



## ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΗΛΕΜΕΤΡΙΑΣ ΓΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ

Σπουδαστές : Νικόλαος Μπενάκης & Θωμάς Βασιλειάδης

Επιβλέπων Καθηγητής : Μανουσάκης Νικόλαος

Αιγάλεω ,

Δεκέμβριος 2017

## Ευχαριστίες

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε όλους τους καθηγητές του τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών Τ.Ε του ιδρύματος ΑΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ Τεχνολογικού Τομέα για την απέραντη γνώση και παιδεία που μας προσέφεραν απλόχερα όλη την διάρκεια της φοιτησής μας. Πιο συγκεκριμένα θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον Επίκουρο Καθηγητή Νικόλαο Μανουσάκη για τις πολύτιμες επιστημονικές συμβουλές του αλλά και για την συμβολή του για την περάτωση αυτής της πτυχιακής εργασίας. Τέλος θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους γονείς μας για την υποστήριξη τους όλα αυτά τα χρόνια.

Νίκος & Θωμάς  
Νοέμβριος 2017

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει ως σκοπό την ανάλυση του όρου τηλεμετρίας καθώς και την παρουσίαση των πλέον σύγχρονων εφαρμογών της.

Το 1<sup>ο</sup> κεφάλαιο περιλαμβάνει βασικές έννοιες,ορισμούς σχετικά με τις μετρήσεις και την τηλεμετρίας.Επιπλέον περιέχει ιστορικά γεγονότα καθώς και διάφορες εφαρμογές επιγραμματικά.

Το 2<sup>ο</sup> κεφάλαιο έχει αναλύση στον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιούμε την τηλεμετρία στους μετεωρολογικούς σταθμούς .

Το 3<sup>ο</sup> κεφάλαιο περιλαμβάνει τεχνικές τηλεμετρίας με εφαρμογή στα μηχανοκίνητα οχήματα.

Το 4<sup>ο</sup> κεφάλαιο εμπεριέχει ανάλυση εφαρμογών με συστήματα SCADA στον τομέα της ενεργειας του πετρελαίου και του φυσικού αερίου.

Το 5<sup>ο</sup> κεφάλαιο παρουσιάζει εφαρμογές τηλεμετρίας σε ιατρικές μονάδες καθώς και ανάλυση των όρων τηλεϊατρική και νοσοκομειακών μονάδων.

Το 6<sup>ο</sup> κεφάλαιο περιλαμβάνει μαθηματικά μοντέλα SVM,αρχιτεκτονική λογισμικού αλλά και δορυφορικά συστήματα με κύριο σκοπό εξόρυξη δεδομένων για δορυφορική παρακολούθηση.

Το 7<sup>ο</sup> κεφάλαιο περιλαμβάνει συμπεράσματα αλλά και μελλοντικές εφαρμογές.

Λέξεις Κλειδιά: Τηλεμετρία,Εφαρμογές,SCADA,Τηλεϊατρική,Μετεωρολογικοί σταθμοί,εξόρυξη δεδομένων

## **ABSTRACT**

This Bachelor thesis aims at analyzing the term telemetry as well as presenting its most modern applications.

The 1<sup>st</sup> chapter includes basic concepts, definitions on metrics and telemetry. It also contains historical facts as well as various applications in brief.

The 2<sup>nd</sup> chapter has an analysis of how we use telemetry in meteorological stations.

The 3<sup>rd</sup> chapter includes telemetry techniques applied to motor vehicles.

The 4<sup>th</sup> chapter includes an analysis of applications with SCADA systems in the field of oil and gas energy.

The 5<sup>th</sup> chapter presents telemetric applications in medical units as well as an analysis of the terms of telemedicine and hospital units.

The 6<sup>th</sup> chapter includes SVM mathematical models, software architecture, and satellite systems with the main purpose of extracting data for satellite tracking.

The 7<sup>th</sup> chapter contains conclusions and future applications.

Key words: Telemetry, Applications, SCADA, Telemedicine, Weather stations, data mining

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>Εισαγωγή</b> .....	<b>1</b>
1.1 Γενικά.....	2
1.1.1 Σκοπός.....	3
1.1.2 Δομή.....	3
1.1.3 Ιστορικά.....	5
1.2 Εφαρμογές.....	15
<b>Μετεωρολογία</b> .....	<b>16</b>
2.1 Μέθοδος .....	16
2.1.2 Λογισμικό RTL–DSR.....	17
2.1.3 Πρακτικές Τεχνικές.....	18
<b>Μηχανοκίνητα Οχήματα</b> .....	<b>29</b>
3.1 Εισαγωγή.....	29
3.2 Περιγραφή Συστήματος Τηλεμετρίας.....	31
3.3 Μέθοδοι και Τεχνικές.....	33
<b>Βιομηχανία Πετρελαίου και Φυσικού Αερίου</b> .....	<b>42</b>
4.1 Εισαγωγή.....	42
4.2 Τύποι Εφαρμογών.....	44
4.3 Μέρη ενός Συστήματος SCADA.....	47
<b>Τηλεμετρία σε ιατρικές εφαρμογές</b> .....	<b>53</b>
5.1 Εισαγωγή.....	53
5.2 Νευρομετρία.....	55
5.3 Συστήματα Τηλεμετρίας.....	56
5.3.1 Συστήματα Τηλεμετρίας IntelliVue.....	56
5.3.2 Συστήματα Υγειονομικής Περίθαλψης.....	57
5.3.3 Πληροφοριακά Συστήματα Νοσοκομείου.....	59
5.4 Τηλεϊατρική.....	60
5.4.1 Ασύρματη Ιατρική.....	61

<b>Τηλεμετρία εξόρυξης δεδομένων με SVM για δορυφορική παρακολούθηση.....</b>	<b>67</b>
6.1 Εισαγωγή.....	67
6.2 Δορυφόρος REIMΕΙ.....	70
6.3 Απαιτήσεις ελέγχου θέσης.....	72
6.4 Το πρόβλημα αστάθειας του FOG Bias.....	74
6.4.1 Ακρίβεια εκτίμησης μετατόπισης μεροληψίας.....	75
6.4.2 Σταθερότητα αστάθειας στα δεδομένα Τηλεμετρίας.....	77
6.5 Ανίχνευση αλλαγών FOG με SVM.....	80
6.5.1 Σημάδια αλλαγών στη μεροληψία.....	81
6.5.2 Μηχανή φορέα υποστήριξης.....	82
6.6 Αρχιτεκτονική λογισμικού επί του σκάφους.....	87
<b>Συμπεράσματα.....</b>	<b>92</b>
<b>Βιβλιογραφία.....</b>	<b>94</b>

## ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

<b>Εικόνα 2.1</b>	Μπαλόκι καιρού .....	17
<b>Εικόνα 2.2</b>	User interface Λογισμικού RTLSDR.....	18
<b>Εικόνα 2.3</b>	RS92SGP Radiosonde Καταράχτης.....	20
<b>Εικόνα 2.4</b>	User Interface part 1 SondeMonitor.....	21
<b>Εικόνα 2.5</b>	User Interface part 2 SondeMonitor.....	22
<b>Εικόνα 2.6</b>	User Interface part 3 SondeMonitor.....	23
<b>Εικόνα 2.7</b>	User Interface part 4 SondeMonitor.....	24
<b>Εικόνα 2.8</b>	UI GPS Tracking .....	26
<b>Εικόνα 2.9</b>	UI SondeMonitor Live G-E server.....	27
<b>Εικόνα 2.10</b>	εικόνα από Google Earth.....	27
<b>Εικόνα 3.1</b>	Formula 1 2017.....	28
<b>Εικόνα 3.3</b>	Φύλλο Τηλεμετρίας.....	32
<b>Εικόνα 3.4</b>	Σύστημα ATLAS.....	34
<b>Εικόνα 3.5</b>	Εκτύπωση Τηλεμετρίας για Silverstone.....	36
<b>Εικόνα 3.6</b>	Εικόνα κυματομορφής .....	38
<b>Εικόνα 3.7</b>	Τηλεμετρικός εξοπλισμός πλακέτα pcb plextek.....	38
<b>Εικόνα 4.1</b>	Εφαρμογές SCADA σε βιομηχανία .....	42
<b>Εικόνα 4.2</b>	Συγχρονισμός συστήματος SCADA .....	43
<b>Εικόνα 4.3</b>	Ρελέ ηλεκτρονόμος Scada.....	45
<b>Εικόνα 4.4</b>	Απομακρυσμένη μονάδα Τηλεμετρίας .....	46
<b>Εικόνα 4.5</b>	Απομακρυσμένος έλεγχος Χρήστη .....	47
<b>Εικόνα 4.6</b>	Σύνδεση συστήματος Scada.....	50
<b>Εικόνα 5.1</b>	Monitor καρδιακών παλμών.....	54
<b>Εικόνα 5.2:</b>	Σύστημα τηλεμετρίας IntelliVue.....	57
<b>Εικόνα 5.3:</b>	συστήματος ιατρικής τηλεμετρίας για τη συλλογή δεδομένων.....	58
<b>Εικόνα 5.4</b>	Περιγραφή πληροφοριακού συστήματος νοσοκομείου.....	59
<b>Εικόνα 5.5</b>	απεικόνιση τηλειατρικού συστήματος.....	60
<b>Εικόνα 5.6</b>	παθήσεις που εφαρμόζεται η ασύρματη ιατρική.....	61
<b>Εικόνα 5.7:</b>	Ένα παράδειγμα μηχανισμού πρόσβασης καναλιού.....	63
<b>Εικόνα 6.1</b>	Δορυφόρος.....	67



<b>Εικόνα 6.2</b> δορυφόρος REIMEI.....	71
<b>Εικόνα 6.3</b> Μοντέλα πτήσης τριών FOGs σε μια πλάκα αλουμινίου....	73
<b>Εικόνα 6.4</b> διάγραμμα απαίτησης ελέγχου θέσης του REIMEI.....	74
<b>Εικόνα 6.5</b> Μετατόπιση της μετατόπισης FOG που προκαλείται από την αλλαγή της θερμοκρασίας FOG.....	76
<b>Εικόνα 6.6</b> Σφάλμα αθροιστικού πολλαπλασιασμού που προκαλείται από τη μετατόπιση μεροληψίας των FOGs.....	77
<b>Εικόνα 6.7</b> Γωνιακά διαγράμματα διαφορών που επικαλύπτονται ευθυγραμμισμένα για κάθε εκκίνηση από συμβάν STT-On προς τα αριστερά.....	78
<b>Εικόνα 6.8.</b> Τάση της γωνιακής διαφοράς διάδοσης.....	79
<b>Εικόνα 6.9.</b> Τάση γωνιακής διαφοράς STT.....	79
<b>Εικόνα 6.10.</b> Γραφήματα τάσης της γωνιακής διαφοράς για διάστημα δύο ετών.....	83
<b>Εικόνα 6.11</b> Τα τέσσερα βήματα του SVM.....	84
<b>Εικόνα 6.12.</b> Δύο διαγράμματα γωνίας σφάλματος διάδοσης έναντι DOP αρχίζουν να υπολογίζονται με τη χρήση διαφορετικών στατιστικών στοιχείων.Αυτά τα οικόπεδα δείχνουν την απόδοση διακριτικής συμπεριφοράς με τον τρόπο με τον οποίο το SVM που παράγεται χρησιμοποιώντας δεδομένα εκπαίδευσης μπορεί να κρίνει την κατάσταση των FOG μεροληψίας χρησιμοποιώντας δεδομένα δοκιμών.....	85
<b>Εικόνα 6.13.</b> Αποτελέσματα ταξινόμησης από το SVM που δημιουργήθηκε με τη χρήση συνόλων δεδομένων OK και NG. Το αποτέλεσμα με τη χρησιμοποίηση μιας μηνιαίας στατιστικής ανάλυσης επιτυχώς ανιχνεύει όλες τις μεταβολές στις μετακινήσεις της χωροταξίας FOG, ενώ η περίπτωση των στατιστικών στοιχείων για 10 ημέρες έχει μια ψευδώς θετική ανίχνευση (ανιχνεύει τη μεταβολή της διακύμανσης της FOG).....	86

**Εικόνα 6.14.** Η αρχιτεκτονική τριών επιπέδων για απομακρυσμένο λογισμικό συστήματος που αποτελείται από λειτουργίες Deliberator, Executor και Driver.....88

**Εικόνα 6.15.** Ένα δείγμα για την υλοποίηση της αρχιτεκτονικής τριών επιπέδων για ένα απομακρυσμένο σύστημα που χρησιμοποιεί ένα λειτουργικό σύστημα σε πραγματικό χρόνο με τον συμμετέχοντα που πραγματοποιείται με τη βοήθεια ενός μηχανισμού κειμενογράφων, όπως JavaScript.....91

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Γενικά

#### 1.1.1 Σκοπός

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει ως αντικείμενο την μελέτη και ανάλυση των σύγχρονων εφαρμογών-μεθόδων μέτρησης και τηλεμετρίας. Αρχικά δίνονται οι ορισμοί των όρων μέτρηση και τηλεμετρία καθώς και πληροφορίες για την ιστορία των όρων αυτών .

#### 1.1.2 Δομή

Αρχικά, μετά την παρουσίαση των ιστορικών γεγονότων και των ορισμών της μέτρησης και τηλεμετρίας ,αρχίζει η περιγραφή των μεθόδων και εφαρμογών μέτρησης και τηλεμετρίας.

Έχοντας καταγράψει τις σύγχρονες πλέον μεθόδους μετρητικού συστήματος. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η τηλεμετρία με λεπτομερή περιγραφή των πρακτικών διαδικασιών υλοποίησης του κάθε συστήματος αναλόγως την εφαρμογή.

Τέλος συγκεντρώνονται τα κυριότερα συμπεράσματα της εργασίας και επισημαίνονται σημεία για περαιτέρω διερεύνηση.

### 1.1.3 Ιστορικά

#### 1.1.3.1 Έννοιες συστημάτων μέτρησης

Αρκετά νωρίς στην ιστορία του ανθρώπινου είδους ήταν αναγκαίο ένας κοινός και ενιαίος τρόπος με τον οποίο να μπορούν οι τεχνικοί να επικοινωνούν. Η ανάγκη αυτή συνυπήρξε με τις πρώτες κοινωνικές ή εμπορικές επαφές, όπου ήταν απαραίτητο να γίνονται κατανοητά τα μεγέθη των συναλλαγών αυτών. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν η ανάγκη κοινής και ενιαίας έκφρασης για το βάρος (μάζα) και για το μήκος, που αποτέλεσαν και αποτελούν βάση για τις συναλλακτικές πράξεις (π.χ πώληση ή ανταλλαγή προϊόντων). Ως αποτέλεσμα αυτής της ανάγκης υπήρξαν πολλές προσπάθειες καθιέρωσης κοινού τρόπου έκφρασης των μεγεθών μέσω μέτρων και σταθμών, δηλαδή συστημάτων μέτρησης του φυσικού μεγέθους. Με την χρήση του μέτρου του φυσικού μεγέθους και της αντίστοιχης μονάδας για το συγκεκριμένο φυσικό μέγεθος, οι άνθρωποι μπορούσαν πλέον να επικοινωνήσουν και να συναλλαχθούν με κοινό και σαφή τρόπο.

Η πρακτική χρήση των συστημάτων μέτρησης πορυποθέτει ύπαρξη τρόπου σύγκρισης του προς μέτρηση μεγέθους με τον κλεινά αποδεκτό ορισμό του μεγέθους για κάποιο σύστημα μέτρησης. Για να γίνει η σύγκριση βάσει κάποιου συστήματος μέτρησης πρέπει να υπάρχει διαθέσιμη η υλοποίηση της μοναδιαίας τιμής του προς μέτρηση μεγέθους σε αυτό το σύστημα μέτρησης. Ο ορισμός της μονάδας μέτρησης ενός μεγέθους σε ένα σύστημα μέτρησης καλείται πρότυπη μονάδα. Συνήθως, ο ορισμός της πρότυπης μονάδας διευκολύνει τη σύγκριση με το μετρούμενο μέγεθος και την εύρεση του μέτρου του. Έτσι, η ευκολία υλοποίησης της πρότυπης μονάδας ακολουθείται από την ευχρηστία του συστήματος μέτρησης.

Ιστορικά, η ανάγκη εύχρηστων προτύπων μονάδων οδήγησε στη χρήση ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών που ήταν άμεσα διαθέσιμα στον τόπο διεξαγωγής της μέτρησης . Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν η χρήση του βραχίονα και του ποδιού για τη μέτρηση του μήκους κατά την αρχαιότητα.

Κατά κανόνα όμως η ευκολία υλοποίησης της πρότυπης μονάδας συνοδεύεται από ανακρίβειες στην τιμή της, που αποτελεί και την τιμή αναφοράς για την μέτρηση. Αυτές οι ανακρίβειες υπεισέρχονται στη σύγκριση της πρότυπης μονάδας με το μετρούμενο μέγεθος, και άρα προκαλούν σφάλματα στη μέτρηση. Έτσι η ανάγκη αξιόπιστων προτύπων μονάδων οδήγησε σε αυτηρότερους ορισμούς τους σε βάρος της ευχρηστίας τους.

Ο ορισμός και η αποδοχή κοινού συστήματος μέτρησης δεν ήταν πάντα εφικτά και έτσι σε υποσύνολα κοινωνικών ομάδων δημιουργήθηκαν διαφορετικά μεταξύ τους συστήματα μέτρησης. Πολύ αργότερα στην ιστορία το πλήθος των συστημάτων μέτρησης περιορίστηκε σε λίγα στον αριθμό συστήματα μέτρησης, έως τις μέρες μας όπου εφαρμόζεται το διεθνές σύστημα S.I , χωρίς όμως να αποκλείεται και η χρήση άλλων συστημάτων μέτρησης.

### 1.1.3.2 Ορισμός Μέτρησης

Η βασική διεργασία τόσο στην επιστήμη όσο και στην τεχνολογία είναι αυτή της λήψης μετρήσεων. Η μέτρηση ορίζεται ως η παροχή ενός αριθμού σε μια φυσική ποσότητα σε σχέση με μια τυχαία μοναδιαία τιμή , κατά τέτοιο τρόπο ώστε ο αριθμός να παριστάνει το μέγεθος της ποσότητας αυτής.Ο ορισμός της μέτρησης είναι προφανής για κάποια ποσότητα που είναι άμεσα παρατηρήσιμη από τις αισθήσεις.Για παράδειγμα, είναι δυνατή η μέτρηση του υψούς ενός αντικειμένου , εκφραζοντας το με βάση τη μονάδα μέτρησης, δηλαδή το μέτρο και την χρήση κάποιου χάρακα ή μεζούρας.

Υπάρχουν περιπτώσεις όμως που δεν είναι εύκολο να αντιληφθούμε ένα αντικείμενο με την ανθρώπινη αίσθηση όπως για παράδειγμα η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος ή η τάση μιας πηγής. Σε τέτοιες περιπτώσεις κατασκευάζουμε συσκευή που δίνει την δυνατότητα παρακολούθησης αυτών των ποσοτήτων, η οποία ονομάζεται όργανο μέτρησης.

Μια μεγάλη κατηγορία μετρήσεων λειτουργεί με το μετασχηματισμό της, προς μέτρηση, ποσότητας σε διακριτές ποσότητες και την καταμέτρηση τους σε ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα.

Οι κύριοι λόγοι για τους οποίους ένας μηχανικός καλείται να εκτελέσει μια μέτρηση αφορούν :

1. Τη σύγκριση και διαχωρισμό μεγεθών.
2. Τη λήψη αποφάσεων από ένα σύστημα.
3. Την ανατροφοδότηση σε ένα σύστημα αυτομάτου ελέγχου.
4. Τον έλεγχο ποιότητας και την πιστοποίηση της.
5. Την ποιότητα λειτουργίας ενός συστήματος.

### 1.1.3.3 Ορισμός Τηλεμετρίας

Η τηλεμετρία είναι μια αυτοματοποιημένη διαδικασία επικοινωνίας με την οποία συλλέγονται μετρήσεις και άλλα δεδομένα σε απομακρυσμένα ή μη προσβάσιμα σημεία και μεταδίδονται στον εξοπλισμό λήψης για παρακολούθηση. Η λέξη προέρχεται από τις ελληνικές ρίζες Τηλέ και μετρώ δηλαδή (μετρώ από μακριά) .Τα συστήματα που χρειάζονται εξωτερικές οδηγίες και δεδομένα για να λειτουργούν απαιτούν τηλεχειρισμό( αντιστοιχο της τηλεμετρίας).

Αν και ο όρος αναφέρεται συνήθως σε ασύρματους μηχανισμούς μεταφοράς δεδομένων ( π.χ χρησιμοποιώντας συστήματα ραδιοφώνου, υπερήχων ή υπερύθρων ), περιλαμβάνει επίσης δεδομένα που μεταφέρονται μέσω άλλων μέσων, όπως τηλεφωνικό δίκτυο ή δίκτυο υπολογιστών , οπτική σύνδεση ή άλλες ενσύρματες επικοινωνίες ,όπως φορείς μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Πολλά σύγχρονα συστήματα τηλεμετρίας επωφελούνται από το χαμηλό κόστος και την πανταχού παρούσα χρήση των δικτύων GSM , χρησιμοποιώντας SMS για την λήψη και την μετάδοση δεδομένων τηλεμετρίας.

## 1.2 Εφαρμογές

Οι μετρήσεις και ειδικότερα η τηλεμετρία αποτελούν βασικό παράγοντα των σύγχρονων εφαρμογών που συνήθως έχουν να κάνουν με αντικείμενα της τεχνολογίας .

Σε αυτό το σημείο θα αναφέρουμε επιγραμματικά μερικές από τις εφαρμογές :

- Μετεωρολογία
- βιομηχανία πετρελαίου και φυσικού αερίου
- Μηχανοκίνητα Οχήματα
- Μεταφορικά μέσα
- Διαχείριση υδατικών πόρων
- Διάστημα ,άμυνα και εξερεύνηση πόρων
- Πύραυλοι
- Δοκιμές Πτήσεων
- Στρατιωτική Ευφία
- Παρακολούθηση Ενέργειας
- Διανομή Πόρων
- Φαρμακευτική /Σύστημα υγείας

Οι εφαρμογές που θα αναπτυχθούν στις επόμενες ενότητες είναι:

- Μετεωρολογία
- Μηχανοκίνητα Οχήματα
- Βιομηχανία Πετρελαίου και φυσικού αερίου
- Ιατρικές εφαρμογές
- Εξόρυξη δεδομένων



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

## ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ

### 2.1 Μέθοδος

Η μέθοδος που χρησιμοποιούμε για την παρακολούθηση του καιρού στον κόσμο είναι τα weather balloons. Τα μπαλόνια του καιρού είναι ένα είδος μπαλονιού μεγάλου υψομέτρου που χρησιμοποιείται ειδικά για τη μεταφορά επιστημονικών ωφέλιμων φορτίων στην ανώτερη ατμόσφαιρα. Μπορούν να φέρουν το ωφέλιμο φορτίο τους μέχρι 40.000 m ~ 130.000 ft. Κάθε μέρα περίπου 800 μετεωρολογικά μπαλόνια καιρού απελευθερώνονται στις 00:00 και πάλι στις 12:00 GMT σε τοποθεσίες σε όλο τον κόσμο. Αυτό παρέχει ένα "στιγμιότυπο" της ανώτερης ατμόσφαιρας της γης μας δύο φορές την ημέρα και συνεχώς μεταφέρεται τηλεμετρία μετεωρολογίας στους αντίστοιχους σταθμούς εδάφους χρησιμοποιώντας κάτι που ονομάζεται ακτινοσκόπηση.

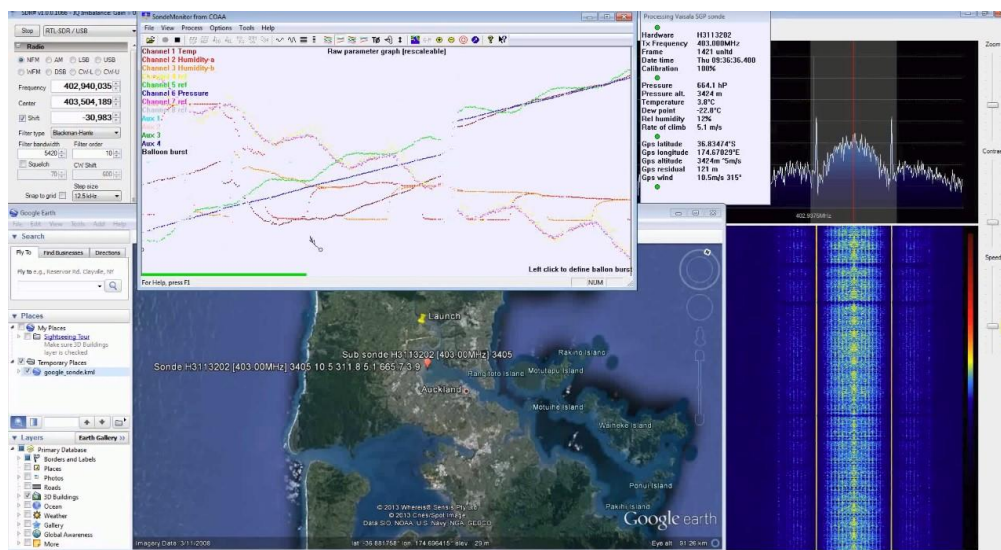


**Εικόνα 2.1** Μπαλόνι καιρού

## 2.1.2 Λογισμικό RTL –DSR

Το καθορισμένο από το λογισμικό RTL-SDR σε συνδυασμό με ένα πρόγραμμα αποκωδικοποίησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση αυτής της τηλεμετρίας και την εμφάνισή του στον υπολογιστή. Μπορούμε να βλέπουμε σε πραγματικό χρόνο γραφήματα και δεδομένα σχετικά με τη θερμοκρασία του αέρα, την υγρασία, την πίεση, καθώς και τη θέση και το ύψος του μπαλονιού, καθώς κάνει την ανάβαση.

Μια σημαντική σημείωση είναι ότι αυτή τη στιγμή, αυτό το πρόγραμμα δεν ξέρουμε αν λειτουργεί στην Ελλάδα καθώς δεν υπάρχουν διαθέσιμα προγράμματα αποκωδικοποίησης για χρήση με το πρωτόκολλο τηλεμετρίας που χρησιμοποιείται. Οι Η.Π.Α. χρησιμοποιούν τις ακτίνες ραδιοφώνων Mark II Sippican, ενώ το μεγαλύτερο μέρος του υπόλοιπου κόσμου χρησιμοποιεί ραδιοζεύξεις Graw, Vaisala, Meteomodem ή Meteolabor, οι οποίες είναι όλες αποκωδικοποιήσιμες. Ωστόσο, φαίνεται ότι οι ΗΠΑ υποβάλλονται σε ένα Σύστημα αντικατάστασης Radiosonde (RRS), όπου μεταβαίνουν σε ραδιοσυχνότητες Vaisala.



Εικόνα 2.2 User interface Λογισμικού RTLSDR

### 2.1.3 Πρακτικές Τεχνικές

Προκειμένου να λάβουμε και να αποκωδικοποιήσουμε τις ακτινοβολίες με μπαλόνια καιρού, χρειάζονται τέσσερα πράγματα.

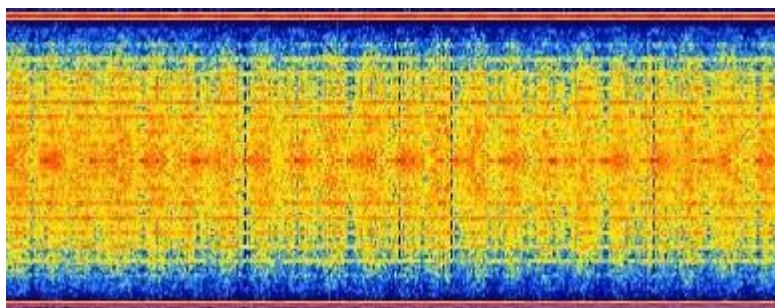
- Ένα dongle RTL-SDR για να εγκατασταθεί και να λειτουργεί με το SDRSharp ή οποιοδήποτε άλλο ραδιοφωνικό πρόγραμμα με παρόμοια απόδοση.
- Μια κεραία ικανή να συλλέγει σήματα κοντά στα 403 έως 406 MHz.
- Ένα πρόγραμμα αποκωδικοποίησης που ονομάζεται SondeMonitor το οποίο είναι σε θέση να αποκωδικοποιήσει την τηλεμετρία ακτινοσκόπησης.
- Η γνώση του χρόνου και του χώρου, όπου εκπέμπονται ακτινοβολίες με μπαλόνια καιρού στην περιοχή σας.

Γίνεται η εγκατάσταση του dongle RTL-SDR και Θα χρειαστεί επίσης να εγκαταστήσουμε και να ρυθμίσουμε μια μέθοδο ήχου σωληνώσεων. Η υποδοχή ήχου θα επιτρέψει τη μετάδοση του ήχου από το SDRSharp σε ένα πρόγραμμα αποκωδικοποίησης. Μπορείτε να χρησιμοποιήσουμε είτε στερεοφωνικό μείγμα παραθύρων, καλώδιο VB (δωρεάν) ή καλώδιο εικονικού ήχου (πληρωμένο με δοκιμαστική έκδοση).

Τα σήματα Radiosonde λαμβάνουν συνήθως καλή ραδιοφωνική λήψη με οποιαδήποτε κεραία συντονισμένη στα 403 MHz καθώς μεταδίδουν από ψηλά στον ουρανό όπου δεν υπάρχουν εμπόδια. Ορισμένες κεραίες που δοκιμάζονται είναι κεραίες 1/4 γείωσης, κεραίες J-Pole και Collinear κεραίες. Οι κεραίες αποκωδικοποίησης μπορεί επίσης να λειτουργούν καλά.

Τα μπαλόνια για τις καιρικές συνθήκες εκπέμπουν συχνότερα γύρω στα ~ 403 MHz και ξεκινούν σε όλο τον κόσμο κατά τον επίσημο χρόνο παρατήρησης περίπου 0000 UTC και 1200 UTC. Θα χρειαστεί να επισκεφθεί κάποιος την Google ή να επικοινωνήσει με την τοπική μετεωρολογική υπηρεσία για μια ακριβέστερη ώρα από την έναρξη της δραστηριότητάς στην περιοχή του.

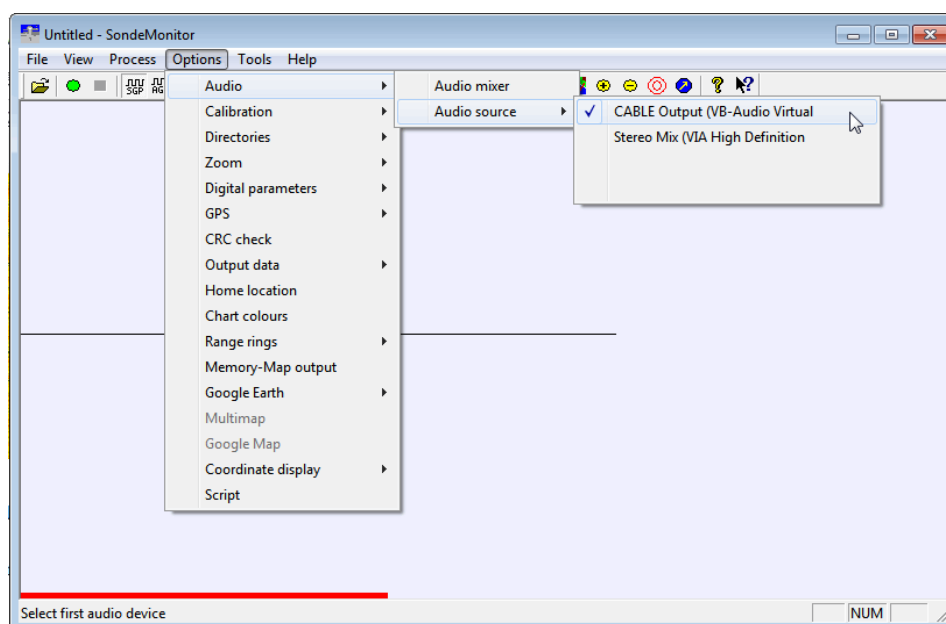
Ένα από τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα σήματα ραδιοφωνικής μετάδοσης είναι το ψηφιακό σήμα Vaisala RS92SGP. Ένα παράδειγμα καταρράκτη αυτού του σήματος φαίνεται στο παρακάτω και ένα ηχητικό δείγμα παρέχεται προς τα κάτω. Το SondeMonitor είναι ένας αποκωδικοποιητής Windows που είναι σε θέση να αποκωδικοποιήσει ψηφιακά RS92SGP, αναλογικό RS92AGP, αναλογικό RS80, αναλογικό 92KL, Graf DFM-06, MeteoModem M2K2 / M10 και Meteolabor SRS-C34.



**Εικόνα 2.3** RS92SGP Radiosonde Καταράχτης

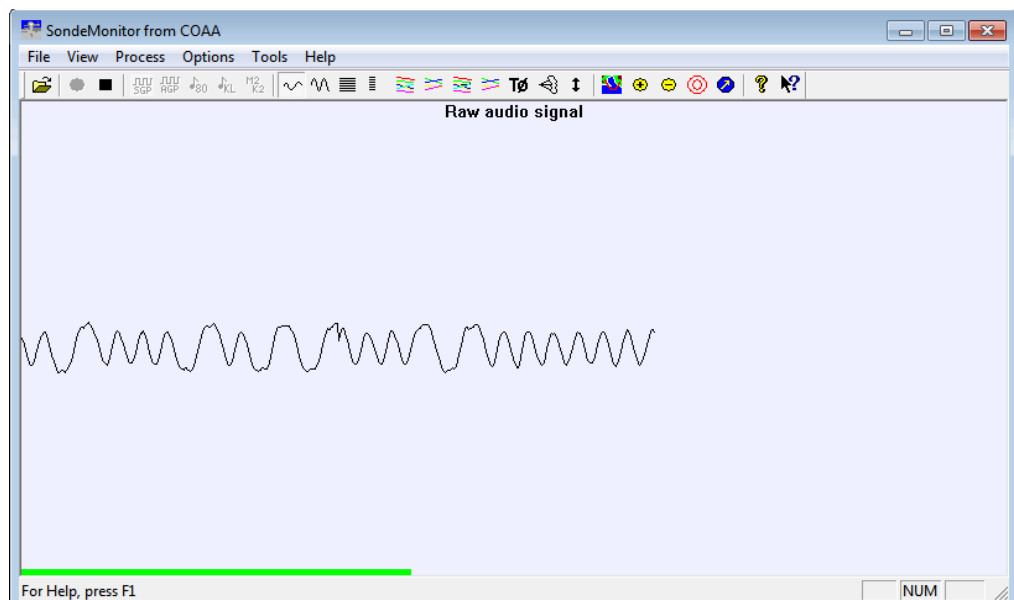
Για να αποκωδικοποιήσουμε τις ακτινοβολίες με μπαλόνια καιρού ακολουθούμε τα εξής βήματα:

1. Κατεβάζουμε και κάνουμε install το SondeMonitor από την αντίστοιχη σελίδα.
2. Όταν πρόκειται να ξεκινήσει ένα μπαλόνι καιρού, ανοίγουμε το SDRSharp, ρυθμίζουμε τη μέθοδο του ακουστικού μας σωλήνα κάτω από το αναπτυσσόμενο πλαίσιο Output Audio και συντονίζουμε σε μια συχνότητα μεταξύ 403 και 406 MHz. Πραγματοποιούμε σάρωση και αναζητούμε ένα ραδιοφωνικό σήμα, το συντονίζουμε και ρυθμίζουμε τις ρυθμίσεις απολαβής RF για καλύτερη απόδοση. Ρυθμίζουμε τη λειτουργία λήψης σε NFM και φιλτράρετε τον ήχο σε OFF. Ρυθμίζουμε το εύρος ζώνης φίλτρου έτσι ώστε να καλύπτει ακριβώς το σήμα.
3. Ανοίγουμε το SondeMonitor. Μετα στην επιλογή Επιλογές -> Ήχος -> Πηγή ήχου και επιλέγουμε τη μέθοδο ήχου σωληνώσεων που χρησιμοποιούμε.



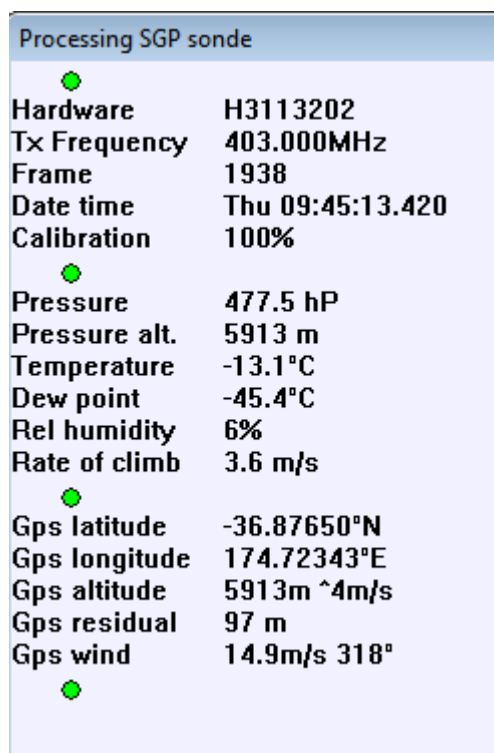
**Εικόνα 2.4** UseInterface part 1 SondeMonitor

4. Επιλέγουμε το πρωτόκολλο αποκωδικοποίησης Radiosonde που χρησιμοποιείται στην περιοχή μας. Αυτά μπορούν να επιλεγούν με τα εικονίδια ακριβώς στα δεξιά των εικονιδίων έναρξης πράσινου κύκλου και τετράγωνου σταματήματος. Τοποθετώντας το δείκτη πάνω από τα εικονίδια θα δείξει τι είναι. Αν δεν είμαστε βέβαιοι, μπορούμε να προσπαθούμε να δοκιμάσουμε το καθένα.
5. Τώρα ξεκινάμε την αποκωδικοποίηση κάνοντας κλικ στον πράσινο κύκλο. Θα εμφανιστεί ένα παράθυρο δεδομένων τηλεμετρίας. Στη συνέχεια, κάνουμε κλικ στο εικονίδιο ακατέργαστου σήματος, το οποίο μοιάζει με μια υπογραφή. Ρυθμίζουμε την ένταση ήχου στις ρυθμίσεις του ήχου των SDRSharp ή των Windows, ώστε το ηχητικό γράφημα να είναι αρκετά δυνατό ώστε να είναι ορατό, αλλά όχι πολύ δυνατό ώστε να προκαλεί αποκοπή (τετραγωνική κυματομορφή).



**Εικόνα 2.5** User Interface part 2 SondeMonitor

6. Σε αυτό το σημείο, εάν η λήψη σήματος είναι καλή και έχουμε επιλέξει τη σωστή μέθοδο αποκωδικοποίησης, το παράθυρο τηλεμετρίας θα εμφανίσει δεδομένα και θα έχει τέσσερις πράσινους κύκλους. Σημειώστε ότι το SondeMonitor απαιτεί κάποιο αρχικό χρόνο για τη βαθμονόμηση. Η συμπληρωμένη ποσότητα της διαδικασίας βαθμονόμησης μπορεί να δει στην κόκκινη ράβδο στην κάτω αριστερή γωνία, η οποία αργά θα γυρίσει όλα πράσινα καθώς ολοκληρώνεται η βαθμονόμηση. Η κατάσταση βαθμονόμησης μπορεί επίσης να εντοπιστεί στο παράθυρο τηλεμετρίας. Εάν η βαθμονόμηση δεν ολοκληρωθεί ή διαρκεί πολύ, σημαίνει ότι η ισχύς του σήματος δεν είναι αρκετά καλή.

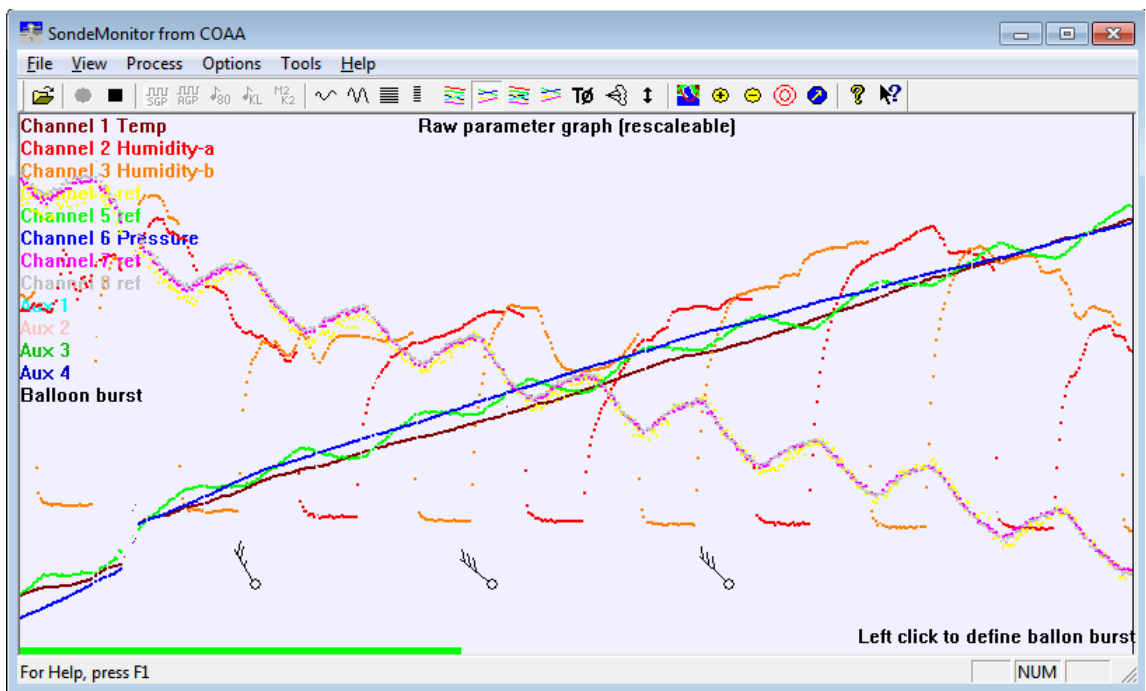


The screenshot shows a window titled "Processing SGP sonde" with a light blue background. It displays various sensor readings in a list format, with green dots indicating signal quality. The data is as follows:

Processing SGP sonde	
Hardware	H3113202
Tx Frequency	403.000MHz
Frame	1938
Date time	Thu 09:45:13.420
Calibration	100%
Pressure	477.5 hP
Pressure alt.	5913 m
Temperature	-13.1°C
Dew point	-45.4°C
Rel humidity	6%
Rate of climb	3.6 m/s
Gps latitude	-36.87650°N
Gps longitude	174.72343°E
Gps altitude	5913m ^4m/s
Gps residual	97 m
Gps wind	14.9m/s 318°

**Εικόνα 2.6** User Interface part 3 SondeMonitor

7. Κάντε κλικ στο εικονίδιο Γραφήματος 2 για να δείτε γραφήματα τηλεμετρίας. Μπορούμε να κάνουμε κλικ στο εικονίδιο Αυτόματης κλίμακας που μοιάζει με ένα διπλό άκρο με κατακόρυφο βέλος για να βεβαιωθούμε ότι όλα τα δεδομένα εμφανίζονται στην οθόνη.

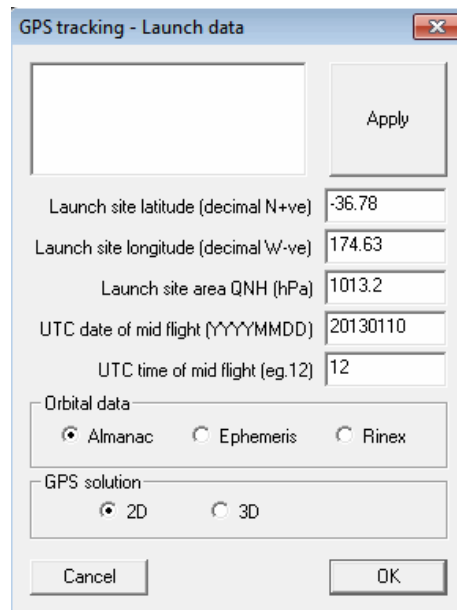


**Εικόνα 2.7** User Interface part 4 SondeMonitor



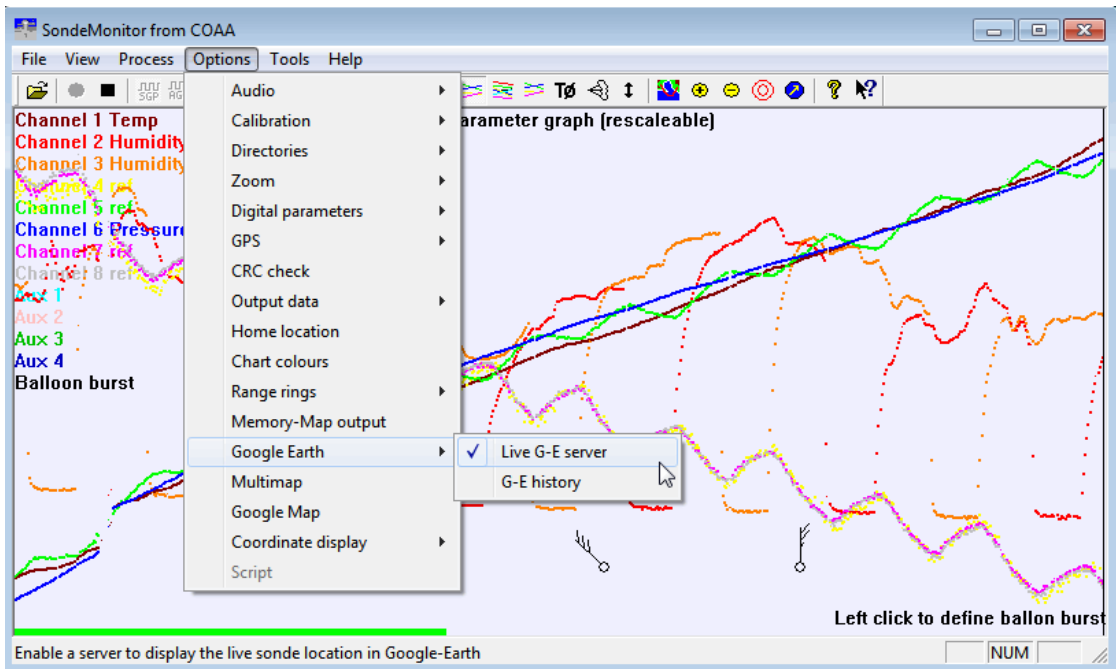
Για τις περισσότερες εκκινήσεις, η τοποθεσία και το υψόμετρο των μπαλονιών του καιρού μπορούν να παρακολουθηθούν ζωντανά στο Google Earth. Ορισμένες ραδιοσυχνότητες, όπως το RS92SGP, δεν μεταδίδουν δεδομένα γεωγραφικού πλάτους και γεωγραφικού μήκους. Αντί αυτού, μεταδίδουν ωμά δεδομένα GPS, τα οποία πρέπει να μετατραπούν σε γεωγραφικό μήκος και γεωγραφικό πλάτος στο λήπτη (τον υπολογιστή σας). Για να γίνει αυτό, απαιτούνται οι συντεταγμένες εκκίνησης του ραδιοφωνικού σταθμού, η ημερομηνία έναρξης UTC και η ώρα UTC και ένα ενημερωμένο ημερολόγιο GPS. Το ημερολόγιο είναι ένα αρχείο δεδομένων που αποθηκεύει πληροφορίες σχετικά με τις δορυφορικές θέσεις GPS. Τα MeteorModem M2K2 / M10, Graw DFM-06 και Meteorlabor SRS-C34 είναι ραδιοσυχνότητες που μεταδίδουν ήδη αποκωδικοποιημένα δεδομένα θέσης. Τα παρακάτω βήματα είναι για τις άλλες ακτινοβολίες που μεταδίδουν ακατέργαστα δεδομένα GPS, όπως το RS92SGP.

1. Κατεβάζουμε ένα ενημερωμένο ημερολόγιο από το αμερικανικό Coast Guard Centre. Θα θελήσουμε να αποκτήσουμε τρέχον SEM Almanac με την επέκταση .al3.
2. Στο SondeMonitor, μεταβαίνουμε στην επιλογή Εργαλεία -> Βραχίονας GPS. Εισαγάγουμε το γεωγραφικό πλάτος και το γεωγραφικό μήκος της θέσης εκτόξευσης του μπαλονιού του καιρού. Θα πρέπει επίσης να εισαγάγουμε την ημερομηνία UTC της πτήσης και την κατά προσέγγιση ώρα UTC κατά την μεσαία πτήση. Βεβαιωθείτε ότι η ημερομηνία και η ώρα είναι σε ώρα UTC. Τα αερόστατα για το διάστημα διαρκούν περίπου 2-4 ώρες, οπότε υπολογίζουμε μόνο τον μέσο χρόνο πτήσης. Επιλέξτε Almanac ως δεδομένα τροχιακού σας. Οι άλλες επιλογές μπορούν να παραμείνουν ως προεπιλεγμένες



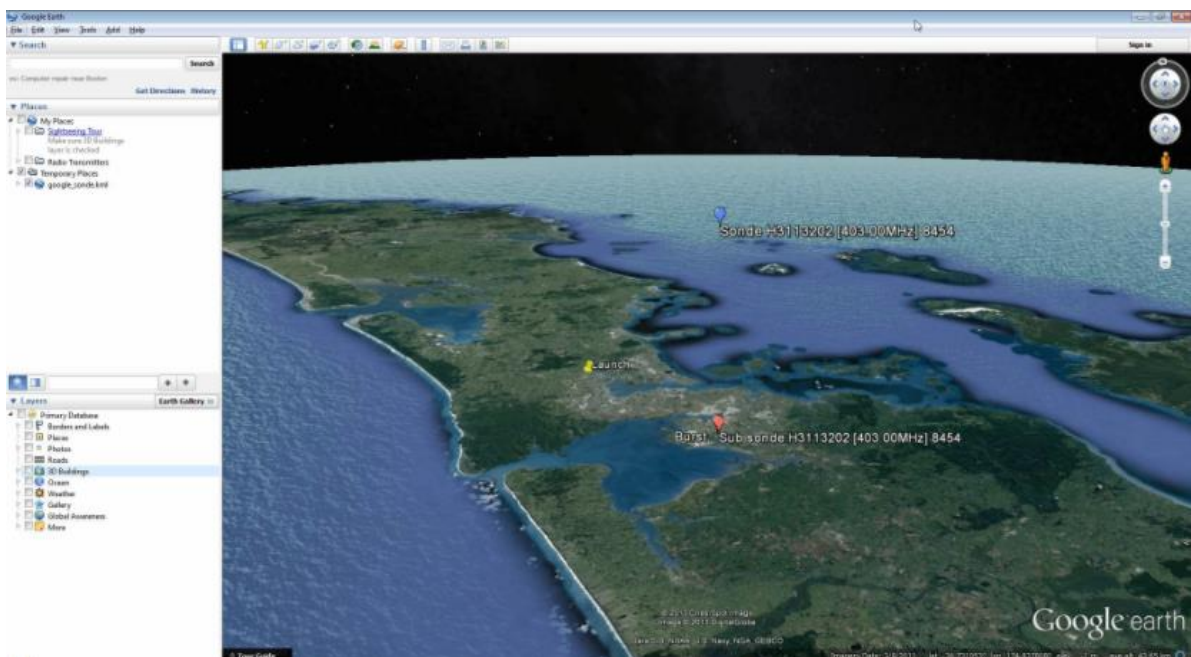
**Εικόνα 2.8** UI GPS Tracking

3. Αφού πατήσουμε OK, θα εμφανιστεί ένα παράθυρο διαλόγου επιλογής αρχείου. Κάνουμε περιήγηση στο φάκελο που είναι αποθηκευμένο στο τρέχον αρχείο .al3 Almanac και το ανοίγουμε . Τώρα, αν έχουμε ρυθμίσει το Ημερολόγιο, ξεκινάμε τις συντεταγμένες και την ημερομηνία και ώρα σωστά, το Residual GPS στο παράθυρο κατάστασης τηλεταινίας SondeMonitor θα είναι μέσα σε μερικά εκατοντάδες μέτρα. Όσο μικρότερη είναι η υπολειμματική, τόσο ακριβέστερη είναι η θέση του μπαλονιού του καιρού. Αν έχουμε πάρει λάθος παραμέτρους, το υπόλοιπο θα είναι πολύ μεγάλο.
4. Για να δούμε το μπαλόνι στο Google Earth, μεταβαίνουμε στις Επιλογές -> Google Earth και βεβαιωθείτε ότι ο Live G-E Server έχει έναν έλεγχο δίπλα του κάνοντας κλικ σε αυτό, αν δεν το κάνει.



**Εικόνα 2.9** UI SondeMonitor Live G-E server

Τώρα ανοίγουμε το φάκελο SondeMonitor στον Windows Explorer. Βρίσκουμε το αρχείο google\_sonde.kml και ανοίγουμε αυτό το αρχείο με το Google Earth. Θα πρέπει τώρα να βλέπουμε την τοποθεσία εκτόξευσης του μπαλονιού και την τρέχουσα ζωντανή θέση στο Google Earth.



**Εικόνα 2.10** Εικόνα από Google Earth

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

## ΜΗΧΑΝΟΚΙΝΗΤΑ ΟΧΗΜΑΤΑ

### 3.1 Εισαγωγή

Η τηλεμετρία αποτελεί βασικό παράγοντα των σύγχρονων μηχανοκίνητων αγώνων, επιτρέποντας στους μηχανικούς να ερμηνεύουν τα δεδομένα που συλλέγονται κατά τη διάρκεια δοκιμής ή του αγώνα και να τα χρησιμοποιούν για να ρυθμίσουν σωστά το αυτοκίνητο για βέλτιστη απόδοση. Τα συστήματα που χρησιμοποιούνται σε σειρά, όπως η Formula One, έχουν εξελιχθεί στο σημείο όπου μπορεί να υπολογιστεί ο πιθανός χρόνος γύρου του αυτοκινήτου και ποιιά είναι η περίοδος που αναμένεται να συναντήσει ο οδηγός. Παραδείγματα μετρήσεων σε ένα αγωνιστικό αυτοκίνητο περιλαμβάνουν επιταχύνσεις (δυνάμεις G) σε τρεις άξονες, μετρήσεις θερμοκρασίας, ταχύτητα τροχού και μετατόπιση της ανάρτησης. Στη Formula 1, η εγγραφή του οδηγού καταγράφεται επίσης, ώστε η ομάδα να μπορεί να αξιολογήσει την απόδοση του οδηγού και (σε περίπτωση ατυχήματος) η FIA μπορεί να καθορίσει ή να αποκλείσει το σφάλμα του οδηγού ως πιθανή αιτία.



Εικόνα 3.1 Formula 1 2017

Οι μεταγενέστερες εξελίξεις περιλαμβάνουν την αμφίδρομη τηλεμετρία, η οποία επιτρέπει στους μηχανικούς να ενημερώσουν τις βαθμονομήσεις στο αυτοκίνητο σε πραγματικό χρόνο (ακόμα και όταν βρίσκονται εκτός δρόμου). Στη Φόρμουλα 1, η αμφίδρομη τηλεμετρία εμφανίστηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1990 και συνίστατο σε μια απεικόνιση μηνυμάτων στο ταμπλό, την οποία μπορούσε να ενημερώσει η ομάδα. Η ανάπτυξή του συνεχίστηκε μέχρι τον Μάιο του 2001, όταν πρώτα επιτρεπόταν στα αυτοκίνητα. Μέχρι το 2002, οι ομάδες μπόρεσαν να αλλάξουν τη χαρτογράφηση του κινητήρα και να απενεργοποιήσουν τους αισθητήρες κινητήρα από το λάκκο ενώ το αυτοκίνητο ήταν στην πίστα. Για την εποχή του 2003, η FIA απαγόρευσε την αμφίδρομη τηλεμετρία από τη Φόρμουλα 1 [παραπομπή που απαιτείται] , η τεχνολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε άλλα είδη αγώνων ή σε οδικά οχήματα.

Ο αριθμός των ηλεκτρονικών συσκευών, συμπεριλαμβανομένου του ECU (μονάδα ελέγχου κινητήρα ή όπως αποκαλούν ορισμένοι χρήστες ηλεκτρονικής μονάδας ελέγχου), η οποία μεταδίδει συγκεκριμένα δεδομένα, για παράδειγμα μετρήσεις, αλλά όχι μόνο σε απομακρυσμένη τοποθεσία, στην περίπτωση F1, . Καταγράφει ηλεκτρονικά τις επιδόσεις του κινητήρα, την κατάσταση των αναρτήσεων, τα δεδομένα του κιβωτίου ταχυτήτων, την κατάσταση καυσίμου, όλες τις ενδείξεις θερμοκρασίας, συμπεριλαμβανομένης της θερμοκρασίας των ελαστικών, των δυνάμεων g και της ενεργοποίησης των χειριστηρίων από τον οδηγό. Τα δεδομένα στη συνέχεια χρησιμοποιούνται ως βάση για τον καθορισμό της ρύθμισης του αυτοκινήτου και όλων των προβλημάτων.

Η χρήση τηλεμετρίας άρχισε στα τέλη της δεκαετίας του 1980, όταν οι ομάδες στέλνουν δεδομένα μόνο στις εκρήξεις καθώς το αυτοκίνητο περνούσε κοντά στα κοιλώματα. Το 2002 επιτρεπόταν αμφίδρομη τηλεμετρία, οπότε οι μηχανικοί μπορούσαν να αλλάξουν ρυθμίσεις για τα αυτοκίνητα από τις κοιλότητες. Αυτό δεν επιτρέπεται πλέον, αλλά πολλά μαθαίνουν.

Σήμερα χρησιμοποιούν πολλαπλές κεραιές γύρω από το κύκλωμα. Η McLaren Electronic Systems, προμηθευτής της ηλεκτρονικής μονάδας ελέγχου F1, τοποθετεί κεραιές που είναι διαθέσιμες για χρήση από όλες τις ομάδες. Καθώς τα αυτοκίνητα περνούν γύρω από το κομμάτι, καθώς κινούνται έξω από την τοποθεσία μιας κεραιάς, έρχονται σε επαφή με το επόμενο και χρησιμοποιούν το ένα για να στείλουν τα δεδομένα. Αυτό διαχειρίζεται τη μετάβαση μεταξύ κεραιών, και έτσι λειτουργεί το δίκτυο κινητής τηλεφωνίας. Αυτό που σημαίνει για το F1 είναι ότι σε οποιοδήποτε κύκλωμα, συμπεριλαμβανομένων των δύσκολων κυκλωμάτων, έχετε σχεδόν 100% κάλυψη χρόνου και ταυτόχρονα υψηλό εύρος ζώνης που απαιτούν οι ομάδες.

## 3.2 Περιγραφή Συστήματος Τηλεμετρίας

Εργαζόμενοι με τα δεδομένα τηλεμετρίας, ένα μεγάλο μέρος του χρόνου ξοδεύεται για το διαφορικό, το πιο συντονιστικό μέρος του αυτοκινήτου. Το διαφορικό, το οποίο επιτρέπει στους δύο πίσω τροχούς να περιστρέφονται με διαφορετικές ταχύτητες, μπορεί να ρυθμιστεί για τη γωνία εισόδου, τη μέση γωνία και τη γωνία εξόδου. Παίζει μεγάλο ρόλο στη σταθερότητα στις στροφές και το κάνει καλά μπορεί να συμβάλει πολύ στην ώρα του γύρου.

Έτσι, πώς λειτουργεί η τηλεμετρία; Όπως καθίσαμε προηγουμένως, σύμφωνα με τους κανόνες της FIA, δεν είναι δυνατή η αποστολή ηλεκτρονικών πληροφοριών στα αυτοκίνητα. Έτσι το σύστημα αυτό είναι ένα μονόδρομο σύστημα που στέλνει δεδομένα από τα αυτοκίνητα στο λάκκο. Στη συνέχεια, οι μηχανικοί μπορούν να αναλύσουν τα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο και να δουν αν κάτι είναι λάθος ή να πει στον οδηγό πώς μπορεί να βελτιώσει τον τρόπο που οδηγεί ή ρυθμίζει το αυτοκίνητο.

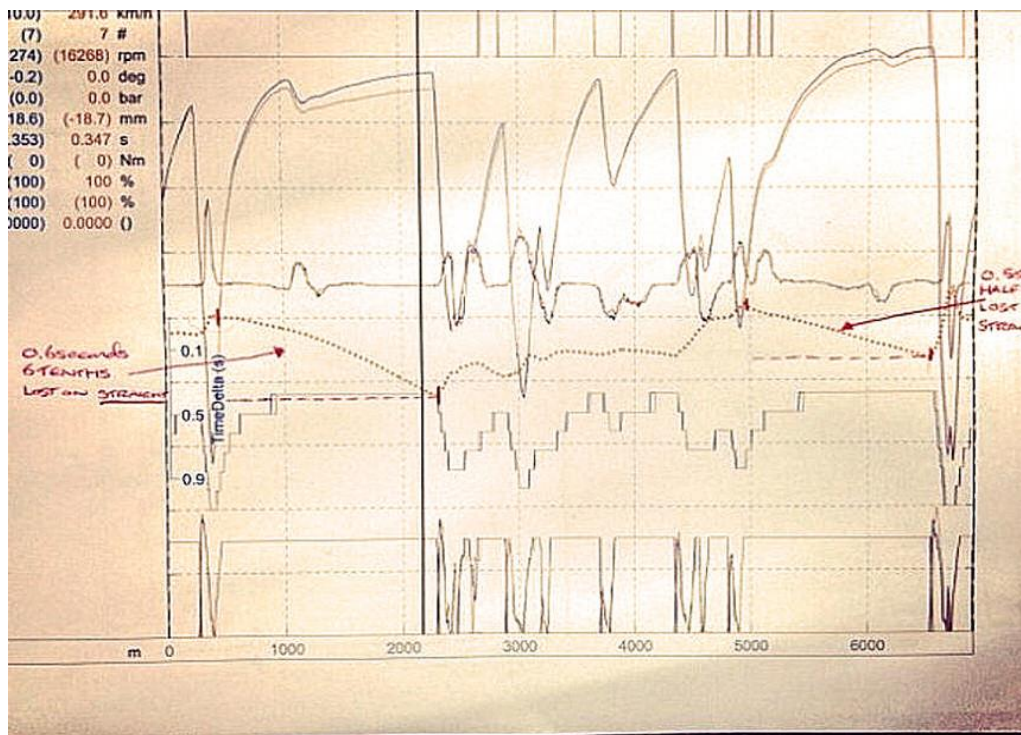
Πολλές ομάδες στέλνουν δεδομένα και στα Head Quarters, όπου μια ολόκληρη ομάδα είναι αφοσιωμένη στην ανάλυση των συλλεγόμενων δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Κάθε αυτοκίνητο έχει από 150 έως 300 αισθητήρες. Ο αριθμός δεν είναι ακριβής επειδή από το κομμάτι στο κομμάτι προσθέτουν και αφαιρούν αισθητήρες. Επίσης, από τις εκπαιδευτικές συνεδρίες έως την επίσημη κούρσα μπορούν να αφαιρέσουν μερικούς αισθητήρες που διαπίστωσαν ότι δεν θα χρειαστούν για το συγκεκριμένο κομμάτι και έτσι μπορεί να εξοικονομήσει κάποιο βάρος.

Τα δεδομένα αποστέλλονται από το αυτοκίνητο στα κουτιά χρησιμοποιώντας από 1.000 έως 2.000 κανάλια τηλεμετρίας, που μεταδίδονται ασύρματα (προφανώς) χρησιμοποιώντας τη συχνότητα ή τη συχνότητα των 1,5 GHz που επιτρέπονται από τις τοπικές αρχές. Αυτά τα κανάλια κρυπτογραφούνται, φυσικά. Η τυπική καθυστέρηση μεταξύ των συλλεγόμενων δεδομένων και της λήψης τους στα πλαίσια είναι 2 ms. Για κάθε αγώνα ο αριθμός των συλλεγόμενων δεδομένων κυμαίνεται από 1,5 δισεκατομμύρια δειγμάτων. Δεδομένου ότι εισπράττουν επίσης το ίδιο ποσό για κάθε ημέρα κατάρτισης, η συνολική ποσότητα των συλλεγόμενων δεδομένων είναι της τάξης των 5 δισεκατομμυρίων δειγμάτων. Κατά τη διάρκεια μιας συνάντησης 90 λεπτών, η ομάδα θα συλλέξει μεταξύ 5 και 6 gigabytes δεδομένων πρώτης συμπιεσμένης μορφής από το ένα αυτοκίνητο.

### 3.3 Μέθοδοι και Τεχνικές

Το φύλλο τηλεμετρίας του Lewis Hamilton, που ονομάστηκε tweeted σύντομα την Κυριακή το πρωί πριν από τη Βελγική GP στην κούρσα στο Spa 2012, όχι μόνο περιείχε ίχνη από τους γύρους των δύο οδηγών, δείχνοντας τον Χάμιλτον χάνοντας χρόνο στον Button, αλλά και πληροφορίες για τις ρυθμίσεις του αυτοκινήτου, όπως οι ρυθμίσεις του αυτοκινήτου και το ύψος βόλτας ». Το δείχνει ότι χάνει 0,5 δευτερόλεπτα τόσο στους τομείς υψηλής ταχύτητας 1 & 2, αλλά αυτό που δεν δείχνει είναι ότι η ιδέα με τη λειτουργία μιας υψηλότερης πτέρυγας πτώσης είναι ότι φτιάχνετε ένα δευτερόλεπτο στον Τομέα 2. Έτσι οι χρόνοι γύρου καταλήγουν περισσότερο ή λιγότερο ίδιο.

"Ο Jenson έχει τη νέα πίσω πτέρυγα, έχω το παλιό. Ψηφίσαμε να αλλάξουμε, δεν λειτούργησε. Χάνω 0,4 δέκατα (ενός δευτερολέπτου) ακριβώς στην ευθεία "- ήταν το σώμα του τιτίβισμα. Ο Button το πήρε σωστά. Ο Χάμιλτον δεν το έκανε.



Εικόνα 3.3 Φύλλο Τηλεμετρίας



Η εικόνα διαγράφηκε πολύ σύντομα με τον διευθυντή της ομάδας McLaren Martin Whitmarsh που επιβεβαίωσε ότι τον ζήτησαν να το κατεβάσει επειδή περιέχει εμπιστευτικά δεδομένα. "Έκανε ένα λάθος της κρίσης και του ζητήσαμε να το βγάλει αυτό και το έκανε."

Ερωτηθείς για το αν θα λάβει κάποια ενέργεια μπροστά από τον Χάμιλτον, ο Whitmarsh είπε: "Όχι. Θα ήταν όμως ενδιαφέρον να δούμε πώς θα αντιμετώπιζαν άλλοι διευθυντές της ομάδας".

Όσο για το πώς τουλάχιστον ένας προπονητής της ομάδας θα μπορούσε να αντιδράσει, ο Christian Horner της Red Bull δήλωσε ότι θα θεωρούσε ότι υπήρξε "παραβίαση της εμπιστευτικότητας".

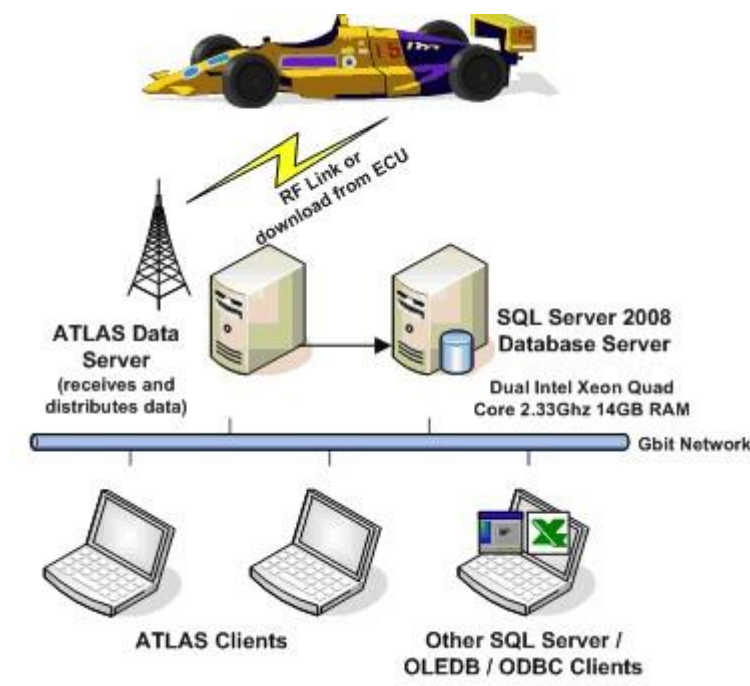
"Δεν έχω δει το tweet λεπτομερώς, αλλά από αυτό που καταλαβαίνω ήταν τα δεδομένα του αυτοκινήτου, και αν ήταν δεδομένα αυτοκινήτων τότε είμαι βέβαιος ότι κάθε μηχανικός στη λωρίδα pit έχει μια πολύ στενή ματιά σε αυτό.

Δεδομένου ότι τα δεδομένα είναι συμπιεσμένα, εδώ δεν μιλούν για megabytes ή gigabytes, έτσι ώστε το πραγματικό ποσοστό μεταφοράς που χρησιμοποιείται από το σύστημα τηλεμετρίας είναι μικρότερο.

Κάθε αυτοκίνητο είναι ανεξάρτητο, οπότε κάθε ομάδα έχει δύο αυτοκίνητα, ο αριθμός των συλλεγόμενων δεδομένων είναι στην πραγματικότητα δύο φορές υψηλότερος.

Ο πομπός τοποθετείται στο πλευρικό πόδι και έπειτα ένα καλώδιο τρέχει σε μια κεραία στη μύτη του αυτοκινήτου. Κάθε αυτοκίνητο διαθέτει επίσης ένα ενσωματωμένο σύστημα αποθήκευσης που αποθηκεύει τα πιο πρόσφατα δεδομένα, οπότε αν αποτύχει η μετάδοση, το αυτοκίνητο συνεχίζει να ξανακρύπτει μέχρι να ολοκληρωθεί η μετάδοση. Οι ομάδες δεν θέλουν να αποκαλύψουν αν πρόκειται για μονάδα σκληρού δίσκου ή μνήμη flash που χρησιμοποιούν γι 'αυτό, αλλά η εικασία μου είναι ότι αυτές τις μέρες όλοι χρησιμοποιούν μνήμη flash. Έτσι, δεν χάνονται δεδομένα όταν το αυτοκίνητο εισέρχεται σε μια σήραγγα του Μονακό, για παράδειγμα: μόλις χασθεί η επικοινωνία, το αυτοκίνητο συλλέγει δεδομένα και αποθηκεύει στην ενσωματωμένη μνήμη του και μόλις εξέρχεται από τη σήραγγα ή τυχόν τυφλό σημείο, όλα τα δεδομένα που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου αποστέλλονται αμέσως στα πλαίσια.

Τα δεδομένα στη συνέχεια αποκωδικοποιούνται και μετατρέπονται σε ένα σήμα που μπορεί να γίνει κατανοητό από έναν υπολογιστή. Πηγαίνει μέσω ενός συστήματος διακομιστή δεδομένων που ονομάζεται ATLAS (Advanced Telemetry Linked Acquisition System, που αναπτύχθηκε από την McLaren Electronic Systems - MES), η οποία εμφανίζει τα κανάλια τηλεμετρίας για τους μηχανικούς. Αυτή είναι η σουίτα που εμφανίζει όλες τις κυματοειδείς γραμμές στην οθόνη.



**Εικόνα 3.4** Σύστημα ATLAS

Το ATLAS έχει γίνει το τυπικό πακέτο συλλογής δεδομένων στο paddock της F1 λόγω της χρήσης μιας μονάδας ελέγχου κινητήρα FES spec MES σε όλα τα αυτοκίνητα. Ολόκληρο το πακέτο συλλογής δεδομένων αποτελείται από ηλεκτρονικά συστήματα καταγραφής δεδομένων αυτοκινήτου και ραδιόφωνο πομπού, τα οποία μεταδίδουν δεδομένα μέσω ραδιοσυχνοτήτων σε δέκτες τηλεμετρίας στους γκαράζ. Οι δέκτες αποκωδικοποιούν τα δεδομένα και λειτουργούν ως κεντρικοί διακομιστές των αποκωδικοποιημένων δεδομένων για να τα διανέμουν μέσω ενός τοπικού δικτύου που βασίζεται στο ethernet. Οποιοσδήποτε κατάλληλα διαμορφωμένος υπολογιστής υπολογιστή, με το λογισμικό ATLAS, μπορεί απλά να συνδεθεί στο δίκτυο και να λάβει δεδομένα από το διακομιστή λήψης τηλεμετρίας. Η απλή αρχιτεκτονική Ethernet του

δικτύου διανομής δεδομένων προσφέρεται επίσης για την εύκολη αποστολή της ζωντανής τηλεμετρίας πίσω στο εργοστάσιο σε μηχανικούς και στρατηγικούς. Τα δεδομένα αναφέρονται σε δύο μορφές. Η "τηλεμετρία" είναι ζωντανά δεδομένα και το "Ιστορικό" είναι δεδομένα καταγεγραμμένα ή τηλεμετρία. Το υλικό και η υποδομή του συστήματος είναι πέρα από το πεδίο αυτής της συζήτησης αλλά είναι θεμελιώδους σημασίας για την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο ένας μηχανικός θα λάμβανε τα δεδομένα και με ποια εργαλεία θα αλληλεπιδρούσε μαζί του.

Στις αγωνιστικές και ραδιοσυχνότητες της Formula 1 που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια του Σαββατοκύριακου αγώνων και των δοκιμαστικών συνεδριών, μόνο η λύση ήταν να αναπτυχθεί ένα προσαρμοσμένο ραδιοσύστημα. Συστήματα όπως το GSM, το DECT και το Bluetooth δεν σχεδιάστηκαν ποτέ για να υποστηρίξουν τις ταχύτητες δεδομένων που απαιτούνται ή να λειτουργούν σε αυτό το ραδιοφωνικό περιβάλλον.

Το σημείο εκκίνησης στο σχεδιασμό ενός προσαρμοσμένου συστήματος επικοινωνιών είναι να αντιμετωπιστεί το πρώτο βασικό ερώτημα: Ποιες είναι οι απαιτήσεις του συστήματος;

Απαιτούνται εκτιμήσεις για μια μεγάλη ποικιλία παραμέτρων, όπως οι τεράστιες ταχύτητες δεδομένων, οι διαθέσιμες συχνότητες, η αποδεκτή καθυστέρηση, η ποιότητα των υπηρεσιών, οι χώρες λειτουργίας, το μέγεθος του υλικού, το κόστος, η κατανάλωση ενέργειας και πολλά άλλα. Το φάσμα ραδιοσυχνοτήτων είναι ένας σπάνιος πόρος και διοικείται από διεθνείς και εθνικούς κανονισμούς.

Η επιλογή μιας κατάλληλης ζώνης συχνοτήτων είναι ένα πολύπλοκο ζήτημα. Αυτό μπορεί τυπικά να περιορίζει τη μέγιστη ισχύ εξόδου, τα αποδεκτά σχήματα διαμόρφωσης, τις τοποθεσίες εγκατάστασης και τις εφαρμογές που εξυπηρετούνται. Οι κανονισμοί διαφέρουν από χώρα σε χώρα, αν και η διαδικασία εντός της ΕΕ είναι πλέον αρκετά εναρμονισμένη. Όλα τα δεδομένα αποστέλλονται με κρυπτογραφημένο τρόπο για να αποφευχθεί η διαρροή δεδομένων σε άλλες ομάδες.



**Εικόνα 3.5** Εκτύπωση Τηλεμετρίας για Silverstone

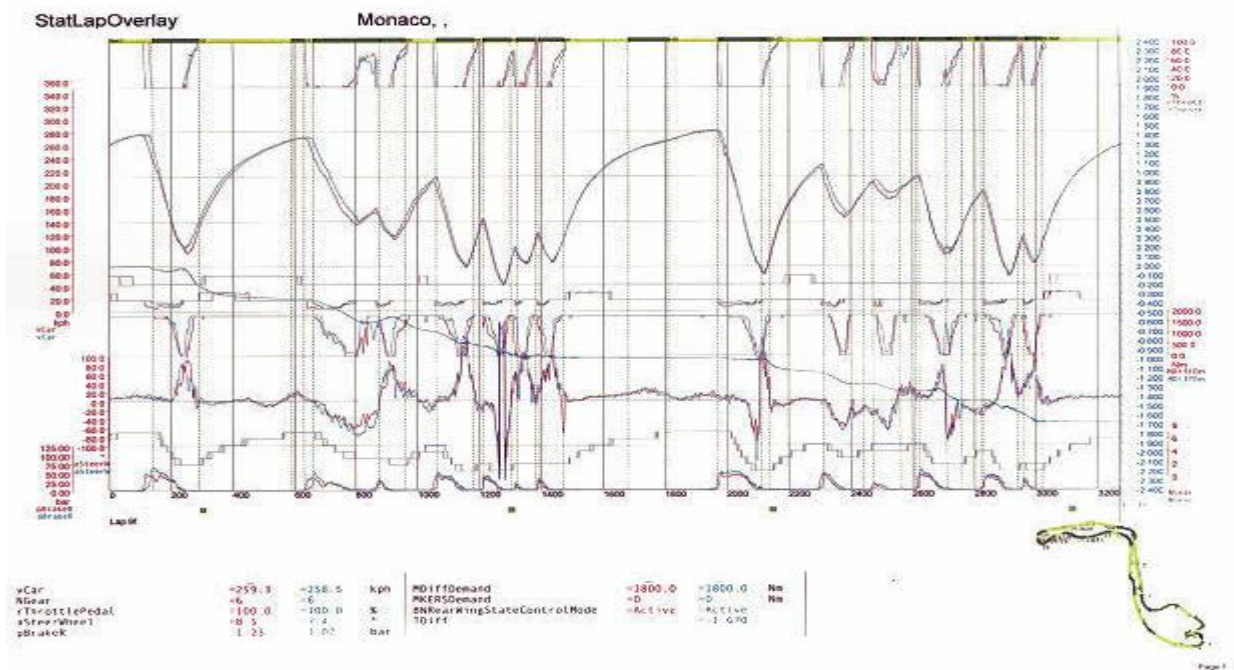
Σε αυτήν την εκτύπωση τηλεμετρίας, οι κυματοειδείς γραμμές αντιπροσωπεύουν (από πάνω προς τα κάτω) το χάρτη του κυκλώματος Silverstone, τα χρησιμοποιούμενα εργαλεία, το Revs και το g-force ως μικρές κουκκίδες.

Μπορούμε να συγκρίνουμε χαλαρά το σύστημα ATLAS με το Microsoft Excel σε σχέση με τις επιφάνειες εργασίας του. Στο Excel, οι περισσότεροι άνθρωποι είναι εξοικειωμένοι με το υπολογιστικό φύλλο, το οποίο αναφέρεται ως "βιβλίο εργασίας". Σε αυτό το "βιβλίο εργασίας" υπάρχουν πολλαπλά φύλλα εργασίας που περιέχουν οποιοδήποτε αριθμό χαρτών και πληροφοριών που έχουν δημιουργήσει οι χρήστες. Η οργάνωση των επιφανειών εργασίας της ATLAS είναι παρόμοια με το ότι ένα "βιβλίο εργασίας" της ATLAS περιέχει πολλαπλές "σελίδες" που οργανώνονται σε ένα

παρόμοιο πίνακα γραφικών Excel του χρήστη. Κάθε σελίδα περιέχει τις "εμφανίσεις" που δημιούργησε ο χρήστης για την ανάλυση των δεδομένων. Το τυπωμένο δείγμα στην παρακάτω εικόνα είναι δεδομένα δύο οδηγών "επικαλυμμένων" και εκτυπώνονται σε ένα ενιαίο "βιβλίο εργασίας" της ATLAS, με τον ίδιο τρόπο που μπορεί να εκτυπωθεί μεμονωμένο γράφημα από το Excel. Με αυτόν τον τρόπο ο οδηγός μπορεί να συγκρίνει κάθε γύρο και να μάθει και να βελτιώσει το ύφος οδήγησης του ή να μάθει και να συγκρίνει την αγκαλιά του με τον αθλητή του.

Μια οθόνη κυματομορφής παρουσιάζει δεδομένα σχετικά με το χρόνο ή την απόσταση ως τον τομέα της γραφικής παράστασης. Τα αντίστοιχα δεδομένα κάθε αυτοκινήτου αναγνωρίζονται με βάση το χρώμα. Εδώ, τα ίχνη των μπλε χρωμάτων από ένα αυτοκίνητο συγκρίνονται με τα κόκκινα ίχνη δεδομένων από ένα άλλο αυτοκίνητο. Κάθε μεμονωμένη ονομαστική παράμετρος αντιπροσωπεύει τη βαθμονομημένη έξοδο ενός μοναδικού και ατομικού αισθητήρα επί του σκάφους. Επιπρόσθετα, μια παράμετρος μπορεί να αντιπροσωπεύει μια "παράμετρο λειτουργίας", μια μαθηματική έξοδο που βασίζεται σε εξόδους αισθητήρων που εισάγονται σε μαθηματικούς υπολογισμούς.

Ένας χάρτης τροχιάς του Μονακό βρίσκεται στην κάτω δεξιά γωνία της οθόνης. Επιπλέον, βλέπουμε ότι οι γωνίες αναγνωρίζονται ως πράσινες και οι ευθείες είναι κίτρινες. Το λογισμικό ATLAS δημιουργεί αυτόματα τον χάρτη με βάση τα δεδομένα καταγραφής της πλευρικής επιτάχυνσης και της καταγραφής της απόστασης διαδρομής. Οι πράσινες γωνίες υπολογίζονται και προσδιορίζονται σε σχέση με τα όρια πλευρικής επιτάχυνσης.



Εικόνα 3.6 Εικόνα κυματομορφής

Ένας από τους πιο γνωστούς προμηθευτές του τηλεμετρικού εξοπλισμού είναι η Plextek. Η Plextek είναι σήμερα προμηθευτής για τις Sauber, Williams, RedBull, STR και Ferrari. Η εταιρεία αυτή προσεγγίσθηκε το 1998 από τον Pi Group, στο συγκεκριμένο χρονικό διάστημα χορηγός και προμηθευτή ηλεκτρονικού εξοπλισμού για τις Williams και Jaguar F1 Racing, για να αναπτύξει ένα νέο τηλεμετρικό σύστημα για το Formula One motor Racing.



Εικόνα 3.7 Τηλεμετρικός εξοπλισμός πλακέτα pcb plextek

Οι πρώτες δοκιμές του νέου συστήματος Plextek πραγματοποιήθηκαν στα κυκλώματα Silverstone, Hockenheim, Nurburgring και Βαρκελώνη για να επιτραπούν μοντέλα διαφόρων διαφορετικών περιβαλλόντων. Από τα δεδομένα που μετρήθηκαν, ο σχεδιασμός του προτεινόμενου συστήματος αναπτύχθηκε και δοκιμάστηκε για την παραγωγή εκτιμήσεων κάλυψης που δείχνουν τις πιθανές επιδόσεις του συστήματος. Η προσέγγιση αυτή επιτρέπει τον έγκαιρο έλεγχο του κατά πόσον οι αρχικοί στόχοι του συστήματος είναι πιθανόν να επιτευχθούν πριν από τον τελικό σχεδιασμό του εξοπλισμού.

Το σύστημα τηλεμετρίας αγωνιστικών αυτοκινήτων της Formula One που αναπτύχθηκε από την Plextek και την Pi Group έτρεξε στην πρώτη θέση στο Grand Prix του San Marino στην Imola την Κυριακή του Πάσχα το 2001, όταν η Williams-BMW Team κατέγραψε την πρώτη νίκη της διετούς συνεργασίας τους.

Στο κενό μεταξύ της εποχής 2001 και 2002, η Pi επέστρεψε στην Plextek για ένα πρόγραμμα αναβάθμισης λογισμικού. Αυτές οι βελτιώσεις του συστήματος επέτρεψαν ένα πλήρως αναγνωρισμένο πρωτόκολλο χειραψίας. Το νέο λογισμικό παρείχε επίσης ένα κανάλι downlink δεδομένων στο αυτοκίνητο, το οποίο ήταν παράνομο σύμφωνα με τους παλαιούς κανόνες της FIA του 2001 αλλά επιτρέπεται από το 2002. Το νέο λογισμικό Plextek επέτρεψε στις ομάδες να λαμβάνουν χωρίς σφάλματα μεταφορές δεδομένων από τα αυτοκίνητα και να στέλνουν αξιόπιστα πληροφορίες εντολών στα αυτοκίνητα για να συντονιστεί η απόδοση κατά τη διάρκεια του αγώνα. Το αναβαθμισμένο σύστημα τηλεμετρίας εγκαταστάθηκε σε τέσσερα αυτοκίνητα της Formula One, όπως οι Williams-BMW, Jaguar και Arrows.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

## ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

### 4.1 Εισαγωγή

Πριν από την εισαγωγή της ιδέας του SCADA στα μέσα του 20ου αιώνα, πολλά βιομηχανικά δάπεδα, βιομηχανικά εργοστάσια και απομακρυσμένες εγκαταστάσεις βασίστηκαν στο προσωπικό για χειροκίνητο έλεγχο και παρακολούθηση του εξοπλισμού μέσω κουμπιών και αναλογικών επιλογών. Καθώς τα βιομηχανικά δάπεδα και οι απομακρυσμένοι χώροι άρχισαν να κλιμακώνονται σε μέγεθος, απαιτούνται λύσεις για τον έλεγχο του εξοπλισμού σε μεγάλες αποστάσεις. Οι βιομηχανικές οργανώσεις άρχισαν να χρησιμοποιούν ρελέ και χρονοδιακόπτες για να παρέχουν κάποιο επίπεδο εποπτικού ελέγχου χωρίς να χρειάζεται να στέλνουν άτομα σε απομακρυσμένες τοποθεσίες για να αλληλεπιδρούν με κάθε συσκευή. Ενώ τα ρελέ και οι χρονομετρητές λύνουν πολλά προβλήματα με την παροχή περιορισμένης λειτουργικότητας αυτοματισμού, άρχισαν να προκύπτουν περισσότερα ζητήματα, καθώς οι οργανώσεις εξακολούθησαν να κλιμακώνονται. Τα ρελέ και οι χρονοδιακόπτες ήταν δύσκολο να επαναδιαμορφωθούν, βρήκαν λάθος και οι πίνακες ελέγχου πήραν ράφια στα ράφια του χώρου. Απαιτείται πιο αποτελεσματικό και πλήρως αυτοματοποιημένο σύστημα ελέγχου και παρακολούθησης. Στις αρχές της δεκαετίας του 1950, οι υπολογιστές αναπτύχθηκαν αρχικά και χρησιμοποιήθηκαν για σκοπούς βιομηχανικού ελέγχου. Ο εποπτικός έλεγχος άρχισε να γίνεται δημοφιλής μεταξύ των μεγάλων επιχειρήσεων κοινής ωφελείας, των αγωγών πετρελαίου και φυσικού αερίου και άλλων βιομηχανικών αγορών εκείνης της εποχής. Στη δεκαετία του 1960, η τηλεμετρία καθιερώθηκε για την παρακολούθηση, η οποία επέτρεψε στις αυτοματοποιημένες επικοινωνίες να μεταδίδουν μετρήσεις και άλλα δεδομένα από απομακρυσμένες περιοχές έως εξοπλισμό παρακολούθησης.



Ο όρος SCADA δημιουργήθηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1970 και η άνοδος των μικροεπεξεργαστών και PLC κατά τη διάρκεια αυτής της δεκαετίας αύξησε την ικανότητα των επιχειρήσεων να παρακολουθούν και να ελέγχουν τις αυτοματοποιημένες διαδικασίες περισσότερο από ποτέ. Τα δίκτυα, όπως τα γνωρίζουμε σήμερα, δεν ήταν διαθέσιμα και κάθε σύστημα SCADA ήταν αυτόνομο. Αυτά τα συστήματα ήταν αυτά που τώρα θα αναφέρονται ως μονολιθικά συστήματα SCADA. Στη δεκαετία του '80 και του '90, η SCADA εξακολούθησε να εξελίσσεται χάρη στα μικρότερα συστήματα υπολογιστών, στην τεχνολογία τοπικής δικτύωσης (LAN) και στο λογισμικό HMI με Η / Υ. Τα συστήματα SCADA σύντομα ήταν σε θέση να συνδεθούν με άλλα παρόμοια συστήματα. Πολλά από τα πρωτόκολλα LAN που χρησιμοποιούνται σε αυτά τα συστήματα ήταν ιδιόκτητα, τα οποία έδωσαν στους προμηθευτές τον έλεγχο του τρόπου βελτιστοποίησης της μεταφοράς δεδομένων. Δυστυχώς, αυτά τα συστήματα ήταν ανίκανα να επικοινωνούν με συστήματα άλλων προμηθευτών. Αυτά τα συστήματα ονομάζονταν κατανεμημένα συστήματα SCADA.

Στη δεκαετία του 1990 και στις αρχές της δεκαετίας του 2000, βασιζόμενη στο μοντέλο του κατανεμημένου συστήματος, η SCADA υιοθέτησε μια διαδοχική αλλαγή υιοθετώντας μια αρχιτεκτονική ανοιχτού συστήματος και πρωτόκολλα επικοινωνιών που δεν ήταν ειδικά για τον προμηθευτή. Αυτή η επανάληψη του SCADA, που ονομάζεται δίκτυο SCADA, εκμεταλλεύτηκε τις τεχνολογίες επικοινωνιών όπως το Ethernet. Τα δικτυωμένα συστήματα SCADA επέτρεψαν συστήματα από άλλους προμηθευτές να επικοινωνούν μεταξύ τους, ελαχιστοποιώντας τους περιορισμούς που επιβλήθηκαν από παλαιότερα συστήματα SCADA και επιτρέποντας σε οργανισμούς να συνδέουν περισσότερες συσκευές στο δίκτυο.



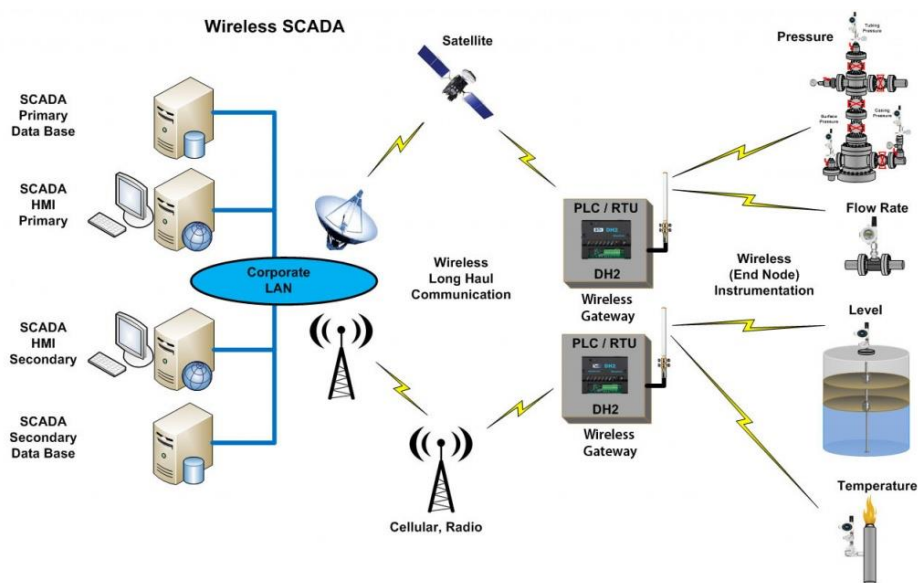
**Εικόνα 4.1** Εφαρμογές SCADA σε βιομηχανία

Τα συστήματα SCADA είναι κατάλληλα εξοπλισμένα για να διαχειρίζονται από μεγάλες γεωγραφικές περιοχές. Πρόκειται για τεχνολογία που ακόμη βρίσκονται σε αναπτύσσεται. Το σύστημα χρειάζεται μόνιμους σταθμούς και αισθητήρες που συλλέγουν δεδομένα σε κάθε σημείο της εφαρμογής. Επίσης, χρειάζεται ένα κεντρικό σημείο διαχείρισης όλων των δεδομένων. Το κεντρικό σύστημα μπορεί να είναι πολλά μίλια μακριά από το σημείο όπου συλλέγονται τα τοπικά δεδομένα.

## 4.2 Τύποι Εφαρμογών

Τα συστήματα SCADA χρησιμοποιούνται από βιομηχανικούς οργανισμούς και εταιρείες του δημόσιου και ιδιωτικού τομέα για τον έλεγχο και τη διατήρηση της αποτελεσματικότητας, τη διανομή δεδομένων για πιο έξυπνες αποφάσεις και την επικοινωνία με θέματα του συστήματος για να συμβάλλουν στην άμβλυση των διακοπών. Τα συστήματα SCADA λειτουργούν καλά σε πολλούς διαφορετικούς τύπους επιχειρήσεων, καθώς μπορούν να κυμαίνονται από απλές διαμορφώσεις έως μεγάλες, σύνθετες εγκαταστάσεις. Τα συστήματα SCADA αποτελούν τη ραχοκοκαλιά πολλών σύγχρονων βιομηχανιών για παράδειγμα μεγάλες εταιρίες εφαρμόζουν το συστήματα αυτο για το δίκτυο διανομής νερού, φυσικού αερίου, πετρελαιοαγωγών ή για το δίκτυο των υπονόμων. Καταγράφουν την παροχή και τα επίπεδα πίεσης στα διάφορα σημεία του δικτύου. Η ρύθμιση περιβαλλοντικών παραμέτρων στα

κέντρα εργασιών ενός οργανισμού όπου συλλέγουν δεδομένα θερμοκρασίας, φωτισμού και κίνησης ατόμων, ρύθμισης του κεντρικού κλιματισμού ή άλλων συστημάτων στα κτήρια του οργανισμού. Επιπλέον ο έλεγχος παραγωγής γίνεται με καταγραφή δεδομένων αποθήκευσης, αυτόματης ρύθμισης της παραγωγής και της υλοποίησης ελέγχου ποιότητας. Σχεδόν οπουδήποτε κοιτάτε στον σημερινό κόσμο, υπάρχει κάποιο είδος συστήματος SCADA που τρέχει από πίσω.



Εικόνα 4.2 Συγχρονισμός συστήματος SCADA

Οι κύριες λειτουργίες ενός συστήματος SCADA είναι οι ακόλουθες:

- Συλλογή δεδομένων από τα PLCs και τις Απομακρυσμένες Τερματικές Μονάδες (RTU). Όλα τα επιθυμητά σήματα μεταδίδονται προς το σύστημα SCADA μέσω του δικτύου βιομηχανικού αυτοματισμού.
- Αποθήκευση των πληροφοριών στη βάση δεδομένων και αναπαράστασή τους μέσω γραφημάτων. Οι επιλεγμένες πληροφορίες αναπαρίστανται είτε αυτούσιες είτε έπειτα από κατάλληλη επεξεργασία.

- Ανάλυση δεδομένων και ειδοποίηση του προσωπικού σε περιπτώσεις σφάλματος. Όταν τα δεδομένα πάρουν τιμές μη κανονικές το σύστημα SCADA ειδοποιεί με οπτική ή ακουστική σήμανση τους χειριστές, ώστε να αποφευχθούν δυσάρεστες επιπτώσεις.
- Έλεγχος κλειστού βρόχου διεργασιών. Υπάρχει η δυνατότητα εφαρμογής τεχνικών ελέγχου, αυτόματες ή χειροκίνητες.
- Γραφική απεικόνιση των τμημάτων της διεργασίας σε μιμικά διαγράμματα και παρουσιάσεις των δεδομένων σε ενεργά πεδία. Τα μιμικά διαγράμματα απεικονίζουν ρεαλιστικά τμήματα της διεργασίας με στόχο την ευκολότερη εποπτεία και την κατανόηση των δεδομένων από τους χειριστές του συστήματος.
- Καταγραφή όλων των συμβάντων κανονικών και μη για την δημιουργία ιστορικού αρχείου. Σε κάθε βιομηχανία υπάρχει καταγραφή όλων των κρίσιμων παραμέτρων. Παλιότερα γινόταν με χειρόγραφο καταγραφή, ενώ σήμερα την ευθύνη αυτή έχει αναλάβει η βάση δεδομένων του συστήματος SCADA.
- Υποστήριξη διπλού υπολογιστικού συστήματος με αυτόματη εναλλαγή, αν αυτό κρίνεται σκόπιμο βάση της υπό έλεγχο διεργασίας. Σε διεργασίες υψηλής επικινδυνότητας πρέπει να ελαχιστοποιηθεί όσο το δυνατόν περισσότερο η εμφάνιση σφάλματος λόγω βλάβης του εξοπλισμού. Για τον λόγο αυτό τα συστήματα SCADA υποστηρίζουν δεύτερο υπολογιστικό σύστημα που αναλαμβάνει σε περίπτωση σφάλματος.
- Μεταφορά δεδομένων σε άλλα τμήματα του κεντρικού συστήματος πληροφόρησης και διαχείρισης.
- Έλεγχος της πρόσβασης χειριστών στα διάφορα υποσυστήματα του συστήματος SCADA.
- Ειδικές εφαρμογές λογισμικού όπως εκτέλεση κώδικα C++ ή ανάπτυξη ευφυών συστημάτων.

### 4.3 Μέρη ενός Συστήματος SCADA

- Αισθητήρες (ψηφιακοί ή αναλογικοί) και ηλεκτρονόμοι:

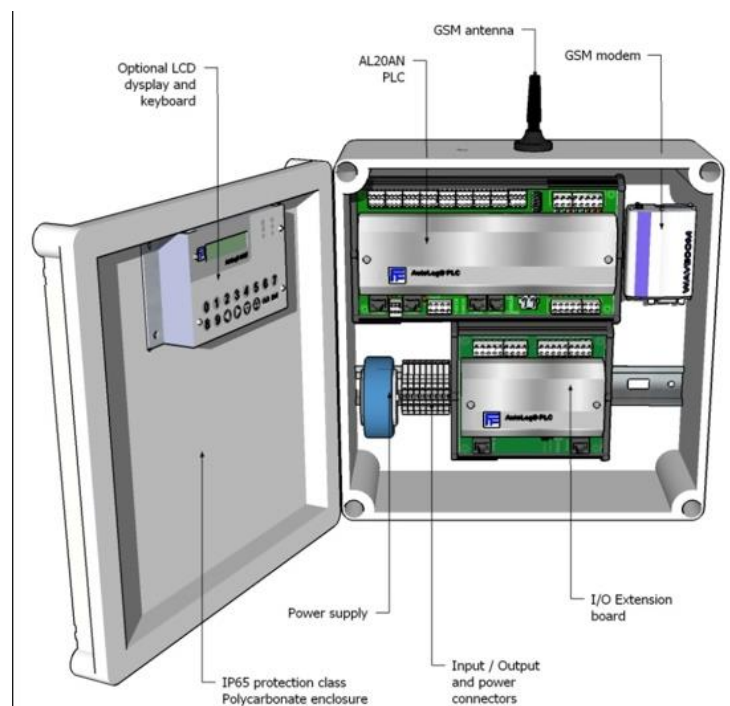
Η Ανίχνευση είναι μια διαδικασία που επιβεβαιώνει την αλλαγή στη θέση ενός αντικείμενου σε σχέση με το περιβάλλον του ή την αλλαγή στον περιβάλλοντα χώρο σε σχέση με ένα αντικείμενο. Αυτή η ανίχνευση μπορεί να επιτευχθεί και από μηχανικές (πλήκτρα σε πληκτρολόγιο) αλλά και από ηλεκτρονικές (κάμερα, μικρόφωνο, υπέρυθρες, Laser) μεθόδους. Η ανίχνευση μπορεί είτε να πάρει διακριτές τιμές , δηλαδή εφόσον υπήρχε κίνηση ή όχι (1 η 0), ή μπορεί να αποτελείται από ανίχνευση μεγέθους που μπορεί να μετρήσει και να ποσοτικοποιήσει τη δύναμη ή την ταχύτητα της κίνησης αυτής ή το αντικείμενο που το δημιούργησε. Ουσιαστικά είναι συσκευές εισόδου/εξόδου που καταχωρούν δεδομένα και ελέγχουν διαδικασίες.



Εικόνα 4.3 Ρελέ ηλεκτρονόμος Scada

- Απομακρυσμένες Μονάδες Τηλεμετρίας (Remote Telemetry Units – RTUs).

Το απομακρυσμένο σύστημα τηλεμετρίας είναι ένα σύστημα διαχείρισης στόλου το οποίο δίνει δυνατότητες απομακρυσμένου ελέγχου ενός ή περισσότερων μονάδων καταγράφοντας τη θέση σε πραγματικό χρόνο (οπουδήποτε και αν βρίσκεται αυτό) με την βοήθεια ειδικών συσκευών που βρίσκονται εγκατεστημένες . Ο χειρισμός των συσκευών και η παρακολούθηση γίνεται από ειδική εφαρμογή που εκτελείται απο υπολογιστικές μονάδες που τοποθετούνται στο πεδίο, ώστε να επικοινωνούν με τους αισθητήρες. Δίνουν αναφορά στην κεντρική μονάδα SCADA.Μπορούν να μεταφέρθουν εντολές ελέγχου προς τους ηλεκτρονόμους και τους αισθητήρες.



**Εικόνα 4.4** Απομακρυσμένη μονάδα Τηλεμετρίας

- Κύριες Μονάδες SCADA (Master Units)

Είναι οι βασικές μονάδες με τις οποίες επικοινωνεί ο χρήστης και κατέχουν την κεντρική μονάδα του υπολογιστικού συστήματος . Ο χρήστης συνδέεται μέσω κατάλληλου δικτυακού λογισμικού με όλες τις απομακρυσμένες μονάδες. Όταν ανιχνεύσει μια σημαντική μεταβολή ή όταν υπερβεί κάποιο όριο, ξεκινά επικοινωνία με την εξαρτημένη μονάδα και μεταφέρει δεδομένα. Το σύστημα είναι σχεδιασμένο να ανιχνεύει σφάλματα και να αντιμετωπίζει επιτυχώς τις συγκρούσεις στη μεταφορά δεδομένων. Πριν μια μονάδα μεταφέρει δεδομένα στην κύρια μονάδα, πρέπει πρώτα να ελέγξει αν κάποια άλλη μονάδα μεταφέρει εκείνη τη στιγμή δεδομένα. Αν κάποια άλλη μονάδα μεταδίδει δεδομένα, απαιτείται κάποιας μορφής χρονοκαθυστέρηση πριν ξαναπροσπαθήσει.



**Εικόνα 4.5** Απομακρυσμένος έλεγχος Χρήστη

- Δίκτυο επικοινωνίας

Παρέχει την σύνδεση ανάμεσα στις κύριες μονάδες και τις απομακρυσμένες μονάδες τηλεμετρίας (RTUs). Τα πιο κοινά μέσα επικοινωνίας είναι:

- Σύνδεσμοι ραδίου (UHF και VHF)
- Δημόσια δίκτυα τηλεφώνου
- Κινητή τηλεφωνία
- Μικροκύματα
- Δίκτυα κεραιών τηλεόρασης
- Δορυφορικοί σύνδεσμοι
- Εταιρικά υπολογιστικά συστήματα επικοινωνιών

- Λογισμικά για εφαρμογές SCADA

Ένα σύγχρονο σύστημα ελέγχου και εποπτείας (SCADA) καλείται να επεξεργαστεί ένα μεγάλο όγκο δεδομένων και παράλληλα να δώσει τις κατάλληλες εντολές ελέγχου. Ακόμα θα πρέπει να γίνει κατανοητό ότι ο ανθρώπινος παράγοντας δεν έχει την ικανότητα να επεξεργαστεί μεγάλο όγκο πληροφοριών, ωστόσο είναι σε θέση να λάβει σύνθετες και νοήμονες αποφάσεις. Το λογισμικό καλείται να δώσει στο χειριστή του συστήματος με κατανοητό για τον τελευταίο τρόπο, έγκυρες πληροφορίες για την κατάσταση του συστήματος. Παρακατω παρουσιάζονται συστήματα τα οποία καλύπτουν όλες τις απουτούμενες εφαρμογές μέχρι και σήμερα το λογισμικό:



- Λογισμικό Simatic WinCC Flexible:

Το χρησιμοποιούμε για να μπορεί ο χρήστης να παρακολουθεί σε γραφικό περιβάλλον με αποδοτικό τρόπο την οποιαδήποτε διεργασία. Η διεργασία αυτή απεικονίζεται γραφικά σε μία οθόνη και η κατάστασή της ενημερώνεται κάθε φορά που τροποποιείται η διεργασία. Ακόμα επιτρέπει στο χρήστη να ελέγξει την διαδικασία που παρακολουθεί. Για παράδειγμα μπορεί να τροποποιήσει την επιθυμητή τιμή μίας παραμέτρου ή να ανοίξει μία βαλβίδα μέσω του γραφικού περιβάλλοντος.

- Λογισμικό SCADA InTouch της Wonderware:

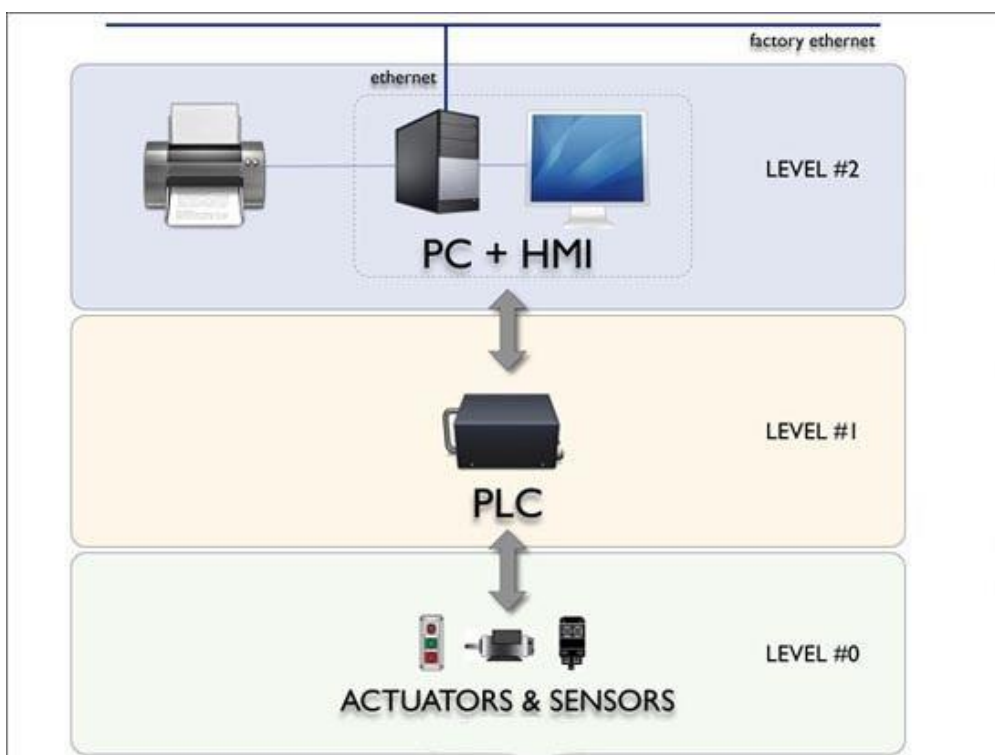
Η Wonderware είναι μία μεγάλη εταιρεία στην παγκόσμια αγορά λογισμικών διαχείρισης παραγωγής, με λογισμικά που προσφέρουν σημαντικές μειώσεις κόστους στη σχεδίαση, την ανάπτυξη, την κατασκευή και τη συντήρηση ασφαλών και τυποποιημένων εφαρμογών για τις διαδικασίες παραγωγής. Ακόμα το InTouch είναι ένα λογισμικό δημιουργίας εφαρμογών που έχει σαν σκοπό, την αυτοματοποίηση κάθε είδους βιομηχανίας, τον έλεγχο της διεργασίας και την εποπτική παρακολούθηση των εφαρμογών με τη βοήθεια των υπολογιστών.

- Προγραμματιζόμενοι Λογικοί Ελεγκτές (PLC)

Προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές (PLC), επίσης γνωστοί ως προγραμματιζόμενοι ελεγκτές, βρίσκονται στην οικογένεια υπολογιστών. Αυτοί είναι που χρησιμοποιούνται σε εμπορικές και βιομηχανικές εφαρμογές. Ένα PLC παρακολουθεί εισάγει, λαμβάνει αποφάσεις βάσει του προγράμματος και των ελέγχων εξόδους για την αυτοματοποίηση μιας διαδικασίας ή ενός μηχανήματος. Το PLC έχει γίνει αναπόσπαστο τμήμα των συστημάτων ελέγχου, μεκρού η μεγάλου μεγέθους. Ουσιαστικά αντικαθιστά συστήματα ηλεκτρονόμων (relay logic). Σε πίο σύνθετες μορφές εκτελεί διάφορες λειτουργίες αναλογικού ελέγχου, σε συνεργασία με άλλα PLC σε ένα καταμεμημένο σύστημα ελέγχου.

Η συλλογή δεδομένων ξεκινά από το RTU ή το PLC και περιλαμβάνει τις ενδείξεις των μετρητικών οργάνων καθώς και τις ενδείξεις κατάστασης (status) του εξοπλισμού.

Τα δεδομένα αυτά αποστέλλονται στο SCADA, στη συνέχεια διαμορφώνονται με τέτοιο τρόπο ώστε ο χειριστής στην αίθουσα έλεγχου χρησιμοποιώντας το HMI να μπορεί να πάρει σωστές αποφάσεις για να προσαρμόσει ή να παρακάμψει τον κανονικό έλεγχο των RTU's ή PLC's .Επίσης τα δεδομένα μπορούν επίσης να αποθηκευτούν σε μία βάση δεδομένων, στην οποία καταχωρίζει διάφορα μεγέθη της εγκατάστασης με το πάροδος του χρόνου και έτσι προσφέρεται η δυνατότητα στους διαχειριστές του συστήματος να τρέξουν σε ποιο παλαιές μετρήσεις και να προχωρήσουν σε βελτιώσεις ή προσαρμογές του συστήματος.



**Εικόνα 4.6** Σύνδεση συστήματος

- Εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν συστήματα SCADA στην Ελλάδα:
  1. SCADA και τηλεματικός χειρισμός μονάδας αφαλάτωσης στην ΟΙΑ – Θήρας από το 2000.
  2. Εγκαταστάσεις ασύρματων ευρυζωνικών δικτύων για διασύνδεση υποκαταστημάτων επιχειρήσεων στη Χίο από το 2004
  3. Πειραματικές μονάδες αφαλατώσεων και νανοδιήθησης ΤΕΙ Χαλκίδας από το 2005.
  4. Ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης υδάτινων πόρων μέσω ασύρματου ευρυζωνικού δικτύου στα Φηρά – Θήρας από το 2007.
  5. Τηλεμετρία δέκτη Automatic Identification System και εποπτεία με δικτυακές κάμερες με μέσω ασύρματου ευρυζωνικού δικτύου 8 χλμ - Χίος από το 2008
  6. Μελέτες συστημάτων ολοκληρωμένης διαχείρισης υδάτινων πόρων για Δήμους σε νησιά Κυκλάδων (Σαντορίνη-Σύρρο), Δωδεκανήσων (Αστυπάλαια) και Εύβοιας (Νέα Αρτάκη).
  7. Επέκταση των συστημάτων του SCADA της μονάδας αφαλάτωσης της ΚΕΥΑ Θήρας, που είχε δημιουργηθεί το 2000 σε σήματα από τις τρεις νέες μονάδες για τηλεματικό έλεγχο της κατάστασής τους (2009).
  8. Μελέτες τηλεματικής διαχείρισης δικτύων ύδρευσης με στόχο τον έγκαιρο εντοπισμό και την ελαχιστοποίηση-αντιμετώπιση διαρροών για τη ΔΕΥΑ Χίου, το Δήμο Αγ. Μηνά και τη ΔΕΥΑ Καμποχώρων του νομού Χίου (2009).

9. Εγκατάσταση ηλεκτρολογικού εξοπλισμού Φυγοκεντρικού διαχωριστή Ιλύος της μονάδας επεξεργασίας λυμμάτων της ΔΕΥΑ Χίου και πρόβλεψη ενσωμάτωσης στο νέο SCADA της εν λόγω μονάδας (2009).
10. Αντικατάσταση-αναβάθμιση απαρχαιωμένων συστημάτων αυτοματισμού, τηλεμετρίας, τηλεελέγχου και SCADA σε αντλιοστάσια λυμμάτων της ΔΕΥΑ Χίου (2010).
11. Επέκταση του Ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης υδάτινων πόρων μέσω ασύρματου ευρυζωνικού δικτύου των Φηρών της ΔΕΥΑ Θήρας σε μονάδα αφαλάτωσης και αντλιοστάσιο-δεξαμενή- γεώτρηση Καρτεράδου (2010).
12. Επέκταση του ασύρματου ευρυζωνικού δικτύου της ΔΕΥΑ Χίου στις περιοχές Μηλιγκάς-Θόλος-Λαγκάδα-Δελφίни για κάλυψη εγκαταστάσεων Αφαλατώσεων Θόλους και Υδρομάστευσης Δελφινιού (2010).
13. Εγκατάσταση ασύρματου ευρυζωνικού δικτύου και συστήματος αυτοματισμού και τηλεμετρίας για τη ΔΕΥΑ Χίου. Εκπόνηση λογισμικού SCADA για επίβλεψη και έλεγχο (2010).
14. Κατασκευή ασύρματου ευρυζωνικού δικτύου ανάμεσα στις εγκαταστάσεις -Αίπος, Δασκαλόπετρα, Αφανής Ναύτης, Σπάσμα, Τεχνική Υπηρεσία Δήμου Ομηρούπολης- και αναβάθμιση του συστήματος τηλεμετρίας και αυτοματισμού για τα αντλιοστάσια λυμάτων Δασκαλόπετρα, , Σπάσμα και εκπόνηση λογισμικού SCADA (2010)

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

## ΤΗΛΕΜΕΤΡΙΑ ΣΕ ΙΑΤΡΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

### 5.1 Εισαγωγή

Η τηλεμετρία είναι ένα ισχυρό εργαλείο για την παρακολούθηση του καρδιακού ρυθμού και του προτύπου QRS σε πραγματικό χρόνο. Τα κρεβάτια νοσοκομείου με παρακολούθηση τηλεμετρίας είναι περιορισμένα στα περισσότερα ιδρύματα. Ωστόσο, υπάρχουν πολύ λιγότερα δεδομένα που περιγράφουν κριτήρια για τη χρήση τηλεμετρίας σε ένα γενικό ιατρικό πληθυσμό. Στη μεγαλύτερη μελέτη της τηλεμετρίας μέχρι σήμερα, μόνον 121 από τους 2240 ασθενείς (5%) που υποβλήθηκαν σε τηλεμετρία είχαν εισαχθεί με μη καρδιακές διαγνώσεις. Υπέβαλε καλύτερη μελέτη για τον καλύτερο χαρακτηρισμό των λόγων για τους οποίους οι ασθενείς σε μια ιατρική υπηρεσία τοποθετούνται στην παρακολούθηση τηλεμετρίας ως συχνότητα.

Σε ένα νοσοκομειακό περιβάλλον, η ασύρματη ιατρική τηλεμετρία όχι μόνο παρέχει στον ασθενή κινητικότητα, παρέχει επίσης στο νοσηλευτικό προσωπικό έναν πιο αποτελεσματικό τρόπο να παρακολουθεί τους ασθενείς του. Καθώς οι ασύρματοι αισθητήρες που συνδέονται με τον ασθενή μεταδίδουν δεδομένα στο σταθμό των νοσοκόμων ή σε άλλη συγκεντρωτική θέση, τα δεδομένα μπορούν να αποστέλλονται συνεχώς, ανεξάρτητα από το πού βρίσκεται ο ασθενής στο νοσοκομείο. Η ασύρματη ιατρική τηλεμετρία επιτρέπει επίσης στους νοσηλευτές να παρακολουθούν ταυτόχρονα πολλούς ασθενείς.



**Εικόνα 5.1** Monitor καρδιακών παλμών

## 5.2 Νευρομετρία

Μια νέα και ανέπτυγμενη εφαρμογή για την τηλεμετρία είναι ή νευρομετρία. Η νευρομετρία\_\_ είναι η μελέτη του κεντρικού και του περιφεριακού νευρικού συστήματος μέσω της καταγραφής της βιοηλεκτρικής δραστηριότητας, είτε αυθόρμητη είτε διεγερμένη.

Στη νευρομετρία, το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα ενός ασθενή παρακολουθείται απομακρυσμένα από μια καταχωρημένη τεχνολογία που χρησιμοποιώντας προηγμένο λογισμικό επικοινωνίας. Ο στόχος της νευρομετρίας είναι να αναγνωρίσει μια πτώση στην κατάσταση ενός ασθενούς πριν από την εμφάνιση φυσικών συμπτωμάτων. Η νευρομετρία είναι εφαρμογή στη μονάδα παρακολούθησης της επιληψίας, στη νευρολογική μονάδα . Λόγω της έντονης εργασιακής φύσης της συνεχούς παρακολούθησης του , η γίνεται συνήθως στα μεγαλύτερα ακαδημαϊκά εκπαιδευτικά νοσοκομεία χρησιμοποιώντας εσωτερικά προγράμματα που περιλαμβάνουν τεχνολόγους, προσωπικό υποστήριξης πληροφοριών, νευρολόγο και νευροφυσιολόγο και προσωπικό υποστήριξης παρακολούθησης. Οι σύγχρονες ταχύτητες μικροεπεξεργαστών, οι αλγόριθμοι λογισμικού και η συμπίεση δεδομένων βίντεο επιτρέπουν στα νοσοκομεία να καταγράφουν και να παρακολουθούν κεντρικά τα συνεχή ψηφιακά ηλεκτροεγκεφαλογράφημα πολλαπλών κρίσιμων ασθενών ταυτόχρονα. Η νευρομετρία και η συνεχής παρακολούθηση παρέχουν δυναμικές πληροφορίες σχετικά με τη λειτουργία του εγκεφάλου που επιτρέπει την έγκαιρη ανίχνευση των αλλαγών στη νευρολογική κατάσταση, η οποία είναι ιδιαίτερα χρήσιμη όταν η κλινική εξέταση είναι περιορισμένη.

## 5.3 Συστήματα

### 5.3.1 Σύστημα τηλεμετρίας IntelliVue

Το σύστημα τηλεμετρίας IntelliVue χρησιμοποιεί προχωρημένες τεχνολογία Smart-hopping, μια προσαρμογή ενός πρωτοκόλλου που αναπτύχθηκε αρχικά για φωνή επικοινωνιών, για να διατηρηθεί χωρίς προβλήματα σύνδεσεις μεταξύ κεντρικού σταθμού και συσκευές τηλεμετρίας. Με το Smart-hopping, ο πομποδέκτης θα αλλάξει μόνο τις συχνότητες που παρεμβάλλονται ή όταν βρίσκει ισχυρότερο σήμα. Η

τόσο αποτελεσματικά, όπου πολλοί ταυτόχρονες χρήστες μπορούν να μοιραστούν ένα κανάλι, αυτό σημαίνει ότι το σύστημα τηλεμετρίας IntelliVue είναι εξαιρετικά επεκτάσιμη με ικανότητα υποστήριξης μέχρι 1.000 πομποδέκτες.

- Επισκόπηση του συστήματος τηλεμετρίας IntelliVue:
  1. Συμπαγής ελαφρύς πομποδέκτης
  2. Κυψελοειδή υποδομή για αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ πομποδεκτών και κέντρο πληροφοριών IntelliVue
  3. Τεχνολογία Smart-hopping
  4. Αυτόματη συνέχιση παρακολούθησης όταν μια συσκευή επανέρχεται στο εύρος δικτύου
  5. 2 καλώδια V με καλώδιο ECG για βελτίωση αξιολόγησης ταχυκαρδίας
  6. Ηχητική ανατροφοδότηση από τον πομποδέκτη στο SpO2 επιτόπιους ελέγχους, ο ασθενής εκτός εμβέλειας
  7. Συνυπάρχει με το σύστημα τηλεμετρίας στον ίδιο χώρο



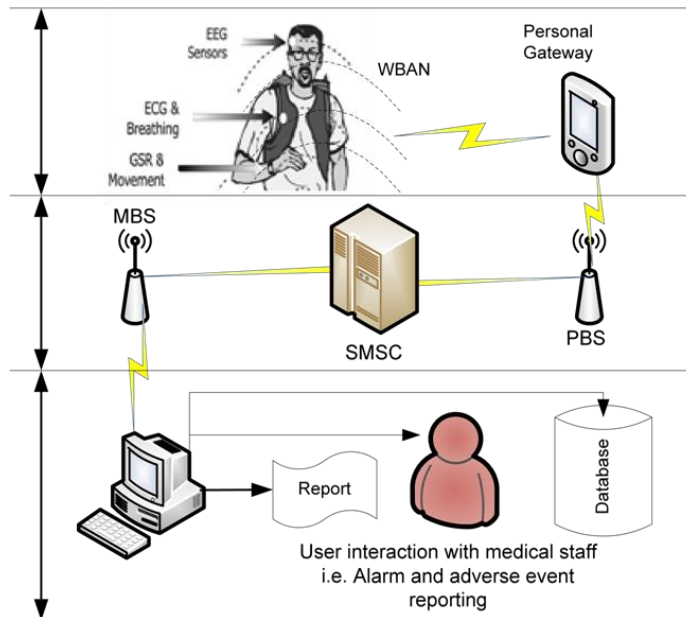


**Εικόνα 5.2:** Σύστημα τηλεμετρίας IntelliVue

### 5.3.2 Σύστημα υγειονομικής περιθαλψης

Τα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης που γνωρίζουν την κινητικότητα δημιουργούνται ως συνέργεια υπολογιστών κινητής τηλεφωνίας, ασύρματων ιατρικών αισθητήρων και τεχνολογιών ασύρματων επικοινωνιών και δικτύων. Το σχήμα 1 περιγράφει το προτεινόμενο σύστημα μετάδοσης τηλεμετρίας όπου πολλαπλά σήματα (όπως το ECG, EEG και GSR) παρακολουθούνται με τη χρήση αισθητήρων και η κατάσταση τους ενσωματώνεται χρησιμοποιώντας ένα DSP με χαμηλή ισχύ. Το όλο σύστημα ενσωματώνεται σε ιεραρχικά οργανωμένα λειτουργικά στοιχεία.

Ο σταθμός βάσης ιατρικού κέντρου είναι ένας συσσωρευτής δεδομένων και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για: Αίτηση ενημερώσεων από ένα ασθενή, Λήψη τακτικών (προγραμματισμένων) ενημερώσεων από έναν ασθενή, Αναφορά σε συναγερμούς και ανεπιθύμητες ενέργειες και αποθηκευτικά δεδομένα. Αναφορικά αυτές τις λειτουργίες μπορεί να τις εκτελέσει κάποιος και σε συνδιασμό αλλά και ξεχωριστά.

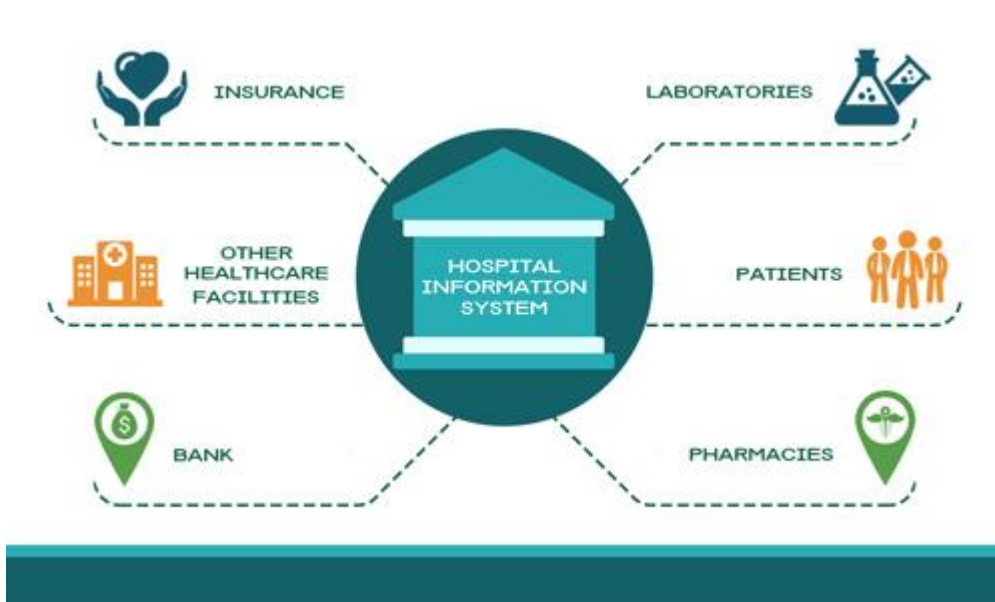


**Εικόνα 5.3:** συστήματος ιατρικής τηλεμετρίας για τη συλλογή δεδομένων

Ο ασθενής φορά έναν ή περισσότερους ασύρματους ιατρικούς αισθητήρες με δυνατότητα δικτύωσης για συλλογή δεδομένων. Οι κόμβοι των αισθητήρων μετρούν και μεταδίδουν τις πληροφορίες ζωτικής σημασίας των ασθενών (π.χ. τον καρδιακό ρυθμό και την οξυγόνωση αίματος) στον τοπικό σταθμό. Θα καλύπτονται μεμονωμένοι αισθητήρες περιορισμένο φάσμα (με τη σειρά των δέκα ποδιών) και συνεπώς απαιτούν πολύ χαμηλή κατανάλωση ενέργειας για επικοινωνία. Επίσης, οι αισθητήρες είναι τόσο μικροί που δεν θα επηρεάσουν την εμφάνιση και τη λειτουργία του ασθενή στον οποίο είναι ενσωματωμένος. Ακόμα, η παρακολούθηση γίνεται ενεργά αλλά διακριτικά χωρίς τους ανθρώπους κοντά, έχοντας επίγνωση αυτού. Επιπλέον, οι ιατρικοί αισθητήρες κάνουν είναι δυνατή η συνδυασμένη επεξεργασία των φυσιολογικών πληροφοριών που συλλέγονται ξεχωριστά και χρονικά διαφορετικά μέρη του σώματος ασθενούς και την εξωτερική επικοινωνία για την κινητή υγειονομική περίθαλψη.

### 5.3.3 Πληροφοριακά Συστήματα Νοσοκομείου

Το Σύστημα Πληροφοριών Νοσοκομείων (HIS) αναφέρεται σε ένα σύστημα πληροφοριών προσαρμοσμένο για νοσοκομειακό περιβάλλον. Οι κύριες λειτουργίες του HIS είναι η συλλογή ιατρικών δεδομένων (συμπεριλαμβανομένων των δεδομένων των ασθενών, των τεχνικών δεδομένων και των δεδομένων των εγκαταστάσεων), για την επεξεργασία και την αποθήκευση δεδομένων (π.χ., medicalstaff). Η ασύρματη τεχνολογία παρέχει στο ιατρικό προσωπικό μια γρήγορη και βολική πρόσβαση στο HIS. Οι γιατροί μπορούν να χρησιμοποιήσουν κινητά τηλέφωνα ή PDA για να ανακτήσουν πληροφορίες ασθενών όταν αυτά βρίσκονται στο εσωτερικό του νοσοκομείου και μπορούν να θεραπευτούν τον ασθενή πριν φτάσουν στο νοσοκομείο. Με πληροφορίες για καλύτερη διευκόλυνση.



Εικόνα 5.4 Περιγραφή πληροφοριακού συστήματος νοσοκομείου

## 5.4 Τηλεϊατρική

Η τηλεϊατρική αντιμετωπίζει το ζήτημα της προσβασιμότητας σε υπηρεσίες. Παρέχει παροχή υγειονομικής περίθαλψης σε ασθενείς και σε απομακρυσμένες περιοχές. Για παράδειγμα, οι εφαρμογές τηλεϊατρικής περιλαμβάνουν απομακρυσμένα διαβούλευση, απομακρυσμένη διάγνωση και μεταφορά πληροφοριών ασθενούς. Προγράμματα υγείας οι ειδικοί σε μια απομακρυσμένη περιοχή μπορούν να συζητήσουν με έναν ειδικό για τα συμπτώματα των ασθενών χρησιμοποιώντας υπηρεσίες WWAN. Οι επαγγελματίες σε μια απομακρυσμένη περιοχή μπορούν επίσης να ζητήσουν από τον ειδικό για να δείτε μέσα στο αυτί ενός ασθενούς με τηλε-ωροσκόπιο ή για να ακούσετε τον καρδιακό παλμό του ασθενούς με ένα τηλε-στηθοσκόπιο και παρέχουν συμβουλές. Όταν ένας ασθενής σε μια απομακρυσμένη περιοχή πρέπει να μεταφερθεί σε νοσοκομείο, οι πληροφορίες ασθενούς μπορούν να διαβιβαστούν στο νοσοκομείο εκ των προτέρων. Το νοσοκομείο μπορεί να ετοιμάσει ένα σχέδιο θεραπείας όταν ο ασθενής βρίσκεται στο δρόμο και μπορεί να αρχίσει να θεραπεύει τον ασθενή κατά την άφιξη.



Εικόνα 5.5 απεικόνιση τηλειατρικού συστήματος

### 5.4.1 Ασύρματη ιατρική (wireless Meds)

Το Wireless Meds ενσωματώνει κώδικες ραβδώσεων και ασύρματες τεχνολογίες στην υγειονομική περίθαλψη υπηρεσιών για τη μείωση των ανθρώπινων σφαλμάτων λόγω κακής επικοινωνίας. Εδώ, ο γιατρός ξεκινάει να εκδώσει μια συνταγή μέσω PDA. Η συνταγή αποστέλλεται από το PDA σε ένα φαρμακείο μέσω WLAN. Στο φαρμακείο, τα πακέτα φαρμάκων είναι γραμμικά κωδικοποιημένα στη συνταγή. Ο γραμμικός κώδικας περιέχει πληροφορίες για τα ναρκωτικά καθώς και για τον ασθενή πληροφορίες. Στο νοσοκομείο του ασθενούς, οι νοσηλευτές ελέγχουν αν η γραμμή φαρμάκων κωδικοποιεί να ταιριάζει με τον γραμμικό κώδικα που σχετίζεται με έναν ασθενή πριν να του χορηγήσει το φάρμακο. Αυτό το πρωτόκολλο εξασφαλίζει ότι ο ασθενής λαμβάνει το σωστό φάρμακο με τη σωστή δόση την κατάλληλη στιγμή. Ωστόσο, αν υπάρχει ασυμμετρία με τον γραμμικό κώδικα, οι νοσηλευτές μπορούν να χρησιμοποιήσουν μια φωνή μέσω της επικοινωνίας WLAN (VoWLAN ή VoWiFi) συμβουλευτείτε το γιατρό.

### Ten Targets for Wireless Medicine

Disease	No. Affected	Wireless Solutions
Alzheimer's	5 M	Vital signs, location, activity, balance
Asthma	23 M	RR, FEV1, Air quality, oximetry, pollen count
Breast cancer	3 M	Ultrasound self-exam Web
COPD	10 M	RR, FEV1, Air quality, oximetry
Depression	21 M	Med Compliance, Activity, Communication
Diabetes	24 M	Glucose, Hemoglobin A1C
Heart Failure	5 M	Cardiac pressures, weight, BP, fluid status
Hypertension	74 M	Continuous BP, Med compliance
Obesity	80 M	Smart scales, Glucose, Caloric in/out, Activity
Sleep Disorders	40 M	Sleep phases, quality, apnea, vital signs

Εικόνα 5.6 παθήσεις που εφαρμόζεται η ασύρματη ιατρική

- Σύστημα εντοπισμού

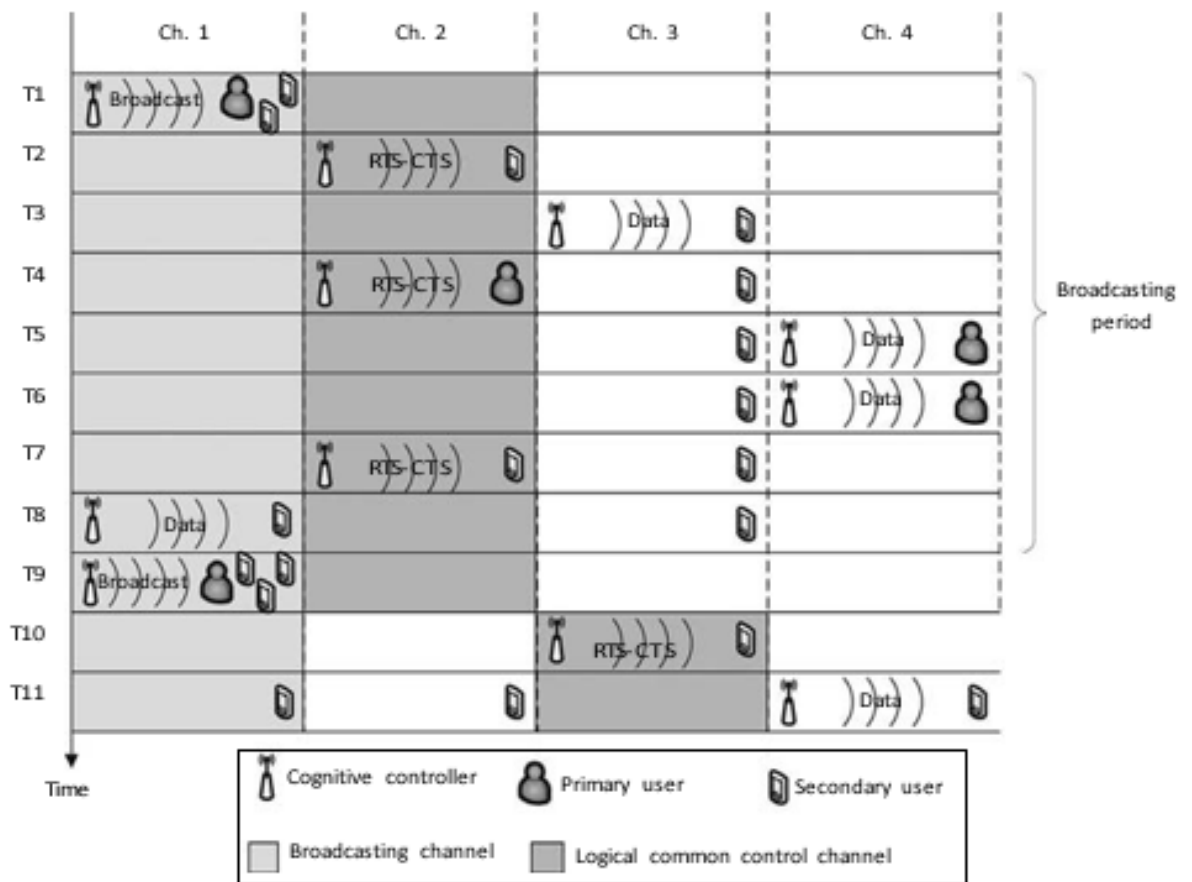
Ο κύριος στόχος ενός συστήματος παρακολούθησης είναι να αποκτήσει ορατότητα σε σχέση με τους νοσοκομειακούς πόρους όπως πληροφορίες για τον ασθενή και εξοπλισμός απογραφή φαρμάκων. Ακόμα τα συστήματα παρακολούθησης χρησιμοποιούν δύο βασικές τεχνολογίες, RFID και WLAN. Λειτουργούν ως εξής: RFID είναι ένας πομποδέκτης WLAN που συνδέεται με τον πόρο που πρέπει να παρακολουθείτε και εγκαθίστανται σε όλο το νοσοκομείο. Ως πόρος περιφέρεται σε νοσοκομείο, περνά μέσω αναγνώστων RFID ή διαφόρων σημείων πρόσβασης WLAN. Τα συστήματα εντοπισμού συγκεντρώνουν τις πληροφορίες τοποθεσίας που συλλέγονται από τους αναγνώστες RFID ή σημεία πρόσβασης WLAN και να τροφοδοτούν τις πληροφορίες στο HIS. Στη συνέχεια, οι χρήστες μπορούν να αποκτήσουν την θέση του αντικειμένου σε πραγματικό χρόνο μέσω των διεπαφών χρήστη του HIS.

- Σύστημα έκτακτης ανάγκης

Ένα έξυπνο σύστημα διαχείρισης έκτακτης ανάγκης έχει σχεδιαστεί για την αντιμετώπιση έκτακτης ανάγκης. Αποτελείται από δύο μέρη. Το πρώτο μέρος διασφαλίζει ότι στέλνεται μόνο ένα αίτημα τις μονάδες διάσωσης. Η βασική ιδέα είναι η συλλογή πληροφοριών θέσης από την κατάσταση έκτακτης ανάγκης αναφοράς. Οι καταχωρήσεις αναφοράς με την ίδια τοποθεσία συμβάντων τείνουν να αντιστοιχούν το ίδιο γεγονός. Μόνο ένα αίτημα αποστέλλεται στις μονάδες διάσωσης όταν υπάρχουν πολλαπλές αναφορές καταχωρήσεις. Το δεύτερο μέρος χρησιμοποιεί πληροφορίες οδικής κυκλοφορίας για τον υπολογισμό του καλύτερη διαδρομή οδήγησης για μονάδες διάσωσης.

- Διάγνωση ραδιοσυχνοτήτων:

Το κανάλι χρησιμοποιείται για τη μετάδοση του επιλεγμένου καναλιού ελέγχου που χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό παραμέτρων μετάδοσης (π.χ., ισχύ μετάδοσης και κανάλι) για κάθε γνωστικό χρήστη μέσω του μηχανισμού RTS-CTS που γνωρίζει ο EMI (περιγράφεται στις επόμενες παραγράφους). Ο γνωστικός ελεγκτής θα επιλέξει προσαρμοστικά το κανάλι που έχει το υψηλότερο πιθανότητα διαθεσιμότητας σε αυτόν τον χρόνο για να χρησιμοποιηθεί ως ο λογικός κοινός έλεγχος. Ο ελεγκτής μεταδίδει περιοδικά το λογικό κοινό κανάλι ελέγχου κάθε φορά που ονομάζεται περίοδος εκπομπής. Αντίθετα, η εκπομπή πρέπει να χρησιμοποιηθεί για το συγχρονισμό ενός νέου χρήστη με το τρέχον γνωστικό δίκτυο. Το σχήμα 3 περιγράφει τον μηχανισμό πρόσβασης σε φάσμα. Πρώτον, ένας γνωστικός πελάτης περιμένει για το κοινό κανάλι ελέγχου που μεταδίδεται από τον ελεγκτή στο προεπιλεγμένο κανάλι. Όταν ο πελάτης έχει δεδομένα που πρέπει να μεταδοθούν, ξεκινά πρώτα ένα Μηχανισμός RTS-CTS με γνώση EMI στο επιλεγμένο κοινό κανάλι ελέγχου. Ο τότε ο ελεγκτής υπολογίζει τη μέγιστη επιτρεπόμενη ισχύ μετάδοσης και εκχωρεί ένα κατάλληλο κανάλι προς τον πελάτη βάσει της διαθεσιμότητας και της ποιότητας του καναλιού και της Απαιτήσεις του πελάτη. Σε κάθε περίοδο εκπομπής, το λογικό κοινό κανάλι γενικά προορίζεται μόνο για τον μηχανισμό RTS-CTS με γνώση του EMI.



**Εικόνα 5.7:** Ένα παράδειγμα μηχανισμού πρόσβασης καναλιού



- Γνωστικό περιβάλλον ραδιοσυχνοτήτων σε νοσοκομείο :

Ο πελάτη για να αποκτήσει την πραγματική θέση τις ιατρικές συσκευές του από το σύστημα απογραφής. Υποθέτουμε ότι υπάρχουν (X) παθητικές ιατρικές συσκευές στο κιβώτιο ταχυτήτων από τον πελάτη έως τον ελεγκτή. Ο ελεγκτής μπορεί να υπολογίσει τη βέλτιστη ισχύ για ιατρική συσκευή i ( $P_{w,i}$ ) ως ακολουθεί:

$$P_{w,i} = \left( \frac{D_{p,i} V_i}{K_i} \right)$$

όπου

$k_i$ : η ενεργειακή απόδοση βασίζεται στη λειτουργία της ασύρματης σύνδεσης της συσκευής και το επίπεδο ανοσίας RF της συσκευής i

$D_p$ : αντιπροσωπεύει την απόσταση μεταξύ της ηλεκτρικής παθητικής ιατρικής συσκευής i και ο γνωστικός ραδιοφωνικός πελάτης

Ο γνωστικός ελεγκτής μπορεί να ανακτήσει κάθε ιατρική συσκευή i από το σύστημα απογραφής και κατόπιν υπολογίζουμε τις τιμές των  $D_{p,i}$ . Όταν ο ο ελεγκτής αποκτά  $P_w$ , η μέγιστη επιτρεπόμενη ισχύς μετάδοσης ( $P_{max}$ ) είναι

$$P_{max} = \min (P_w)$$

Επομένως, μπορούμε να καθορίσουμε τους περιορισμούς ισχύος για να ικανοποιήσουμε την παρεμβολή περιορισμούς ως εξής:

$$0 \leq P_t \leq P_{\max}$$

όπου

$P_t$ : είναι η δύναμη μετάδοσης του γνωστικού πελάτη

$P_{\max}$ : η μέγιστη ισχύς μετάδοσης του γνωστικού πελάτη που μπορεί να μην προκαλούν επιβλαβείς παρεμβολές σε ιατρικές συσκευές

Ένας ενεργός ασύρματος σύνδεσμος μπορεί να προκαλέσει παρεμβολές σε άλλο ενεργό σύνδεσμο ακόμα αν δεν λειτουργούν σε κοντινή απόσταση όταν και οι δύο συσκευές χρησιμοποιούν το ίδιο κανάλι ταυτόχρονα στην ίδια περιοχή. Η παρουσία ενεργών συσκευών μπορεί να παρατηρείται από μια μονάδα ανίχνευσης στον γνωστικό ραδιοελεγκτή. Με την αίσθηση, ο ελεγκτής μπορεί να υπολογίσει την απόσταση μεταξύ της ενεργού ιατρικής συσκευής και τον γνωστικό πελάτη ( $D_a$ ), τη συνολική απώλεια διαδρομής συμπεριλαμβανομένης της σκίασης και ( $L(d)$ ) και την ισχύ θορύβου υποβάθρου ( $N$ ). Στο την ίδια στιγμή, ο ελεγκτής μπορεί να ανακτήσει την ισχύ μετάδοσης ( $P_a$ ), η απόσταση μεταξύ του πομπού και του δέκτη ( $R$ ), την αναλογία σήματος προς παρεμβολή ( $\gamma$ ), της ιατρικής συσκευής από το επιθυμητά σύστημα. Ο ελεγκτής μπορεί τότε να υπολογίσει την κατάλληλη ισχύ εκπομπής ( $P_t$ ) ως εξής:

$$P_t = \frac{\left(\frac{P_a L R}{\gamma}\right) - N}{L(D_a)}$$

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

## ΤΗΛΕΜΕΤΡΙΑ ΕΞΟΡΥΞΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΜΕ SVM ΓΙΑ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ

### 6.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο θα παρουσιαστούν βασικές μέθοδοι και γνώσεις δορυφορικής παρακολούθησης και εξόρυξης δεδομένων για ανίχνευση ανωμαλιών χρησιμοποιώντας τεχνική μηχανής φορέα υποστήριξης (SVM). Με περιγραφή σχεδιασμού και υλοποίησης ενός SVM και ένα παράδειγμα χρήσης της ανίχνευσης ανωμαλιών δορυφορικού υλικού για να βρεθεί η αστάθεια του ρυθμού συμπεριφοράς ενός αισθητήρα γυροσκοπίου. Αυτή η ανωμαλία προκαλείται από μια αλλαγή στη χαρακτηριστική παράμετρο του υλικού γυροσκοπίου: μια στατιστική παράμετρο που σχετίζεται με προδιαγραφές θορύβου. Η ανίχνευση καταδεικνύεται χρησιμοποιώντας δεδομένα τηλεμετρίας που έχουν αποσταλεί από έναν πραγματικό δορυφόρο επιστήμης.



Εικόνα 6.1 Δορυφόρος

Το κεφάλαιο αυτό χωρίζεται σε τρία τμήματα:

- Πρώτα περιγράφουμε τον δορυφόρο στόχο και τη βασική μαθηματική μοντελοποίηση και διαμόρφωση της δυναμικής συμπεριφοράς του δορυφόρου. Στην τυποποίηση, η τεχνική εκτίμησης παραμέτρων κινηματικής και μοντέλου με τη χρήση μεθόδου φίλτρου Kalman περιγράφεται για να παράσχει στον αναγνώστη την βασική παράμετρο. οι παράμετροι μετατόπισης του γυροσκοπικού ρυθμού συμπεριφοράς, οι οποίες θα εξεταστούν λεπτομερώς στις επόμενες ενότητες. Η εκτίμηση της άγνωστης παραμέτρου της σύνθεσης παρουσιάζεται επίσης χρησιμοποιώντας πραγματικά δεδομένα τηλεμετρίας. Το σχήμα αυτό που ονομάζεται παρατηρητής είναι η πιο δημοφιλής μέθοδος για σχεδόν όλους τους δορυφόρους.
- Δεύτερον, δίνεται μια σύντομη εισαγωγή της τεχνικής SVM και ακολουθείται από ένα σχεδιασμό και εφαρμογή της τεχνικής SVM στην ανίχνευση αστάθειας της αστάθειας των γυροσκοπίων. Η ανάλυση και ο υπολογισμός πραγματοποιούνται με τη χρήση ενός συνόλου πραγματικών δεδομένων τηλεμετρίας.
- Τρίτον, προτείνεται μια αρχιτεκτονική λογισμικού που θα διευκολύνει τη μετεγκατάσταση του λογισμικού SVM σε έναν ενσωματωμένο υπολογιστή ως ένα βήμα προς την επίτευξη αυτονομίας επί του πλοίου.

Αν και η διατύπωση που αναπτύσσεται σε αυτό το κεφάλαιο ασχολείται με αισθητήρες ταχύτητας συμπεριφοράς ενός συγκεκριμένου δορυφόρου, αυτή η προσέγγιση μπορεί να εφαρμοστεί σε άλλους τύπους απομακρυσμένων συστημάτων. Ένα απομακρυσμένο σύστημα που έχει σχεδιαστεί για να λειτουργεί από ανθρώπινους χειριστές σε απομακρυσμένο χώρο μέσω επικοινωνίας με συστήματα τηλεμετρίας. Αυτός ο τύπος αυτόματης παρακολούθησης του αυτόνομου συστήματος φαίνεται να είναι πολλά υποσχόμενο όχι μόνο σε όλα τα απομακρυσμένα συστήματα που λειτουργούν σε συνθήκες διακομιστή, όπως ο χώρος ή η βαθιά υποβρύχια, αλλά και σε ορισμένα καταναλωτικά προϊόντα όπως τα αυτοκίνητα και τα τρένα.

### Επίβλεψη της δορυφορικής υγείας

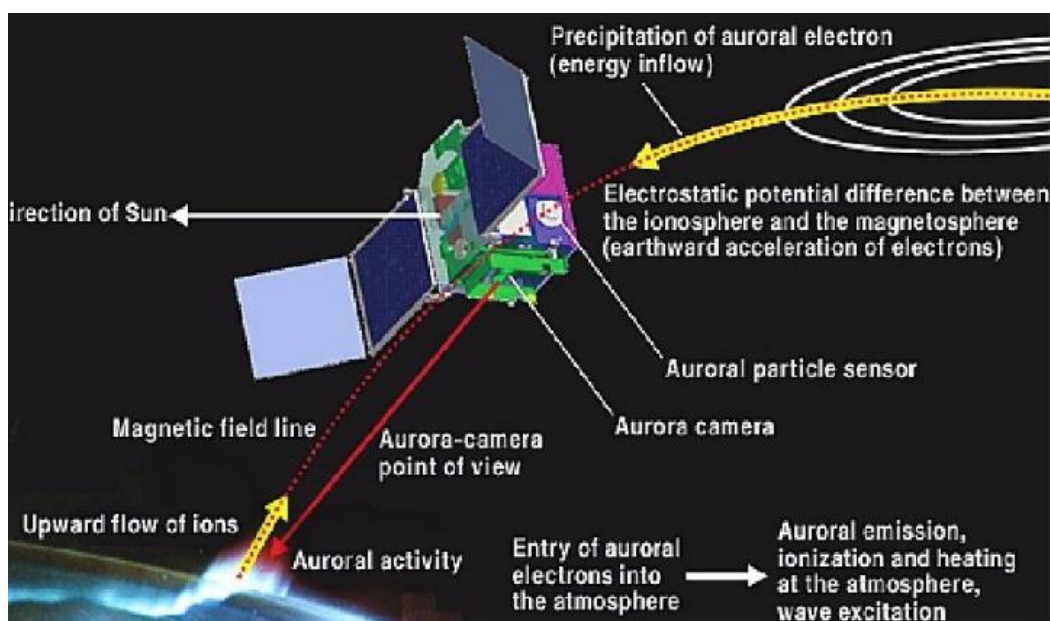
Σε αυτή την ενότητα, η γνώση του προσδιορισμού στάσεων ενός δορυφόρου δίνεται με τη μοντελοποίηση και ανάλυση μιας πραγματικής κίνησης δορυφορικής στάσης λεπτομερώς. Είναι απαραίτητο να κατανοήσουμε το νόημα και μηχανισμό εκτίμησης χαρακτηριστικών παραμέτρων του υλικού ως δείκτες υγείας των δορυφορικών συστημάτων καθ' όλη τη λειτουργία. Για την αντιμετώπιση της αλλαγής της αξίας τέτοιων παραμέτρων, εμφανίζεται ένα πλήρες σύνολο αναλυτικής διαδικασίας προσδιορισμού στάσης. Τα δεδομένα τηλεμετρίας που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το κεφάλαιο λήφθηκαν σε πραγματική δορυφορική λειτουργία.

## 6.2 Δορυφόρος REIMEI

Το Ινστιτούτο Διαστημικής και Αστροναυτικής Επιστήμης, Ιαπωνική Εξερευνητική Υπηρεσία (ISAS / JAXA) έχει ξεκινήσει μια σειρά επιστημονικών δορυφόρων, συμπεριλαμβανομένων των πλανητικών διαστημικών σκαφών καθώς και των δορυφόρων αστρονομικής παρατήρησης. Παρόλο που οι αποστολές έχουν επιτύχει καρποφόρα επιστημονικά αποτελέσματα, αυτοί οι δορυφόροι, συμπεριλαμβανομένου του δικού μας οχήματος εκτόξευσης M-V, έχουν κοστίσει σχεδόν 160 εκατομμύρια δολάρια και έχουν διατεθεί για οκτώ χρόνια ανάπτυξης. Ως αποτέλεσμα, η συχνότητα εκτόξευσης των επιστημονικών δορυφόρων μειώθηκε σημαντικά την τελευταία δεκαετία. Εκτός από αυτές τις μεγάλες και δαπανηρές αποστολές με μακρό χρόνο ανάπτυξης, προγραμματίστηκε μια φθηνή αποστολή με σύντομο χρόνο ανάπτυξης που περιλαμβάνει ένα μικρό δορυφόρο. Αυτός ο δορυφόρος πρέπει να είναι ένα αποτελεσματικό εργαλείο για την επίδειξη νέας τεχνολογίας και για την πραγματοποίηση επιστημονικών παρατηρήσεων.

Ο μικρός δορυφόρος "REIMEI" αναπτύχθηκε από το 2000 και ξεκίνησε σε ύψος 610 χιλιομέτρων από το εκτοξευόμενο όχημα Dnepr από το χώρο εκτόξευσης της Baikonur Cosmodrome στο Καζακστάν στις 24 Αυγούστου 2005. Από τότε έχει ακολουθήσει μια σχεδόν σύγχρονη τροχιά της Κυριακής. Η ιαπωνική λέξη "REIMEI" σημαίνει αυγή και το δορυφορικό όνομα επιλέχθηκε για να γιορτάσει τη νέα εποχή των μικρών δορυφόρων υψηλής απόδοσης που αναπτύχθηκαν στην Ιαπωνία. Ο στόχος αποστολής του REIMEI είναι η παρακολούθηση δυναμικών φαινομένων aurora με τη χρήση των τριών συσκευών απεικόνισης φάσματος (MAC) και δύο αναλυτών σωματιδίων (E / ISA) εγκατεστημένων επί του σκάφους.

Οι παρατηρήσεις διεξάγονται με σκοπό τη μελέτη της μικρής κλίμακας δυναμικής της επίγειας αυγής, δηλαδή των χωρικών τους κατανομών και των χρονικών μεταβολών και της αντιστοιχίας τους με τις φασματικές ιδιότητες και τις χωρικές κατανομές φορτισμένων σωματιδίων. Η εικόνα 6.2 δείχνει τη διαμόρφωση πτήσης του REIMEI. Υπάρχουν δύο ηλιακά συμπυκνωμένα κουτάκια στην κορυφή που μπορούν να παραγάγουν ισχύ 150 W, τρεις τρύπες φακών κάμερας για το MAC στην μπροστινή επιφάνεια που καλύπτεται με μαύρο κάλυμμα και το E / ISA είναι τοποθετημένα καλυμμένα από το ασημί-Teflon- ευθεία επιφάνεια.



**Εικόνα 6.2** δορυφόρος REIMEI

## 6.3 Απαιτήσεις ελέγχου θέσης

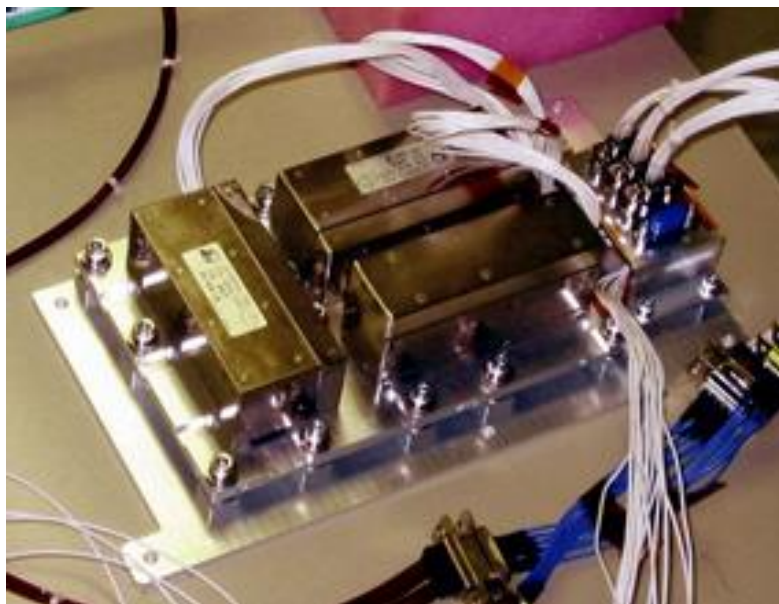
Το REIMEI έχει ένα υποσύστημα ελέγχου τρισδιάστατης συμπεριφοράς υποκίνησης (ACS) για την ικανοποίηση των απαιτήσεων: η ακρίβεια ελέγχου θέσης πρέπει να είναι μικρότερη από 0,5 μοίρα και η ακρίβεια προσδιορισμού θέσης πρέπει να είναι μικρότερη από 0,05 μοίρες. Οι απαιτήσεις αυτές καθορίζονται για έναν από τους πιο σημαντικούς τρόπους παρατήρησης, την εικόνα / σωματιδίων λειτουργία ταυτόχρονη παρατήρηση, στην οποία το E / ISA ανιχνεύσει σωματίδια να μετρήσει τον αριθμό τους, καθώς και για τη μέτρηση της ενέργειας τους, ενώ το MAC συλλαμβάνει αυτογα φαινόμενα που προκύπτουν σε μαγνητική γραμμή στο σημείο του ποδιού, όπου η αύρα ενεργοποιείται από τα παρατηρούμενα σωματίδια.

Τα ACS δεδομένα εισόδου προέρχονται από τους κύριους αισθητήρες, όπως ο αισθητήρας τύπου spin ήλιου (SSAS), ο δισδιάστατος αισθητήρας ήλιου (NSAS), ο ιχνηλάτης αστεριών (STT), ο τριών αξόνων αισθητήρας μαγνητικών πεδίων (GAS), και φυτικές ίνες τριών αξόνων -οπτικά γυροσκόπια (FOGs). Από την άλλη πλευρά, εξάγονται ACS δεδομένα και από ενεργοποιητές όπως ο μικρός τροχός ορμής (WHL), ο οποίος παρέχει στον δορυφόρο την ορμή της μεροληψίας (0,5 Nms) και τις μαγνητικές βαλβίδες τριών αξόνων (MTQ). Η εικόνα 6.2 δείχνει τα μοντέλα πτήσης του FOG του REIMEI.

Το ACS μπορεί να χωριστεί σε δύο ομάδες λειτουργιών: τον έλεγχο θέσης και τα μπλοκ καθορισμού θέσης. Δεδομένου ότι πολλές εργασίες έχουν δημοσιευθεί που ασχολούνται με το μπλοκ ελέγχου στάσης REIMEI που αναφέρονται σε αλγόριθμο, διαμόρφωση, και τα αποτελέσματά της πτήσης του, εδώ θα επικεντρωθούμε στο μπλοκ αποφασιστικότητα στάση εικονογραφημένα στην εικόνα 6.3. Οι είσοδοι για το μπλοκ προσδιορισμού θέσης είναι τα δεδομένα γωνιακής γωνίας αύξησης που μετρήθηκαν από το FOG και τους διανύσματα πέντε αστερών που μετρήθηκαν από το STT.



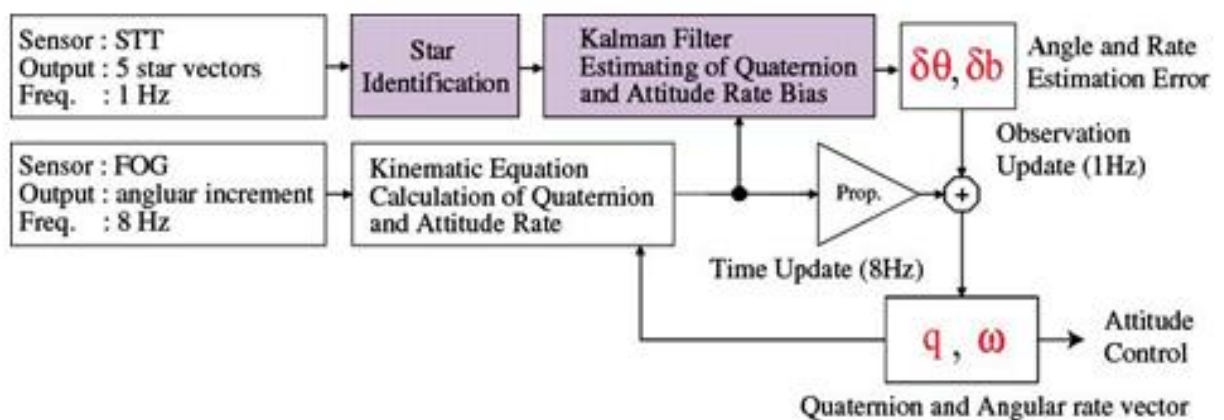
Οι έξοδοι είναι η στάση και ο ρυθμός στάσης του REIMEI, οι οποίοι εκφράζονται σε αδρανειακό σύστημα συντεταγμένων. Η στάση εκφράζεται χρησιμοποιώντας τεταρτημόρια σε αυτό το χαρτί και πολλαπλασιάζεται με την ενσωμάτωση ενός αρχικού ή τρέχοντος τεταρτημορίου στάσης χρησιμοποιώντας το ρυθμό στάσης σε σχέση με το χρόνο. Το ποσοστό στάσης ονομάζεται επίσης γωνιακή ταχύτητα. Λάβετε υπόψη ότι ο ρυθμός συμπεριφοράς υπολογίζεται τόσο από τις εξόδους FOG όσο και από το FOG bias. Η προκατάληψη FOG είναι υπολειμματική έξοδος όταν το FOG είναι ακίνητο στο σύστημα αδρανείας.



**Εικόνα 6.3** Μοντέλα πτήσης τριών FOGs σε μια πλάκα αλουμινίου

Μια διαδικασία διόρθωσης σφάλματος πρέπει να εγκατασταθεί στο μπλοκ προσδιορισμού θέσης αφού θα υπάρξει σφάλμα μοντελοποίησης ή σφάλμα παρατήρησης στην αρχική στάση, η στάση ην ταχύτητα που παρατηρείται από το FOG και τους φορείς αστέρων που ελήφθησαν από το STT. Για παράδειγμα, εάν η προκατάληψη FOG δεν λαμβάνεται κατάλληλα υπόψη στην διάδοση της στάσης, το σφάλμα ταχύτητας συμπεριφοράς θα συσσωρευτεί σε μια τιμή που θα καταστρέψει τη διάδοση της στάσης.

Επιπλέον, η προκατάληψη FOG κυμαίνεται σε σχέση με το χρόνο και τη θερμοκρασία του FOG. Έτσι, το REIMEI έχει ένα φίλτρο Kalman που έχει προγραμματιστεί στο μπλοκ προσδιορισμού θέσης για να εκτιμήσει ταυτόχρονα το σφάλμα εκτίμησης θέσης και το σφάλμα εκτίμησης της προκατάληψης FOG.



**Εικόνα 6.4** διάγραμμα απαίτησης ελέγχου θέσης του REIMEI

## 6.4 Το πρόβλημα αστάθειας του FOG Bias

Η ακρίβεια της εκτίμησης της δορυφορικής συμπεριφοράς εξαρτάται μόνο από τα δεδομένα FOG κατά τη διάρκεια των 30 λεπτών περιόδων STT-OFF. Επομένως, η σταθερότητα μεροληψίας των FOG είναι ένας κρίσιμος παράγοντας για τη διατήρηση της ακρίβειας. Με αρκετές STTs επί του πλοίου, τέτοιος περιορισμός στην ακρίβεια της συμπεριφοράς δεν θα υπήρχε. Λόγω του μικρού βάρους και του όγκου τους, οι μικροί δορυφόροι έχουν μικρή χωρητικότητα για εξαρτήματα επί του σκάφους και δεν είναι ασυνήθιστο για ένα μικρό δορυφόρο να έχει μόνο έναν αισθητήρα ή έναν ενεργοποιητή επί του σκάφους, ενώ οι περισσότεροι δορυφόροι έχουν αρκετά σύνολα επί του σκάφους.

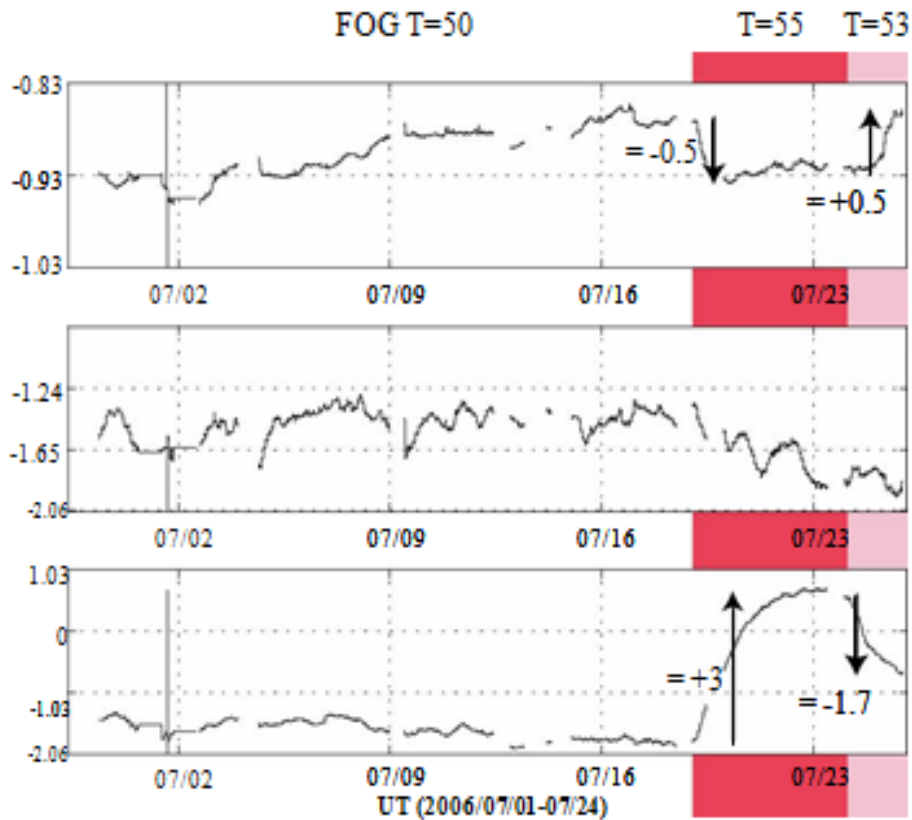
Παρόλο που η στάση εκτιμάται με αρκετή ακρίβεια ώστε να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις της αποστολής κατά τη διάρκεια των περιόδων STT-ON, αυτό δεν συμβαίνει κατά τις περιόδους STT-OFF. Το σωρευτικό σφάλμα στάσης που προκαλείται από το σφάλμα εκτίμησης της προκατάληψης αυξάνεται σε μια τιμή που υπερβαίνει τις απαιτήσεις.

Υπάρχουν δύο πηγές σφάλματος εκτίμησης μεροληψίας: η απόδοση ρύθμισης φίλτρου Kalman και η αστάθεια μεροληψίας.

Στο σύστημα REIMEI, η προκατάληψη διαμορφώνεται χρησιμοποιώντας το δυναμικό μοντέλο γυμναστικής του Farrenkopf .

#### 6.4.1 Ακρίβεια εκτίμησης μετατόπισης μεροληψίας

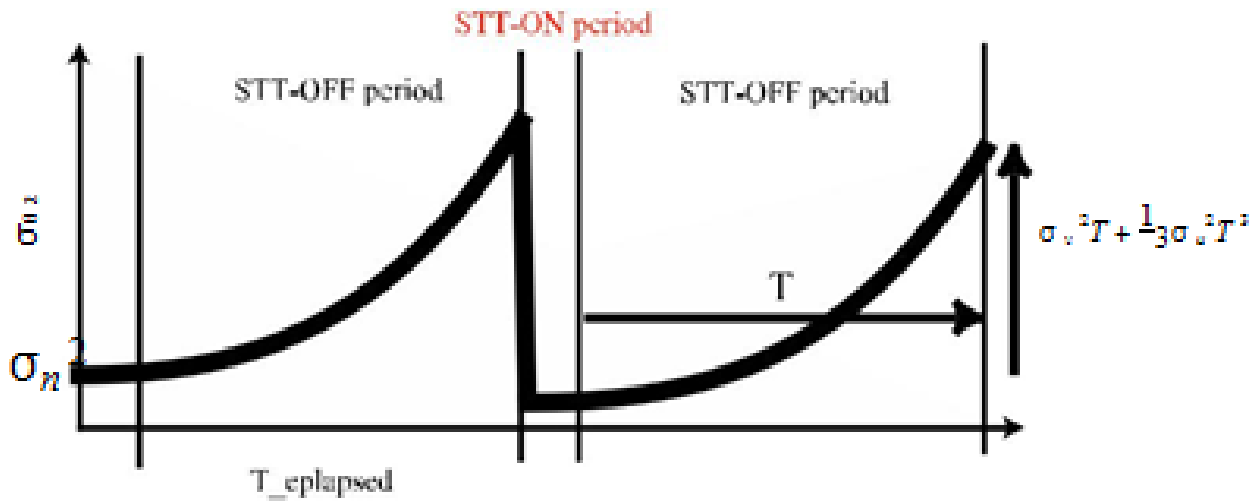
Για να διατηρηθεί η απόδοση της εκτίμησης, είναι απαραίτητο να παρακολουθείται συνεχώς η θερμοκρασία των FOGs. Οι αλλαγές στη θερμοκρασία έχουν ισχυρή επίδραση στη σταθερότητα των FOGs. Η εικόνα 6.5 δείχνει ένα παράδειγμα αλλαγών στη μεροληψία που παρατηρούνται στα δεδομένα τηλεμετρίας (Fukushima et al., 2006). Αν και αυτά τα FOGs ήταν καλά βαθμονομημένα και το θερμικό τους περιβάλλον ελέγχθηκε από θερμαντήρες, κάποια μικρά προβλήματα προέκυψαν από την εκτίμηση της μεροληψίας από το Νοέμβριο του 2007.



**Εικόνα 6.5** Μετατόπιση της μετατόπισης FOG που προκαλείται από την αλλαγή της θερμοκρασίας FOG

Η ακρίβεια της εκτιμώμενης προκατάληψης μπορεί να εκτιμηθεί χρησιμοποιώντας το σφάλμα στάσης. Αυτό το σφάλμα μπορεί να παρατηρηθεί τη στιγμή που το STT είναι ενεργοποιημένο. Το σφάλμα στάσης ορίζεται ως η γωνιακή διαφορά μεταξύ των παρατηρούμενων διανυσμάτων αστέρων και των αντίστοιχων θεωρητικών διανυσμάτων αστέρων που υπολογίζονται χρησιμοποιώντας τον κατάλογο αστεριών και τη δορυφορική στάση. Αυτή η γωνιακή διαφορά διάδοσης μπορεί να θεωρηθεί ότι ισούται με το σωρευτικό σφάλμα που προκαλείται από το σφάλμα εκτίμησης προκατάγοντας κατά τις περιόδους STT-OFF. Το σχήμα 8 είναι ένα σχηματικό σχέδιο του αθροιστικού σφάλματος πολλαπλασιασμού, με την τυπική απόκλιση  $\sigma_{\theta}$  με τη  $\sigma_{n, \text{su}}$  και την απόκλιση των δεδομένων STT παρατηρήσεως  $\sigma_n$ .

$$\sigma_{\theta}^2 = \sigma_n^2 + \sigma_v^2 T + \frac{1}{3} \sigma_u^2 T^2$$



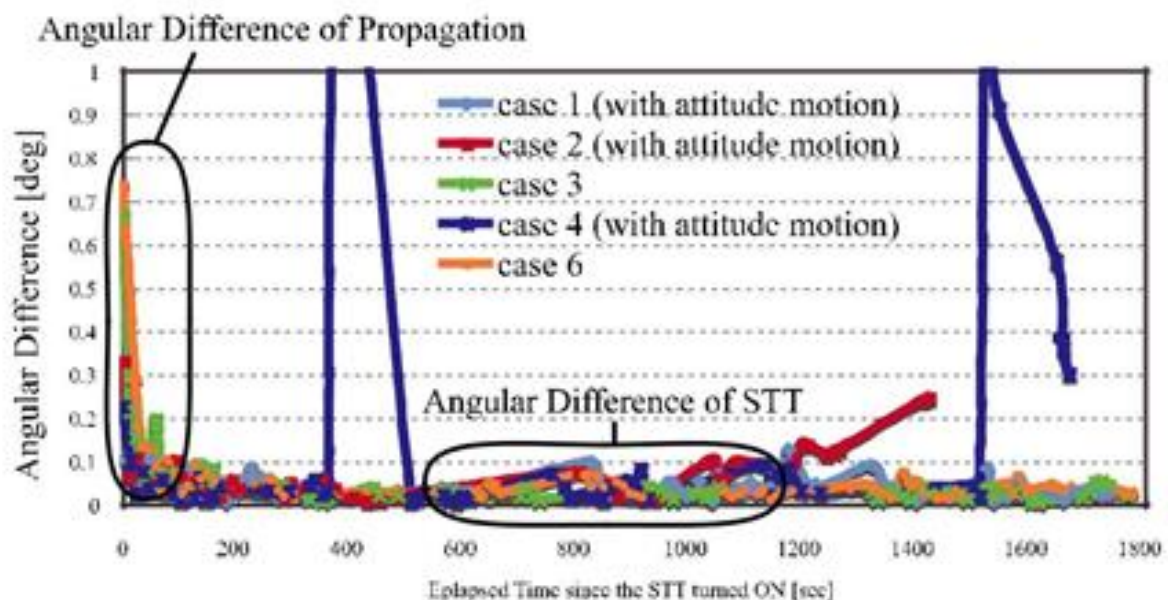
**Εικόνα 6.6** Σφάλμα αθροιστικού πολλαπλασιασμού που προκαλείται από τη μετατόπιση μεροληψίας των FOGs

#### 6.4.2 Σταθερότητα αστάθειας στα δεδομένα τηλεμετρίας

Η γωνιακή διαφορά μεταξύ των διανυσμάτων αστέρων που παρατηρούνται χρησιμοποιώντας το STT και τους αντίστοιχους θεωρητικούς φορείς αστεριού πρέπει να παρακολουθείται κατά τη διάρκεια των περιόδων STT-ON για να επαληθευτεί η ακρίβεια των δεδομένων STT. Αν υπάρχει πρόβλημα με το STT, αυτή η γωνιακή διαφορά θα αυξηθεί.

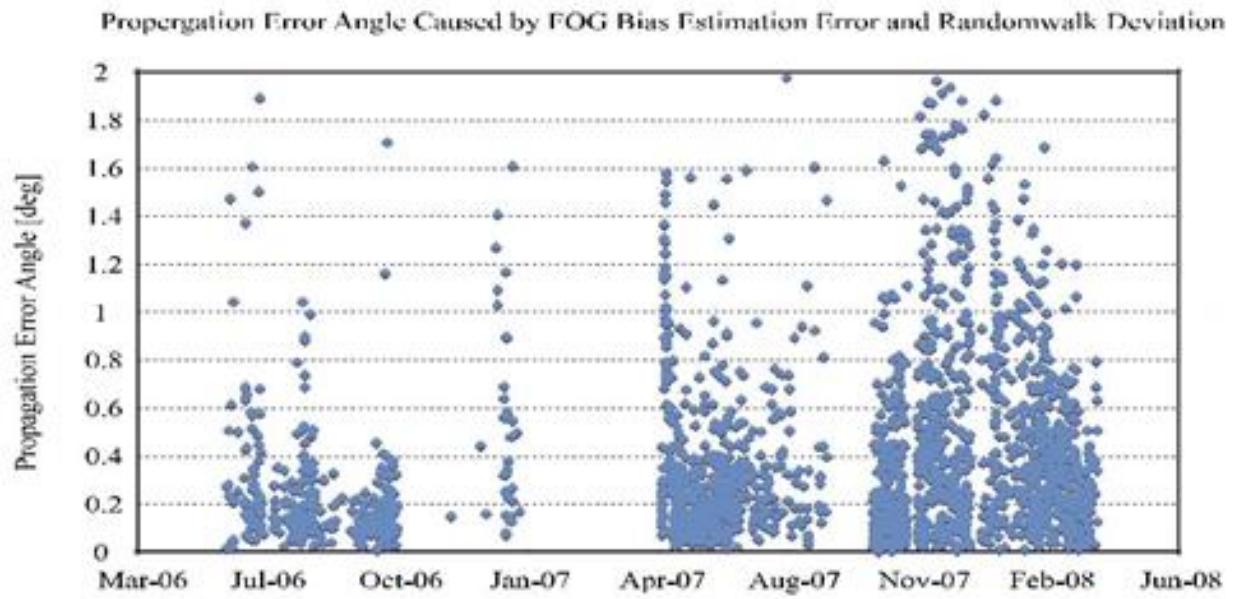
Η εικόνα 6.7 δείχνει διάφορα παραδείγματα διαγραμμάτων χρονικού ιστορικού της γωνιακής διαφοράς στους ίδιους άξονες. Ο οριζόντιος άξονας είναι ο χρόνος που παρήλθε από τη στιγμή που το STT είναι ενεργοποιημένο, ενώ ο κάθετος άξονας είναι η γωνιακή διαφορά. Μπορούμε να παρατηρήσουμε δύο τύπους δεδομένων γωνιακής διαφοράς σε αυτή την πλοκή. Τα σημεία δεδομένων που παριστάνονται στον άξονα ή πλησίον του κατακόρυφου άξονα ( $t = 0$ ) είναι η γωνιακή διαφορά διάδοσης και τα σημεία δεδομένων πλησίον του κέντρου αυτού του διαγράμματος, με χρόνους περίπου 480 s έως 1200 s, δείχνουν τη γωνιακή διαφορά του STT .

Οι εικόνες 6.8 και 6.9 δείχνουν τα χρονικά διαγράμματα αυτών των δύο τύπων γωνιακής διαφοράς που προέκυψαν τα τελευταία δύο χρόνια (2007 και 2008). Από αυτά τα οικόπεδα μπορούμε να συμπεράνουμε ότι (1) το STT δεν φαίνεται να αναπτύσσει οποιαδήποτε σημάδια προβλημάτων και (2) το σφάλμα εκτίμησης της μεροληψίας έχει αυξηθεί ασυνεχώς αρκετές φορές, δηλαδή, ορισμένοι άγνωστοι παράγοντες έχουν επηρεάσει τη σταθερότητα των χαρακτηριστικών παραμέτρων ,  $\sigma_v$  και  $\sigma_u$ , των FOGs

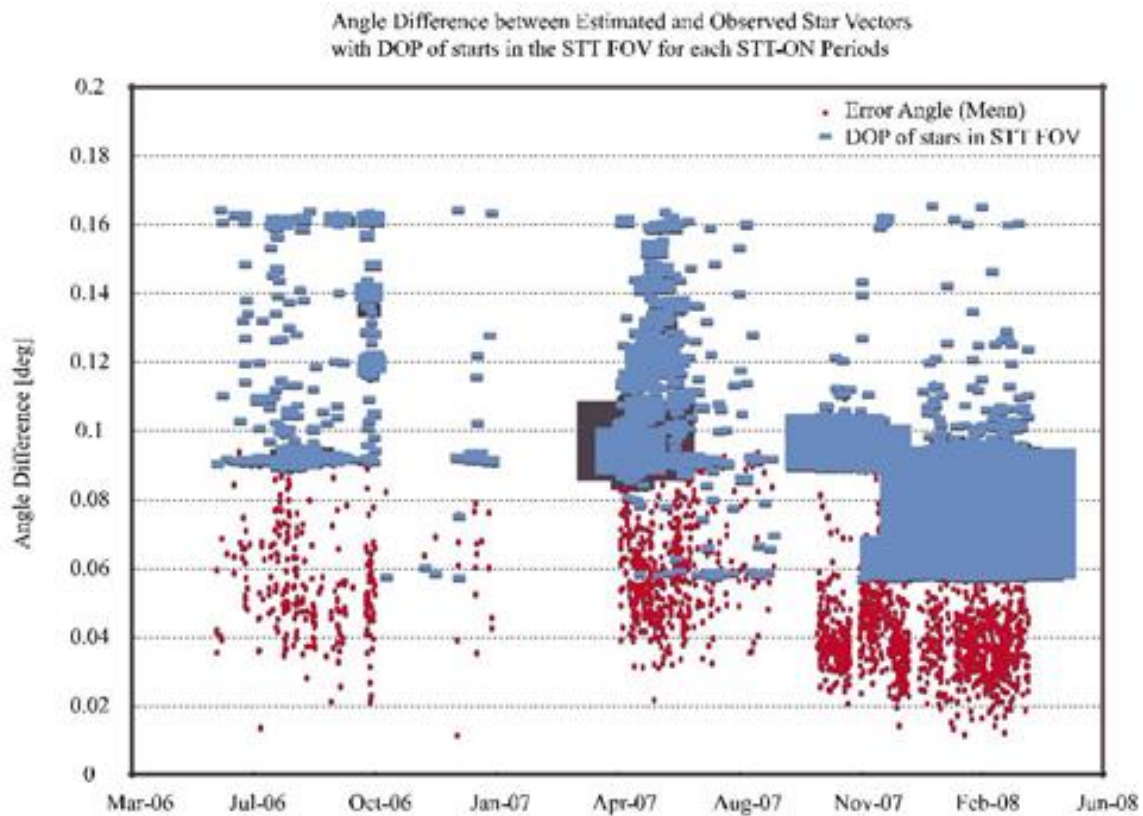


**Εικόνα 6.7** Γωνιακά διαγράμματα διαφορών που επικαλύπτονται ευθυγραμμισμένα για κάθε εκκίνηση από συμβάν STT-On προς τα αριστερά





Εικόνα 6.8. Τάση της γωνιακής διαφοράς διάδοσης



Εικόνα 6.9. Τάση γωνιακής διαφοράς STT

Μπορούμε να δούμε ότι η γωνιακή διαφορά του STT φαίνεται να είναι μεγαλύτερη σε μερικές περιόδους στην εικόνα 5.8. Αυτή η διαφορά μπορεί να εξηγηθεί με τη χρήση της αραίωσης της ακρίβειας (DOP) των αστεριών. Το DOP των αστεριών ορίζεται σε αυτό το έγγραφο ως ευρετήριο του τρόπου με τον οποίο τα αστέρια ευθυγραμμίζονται στο FOV του STT. ο τύπος του έχει ως εξής:

$$DOP_{stars} = \sqrt{\text{trace}(H^T H)^{-1}}$$

όπου  $H$  είναι η μήτρα παρατήρησης που χρησιμοποιείται στο φίλτρο Kalman αυτού του συστήματος. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του DOP, τόσο λιγότερο ακριβής είναι η εκτίμηση θέσης, όπως και η DOP που χρησιμοποιείται στην ανάλυση ακρίβειας του συστήματος Global Positioning System. Το DOP υποδεικνύει τον τρόπο εμφάνισης των αστεριών στο FOV του STT, το οποίο επηρεάζει την ακρίβεια του προσδιορισμού θέσης.

Η υποβάθμιση της ακρίβειας της εκτίμησης στάσης με την πάροδο του χρόνου είναι αναπόφευκτη για ένα τέτοιο σύστημα με μόνο ένα STT.

## 6.5. Ανίχνευση αλλαγών FOG με SVM

Ήταν απαραίτητο να βρεθεί οποιοδήποτε αδύναμο σημάδι γεγονότος που θα μπορούσε να συνδεθεί με κάποια προβλήματα του συστήματος. Αυτή η απαίτηση που ονομάζεται ανίχνευση βλαβών, μια υπο-κατηγορία παρακολούθησης του συστήματος, έχει ερευνηθεί για τα επίγεια συστήματα καθώς και για συστήματα επί του σκάφους σε πολλούς τομείς.



Έχοντας εμπειρία από χρόνια εργασίας ως χειριστής του REIMEI, ο συγγραφέας έχει επίσης αισθανθεί τέτοια για ανίχνευση βλαβών μόνο για αποτυχία του συστήματος αλλά και για ανίχνευση της υποβάθμισης της απόδοσης: σημάδια αλλαγών στις προδιαγραφές ότι δεν υπάρχει λάθος αλλά κάτι φαίνεται να είναι λανθασμένο

Σε αυτή την ενότητα, ένα παράδειγμα τέτοιας ανίχνευσης αστοχίας παρουσιάζεται χρησιμοποιώντας ένα πρόβλημα υποβάθμισης της μετατόπισης του FOG στην REMEI.

### 6.5.1 Σημάδια αλλαγών στη μεροληψία

Η εικόνα 6.10 παρουσιάζει τα διαγράμματα ιστορικού χρόνου της γωνιακής διαφοράς διάδοσης και της γωνιακής διαφοράς του STT επί 2 έτη, τα οποία απεικονίζονται σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα, όπως ένα μήνα, δέκα ημέρες και μία ημέρα.

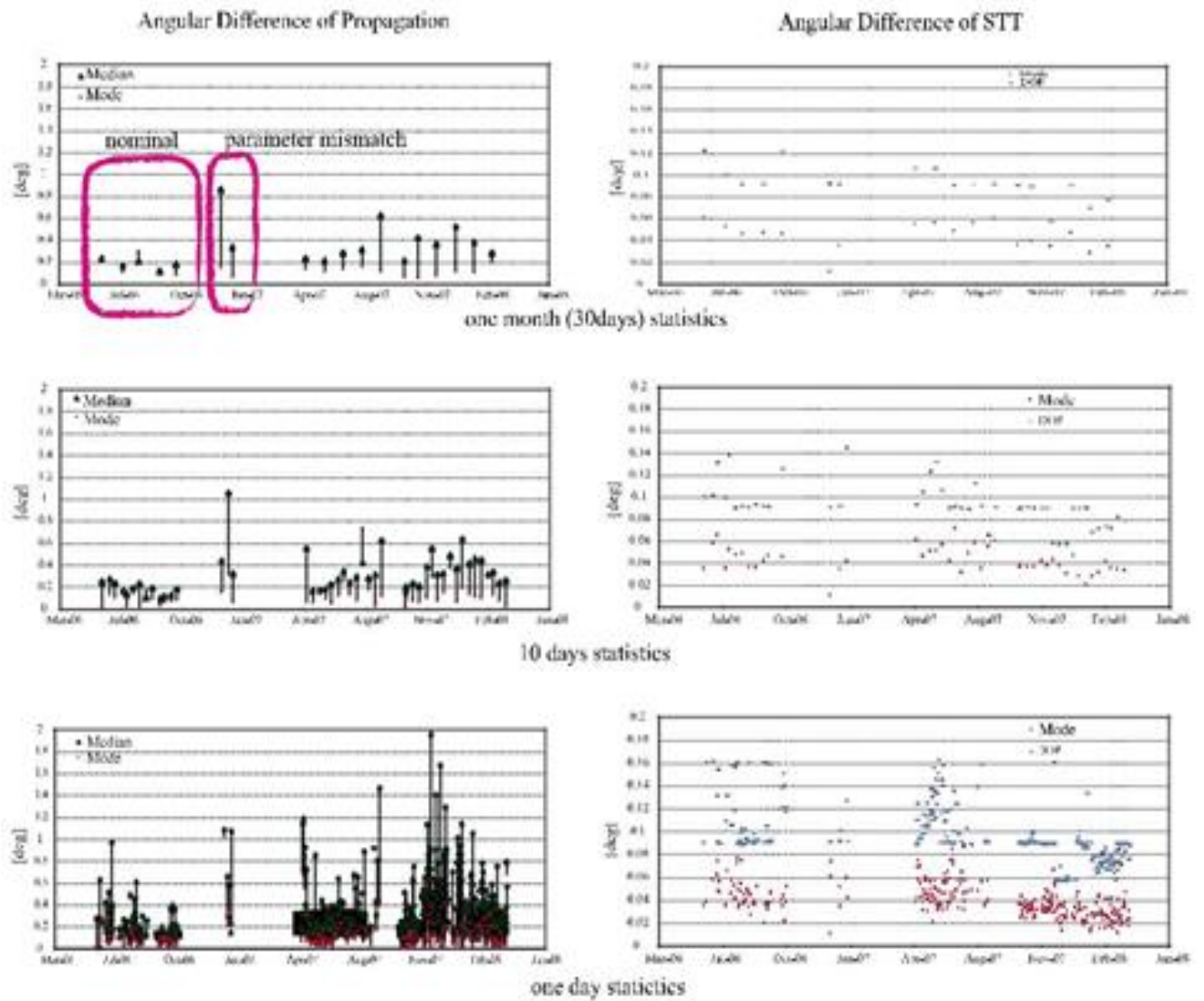
Από τις στατιστικές για αυτές τις χρονικές περιόδους, είναι εύκολο να παρατηρήσετε το επίπεδο καταλληλότητας των παραμέτρων του EKF. Λαμβάνοντας στατιστικά στοιχεία για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, η τυχαιότητα μπορεί να μειωθεί. Για παράδειγμα, δεν υπάρχει κανένα σημάδι αναντιστοιχίας παραμέτρων πριν από τον Οκτώβριο του 2006, αλλά ένα γεγονός συνέβη τον Οκτώβριο του 2006. η διαφορά μεταξύ του διάμεσου και του τρόπου της κατανομής της γωνιακής διαφοράς διάδοσης αυξάνεται από τον Νοέμβριο του 2006. Ο διάμεσος δείχνει την ακρίβεια της εκτίμησης της μεροληψίας, ενώ ο τρόπος υποδεικνύει το σφάλμα τυχαιότητας βηματισμού της μετατόπισης μεροληψίας.

Σύμφωνα με αυτά τα χρονικά διαγράμματα για 2 χρόνια, μπορεί να συμπεράνει κανείς ότι οι παράμετροι του EKF δεν συμφωνούν με την πραγματική κατάσταση των FOGs από τον Οκτώβριο του 2006. Αυτό σημαίνει ότι τα χαρακτηριστικά της μεροληψίας FOG άλλαξαν εκείνη την εποχή. Ο πιο πιθανός λόγος για το σφάλμα μεροληψίας είναι ότι η υποβάθμιση της διαφάνειας των ινών λόγω της ακτινοβολίας έγινε αρκετά μεγάλη ώστε να προκαλέσει αστάθεια μεροληψίας. Ωστόσο, αυτή η υποβάθμιση εξακολουθεί να θεωρείται ότι έχει περιορισμένο αποτέλεσμα σύμφωνα με τα αποτελέσματα των δοκιμών ακτινοβολίας που πραγματοποιήθηκαν πριν από την εκτόξευση. Πρέπει να υπάρχει ένας άλλος παράγοντας που προκαλεί αυτή την υποβάθμιση.

Από την άποψη του χειριστή, ένας μήνας είναι μια πολύ μεγάλη περίοδος για να ληφθούν οποιαδήποτε μέτρα για να αποφευχθεί η υποβάθμιση της ακρίβειας του προσδιορισμού θέσης. Οποιαδήποτε αναντιστοιχία παραμέτρων πρέπει να παρατηρηθεί το συντομότερο δυνατόν, αντί της ανάλυσης των μηνιαίων στατιστικών στοιχείων

### 6.5.2 Μηχανή φορέα υποστήριξης

Ο ευκολότερος τρόπος για την ταχεία ανίχνευση σημείων αλλαγής της μεροληψίας είναι να συντομευθεί ο χρόνος των στατιστικών σε δέκα ημέρες ή μία ημέρα. Ωστόσο, όσο μικρότερος είναι ο χρόνος, τόσο λιγότερο ακριβή είναι τα στατιστικά αποτελέσματα. Επομένως, είναι αναγκαίο να καθοριστεί ένα κατώτατο όριο για να καθοριστεί εάν το επίπεδο καταλληλότητας των παραμέτρων είναι αποδεκτό πριν από τον υπολογισμό των στατιστικών βραχέος χρονικού διαστήματος χρησιμοποιώντας τα δεδομένα τηλεμετρίας.



**Εικόνα 6.10.** Γραφήματα τάσης της γωνιακής διαφοράς για διάστημα δύο ετών

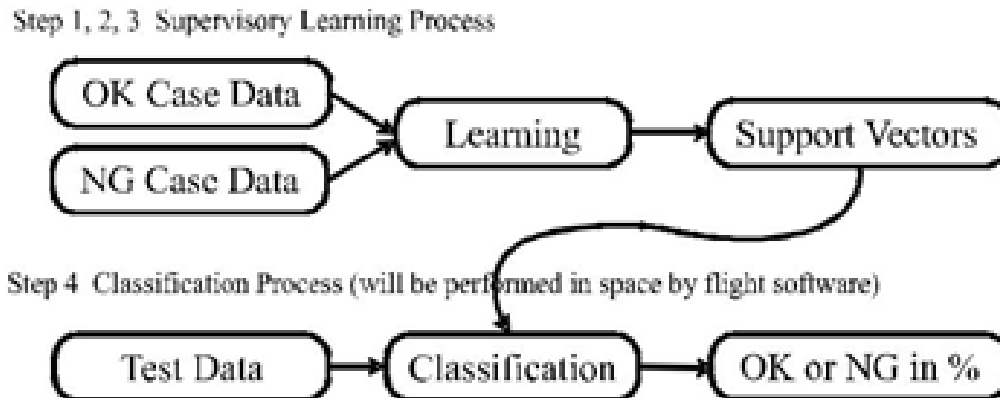
Η τεχνική της μηχανής φορέα υποστήριξης (SVM) είναι μια από τις πιο πρακτικές μεθόδους ανίχνευσης τέτοιων σημείων από δεδομένα τηλεμετρίας. Πρόκειται για ένα δημοφιλές σύστημα διακρίσεων που χρησιμοποιείται σε πολλούς τομείς. Η τεχνική SVM είναι ένας τύπος μεθόδου εποπτικής μάθησης (Cristianini & Shawer-Tylor, 2000). Είναι επομένως απαραίτητο να πραγματοποιηθεί μια διαδικασία εκπαίδευσης πριν τη χρήση της για διάκριση, η οποία παρουσιάζεται στην εικόνα 6.11.

- Η τεχνική SVM έχει ως εξής:

στο Βήμα 1, ένα σύνολο δεδομένων τηλεμετρίας που λήφθηκε πριν από την αλλαγή της προκατάληψης. Αυτό το σύνολο δεδομένων αντιμετωπίζεται ως σύνολο δεδομένων χωρίς σφάλματα (OK).

Στο Βήμα 2, προετοιμάζεται ένα σύνολο δεδομένων τηλεμετρίας που περιέχει μερικές ενδείξεις που δείχνουν ότι οι παράμετροι είναι ακατάλληλες. Αυτό το σύνολο δεδομένων αντιμετωπίζεται ως σύνολο εσφαλμένων δεδομένων (NG).

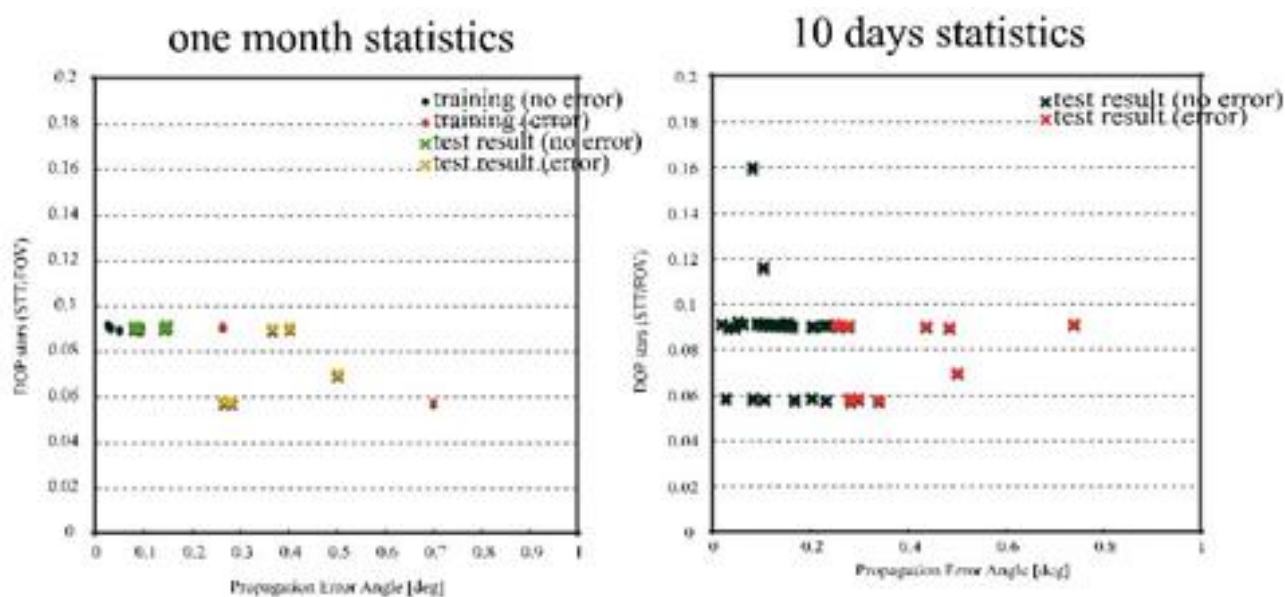
Στο Βήμα 3, χρησιμοποιώντας αυτά τα σύνολα δεδομένων ως σύνολα δεδομένων εκπαίδευσης, υπολογίζονται οι φορείς υποστήριξης. Η λειτουργία του πυρήνα είναι μια απλή γραμμική λειτουργία για αυτήν την περίπτωση. Χρησιμοποιώντας το (σύνολο δεδομένων δοκιμής) μπορεί να ταξινομηθεί ως ένα σύνολο δεδομένων OK ή ένα σύνολο δεδομένων NG, δηλ. μπορεί να καθοριστεί εάν οι τρέχουσες παράμετροι συντονίζονται ή όχι κατάλληλα.



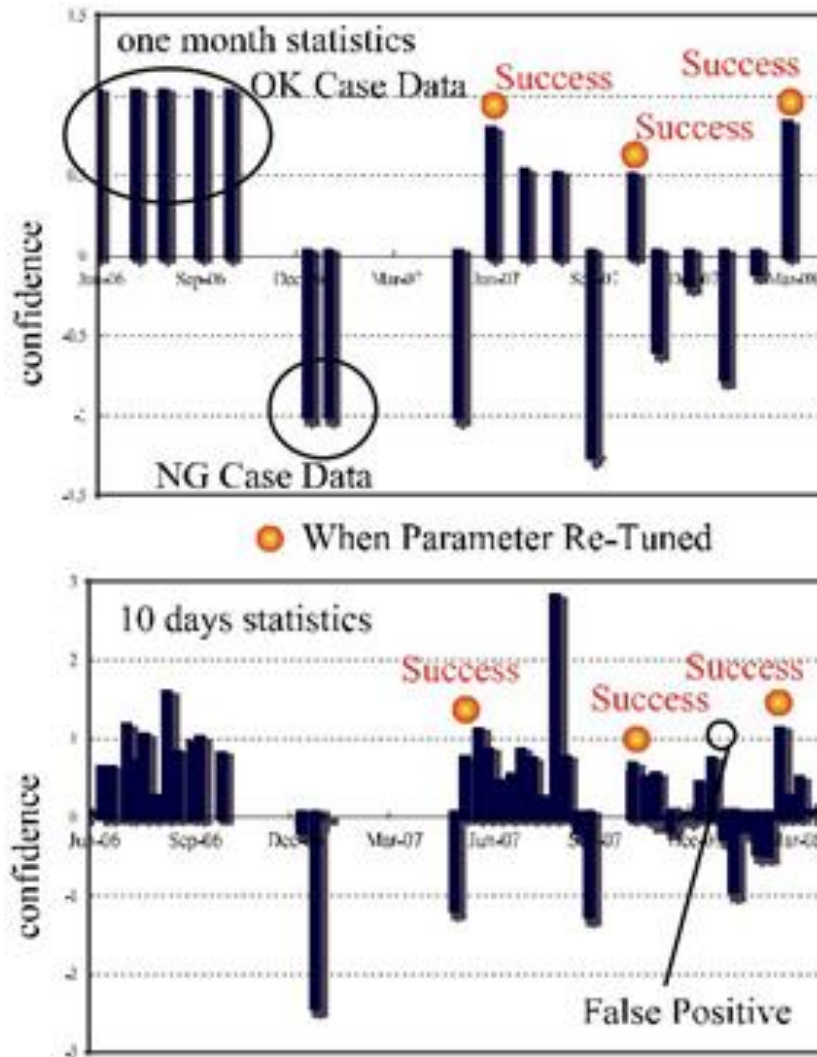
**Εικόνα 6.11** Τα τέσσερα βήματα του SVM

Η γωνιακή διαφορά διάδοσης και η DOP των αστεριών που φαίνονται στην εικόνα 6.12 επελέγησαν ως σύνολο δεδομένων εκπαίδευσης για να δοκιμαστεί η απόδοση της τεχνικής SVM. Παρόλο που το SVM δημιουργήθηκε χρησιμοποιώντας ένα μήνα στατιστικών δεδομένων, ανίχνευσε μια αλλαγή στη μεροληψία για δέκα ημέρες στατιστικών δεδομένων καθώς και ένα μήνα στατιστικών δεδομένων.

Μια σύνοψη αυτής της ανίχνευσης παρουσιάζεται στο σχήμα 15. Από τον Μάρτιο του 2007, οι παράμετροι έχουν αλλάξει αρκετές φορές για να μειώσουν τη γωνιακή διαφορά διάδοσης σε μια αρκετά μικρή τιμή για να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις της αποστολής. Όλες αυτές οι αλλαγές εντοπίστηκαν στα αποτελέσματα.



**Εικόνα 6.12.** Δύο διαγράμματα γωνίας σφάλματος διάδοσης έναντι DOP αρχίζουν να υπολογίζονται με τη χρήση διαφορετικών στατιστικών στοιχείων. Αυτά τα οικόπεδα δείχνουν την απόδοση διακριτικής συμπεριφοράς με τον τρόπο με τον οποίο το SVM που παράγεται χρησιμοποιώντας δεδομένα εκπαίδευσης μπορεί να κρίνει την κατάσταση των FOG μεροληψίας χρησιμοποιώντας δεδομένα δοκιμών.



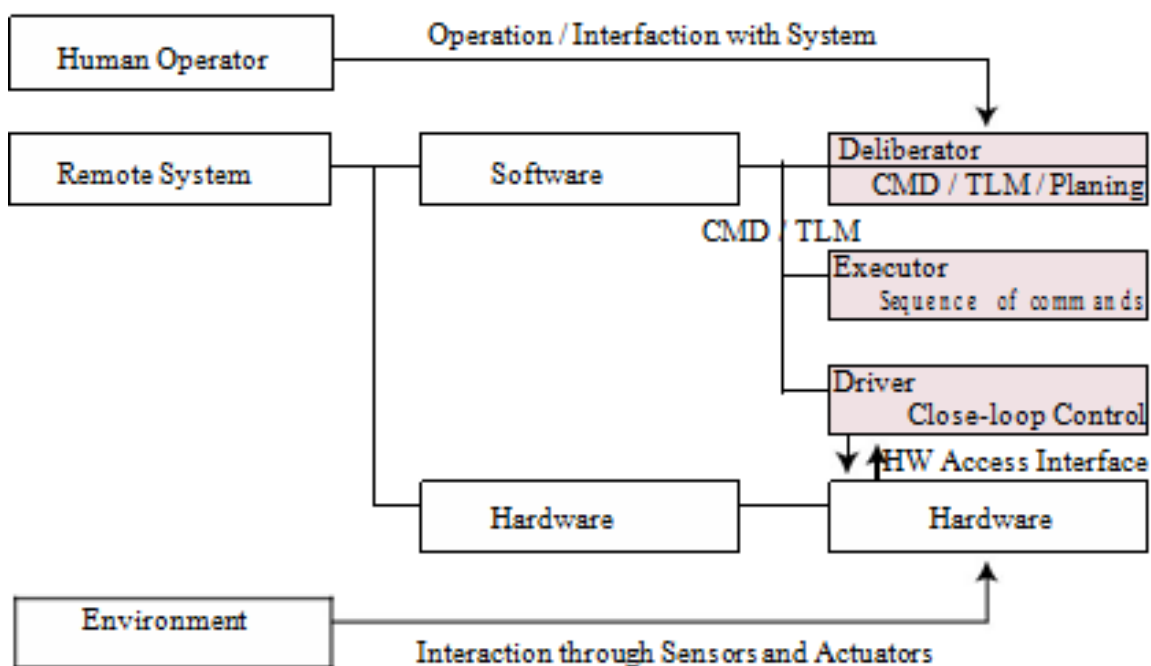
**Εικόνα 6.13.** Αποτελέσματα ταξινόμησης από το SVM που δημιουργήθηκε με τη χρήση συνόλων δεδομένων OK και NG. Το αποτέλεσμα με τη χρησιμοποίηση μιας μηνιαίας στατιστικής ανάλυσης επιτυχώς ανιχνεύει όλες τις μεταβολές στις μετακινήσεις της χωροταξίας FOG, ενώ η περίπτωση των στατιστικών στοιχείων για 10 ημέρες έχει μια ψευδώς θετική ανίχνευση (ανιχνεύει τη μεταβολή της διακύμανσης της FOG).

## 6.6 Αρχιτεκτονική λογισμικού επί του σκάφους

Εάν η ενσωματωμένη συσκευή παρακολούθησης συστήματος είναι εφαρμοσμένη στο λογισμικό πτήσης, είναι απαραίτητο να εξεταστεί ποια αρχιτεκτονική λογισμικού θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί. Οι περισσότερες εργασίες ελέγχου υλικού πρέπει να εκτελούνται σε ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα ή να ενεργοποιούνται ως απόκριση σε ένα συμβάν, ενώ ικανοποιούν αυστηρές απαιτήσεις χρονισμού. Με άλλα λόγια, ένα τέτοιο έργο ελέγχου πρέπει να λειτουργεί ως έργο σε πραγματικό χρόνο. Από την άλλη πλευρά, η παρακολούθηση του συστήματος που παρουσιάζεται σε προηγούμενες ενότητες δεν έχει τέτοιους περιορισμούς. Δεδομένου ότι οι απαιτήσεις χρονισμού για τον έλεγχο υλικού και την παρακολούθηση του συστήματος είναι διαφορετικές, το αντίστοιχο λογισμικό πρέπει να εφαρμοστεί σε διαφορετικό επίπεδο εργασιών.

Για την υλοποίηση λογισμικού πτήσης σαφώς δομημένου ως πολλαπλών εργασιών που εκτελούνται παράλληλα χωρίς απρόβλεπτες αμοιβαίες παρεμβάσεις, είναι κατάλληλη η πολυεπίπεδη προσέγγιση προγραμματισμού. Αν και υπάρχουν πολλές έρευνες πάνω σε αυτό το θέμα, ο προγραμματισμός δομών τριών επιπέδων θεωρείται σε αυτό το κεφάλαιο ως βασική αρχιτεκτονική λογισμικού (Rabideau et al., 1999). επειδή αυτή η δομή είναι απλή, δημοφιλής και έχει ποικίλες εφαρμογές ακόμη και σε διαστημικά συστήματα (Balzano & Isaacs, 2006). Η αρχιτεκτονική αποτελείται από ένα στρώμα εκλαΐκευσης, ένα στρώμα εκτέλεσης και ένα στρώμα οδηγού, όπως φαίνεται στην εικόνα 6.14. Το στρώμα οδηγού διαχειρίζεται τις διεπαφές δεδομένων με το υλικό σε πραγματικό χρόνο, εκτελώντας καθήκοντα, όπως χειρισμό θύρας σειριακών δεδομένων και σήμα διακοπής Χειρισμός, ή Αντιμετώπιση. Αυτή η στρώση πρέπει να υλοποιηθεί για την εκτέλεση εργασιών σε πραγματικό χρόνο σε ένα λειτουργικό σύστημα πραγματικού χρόνου.

Το στρώμα του ανακριτή επεξεργάζεται όλα τα δεδομένα εισόδου, όπως δεδομένα μέτρησης περιβάλλοντος, δεδομένα κατάστασης υλικού και εντολές λειτουργίας και καθορίζει την επόμενη ενέργεια που πρέπει να ληφθεί. Το στρώμα εκτέλεσης συνδέει τα δεδομένα εισόδου και εξόδου μεταξύ των επιπέδων εκτέλεσης και οδηγού ερμηνεύοντας τη ροή των αφηρημένων δεδομένων όπως εντολές χειριστή (για παραδείγματα GO ή STOP) στη ροή δεδομένων υλικού (ON ή OFF) και αντίστροφα. Διαχειρίζεται επίσης το ζήτημα των εντολών, δηλαδή πότε και πού να στείλει τα δεδομένα.



**Εικόνα 6.14.** Η αρχιτεκτονική τριών επιπέδων για απομακρυσμένο λογισμικό συστήματος που αποτελείται από λειτουργίες Deliberator, Executor και Driver.



Ένας άνθρωπος χειριστής σε έναν απομακρυσμένο σταθμό επικοινωνεί με ένα απομακρυσμένο σύστημα μέσω τηλεχειριστών (CMD) και τηλεμετρίας (TLM). Ο χειριστής διαβάζει δεδομένα TLM για να προσδιορίσει το συμβάν που συνέβη στο απομακρυσμένο σύστημα και έπειτα στέλνει CMD έτσι ώστε το σύστημα να μπορεί να λειτουργήσει όπως σχεδιάστηκε για να επιτύχει τους στόχους αποστολής του, οδηγώντας σε ένα σύστημα ελέγχου του ανθρώπου στο βρόχο. Για να καταστεί το απομακρυσμένο σύστημα αυτόνομο, το στρώμα του συνειδητή θα πρέπει να συμπεριφέρεται με τον ίδιο τρόπο όπως και ο χειριστής του ανθρώπου. Εάν αυτό μπορεί να επιτευχθεί, τα χαμηλότερα στρώματα θα ενεργούν με τον ίδιο τρόπο τόσο υπό τον χειριστή του ανθρώπου όσο και με τον αυτόνομο έλεγχο. Εάν αυτή η κατάσταση μπορεί να πραγματοποιηθεί, το σύστημα μπορεί να θεωρηθεί ότι έχει την ικανότητα να λαμβάνει τις δικές του αποφάσεις.

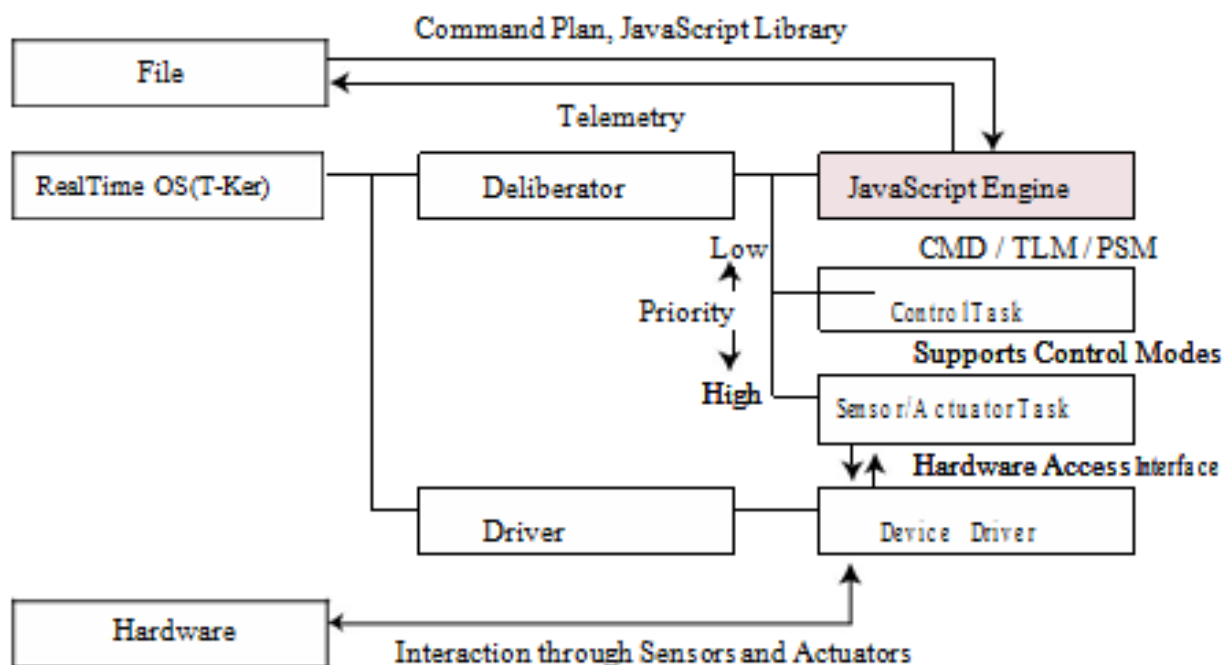
Εδώ είναι ένα παράδειγμα που δείχνει πώς να εφαρμόσει μια τέτοια αρχιτεκτονική στην εικόνα 6.15. Τα στρώματα του οδηγού και του εκτελεστή υλοποιούνται ως εργασίες σε πραγματικό χρόνο που εκτελούνται σε λειτουργικό σύστημα σε πραγματικό χρόνο και ο εκτελωνιστής υλοποιείται ως μηχανισμός σεναρίου που εκτελείται με το ίδιο λειτουργικό σύστημα ότι είναι εύκολη η επικοινωνία μεταξύ των τριών στρωμάτων μέσω ενός μηχανισμού επικοινωνίας *intertask* που παρέχεται από τον πυρήνα του λειτουργικού συστήματος. Ο λόγος για τον οποίο χρησιμοποιείται ένας μηχανισμός δέσμης ενεργειών στη στρώση του κριτή είναι ότι αναμένεται ότι οι αλγόριθμοι για την παρακολούθηση του συστήματος όπως το SVM θα πρέπει να αλλάξουν τον στόχο σύμφωνα με τους σκοπούς λειτουργίας και τις περιστάσεις του συστήματος: πολλοί αλγόριθμοι θα πρέπει να φορτωθούν για να ανιχνεύσουν πολλές πιθανές αποτυχίες αποστολή της.

Η ανίχνευση της μετατόπισης του σφάλματος FOG επεξηγήθηκε σε αυτό το κεφάλαιο, αλλά δεν είναι μόνο πιθανό πρόβλημα στο ενσωματωμένο υλικό. Χρησιμοποιώντας συνηθισμένες εργασίες προγραμματισμένες σε C / C ++, είναι δύσκολο να αλλάξει ο αλγόριθμος επί του σκάφους για την παρακολούθηση του συστήματος μετά την εκκίνηση του συστήματος. Ωστόσο, οι μηχανές δέσμης ενεργειών φαίνεται να είναι η μόνη επιλογή εναλλαγής του αλγορίθμου. Με την αλλαγή της δέσμης ενεργειών, οι αλγόριθμοι μπορούν να αλλάξουν χωρίς να επηρεάζονται άλλες λειτουργίες εκτέλεσης, όπως τα στοιχεία ελέγχου υλικού.

Οι απαιτήσεις του χρόνου και της μνήμης για μια μηχανή σεναρίου που εκτελείται με πολλαπλές εργασίες σε πραγματικό χρόνο ήταν υπερβολικά μεγάλες για την υλοποίησή της σε έναν πραγματικό ενσωματωμένο υπολογιστή μέχρι στιγμής. Ωστόσο, λόγω των πρόσφατων τεχνικών εξελίξεων, μια τέτοια μηχανή σεναρίου μπορεί να εγκατασταθεί σε ένα έργο διαστημικού σκάφους. Ο συγγραφέας συστήνει τον T-Kernel ως τον πυρήνα του λειτουργικού συστήματος, ο οποίος αναμένεται να γίνει ένα τυπικό λειτουργικό σύστημα σε πραγματικό χρόνο και το JavaScript ως η μηχανή σεναρίου για να τρέξει στο T-Kernel (Fukushima & Mita, 2011). Η εικόνα 5.13 απεικονίζει την προτεινόμενη αρχιτεκτονική λογισμικού.

Τα περισσότερα διαστημικά συστήματα μπορούν να δεχθούν τέτοιες εντολές ώστε μια εσωτερική μεταβλητή λογισμικού να αντικατασταθεί από κάποια τιμή όπως `"a_hardware_switch = 1"`. Με την προτεινόμενη μηχανή δέσμης ενεργειών, είναι δυνατή η αποστολή εντολών με άλλη μορφή: μια έκφραση μιας λογικής, όπως `"IF a variable = value THEN do something"` δηλ. Ένα θραύσμα του προγράμματος. Εάν τα διαστημικά συστήματα μπορούν να αποδεχθούν μια εντολή τύπου λογικού, το σύστημα θα έχει τη δυνατότητα να ενημερώνεται δυναμικά αυτόματα. ένας κώδικας δέσμης ενεργειών που αποστέλλεται με εντολή τύπου λογικού μπορεί να τροποποιήσει τις προδιαγεγραμμένες συμπεριφορές του συστήματος.

Μέχρι στιγμής, οι ενημερώσεις λογισμικού έχουν επιτευχθεί μόνο με τη διακοπή και επαναφόρτωση ολόκληρου του λογισμικού ή με την εφαρμογή ενημερωμένων εκδόσεων κώδικα μνήμης στον τρέχοντα κώδικα λογισμικού, παρά την ανησυχία ότι αυτές οι μέθοδοι ενημέρωσης διατρέχουν κάποιο κίνδυνο να διαφθείρουν το σύστημα. Έτσι, τέτοιες εντολές λογικού τύπου είναι σαφώς πλεονεκτικές για την προτεινόμενη αρχιτεκτονική λογισμικού



**Εικόνα 6.15.** Ένα δείγμα για την υλοποίηση της αρχιτεκτονικής τριών επιπέδων για ένα απομακρυσμένο σύστημα που χρησιμοποιεί ένα λειτουργικό σύστημα σε πραγματικό χρόνο με τον συμμετέχοντα που πραγματοποιείται με τη βοήθεια ενός μηχανισμού κειμενογράφων, όπως JavaScript..

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σε όλα αυτά τα κεφάλαια αναλύσαμε τους όρους μέτρηση, τηλεμετρία μέσα από την παρουσίαση σημαντικών αλλά και ταυτόχρονα σύγχρονων εφαρμογών τηλεμετρίας..Πιο Συγκεκριμένα αναφερθήκαμε σε εφαρμογές όπως η μετεωρολογία περιγράφοντας τις μεθόδους εκτίμησης καιρικών συνθηκών με τα μπαρόνια αλλά και με την βοήθεια των πλέον εξελιγμένων λογισμικών με την βοήθεια του ηλεκτρονικού υπολογιστή. Τα μηχανοκίνητα οχήματα που οι τεχνικές τηλεμετρίας συνδέονται με τους εξελιγμένους μικροελεγχτές, παρουσιάσαμε το σύστημα ATLAS και τις βάσεις δεδομένων καθώς και PCB . Στην συνέχεια ο τομέας της βιομηχανίας πετρελαίου και φυσικού αερίου ήταν μια από τις πιο σημαντικές εφαρμογές. Εισαγάγαμε την ιδέα του SCADA και των PLC καθώς και δικτυακούς όρους LAN, Ethernet. Προχωρήσαμε σε μια πλήρη ανάλυση και παρουσίαση συστημάτων SCADA τόσο σε Hardware όσο και Software. Τέλος αναφέραμε αρκετές πληροφορίες σχετικά με την δραστηριότητα SCADA στην Ελλάδα. Το επόμενο κεφάλαιο ήταν οι ιατρικές εφαρμογές. Χρησιμοποιώντας πολλούς ιατρικούς σε συνδυασμό με τεχνολογικούς όρους προσπαθήσαμε να παρουσιάσουμε πως ουσιαστικά επωφελείται το σύστημα υγείας με την χρήση των τηλεμετρικών σύγχρονων συστημάτων και πως ο ασθενής εξυπηρετείται με την εφαρμογή του τηλεϊατρικού μηχανισμού. Με κύριο στόχο την βελτιστοποίηση των νοσοκομειακών μονάδων. Στο τελευταίο κεφάλαιο παρουσιάζεται μια πειραματική εφαρμογή της επεξεργασίας δεδομένων τηλεμετρίας χρησιμοποιώντας μια τεχνική εξόρυξης δεδομένων. Ως συγκεκριμένο παράδειγμα, ελήφθη υπόψη η ανίχνευση σημείων πραγματικής αποτυχίας υλικού δορυφορικής στάσης.

Ως προετοιμασία της επεξεργασίας της πρακτικής ανάλυσης δεδομένων που εκτελείται συνήθως σε δορυφορικές λειτουργίες, αποδείχθηκε βασική ιδέα και πρακτική της ποσοτικής ανάλυσης δεδομένων τηλεμετρίας χρησιμοποιώντας δορυφορικά δεδομένα REIMEI. Με αυτή την προετοιμασία, ο αναγνώστης κατάλαβαίνει μτα μέσα μετατόπισης της μετατόπισης FOG και πώς μπορεί να εκτιμηθεί από τα δεδομένα τηλεμετρίας της κίνησης στάσης. Στη συνέχεια, ένα SVM σχεδιάστηκε και δοκιμάστηκε για την παρακολούθηση της αστάθειας των FOGs στον δορυφόρο REIMEI χρησιμοποιώντας δεδομένα τηλεμετρίας 2 ετών. Το αποτέλεσμα δείχνει ότι το SVM μπορεί να ανιχνεύσει αλλαγές στην προκατάληψη με έναν απλό γραμμικό πυρήνα. Έτσι, το τμήμα ταξινόμησης της λογικής SVM μπορεί να εφαρμοστεί χωρίς προβλήματα στο λογισμικό πτήσης. Ως υπαινιγμός για την πραγματική υλοποίηση του ενσωματωμένου λογισμικού, επεξηγήθηκε η αρχιτεκτονική τριών επιπέδων για λογισμικό επί του σκάφους.

Η έκδοση λογισμικού πτήσης του SVM με τη χρήση μηχανισμού σεναρίου δεν έχει δοκιμαστεί ακόμη στον δορυφόρο REIMEI και ο συγγραφέας περιμένει την ευκαιρία να πραγματοποιήσει ένα πείραμα κατά την πτήση. Φαίνεται ότι τα SVM μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως τυπικό αυτόνομο λογισμικό όχι μόνο για λογισμικό επί του σκάφους, ακόμη και σε μικρά δορυφορικά συστήματα, αλλά και για την παρακολούθηση δεδομένων τηλεμετρίας.

- Ο Χάρτης του Μέλλοντος

Τέλος, διάφορα projects τηλεμετρίας μπορεί κανείς να συναντήσει στην online διαδικτυακή πλατφόρμα του arduino. Με την χρήση του μικροελεγκτή arduino και διαφόρων πομπο-δεκτών μπορεί κανείς να κατασκευάσει συμβατά τηλεμετρικά συστήματα. Σημαντική αναφορά πρέπει να γίνει και στην προσπάθεια τηλεμετρίας μέσω Cloud λογισμικού της Google ,Internet of Things αλλά και σε SQL server μέσω AZURE. Για παράδειγμα, μια εφαρμογή παρακολούθησης της φυσικής κατάστασης ή της ανίχνευσης επιδόσεων, πιθανώς συλλέγει γεωγραφική κατανομή και άλλα δεδομένα αισθητήρων από μεγάλο αριθμό κινούμενων αντικειμένων, όπως ανθρώπους ή οχήματα.

Τα δεδομένα τηλεμετρίας και τηλεματικής αποστέλλονται συνήθως ως περιοδική αναφορά θέσης GPS συν μερικά πρόσθετα δεδομένα αισθητήρων, όπως η ταχύτητα και ο χρόνος. Τα συνδυασμένα, αναφερόμενα δεδομένα παρέχονται με μορφή που ονομάζεται πρόταση. Η πρόταση συνήθως συμμορφώνεται με ένα πρότυπο, όπως μία από τις πολλές format NMEA.

Για τα οχήματα, τα δεδομένα αισθητήρα θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν δεδομένα επιταχυνσιόμετρο, από τα οποία μπορεί να προκύψει η ταχύτητα, η κατεύθυνση και οι ελιγμοί, όπως οι στροφές και η πέδηση. Τα δεδομένα μπορούν επίσης να περιλαμβάνουν τις πληροφορίες του οχήματος-ταμπλό, αν το υποστηρίζει μια ενσωματωμένη συσκευή.

Με μια ευρεία επιλογή διαθέσιμων λύσεων επικοινωνίας, ο χρήστης τηλεμετρίας μπορεί να επικεντρωθεί στο μεγαλύτερο κόστος αποτελεσματική λύση για τις ανάγκες του. Σε κάθε περίπτωση το κόστος ή ακριβέστερα η αξία για τα χρήματα είναι ο τελικός διαιτητής του κάθε τεχνολογική απόφαση. Δεν είναι τόσο απλή όσο φαίνεται αρχικά. Αν και υπάρχουν οι συνήθειες

οι περιορισμοί της μέτρησης των αρχικών κεφαλαιουχικών δαπανών έναντι του κόστους λειτουργίας είναι επίσης και άλλοι λιγότερο απτές παράγοντες της εξίσωσης του κόστους. Αυτά είναι: ποιο είναι το κόστος των επικοινωνιών που λείπουν σε κρίσιμο χρόνο και τι είναι το κόστος της απώλειας επικοινωνιών κατά τη διάρκεια αστικών περιστατικών όπως πυρκαγιά ή σεισμό. Αυτή είναι η εκτίμησή μας για το ποιοι θα είναι οι κινητήριοι παράγοντες στην επιλογή των συστημάτων επικοινωνιών εδώ και για δέκα χρόνια.

Η παγκόσμια έκθεση έρευνας αγοράς στην τηλεμετρία κατηγοριοποιεί την παγκόσμια αγορά με βάση τους τομείς εφαρμογής, τη γεωγραφία και ανά χώρα, μαζί με τα έσοδα από προβλέψεις, το μερίδιο αγοράς και την ανάλυση των τάσεων σε κάθε υποτομέα. Η τηλεμετρία αεροδιαστημικής και άμυνας υποδιαιρείται στην αεροδιαστημική και την άμυνα και τα έσοδα της αγοράς υπολογίζονται σε σχέση με κάθε περιοχή. Ο τυπικός κύκλος ζωής ενός συστήματος τηλεμετρίας αεροδιαστημικής και άμυνας είναι 10 έως 12 έτη. Οι ενημερώσεις λογισμικού και υλικού λαμβάνουν χώρα στη μέση ζωή. Οι ενημερώσεις λογισμικού και υλικού δεν εμφανίζονται μεμονωμένα και αλληλοεξαρτώνονται. Η διαδικασία έρευνας και ανάπτυξης γενικά καταναλώνει περίπου τρία έως τέσσερα χρόνια. Το μέλλον των συστημάτων τηλεμετρίας θα κυριαρχείται από την απομακρυσμένη ραδιοτηλεμετρία. Οι κοινές μέθοδοι δορυφορικής επικοινωνίας για την τηλεματική θα βασίζονται στην υποδομή επικοινωνίας RF.

Επί του παρόντος, λόγω της παγκόσμιας οικονομικής αβεβαιότητας, είναι επιτακτική ανάγκη οι κύριοι φορείς στην περιοχή της Ασίας-Ειρηνικού να εκφράζουν τα συμφέροντα και τις ανησυχίες τους σχετικά με την τηλεμετρία στον τομέα της αεροδιαστημικής και της άμυνας. Οι στρατηγικές του Blue Ocean σε αυτόν τον τομέα θα βοηθήσουν την τηλεμετρία να αναπτυχθεί με ταχείς ρυθμούς. Οι χώρες της Ασίας-Ειρηνικού πρέπει να επικεντρωθούν στην ανάπτυξη και να κατευθύνουν τις οικονομίες της περιοχής τους σε υψηλότερη τροχιά μακροπρόθεσμα.

Άλλες τεχνολογικές τάσεις θα περιλαμβάνουν την ολοκλήρωση σε όλες τις πλατφόρμες για ένα απλό και καθαρό κεντρικό περιβάλλον, όπου οι χρήστες θα έχουν πρόσβαση σε δεδομένα σε πραγματικό χρόνο και καλύτερη πρόσβαση σε σταθμούς ελέγχου εδάφους.

Οι αμυντικές εταιρείες αντιμετωπίζουν μεγαλύτερη πίεση για τη βελτίωση της παραγωγικότητας στην αγορά τηλεμετρίας και ανταποκρίνονται σε σύνθετους κυβερνητικούς κανονισμούς. Μια ανάγκη για το φάσμα συχνοτήτων σε αυτόν τον κλάδο θα φέρει επανάσταση στην αγορά τηλεμετρίας αεροδιαστημικής και άμυνας στο μέλλον.



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Κωνσταντίνος Καλοβρέκτης ,Νικόλαος Κατέβας: Αισθητήρες Μέτρησης και Ελέγχου 2η Έκδοση,2015,  
Εκδόσεις Τζιόλα
- [2] David Bailey : Practical Radio Engineering and Telemetry for Industry,2003  
Εκδόσεις Newnes
- [3] Frank Carden, Russel jedlicka ,Robert Henry : Telemetry Systems Engineering,2002  
Εκδόσεις Artech House
- [4] Νικόλαος Πουλάκης : Σημειώσεις Συστήματα SCADA ,2014  
Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών ΤΕΙ δυτικής Μακεδονίας
- [5] A.F.P van Putten , Electronic Measurment Systems,Prentice-Hall Int. ,  
U.K,1988.
- [6]Κινγκ Ρ.Ε, Πληροφορικός Έλεγχος, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα 1994.
- [7]Κίνγκ Ρ.Ε, Βιομηχανικοί Ελεγκτές, Εκδόσεις Παπασωτηρίου ,Αθήνα 1997.
- [8]J.A Alloca & A.Stuart, Electronic Instrumentation, Reston Publishing  
Company Inc.(Prentice-Hall),Reston,1983.
- [9]Γιαννακόπουλος Κ.- Ζυγούρης Ε.- Τσελές Δ. Συλλογή- Μεταφορά και  
Έλεγχος Δεδομένων , ΥΠΕΠΘ / Π.Ι , Αθήνα, 2001.
- [10] Μανουσάκης Νικόλαος : Σημειώσεις Εργαστηρίου Τεχνολογίας  
Μετρήσεων και Αισθητήρες, 2014
- [11] Ιστοσελίδα στο διαδίκτυο: [www.metaspHERE.co.uk/telemetry-data-journey-f1](http://www.metaspHERE.co.uk/telemetry-data-journey-f1)
- [12] Ιστοσελίδα στο διαδίκτυο: [www.highaltitudeScience.com/pages/intro-to-weather-balloons](http://www.highaltitudeScience.com/pages/intro-to-weather-balloons)
- [13] Ιστοσελίδα στο διαδίκτυο: [www.en.wikipedia.org](http://www.en.wikipedia.org)
- [14] Ιστοσελίδα στο διαδίκτυο: [forum.nasaspaceflight.com](http://forum.nasaspaceflight.com)
- [15] Ιστοσελίδα στο διαδίκτυο: [forum.step.esa.int](http://forum.step.esa.int)