

Τμήμα
Μηχανικών
Πληροφορικής τ.ε.

Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα
Δυτικής Ελλάδας

**“Χρήση ασύρματων αισθητήρων για τον χειρισμό
βασικών λειτουργιών Η/Υ”**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Νικολέττα Λαγκώνη
Α.Μ:1220

Επιβλέπων Καθηγητής:
Τσακανίκας Βασίλης

Αντίρριο,
Ιούλιος 2015

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή

Αντίρριο, 21/7/2015

Επιτροπή αξιολόγησης:

- 1.
- 2.
- 3.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ:

Περίληψη	1
Abstract	1
Κεφάλαιο 1: Δίκτυα Αισθητήρων	2
1.1) Εισαγωγή.....	2
1.1.1) Δίκτυα αισθητήρων-αισθητήρας κόμβος.....	2
1.2) Εφαρμογές.....	3
1.2.1) Περιβαλλοντικές εφαρμογές.....	4
1.2.2) Στρατιωτικές εφαρμογές.....	5
1.2.3) Εφαρμογές στην υγεία.....	5
1.2.4) Οικιακές εφαρμογές.....	6
1.2.5) Άλλες εφαρμογές.....	6
1.3) Πρωτόκολλα επικοινωνίας στα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων.....	7
1.3.1) Σχεδιαστικά θέματα.....	7
1.3.2) Κατηγορίες πρωτοκόλλων δρομολόγησης.....	8
1.3.2.1) Network structure protocols.....	9
1.3.2.2) Protocol operation.....	10
1.3.3) Επικοινωνία και μέσα μετάδοσης.....	12
1.3.4) Συμπεράσματα.....	13
Κεφάλαιο 2: AD-HOC Δίκτυα	14
2.1) Εισαγωγή στα Ad-hoc δίκτυα.....	14
2.2) Λειτουργίες-Χαρακτηριστικά.....	15
2.3) Πρωτόκολλα και αλγόριθμοι δρομολόγησης.....	17
2.3.1) Ποιότητα υπηρεσιών.....	17
2.3.2) Προβλήματα και η αντιμετώπισή τους.....	17
2.4) Εφαρμογές.....	19
2.5) Κατηγορίες Ad-hoc δικτύων.....	19
2.5.1) MANETs.....	19
2.5.2) Χαρακτηριστικά.....	20
2.6) Συμπεράσματα.....	21
Κεφάλαιο 3: Αισθητήρες	21
3.1) Εισαγωγή στους αισθητήρες.....	21
3.2) Χαρακτηριστικά.....	22
3.2.1) Στατικά χαρακτηριστικά.....	22
3.2.2) Δυναμικά χαρακτηριστικά.....	27
3.3) Είδη αισθητήρων.....	29
3.3.1) Αισθητήρες μετατόπισης και κίνησης.....	29
3.3.2) Επιταχυνσιόμετρο (Accelerometer).....	30
3.3.2.1) Λειτουργίες επιταχυνσιόμετρου.....	30
3.4) Συμπεράσματα.....	33

Κεφάλαιο 4: Ανάπτυξη εφαρμογής	33
4.1) Γενική περιγραφή.....	33
4.2) Android.....	34
4.3) Πρόγραμμα πελάτη (client).....	34
4.4) Πρόγραμμα εξυπηρετητή (server).....	41
4.5) Τελικά αποτελέσματα.....	45
Επίλογος	48
Βιβλιογραφία	49

ΠΕΡΙΛΗΨΗ:

Ο σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας, είναι η μελέτη των ασύρματων αισθητήρων και η χρήση αυτών για τον χειρισμό κάποιων βασικών λειτουργιών των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Η μελέτη αυτή έγινε πειραματικά, με την κατασκευή ενός προγράμματος εξυπηρετητή-πελάτη, χρησιμοποιώντας εργαλεία προγραμματισμού και την γλώσσα Java.

Παρουσιάζονται επίσης πληροφορίες για τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων, τις λειτουργίες τους, τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούν αλλά και την χρησιμότητά τους, όπως επίσης και για τα δίκτυα κατ' απαίτηση (Ad-hoc). Αναλύθηκαν παραπάνω οι αισθητήρες σαν συσκευές, και πιο συγκεκριμένα οι αισθητήρες κίνησης και μετατόπισης, οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν για την διεκπεραίωση του πειράματος.

ABSTRACT:

The purpose of this diploma dissertation is the study of Wireless Sensors and their usage in operating basic functions of electronic computers. This study was experimentally conducted with the construction of a client-server program, using programming tools and Java .

The dissertation also provides information on Wireless Sensor Networks, their functions, the protocols they use, and their usefulness, as well as Ad Hoc Networks. The aforementioned Sensors, and more particularly the motion and displacement sensors, were analyzed as devices used for the conduct of the experiment.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: **ΔΙΚΤΥΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ**

1.1) ΕΙΣΑΓΩΓΗ:

Τα τελευταία χρόνια σημειώνεται συνεχής πρόοδος στην τεχνολογική εξέλιξη των δικτύων. Εμφανίστηκαν ανάγκες για παρακολούθηση και συλλογή δεδομένων που ήταν δύσκολο να ληφθούν αυτά τα στοιχεία με συμβατικούς τρόπους. Έτσι άρχισαν να αναπτύσσονται τα δίκτυα αισθητήρων, με αρκετές δυνατότητες καταγραφής και επεξεργασίας δεδομένων. Τα δίκτυα αυτά χαρακτηρίζονται από το χαμηλό κόστος των κόμβων, η χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και η δυνατότητα να παρακολουθούν και να επεξεργάζονται τα δεδομένα από απόσταση. Η χρήση των δικτύων αυτών είναι ευρεία σε πολλούς τομείς τεχνολογικούς και μη.

Συνήθως τα δίκτυα αισθητήρων αποτελούνται από πολλούς γειτονικούς κόμβους, έτσι ώστε όταν επεξεργάζονται τα δεδομένα να μπορούν να τα μοιραστούν και με τους υπόλοιπους γειτονικούς κόμβους.

1.1.1) ΔΙΚΤΥΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ-ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΚΟΜΒΟΣ:

Τα δίκτυα αισθητήρων συγκροτούνται από πολλούς κόμβους-αισθητήρες. Οι αισθητήρες αυτοί, ουσιαστικά είναι μικροεπεξεργαστές, οι οποίοι καταγράφουν δεδομένα. Έχουν δυνατότητες, όπως την ασύρματη επικοινωνία με τους γειτονικούς κόμβους, τον προγραμματισμό ή και επαναπρογραμματισμό τους για την σωστή συλλογή και επεξεργασία δεδομένων.

Ενεργειακά οι αισθητήρες είναι αυτόνομοι λειτουργώντας με μπαταρίες, κάτι το οποίο έχει μειώσει αισθητά το κόστος τους. Επίσης έχουν μικρό μέγεθος το οποίο τους κάνει εύχρηστους σε θέματα μεταφοράς ή κάποιας πιθανής επιδιόρθωσής τους.

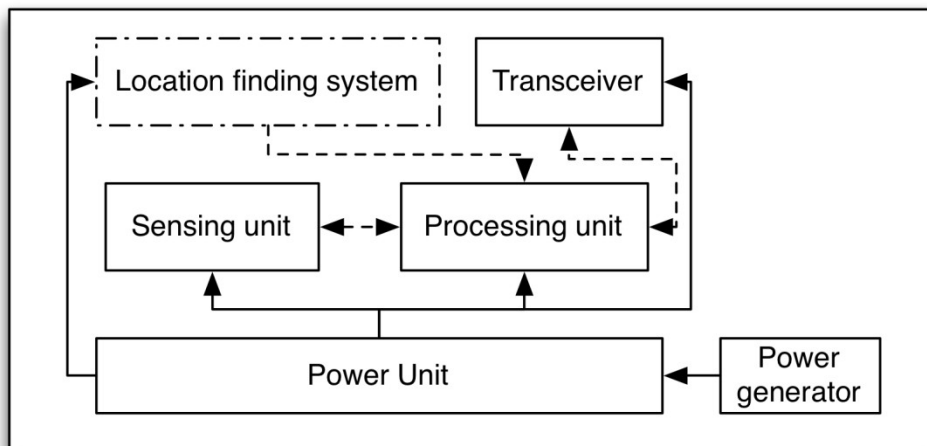
Πιο αναλυτικά οι κόμβοι-αισθητήρες απαρτίζονται από τα εξής:

- **ένα πομποδέκτη RF**, ο οποίος είναι υπεύθυνος για την επικοινωνία μεταξύ τους,
- **ένα μικροεπεξεργαστή,**
- **μνήμη τυχαίας προσπέλασης RAM**, για την επεξεργασία των δεδομένων ή εναλλακτικά μπορούν να έχουν μόνιμη μνήμη αποθήκευσης δεδομένων. Επιπλέον, όπως αναφέρθηκε και

νωρίτερα, έχουν μία **μικρή μπαταρία** η οποία τους παρέχει την ενεργειακή αυτονομία που χρειάζονται.

- Το πιο βασικό τους εξάρτημα είναι οι αισθητήρες που συλλέγουν τα δεδομένα.
- Ο **μετατροπέας ADC**, αναλογικού σε ψηφιακό σήμα (analog to digital converter), ο οποίος μετατρέπει τα δεδομένα που συλλέγει ο αισθητήρας σε ψηφιακά για την καλύτερη επεξεργασία τους από τον μικροεπεξεργαστή.

Στη συνέχεια, αφού ο μικροεπεξεργαστής αναλύσει τα δεδομένα τα αποστέλλει στον κεντρικό κόμβο, ο οποίος ονομάζεται **sink**, και είναι ο κόμβος που συγκεντρώνει τα δεδομένα και με την σειρά του αυτός τα στέλνει στην κεντρική βάση δεδομένων του δικτύου.



Εικόνα 1: Σχεδιάγραμμα αισθητήρα

1.2) ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ:

Τα δίκτυα αισθητήρων εφαρμόζονται σε περιβάλλοντα όπου η συλλογή πληροφοριών είναι δύσκολη για ένα άνθρωπο. Παράλληλα όμως επιβάλλεται να είναι αναλυτική, σωστά επεξεργασμένη και οι μετρήσεις να γίνονται όσο πιο συχνά είναι εφικτό. Για το λόγο αυτό οι αισθητήρες χρησιμοποιούνται για να καταγράφουν διάφορες παραμέτρους, όπως την θερμοκρασία, την υγρασία, τα επίπεδα μόλυνσης, την ταχύτητα του αέρα, την πίεση, και άλλες τιμές που είναι δύσκολο να μετρηθούν με πιο παραδοσιακούς τρόπους.

Επιπροσθέτως έχει παρατηρηθεί ότι τα τελευταία χρόνια η χρήση των αισθητήρων γίνεται για περισσότερους και ποικίλους σκοπούς. Μερικοί χαρακτηριστικοί από αυτούς είναι : η στρατιωτική παρακολούθηση, οι επιστημονικές μελέτες για κάποια φαινόμενα αλλά ακόμα και για την προστασία του περιβάλλοντος. Εν συνεχεία θα μελετήσουμε μερικές βασικές εφαρμογές των δικτύων αισθητήρων.

1.2.1) ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ:

Στο περιβάλλον μας σημειώνονται πολλές και ραγδαίες μεταβολές, οι οποίες πρέπει να μετριούνται και να παρακολουθούνται ώστε να είναι εφικτές διάφορες παρεμβάσεις που μπορεί να χρειαστεί να γίνουν ή έστω η μελέτη αυτών. Τα δίκτυα αισθητήρων όμως έχουν εισχωρήσει σε αρκετούς τομείς που σχετίζονται με το περιβάλλον. Κάποιοι από αυτούς είναι οι ακόλουθοι :

- **Μέτρηση ατμοσφαιρικής ρύπανσης:** χρησιμοποιούνται αισθητήρες τοποθετημένοι σε βασικά σημεία ενδιαφέροντος, όπως είναι το κέντρο μίας πρωτεύουσας και κάποια προάστια με αυξημένο πληθυσμό.
- **Μέτρηση υγρασίας:** σε αυτήν την περίπτωση οι αισθητήρες μπορούν να μετρήσουν την υγρασία στην ατμόσφαιρα για την βοήθεια πρόβλεψης του καιρού, αλλά ακόμα και την υγρασία στο χώμα. Αυτό βοηθάει πολύ στον έλεγχο ποτίσματος μεγάλων καλλιεργιών ώστε το πότισμα να γίνεται όποτε είναι αναγκαίο. Συνήθως ο τρόπος που λειτουργεί αυτή η εφαρμογή, είναι να στέλνουν οι αισθητήρες τις μετρήσεις σε μία βάση δεδομένων και ο χειριστής της βάσης ή αλλιώς μία αυτοματοποιημένη εφαρμογή, αντιληφθεί ότι οι μετρήσεις είναι κάτω από το επιτρεπτό όριο μπαίνει σε λειτουργία το αυτόματο πότισμα.
- **Ανίχνευση πυρκαγιών:** οι αισθητήρες είναι διασκορπισμένοι μέσα σε ένα δάσος ώστε οι μετρήσεις να γίνονται πιο σωστά και να γίνει πιο εύκολα αντιληπτή η οποιαδήποτε αλλαγή.
- **Μέτρηση ταχύτητας αέρα:** είναι μία αρκετά σημαντική εφαρμογή των δικτύων αισθητήρων καθώς χρησιμοποιείται διαρκώς. Η μέτρηση της ταχύτητας του αέρα είναι σημαντική για τις συγκοινωνίες, καθώς σε περίπτωση ξαφνικής αλλαγής του αέρα είναι δυνατόν η μετακίνηση να γίνει δύσκολη ή και απαγορευτική. Στην ναυτιλία και στην αεροπορία είναι μία εξαιρετικά χρήσιμη εφαρμογή.

1.2.2) ΣΤΡΑΤΙΩΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ:

Τα δίκτυα αισθητήρων καταλαμβάνουν σπουδαία θέση και στα στρατιωτικά συστήματα. Η χρησιμότητα τους εμφανίζεται σε πολλά θέματα. Συγκεκριμένα :

- στην **παρακολούθηση του πεδίου μάχης και κατασκοπείας**: το οποίο είναι αναγκαίο γιατί πρέπει οι εχθρικές δραστηριότητες να παρακολουθούνται, να αναγνωρίζονται τυχόν εμπόδια κατά την διάρκεια μίας αποστολής και να βοηθούν στην καλύτερη έκβαση μίας μάχης.
- **Ανίχνευση στόχου**: η χρήση των αισθητήρων εδώ αφορά τον υπολογισμό και την σωστή στόχευση ενός εχθρικού στόχου. Μπορεί να χρησιμοποιεί αισθητήρες θερμοκρασίας για να εντοπίσει τον στόχο και η εφαρμογή του έγκειται σε τελευταίας τεχνολογίας πυρομαχικά, τα λεγόμενα “έξυπνα όπλα”.

1.2.3) ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ:

Ο τομέας της υγείας είναι πολύ περίπλοκος αφού ασχολείται με τον ανθρώπινο οργανισμό , το οποίο αυτομάτως σημαίνει ότι το περιθώριο λάθους είναι πάρα πολύ μικρό. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα δίκτυα αισθητήρων έχουν ωφελήσει σε μεγάλο βαθμό στον τομέα της υγείας επειδή βοηθούν όχι μόνο τους παροδικούς ασθενείς αλλά και όσους πάσχουν από χρόνιες και ανίατες ασθένειες. Βεβαίως βοηθούν και τους γιατρούς προκειμένου να μπορούν να παρακολουθούν καλύτερα τους ασθενείς τους και να κάνουν πιο ορθές και ακριβείς διαγνώσεις. Μερικές από τις εφαρμογές αυτές είναι οι επόμενες :

- **Παρακολούθηση ασθενή**: εδώ οι αισθητήρες χρησιμοποιούνται για να παρακολουθούνται οι ζωτικές ενδείξεις των ασθενών όχι μόνο από το νοσοκομείο αλλά και από το σπίτι. Έτσι οι γιατροί μπορούν να παρακολουθούν την εξέλιξη της υγείας του ασθενή αλλά και να μπορούν να προσφέρουν τις υπηρεσίες τους σε περίπτωση ανάγκης.
- **Παρακολούθηση ατόμων με ειδικές ανάγκες και χρόνιες παθήσεις**: άτομα τα οποία πάσχουν από χρόνιες ασθένειες πρέπει να είναι το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα σε νοσοκομεία για την παρακολούθηση της υγείας τους. Τα δίκτυα αισθητήρων έρχονται σε αυτό τον τομέα για να βοηθήσουν σημαντικά αυτούς τους ασθενείς. Ο ασθενής έχοντας πάνω του έναν αισθητήρα διευκολύνει και καθιστά άμεσα δυνατή την παρακολούθηση της

υγείας του αλλά και η πρόβλεψη τυχόν κινδύνου που μπορεί να διατρέχει.

1.2.4) ΟΙΚΙΑΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ:

Τις τελευταίες δεκαετίες έχουν παρουσιαστεί πολλές υπηρεσίες για τα σπίτια. Αισθητήρες υπάρχουν πια σε αρκετές συσκευές μέσα στο σπίτι ή γενικά τοποθετημένοι σε αυτό. Έτσι έχουν αναπτυχθεί αρκετοί αυτοματισμοί για τα σπίτια αλλά και οι οικιακές συσκευές μπορούν να κάνουν την καθημερινότητα πιο εύκολη. Μπορούν να ελεγχθούν από απομακρυσμένη απόσταση ή να ενεργοποιηθούν κάποιες συσκευές μόνες τους όταν κριθεί αναγκαίο. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι όταν η θερμοκρασία του σπιτιού έχει υπέρβει ή έχει πέσει από την οριακή θερμοκρασία που έχει τεθεί ως ιδανική, τότε να ενεργοποιείται ο κλιματισμός.

Καθώς η τεχνολογία προοδεύει διαρκώς και με ταχύτατους ρυθμούς, σε συνδυασμό βεβαίως και με την εξέλιξη των δικτύων αισθητήρων πιθανόν τα μελλοντικά σπίτια να ελέγχονται από ένα δίκτυο αισθητήρων, οι οποίοι θα εξυπηρετούν σχεδόν όλες τις καθημερινές ανάγκες μας.

1.2.5) ΑΛΛΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ:

Τα δίκτυα αισθητήρων φαίνεται να έχουν ευρύ φάσμα εφαρμογών γιατί και οι ανάγκες πλέον είναι πρωτεύοντες. Οι **εφαρμογές ασφάλειας** είναι ένας άλλος τομέας με μεγάλη ανάπτυξη. Σε αυτόν τον τομέα χρησιμοποιούνται αισθητήρες για ανίχνευση κίνησης, φωτός σε μέρη που μάλλον δεν θέλαμε να υπάρχουν. Τέτοιοι αισθητήρες συναντάμε συνήθως στους συναγερμούς.

Στην **βιομηχανία** επίσης έχουν εφαρμογές, όπως στην επιτήρηση σωστής λειτουργίας των μηχανών, στον έλεγχο της ποιότητας και καταπόνησης των υλικών αλλά μπορούν να βοηθήσουν ακόμα στις μελέτες για νέες καινοτομίες.

Με την πάροδο του χρόνου τα δίκτυα αισθητήρων θα εξελίσσονται περισσότερο και αναμφισβήτητα θα εμφανιστούν και άλλες εφαρμογές τους.

1.3) ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΣΤΑ ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ:

Για την σωστή λειτουργία των δικτύων αισθητήρων απαιτείται η χρήση πρωτοκόλλων δρομολόγησης έτσι ώστε η πληροφορία να φτάσει σωστά στον τελικό χρήστη. Στα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων όμως υπάρχουν πολλές προκλήσεις, περιορισμοί και προβλήματα, με τα οποία τα πρωτόκολλα έρχονται αντιμέτωπα. Έτσι μέσω των εφαρμογών των δικτύων αισθητήρων γίνεται προσπάθεια για την καλύτερη αντιμετώπιση των προβλημάτων που προκύπτουν και η προσπάθεια σωστής χρήσης των πρωτοκόλλων.

1.3.1) ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ:

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, στα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων προκύπτουν αρκετοί περιορισμοί, όπως είναι η περιορισμένη υπολογιστική δύναμη και η περιορισμένη ενέργεια των κόμβων. Γι' αυτό το λόγο τα πρωτόκολλα πρέπει να δουλεύουν με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να μην ξοδεύεται αρκετή ενέργεια και να μην υποβαθμίζεται η πληροφορία που μεταφέρεται. Εντούτοις, δεν είναι μόνο αυτοί οι παράγοντες που επηρεάζουν τα πρωτόκολλα, υπάρχουν και άλλοι εξίσου σπουδαίοι οι οποίοι πρέπει να αντιμετωπιστούν για να επιτευχθεί η ομαλή λειτουργία των δικτύων αισθητήρων.

Παρακάτω τονίζονται κάποιες από τις προκλήσεις που καλούνται να αντιμετωπίσουν τα πρωτόκολλα στα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων:

- **Κατανάλωση ενέργειας:** Θα ήταν ιδανικό τα δίκτυα αισθητήρων να εκτελούν λειτουργίες όσο το δυνατόν περισσότερες, γεγονός που πρακτικά είναι δύσκολο καθώς η ενέργεια των αισθητήρων εξαρτάται από την μπαταρία τους. Έτσι χρειάζονται πρωτόκολλα, τα οποία στοχεύουν στην κατάλληλη εξοικονόμηση της ενέργειας για να πραγματοποιούνται οι απαραίτητες λειτουργίες. Αυτό είναι δυνατόν να συμβεί με πρωτόκολλα που σχεδιάζουν την βέλτιστη ενεργειακά διαδρομή στο δίκτυο. Εξαιτίας της περιορισμένης ενέργειας του δικτύου είναι πιθανό μία διαδρομή να σχηματίζεται από πολλά hops.
- **Τοπολογία κόμβων:** Σύμφωνα με την τοποθέτηση των κόμβων του δικτύου η δρομολόγηση της πληροφορίας πρέπει να γίνει με συγκεκριμένο τρόπο και συγκεκριμένες διαδρομές ή αν

οι κόμβοι είναι τυχαία τοποθετημένοι η δρομολόγηση θα γίνει τυχαία. Όταν οι κόμβοι δεν είναι ομοιόμορφα κατανεμημένοι συνήθως γίνεται μία ομαδοποίηση των κόμβων (clustering), το οποίο βοηθάει στην σωστή συνδεδιμότητα των κόμβων αλλά και στην σωστή λειτουργία του δικτύου ενεργειακά.

- **Ετερογένεια δικτύου:** Συνήθως οι κόμβοι σε ένα δίκτυο θέλουμε να είναι όμοιοι, δηλαδή να έχουν ίδια υπολογιστική και ενεργειακή δύναμη. Αυτό, όμως, αρκετές φορές είναι αδύνατο να συμβεί εξαιτίας των διαφορετικών εφαρμογών. Ακόμα και σε μία εφαρμογή οι κόμβοι ενδέχεται να έχουν διαφορετικό ρόλο ή πολλαπλό ο καθένας, οπότε και οι δυνάμεις τους θα είναι διαφορετικές. Ο πιο συνηθισμένος τρόπος αντιμετώπισης είναι η ομαδοποίηση των κόμβων και εκλέγεται ένας επικεφαλής κόμβος (cluster head), ο οποίος αναλαμβάνει την αποστολή των δεδομένων. Η εκλογή του κόμβου γίνεται είτε τυχαία, είτε παίρνοντας υπόψη την ενέργεια του, την υπολογιστική του δύναμη, τη μνήμη ή το εύρος ζώνης εκπομπής του.
- **Ανοχή σφαλμάτων:** Καμιά φορά οι κόμβοι λόγω ανεπαρκούς ενέργειας ή κάποιας άλλης βλάβης που μπορεί να προκληθεί, σταματάει η λειτουργία τους και έτσι αποτυγχάνουν να εκτελέσουν τις κατάλληλες λειτουργίες. Σε αυτή την περίπτωση υπάρχουν πρωτόκολλα (MAC πρωτόκολλα), τα οποία διευκολύνουν την δημιουργία νέων συνδέσεων και διαδρομών και την επαναδρομολόγηση πακέτων.

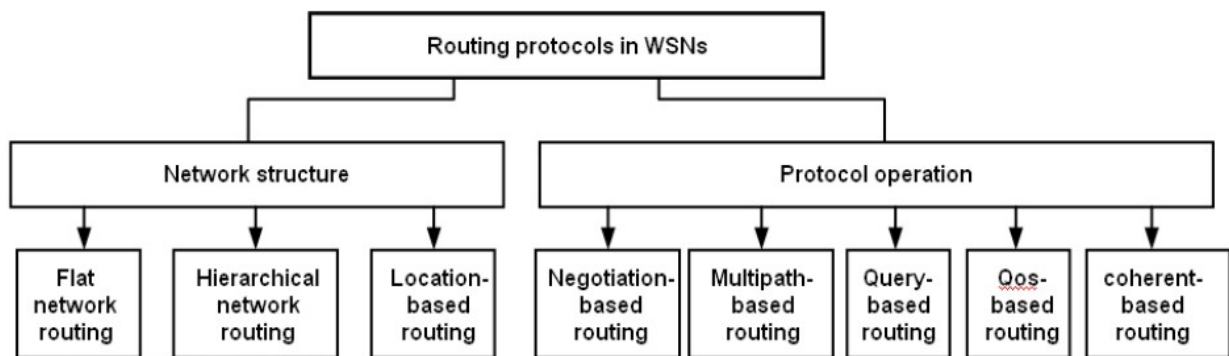
1.3.2) ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΩΝ ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗΣ:

Τα πρωτόκολλα δρομολόγησης χωρίζονται σε κατηγορίες σύμφωνα με, την **δομή του δικτύου, ιεραρχικά και δεδομένο-κεντρικά.**

- Τα πρωτόκολλα που είναι βασισμένα στην δομή του δικτύου, γνωρίζουν την θέση των κόμβων και έτσι αποφεύγεται η ανούσια αποστολή δεδομένων σε όλους τους κόμβους του δικτύου, αλλά μόνο σε αυτούς που χρειάζεται.
- Τα ιεραρχικά πρωτόκολλα ομαδοποιούν τους κόμβους, ώστε οι επικεφαλείς κόμβοι των ομάδων αυτών να συγκεντρώνουν τα δεδομένα που πρόκειται να εκπέμψουν, με αποτέλεσμα να γίνεται έτσι εξοικονόμηση ενέργειας.

- Τα δεδομένο-κεντρικά πρωτόκολλα, λειτουργούν βασισμένα στην ονομασία των επιθυμητών δεδομένων, το οποίο βοηθάει στην μείωση αρκετών περιττών επανεκπομπών.

Οι βασικές κατηγορίες των πρωτοκόλλων στα Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων παρουσιάζονται παρακάτω:



Εικόνα 2: Κατηγορίες πρωτοκόλλων δρομολόγησης

1.3.2.1) NETWORK STRUCTURE PROTOCOLS:

- **ΕΠΙΠΕΔΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗΣ (FLAT):**

Στα επίπεδα πρωτόκολλα ο κάθε κόμβος έχει τον ίδιο ρόλο και ο κάθε αισθητήρας-κόμβος συνεργάζεται με τους υπόλοιπους για να υλοποιηθούν οι απαραίτητες εργασίες. Σε κάποιες εφαρμογές όμως το πλήθος των κόμβων στο δίκτυο είναι αρκετά μεγάλο. Με επακόλουθο η ταυτοποίηση και η αναζήτηση των κόμβων για κάποιες εφαρμογές να γίνεται πιο δύσκολα και να προκαλεί μεγάλη κατανάλωση ενέργειας του δικτύου. Για να αποφευχθούν αυτά τα προβλήματα δημιουργήθηκε η δεδομένο-κεντρική δρομολόγηση και βασίζεται στην ονομασία των επιθυμητών γεγονότων. Ο sink κόμβος στέλνει ερωτήματα σε συγκεκριμένες περιοχές του δικτύου περιμένοντας απαντήσεις από τους κόμβους αυτής της περιοχής. Τα πιο συνηθισμένα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται είναι το **SPIN** (Sensor Protocols for Information via Negotiation) και το **Directed Diffusion**, τα οποία έχουν καταφέρει να εξοικονομούν αρκετή ενέργεια στα δίκτυα.

- **ΙΕΡΑΡΧΙΚΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗΣ (HIERARCHICAL):**

Στα ιεραρχικά πρωτόκολλα η δρομολόγηση γίνεται με σκοπό την καλύτερη διαχείριση της ενέργειας των κόμβων αλλά και την αποφόρτωση των κόμβων που δεν μπορούν να διαχειριστούν μεγάλο όγκο δεδομένων λόγω χαμηλής ενέργειας. Έτσι χρησιμοποιούνται συνήθως πρώτα οι κόμβοι που έχουν μεγαλύτερο ενεργειακό απόθεμα και μετά αυτοί με την λιγότερη ενέργεια. Ένας τρόπος αντιμετώπισης που κάνουν τα πρωτόκολλα αυτής της ομάδας, είναι να ομαδοποιούν τους κόμβους (clusters) και ο επικεφαλής της κάθε ομάδας (cluster-head) να αναλαμβάνει την καθοριστική λειτουργία της ομάδας συγκεντρώνοντας και συγχωνεύοντας τα δεδομένα ώστε οι υπόλοιποι κόμβοι να εξοικονομούν την απαραίτητη ενέργεια. Γνωστά πρωτόκολλα της ομάδας αυτής είναι το **LEACH** (Low Energy Adaptive Clustering), το **PEGASIS** (Power-Efficient Gathering in Sensor Information Systems) και το **TEEN** (Threshold-Sensitive Energy Efficient Protocol).

- **ΒΑΣΙΣΜΕΝΑ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ (LOCATION BASED):**

Η δρομολόγηση σε αυτά τα πρωτόκολλα πραγματοποιείται με βάση της θέσης των κόμβων έτσι ώστε να εξοικονομείται ενέργεια στο δίκτυο. Τις περισσότερες φορές η θέση των κόμβων γίνεται γνωστή ανταλλάσσοντας οι γειτονικοί κόμβοι μεταξύ τους πληροφορίες. Έτσι όταν πρέπει μία πληροφορία να σταλθεί, το πακέτο δρομολογείται μόνο στην περιοχή που βρίσκεται ο κόμβος και όχι σε όλο το δίκτυο. Συνήθως οι κόμβοι πέφτουν σε κατάσταση sleep για καλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας. Υπάρχει και η δυνατότητα σε κάποιους αισθητήρες να έχουν ενσωματωμένο GPS ώστε να δίνουν το στίγμα τους μέσω δορυφόρου. Γνωστά πρωτόκολλα αυτής της ομάδας είναι: το **GAF** (Geographic Adaptive Fidelity), το **GEAR** (Geographic and Energy Aware Routing), και το **SPAN**.

1.3.2.2) PROTOCOL OPERATION:

- **ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΔΙΑΔΡΟΜΩΝ (MULTIPATH):**

Σε αυτή την κατηγορία των πρωτοκόλλων, έχουμε την περίπτωση της καταστροφής μίας σύνδεσης κόμβων είτε λόγω έλλειψης ενέργειας είτε ο ένας κόμβος έχει τεθεί σε κατάσταση sleep. Τότε ο ένας κόμβος ψάχνει να δημιουργήσει εναλλακτική διαδρομή με τους γειτονικούς του κόμβους. Σε περίπτωση που δεν βρεθεί κάποια διαδρομή ενημερώνει την πηγή για σφάλμα δρομολόγησης. Οι προτεινόμενες εναλλακτικές διαδρομές σχεδιάζονται συνήθως από την αρχή προκειμένου το πρωτόκολλο να μπορέσει να αντιμετωπίσει πιο γρήγορα το πρόβλημα που θα προκύψει. Οι διαδρομές επιλέγονται σύμφωνα με την εναπομείνουσα ενέργεια των κόμβων στο

μονοπάτι και σε περίπτωση έλλειψης ενέργειας από κάποιον κόμβο της διαδρομής, επαναπροσδιορίζεται καινούριο μονοπάτι. Υπάρχουν ακόμα και οι περιπτώσεις που το πακέτο της πληροφορίας μπορεί να διασπαστεί σε υποπακέτα και μέχρι να φτάσει στην πηγή έχει ταξιδέψει από διαφορετικά μονοπάτια και στο τέλος ξανά-ανακατασκευάζεται.

- **ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ (QUERY BASED):**

Στην ομάδα αυτή των πρωτοκόλλων ένας κόμβος μεταδίδει ένα αίτημα για δεδομένα που χρειάζεται σε όλο το δίκτυο. Ο κόμβος που έχει τα δεδομένα αυτά στέλνει πίσω στον κόμβο που έστειλε το αίτημα, την απάντηση του. Όλοι οι κόμβοι διατηρούν πίνακες, οι οποίοι ανανεώνονται συχνά, με αιτήματα και λίστες με τους γείτονες τους. Συνήθως οι κόμβοι ορίζουν πιθανούς αντικαταστάτες τους, οι οποίοι έχουν ένα αντίγραφο από τον πίνακα γεγονότων και δημιουργούν μονοπάτια για να κατευθύνουν τα αιτήματα.

- **ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΔΙΑΠΡΑΓΜΑΤΕΥΣΗΣ (NEGOTIATION):**

Τα πρωτόκολλα αυτής της ομάδας χρησιμοποιούν περιγραφείς δεδομένων υψηλού επιπέδου προκειμένου να μειωθούν οι μεταδόσεις μέσω της διαπραγμάτευσης. Οι επικοινωνιακές αποφάσεις λαμβάνονται σύμφωνα με τους πόρους που είναι διαθέσιμοι. Το πρωτόκολλο SPIN ανήκει και σε αυτή την ομάδα των πρωτοκόλλων. Το κίνητρο είναι ότι η χρήση της πλημμύρας (flooding) για την διάδοση των δεδομένων θα προκαλέσει σύγχυση στους κόμβους του δικτύου, επειδή θα παραλάβουν πολλαπλά αντίγραφα των πακέτων. Είναι μία λειτουργία που ξοδεύει αρκετή ενέργεια και υπολογιστική δύναμη στο δίκτυο. Επομένως τα πρωτόκολλα σχεδιάζονται ώστε να διαδίδουν τα δεδομένα στον κάθε κόμβο θεωρώντας ότι ο κάθε κόμβος λειτουργεί σαν σταθμός βάσης. Η βασική ιδέα των πρωτοκόλλων διαπραγμάτευσης στα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων είναι να μειώσει την διάδοση πολλαπλών αντιγράφων και να αποφευχθεί η αποστολή τους στους επόμενους κόμβους, διεξάοντας έτσι μία σειρά από μηνύματα διαπραγμάτευσης πριν ξεκινήσει η διάδοση των δεδομένων.

- **ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΜΕ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ (QoS):**

Στα δίκτυα η κατανάλωση της ενέργειας και η ποιότητα των δεδομένων έχουν μεγάλη σημασία. Μια πληροφορία, δηλαδή για να παραδοθεί στο δίκτυο πρέπει να ικανοποιούνται κάποιες παράμετροι, όπως της ενέργειας, της καθυστέρησης, του εύρους ζώνης κτλ. Ένα πακέτο πληροφορίας για να σταλεί επιτυχώς συνήθως δημιουργούνται πιθανές διαδρομές από την πηγή προς τον τελικό κόμβο. Αυτό συμβαίνει για να αποφευχθεί η πιθανή αποτυχία ενός μονοπατιού, και

συνήθως στα μονοπάτια που δημιουργούνται αποφεύγονται κόμβοι με χαμηλή ενέργεια ή χαμηλή εγγύηση QoS. Πρωτόκολλα τα οποία ανήκουν σε αυτή την κατηγορία είναι το **SAR** (Sequential Assignment Routing) και το **SPEED**.

- **ΣΥΜΠΑΓΗ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ (COHERENT BASED):**

Αρκετές φορές στα δίκτυα η συνεργασία των κόμβων για την επεξεργασία των δεδομένων είναι αναγκαία. Σύμφωνα με τον τρόπο που πρέπει να επεξεργαστούν τα δεδομένα, αυτή η κατηγορία των πρωτοκόλλων διαιρείται σε **μη-συμπαγή** επεξεργασία δεδομένων και στη **συμπαγή** επεξεργασία δεδομένων. Στην **μη-συμπαγή** επεξεργασία δεδομένων οι κόμβοι επεξεργάζονται τα δεδομένα τοπικά και στη συνέχεια τα προωθούν στους υπόλοιπους κόμβους για περαιτέρω επεξεργασία. Τα δεδομένα που επεξεργάζονται αφορούν συνήθως την ανίχνευση ενός κόμβου για επεξεργασία και αποστολή δεδομένων, την εκλογή κεντρικού κόμβου και την αίτηση για συνεργασία σε μία διαδικασία. Στην μη-συμπαγή επεξεργασία, ο φόρτος του δικτύου είναι χαμηλός.

Στην **συμπαγή** επεξεργασία δεδομένων οι κόμβοι πραγματοποιούν τις βασικές διεργασίες μόνο πριν προωθήσουν τα δεδομένα. Οι διεργασίες αυτές είναι συνήθως η σημείωση του χρόνου, η αποφυγή του διπλασιασμού κτλ. Η συμπαγή επεξεργασία προτιμάται λόγω της μικρής κατανάλωσης της ενέργειας.

1.3.3) ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΚΑΙ ΜΕΣΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ:

Στα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων η επικοινωνία γίνεται μέσω ασύρματων μέσων. Οι συνδέσεις πραγματοποιούνται με την βοήθεια των ραδιοσυχνοτήτων, υπέρυθρων ή οπτικών μέσων. Οι ασύρματες ζεύξεις χρησιμοποιούν την ζώνη συχνοτήτων ISM Band (Industrial Scientific Medical Band), η οποία προσφέρεται χωρίς άδεια χρήσης.

Πιο συχνά τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων χρησιμοποιούν για τις επικοινωνίες τις ραδιοσυχνότητες. Κάποιες από τις περιπτώσεις αυτές είναι:

- Το μAPS που χρησιμοποιεί πομπό συμβατό με Bluetooth στα 2.4 Ghz με έναν ενσωματωμένο πολυπλέκτη συχνοτήτων.
- Η αρχιτεκτονική WINS που χρησιμοποιεί ραδιοσυχνότητες μεταξύ των κόμβων.
- Επίσης κάποιες φορές χρησιμοποιείται ένας αισθητήρας χαμηλής ενέργειας που χρησιμοποιεί ένα πομποδέκτη ραδιοσυχνότητας ενός καναλιού, που βρίσκεται σε συχνότητα

λειτουργίας στα 916 Mhz.

Επίσης τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων λόγω ότι ανήκουν στην ομάδα των ασύρματων δικτύων χρησιμοποιούν τα ίδια πρότυπα αλλά και τα πρωτόκολλα επικοινωνίας. Χρησιμοποιείται ένα σύνολο από πρότυπα τα οποία βασίζονται στα WPAN (Wireless Personal Area Networks), WLAN (Wireless Local Area Networks) και WMAN (Wireless Metropolitan Area Networks). Τα πιο γνωστά είναι το ZigBee, το Wibree και το 6lowpan.

Το ZigBee είναι ένα σύνολο πρωτοκόλλων επικοινωνίας υψηλού επιπέδου το οποίο χρησιμοποιεί μικρής και χαμηλής ισχύος αναμεταδότες βασισμένους στο πρότυπο 802.15.4 της IEEE για WPANs. Είναι από τα πιο ευρέως χρησιμοποιημένα πρωτόκολλα επικοινωνίας για τα δίκτυα ασύρματων αισθητήρων, λόγω της χαμηλής τους κατανάλωσης και την δυνατότητα δικτύωσής σε δίκτυα για μεταφορά δεδομένων σε μεγάλες αποστάσεις.

Αναφορικά, κάποια άλλα πρότυπα-πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται είναι:

- το **HiperLAN**, το οποίο χρησιμοποιεί διαφορετική εκδοχή του CSMA/CA, που βασίζεται στο χρόνο ζωής του πακέτου, την προτεραιότητα και τις αναμεταδόσεις στο επίπεδο MAC.
- Το **OpenAir**, το οποίο είναι προγενέστερο του 802.11.
- Το **Bluetooth**,
- το **WiMAX** (IEEE 802.16),
- και το πρότυπο **IEEE 802.11**, το οποίο καθορίζει τον έλεγχο πρόσβασης μέσου (MAC) και τα φυσικά στρώματα (PHY) σε ένα WLAN.

1.3.4) ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ:

Σύμφωνα με όλα τα προαναφερθέντα σχετικά για την χρήση των πρωτοκόλλων στα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων, διαπιστώνουμε ότι υπάρχουν αρκετά προβλήματα που πρέπει να λυθούν. Ωστόσο, πρωτεύον πρόβλημα είναι αυτό της ενέργειας. Η αποτελεσματικότητα των πρωτοκόλλων εξαρτάται από τις τεχνικές δρομολόγησης που θα χρησιμοποιηθούν και τον συνδυασμό τους, διότι

όσο εξελίσσεται ο τομέας των δικτύων οι προκλήσεις και οι ανάγκες θα είναι μεγαλύτερες, με συνέπεια και τα πρωτόκολλα θα πρέπει να είναι πιο αποτελεσματικά.

Παρόλο που οι έρευνες επικεντρώνονται περισσότερο στο θέμα της ενέργειας στα δίκτυα, εξίσου σημαντικό είναι και η απόδοση ως προς την ποιότητα των δεδομένων και η υπολογιστική δύναμη που χρησιμοποιείται στους αισθητήρες για να μην υπάρχουν λάθη. Ειδικότερα σε συστήματα πραγματικού χρόνου τα οποία πρέπει να παρέχουν έμπιστες πληροφορίες και η απόκρισή τους να είναι όσο πιο σύντομη γίνεται.

Εν κατακλείδι καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι ο στόχος είναι η καλύτερη λειτουργία των ασύρματων δικτύων αισθητήρων, όσο έχει να κάνει με την ενέργεια, την ποιότητα των υπηρεσιών που προσφέρουν αλλά και την σωστή τους απόκριση. Αναντίρρητα, η εξέλιξη των ασύρματων δικτύων αισθητήρων θα ανοίξει ακόμη νέους τομείς για εφαρμογές που σίγουρα θα φανούν εξαιρετικά χρήσιμοι.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: **AD-HOC ΔΙΚΤΥΑ:**

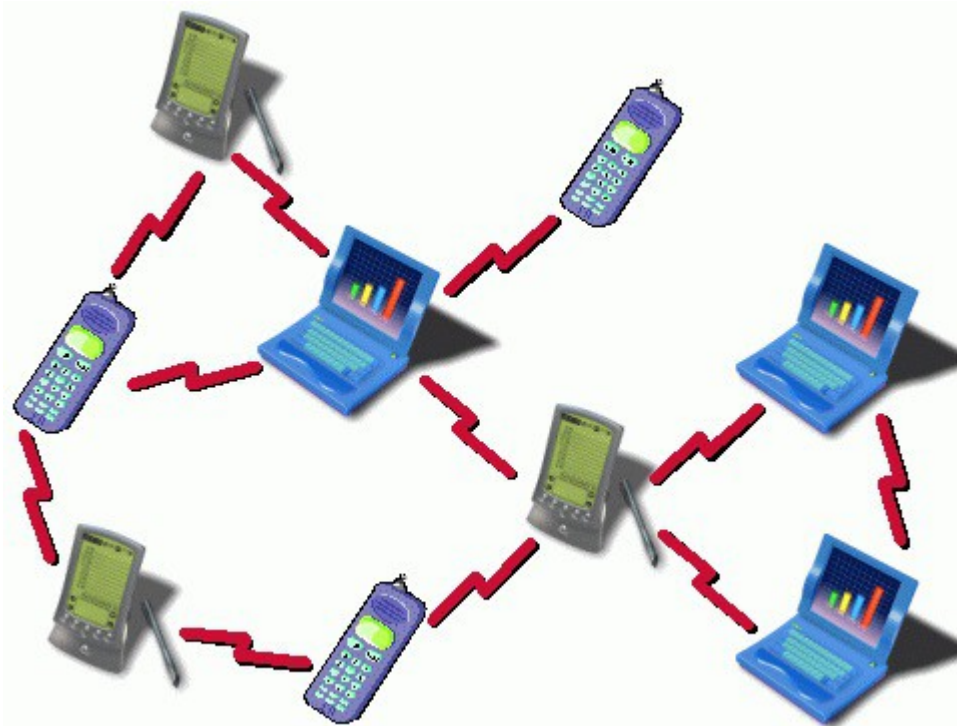
2.1) ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ AD-HOC ΔΙΚΤΥΑ:

Στο κεφάλαιο αυτό αναφέρονται τα δίκτυα Ad-hoc ή αλλιώς δίκτυα κατ' απαίτηση. Είναι μέρος μίας μεγαλύτερης ομάδας δικτύων (Distributed Transient Networks), τα οποία είναι αποκεντρωμένα δίκτυα και οι κόμβοι μπορεί να είναι ανομοιογενείς και να εισέρχονται ή να αποχωρούν από το δίκτυο οποιαδήποτε στιγμή. Έχουν την δυνατότητα τα δίκτυα αυτά, να δημιουργούνται χωρίς την προϋπάρχουσα υποδομή δικτυακών συσκευών, όπως δρομολογητές και access points.

Για την δημιουργία ενός ad-hoc δικτύου αρκεί να συνδεθούν δύο μόνο κόμβοι, οι οποίοι έχουν την δυνατότητα να επικοινωνούν μεταξύ τους αλλά και με οποιαδήποτε άλλη γειτονική συσκευή. Οι κόμβοι συνήθως δεν είναι όμοιοι μεταξύ τους, δηλαδή μπορεί να είναι εντελώς διαφορετικές συσκευές ή να έχουν διαφορετική υπολογιστική ισχύ. Η κατανομή τους στον χώρο καθορίζει και την τοπολογία του δικτύου αλλά να μεταβάλλεται κιόλας όταν αποχωρούν ή εισέρχονται κόμβοι. Ο κάθε κόμβος στο δίκτυο λαμβάνει μέρος στη δρομολόγηση προωθώντας τα δεδομένα στους άλλους κόμβους. Αυτό συνεπάγεται στην ικανότητα των κόμβων στα ad-hoc δίκτυα, να αντιλαμβάνονται την παρουσία των υπόλοιπων συσκευών/κόμβων στο δίκτυο και να μπορούν να επικοινωνούν μαζί

τους με τα κατάλληλα πρωτόκολλα επικοινωνίας, με σκοπό την ομαλή λειτουργία του δικτύου.

Τα ad-hoc δίκτυα είναι εύκολο να εγκατασταθούν αφού δεν χρειάζονται κάποια άλλη υποδομή ούτε κάποιες ενέργειες από τους χρήστες. Επίσης η ευκολία που υπάρχει να εισέρχονται και να απομακρύνονται οι κόμβοι και να εξαρτώνται μόνο από τους γειτονικούς τους κόμβους, κάνουν τα δίκτυα αυτά πιο αξιόπιστα.



Εικόνα 3: παράδειγμα ad-hoc δικτύου

2.2) ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ-ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ:

Τα δίκτυα ad-hoc αποτελούνται από κινητούς κόμβους. Ο κάθε κόμβος λαμβάνει μέρος στην ομαλή λειτουργία του δικτύου εκτελώντας τις βασικές λειτουργίες για την δρομολόγηση των δεδομένων. Επίσης πολύ σημαντική λειτουργία που πρέπει να εκτελούν οι κόμβοι είναι η καταγραφή των βέλτιστων διαδρομών μέσω των συνδέσεων του δικτύου. Για να εκτελεστούν αυτές οι λειτουργίες ικανοποιητικά πρέπει να βοηθήσουν κάποια είδη πρωτοκόλλων ή κάποιες παραλλαγές τους, τα οποία είναι σχεδιασμένα για να λειτουργούν σε ad-hoc δίκτυα. Είναι πιθανό τα πρωτόκολλα που είναι σχεδιασμένα για τα απλά ασύρματα δίκτυα να μην είναι συμβατά με τα ad-hoc δίκτυα. Για την καλύτερη περιγραφή της λειτουργίας των ad-hoc δικτύων υπάρχει ένα

μοντέλο τριών επιπέδων.

- Το πρώτο είναι το **επίπεδο ελέγχου προσπέλασης μέσου (Medium access control layer)** , στο οποίο γίνεται η επικοινωνία από σημείο σε σημείο.
- Το δεύτερο είναι το **επίπεδο επιλογής της διαδρομής (route selection layer)**, στο οποίο γίνεται η εύρεση των κατάλληλων διαδρομών.
- Τέλος είναι το **επίπεδο χρονοπρογραμματισμού (scheduling layer)**, στο οποίο γίνεται ο καθορισμός της σειράς που θα σταλούν τα πακέτα.

Το πιο βασικό χαρακτηριστικό των ad-hoc δικτύων είναι η φορητότητα, δηλαδή η ύπαρξη κινητών κόμβων. Άρα από την στιγμή που οι κόμβοι έχουν την δυνατότητα να εισέρχονται και να αποχωρούν από το δίκτυο όποτε θέλουν, καθορίζουν έτσι την τοπολογία του δικτύου, η οποία είναι και αυτή μεταβλητή. Αυτό μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα το δίκτυο να έχει μεγάλη γεωγραφική έκταση. Οπότε οι διασυνδέσεις μεταξύ των κόμβων είναι multi-hop. Αντίθετα στις κοντινές αποστάσεις οι συνδέσεις είναι ενός απλού hop. Οι κόμβοι που θα χρησιμοποιηθούν στο δίκτυο δεν είναι απαραίτητα του ίδιου τύπου ή δυνατοτήτων. Δηλαδή αυτό σημαίνει ότι οι κόμβοι μπορούν να είναι είτε προσωπικοί υπολογιστές, είτε συσκευές PDA ή ακόμα και κινητά τηλέφωνα τα οποία έχουν την δυνατότητα να συνδεθούν σε ένα δίκτυο. Αυτό σημαίνει ότι τα χαρακτηριστικά δεν διαφέρουν μόνο στους κόμβους αλλά και σε κάθε δίκτυο. Έτσι θα έχουν διαφορές στους ρυθμούς επικοινωνίας, στις δυνατότητες broadcast ή multicast μετάδοσης και στην δυνατότητα επικοινωνίας με τα υπόλοιπα δίκτυα.

Ένα ακόμα χαρακτηριστικό είναι η ακτίνα μετάδοσης των κόμβων. Όσο μεγαλύτερη είναι η ακτίνα μετάδοσης ενός κόμβου, τόσο μικρότερος είναι και ο μέσος αριθμός μεταδόσεων που χρειάζεται για την μετάδοση των δεδομένων. Το αντίθετο όσο μικρότερη είναι η ακτίνα μετάδοσης τόσο θα μειώνονται οι συγκρούσεις και οι παρεμβολές, άρα θα μπορούν να πραγματοποιούνται περισσότερες μεταδόσεις ταυτόχρονα και θα έχει σαν αποτέλεσμα την μικρότερη κατανάλωση ενέργειας.

2.3) ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΚΑΙ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΙ ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗΣ:

2.3.1) ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ:

Οι απαιτήσεις σε κάθε δίκτυο είναι διαφορετικές λόγω των υπηρεσιών και εφαρμογών που οι χρήστες χρησιμοποιούν. Έτσι για να μπορεί ένα δίκτυο να ανταποκριθεί και στις ανάλογες απαιτήσεις πρέπει και οι υπηρεσίες που προσφέρει να είναι ποιοτικές. Η ποιότητα των υπηρεσιών εξαρτάται και από κάποιες παραμέτρους του δικτύου. Όπως: τους διαθέσιμους πόρους που διαθέτει και την σταθερότητα αυτών. Επίσης τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται πρέπει να προσαρμόζονται σύμφωνα με τις παραμέτρους και τις ανάγκες του κάθε δικτύου.

Για να υπολογιστεί η ποιότητα των υπηρεσιών του δικτύου υπάρχουν κάποιες μετρικές που χρησιμοποιούνται και χωρίζονται σε τρεις ομάδες:

- Στο **επίπεδο των εφαρμογών (ALMs – Application Layer Metrics):**

στο οποίο επιλέγονται τα μονοπάτια που ικανοποιούν τις απαιτήσεις. Λαμβάνει υπόψη την συνολική καθυστέρηση που επηρεάζει τις εφαρμογές πραγματικού χρόνου, και την ικανότητα της μεταφοράς δεδομένων για εφαρμογές πολυμέσων.

- στο **επίπεδο δικτύου (NLMs – Network Layer Metrics)**
- και **επίπεδο MAC (MLMs – Mac Layer Metrics),**

τα οποία δίνουν μία εκτίμηση της ποιότητας των συνδέσεων αλλά και την ικανότητά τους να παράγουν διαδρομές με καλή ποιότητα και σε μικρό χρόνο. Το NLM παίρνει υπόψη του την κατανάλωση ισχύος, το μέγεθος του buffer, την σταθερότητα του ρυθμού μετάδοσης και την δυνατότητα διόρθωσης λαθών με κώδικα μεταβλητού μήκους. Το MLM παίρνει υπόψη του το SNR.

2.3.2) ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΚΑΙ Η ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥΣ:

Το μεγαλύτερο πρόβλημα που πρέπει να αντιμετωπίσουν τα πρωτόκολλα και οι αλγόριθμοι δρομολόγησης στα ad-hoc δίκτυα είναι η κινητικότητα των κόμβων, κάτι το οποίο σημαίνει ότι πρέπει να γίνεται συχνός αναπροσδιορισμός των διαδρομών. Επίσης το περιορισμένο εύρος ζώνης

απαιτεί ο αριθμός των μηνυμάτων δρομολόγησης να είναι περιορισμένος και αυτός. Ακόμα υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να χαθούν πακέτα ή να καταστραφούν συνδέσεις ή ακόμα να γίνουν και λάθος μεταδόσεις λόγω της κίνησης των κόμβων.

Όλα αυτά τα προβλήματα που προκύπτουν δεν μπορούν να αντιμετωπιστούν όπως και στα υπόλοιπα ασύρματα δίκτυα. Τα πρωτόκολλα και οι αλγόριθμοι πρέπει να είναι σε θέση να κάνουν γρήγορες δρομολογήσεις πριν αλλάξει η τοπολογία του δικτύου και οι αποφάσεις αυτές να γίνονται σύμφωνα με την ενέργεια του κάθε κόμβου. Ακόμα οι σύνδεσμοι μεταξύ των κόμβων πρέπει να θεωρούνται μίας κατεύθυνσης, γιατί η επικοινωνία προς μία κατεύθυνση μπορεί να περιορίζεται λόγω διάφορων παραγόντων.

Τα πρωτόκολλα δρομολόγησης μπορούν να διακριθούν σε δύο είδη σύμφωνα με την δρομολόγηση, τα οποία είναι:

- **κατανεμημένη** δρομολόγηση, όπου κάθε κόμβος αποφασίζει ποιός θα είναι ο επόμενος κόμβος που θα προωθήσει το πακέτο,
- και **κεντροποιημένη** δρομολόγηση, όπου η διαδρομή που θα ακολουθήσει το πακέτο καθορίζεται από τον κόμβο που θα το στείλει. Δεν είναι όμως αξιόπιστη δρομολόγηση λόγω της κίνησης των κόμβων.

Ακόμα υπάρχουν και τα πρωτόκολλα τα οποία είναι βασισμένα σε πίνακες (table driven protocols), οι οποίοι διατηρούν τα στοιχεία για τους κόμβους του δικτύου, και τα πρωτόκολλα τα οποία βασίζονται στην κατ' απαίτηση αρχικοποίηση από την πηγή (source initiated on demand driven protocols), τα οποία δημιουργούν μία διαδρομή όποτε αυτή ζητηθεί από έναν κόμβο.

Για να γίνει η σωστή προσαρμογή των πρωτοκόλλων σε κάθε δίκτυο χρησιμοποιούνται συνήθως δύο είδη αλγορίθμων.

- Οι αλγόριθμοι βασισμένοι σε **διανύσματα απόστασης (Distance vector)**, όπου κάθε κόμβος στέλνει στους γειτονικούς του κόμβους τις αποστάσεις που γνωρίζει. Έτσι είναι δυνατό να υπολογιστεί το συντομότερο μονοπάτι. Υπάρχει όμως η πιθανότητα να δημιουργηθεί ατέρμων βρόγχος και να εγκλωβιστεί ένα πακέτο και να οδηγήσει στην κατάρρευση του δικτύου.

- Επίσης οι αλγόριθμοι βασισμένοι στην **κατάσταση των συνδέσμων (Link state)**, όπου κάθε κόμβος ενημερώνει τους γειτονικούς του κόμβους για την κατάσταση των υπόλοιπων γειτόνων, και να δημιουργηθεί μία συνολική εικόνα για την κατάσταση του δικτύου.

Λόγω των διαφορετικών χαρακτηριστικών που έχουν τα ad-hoc δίκτυα μεταξύ τους, τα πρωτόκολλα θα πρέπει να επιλέγονται σωστά έτσι ώστε να είναι και συμβατά με τα χαρακτηριστικά του κάθε δικτύου.

2.4) ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ:

Τα δίκτυα ad-hoc είναι κατάλληλα για εφαρμογές οι οποίες δεν μπορούν να βασίζονται σε κεντρικούς κόμβους και πρέπει να υπάρχει ευελιξία. Συνήθως χρησιμοποιούνται σε **στρατιωτικές εφαρμογές**, όπου τοποθετούνται κόμβοι σε περιοχές στρατηγικής σημασίας για να συλλέξουν τις απαραίτητες πληροφορίες και επικοινωνούν με έναν κόμβο επεξεργασίας μέσω των συστημάτων των κινητών επικοινωνιών.

Ακόμα τα ad-hoc δίκτυα μπορούμε να τα συναντήσουμε και σε άλλες περιπτώσεις, όπως σε συνέδρια, διαλέξεις και συναντήσεις. Οι χρήστες μπορούν να διαμοιράζονται αρχεία και άλλες πληροφορίες χωρίς την ύπαρξη κάποιου εγκατεστημένου δικτύου ή την παρουσία κάποιου διαχειριστή δικτύου. Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης για να ανταλλάξουν πληροφορίες ή να ενημερώσουν για την τρέχουσα κατάσταση μίας επιχείρησης.

2.5) ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ AD-HOC ΔΙΚΤΥΩΝ:

2.5.1) MANETs:

Τα MANETs (mobile ad-hoc networks) είναι μία κατηγορία των ad-hoc δικτύων. Είναι μία ομάδα ανεξάρτητων κινητών κόμβων που μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους ασύρματα. Όταν δεν μπορούν οι κόμβοι να επικοινωνήσουν κατευθείαν μεταξύ τους, τότε χρειάζονται την βοήθεια άλλων ενδιάμεσων κόμβων για την δρομολόγηση των πακέτων. Τα δίκτυα αυτά είναι πλήρως κατανομημένα και μπορούν να εγκατασταθούν σε οποιοδήποτε περιβάλλον χωρίς την βοήθεια

κάποιας υποδομής δικτύου, κάτι που τα κάνει αρκετά ευέλικτα.

2.5.2) ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ:

Γενικά, η κινητικότητα των κόμβων δημιουργεί μία ποικιλία στην τοπολογία του δικτύου. Η δυναμική φύση της τοπολογίας του δικτύου αυξάνει τις προκλήσεις για τον σχεδιασμό ενός ad-hoc δικτύου. Κάθε κόμβος έχει δική του πηγή ενέργειας, όπως επαναφορτιζόμενες μπαταρίες, αλλά η ενέργεια αυτή είναι περιορισμένη. Η κατανάλωση ενέργειας του κάθε κόμβου μπορεί να διακριθεί σε:

- κατανάλωση ενέργειας για επεξεργασία δεδομένων,
- κατανάλωση ενέργειας για μετάδοση πληροφοριών,
- και κατανάλωση ενέργειας όταν ο κόμβος χρησιμοποιείται και σαν δρομολογητής για την προώθηση πακέτων σε άλλους κόμβους.

Οι κινητοί κόμβοι συνήθως έχουν περιορισμένο χώρο αποθήκευσης και υπολογιστική δύναμη. Έτσι εξαρτώνται από τους άλλους κόμβους και πόρους για την πρόσβαση και την επεξεργασία των δεδομένων. Μία αξιόπιστη τοπολογία δικτύου πρέπει να εξασφαλίζεται μέσω αποτελεσματικών και ασφαλών πρωτοκόλλων για ad-hoc δίκτυα.

Συνοψίζοντας τα χαρακτηριστικά των MANETs είναι:

- η ασύρματη επικοινωνία,
- δεν έχουν κεντρικοποιημένο έλεγχο και υποδομή,
- η δυναμική τοπολογία του δικτύου,
- είναι αυτόνομα και δεν χρειάζονται κάποια υποδομή δικτύου,
- μπορούν να εγκατασταθούν εύκολα,

- έχουν ενεργειακούς περιορισμούς,
- και περιορισμένη ασφάλεια.

2.6) ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ:

Τα ad-hoc δίκτυα μπορούν να εφαρμοστούν χρησιμοποιώντας διάφορες τεχνικές των ασύρματων δικτύων (Bluetooth, WLAN). Χρειάζονται εξειδικευμένες μεθόδους ασφαλείας γιατί οι κόμβοι δεν είναι σταθεροί μέσα σε ένα δίκτυο και εξαρτάται αποκλειστικά στον κάθε κόμβο. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε σχετικά μικρά δίκτυα και να εφαρμοστούν κάποιες εφαρμογές. Αν και οι peer-to-peer συνδέσεις δουλεύουν ικανοποιητικά σε αυτά τα δίκτυα, θα ήταν ωραίο στο μέλλον να γίνουν κάποιες καινοτομίες στον χώρο των ad-hoc δικτύων, αφού είναι σαν δίκτυα αρκετά βολικά και θα μπορούσαν να βοηθήσουν σε αρκετές περιπτώσεις και αρκετά δίκτυα να εγκατασταθούν με αυτά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: **ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ:**

3.1) ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ:

Η έννοια των αισθητήρων είναι αρκετά οικία για τους ανθρώπους. Με τον όρο αυτό συνήθως περιγράφουμε μία συσκευή η οποία είναι ικανή να ανιχνεύει ένα φυσικό μέγεθος και να δίνει μία αντίστοιχη μετρήσιμη έξοδο. Η έξοδος αυτή μπορεί να είναι η μορφή της είτε σε ηλεκτρικό σήμα είτε σε οπτικό αλλά και σε αναλογικό. Κάποια παραδείγματα φυσικών μεγεθών που μετρώνται με αισθητήρες είναι :

- η θερμοκρασία,
- η ταχύτητα και η επιτάχυνση,
- η υγρασία,
- η ακτινοβολία και άλλα πολλά.

Επίσης στην καθημερινή μας ζωή χρησιμοποιούμε αισθητήρες οι οποίοι πολλές φορές δεν μας είναι αντιληπτοί. Για παράδειγμα το θερμομέτρο δωματίου που μετράει την θερμοκρασία του

περιβάλλοντος στο σπίτι αλλά και η ζυγαριά. Αυτές οι δύο συσκευές μετράνε φυσικά μεγέθη και μας εμφανίζουν τις τιμές τους είτε αναλογικά ή ψηφιακά.

Οι αισθητήρες βέβαια με την πάροδο του χρόνου εξελίσσονται και μπαίνουν όλο και πιο πολύ στην καθημερινότητά μας, κάνοντάς τη πιο ποιοτική και εύκολη. Δεν χρησιμοποιούνται όμως οι αισθητήρες μόνο για την καθημερινή ζωή των ανθρώπων αλλά και για επιστημονικούς σκοπούς.

3.2) ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ:

Το φαινόμενο που βασίζεται η λειτουργία κάθε αισθητήρα καθορίζει και τα χαρακτηριστικά του. Για την επιλογή του κατάλληλου αισθητήρα για κάποια εφαρμογή, έχει σημασία τα χαρακτηριστικά του να είναι γνωστά, καθώς θα καθορίσουν την απόδοση και την συμπεριφορά του κατά την διάρκεια μίας μέτρησης.

Τα χαρακτηριστικά των αισθητήρων χωρίζονται σε δύο κατηγορίες τις οποίες θα τις αναλύσουμε στην συνέχεια.

3.2.1) ΣΤΑΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ:

Τα στατικά χαρακτηριστικά των αισθητήρων αναφέρονται σε κάποιες παραμέτρους που χαρακτηρίζουν τους αισθητήρες. Περιγράφουν την κατάσταση στην οποία έχει επέλθει ισορροπία μεταξύ αισθητήρα και μετρούμενου μεγέθους.Μας επιτρέπουν την αξιολόγηση του αισθητήρα έτσι ώστε να γίνει η κατάλληλη επιλογή του αισθητήρα για κάποια μέτρηση. Τα χαρακτηριστικά αυτά αναλύονται στην συνέχεια.

- **ΠΙΣΤΟΤΗΤΑ (ACCURACY):**

Η πιστότητα δεν σχετίζεται με τον αριθμό των δεκαδικών ψηφίων με τον οποίο μπορεί να γίνει η μέτρηση, αλλά με το κατά πόσο το αποτέλεσμα που δίνει ο αισθητήρας πλησιάζει την φυσική πραγματικότητα μέσα σε ένα λογικό εύρος τιμών. Το εύρος λειτουργίας των αισθητήρων πρέπει να είναι όσο το δυνατόν εγγύτερα στο εύρος των μετρούμενων τιμών, ώστε να εξασφαλίζεται η μέγιστη δυνατή πιστότητα των μετρήσεων.

- **ΑΚΡΙΒΕΙΑ (PRECISION):**

Με τον όρο ακρίβεια εκφράζουμε τον βαθμό ελευθερίας του αισθητήρα από τυχαία σφάλματα.

Η έννοια της ακρίβειας συνδέεται συχνά με την πιστότητα. Η μεγάλη ακρίβεια στις μετρήσεις δεν σημαίνει ότι έχουμε και μεγάλη πιστότητα, γιατί ένας ακριβής αισθητήρας μπορεί να μην έχει καλή πιστότητα. Οι κακής ποιότητας μετρήσεις από ένα ακριβή αισθητήρα σημαίνει ότι έχουμε συστηματικό σφάλμα (bias), το οποίο μπορεί να διορθωθεί με βαθμονόμηση του αισθητήρα.

- **ΕΠΑΝΑΛΗΨΙΜΟΤΗΤΑ:**

Με τον όρο αυτό περιγράφουμε τον βαθμό στον οποίο μία συσκευή παράγει το ίδιο αποτέλεσμα, όταν σε διαφορετικές χρονικές στιγμές τροφοδοτείται με ακριβώς την ίδια είσοδο. Η υψηλή επαναληψιμότητα μπορεί να δώσει παρόμοια έξοδο όταν μία συγκεκριμένη είσοδος μετράται πολλές φορές. Εάν υπάρχει κάποιο σημαντικό σφάλμα στην έξοδο, τότε η έξοδος δεν είναι ακριβής.

- **ΑΝΟΧΗ (TOLERANCE):**

Με τον όρο ανοχή περιγράφουμε το μέγιστο ποσό σφάλματος κατά την διάρκεια μίας μέτρησης. Πολλές φορές η ανοχή συγχέεται με την πιστότητα, και για να περιγραφεί μία συσκευή στις προδιαγραφές της μπορεί να αναφέρεται η ανοχή αντί για την ακρίβεια.

- **ΕΥΡΟΣ (OPERATING RANGE):**

Το εύρος περιγράφει τα όρια (ελάχιστη-μέγιστη τιμή φυσικού μεγέθους) στα οποία μία συσκευή είναι ικανή να λειτουργεί αξιόπιστα. Κάποιες φορές στις προδιαγραφές μίας συσκευής μπορεί να συναντήσουμε και κάποιες άλλες έννοιες του εύρους, όπως το “θερμοκρασιακό εύρος”, το οποίο περιγράφει τις κατάλληλες θερμοκρασίες για να δουλεύει μία συσκευή.

- **ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ (CALIBRATION):**

Ο όρος της βαθμονόμησης ορίζει τον καθορισμό της συνάρτησης μεταφοράς ενός αισθητήρα ή γενικότερα ενός συστήματος μέτρησης. Κατά την διαδικασία των μετρήσεων είναι απαραίτητη η γνώση της συνάρτησης μεταφοράς του αισθητήρα, έτσι ώστε μετρώντας την τιμή του ηλεκτρικού σήματος της εξόδου, να μετράται και μέσω της συνάρτησης και η τιμή του μετρούμενου μεγέθους. Κατά την διαδικασία της βαθμονόμησης χρησιμοποιούνται γνωστές τιμές του μετρούμενου μεγέθους στον αισθητήρα, και μετρώνται οι αντίστοιχες τιμές του ηλεκτρικού σήματος εξόδου. Η ακρίβεια με την οποία έχει καθοριστεί η συνάρτηση μεταφοράς, επηρεάζει την ακρίβεια των

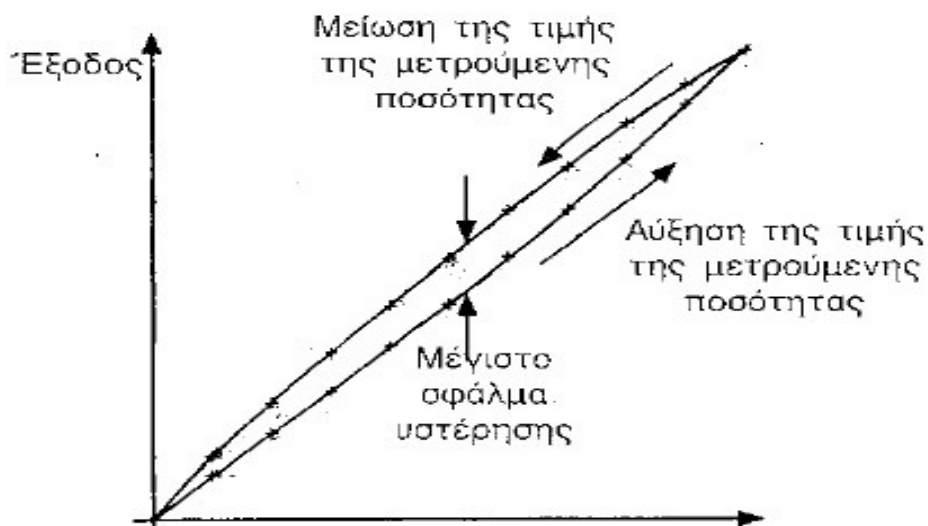
μετρήσεων του αισθητήρα.

- **ΝΕΚΡΗ ΖΩΝΗ (Dead zone, Dead band):**

Νεκρή ζώνη ονομάζεται η περιοχή των μετρήσεων, συνήθως γύρω από το μηδέν, για την οποία ο αισθητήρας δεν αποκρίνεται στις μεταβολές των τιμών. Δεν είναι απαραίτητο να υπάρχει νεκρή ζώνη καθ' όλο το εύρος, και συχνά οι υπολογίσιμες νεκρές ζώνες εμφανίζονται κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες.

- **ΥΣΤΕΡΗΣΗ:**

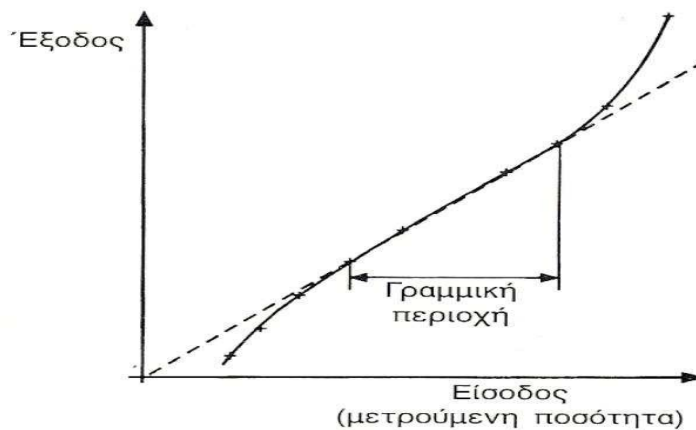
Η υστέρηση προκαλεί διαφορές στην έξοδο που δίνει ένας αισθητήρας όταν η κατεύθυνση μεταβολής της εισόδου αντιστραφεί. Έτσι παράγεται σφάλμα και επηρεάζεται η ακρίβεια της συσκευής. Η είσοδος του αισθητήρα παράγεται με σταθερό ρυθμό. Όταν φτάσει στη μέγιστη δυνατή τιμή μειώνεται με το ίδιο σταθερό ρυθμό μέχρι να μηδενιστεί ξανά. Υστέρηση δεν εμφανίζουν όλοι οι αισθητήρες και τα συστήματα μέτρησης, αλλά προκαλείται από διάφορους παράγοντες όπως την μηχανική τάση και την τριβή.



Εικόνα 4: Γραφική παράσταση του φαινομένου της υστέρησης

- **ΓΡΑΜΜΙΚΟΤΗΤΑ (LINEARITY):**

Η γραμμικότητα εκφράζει την απόκριση ενός αισθητήρα να μεταβάλλεται γραμμικά με το μετρούμενο μέγεθος. Ένας αισθητήρας μπορεί να είναι γραμμικός σε μία περιοχή τιμών εισόδου. Η γραμμικότητα επίσης μπορεί να εκφράζεται ως προς το μέγιστο βαθμό απόκλισης από την ευθεία γραμμή σε όλο το εύρος τιμών εισόδου, και τότε αναφέρεται ως ποσοστό επί του εύρους λειτουργίας. Η μη-γραμμικότητα εκφράζεται ως η απόκλιση του εύρους του αισθητήρα.



Εικόνα 5: Γραφική παράσταση Γραμμικότητας

- **ΔΙΑΚΡΙΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (RESOLUTION):**

Η διακριτική ικανότητα ενός αισθητήρα είναι να μπορεί να ανιχνεύει ή να εμφανίσει μία τιμή, η οποία αναφέρεται στη μικρότερη είσοδο ή αλλαγή εισόδου που είναι ικανός να ανιχνεύσει, έτσι ώστε να προκαλείται μεταβολή στο σήμα εξόδου.

- **ΣΦΑΛΜΑ:**

Το σφάλμα σε μία μέτρηση ισούται με τη διαφορά ανάμεσα στην μετρούμενη τιμή και την πραγματική τιμή μίας ποσότητας.

- **ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ (Bias):**

Το συστηματικό σφάλμα είναι ένα σταθερό σφάλμα, καθ' όλο το εύρος τιμών της εισόδου μίας

συσκευής. Εάν το σφάλμα είναι γνωστό, τότε είναι δυνατό να αντισταθμιστεί χωρίς να υπάρξει κάποια υποβάθμιση της ακρίβειας του συστήματος.

- **ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑ (SENSITIVITY):**

Η ευαισθησία εκφράζει την μεταβολή στην τιμή που δίνει ένας αισθητήρας, προς την μεταβολή του λόγου που την προκάλεσε. Η εξίσωση που περιγράφει την ευαισθησία είναι:

$$\text{Ευαισθησία} = \frac{\text{μέγιστη τιμή εξόδου} - \text{ελάχιστη τιμή εξόδου}}{\text{μέγιστη τιμή εισόδου} - \text{ελάχιστη τιμή εισόδου}}$$

Δηλαδή η ευαισθησία είναι ίση με την διαφορά των τιμών της εξόδου του αισθητήρα προς την διαφορά των αντίστοιχων τιμών της εισόδου του μετρούμενου μεγέθους. Η ευαισθησία διαφέρει ανάλογα με την φύση του αισθητήρα και το μετρούμενο μέγεθος.

Εάν η σχέση ανάμεσα στο μετρούμενο μέγεθος και την έξοδο είναι γραμμική, τότε η ευαισθησία μπορεί να εκφραστεί ως προς όλο το εύρος. Στην αντίθετη περίπτωση, η ευαισθησία θα διαφέρει σε κάθε περιοχή και θα αναφέρεται ως προς συγκεκριμένες περιοχές τιμών εισόδου.

- **ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑ ΣΤΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ:**

Η βαθμονόμηση και τα χαρακτηριστικά ενός αισθητήρα ισχύουν, όταν αυτό λειτουργεί εντός συγκεκριμένου εύρους περιβαλλοντικών συνθηκών, όπως είναι η θερμοκρασία, υγρασία κ.τ.λ. . Το εύρος καθορίζεται από τον κατασκευαστή του αισθητήρα. Άρα όταν κάποια από τις παραμέτρους αυτές μεταβάλλεται, ενδέχεται να προκαλέσει και μεταβολή σε κάποια στατικά χαρακτηριστικά του αισθητήρα. Η μεταβολή αυτή ονομάζεται ευαισθησία στη διαταραχή.

- **ΟΛΙΣΘΗΣΗ (DRIFT):**

Με τον όρο ολίσθηση περιγράφουμε την αργή μεταβολή του σήματος εξόδου του αισθητήρα, ενώ το μετρούμενο φυσικό μέγεθος παραμένει σταθερό. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε παράγοντες όπως η θερμοκρασία λειτουργίας, υγρασία κ.τ.λ. .

Η μακροχρόνια ολίσθηση είναι η μεταβολή των χαρακτηριστικών του αισθητήρα, που με την

πάροδο του χρονικού διαστήματος λειτουργίας του, μπορεί να οφείλονται σε διάβρωση τμημάτων του αισθητήρα, η ρύπανση του αισθητήρα ή η γύρανση των υλικών κατασκευής του κ.τ.λ. .

- **ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ (LAG):**

Ο όρος της καθυστέρησης περιγράφει την καθυστέρηση της αλλαγής της τιμής της εξόδου του αισθητήρα, σε περίπτωση αλλαγής της εισόδου. Μετριέται σε δευτερόλεπτα ή κλάσματα δευτερολέπτου, και σε κάποιες μετρήσεις όπως είναι ο έλεγχος, μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την απόδοση.

- **ΑΠΟΚΡΙΣΗ (RESPONSE):**

Η απόκριση ενός αισθητήρα ισούται με το χρόνο που απαιτεί ο αισθητήρας να λάβει την τελική τιμή της εξόδου από μία είσοδο. Μπορεί να εκφραστεί σε δευτερόλεπτα ή κλάσματα δευτερολέπτου, αλλά και ως το ποσοστό επί της τελικής τιμής της εξόδου.

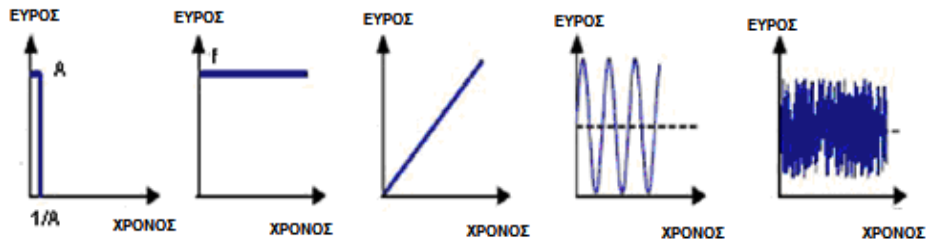
- **ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ (STABILITY):**

Αποτελεί το μέτρο της μεταβολής της εξόδου ενός αισθητήρα, όταν η είσοδος και οι υπόλοιπες συνθήκες παραμένουν σταθερά, κατά την διάρκεια μίας μεγάλης χρονικής περιόδου.

3.2.2) ΔΥΝΑΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ:

Εκτός από τα στατικά χαρακτηριστικά των αισθητήρων υπάρχουν και τα δυναμικά χαρακτηριστικά, τα οποία χαρακτηρίζονται από την διαφορετική απόκριση του αισθητήρα σε ένα μεταβαλλόμενο σήμα εισόδου, έως την στιγμή κατά την οποία το σήμα εξόδου θα σταθεροποιηθεί εκ νέου. Τα δυναμικά χαρακτηριστικά ισχύουν, όπως και τα στατικά, εντός συγκεκριμένου εύρους συνθηκών λειτουργίας του αισθητήρα. Αν ο αισθητήρας λειτουργεί εκτός αυτού του εύρους συνθηκών, τότε τα δυναμικά χαρακτηριστικά αναμένεται να μεταβληθούν.

Τα δυναμικά χαρακτηριστικά προσδιορίζονται εξετάζοντας την απόκριση του αισθητήρα σε διάφορες κυματομορφές του σήματος της εισόδου. Αυτές μπορεί να είναι κυματομορφές ώθησης, βήματος, γραμμικές, ημιτονοειδής ή θορύβου.



Εικόνα 6: Γραφικές παραστάσεις ώθησης, βήματος, γραμμικής, ημιτονοειδής, θορύβου

Τα ιδανικά δυναμικά χαρακτηριστικά που πρέπει ένας αισθητήρας να έχει, είναι:

- Απόκριση που να είναι γραμμική,
- η αρχική τιμή της εξόδου να είναι μηδενική (0),
- ο χρόνος απόκρισης μηδενικός,
- το εύρος των συχνοτήτων να είναι άπειρο,
- η ένδειξη πλήρους κλίμακας να έχει βαθμονομημένη μέγιστη έξοδο,
- η περιοχή λειτουργίας να είναι άπειρη,
- η ευαισθησία να είναι υψηλή και σταθερή,
- και η διακριτική ικανότητα άπειρη.

Σε ένα πραγματικό αισθητήρα η συμπεριφορά και τα χαρακτηριστικά του διαφέρουν αρκετά. Αυτό οφείλεται τόσο στα κατασκευαστικά προβλήματα που προκύπτουν όσο και τους περιβαλλοντικούς παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν την λειτουργία του. Ακόμα, επειδή οι αισθητήρες είναι ηλεκτρονικές συσκευές μπορεί τα ηλεκτρονικά τους εξαρτήματα να επιβάλουν κάποιους περιορισμούς στην λειτουργία του.

3.3) ΕΙΔΗ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ:

3.3.1) ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗΣ:

Όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα υπάρχουν πολλά είδη αισθητήρων για διαφορετικές χρήσεις. Κάποιους τους χρησιμοποιούμε για την μέτρηση της θερμοκρασίας, υγρασίας, κίνησης, ταχύτητας κτλ. Στην εργασία όμως αυτή θα ασχοληθούμε πιο πολύ με τους αισθητήρες κίνησης και μετατόπισης.

Η ανίχνευση της κίνησης των αντικειμένων και της φυσικής τους θέσης, είναι σημαντική, καθώς οι περισσότερες κατασκευές και διατάξεις διαθέτουν κινητά μέρη. Είναι απαραίτητο για κάποια αντικείμενα να γνωρίζουμε την θέση τους, γιατί ενδέχεται να χρειάζεται να προσδιορίσουμε εάν ή ποτέ ένα αντικείμενο βρίσκεται σε κάποια προκαθορισμένη θέση του χώρου. Κάποιες φορές χρειάζεται να γνωρίζουμε εάν το αντικείμενο κινείται ή περιστρέφεται προς κάποια κατεύθυνση, ή πόσο γρήγορα κινείται.

Επομένως ανάλογα με τη φύση της εφαρμογής πρέπει να χρησιμοποιούμε και τους κατάλληλους αισθητήρες ώστε να μπορούν να ανιχνεύσουν:

- Θέση,
- προσέγγιση,
- μετατόπιση (ευθύγραμμη ή περιστροφική),
- ταχύτητα ή επιτάχυνση.

Ο υπολογισμός της μετατόπισης προκύπτει από την απόσταση ανάμεσα στην νέα και την παλιά θέση του αντικειμένου. Άρα η ανίχνευση της θέσης ανάγεται στην μετατόπιση και αντίστροφα. Η προσέγγιση αποτελεί μία ειδική περίπτωση ανίχνευσης της θέσης, καθώς μας ενδιαφέρει εάν το αντικείμενο προσεγγίζει μία προκαθορισμένη θέση. Έτσι η προσέγγιση μπορεί να δώσει δύο δυνατά αποτελέσματα, ΝΑΙ ή ΟΧΙ. Η μέτρηση της ταχύτητας και της επιτάχυνσης διαφέρει από τις μετρήσεις της θέσης και της μετατόπισης, γιατί στηρίζεται σε διαφορετικές αρχές.

Συνήθως οι συσκευές που μετρούν την μετατόπιση, είναι ικανές να μετρούν την μετατόπιση ως

προς τον χρόνο και επομένως να μετρούν και την ταχύτητα και την επιτάχυνση. Υπάρχουν όμως συσκευές-αισθητήρες οι οποίοι μετρούν απευθείας την ταχύτητα και την επιτάχυνση, και ονομάζονται επιταχυνσιόμετρα-αξελερόμετρα (accelerometer).

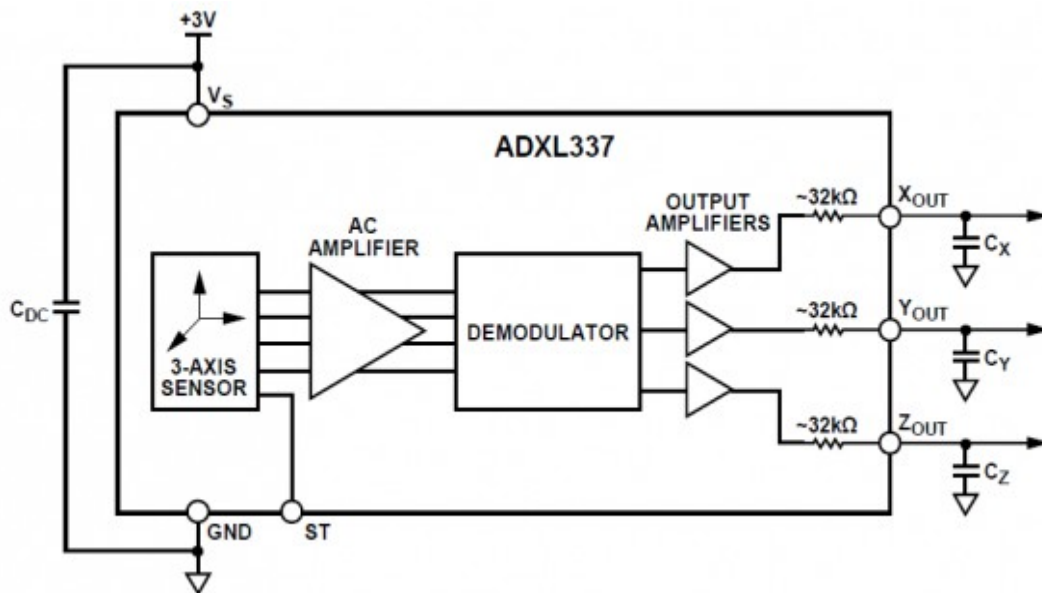
3.3.2) ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΙΟΜΕΤΡΟ (ACCELEROMETER):

Το επιταχυνσιόμετρο (αξελερόμετρο-accelerometer), είναι μία συσκευή που έχει την ικανότητα να μετρά τις δυνάμεις της επιτάχυνσης, που μπορεί να είναι στατικές, όπως η επιτάχυνση της βαρύτητας, ή δυνάμεις που προκαλούνται από αλλαγές στην ταχύτητα ή στην διεύθυνση της κίνησης (επιταχύνσεις, επιβρανώσεις, περιστροφές). Τα επιταχυνσιόμετρα είναι ικανά και να μετράνε την επιτάχυνση στους τρεις ορθογώνιους άξονες του επιπέδου, X Y Z.

Τα επιταχυνσιόμετρα έχουν πολλαπλές εφαρμογές στην βιομηχανία και την επιστήμη. Ιδιαίτερα ευαίσθητα επιταχυνσιόμετρα χρησιμοποιούνται σε αδρανειακά συστήματα, όπως την πλοήγηση αεροσκαφών. Χρησιμοποιούνται ακόμα και στα κινητά τηλέφωνα έτσι ώστε οι εικόνες στην οθόνη να ακολουθούν την περιστροφή της συσκευής.

3.3.2.1) ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΙΟΜΕΤΡΟΥ:

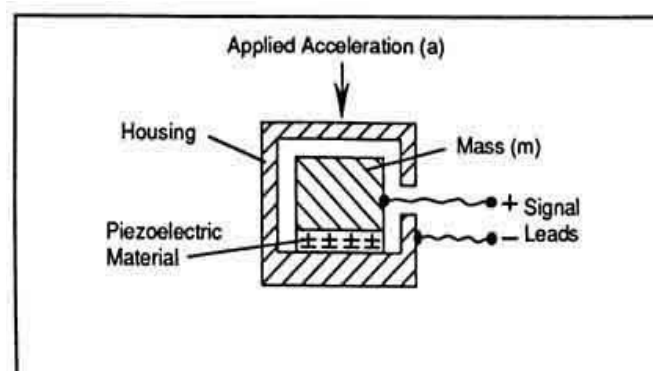
Τα επιταχυνσιόμετρα εμπίπτουν στον δεύτερο νόμο του Νεύτωνα, όπου η επιτάχυνση ενός σώματος είναι ανάλογη της μάζας του ($F = m * a$). Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η επιτάχυνση δημιουργεί μία δύναμη που γίνεται αντιληπτή από το επιταχυνσιόμετρο. Οπότε αυτό που πραγματικά μετράει το επιταχυνσιόμετρο είναι δύναμη και όχι επιτάχυνση. Μετράει άμεσα την επιτάχυνση μέσω μιας δύναμης που εφαρμόζεται σε ένα από τους άξονες του επιπέδου.



Εικόνα 7: ηλεκτρονικό κύκλωμα επιταχυνσιόμετρου

Το επιταχυνσιόμετρο είναι ένα μικρό ηλεκτρονικό κύκλωμα, το οποίο ανήκει σε μία μεγαλύτερη ηλεκτρονική συσκευή. Αποτελείται από πολλά μέρη και λειτουργεί με πολλούς διαφορετικούς τρόπους. Ένας από αυτούς τους τρόπους είναι το πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο, το οποίο είναι η πιο κοινή μορφή επιταχυνσιόμετρου.

Χρησιμοποιεί μικροσκοπικές δομές κρυστάλλων που πιέζονται χάρη στις δυνάμεις επιτάχυνσης. Αυτοί οι κρύσταλλοι δημιουργούν μία ηλεκτρική τάση, και το επιταχυνσιόμετρο ερμηνεύει την τάση αυτή με τέτοιο τρόπο ώστε να καθορίσει την ταχύτητα και τον προσανατολισμό.



Εικόνα 8: πιεζοηλεκτρικό επιταχυνσιόμετρο

Ένας άλλος τρόπος λειτουργίας του επιταχυνσιόμετρου, είναι να κάνει χρήση της διάταξης πυκνωτή και μάζας αδράνειας. Ανιχνεύει την αλλαγή στην ηλεκτρική χωριτικότητα των πυκνωτών, σε σχέση με την επιτάχυνση που μεταβάλλει την έξοδο ενός κυκλώματος. Το αισθητήριο στοιχείο αποτελείται από δύο παράλληλους πυκνωτές που ενεργούν με διαφορετικό τρόπο. Οι πυκνωτές αυτοί λειτουργούν σε ένα κύκλωμα γέφυρα, μαζί με άλλους δύο σταθερούς πυκνωτές, και μεταβάλλουν την τάση αιχμής που παράγεται από έναν ταλαντωτή, όταν η δομή υποβάλλεται σε επιτάχυνση. Τα κυκλώματα ανίχνευσης, ανιχνεύουν την τάση αιχμής, η οποία στο τέλος τροφοδοτείται σε έναν αθροιστικό ενισχυτή που επεξεργάζεται το τελικό σήμα εξόδου.

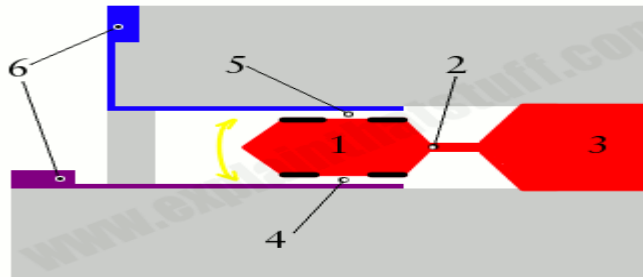
Μετρώντας την στατική επιτάχυνση, λόγω της επιρροής της από την βαρύτητα, μπορούμε να μετρήσουμε την κλίση που έχει μία συσκευή σε σχέση με το επίπεδο της γης. Για παράδειγμα ένα επιταχυνσιόμετρο σε ηρεμία στην επιφάνεια της γης θα μετρήσει επιτάχυνση $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ (βαρυτική σταθερά) λόγω του βάρους του. Αντιθέτως όταν βρίσκεται σε ελεύθερη πτώση θα μετρήσει επιτάχυνση ίση με το μηδέν.

Τα επιταχυνσιόμετρα που βρίσκουμε μέσα σε συσκευές όπως τα κινητά τηλέφωνα, είναι ηλεκτρονικά μικροσκοπικά τσιπ. Πρόκειται για επιταχυνσιόμετρα ημιαγωγών και η λειτουργία τους έχει ως εξής:

- Στην μέση του τσιπ υπάρχει ένα ηλεκτρόδιο (κόκκινο) το οποίο έχει αρκετή μάζα έτσι ώστε να μπορεί να κάνει μία ελάχιστη κίνηση όταν κινείται ή γέρνει η συσκευή.
- Το ηλεκτρόδιο στηρίζεται σε μία μικροσκοπική ακτίνα, η οποία είναι άκαμπτη αρκετά για να το κρατήσει, αλλά και εύκαμπτη ώστε να μπορεί να κινηθεί.
- Το ηλεκτρόδιο συνδέεται με μία ηλεκτρική σύνδεση με το εξωτερικό του τσιπ, ώστε να μπορεί να συνδεθεί με κάποιο κύκλωμα.
- Κάτω από το κόκκινο ηλεκτρόδιο υπάρχει ένα άλλο (μωβ), με μία πάρα πολύ μικρή απόσταση μεταξύ τους. Αυτή η μικρή απόσταση που έχουν μεταξύ τους κάνει τα ηλεκτρόδια να δουλεύουν σαν πυκνωτές. Όσο το κόκκινο ηλεκτρόδιο κουνιέται, η απόσταση μεταξύ τους αλλάζει, αλλάζει και η πυκνωτική χωρητικότητα. Ανάμεσα στα δύο ηλεκτρόδια υπάρχουν κομμάτια μόνωσης που τα εμποδίζουν να έρθουν σε επαφή.
- Υπάρχει ακόμα ένα άλλο ηλεκτρόδιο (μπλε) πάνω από το κόκκινο, τα οποία πάλι

δημιουργούν ένα πυκνωτή με την απόσταση που έχουν μεταξύ τους.

- Τα ηλεκτρόδια είναι συνδεδεμένα με τα άκρα του τσιπ έτσι ώστε να μπορούν να συνδεθούν με άλλο κυκλώμα.



Εικόνα 9: επιταχυνσιόμετρο ημιαγωγών

3.4) ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ:

Η τεχνολογία σήμερα προοδεύει γρήγορα και οι εξελίξεις προσπερνούν κάθε προσδοκία, προχωρώντας στην δημιουργία ακόμα πιο εξελιγμένων αισθητήρων οι οποίοι θα βοηθήσουν ακόμα πιο πολύ στην επιστήμη αλλά και στην καθημερινή μας ζωή. Η αιτία φυσικά για την ραγδαία εξέλιξη των αισθητήρων αλλά και των συστημάτων που τους υποστηρίζουν, είναι η εξέλιξη της μικροηλεκτρονικής και των μικροεπεξεργαστών. Ακόμα όμως και η ανάπτυξη της πληροφορικής βοηθάει αρκετά την εξέλιξη αυτή, καθώς τροφοδοτεί τις ενέργειες των συστημάτων αυτών με πιο εξελιγμένα προγράμματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4:

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ:

4.1) ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ:

Στο πλαίσιο της πτυχιακής αυτής δημιουργήθηκε μία εφαρμογή πελάτη-εξυπηρετητή (client-server), όπου η εφαρμογή του πελάτη έχει δημιουργηθεί στο περιβάλλον Android και είναι εγκατεστημένη σε ένα κινητό τηλέφωνο. Η εφαρμογή του εξυπηρετητή βρίσκεται σε έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή, όπου περιμένει να δεχτεί πληροφορίες από τον πελάτη. Η επικοινωνία μεταξύ τους γίνεται με σύνδεση **Socket**, η οποία χρησιμοποιεί **TCP** πρωτόκολλο.

Η βασική ιδέα της εφαρμογής αυτής είναι να μπορεί να στείλει ο πελάτης κάποιες πληροφορίες της συσκευής, τις οποίες θα τις διαβάζει ο εξυπηρετητής και θα τις χρησιμοποιεί για κάποια άλλη λειτουργία του. Οι πληροφορίες αυτές είναι τα δεδομένα του επιταχυνσίόμετρου του κινητού τηλεφώνου, και από τον εξυπηρετητή χρησιμοποιήθηκαν ώστε να κουνιέται ένα γραφικό στοιχείο στην οθόνη του υπολογιστή.

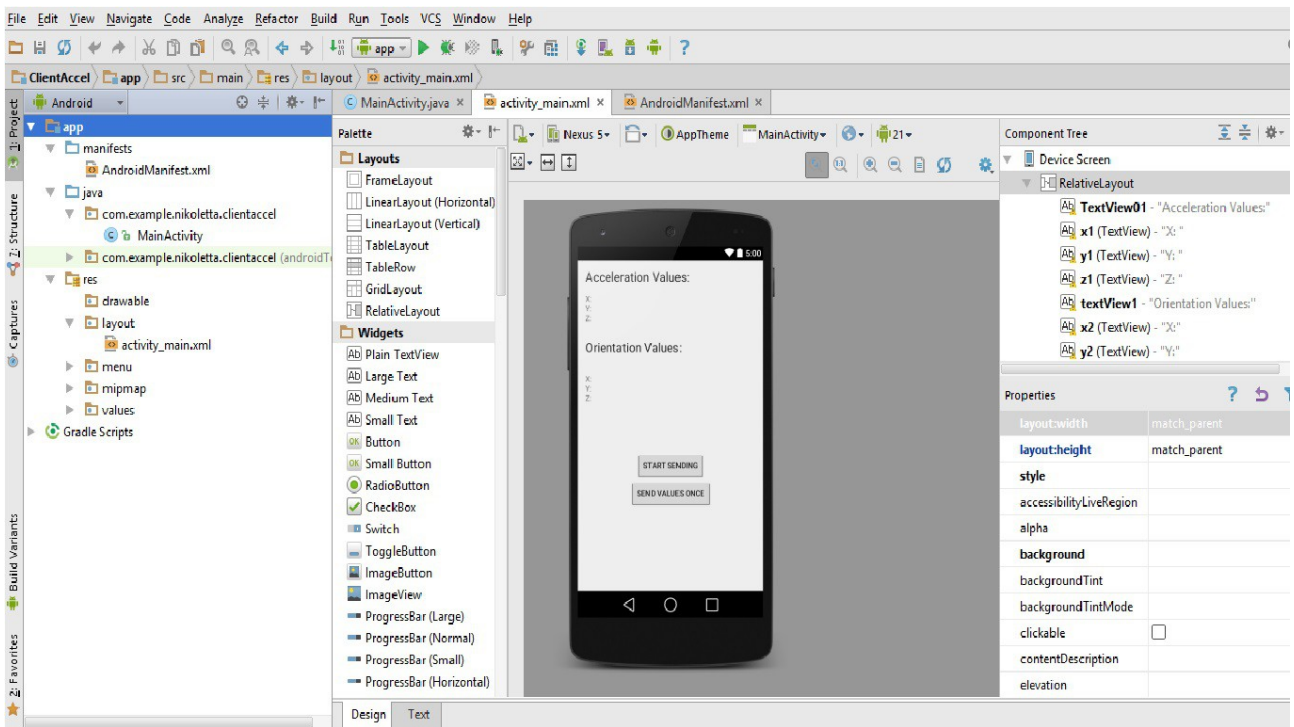
4.2) ANDROID:

Η κατασκευή του προγράμματος του πελάτη δημιουργήθηκε στο περιβάλλον του Android, το οποίο είναι ένα λειτουργικό σύστημα ανοιχτού κώδικα, που συναντάται κυρίως σε κινητά τηλέφωνα, tablet και άλλες κινητές συσκευές. Είναι βασισμένο στο λειτουργικό σύστημα Linux. Το γεγονός ότι βρίσκεται σε φορητές συσκευές οι οποίες τροφοδοτούνται με μπαταρία, το κάνει να είναι έτσι σχεδιασμένο ώστε να μην καταχράται τους πόρους της συσκευής. Η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιεί το Android είναι η Java. Το επίσημο περιβάλλον ανάπτυξής του, το οποίο χρησιμοποιήθηκε και στην πτυχιακή αυτή, είναι το **Android Studio**. Υπάρχουν και άλλα περιβάλλοντα και το πιο γνωστό είναι το Eclipse.

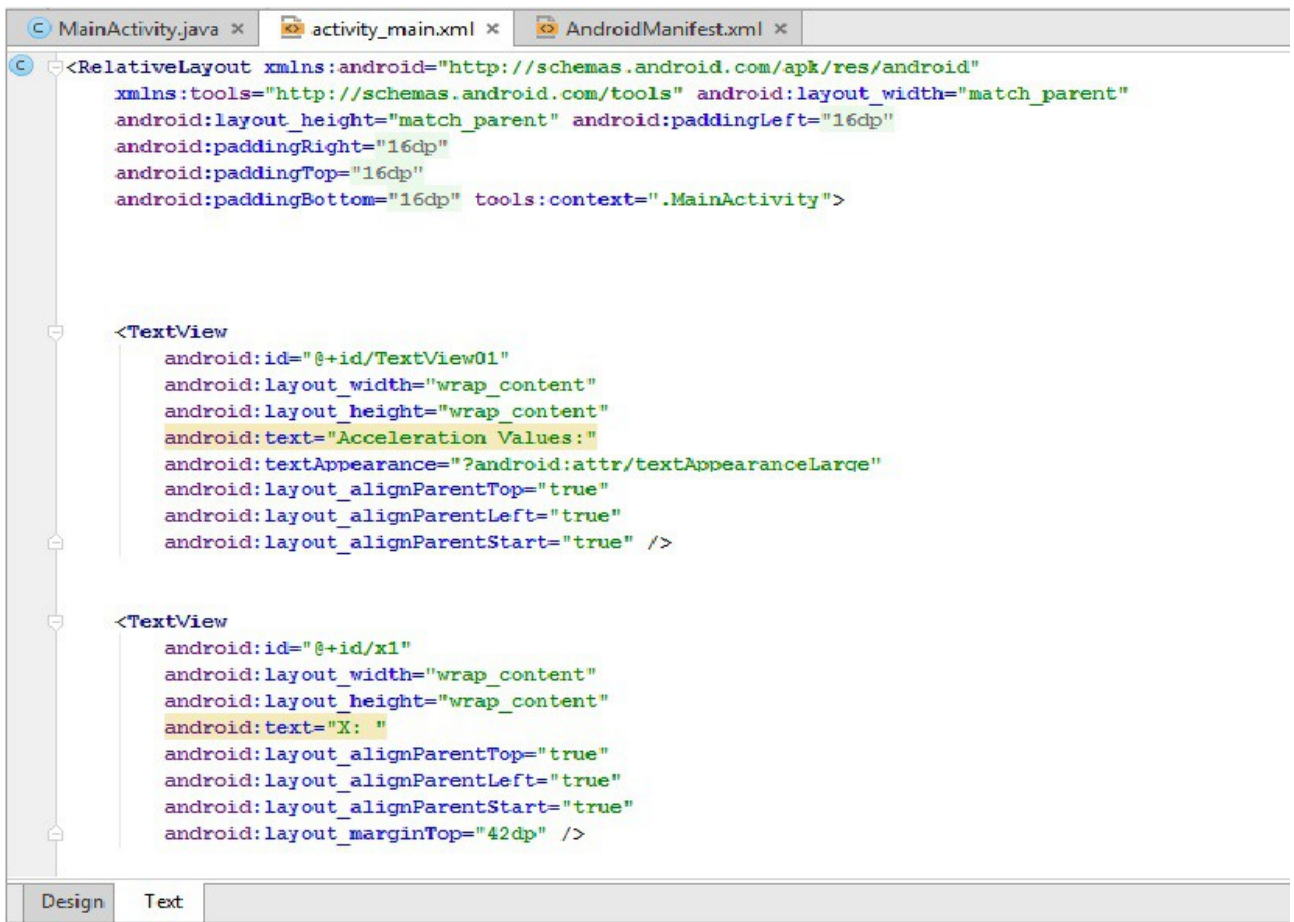
Βασικό εργαλείο για να λειτουργήσει το Android είναι το **Android SDK** (Software Development Kit). Περιλαμβάνει παραδείγματα με έτοιμα προγράμματα που μπορούν να βοηθήσουν στην δημιουργία καινούριων, όλες τις απαραίτητες βιβλιοθήκες και τα απαραίτητα εργαλεία που χρειάζονται για τον προγραμματισμό, και εξομοιωτές συσκευών για να μπορεί να γίνεται ο έλεγχος των εφαρμογών χωρίς να είναι απαραίτητο να εγκατασταθούν σε μία συσκευή.

4.3) ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΕΛΑΤΗ (CLIENT):

- Αρχικά στο πρόγραμμα του client, κατασκευάστηκε η εμφάνιση που θέλουμε να έχει η εφαρμογή στην συσκευή. Όλες οι εφαρμογές στο Android περιέχουν ένα αρχείο **xml** στο οποίο μπορούν να δημιουργηθούν τα γραφικά στοιχεία της εφαρμογής. Αυτό μπορεί να γίνει είτε γράφοντας τον ανάλογο κώδικα, είτε δημιουργώντας το κατευθείαν με τα γραφικά στοιχεία τα οποία μπορούμε να τοποθετήσουμε πάνω σε μία εικονική συσκευή.

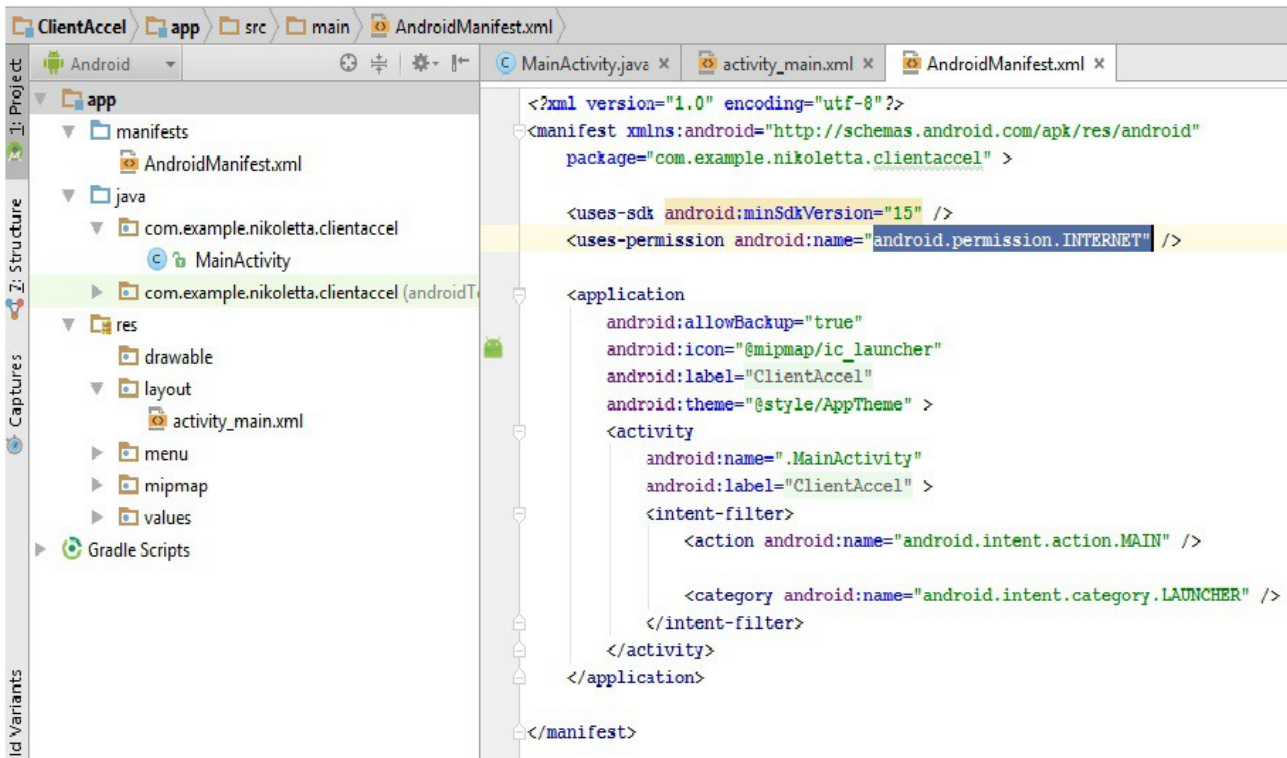


Εικόνα 10: γραφικό στοιχείο xml



Εικόνα 11: κώδικας xml αρχείου

- Στην συνέχεια πρέπει να ελεγχθεί ένα άλλο αρχείο xml, το **Manifest.xml**, το οποίο περιέχει τις πληροφορίες της εφαρμογής που είναι χρήσιμες για την λειτουργία της. Εκεί είναι δυνατό να προσθέσουμε και επιπλέον πληροφορίες ή ακόμα και περιορισμούς. Στην εφαρμογή αυτή προστέθηκε η ικανότητα της να συνδεθεί στο Internet.



Εικόνα 12: Manifest.xml

- Αφού γίνουν όλες αυτές οι ενέργειες πρώτα, συνέχεια έχει το βασικό πρόγραμμα. Ξεκινώντας πρέπει να δηλωθούν οι μεταβλητές που θα χρησιμοποιηθούν στην συνέχεια του προγράμματος, η δημιουργία αντικειμένων και των listeners. Οι listeners που δημιουργούνται για τα κουμπιά (buttons), είναι μέθοδοι οι οποίοι δηλώνουν την ενέργεια που θα κάνει ένα κουμπί στο πάτημά του. Την ίδια λογική έχουν και οι listeners που δημιουργούνται για τους αισθητήρες της συσκευής.


```
MainActivity.java x activity_main.xml x AndroidManifest.xml x
public class MainActivity extends Activity implements SensorEventListener, Runnable {

    private SensorManager sensorManager;

    TextView x1;    // declare x axis
    TextView y1;    // declare y axis
    TextView z1;    // declare z axis

    TextView x2;    // x axis
    TextView y2;    // y axis
    TextView z2;    // z axis

    String x1Str, y1Str, z1Str, x2Str, y2Str, z2Str;
    String oldX1, oldY1, oldZ1, oldX2, oldY2, oldZ2;

    Button sendAtATime, startContinuous;
    private boolean startStop = false, valueChanged = true;
```

Εικόνα 13: δήλωση μεταβλητών

```
MainActivity.java x activity_main.xml x AndroidManifest.xml x
    x1 = (TextView) findViewById(R.id.x1);    // create object
    y1 = (TextView) findViewById(R.id.y1);
    z1 = (TextView) findViewById(R.id.z1);

    x2 = (TextView) findViewById(R.id.x2);
    y2 = (TextView) findViewById(R.id.y2);
    z2 = (TextView) findViewById(R.id.z2);

    sendAtATime = (Button) findViewById(R.id.sendAtATime);
    startContinuous = (Button) findViewById(R.id.startContinuous);

    sendAtATime.setOnClickListener(buttonSendOnClickListener);    // create listeners
    startContinuous.setOnClickListener(buttonContinuousClickListener);

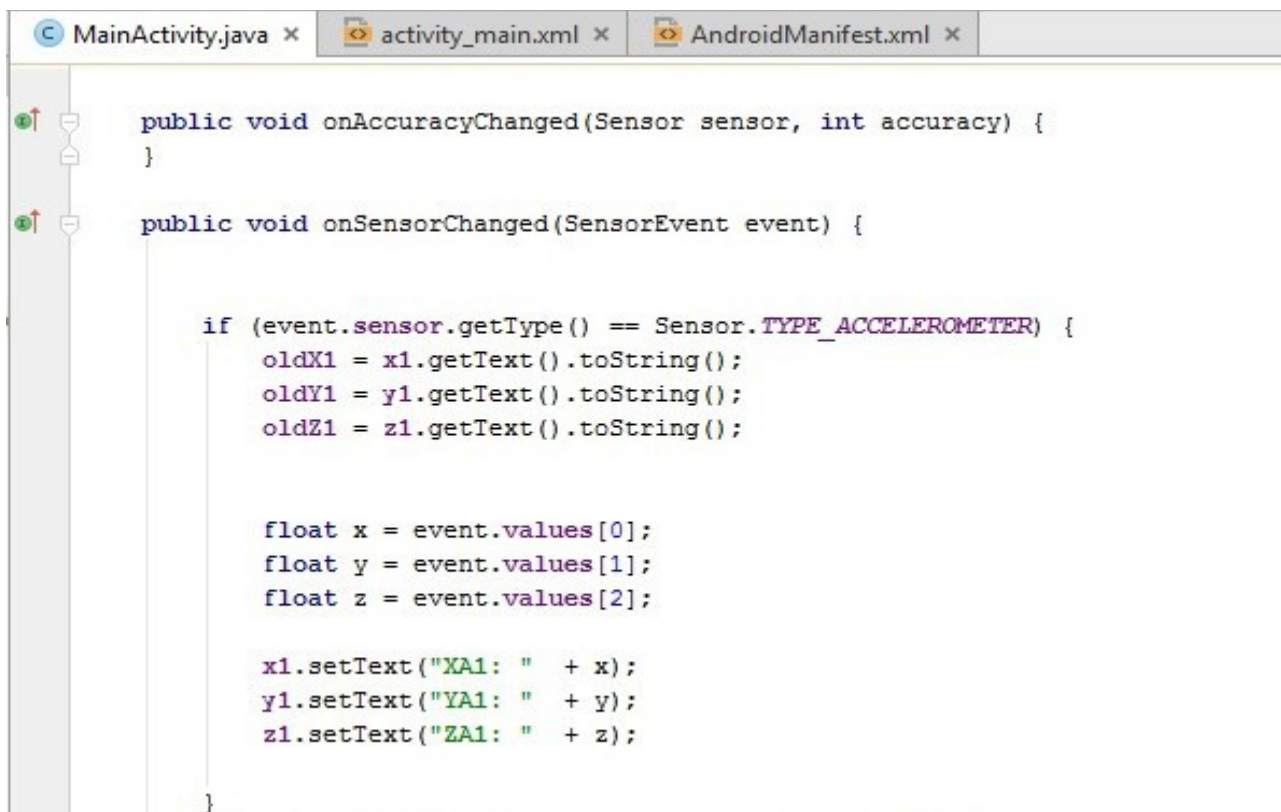
    sensorManager = (SensorManager) getSystemService(SENSOR_SERVICE);

    sensorManager.registerListener(this,
        sensorManager.getDefaultSensor(Sensor.TYPE_ACCELEROMETER),
        SensorManager.SENSOR_DELAY_NORMAL);

    sensorManager.registerListener(this,
        sensorManager.getDefaultSensor(Sensor.TYPE_ORIENTATION),
        SensorManager.SENSOR_DELAY_NORMAL);
}
```

Εικόνα 14: δημιουργία αντικειμένων και listeners

- Στην συνέχεια στο πρόγραμμα δημιουργούνται οι μέθοδοι που θα βοηθήσουν τους αισθητήρες να λειτουργήσουν σωστά, αλλά και οι μέθοδοι των κουμπιών που ορίζουν τις λειτουργίες τους. Η μέθοδος *onSensorChanged*, ελέγχει συνέχεια αν υπάρχουν κάποιες αλλαγές στον αισθητήρα. Εδώ ο αισθητήρας αυτός είναι το επιταχυνσιόμετρο.



```
public void onAccuracyChanged(Sensor sensor, int accuracy) {
}

public void onSensorChanged(SensorEvent event) {

    if (event.sensor.getType() == Sensor.TYPE_ACCELEROMETER) {
        oldX1 = x1.getText().toString();
        oldY1 = y1.getText().toString();
        oldZ1 = z1.getText().toString();

        float x = event.values[0];
        float y = event.values[1];
        float z = event.values[2];

        x1.setText("XA1: " + x);
        y1.setText("YA1: " + y);
        z1.setText("ZA1: " + z);
    }
}
```

Εικόνα 15: μέθοδοι επιταχυνσιόμετρου

Οι μέθοδοι *buttonContinuousClickListener* και *buttonSendOnClickListener* διαφέρουν στο ότι η πρώτη θα στέλνει συνέχεια πληροφορίες στο πάτημα του κουμπιού μέχρι να διαλέξει ο χρήστης το αντίθετο, ενώ η δεύτερη στέλνει πληροφορίες μόνο μία φορά.

```

+ Button.OnClickListener buttonContinuousClickListener = (arg0) -> {
    if (startStop) {
        startStop = false;
        startContinuous.setText("Start Sending");
        return;
    }
    startStop = true;
    startContinuous.setText("Stop Sending");
};
+ Button.OnClickListener buttonSendOnClickListener = (arg0) -> {
    Thread aThread = new Thread(new MainActivity(x1.getText().toString()
        , y1.getText().toString()
        , z1.getText().toString()
        , x2.getText().toString()
        , y2.getText().toString()
        , z2.getText().toString()));
    aThread.run();
};

```

Εικόνα 16: μέθοδοι κουμπιών

- Στο πρόγραμμα έχει δημιουργηθεί ένα **Thread** έτσι ώστε να είναι δυνατή η λειτουργία του αισθητήρα συγχρόνως με την σύνδεση του server.

```

Thread aThread = new Thread(new MainActivity(x1.getText().toString()
    , y1.getText().toString()
    , z1.getText().toString()
    , x2.getText().toString()
    , y2.getText().toString()
    , z2.getText().toString()));
aThread.run();
}

```

Εικόνα 17: Thread αισθητήρα

- Τέλος, στο πρόγραμμα έχει δημιουργηθεί η τελευταία μέθοδος *run*, η οποία δημιουργεί την σύνδεση με τον server και στέλνει τα δεδομένα. Η σύνδεση γίνεται δημιουργώντας ένα Socket στο οποίο δηλώνεται η IP διεύθυνση του server και η πόρτα στην οποία θα γίνει η σύνδεση. Τα δεδομένα στέλνονται με ένα *DataOutputStream*.

```
public void run() {
    Socket socket = null;
    DataOutputStream dataOutputStream = null;

    try {
        socket = new Socket("192.168.2.5", 5000);
        dataOutputStream = new DataOutputStream(socket.getOutputStream());

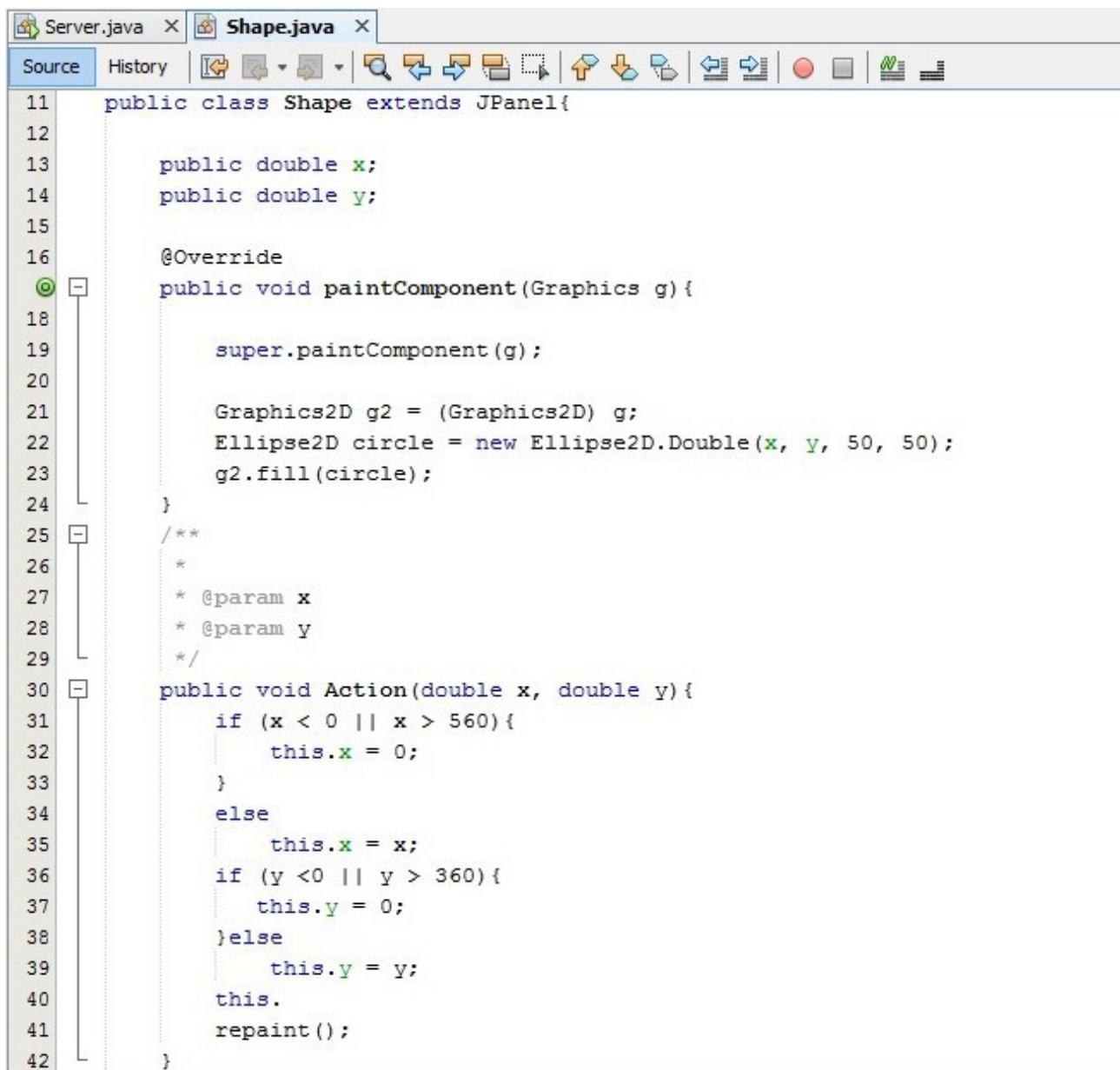
        dataOutputStream.writeUTF("\nAcceleration Values :\n"
            + x1Str + "\n"
            + y1Str + "\n"
            + z1Str + "\n"
            + "Orientation Values :\n"
            + x2Str + "\n"
            + y2Str + "\n"
            + z2Str + "\n");
    } catch (UnknownHostException e) {
        e.printStackTrace();
    } catch (IOException e) {
        e.printStackTrace();
    } finally {
        if (socket != null) {
            try {
                socket.close();
            } catch (IOException e) {
                e.printStackTrace();
            }
        }
        if (dataOutputStream != null) {
            try {
                dataOutputStream.close();
            } catch (IOException e) {

```

Εικόνα 18: μέθοδος run

4.4 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΤΗ (SERVER):

Το πρόγραμμα του server δημιουργήθηκε στο περιβάλλον NetBeans και επίσης με την γλώσσα προγραμματισμού Java. Το πρόγραμμα αυτό αποτελείται από το βασικό πρόγραμμα και μία κλάση η οποία έχει ονομαστεί Shape, στην οποία έχει δημιουργηθεί το γραφικό στοιχείο (ένας κύκλος), το οποίο θέλουμε να αλληλεπιδράει με τα δεδομένα του επιταχυνσίμετρου που στέλνει ο client.

The image shows a screenshot of the NetBeans IDE with two tabs: 'Server.java' and 'Shape.java'. The 'Shape.java' tab is active, displaying the source code for the Shape class. The code is as follows:

```
11 public class Shape extends JPanel{
12
13     public double x;
14     public double y;
15
16     @Override
17     public void paintComponent(Graphics g){
18
19         super.paintComponent(g);
20
21         Graphics2D g2 = (Graphics2D) g;
22         Ellipse2D circle = new Ellipse2D.Double(x, y, 50, 50);
23         g2.fill(circle);
24     }
25     /**
26      *
27      * @param x
28      * @param y
29      */
30     public void Action(double x, double y){
31         if (x < 0 || x > 560){
32             this.x = 0;
33         }
34         else
35             this.x = x;
36         if (y < 0 || y > 360){
37             this.y = 0;
38         }else
39             this.y = y;
40         this.
41         repaint();
42     }
```

Εικόνα 19: κλάση Shape

- Στην κλάση παρατηρούμε ότι εκτός από την δημιουργία του κύκλου, υπάρχει και μία μέθοδος η *Action*, στην οποία γίνονται κάποιοι έλεγχοι των μεταβλητών x, y. Οι μεταβλητές x y είναι οι τιμές που θα στείλει το επιταχυνσιόμετρο, και αντιπροσωπεύουν τις συντεταγμένες των δύο κάθετων αξόνων x y στο επίπεδο της οθόνης.
- Συνεχίζοντας στο κύριο πρόγραμμα, καλείται η κλάση Shape και δημιουργείται ένα παράθυρο *Text* στο οποίο θα εμφανίζονται τα δεδομένα που θα δέχεται ο server. Εκτός από το παράθυρο των δεδομένων δημιουργείται και αυτό στο οποίο θα εμφανίζεται ο κύκλος της κλάσης Shape.

```

18  public class Server extends JFrame{
19      private final JTextArea display;
20      public Shape myshape;
21
22      public Server()
23      {
24          super( "Server" );
25          display = new JTextArea( "", 0, 0,
26                                  TextArea.SCROLLBARS_VERTICAL_ONLY );
27          add( display, BorderLayout.CENTER );
28          setSize( 300, 150 );
29          setVisible( true );
30
31          myshape = new Shape();
32          JFrame frame = new JFrame("Moving Ball");
33          frame.setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE);
34
35          Shape shape = new Shape();
36          shape.setBackground(Color.WHITE);
37          frame.add(myshape);
38          frame.setSize(600, 400);
39          frame.setVisible(true);
40
41          myshape.Action(500, 500);
42          frame.repaint();
43      }

```

Εικόνα 20: δημιουργία παραθύρων δεδομένων και κλάσης Shape

- Στην συνέχεια δημιουργείται η μέθοδος *runServer*, όπου δημιουργείται η σύνδεση *Socket* και ορίζεται η πόρτα επικοινωνίας. Επίσης ο server θα δέχεται τα δεδομένα με ένα *DataInputStream*.

```
15 public void runServer()
16 {
17     ServerSocket server;
18     Socket connection;
19
20     DataInputStream input;
21     int counter = 1;
22
23     try {
24
25         server = new ServerSocket( 5000);
26
27         while ( true ) {
28             // Wait for a connection.
29             connection = server.accept();
30
31             display.append( "Connection " + counter +
32                 " received from: " +
33                 connection.getInetAddress().getHostName() );
34
35             // Get input and output streams.
36             input = new DataInputStream(
37                 connection.getInputStream() );
38
39             display.append( "\nGot I/O streams\n" );
40
41             // Process connection.
42             display.append(
43                 "Sending message \"Connection successful\"\n" );
44         }
45     }
46 }
```

Εικόνα 21: μέθοδος runServer

- Στην συνέχεια τα δεδομένα που δέχεται ο server, τα οποία είναι οι x y z τιμές των τριών αξόνων που μετράει το επιταχυνσιόμετρο και είναι σε ένα string, διασπώνται σε tokens (πακέτα) για να μπορεί να αξιολογήσει την κάθε τιμή ξεχωριστά.

```
String myin = input.readUTF();
StringTokenizer st = new StringTokenizer(myin, ":");
double x, y, z;
if (st.hasMoreTokens()) {
    st.nextToken();
    st.nextToken();
    StringTokenizer st2 = new StringTokenizer(st.nextToken(), "\n");
    x = Double.parseDouble(st2.nextToken());
    display.append("x = " + x + "\n");
    st2 = new StringTokenizer(st.nextToken(), "\n");
    y = Double.parseDouble(st2.nextToken());
    display.append("y = " + y + "\n");
    st2 = new StringTokenizer(st.nextToken(), "\n");
    z = Double.parseDouble(st2.nextToken());
    display.append("z = " + z + "\n");

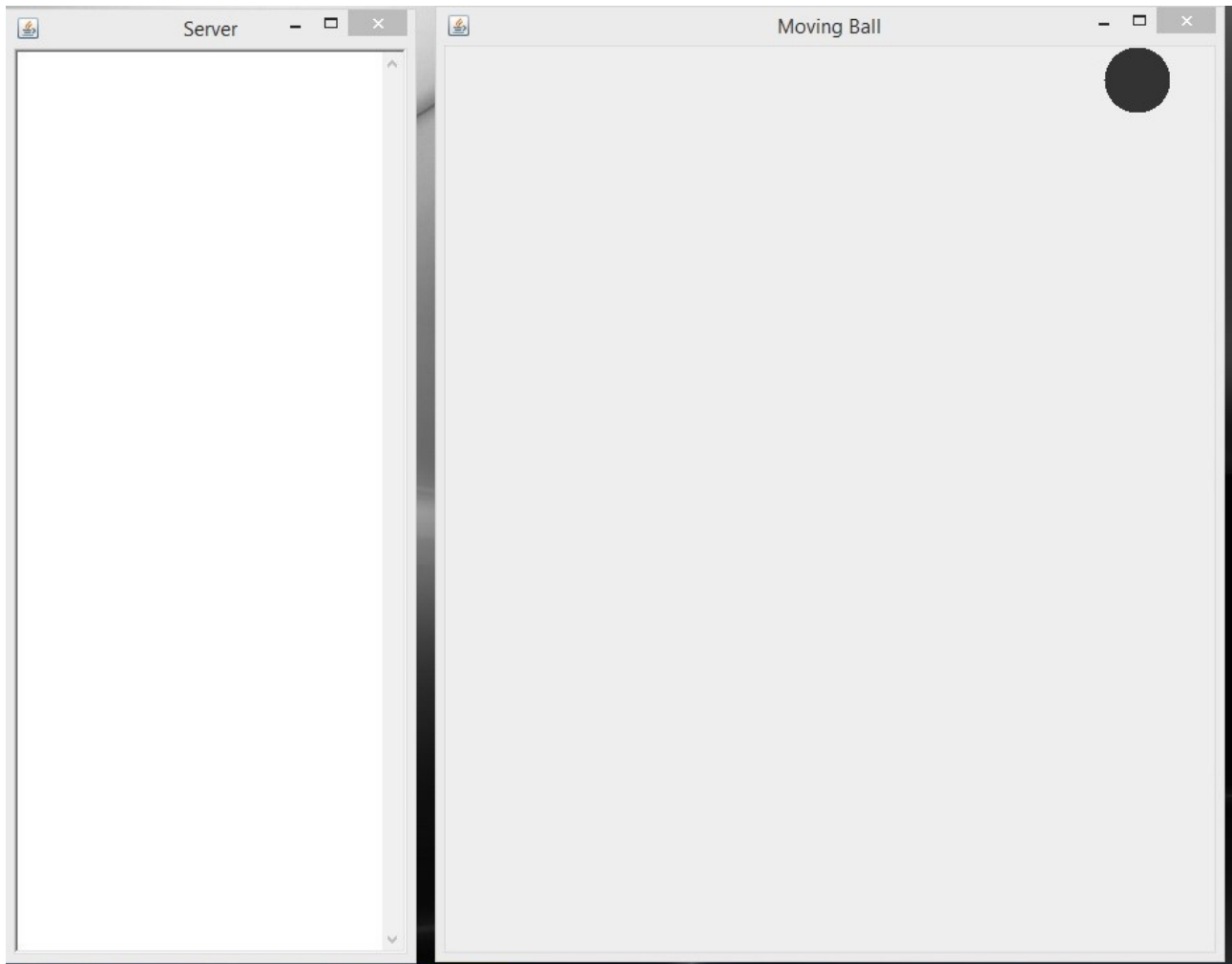
    myshape.Action(x, y);
}
display.append( "Client message: " );

// Close connection.
display.append( "\nTransmission complete. " +
                "Closing socket.\n\n" );
connection.close();
++counter;
```

Εικόνα 22: διάσπαση string σε tokens

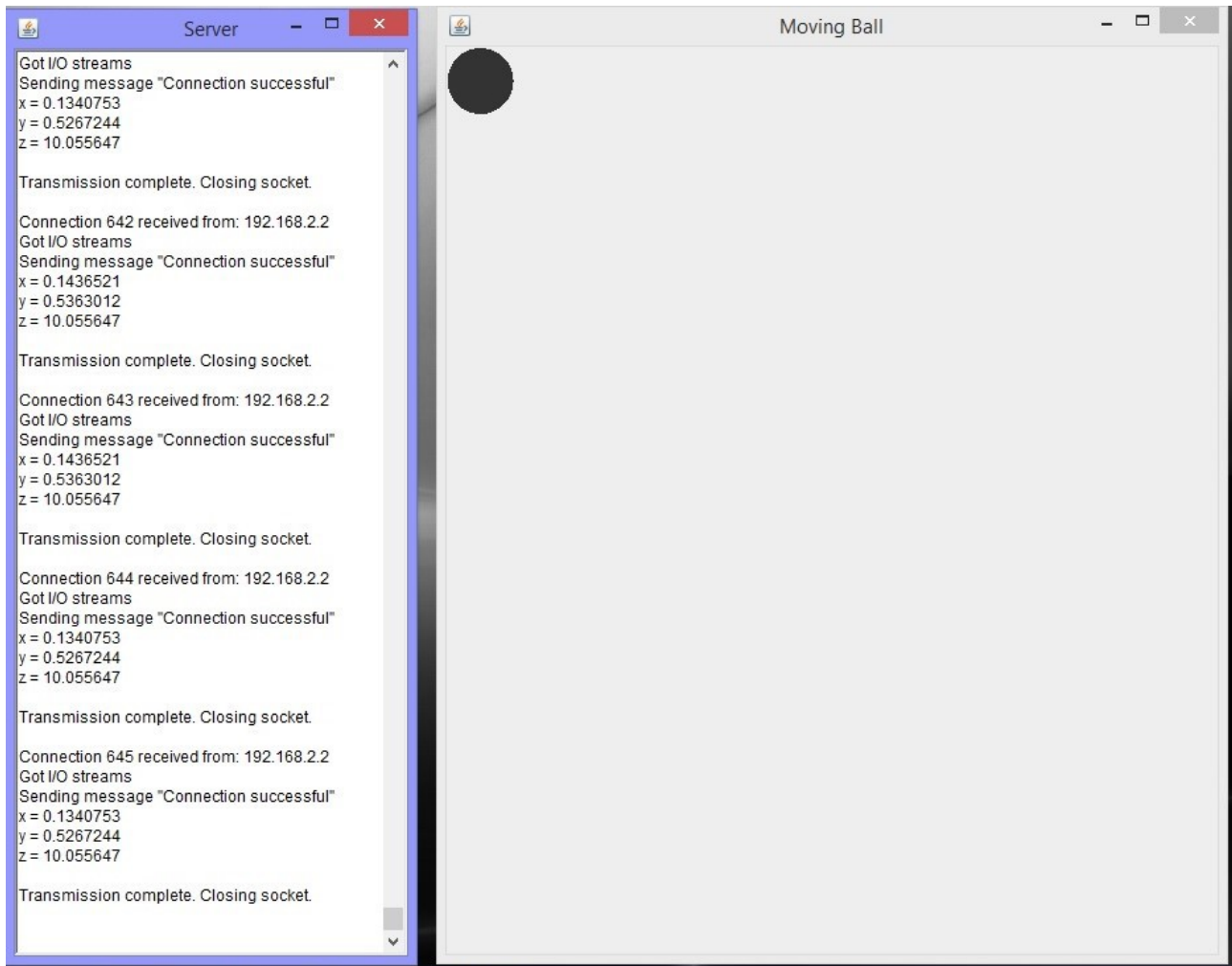
4.5) ΤΕΛΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ:

Το αποτέλεσμα του προγράμματος του server όταν δημιουργηθεί επιτυχώς είναι το παρακάτω:



Εικόνα 23: παράθυρο δεδομένων και κύκλου στον server

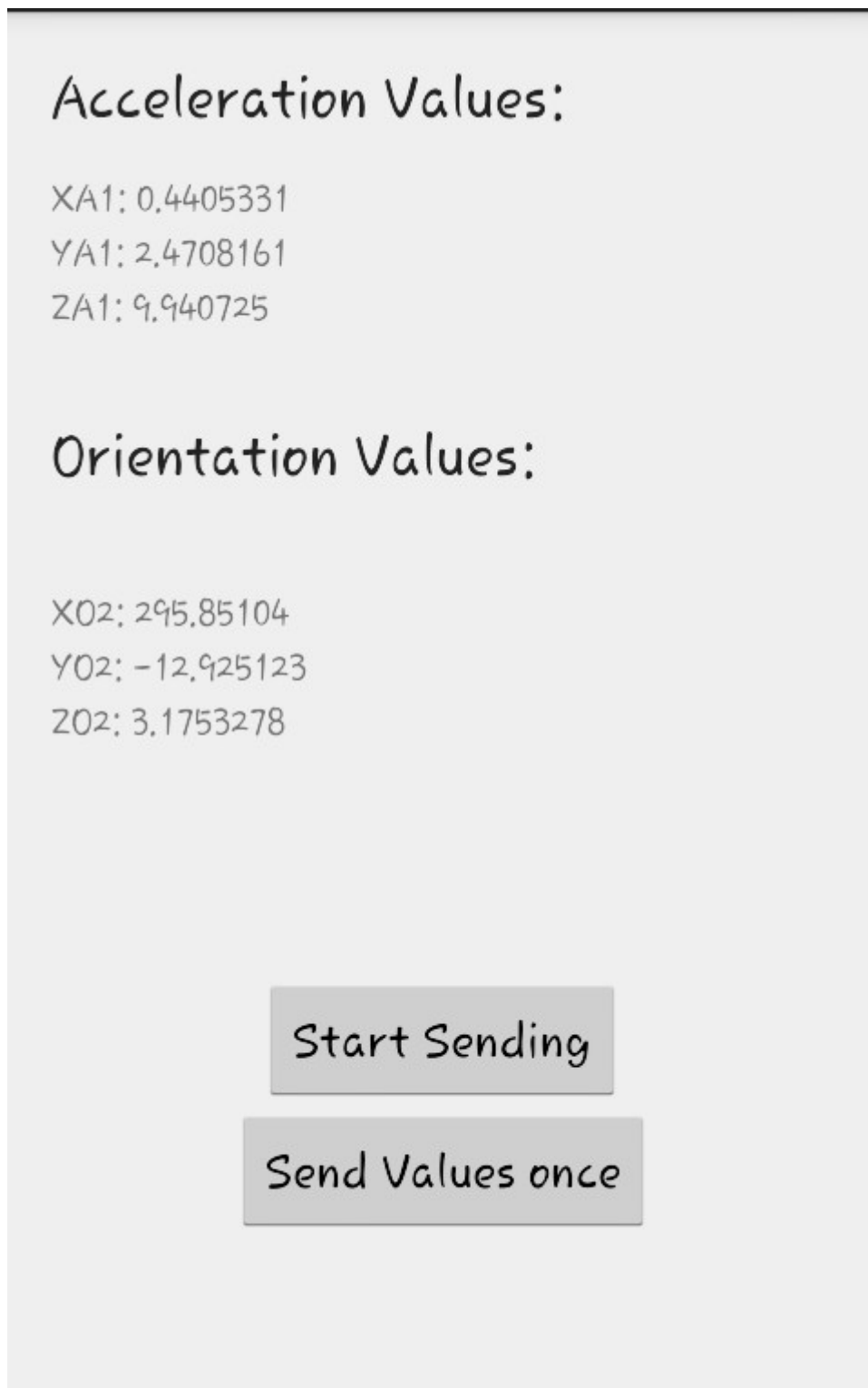
Όταν ξεκινήσει η αποστολή των δεδομένων από το κινητό τηλέφωνο στο οποίο είναι εγκατεστημένη η εφαρμογή, το αποτέλεσμα είναι το παρακάτω:



Εικόνα 24: αποστολή δεδομένων στον server

Όπως είναι εμφανές η θέση του κύκλου άλλαξε και στο άλλο παράθυρο φαίνονται τα δεδομένα που στέλνει ο client στον server. Πραγματοποιώντας το πείραμα, κουνώντας την συσκευή του κινητού τηλεφώνου, αλλάζουν οι τιμές στα δεδομένα και ο κύκλος κουνιέται ανάλογα στο παράθυρό του. Αν η συσκευή μείνει σε ηρεμία πάνω σε μία σταθερή επιφάνεια, θα γίνει αντιληπτό ότι τα δεδομένα του επιταχυνσιόμετρου μένουν σχεδόν σταθερά. Αυτό συμβαίνει καθώς επηρεάζεται από την βαρυτική δύναμη της γης.

Τα δεδομένα της εφαρμογής που είναι εγκατεστημένη στην συσκευή του κινητού τηλεφώνου, φαίνονται στην παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 25: εφαρμογή client εγκατεστημένη στο κινητό τηλέφωνο

ΕΠΙΛΟΓΟΣ:

Τα δίκτυα και οι τεχνολογίες που αναλύθηκαν στην παρούσα πτυχιακή εργασία, αποτελούν πολύ σημαντική εξέλιξη των ασύρματων επικοινωνιών τα τελευταία χρόνια. Υπάρχουν όμως αρκετά περιθώρια βελτίωσης, με σκοπό η επικοινωνία να γίνει πιο αποδοτική και αξιόπιστη. Η ανάλυση που έγινε για τα δίκτυα αισθητήρων αλλά και τα Ad-hoc δίκτυα, είχε σκοπό να γίνει πιο κατανοητός ο τρόπος που λειτουργούν οι αισθητήρες μέσα σε ένα δίκτυο, αλλά και για να γίνει κατανοητό το πρόγραμμα που δημιουργήθηκε, το οποίο είναι η πρακτική εφαρμογή όλης της θεωρητικής έρευνας που έγινε στην αρχή.

Στο πρόγραμμα αυτό που δημιουργήθηκε επιτυχώς, παρατηρήθηκε πώς λειτουργεί ένας ασύρματος αισθητήρας μέσα σε ένα δίκτυο, αλλά και ο τρόπος που μπορεί να εγκατασταθεί ένα δίκτυο με αισθητήρες, σε οικιακό περιβάλλον. Η ανάπτυξη της εφαρμογής αυτής είναι η αρχή για δημιουργία και άλλων παρόμοιων εφαρμογών, οι οποίες μπορούν είτε να στοχεύσουν στον απομακρυσμένο έλεγχο είτε στην παρακολούθηση μίας άλλης συσκευής η οποία ανήκει στο ίδιο δίκτυο. Τα εργαλεία και οι τεχνολογία που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση της εφαρμογής αυτής είναι τα πιο εξελιγμένα και πρόσφατα που υπάρχουν μέχρι αυτή την στιγμή.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

- Σημειώσεις μαθήματος “Δίκτυα αισθητήρων” από το τμήμα Τηλεπικοινωνιακών Συστημάτων και Δικτύων, ΤΕΙ Μεσολογγίου, παράρτημα Ναυπάκτου
- “Ηλεκτρικές μετρήσεις και αισθητήρες”, Κουτρούλης Ε., Καλαϊτζάκης Κ. , εκδόσεις Κλειδάριθμος
- “Αισθητήρες μέτρησης και ελέγχου”, Elgar Peter Bsc, εκδόσεις Τζιόλα
- “Wireless sensor networks – A networking perspective”, εκδόσεις John Willey and sons Ltd
- “Guide to Wireless Ad Hoc Networks”, S.Misra, I.Woungang, S.C Misra, εκδόσεις Springer
- “Android Application Development for Dummies”, Donn Felker
- https://el.wikipedia.org/wiki/Ασύρματο_δίκτυο_αισθητήρων
- https://el.wikipedia.org/wiki/Ad_hoc_δίκτυο
- http://asirmata-diktua.blogspot.gr/2012/05/blog-post_20.html
- <http://webhosting.devshed.com/c/a/Web-Hosting-Articles/Wireless-Sensor-Networks-pt-1-Introduction/>
- <http://www.acorn.net.au/telecoms/adhocnetworks/adhocnetworks.html>
- <https://el.wikipedia.org/wiki/MANET>
- <http://www.saching.com/Article/MANET---Mobile-Adhoc-NETwork--/334>
- <http://developer.android.com/index.html>
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Sensor>

- https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%B9%CF%83%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B1%CF%82#.CE.A0.CE.B7.CE.B3.CE.AD.CF.82_.CE.AC.CF.81.CE.B8.CF.81.CE.BF.CF.85
- <http://www.slideshare.net/nilaykarade/accelerometer-based-motion-gestures-for-mobile-devices>
- http://www.k-makris.gr/AircraftComponents/Accelometer/accel_gr.htm
- <http://www.sensorwiki.org/doku.php/sensors/accelerometer>
- <http://tekeia.com/20102/accelerometer-part-1/>