

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Η/Υ ΚΑΙ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Σχεδιασμός και Ανάπτυξη Εφαρμογών για Έξυπνα Κτίρια και
Παροχή Βοήθειας στη Καθημερινή Ζωή Με Χρήση Ασύρματων
Δικτύων Αισθητήρων

Επιβλέποντες:

Συγγραφέας:

Μαρία-Ειρήνη Θηραίου

Παύλος Σπυράκης

Ιωάννης Χατζηγιαννάκης

Γεώργιος Μυλωνάς

22 Δεκεμβρίου 2009

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ.Σπυράκη για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε.Αυτή η διπλωματική εργασία έχει φτάσει στο τέλος της χάρη στην πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση του κ.Μυλωνά.Οι ιδέες του και το γεγονός ότι οργάνωσε την δουλειά μου ήταν εξαιρετικής σημασίας για την ομαλή εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας.Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τον κ.Χατζηγιαννάκη για την βοήθεια και την καθοδήγηση του, όχι μόνο στην παρούσα διπλωματική εργασία αλλά και σε όλη την ακαδημαϊκή μου πορεία όπως και τον κ.Κονίνη για τις τεχνικές του συμβουλές και ιδέες.

Θα ήθελα επίσης να κάνω ιδιαίτερη μνεία στους δασκάλους και τους ανθρώπους του ευρύτερου ακαδημαϊκού περιβάλλοντος που μου έδωσαν το έναυσμα να ασχοληθώ με την επιστήμη.

Τέλος, αν και αυτό είναι το πιο σημαντικό, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την βοήθεια και την συμπαράσταση τους όλα αυτά τα χρόνια όπως επίσης και τους φίλους μου.Ένα δύσκολο ταξίδι έφτασε στο τέλος του, με εκείνους στο πλευρό μου.Η στήριξη τους σημαίνει πολλά για μένα και ελπίζω να είναι για πάντα δίπλα μου.

Σε όλους αυτούς, που αποτέλεσαν παράδειγμα και σημείο αναφοράς για εμένα, είναι αφιερωμένη η παρούσα διπλωματική εργασία.

Περίληψη

Τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων είναι μια ερευνητική περιοχή που τελευταία γνωρίζει μεγάλη άνθιση και η οποία αναμένεται να μεγαλώσει εκθετικά. Η μεγάλη ανάπτυξη στα πρωτόκολλα και τις τεχνολογίες των ασύρματων δικτύων έχει μεταθέσει το βάρος της αποθήκευσης (ανάγκη για μνήμη), στα δίκτυα (ανάγκη για ταχύτητα και αξιόπιστη μετάδοση). Αυτό αυτόματα δημιουργεί την ανάγκη για κατανεμημένες εφαρμογές, και ένα από τα καλύτερα παραδείγματα τέτοιων εφαρμογών, είναι εφαρμογές που χρησιμοποιούν δίκτυα αισθητήρων και οι οποίες φέρουν όλα τα προηγούμενα γνωρίσματα. Είναι λοιπόν επίκαιρη η επιλογή της ενασχόλησης μας με τα δίκτυα αισθητήρων.

Στη παρούσα διπλωματική εργασία μελετάμε διάφορες προηγούμενες προσπάθειες για βοήθεια στο σπίτι, μέσω της παρακολούθησης των ατόμων και εκμεταλλευόμενοι τα έξυπνα περιβάλλοντα όπως αυτά ορίζονται παρακάτω.

Στην συνέχεια, προτείνουμε και υλοποιούμε ένα διαφορετικό σύστημα ανίχνευσης κίνησης και παρακολούθησης, με χρήση της βιβλιοθήκης ανοικτού λογισμικού OpenCv, πάνω στην οποία κάνουμε μια συνοπτική παρουσίαση των αρχών λειτουργίας των στοιχείων που χρησιμοποιήσαμε. Τα αποτελέσματα της επεξεργασίας των δεδομένων από την OpenCv μεταφέρονται σε μια διαδικτυακή εφαρμογή μέσω της οποίας ο χρήστης έχει την δυνατότητα να λάβει πολλές συνδυασμένες πληροφορίες.

Η καινοτομία του συστήματος είναι ότι παρόλο που μιλάμε για κάμερες, αυτές χρησιμοποιούνται εξόλοκλήρου σαν αισθητήρες. Θα ήταν πιο εύκολη η απεύθείας μετάδοση video, εντούτοις το σύστημα μας επεξεργάζεται τα δεδομένα της κάμερας με την OpenCv και εξαγάγει συμπεράσματα για την κίνηση, αποθηκεύοντας τα τοπικά. Τα δεδομένα που αποστέλλει στον server είναι απλά δεδομένα κειμένου που θα μπορούσε να στέλνει και το οποιοδήποτε σύστημα αισθητήρων. Έτσι δεν χρειάζεται ανθρώπινη παρέμβαση για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων όπως απαιτεί το οποιοδήποτε σύστημα παρακολούθησης με κάμερες.

Το εν λόγω σύστημα, εντάσσεται στα πλαίσια ενός μεγαλύτερου συστήματος (το οποίο εμπεριέχει πολλών ειδών αισθητήρες), μέσω του οποίου καθίσταται δυνατός ο εντοπισμός λαθών και ο συγκερασμός πληροφοριών.

Abstract

Wireless Sensor Networks (WSN) is a research area of great evolvement, that is considered to continue growing rapidly the following years. The great evolvement considering wireless network protocols and technologies has led to an increase of demand on network speed and secure data propagation and to a decrease of demand concerning memory. These events, encourage the development of distributed applications; sensor network applications are amongst the best examples of those applications, that carry all the above attributes. So, our choice of topic is successful.

In the present thesis we study earlier efforts for providing help at home via monitoring people and taking advantage of smart environments, as they are defined below. Consequently we suggest and implement a different system of motion detection and monitoring, that uses the open source library OpenCv; the operation principles of the particles that we used, are presented later. The results of data processing by OpenCv are then transferred to a web application, via which the end user has the opportunity to receive lots of combined information.

The novelty of our system is that although it concerns cameras, they are only used as sensors. Although video streaming would be easier, our system processes locally camera data with the use of OpenCv and therefore exports conclusions concerning motion. The data sent to the server, are simple text data that could have been sent by any sensor system. Therefore, human intervention is not required in order to interpret the results, as it would be required by any camera surveillance system.

This system is part of bigger system consisting of different sensor types, via which we can combine information and trace errors.

Περιεχόμενα

1	Εισαγωγή	7
1.1	Έξυπνα Περιβάλλοντα	7
1.1.1	Ορισμός και Συστατικά στοιχεία των Έξυπνων Περιβάλλοντων	8
1.1.2	Έξυπνα Περιβάλλοντα και Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων	9
1.1.3	Διεσδυτικά συστήματα υπολογιστικών μηχανημάτων	10
1.1.4	Μοντελοποίηση κατοίκησης	12
1.1.5	Λήψη αποφάσεων	12
1.1.6	Παρακολούθηση Υγείας και Βοήθεια.	13
1.2	Το σύστημα που αναπτύσσουμε	14
2	Προηγούμενες Προσεγγίσεις και Αναφορές	16
2.1	Παρακολούθηση ηλικιωμένων με παράλληλη προσφορά υπηρεσιών - Σύστημα BScore	16
2.1.1	Συνοπτική Παρουσίαση του συστήματος BScore	17
2.1.2	Η αρχιτεκτονική του συστήματος BehaviorScope	18
2.1.3	Αισθητήρες	19
2.1.4	Έξυπνο gateway	19
2.1.5	Κεντρικός εξυπηρετητής	20
2.1.6	Διεπαφή Τελικών Χρηστών	20
3	Μελέτη Τεχνολογιών Επικοινωνίας μεταξύ Αισθητήρων με σκοπό την ενσωμάτωση τους στα Έξυπνα Περιβάλλοντα	21
3.1	Radio Frequency Identification (RFID)	21
3.1.1	Εφαρμογές	22
3.1.2	Οι κλάσεις των Tags	23
3.1.3	Πλεονεκτήματα της κλάσης 4 των Tags	23
3.1.4	Θέματα Ασφαλείας και Προσωπικών Δεδομένων	24

3.1.5 Έξυπνες Κάρτες	26
3.2 Near Field Communication(NFC)	26
3.2.1 Κύριες εφαρμογές	26
3.2.2 Πρότυπα και Συμβατότητα	27
3.2.3 Επισκόπηση της NFC Τεχνολογίας	28
3.2.4 Τρόποι Λειτουργίας :Ενεργητικός και Παθητικός	28
3.2.5 Κωδικοποίηση και Διαμόρφωση	29
3.2.6 Η Κωδικοποίηση Manchester	29
3.2.7 Η Κωδικοποίηση Miller(Παραλλαγή)	29
3.2.8 Πομπός και Δέκτης	29
3.2.9 Αποφυγή Συγκρούσεων	30
3.2.10Θέματα Ασφαλείας	30
3.2.11Σύγκριση με άλλες τεχνολογίες	31
3.2.12Σύγκριση NFC με Bluetooth και Infrared	31
4 OpenCv	32
4.1 Εισαγωγή στην OpenCv	32
4.1.1 Οι εκδόσεις της OpenCv και τα λειτουργικά συστήματα από τα οποία υποστηρίζεται	32
4.1.2 Τα συστατικά μέρη της OpenCv	33
4.1.3 Τα πλεονεκτήματα της OpenCv	33
4.2 Εφαρμογές της OpenCv στο πεδίο του Computer Vision	34
4.3 Computer Vision	35
4.4 Tracking	40
4.4.1 Προβλήματα στο tracking	40
4.4.2 Τεχνικές Tracking	40
4.4.3 Mean-Shift και Camshift Tracking	41
4.5 Σκιαγραφήματα Κίνησης	42
5 Το σύστημα μας	50
5.1 Η Αρχιτεκτονική και οι Απαιτήσεις του Συστήματος	50
5.1.1 Καταγραφή Απαιτήσεων του Χρήστη	51
5.1.2 Προδιαγραφές Διεπαφής Χρήστη	55
5.2 Υλοποίηση/Περιγραφή Συστήματος	57
5.2.1 Επεξεργασία με OpenCv	57
5.2.2 Η Βάση Δεδομένων	61
5.2.3 Η διεπαφή χρήστη	62
5.2.4 Χρήσιμο Υλικό	67

Κατάλογος Σχημάτων

1.1 Ένα έξυπνο σπίτι.	8
2.1 Δομικά Στοιχεία του BehaviourScope	19
2.2 Κάτοψη	20
3.1 Το σύστημα συσκευής ανάγνωσης RFID tags	22
3.2 Κατηγοριοποίηση των RFID tags	24
3.3 Τα RFID χαμηλού κόστους σε αντιπαραβολή με τα εξελιγμένα RFID	24
4.1 Η Δομή της OpenCv	34
4.2 Ο υπολογιστής αντιλαμβάνεται τον πλαϊνό καθρέφτη ως ένα σύνολο αριθμών.	37
4.3 Η δισδιάστατη απεικόνιση των αντικειμένων αλληιάζει πολύ ανάλογα με την γωνία που τα παρατηρούμε.	38
4.4 Ο Mean-shift σε εφαρμογή. Τοποθετείται αρχικά ένα παράθυρο πάνω σε ένα δισδιάστατο πίνακα που σχηματίζεται από σημεία που αναπαριστούν δεδομένα. Επαναλαμβάνουμε την διαδικασία βρίσκοντας κάθε φορά το καινούριο κέντρο του παραθύρου πάνω στο τοπικό μέγιστο της κατανομής των δεδομένων, μέχρι να υπάρξει σύγκλιση.	43
4.5 Διάγραμμα προτύπων κινήσεων: (α) ένα τετμημένο αντικείμενο στην συγκεκριμένη χρονοσφραγίδα(λευκό) (β) στο επόμενο βήμα, το αντικείμενο κινείται και είναι μαρκαρισμένο με την νέα τρέχουσα χρονοσφραγίδα, αφήνοντας πίσω το παλαιότερο όριο κατάταξης(γ) στο επόμενο βήμα, το αντικείμενο κινείται κι άλλο, αφήνοντας παλαιότερες καταταμήσεις ως διαδοχικά σκοτεινότερα ορθογώνια, η ακολουθία της κωδικοποιημένης κίνησης των οποίων, παράγει την εικόνα ιστορίας κινήσεων.	45

4.6	Πρότυπα κίνησης σιλουετών κινούμενων αντικειμένων.	45
4.7	Η κλίση της κίνησης στην εικόνα mhi : (Α) Το μέτρο και η κατεύθυνση της κλίσης· (Β) Οι μεγάλες κλίσεις εξαλείφονται (Γ) Βρίσκουμε την συνολική κίνηση.	47
4.8	Τομή των τοπικών περιοχών κίνησης στην mhi εικόνα : (Α) Σκάνανε την mhi εικόνα για τρέχοντα σκιαγραφήματα (α)και όταν τα βρεις πήγαινε γύρω από την περίμετρο και ψάξε για άλλα τωρινά σκιαγραφήματα (β)όταν βρεις ένα τρέχον σκιαγράφημα,κάνε “flooding” προς τα κάτω (γ) απομόνωσε την τοπική κίνηση(β)χρησιμοποίησε τις κλίσεις που βρέθηκαν στην απομονωμένη περιοχή για να υπολογίσεις την τοπική κίνηση (Γ) απομάκρυνε την περιοχή που βρήκες πριν και ψάξε για μια νέα περιοχή σκιαγραφήματος(δ)ψάξε κατά μήκος της(ε)“flooding” προς τα κάτω(ζ)(Δ)υπολόγισε την κίνηση στην καινούρια περιοχή που απομόνωσες και συνέχισε την διαδικασία (Α)-(Γ) μέχρι να μη μείνει κανένα σκιαγράφημα	48
5.1	Η αρχιτεκτονική του συστήματος.	52
5.2	Τα τρία κυριότερα μέρη της αρχιτεκτονικής.	53
5.3	Εδώ δίνεται μια πρώτη προσέγγιση της διαδικτυακής διεπαφής.Παρατηρούμε ότι με κόκκινο κύκλο δίνεται η θέση που ανιχνεύτηκε κίνηση ενώ ο χρήστης μπορεί να επιλέξει ποιόν όροφο θέλει να παρακολουθήσει, να διασταυρώσει αν η υπήρξε όντως κίνηση, και να δει διάφορα στατιστικά στοιχεία.	56
5.4	Εδώ δίνεται ένα υπόδειγμα της υποσελίδας που περιέχει τα στατιστικά και δίνει την δυνατότητα επερωτήσεων (queries) στους χρήστες.	57
5.5	Αυτό είναι ένα αφαιρετικό σχήμα που περιγράφει την σύνδεση του προγράμματος μας με τις βιβλιοθήκες της OpenCv που χρησιμοποιεί όπως και με τις βιβλιοθήκες του συστήματος.	58
5.6	Ένα στιγμιότυπο από την επεξεργασία που γίνεται για την εύρεση της κίνησης με την OpenCv.	62
5.7	Η λογική ιεράρχηση και οι εξαρτήσεις μεταξύ των 5 βασικών αρχείων java	68
5.8	Οι βιβλιοθήκες που χρησιμοποιεί το αρχείο MyApp.java.	69
5.9	Οι βιβλιοθήκες που χρησιμοποιεί το αρχείο App.java	70
5.10	Οι βιβλιοθήκες που χρησιμοποιεί το RSSFeedWriter.	71
5.11	Ένα στιγμιότυπο από το site.	72

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

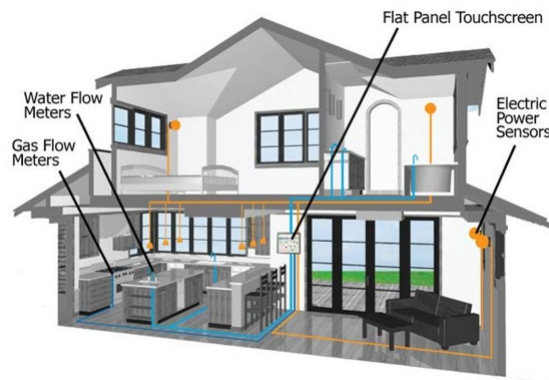
1.1 Έξυπνα Περιβάλλοντα

Πριν από 20 περίπου χρόνια το Internet έκανε δειλά-δειλά την είσοδο του στην καθημερινότητα μας και κανείς δεν μπορούσε να φανταστεί την επανάσταση που θα έφερνε όχι μόνο σε τεχνολογικό και οικονομικό, αλλά κυρίως σε κοινωνικό επίπεδο. Στην σημερινή εποχή συντελείται μια δεύτερη επανάσταση που προκύπτει από την χρήση των έξυπνων περιβαλλόντων, τα οποία εισβάλλουν στην καθημερινότητα μας με συνεχώς αυξανόμενο ρυθμό.

Στην εποχή μας ενδέχεται να ζήσουμε την εξαφάνιση του Internet ή καλύτερα την ενσωμάτωση του σε συσκευές και αντικείμενα του φυσικού περιβάλλοντος που θα επικοινωνούν μεταξύ τους αλλά και με το παγκόσμιο δίκτυο, και οι οποίες θα καταλαβαίνουν τις ανάγκες, τις επιθυμίες, και τα συναισθήματα του ανθρώπου που υπηρετούν.

Τα έξυπνα περιβάλλοντα λοιπόν, στα οποία εντάσσεται και το σύστημα που αναπτύσσουμε στην παρούσα διπλωματική εργασία, παρουσιάζουν πολύ μεγάλο ερευνητικό ενδιαφέρον στην εποχή μας. Τα περιβάλλοντα αυτά, φέρνουν ένα ψηφιακό περιβάλλον, το οποίο θα μπορεί να διακρίνει την ανθρώπινη παρουσία και την προσωπικότητα, την ψυχολογική διάθεση, να προσαρμόζεται στις ανάγκες του χρήστη, ικανό να ανταποκρίνεται έξυπνα στις χειρονομίες ή τις φωνητικές εντολές και να παρέχει ένα ευχάριστο και χαλαρωτικό περιβάλλον, χωρίς να κουράζει με πολύπλοκες διαδικασίες εκμάθησης της λειτουργίας του.

Ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημα, πολύ επίκαιρο εν μέσω ενεργειακής κρίσης και κλιματικής αλλαγής, είναι το γεγονός ότι συνεισφέρουν στην εξ-



Σχήμα 1.1: Ένα έξυπνο σπίτι.

οικονόμηση ενέργειας αφού για παράδειγμα, με χρήση αισθητήρων νερού μπορεί να διοχετεύεται ακριβώς η απαιτούμενη ποσότητα ενώ με την ανίχνευση κίνησης μπορεί να γίνει εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση/κλιματισμό.

Όμως, όπως όλα τα αγαθά που προκύπτουν από το κουτί της τεχνολογικής Πανδώρας, τα έξυπνα περιβάλλοντα θα πρέπει να είναι απαλλαγμένα από ορισμένα μειονεκτήματα όπως η απροσδόκητη συμπεριφορά, η ανασφάλεια των προσωπικών δεδομένων, ή ακόμα και υπολογιστικούς ιούς που μπορεί να κάνουν το σπίτι ή το χώρο εργασίας να δυσλειτουργεί, ούτως ώστε να μπορέσουν να εναρμονιστούν στην καθημερινότητα μας.

1.1.1 Ορισμός και Συστατικά στοιχεία των Έξυπνων Περιβάλλοντων

Τα έξυπνα περιβάλλοντα (Smart Environments) ή όπως είναι αλλιώς γνωστά ως περιβάλλουσα νοημοσύνη (Ambient Intelligence-AmI) έχουν την δυνατότητα να αναγνωρίζουν τα πρόσωπα και να προσαρμόζουν το περιβάλλον σύμφωνα με τις ανάγκες και τις επιθυμίες τους, σε οποιοδήποτε σημείο του πλανήτη και αν βρίσκονται.

Ορίζουμε ως έξυπνο περιβάλλον : “Ένα περιβάλλον το οποίο είναι σε θέση να λάβει και να εφαρμόσει γνώση σχετικά με το περιβάλλον και τους κατοίκους του, ούτως ώστε να βελτιώνει την εμπειρία τους σε αυτό”.

Τα έξυπνα περιβάλλοντα δομούνται πάνω στη σύγκλιση τριών τεχνολογιών: αυτή του πανταχού παρόντα υπολογιστή (Ubiquitous Computing), της πανεπικοινωνίας (Ubiquitous Communication), και στις έξυπνες και φιλικές

επιφάνειες χειρισμού (Intelligent User Friendly Interfaces).Οι εξελίξεις στους τομείς της τεχνητής νοημοσύνης, των κινητών δικτύων, της ρομποτικής, της ανάπτυξης ενδιάμεσου λογισμικού (middleware), 'των πρακτόρων', των δικτύων αισθητήρων και των πολυμέσων συνεπάγονται την εξέλιξη των τριών ακρογωνιαίων λίθων που περιγράψαμε.Οι εξελίξεις αυτές έχουν μια αμφίδρομη σχέση με την αυξανόμενη ζήτηση από την αγορά και την κοινωνία, αφού και η ζήτηση οδηγεί στην εξέλιξη, αλλά και η εξέλιξη οδηγεί σε ζήτηση για καλύτερα συστήματα.

1.1.2 Έξυπνα Περιβάλλοντα και Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων

Ιστορική Αναδρομή

Οι προκλήσεις που αφορούν την ανίχνευση των κατάλληλων ποσοτήτων δεδομένων, τον έλεγχο και τη συλλογή των δεδομένων, την αξιολόγηση των πληροφοριών και των λειτουργιών λήψης αποφάσεων και προειδοποιήσεων για τυχόν κινδύνους είναι τεράστιες.Οι πληροφορίες που απαιτούνται από τα έξυπνα περιβάλλοντα παρέχονται από τα κατανεμημένα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (WSN-Wireless Sensor Networks), τα οποία είναι υπεύθυνα για την ανίχνευση των δεδομένων καθώς επίσης και για τα πρώτα στάδια της επεξεργασίας τους.

Η αρχική έρευνα στα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων πραγματοποιήθηκε μετά από πρωτοβουλίες χρηματοδότησης διάφορων στρατιωτικών ερευνητικών προγραμμάτων.Πολύ γνωστά είναι τα προγράμματα που υποστηρίχθηκαν και χρηματοδοτήθηκαν από το DARPA (US Defense Advanced Research Projects Agency), όπως π.χ., το Smart Dust.

Το Smart Dust βασίστηκε στην ιδέα ότι χιλιάδες μικροσκοπικοί αισθητήρες θα μπορούσαν να διασκορπιστούν από ένα μικροσκοπικό, μη επανδρωμένο, αεροπλάνο και να παίζουν το ρόλο των 'άορατων' ματιών και αυτιών εναντίον του εχθρού στο πεδίο της μάχης.Αυτοί οι αυτόνομοι αισθητήρες, με την ικανότητα να ανιχνεύουν και μετά να επικοινωνούν με άλλους κοντινούς τους, αυτο-οργανώνονται σε ad-hoc δίκτυα που μπορούν να αναμεταδώσουν τα δεδομένα χρησιμοποιώντας την ασύρματη τεχνολογία.Εξέλιξη της παραπάνω αρχικής ιδέας είναι τα προγράμματα NEST και SENSIT, τα οποία υποστηρίζονται και χρηματοδοτούνται από το DARPA.

Ο Κύκλος Αντίληψης και Εκτέλεσης

Το WSN είναι ένα ασύρματο δίκτυο που αποτελείται από καταναεμημένες και αυτόνομες στο χώρο συσκευές που χρησιμοποιούν αισθητήρες για να ελέγξουν φυσικές ή περιβαλλοντικές συνθήκες όπως η θερμοκρασία, ο ήχος, η δόνηση, η πίεση, η κίνηση και οι ρύποι σε διαφορετικές θέσεις.

Ο αυτοματισμός που εφαρμόζεται σε ένα έξυπνο περιβάλλον μπορεί να θεωρηθεί ως ένας κύκλος κατά την διάρκεια του οποίου λαμβάνεται η τρέχουσα κατάσταση του περιβάλλοντος, λαμβάνονται υπ' όψιν οι τελικοί στόχοι και τα αποτελέσματα των πιθανών επεμβάσεων σε αυτό και τελικά γίνονται οι επεμβάσεις με στόχο την αλλαγή της κατάστασης του.

Η αντίληψη του περιβάλλοντος είναι μια διαδικασία από κάτω προς τα πάνω. Οι ασύρματοι αισθητήρες (WSN) παρακολουθούν το περιβάλλον και παρέχουν τα δεδομένα τους στο επίπεδο επικοινωνίας. Η βάση δεδομένων αποθηκεύει τα δεδομένα, ενώ άλλα μέρη επεξεργάζονται την ακατέργαστη πληροφορία με σκοπό να εξαγάγουν χρήσιμη γνώση (π.χ. μοντέλα δράσης, patterns). Η καινούρια πληροφορία είναι διαθέσιμη στους αλγορίθμους που παίρνουν αποφάσεις (οι οποίοι βρίσκονται στο ανώτατο επίπεδο) όταν το ζητήσουν ή σύμφωνα με ένα προκαθορισμένο τρόπο.

Η εκτέλεση των ενεργειών γίνεται από πάνω προς τα κάτω. Όταν αποφασιστεί μια ενέργεια, στέλνεται στα επίπεδα υπηρεσιών (πληροφόρησης και επικοινωνίας) τα οποία καταγράφουν την ενέργεια και την προωθούν στα φυσικά μέρη. Το φυσικό επίπεδο εκτελεί την ενέργεια και συνεπώς αλλάζει η κατάσταση του περιβάλλοντος δίνοντας μία άλλη αντίληψη για αυτό στον χρήστη.

1.1.3 Διεισδυτικά συστήματα υπολογιστικών μηχανημάτων

Πρόσφατες εξελίξεις σε έξυπνες τεχνολογίες, πράκτορες λογισμικού, και τεχνολογίες ενδιάμεσου επιπέδου οδήγησαν στην ανάπτυξη των διεισδυτικών ή πανταχού παρόντων (Ubiquitous) υπολογιστικών τεχνολογιών. Οι διεισδυτικές τεχνολογίες, πληρώντας τις προϋποθέσεις για ασύρματη κινητή επικοινωνία και εκτέλεση υπολογισμών όπως επίσης για υπολογισμό ανάλογα με την κατάσταση μπορούν και παρέχουν διάφορους τύπους υπηρεσιών στους χρήστες, στις εφαρμογές και στις συσκευές όπου το θέλουν, όταν το θέλουν και με όποιο τρόπο θέλουν. Υπάρχουν διάφορα ανοικτά θέματα στα διεισδυτικά υπολογιστικά συστήματα όπως η διαφάνεια ή η άγνοια του χρήστη/της συσκευής για την διαδικασία που επιτελείται, η ανακάλυψη της υπηρεσίας, η

ανομοιογένεια, η κινητικότητα, η διασφάλιση των προσωπικών δεδομένων, η ασφάλεια και η εμπιστοσύνη. Σε αυτά τα περιβάλλοντα απαιτείται το hardware και το software να λειτουργούν αυτόνομα, συνεχώς και σωστά. Από αυτήν την οπτική γωνία, τα διεισδυτικά υπολογιστικά και επικοινωνιακά συστήματα προσφέρουν μια κατάλληλη πλατφόρμα για την υλοποίηση των έξυπνων περιβαλλόντων τα οποία συνδέουν τους υπολογιστές με καθημερινά προβλήματα αποκτώντας και επαναδιοχετεύοντας επιτυχώς γνώση στο περιβάλλον μας.

Η ανακάλυψη υπηρεσιών, περιγράφεται ως η διαδικασία ανακάλυψης διαδικασιών λογισμικού, μονάδων hardware και υπηρεσιών. Ο ρόλος της ανακάλυψης υπηρεσιών στο pervasive computing είναι να παρέχει ενημέρωση περιβάλλοντος στις συσκευές και ενημέρωση συσκευών στο περιβάλλον. Η διαφήμιση της παροχής υπηρεσιών και η ανακάλυψη υπηρεσιών είναι τα σημαντικά συστατικά αυτού του module. Αν και η ανακάλυψη υπηρεσιών σε κινούμενο περιβάλλον έχει καλυφθεί σε υπάρχουσες εργασίες, η ανακάλυψη υπηρεσιών στο pervasive computing βρίσκεται σε πολύ αρχικό στάδιο.

Υπάρχουν διάφοροι μηχανισμοί ανακάλυψης υπηρεσιών οι οποίοι περιλαμβάνουν τα JINI και Salutions καθώς επίσης και το Διεθνές Σύστημα Ονομασιών.

Διάφορες νέες ενσωματωμένες συσκευές και αισθητήρες έχουν αναδειχτεί στην βιομηχανία και στα ερευνητικά εργαστήρια. Η αρχιτεκτονική των αισθητήρων Berkeley και το λειτουργικό σύστημα TinyOS, είναι καλά παραδείγματα συσκευών και τεχνολογιών που αναπτύχθηκαν για χρήση με ενσωματωμένους δικτυωμένους αισθητήρες. Η πρόκληση εδώ είναι ο σχεδιασμός συσκευών που θα είναι πολύ μικρές (και θα θεωρούνται σχεδόν εξαφανισμένες για το υπόλοιπο περιβάλλον), θα καταναλώνουν λίγη ή καθόλου ενέργεια (ίσως τροφοδοτούμενες από την πίεση του χώρου, από το φως ή την θερμοκρασία), και θα επικοινωνούν αδιόρατα με τις άλλες συσκευές, μέσω ενός απλού, κοινού, κατάλληλου για όλες τις χρήσεις επικοινωνιακού πρωτοκόλλου.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, ένα διεισδυτικό (ή έξυπνο περιβάλλον), περιλαμβάνει μεγάλο αριθμό αόρατων μονάδων, ανώνυμων χρηστών και ubiquitous υπηρεσίες. Η ανακάλυψη αποτελεσματικών ενδιάμεσων εργαλείων για την κάλυψη των ετερογενών ασύρματων δικτύων και τα κινητικά αποτελέσματα είναι μια μεγάλη πρόκληση. Η παροχή επίσης ενιαίων (ομοιογενών) υπηρεσιών ασχέτως τόπου, είναι ζωτικής σημασίας. Η πρόκληση εδώ είναι να παρέχεις υπηρεσίες που λαμβάνουν υπ' όψιν τους τον τόπο με ένα προσαρμόσιμο τρόπο, και σε μια μορφή που θα είναι περισσότερο κατάλληλη τόσο για τον συγκεκριμένο τόπο όσο και για την υπό εξέταση κατάσταση.

1.1.4 Μοντελοποίηση κατοίκησης

Το κύριο χαρακτηριστικό που διαχωρίζει τα έξυπνα περιβάλλοντα από τα περιβάλλοντα τα οποία ελέγχονται από τον χρήστη, είναι η δυνατότητα μοντελοποίησης της συμπεριφοράς των κατοίκων που προσφέρουν τα πρώτα. Αν είναι εφικτή αυτή η μοντελοποίηση, τότε το μοντέλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραμετροποίηση του περιβάλλοντος με σκοπό την αυτοματοποίηση, την ασφάλεια και την εξοικονόμηση ενέργειας. Αν το μοντέλο είναι μια ακριβής αναπαράσταση του περιβάλλοντος, τότε μπορεί να αποτελέσει βάση για να διαπιστωθούν ανωμαλίες και διαφοροποιήσεις από τις καθημερινές συνήθειες του κατοίκου. Ακόμη, αν το μοντέλο έχει την ικανότητα να επαναπροσδιορίζεται, τότε το περιβάλλον μπορεί να προσαρμοσθεί σε αυτές τις αλλαγές.

Χαρακτηρίζουμε τις προσπάθειες μοντελοποίησης μιας κατοικίας/εργασιακού χώρου σύμφωνα με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά :

1. Τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται για να χτιστεί το μοντέλο.
2. Το τύπο του μοντέλου που κατασκευάζεται.
3. Την φύση του αλγορίθμου που χρησιμοποιείται για την μοντελοποίηση. (Με επίβλεψη, χωρίς επίβλεψη).

Συνήθως τα δεδομένα που χρειάζονται για την κατασκευή ενός μοντέλου, είναι πληροφορίες χαμηλού επιπέδου που λαμβάνονται από αισθητήρες. Τέτοιου είδους δεδομένα είναι εύκολο να συγκεντρωθούν και να επεξεργασθούν, ωστόσο ο μεγάλος τους όγκος δημιουργεί προβλήματα υπολογιστικής φύσης στους αλγορίθμους μοντελοποίησης. Τα προβλήματα είναι πολύ μεγαλύτερα όταν πρόκειται για δεδομένα ήχου και εικόνας. Στη βιβλιογραφία υπάρχουν περιπτώσεις χρησιμοποίησης δεδομένων video για να ανακαλύψει κανείς κανόνες συσχέτισης στις πράξεις των κατοίκων/εργαζομένων. Οι κανόνες αυτοί αποτελούν τη βάση για την ανίχνευση ανωμαλιών στο περιβάλλον. Επίσης έχουν υπάρξει προσπάθειες ανίχνευσης ομιλίας για να την αυτόματη μοντελοποίηση ομάδων που αλληλεπιδρούν σε ένα έξυπνο περιβάλλον. Οι τεχνικές αυτές μπορούν να χαρακτηριστούν τεχνικές μάθησης χωρίς επίβλεψη.

1.1.5 Λήψη αποφάσεων

Τα αμιγώς έξυπνα περιβάλλοντα όπως περιγράφηκαν προηγουμένως είναι σπάνια στην εποχή μας. Όμως, η αυτοματοποιημένη λήψη αποφάσεων και οι

τεχνικές ελέγχου μας βοηθούν σε αυτή την κατεύθυνση. Στην βιβλιογραφία υπάρχουν έρευνες που περιγράφουν το πώς συστήματα σχεδιασμού που χρησιμοποιούν την τεχνητή νοημοσύνη, μπορούν όχι μόνο να υπενθυμίσουν μια υποχρέωση, αλλά και να την φέρουν εις πέρας αν χρειαστεί.

1.1.6 Παρακολούθηση Υγείας και Βοήθεια.

Ένα κορυφαίο ερευνητικό θέμα αποτελεί, η σχεδίαση και η υλοποίηση ενός έξυπνου περιβάλλοντος που θα παρακολουθεί την υγεία ανθρώπων με αναπηρίες όπως επίσης και των ηλικιωμένων. Η αύξηση του προσδόκιμου μέσου όρου ζωής σε συνδυασμό με την μείωση των γεννήσεων έχουν οδηγήσει στην αύξηση του πληθυσμού μεγάλης ηλικίας και αναμένουμε ακόμη μεγαλύτερη αύξηση στο μέλλον. Ο αριθμός των ανθρώπων άνω των 60 θα έχει τριπλασιαστεί μέχρι το 2050, και τα Ηνωμένα Έθνη επισημαίνουν ότι στα περισσότερα κράτη, οι ηλικιωμένοι ζουν μόνοι, εν μέρη επειδή δεν επιθυμούν την μετακίνηση από το σπίτι τους ακόμη και αν αυτό επιφέρει αυξημένο κίνδυνο για την υγεία και την ασφάλεια τους.

Με την ανάπτυξη των έξυπνων περιβαλλόντων, η αυτοματοποιημένη βοήθεια στο σπίτι μπορεί να επιτρέψει σε άτομα με διανοητικές και φυσικές αναπηρίες να ζουν ανεξάρτητοι στο σπίτι τους. Αυτή η τεχνολογία παροχής βοήθειας πρέπει να προσφέρει *εξασφάλιση* (δηλαδή να διασφαλίζει ότι το άτομο είναι ασφαλές και σε θέση να ακολουθήσει την ρουτίνα της καθημερινότητας), *υποστήριξη* (δηλαδή να βοηθά το άτομο να αντισταθμίζει τις αναπηρίες του) και *αξιολόγηση* (να καθορίζεται η φυσική και πνευματική κατάσταση του ατόμου).

Σύμφωνα με μια έρευνα, αν κανείς αναλύσει τις τηλεοπτικές συνήθειες των ηλικιωμένων είναι αρκετό για να αναλύσει τις συμπεριφορές τους χωρίς να χρειάζονται δεδομένα από αισθητήρες. Στο πανεπιστήμιο της Βιρτζίνια, με τα δεδομένα από τους αισθητήρες μπόρεσαν να καταλάβουν ποιες μέρες ήταν μέρες άδειας για τους κατοίκους του σπιτιού και ποιες μέρες οι άνθρωποι εργάζονταν. Η βοήθεια στο σπίτι για άτομα με ειδικές ικανότητες μπορεί να προσφερθεί με πολλούς τρόπους. Εάν έχει κατασκευαστεί ένα πρότυπο για την συνηθισμένη συμπεριφορά, τότε μπορούμε να το χρησιμοποιήσουμε για να υπενθυμίζουμε καθημερινές υποχρεώσεις. Έχουν υπάρξει και έρευνες όπου χρησιμοποιούνται μοντέλα για να υπενθυμίζουν το πλύσιμο των χεριών. Με το να αναγνωρίζεται τότε το άτομο εκτελεί την πράξη και την υπενθύμιση του επόμενου βήματος, βρέθηκε ότι τα άτομα εκτέλεσαν την πράξη 25 τις εκατό, περισσότερες φορές από ότι θα έκαναν κανονικά.

1.2 Το σύστημα που αναπτύσσουμε

Με το ακόλουθο σύστημα επιθυμούμε να ανιχνεύουμε κίνηση και να δίνεται στο χρήστη αυτή η πληροφορία σε συνδυασμό με το που ανιχνεύτηκε χρησιμοποιώντας μια φιλική διεπαφή χρήστη.

Ένα παράδειγμα ανίχνευσης είναι το κατά πόσον αυτό που αντιλήφθηκε η κάμερα είναι ζώο ή άνθρωπος. Το σύστημα μας χρησιμοποιείται με τον ίδιο τρόπο που θα χρησιμοποιούσαμε έναν αισθητήρα κίνησης συνδυασμένο ίσως και με ένα αισθητήρα βάρους ούτως ώστε να καταλάβει από που προήλθε η κίνηση. Υπάρχουν όμως περιπτώσεις που η χρήση της κάμερας είναι απαραίτητη ή προτιμότερη από άλλες λύσεις είτε λόγω κόστους όπως τα RFID και τα NFC μεγάλης εμβέλειας που περιγράφονται πιο κάτω, είτε γιατί προσφέρει παραπάνω λειτουργικότητα όπως για παράδειγμα την δυνατότητα αναγνώρισης χειρονομιών, είτε γιατί στην ουσία ο εξοπλισμός των καμερών μπορεί να προϋπάρχει και το μόνο που χρειάζεται είναι το κατάλληλο λογισμικό για να τις χρησιμοποιήσουμε ως αισθητήρες.

Σε ένα κτίριο, για παράδειγμα το κτίριο του EAITY, σχεδιάζουμε ένα έξυπνο περιβάλλον χρησιμοποιώντας κάμερες ως αισθητήρες, οι οποίες είναι συνδεδεμένες με υπολογιστή και εποπτεύουν το χώρο ενώ επικοινωνούν μέσω δικτύου με μια κεντρική διαδικτυακή διεπαφή. Είναι δυνατή η τοποθέτηση παραπάνω από δύο κάμερες στον ίδιο χώρο. Στα δεδομένα που έχουν καταγραφεί γίνεται επεξεργασία με προγράμματα που χρησιμοποιούν την βιβλιοθήκη OpenCv η οποία αρχικά είχε αναπτυχθεί από την Intel.

Εν συνεχεία, παίρνουμε την θέση του αντικειμένου που ανιχνεύτηκε η κίνηση και άλλα στοιχεία που προκύπτουν από την επεξεργασία και τα αποθηκεύουμε τοπικά μέχρι να διαβαστούν από μια διαδικτυακή διεπαφή χρήστη (site) δημιουργημένη μέσω Java Servlets μέσω της οποίας προσφέρονται οι παρακάτω λειτουργικότητες, με βασικότερη την αναπαράσταση της κίνησης στο κτίριο πάνω στα σχέδια του κτιρίου. Προσφέρουμε την απαραίτητη αδιαφάνεια ούτως ώστε ο τελικός χρήστης απλά να κάνει χρήση της τελικής διαδικτυακής εφαρμογής χωρίς να είναι απαραίτητη κάποια γνώση από μέρους του.

Το σύστημα μας αποτελείται από τα εξής βασικά μέρη :

1. *Τις κάμερες εποπτείας του χώρου οι οποίες είναι συνδεδεμένες σε κάποιον υπολογιστή ο οποίος αναλαμβάνει και την τοπική επεξεργασία των ακατέργαστων πληροφοριών μέσω της βιβλιοθήκης OpenCv.*

2. Τα αρχεία που βρίσκονται στον κάθε υπολογιστή και αποθηκεύουν τοπικά τα αποτελέσματα της επεξεργασίας.
3. Τον υπολογιστή που λειτουργεί ως κεντρικός εξυπηρετητής και φιλοξενεί τον ιστότοπο.

Θα αναλύσουμε λεπτομερώς τις λειτουργίες αυτών των βασικών μερών και θα προχωρήσουμε στην τεχνική περιγραφή τους, σε επόμενο κεφάλαιο. Πριν από αυτό, όμως θα κάνουμε μια βιβλιογραφική αναφορά σε προηγούμενες προσεγγίσεις του προβλήματος, μια συνοπτική επισκόπηση σε άλλες τεχνολογίες επικοινωνίας, και μια σύντομη παρουσίαση της βιβλιοθήκης OpenCv.

Κεφάλαιο 2

Προηγούμενες Προσεγγίσεις και Αναφορές

2.1 Παρακολούθηση ηλικιωμένων με παράλληλη προσφορά υπηρεσιών - Σύστημα BScore

Η παρακολούθηση των καθημερινών δραστηριοτήτων και η προσφορά αυτοματοποιημένων υπηρεσιών που βελτιώνουν την ασφάλεια και την ποιότητα της ζωής είναι μια σημαντική προσφορά που μπορεί να γίνει σε ηλικιωμένους ανθρώπους. Τελευταία, υπάρχει μια μεγαλύτερη ανάγκη αλλά και ευκολία να προσφέρουμε ένα τέτοιο σύστημα παρακολούθησης, αφενός επειδή το κόστος για την φροντίδα αυξάνεται μαζί με τον αυξανόμενο μέσο όρο ζωής και το πλήθος των ηλικιωμένων, αφετέρου επειδή έχουν αναπτυχθεί οι τεχνολογίες των επικοινωνιών, των αισθητήρων και της επεξεργασίας δεδομένων τόσο ώστε να είναι το κόστος τους να μην είναι απαγορευτικό, ενώ έχει βελτιωθεί και η αξιοπιστία τους.

Από τεχνολογικής απόψεως, υπάρχει πληθώρα των συστατικών αυτών των συστημάτων, καθώς έχουν αναπτυχθεί διάφορα συστήματα τόσο από το ακαδημαϊκό περιβάλλον όσο και από το επιχειρηματικό. Αυτό που όμως λείπει, είναι η εμπειρία και η συστηματική γνώση ούτως ώστε να συνδυαστούν έξυπνα τα συστατικά μέρη σε πρακτικά και εφαρμόσιμα συστήματα. Επίσης, τα περισσότερα από αυτά τα συστήματα εστιάζουν στην συλλογή και παρουσίαση απλών στατιστικών δεδομένων, χρησιμοποιώντας αισθητήρες όπως συσκευές που φοριούνται, και απαιτώντας έτσι την εμπλοκή νοσοκόμων στο σύστημα.

Ένα επιτυχημένο σύστημα που προτάθηκε από τους Bamis, Lymberopoulos, Texeira και Savvides [6], [3] στο πανεπιστήμιο του Yale είναι το BehaviorScope (BScope) το οποίο προσπαθεί να ανταποκριθεί στις προαναφερθείσες αντιξοότητες χτίζοντας ένα λειτουργικό σύστημα με διάφορων ειδών αισθητήρες το οποίο στοχεύει στο να ερμηνευθούν από τα δεδομένα των αισθητήρων οι ανθρώπινες συμπεριφορές και στο να φτιαχτούν μοντέλα της φυσικής δραστηριότητας των ατόμων τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για ειδοποιήσεις και για διεξαγωγή ερωτηματολογίων.

2.1.1 Συνοπτική Παρουσίαση του συστήματος BScope

Για την παροχή υπηρεσιών απαιτείται να τοποθετηθούν αισθητήρες μέσα στο σπίτι για να παρακολουθούν τους κατοίκους, να ερμηνεύουν τις παρατηρήσεις τους και να παρέχουν απαντήσεις με νόημα. Λαμβάνοντας υπόψη την κατάσταση των ηλικιωμένων, μπορούμε να περιμένουμε ότι θα είναι σύμφωνοι να θυσιάσουν ένα μέρος των προσωπικών δεδομένων τους προκειμένου να απολαμβάνουν αυτές τις υπηρεσίες. Ο στόχος της σχεδιαζόμενης αρχιτεκτονικής είναι να προσφέρει ένα μεταβλητό σύστημα το οποίο μπορεί να προσαρμόζεται από την πιο απλή παρακολούθηση στην πιο σύνθετη και λεπτομερή, σύμφωνα με τις ατομικές ανάγκες. Η αρχική μορφή του συστήματος απευθύνεται σε ηλικιωμένους που ζουν μόνοι και είναι σχετικά ανεξάρτητοι. Σε αυτή την περίπτωση το σύστημα εξαντλείται στο να εξαλείψει κάποιους παράγοντες κινδύνου, οι οποίοι αν δεν ελαχιστοποιούνταν, η μόνη διέξοδος για αυτούς τους ανθρώπους, θα ήταν ο εγκλεισμός σε κάποιο ίδρυμα. Στην απλούστερη του μορφή αυτό το σύστημα πρέπει να προσφέρει μια πληθώρα υπηρεσιών όπως:

- *Ερωτηματολόγια.*

Το σύστημα πρέπει να είναι σε θέση να απαντά σε ερωτήματα όπως: πού είναι αυτό το άτομο, αν κοιμάται αρκετά, αν λείπει από το σπίτι περισσότερο από την αναμενόμενη ώρα.

- *Ειδοποιήσεις και συναγερμό.*

Το σύστημα να ειδοποιεί τον άνθρωπο που έχει την ευθύνη του ηλικιωμένου, πότε επιστρέφει/αφήνει το σπίτι, να ειδοποιεί πότε ξυπνά/πέφτει για ύπνο.

- *Ανίχνευση ανωμαλιών.*

Παρατηρώντας και μαθαίνοντας την ρουτίνα (καθημερινώς, εβδομαδιαίως, μηνιαίως), το σύστημα μπορεί να ειδοποιεί όταν παρατηρούνται αποκλίσεις από την ρουτίνα.

- *Αναγνώριση συγκεκριμένων συμπεριφορών.*

Με την χρήση συγκεκριμένων βιβλιοθηκών αναγνώρισης συμπεριφοράς στο σύστημα, μπορεί να προσφερθούν παραμετροποιημένες παρακολουθήσεις και επεμβάσεις σε κάθε σπίτι.

- *Ενέργεια.*

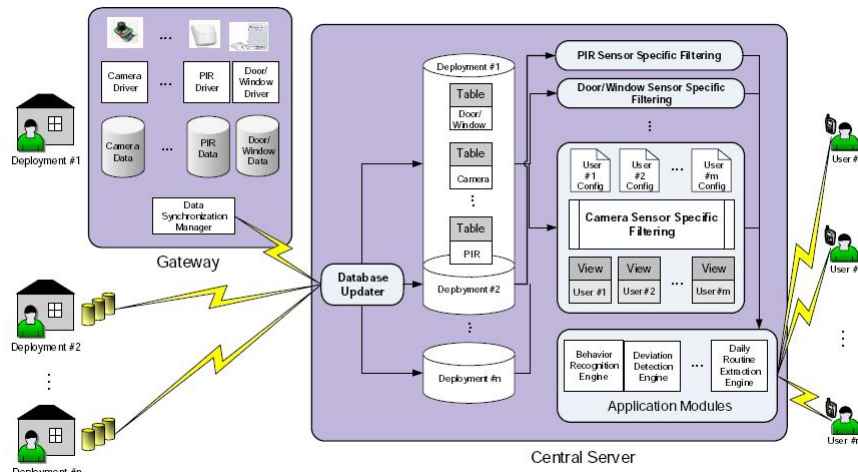
Εκτέλεση μιας ενέργειας όταν συμβεί ένα γεγονός ή συνδυασμός γεγονότων.

Οι χρήστες του συστήματος πρέπει να είναι σε θέση να παραμετροποιήσουν τις άνω ιδιότητες, ούτως ώστε να το προσαρμόσουν στις δικές τους ανάγκες με το να προγραμματίσουν ποια γεγονότα θα προκαλούν κάποια ενέργεια, να ορίσουν τα ερωτηματολόγια κ.τ.λ.Επιπλέον, για να ανιχνεύσει το σύστημα συμπεριφορές ρουτίνας και χρονικές παραμέτρους, θα πρέπει να είναι προγραμματισμένο σε μια γενική κατάσταση και να εξατομικεύεται στο κάθε σπίτι ανάλογα με τις δραστηριότητες των κατοίκων του.

2.1.2 Η αρχιτεκτονική του συστήματος BehaviorScope

Ένα σημαντικό κομμάτι του BehaviorScope είναι η ικανότητα να λάβει πληροφορία από διαφορετικού τύπου αισθητήρες.Οι περισσότεροι αισθητήρες είναι passive infrared (PIR) και αισθητήρες παραθύρου/πόρτας, οι οποίοι υποβοηθούνται από πιο ισχυρούς αισθητήρες κάμερας.Οι χώροι του σπιτιού στην κάτοψη, χωρίζονται σε ιδιωτικούς και δημόσιους.Ο αριθμός των αισθητήρων είναι ο ελάχιστος δυνατός.

Ένα από τα κύρια συστατικά του συστήματος είναι και ένα έξυπνο gateway,το οποίο συλλέγει δεδομένα από τους αισθητήρες,τα επεξεργάζεται και τα στέλνει στον κεντρικό εξυπηρετητή(server).Στον εξυπηρετητή, τα δεδομένα μπορούν να αποθηκευτούν και να γίνει μια προεπεξεργασία ανάλογα με το είδος των αισθητήρων και τις πληροφορίες που πρέπει να εξαχθούν πριν περαστούν τα δεδομένα στις εφαρμογές.Λόγω του αρθρωτού σχεδιασμού, η προσθήκη καινούριων αισθητήρων ή εφαρμογών δεν επηρεάζει την ομαλή λειτουργία του συστήματος.



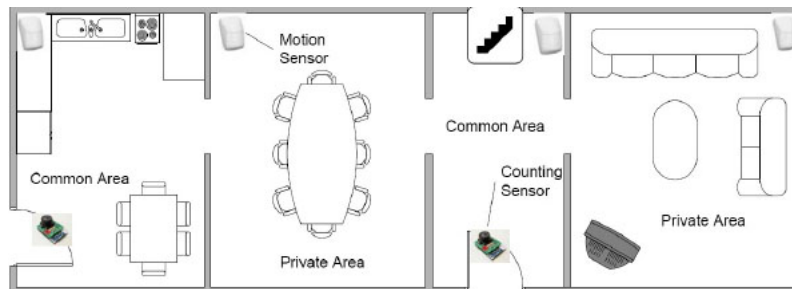
Σχήμα 2.1: Δομικά Στοιχεία του BehaviourScope

2.1.3 Αισθητήρες

Οι αισθητήρες PIR (Passive InfraRed) παρόλο που ανιχνεύουν κίνηση, δεν είναι σε θέση να αναγνωρίσουν κατάληψη του χώρου μέσα στο σπίτι. Για παράδειγμα, αν δυο άτομα εισέλθουν σε ένα δωμάτιο, και το ένα αποχωρήσει, ο αισθητήρες δεν μπορεί να καταλάβει την παρουσία του ενός ατόμου αν αυτό παραμείνει ακίνητο. Έτσι είναι καλύτερο να χρησιμοποιήσουμε αισθητήρες κάμερας η οποία μπορεί να βρει τη θέση του ατόμου, να μετρήσει πόσα άτομα βρίσκονται στο χώρο και να τα παρακολουθήσει.

2.1.4 Έξυπνο gateway

Η αρχιτεκτονική του gateway αποτελείται από τέσσερις κύριες κατηγορίες προϊόντων λογισμικού. Η πρώτη κατηγορία επικεντρώνεται στους αισθητήρες και αποτελείται από τους drivers οι οποίοι λαμβάνουν τα δεδομένα από το δίκτυο, και έχουν την ευθύνη για την σωστή λειτουργία. Τα δεδομένα διατηρούνται σε μια τοπική βάση και μεταφέρονται στον κεντρικό εξυπηρετητή (server). Οι άλλες δύο κατηγορίες αφορούν την επεξεργασία των δεδομένων ενώ η τέταρτη αφορά οτιδήποτε δεν έχει σχέση με αισθητήρες και επεξεργασία δεδομένων όπως αναβάθμιση του λογισμικού και ελεγκτικούς μηχανισμούς.



Σχήμα 2.2: Κάτοψη

2.1.5 Κεντρικός εξυπηρετητής

Εμπεριέχει το σύστημα διαχείρισης, το σύστημα που ανανεώνει τη βάση με τα καινούρια δεδομένα και το σύστημα της προεπεξεργασίας και του ελέγχου της κατάστασης των δεδομένων. Στην περίπτωση των αισθητήρων κάμερας, τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από όλα τα είδη αισθητήρων επεξεργάζονται ούτως ώστε να εξαχθούν χαρακτηριστικά τα οποία θα χρησιμοποιηθούν από τους χρήστες ή θα δοθούν σαν είσοδος σε εφαρμογές.

2.1.6 Διεπαφή Τελικών Χρηστών

Το σύστημα παρέχει δύο κύριες διεπαφές για τον χειρισμό, την πρόσβαση και την παραμετροποίηση της συγκεντρωμένης πληροφορίας: την διεπαφή του *υπερχρήστη* και την διεπαφή του *χρήστη*. Με την πρώτη διεπαφή ο υπερχρήστης μπορεί να διαχειριστεί την πρόσβαση στα δεδομένα της εφαρμογής προσθαφαιρώντας χρήστες στο σύστημα και δίνοντας τους τα κατάλληλα δικαιώματα πρόσβασης. Ο απλός χρήστης με την δεύτερη διεπαφή έχει πρόσβαση σε διάφορα στατιστικά δεδομένα και μπορεί να θέσει τα δικά του ερωτηματολόγια, όπως και να επιλέξει να ειδοποιηθεί αν παρατηρούνται αξιοσημείωτες αποκλίσεις από την καθημερινή συμπεριφορά του ατόμου που παρακολουθείται.

Κεφάλαιο 3

Μελέτη Τεχνολογιών Επικοινωνίας μεταξύ Αισθητήρων με σκοπό την ενσωμάτωση τους στα Έξυπνα Περιβάλλοντα

Πριν καταλήξουμε στην υλοποίηση με την βιβλιοθήκη OpenCv, μελετήθηκαν και άλλες τεχνολογίες οι οποίες τελικά κρίθηκαν ακατάλληλες και ασύμφωρες για το συγκεκριμένο σύστημα. Κάποιες από αυτές περιγράφονται παρακάτω :

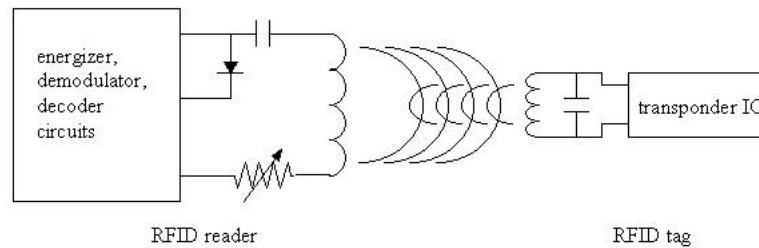
3.1 Radio Frequency Identification (RFID)

Τα Radio Frequency Identification (RFID) Tags χρησιμοποιούνται συχνά ως έξυπνες ετικέτες σαν μια εξελιγμένη μορφή των bar codes. Τα Radio Frequency Identification (RFID) Tags χρησιμοποιούν αρχές της διάδοσης και διαμόρφωσης σημάτων ενώ τα bar codes χρησιμοποιούν αρχές της οπτικής. Ένας σημαντικός περιοριστικός παράγοντας είναι ότι έχουν μέγεθος 500 φορές μικρότερο από ένα κλασσικό μικροεπεξεργαστή. Τυπικά πρόκειται για παθητικά στοιχεία, δηλαδή δεν έχουν μπαταρία. Τα tags λειτουργούν μέσω του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου το οποίο δημιουργείται από την συσκευή ανάγνωσης.

- Η επικοινωνία από την συσκευή ανάγνωσης προς γειτονικά tags γίνεται

με Amplitude Shift Keying(ASK) διαμόρφωση.

- Η αντίθετη επικοινωνία, δηλαδή από τα tags προς την συσκευή ανάγνωσης γίνεται με Impedance Shift Keying (ISK) διαμόρφωση.



Σχήμα 3.1: Το σύστημα συσκευής ανάγνωσης RFID tags

3.1.1 Εφαρμογές

Χρήση ως έξυπνη ετικέτα

Το RFID Tag μπορεί να αποθηκεύει πληροφορία μέχρι 256 bytes για τις σύγχρονες γενιές του προϊόντος, και η μνήμη του έχει την δυνατότητα να είναι είτε επανεγγραφόμενη (flash memory) είτε να υποστηρίζει εγγραφή μιας φοράς. Επίσης μπορούμε να την προστατέψουμε με κωδικό ασφαλείας. [7]

Χρήση ως barcode

Δυστυχώς τα tags κοστίζουν ακριβά, περίπου δέκα λεπτά του ευρώ σε αντίθεση με τα barcodes που κοστίζουν 1 λεπτό του ευρώ. [8], [9]. Έχουν όμως άλλα πλεονεκτήματα όπως χαμηλό κόστος της συσκευής ανάγνωσης, δυνατότητα δυναμικής πληροφορίας, μεγάλη ικανότητα να χωρέσουν πληροφορία η οποία έχει σχέση με το αντικείμενο (της τάξης των kilobit), η ασφάλεια που προσφέρεται στο επίπεδο του tag, το γεγονός ότι μπορεί να το διαχειριστούμε μέσω κεντρικοποιημένου συστήματος, η δυνατότητα επικοινωνίας μέσω υπερύθρων, δηλαδή δεν χρειάζεται το αντικείμενο να είναι σε οπτική επαφή με την συσκευή ανάγνωσης καθώς και το γεγονός ότι σαρώνουμε ένα σύνολο αντικειμένων πολύ γρήγορα αφού μπορούμε να έχουμε μαζική σάρωση (της τάξης των 20 αντικειμένων ανά δευτερόλεπτο).

Σε αντίθεση, τα barcodes στα οποία η συσκευή ανάγνωσης κοστίζει αρκετά, η πληροφορία είναι στατική με μικρή αποθηκευτική ικανότητα της τάξης των δέκα ψηφίων, απαιτείται κεντροκοποιημένο σύστημα στο οποίο τίθεται το θέμα της ασφάλειας, απαιτείται μονόδρομη οπτική επικοινωνία και απευθείας οπτική επαφή, είναι ευαίσθητα στην σκόνη ενώ σαρώνουμε ένα-ένα τα αντικείμενα χάνοντας πολύτιμο χρόνο.

Ηλεκτρονική Παρακολούθηση Αντικειμένου

Όταν το tag ενεργοποιηθεί, αρχίζει την μετάδοση. Η συσκευή ανάγνωσης ακούει το κανάλι και ενεργοποιεί τον συναγερμό όταν ανιχνεύσει μετάδοση. Όταν τελειώσει η διαδικασία, το tag είναι προγραμματισμένο να αυτοκαταστραφεί. Τα προβλήματα σε αυτή την εφαρμογή είναι η ενέργεια και η δυνατότητα να ακούμε το tag, όποιος και να είναι ο προσανατολισμός του.

Μαζική Ταυτοποίηση

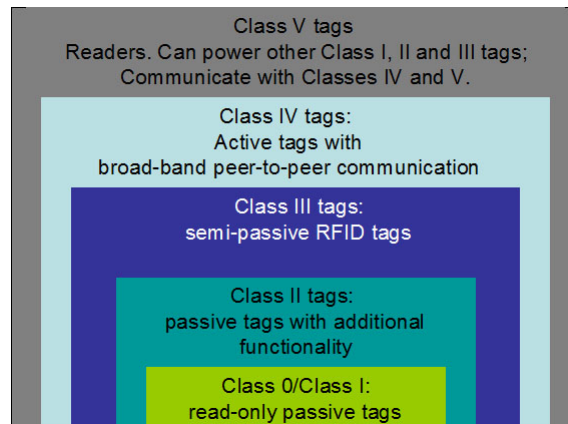
Είναι η δυνατότητα να συλλέξουμε πληροφορίες από ένα σύνολο tags, σε αντίθεση με την οπτική ταυτοποίηση. Σύγχρονα παραδείγματα αυτής της εφαρμογής είναι: η αυτόματη εκκίνηση όλων σε ένα μαραθώνιο, η συλλογή και ομαδοποίηση αποσκευών σε αεροδρόμια, η ταυτοποίηση αντικειμένων (περισσότερα από 50 αντικείμενα ταυτοποιούνται σε μια ώρα).

3.1.2 Οι κλάσεις των Tags

Βλέπε σχήμα 3.2.

3.1.3 Πλεονεκτήματα της κλάσης 4 των Tags

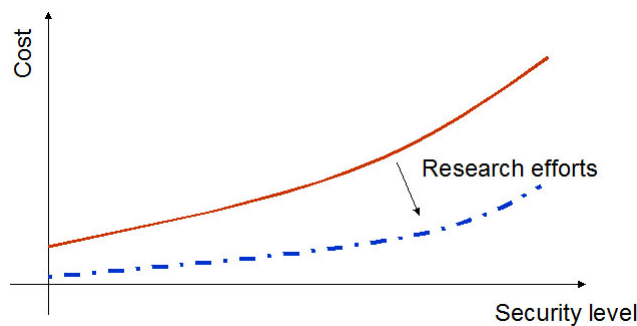
- Αποκεντρωμένη συμπεριφορά. Τέτοια συστήματα παρουσιάζουν αποκεντρωμένη συμπεριφορά. Η αίτηση γίνεται broadcast σε όλο το δίκτυο χρησιμοποιώντας multi-hop μεθόδους.
- Ομοιότητα με δίκτυα αισθητήρων.



Σχήμα 3.2: Κατηγοριοποίηση των RFID tags

3.1.4 Θέματα Ασφαλείας και Προσωπικών Δεδομένων

Ορισμένα ρίσκα που εμπεριέχει η χρήση του RFID που είναι :σιωπηλή φυσική παρακολούθηση των καταναλωτών και ανακάλυψη των προϊόντων που αγοράζουν.Υπάρχει ρίσκο και για τις επιχειρήσεις όσον αφορά τα προσωπικά δεδομένα, την ασφάλεια αλλά και την βιομηχανική κατασκοπεία.Τα προβλήματα και οι λύσεις σε αυτά είναι διαφορετικά ανάλογα για ποιας κλάσης RFID tags μιλάμε.



Σχήμα 3.3: Τα RFID χαμηλού κόστους σε αντιπαράθεση με τα εξελιγμένα RFID

Το κόστος είναι ανάλογο του αριθμού των τρανζίστορς που χρησιμοποιούνται ενώ το επίπεδο ασφαλείας είναι ανάλογο με την προσπάθεια που πρέπει να καταβάλλει ένας κακόβουλος χρήστης.

Προβλήματα Ασφαλείας και Ταυτοποίησης των tags

- Απενεργοποίηση των tags. Η επανενεργοποίηση τους αποτελεί πρόβλημα.
- Το πρωτόκολλο ασφαλείας δημόσιου κλειδιού, το οποίο είναι πολύ 'βαρύ' για αυτές τις εφαρμογές.
- Η παρέμβαση από πλευράς χρήστη δεν είναι εύκολη καθώς τα tags δεν είναι φιλικά προς τον χρήστη.
- Υπάρχουν προβλήματα όταν πρέπει να γίνει ταυτοποίηση, γιατί μπορεί ένα μεμονωμένο tag να μπλοκάρει τα υπόλοιπα.
- Επίσης, κάποιος μπορεί να αντιγράψει ένα tag με σκοπό την απάτη. Εκτελώντας στατική ταυτοποίηση το πρόβλημα αυτό δεν αντιμετωπίζεται. Μπορούμε όμως να έχουμε ένα μηχανισμό πρόβλεψης κινήσεων και εν συνεχεία ανίχνευσης και αναφοράς της απάτης. Η προσπάθεια αυτή επαφίεται στην υποδομή του δικτύου.
- Απαιτείται ακόμη και αντοχή στις επιθέσεις πλαστογράφησης.

Προβλήματα ασφαλείας στην υποδομή του δικτύου

- Απαιτείται απόκρυψη πληροφοριών σχετικά με τα tags και απότρεψη της αλλοίωσης του περιεχομένου τους.
- Οι βάσεις δεδομένων για τα tags πρέπει να είναι διαθέσιμες σε διάφορους αιτούντες όπως προμηθευτές, εμπόρους, καταναλωτές, ελεγκτές, κ.α.
- Η πληροφορία για ένα tag μπορεί να πρέπει να την διαχειριστούμε σε πολλά μέρη και να αλλάζει μέρος διαχείρισης με την πάροδο του χρόνου.
- Υπάρχουν οι κλασσικές προκλήσεις σε υποδομή λογισμικού (middleware).
- Η πραγματική πρόκληση είναι το μέγεθος που πρέπει να έχει η βάση δεδομένων για να είναι αποδοτική.

3.1.5 Έξυπνες Κάρτες

Υπάρχει μεγάλη σχέση μεταξύ της ανάπτυξης των RFID και της εξέλιξης των έξυπνων καρτών. Η έξυπνη κάρτα είναι άλλο ένα παράδειγμα διεισδυτικού υπολογιστικού συστήματος που υπάρχει σήμερα. Στην ουσία πρόκειται για μια έμπιστη υπολογιστική βάση στην τσέπη μας (όπου η τσέπη αποτελεί από μόνη της ένα μη ασφαλές μέρος). Αποτελείται από μια επιφάνεια 27mm αποτρέποντας έτσι την πλαστογράφιση της.

3.2 Near Field Communication(NFC)

Η Near Field Communication (NFC) είναι μια τεχνολογία για ασύρματη επικοινωνία μικρής εμβέλειας. Είναι βασισμένη στην Radio Frequency Identification (RFID) τεχνολογία, και χρησιμοποιεί μαγνητική επαγωγή για να επιτρέψει την επικοινωνία μεταξύ των ηλεκτρονικών συσκευών.

Ο αριθμός των εφαρμογών που απαιτούν επικοινωνία μικρής εμβέλειας, και συνεπώς εκμεταλλεύονται την (NFC) μεγαλώνει συνεχώς και εμφανίζεται σε όλους τους τομείς της καθημερινότητας. Αν τις συνδυάσουμε με τις δυνατότητες των κινητών τηλεφώνων, προκύπτουν μεγάλες ευκαιρίες και δυνατότητες.

3.2.1 Κύριες εφαρμογές

Πληρωμές και Αγορά Εισιτηρίων

Η NFC προσφέρει την δυνατότητα για γρήγορες και ασφαλείς συναλλαγές, αγορές με ηλεκτρονικό χρήμα καθώς επίσης και την επιλογή για αγορά, αποθήκευση και χρησιμοποίηση ηλεκτρονικών εισιτηρίων όπως εισιτήρια θεάτρου/συναυλιών αλλά και αεροπορικών εισιτηρίων, ταξιδιωτικών καρτών κ.ά.

Ηλεκτρονικά Κλειδιά

Αυτά μπορούν να είναι για παράδειγμα κλειδιά αυτοκινήτου, κλειδιά σπιτιού/γραφείου κ.ά.

Ταυτοποίηση

Η NFC καθιστά δυνατή την χρησιμοποίηση κινητών τηλεφώνων για σκοπούς ταυτοποίησης αντί για έγγραφα όπως η ταυτότητα, το διαβατήριο κ.α. Στην

Ιαπωνία για παράδειγμα, η φοιτητική ταυτότητα των φοιτητών μπορεί να αποθηκευτεί στα κινητά τους τηλέφωνα, επιτρέποντας την ηλεκτρονική εγγραφή τους στα μαθήματα, την αγορά φαγητού στο κυλικείο, τον δανεισμό βιβλίων, εκπώσεις σε εστιατόρια, μαγαζιά και σινεμά, το άνοιγμα κλειδωμένων δωματίων/εργαστηρίων στην πανεπιστημιούπολη κ.α.

Λήψη και Κοινοποίηση Πληροφορίας

Τα δεδομένα που βρίσκονται αποθηκευμένα σε οποιοδήποτε αντικείμενο-στόχο, εφοδιασμένο με την τεχνολογία που εξετάζουμε, (πχ η θήκη ενός DVD ή μιας αφίσας), μπορεί να προσπελαστούν μέσω κινητών τηλεφώνων προκειμένου να 'κατεβάσουν' πληροφορίες για το έργο, χάρτες των δρόμων, δρομολόγια τρένων κ.ά.

Εγκατάσταση υπηρεσιών

Προκειμένου να αποφύγουμε περίπλοκες διαδικασίες παραμετροποίησης για άλλες ασύρματες τεχνολογίες μεγαλύτερης εμβέλειας, όπως το Bluetooth ή το Ασύρματο Lan, χρησιμοποιούμε την NCF για να τις εγκαταστήσουμε.

Το Σεπτέμβριο του 2006 ,έρευνα έδειξε ότι μέχρι το 2011 περίπου μεγάλο ποσοστό των κινητών τηλεφώνων του κόσμου θα έχουν την δυνατότητα επικοινωνίας NCF.

3.2.2 Πρότυπα και Συμβατότητα

Η Near Field Communication (NFC) είναι μια τεχνολογία ανοικτής πλατφόρμας, η οποία αναπτύσσεται από την Philips και την Sony. Η NFC, η οποία περιγράφεται στο NFCIP-1 (Near Field Communication Interface and Protocol, 1), έχει πρότυπα τα ISO 18092, ECMA 340 και ETSI TS 102. Αυτά τα πρότυπα περιγράφουν τις βασικές ικανότητες της NFC τεχνολογίας όπως οι ταχύτητες μετάδοσης, τα σχήματα κωδικοποίησης των bit, την διαμόρφωση, την αρχιτεκτονική και το πρωτόκολλο μετάδοσης. Επίσης περιγράφεται ο ενεργητικός και ο παθητικός NFC τρόπος λειτουργίας όπως και οι συνθήκες που χρειάζονται για να αποφευχθούν συγκρούσεις κατά την αρχικοποίηση.

3.2.3 Επισκόπηση της NFC Τεχνολογίας

Η NFC χρησιμοποιεί την καθιερωμένη και παγκόσμια διαθέσιμη 13.56 MHz μπάντα συχνοτήτων. Η ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων είναι τα 106.212 και 424 Kbps και υπάρχει περιθώριο αύξησης. Η τεχνολογία αυτή είναι σχεδιασμένη για μεταδόσεις μέσα σε αποστάσεις 20cm αλλά συνήθως χρησιμοποιείται για αποστάσεις μικρότερες των 10 cm. Αυτή η μικρή εμβέλεια δεν είναι μειονέκτημα αφού συντελεί στην αύξηση της ασφάλειας.

3.2.4 Τρόποι Λειτουργίας :Ενεργητικός και Παθητικός

Η NFC διεπαφή έχει δύο τρόπους λειτουργίας: τον ενεργητικό και το παθητικό. Μια συσκευή καλείται ενεργητική όταν παράγει το δικό της πεδίο ραδιοσυχνοτήτων (RF), ενώ μια συσκευή καλείται παθητική όταν πρέπει να χρησιμοποιήσει επαγωγική σύζευξη για να μεταδώσει δεδομένα. Για συσκευές που λειτουργούν με μπαταρίες, όπως τα κινητά τηλέφωνα, είναι καλύτερο να τεθούν στο παθητικό τρόπο λειτουργίας. Σε αντίθεση με τον ενεργητικό τρόπο λειτουργίας, δεν χρειάζεται εσωτερική πηγή ενέργειας. Στον παθητικό τρόπο λειτουργίας, μια συσκευή μπορεί να πάρει ενέργεια από το πεδίο ραδιοσυχνοτήτων μιας ενεργής NFC συσκευής και να μεταφέρει δεδομένα χρησιμοποιώντας διαμόρφωση φορτίου. Το πρωτόκολλο επιτρέπει στο κινητό να λειτουργήσει ως προσομοίωση κάρτας για αγορά π.χ. εισιτηρίων, ακόμη και όταν είναι απενεργοποιημένο. Γενικά, υπάρχουν οι παρακάτω δύο περιπτώσεις επικοινωνίας :

- Η επικοινωνία που γίνεται μεταξύ δύο ενεργών συσκευών και καλείται ενεργή επικοινωνία. Η κάθε συσκευή παράγει το δικό της πεδίο ραδιοσυχνοτήτων όταν θέλει να στείλει δεδομένα. Σε μια παραλλαγή, το πεδίο ραδιοσυχνοτήτων παράγεται εναλλακτικά από μία από τις δύο συσκευές.
- Η επικοινωνία που γίνεται μεταξύ μιας ενεργητικής και μιας παθητικής συσκευής και καλείται παθητική επικοινωνία. Η παθητική συσκευή δεν έχει μπαταρία και χρησιμοποιεί το πεδίο ραδιοσυχνοτήτων που παράγεται από την άλλη συσκευή.

Στην γενική περίπτωση το πολύ δύο συσκευές επικοινωνούν η μια με την άλλη την ίδια χρονική στιγμή. Όμως στον παθητικό τρόπο λειτουργίας είναι δυνατό η συσκευή που παράγει τις ραδιοσυχνότητες να συνδέεται με παραπάνω συσκευές δέκτες.

3.2.5 Κωδικοποίηση και Διαμόρφωση

Η διαφοροποίηση μεταξύ των ενεργών και των παθητικών συσκευών προσδιορίζει τον τρόπο που μεταδίδονται τα δεδομένα. Οι παθητικές συσκευές κωδικοποιούν πάντα τα δεδομένα με την κωδικοποίηση Manchester και ένα 10% ASK (Amplitude-shift keying). Αντίστοιχα, για τις ενεργές συσκευές διακρίνουμε την περίπτωση με την κωδικοποίηση Miller με 100 % διαμόρφωση εάν ο ρυθμός μετάδοσης δεδομένων είναι 106 kbps και την περίπτωση με την κωδικοποίηση Manchester με 10 της εκατό αναλογία διαμόρφωσης αν ο ρυθμός μετάδοσης δεδομένων είναι πάνω από 106 kbps. Η αναλογία διαμόρφωσης είναι πολύ σημαντική για την ασφάλεια της μετάδοσης των NFC δεδομένων. Οι δύο κωδικοποιήσεις είναι:

3.2.6 Η Κωδικοποίηση Manchester

Η κωδικοποίηση Manchester εξαρτάται από δύο πιθανές μεταβάσεις στο μέσο μιας περιόδου. Μια μετάβαση από χαμηλό σε υψηλό δηλώνει το bit 0, ενώ μια μετάβαση από υψηλό σε χαμηλό δηλώνει το bit 1. Συνεπώς, στο μέσο κάθε περιόδου bit, υπάρχει πάντα μια μετάβαση. Οι μεταβάσεις στην αρχή μιας περιόδου δεν λαμβάνονται υπόψιν.

3.2.7 Η Κωδικοποίηση Miller (Παραλλαγή)

Αυτός ο κώδικας γραμμής χαρακτηρίζεται από παύσεις που συμβαίνουν στο φέρον σήμα σε διαφορετικές θέσεις μιας περιόδου. Ανάλογα με την πληροφορία που μεταφέρεται, τα bits κωδικοποιούνται όπως στο σχήμα. Ενώ το 1 κωδικοποιείται με τον ίδιο τρόπο, η κωδικοποίηση του 0 καθορίζεται με βάση το προηγούμενο bit.

3.2.8 Πομπός και Δέκτης

Ο πομπός είναι αυτός που θέλει να επικοινωνήσει και ξεκινά την επικοινωνία. Ο δέκτης λαμβάνει την αίτηση επικοινωνίας του πομπού και στέλνει πίσω μια απάντηση. Αυτός ο τρόπος λειτουργίας, αποτρέπει τον δέκτη να στείλει δεδομένα χωρίς πρώτα να λάβει κάποιο μήνυμα. Στο μοντέλο παθητικού τρόπου επικοινωνίας, ο δέκτης είναι πάντα η παθητική συσκευή. Ο πομπός είναι η ενεργητική συσκευή που γεννά το πεδίο ραδιοσυχνοτήτων. Στο μοντέλο ενεργητικού τρόπου επικοινωνίας στο οποίο το πεδίο ραδιοσυχνοτήτων παράγε-

ται εναλλακτικά, ο ρόλος του πομπού και του δέκτη καθορίζεται από το ποιος ξεκινά την επικοινωνία. Είναι προκαθορισμένο ότι όλες οι συσκευές είναι NFC δέκτες και λειτουργούν ως πομποί μόνο όταν αυτό ζητείται από την εφαρμογή. Αν υπάρχουν δύο παθητικές συσκευές, αυτές δεν είναι δυνατό να επικοινωνήσουν μεταξύ τους.

3.2.9 Αποφυγή Συγκρούσεων

Συνήθως οι παρεξηγήσεις είναι σπάνιες αφού οι συσκευές πρέπει να τοποθετηθούν πολύ κοντά. Το πρωτόκολλο ακολουθεί την αρχή : *Άκου πριν μιλήσεις*. Αν ο πομπός θέλει να επικοινωνήσει πρέπει πρώτα να σιγουρευτεί ότι δεν υπάρχει κάποιο άλλο εξωτερικό πεδίο ραδιοσυχνοτήτων, ούτως ώστε να μην κάνει παρεμβολές σε κάποια άλλη NFC επικοινωνία. Σε περίπτωση που υπάρχει ήδη κάποιο πεδίο RF, ο πομπός περιμένει σιωπηλά για ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα μέχρι να αρχίσει την μετάδοση. Σε περίπτωση που δύο δέκτες απαντήσουν ταυτόχρονα, ανιχνεύεται σύγκρουση από τον πομπό.

3.2.10 Θέματα Ασφαλείας

Καταρχήν πρέπει να τονιστεί ότι η μικρή εμβέλεια επικοινωνίας μόνο λίγων εκατοστών, παρόλο που απαιτεί συνειδητή αλληλεπίδραση του χρήστη, δεν προσφέρει απαραίτητα ασφαλή επικοινωνία.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι για να επιτεθεί κανείς στην NFC τεχνολογία. Από την μία πλευρά η πληθώρα των διαφορετικών συσκευών τις οποίες χειριζόμαστε με φυσικά μέσα. Με αυτό εννοούμε την δυνατότητα αφαίρεσης ενός tag από ένα tagged αντικείμενο ή την δυνατότητα να του βάλουμε ένα μεταλλικό περιτύλιγμα για εμποδίσουμε το πεδίο ραδιοσυχνοτήτων να φτάσει σε αυτό.

Ένα άλλο θέμα είναι η διασφάλιση των προσωπικών δεδομένων. Εάν αποθηκεύονται στο tag πληροφορίες για τον ιδιοκτήτη είναι σημαντικό να διασφαλίσουμε ότι δεν έχουν πρόσβαση ανάγνωσης και εγγραφής άτομα που δεν διαθέτουν κατάλληλη εξουσιοδότηση. Τα tags στα οποία επιτρέπεται μόνο η εγγραφή είναι προστατευμένα από μη-εξουσιοδοτημένη ανάγνωση. Στην περίπτωση των επανεγγραφόμενων tags πρέπει να υποθέσουμε ότι οι επιτιθέμενοι έχουν κινητούς αναγνώστες και το κατάλληλο λογισμικό για να επιτρέψουν την εγγραφή ή την ανάγνωση χωρίς εξουσιοδότηση εφόσον βέβαια οι αναγνώστες βρεθούν στην κατάλληλη απόσταση. Για να ανιχνεύσει τα

λάθη, η NFC χρησιμοποιεί cyclic redundancy check(CRC).Αυτή η μέθοδος επιτρέπει στις συσκευές να διαπιστώσουν αν τα δεδομένα που έλαβαν είναι αλλοιωμένα.

3.2.11 Σύγκριση με άλλες τεχνολογίες

NFC vs RFID

Βασικά οι τεχνολογίες Radio Frequency Identification και Near Field Communication χρησιμοποιούν τα ίδια πρότυπα.Όμως η σημαντική επέκταση που κάνει το NFC στο RFID είναι ο τρόπος επικοινωνίας μεταξύ δύο ενεργητικών συσκευών.Μια επιπλέον λειτουργία σε σχέση με τις έξυπνες κάρτες ασύρματης επικοινωνίας (ISO 14443),που υποστηρίζουν επικοινωνία μόνο μεταξύ συσκευών σε λειτουργία και παθητικά tags,είναι ότι η NFC τεχνολογία παρέχει επιπλέον και επικοινωνία μεταξύ δικτύου ομοτίμων.Επίσης η NFC τεχνολογία συνδυάζει την ανάγνωση και την προσομοίωση των RFID tags καθώς και την ικανότητα να μοιράζει δεδομένα μεταξύ συσκευών όταν βρίσκονται και οι δύο σε ενεργή κατάσταση.

3.2.12 Σύγκριση NFC με Bluetooth και Infrared

Συγκριτικά με άλλες μικρού εύρους τεχνολογίες επικοινωνιών, οι οποίες έχουν ενσωματωθεί σε κινητά τηλέφωνα, η τεχνολογία NFC απλοποιεί τον τρόπο με τον οποίο οι εμπορικές συσκευές αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και επιπλέον επιτυγχάνει γρηγορότερες συνδέσεις.Το πρόβλημα με τις υπέρυθρες, την παλαιότερη ασύρματη τεχνολογία που παρουσιάστηκε το 1993, είναι ότι χρειάζεται απευθείας οπτική επαφή για να επικοινωνήσουν, πράγμα που επηρεάζεται από εξωτερικούς παράγοντες όπως το φως και τα αντικείμενα που προκαλούν αντανάκλαση.Το σημαντικότερο πλεονέκτημα σε σχέση με το Bluetooth είναι ο μικρότερος χρόνος προεγκατάστασης της επικοινωνίας.Αντίθετα η σύνδεση μεταξύ 2 NFC συσκευών γίνεται αμέσως χωρίς να χρειάζεται να ταυτοποιήσουμε το τηλέφωνο του άλλου.Όλα αυτά τα πρωτόκολλα (NFC, Bluetooth, Infrared) είναι point-to-point πρωτόκολλα.Το Bluetooth υποστηρίζει επίσης point-to-multipoint.Το NFC έχει το μικρότερο εύρος επικοινωνίας (μόνο 10 εκ.), προσφέροντας έτσι μια στοιχειώδη ασφάλεια και κάνοντας το κατάλληλο για πυκνοκατοικημένες περιοχές.Σε αντίθεση με το Bluetooth και το Infrared, το NFC πρωτόκολλο είναι συμβατό με το RFID.

Κεφάλαιο 4

OpenCv

4.1 Εισαγωγή στην OpenCv

Η OpenCv είναι μια computer vision βιβλιοθήκη ανοικτού λογισμικού που αναπτύχθηκε αρχικά από την Intel και είναι ελεύθερη για εμπορική και ερευνητική χρήση υπό την άδεια ανοικτού λογισμικού BSD. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να γίνει ελεύθερη χρήση όλης ή μέρους της βιβλιοθήκης για την ανάπτυξη ενός εμπορικού ή ερευνητικού προϊόντος από τον οποιοδήποτε.

Η βιβλιοθήκη είναι ανεξάρτητη πλατφόρμας και είναι γραμμένη σε optimized C. Έχει σχεδιαστεί με στόχο την αποτελεσματική εκμετάλλευση των υπολογιστικών πόρων και με έμφαση στις εφαρμογές πραγματικού χρόνου. Εάν ανιχνεύσει ότι στο σύστημα υπάρχει εγκατεστημένο το Integrated Performance Primitives (IPP) της Intel, το οποίο αποτελείται από χαμηλού προγραμματιστικού επιπέδου βελτιστοποιημένες ρουτίνες που εφαρμόζονται σε πολλές αλγοριθμικές περιοχές, η OpenCv θα χρησιμοποιήσει αυτές τις εμπορικές βελτιωμένες ρουτίνες για να επιταχύνει τα προγράμματα που κάνουν χρήση της βιβλιοθήκης. Όμως η OpenCv δεν εξαρτάται σε καμία περίπτωση από την IPP.

4.1.1 Οι εκδόσεις της OpenCv και τα λειτουργικά συστήματα από τα οποία υποστηρίζεται

Η πρώτη alpha έκδοση της OpenCv ανακοινώθηκε για το κοινό στο IEEE συνέδριο για το Computer Vision και Pattern Recognition το 2000 και μετά ανακοινώθηκαν πέντε beta εκδόσεις μεταξύ του 2001 και του 2005. Η πρώτη

1.0 έκδοση ανακοινώθηκε το 2006. Η έκδοση 1.1 βγήκε τον Οκτώβρη του 2008. Η επόμενη μεγάλη έκδοση έγινε τον Οκτώβρη του 2009.

Όσον αφορά το λειτουργικό, η OpenCv 'τρέχει' σε Linux, Mac OS και Windows. Ο χρήστης μπορεί να βρει τις αυθεντικές εκδόσεις της βιβλιοθήκης στο Sourceforge. Τελευταία, η OpenCv χρησιμοποιεί το CMake.

4.1.2 Τα συστατικά μέρη της OpenCv

Η OpenCv περιέχει πάνω από 500 συναρτήσεις κατάλληλες για πολλές διαφορετικές εφαρμογές στους τομείς της οπτικής επεξεργασίας, όπως ιατρικές εφαρμογές που αφορούν εικόνα και βίντεο, επιθεώρηση προϊόντων εργοστασίου, ασφάλεια, ρομποτική, ρύθμιση κάμερας, διεπαφή χρήστη και στερεοσκοπική όραση. Επειδή υπάρχει ισχυρή συσχέτιση μεταξύ computer vision και machine learning, η OpenCv διαθέτει επίσης και μια γενικού σκοπού Machine Learning βιβλιοθήκη (MLL).

Αυτή η υποκατηγορία βιβλιοθήκης εστιάζει στην στατιστική αναγνώριση προτύπων και στην ομαδοποίηση. Η MLL χρησιμοποιείται πολύ για εργασίες για τις οποίες γίνεται κατά κόρον χρήση της OpenCv, αλλά είναι αρκετά γενική ώστε να χρησιμοποιηθεί σε οποιοδήποτε πρόβλημα μηχανικής μάθησης.

Η OpenCv δομείται σε 5 κύρια συστατικά μέρη, 4 από τα οποία δείχνονται στην εικόνα 4.1. Το CV μέρος περιέχει τους βασικούς αλγορίθμους για επεξεργασία εικόνας και υψηλού επιπέδου μηχανική όραση, το ML περιέχει την βιβλιοθήκη μηχανικής μάθησης που αναφέραμε και πριν, το HighGUI περιέχει ρουτίνες εισόδου-εξόδου και συναρτήσεις για την προβολή και την αποθήκευση των βίντεο και η CXCore περιέχει βασικές δομές δεδομένων. Η εικόνα 4.1 δεν περιέχει το CvAux, το οποίο περιέχει ανενεργές λειτουργικότητες και πειραματικούς αλγορίθμους (π.χ. εμπρόσθια/πίσω κατάτμηση εικόνας). Η CvAux έχει μεγάλο πρόβλημα με το documentation.

4.1.3 Τα πλεονεκτήματα της OpenCv

Τα βασικά της πλεονεκτήματα της OpenCV είναι ότι ενώ στην ουσία πρόκειται για ελεύθερο λογισμικό εντούτοις υποστηρίζεται από την Intel, την IBM, την Intel, τη SONY, τη Siemens, από πανεπιστήμια όπως το MIT, το Stanford, το MIT αλλά και πληθώρα άλλων ερευνητικών και εμπορικών σχημάτων. Ακόμη η OpenCv έχει το πλεονέκτημα ότι δεν χρειάζεται κάποιο συγκεκριμένο είδος κάμερας για να λειτουργήσει. Ακόμη με την πιο απλή και φτηνή webcam

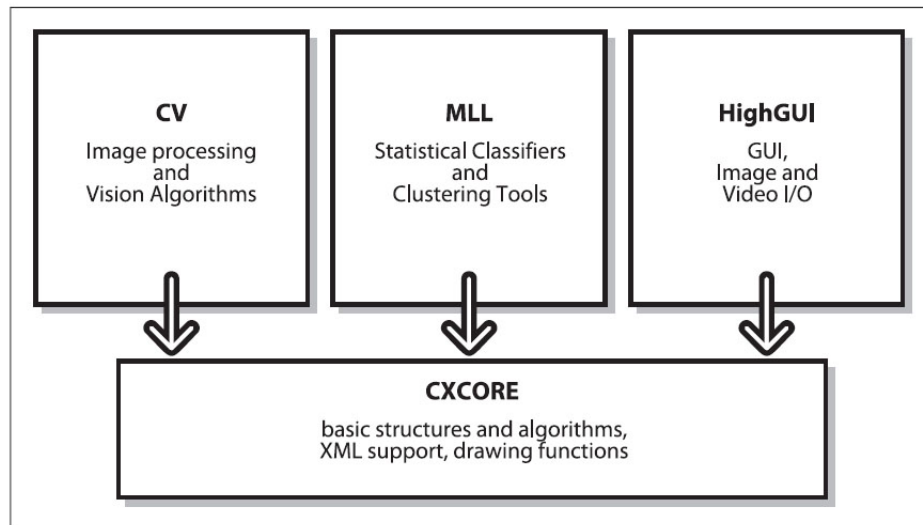


Figure 4.1: Η Δομή της OpenCv

μπορούμε να έχουμε την ίδια και καλύτερη λειτουργικότητα που θα προσφερόταν μόνο με πολύ εξειδικευμένο και ακριβό εξοπλισμό.

4.2 Εφαρμογές της OpenCv στο πεδίο του Computer Vision

Οι περισσότεροι γνωρίζουν τα πλεονεκτήματα του computer vision, αλλά λίγοι γνωρίζουν όλους τους τρόπους που χρησιμοποιείται. Για παράδειγμα, οι περισσότεροι άνθρωποι γνωρίζουν ότι χρησιμοποιείται σε συστήματα παρακολούθησης, και σε εικόνες και βίντεο στο διαδίκτυο. Όμως λίγοι συνειδητοποιούν ότι χρησιμοποιείται και σε παιχνίδια, και ότι οι περισσότεροι εναέριοι χάρτες και χάρτες δρόμων (όπως το Google Street View) χρησιμοποιούν κατά κόρον camera calibration και τεχνικές που επιτρέπουν την συγκόλληση εικόνων. Ακόμη, αρκετοί γνωρίζουν για χρήσεις του computer vision σε μη-επανδρωμένα οχήματα ή βιοχημικές αναλύσεις. Αλλά λίγοι γνωρίζουν ότι η διεισδυτική μηχανική όραση έχει περάσει στην βιομηχανία: σχεδόν όλα τα μαζικά παραγόμενα προϊόντα έχουν επιθεωρηθεί σε κάποιο στάδιο της παραγωγής από συστήματα computer vision.

Από την alpha έκδοση τον Ιανουάριο του 1999, η OpenCv χρησιμοποιήθηκε

σε πολλές εφαρμογές, προϊόντα και ερευνητικές προσπάθειες. Αυτές οι εφαρμογές περιλαμβάνουν τον συγκερασμό εικόνων σε δορυφορικούς και διαδικτυακούς χάρτες, την μείωση θορύβου σε ιατρικές εικόνες, τα αυτόματα συστήματα ελέγχου και ασφαλείας, στρατιωτικές εφαρμογές και μη-επανδρωμένα οχήματα (εναέρια, υποβρύχια, δρόμου). Έχει χρησιμοποιηθεί ακόμα σε αναγνώριση ήχου και μουσικής. Η OpenCv ήταν ένα βασικό συστατικό του συστήματος όρασης του ρομπότ από το πανεπιστήμιο Stanford, του “Stanley”, το οποίο κέρδισε το DARPA Grand Challenge αγώνα δρόμου ρομπότ στην έρημο.

4.3 Computer Vision

Το Computer vision είναι ένας μετασχηματισμός των δεδομένων από μια φωτογραφική μηχανή ή βιντεοκάμερα είτε σε μια απόφαση είτε σε μια καινούρια αναπαράσταση. Όλοι αυτοί οι μετασχηματισμοί γίνονται για την επίτευξη κάποιου ιδιαίτερου στόχου. Τα δεδομένα εισόδου μπορούν να περιλάβουν κάποιες πληροφορίες βασισμένες στα συμφραζόμενα όπως ‘η φωτογραφική μηχανή βρίσκεται πάνω σε ένα αυτοκίνητο’ ή ‘το λέιζερ που μετρά την απόσταση δείχνει ότι ένα αντικείμενο είναι 1 μέτρο μακριά’. Μια απόφαση μπορεί να είναι ‘εκεί είναι πρόσωπο σε αυτήν την σκηνή’ ή ‘υπάρχουν 14 κύτταρα όγκων σε αυτό το slide’. Μια νέα αντιπροσώπευση μπορεί να σημαίνει την μετατροπή μιας χρωματιστής εικόνας σε ασπρόμαυρη ή την απομάκρυνση της κίνησης της κάμερας από μια ακολουθία εικόνων.

Επειδή οι άνθρωποι είμαστε όντα που αντιλαμβάνονται πράγματα περισσότερο μέσω της όρασης, μπορεί να ξεγελαστούμε και να πιστέψουμε ότι το computer vision είναι εύκολη υπόθεση. Πόσο δύσκολο μπορεί να είναι, για παράδειγμα, να βρεις ένα αυτοκίνητο όταν το κοιτάξεις επίμονα σε μια εικόνα; Οι αρχικές διαισθήσεις μας μπορούν να είναι αρκετά παραπλανητικές. Ο ανθρώπινος εγκέφαλος διαιρεί το σήμα της όρασης σε πολλά κανάλια που διοχετεύουν διαφορετικά είδη πληροφοριών μέσα στον εγκέφαλο. Ο εγκέφαλος έχει ένα σύστημα προσοχής που διαπιστώνει ποια είναι τα σημαντικότερα μέρη μιας εικόνας υποβαθμίζοντας την υπόλοιπη εικόνα. Υπάρχουν πολλά πράγματα σχετικά με την όραση που δεν έχουν κατανοηθεί ακόμη πλήρως. Υπάρχουν πολλές συσχετισμένες εισοδοί που προέρχονται από αισθητήρες που ελέγχονται από μύες αλλά και από τις υπόλοιπες αισθήσεις, επιτρέποντας έτσι στον εγκέφαλο να συνδυάσει τις πληροφορίες και να τις συσχετίσει με τις εμπειρίες που αποκτήθηκαν μέσω διάφορων βιωμάτων από την στιγμή της γέννησης μας. Οι διάφορες πληροφορίες μέσα στον εγκέφαλο περνούν όλα τα στάδι-

α της επεξεργασίας συμπεριλαμβανομένων και του μηχανισμού που ελέγχει την ποσότητα του φωτός που περνά μέσα στην ίριδα του ματιού και φτάνει στον επιφάνεια του αμφιβληστροειδή, επιτρέποντας την λειτουργία των hardware αισθητήρων, δηλαδή των ματιών.

Στα συστήματα μηχανικής όρασης όμως, ο υπολογιστής λαμβάνει ένα πλέγμα αριθμών από μια κάμερα ή από τον δίσκο.Στις περισσότερες περιπτώσεις δεν υπάρχει προεγκατεστημένο σύστημα αναγνώρισης προτύπων, δεν υπάρχει αυτοματοποιημένος έλεγχος της εστίασης και του ανοίγματος της κάμερας, δεν υπάρχουν συσχετίσεις με τα βιώματα χρόνων για την εξαγωγή συμπερασμάτων.Συχνά, τα συστήματα μηχανικής όρασης είναι ακόμη πολύ απλοϊκά.

Η εικόνα 4.2 δείχνει μια εικόνα ενός αυτοκινήτου.Σε αυτή την εικόνα βλέπουμε τον πλαϊνό καθρέφτη από την μεριά του οδηγού.Αυτό που 'βλέπει' όμως ο υπολογιστής είναι ένα πλαίσιο αριθμών.Κάθε αριθμός μέσα σε αυτό το πλέγμα εμπεριέχει μια μάλλον μεγάλη ποσότητα θορύβου και έτσι μας δίνει λίγη πληροφορία από μόνος του,αλλά δυστυχώς αυτό το πλέγμα αριθμών είναι το μόνο που 'βλέπει' ο υπολογιστής.Τώρα η διαδικασία όρασης έγκειται στο να μετατρέψουμε αυτό το θορυβώδες πλέγμα αριθμών στην αντίληψη: 'πλαϊνός καθρέφτης'.Η εικόνα 4.3 μας δίνει παραπάνω πληροφορία πάνω στο γιατί η μηχανική όραση είναι τόσο δύσκολη.

Στην πραγματικότητα,το πρόβλημα,όπως έχει τεθεί μέχρι στιγμής,είναι χειρότερο από δύσκολο.Είναι τυπικά αδύνατο να λυθεί.Δοθείσης μιας διδιάστατης αναπαράστασης (2D) ενός τρισδιάστατου (3D)κόσμου, δεν υπάρχει μοναδικός τρόπος να αναπαραστήσουμε το (3D) σήμα.Τυπικά, ένα τέτοιο πρόβλημα με κακό δείκτη κατάστασης δεν έχει μοναδική ή κάποια λύση.Η ίδια (2D) εικόνα θα μπορούσε να αναπαραστήσει ένα άπειρο συνδυασμό από (3D) σκηνές ακόμη και αν τα δεδομένα δεν εμπεριείχαν λάθη.Όμως όπως προαναφέραμε, τα δεδομένα είναι αλλοιωμένα από θόρυβο και παραμορφώσεις.Αυτές οι αλλοιώσεις προέρχονται από διάφορες αλλαγές στο κόσμο (καιρού, φωτισμού, ανακλάσεων, κινήσεων) καθώς και από ατέλειες στους φακούς και τον μηχανικό εξοπλισμό, ηλεκτρικό θόρυβο στον αισθητήρα ή σε άλλο ηλεκτρονικό εξοπλισμό, θόλωμα της εικόνας και παράγοντες που προκύπτουν από την συμπίεση μετά την λήψη της εικόνας.Δεδομένων αυτών των προκλήσεων, αντιλαμβανόμαστε την δυσκολία του εγχειρήματος.

Στο σχεδιασμό των πρακτικών συστημάτων, επιπλέον γνώση που αποκτάται από τα συμφραζόμενα μπορεί να βοηθήσει να ξεπεραστούν τα εμπόδια που θέτουν οι οπτικοί αισθητήρες.Για παράδειγμα έστω ένα ρομπότ που κινείται και πρέπει να βρει και να μετακινήσει ένα συρραπτικό μέσα σε έ-



But the camera sees this:

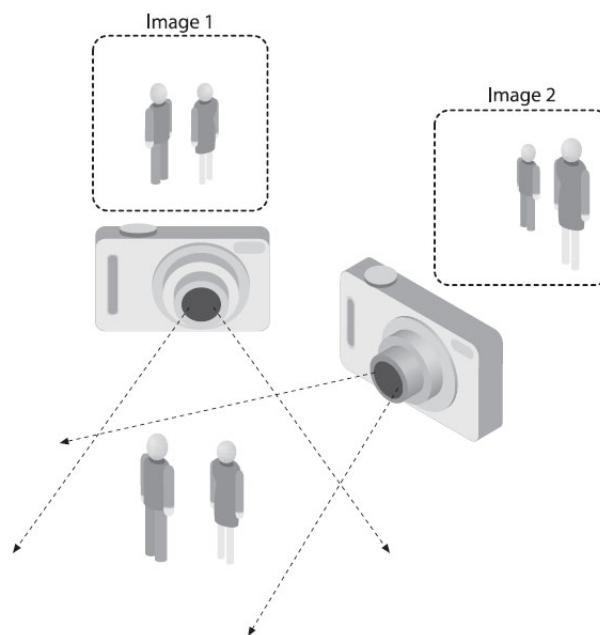
194	210	201	212	199	213	215	195	178	158	182	209
180	189	190	221	209	205	191	167	147	115	129	163
114	126	140	188	176	165	152	140	170	106	78	88
87	103	115	154	143	142	149	153	173	101	57	57
102	112	106	131	122	138	152	147	128	84	58	66
94	95	79	104	105	124	129	113	107	87	69	67
68	71	69	98	89	92	98	95	89	88	76	67
41	56	68	99	63	45	60	82	58	76	74	65
20	41	69	75	56	41	51	73	55	70	63	44
50	50	57	69	75	75	73	74	53	68	59	37
72	59	53	66	84	92	84	74	57	72	63	42
67	61	58	65	75	78	76	73	59	75	69	50

Σχήμα 4.2: Ο υπολογιστής αντιλαμβάνεται τον πλαϊνό καθρέφτη ως ένα σύνολο αριθμών.

να κτίριο. Το ρομπότ μπορεί να χρησιμοποιήσει το δεδομένο ότι το γραφείο είναι ένα αντικείμενο που βρίσκεται σε δωμάτια εργασίας και ότι τα συρραπτικά βρίσκονται συνήθως μέσα σε γραφεία. Αυτή η πληροφορία υπονοεί το μέγεθος του αντικειμένου, δηλαδή ότι τα συρραπτικά πρέπει να έχουν το κατάλληλο μέγεθος για να χωρούν μέσα σε ένα γραφείο. Επίσης αυτές οι πληροφορίες βοηθούν στο να ελαττωθούν τα πιθανά μέρη που μπορούν να βρεθούν τα συρραπτικά, για παράδειγμα αποκλείονται μέρη όπως το ταβάνι ή ένα παράθυρο. Επιπλέον αν υποθέσουμε ότι το ρομπότ έχει πρόσβαση σε μια βάση δεδομένων με φωτογραφίες από αληθινά συρραπτικά, μπορεί να αποκλείσει τεράστια συρραπτικά ή συρραπτικά με περίεργο σχήμα γιατί συνήθως οι φωτογράφοι δεν θα έχουν βγάλει τέτοιες φωτογραφίες.

Διαπιστώνουμε ότι οι άνθρωποι τείνουν να βάζουν το αντικείμενο που θέλουν να φωτογραφίσουν στο κέντρο της εικόνας και σε χαρακτηριστικές συντεταγμένες. Έτσι βλέπουμε ότι υπάρχει μια μικρή ασυνείδητη και υπονοούμενη πληροφορία που δίνεται από τις φωτογραφίες που τραβούν άνθρωποι.

Οι βασισμένες στα συμπραζόμενα πληροφορίες μπορούν επίσης να μοντελοποιηθούν επακριβώς με τις τεχνικές εκμάθησης μηχανών. Οι κρυμμένες



Σχήμα 4.3: Η δισδιάστατη απεικόνιση των αντικειμένων *αλλάζει* πολύ ανάλογα με την γωνία που τα παρατηρούμε.

μεταβλητές όπως το μέγεθος, ο προσανατολισμός στη βαρύτητα, και άλλες μπορούν να συσχετιστούν με τις τιμές τους μέσα σε ένα σύνολο εκμάθησης με ετικέτες. Εναλλακτικά, μπορούμε να προσπαθήσουμε να μετρήσουμε τις κρυμμένες μεταβλητές με τη χρησιμοποίηση πρόσθετων αισθητήρων. Η χρήση ενός λείζερ μετρητή απόστασης μας επιτρέπει να μετρήσουμε ακριβώς το μέγεθος ενός αντικειμένου. Το επόμενο πρόβλημα που αντιμετωπίζει η μηχανική όραση είναι αυτό του θορύβου. Συνήθως αντιμετωπίζουμε τον θόρυβο με τη χρήση στατιστικών μεθόδων με την πάροδο του χρόνου. Ακόμα άλλες τεχνικές αντιμετωπίζουν το θόρυβο ή τις διαστρεβλώσεις με την οικοδόμηση των επεξηγηματικών μοντέλων που μαθαίνονται άμεσα από τα διαθέσιμα στοιχεία. Παραδείγματος χάριν, επειδή οι παραμορφώσεις φακών είναι από γνωστές από παλιά, αρκεί κανείς να ξέρει τις παραμέτρους ενός απλού πολυωνυμικού μοντέλου ειδικού για τις παραμορφώσεις φακών, για να μπορεί να περιγράψει και να διορθώσει εντελώς αυτές τις παραμορφώσεις.

Επίσης μερικές φορές, μπορεί να είναι αδύνατο να ανιχνευθεί μια ακμή σε μια εικόνα μόνο με τη σύγκριση ενός σημείου με τους άμεσα γείτονές του. Αλλά εάν εξετάζουμε τις στατιστικές πάνω σε μια μικρή περιοχή, η ανίχνευση ακμών γίνεται πολύ ευκολότερη. Μια πραγματική ακμή πρέπει να εμφανιστεί ως μια σειρά άμεσων απαντήσεων γειτόνων πάνω σε μια μικρή περιοχή, κάθε ένας από τους οποίους έχει σύμφωνο προσανατολισμό με τους γείτονές του.

Οι ενέργειες ή οι αποφάσεις που προσπαθεί να πάρει η μηχανική όραση βασισμένη στα δεδομένα από φωτογραφικές μηχανές εκτελείται στα πλαίσια ενός συγκεκριμένου σκοπού ή ενός στόχου. Μπορεί να θελήσουμε να αφαιρέσουμε το θόρυβο από μια εικόνα ούτως ώστε το σύστημα ασφαλείας μας να μας ειδοποιήσει εάν κάποιος προσπαθήσει να σκαφαλώσει σε έναν φράκτη ή επειδή χρειαζόμαστε ένα σύστημα παρακολούθησης που να μετρά πόσοι άνθρωποι περνούν μέσω μιας περιοχής σε ένα λούνα παρκ.

Εμπορεύματα λογισμικού όρασης για ρομπότ που περιπλανώνται μέσα σε κτήρια γραφείων είναι λογικό να υιοθετήσουν διαφορετικές στρατηγικές από τα εμπορεύματα λογισμικού όρασης για τα ακίνητες κάμερες ασφαλείας επειδή τα δύο συστήματα έχουν μεγάλες διαφορές στα περιβάλλοντα που λειτουργούν στους στόχους που θέλουν να επιτύχουν. Ο γενικός κανόνας είναι: όσο πιο περιορισμένο είναι το πλαίσιο λειτουργίας της μηχανικής όρασης, τόσο περισσότερο μπορούμε να στηριχθούμε στους περιορισμούς για να απλοποιήσουμε το πρόβλημα και τόσο πιο αξιόπιστη θα είναι η τελική μας λύση.

Η OpenCv στοχεύει στην παροχή των βασικών εργαλείων που απαιτούνται για να λυθούν τα προβλήματα της μηχανικής όρασης. Σε μερικές περιπτώσε-

ις, οι υψηλού επιπέδου λειτουργίες στη βιβλιοθήκη είναι επαρκείς για να λύσουν τα πιο σύνθετα προβλήματα της μηχανικής όρασης.Ακόμα και όταν δεν έχουμε αυτή την περίπτωση, τα βασικά συστατικά της βιβλιοθήκης είναι αρκετά πλήρη για να επιτρέψουν τη δημιουργία μιας πλήρους λύσης σε σχεδόν οποιοδήποτε πρόβλημα μηχανικής όρασης.Στην τελευταία περίπτωση, υπάρχει διάφορες επιβεβαιωμένες μέθοδοι χρήσης της βιβλιοθήκης οι οποίες ξεκινούν λύνοντας το πρόβλημα με χρήση όσο το δυνατόν περισσότερων διαθέσιμων τμημάτων των βιβλιοθηκών.

Χαρακτηριστικά, όταν έχει υλοποιηθεί αυτή η πρώτη πρόχειρη λύση, μπορείτε να δούμε που υπάρχουν αδυναμίες και κατόπιν να τις φτιάξουμε χρησιμοποιώντας την δική μας εφευρετικότητα.Μπορούμε έπειτα να χρησιμοποιήσουμε την πρόχειρη λύση μας ως συγκριτική μέτρηση επιδόσεων για να αξιολογήσουμε τις βελτιώσεις που έχουμε κάνει.Από εκείνο το σημείο, οποιεσδήποτε αδυναμίες συνεχίζουν να υπάρχουν, μπορούν να αντιμετωπιστούν με την εκμετάλλευση του πλαισίου του μεγαλύτερου συστήματος στο οποίο η λύση προβλήματός μας ενσωματώνεται.

4.4 Tracking

4.4.1 Προβλήματα στο tracking

Το Tracking με χρήση ενός machine learning συστήματος είναι δύσκολο, εξ αιτίας πολλών παραγόντων, όπως το γεγονός ότι δεν μπορούμε να αναπαραστήσουμε με μοναδικό τρόπο ένα 3D κόσμο σε 2D διαστάσεις.Ένας άλλος παράγοντας δυσκολίας είναι το γεγονός ότι τα δεδομένα είναι σχεδόν πάντα αλλοιωμένα από θόρυβο και παρεμβολές.Οι λύσεις σε αυτά τα προβλήματα είναι να συμπεριλάβουμε επιπλέον πληροφορία εκτός αυτής που παίρνουμε από την κάμερα, την οποία μοντελοποιούμε με machine learning τεχνικές, και να χρησιμοποιήσουμε επιπλέον πληροφορία για την αντιμετώπιση του θορύβου.

4.4.2 Τεχνικές Tracking

Μια συνήθης χρήση της OpenCV είναι στην περίπτωση της βιντεοπαρακολούθησης.Η κατανόηση της κίνησης ενός αντικειμένου από καρέ σε καρέ έγκειται στην κατανόηση δύο σημαντικών εννοιών:της ταυτοποίησης και της μοντελοποίησης.

Η ταυτοποίηση συνιστά την εύρεση του αντικειμένου που ενδιαφέρει, σε ακόλουθα καρέ. Οι τεχνικές που μας βοηθούν σε αυτή την διαδικασία είναι χρωματικά και χρονικά ιστογράμματα. Ένα άλλο συναφές πρόβλημα είναι η εύρεση αντικειμένων που δεν έχουν ακόμη ταυτοποιηθεί. Αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο στις περιπτώσεις που αρχίζουμε να παρατηρούμε ένα αντικείμενο λόγω της κίνησης του αλλά δεν γνωρίζουμε τι ακριβώς είναι αυτό το αντικείμενο. Οι τεχνικές που έχουν αναπτυχθεί για την επίλυση αυτού του προβλήματος αφορούν την εύρεση και παρακολούθηση διακριτών και μοναδικών σημείων πάνω στο αντικείμενο, αντί να παρακολουθείται ολόκληρο. Η OpenCv προσφέρει δύο τεχνικές, την Lucas-Kanade και την Horn-Schunck στις οποίες αναφερόμαστε ως *sparse* ή *dense optical flow*.

Η έννοια της μοντελοποίησης είναι αναγκαία επειδή οι τεχνικές που χρησιμοποιούμε παράγουν ενθόρυβες μετρήσεις της θέσης του αντικειμένου. Έχουν αναπτυχθεί πολλές τεχνικές που βοηθούν την εκτίμηση της τροχιάς του αντικειμένου και οι οποίες εφαρμόζονται σε μοντέλα αντικειμένων δύο ή τριών διαστάσεων.

4.4.3 Mean-Shift και Camshift Tracking

Η Mean-Shift είναι μια γενικότερη μέθοδος ανάλυσης δεδομένων με ένα μεγάλο εύρος εφαρμογών, μια εκ των οποίων είναι και το *computer vision*.

Mean-Shift

Στην ουσία πρόκειται για έναν αλγόριθμο που βρίσκει τοπικά ακρότατα σε μια κατανομή πυκνότητας των δεδομένων. Είναι μια εύκολη διαδικασία για συνεχή κατανομές, όχι όμως και για τις διακριτές. Τα απομακρυσμένα από κορυφές δεδομένα δεν λαμβάνονται υπόψιν. Αυτό υλοποιείται με την χρήση παραθύρωσης (*windowing*) των δεδομένων και εν συνεχεία μετακίνησης του παραθύρου.

Ο αλγόριθμος υλοποιείται από τα εξής βήματα :

1. Διάλεξε ένα παράθυρο :

- Επέλεξε την αρχική του θέση.
- Επέλεξε τον τύπο του (ομοιόμορφο, πολυωνυμικό, εκθετικό, γκαουσιανό).

- Επέλεξε το σχήμα του (συμμετρικό,πιθανώς στραμμένο,κυκλικό ή πολυγωνικό).
2. Υπολόγισε το κέντρο μάζας του παραθύρου (πιθανώς επί κάποιο βάρος).
 3. Θέσε ως κέντρο του παραθύρου, το κέντρο μάζας.
 4. Επανέλαβε από το βήμα 2 μέχρις ότου το παράθυρο σταματήσει να κινείται (θα συμβεί πάντα).

Αυστηρώς μαθηματικά, ο Mean-Shift αλγόριθμος εξηγείται ως εξής:μπορούμε να εκφράσουμε την κατανομή των δεδομένων μας μέσω κάποιων πυρήνων με την προϋπόθεση ότι αυτοί έχουν το κατάλληλο μέγεθος, είναι πολλαπλασιασμένοι με το σωστό βάρος και έχουν τοποθετηθεί σε αρκετά σημεία.Ως πυρήνες ορίζουμε συναρτήσεις που έχουν κυρίως τοπική σκοπιά, όπως η γκαουσιανή κατανομή.

Η Mean-Shift τεχνική διαφέρει από την προσέγγιση της πυκνότητας των πυρήνων ως προς το γεγονός ότι αποσκοπεί μόνο στην προσέγγιση της κλίσης (δηλαδή της κατεύθυνσης αλλαγής) της κατανομής των δεδομένων.Όταν η αλλαγή είναι 0, τότε βρισκόμαστε με μια σταθερή κορυφή της κατανομής.

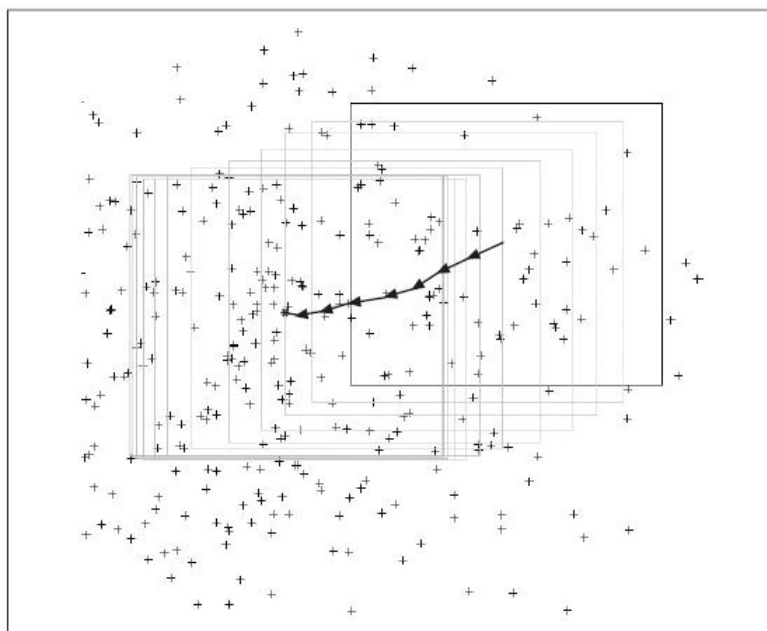
Σε γενικές γραμμές το διάνυσμα που θα προκύψει από την mean-shift τεχνική στην ουσία επιτάσσει τον επαναπροσδιορισμό του κέντρου του παραθύρου πάνω στο κέντρο μάζας του.Αυτό έχει ως αποτέλεσμα και την αλλαγή στα περιεχόμενα του παραθύρου και ο αλγόριθμος θα συνεχιστεί μέχρι να συγκλίνει και το διάνυσμα να περιέχει μηδενικά.Η περιοχή της σύγκλισης είναι ένα τοπικό ακρότατο (κορυφή) της κατανομής μέσα στο παράθυρο.Διαφορετικά μεγέθη παραθύρου μας δίνουν και διαφορετικές κορυφές.

Camshift

Πρόκειται για έναν αλγόριθμο που μοιάζει με τον προηγούμενο, με μόνη διαφορά ότι το παράθυρο αυτοπροσαρμόζει το μέγεθος του.

4.5 Σκιαγραφήματα Κίνησης

Τα *Σκιαγραφήματα Κίνησης* εφευρέθηκαν στο MIT Media Lab.Τα Σκιαγραφήματα Κίνησης είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος παρακολούθησης κίνησης και εφαρμόζεται κυρίως στην αναγνώριση κινήσεων.Για να χρησιμοποιηθούν



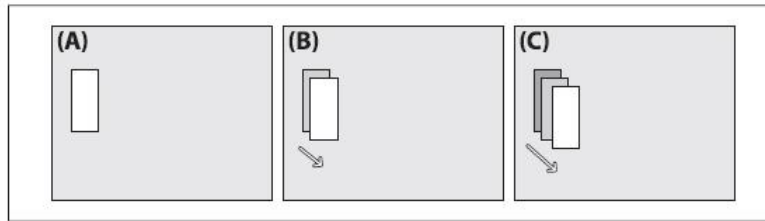
Σχήμα 4.4: Ο Mean-shift σε εφαρμογή. Τοποθετείται αρχικά ένα παράθυρο πάνω σε ένα διδιάστατο πίνακα που σχηματίζεται από σημεία που αναπαριστούν δεδομένα. Επαναλαμβάνουμε την διαδικασία βρίσκοντας κάθε φορά το καινούριο κέντρο του παραθύρου πάνω στο τοπικό μέγιστο της κατανομής των δεδομένων, μέχρι να υπάρξει σύγκλιση.

χρειάζεται μια σιλουέτα (ή μέρος της) ενός αντικειμένου.Υπάρχουν αρκετοί τρόποι για να πάρουμε σιλουέτες όπως :

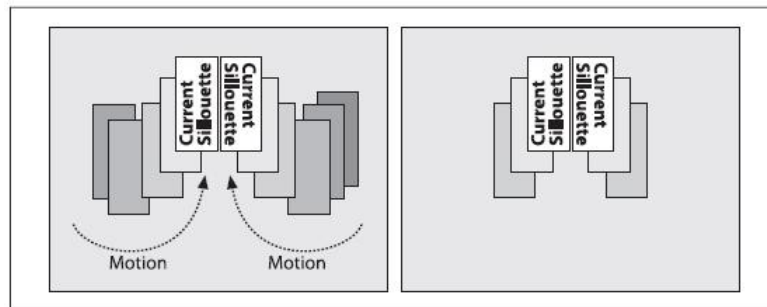
1. Ο απλούστερος τρόπος είναι να χρησιμοποιήσουμε μια σχετικά σταθερή κάμερα και να κάνουμε καρέ-καρέ συσχέτιση. Έτσι θα πάρουμε τις κινούμενες ακμές που είναι και το ζητούμενο για να λειτουργήσουν τα σκιαγραφήματα.
2. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και μια μέθοδο χρωματισμού.Για παράδειγμα, αν έχουμε ένα γνωστό χρώμα φόντου π.χ., το πράσινο, μπορούμε να θεωρήσουμε ότι δεν είναι πράσινο ως προσκήνιο.
3. Ένας άλλος τρόπος είναι να μάθουμε ένα μοντέλο φόντου από το οποίο μπορούμε να απομονώσουμε καινούρια αντικείμενα στο προσκήνιο και να τα θέσουμε σαν σιλουέτες.
4. Μπορούμε επίσης να χρησιμοποιήσουμε τεχνικές ενεργής σιλουέτας, δηλαδή να δημιουργήσουμε ένα τοίχο με υπεριώδες φως και να βάλουμε μια κάμερα υπεριώδους ακτινοβολίας να κοιτά σε αυτόν.Κάθε αντικείμενο ανάμεσα τους θα είναι μια σιλουέτα.
5. Επίσης χρησιμοποιούνται και θερμικές κάμερες.Κάθε σώμα που εκπέμπει θερμότητα μπορούμε να θεωρήσουμε ότι είναι στο προσκήνιο.
6. Τέλος μπορούμε να δημιουργήσουμε σιλουέτες με τεχνικές κατάτμησης.

Έστω ότι έχουμε ένα καλό, τετμημένο σκιαγράφημα αντικειμένου όπως αντιπροσωπεύεται από το άσπρο ορθογώνιο του σχήματος 4.5 (Α).Εδώ χρησιμοποιούμε το λευκό για να δείξουμε ότι όλα τα pixel τίθενται στην πιο πρόσφατη χρονοσφραγίδα εκφρασμένη σε αριθμητική κινητής υποδιαστολής.Καθώς το ορθογώνιο κινείται, νέα σκιαγραφήματα λαμβάνονται και τίθενται στην νέα χρονοσφραγίδα.Το νέο σκιαγράφημα είναι το άσπρο ορθογώνιο του σχήματος 4.5 (Β) και του σχήματος 4.5 (Γ).Οι παλαιότερες κινήσεις παρουσιάζονται στο σχήμα 4.5 ως διαδοχικά σκοτεινότερα ορθογώνια.Αυτά τα διαδοχικά εξασθενημένα σκιαγραφήματα καταγράφουν την ιστορία των προηγούμενων μετακινήσεων και έτσι αναφέρονται ως 'εικόνα ιστορίας κινήσεων'(mhi).

Σκιαγραφήματα των οποίων η χρονοσφραγίδα έχει ξεπεράσει μια προκαθορισμένη διάρκεια, τίθενται στο 0 όπως φαίνεται και στο σχήμα.Αυτή η λειτουργία παρέχεται από την συνάρτηση `cvUpdateMotionHistory()` :



Σχήμα 4.5: Διάγραμμα προτύπων κινήσεων: (α) ένα τετμημένο αντικείμενο στην συγκεκριμένη χρονοσφραγίδα(λευκό) (β) στο επόμενο βήμα, το αντικείμενο κινείται και είναι μαρκαρισμένο με την νέα τρέχουσα χρονοσφραγίδα, αφήνοντας πίσω το παλαιότερο όριο κατάρτησης(γ) στο επόμενο βήμα, το αντικείμενο κινείται κι άλλο, αφήνοντας παλαιότερες κατατημήσεις ως διαδοχικά σκοτεινότερα ορθογώνια, η ακολουθία της κωδικοποιημένης κίνησης των οποίων, παράγει την εικόνα ιστορίας κινήσεων.



Σχήμα 4.6: Πρότυπα κίνησης σιλουετών κινούμενων αντικειμένων.

```
void cvUpdateMotionHistory(
    const CvArr* silhouette,
    CvArr* mhi,
    double timestamp,
    double duration
);
```

Στην `cvUpdateMotionHistory()` όλα τα array εικόνας αποτελούνται από εικόνες μονού καναλιού. Η εικόνα σκιαγραφημάτων (silhouette) είναι μια byte εικόνα στην οποία τα pixel που δεν είναι 0, αντιπροσωπεύουν το πιο πρόσφατο σκιαγράφημα στο προσκήνιο. Η `mhi` εικόνα είναι μια εικόνα κιν-

ητής υποδιαστολής που αντιπροσωπεύει το πρότυπο κίνησης(εικόνα ιστορίας κινήσεων).Η χρονοσφραγίδα (timestamp)είναι ο τρέχων χρόνος σε ακρίβεια millisecond.και η διάρκεια(duration)θέτει το πόσο καιρό επιτρέπεται να μείνουν τα pixel ιστορίας κίνησης στην mhi εικόνα, δηλ. τα pixel που είναι πιο παλιά από χρονοσφραγίδα -διάρκεια , τίθενται στο 0.

Μόλις το πρότυπο κινήσεων έχει μια συλλογή των επικαλυπτόμενων στο χρόνο σκιαγραφημάτων αντικειμένου, μπορούμε να παραγάγουμε μια ένδειξη της γενικής κίνησης με τη λήψη της κλίσης της εικόνας mhi.Όταν παίρνουμε αυτές τις κλίσεις, μερικές κλίσεις θα είναι μεγάλες και άκυρες.

Οι κλίσεις είναι άκυρες όταν παλαιότερα ή ανενεργά μέρη της εικόνας mhi τίθενται στο 0,και έτσι παράγονται τεχνητά μεγάλες κλίσεις γύρω από τις εξωτερικές άκρες των σκιαγραφημάτων, δείτε και σχήμα 4.7(A).Επειδή γνωρίζουμε την χρονική διάρκεια των βημάτων με την οποία εισάγουμε τα νέα σκιαγραφήματα στο mhi μέσω της cvUpdateMotionHistory(), ξέρουμε πόσο μεγάλες πρέπει να είναι οι κλίσεις μας.Μπορούμε επομένως να χρησιμοποιήσουμε το μέτρο της κλίσης για να αποβάσουμε τις κλίσεις που είναι πάρα πολύ μεγάλες, όπως στο σχήμα 4.7(B).Τέλος, μπορούμε να έχουμε ένα μέτρο της συνολικής κίνησης δείτε το σχήμα 4.7(Γ).Η συνάρτηση που επηρεάζει τα μέρη (A) και (B) της εικόνας είναι η cvCalcMotionGradient():

```
void cvCalcMotionGradient(  
    const CvArr* mhi,  
    CvArr* mask,  
    CvArr* orientation,  
    double delta1,  
    double delta2,  
    int aperture_size=3  
);
```

Στην cvCalcMotionGradient(), όλα τα array εικόνας είναι μονού καναλιού.Το mhi είναι η εικόνα ιστορίας κίνησης που δίνεται σαν είσοδος,και το delta1 και delta2 είναι το ελάχιστο και μέγιστο μέτρο κλίσης που επιτρέπεται.Εδώ, το αναμενόμενο μέγεθος κλίσης θα είναι ακριβώς ο μέσος αριθμός τικ χρονοσφραγίδων μεταξύ των σκιαγραφημάτων στις διαδοχικές κλήσεις στην cvUpdateMotionHistory().Αν θέσουμε την delta1 στο μισό της απόστασης κάτω από την μέση τιμή αυτή και το delta2 στο μισό της απόστασης πάνω από την μέση τιμή,τότε έχουμε καλά αποτελέσματα.Η μεταβλητή aperture_size θέτει το ύψος και το πλάτος του διαφορικού τελεστή.Οι έξοδοι της συνάρτησης είναι το mask, μια εικόνα ενός καναλιού στην οποία οι μη-μηδενικές ενδείξεις δείχνουν που έχουν βρεθεί έγκυρες κλίσεις και το orientation , μια εικόν-

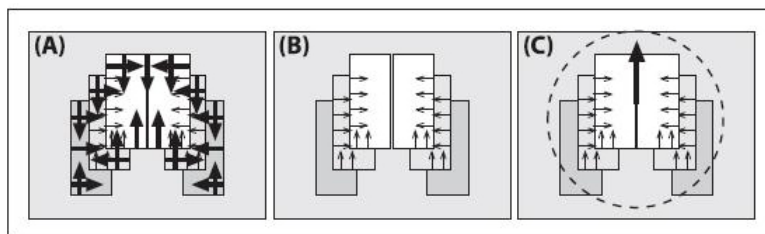


Figure 4.7: Η κλίση της κίνησης στην εικόνα mhi : (A) Το μέτρο και η κατεύθυνση της κλίσης· (B) Οι μεγάλες κλίσεις εξαλείφονται (Γ) Βρίσκουμε την συνολική κίνηση.

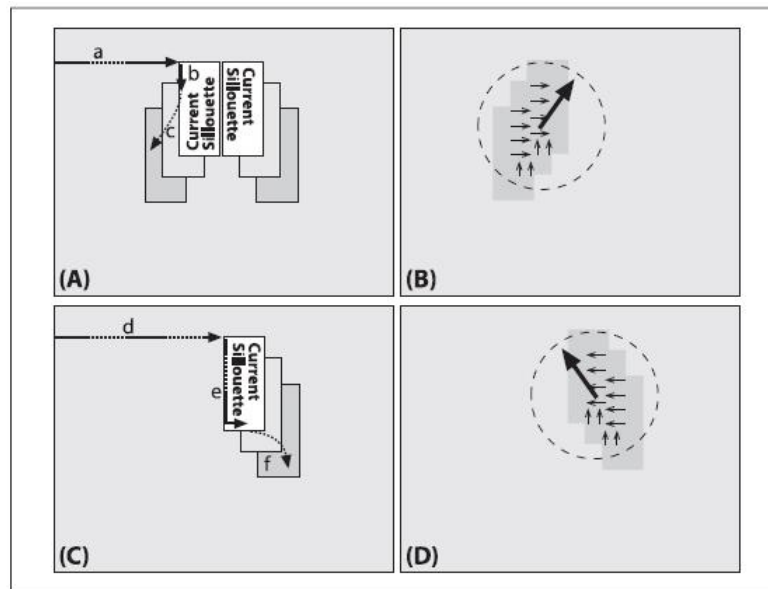
α κινητής υποδιαστολής που δίνει την γωνία της κλίσης σε κάθε σημείο. Η συνάρτηση `cvCalcGlobalOrientation()` υπολογίζει την συνολική κατεύθυνση της κίνησης με το να προσθέτει όλες τις έγκυρες κατευθύνσεις των κλίσεων και να τις τοποθετεί σε ένα διάνυσμα.

```
double cvCalcGlobalOrientation(
    const CvArr* orientation,
    const CvArr* mask,
    const CvArr* mhi,
    double timestamp,
    double duration
);
```

Σε αυτή την συνάρτηση δίνονται σαν είσοδοι τα `orientation` και `mask` που έχουν υπολογιστεί από την `cvCalcMotionGradient()` μαζί με τα `timestamp`, `duration`, `mhi` που υπολογίστηκαν από την `cvUpdateMotionHistory()`, αυτό που επιστρέφεται είναι ένα διάνυσμα που εμπεριέχει το άθροισμα της συνολικής κατεύθυνσης όπως φαίνεται και στο σχήμα.

Το `timestamp` (χρονοσφραγίδα) μαζί με το `duration` (διάρκεια) υπαγορεύουν στην συνάρτηση πόση κίνηση να συμπεριλάβει από το `mhi` και το `orientation`. Θα μπορούσαμε να υπολογίσουμε την συνολική κίνηση από το κέντρο μάζας κάθε `mhi` σιλουέτας, αλλά είναι πιο εύκολο να προσθέσουμε τα διανύσματα κίνησης που έχουν υπολογιστεί προηγουμένως.

Μπορούμε επίσης να απομονώσουμε τις περιοχές της `mhi` εικόνας προτύπων κινήσεων και να καθορίσουμε την τοπική κίνηση μέσα σε εκείνη την περιοχή, όπως φαίνεται στο σχήμα. Εδώ η `mhi` εικόνα σκανάρει για να βρεθούν οι τωρινές περιοχές σκιαγραφημάτων. Όταν μια περιοχή μαρκάρεται με την πιο τρέχουσα χρονοσφραγίδα, ψάχνουμε την περίμετρο της περιο-



Σχήμα 4.8: Τομή των τοπικών περιοχών κίνησης στην μηή εικόνα : (Α) Σκάνναρε την μηή εικόνα για τρέχοντα σκιαγραφήματα (α) και όταν τα βρεις πήγαινε γύρω από την περίμετρο και ψάξε για άλλα τωρινά σκιαγραφήματα (β) όταν βρεις ένα τρέχον σκιαγράφημα, κάνε “flooding” προς τα κάτω (γ) απομόνωσε την τοπική κίνηση (β) χρησιμοποίησε τις κλίσεις που βρέθηκαν στην απομονωμένη περιοχή για να υπολογίσεις την τοπική κίνηση (Γ) απομάκρυνε την περιοχή που βρήκες πριν και ψάξε για μια νέα περιοχή σκιαγραφήματος (δ) ψάξε κατά μήκος της (ε) “flooding” προς τα κάτω (ζ) (Δ) υπολόγισε την κίνηση στην καινούρια περιοχή που απομόνωσες και συνέχισε την διαδικασία (Α)-(Γ) μέχρι να μη μείνει κανένα σκιαγράφημα

χής για πρόσφατη κίνηση (πρόσφατα σκιαγραφήματα) ακριβώς έξω από την περίμετρό της. Όταν βρίσκεται μια τέτοια κίνηση, εκτελείται ένα “flooding” προς τα κάτω, με σκοπό να απομονώσει την τοπική περιοχή της κίνησης που ‘χάλασε’ την τρέχουσα θέση του αντικειμένου που μας ενδιαφέρει. Όταν βρεθεί, μπορούμε να υπολογίσουμε την κατεύθυνση της κλίσης της τοπικής κίνησης στην περιοχή που έγινε η αστοχία, κατόπιν να αφαιρέσουμε την περιοχή, και να επαναλάβουμε την διαδικασία έως ότου βρεθούν όλες οι περιοχές (όπως στο σχήμα).

Η συνάρτηση που απομονώνει και υπολογίζει την τοπική κίνηση είναι η `cvSegmentMotion ()`:

```

CvSeq* cvSegmentMotion(
    const CvArr* mhi,
    CvArr* seg_mask,
    CvMemStorage* storage,
    double timestamp,
    double segthresh
);

```

Ως είσοδος δίνεται το `mhi` που είναι εικόνα μονού καναλιού, το `storage`, το `timestamp` (χρονοσφραγίδα) δηλ. η αξία των πιο πρόσφατων σκιαγραφημάτων στο `mhi` και το `segthresh` που είναι το μέγιστο κάτω βήμα (απ'την τρέχουσα στην προηγούμενη κίνηση) που θα δεχτείτε ως συνημμένη κίνηση. Αυτή η παράμετρος παρέχεται επειδή δεν θέλουμε να συνδέσουμε τα σκιαγραφήματα από την πιο πρόσφατη και την πολύ παλαιότερη κίνηση.

Είναι γενικά καλύτερο να θέσουμε `segthresh` στο 1.5 φορές το μέσο όρο της διαφοράς των χρονοσφραγίδων μεταξύ των σκιαγραφημάτων. Η συνάρτηση επιστρέφει ένα `CvSeq` από `CvConnectedComp` δομές, μία για κάθε κίνηση που βρίσκουμε, το οποίο σκιαγραφεί τις τοπικές περιοχές κινήσεων. Επιστρέφει επίσης το `segmask`, μια εικόνα μονού καναλιού, στην οποία κάθε περιοχή της απομονωμένης κίνησης είναι χαρακτηρισμένη έναν χαρακτηριστικό αριθμό διάφορο του 0 (ένα μηδενικό pixel στο `segmask` δεν δείχνει καμία κίνηση). Για να υπολογίσουμε αυτές τις τοπικές κινήσεις ταυτόχρονα καλούμε την `cvCalcGlobalOrientation()`, χρησιμοποιώντας την κατάλληλη μάσκα που επιλέγεται από το κατάλληλο `CvConnectedComp` ή από μια τιμή στο `segmask`. Για παράδειγμα,

```

cvCmpS (
    segmask,
    // [value wanted in segmask],
    // [your destination mask],
    CV_CMP_SEQ
)

```

Κεφάλαιο 5

Το σύστημα μας

Παρακάτω περιγράφουμε το σύστημα μας. Το κεφάλαιο αυτό είναι χωρισμένο σε τρία μέρη: την αρχιτεκτονική και τις απαιτήσεις του συστήματος, όπου αναλύουμε τα συστατικά μέρη του συστήματος μας και τις λειτουργικότητες που επιθυμούμε να προσφέρει, το μέρος της υλοποίησης που σχολιάζουμε τεχνικά τα κύρια κομμάτια του συστήματος, και το κομμάτι των μελλοντικών κατευθύνσεων όπου δίνουμε τις μελλοντικές γραμμές του συστήματος.

5.1 Η Αρχιτεκτονική και οι Απαιτήσεις του Συστήματος

Στο κτίριο του EAITY, τοποθετούμε σε κάθε χώρο μια κάμερα η οποία είναι συνδεδεμένη σε ένα υπολογιστή ο οποίος επεξεργάζεται το βίντεο με χρήση της βιβλιοθήκης OpenCv την οποία παρουσιάσαμε παραπάνω. Εν συνέχεια, παίρνουμε την θέση του αντικειμένου που ανιχνεύτηκε η κίνηση και άλλα στοιχεία που προκύπτουν από την επεξεργασία και τα αποθηκεύουμε τοπικά μέχρι να διαβαστούν από ένα (site) δημιουργημένο μέσω Java Servlets μέσω του οποίου προσφέρονται οι παρακάτω λειτουργικότητες με βασικότερη την αναπαράσταση της κίνησης στο κτίριο πάνω στις κατόψεις του κτιρίου.

Το σύστημα μας είναι καταναμημένο και αποτελείται από τρία κύρια συστατικά :

1. *Τις κάμερες εποπτείας του χώρου οι οποίες είναι συνδεδεμένες σε κάποιο υπολογιστή ο οποίος αναλαμβάνει και την τοπική επεξεργασία των ακατέργαστων πληροφοριών μέσω της βιβλιοθήκης OpenCv.*

2. Τα αρχεία που βρίσκονται στον κάθε υπολογιστή και αποθηκεύουν τοπικά τα αποτελέσματα της επεξεργασίας.
3. Τον υπολογιστή που λειτουργεί ως κεντρικός εξυπηρετητής και φιλοξενεί τον ιστότοπο.

Στον παρόντα σχεδιασμό θεωρούμε ότι κάθε κάμερα διαθέτει ένα μοναδικό χαρακτηριστικό ταυτοποίησης ανάλογα με το χώρο στον οποίο βρίσκονται, (unique identity) τον οποίο αποστέλλει στην διαδικτυακή εφαρμογή όταν υπάρχει κίνηση. Με βάση αυτόν τον αριθμό η διαδικτυακή εφαρμογή είναι σε θέση να καθορίσει από που προέρχεται η κίνηση και να την συσχετίσει με τα σχέδια του κτιρίου, αφού έχουμε προκαθορίσει πάνω στις κατόψεις τον μοναδικό αριθμό ταυτοποίησης κάθε δωματίου.

Προκύπτει ότι η αρχιτεκτονική που συμφέρει να ακολουθήσουμε είναι η Client-Server. Ο Client δεν είναι εντελώς απλοϊκός όπως στα περισσότερα συστήματα. Ο κάθε Client εκτελεί καταγεγραμμένα την επεξεργασία της εικόνας μέσω της βιβλιοθήκης OpenCv αποθηκεύοντας τις χρήσιμες πληροφορίες που εξαγάγει σε ένα αρχείο που λειτουργεί ως τοπική βάση δεδομένων και μετά στέλνει τα αποτελέσματα αυτά στον κεντρικό εξυπηρετητή που αναλαμβάνει να τα συνδυάσει σε ένα αποτέλεσμα κατανοητό για τον τελικό χρήστη. Ο Server λειτουργεί ως διεπαφή προσφέροντας την δυνατότητα της άμεσης πρόσβασης από παντού οποιαδήποτε χρονική στιγμή.

Στην εικόνα 5.1 παρουσιάζεται η αρχιτεκτονική του συστήματος, και στην εικόνα 5.2 η λογική διαστρωμάτωση και επικοινωνία των 3 συστατικών μερών.

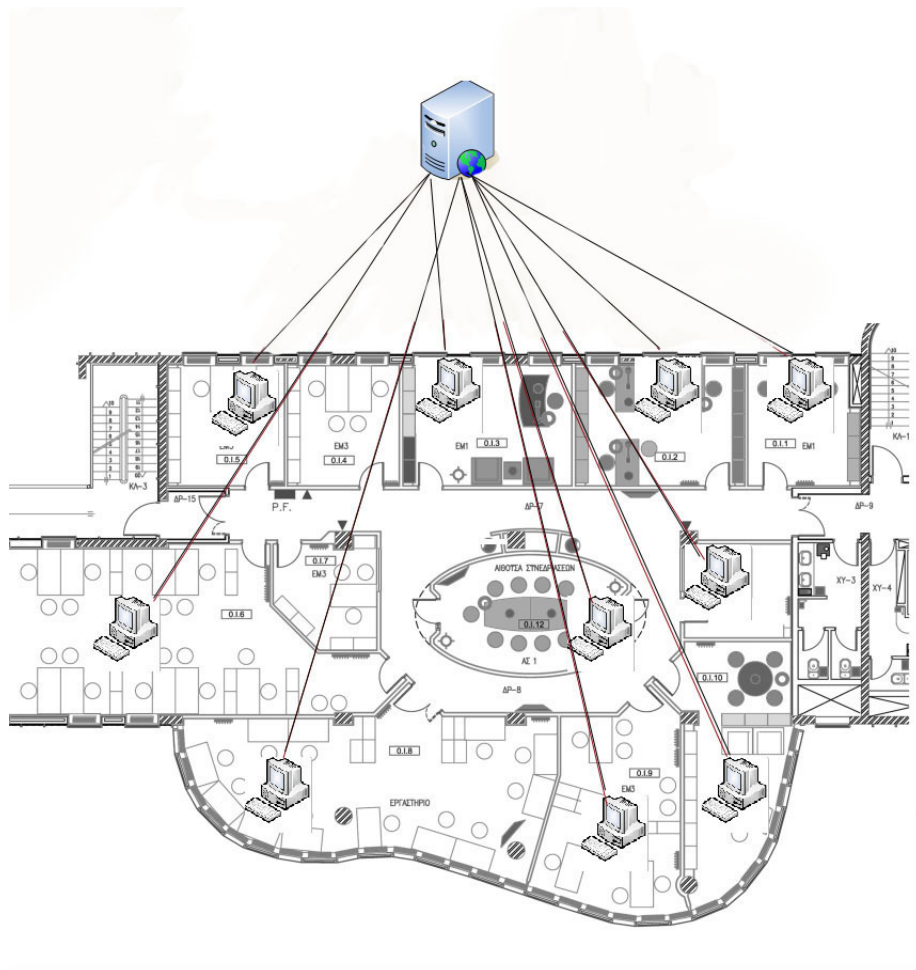
5.1.1 Καταγραφή Απαιτήσεων του Χρήστη

Επιθυμούμε το σύστημα μας να προσφέρει τις παρακάτω λειτουργικότητες:

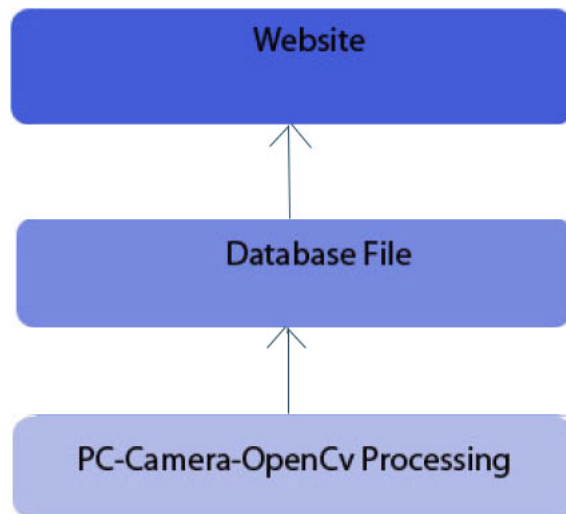
- *Ανίχνευση και παρακολούθηση κίνησης.*

Επιθυμούμε το σύστημα να ανιχνεύει κίνηση και δραστηριότητα μέσα στο χώρο, δηλαδή με το που ανιχνεύσει κίνηση μέσα στο χώρο να αρχίζει η κάμερα να καταγράφει, όπως επίσης και να προσφέρεται εκτίμηση για το που ακριβώς βρίσκεται το αντικείμενο προς παρακολούθηση και να αναγνωρίζει και συγκεκριμένες κινήσεις του (gestures).

- *Επίγνωση χώρου.*



Σχήμα 5.1: Η αρχιτεκτονική του συστήματος.



Σχήμα 5.2: Τα τρία κυριότερα μέρη της αρχιτεκτονικής.

Θέλουμε το σύστημα έχει γνώση του χώρου που εποπτεύει, αφού παρέχονται οι κατόψεις του κτιρίου και μπορεί να συσχετίσει την κίνηση με αυτές.

- *Motion Tracking.*

Θέλουμε να μπορούμε να παρακολουθήσουμε την δραστηριότητα από το ένα μέρος στο άλλο, δηλαδή να μη χάνουμε το αντικείμενο όταν αυτό μετακινείται.

- *Combined Queries.*

Επιθυμούμε το σύστημα να μπορεί να μας δώσει συνδυασμένη πληροφορία. Για παράδειγμα να είναι σε θέση να απαντήσει που ήταν το άτομο X την τάδε ώρα και αν είναι δυνατό να βρίσκει και το τι έκανε. Δηλαδή να απαντά σε συνδυαστικά queries.

- *Motion Calibration.*

Αν υπάρχουν πάνω από δύο κάμερες στο μέρος που θέλουμε, θα εκτελείται ένας consensus agreement αλγόριθμος ο οποίος θα βοηθά στον προσδιορισμό της θέσης του αντικειμένου.

- *Privacy.*

Θέλουμε το σύστημα να διαφυλάσσει τα προσωπικά δεδομένα. Αυτό επιτυγχάνεται γιατί η πληροφορία που στέλνεται στην διεπαφή χρήστη είναι δεδομένα που έχουν προκύψει από την επεξεργασία της εικόνας, και όχι η ίδια η εικόνα. Έτσι ο τελικός χρήστης δεν δύναται να έχει κάποια παραπάνω πληροφόρηση πέρα από αυτήν που του επιτρέπει το σύστημα. Είναι ευθύνη του αρχιτέκτονα του συστήματος η επιλογή των πληροφοριών που θα φτάσουν στον τελικό χρήστη καθώς ακόμη και τα δεδομένα που προκύπτουν από την επεξεργασία μπορεί να περιέχουν προσωπικές πληροφορίες. Γενικά, η διαφύλαξη των προσωπικών δεδομένων είναι πολύ σημαντική στα συστήματα με χρήση κάμερας και δεν δίνεται πάντα η απαραίτητη έμφαση.

- *Συγχρονισμός και Συνέπεια στα Δεδομένα.*

Επιθυμούμε να υπάρχει συγχρονισμός μεταξύ των καμερών και της διεπαφής χρήστη. Θέλουμε μια όσο το δυνατόν μεγαλύτερη συχνότητα δειγματοληψίας της κίνησης, και μια όσο το δυνατόν πιο σύντομη χρονικά μεταφορά των δεδομένων στην διεπαφή χρήστη (consistency).

- *Ανάκαμψη και Ανεκτικότητα από λάθη και βλάβες.*

Ένα βασικό στοιχείο του συστήματος είναι το να είναι όσο το περισσότερο δυνατό, ανεκτικό σε λάθη. Εδώ αναφερόμαστε κυρίως σε αστοχίες υλικού όπως π.χ., να έχει βγει εκτός λειτουργίας κάποια κάμερα ή ο εξυπηρετητής που φιλοξενεί τον ιστότοπο αλλά και σε αστοχίες μετάδοσης πληροφορίας λόγω προβλημάτων στο δίκτυο.

- *Επαλήθευση δεδομένων.*

Ένας τρόπος επαλήθευσης της λειτουργίας είναι η εισροή πληροφορίας και από άλλα συστήματα αισθητήρων όπως για παράδειγμα αισθητήρες κίνησης και η αλληλοσυσχέτιση των λαμβανόμενων πληροφοριών. Θα πρέπει το σύστημα μας να είναι σε θέση να λειτουργήσει παράλληλα αλλά και σε συνδυασμό με τα υπόλοιπα συστήματα αισθητήρων.

- *Επαναχρησιμοποίηση.*

Το σύστημα μας να είναι επαναχρησιμοποιήσιμο, δηλαδή να μπορούμε να προσθέσουμε επιπλέον λειτουργικότητα χωρίς αλλαγές στην αρχιτεκτονική του.

5.1.2 Προδιαγραφές Διεπαφής Χρήστη

Η διεπαφή χρήστη είναι ένα σημαντικό στοιχείο του συστήματος μας καθώς είναι υπεύθυνη για την εύκολη πρόσβαση στις πληροφορίες που παρέχει το σύστημα.

- Θέλουμε να υπάρχει διεπαφή με άλλα συστήματα, να είμαστε σε θέση δηλαδή να προωθήσουμε μια κλήση στο δωμάτιο που έχει εντοπιστεί ο άνθρωπος που ψάχνουμε, ή να προσαρμόζεται ο κλιματισμός ανάλογα με το άτομο που περνά πάνω από δύο ώρες στο χώρο ή ακόμη και να εντοπίζουμε κίνηση ούτως ώστε να μη κλειστεί κανείς κατά λάθος μέσα στο κτίριο σε ώρες που οι πόρτες κλειδώνουν.
- Θεωρούμε ότι υπάρχουν και άλλα συστήματα αισθητήρων στο κτίριο, όπως αισθητήρες θερμοκρασίας, υγρασίας, συσκευές sunspot οι οποίες διαθέτουν επιταχυνσιόμετρο και ασύρματη επικοινωνία, και θέλουμε να υπάρχει αλληλεπίδραση με αυτές, τόσο για επαλήθευση των πληροφοριών π.χ., ένα sunspot δείχνει ότι υπήρξε κίνηση και να υπάρχει επιβεβαίωση από την κάμερα, όσο και για συγκερασμό πληροφοριών για μια πιο ρεαλιστική αναπαράσταση του περιβάλλοντος συνδυάζοντας διαφορετικά δεδομένα μεταξύ τους.
- Να υπάρχει δυνατότητα να έχουμε πρόσβαση στη διεπαφή από παντού. Αυτό μας οδηγεί στην υιοθέτηση της ανάπτυξης ενός ιστότοπου μέσω του οποίου θα γίνονται όλες οι ενέργειες του χρήστη. Θέλουμε ο διαδικτυακός ιστότοπος να είναι φιλικά σχεδιασμένος ως προς τον χρήστη και να αποκρύπτει έξτρα πληροφορία που δεν του χρειάζεται από αυτόν. (transparency)
- Να δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να παρακολουθεί την εξέλιξη σε πραγματικό χρόνο (real time application). Μπορεί να προσφερθεί και η δυνατότητα όμως να έχει πρόσβαση σε εξελίξεις προηγούμενων χρονικών στιγμών. Το βάθος χρόνου στο οποίο έχει πρόσβαση ο χρήστης εξαρτάται αυστηρά από τον σχεδιαστή του συστήματος ο οποίος πρέπει να λάβει υπόψη και τον περιοριστικό παράγοντα της αποθήκευσης της πληροφορίας. Αν το σύστημα λειτουργεί όλη την διάρκεια της ημέρας είναι δύσκολο να αποθηκεύονται πληροφορίες άνω των κάποιων ημερών γιατί κάτι τέτοιο αποτελεί κατασπατάληση αποθηκευτικού χώρου παρόλο που δεν αποθηκεύεται το ίδιο το βίντεο αλλά δεδομένα που προκύπτουν από επεξεργασία πάνω σε αυτό.

- Να δίνεται η δυνατότητα ειδοποιήσεων μέσω RSS feed ,δηλαδή να μπορεί ο τελικός χρήστης να μάθει ποια ώρα και που εντοπίστηκε κίνηση και να ενημερώνεται για αυτές με χρήση ενός RSS reader.



Σχήμα 5.3: Εδώ δίνεται μια πρώτη προσέγγιση της διαδικτυακής διεπαφής. Παρατηρούμε ότι με κόκκινο κύκλο δίνεται η θέση που ανιχνεύτηκε κίνηση ενώ ο χρήστης μπορεί να επιλέξει ποιόν όροφο θέλει να παρακολουθήσει, να διασταυρώσει αν η υπήρξε όντως κίνηση, και να δει διάφορα στατιστικά στοιχεία.

Ποιές ώρες υπάρχει περισσότερη κίνηση στο κτίριο ;	
Σε ποιο μέρος του κτιρίου έχουμε την λιγότερη κίνηση ημερησίως;	
Ποιά εργάσιμη μέρα παρατηρείται η λιγότερη κίνηση;	
Ποιος είναι ο δημοφιλέστερος προορισμός στο κτίριο;	

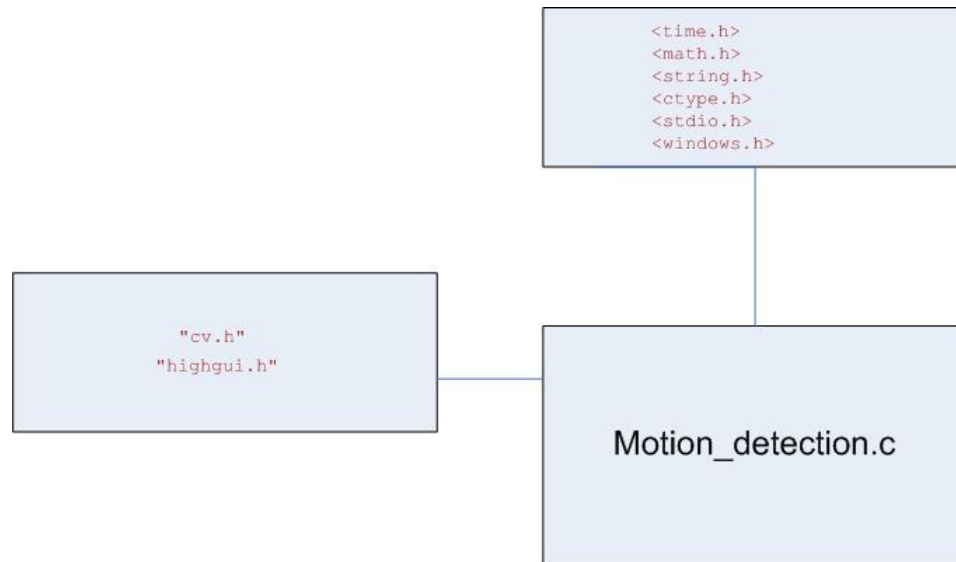
Σχήμα 5.4: Εδώ δίνεται ένα υπόδειγμα της υποσελίδας που περιέχει τα στατιστικά και δίνει την δυνατότητα επερωτήσεων (queries) στους χρήστες.

5.2 Υλοποίηση/Περιγραφή Συστήματος

5.2.1 Επεξεργασία με OpenCv

Λαμβάνουμε βίντεο από τις κάμερες, το οποίο εν συνεχεία επεξεργαζόμαστε με την OpenCv ούτως ώστε να αντιληφθούμε αν υπήρξε ή όχι κίνηση. Προκειμένου να διαπιστώσουμε την ορθή λειτουργία του προγράμματος και το κατά πόσο η βιβλιοθήκη είναι ευαίσθητη σε αλλαγές του φωτισμού, μπορούμε τοπικά να διαπιστώσουμε το που εντοπίζεται η κίνηση, αφού σημειώνεται με λευκούς και κόκκινους κύκλους πάνω στο βίντεο η κίνηση και η κατεύθυνση της. Ο λευκός κύκλος αντιπροσωπεύει την κατεύθυνση της συνολικής κίνησης και οι κόκκινοι, την κατεύθυνση κάθε μικρής επιμέρους κίνησης. Βασιζόμαστε λοιπόν, στις τεχνικές που αναπτύξαμε πιο πάνω για το tracking. Κατόπιν, μόλις αντιληφθεί κίνηση το πρόγραμμα, γράφει τον μοναδικό αριθμό ταυτοποίησης δωματίου σε ένα αρχείο. Αν δεν υπάρξει κίνηση, τότε στο αρχείο

γράφεται ο ειδικός κωδικός μη-ανίχνευσης κίνησης. Ακολουθούν επιλεγμένα κομμάτια του κώδικα της υλοποίησης.



Σχήμα 5.5: Αυτό είναι ένα αφαιρετικό σχήμα που περιγράφει την σύνδεση του προγράμματος μας με τις βιβλιοθήκες της OpenCv που χρησιμοποιεί όπως και με τις βιβλιοθήκες του συστήματος.

Δημιουργούμε ένα καινούριο αρχείο και απομακρύνουμε το παλιό αν υπάρχει. Παίρνουμε τα καρέ του βίντεο και δημιουργούμε ένα παράθυρο όπου θα βγαίνει το αποτέλεσμα της επεξεργασίας. Υπάρχει μια αέναη επανάληψη `for(;;)` η οποία σταματά μόνο με την `cvWaitKey(10)` η οποία εξαναγκάζει το πρόγραμμα να σταματήσει και να περιμένει για ένα πάτημα οποιουδήποτε κουμπιού για 10 milliseconds. Αν ο χρόνος παρέλθει και δεν πατηθεί κάποιο κουμπί, τότε το πρόγραμμα συνεχίζει την εκτέλεση του. Μέσα στο `for(;;)` η `update-mhi( image, motion, 30)` καλείται συνέχεια κάθε 20 milliseconds λόγω του `Sleep(200)`, και έχοντας θέσει το `threshold` στο 30.

```
int main(int argc, char** argv)
{
    ...[remove previous file]...
```

```

...[create new file]...
...[capturing image frames]...
for(;;)
{
...[creating output image]...
Sleep(200);
update_mhi( image, motion, 30);
cvShowImage( "Motion", motion );

if( cvWaitKey(10) >= 0 )
break;
}
...[release image and capture]...
}
return 0;
}

```

Η συνάρτηση `update-mhi()` εξάγει templates με το να βάζει threshold στις διαφορές μεταξύ των διαδοχικών καρέ του βίντεο, και μετά περνά σαν όρισμα στην `cvUpdateMotionHistory()` την σιλουέτα που έχει προκύψει.

```

cvAbsDiff( buf[idx1], buf[idx2], silh );
cvThreshold( silh, silh, diff-threshold, 1, CV-THRESH-BINARY );
cvUpdateMotionHistory( silh, mhi, timestamp, MHI-DURATION );

```

Κατόπιν παίρνουμε τις κλίσεις που προκύπτουν από την `mhi` εικόνα και παράγουμε μια `mask` από έγκυρες κλίσεις μέσω της `cvCalcMotionGradient()`. Μετά δεσμεύουμε χώρο (ή τον καθαρίζουμε αν προυπάρχει) για το `CvMemStorage`, και οι τοπικές κινήσεις τμηματοποιούνται και αποθηκεύονται σε `CvConnectedComp` δομές, μέσα στην δομή τύπου `CvSeq` που ονομάζεται `seq`.

```

cvCalcMotionGradient(
mhi,
mask,

```

```

    orient,
    MAX_TIME_DELTA,
    MIN_TIME_DELTA,
    3
);
if( !storage )
    storage = cvCreateMemStorage(0);
else
    cvClearMemStorage(storage);
    seq = cvSegmentMotion(
        mhi,
        segmask,
        storage,
        timestamp,
        MAX-TIME-DELTA
    );

```

Ελέγχουμε αν υπάρχει ανιχνευμένη τοπική κίνηση με το να ελέγχουμε αν η δομή seq έχει εγγραφές. Το “for” loop διατρέχει όλες τα seq->total Cv-ConnectedComp δομές εξαγάγοντας τα όρια των κύκλων για κάθε κίνηση. Η επανάληψη ξεκινά από το -1, το οποίο είναι ειδική περίπτωση για να βρεθεί η συνολική κατεύθυνση κίνησης της εικόνας. Όσον αφορά τα τοπικά κομμάτια της εικόνας, απορρίπτονται αρχικά οι πολύ μικρές περιοχές κατακερματισμού και μετά υπολογίζουμε τον προσανατολισμό της κίνησης με την χρήση της cvCalcGlobalOrientation(). Αντί να χρησιμοποιούμε συγκεκριμένα masks, αυτή η μέθοδος περιορίζει τον υπολογισμό των κινήσεων σε περιοχές ενδιαφέροντος οι οποίες περικλείουν τις τοπικές κινήσεις και μετά υπολογίζουν που βρέθηκε έγκυρη κίνηση μέσα σε αυτές τις περιοχές. Κάθε κίνηση που είναι πολύ μικρή απορρίπτεται. Τελικά η συνάρτηση ζωγραφίζει την κίνηση. Μετά, εφόσον έχει ανιχνευτεί κίνηση, γράφουμε σε ένα αρχείο τον ειδικό αριθμό ταυτοποίησης του δωματίου, αλλιώς γράφουμε τον ειδικό κωδικό μη-ανίχνευσης κίνησης. Σε κάθε περίπτωση έχουμε επιβεβαιώσει ότι το αρχείο υπάρχει.

```

if (seq->total !=0)
{
for( i = -1; i < seq->total; i++ ) {
if( i < 0 ) { // case of the whole image

```



```

// ...[does the whole image]...
else { // i-th motion component
comp_rect = ((CvConnectedComp*)cvGetSeqElem( seq, i ))->rect;
// [reject very small components]...
}
...[set component ROI regions]...
angle = cvCalcGlobalOrientation( orient, mask, mhi,
timestamp, MHI_DURATION);
...[find regions of valid motion]...
...[reset ROI regions]...
...[skip small valid motion regions]...
...[draw the motions]...
}
}

if((fd_cache = fopen("C:/../message.properties", "a"))== NULL )
{
...[check if file exists]...
}
fprintf(fd_cache,"%s","0I01");
}
else
{
if((fd_cache = fopen("C:/../message.properties", "a"))== NULL )
{
...[check if file exists]...
}

fprintf(fd_cache,"%s","####");
fclose(fd_cache);
}
}

```

Στην εικόνα 5.6 βλέπουμε το αποτέλεσμα της επεξεργασίας. Παράλληλα υπάρχει και η κατάλληλη εγγραφή στο αρχείο, όμως η εικόνα προσφέρει μια όμορφη οπτικοποίηση και μπορεί να χρησιμοποιηθεί μελλοντικά για ταυτοποίηση της κίνησης σε συγκεκριμένο χώρο στο δωμάτιο.

5.2.2 Η Βάση Δεδομένων

Στον παρόντα σχεδιασμό δεν χρησιμοποιούμε μια καθαυτή βάση δεδομένων αν και όταν το πλήθος των διαφορετικών δεδομένων που προκύπτουν από την επεξεργασία γίνει αρκετά μεγάλο, τότε η χρήση μιας βάσης όπως η



Σχήμα 5.6: Ένα στιγμιότυπο από την επεξεργασία που γίνεται για την εύρεση της κίνησης με την OpenCv.

MySQL πρέπει να θεωρηθεί επιβεβλημένη. Χρησιμοποιούμε λοιπόν απλά αρχεία κειμένου (txt files) προκειμένου να αποθηκεύσουμε τα αποτελέσματα της επεξεργασίας από την OpenCv. Φροντίζουμε αυτά τα αρχεία να τα αντικαταστήσουμε με καινούρια μόλις ξεκινά το σύστημα. Αν προκαλούμε μια επανεκκίνηση του συστήματος κάθε μέρα, τα δεδομένα που έχουμε είναι up-to-date. Από την άλλη δεν μπορούμε να ανατρέξουμε εύκολα σε προηγούμενες μέρες. Πρόκειται για ένα κλασσικό tradeoff μεταξύ των απαιτήσεων για αποθήκευση στην μνήμη και της ανάγκης για φρέσκα δεδομένα.

5.2.3 Η διεπαφή χρήστη

Η διεπαφή προσφέρει την δυνατότητα να βλέπουμε πάνω στις κατόψεις του κτιρίου που ακριβώς εντοπίστηκε κίνηση, μέσω ενός site φτιαγμένου με Java Servlets. Επίσης προσφέρει ενημέρωση για το που και το πότε ανιχνεύτηκε κίνηση μέσω RSS feeds. Όπως φαίνεται και στο σχήμα 5.7. Ο κώδικας μας είναι χωρισμένος σε 2 βασικά και 3 βοηθητικά αρχεία. Στο πρώτο βασικό αρχείο, διαβάζουμε από τα διάφορα αποθηκευμένα αρχεία τους κωδικούς κίνησης ή μη-κίνησης, (ένα αρχείο για κάθε δωμάτιο), και κατόπιν περνάμε αυτό το string χαρακτήρων που διαβάσαμε, στο δεύτερο κύριο πρόγραμμα το οποίο καταλαβαίνει που βρέθηκε η κίνηση και αντίστοιχα ζωγραφίζει στις

κατάλληλες συντεταγμένες πάνω στην κάτοψη έναν κόκκινο κύκλο. Σε αντίθετη περίπτωση, όπου δεν έχει ανιχνευτεί κίνηση ή το άτομο μετακινήθηκε από εκεί που βρισκόταν, τότε είτε δεν ζωγραφίζει τίποτα είτε απομακρύνει τον κύκλο που υπήρχε πριν.

Επίσης μόλις βρεθεί κίνηση, μέσω κώδικα java και της βιβλιοθήκης `s-tax` δημιουργούμε ένα αρχείο `xml` το οποίο είναι `rss feed` και στο οποίο εγγράφουμε την ώρα της ανίχνευσης της κίνησης μαζί με τον κωδικό του χώρου στον οποίο βρέθηκε. Με έναν `rss reader` μπορούμε κατόπιν να διαβάσουμε αυτές τις πληροφορίες. Τα 3 βοηθητικά αρχεία έχουν σκοπό την δημιουργία του `rss feed`. Στο σχήμα 5.7 φαίνεται η λογική ιεράρχηση των αρχείων και οι εξαρτήσεις τους. Ακολουθούν επιλεγμένα κομμάτια του κώδικα της υλοποίησης.

```
public class MyApp extends HttpServlet {

    protected void doGet(HttpServletRequest request,
        HttpServletResponse response) throws ServletException,
        IOException {

        response.setContentType("text/html");
        String filename = "/WEB-INF/message.properties";
        ServletContext context = getServletContext();

        String filename1 = "/WEB-INF/message.properties1";
        String text="";
        String lala="";
```

Ο πιο συχνός τύπος HTTP servlet, δημιουργεί μια HTML σελίδα. Το servlet επεκτείνει την `HttpServlet` κλάση και κάνει `override` την `doGet()` μέθοδο που κληρονομεί από αυτήν. Κάθε φορά που ο web server παίρνει ένα GET request για το servlet, ο server καλεί την `doGet()` μέθοδο, και της περνά σαν παραμέτρους ένα `HttpServletRequest` αντικείμενο και ένα `HttpServletResponse` αντικείμενο. Το `HttpServletRequest` αντιπροσωπεύει την αίτηση του client. Αυτό το αντικείμενο δίνει πρόσβαση σε πληροφορίες για τον client, τις σχετικές με την αίτηση παραμέτρους, τα HTTP headers που δίνονται μαζί με την αίτηση κτλ. Η `setContentType()` μέθοδος του response αντικειμένου, που μας δείχνει τον τύπο του περιεχομένου, την έχουμε θέσει στο "text/html"

1". Παρακάτω στο App.java έχουμε θέσει την `setContentType()` στο "image/gif". Αυτός ήταν από τους κυριότερους λόγους που χρησιμοποιήθηκαν 2 servlet-s.

```
InputStream inp = context.getResourceAsStream(filename);
InputStream inpl = context.getResourceAsStream(filename1);

if (inp != null && inpl != null){

    InputStreamReader isr = new InputStreamReader(inp);
    BufferedReader reader = new BufferedReader(isr);

    InputStreamReader isr1 = new InputStreamReader(inpl);
    BufferedReader reader1 = new BufferedReader(isr1);

    while ((text = reader.readLine()) != null
        && (lala=reader1.readLine()) != null )
    {
        RequestDispatcher dispatcher =
        request.getRequestDispatcher("App?text="+text
        +"&lala="+lala);
        dispatcher.forward( request, response );
    }
}
...[post method]...
}
```

Το `InputStream inp = context.getResourceAsStream(filename)`, επιστρέφει ένα `inputstream` για να διαβάσει το συγκεκριμένο `resource`, στην περίπτωση μας το αρχείο. Εφόσον το αρχείο υπάρχει, διαβάζουμε κείμενο από ένα `input stream` χαρακτήρων χρησιμοποιώντας προσωρινή αποθήκευση (`buffering`) για να διαβάσουμε αποδοτικά. Το μέγεθος του `buffer` μπορεί να καθοριστεί, αλλά συνήθως είναι αρκετά μεγάλο στην προκαθορισμένη περίπτωση. Διαβάζουμε όλο το κείμενο μέχρι να συναντήσουμε κάποιο κενό που θα υποδηλώσει και το τέλος του αρχείου, και καλούμε το `servlet App` μέσω του `dispatcher.forward(request, response)`, δίνοντας και σαν παραμέτρους στην `getRequestDispatcher()` τα `string` που διαβάσαμε από τα αρχεία.

```

public class App extends HttpServlet {

...[creating new frame]...
public void init() throws ServletException {
    // Construct a reusable unshown frame
    frame = new Frame();
    frame.addNotify();
}

public void doGet(HttpServletRequest req,
    HttpServletResponse res)
    throws ServletException, IOException {
    ServletOutputStream out = res.getOutputStream();
    String sth=req.getParameter("text");
    String sth1=req.getParameter("lala");
    Graphics g = null;

    try {

        URL source  = App.class.getResource("01grey.gif");
        URL source1 = App.class.getResource("circle.gif");

        MediaTracker mt = new MediaTracker(frame);
        Image image = Toolkit.getDefaultToolkit().getImage(source);
        Image image1 = Toolkit.getDefaultToolkit().getImage(source1);
        mt.addImage(image, 0);

...[ Load the image (from bytes to an Image object)]...
...[get the width and frame and make sure we read
    valid image data]...
...[construct a matching-size off screen graphics
    context]...
...[ Draw the image to the off-screen graphics
    context]...

```

Εδώ, με την `getParameter()` παίρνουμε τις παραμέτρους που δίνονται από το `App.java`. Εν συνεχεία παίρνουμε την ήδη υπάρχουσα εικόνα (κάτοψη) μέσω της μεθόδου `Toolkit.getDefaultToolkit().getImage(imagename)` και μετά την ξαναζωγραφίζουμε μέσα σε ένα άλλο `graphics context` το οποίο έχει δημιουργηθεί μέσω της `createImage()` μεθόδου του `Component`. Αυτό γίνεται γιατί δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την μέθοδο `getGraphics()` αν δεν

έχουμε δημιουργήσει εμείς την εικόνα μέσω της `createImage()` μεθόδου του `Component`. Το `servlet` δημιουργεί το δικό του `Frame` στην `init()` μέθοδο. Για κάθε αίτηση, το `servlet` παίρνει το όνομα της προυπάρχουσας εικόνας. Μετά παίρνει μια αναφορά στην εικόνα με την μέθοδο `getImage()` του `Toolkit` και την φορτώνει στην φυσική μνήμη μέσω του `MediaTracker`. Μετά το `servlet` παίρνει το πλάτος και το ύψος της φορτωμένης εικόνας και δημιουργεί μια αντίστοιχη σε διαστάσεις εικόνα η οποία δεν φαίνεται στην οθόνη. Η αποθηκευμένη εικόνα ζωγραφίζεται μέσα πάνω στην άδεια εικόνα που μόλις κατασκευάσαμε.

```
String arr[] = { "0I01", "0I02", "0I03", "0I04", "0I05", "####"};

if (sth.compareTo(arr[5]) == 0 || sth1.compareTo(arr[5]) == 0)
{ g.clearRect(440,140,20,30);
}
if (sth.compareTo(arr[0]) == 0)
{

    g.drawImage(image1,640,10,null);

...[Continue Comparing]...

...[Create the rss feed]...

    // Now add one example entry
    FeedMessage feed = new FeedMessage();
    feed.setTitle("RSSFeed");
    feed.setDescription("Motion Detected in room I01");
    feed.setAuthor("Irina Thiraiou");
    feed.setGuid("1");
    feed.setLink("http://localhost:8080/article.rss");
    rssFeeder.getMessage().add(feed);

...[Now write the file]....

...[Encode the off-screen graphics into a GIF ]...
    res.setContentType("image/gif");
    GifEncoder encoder = new GifEncoder(offscreen, out);
    encoder.encode();
}
```

```
...[Clean up resources]...
```

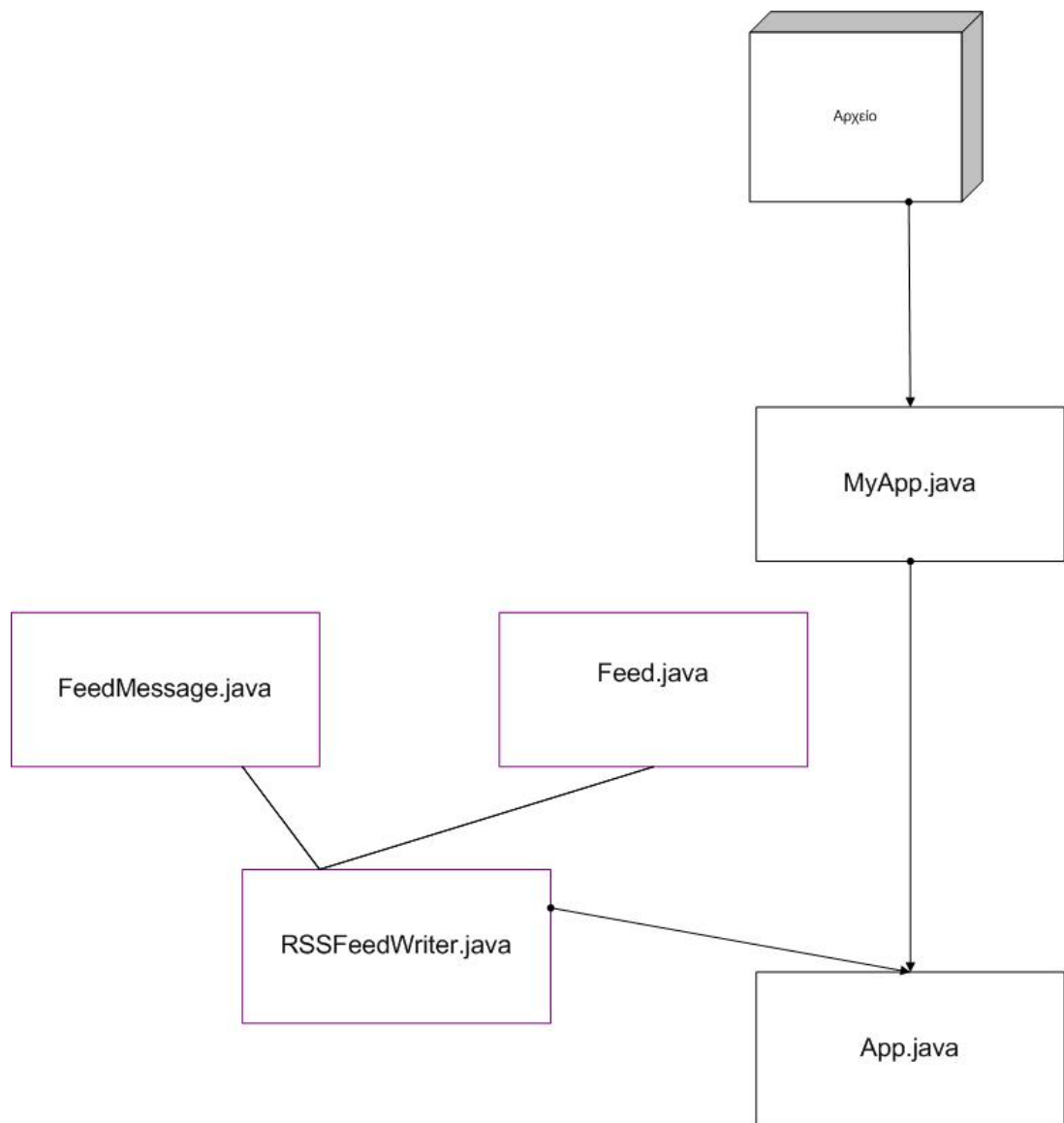
```
}
```

Εδώ κάνουμε διάφορους ελέγχους για να διαπιστώσουμε αν μέσα στο string που διαβάσαμε από τα αρχεία μέσω του MyApp υπάρχουν κωδικοί που αντιστοιχούν στα δωμάτια ή κωδικοί που αντιστοιχούν στην μη-ανίχνευση κίνησης. Σε περίπτωση που διαπιστώσουμε κίνηση τότε ζωγραφίζουμε μια εικόνα ενός κόκκινου κύκλου πάνω στις κατάλληλες συντεταγμένες, μέσω της `g.drawImage()`, ενώ αν διαπιστώσουμε ότι το άτομο έφυγε από εκεί που ήταν πριν, τότε βγάζουμε τον κύκλο με την `g.clearRect()`. Επίσης, όταν διαπιστώσουμε κίνηση δημιουργούμε ένα rss feed, προσθέτουμε ένα rss entry και αποθηκεύουμε το αρχείο. Τέλος, συμπιέζουμε την εικόνα με κωδικοποίηση gif, και την αποδεσμεύουμε.

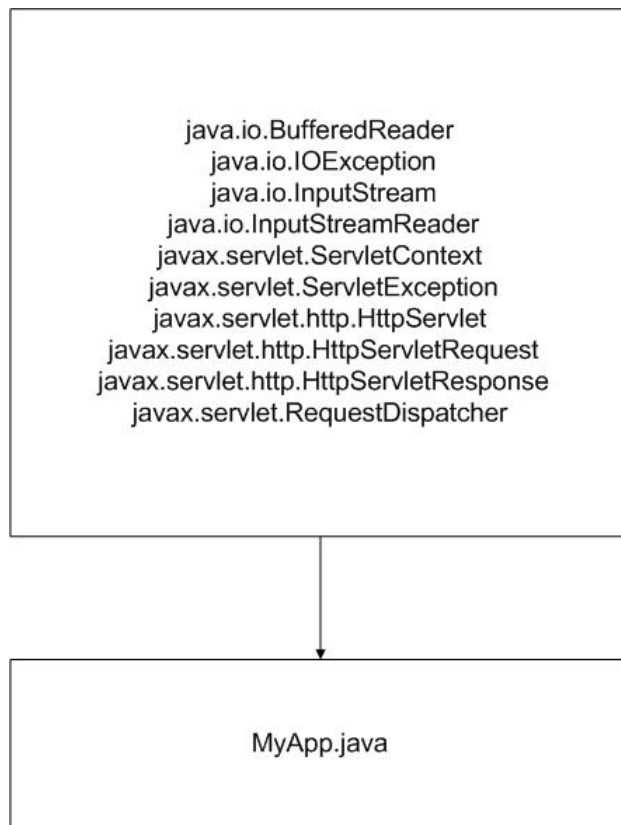
Ανάμεσα στις βιβλιοθήκες που χρησιμοποιεί το App.java όπως αυτές παρουσιάζονται στο σχήμα 5.9, ξεχωρίζουμε τις εξής: την `javax.servlet.*` και την `javax.servlet.http.*` οι οποίες δεν περιέχονται στην Java SE και αν έχουμε εγκατεστημένο αυτό το sdk πρέπει να περαστούν ξεχωριστά, ενώ αντίθετα είναι μέρος του sdk της Java EE, όπως επίσης και την `Acme.JPM.Encoders.-GifEncoder` η οποία είναι βιβλιοθήκη με διάφορες κωδικοποιήσεις συμπίεσης, μια από της οποίες είναι και η κωδικοποίηση gif στην οποία είναι κωδικοποιημένες και οι εικόνες που χρησιμοποιούμε και παράγουμε. Επίσης χρησιμοποιούμε αρχεία από τα packages που περιέχουν τα `de.vogella.rss.model.-Feed`, `de.vogella.rss.model.FeedMessage`, και `de.vogella.rss.write.RSSFeedWriter`, τα οποία βοηθούν στην διαμόρφωση xml αρχείων για rss feed.

5.2.4 Χρήσιμο Υλικό

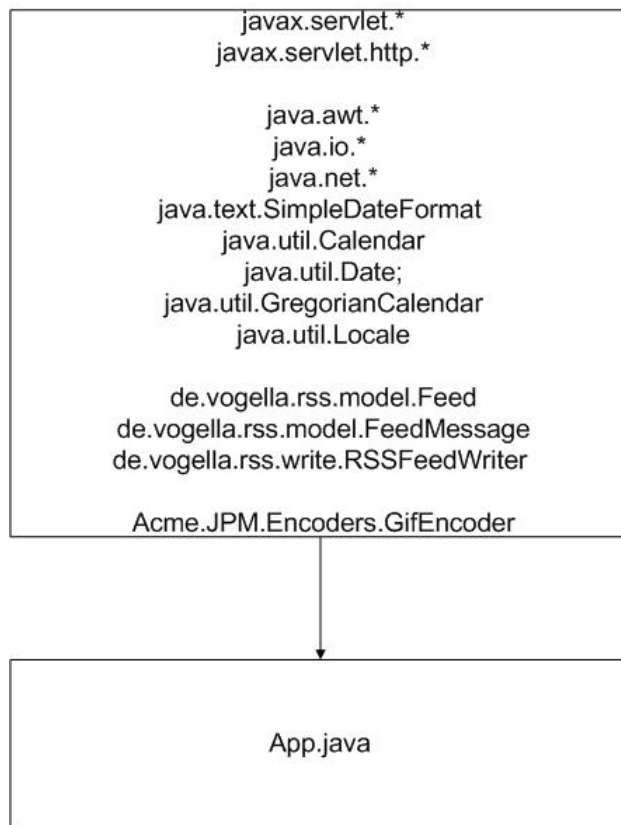
Για την ανάπτυξη του συστήματος, πολύτιμη βοήθεια προσέφεραν τα αντίστοιχα παραδείγματα από τα βιβλία για την OpenCv [4] και τα Java Servlets [5], όπως επίσης και η ανεπίσημη σελίδα υποστήριξης της OpenCv [1] και η σελίδα για την βιβλιοθήκη Stax [2] η οποία χρησιμοποιήθηκε για να δημιουργηθούν τα αντίστοιχα xml αρχεία που χρειαζόμασταν για το RSS feed.



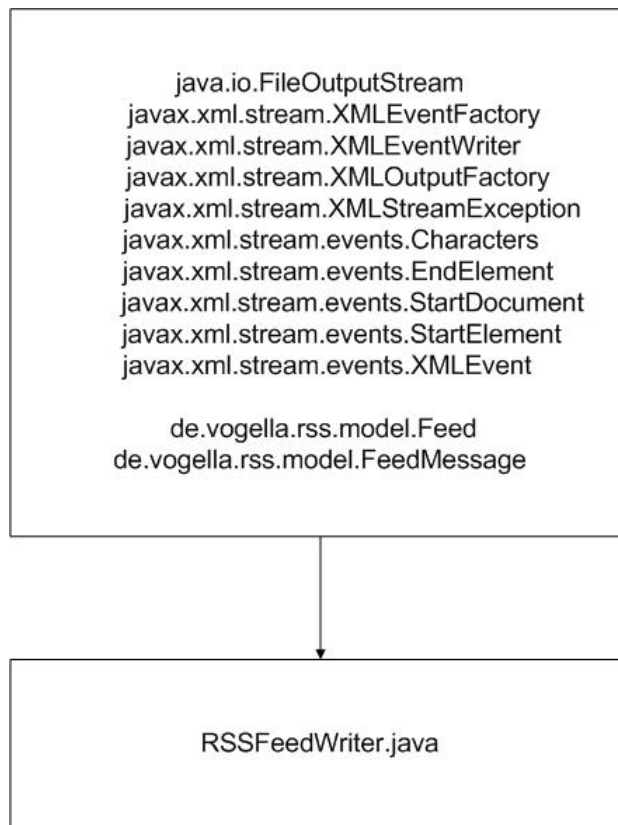
Σχήμα 5.7: Η λογική ιεράρχηση και οι εξαρτήσεις μεταξύ των 5 βασικών αρχείων java .



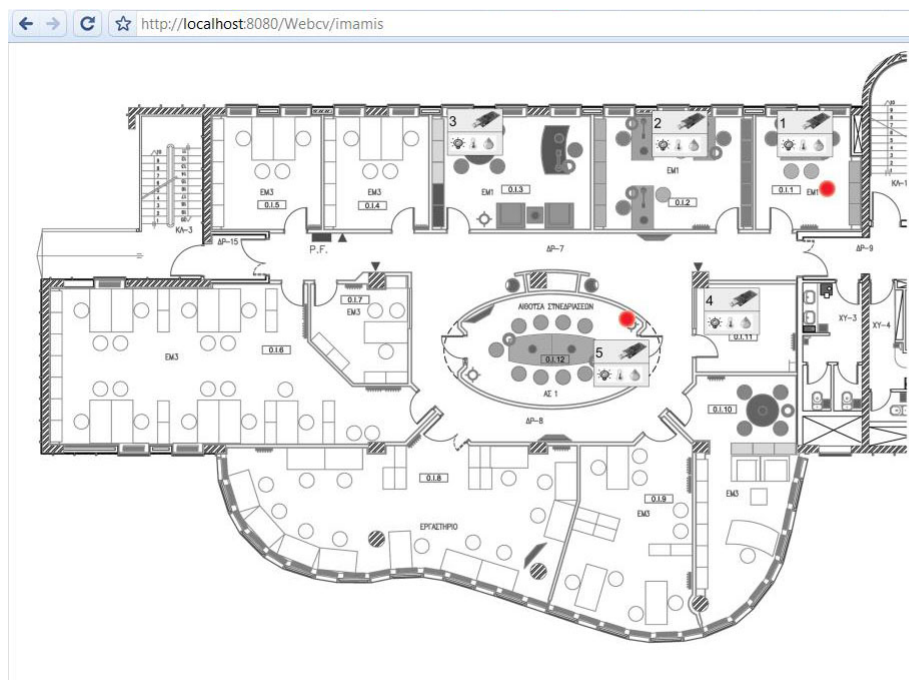
Σχήμα 5.8: Οι βιβλιοθήκες που χρησιμοποιεί το αρχείο `MyApp.java`.



Σχήμα 5.9: Οι βιβλιοθήκες που χρησιμοποιεί το αρχείο `App.java`



Σχήμα 5.10: Οι βιβλιοθήκες που χρησιμοποιεί το `RSSFeedWriter`.



Σχήμα 5.11: Ένα στιγμιότυπο από το site.

Κεφάλαιο 6

Συμπεράσματα-Μελλοντικές Κατευθύνσεις

Τα δίκτυα αισθητήρων αποτελούν από τις πιο ελπιδοφόρες ερευνητικές περιοχές και διεισδύουν στην καθημερινή μας ζωή κάνοντας χρήση διάφορων τεχνολογιών όπως είδαμε και παραπάνω. Όσο περνούν τα χρόνια τόσο γίνεται πραγματικότητα το όραμα των δημιουργών της Java για το έξυπνο σπίτι. Είναι μια προσπάθεια που έχει ξεκινήσει εδώ και πάρα πολλά χρόνια συνδυάζοντας καινούριες αλλά και παλιότερες τεχνολογίες που τώρα ξαναβρίσκουν εφαρμογή, και προσφέροντας μας ένα πλήρως αλληλεπιδραστικό κόσμο βοηθώντας και την οικονομία καθώς πολλές από αυτές τις εφαρμογές έχουν στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας.

Παρουσιάσαμε ένα σύστημα το οποίο με σεβασμό στα προσωπικά δεδομένα, λαμβάνει βίντεο από τις κάμερες, κατόπιν επεξεργασίας με την OpenCV βρίσκει την παρουσία ή απουσία κίνησης και μεταδίδει το αποτέλεσμα της επεξεργασίας σε ένα site, το οποίο συσχετίζει την πληροφορία που έλαβε με τις κατόψεις του κτιρίου, και προσφέρει μια φιλική διεπαφή που δείχνει την ανθρώπινη δραστηριότητα στο κτίριο. Η διεπαφή είναι από παντού προσβάσιμη αφού είναι διαδικτυακή και επίσης προσφέρει rss feeds..

Όσον αφορά τις μελλοντικές κατευθύνσεις, μεγάλη σημασία πρέπει να δοθεί στην ασφάλεια της μετάδοσης των δεδομένων. Εφόσον μιλάμε για ασύρματα δίκτυα αισθητήρων, αυτό από μόνο του εισαγάγει ευπάθεια (vulnerability) στην επικοινωνία. Πρέπει να διασφαλίσουμε την αξιοπιστία των λαμβανόμενων πληροφοριών γιατί το σύστημα μας ενδέχεται από την φύση του να αποτελέσει στόχο κακόβουλων ενεργειών. Θα μπορούσαμε να εισαγάγουμε κάποιου είδους κωδικοποίησης ούτως ώστε τα δεδομένα που διαβάζονται από

την τοπική βάση δεδομένων να συνδυάζονται με κάποια dummy δεδομένα ή να κωδικοποιούνται κατάλληλα με κάποιο αλγόριθμο δημόσιου/ιδιωτικού κλειδιού.Εννοείται ότι ο εξυπηρετητής θα γνωρίζει το κλειδί ή τον αλγόριθμο για να εξαγάγει τα σωστά αποτελέσματα.Επίσης πρέπει να διασφαλιστεί η απρόσκοπτη λειτουργία του εξυπηρετητή που φιλοξενεί τον δικτυακό ιστότοπο καθώς και η αδυναμία της πρόσβασης του από μη εξουσιοδοτημένα πρόσωπα.

Επίσης μπορούμε ανάλογα με την εφαρμογή, γιατί επί της ουσίας το σύστημα είναι αρκετά γενικό ώστε να του επιτρέπεται να λειτουργήσει σε πληθώρα εφαρμογών, να επεκταθεί το σύστημα λαμβάνοντας την ταυτότητα του κάθε χρήστη μέσω μια χειρονομίας που θα κάνει αυτός στην κάμερα για παράδειγμα ή μέσω αναγνώρισης προσώπου αν και αυτό αντικρούει στις αρχές μας περί προστασίας των προσωπικών δεδομένων, για να μπορεί να παρακολουθεί την πορεία του μέσα στο κτίριο και να εντοπίζει ανωμαλίες στην συμπεριφορά του.Ακόμη μέσω της αναγνώρισης χειρονομιών που προσφέρεται από την βιβλιοθήκη θα μπορούσε ο χρήστης να ζητήσει βοήθεια αν το χρειάζεται και εν συνεχεία να ειδοποιηθούν οι αρχές για να λάβει την απαραίτητη φροντίδα.

Αν και το σύστημα μας υλοποιήθηκε στα πλαίσια του κτιρίου του ΕΑΙΤΥ εντούτοις θα ήταν σαφώς πιο χρήσιμο σε ένα σπίτι φροντίδας ηλικιωμένων, σε ένα παιδικό σταθμό ή σε κάποιο παιδότοπο με πισίνα και άλλες επικίνδυνες εγκαταστάσεις, όπου οι χρήστες μπορεί να βρεθούν πραγματικά σε κατάσταση εκτάκτου ανάγκης και δεν έχουν πάντα την δυνατότητα, την πνευματική διαύγεια ή ωριμότητα για να ανταπεξέλθουν σε δύσκολες καταστάσεις.

Ακόμη θα ήταν ίσως πιο πρακτικό, να μην χρησιμοποιούνται κάμερες και υπολογιστές αλλά να χρησιμοποιείται κάποιο smartphone με την κάμερα του οποίου να καταγράφουμε το βίντεο και στην συνέχεια να γίνεται τοπική επεξεργασία με την OpenCv.Υπάρχουν ήδη συσκευές που υποστηρίζουν την χρήση OpenCv όπως το Iphone , και περιμένουμε και άλλες αν και ορισμένες εταιρίες όπως η Nokia έχουν τις δικές τους βιβλιοθήκες επεξεργασίας εικόνας.

Βιβλιογραφία

- [1] OpenCv Website: <http://opencv.willowgarage.com>.
- [2] Stax Website:<http://wso2.org/library/1844>.
- [3] ATHANASIOS BAMIS, DIMITRIOS LYMBEROPOULOS, T. T. A. S. Towards precision monitoring of elders for providing assistive services. *Petra* 49 (2008).
- [4] GARY BRADSKI, A. K. *Learning OpenCV*. O'Reilly Media, Inc., 1005 Gravenstein Highway North, Sebastopol, CA 95472,USA, 2008.
- [5] JASON HUNTER, W. C. *Java Servlet Programming*. O'Reilly Media, Inc., 1005 Gravenstein Highway North, Sebastopol, CA 95472,USA, 1998.
- [6] LYMBEROPOULOS, D., TEIXEIRA, T., AND SAVVIDES, A. Macroscopic human behavior interpretations using distributed imagers and other sensors. In *Transactions of IEEE* (2008), IEEE.
- [7] PAUS, A. Near field communication in cell phones. *Chair for Communication Security* (24.07.2007).
- [8] SIMPLOT-RYL, D. Παρουσίαση:rfid and their role in wsn. <http://www2.lifl.fr/simplot>.
- [9] WELBOURN, E. Παρουσίαση:the rfid ecosystem:rfid,the future and the rfid ecosystem. *SeattleRobotics Society Meeting* (2008).