

Αξιοποίηση Τεχνολογιών για Διαχείριση και Προστασία Θέσεων Στάθμευσης ΑΜΕΑ

Ε. Βαμβακά¹, Κ. Γιανναράς², Α. Γκαϊδατζόγλου³, Π. Θεοδώρου⁴, Μ. Παπαδόπουλος⁵

¹Em.vamvaka@gmail.com

²electronic18756@gmail.com

³Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, ΕΚΠΑ
gaidats@gmail.com

⁴Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων, Πανεπιστήμιο Πειραιώς
van4.theodorou@gmail.com

⁵Τμήμα Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας - Πληροφορική, ΕΑΠ
papadomarn12@gmail.com

Περίληψη

Ένα συχνό πρόβλημα των αστικών χώρων στάθμευσης είναι η κατάληψη θέσεων που προορίζονται για Άτομα με Αναπηρία (ΑΜΕΑ) από αυτοκίνητα των οποίων οι οδηγοί δεν ανήκουν σε αυτή την κατηγορία. Σε αυτή την εργασία παρουσιάζεται ο σχεδιασμός και η υλοποίηση μιας διάταξης με στόχο την επίλυση του προβλήματος της παράνομης στάθμευσης οχημάτων σε θέσεις ΑΜΕΑ, διασφαλίζοντας έτσι την απρόσκοπτη πρόσβαση των ατόμων αυτών στις κατοχυρωμένες θέσεις τους. Η διάταξη βασίζεται σε σύστημα καταγραφής και καταμέτρησης των θέσεων στάθμευσης που έχει εγκατασταθεί σε μεγάλα καταστήματα, το οποίο μετεξελιίσεται και προσαρμόζεται κατάλληλα. Η αναγνώριση των οχημάτων ΑΜΕΑ πραγματοποιείται με τη χρήση συστήματος RFID.

Λέξεις κλειδιά: επιτήρηση θέσεων στάθμευσης, πρόσβαση σε θέση στάθμευσης με RFID, ειδοποίηση εξ αποστάσεως, συναγερμός εξ αποστάσεως.

1. Εισαγωγή

Μια σύγχρονη πόλη δεν μπορεί να χαρακτηριστεί έξυπνη, ανοικτή ή φιλική αν δεν είναι προσβάσιμη στα άτομα με αναπηρία. Εξ αιτίας της αυξημένης δυσκολίας μετακίνησης σε σημεία ενδιαφέροντος, σημαντικό παράγοντα προσβασιμότητα αποτελεί η εύρεση από ένα ΑΜΕΑ χώρου στάθμευσης του οχήματός του, ο οποίος θα χαρακτηρίζεται από εγγύτητα στο σημείο αυτό. Παρά τον σχεδιασμό και τη χωροθέτηση θέσεων στάθμευσης για χρήση αποκλειστικά από ΑΜΕΑ, παρατηρείται

η παραβίαση αυτού του όρου από άλλους οδηγούς. Αυτή η παραβατική συμπεριφορά δυσχεραίνει με απρόβλεπτο τρόπο την εύρεση θέσεων στάθμευσης από ΑΜΕΑ.

Παρατηρείται μια ολοένα αυξανόμενη τάση στην αξιοποίηση τεχνολογιών που διευκολύνουν την εύρεση θέσεων στάθμευσης από ΑΜΕΑ. Στο άρθρο (Lambrinos & Dosis, 2013) περιγράφεται η σχεδίαση και η ανάπτυξη του DisAssist, ενός συστήματος το οποίο με βάση τις αρχές που προωθούνται από τις πρωτοβουλίες «Ίντερνετ των πραγμάτων και των έξυπνων πόλεων», ενσωματώνει αισθητήρες και έξυπνα τηλέφωνα μαζί με ασύρματες και κινητές επικοινωνίες για την καλύτερη αξιοποίηση και διαχείριση χώρων στάθμευσης που διατίθενται για χρήση από άτομα με ειδικές ανάγκες.

Στο άρθρο (Ferreras et al. ,2015) περιγράφεται το πρόγραμμα SIMON που στοχεύει στη βελτίωση της κινητικότητας και της στάθμευσης των ατόμων με αναπηρία στις αστικές περιοχές μέσω της ενσωμάτωσης διαφόρων λύσεων ΤΠΕ, συμπεριλαμβανομένου ενός νέου μοντέλου για την Ευρωπαϊκή Κάρτα Στάθμευσης με ειδικές τεχνολογίες που μπορούν να απενεργοποιήσουν την ταυτότητα του χρήστη σε υπάρχοντες χώρους στάθμευσης, διατηρώντας ταυτόχρονα την ιδιωτική ζωή. Μια ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας γίνεται στο άρθρο (Bibri, 2017) με στόχο να εντοπιστούν οι σύγχρονες εφαρμογές δεδομένων βασισμένες σε αισθητήρες (IoT InternetofThings) με σκοπό την περιβαλλοντική βιωσιμότητα καθώς και οι σχετικές πλατφόρμες επεξεργασίας δεδομένων στο πλαίσιο των έξυπνων βιώσιμων πόλεων του μέλλοντος. Προτείνεται ένα πλαίσιο μελετών σχετικά με τις έξυπνες και τις βιώσιμες πόλεις, συμπεριλαμβανομένης της έρευνας που αποσκοπεί σε ένα πιο εννοιολογικό, αναλυτικό και γενικότερο επίπεδο, καθώς και της έρευνας σχετικά με τις συγκεκριμένες τεχνολογίες και τις νέες εφαρμογές τους.

Στο άρθρο (Yousaf, Durairajah & Gobee S, 2016) περιγράφεται ένα έξυπνο σύστημα στάθμευσης για άτομα με ειδικές ανάγκες. Στα οχήματα υπάρχει μια αυτοκόλλητη ετικέτα OKU και στην είσοδο του χώρου στάθμευσης υπάρχει μια κάμερα που την αναγνωρίζει και επιτρέπει την είσοδο στον οδηγό. Το προτεινόμενο σύστημα βασίζεται πλήρως στον αλγόριθμο αναγνώρισης προτύπων. Στο άρθρο (Kohei, 2013) περιγράφεται ένα φθινό και αποτελεσματικό σύστημα για την απαγόρευση στάθμευσης σε περιοχές που απαιτούν Disabled Parking Permit (DPP). Χρειάζονται αισθητήρες υπερήχων, NearInfrared: NIR οθόνες, RFID καταγραφείς με IC κάρτα, IC τσιπ και προτείνονται τα ETC και GPS συστήματα εντοπισμού, καθώς κινητό τηλέφωνο, τάμπλετ ή υπολογιστής. Στο άρθρο (Ponsard et al., 2016) παρουσιάζεται η ανάπτυξη ενός προγράμματος σε κινητό τηλέφωνο που βασίζεται σε δεδομένα ανοικτής προσβασιμότητας και παρέχει υποστήριξη τόσο για τη διαδρομή, όσο και για τον τόπο προορισμού. Συνδυάζονται σύνολα δεδομένων από διαφορετικές πηγές και τα καθιστά διαθέσιμα στον ενδιαφερόμενο, κάνοντας το κινητό τηλέφωνο τερματικό σταθμό χρησιμοποιώντας το γεωγραφικό πλαίσιο και το προφίλ του

χρήστη. Η εφαρμογή βασίζεται στο django REST για τη δημιουργία apps στο διαδίκτυο.

Επιπρόσθετα, τεχνολογίες που δεν στοχεύουν αποκλειστικά στη διαχείριση θέσεων στάθμευσης αποκλειστικά για AMEA έχουν παρουσιαστεί σε πλήθος εργασιών. Συγκεκριμένα, στις εργασίες (Rahayu & Mustapa, 2013; Pallavi et al., 2015; Srikanth et al., 2009; Chatterjee et al., 2003; Zheng et al., 2015) παρουσιάζονται έξυπνα συστήματα κράτησης θέσεων. Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται περιλαμβάνουν κυρίως εφαρμογές Android με χρήση τεχνολογιών GSM ή αισθητήρων ασύρματης τεχνολογίας. Στις εργασίες (Mekala et al., 2016; Harishraghav & Naga; 2014 Nawaz, Efstratiou & Mascolo, 2013; Elaouad et al., 2015; Yang, Portilla & Riesgo, 2012; Zhang et al., 2013; Zhu & Yu, 2015; Dwiputra et al., 2018; Grodi, Rawat & Rios-Gutierrez, 2016; Aniket Gupta et al., 2017; Hilmani, Maizate & Hassouni, 2018) παρουσιάζονται συστήματα ελέγχου κενής θέσης. Για την υλοποίησή τους επιλέγονται διαφορετικές προσεγγίσεις, οι οποίες κάνουν χρήση χάρτη, αισθητήρων ασύρματης τεχνολογίας, λυχνιών και buzzer, υπέρυθρου πομπού και δέκτη σε κάθε λωρίδα και μια οθόνη LED έξω από την πύλη στάθμευσης, τους πανταχού παρόντες διαύλους Wi-Fi σε αστικές περιοχές, αισθητήρες ανισότροπης μαγνητο-αντιστάσεως (AMR), μαγνητικά σήματα, αισθητήρες υπερήχων. Για την ανάπτυξη χρησιμοποιείται ποικιλία περιβαλλόντων, μεταξύ των οποίων και το Arduino Uno. Στον έλεγχο της ταυτότητας του οχήματος στοχεύουν οι εφαρμογές που παρουσιάζονται στα άρθρα (Hilmani, Maizate & Hassouni, 2018; Singh et al., 2017; Kaur & Singh, 2013; Aalsalem, Khan & Dhabbah, 2015; Cassin et al., 2018; Rane, Dubej & Parida, 2017; Chowdhury, Abida & Muaz, 2018).

Για την υλοποίησή τους χρησιμοποιούνται τεχνολογίες όπως Bluetooth, FPGA (Field Programmable Gate Array) σχεδιασμένο με διάφορες διεπαφές, όπως αισθητήρες εισόδου, βηματικό μοτέρ και οθόνη LCD, κάμερες αυτόματης αναγνώρισης ψηφιακών πλακών (ANPR), αλγόριθμοι επεξεργασίας εικόνας, όπως OCR (Optical Character Recognition), RFID module, GSM modem, Infrared Sensor module, Servo motor, Arduino UNO και Arduino Mega. Επισκοπήσεις της βιβλιογραφίας και των μεθόδων διαχείρισης θέσεων στάθμευσης παρουσιάζονται στις εργασίες (Dey et al., 2017, Al-Turjman & Malekloo, 2019).

Ιδιαίτερα ενδιαφέρον είναι το άρθρο (Gining et al, 2018), όπου περιγράφεται ένα έργο που στοχεύει στο σχεδιασμό και την ανάπτυξη συστήματος συναγερμού για την εξασφάλιση χώρων στάθμευσης για τα άτομα με αναπηρία χρησιμοποιώντας τη σημερινή τεχνολογία που είναι το Ίντερνετ των πραγμάτων (IoT). Τα εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται είναι η συσκευή ArduinoUNO, συσκευή ανάγνωσης RFIDRC522, αισθητήρας υπερύθρων HC-SR04, LED και βομβητής ως συναγερμός. Συγκεκριμένα, ο μικροελεγκτής Arduino με τη βοήθεια αισθητήρων υπερήχων θα ανιχνεύει την είσοδο του αυτοκινήτου. Αμέσως μετά θα ενεργοποιεί ένα κόκκινο LED και θα ηχεί ένας βομβητής. Αν ο οδηγός απομακρύνει το αυτοκίνητο του, τότε θα σταματήσει ο βομβητής. Αν τοποθετήσει την καρτα RFID του με το μοναδικό

UID σειριακό αριθμό, επίσης θα σταματήσει να ηχεί ο βομβητής. Στην περίπτωση που παραμένει το αυτοκίνητο και δεν βρεθεί κάρτα με συγκεκριμένο UID, ο βομβητής θα ηχεί συνεχώς διακοπτόμενα.

Σε αυτό το σύστημα εντοπίσαμε ατέλειες και το επεκτείναμε ανάλογα. Συγκεκριμένα, στο παρόν άρθρο παρουσιάζεται ο σχεδιασμός και η υλοποίηση μιας διάταξης με στόχο την επίλυση του προβλήματος της παράνομης στάθμευσης οχημάτων σε θέσεις ΑΜΕΑ, διασφαλίζοντας έτσι την απρόσκοπτη πρόσβαση των ατόμων αυτών στις κατοχυρωμένες θέσεις τους. Η διάταξη βασίζεται σε σύστημα καταγραφής και καταμέτρησης των θέσεων στάθμευσης που έχει εγκατασταθεί σε μεγάλα καταστήματα, το οποίο μετεξελίσσεται και προσαρμόζεται κατάλληλα. Θεωρούμε ότι η προδιαγραφή να αναβοσβηνει μόνο ένα μικρό LED και να ηχεί ένας βομβητής χαμηλής ισχύος δεν είναι αρκετά αποτελεσματική. Έτσι εφοδιάσαμε επιπλέον την κατασκευή με ένα ρελέ όπου με τις επαφές του θα ενεργοποιεί ένα μεγαλύτερο φάρο με περισσότερο φως. Επίσης, σε χώρους στάθμευσης όπως εκείνους των σούπερ μάρκετ, σε κάθε θέση μπορούν να παρκάρουν δεκάδες διαφορετικά αυτοκίνητα. Συνεπώς θα πρέπει να εισάγουμε ένα μεγάλο πλήθος από UID σειριακά νούμερα για να τα αναγνωρίζει ο Arduino. Άρα θα χρειάζεται συνεχώς ο προγραμματισμός του μικροελεγκτή. Αντί αυτού, προτείνουμε επιπλέον με τον έλεγχο του σειριακού αριθμού να γράφουμε μέσα στην κάρτα και την κωδική λέξη ΑΜΕΑ που θα πιστοποιεί και την ύπαρξη του αυτοκινήτου. Με αυτόν τον τρόπο ο Arduino θα διαβάσει και τη λέξη ΑΜΕΑ για να διαπιστώσει αν η κατάληψη είναι ανεπιθύμητη και να σταματά τον ήχο και το φάρο.

Τέλος, θεωρήσαμε ότι ο ήχος και ο φάρος ίσως δεν είναι αρκετοί για την επίλυση του προβλήματος. Έτσι εφοδιάσαμε αρχικώς τον μικροελεγκτή με μια κάρτα Ethernet, η οποία παρέχει τη δυνατότητα ειδοποίησης των υπευθύνων ασφαλείας-προστασίας του χώρου. Κατασκευάσαμε μια βάση δεδομένων όπου εκεί θα καταχωρούνται οι σειριακοί αριθμοί και τα ονόματα των ΑΜΕΑ. Σε ένα δεύτερο πίνακα καταχωρούμε κατά την είσοδο του αυτοκινήτου τον αριθμό της κάρτας, την ώρα που πάκκαρε το αυτοκίνητο, και αν η κάρτα είχε γραμμένη τη λέξη ΑΜΕΑ. Έτσι επιτυγχάνεται ο απομακρυσμένος έλεγχος κάλυψης της θέσης, τότε έγινε, και αν ήταν από ΑΜΕΑ.

Το άρθρο διαρθρώνεται στη συνέχεια ως εξής. Στην ενότητα 2 παρουσιάζουμε τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος που προτείνουμε. Στην ενότητα 3 αναφέρουμε συμπεράσματα καθώς και προοπτικές που διαφαίνονται για περαιτέρω εξέλιξη του προτεινόμενου συστήματος.

2. Τεχνική Προσέγγιση

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά λειτουργίας, καθώς και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος ελέγχου και προστασίας θέσεων στάθμευσης για ΑΜΕΑ.

2.1 Λειτουργία του Συστήματος

Η σχεδίαση και υλοποίηση θα στηριχθεί σε μικροελεγκτή (Arduino, Stm32 , etc) και θα λειτουργεί ως εξής:

Η ανίχνευση εισόδου οχήματος στη θέση στάθμευσης μπορεί να γίνει με τη χρήση αισθητήρα απόστασης (Ultrasonicradar), αμέσως μετά την ανίχνευση του οχήματος στη θέση στάθμευσης ο μικροελεγκτής περνά σε κατάσταση κατάληψης όπως ακριβώς γίνεται στα μεγάλα καταστήματα, ενεργοποιεί ενδεχομένως και φωτεινή ένδειξη κατάληψης θέσης, ενώ ταυτόχρονα διαβιβάζει πληροφορία σε σύστημα αρίθμησης διαθέσιμων θέσεων (για παράδειγμα, στην περίπτωση δημόσιου χώρου στάθμευσης σε μεγάλο κατάστημα). Ο έλεγχος για το αν το όχημα που στάθμευσε αφορά ΑΜΕΑ, θα γίνεται με την ανάγνωση κάρτας RFID που θα φέρει το όχημα του ΑΜΕΑ, η οποία θα του χορηγείται από αρμόδιο διοικητικό φορέα (πχ. ένωση αναπήρων) . Η κάρτα αυτή θα περιέχει ένα tag με 4 ψηφία σταθερά που θα δηλώνει ότι το tag αφορά ΑΜΕΑ, και 7 ψηφία που θα περιέχουν τον αριθμό οχήματος ή το προσωποποιημένο ID του συγκεκριμένου ΑΜΕΑ.

Στην περίπτωση που μετά την κατάληψη της θέσης από κάποιο όχημα ο ελεγκτής δεν καταφέρει να διαβάσει τα 4 ψηφία του tag που δηλώνουν ΑΜΕΑ, το σύστημα θα δύναται να ενεργοποιεί ηχητικό σήμα, ενδεχομένως φάρο, και θα στέλνει μήνυμα (email, sms, κλπ) στον υπεύθυνο security με τον αριθμό της θέσης ΑΜΕΑ που έχει παράνομα καταληφθεί. Η δυνατότητα διασύνδεσης του ελεγκτή με το δίκτυο μπορεί να στηριχθεί σε τεχνολογίες WIFI, Ethernet, GPRS, 3G, 4G κλπ.

Στην περίπτωση χρήσης του παραπάνω συστήματος για προσωποπαγή θέση ΑΜΕΑ σε δημόσιο χώρο, ο ελεγκτής εκτός από την ανάγνωση των 4 ψηφίων του RFID που σχετίζεται με το αν το όχημα αφορά ΑΜΕΑ ή όχι, θα ελέγχει και τα υπόλοιπα 7 ψηφία με τα στοιχεία πινακίδας του οχήματος ή το προσωποποιημένο ID του συγκεκριμένου ΑΜΕΑ, ώστε να διασφαλιστεί ότι το όχημα που πάρκαρε στη θέση αφορά το συγκεκριμένο ΑΜΕΑ που έχει δικαίωμα στάθμευσης εκεί. Σε περίπτωση αποτυχίας ανάγνωσης των ανωτέρω, το σύστημα θα δύναται να ενεργοποιεί ηχητικό σήμα, ενδεχομένως φάρο, και θα στέλνει μήνυμα (email, SMS, κλπ) στον ιδιοκτήτη της θέσης ΑΜΕΑ ή και στην τροχαία με τις συντεταγμένες (οδός, αριθμός) της θέσης που έχει παράνομα καταληφθεί. Η δυνατότητα διασύνδεσης του ελεγκτή με το δίκτυο μπορεί να στηριχθεί σε τεχνολογίες, GPRS, 3G, 4G κλπ.

2. 2 Τεχνικά Χαρακτηριστικά του Συστήματος

2.2.1 Μικροελεγκτής

Η εφαρμογή μπορεί να υλοποιηθεί με μικροελεγκτή Arduino ή εναλλακτικά STM32, οι παραπάνω μικροελεγκτές διαθέτουν επαρκείς πόρους για την υποστήριξη την εφαρμογής.

Ο Arduino είναι ένας μικροελεγκτής, προσαρμοσμένος σε μια πλακέτα και έτοιμος προς χρήση. Διαθέτει αναλογικές θύρες εισόδου, ψηφιακές θύρες εισόδου και εξόδου, θύρες που υποστηρίζουν λειτουργίες PWM, θύρες επικοινωνίας UART αλλά και I2C ή SPI. Ο Arduino έχει δυνατότητα επέκτασης με τη χρήση expansionboards που προσθέτουν συνδεσιμότητα με διάφορα είδη δικτύων (Ethernet, 802.11; Bluetooth, GSM κλπ).

Η κατανάλωση σε ενέργεια είναι σχετικά μικρή και εξαρτάται κυρίως και από τα expansion boards.

2.2.2 Αισθητήρες

Μία από τις βασικές λειτουργίες της εφαρμογής μας είναι η ανίχνευση κατάληψης μια θέσης στάθμευσης από κάποιο όχημα. Υπάρχουν διάφοροι αισθητήρες για την ανίχνευση οχήματος σε μια θέση στάθμευσης. Ένας διαδεδομένος τρόπος είναι ο αισθητήρας (ULTRASONIC) υπερήχων.

Σαν υπέρηχο καθορίσουμε εκείνο το κύμα το οποίο βρίσκεται πάνω από την μέγιστη συχνότητα που μπορεί να ακούσει το ανθρώπινο αυτί.

Παρόλο πάντως που εμείς δεν τους ακούμε κάποια ζώα μπορούν και να τους ακούν αλλά και να τους χρησιμοποιούν. Χαρακτηριστικά παραδείγματα που μας το δείχνουν αυτό είναι η κίνηση των νυχτερίδων και η σφυρίχτρα που χρησιμοποιείται για τους σκύλους. Οι νυχτερίδες μάλιστα μπορούν να αντιληφθούν τον στόχο που κυνηγούν χάρη στο φαινόμενο Doppler.

Σχηματική αναπαράσταση φαινομένου Doppler:

Το φαινόμενο Ντόπλερ είναι η παρατηρούμενη αλλαγή στη συχνότητα και το μήκος κύματος ενός κύματος από παρατηρητή που βρίσκεται σε σχετική κίνηση με την πηγή των κυμάτων.

Οι αισθητήρες υπερήχων λειτουργούν με την ίδια αρχή που λειτουργούν τα ραντάρ και τα σόναρ. Εκτιμούν την απόσταση ενός στόχου λαμβάνοντας υπόψη τους την αντανάκλαση ενός ραδιοκύματος ή ενός ηχητικού σήματος πάνω στο στόχο. Δημιουργούν υψηλής συχνότητας κύματα και χρησιμοποιώντας το επιστρεφόμενο σήμα καθορίζουν την απόσταση ή ακόμα και την ταχύτητα του στόχου. Για να το επιτύχουν αυτό χρησιμοποιούν τον χρόνο που έκανε το σήμα για να καλύψει την απόσταση από τον αισθητήρα στο αντικείμενο και πίσω. Εφαρμογές τους θα βρούμε σε ένα μεγάλο εύρος τεχνολογιών από την μέτρηση της διεύθυνσης και της ταχύτητας του ανέμου έως και την απεικονιστική ιατρική.



Εικόνα 1. Τύποι αισθητήρων υπερήχων



Εικόνα 2. Αισθητήρας υπερήχων παρκαρίσματος

2.2.3 Εφαρμογή για παρκάρισμα αυτοκινήτου

Στην εφαρμογή μας ο αισθητήρας υπερήχων μετρά την απόσταση από την θέση του μέχρι το έδαφος της θέσης στάθμευσης (ύψος) , αυτή η απόσταση είναι η απόσταση αναφοράς ελεύθερης θέσης στάθμευσης. Κατά την είσοδο ενός οχήματος στην θέση στάθμευσης η απόσταση αισθητήρα εδάφους αλλάζει, λόγω της παρεμβολής οχήματος μεταξύ των δύο σημείων (μείωση του ύψους). Η νέα μέτρηση μεταφέρεται στον μικροελεγκτή ο οποίος αντιλαμβάνεται την μεταβολή άρα και την κατάληψη της θέσης από κάποιο όχημα.

Ένας διαδεδομένος αισθητήρας ULTRASONIC είναι ο HC-SR04 για τον υπολογισμό απόστασης. Η απόσταση που μπορεί να υπολογίσει είναι από 2εκ. έως 400εκ. με ακρίβεια ενός εκατοστού.

Τύπος Αισθητήρα: Αισθητήρας απόστασης. **Τυπική Τάση Εισόδου:** 5VDC.
Ρεύμα Λειτουργίας: 15mA.

Διασύνδεση: Ψηφιακή (Χρησιμοποιεί 2 ψηφιακές θύρες του μικροελεγκτή μία για το σήμα trigger (παλμός εκπομπής) και μία για το σήμα echo (παλμός λήψης). Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί επιδαπέδιος μαγνητικός αισθητήρας ο οποίος λειτουργεί ως μαγνητικός διακόπτης NO/NC και μπορεί να συνδεθεί σε μία ψηφιακή είσοδο του ελεγκτή με τη χρήση αντίστασης (PULLUP ή PULLDOWN) ή με ασύρματη διασύνδεση (bluetooth) μιας και είναι διαθέσιμοι και wireless.

Με την μεταβολή του ύψους στην θέση στάθμευσης, ο μικροελεγκτής εκτελεί το επόμενο σετ εντολών που θα περιγράψουμε παρακάτω, ή μπορεί στην υλοποίηση του κώδικα να κληθεί μια συνάρτηση με χρήση διακοπής (interrupt).

2.2.4 Ταυτοποίηση οχήματος

Με τον εντοπισμό κατάληψης της θέσης στάθμευσης, ο ελεγκτής αμέσως επιχειρεί την ανάγνωση μιας RFID κάρτας που διαθέτει το κάθε AMEA και χορηγείται από τους αρμόδιους φορείς. Προτείνεται επίσης η κατασκευή μιας βάση δεδομένων όπου εκεί θα καταχωρούνται οι σειριακοί αριθμοί και τα ονόματα των AMEA. Σε ένα δεύτερο πίνακα καταχωρούμε κατά την είσοδο του αυτοκινήτου τον αριθμό της

κάρτας, την ώρα που πάρκαρε το αυτοκίνητο, και αν η κάρτα είχε γραμμένη τη λέξη ΑΜΕΑ. Έτσι επιτυγχάνεται ο απομακρυσμένος έλεγχος κάλυψης της θέσης, πότε έγινε, και αν ήταν από ΑΜΕΑ. Η κωδικοποίηση της πληροφορίας της κάρτας μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους, παραθέτουμε ένα παράδειγμα:

Η χωρητικότητα της κάρτας μπορεί να φθάσει μέχρι και τα 1024 bytes. Σε μας αρκεί να προσθέσουμε πληροφορία μέχρι 11 bytes. Η δόμηση της κάρτας αποτελείται από 16 sectors με 4 blocks σε κάθε sector και 16 bytes σε κάθε block. Άρα συνολικά τα blocks είναι 64. Στο block 0, στα πρώτα 4 από τα 16 bytes είναι γραμμένος ο μοναδικός σειριακός αριθμός της κάρτας που λέγεται UID. Εμείς θα γράψουμε στο μπλοκ 1 δηλαδή στα 11 από τα 16 bytes του block.

α) Τα 4 πρώτα ψηφία αναφέρουν των κωδικό ταυτοποίησης ΑΜΕΑ που μπορεί να είναι σταθερός σε όλα τα ΑΜΕΑ πχ 9949. Επειδή η λέξη ΑΜΕΑ αποτελείται από χαρακτήρες τους μετατρέπουμε πρώτα σε δεκαεξαδικούς σύμφωνα με τον διεθνή κώδικα ascii. Μετά αποθηκεύουμε τα δεκαεξαδικά bytes. Έτσι θα έχουμε την κωδικοποίηση A=41 M=4D E=45 A=41

β) Τα 3 επόμενα ψηφία καθώς και τα 4 επόμενα αποτυπώνουν τον αριθμό οχήματος ΑΜΕΑ πχ ΥΕΥ7323. Αντίστοιχα προκύπτει ο αριθμός Y=59 E=45 Y=59 7=37 3=33 2=32 3=33 με τους χαρακτήρες στα αγγλικά σε κώδικα ascii. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η κάρτα του συγκεκριμένου ΑΜΕΑ έχει τα εξής 11 hex bytes 41 4D 45 41 59 45 59 37 33 32 33

Ο ελεγκτής μέσω του RFIDREADER που θα περιγράψουμε παρακάτω θα επιχειρήσει να διαβάσει την κάρτα του αναπηρικού οχήματος. Εάν αυτό δεν καταστεί εφικτό, θα ενεργοποιηθούν όλες οι λειτουργίες ενημέρωσης του προσωπικού ασφαλείας του καταστήματος του οποίου ανήκει η θέση στάθμευσης που επίσης θα περιγράψουμε στη συνέχεια.

Αν καταστεί εφικτή η ανάγνωση κάρτας RFID θα πρέπει ο ελεγκτής να πιστοποιήσει ότι τα 4 πρώτα ψηφία έχουν τιμή 41 4D 45 41. Αν δεν ισχύει αυτό, τότε το σύστημα θα ενεργοποιήσει και πάλι τις λειτουργίες ενημέρωσης του προσωπικού ασφαλείας. Να τονίσουμε ότι μπορεί κάποιο όχημα να διαθέτει RFID κάποιου φορέα είσπραξης διοδίων e-pass, όποτε ο έλεγχος απλά μόνο ανάγνωσης μιας οποιασδήποτε RFID κάρτας δεν είναι αρκετός.

Αν η εφαρμογή εγκατασταθεί σε χώρο στάθμευσης εκτός καταστημάτων (πχ θέση στάθμευσης ΑΜΕΑ σε αστικό δρόμο) τότε η ταυτοποίηση και ο έλεγχος και των επόμενων ψηφίων του TAG είναι αναγκαίος για την διαπίστευση και του αριθμού κυκλοφορίας του οχήματος, μιας και σε αυτή την περίπτωση μόνο συγκεκριμένο όχημα ΑΜΕΑ δύναται να σταθμεύσει εκεί και όχι οποιοδήποτε όχημα ΑΜΕΑ.

2.2.5 Αναγνώστης RFID

Στο σημείο αυτό θα μπορούσαμε να θέσουμε τις εξής παραδοχές:

- α) Ο οδηγός περνάει χειροκίνητα την κάρτα μπροστά από τον αναγνώστη εντός 1 λεπτού για να αποφύγει την ενεργοποίηση του προσωπικού ασφαλείας
- β) Η ανάγνωση γίνεται αυτόματα από την κάρτα που είναι τοποθετημένη στον παρμπρίζ του οχήματος (όπως το e-pass). Στην περίπτωση αυτή απαιτείται αναγνώστης RFID ο οποίος μπορεί να κάνει ανάγνωση από απόσταση μέχρι το 1.5 μέτρο.

Στην περίπτωση (α) μπορεί να χρησιμοποιηθεί μεγάλη γκάμα RFIDREADER όπως ο MFRC-522 13.56MHz.

Τύπος Αισθητήρα: NFC–RFID. Τυπική Τάση Εισόδου: 3.3VDC. Ρεύμα Λειτουργίας: 25mA. Διασύνδεση: Ψηφιακή. Πρωτόκολλο Επικοινωνίας: SPI

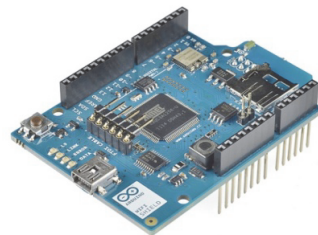
Στην περίπτωση (β) πρέπει απαραίτητως να χρησιμοποιηθεί αναγνώστης RFID μεγάλης εμβέλειας. Σε αυτή την περίπτωση τα TAG πρέπει να δουλεύουν στην περιοχή των UHF και η διασύνδεση του αναγνώστη στον ελεγκτή να γίνει μέσω των θυρών UARTX/TX, RS232 ή RS485. Στη συνέχεια θα περιγράψουμε και τα πρωτόκολλα διασύνδεσης.

2.2.6 Πρωτόκολλα επικοινωνίας

Ο Arduino μπορεί να επικοινωνεί με τη χρήση expansion boards είτε με Bluetooth, είτε με ethernet, με WIFI, αλλά και GSM. Τα expansion boards ethernet, wifi, GSM τοποθετούνται στις υποδοχές του Arduino ως daughter board. Οι κάρτες δικτύου υποστηρίζουν DHCP αλλά και StaticConfiguration και το WiFiShield δυνατότητα WPS.



Εικόνα 3.Κάρτα ethernet



Εικόνα 4. WifiShield



Εικόνα 5. GSMShield

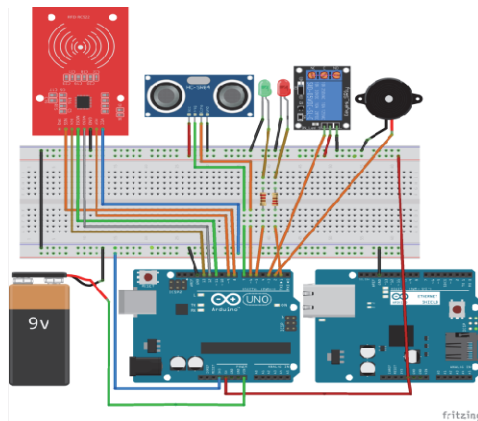
Η κάρτα Bluetooth μπορεί να συνδεθεί ανεξάρτητη στις ψηφιακές θύρες του ελεγκτή. Να σημειωθεί ότι η ταυτόχρονη χρήση καρτών επέκτασης γίνεται αλλά υπό προϋποθέσεις.

Επικοινωνία RS232 - RS485: Η διασύνδεση RS232 και 482 στον ελεγκτή arduino είναι εφικτή δεδομένου ότι οι στάθμες των θυρών του είναι σε λογική TTL. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας μετατροπές TTL σε RS232 με το γνωστό ολοκληρωμένο MAX232. Αντίστοιχα μπορεί να χρησιμοποιηθεί και μετατροπέας TTL σε RS485.

2.2.7 Περιβάλλον ειδοποίησης

Η εσωτερική μονάδα θα περιλαμβάνει όπως δείχνει η επόμενη φωτογραφία τον αισθητήρα υπερήχων HC-SR04 για την ανίχνευση σταθμευμένου αυτοκινήτου, ένα βομβητή για υπενθύμιση στον οδηγό ότι βρίσκεται σε πάρκινγκ ΑΜΕΑ, ένα ανιχνευτή ετικετών για τη σάρωση των καρτών(ετικέτα) ΑΜΕΑ, ένα μικροελεγκτή Arduino για την εκτέλεση του λογισμικού,μια ασπίδα για την δικτύωση με LAN καλώδιο στο δίκτυο των υπευθύνων, δύο Led, ένα πράσινο και ένα κόκκινο για σωστή υπόδειξη της ανάγνωσης της κάρτας (ετικέτας), ένα ρελέ για την ενεργοποίηση συναγερμού ή μεγαλύτερης ισχύος σειρήνα ή οπτικό φάρο, μια μπαταρία που υποδηλώνει την ύπαρξη εξωτερικής τροφοδοσίας για όλο το κύκλωμα.

Εξωτερικά: Έξω στο δρόμο θέλει 2 έξτρα παραμέτρους την τροφοδοσία από φωτοβολταϊκά την προστασία από κλοπές και στην περίπτωση που δεν φθάνει το WiFi σήμα από το σπίτι θέλει δικτύωση τουλάχιστον GSM



Εικόνα 6. Η συνδεσμολογία των βαθμίδων

Όπως φαίνεται στην εικόνα δημιουργημένη με το fritzing στο πάνω μέρος είναι συνδεδεμένος ο **HC-SR04** στις ακίδες 6 και 7 του arduino με echo και trigger του SR04. Στην εφαρμογή μας ο αισθητήρας υπερήχων μετρά την απόσταση από την θέση του στην οροφή του γκαράζ μέχρι το έδαφος της θέσης στάθμευσης (ύψος), αυτή η απόσταση είναι η απόσταση αναφοράς ελεύθερης θέσης στάθμευσης. Κατά την είσοδο ενός οχήματος στην θέση στάθμευσης η απόσταση αισθητήρα εδάφους αλλάζει, λόγω της παρεμβολής οχήματος μεταξύ των δύο σημείων (μείωση του ύψους) η νέα μέτρηση μεταφέρεται στον μικροελεγκτή ο οποίος αντιλαμβάνεται την μεταβολή άρα και την κατάληψη της θέσης από κάποιο όχημα.

Ένας διαδεδομένος αισθητήρας ULTRASONIC είναι ο HC-SR04 για τον υπολογισμό απόστασης. Η απόσταση που μπορεί να υπολογίσει είναι από 2εκ. έως 400εκ. με ακρίβεια ενός εκατοστού.

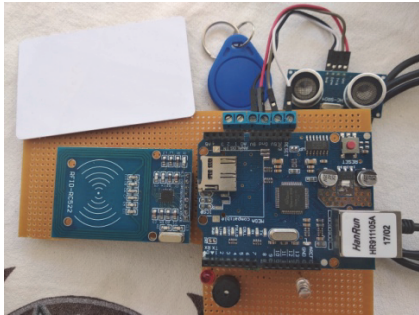
Οπότε συνοπτικά όπως θα δείτε και από τον κώδικα η δουλειά του αισθητήρα είναι να ανιχνεύει το όχημα που εισέρχεται στο πάρκινγκ να δίνει ηχητικό σήμα μέσω του βομβητή και να ενεργοποιεί φωτεινό φάρο μέσω των επαφών του ρελέ.

Όλο αυτό θα σταματήσει όταν φύγει από το κατειλημμένο πάρκινγκ το αυτοκίνητο ή εισαχθεί μία κάρτα RFID πάνω στον αναγνώστη τέτοιων καρτών με ειδική αναγραφή εντός της κάρτας του AMEA την λέξη «AMEA» και του αριθμού της πινακίδας του αυτοκινήτου του. Έτσι έρχεται απαραίτητη η χρήση του αναγνώστη καρτών MFRC522. Η σύνδεση του με τον μικροελεγκτή γίνεται στις ακίδες 8 9 11 12 13 διότι χρησιμοποιεί τον δίαυλο SPI και απαιτεί τροφοδοσία 3.3 βολτ. Αν ο ελεγκτής δεν διαβάσει την λέξη AMEA μέσα στην κάρτα εννοείται ότι θα συνεχίζει να ηχεί ήχος και να ακτινοβολεί ο φάρος.

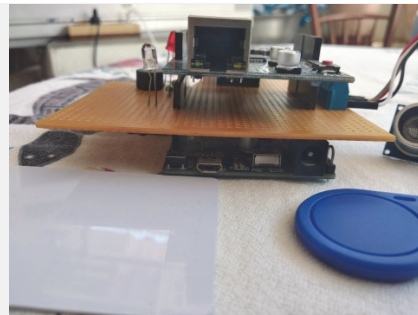
Τα led κόκκινο και πράσινο δείχνουν τοπικά την επιτυχία ή την αποτυχία ανάγνωσης μιας κάρτας με την ένδειξη AMEA. Τεχνικά να θυμίσω ότι οι χαρακτήρες συγκρίνονται σαν αριθμοί σε επίπεδο κώδικα ascii.

Λεπτομερείς αναφορά για την τεχνολογία αυτή υπάρχει σε άρθρο στην ιστοσελίδα <http://users.sch.gr/kgiannaras/arduino/epikoionia-arduino-me-rfid-rc522.html>.

Όλα αυτά μπήκαν σε ένα σύστημα πολυκατοικίας το ένα πάνω στο άλλο όπως δείχνουν οι επόμενες εικόνες:



Εικόνα7. Η κατασκευή - διάταξη – σύνδεση με τους αισθητήρες



Εικόνα8. Υποδοχές διασύνδεσης με τον μικροελεγκτή

3. Αναμενόμενα Αποτελέσματα - Συμπεράσματα

Σε αυτό το άρθρο παρουσιάστηκε ο σχεδιασμός και η υλοποίηση μιας διάταξης με στόχο την επίλυση του προβλήματος της παράνομης στάθμευσης οχημάτων σε θέσεις ΑΜΕΑ, διασφαλίζοντας έτσι την απρόσκοπτη πρόσβαση των ατόμων αυτών στις κατοχυρωμένες θέσεις τους. Η διάταξη βασίζεται σε σύστημα καταγραφής και καταμέτρησης των θέσεων στάθμευσης που έχει εγκατασταθεί σε μεγάλα καταστήματα, το οποίο μετεξελίσσεται και προσαρμόζεται κατάλληλα.

Μελλοντικά, η προτεινόμενη διάταξη θα μπορούσε να επεκταθεί (μεταξύ άλλων) προς τις ακόλουθες κατευθύνσεις:

(α) Στην περίπτωση που δεν λυθεί το θέμα της παράνομης στάθμευσης σε θέσεις ΑΜΕΑ με τα ηλεκτρονικά μέσα ήχου και φωτισμού, με τον φάρο και τις ταυτοποιημένες κάρτες, θα υπάρχει η δυνατότητα εισάγουμε την κάρτα δικτύου πάνω στον ελεγκτή ο οποίος θα καταγράφει την ημερομηνία και την ώρα της κατάληψης της θέσης του πάρκινγκ, θα ενημερώνει μία database mysql και θα προκύπτει ανθρώπινη επέμβαση για επίλυση του προβλήματος.

(β) Τελικός στόχος και πιο φιλικός για τον χρήστη ΑΜΕΑ θα είναι να εκμεταλλευτούμε τις νέες τεχνολογίες της Google. Συγκεκριμένα, με την χρήση των Google maps θα μπορεί ο χρήστης ΑΜΕΑ με το κινητό του να γνωρίζει ποιες θέσεις και που υπάρχουν ελεύθερες για να τις προσεγγίζει με σιγουριά ότι θα είναι ελεύθερες για εκείνον.

Αναφορές

Aalsalem, M.Y., Khan, W.Z., &Dhabbah, K.M. (2015). An automated *vehicle parking monitoring and management system using ANPR cameras*. *2015 17th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT)*, 706-710.

Al-Turjman, F., & Malekloo, A. (2019). Smart parking in IoT-enabled cities: A survey. *Sustainable Cities and Society*, *49*, 101608.

Aniket Gupta, A. et. al. (2017). Smart Car Parking Management System Using IoT, *American Journal of Science, Engineering and Technology*. Vol. 2, No. 4, 2017, pp. 112-119. doi: 10.11648/j.ajset.20170204.13.

Bibri, S.(2017), The IoT for smart sustainable cities of the future: An analytical framework for sensor-based big data applications for environmental sustainability., *Sustainable Cities and Society*. V.38, April 2018, pp. 230-253

Cassin, E., et. al., (2018) Internet of Things (IoT) based Smart Parking Reservation System using Raspberry-pi. *International Journal of Applied Engineering Research*. V.13, N. 8 .pp. 5759-5765

Chatterjee, A., et. al., (2003). Parking system with centralized reservation, payment and enforcement. Canada. *International Classification: G06F017/60*.

Chowdhury, I. H., Abida, A., & Muaz, M. M. (2018). Automated vehicle parking system and unauthorized parking detector. *2018 20th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT)*.

Dey, S. S. et.al., (2017). Hunt for Perfect Detection of Parking Occupancy: Evaluation of On-Street Technology and Its Ability to Address Urban Challenges. *Transportation Research Record*, 2645(1), 12–23.

Dwiputra, A. E.,et. al., (2018). IoT-Based Car's Parking Monitoring System. *MATEC Web of Conferences*, *164*, 01002.

Elaouad, S., et. al., (2015). Car parking management system using AMR-sensor technology. *2015 International Conference on Electrical and Information Technologies (ICEIT)*.

Ferreras et al. (2015)., SIMON: Integration of mobility and parking solutions for people with disabilities., *in Studies in health technology and informatics* pp.332-336.

Gining, R. et.al., (2018). Design and Development of Disabled Parking System for Smart City. *Journal of Physics: Conference Series*, *1019*, 012016.

- Grodi, R., Rawat, D. B., & Rios-Gutierrez, F. (2016). Smart parking: Parking occupancy monitoring and visualization system for smart cities. South east Con 2016. pp.1-5
- Harishraghav. R. S., & Naga, G.Sri., (2014) Advanced Embedded Automatic Car Parking System in *The International Journal Of Engineering And Science (IJES)* V. 3, I. 8 :84-92.
- Hilmani, A., Maizate, A., & Hassouni, L. (2018). Designing and Managing a Smart Parking System Using Wireless Sensor Networks. *Journal of Sensor and Actuator Networks*, 7(2), 24.
- Kaur, R., & Singh, B. (2013). Design and Implementation of Car Parking System on FPGA. ArXiv, abs/1307.3051.
- Kohei A. (2013). Cheap and Effective System for Parking Avoidance of the Car Without Permission at Disabled Parking Permit Spaces. *International Journal of Advanced Research in Artificial Intelligence*, V. 2, N.10.
- Lambrinos, L., & Dosis, A. (2013). DisAssist: An internet of things and mobile communications platform for disabled parking space management. *2013 IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM)*, 2810-2815.
- Mekala, S. et. al. (2016). Automatic Vehicle Parking Indicator and Traffic Violation Detection System in Middle-East. *Journal of Scientific Research 24 Techniques and Algorithms in Emerging Technologies*: 369-372. IDOSI Publications.
- Nawaz, S., Efstratiou, C., & Mascolo, C. (2013). ParkSense: A smartphone based sensing system for on-street parking. MobiCom. *Proceedings of the 19th annual international conference on Mobile computing & networking* :75-86.
- Pallavi M., et. al., (2015). "Android based Smart Parking System" *International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering*, Vol. 3, Issue 5.
- Ponsard C. et al. (2016) A Mobile Travel Companion Based on Open Accessibility Data. In: Miesenberger K., Bühler C., Penaz P. (eds) Computers Helping People with Special Needs. ICCHP 2016. *Lecture Notes in Computer Science*, vol 9759. Pp 245-252. Springer, Cham.
- Rahayu, Y., & Mustapa, F. N. (2013). A Secure Parking Reservation System Using GSM Technology. *International Journal of Computer and Communication Engineering*, 518–520.

- Rane, S., Dubey, A., &Parida, T. (2017). Design of IoT based intelligent parking system using image processing algorithms. 2017 *International Conference on Computing Methodologies and Communication (ICCMC)*. Erode, 2017, pp. 1049-1053
- Singh, H., et. al., (2017). Automated Parking System with Bluetooth Access. *International Journal of Engineering and Computer Science*, 3(05).
- Srikanth, S., et. al., (2009). Design and Implementation of a Prototype Smart PARKing (SPARK) System Using Wireless Sensor Networks. 2009 *International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops*.
- Yang, J., Portilla, J., &Riesgo, T. (2012). Smart parking service based on Wireless Sensor Networks. *IECON 2012 - 38th Annual Conference on IEEE Industrial Electronics Society*, 6029-6034.
- Yousaf, K.,Durairajah & Gobee S.(2016]. SMART PARKING SYSTEM USING VISION SYSTEM FOR DISABLE DRIVERS (OKU)., *ARPJN Journal of Engineering and Applied Sciences.*, v. 11, n. 5 pp. 3362-3365 ISSN 1819-6608
- Zhang, Z., Li, X., Yuan, H., & Yu, F. (2013). A Street Parking System Using Wireless Sensor Networks. *International Journal of Distributed Sensor Networks*.
- Zheng, D., Zhang, X., Shu, Y., Fang, C., Cheng, P., Chen, J. (2015). iParking: An intelligent parking system for large parking lots. *2015 IEEE Conference on Computer Communications Workshops (INFOCOM WKSHPs)*.
- Zhu, H., & Yu, F. (2015). A Vehicle Parking Detection Method Based on Correlation of Magnetic Signals. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 11(7), 361242.

Abstract

A common problem concerning urban parking lots is the occupation of lots exclusively reserved for people with disabilities by cars whose drivers do not belong to this group of people. This paper presents the design and implementation of a device aimed at solving the problem of illegally parked vehicles, thus ensuring that people with disabilities have unhindered access to their registered positions. The device is based on a system of recording and measuring parking lots installed in large shops, which is properly parameterized and adapted. The identification of drivers with disabilities is carried out using an RFID system.

Keywords: Parking surveillance, RFID parking access, remote notification, remote alarm.