

Πανεπιστήμιο Μακεδονίας

ΔΠΜΣ Πληροφοριακά Συστήματα

Δίκτυα Υπολογιστών

Καθηγητής: Α.Α Οικονομίδης

University of Macedonia

Master Information Systems

Network Technologies

Professor : A.A Economides

**ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΣΤΟΝ ΣΤΡΑΤΙΩΤΙΚΟ
ΤΟΜΕΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ**

**REAL SENSOR NETWORK APPLICATIONS IN MILITARY SECTOR FOR
SURVEILLANCE AND SECURITY**



ΤΑΓΚΑΛΙΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ mis16009

NANOS ΔΗΜΟΣ mis16017

Θεσσαλονίκη, Μάιος 2016

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία, έχει ως στόχο να παρουσιάσει κάποιες πραγματικές εφαρμογές δικτύων αισθητήρων οι οποίες σχετίζονται κυρίως με τον τομέα της ασφάλειας και της επιτήρησης σε στρατιωτικές εφαρμογές. Τα χαρακτηριστικά των δικτύων αισθητήρων, όπως η ταχεία εγκατάσταση, η αυτόματη οργάνωση και η αντοχή σε λάθη, τα κατατάσσουν σε ένα πολύ υποσχόμενο αισθητήριο μέσο και μάλιστα, καθώς αυτά βασίζονται σε πυκνή χωρική εγκατάσταση, η καταστροφή μερικών κόμβων από εχθρικές δυνάμεις δεν επηρεάζει μια στρατιωτική επιχείρηση σε τέτοιο βαθμό όσο η καταστροφή των παραδοσιακών αισθητήρων, κάνοντας την χρήση των δικτύων αισθητήρων ιδανική για τα πεδία των μαχών. Στην συνέχεια, γίνεται μια ανάλυση περιπτώσεων υπαρκτών δικτύων σχεδιασμένων αποκλειστικά για την επιτήρηση και τον εντοπισμό στον χώρο και τέλος παρουσιάζονται συμπεράσματα και κάποιες μελλοντικές προτάσεις χρήσης των ασύρματων δικτύων και εφαρμογών τους.

ABSTRACT

This study, aims to present some real sensor network applications which are mainly related to the sector of security and surveillance in military applications. The characteristics of sensor network, such as rapid installation, the automatic organization and resistance to errors, classifies them into a very promising sensing means and indeed, as they are based on dense spatial installation, the destruction of some nodes from enemy forces do not affect a military operation to such an extent as the destruction of ordinary sensors, making their usage ideal for battlefields. Subsequently, there will be an analysis of existing networks cases designed exclusively for monitoring and area identification and finally some conclusions and suggestions for future usages and applications of wireless networks will be presented.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- ΠΕΡΙΛΗΨΗ
- ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΘΕΜΑΤΟΣ
- **ΟΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΣΤΟΝ ΣΤΡΑΤΙΩΤΙΚΟ ΤΟΜΕΑ**
 - Περιπτώσεις χρήσης ασύρματων δικτύων αισθητήρων (WSN) σε στρατιωτικές εφαρμογές
 - Ταξινόμηση των δικτύων αισθητήρων στον στρατιωτικό τομέα
- **ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ**
 - **ΤΑ ΔΙΚΤΥΑ SENSORNETS ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ Χ.Β.Ρ.Π. ΠΟΛΕΜΟΥ**
 - Η χρήση των SENSORNETS
 - **ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΕΘΝΙΚΩΝ ΣΥΝΟΡΩΝ ΜΕΣΩ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ BORDERSENSE**
 - Ο ρόλος του συστήματος BORDERSENSE
 - **ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΜΕΣΩ ΠΥΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ PIR**
 - Η αρχιτεκτονική των RIP αισθητήρων
 - Ο ρόλος των PIR αισθητήρων
 - **ΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ UGS ΣΤΙΣ ΣΤΡΑΤΙΩΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ**
 - Η αρχιτεκτονική των UGS αισθητήρων και οι λειτουργίες τους
 - Η τεχνολογία των UGS
 - **ΟΙ ΑΣΥΡΜΑΤΟΙ ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΙ ΑΚΟΥΣΤΙΚΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ UW-ASN**
 - Ο ρόλος των UW-ASN αισθητήρων
 - Περιορισμοί των UW-ASN αισθητήρων
 - **ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ IR ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΕΡΙΜΕΤΡΟΥ**
 - Η λειτουργία ενός IR αισθητήρα
 - Το σύστημα προστασίας ARGUS
- ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ
- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

ο ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΘΕΜΑΤΟΣ

Ένα ασύρματο δίκτυο αισθητήρων (Wireless Sensors Network) αποτελείται από ελάχιστους ή ακόμα και από εκατοντάδες κόμβους, οι οποίοι διανέμουν πληροφορίες και δεδομένα μέσω ενός “δικτύου συνεργασίας”. Το δίκτυο αυτό, αποτελείται από αισθητήρες (Sensors). Οι κόμβοι του δικτύου, έχουν την δυνατότητα να επεξεργάζονται τις πληροφορίες και τα δεδομένα αυτά και στην συνέχεια να τα μοιράζουν με άλλους κοντινούς κόμβους μέχρι να καταλήξουν στον τελικό ή στον κόμβο απο τον οποίο προήλθαν. (Stankovic, 2006)

Τα βασικότερα χαρακτηριστικά των Wireless Sensor Networks σχετίζονται με:

- ✓ Αξιοπιστία και ασφάλεια
- ✓ Άμεση παροχή και αποστολή πληροφορίας και δεδομένων σε πραγματικό χρόνο
- ✓ Κινητικότητα και λειτουργικότητα ακόμα και σε αντιξοες συνθήκες
- ✓ Χαμηλό κόστος

Προκειμένου να αναλυθούν οι πραγματικές εφαρμογές δικτύων αισθητήρων σε στρατιωτικές εφαρμογές, αναγκαία θεωρείται η αναφορά της τεχνολογίας υλοποίησής τους. Κάθε τέτοιος κόμβος του δικτύου αισθητήρων αποτελείται από:

- Έναν ραδιοπομποδέκτη εσωτερικής ή εξωτερικής κεραίας
- Έναν μικροελεγκτή
- Ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα για την διασύνδεση με τους αισθητήρες
- Μια πηγή ενέργειας, συνήθως μια μπαταρία ή μια ενσωματωμένη μορφή συγκομιδής ενέργειας.

Το φυσικό μέγεθος και το βάρος του αισθητήρα δεν χρειάζεται να είναι μεγάλο και μπορεί να παρομοιαστεί με το μέγεθος ενός σπирτόκουτου συνεπώς υπάρχουν περιορισμοί σε πόρους δηλαδή στην ενέργεια, στην μνήμη, στην υπολογιστική ταχύτητα αλλά και στο εύρος ζώνης των επικοινωνιών. Σε κάποιες περιπτώσεις οι κόμβοι αισθητήρων μπορεί να αναπτύσσονται ακόμη και μέσα από έναν εκτοξευτή πυραύλων. Ακόμα η υποδομή θα πρέπει να μπορεί να αντέξει τις εκάστοτε επιχειρησιακές συνθήκες χρήσης και δεν πρέπει να γίνεται εύκολα αντιληπτή από τον εχθρό/εισβολέα. (Akyildiz & Vuran, 2002). Τα δίκτυα αισθητήρων, αποτελούν ένα πραγματικό όπλο κάθε μοντέρνας στρατιωτικής δύναμης αφού ενσωματώνουν την αναγκαία αυτοτέλεια και την γρήγορη και εύκολη ανάπτυξη που είναι απαραίτητα είτε στο πεδίο της μοντέρνας μάχης, είτε σε επίπεδο παρακολούθησης και ασφάλειας. (Sukhkiandeeep, 2015). Τέλος, ενδιαφέρον στοιχείο αποτελεί το ότι η ανάπτυξη των ασύρματων δικτύων αισθητήρων υποκινήθηκε σε αρχικό επίπεδο από στρατιωτικές εφαρμογές, όπως η εποπτεία της μάχης του εξοπλισμού και των πυρομαχικών καθώς επίσης και η αναγνώριση των εχθρικών δυνάμεων. Τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων, έχουν μετατραπεί σε ένα αναπόσπαστο σύγχρονο εργαλείο στον τομέα των στρατιωτικών συστημάτων διαταγών, ελέγχου, επικοινωνιών, παρακολούθησης, αναγνώρισεων και στόχευσης. (Stankovic, 2006)

ΟΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΣΤΟΝ ΣΤΡΑΤΙΩΤΙΚΟ ΤΟΜΕΑ

Οι περιπτώσεις χρήσης ασύρματων δικτύων αισθητήρων (WSN) σε στρατιωτικές εφαρμογές, είναι ποικίλες. Οι εφαρμογές που περιλαμβάνονται αναφορικά είναι οι εξής:

- Η παρακολούθηση της μαχητικής δραστηριότητας σε απομακρυσμένες περιοχές ειδικού ενδιαφέροντος ή επιτήρηση πεδίου μάχης.
- Άμεση Προστασία Χώρου (για παράδειγμα εξασφάλιση ότι τα κτίρια έχουν εκκενωθεί πλήρως από τυχόν αντιπάλους, παρακολούθηση συγκεκριμένων σημείων)
- Παρακολούθηση των συμμαχικών δυνάμεων
- Καταμέτρηση του εξοπλισμού και των πυρομαχικών
- Αποδοτική συλλογή πληροφοριών σχετικά με το πεδίο
- Εκτίμηση ζημιών

Τα δίκτυα αισθητήρων στον στρατιωτικό τομέα ταξινομούνται αναλόγως με:

- 1) Τον τύπο της στρατιωτικής δραστηριότητας (για παράδειγμα ο τύπος του πεδίου της μάχης ή το είδος της μάχης)
- 2) Την τυπολογία των αισθητήρων:
 - ✓ Αισθητήρες Θερμικοί-IR, αισθητήρες λέιζερ για την ανίχνευση παρουσίας ή εισβολής
 - ✓ Αισθητήρες μέτρησης της ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας
 - ✓ Αισθητήρες εντοπισμού χημικών, βιολογικών, ραδιολογικών, πυρηνικών και εκρηκτικών ουσιών
 - ✓ Αισθητήρες απεικόνισης (για παράδειγμα οι αισθητήρες υπερύθρων)
 - ✓ Αισθητήρες θορύβου για παράγωγή ροής ήχου σε περιπτώσεις εισβολής
 - ✓ Αισθητήρες πίεσης IFM για επιτήρηση της θέσης των εξαρτημάτων
 - ✓ Αισθητήρες δονήσεων για τον εντοπισμό ανθρώπου μέσω της δόνησης (Pejanović & Tafa & Dimi & Milutinović, 2012)

ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ

1. ΤΑ ΔΙΚΤΥΑ SENSORNETS ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ Χ.Β.Ρ.Π. ΠΟΛΕΜΟΥ

Σε έναν Χημικό - Βιολογικό - Ραδιολογικό - Πυρηνικό πόλεμο (ΧΒΡΠ), όταν ο εχθρός είναι κοντά στο σημείο μηδέν (στο σημείο δηλαδή έκρηξης του χημικού όπλου) είναι σημαντικό να διαθέτεις ακριβή και έγκαιρη πληροφορία για την ύπαρξη μόλυνσης. Τα δίκτυα Sensornets, αποτελούν μεγάλης κλίμακας κατανεμημένα δίκτυα αισθητήρων αποτελούμενα από πολλές μικρές συσκευές ανίχνευσης εξοπλισμένες με μνήμη, επεξεργαστές και μικρής εμβέλειας ασύρματες δυνατότητες επικοινωνίας. Οι συσκευές αυτές, που είναι γνωστές ως “κόκοι” μπορούν να συγκεντρώσουν τα δεδομένα του αισθητήρα από πολλαπλές τοποθεσίες μέσω των ασύρματων επικοινωνιακών ικανοτήτων που παρέχουν. Η προσπάθεια της ανίχνευσης χημικών και βιολογικών ουσιών σε αυτά τα συστήματα, είναι πολύ σημαντική. Στις στρατιωτικές ανάγκες, τα δίκτυα αυτά χρησιμοποιούνται κυρίως σε περιπτώσεις Ραδιολογικού πολέμου και πιο συγκεκριμένα για την ανίχνευση απειλής όταν υπάρχει αυξημένη ανησυχία για τρομοκρατικά περιστατικά στα οποία εμπλέκονται χημικές, βιολογικές ή ραδιολογικές απειλές. Αυτό, αποτελεί μια σημαντική κινητήρια δύναμη για την ανάπτυξη των δικτύων Sensornets, έτσι ώστε τέτοια γεγονότα να μπορούν να εντοπίζονται γρήγορα και να λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα για την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων. Τα δίκτυα αυτά, εγκαθίστανται επίσης στην συμμαχική περιοχή και χρησιμοποιούνται ως συστήματα αναγνώρισης και προειδοποίηση ραδιολογικών ουσιών, έτσι ώστε να μπορούν να παρέχουν στις φίλιες δυνάμεις τον απαραίτητο χρόνο για να αντιδράσουν, και να μειώσουν δραστικά τυχόν απώλειες. (Henderson & Engel, 2014)



1.1 ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ SENSORNETS

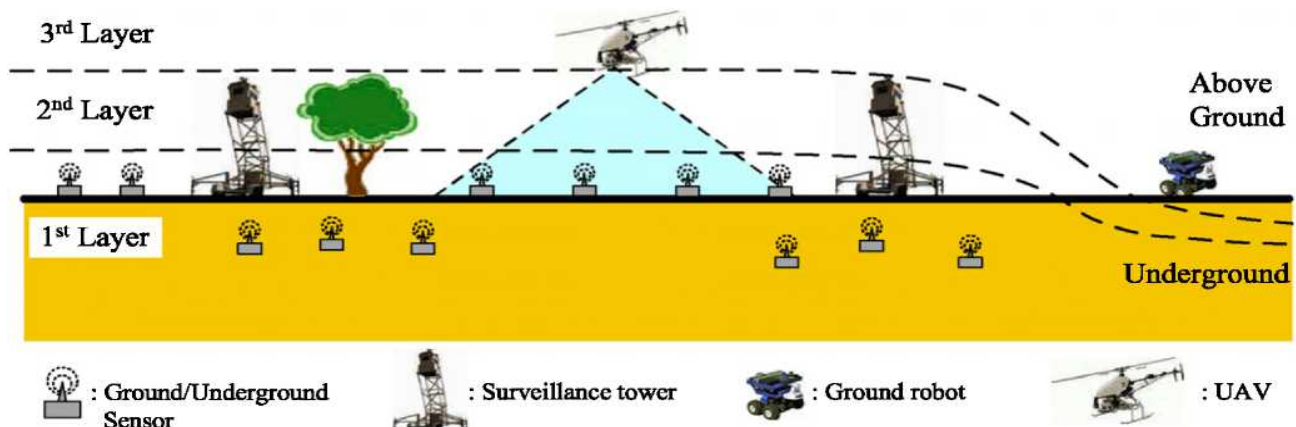
Τα δίκτυα αισθητήρων μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την αναγνώριση μιας περιοχής που προσβλήθηκε από Ραδιολογική επίθεση χωρίς να είναι αναγκαίο να εκτεθεί μια ομάδα ανίχνευσης σε ραδιενέργεια. (Tuna & Mumcu & Gulez & Gungor, & Erturk, 2012). Πιο συγκεκριμένα, οι αισθητήρες τοποθετούνται στην περιοχή που έχει γίνει η καταστροφή χρησιμοποιώντας μη επανδρωμένους ιπτάμενους φορείς (UAVs) και συνδεδεμένοι με δορυφόρους στέλνουν τις μετρήσεις που λαμβάνουν στα κέντρα λήψης αποφάσεων. (Lewis, 2004).

2. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΕΘΝΙΚΩΝ ΣΥΝΟΡΩΝ ΜΕΣΩ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ “BORDERSENSE”

Στο σημερινό γεωπολιτικό κλίμα, η εξασφάλιση της προστασίας των εγκαταστάσεων και η προστασία των εθνικών συνόρων απο εισβολείς είναι υψίστης σημασίας. Η μεγαλύτερη απειλή για την εθνική ασφάλεια είναι αυτή που ακούει στο όνομα τρομοκρατία και δεν μπορεί να εξαλειφθεί μόνο με στρατιωτική δύναμη. Σε κρίσιμες παραμεθόριες περιοχές, παρατηρείται ότι οι τακτικές δυνάμεις ή ακόμη και οι δορυφόροι δεν είναι σε θέση να παρακολουθούν τυχόν απρόσκλητους τρομοκράτες και έτσι η παρακολούθηση της περιοχής γίνεται αρκετά πολύπλοκη. Για τους παραπάνω λόγους, αισθητήρες με ασύρματες διεπαφές χρησιμοποιούνται πλέον για τη μελέτη και την παρακολούθηση αυτών των περιβαλλόντων. (Shanmugavalli & Fathima, 2009).

2.1 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ BORDERSENSE

Ο ρόλος των δικτύων αισθητήρων στην επιτήρηση των συνόρων, όπως και στις περισσότερες εφαρμογές δικτύων, εστιάζεται στην συλλογή πληροφοριών μεταξύ των διαφόρων τύπων αισθητήρων. (Sun, 2010). Η παρακολούθηση των συνόρων σε πραγματικό χρόνο και με μεγάλη ακρίβεια έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθεί η ανάγκη για ανθρώπινη υποστήριξη, απαιτεί συνεχώς τεχνολογίες πολλαπλών δυνατοτήτων επιτήρησης. Για την αντιμετώπιση των προκλήσεων που εξακολουθεί να αντιμετωπίζει η υπάρχουσα τεχνολογία, δημιουργήθηκε το λεγόμενο σύστημα “BorderSense” το οποίο αποτελεί ένα εξειδικευμένο σύστημα περιπολίας εθνικών συνόρων που έχει ως βάση του ένα ad-hoc ασύρματο δίκτυο αισθητήρων και μπορεί με ακρίβεια να ανιχνεύσει τυχόν εισβολές στα σύνορα με όσο το δυνατόν χαμηλότερη ανθρώπινη συμμετοχή. Το BorderSense χρησιμοποιεί το πιο σύγχρονο τεχνολογικά δίκτυο αισθητήρων, συμπεριλαμβανομένων των δικτύων αισθητήρων ασύρματης σύνδεσης πολυμέσων. (Felemban, 2013).



Ο παρακάτω πίνακας προβάλλει συνοπτικά τις λειτουργίες του συστήματος BorderSense:

ΤΥΠΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ	ΧΡΗΣΗ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ	ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ
Κόμβος αισθητήρων πολυμέσων	Βιντεοκάμερες Διόπτρες νυχτερινής όρασης	Ανθρώπινη κίνηση και μετάδοση πολυμέσων
Κόμβος βαθμωτών αισθητήρων	Αισθητήρες ανίχνευση	Ανθρώπινη κίνηση μέσω δόνησης στο πεδίο ανίχνευσης
Κόμβος κινητών αισθητήρων	Αισθητήρες στα ήδη εγκατεστημένα συνόρα	Ανθρώπινη κίνηση

Το σύστημα BorderSense, λόγω της πολυπλοκότητας και της ποικιλίας των τεχνολογιών υλοποίησής του, θα αποτελέσει την βάση ανάπτυξης των δύο επόμενων περιπτώσεων.

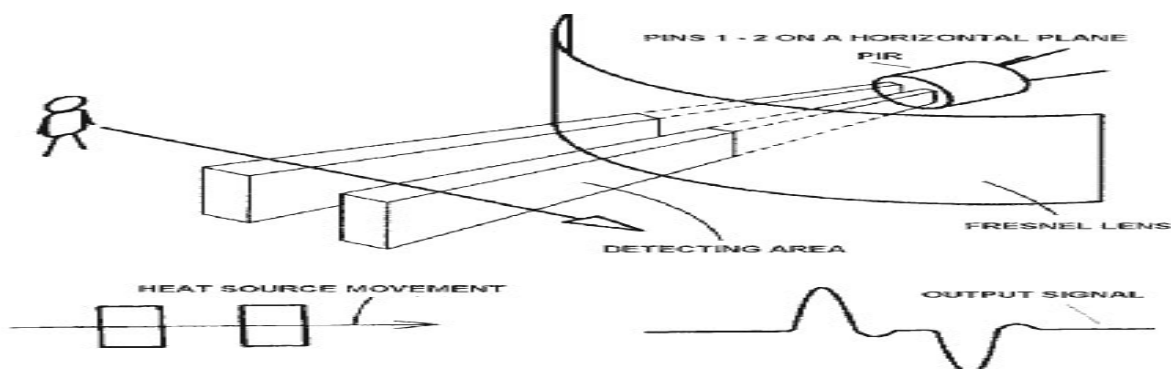
3. ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΜΕΣΩ ΠΥΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ PIR

Οι πυροηλεκτρικοί αισθητήρες ή αλλιώς Passive Infrared Sensors (PIR), ανήκουν στην κατηγορία των θερμικών - ηλεκτρονικών ανιχνευτών. Οι αισθητήρες αυτοί, μπορούν να μετρήσουν περιστατικά ακτινοβολίας μέσω μιας αλλαγής στην θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Οι αισθητήρες PIR έχουν σχεδιαστεί για την ανίχνευση της ανθρώπινης μορφής μέσω υπέρυθρων. Είναι χαμηλού κόστους, χαμηλής ισχύος, και παρέχουν μια αξιόπιστη ένδειξη της παρουσίας ανθρώπων. (Padmavathi & Shanmugapriya & Kalainani, 2010). Οι αισθητήρες PIR είναι διεθνώς αναγνωρισμένοι και επιπλέον μπορούν να κατασκευαστούν με μικρό κόστος, κάτι που επιτρέπει την ενσωμάτωση ενός μεγάλου αριθμού γύρω μας.

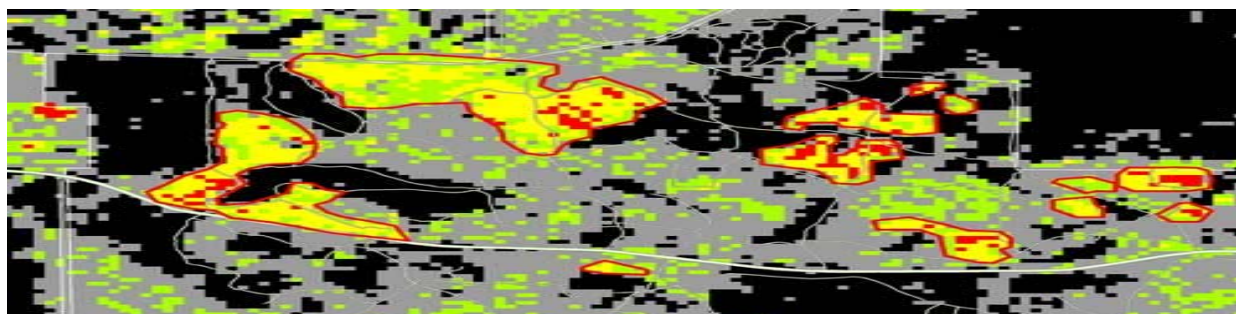


Η χρήση ενός αισθητήρα PIR εξαρτάται από διάφορα χαρακτηριστικά των σωμάτων που κινούνται στο οπτικό πεδίο, όπως η κατεύθυνση της κίνησης και η απόσταση του σώματος από τον αισθητήρα. Συνεπώς, ανιχνεύει την αλλαγή της ποσότητας της υπέρυθρης ακτινοβολίας στο περιβάλλον. Στην παρακάτω εικόνα, βλέπουμε την αρχιτεκτονική ενός αισθητήρα PIR. (Cory, 2014)

3.1 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΩΝ PIR ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ



Ενός αισθητήρα PIR, αποτελείται από δύο σχισμές και κάθε σχισμή είναι κατασκευασμένη από ένα ειδικό υλικό αρκετά ευαίσθητο σε υπέρυθρες και έναν απλό φακό. Σε περίπτωση αδράνειας, οι 2 υποδοχές ανιχνεύουν την ποσότητα θερμότητας (IR) στο περιβάλλον ή σε εσωτερικούς χώρους μέσω υπέρυθρων. Όταν ένα θερμό σώμα όπως αυτό του ανθρώπου ή κάποιου ζώου περνά στο περιβάλλον παρακολούθησης, το μισό κομμάτι του αισθητήρα PIR δημιουργεί μία εναλλαγή χρώματος λόγω της αλλαγής της θερμότητας στο περιβάλλον, ενώ κατά την φυγή του σώματος, το άλλο μισό του αισθητήρα κάνει το αντίθετο, έτσι ώστε να γίνεται αντιληπτός ο παλμός ο οποίος είναι και τελικώς το αποτέλεσμα της έρευνας του αισθητήρα. Στην παρακάτω εικόνα, μπορούμε να διακρίνουμε ένα τυπικό αποτέλεσμα μιας τέτοιας ανίχνευσης. (Xiong & Fang & Zhang, 2014).



3.2 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ PIR ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ

Οι ανιχνευτές αυτοί, ανήκουν στο 1 και 2 επίπεδο του BorderSense και τοποθετούνται σε διάφορα καίρια σημεία σημαντικής σημασίας (περάσματα) για την ανίχνευση κίνησης ανθρώπων. Χρησιμοποιούν στις περισσότερες των περιπτώσεων δομημένη δικτύωση για την αποστολή πληροφοριών σε κεντρικούς κόμβους και από εκεί σε επανδρωμένα σημεία επιτήρησης. Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι αισθητήρες χρησιμοποιούν ασύρματη υποδομή για να δημιουργήσουν ad-hoc δίκτυα αισθητήρων και σε συνεργασία με την τεχνολογία του GPS (Global Positioning System) δίνουν την τοποθεσία της περιοχής που παραβιάστηκε για την αντιμετώπιση της εισβολής. (Shazana, 2014)

4. ΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ UGS ΣΤΙΣ ΣΤΡΑΤΙΩΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

Οι Unattended Ground Sensors, είναι χαμηλού κόστους "αναλώσιμοι" αισθητήρες προερχόμενοι από τις αμυντικές δυνάμεις των ΗΠΑ. Γρήγορα, τοποθετήθηκαν σε πολλά σημεία για να παρέχουν έγκαιρη προειδοποίηση από μίλια. Οι UGS, χρησιμοποιούνται ευρέως στον τομέα της βιομηχανικής παρακολούθησης και σε πολλές στρατιωτικές εφαρμογές (BorderSense επίπεδο 1). Τέτοιου είδους συστήματα, αποτελούν συνήθως ελαφριές συσκευές, διαχειρίζονται ταυτόχρονα τοπικές δραστηριότητες, και αποστέλλουν αναφορές και στοιχεία που ανιχνεύουν στον κεντρικό κόμβο. Τα διαθέσιμα συστήματα Unattended Ground Sensors, κάνουν χρήση πολλαπλών τρόπων ανίχνευσης όπως ακουστική, σεισμική, υπέρυθρη, μαγνητική και ηλεκτροστατική ανίχνευση. Η αποτελεσματικότητα των συστημάτων UGS συχνά περιορίζεται από τα υψηλά ποσοστά ψευδών συναγερμών λόγω του ότι οι αλγόριθμοι επεξεργασίας δεδομένων μπορεί να μην είναι σε θέση να διακρίνουν σωστά τα διάφορα είδη στόχων (για παράδειγμα την διάκριση ανθρώπων από ένα ζώο). Τα συστήματα αυτά, μπορούν επίσης να ενσωματωθούν με άλλες τεχνολογίες επιτήρησης τύπου RAPID σύστημα ραντάρ εδάφους ή Nighthawk Micro UAV. (Jin, 2012).



4.1 Η ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΩΝ UGS ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ

Αποτελείται από μια κεραία (περίπου στο μέγεθος ενός φλιτζανιού καφέ). Κάθε αισθητήρας ζυγίζει περίπου 11 γραμμάρια και είναι ικανός να αποκρυπτογραφήσει τη διαφορά στο σχήμα μεταξύ του ανθρώπινου ποδιού και ενός διερχόμενου οχήματος. (Jin, 2012).

Ένα σύστημα UGS περιλαμβάνει τα ακόλουθα συστήματα αισθητήρων:

- ✓ Έναν κόμβο πύλης, ο οποίος είναι ουσιαστικά δρομολογητής και συλλέκτης δεδομένων και στέλνει πληροφορίες σε ένα όχημα εξοπλισμένο με FCS δικτυο. (Future Combat System)
- ✓ Την επιτήρηση και την αναγνώριση οχημάτων και αεροσκάφων μέσω σεισμικών και ακουστικών αισθητήρων .

- ✓ Οι ηλεκτρο-οπτικοί κόμβοι, οι οποίοι λαμβάνουν πληροφορίες από τον κόμβο προς το σημείο ενδιαφέροντος και είναι σε θέση να παρακολουθούν και να στέλνουν εικόνες μέσω δικτύου FCS.
- ✓ Ο πυρηνικός κόμβος είναι ικανός να εντοπίζει ακτινολογικές εκδηλώσεις που μεταδίδονται μέσω ενός λεπτομερούς σημείου σε έναν χειριστή του δικτύου FCS.

Σε περιπτώσεις στρατιωτικής δραστηριότητας, οι αισθητήρες UGS αποτελούν ένα χρήσιμο εργαλείο επιτήρησης σε σπηλιές, υπονόμους, σήραγγες, και άλλους κλειστούς χώρους. Το κόστος τους, είναι αρκετά χαμηλό. Ένα σύστημα UGS είναι ικανό να αναλάβει ακόμα και την σύλληψη εικόνων των εισβολέων σε όλες τις συνθήκες φωτισμού και μεταδίδει εικόνες στο Δίκτυο FCS, όπου θα πρέπει να επιτευχθεί άμεση αναγνώριση των ανθρωπίνων εισβολέων είτε χρησιμοποιώντας τους αισθητήρες ανίχνευση κίνησης, είτε μόνο ανίχνευση κίνησης. (Sergei & Jürjo & Johannes & Andri, 2014)

4.2 Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ UGS

Η κατανεμημένη τοπολογία δικτύου που χρησιμοποιεί τεχνολογία UGS (mesh topology) και ο τρόπος αποστολής δεδομένων μέσω flooding ή routing τα καθιστά πολύ ανθεκτικά και αξιόπιστα καθώς οι πληροφορίες που φεύγουν από κάθε αισθητήρα φτάνουν στον προορισμό τους χρησιμοποιώντας μία από τις πολλές εναλλακτικές διαδρομές και έτσι σε περίπτωση καταστροφής κάποιου ή κάποιων κόμβων η λειτουργικότητα του δικτύου πολύ δύσκολα κινδυνεύει. (Zrínyi, 2004).

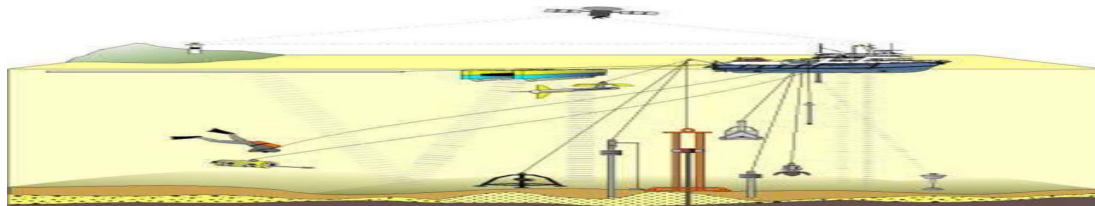
5. ΟΙ ΑΣΥΡΜΑΤΟΙ ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΙ ΑΚΟΥΣΤΙΚΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ UW-ASN

Η ανίχνευση των σύγχρονων diesel ή ηλεκτρικών υποβρυχίων σε παράκτια νερά είναι πολύ δύσκολη χρησιμοποιώντας την παραδοσιακή τεχνολογία σόναρ, κάτι που οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στο θόρυβο και την αντήχηση του ακουστικού περιβάλλοντος. Για την αντιμετώπιση αυτού του ζητήματος έχει αναπτυχθεί ένας μικρός, χαμηλού κόστους, μικρής εμβέλειας ακουστικός αισθητήρας που συνδέεται μέσω ενός ad-hoc ασύρματου δικτύου για την αποστολή πληροφοριών στην βάση.

5.1 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ UW-ASN ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ

Οι αισθητήρες μπορούν να αναπτυχθούν σε μεγάλους αριθμούς για να δημιουργήσουν ένα πεδίο αισθητήρων υψηλής πυκνότητας ανάλογα με την εκάστοτε περίπτωση. Αυτοί οι αισθητήρες έχουν ένα μικρό εύρος ανίχνευσης και ως εκ τούτου είναι πολύ λιγότερο επιρρεπείς σε αντηχήσεις πολλαπλών διαδρομών και άλλα ηχητικά φαινόμενα. Τα αποτελέσματα

προσομοιώσεων παρουσίασαν υψηλές πιθανότητες ανίχνευσης με χαμηλά ποσοστά ψευδών συναγερωμών χρησιμοποιώντας ένα πεδίο από μερικές εκατοντάδες από αυτούς τους αισθητήρες χαμηλού κόστους και εξελιγμένα πρωτόκολλα δεδομένων. (Abhishek, 2015)



5.2 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΩΝ UW-ASN ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ

Περιορισμούς στα Under Water Acoustic Sensor Networks (UW-ASN) και πιο συγκεκριμένα στα ασύρματα δίκτυα αυτού του τύπου, θέτει το μέσο μετάδοσης δεδομένων που είναι το νερό. Το πρόβλημα έγκειται στο ότι ακουστικά σήματα και πιο συγκεκριμένα ραδιοκύματα (30-300 Hz) χρησιμοποιούνται για την μετάδοση σήματος στο νερό αφού τα οπτικά κύματα υποφέρουν από απόκλιση σήματος (scattering). Αποτέλεσμα της χρήσης των ραδιοκυμάτων στις υποβρύχιες επικοινωνίες είναι το περιορισμένο εύρος ζώνης και η δυσκολία μετάδοσης δεδομένων σε μεγάλες αποστάσεις αλλά και σε διαφορετικό μέσο (αέρας) με αποτέλεσμα την δυσκολία επικοινωνίας των αισθητήρων με τις παράκτιες βάσεις. Περαιτέρω προβλήματα στους αισθητήρες δημιουργεί το υδάτινο περιβάλλον δημιουργώντας σκουριά στα μη προστατευμένα μέρη του αισθητήρα όπως επίσης και το υψηλό επίπεδο σφαλμάτων στις επικοινωνίες. (Pompili, 2012)

6. ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ IR ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΕΡΙΜΕΤΡΟΥ

Από τα αρχαία χρόνια, τη βασική ασφάλεια κάθε στρατιωτικής δύναμης στο πεδίο της μάχης κάλυπταν τείχη, εμπόδια ή παγίδες. Σήμερα, τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων παρέχουν σημαντικό πλεονέκτημα ασφάλειας ειδοποιώντας έγκαιρα τις δυνάμεις φύλαξης και λειτουργώντας ως αποτρεπτικός παράγοντας για τους υπονήφιους εισβολείς. Ακόμα γίνεται δυνατή η παρακολούθηση τους δίνοντας καθοριστικό πλεονέκτημα στις συμμαχικές δυνάμεις. Πιο συγκεκριμένα, αφού αναπτυχθούν αισθητήρες κίνησης (συνήθως υπέρυθρης ακτινοβολίας IR) σε περιμετρική περιοχή και αισθητήρες επιτήρησης εσωτερικά αυτής το μόνο που χρειάζεται είναι η ενεργοποίηση τους από το κεντρικό σύστημα έλεγχου.

6.1 Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΕΝΟΣ IR ΑΙΣΘΗΤΗΡΑ

Το σύστημα, είναι πλήρως ασύρματο και χρησιμοποιεί ενέργεια από μπαταρίες για να λειτουργήσει οι οποίες μπορούν να φορτιστούν με ηλιακή ενέργεια στην κεντρική υποδομή. Βελτιστοποίηση στην χρήση της ενέργειας των αισθητήρων επιτήρησης παρέχουν οι αισθητήρες κίνησης αφού είναι σε κατάσταση stand-by μόνιμωσ και

ενεργοποιούνται μόνο όταν ο εκάστοτε αισθητήρας κίνησης που έχει συσχετιστεί ενεργοποιείται. (Kaustubh & Brad & Princ & Wang, 2010).

6.2 ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ARGUS

Παρόμοια πιο απλή περίπτωση αποτελεί το σύστημα Argus που χρησιμοποιούν πολλές σύγχρονες στρατιωτικές δυνάμεις που κάνει χρήση ραδιοσυχνοτήτων RF για να δημιουργήσει περίμετρο ασφαλείας στην περιοχή ενδιαφέροντος. Αν γίνει παραβίαση, χτυπά ο συναγερμός και έτσι ειδοποιούνται οι δυνάμεις φύλαξης. (Tuna & Mumcu & Gulez & Gungor & Ertur, 2012)



ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Σε αυτό το σημείο θα συγκρίνουμε κάποια βασικά χαρακτηριστικά των συστημάτων που παρουσιάστηκαν προηγουμένως. Η σύγκριση θα γίνει πάνω σε υλοποιημένα συστήματα της εκάστοτε τεχνολογίας έτσι όπως αναπτύχθηκαν από τις εταιρίες παραγωγής για τον στρατό των ΗΠΑ και έτσι όπως εφαρμόστηκαν από αυτόν.

	SensorNet*	PIR sensors**	UGS**	UW-ASN	Argus
Δραστική εμβέλεια συστήματος	●	●	●	●	●
Απόσταση από κέντρο ελέγχου	●	●	●	●	●
Δυνατότητα προσθήκης κόμβων	●	●	●	●	●
Πολυπλοκότητα Δικτύωσης	●	●	●	●	●
Ευκολία τοποθέτησης	●	●	●	●	●
Κόστος Συστήματος	●	●	●	●	●



Πολύ καλό-Πολύ φθινό



Μέτριο-Μέτριο κόστος



Αδύναμο- Ακριβό

*CBRN Detection and Defense SensorNet (ORNL and ATC system)

** Όπως υλοποιούνται στα πλαίσια του συστήματος BORDERSENSE

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα εργασία, παρουσιάστηκαν πραγματικές εφαρμογές δικτύων αισθητήρων οι οποίες είναι σχεδιασμένες για στρατιωτικές εφαρμογές. Πιο συγκεκριμένα, σε ότι αφορά την βελτίωση των σημαντικότερων στρατιωτικών δραστηριοτήτων όπως η παρακολούθηση του αντιπάλου, η συνεχόμενη πληροφόρηση για τις φιλικές-συμμαχικές δυνάμεις, η ενημέρωση του πεδίου μάχης σε διάφορους πολέμους, η προστασία των συνόρων ενός κράτους αλλά και η εκμετάλλευση του περιβάλλοντος μέσω της χρήσης δικτύων αισθητήρων, τα συστήματα που αναλύθηκαν αποτελούν μια ισχυρή απόδειξη ότι η τεχνολογία μπορεί χωρίς αμφιβολία να αποτελέσει καθοριστικό ρόλο ακόμα και στον στρατιωτικό τομέα. Όσα συστήματα αναφέρθηκαν και αναλύθηκαν, χρησιμοποιούνται κυρίως από τις αμυντικές δυνάμεις των ΗΠΑ και έχουν βελτιώσει σε τεράστιο βαθμό τις ικανότητες ενός εθνικού στρατού, εφόσον η τεχνολογικές δυνατότητες που παρέχονται, είναι χρήσιμες στο έπακρο. Ειδικότερα στην ασφάλεια των συνόρων, το σύστημα Bordersense, θα μπορούσε να διασφαλίσει σε μεγάλο βαθμό την προστασία μιας χώρας η οποία περιβάλλεται από πολλές γειτονικές χώρες. Εκτός από τις ΗΠΑ, σε μια χώρα όπως την Ελλάδα, τα συστήματα αυτά, θα ήταν ικανά να συνεισφέρουν στην βελτίωση της κατάστασης των αμυντικών δυνάμεων διότι οι τεχνολογικές δυνατότητες που παρέχουν είτε στον στρατό ξηράς, είτε στο ναυτικό, θα μετέτρεπαν τον εθνικό μας στρατό σε μια μοντέρνα δύναμη η οποία θα ήταν σε θέση να ελαττώσει κατά πολύ απειλές και συγκρούσεις από γειτονικούς και μη αντιπάλους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΕΣ ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ:

Sukhkiandeeep, K., (2015). Quality of Service in WSN-A Review, International Journal of Computer Applications

Sergei A., & Jürgo P., & Johannes E., & Andri R., (2014). Object Detection for Military Surveillance Using Distributed Multimodal Smart Sensors

Abhishek V., (2015). Cluster Based Multipath Dynamic Routing (CBDR) Protocol for Wireless Sensor Networks, VIT University of India

Shazana M. Z., (2014). Protocol design for secure WSN: Review and open research issues, University of Malaysia

Xuxun, L., (2014). A Survey on Centralised and Distributed Clustering Routing Algorithms for WSNs”, Scotland

Joshua H., Cory E., (2014). Military Applications for Wireless Sensor Networks

Gurkan T., Tarik V. M., & Kayhan G., & Vehbi C. G., & Hayrettin E., (2012). Emerging Intelligent Computing Technology and Applications

Felemban, E., (2013), Advanced Border Intrusion Detection and Surveillance Using Wireless Sensor Network Technology

Pejanović, M. D., & Tafa, Z., & Dimić, & Milutinović, V., (2012). A Survey of Military Applications of Wireless Sensor Networks

Xin J., (2012). Target detection and classification using seismic and PIR sensors

Shanmugavalli, K., & Fathima, K., (2009). Wireless Sensor Network Based Surveillance System to Track Enemy Intrusion at Borders

Sun, Z., (2011). BorderSense: Border patrol through advanced wireless sensor networks

Padmavathi, G. D., & Shanmugapriya, M. (2010). A Study on Vehicle Detection and Tracking Using Wireless Sensor Networks

Zrínyi M., (2004). Networked unattended ground sensors for battlefield visualization

Fabian N., (2009). An Overview on Wireless Sensor Networks

Akyildiz, Ian F., & Mehmet, V. V., (2002). Wireless Sensor Networks, Georgia Institute of Technology, USA

Lewis, F., (2004). Wireless Sensor Networks

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ:

<http://www.tovima.gr/science/article/?aid=697988>

<http://www.i-a-i.com>

<http://www.lockheedmartin.gr/us/news/features/2013/ground-sensor-network-uses-solar-power-for-border-protection.html>

<http://www.rfidjournal.com/articles/view?8972>

<https://www.ece.vt.edu/news/fall05/sensornetwork.html>

https://en.wikipedia.org/wiki/Wireless_sensor_network

<https://www.elprocus.com/wireless-sensor-networks-projects-ideas/>

http://www.mdpi.com/journal/sensors/special_issues/wireless-sensor-technologies

http://www.altenergymag.com/content.php?issue_number=08.12.01&article=links

<http://www.seminarprojecttopics.blogspot.gr/2012/11/low-power-wireless-sensor-networks.html>

<http://www.slideshare.net/RomaVyas/wsn-2>

http://www.army.gr/default.php?pname=Article&art_id=35576&cat_id=14

<http://www.rtcmagazine.com/articles/view/100922>

<https://wirelessmeshsensornetworks.wordpress.com/>

<http://slideplayer.com/slide/4272304/><http://networking.khu.ac.kr/layouts/net/research/res32.htm>