

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Αριθμός 1315

Δικτύακες Υπηρεσίες Σύγχρονης Διαβίωσης

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ(ΕΣ):

ΒΥΤΑΝΟΣ ΦΩΤΗΣ

ΓΕΡΟΓΙΑΝΝΗΣ ΠΑΒΛΟΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ(ΕΣ):

ΚΑΡΕΛΗΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ

ΠΑΤΡΑ ΙΟΥΝΙΟΣ 2013

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στην εργασία αυτή γίνεται αναφορά των τεχνολογιών δικτύωσης των σύγχρονων εφαρμογών-προγραμμάτων ενός «έξυπνου περιβάλλοντος». Όπως π.χ η εφαρμογή Easy-living της Microsoft και άλλες εφαρμογές.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην πτυχιακή μας θα αναφερθούμε για το «έξυπνο σπίτι» ξεκινώντας από τον ορισμό του, δηλαδή πως ορίζουμε ένα «έξυπνο σπίτι» και τον ρόλο του στην σύγχρονη διαβίωση κάνοντας τις ανάγκες του ανθρώπου πιο εύκολες. Στην συνέχεια θα αναλύσουμε πως κατασκευάζεται ένα «έξυπνο περιβάλλον» σύμφωνα με τις ανάγκες και τις απαιτήσεις του χρήστη. Σύμφωνα με τα παραπάνω και με την πάροδο του χρόνου δημιουργούνται διάφορες εφαρμογές -προγράμματα που είναι πιο «φιλικές»,κατανοητές και αξιόπιστες προς τον χρήστη όπως η επικοινωνία με «χειραγίες» ή με την ομιλία του. Το κύριο κομμάτι ενός «έξυπνου περιβάλλοντος» είναι η τεχνολογία δικτύωσης και επικοινωνίας μεταξύ περιφερειακών συσκευών και της κεντρικής μονάδας (H/Y) όπως οι τεχνολογίες Bluetooth, wifi κ.τ.λ. Γενικά ένα πρότυπο λογισμικό έξυπνου σπιτιού θα πρέπει να είναι αυτόνομο και να προσαρμόζεται στις καταστάσεις που αντιμετωπίζει, να είναι σταθερό και φυσικά έξυπνο. Βέβαια υπάρχουν και μειονεκτήματα όπως η δυσκολία της κατασκευής και συντήρησης ενός «έξυπνου περιβάλλοντος» που καθιστούν εμπόδιο την υλοποίησή τους αλλά με την πάροδο του χρόνου και με την εξέλιξη της τεχνολογίας αυτό το εμπόδιο έχει αρχίσει να εξαλείφεται. Σκοπός μας είναι η ανάλυση, εκτίμηση και κατανόηση ενός «έξυπνου περιβάλλοντος» πάνω στις υπηρεσίες ειδοποίησης SIMBA του Easy-living της Microsoft. Δηλαδή το πρόγραμμα SIMBA αξιοποιεί επιτυχώς την ανταλλαγή μηνυμάτων για την αποτελεσματική δρομολόγηση της υπηρεσίας ειδοποίησης και παράδοσης. Στην συνέχεια αναλύουμε μια εφαρμογή που στηρίζεται στην αρχιτεκτονική της SIMBA. Τέλος αναφέρουμε τους λόγους τους οποίους ένα «έξυπνο περιβάλλον» δεν έχει διαδοθεί στο μέσο καταναλωτή και τις μελλοντικές κατευθύνσεις ανάλογα τα δεδομένα, τις συνθήκες και την κατάσταση με την οποία έχουμε να κάνουμε. Σύμφωνα με τα παραπάνω η εφεύρεση του «έξυπνου σπιτιού» είναι από τα σπουδαιότερα τεχνολογικά θέματα της εποχής μας με πολλές εφαρμογές σε διάφορους κλάδους όπως κοινωνία, επιστήμες, οικονομία κ.τ.λ.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή	5
1.1. Ορίζοντας το έξυπνο σπίτι	7
2. Κατασκευάζοντας ένα Έξυπνο Περιβάλλον	9
2.1. Θέματα Σχεδιασμού	10
2.2. Δίκτυα και Λογισμικό	11
2.3. Απαιτήσεις Χρήστη	14
3. Εργασίες Υλοποίησης Έξυπνων Σπιτιών	16
3.1. Εργασία ManHome (Managing An Intelligent Versatile Home)	16
3.2. Εργασία EasyLiving από τη Microsoft.....	18
3.3. Εργασία Aladdin Home Networking.....	20
3.4. Einstein, Pluto και LinuxMCE	20
4. Δικτύωση στο Έξυπνο Σπίτι.....	23
4.1. Τεχνολογία.....	23
4.1.1. X10	24
4.1.2. Bluetooth.....	25
4.1.3. IEEE 802.11	26
4.1.4. ZigBee.....	27
4.1.5. RFID.....	27
4.1.6. Περίληψη των Τεχνολογιών	29
4.2. Τοπολογίες Δικτύου	31
4.2.1. Τοπολογία Αστέρα	31
4.2.2. Τοπολογία Κεντρικού Αγωγού(Bus)	31
4.2.3. Τοπολογία Mesh.....	32
4.2.4. Υβριδική Τεχνολογία	33
4.3. Οπτικοακουστικά Δίκτυα(A/V) και Δίκτυα Υπολογιστών	33
4.4. Ψάχνοντας την Ιδανική Λύση	34
5. Αρχιτεκτονική Λογισμικού	35
5.1. Κεντροποιημένη ή Κατανεμημένη Αντίληψη.....	35
5.2. Λογισμικό Ολοκλήρωσης των Τεχνολογιών (Middleware).....	37
5.3. Ανακάλυψη Υπηρεσιών	40
5.4. Ενσωματωμένο Λογισμικό	43
5.5. Σύνοψη	44
6. Τρόποι Επικοινωνίας-Διεπιφάνειες Χρήστη.....	46
6.1. Ανάδραση	48
6.2. Διεπιφάνειες Χρήστη με Γνώση Περιεχομένου	49
6.3. Φυσικές Διεπιφάνειες Χρήστη	59
6.4. Γραφικές Διεπιφάνειες	50
6.5. Ακουστικές Διεπιφάνειες	50

6.6.	«Microsoft Surface»	51
6.7.	Έλεγχος Ομιλίας	51
6.8.	Έλεγχος Χειραπιών και Κινήσεων	52
6.9.	Ενισχυμένη Πραγματικότητα (Augmented Reality)	52
6.10.	Ήπια Τεχνολογία.....	53
6.11.	Επιμέρους Διεπιφάνειες Ελέγχου και Κεντρικές Διεπιφάνειες Χρήστη	54
6.12.	Διάφοροι Τύποι Διεπιφανειών Μέσα στο Έξυπνο Σπίτι.....	55
6.13.	Περιληπτικά	56
7.	Εφαρμογή και αρχιτεκτονική της SIMBA.....	57
7.1.	Εισαγωγή.....	58
7.2.	Υπηρεσίες ειδοποίησης.....	60
7.2.1.	Υπηρεσίες πληροφοριών ειδοποιήσεων.....	61
7.2.2.	Υπηρεσίες αποθήκευσης δικτυακών ειδοποιήσεων.....	61
7.2.3.	Συστήματα οικιακής δικτύωσης.....	61
7.2.4.	Υπηρεσίες Τοποθεσίας Χρήστη.....	62
7.2.5.	Βοηθοί επιτραπέζιων υπολογιστών.....	62
7.3.	Αυτοματισμός Εξαίρεση-Χειρισμός.....	63
7.4.	Η επίτευξη υψηλής διαθεσιμότητας.....	64
7.5.	Πειραματικά Αποτελέσματα.....	66
8.	Εφαρμογές.....	69
8.1.	Εισαγωγή.....	70
8.2.	Επισκόπηση του Συστήματος Aladdin.....	72
8.2.1.	Κατανεμημένη Αρχιτεκτονική Συστήματος για την Σπιτική Δικτύωση.....	72
8.2.2.	Αρχιτεκτονική του Προγράμματος.....	74
8.3.	Soft-State Store with Eventing.....	76
8.4.	Lookup Services.....	77
9.	Ανάλυση	79
9.1.	Λόγοι που το Έξυπνο Σπίτι δεν έχει διαδοθεί ακόμη στο μέσο καταναλωτή.....	79
9.2.	Μελλοντικές Κατευθύνσεις.....	81
9.3.	Τελικές Σκέψεις	82
10.	Επίλογος.....	84
11.	Βιβλιογραφία.....	85

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

Εισαγωγή

Πριν το 1797 στη θέση του πλυντηρίου υπήρχε μια πέτρα πάνω στην οποία χτυπούσαν τα άπλυτα. Το οποίο ήταν πολύ κουραστικό και χρονοβόρο. Εκείνη τη χρονιά εφευρέθηκε το πλυσταριό κάνοντας τη διαδικασία της πλύσης αρκετά ευκολότερη. Πάνω από έναν αιώνα μετά το 1908 η πλύση των ρούχων έκανε άλλο ένα τεράστιο βήμα μπροστά με την εφεύρεση του ηλεκτρικού πλυντηρίου. Τώρα, έχοντας κλείσει την πρώτη δεκαετία του 21^{ου} αιώνα, δεν μπορούμε να φανταστούμε να πλένουμε τα ρούχα μόνοι μας με τόση ευκολία ούτε κατά διάνοια.

Με έναν παρόμοιο τρόπο, αλλά πολύ πιο γρήγορα χάρη στους υπολογιστές, είμαστε ικανοί να εξοντώσουμε τις μικρές δυσκολίες της ζωής μέσα στο σπίτι. Η οικιακή αυτοματοποίηση μας γλιτώνει από πολύ κόπο. Σίγουρα δεν είναι κάτι δύσκολο να πατήσεις ένα διακόπτη για να ανάψεις ένα φως, μιας και είναι σίγουρα πολύ πιο εύκολο από το να σκαρφαλώσεις σε μια σκάλα και να ρυθμίσεις μια λάμπα πετρελαίου. Κι όμως έχουμε φτάσει σε μια φάση που πλέον δεν χρειάζεται καν να πατήσουμε αυτόν το διακόπτη, θα το κάνει ο υπολογιστής μας για μας και έτσι μας γλιτώνει από κόπο. Κάποιος θα μπορούσε αυτό να το αποκαλέσει τεμπελιά, αλλά στην τεχνολογική γλώσσα λέγεται σίγουρα πρόοδος.

Από το αυτόματο πότισμα του γκαζόν έως την συνεχή εναλλαγή καναλιών και σημάτων ήχου και video μέσα στο σπίτι, αυτό που λέμε «έξυπνο σπίτι» μπορεί να κάνει τη ζωή μας ευκολότερη και εντυπωσιακή. Με την αφιέρωση του απαραίτητου χρόνου και φυσικά με την ανάλογη επένδυση σχεδόν τα πάντα μπορούν πλέον να αυτοματοποιηθούν σε ένα σπίτι.

Ένα έξυπνο σπίτι μπορεί να είναι όσο σύνθετο ή όσο απλό θελήσουμε. Η βασική ιδέα πίσω από το έξυπνο σπίτι και τον κτιριακό αυτοματισμό γενικότερα είναι να τροφοδοτήσουμε μια κατοικία με αισθητήρες και συστήματα ελέγχου και σύμφωνα με αυτά να έχουμε παροχή θερμότητας, κλιματισμού, φωτισμού και πολλών άλλων υπηρεσιών που είναι κατάλληλα για τις ανάγκες ενός χρήστη. Προσαρμόζοντας περαιτέρω τους μηχανισμούς του σπιτιού στις ανάγκες του κατόχου του το «έξυπνο σπίτι» μπορεί να παρέχει ένα πιο ασφαλές, πιο άνετο και πιο οικονομικό κατάλυμα. Για παράδειγμα, ο ηλεκτρονικός ελεγκτής σε ένα αυτοματοποιημένο σπίτι μπορεί να αποφασίσει πότε οι κάτοικοι έχουν πάει στο κρεβάτι έτσι ώστε να κλείσει τα φώτα ή να χαμηλώσει το θερμοστάτη. Μπορεί ακόμη να ενεργοποιήσει συναγερμούς φωτιάς ή κλοπής σε περίπτωση ανάγκης, καθώς και να βελτιστοποιήσει την διαχείριση και άλλων πόρων όπως είναι το νερό και το ρεύμα.

Η πρώτη οργανωμένη εργασία (project) για το έξυπνο σπίτι ξεκίνησε στις αρχές του 1980 ως ένα εγχείρημα για το Εθνικό Κέντρο Έρευνας της Εθνικής Ένωσης Κατασκευαστών Σπιτιών στις ΗΠΑ (National Research Center of the National Association of Home Builders-NAHB). Πολλοί οργανισμοί κυρίως από τον ιδιωτικό τομέα λάβανε μέρος στο project και το συγχρηματοδοτήσανε. Η τεχνολογία του έξυπνου σπιτιού αποτελεί την ενσάρκωση των διαφόρων ιδεών που υπήρχαν γύρω από τον κτιριακό σε συνδυασμό με τη χρήση μιας συγκεκριμένης ομάδας άλλων τεχνολογιών. Στην τεχνολογία του έξυπνου σπιτιού η οικία είναι καλωδιωμένη με ένα μόνο καλώδιο που εμπεριέχει όλα τα άλλα, δηλαδή καλώδια παροχής ηλεκτρικής ισχύος, καλώδια για υπηρεσίες τηλεφωνίας, ίντερνετ ή video

κατ' απαίτηση, καλώδια που συνδέουν συσκευές και λαμπτήρες με ελεγκτικούς μηχανισμούς και αισθητήρες κ.ο.κ.

Το έξυπνο σπίτι προσφέρει πληθώρα υπηρεσιών και υποστηρίζει πολλαπλές λειτουργίες, οι οποίες συχνά είναι πολύ εντυπωσιακές και αξιόπιστες και τραβάνε πολύ την προσοχή του αγοραστικού κοινού. Υπάρχουν σήμερα στην αγορά συστήματα έξυπνων σπιτιών που προσφέρουν στο χρήστη εξεζητημένες τεχνολογικές δομές και πολυτέλεια. Ωστόσο, αυτό που πρέπει να έχουμε πάντα στο μυαλό μας είναι ότι υπάρχει σαφής διαχωρισμός μεταξύ του τι κάποιος χρειάζεται και του τι κάποιος θέλει για να αξιοποιήσει τις ανάγκες του. Ο Α. Maslow το έδειξε αυτό στην περίφημη πυραμίδα των αναγκών το 1943. Στην βάση της πυραμίδας του είναι βασικές φυσιολογικές ανάγκες όπως οξυγόνο, τροφή, νερό, θέρμανση, πράγματα στοιχειώδη. Όσο ανεβαίνει κανείς την πυραμίδα βρίσκει ανάγκες πιο εσωτερικές, όπως η αυτοολοκλήρωση και η ανάγκη για αυτοεπιβεβαίωση. Μπαίνοντας στη λογική αυτή βλέπουμε ότι η πολυτελής πλευρά των έξυπνων σπιτιών απευθύνεται περισσότερο στα θέλω του σύγχρονου ανθρώπου και όχι στις ανάγκες του. Κανείς δεν χρειάζεται τα φώτα του μπαλκονιού του να είναι συνδεδεμένα με τον αισθητήρα στην πόρτα του γκαράζ. Κανείς δεν χρειάζεται να τσεκάρει τη θερμοκρασία του δωματίου του μέσα από έναν φυλλομετρητή διαδικτύου βρισκόμενος στην άλλη άκρη του κόσμου. Σίγουρα λοιπόν υπάρχουν πολλά πράγματα που προσφέρονται από το έξυπνο σπίτι σήμερα που δεν αποτελούν βασικές ανάγκες. Ωστόσο, η συντριπτική πλειοψηφία του αγοραστικού κοινού θα ήθελε αυτά που το έξυπνο σπίτι είναι σε θέση να προσφέρει.

Ας ρίξουμε λοιπόν στο σημείο αυτό μια συνοπτική ματιά στα οφέλη που ένα σημερινό έξυπνο σπίτι μπορεί να παρέχει για να καταλάβουμε περί τίνος πρόκειται.

Ένα θεμελιώδες όφελος από τη χρήση της τεχνολογίας του έξυπνου σπιτιού είναι η ασφάλεια[ΑΔΑ09]. Με την τεχνολογία του χτες τα ατυχήματα μέσα στο σπίτι ήταν κάτι παραπάνω από εύκολο να διαδραματιστούν και ήταν πολλά από απροσεξία και ημιμάθεια. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το πόσο εύκολο είναι να πάθει κάποιος ηλεκτροπληξία σε ένα κατάλυμα παλαιών προδιαγραφών λόγω βλάβης του κυκλώματος ή απλά λόγω απροσεξίας. Στο έξυπνο σπίτι τα πράγματα είναι διαφορετικά. Ηλεκτρική ισχύς παρέχεται μόνο στις πρίζες που έχουν κάποια συσκευή συνδεδεμένη και με την οποιαδήποτε αποτυχία του κυκλώματος ή με το πρώτο βραχυκύκλωμα η παροχή ισχύος μπλοκάρει αυτόματα για την ασφάλεια του χρήστη. Πέρα από αυτό, υπάρχουν ανιχνευτές αερίου, διαρροής νερού, καπνού και άλλων επικίνδυνων καταστάσεων όπως είναι η παραβίαση μιας κλειδαριάς. Αν ένας από αυτούς τους ανιχνευτές εντοπίσει ό,τι ύποπτο τότε ενεργοποιείται ο αντίστοιχος συναγερμός και κλείνουν αυτόματα οι συσκευές που πρέπει ή ξεκινάνε άλλα προκαθορισμένα σενάρια ενεργειών.

Ένα άλλο όφελος από την τεχνολογία του έξυπνου σπιτιού είναι η οικονομία[ΑΔΑ09]. Με την κατάλληλη πρόβλεψη για τις ενεργειακές ανάγκες κάθε συσκευής έχουμε βελτιστοποίηση στη διαχείριση ενέργειας. Αυτό μπορεί να έχει να κάνει με την τροφοδοσία συγκεκριμένων Volt σε μια πρίζα, αλλά ας μην ξεγελιόμαστε. Όταν μιλάμε για εξοικονόμηση στο έξυπνο σπίτι δεν πρόκειται απλά μόνο για το ηλεκτρικό ρεύμα. Αντιθέτως, πρόκειται για εξοικονόμηση νερού, πετρελαίου, αερίου, θερμότητας και φυσικά χρόνου και όπου αλλού χρειάζεται παρέχοντας τα κατάλληλα «έξυπνα» εργαλεία! Αυτό που είναι το κλειδί της υπόθεσης είναι η χρήση των διαφόρων ενεργειακών πόρων του σπιτιού ακριβώς στην

ποσότητα που χρειάζεται, ακριβώς όταν χρειάζεται και ακριβώς στο μέρος που χρειάζεται με αποτέλεσμα να ικανοποιούνται όλες οι ανάγκες του χρήστη στο έπακρο.

Ένα ακόμη σπουδαίο όφελος που προκύπτει από την ενσωμάτωση της τεχνολογίας του έξυπνου σπιτιού σε κάθε οικία είναι η άνεση[ΑΔΑ09]. Πολλοί μάλιστα είναι εκείνοι που λόγω της παρεχόμενης άνεσης συναρπάζονται με την ιδέα του έξυπνου σπιτιού και δελεάζονται ακόμα περισσότερο. Άνεση σε αυτή την περίπτωση σημαίνει ένα σπίτι που όχι μόνο φροντίζει τον εαυτό του αλλά να εξυπηρετεί και τις ανάγκες στον ένοικο. Από τις θεαματικές πλέον λύσεις ψυχαγωγίας και διασκέδασης έως την αυτόματη εκτέλεση καθημερινών επαναλαμβανόμενων σεναρίων ενεργειών μέσα στο σπίτι(π.χ. πλύσιμο πιάτων) η παροχή άνεσης στο χρήστη είναι το ζητούμενο και το αποτέλεσμα.

Φυσικά η μετάβαση από το παραδοσιακό στο έξυπνο σπίτι απαιτεί κάποια διαδικασία όχι μόνο στο οικονομικό τομέα αλλά και στα θέλω του χρήστη. Έχει γίνει πολλή δουλειά από τις επιχειρήσεις παροχής υπηρεσιών «έξυπνου σπιτιού», έτσι ώστε η αγορά να είναι έτοιμη να υποδεχτεί όλες τις νέες τεχνολογίες. Το αν θα καταφέρει το έξυπνο σπίτι να αποτελέσει κάποια μέρα την *de facto* επιλογή για μια κατοικία εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Γεγονός είναι ότι ήδη αναρίθμητα σπίτια έχουν ενσωματώσει μέρος των τεχνολογιών. Το ζητούμενο όμως είναι η ολοκλήρωση των υπηρεσιών σε πλήρη μορφή. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί σχετικά εύκολα όταν ένα κτίριο σχεδιασθεί εξ αρχής με αυτόν τον προσανατολισμό, έτσι ώστε κατά την κατασκευή να εγκατασταθεί το απαραίτητο hardware. Τα πράγματα γίνονται λίγο πιο δύσκολα όταν παρεμβαίνει κανείς σε ένα υπάρχον σπίτι και η ολοκληρωσή του ακόμα πιο δύσκολη. Εκτός αυτού βέβαια υπάρχουν και άλλοι παράγοντες, όπως είναι το κόστος. Ευτυχώς μέρα με τη μέρα οι τεχνολογίες του έξυπνου σπιτιού γίνονται όλο και πιο προσιτές και αναμένεται αυτή η τάση να διατηρηθεί και στο μέλλον. Από εκεί και πέρα, ας μην ξεχνάμε ότι υπηρεσίες όπως το τηλέφωνο, η τηλεόραση και το διαδίκτυο συνεχίζουν να παρουσιάζουν εξελίξεις και αλλαγές, που είναι συνυφασμένες με αυτό που σήμερα αποκαλούμε «έξυπνο σπίτι». Γεγονός είναι πάντως πως λόγω της εμπλοκής πολλών διαφορετικών εταιριών και τεχνολογιών στον αυτοματισμό κτιρίων η πραγματική μάχη μαίνεται στον τομέα των εργοστασιακών προτύπων με λίγα λόγια ανταγωνισμός. Πάρα ταύτα ακόμη και σε αυτό το πεδίο αναμένεται σύντομα σταθεροποίηση και σύγκλιση προτύπων.

1.1 Ορίζοντας το έξυπνο σπίτι

Επισημώς η λέξη «έξυπνο» χρησιμοποιήθηκε για αναφορά σε τεχνολογικά επιτεύγματα και πρωτοεμφανίστηκε κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 70. Αναφερόταν σε στρατιωτικά προϊόντα, όπως βόμβες ή πυραύλους που καθοδηγούσαν τον εαυτό τους προς το στόχο («έξυπνες βόμβες»). Παράλληλα με την τεχνολογική άνθηση της δεκαετίας του 80 η λέξη «έξυπνο» απέκτησε μεγαλύτερο ενδιαφέρον και άλλες προεκτάσεις: αναφερόταν σε συσκευές που εμπεριείχαν μικροτσίπ, όπως οι υπολογιστές και οι προηγμένες οικιακές συσκευές. Βέβαια αυτό άλλαξε με την πάροδο του χρόνου και πλέον σήμερα δεν αποκαλούμε έναν σύγχρονο υπολογιστή «έξυπνο», παρόλο που οι σημερινοί υπολογιστές είναι εκθετικά ισχυρότεροι από εκείνους της δεκαετίας του 80[SAN09].

Ο όρος «έξυπνο σπίτι» καθιερώθηκε από την αμερικανική ομοσπονδία κατασκευαστών σπιτιών το 1984. Σήμερα οι ορισμοί ποικίλουν και είναι περισσότερο τεχνολογικά προσανατολισμένοι. Ένας απλός ορισμός για την έννοια του έξυπνου σπιτιού είναι ο εξής:

«Μια κατοικία που ενσωματώνει ένα δίκτυο επικοινωνίας, το οποίο συνδέει ηλεκτρικές συσκευές και υπηρεσίες και επιτρέπει πάνω σε αυτές απομακρυσμένο έλεγχο, παρακολούθηση και πρόσβαση από τον ίδιο τον χρήστη.» [SAN09]

Όταν μιλάμε για απομακρυσμένο έλεγχο εννοούμε ότι όλες οι συσκευές και οι υπηρεσίες θα μπορούν να ελεγχθούν μέσα ή έξω από την κατοικία μέσω ενός υπολογιστή ή άλλης έξυπνης συσκευής. Ο ορισμός αυτός συμφωνεί με τις περισσότερες περιπτώσεις υλοποίησης έξυπνων σπιτιών, αφού σχεδόν πάντα έχουμε να κάνουμε με δικτύωση-επικοινωνία και αλληλεπίδραση συσκευών.

Πολλοί ίσως διαφωνούν με την ιδέα ότι η δικτύωση μέσα σε ένα σπίτι είναι ο παράγοντας που το καταστά έξυπνο. Αυτοί καταφεύγουν σε ορισμούς που βασίζονται στην επιστήμη της τεχνητής νοημοσύνης, θεωρώντας δηλαδή το σπίτι ως ένα «έξυπνο» περιβάλλον που μπορεί να μάθει από τις πράξεις και τις συνήθειες των κατοίκων του και να αναπροσαρμόζεται κάθε φορά με βάση αυτές. Ωστόσο το να ψάξει κανείς να βρει έναν ακριβή ορισμό που να βασίζεται στην τεχνητή νοημοσύνη είναι αδιέξοδο. Το πρώτο πρόβλημα παρουσιάζεται όταν προσπαθεί κανείς να αποφασίσει αν ένα σύστημα είναι πράγματι έξυπνο.

Η έμφαση που δίνεται στη δικτύωση που εμπεριέχει το περιβάλλον του «έξυπνου» σπιτιού προκαλεί με τέτοια ευκολία την ανταγωνιστικότητα του συστήματος. Ένα δικτυωμένο σπίτι έχει τη δυνατότητα να γίνει έξυπνο βοηθώντας τον κάτοικο στην καθημερινή του ζωή και τις ανάγκες του. Όμως το δίκτυο από μόνο του δεν είναι έξυπνο. Μάλιστα θα λέγαμε ότι το πόσο έξυπνο είναι εξαρτάται από το πόσο βοηθάει τις συσκευές μέσα στο σπίτι να συνεργάζονται και να αλληλεπιδρούν. Αν η επικοινωνία των συσκευών είναι η κατάλληλη. Χρησιμοποιώντας αυτή τη λογική σαν βάση μπορούμε να βρούμε ένα νέο ορισμό για τα έξυπνα περιβάλλοντα. Η λέξη «έξυπνο» αντί να αναφέρεται στο σύστημα ή στη δράση του χρήστη, αναφέρεται στο συνδυασμένο περιβάλλον ανθρώπου και τεχνολογίας και στις δυνατότητες που το περιβάλλον αυτό παρέχει στην ολοκλήρωση της εκάστοτε λειτουργίας ή δράσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

Κατασκευάζοντας ένα Έξυπνο Περιβάλλον

Ο χώρος μέσα στον υλοποιείται ένα έξυπνο σύστημα συνήθως παίζει σημαντικό ρόλο ειδικά στο σχεδιαστικό κομμάτι. Όταν μιλάμε για ένα σπίτι είναι σημαντικό να δώσουμε σημασία στον τρόπο που το άτομο βλέπει το σπίτι του και τι προϋποθέσεις χρειάζονται για να καλύψει τις ανάγκες του. Το σπίτι θεωρείται πολύ προσωπικός χώρος και ιδιαίτερα ιερός, όπου μεγάλες παρεμβάσεις και τροποποιήσεις συνήθως θα απορρίπτονται από τον ίδιο τον χρήστη. Το έξυπνο σπίτι χρησιμοποιεί πανταχού παρούσα τεχνολογία και προγραμματισμό για να ανταποκριθεί σε αυτό το θέμα. Έτσι με κατάλληλο σχεδιασμό και τα απαραίτητα τεχνολογικά μέσα και εργαλεία μπορούμε να έχουμε ένα έξυπνο σπίτι σχεδόν αόρατο στον τελικό χρήστη, που δεν θα ενοχλεί, απλά θα διευκολύνει. Μάλιστα το έργο αυτό έχει γίνει ευκολότερο σήμερα με την εξέλιξη της τεχνολογίας και την σταδιακή αποδοχή της από το αγοραστικό κοινό.

Συνήθως ένα απλό σπίτι που χτίζεται στις μέρες μας εμπεριέχει λίγη ή καθόλου τεχνολογία έξυπνου σπιτιού, παρόλο που είναι πολύ πιο εύκολο να ενσωματώσουμε τις απαραίτητες τεχνολογικές δομές κατά το κατασκευαστικό στάδιο του σπιτιού. Όταν σχεδιάζεται ένα νέο σπίτι είναι πολύ εύκολο να γίνουν αλλαγές στη δομή του, στα οικιακά δίκτυα και στο ηλεκτρικό. Κι όμως ο χρήστης δεν διερωτάται σχεδόν ποτέ σε αυτή τη φάση. Αυτό έρχεται σε αντίφαση με το γεγονός ότι όσο πιο αργά γίνουν τυχόν αλλαγές τόσο περισσότερο θα κοστίσουν και δυστυχώς οι αλλαγές γίνονται συχνά αφότου ο κάτοχος του σπιτιού εγκατασταθεί στο χώρο. Τα πρόσθετα οικιακά δίκτυα χρειάζονται τροποποιήσεις στους τοίχους και στα κυκλώματα, ο εξοπλισμός του έξυπνου σπιτιού χρειάζεται χώρο εγκατάστασης και οι αισθητήρες και οι ελεγκτές χρειάζονται και τα δύο. Μια καλή ιδέα είναι κατά την αρχική κατασκευή του σπιτιού να υπάρχει πρόβλεψη για μελλοντικές αλλαγές ή επεκτάσεις. Σε ότι έχει να κάνει με τους αισθητήρες αυτοί μπορεί να είναι ενσωματωμένοι στις δομές του κτιρίου εξ αρχής από την ημέρα της κατασκευής του ή όπως γίνεται συνήθως να τοποθετηθούν σε δεύτερο χρόνο.

Η εγκατάσταση ενός έξυπνου σπιτιού μπορεί να γίνει σχετικά εύκολα όταν υπάρχει έστω και η παραμικρή πρόβλεψη για το γεγονός αυτό κατά την κατασκευή του κτιρίου και αν το πληρούν οι προδιαγραφές. Όταν όμως έχουμε να κάνουμε με παλιά κτίρια χωρίς τις ανάλογες κατασκευαστικές προδιαγραφές τα πράγματα δυσκολεύουν πάρα πολύ. Εκεί η εγκατάσταση νέας δικτύωσης και συσκευών απαιτεί μια διαδικασία που μπορεί να εμπεριέχει και αρκετές δυσκολίες στην επιτευξή της. Σε αυτές τις περιπτώσεις η χρήση ασύρματης τεχνολογίας είναι μια λύση αλλά όχι η ιδανική, αρκεί αυτό να μας το επιτρέπουν οι συνθήκες. Αν το σπίτι έχει τοίχους μεγάλου πάχους ή διάφορες μεταλλικές δομές η χρήση ασύρματης τεχνολογίας δεν είναι καλή επιλογή, καθώς θα υπάρχει αλλοίωση και περιορισμένη εμβέλεια στο σήμα και περιορισμένη επικοινωνία. Βεβαίως, υπάρχουν πολλές η οποία είναι επιλογές για την αξιοποίηση της υπάρχουσας δικτύωσης στα παλιά σπίτια με χαρακτηριστικότερο παράδειγμα την τεχνολογία X10 η οποία είναι εύχρηστη και εύκολη. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τις τηλεφωνικές γραμμές του σπιτιού και το ηλεκτρικό του κύκλωμα για να υλοποιήσουμε την επικοινωνία του έξυπνου συστήματος, αλλά για να υλοποιήσουμε το κομμάτι του ελέγχου θα χρειαστούμε διάφορους τρόπους επικοινωνίας όπως: οθόνες,

διεπιφάνειες χρήστη, μοτοράκια και ηλεκτρικά ρελέ. Ανάλογα με τις τελικές απαιτήσεις του χρήστη η διαδικασία μπορεί να αποδειχτεί χρονοβόρα καθώς και υψηλού κόστους.

Στα διαμερίσματα οικοδομών υπάρχει ένα πολύ πρακτικό πρόβλημα σε ότι έχει να κάνει με τον έλεγχο της παροχής νερού, θέρμανσης και ηλεκτρισμού ή ακόμη και εξαερισμού. Στα μεγάλα κτίρια υπάρχει κεντρικός έλεγχος και κοινές εγκαταστάσεις για αυτές τις παροχές και οι χρήστες έχουν σχετικά μικρή ελευθερία κινήσεων. Φυσικά αυτό δε σημαίνει ότι τα διαμερίσματα δεν επιδέχονται αυτοματοποίηση, απλά υπάρχουν κάποιοι φυσικοί περιορισμοί και καθιστά την χρήση της δύσκολη αλλά όχι αδύνατη. Βέβαια, εάν οι κάτοικοι μιας οικοδομής συμφωνήσουν μεταξύ τους και παρθεί κοινή απόφαση μπορεί σχετικά εύκολα να αυτοματοποιηθεί ολόκληρο το κτίριο με τη μόνη διαφορά ότι θα υπάρχει ένα κοινό κεντρικό σύστημα ελέγχου και ασφάλειας στο οποίο οι κάτοικοι θα έχουν περιορισμένα δικαιώματα χρήσης και θα μοιράζονται τις υπηρεσίες και τη λειτουργικότητα του.

2.1 Θέματα Σχεδιασμού

Μεγάλη προσοχή πρέπει να δοθεί κατά τη σχεδίαση της πλατφόρμας για το έξυπνο σπίτι, διότι το κυριότερο ζητούμενο είναι η πλήρης τεχνολογική υποστήριξη επικοινωνίας όλων των συσκευών του οικιακού δικτύου. Η ετερογένεια των συσκευών, τα διάφορα ζητήματα συμβατότητας αλλά και ασφάλειας θα πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη για την επιτεύξη του στόχου. Το ζήτημα της ιδιωτικότητας του χρήστη θα πρέπει να εξεταστεί επίσης. Είναι προφανές ότι το έξυπνο σπίτι συλλέγει μεγάλο όγκο πληροφοριών που σχετίζονται με το χρήστη, τις συνήθειες του και τις δραστηριότητες του. Αυτές οι πληροφορίες θα πρέπει να μείνουν εντός συστήματος, διότι αν κάποιος αποκτήσει πρόσβαση σε αυτές μπορεί να τις χρησιμοποιήσει κακόβουλα και να τις εκμεταλεύει για δικό του σκοπό. Ιδιαίτερη προσοχή όσον αφορά τις υποκλοπές και τις παρεμβάσεις τρίτων θα πρέπει να δοθεί και κατά τη χρήση ασύρματων τεχνολογιών.

Ένα άλλο ζήτημα που δυσκολεύει το σχεδιασμό του έξυπνου σπιτιού είναι η αβεβαιότητα που υπάρχει στην αγορά σε σχέση με τις απαιτήσεις του χρήστη. Για την ακρίβεια αναφερόμαστε στις μελλοντικές απαιτήσεις του χρήστη. Ο χρήστης, λοιπόν, ξέρει τι περιμένει από το έξυπνο σπίτι του σήμερα, αλλά όχι και από το έξυπνο σπίτι του αύριο. Μια επιτυχής σχεδίαση πρέπει πάντα να βλέπει στο μέλλον. Η αλήθεια είναι ότι οι περισσότεροι χρήστες δυσκολεύονται να συλλάβουν τα σημερινά τεχνολογικά επιτεύγματα γύρω από το έξυπνο σπίτι, πόσο μάλλον τις προοπτικές για μελλοντική περαιτέρω εξέλιξη.

2.2 Δίκτυα και Λογισμικό

Οι απαιτήσεις για το δίκτυο του έξυπνου σπιτιού είναι μάλλον υψηλές θα λέγαμε: θα πρέπει να είναι εύχρηστο, τροποποιήσιμο, οργανωμένο, ασφαλές, στιβαρό, αξιόπιστο και να καταναλώνει ελάχιστη ενέργεια. Αλλά πάντα εξαρτάται και από τις απαιτήσεις του χρήστη. Για την επικοινωνία και τη συνεργασία μεταξύ των συσκευών μελετώνται συνεχώς νέοι αλγόριθμοι και για τον συνδυασμό της τεχνητής νοημοσύνης και του αντίστοιχου λογισμικού γίνονται συνεχώς νέες έρευνες. Η πλατφόρμα του έξυπνου σπιτιού σε συνάρτηση με όλα αυτά θα πρέπει να ξέρει να διαχειρίζεται αποδοτικά τις συσκευές του σπιτιού χωρίς λάθη με αποτέλεσμα να μην «κρεμάσει» το σύστημα τον χρήστη, να ανέχεται κάποια δεδομένα σφάλματα όπως μικρές διακοπές ηλεκτρικού ρεύματος, καθώς και να μπορεί να διαχειρίζεται τη φόρτωση των δεδομένων και τη διακίνηση των πληροφοριών.

Όταν στόχος είναι η ολοκλήρωση υπηρεσιών και δικτύων η συμβατότητα ή κατ'επέκταση η έλλειψη της είναι ένα από τα βασικότερα εμπόδια που μας κάνουν το έργο πιο δύσκολο. Ακόμα και με τη χρήση μετατροπέων και άλλων ειδικών ηλεκτρικών συσκευών έχουμε απώλειες σε ότι αφορά την τελική λειτουργικότητα και χρηστικότητα, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει και σε άλλα προβλήματα που μπορεί να προκαλέσουν ένα μικρό χάος στον χρήστη. Η λύση στο πρόβλημα είναι η δημιουργία ενός έξυπνου σπιτιού που θα υποστηρίζει πληθώρα προτύπων και πρωτοκόλλων επικοινωνίας με δεδομένο ότι είναι μάλλον απίθανο να υπάρξει οικουμενική προτυποποίηση στο πεδίο της οικιακής αυτοματοποίησης στο άμεσο μέλλον.

Το λογισμικό για το έξυπνο σπίτι πρέπει να είναι γραμμένο με διαφορετικό τρόπο από τις άλλες ανεξάρτητες εφαρμογές λογισμικού. Η αρχιτεκτονική που αφορά το λογισμικό του έξυπνου σπιτιού αποτελείται από πολλαπλά ενσωματωμένα επιμέρους στοιχεία λογισμικού που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και ο όγκος των διαφορετικών μονάδων, πρακτόρων και βάσεων δεδομένων μπορεί να γίνει αρκετά μεγάλος. Έτσι ο συνήθης τρόπος σύνταξης λογισμικού με τα διάφορα επίπεδα αφαίρεσης και με τις γνωστές διεπιφάνειες που τα συνδέουν δεν αποτελεί στην περίπτωση του έξυπνου σπιτιού μια βιώσιμη λύση για το μέλλον. Αυτό που πρέπει να τεθεί ως μελλοντικός στόχος είναι η σύνταξη λογισμικού που θα είναι ανοικτό σε νέα στοιχεία και που θα προσαρμόζεται σε νέες καταστάσεις προσδοκώντας σενάρια συμπεριφοράς από το σύστημα περιβάλλοντος-χρήστη.

Το συμβουλευτικό δίκτυο IST της ευρωπαϊκής κομισιόν εξέδωσε το 2001 μια λίστα με πέντε τεχνολογικές απαιτήσεις γύρω από τα έξυπνα περιβάλλοντα με γνώμονα τις τότε μελλοντικές τάσεις προς εξέλιξη [IST01].

Απαίτηση 1: Μη παρεμβατικό Hardware

Στην σημερινή εποχή η τεχνολογία έχει προχωρήσει πιο πολύ από ποτέ και βλέπουμε εντυπωσιακά επιτεύγματα τόσο στον τομέα της Νανοτεχνολογίας όσο και στα συστήματα MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems). Γύρω μας βλέπουμε συσκευές με το ελάχιστο δυνατό μέγεθος, πανίσχυρους επεξεργαστές-μινιατούρες και τόσα άλλα τεχνολογικά παραδείγματα. Στο μέλλον η τάση αυτή θα ενισχυθεί ακόμη περισσότερο. Αυτό μας επιτρέπει να είμαστε αισιόδοχοι για την χρήση ενός hardware στα έξυπνα περιβάλλοντα που θα περνάει

σχεδόν απαραίτητο από το χρήστη. Στο μέλλον θα μπορούμε να μιλήσουμε ακόμα και για έξυπνα υλικά με τις εξελίξεις που υπάρχουν, διότι οι διάφοροι αισθητήρες και τα συστήματα διαχείρισης σεναρίων ενσωματώνονται και αφομοιώνονται σιγά σιγά όχι από τις συσκευές αλλά από τα ίδια τα υλικά. Εκτός από τη διακριτικότητα του hardware θα πρέπει να δοθεί προσοχή και στην απαίτηση για χαμηλή κατανάλωση ενέργειας. Στόχος είναι το hardware να μπορεί να αντλεί ενέργεια από γειτονικές παροχές. Τα νέα υλικά και οι καινούργιες τεχνολογίες απεικόνισης καταστούν δυνατή τη δημιουργία πολύ διακριτικών επικοινωνιών όπως διέπιφάνιες χρήστη και κατ'επέκταση την παροχή νέων τρόπων αλληλεπίδρασης και επικοινωνίας με το έξυπνο περιβάλλον. Οι αισθητήρες μπορούν να πραγματοποιούν μετρήσεις χωρίς να ενοχλούν το χρήστη και όλος ο απαραίτητος ηλεκτρονικός εξοπλισμός γενικότερα ενσωματώνεται σε υλικά και συσκευές με τρόπο διακριτικό και μη παρεμβατικό για αυτόν.

Απαίτηση 2: Μια συνεχής κινητή ή σταθερή δομή επικοινωνιών

Το πολύπλοκο ετερογενές δίκτυο ενός έξυπνου περιβάλλοντος θα πρέπει να λειτουργεί αδιάλειπτα και αξιόπιστα, ανεξάρτητα από το hardware που χρησιμοποιείται σε κάθε περίπτωση. Ενσύρματες και ασύρματες επικοινωνίες πρέπει να είναι συνδεδεμένες με τέτοιο τρόπο ώστε να μην υπάρχει πρόβλημα όταν υπάρχει μετάβαση από τη μια τεχνολογία στην άλλη. Πρέπει να υπάρχει δυναμική διαχείριση στον τομέα αυτό έτσι ώστε ο χρήστης να μην επιβαρύνεται με συνεχείς τροποποιήσεις και αλλαγές στο σύστημα. Ένα ωραίο πρωτόκολλο για την περίπτωση αυτή είναι το γνωστό universal plug and play (UPnP).

Απαίτηση 3: Δυναμικά και μαζικά διαμοιραζόμενα δίκτυα συσκευών

Σε ένα έξυπνο περιβάλλον που υλοποιεί δομές και έννοιες τεχνητής νοημοσύνης είναι πολύ σημαντικό και απαραίτητο να υπάρχει πρόσβαση στα δεδομένα από οπουδήποτε στο δίκτυο, γεγονός που συνεπάγεται την ύπαρξη μιας κεντρικής βάσης δεδομένων που συλλέγει όλα τα δεδομένα και προσφέρει πρόσβαση στους διάφορους κόμβους του δικτύου. Έχουμε να κάνουμε με ένα πολλαπλό δίκτυο πολλών στατικών και κινητών συσκευών, πράγμα που σημαίνει ότι χρειαζόμαστε νέα πρωτόκολλα και πρότυπα για να δημιουργήσουμε ένα έξυπνο σύστημα που θα προσαρμόζεται εύκολα στις καταστάσεις και τις συνθήκες. Η καταχώρηση και ο διαμοιρασμός της πληροφορίας έρχεται στο προσκήνιο στα σύγχρονα έξυπνα περιβάλλοντα.

Απαίτηση 4: Διεπιφάνειες χρήστη που εμπνέουν φυσικότητα

Οι νέοι τρόποι αλληλεπίδρασης με το έξυπνο σπίτι φέρνουν και νέες προκλήσεις στο τομέα της επικοινωνίας μεταξύ ανθρώπου και Η/Υ. Υπάρχουν διαδραστικές επιφάνειες που δίνουν στο χρήστη την ευκαιρία να επικοινωνήσει με διάφορες χειρονομίες, με το λόγο του και άλλους φυσικούς τρόπους και τη διαδικασία αυτή την ακολουθεί η αντίδραση και απόκριση του συστήματος που πραγματώνεται με τη βοήθεια της τεχνητής νοημοσύνης. Η ζήτηση για διεπιφάνειες πολυμορφικές, για πολλαπλούς και απαιτητικούς χρήστες και για πολλαπλούς σκοπούς γεννούν την ανάγκη για καινοτομίες στη σχεδίαση διεπιφανειών χρήστη, καθώς απαιτείται πλέον φιλτράρισμα πληροφοριών και εξόρυξη δεδομένων μέσα από τα διάφορα μοτίβα επικοινωνίας μεταξύ χρήστη και μηχανής. Ανάλογα με την περίπτωση ακολουθούνται διαφορετικά είδη επεξεργασίας σήματος, όπως είναι η φωνητική αναγνώριση.

Απαίτηση 5: Αξιοπιστία και Ασφάλεια

Για να μπορέσουμε να καταλήξουμε σε ένα εύχρηστο, ασφαλές, αξιόπιστο και στιβαρό έξυπνο περιβάλλον, χρειάζεται η ανάπτυξη και η χρήση μεθόδων εξακρίβωσης και ελέγχου. Τόσο φυσικά όσο και ψυχολογικά ζητήματα πρέπει να ληφθούν υπόψη, με ιδιαίτερη έμφαση στην πρόβλεψη ενάντια στις προμελετημένες και στοχευμένες επιθέσεις από τρίτους. Όσο να και το λογισμικό θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα να αυτοελέγχεται και να αναπροσαρμόζεται για να παρέχει ένα επιπλέον επίπεδο ασφάλειας στο σύστημα. Η χρήση διαφόρων ειδών ταυτοποίησης χρήστη μπορεί να βοηθήσει σημαντικά στη διαφύλαξη των ευαίσθητων προσωπικών δεδομένων του χρήστη. Όλες αυτές οι απαιτήσεις δείχνουν απόλυτα δικαιολογημένες και έχουν να κάνουν με σημαντικά ζητήματα που πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη κατά τη διαδικασία του σχεδιασμού. Ωστόσο, αυτή η λίστα απαιτήσεων εκδόθηκε το 2001, δηλαδή 12 ολόκληρα χρόνια πριν. Έτσι θα ήταν χρήσιμη μια μικρή αναφορά γύρω από το θέμα με μια πιο φρέσκια ματιά. Αυτό που μπορούμε να πούμε είναι ότι κάποιες από τις απαιτήσεις που τέθηκαν τότε δεν έχουν καλυφθεί πλήρως ακόμη και σήμερα για διάφορους λόγους. Για παράδειγμα, τα έξυπνα υλικά, οι συσκευές MEMS και η άντληση ενέργειας από γειτονικούς πόρους δεν έχουν διαδοθεί ακόμα στο σημερινό hardware. Από την άλλη μεριά, οι ενσωματωμένοι αισθητήρες και οι ασύρματες επικοινωνίες χαμηλής κατανάλωσης αποτελούν ευρύτατα διαθέσιμα τεχνολογικά προϊόντα ακόμα και προσιτές στο αγοραστικό κοινό. Η συνεχής δικτύωση και η πλήρης συμβατότητα είναι ζητήματα που δεν έχουν αντιμετωπιστεί ακόμη σε μεγάλο βαθμό. Στο πεδίο του τρόπου επικοινωνίας διεπιφάνειας χρήστη έχουν γίνει σημαντικά βήματα προς τα εμπρός, με χαρακτηριστικό παράδειγμα τις συσκευές που επιτρέπουν την επικοινωνία ανθρώπου Η/Υ μέσω χειρονομιών και κινήσεων των δακτύλων ή πιο απλά μέσα από οθόνες αφής. Μάλιστα η τελευταία τάση τείνει να επικρατήσει για όλα τα είδη φορητών συσκευών.

2.3 Απαιτήσεις Χρήστη

Χρήστες διαφορετικής ηλικίας και διαφορετικών δημογραφικών χαρακτηριστικών έχουν διαφορετικές ικανότητες, επιθυμίες, ανάγκες και απαιτήσεις, και όλα αυτά θα πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τη διαδικασία σχεδίασης ενός έξυπνου σπιτιού. Ωστόσο, πολλά τεχνολογικά προϊόντα σήμερα δεν είναι παραμετροποιήσιμα πάνω στις ανάγκες του κάθε χρήστη ξεχωριστά, έχοντας σχεδιαστεί για το μέσο χρήστη και για μαζική πώληση στην αγορά. Αυτό περιορίζει τη δυνατότητα προσαρμογής του εκάστοτε προϊόντος, την ελαστικότητα του και τη δημοτικότητα του σε βάθος χρόνου. Ακόμη, μεγάλες διαφορές παρατηρεί κανείς μέσα στο αγοραστικό κοινό σε σχέση με το επίπεδο αποδοχής και αφομοίωσης των νέων τεχνολογιών. Γενικά κανένας δεν θα δεχτεί τόσο εύκολα την καινούρια τεχνολογία. Κάποιοι όμως αποδέχονται άμεσα τις νέες τεχνολογίες και θέλουν ανά πάσα στιγμή να έχουν στο σπίτι τους ή στο αυτοκίνητο τους την τελευταία λέξη της τεχνολογίας. Κάποιοι άλλοι πάλι φοβούνται οτιδήποτε πρωτόγνωρο και κρατούν επιφυλακτική στάση απέναντι στα νέα τεχνολογικά επιτεύγματα. Η ασφάλεια, η ιδιωτικότητα και η αξιοπιστία είναι αυτά που απασχολούν κυρίως τους τελικούς χρήστες. Επίσης κάτι άλλο που παίζει σημαντικό ρόλο στον χρήστη είναι η ανθεκτικότητα του συστήματος και ο χρόνος που απαιτείται για μια επένδυση όπως το έξυπνο σπίτι ώστε να γίνει απόσβεση εξοικονομώντας ενέργεια και πόρους. Η προθυμότητα για τυχόν επενδύσεις σε τεχνολογία έξυπνου σπιτιού ποικίλει σημαντικά ανάλογα με τη δημογραφική προέλευση του κάθε χρήστη. Για παράδειγμα οι νέοι συνταξιούχοι είναι ένα γκρουπ που έχει πολύ χρόνο και ανάλογα την διάθεση για νέα ενδιαφέροντα και επενδύσεις.

Οι πιο σημαντικές απαιτήσεις χρηστών για τα έξυπνα σπίτια είναι [MEY02]:

- Δυνατότητα Τροποποίησης (το σύστημα μπορεί να τροποποιηθεί ώστε να ταιριάζει στις ανάγκες των χρηστών)
- Βελτιωμένη Χρηστικότητα (βελτιωμένοι τρόποι αλληλεπίδρασης και επικοινωνίας με το σύστημα του έξυπνου σπιτιού)
- Ασφάλεια (μεγαλύτερη και καλύτερη ασφάλεια σε πολλούς τομείς για το χρήστη, λιγότερα πράγματα για τα οποία θα ανησυχεί)
- Ιδιωτικότητα (οι ευαίσθητες πληροφορίες και γενικότερα τα κρίσιμα προσωπικά δεδομένα θα πρέπει να φυλάσσονται με ασφάλεια)
- Συνοχή (οι διεπιφάνειες χρήστη και τα διάφορα ενδοσυστήματα θα πρέπει να δουλεύουν με παρόμοιο τρόπο, να έχουν κοινή λογική και να είναι εύχρηστα και κατανοητά)

Το ιδανικό έξυπνο σπίτι θα πρέπει να καλύπτει όλες τις απαιτήσεις των χρηστών, με ιδιαίτερη έμφαση στην απαίτηση για δυνατότητα τροποποίησης του συστήματος, καθώς τα μεγαλύτερα τελικά οφέλη έρχονται μέσα από την προσαρμογή του σπιτιού πάνω στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των χρηστών του. Για τους νέους χρήστες και τα παιδιά τα διάφορα είδη διασκέδασης και επικοινωνίας είναι ό,τι σημαντικότερο μέσα στο έξυπνο σπίτι, ενώ για τους μεγαλύτερους χρήστες και τους γονείς οι δυνατότητες ασφάλειας και ο γονικός έλεγχος αποτελούν σπουδαιότερες παροχές. Για τους ηλικιωμένους και για τα άτομα με ειδικές ανάγκες το έξυπνο σπίτι μπορεί να παρέχει παραμετροποίηση που θα τους επιτρέψει να απολαύσουν το σπίτι τους χωρίς να ζητάνε τη βοήθεια άλλων κατά τη διάρκεια της καθημερινότητάς τους.

Οι διεπιφάνειες χρήστη θα πρέπει να είναι τοποθετημένες ακριβώς εκεί που χρειάζονται. Ένα εξεζητημένο πάνελ ελέγχου που θα τοποθετηθεί στο χολ και θα έχει πρόσβαση πρακτικά μόνο όταν κάποιος βγαίνει ή μπαίνει στο σπίτι. Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις το σημείο τοποθέτησης δεν εξυπηρετεί την ανάγκη για άμεση πρόσβαση στη διεπιφάνεια ελέγχου. Άλλο ένα σημαντικό θέμα είναι η διαφορά μεταξύ λύσεων που είναι χρήσιμες σε ένα εργασιακό περιβάλλον και λύσεων που είναι χρήσιμες στο οικιακό περιβάλλον. Κάτι που είναι χρήσιμο στο γραφείο μπορεί να μην είναι και τόσο χρήσιμο στην κουζίνα ή γενικότερα στο σπίτι όπου πρέπει να συνυπολογιστούν και άλλοι παράγοντες, όπως η παρουσία των παιδιών. Δυστυχώς, η πλειοψηφία του εξοπλισμού που σχετίζεται με την πληροφορική καθώς και ο τρόπος αλληλεπίδρασης ανθρώπου Η/Υ γενικότερα είναι σχεδιασμένοι για βέλτιστη χρήση σε περιβάλλον γραφείου.

Η συνοχή και η προβλεψιμότητα είναι επίσης σημαντικοί παράγοντες ώστε οι ιδιοκτήτες των έξυπνων σπιτιών να νιώθουν ασφαλείς και σίγουροι. Οι χρήστες θα πρέπει να μπορούν να περιμένουν τις δράσεις και τις λειτουργίες των σπιτιών τους έτσι ώστε να νιώθουν άνετα με τα διάφορα γεγονότα που λαμβάνουν δράση γύρω τους. Εάν χαθεί η συνοχή μέσα στο σύστημα ο χρήστης μπορεί να νιώσει απογοητευμένος ή συγχυσμένος από το γεγονός ότι μια συσκευή ή γενικότερα το έξυπνο σπίτι δεν ανταποκρίνεται στις εντολές του και στα ερεθίσματα που δίνει με αποτέλεσμα να του δημιουργήσει ένα χάος.

Παρακάτω παρουσιάζουμε έναν πίνακα που δείχνει τα διαφορετικά είδη απαιτήσεων [ICTSB] ανάλογα με το ηλικιακό γκρουπ, τα διάφορα οφέλη που αναλόγως προκύπτουν και το είδος της τεχνολογίας που απαιτείται για την υλοποίηση της κάθε περίπτωσης.

Απαιτήσεις και οφέλη για τα διάφορα ηλικιακά γκρουπ

	Απαιτήσεις	Οφέλη	Τεχνολογία
Βρέφη	Ασφάλεια, Έλεγχος	Τα βρέφη δεν έχουν πρόσβαση σε διάφορες επικίνδυνες λειτουργίες	Παρακολούθηση, έλεγχος πρόσβασης, ελεγχόμενα ηλεκτρικά
Παιδιά	Ασφάλεια, Διασκέδαση	Ασφαλές παιχνίδι στο σπίτι, τα παιδιά μπορούν να εκμεταλλευτούν κάποιες από τις λειτουργίες του έξυπνου σπιτιού	Όπως και παραπάνω
Νέοι	Διασκέδαση, Επικοινωνία, Αποτελεσματικότητα	Ευέλικτος έλεγχος, διαμοιρασμός δεδομένων, απομακρυσμένη πρόσβαση	Πολλαπλές διεπιφάνειες χρήση, οικιακή δικτύωση, φορητά κινητά συστήματα
Ενήλικες	Λειτουργικότητα, Επικοινωνία, Αποτελεσματικότητα, Ασφάλεια, Διασκέδαση	Απομακρυσμένη πρόσβαση, εύκολη διαχείριση του νοικοκυριού, εξοικονόμηση κόστους	Όπως και παραπάνω συν τα δίκτυα αισθητήρων και τις μονάδες ελέγχου ενεργειακής κατανάλωσης
Συνταξιούχοι	Επικοινωνία, Προσβασιμότητα	Βελτιωμένη χρηστικότητα και διαχείριση, εξοικονόμηση κόστους	Δίκτυα αισθητήρων και επικοινωνιών, απομακρυσμένη πρόσβαση
Ηλικιωμένοι	Ασφάλεια, Προσβασιμότητα	Ικανότητα παραμονής στο σπίτι χωρίς περαιτέρω βοήθεια	Δίκτυα αισθητήρων, δίκτυα επικοινωνιών, εφαρμογές βιομετρικής, απομακρυσμένη πρόσβαση

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

Εργασίες Υλοποίησης Έξυπνων Σπιτιών

Εδώ θα δούμε συνοπτικά κάποιες τεχνολογικές υλοποιήσεις για το έξυπνο σπίτι. Κάποιες είναι ερευνητικές εργασίες που πραγματοποιήθηκαν σε περιβάλλον εργαστηρίου και κάποιες είναι εγχειρήματα που ολοκληρώθηκαν σε αυθεντικό οικιακό περιβάλλον. Αυτό που έχει ενδιαφέρον σε αυτά τα πρότζεκτ είναι ότι το καθένα δίνει έμφαση σε διαφορετικά χαρακτηριστικά. Αυτό που γίνεται εμφανές μέσα από αυτό το γεγονός είναι ότι υπάρχει μεγάλη ελευθερία κινήσεων όσον αφορά τον τρόπο σχεδιασμού ενός σύγχρονου έξυπνου σπιτιού.

3.1 Εργασία MavHome (Managing An Intelligent Versatile Home)

Πρόκειται για μια ερευνητική εργασία-project από το Arlington University στο Τέξας [URL1]. Επικεντρώνεται κυρίως στη δημιουργία ενός περιβάλλοντος που θα φέρεται σαν έξυπνος πράκτορας. Ο τρόπος που οι κάτοικοι ζουν κάθε μέρα μέσα στο σπίτι μελετάται μέσα από το πρίσμα της Τεχνητής Νοημοσύνης και γίνεται προσπάθεια μεγιστοποίησης της άνεσης και της παραγωγικότητας μέσα από την πρόβλεψη και την αυτοματοποίηση των διαφόρων λειτουργιών μέσα στο σπίτι.

Η τεχνητή νοημοσύνη παίζει σπουδαίο ρόλο στον έλεγχο του σπιτιού. Παίρνει αυτόνομα αποφάσεις κατά την διάρκεια της ημέρας και αλλάζει τη λειτουργία του σπιτιού κατά τον τρόπο που θεωρεί πιο αποδοτικό. Οι σχεδιαστές του Mavhome παρουσίασαν το εξής σενάριο:

«Στις 6:45, το MavHome ανοίγει τη θέρμανση επειδή ήδη έχει προγραμματίσει ότι το σπίτι χρειάζεται 15 λεπτά για να ρυθμιστεί στην κατάλληλη θερμοκρασία για το πρωινό ξύπνημα. Το ξυπνητήρι χτυπάει στις 7:00, και κατόπιν ανοίγει το φως της κρεβατοκάμαρας, καθώς και η καφετιέρα στην κουζίνα. Ο Bob μπαίνει στο μπάνιο και ανοίγει το φως. Το Mavhome καταγράφει αυτή την ενέργεια, παραθέτει τα πρωινά νέα στην οθόνη του μπάνιου και ανοίγει το ντους. Όταν ο Bob τελειώσει με το ζύρισμα, το φως του μπάνιου κλείνει την ίδια στιγμή που τα φώτα της κουζίνας ενεργοποιούνται και τα νέα μεταφέρονται στην οθόνη του ψυγείου. Κατά τη διάρκεια του πρωινού ο Bob ζητάει από το ρομπότ-επιστάτη να καθαρίσει το σπίτι. Όταν ο Bob φεύγει για τη δουλειά, το Mavhome ασφαρίζει το σπίτι, και θέτει σε λειτουργία τα ποτιστικά του κήπου παρόλο που ξέρει ότι υπάρχει 30% πιθανότητα να βρέξει μέσα στη μέρα. Επειδή στο ψυγείο το τυρί και το γάλα είναι σε μικρά αποθέματα, το Mavhome κάνει μια ηλεκτρονική παραγγελία στο μανάβικο. Όταν ο Bob γυρίσει σπίτι, η παραγγελία είναι ήδη εκεί και ένα ζεστό μπάνιο τον περιμένει.»

Το περιβάλλον του Mavhome συντίθεται από αυτόνομους πράκτορες που είναι διατεταγμένοι με μια συγκεκριμένη ιεραρχία και έχουν συγκεκριμένες λειτουργίες. Ο ένας πράκτορας μπορεί να είναι υπεύθυνος για το ψυγείο, ενώ ένας άλλος να ενεργοποιεί τα ποτιστικά. Η ιεραρχία αποφασίζει ποιοι πράκτορες έχουν μεγαλύτερη δικαιοδοσία στις

αποφάσεις. Ο πράκτορας στην κορυφή της ιεραρχίας είναι ο πλέον ισχυρός, ενώ αυτοί στη βάση της συνήθως ελέγχουν απλά έναν αισθητήρα ή μια κάμερα ασφαλείας.

Κάθε πράκτορας αποτελείται από τέσσερα επίπεδα. Το επίπεδο της απόφασης είναι υπεύθυνο για τον τομέα της σκέψης και διαλέγει τις ενέργειες που είναι να κάνει με βάση τις πληροφορίες που λαμβάνει από το αμέσως χαμηλότερο επίπεδο, το επίπεδο της πληροφορίας. Το επόμενο επίπεδο είναι αυτό της επικοινωνίας και διαχειρίζεται την αλληλεπίδραση με τους υπόλοιπους πράκτορες. Το τελευταίο επίπεδο είναι το φυσικό επίπεδο που περιέχει όλο το hardware και τις μεμονομένες συσκευές(π.χ. αισθητήρες), οι οποίες συνήθως είναι παρούσες στους πράκτορες που βρίσκονται στη βάση της ιεραρχίας.

Η αντίληψη των διαφόρων καταστάσεων γίνεται με ένα τρόπο bottom-up (από κάτω προς τα πάνω) με το φυσικό επίπεδο να ενημερώνει για τις αλλαγές στους διάφορους αισθητήρες το επίπεδο της επικοινωνίας, το οποίο έπειτα μπορεί να ειδοποιήσει άλλους πράκτορες που μπορεί να ενδιαφέρονται για την εκάστοτε πληροφορία. Το επίπεδο της πληροφορίας κρατάει τα δεδομένα που αφορούν τον πράκτορα και από κει και πέρα το επίπεδο της απόφασης επιλέγει την κατάλληλη ενέργεια ανάλογα με την περίπτωση.

Το Mavhome αποτελεί ένα πολύ ενδιαφέρον project λόγω της εντελώς διαφορετικής του προσέγγισης στο ζήτημα της οικιακής αυτοματοποίησης. Είναι ξεκάθαρο ότι όλες αυτές οι πρωτοβουλίες που παίρνουν οι έξυπνοι πράκτορες είναι κάτι που δε χαροποιεί το χρήστη, ο οποίος θέλει να έχει τον έλεγχο στο σπίτι του και να προγραμματίζει ο ίδιος τις αντιδράσεις του συστήματος. Από την άλλη, η αρχιτεκτονική πρακτόρων που χρησιμοποιείται αποτελεί μια ενδιαφέρουσα ιδέα όσον αφορά τη σχεδίαση λογισμικού για ένα έξυπνο σπίτι. Έτσι μπορούμε να πούμε ότι από μεριάς ανάλυσης των απαιτήσεων του χρήστη το Mavhome είναι ένα μάλλον κακό παράδειγμα υλοποίησης, αλλά από μεριάς σχεδίασης λογισμικού αποτελεί ένα ενδιαφέρον μοντέλο.

Είναι ξεκάθαρο ότι το Mavhome σαν project υλοποιήθηκε λόγω της έρευνας για την τεχνητή νοημοσύνη και την αρχιτεκτονική πρακτόρων. Είναι δηλαδή ένα project που δεν έχει στον πυρήνα του αποκλειστικά το έξυπνο σπίτι. Ο αλγόριθμος “Active-Lezi” που χρησιμοποιήθηκε για την πρόβλεψη και την κατανόηση του εκάστοτε μοτίβου ενεργειών που ακολουθεί ο χρήστης φάνηκε πολύ αποτελεσματικός και πλέον ιδιαίτερο ενδιαφέρον θα έχει η εφαρμογή του σε αυθεντικό περιβάλλον. Ωστόσο, η δομή του Mavhome ως έχει σήμερα δεν είναι κατάλληλη για υλοποιήσεις έξυπνου σπιτιού στο μέλλον.

3.2 Εργασία EasyLiving από τη Microsoft

Μια ερευνητική προσέγγιση που μπορεί να αντιμετωπίσει τις πολλαπλές δυσκολίες που σχετίζονται με τα έξυπνα περιβάλλοντα παρουσιάζεται από την εργασία EasyLiving της Microsoft [SHA98]. Το project επικεντρώνεται ξεκάθαρα στην υλοποίηση ενός περιβάλλοντος στο οποίο διάφορες συσκευές εισόδου-εξόδου(I/O) μπορούν να συνεργάζονται-επικοινωνούν μεταξύ τους. Σε αντίθεση με το MavHome, το οποίο έχει άμεση σχέση με την έρευνα τεχνητής νοημοσύνης και τους αλγόριθμους μάθησης, το EasyLiving έχει να κάνει περισσότερο με την εύρεση μιας αρχιτεκτονικής και μιας μεθόδου επικοινωνίας

που να είναι λειτουργικές για όλες τις συσκευές και τις λειτουργίες του ευρύτερου συστήματος αλληλεπίδρασης.

Για να παρέχει τα μέσα για συνεργασία η πλατφόρμα προσφέρει το EasyLiving Geometric Model. Αυτό το μοντέλο έχει προγραμματιστεί να δίνει τη δυνατότητα στις διάφορες συσκευές να κάνουν ερωτήσεις για άλλες συσκευές που βρίσκονται στο εύρος επιρροής τους. Στο μοντέλο το βασικό αντικείμενο είναι μια «οντότητα» που αναπαριστά το φυσικό αντικείμενο στον πραγματικό κόσμο. Μονάδες μέτρησης χρησιμοποιούνται για να οριστούν οι σχέσεις μεταξύ των διαφόρων οντοτήτων. Αφού γίνει αυτό το μοντέλο είναι έτοιμο να δεχτεί ερωτήσεις. Μια τέτοια ερώτηση θα μπορούσε να είναι «ποια οθόνη να χρησιμοποιήσω για να ειδοποιήσω για την άφιξη επισκεπτών στην είσοδο;». Εφόσον τα δεδομένα από τους αισθητήρες μπορεί να μην είναι επαρκή και η τελική πληροφορία να είναι λανθασμένη, ο παράγοντας της αβεβαιότητας έχει ήδη ληφθεί υπόψη κατά τη διάρκεια απόδοσης μονάδων μέτρησης στις σχέσεις των οντοτήτων.

Αφού αποφασιστεί ποιες συσκευές θα χρησιμοποιηθούν με βάση τις πληροφορίες που έδωσε το Geometric Model, η περαιτέρω επικοινωνία και αλληλεπίδραση των λειτουργιών μπορεί να γίνει μέσω του InConcert, που αποτελεί ένα πλαίσιο επικοινωνίας σχεδιασμένο για ασύγχρονη ανταλλαγή μηνυμάτων και υποστηρίζει διευθυνσιοδότηση βασισμένη σε συντακτικό γλώσσας XML.

Το έξυπνο κομμάτι του συστήματος που λέει στο περιβάλλον τι να κάνει και πότε να το κάνει, υλοποιείται ως ένα σύνολο κανόνων που είναι εξ αρχής προγραμματισμένο με μη αναστρέψιμο τρόπο. Αυτή η ιδιότητα έχει έναν αρνητικό αντίκτυπο στις μαθησιακές ικανότητες του συστήματος. Το έξυπνο περιβάλλον δεν προσαρμόζεται στο χρήστη του. Αντιθέτως, οι κάτοικοι πρέπει να προσαρμοστούν στον τρόπο που το σπίτι τους λειτουργεί. Η διαφορά με το project ManHome είναι σαφώς εμφανής. Όπως και να έχει, το στοιχείο που κάνει το EasyLiving και τη συναφή έρευνα να ξεχωρίζει είναι η ανάπτυξη καθώς και ο σχεδιασμός του περιβάλλοντος και των πρωτοκόλλων επικοινωνίας που έχουν να προβάλλουν.

Τα ελαττώματα του project είναι εύκολο να τα εντοπίσει κανείς. Το πλέον χαρακτηριστικό είναι η έλλειψη δυνατότητας προσαρμογής στις διάφορες καταστάσεις, στοιχείο που χρειάζεται στα συστήματα έξυπνων σπιτιών. Κατ'επέκταση η αδυναμία του project γίνεται αντιληπτή όταν ο χρήστης βλέπει ότι ελάχιστα πράγματα μπορεί να προσαρμόσει και να αλλάξει στη λειτουργία του EasyLiving με βάση τις προσωπικές του προτιμήσεις και ανάγκες. Ας μην ξεχνάμε ότι το EasyLiving είναι στην ουσία ένα εργαστηριακό πείραμα που προσπαθεί να ρίξει φως στο πρόβλημα της σύνδεσης συσκευών μέσα σε ένα περιβάλλον δυναμικό και ετερογενές παρέχοντας την ίδια στιγμή μια λύση στο διαμοιρασμό της πληροφορίας μεταξύ των διαφόρων συσκευών με το βέλτιστο τρόπο.

3.3 Εργασία Aladdin Home Networking

Άλλη μια ερευνητική εργασία-project που επηρεάστηκε από τη Microsoft είναι το Aladdin Home Networking. Όπως το όνομα του υποδηλώνει, η εστίαση της εργασίας βρίσκεται και πάλι στην έννοια της δικτύωσης μέσα στο έξυπνο σπίτι, αλλά αυτήν τη φορά το σύστημα πραγματοποιήθηκε σε ένα αληθινό περιβάλλον, που μάλιστα ήταν το τριόροφο σπίτι ενός από τους συντελεστές του project.

Η ραχοκοκαλιά του δικτύου λειτουργεί διαμέσου καλωδιωμένου Ethernet μέσα στο σπίτι. Αυτό είναι ένα χαρακτηριστικό που δεν προϋπάρχει στα σημερινά σπίτια τις περισσότερες φορές. Το σύστημα παρουσιάζει μια αρχιτεκτονική που συνδέει συσκευές, οι οποίες επικοινωνούν μεταξύ τους μέσα από μια πληθώρα μέσων, όπως είναι οι υπέρυθρες ακτίνες, το Bluetooth, τα σήματα RF(radio-frequency). Γίνεται χρήση ειδικών συσκευών - γεφυρών- για την περάτωση της επικοινωνίας.

Τα σημεία πρόσβασης χρήστη (User Access Points-UAPs) [URL2] είναι συσκευές τις οποίες οι κάτοικοι του σπιτιού μπορούν να χρησιμοποιήσουν για να έχουν πρόσβαση στο Διαδίκτυο ή σε πληροφορίες για το ίδιο το σπίτι, όπως είναι για παράδειγμα η εσωτερική θερμοκρασία του χώρου. Σύμφωνα με την ερευνητική ομάδα του project τα σημεία πρόσβασης χρήστη θα είναι κατά προτίμηση ανεξάρτητες επίπεδες οθόνες αναρτημένες στον τοίχο, διάσπαρτες μέσα σε διάφορα σημεία του σπιτιού. Ωστόσο στην υλοποίηση που έγινε η ομάδα χρησιμοποίησε υπολογιστές με λειτουργικό Windows 98.

Η πραγμάτωση του project επιτρέπει στο χρήστη να επιλέξει μεταξύ τριών διαφορετικών διεπαφών για να επικοινωνήσει με το κεντρικό σύστημα του έξυπνου σπιτιού. Η πρώτη είναι μια διεπαφή φυλλομετρητή που τρέχει διαμέσου ενός συνηθισμένου φυλλομετρητή ιστού. Μια άλλη διεπαφή καταστά δυνατή την απομακρυσμένη πρόσβαση μέσω της χρήσης ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Η τρίτη διεπαφή παρουσιάζει τη δυνατότητα πρόσβασης με ηχητικές εντολές. Και οι τρεις διεπαφές που περιγράψαμε μπορούν να συνδυαστούν με τη χρήση κινητού τηλεφώνου ώστε να είναι εφικτός ο απομακρυσμένος έλεγχος του σπιτιού.

Κατά γενική ομολογία το project Aladdin είναι πολύ περισσότερο προσαρμοσμένο σε ρεαλιστικές απαιτήσεις της καθημερινής ζωής σε σχέση με το πείραμα EasyLiving. Τα καλύτερα στοιχεία του project εντοπίζονται στην αρχιτεκτονική του δομή και στο λογισμικό που χρησιμοποιεί για να κρατάει και να διαχειρίζεται διάφορες ενέργειες με τα εκάστοτε δεδομένα. Ενδιαφέρον παρουσιάζουν και οι ιδέες του για την ανακάλυψη συσκευών στο ενδοδίκτυο του σπιτιού, καθώς και ο τρόπος που γίνεται διαχείριση των νέων συνδέσεων.

3.4 Einstein, Pluto και LinuxMCE

Κατά τη διάρκεια της έκθεσης CEDIA το 2006 μια εταιρία ονόματι «Monster» παρουσίασε το προϊόν πάνω στο οποίο δούλευε καιρό. Με το εμπορικό όνομα «Einstein», επρόκειτο για ένα τεχνολογικό προϊόν που υποσχόταν μια λύση για την αυτοματοποίηση σπιτιού, τόσο αποδοτική σε κόστος όσο και σε αποτελέσματα. Μάλιστα ο διευθυντής της έκθεσης του 2006, Richard Green, όταν ρωτήθηκε για το πιο ενδιαφέρον προϊόν της χρονιάς

εκείνης επέλεξε να αναφερθεί στο «Einstein». Μας περιέγραψε το σύστημα ως μια υπερσύγχρονη προσέγγιση στην αναπαραγωγή καθώς και διανομή ήχου και βίντεο. Από τον Ιούλιο του 2007 και μετά δεν υπάρχει καν αναφορά για το «Einstein» στην κεντρική σελίδα της εταιρίας.

Η «Monster» πήρε την άδεια για το λογισμικό της από μια εταιρία με το όνομα «Pluto». Πιθανώς μια από τις πιο τολμηρές αποφάσεις της «Pluto» ήταν να εκδώσει τον πηγαίο κώδικα με μια άδεια ανοιχτού λογισμικού, δηλαδή ελεύθερα (open source license). Η τεχνολογία και η τεχνογνωσία της «Pluto» επαινέθηκαν από τους επαγγελματίες του χώρου και θεωρήθηκε ότι η κίνηση της ήταν η κατάλληλη ώστε να κερδίσει το μερίδιο της αγοράς που αποτελούνταν από τους χρήστες Linux. Κι όμως παρά τις προσδοκίες το σύστημα δεν μπόρεσε να αναπτύξει μια σημαντική σταθερή βάση χρηστών.

Ένας από αυτούς που δοκιμάσανε το σύστημα ήταν ο Paul Webber. Ο Webber πήρε την πλατφόρμα με τις 3 εκατομμύρια γραμμές κώδικα και δημιούργησε ένα παρακλάδι του αρχικού συστήματος της «Pluto» με το όνομα LinuxMCE. Το LinuxMCE έχει περίπου την ίδια βάση χαρακτηριστικών με το αρχικό project, αλλά κατά την ανάπτυξη του δόθηκε έμφαση στο να αποτελέσει ένα πακέτο λογισμικού για την οικιακή αυτοματοποίηση που δεν θα είναι παρεμβατικό στη ζωή του χρήστη και με μια απλή εγκατάσταση και ρύθμιση θα μπορεί να μετατρέψει έναν υπολογιστή με λειτουργικό Linux σε ένα κεντρικό σταθμό οικιακού ελέγχου. Το επίσημο λειτουργικό σύστημα που υποστηρίζει το LinuxMCE είναι το Ubuntu, η κατά γενική ομολογία δημοφιλέστερη διανομή Linux σήμερα.

Εφόσον χρησιμοποιούν την ίδια βάση κώδικα, το «Pluto» και το LinuxMCE κάνουν και χρήση παρόμοιων ιδεών και στοιχείων. Το σύστημα αποτελείται από τέσσερα μέρη: έναν πυρήνα, έναν media director («διευθυντή» πολυμέσων), έναν δορυφόρο (orbiter) και έναν κινητό δορυφόρο. Ο πυρήνας αποτελεί το κεντρικό κομμάτι του συστήματος. Κάθε σπίτι χρειάζεται έναν και μόνο πυρήνα. Αν αγοράσει κανείς τον πυρήνα απευθείας από την «Pluto» αυτός αποστέλλεται ως ένας Linux-server. Ο media director χρειάζεται μόνο εάν ο χρήστης σκοπεύει να προσάψει τηλεοπτικές οθόνες ή στοιχεία ήχου και βίντεο στο κεντρικό σύστημα. Αν ο χρήστης επιλέξει να έχει μια πιο απλή διεπαφή ο media director μπορεί να αποφευχθεί.

Οι δορυφόροι είναι οι ελεγκτές του σπιτιού. Ο δορυφόρος της Pluto έχει μια οθόνη αφής 8.4 ιντσών και κάποια κουμπιά που επιτρέπουν τον έλεγχο του συστήματος. Εμπεριέχει ενσωματωμένο WiFi και μπαταρία που δίνει στο χρήστη τη δυνατότητα να περιφέρει το δορυφόρο μέσα στο σπίτι. Συμπληρωματικά με τον δορυφόρο της εταιρίας μπορεί κανείς να κάνει χρήση κινητών δορυφόρων, που στην ουσία είναι κινητά τηλέφωνα στα οποία ο χρήστης έχει εγκαταστήσει λογισμικό οικιακού ελέγχου. Οι κινητοί δορυφόροι (κινητά τηλέφωνα εδώ) χρησιμοποιούν δίκτυο Bluetooth για την επικοινωνία με το έξυπνο σπίτι όταν βρίσκονται εντός εμβέλειας, ενώ όταν απομακρυνθούν συνδέονται αυτόματα στον πάροχο κινητής τηλεφωνίας και έτσι πρακτικά ο έλεγχος του σπιτιού γίνεται από οπουδήποτε το κινητό λαμβάνει σήμα από το τηλεφωνικό δίκτυο.

Εκτός από τα προαναφερθέντα το σύστημα της Pluto περιέχει και άλλες προαιρετικές συσκευές όπως δρομολογητές WiFi, μετατροπείς ethernet και κάμερες ασφαλείας που μπορούν να ενσωματωθούν και αυτά στο όλο σύνολο.

Το Pluto και το LinuxMCE παρέχουν μια πραγματικά ενδιαφέρουσα προσέγγιση όσον αφορά την προσφορά λύσεων για το έξυπνο σπίτι στο τελικό αγοραστικό κοινό. Όχι μόνο

πρόκειται για ένα σύστημα που επιτρέπει ελεύθερα στο χρήστη να το προσαρμόσει και να χτίσει κάτι δικό του, αλλά επίσης είναι κατάλληλο και βολικό για εγκατάσταση σε ένα υπάρχον νοικοκυριό. Και τα δύο project προσφέρουν βασικά χαρακτηριστικά όσον αφορά την οικιακή αυτοματοποίηση συν κάποια επιπλέον χαρακτηριστικά που αφορούν τη διαχείριση πολυμέσων. Πιο συγκεκριμένα, μιλάμε για δυνατότητα αυτόματης παρακολούθησης των χώρων του σπιτιού, επιλογές απομακρυσμένου ελέγχου μέσω κινητών τηλεφώνων, περιεχόμενο ηχητικό ή οπτικό που ακολουθεί το χρήστη μέσα στο σπίτι (π.χ. μουσική που παίζει στο χώρο που μεταφέρεται ο ένοικος) και άλλα. Προφανώς το σύστημα δεν μπορεί να συγκριθεί με το επίπεδο τεχνητής νοημοσύνης του πρότζεκτ ManHome ή με τις ενδοεπικοινωνιακές δυνατότητες του EasyLiving, αλλά το γεγονός ότι τα project είναι open source σε αντίθεση με τα υπόλοιπα αποτελεί ένα καλό σημείο έναρξης για οποιαδήποτε προσπάθεια ενασχόλησης με το έξυπνο σπίτι.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

Δικτύωση στο Έξυπνο Σπίτι

Ένα χαρακτηριστικό κομμάτι των έξυπνων σπιτιών είναι το δίκτυο. Αυτό που χρειάζεται ένα σύγχρονο έξυπνο σπίτι είναι ένα στιβαρό δίκτυο πάνω στο οποίο θα μπορεί να βασιστεί. Το πολυπρόσωπο δικτυακό περιβάλλον ενός έξυπνου σπιτιού με τις διάφορες τεχνολογίες και συσκευές που εμπεριέχει, καθώς και η ανάγκη ύπαρξης ανταπόκρισης στην είσοδο νέων συσκευών στο δίκτυο καθιστούν την οικιακή δικτύωση έναν από τους πιο πολύπλοκους τομείς υλοποίησης αλλά παράλληλα και έναν από τους σημαντικότερους.

Πολλοί ειδικοί του χώρου ισχυρίζονται ότι κάποια σημερινά σπίτια περιέχουν τόσο σύνθετες δομές καλωδίωσης και τόσο προηγμένα υπολογιστικά δίκτυα που ήδη –συνειδητά ή μη- μας ωθούν προς το όραμα των έξυπνων σπιτιών. Συνήθως τα υπάρχοντα εξεζητημένα δίκτυα έχουν ως σκοπό την παροχή πρόσβασης στο διαδίκτυο ή την παροχή κοινής χρήσης σε απομακρυσμένες συσκευές, όπως εκτυπωτές ή εξωτερικούς σκληρούς δίσκους. Τα δίκτυα αυτά υλοποιούν συνεργατική παραγωγή και κατανάλωση μέσων και υπηρεσιών, αλλά δεν παύουν να απαιτούν αρκετή δουλειά για να στηθούν σωστά αλλά και να συντηρηθούν κατά τη λειτουργία τους. Γεγονός είναι ότι αυτές οι δυσκολίες δεν είναι το μόνο πρόβλημα με τα υπάρχοντα δίκτυα. Το μεγαλύτερο ζήτημα είναι τα προβλήματα χρηστικότητας που παρουσιάζονται, αφού οι περισσότεροι χρήστες δεν γνωρίζουν πρακτικά τίποτα για τη δομή των δικτύων και τον τρόπο που λειτουργεί η εσωτερική δικτύωση του σπιτιού τους.

Θα κάνουμε μια αναφορά στις διαφορετικές προσεγγίσεις που υπάρχουν γύρω από τη δημιουργία δικτύωσης για το έξυπνο σπίτι. Θα αναφερθούν οι σχετικές τεχνολογίες και οι δυνατότητες τους ,κάποιες επιγραμματικά και κάποιες εκτενέστερα, ανάλογα με τη θέση που έχουν στη σύγχρονη οικιακή δικτύωση.

4.1 Τεχνολογία

Παρά την ποικιλία των εργασιών-project πάνω στο έξυπνο σπίτι, μερικές κοινές συνισταμένες μπορούν να εντοπιστούν όσον αφορά τη χρήση της τεχνολογίας. Μία ξεκάθαρη είναι η χρήση ασύρματης τεχνολογίας, όπως είναι το Bluetooth, το RFID και το WiFi για συνδεσιμότητα. Παρόλο που πολλές από τις τεχνολογίες αυτές χρειάζονται εξωτερικά αποθέματα ενέργειας για να μεταδώσουν και κάποιες φορές κρίνονται αναποτελεσματικές, το πλεονέκτημα της απουσίας καλωδίωσης είναι πολύ μεγάλο, ειδικά στα μάτια του τελικού χρήστη. Μάλιστα, υπάρχουν ερευνητές που ισχυρίζονται ότι στο μέλλον οι ασύρματες τεχνολογίες θα αποτελούν αυστηρό προαπαιτούμενο για οποιοδήποτε έξυπνο σπίτι.

Όταν έχουμε να κάνουμε με δικτύωση σε προϋπάρχοντα σπίτια και όχι σε καινούργια, οι ασύρματες επιλογές φαίνονται ακόμα καλύτερες. Ένα ξεκάθαρο σημείο είναι ότι η εγκατάσταση καλωδίωσης μπορεί σημαίνει αρκετά ψηλό κόστος, ειδικά σε ένα σπίτι που δεν είναι υπό κατασκευή και χρειάζονται παρεμβάσεις. Υπολογίζεται ότι το κόστος εγκατάστασης ενός αισθητήρα κυμαίνεται μεταξύ του 50 και 90% της αξίας του αισθητήρα. Ένα ακόμη

πλεονέκτημα της ασύρματης τεχνολογίας είναι η ελαστικότητα και η ευελιξία που υπάρχει μέσα στο έξυπνο σπίτι. Πιο συγκεκριμένα, ο χρήστης μπορεί να μεταφέρει εύκολα μια συσκευή χωρίς να ανησυχεί για καλώδια, αρκεί να μείνει εντός εμβέλειας. Είναι επίσης εύκολο να φέρεις μια νέα συσκευή και να την εγκαταστήσεις σε ένα ασύρματο δίκτυο. Δεν μπορούμε να πούμε το ίδιο και για ένα ενσύρματο δίκτυο.

Παρά τα αρκετά πλεονεκτήματα των ασύρματων λύσεων η παραδοσιακή καλωδίωση παραμένει μια επιλογή. Μπορεί να κοστίζει περισσότερο και να είναι δύσκολο να αλλαχθεί μελλοντικά, αλλά η ενσύρματη δικτύωση προσφέρει ξεχωριστά πλεονεκτήματα όπως ασφάλεια, σιγουριά, εμπιστοσύνη και σταθερότητα. Σε αυτούς ακριβώς τους τομείς υστερεί η ασύρματη τεχνολογία.

Στο σημείο αυτό θα δούμε ξεχωριστά κάποιες τεχνολογίες επικοινωνίας που χρησιμοποιούνται σήμερα στα έξυπνα σπίτια και στα διάφορα project και θα διαπιστώσουμε ότι κάθε μία απευθύνεται σε διαφορετικό κομμάτι του αγοραστικού κοινού και έχει θέση σε ένα σύγχρονο σχεδιασμό που θέλει να είναι εύστοχος και πλήρης.

4.1.1 X10

Πρόκειται για μια μέθοδο επικοινωνίας που εφευρέθηκε το 1975 [URL3], οπότε είναι προφανώς μια από τις παλαιότερες τεχνικές που εφαρμόζονται σήμερα στο έξυπνο σπίτι. Είναι μια τεχνική που βασίζεται σε παραδοσιακή καλωδίωση, πρόκειται δηλαδή για ενσύρματη μέθοδο. Παρά το γεγονός ότι υπάρχει χρόνια στο χώρο είναι μια τεχνολογία που χρησιμοποιείται ευρέως ακόμη. Μάλιστα το πρότζεκτ Alladin που έχει αναφερθεί προηγουμένως υλοποιεί X10 κατά κόρον.

Αναμφίβολα το καλύτερο κομμάτι του X10 είναι ότι χρησιμοποιεί το υπάρχον ηλεκτρικό δίκτυο του σπιτιού για τη μεταφορά δεδομένων, δηλαδή δε χρειάζεται πρόσθετη ειδική καλωδίωση. Η μετάδοση των δεδομένων επιτυγχάνεται μέσω της αποστολής πληροφοριών με ένα σήμα των 120 kHz διαμέσου των ηλεκτρικών τερματικών του σπιτιού. Τα δεδομένα χωρίζονται σε τέσσερα bit κώδικα σπιτιού και σε τέσσερα bit κώδικα μονάδας και ακολουθούνται από μια εντολή που μπορεί να έχει μήκος έως τέσσερα bit. Οι συνδυασμοί του κώδικα σπιτιού και μονάδας επιτρέπουν να έχουμε 256 ξεχωριστές συσκευές. Αν χρειαστεί πάντως το X10 μας επιτρέπει να κάνουμε χρήση της ίδιας διεύθυνσης για πολλαπλές συσκευές.

Παρόλο που η τεχνολογία X10 επιτρέπει σε οποιαδήποτε συσκευή να συνδεθεί στο οικιακό ηλεκτρικό δίκτυο και να επικοινωνήσει, έχει ως μέθοδος κάποια σημαντικά ελαττώματα. Ένα ζήτημα είναι το περιορισμένο εύρος ζώνης (bandwidth) του πρωτοκόλλου και ένα άλλο είναι η γνωστή έλλειψη αξιοπιστίας του.

Η χαμηλή διεκπεραιωτική ικανότητα του X10 το αποκλείει ως λύση για εφαρμογές όπως το σερφάρισμα στο διαδίκτυο, την άμεση μηνυματοδότηση ή την εκπομπή και διανομή οπτικοακουστικού σήματος μέσα στο σπίτι. Σε αντίθεση μ'αυτά, το X10 είναι κατάλληλο για πιο απλές αυτοματοποιήσεις, όπως άνοιγμα και κλείσιμο συσκευών ή λαμπτήρων ή αυτόματο προγραμματισμό για ζυπνητήρια, θέρμανση, εγγραφείς βίντεο κ.α. Παρόλο που το X10

παραμένει πολύ δημοφιλές δε θα έπρεπε να είναι η πρώτη επιλογή ως τεχνολογία επικοινωνίας για το έξυπνο σπίτι του σήμερα. Αδιαμφισβήτητα όμως αποτελεί μια πολύ καλή υποστηρικτική λύση που μπορεί να χειριστεί πολύ αποδοτικά τις παλαιότερες συσκευές του σπιτιού.

4.1.2 Bluetooth

Το Bluetooth είναι μια ασύρματη τεχνολογία που αρχικά σχεδιάστηκε για να αντικαταστήσει τα καλώδια κατά τις συνδέσεις κινητών τηλεφώνων ή laptop. Η τεχνολογία αυτή πήρε το όνομα της από έναν μεσαιωνικό βασιλιά της Νορβηγίας τον Harald Blåtand (=Bluetooth) Gormson, που είχε προσπαθήσει να ενοποιήσει τα τότε βόρεια σκανδιναβικά βασίλεια. Έτσι και το Bluetooth σαν τεχνολογία προσπάθησε να ενοποιήσει τα ήδη υπάρχοντα ασύρματα πρότυπα, για να καθιερωθεί τελικά ως μια βασική τεχνολογία για την ασύρματη σύνδεση σε μικρές αποστάσεις [URL4].

Ο σχεδιασμός του Bluetooth έγινε με βάση κάποια σενάρια χρήσης. Για παράδειγμα ένα από αυτά τα σενάρια που σκέφτηκαν οι δημιουργοί ήταν μια συνδιάσκεψη όπου όλοι οι συμμετέχοντες θα μπορούσαν να προχωρήσουν στον εύκολο διαμοιρασμό δεδομένων μέσα από τα κινητά τους τηλέφωνα. Ένα άλλο σενάριο χρήσης είχε να κάνει με την αυτόματη ανακάλυψη υπηρεσιών Bluetooth από το κινητό τηλέφωνο, δηλαδή το κινητό τηλέφωνο να είναι σε θέση να πραγματοποιήσει αυτόματη σύνδεση στο Bluetooth εφόσον υπάρχει προσφερόμενο δίκτυο.

Από τεχνικής πλευράς, το Bluetooth δουλεύει στα 2.4 GHz , που είναι η μη αδειοδοτημένη συχνότητα ISM (Industrial Scientific Medical). Πρόκειται για συχνότητα ανοιχτή στον οποιοδήποτε, άρα όλα τα συστήματα που τη χρησιμοποιούν θα πρέπει να είναι έτοιμα για «διαμάχες» με άλλες συσκευές που τη χρησιμοποιούν επίσης. Το Bluetooth για να αντιμετωπίσει τέτοιου είδους προβλήματα χρησιμοποιεί την τεχνολογία FHSS(Frequency Spectrum Hopping Technology), γεγονός που σημαίνει ότι δύο συνδεδεμένες συσκευές Bluetooth μετά την αποστολή κάθε πακέτου αλλάζουν περιοδικά κανάλι συχνότητας. Στην πράξη αυτό σημαίνει ότι εάν ένα κανάλι είναι δεσμευμένο από μια άλλη συσκευή, οι συσκευές Bluetooth θα αλλάξουν αυτόματα σε άλλο κανάλι με αποτέλεσμα η επικοινωνία τους να επηρεαστεί ελάχιστα. Η τεχνολογία FHSS διασφαλίζει ακόμη ότι πολλαπλά δίκτυα Bluetooth μπορούν να συνυπάρχουν ταυτόχρονα χωρίς να διαταράσσονται οι επιμέρους συνδέσεις του καθενός.

Οι συσκευές που είναι συνδεδεμένες με Bluetooth μπορούν να δημιουργήσουν δίκτυα γνωστά ως piconets, που αποτελούνται από δύο έως οκτώ συσκευές. Από αυτές τις συσκευές μία δρα ως συσκευή master και είναι υπεύθυνη για τη διευθέτηση της κυκλοφορίας δεδομένων σε όλο το piconet. Οι υπόλοιπες συσκευές του piconet λέγονται slaves (σκλάβοι). Μόνο μια συσκευή μπορεί να είναι master κάθε στιγμή, αλλά αυτή η συσκευή μπορεί να αλλάξει αν μια συσκευή slave επιθυμεί να γίνει master. Η συσκευή master όχι μόνο αποτελεί το κέντρο του δικτύου, αλλά επίσης παίρνει όλες τις αποφάσεις με αποτέλεσμα να ορίζει το συνολικό εύρος ζώνης του piconet.

Όταν μία ή περισσότερες συσκευές του piconet συνδεθούν σε ένα άλλο piconet, τότε έχουμε ένα scatternet. Οι συσκευές Bluetooth μπορεί να συμπεριφέρονται σαν σκλάβοι σε μερικά piconet, αλλά ως master μπορούν να συμπεριφέρονται αυστηρά μόνο σε ένα. Οι συσκευές αυτές που ανήκουν σε πολλά piconet μπορούν να δράσουν σαν συνδετικός κρίκος μεταξύ των υποδικτύων για τη μεταφορά δεδομένων.

Η μέση εμβέλεια για τις συσκευές Bluetooth είναι περίπου δέκα μέτρα, αλλά πιο ισχυρές συσκευές μπορούν να φτάσουν ακόμη και τα εκατό μέτρα σε εμβέλεια. Σε γενικές γραμμές μπορούμε να πούμε ότι το Bluetooth είναι μια τεχνολογία με μικρή εμβέλεια, ειδικά σε σύγκριση με ασύρματες τεχνολογίες της κατηγορίας IEEE 802.11. Ωστόσο, η μικρή εμβέλεια των δικτύων Bluetooth μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως πλεονέκτημα. Για παράδειγμα μια κινητή συσκευή που χρησιμοποιεί το δίκτυο Bluetooth είναι σίγουρα πολύ κοντά στο δέκτη, γεγονός που μπορεί να θεωρηθεί θετικό όσον αφορά την ασφάλεια και όχι μόνο. Η τεχνολογία Bluetooth μπορεί να χρησιμοποιηθεί επιτυχώς στο σύγχρονο έξυπνο σπίτι. Οι αυτοματοποιήσεις μέσω Pluto και LinuxMCE εμπεριέχουν χρήση Bluetooth, καθώς με την τοποθέτηση δεκτών διάσπαρτα μέσα στο σπίτι εντοπίζουν το χρήστη μέσω του κινητού του τηλεφώνου και κατόπιν υλοποιούν υπηρεσίες και περιεχόμενο που ακολουθεί το χρήστη ανάλογα με τις κινήσεις του (follow me content).

4.1.3 IEEE 802.11

Η ομάδα ασύρματων τεχνολογιών IEEE 802.11 [URL5] έχει γνωρίσει χαρακτηριστική αποδοχή και ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια. Συνήθως αποκαλείται WiFi ή πιο απλά WLAN και ο κυριότερος λόγος επιτυχίας ήταν η ανάγκη που υπήρχε και υπάρχει για αντικατάσταση της παραδοσιακής καλωδιακής δικτύωσης των γραφείων, των σπιτιών και άλλων χώρων όπως οι καφετέριες λόγου χάρι. Ένας άλλος λόγος για την επιτυχία ήταν οι καλές τιμές που υπάρχουν για τα προϊόντα που είναι συμβατά με την τεχνολογία 802.11, όπως τα σημεία πρόσβασης και οι επαναλήπτες σήματος. Η διάδοση αυτής της τεχνολογίας έφερε στο χρήστη εύκολη και πολλές φορές δωρεάν πρόσβαση στο διαδίκτυο σε διάφορους δημόσιους χώρους.

Ο τοπολογία δικτύου που χρησιμοποιείται στην παρούσα φάση είναι «κεντροποιημένη». Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι όλοι οι πελάτες ενός δικτύου συνδέονται σε μια κεντρική οντότητα, που συχνά αναφέρεται ως σημείο πρόσβασης. Αυτή η οντότητα κρατάει δεδομένα για τους πελάτες και κατόπιν τα δρομολογεί με τον κατάλληλο τρόπο. Σήμερα γίνεται προσπάθεια παροχής δικτύων «mesh». Με ένα τέτοιο δίκτυο οι συσκευές της IEEE 802.11 δε θα χρειάζονταν μια κεντρική οντότητα. Αντιθέτως, οι συσκευές θα δρούσαν αυτόνομα και θα προωθούσαν τα αντίστοιχα δεδομένα μεταξύ τους. Ένας από τους πιο σπουδαίους λόγους αυτής της προσπάθειας είναι η επιδίωξη παροχής ασύρματης πρόσβασης σε απομονωμένες περιοχές.

Το δυνατό σημείο των τελευταίων τεχνολογιών IEEE 802.11 είναι η ταχύτητα που επιτυγχάνεται μέσα στο δίκτυο. Με τις τελευταίες τεχνολογίες όπως την 802.11n μπορούμε να επιτύχουμε ρυθμό μετάδοσης δεδομένων πάνω από 500 Mb /sec. Οι τεχνολογίες λειτουργούν σε συχνότητα 2.4 GHz και οι ανάγκες σε ενέργεια για τις διάφορες κάρτες WLAN κυμαίνονται μεταξύ 0.14W και 2.06W όταν η συσκευή είναι σε αναμονή. Μπορούμε

να πούμε ότι η διεκπεραιωτική ικανότητα που επιτυγχάνεται μπορεί να μην είναι ιδιαίτερα υψηλή, αλλά όσον αφορά τις μικρές κινητές συσκευές είναι κάτι παραπάνω από ικανοποιητική.

4.1.4 ZigBee

Πρόκειται για μία από τις νεότερες τεχνολογίες επικοινωνίας, καθώς η έκδοση ZigBee 1.0 κυκλοφόρησε στις 14 Δεκεμβρίου του 2004. Η τεχνολογία είναι βασισμένη στο πρότυπο IEEE 802.15.4 και όπως και άλλες προαναφερθείσες ασύρματες τεχνολογίες λειτουργεί στη συχνότητα ISM των 2.4 GHz και έχει εμβέλεια μετάδοσης μέχρι 100 μέτρα με μέγιστη ταχύτητα τα 250 kilobits ανά δευτερόλεπτο. Το ZigBee [URL6] μπορεί να λειτουργήσει και σε συχνότητες των 915 MHz, καθώς και των 868 MHz.

Ο στόχος του ZigBee είναι να παρέχει επικοινωνιακές δυνατότητες σε συσκευές ελέγχου και αισθητήρες που δεν απαιτούν μεγάλο εύρος ζώνης αλλά απαιτούν μεγάλους χρόνους αυτόνομης λειτουργίας (χρήση μπαταριών συνήθως), καθώς και ευέλικτες τοπολογίες δικτύου. Για να καταστεί δυνατή η κατασκευή συσκευών που έχουν τις χαμηλότερες απαιτήσεις σε ενέργεια, οι συσκευές ZigBee βγαίνουν σε δύο ξεχωριστές εκδόσεις: συσκευές πλήρους χρηστικότητας (FFD – Full Function Devices), καθώς και συσκευές μειωμένης χρηστικότητας (RFD – Reduced Function Devices). Οι πρώτες είναι συσκευές που δρουν σε πλήρη έκταση και καταναλώνουν πολύ περισσότερη ενέργεια από τις δεύτερες που συνήθως τίθενται αυτόματα σε αναμονή (sleep mode) και μεταδίδουν δεδομένα μόνο όταν υπάρξει κάποιο συμβάν.

Οι συσκευές RFD μπορούν να λειτουργήσουν μόνο ως καταληκτικά σημεία ενός δικτύου και χρειάζονται τουλάχιστον μια συσκευή FFD για να επικοινωνήσουν. Αυτό σημαίνει ότι ένα δίκτυο με μια συσκευή FFD και με πολλαπλές RFD μπορεί να δημιουργήσει μονάχα τοπολογία αστέρα, όπου όλες οι RFD συνδέονται σε μια κεντρική συσκευή, δηλαδή εδώ την FFD. Ωστόσο, με τη χρήση πολλαπλών FFD μπορούμε να έχουμε και ένα δίκτυο mesh ή ένα δίκτυο peer-to-peer. Σε αυτά τα δίκτυα οι συσκευές FFD δρουν ως δρομολογητές που μεταδίδουν δεδομένα μεταξύ κλάδων του δικτύου με μια FFD να συμπεριφέρεται ως ο συντονιστής του δικτύου.

4.1.5 RFID

Τα αρχικά προέρχονται από το Radio Frequency Identification και πρόκειται για μια τεχνολογία που παρουσιάστηκε για πρώτη φορά το 1948 σε μια μελέτη του μηχανικού Harry Stockman [URL7]. Παρόμοιες τεχνολογίες είχαν ήδη χρησιμοποιηθεί κατά τη διάρκεια του δεύτερου παγκοσμίου πολέμου, όταν η βρετανική αεροπορία εντόπιζε τα αεροσκάφη της μέσα στα σήματα των ραντάρ με τη βοήθεια ειδικών πομπών. Η έρευνα στον τομέα συνεχίστηκε στις δεκαετίες του '50 και του '60 χωρίς όμως κάποιο εντυπωσιακό τεχνολογικό αντίκρισμα. Αυτό άλλαξε τη δεκαετία του '70 όταν τα μικροτσιπ και τα ολοκληρωμένα κυκλώματα έκαναν την εμφάνισή τους στην αγορά. Η πρώτη εφαρμογή τεχνολογίας RFID έγινε στα τέλη της δεκαετίας του '60 όταν ένας πολύ απλός μηχανισμός RFID τοποθετήθηκε

σε ακριβά προϊόντα καταστημάτων ως μέτρο απέναντι σε πιθανές κλοπές. Στις δεκαετίες που ακολούθησαν η έρευνα και η εφαρμογή του RFID κέρδισε μεγάλο έδαφος και στις αρχές της δεκαετίας του '90 τα πρώτα τσιπάκια RFID έκαναν επίσημη είσοδο στην αγορά.

Σήμερα το RFID χρησιμοποιείται ως όρος για να περιγράψει τεχνολογία που σκοπό έχει την ταυτοποίηση αντικειμένων μέσα από τη χρήση ραδιοκυμάτων. Ένα τυπικό σύστημα αποτελείται από τρία μέρη: μια συσκευή RFID, έναν αναγνώστη RFID με μια κεραία και μια υπάρχουσα σύνδεση σε ένα σύστημα-host. Σήμερα οι συσκευές RFID είναι περισσότερο γνωστές ως «tags». Συνήθως ανήκουν σε δύο κατηγορίες: ενεργά ή παθητικά tags. Τα ενεργά έχουν τη δική τους παροχή ενέργειας, ενώ τα παθητικά δουλεύουν με την ενέργεια που αποστέλλεται από τον αναγνώστη RFID. Τα ενεργητικά έχουν δυνατότητα ανάγνωσης αλλά και εγγραφής, ενώ τα παθητικά είναι μόνο για ανάγνωση. Ακόμη υπάρχουν και ημιπαθητικά tags που έχουν δική τους παροχή ενέργειας για το εσωτερικό τους κύκλωμα, αλλά χρησιμοποιούν και ενέργεια από τον αναγνώστη RFID όποτε είναι δυνατό.

Λόγω του αυτόνομου συστήματος ενέργειας τα ενεργά RFID tags είναι πιο ογκώδη από τα παθητικά. Η διάρκεια ζωής τους είναι η διάρκεια ζωής της μπαταρίας τους, που μπορεί και να αγγίξει τα δέκα χρόνια. Τα παθητικά RFID tags έχουν θεωρητικά απεριόριστο χρόνο ζωής και είναι πιο μικρά, με χαμηλό βάρος και κόστος. Το ελάττωμα τους είναι η μικρή χωρητικότητα όσον αφορά την αποθήκευση δεδομένων, η μικρότερη εμβέλεια σήματος και η ανάγκη για έναν ισχυρό ενεργειακά αναγνώστη RFID. Τα μεγέθη ποικίλουν με τα μικρότερα tags να είναι σε διαστάσεις 0.4mm X 0.4mm και πιο λεπτά και από το χαρτί. Η τεχνολογία RFID δεν έχει προτυποποιηθεί πλήρως και έτσι οι συσκευές της λειτουργούν σε διάφορες συχνότητες. Υπάρχουν κάποιες που χρησιμοποιούν χαμηλές συχνότητες από 100 kHz έως 500 kHz, κάποιες που χρησιμοποιούν μεσαίες από 10MHz έως 15MHz και κάποιες που λειτουργούν στις υψηλές συχνότητες, μεταξύ 850MHz και 950MHz ή μεταξύ 2.4 GHz και 5.8 GHz. Η συχνότητα που επιλέγεται εξαρτάται από την εφαρμογή της εκάστοτε συσκευής και τις απαιτήσεις σε εμβέλεια σήματος. Γενικά όσο μεγαλύτερη είναι η συχνότητα, τόσο μεγαλύτερη είναι και η εμβέλεια. Συσκευές με χαμηλή συχνότητα συνήθως έχουν αποδοτική εμβέλεια των μόλις 30 εκατοστών, ενώ τα παθητικά tags που λειτουργούν με υψηλές συχνότητες καταφέρνουν εμβέλεια μεταξύ 3 έως 5 μέτρων. Η χρήση ενεργών tags μάλιστα μπορεί να εκτοξεύσει την εμβέλεια στα 100 μέτρα.

Υπάρχουν σαφώς και κάποια μελανά σημεία όσον αφορά την τεχνολογία RFID. Το μεγαλύτερο πρόβλημα είναι η έλλειψη ιδιωτικότητας, διότι ένας απλός αναγνώστης RFID μπορεί να αγοραστεί εύκολα από τον οποιονδήποτε και μπορεί κατόπιν να διαβάσει όλων των ειδών τα RFID tags. Εκτός λοιπόν από κενά στην ασφάλεια με περιπτώσεις επιχειρηματικής κατασκοπίας και συγκέντρωσης πληροφοριών μέσα από την ανάγνωση των RFID tags, υπάρχουν και περιπτώσεις πλαστοποίησης συσκευών. Υπάρχουν και άλλες τεχνικές επιθέσεις απέναντι στις οποίες η τεχνολογία RFID είναι ευάλωτη, όπως οι επιθέσεις άρνησης υπηρεσιών. Κάποια tag μάλιστα είναι δυνατόν να επαναπρογραμματισθούν, γεγονός σαφώς ανησυχητικό. Εκτός από όλα αυτά πρέπει να σημειωθεί και το γεγονός ότι οι συσκευές με τις οποίες έχουμε να κάνουμε είναι αρκετά εύθραυστες και ευάλωτες σε βλάβες.

Σε σχέση με την έρευνα για το έξυπνο σπίτι τα RFID tags έχουν χρησιμοποιηθεί περισσότερο για την παροχή απτών διεπαφών χρήστη που θα βρίσκονται παντού στις συσκευές του σπιτιού. Για παράδειγμα το 2004 η Samsung έκανε ένα project που υλοποίησε μία έξυπνη συσκευή που υπενθύμιζε στους κατοίκους του σπιτιού την ατζέντα τους κάθε

φορά που άνοιγαν την εξώπορτα. Η συσκευή ήξερε ποιος ήταν στην εξώπορτα την κάθε φορά και επίσης γνώριζε πληροφορίες όπως ημερομηνία, ώρα και περιεχόμενα της ηλεκτρονικής ατζέντας. Το δυνατό σημείο του project ήταν η αναγνώριση των χρηστών, γεγονός που επιτεύχθηκε με χρήση RFID tags που κουβαλούσε πάνω του κάθε χρήστης.

Σε μια σχετική έρευνα που έγινε το 2007 ένα σετ αντικειμένων του νοικοκυριού διαχωρίστηκε με τη βοήθεια της τεχνολογίας RFID. Κάθε αντικείμενο είχε το δικό του ενσωματωμένο RFID tag που το ξεχώριζε από τα υπόλοιπα και ανά πάσα στιγμή ο αναγνώστης RFID ήξερε ποιο ακριβώς αντικείμενο βρίσκεται κοντά του. Αυτό συνδυάστηκε με σενάρια ενεργειών. Όταν ένα συγκεκριμένο αντικείμενο πλησίαζε τον αναγνώστη το γεγονός αυτό προκαλούσε μια ανάλογη αντίδραση από το σύστημα. Για παράδειγμα κάποιος μπορούσε να πλησιάσει στον αναγνώστη ένα κινητό τηλέφωνο και το σύστημα αυτόματα μπορούσε να δημιουργήσει ένα δίκτυο Bluetooth μεταξύ του κινητού και του διπλανού ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Περίληπτικά μπορεί κανείς να πει ότι τα RFID tags αποτελούν ένα φτηνό και αποδοτικό μέσο για την κατασκευή συσκευών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε απτές, πανταχού παρούσες διεπαφές χρήστη και να παρέχουν πληροφορίες και δεδομένα σε συνεργασία με άλλες συσκευές. Τα ενεργά RFID tags μπορούν να αποθηκεύσουν αυτόνομα συγκεκριμένο όγκο πληροφοριών. Η γενικότερη παθητική φύση του RFID το κάνει μια βιώσιμη τεχνολογική λύση για την ασύρματη επικοινωνία μέσα στο έξυπνο σπίτι, διότι δημιουργεί ένα πολύ μικρό όγκο επικοινωνιακής κίνησης μέσα στο χώρο και δεν προκαλεί παρεμβολές και προβλήματα στα άλλα επιμέρους δίκτυα του σπιτιού. Επίσης η δυνατότητα να χρησιμοποιεί διάφορες συχνότητες το καταστά αρκετά «διακριτικό» απέναντι στις υπόλοιπες οντότητες του έξυπνου σπιτιού. Τα προβλήματα που έχουν να κάνουν με την ασφάλεια και με την έλλειψη ιδιωτικότητας υποδεικνύουν τη χρήση της τεχνολογίας κυρίως σε εργασίες που δεν έχουν κρίσιμο χαρακτήρα, δηλαδή που αντέχουν σε λάθη. Παραδείγματος χάριν το να χρησιμοποιήσει κανείς ένα κλειδί RFID για την κεντρική είσοδο του σπιτιού του μόνο ασφαλές δεν είναι, διότι εύκολα μπορεί κάποιος αυτό το κλειδί να το αντιγράψει. Όταν προκύπτουν τέτοια θέματα η τεχνολογία RFID θα πρέπει να συνδυάζεται και με άλλες τεχνικές ταυτοποίησης, όπως είναι η αναγνώριση προσώπου και η χρήση κωδικών.

4.1.6 Περίληψη των Τεχνολογιών

Πως θα έπρεπε τελικά να χρησιμοποιηθούν οι διάφορες τεχνολογίες; Καμία από τις τεχνολογίες που αναφέρθηκαν δεν αντικαθιστά τις άλλες πλήρως. Όλες έχουν ξεχωριστούς ρόλους σε ένα έξυπνο περιβάλλον. Με μια πρώτη ματιά δεν μπορεί να δει κανείς το Bluetooth να λειτουργεί σε συνεργασία με το ZigBee μιας και φαίνονται πολύ παρόμοιες ως τεχνολογίες. Ωστόσο οι ρόλοι τους είναι τελείως διαφορετικοί. Το Bluetooth ταιριάζει πολύ περισσότερο σε υλοποιήσεις όπως συνδέσεις μεταξύ PDA και εκτυπωτή ή τηλεφωνικό hands-free, ενώ το ZigBee είναι καλύτερο στον έλεγχο ενός περιβάλλοντος που έχει πολλές συσκευές με ανάγκες για υψηλό χρόνο ζωής μπαταριών.

Από την άλλη μεριά, η μεγάλη εμβέλεια εκπομπής σήματος και το υψηλό εύρος ζώνης καταστούν τα δίκτυα WLAN την καλύτερη επιλογή για εκπομπές που απαιτούν υψηλή

διεκπεραιωτική ικανότητα, όπως είναι οι τηλεσυνδιασκέψεις και η περιήγηση στο διαδίκτυο. Οι τοπολογίες δικτύου που παρέχονται από τις σημερινές υλοποιήσεις WLAN δεν ποικίλουν τόσο όσο αυτές των δύο προηγούμενων τεχνολογιών, αλλά συνήθως ένα κεντρικό σημείο πρόσβασης για серφάρισμα στο Internet είναι αρκετό για ένα μέσο νοικοκυριό και δίνει πόντους στην ασφάλεια του συστήματος, καθώς περιορίζει το δρόμο για πιθανές επιθέσεις από κακόβουλα προγράμματα ή hackers. Μάλιστα, η χρήση επαναληπτών σήματος WLAN μπορεί να μας βοηθήσει στη δημιουργία ενός δικτύου με μεγάλη και ποιοτική κάλυψη.

Οι χαμηλής κατανάλωσης συσκευές ZigBee χρησιμοποιούνται στα σημεία για τα οποία είναι σχεδιασμένες, όπως σε θερμοστάτες, ανιχνευτές καπνού ή διακόπτες ηλεκτρικού ρεύματος. Το Bluetooth από την άλλη προσφέρεται για γρήγορες τοπικές συνδέσεις, που μπορεί να εμπεριέχουν τη σύνδεση του κινητού τηλεφώνου με το σταθερό υπολογιστή, τον απομακρυσμένο έλεγχο ή την μετάδοση ήχου σε εξωτερικά ηχεία. Επικοινωνία που συμπεριλαμβάνει μεγαλύτερες αποστάσεις, όπως μετάδοση οπτικοακουστικού περιεχομένου(Audio/Visual) μεταξύ δωματίων, μπορεί να διαχειριστεί καλύτερα με το WLAN. Με μια κεντρική οντότητα που θα δρα σαν συντονιστής και συνδετικός κρίκος όλες αυτές οι τεχνολογίες μπορούν να συνδυαστούν μέσα στο έξυπνο σπίτι με τα οφέλη που το γεγονός αυτό συνεπάγεται. Πρακτικά ο κάτοικος θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει το κινητό του τηλέφωνο για να συνδεθεί στο οικιακό ενδοδίκτυο και να ενεργοποιήσει μέσω ZigBee τα φώτα ή να περιηγηθεί στα αρχεία του κεντρικού υπολογιστή.

Η τεχνολογία RFID είναι λίγο δυσκολότερο να προσαρμοστεί και να ταιριάζει μέσα στο περιβάλλον του έξυπνου σπιτιού. Εφόσον η δυναμική του RFID βασίζεται στην δυνατότητα να κάνει τα αντικείμενα του χώρου εύκολα αναγνωρίσιμα από τον υπολογιστή, η προχωρημένη χρήση εξαρτάται από υποστήριξη ή όχι της τεχνολογίας από εξωτερικούς παράγοντες (π.χ. κατασκευαστές ρούχων, προμηθευτές τροφίμων). Υπάρχουν βέβαια δυνατότητες για πρακτικές υλοποιήσεις RFID εντός του σπιτιού, με την πρωτοβουλία πάντοτε του χρήστη. Κάποιος θα μπορούσε για παράδειγμα να κολλήσει αυτοκόλλητα RFID σε αντικείμενα που χάνονται εύκολα, όπως κλειδιά ή χειριστήρια, ώστε να είναι σε θέση να εντοπίζει τη θέση τους ανά πάσα στιγμή με έναν αναγνώστη RFID.

Είναι προφανές ότι οι τεχνολογίες θα πρέπει να συνυπάρχουν ειρηνικά. Αυτό ίσως είναι λίγο πιο δύσκολο όταν έχουμε να κάνουμε με ασύρματες τεχνολογίες, μιας και ειδικά οι τρεις που αναφέραμε εδώ λειτουργούν στην ίδια συχνότητα ISM. Μια λύση στο πρόβλημα αυτό είναι η περιοδική αλλαγή καναλιών για το WLAN και η χρήση των δύο χαμηλότερων συχνοτήτων για το ZigBee. Σε σχεδιαστικό επίπεδο η ευθύνη για την τελική επικοινωνία μεταξύ των επιμέρους δικτύων βαραινεί το κεντρικό σύστημα του έξυπνου σπιτιού. Αυτό που έχει σημασία είναι ότι αν όλα γίνουν σωστά, ο χρήστης θα είναι σε θέση να ελέγχει τις συσκευές ZigBee μέσω Bluetooth ή WLAN και να ανοίγει μέσω του κινητού του τηλεφώνου μηχανισμούς που υποστηρίζουν X10.

4.2 Τοπολογίες Δικτύου

Εδώ θα αναφερθούμε συνοπτικά στις διάφορες τοπολογίες δικτύου, με έμφαση σε εκείνες που παίζουν τον σπουδαιότερο ρόλο μέσα στο σύγχρονο έξυπνο σπίτι. Πρόκειται για την τοπολογία αστέρα, κεντρικού αγωγού(bus), τοπολογία mesh, καθώς και υβριδικές τεχνολογίες[URL8].

4.2.1 Τοπολογία Αστέρα

Κάποιες φορές αναφέρεται και ως κεντροποιημένη τοπολογία και πρόκειται για ένα δίκτυο που βασίζεται σε μια κεντρική οντότητα που ρυθμίζει την κυκλοφορία μεταξύ των εκάστοτε τερματικών σημείων του δικτύου. Με άλλα λόγια ότι κυκλοφορεί στο δίκτυο περνά από ένα κεντρικό κομβικό σημείο. Αυτή είναι η τοπολογία που χρησιμοποιείται στις τωρινές τεχνολογίες WLAN, καθώς και στα επιμέρους piconets που σχηματίζονται στο Bluetooth, καθώς επίσης και στα δίκτυα ZigBee με μοναδική FFD.

Μια επέκταση της τοπολογίας αστέρα μπορεί να γίνει όταν συνδέσουμε πολλές επιμέρους τοπολογίες αστέρα μαζί. Έτσι καταλήγουμε σε ένα ολικό δίκτυο που αποτελείται από πολλά επιμέρους δίκτυα με τοπολογία αστέρα, γι'αυτό ένα τέτοιο δίκτυο αποκαλείται Star-of-Stars(αστέρας των αστέρων). Με τον ίδιο ακριβώς τρόπο δημιουργούνται τα scatternets στο Bluetooth. Κατά τις συνδέσεις των επιμέρους δικτύων χρησιμοποιούνται ειδικές συσκευές, όπως επαναλήπτες και γέφυρες, ώστε το δίκτυο να παραμένει στιβαρό και να υποστηρίζει και περαιτέρω επέκταση.

Βέβαια όσο περισσότερες επεκτάσεις και συγχωνεύσεις δικτύων γίνουν τόσο λιγότερο μοιάζει τελικά με αστέρα η τοπολογία του συνολικού δικτύου. Πρέπει να πούμε ότι λόγω των συγχωνεύσεων τείνουν να παρουσιάζονται και κάποια προβλήματα. Για παράδειγμα εξαιτίας της σύνδεσης πολλών Bluetooth piconets μαζί έχουμε σημαντικές απώλειες στη συνολική διεκπεραιωτική ικανότητα του δικτύου.

Ένα άλλο αδύναμο σημείο ενός τέτοιου δικτύου είναι ότι όλα εξαρτώνται από τον κεντρικό κόμβο και τη λειτουργία του. Τα τερματικά σημεία δεν μπορούν να εντοπίσουν αυτόνομα νέες διαδρομές επικοινωνίας εάν ο κεντρικός κόμβος του αστέρα καταρρεύσει. Έτσι, κατάρρευση του κεντρικού κόμβου θα συνεπάγεται πρακτικά και την κατάρρευση ολόκληρου του δικτύου.

4.2.2 Τοπολογία Κεντρικού Αγωγού(Bus)

Μια τοπολογία κεντρικού αγωγού διαμορφώνεται γύρω από μια ραχοκοκαλιά, η οποία αναλαμβάνει όλες τις μεταδόσεις δεδομένων από τον ένα κόμβο στον άλλο τη στιγμή που όλοι οι κόμβοι είναι άμεσα συνδεδεμένοι μόνο με αυτή τη ραχοκοκαλιά. Το project Alladin χρησιμοποίησε μια τοπολογία κεντρικού αγωγού βασισμένη σε Ethernet για να δικτυώσει όλες τις συσκευές μέσα στο έξυπνο σπίτι.

Μια γραμμική τοπολογία bus έχει ακριβώς δύο τερματικά σημεία. Όλες οι συσκευές συνδέονται πάνω στον αγωγό σε σημείο ενδιάμεσο αυτών των δύο τερματικών σημείων. Όλες οι μεταδόσεις που θα πραγματοποιήσει μια συσκευή μέσα στον αγωγό είναι διαθέσιμες σε όλες τις άλλες συσκευές που αποτελούν μέρος του δικτύου. Μια τοπολογία bus είναι πιο αξιόπιστη από μια τοπολογία αστέρα, διότι δεν εμπεριέχει μια κεντρική οντότητα που διαχειρίζεται την κυκλοφορία των δεδομένων. Το μειονέκτημα της τοπολογίας bus είναι ότι κάθε συσκευή συνδεδεμένη στον κεντρικό αγωγό μπορεί να παρακολουθήσει όλη την κυκλοφορία δεδομένων, γεγονός που σημαίνει ότι κάθε συσκευή που συνδέουμε στο δίκτυο πρέπει να είναι εχέμυθη σε ότι έχει να κάνει με τις διακινούμενες πληροφορίες.

4.2.3 Τοπολογία Mesh

Ένα δίκτυο με τοπολογία mesh δεν έχει κάποια κεντρική συσκευή. Κάθε συσκευή είναι σε θέση να δημιουργεί συνδέσεις με οποιαδήποτε άλλη συσκευή του δικτύου και να δέχεται παράλληλα δεδομένα από μια τρίτη συσκευή. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι εάν έχουμε τρεις συσκευές A, B και Γ, και η A επικοινωνεί με τη B, καθώς και η B επικοινωνεί με τη Γ, η συσκευή A θα μπορεί να επικοινωνήσει έμμεσα με τη Γ ακόμα και χωρίς την ύπαρξη άμεσης διαδρομής επικοινωνίας μεταξύ τους. Στην περίπτωση αυτή η ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ A και Γ θα δρομολογηθεί μέσα από τη συσκευή B.

Τα δίκτυα με τοπολογία mesh έχουν το πλεονέκτημα της στιβαρότητας και της ανθεκτικότητας. Σε αντίθεση με την τοπολογία αστέρα, το δίκτυο δεν θα καταρρεύσει εάν μια κεντρική συσκευή αποτύχει. Άλλο ένα θετικό στοιχείο είναι η ταχύτητα που χαρακτηρίζει το δίκτυο, η οποία αυξάνεται ιδιαίτερα όταν οι συσκευές σχηματίζουν απευθείας συνδέσεις μεταξύ τους χωρίς την εμπλοκή ενός τρίτου μεσάζοντα συνδέσμου. Ακόμη, η εμβέλεια του δικτύου κυμαίνεται σε υψηλά επίπεδα, διότι δεν εξαρτάται από την εμβέλεια του κεντρικού κόμβου αλλά από την εμβέλεια των εξωτερικών κόμβων του δικτύου. Ένα τελευταίο πλεονέκτημα είναι ότι κάθε φορά επιλέγεται η βέλτιστη διαδρομή για τη μεταφορά δεδομένων μέσα από τους κόμβους, γεγονός που αποφορτίζει το σύστημα από σημαντικό όγκο κυκλοφορίας.

Φυσικά τα δίκτυα mesh δεν έχουν μονάχα πλεονεκτήματα. Πρώτον, οι συσκευές απαιτούν μεγάλη υπολογιστική ισχύ ώστε να υπολογίζουν ανά πάσα στιγμή τη βέλτιστη διαδρομή και να μεταφέρουν τα δεδομένα. Αυτός είναι και ο κύριος λόγος που οι συσκευές RFD της ZigBee δεν μπορούν να συνδεθούν σε πολλαπλούς hosts. Δεύτερον, τα δίκτυα mesh εμφανίζουν ένα σημαντικό πρόβλημα ασφαλείας, όταν το σημείο πρόσβασης μιας συσκευής του δικτύου δεν μπορεί να ελεγχθεί πλήρως. Σε μια τοπολογία αστέρα πρέπει να προσέξεις ώστε να μην υπάρχει πρόσβαση από τρίτους στον κεντρικό κόμβο-πυρήνα, ενώ σε μια τοπολογία mesh οι εκάστοτε συνδέσεις μπορούν να ξεκινήσουν από οποιονδήποτε κόμβο του δικτύου, γεγονός που αποτελεί εν δυνάμει κενό ασφαλείας.

4.2.4 Υβριδική Τεχνολογία

Μια τοπολογία στην οποία συνδυάζονται δύο ή περισσότερες από τις απλές τοπολογίες που αναφέρθηκαν ονομάζεται υβριδική τοπολογία. Μία υβριδική τεχνολογία αποτελεί και η τοπολογία που συνδυάζει ομαδικά πολλά δίκτυα αστέρα, η προαναφερθείσα τοπολογία «Star-of-Stars». Μια άλλη υβριδική τοπολογία μπορεί να δημιουργηθεί μέσα από το συνδυασμό της τοπολογίας αστέρα με την τοπολογία bus, έτσι ώστε οι συσκευές που είναι συνδεδεμένες στην ραχοκοκαλιά του αγωγού να μπορούν να συμπεριφερθούν ως κεντρικοί κόμβοι σε μια τοπολογία αστέρα.

Με δεδομένη την πληθώρα διαφορετικών τεχνολογιών που ένα έξυπνο σπίτι μπορεί να χρησιμοποιήσει και τους υπάρχοντες περιορισμούς σε αυτές τις τεχνικές, ένα υβριδικό δίκτυο είναι πιθανώς η μόνη λύση εάν θέλουμε να συνδέσουμε μαζί όλες τις υπάρχουσες συσκευές. Σε ένα υβριδικό δίκτυο ο σωστός σχεδιασμός προβλέπει την τοποθέτηση των πλέον στιβαρών τεχνολογικών δομών στο κέντρο του δικτύου. Για παράδειγμα εάν τα δίκτυα Α, Β και Γ πρόκειται να συνδεθούν μεταξύ τους και όλα υποστηρίζουν διαφορετικά πρωτόκολλα, εκείνο που είναι το πιο στιβαρό θα πρέπει να λειτουργήσει ως ο κεντρικός άξονας του νέου δικτύου που θα συνδέσει μεταξύ τους και τα άλλα δύο δίκτυα. Βέβαια η ιδεατή λύση όσον αφορά τη στιβαρότητα για το δίκτυο θα ήταν με κάποιο τρόπο να καταφέρουμε να συνδέσουμε όλα τα δίκτυα μεταξύ τους, έτσι ώστε πιθανή βλάβη οποιουδήποτε επιμέρους δικτύου να μην είναι σε θέση να προκαλέσει προβλήματα στο υπόλοιπο μέρος του συνόλου. Το project Alladin υλοποίησε μια τοπολογία bus με ραχοκοκαλιά Ethernet που παρουσίασε μεγάλη σταθερότητα και στιβαρότητα, γεγονός που σημαίνει ότι κάτι αντίστοιχο θα μπορούσε να αποτελέσει πολύ καλή λύση για το κέντρο κομμάτι ενός υβριδικού δικτύου.

4.3 Οπτικοακουστικά Δίκτυα(A/V) και Δίκτυα Υπολογιστών

Κατά γενική ομολογία συνήθως τα σπίτια εμπεριέχουν δύο διαφορετικά δίκτυα: δίκτυα οπτικοακουστικών συσκευών και δίκτυα υπολογιστών. Τα οπτικοακουστικά δίκτυα συντάσσονται από συσκευές πολυμέσων, όπως στερεοφωνικά, τηλεοράσεις και συσκευές αναπαραγωγής DVD. Η καλωδίωση που απαιτείται για αυτά τα δίκτυα είναι τις περισσότερες φορές πολύ απλή και η επικοινωνία μεταξύ των εκάστοτε συσκευών χαρακτηρίζεται και αυτή από αντίστοιχη λιτότητα.

Τα δίκτυα υπολογιστών από την άλλη ενώνουν όλους τους υπολογιστές και τα περιφερειακά της οικογένειας, όπως εκτυπωτές και fax, σε ένα ενιαίο κοινό δίκτυο. Συνήθως το πλεονέκτημα του δικτύου αυτού είναι η ενιαία παροχή πρόσβασης στο διαδίκτυο και η κοινή χρήση εκτυπωτών ή άλλων συσκευών. Τα δίκτυα υπολογιστών μπορούν να σχηματιστούν με κλασική καλωδίωση Ethernet ή με τη χρήση ασύρματων τεχνολογιών δικτύωσης.

Τα οπτικοακουστικά δίκτυα είναι συνήθως εύκολο να τα αναγνωρίσει κανείς μέσα στο χώρο. Πρόκειται συνήθως για μια ομάδα ανάλογων συσκευών που έχει συνδεθεί με τρόπο φανερό στο χρήστη. Αυτό δεν ισχύει τόσο για τα δίκτυα υπολογιστών, που συνήθως είναι κρυμμένα μέσα στο χώρο. Ειδικότερα με τη χρήση ασύρματης δικτύωσης είναι πρακτικά αόρατα στο χρήστη. Εκτός αυτού παρουσιάζουν πολύ μεγαλύτερη πολυπλοκότητα από τα

δίκτυα A/V, είναι δηλαδή πιο σύνθετα. Κάποιες φορές τα δίκτυα υπολογιστών χωρίζονται σε υποκατηγορίες μέσα στο σπίτι, όπως «δίκτυο εργασίας» και «δίκτυο σπιτιού». Άλλος ένας διαχωρισμός που μπορούμε να κάνουμε είναι ότι οι συσκευές που απαρτίζουν τα δίκτυα A/V ανήκουν σε όλη την οικογένεια, ενώ οι αντίστοιχες συσκευές των δικτύων υπολογιστών τείνουν να ανήκουν σε συγκεκριμένα άτομα.

Ένας από τους θεμελιώδεις στόχους ενός δικτύου έξυπνου σπιτιού είναι να συνενώσει τις δύο παραπάνω κατηγορίες δικτύων σε μία. Οι σημερινές οθόνες LCD και τα σύγχρονα ηχεία μπορούν κάλλιστα να λειτουργήσουν ως συσκευές εξόδου για μια διεπαφή χρήστη μέσα στο έξυπνο σπίτι. Η ενιαία δικτύωση μέσα στο σπίτι θα έχει και άλλα πλεονεκτήματα, όπως την δυνατότητα πρόσβασης αποθηκευμένων πολυμέσων από τις συσκευές A/V του σπιτιού. Σε όρους δικτύωσης είναι εύκολο να πει κανείς ότι τα δίκτυα υπολογιστών θα αποτελούν τον πυρήνα του συστήματος του έξυπνου σπιτιού, ενώ τα οπτικοακουστικά δίκτυα θα βρίσκονται στα εξωτερικά του σύνορα.

4.4 Ψάχνοντας την Ιδανική Λύση

Η δυσκολία της κατασκευής και της συντήρησης ενός οικιακού δικτύου όπως το περιγράψαμε παραπάνω αποτελεί το μεγαλύτερο εμπόδιο κατά την προσπάθεια μετατροπής ενός παραδοσιακού σπιτιού σε αυτό που αποκαλούμε σήμερα έξυπνο σπίτι. Καθώς το δίκτυο του έξυπνου σπιτιού αποτελεί τον πυρήνα του συστήματος είναι πολύ σημαντικό να είναι στιβαρό και εύκολα κατανοήσιμο από το χρήστη. Τα ασύρματα δίκτυα παρέχουν εύκολη παραμετροποίηση και προσαρμογή, αλλά τους λείπει η στιβαρότητα και η αξιοπιστία που απαιτούν οι καταστάσεις. Τα ενσύρματα δίκτυα όπως το X10 παρέχουν αξιοπιστία και διεκπεραιωτική ικανότητα, αλλά χαρακτηρίζονται από στατικότητα και είναι ακριβά ιδίως όσον αφορά την εγκατάστασή τους.

Είναι φανερό ότι κατά τη σχεδίαση ενός έξυπνου σπιτιού δεν μπορεί να βασιστεί κανείς μονάχα σε μια τεχνολογία. Το να υλοποιήσεις όλη την οικιακή δικτύωση με WLAN μπορεί να αποδειχτεί ανεπαρκές, διότι στα σπίτια υπάρχουν συχνά δομές που εμποδίζουν τη μετάδοση του σήματος. Για παράδειγμα ένα σπίτι με πέτρινους τοίχους μεγάλου πάχους μπορεί να ρίξει την εμβέλεια του WiFi σε απελπιστικά χαμηλά επίπεδα. Αυτό που χρειαζόμαστε πραγματικά είναι ένα δίκτυο δυναμικό, στιβαρό και πολυπρόσωπο. Η μεταπήδηση μεταξύ των τεχνολογιών δικτύωσης μέσα στο χώρο μπορεί να υλοποιηθεί με ειδικές γέφυρες. Στο παράδειγμα του πέτρινου σπιτιού που προαναφέρθηκε θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε μια ραχοκοκαλιά Ethernet που θα συνδέει πολλαπλούς ασύρματους δρομολογητές (routers) μαζί με αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός πληρέστερου υβριδικού δικτύου.

Καταλήγοντας μπορούμε να πούμε ότι το ιδεατό δίκτυο έξυπνου σπιτιού θα πρέπει να είναι σε θέση να απορροφά πλήρως τις εμπλεκόμενες τεχνολογίες και να παρέχει πρόσβαση σε κάθε συσκευή με τρόπο καθολικό. Αυτό προϋποθέτει τη δυνατότητα εύκολης δημιουργίας συνδέσεων μέσα από την ύπαρξη μιας κεντρικής οντότητας στο δίκτυο που γνωρίζει όλες τις συσκευές μέσα στο σπίτι και κατ'επέκταση γνωρίζει πως πρέπει να δρομολογηθεί η εκάστοτε εκπομπή μέσα στο έξυπνο περιβάλλον

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

Αρχιτεκτονική Λογισμικού

Μπορεί το ορατό κομμάτι ενός έξυπνου σπιτιού να αποτελείται από συσκευές, αισθητήρες και δίκτυα, αλλά η αφανής αρχιτεκτονική λογισμικού είναι που ορίζει τις λειτουργίες, την αντίληψη και την χρησιμότητα ενός έξυπνου σπιτιού. Σε εξάρτηση με τον τύπο δικτύωσης (κεντροποιημένη ή όχι), οι συσκευές και οι αισθητήρες συνήθως εμπεριέχουν απλό λογισμικό που είναι σχεδιασμένο ώστε να εκτελεί μια προαποφασισμένη λειτουργία, να επικοινωνεί και να ανακοινώνει την εκάστοτε κατάσταση του κόμβου στο δίκτυο. Οι πιο περίπλοκες λειτουργίες εκτελούνται από τα υπόλοιπα υποσυστήματα μέσα στο έξυπνο σπίτι με τη βοήθεια ηλεκτρονικών υπολογιστών που τρέχουν πολύπλοκους αλγόριθμους, με χρήση λογισμικού εξυπηρετητή και λογισμικού ολοκλήρωσης των τεχνολογιών[QUT10].

Το λογισμικό ελέγχου ενός έξυπνου σπιτιού μπορεί να περιέχει διάφορες λειτουργίες, που πρακτικά περιορίζονται μόνο από τη φαντασία. Συνήθως υπάρχουν προφίλ χρηστών, προκαθορισμένα σενάρια (όπως σενάριο επιστροφής στο σπίτι, σενάριο εργασίας, σενάριο πάρτι κλπ.), ρυθμίσεις χρόνου και λειτουργίες κεντρικού ελέγχου. Αν ο υπολογιστής που τρέχει το λογισμικό είναι αρκετά ισχυρός, μπορεί ταυτόχρονα να λειτουργήσει και ως εξυπηρετητής πολυμέσων μέσα στο σπίτι, να αναλάβει δηλαδή τη μετάδοση βίντεο και ήχου μέσα στο χώρο. Πάντως, οι περισσότεροι χρήστες προτιμούν να χρησιμοποιήσουν ως πυρήνα του συστήματος μια αφιερωμένη ξεχωριστή μονάδα επεξεργασίας που είναι πολύ πιο διακριτική από έναν μεγάλο και θορυβώδη Η/Υ.

Όταν σχεδιάζεται η αρχιτεκτονική ενός εξυπηρετητή υπάρχουν πολλοί σχεδιαστικοί παράγοντες και επιλογές που επηρεάζουν τη χρηστικότητα, την ελαστικότητα και τη συνοχή του συστήματος. Μεταξύ των παραγόντων που παίζουν ρόλο είναι και η επιλογή της γλώσσας προγραμματισμού που θα χρησιμοποιηθεί, ειδικά όσον αφορά την ελαστικότητα και την ευελιξία του συστήματος. Για παράδειγμα η χρήση μιας γλώσσας όπως η java που είναι ανεξάρτητη από τις διάφορες πλατφόρμες θα μας δώσει ένα σύστημα που μπορεί να τρέξει σε πολλές πλατφόρμες, γεγονός πολύ θετικό.

5.1 Κεντροποιημένη ή Κατανεμημένη Αντίληψη;

Το σύστημα του έξυπνου σπιτιού μπορεί είτε να βασιστεί σε έναν κεντρικό εξυπηρετητή που διαχειρίζεται όλες τις συνδέσεις, τις συσκευές, την τεχνητή νοημοσύνη και τους πόρους είτε όλες αυτές τις λειτουργίες να τις κατανείμει σε διάφορα μέρη του δικτύου(κάτι που ταιριάζει περισσότερο στην ιδέα του πανταχού παρών προγραμματισμού). Μια κεντροποιημένη έκδοση έχει προφανείς αδυναμίες που σχετίζονται με την αξιοπιστία ενός μοναδικού υπολογιστή, λογισμικού και συνεπώς κεντρικού δικτύου, αλλά από την άλλη μεριά υπάρχει μια ελάφρυνση σε σχέση με την εργασία και τη συμφόρηση στους υπόλοιπους κόμβους του δικτύου. Τα δίκτυα και τα πρωτόκολλα που συνοδεύουν μια κεντροποιημένη προσέγγιση είναι συνήθως απλούστερα, εφόσον όλες οι απαραίτητες πληροφορίες είναι

καταχωρημένες σε συγκεκριμένο σημείο στον κεντρικό κόμβο. Οι κόμβοι μπορούν να επικοινωνούν άμεσα μεταξύ τους, αλλά λόγω της απλοϊκής φύσης της προσέγγισης αυτής η τελική χρηστικότητα τείνει να είναι κάπως περιορισμένη (για παράδειγμα πολλές φορές χρειάζεται η βοήθεια του κεντρικού κόμβου ακόμα και για την ολοκλήρωση της στοιχειώδους επικοινωνίας μεταξύ δυο κόμβων).

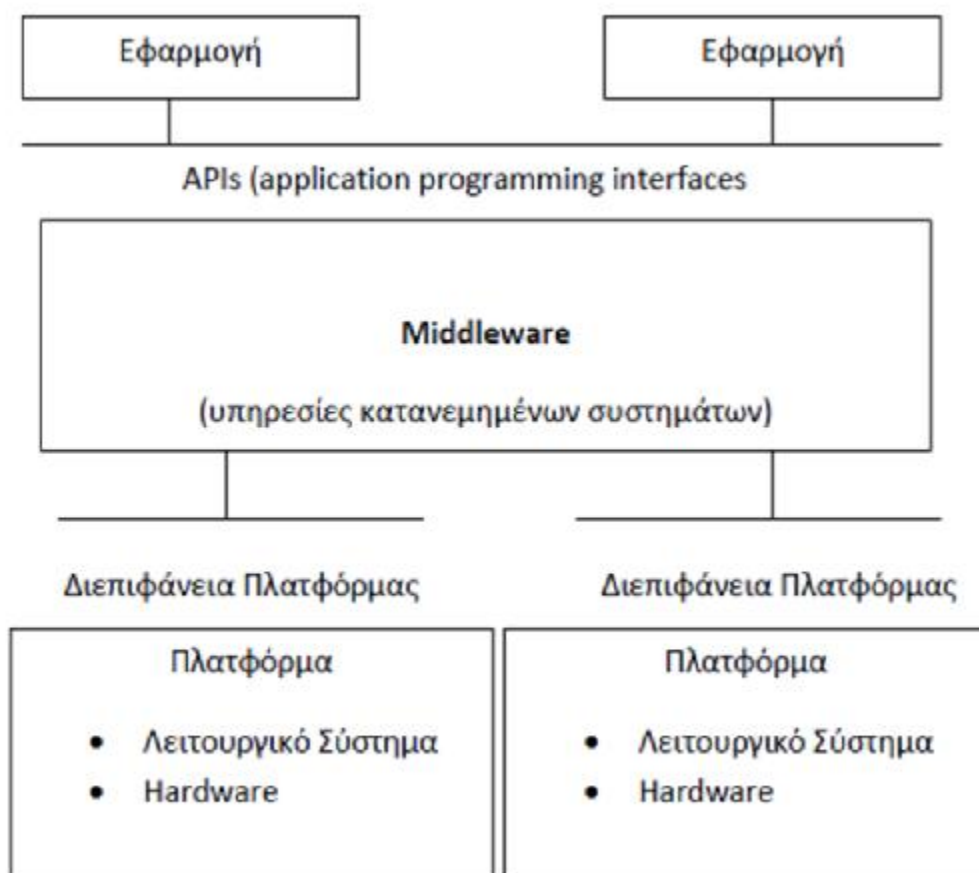
Το σημαντικό ζήτημα εδώ είναι η ίδια η τεχνητή νοημοσύνη, το πως αντιδρά σε νέες καταστάσεις, τι είδους λειτουργικότητα προσφέρει και πόσο επεκτάσιμη είναι. Στην περίπτωση αυτή η τεχνητή νοημοσύνη αποτελεί ένα κομμάτι του λογισμικού που παρακολουθεί και ελέγχει τις καταστάσεις μέσα στο έξυπνο σπίτι, συγκεντρώνει μετρήσεις και δεδομένα γύρω από τις δραστηριότητες που εκτελούνται και παίρνει αποφάσεις με βάση τη γνώση που έχει τη δεδομένη στιγμή. Η πιο απλή μορφή ενός λογισμικού ελέγχου έξυπνου σπιτιού έχει να κάνει με τις απλές οικιακές αυτοματοποιήσεις, κάτι δηλαδή που έχει σχέση με ρυθμίσεις που γίνονται από την πλευρά του χρήστη από μια αρχή και εκτελείται εκ περιτροπής (ξυπνητήρια, χρονόμετρα, προκαθορισμένα σενάρια, γκρουπ ενεργειών κ.α.). Αυτά σαφώς δεν πληρούν τις προϋποθέσεις για να αποκαλέσουμε ένα σπίτι έξυπνο, άρα κατ'επέκταση χρειαζόμαστε περισσότερη λειτουργικότητα. Μια πιο προηγμένη έκδοση θα μπορούσε να επιτρέψει στους χρήστες να ορίσουν πιο περίπλοκα σενάρια κάνοντας πολλές ρυθμίσεις και πιθανώς ενσωματώνοντας στο σύστημα λογική του τύπου «If-then-else». Για παράδειγμα τα φώτα θα μπορούσαν να απενεργοποιηθούν τη νύχτα εάν κανείς δεν ανιχνευόταν μέσα στο καθιστικό για 30 συνεχή λεπτά. Αυτό το είδος προγραμματισμού προσφέρει ένα καλό επίπεδο ελαστικότητας στο σύστημα, αλλά ο μέσος χρήστης δεν είναι εξοικειωμένος με την παραμετροποίηση και τις αρχικές ρυθμίσεις που απαιτούνται. Αυτό είναι κάτι που απαιτεί χρόνο ειδικά για χρήστες που δεν είναι καταρτισμένοι.

Το λογισμικό ενός έξυπνου σπιτιού θα πρέπει να προσαρμόζεται στις καταστάσεις και να σηκώνει το προγραμματιστικό βάρος και όχι να το αφήνει στο χρήστη. Ένα λογισμικό που έχει δυνατότητες μάθησης θα πρέπει να προσαρμόζεται στις ανάγκες του χρήστη και να υποστηρίζει ανάδραση. Δηλαδή αν το σύστημα κάνει κάτι λάθος ο χρήστης θα μπορεί να υποδείξει αυτό ακριβώς το λάθος και το σύστημα θα μπορεί να μάθει μέσα από αυτό τον τρόπο πιο ήταν το εξ αρχής επιθυμητό αποτέλεσμα. Η προσαρμοστικότητα είναι κάτι που χρειάζεται και στις διεπαφές χρήστη και στη λήψη αποφάσεων, εφόσον τα δεδομένα και οι καταστάσεις μέσα στο έξυπνο σπίτι αλλάζουν ανά πάσα στιγμή σε εξάρτηση με τις πράξεις των χρηστών και όχι μόνο.

5.2 Λογισμικό Ολοκλήρωσης των Τεχνολογιών (Middleware)

Πρόκειται για το μέσο που συνδέει συσκευές, δίκτυα, λογισμικό και υπηρεσίες μαζί σε ένα έξυπνο περιβάλλον. Ορίζεται ως το λογισμικό συνδεσιμότητας που επιτρέπει στα επιμέρους στοιχεία λογισμικού και στις υπηρεσίες να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους μέσα σε ένα δίκτυο[URL9]. Το middleware είναι απαραίτητο αν θέλουμε να έχουμε καταναεμημένες υπολογιστικές υπηρεσίες και ετερογενείς πλατφόρμες που να συνεργάζονται, καθώς αυτό επιτρέπει την κυκλοφορία αιτήσεων μέσα στο δίκτυο και αυξάνει σε μεγάλο βαθμό την αξιοπιστία ενός συστήματος.

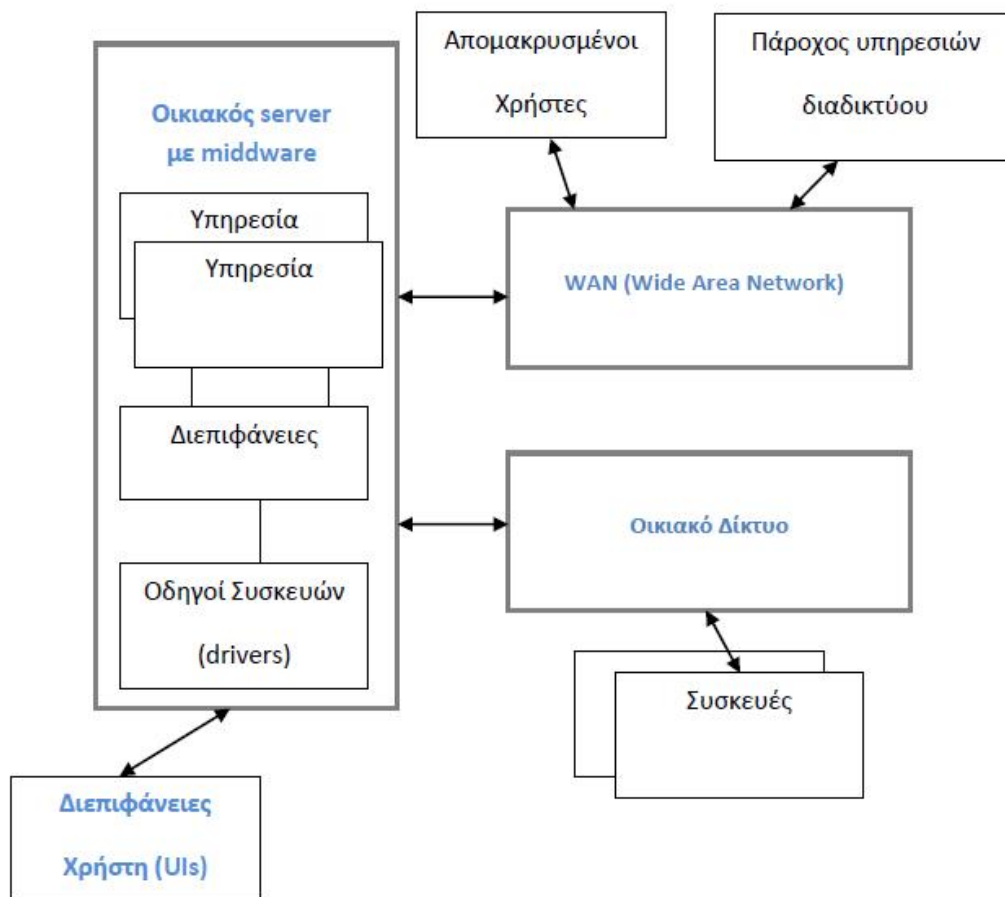
Στο παρακάτω σχέδιο μπορούμε να δούμε που στέκεται όσον αφορά την αρχιτεκτονική λογισμικού το middleware.



Σε ένα οικιακό περιβάλλον το middleware θα μπορούσε να αποτελεί ένα πακέτο λογισμικού που τρέχει στον εξυπηρετητή του έξυπνου σπιτιού. Ένας υπολογιστής που θα είναι αφιερωμένος στο middleware δεν είναι καθόλου κακή ιδέα, διότι πρόκειται για πιο σταθερή και αξιόπιστη λύση. Κάποια θέματα προκύπτουν όταν απαιτείται αναβάθμιση του πακέτου λογισμικού. Συνήθως αλλαγές χρειάζονται όταν προστίθενται νέες συσκευές στο σύστημα ή όταν επεξεργαζόμαστε υπάρχουσες υπηρεσίες ή προτιμήσεις. Στην καλύτερη περίπτωση οι απαραίτητες αλλαγές γίνονται αυτόματα από το σύστημα. Σε διαφορετική περίπτωση απαιτείται η δράση του χρήστη.

Ένας εξυπηρετητής μέσα στο σπίτι που διαθέτει το κατάλληλο middleware μπορεί να υποστηρίξει χρονικές ρυθμίσεις, προκαθορισμένα σενάρια ενεργειών, ομαδικό έλεγχο συσκευών και καταναμημένες διεπαφές χρήστη. Ακόμη το middleware καταστά τον έλεγχο του σπιτιού περισσότερο φιλικό προς το χρήστη, επιτρέποντας στους τελικούς χρήστες να έχουν να πάρουν μονάχα τις αποφάσεις υψηλού επιπέδου αντί να ανησυχούν για τα πρότυπα δικτύωσης, τα πακέτα λογισμικού και τους εγκατεστημένους drivers.

Το middleware μπορεί να αναλάβει και άλλη μια εργασία που είναι αρκετά απαιτητική, τη δημιουργία διεπαφών χρήστη. Οι δυναμικές διεπαφές που επαναρυθμίζονται σε σχέση με το ποιες συσκευές και υπηρεσίες είναι διαθέσιμες την κάθε στιγμή απαιτούν ένα middleware που έχει εκτενή γνώση για το που είναι η κάθε συσκευή και τι υπηρεσίες μπορεί να προσφέρει. Οι στατικές διεπαφές χρήστη χρειάζονται απλά ανανεωμένες πληροφορίες για την κατάσταση της κάθε συσκευής. Στο ακόλουθο σχήμα βλέπουμε τις συνδέσεις ενός οικιακού εξυπηρετητή(server) που διαθέτει λογισμικό middleware.



OSGi – OpenServicesGatewayInitiative

Πρόκειται για μια πρωτοβουλία που δημιουργήθηκε το 1999 για να προωθήσει ανοιχτά πρότυπα για μια πλατφόρμα middleware σε γλώσσα Java[URL10]. Η πλατφόρμα OSGi έγινε με τρόπο ώστε η σχεδίαση, η συντήρηση και η δημιουργία εφαρμογών σε δικτυωμένα υπολογιστικά περιβάλλοντα να είναι όσο το δυνατόν πιο εύκολη υπόθεση. Η συμμαχία OSGi αποτελείται από προγραμματιστές και καινοτόμους της τεχνολογίας και η σχετική πλατφόρμα έχει αποτελέσει αντικείμενο μελέτης και εφαρμογής σε πολλά ερευνητικά project με θέμα την δοκιμή ενός middleware σε έξυπνο περιβάλλον.

Μέσα στις προδιαγραφές του OSGi εμπεριέχονται APIs, υπηρεσίες και επίπεδα με το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό του εγχειρήματος να αποτελεί η δυνατότητα εκκίνησης, παύσης ή εγκατάστασης εφαρμογών χωρίς καν την απαίτηση για επανεκκίνηση του συστήματος. Αυτό κάνει εύκολη υπόθεση την εύρεση και άμεση εγκατάσταση οδηγών όταν προστίθεται μια νέα συσκευή. Το ίδιο εύκολη είναι και η διαγραφή των στοιχείων που δεν χρειάζονται όταν μια συσκευή αφαιρείται από το σύστημα. Τον τελευταίο καιρό το πρότυπο εφαρμόζεται ιδιαίτερα σε αυτοματοποιήσεις, στην αυτοκίνηση και στις βιομηχανίες ψυχαγωγίας.

COBA – Connected Open Building Automation

Το σύστημα COBA είναι ένα προτυποποιημένο λειτουργικό σύστημα που αναπτύχθηκε για την αυτοματοποίηση κτιρίων και παρέχει μια πρότυπη διεπαφή για όλα τα συστήματα κτιριακής διαχείρισης. Η ανάπτυξη του εγχειρήματος ξεκίνησε το 2000 με την αρωγή βιομηχανιών από το χώρο της πληροφορικής, της τηλεφωνίας και τον κατασκευαστικό χώρο[URL11]. Η πρώτη εφαρμογή προέκυψε λίγα χρόνια μετά. Ο στόχος ήταν η δημιουργία ενός ανοικτού προτύπου που θα αποτελούσε την de facto επιλογή στο χώρο σε παγκόσμια κλίμακα όσον αφορά τα συστήματα κτιριακής διαχείρισης. Το σύστημα υποσχόταν στο χρήστη εύκολη και ασφαλή πρόσβαση στη λειτουργικότητα ενός έξυπνου σπιτιού μέσα από πολλαπλές διεπαφές χρήστη. Το COBA απευθύνεται κυρίως στην κτιριακή διαχείριση, με ιδιαίτερη έμφαση σε θέματα ασφαλείας και ελέγχου σε μεγάλα κτίρια και γραφεία και όχι τόσο σε σπίτια. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια το COBA έχει δείξει και μια μικρή τάση προς την οικιακή εφαρμογή.

Το σύστημα COBA χρησιμοποιεί τις υπάρχουσες προδιαγραφές γύρω από το κτίριο, τα επιμέρους τεχνικά του συστήματα και τους προτεινόμενους ρόλους χρηστών ώστε να δημιουργήσει ένα μοντέλο για το κτίριο. Στο μοντέλο αυτό υπάρχουν πρότυπες διεπαφές, προσεγγίσεις του κτιρίου όσον αφορά τα φυσικά του μεγέθη και διαστάσεις και όχι μόνο. Το COBA μπορεί να πάρει πληροφορίες για το κτίριο έμμεσα με τη βοήθεια του μοντέλου και να ελέγξει την κτιριακή αυτοματοποίηση, το φωτισμό, την κατανάλωση, τα σημεία πρόσβασης και τα συστήματα ασφαλείας.

Το τωρινό hardware που είναι συμβατό με το σύστημα COBA εμπεριέχει μεταξύ άλλων κάμερες ασφαλείας, συστήματα ελέγχου πρόσβασης, συναγερμούς φωτιάς και ρυθμιστές νερού και θέρμανσης.

5.3 Ανακάλυψη Υπηρεσιών

Ο σκοπός της δυνατότητας ανακάλυψης υπηρεσιών δεν είναι άλλος από την παροχή στους πελάτες μιας μεθόδου εντοπισμού υπηρεσιών που αυτοί έχουν ζητήσει συνοδευόμενη από μια λίστα συσκευών που υποστηρίζουν τις υπηρεσίες αυτές [URL12]. Από μια άλλη οπτική γωνία, η ανακάλυψη υπηρεσιών επιτρέπει στους παρόχους να διαφημίσουν τους εαυτούς τους και στις υπηρεσίες να βρουν τους πόρους που μπορεί να χρειάζονται. Για παράδειγμα, μια διεπαφή χρήστη που θέλει μια ένδειξη από το θερμόμετρο του καθιστικού θα μπορούσε να ξεκινήσει να ψάχνει για αισθητήρες θερμότητας σε εκείνη την περιοχή, να επιλέξει μια κατάλληλη συσκευή και να της ζητήσει μια τιμή για τη θερμοκρασία. Αυτό το είδος υλοποίησης κάνει το δίκτυο πιο στιβαρό και ανεκτικό σε σφάλματα εφόσον είναι δυνατόν να ανακαλύψεις μια μη λειτουργική συσκευή και να κάνεις νέα έρευνα για αντικαταστάτες ή βέλτιστες εναλλακτικές λύσεις. Στο προαναφερθέν παράδειγμα, εάν ο αισθητήρας θερμότητας στο καθιστικό δεν ήταν λειτουργικός θα ήταν δυνατό να γίνει έρευνα για οποιεσδήποτε συσκευές μπορούν να μετρήσουν τη θερμοκρασία ώστε να χρησιμοποιηθούν τελικά οι δικές τους ενδείξεις. Ένα δίκτυο που χρησιμοποιεί ανακάλυψη υπηρεσιών είναι επίσης χρήσιμο για διαμοιρασμό πόρων, καθώς τα δεδομένα και η επεξεργαστική ισχύς μπορεί να διαμοιραστεί μέσω του δικτύου σε άλλες συσκευές, αυξάνοντας την απόδοση και μειώνοντας τις απώλειες κατά τη μετάδοση της πληροφορίας. Η κυκλοφορία μέσα στο δίκτυο μπορεί και αυτή με τη σειρά της να μειωθεί με την ανακατανομή των δεδομένων σε θέσεις όπου είναι το πιθανότερο να χρειαστούν.

Σε ένα σενάριο έξυπνου σπιτιού, η ανακάλυψη υπηρεσιών είναι βασικότατο ζήτημα καθώς το δίκτυο συνήθως αποτελείται από πάρα πολλές ετερογενείς συσκευές που μπορούν να εμφανιστούν ή να εξαφανιστούν ανά πάσα στιγμή. Η ικανότητα της απευθείας επικοινωνίας με μια άλλη συσκευή και η δυνατότητα για απομακρυσμένο έλεγχο ή αντικατάσταση με μια άλλη παρόμοια συσκευή μπορεί επίσης να αποδειχτεί πολύ χρήσιμη. Υπάρχουν διαθέσιμα μερικά πρωτόκολλα ανακάλυψης υπηρεσιών, αλλά δεν αποτελούν ακόμα πρότυπα για τα συστήματα έξυπνου σπιτιού λόγω ασυμβατότητας και απαιτήσεων σε πόρους. Αμέσως παρακάτω γίνεται αναφορά σε μερικά γνωστά πρωτόκολλα ανακάλυψης υπηρεσιών[BIS07].

Το πρωτόκολλο UPnP αναπτύχθηκε από τη Microsoft και χρησιμοποιεί τεχνολογίες πολλαπλής αποστολής (multicast) μέσα από ένα δίκτυο IP και εκπέμπει έτσι πληροφορίες υπηρεσιών και έγγραφα XML που περιέχουν περαιτέρω περιγραφές υπηρεσιών. Ο στόχος του UPnP είναι η παροχή δικτύωσης που απαιτεί σχεδόν μηδενική παραμετροποίηση και η παροχή απομακρυσμένης πρόσβασης στις συσκευές. Το πρωτόκολλο αυτό έχει γνωρίσει μεγάλη αποδοχή όσον αφορά τις συσκευές οικιακής ψυχαγωγίας και το hardware του δικτύου. Δυστυχώς, εξαιτίας της χρήσης XML και της μαζικής χρήσης multicast, το UPnP καταναλώνει πόρους σε μεγάλο βαθμό και έτσι δεν αποτελεί βιώσιμη επιλογή για μικρές συσκευές με χαμηλή παροχή ηλεκτρικού ρεύματος.

Ένα άλλο πρωτόκολλο είναι το Jini, το οποίο σχεδιάστηκε για να προσφέρει μια εναλλακτική προσέγγιση όσον αφορά τον τρόπο που γίνονται οι υπολογισμοί μέσα στο σύστημα. Παραδοσιακά ο φόρτος εργασίας βαραίνει την εκάστοτε κεντρική υπολογιστική μονάδα. Με το Jini πάμε σε μια προσέγγιση που έχει να κάνει με ένα στυλ στο οποίο κυριαρχούν τα δίκτυα όσον αφορά τους υπολογισμούς. Δηλαδή οι εφαρμογές και οι πόροι είναι διαθέσιμοι παντού μέσα στο σύστημα μέσω του δικτύου με έναν τρόπο αφανή. Το Jini

μπορεί να λειτουργήσει και σε δίκτυο IP και βασίζεται σε τρία μέρη, τον πελάτη, τον εξυπηρετητή και σε μια υπηρεσία αναζήτησης. Το Jini βασίζεται στη Java και απαιτεί για να τρέξει μια virtual machine, γεγονός που το καταστά κακή επιλογή για μικρές συσκευές χαμηλής ηλεκτρικής ισχύος.

Και το Bluetooth περιέχει ένα πρωτόκολλο για ανακάλυψη συσκευών και υπηρεσιών μέσα στο ασύρματο δίκτυο που ελέγχει. Ωστόσο μιλάμε για εμβέλεια μόλις 10 μέτρα. Επίσης η ανικανότητα για απομακρυσμένη πρόσβαση προς τις συσκευές, η σχετικά υψηλή κατανάλωση πόρων και η υπάρχουσα αρχιτεκτονική που είναι τύπου peer-to-peer κάνουν το Bluetooth μια μάλλον κακή εναλλακτική για συσκευές με περιορισμένους πόρους. Μάλιστα, κάθε πελάτης Bluetooth μπορεί να απενεργοποιήσει τη δυνατότητα εντοπισμού του κάνοντας πρακτικά αδύνατον για τον εξυπηρετητή να τον εντοπίσει και να ανακαλύψει τις υπηρεσίες του.

Το πρωτόκολλο SLP (Service Location Protocol) είναι ένα πρωτόκολλο που αναπτύχθηκε για χρήση σε δίκτυα LAN (τοπικά δίκτυα δηλαδή). Κάθε συσκευή εκπέμπει ένα URL για τον εντοπισμό της υπηρεσίας και έναν συγκεκριμένο αριθμό ψηφίων που σχετίζονται με τις ιδιότητες της υπηρεσίας. Το SLP είναι βασισμένο σε πράκτορες, οι οποίοι χωρίζονται σε υποκατηγορίες. Υπάρχουν οι πράκτορες υπηρεσιών, που διαφημίζουν το URL και τα χαρακτηριστικά των υπηρεσιών τους και υπάρχουν και οι πράκτορες χρήστη, που πραγματοποιούν έρευνα για τις υπηρεσίες που τους ζητούνται. Ακόμη υπάρχουν και οι πράκτορες καταλόγου, που πραγματοποιούν ταξινόμηση και ρύθμιση των εργασιών μέσα στο δίκτυο. Το SLP χρησιμοποιείται συχνά σε εκτυπωτές και γενικότερα σε υπηρεσίες εκτύπωσης με το σημαντικότερο ελάττωμα του να είναι η έλλειψη απομακρυσμένης πρόσβασης της υπηρεσίας. Παρέχει μόνα τοποθεσία και πληροφορίες επαφής με την εκάστοτε συσκευή ή υπηρεσία.

Ένα άλλο πρωτόκολλο ανακάλυψης υπηρεσιών είναι το FRODO που αναπτύχθηκε στο πανεπιστήμιο του Twente στην Ολλανδία. Η στιβαρότητα και η γνώση απαιτήσεων σε πόρους αποτέλεσαν παράγοντες κλειδιά κατά την ανάπτυξη του και το κάνανε ένα πρωτόκολλο που ταιριάζει σε ένα οικιακό έξυπνο περιβάλλον. Το FRODO περιέχει τρεις διαφορετικές κλάσεις για τις συσκευές, κατηγοριοποιημένες σύμφωνα με το εκτιμώμενο κόστος της συσκευής(δηλαδή τις απαιτήσεις της σε πόρους και το επίπεδο πολυπλοκότητας). Οι πιο απλές συσκευές έχουν περιορισμένες δυνατότητες και κατατάσσονται στην κατηγορία 3C(Cent). Οι αισθητήρες συνήθως ανήκουν σε αυτήν την κατηγορία. Οι συσκευές της κατηγορίας 3D(Dollar) έχουν μεγαλύτερη λειτουργικότητα και είναι σε θέση να χρησιμοποιήσουν πόρους και από άλλες συσκευές. Τέτοιο παράδειγμα είναι οι ελεγκτές θερμοκρασίας. Η τρίτη κλάση λέγεται 300D και αφορά συσκευές που είναι ισχυρότατες και διατηρούν δικές τους καταχωρήσεις για την κατάσταση τους ανά πάσα στιγμή. Στα τεστ που γίνανε πάνω στο FRODO το πρωτόκολλο ανταποκρίθηκε θετικά και θα μπορούσαμε να πούμε ότι κρίνεται πιο αξιόπιστο από τα προαναφερθέντα πρωτόκολλα.

Εδώ βλέπουμε έναν πίνακα με τις ιδιότητες των διαφόρων πρωτοκόλλων ανακάλυψης υπηρεσιών.

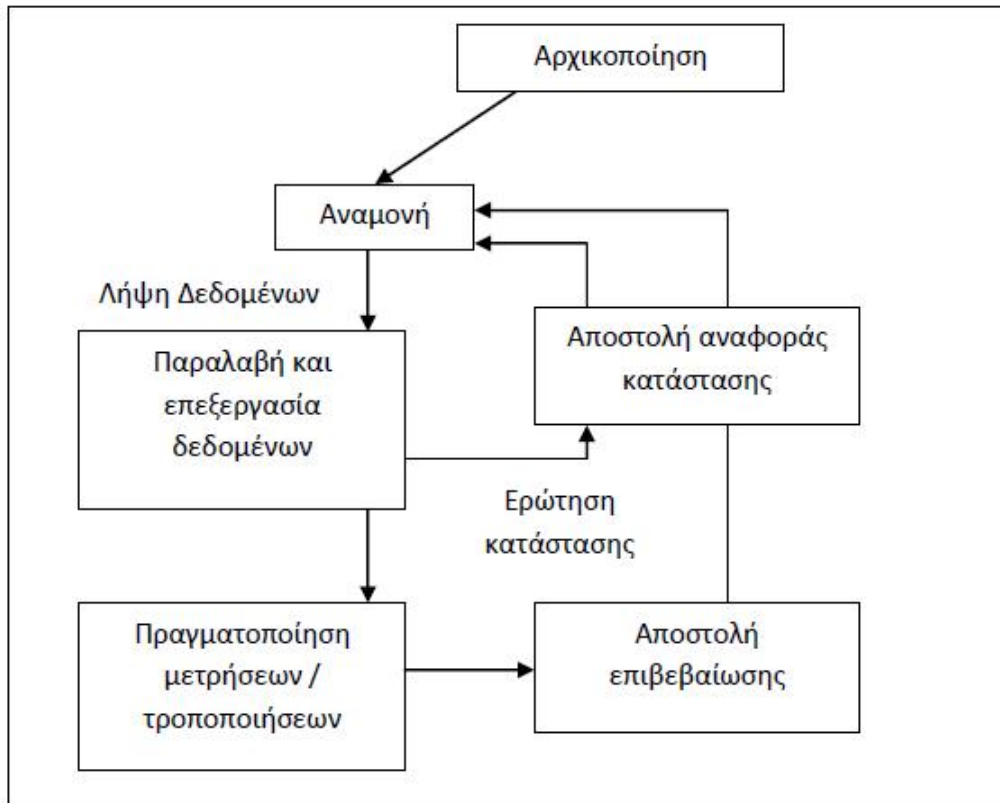
Πρωτόκολλο	UPnP	Jini	Bluetooth	SLP	FRODO
Αρχιτεκτονική	peer-to-peer	peer-to-peer πελάτης-εξυπηρετητής	peer-to-peer	πελάτης-εξυπηρετητής peer-to-peer	πελάτης-εξυπηρετητής
Υπηρεσία καταλόγου	Όχι	Υπηρεσία αναζήτησης	Όχι	Πράκτορας καταλόγου	Πράκτορας καταλόγου
Απομακρυσμένη πρόσβαση	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Ναι
Πεδίο Αναζήτησης	Τύπος συσκευής Τύπος υπηρεσίας	Τύπος υπηρεσίας ID υπηρεσίας Χαρακτηριστικά	Τύπος υπηρεσίας Χαρακτηριστικά	Τύπος υπηρεσίας Χαρακτηριστικά	Τύπος υπηρεσίας Χαρακτηριστικά ID συσκευής
Στιβαρότητα	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
Γνώση απαιτήσεων	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι
Καταμερισμός φόρτου εργασίας	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι

5.4 Ενσωματωμένο Λογισμικό

Με την πάροδο των χρόνων οι επεξεργαστές, οι μικροεπεξεργαστές, οι ψηφιακοί ελεγκτές και διάφορα είδη από προγραμματιζόμενα τσιπάκια έχουν γίνει φθηνά και ταυτόχρονα ισχυρά, με αποτέλεσμα να χρησιμοποιούνται πλέον κατά κόρον σε συσκευές που είναι συνηθισμένες στην καθημερινότητα μας. Συνεπώς, οι συσκευές αυτές εμπεριέχουν λογισμικό μέτριας πολυπλοκότητας που είναι γραμμένο για την εκάστοτε ειδική εφαρμογή. Συσκευές όπως τα πλυντήρια ρούχων ή πιάτων, οι φούρνοι μικροκυμάτων κτλ. έχουν συγκεκριμένες λειτουργίες άρα και απλό λογισμικό. Συσκευές όπως DVD-player τελευταίας τεχνολογίας, τηλεοράσεις ή στερεοφωνικά έχουν περισσότερες λειτουργίες, συνδέονται συχνά σε οικιακά δίκτυα, διαβάζουν οδηγούς USB και προβάλλουν περιεχόμενο από άλλες συσκευές όπως οι ψηφιακές κάμερες. Ακόμα και μικροσκοπικοί αισθητήρες θερμοκρασίας ή αναγνώστες δαχτυλικών αποτυπωμάτων και διακόπτες ηλεκτρικού ρεύματος εμπεριέχουν λογισμικό έστω και στοιχειώδες. Εφόσον οι εφαρμογές και οι απαιτήσεις ποικίλουν σημαντικά ανά περίπτωση, γίνεται φανερό ότι και το ενσωματωμένο λογισμικό μπορεί να είναι εντελώς διαφορετικό για κάθε συσκευή. Θεωρητικά, μικρή σημασία έχει ποια προγραμματιστική γλώσσα χρησιμοποιήθηκε για το λογισμικό αυτό, σε τι είδος επεξεργαστή τρέχει ή πως αλληλεπιδρά η εκάστοτε συσκευή με τον κόσμο γύρω της, αρκεί πάντα να τηρούνται κάποια συγκεκριμένα πρότυπα και να ακολουθείται κάποιο αναγνωρισμένο πρωτόκολλο.

Υπάρχουν λύσεις για όλες τις εφαρμογές. Για τις πιο απαιτητικές περιπτώσεις εφαρμογών υπάρχουν κάποια λειτουργικά συστήματα πραγματικού χρόνου (Real Time Operating Systems-RTOS), όπως είναι το UCOS[URL13] που επιτρέπει στο λογισμικό να συνταχθεί και να τρέξει σχεδόν σε πραγματικό χρόνο με την άμεση δημιουργία πολλαπλών εργασιών που εναλλάσσονται περιοδικά από το λειτουργικό σύστημα UCOS. Τέτοια λειτουργικά συστήματα όπως είναι φυσικό καταναλώνουν περισσότερους πόρους από ένα προρυθμισμένο λογισμικό που έχει εξ αρχής γραφτεί για ένα συγκεκριμένο σκοπό. Ως εναλλακτικές λύσεις υπάρχουν και κάποια άλλα λειτουργικά συστήματα μη πραγματικού χρόνου, όπως είναι το TinyOS.

Στο ακόλουθο σχήμα βλέπουμε τον τρόπο λειτουργίας ενός λογισμικού για μια συσκευή μέσα στο έξυπνο σπίτι. Μετά την αρχικοποίηση το λογισμικό ξεκινά και περιμένει για τη λήψη δεδομένων. Μετά τη λήψη το λογισμικό ελέγχει τα δεδομένα που του στείλανε, πραγματοποιεί μια μέτρηση ή μια προσαρμογή και στέλνει μια αναφορά κατάστασης στον εξυπηρετητή.



5.5 Σύνοψη

Οι απαιτήσεις για ένα πρότυπο λογισμικό έξυπνου σπιτιού δείχνουν αρκετά υψηλές και έχουν να κάνουν με πολλαπλά ζητήματα. Το λογισμικό θα πρέπει να είναι αυτόνομο, να προσαρμόζεται εύκολα στις καταστάσεις που αντιμετωπίζει, να είναι σταθερό και φυσικά έξυπνο. Έτσι κατά τη φάση σχεδίασης και δοκιμής του λογισμικού πρέπει να δίνεται πολύ μεγάλη προσοχή έτσι ώστε η τελική πλατφόρμα οικιακού ελέγχου να είναι αξιόπιστη και λειτουργική. Προτυποποιημένες πλατφόρμες middleware όπως η OSGi κάνουν τη σχεδίαση ευκολότερη υπόθεση, καθώς παρέχουν βοήθεια σε όλα τα επιμέρους βήματα της. Υπάρχουν και πρωτόκολλα που βοηθούν στην συνδεσιμότητα ανάμεσα στις διάφορες συσκευές, όπως το πρωτόκολλο Universal Plug and Play. Στην περίπτωση που έχουμε ένα λογισμικό middleware που έχει κεντροποιημένη λογική έχουμε το πλεονέκτημα ότι η αποσφαλμάτωση του είναι εύκολη υπόθεση. Ωστόσο, το κακό είναι ότι το σύστημα είναι αρκετά ευάλωτο σε λάθη και σφάλματα. Με ένα middleware που υλοποιείται με κατανεμημένα συστήματα έχουμε μεγαλύτερη αντοχή σε λάθη άλλα η αποσφαλμάτωση έχει αυξημένο βαθμό δυσκολίας, διότι όταν συμβαίνει ένα σφάλμα δεν είναι εύκολο να προσδιοριστεί που ακριβώς συνέβη μέσα στο σύστημα.

Οι προκλήσεις που έχουμε να αντιμετωπίσουμε με το λογισμικό του έξυπνου σπιτιού είναι καθαρά συνυφασμένες με ζητήματα τεχνητής νοημοσύνης και προσαρμοστικότητας, καθώς αυτά ακριβώς είναι τα πλέον περίπλοκα κομμάτια του συστήματος. Πάντως, η δημιουργία μιας ομάδας κανόνων και μοτίβων συμπεριφοράς, η συνεχής παρακολούθηση

ενεργειών μέσα στο περιβάλλον και η αποτελεσματική πρόβλεψη για μελλοντικές ενέργειες του χρήστη είναι πολύπλοκες εργασίες για οποιοδήποτε προϊόν λογισμικού.

Τα πρωτόκολλα ανακάλυψης υπηρεσιών παίζουν κατά γενική ομολογία σπουδαίο ρόλο μέσα στο έξυπνο σπίτι. Μπορούν να κάνουν εύκολη την αρχικοποίηση του συστήματος και το στήσιμο του, καθώς πολλά από τα επιμέρους βήματα που διαφορετικά χρειάζονται την παρέμβαση του χρήστη γίνονται εδώ αυτόματα από το σύστημα. Επιπλέον, προκύπτουν πρόσθετα οφέλη μακροπρόθεσμα, καθώς το σύστημα αναβαθμίζεται και ενημερώνεται εύκολα και φορητές συσκευές όπως τα κινητά τηλέφωνα μπορούν εύκολα να μπεινοβγαίνουν στο δίκτυο.

Όπως και να έχει πάντως το middleware αποτελεί ένα σημαντικό μέρος στην αρχιτεκτονική λογισμικού του έξυπνου σπιτιού. Με σωστό σχεδιασμό μπορεί να επιτρέψει στο έξυπνο περιβάλλον να είναι ευέλικτο και έτοιμο για αλλαγές ανά πάσα στιγμή. Το πρότυπο middleware είναι συνεχώς έτοιμο για πρόσθεση ή αφαίρεση συσκευών και έχει υψηλή αντοχή σε σφάλματα. Ακόμη, μειώνει την ανάγκη για συμβατότητα μεταξύ των επιμέρους πρωτοκόλλων. Μαζί με την τεχνητή νοημοσύνη και το λογισμικό προσαρμοστικού ελέγχου το middleware μπορεί να κάνει το έξυπνο σπίτι ένα πραγματικά ευχάριστο και λειτουργικό περιβάλλον για τους χρήστες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

Τρόποι Επικοινωνίας-Διεπιφάνειες Χρήστη

Στην ιδανική περίπτωση το έξυπνο σπίτι δε θα χρειαζόταν ιδιαίτερες διαδικασίες αλληλεπίδρασης ή διεπαφές χρήστη, καθώς θα μάθαινε να περιμένει κάθε φορά την εκάστοτε δράση του χρήστη ώστε να αντιδρά αυτόματα στις αλλαγές και στις καταστάσεις μέσα από τη συνεχή παρακολούθηση των πραγμάτων που διαδραματίζονται μέσα στο χώρο. Στην πράξη, ωστόσο, απαιτούνται μερικά είδη διεπαφών χρήστη ώστε να είναι εφικτές διάφορες τροποποιήσεις και προσαρμογές, καθώς και ο απομακρυσμένος έλεγχος. Οι διεπαφές χρήστη θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι το βασικότερο μέσο επικοινωνίας και αλληλεπίδρασης μεταξύ των χρηστών και του συστήματος διαχείρισης του έξυπνου σπιτιού. Κατά τα φαινόμενα προκύπτουν μερικά προβλήματα σχεδίασης [SOM04], διότι έχουμε να κάνουμε με διαφορετικούς χρήστες και πολλαπλές συσκευές. Το έξυπνο σπίτι παρουσιάζει πάρα πολλές δυνατότητες σε ότι έχει να κάνει με τις διεπαφές χρήστη. Συνεπώς, όταν υλοποιούμε ένα έξυπνο σπίτι σπουδαίο ρόλο παίζει η επιλογή και η σχεδίαση των διεπαφών αυτών, έτσι ώστε να επιτευχθεί λειτουργικότητα και πρακτικότητα. Σε γενικές γραμμές οι διεπαφές χρήστη θα πρέπει να πληρούν τις ακόλουθες ιδιότητες [URL14]:

- Να είναι ευκολονόητες (δηλαδή να είναι λογικές και να μπορεί κάποιος αβίαστα να τις καταλάβει)
- Να είναι συνεπείς (δηλαδή να δουλεύουν κάθε φορά σύμφωνα με τις υπάρχουσες προσδοκίες)
- Να είναι παραμετροποιήσιμες (δηλαδή οι χρήστες να μπορούν να αλλάζουν κατά βούληση τον τρόπο που λειτουργεί η διεπιφάνεια)
- Να είναι προσαρμοστικές (δηλαδή η διεπιφάνεια να προσαρμόζεται στα εκάστοτε δεδομένα)
- Να είναι απλές (δηλαδή να μην είναι πολύ περίπλοκες και να είναι εύκολες στη χρήση)

Οι διεπαφές χρήστη ενός έξυπνου σπιτιού μπορούν να χωριστούν σε τρεις επιμέρους κατηγορίες: τις φυσικές διεπιφάνειες, τις ψηφιακές διεπιφάνειες και τις κινητές διεπιφάνειες. Ωστόσο ο διαχωρισμός σε κατηγορίες δεν είναι πάντα ξεκάθαρος και στην πράξη μια διεπιφάνεια μπορεί να ανήκει σε περισσότερες από μία κατηγορίες.

Οι φυσικές διεπιφάνειες έχουν να κάνουν με παραδοσιακούς τρόπους χρήσης συσκευών και εξοπλισμού όπως κουμπιά, διακόπτες, μοχλούς κλπ. Προσφέρουν μια απτή διεπιφάνεια και ένα φυσικό τρόπο αλληλεπίδρασης με τον εξοπλισμό. Το όνομα «φυσικές» προέρχεται από το γεγονός ότι ο εξοπλισμός πάνω στον οποίο έχουν χρησιμοποιηθεί είναι σε χρήση εδώ και ολόκληρες γενιές. Για παράδειγμα, ένα τσεκούρι, ένα χερούλι πόρτας και μια ηλεκτρική σκούπα έχουν παραμείνει ως έχουν σήμερα για πολλά χρόνια με τη χρήση τους να είναι το ίδιο απaráλλαχτη. Οι διεπιφάνειες τους είναι οι ίδιες για τόσα χρόνια που πλέον αποτελούν το de facto πρότυπο για αυτές τις συσκευές. Κατά γενική ομολογία, το να αλλάξει κανείς τον τρόπο χρήσης των καθημερινών αντικειμένων μπορεί να οδηγήσει σε σύγχυση ή απογοήτευση το μέσο χρήστη μέχρι τη στιγμή που ο τελευταίος θα εξοικειωθεί με τις

αλλαγές. Από την άλλη μεριά πρόοδος σημαίνει αλλαγές. Χωρίς αλλαγές δεν υπάρχει πρόοδος.

Οι ψηφιακές διεπιφάνειες χρήστη, όπως οι γραφικές διεπιφάνειες και οι οθόνες αφής βασίζονται σε κάποια τεχνολογική υποδομή, όπως κουμπιά, οθόνες και υπολογιστές. Εάν ο σχεδιασμός τους γίνει σωστά είναι εύκολο να τις χρησιμοποιήσει κανείς χωρίς καμία βοήθεια, αλλά οι λιγότερο οπτικές διεπιφάνειες που εμπεριέχουν πολλά κουμπιά και επιμέρους μηχανισμούς χειρισμού τείνουν να είναι λιγότερο ξεκάθαρες.

Οι κινητές διεπιφάνειες χρήστη βρίσκονται συνήθως σε προσωπικές φορητές συσκευές και κατά συνέπεια μπορεί να τις απαντήσει κανείς σε οποιοδήποτε μέρος. Βλέπουμε δηλαδή ότι οι κινητές διεπιφάνειες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πολλά διαφορετικά περιβάλλοντα για να ελέγξουν πολλά διαφορετικά αντικείμενα. Για παράδειγμα, σε ένα αθλητικό στάδιο οι χρήστες θέλουν να έχουν πρόσβαση σε πληροφορίες γύρω από τον αγώνα, τα στατιστικά και τους παίκτες και σε ένα κατάστημα θέλουν να έχουν πληροφορίες σχετικά με τις τιμές και τα χαρακτηριστικά των προϊόντων. Στο παρελθόν υπήρχε μεγάλο πρόβλημα με τους πόρους των φορητών συσκευών. Πρακτικά δεν υπήρχε αρκετή ενέργεια για να υποστηριχθούν ισχυρές διεπιφάνειες. Αυτό το γεγονός έχει αλλάξει άρδην με τις εξελίξεις στην ηλεκτρονική τεχνολογία και στις διαθέσιμες μπαταρίες στην αγορά.

Σε γενικές γραμμές, η αλληλεπίδραση μεταξύ των υπολογιστών και των χρηστών στα έξυπνα σπίτια απαιτεί νέα είδη διεπιφανειών χρήστη, καθώς οι δραστηριότητες με τις οποίες έχουμε να κάνουμε είναι συνήθως μη υπολογιστικές. Διεπιφάνειες για γραφεία, υπολογιστικά περιβάλλοντα και επεξεργασία πληροφοριών είναι γενικά ακατάλληλες καθώς έχουν σχεδιαστεί με άλλο σκοπό [BRE09]. Οι διεπαφές που χρειαζόμαστε στο έξυπνο σπίτι θα πρέπει να είναι λιγότερο ρητές και περισσότερο συνυφασμένες με το εκάστοτε περιβάλλον και την εκάστοτε κατάσταση. Το ιδανικό θα ήταν να έχουμε διεπαφές χρήστη να εξαφανίζονται μέσα στο περιβάλλον και να γίνονται ορατές μονάχα όταν κάποιος τις χρειαστεί. Φυσικά υπάρχουν διάφορα επίπεδα «ορατότητας» μέσα στο χώρο για τις διεπιφάνειες. Μια διεπιφάνεια μπορεί να είναι εντελώς αόρατη, δηλαδή να είναι ενσωματωμένη στο περιβάλλον σε τέτοιο βαθμό που ο χρήστης να μην μπορεί να την αντιληφθεί. Στην περίπτωση αυτή η αλληλεπίδραση πραγματοποιείται με έμμεσο τρόπο. Μια διεπιφάνεια μπορεί να είναι διαφανής, δηλαδή να μην είναι ορατή στο χρήστη με φυσικό τρόπο, αλλά κάθε φορά που ο χρήστης αλληλεπιδρά με αυτήν το κάνει άμεσα και γνωρίζει που βρίσκεται. Τέλος, μπορεί να έχουμε μια διεπιφάνεια που να είναι δευτερεύουσα, δηλαδή να αποτελεί κομμάτι ενός άλλου μηχανισμού και οι αλληλεπιδράσεις να γίνονται μέσα από αυτόν.

Παρόλα αυτά κρίνεται σκόπιμο να διατηρήσουμε του παραδοσιακούς τρόπους χειρονακτικού ελέγχου για τον εξοπλισμό και παράλληλα να αναπτύξουμε και νέους σύγχρονους τρόπους ελέγχου που θα συνυπάρχουν με τους παλιούς. Έρευνες έχουν δείξει στην πράξη ότι η συγκέντρωση όλων των διεπαφών χρήστη σε μια και μόνο κεντρική διεπιφάνεια όπως είναι ένα μεγάλο κεντρικό touch πάνελ δεν αποτελεί σωστή επιλογή, καθώς στην καθημερινότητα ενός σπιτιού παρουσιάζεται πληθώρα διαφορετικών σεναρίων σε πολλαπλά μέρη του χώρου. Πρακτικά θα υπάρχουν περιπτώσεις που ένα τέτοιο κεντρικό πάνελ θα είναι εκτός εμβέλειας για το χρήστη που το χρειάζεται, γεγονός που θα αναγκάσει το χρήστη να αλληλεπιδράσει με χειρονακτικό τρόπο ή να μην αλληλεπιδράσει καθόλου.

Οι φυσικές, οι γραφικές και οι ακουστικές διεπιφάνειες χρήστη μπορούν όλες να υλοποιηθούν έχοντας η καθεμιά τους δικούς τους σκοπούς και πλεονεκτήματα. Στο σενάριο του πανταχού παρών προγραμματισμού οι διεπιφάνειες μπορούν να ανακατανεμηθούν μέσα στο χώρο δυναμικά. Αυτό το στοιχείο σημαίνει αμέσως και μεγαλύτερη πολυπλοκότητα για τις διεπιφάνειες, αφού κάθε μια από αυτές μπορεί να χρησιμοποιηθεί από διαφορετικό χρήστη και για διαφορετική συσκευή την κάθε φορά. Όταν δύο χρήστες ζητήσουν την αλληλεπίδραση με την ίδια διεπιφάνεια μπορούμε να ακολουθήσουμε στρατηγική ιεράρχησης χρηστών ή λογική FIFO (First Come First Served).

Ένα σημαντικό ζήτημα γύρω από τις διεπαφές είναι η καθυστέρηση. Εάν περνάει ένα σημαντικό χρονικό διάστημα από τη στιγμή που γίνεται η αλληλεπίδραση μέχρι την αντίδραση του συστήματος ο χρήστης μπορεί να ενοχληθεί και να θεωρήσει ότι υπάρχουν δυσλειτουργίες στο σύστημα. Όταν μιλάμε για καθυστέρηση πάνω από δύο δευτερόλεπτα τότε έχουμε πρόβλημα. Αυτό που συμβαίνει πολλές φορές είναι ο χρήστης να μην βλέπει ανταπόκριση στη δράση του και να ξαναδίνει απευθείας την ίδια εντολή με αποτέλεσμα να εκτελούνται παράλληλα πολλές ίδιες εντολές που συμβαίνει ακόμα και να αλληλοαναιρούν η μία την άλλη. Στα σενάρια έξυπνου σπιτιού αυτό γίνεται εμφανές στις περιπτώσεις του ελέγχου φωτισμού, γιατί τα αποτελέσματα που προκύπτουν είναι άμεσα ορατά.

Οι διεπαφές χρήστη έξυπνου σπιτιού μπορούν να είναι προσαρμοστικές. Μπορούν δηλαδή να προβάλλουν πληροφορίες και ελεγκτικούς μηχανισμούς που θα έχουν σχέση με το ποιος είναι ο αλληλεπιδρών χρήστης τη δεδομένη στιγμή. Για παράδειγμα, κατά τη διάρκεια της μέρας ένα πάνελ ελέγχου μπορεί να προβάλλει ελεγκτικούς μηχανισμούς για ρυθμίσεις στα παράθυρα ή στα στόρια, ενώ κατά τη διάρκεια της νύχτας μπορεί να προβάλλει ελεγκτικούς μηχανισμούς για ρύθμιση της θέρμανσης ή των ηλεκτρικών λαμπτήρων.

6.1 Ανάδραση

Οι διεπαφές πρέπει εκτός των άλλων να παρέχουν στο χρήστη τα κατάλληλα δεδομένα ανάδρασης έτσι ώστε να γνωστοποιείται αν μια ενέργεια υπήρξε επιτυχής ή όχι. Όταν ο χρήστης δίνει μια εντολή και το σύστημα δεν τον ενημερώνει για την έκβαση της εκτέλεσης μπορεί να υπάρξει αμφιβολία και σύγχυση. Μια ορθά σχεδιασμένη διεπαφή χρήστη θα πρέπει να ενημερώνει ρητά για τις δράσεις που έχουν ολοκληρωθεί, είτε μέσα από ενημερωτικά μηνύματα είτε μέσα από ήχους ή εικόνες επιβεβαίωσης. Οι μελέτες έχουν δείξει ότι το καλύτερο είναι να συνδυάζεις διαφορετικά είδη ανάδρασης για να βελτιώνεις τη συνολική λειτουργικότητα και χρηστικότητα του συστήματος. Άνθρωποι με ειδικές ανάγκες, όπως είναι οι ηλικιωμένοι, οι τυφλοί ή οι κωφοί θα μπορούσαν να βοηθηθούν σημαντικά από τα διάφορα είδη ανάδρασης, γεγονός που έχει ως τελικό αποτέλεσμα την εξοικείωση τους με τους υπολογιστές και τη διευκόλυνση τους κατά τη χρήση.

Οι κύριες κατηγορίες ανάδρασης είναι η οπτική ανάδραση, η ακουστική ανάδραση και η ανάδραση μέσω αφής [URL15]. Η οπτική ανάδραση συνδυάζει διάφορα είδη από φώτα και ενδείξεις που τραβάνε την προσοχή του χρήστη με το ενεργοποιούνται ή να απενεργοποιούνται αναλόγως. Οι απτές μηχανικές διεπιφάνειες, όπως οι διακόπτες, τα κουμπιά και οι μοχλοί επίσης πραγματοποιούν οπτική ανάδραση. Στις γραφικές διεπιφάνειες

έχουμε συχνά κουμπιά μέσα στην οθόνη που αλλάζουν χρώμα ή σχήμα ανάλογα με την περίπτωση με την παράλληλη εμφάνιση εικονιδίων ή γραμμών κειμένου που δείχνουν την εκάστοτε κατάσταση.

Η ακουστική ανάδραση μπορεί να έχει να κάνει με απλούς ήχους από μεριάς εξοπλισμού ή με ενδεικτικούς ήχους ενδείξεων και καταστάσεων. Πιο εξεζητημένη ακουστική ανάδραση χρησιμοποιείται συχνά ως συμπληρωματική μέθοδος μαζί με ηχητική ανάδραση ή ανάδραση αφής.

Η ανάδραση αφής υλοποιείται μέσα από φυσικά μέσα επικοινωνίας. Μπορεί να έχουμε δονήσεις, όπως γίνεται στα κινητά τηλέφωνα και στα ηλεκτρονικά παιχνίδια, ή μπορεί να έχουμε φυσικές αλλαγές πάνω στις φυσικές διεπιφάνειες και τους διακόπτες (π.χ. ο διακόπτης κάνει κλικ και αλλάζει θέση όταν τον πιέζουμε).

6.2 Διεπιφάνειες Χρήστη με Γνώση Περιεχομένου

Η γνώση περιεχομένου μπορεί να αποδειχτεί ένα πολύτιμο χαρακτηριστικό για τις διεπιφάνειες χρήστη. Εάν μια διεπιφάνεια γνωρίζει ποιος τη χρησιμοποιεί και υπό ποιες συνθήκες το κάνει, υπάρχουν πολλά πλεονεκτήματα που μπορεί να προκύψουν από την κατοχή αυτής της πληροφορίας. Στα πράγματα που μπορεί να κάνει μια διεπιφάνεια με γνώση περιεχομένου συμπεριλαμβάνεται η αλλαγή των *de facto* διαθέσιμων λειτουργιών και η παρουσίαση των λειτουργιών εκείνων που είναι χρήσιμες για τον εκάστοτε χρήστη. Επιπλέον, η εμφάνιση της διεπιφάνειας και το πώς προβάλλεται το περιεχόμενο της γενικότερα είναι στοιχεία που μπορούν να προσαρμοστούν σε κάθε χρήστη ξεχωριστά και η ανάδραση που προκύπτει κάθε φορά μπορεί να γίνει ανάλογη της εκάστοτε κατάστασης.

6.3 Φυσικές Διεπιφάνειες Χρήστη

Οι φυσικές διεπιφάνειες, όπως τα κουμπιά, οι μοχλοί κ.α. αποτελούν τους πλέον διαισθητικούς τύπους διεπιφανειών για το χρήστη και έτσι αποτελούν την πιο δημοφιλή επιλογή όταν έχουμε να κάνουμε με μηχανικό εξοπλισμό [URL16]. Τα κουμπιά, οι διακόπτες και οι μοχλοί είναι στοιχεία γνωστά στο μέσο χρήστη και παρέχουν ένα εύκολο μέσο αλληλεπίδρασης. Φυσικά, ακόμη και τέτοιες παραδοσιακές δομές μπορούν να βελτιωθούν με την πρόσθεση νέων χαρακτηριστικών. Μπορούμε να προσθέσουμε νέα είδη λειτουργιών στις παραδοσιακές διεπαφές μέσα στο έξυπνο σπίτι. Για παράδειγμα, οι διακόπτες στους τοίχους μπορούν να ρυθμιστούν ώστε να ελέγχουν μια συγκεκριμένη πηγή φωτός ή ολόκληρα γκρουπ λαμπτήρων. Ένας διακόπτης, για παράδειγμα, μπορεί να έχει τη δυνατότητα να απενεργοποιήσει με μιας όλα τα φώτα του σπιτιού, κάνοντας έτσι απίθανο το ενδεχόμενο ο χρήστης να φύγει από το χώρο και να ξεχάσει ένα φως ανοικτό. Εκτός αυτού τα κουμπιά μπορούν να ρυθμιστούν σχεδόν για οποιοδήποτε λειτουργία του σπιτιού. Στο τέλος αυτό που έχουμε είναι ένας συνδυασμός παραδοσιακών διεπαφών με τα νέα χαρακτηριστικά που προσφέρει το hardware έξυπνου σπιτιού και το σύστημα που υλοποιούμε γενικότερα.

Το κύριο πλεονέκτημα των φυσικών διεπιφανειών είναι πως το σχήμα τους ήδη φανερώνει τα είδη ενεργειών τα οποία τις αφορούν και πως η φυσική τους παρουσία σημαίνει παράλληλα ότι δεν μπορούν εξαιτίας κάποιου λάθους να χαθούν ξαφνικά ή να κλείσουν.

6.4 Γραφικές Διεπιφάνειες

Οι γραφικές διεπιφάνειες είναι ευρέως διαδεδομένες σήμερα. Αρχικά καθιερώθηκαν στον τεχνολογικό κλάδο από τις αρχές του 1990 με την εμφάνιση των γραφικών λειτουργικών συστημάτων και των ανάλογων εφαρμογών. Οι γραφικές διεπιφάνειες μπορούν να διαβαστούν εύκολα και μπορούν να προβάλλουν μεγάλο όγκο πληροφοριών που άλλα είδη διεπιφανειών δεν μπορούν εύκολα να παρουσιάσουν [URL17]. Άλλο ένα πλεονέκτημα είναι ότι οι διεπιφάνειες αυτές μπορούν εύκολα να επαναπροσαρμοσθούν για την αναπαράσταση κάθε πληροφορίας σε οποιαδήποτε μορφή. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι μπορούμε να τις ρυθμίσουμε ώστε να απευθύνονται σε συγκεκριμένους χρήστες ή ευρύτερα γκρουπ χρηστών με κοινά χαρακτηριστικά. Για παράδειγμα, ένα πάνελ οικιακού ελέγχου μπορεί να προβάλλει άλλες δυνατότητες για τα παιδιά και άλλες για τους ενήλικες. Βεβαίως, μια γραφική διεπιφάνεια είναι καλή μονάχα αν είναι σωστά σχεδιασμένη. Σε περίπτωση που έχουμε μειωμένη λειτουργικότητα εξαιτίας κακού σχεδιασμού, οι γραφικές διεπιφάνειες μπορεί να αποδειχτούν πολύ δυσκολότερες στη χρήση ακόμα και από τις πλέον παραδοσιακές. Σήμερα βλέπουμε υλοποιήσεις γραφικών διεπιφανειών σε μεγάλη γκάμα συσκευών. Ηλεκτρονικοί υπολογιστές, PDAs, κινητά τηλέφωνα, internet tablets και διάφορες οικιακές συσκευές αποτελούν απλώς λίγα παραδείγματα. Το φυσικό μέγεθος της οθόνης τείνει να αποτελεί έναν πρακτικό περιορισμό σε αυτό το γκρουπ διεπαφών, με τις μικρές οθόνες να χρειάζονται υποστήριξη από τις μεγαλύτερες όταν απαιτείται η αναπαράσταση πολύπλοκων δεδομένων και βελτιωμένων οπτικοποιήσεων.

6.5 Ακουστικές Διεπιφάνειες

Άλλος ένας φυσικός τρόπος αλληλεπίδρασης για τον άνθρωπο είναι μέσω της ομιλίας και οι ακουστικές διεπιφάνειες αποτελούν μια ενδιαφέρουσα λύση για το ζήτημα της επικοινωνίας μεταξύ χρήστη και συστήματος μέσα στο έξυπνο σπίτι. Το λογισμικό αναγνώρισης λόγου έχει κάνει τεράστια βήματα προόδου τα τελευταία χρόνια και παρόλο που ακόμα υπάρχουν κάποιες ατέλειες και ελλείψεις, υπάρχουν προγράμματα που σήμερα μπορούν να επεξεργαστούν και να κατανοήσουν μια σειρά εντολών απολύτως αποδοτικά. Η χρήση του λόγου ως μέσο αλληλεπίδρασης επιτρέπει στους χρήστες να επικεντρώσουν την προσοχή τους κάπου αλλού και όχι απαραίτητα πάνω στην ίδια τη διεπιφάνεια, διότι δεν απαιτείται ανάγνωση κειμένου από κάποια οθόνη ή πάτημα κουμπιών για να επιτευχθεί η επικοινωνία. Επιπλέον, η αυξανόμενη πολυπλοκότητα των γραφικών διεπιφανειών χρήστη και ο αριθμός των διαθέσιμων λειτουργιών μέσα σε ένα έξυπνο περιβάλλον ευνοούν τους πλέον διαισθητικούς τρόπους αλληλεπίδρασης μέσα στο έξυπνο σπίτι. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό όταν έχουμε να κάνουμε με κινητές συσκευές και άλλες εφαρμογές όπου οι διεπιφάνειες χρήστη είναι κατά κανόνα περιορισμένες σε μέγεθος. Προφανώς, οι μικρές οθόνες και τα μικροσκοπικά κουμπιά μπορούν να μειώσουν τη χρηστικότητα σε σημαντικό

βαθμό. Μια διεπιφάνεια φωνητικού ελέγχου θα μπορούσε να επιτρέψει λειτουργία «hands-free» σε πολλά καθημερινά σενάρια στα οποία ο έλεγχος μέσα από φυσικά μέσα, όπως κουμπιά ή πλήκτρα, είναι πρακτικά αδύνατος λόγω των συνθηκών.

Υπάρχουν ακόμη μηχανισμοί που συνθέτουν αυτόματα ομιλία από κείμενο. Πρακτικά αυτό σημαίνει την ανακοίνωση e-mail, ειδήσεων και άλλων σημαντικών ενημερώσεων από την ίδια τη συσκευή. Υπάρχει και δυνατότητα απόκρισης αποκλειστικά στο χώρο που βρίσκεται ο χρήστης την εκάστοτε στιγμή. Βλέπουμε ότι είναι δυνατόν να κατασκευάσουμε ένα σύστημα που θα ακούει τις εντολές από το χρήστη, θα τις επεξεργάζεται κατάλληλα και θα παράγει τελικά μια λεκτική απόκριση που θα κατευθύνεται πίσω στους χρήστες. Βέβαια, στην πράξη η υλοποίηση μπορεί να αποδειχτεί δύσκολη, καθώς θα χρειάζονται πολλά μικρόφωνα που ο χρήστης θα πρέπει να κουβαλάει πάνω του ή που θα πρέπει να είναι ενσωματωμένα σε επιμέρους συσκευές ή δομές του σπιτιού. Ένα θέμα που προκύπτει εδώ είναι τι γίνεται με τους διάφορους θορύβους που υπάρχουν μέσα στο χώρο και προφανώς θα προκαλούν προβλήματα με τις παρεμβολές τους στο λογισμικό αναγνώρισης ομιλίας. Η διαδικασία του διαχωρισμού των φωνητικών εντολών από το θόρυβο είναι μια πρόκληση για το σύστημα. Παρόλα αυτά μια διεπαφή αναγνώρισης λόγου εάν ενσωματωθεί σε ένα ευέλικτο σύστημα, όπως ένα κινητό τηλέφωνο, μπορεί να αποτελέσει για τους χρήστες ένα εύκολο και εντυπωσιακό μέσο αλληλεπίδρασης με το έξυπνο σπίτι.

6.6 «Microsoft Surface»

Η Microsoft έχει αναπτύξει μια επιτραπέζια επιφάνεια που μπορεί να δράσει ταυτόχρονα ως οθόνη και ως διαδραστικό μέσο αφής [URL18]. Η επιτραπέζια οθόνη επιτρέπει σε πολλαπλούς χρήστες να βλέπουν γραφικά στοιχεία και να αλληλεπιδρούν με αυτά μέσω της αφής σε διάφορα σημεία της επιφάνειας. Αυτή η τεχνολογία θα μπορούσε να ενταχθεί πολύ αποδοτικά μέσα στο έξυπνο σπίτι, καθώς ολόκληρη η οικογένεια θα μπορούσε να επεξεργαστεί τις διαθέσιμες λειτουργίες του σπιτιού και να πραγματοποιήσει από κοινού τις απαραίτητες αλλαγές. Το project βρίσκεται ακόμη σε εξέλιξη, αλλά παρόμοια τεχνολογία είναι ήδη διαθέσιμη σε μικρότερα όμως μεγέθη υλοποίησης. Παραδείγματα αποτελούν διάφορες οθόνες αφής ή LCD, υπολογιστές tablet και άλλες σχετικές εφαρμογές.

6.7 Έλεγχος Ομιλίας

Ο λόγος είναι ένας φυσικός τρόπος αλληλεπίδρασης για τους ανθρώπους και η αναγνώριση ομιλίας έχει χρησιμοποιηθεί σε πληθώρα εφαρμογών εδώ και αρκετά χρόνια (σε γραφεία, σε εφαρμογές υποβοήθησης των ατόμων με ειδικές ανάγκες, σε εναλλακτικούς τρόπους εισόδου δεδομένων στον Η/Υ κ.α.). Οι λεκτικές εντολές επιτρέπουν μια πιο φυσική αλληλεπίδραση με τον οικιακό εξοπλισμό. Ωστόσο, οι εφαρμογές έξυπνου σπιτιού ακόμα και σήμερα έχουν προβλήματα με το θόρυβο του περιβάλλοντος, τη μουσική, τις άπειρες διαφορετικές εντολές που μπορεί να δεχτούν και τις διαφορές στα φωνητικά χαρακτηριστικά του κάθε χρήστη. Ο θόρυβος του περιβάλλοντος μοιάζει σε χαρακτηριστικά με τους ήχους

που θα πρέπει να συλλάβει το σύστημα, γεγονός που κάνει ακόμα πιο δύσκολη την αντιμετώπιση του. Αυτό που μπορεί να βοηθήσει είναι η χρήση τεχνολογίας παρόμοιας με αυτή που χρησιμοποιείται στα «hands-free» των κινητών τηλεφώνων. Η τεχνολογία αυτή είναι σε θέση να φιλτράρει τους ανεπιθύμητους ήχους και να απομονώσει προς επεξεργασία τη φωνή που δίνει τις εντολές.

6.8 Έλεγχος Χειραπιών και Κινήσεων

Το ανθρώπινο σώμα μπορεί να πραγματοποιήσει χειραψίες και κινήσεις που μπορούν να αναγνωριστούν από τον υπολογιστή μέσα από κάμερες και εργαλεία επεξεργασίας βίντεο. Οι χειραψίες συμπεριλαμβάνουν εκφράσεις του προσώπου, κινήσεις των δακτύλων ή του χεριού γενικότερα και νοηματική γλώσσα. Για παράδειγμα, μια συγκεκριμένη κίνηση του βραχίονα θα μπορούσε να σημάνει το άνοιγμα της τηλεόρασης, ένα άλλο μοτίβο κινήσεων θα μπορούσε να σημάνει το κλείσιμο των φώτων κ.ο.κ. Συνήθως ο έλεγχος κινήσεων βασίζεται είτε σε αισθητήρες που βρίσκονται πάνω στο σώμα του χρήστη είτε σε κάμερες που καταγράφουν ακριβώς κάθε κίνηση που εντοπίζεται ως ξεχωριστό συμβάν. Με τους αισθητήρες που βρίσκονται πάνω στο χρήστη η αναγνώριση και ο έλεγχος μπορούν να γίνουν παντού και ανά πάσα στιγμή, με το μειονέκτημα όμως ότι ο χρήστης νιώθει άβολα και απαιτείται επιπλέον και η χρήση μπαταριών για ενεργειακή τροφοδότηση των αισθητήρων. Η αναγνώριση μέσω λογισμικού που επεξεργάζεται τα βίντεο που καταγράφονται από τις κάμερες μπορεί να γίνει προφανώς μόνο στα σημεία που υπάρχει πλήρης κάλυψη από τις κάμερες. Αυτό μπορεί να επηρεαστεί και από άλλους παράγοντες, όπως το φωτισμό, τη θέση του χρήστη και άλλες οπτικές συνθήκες. Ο έλεγχος χειραπιών και κινήσεων μπορεί να υλοποιηθεί και με τη χρήση άλλου είδους αισθητήρων, όπως είναι οι επιδαπέδιες σειρές αισθητήρων, που μπορούν να επιτρέψουν και εντολοδότηση μέσω κινήσεων των ποδιών.

6.9 Ενισχυμένη Πραγματικότητα (Augmented Reality)

Η ενισχυμένη πραγματικότητα (AR) είναι μια τεχνολογία που συνδυάζει αυτό που μπορούμε να συλλάβουμε από το περιβάλλον γύρω μας μέσα από την όραση, την αφή και την ακοή με τεχνητές πληροφορίες που συνήθως προέρχονται από αυτόματες υπολογιστικές γεννήτριες [URL19]. Στο πανεπιστήμιο της Columbia και στα εργαστήρια Xerox έγιναν πειράματα στο πεδίο της ενισχυμένης πραγματικότητας και συγκεκριμένα σε ότι έχει να κάνει με εφαρμογές σε έξυπνα περιβάλλοντα. Μεταξύ των συμπερασμάτων που προέκυψαν ήταν και το γεγονός ότι ο άνθρωπος θα έπρεπε να αλληλεπιδρά με τα έξυπνα περιβάλλοντα χρησιμοποιώντας μέσα που είναι ήδη φυσικά για αυτόν, όπως είναι η ομιλία και το άγγιγμα. Με άλλα λόγια, ο άνθρωπος θα έπρεπε να ξεχάσει ότι στην ουσία αλληλεπιδρά με έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή και να νιώθει ότι έχει απέναντί του έναν έξυπνο χώρο. Με την οπτική AR ο χρήστης έχει στη διάθεση του μια εικόνα που δείχνει το περιβάλλον γύρω του εμπλουτισμένο με όλες τις πληροφορίες εκείνες που προέρχονται από υπολογιστικές γεννήτριες να ξεχωρίζουν. Δηλαδή ο χρήστης μέσω ειδικού μηχανισμού που φοριέται στο κεφάλι (π.χ. με τη μορφή γυαλιών) έχει όχι μόνο αναλογική αλλά και ψηφιακή εικόνα του χώρου μέσω της

ειδικής οθόνης που συμπεριλαμβάνεται. Η ενισχυμένη πραγματικότητα μπορεί να υλοποιηθεί και με τη βοήθεια άλλων μηχανισμών, όπως είναι οθόνες που μπορούν να βρίσκονται διάσπαρτες στους τοίχους ή διάφορα άλλα ενδεικτικά μέσα που κατανέμονται μέσα στο έξυπνο περιβάλλον.

Η ακουστική AR μπορεί να επιτευχθεί με τη βοήθεια ηχείων, μικροφώνων και ολοκληρωμένων κυκλωμάτων. Οι χρήστες είναι σε θέση να ακούν ηχητικά μηνύματα ή να αφήνουν ηχητικά μηνύματα για κάποιον άλλο χρήστη που θα τα παίρνει τελικά μέσω του συστήματος. Τα ηχητικά μηνύματα μπορούν να συσχετιστούν με τη φυσική τοποθεσία του χρήστη, το ίδιο το περιεχόμενο τους ή διάφορες άλλες πληροφορίες. Ωστόσο, υπάρχουν προβλήματα που αφορούν θέματα ιδιωτικότητας. Το σύστημα θεωρεί ότι τα δεδομένα που του μεταφέρονται ηχητικά δεν είναι προσωπικά και έτσι μπορεί να τα παρουσιάσει μέσα ενός ηχείου ή ενός μεγαφώνου. Άλλωστε, το να κατευθύνεις πληροφορίες ηχητικά αποκλειστικά και μόνο σε ένα άτομο είναι πολύ δύσκολο, εκτός και αν χρησιμοποιηθούν ακουστικά ψείρες.

Υπάρχει ένα φυσικό περιβάλλον desktop που ονομάζεται «Digital Desk» [URL20]. Συμπεριλαμβάνει προτζέκτορες που χρησιμοποιούνται για την προβολή εικόνων στην επιφάνεια του γραφείου ή σε έγγραφα που βρίσκονται πάνω σε αυτήν. Υπάρχουν κάμερες που ανιχνεύουν και καταγράφουν τις δράσεις του χρήστη και επίσης διαβάζουν κατά κάποιο τρόπο τα έγγραφα που βρίσκονται πάνω στο γραφείο. Με το Digital Desk ο χρήστης μπορεί να πραγματοποιήσει με εικονικό τρόπο λειτουργίες «drag and drop» πάνω στο γραφείο, να μετακινήσει δηλαδή τις ψηφιακές προβολές των διαφόρων εγγράφων μέσα στο χώρο. Στο σύστημα συμπεριλαμβάνεται και εφαρμογή γραφής, υπολογιστή αριθμών και απομακρυσμένης αλληλεπίδρασης με άλλους χρήστες που μπορεί να χρησιμοποιούν Digital Desk.

Άλλο ένα παράδειγμα διεπιφάνειας ενισχυμένης πραγματικότητας προκύπτει από τη χρήση συνηθισμένων κινητών με κάμερα. Η οθόνη του τηλεφώνου, όταν είναι σε λειτουργία η κάμερα, δείχνει ζωντανά την εικόνα που καταγράφεται από το περιβάλλον. Επιπλέον, το ειδικό λογισμικό που τρέχει στο τηλέφωνο μπορεί να ανιχνεύσει πότε η κάμερα είναι στραμμένη σε ένα έξυπνο αντικείμενο ή σε μια έξυπνη συσκευή. Η ταυτοποίηση αντικειμένων πετυχαίνεται μέσα από αναγνώσιμα tags τα οποία το κινητό τα σαρώνει μέσω της κάμερας. Όταν το εκάστοτε αντικείμενο βρίσκεται στο κέντρο της οθόνης εμφανίζεται στο κινητό μια διεπιφάνεια χρήστη αποκλειστικά και μόνο για το εν λόγω αντικείμενο. Έτσι, απλά με την ενεργοποίηση της κάμερας και με την περιήγηση στο έξυπνο περιβάλλον με το κινητό, οι χρήστες είναι σε θέση να εντοπίσουν και να ελέγξουν συσκευές και λειτουργίες εύκολα και άμεσα.

6.10 Ήπια Τεχνολογία

Ο όρος αυτός, στα αγγλικά Calm Technology, καθιερώθηκε από τον πατέρα του πανταχού παρόντος προγραμματισμού, τον Mark Weiser, για να περιγράψει τη διαδικασία σχεδίασης ενός είδους τεχνολογίας που δεν θα βομβαρδίζει το χρήστη με πληροφορίες ούτε θα παρεμβάλλεται στην καθημερινότητα του με ενοχλητικό τρόπο. Η ήπια τεχνολογία προσπαθεί να παρέχει πληροφορίες και υπηρεσίες στον άνθρωπο με τρόπο μη παρεμβατικό. Ως τεχνολογία κινείται μεταξύ του κέντρου και της περιφέρειας της προσοχής του χρήστη

ανάλογα με τη φύση και τη σημαντικότητα των μεταδιδόμενων πληροφοριών. Οι άνθρωποι είναι αλήθεια ότι μπορούν να παρακολουθούν αρκετά γεγονότα παράλληλα, αλλά υπάρχει ένα όριο στον αριθμό γεγονότων που θα μπορούν να προσέχουν αποδίδοντας πλήρη προσοχή. Με τη μετακίνηση των γεγονότων στην περιφέρεια της αντίληψης μας είμαστε σε θέση να τα παρακολουθούμε χωρίς να χάνουμε πολλές λεπτομέρειες, αλλά και χωρίς να βομβαρδιζόμαστε από περιττές πληροφορίες. Έτσι, η προσοχή μας μπορεί ανά πάσα στιγμή να εστιάσει στα πλέον κρίσιμα και σημαντικά στοιχεία όταν χρειαστεί.

Δεν μπορεί να πει κανείς ότι όλες οι τεχνολογικές δομές θα έπρεπε να είναι ήπιες, αλλά στο κοντινό μέλλον η ήπια τεχνολογία θα αποτελέσει μια σπουδαία λύση για πολλές καθημερινές μικροεφαρμογές μέσα στο έξυπνο σπίτι και όχι μόνο.

6.11 Επιμέρους Διεπιφάνειες Ελέγχου και Κεντρικές Διεπιφάνειες Χρήστη

Μια διεπιφάνεια ελέγχου είναι σχεδιασμένη ώστε να ελέγχει τις λειτουργίες και την κατάσταση μιας επιμέρους συσκευής. Συνήθως τοποθετείται πάνω στην ίδια τη συσκευή ή ενσωματώνεται σε αυτήν. Παράδειγμα αποτελούν τα διάφορα κουμπιά και οι ενδείξεις που βρίσκονται πάνω σε ένα πλυντήριο. Σε ένα σενάριο πανταχού παρόντος προγραμματισμού, οι επιμέρους διεπιφάνειες ελέγχου μπορούν να διαχωριστούν από τις συσκευές και να συγκεντρωθούν όλες μαζί σε ένα σημείο για να σχηματίσουν μια πολυπρόσωπη, καθολική διεπιφάνεια χρήστη. Αυτό θα μπορούσε να επιτρέψει τον έλεγχο οποιασδήποτε συσκευής από οποιαδήποτε επιμέρους διεπιφάνεια, με ορισμένους φυσικά περιορισμούς. Για παράδειγμα, ένα πλυντήριο θα μπορούσε να ελεγχθεί μέσα από ένα κινητό τηλέφωνο χωρίς να ισχύει φυσικά το αντίστροφο. Ωστόσο, με μια συγκεντρωτική γραφική διεπιφάνεια σε έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή μπορούμε να τα ελέγξουμε και τα δύο.

Μια κεντρική διεπιφάνεια χρήστη αποτελεί ένα σημείο μπορούμε να χειριστούμε όλες τις συσκευές και τις υπηρεσίες του έξυπνου περιβάλλοντος μέσω απομακρυσμένης πρόσβασης. Η αλήθεια είναι ότι υπάρχουν περιπτώσεις που η μεταφορά μιας διεπιφάνειας από μία επιμέρους συσκευή σε ένα κεντρικό σημείο πρόσβασης δεν κρίνεται απαραίτητη ούτε και χρήσιμη. Παράδειγμα αποτελεί η περίπτωση του πλυντηρίου ρούχων. Έχει νόημα να ελέγξουμε μέσω του συστήματος τη συσκευή ή να δίνουμε εντολές μέσω απομακρυσμένης πρόσβασης, αλλά και πάλι τα άπλυτα θα πρέπει να τοποθετηθούν χειροκίνητα, γεγονός που σημαίνει ότι η διεπιφάνεια χρήστη καλό θα είναι να βρίσκεται πάνω στη ίδια τη συσκευή.

Στην ιδανική περίπτωση, κάθε συσκευή και λειτουργία στο έξυπνο περιβάλλον θα είναι ικανή να μοιραστεί τη χρησιμότητα της με άλλες συσκευές. Αυτό σημαίνει στην πράξη η πολυπόθητη ολοκλήρωση υπηρεσιών που θέλουμε να επιτύχουμε μέσα στο έξυπνο σπίτι. Στην περίπτωση αυτή λοιπόν προκύπτει ένα θέμα σε σχέση με τον τρόπο που θα χειριστούμε τις διεπιφάνειες χρήστη. Η πρώτη επιλογή είναι να συγκεντρώσουμε όλες τις λειτουργίες ελέγχου σε μια κεντρική διεπιφάνεια χρήστη, δηλαδή να έχουμε μια και μόνο κεντρική συσκευή με πολλαπλά μενού και επιμέρους εντολές για κάθε ξεχωριστή υπηρεσία. Η δεύτερη επιλογή είναι να έχουμε από τη μία αυτή την κεντρική διεπιφάνεια, αλλά να στέλνουμε και κάποιες εντολές για απευθείας χειρισμό και εκτέλεση στις ίδιες τις συσκευές. Μπορούμε να

έχουμε και ενδιαμέσες λύσεις, ανάλογα με τα δεδομένα που υπάρχουν στο εκάστοτε έξυπνο περιβάλλον. Όταν πρόκειται για το στάδιο υλοποίησης θα πρέπει να εξετάσουμε προσεκτικά κάθε ξεχωριστή περίπτωση και σενάριο, ώστε να βρούμε τη βέλτιστη λύση.

6.12 Διάφοροι Τύποι Διεπιφανειών Μέσα στο Έξυπνο Σπίτι

Τα είδη διεπιφανειών που τα έξυπνα σπίτια μπορεί να περιέχουν είναι πρακτικά απεριόριστα, αλλά τα σημαντικότερα είναι αυτά που αναφέρονται παρακάτω:

- Διαφόρων τύπων γραφικές διεπιφάνειες που χρησιμοποιούν διαφορετικά είδη απεικόνισης και οθονών. Οι γραφικές διεπιφάνειες μπορούν να παρουσιάζουν μεγάλο όγκο πληροφοριών την ίδια στιγμή και ρυθμίζονται και προσαρμόζονται εύκολα πάνω σε συγκεκριμένες εφαρμογές και διαφορετικά γκρουπ χρηστών.
- Οθόνες αφής στερεωμένες στον τοίχο (πάνελ τοίχου), υπολογιστές τσέπης και κινητά τηλέφωνα. Όλα αυτά αποτελούν υποσύνολο των γραφικών διεπιφανειών, αλλά εισάγουν κάτι πιο φυσικό στον τομέα του ελέγχου μέσω της προσφοράς άμεσης αλληλεπίδρασης και απτών μέσων εντολοδότησης.
- Μηχανικοί διακόπτες, κουμπιά, μοχλοί κτλ. Αυτά μπορεί να είναι σταθερά (στερεωμένα σε έναν τοίχο) ή κινητά (ασύρματα ή ενσωματωμένα σε μια άλλη κινητή συσκευή). Αν έχουμε διακόπτες που παρακολουθούνται από τον κεντρικό υπολογιστή του συστήματος μπορούμε να υλοποιήσουμε με αυτούς πληθώρα λειτουργιών στο έξυπνο σπίτι. Φορητοί διακόπτες που λειτουργούν ασύρματα θα μπορούσαν να φανούν χρήσιμοι στις περιπτώσεις που έχουμε άτομα αναπηρίες ή κινητικά προβλήματα, καθώς η πρόσβαση και η χρήση είναι πιο εύκολη υπόθεση.
- Μηχανισμοί αφής, δηλαδή περιοχές που είναι ευαίσθητες στην αφή, στο βάρος ή στην πίεση (αισθητήρες πατώματος, διακόπτες πίεσης, μετρητές τάσης). Μια σειρά από αισθητήρες πατώματος θα μπορούσε να λειτουργήσει ως διεπιφάνεια χρήστη με κάθε σενάριο ενεργειών να συνεπάγεται και διαφορετική αντίδραση από μεριάς συστήματος. Τέτοιου είδους διεπιφάνειες μπορεί να είναι εντελώς κρυμμένες μέσα στις δομές του σπιτιού, κάτι που σημαίνει ότι δεν θα είναι παρεμβατικές και ενοχλητικές για το χρήστη.
- Ακουστικές διεπιφάνειες που αναγνωρίζουν ήχους, όπως για παράδειγμα ένας διακόπτης φωτός που ενεργοποιείται με το χτύπημα των χεριών. Πιο προχωρημένα χαρακτηριστικά γίνονται διαθέσιμα μέσω της αναγνώρισης φωνής με τη βοήθεια μικροφώνων και ειδικού λογισμικού. Προβλήματα παρουσιάζονται όταν τα επίπεδα θορύβου στο περιβάλλον αυξάνονται, κάτι που κάνει δύσκολο το φιλτράρισμα της ομιλίας μέσα στο χώρο.
- Οπτικοί αισθητήρες που ανιχνεύουν αλλαγές σε επίπεδο φωτός, αναγνωρίζουν σχήματα ή κίνηση και βρίσκονται στο μεταίχμιο μεταξύ αισθητήρων και διεπαφών χρήστη. Αυτοί οι αισθητήρες παρέχουν επαρκείς πληροφορίες για να ξέρει το σύστημα εάν ένα άτομο είναι παρόν ή όχι, εάν κινείται και εάν έχουμε αλλαγές στον περιβάλλοντα χώρο. Το πλέον εντυπωσιακό τεχνολογικό πεδίο που έχει προκύψει στον τομέα αυτό είναι η υπολογιστική όραση. Με τη χρήση καμερών και λογισμικού επεξεργασίας βίντεο μπορεί να επιτύχει αναγνώριση μοτίβων, ατόμων και κινήσεων.

- Κινητές διεπιφάνειες χρήστη που συμπεριλαμβάνουν κινητά τηλέφωνα, τηλεκοντρόλ κτλ. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν πολλά καθημερινά αντικείμενα όπως τα χειριστήρια για τις διάφορες ψηφιακές συσκευές, palmtops με οθόνες αφής κ.α.
- Οι απτές διεπιφάνειες χρήστη είναι αντικείμενα που μπορεί κανείς να τα χειριστεί με άμεσο φυσικό τρόπο για να φέρει εις πέρας κάποια σενάρια. Μπορούν να αναπαριστούν ένα αληθινό φυσικό αντικείμενο ή να είναι εντελώς διαφορετικές από το αντικείμενο που ελέγχουν. Οι απτές διεπιφάνειες μπορούν να παρέχουν στους χρήστες πολλαπλούς τρόπους ελέγχου του εξοπλισμού(για παράδειγμα μέσω την αφής, της κίνησης ή μέσω οπτικών μέσων).
- Οι ενισχυμένες διεπιφάνειες συνδυάζουν αυτό που μπορούμε να συλλάβουμε στον αληθινό κόσμο με τεχνητά δημιουργημένες πληροφορίες. Αυτές οι ενισχυμένες πληροφορίες μπορεί να είναι οπτικές, ακουστικές ή απτές στη φύση τους και με τη βοήθεια διαφόρων διεπιφανειών είναι δυνατόν να συγχωνεύσουμε αυτές τις πληροφορίες με πληροφορίες που λαμβάνουμε απευθείας με τις αισθήσεις μας. Το πρόβλημα με τις ενισχυμένες διεπιφάνειες είναι ότι πολλές φορές απαιτούν από τους χρήστες να φοράνε συγκεκριμένο εξοπλισμό, γεγονός που μπορεί να δημιουργήσει ενόχληση λόγω παρεμβατικότητας.

6.13 Περιληπτικά

Οι διεπιφάνειες χρήστη κατά το ιδανικό σενάριο είναι τα μόνα μέρη του έξυπνου σπιτιού που είναι ορατά στους χρήστες και έτσι η σπουδαιότητα τους είναι μεγάλη. Ευτυχώς υπάρχουν πολλές επιλογές όσον αφορά τον τρόπο υλοποίησης των διεπαφών, γεγονός που κάνει δυνατή την επιλογή της κατάλληλης διεπιφάνειας για κάθε σενάριο και κατάσταση. Επιπλέον, είναι μάλλον θετικό οι χρήστες να έχουν στη διάθεση τους μια γκάμα διεπιφανειών από τις οποίες να μπορούν να επιλέξουν ανάλογα με τις εκάστοτε συνθήκες που επικρατούν. Με την κατάλληλη σχεδίαση γύρω από τις διεπιφάνειες γίνεται ευκολότερο να ελέγχει κανείς τις διάφορες συσκευές μέσα στο σπίτι, να προσθέτει νέες και να διαχειρίζεται δύσκολα σενάρια που πολλές φορές προκύπτουν. Για το χρήστη αυτό μπορεί να δημιουργήσει μια αίσθηση ασφάλειας και άνεσης. Μάλιστα, με την εξέλιξη της τεχνολογίας αισθητήρων και της τεχνητής νοημοσύνης θα δημιουργηθούν και νέοι τρόποι αλληλεπίδρασης με τα έξυπνα οικιακά περιβάλλοντα, κάνοντας την επικοινωνία ανθρώπου μηχανής πιο άμεση και πολυπρόσωπη. Αυτό που μπορεί στο μέλλον να αλλάξει πραγματικά την εμπειρία του έξυπνου σπιτιού είναι οι εξελίξεις που αναμένονται στον τομέα της ανάλυσης και κατανόησης περιεχομένου. Πάντως, είναι γεγονός πως όσο το πλήθος των αισθητήρων και των συσκευών στο χώρο αυξάνεται, αυξάνονται και οι δυνατότητες δημιουργίας εντυπωσιακών διεπιφανειών χρήστη που μπορούν να δώσουν στους χρήστες νέους τρόπους αλληλεπίδρασης με το σύστημα του έξυπνου σπιτιού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο

Εφαρμογή και αρχιτεκτονική της SIMBA

Η αρχιτεκτονική του χρήστη υπηρεσία ειδοποίησης SIMBA για αξιόπιστη ειδοποίηση παράδοσης

Ειδοποιήσεις αναφέρονται στην παράδοση πληροφοριών του εγγεγραμμένου χρήστη στο χρήστη. Καθώς ο αριθμός των υπηρεσιών ειδοποίησης και τα είδη των συσκευών παροχής πληροφοριών αυξανονται, ένα νέο μοντέλο που επιτρέπει στους χρήστες να διαχειρίζονται την ειδοποίηση παράδοσης και την αποφυγή ειδοποίησης υπερχειλίσεως είναι απαραίτητη. Η μοναδική αξιόπιστη πρόκληση στη διαχείριση των καταχωρήσεων είναι στη σωστή χρήση των απολύσεων για την επίτευξη έγκαιρης και αξιοπιστίας χωρίς να είναι υπερβολικά παρεμβατική ή πολύπλοκη.

Έχουμε περιγράψει το σχεδιασμό, την υλοποίηση και την εμπειρία των χρηστών της υπηρεσίας ειδοποίησης αρχιτεκτονικής, που ονομάζεται SIMBA. SIMBA χρησιμοποιεί το Instant Messaging με αναγνωρίσεις ως καθολική, αξιόπιστη ειδοποίηση κανάλι διανομής, με e-mail που είναι το εφεδρικό κανάλι. Όλες οι ειδοποιήσεις όπου ένας χρήστης εγγράφεται στην πρώτη κατευθύνεται προς MyAlertBuddy του χρήστη, το οποίο επιτρέπει την προσαρμογή κεντρική προτίμησης παράδοση και λειτουργεί ως προσωπική ειδοποίηση δρομολογητή για την προστασία της ιδιωτικής ζωής διευθύνσεις των χρηστών. Οι τρόποι παράδοσης, καθένα από τα οποία περιλαμβάνει πολλές διευθύνσεις χρήστη να φιλοξενήσει αποτυχίες επικοινωνίας, που υποστηρίζονται ως μια αφηρημένη έννοια για τον καθορισμό εξατομικευμένων επίπεδα αξιοπιστίας. Μια ομάδα εργασίας της εφαρμογής του συστήματος SIMBA, το οποίο περιλαμβάνει πέντε διαφορετικούς τύπους των υπηρεσιών ειδοποίησης, περιγράφεται. Συζητούνται προκλήσεις και τεχνικές για τη διατήρηση μιας υψηλής διαθεσιμότητας MyAlertBuddy να αποφευχθεί ενιαίο σημείο της αποτυχίας. Η έννοια του αυτοματισμού χειρισμού εξαιρέσεων εισάγεται για την ενίσχυση της ευρωστίας των εφαρμογών που οδηγούν λογισμικό τρίτων πελάτη επικοινωνίας μέσω των διασυνδέσεων αυτοματισμού.

7.1. Εισαγωγή

Η εκρηκτική ανάπτυξη του Web έχει δημιουργήσει ένα τεράστιο δίκτυο αποθήκευσης δεδομένων που περιέχει έναν πλούτο των πληροφοριών για άμεση πρόσβαση από οποιονδήποτε με σύνδεση στο Internet. Ωστόσο, όπως υψηλή διαθεσιμότητα των δυνητικά χρήσιμων πληροφοριών έχει δημιουργήσει, επίσης, πληροφορίες για το πρόβλημα υπερχειλίσης για ιδιώτες. Ένας τρόπος για την αντιμετώπιση του προβλήματος είναι να αλλάξετε το μοντέλο πρόσβαση σε δεδομένα από κέντρα πληροφόρησης και πλοήγησης σε τροπή (ή ειδοποίηση). Ανά τακτά χρονικά διαστήματα η περιήγηση γίνεται μέσω όλες τις τοποθεσίες Web με δυνητικά χρήσιμες πληροφορίες, κάθε χρήστης ορίζει τα είδη των πληροφοριών ότι ενδιαφέρεται για καθεμία από τις ιστοσελίδες. Κατά την εγγραφή σε τέτοια γεγονότα, ο χρήστης καθορίζει επίσης "επανάκληση διεύθυνσης", π.χ., μια διεύθυνση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, την οποία η κοινοποίηση πρέπει να αποστέλλεται όταν η συνδρομή εκδήλωση έχει έναν αγώνα. Πολλές ιστοσελίδες προσφέρουν ήδη τις υπηρεσίες-συμβαν, συνήθως κάτω από την κατηγορία των "ειδοποιήσεων". Για παράδειγμα, η Amazon.com προσφέρει για την αποστολή ειδοποιήσεων στους χρήστες όταν νέο άλμπουμ CD ενός συγκεκριμένου καλλιτέχνη βγαίνει. Η εταιρεία Alerts.com διατηρεί όλα τα είδη των υπηρεσιών ειδοποίησης για άλλες τοποθεσίες Web πληροφορίες. Γενικές τοποθεσίες Web portal όπως το Yahoo! (<http://alerts.yahoo.com/>) και MSN Mobile (<http://mobile.msn.com/>) παρέχουν υπηρεσίες ειδοποιήσεων για τις τιμές των μετοχών, καιρός, αθλητικά, λοταρία, καριέρα, ακίνητης περιουσίας, κλπ. Είμαστε μια πρόσφατη ανάλυση μίας εβδομάδας καταγραφής χρήση από εμπορική δικτυακή πύλη, και έδειξε ότι κατά μέσο όρο περίπου 225 χιλιάδες άνθρωποι έλαβαν περίπου 778 χιλιάδες ειδοποιήσεις κάθε μέρα από εκείνη την περιοχή.

Αρκετοί άλλοι τύποι ειδοποιήσεων είναι επίσης αναδυόμενες. Online κοινότητες, όπως το MSN Web Κοινοτήτων (<http://communities.msn.com/>) και Ομάδες @ AOL (<http://community.aol.com/>), επιτρέπουν στους χρήστες από διάφορα μέρη του κόσμου που μοιράζονται παρόμοια ενδιαφέροντα για τη δημιουργία εικονικών κοινοτήτων. Τα μέλη μιας κοινότητας μπορούν να μοιράζονται φωτογραφίες, ημερολόγια δραστηριότητας, κλπ. σε ένα προστατευμένο με κωδικό πρόσβασης ιδιωτικό χώρο. Θα ήταν πολύ χρήσιμο αν on-line τα μέλη της κοινότητας μπορούν να εγγραφούν σε ειδοποιήσεις που προκαλούνται από αλλαγές που έγιναν στο περιεχόμενο κάθε κοινότητας. Ένα άλλο παράδειγμα είναι το σπίτι Aladdin σύστημα δικτύωσης, η οποία ενσωματώνει διαφορετικές συσκευές και αισθητήρες στο σπίτι και τους συνδέει με το Διαδίκτυο. Το Aladdin δημιουργεί μια ειδοποίηση όταν οποιοσδήποτε κρίσιμος αισθητήρας ενεργοποιείται. Συστήματα ασύρματου χρήστη εντοπισμού θέσης (π.χ. RADAR [1]) είναι ένα ακόμη παράδειγμα. Τα συστήματα αυτά μπορούν να παρέχουν υπηρεσίες ειδοποιήσεων που κοινοποιούν εξουσιοδοτημένους χρήστες, ανθρώπων που παρακολουθούνται όταν αλλάζουν θέσεις. Τέλος, το επιτραπέζιο λογισμικό βοηθός μπορεί να στείλει ειδοποιήσεις στο κινητό τηλέφωνο του χρήστη όταν ανιχνεύει σημαντικές υπενθυμίσεις ή εισερχόμενα μηνύματα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, ενώ ο χρήστης βρίσκεται μακριά από την επιφάνεια εργασίας.

Το σημερινό μοντέλο της ειδοποίησης συνδρομή και παράδοση έχει πολλά. Πρώτον, οι περισσότερες από τις ειδοποιήσεις σήμερα παραδίδονται ως μηνύματα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, τα οποία δεν είναι κατάλληλα για την παράδοση του κρίσιμου χρόνου και

υψηλής σημασίας ειδοποιήσεις. Δεύτερον, οι χρήστες ειδοποίησης συνήθως απαιτούν διαφορετικά επίπεδα επικαιρότητας και αξιοπιστίας για τις διάφορες κατηγορίες ειδοποιήσεων. Οι περισσότερες από τις υπηρεσίες ειδοποίησης σήμερα δεν παρέχουν δυνατότητα προσαρμογής σε αυτό λεπτομερέστερη αναλυτικότητα. Τρίτον, οι παραπάνω απαιτήσεις μπορεί να αλλάξουν με την πάροδο του χρόνου. Εφόσον οι ειδοποιήσεις από πολλαπλές πηγές μπορεί να ανήκουν στην ίδια κατηγορία, έχοντας να επισκεφθείτε πολλές τοποθεσίες Web για να τροποποιήσετε ή να απενεργοποιήσετε μηχανισμούς ειδοποίησης παράδοσης είναι μια πολύπλοκη διαδικασία και επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τη χρηστικότητα των υπηρεσιών ειδοποίησης. Τέλος, για να λαμβάνετε ειδοποιήσεις ως μηνύματα SMS (Short Message Service) σε ένα κινητό τηλέφωνο, ο χρήστης θα πρέπει να προμηθεύσει τη διεύθυνση e-mail SMS. Δεδομένου ότι η διεύθυνση SMS περιέχει συνήθως τον αντίστοιχο αριθμό κινητού τηλεφώνου, που παρέχουν τις εν λόγω πληροφορίες σε πολλαπλές υπηρεσίες ειδοποιήσεων δημιουργεί σοβαρές ανησυχίες για προστασία της ιδιωτικής ζωής.

Σε αυτή την εργασία, περιγράφουμε το σχεδιασμό, την υλοποίηση και την εμπειρία των χρηστών της υπηρεσίας ειδοποίησης αρχιτεκτονικής, που ονομάζεται SIMBA, για να αντιμετωπιστούν τα ανωτέρω θέματα.

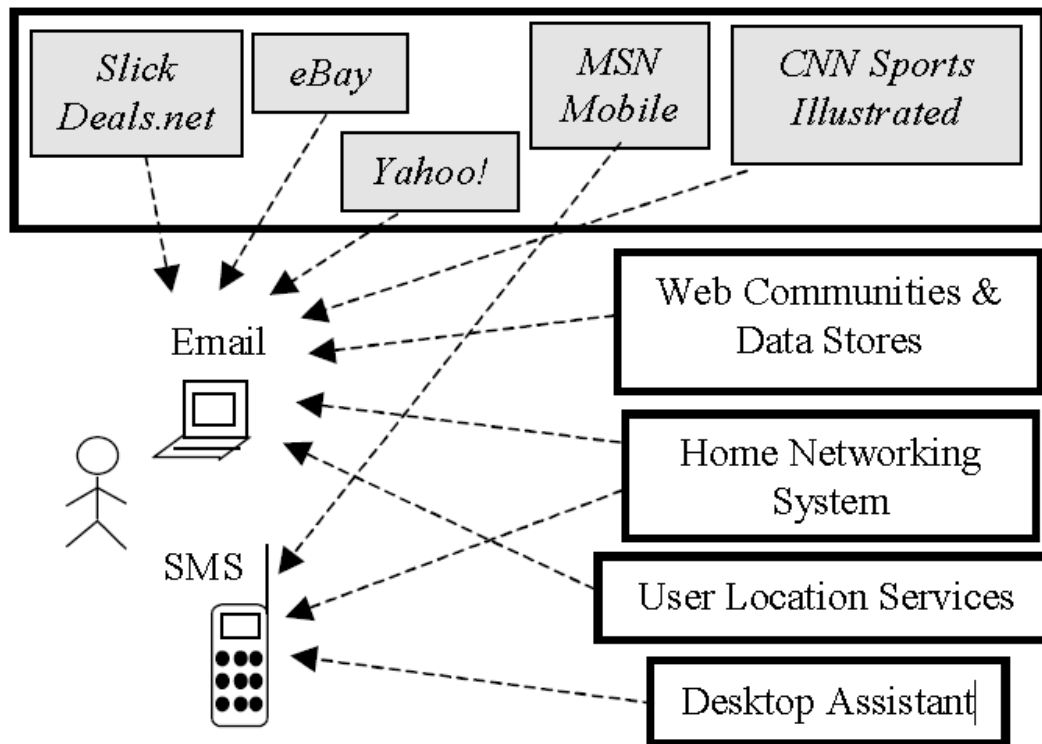
Η συνολική συνεισφορά του SIMBA είναι να μελετήσει τα ζητήματα αξιοπιστίας και λύσεις στο πλαίσιο ενός κατανεμημένου καινουριού στυλ, και βασισμένο στην υπηρεσία διαδικτύου. Ειδικές εισφορές περιλαμβάνουν:

- Να υποστηρίξει την παράδοσή του σε κρίσιμο χρόνο υψηλής σημασίας ειδοποιήσεις, το SIMBA χρησιμοποιεί το Instant Messaging (IM) με επιβεβαιώσεις χρήστη για ακρο προς ακρο σύγχρονη, αξιόπιστη παράδοση. Όπως και τα e-mail, το instant messaging γίνεται ένας άλλος συνήθης τρόπος επικοινωνίας μέσω του Διαδικτύου για τους ανθρώπους να ανταλλάξουν μικρά και γρήγορα μηνύματα. SIMBA επεκτείνει τη χρήση των άμεσων μηνυμάτων για την επικοινωνία μεταξύ των ενδεχομενα μη-ανθρώπινες οντότητες.
- Για την υποστήριξη αξιοπιστων εξατομικευμένων απαιτήσεων για την ειδοποίηση παράδοσης, η SIMBA εισάγει την έννοια των τρόπων παράδοσης. Κάθε τρόπος παράδοσης περιλαμβάνει ενδεχομενες πολλές διευθύνσεις για να φιλοξενήσει τις καθυστερήσεις και τις αποτυχίες της επικοινωνίας. Ο χρήστης ορίζει ένα σύνολο εξατομικευμένων τρόπων παροχής, καθένα από τα οποία αντιστοιχεί σε ένα εξατομικευμένο επίπεδο αξιοπιστίας.
- Για την υποστήριξη εύκολη δυνατότητα προσαρμογής, SIMBA εισάγει MyAlertBuddy (MAB) ως ένα επίπεδο μεταξύ του έμμεσου ειδοποίησης των υπηρεσιών και των χρηστών. Κάθε χρήστης έχει ένα MAB, η οποία είναι πάντα σε απευθείας σύνδεση για τη λήψη και αναγνωρίζοντας IM-ειδοποιήσεις. Η MAB χρησιμοποιεί μια διεύθυνση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ως εναλλακτικό μηχανισμό του. Όλες οι ειδοποιήσεις σε ένα χρήστη αρχικά κατευθύνεται προς το MAB του χρήστη, το οποίο καθορίζει στη συνέχεια τον καλύτερο τρόπο για εκείνη την στιγμή για να δρομολογήσετε τις ειδοποιήσεις στο χρήστη. Ο καλύτερος τρόπος βασίζεται σε στατική και δυναμική προτίμησή της αξιοπιστίας του. Δεδομένου ότι μόνο οι διευθύνσεις του MAB αποκάλυψαν τις διάφορες πηγές ειδοποίησης, η προστασία της ιδιωτικής ζωής των χρηστών διευθύνσεις βελτιώνεται σημαντικά.
- Όσον αφορά την εφαρμογή, θα ενσωματώνει μεγάλη ανοχή σε σφάλματα μηχανισμούς στο MyAlertBuddy για την αποφυγή ενός σημείου της αποτυχίας. Συγκεκριμένα, εισάγουμε την έννοια του αυτοματισμού χειρισμού εξαιρέσεων και να αποδείξει πώς ενισχύει την αξιοπιστία

των εφαρμογών που οδηγούν την IM και e-mail λογισμικού πελατη επικοινωνίας μέσω των διασυνδέσεων αυτοματισμού.

7.2.Υπηρεσίες ειδοποίησης

Σε αυτή την ενότητα, θα περιγράψουμε μια σειρά από υπηρεσίες ειδοποίησης. Τους κατατάσσουμε σε πέντε διαφορετικούς τύπους, και δίνουμε μια σύντομη περιγραφή του κάθε τύπου με τα σενάρια που αποδεικνύουν τα οφέλη που παρέχουν. Στο σημερινό κόσμο, για κάθε ενδιαφέρουσα υπηρεσία ειδοποίησης, ο χρήστης επισκέπτεται τη σελίδα ειδοποίησης συνδρομής της υπηρεσίας και εισέρχεται σε συνδρομές με βάση τις κατηγορίες, λέξεις-κλειδιά, κλπ. Ο χρήστης παρέχει επίσης μια προτιμώμενη e-mail ή SMS διεύθυνση, στην οποία οι ειδοποιήσεις πρέπει να αποστέλλονται.



ΣΧΗΜΑ 1:Σημερινό μοντέλο της υπηρεσίας ειδοποίησης χρήστη: ο χρήστης εισάγει συνδρομές ειδοποίησης καθώς και προτίμηση ειδοποίησης παράδοσης σε κάθε υπηρεσία ειδοποίησης.

7.2.1. Υπηρεσίες πληροφοριών ειδοποιήσεων

Οι υπηρεσίες πληροφοριών ειδοποιήσεων συμπεριλαμβανομένων των πέντε κουτιών με σκιά στο σχήμα 1 και πολλές άλλες γενικές ειδήσεις και ειδικού σκοπού ειδοποίησης υπηρεσίες που υποστηρίζονται στην SIMBA. Για παράδειγμα, το eBay μπορεί να στείλει ειδοποιήσεις στους χρήστες όταν είναι έξω από τη προσφορά ή όταν μια δημοπρασία πρόκειται να κλείσει. CNN Sports Illustrated μπορεί να στείλει μια ειδοποίηση όταν μια συγκεκριμένη στήλη ειδήσεων ενημερώνεται. Οι περισσότεροι από αυτούς ακολουθούν τον παραδοσιακό μηχανισμό παράδοσης της αποστολής ειδοποιήσεων, όπως μηνύματα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Για ιστοσελίδες που παρέχουν ενδιαφέρουσες πληροφορίες, αλλά δεν υποστηρίζουν ακόμη υπηρεσίες ειδοποιήσεων, χρησιμοποιούμε μια ειδοποίηση μεσολάβησης για τη δημιουργία ειδοποιήσεων για αυτούς.

7.2.2. Υπηρεσίες αποθήκευσης δικτυακών ειδοποιήσεων

Σε αντίθεση με τις υπηρεσίες ειδοποίησης πληροφοριών που παρέχουν γενικά πληροφορίες ενδιαφέρον για το κοινό, οι δικτυακές υπηρεσίες αποθήκευσης ειδοποιήσεων ενημερώνουν τους χρήστες όταν γίνονται αλλαγές στα προσωπικά δεδομένα τους ή κοινότητα κοινών δεδομένων που αποθηκεύονται στο δίκτυο. Για παράδειγμα, κάποιες από τις εταιρείες πιστωτικών καρτών σήμερα παρέχουν ειδοποιήσεις επιβεβαίωσης όταν εξαργυρώσουν επιταγές πληρωμής των πελατών. Στο μέλλον, οι χρήστες αναμένεται να αποθηκεύουν όλο και περισσότερα στοιχεία σχετικά με το δίκτυο σε μια συσκευή ανεξάρτητης μορφής, έτσι ώστε να μπορούν να έχουν πρόσβαση στα δεδομένα ανά πάσα στιγμή, από οποιοδήποτε μέρος και σε κάθε συσκευή. Ως αποτέλεσμα, εικάζουμε ότι υπηρεσίες ειδοποίησης που αναφέρουν στοιχεία από τις αλλαγές, για παράδειγμα, οι εξουσιοδοτημένοι αντιπρόσωποι θα γίνει δημοφιλής. Για να καταστεί δυνατή η έγκαιρη παράδοση ορισμένων ειδοποιήσεων ότι ένας χρήστης μπορεί να περιμένει ανυπόμονα για τη συγκεκριμένη ημέρα, χρησιμοποιούμε την ειδοποίηση μεσολάβησης να παρακολουθεί τακτικά τις περιοχές της κοινότητας και να στείλετε ειδοποιήσεις κατά την ανίχνευση των αλλαγών. Για παράδειγμα, όταν μια νέα φωτογραφία προστίθεται στον κοινόχρηστο άλμπουμ φωτογραφιών κοινότητα, τα ενδιαφερόμενα μέλη μπορούν να λάβουν μια ειδοποίηση που περιέχει το URL, το οποίο μπορούν να κάνουν κλικ για να δείτε την εικόνα.

7.2.3. Συστήματα οικιακής δικτύωσης

Το σύστημα Aladdin παρέχει ένα καταναμημένο σύστημα υποδομών και εργαλείων προγραμματισμού για τη δημιουργία αξιόπιστων εφαρμογών οικιακής δικτύωσης. Το Aladdin ενσωματώνει διαφορετικές συσκευές και αισθητήρες που συνδέονται με ετερογενείς στο σπίτι συμπεριλαμβανομένων των δικτύων ηλεκτρικής καλωδίωσης, τηλεφωνική γραμμή, RF (Radio Frequency) και IR (InfraRed), και τα συνδέει με το Διαδίκτυο μέσω μιας προεπιλεγμένης πύλης μηχανής. Εκτός από την ασφαλή υποστήριξη, μέσω e-mail με βάση του

απομακρυσμένου οικιακού αυτοματισμού, το Aladdin δημιουργεί ειδοποιήσεις όταν ο κρίσιμος αισθητήρας ενεργοποιείται ή όταν η κρίσιμη συσκευή αποτυγχάνει. Για παράδειγμα, οι πλημμύρες στο υπόγειο θα δημιουργήσει μια "Αισθητήρας Υπόγειο Νερό ON" ειδοποίηση. Οι αισθητήρες στην πόρτα του γκαράζ να μείνουν από μπαταρία θα προκαλέσει μια "Αισθητήρας Πόρτα Γκαράζ χαλασμένο" ειδοποίηση. Για να ελαχιστοποιηθεί το πιθανό πρόβλημα της καθυστέρησης και η απώλεια μηνύματος, το Aladdin από προεπιλογή στέλνει όλες τις ειδοποιήσεις ως δύο μηνύματα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και δύο μηνύματα SMS στο κινητό τηλέφωνο. Για κρίσιμες ειδοποιήσεις, εξακολουθεί να μην υπάρχει εγγύηση ότι οποιοδήποτε από τα τέσσερα μηνύματα μπορεί να φτάσει στο χρήστη στο κατάλληλο χρόνο. Για λιγότερο σημαντικές ειδοποιήσεις, τέσσερα μηνύματα ανά ειδοποίηση είναι εκνευριστικό και δυσκίνητο. Όπως θα συζητήσουμε αργότερα, το Aladdin στην αρχιτεκτονική SIMBA με Instant Messaging και MyAlertBuddy βελτιώνει σημαντικά τη χρηστικότητα και την αξιοπιστία του.

7.2.4. Υπηρεσίες Τοποθεσίας Χρήστη

Παρακολούθηση των χρηστών κινητής τηλεφωνίας έχει θεωρηθεί από καιρό μια αναγκαία υπηρεσία για τη δημιουργία ενημέρωση θέσης εφαρμογών. Το σύστημα WISH, που αναπτύχθηκε στο Microsoft Research, είναι μια θέση-προσδιορισμού του συστήματος που αντιμετωπίζει τις ανησυχίες της ιδιωτικής ζωής, αφήνοντας τον έλεγχο της διάδοσης των πληροφοριών θέσης μόνο με τον χρήστη. Το λογισμικό πελάτη WISH, τρέχει σε φορητή συσκευή του χρήστη, εκχυλίσματα από την RF κάρτα ασύρματου δικτύου της, η ταυτότητα του Access Point (AP), η συσκευή είναι συνδεδεμένη και η δύναμη των σημάτων που λαμβάνονται από το AP. Στέλνει τότε αυτές τις πληροφορίες μαζί με το όνομα του χρήστη και το καθεστώς της δραστηριότητας σε ένα διακομιστή WISH. Ο διακομιστής WISH διατηρεί το RF μοντέλο διάδοσης σήματος και έναν πίνακα που απεικονίζει κάθε AP σε μια φυσική τοποθεσία. Χρησιμοποιώντας τις πληροφορίες που παρέχονται από τον πελάτη, το σύστημα WISH είναι σε θέση να προσδιορίσει σε πραγματικό χρόνο τη θέση του χρήστη με ακρίβεια μερικών μέτρων. Ένα ποσοστό εμπιστοσύνης σχετίζεται με κάθε εκτίμηση. Η τοποθεσία WISH υπηρεσία ειδοποίησης παρέχει μια διεπαφή διαδικτυακή για τους ανθρώπους να ζητούν εντοπισμό θέσης των ασύρματων χρηστών. Ένας χρήστης της υπηρεσίας ειδοποίησης καθορίζει το όνομα του προσώπου για τον εντοπισμό και τη διεύθυνση για την παράδοση ειδοποίησης. Ένα σήμα μπορεί να παραχθεί όταν το παρακολουθούμενο άτομο εισέρχεται ένα κτίριο, κινείται σε ένα διαφορετικό τμήμα του κτιρίου, και / ή εγκαταλείπει το κτίριο.

7.2.5. Βοηθοί επιτραπέζιων υπολογιστών

Στην εργασία, οι άνθρωποι ξοδεύουν όλο και μεγαλύτερο ποσοστό του χρόνου τους χρησιμοποιώντας το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο / Το λογισμικό του ημερολογίου. Εκτός από την αποστολή και λήψη μηνυμάτων ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, το λογισμικό χρησιμεύει επίσης ως μια προσωπική υπηρεσία ειδοποίησης που δημιουργεί υπενθυμίσεις χρόνου στην οθόνη του χρήστη. Στην ιδανική περίπτωση, αν ο χρήστης δεν είναι εκεί για να δείτε τις

υπενθυμίσεις pop up, τα σημαντικότερα από αυτά θα πρέπει να κατευθύνονται προς μια συσκευή που μπορεί να πάρει την προσοχή του χρήστη. Έχουμε δημιουργήσει ένα επιτραπέζιο βοηθό SIMBA που τρέχει στην βασικό υπολογιστή ενός χρήστη, και παραμένει ανενεργό μέχρι το χρόνο αδράνειας του διαδραστικές δραστηριότητες υπερβούν ένα καθορισμένο από το χρήστη όριο και το λογισμικό καθορίζει ότι ο χρήστης δεν έχει επεξεργαστεί μηνύματα από άλλους χώρους. Επί του παρόντος, ο βοηθός λογισμικό παράγει ειδοποιήσεις ποτε υψηλής σημασίας μηνύματα έρχονται και τότε υψηλής σημασίας υπενθυμίσεις εμφανίζονται. Δεδομένου ότι ο χρήστης είναι πιθανό να είναι μακριά από κάθε μηχανή, όλες οι ειδοποιήσεις που δημιουργούνται ως μηνύματα SMS.

7.3. Αυτοματισμός Εξαίρεση-Χειρισμός

Η εμπειρία μας στη χρήση αυτοματοποίησης διασυνδέσεων για την κατασκευή υψηλής διαθεσιμότητας οι διαδικασίες δαιμόνων αποκαλύπτουν ότι ο υπάρχον σχεδιασμός των διεπαφών αυτοματισμού υποφέρουν από ένα σημαντικό πρόβλημα αξιοπιστίας. Συγκεκριμένα, όταν ένας άνθρωπος χρήστης χρησιμοποιεί το λογισμικό και παρατηρεί ότι δεν λειτουργεί σωστά, ο χρήστης εκτελεί συνήθως απλή διάγνωση κάνοντας κλικ γύρω από το γραφικό περιβάλλον. Μερικές φορές αυτό αναγκάζει το λογισμικό να αποκαταστήσει μια καθαρή σύνδεση με έναν απομακρυσμένο διακομιστή και να είναι σε θέση να επαναλάβει τη σωστή λειτουργία. Άλλες φορές το λογισμικό είναι άσχημα κρεμασμένο και το μόνο πράγμα που ο χρήστης μπορεί να κάνει είναι να το σταματήσει και να κάνει επανεκκίνηση του λογισμικού. Επιπλέον, μερικές φορές, είτε το ίδιο το λογισμικό ή άλλα μέρη του συστήματος μπορεί να εμφανίσουν ένα παράθυρο διαλόγου για να αναφέρετε τα προβλήματα. Ο χρήστης πρέπει να κάνει κλικ σε ένα κουμπί στο παράθυρο διαλόγου για να επιτρέψει στο λογισμικό για να συνεχίσει τη λειτουργία.

Για να διασφαλιστεί η συνεχής λειτουργία, είναι σημαντικό για τις διεργασίες των δαιμόνων βασίστες στις διασυνδέσεις αυτοματοποίησης να είναι σε θέση να εκτελέσει προγραμματιστικά όλα τα παραπάνω λειτουργίες εξαίρεσης-χειρισμού. Η SIMBA, θα ενσωματώσει τις εργασίες αυτές με τους διαχειριστές επικοινωνίας, η οποία παρέχει τα τρία APIs που περιγράφεται παρακάτω για την υποστήριξη χειρισμού εξαιρέσεων αυτοματισμού για το σχετικό λογισμικό-πελάτη επικοινωνίας τους.

• **Έλεγχος λογικής API:** το API ξεκινά από τον έλεγχο αν η διαδικασία του λογισμικού πελάτη είναι ακόμη σε εξέλιξη και αν οι δείκτες για το λογισμικό του πελάτη εξακολουθούν να ισχύουν. Τότε εκτελεί μια σειρά από συγκεκριμένη εφαρμογή ελέγχων. Για παράδειγμα, ο Διαχειριστής IM ελέγχει αν το λογισμικό-πελάτη IM εξακολουθεί να είναι συνδεδεμένο με το διακομιστή. Αν έχει αποσυνδεθεί λόγω, για παράδειγμα, την ανάκτηση διακομιστή ή αποσύνδεση του δικτύου, θα πρέπει να συνδεθεί εκ νέου μέσα. Ο Διαχειριστής IM ελέγχει, επίσης, να δούμε αν μπορεί να ξεκινήσει IM συνεδρίες, για να εξασφαλίσουν την ιδιότητα των φίλων, κλπ.

- **Τερματισμός / Επανεκκίνηση API:** το API ενσωματώνει τα στοιχεία που απαιτούνται για να κλείσει και να επανεκκινήσει το σχετικό λογισμικό-πελάτη. Όταν μια εφαρμογή επικαλείται τη λογική ελέγχου API για να μάθουν από οποιαδήποτε ανωμαλία που δεν φτιάχνεται και καλεί την επανεκκίνηση API, ο Διαχειριστής τερματίζει την τρέχουσα εκτελούμενη παρουσία του λογισμικού πελάτη, κάνει επανεκκίνηση άλλο παράδειγμα, και ανανεώνει όλες τις κατευθύνσεις σχετικά με το σημείο στο νέο παράδειγμα.

- **Παράθυρα Διαλόγου χειρισμού API:** το τρίτο API ασχολείται με τα παράθυρα διαλόγου. Σε εφαρμογές GUI, τα παράθυρα διαλόγου χρησιμοποιούνται συνήθως ως ένας τρόπος για να αναφέρετε πληροφορίες ή ειδοποιήσεις στο χρήστη, και να δεχθεί την παρέμβαση του χρήστη σχετικά με την προτιμώμενη πορεία δράσης. Τέτοια πλαίσια διαλόγου δεν πρέπει ποτέ να εμφανίζονται επάνω όταν το λογισμικό οδηγείται από ένα πρόγραμμα με διεπαφές αυτοματισμού επειδή το πρόγραμμα δεν μπορεί να αλληλεπιδράσει με τα κουτιά, τα οποία στη συνέχεια εμφανίζονται επάνω στην οθόνη για πάντα και να εμποδίζουν την εφαρμογή από όλη την επίτευξη προόδου. Δυστυχώς, το e-mail και τα IM πελάτη λογισμικό που χρησιμοποιείται στο SIMBA εμφανίζουν ορισμένα παράθυρα διαλόγου που δεν μπορούν να κλείσουν με κάθε διεπαφές αυτοματισμού. Αυτό που κάνει την κατάσταση ακόμα πιο περίπλοκη είναι ότι άλλα μέρη του συστήματος μπορεί να εμφανίσουν παράθυρα διαλόγου που είναι υπό τον έλεγχο του λογισμικού πελάτη.

7.4. Η επίτευξη υψηλής διαθεσιμότητας

Η πιο κρίσιμη εργασία αξιοπιστίας στην αρχιτεκτονική SIMBA είναι να διατηρηθεί μια υψηλή διαθεσιμότητα του MyAlertBuddy. Περιγράφουμε στη συνέχεια τα διάφορα σενάρια αποτυχίας που το MyAlertBuddy πρέπει να ανακτήσει από που και πώς εφαρμόζουμε διάφορες τεχνικές ανοχής σφαλμάτων, συμπεριλαμβανομένων απαισιόδοξη καταγραφή, φύλακα, αυτο-σταθεροποίηση, και το λογισμικό αναζωογόνησης για την επίτευξη αυτού του στόχου.

- **Φύλακας**

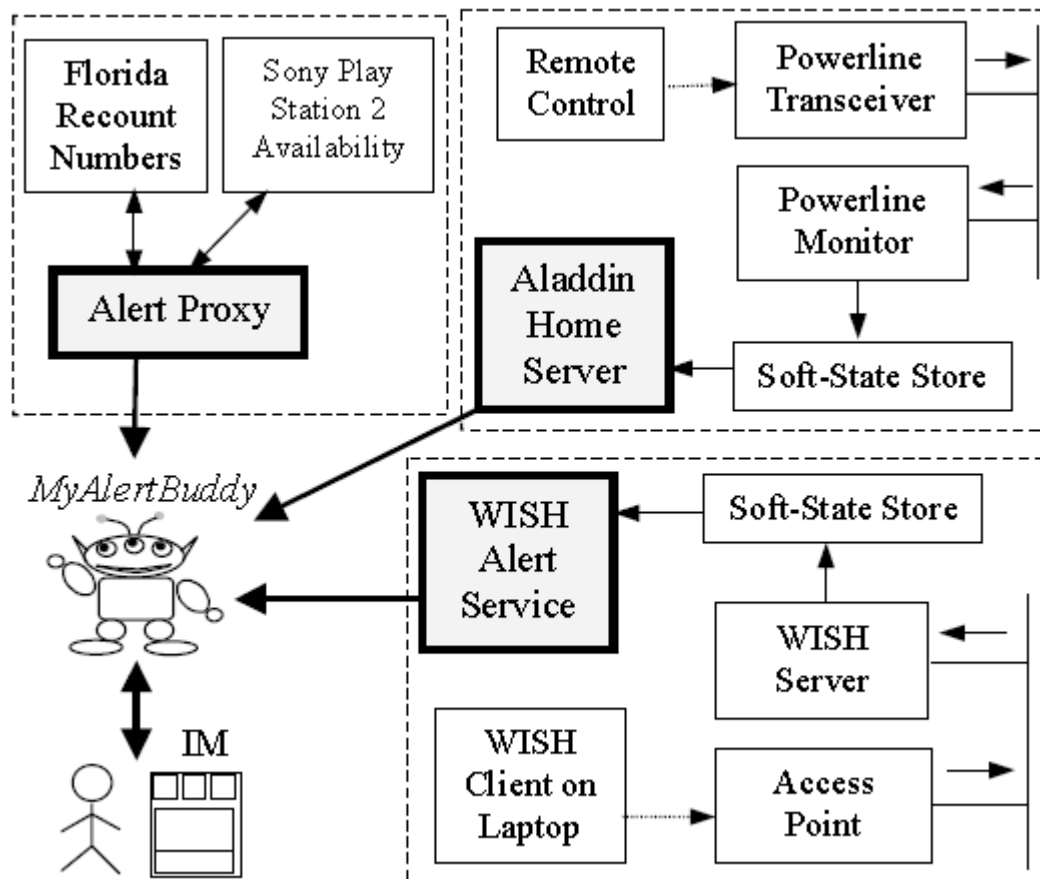
Το MyAlertBuddy πάντα ξεκίνησε από μια διαδικασία φύλακα που ονομάζεται Master Daemon Controller (MDC), το οποίο παρακολουθεί το MyAlertBuddy και κάνει επανεκκίνηση μετά τον εντοπισμό του τερματισμού. Το MDC επίσης περιοδικά επικαλείται μια απεμπλοκής κλήσης συνάρτηση AreYouWorking() και κάνει επανεκκίνηση το MyAlertBuddy αν είναι κρεμασμένο και αποτυγχάνει να ανταποκριθεί στην κλήση. Η συνάρτηση AreYouWorking() υλοποιείται ως εξής. Κατά την εκκίνηση, MyAlertBuddy κάνει μια κλήση προς MDCInitialize() με δείκτη λειτουργίας AreYouWorking() ως παράμετρος. Η κλήση MDCInitialize() δημιουργεί ένα νήμα πελάτη MDC, το οποίο επικοινωνεί με το MDC χρησιμοποιώντας αντικείμενα συγχρονισμού εκδήλωσης των Windows NT. Το MDC επικαλείται τον έλεγχο να σηματοδοτήσουν το γεγονός να προκαλέσουν το νήμα του πελάτη να καλέσει AreYouWorking() μέσα στο MyAlertBuddy. Εάν η κλήση επιστραφεί με επιτυχία,

το νήμα του πελάτη σηματοδοτεί ένα άλλο γεγονός ως μια απάντηση. Αν το συμβάν της απάντησης δεν σηματοδοτείται εντός προθεσμίας, το MDC τερματίζει και κάνει επανεκκίνηση το MyAlertBuddy. Αν ο αριθμός των αποτυχημένων επανεκκινήσεων υπερβούν ένα όριο, το MDC κάνει επανεκκίνηση το μηχάνημα.

• Αναζωογόνηση λογισμικού

Αναζωογόνηση είναι μια τεχνική που με χάρη τερματίζει μια εφαρμογή και αμέσως να κάνει επανεκκίνηση σε μια καθαρή εσωτερική κατάσταση [5] Έχει αναγνωριστεί ως μια χρήσιμη τεχνική για την αύξηση της διαθεσιμότητας της συνεχούς λειτουργίας εφαρμογές παροχής υπηρεσιών. Εκτελούμε τρία είδη εργασιών αναζωογόνησης σε MyAlertBuddy: (1) κάθε φορά που το MyAlertBuddy πιάνει μια εξαίρεση που δεν μπορεί να αντιμετωπιστεί ή οποιαδήποτε από τους ελέγχους αυτο-σταθεροποίησης αποκαλύπτει αμετάβλητες παραβιάσεις που δεν μπορούν να διορθωθούν, το MyAlertBuddy με χάρη τερματίζει και ξανα αρχίζει από το MDC. (2)Κάθε βράδυ στις 11:30 μμ, το MyAlertBuddy ζητά μια ομαλή διακοπή λειτουργίας όλου του λογισμικού πελάτη επικοινωνίας και τερματίζει η ίδια. (3) Για να διευκολυνθεί η απομακρυσμένη διαχείριση του MyAlertBuddy, SIMBA επιτρέπει στους χρήστες να στέλνουν IMs ή τα ηλεκτρονικά ταχυδρομεία με ειδικές λέξεις-κλειδιά για την ενεργοποίηση ρητης αναζωογόνησης.

7.5. Πειραματικά Αποτελέσματα



Σχήμα 5. Υπηρεσία Διαμορφώσεων για μετρήσεις απόδοσης SIMBA.

Πίνακας 1. Αριθμοί απόδοσης

	Elapsed Time (in seconds)
IM with acknowledgement	1.5
Alert proxy to user	2.5
Home remote control to user	11
Tracked laptop to subscriber	5.0
Rejuvenation	Between 8 and 40

Η πειραματική ρύθμιση που απεικονίζεται στην Εικόνα 5 χρησιμοποιείται για την μέτρηση της απόδοσης και της αποτελεσματικότητας SIMBA. Η μονόδρομος χρόνος παράδοσης IM από οποιαδήποτε από τις πηγές ειδοποιήσεων MyAlertBuddy είναι τυπικά λιγότερο από ένα δευτερόλεπτο. Με την απαισιόδοξη καταγραφή, η πηγή της ειδοποίησης λαμβάνει μια επιβεβαίωση σε περίπου 1,5 δευτερόλεπτα. Μια ειδοποίηση μεσολάβησης δημιουργήθηκε για την παρακολούθηση καταμέτρησης αριθμών της Φλόριντα και τη διαθεσιμότητα των PlayStation 2 κονσόλες παιχνιδιών από δημοσκοπήσεις σε σχετικές ιστοσελίδες. Όταν ο μεσολαβητής ανιχνεύσε μια αλλαγή, έστειλε μια ειδοποίηση, η οποία πήρε κατά μέσο όρο 2,5 δευτερόλεπτα για τη διαδρομή μέσω MyAlertBuddy να καταλήξει στον χρήστη.

Το Soft-StateStore (SSS) server είναι μια διαδικασία δαίμονα που διατηρεί την αποθήκευση των Soft-State μεταβλητών, καθεμία από τις οποίες συνδέεται με την απαιτούμενη συχνότητα ανανέωσης και το μέγιστο αριθμό των επιτρεπόμενων ανανεώσεων που λείπουν πριν ληξει η μεταβλητή. Πελάτες της SSS μπορούν να ορίσουν τους τύπους δεδομένων, τη δημιουργία μεταβλητών, ανάγνωσης / εγγραφής μεταβλητών, και να εγγραφούν σε γεγονότα που σχετίζονται με αλλαγές στους τύπους ή μεταβλητών. Η SSS χρησιμοποιείται στο σύστημα Aladdin, όπως περιγράφεται στο ακόλουθο σενάριο: το παιδί επέστρεψε στο σπίτι από το σχολείο και χρησιμοποίησε ένα τηλεχειριστήριο για να αφοπλίσει το σύστημα ασφαλείας. Το σήμα RF ελήφθη από ένα δύκτιο ηλεκτρικής ισχύος πομποδέκτη και μετατράπηκε σε ένα δύκτιο ηλεκτρικής ισχύος σήμα. Μια διαδικασία δυκτίου ηλεκτρικής ισχύος οθόνη τρέχει σε έναν υπολογιστή που πήραν το σήμα και το μετέτρεψε σε μια ενημέρωση στον τοπικό διακομιστή SSS, το οποίο επαναλάμβανε την ενημερωμένη έκδοση σε άλλους υπολογιστές μέσω πολλαπλής διανομής πάνω από την τηλεφωνική γραμμή Ethernet. Ο διακομιστής SSS τρέχοντας την μηχανή προεπιλεγμένης πύλης ενεργοποιεί ένα γεγονός στο διακομιστή σπίτι Aladdin, το οποίο στη συνέχεια έστειλε μια ειδοποίηση IM. Από τη στιγμή που το κουμπί στο τηλεχειριστήριο είχε πατηθεί για την ώρα ένα IM έσκασε επάνω στην οθόνη του χρήστη, η άκρο προς άκρο παράδοση πήρε κατά μέσο όρο 11 δευτερόλεπτα.

Στο σενάριο ασύρματης τοποθεσίας υπηρεσία, το λογισμικό πελάτη WISH τρέχει σε φορητό υπολογιστή του χρήστη και στέλνει περιοδικά τις πληροφορίες θέσης στο διακομιστή WISH. Ο διακομιστής ενημερώνει το Soft-StateStore, στο οποίο κάθε χρήστης αντιπροσωπεύεται από μια Soft-State μεταβλητή. Εάν κάποιο άλλο άτομο έχει εισέλθει σε μια ειδοποίηση συνδρομής που αντιστοιχεί σε αυτήν την ενημερωμένη έκδοση, η Υπηρεσία Ειδοποίησης WISH στέλνει μια ειδοποίηση μέσω SIMBA. Από τη στιγμή που ο φορητός υπολογιστής στέλνει τις πληροφορίες ασύρματα με το χρόνο ο συνδρομητής παίρνει μια κοινοποίηση από IM ειδοποίηση, ο μέσος όρος από άκρο σε άκρο χρόνο παράδοσης μετρήθηκε να είναι 5 δευτερόλεπτα.

Μετρήσαμε επίσης τον υπολοιπόμενο χρόνο για να εκτελέσει το MyAlertBuddy μια αναζωογόνηση. Η όλη διαδικασία ξεκίνησε με το MyAlertBuddy τον τερματισμό λειτουργίας του IM και e-mail πελάτη λογισμικού πριν η ίδια τελειώσει, και τελείωσε όταν το MyAlertBuddy εκανε επανεκκίνηση του λογισμικού και συνδέθηκε με επιτυχία με τους δύο διακομιστές. Ανάλογα με τον χρόνο απόκρισης του διακομιστή, ο χρόνος αναζωογόνησης κυμάνθηκε από 8 δευτερόλεπτα έως 40 δευτερόλεπτα. Δεδομένου ότι αναζωογόνηση γίνεται είτε τη νύχτα, όταν υπάρχει λίγη κίνηση ειδοποιήσεων ή όταν μια εξαίρεση που δεν μπορεί να αντιμετωπιστεί συμβαίνει, έχουμε βρει ότι η σύντομη περίοδος μη διαθεσιμότητας λόγω αναζωογόνηση είναι αποδεκτή. Ο Πίνακας 1 συνοψίζει όλους τους αριθμούς των επιδόσεων.

Για τη μέτρηση της αποτελεσματικότητας των σφαλμάτων-ανοχής τεχνικές έχουν περιγραφεί προηγουμένως, έχουμε οργανοποιήσει τόσο τη SIMBA βιβλιοθήκη και το MyAlertBuddy να καταγράφει όλες τις ενέργειες αποκατάστασης. Τα προκαταρκτικά αποτελέσματα από το αρχείο καταγραφής έδειξαν ότι μέσα σε ένα χρονικό διάστημα του ενός μήνα, υπήρχαν πέντε IM αποσυνδεδεμένα διαρκείας 4 έως 103 λεπτά. Αυτά μπορεί να οφείλονται σε πραγματική έλλειψη υπηρεσίας άμεσων μηνυμάτων, εταιρικών μη διαθεσιμότητας του διακομιστή μεσολάβησης, τα προβλήματα σύνδεσης με το δίκτυο, κλπ. Επιπλέον, υπήρξαν εννέα περιπτώσεις όπου το MyAlertBuddy είχε αποσυνδεθεί και οι απλές εκ νέου προσπάθειες σύνδεσης δουλεψαν. Σε άλλες εννέα περιπτώσεις, το κρέμασμα του πελάτη IM έπρεπε να σκοτωθεί και έγινε επανεκκίνηση για να ξανά συνδεθεί. Υπήρχαν 36 επανεκκινήσεις του MyAlertBuddy από το MDC. Οι περισσότεροι από αυτούς είχαν προκληθεί από τον IM εξαιρέσεις που προκλήθηκαν από τη χρήση μιας παλαιότερης έκδοσης παράνομων διασυνδέσεων. Η ανοχή σε βλάβες των μηχανισμών του MyAlertBuddy ανακτήθηκαν αποτελεσματικά από όλες τις αποτυχίες εκτός από τρεις: η μία αποτυχία προκλήθηκε από μια σπάνια διακοπή ρεύματος στο γραφείο? Άλλα δύο προκλήθηκαν από άγνωστα παράθυρα διαλόγου. UPS και πλαίσιο διαλόγου χειρισμού APIs χρησιμοποιήθηκαν στη συνέχεια για να διορθώσουν τα προβλήματα.

Εν ολίγοις, τα πειραματικά αποτελέσματα δείχνουν ότι SIMBA αξιοποιεί επιτυχώς IM για την παροχή αποτελεσματικής δρομολόγησης ειδοποιήσεων και παράδοσης, καθώς και οι τεχνικές σφάλματα ανοχής για τη διατήρηση υψηλής διαθεσιμότητας MyAlertBuddy είναι ζωτικής σημασίας και αποτελεσματικά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^ο

Εφαρμογή

Από το φορητό υπολογιστή σας στην πόρτα γκαράζ σας,

Από το υπόγειο πλημμύρες σας στο κινητό σας τηλέφωνο,

MSR Aladdin σας επιτρέπει να συνδέεστε στο σπίτι σας οποιαδήποτε στιγμή από οποιοδήποτε περιβάλλον ή συσκευή.

Εργασιακά σενάρια:

- Αυτόματη ανακάλυψη συσκευών και χαρτογράφηση θέσης
 - ο Συνδέστε μια λάμπα σε μια πρίζα στην κουζίνα και ενεργοποιήστε τον,
 - ο το σύστημα ξέρει αμέσως ότι μια νέα λάμπα είναι πλέον διαθέσιμη στη κουζίνα.
- Φυσική γλώσσα που βασίζεται στον οικιακό αυτοματισμό
 - ο "Ανάψτε τα φώτα από την πλευρά γκαράζ της κουζίνας."
- E-mail που βασίζεται εξ αποστάσεως οικιακού αυτοματισμού
 - ο Αποστολή email ασφαλές να κλείσει την πόρτα γκαράζ σας.
- Κινητό τηλέφωνο που βασίζεται εξ αποστάσεως κοινοποίηση
 - ο Πάρτε μια κλήση κινητό τηλέφωνο, όταν το υπόγειό σας είναι πλημμυρισμένο

Μια εργαλειοθήκη για την οικοδόμηση Αξιόπιστη και Επεκτάσιμη Εφαρμογές Δικτύωση.

8.1.Εισαγωγή

Η αξιοπιστία και επεκτασιμότητα είναι δύο από τους βασικές απαιτήσεις για την επιτυχή δικτύωση στο σπίτι. Σε αυτό το χαρτί, περιγράφουμε το σχεδιασμό και την υλοποίηση μιας εργαλειοθήκης ανάπτυξης λογισμικού για τη δημιουργία αξιόπιστων και επεκτάσιμων εφαρμογών οικιακής δικτύωσης. Ένα αξιόπιστο Soft-StateStore (SSS) υλοποιείται ως μία κοινή υποδομή για την απλοποίηση και διανέμονται κατά τον προγραμματισμό της συσκευής και τις αποτυχίες του αντικειμένου. Το SSS υποστηρίζει πολλαπλό-χρονοδιάγραμμα, ανανεώνει και χρησιμοποιεί επιλεκτικά την χρήση της ισχύς της μπαταρίας και τους περιορισμούς εύρους ζώνης του δικτύου στο οικιακό δίκτυο περιβάλλοντος. Ένα publish / subscribe σύστημα επιτρέπει την εκδήλωση οποιασδήποτε αλλαγής στην SSS να διαδίδονται στους ενδιαφερόμενους συνδρομητές, το οποίο στη συνέχεια εκτελεί τις κατάλληλες υποστηρικτικές, διορθωτικές, ενέργειες καθαρισμού ή απλά προειδοποιώντας τους. Μια Attribute Based Lookup Service (ABLS) και ένα Name-Based Lookup Service (NBLS), εφαρμόζονται τόσο στην κορυφή του SSS για την ευρωστία, για να παρέχουν ένα επίπεδο έμμεσο για υποστήριξη επεκτασιμότητας καθώς επίσης και ένα φιλικό περιβάλλον προς τον χρήστη με χρήση φυσικής γλώσσας. Εμείς αποδεικνύουμε τη χρήση των εργαλείων για την οικοδόμηση ενός σπιτιού, σύστημα δικτύωσης σε μια πραγματική ανάπτυξη. Εμείς περιγράφουμε δύο άκρο-προς-άκρο απομακρυσμένου οικιακού αυτοματισμού εφαρμογές, που παρουσιάζουν τα αποτελέσματα των επιδόσεων, καθώς και την έκθεση από τις εμπειρίες μας. Η επιτυχία του Ιστού απέδειξε τη μεγάλη δύναμη να είσαι συνδεδεμένος. Η οικιακή δικτύωση που συνδέει έξυπνες οικιακές συσκευές μαζί και τις συνδέει στο Internet καθίσταται το φυσικό επόμενο βήμα. Η απλούστερη μορφή της οικιακής δικτύωσης έχει εμφανιστεί να επιτρέπει την κοινή χρήση αρχείων, εκτυπωτών, και συνδέσεις με το Διαδίκτυο, και να επιτρέπει την δικτύωση με τα PC παιχνίδια. Το επόμενο κύμα των προηγμένων οικιακού δικτύου εφαρμογών θα περιλαμβάνουν οικογενειακές επικοινωνίες, αυτοματοποίηση της συσκευής, ψηφιακού ήχου / βίντεο (A / V) διανομής, η εξ αποστάσεως συντήρηση του νοικοκυριού. Στο πλαίσιο του έργου δικτύωσης σπίτι Aladdin, εστιάζουμε στην οικοδόμηση άκρο-σε-άκρο σεναρίων χρήστη και χρησιμοποιώντας εκείνους να οδηγήσουν το σχεδιασμό και την υλοποίηση της απαιτούμενης υποδομής του συστήματος. Με βάση την εμπειρία μας στην εφαρμογή και την ανάπτυξη ενός συστήματος οικιακού δικτύου σε ένα σπίτι με πραγματικούς χρήστες, έχουμε εντοπίσει αξιοπιστία, επεκτασιμότητα, φιλικό προς το χρήστη περιβάλλον, και την δυνατότητα απομακρυσμένης πρόσβασης και τις τέσσερις βασικές προϋποθέσεις για την χρήσιμη και επιτυχή οικιακή δικτύωση.

1.Αξιοπιστία

Εξασφαλίζει ότι οι αποτυχίες των συσκευών και του λογισμικού αντικείμενα θα ανιχνευθούν, ανάκτηση ή κατάλληλες δράσεις καθαρισμού θα εκτελούνται, και οι ιδιοκτήτες σπιτιού θα πρέπει να ειδοποιηθούν εάν είναι απαραίτητο.

2.Επεκτασιμότητα

Επιτρέπει σε κάθε νέα συσκευή να συνδεθεί σε οποιαδήποτε από τα κατ 'οίκον δίκτυα (τηλεφωνική γραμμή, μέσω γραμμών ηλεκτρικής ισχύος, ασύρματα, κλπ.) και θα είναι διαθέσιμο σε όλες τις υπάρχουσες εφαρμογές.

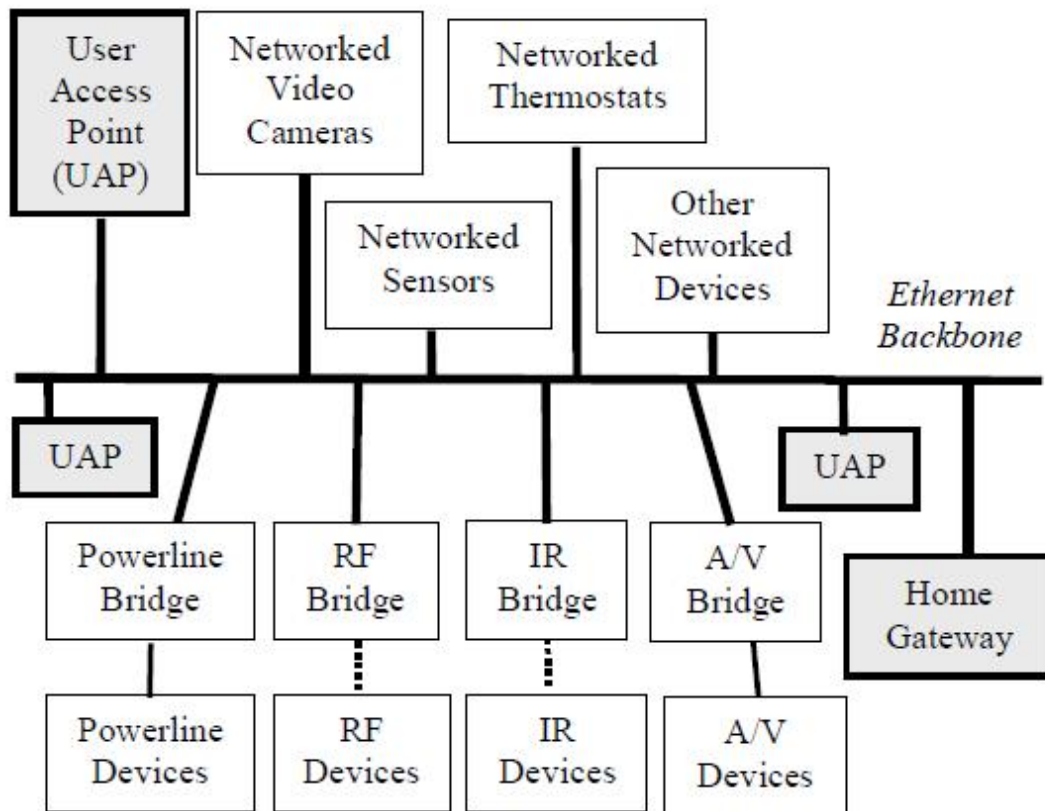
3.Φιλικό

προς τον χρήστη περιβάλλον επιτρέπει στους χρήστες να ελέγχουν τις συσκευές και την ανάκτηση πληροφοριών με έναν φυσικό τρόπο.

Απομακρυσμένη πρόσβαση δυνατότητα επιτρέπει στους ιδιοκτήτες του σπιτιού για να συνδέονται στα σπίτια τους σε οποιαδήποτε στιγμή, από οποιοδήποτε μέρος και σε κάθε συσκευή.Στην εργασία αυτή, δίνουμε μια επισκόπηση του Αλαντίν και την αρχιτεκτονική του λογισμικού για την αντιμετώπιση των παραπάνω θεμάτων. Μετά εστιάζουμε την προσοχή μας στην υποδομή του συστήματος που παρέχεται από την εργαλειοθήκη που έχουμε κατασκευάσει για να απλοποιεί το έργο της οικοδόμησης και της αξιόπιστης και επεκτάσιμης εφαρμογής οικιακής δικτύωσης. Τέλος, περιγράφουμε δύο άκρο-προς-άκρο απομακρυσμένου οικιακού αυτοματισμού εφαρμογές για να δείξει τη δύναμη του εργαλείου και να αξιολογήσει τις επιδόσεις της.

8.2. Επισκόπηση του Συστήματος Aladdin.

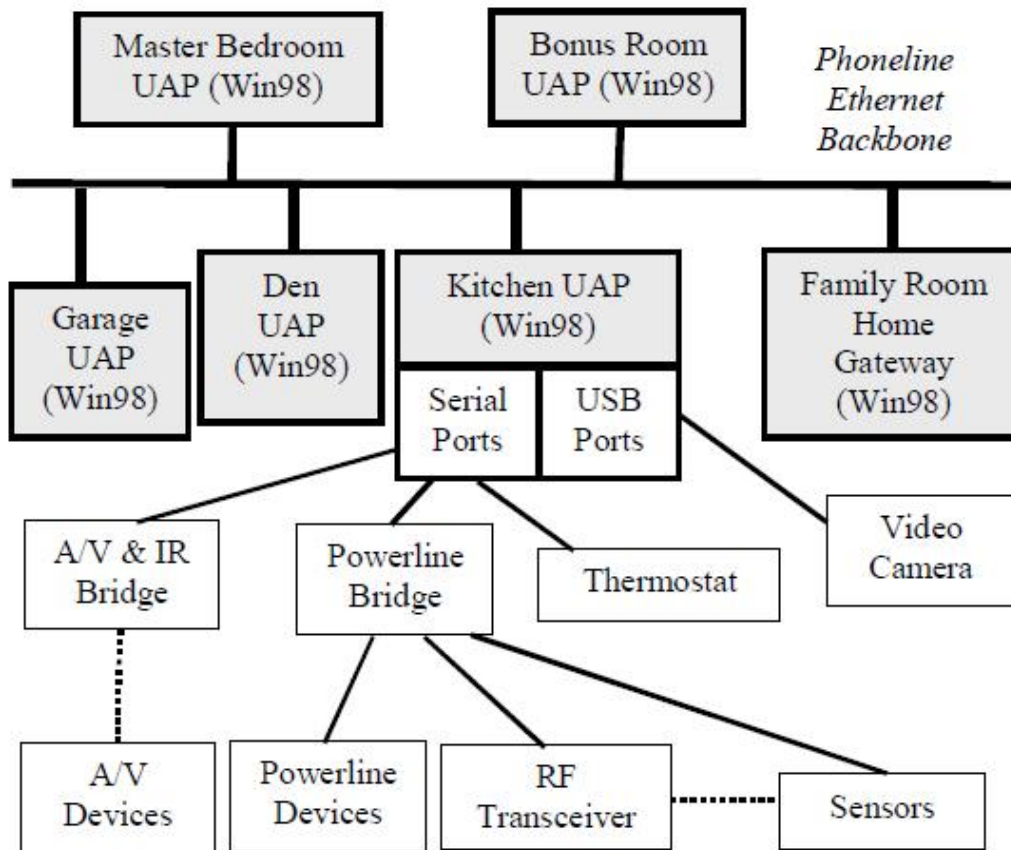
8.2.1. Κατανεμημένη Αρχιτεκτονική Συστήματος για την Σπιτική Δικτύωση.



(a)

Το Σχήμα 1 (α) απεικονίζει ένα σύστημα ενός ιδανικού οικιακού δικτύου, όπου το σπίτι λειτουργεί με ενσύρματο **Ethernet** και οι περισσότερες συσκευές είναι έξυπνες, δικτυακές συσκευές συνδέονται άμεσα με το **Ethernet** και οι τρέχουσες συσκευές ελέγχουν το λογισμικό τους. Το **home gateway machine** βρίσκεται ανάμεσα στο οικιακό δίκτυο και την εξωτερική υποδομή επικοινωνίας, συμπεριλαμβανομένης του Internet και του τηλεφώνου. Τοποθετούνται στον τοίχο ή στέκονται μόνα τους. Τα σημεία πρόσβασης χρήστη (UAPs) που είναι επίπεδες οθόνες διασκορπισμένες σε όλο το σπίτι για να επιτρέπουν την εύκολη πρόσβαση στις πληροφορίες του σπιτιού (ημερολόγια, κλπ.) καθώς και το Internet από οποιοδήποτε σημείο του σπιτιού. Τα UAPs παρέχουν πρόσβαση μέσω φυλλομετρητών, φυσικής γλώσσας, και φωνητικών εντολών για τον απομακρυσμένο έλεγχο των συσκευών του σπιτιού και για την παρακολούθηση των περιβαλλοντικών παραγόντων με αισθητήρες εξ' αποστάσεως. Οι γέφυρες του Δικτύου παρέχονται για την γεφύρωση συσκευών σε άλλα μέσα επικοινωνίας, όπως μέσω γραμμών ηλεκτρικής ισχύος, Ραδιοφωνικής συχνότητας (RF), Υπέρυθρες ακτίνες (IR), και A / V καλώδια στο σκελετό **Ethernet**. Τέτοιες συσκευές δεν συνδέονται απευθείας στο Ethernet για διάφορους λόγους, όπως τα παλιά συστήματα, το

κόστος, η ασφάλεια, ο ανταγωνισμός της αγοράς, κλπ. Από την στιγμή που οι έξυπνες συσκευές δεν είναι ακόμη διαθέσιμες, το ισχύον σύστημα Aladdin φιλοξενεί τις υφιστάμενες συσκευές με τη χρήση πολλαπλών υπολογιστών με Windows 98 και τα περιφερειακά τους για να χρησιμεύσει ως σημεία πρόσβασης χρηστών αλλά και ως γέφυρες δικτύου, όπως φαίνεται στο σχήμα 1 (β). (Εξι υπολογιστές χρησιμοποιούνται σε αυτή την ανάπτυξη.)

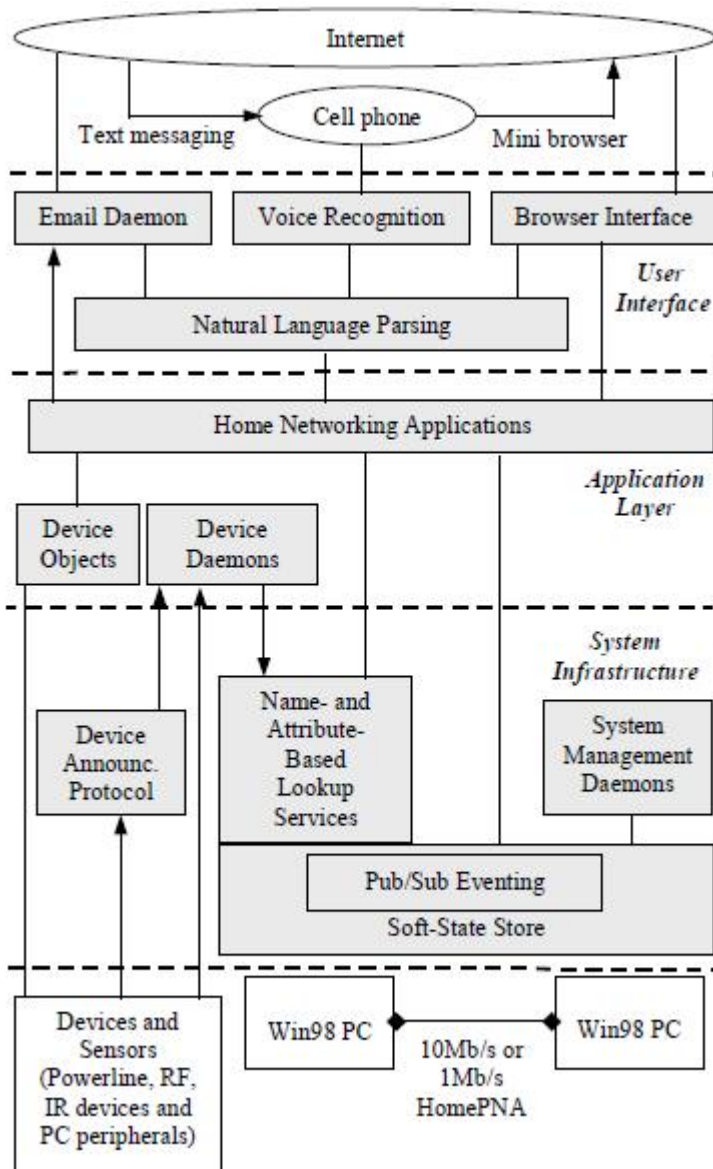


(b)

Οι υπολογιστές ενεργούν επίσης ως συσκευή πληρεξούσια εκτελώντας έλεγχο στο λογισμικό της συσκευής για λογαριασμό της. Το σύστημα έχει αναπτυχθεί στο 3όροφο σπίτι του πρώτου συγγραφέα και χρησιμοποιείται από τον συγγραφέα σε καθημερινή βάση. Οι υπολογιστές συνδέονται μεταξύ τους από 1Mbps έως 10Mbps Ethernet πάνω από τις τηλεφωνικές γραμμές [H98]. Από την στιγμή που το powerline στο σπίτι έχει σοβαρό πρόβλημα εξασθένησης του σήματος που αποτρέπει τις χαμηλού κόστους καταναλωτή powerline συσκευές από αξιόπιστη επικοινωνία μεταξύ δύο σημείων, Τα αιτήματα powerline ελέγχου πρώτα δρομολογούνται στον υπολογιστή που είναι (ηλεκτρικά) που βρίσκεται πλησιέστερα προς τη συσκευή προορισμού και κατόπιν γεφυρώνεται με το powerline. Παρομοίως συσκευές που λειτουργούν με μπαταρία όπως RF συσκευές όπως οι αισθητήρες κίνησης και αισθητήρες πόρτας είναι συνήθως μικρής εμβέλειας για να διατηρήσει την ισχύ της μπαταρίας. RF σήματα που μεταδίδονται από τους αισθητήρες αυτούς που λαμβάνονται από υπολογιστές μέσα στο εύρος τους και τα γεφυρώνει στην τηλεφωνική γραμμή του δικτύου για να φθάσουν σε άλλα μέρη του σπιτιού. Αν και σήμερα οι περισσότερες εφαρμογές του Aladdin δεν απαιτούν πλήρης ισχύς επεξεργασίας από τους υπολογιστές, αυτές που θα είναι χρήσιμες στο μέλλον για την εκτέλεση λογισμικού έξυπνου σπιτιού, που

περιλαμβάνουν εντοπισμού θέσης, αναγνώριση προσώπου, αναγνώριση φωνής, τη μάθηση, κλπ. Συνολικά, η τρέχων Aladdin σύστημα αποτελείται από περίπου 60 συσκευές.

8.2.2 Αρχιτεκτονική του Προγράμματος.



Το Σχήμα 2 δείχνει τη γενική αρχιτεκτονική του λογισμικού του το σύστημα Aladdin, το οποίο παρέχει μια αφαίρεση πάνω από τις συσκευές υλικού, και τις συνδέει στο εξωτερικό περιβάλλον επικοινωνίας. Έχουμε δώσει μια σύντομη επισκόπηση όλων των τριών στρωμάτων σε αυτή την ενότητα, και θα επικεντρωθούμε στην υποδομή του συστήματος στρώματος στο υπόλοιπο του χαρτιού.

1. Υποδομή του συστήματος: Στο κάτω στρώμα, η υποδομή του συστήματος αποτελείται από πέντε συνιστώσες. Το **soft-state store** διαχειρίζεται τη διάρκεια ζωής και την αναπαραγωγή του soft-state μεταβλητών σε μεμονωμένα καταστήματα για κάθε μηχανή. Υποστηρίζει μια Pub / Sub μηχανισμό τρίαθλο που επιτρέπει στα προγράμματα να εγγραφούν σε γεγονότα που σχετίζονται με αλλαγές στο κατάστημα. Το attribute-based lookupservice διατηρεί μια βάση δεδομένων όλων των διαθέσιμων συσκευών και υποστηρίζει ερωτήματα με βάση τα χαρακτηριστικά της συσκευής, όπως τον τύπο της συσκευής, φυσική τοποθεσία, κλπ. Το όνομα που βασίζεται στην αναζήτηση υπηρεσίας διατηρεί έναν πίνακα με όλα τα τρέχων αντικείμενα και υποστηρίζει απλά το όνομα-στο-αντικείμενο-διεύθυνση χαρτογράφησης. Το πρωτόκολλο ανακοίνωσης περιγράφει πως οι συσκευές που δεν είναι συνδεδεμένες με το κύριο Ethernet να ανακοινώνουν την ύπαρξή τους με την ιδιότητα που βασίζεται στην αναζήτηση της υπηρεσίας. Ένας προσαρμογέας συσκευής Aladdin έχει κατασκευαστεί για να εφαρμόσει ένα παράδειγμα του πρωτοκόλλου για powerlin esυσκευές. Τέλος, η διαχείριση του συστήματος είναι υπεύθυνη για τον εντοπισμό των αδυναμιών των υπολογιστών και των συσκευών, καθώς και την έναρξη δράσεων αποκατάστασης. Εμείς δεν καλύπτουμε αυτό το τελευταίο στοιχείο της υποδομής σε αυτό το έγγραφο.

2. Στρώση Εφαρμογή: Υπάρχουν δύο τύποι εφαρμογών δικτύωσης σπιτιού στο σημερινό σύστημα Aladdin. Στο σενάριο ελέγχου, οι εφαρμογές δέχονται τα αιτήματα του χρήστη ως είσοδο, συμβουλευονται τις υπηρεσίες αναζήτησης για τον προσδιορισμό των συσκευών και αντικειμένων της συσκευής που θα πρέπει να είναι εμπλεκόμενη, και εκτελεί ενέργειες για να ικανοποιήσει το αίτημα. Η συσκευή των αντικειμένων ενσωματώνει τη συσκευή και το δίκτυο συγκεκριμένων λεπτομέρειων και παρουσιάζουν περιβάλλοντα ως και την αφαίρεση προγραμματισμού για τον έλεγχο της συσκευής. Παραδείγματα αποτελούν αντικείμενα φωτογραφικής μηχανής για τη λήψη στιγμιότυπων και εγγραφή βίντεο κλιπ, γκαραζόπορτα και αντικείμενα για τη λειτουργία των γκαραζόπορτων, κλπ. Στο σενάριο ανίχνευσης τύπου, οι εφαρμογές παρακολουθούν έναν κατάλογο περιβαλλοντικών παραγόντων και να λάβουν μέτρα όταν οποιοδήποτε από τα γεγονότα που παρακολουθείται συμβαίνει. Μέσω του ABLS, οι εφαρμογές προσδιορίζουν τα κατάλληλα γεγονότα για να εγγραφείτε. Ανεξάρτητα, συσκευές ενεργούν ως πληρεξούσια για αισθητήρες παρακολουθώντας τα σήματα των αισθητήρων και ενημερώνουν κατάλληλα τα soft-states για να προκαλέσουν τα γεγονότα. Για παράδειγμα, μια εφαρμογή ενημέρωσης που τρέχει σε κάθε χρήστη σημείο πρόσβασης συμφωνεί με όλα τα γεγονότα που αντιστοιχούν σε κρίσιμους αισθητήρες (αισθητήρες νερού, αισθητήρες θερμοκρασίας, χρηματοκιβώτιο αισθητήρες, κλπ.) και θα σημάνει ειδοποιήσεις όταν ένας από τους αισθητήρες ενεργοποιηθεί. Τα περισσότερα εμπορικά προϊόντα οικιακής δικτύωσης για έξυπνη ανίχνευση και έλεγχο τείνουν να είναι κλειστές λύσεις περιορίζοντας σε ένα μόνο μέσο επικοινωνίας και δεν είναι επεκτάσιμο. Η προσέγγιση του Aladdin στην στήριξη του soft-statestore, pub / sub eventing, και στις αναζητήσεις υπηρεσιών είναι να συνδέσει συσκευές που είναι συνδεδεμένες μεταξύ τους σε διαφορετικά μέσα επικοινωνίας και αυτό παρέχει μια μοναδική ευκαιρία για την κατασκευή ευέλικτων εφαρμογών.

3. Περιβάλλον χρήστη: Σε αντίθεση με τα περισσότερα άλλα συστήματα διανομής, τα συστήματα δικτύωσης σπιτιών είναι να χρησιμοποιηθούν από αφελείς χρήστες ηλεκτρονικών υπολογιστών και έτσι παρέχουν φιλικό προς τον χρήστη περιβάλλον και έτσι είναι ιδιαίτερα σημαντικό. Το τρέχων Aladdin σύστημα υποστηρίζει τριών ειδών περιβάλλοντα για τον χρήστη:

α)ένα πρόγραμμα περιήγησης που επιτρέπει στο χρήστη να περιηγηθείτε σε όλες τις διαθέσιμες συσκευές ή να επιλέξει συσκευές που βασίζονται σε χαρακτηριστικά, και για τον έλεγχο των συσκευών μέσω point-and-click.

β)ένα κείμενο βασισμένο στο φυσικό περιβάλλον γλώσσας που βασίζεται σε ένα περιορισμένο αλλά προσαρμόσιμο λεξιλόγιο.

γ) μια φωνή βασισμένη σε περιβάλλον που χρησιμοποιεί τεχνολογία αναγνώρισης ομιλίας με βάση το ίδιο λεξιλόγιο. Όλες οι τρεις μορφές είναι διαθέσιμες για κατ'οίκον χρήση. Είναι επίσης επεκτάσιμες για να υποστηρίξει την χρήση απομακρυσμένου οικιακού αυτοματισμού, όταν ο χρήστης βρίσκεται μακριά από σπίτι. Όταν DSL ή καλωδιακό μόντεμ είναι διαθέσιμο, η ίδια διασύνδεση προγράμματος περιήγησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τις απομακρυσμένες περιοχές. Το κείμενο με βάση το φυσικό περιβάλλον γλώσσας έχει επεκταθεί σε ένα μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου που βασίζεται στον απομακρυσμένο έλεγχο του σπιτιού. Ο χρήστης μπορεί να στείλει ένα e-mail που περιέχει ένα αίτημα ελέγχου σε ένα λογαριασμό που φιλοξενείται από ένα Internet Service Provider (ISP). (Η τρέχουσα ανάπτυξη χρησιμοποιεί το Microsoft Network, MSN.) Το email Aladdin περιοδικά καλεί τον ISP, ανακτά και αναλύει την αίτηση, εκτελεί τις ενέργειες, και στέλνει μία απάντηση στο ηλεκτρονικό ταχυδρομείο μας, που μπορεί να περιέχει προαιρετικά βίντεο κλιπ (s)επιβεβαιώνοντας τις ενέργειες. Εκτός από την τυπικό μηχανισμό ασφαλείας, όπως οι ψηφιακές υπογραφές και τα δεδομένα κρυπτογράφησης, το λεξιλόγιο ελέγχου του σπιτιού μπορεί να προσαρμοστεί για να παρέχει πρόσθετη ασφάλεια. Μέσω της υποστήριξης μηνυμάτων που παρέχονται από τα κινητά τηλέφωνα, το email Aladdin μπορεί σχεδόν συγχρόνως να ειδοποιεί τους χρήστες οπουδήποτε και αν βρίσκονται όταν, για παράδειγμα, οποιοδήποτε αισθητήρας φωτιάς βαρέσει στο σπίτι. Οι εργασίες για την επέκταση του voice based interface να λειτουργεί αξιόπιστα σε κινητά τηλέφωνα εξακολουθεί να είναι σε εξέλιξη.

8.3. Soft-State Store with Eventing.

Εξετάστε τις κοινές απαιτήσεις για τα ακόλουθα σενάρια: Όταν ένας αισθητήρας που είναι υπεύθυνος για την γκαραζόπορτα ξεμείνει από μπαταρία, το σύστημα θα πρέπει να ανίχνευση την αποτυχία και ειδοποιεί το χρήστη. Επίσης, θα πρέπει να απορρίψει την προηγούμενη κατάσταση του αισθητήρα έτσι ώστε οι εφαρμογές του οικιακού δικτύου να μην εκτελούν λανθασμένες δράσεις που βασίζονται σε μη ενημερωμένες πληροφορίες. Όταν μια συσκευή ξαφνικά αποσυνδεθεί από το σύστημα και όταν ένα αντικείμενο τερματιστεί απότομα, οι αντίστοιχες καταχωρήσεις τους στις υπηρεσίες αναζήτησης θα πρέπει να λήξουν ώστε να επιτρέψει στο σύστημα να ανακτήσει το χώρο των καταχωρήσεων και να ελαχιστοποιηθεί η πιθανότητα των εφαρμογών πελάτη να πάρει μη ενημερωμένες πληροφορίες και, ενδεχομένως, να μην λειτουργούν σωστά. Όταν μία απαραίτητη διαδικασία αποτύχει είτε οφείλεται σε κρασάρισμα της μηχανής ή σε τερματισμό μιας διαδικασίας, το σύστημα πρέπει να είναι σε θέση να ανιχνεύσει την αποτυχία και να είναι σε θέση είτε να επαναφέρει το μηχάνημα ή να επανεκκινήσει την διαδικασία. Για την αντιμετώπιση των παραπάνω ζητημάτων, είτε το σύστημα χρειάζεται να χρησιμοποιήσει ένα δικτυακό

εργαλείο(ring) που κάνει δοκιμές αν η ανάλογη συσκευή είναι προσβάσιμη μέσα στο δίκτυο ή η τελευταία συσκευή πρέπει να στείλει περιοδικούς καρδιακούς παλμούς στο σύστημα.

8.4.Lookup Services.

Οι υπηρεσίες αναζήτησης είναι το κλειδί για την επεκτασιμότητα. Παρέχοντας ένα επίπεδο του έμμεσου, οι υπηρεσίες αναζήτησης επιτρέπουν συσκευές και αντικείμενα να ενταχθούν δυναμικά στο σύστημα και είναι διαθέσιμα σε εφαρμογές του πελάτη. Στο οικογενειακό περιβάλλον δικτύωσης, έχουμε βρει χρήσιμο να διαιρεθούν οι υπηρεσίες αναζήτησης σε δύο στρώματα.

Στο ανώτερο στρώμα, η Attribute-Based Lookup Service (ABLS) διατηρεί μια βάση δεδομένων με τις διαθέσιμες συσκευές, αισθητήρες, εγκατεστημένες μονάδες λογισμικού, κλπ. Υποστηρίζει ερωτήματα που βασίζονται σε ένα συνδυασμό των ιδιοτήτων και επιστρέφει μια λίστα μεμονωδικά ονόματα (που ονομάζεται NBLS ονόματα) για τον προσδιορισμό των στοιχείων που ταιριάζουν. **Για παράδειγμα**, το ερώτημα "Συσκευή = κουρτίνα και το δάπεδο = 1" επιστρέφει τα ονόματα όλων των κουρτινών του πρώτου ορόφου.

Στο χαμηλότερο στρώμα, το Name-Based Lookup Service (NBLS) διατηρεί έναν πίνακα των διαθέσιμων αντικείμενων λογισμικού. Παίρνει ένα μοναδικό όνομα ως είσοδο και επιστρέφει μια λίστα "διευθύνσεων" που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επαφή με το αντικείμενο-στόχο. **Για παράδειγμα**, το μοναδικό όνομα "Living_room_curtain" μπορεί να δημιουργήσει μια απάντηση NBLS που περιέχει δύο διευθύνσεις για την επίτευξη του τωρινού αντικείμενου: το ένα μπορεί να χωριστεί σε δείκτη DCOM για την πραγματοποίηση σύγχρονων κλήσεων, και ένα άλλο μπορεί να χωριστεί σε μια λαβή για μια ουρά μηνυμάτων για την πραγματοποίηση ασύγχρονων κλήσεων. Τόσο **ABLS** και **NBLS** βασίζονται στο **Soft-StateStore** για την ευρωστία ενάντια στις ξαφνικές εξαφανίσεις συσκευών και αντικείμενων.

1.Email-based remote control of garage door.

Ο χρήστης τρέχει έξω για μια συνάντηση και ξεχνάει να κλείσει την πόρτα του γκαράζ. Καθισμένος στην αίθουσα συνεδριάσεων, αυτός στέλνει ένα υπογεγραμμένο και κρυπτογραφημένο αίτημα e-mail ώστε με τον απομακρυσμένο έλεγχο να κλείσει την πόρτα του γκαράζ. Αφού λάβει το email ο «δαίμονας» το επικυρώνει και αναλύει την αίτηση, εντοπίζει την πόρτα του γκαράζ μέσω του **ABLS** και **NBLS**, και δίνει εντολή στο αντικείμενο να κλείσει την πόρτα του γκαράζ. Για την διασφάλιση της αξιόπιστης λειτουργίας, η πόρτα του γκαράζ είναι εξοπλισμένη με **τρεις χαμηλού κόστους και περιττους αισθητήρες**:

1. ένα μαγνητικό αισθητήρα που ανιχνεύει ότι η πόρτα είναι τουλάχιστον δύο ίντσες ανοιχτή.
2. και δύο οριζόντιους / κάθετους αισθητήρες που ανιχνεύουν ότι η πόρτα είναι τουλάχιστον 25% και 75% ανοικτή, αντιστοίχως.

Το αντικείμενο διαβάζει πρώτα την κατάσταση των αισθητήρων από την **ABLS** για να βεβαιωθεί ότι η πόρτα είναι πράγματι ανοιχτή, μετά το οποίο στέλνει μια εντολή ελέγχου powerline για να επιτευχθεί το ίδιο αποτέλεσμα της ώθησης της γκαραζόπορτας πατώντας το κουμπί του τηλεχειριστηρίου. Οι αισθητήρες στέλνουν περιοδικά σήματα ανανέωσης, τα οποία λαμβάνονται από τη συσκευή «δαίμονα» και μετατρέπονται σε **ABLS Soft-State** σήματα ανανέωσης. Εάν οποιοδήποτε από τους αισθητήρες ξεμείνει από μπαταρία, η soft-

state μεταβλητή του τελικά θα πεταχθεί έξω έτσι ώστε να μην προκαλέσουν το αντικείμενο να εκτελέσει εσφαλμένη δράση. Επίσης, ένας «δαίμονας» που εγγράφεται στον αισθητήρα μεταβλητής γεγονότων διαγραφής θα λάβει ένα συμβάν και θα δείξει με μηνύματα οθόνης στο UAPs να ενημερώσει τον ιδιοκτήτη σπιτιού για να αλλάξετε τις μπαταρίες. Για να προσθέσετε επιπλέον εμπιστοσύνη σε αυτή την κρίσιμη λειτουργία, το αντικείμενο εντοπίζει την κάμερα στο γκαράζ μέσω του lookup service (αναζήτηση υπηρεσιών) και δίνει εντολή να πάρει δύο στιγμιότυπα της πόρτας του γκαράζ, μία πριν από τη δράση και μία μετά. Τα δύο στιγμιότυπα αποστέλλονται πίσω στο χρήστη ως συνημμένα σε e-mail ως απάντηση.

2. Cell phone-based remote notification of emergency.

Ο «δαίμονας» συσκευής ρωτά την **ABLS** για όλους τους κρίσιμους αισθητήρες και τα αντίστοιχα σήματα powerline τους, και ακούει στο powerline, ψάχνοντας για το ταίριασμα των σημάτων. Ένας αισθητήρας νερού βρίσκεται στο υπόγειο. Όταν ανιχνεύσει νερό, στέλνει ένα powerline σήμα, το οποίο μεταφράζεται σε ένα **Soft-State update** από το «δαίμονα» της συσκευής. Από την στιγμή που ο «δαίμονας» του email που εγγράφεται στην περίπτωση των αλλαγών σε κάθε **Soft-Stat εμεταβλητή** του κρίσιμου αισθητήρα, λαμβάνει μια εκδήλωση επανάκλησης από το SSS και στέλνει ένα email έκτακτης ανάγκης στην ηλεκτρονική διεύθυνση στο κινητό του ιδιοκτήτη. Επίσης, περιγράφει τον τύπο του αισθητήρα και τη φυσική θέση με βάση τις πληροφορίες ABLs.

Για παράδειγμα, λέει: "Ο αισθητήρας νερού στο υπόγειο είναι ON" στην οθόνη του κινητού. Όταν ένας νέο αισθητήρας νερού εγκατασταθεί στο δωμάτιο πλυντηρίου και εγγράφει στην ABLs, η ABLs σε περίπτωση αλλαγής ρεγιστροποιεί το «δαίμονα» συσκευής να περιλάβει την παρακολούθηση των σημάτων από το νέο αισθητήρα. Δεδομένου ότι η **Soft-State μεταβλητή** που σχετίζεται με το νέο αισθητήρα είναι CRITICAL_SENSOR στο είδος, η συνδρομή εκδήλωσης του «δαίμονα» email δεν απαιτεί καμία ενημέρωση. Αυτό το παράδειγμα είναι μια απλή επίδειξη της εκτασιμότητας του συστήματος Αλαντίν. Ο χρόνος που μεσολαβεί μεταξύ της ανίχνευσης του νερού και του χτυπήματος του κινητού τηλεφώνου είναι συνήθως **10 – 40 δευτερόλεπτα**. Περιστασιακά, μπορεί να πάει μέχρι και αρκετά λεπτά, ανάλογα με την απόδοση μηνυμάτων κειμένου του μεταφορέα. Αν το μηχάνημα πύλης δεν είναι on-line και έτσι η κλήση είναι απαραίτητη, θα πάρει άλλα **40 δευτερόλεπτα**.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9^ο

Ανάλυση

Εδώ θα αναφέρουμε την τωρινή και τη μελλοντική κατάσταση που επικρατεί όσον αφορά το έξυπνο σπίτι. Θα θίξουμε τους λόγους που έχουν εμποδίσει το έξυπνο σπίτι να γίνει πιο δημοφιλές από ότι θα μπορούσε να είναι τη στιγμή που μιλάμε και θα προτείνουμε πράγματα που θα μπορούσαν να το κάνουν μια πολύ πιο ελκυστική επιλογή από ένα παραδοσιακό σπίτι.

9.1 Λόγοι που το Έξυπνο Σπίτι δεν έχει διαδοθεί ακόμη στο μέσο καταναλωτή

Τα σύγχρονα διαμερίσματα πολυκατοικιών δεν διαφέρουν και πολύ από τα αντίστοιχα της δεκαετίας του '70, καθώς η βασική τους δομή και λειτουργίες παραμένουν σχεδόν ίδιες. Παράθυρα, τοίχοι, πόρτες και μπάνια κτλ. έχουν αλλάξει σε μικρό βαθμό και λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο εδώ και δεκαετίες. Φυσικά, έχουν υπάρξει και κάποιες αλλαγές όσον αφορά τα νέα υλικά και τα νέα είδη καλωδίωσης που χρησιμοποιούνται. Τα οικιακά δίκτυα είναι πλέον διαδεδομένα, αλλά σπάνια χρησιμοποιείται κατά την υλοποίηση εξεζητημένη τεχνολογία. Ακόμα και σε σπίτια μεγιστάνων βλέπουμε εντυπωσιακές τεχνολογικές δομές σε εφαρμογή που δε θα μπορούσαμε ωστόσο να τις εντάξουμε στην κατηγορία του έξυπνου σπιτιού. Δε μπορούμε να πούμε ότι το έξυπνο σπίτι έχει γνωρίσει τη διάδοση και την καθιέρωση που του αξίζει. Παρά τις μεγάλες τεχνολογικές εξελίξεις από την πρώτη εμφάνιση του έξυπνου σπιτιού -πάνω από τριάντα χρόνια πριν- το ευρύ καταναλωτικό κοινό αρνείται δεν δείχνει να αποδέχεται το έξυπνο σπίτι σε ικανοποιητικό βαθμό.

Ο συνδυασμός που κινεί το μέσο καταναλωτή να επενδύσει σε ένα νέο τεχνολογικό προϊόν, όπως το έξυπνο σπίτι, βρίσκεται στη χρυσή τομή μεταξύ κόστους, αναγκαιότητας και γούστου. Κάθε νέα τεχνολογία είναι ενδιαφέρουσα και τραβάει την προσοχή, αλλά εάν η ίδια της η εφαρμογή κρίνεται μη χρήσιμη ή ακριβή, οι καταναλωτές θα κάνουν πίσω. Αν θελήσει κανείς να υλοποιήσει ένα έξυπνο σπίτι με την τελευταία λέξη της τεχνολογίας θα αντιμετωπίσει πολύ υψηλά κόστη. Ακόμη, ο καταναλωτής φοβάται τις δυσκολίες που μπορεί να προκύψουν κατά την εγκατάσταση και τη συντήρηση, καθώς και πιθανές ασυμβατότητες που ίσως προκύψουν μεταξύ του εξοπλισμού. Ο καταναλωτής επίσης δείχνει να προσδοκεί ακόμη μεγαλύτερες εξελίξεις γύρω από το έξυπνο σπίτι στο άμεσο μέλλον, γεγονός που τον κάνει να αναμένει νέες αλλαγές στην αγορά προτού κινηθεί. Αν θέλουμε να αλλάξουμε αυτό το στατικό κλίμα έμφαση θα πρέπει να δοθεί στη χρηστικότητα και τη λειτουργικότητα του έξυπνου σπιτιού, καθώς και στη φιλικότητα προς το χρήστη. Η τεχνολογία πρέπει να γίνει οικεία και γνωστή στο χρήστη. Αν μπορούσαμε να δώσουμε στο καταναλωτικό κοινό σαφή εικόνα γύρω από τον τρόπο λειτουργίας του έξυπνου σπιτιού το κλίμα στην αγορά θα βελτιωθεί. Το έξυπνο σπίτι ήρθε για να κάνει τη ζωή μας πιο απλή και εύκολη και όχι πιο περίπλοκη.

Η Nokia πραγματοποίησε μια έρευνα γύρω από το θέμα της αποδοχής της τεχνολογίας έξυπνου σπιτιού από το κοινό. Η έρευνα κατέδειξε ως κύρια αιτία για την αντίσταση του

αγοραστικού κοινού την απουσία συμβατότητας μεταξύ των συσκευών και των επιμέρους δικτύων, δηλαδή με άλλα λόγια την έλλειψη κοινών προτύπων στο χώρο. Οι υψηλές τιμές αποδείχτηκε ότι επηρεάζουν αρνητικά το χρήστη, αλλά σε μικρότερο βαθμό από το αναμενόμενο. Θέματα ιδιωτικότητας φάνηκε ότι προβληματίζουν σοβαρά το αγοραστικό κοινό. Οι κάμερες, οι αισθητήρες και οι άλλοι μηχανισμοί που βρίσκονται μέσα στο έξυπνο σπίτι συγκεντρώνουν πολλά προσωπικά δεδομένα για το χρήστη, γεγονός που δημιουργεί στον τελευταίο ανασφάλεια και ανησυχία. Αυτή η ανησυχία προκύπτει από το γεγονός ότι σχεδόν κάθε κομμάτι του έξυπνου σπιτιού είναι δικτυωμένο ενσύρματα ή ασύρματα με το οικιακό ενδοδίκτυο, το οποίο με τη σειρά του είναι κατά πάσα πιθανότητα συνδεδεμένο στο Διαδίκτυο. Τα κενά ασφαλείας που έχουν παρουσιαστεί κατά καιρούς στο Internet και οι διάφορες επιθέσεις hacking που έχουν καταγραφεί βρίσκονται πίσω από το φόβο του μέσου χρήστη. Είναι σημαντικό, λοιπόν, οι δομές μέσα στο έξυπνο σπίτι να είναι στιβαρές και το σύστημα να είναι πλήρως προφυλαγμένο από εξωτερικές απειλές, ακόμη και αν χρειαστεί να θυσιαστεί κομμάτι της λειτουργικότητας που τελικά προσφέρεται.

Άλλο ένα μείζον θέμα είναι ότι η μεγαλύτερη μερίδα χρηστών κατέχουν ήδη κάποιο σπίτι και όπως έχει προαναφερθεί είναι πολύ πιο δύσκολο να τροποποιήσεις ένα υπάρχον σπίτι στο να γίνει έξυπνο σε σχέση με το να δημιουργήσεις ένα έξυπνο σπίτι από τα θεμέλια. Κατά τη διαδικασία προκύπτουν πρόσθετα κόστη χρειάζεται πρόσθετος χρόνος ρυθμίσεων και τροποποιήσεων. Μπορεί τα σημερινά σπίτια να διαθέτουν κάποια από τα στοιχεία που χρειάζεται ένα έξυπνο σπίτι (όπως πρόσβαση στο Internet, ηλεκτρονικούς υπολογιστές, κινητά τηλέφωνα, σύγχρονες τηλεοράσεις κ.α.). Ωστόσο, ακόμη και έτσι υπολείπονται αρκετές δομές και χαρακτηριστικά που είναι απαραίτητα (όπως δίκτυα αισθητήρων, διεπιφάνειες χρήστη, ειδικό λογισμικό, πρόσθετα τερματικά κ.α.).

Κάτι ακόμα που μπορεί να αποτελεί αρνητικό παράγοντα όσον αφορά τη διάδοση του έξυπνου σπιτιού είναι η έλλειψη επαρκούς διαφήμισης, καθώς και διάφορες προκαταλήψεις που διαδίδονται καταλήγουν να αποτελούν δυσφήμιση για το έξυπνο σπίτι. Κάποιοι περιγράφουν το έξυπνο σπίτι ως μια εκδοχή του «Μεγάλου Αδερφού», ως ένα περιβάλλον που ελέγχει το χρήστη και κυριαρχεί στην καθημερινότητα του καταστρώντας τον άβουλο ον. Άλλοι ισχυρίζονται ότι δεν δέχονται να στραφούν στο έξυπνο σπίτι γιατί θα ένιωθαν άχρηστοι και οκνηροί εάν άφηναν στην τεχνολογία να αναλάβει τις καθημερινές αγγαρείες και άλλες ενέργειες ρουτίνας. Όλα αυτά ουδεμία σχέση έχουν με την πραγματικότητα, διότι ο στόχος του έξυπνου σπιτιού είναι να θέσει το χρήστη πραγματικά κυρίαρχο στο έξυπνο περιβάλλον και όχι απλό υποχείριο. Η βιομηχανία πρέπει να προωθήσει δυναμικά και οργανωμένα το concept του έξυπνου σπιτιού και να εξασφαλίσει ότι ο τελικός χρήστης θα μπορεί να έχει μια πραγματική και αντιπροσωπευτική εικόνα γύρω από το θέμα.

9.2 Μελλοντικές Κατευθύνσεις

Με όλες τις τεχνολογικές καινοτομίες πάντα υπάρχει το εξής πρόβλημα στα αρχικά στάδια ανάπτυξης: Το κόστος της νέας τεχνολογίας μπορεί να γίνει πολύ υψηλό κατά την αρχική της εμφάνιση, εξαιτίας της μικρής ζήτησης που θα υπάρχει στην αγορά και της μεγάλης επένδυσης που θα χρειαστεί για την ανάπτυξη. Στην πράξη πολλοί λίγοι θα είναι εκείνοι που θα είναι σε θέση να αποκτήσουν το προϊόν. Επιπλέον, όταν εμφανίζεται κάτι φρέσκο στην αγορά χρειάζεται άμεσα πολλές υποστηρικτικές υπηρεσίες και εφαρμογές να το συνοδεύουν, διαφορετικά ελλοχεύει ο κίνδυνος να εξαφανιστεί από την αγορά. Ο χρήστης δε θα προμηθευτεί ένα σύστημα έξυπνου σπιτιού που θα υποστηρίζει μονάχα λίγους αισθητήρες και μερικές συσκευές και οι εταιρίες κατ'επέκταση δεν θα δημιουργήσουν πρόσθετα και εφαρμογές για ένα σύστημα έξυπνου σπιτιού που δεν το χρησιμοποιεί κανένας. Έτσι, προκύπτει μια κατάσταση όπου δεν υπάρχουν εφαρμογές λόγω έλλειψης συμβατών προϊόντων και δεν υπάρχουν συμβατά προϊόντα λόγω της έλλειψης εφαρμογών στην αγορά. Το γεγονός αυτό κάνει την έρευνα γύρω από το έξυπνο σπίτι αληθινή πρόκληση, καθώς υπάρχουν σχετικά λίγες υλοποιήσεις έξυπνων σπίτια σε πλήρη έκταση γύρω μας. Αυτό σημαίνει ότι είναι δύσκολο να διενεργηθούν έρευνες ευρείας κλίμακας, κάτι που κάνει ακόμα πιο πολύτιμες τις μικρότερες επιμέρους έρευνες που γίνονται γύρω από το θέμα. Πολλές φορές γίνεται χρήση προσομοιώσεων στις έρευνες αυτές για πρακτικούς λόγους. Όσο περισσότερο διαδοθεί το έξυπνο σπίτι, τόσο πιο εύκολο θα είναι να μεταφέρουμε την ερευνητική διαδικασία από τα εργαστήρια στο πραγματικό περιβάλλον. Όσον αφορά την προτυποποίηση, οι τελευταίες εξελίξεις δείχνουν ότι δεν θα υπάρχει ένα και μοναδικό πρότυπο που θα επικρατήσει, αλλά θα υπάρχουν αρκετά διαφορετικά πρότυπα που θα είναι διαθέσιμα προς επιλογή ανάλογα τα δεδομένα, τις συνθήκες και την κατάσταση με την οποία έχουμε να κάνουμε.

Τη δεδομένη στιγμή το έξυπνο σπίτι έχει να προσφέρει πολλές λειτουργίες και διαθέτει εντυπωσιακά χαρακτηριστικά. Αυτό που του λείπει όμως είναι μια εφαρμογή που θα κάνει πάταγο και θα τραβήξει τον κόσμο. Με άλλα λόγια χρειάζεται το κάτι παραπάνω. Βλέπουμε ότι ο μέσος όρος του πληθυσμού ανεβαίνει στις ανεπτυγμένες χώρες και το ποσοστό των ανθρώπων τρίτης ηλικίας αυξάνεται αναλόγως. Προκύπτει κατά τα φαινόμενα ανάγκη για καινοτομίες στον τομέα της υγείας και της περίθαλψης στο σπίτι. Υπάρχει τεράστια ζήτηση για οικιακά περιβάλλοντα που θα βοηθούν τους ανθρώπους της τρίτης ηλικίας στην καθημερινότητά τους. Το έξυπνο σπίτι μπορεί να καλύψει αυτή τη ζήτηση ικανοποιώντας την ανάγκη για φροντίδα στο σπίτι και αυτόματη περίθαλψη. Μάλιστα, υπάρχει η ευκαιρία για συνεργασία με τους διάφορους κοινωνικούς φορείς που έτσι και αλλιώς ξοδεύουν τεράστια ποσά για την υγεία της τρίτης ηλικίας. Μέρος των ποσών αυτών θα μπορούσε να επενδυθεί σε υλοποιήσεις έξυπνων σπιτιών, με αποτέλεσμα αμοιβαία οφέλη τόσο για τους κοινωνικούς φορείς όσο και για τους ηλικιωμένους αλλά και την ίδια την τεχνολογία. Οι σημερινές εφαρμογές έξυπνων σπιτιών αναπτύσσονται κατά κύριο λόγο από εταιρίες που ανήκουν στους κλάδους της ηλεκτρονικής, της ιατρικής και των τηλεπικοινωνιών, δηλαδή εταιρίες που δε συνεργάζονται κατά κανόνα με τις εταιρίες του κατασκευαστικού κλάδου. Γεγονός είναι πως ο αριθμός των εταιριών και των οργανισμών που έχουν δείξει ενδιαφέρον γύρω από την κατασκευή και την ανάπτυξη έξυπνων σπιτιών είναι εντυπωσιακά μεγάλος. Οι κατασκευαστικές εταιρίες κατά γενική ομολογία υλοποιούν τις κατασκευές με βάση εδραιωμένα μοντέλα παραγωγής, δίνοντας προτεραιότητα στην αποδοτικότητα, το χαμηλό κόστος και την βέλτιστη χρησιμοποίηση του εργατικού τους δυναμικού. Το γεγονός ότι στο

έξυπνο σπίτι εμπλέκονται εταιρίες και άτομα από όλους τους τεχνολογικούς κλάδους(και όχι μόνο) δείχνει ότι έχουμε να κάνουμε με γκρουπ συμφερόντων που συχνά συγκρούονται. Βλέπουμε ότι στην πράξη η ανάπτυξη ενός έξυπνου σπιτιού απαιτεί οργάνωση, πειθαρχία και συνδρομή από πολλαπλά επιστημονικά πεδία.

Οι νέες τεχνολογικές δομές θα πρέπει να εισαχθούν στα σπίτια σταδιακά και όχι ακαριαία. Αυτό θα βοηθήσει τους χρήστες να εξοικειωθούν με τις νέες λειτουργίες και τις καινούργιες διεπιφάνειες βήμα βήμα. Πολύ σημαντικό είναι να λαμβάνονται υπόψη οι απαιτήσεις και τα θέλω των χρηστών κατά το σχεδιασμό του έξυπνου σπιτιού. Είναι πολύ πιο υγιές να προβλέπεις από την αρχή τι δομές χρειάζονται παρά να κάνεις συνεχείς τροποποιήσεις μετά την υλοποίηση. Το ζητούμενο είναι να έχουμε ένα έξυπνο σπίτι που θα καλύψει τις ανάγκες του εκάστοτε ατόμου ξεχωριστά και όχι ένα γενικευμένο πακέτο που θα απευθύνεται σε μαζική κατανάλωση. Οι προβλέψεις για το σπίτι του αύριο αναφέρουν ότι θα υπάρχουν πολλές επιλογές για το χρήστη κατά τη φάση αγοράς του σπιτιού. Έτσι, και η τεχνολογία που αφορά το έξυπνο σπίτι θα πρέπει να γίνει ευέλικτη και πολυπρόσωπη, ώστε να υποστηρίζει στην πράξη πολλά σενάρια και καταστάσεις.

9.3 Τελικές Σκέψεις

Το μεγαλύτερο εμπόδιο κατά την ανάπτυξη έξυπνων σπιτιών είναι η συμβατότητα και τα προβλήματα που προκύπτουν από τις διεπιφάνειες χρήστη με αυξημένη πολυπλοκότητα. Στην πράξη γίνεται δύσκολη η αφομοίωση της τεχνολογίας και η πλήρης πρόβλεψη του ανθρώπινου παράγοντα. Η λύση που προτείνεται για το ζήτημα μπορεί να διαχωριστεί σε δύο μέρη:

Τα προβλήματα συμβατότητας μπορούν να απαλειφτούν με τη χρήση του middleware και με την επιλογή της καταλληλότερης τεχνολογίας για την κάθε εφαρμογή ξεχωριστά. Υπάρχουν αντάπτορες και μετατροπείς που μπορούν και επίσης να βοηθήσουν στο πρόβλημα. Η συμβατότητα και η προτυποποίηση σχετίζονται πολύ στενά, αλλά υπάρχουν και μερικά θέματα που δεν έχουν να κάνουν σε καμία περίπτωση με την προτυποποίηση. Για παράδειγμα, τα κοινωνικά και ψυχολογικά ζητήματα ποικίλουν έντονα μεταξύ των διαφόρων γκρουπ χρηστών και δεν υπόκεινται σε προτυποποίηση. Ακόμη, τα πρότυπα πολλές φορές μπορεί να έχουν μικρή διάρκεια ζωής. Βλέπουμε ότι στον τεχνολογικό κόσμο το ένα πρότυπο διαδέχεται το άλλο σε συνάρτηση με τις τεχνολογικές εξελίξεις που παρουσιάζονται ανά πάσα στιγμή. Λίγα είναι τα πρότυπα που μένουν σε ισχύ για μεγάλο χρονικό διάστημα. Συνήθως υπάρχει ανανέωση και αντικατάσταση προτύπων ανά τακτά χρονικά διαστήματα και αυτό που αξίζει να τονιστεί είναι ότι τα εκάστοτε καινούργια πρότυπα δεν υποστηρίζουν κατά ανάγκη εκείνα που αντικατέστησαν. Μπορούμε, λοιπόν, να πούμε ότι το έξυπνο σπίτι και η τεχνολογία του έξυπνου σπιτιού γενικότερα θα πρέπει να είναι σε θέση ανά πάσα στιγμή να δεχτούν μια νέα τεχνολογία. Συνεπώς, η απουσία επισήμων προτύπων στο χώρο έχει και τη θετική της πλευρά, διότι καταστά το έξυπνο σπίτι πιο ευέλικτο και πιο προσαρμόσιμο ως τεχνολογικό προϊόν.

Τα προβλήματα που σχετίζονται με τις διεπιφάνειες χρήστη μπορούν να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά μόνο με την πρόληψη και πρόβλεψη κατά τη φάση της

σχεδίασης. Πρέπει να αποφεύγουμε τα περίπλοκα layout κουμπιών και τα παραφορτωμένα μοτίβα. Προσοχή πρέπει να δίνεται και στην ορολογία που χρησιμοποιείται. Η συγκέντρωση των διεπιφανειών σε ένα κεντρικό σημείο μπορεί να βοηθήσει στη δημιουργία κοινών μοτίβων και προτύπων, κάνοντας ευκολότερο το έργο της συντήρησης. Αν όμως ο σχεδιασμός των διεπιφανειών δεν είναι ο κατάλληλος μπορεί αυτή ακριβώς η συγκέντρωση να αποδειχτεί άκρως αντιπαραγωγική. Από την άλλη, ο έλεγχος μιας συσκευής μέσα από τη διεπιφάνεια μιας άλλης μπορεί να έχει το ίδιο θετικό ή το ίδιο αρνητικό αποτέλεσμα. Εάν η σχεδίαση είναι κατάλληλη μπορούμε να πετύχουμε ευελιξία και διαλειτουργικότητα. Εάν η σχεδίαση είναι φτωχή και πάλι θα έχουμε πρόβλημα. Στη βέλτιστη περίπτωση ο χρήστης έχει να επιλέξει ανάμεσα σε πολλές διεπιφάνειες. Με τον τρόπο αυτό δίνεται σε αυτόν η ευκαιρία να διαλέξει ανάλογα με τις συνθήκες την πλέον κατάλληλη διεπιφάνεια. Δεν πρέπει να παραλείψουμε να αναφέρουμε ότι το κινητό τηλέφωνο αρχίζει και καθιερώνεται ως ελεγκτικός μηχανισμός μέσα στο σπίτι. Δεν είναι παρακινδυνευμένο να πούμε ότι στο μέλλον το κινητό τηλέφωνο θα αποτελέσει την πλέον δημοφιλή διεπιφάνεια χρήστη μέσα στο έξυπνο σπίτι, καθώς προσφέρει όλο και περισσότερα χαρακτηριστικά και επιλογές συνδεσιμότητας.

Ανακεφαλαιώνοντας, εάν θέλουμε να έχουμε τη μέγιστη δυνατή ικανοποίηση για τον τελικό χρήστη, η τεχνολογία έξυπνου σπιτιού θα πρέπει να πληροί τις εξής προϋποθέσεις:

- Θα πρέπει να παρέχει επαρκή οφέλη.
- Θα πρέπει να είναι ευέλικτη και προσαρμόσιμη, αφήνοντας περιθώρια για μελλοντική επέκταση και τροποποίηση.
- Θα πρέπει να είναι εύκολη στην εγκατάσταση και στη συντήρηση.
- Θα πρέπει να παρέχει βελτιωμένη χρηστικότητα και μηχανισμούς ελέγχου μέσω κατάλληλων διεπιφανειών χρήστη.
- Θα πρέπει να επιτρέπει στο χρήστη να έχει τον έλεγχο και να λαμβάνει εκείνος τις αποφάσεις υψηλού επιπέδου του συστήματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10^ο

Επίλογος

Το έξυπνο σπίτι αποτελεί ένα από τα σπουδαιότερα τεχνολογικά θέματα της εποχής μας και στην έρευνα γύρω από αυτό εμπλέκονται πολυάριθμες επιστήμες και τεχνολογικά πεδία από το χώρο της τεχνητής νοημοσύνης, του πανταχού παρόντος προγραμματισμού, της κοινωνικής έρευνας κ.α. Όταν κανείς προσπαθήσει να ασχοληθεί εις βάθος με το θέμα του έξυπνου σπιτιού αντιλαμβάνεται ότι προκύπτουν πολλαπλά ζητήματα και αυξανόμενες πολυπλοκότητες σε όλα τα στάδια κατασκευής του, από τη μελέτη ως την υλοποίηση του. Το να καλύψει κανείς όλα τα ζητήματα που σχετίζονται με το έξυπνο σπίτι είναι πρακτικά αδύνατο, ειδικά σε μία πτυχιακή εργασία.

Στην παρούσα εργασία αρχικά αναφερθήκαμε στο τι είναι έξυπνο σπίτι και ποια είναι τα στοιχεία εκείνα που συνθέτουν ένα έξυπνο περιβάλλον. Κατόπιν τονίστηκαν οι απαιτήσεις του χρήστη σε ότι έχει να κάνει με θέματα σχεδιασμού και όχι μόνο. Έπειτα έγινε αναφορά μερικών αντιπροσωπευτικών project-πειραμάτων που έχουν υλοποιηθεί στο παρελθόν. Δε θα μπορούσαμε να μην αναλύσουμε και τα θέματα που αφορούν τη δικτύωση μέσα στο έξυπνο σπίτι. Έτσι έγινε περιγραφή των διαφόρων σχετικών τεχνολογιών και τοπολογιών δικτύου. Κατόπιν θίξαμε το ζήτημα της τεχνητής νοημοσύνης στο έξυπνο σπίτι και έπειτα έγινε αναφορά στο θέμα της αρχιτεκτονικής λογισμικού. Δε θα μπορούσαμε να μην αναφέρθουμε και στις διεπαφές-διεπιφάνειες χρήστη. Ακόλουθα καταπιαστήκαμε με τις open source εφαρμογές που υπάρχουν γύρω από το έξυπνο σπίτι με την έμφαση να δίνεται σε δύο από αυτές, το misterhouse και το jHomeNet. Τέλος, έγινε μια συνοπτική ανάλυση γύρω από τους λόγους που το έξυπνο σπίτι δεν έχει γνωρίσει ακόμη τη διάδοση που του αρμόζει.

Αυτό που αξίζει έστω και στο σημείο αυτό να τονιστεί είναι πως αν θέλουμε το έξυπνο σπίτι να αποτελέσει στο άμεσο μέλλον κομμάτι της καθημερινότητας μας θα πρέπει να μεταφέρουμε τη διαδικασία σχεδίασης και ανάπτυξης από τα εργαστήρια στα πραγματικά σπίτια. Οι κάτοικοι του εκάστοτε σπιτιού θα πρέπει να γίνουν στην πράξη -έστω με έμμεσο τρόπο- οι πραγματικοί σχεδιαστές του, διαφορετικά όσο καλό και να είναι ένα σύστημα έξυπνου σπιτιού ποτέ δε θα γίνει πλήρως επιθυμητό και αποδεκτό.

Μια ερώτηση που γίνεται συχνά σε ότι έχει να κάνει με το έξυπνο σπίτι είναι πότε θα καθιερωθεί η σχετική τεχνολογία στην αγορά, δηλαδή με άλλα λόγια πότε τα σημερινά σπίτια θα γίνουν έξυπνα. Στο κοντινό παρελθόν οι προσδοκίες και οι προβλέψεις γύρω από το έξυπνο σπίτι ήταν πολύ αισιόδοξες. Έτσι αν κάναμε σε έναν ερευνητή ακριβώς αυτήν την ερώτηση πριν δέκα χρόνια, πολύ πιθανόν να μας έλεγε ότι εντός δεκαετίας το έξυπνο σπίτι θα έχει γίνει η de facto επιλογή οικίας. Δυστυχώς, το χρονικό πλαίσιο παραμένει και σήμερα το ίδιο, δηλαδή υπολογίζεται ότι το έξυπνο σπίτι θα καθιερωθεί μέσα σε δέκα χρόνια από σήμερα. Είναι πάντως γεγονός ότι τα τελευταία χρόνια έχει υπάρξει τεράστια τεχνολογική πρόοδος στο χώρο και έχουν γίνει πολλά βήματα μπροστά. Ωστόσο, υπάρχει ακόμα λίγος δρόμος να διανύσουμε μέχρι να φτάσουμε στη μέρα που θα μπορεί ο καθένας από μας να καθήσει και να απολαύσει το δικό του έξυπνο σπίτι.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11^ο

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [ΑΔΑ09] Αδαμόπουλος Αλέξιος, 2009, *ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΕΞΥΠΝΟ ΣΠΙΤΙ*, συγγραφή άρθρου 31
- [SAN09] Greger Sandstrom, 2009, *Smart Homes and User Values -Long-term evaluation of IT-services in Residential and Single Family Dwellings*, διδακτορική διατριβή, Royal Institute of Technology, Στοκχόλμη,
- [IST01] IStag, 2001, *SCENARIOS FOR AMBIENT INTELLIGENCE IN 2010*, K. Ducatel, M.Bogdanowicz, F. Scapolo, J. Leijten & J-C.Burgelman, IPTS-Seville, σελ.17-20
- [MEY02] Dr. Sibylle Meyer & Dr. Eva Schulze, 2002, *Smart Home and the Aging User - Trends and Analyses of Consumer Behavior*, Symposium „Domotics and Networking“ (παρουσίαση), Miami,
- [ICTSB] ICTSB Project team final background report, 15.05.00, *Ch.15 Smart Housing*,
- [SHA98] Steve Shafer, John Krumm, Barry Brumitt, Brian Meyers, Mary Czerwinski, Daniel Robbins, 1998, *The New EasyLiving Project at Microsoft Research*, Microsoft Corporation
- [QUT10] Mahmoud A. Al-Qutayri, 2010, *Smart Home Systems*, In-Teh, Vukovar, Croatia,
- [BIS07] Blerta Bishaj, 2007, *Comparison of Service Discovery Protocols*, Helsinki University of Technology
- [SOM04] Ian Sommerville, 2004, *Software Engineering, 7th edition*, chapter 16 (παρουσίαση)
- [BRE09] David Bregman, Arik Korman, 2009, *A Universal Implementation Model for the Smart Home*, International Journal of Smart Home

[URL1] <http://ailab.wsu.edu/mavhome/>

[URL2] http://www.tamersahin.com/mssecrets/aladdin/Wang_WinSysSymp.html

[URL3] http://en.wikipedia.org/wiki/X10_%28industry_standard%29

[URL4] <http://en.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>

[URL5] http://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11

[URL6] <http://www.zigbee.org/>

[URL7] <http://www.rfid.org/>

[URL8] http://en.wikipedia.org/wiki/Network_topology

[URL9] http://en.wikipedia.org/wiki/Middleware#Middleware_in_distributed_applications

[URL10] <http://www.osgi.org/About/HomePage>

[URL11] <http://www.coba-group.com/>

[URL12] http://en.wikipedia.org/wiki/Service_discovery

[URL13] <http://en.wikipedia.org/wiki/MicroC/OS-II>

[URL14] <http://publib.boulder.ibm.com/infocenter/ablxhelp/v8r4m0/index.jsp?topic=%2Fcom.ibm.db2.abx.dev.doc%2Fabx-c-develop-052.html> 161

[URL15] <http://en.wikipedia.org/wiki/Feedback>

[URL16] http://en.wikipedia.org/wiki/Natural_user_interface

[URL17] http://en.wikipedia.org/wiki/Graphical_user_interface

[URL18] <http://www.microsoft.com/surface/en/us/default.aspx>

[URL19] http://en.wikipedia.org/wiki/Augmented_reality

[URL20] http://www.idemployee.id.tue.nl/g.w.m.rauterberg/presentations/Build-It_Story/sld002.htm