



Public Safety, Emergency Response & Disaster Management Using Sensor Networks

Δημόσια Ασφάλεια, Αντιμετώπιση Έκτακτων Αναγκών και Διαχείριση Καταστροφών με την Χρήση Δικτύων Αισθητήρων

Δαμασκηνίδης Πασχάλης (mis 19027)

Καραμανλής Κωνσταντίνος (mis 19013)

Πανεπιστήμιο Μακεδονίας

ΔΠΜΣ Πληροφοριακά Συστήματα

Μάθημα: Δίκτυα Υπολογιστών

Καθηγητής Α.Α. Οικονομίδης

University of Macedonia

Master in Information Systems

Course: Computer Networks

Professor A.A. Economides

Περίληψη

Την σημερινή εποχή εμφανίζονται συνεχώς νέες τεχνολογίες η χρήση των οποίων μπορεί να βοηθήσει την καθημερινότητα μας. Μια από αυτές τις νέες τεχνολογίες είναι το “Διαδίκτυο των Πραγμάτων” και η ενσωμάτωση “Ασύρματων Δικτύων Αισθητήρων” (ΑΔΑ) σε κάθε τομέα της ζωής μας. Ένας από τους τομείς στους οποίους η χρήση ΑΔΑ παίζει σημαντικό ρόλο είναι η διαχείριση καταστροφών και η γρήγορη ανταπόκριση των αρμόδιων αρχών. Στην εργασία αυτή περιγράφονται οι τρόποι με τους οποίους τα ΑΔΑ είναι σε θέση να βοηθήσουν στην ανταπόκριση και διαχείριση καταστροφών και έκτακτων αναγκών. Παρουσιάζονται τεχνικές που χρησιμοποιούνται, μειονεκτήματα – πλεονεκτήματα της χρήσης ΑΔΑ, βγαίνουν συμπεράσματα και συμπεριλαμβάνονται προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

Abstract

Nowadays new technologies that can help with our everyday lives are constantly emerging. One of these new technologies is the “Internet of Things” (IoT) and the integration of “Wireless Sensor Networks” (WSN) in every aspect of our lives. One area where the use of WSN plays an important role is in disaster management and the emergency response from authorities in charge. This paper describes the ways in which WSN are in a position to help with the response and management of disasters and emergencies. Techniques that are used are described, advantages and disadvantages of WSN are presented, conclusions are drawn and suggestions for future research are made.

Παρουσίαση θέματος / προβλήματος

Η χρήση Ασύρματων Δικτύων Αισθητήρων (ΑΔΑ) είναι όλο και πιο συχνή σε όλους τους τομείς της καθημερινότητας μας. Ένα ΑΔΑ είναι [1] ένα σύνολο απο αυτόνομους αισθητήρες και έχει ως σκοπό την παρακολούθηση διαφόρων συνθηκών. Είναι μόνιμα συνδεδεμένοι και μπορούν να στέλνουν τις πληροφορίες τις οποίες μαζεύουν μέσω τους συστήματος.

Καθημερινά οι φυσικές καταστροφές, όπως για παράδειγμα οι σεισμοί και οι πλημμύρες, αλλά και οι καταστροφές που προκαλούνται απο τον άνθρωπο, κάνουν την εμφάνιση τους. Με αυτό τον τρόπο δημιουργείται η ανάγκη για γρήγορη αναγνώριση των καταστροφών αυτών έτσι ώστε οι υπηρεσίες που είναι υπεύθυνες για την αντιμετώπιση τους να κινηθούν άμεσα. Η δημόσια ασφάλεια είναι επίσης ένας τομέας ο οποίος μπορεί να αξιοποιήσει τα ΑΔΑ προς όφελος του. Ανθρώπινες επιθέσεις μπορούν να αναγνωριστούν γρηγορότερα και να αποφευχθούν.

Πώς μπορεί λοιπόν η χρήση ΑΔΑ να βοηθήσει στα προαναφερθέντα προβλήματα; Ποιές είναι οι νέες τεχνολογίες οι οποίες μπορούν να αναπτυχθούν για την διευκόλυνση των ενδιαφερόμενων;

Κεφάλαιο 1

Πυρκαγιές

1.1 Εισαγωγή :

Οι πυρκαγιές σε δασικές περιοχές, και όχι μόνο, είναι ένα συχνό φαινόμενο το οποίο για να αντιμετωπιστεί χρειάζεται έγκαιρη αναγνώριση και ενημέρωση των πυροσβεστικών υπηρεσιών και των πολιτών που διατρέχουν κίνδυνο. Προκαλούνται τόσο απο φυσικά αίτια όσο και απο ανθρώπινα λάθη ή ενέργειες και λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι ακόμα συχνότερες απο το παρελθόν. [2]

1.2 Παραδοσιακοί τρόποι αναγνώρισης πυρκαγιάς :

Οι πλέον διαδεδομένοι τρόποι αναγνώρισης της πυρκαγιάς είναι μέσω της χρήσης αισθητήρων σε μορφή καμερών, οι οποίες είναι τοποθετημένες κοντά σε δασικές περιοχές ή περιοχές υψηλού κινδύνου και παρακολουθούν σε καθημερινή βάση την κατάσταση των περιοχών αυτών. Η χρήση εικόνων που προέρχονται απο δορυφόρους είναι ένας ακόμη τρόπος αλλά τα τελευταία χρόνια δεν χρησιμοποιείται τόσο συχνά. [3]

1.2.1 Μειονεκτήματα παραδοσιακών τρόπων αναγνώρισης πυρκαγιάς :

- Η χρήση δορυφόρων έχει μεγάλο κόστος
- Οι δορυφόροι μπορούν να ελέγξουν μόνο συγκεκριμένες περιοχές
- Οι εικόνες που προέρχονται απο τους δορυφόρους μπορεί να προέρχονται απο μια στιγμή που η πυρκαγιά δεν είχε ξεκινήσει
- Τα σύννεφα μπορούν να μηδενίσουν την αξία των εικόνων που προέρχονται απο τους δορυφόρους σε συγκεκριμένες περιπτώσεις
- Η χρήση καμερών εμπεριέχει μεγάλη πιθανότητα λανθασμένου συναγερμού για πυρκαγιά [4]

1.2.2 Πραγματικό παράδειγμα χρήσης παραδοσιακού τρόπου αναγνώρισης πυρκαγιάς (iForestFire της Lama) :



Ένα παράδειγμα χρήσης καμερών για την αναγνώριση πυρκαγιάς είναι το σύστημα iForestFire της Κροατικής εταιρείας Lama. Η χρήση του συστήματος αυτού γίνεται με την τοποθέτηση καμερών σε μια περίμετρο και την συνεχή

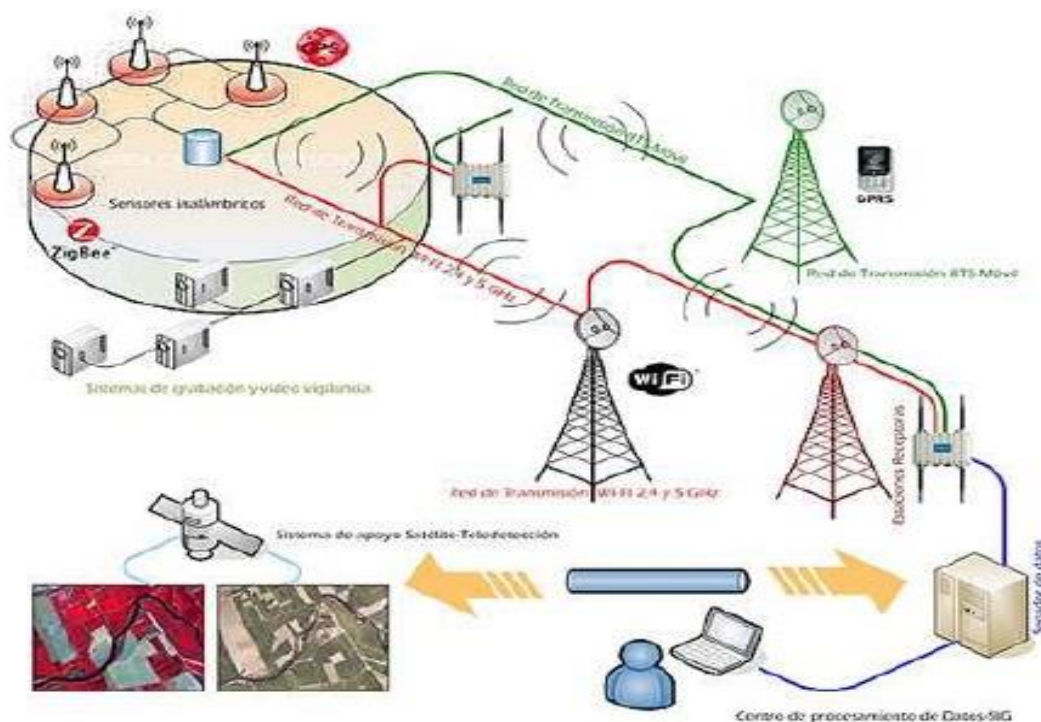
παρακολούθηση της περιοχής αυτής. Οι κάμερες αναγνωρίζουν αυτόματα σημάδια καπνού την ημέρα, όπως και ενδείξεις φλόγας την νύχτα. Η αναγνώριση αυτή γίνεται αυτόματα μέσω διαφόρων τεχνικών ανάλυσης και επεξεργασίας εικόνων και μόλις διαπιστωθεί πως υπάρχει πυρκαγιά ενημερώνεται αυτόματα ο κάτοχος του συστήματος. [5]

1.3 Χρήση νέων αισθητήρων για αναγνώριση πυρκαγιάς :

Η χρήση διαφορετικών ειδών αισθητήρων είναι σημαντική για την ορθότερη, πιο αξιόπιστη και γρηγορότερη αναγνώριση πυρκαγιάς. Οι κάμερες είναι αισθητήρες που μπορούν να προσφέρουν μια απλή κινούμενη ή στατική εικόνα. Υπάρχει ανάγκη για αισθητήρες που παρέχουν περισσότερες πληροφορίες, μιας και η ύπαρξη πυρκαγιάς προκαλεί αλλαγές σε διάφορα περιβαλλοντολογικά στοιχεία, η γνώση των οποίων μπορεί να βοηθήσει στην αναγνώριση πυρκαγιάς. [6]

1.3.1 Πραγματικό παράδειγμα χρήσης νέων αισθητήρων για αναγνώριση πυρκαγιάς (Συσκευές Waspnote απο την DIMAP-FactorLink) :

Η Ισπανική εταιρεία DIMAP-FactorLink χρησιμοποιεί αισθητήρες με το όνομα Waspote της εταιρείας Libelium για την γρήγορη αναγνώριση πυρκαγιάς. Οι συσκευές Waspote [7] τοποθετούνται σε δασικές περιοχές ή περιοχές που χρειάζονται προστασία από πυρκαγιές. Οι συσκευές αυτές μπορούν να κάνουν μετρήσεις θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας, μονοξειδίου και διοξειδίου του άνθρακα κάθε 5 λεπτά. Αν τα επίπεδα των μετρήσεων αυτών ξεπερνάνε τα όρια τα οποία έχουν τεθεί το σύστημα επικοινωνεί αυτόματα με τις πυροσβεστικές υπηρεσίες. Επιπλέον, η ακριβής θέση της πυρκαγιάς γίνεται γνωστή στην πυροσβεστική διότι οι συσκευές Waspote είναι εξοπλισμένες με GPS. [8]



1.3.2 Πλεονεκτήματα χρήσης νέων αισθητήρων για αναγνώριση πυρκαγιάς :

- Αξιοπίστευτες πληροφορίες
- Μειωμένη πιθανότητα λάθος αναγνώρισης
- Χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση

Κεφάλαιο 2

Σεισμοί

2.1 Εισαγωγή

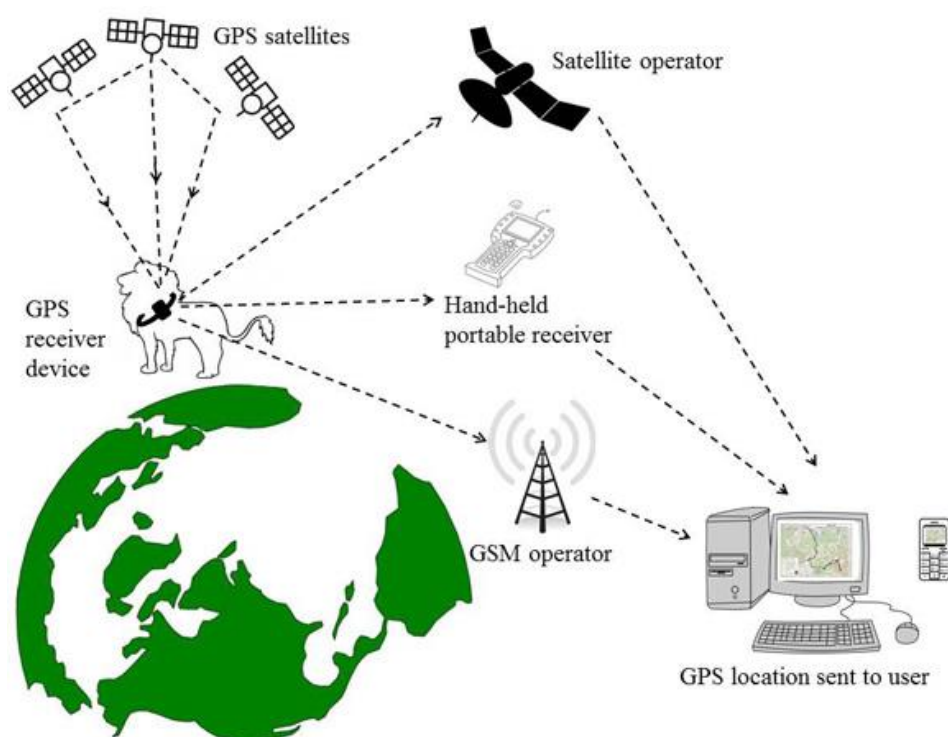
Σεισμός ονομάζεται μία ανατάραξη της επιφάνειας του πλανήτη λόγω απότομης μετακίνησης και ταλάντωσης των πετρωμάτων στο φλοιό του . Σε πολλές περιπτώσεις ένας σεισμός μπορεί να προκαλέσει κατολισθήσεις, χιονοστιβάδες ή τσουνάμι αναλόγως την περιοχή που θα έχει ως επίκεντρο και την απόσταση που θα διανύσουν οι δονήσεις . Οι επιστήμονες δεν μπορούν να προβλέψουν ακριβώς το χρόνο και τον τόπο ενός σεισμού καθώς είναι τυχαίοι και μπορούν να δημιουργηθούν ανά πάσα στιγμή, αλλά υπάρχει η πιθανότητα να ενημερωθούν εγκαίρως ώστε να ειδοποιήσουν τους πολίτες την άμεση μετακίνηση σε ασφαλές μέρος ή καταφύγιο. [9]

2.2 Τρόποι πρόβλεψης σεισμών

Αν και ένας σεισμός είναι απρόβλεπτος καθώς διαρκεί λίγα δευτερόλεπτα υπάρχουν περιπτώσεις που επιστήμονες προέβλεψαν σεισμούς στο παρελθόν. Η έκτη ικανότητα αίσθησης του ζώου, οι ηλεκτρομαγνητικές παραλλαγές κ.α., είναι μερικοί τρόποι που χρησιμοποιούν οι επιστήμονες και οι ερευνητές για την πρόβλεψη των σεισμών.

2.2.1 Πρόβλεψη σεισμών μέσω παρακολούθησης ζώων

Έχει παρατηρηθεί πως κάποια ζώα όπως τα φίδια, τα κουνέλια, οι αρουραίοι, τα πτηνά κ.α. πως κάτω από συγκεκριμένες καταστάσεις σεισμού να έχουν μια ασυνήθιστη συμπεριφορά. Έχει διαπιστωθεί πως ξεκινούν την εκκένωση του τόπου πριν από ένα σεισμό με αποτέλεσμα να μπορεί να εντοπιστεί και από κοινούς ανθρώπους μέχρι και λίγες μέρες πριν το σεισμό. Πρώτη τεκμηριωμένη αναφορά στην ασυνήθιστη αυτή συμπεριφορά που έχουμε είναι στην Ελλάδα το 373 π.Χ. όπου αρουραίοι και φίδια εγκατέλειψαν τις φωλιές τους αρκετές μέρες πριν προκληθεί ένας σεισμός. [10]



2.2.2 Χρήση ΑΔΑ για παρακολούθηση ζώων με σκοπό την πρόβλεψη σεισμού

Ένα ΑΔΑ θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση των ζώων αυτών σε σεισμογενείς περιοχές. Με αυτόν τον τρόπο, προσαρμόζουμε αισθητήρες σε ζώα τα οποία λειτουργούν ως GPS που μπορούν να παρακολουθήσουν την κίνηση τους σε μια συγκεκριμένη περιοχή. Οι αισθητήρες μπορούν επίσης να βοηθήσουν στον προσδιορισμό του αν τα ζώα είναι υπό την επήρεια φόβου ή άγχους μέσω της ανάλυσης της θερμοκρασίας του σώματος και άλλων χαρακτηριστικών. Οι αισθητήρες συλλέγουν δεδομένα από διαφορετικές τοποθεσίες και προωθούνται σε μία βάση δεδομένων και στη συνέχεια αποθηκεύονται και αναλύονται από ερευνητές. Αυτή η άγνωστη συμπεριφορά των ζώων μπορεί να μας προειδοποιήσει για μια επερχόμενη καταστροφή. [11]



2.2.3 Πρόβλεψη σεισμού μέσω παρακολούθησης υπόγειων ρευμάτων

Ένας άλλος τρόπος πρόβλεψης είναι η στάθμη του νερού σε υπόγεια ρεύματα όπου έχουν παρατηρηθεί διάφορες αυξομειώσεις στην πίεση και την ποσότητα του νερού. Η πρόβλεψη αυτή μπορεί να αναληφθεί από 3-10 μέρες πριν από το σεισμό καθώς η ποσότητα του νερού μειώνεται και στη συνέχεια αυξάνεται καθώς οι δονήσεις γίνονται πιο αισθητές.

2.2.4 Χρήση ΑΔΑ για παρακολούθηση υπόγειων ρευμάτων

Οι αισθητήρες μπορούν επίσης να καταγράφουν τη θερμοκρασία των υπόγειων υδάτων και άλλες ιδιότητες που μπορούν να βοηθήσουν στην ανακάλυψη μιας σεισμικής κατάστασης. Διάφοροι αισθητήρες μπορούν να τοποθετηθούν σε διαφορετικές θέσεις όπου διατηρείται σταθερή ροή υπογείων υδάτων. Κάθε αλλαγή θα ανιχνευθεί και θα ενημερώσει τους ερευνητές και επιστήμονες. [12]



Κεφάλαιο 3

Τσουνάμι και πλημμύρες

3.1 Εισαγωγή

Ένα από τα φυσικά φαινόμενα που παρατηρούνται όλο και πιο συχνά τα τελευταία χρόνια είναι το τσουνάμι. Το τσουνάμι εκδηλώνεται ως κύματα τα οποία κατευθύνονται προς την στεριά με τεράστια ταχύτητα και ύψος που μπορεί να φτάσει έως και τα 40 μέτρα. Η πρόκληση ενός τσουνάμι (συνήθως ως αποτέλεσμα υποθαλάσσιου σεισμού ή έκρηξης ηφαιστείου) και η μετέπειτα πλημμύρα η οποία προκαλείται μπορεί να έχει τεράστιες επιπτώσεις στις περιοχές στις οποίες εμφανίζεται. Απο υλικές καταστροφές όπως διάλυση κτηρίων, μέχρι απώλεια ανθρώπινων ζωών. Για αυτόν ακριβώς τον λόγο έχει δημιουργηθεί η ανάγκη για πρόβλεψη και γρήγορη ανταπόκριση σε περίπτωση εμφάνισης ενός τέτοιου φαινομένου. [13]



3.2 Παραδοσιακοί τρόποι πρόβλεψης τσουνάμι

Παραδοσιακοί τρόποι για την πρόβλεψη ενός τσουνάμι υπάρχουν αλλά εμπεριέχουν σοβαρά μειονεκτήματα. Σε αυτά συμπεριλαμβάνεται το γεγονός πως όλοι οι έλεγχοι γίνονται χειροκίνητα, κάτι το οποίο είναι επικίνδυνο για όσους κάνουν τον έλεγχο, αλλά επίσης δεν παρέχουν άμεσα αποτελέσματα. Για αυτόν τον λόγο, τα τελευταία χρόνια, υπάρχει στροφή προς την χρήση ΑΔΑ. [14]

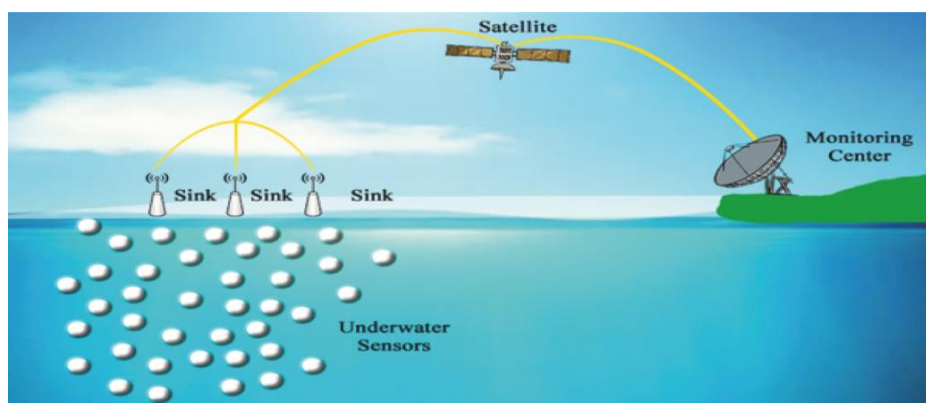
3.3 Χρήση Υποθαλάσσιων ΑΔΑ για πρόβλεψη τσουνάμι

Ένα είδος ΑΔΑ που χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση της κατάστασης του υποθαλάσσιου χώρου είναι τα Υποθαλάσσια Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων (ΥΑΔΑ). Τα ΥΑΔΑ αποτελούνται από ένα σύνολο αισθητήρων οι οποίοι τοποθετούνται κάτω από το νερό και έχουν την δυνατότητα να συλλέξουν πληροφορίες που έχουν να κάνουν με την κατάσταση στην οποία βρίσκεται ο χώρος και το νερό. Τέτοιες πληροφορίες μπορεί να είναι η ποιότητα, η θερμοκρασία, ακόμα και η πίεση του νερού. Τα στοιχεία αυτά είναι σημαντικά γιατί μέσα από την σωστή επεξεργασία μπορούν να οδηγήσουν τους ειδικούς στην πρόωρη πρόβλεψη ενός τσουνάμι ή μιας πλημμύρας. Οι αισθητήρες αυτοί μπορούν να είναι είτε στατικοί είτε κινητοί και είναι ασύρματα συνδεδεμένοι με επικοινωνιακές μονάδες οι οποίες

οδηγούν τις πληροφορίες στον τελικό αποδέκτη ο οποίος είναι ο παραθαλάσσιος σταθμός παρακολούθησης. [15]

3.3.1 Μειονεκτήματα χρήσης ΥΑΔΑ

- Υψηλό κόστος για την δημιουργία και την συντήρηση του δικτύου
- Το απρόβλεπτο υποθαλάσσιο περιβάλλον καθιστά δύσκολο τον σχεδιασμό και την χρήση των ΥΑΔΑ
- Η ανάγκη για συνεχή συντήρηση του εξοπλισμού
- Η ανάγκη χρήσης καινοτόμων πρωτοκόλλων



3.4 Χαρτογράφηση των πλημμύρων

Η γρήγορη χαρτογράφηση των πλημμύρων είναι σημαντική μιας και δίνει την δυνατότητα στις αρχές της εκάστοτε περιοχής να γνωρίζουν το μέγεθος της καταστροφής και τα μέρη τα οποία έχουν άμεση ανάγκη για βοήθεια. Δίνει επίσης την δυνατότητα στους πολίτες να γνωρίζουν τις ασφαλείς περιοχές ώστε να ξέρουν που να κατευθυνθούν.

3.4.1 Παραδοσιακοί τρόποι χαρτογράφησης των πλημμύρων

Οι παραδοσιακοί τρόποι για χαρτογράφηση πλημμύρων έχουν να κάνουν με την χρήση ΑΔΑ τα οποία παρέχουν πληροφορίες για τον καιρό, την κατάσταση του εδάφους και δορυφορικές εικόνες για εκτίμηση της πορείας του νερού. [16]

3.4.2 Νέα τεχνική χαρτογράφησης των πλημμύρων

Μια ανερχόμενη και πρωτότυπη τεχνική είναι η αξιοποίηση πληροφοριών που προέρχονται από τα κοινωνικά δίκτυα. Έχει παρατηρηθεί πως κατά την διάρκεια φυσικών καταστροφών, την σημερινή εποχή, όλο και περισσότερα άτομα παρέχουν πληροφορίες σχετικά με την θέση τους και την κατάσταση που επικρατεί τριγύρω τους στα κοινωνικά δίκτυα. Απομονώνοντας τις δημοσιεύσεις που έχουν να κάνουν με την πλημμύρα και που προσφέρουν πληροφορίες για το βάθος της και την ακριβή τοποθεσία του χρήστη, με την χρήση αλγορίθμων δημιουργείται ένας χάρτης της

πλημμύρας για κάθε δημοσίευση που υπάρχει στο σύστημα. Οι χάρτες αυτοί συγκρίνονται μεταξύ τους και η κατάληξη είναι ένας τελικός χάρτης ο οποίος όμως εμπεριέχει την πιθανότητα λάθους.

3.4.3 Πραγματική δοκιμή της νέας τεχνικής

Η τεχνική αυτή δοκιμάστηκε χρησιμοποιώντας ιστορικά αρχεία του twitter για παλαιότερες πλημμύρες στην Τζακάρτα, μιας και οι κάτοικοί της είναι ιδιαίτερα ενεργοί στα κοινωνικά δίκτυα και είναι μια πόλη στην οποία οι πλημμύρες είναι συχνό φαινόμενο, λόγω των ακραίων καιρικών συνθηκών της. Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα της τεχνικής αυτής με τα στοιχεία που δημιουργήθηκαν με την χρήση των παραδοσιακών τεχνικών βγαίνει ως συμπέρασμα πως είναι μια τεχνική η οποία λειτουργεί αν και όχι 100% σωστά, όμως με περαιτέρω ανάπτυξη και εφαρμογή σε πραγματικές καταστάσεις θα μπορεί να προσφέρει μια άμεση εικόνα της κατάστασης πλημμύρων τόσο στους πολίτες, όσο και στις αρχές που θα πρέπει να κινητοποιηθούν. [17]



3.4.4 Πλεονεκτήματα χρήσης της νέας τεχνικής

- Χρησιμοποιεί στοιχεία τα οποία δημιουργούνται σε πραγματικό χρόνο
- Ο κάθε πολίτης, μέσω της χρήσης συσκευών που είναι συνδεδεμένες στο διαδίκτυο, μπορεί να γίνει «αισθητήρας» και να παράγει πληροφορίες χρήσιμες για την άμεση κινητοποίηση των αρμόδιων αρχών

3.4.5 Μειονεκτήματα χρήσης της νέας τεχνικής

- Πολλές φορές οι πληροφορίες που προσφέρονται μπορεί να είναι αναξιόπιστες
- Τα αποτελέσματα, αν και πλησιάζουν την πραγματική εικόνα της κατάστασης, έχουν περιθώρια λάθους και βασίζονται σε πιθανότητες

Κεφάλαιο 4

Επιθέσεις και εγκληματικότητα

4.1 Εισαγωγή

Ένα πλέον πολυσυζητημένο θέμα είναι η ασφάλεια των τεράστιων κατοικημένων περιοχών από επιθέσεις. Αν και η ασφάλεια με τη χρήση ανθρώπινου δυναμικού είναι αποτελεσματικές πολλές φορές σημειώθηκαν σφάλματα λόγω λαθών ή έλλειψης εγρήγορσης. Τα ενσύρματα συστήματα ασφαλείας με κάμερες είναι πολύ δαπανηρά για να καλύψουν τόσο μεγάλες εκτάσεις. Λόγω της αυξημένης τρομοκρατίας και εγκληματικότητας τα τελευταία χρόνια υπάρχει αύξηση στη ζήτηση συστημάτων ασφαλείας από τις αρχές ώστε να προλαβαίνουν να αντιληφθούν τους τρομοκράτες και να τους εξουδετερώσουν έγκαιρα. [18]



4.2 Τρόποι αποτροπής επιθέσεων με χρήση ΑΔΑ

Οι τρομοκρατικές επιθέσεις έχουν συνήθως σα στόχο περιοχές με πολύ κόσμο όπως σταθμοί τρένων ή λεωφορείων, αεροδρόμια, αξιοθέατα κ.α. γιατί είναι εύκολα προσβάσιμοι χώροι και πολλές φορές όχι αρκετά φυλασσόμενοι. Μια καλή λύση είναι η εγκατάσταση κάποιων αισθητήρων συνδεδεμένοι με ένα σύστημα όπου ανιχνεύεται με τη χρήση διαφόρων μοτίβων περίεργες και ασυνήθιστες κινήσεις ανθρώπων και να φωτογραφίζουν το πρόσωπο των υπόπτων με τη χρήση μιας μικρής κάμερας. Παρ' όλα αυτά δε θα πρέπει να παραβιάζουν τους νόμους προσωπικών δικαιωμάτων και προσωπικής ζωής όπως π.χ. κάμερες ασφαλείας στους δρόμους του Λονδίνου που πίστευαν πως θα μείωναν την εγκληματικότητα αλλά οι αστυνομικές αρχές δήλωσαν πως μόνο το 3% των περιπτώσεων βοήθησαν στην άμεση απόκριση και εξουδετέρωση των υπόπτων. [19]



SWOT Ανάλυση

Δυνάμεις - Μεγάλη διευκόλυνση διαδικασιών - Δίνουν την δυνατότητα γρήγορης αναγνώρισης - Δυνατότητα γρήγορης ανταπόκρισης	Αδυναμίες - Υψηλό κόστος ανάπτυξης και υλοποίησης - Πιθανή καταστροφή εξοπλισμού λόγω καιρικών συνθηκών
Ευκαιρίες - Συνεχής τεχνολογική ανάπτυξη - Αναδυόμενες τεχνολογίες - Αναπτυσσόμενα δίκτυα	Απειλές - Πιθανή παραβίαση προσωπικών δικαιωμάτων - Ολοένα και μεγαλύτερος ανταγωνισμός

Συμπεράσματα

Σύμφωνα με τα παραπάνω είναι εμφανές πως τα Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων προσφέρουν τεράστιες ευκαιρίες στον τομέα της διαχείρισης καταστροφών και γρήγορης ανταπόκρισης των αρμόδιων αρχών. Υπάρχουν πολλά διαφορετικά παραδείγματα και τρόποι με τους οποίους τα ΑΔΑ μπορούν να χρησιμοποιηθούν για αυτό τον σκοπό και υπάρχει συνεχής τεχνολογική ανάπτυξη, κάτι το οποίο σημαίνει πως θα υπάρξει εμφάνιση καινούριων τεχνικών σε μικρά χρονικά διαστήματα. Η αυτοματοποίηση της ειδοποίησης των αρχών οδηγεί σε γρηγορότερη ανταπόκριση στις καταστροφές το οποίο μεταφράζεται ως μικρότερη πιθανότητα για απώλεια ανθρώπινων ζωών και υλικών καταστροφών.

Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

- Μεγαλύτερη χρήση τεχνητής νοημοσύνης στα ΑΔΑ
- Αξιοποίηση δικτύου 5G
- Χρήση Narrowband IoT (NB-IoT) [20]

Βιβλιογραφία

- [1] Ασύρματο δίκτυο αισθητήρων, <https://www.wikipedia.org/>
- [2] Antonio Molina-Pico, David Cuesta-Frau, Alvaro Araujo, Javier Alejandre, and Alba Rozas (2016), Forest Monitoring and Wildland Early Fire Detection by a Hierarchical Wireless Sensor Network
- [3] Dr. V. Ravikumar (2018), FOREST FIRE DETECTION USING WIRELESS SENSOR NETWORK
- [4] Ken Smith, Graham Kent, David Slater, Gabe Plank, Mark Williams, Maureen I. McCarthy, Frank Vernon, Neal Driscoll, Hans-Werner Braun (2016), Integrated Multi-Hazard Regional Networks: Detection/Response, and Extreme Weather Tracking
- [5] Lama, <https://www.lama.hr/en/solutions/integral-solutions/iforestfire/>
- [6] Igorce Karafilovski, Vladimir Zdraveski, Dimitar Trajanov (2014), Case studies of forest fire detection systems
- [7] Libelium, <http://www.libelium.com/products/waspmote/>
- [8] FactorLink, <http://www.factor-link.net/inicio>
- [9] Munib ur Rahman, Soliha Rahman, Seema Mansoor, Vikas Deep, M.Aashkaar (2016), Implementation of ICT and Wireless Sensor Networks for Earthquake Alert and Disaster Management in Earthquake Prone Areas
- [10] Animals &Earthquake Prediction, https://earthquake.usgs.gov/learn/topics/animal_eqs.php
- [11] Nadia de Souza (2015), Real-time monitoring: How timely location data can keep wildlife out of danger zones
- [12] Tracy Staedter (2018), 100.000 IoT Sensors Monitor a 1.400-Kilometer Canal in China
- [13] J.P. Amezcuita-Sanchez, M. Valtierra-Rodriguez, H.Adeli (2017), Current efforts for prediction and assessment of natural disasters: Earthquakes, tsunamis, volcanic eruptions, hurricanes, tornados and floods
- [14] Sudhir Kumar Chaturvedi, Pankaj Kumar Srivastava, Ugur Guven (2017) , A brief review on tsunami early warning detection using BPR approach and post analysis by SAR satellite dataset
- [15] Emad Felemban, Faisal Karim Shaikh, Umair Mujtaba Qureshi, Adil A. Skeikh, Saad Bin Qaisar (2015), Underwater Sensor Network Applications: A Comprehensive Survey

[16] Nataliya Tkachenko, Stephen Jarvis, Rob Procter (2017), Predicting floods with Flickr tags

[17] Dirk Eilander, Patricia Trambauer, Jurjen Wagemaker, Arnejan van Loenen (2016), Harvesting Social Media for Generation of Near Real-time Flood Maps

[18] M. Atiquzzaman, Journal of Network and Computer Applications

[19] CCTV boom has failed to slash crime, say police,
<https://www.theguardian.com/international>

[20] KT and Samsung to Expand Public Safety LTE Network Coverage in South Korea