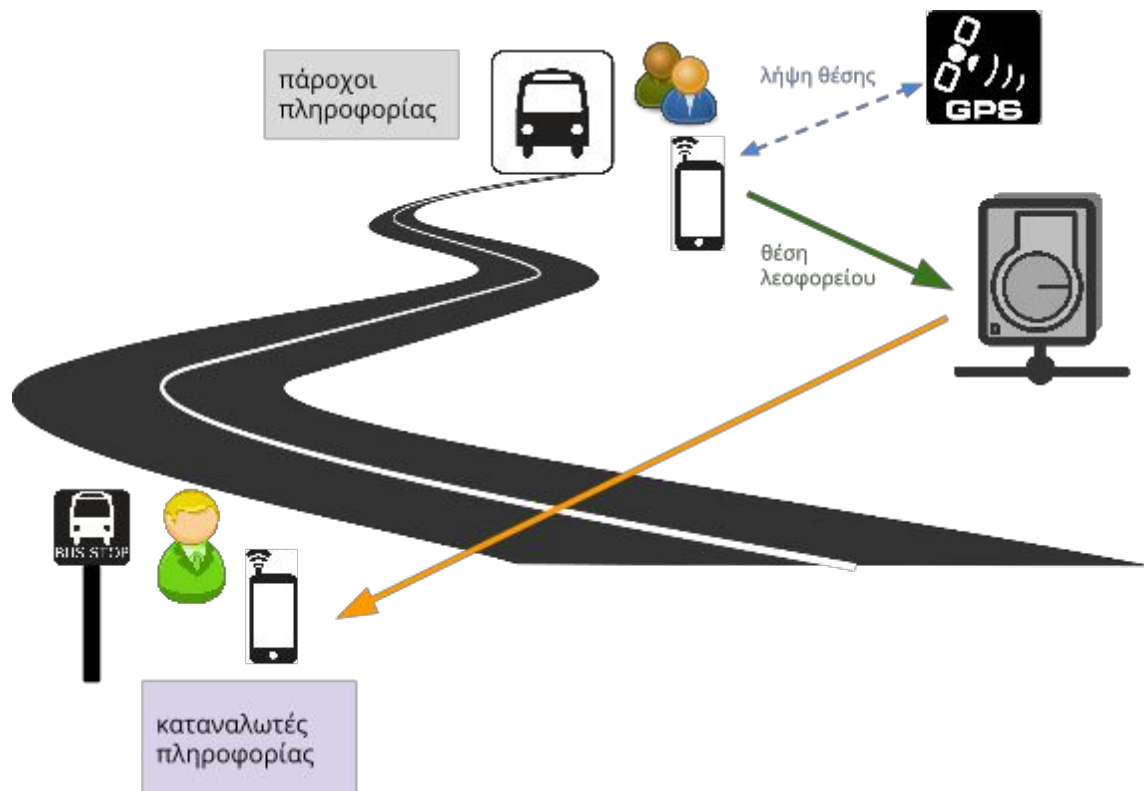


## Παρεχόμενη Λειτουργικότητα

Η παρεχόμενη λειτουργικότητα της εφαρμογής που σκοπεύουμε να υλοποιήσουμε για την Android εφαρμογή SMARTT, χωρίζεται στις λειτουργικές απαιτήσεις, στις μη λειτουργικές απαιτήσεις, στην αρχιτεκτονική του συστήματος, στο σχεδιασμό της βάσης δεδομένων που θα χρησιμοποιηθεί και θα περιγραφούν και οι περιορισμοί που θα συναντήσουμε



### Α. Λειτουργικές απαιτήσεις

Οι λειτουργικές απαιτήσεις της εφαρμογής, δηλαδή οι δυνατότητες που

θα προσφέρει στους χρήστες και οι λειτουργίες που θα υποστηρίζει, αφορά αποκλειστικά τους χρήστες της εφαρμογής, οι οποίοι χωρίζονται σε δύο κατηγορίες-ρόλους:

- οι χρήστες που δίνουν την τοποθεσία ενός λεωφορείου προς τους υπόλοιπους και (providers)
- οι χρήστες που βλέπουν την τοποθεσία των λεωφορείων (consumers).

### **A.1 Χρήστες που δίνουν την τοποθεσία του λεωφορείου**

Όσοι χρήστες επιθυμούν να κάνουν ανίχνευση της θέσης τους και παράλληλα ανίχνευση της θέσης του λεωφορείου στο οποίο βρίσκονται, θα πρέπει να επιλέξουν από την εφαρμογή την αντίστοιχη λειτουργία. Για να γίνει με επιτυχία η ανίχνευση υπάρχουν κάποιες απαιτήσεις.

Αρχικά, ο χρήστης θα πρέπει να έχει σε λειτουργία το GPS του κινητού τηλεφώνου του για να μπορέσει να εντοπίσει τη θέση του. Σε περίπτωση που το έχει κλειστό δεν θα μπορεί να γίνει ανίχνευση, και θα ζητείται από τον χρήστη να το ενεργοποιήσει. Ακόμη, όταν δεν έχει βρεθεί η θέση του από το GPS να μην μπορεί να γίνεται καταγραφή της θέσης του λεωφορείου γιατί θα δίνει λάθος στοιχεία. Συνήθως, σε μια τέτοια περίπτωση το GPS μέχρι να βρει τη νέα θέση του χρήστη εμφανίζει την τελευταία θέση που είχε καταγραφεί, η οποία μπορεί να ήταν πριν από μια εβδομάδα ή πριν από λίγες ώρες. Επομένως, οποιαδήποτε και αν ήταν η ώρα της τελευταίας θέσης του χρήστη μας δίνει λάθος στοιχεία, άρα πρέπει να μπει ένας έλεγχος ώστε να παίρνουμε μόνο την τωρινή τοποθεσία του. Στην περίπτωση που δεν έχει βρεθεί η τωρινή τοποθεσία, να εμφανίζεται το κατάλληλο μήνυμα.

Αφού έχει λυθεί το πρόβλημα με το GPS και λειτουργεί κανονικά, ο χρήστης που δίνει την τοποθεσία του λεωφορείου καλείται να επιλέξει διαδρομή. Για να γίνει αυτό θα πρέπει να υπάρχει μία βάση δεδομένων με τις υπάρχουσες διαδρομές λεωφορείων και για τις δύο κατευθύνσεις. Για

παράδειγμα, το 040 εκτελεί διαδρομή από τον Πειραιά προς το Σύνταγμα και από το Σύνταγμα προς τον Πειραιά. Έτσι, ο χρήστης επιλέγει τη διαδρομή και ξεκινά την ανίχνευση η οποία θα στέλνει στον server την τοποθεσία του λεωφορείου κάθε 10 δευτερόλεπτα. Αυτό γίνεται για να υπάρχει συνεχής ενημέρωση της θέσης του λεωφορείου. Απαραίτητη προϋπόθεση για να μπορέσει να στείλει την πληροφορία είναι η σύνδεση σε κάποιο δίκτυο.

Εκτός, από τη θέση ο χρήστης θα στέλνει στον server αυτόματα και τη χρονική στιγμή που γίνεται η καταγραφή, ώστε στην περίπτωση που σταματήσει να καταγράφει, για παράδειγμα κατέβει από το λεωφορείο, να παραμένει η χρονική στιγμή για τη σωστή ενημέρωση των υπόλοιπων χρηστών.

## **A.2 Χρήστες που ενημερώνονται για την θέση των λεωφορείων**

Ο ρόλος των χρηστών που επιθυμούν να ενημερωθούν για τις θέσεις των λεωφορείων είναι πιο απλός. Αρχικά, ο κάθε χρήστης θα μπορεί να επιλέγει αυτή τη λειτουργία, δηλαδή την ενημέρωση, και στη συνέχεια να επιλέγει τη διαδρομή που επιθυμεί. Αυτό, θα μπορεί να γίνει από μια λίστα διαδρομών η οποία θα είναι όλες οι διαθέσιμες διαδρομές που υπάρχουν στη βάση δεδομένων.

Έπειτα, αφού ο χρήστης επιλέξει την διαδρομή που επιθυμεί θα εμφανίζεται ένας χάρτης που θα δείχνει την διαδρομή καθώς και όλες τις στάσεις αυτής της διαδρομής. Ο χρήστης θα έχει τη δυνατότητα να μπορεί να πλοηγηθεί στον χάρτη καθώς και να ενημερωθεί για τα ονόματα των στάσεων. Στην περίπτωση που κάποιος άλλος χρήστης δίνει τη θέση ενός λεωφορείου εκείνης της διαδρομής, θα εμφανίζεται στον χάρτη με ένα εικονίδιο η θέση του λεωφορείου καθώς και η χρονική στιγμή καταγραφής. Ο χάρτης θα ενημερώνεται αυτόματα κάθε 10 δευτερόλεπτα ώστε οι χρήστες να μπορούν

να έχουν και αυτοί με τη σειρά τους αξιόπιστη ενημέρωση της τωρινής θέσης των λεωφορείων. Σε αντίθετη περίπτωση, όταν δεν υπάρχει καταγραφή από κάποιον άλλο χρήστη θα εμφανίζεται ένα αντίστοιχο μήνυμα και ο χρήστης θα μπορεί μόνο να ενημερωθεί για την διαδρομή και για τις στάσεις.

## **B. Μη Λειτουργικές απαιτήσεις**

Στη συνέχεια θα αναλύσουμε όλες τις μη λειτουργικές απαιτήσεις της παρούσας εφαρμογής, χωρίς τις οποίες δεν θα μπορούσε να ικανοποιήσει τις λειτουργίες που παρέχει στους χρήστες. Αρχικά, πολύ σημαντικό ρόλο έχουν οι λειτουργίες του GPS και η σύνδεση στο δίκτυο, διότι χωρίς αυτά δεν θα μπορεί να λειτουργήσει η εφαρμογή. Χωρίς την ενεργοποίηση του GPS δεν θα μπορούν οι χρήστες να ανιχνεύουν την τοποθεσία τους άρα και την τοποθεσία του λεωφορείου που βρίσκονται. Ενώ χωρίς δίκτυο δεν θα μπορούν να τη στείλουν στον server ώστε να ενημερώνονται και οι υπόλοιποι χρήστες.

Ένα πολύ σημαντικό μέρος της εφαρμογής είναι οι καταστάσεις στις οποίες θα βρίσκεται η εφαρμογή. Όλοι όσοι έχουμε smartphones και χρησιμοποιούμε εφαρμογές παρατηρούμε ότι κάποιες εφαρμογές μπορούμε να τις κλείσουμε προσωρινά, να τις αφήσουμε στο παρασκήνιο και να τις ενεργοποιήσουμε ξανά μετά από λίγη ώρα. Σε αυτή την περίπτωση η κάθε εφαρμογή βρίσκεται σε κατάσταση παύσης όμως σε ορισμένες περιπτώσεις εφαρμογών κάποιες λειτουργίες εξακολουθούν να λειτουργούν στο παρασκήνιο. Στη δική μας περίπτωση αυτό δεν θα γίνεται γιατί θα παίρνουμε λάθος αποτελέσματα. Για παράδειγμα, ένας χρήστης που θέλει να κάνει ανίχνευση του λεωφορείου και κάποια στιγμή θέτει την εφαρμογή σε κατάσταση παύσης μπορεί να ξεχάσει να κλείσει την εφαρμογή και να συνεχίσει να κάνει ανίχνευση και εκτός της διαδρομής του λεωφορείου,

συνεπώς δίνει λάθος πληροφορίες για τη θέση του στους υπόλοιπους χρήστες. Γι' αυτή την περίπτωση αλλά και για κάποιες παρόμοιες περιπτώσεις θα ληφθούν κάποιοι περιορισμοί ώστε να έχουμε αξιόπιστα αποτελέσματα.

Η αξιοπιστία στα δεδομένα της εφαρμογής παίζει πολύ σημαντικό ρόλο μιας και αυτά τα δεδομένα ανταλλάσσονται μεταξύ των χρηστών της εφαρμογής. Επειδή όμως υπάρχουν πολλοί χρήστες οι οποίοι είτε κακόβουλα είτε κατά λάθος μπορούν να στείλουν λάθος πληροφορίες για την τοποθεσία του λεωφορείου, πρέπει να ληφθούν κάποιοι περιορισμοί. Για παράδειγμα, δεν πρέπει να επιτρέπεται σε κάποιον χρήστη να ξεκινήσει να κάνει ανίχνευση της θέσης του και κατά συνέπεια του λεωφορείου όταν βρίσκεται μακριά από τη διαδρομή που έχει επιλέξει. Ακόμη, πρέπει να ελέγχεται η κατεύθυνση του χρήστη κατά την ανίχνευση. Για παράδειγμα κάποιος χρήστης επιλέγει την διαδρομή 040 Πειραιάς προς Σύνταγμα και ξεκινά να κάνει ανίχνευση ενώ βρίσκεται σε λεωφορείο της διαδρομής 040 Σύνταγμα προς Πειραιά. Σε αυτή την περίπτωση θα βρίσκεται εντός ορίων απόστασης για να τον δεχτεί η εφαρμογή αλλά θα δίνει λάθος πληροφορίες γιατί το λεωφορείο θα φαίνεται ότι πηγαίνει ανάποδα. Έτσι, θα πρέπει να ελέγχεται κάθε φορά η κατεύθυνση.

Ακόμη, ένας πολύ σημαντικός περιορισμός είναι ότι σε κάθε διαδρομή μπορεί να υπάρχουν περισσότερα από ένα λεωφορεία ταυτόχρονα, τα οποία δυστυχώς δεν μπορούμε να ξεχωρίσουμε. Ένας τρόπος που θα μπορούσαμε να ξεχωρίσουμε αν υπάρχουν δυο ή και περισσότερα λεωφορεία ταυτόχρονα στην ίδια διαδρομή είναι η απόσταση μεταξύ τους. Για παράδειγμα, αν υπάρχουν δυο χρήστες που κάνουν ανίχνευση την ίδια στιγμή στην ίδια διαδρομή και έχουν μεγάλη απόσταση μεταξύ τους, π.χ. πάνω από 500 μέτρα, σημαίνει ότι βρίσκονται σε δύο διαφορετικά λεωφορεία. Διαφορετικά αν η απόστασή τους είναι πολύ μικρή τότε θα γίνεται update η θέση του λεωφορείου ώστε να εμφανίζεται μόνο ένα λεωφορείο.

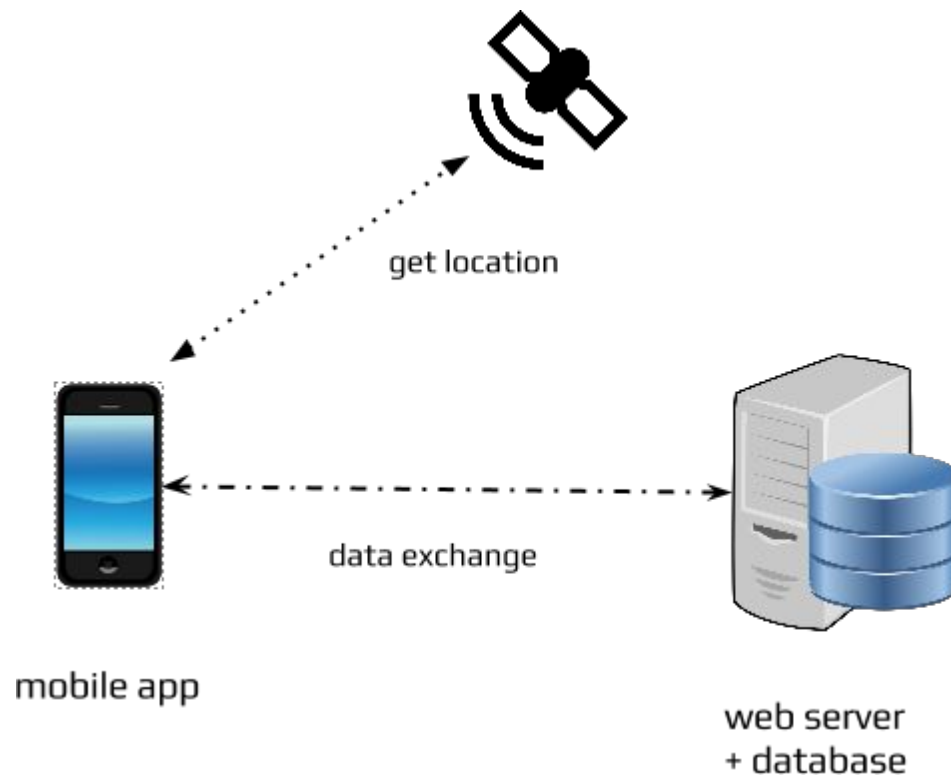
Τέλος, σημαντικός περιορισμός για την αξιοπιστία της εφαρμογής είναι η διαγραφή των λεωφορείων από τη βάση δεδομένων αν δεν έχει γίνει update τα τελευταία 2 λεπτά. Για παράδειγμα, ένας χρήστης ξεκινά να κάνει

ανίχνευση και σταματά στις 12:00. Αν κάποιος άλλος χρήστης ανοίξει την εφαρμογή για να ενημερωθεί για τη θέση του λεωφορείου στην ίδια γραμμή στις 12:30 τότε θα βλέπει την τελευταία καταχώρηση που έγινε στις 12:00, κάτι που είναι λάθος και δίνει αναξιόπιστα αποτελέσματα. Συνεπώς, θα πρέπει να υπάρχει ο χρονικός περιορισμός ώστε να μην έχουμε αναξιόπιστα αποτελέσματα.

## **C. Αρχιτεκτονική Συστήματος**

Η αρχιτεκτονική του συστήματος του SMARTT βασίζεται σε τρία βασικά συστατικά ώστε να μπορέσει να υλοποιήσει τις βασικές της λειτουργίες. Αυτά τα τρία βασικά συστατικά είναι ένα smartphone με Android λειτουργικό σύστημα, ένας server και μια βάση δεδομένων. Πιο αναλυτικά η αρχιτεκτονική του συστήματος φαίνεται στην εικόνα 1.

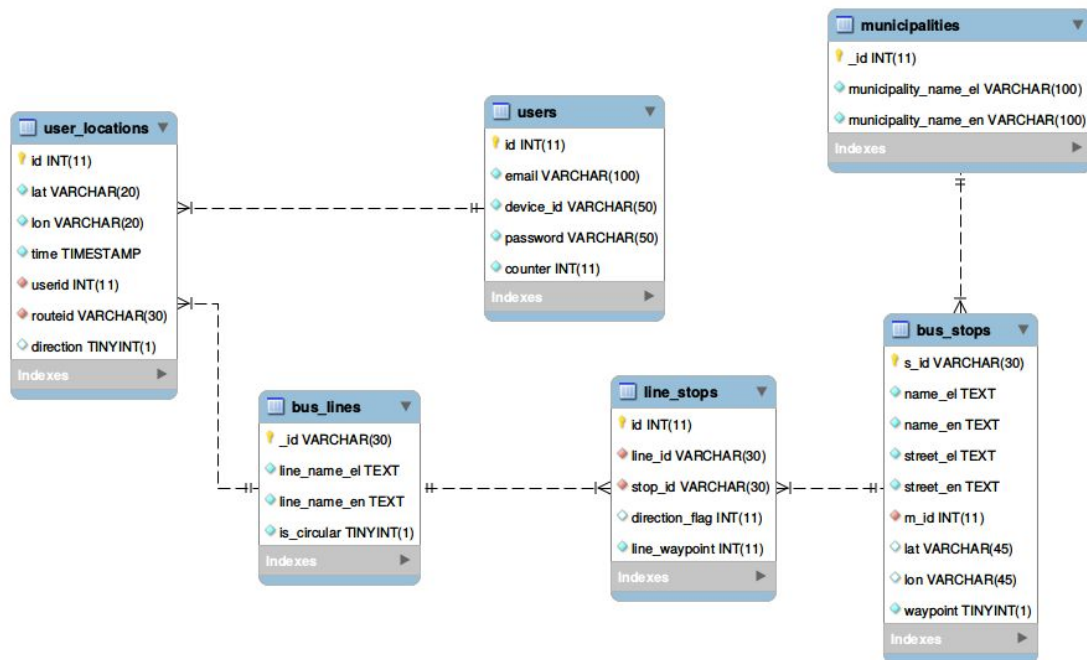
Όλα ξεκινούν από το κινητό τηλέφωνο του χρήστη το οποίο χρησιμοποιεί την ασύγχρονη μετάδοση δεδομένων (AsyncTask Class) για την αποστολή και τη λήψη των πληροφοριών. Αυτές οι πληροφορίες είναι σε μορφή json. Η εφαρμογή επικοινωνεί με τον server και αυτός με τη σειρά του με τη βάση δεδομένων. Η επικοινωνία του server και της βάσης δεδομένων γίνεται με τη βοήθεια κώδικα που είναι γραμμένος σε γλώσσα προγραμματισμού php.



Εικόνα 1 : αρχιτεκτονική συστήματος

## D. Βάση Δεδομένων

Η βάση δεδομένων που θα χρησιμοποιηθεί για την παρούσα εφαρμογή, ώστε να διαχειρίζεται τα δεδομένα, αποτελείται από τρεις πίνακες ή αλλιώς οντότητες. Στην εικόνα 2 παρουσιάζεται το διάγραμμα Οντοτήτων – Συσχετίσεων που κατασκευάστηκε



Εικόνα 2 : Η δομή της Βάσης δεδομένων

Έχουμε τον πίνακα **users** όπου τηρούμε τα δεδομένα του χρήστη. Ο χρήστης στέλνει τη θέση του και μετράμε τη συνεισφορά του, αναλόγως τις εγγραφές που γεμίζει (πίνακας **user\_locations**). Ο πίνακας **bus\_lines** περιέχει τις γραμμές (κωδικος και ονομασία στα ελληνικά - αγγλικά). Ο πίνακας **bus\_stops** περιέχει αναλυτικά στοιχεία για κάθε στάση (κωδικό, όνομα, location, δήμο που ανηκει → αναφορά στον πίνακα **municipalities**). Ο πίνακας **line\_stops** έχει τη συσχέτιση των γραμμών με τις στάσεις (ποιες στάσεις έχει η κάθε γραμμή και την κατεύθυνση).

## D. Περιορισμοί



Η ομαλή λειτουργία της εφαρμογής ώστε να έχουμε και αξιόπιστα αποτελέσματα προϋποθέτει κάποιους ελέγχους που θα αναλύσουμε αργότερα. Υπάρχουν όμως κάποιες περιπτώσεις για τις οποίες δεν μπορούμε να βρούμε λύση είτε είναι τεχνικά προβλήματα είτε ελλιπείς πληροφορίες είτε ακόμη και κακόβουλες προθέσεις από κάποιους χρήστες.

Για παράδειγμα μια τέτοια περίπτωση είναι όταν το GPS του κινητού τηλεφώνου ενός χρήστη δεν μπορεί να εντοπίσει τη θέση του. Αυτό αποτελεί τεχνικό πρόβλημα και μπορεί να φταίει το κινητό ή ο καιρός ή ακόμα και η θέση στην οποία βρίσκεται (π.χ. μέσα σε ένα τούνελ). Ένα ακόμη τεχνικό πρόβλημα αποτελεί η έλλειψη δικτύου από ένα χρήστη που θέλει να πραγματοποιήσει ανίχνευση. Ο χρήστης θα μπορεί να εντοπίσει τη θέση του και συνεπώς του λεωφορείου στο οποίο βρίσκεται όμως δεν θα μπορεί να τη στείλει στους υπόλοιπους χρήστες οπότε δεν θα εμφανίζεται στο χάρτη.

Ακόμη, όταν δεν υπάρχουν χρήστες σε μια γραμμή που δίνουν τη θέση των λεωφορείων για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα, αυτό αποτελεί μια άλλη περίπτωση η οποία κατατάσσεται στην έλλειψη πληροφοριών. Η εφαρμογή δεν μπορεί να βρει λύση σε αυτή την περίπτωση και κατά συνέπεια οι χρήστες θα έχουν ελλιπή ενημέρωση. Μια κακόβουλη περίπτωση στην οποία δεν μπορεί να υπάρξει έλεγχος είναι όταν ένας χρήστης εκτελέσει τη διαδρομή ενός λεωφορείου είτε με ιδιωτικό αυτοκίνητο είτε με άλλου είδους μεταφορικό μέσο όπως ποδήλατο ή ταξί και κάνει ανίχνευση της θέσης του από την εφαρμογή. Σε αυτή την περίπτωση παραβλέπονται όλοι οι έλεγχοι που υπάρχουν και θα εμφανίζεται κανονικά στον χάρτη η θέση του χρήστη και συνεπώς η θέση ενός λεωφορείου, κάτι το οποίο δίνει εντελώς λάθος ενημέρωση στους υπόλοιπους χρήστες. Δυστυχώς, πιθανόν να υπάρξουν τέτοιες περιπτώσεις για τις οποίες δεν μπορεί να υπάρξει λύση.

Άλλη μια κακόβουλη περίπτωση είναι όταν κάποιοι χρήστες οι οποίοι βρίσκονται κοντά σε μια διαδρομή να δίνουν συνέχεια την τοποθεσία τους. Σε αυτή την περίπτωση οι χρήστες που παραμένουν στο ίδιο σημείο θα απορρίπτονται από το σύστημα όμως θα έχουν καταφέρει για λίγο χρονικό

διάστημα να δώσουν λάθος τοποθεσία ενός λεωφορείου. Όλες αυτές οι περιπτώσεις που θεωρούνται κακόβουλες αποτελούν αρνητικό χαρακτηριστικό του crowdsourcing γιατί δεν μπορούν να ελεγχθούν ορισμένες φορές, συνεπώς στηριζόμαστε στην εμπιστοσύνη και την ωριμότητα που δείχνουν οι χρήστες μεταξύ τους.