



Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
ΔΠΜΣ στα Πληροφοριακά Συστήματα
Μάθημα: Δίκτυα Υπολογιστών
Καθηγητής Οικονομίδης Αναστάσιος
<http://conta.uom.gr>

**Πραγματικές περιπτώσεις δικτύων αισθητήρων για έξυπνα μεταφορικά
συστήματα (Αεροπλάνα, Αεροδρόμια)**

**Real cases of Sensor Networks for Intelligent
Transportation Systems (Airplanes, Airports).**

Αναστασιάδου Κατερίνα (mis 15046)

Γιαπουντζή Ελένη (mis15047)

Ιωάννου Ελισάβετ(mis15059)

Θεσσαλονίκη, 2016

Περίληψη

Είναι γεγονός ότι τα μεταφορικά μέσα έχουν διευκολύνει πολύ την καθημερινή ζωή των ανθρώπων και χωρίς αυτά η μετακίνηση τους θα ήταν πολύ δύσκολη. Οι άνθρωποι δεν θα μπορούσαν να πάνε εύκολα στην εργασία τους. Σε περιπτώσεις όπως τον ρουχισμό, τα τρόφιμα, τα φάρμακα όλα ταξιδεύουν από έναν προορισμό σε κάποιον άλλο με αποτέλεσμα να συμπεραίνουμε ότι χωρίς τα μεταφορικά μέσα θα είχαμε σοβαρές ελλείψεις από τέτοια βασικά είδη και όχι μόνο. Τα αεροδρόμια είναι ένα εξαιρετικά σημαντικό στοιχείο του μεταφορικού δικτύου μιας χώρας καθώς επίσης και της οικονομίας της, όπως επίσης έχουν καθοριστικό ρόλο σε ότι αφορά τα ταξιδιωτικά πλάνα του κόσμου. Ανεξαρτήτως προορισμού ένα ταξίδι ξεκινά και τελειώνει στο αεροδρόμιο, γι αυτό ακριβώς και θεωρείται ένα μοναδικό περιβάλλον το οποίο χαρακτηρίζεται και από μοναδικούς κινδύνους. Οι ταξιδιώτες περιμένουν μια υψηλού επιπέδου ασφάλεια ενώ η γενική μέριμνα είναι ότι οποιοσδήποτε κίνδυνος ή απειλή μέσω τρομοκρατίας λάβει χώρα σε ένα αεροδρόμιο, συνεπάγεται άμεσα μια απειλή και έναν κίνδυνο για την ίδια τη χώρα. Επομένως η εποπτεία και η παρακολούθηση αποτελούν προτεραιότητες, και απαιτούν συνεχής προσπάθειες βελτίωσης.

Με τον όρο Intelligent Transport Systems (ITS) εννοούμε τα διαφορετικά είδη τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται στα δίκτυα των μεταφορών και στόχο έχουν την επικοινωνία των συστημάτων με τα διαφορετικά οχήματα. Για παράδειγμα, μετά από ένα ατύχημα η κίνηση ρυθμίζεται με αισθητήρες που λειτουργούν γρήγορα και χωρίς να υπάρχουν καθυστερήσεις.

Σε αυτή την εργασία, παρουσιάζονται και αναλύονται περιπτώσεις χρήσης έξυπνων δικτύων, συγκεκριμένα σε αεροπλάνα και αεροδρόμια. Αναφέρονται οι τρόποι χρήσης τους καθώς και τα θετικά αποτελέσματα που μας δίνει η εφαρμογή τους σε αυτά.

Τέλος, καταγράφονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την χρήση των έξυπνων δικτύων καθώς και οι μελλοντικοί στόχοι.

Abstract

It is a fact that means of transport have greatly facilitated people's daily life and without their existence their transport would be very difficult. People could not easily go to work. In cases such as clothing, food, medicines, all traveling from one destination to another. As a result we conclude that without means of transport we would have serious shortages of such basic items and more. Airports represent an extremely important and critical component in the transportation network of a country and its economy. They also have a very important role in people's travelling plans. Regardless of the destination they want to travel, the voyage starts and ends in an airport. Travellers expect a high-level airport security, while the general awareness is that any threat or risk through acts of terrorism taking place in an airport represents a threat or a risk to the country where the airport is

located. As such, monitoring and supervising such objectives represents a priority, requiring continuous efforts for new or improved solutions

Intelligent Transport System (ITS) means : the different kinds of technologies used in transport and their aim is to communicate with different vehicle systems. For example, after an accident the traffic is regulated by sensors that operate quickly and without delays.

In this study, use cases of smart networks are represented and analyzed, particularly in airplanes and airports. There is a description of how they are used and the positive results that their application give us.

Finally, the conclusions arising from the smart networks and the future objectives are recorded.

Παρουσίαση θέματος/προβλήματος

Τα WSN (wireless sensor networks) όσον αφορά τις μεταφορές των ανθρώπων βρίσκονται στο επίκεντρο της οικονομίας και της κοινωνίας. Τα δίκτυα του μέλλοντος θα είναι αποτελεσματικά, πλήρως ολοκληρωμένα και αποδοτικά.

Η δυναμική διαχείριση της κυκλοφορίας(DTM), είναι μια ευρεία έννοια, που συνήθως περιλαμβάνει την αξιοποίηση των πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο για τον έλεγχο των ροών της κυκλοφορίας.

Ήδη με την ραγδαία ανάπτυξη τις τεχνολογίας, τα WSN έχουν προσφέρει μεγάλη βοήθεια, όσον αφορά τον τομέα της εναέριας κυκλοφορίας. Μπορούν πιο εύκολα να προβλεφθούν οι κίνδυνοι σε ένα αεροδρόμιο όσον αφορά την ασφάλεια του, όπως η ανίχνευση φωτιάς σε ένα αεροδιάδρομο του, οποιαδήποτε ύποπτη κίνηση στο χώρο του αεροδρομίου ή οποιαδήποτε διάβρωση στους αεροδιαδρόμους.

Παρολα αυτά, πολλές εφαρμογές WSN είναι ακόμα στο στάδιο μελέτης και σκέψης υλοποίησης τους. Οι ειδικοί ερευνούν πως μπορούν τα WSN να φανούν ακόμα πιο χρήσιμα στην εναέρια μεταφορά και να προσφέρουν μεγαλύτερη ασφάλεια και λειτουργικότητα στα αεροδρόμια και τα αεροπλάνα.

Στην εργασία αυτή, θα παρουσιαστούν αληθινές περιπτώσεις των WSN σε αεροδρόμια και θα αναφερθούν οι προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι ειδικοί όσως αφορά την εφαρμογή τους σε αυτά.

Περιπτώσεις χρήσης των WSN σε αεροπλάνα και αεροδρόμια

Εναέρια Μεταφορά

Ευρωπαϊκή διαχείριση της εναέριας κυκλοφορίας

Τα τελευταία χρόνια λόγω της αύξησης της εναέριας κυκλοφορίας, δημιουργείται η ανάγκη για μια πιο αποδοτική χρήση της ήδη υπάρχουσας χωριτικότητας στα μεταφορικά αεροπορικά συστήματα. Αυτό το γεγονός, αποτελεί ένα πολύ σημαντικό στόχο για το προγραμματισμένο Ευρωπαϊκό μεταφορικό αεροπορικό σύστημα.

Η ανάπτυξη του Ευρωπαϊκού μεταφορικού αεροπορικού συστήματος απαιτεί αυτήν την εποχή, μια ισχυρή επικυρωμένη διαδικασία και αυτό ήταν και το επίκεντρο της ουσιαστικής έρευνας.

Επιχειρησιακή έννοια της ευρωπαϊκής διαχείρισης αεροπορικού μεταφορικού συστήματος

Μια επιχειρησιακή ιδέα έχει επινοηθεί για το ευρωπαϊκό μεταφορικό σύστημα που είναι εφικτό μεσοπρόθεσμα (μεταξύ 2005 και 2010). Το πόσο μπορεί να πραγματοποιηθεί η ιδέα αυτή, έχει επιβεβαιωθεί σε τεχνικές, επιχειρησιακές και οικονομικές εκτιμήσεις. Κρίσιμες λειτουργίες και επιχειρησιακές υπηρεσίες εντοπίστηκαν στις περιοχές του σχεδιασμού πτήσης, στην αλληλουχία της τερματικής περιοχής, λειτουργίες διαχείρισης και ελέγχου στα αεροδρόμια και από πύλη σε πύλη διαχείρισης πτήσης του αεροσκάφους.

Επικύρωση ευρωπαϊκής διαχείρισης αεροπορικού μεταφορικού συστήματος και μεθοδολογίες.

Μια πλατφόρμα επικύρωσης για την διαχείριση αεροπορικού μεταφορικού συστήματος έχει αναπτυχθεί και έγινε η παρουσιάσή της στην κοινότητα της αεροπορίας. Η πλατφόρμα αυτή θα χρησιμοποιηθεί για την επικύρωση των υποψήφιων σχεδίων και λειτουργιών του αεροπορικού μεταφορικού συστήματος. Επίσης, θα χρησιμοποιηθεί και οι πιο πλέον υποσχόμενες τεχνολογίες για την επικοινωνία πλοήγησης και εποπτείας. Ακόμα, έχουν γίνει προτάσεις για δράσεις που θα αυξήσουν την συνεργασία μέσω των σχετικών έργων επικύρωσης.

Διαχείριση εναέριας κυκλοφορίας

Με την αύξηση της κυκλοφορίας στα αεροδρόμια σε συνδυασμό με τους περιορισμούς στην κατασκευή καινούριων αεροδρομίων και αεροδιαδρόμων, γίνεται όλο και περισσότερο αναγκαία η πιο αποδοτική χρήση των ήδη υφιστάμενων υποδομών εδάφους. Τα σχέδια για το προηγμένο κίνημα καθοδήγησης επιφάνειας και το σύστημα ελέγχου (A-SMGCS), αναπτύχθηκαν για να ενεργοποιήσουν την ολοκληρωμένη διαχείριση των κινήσεων εδάφους του αεροδρομίου.

Δοκιμές για την καθοδήγηση και τον έλεγχο της μετακίνησης στο χώρο του αεροδρομίου(A-SMGCS)

Μια επίδειξη μεγάλης κλίμακας έγινε στο αεροδρόμιο Κολωνίας-Βόννης. Με βάση αυτή την επίδειξη έχουν προβλεφθεί βασικές γραμμές που κατευθύνουν μελλοντικά σχέδια, όταν γίνει το βήμα από επιδείξεις σε πρωτότυπα συστήματα. Ο προγραμματισμός των πτήσεων επισημάνθηκε ως ένα συγκεκριμένο θέμα για τον από πύλη σε πύλη συντονισμό της εναέριας κυκλοφορίας. Θα απαιτείται εκπαίδευση που θα βοηθάει στην εισαγωγή του A-SMGCS.

Επικύρωση και καθοδήγηση της μετακίνησης στο χώρο του αεροδρομίου

Σε έρευνα με στόχο την έγκαιρη εφαρμογή της έννοιας A-SMGCS γίνονται δοκιμές για την αξιολόγηση συγκεκριμένων λειτουργιών A-SMGCS, την ασφάλειά τους και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Αυτές οι δοκιμές θα πραγματοποιηθούν σε δύο μεσαίου μεγέθους αεροδρόμια. Τα αποτελέσματα που θα προκύψουν θα παραδοθούν σε ομάδες τυποποίησης.

Η χρήση των WSN για την αύξηση της ασφάλειας των αερολιμένων

Η λειτουργική ασφάλεια χρειάζεται απαραίτητως να παρακολουθείται και να βελτιώνεται. Έτσι, για τις λειτουργίες αυτές είναι απαραίτητο να χρησιμοποιείται ένα σύστημα ή μια τεχνολογία του θα παρέχει την καλύτερη σχέση τιμής / απόδοσης και θα επιτύχει λογικές παραμέτρους σε κάθε μία από αυτές τις κατηγορίες. Δεδομένου ότι η προσπάθεια για την αύξηση της ασφάλειας είναι συνεχής και επαναλαμβανόμενη, είναι σκόπιμο να υπάρχει ένα διαρκές σύστημα παρακολούθησης. Αυτός είναι ένας από τους κύριους λόγους όπου η χρήση δικτύων αισθητήρων φαίνεται να είναι μια πιθανή λύση.

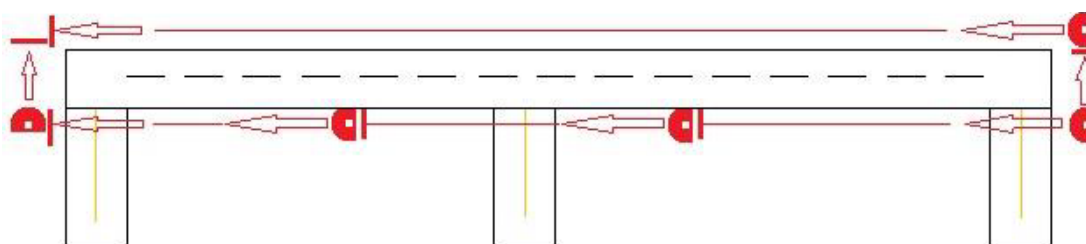
Διεργασίες για την ασφάλεια στα αεροδρόμια

Όλες οι διεργασίες που πραγματοποιούνται στο αεροδρόμιο πρέπει να είναι ασφαλής, αλλά δεν είναι δυνατόν να παρακολουθούνται όλες με τη χρήση δικτύων αισθητήρων. Κάποιες από αυτές τις διαδικασίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν δίκτυα αισθητήρων είναι: στην παραβίαση περιοχής σε διαδρόμο, στην παροχή μιας προστατευτικής περιοχής γύρω από το stand, ανατροφοδότηση καυσίμων, στην ανίχνευση πυρός, στη ρυμούλκηση του αεροσκάφους, στη συγκέντρωση στοιχείων για καταστάσεις έκτακτης ανάγκης.

Εφαρμογές των WSN για την εξασφάλιση της ασφάλειας των διαδικασιών στο αεροδρόμιο.

Εφαρμογή στην παραβίαση περιοχής σε διάδρομο

Η παραβίαση της περιοχής του αεροδιαδρόμου από ένα αεροσκάφος, ένα όχημα ή ένα πρόσωπο που του απαγορεύεται να έχει πρόσβαση, κατά τη διάρκεια που διεξάγεται η εναέρια κυκλοφορία, είναι πολύ επικίνδυνη. Η εξασφάλιση όμως τέτοιων πληροφοριών, σχετικών με τέτοιες παραβιάσεις είναι πολύ απλή λόγω των δικτύων αισθητήρων και ακτίνων λέιζερ. Αν και οι ακτίνες λέιζερ δεν μπορούν να θεωρηθούν αντιπροσωπευτικές στα δίκτυα αισθητήρων, επειδή η κατανάλωση ενέργειάς τους είναι υψηλή, τίποτα δεν μπορεί να ξεπεράσει την συμβολή τους στην απλότητα.



Πίνακας 1. Διασφάλιση παραβίασης του διαδρόμου από δίκτυα αισθητήρων

Στο σχεδιασμό αυτού του συστήματος είναι απαραίτητο να καθοριστεί ποια λειτουργία πρέπει να εξασφαλίσει, αν είναι μόνο για πληροφορίες ότι "κάτι συμβαίνει" ή αν θα πρέπει να εντοπίσουν τον εισβολέα. Αυτό συνεπάγεται των απαιτούμενο αριθμό των αισθητήρων. Στο παραπάνω σχήμα απεικονίζεται η αρχή με πέντε πηγές και δέκτες, η οποία είναι σε θέση να προσδιορίσει "θέση" του εισβολέα.

Για χρήση σε μικρά αεροδρόμια, θα μπορούσε να είναι το πρώτο βήμα για να βελτιωθεί η ασφάλεια, να υπάρχουν κάποιες πληροφορίες όταν παραβιάζεται μια

περιοχή, βρίσκοντας την θέση κοιτώντας απλά από το παράθυρο. Σε αυτή την περίπτωση, μόνο ένας αισθητήρας και ένας δέκτης πρέπει να χρησιμοποιηθούν μαζί με τρία κάτοπτρα.

Πυρανίχνευση



Πίνακας 2. Αισθητήρας CO a CO₂

Ένας άλλος τομέας χρήσης δικτύων αισθητήρων στα αεροδρόμια είναι αυτός της πυρανίχνευσης. Αυτό μπορεί να είναι είτε σε υπόστεγα ή εξωτερικούς χώρους, με το γεγονός ότι σε ανοιχτό χώρο είναι απαραίτητο να έχει έναν αισθητήρα πιο κοντά στην πηγή της φωτιάς ή χημικά για να ξεπεραστεί το κατώφλι ορίου του αισθητήρα, για να πάρει απάντηση.

Η χρήση των δικτύων αισθητήρων για την ανίχνευση πυρκαγιάς ή μόνο οι αυξημένες συγκεντρώσεις CO, CO₂ και NO_x μπορούν να αντικαταστήσουν συμβατικούς ανιχνευτές πυρκαγιάς, αλλά η σύγκριση των τιμών δεν ευνοεί ένα δίκτυο αισθητήρων. Μια καλύτερη θέση θα ήταν να εκτελέσει ένα πολύπλοκο σύστημα ασφάλειας για την κατασκευή υποστέγου, όπου θα ήταν πολύ χρήσιμο για την εξασφάλιση της επικοινωνίας μεταξύ πολλαπλών αισθητήρων.

Παρόμοια με την ανίχνευση πυρκαγιάς, μπορεί να είναι η χρήση αισθητήρων για την ανίχνευση διαρροής αεροπορικών καυσίμων. Οι αισθητήρες ανιχνεύοντας τους καπνούς από τα καύσιμα που έχουν ως βάση τους το πετρέλαιο, θα μπορούσαν να λειτουργήσουν ως ένα προγνωστικό σύστημα πυρανίχνευσης. Αυτή η μέθοδος θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τον ανεφοδιασμό αεροσκαφών ώστε να μειωθεί ο κίνδυνος διαρροής καυσίμων.

Ρυμούλκηση του αεροσκάφους και docking system απομακρυσμένης βάσης

Ένας άλλος τρόπος για να γίνει χρήση των δικτύων αισθητήρων για να βελτιωθούν οι λειτουργίες ασφάλειας του αεροδρομίου, είναι να παρακολουθούνται οι δραστηριότητες που αφορούν την κίνηση των αεροσκαφών, δηλαδή κατά τη διάρκεια της ρυμούλκησης και σταματώντας σε απομακρυσμένες τοποθεσίες χωρίς σύστημα σύνδεσης.

Κάθε χρόνο σε κάθε μεγάλο αεροδρόμιο υπάρχουν αρκετές περιπτώσεις ρυμούλκησης όπου εσφαλμένα κινήθηκε ένα αεροσκάφος, με αποτέλεσμα να υπάρξει ζημιά σε αυτό. Αυτά τα γεγονότα συμβαίνουν παρά την συνεχή βελτίωση των κανονισμών και της κατάρτισης του προσωπικού. Έτσι η τελευταία επιλογή για να υπάρξει βελτίωση είναι μέσω της τεχνολογίας.

Κατά τη διάρκεια της ρυμούλκησης, το Blackbox θα μπορούσε να συνδεθεί με τα εκτεθειμένα μέρη, τα οποία θα ανιχνεύουν την είσοδο των εμποδίων στο πεδίο των αισθητήρων του. Το blackbox θα περιλαμβάνει πίνακα αισθητήρων με αισθητήρα εμποδίων και όταν το εμπόδιο θα καταγράφεται, θα στείλει ένα μήνυμα για την επικείμενο κίνδυνο στην κεντρική μονάδα που βρίσκεται στο ρυμουλκό αυτοκίνητο.

Εποπτεία και έλεγχος του περιμετρικού χώρου του αεροδρομίου

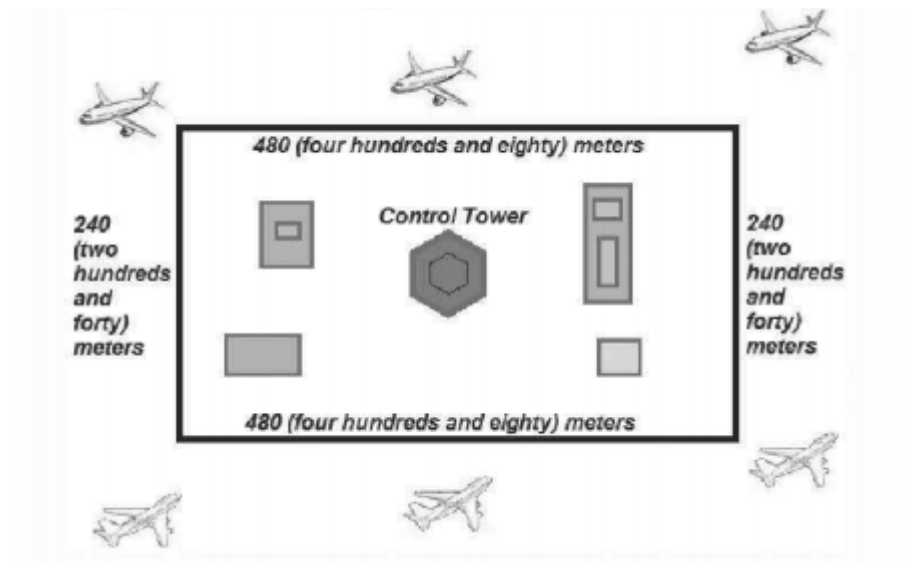
Παρακάτω γίνεται λόγος για μια ολοκληρωμένη λύση προκειμένου να χρησιμοποιηθεί από τον πύργο ελέγχου του αεροδρομίου για την εποπτεία και παρακολούθηση της περιμέτρου του. Αυτό το σύστημα είναι βασισμένο σε CCTV (Closed Circuit Television) IP (Internet Protocol) κάμερες, δίκτυα επικοινωνίας και server and client video applications σε εικονικό περιβάλλον.

Στόχος είναι η βελτίωση των υφιστάμενων λύσεων για την ασφάλεια και την επιτήρηση στα αεροδρόμια. Χρησιμοποιώντας αυτό το εικονικό περιβάλλον για το hosting του server και client application, η σχεδιασμένη αυτή πρόταση επιτρέπει στο χρήστη να μην είναι εξαρτώμενος από τη χρήση hardware, χρησιμοποιώντας τις "of the shelves" hardware platforms, οι οποίες δεν είναι τόσο ακριβές πλατφόρμες οπτικοποίησης.

Η μεθοδολογία που χρησιμοποιείται, η οποία αναφέρεται σε μια λύση/πρόταση συνεχούς ελέγχου και επιτήρησης του χώρου του αεροδρομίου (όλου του περιφραγμένου χώρου του αεροδρομίου και ότι εσωκλείεται σε αυτόν) ενώ δημιουργεί κρίσιμα δεδομένα, όπως: προγνωστικούς συναγερμούς με βάση την ανάλυση δεδομένων, συναγερμούς με βάση στην ανάλυση περιεγχομένου βίντεο, αναφορές, ολοκλήρωση με άλλα συστήματα όπως: σύστημα ελέγχου πρόσβασης, συστήματα εντοπισμού εισβολής, συστήματα ανίχνευσης πυρός κλπ μέσω standards ανοιχτών συστημάτων.

Τα κύρια στοιχεία του ελέγχου και της επιτήρησης είναι τα παρακάτω: CCTV κάμερες, συστήματα επικοινωνίας, εξοπλισμός δωματίου με κεντρικό έλεγχο, Virtualization Hardware Platform, Database server application, Video Storage server application, Video Analyser server application, Enterprise and Predictive server application και CCTV system Client Station application. Όλα αυτά τα στοιχεία εισήχθησαν στο σύστημα ακολουθώντας την αξιολόγηση των τεχνικών χαρακτηριστικών. Σε αυτό το σημείο, οι αποστάσεις και τα τεχνικά χαρακτηριστικά έχουν υπολογιστεί σύμφωνα με τις λειτουργικές ανάγκες.

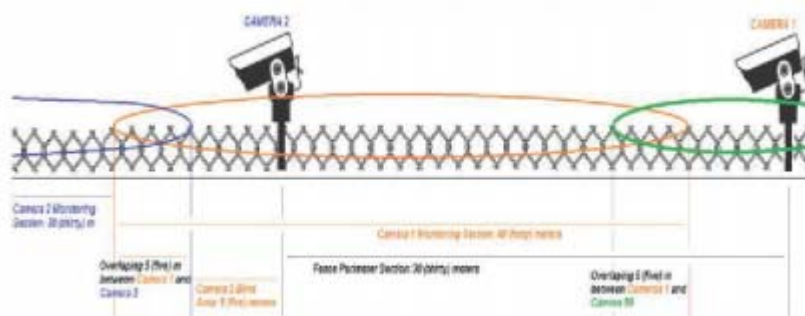
Στη συνέχεια δίνεται ένα παράδειγμα εφαρμογής των παραπάνω συστημάτων σε ένα αεροδρόμιο, αναλύοντας τη χρήση των CCTV Video Cameras ώστε να αποφευχθεί η καταπάτηση και να εντοπιστεί η οποιαδήποτε εισχώρηση. Κατόπιν αναλύεται η χρήση του επικοινωνιακού συστήματος και της οπτικοποιημένης Hardware πλατφόρμας. Έπειτα, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα.



Η περίμετρος υπολογίζεται στα 1440μέτρα όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα.

A. CCTV Video Cameras

Προκειμένου να αποφευχθεί οποιαδήποτε εισβολή ή καταπάτηση, έχουν τοποθετηθεί 48 network κάμερες κατά μήκος όλης της περιμέτρου, μία κάθε 30μέτρα. Κάθε κάμερα θα πρέπει να επιλεγεί και να τοποθετηθεί με τέτοιο τρόπο, τουλάχιστον ανά 40 μέτρα έτσι ώστε να μπορεί να ελεγχθεί ευκολότερα η περίμετρος, και με επιπλέον 10 μέτρα τα οποία αντιπροσωπεύουν τη «τυφλή περιοχή» μπροστά στη κάμερα(περίπου 5 μέτρα) .Αυτό το overlap των επιπρόσθετων 5 μέτρων γίνεται ώστε να αυξηθεί η πιθανότητα ανίχνευσης οποιασδήποτε εισβολής, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Επιπρόσθετα τοποθετούνται επιπλέον 5 κάμερες με ενισχυμένο zoom ως κάτοπι: 4 κάμερες στις γωνίες και μία στη κορυφή του πύργου ελέγχου. Αυτές οι κάμερες έχουν δυνατότητα περιστροφής κατά 360μοίρες καθώς επίσης και τη δυνατότητα image-capturing.

B. Σύστημα επικοινωνίας

Το σύστημα επικοινωνίας, συνδέει τις κάμερες με το ζεύγος πυρήνα ενός Ethernet switch (Gigabit 101100/1000) που βρίσκεται στο κεντρικό πύργο ελέγχου, το οποίο βασίζεται σε καλώδιο οπτικών ινών multimode ή single mode, ανάλογα με το δίκτυο. Κάθε IP της κάθε κάμερας θα πρέπει να είναι φυσικά συνδεδεμένη σε ένα κουτί σύνδεσης τομέα, μέσω ενός σύνθετου καλωδίου που επιτρέπει τη σύνδεση TCP/IP της κάμερας με το μετατροπέα και με την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος.

C. Virtualization Hardware Platform

Η καρδιά του οπτικοποιημένου CCTV συστήματος είναι οι οπτικές μηχανές (VM) όπου είναι στην ουσία αποθετήρια software όπου προβλέπονται με το λειτουργικό σύστημα και την εφαρμογή. Λόγω του ότι κάθε VM είναι ξεχωριστή και ανεξάρτητη μπορούν ταυτόχρονα να λειτουργούν σε μια single hardware πλατφόρμα.

Smart airport pavement instrumentation αεροδρομίου και υγιείς παρακολούθηση (Health Monitoring)



Εικόνα 3. Έκρηξη διαδρόμου στο αεροδρόμιο Ankeny

Οι αεροδιάδρομοι είναι κατασκευασμένοι και σχεδιασμένοι ώστε να μπορούν να ανταποκριθούν στο τεράστιο βάρος των αεροσκαφών, και της περιβαλλοντικής συνθήκης και τις κλιματικές συνθήκες, όπως π.χ. οι αλλαγές θερμοκρασίας και η υγρασία.

Συνήθεις διαβρώσεις των αεροδιαδρόμων, είναι τα «blowups» (εικόνα 3) τα οποία είναι διαβρώσεις του οδοστρώματος, λόγω της μεγάλης πίεσης που δέχονται σε συνδιασμό με τις αλλαγές θερμοκρασίας και την υγρασία. Είναι πολύ επικίνδυνα για τα αεροσκάφη και τη σωστή λειτουργία τους και χρήζουν άμεσης προσοχής και αντιμετώπισης.

Health Monitoring (Needs)

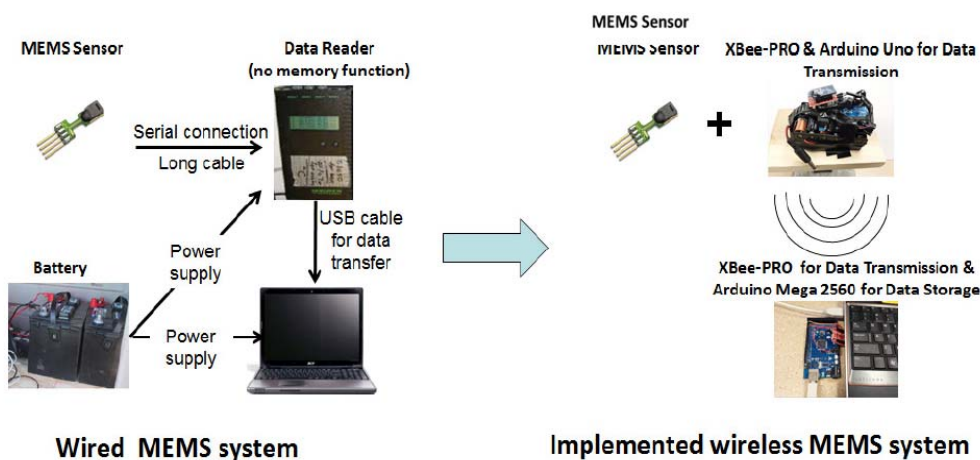
Οι διαβρώσεις των οδοστρωμάτων αποτελούν μία από τις μεγαλύτερες ανησυχίες στην ασφάλεια των λειτουργιών του αεροδρομίου. Απαιτείται επίσης έλεγχος ολισθιρότητας (τριβής), FOD στην επιφάνεια του οδοστρώματος και διήθηση του νερού στην υποδομή του. Το health monitoring των οδοστρωμάτων είναι μια πολεσματική λύση για να αποφευχθούν τα ατυχήματα και οι ζημιές που προκαλούνται από τη χαμηλή ποιότητα και αποτελεσματικότητα του FOD. Το pavement health monitoring αποτελεί στην ουσία προέκταση του structural health monitoring.

How to conduct health monitoring of airport pavement systems

Απαιτεί smart-sensing τεχνολογίες και μακροπρόθεσμη παρακολούθηση με ενσωματωμένο σένσορα διεπαφής με προηγμένο αύρηματο σένσορα, το οποίο είναι μια cost-effective λύση.

Παρακάτω θα τα δούμε αναλυτικότερα:

A) MEMS/NEMS sensors (micro-electromechanical systems/nano- electromechanical systems)



Πίνακας 4. Σύγκριση μεταξύ Wired MEMS και Wireless MEMS συστημάτων αισθητήρων υγρασίας

Αποτελούν μια αναδυόμενη λύση στο health monitoring στη δομή του μεταφορικού συστήματος. Είναι ένα miniaturized-sensing μηχανικό στοιχείο με chip σιλικόνης και βοηθά τους μηχανικούς να αναγνωρίσουν την αλλοίωση του οδοστρώματος πριν η διάβρωση γίνει αισθητή στα αεροσκάφη.

Τα RFID(Radio-Frequency-Identification) είναι ένας MEMS-based σένσορας που χρησιμοποιεί ένα φάσμα ραδιοκυμάτων για μετάδοση ψηφιακών δεδομένων. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ενεργή ή παθητική συσκευή είτε για λήψη είτε για αποθήκευση δεδομένων.

Ένα τέτοιο σύστημα βασιζόμενο σε MEMS αναπτύσσεται στο πανεπιστήμιο της IOWA (ISU) το οποίο μπορεί να μειώσει το κόστος και το χρόνο εγκατάστασης το οποίο θα προέκυπτε από την εγκατάσταση ενός μεγάλου αριθμού παραδοσιακών single-function sensors.

B) Wireless networks

Οι wired-sensors κοστίζουν πολύ περισσότερο από ότι οι wireless-sensors για το health monitoring, λόγω μεγαλύτερου χρόνου εγκατάστασης που απαιτείται. Επίσης προκαλούνται μεγαλύτερες διαβρώσεις στις καλωδιώσεις.

Είδη ασύρματων τεχνολογιών:

Bluetooth, κινητή τηλεφωνία, wi-fi, ραδιοσυχνότητες. Έχουν διαφορετικά data-rates, range, κατανάλωση ενέργειας και κόστος. Η χρήση διαφορετικών τεχνολογιών οδηγεί σε διαφορετικά αποτελέσματα: peer-to-peer, star και two-peer τεχνολογίες.

Γ) EO sensing (Electro-optical)

Χρησιμοποιούνται σε FOD detection systems. Το EO sensing προτάθηκε ως πιθανή λύση για την ανίχνευση FOD με το να μετατρέπει την ακτίνα φωτός σε ηλεκτρονικό σήμα. Το 2009 η Statech Systems Ltd, ανέπτυξε ένα EO σύστημα το iFerret για να αξιολογήσει τις συνθήκες στο αεροδρόμιο του Σικάγο. Ένα optical video-based sensor system με υψηλής ποιότητας

image capture τοποθετήθηκε σε πύργους ώστε να μπορεί να ελέγχει συνεχόμενα μια συγκεκριμένη περιοχή. Σκανάρει την επιφάνεια του οδοστρώματος χρησιμοποιώντας τις συνθήκες φωτισμού του περιβάλλοντος.

Περίπτωση Χρήσης:

➤ Denver International Airport runway instrumentation

1990s περιελάμβανε έναν ολοκληρωμένο εξοπλισμό μετρητών, θερμοστοιχεία και time-domain ρεφλεκτομετρητές. Σε αυτή τη περίπτωση χρησιμοποιήθηκαν 460 σένσορες στους 16 αεροδιαδρόμους για να παρακολουθούν την απόκριση του οδοστρώματος στους τροχούς των αεροσκαφών και των περιβαλλοντικών μεταβολών.

Το σύστημα διαχείρισης αεροδρομίων GO

GO είναι ένα σύστημα διαχείρισης αεροδρομίων, το οποίο διαχειρίζεται τις καθημερινές λειτουργίες των αεροδρομίων.

Οι διαδικασίες που εμπίπτουν στο πεδίο εφαρμογής είναι οι εξής:

1. Πρόγραμμα και χρόνος κατανομής χρονοθυρίδων
2. Σχεδιασμός και λειτουργίες αποστολής
3. Διαχείριση του τερματικού του αεροδρομίου
4. Διαχείριση του Interface
5. Συνολική διαχείριση των υποδομών του αεροδρομίου συμπεριλαμβανομένων και των οχημάτων
6. Διαχείριση του προσωπικού
7. Διαχείριση μέσω κινητών

Το GO είναι ένα σύστημα παγκόσμιας κλάσης για την συνολική διαχείριση των αεροδρομίων ώστε:

- Να παρέχει κεντρική και ενιαία multiairport διαχείριση πληροφοριών
- Διευκολύνει την καθημερινή λειτουργία χρησιμοποιώντας μια προηγμένη διεπαφή με τον χρήστη
- Αυξάνει την διαδικασία σχεδιασμού ενώ ουσιαστικά μειώνει τον χρόνο που απαιτείται για τον σχεδιασμό
- Αναπτύσσει νέες δυνατότητες με zerodown

Το δίκτυο αισθητήρων Opensky

Automatic Dependent Surveillance Broadcast (**ADS-B**) είναι μία από τις βασικές συνιστώσες της επόμενης γενιάς όσον αφορά τα συστήματα αεροπορικών μεταφορών. Η ADS-B θα καταστεί υποχρεωτική από το 2020 για τους περισσότερους εναέριους χώρους, είναι σημαντικό το γεγονός ότι πτυχές όπως η χωρητικότητα, ασφάλεια και εφαρμογές διερευνώνται από μια ανεξάρτητη ερευνητική κοινότητα.

Ωστόσο, μεγάλης κλίμακας δεδομένα του πραγματικού κόσμου είναι προσιτά σε μερικές κλειστές βιομηχανικές και κυβερνητικές ομάδες, επειδή απαιτείται εξειδικευμένος και ακριβός εξοπλισμός. Για να επιτραπεί στους ερευνητές να διεξάγουν πραγματικές μελέτες που βασίζονται σε πραγματικά δεδομένα, αναπτύχθηκε το **Open sky** το οποίο είναι ένα δίκτυο αισθητήρων που βασίζεται σε υλικό χαμηλού κόστους που συνδέεται με το διαδίκτυο.

Το **Open sky** βασίζεται σε έναν off-the-self αισθητήρα **ADS-B** εθελοντικά σε όλη την Κεντρική Ευρώπη. Καλύπτει 720.000 Km² και είναι σε θέση να συλλάβει περισσότερο από το 30% της εμπορικής κυκλοφορίας στην Ευρώπη και επιτρέπει τους ερευνητές να αναλύσουν τα δισεκατομμύρια των **ADS-B** μηνυμάτων.

Ακόμα, λόγω της αυξανόμενης συμφόρησης στον εναέριο χώρο απαιτείται αποτελεσματικότερη διαχείριση της εναέριας κυκλοφορίας. Ένα από τα βασικά συστατικά του NextGen είναι η αυτόματη εξαρτώμενη επιτήρηση με βάση broadcast τεχνολογία **ADS-B**.

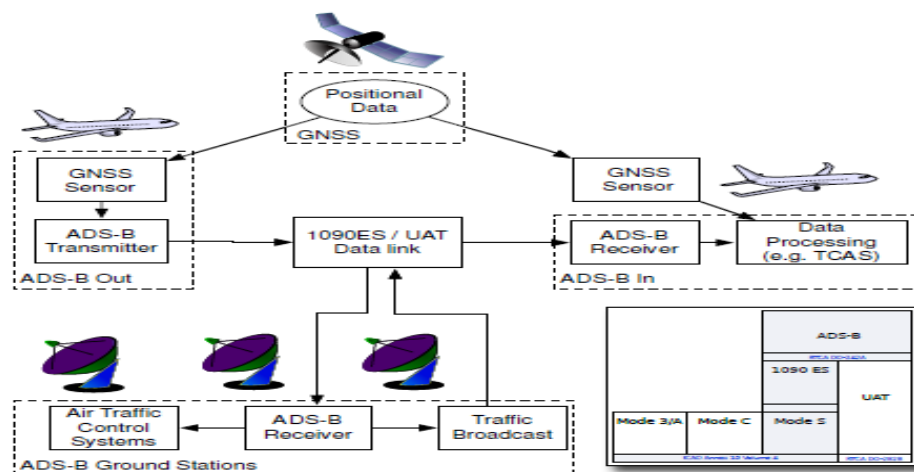
Σε αντίθεση με τα ραντάρ πρωτοβάθμιας επιτήρησης (**PSR**) και με τα ραντάρ δευτεροβάθμιας επιτήρησης (**SSR**) που μετρούν το εύρος και τη θέση του αεροσκάφους μέσω μιας κεραίας εδάφους, οι **ADS-B** τεχνολογίες επιτρέπουν τα αεροσκάφη να καθορίσουν την δική τους θέση αυτόματα χρησιμοποιώντας ένα δορυφορικό σύστημα παγκόσμιας πλοήγησης το ονομαζόμενο **GNSS** και στη συνέχεια να μεταδίδει περιοδικά πάνω από μια δορυφορική συχνότητα για επίγειους σταθμούς ή άλλα αεροσκάφη που πετούν σε κοντινές αποστάσεις.

Έτσι λοιπόν ένα από τα βασικότερα χαρακτηριστικά του **NextGen** είναι η ικανότητα να μεταδίδουν συνεχώς πληροφορίες σχετικά με το υψόμετρο, την ταχύτητα. Ραντάρ επιτήρησης **SSR** βελτιώνουν την συνολική εικόνα της εναέριας κυκλοφορίας με αποτέλεσμα να μειωθεί το κόστος επιτήρησης. Το 2010 η Ομοσπονδιακή Υπηρεσία Εναέριας Κυκλοφορίας δημοσίευσε μια εντολή με την οποία μέχρι το 2020 οι εταιρίες θα πρέπει να εγκαταστήσουν σε όλα τα αεροσκάφη τους αισθητήρες **ADS-B**.

Το **Open sky** είναι ένα δίκτυο αισθητήρων χαμηλού κόστους που συλλέγει και παρέχει πρόσβαση σε ανεπεξέργαστα δεδομένα και καταγράφει όλα τα μηνύματα που συλλέγονται από τους αισθητήρες με μεγάλη ακρίβεια σε nanosecond. Κατά τη διάρκεια δύο ετών λειτουργίας του **Open sky** μπορούμε να πούμε ότι χρησιμεύει ως εξής:

1. Στη διάγνωση σφαλμάτων: Ανιχνεύει σφάλματα στη μετάδοση κακών σημάτων μέσω του αναμεταδότη.

2. Αξιολόγηση των επιδόσεων: Παρέχει καλύτερες πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο επικοινωνίας στα 1090Mhz, έτσι ώστε να γίνεται καλύτερη παρακολούθηση του εναέριου χώρου.
3. Επικύρωση των δεδομένων: Είναι σημαντικό να επικυρωθεί η θέση του αεροσκάφους έτσι ώστε να μπορεί να οριστεί η θέση του αεροπλάνου και να μπορεί να γίνει καλύτερος χειρισμός από τους πιλότους.
4. Πολυπλευρίση: Με τον όρο αυτό εννοούμε μια πρακτική εφαρμογή που παρέχει πρόσθετες πληροφορίες που αφορούν την επίγεια θέση του αεροσκάφους ανεξάρτητα από το σύστημα εντοπισμού θέσης. Η σημερινή ανάπτυξη του **Open sky** εκτελεί ευρείας κλίμακας πολυπλευρίση όταν η πυκνότητα των αισθητήρων είναι αρκετά μεγάλη.
5. Ασφάλεια: Το υπάρχον σύστημα **ADS-B** είναι ευάλωτο σε πολλαπλούς τύπους επιθέσεων, εφαρμογή της κρυπτογραφίας θα απαιτούσε εκ νέου σχεδιασμό του συστήματος με ακριβούς αναμεταδότες. Το σύστημα **Open sky** παρέχει μεθόδους επίγεια προστασίας και μπορεί εύκολα να μεταδώσει κινδύνους.
6. Μοντελοποίηση της εναέριας κυκλοφορίας: Με τη μέθοδο αυτή, γίνεται μελέτη των συστατικών του αέρα και των πληροφοριών της κυκλοφορίας, έτσι ώστε να γίνει πραγματικός προσδιορισμός των δεδομένων για προσομοίωση.



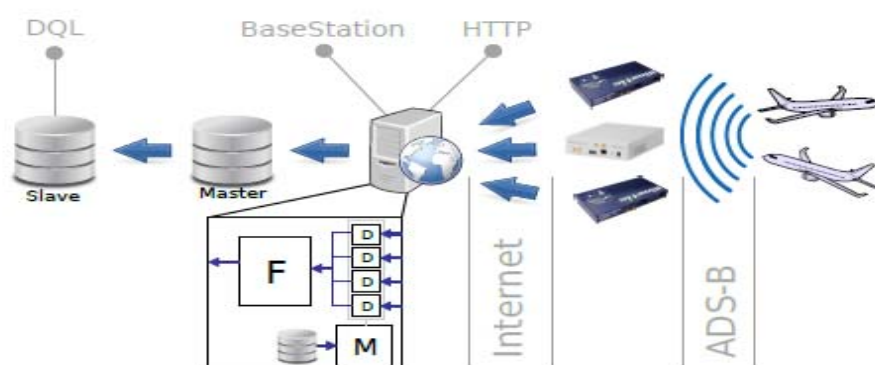
Πίνακας 5. ADS-B αρχιτεκτονική συστήματος και ιεραρχία πρωτοκόλλου

Αρχιτεκτονική του Open sky:

Οι αισθητήρες των αεροπλάνων είναι εξοπλισμένοι με μια διεπαφή **RF** και ένα **ADS-B** αποκωδικοποιητή που επιτρέπει τη λήψη μηνυμάτων **ADS-B** μεταδίδοντας ζεύξη στα 1090 Mhz. Οι αισθητήρες επίσης έχουν διασύνδεση δικτύου προσβάσιμη με το διαδίκτυο. Το κύριο πλεονέκτημα του σχεδιασμού είναι ότι οι αισθητήρες δεν είναι υπεύθυνοι για την σύνδεση με το διαδίκτυο και δεν πρέπει να υπάρχει πρόβλημα σε περίπτωση που με κάποιο πρόβλημα θα χρειαστεί επανασύνδεση. Ένας κεντρικός server είναι υπεύθυνος για την διαχείριση των αισθητήρων και την συλλογή των εισερχόμενων **ADS-B** μηνυμάτων.

Για να διατηρήσουμε το σύστημα ευέλικτο και για να υποστηρίξει διαφορετικά είδη αισθητήρων, η διασύνδεση των αισθητήρων υλοποιείται από λειτουργικές μονάδες οδηγών. Τα μηνύματα μεταφέρονται στους αισθητήρες σε μια ενοποιημένη μορφή των δεδομένων. Ο διαχειριστής είναι υπεύθυνος για την επανέναρξη των οδηγών σε περίπτωση

αποτυχιών. Προσφέρει επίσης μια διεπαφή web(HTTP) για την προσθήκη, αφαίρεση, ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση των αισθητήρων.



Πίνακας 6. Επισκόπηση μιας Open sky αρχιτεκτονικής

Το **Open sky** υποστηρίζει προς το παρόν δύο διαφορετικούς αισθητήρες με χαμηλό κόστος. Συγκεκριμένα, τον Kinetic Avionics SBS-3 και έναν δέκτη **ADS-B** με βάση το λογισμικό που υποστηρίζεται από το Ettus Research και υποστηρίζει τη φωνητική επικοινωνία με το εξωτερικό κουτί αλλά και τη λήψη δεδομένων. Η χρήση ενός ανοικτού πρωτοκόλλου για τη ροή των ληφθέντων δεδομένων μέσω ενός δικτύου και η δυνατότητα για απομακρυσμένη διαμόρφωση είναι ένα από τα αγαθά του **Open sky**.

Τα δεδομένα είναι προσβάσιμα μέσω δύο διεπαφών. Τα δεδομένα αποθηκεύονται μέσα στη βάση δεδομένων και είναι προσβάσιμα μέσω μιας βάσης που εξαρτάται από ερωτήματα SQL. Η βάση υλοποιείται με MySQL της Oracle και μόνο το Select και τα ερωτήματα SHOW χορηγούνται στους χρήστες για να αποφευχθούν οι παραβιάσεις.

Ανάλυση καναλιών: Έχουν αναπτύξει ένα δείκτη USRP που δέχεται για την εγγραφή 53.626.642 μηνύματα για περαιτέρω ανάλυση των χαρακτηριστικών του σήματος. Αξιοποιώντας αυτά τα μηνύματα με μια ένδειξη RSS και SNR δεδομένα για να προβή σε λεπτομερή ανάλυση των καναλιών στην 1090 Mhz συχνότητα. Μια σύνδεση LOS είναι απαραίτητη για την επιτυχή λήψη μηνυμάτων από το **ADS-B**. Στην πραγματικότητα τα αεροσκάφη εκπέμπουν επαρκή ισχύ 500 W για την επίτευξη υψηλού SNR για την επιτυχή αναδιαμόρφωση μηνυμάτων από αποστάσεις.

Ολοκληρώνοντας το **Open sky** είναι ένα δίκτυο αισθητήρων για την παρακολούθηση της εναέριας κυκλοφορίας με βάση **ADS-B**. Αποτελείται από αισθητήρες χαμηλού κόστους και ειδικά είναι σχεδιασμένο για έρευνα. Οι αισθητήρες έχουν αναπτυχθεί από εθελοντές για να λαμβάνουν μηνύματα και να μεταφέρονται σε μια κοινή βάση δεδομένων. Παρέχοντας αφιλτράριστα και μη αφαιρετικά στοιχεία στην ερευνητική κοινότητα ανοίγει ένα **ADS-B** φάσμα για εφαρμογή. Το κανάλι **ADS-B** είναι ορατό από τους αισθητήρες.

Συμπεράσματα

Στη συγκεκριμένη εργασία αναλύσαμε το ρόλο και τη σημαντικότητα που έχουν οι αερομεταφορές στη ζωή μας, καθώς επίσης και το πόσο σημαντικό ρόλο παίζει η ασφάλεια σε αυτά. Αναφέραμε κάποιες περιπτώσεις χρήσης δικτύων αισθητήρων και αναλύσαμε τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιούνται προκειμένου να εξασφαλιστεί η ασφάλεια στα αεροδρόμια και στις αερομεταφορές και να αποφευχθούν προβλήματα και κίνδυνοι.

Οι smart sensors διευκολύνουν κατά πολύ τη διαδικασία αυτή, και λόγω ταχύτητας και αμεσότητας, και λόγω του ότι μειώνουν πολύ σημαντικά το λειτουργικό κόστος αυτών των διαδικασιών. Έχουμε αναφέρει κάποιες περιπτώσεις χρήσης που εφαρμόζονται ήδη, αλλά υπάρχουν αρκετές περιπτώσεις ακόμα που βρίσκονται στο στάδιο έρευνας. Τα επόμενα χρόνια, αν προχωρήσουν σε εφαρμογή η λειτουργία των αεροδρομίων θα είναι πολύ ευκολότερη και η ασφάλεια ακόμη μεγαλύτερη.

Βιβλιογραφία

1. ec.europa.eu. Ανακτήθηκε 4 Απριλίου,2016, από: <http://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/benchmark-study-large-scale-pilots-area-internet-things>.
2. lenders.ch. Ανακτήθηκε 10 Απριλίου,2016,από :
<http://www.lenders.ch/publications/conferences/IPSN14.pdf>
3. cgi-group.co.uk. Ανακτήθηκε 26 Απριλίου,2016, από : https://www.cgi-group.co.uk/sites/default/files/files_uk/brochures/uk_br_intelligent_transport_systems_092013.pdf
4. ieeexplore.ieee.org. Ανακτήθηκε 15 Απριλίου,2016, από:
<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login>
5. lib.dr.iastate.edu/. Ανακτήθηκε 8 Απριλίου,2016, από:
http://lib.dr.iastate.edu/ccee_conf/8/
6. mad.fd.cvut.cz. Ανακτήθηκε 3 Απριλίου,2016, από:
www.mad.fd.cvut.cz/issues/5/04_Kraus_Nemec.pdf (Ανακτήθηκε 3 Απριλίου,2016).