

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Ανάπτυξη εφαρμογής Android με χρήση
γεωγραφικού προσδιορισμού και διασποράς σημείων
(heatmaps) σε χάρτες της Google για φορητές
συσκευές»**

«Εικόνα»

Της φοιτήτριας
Θεολογίδου Αικατερίνη
Αρ. Μητρώου: 144291

Επιβλέπων
Ονοματεπώνυμο: Ακριτίδης
Λεωνίδας

Ημερομηνία 3/1/21

Τίτλος Δ.Ε. Ανάπτυξη εφαρμογής Android με χρήση γεωγραφικού προσδιορισμού και διασποράς σημείων (heatmaps) σε χάρτες της Google για φορητές συσκευές

Κωδικός Δ.Ε. 20234

Ονοματεπώνυμο φοιτητή Θεολογίδου Αικατερίνη

Ονοματεπώνυμο εισηγητή Ακριτίδης Λεωνίδα

Ημερομηνία ανάληψης Δ.Ε. 9/11/20

Ημερομηνία περάτωσης Δ.Ε. 3/1/21

Βεβαιώνω ότι είμαι ο συγγραφέας αυτής της εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, έχω καταγράψει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών, εικόνων και κειμένου, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επιπλέον, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά, ειδικά ως διπλωματική εργασία, στο Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του ΔΙ.ΠΑ.Ε.

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία της φοιτήτριας Θεολογίδου Αικατερίνη που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης, ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσης της εργασίας διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο της εργασίας, δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού, ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, πώληση, εμπορική χρήση, διανομή, έκδοση, μεταφόρτωση (downloading), ανάρτηση (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού.

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος, δεν υποδηλώνει απαραίτητα και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα, εκ μέρους του Τμήματος.

«Αφιέρωση»

Πρόλογος

Ο λόγος της επιλογής της συγκεκριμένης εφαρμογής προς υλοποίηση είναι το έλλειμμα που παρατηρήθηκε στο Google Play, την επίσημη αγορά για Android apps, για εφαρμογές που εμφανίζουν τη διασπορά σημείων σε χάρτες για σημεία ενδιαφέροντος στην Ελλάδα. Μολονότι ότι υπάρχουν αναρίθμητες εφαρμογές για εμφάνιση σημείων για πλειάδες κατηγοριών, αυτές οι εφαρμογές εξυπηρετούν κυρίως τις ανάγκες ψυχαγωγίας και αποτελούν έναν τυπικό οδηγό πόλης. Είναι βέβαιο ότι οι χάρτες της Google έχουν ευρεία χρήση στο χώρο των επιχειρήσεων και είναι ένα σημαντικό εργαλείο που σχετίζεται με αρκετούς τομείς της επιστήμης και δη της στατιστικής και της λήψης αποφάσεων.

Η υλοποίηση της εφαρμογής είχε επίσης μαθησιακά οφέλη και απαίτησε έρευνα στις υπηρεσίες και τα εργαλεία της Google για προγραμματισμό σε κινητές συσκευές. Συνεπώς έγινε μελέτη στη γλώσσα προγραμματισμού και σε επιμέρους τεχνικές της Java αναφορικά με τη χρήση σε περιβάλλον Android. Ο προγραμματισμός του συγκεκριμένου συστήματος θα συμβάλλει στη μάθηση των σχετικών τεχνολογιών αλλά και την κατανόηση των βασικών τεχνικών επιχειρηματικών διαδικασιών που χρησιμοποιούνται σε οργανισμούς για τη γενική ανάπτυξη σύγχρονου λογισμικού γενικού σκοπού. Το τεχνικό υπόβαθρο που θα αποκτηθεί εμπεριέχει κατανόηση των εννοιών του αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού, της αποσφαλμάτωσης λογισμικού και τη χρήση βιβλιοθηκών και εργαλείων IDE που παισιώνουν το οικοσύστημα Android.

Περίληψη

Η παρούσα ΔΕ έχει ως κύριο σκοπό τη δημιουργία μιας εφαρμογής για έξυπνα κινητά τηλέφωνα που χρησιμοποιούν το λειτουργικό σύστημα Android. Η εφαρμογή παρουσιάζει στους χάρτες της Google σημεία που ανήκουν σε μια από τις επτά κατηγορίες: Κεραίες τηλεπικοινωνιών, θανατηφόρα ατυχήματα, δασικές πυρκαγιές, φαρμακεία, γαλάζιες σημαίες, εξαφανισθέντες και εγκληματικότητα. Αυτά τα σημεία αντιπροσωπεύουν την τοποθεσία που βρίσκεται το κάθε ένα από αυτά. Ως κέντρο αναφοράς των σημείων έχει επιλεγεί το κέντρο της Αθήνα, Ελλάδα, ενώ επιτρέπεται η επέκταση σε περισσότερες περιοχές, κάτι που συνεπάγεται τη συλλογή μεγάλου όγκου δεδομένων για την τοποθεσία και την κατηγορία των σημείων. Κάθε σημείο στους χάρτες έχει ένα σύμβολο (marker) που προσδιορίζεται από την κατηγορία που ανήκει. Ένα ειδικό κουμπί στην εφαρμογή ενεργοποιεί το heatmap, δηλαδή τη διασπορά των σημείων στους χάρτες.

Ο επιδιωκόμενος στόχος από τη χρήση της εφαρμογής είναι να αποτελέσει ένα εργαλείο για οργανισμούς και τη δημόσια διοίκηση για να ενημερώσει τους πολίτες σχετικά με την πυκνότητα ή αραιότητα για ορισμένους τομείς της πόλης, όπως η καταγραφή της ποσότητας και της συχνότητας φυσικών και ανθρώπινων συμβάντων, αλλά και την κατανομή της τοπικής αγοράς που απασχολούν τόσο την κοινωνία γενικά όσο και το αρμόδιο δημοτικό προσωπικό.

Σε καθημερινή βάση γίνεται παρακολούθηση και καταγραφή από την πολιτεία για συμβάντα που έχουν επίδραση στο περιβάλλον και στον άνθρωπο. Είναι εύλογο ότι το πλήθος των στατιστικών που προκύπτει είναι αρκετά μεγάλο και ίσως μερικές φορές, ένα μεγάλο νούμερο σε μια κατηγορία να μην έχει την ίδια βαρύτητα και επίδραση σε σχέση με την εικόνα, που έχει οπτικοποιήσει το νούμερο σε ένα heatmap, το οποίο απεικονίζει τη διασπορά και συνεπώς την ένταση της κατηγορίας σε μια περιοχή στους χάρτες. Η οπτικοποίηση των στατιστικών έχει ως στόχο να αποτελέσει ένα εύληπτο τρόπο κατανόησης των αριθμών από τη μεριά του παρατηρητή που θα οδηγήσει με τη σειρά του τον αρμόδιο θεσμό στην εξαγωγή συμπερασμάτων και τελικά στη λήψη αποφάσεων.

«Τίτλος Διπλωματικής Εργασίας»

(στην αγγλική γλώσσα)

Abstract

The main goal of the current thesis is building an app for smartphones that run on the Android operating system. The application exhibits points on Google maps that belong to one of seven categories: Telecommunication antennas, fatal accidents, forest fires, pharmacies, blue flags, disappeared persons and criminality. Each point is illustrated on Google maps based on its location. The center of Athens is selected as the starting point of the app, while provision was made to the expansion on more areas, that implies big data gathering in regards to the points' location and category. Each point in maps is represented by a marker, which is defined by the category it belongs to. A special button activates the heatmap, meaning the points dispersion on maps.

The sought goal of the utilization of the app is to become a tool in the hands organizations and public administration for targeting the citizens information in regards to the density or sparseness for several city sectors, such as the quantity and frequency logging of natural events and human incidents as well as the local market allocation. Those events and incidents preoccupy the community and the authoritative municipal staff.

Logging and registration of events and incidents that affect the environment and the people is being done on a daily basis. It is reasonable to assume that the quantity of the resulting statistics is high enough. There are times that a high number may not have the same weight comparing to an image that visualizes that number in a heatmap, which depicts the dispersion and therefore the intensity of a given category in area on maps. The statistics visualization is an intelligible way of comprehending the numbers in observer's point of view, that will lead the authoritative institution to infer and eventually make decisions based on the heatmaps.

Ευχαριστίες

Περιεχόμενα

Πρόλογος.....	vi
Περίληψη.....	vii
Abstract	viii
Ευχαριστίες	ix
Περιεχόμενα	x
Κατάλογος Σχημάτων	xii
Συντομογραφίες.....	xiii
Κεφάλαιο 1ο: Το λειτουργικό σύστημα Android	14
1.1 Εισαγωγή.....	14
1.2 Η γλώσσα προγραμματισμού Java	14
1.3 Το Android γενικά.....	1
1.4 Αρχιτεκτονική Android	1
1.5 Οι Βασικές αρχές των εφαρμογών (Applications)	3
1.6 Πυρήνας	4
1.7 Τα μέρη μιας εφαρμογής (App components)	4
1.8 Activities	4
1.9 Services	7
1.10 Εργαλεία ανάπτυξης λογισμικού (Integrated Development Environment – IDE)	7
1.11 Android SDK.....	8
1.12 Android Studio	9
1.13 Android Studio	9
1.14 Google’s Firebase.....	10
1.15 Επίλογος.....	11
Κεφάλαιο 2ο: Εισαγωγή στην Android εφαρμογή	12
2.1 Δομή έργου.....	12
2.2 Τα δεδομένα της εφαρμογής	16
2.3 Οι εικόνες της εφαρμογής	16
2.4 Επίλογος.....	16
Κεφάλαιο 3ο: Ανάλυση του κώδικα.....	17
3.1 Ανάλυση της διάταξης: activity_main.xml	17

3.2	Ανάλυση του activity: MainActivity.java	17
3.3	Επίλογος.....	19
Κεφάλαιο 4ο: Στιγμιότυπα από τη λειτουργία της εφαρμογής		20
4.1	Ερώτηση για πρόσβαση στην τοποθεσία του χρήστη	20
4.2	Αρχική οθόνη	21
4.3	Επίλογος.....	31
Κεφάλαιο 5ο: Συμπεράσματα ή/και προτάσεις βελτίωσης		32
5.1	Συμπεράσματα.....	32
5.2	Προτάσεις βελτίωσης.....	32
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....		33
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α : ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ		35

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1: Στοιβά λογισμικού Android.....	2
Σχήμα 2: Activity Lifecycle	5
Σχήμα 3: Κάθε διαφορετική έκδοση αποτελεί ένα αυτοτελές SDK.....	9
Σχήμα 4: Δομή έργου εφαρμογής client – Android	12
Σχήμα 5: Το αρχείο Gradle	13
Σχήμα 6: Το αρχείο manifest.....	15
Σχήμα 7: Η εφαρμογή ξεκινά με την εμφάνιση του πλαισίου διαλόγου που ρωτάει το χρήστη για το δικαίωμα ανάγνωσης της τοποθεσίας του	20
Σχήμα 8: Ο χρήστης έχει ήδη δώσει δικαίωμα στην εφαρμογή για την ανάγνωση της τοποθεσίας του. Η αρχική οθόνη της εφαρμογής που εστιάζει στο κέντρο της Αθήνας. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει μια κατηγορία από το μενού επιλογών πάνω αριστερά.....	22
Σχήμα 9: Ο χρήστης ανοίγει το μενού επιλογών και εμφανίζονται οι διαθέσιμες κατηγορίες	23
Σχήμα 10: Ο χρήστης επιλέγει την κατηγορία Κεραίες Τηλεπικοινωνιών	24
Σχήμα 11: Ο χρήστης επιλέγει την κατηγορία Εξαφανισθέντες και πατάει πάνω σε ένα marker, το οποίο θα εμφανίσει το αντίστοιχο infowindow με πληροφορίες για την εξαφάνιση του προσώπου....	25
Σχήμα 12: Ο χρήστης επιλέγει την κατηγορία Εγκληματικότητα και πατάει πάνω σε ένα marker, το οποίο θα εμφανίσει το αντίστοιχο infowindow με πληροφορίες για το είδος της εγκληματικής επίθεσης.....	26
Σχήμα 13: Ο χρήστης ενεργοποιεί το heatmap για την κατηγορία Εγκληματικότητα.....	27
Σχήμα 14: Ο χρήστης επιλέγει την κατηγορία Φαρμακεία	28
Σχήμα 15: Ο χρήστης επιλέγει την κατηγορία Θανατηφόρα ατυχήματα και πατάει πάνω σε ένα marker, το οποίο θα εμφανίσει το αντίστοιχο infowindow με πληροφορίες για το είδος του ατυχήματος.....	29
Σχήμα 16: Ο χρήστης επιλέγει την κατηγορία Δασικές πυρκαγιές και πατάει πάνω σε ένα marker, το οποίο θα εμφανίσει το αντίστοιχο infowindow με πληροφορίες για την ημερομηνία της πυρκαγιάς ..	30
Σχήμα 17: Ο χρήστης επιλέγει την κατηγορία Γαλάζιες Σημαίες.....	31
Σχήμα 18: Αρχείο strings.xml	75
Σχήμα 19: Αρχείο activity_main.xml.....	76
Σχήμα 20: Αρχείο MainActivity.java.....	82
Σχήμα 21: Αρχείο AndroidManifest.xml	82

Συντομογραφίες

Δ.Ε.	Διπλωματική Εργασία
ΔΙΠΑΕ	Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδος
Π.Ε.	Πτυχιακή Εργασία

Κεφάλαιο 1ο: Το λειτουργικό σύστημα Android

1.1 Εισαγωγή

Το Android είναι ένα λειτουργικό σύστημα ανοιχτού κώδικα που έχει δημιουργηθεί από τη Google, βασισμένο στο ελεύθερο λειτουργικό σύστημα Linux, για φορητές συσκευές, όπως κινητά τηλέφωνα και ταμπλέτες. Πρόκειται για μια πλατφόρμα που στοχεύει σε φορητές συσκευές που δίνει τη δυνατότητα στους μηχανικούς λογισμικού να αναπτύξουν εφαρμογές λογισμικού. Οι παραγόμενες εφαρμογές εκμεταλλεύονται πλήρως τις δυνατότητες της συσκευής, επιτρέποντας στους μηχανικούς λογισμικού να αναπτύξουν εφαρμογές που χρησιμοποιούν λειτουργίες συστήματος του τηλεφώνου, όπως οι τηλεφωνικές κλήσεις, η αποστολή SMS, τη λήψη φωτογραφιών, τη χρήση GPS κτλ. Επιπρόσθετα, η πλατφόρμα Android είναι μια πλατφόρμα πολύ-διεργασιών (multi-tasking), γεγονός που σημαίνει ότι μια εφαρμογή μπορεί να τρέξει στο τηλέφωνο ταυτόχρονα κάποια άλλη χωρίς να επηρεαστεί η απόδοσή τους.

Μια σημαντική δυνατότητα του εν λόγω λειτουργικού είναι ότι επιτρέπεται σε μεγάλο βαθμό η παραμετροποίηση και επέκταση των υπάρχουσών λειτουργιών των συσκευών που τρέχουν το λειτουργικό, με την προϋπόθεση ότι ο προγραμματιστής της εφαρμογής έχει αιτηθεί τα απαραίτητα δικαιώματα (permissions). Παράδειγμα αποτελεί η αντικατάσταση της ενσωματωμένης εφαρμογής πραγματοποίησης κλήσεων από νέα εφαρμογή και μάλιστα με περισσότερες δυνατότητες, όπως την αυτόματη φραγή κλήσεων.

Η πλατφόρμα διαθέτει ένα μεγάλο πακέτο από βοηθητικά εργαλεία και βιβλιοθήκες, τα οποία αυξάνουν την παραγωγικότητα των μηχανικών με το να τους παρέχει έτοιμα κομμάτια κώδικα, εργαλεία αποσφαλμάτωσης εφαρμογής αλλά και εργαλεία παρακολούθησης της κατανάλωσης πόρων του συστήματος κατά το χρόνο εκτέλεσης του λογισμικού.

1.2 Η γλώσσα προγραμματισμού Java

Η Java είναι μία γλώσσα προγραμματισμού γενικού σκοπού, η οποία είναι σύγχρονη, αντικειμενοστραφής και έχει σχεδιαστεί ώστε να απαιτεί όσο το δυνατόν λιγότερες εξαρτήσεις. Οι εφαρμογές που αναπτύσσονται προορίζονται για εκτέλεση σε όλα σχεδόν τα λειτουργικά συστήματα. Ο κώδικας παράγεται σε κώδικα bytes (bytecode) και εκτελείται σε αρχιτεκτονικές που υποστηρίζουν Java virtual machines. Μεγαλύτερα χαρακτηριστικά της είναι η ταχύτητα και επεκτασιμότητα αναφορικά με τις εφαρμογές που υλοποιούνται, ενώ η γλώσσα είναι ιδιαίτερα δημοφιλής σε κινητές συσκευές με λειτουργικό σύστημα Android. Πολλά συστήματα επιχειρήσεων έχουν υλοποιηθεί σε Java και αποτελούν τη ραχοκοκαλιά της λειτουργίας τους.

Τα smartphones που είναι βασισμένα στο Android είναι στην ‘μόδα’ τα τελευταία χρόνια, χάρη στην ευελιξία που διαθέτουν για τροποποιήσεις. Σε αντίθεση με το iOS της Apple, το Android της Google προσφέρει μεγαλύτερη εμπειρία στον χρήστη, σε ότι έχει να κάνει με τις εφαρμογές. Το kit για ανάπτυξη εφαρμογών σε Android, είναι ένα open-source βασισμένο στο λειτουργικό σύστημα Linux, το οποίο έχει το δικό του ενδιάμεσο λογισμικό (middleware) και εφαρμογές. Η πλατφόρμα για την

ανάπτυξη των εφαρμογών Android είναι η Java. Αυτό σημαίνει ότι χρησιμοποιείς την βιβλιοθήκη της Java και ο κώδικας είναι γραμμένος σε Java, C και C++. Αλλά η πιο διαδεδομένη γλώσσα προγραμματισμού για ανάπτυξη εφαρμογών σε Android είναι η Java.

Η Java σχεδιάστηκε για να μοιάζει και να έχει την αίσθηση της C++, αλλά είναι πιο απλή και θέτει ένα μοντέλο προγραμματισμού που είναι object-oriented. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία εφαρμογών που εκτελούνται σε έναν μόνο υπολογιστή ή που διανέμονται μεταξύ server και client σε ένα δίκτυο.

1.3 Το Android γενικά

Το Android προσδιορίζεται ένα λειτουργικό σύστημα, το οποίο χρησιμοποιείται σε μια ευρεία γκάμα σύγχρονων ηλεκτρονικών συσκευών, όπως κινητά τηλέφωνα, ταμπλέτες και smart TV. Πρακτικά είναι το κομμάτι λογισμικού που επιτρέπει τις ηλεκτρονικές συσκευές να λειτουργούν, παρέχοντας πρόσβαση σε εφαρμογές πολλές από τις οποίες έχει δημιουργήσει η Google. Αυτό δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να αναζητήσει πληροφορίες στο διαδίκτυο, να αναπαράγει μουσική και βίντεο, να βρει την τοποθεσία του στον χάρτη, να βγάλει φωτογραφίες και πολλές ακόμα δυνατότητες. Η πιο διαδεδομένη χρήση βρίσκεται στα έξυπνα τηλέφωνα (smartphones).

Τα έξυπνα τηλέφωνα που χρησιμοποιούν το λειτουργικό Android είναι άκρως προσαρμόσιμα στις προτιμήσεις και ανάγκες του χρήστη. Για παράδειγμα, ο χρήστης μπορεί να θέτει τη δική του επιφάνεια εργασίας, το προσωπικό του 'θέμα', κάτι που αλλάζει ριζικά την διεπαφή της συσκευής. Επίσης, δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη, εγκατάστασης νέων εφαρμογών, όπως να διαχειρίζεται τους τραπεζικούς του λογαριασμούς, να παραγγείλει φαγητό ή να παίζει παιχνίδια.

Πιο συγκεκριμένα, το Android είναι ένα πακέτο λογισμικού βασισμένο στο λειτουργικό σύστημα Linux για τις βασικές του λειτουργίες όπως είναι η διαχείριση των οδηγών της συσκευής, την διαχείριση διεργασιών, της μνήμης καθώς της δικτύωσης.

Τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά του Android είναι τα εξής:

- A) Είναι open-source
- B) Ο προγραμματιστής μπορεί να τροποποιήσει την πλατφόρμα του Android
- Γ) Υπάρχει μία ευρεία γκάμα από εφαρμογές που μπορεί να επιλέξει ο χρήστης να εγκαταστήσει
- Δ) Παρέχει πολλά ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά, όπως πληροφορίες για τον καιρό, αυτόματη ενημέρωση από ιστοσελίδες που υποστηρίζουν RSS (Rich Site Summary)
- E) Παρέχει υποστήριξη στις υπηρεσίες μηνυμάτων (SMS και MMS), σε web browser, σε αποθήκευση (SQLite), σε συνδεσιμότητα (GSM, CDMA, Bluetooth, Wi-Fi κλπ.), σε μέσα ενημέρωσης κλπ.

1.4 Αρχιτεκτονική Android

Το Android είναι μια στοίβα λογισμικού (software stack) για κινητές συσκευές, η οποία περιλαμβάνει το λειτουργικό σύστημα (κατώτερο επίπεδο στοίβας), ενδιάμεσο λογισμικό και βασικές εφαρμογές (άνωτερο επίπεδο στοίβας). Το λειτουργικό ενσωματώνεται σε συσκευές κινητής τηλεφωνίας τα οποία διαθέτουν οθόνη αφής, τρέχουν τον πυρήνα του λειτουργικού Linux και επιτρέπει στους κατασκευαστές λογισμικού να αναπτύξουν ή να τροποποιήσουν κώδικα με τη χρήση της γλώσσας

προγραμματισμού Java, ελέγχοντας τη συσκευή μέσω των παρεχόμενων βιβλιοθηκών λογισμικού (Software Development Kit) του Android.

Οι κάτωθι λειτουργίες είναι η βάση της αρχιτεκτονικής των εφαρμογών και παρέχουν το πλαίσιο εργασίας που δομείται η δημιουργία του λογισμικού:

- **Διαχειριστής δραστηριοτήτων** (Activity Manager). Ο διαχειριστής δραστηριοτήτων διαχειρίζεται τον κύκλο ζωής των δραστηριοτήτων.
- **Όψεις** (Views). Οι όψεις χρησιμοποιούνται για την κατασκευή διεπαφών χρήστη για τις δραστηριότητες.
- **Διαχειριστής ειδοποιήσεων** (Notification Manager). Ο διαχειριστής ειδοποιήσεων εξοπλίζει το λειτουργικό σύστημα με ένα συνεπή και αποτελεσματικό μηχανισμό για την ενημέρωση του χρήστη.
- **Πάροχος περιεχομένου** (Content Provider). Ο πάροχος περιεχομένου επιτρέπει στις εφαρμογές να διαμοιραστούν δεδομένα μεταξύ τους.
- **Διαχειριστής Πόρων** (Resource Manager). Ο διαχειριστής πόρων συμπληρώνει το λειτουργικό σύστημα με πόρους, όπως συμβολοσειρές και γραφικά.



Σχήμα 1: Στοιίβα λογισμικού Android

Όπως απεικονίζεται στο άνω σχήμα, παρατηρούμε 4 στρώματα και 5 ομάδες. Στον πυρήνα της πλατφόρμας Android υπάρχει ένα Linux kernel, το οποίο διαχειρίζεται τους device drivers, την

πρόσβαση στους πόρους του συστήματος, τη σωστή διαχείριση μνήμης και τις λοιπές υπηρεσίες που παρέχει ένα λειτουργικό σύστημα.

Στο ανώτερο στρώμα βρίσκονται οι native βιβλιοθήκες του συστήματος που είναι κωδικοποιημένες σε C++ και περιλαμβάνουν το OpenGL, την SQLite, την Media library κ.α. Οι εφαρμογές που εκτελούνται στη συσκευή του χρήστη διαθέτουν πρόσβαση στις βιβλιοθήκες αυτές μέσω της Dalvik JVM. Οι εφαρμογές Android είναι προγραμματισμένες σε Java και άρα για να τρέξουν χρειάζονται το αντίστοιχο περιβάλλον. Το Dalvik VM (Virtual machine) είναι ότι το JRE (Java Runtime Environment) στα λειτουργικά συστήματα των ηλεκτρονικών υπολογιστών που επιτρέπουν την εκτέλεση Java.

1.5 Οι Βασικές αρχές των εφαρμογών (Applications)

Οι εφαρμογές Android μπορούν να γραφτούν σε γλώσσες προγραμματισμού όπως Kotlin, Java και C++. Το εργαλείο Android SDK συλλέγει τον κώδικα μαζί με οποιοδήποτε δεδομένα και πόρους αρχείων (resource files) μέσα σε ένα αρχείο APK (Android Package Kit), το οποίο είναι ένα αρχείο archive με κατάληξη .apk. Ένα αρχείο APK εμπεριέχει όλα τα περιεχόμενα μιας εφαρμογής Android και είναι και το αρχείο που καλείται για να εγκαταστήσει την εκάστοτε εφαρμογή.

Κάθε εφαρμογή Android ‘διαμένει’ στο δικό της ‘φυλασσόμενο’ χώρο, που τον διέπουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Το λειτουργικό σύστημα Android, είναι ένα σύστημα Linux πολλαπλών χρηστών (multi-user), στο οποίο κάθε εφαρμογή είναι ένας διαφορετικός χρήστης.
- Από προεπιλογή, το σύστημα αναθέτει σε κάθε εφαρμογή, έναν μοναδικό κωδικό χρήστη Linux (Linux user ID), ο κωδικός αυτός χρησιμοποιείται μόνο από το σύστημα και είναι άγνωστος στην εφαρμογή. Το σύστημα δίνει άδεια σε όλα τα αρχεία μέσα σε μια εφαρμογή, έτσι ώστε μόνο ο κωδικός χρήστη που έχει δοθεί στην εφαρμογή αυτή, να έχει πρόσβαση.
- Κάθε λειτουργία έχει το δικό της VM (Virtual Machine), έτσι ο κώδικας μιας εφαρμογής τρέχει απομονωμένα από τις άλλες εφαρμογές.
- Από προεπιλογή, κάθε εφαρμογή τρέχει την δικιά διεργασία Linux (Linux process). Το σύστημα Android ξεκινάει την διεργασία, όταν οποιαδήποτε από τα μέρη της εφαρμογής χρειάζεται να εκτελεστεί, και τότε σταματάει την διεργασία όταν δεν είναι πλέον χρήσιμη ή όταν το σύστημα πρέπει να βρει μνήμη για άλλες εφαρμογές.

Το σύστημα Android εφαρμόζει την αρχή του “μικρότερου προνομίου” (principle of least privilege). Αυτό σημαίνει ότι κάθε εφαρμογή, από προεπιλογή, έχει πρόσβαση μόνο στα μέρη αυτά που χρειάζεται για να κάνει την δουλειά της και πουθενά αλλού. Αυτό εξασφαλίζει ένα πολύ ασφαλές περιβάλλον, στο οποίο οι εφαρμογές δεν μπορούν να έχουν πρόσβαση στα μέρη του συστήματος στα οποία δεν τους έχει δοθεί άδεια. Παρόλα αυτά υπάρχουν τρόποι ώστε μια εφαρμογή να μπορεί να μοιράζεται δεδομένα με άλλες εφαρμογές και μια εφαρμογή να μπορεί να έχει πρόσβαση στις υπηρεσίες του συστήματος:

- Είναι εφικτό να δοθεί άδεια, σε δύο διαφορετικές εφαρμογές, να μοιράζονται τον ίδιο Linux ID. Σε αυτή την περίπτωση θα μπορεί η μία να έχει πρόσβαση στα αρχεία της άλλης. Για την εξοικονόμηση των πόρων του συστήματος, οι εφαρμογές με το ίδιο ID

μπορούν επίσης τρέχουν στην ίδια Linux process και να μοιράζονται το ίδιο VM. Επίσης οι εφαρμογές πρέπει να μοιράζονται το ίδιο πιστοποιητικό (certificate).

- Μια εφαρμογή μπορεί να ζητήσει την άδεια του χρήστη, για να έχει πρόσβαση σε δεδομένα όπως οι επαφές, τα μηνύματα, την τοποθεσία, στην κάμερα, στον εξωτερικό χώρο αποθήκευσης (SD card) κ.α.

1.6 Πυρήνας

Το χαμηλότερο στρώμα στη στοίβα λογισμικού είναι ο πυρήνας Linux. Η πλατφόρμα Android έχει οικοδομηθεί στον πυρήνα Linux με ορισμένες αλλαγές στην αρχιτεκτονική. Ο πυρήνας Linux αλληλοεπιδρά με το hardware και περιέχει όλα τα απαραίτητα προγράμματα οδηγού (drivers). Επίσης, ο πυρήνας Linux λειτουργεί και ως ένα επίπεδο αφάιρεσης (abstraction layer) μεταξύ hardware και άλλων επιπέδων λογισμικού. Το Android χρησιμοποιεί τον πυρήνα Linux για όλες τις βασικές λειτουργίες του, όπως η διαχείριση μνήμης, διαχείριση δικτύου, διαχείριση διεργασιών κλπ. Μεγάλο μέρος του Android έργου, όμως, συμβαίνει στα στρώματα πάνω από το λειτουργικό σύστημα.

Το λειτουργικό Android είναι βασισμένο στις γερές βάσεις που έχει βάλει εδώ και χρόνια το Linux. Ο πυρήνας Linux είναι, σταθερός και αποδοτικός ενώ μπορεί να υλοποιηθεί σε όλες τις μηχανές που μπορεί να σκεφτεί κανείς. Το Linux παρέχει στο Android το αφαιρετικό επίπεδο υλικού, και με αυτόν τον τρόπο τού επιτρέπει να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μεγάλη ποικιλία πλατφορμών. Ειδικότερα, το Android κάνει χρήση του πυρήνα Linux για τη διαχείριση μνήμης, τη διαχείριση διεργασιών, την δικτύωση αλλά και άλλες υπηρεσίες του λειτουργικού συστήματος.

1.7 Τα μέρη μιας εφαρμογής (App components)

Τα συστατικά μιας εφαρμογής είναι τα ουσιώδη δομικά στοιχεία μιας Android εφαρμογής. Κάθε μέρος είναι το σημείο εισόδου, από όπου το σύστημα ή ο χρήστης μπορεί να έχει πρόσβαση στην εφαρμογή.

Υπάρχουν τέσσερεις διαφορετικοί τύποι συστατικών μια εφαρμογής:

- Δραστηριότητες (Activities)
- Υπηρεσίες (Services)
- Δέκτες αναμετάδοσης (Broadcast Receivers)
- Πάροχοι Περιεχομένου (Content Providers)

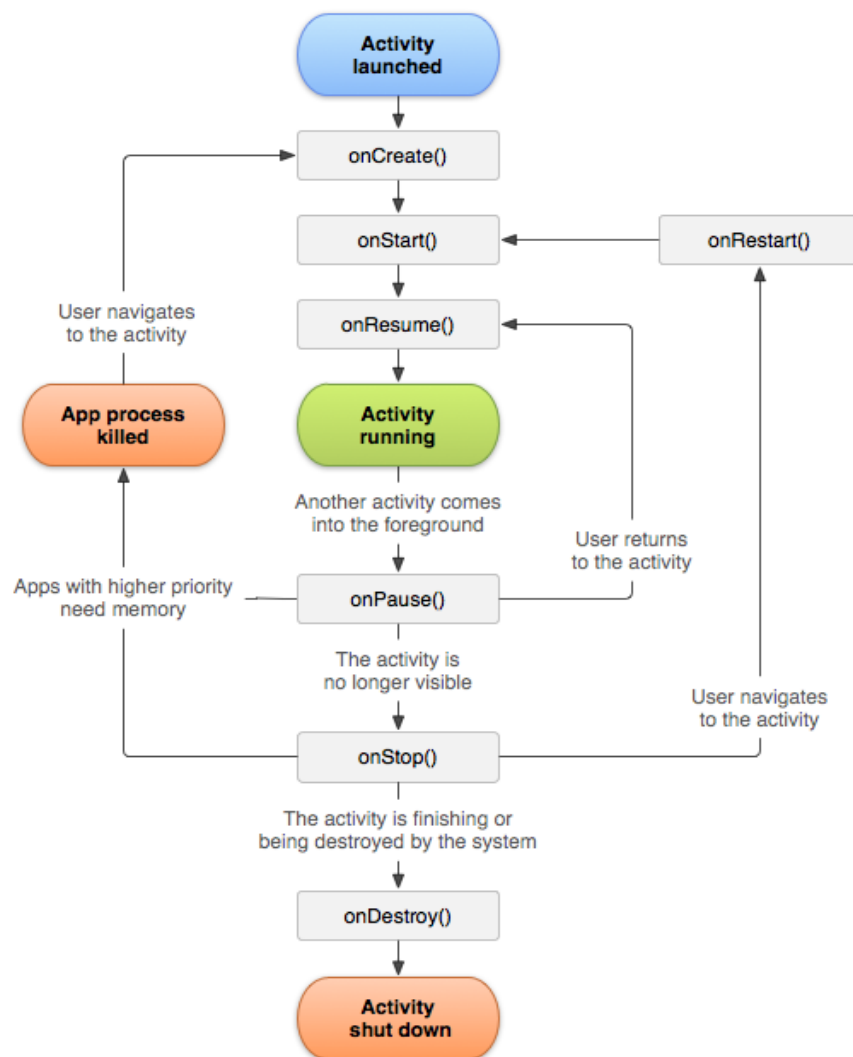
Κάθε τύπος, εξυπηρετεί ένα συγκεκριμένο σκοπό και έχει διακριτό κύκλο ζωής (lifecycle), ο οποίος ορίζει πως ένα μέρος θα δημιουργείται και θα καταστρέφεται.

1.8 Activities

Μια δραστηριότητα είναι το σημείο εισόδου αλληλεπίδρασης με το χρήστη. Παρουσιάζει μια οθόνη με την διεπαφή χρήστη. Για παράδειγμα, μια εφαρμογή email μπορεί να έχει μια δραστηριότητα που δείχνει μια λίστα από καινούργια mail και μια άλλη δραστηριότητα για να διαβάζει emails. Παρόλο που όλες οι δραστηριότητες δουλεύουν μαζί, ώστε να σχηματίσουν μια συνεκτική εμπειρία χρήστη (user experience) στην εφαρμογή για email, κάθε μία είναι ανεξάρτητη από την άλλη. Έτσι μια

διαφορετική εφαρμογή μπορεί να ξεκινήσει οποιαδήποτε δραστηριότητα, εάν και εφόσον η εφαρμογή για email το επιτρέψει. Για παράδειγμα, η εφαρμογή της κάμερας, μπορεί να εκκινήσει τη δραστηριότητα σύνθεσης νέου mail, ώστε να επιτρέψει στον χρήστη να μοιραστεί μια φωτογραφία. Κάθε δραστηριότητα, διευκολύνει με τις ακόλουθες βασικές διαδικασίες, την αλληλεπίδραση μεταξύ του συστήματος και της εφαρμογής:

- Παρακολουθεί τι ενδιαφέρει τον χρήστη τη συγκεκριμένη στιγμή (δηλαδή τι είναι στην οθόνη), ώστε να εξασφαλίσει ότι το σύστημα συνεχίζει να τρέχει την διεργασία που φιλοξενεί (host) την συγκεκριμένη δραστηριότητα.
- Τίθεται μεγαλύτερη προτεραιότητα σε activities τα οποία περιέχουν δεδομένα που θεωρούνται χρήσιμα και είναι συχνά προσπελάσιμα από το χρήστη.
- Βοηθάει στον τερματισμό των διεργασιών, έτσι ώστε ο χρήστης να μπορεί να επιστρέψει σε δραστηριότητες, έχοντας επαναφέρει την προηγούμενή τους κατάσταση.



Σχήμα 2: Activity Lifecycle

Ο κύκλος ζωής (lifecycle) μιας δραστηριότητας Android ελέγχεται από 7 μεθόδους (methods) της κλάσης `android.app.Activity`. Η δραστηριότητα Android είναι η υπο-κλάση (subclass), της κλάσης `Context ThemeWrapper`.

Μια δραστηριότητα είναι μια οθόνη μέσα στο Android. Η μέθοδος Lifecycle μιας δραστηριότητας, περιγράφει πως θα συμπεριφερθεί η δραστηριότητα σε διαφορετικές συνθήκες. Παρακάτω περιγράφονται οι μέθοδοι του κύκλου ζωής:

- `onCreate()` (Not Killable): Καλείται όταν μια δραστηριότητα δημιουργείται για πρώτη φορά. Εδώ είναι που ένας προγραμματιστής θα φτιάξει το βασικό στήσιμο της δραστηριότητας. όπως να δημιουργεί views, να δεσμεύει δεδομένα σε λίστες κτλ. Αυτή η μέθοδος παρέχει επίσης ένα `Bundle`, που περιέχει την προηγούμενη παγωμένη κατάσταση της δραστηριότητας, εάν υπήρχε.
- `onRestart()` (Not Killable): Καλείται εφόσον η δραστηριότητα έχει σταματήσει. Ακολουθείται πάντα από την `onStart()`.
- `onStart()` (Not Killable): Καλείται όταν η δραστηριότητα γίνεται ορατή στον χρήστη. Ακολουθείται από την `onResume()`, εάν η δραστηριότητα έρθει στο προσκήνιο ή την `onStop()` εάν γίνει κρυφή.
- `onResume()` (Not Killable): Καλείται όταν η δραστηριότητα αρχίσει να αλληλοεπιδρά με τον χρήστη. Σε αυτό το σημείο, η δραστηριότητα είναι στην κορυφή της στοίβας δραστηριοτήτων, με την εισαγωγή του χρήστη (userinput) να πηγαίνει σε αυτή. Πάντα ακολουθείται από την `onPause()`.
- `onPause()` (Not Killable): Καλείται όταν το σύστημα πρόκειται να επανεκκινήσει μια προηγούμενη δραστηριότητα. Αυτό συνήθως γίνεται για να παραδώσει αλλαγές που δεν έχουν αποθηκευτεί στα μόνιμα δεδομένα να σταματήσει γραφικά και γενικά οτιδήποτε μπορεί να καταναλώνει CPU, κτλ. Η εκτέλεση αυτής της μεθόδου πρέπει να είναι πολύ γρήγορη, γιατί η επόμενη δραστηριότητα δεν θα επανεκκινήσει εάν η μέθοδος δεν επιστρέψει αποτέλεσμα. Ακολουθείται είτε από την `onResume()` εάν η δραστηριότητα επιστρέψει πίσω στην αρχή, είτε από την `onStop()` εάν γίνει αόρατη στον χρήστη.
- `onStop()` (Killable): Καλείται όταν η δραστηριότητα δεν είναι ορατή στον χρήστη, γιατί κάποια άλλη δραστηριότητα έχει επανεκκινήσει και την καλύπτει. Αυτό μπορεί να συμβαίνει γιατί μια νέα δραστηριότητα έχει ξεκινήσει, μια υπάρχουσα έχει τοποθετηθεί μπροστά από αυτήν, είτε διότι αυτή καταστράφηκε. Ακολουθείται από τη μέθοδο `onRestart()` εάν αυτή η δραστηριότητα επανέρχεται για να αλληλοεπιδράσει με τον χρήστη ή με την `onDestroy()` εάν αυτή η δραστηριότητα απομακρύνεται.
- `onDestroy()` (Killable): Η τελευταία κλήση που λαμβάνει χώρα πριν από την καταστροφή μιας δραστηριότητας. Αυτό συμβαίνει είτε γιατί η δραστηριότητα τερματίζει (κάποιος κάλεσε την `finish()` σε αυτή), είτε γιατί το σύστημα προσωρινά καταστρέφει αυτήν την συγκεκριμένη δραστηριότητα για να εξοικονομήσει χώρο στη μνήμη. Μπορεί να γίνει διαχωρισμός αυτών των δύο σεναρίων με την μέθοδο `isFinishing()`.

1.9 Services

Η υπηρεσία είναι ένα μέρος (component) που τρέχει στο background και διενεργεί μακρόχρονες (long-running) λειτουργίες ή για να λειτουργήσει για απομακρυσμένες διεργασίες. Μια υπηρεσία δεν παρέχει διεπαφή χρήστη. Για παράδειγμα, μια υπηρεσία μπορεί να παίζει μουσική στο παρασκήνιο, ενώ ο χρήστης βρίσκεται σε μια διαφορετική εφαρμογή ή μπορεί να αντλεί δεδομένα από το δίκτυο χωρίς να μπλοκάρει την αλληλεπίδραση του χρήστη με κάποια άλλη δραστηριότητα. Ένα άλλο μέρος μιας εφαρμογής, όπως είναι μια δραστηριότητα που αναφέρθηκε προηγουμένως, μπορεί να ξεκινήσει μια υπηρεσία και να την αφήσει να λειτουργεί ή να δεθεί μαζί της ώστε να μπορεί να αλληλοεπιδρά με αυτήν. Ουσιαστικά υπάρχουν δύο πολύ σημαντικές υπηρεσίες που καθοδηγούν το σύστημα, στο πώς να διαχειριστεί μια εφαρμογή: Οι υπηρεσίες εκκίνησης, δίνουν εντολή στο σύστημα να της αφήσει να λειτουργούν μέχρι να ολοκληρώσουν αυτό που είναι να κάνουν. Αυτό μπορεί να είναι, κάποιος συγχρονισμός δεδομένων στο background ή να αναπαράγουν μουσική ακόμα και όταν ο χρήστης αποχωρήσει από την συγκεκριμένη εφαρμογή. Ο συγχρονισμός επαφών ή η αναπαραγωγή μουσικής, αντιπροσωπεύουν δύο διαφορετικούς τύπους υπηρεσίας εκκίνησης που τροποποιούν τον τρόπο με τον οποίο το σύστημα τις διαχειρίζεται:

- Η αναπαραγωγή μουσικής, είναι κάτι στο οποίο ο χρήστης είναι άμεσα ενήμερος, έτσι η εφαρμογή ενημερώνει το σύστημα, “λέγοντας” ότι θέλει να είναι στο προσκήνιο (foreground) με μια ειδοποίηση (notification) ώστε να το γνωρίζει και ο χρήστης. Σε αυτήν την περίπτωση, το σύστημα ξέρει ότι πρέπει να προσπαθήσει, να διατηρήσει την λειτουργία αυτή, αλλιώς ο χρήστης θα είναι δυσαρεστημένος με το αντίθετο αποτέλεσμα.
- Μια τυπική υπηρεσία που εκτελείται στο παρασκήνιο (background), είναι κάτι το οποίο ο χρήστης δεν το γνωρίζει άμεσα ότι λειτουργεί, έτσι το σύστημα έχει μεγαλύτερη ελευθερία στο πως θα διαχειριστεί αυτήν την λειτουργία. Μπορεί να επιτρέψει την παύση (killing) της λειτουργίας (και μετά να την επανεκκινήσει κάποια στιγμή αργότερα), εάν χρειαστεί μνήμη RAM για πράγματα τα οποία είναι πιο σημαντικά την δεδομένη στιγμή για τον χρήστη.

Οι δεσμευμένες υπηρεσίες (bound services), λειτουργούν διότι κάποια άλλη εφαρμογή ή το σύστημα, έδωσε την εντολή να γίνει χρήση αυτής της υπηρεσίας. Βασικά, αυτή είναι η υπηρεσία που χορηγεί ένα API σε μια άλλη διεργασία (process). Το σύστημα ξέρει ότι υπάρχει μια εξάρτηση μεταξύ αυτών των υπηρεσιών, έτσι αν η διεργασία A είναι περιορισμένη (bound) σε μια υπηρεσία στην διεργασία B, τότε γνωρίζει ότι πρέπει να διατηρήσει την διεργασία B (και την υπηρεσία) σε λειτουργία για την A. Ακόμα, αν η διεργασία A είναι κάτι το οποίο ενδιαφέρει τον χρήστη, τότε ξέρει ότι πρέπει να μεταχειριστεί την διεργασία B σαν κάτι για το οποίο επίσης ενδιαφέρεται ο χρήστης. Εξαιτίας της ευελιξίας (flexibility) τους, οι υπηρεσίες, έχουν καταλήξει πολύ χρήσιμα building block, για κάθε είδους σχέδιο high-level συστήματος. Οι ζωντανές ταπετσαρίες (live wallpapers), προστασίες οθόνης (screensaver), ειδοποιήσεις (notifications), υπηρεσίες προσβασιμότητας (accessibility services), και πολλά ακόμα βασικά χαρακτηριστικά του συστήματος, έχουν όλα χτιστεί σαν υπηρεσίες όπου οι εφαρμογές εκτελούνται και το σύστημα δεσμεύει όταν πρέπει να λειτουργούν.

1.10 Εργαλεία ανάπτυξης λογισμικού (Integrated Development Environment – IDE)

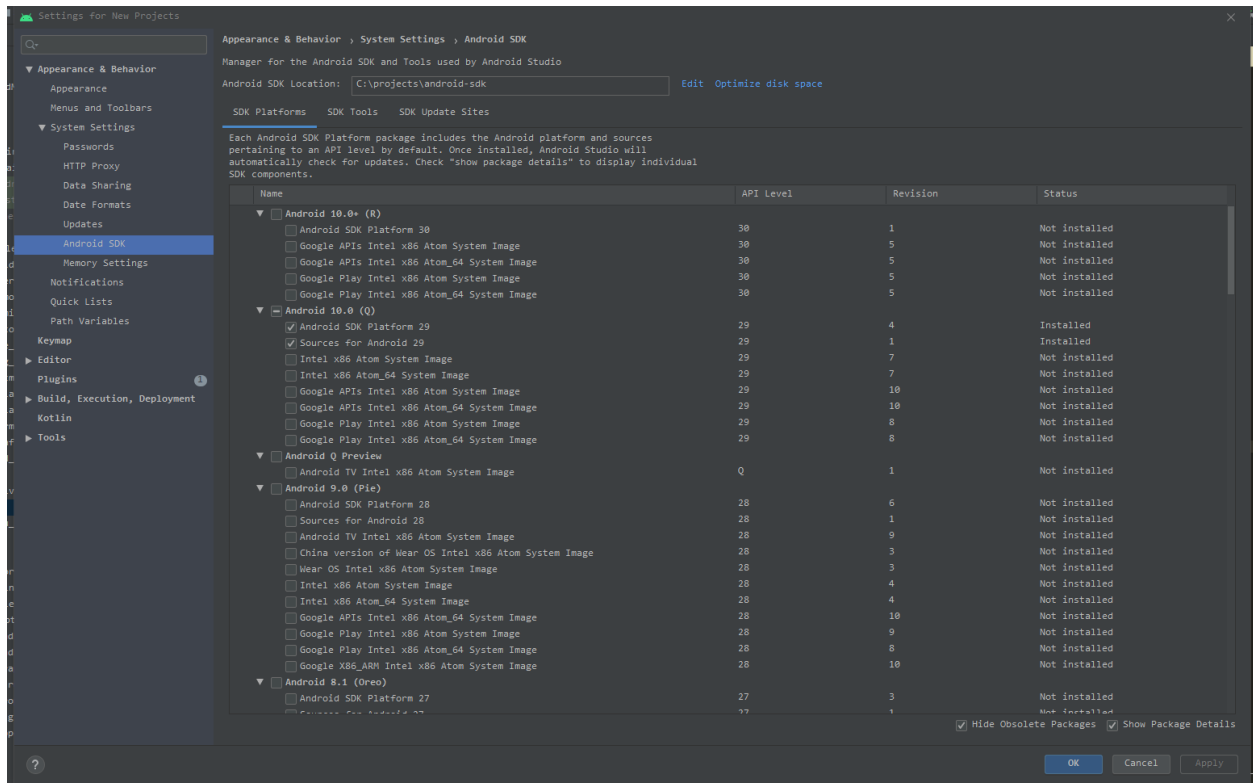
Τα εργαλεία προγραμματισμού σε περιβάλλον είναι αρκετά, αλλά τα περισσότερα αφορούν στην ανάπτυξη υβριδικών (hybrid) εφαρμογών, τα οποία χρησιμοποιούν τον περιηγητή Ιστού της συσκευής

για την εκτέλεση των εφαρμογών υλοποιώντας τις τεχνολογίες HTML5 και JavaScript. Οι παραγόμενες εφαρμογές δεν είναι εγγενείς (native), γεγονός που τις καθιστά αργές και μη αποτελεσματικές.

Υπάρχουν 2 σημαντικά εργαλεία που επιτρέπουν την ανάπτυξη Android εφαρμογών: το Eclipse και το Android Studio, τα οποία είναι freeware και διατίθενται σε Windows, Mac και Linux. Αυτά ενσωματώνουν πλήθος άλλων εργαλείων και βιβλιοθηκών, τα οποία βοηθούν και επιταχύνουν την παραγωγή κώδικα. Ένα από αυτά είναι το Gradle, το οποίο οργανώνει όλες τις βιβλιοθήκες της υπό ανάπτυξης εφαρμογής και βοηθά στη συμπίεση του παραγόμενου κώδικα. Το ProGuard είναι ένα εργαλείο, το οποίο κρυπτογραφεί την εφαρμογή, έτσι ώστε να μην είναι εύκολο ένας κακόβουλος χρήστης να κάνει reverse engineering. Παρακάτω περιγράφονται τα πιο σημαντικά εργαλεία που βοηθούν στην αποσφαλμάτωση κώδικα

1.11 Android SDK

Το Android SDK (Software Development Kit) είναι το επίσημο εργαλείο της Google για την ανάπτυξη εφαρμογών στο Android. Περιέχει μια συλλογή από εργαλεία και βιβλιοθήκες απαραίτητα για τους προγραμματιστές. Πρώτο βήμα στην πορεία της ανάπτυξης είναι η εγκατάσταση και ρύθμισή του. Περιλαμβάνει παραδείγματα εφαρμογών με τον πηγαίο τους κώδικα, βοηθήματα, πληροφορίες και εξομοιωτή για την εκτίμηση της προόδου της εργασίας. Ακόμη, αναλαμβάνει την μεταγλώττιση του κώδικα ώστε να μπορεί να τρέχει στην εικονική μηχανή Dalvik. Η τελευταία έκδοση μέχρι τη στιγμή που γράφεται η παρούσα εργασία είναι η 26 και είναι γραμμένη σε γλώσσα προγραμματισμού Java. Οι πλατφόρμες που μπορούν να υποστηρίξουν το Android SDK είναι τα συστήματα που τρέχουν Mac OS X 10.5 ή νεότερο, Windows XP ή νεότερο και οποιαδήποτε σύγχρονη με λειτουργικό Linux. Οι γλώσσες που μπορούν να χρησιμοποιήσουν οι προγραμματιστές για να αναπτύξουν εφαρμογές είναι η Java και C++. Το επίσημο περιβάλλον εργασίας που υποστηρίζεται είναι το Android Studio χρησιμοποιώντας το Android Development Tools (ADT). Το Android SDK περιλαμβάνει έναν εξομοιωτή που χρησιμοποιεί το Android Virtual Device (AVD). Το AVD επιτρέπει τη δημιουργία διαφορετικού τύπου υλικού της μιμούμενης συσκευής και τη δημιουργία πολλών συνθέσεων ώστε η εφαρμογή να δοκιμάζεται σε ποικιλία παραλλαγών υλικού και να διασφαλίζεται η ομαλή λειτουργία της.



Σχήμα 3: Κάθε διαφορετική έκδοση αποτελεί ένα αυτοτελές SDK

1.12 Android Studio

Το Android Studio είναι ένα ολοκληρωμένο προγραμματιστικό περιβάλλον (IDE) για ανάπτυξη εφαρμογών στην «Android» πλατφόρμα. Ανακοινώθηκε στις 16 Μαΐου 2013 στο συνέδριο Google I/O από την Google Product Manager, Katherine Chou. Το Android Studio είναι διαθέσιμο ελεύθερο λειτουργικό με την άδεια Apache License 2.0. Το Android Studio ήταν σε αρχικό στάδιο προεπισκόπησης ξεκινώντας από την έκδοση 0.1 τον Μάιο του 2013. Στη συνέχεια δημοσιεύτηκε το δοκιμαστικό στάδιο (Beta) ξεκινώντας από την έκδοση 0.8, που κυκλοφόρησε τον Ιούνιο του 2014. Το πρώτο σταθερό build κυκλοφόρησε το Δεκέμβριο του 2014, ξεκινώντας από την έκδοση 1.0. Με βάση το λογισμικό JetBrains IntelliJ της IDEA, το Android Studio έχει σχεδιαστεί ειδικά για την ανάπτυξη εφαρμογών σε συσκευές με προ-εγκατεστημένο το λειτουργικό σύστημα Android.

1.13 Android Studio

Το Android Studio όπως προαναφέραμε έχει ως βάση το IntelliJ IDEA, πράγμα που του δίνει τη δυνατότητα να κληρονομήσει χαρακτηριστικά του. Ας δούμε μερικά από αυτά:

- **Ισχυρή Επεξεργασία Κώδικα (Powerful Code Editing)** που περιλαμβάνει: Έξυπνο σύστημα αυτό-συμπλήρωσης κώδικα, ριζική πλοήγηση μεταξύ των αρχείων του έργου (Profound navigation between project files), προχωρημένη και ασφαλή επεξεργασία (π.χ. μετονομασία ενός αρχείου και εφαρμογή του νέου ονόματος σε όλα τα μέρη του κώδικα μας που αναφέρεται αυτόματα) και προεπισκόπηση πόρων.

- Ανάλυση κώδικα κατά την επεξεργασία (On-the-fly Code Analysis). Ο συντάκτης επισημαίνει προειδοποιήσεις και σφάλματα στον κώδικα αμέσως καθώς πληκτρολογείτε και επιτρέπει να εφαρμοστεί μια προτεινόμενη γρήγορη λύση αυτόματα.
- Ενσωματωμένα εργαλεία του Android (Built-in Android Tools) που περιλαμβάνει:
- Ισχυρό σχεδιαστή διεπαφής χρήστη με drag-n-drop και υποστήριξη διαφορετικών διατάξεων και μεγεθών οθόνης.
- Ενσωμάτωση του συστήματος καταγραφής LogCat με δυνατότητα αναζήτησης και εφαρμογής διάφορων φίλτρων εμφάνισης.
- Ενσωμάτωση του εργαλείου αποσφαλμάτωσης Dalvik Debug Monitor Server (DDMS).
- Συμπεριλαμβάνει την λειτουργία θέασης ιεραρχίας (Hierarchy View) που μας δίνει τη δυνατότητα να δούμε την ιεραρχία των στοιχείων της διεπαφής χρήστη.
- Περιέχει εκτέλεση και αποσφαλμάτωση για προσομοιώσεις κινητών συσκευών καθώς και πραγματικών συσκευών.
- Υπάρχει επίσης το εργαλείο Draw 9 το οποίο μας προσφέρει την επεξεργασία-δημιουργία εικόνων Bitmap και την αυτόματη προσαρμογή τους σε κάθε μεγέθους οθόνη που τις φιλοξενούν.
- Το ενοποιημένο σύστημα Proguard που δίνει την δυνατότητα να συρρικνωθεί, να βελτιστοποιηθεί, και να συσκοτιστεί ο κώδικας μας με την αφαίρεση αχρησιμοποίητου κώδικα και την μετονομασία κατηγοριών, πεδίων και μεθόδων με σημασιολογικά σκοτεινές ονομασίες. Το αποτέλεσμα είναι ένα μικρότερου μεγέθους αρχείο .apk που είναι πιο δύσκολο να αντιστραφεί μηχανικά (Reverse Engineered) οπότε και καλύπτεται η ευπάθεια υποκλοπής του κώδικα.
- Δυνατότητα ψηφιακής υπογραφής της παραχθείσας εφαρμογής με πιστοποιητικό (Certificate). Το Android απαιτεί ότι όλες οι εφαρμογές είναι ψηφιακά υπογεγραμμένες με ένα πιστοποιητικό για να μπορέσουν να εγκατασταθούν. Το Android χρησιμοποιεί αυτό το πιστοποιητικό για την ταυτοποίηση του συγγραφέα/προγραμματιστή μιας εφαρμογής, χωρίς να χρειάζεται να υπογραφτεί από κάποια αρχή έκδοσης πιστοποιητικών. Οι Android εφαρμογές χρησιμοποιούν συχνά αυτό-υπογεγραμμένα πιστοποιητικά, όπου ο προγραμματιστής της εφαρμογής κατέχει το ιδιωτικό κλειδί του πιστοποιητικού.
- Η ενσωματωμένη υποστήριξη για την πλατφόρμα της Google Cloud, καθιστώντας εύκολη την ενσωμάτωση του Google Cloud Messaging και του App Engine.
- Τα εργαλεία Lint (Lint tools) τα οποία δίνουν την δυνατότητα καταγραφής της απόδοσης, της χρηστικότητας, της συμβατότητας εκδόσεων του Android, και άλλων προβλημάτων όπως καταγραφή μερικών ύποπτων και μη δομικών τμημάτων του πηγαίου κώδικα που μπορούν να προκαλέσουν σφάλματα.
- Πρότυπα κώδικα (Code templates) για να μας βοηθήσουν να αναπτύξουμε εφαρμογές κοινών χαρακτηριστικών.

1.14 Google's Firebase

Το Firebase είναι μια backend πλατφόρμα για τη δημιουργία εφαρμογών Web, Android και iOS η οποία παρέχει τρεις βασικές υπηρεσίες: βάση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, έλεγχο ταυτότητας χρήστη και φιλοξενία (hosting). Υποστηρίζει δεδομένα JSON και όλοι χρήστες που συνδέονται σε αυτή λαμβάνουν ζωντανές ενημερώσεις μετά από κάθε αλλαγή. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ανώνυμα, κωδικό πρόσβασης, ή αυθεντικοποίηση με χρήση των λογαριασμών διαφόρων μέσων κοινωνικής δικτύωσης. Οι εφαρμογές μπορούν να αναπτυχθούν μέσω ασφαλούς σύνδεσης με τους Firebase servers. Με τη χρήση της Firebase υπάρχει ζωντανή αλληλεπίδραση – επικοινωνία μεταξύ του διαχειριστή του Web app και του χρήστη της Android εφαρμογής.

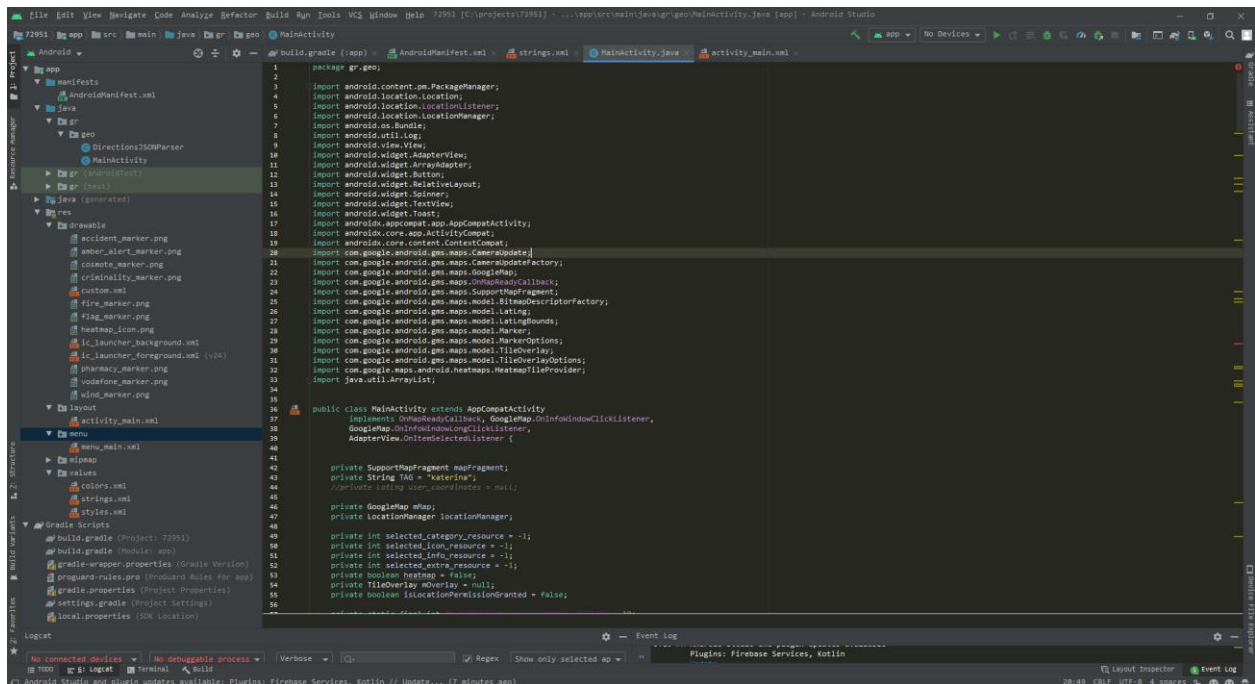
Μια σημαντική δυνατότητα του Firebase είναι η καταγραφή λαθών και προειδοποιήσεων κατά την εκτέλεση της εφαρμογής σε πραγματικό χρόνο. Έτσι, ο προγραμματιστής ενημερώνεται για τα σφάλματα όπως και σε ποια αρχεία ανιχνεύονται και είναι σε θέση να τα λύσει.

1.15 Επίλογος

Στο 1^ο κεφάλαιο έγινε βιβλιογραφική ανασκόπηση των τεχνολογιών που είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη της εφαρμογής και θα εξηγηθούν βασικές έννοιες που προσδιορίζουν το λειτουργικό σύστημα και οικοσύστημα του Android. Έγινε ανάλυση των στοιχείων, βοηθητικών εργαλείων και βιβλιοθηκών που είναι βοηθητικά στη δημιουργία σχετικού λογισμικού.

Κεφάλαιο 2ο: Εισαγωγή στην Android εφαρμογή

2.1 Δομή έργου



Σχήμα 4: Δομή έργου εφαρμογής client – Android

Το Android Studio είναι το πρόγραμμα ανάπτυξης εφαρμογών με τη γλώσσα προγραμματισμού Java. Τα κύρια συστατικά της Android εφαρμογής είναι:

1. Gradle
2. Manifest
3. Activities
4. Διατάξεις (layouts)
5. Πόροι: Εικόνες (drawable), τιμές για χρώματα, συμβολοσειρών και στυλ (values), εικονίδια εφαρμογής (mipmap)

Ας προχωρήσουμε στην περιγραφή των συστατικών:

1. Το Gradle έρχεται προ-εγκατεστημένο με το Android Studio και είναι ένα εργαλείο απαραίτητο για την αυτοματοποίηση των διαδικασιών της ανάπτυξης εφαρμογής. Οι κύριες λειτουργίες του είναι η ενσωμάτωση εξωτερικών βιβλιοθηκών, η διαχείριση των εκδόσεων της εφαρμογής, το περιβάλλον εκτέλεσης και compilation αλλά και τη διαχείριση άλλων πολλών επαναλαμβανόμενων ρουτίνων που πραγματοποιούνται σε κάθε δοκιμή της

εφαρμογής πριν την τελική έκδοσή της. Οι οδηγίες, δηλαδή οι ρυθμίσεις του εργαλείου δίνονται σε μορφή JSON. Η έκδοση Android με την οποία έγινε το compilation της εφαρμογής είναι η 29, ενώ η ελάχιστη έκδοση η οποία υποστηρίζεται από κινητές συσκευές είναι η 21. Στον κόμβο implementation ορίζονται οι βιβλιοθήκες και εξωτερικές υπηρεσίες που χρησιμοποιεί η εφαρμογή για το λόγο ότι κάθε στοιχείο ή κώδικας που χρησιμοποιείται από την εφαρμογή αντλείται από την εξάρτηση που έχει οριστεί στο Gradle. Έτσι το Android Studio γνωρίζει την εξάρτηση και μπορεί να προβεί στην άντληση των συσχετιζόμενων κλάσεων. Η τελική μορφή του κύριου αρχείου που θέτει τις βάσεις για την εκτέλεση της εφαρμογής είναι η παρακάτω:

```
2.  apply plugin: 'com.android.application'

    android {
        compileSdkVersion 29
        buildToolsVersion "29.0.2"
        defaultConfig {
            applicationId "gr.geo"
            minSdkVersion 21
            targetSdkVersion 29
            versionCode 3
            versionName "1.3"
            testInstrumentationRunner "androidx.test.runner.AndroidJUnitRunner"
        }
        buildTypes {
            release {
                minifyEnabled false
                proguardFiles getDefaultProguardFile('proguard-android-optimize.txt'), 'proguard-rules.pro'
            }
        }
    }

    dependencies {
        implementation fileTree(dir: 'libs', include: ['*.jar'])
        implementation 'com.google.maps.android:android-maps-utils:0.4'
        implementation 'com.google.android.gms:play-services:12.0.1'
        implementation 'androidx.appcompat:appcompat:1.0.0'
        implementation 'androidx.legacy:legacy-support-v4:1.0.0'
        implementation 'com.google.android.material:material:1.0.0'
        implementation 'androidx.appcompat:appcompat:1.1.0'
        implementation 'androidx.constraintlayout:constraintlayout:1.1.3'
        testImplementation 'junit:junit:4.12'
        androidTestImplementation 'androidx.test:runner:1.2.0'
        androidTestImplementation 'androidx.test.espresso:espresso-core:3.2.0'
    }
}
```

Σχήμα 5: Το αρχείο Gradle

2. Το manifest είναι το βασικότερο αρχείο οδηγιών που χρειάζεται το Android. Οι οδηγίες περιλαμβάνουν τις άδειες (permissions) που απαιτούνται για την ομαλή εκτέλεση της

εφαρμογής. Αυτές είναι η χρήση διαδικτύου, η ανάγνωση της θέσης του χρήστη και η εγγραφή στον εξωτερική μνήμη της συσκευής. Υπάρχουν πλήθος άλλων αδειών που χρησιμοποιούνται από άλλες εφαρμογές, όπως οι άδειες για χάρτες, για εγγραφή φωνής, βίντεο κλπ. Στο manifest αρχείο ορίζονται επίσης και τα θέματα στυλ, τα εξωτερικά εικονίδια της εφαρμογής και τα activities που θα δούμε στη συνέχεια. Το manifest έχει XML δομή και ο κύριος κόμβος είναι ο manifest ο οποίος περιέχει τους κόμβους-παιδιά uses-permission (άδειες εφαρμογής) και application που περιλαμβάνει τα activities και οδηγίες γι' αυτά. Κάθε κόμβος περιέχει ιδιότητες, όπως το όνομα της εφαρμογής ή του activity, το θέμα στυλ που εφαρμόζεται κλπ. Όλα τα activities πρέπει να ορίζονται μέσα στο manifest για το λόγο ότι είναι οι Java κλάσεις που αφορούν τις οθόνες της εφαρμογής, αυτές που βλέπει ο χρήστης και είναι αρκετά διακριτές σε σχέση με τις άλλες κλάσεις. Γι' αυτές έχουν οριστεί απλά στυλ στο manifest αρχείο, αλλά μπορεί να οριστεί πλήθος άλλων οδηγιών. Τέλος, στο manifest ορίζεται το API key στην περίπτωση που η εφαρμογή κάνει χρήση των Google χαρτών. Το API key λαμβάνεται από το Google Developer Console, στο οποίο έχει πρόσβαση ο προγραμματιστής μέσω του Gmail λογαριασμού του. Παρακάτω φαίνεται το αρχείο manifest στην τελική του μορφή:

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<manifest xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
package="gr.geo">

    <uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_COARSE_LOCATION" />
    <uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_FINE_LOCATION" />
    <uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_WIFI_STATE" />
    <uses-permission android:name="android.permission.INTERNET"/>
    <uses-permission android:name="android.permission.READ_EXTERNAL_STORAGE"/>

    <application
        android:allowBackup="true"
        android:icon="@mipmap/ic_launcher"
        android:label="@string/app_name"
        android:roundIcon="@mipmap/ic_launcher_round"
        android:supportsRtl="true"
        android:theme="@style/Theme.AppCompat.Light.NoActionBar">

        <uses-library android:name="org.apache.http.legacy"
android:required="false" />

        <meta-data
            android:name="com.google.android.maps.v2.API_KEY"
            android:value="@string/google_maps_key"/>

        <activity android:name=".MainActivity">
            <intent-filter>
                <action android:name="android.intent.action.MAIN" />

                <category android:name="android.intent.category.LAUNCHER" />
            </intent-filter>
        </activity>
    </application>
</manifest>
```

```

    </activity>
</application>

</manifest>

```

Σχήμα 6: Το αρχείο manifest

3. Τα activities αποδίδουν το περιεχόμενο στην οθόνη του κινητού του χρήστη και διαφοροποιούνται από άλλες κλάσεις, όπως αυτές που εκτελούνται στο παρασκήνιο. Αναλαμβάνουν εξολοκλήρου τη λογική της οθόνης με την οποία συσχετίζονται. Συνήθως κάθε activity αντιστοιχεί σε μία οθόνη της εφαρμογής και οργανώνουν το περιεχόμενο της οθόνης που βλέπει ο χρήστης.
4. Τα activities συνοδεύονται συνήθως από διατάξεις, οι οποίες έχουν τη μορφή XML και συχνά έχουν σχέση 1 προς 1 με τα activities, δηλαδή ένα activity αντιστοιχεί σε μία διάταξη. Η διάταξη ορίζει το περιεχόμενο που βλέπει ο χρήστης, όπως είναι ένα πεδίο κειμένου ή ένα κουμπί. Αυτά ονομάζονται στοιχεία και είναι υποσύνολα μιας κύριας διάταξης που ορίζει τη στοίχιση των στοιχείων στην οθόνη του χρήστη. Κάθε διάταξη είναι μοναδική και συγκεκριμένες ιδιότητες στοίχισης των στοιχείων που ανήκουν σε αυτήν. Είναι πιθανό η διάταξη να μεταβληθεί ή τα προστεθούν νέα στοιχεία σε αυτήν μέσα από τα activities και αυτή η τεχνική ορίζεται ως δυναμική. Οι διατάξεις, όμως, θεωρούνται στατικές όταν ορίζονται σε ένα layout αρχείο. Είναι ουσιαστικά οι οθόνες, ενώ τα activities περικλείουν τη λογική των οθονών.
5. Ο φάκελος res (resources) περιέχει όλους τους πόρους της εφαρμογής που οργανώνονται σε υπο-φακέλους. Ο φάκελος drawable περιέχει τις εικόνες, ο φάκελος layout περιέχει τις διατάξεις, ο φάκελος mipmap περιέχει τα εικονίδια, ο φάκελος raw, ο οποίος δημιουργήθηκε και δεν είναι τυπικός φάκελος του Android και ο φάκελος values περιέχει τις τιμές (καθολικές μεταβλητές όπως εξηγήθηκε παραπάνω) για τις συμβολοσειρές, χρώματα, στυλ και διαστάσεις. Το Android παρέχει τη δυνατότητα ορισμού χρωμάτων, συμβολοσειρών, στυλ και διαστάσεων-αποστάσεων σε αντίστοιχα αρχεία μορφής XML με τη λογική των καθολικών μεταβλητών που υπάρχει στις γλώσσες προγραμματισμού. Εάν οριστεί για παράδειγμα, το χρώμα μπλε σε ένα στοιχείο XML, το όνομα του στοιχείου δύναται να χρησιμοποιηθεί καθολικά σε όλες τις διατάξεις και σε όλα τα activities. Αυτές οι μεταβλητές ορίζονται μια φορά και βοηθούν στην αποτροπή επανάληψης κώδικα ανάμεσα σε όλα τα αρχεία που σχετίζονται με αυτήν. Το ίδιο συμβαίνει και με τις συμβολοσειρές, όπου αυτές έχουν ένα επιπλέον χαρακτηριστικό από το Android: Εάν οριστούν οι συμβολοσειρές σε μία ενιαία γλώσσα, αυτές μπορούν να μεταφράζονται αυτόματα στη συσκευή του χρήστη ανάλογα με τη τρέχουσα γλώσσα της συσκευής του. Οι καθολικές αποστάσεις χρησιμοποιούνται κυρίως για την εμφάνιση ενιαίας και ομοιόμορφης διάταξης και στοίχισης των στοιχείων σε μια οθόνη

ανάμεσα σε όλα τα activities που τις χρησιμοποιούν. Τα στυλ μπορούν να περιέχουν πιο περίπλοκες οδηγίες από τα υπόλοιπα αρχεία.

Οι εικόνες της εφαρμογής (drawable) εμφανίζονται στα activities και είναι εικόνες που έχουν δημιουργηθεί ή χρησιμοποιούνται από το προγραμματιστή, δηλαδή δεν είναι οι πρότυπες εικόνες του Android.

Τα εικονίδια της εφαρμογής (mipmap) εμφανίζονται στην αρχική οθόνη της συσκευής του χρήστη. Στις περισσότερες εκδόσεις του Android, αποθηκεύονται 5 διαφορετικών διαστάσεων εικονίδια ανάλογα με τις ίντσες των διαφορετικών συσκευών που υπάρχουν στο εμπόριο. Το Android αναλαμβάνει να επιλέξει το κατάλληλο εικονίδιο που αντιστοιχεί σε κάθε συσκευή και ορίζει τη διαφορετικότητα των εικονιδίων με βάση τις κουκίδες ανά ίντσα (dots per inch).

2.2 Τα δεδομένα της εφαρμογής

Τα δεδομένα της εφαρμογής, όπως οι κατηγορίες, η γεωγραφική θέση και οι υπόλοιπες λεπτομέρειες των σημείων έχουν δηλωθεί στο αρχείο strings.xml. Αυτό το αρχείο αποτέλεσε μία μικρή βάση δεδομένων για την εφαρμογή. Τα δεδομένα έχουν εισαχθεί σε κόμβους string-array, με τον κάθε κόμβο να έχει παιδιά-κόμβους item, όπου το κάθε ένα περιέχει εσωτερικά μία τιμή. Εύλογα μπορεί να υποθέσει κανείς ότι οι κόμβοι μετατρέπονται σε Java arrays τύπου string κατά την έναρξη της εφαρμογής. Κάθε πατρικός κόμβος (string-array) έχει ένα όνομα, το οποίο χρησιμοποιείται από το app για την απόδοση του περιεχομένου του αλλά και γενικά για τη διαχείρισή του στον κώδικα. Μολονότι ότι το strings.xml δεν προβλέπεται για αποθήκευση μεγάλου όγκου δεδομένων, αντιθέτως οι SQL βάσεις δεδομένων είναι προτιμότερες για αυτή την εργασία λόγω της ευελιξίας και πλήθος άλλων χαρακτηριστικών που διαθέτουν, έχει ένα θετικό χαρακτηριστικό η προηγούμενη τεχνική όσον αφορά την ταχύτητα ανάγνωσης των δεδομένων, αφού τα δεδομένα έχουν ήδη μετατραπεί σε “κώδικα” από το Android.

2.3 Οι εικόνες της εφαρμογής

Μέσα στο φάκελο res/drawable αποθηκεύονται οι εικόνες της εφαρμογής, όπως το heatmap_icon.png, το flag_marker.png και άλλα, με τις περισσότερες εικόνες να αποτελούν markers στους χάρτες. Το heatmap_icon.png είναι το εικονίδιο του κουμπιού που ενεργοποιεί/απενεργοποιεί το heatmap. Μέσα στον ίδιο φάκελο μπορούν να οριστούν επιπρόσθετα xml αρχεία που συμβάλλουν στη σχεδίαση συγκεκριμένων στοιχείων στις διατάξεις. Εδώ απλά ορίστηκε το custom.xml, το οποίο είναι ένα χρωματικό περίγραμμα που χρησιμοποιείται στην επικεφαλίδα (header) της εφαρμογής. Δεν υπάρχει εγγενής τρόπος σε στοιχεία διατάξεων στο Android ο ορισμός περιγραμμάτων, γι’ αυτό και ορίστηκε νέο αρχείο που δηλώνει ένα σχήμα τετραγώνου και ορίστηκε το χρώμα του, το μήκος του και η ακτίνα κύκλου (για τη στρογγύλευση των γωνιών του σχήματος).

2.4 Επίλογος

Στο 2^ο κεφάλαιο έγινε η ανάλυση της δομής έργου που έγινε στο Android Studio. Επίσης αναλύθηκαν όλα τα μεμονωμένα τμήματα και εξωτερικές βιβλιοθήκες, οι οποίες είναι ανοιχτού κώδικα και διατίθενται ελεύθερα από το Android και προς το Android και συμβάλλουν σημαντικά στην επιτυχία και την απόδοση της εφαρμογής.

Κεφάλαιο 3ο: Ανάλυση του κώδικα

3.1 Ανάλυση της διάταξης: activity_main.xml

Το Android δίνει το όνομα activity_main.xml κατά τη δημιουργία του 1^{ου} activity της εφαρμογής και αποτελεί το βασικό αρχείο που αποδίδει το περιεχόμενο της πρώτης ή της κυριότερης οθόνης. Το όνομα αυτό φυσικά μπορεί να αλλάξει. Στη συγκεκριμένη περίπτωση το εν λόγω αρχείο είναι η μοναδική διάταξη, αφού η εφαρμογή έχει μόνο μία οθόνη. Ο πατρικός κόμβος είναι το ConstraintLayout, που επιτρέπει την τοποθέτηση και αυξομείωση του μεγέθους των εσωτερικών του στοιχείων με ένα ευέλικτο τρόπο. Ακολουθεί το πρώτο παιδί του κόμβου, που είναι τύπου FrameLayout, το οποίο χρησιμοποιείται έτσι ώστε οι παιδικοί του κόμβοι να πάρουν συγκεκριμένο δυναμικό μήκος σε κάθε πιθανό μέγεθος συσκευής, με απλά λόγια το περιεχόμενο της διάταξης να έχει ομοιόμορφο καθολικό οριζόντιο βάρος ή μήκος (ανάλογα με το άθροισμα των βαρών που έχουν οριστεί στους κόμβους-παιδιά) σε όλες τις συσκευές.

Εσωτερικά στο FrameLayout υπάρχουν 3 παιδιά-κόμβοι. Ο πρώτος κόμβος είναι ένα TextView, δηλαδή ένα απλό πεδίο κειμένου, του οποίου η χρήση είναι να πληροφορήσει το χρήστη σχετικά με το δικαίωμα ανάγνωσης της τοποθεσίας του από την εφαρμογή. Όπως έχει αναφερθεί στο προηγούμενο κεφάλαιο, κάθε στοιχείο μιας διάταξης διαθέτει ορισμένες ιδιότητες που υπαγορεύουν τη σχεδιάσή και την απόδοσή του στην οθόνη της συσκευής. Υπάρχει επίσης η περίπτωση να οριστούν ακροατές συμβάντων για ένα πεδίο, με το πιο σύνθητες συμβάν να είναι το onClick, δηλαδή ο χρήστης πατήσει πάνω στο στοιχείο. Θα δούμε σε επόμενη ενότητα τον κώδικα που αφορά το συμβάν.

Το δεύτερο παιδί-κόμβος είναι ένα Spinner, δηλαδή ένα πτυσσόμενο μενού με επιλογές, οι οποίες αφορούν τις κατηγορίες που έχουν οριστεί στο strings.xml. Σε μία διάταξη, δεν είναι εφικτό να οριστούν οι επιλογές του Spinner, αλλά γίνεται μέσα από τον κώδικα Java που θα δούμε σε επόμενη ενότητα. Αρκεί εδώ να αναφέρουμε ότι ορίζουμε τα στοιχεία της διάταξης που θέλουμε να διαχειριστούμε ένα id, και με βάση αυτό το id θα εκτελέσουμε οποιεσδήποτε ενέργειες στον κώδικα.

Το τελευταίο παιδί-κόμβος είναι ένα Button, το οποίο ενεργοποιεί/απενεργοποιεί το heatmap. Δύναται σε κουμπί να οριστεί μία εικόνα ως παρασκήνιο του κουμπιού έτσι ώστε να βοηθά το χρήστη σχετικά με τη δράση του κουμπιού, και σε αυτή την περίπτωση έχει οριστεί το heatmap_icon.png που βρίσκεται στο φάκελο drawable.

Το τελευταίο παιδί-κόμβος της πατρικής διάταξης (ConstraintLayout) είναι ένα fragment, κι εδώ είναι συνήθως που δηλώνονται οι χάρτες της Google, δηλαδή αυτό το στοιχείο θα αποδώσει τους χάρτες. Εδώ ορίζουμε οι χάρτες να καταλαμβάνουν όλο το μήκος και πλάτος της συσκευής, με εξαίρεση βέβαια το FrameLayout που βρίσκεται από πάνω του το οποίο καταλαμβάνει 50dp (density pixels).

3.2 Ανάλυση του activity: MainActivity.java

Όλες οι ενέργειες της εφαρμογής έχουν οριστεί σε αυτό το αρχείο. Η πρώτη μέθοδος ενός activity είναι η onCreate και εκτελείται κατά την άφιξη του χρήστη στην οθόνη. Στην περίπτωση της εφαρμογής, η εν λόγω μέθοδος εκτελείται κατά την έναρξη της εφαρμογής. Εντός της μεθόδου

συνήθως γίνεται αρχικοποίηση των στοιχείων της διάταξης όπως γίνεται και στην περίπτωση της εφαρμογής. Επίσης αρχικοποιούνται ακροατές συμβάντων για την επιλογή της κατηγορίας και για το συμβάν click στο κουμπί heatmap. Ένας επιπλέον ακροατής που αρχικοποιείται είναι για συμβάντα που αφορούν την αλλαγή της θέσης του χρήστη (συνήθως αφού μετακινηθεί) αλλά και για αλλαγή της κατάστασης της τοποθεσίας ή της κατάστασης του παρόχου της τοποθεσίας. Στο τέλος της μεθόδου γίνεται ερώτηση για τα δικαιώματα της εφαρμογής.

Για την εμφάνιση των χαρτών της Google, απαιτείται από το χρήστη να δώσει πρόσβαση στην εφαρμογή για ανάγνωση της τοποθεσίας του. Αυτό γίνεται εμφανίζοντας ένα μικρό πλαίσιο διαλόγου στο κέντρο της οθόνης το οποίο διαθέτει 2 επιλογές: Allow και Deny μέσω της μεθόδου `requestLocationPermission`. Η αρνητική απάντηση θα αποκρύψει το μενού επιλογών για κατηγορία (κατά την εκκίνηση είναι εμφανές) και το πεδίο κειμένου (Παρακαλώ επιτρέψτε στο app τη χρήση της τοποθεσίας) που αρχικά είναι κρυφό, τότε θα εμφανιστεί. Ένας ακροατής συμβάντος click στο πεδίο κειμένου θα εμφανίσει εκ νέου το πλαίσιο διαλόγου των δικαιωμάτων μέχρι ο χρήστης να δώσει τελικά καταφατική απάντηση.

Σε καταφατική απάντηση του χρήστη, θα αρχικοποιηθούν οι χάρτες όπως και το κουμπί κάτω δεξιά για τη μετακίνηση της κάμερας στην τωρινή τοποθεσία του χρήστη. Η τοποθεσία που εστιάζουν οι χάρτες είναι το κέντρο της Αθήνας (συντεταγμένες: 37.977795,23.733245). Αξίζει να σημειωθεί ότι θα ζητηθούν εκ νέου δικαιώματα για την ανάγνωση της θέσης του χρήστη στην `onResume` μέθοδο του `activity`, δηλαδή όταν η εφαρμογή έρθει στο προσκήνιο (συνήθως όταν ο χρήστης ανοίξει άλλη εφαρμογή και ύστερα επανέλθει στην εν λόγω εφαρμογή).

Η εφαρμογή αναμένει από το χρήστη να επιλέξει μία κατηγορία για την εκτέλεση ενεργειών. Η επιλογή μιας κατηγορίας στη μέθοδο `onItemSelected` (ακρατής επιλογής στοιχείου στο `Spinner`) θα επιστρέψει τον ακέραιο της θέσης του στοιχείου, που αυτός με τη σειρά του θα μετατραπεί στην επιλεγμένη συμβολοσειρά, δηλαδή το όνομα της κατηγορίας. Ύστερα θα γίνεται εκκαθάριση των τυχόν υφιστάμενων `markers` στους χάρτες όπως επίσης θα γίνει αφαίρεση του `overlay`, δηλαδή της επικάλυψης του heatmap (συνήθως στην περίπτωση που ο χρήστης είχε επιλέξει προηγουμένως άλλη κατηγορία). Μέσω συνθηκών `if` θα γίνει έλεγχος για την επιλεγμένη κατηγορία έτσι ώστε οι ακέραιες μεταβλητές `category_array`, `icons_array`, `infowindows_array` και `extra_array` από τιμή -1 (αρχική τιμή) να λάβουν τιμή ίση με την ακεραία τιμή του πόρου, την οποία δίνει το Android για όλους τους πόρους και συγκεκριμένα στην περίπτωση της εφαρμογής για όλα τα `array` που ορίζονται στο αρχείο `strings.xml`. Για παράδειγμα εάν ο χρήστης επιλέξει την κατηγορία «Κεραίες Τηλεπικοινωνιών», τότε το `category_array` θα ισούται με το `R.array.cell_towers_latlng_array`, το οποίο έχει την ονομασία `cell_towers_latlng_array` και περιλαμβάνει τις γεωγραφικές συντεταγμένες για όλες τις κεραίες τηλεπικοινωνιών. Παρόμοια γίνεται και για τις υπόλοιπες πληροφορίες της κατηγορίας, όπως τα εικονίδια για κάθε στοιχείο της κατηγορίας (`icons_array`). Ορισμένες κατηγορίες διαθέτουν επιπλέον πληροφορίες όπως οι Δασικές Πυρκαγιές που έχουν την ημερομηνία της κάθε πυρκαγιάς, η οποία εμφανίζεται στο `infowindow` του `marker` (δηλαδή στο μικρό παράθυρο που αναδύεται πάνω από το `marker` όταν ο χρήστης πάνω στο τελευταίο). Σε 2 κατηγορίες (Εξαφανισθέντες και Εγκληματικότητα), θέλουμε να εμφανίσουμε επιπρόσθετες πληροφορίες στο `infowindow`, όπως για παράδειγμα το μήνα και το χρόνο για κάθε έγκλημα που έλαβε χώρα σε μια περιοχή.

Η επιλογή της κατηγορίας θα εμφανίσει τα `markers` στους χάρτες μέσω της μεθόδου `addMarkers`. Η βοηθητική μέθοδος `getMarkersByCategory` θα διατρέξει όλα τα στοιχεία του `array` για την επιλεγμένη κατηγορία και θα εισάγει σε ένα `ArrayList` τύπου `LatLng` κάθε γεωγραφικό στίγμα αφού πρώτα κάθε στίγμα μετατραπεί σε `Double` και έπειτα σε `LatLng` αφού όλα τα δεδομένα στο `strings.xml` είναι τύπου

String, δηλαδή συμβολοσειρές. Παρόμοια πολιτική ακολουθείται και για τις υπόλοιπες πληροφορίες της κατηγορίας με τη μέθοδο `getArrayByCategory` να διατρέχει όλα τα στοιχεία του array και να τα εισάγει σε ένα ArrayList τύπου String.

Η `LatLng ArrayList` μέσω ενός βρόγχου θα διατρέξει τα γεωγραφικά στίγματα και θα δημιουργηθεί ένα αντίστοιχο αντικείμενο `MarkerOptions`, το οποίο είναι το αντικείμενο που αντιπροσωπεύει το marker, για το οποίο θα τεθεί η τοποθεσία του αντίστοιχου στίγματος. Παράλληλα θα δοθεί το αντίστοιχο εικονίδιο που αρμόζει για το εκάστοτε marker (τα εικονίδια βρίσκονται στο φάκελο `drawable` όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη ενότητα). Για όσες κατηγορίες θέλουμε να εμφανίσουμε `infowindow` για το marker τότε στο αντικείμενο `MarkerOptions` θα καλέσουμε τη μέθοδο `title` και θα δώσουμε ως όρισμα τη συμβολοσειρά του στοιχείου στο ArrayList `infowindows` που διαπερνάται στο βρόγχο. Για όσες κατηγορίες προβλέπεται, τότε θα δοθεί ως όρισμα στη μέθοδο `snippet` η συμβολοσειρά του στοιχείου στο ArrayList `extra`. Η μέθοδος `snippet` επιτρέπει την εμφάνιση σύντομου κειμένου στο `infowindow`. Συγχρόνως, κάθε τοποθεσία marker δίνεται ως όρισμα στη μέθοδο `include` του αντικειμένου `LatLngBounds`, το οποίο είναι ένα ειδικό αντικείμενο που ορίζει τα όρια της κάμερας των χαρτών με τέτοιο τρόπο που να συμπεριλαμβάνει όλα τα markers στη συσκευή του χρήστη και με αυτόν τον τρόπο να φαίνονται τα markers συνολικά, χωρίς να απαιτείται από το χρήστη να μετακινηθεί δεξιά ή αριστερά για να αναζητήσει τυχόν markers, αφού φαίνονται όλα τα σημεία συγκεντρωμένα.

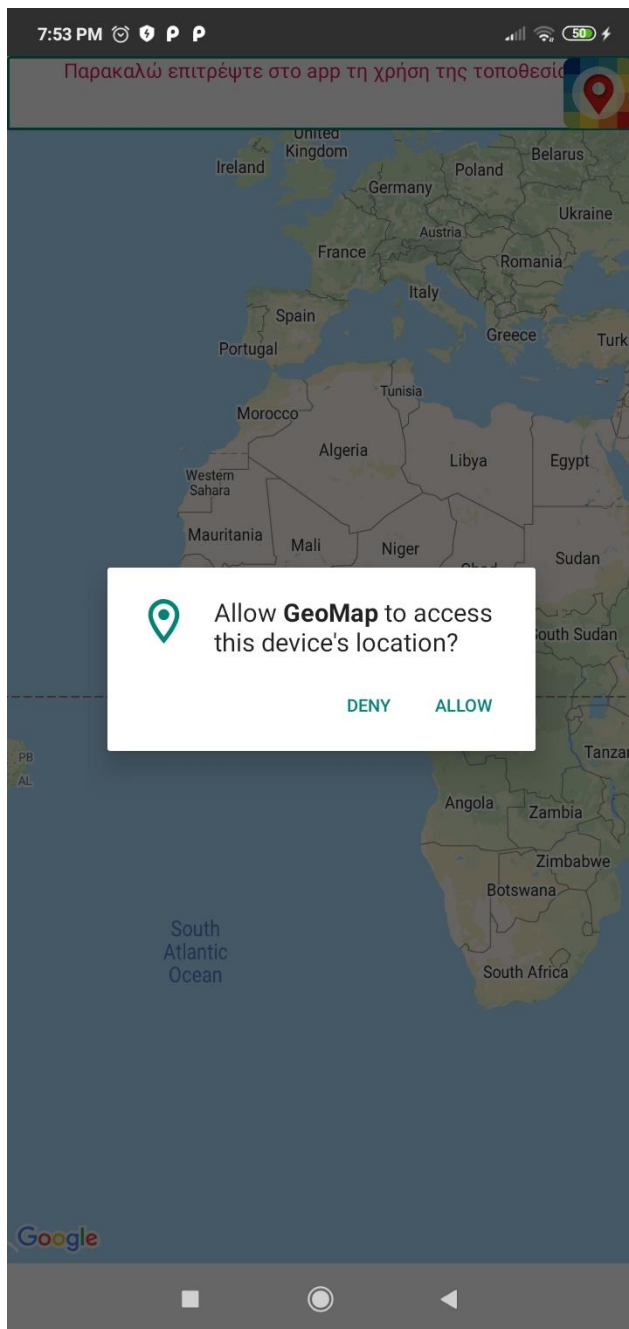
Όταν ο χρήστης πατήσει στο κουμπί πάνω δεξιά θα εμφανίσει/αποκρύψει το heatmap. Έτσι, ορίζουμε ακροατή συμβάντος `click` για το εν λόγω κουμπί. Εάν το heatmap δεν είναι ενεργοποιημένο, τότε θα εκτελεστεί η μέθοδος `addHeatMap` δίνοντας ως όρισμα την ακέραια τιμή του πόρου της επιλεγμένης κατηγορίας. Η μέθοδος θα αφαιρέσει όλα τα markers από τους χάρτες (εφόσον υπάρχουν) και θα δημιουργήσει ένα νέο ArrayList τύπου `LatLng` με τη βοήθεια της μεθόδου `getMarkersByCategory`, το οποίο περιέχει τα γεωγραφικά στίγματα της κατηγορίας. Θα αρχικοποιηθεί νέο αντικείμενο `HeatmapTileProvider` και θα λάβει ως όρισμα το ArrayList στη μέθοδο `data` που διαθέτει το αντικείμενο. Από την ονομασία του αντικειμένου, μπορούμε εύκολα να συμπεράνουμε ότι το Android διαθέτει ένα ειδικό αντικείμενο για την εμφάνιση του heatmap στους χάρτες. Το αντικείμενο των χαρτών (μεταβλητή `mMap`) έχει τη μέθοδο `addTileOverlay` και θα δοθεί ως όρισμα ο πάροχος της επικάλυψης heatmap, δηλαδή το `HeatmapTileProvider` και τελικώς θα εμφανιστεί το heatmap για την επιλεγμένη κατηγορία. Ο χρήστης μπορεί να αφαιρέσει το heatmap και θα εκτελεστεί η μέθοδος `addMarkers` που είδαμε σε προηγούμενη παράγραφο, η οποία θα εμφανίσει και πάλι τα markers στους χάρτες.

3.3 Επίλογος

Στο 3^ο κεφάλαιο έγινε ανάλυση των κλάσεων και εν γένει του κώδικα που γράφτηκε για το σκοπό της εφαρμογής. Το μεγαλύτερο μέρος της εργασίας καταλαμβάνει η τεχνική τεκμηρίωσή της και γι' αυτό εξηγήθηκαν αναλυτικά όλα τα χαρακτηριστικά και οι λειτουργίες της εφαρμογής.

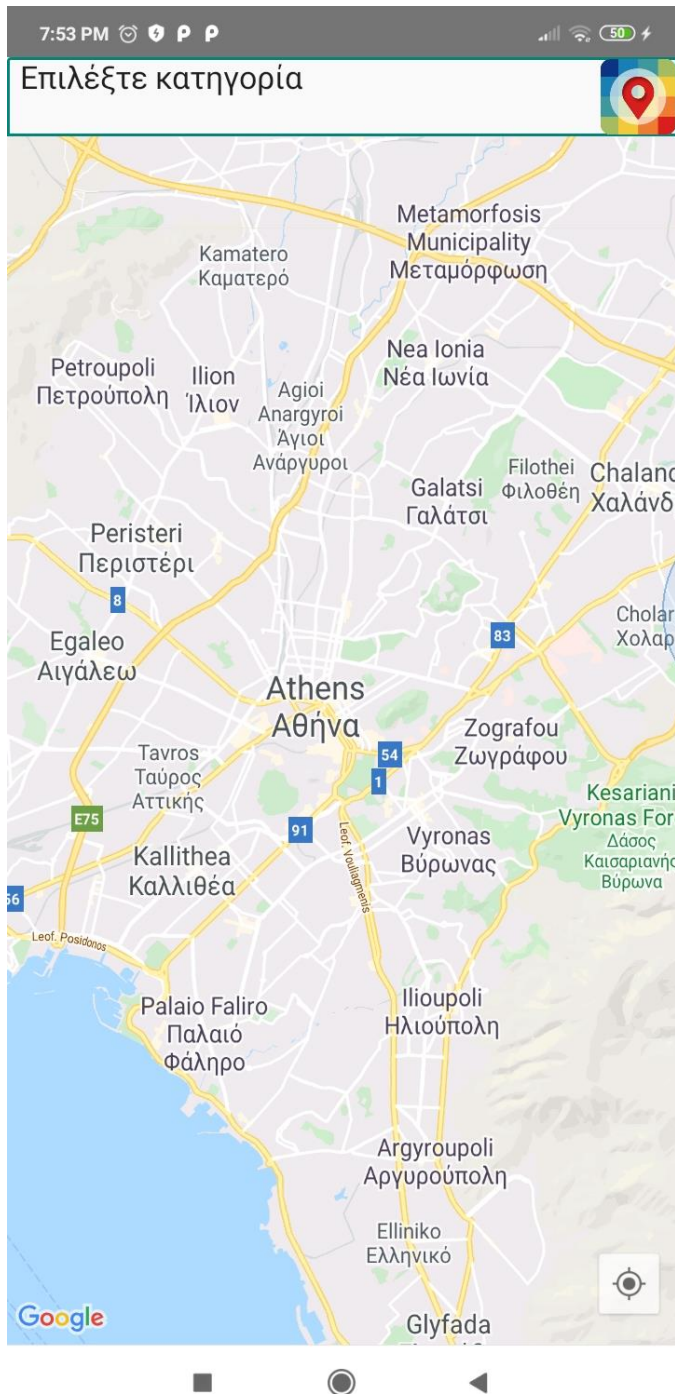
Κεφάλαιο 4ο: Στιγμιότυπα από τη λειτουργία της εφαρμογής

4.1 Ερώτηση για πρόσβαση στην τοποθεσία του χρήστη

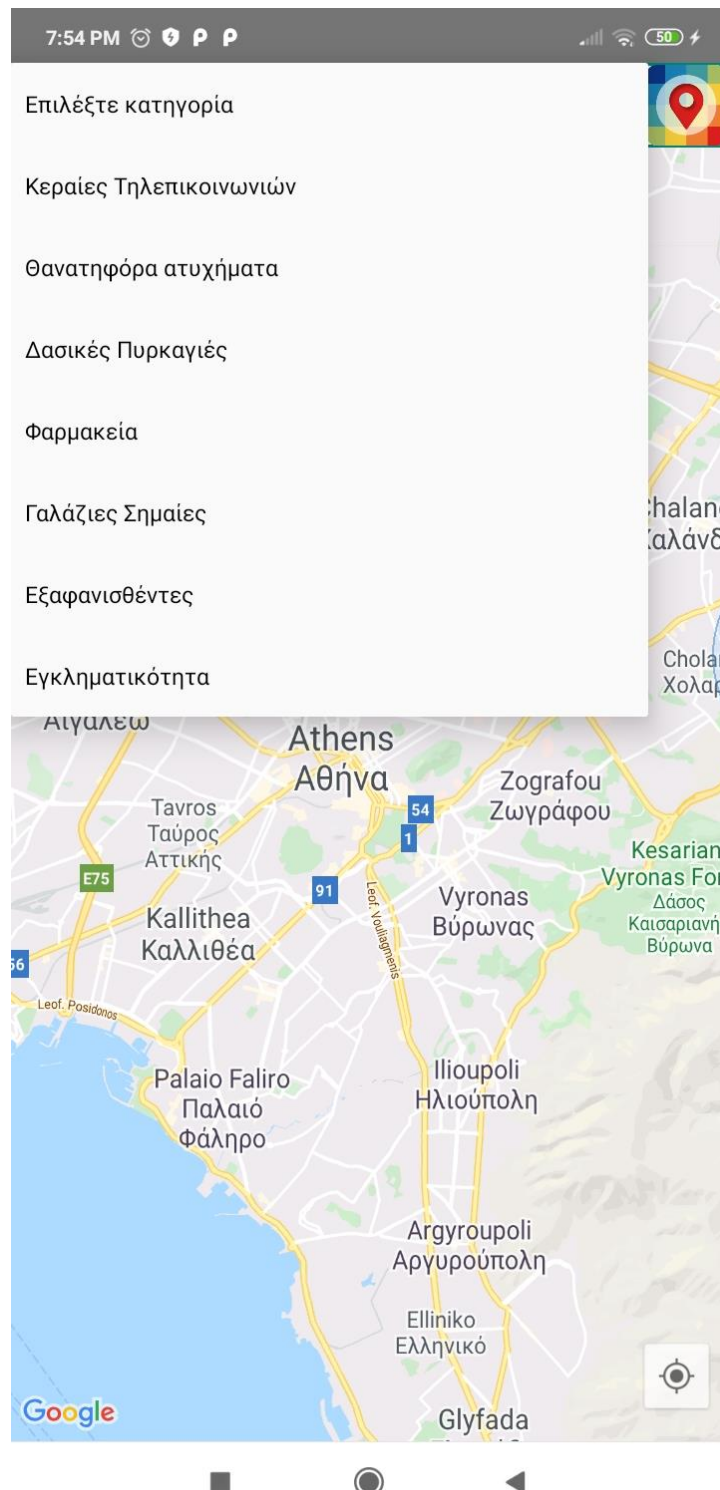


Σχήμα 7: Η εφαρμογή ξεκινά με την εμφάνιση του πλαισίου διαλόγου που ρωτάει το χρήστη για το δικαίωμα ανάγνωσης της τοποθεσίας του

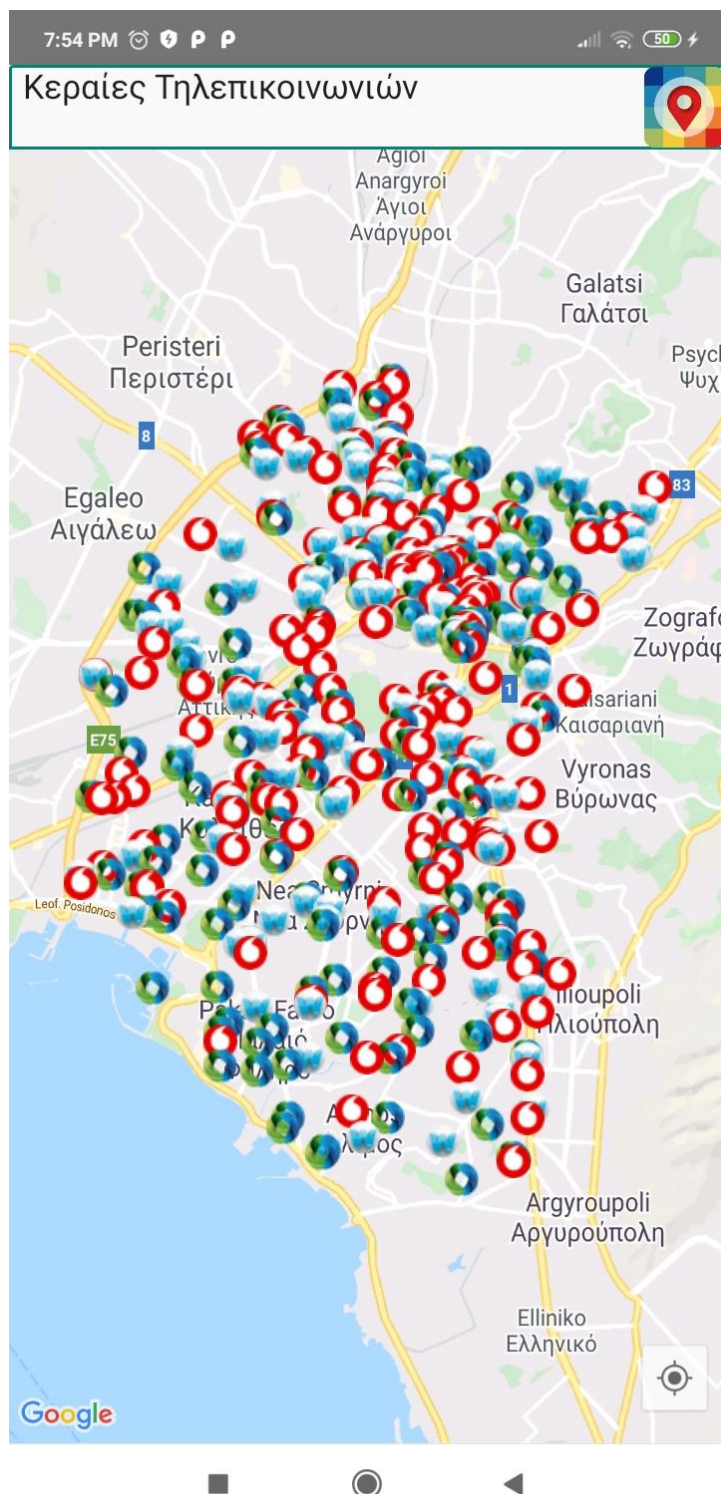
4.2 Αρχική οθόνη



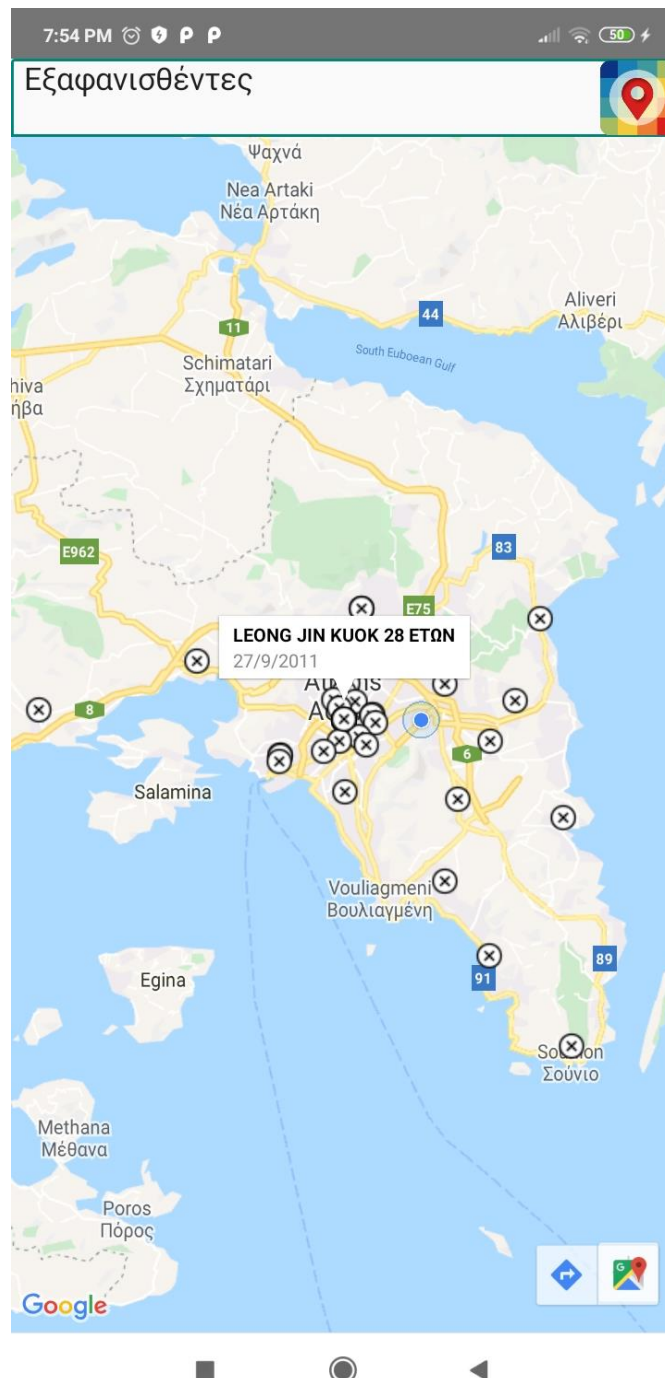
Σχήμα 8: Ο χρήστης έχει ήδη δώσει δικαίωμα στην εφαρμογή για την ανάγνωση της τοποθεσίας του. Η αρχική οθόνη της εφαρμογής που εστιάζει στο κέντρο της Αθήνας. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει μια κατηγορία από το μενού επιλογών πάνω αριστερά



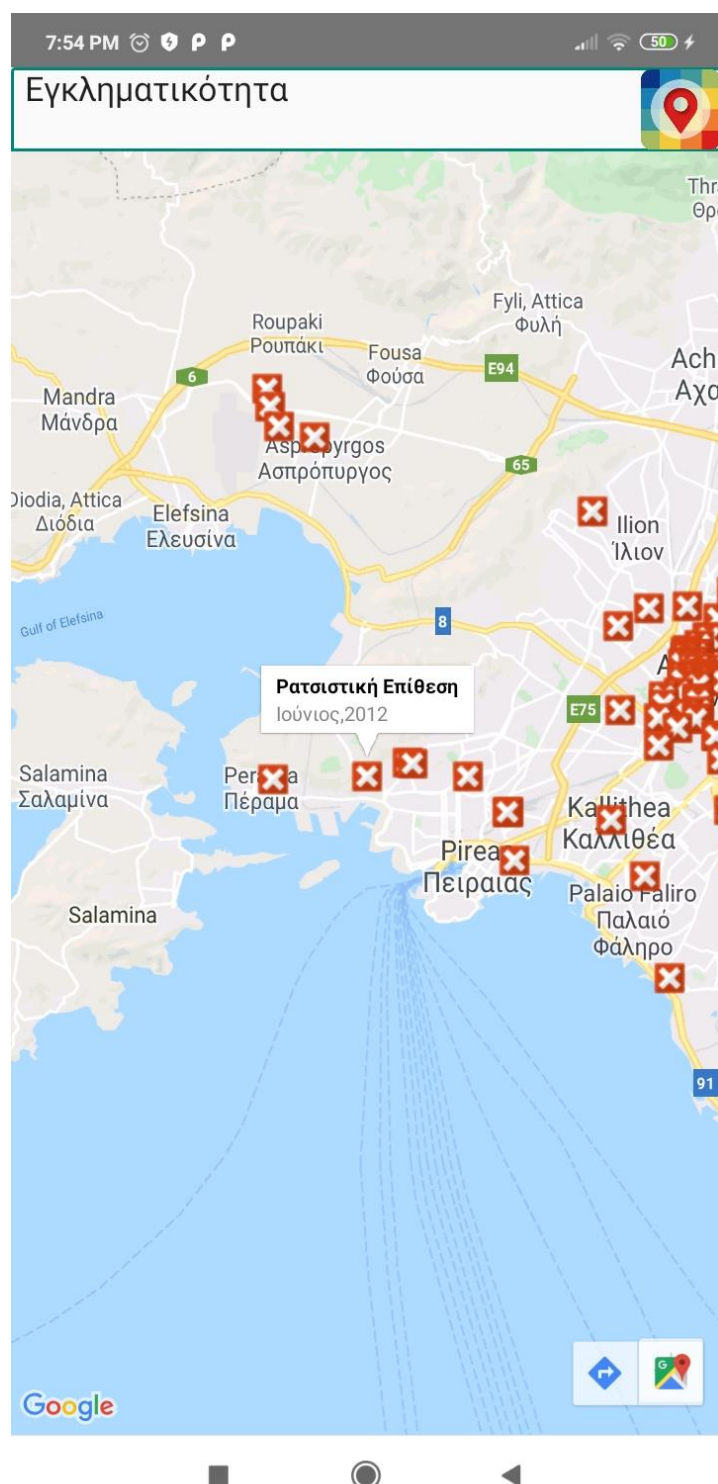
Σχήμα 9: Ο χρήστης ανοίγει το μενού επιλογών και εμφανίζονται οι διαθέσιμες κατηγορίες



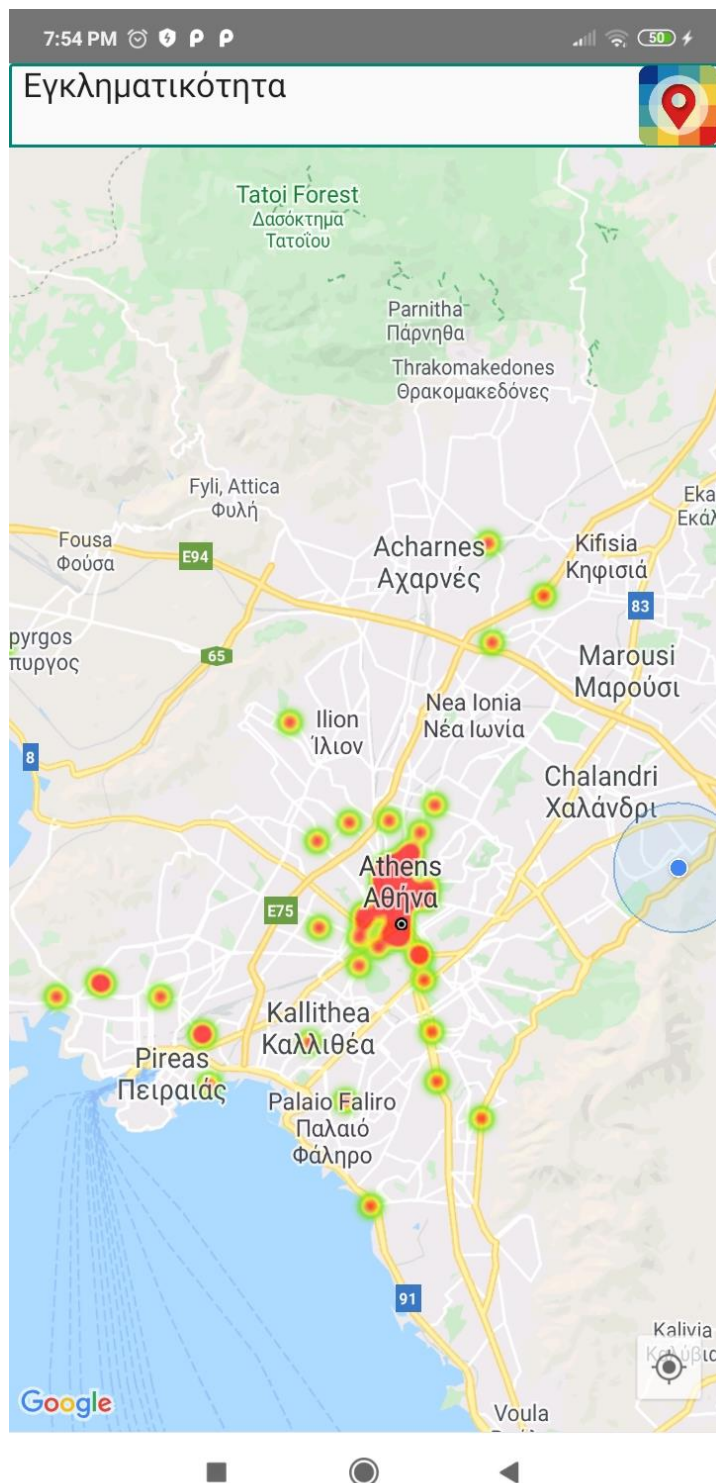
Σχήμα 10: Ο χρήστης επιλέγει την κατηγορία Κεραίες Τηλεπικοινωνιών



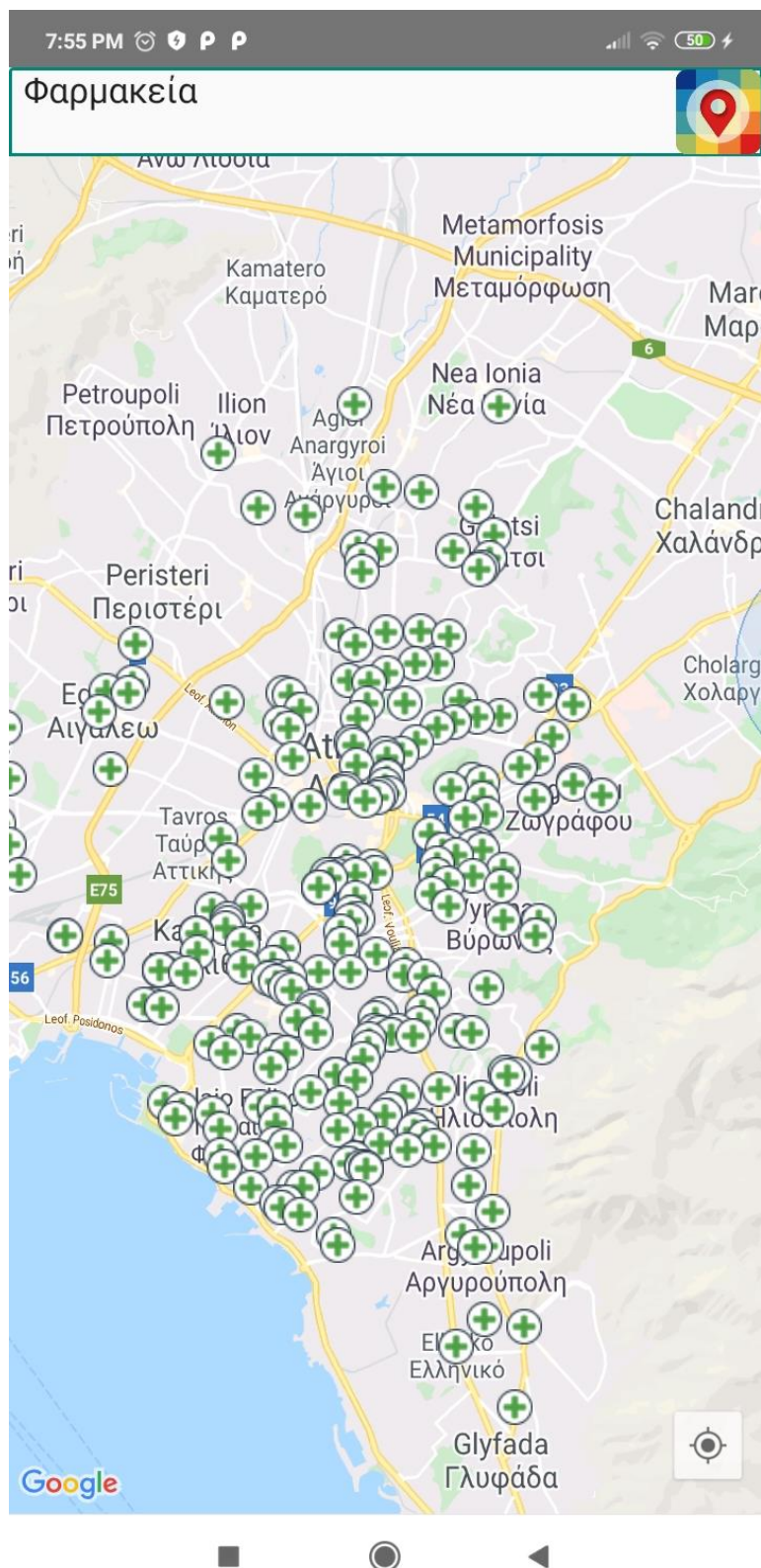
Σχήμα 11: Ο χρήστης επιλέγει την κατηγορία Εξαφανισθέντες και πατάει πάνω σε ένα marker, το οποίο θα εμφανίσει το αντίστοιχο infowindow με πληροφορίες για την εξαφάνιση του προσώπου



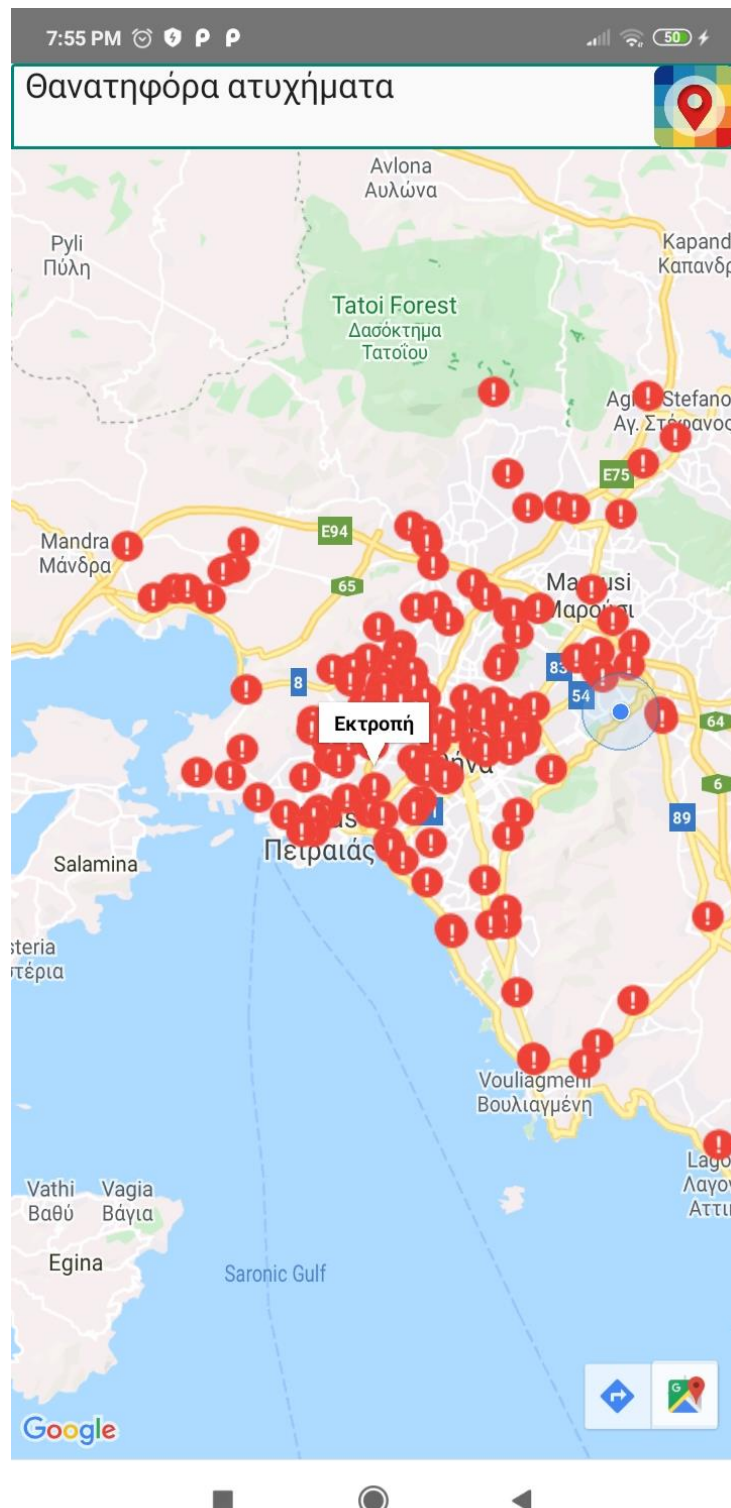
Σχήμα 12: Ο χρήστης επιλέγει την κατηγορία Εγκληματικότητα και πατάει πάνω σε ένα marker, το οποίο θα εμφανίσει το αντίστοιχο infowindow με πληροφορίες για το είδος της εγκληματικής επίθεσης



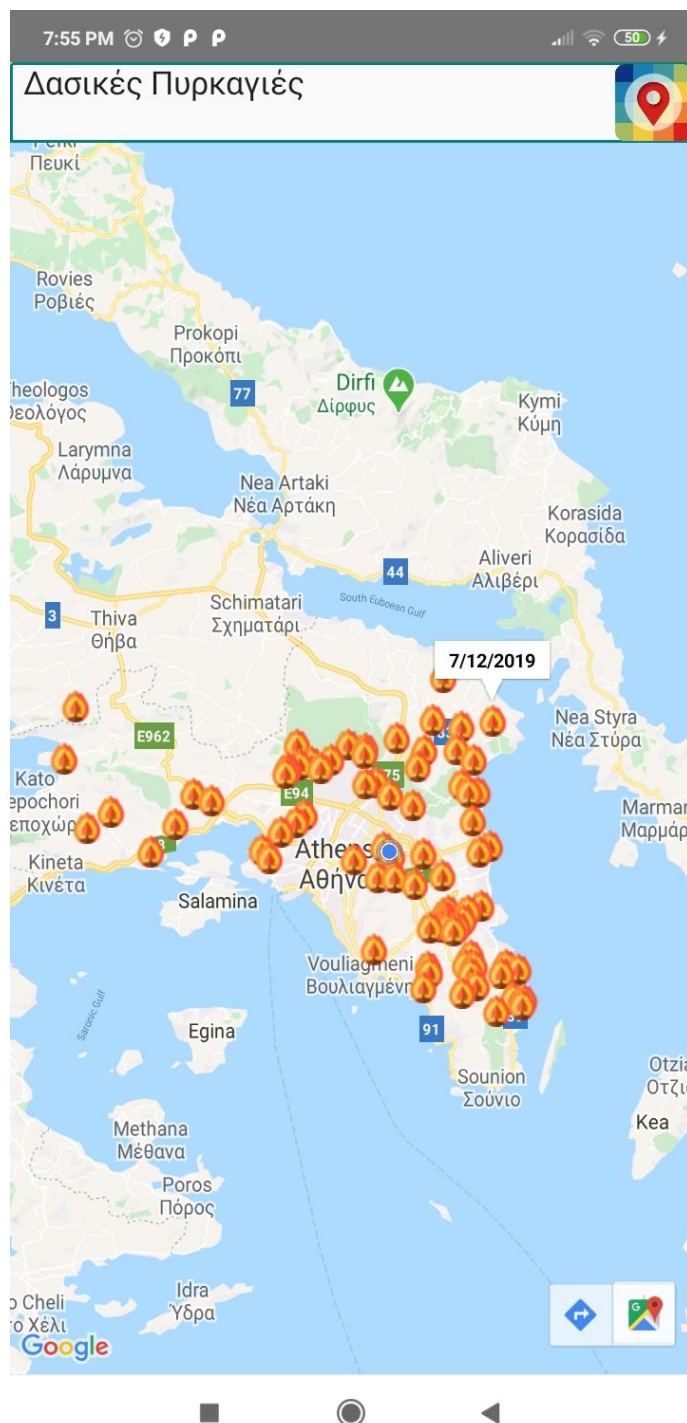
Σχήμα 13: Ο χρήστης ενεργοποιεί το heatmap για την κατηγορία Εγκληματικότητα



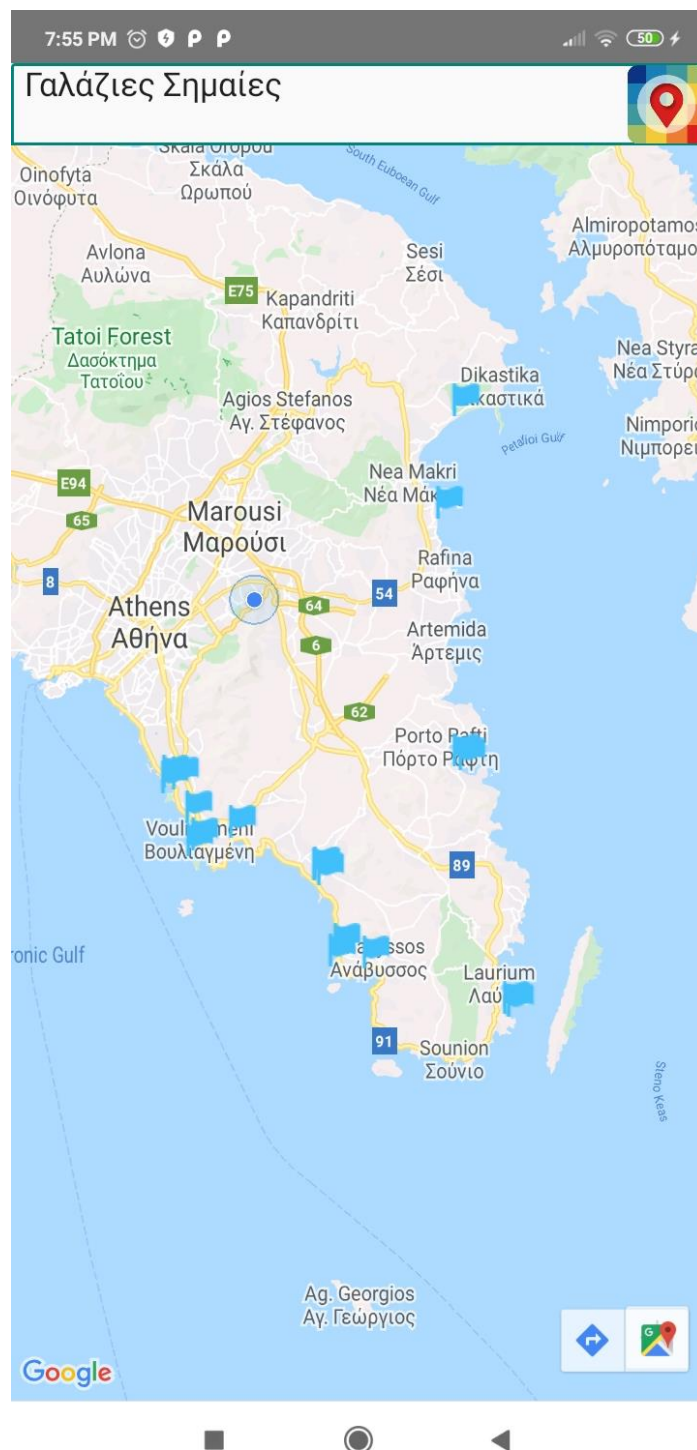
Σχήμα 14: Ο χρήστης επιλέγει την κατηγορία Φαρμακεία



Σχήμα 15: Ο χρήστης επιλέγει την κατηγορία Θανατηφόρα ατυχήματα και πατάει πάνω σε ένα marker, το οποίο θα εμφανίσει το αντίστοιχο infowindow με πληροφορίες για το είδος του ατυχήματος



Σχήμα 16: Ο χρήστης επιλέγει την κατηγορία Δασικές πυρκαγιές και πατάει πάνω σε ένα marker, το οποίο θα εμφανίσει το αντίστοιχο infowindow με πληροφορίες για την ημερομηνία της πυρκαγιάς



Σχήμα 17: Ο χρήστης επιλέγει την κατηγορία Γαλάζιες Σημαίες

4.3 Επίλογος

Σε αυτό το κεφάλαιο έγινε η παράθεση των στιγμιότυπων από τη λειτουργία της εφαρμογής.

Κεφάλαιο 5ο: Συμπεράσματα ή/και προτάσεις βελτίωσης

5.1 Συμπεράσματα

Η εφαρμογή που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της εργασίας πραγματοποιήθηκε με επιτυχία και δεν εντοπίστηκε κατά τις δοκιμαστικές εκτελέσεις κάποιο σφάλμα, αστοχία κατά τη λειτουργία της και στην ακεραιότητα των δεδομένων που εμφανίζει. Με την εργασία που έγινε, ευελπιστούμε ότι θα αποτελέσει ένα εναρκτήριο βήμα για την αντιμετώπιση και την οπτικοποίηση των στατιστικών και γενικά των καταγραφών που σχετίζονται με τοποθεσίες ως σημαντικά δεδομένα που θα διευκολύνουν την κατανόηση των αριθμών που οι τελευταίοι περιγράφουν και θα οδηγήσουν σε πιο στοχευμένα συμπεράσματα και στην ποιοτικότερη λήψη αποφάσεων.

5.2 Προτάσεις βελτίωσης

Μια πρόταση βελτίωσης σχετικά με την υλοποιηθείσα εφαρμογή είναι η διαρκής δυνατότητα ενημέρωσης της εφαρμογής τόσο στο κομμάτι της σχεδίασης και λειτουργικότητας όσο και στο κομμάτι της επέκτασης σε άλλες πόλεις της Ελλάδας όπως και σε επιπλέον κατηγορίες που ενδιαφέρουν την κοινωνία. Τελικός στόχος είναι η εφαρμογή να φτάσει σε πλήρως λειτουργικό στάδιο και να είναι διαθέσιμη για μεταφόρτωση (download) από το PlayStore, την αγορά (market) της Google.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιβλία

- [1] Bill Phillips, Chris Stewart and Kristin Marsicano « Android Programming: The Big Nerd Ranch Guide », 2017
- [2] Dawn Griffiths, David Griffiths « Head First Android Development: A Brain-Friendly Guide», 2017
- [3] Küpper, Axel. Location-Based Services: Fundamentals and Operation. s.l. : John Wiley & Sons,, 2005
- [4] Shane Conder, Lauren Darcey. Ανάπτυξη εφαρμογών με το Android,. Αθήνα : Μ.Γκιούρδας, 2011
- [5] Zigurd Mednieks, Laird Dornin, G. Blake Meike, Masumi Nakamura. Programming Android. s.l. : O'Reilly Media, 2011
- [6] Pro Android 3, Hashimi-Komatineni-MacLean, APress, 2011
- [7] The Busy Coder's Guide To Android Development, Murphy, CommonsWare, 2009
- [8] Android In Action, Ableson-Sen-King-Ortiz, Manning Publications, 2011
- [9] Android™ A Programmer's Guide, J.F. DiMarzio, 2008
- [10] Paul Deitel, Harvey Deitel. Java ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ – Όγδοη Έκδοση. Αθήνα : Εκδόσεις Μ. Γκιούρδας, 2010
- [11] Smyth, Neil. Android 4.2 App Development Essentials. s.l. : Techotopia, 2013
- [12] Sherar, James. Make Your Own Android App. s.l. : MakeUseOf.com, 2012
- [13] The Busy Coder's Guide To Android Development, Murphy, CommonsWare, 2009

Internet Site

- [14] Ιστορία του Android: <http://www.allaboutandroid.gr/?p=6362>
- [15] Παράδειγμα GoogleMaps: <https://github.com/commonsguy/cw-advandroid/tree/master/Maps/ILuvNooYawk/res/drawabe>
- [16] Παραδείγματα για Android : <http://examples.oreilly.com/9780596521509>
- [17] Παράδειγμα εντοπισμού θέσης: <http://stackoverflow.com/questions/3145089/what-is-the-simplest-and-most-robust-way-to-get-the-users-current-location-in-a/3145655#3145655>
- [18] Ανάλυση των βασικών συστατικών μιας εφαρμογής του Android, και ο συσχετισμός τους με την αρχιτεκτονική του συστήματος - <http://developer.android.com/guide/basics/what-is-android.html>

- [19] Πληροφορίες σχετικά με τη δομή και τη χρήση του του αρχείου AndroidManifest.xml - <http://developer.android.com/guide/topics/manifest/manifest-intro.html>
- [20] Οδηγίες εγκατάστασης του Android SDK - <http://developer.android.com/sdk/installing.html>
- [21] Η ιστοσελίδα “Design Guidelines”, η οποία περιέχει πληροφορίες, παραδείγματα, και οδηγίες ώστε να χρησιμοποιηθούν από τους developers για τον σχεδιασμό των εφαρμογών τους. - <http://developer.android.com/design/index.html>
- [22] Ο καταμερισμός των εκδόσεων του Android όπως αυτά καταγράφονται από την πρόσβαση των συσκευών στο Google Play Store. - <http://developer.android.com/resources/dashboard/platform-versions.html>
- [23] Ο καταμερισμός των διαστάσεων οθόνης προς την πυκνότητα pixel των συσκευών που χρησιμοποιούν το Play Store - <http://developer.android.com/resources/dashboard/screens.html>
- [24] Οδηγίες υποστήριξης πολλαπλών αναλύσεων στις εφαρμογές - http://developer.android.com/guide/practices/screens_support.html
- [25] Ανάλυση και οδηγίες χρήσης του Android Debug Bridge - <http://developer.android.com/guide/developing/tools/adb.html>
- [26] Σχετικά με την διαχείριση εικονικών συσκευών - <http://developer.android.com/guide/developing/devices/index.html>
- [27] Πληροφορίες σχετικά με το εργαλείο LogCat - <http://developer.android.com/guide/developing/tools/logcat.html>
- [28] Firebase - <https://cloud.google.com/solutions/mobile/mobile-firebase-app-engine-flexible>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α : ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ

```
<resources>
  <string name="app_name">GeoMap</string>

  <string name="google_maps_key">AIzaSyBooGz5CMg2Y-QsebfiUeMeysgKdvRsHIE</string>

  <string-array name="categories_array">
    <item>Επιλέξτε κατηγορία</item>
    <item>Κεραίες Τηλεπικοινωνιών</item>
    <item>Θανατηφόρα ατυχήματα</item>
    <item>Δασικές Πυρκαγιές</item>
    <item>Φαρμακεία</item>
    <item>Γαλάζιες Σημαίες</item>
    <item>Εξαφανισθέντες</item>
    <item>Εγκληματικότητα</item>
  </string-array>

  <string-array name="cell_towers_latlng_array">
    <item>37.974945, 23.73535</item>
    <item>37.97518, 23.735299</item>
    <item>37.9761, 23.734325</item>
    <item>37.976335, 23.734239</item>
    <item>37.976318, 23.735025</item>
    <item>37.9752, 23.733312</item>
    <item>37.975591, 23.733151</item>
    <item>37.975295, 23.732336</item>
    <item>37.973872, 23.734773</item>
    <item>37.973838, 23.733335</item>
    <item>37.975751, 23.728528</item>
    <item>37.976932, 23.732952</item>
    <item>37.976873, 23.736128</item>
    <item>37.978082, 23.734562</item>
    <item>37.978386, 23.734176</item>
    <item>37.980289, 23.732534</item>
    <item>37.979722, 23.731118</item>
    <item>37.979646, 23.729713</item>
    <item>37.978614, 23.731118</item>
    <item>37.978318, 23.7313</item>
    <item>37.980483, 23.735613 </item>
    <item>37.980661, 23.736428</item>
    <item>37.979993, 23.735838</item>
    <item>37.979689, 23.736063</item>
    <item>37.980061, 23.737179</item>
    <item>37.980543, 23.738123</item>
    <item>37.984225, 23.728086</item>
    <item>37.983824, 23.728151</item>
    <item>37.983909, 23.727549</item>
    <item>37.983626, 23.727474</item>
    <item>37.983647, 23.727774</item>
    <item>37.983529, 23.727742</item>
    <item>37.983402, 23.727324</item>
    <item>37.982979, 23.728123</item>
    <item>37.983123, 23.730001</item>
    <item>37.983554, 23.730387</item>
    <item>37.983857, 23.730898</item>
    <item>37.984390, 23.732521</item>
    <item>37.985366, 23.731365</item>
```

<item>37.985417, 23.729917</item>
<item>37.985493, 23.732438</item>
<item>37.984681, 23.734101</item>
<item>37.986567, 23.733661</item>
<item>37.986079, 23.726465</item>
<item>37.985250, 23.725819</item>
<item>37.983756, 23.723880</item>
<item>37.983215, 23.724649</item>
<item>37.981955, 23.724268</item>
<item>37.981075, 23.726705</item>
<item>37.980011, 23.726390</item>
<item>37.980162, 23.721096</item>
<item>37.970055, 23.737476</item>
<item>37.968887, 23.729508</item>
<item>37.968003, 23.732300</item>
<item>37.967605, 23.731919</item>
<item>37.966941, 23.730599</item>
<item>37.967191, 23.730309</item>
<item>37.967407, 23.730191</item>
<item>37.964563, 23.726906</item>
<item>37.966145, 23.728183</item>
<item>37.966103, 23.725007</item>
<item>37.967241, 23.723489</item>
<item>37.964377, 23.724352</item>
<item>37.961888, 23.725379</item>
<item>37.962006, 23.725871</item>
<item>37.961668, 23.726992</item>
<item>37.917041, 23.744955</item>
<item>37.915816, 23.743926</item>
<item>37.915184, 23.737744</item>
<item>37.918317, 23.734486</item>
<item>37.922080, 23.733866</item>
<item>37.921285, 23.743959</item>
<item>37.923650, 23.743796</item>
<item>37.923246, 23.743944</item>
<item>37.927227, 23.740358</item>
<item>37.928078, 23.739414</item>
<item>37.929058, 23.739821</item>
<item>37.928924, 23.745552</item>
<item>37.931570, 23.744819</item>
<item>37.932173, 23.737441</item>
<item>37.933687, 23.748958</item>
<item>37.934513, 23.743410</item>
<item>37.934693, 23.744751</item>
<item>37.937030, 23.744373</item>
<item>37.939177, 23.739938</item>
<item>37.937540, 23.739802</item>
<item>37.937210, 23.739727</item>
<item>37.936237, 23.736380</item>
<item>37.940899, 23.740028</item>
<item>37.942134, 23.741090</item>
<item>37.942515, 23.740993</item>
<item>37.942896, 23.738085</item>
<item>37.949707, 23.737270</item>
<item>37.949150, 23.737996</item>
<item>37.948928, 23.738353</item>
<item>37.949003, 23.739444</item>
<item>37.950564, 23.738926</item>
<item>37.950774, 23.737782</item>
<item>37.950765, 23.733106</item>
<item>37.956895, 23.734220</item>
<item>37.957545, 23.734176</item>
<item>37.958251, 23.734479</item>
<item>37.958347, 23.731987</item>
<item>37.958717, 23.732249</item>
<item>37.958675, 23.733363</item>

<item>37.958180, 23.730019</item>
<item>37.957750, 23.728369</item>
<item>37.959432, 23.721099</item>
<item>37.959356, 23.718942</item>
<item>37.946152, 23.715100</item>
<item>37.945801, 23.714798</item>
<item>37.942924, 23.709643</item>
<item>37.942421, 23.709573</item>
<item>37.941658, 23.713165</item>
<item>37.938579, 23.726935</item>
<item>37.939284, 23.730843</item>
<item>37.940037, 23.730826</item>
<item>37.941365, 23.729249</item>
<item>37.942798, 23.733039</item>
<item>37.945243, 23.729714</item>
<item>37.945895, 23.727995</item>
<item>37.947147, 23.731375</item>
<item>37.947997, 23.731391</item>
<item>37.948887, 23.727490</item>
<item>37.953282, 23.731719</item>
<item>37.951796, 23.728767</item>
<item>37.951407, 23.728035</item>
<item>37.955514, 23.725793</item>
<item>37.955714, 23.724016</item>
<item>37.960834, 23.735571</item>
<item>37.960460, 23.736991</item>
<item>37.962402, 23.731807</item>
<item>37.965836, 23.732770</item>
<item>37.964516, 23.743606</item>
<item>37.964110, 23.743703</item>
<item>37.966157, 23.745484</item>
<item>37.965413, 23.746460</item>
<item>37.962427, 23.743316</item>
<item>37.966644, 23.714486</item>
<item>37.968530, 23.713177</item>
<item>37.968809, 23.713354</item>
<item>37.971370, 23.711730</item>
<item>37.976833, 23.720403</item>
<item>37.977019, 23.720961</item>
<item>37.975522, 23.711047</item>
<item>37.976368, 23.711465</item>
<item>37.977028, 23.711411</item>
<item>37.977737, 23.725655</item>
<item>37.977788, 23.725381</item>
<item>37.978042, 23.724727</item>
<item>37.986112, 23.723924</item>
<item>37.986687, 23.721403</item>
<item>37.986746, 23.721146</item>
<item>37.987761, 23.719322</item>
<item>37.987872, 23.717242</item>
<item>37.989886, 23.724806</item>
<item>37.987580, 23.726939</item>
<item>37.988007, 23.727946</item>
<item>37.988829, 23.728725</item>
<item>37.990571, 23.729806</item>
<item>37.980300, 23.718139</item>
<item>37.980180, 23.718672</item>
<item>37.982362, 23.718865</item>
<item>37.983867, 23.718071</item>
<item>37.984383, 23.715603</item>
<item>37.985330, 23.717523</item>
<item>37.984679, 23.718918</item>
<item>37.983338, 23.712800</item>
<item>37.983370, 23.711434</item>
<item>37.986397, 23.711681</item>
<item>37.986355, 23.712325</item>

<item>37.999538, 23.722499</item>
<item>37.999453, 23.722735</item>
<item>37.999360, 23.722499</item>
<item>37.998768, 23.721898</item>
<item>38.000019, 23.721962</item>
<item>37.997407, 23.723367</item>
<item>37.998117, 23.723603</item>
<item>37.997179, 23.717477</item>
<item>37.997492, 23.716994</item>
<item>37.997982, 23.716157</item>
<item>37.998346, 23.716039</item>
<item>37.998642, 23.717466</item>
<item>37.992112, 23.721440</item>
<item>37.992112, 23.721494</item>
<item>37.993871, 23.721451</item>
<item>37.993567, 23.722771</item>
<item>37.992223, 23.722256</item>
<item>37.991905, 23.722678</item>
<item>37.990813, 23.720705</item>
<item>37.990192, 23.720836</item>
<item>37.994946, 23.725873</item>
<item>37.994828, 23.725905</item>
<item>37.995589, 23.721978</item>
<item>37.995831, 23.717904</item>
<item>37.995820, 23.712445</item>
<item>37.991002, 23.715599</item>
<item>37.991653, 23.715374</item>
<item>37.989756, 23.704495</item>
<item>37.987599, 23.693117</item>
<item>37.986195, 23.697938</item>
<item>37.981741, 23.711145</item>
<item>37.981893, 23.709407</item>
<item>37.979906, 23.710008</item>
<item>37.976004, 23.707047</item>
<item>37.975727, 23.706389</item>
<item>37.973591, 23.708651</item>
<item>37.974130, 23.698556</item>
<item>37.970544, 23.700305</item>
<item>37.981170, 23.699897</item>
<item>37.979707, 23.696249</item>
<item>37.981764, 23.688058</item>
<item>37.983514, 23.684421</item>
<item>37.978856, 23.687240</item>
<item>37.977497, 23.684543</item>
<item>37.977725, 23.682998</item>
<item>37.976313, 23.685476</item>
<item>37.976406, 23.688330</item>
<item>37.974275, 23.685830</item>
<item>37.974207, 23.690827</item>
<item>37.972262, 23.691514</item>
<item>37.971934, 23.690477</item>
<item>37.969260, 23.691976</item>
<item>37.969053, 23.692405</item>
<item>37.969257, 23.698345</item>
<item>37.968372, 23.699472</item>
<item>37.968507, 23.699547</item>
<item>37.968186, 23.698925</item>
<item>37.967450, 23.699215</item>
<item>37.967484, 23.702530</item>
<item>37.966647, 23.703903</item>
<item>37.965226, 23.705834</item>
<item>37.966689, 23.707518</item>
<item>37.968550, 23.709449</item>
<item>37.964353, 23.707573</item>
<item>37.964158, 23.707745</item>
<item>37.963092, 23.710749</item>

<item>37.962678, 23.710824</item>
<item>37.963871, 23.705910</item>
<item>37.965683, 23.714496</item>
<item>37.962972, 23.716058</item>
<item>37.962574, 23.716101</item>
<item>37.962371, 23.713515</item>
<item>37.963048, 23.723353</item>
<item>37.963014, 23.723600</item>
<item>37.961965, 23.725971</item>
<item>37.962768, 23.703242</item>
<item>37.962167, 23.699219</item>
<item>37.961355, 23.710377</item>
<item>37.960932, 23.709647</item>
<item>37.963568, 23.692465</item>
<item>37.960799, 23.689924</item>
<item>37.959335, 23.689550</item>
<item>37.959335, 23.689550</item>
<item>37.956499, 23.692291</item>
<item>37.956193, 23.682697</item>
<item>37.955296, 23.679714</item>
<item>37.955178, 23.677654</item>
<item>37.955423, 23.676163</item>
<item>37.945708, 23.674408</item>
<item>37.944752, 23.674462</item>
<item>37.945826, 23.678936</item>
<item>37.946697, 23.677788</item>
<item>37.948144, 23.682798</item>
<item>37.949366, 23.684390</item>
<item>37.947516, 23.685986</item>
<item>37.944383, 23.684822</item>
<item>37.944192, 23.684713</item>
<item>37.944284, 23.683709</item>
<item>37.941348, 23.684836</item>
<item>37.942093, 23.687389</item>
<item>37.942008, 23.688301</item>
<item>37.940654, 23.687421</item>
<item>37.941162, 23.682411</item>
<item>37.939736, 23.695617</item>
<item>37.942046, 23.698396</item>
<item>37.943687, 23.699608</item>
<item>37.946405, 23.693340</item>
<item>37.948918, 23.698125</item>
<item>37.950026, 23.696376</item>
<item>37.950584, 23.694005</item>
<item>37.948221, 23.705011</item>
<item>37.947984, 23.704807</item>
<item>37.952256, 23.705016</item>
<item>37.950725, 23.708095</item>
<item>37.957916, 23.705863</item>
<item>37.956736, 23.702756</item>
<item>37.955196, 23.702606</item>
<item>37.954900, 23.703389</item>
<item>37.955111, 23.703700</item>
<item>37.954443, 23.705642</item>
<item>37.958602, 23.708348</item>
<item>37.954521, 23.714199</item>
<item>37.954699, 23.713598</item>
<item>37.955892, 23.715282</item>
<item>37.958144, 23.710594</item>
<item>37.960192, 23.717409</item>
<item>37.950086, 23.687415</item>
<item>37.953534, 23.698195</item>
<item>37.953449, 23.698002</item>
<item>37.954879, 23.697519</item>
<item>37.955268, 23.697283</item>
<item>37.957857, 23.701006</item>

<item>37.960816, 23.682114</item>
<item>37.958227, 23.680827</item>
<item>37.970412, 23.676745</item>
<item>37.970370, 23.676616</item>
<item>37.968422, 23.679174</item>
<item>37.970630, 23.683862</item>
<item>37.999693, 23.701505</item>
<item>37.998239, 23.702117</item>
<item>37.997571, 23.701784</item>
<item>37.996260, 23.703361</item>
<item>37.989504, 23.704871</item>
<item>37.989783, 23.704367</item>
<item>37.991246, 23.704388</item>
<item>37.997625, 23.709452</item>
<item>37.997025, 23.708433</item>
<item>38.001490, 23.705437</item>
<item>38.001236, 23.705351</item>
<item>38.000867, 23.707038</item>
<item>38.000637, 23.706761</item>
<item>37.999468, 23.706040</item>
<item>37.999116, 23.706417</item>
<item>38.001721, 23.715162</item>
<item>38.003682, 23.713950</item>
<item>38.004722, 23.714368</item>
<item>38.005813, 23.714744</item>
<item>38.004467, 23.720366</item>
<item>38.003491, 23.720198</item>
<item>38.002111, 23.723573</item>
<item>38.006587, 23.722799</item>
<item>38.006046, 23.723014</item>
<item>37.911152, 23.741640</item>
<item>37.910686, 23.741983</item>
<item>37.910610, 23.741801</item>
<item>37.908418, 23.733700</item>
<item>37.913104, 23.730828</item>
<item>37.913532, 23.718337</item>
<item>37.912214, 23.712660</item>
<item>37.911943, 23.712284</item>
<item>37.911638, 23.712027</item>
<item>37.916784, 23.716694</item>
<item>37.915969, 23.722248</item>
<item>37.914758, 23.705973</item>
<item>37.916016, 23.706684</item>
<item>37.922315, 23.696084</item>
<item>37.922455, 23.706578</item>
<item>37.921753, 23.701954</item>
<item>37.925011, 23.701986</item>
<item>37.925322, 23.696078</item>
<item>37.926576, 23.696225</item>
<item>37.927600, 23.697241</item>
<item>37.926948, 23.704245</item>
<item>37.931956, 23.685615</item>
<item>37.932064, 23.695631</item>
<item>37.929607, 23.701697</item>
<item>37.936257, 23.700837</item>
<item>37.937264, 23.699150</item>
<item>37.937552, 23.700802</item>
<item>37.938043, 23.700577</item>
<item>37.937552, 23.700802</item>
<item>37.940268, 23.704471</item>
<item>37.939642, 23.712112</item>
<item>37.940116, 23.712648</item>
<item>37.929823, 23.710106</item>
<item>37.930388, 23.710267</item>
<item>37.931390, 23.710518</item>
<item>37.932892, 23.714032</item>

<item>37.931040, 23.720280</item>
<item>37.931834, 23.720298</item>
<item>37.933806, 23.721693</item>
<item>37.938651, 23.721409</item>
<item>37.937825, 23.723805</item>
<item>37.938590, 23.726996</item>
<item>37.940946, 23.721799</item>
<item>37.942362, 23.721672</item>
<item>37.923291, 23.710028</item>
<item>37.925813, 23.715092</item>
<item>37.923316, 23.719029</item>
<item>37.923324, 23.722603</item>
<item>37.924169, 23.724021</item>
<item>37.926681, 23.726923</item>
<item>37.929973, 23.725850</item>
<item>37.929990, 23.726912</item>
<item>37.932812, 23.728638</item>
<item>37.935527, 23.728848</item>
<item>37.926013, 23.736056</item>
<item>37.926368, 23.735981</item>
<item>37.950531, 23.746113</item>
<item>37.984018, 23.745568</item>
<item>37.981937, 23.749886</item>
<item>37.980390, 23.743847</item>
<item>37.980348, 23.744256</item>
<item>37.976114, 23.747220</item>
<item>37.976977, 23.745010</item>
<item>37.976952, 23.740386</item>
<item>37.977519, 23.739656</item>
<item>37.972309, 23.744827</item>
<item>37.978908, 23.752591</item>
<item>37.978637, 23.752891</item>
<item>37.978324, 23.752580</item>
<item>37.992438, 23.733935</item>
<item>37.993009, 23.732215</item>
<item>37.993337, 23.730132</item>
<item>37.987701, 23.737031</item>
<item>37.988978, 23.736849</item>
<item>37.989671, 23.740851</item>
<item>37.985781, 23.741023</item>
<item>37.982119, 23.735262</item>
<item>37.983869, 23.737258</item>
<item>37.983615, 23.736518</item>
<item>37.983700, 23.741882</item>
<item>37.975970, 23.741785</item>
<item>37.955755, 23.744126</item>
<item>37.955844, 23.742589</item>
<item>37.955413, 23.740446</item>
<item>37.954916, 23.735873</item>
<item>37.956033, 23.738581</item>
<item>37.971873, 23.745079</item>
<item>37.972125, 23.743627</item>
<item>37.972830, 23.745092</item>
<item>37.970216, 23.745526</item>
<item>37.968474, 23.751237</item>
<item>37.996008, 23.734484</item>
<item>37.996439, 23.735771</item>
<item>37.994850, 23.730016</item>
<item>37.996547, 23.731162</item>
<item>37.996904, 23.725637</item>
<item>37.987232, 23.753328</item>
<item>37.987815, 23.753146</item>
<item>37.989674, 23.752444</item>
<item>37.988025, 23.753860</item>
<item>37.987450, 23.757111</item>
<item>37.987818, 23.755175</item>

```

    <item>37.985334, 23.761142</item>
    <item>37.984979, 23.760488</item>
    <item>37.987761, 23.760349</item>
    <item>37.988370, 23.759695</item>
    <item>37.989884, 23.756970</item>
    <item>37.990493, 23.762131</item>
    <item>37.993393, 23.763869</item>
    <item>37.995014, 23.747213</item>
    <item>37.993365, 23.742374</item>
    <item>37.989103, 23.742353</item>
    <item>37.988613, 23.745486</item>
    <item>37.988038, 23.745304</item>
    <item>37.992463, 23.749900</item>
    <item>37.993588, 23.751434</item>
</string-array>

<string-array name="cell_towers_icons_array">
    <item>cosmote</item>
    <item>vodafone</item>
    <item>vodafone</item>
    <item>cosmote</item>
    <item>wind</item>
    <item>wind</item>
    <item>wind</item>
    <item>cosmote</item>
    <item>vodafone</item>
    <item>cosmote</item>
    <item>wind</item>
    <item>cosmote</item>
    <item>cosmote</item>
    <item>vodafone</item>
    <item>vodafone</item>
    <item>vodafone</item>
    <item>cosmote</item>
    <item>vodafone</item>
    <item>wind</item>
    <item>wind</item>
    <item>vodafone</item>
    <item>cosmote</item>
    <item>wind</item>
    <item>vodafone</item>
    <item>vodafone</item>
    <item>wind</item>
    <item>wind</item>
    <item>wind</item>
    <item>wind</item>
    <item>vodafone</item>
    <item>cosmote</item>
    <item>wind</item>
    <item>vodafone</item>
    <item>vodafone</item>
    <item>cosmote</item>
    <item>cosmote</item>
    <item>vodafone</item>
    <item>vodafone</item>
    <item>wind</item>
    <item>vodafone</item>
    <item>vodafone</item>
    <item>cosmote</item>
    <item>wind</item>
    <item>wind</item>
    <item>vodafone</item>
    <item>wind</item>
    <item>vodafone</item>
    <item>vodafone</item>
    <item>wind</item>

```

[illegible]


```

    <item>wind</item>
    <item>cosmote</item>
    <item>cosmote</item>
    <item>wind</item>
</string-array>

<string-array name="accidents_latlng_array">
    <item>38.084870, 23.825550</item>
    <item>37.950173, 23.706438</item>
    <item>38.071133, 23.710019</item>
    <item>37.983359, 23.755384</item>
    <item>38.008295, 23.815035</item>
    <item>38.038543, 23.759033</item>
    <item>37.977598, 23.663232</item>
    <item>37.960964, 23.637614</item>
    <item>37.996292, 23.694353</item>
    <item>37.828067, 23.773989</item>
    <item>38.040803, 23.703390</item>
    <item>38.023080, 23.694778</item>
    <item>38.028726, 23.764115</item>
    <item>37.987574, 23.642077</item>
    <item>37.951524, 23.609455</item>
    <item>38.040438, 23.776653</item>
    <item>37.961567, 23.722831</item>
    <item>37.973932, 23.759864</item>
    <item>37.988819, 23.850346</item>
    <item>38.034508, 23.821095</item>
    <item>38.014238, 23.690144</item>
    <item>38.032002, 23.681533</item>
    <item>37.898876, 23.757235</item>
    <item>37.998687, 23.708882</item>
    <item>37.888022, 23.725260</item>
    <item>37.829145, 23.773719</item>
    <item>37.978802, 23.660040</item>
    <item>38.120700, 23.858433</item>
    <item>37.969861, 23.701911</item>
    <item>37.974337, 23.599799</item>
    <item>38.040774, 23.776901</item>
    <item>37.895514, 23.877776</item>
    <item>38.049686, 23.567589</item>
    <item>37.994215, 23.774288</item>
    <item>37.989928, 23.687382</item>
    <item>38.045740, 23.547275</item>
    <item>38.045051, 23.580556</item>
    <item>37.986990, 23.718088</item>
    <item>38.017300, 23.755164</item>
    <item>37.911798, 23.710212</item>
    <item>37.991992, 23.849059</item>
    <item>37.944405, 23.764317</item>
    <item>37.964714, 23.784010</item>
    <item>38.044950, 23.988706</item>
    <item>38.140476, 23.842109</item>
    <item>38.087848, 23.770381</item>
    <item>37.977829, 23.714929</item>
    <item>37.828789, 23.773567</item>
    <item>37.943730, 23.650238</item>
    <item>37.978343, 23.767988</item>
    <item>38.012267, 23.666052</item>
    <item>37.976930, 23.677151</item>
    <item>37.984454, 23.726128</item>
    <item>38.311996, 23.819448</item>
    <item>37.989240, 23.686192</item>
    <item>38.006069, 23.664547</item>
    <item>38.142023, 23.749931</item>
    <item>37.996543, 23.339917</item>

```

<item>37.946012, 23.646039</item>
<item>38.059917, 23.595116</item>
<item>38.108843, 23.839248</item>
<item>37.889717, 23.724266</item>
<item>37.945436, 23.702250</item>
<item>37.947371, 23.702814</item>
<item>37.942503, 23.642978</item>
<item>38.002652, 23.344872</item>
<item>38.016924, 23.675206</item>
<item>38.000890, 23.685024</item>
<item>38.069641, 23.531693</item>
<item>38.075003, 23.708986</item>
<item>37.839969, 23.933244</item>
<item>37.973136, 23.744852</item>
<item>38.082130, 23.958302</item>
<item>37.985961, 23.763398</item>
<item>37.840040, 23.932741</item>
<item>38.002292, 23.602627</item>
<item>38.050010, 23.559423</item>
<item>38.103895, 23.758578</item>
<item>38.088607, 23.789152</item>
<item>38.017287, 23.799355</item>
<item>37.856172, 23.832853</item>
<item>37.980847, 23.766856</item>
<item>37.951207, 23.662634</item>
<item>38.020637, 23.693710</item>
<item>37.912930, 23.744530</item>
<item>37.980559, 23.670816</item>
<item>37.964368, 23.706862</item>
<item>37.859957, 23.763568</item>
<item>38.012340, 24.015849</item>
<item>38.052087, 23.737540</item>
<item>37.983272, 23.641807</item>
<item>38.071609, 23.600799</item>
<item>37.840226, 23.932520</item>
<item>37.891998, 23.747903</item>
<item>37.964343, 23.714855</item>
<item>38.009836, 23.688242</item>
<item>38.006222, 23.684510</item>
<item>37.935700, 23.643052</item>
<item>37.922023, 23.695873</item>
<item>38.011303, 23.811082</item>
<item>37.991115, 23.849575</item>
<item>37.930769, 23.687309</item>
<item>38.013832, 23.830741</item>
<item>38.060878, 23.713876</item>
<item>38.037870, 23.761977</item>
<item>37.963575, 23.572899</item>
<item>37.788371, 23.884399</item>
<item>37.987204, 23.717938</item>
<item>37.944593, 23.676205</item>
<item>37.976974, 23.653076</item>
<item>37.997990, 23.732906</item>
<item>38.049214, 23.808204</item>
<item>37.826059, 23.804018</item>
<item>38.011089, 23.700900</item>
<item>37.977560, 23.650377</item>
<item>37.975888, 23.738384</item>
<item>37.835931, 23.812194</item>
<item>37.943781, 23.625786</item>
<item>37.962332, 23.593100</item>
<item>38.023746, 23.833527</item>
<item>37.933723, 23.758661</item>
<item>38.087394, 23.798380</item>
<item>38.002299, 23.682384</item>
<item>38.020824, 23.693094</item>

```

<item>38.023449, 24.005916</item>
<item>37.995255, 23.672103</item>
<item>37.996822, 23.749846</item>
<item>37.992005, 23.677843</item>
<item>38.020092, 23.812693</item>
<item>38.005122, 23.702512</item>
<item>37.990951, 23.735923</item>
<item>37.943088, 23.683486</item>
<item>37.892333, 23.757250</item>
<item>37.991885, 23.760218</item>
<item>38.015750, 23.691047</item>
<item>38.046226, 23.745157</item>
<item>38.034547, 23.722793</item>
<item>38.057757, 23.588420</item>
<item>37.960356, 23.721355</item>
<item>37.961293, 23.722394</item>
<item>37.967959, 23.658011</item>
<item>37.928068, 23.688495</item>
<item>38.011989, 23.653771</item>
<item>37.970295, 23.651908</item>
<item>37.976429, 23.677429</item>
<item>38.041812, 23.715918</item>
<item>38.079057, 23.699833</item>
<item>38.020020, 23.811951</item>
<item>37.989857, 23.743675</item>
<item>37.983029, 23.769145</item>
<item>38.013262, 23.753157</item>
<item>37.963590, 23.710372</item>
<item>37.930099, 23.712674</item>
<item>37.935569, 23.635301</item>
<item>37.992617, 23.703467</item>
<item>37.956407, 23.678917</item>
</string-array>

<string-array name="accidents_info_array">
  <item>Παράσυρση πεζού</item>
  <item>Εκτροπή</item>
  <item>Εκτροπή</item>
  <item>Σύγκρουση</item>
  <item>Παράσυρση πεζού</item>
  <item>Εκτροπή</item>
  <item>Παράσυρση πεζού</item>
  <item>Σύγκρουση</item>
  <item>Σύγκρουση</item>
  <item>Εκτροπή</item>
  <item>Παράσυρση πεζού</item>
  <item>Σύγκρουση</item>
  <item>Σύγκρουση</item>
  <item>Εκτροπή</item>
  <item>Παράσυρση πεζού</item>
  <item>Παράσυρση πεζού</item>
  <item>Εκτροπή</item>
  <item>Παράσυρση πεζού</item>
  <item>Παράσυρση πεζού</item>
  <item>Σύγκρουση</item>
  <item>Παράσυρση πεζού</item>
  <item>Σύγκρουση</item>
  <item>Σύγκρουση</item>
  <item>Εκτροπή</item>
  <item>Εκτροπή</item>
  <item>Εκτροπή</item>
  <item>Παράσυρση πεζού</item>
  <item>Παράσυρση πεζού</item>
  <item>Εκτροπή</item>
  <item>Εκτροπή</item>
  <item>Εκτροπή</item>

```

[illegible]

[illegible]

[illegible]

```

    <item>accident</item>
    <item>accident</item>
    <item>accident</item>
    <item>accident</item>
    <item>accident</item>
    <item>accident</item>
    <item>accident</item>
    <item>accident</item>
    <item>accident</item>
    <item>accident</item>
    <item>accident</item>
    <item>accident</item>
    <item>accident</item>
    <item>accident</item>
    <item>accident</item>
    <item>accident</item>
    <item>accident</item>
    <item>accident</item>
    <item>accident</item>
    </string-array>

<string-array name="fire_latlng_array">
    <item>37.965366, 23.760603</item>
    <item>37.939798, 23.805084</item>
    <item>37.983447, 23.814848</item>
    <item>38.044222, 23.869104</item>
    <item>38.119597, 23.779941</item>
    <item>38.131392, 23.749826</item>
    <item>38.109859, 23.719266</item>
    <item>38.126453, 23.782012</item>
    <item>38.077289, 23.802864</item>
    <item>38.075669, 23.780942</item>
    <item>38.141199, 23.839528</item>
    <item>37.833852, 23.796535</item>
    <item>38.123623, 23.890688</item>
    <item>38.100265, 23.878171</item>
    <item>38.059257, 23.827391</item>
    <item>38.106636, 23.681359</item>
    <item>38.030331, 23.669882</item>
    <item>38.131452, 23.656326</item>
    <item>38.096757, 23.638949</item>
    <item>38.097801, 23.640389</item>
    <item>38.096819, 23.700328</item>
    <item>38.018970, 23.653998</item>
    <item>37.978915, 23.592095</item>
    <item>37.966476, 23.604413</item>
    <item>38.103374, 23.661820</item>
    <item>38.060494, 23.465281</item>
    <item>38.090851, 23.634148</item>
    <item>38.005785, 23.625327</item>
    <item>38.050610, 23.498082</item>
    <item>38.111869, 23.227383</item>
    <item>37.976096, 23.386601</item>
    <item>38.010952, 23.269620</item>
    <item>38.033557, 23.313458</item>
    <item>38.186722, 23.248116</item>
    <item>37.782499, 23.986523</item>
    <item>37.764193, 24.053990</item>
    <item>38.015646, 23.433109</item>
    <item>37.770489, 23.959006</item>
    <item>37.761031, 24.072537</item>
    <item>37.804879, 24.062786</item>
    <item>37.754853, 24.069785</item>
    <item>37.800680, 24.031949</item>

```

```

<item>37.745038, 24.022782</item>
<item>37.812089, 24.040132</item>
<item>38.166244, 24.015251</item>
<item>38.021547, 23.979346</item>
<item>38.158451, 23.957597</item>
<item>38.062686, 23.987055</item>
<item>38.124572, 23.949255</item>
<item>38.110241, 23.980992</item>
<item>38.062457, 23.971691</item>
<item>38.073454, 23.958545</item>
<item>38.167098, 23.906329</item>
<item>38.229385, 23.924416</item>
<item>37.941463, 23.923365</item>
<item>37.938758, 23.835940</item>
<item>37.971216, 23.831152</item>
<item>37.973404, 23.887692</item>
<item>37.866079, 23.900339</item>
<item>37.801602, 23.899895</item>
<item>37.809959, 23.897501</item>
<item>37.943841, 23.830788</item>
<item>37.871700, 23.932474</item>
<item>37.929680, 23.872317</item>
<item>37.883473, 23.924205</item>
<item>37.862560, 23.943311</item>
<item>37.867000, 23.921696</item>
<item>37.779134, 23.888634</item>
<item>37.867596, 23.950545</item>
<item>37.891690, 23.933936</item>
<item>37.872772, 23.933576</item>
<item>37.874162, 23.927846</item>
<item>37.811597, 23.982225</item>
<item>37.812779, 23.965772</item>
<item>37.976341, 23.991035</item>
<item>37.877794, 23.961443</item>
<item>37.985103, 24.011003</item>
<item>37.897575, 23.994754</item>
<item>37.799898, 23.976081</item>
<item>37.890977, 23.969354</item>
<item>37.880714, 23.929766</item>
<item>37.825801, 23.975221</item>
<item>37.866486, 23.932323</item>
</string-array>

```

```

<string-array name="fire_icons_array">
  <item>fire</item>
  <item>fire</item>
  <item>fire</item>
  <item>fire</item>
  <item>fire</item>
  <item>fire</item>
  <item>fire</item>
  <item>fire</item>
  <item>fire</item>
  <item>fire</item>
  <item>fire</item>
  <item>fire</item>
  <item>fire</item>
  <item>fire</item>
  <item>fire</item>
  <item>fire</item>
  <item>fire</item>
  <item>fire</item>
  <item>fire</item>
  <item>fire</item>

```

[illegible]

<item>9/8/2019</item>
<item>6/12/2019</item>
<item>10/3/2019</item>
<item>8/30/2019</item>
<item>5/6/2019</item>
<item>5/6/2019</item>
<item>7/12/2019</item>
<item>8/17/2019</item>
<item>8/28/2019</item>
<item>8/31/2019</item>
<item>9/27/2019</item>
<item>6/4/2019</item>
<item>7/7/2019</item>
<item>8/3/2019</item>
<item>8/16/2019</item>
<item>1/29/2019</item>
<item>3/24/2019</item>
<item>4/5/2019</item>
<item>7/6/2019</item>
<item>7/10/2019</item>
<item>8/3/2019</item>
<item>8/20/2019</item>
<item>6/14/2019</item>
<item>10/14/2019</item>
<item>6/15/2019</item>
<item>7/9/2019</item>
<item>7/15/2019</item>
<item>8/24/2019</item>
<item>9/5/2019</item>
<item>5/17/2019</item>
<item>7/21/2019</item>
<item>7/21/2019</item>
<item>7/28/2019</item>
<item>7/20/2019</item>
<item>2/25/2019</item>
<item>3/6/2019</item>
<item>6/27/2019</item>
<item>8/24/2019</item>
<item>9/14/2019</item>
<item>9/29/2019</item>
<item>10/1/2019</item>
<item>10/14/2019</item>
<item>11/3/2019</item>
<item>12/5/2019</item>
<item>7/12/2019</item>
<item>7/23/2019</item>
<item>8/10/2019</item>
<item>8/10/2019</item>
<item>8/26/2019</item>
<item>8/31/2019</item>
<item>9/2/2019</item>
<item>9/5/2019</item>
<item>9/8/2019</item>
<item>10/3/2019</item>
<item>7/16/2019</item>
<item>7/23/2019</item>
<item>8/12/2019</item>
<item>8/20/2019</item>
<item>9/4/2019</item>
<item>9/13/2019</item>
<item>9/28/2019</item>
<item>10/4/2019</item>
<item>5/28/2019</item>
<item>5/29/2019</item>
<item>6/8/2019</item>
<item>6/11/2019</item>

```

<item>6/14/2019</item>
<item>6/22/2019</item>
<item>6/27/2019</item>
<item>6/28/2019</item>
<item>7/5/2019</item>
<item>7/21/2019</item>
<item>7/29/2019</item>
<item>8/3/2019</item>
<item>8/30/2019</item>
<item>9/4/2019</item>
<item>9/14/2019</item>
<item>9/20/2019</item>
<item>9/22/2019</item>
<item>9/30/2019</item>
<item>10/12/2019</item>
<item>10/28/2019</item>
<item>11/30/2019</item>
</string-array>

<string-array name="pharmacies_latlng_array">
  <item>37.954513, 23.670287</item>
  <item>37.971896, 23.657176</item>
  <item>37.994023, 23.683591</item>
  <item>37.987660, 23.712793</item>
  <item>37.963988, 23.661317</item>
  <item>38.000035, 23.684202</item>
  <item>37.953605, 23.679560</item>
  <item>37.986978, 23.658453</item>
  <item>37.910984, 23.716618</item>
  <item>37.938749, 23.706689</item>
  <item>37.938804, 23.739089</item>
  <item>37.939446, 23.719802</item>
  <item>37.939372, 23.750500</item>
  <item>37.937725, 23.699146</item>
  <item>37.930621, 23.744075</item>
  <item>37.936334, 23.714075</item>
  <item>37.933176, 23.757179</item>
  <item>37.939754, 23.735825</item>
  <item>37.937073, 23.764402</item>
  <item>37.928440, 23.724684</item>
  <item>37.939684, 23.747438</item>
  <item>37.935331, 23.729163</item>
  <item>37.936249, 23.702095</item>
  <item>37.936682, 23.711742</item>
  <item>37.918506, 23.701793</item>
  <item>37.939671, 23.704195</item>
  <item>37.934052, 23.710868</item>
  <item>37.932615, 23.757574</item>
  <item>37.954783, 23.696244</item>
  <item>37.968633, 23.659269</item>
  <item>37.982045, 23.715178</item>
  <item>37.948045, 23.714674</item>
  <item>37.948406, 23.737043</item>
  <item>37.949189, 23.689006</item>
  <item>37.957104, 23.728030</item>
  <item>37.960330, 23.727607</item>
  <item>37.957105, 23.702327</item>
  <item>37.881040, 23.758975</item>
  <item>37.948763, 23.726636</item>
  <item>37.949651, 23.705584</item>
  <item>37.949187, 23.689029</item>
  <item>37.954805, 23.696250</item>
  <item>37.953206, 23.724864</item>
  <item>37.948807, 23.720448</item>
  <item>37.951949, 23.696435</item>

```

<item>37.958645, 23.699250</item>
<item>37.961032, 23.742770</item>
<item>37.959021, 23.746099</item>
<item>37.932850, 23.759020</item>
<item>37.954543, 23.670187</item>
<item>37.989663, 23.716778</item>
<item>37.921693, 23.713873</item>
<item>37.939428, 23.732356</item>
<item>37.926891, 23.699402</item>
<item>37.921788, 23.743095</item>
<item>37.955706, 23.701929</item>
<item>37.922149, 23.732561</item>
<item>37.948234, 23.741183</item>
<item>37.959061, 23.706899</item>
<item>37.952507, 23.713274</item>
<item>37.978927, 23.659127</item>
<item>37.980360, 23.679234</item>
<item>37.924299, 23.700940</item>
<item>37.922061, 23.711652</item>
<item>37.937066, 23.730067</item>
<item>37.938445, 23.730412</item>
<item>37.915622, 23.749966</item>
<item>37.921195, 23.737653</item>
<item>37.927672, 23.711712</item>
<item>37.915269, 23.715328</item>
<item>37.927524, 23.734404</item>
<item>37.924192, 23.739162</item>
<item>37.927523, 23.755429</item>
<item>37.918294, 23.729687</item>
<item>37.918478, 23.728766</item>
<item>37.919763, 23.727423</item>
<item>37.918981, 23.726168</item>
<item>37.925963, 23.692050</item>
<item>37.928416, 23.689912</item>
<item>37.927524, 23.693382</item>
<item>37.956765, 23.763724</item>
<item>37.947388, 23.711906</item>
<item>37.948212, 23.711852</item>
<item>37.950305, 23.711378</item>
<item>37.947861, 23.710468</item>
<item>37.946456, 23.713705</item>
<item>37.946076, 23.715056</item>
<item>37.962038, 23.720381</item>
<item>37.963429, 23.722696</item>
<item>37.923024, 23.741198</item>
<item>37.956967, 23.756736</item>
<item>37.956784, 23.726506</item>
<item>37.954594, 23.763071</item>
<item>37.955211, 23.724764</item>
<item>37.956519, 23.702505</item>
<item>37.953166, 23.705226</item>
<item>37.962031, 23.720372</item>
<item>37.963982, 23.723598</item>
<item>37.948709, 23.694180</item>
<item>37.962243, 23.756286</item>
<item>37.979254, 23.733784</item>
<item>37.979431, 23.733833</item>
<item>37.992320, 23.682695</item>
<item>37.993982, 23.730306</item>
<item>37.992347, 23.713451</item>
<item>37.992596, 23.678490</item>
<item>37.976552, 23.732577</item>
<item>37.966196, 23.702699</item>
<item>37.949389, 23.691511</item>
<item>37.950687, 23.678719</item>
<item>37.989404, 23.677045</item>

<item>37.976708, 23.734197</item>
<item>37.990711, 23.729811</item>
<item>37.924805, 23.740602</item>
<item>37.926469, 23.733459</item>
<item>37.920324, 23.701035</item>
<item>37.918242, 23.729695</item>
<item>37.927760, 23.708918</item>
<item>37.911517, 23.754754</item>
<item>37.920138, 23.708073</item>
<item>37.943841, 23.685797</item>
<item>37.943842, 23.687229</item>
<item>37.945495, 23.743191</item>
<item>37.921003, 23.750988</item>
<item>37.982869, 23.733353</item>
<item>37.982298, 23.733853</item>
<item>37.912126, 23.712872</item>
<item>37.915322, 23.706889</item>
<item>37.912923, 23.712091</item>
<item>37.894630, 23.753113</item>
<item>37.941582, 23.731619</item>
<item>37.942816, 23.719125</item>
<item>37.943449, 23.719134</item>
<item>37.946435, 23.753389</item>
<item>37.976001, 23.731924</item>
<item>37.988573, 23.751621</item>
<item>37.974860, 23.711408</item>
<item>37.925196, 23.711910</item>
<item>37.979438, 23.707888</item>
<item>37.996900, 23.739311</item>
<item>37.984625, 23.726817</item>
<item>37.984183, 23.727298</item>
<item>37.924283, 23.724141</item>
<item>37.984703, 23.739595</item>
<item>37.913715, 23.727793</item>
<item>37.917528, 23.719929</item>
<item>37.915168, 23.716992</item>
<item>37.912889, 23.713913</item>
<item>37.924959, 23.728749</item>
<item>37.942382, 23.732616</item>
<item>37.942834, 23.740862</item>
<item>37.976902, 23.725297</item>
<item>37.977265, 23.725681</item>
<item>37.939778, 23.731293</item>
<item>37.943291, 23.689405</item>
<item>37.941268, 23.716103</item>
<item>37.988479, 23.727985</item>
<item>38.012948, 23.728949</item>
<item>38.024450, 23.733293</item>
<item>37.975653, 23.762887</item>
<item>37.975773, 23.763124</item>
<item>37.940803, 23.740254</item>
<item>37.966107, 23.725761</item>
<item>37.907977, 23.723199</item>
<item>37.991253, 23.748319</item>
<item>37.986923, 23.743737</item>
<item>37.992002, 23.714593</item>
<item>37.994322, 23.726143</item>
<item>37.978834, 23.750574</item>
<item>37.975864, 23.752609</item>
<item>37.968775, 23.751867</item>
<item>37.982058, 23.763625</item>
<item>37.977995, 23.733463</item>
<item>37.976355, 23.776208</item>
<item>37.978318, 23.752595</item>
<item>37.929214, 23.752445</item>
<item>37.964043, 23.743616</item>

<item>37.982923, 23.736816</item>
<item>37.981049, 23.727849</item>
<item>37.995443, 23.733896</item>
<item>38.001125, 23.746054</item>
<item>37.991988, 23.764287</item>
<item>37.987808, 23.747074</item>
<item>38.011472, 23.752082</item>
<item>37.985561, 23.766514</item>
<item>38.011199, 23.728892</item>
<item>38.001873, 23.740463</item>
<item>38.014908, 23.728068</item>
<item>37.990802, 23.702126</item>
<item>37.861383, 23.769759</item>
<item>37.967075, 23.747544</item>
<item>37.967919, 23.744802</item>
<item>37.988687, 23.756040</item>
<item>37.990602, 23.770520</item>
<item>37.978715, 23.770877</item>
<item>37.980797, 23.760006</item>
<item>37.999869, 23.727646</item>
<item>37.996914, 23.743778</item>
<item>38.036971, 23.755950</item>
<item>38.011844, 23.752636</item>
<item>38.001809, 23.733671</item>
<item>38.023632, 23.740692</item>
<item>38.021372, 23.751445</item>
<item>38.014466, 23.746784</item>
<item>38.019978, 23.717765</item>
<item>38.014577, 23.732606</item>
<item>38.016876, 23.754877</item>
<item>38.037273, 23.727418</item>
<item>37.990634, 23.737434</item>
<item>37.977395, 23.746384</item>
<item>37.964775, 23.756683</item>
<item>37.972898, 23.749283</item>
<item>38.029683, 23.700614</item>
<item>38.021149, 23.708396</item>
<item>38.013383, 23.754034</item>
<item>38.001302, 23.724760</item>
<item>37.986791, 23.714389</item>
<item>37.968354, 23.750746</item>
<item>37.974805, 23.718594</item>
<item>37.969638, 23.700931</item>
<item>37.967925, 23.752611</item>
<item>37.963975, 23.727646</item>
<item>37.973653, 23.708510</item>
<item>37.964347, 23.731495</item>
<item>37.963940, 23.722053</item>
<item>37.890472, 23.747480</item>
<item>37.906086, 23.753480</item>
<item>37.970251, 23.742194</item>
<item>37.978100, 23.770674</item>
<item>37.893528, 23.760824</item>
<item>37.965266, 23.730931</item>
<item>37.963880, 23.750822</item>
<item>37.964418, 23.726257</item>
<item>37.975623, 23.729563</item>
<item>37.951667, 23.731720</item>
<item>37.973352, 23.753370</item>
<item>37.965693, 23.743684</item>
<item>37.962744, 23.745814</item>
<item>37.905877, 23.751113</item>
<item>37.958081, 23.726869</item>
<item>37.939048, 23.734682</item>
<item>37.906300, 23.724082</item>
<item>37.932927, 23.723721</item>

[illegible]

[illegible]

```

<item>ΔΕΜΕΣΤΙΧΑ ΕΛΕΝΗ 57 ΕΤΩΝ</item>
<item>ΛΑΕΡΤ ΒΕΛΑΙ 36 ΕΤΩΝ</item>
<item>ΘΕΟΔΩΡΙΔΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ 20 ΕΤΩΝ</item>
<item>ΠΑΝΑΓΙΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ 47 ΕΤΩΝ</item>
<item>ΓΚΟΥΝΤΑ ΓΛΥΚΕΡΙΑ ΦΩΤΕΙΝΗ 47 ΕΤΩΝ</item>
<item>ΑΚΡΙΒΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ 33 ΕΤΩΝ</item>
<item>ΔΗΜΗΤΡΟΥΛΑ ΘΕΟΔΩΡΑ 77 ΕΤΩΝ</item>
<item>ΜΠΙΤΗΣ ΑΝΔΡΕΑΣ 71 ΕΤΩΝ</item>
<item>ΜΕΜΛΙΚΑ ΗΑΜΙΤ 22 ΕΤΩΝ</item>
<item>ΚΑΡΑΔΗΜΗΤΡΗ ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ 92 ΕΤΩΝ</item>
<item>ΔΡΙΤΣΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ 75 ΕΤΩΝ</item>
<item>ΡΑΒΗΛ ΚΑΝΤΙΡΟΒ 79 ΕΤΩΝ</item>
<item>ΧΡΥΣΑΝΘΟΠΟΥΛΟΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣ 70 ΕΤΩΝ</item>
<item>ΛΕΟΝΤΙΟΥ ΑΝΤΩΝΙΟΣ 72 ΕΤΩΝ</item>
<item>ΜΑΚΡΥΔΑΚΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ 51 ΕΤΩΝ</item>
<item>ΣΤΕΡΓΙΟΥ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ 61 ΕΤΩΝ</item>
<item>ΑΡΛΩΤΗ ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ 93 ΕΤΩΝ</item>
<item>ΠΟΛΙΤΗΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣ 76 ΕΤΩΝ</item>
<item>ΡΕΒΙΔΗΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ 65 ΕΤΩΝ</item>
<item>ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ ΚΟΝΤΟΜΠΑΣΗΣ 87 ΕΤΩΝ</item>
<item>ΚΑΣΣΙΟΣ ΚΩΣΤΑΝΤΙΝΟΣ 82 ΕΤΩΝ</item>
<item>ΝΙΑΖΙ ΣΑΜΙΡ 13 ΕΤΩΝ</item>
<item>ΣΑΦΟΝΤΑΡ ΑΧΜΑΝΤΙ 13 ΕΤΩΝ</item>
<item>ΣΑΦΟΝΤΑΡ ΧΑΙΝΤΑΡ 15 ΕΤΩΝ</item>
<item>LEONG JIN KUOK 28 ΕΤΩΝ</item>
<item>ΧΛΟΥΝΤ ΑΙΟΜΠΑΙΝΤΙ 15 ΕΤΩΝ</item>
<item>ΤΡΑΙΑΝ ΝΤΑΤΣΙΟΥ 13 ΕΤΩΝ</item>
<item>ΑΧΜΕΝΤ ΝΑΣΤΕΧΑ 16 ΕΤΩΝ</item>
<item>ΑΝΕΛΙΑ Ν. 15 ΕΤΩΝ</item>
<item>ΜΟΥΚΤΑΡ ΤΑΜΠΙΣ 15 ΕΤΩΝ</item>
<item>ΜΟΧΙΣΑ ΧΟΡΜΑΤ 16 ΕΤΩΝ</item>
<item>ΘΕΜΙΣΤΟΚΛΗΣ ΕΥΘΥΜΙΑΔΗΣ 18 ΕΤΩΝ</item>
<item>ΜΑΤΕΟ DULLIA 11 ΜΗΝΩΝ</item>
<item>SAMEEM FAZLI 8 ΕΤΩΝ</item>
</string-array>

```

```

<string-array name="amber_alert_extra_array">
  <item>2/4/2019</item>
  <item>Απρίλιος 2019</item>
  <item>27/08/2019</item>
  <item>29/07/2019</item>
  <item>3/11/2019</item>
  <item>9/4/2019</item>
  <item>26/11/2019</item>
  <item>24/02/2020</item>
  <item>28/04/2020</item>
  <item>11/4/2018</item>
  <item>7/6/2018</item>
  <item>6/6/2018</item>
  <item>15/06/2018</item>
  <item>30/4/2019</item>
  <item>2/12/2015</item>
  <item>16/09/2016</item>
  <item>3/11/2017</item>
  <item>12/1/2018</item>
  <item>26/02/2018</item>
  <item>15/08/2014</item>
  <item>22/01/2015</item>
  <item>1/5/2011</item>
  <item>25/02/2011</item>
  <item>9/9/2011</item>
  <item>22/10/2013</item>
  <item>23/12/2019</item>
  <item>18/8/2019</item>

```

```

<item>18/8/2019</item>
<item>27/9/2011</item>
<item>21/05/2018</item>
<item>14/4/2016</item>
<item>3/2/2019</item>
<item>10/4/2019</item>
<item>20/4/2019</item>
<item>2/7/2019</item>
<item>20/6/2000</item>
<item>7/9/2008</item>
<item>14/7/2000</item>
</string-array>

<string-array name="criminality_latlng_array">
  <item>37.972742, 23.712700</item>
  <item>37.977876, 23.719508</item>
  <item>37.981842, 23.723113</item>
  <item>37.985690, 23.727114</item>
  <item>37.986134, 23.726808</item>
  <item>37.986489, 23.726862</item>
  <item>37.982866, 23.727567</item>
  <item>37.980870, 23.727130</item>
  <item>37.980536, 23.726556</item>
  <item>37.975750, 23.733951</item>
  <item>37.975784, 23.734222</item>
  <item>37.968737, 23.735859</item>
  <item>37.954373, 23.738604</item>
  <item>37.940600, 23.740385</item>
  <item>37.930306, 23.756124</item>
  <item>37.905822, 23.716836</item>
  <item>37.935121, 23.707833</item>
  <item>37.951364, 23.695297</item>
  <item>37.980734, 23.712774</item>
  <item>37.984893, 23.714532</item>
  <item>37.987205, 23.714458</item>
  <item>37.988228, 23.720002</item>
  <item>37.991790, 23.721590</item>
  <item>37.992689, 23.721507</item>
  <item>37.990436, 23.726921</item>
  <item>37.990182, 23.727404</item>
  <item>37.991797, 23.731814</item>
  <item>37.991975, 23.732361</item>
  <item>37.991256, 23.736685</item>
  <item>37.995074, 23.737061</item>
  <item>37.993099, 23.731456</item>
  <item>37.992566, 23.729446</item>
  <item>37.993657, 23.729564</item>
  <item>37.993581, 23.728255</item>
  <item>37.995500, 23.727107</item>
  <item>37.996381, 23.725406</item>
  <item>37.996404, 23.721431</item>
  <item>37.996996, 23.722058</item>
  <item>37.996669, 23.722407</item>
  <item>37.996830, 23.723060</item>
  <item>37.997485, 23.725646</item>
  <item>37.998516, 23.722449</item>
  <item>37.999827, 23.722433</item>
  <item>37.999261, 23.723439</item>
  <item>38.000622, 23.723460</item>
  <item>37.999092, 23.725134</item>
  <item>37.999067, 23.726657</item>
  <item>37.999253, 23.727118</item>
  <item>37.999168, 23.727397</item>
  <item>38.002027, 23.727700</item>
  <item>38.004242, 23.730511</item>

```


[illegible]


```
<item>Ιανουάριος, 2013</item>
<item>Αύγουστος, 2013</item>
<item>Οκτώβριος, 2012</item>
<item>Οκτώβριος, 2011</item>
<item>Νοέμβριος, 2010</item>
<item>Οκτώβριος, 2013</item>
<item>Ιανουάριος, 2013</item>
<item>Μάιος, 2013</item>
<item>Νοέμβριος, 2012</item>
<item>Απρίλιος, 2011</item>
<item>Ιανουάριος, 2013</item>
<item>Ιανουάριος, 2012</item>
<item>Σεπτέμβριος, 2012</item>
<item>Ιούνιος, 1998</item>
<item>Ιανουάριος, 2012</item>
<item>Μάιος, 2011</item>
<item>Ιανουάριος, 2013</item>
<item>Μάιος, 2011</item>
<item>Οκτώβριος, 2012</item>
<item>Δεκέμβριος, 2011</item>
<item>Δεκέμβριος, 2013</item>
<item>Δεκέμβριος, 2011</item>
<item>Μάιος, 2013</item>
<item>Μάιος, 2013</item>
<item>Οκτώβριος, 2011</item>
<item>Αύγουστος, 2011</item>
<item>Ιανουάριος, 2013</item>
<item>Σεπτέμβριος, 2011</item>
<item>Μάιος, 2013</item>
<item>Σεπτέμβριος, 2011</item>
<item>Αύγουστος, 2009</item>
<item>Νοέμβριος, 2011</item>
<item>Δεκέμβριος, 2011</item>
<item>Μάιος, 2012</item>
<item>Μάιος, 2013</item>
<item>Σεπτέμβριος, 2012</item>
<item>Δεκέμβριος, 2012</item>
<item>Μάιος, 2011</item>
<item>Ιούλιος, 2012</item>
<item>Μάιος, 2018</item>
<item>Μάιος, 2013</item>
<item>Απρίλιος, 2018</item>
<item>Αύγουστος, 2017</item>
<item>Ιούνιος, 2012</item>
<item>Αύγουστος, 2012</item>
<item>Απρίλιος, 2011</item>
<item>Σεπτέμβριος, 2012</item>
<item>Ιανουάριος, 2015</item>
<item>Ιούνιος, 2012</item>
<item>Σεπτέμβριος, 2013</item>
<item>Οκτώβριος, 2011</item>
<item>Σεπτέμβριος, 2012</item>
<item>Σεπτέμβριος, 2012</item>
<item>Ιούνιος, 2018</item>
<item>Απρίλιος, 2017</item>
<item>Φεβρουάριος, 2017</item>
<item>Μάιος, 2017</item>
<item>Απρίλιος, 2017</item>
</string-array>
```

```
</resources>
```

Σχήμα 18: Αρχείο strings.xml

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<androidx.constraintlayout.widget.ConstraintLayout
xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    xmlns:app="http://schemas.android.com/apk/res-auto"
    xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="match_parent"
    tools:context=".MainActivity">

    <FrameLayout
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="50dp"
        android:gravity="center_horizontal"
        android:background="@drawable/custom"
        android:orientation="horizontal">

        <TextView
            android:id="@+id/permission_warning"
            android:visibility="gone"
            android:text="Παρακαλώ επιτρέψτε στο app τη χρήση της τοποθεσίας"
            android:textColor="@color/colorAccent"
            android:textSize="16sp"
            android:gravity="center"
            android:onClick="requestLocationPermission"
            android:layout_width="match_parent"
            android:layout_height="wrap_content" />

        <Spinner
            android:id="@+id/categories_spinner"
            android:layout_width="match_parent"
            android:textStyle="bold"
            android:layout_weight="5"
            android:textSize="23sp"
            android:layout_height="wrap_content" />

        <Button
            android:id="@+id/heatmapBtn"
            android:layout_gravity="right"
            android:background="@drawable/heatmap_icon"
            android:layout_width="50dp"
            android:layout_height="50dp" />

    </FrameLayout >

    <fragment
        android:layout_marginTop="50dp"
        android:id="@+id/map"
        android:name="com.google.android.gms.maps.SupportMapFragment"
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_gravity="center"
        android:layout_height="match_parent" />

</androidx.constraintlayout.widget.ConstraintLayout>

```

Σχήμα 19: Αρχείο activity_main.xml

```

package gr.geo;

import android.content.pm.PackageManager;
import android.location.Location;
import android.location.LocationListener;
import android.location.LocationManager;
import android.os.Bundle;
import android.util.Log;
import android.view.View;
import android.widget.AdapterView;
import android.widget.AdapterView.OnItemClickListener;
import android.widget.Button;
import android.widget.RelativeLayout;
import android.widget.Spinner;
import android.widget.TextView;
import android.widget.Toast;
import androidx.appcompat.app.AppCompatActivity;
import androidx.core.app.ActivityCompat;
import androidx.core.content.ContextCompat;
import com.google.android.gms.maps.CameraUpdate;
import com.google.android.gms.maps.CameraUpdateFactory;
import com.google.android.gms.maps.GoogleMap;
import com.google.android.gms.maps.OnMapReadyCallback;
import com.google.android.gms.maps.SupportMapFragment;
import com.google.android.gms.maps.model.BitmapDescriptorFactory;
import com.google.android.gms.maps.model.LatLng;
import com.google.android.gms.maps.model.LatLngBounds;
import com.google.android.gms.maps.model.MarkerOptions;
import com.google.android.gms.maps.model.TileOverlay;
import com.google.android.gms.maps.model.TileOverlayOptions;
import com.google.maps.android.heatmaps.HeatmapTileProvider;
import java.util.ArrayList;

public class MainActivity extends AppCompatActivity implements OnMapReadyCallback,
    AdapterView.OnItemClickListener {

    private SupportMapFragment mapFragment;
    private String TAG = "katerina";
    //private LatLng user_coordinates = null;

    private GoogleMap mMap;
    private LocationManager locationManager;

    private int selected_category_resource = -1;
    private int selected_icon_resource = -1;
    private int selected_info_resource = -1;
    private int selected_extra_resource = -1;
    private boolean heatmap = false;
    private TileOverlay mOverlay = null;
    private boolean isLocationPermissionGranted = false;

    private static final int MY_PERMISSION_ACCESS_COARSE_LOCATION = 10;
    private static final int MY_PERMISSION_ACCESS_FINE_LOCATION = 20;
    private int map_zoom = 12;
    private Spinner spinner;
    private TextView warning;

    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.activity_main);
        mapFragment = (SupportMapFragment)
            getSupportFragmentManager().findFragmentById(R.id.map);

```

```

        warning = findViewById(R.id.permission_warning);

        spinner = findViewById(R.id.categories_spinner);
        ArrayAdapter<CharSequence> adapter = ArrayAdapter.createFromResource(this,
R.array.categories_array, android.R.layout.simple_spinner_item);
        adapter.setDropDownViewResource(android.R.layout.simple_spinner_dropdown_item);
        spinner.setAdapter(adapter);
        spinner.setOnItemSelectedListener(this);

        Button heatmapBtn = findViewById(R.id.heatmapBtn);
        heatmapBtn.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
            public void onClick(View v) {
                if ( heatmap == false ) {
                    if (selected_category_resource > 0) {
                        addHeatMap(selected_category_resource);
                    }
                } else{
                    mOverlay.remove();
                    addMarkers(selected_category_resource, selected_icon_resource,
selected_info_resource, selected_extra_resource);
                    heatmap = false;
                }
            }
        });

        locationManager = (LocationManager) getSystemService(LOCATION_SERVICE);
        mapFragment.getMapAsync(this);
        requestLocationPermission(null);
    }

    @Override
    public void onResume(){
        super.onResume();
        showMyLocationBtn();
        if ( isLocationPermissionGranted == false ){
            requestLocationPermission(null);
        }
    }

    private void requestLocationPermission(View view){
        ActivityCompat.requestPermissions(this, new
String[]{android.Manifest.permission.ACCESS_COARSE_LOCATION},
MY_PERMISSION_ACCESS_COARSE_LOCATION);
        ActivityCompat.requestPermissions(this, new
String[]{android.Manifest.permission.ACCESS_FINE_LOCATION},
MY_PERMISSION_ACCESS_FINE_LOCATION);
    }

    @Override
    public void onRequestPermissionsResult(int requestCode, String permissions[], int[]
grantResults) {
        switch (requestCode) {
            case MY_PERMISSION_ACCESS_COARSE_LOCATION: {
                if ( grantResults.length > 0 && grantResults[0] ==
PackageManager.PERMISSION_GRANTED ) {
                    if ( ContextCompat.checkSelfPermission(this,
android.Manifest.permission.ACCESS_COARSE_LOCATION) == PackageManager.PERMISSION_GRANTED) {
locationManager.requestLocationUpdates(LocationManager.NETWORK_PROVIDER, 0, 0,
mLocationListener);
                    spinner.setVisibility(View.VISIBLE);

```

```

        warning.setVisibility(View.GONE);
        isLocationPermissionGranted = true;
    }
    } else {
        spinner.setVisibility(View.GONE);
        warning.setVisibility(View.VISIBLE);
        Log.d(TAG, "PERMISSION DENIED");
    }
    return;
}
}
case MY_PERMISSION_ACCESS_FINE_LOCATION: {
    if ( ContextCompat.checkSelfPermission(this,
android.Manifest.permission.ACCESS_FINE_LOCATION) == PackageManager.PERMISSION_GRANTED) {
        locationManager.requestLocationUpdates(LocationManager.GPS_PROVIDER, 0,
0, mLocationListener);
        spinner.setVisibility(View.VISIBLE);
        warning.setVisibility(View.GONE);
        isLocationPermissionGranted = true;
    }
}
}
}

@Override
public void onItemClick(AdapterView<?> parent, View view, int position, long id) {
    //STYLE SPINNER
    ((TextView) parent.getChildAt(0)).setTextSize(23);
    String cat = parent.getItemAtPosition(position).toString();

    mMap.clear();
    if ( mOverlay != null ){
        mOverlay.remove();
    }
    heatmap = false;

    Log.d(TAG, cat);
    int category_array = -1;
    int icons_array = -1;
    int infowindows_array = -1;
    int extra_array = -1;

    if ( cat.equals("Κεραίες Τηλεπικοινωνιών") ){
        category_array = R.array.cell_towers_latlng_array;
        icons_array = R.array.cell_towers_icons_array;
    } else if ( cat.equals("Θανατηφόρα ατυχήματα") ){
        category_array = R.array.accidents_latlng_array;
        icons_array = R.array.accidents_icons_array;
        infowindows_array = R.array.accidents_info_array;
    } else if ( cat.equals("Δασικές Πυρκαγιές") ){
        category_array = R.array.fire_latlng_array;
        icons_array = R.array.fire_icons_array;
        infowindows_array = R.array.fire_info_array;
    } else if ( cat.equals("Φαρμακεία") ){
        category_array = R.array.pharmacies_latlng_array;
        icons_array = R.array.pharmacies_icons_array;
    } else if ( cat.equals("Γαλάζιες Σημαίες") ){
        category_array = R.array.blue_flags_latlng_array;
        icons_array = R.array.blue_flags_icons_array;
    } else if ( cat.equals("Εξαφανισθέντες") ){
        category_array = R.array.amber_alert_latlng_array;
        icons_array = R.array.amber_alert_icons_array;
        infowindows_array = R.array.amber_alert_info_array;
        extra_array = R.array.amber_alert_extra_array;
    } else if ( cat.equals("Εγκληματικότητα") ){
        category_array = R.array.criminality_latlng_array;
    }
}

```

```

        icons_array = R.array.criminality_icons_array;
        infowindows_array = R.array.criminality_info_array;
        extra_array = R.array.criminality_extra_array;
    }

    selected_category_resource = category_array;
    selected_icon_resource = icons_array;
    selected_info_resource = infowindows_array;
    selected_extra_resource = extra_array;

    if ( category_array > 0 ) {
        addMarkers(category_array, icons_array, infowindows_array, extra_array);
    }
}

private void addMarkers(int category_array, int icons_array, int infowindows_array, int
extra_array){
    ArrayList<LatLng> latLngs = getMarkersByCategory(category_array);
    ArrayList<String> icons = getArrayByCategory(icons_array);
    ArrayList<String> infowindows = getArrayByCategory(infowindows_array);
    ArrayList<String> extra = getArrayByCategory(extra_array);

    if ( latLngs.size() > 0 ) {
        LatLngBounds.Builder builder = new LatLngBounds.Builder();
        for (int i = 0; i < latLngs.size(); i++) {
            if ( i >= 0 && i < icons.size() ) {
                String icon = icons.get(i);
                int icon_id = getResources().getIdentifier(icon + "_marker",
"drawable", getPackageName());
                MarkerOptions markerOptions = new
MarkerOptions().icon(BitmapDescriptorFactory.fromResource(icon_id));
                markerOptions.position(latLngs.get(i));
                builder.include(markerOptions.getPosition());

                if ( i >= 0 && i < extra.size() ) {
mMap.addMarker(markerOptions.position(latLngs.get(i)).snippet(extra.get(i)).title(infowindo
ws.get(i)));
                }
                else if ( i >= 0 && i < infowindows.size() ) {
mMap.addMarker(markerOptions.position(latLngs.get(i)).setTitle(infowindows.get(i));
                } else{
                    mMap.addMarker(markerOptions.position(latLngs.get(i)));
                }

                LatLngBounds bounds = builder.build();
                int width = getResources().getDisplayMetrics().widthPixels;
                int height = getResources().getDisplayMetrics().heightPixels;
                int padding = (int) (width * 0.10);
                CameraUpdate cu = CameraUpdateFactory.newLatLngBounds(bounds, width,
height, padding);
                mMap.moveCamera(cu);
            }
        }
    }
}

@Override
public void onNothingSelected(AdapterView<?> parent){}

private void addHeatMap(int resource) {
    mMap.clear();

```

```

        ArrayList<LatLng> list = getMarkersByCategory(resource);
        HeatmapTileProvider provider = new
HeatmapTileProvider.Builder().data(list).build();
        mOverlay = mMap.addTileOverlay(new TileOverlayOptions().tileProvider(provider));
        heatmap = true;
    }

    private final LocationListener mLocationListener = new LocationListener() {
        @Override
        public void onLocationChanged(final Location location) {
            //user_coordinates = new LatLng(location.getLatitude(),
location.getLongitude());
            //ATHENS CENTER
            LatLng athens_coordinates = new LatLng(37.977795,23.733245);
            CameraUpdate cameraUpdate =
CameraUpdateFactory.newLatLngZoom(athens_coordinates, map_zoom);
            mMap.animateCamera(cameraUpdate);
            mMap.setMyLocationEnabled(true);
            locationManager.removeUpdates(this);
        }

        @Override
        public void onStatusChanged(String provider, int status, Bundle extras) {

        }

        @Override
        public void onProviderEnabled(String provider) {

        }

        @Override
        public void onProviderDisabled(String provider) {

        }
    };

    private ArrayList<LatLng> getMarkersByCategory(int category){
        ArrayList<LatLng> latLngs = new ArrayList<LatLng>();
        String[] arr = getResources().getStringArray(category);
        for(int i = 0; i < arr.length; i++){
            String[] latlong = arr[i].replace(" ", "").split(",");
            double latitude = Double.parseDouble(latlong[0]);
            double longitude = Double.parseDouble(latlong[1]);
            LatLng marker = new LatLng(latitude, longitude);
            latLngs.add(marker);
        }
        return latLngs;
    }

    private ArrayList<String> getArrayByCategory(int category){
        ArrayList<String> items = new ArrayList<String>();
        if ( category > 0 ) {
            String[] arr = getResources().getStringArray(category);
            for (int i = 0; i < arr.length; i++) {
                String item = arr[i];
                items.add(item);
            }
        }
        return items;
    }
}

```

```

@Override
public void onMapReady(GoogleMap googleMap) {
    mMap = googleMap;
    showMyLocationBtn();
}

private void showMyLocationBtn(){
    View locationButton = ((View)
mapFragment.getView().findViewById(Integer.parseInt("1")).getParent()).findViewById(Integer
.parseInt("2"));
    RelativeLayout.LayoutParams rlp = (RelativeLayout.LayoutParams)
locationButton.getLayoutParams();
    rlp.addRule(RelativeLayout.ALIGN_PARENT_TOP, 0);
    rlp.addRule(RelativeLayout.ALIGN_PARENT_BOTTOM, RelativeLayout.TRUE);
    rlp.setMargins(0, 0, 30, 30);
}
}

```

Σχήμα 20: Αρχείο MainActivity.java

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<manifest xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android" package="gr.geo">

    <uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_COARSE_LOCATION" />
    <uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_FINE_LOCATION" />
    <uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_WIFI_STATE" />
    <uses-permission android:name="android.permission.INTERNET"/>
    <uses-permission android:name="android.permission.READ_EXTERNAL_STORAGE"/>

    <application
        android:allowBackup="true"
        android:icon="@mipmap/ic_launcher"
        android:label="@string/app_name"
        android:roundIcon="@mipmap/ic_launcher_round"
        android:supportRtl="true"
        android:theme="@style/Theme.AppCompat.Light.NoActionBar">

        <uses-library android:name="org.apache.http.legacy" android:required="false" />

        <meta-data
            android:name="com.google.android.maps.v2.API_KEY"
            android:value="@string/google_maps_key"/>

        <activity android:name=".MainActivity">
            <intent-filter>
                <action android:name="android.intent.action.MAIN" />

                <category android:name="android.intent.category.LAUNCHER" />
            </intent-filter>
        </activity>
    </application>
</manifest>

```

Σχήμα 21: Αρχείο AndroidManifest.xml