



**ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΠΜΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**Διπλωματική Εργασία
Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης**

***«ForgetMeNot: A context-based reminder application for
smartphones»***

Χαριτίδης Αλέξανδρος

EY1405

Επιβλέπων: Σύρης Βασίλειος

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2016

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	3
Σχετικές εργασίες	5
Ανίχνευση Συναισθημάτων	5
Διαχείριση Κρίσεων.....	8
User Identification.....	10
Εμπορικές εφαρμογές	14
Τι κρατάμε και τι αλλάζουμε;.....	14
Στόχος και Κίνητρο	16
Στόχος.....	16
Γιατί είναι ενδιαφέρον;	16
Η εφαρμογή.....	18
Οι αισθητήρες	18
Ο Σχεδιασμός.....	19
Ο κώδικας.....	21
Η εμπειρία υλοποίησης.....	23
Αποτελέσματα	25
Συμπεράσματα	29
Βιβλιογραφία	30
Παράρτημα Α'.....	32
Παράρτημα Β'.....	34

Ευρετήριο εικόνων

Εικόνα 1: Η λογική του συστήματος EmotionSense	7
Εικόνα 2: Η αρχιτεκτονική του συστήματος SociableSense.....	8
Εικόνα 3: Η αρχιτεκτονική του συστήματος SmartRescue.....	10
Εικόνα 4: Λογική συστήματος SilentSense.....	13
Εικόνα 5: Συγκριτικά αποτελέσματα έρευνας του Lookout.....	16
Εικόνα 6: Εναλλαγή μεταξύ καταστάσεων εφαρμογής	21
Εικόνα 7: Γενική επισκόπηση της εφαρμογής	21
Εικόνα 8: Γραφική αναπαράσταση λειτουργίας TimeService.	22
Εικόνα 9: Διαμόρφωση χρόνου αναμονής σε διάστημα οκτώ ημερών	28
Εικόνα 10: Βασική οθόνη και εμφάνιση ειδοποίησης.....	32
Εικόνα 11: Το ηλεκτρονικό μήνυμα της εφαρμογής.....	32

Ευρετήριο πινάκων

Πίνακας 1: Συγκριτικά αποτελέσματα WEKA και Νευρωνικών Δικτύων.....	11
Πίνακας 2: Επεξήγηση καταστάσεων εφαρμογής	20
Πίνακας 3: Αποτελέσματα ημερήσιας δραστηριότητας χρήστη «Οικία»	25
Πίνακας 4: Αποτελέσματα ημερήσιας δραστηριότητας χρήστη «Εργασία»	26
Πίνακας 5: Αποτελέσματα ημερήσιας δραστηριότητας χρήστη «Σε κίνηση».....	26
Πίνακας 6: Αποτελέσματα ημερήσιας δραστηριότητας χρήστη «Σε στάση».....	26
Πίνακας 8: Στοιχεία ισχύς σήματος WiFi.....	27
Πίνακας 7: Αριθμός ειδοποιήσεων σε διάστημα οκτώ ημερών	28

Περίληψη

Η αγορά των έξυπνων κινητών τηλεφώνων είναι μία από τις πιο κερδοφόρες βιομηχανίες των τελευταίων ετών στον χώρο της Πληροφορικής. Επιπρόσθετα, όσο η τεχνολογία προχωράει, τόσο οι δυνατότητες των συσκευών αυξάνονται. Μαζί αυξάνεται η τιμή αλλά και η εξάρτηση του μέσου χρήστη με το κινητό του τηλέφωνο. Αυτό συμβαίνει κυρίως λόγω των ευαίσθητων προσωπικών δεδομένων που είναι αποθηκευμένα σε αυτό. Με βάση τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό πως η απώλεια του κινητού τηλεφώνου ή ακόμα και το να το ξεχάσει κάποιος στο σπίτι του μπορεί να είναι μεγάλο πρόβλημα για τον χρήστη αφού εκτός από μία συσκευή επικοινωνίας είναι και ένα εργαλείο δουλειάς.

Με αυτά κατά νου μπορούμε να εκμεταλλευτούμε τις δυνατότητες των σύγχρονων έξυπνων κινητών τηλεφώνων έτσι ώστε να δημιουργήσουμε έναν ευφυή τρόπο ώστε να μην τα αποχωριζόμαστε κατά λάθος.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία υλοποιήθηκε μία εφαρμογή για έξυπνα κινητά τηλέφωνα η οποία στέλνει αυτόματες ειδοποιήσεις ώστε ο χρήστης να μην ξεχνά το κινητό του τηλέφωνο. Η εφαρμογή λειτουργεί με επίγνωση πλαισίου (context – awareness), αλλάζει συμπεριφορά βάσει της τοποθεσίας και προσωποποιείται βάσει της συχνότητας που ο χρήστης αλληλεπιδρά με το τηλέφωνο. Η εφαρμογή χρησιμοποιεί τη διεπαφή WiFi, που έχει μικρότερη κατανάλωση ενέργειας σε σχέση με το GPS, για τον εντοπισμό της τοποθεσίας (οικία, εργασία) και κίνησης του κινητού τηλεφώνου. Σε περίπτωση που το τηλέφωνο ξεχαστεί, η εφαρμογή στέλνει μήνυμα που περιλαμβάνει την τοποθεσία του.

Ο παραπάνω στόχος επιτυγχάνεται με την παρακολούθηση των συνηθειών του χρήστη ανάλογα με το πλαίσιο λειτουργίας. Το πλαίσιο λειτουργίας της εφαρμογής αποτελείται από δύο βασικές συνιστώσες, τη θέση και τη χρήση. Η θέση εντοπίζεται βάσει του δικτύου WiFi. Ο χρήστης θέτει το SSID της Οικίας και της Εργασίας του και η εφαρμογή αντιδρά ανάλογα στην κάθε τοποθεσία. Οι συνήθειες του χρήστη στην κάθε θέση, δηλαδή πόσο συχνά αλληλεπιδρά με το τηλέφωνο του, αλλάζουν τον χρόνο αναμονής της εφαρμογής ξεχωριστά για κάθε τοποθεσία.

Παραδείγματος χάρη, διαφορετικός είναι ο χρόνος αναμονής όταν ο χρήστης βρίσκεται στο σπίτι του και διαφορετικός όταν βρίσκεται στην εργασία του. Μετά τον χρόνο αναμονής, και εφόσον ο χρήστης δεν έχει αλληλεπιδράσει με το κινητό, η εφαρμογή στέλνει μία ειδοποίηση. Θεωρείται ότι ο χρήστης αλληλεπιδρά με το κινητό τηλέφωνο είτε ανοίγοντας την οθόνη είτε μετακινώντας το κινητό. Μετά από ένα μεγαλύτερο χρόνο αναμονής, η εφαρμογή θεωρεί πως ο χρήστης δεν έχει το κινητό στην κατοχή του και στέλνει ένα μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου με τη θέση και το SSID του συνδεδεμένου δικτύου WiFi.

Με τη χρήση context – based μεθόδων και της προσωποποίησης της εφαρμογής ανάλογα του χρήστη έχουμε καλύτερα αποτελέσματα και αποφεύγουμε ψευδές θετικά και ψευδές αρνητικά αποτελέσματα που θα είχε μία μη παραμετροποιήσιμη εφαρμογή.

Η διαφορά μια τέτοιας προσέγγισης από τις ήδη υπάρχουσες είναι ότι η παρούσα εφαρμογή βασίζεται στο λογισμικό και τις δυνατότητες που έχουν τα σύγχρονα κινητά τηλεφώνα. Παρόμοιες εφαρμογές που ήδη υπάρχουν, όπως παράδειγμα το Bringrr Charge,

χρησιμοποιούν bluetooth kit για το αυτοκίνητο έτσι ώστε να ειδοποιούν τον χρήστη κάθε φορά που απομακρύνεται από το κινητό του.

Η διπλωματική εργασία οργανώνεται ως εξής:

Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζονται σχετικά άρθρα που ερευνούν τον χώρο των context – based εφαρμογών με κύρια εστίαση σε εφαρμογές Ανίχνευσης Συναισθημάτων (Mood Sensing), Διαχείρισης Κρίσεων (Emergency Management), Ταυτοποίησης Χρήστη (User Identification) αλλά και εμπορικές εφαρμογές με παρόμοια λειτουργία. Οι συγκεκριμένες περιοχές έρευνας είναι ιδιαίτερα ακμάζουσες τα τελευταία χρόνια και έχουν αναπτυχθεί ενδιαφέρουσες εφαρμογές οι οποίες χρησιμοποιούν τις δυνατότητες των σύγχρονων κινητών τηλεφώνων για να καταλάβουν το περιβάλλον τους και να αντιδράσουν ανάλογα σε αυτό.

Στο δεύτερο μέρος παρουσιάζονται οι λόγοι για τους οποίους επιλέχθηκε αυτό το θέμα για την διπλωματική εργασία και ποιοι είναι οι στόχοι της. Κύρια απάντηση σε αυτά τα ερωτήματα είναι η πραγματική ανάγκη προστασίας των προσωπικών δεδομένων του χρήστη αλλά και η εύκολη ανεύρεση του έξυπνου κινητού τηλεφώνου από τον χρήστη όταν επέλθει η απώλεια. Επίσης, δεν θα πρέπει να υποτιμηθεί η πιθανότητα να ξεχαστεί το κινητό τηλέφωνο στο σπίτι. Όπως ειπώθηκε το σύγχρονο κινητό είναι ένα εργαλείο δουλειάς και επομένως ο χρήστης χρειάζεται να το έχει συνεχώς μαζί του.

Στο τρίτο κεφάλαιο δίνεται μια γενική επισκόπηση της εφαρμογής. Δίνεται μία ολοκληρωμένη εικόνα της λογικής, του κώδικα, των βασικών κλάσεων και των σχέσεων που υπάρχουν μεταξύ τους ώστε να μπορέσει ο αναγνώστης να κατανοήσει τον τρόπο λειτουργίας της εφαρμογής.

Στο τέταρτο δίνονται αποτελέσματα μετρήσεων που βοήθησαν στην αρχικοποίηση κάποιων παραμέτρων της εργασίας, όπως ο αρχικός χρόνος αδράνειας για την ειδοποίηση του χρήστη και κάποια πειράματα πάνω σε δίκτυα WiFi τα οποία βοήθησαν να οριστούν ορισμένες μετρικές της εφαρμογής. Επιπρόσθετα, παρουσιάζονται μετρήσεις σχετικά με τον χρόνο που χρειάζεται η εφαρμογή για να προσωποποιηθεί στον εκάστοτε χρήστη, όπως επίσης και η έρευνα σχετικά με τον αριθμό των ειδοποιήσεων που στέλνει η εφαρμογή κατά την χρήση της.

Τέλος, στο τελευταίο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της εργασίας.

1. Σχετικές εργασίες

Για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας έγινε επισκόπηση εφαρμογών με επίγνωση πλαισίου. Πιο συγκεκριμένα μπορούμε να κατατάξουμε τις εργασίες που εξετάστηκαν σε τρεις ειδικές κατηγορίες:

- Ανίχνευσης Συναισθημάτων (Mood Sensing),
- Διαχείρισης Κρίσεων (Emergency Management)
- Ταυτοποίησης Χρήστη (User Identification)

Τέλος, παρουσιάζονται και κάποιες εμπορικές εφαρμογές οι οποίες έχουν παρόμοια λειτουργικότητα με την εφαρμογή που υλοποιήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας.

Ανίχνευση Συναισθημάτων

Η ανίχνευση και αναγνώριση των συναισθημάτων από τους υπολογιστές είναι μια πρόκληση, αλλά και ένα πολλά υποσχόμενο πεδίο έρευνας. Η σωστή αναγνώριση απαιτεί την ταυτόχρονη χρήση υλικού (αισθητήρες) και μαθηματικών μεθόδων για τον χειρισμό, το φιλτράρισμα, την αναγνώριση προτύπων και την ταξινόμηση των δεδομένων.

Οι ανθρώπινες αντιδράσεις έχουν μελετηθεί για μεγάλο χρονικό διάστημα, αλλά η έρευνα σε αυτό το πεδίο, και ιδιαίτερα πάνω στα συναισθήματα, έχει προσελκύσει έντονο ενδιαφέρον τα τελευταία χρόνια λόγω της εμφάνισης νέων τεχνολογιών. Μέχρι πριν μερικά χρόνια οι περισσότερες συσκευές που χρησιμοποιούνταν για τέτοιου είδους μελέτες ήταν σταθεροί υπολογιστές, η πρόοδος όμως στην τεχνολογία των κινητών τηλεφώνων οδηγεί σε όλο και πιο γενικευμένη χρήση τέτοιων συσκευών και δίνει την δυνατότητα εισαγωγής της ανίχνευσης συναισθημάτων στην καθημερινότητα του μέσου χρήστη.

Context-rich detection of user's emotions using a smartphone

Πρώτο άρθρο που παρουσιάζεται στην εργασία είναι το «Context-rich Detection of User's Emotions using A Smartphone» [1]. Σε αυτό οι Yang και Samuel ανέπτυξαν μία εφαρμογή η οποία ανιχνεύει την διάθεση του χρήστη βάσει του τρόπου που μιλάει.

Πιο συγκεκριμένα το κινητό τηλέφωνο καταγράφει την φωνή του χρήστη με την βοήθεια του μικροφώνου και στην συνέχεια στέλνει το δείγμα στον εξυπηρετητή. Αυτός τα αναλύει με την χρήση μεθόδων επεξεργασίας ψηφιακού σήματος φωνής και στην συνέχεια συγκρίνει τα ευρήματα με τα δεδομένα της εκπαιδευμένης βάσης δεδομένων του συστήματος, η οποία βασίστηκε στην βιβλιοθήκη Emotional Prosody Speech and Transcripts. Η συγκεκριμένη βιβλιοθήκη δίνει πρόσβαση σε έναν μεγάλο αριθμό δειγμάτων ήχου από επαγγελματίες ηθοποιούς, έτσι είναι ευκολότερη η προτυποποίηση των συναισθημάτων.

Έπειτα ο εξυπηρετητής αποστέλλει στον χρήστη το αποτέλεσμα, τα οποία εμφανίζονται στην οθόνη του κινητού τηλεφώνου του. Τέλος, να σημειωθεί πως η συγκεκριμένη υλοποίηση αναλύει μόνο τον τόνο της φωνής του χρήστη και όχι τα λεγόμενα του αυτά καθ' αυτά.

Στην συγκεκριμένη υλοποίηση γίνεται και προσπάθεια για αποδοτικότερη ανάλυση του ήχου έτσι ώστε να γίνει οικονομία στην μπαταρία του κινητού τηλεφώνου. Αυτό επιτυγχάνεται με τον κβαντισμό του ήχου. Στην συνέχεια τα αρχεία ήχου χωρίζονται σε

λειτουργικά, από τα οποία μπορεί αν γίνει εξόρυξη χρήσιμων συμπερασμάτων, και μη λειτουργικά, όπως για παράδειγμα κομμάτια σιωπής. Έπειτα γίνεται επεξεργασία μόνο των λειτουργικών κομματιών.

Ακολούθως, χρησιμοποιούνται μέθοδοι λογιστικής παλινδρόμησης και γραμμικής μηχανικής μάθησης για να εξαχθούν τα απαραίτητα συμπεράσματα.

Επιπρόσθετα, πολύ σημαντικές πληροφορίες για την ακριβέστερη αναγνώριση των συναισθημάτων μπορεί να παρέχουν και αισθητήρες όπως το επιταχυνσιόμετρο, το GPS, το γυροσκόπιο και ο αισθητήρας φωτός. Για παράδειγμα, όταν ο χρήστης είναι σε ακραίες καταστάσεις χαράς ή θυμού μπορεί να τρέμει και το γεγονός αυτό μπορεί να αποτυπωθεί στις μετρήσεις του επιταχυνσιόμετρου. Επίσης, μία τοποθεσία μπορεί να δημιουργεί στον χρήστη συγκεκριμένα συναισθήματα, κάτι που μπορεί να εντοπισθεί με την χρήση της διεπαφής GPS.

Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης έρευνας έδειξαν ποσοστό ευστοχίας των προβλέψεων 71%, ενώ παρατηρήθηκε πως η εφαρμογή τείνει να αναγνωρίζει περισσότερα χαρούμενα συναισθήματα σε γυναίκες, κάτι που πιθανότατα σχετίζεται με τον υψηλότερο τόνο της φωνής τους.

Smartphones for large-scale Behaviour Change Interventions

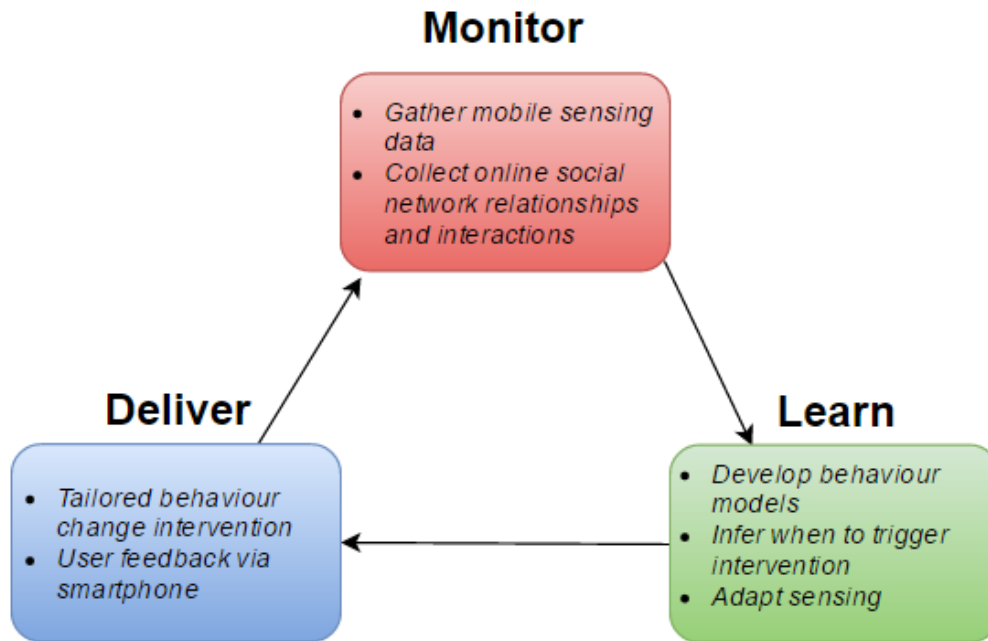
Στο συγκεκριμένο άρθρο [2][3] γίνεται προσπάθεια όχι μόνο να γίνει ανίχνευση των συναισθημάτων του χρήστη αλλά και να παρασχεθεί η απαραίτητη βοήθεια, όταν αυτή χρειάζεται.

Πιο συγκεκριμένα, τα τελευταία χρόνια γενικεύεται η εμφάνιση παθήσεων οι οποίες δημιουργούν πολλά προβλήματα σε μεγάλο μέρος του πληθυσμού. Λόγου χάρη, περίπου 285 εκατομμύρια άνθρωποι σε όλο τον κόσμο πάσχουν από διαβήτη, ενώ στις Ηνωμένες Πολιτείες το 36% του πληθυσμού των ενηλίκων είναι παχύσαρκο. Σε πολλές από αυτές τις περιπτώσεις αλλαγές στον τρόπο ζωής μπορούν να οδηγήσουν σε θετικά αποτελέσματα για την υγεία. Οι παρεμβάσεις με σκοπό την μεταβολή των συνηθειών και του τρόπου ζωής ονομάζονται Behaviour Change Interventions ή BCIs. Στην περίπτωση μας, που γίνεται χρήση της ψηφιακής τεχνολογίας, Digital Behaviour Change Interventions (DBCIs).

Οι επιστήμονες σε αυτήν την εργασία προσπάθησαν χρησιμοποιώντας τις δυνατότητες των σύγχρονων κινητών τηλεφώνων να τα κάνουν να λειτουργήσουν ως ο προσωπικός βοηθός που θα κάνει αυτές τις DBCIs.

Μέχρι σήμερα οι DBCIs έπαιρναν δεδομένα από τον ίδιο τον χρήστη. Το πρόβλημα σε αυτή την περίπτωση είναι ότι ο χρήστης δεν μπορεί να είναι αμερόληπτος. Για να ξεπεράσει αυτό το πρόβλημα η ομάδα χρησιμοποίησε την εφαρμογή EmotionSense [3] η οποία αυτόματα μπορεί να αναγνωρίσει τα συναισθήματα του χρήστη.

Πιο συγκεκριμένα, η εφαρμογή αυτή πραγματοποιεί δύο βασικές λειτουργίες που αρχικά της επιτρέπουν να αναγνωρίσει ποιος μιλάει και στην συνέχεια να «καταλάβει» τα συναισθήματα που εκφράζει ο χρήστης.



Εικόνα 1: Η λογική του συστήματος EmotionSense [2]

Αναγνώριση Ομιλητή

Το κομμάτι της Αναγνώρισης Ομιλητή χρησιμοποιεί Κρυφό Μαρκοβιανό Μοντέλο (Hidden Markov Model), ενώ για την μηχανική μάθηση χρησιμοποιήθηκε Γκαουσιανό Μικτό Μοντέλο (Gaussian Mixture Model), μία τεχνική μηχανικής μάθησης για την αιχμαλώτιση φωνής και σιωπής. Για τον ορισμό κάθε χρήστη συλλέγονται δείγματα διάρκειας δέκα λεπτών. Στην συνέχεια, το μοντέλο εκπαιδεύτηκε πάνω σε αυτά τα δείγματα ομιλίας ξεχωριστά για κάθε έναν από τους χρήστες.

Αναγνώριση Συναισθημάτων

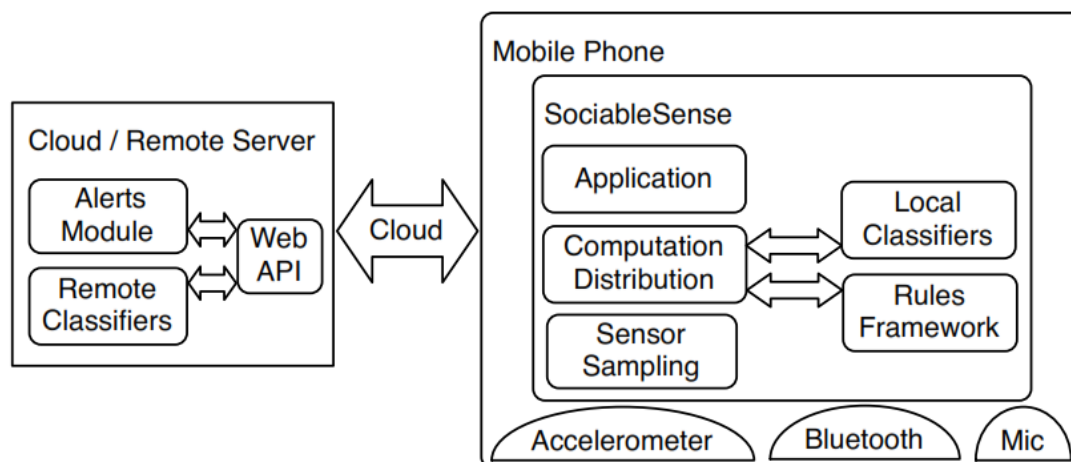
Ο σχεδιασμός της λειτουργίας της Αναγνώρισης Συναισθημάτων είναι παρόμοιος, με χρήση Γκαουσιανού Μικτού Μοντέλου. Η διαφορά είναι ότι η εκπαίδευση του μοντέλου έγινε με βάση τα δείγματα της βιβλιοθήκης Emotional Prosody Speechand Transcripts, όπως είδαμε και στην προηγούμενη εφαρμογή.

Η αξιολόγηση του EmotionSense σε off line δοκιμές με 18 συμμετέχοντες έδειξε ότι το σύστημα είναι σε θέση να επιτύχει ακρίβεια πάνω από 90% για την αναγνώριση του χρήστη και πάνω από 70% για την αναγνώριση των συναισθημάτων.

Θέλοντας λοιπόν οι επιστήμονες να δημιουργήσουν ένα σύστημα το οποίο θα παίρνει τα δεδομένα του EmotionSense και θα βοηθάει τους χρήστες όπως και οι BCIs, σχεδίασαν το SociableSense.

Το SociableSense, είναι βασισμένο στο EmotionSense και καταγράφει δεδομένα από τους αισθητήρες του τηλεφώνου. Το σύστημα στη συνέχεια χρησιμοποιεί αυτά τα δεδομένα για να μοντελοποιήσει την «κοινωνικότητα» του χρήστη με βάση τα πρότυπα του. Κατόπιν

όταν εντοπίζει χαμηλά επίπεδα ευχάριστων συναισθημάτων προσπαθεί να φέρει τον χρήστη πιο κοντά με άλλα μέλη της κοινωνικής του ομάδας με στόχο να τον κάνει πιο κοινωνικό και να του δημιουργήσει ευχάριστα συναισθήματα. Η αρχιτεκτονική του SociableSense είναι η εξής:



Εικόνα 2: Η αρχιτεκτονική του συστήματος SociableSense [4]

Το σύστημα χωρίζεται στο κομμάτι του εξυπηρετητή και της εφαρμογής. Η εφαρμογή συλλέγει δείγματα μέσω του συστατικού Sensor sampling τα οποία επεξεργάζονται αρχικά τοπικά (Local classifiers, Rules framework) και στη συνέχεια στέλνονται στον εξυπηρετητή. Αυτός κάνει περαιτέρω επεξεργασία των δεδομένων (Remote classifiers) και βάσει των ευρημάτων στέλνει ειδοποιήσεις στον χρήστη (Alert module).

Τέλος, έγιναν πειράματα διάρκειας δύο εβδομάδων. Στην πρώτη το «κοινωνικό» κομμάτι της εφαρμογής δεν λειτουργούσε, ενώ την δεύτερη ήταν ενεργοποιημένο. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως κατά την δεύτερη εβδομάδα, βάσει των μετρήσεων, η «κοινωνικότητα» του χρήστη ήταν αυξημένη με την χρήση του SociableSense. Συμπεραίνουμε λοιπόν πως η εφαρμογή στο μέλλον θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για περισσότερο ανεπτυγμένες τεχνικές DBCIs.

Διαχείριση Κρίσεων

Τα τελευταία χρόνια, και κυρίως μετά την 11^η Σεπτεμβρίου, στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής έχουν εμφανιστεί εφαρμογές, πρώτα ως προγράμματα σταθερών υπολογιστών και πιο πρόσφατα ως εφαρμογές για κινητά, οι οποίες έχουν ως σκοπό είτε να βοηθούν τους διασώστες που εμφανίζονται σε ένα περιστατικό ή να ειδοποιούν για τον επικείμενο κίνδυνο χρήστες που βρίσκονται σε μικρή απόσταση. Η ανάγκη ήταν τόσο μεγάλη που ακόμα και ομοσπονδιακές υπηρεσίες όπως η Air Force Space Command συνεργάστηκε το 2007 με το Πανεπιστήμιο του Κολοράντο για να προτυποποιήσει τις ανάγκες μια τέτοιας εφαρμογής [5]. Παρακάτω παρουσιάζεται το SmartRescue που προσπαθεί αξιοποιώντας την τεχνολογία των σύγχρονων τηλεφώνων να δημιουργήσει μία κινητή πλατφόρμα που θα λειτουργεί ως διαχειριστής κρίσεων.

Smartphone sensing platform for Emergency Management

Το SmartRescue [6] έχει ως στόχο, με την χρήση των προηγμένων αισθητήρων στα νεότερα κινητά τηλέφωνα, να βοηθήσει τους διασώστες και τους διαχειριστές κρίσεων, όπως επίσης

και το κοινό, σε επικίνδυνες καταστάσεις. Τα δεδομένα που λαμβάνονται από το κινητό δημοσιεύονται σε ένα σύστημα publish – subscribe (P/S). Οι συγκεκριμένες πληροφορίες χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση του κινδύνου και την θέση των ανθρώπων, έτσι ώστε να σχηματιστεί μια ολοκληρωμένη εικόνα της απειλής.

Η λογική του SmartRescue είναι η χρήση των σύγχρονων κινητών τηλεφώνων για να βοηθήσει, ιδιαίτερα στην χρονική περίοδο από το αρχικό ξέσπασμα της κρίσης μέχρις ότου φτάσουν οι αρμόδιες αρχές. Το επιτυγχάνει αυτό χρησιμοποιώντας χάρτες για να οπτικοποιήσει τις απειλές και να βοηθήσει τη διαδικασία εκκένωσης της περιοχής.

Εάν υπάρχουν πολλοί χρήστες, τα δεδομένα από τους αισθητήρες μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μία πρώτη εικόνα για την απειλή και επιτρέπουν στους αρμόδιους να σχεδιάσουν τα απαιτούμενα μέτρα για την αντιμετώπιση της κρίσης και την αποφυγή τυχόν κινδύνων.

Το σύστημα αξιοποιεί:

- Αισθητήρες
- Crowd – sourcing μοντέλα για την απόκτηση των πληροφοριών
- Χρήση του τηλεφώνου για τοπικές εργασίες, όπως υπολογισμούς δεδομένων κ.α.
- Μεθόδους τεχνητής νοημοσύνης

Όλα αυτά αξιοποιούνται για την χαρτογράφηση της κρίσης.

Η πλατφόρμα SmartRescue έχει σχεδιαστεί για να φέρει σε επαφή τις αρμόδιες αρχές με τα θύματα που είναι κοντά στον κίνδυνο. Επιτρέπει στις αρχές να προσδιορίζουν την θέση του κινδύνου και να τον σχηματοποιούν από τα δεδομένα που στέλνουν οι συσκευές των χρηστών σε πραγματικό χρόνο μέσω χαρτών, αριθμητικών στοιχείων ή γραφικών παραστάσεων.

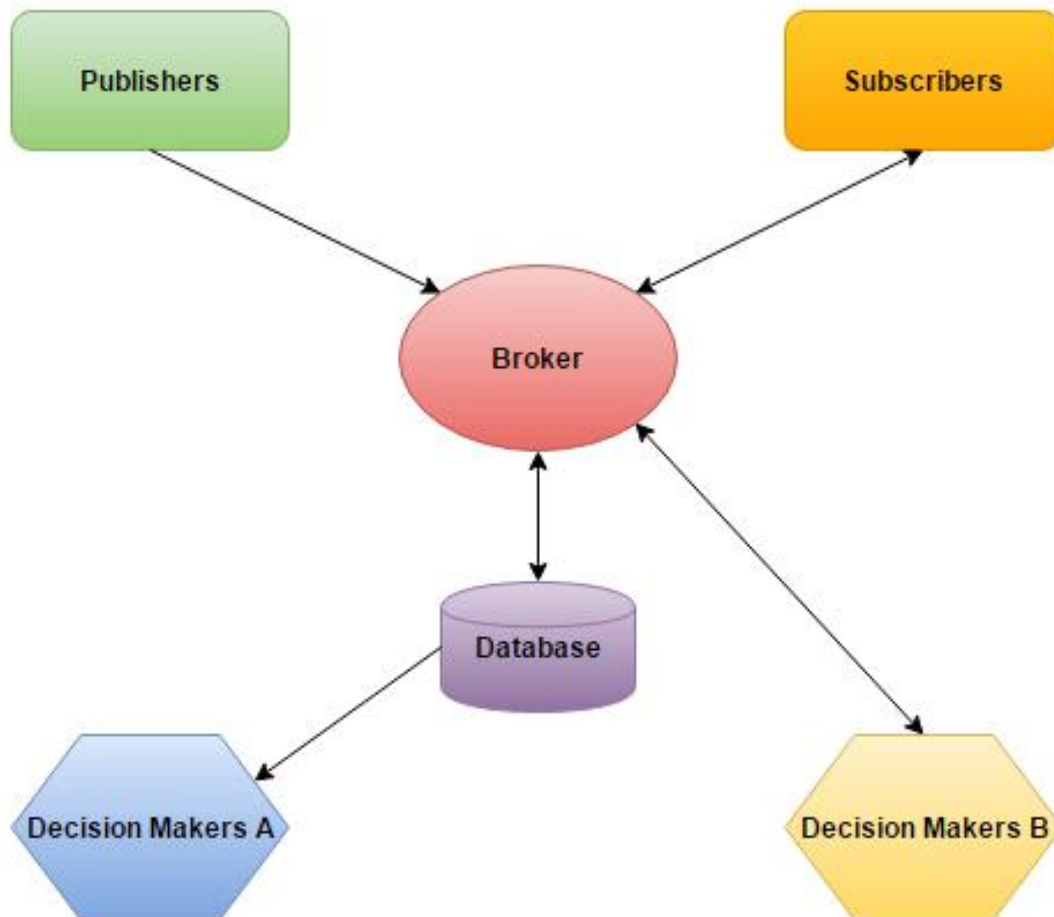
Η πλατφόρμα λειτουργεί ως μέσο υποστήριξης για την λήψη αποφάσεων από εκείνους που επηρεάζονται από την απειλή ή είναι υπεύθυνοι για την αντιμετώπιση της.

Στην εικόνα 3 βλέπουμε την αρχιτεκτονική του συστήματος SmartRescue. Το σύστημα δέχεται πληροφορίες από τους Publishers, που μπορεί να είναι εγκαταστάσεις -όπως μετεωρολογικά κέντρα- τους Subscribers, που είναι οι απλοί χρήστες, και τους Decision Makers B, που μπορεί να είναι ομάδες διάσωσης και υπηρεσίες -όπως η αστυνομία και η πυροσβεστική- που βρίσκονται στον τόπο της κρίσης.

Όλα αυτά τα δεδομένα στέλνονται στον Broker, ο οποίος είναι στην ουσία ο ενδιάμεσος, και από εκεί, μέσω μίας web εφαρμογής, στην βάση δεδομένων όπου γίνεται η επεξεργασία τους με μεθόδους τεχνητής νοημοσύνης.

Τα επεξεργασμένα δεδομένα στέλνονται στις αρμόδιες αρχές (Decision Makers A), όπως επίσης στους Subscribers και Decision Makers B για να έχουν εικόνα της κατάστασης.

Το 2014 η εφαρμογή δοκιμάστηκε σε άσκηση κάτω από πραγματικές συνθήκες στο πανεπιστήμιο του Agder με αρκετά καλά αποτελέσματα [7], τα οποία έδωσαν και σημαντικές πληροφορίες για την περαιτέρω ανάπτυξη και βελτιστοποίηση της.



Εικόνα 3: Η αρχιτεκτονική του συστήματος SmartRescue [6]

User Identification

Από τις αρχές χρήσης των υπολογιστών και πολύ περισσότερο του διαδικτύου, ήταν και συνεχίζει να είναι πολύ σημαντική η σωστή και αξιόπιστη αναγνώριση του χρήστη της κάθε υπηρεσίας. Αυτό είναι απολύτως λογικό καθώς η τεχνολογία διαχειρίζεται πλέον μεγάλο όγκο ευαίσθητων δεδομένων.

Κάτι αντίστοιχο ισχύει και στον χώρο των κινητών συσκευών. Στο προσωπικό κινητό κάθε χρήστη μπορεί να είναι αποθηκευμένες νευραλγικές για αυτόν πληροφορίες ή ακόμα και χρήματα σε ηλεκτρονική μορφή (contactless payment).

Μέχρι και σήμερα ο κύριος τρόπος ταυτοποίησης του χρήστη είναι οι κωδικοί πρόσβασης. Όμως η εκτεταμένη χρήση τους μπορεί να δημιουργήσει δυσφορία στον μέσο χρήστη.

Οι νέες τάσεις στον χώρο της τεχνολογίας τείνουν όλο και περισσότερο στην αντικατάσταση των κωδικών από βιομετρικά στοιχεία ή άλλους τρόπους ταυτοποίησης. Σε αυτήν την

κατεύθυνση κινούνται εταιρίες, όπως η Google [8] και η Microsoft, [9] αλλά και πανεπιστήμια όπως το Cambridge [10].

Παρακάτω παρουσιάζονται τέτοιες προσπάθειες, που έχουν ως στόχο την αντικατάσταση των υπάρχοντων τρόπων ταυτοποίησης του χρήστη με την χρήση των βιομετρικών στοιχείων του εκάστοτε χρήστη.

Cell Phone-Based Biometric Identification

Σε αυτό το άρθρο [11] διερευνάται η χρήση του επιταχυνσιόμετρου, έτσι ώστε να γίνει η ταυτοποίηση του χρήστη βάσει του τρόπου που κινείται.

Τα δεδομένα που καταγράφει το επιταχυνσιόμετρο παράγονται ενώ ο χρήστης εκτελεί τις καθημερινές τους δραστηριότητες διατηρώντας παράλληλα το κινητό τηλέφωνο στην τσέπη του. Κλινικές έρευνες έχουν δείξει ότι δραστηριότητες, όπως για παράδειγμα το περπάτημα, έχουν συγκεκριμένο μοτίβο και διαφέρουν σε κάθε άνθρωπο. Επομένως είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν ως τρόπος αναγνώρισης του ατόμου [12].

Τα δεδομένα συλλέχθηκαν από μία ομάδα 36 εθελοντών οι οποίοι εκτέλεσαν ένα συγκεκριμένο σύνολο των δραστηριοτήτων, όπως περπάτημα, τρέξιμο, και ανεβοκατέβασμα σκαλοπατιών, ενώ είχαν στην μπροστινή τσέπη του παντελονιού τους ένα κινητό τηλέφωνο το οποίο κατέγραφε τα δεδομένα.

Μετά την επεξεργασία των δεδομένων κρατήθηκαν μετρικές όπως:

- Ο μέσος όρος της τιμής κάθε άξονα.
- Η τυπική απόκλιση της τιμής κάθε άξονα.
- Η μέση απόλυτη διαφορά για κάθε μία από τις 200 αναγνώσεις της τιμής κάθε άξονα.
- Ο μέσος όρος επιτάχυνσης.
- Τα χρονικά διαστήματα μεταξύ των κορυφών.
- Η ομαδοποίηση των τιμών. Πιο συγκεκριμένα οι ερευνητές καθόρισαν το εύρος των τιμών για κάθε άξονα (μέγιστη - ελάχιστη), και διαίρεσαν αυτό το φάσμα σε 10 ίσου μεγέθους «κάδους». Στη συνέχεια κατέγραψαν την κατανομή των 200 τιμών του επιταχυνσιόμετρου στους κάδους.

Βάσει αυτών των στοιχείων δημιουργήθηκε μία ταυτότητα για τον κάθε χρήστη ξεχωριστά. Για να επιτευχθεί αυτό χρησιμοποιήθηκαν δύο τεχνικές. Ο αλγόριθμος J48 της βιβλιοθήκης WEKA [13] (J48) και νευρωνικά δίκτυα (neural networks) (NN). Στην τελευταία σειρά βρίσκεται η τεχνική Straw Man, η οποία ουσιαστικά επιλέγει την πιο συνηθισμένη κλάση –

	Συνολικά	Περπάτημα	Τρέξιμο	Ανέβασμα	Κατέβασμα	Συνολικά (tagged)
J48	72,2	84,0	83,0	65,8	61,0	76,1
NN	69,5	90,9	92,2	63,3	54,5	78,6
SM	4,3	4,2	5,0	6,5	4,7	4,3

χρήστη και υπάρχει μόνο για λόγους σύγκρισης.

Πίνακας 1: Συγκριτικά αποτελέσματα WEKA και Νευρωνικών Δικτύων [11]

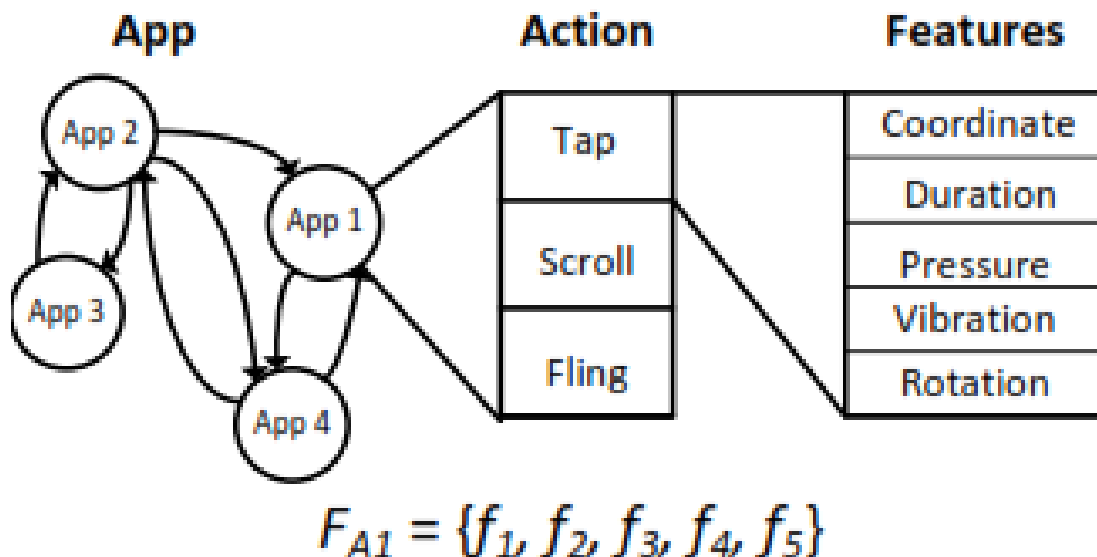
Στον παραπάνω πίνακα φαίνονται τα ποσοστά επιτυχίας των δύο τεχνικών τόσο με δείγμα 10 δευτερολέπτων στα συνολικά στοιχεία χωρίς το σύστημα να ξέρει την δραστηριότητα, στο περπάτημα, στο τρέξιμο, στο ανέβασμα, στο κατέβασμα των σκαλοπατιών, όσο και στα συνολικά στοιχεία στα οποία όμως η κάθε δραστηριότητα είναι γνωστή στο σύστημα. Όπως θα παρατηρήσουμε υπάρχουν δύο στήλες με συνολικά αποτελέσματα. Η πρώτη είναι τα δεδομένα όπως θα τα έπαιρνε η εφαρμογή σε πραγματικές συνθήκες, χωρίς να ξέρει τι δραστηριότητα κάνει εκείνη την στιγμή ο χρήστης. Στην άλλη στήλη με τα συνολικά αποτελέσματα δίνεται στο σύστημα και τύπος της δραστηριότητας που κάνει ο χρήστης (περπάτημα, τρέξιμο, κ.λπ.). Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο τα αποτελέσματα της δεύτερης στήλης είναι εμφανώς βελτιωμένα.

Από τα ευρήματα της έρευνας μπορούμε να καταλάβουμε ότι η αναγνώριση του χρήστη είναι δυνατή από τα μοτίβα που αποτυπώνει το επιταχυνσιόμετρο σε δραστηριότητες όπως το περπάτημα ή το τρέξιμο. Έτσι, είναι δυνατόν στο μέλλον παρόμοιες τεχνικές να χρησιμοποιηθούν για την ταυτοποίηση του χρήστη συσκευών όπως τα κινητά τηλέφωνα που είναι σε θέση να καταγράψουν τέτοια δεδομένα.

Continuous User Identification via Touch and Movement Behavioral Biometrics

Στο τελευταίο άρθρο παρουσιάζεται το SilentSense [14], ένα σύστημα για τον έλεγχο της ταυτότητας του χρήστη το οποίο λειτουργεί αθόρυβα και αξιόπιστα, βασισμένο στη συμπεριφορά του χρήστη κατά το άγγιγμα της οθόνης και την περιήγηση του στις εφαρμογές του κινητού τηλεφώνου. Το σύστημα δημιουργεί ένα «touch – based» βιομετρικό μοντέλο εξάγοντας συμπεράσματα βάσει ορισμένων χαρακτηριστικών και στη συνέχεια ελέγχει αν ο τρέχων χρήστης είναι ο ιδιοκτήτης του κινητού τηλεφώνου ή κάποιος επισκέπτης / εισβολέας.

Το μοντέλο του συστήματος βασίζεται σε δύο φάσεις. Την φάση της Εκπαίδευσης και την φάση της Αναγνώρισης. Στην πρώτη η εφαρμογή εκπαιδεύεται πάνω στα βιομετρικά στοιχεία του χρήστη ενώ στην δεύτερη πραγματοποιείται μία συνεχής και διακριτική αναγνώριση της ταυτότητας του χρήστη. Αν κατά την φάση αυτή η εφαρμογή εκτιμήσει πως ο παρόν χρήστης δεν είναι ο ιδιοκτήτης του κινητού τηλεφώνου ενεργοποιούνται οι μηχανισμοί ασφάλειας.



Εικόνα 4: Λογική συστήματος SilentSense [14]

Το σύστημα παίρνει δύο τύπους πληροφοριών ως είσοδο. Αφενός, τις αλληλεπιδράσεις του χρήστη με το κινητό μέσω της οθόνης αφής και αφετέρου τα συμβάντα που αυτές ενεργοποιούν (π.χ. αποστολή SMS).

Οι πληροφορίες για το touch κομμάτι μπορεί να είναι οι συντεταγμένες, η πίεση αφής και διάρκεια της επαφής, οι οποίες μπορούν να εξαχθούν από το API του συστήματος. Επίσης, θα πρέπει να συνυπολογιστεί πως η χρήση κάθε εφαρμογής περιλαμβάνει ένα συγκεκριμένο σύνολο αλληλεπιδράσεων, για παράδειγμα taps και scrolls.

Ακόμα, το σύστημα συλλέγει και δεδομένα από το επιταχυνσιόμετρο και το γυροσκόπιο. Έτσι «βλέπει» τις κινήσεις του κινητού τηλεφώνου όταν ο χρήστης αλληλοεπιδρά με την οθόνη αλλά και όταν είναι ακίνητος ή κινητέ.

Αρχικά, επειδή το σύστημα έχει μόνο τα δεδομένα του χρήστη, χρησιμοποιεί one – class SVM (Support vector machines) για την αναγνώριση. Όταν συλλέξει αρκετά στοιχεία, αναβαθμίζεται αυτόματα σε two – class SVM για καλύτερα αποτελέσματα.

Επίσης, πολύ σημαντικό ρόλο παίζει η κατανάλωση ενέργειας. Όπως είναι φυσικό ο συνεχής έλεγχος μπορεί να μειώσει κατά πολύ το επίπεδο της μπαταρίας. Για αυτόν τον λόγο οι ερευνητές προσδιόρισαν κάποια συμβάντα τα οποία ενεργοποιούν το σύστημα. Επί παραδείγματι, όταν ο χρήστης αλληλοεπιδρά με μία εφαρμογή που διαχειρίζεται προσωπικά στοιχεία (π.χ. Facebook app) τότε ο έλεγχος ξεκινάει άμεσα. Αντίθετα, όταν ο χρήστης παίζει κάποιο παιχνίδι τότε το σύστημα συλλέγει μεν δεδομένα για κάποιο ορισμένο χρόνο και πραγματοποιεί έλεγχο, αλλά αυτός δεν είναι συνεχής όπως στις ευαίσθητες εφαρμογές.

Τα αποτελέσματα του SilentSense ήταν πολύ ενδιαφέροντα. Με την βοήθεια 100 χρηστών, από τους οποίους οι 10 έπαιζαν το ρόλο του ιδιοκτήτη και οι υπόλοιποι τους επισκέπτες / εισβολείς, η εφαρμογή δοκιμάστηκε σε δύο σενάρια. Στο πρώτο ο χρήστης είναι στατικός και στο δεύτερο κινείται. Στο πρώτο κατά την φάση του one – class SVM το ποσοστό επιτυχίας έφτασε το 72,36% ενώ όταν συγκεντρώθηκαν αρκετά δεδομένα για να περάσει η εφαρμογή στην φάση του two – class SVM το ποσοστό ξεπέρασε το 80%.

Πολύ ενδιαφέροντα ήταν και τα αποτελέσματα του ελέγχου με κινούμενο χρήστη, καθώς η εφαρμογή δέχεται δεδομένα και από το επιταχυνσιόμετρο. Μπορεί να χρησιμοποιήσει αυτά τα δεδομένα για την αναγνώριση της ταυτότητας του χρήστη και του μοτίβου της κίνησης του, όπως ακριβώς είδαμε και στην προηγούμενη υλοποίηση. Τότε το ποσοστό επιτυχίας άγγιξε το 100% με μόλις 12 βήματα του χρήστη.

Φυσικά δεν μπορούμε να συγκρίνουμε τα ευρήματα των δύο ερευνών καθώς η πρώτη δοκιμάστηκε σε ένα ευρύ φάσμα δραστηριοτήτων, ενώ η παρούσα μόνο στο περπάτημα. Επιπλέον, τα δεδομένα της παρούσας έρευνας λειτουργούν αθροιστικά και με το κομμάτι του touch – based ελέγχου.

Εμπορικές εφαρμογές

Τα τελευταία χρόνια έχουν εμφανιστεί στο εμπόριο παρόμοιες εφαρμογές με αυτήν που υλοποιήθηκε για την παρούσα διπλωματική εργασία. Παρακάτω παρουσιάζονται τρεις από αυτές. Οι δύο πρώτες χρησιμοποιούν bluetooth car kits, ενώ η τρίτη βασίζεται στην συνεργασία κινητού τηλεφώνου με έξυπνα ρολόγια.

Bringrr Charge

Το Bringrr Charge [15][16] είναι ένας ειδικός φορτιστής ο οποίος συνδέεται στην υποδοχή του αναπτήρα στο αυτοκίνητο και μπορεί να φορτίσει το κινητό τηλέφωνο του χρήστη. Όμως δεν κάνει μόνο αυτό. Η συσκευή μπορεί να συνδεθεί με το κινητό μέσω bluetooth. Κάθε φορά που το αυτοκίνητο ξεκινάει ελέγχει αν το κινητό τηλέφωνο του χρήστη είναι εντός εμβέλειας ή όχι. Αν το κινητό τηλέφωνο δεν είναι εντός εμβέλειας ειδοποιεί τον χρήστη για να μην το ξεχάσει. Επίσης μπορεί να ανιχνεύσει και άλλες συσκευές που συνδέονται μέσω BringrrTags, δηλαδή μικρών σε μέγεθος tags τα οποία διαθέτουν συνδεσιμότητα bluetooth.

Never Forget My Phone

Το Never Forget My Phone [17] είναι μια αντίστοιχη εφαρμογή η οποία λειτουργεί με την αντίθετη λογική. Και αυτή η εφαρμογή λειτουργεί με την βοήθεια ενός bluetooth car kit. Κάθε φορά που το αυτοκίνητο σβήνει το bluetooth car kit απενεργοποιείται. Τότε η σύνδεση μεταξύ της συσκευής και το κινητού χάνεται και το κινητό αρχίζει να χτυπάει για να το πάρει ο χρήστης μαζί του.

Wear Aware

Το Wear Aware [18] είναι εφαρμογή για έξυπνα ρολόγια που συνδέεται μέσω bluetooth με το κινητό του χρήστη. Έχει δύο βασικές λειτουργίες. Πρώτον, κάθε φορά που η σύνδεση μεταξύ τηλεφώνου και ρολογιού χάνεται το ρολόι δονείται θυμίζοντας έτσι στον χρήστη να πάρει μαζί του το τηλέφωνο. Δεύτερον, στην περίπτωση που ο χρήστης χάσει το τηλέφωνο του μπορεί να ενεργοποιήσει το κινητό τηλέφωνο μέσω του ρολογιού έτσι ώστε να ξεκινήσει να χτυπάει για να το εντοπίσει. Φυσικά αυτή η λειτουργία προϋποθέτει το τηλέφωνο να είναι εντός της εμβέλειας του bluetooth.

Τι κρατάμε και τι αλλάζουμε;

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας τα παραπάνω άρθρα έδωσαν τις κατευθυντήριες γραμμές για την σύλληψη της ιδέας αλλά και τον σχεδιασμό.

Θελήσαμε αρχικά να υλοποιήσουμε μία εφαρμογή η οποία θα βοηθάει τον χρήστη, όπως για παράδειγμα κάνει το SmartRescue ή το EmotionSense, και με βάση αυτήν την λογική

σκεφτήκαμε την ιδέα του ForgetMeNot για την προστασία του χρήστη από την απώλεια του κινητού τηλεφώνου του.

Έπειτα, ακολουθήσαμε την ίδια λογική υλοποίησης με την χρήση αισθητήρων και επεξεργασίας των δεδομένων για να βγουν τα απαιτούμενα συμπεράσματα. Στην δική μας περίπτωση όμως δεν χρησιμοποιήθηκαν μέθοδοι τεχνητής νοημοσύνης αλλά απλούστερη λογική που υπό τις συγκεκριμένες συνθήκες ταιριάζει καλύτερα.

Όσον αφορά τις εμπορικές εφαρμογές, η κύρια διαφορά είναι πως η δικιά μας προσέγγιση είναι βασισμένη στο λογισμικό και όχι στο υλισμικό, όπως κάνει ο ανταγωνισμός. Η εφαρμογή ForgetMeNot δεν χρειάζεται άλλη συσκευή για να λειτουργήσει εκτός από το κινητό τηλέφωνο αυτό καθ' αυτό.

2. Στόχος και Κίνητρο

Στόχος

Ο βασικός στόχος της εργασίας είναι η υλοποίηση μίας εφαρμογής για έξυπνα κινητά τηλέφωνα η οποία στέλνει αυτόματες ειδοποιήσεις στον χρήστη για να μην ξεχάσει το κινητό του τηλέφωνο. Η εφαρμογή θα πρέπει να λειτουργεί με επίγνωση πλαισίου (context – aware), να αλλάζει συμπεριφορά βάσει της τοποθεσίας και να προσωποποιείται βάσει της συχνότητας που ο χρήστης αλληλεπιδρά με το τηλέφωνο.

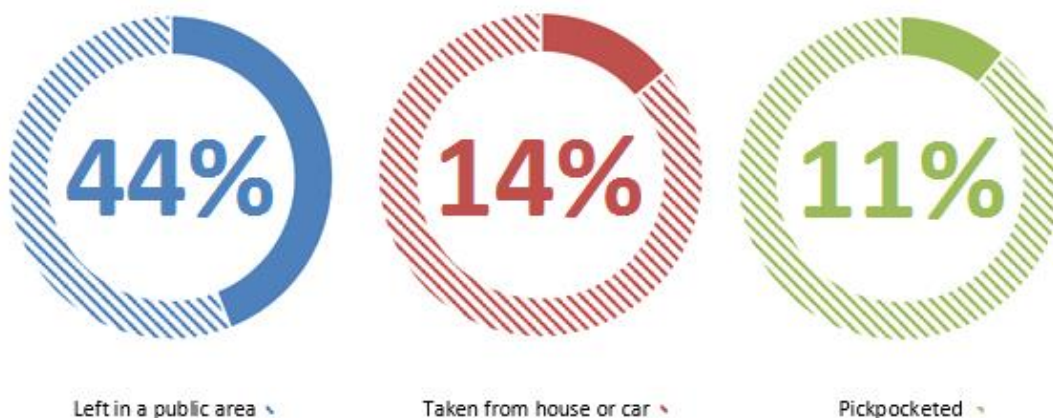
Ο παραπάνω στόχος θα πρέπει να επιτευχθεί ικανοποιώντας συγκεκριμένες παραδοχές και συμβιβασμούς μεταξύ αξιοπιστίας και πόρων. Έτσι η υλοποιημένη εφαρμογή θα πρέπει να παίρνει στα υπόψιν όχι μόνο την σωστή λειτουργία της, αλλά και θέματα όπως αυτό της χρήσης μπαταρίας.

Γιατί είναι ενδιαφέρον;

Η εφαρμογή που επιλέχθηκε καθιστά το κινητό τηλέφωνο ικανό να καταλάβει πριν από τον ίδιο τον χρήστη ότι έχει ξεχαστεί. Για παράδειγμα, αν ο χρήστης έχει αφήσει το κινητό τηλέφωνό του σε κάποιο μαγαζί, αυτό μέχρι τη χρονική στιγμή που ο χρήστης θα έχει φτάσει στο σπίτι του θα πρέπει να έχει καταλάβει πως ο ίδιος το έχει ξεχάσει και να τον ειδοποιήσει.

Αυτό το θέμα επιλέχθηκε διότι, μας δίνει την δυνατότητα να χρησιμοποιήσουμε έξυπνα τους αισθητήρες του τηλεφώνου για να καταλάβουμε πότε ο χρήστης βρίσκεται σε κοντινή απόσταση και αλληλοεπιδρά με το κινητό τηλέφωνο.

Πέραν αυτού όμως, σύμφωνα με την έρευνα της IDG Research για τη Lookout [19], εταιρίας ειδικευμένης στην προστασία φορητών συσκευών, το 44% των τηλεφώνων κλάπηκαν αφού οι ιδιοκτήτες τους τα ξέχασαν σε κάποιον δημόσιο χώρο, ενώ το 14% των συσκευών κλάπηκαν από το αυτοκίνητο ή το σπίτι του θύματος κατά την διάρκεια κάποιας επίθεσης. Τέλος, μόλις το 11% κλάπηκε πάνω από το θύμα.



Εικόνα 5: Συγκριτικά αποτελέσματα έρευνας του Lookout [15]

Σύμφωνα με την ίδια έρευνα το 50% των θυμάτων είναι διατεθειμένο να πληρώσει 500\$ για να ανακτήσει το κινητό τηλέφωνο του, ενώ το ένα τρίτο θα πλήρωνε ακόμα και 1000\$. Τέλος το 68% θα έμπαινε ακόμα και σε κίνδυνο για να βρει το κινητό τηλέφωνο του.

Βάσει της συγκεκριμένης μελέτης μπορούμε να αντιληφθούμε ότι μία εφαρμογή που θα είναι σε θέση να ειδοποιεί έγκαιρα τον χρήστη είναι ιδιαίτερα χρήσιμη και μπορεί να αυξήσει την ασφάλεια του κινητού τηλεφώνου.

Ακόμα, δεν είναι λίγες οι φορές που το κινητό χάνεται σε οικεία μέρη όπως το σπίτι του κατόχου. Αυτό μπορεί να συμβεί είτε επειδή έχει πέσει χωρίς την θέληση του χρήστη σε κάποια γωνία, είτε γιατί ο ίδιος ο χρήστης έχει ξεχάσει που έβαλε το κινητό τηλέφωνο. Η εφαρμογή σε αυτήν την περίπτωση μπορεί να του υποδείξει το ευρύτερο μέρος που βρίσκεται το κινητό τηλέφωνο, στην προκειμένη την περίπτωση η οικία του, έτσι ώστε να ξέρει που πρέπει να ψάξει.

Καταλαβαίνουμε πως η βασική ιδέα της εφαρμογής είναι πρώτα να αποτρέψει την απώλεια του τηλεφώνου με τις ειδοποιήσεις και αν αυτό δεν συμβεί τότε, σε δεύτερο χρόνο, ενημερώνει τον χρήστη για την θέση του κινητού τηλεφώνου έτσι ώστε να ξέρει πού έχει χαθεί και να το αναζητήσει κατευθείαν στην συγκεκριμένη τοποθεσία.

3. Η εφαρμογή

Οι αισθητήρες

Για την υλοποίηση της εφαρμογής ήταν αναγκαία η χρήση αισθητήρων έτσι ώστε να πάρουμε τα δεδομένα που χρειαζόμαστε για την προσαρμογή της εφαρμογής στις ανάγκες του χρήστη.

Στην δική μας περίπτωση, μας ενδιαφέρουν οι αισθητήρες θέσης (GPS, WiFi) και οι αισθητήρες κίνησης (επιταχυνσιόμετρο, γυροσκόπιο), διότι αυτού του είδους τα δεδομένα χρειάζεται η εφαρμογή μας για να λειτουργήσει, δηλαδή να «ξέρει» που βρίσκεται το κινητό τηλέφωνο και να μπορεί να ανιληφθεί αν ο χρήστης βρίσκεται κοντά της.

Όσον αφορά στους αισθητήρες θέσης, για λόγους οικονομίας μπαταρίας, επιλέχθηκε το WiFi έναντι του GPS. Αυτό μας επιτρέπεται καθώς ο μέσος χρήστης συνδέεται με συγκεκριμένα δίκτυα κατά την διάρκεια της μέρας. Ως εκ τούτου, η θέση του μπορεί να ταυτοποιηθεί βάσει αυτών των δικτύων. Επιπρόσθετα, το WiFi είναι συνήθως ανοιχτό σε μέρη τα οποία οι χρήστες επισκέπτονται συχνά, σε αντίθεση με το GPS που πολλοί χρήστες το κλείνουν όταν δεν το χρησιμοποιούν. Το GPS χρησιμοποιείται μόνο επικουρικά στην περίπτωση που το κινητό χαθεί. Σε αυτήν την περίπτωση το κινητό τηλέφωνο χρησιμοποιεί τον αισθητήρα του GPS στιγμιαία μόνο για να ορίσει τις συντεταγμένες και να τις στείλει στον χρήστη μέσω μηνύματος ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.

Από την άλλη, για τους αισθητήρες κίνησης επιλέχθηκε αρχικά το επιταχυνσιόμετρο. Το επιταχυνσιόμετρο ανιχνεύει τότε ο χρήστης βρίσκεται σε κίνηση. Αντίθετα, το γυροσκόπιο δείχνει αλλαγές στην κατεύθυνση άρα μπορεί να μην ανιχνεύσει κάποιες περιπτώσεις κίνησης, όπως παραδείγματος χάρη όταν το κινητό τηλέφωνο βρίσκεται σε κάποιο όχημα οπότε, σε αυτήν την περίπτωση, δεν θα μπορούσαμε να ανιληφθούμε αν ο χρήστης κινείται με το αυτοκίνητο του. Η αρχική ιδέα όμως εγκαταλείφθηκε λόγω περιορισμών του Android, καθώς το λειτουργικό δεν δίνει την δυνατότητα να πάρουμε ενδείξεις από το επιταχυνσιόμετρο όταν η οθόνη είναι κλειστή.

Λόγω αυτού του περιορισμού του λειτουργικού έπρεπε να εξευρεθεί κάποιος τρόπος να εντοπίσουμε την μετακίνηση του κινητού τηλεφώνου για να ανιληφθούμε αν είναι μαζί με τον ιδιοκτήτη του χωρίς την χρήση επιταχυνσιόμετρου. Και σε αυτήν την περίπτωση την λύση έδωσε το WiFi, καθώς η διακύμανση στην ισχύ του σήματος μπορεί να μας δώσει εικόνα για το αν ο χρήστης έχει μετακινηθεί ή όχι.

Ο Σχεδιασμός

Η βασική λογική του αλγορίθμου είναι απλή. Αρχικά πρέπει να συνδέσουμε κάποιες περιοχές με περιοχές ενδιαφέροντος του χρήστη. Μπορούμε να χωρίσουμε τις περιοχές στις εξής κατηγορίες:

1. Οικία.
2. Εργασία.
3. Σε στάση.
4. Σε κίνηση.

Στην συνέχεια, ο αλγόριθμος περιμένει για κάποιο χρόνο ανάλογα με την περιοχή ενδιαφέροντος κάθε φορά που ο χρήστης κλείνει την οθόνη του κινητού τηλεφώνου του.

Η περιοχή εντοπίζεται βάσει της διεπαφής WiFi. Ο χρήστης ορίζει το WiFi SSID της οικίας και της εργασίας του. Επίσης, κάθε φορά που η συσκευή αλλάζει δίκτυο WiFi η εφαρμογή κρατάει το SSID του τρέχοντος δικτύου WiFi. Από κει και πέρα, κάθε φορά που η οθόνη κλείνει ή ανοίγει, η εφαρμογή ελέγχει σε ποιο δίκτυο είναι συνδεδεμένη και αποθηκεύει τον χρόνο στον αντίστοιχο μέσο όρο (π.χ. μέσος όρος για την «Οικία»),

Ο μέσος όρος υπολογίζεται από την διαφορά του χρόνου κλεισίματος της οθόνης με τον χρόνο ανοίγματος και μας δίνει τον χρόνο που το κινητό τηλέφωνο ήταν σε κατάσταση αδράνειας. Ο μέσος όρος αυτών των χρόνων συν την τυπική απόκλιση των δειγμάτων μας δίνει τον χρόνο αναμονής. Ο χρόνος αναμονής υπολογίζεται ξεχωριστά για κάθε περιοχή ενδιαφέροντος. Τουτέστιν, η εφαρμογή θα περιμένει διαφορετικό χρόνο μέχρι να στείλει την πρώτη ειδοποίηση στον χρήστη όταν το κινητό τηλέφωνο βρίσκεται στην οικία του χρήστη και διαφορετικό χρόνο όταν βρίσκεται στον χώρο εργασίας.

Όταν η αντίστροφη μέτρηση του χρόνου τελειώσει, η εφαρμογή στέλνει μία ειδοποίηση για να σιγουρευτεί πως ο χρήστης δεν έχει ξεχάσει την συσκευή του. Αν ο χρήστης δεν ανοίξει την οθόνη του κινητού τηλεφώνου του μέσα στο χρονικό διάστημα που έχει ορισθεί ως χρόνος αδράνειας βάσει της θέσης και των συνηθειών του χρήστη, η εφαρμογή μειώνει τον χρόνο και επαναλαμβάνει την διαδικασία για άλλες δύο φορές. Κατά την διαδικασία αυτή ο χρήστης λάβει συνολικά τρεις ειδοποιήσεις.

Ο αριθμός αυτός επιλέχθηκε καθώς -σύμφωνα με έρευνα της Localytics [20] αποδεικνύεται ότι το 46% των χρηστών απενεργοποιούν τις ειδοποιήσεις μιας εφαρμογής αν είναι 2 – 5 ανά βδομάδα, ενώ το 36% απεγκαθιστά την εφαρμογή αν ξεπεράσουν τις 6. Καταλαβαίνουμε ότι ο αριθμός των ειδοποιήσεων που στέλνει η εφαρμογή θα πρέπει να είναι αρκετός για να κεντρίσουμε την προσοχή του χρήστη αλλά όχι υπερβολικά μεγάλος ώστε να μην γίνει η εφαρμογή ενοχλητική. Συνεπώς, οι τρεις ειδοποιήσεις θεωρήθηκαν ένα νούμερο που είναι κοντά στο όριο και πληροί τα δύο αυτά κριτήρια.

Αν ούτε τότε ο χρήστης αλληλεπιδράσει με το κινητό τηλέφωνο, αυτό θεωρεί πως το έχει ξεχάσει και του στέλνει ένα ηλεκτρονικό μήνυμα με τις συντεταγμένες του κινητού τηλεφώνου και το δίκτυο WiFi με το οποίο είναι συνδεδεμένο.

Στο παρόν μοντέλο υπάρχουν τρεις καταστάσεις: η «Πράσινη» στην οποία το κινητό τηλέφωνο θεωρεί πως ο χρήστης το έχει στην κατοχή του. Η «Κίτρινη» κατά την οποία το κινητό τηλέφωνο δεν έχει σαφείς ενδείξεις για το αν βρίσκεται στην κατοχή του χρήστη και,

τέλος, η «Κόκκινη» στην οποία το κινητό τηλέφωνο θεωρεί πως δεν βρίσκεται στην κατοχή του χρήστη.

Πιο συγκεκριμένα:

Κατάσταση	Γεγονός	Ειδοποιήσεις
Πράσινη	Ο χρήστης αλληλοεπιδρά με το κινητό.	Δεν στέλνεται καμία ειδοποίηση προς τον χρήστη.
Κίτρινη	Ο χρόνος από την τελευταία αλληλεπίδραση του χρήστη με το κινητό τηλέφωνο έχει υπερβεί το χρονικό όριο. Η εφαρμογή θεωρεί πως ο χρήστης πιθανόν να έχει ξεχάσει το κινητό τηλέφωνο.	Το κινητό τηλέφωνο εμφανίζει μία ειδοποίηση η οποία περιλαμβάνει εικονίδιο στην γραμμή ειδοποιήσεων του κινητού τηλεφώνου, την λυχνία ειδοποιήσεων και ήχο και ζητάει από τον χρήστη να το επιβεβαιώσει πως το έχει μαζί του.
Κόκκινη	Η εφαρμογή θεωρεί πως ο χρήστης δεν έχει το κινητό τηλέφωνο στην κατοχή του.	Το κινητό στέλνει το SSID του δικτύου που είναι συνδεδεμένο και το στίγμα GPS, αν ο αισθητήρας είναι ανοιχτός, στον χρήστη.

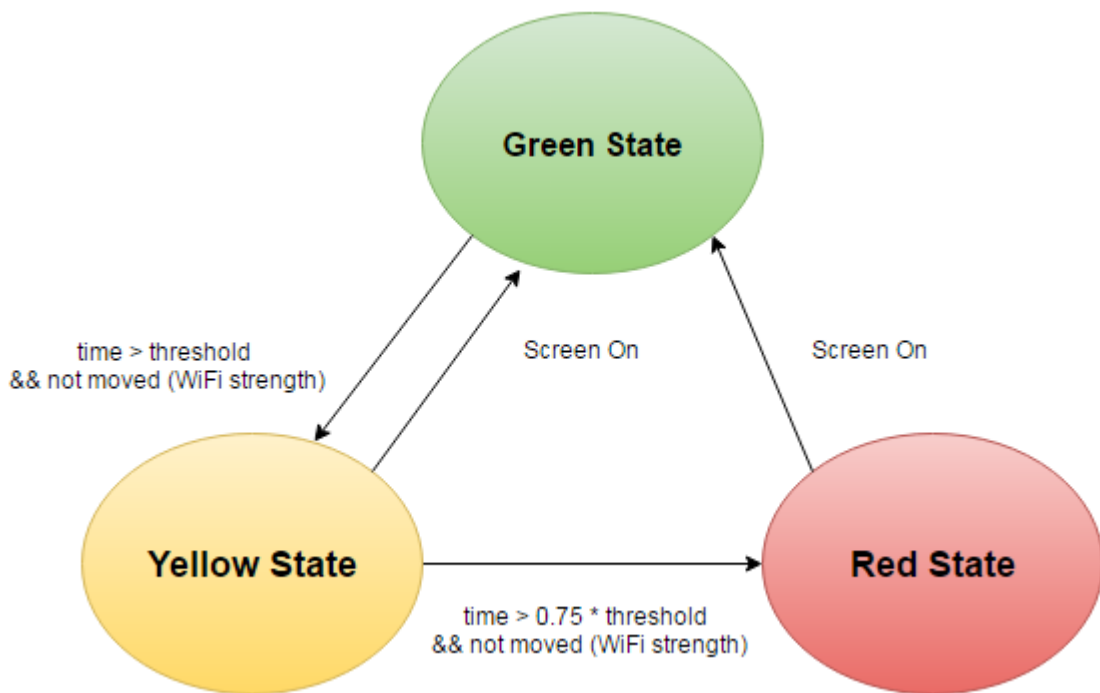
Πίνακας 2: Επεξήγηση καταστάσεων εφαρμογής

Στην εικόνα 6 βλέπουμε τις συνθήκες μετάβασης ανάμεσα στις καταστάσεις.

Από «Πράσινη» προς «Κίτρινη»: Κάθε φορά που κλείνει η οθόνη η εφαρμογή ξεκινάει μία αντίστροφη μέτρηση. Ο χρόνος της αντίστροφης μέτρησης είναι ίσος με τον μέσο όρο των χρόνων που η οθόνη είναι κλειστή συν την τυπική απόκλιση των δειγμάτων, ανάλογα με την περιοχή ενδιαφέροντος. Δηλαδή, ο χρόνος διαφέρει ανάλογα με το αν ο χρήστης βρίσκεται στο σπίτι του ή στην εργασία του. Όταν ο χρόνος αναμονής περάσει το συγκριμένο κατώφλι τότε η εφαρμογή εναλλάσσεται από την «Πράσινη» στην «Κίτρινη».

Από «Κίτρινη» προς «Κόκκινη»: Η παραπάνω αντίστροφη μέτρηση τρέχει τρεις φορές, με την πρώτη να σηματοδοτεί το πέρασμα από την «Πράσινη» στην «Κίτρινη» κατάσταση, κάθε φορά ο αρχικός χρόνος μειώνεται στο μισό. Έτσι ο χρόνος που περνάει για την εναλλαγή από την «Κίτρινη» προς στην «Κόκκινη» κατάσταση είναι ίσος με τα $\frac{3}{4}$ του αρχικού. Πιο συγκεκριμένα $\frac{1}{2}$ στην δεύτερη επανάληψη και $\frac{1}{4}$ στην τρίτη. Όταν ο χρόνος αναμονής περάσει το συγκριμένο κατώφλι τότε η εφαρμογή εναλλάσσεται από την «Κίτρινη» στην «Κόκκινη».

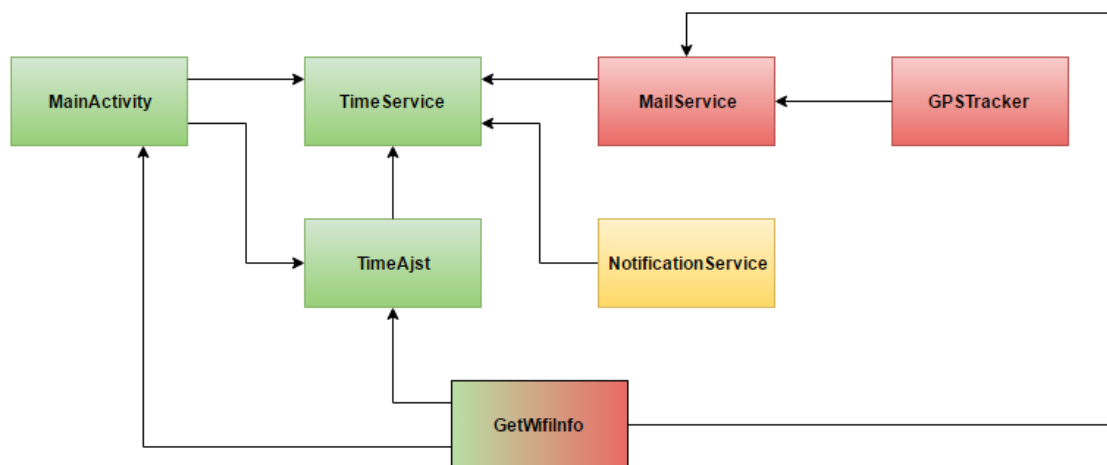
Και στις δύο περιπτώσεις η εφαρμογή επιστρέφει στην «Πράσινη» κατάσταση όταν η οθόνη ανοίγει.



Εικόνα 6: Εναλλαγή μεταξύ καταστάσεων εφαρμογής

Ο κώδικας

Στην εικόνα 7 βλέπουμε μία ολοκληρωμένη εικόνα της αρχιτεκτονικής της εφαρμογής. Παρακάτω αναλύεται η λειτουργία κάθε κλάσης. Τα χρώματα αντιστοιχούν στο σε ποια κατάσταση ενεργοποιείται κάθε κλάση. Για παράδειγμα, η κλάση MailService λειτουργεί στην «Κόκκινη» κατάσταση εξού και το χρώμα της, ενώ η κλάση GetWiFiInfo χρησιμοποιείται και στην «Πράσινη» και στην «Κόκκινη» κατάσταση γι' αυτό και είναι δίχρωμη.



Εικόνα 7: Γενική επισκόπηση της εφαρμογής

MainActivity

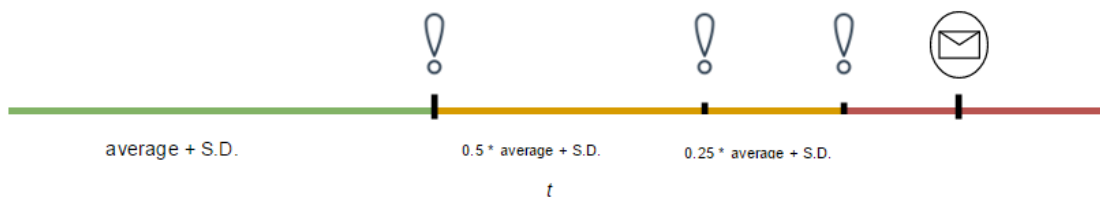
Στη MainActivity της εφαρμογής έχουν υλοποιηθεί τρία χαρακτηριστικά. Πρώτον, υπάρχουν δύο broadcast receivers οι οποίοι ελέγχουν πότε η οθόνη ανάβει και σβήνει και πότε το κινητό τηλέφωνο συνδέεται σε δίκτυο WiFi. Κάθε φορά που η οθόνη σβήνει η εφαρμογή καλεί τις κλάσεις TimeAjst και TimeService. Όταν η οθόνη σβήνει η εφαρμογή καλεί την κλάση TimeAjst και ακυρώνει την ειδοποίηση που έχει σχεδιαστεί να δημιουργηθεί στο μέλλον. Τέλος, στην MainActivity υπάρχουν δύο buttons τα οποία χρησιμεύουν στο να οριστούν τα δίκτυα Εργασίας και Οικίας του χρήστη.

TimeAjst

Κάθε φορά που η οθόνη κλείνει ή ανοίγει καλείται αυτή η κλάση. Αρχικά, ανάλογα με το WiFi το οποίο είναι συνδεδεμένο το κινητό τηλέφωνο, γίνεται ο ορισμός της θέσης του (Οικία, Εργασία, κ.λπ.). Βάσει της θέσης ο χρόνος ανοίγματος και κλεισίματος της οθόνης αποθηκεύεται για τον υπολογισμό του χρόνου αναμονής στην αντίστοιχη περιοχή ενδιαφέροντος. Σε κάθε κλείσιμο της οθόνης υπολογίζεται ο χρόνος από το προηγούμενο άνοιγμα της οθόνης. Βάσει αυτού του χρονικού διαστήματος γίνεται ο υπολογισμός του μέσου όρου και της τυπικής απόκλισης. Οι δύο αυτοί αριθμοί χρησιμοποιούνται για τον ορισμό του χρόνου αναμονής.

TimeService

Η κλάση αυτή είναι υπεύθυνη για τον προγραμματισμό των ειδοποιήσεων. Αρχικά παίρνει τον μέσο όρο της αντίστοιχης περιοχής ενδιαφέροντος βάσει του SSID (π.χ. Εργασία) και ορίζει τρεις ειδοποιήσεις. Αν αυτές οι ειδοποιήσεις εκτελεστούν και παρόλα αυτά ο χρήστης δεν ανοίξει την οθόνη του κινητού τηλεφώνου του, τότε η κλάση καλεί την MailService για να στείλει το μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου της «Κόκκινης» κατάστασης. Επίσης, αυτή η κλάση παίρνει την ισχύ του δικτύου WiFi όταν ξεκινάει η αντίστροφη μέτρηση και πριν σταλεί η ειδοποίηση. Αν αυτή δεν έχει ξεπεράσει ένα ορισμένο όριο, στέλνεται ειδοποίηση. Βάσει πειραμάτων το όριο έχει τεθεί στα ± 3 dBm. Ο ορισμός του ορίου αναλύεται στο επόμενο κεφάλαιο.



Εικόνα 8: Γραφική αναπαράσταση λειτουργίας TimeService.

NotificationService

Σε αυτή την κλάση δημιουργείται η ειδοποίηση της «Κίτρινης» κατάστασης. Η ειδοποίηση περιλαμβάνει ήχο, εικονίδιο στην γραμμή ειδοποιήσεων και την λυχνία ειδοποιήσεων του κινητού τηλεφώνου. Η ειδοποίηση χρησιμεύει στην επιβεβαίωση πως ο χρήστης είναι κοντά στο κινητό τηλέφωνο, καθώς έτσι ο χρήστης «αναγκάζεται» να ανοίξει το κινητό του και η εφαρμογή με την χρήση του broadcast receiver της MainActivity θα εντοπίσει το άνοιγμα της οθόνης.

MailService

Στην παρούσα κλάση έχουμε έναν SMTP client ο οποίος χρησιμοποιείται για να σταλεί το μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου της «Κόκκινης» κατάστασης. Το μήνυμα περιλαμβάνει το στίγμα του τηλεφώνου και το SSID του δικτύου στο οποίο είναι συνδεδεμένο. Για να βρει αυτές τις πληροφορίες η MailService καλεί τις κλάσεις GetWifiInfo και GPSTracker.

GetWifiInfo

Η συγκεκριμένη κλάση καλείται όταν χρειαζόμαστε το SSID του δικτύου WiFi στο οποίο είμαστε συνδεδεμένοι και το επιστέφει ως τιμή, όπως επίσης και την ισχύ του σήματος WiFi. Χρησιμοποιείται στην κλάση MailService, TimeAjust και TimeService για την αρχικοποίηση των πεδίων των SSID με βάση τα οποία γίνεται η ταυτοποίηση του μέρους στο οποίο βρίσκεται ο χρήστης αλλά και για να εντοπιστεί η μετακίνηση του κινητού τηλεφώνου.

GPSTracker

Τέλος, η κλάση GPSTracker χρησιμοποιείται για τον ορισμό της θέσης του τηλεφώνου όταν στέλνεται το μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου της «Κόκκινης» κατάστασης.

Η εμπειρία υλοποίησης

Android

Το Android έχει αρκετά εργαλεία τα οποία απλοποιούν πολλές διαδικασίες. Για παράδειγμα, είναι αρκετά εύκολο με την χρήση Broadcast Receivers να παίρνουμε τις εναλλαγές καταστάσεων των αισθητήρων. Όποτε, ήταν εύκολο να βλέπουμε πότε ανοίγει ή κλείνει η οθόνη και πότε αλλάζει δίκτυο WiFi το κινητό τηλέφωνο.

Αρκετή έρευνα χρειάστηκε στην υλοποίηση της κλάσης TimeService. Λόγω της μικρής ενασχόλησης που είχα στο παρελθόν με το Android χρειάστηκε να ψάξω αρκετά για να βρω ποιος τύπος κλάσεων (Service, Activity, AsyncTask) ήταν ο κατάλληλος για να τρέξει η αντίστροφη μέτρηση χωρίς να δημιουργεί πρόβλημα στην υπόλοιπη λειτουργία της εφαρμογής.

Υπολογισμοί

Επίσης ενδιαφέρον είχε και ο υπολογισμός απλών παραμέτρων όπως ο μέσος όρος του χρόνου ή η τυπική απόκλιση. Αρχικά η εφαρμογή κρατούσε 100 τιμές χρόνου για κάθε περιοχή ενδιαφέροντος από τις οποίες έβγαине ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση. Αυτό σήμαινε όμως πως όλες οι προηγούμενες τιμές απλά χάνονται χωρίς να παίζουν ρόλο στον υπολογισμό της νέας τιμής των παραμέτρων. Για αυτόν τον λόγο η υλοποίηση άλλαξε και χρησιμοποιήθηκαν οι τρέχων μέσο όρο (running average) και τρέχουσα τυπική απόκλιση (running running standard deviation). Έτσι οι δύο παράμετροι υπολογίζονται κατευθείαν και λαμβάνονται υπόψιν όλες οι τιμές για τον υπολογισμό.

SMTP client

Επίσης, ένα ακόμα σημείο που δυσκόλεψε την υλοποίηση ήταν η αποστολή του μηνύματος ηλεκτρονικής αλληλογραφίας. Το Android δίνει την δυνατότητα να χρησιμοποιήσουμε πολύ εύκολα τις built-in mailing εφαρμογές (π.χ. Gmail). Το πρόβλημα όμως με την συγκεκριμένη υλοποίηση είναι πως χρειαζόμαστε input από τον χρήστη. Στην δικιά μας περίπτωση, όπως είναι φυσικό λόγω της φύσης της εφαρμογής, ο χρήστης δεν μπορεί να δώσει αυτό το input. Έτσι όλες οι απαιτούμενες διαδικασίες πρέπει να γίνουν αυτόματα και η υλοποίηση μία κλάσης που θα παίζει τον ρόλο του SMTP client ήταν μονόδρομος.

4. Αποτελέσματα

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται στοιχεία τα οποία βοήθησαν στην αρχικοποίηση των βασικών μεταβλητών και των ορίων του WiFi. Παρουσιάζονται επίσης και κάποια πειράματα για να δούμε πόσο χρόνο χρειάζεται η εφαρμογή για να προσωποποιηθεί στον χρήστη, καθώς και πόσες ειδοποιήσεις εμφανίζει κατά την λειτουργία της.

Μέσος όρος

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται στοιχεία από πειράματα τα οποία έγιναν για να αρχικοποιηθεί ο μέσος όρος του χρόνου αναμονής της εφαρμογής. Ο πίνακας δείχνει τις ώρες κατά τις οποίες ανοίγει και κλείνει η οθόνη και την διαφορά τους. Βάσει τέτοιων πειραμάτων έγινε η αρχικοποίηση. Το συγκεκριμένο πείραμα αφορά την αρχικοποίηση του μέσου όρου για την περιοχή ενδιαφέροντος «Οικία», ενώ ακολουθούν πίνακες με τα αποτελέσματα για την «Εργασία» και «Σε κίνηση».

Screen ON	Screen OFF	Διαφορά
10:23:43 πμ	10:24:21 πμ	
10:25:27 πμ	10:25:57 πμ	00:01:06
10:26:56 πμ	10:28:13 πμ	00:00:59
11:11:33 πμ	11:13:25 πμ	00:43:20
11:25:41 πμ	11:27:40 πμ	00:12:16
12:45:21 μμ	12:49:46 μμ	01:17:41
2:01:32 μμ	2:03:02 μμ	01:11:46
2:03:46 μμ	2:05:31 μμ	00:00:44
2:23:12 μμ	2:24:54 μμ	00:17:41
3:41:12 μμ	3:43:52 μμ	01:16:18
3:45:53 μμ	3:47:39 μμ	00:02:01
4:51:34 μμ	4:54:48 μμ	01:03:55
4:57:38 μμ	4:59:38 μμ	00:02:50
5:03:59 μμ	5:05:51 μμ	00:04:21
5:06:35 μμ	5:06:47 μμ	00:00:44
5:09:43 μμ	5:10:53 μμ	00:01:46
7:12:54 μμ	7:21:15 μμ	02:03:11
7:53:29 μμ	7:57:51 μμ	00:32:14
8:06:41 μμ	8:12:13 μμ	00:08:50
8:26:32 μμ	8:26:35 μμ	00:14:19
8:59:15 μμ	9:02:36 μμ	00:32:40
10:03:43 μμ	10:04:25 μμ	01:01:07
10:49:21 μμ	10:56:51 μμ	00:44:56
11:03:47 μμ	11:31:37 μμ	00:06:56
11:33:23 μμ	11:36:16 μμ	00:01:46
11:53:54 μμ	11:57:30 μμ	00:17:38
		10:24:08

Πίνακας 3: Αποτελέσματα ημερήσιας δραστηριότητας χρήστη «Οικία»

Στον πίνακα των αποτελεσμάτων της τοποθεσίας «Οικία» ο μέσος όρος είναι 1497 δευτερόλεπτα.

Screen ON	Screen OFF	Διαφορά
2:13:46 μμ	2:14:27 μμ	00:03:52
2:18:19 μμ	2:19:49 μμ	00:33:34
2:53:23 μμ	2:54:04 μμ	00:40:09
3:34:13 μμ	3:34:03 μμ	00:46:53
4:20:56 μμ	4:27:59 μμ	01:23:28
5:51:27 μμ	5:58:28 μμ	02:05:26
8:03:54 μμ	8:07:46 μμ	01:05:57
9:13:43 μμ	9:15:54 μμ	00:02:20
9:18:14 μμ	9:20:32 μμ	01:03:25
		02:54:04

Πίνακας 4: Αποτελέσματα ημερήσιας δραστηριότητας χρήστη «Εργασία»

Στον πίνακα των αποτελεσμάτων της τοποθεσίας «Εργασία» ο μέσος όρος είναι 3160 δευτερόλεπτα.

Screen ON	Screen OFF	Διαφορά
2:04:24 μμ	2:33:42 μμ	00:05:04
2:38:46 μμ	3:05:35 μμ	00:30:57
3:36:32 μμ	3:36:40 μμ	01:04:32
4:41:12 μμ	5:13:27 μμ	00:32:26
5:45:53 μμ	6:00:39 μμ	00:03:49
6:04:28 μμ	6:10:46 μμ	00:23:32
6:34:18 μμ	6:56:32 μμ	00:27:20
		03:12:40

Πίνακας 5: Αποτελέσματα ημερήσιας δραστηριότητας χρήστη «Σε κίνηση»

Στον πίνακα των αποτελεσμάτων της τοποθεσίας «Σε κίνηση» ο μέσος όρος είναι 1651 δευτερόλεπτα.

Screen ON	Screen OFF	Διαφορά
12:34:43 μμ	12:36:32 μμ	00:25:09
1:01:41 μμ	1:05:53 μμ	00:30:41
1:36:34 μμ	1:36:54 μμ	Η γραμμή αυτή αγνοείται
6:41:32 μμ	6:43:23 μμ	00:18:29
7:01:52 μμ	7:03:29 μμ	00:19:59
		1:34:56

Πίνακας 6: Αποτελέσματα ημερήσιας δραστηριότητας χρήστη «Σε στάση»

Στον πίνακα των αποτελεσμάτων της τοποθεσίας «Σε στάση» ο μέσος όρος είναι 1424 δευτερόλεπτα. Να σημειωθεί πως η τρίτη γραμμή αγνοείται καθώς το δίκτυο WiFi αλλάζει. Όπως παρατηρούμε η διαφορά αυτών των δειγμάτων θα ήταν πολύ μεγάλη και θα δημιουργούσε πρόβλημα στον υπολογισμό.

Τα παραπάνω αποτελέσματα εξηγούνται ως εξής: Όπως θα περιμέναμε η τοποθεσία «Εργασία» έχει τον υψηλότερο μέσο όρο καθώς ο χρήστης δεν μπορεί να αλληλεπιδρά με μεγάλη συχνότητα με το κινητό του τηλέφωνο. Όσον αφορά τις τοποθεσίες «Οικία» και

«Κίνηση» έχουν μικρή διαφορά στον τελικό μέσο όρο, αλλά με κάποιες ποιοτικές διαφορές. Στην «Οικία» οι διαφορές των χρόνων έχουν μεγαλύτερη διασπορά, αφού έχουμε μεγαλύτερη μέγιστη και ελάχιστη τιμή, ενώ στη «Κίνηση» έχουμε πιο ομαλή κατανομή των δειγμάτων. Τέλος στη «Στάση» έχουμε μέσου μεγέθους χρονικά διαστήματα.

Όρια WiFi

Στην συνέχεια έγιναν πειράματα πάνω στην ισχύ του σήματος του WiFi με στόχο να διαπιστωθεί αν μπορεί να γίνει έλεγχος για το αν μετακινήθηκε το κινητό τηλέφωνο βάσει του σήματος.

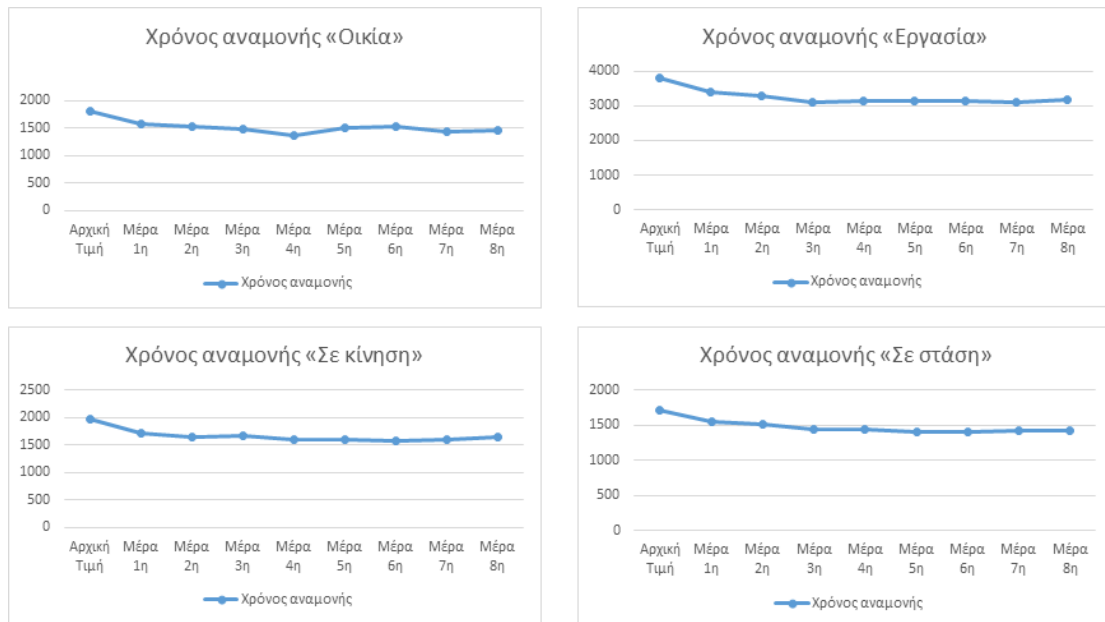
Ισχύ σήματος			
Απόσταση από το AP (σε μέτρα)	Ελάχιστο (σε dBm)	Μέσο (σε dBm)	Μέγιστο (σε dBm)
1	45	47.5	50
5	47	50.5	54
10	53	55	57
15	58	60	62

Πίνακας 7: Στοιχεία ισχύς σήματος WiFi

Μπορούμε να καταλάβουμε πως λόγω της διακύμανσης των δειγμάτων τιμών ισχύος είναι αρκετά δύσκολο να βγει συμπέρασμα για μετακινήσεις κάτω των 5 μέτρων. Αλλά με άνω και κάτω όρια $\mp/_{+} 3$ dBm μπορούμε να έχουμε μια αρκετά καλή εικόνα για αποστάσεις άνω των 5 μέτρων.

Διαμόρφωση χρόνου αναμονής

Βάσει των παραπάνω στοιχείων έγινε η αρχικοποίηση του χρόνου αναμονής για τον αλγόριθμο. Στα παρακάτω διαγράμματα βλέπουμε την διαμόρφωση του χρόνου αναμονής σε διάστημα οκτώ ημερών. Ο αρχικός χρόνος αναμονής έχει επαυξηθεί κατά 20% έτσι ώστε να αποφύγουμε τα false positives. Βλέπουμε πως κατά βάση μετά την τέταρτη ημέρα ο χρόνος αναμονής σταθεροποιείται. Οπότε μπορούμε να συμπεράνουμε ότι ο χρόνος που χρειάζεται η εφαρμογή για να προσωποποιηθεί στον εκάστοτε χρήστη είναι τέσσερις ημέρες. Βέβαια, ο συγκεκριμένος χρόνος μπορεί να διαφέρει ανάλογα με τη συμπεριφορά του εκάστοτε χρήστη και ανάλογα με το πόσο διαφέρει από τον τυπικό χρήστη.



Εικόνα 9: Διαμόρφωση χρόνου αναμονής σε διάστημα οκτώ ημερών

Αριθμός ειδοποιήσεων

Παρακάτω φαίνεται ο αριθμός των ειδοποιήσεων σε διάστημα οκτώ ημερών.

Ημέρα	Αριθμός ειδοποιήσεων
1 ^η	0
2 ^η	1
3 ^η	3
4 ^η	2
5 ^η	1
6 ^η	0
7 ^η	0
8 ^η	1

Πίνακας 8: Αριθμός ειδοποιήσεων σε διάστημα οκτώ ημερών

Βλέπουμε πως την πρώτη μέρα δεν έχουμε καμία ειδοποίηση. Αυτό συμβαίνει γιατί αρχικά ο χρόνος αναμονής είναι αυξημένος. Καθώς οι μέρες περνούν ο αριθμός ανεβαίνει και τελικά σταθεροποιείται στη μία με καμία ειδοποίηση όταν τελικά η εφαρμογή προσωποποιείται στον χρήστη.

5. Συμπεράσματα

Η αγορά των εφαρμογών για κινητές συσκευές θα συνεχίσει να είναι και στο μέλλον ένας από τους πιο γρήγορα αναπτυσσόμενους στην επιστήμη της Πληροφορικής. Σε αυτήν την εργασία ερευνήθηκε η υλοποίηση μίας τέτοιας εφαρμογής επίγνωσης πλαισίου σε περιβάλλον Android.

Οι εφαρμογές επίγνωσης πλαισίου είναι ένα στοίχημα για την βιομηχανία λογισμικού καθώς μπορούν να δημιουργήσουν τις συνθήκες για την παροχή καλύτερου περιεχομένου στον χρήστη και αποτελεσματικότερης παραμετροποίησης της εκάστοτε εφαρμογής βάσει του ίδιου και του περιβάλλοντος του.

Η εφαρμογή που αναπτύχθηκε στην παρούσα εργασία έχει στον πυρήνα της την λογική του πλαισίου διότι ο χρόνος αδράνειας αλλάζει βάσει της θέσης του τηλεφώνου και του ίδιου του χρήστη έτσι ώστε να εξυπηρετεί τις ανάγκες του καλύτερα.

Ένας ακόμα στόχος που επιτεύχθηκε ήταν η όσο μικρότερη απαίτηση της εφαρμογής σε πόρους. Αποφύγαμε τη χρήση GPS λόγω της μεγάλης ανάγκης που έχει σε ενέργεια. Επίσης μπορέσαμε να αντιμετωπίσουμε κάποιους περιορισμούς που έχει το λειτουργικό, όπως είναι αυτοί στην χρήση του επιταχυνσιόμετρου, χρησιμοποιώντας έξυπνα το WiFi.

Μελλοντικά θα πρέπει να γίνουν περισσότερα πειράματα σε χρήστες όσον αφορά στον χρόνο, αρχικά για την καλύτερη αρχικοποίηση του χρόνου αναμονής, όπως και επίσης για τον καλύτερο υπολογισμό του. Για παράδειγμα, ίσως θα ήταν σκόπιμο να μην λαμβάνονται υπόψιν τα πολύ μικρά χρονικά διαστήματα και να μας ενδιαφέρουν περισσότερο οι τιμές κοντά στο μέγιστο.

Τέλος, θα είχε ενδιαφέρον η ενσωμάτωση σε μία εφαρμογή όπως η παρούσα λειτουργιών συστημάτων όπως το SilentSense ή της έρευνας των Kwapisz, Weiss, και Moore [11] έτσι ώστε να δημιουργηθεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα προστασίας του κινητού τηλεφώνου από κλοπή και απώλεια.

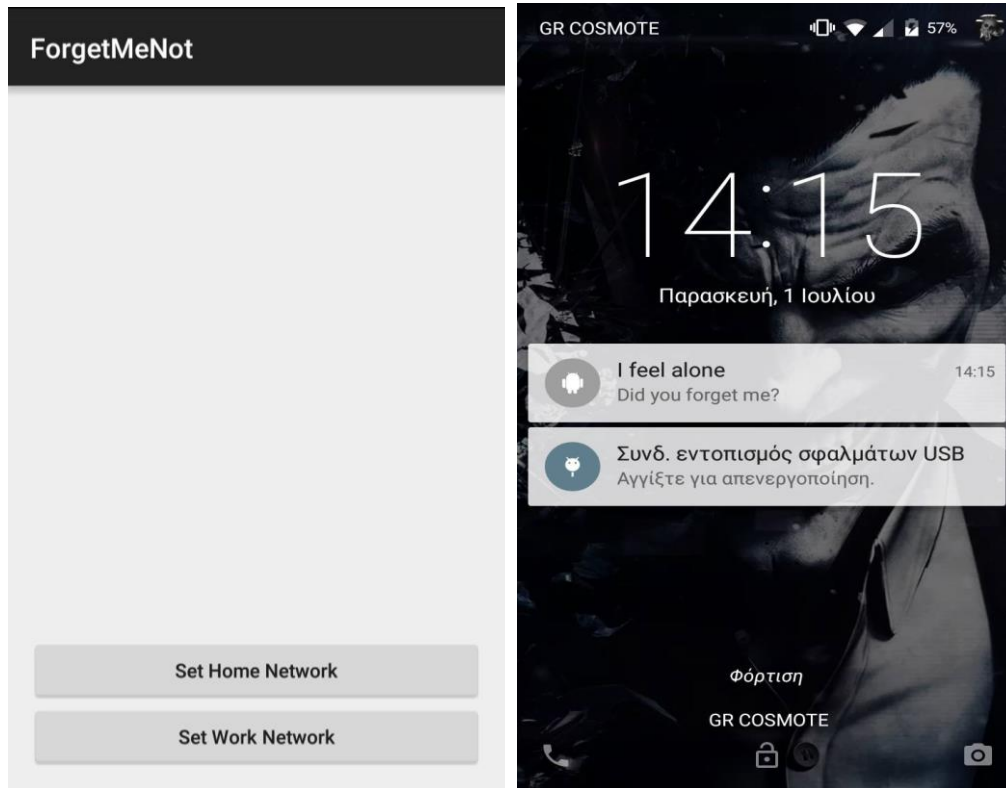
Βιβλιογραφία

- [1] Na Yang and Arjmand Samuel, Context-rich Detection of User's Emotions Using A Smartphone, Microsoft Research Internship Report, September 2011.
- [2] Neal Lathia, Veljko Pejovic, Kiran K. Rachuri, Cecilia Mascolo, Mirco Musolesi and Peter J. Rentfrow «Smartphones for Large-Scale Behavior Change Interventions» IEEE Pervasive Computing (Volume:12 , Issue: 3), July-Sept. 2013: 66 – 73.
- [3] Kiran K. Rachuri, Cecilia Mascolo, Mirco Musolesi, Peter J. Rentfrow «SociableSense: Exploring the Trade-offs of Adaptive Sampling and Computation Offloading for Social Sensing» MobiCom '11: Proceedings of the 17th annual international conference on Mobile computing and networking, September 2011.
- [4] Kiran K. Rachuri, Mirco Musolesi, Cecilia Mascolo, Peter J. Rentfrow, Chris Longworth and Andrius Aucinas «EmotionSense: A Mobile Phones based Adaptive Platform for Experimental Social Psychology Research» UbiComp '10: Proceedings of the 12th ACM international conference on Ubiquitous computing, September 2010.
- [5] John Robillard, Lisa Scott, Stephen Bolish and Roger Sambrook «Commercial Emergency Management Software: Evaluation Methods and Findings» Office of GeoIntergration, Air Force Space Command, 2007.
- [6] Jaziar Radianti, Jose J. Gonzalez and Ole-Christoffer Granmo «Smartphone Sensing Platform for Emergency Management» Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOM Workshops), 2014 IEEE International Conference, March 2014: 285 – 290.
- [7] Mehdi Ben Lazreg, Jaziar Radianti, and Ole-Christoffer Granmo «SmartRescue: Architecture for Fire Crisis Assessment and Prediction» ISCRAM 2015 Conference Proceedings – 12th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management, May 2015.
- [8] Alex Hern «Google aims to kill passwords by the end of this year», The Guardian, May 2016.
- [9] Brian Barrett «Microsoft's Bold Plan to Ditch Passwords in Windows 10», The Wired, March 2016.
- [10] Frank Stajano «Pico: No more passwords!?» 19th International Workshop, Cambridge, UK, March 2011.
- [11] Jennifer R. Kwapisz, Gary M. Weiss and Samuel A. Moore «Cell Phone-Based Biometric Identification» Biometrics: Theory Applications and Systems (BTAS), 2010 Fourth IEEE International Conference, September 2010.
- [12] Mark Nixon, Tieniu Tan, and Ramalingam Chellappa, Human Identification Based on Gait. New York: Springer Science + Business Media Inc., 2006.
- [13] Sam Drazin and Matt Montag «Decision Tree Analysis using Weka» Machine Learning-Project II, University of Miami, pp. 1-3, 2012.
- [14] Cheng Bo, Lan Zhang, Xiang-Yang Li, Qiuyuan Huang, and Yu Wang «Continuous User Identification via Touch and Movement Behavioral Biometrics» MobiCom '13: Proceedings of the 19th annual international conference on Mobile computing & networking, September 2013.

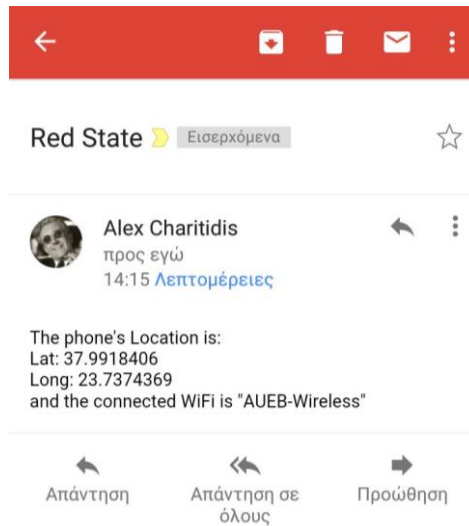
- [15]«Bringrr™ - Helping You Keep Track of What Matters Most» Kickstarter, December 2015.
<https://www.kickstarter.com/projects/aldobeqiraj/bringrrtm-helping-you-keep-track-of-what-matters-m>
- [16]«Bringrr: find and bring your things» Indiegogo, December 2015.
<https://www.indiegogo.com/projects/bringrr-find-and-bring-your-things#/>
- [17]«Never Forget My Phone» Google Play Store, April 2012
<https://play.google.com/store/apps/details?id=il.co.revivo.nfmp&hl=el>
- [18]Jen Karner «Make sure your phone is never lost again with Wear Aware» Android Central, July 2015.
<http://www.androidcentral.com/make-sure-your-phone-never-lost-again-wear-aware>
- [19]Lookout Inc. «Phone Theft in America: Breaking down the phone theft epidemic» May 2014.
- [20]Localytics Inc. «2015: The Year that Push Notifications Grew Up» December 2015.

Παράρτημα Α'

Στο παρόν παράρτημα ακολουθούν εικόνες από την εφαρμογή.



Εικόνα 10: Βασική οθόνη και εμφάνιση ειδοποίησης



Εικόνα 11: Το ηλεκτρονικό μήνυμα της εφαρμογής

Στην εικόνα 10 βλέπουμε την αρχική οθόνη της εφαρμογής. Υπάρχουν δύο κουμπιά για να ορίσει ο χρήστης το δίκτυο της οικίας και της εργασίας του. Επίσης βλέπουμε της ειδοποίηση που στέλνει κατά την «Κίτρινη» κατάσταση.

Στην εικόνα 11 βλέπουμε το μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου που στέλνει κατά την «Κόκκινη» κατάσταση.

Παράρτημα Β'

Στο παρόν παράρτημα ακολουθούν βασικά κομμάτια κώδικα της εφαρμογής.

MainActivity

Εντοπισμός ανοίγματος και κλεισίματος οθόνης.

```
IntentFilter intentScreenFilter = new
IntentFilter(Intent.ACTION_SCREEN_ON);
    intentScreenFilter.addAction(Intent.ACTION_SCREEN_OFF);
    registerReceiver(new BroadcastReceiver() {
        public void onReceive(Context context, Intent intent) {
            if
(intent.getAction().equals(Intent.ACTION_SCREEN_OFF)) {
                int flag = 1;
                try {
                    time.TimeOfDay(flag);
                    startService(intentScreen);
                } catch (ParseException e) {
                    e.printStackTrace();
                }
            } else if
(intent.getAction().equals(Intent.ACTION_SCREEN_ON)) {
                int flag = 2;
                try {
                    stopService(intentScreen);
                    time.TimeOfDay(flag);
                } catch (ParseException e) {
                    e.printStackTrace();
                }
            }
        }
    }, intentScreenFilter);
```

Εντοπισμός αλλαγής κατάστασης του WiFi.

```
IntentFilter intentFilter = new IntentFilter();

intentFilter.addAction(WifiManager.SUPPLICANT_STATE_CHANGED_ACTION);
    registerReceiver(new BroadcastReceiver() {
        public void onReceive(Context context, Intent intent) {
            String ssid;
            SupplicantState supState;
            WifiManager wifiManager = (WifiManager)
getSystemService(Context.WIFI_SERVICE);
            WifiInfo wifiInfo = wifiManager.getConnectionInfo();
            supState = wifiInfo.getSupplicantState();
            if (supState.equals(SupplicantState.COMPLETED)) {
                ssid = wifiInfo.getSSID();
                time.setCurrentWifi(ssid);
                System.out.println(ssid);
            } else if
(supState.equals(SupplicantState.DISCONNECTED)) {
                ssid = null;
            }
        }
    });
```

```

        time.setCurrentWifi(ssid);
        System.out.println(ssid);
    }
}
}, intentFilter);

```

TimeService

Αλγόριθμος εναλλαγής καταστάσεων

```

public void timer() throws Exception{
    timeThread = new Thread(new Runnable() {
        public void run() {
            for (int i = 0; i < 3; i++) {
                GetWifiSSID wifi = new
GetWifiSSID(TimeService.this);
                wifi.getWifiName();
                wifiFvalue = wifi.getRssi();
                System.out.println("waitTime");
                System.out.println(waitTime);
                try {
                    timeThread.sleep(waitTime);
                } catch (InterruptedException e) {
                    e.printStackTrace();
                    return;
                }
                wifi.getWifiName();
                wifiCvalue = wifi.getRssi();
                waitTime = waitTime / 2;
                if ((wifiFvalue - 3 < wifiCvalue) &&
(wifiCvalue < wifiFvalue + 3)){
                    startService(new Intent(TimeService.this,
NotificationService.class));
                }
            }
            if ((wifiFvalue - 3 < wifiCvalue) && (wifiCvalue <
wifiFvalue + 3)) {
                startService(new Intent(TimeService.this,
MailService.class));
            }
        }
    });
    timeThread.start();
}

```

TimeAjst

Αλγόριθμος υπολογισμού μέσου όρου.

```
public void CalHomeTimeDiffArray() throws ParseException{
    int sizeOn = hOnList.size();
    int sizeOff = hOffList.size();
    if(sizeOff > 2) {
        long offElement = hOffList.get(sizeOff - 2);
        long onElement = hOnList.get(sizeOn - 1);
        long diff = offElement - onElement;
        hTime.add(Math.abs(diff));
        this.CalHomeWaitTime();
    }
}

public void CalHomeWaitTime(){
    if (hTime.size() < 1){
        // do nothing
    }
    else{
        countH++;
        homeWaitTime += ((hTime.get(0)) - homeWaitTime) / countH;
        pwrSumAvgH += (((hTime.get(0)) * (hTime.get(0))) -
pwrSumAvgH) / countH;
        stdDevH = (long) Math.sqrt((pwrSumAvgH * countH - countH
* homeWaitTime * homeWaitTime) / (countH -1));
        hOnList.clear();
        hOffList.clear();
        hTime.clear();
    }
}
```