

Υπηρεσία Προειδοποίησης Οχημάτων

Κωνσταντίνος Δημητριάδης

Απόστρατος Αξκος ΠΑ, Μεταπτυχιακός Φοιτητής
ΣΘΕΤ ΕΑΠ

ergonous@gmail.com, std123546@ac.eap.gr

Βασίλειος Καγάλης

Καθηγητής Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών
και Μηχανικών Υπολογιστών Πανεπιστημίου
Πελοποννήσου

και Μέλος ΣΕΠ ΣΘΕΤ ΕΑΠ

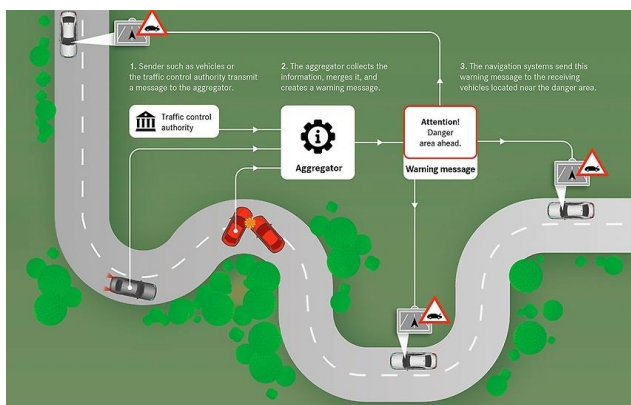
kapsalis@uop.gr

Περίληψη – Η παρούσα εργασία πραγματεύεται την υλοποίηση ενός συστήματος που αξιοποιεί και συνδυάζει υπάρχουσες τεχνολογίες και πρότυπα με στόχο την έγκαιρη προειδοποίηση των οδηγών οχημάτων για υφιστάμενους οδικούς κινδύνους στον περιοχή που κινούνται. Απώτερος σκοπός είναι, μέσω του συστήματος αυτού, η βελτίωση της οδικής ασφάλειας.

Λέξεις-Κλειδιά: Οδικός Κίνδυνος, Οδικό Συμβάν, προειδοποίηση, Οδηγός, Διεπαφή, Adaptor, On Board Diagnostics II, Bluetooth, GPS, Mobile Broadband, WebSocket, Human Computer Interaction, SQLite, JSON, Cloud, Google Maps, Asynchronous, Graphical User Interface, Server .

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αρχικά παρουσιάζεται μια γενική περιγραφή της λειτουργικότητας του συστήματος που αναπτύχθηκε, με τη βοήθεια του παρακάτω Σχήματος 1.



Σχήμα 1. Υπηρεσία προειδοποίησης οχημάτων (πηγή <https://www.daimler.com/innovation/case/connectivity/europe-wide-cooperation-car-to-x.html>).

Στο σχήμα απεικονίζονται τα δύο κόκκινα αυτοκίνητα που έχουν συγκρουστεί και εμποδίζουν την κίνηση. Έστω λοιπόν ότι από μια κάμερα οδικής κυκλοφορίας, η αρχή που διαχειρίζεται την κυκλοφορία (Traffic Control Authority) εντοπίζει το ατύχημα και μέσω ενός interface ενημερώνει έναν server (Aggregator) και αυτός με την σειρά του παράγει ένα μήνυμα και το προωθεί μέσω μιας εφαρμογής πελάτη στους οδηγούς των οχημάτων που

πλησιάζουν στην περιοχή του ατυχήματος ενημερώνοντάς τους σχετικά.

Στην περίπτωση τώρα που δεν υπάρχει κάμερα οδικής κυκλοφορίας και για οποιοδήποτε λόγο ο διαχειριστής δεν έχει εικόνα για το ατύχημα, τον ρόλο της ενημέρωσης του συστήματος θα μπορούσε να τον αναλάβει ο οδηγός που έχει σταθμεύσει κοντά στο ατύχημα. Αρκεί να διαθέτει μια εφαρμογή με το κατάλληλο interface.

Ακόμη όμως και στην περίπτωση που ο οδηγός του σταθμευμένου οχήματος δεν μπορεί να μεταφέρει την πληροφορία σχετικά με το ατύχημα, θα ήταν ιδανικό, τουλάχιστον ένα από τα δύο εμπλεκόμενα οχήματα να μπορούσε να το κάνει αυτόματα χωρίς να απαιτείται μεσολάβηση του οδηγού.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι στο περιγραφόμενο σύστημα (Khan 2020) είναι απαραίτητη η ανάπτυξη:

- μιας εφαρμογής διαχειριστή, ώστε μέσω αυτής η αρχή διαχείρισης της κυκλοφορίας να ενημερώνει τον εξυπηρετητή και να ενημερώνεται από αυτόν, σχετικά με τους οδικούς κινδύνους που έχουν καταγραφεί από όλες τις διαθέσιμες πηγές πληροφόρησης (την ίδια την αρχή, αλλά και από οδηγούς και οχήματα),
- ενός εξυπηρετητή, που θα έχει την ευθύνη της επικοινωνίας με όλους τους πελάτες του και
- μιας εφαρμογής πελάτη, ώστε μέσω αυτής οι οδηγοί των οχημάτων να μπορούν να ενημερώνονται αλλά και να ενημερώνουν σχετικά με οδικούς κινδύνους. Η ίδια εφαρμογή θα πρέπει να διαθέτει interface ώστε να επικοινωνεί απευθείας με το όχημα και να λαμβάνει δεδομένα τηλεμετρίας του οχήματος σχετιζόμενα με οδικούς κινδύνους.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία αναπτύχθηκε μία υπηρεσία προειδοποίησης οχημάτων, που υλοποίησε την παραπάνω λειτουργικότητα, αξιοποιώντας υπάρχουσες τεχνολογίες και πρότυπα, χωρίς την απαίτηση χρήσης πρόσθετων υποδομών (Botte, Pariota, D'Acerno & Bifulco, 2019).

II. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Για την ανάπτυξη του συστήματος ακολουθήθηκαν οι αρχές σχεδίασης λογισμικού (Ταμπούρης & Χατζηγεωργίου, 2015) και τα θεωρητικά μοντέλα που επιλέχθηκαν ήταν:

- της επαναληπτικής και επαυξητικής ανάπτυξης και συγκεκριμένα η μέθοδος ICONIX και
- της ανάπτυξης βάσει συστατικών η οποία είναι κατάλληλη για περιπτώσεις που απαιτείται εκτεταμένη επαναχρησιμοποίηση έτοιμων συστατικών λογισμικού.

Επίσης, στην έρευνα που έγινε για την επιλογή τεχνολογικών προτύπων, διαπιστώθηκε ότι το πρωτόκολλο OBD II (Wikipedia, λήμμα OBD II PID's, 2020) θα μπορούσε να διασφαλίσει με αξιόπιστο τρόπο την επικοινωνία του συστήματος με ένα όχημα. Προϋπόθεση αποτελεί η σύνδεση του οχήματος με έναν adaptor όπως αυτόν του Σχήματος 2. Ο συγκεκριμένος μπορεί να μεταδώσει δεδομένα που προέρχονται από αισθητήρες του οχήματος μέσω Bluetooth.



Σχήμα 2. Konnwei OBD II adaptor

Καθώς όμως η χρήση πραγματικού οχήματος για την ανάπτυξη του συστήματος είναι μη αποδοτική και δυσχερής, επιλέχθηκε η λύση της αγοράς του προσομοιωτή του Σχήματος 3.



Σχήμα 3. CAN BUS OBD II ECU Simulator

Ο CAN BUS OBD II ECU Simulator προσομοιώνει ένα όχημα που σε συνδυασμό με τα 5 ποτενσιόμετρα που διαθέτει, μπορεί με βάση το πρωτόκολλο OBD II, να παράγει έναν περιορισμένο αλλά ικανοποιητικό αριθμό μεταβλητών όπως στροφές κινητήρα, ταχύτητα οχήματος, θερμοκρασία ψυκτικού υγρού και άλλα.

Ένα ακόμη θέμα που απασχόλησε την έρευνα αφορούσε το τρόπο αποτύπωσης της θέσης του οχήματος και των οδικών κινδύνων πάνω σε χάρτη. Η λύση που προκρίθηκε είναι η χρήση υπηρεσιών νέφους Google Maps (Google Maps Platform Documentation, 2020).

Παράλληλα διερευνήθηκαν και άλλα θέματα που σχετίζονται με:

- τη δυνατότητα χρήσης των αισθητήρων μιας φορητής συσκευής Android όπως το GPS και το Bluetooth μέσω κατάλληλων βιβλιοθηκών,
- την ανάπτυξη ενός Εξυπηρετητή, με χρήση της διεπαφής WebSocket (Wikipedia, λήμμα WebSocket, 2020) καθώς το συγκεκριμένο πρωτόκολλο επιτρέπει full duplex επικοινωνία μεταξύ του εξυπηρετητή και

των πελατών του, με μικρότερο κόστος σε σχέση με άλλες half duplex εναλλακτικές όπως το HTTP polling,

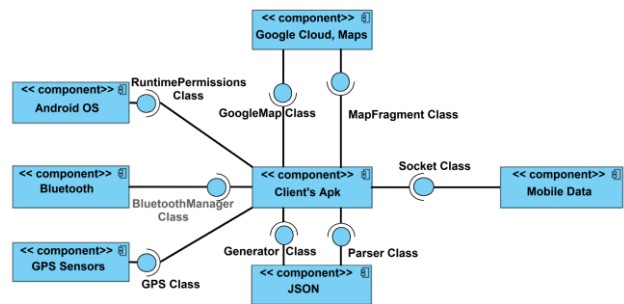
- την αναγκαία τυποποίηση στη μορφή των διακινούμενων πακέτων δεδομένων μεταξύ των εφαρμογών του συστήματος, γεγονός που οδήγησε στην επιλογή του ανοικτού προτύπου διαμόρφωσης της πληροφορίας JSON και
- την επιλογή ΣΒΔ που θα έχει όσο το δυνατόν μικρότερες καθυστερήσεις και θα μπορεί να λειτουργεί ασύγχρονα, όπως η SQLite (SQLite Home page, 2020).

Ακολουθώντας με βάση τα θεωρητικά μοντέλα ξεκίνησαν οι κύκλοι της επαναληπτικής και επαυξητικής ανάπτυξης.

A. Ανάλυση

Στο στάδιο της ανάλυσης παρήχθησαν:

- οι λειτουργικές και μη λειτουργικές απαιτήσεις του συστήματος που περιγράφουν τρεις εφαρμογές,
- δύο (2) διαγράμματα περιπτώσεων χρήσης,
- είκοσι δύο (22) λεκτικές περιγραφές περιπτώσεων χρήσης,
- τρία (3) διαγράμματα κλάσεων και
- τρία (3) διαγράμματα συστατικών, εκ των οποίων ένα φαίνεται στο Σχήμα 4.



Σχήμα 4. Διάγραμμα Συστατικών εφαρμογής χρήστη

B. Σχεδίαση

Στο στάδιο της σχεδίασης παρήχθησαν:

- είκοσι δύο (22) διαγράμματα ευρωστίας (8 για την εφαρμογή της φορητής συσκευής, 6 για την εφαρμογή διαχειριστή και 8 για τον εξυπηρετητή),
- ένα διάγραμμα οντοτήτων συσχετίσεων και
- το σχήμα της Βάσης Δεδομένων.

C. Υλοποίηση

Στη φάση της υλοποίησης αντιμετωπίστηκαν προκλήσεις όπως:

- η σύνδεση με τις υπηρεσίες Νέφους της Google,
- η αξιοποίηση των βιβλιοθηκών που επελέγησαν,
- η ανάπτυξη του GUI και η αλληλεπίδραση ανθρώπου – υπολογιστή ώστε να ικανοποιούνται οι αρχές σχεδιασμού διαδραστικών συστημάτων (Nielsen, 1992).
- τα πνευματικά δικαιώματα ειδικά στις άδειες χρήσης των αρχείων εικόνας που χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία του συστήματος, καθώς οι τελευταίες, υπέστησαν εκτεταμένες τροποποιήσεις ώστε το τελικό αισθητικό αποτέλεσμα να δείχνει ομοιογενές.

Με δεδομένο ότι το τελικό στάδιο της υλοποίησης αφορά στον έλεγχο του λογισμικού, εκτελέστηκαν στο πλαίσιο της εργασίας τέσσερα σενάρια δοκιμών που αφορούσαν:

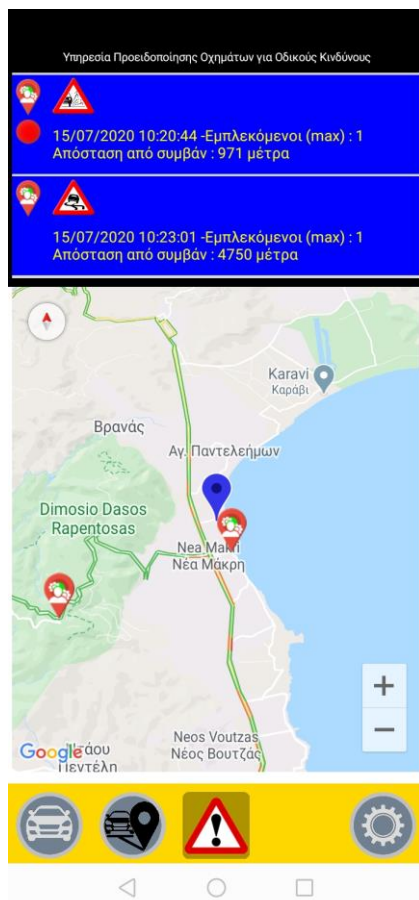
- στην επικοινωνία μεταξύ των συστατικών του συστήματος καθώς και στην εισαγωγή οδικών κινδύνων από την αρχή διαχείρισης της κυκλοφορίας (εφαρμογή διαχειριστή),
- στις εισαγωγές οδικών κινδύνων αυτόματα από το όχημα, καθώς και από τον οδηγό του μέσω της εφαρμογής χρήστη,
- στην εμφάνιση παλαιότερων καταγεγραμμένων οδικών συμβάντων στην εφαρμογή διαχειριστή και
- στην καταμέτρηση των επηρεαζόμενων οχημάτων.

Η υλοποίηση πραγματοποιήθηκε με τη χρήση των γλωσσών προγραμματισμού B4A και B4J, που θεωρούνται παραλλαγές της Visual Basic και συνεπώς ανήκουν στην κατηγορία των event driven γλωσσών.

III. ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

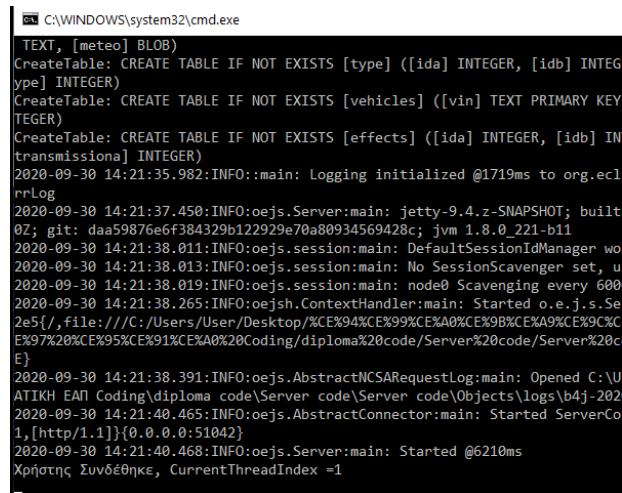
Η πιστή εφαρμογή των αρχών σχεδίασης λογισμικού που επιλέχθηκαν, είχε ως αποτέλεσμα την επιτυχή ανάπτυξη της υπηρεσίας προειδοποίησης οχημάτων για οδικούς κινδύνους.

Το τελικό παραδοτέο περιλαμβάνει τρεις (3) εφαρμογές: χρήστη (Σχήμα 5), εξυπηρετητή (Σχήμα 6) και διαχειριστή (Σχήμα 7). Τούτο προέκυψε από τη μεταγλώττιση του πηγαίου κώδικα που συνολικά μαζί και με τα σχόλια φτάνει τις πέντε χιλιάδες περίπου γραμμές.



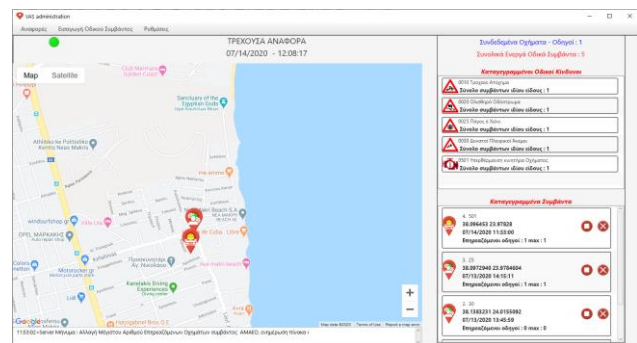
Σχήμα 5. Ενδεικτικά οδικά συμβάντα στην εφαρμογή χρήστη.

Στο στιγμιότυπο οθόνης του Σχήματος 5 παρουσιάζονται δύο οδικά συμβάντα στην εφαρμογή χρήστη. Το όχημα βρίσκεται στη θέση του μπλε marker. Η προέλευση ενός εισηγμένου συμβάντος στο σύστημα υποδηλώνεται από τους κόκκινους marker. Στις συγκεκριμένες περιπτώσεις του Σχήματος 5 αυτά προέρχονται από την αρχή διαχείρισης της κυκλοφορίας, δηλαδή εισήχθησαν μέσω της εφαρμογής διαχειριστή.



Σχήμα 6. Ενδεικτικό στιγμιότυπο στον εξυπηρετητή.

Στο Σχήμα 6 παρουσιάζεται η εκκίνηση του εξυπηρετητή, ο έλεγχος της ΒΔ και η δημιουργία πινάκων (εφόσον δεν έχουν υλοποιηθεί). Κάθε νέα σύνδεση στον εξυπηρετητή δημιουργεί ένα νέο νήμα (thread).



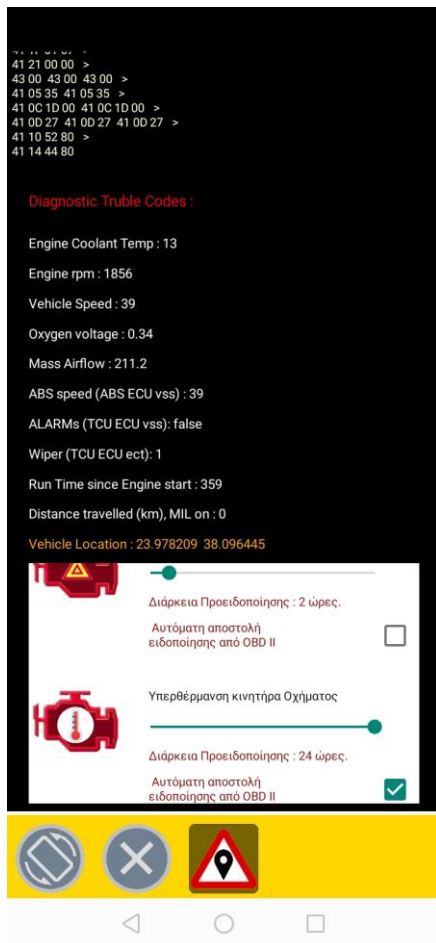
Σχήμα 7. Ενδεικτικό στιγμιότυπο στην εφαρμογή διαχειριστή.

Το Σχήμα 7 παρουσιάζει ενδεικτικά συμβάντα όπως εμφανίζονται στο χάρτη της εφαρμογής διαχειριστή καθώς και πληροφορίες σχετικά με αυτά. Ο διαχειριστής διευκολύνεται με τον τρόπο αυτό να ταυτοποιήσει ένα συμβάν και να το συνδέσει με τον ή τους οδικούς κινδύνους που αντιστοιχούν σε αυτό.

Ειδικά για την εφαρμογή χρήστη, με την επιλογή του κομβίου που αντιστοιχεί στο σήμα “Προσοχή κίνδυνος” του ΚΟΚ, εμφανίζεται η οθόνη του Σχήματος 8, όπου ο οδηγός έχει τη δυνατότητα να εισάγει στο σύστημα έναν οδικό κίνδυνο που ο ίδιος διαπιστώνει στον δρόμο που κινείται, ώστε και άλλοι οδηγοί στην ευρύτερη περιοχή να ενημερωθούν για τον κίνδυνο αυτό. Ένα συμβάν μπορεί να περιλαμβάνει έναν ή περισσότερους οδικούς κινδύνους.



Σχήμα 8. Εισαγωγή συμβάντος από τον οδηγό.



Σχήμα 9. Οθόνη ρυθμίσεων.

Τέλος, η εφαρμογή χρήστη διαθέτει μια ακόμη οθόνη, η οποία εμφανίζεται όταν επιλέξει το γραναζάκι κάτω δεξιά στην κεντρική οθόνη του Σχήματος 5. Η οθόνη ρυθμίσεων (Σχήμα 9) επιτρέπει στο χρήστη να επιλέξει το αν και για πόσο θα λαμβάνει ειδοποιήσεις για έναν οδικό κίνδυνο, καθώς και αν και ποια αυτόματα συμβάντα (με βάση τα δεδομένα που προέρχονται από το OBD II του οχήματος και αξιολογούνται ως τέτοια) θα αποστέλλονται

από την εφαρμογή στον εξυπηρετητή. Παράλληλα, στην οθόνη εμφανίζονται τα δεδομένα του αυτοκινήτου που συλλέγονται μέσω του προσαρμογέα OBD II.

IV. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα τεχνολογικά μέσα που είναι διαθέσιμα καθιστούν εφικτή την ανάπτυξη του περιγραφόμενου συστήματος προειδοποίησης οδικών κινδύνων, χωρίς να απαιτείται η χρήση πρόσθετων υποδομών. Το εν λόγω σύστημα, θα μπορούσε πιθανώς να αποτελέσει μια ενδιαφέρουσα λύση μέχρις την πλήρη εφαρμογή των καθοριζόμενων από το European Telecommunications Standards Institute (ETSI TR 102 638 v1.1.1 2009-6) σε ότι αφορά τα Intelligent Transport Systems και την επικοινωνία V2I (Santa, Pereniguez-Garcia, Scarmeta 2014).

Το σύστημα που αναπτύχθηκε, συμπεριλαμβάνει στη διακίνηση της πληροφορίας (από και προς), όλα τα πιθανά ενδιαφερόμενα μέρη όπως:

- οχήματα,
- οδηγούς και
- την αρχή ή τις αρχές διαχείρισης της κυκλοφορίας

Το παραπάνω χαρακτηριστικό επιτρέπει στο σύστημα να λειτουργήσει ακόμη και αν κάποια στοιχεία του αφαιρεθούν ως πηγές ή αποδέκτες, των δεδομένων που διακινούνται, προσδίδοντάς του ευελιξία.

Πέραν της αξιοπιστίας του συστήματος που αναπτύχθηκε, ένα ζήτημα που μπορεί να εξεταστεί μελλοντικά, αφορά στην γενικότερη αξιολόγηση της απόδοσής του, προκειμένου να αξιοποιηθεί περαιτέρω.

Επίσης, σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι καθώς το μέλλον είναι προσανατολισμένο στην αυτόνομη οδήγηση, η εμπλοκή των αυτόνομων οχημάτων σε θέματα οδικής ασφάλειας θα γίνει κυρίαρχη. Προς το παρόν σε επίπεδο “κοινής χρήσης” μόνο το πρωτόκολλο OBD II εξασφαλίζει την επικοινωνία με το όχημα, αλλά με αρκετές δυσκολίες, καθώς πολλά δεδομένα που αποτελούν ιδιοκτησία των αυτοκινητοβιομηχανιών, δεν καλύπτονται από το πρωτόκολλο αυτό.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω, όλους τους καθηγητές που είχα στη διάρκεια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος για το ζήλο, τη μεταδοτικότητα και την επιμονή τους.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Khan, S. (2020, July, 14). *Car-to-X Communication*. Retrieved from <https://www.daimler.com/innovation/case/connectivity/europe-wide-cooperation-car-to-x.html>
- Botte, M., Pariota, L., D’Acierno, L. & Bifulco, G. N. (2019). An Overview of Cooperative Driving in the European Union: Policies and Practices. *Electronics*, 8(6), 616.
- Ταμπούρης, Ε. & Χατζηγεωργίου, Α. (2015). *Σχεδίαση Λογισμικού, Τόμος Α’*. Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.
- Wikipedia (2020, Oct., 4). *OBD II PID's*. Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/OBD-II_PIDs
- Google (2020, Oct. 12). *Google Maps Platform Documentation*. Retrieved from <https://developers.google.com/maps/documentation>.
- Wikipedia (2020, Aug., 28). *WebSocket*. Retrieved from <https://en.wikipedia.org/wiki/WebSocket>
- SQLite (2020, Oct. 10). *What is SQLite?* Retrieved from <https://www.sqlite.org/index.html>
- Nielsen, J. (1992). *Usability Engineering*. Morgan-Kaufmann
- European Telecommunications Standards Institute. (2009). *Intelligent Transport Systems ; Vehicular Communications ; Basic Set of*

Applications ; Definitions (ETSI TR 102 638 v1.1.1 2009-6).
Retrieved from ETSI Online.

Santa, J., Pereniguez-Garcia, F. & Scarmeta, A. (Sep. 2014).
Experimental evaluation of CAM and DENM messaging services in
vehicular communications. *Transportation Research Part C
Emerging Technologies*, 46, 98-120.