενημερώνεται με κατάλληλο μήνυμα και καλείται να τα επανεισάγει.

1.1.2 Πρώτη Δραστηριότητα-File Parameters



Εδώ εισάγονται οι πληροφορίες που είναι σχετικές με την αποστολή του αρχείου, συγκεκριμένα τα **Timesteps**, δηλαδή ο αριθμός των γραμμών του αρχείου που θα σταλούν, ή, με άλλα λόγια, ο χρόνος που θα διαρκέσει η αποστολή (αν το πεδίο μείνει κενό, αποστέλλονται όλες οι γραμμές του αρχείου), και το **όνομα** του αρχείου, το οποίο πρέπει να περιλαμβάνει την κατάληξη `.csv`. Όπως και πριν, αν οποιαδήποτε πληροφορία δεν είναι έγκυρη, ή αν το αρχείο με το δοθέν όνομα δεν βρεθεί, ο χρήστης ενημερώνεται κατάλληλα και καλείται να εισάγει εκ νέου τα δεδομένα.

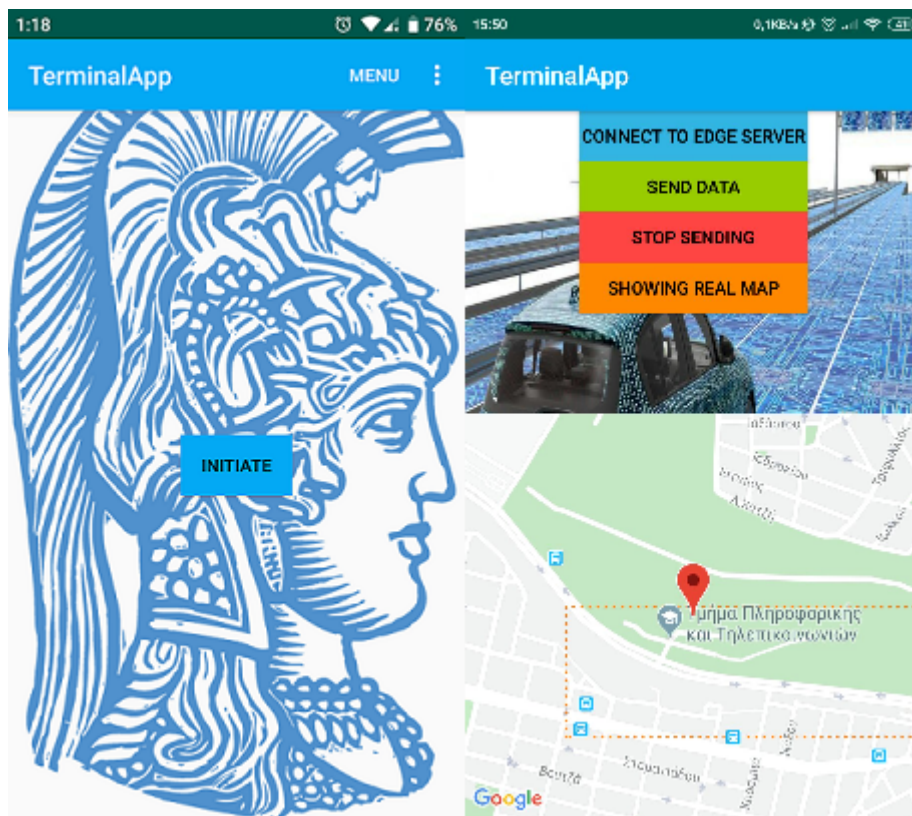
1.1.3 Πρώτη Δραστηριότητα-Exit



Επιλέγοντας YES στο παράθυρο εξόδου, ο χρήστης βγαίνει από την εφαρμογή.

1.1.4 Πρώτη Δραστηριότητα-Initiate

Έχοντας εισάγει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες, ο χρήστης πατάει το κουμπί **Initiate** για μετάβαση στην δεύτερη δραστηριότητα. Η δεύτερη δραστηριότητα, με τις επιλογές της αποστολής, εμφανίζεται μόνον όταν όλες οι πληροφορίες έχουν δοθεί και είναι έγκυρες. Σε κάθε άλλη περίπτωση, ο χρήστης ενημερώνεται με κατάλληλο μήνυμα.



1.1.5 Δεύτερη Δραστηριότητα-Connect To EdgeServer

Πατώντας το πλήκτρο αυτό, πραγματοποιείται σύνδεση μεταξύ του κινητού και του Edge-Server. Είναι απαραίτητο να γίνει αυτό το βήμα πριν να ξεκινήσει η ανταλλαγή των δεδομένων. Ο χρήστης λαμβάνει κατάλληλο μήνυμα για το αν η διαδικασία σύνδεσης πέτυχε ή όχι.

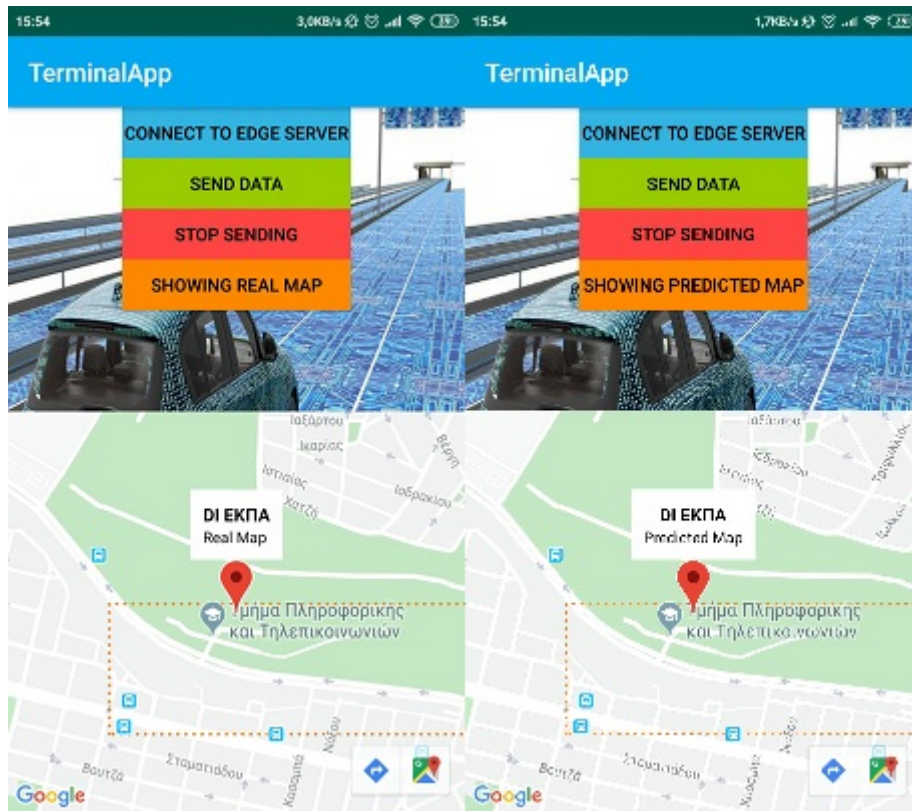
1.1.6 Δεύτερη Δραστηριότητα-Send Data

Έχοντας πραγματοποιήσει σύνδεση με τον Edge-Server, πατάμε το πλήκτρο αυτό για να ξεκινήσει η αποστολή των δεδομένων. Οι γραμμές του αρχείου στέλνονται με συχνότητα ενός δευτερολέπτου.

1.1.7 Δεύτερη Δραστηριότητα-Stop Sending

Μπορούμε κάθε στιγμή να διακόψουμε την αποστολή των δεδομένων πιέζοντας το πλήκτρο αυτό. Με το πάτημα του η αποστολή διακόπτεται και το κινητό αποσυνδέεται από τον Edge-Server.

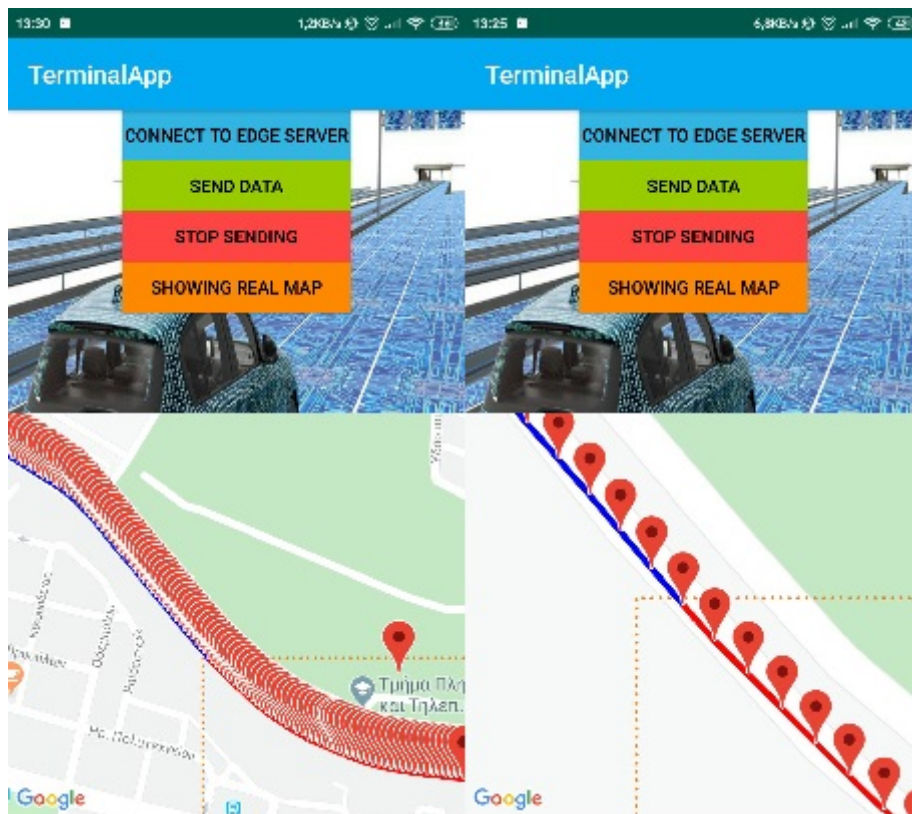
1.1.8 Δεύτερη Δραστηριότητα-Maps Toggle Button



Με το πλήκτρο αυτό πραγματοποιείται εναλλαγή μεταξύ των χαρτών που απεικονίζουν την πραγματική και την προβλεπόμενη πορεία του android τερματικού αντίστοιχα.

1.1.9 Τελευταίες Παρατηρήσεις

- Για οποιονδήποτε λάθος χειρισμό των πλήκτρων της δεύτερης δραστηριότητας, ο χρήστης ενημερώνεται με αντίστοιχα μηνύματα.
- Μπορούμε να επιστρέψουμε στην πρώτη δραστηριότητα πατώντας το κουμπί επιστροφής του κινητού (back-button). Επιλέγοντας YES στο παράθυρο εξόδου, επιστρέφουμε στην πρώτη δραστηριότητα. Οι πληροφορίες που δόθηκαν αποθηκεύονται και δεν είναι απαραίτητο να επανεισαχθούν.
- Η εφαρμογή πραγματοποιεί περιοδικό έλεγχο για σύνδεση στο δίκτυο. Αν υπάρχει πρόβλημα με την σύνδεση και βρισκόμαστε στην δεύτερη δραστηριότητα, εμφανίζεται κατάλληλο μήνυμα.
- Στα αρχεία μετρήσεων που παράγονται από το SUMO εμπεριέχονται και συντεταγμένες που βρίσκονται εκτός της περιοχής μελέτης. Για τις συντεταγμένες αυτές, η πορεία του android τερματικού σχεδιάζεται με μπλε χρώμα και μόνο στον χάρτη των πραγματικών μετρήσεων. Επιπρόσθετα, ο Edge Server δεν πραγματοποιεί κάποια πρόβλεψη για τις μετρήσεις αυτές και απαντά στα android τερματικά με το μήνυμα "Could not locate your position, terminal X" όπου X το αναγνωριστικό του τερματικού.



1.2 Περιγραφή API

1.2.1 Package "gr.di.uoa"

- MainActivity.java

Περιέχει τις μεταβλητές και τις συναρτήσεις για την εισαγωγή των απαραίτητων δεδομένων και τον έλεγχο εγκυρότητας αυτών. Με το πάτημα του κουμπιού **Initiate** οι τιμές των παραμέτρων εισόδου προωθούνται στην δεύτερη δραστηριότητα (αν είναι έγκυρες).

- ConnectionActivity.java

Μέσω της χρήσης νημάτων (threads), αναλαμβάνει το διάβασμα και την αποστολή του αρχείου, τον έλεγχο της σύνδεσης στο δίκτυο, την παραλαβή μηνυμάτων από τον Edge Server καθώς και την τοποθέτηση των markers και την σύνδεση αυτών επάνω στους 2 χάρτες για οπτικοποίηση της πορείας του κινητού κόμβου.

1.2.2 Package "mqtthandler"

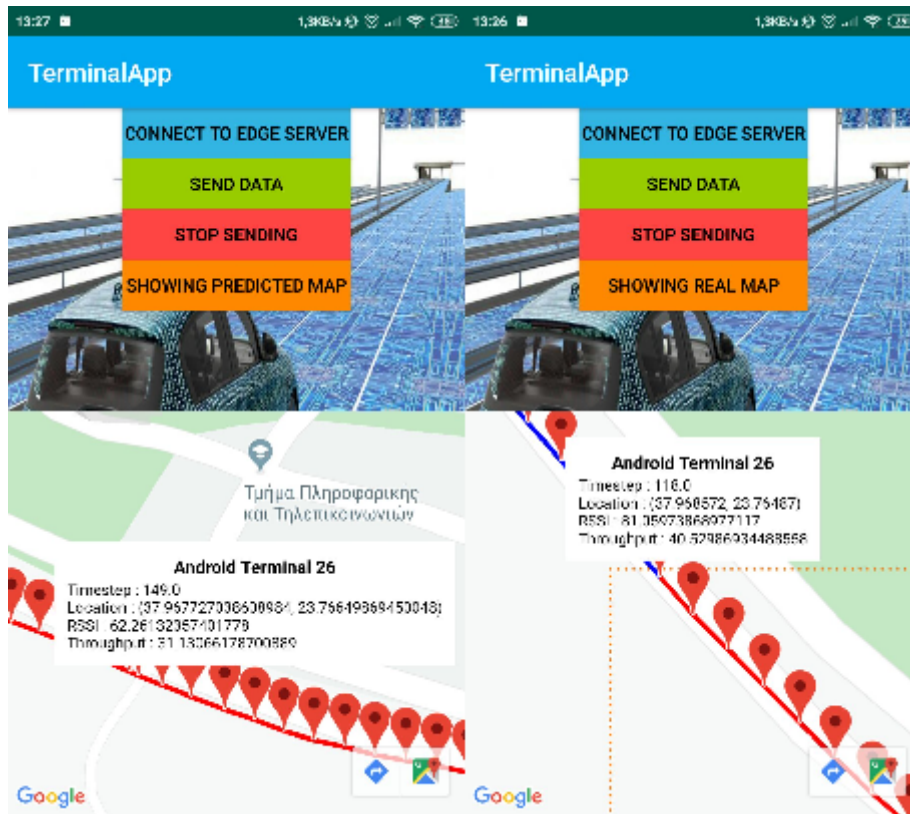
- MqttHandler.java

Περιέχει τις συναρτήσεις για τις απαραίτητες λειτουργίες του πρωτοκόλλου MQTT μέσω του οποίου πραγματοποιείται η αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ των Android τερματικών και του Edge Server.

1.2.3 Package "helpers"

- CustomInfoWindowAdapter.java

Χρησιμοποιείται για την δημιουργία των Info Windows τα οποία απεικονίζουν τις πληροφορίες κάθε marker. Χρήση ξεχωριστής κλάσης ενθυλάκωσης λόγω κακής default συμπεριφοράς του Google Maps API.



2 Edge Server

2.1 Περιγραφή API

2.1.1 Package "heatmapGenerator"

- GridPainter.java:

Η κλάση αυτή χρησιμοποιείται για την εξαγωγή του grid και τον χρωματισμό των κελιών αυτού χρησιμοποιώντας μία παλέτα κανονικοποιημένων τιμών χρωμάτων για την απεικόνιση του heatmap.

- PercentCalculator.java:

Η κλάση αυτή χρησιμοποιείται για ανάγνωση των τιμών RSSI και Throughput του δοθέντος .csv αρχείου και έπειτα για τον υπολογισμό των μέσων τιμών με βάση τα αντίστοιχα γεωγραφικά κελιά μέσα στα οποία κινούνται τα android τερματικά.

- LegendPainter.java:

Η κλάση αυτή είναι υπεύθυνη για την δημιουργία του υπομνήματος και χρησιμοποιεί αποχρώσεις τεσσάρων χρωμάτων (πράσινο, κίτρινο, πορτοκαλί, κόκκινο).

- MultiGradient.java:

Περιέχει συναρτήσεις για την δημιουργία χρωματικών βαθμίδων (gradients).

2.1.2 Package "xml2csvConverter"

- CSVwriter.java:

Χρησιμοποιείται για την δημιουργία και εγγραφή των .csv αρχείων.

- RSSI_Throughput.java:

Γεννάει τις τυχαίες τιμές για το RSSI χρησιμοποιώντας Gaussian κατανομή με μέση τιμή 60 και διακύμανση 20. Με βάση τις τιμές αυτές και την μέγιστη χωρητικότητα της σύνδεσης (50Mbps) υπολογίζονται και οι αντίστοιχες τιμές για το Throughput.

- XMLParser.java:

Πραγματοποιεί το parsing των δεδομένων από τα αρχικά .xml αρχεία που παρήχθησαν από το Sumo σε αντίστοιχες μεταβλητές, καθιστώντας ευκολότερη την διαχείριση τους.

2.1.3 Package "edgeServer"

- MQTTclientHandler.java:

Παρέχει όλες τις απαραίτητες συναρτήσεις για την εγκαθίδρυση της σύνδεσης και την αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ του Edge Server και των Android τερματικών μέσω του πρωτοκόλλου MQTT και του Mosquitto Broker που είναι εγκατεστημένος στον Edge Server.

- formulaCalculator.java:

Είναι υπεύθυνη για την εξαγωγή των δεδομένων του ληφθέντος μηνύματος και έπειτα τον υπολογισμό της προβλεπόμενης γεωγραφικής θέσης σύμφωνα με την δοθείσα εξίσωση.

- distanceCalculator.java:

Χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της απόκλισης σε μέτρα των προβλεπόμενων και πραγματικών γεωγραφικών τιμών.

- ErrorPainter.java:

Δημιουργεί το διάγραμμα απόκλισης μεταξύ προβλεπόμενων και πραγματικών γεωγραφικών τιμών χρησιμοποιώντας τις τιμές που υπολογίζει η κλάση distanceCalculator.

- Main.java:

Είναι η main συνάρτηση που τρέχει στο JVM του Edge Server και αναλαμβάνει χρησιμοποιώντας τις παραπάνω κλάσεις την παραγωγή των .csv αρχείων και την δημιουργία των heatmaps. Έπειτα, δημιουργεί δύο MQTT topics (ένα για κάθε τερματικό) για αμφίδρομη επικοινωνία με τις Android συσκευές και συνδέεται με την SQL βάση μέσω του API JDBC. Στην συνέχεια αναλαμβάνει να χειριστεί 3 τύπους λαμβανόμενων μηνυμάτων από τα Android τερματικά ως εξής:

1. Header CSV αρχείου: όταν ληφθεί αυτό το μήνυμα, καθαρίζεται η SQL βάση για αποφυγή διπλοτύπων σε περίπτωση επαναποστολής των μετρήσεων.

2. Actual Data CSV αρχείου: όταν ληφθεί η γραμμή μετρήσεων για ένα timestep, έστω X, ο server αναλαμβάνει να υπολογίσει τα προβλεπόμενα (predicted) δεδομένα γεωγραφικής θέσης και ποιότητας δικτύου για την γραμμή μετρήσεων με timestep $X + t$, όπου t ο χρονικός ορίζοντας πρόβλεψης, ο οποίος εδώ ισούται με 1 δευτερόλεπτο. Όταν ληφθεί η γραμμή μετρήσεων για το timestep $X + t$, τόσο οι πραγματικές, όσο και οι προβλεπόμενες τιμές, καταχωρούνται στην SQL βάση δεδομένων.

3. Μήνυμα END OF DATA: ενημερώνει τον Edge Server ότι η αποστολή δεδομένων έχει ολοκληρωθεί. Μόλις ληφθεί το μήνυμα αυτό, ο Edge Server παράγει το διάγραμμα απόκλισης, σε μέτρα, των προβλεπόμενων-πραγματικών τιμών συναρτήσεως του χρόνου, χρησιμοποιώντας τα δεδομένα της SQL βάσης.

3 SQL Βάση

3.1 Περιγραφή Βάσης

Η βάση διαθέτει ένα μοναδικό πίνακα "dataTable" 10 στηλών με τα εξής πεδία:

1. **timestep** (unsigned double, not NULL, primary key 1)
2. **device_id** (int, not NULL, primary key 2)
3. **real_lat** (unsigned double, not NULL)
4. **real_long** (unsigned double, not NULL)
5. **predicted_lat** (unsigned double, not NULL)
6. **predicted_long** (unsigned double, not NULL)
7. **real_RSSI** (unsigned double, not NULL)
8. **real_throughput** (unsigned double, not NULL)
9. **predicted_RSSI** (unsigned double, not NULL)
10. **predicted_throughput** (unsigned double, not NULL)

Ο Edge Server μέσω της main κλάσης και με βάση τα μηνύματα που λαμβάνει από τα android τερματικά, επικοινωνεί με την βάση δεδομένων και εκτελεί τα αντίστοιχα SQL queries.