

**Συστήματα έξυπνων σπιτιών  
'ψηφιακός έλεγχος, διαχείριση και υποστηρικτικές  
τεχνολογίες οικημάτων και κτηρίων'**



Παναγιώτης Μαριόλας - ME13048

ΠΜΣ Δικτυοκεντρικά Συστήματα  
Πανεπιστήμιο Πειραιώς  
Ακαδημαϊκό έτος 2014-2015  
Πτυχιακή εργασία

Επιβλέπων: Κώστας Τσαγκάρης

# Περιεχόμενα

.....	3
1. Σύνοψη.....	4
2. Εισαγωγή .....	5
3. Σπίτια με αυτοματοποιημένα συστήματα.....	7
3.1 Αυτόνομα σπίτια.....	7
3.2 Κατηγορίες smart homes.....	7
3.2.2 Controllable houses.....	7
3.2.2 Programmable houses .....	9
3.2.3 Intelligent houses.....	10
3.3 Θετικά και αρνητικά των smart homes.....	11
3.3.1 Πλεονεκτήματα του έξυπνου σπιτιού.....	11
3.3.2 Μειονεκτήματα του έξυπνου σπιτιού .....	12
3.3.3 Controllable σπίτια .....	12
3.3.4 Programmable σπίτια.....	13
3.3.5 Intelligent σπίτια.....	14
4. Η βασική τεχνολογία.....	15
4.1 Τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται.....	16
4.1.1 Bluetooth.....	16
4.1.2 ZigBee (IEEE 802.15.4).....	17
4.1.3 RFID.....	17
4.1.4 GSM / GPRS.....	19
4.1.5 WiFi (IEEE 802.11).....	19
4.2 Η υποστήριξη στις αυτόνομες κατοικίες.....	21
4.3 Αισθητήρες και οι συσκευές υποστήριξης.....	22
4.4 Αισθητήρες.....	23
4.4.1 Ασύρματο δίκτυο αισθητήρων.....	24
4.4.2 Χαρακτηριστικά.....	25
4.4.3 Εφαρμογές.....	25
4.5 Εγκαταστάσεις.....	26
4.6 Υπολογιστικές Τεχνολογίες .....	27
4.6.1 Ubiquitous Computing και άλλες τεχνολογίες.....	27
4.6.2 Context-aware Computing.....	28
4.6.3 Agent Based Computing.....	29
5. Ρύθμιση ενός Smart Home.....	31
6. Εφαρμογές.....	32
6.1 Συσκευές παρακολούθησης και ελέγχου.....	32
6.2 Ασφάλεια και Προστασία.....	33
6.3 Τηλεφροντίδα υγείας.....	34
6.3.1 Η διαμόρφωση εγκαταστάσεων για την παροχή στήριξης.....	35
6.3.1.1 Η προσπάθεια μίμησης των κατοίκων φροντιστών.....	35
6.3.1.2 Φωνητικές οδηγίες και υπενθυμίσεις.....	36
6.3.1.3 Σχεδιασμός των συσκευών υποστήριξης.....	37
6.3.2 Οι αισθητήρες και το αποτέλεσμα τους σε συνδυασμό με τους φροντιστές.....	38
6.3.2.1 Νυκτερινή περιπλάνηση.....	38
6.3.2.2 Υποστήριξη στην κουζίνα.....	39
6.4 Επεξεργασία των δεδομένων του αισθητήρα.....	40
6.4.1 Κρίνοντας πολύπλοκη ανθρώπινη συμπεριφορά.....	40
6.4.2 Έμμεση απόφαση της συμπεριφοράς.....	41
6.4.3 Ερμηνεία των δεδομένων.....	41
6.5 Επαυξημένα σενάρια.....	42
6.5.1 Περισσότεροι από ένας κάτοικος.....	42

6.5.2 Προσαρμοζόμενα στις ανάγκες σπίτια.....	43
6.5.3 Συναισθηματικό σπίτι.....	44
6.6 Μέτρηση της ενέργειας.....	44
6.7 Ελέγχος Περιβάλλοντος.....	45
6.8 Πρόσβαση σε πληροφορίες.....	46
6.9 Πλεονεκτήματα χρήσης έξυπνης τεχνολογίας για απομακρυσμένη βοήθεια.....	46
7. Οφέλη ενός έξυπνου σπιτιού .....	47
8. Background and related works .....	48
8.1 Arduino και Google ADK.....	48
8.2 Έξυπνα Σπίτια.....	49
8.3 Υπηρεσίες Cloud και IoT.....	49
8.4 Σχεδιασμός Συστήματος.....	50
8.5 Εφαρμογή ενός sample module με την πλατφόρμα Cosm.....	53
9. Αφθονία ευφών προϊόντων.....	56
10. Αποδοτικότητα και διασκέδαση.....	57
11. Έξυπνο σπίτι και κοινωνικές προκλήσεις.....	59
12. Ανάλυση ιδιωτικότητας και ασφάλειας στον τομέα των υπηρεσιών τηλεϋγείας.....	61
12.1 Οι απαιτήσεις προστασίας προσωπικών δεδομένων για λύσεις έξυπνο σπίτι της υγειονομικής περίθαλψης.....	63
12.1.1 Αρχές Προστασίας Προσωπικών Δεδομένων.....	63
12.2 Λύσεις ιδιωτικότητας στα έξυπνα σπίτια.....	69
12.3 Αξιολόγηση της ιδιωτικής ζωής στην υγειονομική περίθαλψη στα έξυπνα σπίτια .....	73
12.4 Υπάρχουσα κατάσταση στο θέμα της ασφάλειας.....	73
13. Η παρουσία των εταιριών στο χώρο της έξυπνης τεχνολογίας .....	75
13.1 Επιχειρήσεις στη χώρα μας (GR).....	75
13.1.1 HellasCom International A.E. ....	75
13.2 Έξυπνες υπηρεσίες στο εξωτερικό .....	76
13.2.1 Βέλγιο.....	77
13.2.2 Νορβηγία.....	77
13.2.3 Νότια Κορέα.....	78
13.2.4 Ιταλία.....	78
13.2.5 Ισπανία - Βαρκελώνη.....	78
13.2.6 Ηνωμένες Πολιτείες.....	79
14. Από την θεωρία στην πράξη .....	80
14.1. Οι αυτοκινητοβιομηχανίες στο χώρο των smart homes.....	80
14.1.1 Nissan .....	80
14.1.2 Honda.....	80
14.2 Έξυπνες τεχνολογίες από τη Samsung.....	81
14.3 Έξυπνες εφαρμογές από τη Microsoft.....	82
14.4 Η οικονομική αξία της εφαρμογής των έξυπνων τεχνολογιών.....	83
14.5 Η εξέλιξη της χρήσης του smartphone.....	83
15. Συμπεράσματα.....	85
16. Βιβλιογραφία.....	87

## 1. Σύνοψη

Η έξυπνη τεχνολογία υπάρχει σήμερα σε κάθε σπίτι σε πρώτη μορφή. Από την απλή χρήση ασύρματου δικτύου που χρησιμοποιείται για την πρόσβαση στο διαδίκτυο, μέχρι την διαχείριση των ηλεκτρικών συσκευών από το χειριστήριό του. Ο σκοπός λοιπόν είναι να διαχειρίζονται όλες αυτές οι συσκευές, θέρμανσης, ψύξης, ασφαλείας κτλ. από ένα κεντρικό χειριστήριο όπως το κινητό ή το tablet. Στη σύγχρονη εποχή το μεγαλύτερο ποσοστό των ανθρώπων έχει πάντα το κινητό του μαζί του. Και εδώ έρχεται η σκέψη της διαχείρισης του σπιτιού του από το κινητό του ενώ βρίσκεται οπουδήποτε στον κόσμο. Ο ιδιοκτήτης μπορεί να νιώσει την ασφάλεια που του προσφέρει η πρόσβαση στην πληροφορία σχετικά με το σπίτι του και να διορθώσει ή να επιβλέπει μια κατάσταση που σε άλλη περίπτωση δεν θα γνώριζε καν ότι υφίσταται, πρωτού έρθει σε επαφή με το αντίστοιχο περιβάλλον.

Κάθε συσκευή που υπάρχει μέσα στο κτίσμα και χρησιμοποιεί ηλεκτρικό ρεύμα, μπορεί να χρησιμοποιεί και το τοπικό δίκτυο και να υπακούει στις εντολές του χρήστη. Οι εντολές μπορεί να είναι φωνητικές ή από κάποιο χειριστήριο. Οι συνήθεις εφαρμογές έχουν να κάνουν με το φωτισμό, την ασφάλεια του σπιτιού, την τηλεόραση, το κλιματισμό και την παρακολούθηση των χώρων.

Η ιδέα υλοποίησης αυτών των εφαρμογών δείχνει δύσκολη στη χρήση αλλά στην πραγματικότητα η τεχνολογία έχει προχωρήσει τόσο πολύ που πολλοί κατασκευαστές ηλεκτρικών συσκευών μπορούν να υποστηρίξουν τις αντίστοιχες τεχνολογίες χωρίς επιπλέον κόστος. Ήδη πολλές συσκευές παρέχουν στο χρήστη την απομακρυσμένη διαχείριση και είναι έτοιμες να ενταχθούν σε ένα ευρύτερο τοπικό δίκτυο.

Βρισκόμαστε λοιπόν στο χρονικό σημείο που έχει δημιουργηθεί μια νέα έννοια, αυτή του διαδικτύου των πραγμάτων-συσκευών, τον γνωστό κόσμο του Internet of Things. (Ashton, 2009)

Η φράση διαδίκτυο των πραγμάτων (Internet of Things) αναφέρεται στα αντικείμενα και στα προϊόντα που είναι συνδεδεμένα και αναγνωρίζονται μέσα από ψηφιακά δίκτυα. Αυτό το διαδικτυακό δίκτυο από προϊόντα και συσκευές γίνεται συνεχώς μεγαλύτερο και καλύτερο κάθε μέρα. Όλες οι ηλεκτρονικές συσκευές στο σπίτι και στα γραφεία εξελίσσονται με γνώμονα την διασύνδεση μέσω δικτύων και τον απομακρυσμένο έλεγχο τους.

Η έρευνα αυτή επικεντρώνεται στη χρήση των τεχνολογιών που επιτρέπουν τον απομακρυσμένο έλεγχο ενός περιβάλλοντος που αλληλεπιδρά με ανθρώπους καθώς και την ευκολία που προσφέρουν οι τεχνολογίες αυτές στους χρήστες τους. Παρουσιάζονται υπάρχοντα συστήματα και τεχνολογίες που προσφέρουν αυτοματισμούς και τηλε-επικοινωνία με συσκευές και ανιχνευτές κίνησης, αισθητήρες κτλ. Ακόμα, αναφέρεται η σημαντικότητα αυτών των συστημάτων για τον τομέα της υγείας και της τηλεπαρακολούθησης από ειδικά κέντρα. (Ashton, 2009)



όπως τα Zigbee, Bluetooth, RFID και Wifi. Άλλες τεχνολογίες όπως το gsm ανοίκουν σε ένα ευρύτερο φάσμα που δημιουργούν ένα πιο μεγάλο δίκτυο, το οποίο όμως μπορεί να συνδυαστεί με τις άλλες τεχνολογίες που αναφέρονται για πιο τοπικά δίκτυα. Στην εφαρμογή αυτών των τεχνολογιών περιλαμβάνονται η παρακολούθηση, ο έλεγχος, ή ασφάλεια, η απομακρυσμένη βοήθεια και υποστήριξη, το κόστος ενέργειας, ο έλεγχος του περιβάλλοντος και η πρόσβαση στην πληροφορία. Μερικοί από αυτούς τους τομείς είναι πιο εξελιγμένοι από άλλους αλλά όλοι είναι υποψήφιοι και αναγκαίοι για την εφαρμογή έξυπνων τεχνολογιών.

Η αρχή της τεχνολογίας για ένα έξυπνο σπίτι είναι η χρήση αισθητήρων εντός του κτίσματος, οι οποίοι θα παρακολουθούν τη συμπεριφορά των κατοίκων και θα αντιδρούν με το περιβάλλον, χρησιμοποιώντας την πληροφορία που εισέπραξαν ώστε να ενεργοποιήσουν τους μηχανισμούς που απαιτούνται.

Η τεχνολογία έχει πραγματικά φτάσει σε σημείο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την βοήθεια των ομάδων ανθρώπων με ειδικές ανάγκες και ηλικιωμένων με προβλήματα υγείας. Μπορεί να υποστηρίξει βασικές ανάγκες ανθρώπων χωρίς να είναι απαραίτητη η παρουσία ειδικών που σε άλλες περιπτώσεις θα κόστιζε αρκετά παραπάνω.

Στις αρχές της χρήσης αυτής της τεχνολογίας υπήρχε η σκέψη ότι θα αντικαθιστούσε τους ειδικούς του κλάδου υποστήριξης αυτών των ανθρώπων. Οι ειδικοί φοβόντουσαν ότι θα χανόταν η προσωπική επαφή που είναι αναγκαία με τους ασθενείς και πολλές φορές απαιτείται συγκεκριμένη μεταχείριση και ανά περίπτωση εξέταση της κατάστασης λόγω των σύνθετων θεμάτων που αντιμετωπίζονται κάθε φορά. Πήρε αρκετό καιρό και χρειάστηκαν πολλές δοκιμές μέχρι να κατανοηθεί ότι αυτή η τεχνολογία δεν αποτελεί αντικαταστάτη του ανθρώπου-ειδικού, αλλά ένα επιπλέον εργαλείο παρακολούθησης και παροχής πληροφοριών. (Stajano, 2010) Έγινε επίσης σαφές ότι μερικές από τις πιο αυτόνομες τεχνολογίες είχαν στην πραγματικότητα πολλά πλεονεκτήματα για τους χρήστες αυτών, σε σχέση με την άμεση επαφή με ειδικούς. Αυτό γιατί τους προσφέρει ένα μεγαλύτερο ποσοστό αυτοπεποίθησης και ελέγχου της ζωής τους.

Το ενδιαφέρον για τις τεχνολογίες απομακρυσμένου ελέγχου που προσφέρουν στους ανθρώπους με ειδικές ανάγκες τη δυνατότητα να ελέγχουν το περιβάλλον που ζουν πιο εύκολα, υπάρχει ήδη εδώ και πολλά χρόνια. Η χρήση συστημάτων περιβαλλοντικού ελέγχου δίνει τη δυνατότητα σε ανθρώπους με ειδικές ανάγκες να έχουν απομακρυσμένο έλεγχο συσκευών - να ανοιγοκλείνουν ηλεκτρικές συσκευές χωρίς άμεση επαφή, να ελέγχουν τις πόρτες και τα παράθυρα του σπιτιού και να παρακολουθούν κάθε μέρος του σπιτιού χωρίς φυσική επαφή. Ο έλεγχος αυτός γίνεται με τη χρήση υπέρυθρων ακτίνων ή ραδιοσυχνότητων.

Όλα τα παραπάνω αναλύονται εκτενώς στις ακόλουθες ενότητες και συνάγονται τελικά συμπεράσματα για την σημερινή κατάσταση, τις προκλήσεις και την μελλονική εξέλιξη του κλάδου.

### **3. Σπίτια με αυτοματοποιημένα συστήματα**

#### **3.1 Αυτόνομα σπίτια**

Η έξυπνη τεχνολογία στο σπίτι χρησιμοποιείται στο έπακρο όταν η ανταπόκριση με τις πληροφορίες του αισθητήρα παρέχεται απευθείας από την εγκατάσταση. Τέτοιες αυτόνομες εγκαταστάσεις μπορούν να μιμηθούν πολύ καλά την υποστήριξη που παρέχεται από ένα κατοίκον φροντιστή. Οι εγκαταστάσεις αυτές έχουν τρεις βασικές συνιστώσες. Πρώτον περιλαμβάνουν μια σειρά από αισθητήρες που έχουν εγκατασταθεί στο σπίτι και μπορούν να παρακολουθούν τη συμπεριφορά του κατοίκου και την αλληλεπίδρασή του με τις οικιακές συσκευές. Δεύτερον, οι συσκευές υποστήριξης μπορούν να πραγματοποιήσουν το είδος των δράσεων που ένας κάτοικος φροντιστής θα μπορούσε να εκτελέσει, όπως να ανάψουν και να κλείσουν τα φώτα ή να χειριστούν την κουζίνα. Τρίτον, έχουν ένα δίκτυο επικοινωνίας που συνδέει όλους τους αισθητήρες και τις συσκευές υποστήριξης. Το δίκτυο έχει ενσωματωμένα υπολογιστικά εργαλεία που μπορούν να εφαρμόζουν αλγορίθμους που χρησιμοποιούν τα δεδομένα του αισθητήρα για να λάβει μια απόφαση για το πώς πρέπει να αντιδράσει. Εάν αποφασίσει ότι χρειάζεται βοήθεια, τότε μπορεί να ενεργοποιήσει τους κατάλληλους μηχανισμούς στήριξης. Θα πρέπει να καλέσει για βοήθεια έξω από το σπίτι σε περίπτωση μόνο έκτακτης ανάγκης. Αυτή η έκκληση για βοήθεια μπορεί να είναι σε τηλεφωνικά κέντρα, αλλά μπορεί επίσης να είναι μέσω αυτοματοποιημένων τηλεφωνημάτων στους γείτονες, με γραπτό μήνυμα και άλλες μεθόδους.

#### **3.2 Κατηγορίες smart homes**

Ένα σπίτι χαρακτηρίζεται έξυπνο, όταν περιλαμβάνει ένα σύστημα που είναι ρυθμισμένο να λειτουργεί σύμφωνα με τις ανάγκες του εκάστοτε ιδιοκτήτη ή κατοίκου. Είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι ο ιδιοκτήτης μιας κατοικίας μπορεί να μην είναι και ο κάτοικος του. Η έρευνα εστιάζει αυστηρά στο χρήστη μιας κατοικίας. Μερικές από τις διάφορες περιπτώσεις έξυπνης συμπεριφοράς που μπορεί να διακρίνει ένα σπίτι είναι, για παράδειγμα, η ρύθμιση της έντασης του φωτισμού ανάλογα με τις εξωτερικές συνθήκες περιβάλλοντος. Μία δεύτερη περίπτωση είναι η δυνατότητα ειδοποίησης των κατάλληλων υπηρεσιών ή της πυροσβεστικής, σε περιπτώσεις παραβίασης του χώρου ή πυρκαγιάς.

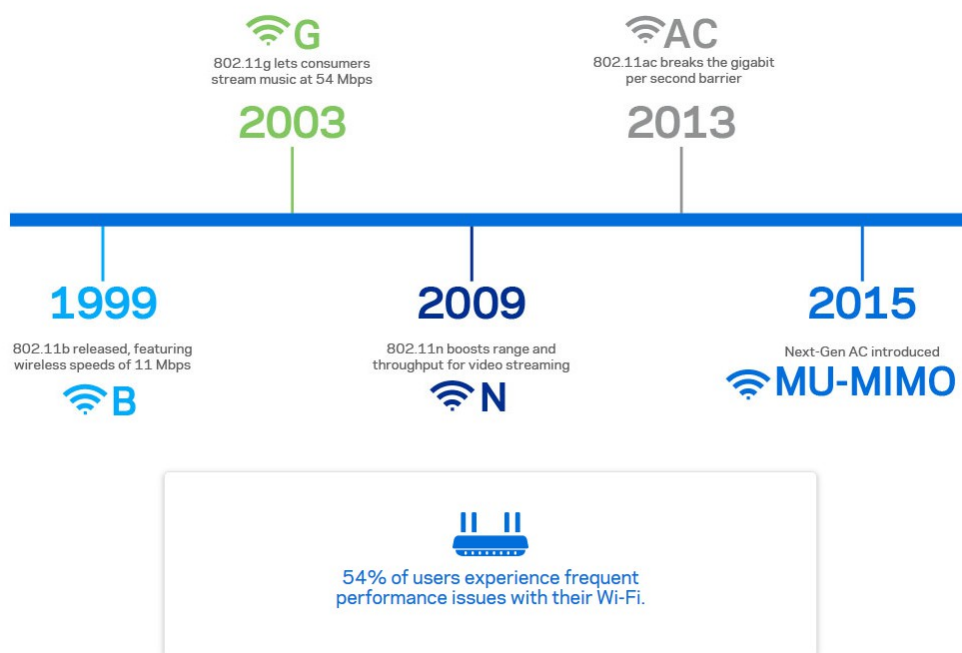
Τα στοιχεία που διαχωρίζουν τα smart homes είναι τα ακόλουθα. Αρχικά είναι οι επιλογές που προσφέρουν στους κατοίκους σε καθημερινό επίπεδο, ανεξάρτητα εάν είναι στο σπίτι ή όχι. Δεύτερον σημαντικό στοιχείο είναι οι τεχνολογίες που υπάρχουν στην απλοποίηση διαδικασιών που κάνουν οι ένοικοι και τέλος το τι απαιτείται από όλα τα προηγούμενα. Συμπερασματικά, οι κατηγορίες που προκύπτουν είναι τα ελεγχόμενα σπίτια (controllable), τα προγραμματιζόμενα σπίτια (programmable) και τα ευφυή σπίτια (intelligent). (Pilich, 2004)

##### **3.2.2 Controllable houses**

Ως ελεγχόμενα σπίτια, ορίζουμε τις κατοικίες εκείνες, τις οποίες μπορεί να ελέγξει με

απλό τρόπο ο κάτοικός τους. Με τα εξελιγμένα τεχνολογικά συστήματα που διαθέτουν, μπορούν να προσφέρουν στους χρήστες ευκολία και άνεση όταν κινούνται μέσα σε αυτά. Τέτοιου είδους κατοικίες, μπορούν να διαχωριστούν στις εξής κατηγορίες:

-Σπίτια με διασυνδεδεμένες ηλεκτρικές συσκευές (houses with interconnected devices) . Σε αυτή την κατηγορία, οι οικιακές συσκευές όπως, το ραδιόφωνο, ο ηλεκτρονικός υπολογιστής, τα ηχεία, η τηλεόραση, οι οθόνες, τα μικρόφωνα και οι κάμερες είναι διασυνδεδεμένα, ενισχύοντας έτσι περισσότερο τον τομέα της ψυχαγωγίας. Τα πλεονεκτήματα μιας τέτοιας τεχνολογικής υποδομής είναι η ανταλλαγή ψηφιακών δεδομένων μεταξύ των συσκευών και η άνετη επικοινωνία μεταξύ των σπιτιών. Οι απαιτήσεις για την υλοποίηση μιας τέτοιας κατοικίας είναι μόνο η εγκατάσταση ενός ευρυζωνικού ενσύρματου ή ασύρματου δικτύου. Κρίνεται επίσης, απαραίτητη και η δυνατότητα ελέγχου όλων αυτών των διασυνδεδεμένων συσκευών από ένα μοναδικό χειριστήριο (όπως αναφέρεται παρακάτω). Η ανάγκη αυτή, ελέγχου όλων αυτών των συσκευών αποδεικνύεται έμπρακτα και από την εταιρία Linksys, η οποία προσφέρει στους πελάτες της ένα ευρύ φάσμα επιλογών για τη διασύνδεση συσκευών και χρηστών. (<http://www.linksys.com/us/home-wifi-internet-speed-evolution/>)





-Σπίτια με μια μοναδική κονσόλα ελέγχου. Αυτό το σύστημα περιέχει αρκετά υποσυστήματα από ηλεκτρικές συσκευές που ο χρήστης μπορεί να χειριστεί από ένα και μοναδικό σημείο ελέγχου, είτε αυτό είναι ένα remote control είτε μια κεντρική κονσόλα. Η εφαρμογή μιας τέτοιας τεχνολογίας απαιτεί μια μέθοδο διασύνδεσης των συσκευών και της μάδας ελέγχου που μπορεί να γίνει είτε με τη σωστή καλωδίωση είτε ασύρματα

- Σπίτια ελεγχόμενα με ανθρώπινο ερέθισμα. Τα σπίτια αυτά έχουν το ίδιο σκεπτικό με τα προηγούμενα. Η διαφορά τους είναι πως αντί να υπάρχει ένα κύριο χειριστήριο, το σύστημα αναζητά κάποιο ανθρώπινο ερέθισμα είτε αυτό είναι φωνή, είτε κίνηση, είτε αφή για να ανταποκριθεί. Εδώ βέβαια απαιτείται και το αντίστοιχο software για την λειτουργία του συστήματος, τομέας που ακόμα δεν έχει εξελιχθεί τόσο αυτή τη στιγμή.

### **3.2.2 Programmable houses**

Ως προγραμματιζόμενα σπίτια, εννοούμε εκείνα τα οποία δύναται να προγραμματιστούν ώστε να διαχειρίζονται ηλεκτρικές συσκευές, ρυθμίζοντας έτσι τη λειτουργία τους ανά πάσα στιγμή. Παρακάτω αναφέρονται οι υποκατηγορίες κατοικιών:

- Σπίτια που αντιλαμβάνονται τον περιβάλλον χώρο: Το πεδίο δράσης αυτών των σπιτιών καθορίζεται από τα λαμβανόμενα δεδομένα που δέχονται μέσω διάφορων αισθητήρων, τα οποία τα επεξεργάζονται ως μεμονωμένα σενάρια. Παραδείγματος χάριν, σε περίπτωση που οι ένοικοι επιστρέψουν σπίτι μετά από μία κουραστική μέρα και ξαπλώσουν, το σπίτι μπορεί να αντιληφθεί την αλληλουχία κινήσεων, να σβήσει τα φώτα και να ανοίξει το ηχοσύστημα. Λαμβάνοντας υπόψιν τέτοιες καταστάσεις, κρίνεται απαραίτητη η χρήση ενός αξιόπιστου λειτουργικού (από πλευράς των εταιριών) και ενός προσεκτικού προγραμματισμού (από πλευράς των κατοίκων/χρηστών) για το βέλτιστο αποτέλεσμα.

- Σπίτια που λαμβάνουν και αναγνωρίζουν στοιχεία των αισθητήρων και δρουν αντίστοιχα: Ο χρόνος αποτελεί καθοριστικό ρόλο για τον προγραμματισμό μίας κατοικίας. Οι οικιακές συσκευές προγραμματισμένες να ανοίγουν και να κλείνουν σύμφωνα με τις ανάγκες των ενοίκων σε συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Έτσι, το θερμοσίφωνο γίνεται να ανάβει λίγο πριν γυρίζουν οι ένοικοι στο σπίτι και ο θερμοστάτης να απενεργοποιείται όταν η θερμοκρασία φτάσει στο ορισμένο επίπεδο. Ακόμα υπάρχουν και σπίτια που ενεργούν αντίστοιχα με τα στοιχεία που λαμβάνονται από τους αισθητήρες που είναι εγκατεστημένοι σε αυτά. Για παράδειγμα, τα φώτα μπορεί να ανάψουν όταν ο αισθητήρας καταλάβει ότι έχει αρχίσει να βραδιάζει. Ουσιαστικά, η σχέση των αντιδράσεων γεννιέται από τις πληροφορίες που στέλνονται από έναν έγκυρο αισθητήρα ο οποίος προκαλεί τις υπόλοιπες συσκευές να αλλάξουν τη συμπεριφορά τους. Τέτοιες τεχνολογίες, με αισθητήρες υψηλής τεχνολογίας συναντώνται πλέον στις αγορές κατά πλειονότητα.

### 3.2.3 Intelligent houses

Μια άλλη κατηγορία των smart homes, αποτελούν τα λεγόμενα ευφυή, τα οποία με τη σειρά τους χωρίζονται σε δυο μικρότερες κατηγορίες. Διαχωρίζονται στα σπίτια που λαμβάνουν και ενεργούν αντίστοιχα σε απλές εισόδους αισθητήρων και σε αυτά αντιλαμβάνονται και αναγνωρίζουν την κατάσταση ή το σενάριο. Τα ευφυή κτίσματα μοιάζουν σε μεγάλο βαθμό με τα προγραμματιζόμενα σπίτια.

Η βασική διαφορά των δύο κατηγοριών είναι ότι τα programmable σπίτια προγραμματίζονται από το χρήστη ενώ τα ευφυή σπίτια είναι ικανά να αντιληφθούν την κατάσταση και να προσαμοστούν σε αυτή.

Ειδικότερα, τα ευφυή σπίτια έχουν τη δυνατότητα να απομνημονεύουν τις συνήθειες των ενοίκων/χρηστών και να αναγνωρίζουν αλληλουχίες κινήσεων. Η τεχνολογία τους στοχεύει στην εκτέλεση όλων σχεδόν των λειτουργιών για την εξυπηρέτηση των αναγκών των κατοίκων, χωρίς ουσιαστικά την παρέμβαση τους. Συμπερασματικά, τα ευφυή σπίτια μπορούν να θεωρηθούν πιο εύκολα διαχειρίσιμα σε κάθε είδους κάτοικο, χωρίς να προϋποθέτουν γνώσεις προγραμματισμού.

### 3.3 Θετικά και αρνητικά των smart homes

#### 3.3.1 Πλεονεκτήματα του έξυπνου σπιτιού

Ένα έξυπνο σπίτι μπορεί να προσφέρει πλήθος πλεονεκτημάτων προς όφελος του βιοτικού επιπέδου των κατοίκων, σε καθημερινό επίπεδο. Επιπρόσθετα, οι οικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις που δύναται να προσφέρουν είναι αξιοσημείωτες και ίσως μακρυπρόθεσμα αποτελέσουν επιταγή της ίδιας της κοινωνίας για ένα καλύτερο μέλλον.

Η έξυπνη κατοικία είναι εκείνη που καλύπτει αυτοματοποιημένα μέσω ηλεκτρονικών και τεχνολογικών καινοτομιών τις διάφορες ανάγκες της. Δύο παράγοντες καθορίζουν τις ρυθμίσεις που θα λάβει το σύστημα: η ώρα της ημέρας και η χρήση ενός χώρου ή όχι. (Blank, [http://www.ehow.com/about\\_5401158\\_smart-home-advantages.html](http://www.ehow.com/about_5401158_smart-home-advantages.html)).

Ως ενδεικτικά παραδείγματα, αναφέρεται η παρακολούθηση της οικίας μέσω ενός smartphone ή του διαδικτύου και ο έλεγχος όλων των ηλεκτρικών συσκευών από ένα μόνο χειριστήριο. Ακολούθως παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα των smart homes και γίνεται αντιληπτό πως τα στοιχεία ενός τέτοιου περιβάλλοντος είναι και θετικά του σημεία.

-Ευκολία: Η ευκολία που προσφέρει ένα έξυπνο σπίτι, αποτελεί βασικό κίνητρο για τους υποψήφιους κατοίκους του. Η έξυπνη κατοικία ρυθμίζει αυτόματα τις οικιακές συσκευές, τη θερμοκρασία καθώς και άλλες παραμέτρους της καθημερινής ανθρώπινης ζωής. Η αυτοματοποίηση πραγματοποιείται με τη βοήθεια ενός χρονοδιακόπτη ή αισθητήρα κίνησης. Οι λειτουργίες ελέγχονται από μια κεντρική κονσόλα και από ένα smartphone κάνοντας πολύ απλή διαδικασία το άνοιγμα του φωτισμού, κλιματισμού και τηλεόρασης.

-Ασφάλεια: Η ασφάλεια σε ένα έξυπνο περιβάλλον δεν έχει να κάνει μόνο με το εξωτερικό περιβάλλον. Αφορά επίσης την ασφάλεια εντός του χώρου και τη σωστή λειτουργία των οικιακών συσκευών ελέγχοντας την αυξομείωση της τάσης του ρεύματος και τυχόν άλλες καταστάσεις. Σε ένα τέτοιο έξυπνο σύστημα παρέχεται ρεύμα μόνο σε πρίζες που πρέπει να έχουν ρεύμα, δηλαδή έχουν συνδεδεμένες κάποιες συσκευές. Ακόμα οι αισθητήρες μπορούν να αντιληφθούν διαρροές σε νερό και φυσικό αέριο και να στείλουν ειδοποιήσεις στις αρμόδιες υπηρεσίες διατηρώντας μια σύνδεση με κάποιο αστυνομικό τμήμα ή ιδιωτική ασφάλεια.

- Οικονομία: Το σύστημα διαείρισης του σπιτιού μπορεί να προσφέρει μεγάλη οικονομία σε σχέση με ένα συμβατικό σύστημα, καθώς μπορεί να ρυθμίζει την κατανάλωση του νεορου, ρευματος κτλ. Έτσι είναι πιο εύκολο να ρυθμιστούν οι συσκευές να δουλεύουν στο μέγιστο της ώρας του νυχτερινού ρεύματος και να λειτουργούν μόνο όταν χρειάζεται.

- Περιβάλλον: Τα έξυπνα σπίτια είναι ταυτόχρονα και οικολογικά. Μέσω της εξοικονόμησης στην κατανάλωση της ενέργειας μέσα στην οικία, προστατεύονται οι φυσικοί αλλά και οι πόροι ορυκτών καυσίμων. Καινοτομίες όπως τα ηλιακά πάνελ, μειώνουν ακόμα την ανάγκη χρήσης συμβατικού καύσιμου.

-Υγεία: Τα υλικά με τα οποία κατασκευάζονται τα έξυπνα σπίτια, εκτός από οικολογικά,

είναι και προσεκτικά επιλεγμένα για να προσφέρουν άνεση και να βελτιώνουν την υγεία των κατοίκων σε καθημερινή βάση.

([http://www.ehow.co.uk/list\\_7178104\\_advantages-smart-house.html](http://www.ehow.co.uk/list_7178104_advantages-smart-house.html))

-Τηλεπρόσβαση: Τα smart homes με την τεχνολογία που έχουν διατηρούν ένα ακόμα πλεονέκτημα και αυτό είναι της απομακρυσμένης πρόσβασης. Οι ένοικοι μπορούν να έχουν πρόσβαση στο σύστημα του σπιτιού τους από όπου κι αν βρίσκονται ελέγχοντας όλο το περιβάλλον γύρω και μέσα σε αυτό. Η εφαρμογή διαχείρισης του συστήματος μπορεί να δίνει την επιλογή στο χρήστη να ανοιγοκλείνει ηλεκτρικές συσκευές, πόρτες, κλιματισμό κτλ. Έτσι ο κάτοικος έχει πλήρη έλεγχο του κτίσματος όσο μακριά και αν βρίσκεται. (Tumer, <http://www.livestrong.com/artide/147266-what-are-the-benefits-of-a-smart-home/>)

### **3.3.2 Μειονεκτήματα του έξυπνου σπιτιού**

Τα smart homes έχουν γίνει πλέον αρκετά γνωστά στην αγορά του σπιτιού και χρησιμοποιώντας την τελευταία λέξη της τεχνολογίας, προφέρουν ανέσεις και ευκολία στους χρήστες τους που δεν θα φανταζόντουσαν πριν μερικά χρόνια. Η παράλληλη άνοδος χρήσης των smartphones είναι επίσης σημαντικό στοιχείο στη διευκόλυνση για την αγορά ενός τέτοιου έξυπνου συστήματος για το σπίτι. Βέβαια υπάρχουν και αρκετά σημεία που δημιουργούν ενδοιασμούς στους υποψήφιους αγοραστές, τα οποία αναλύονται παρακάτω.

(Lin, [http://www.ehow.com/list\\_7631272\\_disadvantages-smart-home.html](http://www.ehow.com/list_7631272_disadvantages-smart-home.html)):

- Κόστος: Είναι προφανές ότι ένα εξελιγμένο σύστημα που θα υπάρχει εντός του σπιτιού θα έχει και το ανάλογο κόστος επί της αγοράς ή αξίας του κτίσματος. Αυτό το κόστος θα πρέπει να ισοσκελίζει το κόστος των παροχών που θα προσφέρει και των ευκολιών στους χρήστες του. Ακόμα θα πρέπει να ληφθεί υπόψη και το κόστος συντήρησης που θα πρέπει να γίνεται ανά κάποια χρονικά διαστήματα.

- Εξοικείωση με το σύστημα: Το σύστημα ενός έξυπνου περιβάλλοντος απαιτεί και το ότι οι χρήστες του θα μπορούν να το χειριστούν ανάλογα. Δεν θα έχει νοήμα κάτι το οποίο λόγω μη γνώσης χειρισμού να μην χρησιμοποιείτε. Τα συμβατικά σπίτια δεν διαθέτουν κάποιο είδους τεχνολογίας, πέρα από τα πολύ συνηθισμένα. Τα smart σπίτια όμως, ίσως να απαιτούν μια πιο σφαιρική γνώση της τεχνολογίας για να μπορούν και οι ένοικοι να την εκμεταλλέονται όσο μπορούν. Είναι σημαντικός παράγοντας που δεν θα πρέπει να ξεχαστεί κατά την αξιολόγηση ενός συστήματος.

### **3.3.3 Controllable σπίτια**

Τα controllable houses χαρακτηρίζονται κυρίως από την ευκολία στη χρήση. Μια κεντρική συσκευή ή κονσόλα μπορεί να ενσωματώσει όλα τα χειριστήρια των υπόλοιπων συσκευών. Οι συσκευές ψυχαγωγίας μπορούν να διασυνδεθούν και να προσφέρουν σημαντικές ευκολίες και αμεσότητα στη χρήση τους καθώς και την ανάλογη

επεκτασιμότητα μέσω του ασύρματου δικτύου στο χώρο. Ακόμα η επικοινωνία μεταξύ των ενοίκων μπορεί να γίνει πιο άμεση με τη χρήση διαφόρων κατάλληλων συσκευών όπως μικροκάμερες και ακουστικά. Ταυτόχρονα γίνεται εφικτή η χρήση των συσκευών του σπιτιού από απόσταση.

Όπως είναι φυσικό όμως, τα σπίτια αυτά έχουν και αρνητικά στοιχεία τα οποία όμως αναφέρονται περισσότερο σε κοινωνικούς παράγοντες. Η έλλειψη της ανάγκης για διαπροσωπική επικοινωνία μπορεί να οδηγήσει σε αποκοινωνικοποίηση των μελών της οικογένειας και πρέπει να σημειωθεί ότι θα πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά τον σχεδιασμό του συστήματος οι αυτοματισμοί να μην παραπέμπουν σε ρομποτικές εφαρμογές που θα αποκλείουν την προσωπική επαφή.

### **3.3.4 Programmable σπίτια**

Τα programmable σπίτια έχουν περισσότερα πλεονεκτήματα σε σύγκριση με τα controllable σπίτια. Το βασικότερο είναι ο διαρκής έλεγχος της κατοκίας, ακόμα και με την απουσία των κατοίκων τους. Με αυτόν τον τρόπο, επιτυγχάνεται οικονομία χρόνου και ενέργειας. Ως ελάττωση χρόνου εννοείται η δυνατότητα αυτόνομης λειτουργίας του κτίσματος σε δεδομένες συνθήκες, προσφέροντας τις επιθυμητές συνθήκες. Η οικονομία στην ενέργεια αναφέρεται στο ότι το σύστημα μπορεί να έχει ρυθμιστεί ώστε να κάνει συγκεκριμένες λειτουργίες σε χρόνους που η ενέργεια είναι φθηνότερη.

Εξίσου σημαντικό πλεονέκτημα, είναι το γεγονός ότι όλες οι προγραμματισμένες λειτουργίες γίνονται πάντα και με ακρίβεια καθώς δεν συνδέονται με τον άνθρωπο που μπορεί να ξεχάσει κάποια ενέργεια. Ένα τυπικό παράδειγμα τέτοιας περίπτωσης είναι η αυτόματη διαχείριση του φωτισμού όταν το σπίτι δεν αντιλαμβάνεται κίνηση στον εσωτερικό χώρο του κτηρίου κι έχει βραδιάσει. Συνεπώς εκτός του ότι δεν θα μείνει κάποιο από τα φώτα ανοιχτό χωρίς λόγο, γίνεται και εξοικονόμηση ενέργειας και προστατεύεται το περιβάλλον.

Μεταβαίνοντας στα μειονεκτήματα, το σημαντικότερο από αυτά μπορεί να θεωρηθεί η αξιοπιστία και η αναγνώριση της κατάστασης μέσα στην κατοικία, λόγω του πολυσύνθετου χαρακτήρα του τεχνολογικού συστήματος. Συνηθισμένοι χώροι με αισθητήρες θερμοκρασίας, χρόνου και φωτισμού δεν είναι κάτι ιδιαίτερο σε διαχείριση για το σύστημα για να λειτουργήσει κανονικά. Αντίθετα, με την αύξηση των αισθητήρων που συνεπάγεται πληθώρα διαφορετικών δεδομένων και σε συνδυασμό με την αύξηση της παρουσίας ατόμων στους χώρους, το σύστημα αδυνατεί να αξιολογήσει σωστά τις καταστάσεις και να λάβει συγκεκριμένες αποφάσεις. Συμπερασματικά, τα περισσότερα δεδομένα απαιτούν πολυπλοκότερα συστήματα, τα οποία με τη σειρά τους προϋποθέτουν υψηλές τεχνολογικές παροχές και υλοποιήσεις.

Ένα τέτοιο εξειδικευμένο σύστημα απαιτεί έναν πιο πολύπλοκο προγραμματισμό τον οποίο δεν τον γνωρίζουν τα περισσότερα άτομα. Επομένως χρειάζεται η βοήθεια ενός τεχνικού κάθε φορά που επιχειρείται μία αλλαγή στις ρυθμίσεις του συστήματος.

### 3.3.5 Intelligent σπίτια

Αυτή η κλάση των smart homes έχει πολλά κοινά με τα programmable σπίτια, καθώς και τα δυο κατασκευάζονται με γνώμονα να λειτουργούν οι διαδικασίες του κτίσματος την κατάλληλη στιγμή χωρίς να χρειάζεται η συμμετοχή του κατοίκου. Σημαντικό μειονέκτημα όμως αποτελεί μη ύπαρξη αντίστοιχων υποδομών καθώς και εφαρμογών. Αυτό συμβαίνει γιατί τέτοιου είδους συστήματα χρειάζονται υψηλή ισχύ επεξεργασίας και μεγάλο αποθηκευτικό χώρο για τα δεδομένα. Ακόμα θα πρέπει να υπάρχει και ο αντίστοιχος προγραμματιστικός αλγόριθμος που θα μπορεί να καταλάβει τις ανάγκες του κατοίκου στο περιβάλλον που παρακολουθεί χωρίς να παρέμβει ο χρήστης. Τώρα δεν υπάρχουν κάποια έτοιμα set up για τα συστήματα αυτά και κάθε νέα εγκατάσταση θα πρέπει να κατασκευάζεται ξεχωριστά.



## 4. Η βασική τεχνολογία

Η βασική τεχνολογία που απαιτείται από τις εγκαταστάσεις αυτές είναι εμπορικά διαθέσιμη για μερικά χρόνια και παρέχει αυτονομία του περιβαλλοντικού ελέγχου σε μεγάλα δημόσια κτίρια, όπως ξενοδοχεία και αεροδρόμια. Ένας μεγάλος αριθμός αισθητήρων και ενεργοποιητών είναι διαθέσιμοι και η τεχνολογία του δικτύου είχε φτάσει σε υψηλό επίπεδο. Τα πιο εξελιγμένα δίκτυα, όπως το KNX και το LonWorks έχουν ενσωματωμένους ελέγχους για να διασφαλίζεται η επικοινωνία μεταξύ των διαφόρων συνιστωσών τους. Ως εκ τούτου, τα εν λόγω συστήματα έχουν να επιδείξουν υψηλό επίπεδο αξιοπιστίας, κάτι σημαντικό για την υποστήριξη των ευάλωτων ατόμων στα σπίτια τους. Οι περισσότερες από τις σημερινές εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούνται σε δημόσια κτίρια είναι ενσύρματα δίκτυα που είναι πιο εύκολο να διατηρήσουν την αξιοπιστία τους και σε νέες κατασκευές θα μπορούσε εύκολα να κρυφτεί η καλωδίωση ενός συστήματος αυτοματισμού. Για τις εγκαταστάσεις στα σπίτια των ανθρώπων όμως επιπλέον καλωδίωση προκαλεί σαφώς επιπλοκές. Η εγκατάσταση είναι πιθανό βέβαια να είναι μια εκ των υστέρων εργασία και επειδή η καλωδίωση πρέπει να δρομολογηθεί μεταξύ των δωματίων μπορεί να υπάρξει μια σημαντική αναστάτωση στη ζωή του ιδιοκτήτη. Αυτή η αναστάτωση φυσικά είναι πιο ενοχλητική σε ηλικιωμένους ανθρώπους. Σαφή πλεονεκτήματα έχουν τα δίκτυα που χρησιμοποιούν ραδιοσυχνότητες (RF) για την παροχή των δεσμών μεταξύ των συνιστωσών τους. Οι εγκαταστάσεις μπορούν να είναι πιο plug-and-play, και πολύ λιγότερο πολύπλοκες για το χρήστη. Ωστόσο, υπάρχει πάντα το πρόβλημα των νεκρών σημείων που μπορεί να συμβεί με τις ραδιοσυχνότητες. Επιπλέον, οι αισθητήρες και τα συστήματα υποστήριξης είναι πιθανό να απαιτούν παροχή ηλεκτρικού ρεύματος, η οποία για τα ενσύρματα δίκτυα μπορεί εύκολα να παρέχεται από το ίδιο το δίκτυο, αλλά και για RF δίκτυα απαιτείται μια πρόσθετη σύνδεση σε πρίζα ή η χρήση μπαταριών. Ευτυχώς για τους περισσότερους αισθητήρες οι απαιτήσεις ισχύος είναι πολύ μικρές και οι μπαταρίες μπορούν να διαρκέσουν πολλούς μήνες ενώ μπορούν να σηματοδοτούν την ανάγκη τους για αντικατάσταση. Φυσικά η RF επικοινωνία έχει γίνει ένα σημαντικό μέρος του σχεδιασμού του φορητών συσκευών και η τεχνολογία έχει γίνει πολύ αποτελεσματική στη χρήση της ενέργειας. Υπάρχει επίσης μεγάλο ενδιαφέρον για τα συστήματα διαχείρισης ενέργειας που μπορούν να χρησιμοποιήσουν αποτελεσματικά τις ανθρώπινες συμπεριφορές και ενέργειες για τη μείωση της απαιτούμενης ενέργειας. Για παράδειγμα, η χρήση ενός διακόπτη φωτός μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δημιουργήσει μικρές ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας και αυτό μπορεί να αρκεί για την επικοινωνία μιας RF συσκευής εντός του δικτύου. Μια άλλη τεχνική για ενσύρματα ή RF συστήματα χρησιμοποιεί την επικοινωνία μέσω της καλωδίωσης δικτύου από την υπέρθεση των σημάτων του αισθητήρα πληροφόρησης και ελέγχου πάνω στην κυματομορφή του ρεύματος.

## 4.1 Τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται

### 4.1.1 Bluetooth

Το Bluetooth είναι μια καθολική τεχνολογία ασύρματης διεπαφής που επιτρέπει διάφορες ηλεκτρονικές συσκευές, όπως κινητά τηλέφωνα, αισθητήρες, κλπ, να επικοινωνούν ασύρματα μέσω μιας ασύρματης σύνδεσης μικρής εμβέλειας. Η εισαγωγή της τεχνολογίας αυτής εξάλειψε την απαίτηση για ενσύρματες συνδέσεις, διευκόλυνε τη διαδικασία συνδεσιμότητας μεταξύ των συσκευών και επέτρεψε τον σχηματισμό προσωπικών δικτύων. Μια συσκευή Bluetooth χρησιμοποιεί μια ελεύθερη ζώνη συχνοτήτων σε 2,45 GHz. Αυτή η ζώνη είναι επίσης γνωστή ως Industrial scientific medical zone (ISM) και έχει εύρος από 2,4 GHz έως 2,4835 GHz. Καθώς η ζώνη αυτή είναι ελεύθερη, χρησιμοποιείται και από άλλες εφαρμογές, όπως τα ασύρματα τηλέφωνα.

Ανάλογα με την κατηγορία Bluetooth, η εμβέλεια επικοινωνίας διαφέρει από 1 μέτρο για την Κλάση 3 έως 100 μέτρα για την κλάση 1. Η συνηθέστερη κλίμακα είναι 10 μέτρα για την Κλάση 2. Ο ρυθμός δεδομένων των συσκευών σε ένα δίκτυο Bluetooth κυμαίνεται από 1 Mbps και 24 Mbps . Σε ένα δίκτυο Bluetooth, υπάρχουν δύο τύποι συσκευών: ένας σκλάβος/slave και ένας master. Κάθε συσκευή Bluetooth έχει τη δυνατότητα να είναι είτε σκλάβος ή master ή και τα δύο ταυτόχρονα. Σε γενικές γραμμές, ένα δίκτυο Bluetooth αποτελείται από μικρά υποδίκτυα ή piconets. Ένα piconet σχηματίζεται από δύο ή περισσότερες συνδεδεμένες συσκευές που μοιράζονται το ίδιο κανάλι. Σε κάθε piconet, υπάρχει μόνο ένας master και έως 7 σκλάβοι. Η επικοινωνία μεταξύ των slaves περνά όλο το χρόνο μέσα από τον master. Όταν δύο ή περισσότερα piconets είναι συνδεδεμένα, σχηματίζουν ένα scatternet. Η σύνδεση μεταξύ piconets μπορεί να γίνει από μια κοινή συσκευή. Αυτή η συσκευή μπορεί να είναι σκλάβος σε ένα piconet και master σε ένα άλλο piconet.

Τα έξυπνα σπίτια μπορούν να επωφεληθούν από την τεχνολογία Bluetooth με ποικίλους τρόπους. Μια επιλογή είναι να υπάρχουν συσκευές στο σπίτι με Bluetooth ραδιοπομπούς και να χρησιμοποιούν αυτή την τεχνολογία για να επικοινωνήσουν με ένα διακομιστή στο σπίτι που είναι προσβάσιμος από το χρήστη. Αυτό επιτρέπει λειτουργίες παρακολούθησης και ελέγχου που πρέπει να διεξάγονται από το χρήστη. Μια άλλη πιθανή εφαρμογή είναι οι εγκαταστάσεις με δυνατότητα Bluetooth αισθητήρων που μπορούν να παρακολουθούν την ευημερία των ατόμων με αναπηρία.

Οι προκλήσεις που αντιμετωπίζει η χρήση Bluetooth σε ένα έξυπνο περιβάλλον είναι παρόμοια με εκείνα που αντιμετωπίζει η τεχνολογία σε άλλα περιβάλλοντα. Ένα πρωταρχικό πρόβλημα της χρήσης του Bluetooth είναι η ευπάθεια της ασφάλειάς του. Έχει αποδειχθεί ότι η ασφάλεια των συσκευών Bluetooth μπορεί να τεθεί σε κίνδυνο εύκολα σε περίπτωση επίθεσης.





#### **4.1.2 ZigBee (IEEE 802.15.4)**

Το πρότυπο IEEE 802.15.4 είναι ένα χαμηλού κόστους/χαμηλής ισχύος πρότυπο ασύρματης επικοινωνίας για προσωπικό δίκτυο (PAN). Το χαμηλό κόστος το καθιστά κατάλληλο για απομακρυσμένες εφαρμογές ελέγχου και παρακολούθησης. Η χαμηλή ισχύς το καθιστά κατάλληλο να λειτουργήσει με μπαταρίες για μεγάλη διάρκεια ζωής. Μειώνει το κόστος υλισμικού και την κατανάλωση ενέργειας με τη μείωση του data rate του. Οι προδιαγραφές καθορίζουν μόνο τα δυο χαμηλότερα στρώματα του μοντέλου αναφοράς δικτύωσης OSI: το φυσικό και το Media Access Control (MAC). Ο ρυθμός δεδομένων, η συχνότητα λειτουργίας, και το μέγεθος του δικτύου ορίζεται από το πρότυπο. Ο ρυθμός δεδομένων μεταξύ IEEE 802.15.4 συμβατές συσκευές κυμαίνεται από 250 kbit / s με 20kb / s ανάλογα με την απόσταση μεταξύ των συσκευών και την ισχύ εκπομπής. Αυτές οι συσκευές μπορούν να λειτουργήσουν με μία από τις ακόλουθες τρεις ζώνες RF: 868 MHz (Ευρώπη), 915 MHz (Βόρεια Αμερική), και 2400 MHz (παγκοσμίως). Η ζώνη 2,4 GHz χρησιμοποιείται πιο συχνά από ό,τι οι άλλες, δεδομένου ότι είναι διαθέσιμη σε όλο τον κόσμο χωρίς απαίτηση άδειας λειτουργίας. Εκτός από αυτό, η απόδοση των προϊόντων που αναπτύχθηκαν για την εν λόγω ζώνη είναι καλύτερη σε σύγκριση με τις άλλες ζώνες όσον αφορά το ρυθμό δεδομένων. Το μέγεθος του δικτύου δεν περιορίζεται από το πρότυπο. Ωστόσο, η διεύθυνση του δικτύου αποθηκεύεται και αποστέλλεται χρησιμοποιώντας 16 bit ή 64 bit ακολουθίες αριθμών, περιορίζοντας έτσι το μέγεθος του δικτύου στις 264 συσκευές.

Η στοίβα πρωτοκόλλων του Zigbee ορίζει μόνο κάποια λειτουργικότητα σε επίπεδα πάνω από το physical και MAC στρώμα που ορίζονται στο πρότυπο IEEE 802.15.4. Παρέχει το σύνολο των εργαλείων προγραμματισμού για την προβλεπόμενη αγορά. Επιπλέον, η τεχνολογία ZigBee καθορίζει ένα σύνολο εφαρμογών προφίλ για να διευκολύνουν την ανάπτυξη και εξάπλωση των συσκευών ZigBee από διαφορετικούς κατασκευαστές.

#### **4.1.3 RFID**

Η τεχνολογία Radio frequency identification (Αναγνώριση μέσω ραδιοσυχνοτήτων) - RFID περιγράφει ένα σύστημα το οποίο μεταδίδει ασύρματα την ταυτότητα ενός αντικειμένου χρησιμοποιώντας ραδιοκύματα. Καθορίζει μια ετικέτα RFID που διαθέτει πληροφορίες σχετικά με το αντικείμενο που φέρει την ετικέτα και μια συσκευή ανάγνωσης RFID. Η ετικέτα RFID μεταδίδει σήματα που περιέχουν δεδομένα της όταν σαρώνεται από τον αναγνώστη. Η ετικέτα RFID μπορεί να είναι είτε ενεργητική είτε παθητική, όπου μια ενεργή ετικέτα περιέχει μια μπαταρία και η παθητική ετικέτα δεν έχει μπαταρία. Η παθητική ετικέτα χρησιμοποιεί το μαγνητικό πεδίο του αναγνώστη και το μετατρέπει σε τάση DC στην για να δώσει ενέργεια στο κύκλωμά του. Κατά συνέπεια, οι παθητικές ετικέτες είναι φθηνότερες και έχουν μικρότερη εμβέλεια σε σχέση με τις ενεργές ετικέτες.

Τα συστήματα RFID μπορούν να ταξινομηθούν με βάση τις περιοχές συχνοτήτων που

χρησιμοποιούνται. Τα Συστήματα χαμηλής Συχνότητας (LF) χρησιμοποιού σήματα με συχνότητα μεταξύ 124-135KHz. Τα συστήματα υψηλής συχνότητας (HF) χρησιμοποιούν συστήματα 13.56MHz και το Ultra-High-Frequency συστήματα (UHF) χρησιμοποιούν μια συχνότητα μεταξύ 860-960MHz. Σε γενικές γραμμές, τα συστήματα LF RFID έχουν σύντομες σειρές ανάγνωσης και χαμηλότερο κόστος του συστήματος. Σε περίπτωση που απαιτείται μεγαλύτερη ανάγνωση, τα HF συστήματα RFID μπορούν να χρησιμοποιηθούν, ωστόσο το κόστος τους είναι υψηλότερο.

Τα συστήματα RFID μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε έξυπνα σπίτια, όπου κάθε αντικείμενο μπορεί να συνδεθεί με το δίκτυο Αρχικού Χώρου (HAN) μέσω μιας εικονικής διεύθυνσης του ασύρματου και μοναδικού αναγνωριστικού. Αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να κρατήσει ενημερωμένη τη βάση δεδομένων που έχει πληροφορίες σχετικά με τις θέσεις των αντικειμένων. Ως εκ τούτου, το έξυπνο



σπίτι μπορεί να κληθεί να παράσχει πληροφορίες σχετικά με ένα συγκεκριμένο αντικείμενο, όπως το κλειδί του αυτοκινήτου ή οποιοδήποτε τηλεχειριστήριο. Επιπλέον, το σύστημα RFID μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση των ενοίκων του σπιτιού. Με την εφαρμογή ετικέτας RFID σε κάθε οικιακό χρήστη και την ανάπτυξη των αναγνωστών RFID σε διαφορετικά σημεία στο σπίτι, μπορεί να προσδιοριστεί η θέση του κάθε χρήστη. Αυτή η πληροφορία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την προσαρμογή των υπηρεσιών στο έξυπνο σπίτι με βάση κάθε προτιμήσεις του χρήστη.

Ένα από τα προβλήματα από τη χρήση ετικετών RFID για την παρακολούθηση των ανθρώπων σε έξυπνα σπίτια είναι ότι η αναγνωσιμότητα των ετικετών RFID είναι δύσκολη κοντά σε νερό ή σε ένα φύλλο μετάλλου. Το ανθρώπινο σώμα αποτελείται κυρίως από υγρό που καθιστά δύσκολη την ανίχνευση μια ετικέτας RFID που συνδέεται με το ανθρώπινο σώμα. Ωστόσο, οι ερευνητές αναζητούν νέους τρόπους για να βελτιωθεί η αναγνωσιμότητα των ετικετών RFID σε αυτές τις δύσκολες συνθήκες.

#### **4.1.4 GSM / GPRS**

Το GSM (Global System Mobile) είναι η τεχνολογία που έφερε επανάσταση στον τομέα των κινητών επικοινωνιών. Οι νέες γενιές των GSM εισήχθησαν κατά την τελευταία δεκαετία, που περιλαμβάνει GPRS, UMTS, κλπ, προκειμένου να βελτιωθούν οι ταχύτητες μετάδοσης και να προσφέρουν νέες μορφές υπηρεσιών. Το GSM είναι επίσης γνωστό ως το κυψελοειδές δίκτυο που βασίζεται στην επαναχρησιμοποίηση συχνοτήτων. Για το σκοπό αυτό μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή διαιρείται σε κύτταρα. Το μέγεθος του κυττάρου εξαρτάται από την τοπική διανομή και τη ζήτηση της κυκλοφορίας.

Το κινητό ασύρματο σύστημα, όπως το GSM / GPRS χρησιμοποιείται για να παραδώσει τις δύο επικοινωνίες φωνής και δεδομένων. Μία από τις οικονομικά αποδοτικές υπηρεσίες που παρέχονται από το δίκτυο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εφαρμογές σε έξυπνα σπίτια είναι το SMS (υπηρεσία σύντομων μηνυμάτων). Το SMS είναι ένα μήνυμα κειμένου το περιεχόμενο των οποίων μπορεί να επεξεργαστεί χρησιμοποιώντας ένα κατάλληλο πρόγραμμα για να εκτελέσει τις εντολές για τις εργασίες παρακολούθησης και ελέγχου. Τέτοια προγράμματα συνήθως είναι γραμμένα σε γλώσσα Java. Η ικανότητα να χρησιμοποιούν το δίκτυο GSM ουσιαστικά σημαίνει ότι η απομακρυσμένη πρόσβαση και ο έλεγχος σε ένα έξυπνο σπίτι είναι εφικτά.

#### **4.1.5 WiFi (IEEE 802.11)**

Το Wireless Fidelity (WiFi) είναι ένας κοινός όρος που αναφέρεται στο πρότυπο ασύρματης επικοινωνίας IEEE 802.11 για ασύρματα τοπικά δίκτυα (WLAN) στις ζώνες συχνοτήτων 2,4 GHz, 3.6 και 5. Ο χρήστης του δικτύου, όταν χρησιμοποιεί τεχνολογία WiFi, μπορεί να κινείται χωρίς περιορισμούς και να έχει πρόσβαση στο δίκτυο από σχεδόν οπουδήποτε. Επίσης, μπορεί να παράσχει μια οικονομικά αποδοτική λύση εγκατάστασης δικτύου για περιπτώσεις δύσκολης ενσύρματης δικτύωσης, όπως παλιά κτίρια. Υπάρχουν δύο τύποι συσκευών στο πρότυπο WiFi: ένα σημείο πρόσβασης (AP) και μία ασύρματη συσκευή η οποία θα μπορούσε να είναι ένας φορητός υπολογιστής εξοπλισμένος με ασύρματη διασύνδεση δικτύου. Η κύρια λειτουργία ενός AP είναι να γεφυρώσει την πληροφορία μεταξύ του σταθερού ενσύρματου δικτύου και το ασύρματο δίκτυο. Ένα AP μπορεί να υποστηρίξει μέχρι 30 ασύρματες συσκευές και μπορεί να καλύψει μια σειρά από 33-50 μέτρα σε εσωτερικούς χώρους και έως 100 μέτρα σε εξωτερικούς χώρους. Οι ασύρματες συσκευές μπορούν να συνδεθούν μεταξύ τους, ενδεχομένως με τη χρήση τοπολογίας υποδομής ή με τοπολογία ad hoc.

Η τοπολογία πολλές φορές ονομάζεται και τοπολογία AP δεδομένου ότι το ασύρματο δίκτυο αποτελείται από τουλάχιστον ένα AP και ένα σετ ασύρματων συσκευών. Σε αυτή την τοπολογία, το σύστημα χωρίζεται σε βασικές κυψέλες, όπου κάθε κυψέλη ελέγχεται από ένα AP. Για να επεκταθεί η ακτίνα κάλυψης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν πολλαπλές βασικές κυψέλες.

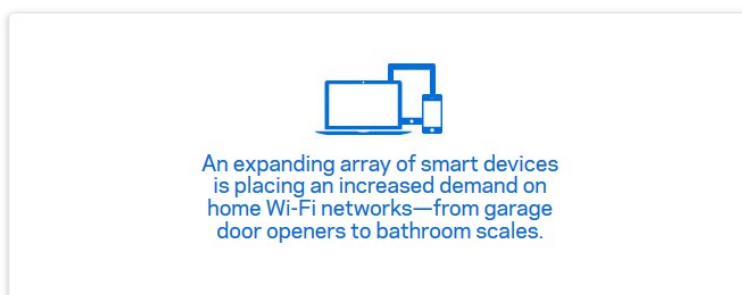
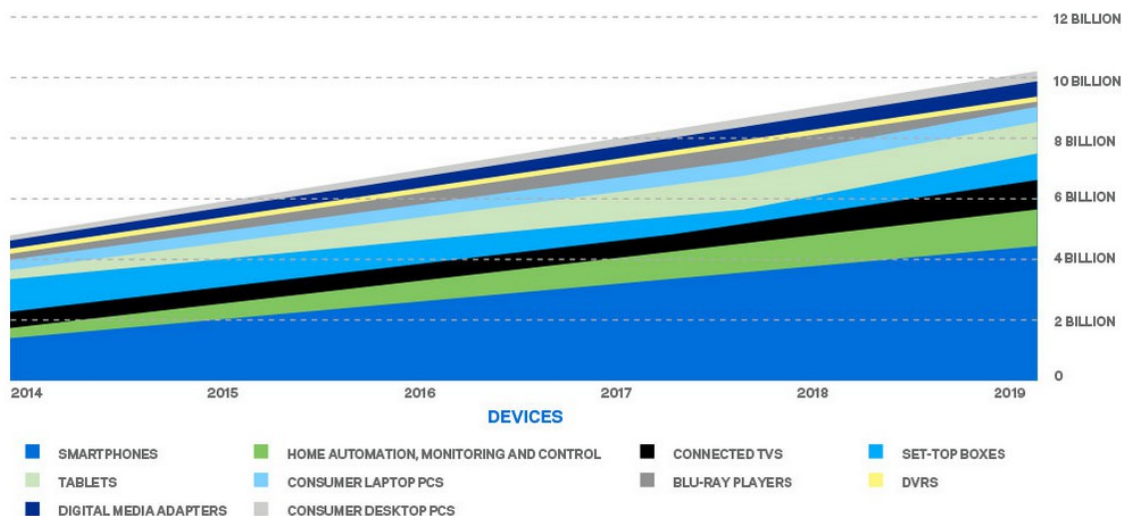
Σε γενικές γραμμές, τα ασύρματα δίκτυα θα πρέπει να είναι σε θέση να επιτύχουν σταθερές υπηρεσίες τοπικού δικτύου (LAN) όπως διακομιστές αρχείων, εκτυπωτών και πρόσβαση στο Internet. Αυτό επιτυγχάνεται με το σύστημα διανομής (DS) που συνδέει τα διαφορετικά APs μαζί. Η σύνδεση μεταξύ των APs μπορεί να γίνει είτε χρησιμοποιώντας ένα καλώδιο σύνδεσης ή μέσω ασύρματης σύνδεσης. Η μεταφορά δεδομένων μεταξύ ασύρματων συσκευών μέσα σε μια βασική κυψέλη και το σύστημα διανομής γίνονται μέσω AP. Το σύστημα διανομής είναι υπεύθυνο για τη μεταφορά των πακέτων δεδομένων μεταξύ των διαφόρων κυττάρων εντός του ασύρματου δικτύου. Είναι επίσης υπεύθυνο για τη χαρτογράφηση διευθύνσεων και λειτουργίες διαδίκτυωσης. Για την κάλυψη μιας εκτεταμένης περιοχής, βασικές κυψέλες μπορεί μερικές φορές να επικαλύπτονται μερικώς. Από την άλλη πλευρά, η ad hoc τοπολογία αντιπροσωπεύει μια ομάδα συσκευών WiFi που έχουν την ικανότητα να σχηματίζουν δυναμικά συνδέσεις μεταξύ τους για να δημιουργήσουν ένα δίκτυο. Αυτό το δίκτυο ad-hoc δεν απαιτεί σύνδεση είτε σε AP είτε σε σταθερό δίκτυο. Μπορεί να αυξηθεί, να συρρικνωθεί και τεμαχιστεί, χωρίς να χρειάζεται να κάνει οποιαδήποτε αιτήματα σε μια κεντρική αρχή.

Το πρότυπο IEEE 802.11 είναι παρόμοιο με το πρότυπο IEEE 802 που ασχολείται με τοπικά δίκτυα και δίκτυα μητροπολιτικής περιοχής (MAN). Επικεντρώνεται στα δύο χαμηλότερα υποστρώματα του Ανοικτού Συστήματος Διασύνδεσης (OSI) μοντέλου αναφοράς δικτύωσης. Δηλαδή, το φυσικό στρώμα (PHY) και ένα στρώμα ζεύξης δεδομένων που περιέχει το υπόστρωμα MAC και την LLC.

Το πρότυπο IEEE 802.11 έχει εξελιχθεί τα τελευταία χρόνια, όπου και ορίστηκαν δύο τύποι συστημάτων. Εκείνοι που λειτουργούν στη ζώνη των 2,4 GHz, όπως το IEEE 802.11b / g και εκείνων που λειτουργούν στη ζώνη των 5 GHz, όπως το IEEE 802.11n. Αφού το IEEE 802.11n υποστηρίζει πρότυπο υψηλό ρυθμό δεδομένων περίπου πέντε φορές υψηλότερο από το προηγούμενο πρότυπο, είναι αναμενόμενο ότι θα χρησιμοποιηθεί σε εφαρμογές ηλεκτρονικών ειδών ευρείας κατανάλωσης, ιδιαίτερα για streaming βίντεο σε έξυπνα σπίτια. Το βίντεο μπορεί να αναπαράγεται στο κατάλληλο σύστημα βασιζόμενο στις προτιμήσεις του κατοίκου. Δεδομένου ότι τα υφιστάμενα πρότυπα 802.11a/b/g δημιουργήθηκαν για να εξυπηρετούν τον τομέα εφαρμογών υπολογιστή, έχουν σημαντικούς περιορισμούς στις εφαρμογές πραγματικού χρόνου που έχουν υψηλές απαιτήσεις εύρους ζώνης όταν χρησιμοποιούνται ηλεκτρονικά είδη ευρείας κατανάλωσης. Ακόμη και αν η 802.11g έχει ένα μέγιστο ρυθμό δεδομένων 54Mb/s, στην πράξη επιτυγχάνει 20Mb/s με δυσκολία, ειδικά όταν στο σήμα παρεμβάλλονται τοίχοι. Με τις βελτιώσεις στις τεχνολογίες κωδικοποιητή, όπως τα MPEG4, H.264 και WMV9 το απαιτούμενο εύρος ζώνης για να γίνει streaming video είναι μειωμένο. Ωστόσο, το βίντεο υψηλής ευκρίνειας, η φωνή μέσω πρωτοκόλλου Internet (VoIP), δικτυωμένες συσκευές ήχου, κ.λπ. έχουν υψηλές απαιτήσεις στην αύξηση του απαιτούμενου εύρους ζώνης ροής.

## THE WIRELESS TRAFFIC JAM WILL ONLY GET WORSE

By the end of 2019, households worldwide will have more than 10 billion devices capable of connecting to their home Wi-Fi router.



Απεικόνιση έρευνας για τις μελλοντικές απαιτήσεις σε ασύρματα δίκτυα.  
(<http://www.linksys.com/us/home-wifi-internet-speed-evolution/>)

### 4.2 Η υποστήριξη στις αυτόνομες κατοικίες

Πώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτή η αυτοματοποιημένη τεχνολογία για να υποστηρίξει τους ανθρώπους στο σπίτι τους; Η τεχνολογία αυτή έχει το ρόλο να μιμηθεί τη στήριξη που παρέχεται από έναν κατ'οίκον φροντιστή. Ένας φροντιστής παρακολουθεί τη συμπεριφορά του ατόμου που φροντίζει και μπορεί να καταλάβει πότε κάποιος χρειάζεται στήριξη. Στη συνέχεια μπορεί να λάβει μια απόφαση για το είδος της υποστήριξης που πρέπει να παρέχει. Οι ίδιες ενέργειες μπορούν να γίνουν από μια αυτόνομη εγκατάσταση. Ένα καλό παράδειγμα είναι η πρωτοποριακή μελέτη της χρήσης της εν λόγω τεχνολογίας που έλαβε χώρα στο σύστημα Edinvar στο Εδιμβούργο της Σκωτίας. Παρασχέθηκε καλή υποστήριξη τη νύχτα μέσα από τη χρήση δύο απλών αισθητήρων. Αυτοί ήταν αισθητήρες κίνησης (παθητικοί αισθητήρες υπερύθρων (PIRs) παρόμοιοι με εκείνες που χρησιμοποιούνται σε συστήματα συναγερμού) και αισθητήρες πληρότητας κλινών (η εγκατάσταση αυτή χρησιμοποιεί μόνο ένα χαλάκι πίεσης στο κρεβάτι για να ανιχνεύσει πότε κάποιος σηκώθηκε από το κρεβάτι). Αν ο επιβάτης σηκώθηκε από το κρεβάτι τη νύχτα και το δωμάτιο ήταν στο σκοτάδι η εγκατάσταση θα

μπορούσε να καταλάβει ότι χρειάζεται να ανοίξει το φωτισμό γιατί ο χρήστης μπορεί να θέλει να πάει στην τουαλέτα. Ένα χαμηλό επίπεδο φωτισμού στην κρεβατοκάμαρα θα μπορούσε να ενεργοποιείται αυτόματα καθώς επίσης και τα φώτα της τουαλέτας θα μπορούσαν να ενεργοποιηθούν για να καθοδηγηθεί το κάτοικος στην τουαλέτα. Όταν έχει τελειώσει από την τουαλέτα, αισθητήρες κίνησης θα ανιχνεύουν την κίνησή του ότι βγαίνει από το μπάνιο, τα φώτα τουαλέτας θα απενεργοποιούνται και τα φώτα στην κρεβατοκάμαρα θα μπορούσαν να ανάψουν για να καθοδηγήσουν το χρήστη πίσω στο κρεβάτι. Οι εγκαταστάσεις αυτές εκτελούσαν απλή ανίχνευση και αντιμετώπιζαν τον κάτοικο με τον ίδιο τρόπο σας να ζούσε με τη φροντίδα της συζύγου του ή κάποιου ατόμου που θα τον βοηθούσε κατά τη διάρκεια της νύχτας.

### **4.3 Αισθητήρες και οι συσκευές υποστήριξης**

Οι PIR (υπέρυθροι) αισθητήρες χρησιμοποιούνται καθολικά για την ανίχνευση κίνησης γύρω από μια κατοικία και της παρουσίας του κατοίκου σε διαφορετικά δωμάτια. Είναι απλοί και αξιόπιστοι και μπορούν να ρυθμιστούν ώστε να παρέχουν ένα είδος κουρτίνας ανίχνευσης. Τέτοιοι αισθητήρες τοποθετημένοι κοντά σε μια πόρτα εξόδου, μπορούν για παράδειγμα να ρυθμιστούν έτσι ώστε να ενεργοποιούνται όταν ο κάτοικος κινείται κοντά στην πόρτα. Φυσικά αν υπάρχει ένα κατοικίδιο στο σπίτι είναι σκόπιμο να ρυθμιστούν έτσι οι αισθητήρες ώστε να ενεργοποιούνται μόνο από τους ανθρώπους και όχι από ένα κατοικίδιο που κινείται κοντά στο επίπεδο του εδάφους. Για τους αισθητήρες πληρότητας στο κρεβάτι υπάρχουν πολλές τεχνικές. Μια απλή τεχνική είναι να χρησιμοποιούνται μαξιλάρια πίεσης στο κρεβάτι, όπως αναφέρθηκε στο παραπάνω παράδειγμα. Ωστόσο, είναι αρκετά εύκολο για έναν κάτοικο να χάσει το μαξιλάρι όταν βρίσκεται στο κρεβάτι. Εναλλακτική τεχνική είναι η χρήση αισθητήρα στο κρεβάτι, κυρίως πάνω από το στρώμα, ο οποίος ανιχνεύει την παρουσία του κατοίκου στο κρεβάτι. Άλλη τεχνική είναι η τοποθέτηση αισθητήρων κάτω από τα πόδια του κρεβάτι που παρακολουθεί το βάρος και ανιχνεύει αν κάποιος βρίσκεται πάνω στο κρεβάτι ή όχι. Οι αισθητήρες πόρτας επίσης, όπως χρησιμοποιούνται σε συστήματα συναγερμού, είναι χρήσιμοι γιατί ανιχνεύουν αν κάποιος έχει ανοίξει μια πόρτα και έτσι αποτελούν μεγάλη βοήθεια για τους κατοίκους οι οποίοι έχουν την τάση να βγαίνουν έξω από το σπίτι κατά τη διάρκεια της νύχτας, λόγω της σύγχυσης της και του αποπροσανατολισμού σχετικά με το χρόνο. Για την ανίχνευση τέτοιων επικίνδυνων συμπεριφορών έχουν σχεδιαστεί κάποιοι ειδικοί αισθητήρες. Για παράδειγμα, αισθητήρες μπορούν να ανιχνεύσουν πότε ένα σκεύος είναι επικίνδυνο να αναφλεγεί, ή αν κάτι καίει κοντά στην κουζίνα. Άλλοι μπορούν να ανιχνεύσουν πότε η μπανιέρα στο μπάνιο έχει γεμίσει. Ακόμα κάποιες βασικές πληροφορίες που συλλέγονται από τις κινήσεις και τις συμπεριφορές του κατοίκου, είναι χρήσιμες για τον υπολογιστή του δικτύου ώστε αργότερα να είναι σε θέση να προβεί στις κατάλληλες αποφάσεις. Ο χρόνος είναι φυσικά σημαντικός, όχι μόνο για να γνωρίζει κάποιος την ώρα της ημέρας, αλλά για να παρακολουθείται πόσο καιρό κάποιος προβαίνει σε ενέργειες όπως το να περιφέρεται γύρω από το σπίτι τη νύχτα ή παρακολουθεί τηλεόραση.

Οι αισθητήρες φωτός μπορούν να ρυθμιστούν με βάση τις επιθυμίες του κατοίκου και έτσι να είναι γνωστό για κάθε συγκεκριμένη ώρα της ημέρας αν ο κάτοικος χρειάζεται παραπάνω φως ή όχι. Πολλοί άλλοι αισθητήρες μπορούν να χρησιμοποιηθούν, όπως η αναγνώριση ραδιοσυχνοτήτων (RFID), τα επιταχυνσιόμετρα για την ανίχνευση πτώσης, κτλ. Τέτοιοι βασικοί αισθητήρες μπορούν να παρέχουν το μεγαλύτερο μέρος των πληροφοριών που χρειάζονται για να μπορέσουν οι συσκευές υποστήριξης να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά. Βέβαια υπάρχουν αρκετοί άλλοι ειδικότεροι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται κατά περίπτωση και κατά προσωποποιημένη ανάγκη.

Ο εξοπλισμός υποστήριξης μπορεί να είναι τόσο απλός όσο η αυτόματη ρύθμιση του φωτισμού. Όπως περιγράφεται παραπάνω, οι δράσεις αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παροχή καθοδήγησης μέσα στο σπίτι. Πιο εξελιγμένες συσκευές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να απενεργοποιήσουν συσκευές όπως την ηλεκτρική κουζίνα ή τις βρύσες που χρησιμοποιούνται στο μπάνιο ή την κουζίνα. Μερικοί αισθητήρες μπορεί επίσης να προσφέρουν ένα στοιχείο προσανατολισμού του χρόνου μέσω υπενθυμίσεων σχετικά με την ώρα της ημέρας (πρωί, μεσημέρι, ώρα για το αγαπημένο σας πρόγραμμα στην τηλεόραση, κλπ). Αυτά μπορούν να επεκταθούν για να παρέχουν πληροφορίες σχετικά με την ημερομηνία, καθώς και υπενθυμίσεις για συναντήσεις, όπως ένα ραντεβού στον γιατρό. Τέτοιες υπενθυμίσεις αποτελούν ένα σημαντικό σύνολο του εξοπλισμού υποστήριξης που μπορούν επίσης να περιλαμβάνουν και φωνητικά μηνύματα. Αυτές οι υπενθυμίσεις είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικές για άτομα με κακή μνήμη ή γνωσιακά πρόβληματα.

#### **4.4 Αισθητήρες**

Ένας αισθητήρας είναι μια συσκευή που μετατρέπει ένα φυσικό ή βιολογικό ερέθισμα σε ηλεκτρική ποσότητα. Η μετρούμενη ηλεκτρική ποσότητα πρέπει να βαθμονομηθεί, να μετατραπεί σε ψηφιακή μορφή και να αποσταλεί στον μικροελεγκτή για περαιτέρω επεξεργασία και έλεγχο. Οι περισσότεροι από τους αισθητήρες, ανεξάρτητα από τον τύπο τους, μπορούν να συμπεριληφθούν ως μέρος ενός πανταχού ενσωματωμένου συστήματος που έχει δυνατότητες επικοινωνίας και συνδεσιμότητας backend. Αυτοί οι τύποι αισθητήρων ομάζονται μερικές φορές έξυπνοι αισθητήρες και επιτρέπουν την ανάπτυξη λογισμικού και την ανάλυση δεδομένων με τη χρήση ενσωματωμένων δυνατοτήτων επεξεργασίας, καθώς και την αποστολή για απομακρυσμένη επεξεργασία από ένα υπολογιστικό σύστημα.

Τα ευφυή σπίτια του μέλλοντος αναμένεται να ενσωματώνουν ένα δίκτυο ετερογενών ασύρματων έξυπνων αισθητήρων χαμηλής ισχύος που παρακολουθούν το τεράστιο σύνολο των παραμέτρων που είναι αναγκαίες για την κατασκευή ενός έξυπνου περιβάλλοντος. Οι έξυπνοι αισθητήρες θα πρέπει να λειτουργούν κατά τρόπο αυτόνομο και να διατηρούν την ιδιωτική ζωή των κατοίκων. Τα καθήκοντα που το δίκτυο αισθητήρων και ενεργοποιητών μπορεί να πραγματοποιήσει σε ένα έξυπνο περιβάλλον μπορεί να κυμαίνονται από κάτι απλό, όπως η ενεργοποίηση και απενεργοποίηση του

συστήματος ποτίσματος στον κήπο σε τακτά χρονικά διαστήματα.

Το σύνολο των αισθητήρων και των ενεργοποιητών που θα χρειαστούν μπορούν να ταξινομηθούν σε γενικές γραμμές σε συμβατικά και μη συμβατικά είδη σύμφωνα πάντα με σημερινή κατάσταση των αισθητήρων τεχνολογίας. Οι συμβατικοί αισθητήρες μπορούν να ανιχνεύσουν τη θερμοκρασία, υγρασία, φως, κίνηση και καπνό (Augusto και Nugent, 2006). Ένας αισθητήρας φωτός, για παράδειγμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ξεχωρίσει αυτόματα την ημέρα και το σούρουπο και ως εκ τούτου να ανοίγουν ή κλείνουν οι κουρτίνες αυτόματα. Οι αισθητήρες θερμοκρασίας και υγρασίας μπορεί να χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό με το σύστημα θέρμανσης και κλιματισμού για τη βελτιστοποίηση της ατμόσφαιρας στο σπίτι και να δώσουν το ίδιο επίπεδο άνεσης σε όλο το σπίτι. Στους μη συμβατικούς αισθητήρες περιλαμβάνονται εκείνοι που ανιχνεύουν τη χωροθέτηση, τη στάση του σώματος, το κτύπο της καρδιάς και οι βιοαισθητήρες. Αυτοί οι τύποι αισθητήρων έχουν τη δυνατότητα παρακολούθησης διαφόρων καταστάσεων, συμπεριλαμβανομένων της προσανατολισμένης υγείας για τους ηλικιωμένους που ζουν μόνοι τους. Οι βιοαισθητήρες που αναγνωρίζουν τα αποτυπώματα, το πρόσωπο και την ίριδα του ματιού μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη χορήγηση φυσικής πρόσβασης στο σπίτι.

Για την κατασκευή ενός έξυπνου περιβάλλοντος στο σπίτι θα πρέπει να αναπτυχθούν και να λειτουργούν διαφορετικοί τύποι αισθητήρων μέσα στο σπίτι. Με τη συγχώνευση της ροής δεδομένων από διαφορετικούς αισθητήρες μπορεί να επιτευχθεί μια ομαλή λειτουργία και επικοινωνία των αισθητήρων και συσκευών εντός του δικτύου. Για παράδειγμα, τα δεδομένα που προέρχονται από τους οπτικοακουστικούς αισθητήρες μπορούν να συνδυαστούν με το σύστημα εντοπισμού RFID για να συνδυαστούν για να ενοπτιεί η θέση των ενοίκων στο σπίτι καθώς και τη δραστηριότητά τους εκείνη τη στιγμή. Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί επίσης να ανγνωρισθεί και η συναισθηματική κατάσταση του ενοίκου με χρήση αναγνώρισης προσώπου και ανάλυσης της φωνής του.

#### **4.4.1 Ασύρματο δίκτυο αισθητήρων**

Με την εκρηκτική ανάπτυξη της τεχνολογίας στις μέρες μας, ο τομέας της μικροηλεκτρονικής έχει εξελιχθεί σε τέτοιο βαθμό που σήμερα πλέον συναντάμε πολύ μικρούς αισθητήρες οι οποίοι έχουν τη δυνατότητα να μετρούν και να καταγράφουν δεδομένα μεγεθών για όλους τους επιστημονικούς κλάδους (παραδείγματος χάριν, περιβαλλοντικά ή βιολογικά μεγέθη). Ακόμα, αντίστοιχη πρόοδος έχει γίνει στην κατασκευή πομποδεκτών που δίνουν τη δυνατότητα αποτελεσματικής διασύνδεσης ανάμεσα στις διατάξεις καθώς και με τον κεντρικό επεξεργαστή με τη χρήση τεχνολογιών ασύρματου δικτύου. Μερικά από τα πλεονεκτήματα των μικροαισθητήρων και κατ'επέκταση όλου του συστήματος που απαιτείται για την ολοκληρωμένη λειτουργία τους, είναι ή αυτοδυναμία τους και το χαμηλό κόστος τους αλλά και συντήρησής τους. Τα στοιχεία αυτά έχουν οδηγήσει σε μια νέα εποχή ανάπτυξης τδτικύων τέτοιου τύπου που



μπορούν να έχουν αυτόνομη λειτουργία ή να συνδέονται σε κάποιο άλλο δίκτυο επικοινωνιών. Αυτά τα δίκτυα περιέχουν αρκετές μικρές ηλεκτρονικές διατάξεις αισθητήρων που λαμβάνουν πληθώρα δεδομένων και τα στέλνουν σε κάποιον κεντρικό επεξεργαστή.

#### **4.4.2 Χαρακτηριστικά**

Το ασύρματο δίκτυο αισθητήρων (Wireless Sensor Network) αποτελείται από ένα σύνολο νανο συσκευών, οι οποίες έχουν τη δυνατότητα να πραγματοποιούν υπολογισμούς, να διαθέτουν ασύρματη επικοινωνία, περιορισμένη μνήμη, πόπως επίσης και να λειτουργούν με ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας. Τα δίκτυα αυτά απαρτίζονται από πολλούς αισθητήρες καθορισμένης ενέργειας σε μια περιοχή, χωρίς να απαιτείται η αρχική εγκατάσταση δικτυακού infrastucture ή να είναι γνωστή η τοπολογία.

Τα κύρια χαρακτηριστικά ενός ασύρματου δικτύου αισθητήρων είναι:

- Αντοχή στις περιβαλλοντικές συνθήκες
- Αποθήκευση ενέργειας
- Κινητικότητα
- Η τοπολογία είναι δυναμική
- Οι κόμβοι χαρακτηρίζονται από ετερογένεια
- Μπορεί να γίνει μεγάλη επέκταση
- Αυτόνομη λειτουργία

Τους κόμβους αισθητήρων μπορούμε να τους παρομοιάσουμε με μικρους υπολογιστές. Τα βασικά συστατικά του είναι η μονάδα επεξεργασίας με περιορισμένη υπολογιστική δύναμη και μνήμη, οι αισθητήρες, η συσκευή επικοινωνίας και η πηγή ενέργειας (μπαταρία). Τα δίκτυα αυτά έχουν επίσης σταθμούς βάσεων με τους περισσότερους πόσους και αποτελούν τη διασύνδεση μεταξύ των κόμβων και του χρήστη.

#### **4.4.3 Εφαρμογές**

Τα δίκτυα αισθητήρων εφαρμόζονται κατά πλειονότητα σε πάρα πολλούς τομείς, σε διεθνές επίπεδο τόσο σε ανεπτυγμένες αλλά και σε αναπτυσσόμενες χώρες. Πολλές από αυτές τις εφαρμογές, μας είναι πολύ γνωστές όπως για παράδειγμα, οι ατμοσφαιρικές μετρήσεις, η παρακολούθηση του καιρού, η επιτήρηση αγροτικών παραμέτρων, η παρακολούθηση υγρών στοιχείων και βιομηχανικού περιβάλλοντος και η καταγραφή βασικών κτιριακών σημείων. Ακόμα έχουν γίνει και στρατιωτικές

εφαρμογές σε πολλούς τομείς όπως π.χ. για εντοπισμό αντικειμένων κτλ.

Αξίζει να αναφερθεί μία πιο απλή εφαρμογή χρήσης δικτύων αισθητήρων για τον ακριβή προσδιορισμό της θέσης και της κίνησης σε εσωτερικό χώρο, όπως σε οικήματα σε πολυκατοικημένη περιοχή, δείχνει ότι η απόδοση της τεχνολογίας gprs είναι πολλές φορές αποτυχημένη. Μία τέτοια εφαρμογή μπορεί να προσφέρει καλύτερη και πιο ολοκληρωμένη ασφάλεια, μέσω της συνεχούς επιτήρησης δημοσίων και ιδιωτικών χώρων.

Στη σημερινή εποχή γίνεται μεγάλη πρόοδος στην έρευνα και ανάπτυξη συστημάτων ρομποτικής σε συνδυασμό με αισθητήρες που έχουν ως αποτέλεσμα την υλοποίηση ενός αυτοματοποιημένου περιβάλλοντος τόσο σε τομείς βιομηχανίας όσο και σε απλές καθημερινές διαδικασίες.

Ο τομέας της αυτοκίνησης έχει επίσης σημειώσει εξέλιξη στον κλάδο του αυτοματισμού αφού έχουν παρουσιαστεί ήδη πολλά συστήματα που χρησιμοποιούν αισθητήρες για την οδήγηση χωρίς την ανάμειξη του οδηγού, την αποφυγή εμποδίων στο δρόμο με αυτόματο φρενάρισμα ή και το σβήσιμο της μηχανής στα φανάρια ή σε στάσεις για εξοικονόμηση ενέργειας.

Η χρήση των αισθητήρων γίνεται όλο και πιο προσιτή είτε από άποψη κόστους είτε από πλευράς τεχνολογίας, καθώς είναι πια μια πολύ αγαπητή τεχνολογία από τα επιστημονικά κέντρα και γίνονται αρκετές έρευνες πάνω σε αυτό τον κλάδο.

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι αισθητήρες χρησιμοποιούνται και στο ανθρώπινο σώμα, είτε ως wearable (όταν φοριούνται στο σώμα) είτε με καταγραφή από το περιβάλλοντα χώρο. Η χρήση τέτοιων αισθητήρων έχει ως σκοπό την καταγραφή των ζωτικών λειτουργιών και τη συγκέντρωση δεδομένων σε μια βάση, ως ιστορικά στοιχεία για τον έλεγχο της υγείας του ατόμου.

Στον επιστημονικό τομέα της Ιατρικής συναντάμε δικτυωμένους αισθητήρες που συγκαταλέγονται στις λειτουργίες του ανθρώπινου σώματος και καταγράφουν ή υποστηρίζουν βασικές ή και δευτερεύουσες λειτουργίες του.

## **4.5 Εγκαταστάσεις**

Αν και είναι σε αρκετά προχωρημένο επίπεδο ανάπτυξης, μεγάλο μέρος της τεχνολογίας που συζητήθηκε σε σχέση με τις αυτόνομες κατοικίες είναι στο στάδιο της έρευνας. Η κατάσταση αυτή μπορεί να αλλάξει πολύ γρήγορα, παρόλο που υπάρχουν εμπόδια για την απλή εισαγωγή τέτοιων τεχνολογιών. Οι εγκαταστάσεις έχουν μεγαλύτερο όφελος όταν προσαρμόζονται στον τρόπο ζωής και τις ανάγκες ενός συγκεκριμένου ατόμου. Απαιτούν επίσης μερικές συνδέσεις με το εξωτερικό περιβάλλον του σπιτιού για την αντιμετώπιση καταστάσεων έκτακτης ανάγκης και για να επιτρέπουν στους επαγγελματίες φροντίδας την παρακολούθηση των κατοίκων. Απαιτούν επίσης ένα ταχείας αντίδρασης σύστημα τεχνικής υποστήριξης. Αυτή η τεχνική υποδομή που δεν είναι εν γένει διαθέσιμη στις περισσότερες χώρες.

Η χώρα που έχει προχωρήσει σε αυτά τα είδη των εγκαταστάσεων είναι η Ολλανδία. Το έργο τους στα έξυπνα σπίτια και τις τεχνολογίες αυτές απαριθμεί αρκετές χιλιάδες σπίτια που είναι εξοπλισμένα με τις βασικές αυτόνομες εγκαταστάσεις (Bierhoff, 2007). Το δίκτυο επικοινωνίας KNX χρησιμοποιείται μαζί με ένα αρκετά τυποποιημένο σύνολο αισθητήρων και εξοπλισμό υποστήριξης. Οι εγκαταστάσεις περιλαμβάνουν αυτόματο φωτισμό έξω από την πόρτα για σκοπούς παρακολούθησης. Ένα χρήσιμο χαρακτηριστικό αυτών των εγκαταστάσεων είναι μια κεντρική μονάδα ασφάλισης η οποία επιτρέπει το κλείδωμα όλων των θυρών και παραθύρων από απόσταση. Αυτά τα σπίτια έχουν ως επί το πλείστον αρκετά βασικές εγκαταστάσεις και δεν προσαρμόζονται στις ανάγκες του ατόμου, αν και αυτό είναι κάτι που σαφώς θα μπορούσε απλά να αναπτυχθεί στο μέλλον ή κατά προσωποποιημένης ανάγκης, ειδικά τώρα που οι μεγάλες εγκαταστάσεις είναι διαθέσιμες. Οι αρχές στην Ολλανδία μόλις έχουν ξεκινήσει την εφαρμογή της τεχνολογίας για την υποστήριξη ατόμων με άνοια και αυτό σημαίνει ότι έχει προχωρήσει πια η νοοτροπία των εγκαταστάσεων προσαρμοσμένων στις ανάγκες των μεμονωμένων αναγκών.

## **4.6 Υπολογιστικές Τεχνολογίες**

Οι αισθητηριακές πληροφορίες που συλλέγονται από τους αισθητήρες σε ένα έξυπνο περιβάλλον πρέπει να υποβάλλονται σε επεξεργασία προκειμένου να εκτελεστούν οι απαιτούμενες ενέργειες. Οι δράσεις αυτές μπορεί να καταλάβουν ένα ευρύ φάσμα που εκτείνεται από την απλή εναλλαγή μεταξύ μιας εντολής σε μια συσκευή μέχρι και σε πιο εξελιγμένες εξατομικευμένες αποφάσεις. Το επίπεδο πολυπλοκότητας και πληροφοριών που πρέπει να χρησιμοποιηθεί σε αλληλεπίδραση με τις συσκευές εξαρτάται από την πολυπλοκότητα της συσκευής και τον τύπο και το επίπεδο των λειτουργιών που μπορεί να εκτελέσει. Ένα σύστημα κλιματισμού για παράδειγμα, έχει ένα λογικό επίπεδο πολυπλοκότητας. Σε ένα τέτοιο σύστημα όταν ενεργοποιείται θα πρέπει να καθοριστεί η επιθυμητή θερμοκρασία του αέρα.

Η αλληλεπίδραση με μεμονωμένες συσκευές μπορεί να θεσπίσει ένα βασικό επίπεδο νοημοσύνης στο οικιακό περιβάλλον. Ωστόσο, το επίπεδο της νοημοσύνης μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά σε κάποιες συσκευές. Είτε πρόκειται για απλές ή πολύπλοκες συσκευές, μπορούν να ανταλλάσσουν πληροφορίες και να μοιράζονται αποτελεσματικά τη διαδικασία λήψης αποφάσεων για να προσφέρουν ένα συγκεκριμένο τύπο της υπηρεσίας.

### **4.6.1 Ubiquitous Computing και άλλες τεχνολογίες**

Η πρόοδος στον σχεδιασμό ολοκληρωμένων κυκλωμάτων και η συντόμευση των διαδικασιών έχει ως αποτέλεσμα υπολογιστικές συσκευές με συνεχώς μικρότερο μέγεθος. Προς το παρόν, τέτοιες συσκευές παράγονται εμπορικά χρησιμοποιώντας μια διαδικασία περίπου τριάντα νανομέτρων. Αυτή η μείωση του μεγέθους υπολογιστικών συσκευών και του κόστους είχε ως συνέπεια τα τελευταία χρόνια για την υλοποίηση του

πανταχού παρόντος (ubiquitous) computing που προβλεπόταν από τον Mark Weizer (Weizer, 1991). Σε αυτό το όραμα ο Weizer δήλωσε ότι "οι πιο σπουδαίες τεχνολογίες είναι εκείνες που εξαφανίζονται, εισέρχονται μόνες τους στην καθημερινή ζωή μέχρι να είναι δυσδιάκριτες από αυτή."

Στο ubiquitous computing, το οποίο ονομάστηκε στη συνέχεια από την IBM ως διάχυτη υπολογιστική (Satyanarayanan, 2001, Garlan, 2002), η τεχνολογία γίνεται πιο διακριτική καθώς οι υπολογιστές έρχονται σε δεύτερη μοίρα και δίνεται έμφαση στις πληροφορίες και τα άτομα που χρησιμοποιούν το σύστημα. Οι σημαντικότερες πτυχές των συστημάτων διάχυτης υπολογιστικής περιλαμβάνουν (Haryanto, 2005):

- Οι υπολογιστικές συσκευές είναι διάσπαρτες παντού στο περιβάλλον ή στο χώρο ενδιαφέροντος
- Οι συσκευές μπορούν να είναι διασυνδεδεμένες και να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους
- Οι συσκευές μπορούν να λειτουργήσουν αυτόνομα χωρίς ενεργή προσοχή από τον χρήστη
- Κάθε συσκευή τείνει να αφιερώνεται σε μια διαδικασία
- Οι συσκευές που ενσωματώνονται στο παρασκήνιο με ομοιογενή τρόπο που τις καθιστά ουσιαστικά αόρατες στο χρήστη.

Η διάχυτη υπολογιστική παίζει σημαντικό ρόλο, μαζί με άλλες τεχνολογίες, ιδίως στις υπολογιστικές, στην υποστήριξη της υλοποίησης των έξυπνων σπιτιών, καθώς και στην γενικότερη εξέλιξη ενός έξυπνου περιβάλλοντος. Στο μέτρο αυτό πολλοί ερευνητές έχουν προσπαθήσει να χρησιμοποιήσουν διάχυτη υπολογιστική για να εισάγουν τεχνητή νοημοσύνη σε κάποια πτυχή του σπιτιού, ενώ άλλοι έχουν δημιουργήσει ένα πλήρες έξυπνο πρωτότυπο σπίτι με εκτεταμένες συσκευές και δικτύωση. Σε κάποιες έρευνες (Al-Qutayri, 2008, Choi, 2005, Roduner, 2007) περιγράφονται συστήματα έξυπνου σπιτιού στα οποία ορισμένες από τις συσκευές είναι εξοπλισμένες με ασύρματους αισθητήρες που επιτρέπουν την απομακρυσμένη παρακολούθηση και τον έλεγχο των εν λόγω συσκευών. Άλλο σημαντικό ερευνητικό έργο που είχε ως αποτέλεσμα έξυπνες κατασκευές στο σπίτι με εκτεταμένη υποδομή διάχυτης υπολογιστικής είναι το AwareHome (Gatech) (Kientz, 2008) και το Adaptive home (Πανεπιστήμιο του Κολοράντο) (Mozer, 2005), καθώς και άλλα έργα (Helal, 2005).

#### **4.6.2 Context-aware Computing**

Το Context-aware computing και pervasive υπολογιστική λειτουργούν συνδυαστικά και αλληλοσυμπληρώνονται. Ένα διάχυτο υπολογιστικό περιβάλλον παρέχει την υποδομή που υποστηρίζει τις εξελίξεις στο context-aware computing. Αντίθετα, οι ενισχυμένες δυνατότητες του context-aware computing ζητούν την υλοποίηση αποκριτικών (responsive) διάχυτων υπολογιστικών περιβάλλοντων (Baldauf, 2007, Dargie, 2009).

Υπολογιστικά συστήματα που είναι context aware έχουν έξυπνα ή γνωστικά χαρακτηριστικά που τους επιτρέπουν να προσαρμοστούν στις αλλαγές στο περιβάλλον και τις απαιτήσεις του χρήστη (Schaefer, 2006). Αυτή η δυναμική προσαρμογή παρέχει στο σύστημα την αυτονομία που απαιτείται για τη λήψη αποφάσεων χωρίς την άμεση

παρέμβαση του χρήστη και ως εκ τούτου να υπολογίσει τη διαδικασία και ενέργειες που δένουν με το υπόλοιπο περιβάλλον. Έχει διεξαχθεί εκτεταμένη έρευνα μέχρι σήμερα για να καταστεί δυνατός ο σχεδιασμός των context-aware υπολογιστικών συστημάτων. Όλα αυτά τα συστήματα τείνουν να έχουν αρχιτεκτονική με ένα στρώμα middleware που διασυνδέεται με την εφαρμογή λογισμικού του συστήματος. Το middleware στηρίζει την ένταξη μεταξύ των ανόμοιων προϊόντων και πλατφόρμων, διατηρώντας παράλληλα την ακεραιότητα, την αξιοπιστία και την ευρωστία της συνολικής λύσης.

Η εφαρμογή του context-aware computing στον τομέα των έξυπνων σπιτιών συνεχίζει να είναι ενδιαφέρουσα για πολλούς ερευνητές. Δημιουργεί τα απαιτούμενα έξυπνα χαρακτηριστικά που επιτρέπουν ευέλικτη αλληλεπίδραση μεταξύ του χρήστη και του περιβάλλοντος. Σε άλλη έρευνα (Oh and Woo, 2005) προτείνεται ένα ενιαίο μοντέλο υπηρεσιών εφαρμογών 'ubiHome' που παρέχει εξατομικευμένο περιβάλλον για κάθε χρήστη. Η εφαρμογή του πλαισίου για την ευαισθητοποίηση όσον αφορά τον έλεγχο των έξυπνων οικιακών συσκευών περιγράφεται στο (Choi, 2005). Το σύστημα χρησιμοποιεί έξι παράμετρους για τη μάθηση και την πρόβλεψη προτιμήσεων του χρήστη: ο παλμός, η θερμοκρασία του σώματος, η έκφραση του προσώπου, η θερμοκρασία του δωματίου, ο χρόνος και η τοποθεσία. Η εφαρμογή του context-aware computing σε ένα περιβάλλον έξυπνου σπιτιού για την υποστήριξη της ανεξάρτητης διαβίωσης και την παροχή υπηρεσιών υγειονομικής περίθαλψης είναι το αντικείμενο εκτεταμένης έρευνας, δεδομένης της σημασίας του εν λόγω τομέα.

#### **4.6.3 Agent Based Computing**

Το agent based computing είναι μια ισχυρή τεχνολογία για την ανάπτυξη των πολύπλοκων συστημάτων λογισμικού. Αντλεί γνώση από διάφορους τομείς, συμπεριλαμβανομένων της μηχανικής λογισμικού, τεχνητής νοημοσύνης, ρομποτικής και κατανεμημένων υπολογιστικών συστημάτων. Ένας agent χαρακτηρίζεται από την αυτονομία, την κοινωνική ικανότητα και προ-δραστικότητα (proactiveness). Τα χαρακτηριστικά αυτά επιτρέπουν την ανάπτυξη proactive και ευφυών εφαρμογών που μπορούν να αλληλεπιδρούν με άλλες (Zambonelli, 2000).

Ένα σύστημα πολλαπλών agent μπορεί να θεωρηθεί ως ένα σύνολο από αυτόνομους παράγοντες. Οι agents λειτουργούν ανεξάρτητα ο ένας από τον άλλο. Ωστόσο, όσο κάθε παράγοντας (agent), προσπαθεί να εκπληρώσει την αποστολή του που συνήθως χρειάζεται για να αλληλεπιδράσει με άλλους παράγοντες, καθώς και στον περιβάλλοντα χώρο, προκειμένου να λάβει πληροφορίες ή/και υπηρεσίες που δεν διαθέτει ή να συντονίζει τις δραστηριότητές της με τέτοιο τρόπο για να επιτύχει τους στόχους της.

Συστήματα πολλαπλών παραγόντων τείνουν να είναι στατικά και ως εκ τούτου εκτελούνται στο σύστημα στο οποίο τρέχουν. Ωστόσο, από τη φύση τους οι κινητοί agents είναι προγράμματα που μπορούν να μετακινούνται αυτόνομα από ένα υπολογιστικό μηχάνημα σε ένα δίκτυο σε ένα άλλο μηχάνημα. Η δυναμική ικανότητα κίνησης ενός κινητού μέσου επιτρέπει να κινηθεί προς ένα υπολογιστικό σύστημα στο

δίκτυο που περιέχει το αντικείμενο που θέλει να αλληλεπιδρά (Ilarri, 2008).

Με βάση τεχνολογία του agent computing, είτε πρόκειται για σταθερό ή κινητό σύστημα, αποτελεί πρόσφορο μέσο έρευνας για έξυπνα σπίτια. Μια παλαιότερη έρευνα (Cook, 2003) περιγράφει το «ManHome» του οποίου στόχος είναι να δημιουργηθεί ένα σπίτι που λειτουργεί ως ευφυής agent. Κατόπιν μια μελέτη (Velasco et al., 2005) προτείνει μια αρχιτεκτονική που βασίζεται σε πολλαπλούς agents και επιτρέπει περιεχόμενα πολυμέσων να ακολουθούν τις κινήσεις του χρήστη σε όλο το έξυπνο περιβάλλον στο σπίτι. Ένα πιο πρόσφατο έργο (Maestre, 2008) προτείνει μια προσανατολισμένη στις υπηρεσίες αρχιτεκτονική εφαρμογή του βασίζεται σε συστήματα κινητών παραγόντων. Αυτό στη συνέχεια χρησιμοποιείται για την εξατομίκευση των υπηρεσιών με τη χρήση κινητών παραγόντων που ακολουθούν οι χρήστες του συστήματος καθώς μετακινούνται από το ένα σημείο στο άλλο μέσα σε ένα έξυπνο χώρο.

## 5. Ρύθμιση ενός Smart Home

Οι τεχνολογίες X10, Insteon, ZigBee και Z-Wave παρέχουν μόνο τη θεμελιώδη τεχνολογία για την έξυπνη επικοινωνία στο σπίτι, κυρίως σε μορφή πρωτοκόλλων και έχουν δημιουργηθεί συνεργασίες με τους κατασκευαστές των ηλεκτρονικών συσκευών για χρήση στο σπίτι. Παρακάτω είναι μερικά παραδείγματα των έξυπνων προϊόντων για το σπίτι και τις λειτουργίες τους.

- Κάμερες παρακολούθησης του σπιτιού, ακόμα και το βράδυ σε σκοτάδι.
- Έλεγχος θερμοστάτη του σπιτιού από οποιοδήποτε σημείο υπάρχει πρόσβαση στο σύστημα μέσω διαδικτύου.
- Φώτα led που επιτρέπουν τον προγραμματισμό τους χρώματος και τη φωτεινότητα στο σπίτι.
- Αισθητήρες κίνησης που μπορούν να στείλουν μια ειδοποίηση όταν υπάρχει κίνηση γύρω από το σπίτι και μπορούν να πουν ακόμη και τη διαφορά μεταξύ των κατοικίδιων ζώων και τους διαρρήκτες.
- Ενσωμάτωση εφαρμογής σε smartphone που επιτρέπει την ενεργοποίηση και την απενεργοποίηση των φώτων και των συσκευών από απόσταση.
- Κλειδαριές στις πόρτες και πόρτες γκαράζ που μπορούν να ανοίγουν αυτόματα από το smartphone του οδηγού όταν πλησιάζει στο σπίτι.
- Αυτόματες ειδοποιήσεις από το σύστημα ασφαλείας στο smartphone, έτσι ώστε να μπορεί ο ιδιοκτήτης να ξέρει αμέσως εάν υπάρχει ένα πρόβλημα στο σπίτι.

Πολλές συσκευές έρχονται επίσης με ενσωματωμένους web εξυπηρετητές που επιτρέπουν στον ιδιοκτήτη να έχει πρόσβαση στις πληροφορίες τους στο διαδίκτυο. Αυτά τα προϊόντα είναι διαθέσιμα στα καταστήματα βελτίωσης τεχνολογίας στο σπίτι, καταστήματα ηλεκτρονικών ειδών και από τεχνικούς εγκατάστασης. Πριν από την αγορά, θα πρέπει να γίνει έλεγχος ποια τεχνολογία σχετίζεται με το προϊόν. Τα προϊόντα που χρησιμοποιούν την ίδια τεχνολογία θα πρέπει να εργαστούν από κοινού, παρά τους διαφορετικούς κατασκευαστές. Αν π.χ. Μια συσκευή χρησιμοποιεί X10 και μια άλλη Z-Wave, απαιτείται μια συσκευή γεφύρωσης, και συχνά, ορισμένες τεχνικές δεξιότητες από την πλευρά του εγκαταστάτη.

Κατά το σχεδιασμό ενός έξυπνου σπιτιού, μπορεί να γίνει επιλογή ποιες τεχνολογίες θα χρησιμοποιηθούν και πόσο αυτόματο θα γίνει το σπίτι. Για αρχή ο ιδιοκτήτης θα πρέπει να σκεφτεί ποιες εργασίες κάνει συνήθως και στη συνέχεια να βρεθεί ένας τρόπος αυτοματοποίησής τους. Ένα αρχικό σύστημα αυτοματοποίησης είναι ένα σετ εκκίνησης φωτισμού και στη συνέχεια κάποιες συσκευές ασφαλείας. Ένα πιο διευρυμένο σύστημα με πολλές δυνατότητες περιλαμβάνει ένα προσεκτικό σχεδιασμό των λειτουργιών και διαδικασιών στο σπίτι για να αποφευχθεί στο μέλλον οποιαδήποτε αλλαγή στη συνδεσμολογία ή κάποια ανακαίνιση. Επιπλέον οι κόμβοι του ασύρματου δικτύου θα πρέπει να τοποθετηθούν σε στρατηγικά σημεία έτσι ώστε να έχουν μια καλή σειρά δρομολόγησης. Περίπου το 60 τοις εκατό των κατασκευαστών κατοικιών που έχουν

εγκαταστήσει στο σπίτι αυτοματισμούς προσέλαβε επαγγελματική βοήθεια (Regan). Το κόστος ενός έξυπνου σπιτιού ποικίλει ανάλογα με το πόσο έξυπνο είναι το σπίτι. Ένας εργολάβος εκτιμά ότι οι πελάτες του δαπανούν μεταξύ 10.000 € και 250.000 € για εξελιγμένα συστήματα (McKay). Εάν χτίσει ένα έξυπνο σπίτι σταδιακά όμως, ξεκινώντας με ένα βασικό σύστημα φωτισμού, μπορεί να είναι μόνο μερικές εκατοντάδες ευρώ ενώ ένα πιο εξελιγμένο σύστημα θα κοστίσει δεκάδες χιλιάδες ευρώ, με την εγκατάσταση ενός συστήματος home theater να αυξάνει το κόστος κατά περίπου 50 τοις εκατό. (Gloede)

## **6. Εφαρμογές**

Οι δυνατότητες που προβλέπονται κατά κύριο λόγο σε ένα σπίτι που μπορεί να χαρακτηριστεί ως έξυπνο, είναι πολλές και μπορούν να χαρακτηριστούν ως υπηρεσίες παρακολούθησης και ελέγχου. Οι παρακάτω υποενότητες διερευνούν ορισμένες από αυτές τις εφαρμογές.

### **6.1 Συσσκευές παρακολούθησης και ελέγχου**

Με την αξιοποίηση των αισθητήρων σε έξυπνες οικιακές συσκευές και τη σύνδεσή τους στο δίκτυο του έξυπνου σπιτιού, μπορούν να λειτουργούν σε ένα πολύ πιο εξελιγμένα και με πιο έξυπνο τρόπο. Θα μπορούσαν να ελεγχθούν εύκολα από οποιοδήποτε σημείο του σπιτιού ενεργοποιώντας ή απενεργοποιώντας αυτές από τα δωμάτια του σπιτιού (Balasubramanian, 2008). Ο απομακρυσμένος έλεγχος και η παρακολούθηση αυτών των συσκευών μπορεί να πραγματοποιηθεί εξ αποστάσεως μέσω του Διαδικτύου ή κινητών τηλεφώνων GSM. Επιπλέον, ορισμένοι μηχανήες συσκευές μπορούν να αναφέρουν προβλήματα κατευθείαν στον κατασκευαστή μέσα από το δίκτυο παροχής υπηρεσιών. Για παράδειγμα, το ψυγείο μπορεί να αναφέρει ένα πρόβλημα ψύξης στην εταιρεία συντήρησης. Αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο σε περίπτωση που π.χ. ο ιδιοκτήτης λείπει σε διακοπές και δεν έχει γνώση του προβλήματος της συσκευής.

Επιπλέον, με την εφαρμογή ηλεκτρονικών ετικετών στις συσκευασίες τροφίμων, στα ρούχα, πιάτα, κλπ, μια έξυπνη συσκευή στο σπίτι μπορεί να λειτουργήσει με έξυπνους τρόπους. Εταιρείες λευκών προϊόντων, όπως η Merloni Elettrodomestici, εισάγει στην αγορά συσκευές που επικοινωνούν με τα αντικείμενα που χρησιμοποιούν RFID (Merloni, 2003). Το πλυντήριο μπορεί να ανιχνεύσει το φορτίο του κάδου και να προσαρμόσει τον κύκλο πλύσης να είναι κατάλληλο για τα υφάσματα που χρησιμοποιούνται. Το ψυγείο θα μπορούσε επίσης να προειδοποιήσει το χρήστη σχετικά με τις ημερομηνίες λήξης ορισμένων από τα προϊόντα μέσα σε αυτό. Εκτός από αυτό μπορεί να στείλει αυτόματα μια λίστα με ψώνια σε ορισμένες υπηρεσίες παράδοσης κατ'οίκον.



## 6.2 Ασφάλεια και Προστασία

Η ασφάλεια και η προστασία αποτελούν σημαντικές πτυχές της ανθρώπινης ζωής. Ως εκ τούτου, η ενσωμάτωση των θεμάτων ασφαλείας στο έξυπνο σπίτι είναι μια σημαντική απαίτηση για τους περισσότερους ιδιοκτήτες. Υπάρχουν διάφορα προϊόντα που είναι διαθέσιμα στην αγορά και υλοποιούν ορισμένες από τις έξυπνες ιδέες σπίτι στον τομέα της ασφαλείας και προστασίας. Αναμένεται ότι ο αριθμός των προϊόντων αυτών θα αυξηθεί στο κοντινό μέλλον. Η γενική αρχιτεκτονική των συστημάτων αυτών αποτελείται από ένα κατάλληλο σύνολο διασυνδεδεμένων αισθητήρων που παρακολουθεί τις ειδικές συνθήκες ή καταστάσεις και επικοινωνεί με έναν τοπικό διακομιστή που τις μεταδίδει στη συνέχεια στα ενδιαφερόμενα μέρη. Αυτοί οι αισθητήρες θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν ανιχνευτές καπνού, ανιχνευτές διαρροής νερού, ανιχνευτές εισβολέα, ανιχνευτές διακοπής ρεύματος, κλπ Σε περίπτωση συναγερμού, τόσο ο ιδιοκτήτης σπιτιού όσο και η εταιρεία ασφαλείας θα πρέπει να ενημερώνεται σχετικά.

Έχοντας ένα έξυπνο σύστημα που είναι εγκατεστημένο στο σπίτι, θα διαβιβάζονται τα λεπτομερή στοιχεία που περιγράφουν την ακριβή θέση και την αιτία του συναγερμού. Επιπλέον, το σύστημα θα επιτρέπει στο χρήστη να ελέγχει ορισμένες διαδικασίες του σπιτιού του από απόσταση. Για παράδειγμα, σε περίπτωση που ο ιδιοκτήτης σπιτιού αναμένει μια παράδοση στο σπίτι και δεν μπορεί να είναι στο σπίτι του, η κύρια πύλη μπορεί να ανοίξει για να επιτρέψει στον ταχυδρόμο να παραδώσει το πακέτο. Επίσης μπορεί να κλείσει τις πόρτες και την κεντρική πύλη αφού ο ταχυδρόμος φύγει από το σπίτι. Μέσω του Διαδικτύου ή του κινητού τηλεφώνου, θα μπορούσε επίσης να ενεργοποιήσει ή να απενεργοποιήσει το σύστημα θέρμανσης / ψύξης για ένα συγκεκριμένο μέρος του σπιτιού του. Σε περίπτωση που οι ιδιοκτήτες του έξυπνου σπιτιού λείπουν σε διακοπές, θα μπορούσαν να προγραμματίσουν το σύστημα για την προσομοίωση της παρουσίας του ιδιοκτήτη μέσα στο σπίτι με το άναμμα και το κλείσιμο των φώτων στο σπίτι σε τακτά χρονικά διαστήματα.

### 6.3 Τηλεφροντίδα υγείας

Η αρχική χρήση έξυπνης τεχνολογίας στα σπίτι περιείχε τον όρο της απομακρυσμένης υποστήριξης για ανθρωπους που το είχαν ανάγκη, είτε λόγω ασθένειας είτε λόγω ηλικίας.

Υπάρχει μια αυξανόμενη ζήτηση και ανάπτυξη αυτού του είδους της τεχνολογίας και συγκεκριμένα για ευπαθείς ομάδες τα τελευταία χρόνια. Αυτό εμπεριέχει την έννοια του σωματικού προσωπικού συναγερμού με ένα είδος κουμπιού που φοριέται σαν ρολόι ή σαν ένα είδος ειδικού κολιέ. Αν

αυτός που το φοράει χρειαστεί βοήθεια, μπορεί να πατήσει το κουμπί που θα στείλει σήμα στον προκαθορισμένο βοηθό-ειδικό-συγγενή ότι κάτι έχει συμβεί στον συγκεκριμένο άνθρωπο και χρειάζεται βοήθεια. Ο δέκτης του μηνύματος μπορεί να είναι απλά σε κάποιο άλλο δωμάτιο του σπιτιού ή ακόμα και χιλιόμετρα μακριά. Η



απομακρυσμένη βοήθεια είναι

ένα φυσικό επακόλουθο και μια επέκταση των έξυπνων τεχνολογιών που χρησιμοποιούν μια σειρά από αισθητήρες για την αυτόματη κάλυψη των αναγκών ατόμων με ειδικές ανάγκες ή ηλικιωμένων που χρειάζονται βοήθεια.

Το κόστος της παροχής υγειονομικής περίθαλψης ιδιαίτερα στις ανεπτυγμένες χώρες συνεχίζει να αυξάνεται. Αυτό οφείλεται σε πολλούς παράγοντες που περιλαμβάνουν την αύξηση του προσδόκιμου ζωής των ανθρώπων σε συνδυασμό με την μείωση του ποσοστού γεννήσεων, που έχουν ως αποτέλεσμα τη γήρανση του πληθυσμού. Προστίθεται σε αυτό η γενική αύξηση στους μισθούς των επαγγελματιών της υγείας και το κόστος των φαρμάκων και του διαγνωστικού εξοπλισμού. Όλες αυτές οι δαπάνες ασκούν μια τεράστια πίεση στους προϋπολογισμούς των διαφόρων κρατικών φορέων και υπηρεσιών για την υγεία.

Αυτό σημαίνει ότι οι διατάξεις για τη μακροχρόνια φροντίδα υγείας μέσα στα νοσοκομεία και τις κλινικές υπόκεινται σε αυστηρούς περιορισμούς. Ωστόσο, οι ασθενείς που μπορεί να χρειάζονται μακροχρόνια φροντίδα υγείας, όπως ηλικιωμένα άτομα με καρδιακά προβλήματα, μπορεί να μην έχουν κάποιον να τους φροντίζει όταν πάνε σπίτι τους ή μπορεί απλά να προτιμούν να ζουν στο δικό τους κανονικό περιβάλλον για την ψυχολογική, κοινωνική ή άλλους παρόμοιους λόγους. Η διαθεσιμότητα ενός έξυπνου περιβάλλοντος διαβίωσης, με τη μορφή ενός έξυπνου σπιτιού, θα βοηθήσει να ανακουφίσει μερικές πτυχές αυτού του προβλήματος και συνεπώς να απελευθερώσει πόρους που διαφορετικά θα πήγαιναν σε μακροπρόθεσμη στήριξη της υγείας του κάθε

ασθενούς. Σε άλλους ασθενείς επιτρέπουν την έγκαιρη διάγνωση των χρόνιων παθήσεων και να κάνουν τις κλινικές επισκέψεις πιο αποτελεσματικές, λόγω της διαθεσιμότητας των αντικειμενικών πληροφοριών πριν από τις επισκέψεις αυτές.

Έχει αναφερθεί μια σειρά από μελέτες στην βιβλιογραφία που εφαρμόζει την ιδέα του έξυπνου σπιτιού για να παρουσιάσουν τις διαφορές πτυχές της τηλεϊατρικής ή τηλευγείας (Liu, 2007). Η γενική αρχιτεκτονική ενός συστήματος που παρέχει τις απαιτούμενες υπηρεσίες υγείας θα αποτελείται από ένα σύνολο κατάλληλων αισθητήρων που παρακολουθούν συγκεκριμένες ιατρικές καταστάσεις και να της κοινοποιεί σε έναν τοπικό διακομιστή και στη συνέχεια να τις διαβιβάζει στο φορέα που του έχει ανατεθεί να φροντίσει τον ασθενή. Πολλές από τις προτεινόμενες χρήσεις του συστήματος τηλευγείας περιέχουν τεχνολογία multi-agent για να καταλήξουν σε μια έξυπνη απόφαση σχετικά με την κατάσταση της υγείας του ατόμου που παρακολουθείται (Rammal, 2008). Το σύστημα που περιγράφεται στο (Tabar, 2006) χρησιμοποιεί ένα σύνολο από φωτογραφικές μηχανές για να σχηματίσουν μια σφαιρική άποψη της ρύθμισης της εγκατάστασης. Η ανάλυση της στάσης του σώματος του ασθενή στη συνέχεια χρησιμοποιείται για να ανιχνεύσει αν το πρόσωπο υπέστη πτώση. Η αξιολόγηση βασίζεται σε ένα σύνολο κανόνων και αν έχουμε πτώση τότε ειδοποιείται ένα τηλεφωνικό κέντρο που έχει την ευθύνη υποστήριξης. Μπορεί στη συνέχεια να υπάρξει επικοινωνία μεταξύ του ασθενή και του κέντρου φροντίδας.

### **6.3.1 Η διαμόρφωση εγκαταστάσεων για την παροχή στήριξης**

#### **6.3.1.1 Η προσπάθεια μίμησης των κατοίκων φροντιστών**

Το βασικό ζήτημα για αυτές τις αυτόνομες εγκαταστάσεις στο σπίτι, και για εκείνον που τους παρέχει με την κατάλληλη νοημοσύνη, είναι το πώς οι πληροφορίες του αισθητήρα ερμηνεύονται σωστά για την παροχή στήριξης, και συνεπώς ο τρόπος που η εγκατάσταση θα πρέπει να έχει ρυθμιστεί ώστε να υποστηρίξει καλύτερα το άτομο. Ένα χρήσιμο παράδειγμα για το πώς οι εγκαταστάσεις μπορούν να ρυθμιστούν για να υποστηρίξουν ένα άτομο, είναι το έργο που επιτελείται στο πλαίσιο του Gloucester 'Smart homes in the UK' (Orpwood, 2005). Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται είναι ειδικά για την υποστήριξη ατόμων με ήπια έως μέτρια άνοια. Το έργο αυτό καθοδηγείται από μια έρευνα με τους προσωπικούς φροντιστές των ατόμων για να καταγραφούν από αυτούς τα προβλήματα που είχαν να αντιμετωπίσουν το είδος των στρατηγικών που είχαν για την αντιμετώπισή τους. Θεωρήθηκε ότι οι στρατηγικές που χρησιμοποιούνται από τους φροντιστές θα δώσουν τη σωστή καθοδήγηση για το πώς να ρυθμιστούν οι εγκαταστάσεις.

Ένα βασικό πρόβλημα για τους κατοίκους/αρρώστους είναι η απώλεια μνήμης. Ο κάτοικος μπορεί να κάνει ενέργειες στο σπίτι που συχνά είναι επικίνδυνο να ξεχάσει ότι έκανε, όπως π.χ. να αφήσει το βραστήρα ανοιχτό ή κάποια άλλη ηλεκτρική συσκευή στην κουζίνα. Οι έρευνες με τους φροντιστών έδειξε ότι για την αποφυγή τέτοιων περιπτώσεων, οι φροντιστές ακολουθούν συνήθως μια διαδικασία με τέσσερα στάδια. Πρώτα απ' όλα παρακολουθούν τον κάτοικο και σημειώνουν τα πιθανά προβλήματα.

Δεύτερον παρέχουν αρχικά μια λεκτική υπενθύμιση προς το χρήστη, όπως «μην ξεχάσετε το βραστήρα». Τρίτον, αν ο χρήστης δεν έλαβε κανένα μέτρο, ο φροντιστής θα παρέμβει για την επίλυση της κατάστασης, όπως η απενεργοποίηση του βραστήρα. Και τέταρτον, στη συνέχεια θα καθησυχάσει τον χρήστη ότι η κατάσταση έχει επιλυθεί. Σημειώνεται πως ο φροντιστής στηρίζει τον χρήστη αλλά δεν αναλαμβάνει τον έλεγχο των πράξεών τους. Προσπαθεί να ζητήσει από το χρήστη να ασχοληθεί με την κατάσταση ο ίδιος, και παρεμβαίνει μόνον όταν είναι απαραίτητο.

Οι απλοί αισθητήρες και οι τεχνολογίες υποστήριξης που περιγράφονται παραπάνω μπορούν να ρυθμιστούν ώστε να μιμηθούν τις δράσεις αυτές. Εάν ο χρήστης ήθελε να κάνει μπάνιο και ξέχασε τη βρύση ανοιχτή στη μπανιέρα, η τεχνολογία θα μπορούσε να παρακολουθεί την κατάσταση μέσω των αισθητήρων της βρύσης και τους αισθητήρες κίνησης. Οι αισθητήρες της βρύσης θα παρέχουν πληροφορίες για την ενεργοποίησή της και οι αισθητήρες κίνησης θα ανιχνεύσει αν ο χρήστης είναι στο μπάνιο ή όχι, προσομοιώνοντας έτσι τη πρώτη φάση της διαδικασίας του φροντιστή. Δεύτερον, με τη χρήση των φωνητικών μηνυμάτων, η εγκατάσταση θα μπορούσε στη συνέχεια να υπενθυμίσει στο χρήστη για τις ενέργειές του και την ανάγκη για μια ανάδραση. Τρίτον, αν ο χρήστης δεν ανταποκριθεί, μία από τις συσκευές υποστήριξης θα μπορούσε να ενεργοποιηθεί, σε αυτή την περίπτωση η συσκευή ελέγχου του νερού για την απενεργοποίηση της βρύσης. Πριν γίνει αυτό θα πρέπει να περιμένει μέχρι να γνωρίζει ότι το νερό έχει ξεπεράσει το όριο. Σε αυτή την περίπτωση θα χρειαζόταν ένας άλλος αισθητήρας την ανίχνευση της στάθμης του νερού στη μπανιέρα. Τέταρτον, τη στιγμή που οι βρύσες θα είχαν κλείσει, ένα περαιτέρω φωνητικό μήνυμα θα μπορούσε να παραχθεί από κάποιο ηχείο στο χώρο, για να καθησυχάσει τον χρήστη ότι όλα είναι υπό έλεγχο. Αυτή η αλληλουχία γεγονότων δεν απαιτεί τίποτα ιδιαίτερα περίπλοκο από την άποψη των αισθητήρων που χρησιμοποιούνται. Οι περισσότεροι είναι ήδη διαθέσιμοι στο εμπόριο. Το σενάριο αυτό απαιτεί μόνο έναν αισθητήρα στη βρύση που μπορεί να την απενεργοποιεί χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση, διαδικασία που δεν χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερα εξελιγμένη τεχνολογία. Το τελικό αποτέλεσμα είναι μια διάταξη που χρησιμοποιεί απλούς αισθητήρες και συσκευές ενίσχυσης προκειμένου να υπάρξει παρόμοια φροντίδα και υποστήριξη που μέχρι σήμερα παρέχεται από έναν κατοίκον φροντιστή.

### **6.3.1.2 Φωνητικές οδηγίες και υπενθυμίσεις**

Το μεγαλύτερο ποσοστό της ανθρώπινης αλληλεπίδρασης απαιτεί λεκτική επικοινωνία. Όπως περιγράφηκε παραπάνω, οι φωνητικές εντολές αποτελούν ένα βασικό μέρος της υποστήριξης κάποιου ατόμου που χρειάζεται βοήθεια. Διαπιστώθηκε επίσης ότι η φωνή ενός ατόμου που εμπιστεύεται ήταν η πιο αποτελεσματική στον επηρεασμό της συμπεριφοράς τους. Ακόμα, παρατηρήθηκε οι κάτοικοι, ακόμα και αυτοί με άνοια, αναγνωρίζουν μια γνωστή φωνή και αντιδρούν πιο καλά σε αυτή. Για τη χρήση μιας γνώριμης φωνής απαιτείται προεγγραφή μηνυμάτων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην εγκατάσταση. Είναι λοιπόν καλύτερο να ζητηθεί από ένα μέλος της οικογένειας να

ηχογραφεί κάποια μηνύματα σαν να είναι δίπλα στο άτομο και να το φροντίζει, αντί να χρησιμοποιηθεί ένα μονοκόμματο τυποποιημένο μήνυμα. Η διαδικασία αυτή λειτουργεί πολύ καλά, επειδή ο φροντιστής γνωρίζει καλά το πρόσωπο και γνωρίζει το είδος του τόνου της φωνής και του τρόπου ομιλίας που θα είναι πιο αποτελεσματικές στο να επηρεάσουν τη συμπεριφορά τους. Μερικές μελέτες έχουν δείξει στοιχεία της εξοικείωσης όταν χρησιμοποιούνται τα ηχογραφημένα μηνύματα.

Έχει επίσης διεξαχθεί έρευνα για να διαπιστωθεί αν η φωνή του χρήστη μπορεί να αναγνωριστεί, έτσι ώστε να είναι δυνατή η αμφίδρομη επικοινωνία. Ένα πρωτοποριακό πρόγραμμα που χρησιμοποιεί αυτήν την προσέγγιση είναι τα σπίτια millenium από το Brunel Ινστιτούτο Εμβιομηχανική στο Ηνωμένο Βασίλειο. Εάν οι αισθητήρες δείξουν ότι ο χρήστης έχει ανάγκη από κάποια βοήθεια, η εγκατάσταση θα πρέπει πρώτα απ' όλα να ζητήσει από το χρήστη αν χρειάζεται όντως αυτή τη βοήθεια. Θα μπορούσε να αναγνωρίσει την απάντηση του επιβάτη μέσω απλών λογισμικό αναγνώρισης φωνής. Η αναγνώριση φωνής φυσικά αντιμετωπίζει προβλήματα γιατί χρειάζεται μάθηση εκ μέρους του λογισμικού, και σε καταστάσεις στρες η φωνή του χρήστη μπορεί να αλλάξει. Παρ' όλα αυτά το εν λόγω λογισμικό έχει αρκετά ώριμη τεχνολογία και θα έχει σαφώς έναν αυξανόμενο ρόλο σε αυτές τις εγκαταστάσεις. Το σύστημα ανίχνευσης πτώσης που αναπτύχθηκε στο Τμήμα Επιστήμης και Επαγγελματικών Εργοθεραπείας στο Πανεπιστήμιο του Τορόντο χρησιμοποιεί αναγνώριση φωνής και στην περίπτωση της πτώσης ο ασθενής μπορεί να ενημερώσει το σύστημα ότι χρειάζεται βοήθεια ή όχι. (Hamill, 2009).

### **6.3.1.3 Σχεδιασμός των συσκευών υποστήριξης**

Μια συσκευή υποστήριξης πρέπει επίσης να λειτουργεί με τρόπο ώστε να μπορεί να μιμηθεί τις ενέργειες του φροντιστή. Στο παράδειγμα της αυτόματης βρύσης παραπάνω, θα ήταν αρκετά απλό να έχει εγκαταστήσει μια βαλβίδα διακοπής στην παροχή του νερού, και αν η εγκατάσταση κρίνει πρέπει να κλείσει το νερό, θα μπορούσε απλώς να διακόψει το νερό. Ωστόσο, εάν στη συνέχεια ο χρήστης προσπαθήσει να προσθέσει λίγο περισσότερο ζεστό νερό, ή αν επέστρεπαν την επόμενη μέρα αφού έχει αδειάσει το νερό, θα έβλεπαν ότι οι βρύσες δεν λειτουργούν λόγω της διακοπής από το σύστημα. Κατά συνέπεια, μια βρύση που σχεδιάστηκε να συμπεριφερθεί σαν φροντιστής θα είχε απενεργοποιηθεί. Ένας άξονας είναι συνδεδεμένος με τη λαβή της βρύσης η οποία λειτούργησε έναν κωδικοποιητή για να ανιχνεύσει κατά πόσο είχε ανοίξει η βρύση, και μια βαλβίδα ελέγχου ροής άνοιξε αναλόγως. Εάν το νερό έπρεπε να κλείσει, η βαλβίδα ροής ήταν απενεργοποιημένη, ο κωδικοποιητής μηδενίστηκε, και ένα ηλεκτρομαγνητικό φρένο εφαρμόστηκε στον άξονα για να τον κάνει να αισθανθεί σαν να ήταν απενεργοποιημένος. Σε ό, τι αφορά το χρήστη η βρύση αισθάνθηκε ότι κάποιος την είχε απενεργοποιήσει, και αν προσπάθησε να γυρίσει τη βρύση και πάλι θα ενεργοποιηθεί ο κωδικοποιητής και η βρύση θα λειτουργήσει ως συνήθως. Το τελικό αποτέλεσμα είναι πολύ κοντά σε αυτό που θα έκανε ο φροντιστής για την επίλυση του προβλήματος. Η ανάλυση της συμπεριφοράς των φροντιστών συνεπώς είναι σημαντική για την

καθοδήγηση και τον πιο λεπτομερή σχεδιασμό του εξοπλισμού υποστήριξης.

### **6.3.2 Οι αισθητήρες και το αποτέλεσμά τους σε συνδυασμό με τους φροντιστές**

Παρά την απλότητά τους, το είδος των αισθητήρων που περιγράφονται μπορεί να είναι πολύ αποτελεσματικό στο να παρέχει μια εικόνα για τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι ασθενείς. Ένα καλό παράδειγμα αυτού, είναι ένα αυτόνομο έξυπνο σπίτι που ιδρύθηκε στο Λονδίνο (Orwood, 2008). Ο χρήστης ήταν ένας άνθρωπος με πολύ ανεπτυγμένη άνοια (MMSE βαθμός 10, ανώτατο επίπεδο), ο οποίος είχε ένα πρόβλημα ακράτειας και την τάση να περιπλανιέται το βράδυ. Χρησιμοποιήθηκαν αισθητήρες για ένα μήνα, χωρίς να στρέφονται σε οποιαδήποτε από τις τεχνολογίες υποστήριξης. Αυτό έγινε για να παρέχουν μια βασική γραμμή ελέγχου για να καταστεί δυνατή η επίδραση της τεχνολογίας στήριξης που πρόκειται να αξιολογηθεί. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου ελέγχου, οι αισθητήρες των κλινών του έδειξαν ότι κοιμόταν πολύ λίγο. Ήταν ανήσυχος στο κρεβάτι όλη τη νύχτα και κατά μέσο όρο κοιμόταν περίπου 3,5 ώρες κάθε βράδυ. Οι αισθητήρες κίνησής του επίσης έδειξαν σημάδια σύγχυσης μέσα από το διαμέρισμά του. Ο ίδιος κινούταν από δωμάτιο σε δωμάτιο πριν βρεί την τουαλέτα. Κανένα στοιχείο από αυτή την συμπεριφορά του δεν ήταν γνωστό στους φροντιστές του. Κατά συνέπεια, όταν η τεχνολογία στήριξης ήταν ενεργοποιημένη, είχε διαμορφωθεί έτσι ώστε να βοηθήσει τόσο με τον ύπνο όσο και με τα θέματα της τουαλέτας.

Αν σηκωθεί από το κρεβάτι, το φως της κρεβατοκάμαρας θα πρέπει να ενεργοποιηθεί καθώς επίσης και το φως της τουαλέτας. Η φωνή της κόρης του, θα του θυμίσει την τουαλέτα και το φως της θα έχει επίσης τεθεί σε λειτουργία. Αυτό βοήθησε τον επιβάτη να βρει την τουαλέτα και του υπενθύμισε τον τρόπο της μετάβασης. Όταν βγήκε από την τουαλέτα θα έχει την τάση να περιπλανηθεί μέσα στο διαμέρισμα. Αρχικά δεν θα πρέπει να αναληφθεί δράση, αλλά αν αυτό συνεχιστεί για περισσότερο από δέκα λεπτά ομιλίας της κόρης του, θα του υπενθυμίσει ότι είναι νυκτερινές ώρες και θα του πρότεινε να πάει πίσω στο κρεβάτι. Αν πήγε πίσω στο κρεβάτι, αλλά ξέχασε να απενεργοποιήσει το φως, αυτό θα πρέπει να γίνει από το σύστημα μετά από μια μικρή καθυστέρηση. Αν συνεχίσει την περιπλάνηση στο σπίτι για κάποιο χρονικό διάστημα, το προσωπικό θα πρέπει να έρθει σε επαφή μαζί του για να πάει και να ελέγξει ότι είναι εντάξει. Το τελικό αποτέλεσμα αυτής της παρέμβασης ήταν ότι ο ύπνος του αυξήθηκε σε περίπου έξι ώρες την νύχτα. Η ρύθμιση των παραμέτρων της εγκατάστασης, ώστε να την προσαρμόσουν στις ανάγκες του ήταν ένα απλό θέμα, αλλά είχε μια βαθιά επίδραση στη ζωή του.

#### **6.3.2.1 Νυκτερινή περιπλάνηση**

Η νυκτερινή περιπλάνηση αποτελεί σημαντική συμπεριφορά των ατόμων με άνοια που προκαλεί μεγάλη ανησυχία και μπορεί να είναι πολύ επικίνδυνη. Αυτή η συμπεριφορά πρέπει να γίνει περισσότερο κατανοητή για να βρεθεί τρόπος βοήθειας από ένα έξυπνο σπίτι και αυτό μπορεί να γίνει μόνο αν γίνει γνωστό τι ενθαρρύνει αυτά τα άτομα να

περιπλανιούνται στο σπίτι τα βράδια. Με τη χρήση PIR αισθητήρων κοντά στην πόρτα είναι σχετικά εύκολο να ανιχνευθεί αν κάποιος πρόκειται να πάει έξω. Αν εντοπιστεί κίνηση κοντά στην πόρτα κατά τη διάρκεια της νύχτας, τότε η εγκατάσταση είναι σε θέση να κρίνει ότι ο κάτοικος είναι πιθανό να βγει έξω. Οι φωνητικές οδηγίες είναι αρκετά αποτελεσματικές σε αυτές τις καταστάσεις στην αποθάρρυνση του κατοίκου να βγει έξω, και πολύ περισσότερο αν χρησιμοποιείται μια αξιόπιστη φωνή. Εάν ο κάτοικος πάει να βγει έξω, τότε οι αισθητήρες πόρτας μπορούν να ανιχνεύσουν το άνοιγμα της πόρτας. Η κατάσταση αυτή είναι μία από τις κυριότερες όπου η εγκατάσταση πρέπει να επικοινωνήσει με εξωτερική βοήθεια. Αυτό θα μπορούσε να είναι ένα τηλεφωνικό κέντρο, αλλά θα μπορούσε επίσης να είναι μια κλήση σε ένα γείτονα ή συγγενή που ζει κοντά. Άλλες τεχνολογίες έχουν επίσης σημαντικό ρόλο (όπως το GPS) για να παρακολουθείται αν το άτομο χρειάζεται ανθρώπινη βοήθεια και πρέπει να έρθει κάποιος σε επαφή μαζί του.

### **6.3.2.2 Υποστήριξη στην κουζίνα**

Η άσχημη χρήση της κουζίνας είναι ο πιο βασικός παράγοντας στην απόφαση να κινηθεί κάποιος σε αναζήτηση μέριμνας για κάποιο τέτοιο άτομο που χρειάζεται βοήθεια. Αν δεν έχουν βοήθεια μπορούν εύκολα να τραυματιστούν και να μην τρέφονται σωστά. Σε τέτοιες περιπτώσεις είναι σύνηθες να έχουν αποσυνδέσει τις παρεαδοσιακές κουζίνες και ο κάτοικος να είναι εφοδιασμένος με φούρνο μικροκυμάτων, αλλά αν δεν έχουν συνηθίσει να χρησιμοποιούν τέτοιο φούρνο για το μαγείρεμα είναι απίθανο να μάθουν να στηρίζονται σε αυτό. Η κατάχρηση στην κουζίνα περιλαμβάνει το να βάλει ο κάτοικος κάποια συσκευή στη φωτιά και να την ξεχάσει εκεί, να αφήσει το γκάτζι ανοιχτό ή το φούρνο να καίει χωρίς έλεγχο ή ακόμα και να αφήσει το λάδι σε ένα τηγάνι στη φωτιά. Διάφοροι αισθητήρες έχουν αναπτυχθεί στην προσπάθεια παροχής υποστήριξης στη χρήση της κουζίνας. Τα τρόφιμα που καίγονται κατά λάθος μπορούν να ανιχνευθούν με αισθητήρες καπνού και οι αισθητήρες αυτοί μπορούν επίσης να ανιχνεύσουν όταν κάτι έχει υπερθερμανθεί ή έχει μαγειρευτεί παραπάνω και υπάρχει κίνδυνος φωτιάς μέσω της μέτρησης της θερμοκρασίας του ατμού μαγειρέματος. Είναι επίσης χρήσιμοι στην ανίχνευση ενός σκεύους που έχει βράσει ή υπερθερμανθεί χωρίς περιεχόμενο ή αν το φαγητό έχει καεί. Φυσικά αυτό μπορεί να πάρει πολύ χρόνο για να ανγνωριστεί. Οι αισθητήρες θερμότητας έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί για την ανίχνευση παρόμοιων καταστάσεων με τις παραπάνω.

Οι πρώτοι αισθητήρες αερίου είναι πολύ αποτελεσματικοί στην ανίχνευση του φυσικού αερίου όταν υπάρχει παραπάνω από το επιτρεπτό όριο στον αέρα. Υπάρχουν επίσης αισθητήρες υπέρυθρων που μπορούν να ανιχνεύσουν αν κάποια συσκευή στην κουζίνα έχει υπερθερμανθεί στεγνή και να σημάνει συναγερμό. Παρόμοιοι υπέρυθροι αισθητήρες έχουν χρησιμοποιηθεί για την ανίχνευση όταν οι εστίες είναι ακόμα ζεστές σε επικίνδυνο σημείο και μπορούν να προειδοποιήσουν τον κάτοικο. Όπως και με το μπάνιο, η πρώτη απάντηση από ένα σύστημα στήριξης στην κουζίνα θα μπορούσε να είναι ένα μήνυμα για να λάβει ο κάτοικος κάποια μέτρα, όπως να κλείσει το αέριο ή να ελέγξει μια κατσαρόλα που καίει. Η εγκατάσταση μπορεί επίσης να παρέχει μια

παρέμβαση με τον ίδιο τρόπο που θα έκανε ένας φροντιστής, και αυτό συνήθως σημαίνει την απενεργοποίηση του φυσικού αερίου μέσω μιας βαλβίδας ελέγχου αερίου ή την απενεργοποίηση της ηλεκτρικής ενέργειας, αν μια ηλεκτρική κουζίνα χρησιμοποιείται χωρίς λόγο. Και φυσικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα καθησυχαστικό αυτοματοποιημένο μήνυμα από το σύστημα όταν έχει αναληφθεί κάποια δράση. Εάν η παροχή αερίου ή ηλεκτρικού ρεύματος στην κουζίνα έχει κλείσει, τότε κάποιος πρέπει να την ενεργοποιήσει ξανά μετά από έλεγχο ότι όλα είναι εντάξει. Η απαίτηση αυτή είναι πραγματική, καθώς αν δεν ελεγχθεί ότι όλα είναι όπως πρέπει, υπάρχει κίνδυνος πυρκαγιάς ή εγκαυμάτων. Αν ο κίνδυνος δεν έχει ξεπεραστεί, τότε αυτό είναι μια άλλη κατάσταση όπου η εγκατάσταση πρέπει να καλέσει εξωτερική βοήθεια από το σπίτι. Έτσι η υποστήριξη στη κουζίνα συνήθως απαιτεί μια απάντηση σε δύο στάδια. Αρχικά θα ζητηθεί να αναληφθεί δράση. Αν δεν ανταποκριθεί κάποιος, τότε η εγκατάσταση θα σβήσει το αέριο ή την ηλεκτρική ενέργεια και ίσως να καλέσει βοήθεια.

## **6.4 Επεξεργασία των δεδομένων του αισθητήρα**

### **6.4.1 Κρίνοντας πολύπλοκη ανθρώπινη συμπεριφορά**

Στον πυρήνα της λειτουργίας του αυτόνομου σπιτιού είναι η ανάγκη να γίνονται κρίσεις για την ανθρώπινη συμπεριφορά. Αυτές είναι συνήθως ασήμαντες αποφάσεις όταν συμβαίνουν στην πραγματικότητα, αλλά είναι πολύ δύσκολο να ληφθούν με αξιοπιστία με τη χρήση απλών αισθητήρων. Η ανθρώπινη συμπεριφορά είναι σύνθετη και μεταβλητή, και η αυτοματοποιημένη λήψη αποφάσεων σύμφωνα με τη συμπεριφορά του ανθρώπου είναι πολύ δύσκολη. Το σύστημα που αναφέρθηκε παραπάνω για την ανίχνευση της αλόγιστης χρήσης ηλεκτρικών συσκευών είναι το πιο κατάλληλο παράδειγμα για να τονιστεί αυτό το σημείο. Το σύστημα αυτό χρησιμοποιεί υπέρυθρη τεχνολογία στους αισθητήρες σε π.χ. τηγάνια και παρακολουθεί τη θερμοκρασία της επιφάνειάς τους. Αυτή η θερμοκρασία παραμένει συνήθως σχετικά σταθερή κατά το μεγαλύτερο μέρος της χρήσης, αλλά αν το τηγάνι δεν έει περιεχόμενο, η θερμοκρασία αυξάνεται απότομα. Η αύξηση αυτή θα μπορούσε να σημειωθεί εύκολα από τα δεδομένα του αισθητήρα και να ξεκινήσει κάποια ανάδραση. Ωστόσο, η απότομη αύξηση της θερμοκρασίας θα μπορούσε επίσης να προκαλείται από άλλες συμπεριφορές από την πλευρά του χρήστη. Ο ένοικος θα μπορούσε να γυρίσει το διακόπτη της θερμοκρασίας ενώ μαγειρεύει. Θα μπορούσε ακόμα να κινήσει το τηγάνι σε διάφορες θέσεις. Θα μπορούσε να μετακινηθεί το τηγάνι, έτσι ώστε η φλόγα του αερίου να έρθει στο έξω μέρος του τηγανιού. Όλα αυτά είναι αρκετά συχνά κατά τη διάρκεια του μαγειρέματος, αλλά θα μπορούσαν να είναι αιτία που όλες οι μετρήσεις του αισθητήρα ξαφνικά αλλάζουν και φαίνεται ότι το τηγάνι έχει ανεβάσει θερμοκρασία. Οι αλγόριθμοι που αναπτύχθηκαν για αυτόν τον αισθητήρα θα μπορούσαν να ανιχνεύσουν σωστά αν τα τηγάνια είχαν ανεβάσει θερμοκρασία στο περίπου 85% του χρόνου. Αυτό φυσικά δεν είναι αρκετά αξιόπιστο όσον αφορά την ασφάλεια σε μια κρίσιμη κατάσταση, όπως η χρήση της κουζίνας. Το σύστημα θα μπορούσε να σχεδιαστεί και να έχει την



τάση να ανταποκριθεί σε ψευδώς θετικά αποτελέσματα, αλλά αυτό μπορεί να προκαλέσει ενόχληση στην πλευρά του χρήστη, εάν η κουζίνα π.χ. απενεργοποιείται χωρίς λόγο. Αν και αυτό το παράδειγμα αναφέρεται σε ένα συγκεκριμένο πρόβλημα της ανίχνευσης τηγανιών που υπερθερμαίνονται, το σημείο που γίνεται είναι γενικό. Η λήψη αποφάσεων σχετικά με την ανθρώπινη συμπεριφορά είναι σύνθετη και πολύ δύσκολο να γίνει με χρήση απλών αισθητήρων. Οι αισθητήρες μπορούν να παρέχουν μόνο μια πιθανολογική απάντηση παρά ένα ξεκάθαρο μήνυμα.

#### **6.4.2 Έμμεση απόφαση της συμπεριφοράς**

Η λήψη αποφάσεων σχετικά με τη συμπεριφορά έχει οδηγήσει σε μια σειρά από ενδιαφέροντα συστήματα ελέγχου. Μια μελέτη διαπίστωσε ότι η χρήση του ψυγείου ήταν ένας βασικός δείκτης των ανθρώπων που τρέφονται σωστά. Εάν η πόρτα του ψυγείου δεν είχε ανοίξει για κάποιο διάστημα θεωρήθηκε ότι αυτό ήταν μια σαφής ένδειξη ότι δεν τρώει καλά. Ωστόσο, αυτό είναι σαφώς μια έμμεση ένδειξη της συμπεριφοράς που και πάλι είναι απλώς πιθανολογική και παρέχει ενδείξεις. Κάποιος μπορεί επίσης να τρώει αρκετά σωστά, χωρίς να απαιτείται η συχνή πρόσβαση στο ψυγείο. Μπορούν να χρησιμοποιούν το ψυγείο συχνά, αλλά λόγω της άνοιξής τους θα μπορούσαν να βάζουν π.χ. απλά ρολά χαρτιού τουαλέτας σε αυτό κατά λάθος. Η χρήση αυτών των δεδομένων των αισθητήρων καθίσταται πιο χρήσιμη όταν συνδυάζονται με προσαρμοστική επεξεργασία δεδομένων έτσι ώστε να μπορούν να ανιχνευθούν μεταβολές από την τακτική συμπεριφορά συναρτήσει του χρόνου. Άλλοι έμμεσοι αισθητήρες περιλαμβάνουν την παρακολούθηση της χρήσης των οικιακών συσκευών, όπως η τηλεόραση. Η χρήση της τηλεόρασης μπορεί να υποδηλώνει ότι ο κάτοικος είναι απασχολημένος και ανιχνεύεται ένα κανονικό πρότυπο συμπεριφοράς. Αν στο πρότυπο αυτό έχουμε κάποια αλλαγή, ίσως απαιτηθεί ανθρώπινη παρέμβαση. Η χρήση τέτοιων συσκευών μπορεί απλά να παρακολουθείται μέσω της χρήσης του δικτύου ανιχνευτών που είναι χτισμένο σε ένα προσαρμογέα.

#### **6.4.3 Ερμηνεία των δεδομένων**

Τα είδη των εγκαταστάσεων που συζητήθηκαν παράγουν πολύ μεγάλες ποσότητες δεδομένων. Τα δεδομένα αυτά είναι φυσικά απαραίτητα για τη λήψη αποφάσεων σχετικά με τις παρεμβάσεις για βοήθεια στον χρήστη, αλλά είναι επίσης και πολύ χρήσιμα για την παροχή φροντίδας. Το παράδειγμα που αναφέρθηκε παραπάνω για το πως μπορεί να βοηθηθεί κάποιος να βελτιώσει τον ύπνο τους ήταν μια τέτοια περίπτωση. Ήταν μόνο λόγω των δεδομένων του αισθητήρα που βοήθησε το νοσηλευτικό προσωπικό να καταλάβει ότι ο ασθενής κοιμόταν πολύ λίγο. Οι πληροφορίες των αισθητήρων μπορούν να παρέχουν πληροφορίες που είναι εξαιρετικά χρήσιμες για τους επαγγελματίες φροντιστές και αποτελούν σημαντικό εργαλείο για να εξασφαλιστεί η κατάλληλη υποστήριξη στον ασθενή. Είναι επίσης πολύ χρήσιμο για την οικογένεια μια τεκμηριωμένη με στοιχεία επιβεβαίωση ότι στον άνθρωπό τους παρέχεται η μέγιστη

υποστήριξη. Το εμπορικό σύστημα αισθητήρων "just checking» είναι ένα επιτυχημένο και πολύ απλό σύστημα που παρακολουθεί ακριβώς τις κινήσεις και μεταδίδει τα δεδομένα σε έναν ασφαλή δικτυακό τόπο για τους φροντιστές.

Τα ανεπεξέργαστα δεδομένα του αισθητήρα είναι πολύ λεπτομερή και απαιτούν μετάφραση, εάν είναι να είναι χρήσιμα για τους φροντιστές. Έχουν γίνει ήδη κάποια βήματα στον τομέα αυτό. Η κύρια προσέγγιση είναι η παρακολούθηση του τρόπου ζωής με τη χρήση των διαφόρων αισθητήρων, ώστε να ανιχνευθεί το "τυπικό" πρότυπο δραστηριότητας. Ο στόχος είναι να χρησιμοποιηθεί αυτό το είδος των στατιστικών στοιχείων που επιτρέπουν παραλλαγές εκτός από το πρότυπο που πρέπει να ανιχνευθεί, και γι 'αυτό πρέπει να χρησιμοποιείται για να ειδοποιήσει το προσωπικό φροντίδας. Έχει βρεθεί, ωστόσο, ότι τα δεδομένα είναι τόσο μεταβλητά ώστε είναι δύσκολο να προσδιοριστεί τι είναι φυσιολογική συμπεριφορά για ένα δεδομένο άτομο (Hanson, 2007). Η ανάγκη η φροντίδα του προσωπικού να έχει κάποια ιδέα για το πώς ζουν οι χρήστες σημαίνει ότι χρειάζεται κάποια μορφή προειδοποίησης, διότι οι επαγγελματίες φροντιστές είναι σαφές ότι δεν μπορούν να παρακολουθούν μεγάλο αριθμό χρηστών όλη την ώρα. Θα πρέπει να ξέρουν όταν σε κάποιον ασθενή απαιτείται κάποια παρέμβαση και βοήθεια. Αυτή η πτυχή είναι μέρος ενεργούς έρευνας στον τομέα αυτή τη στιγμή.

## **6.5 Επαυξημένα σενάρια**

### **6.5.1 Περισσότεροι από ένας κάτοικος**

Ένας από τους βασικούς περιορισμούς για το είδος των αυτόνομων κατοικιών που περιγράφεται είναι ότι στην ιδανική περίπτωση απαιτούν από τον κάτοικο να ζει μόνος του. Οι αισθητήρες που περιγράφονται δεν μπορούν να διακρίνουν μεταξύ των διαφορετικών κατοίκων έτσι ώστε σε ορισμένες περιπτώσεις, αν υπήρχαν περισσότερα από ένα άτομα στο σπίτι, η απόφαση που λαμβάνεται σχετικά με το πώς να παρέμβει θα διακυβευόταν σοβαρά. Για να γίνει διάκριση μεταξύ δύο ατόμων είναι απαραίτητα κάποια μέσα εντοπισμού των χρηστών. Επί του παρόντος, αυτό μπορεί εύκολα να γίνει μόνο με κάποιου είδους συσκευές που φοριούνται στο σώμα ή με ετικέτες, όπως το Radio Frequency Identification (RFID), αν και η επεξεργασία δεδομένων βίντεο έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία σε ορισμένες εφαρμογές. Το πλεονέκτημα των δύο ατόμων, εκτός από τις προφανείς κοινωνικές παροχές, είναι ότι ο κάτοικος φροντιστής μπορεί να είναι μέρος της εγκατάστασης. Θα μπορούσαν να είναι σε εγρήγορση όταν το σκεύος μόλις είχε απενεργοποιηθεί λόγω της συμπεριφοράς του ατόμου με ειδικές ανάγκες και μπορεί να ανταποκριθεί άμεσα στην παροχή υποστήριξης αντί να περιμένει για έναν γείτονα ή για το προσωπικό φροντίδας.

## 6.5.2 Προσαρμοζόμενα στις ανάγκες σπίτια

Μια περαιτέρω φάση της εκλέπτυνσης για ευφείς κατοικίες είναι να τους παρέχουμε κάποια ικανότητα μάθησης. Ακριβώς όπως ένας φροντιστή μαθαίνει να γνωρίζει τη συμπεριφορά και τις συνήθειες ενός κατοίκου, η εγκατάσταση θα μπορούσε να κάνει το ίδιο και έτσι να παρέχει μια πιο προσωπική υποστήριξη. Τέτοιες προσαρμοστικές δυνατότητες θα ήταν εξαιρετικά χρήσιμες αν οι τεχνολογίες αυτές μπορούσαν να αναπτύσσονται κλιμακωτά.

Αντί οι επαγγελματίες του τομέα να χρειάζεται να παρακολουθούν τις συμπεριφορές των ανθρώπων στενά και να τελειοποιήσουν τις εγκαταστάσεις σύμφωνα με τις ανάγκες τους, η ίδια εγκατάσταση μπορεί να προσαρμοστεί ανάλογα με τις ιδιαίτερες ανάγκες του χρήστη. Αυτό θα καταστήσει το κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας αυτών των συστημάτων πολύ φθηνότερα και αυτό σημαίνει επίσης ότι θα ήταν πολύ πιο αποτελεσματικές στην υποστήριξη που παρέχουν. Θα υπάρξουν επίσης πλεονεκτήματα για τους ανθρώπους που ζουν με μια επιδείνωση της κατάστασης, όπως η άνοια. Όπως ικανότητές τους αλλάζουν, η εγκατάσταση θα άλλαζε μαζί τους, και θα τους παρείχε ένα αυξανόμενο επίπεδο στήριξης.

Ορισμένες πτυχές της συμπεριφοράς των ανθρώπων μπορεί να μαθευτεί αρκετά γρήγορα. Για παράδειγμα, μια βασική μεταβλητή που πρέπει να περιλαμβάνεται σε περισσότερες εγκαταστάσεις είναι το τι αντιπροσωπεύει ο χρόνος κρεβάτι για το κάθε άτομο. Αυτό είναι απαραίτητο για να γνωρίσει το σύστημα πότε θα τους αποθαρρύνει από το να πηγαίνουν έξω. Είναι επίσης σημαντικό σε πιο σύνθετες αποφάσεις για το αν ο κάτοχος είναι λίγο ανήσυχος τη νύχτα, επειδή ανιχνεύονται να κινούνται γύρω από το σπίτι τους κατά τη διάρκεια μιας κανονικής νύχτας. Τέτοια στοιχεία μπορούν να εισαχθούν με το χέρι κατά τη διάρκεια της διαμόρφωσης της εγκατάστασης, αλλά συχνά δεν είναι ότι πιο ακριβή και μπορεί να αλλάξουν με το χρόνο και με την εποχή του χρόνου.

Χρησιμοποιώντας αισθητήρες κλινών και φωτός είναι δυνατόν για την εγκατάσταση να λάβει μια απόφαση για το τι είναι η ώρα ύπνου για το χρήστη, ενώ βασίζεται σε στατιστική ερμηνεία των εν λόγω δεδομένων. Μερικές αποφάσεις είναι πολύ πιο δύσκολες. Έχει ήδη σχολιαστεί ότι η λήψη αποφάσεων συμπεριφοράς από απλά δεδομένα του αισθητήρα δεν είναι καθόλου απλή και ότι σαφώς είναι μια επιπλοκή για τα προσαρμοστικά συστήματα.

Η παρακολούθηση του τρόπου ζωής δείχνει ότι η μεταβλητότητα στην συμπεριφορά των ανθρώπων μέσα στο σπίτι τους είναι πολύ μεγάλη. Ωστόσο, αυτή είναι μια σημαντική περιοχή για έρευνα που θα έχει βαθιές επιπτώσεις για τις εγκαταστάσεις έξυπνων συστημάτων μόλις βρεθούν επιτυχημένες προσεγγίσεις. Η κοινότητα της τεχνητής νοημοσύνης έχει διερευνήσει διάφορες προσεγγίσεις σε αυτό το πρόβλημα, και είναι βέβαιο ότι κάποια στιγμή θα υπάρξουν εγκαταστάσεις που θα εφαρμόζουν μια πολύ πιο εξελιγμένη ερμηνεία των δεδομένων του αισθητήρα. Αυτό θα επιτρέψει στις

εγκαταστάσεις και στον τρόπο που προσαρμόζονται στις ανάγκες του ατόμου να μοιάζουν περισσότερο με τις δράσεις των κατοίκων φροντιστών.

Ένας βασικός τομέας για προσαρμοστικές αντιδράσεις είναι η χρήση των φωνητικών μηνυμάτων. Αναφέρθηκε παραπάνω ότι η συνήθεια είναι ένα πρόβλημα με τα συστήματα φωνητικών μηνυμάτων, αν και η αυτοματοποίηση των αλλαγών είναι πιθανό ότι θα βελτιώσει την αποτελεσματικότητα των συστημάτων αυτών των συστημάτων υπενθύμισης. Η φωνή περιέχει επίσης ένα υψηλό επίπεδο συναισθήματος σε περίοπτη θέση. Για παράδειγμα, οι ανθρώπινοι φροντιστές θα παρουσιάζουν ένα επίπεδο ενόχλησης αν οι συμβουλές τους αγνοούνταν συστηματικά και αυτό έχει αντίκτυπο στο χρήστη. Η αυτοματοποίηση σε αυτά τα είδη των αντιδράσεων του ανθρώπου θα μπορούσε να αξιοποιήσει τις ανθρώπινες λεκτικές αλληλεπιδράσεις και να τους παρέχει μια απάντηση που έμοιαζε περισσότερο με έναν κάτοικο φροντιστή. Κάποια έρευνα για την παροχή επικοινωνίας μέσω της έκφρασης του προσώπου ενός φροντιστή ο οποίος μεταδίδεται με βίντεο έχει επίσης δείξει πιθανές επιπτώσεις στο χρήστη.

### **6.5.3 Συναισθηματικό σπίτι**

Ένα βασικό πλεονέκτημα των ανθρώπινων φροντιστών είναι ότι είναι ευαίσθητοι για το πώς ο χρήστης αισθάνεται και προσαρμόζουν την ανταπόκρισή τους αναλόγως. Η παροχή εγκαταστάσεων με αυτό το είδος της ευαισθησίας θα μπορούσε να βελτιώσει την αποτελεσματικότητά τους ακόμη περισσότερο. Εάν ο χρήστης δείχνει σημάδια ότι είναι λίγο λυπημένος ή θλιμμένος, η εγκατάσταση θα μπορούσε να απαντήσει με κάποια μουσική ή ακόμα και να φτιάξει ένα φλιτζάνι τσάι. Η ευαισθησία αυτή δεν απαιτεί μόνο την παρακολούθηση της συμπεριφοράς των χρηστών αλλά πολύ περισσότερο τη γλώσσα του σώματος τους και τις κινήσεις τους, καθώς και την έκφραση του προσώπου. Μεγάλο μέρος αυτής της αίσθησης θα απαιτούσε επεξεργασία των δεδομένων βίντεο. Οι σημαντικές και ραγδαίες εξελίξεις σε αυτόν τον τομέα μπορούν να βρουν πολύ χρήσιμη εφαρμογή στον τομέα των ευφυών σπιτιών για αυτά τα είδη των εφαρμογών.

### **6.6 Μέτρηση της ενέργειας**

Η περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση υπάρχει πια σε όλες τις επιχειρήσεις και ιδίως στις ανεπτυγμένες χώρες. Οι κινητήριες δυνάμεις για αυτό το ενδιαφέρον είναι το συνεχώς αυξανόμενο κόστος της ενέργειας και η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Οι παράγοντες αυτοί πιέζουν για να μειώσουν τη χρήση ενέργειας και να βελτιστοποιήσουν τη χρήση της στα σπίτια και σε εμπορικά κτίρια μέσω έξυπνων ενεργειακά προϊόντων.

Σε γενικές γραμμές, το κόστος της ενέργειας μπορεί να είναι πείρπου το ένα πέμπτο των εξόδων λειτουργίας του κτιρίου, με το φωτισμό και τη θέρμανση ή ψύξη να χρησιμοποιούν το μεγαλύτερο μέρος σε κατοικίες και εμπορικά κτίρια. Κατά συνέπεια, είναι οι κύριοι στόχοι για τη μείωση της ενέργειας μέσω έξυπνης χρήσης της. Οι

επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας ενδιαφέρονται για έξυπνους τρόπους για να ελέγξουν την αυξανόμενη χρήση της ενέργειας με ελάχιστο κόστος. Είναι απρόθυμες να εφαρμόσουν και να αναπτύξουν τόσο τον έλεγχο του φορτίου όσο και το χρόνο του κύκλου χρήσης (TOU) για να βοηθήσουν στη διαχείριση του φορτίου κατά τη διάρκεια της ζήτησης. Θα ήθελαν να έχουν τη δυνατότητα, μέσω του ελέγχου του φορτίου, να απενεργοποιούν κάποια μη κρίσιμα φορτία των πελατών τους, όπως το HVAC, για σύντομο χρονικό διάστημα κατά τη διάρκεια της ζήτησης αιχμής. Επίσης, μπορούν να χρησιμοποιήσουν τη ζήτηση μηχανισμού απόκρισης, όπου οι πελάτες ενημερώνονται σχετικά με τα ποσοστά του χρόνου κύκλου χρήσης του. Αυτό θα ενθαρρύνει τους πελάτες να διαχειριστούν την αποδοτική χρήση της ενέργειας. Οι δράσεις αυτές θα βοηθήσουν της επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας στη μείωση ζήτησης την ώρα αιχμής και τους χρήστες να μειώσουν τους λογαριασμούς τους.

Η χρήση των έξυπνων μετρητών ηλεκτρικής ενέργειας σε έξυπνα σπίτια θα επιτρέψει την επικοινωνία με τις εταιρείες κοινής ωφέλειας για τον έλεγχο του φορτίου και την ανταπόκριση στη ζήτηση (Venables, 2007). Μέσω ενός τοπικού δικτύου στο σπίτι (HAN home area network), έξυπνοι μετρητές μπορούν να επικοινωνούν και να ελέγχονται άλλες συσκευές στο έξυπνο σπίτι, όπως το σύστημα HVAC. Εκτός από αυτό, ο ιδιοκτήτης του έξυπνου σπιτιού μπορεί να πάρει εθελοντικές δράσεις κατά τη διάρκεια της ζήτησης / περιόδου ανταπόκρισης για τη μείωση της κατανάλωσης στο σπίτι του / της με την απενεργοποίηση συσκευών, φωτισμού, κ.λπ. Έχοντας τις οικιακές συσκευές συνδεδεμένες μεταξύ τους, θα διευκολύνει τον έλεγχο του φορτίου και της ανταπόκρισης στη ζήτηση. Για παράδειγμα, σε ένα πλυντήριο πιάτων μπορεί να δοθεί η εντολή να καθυστερήσει την έναρξη του χρόνου και να ξεκινήσει σε μια χρονική στιγμή που έχει χαμηλότερο ποσοστό χρήσης.

## **6.7 Ελέγχος Περιβάλλοντος**

Η θέρμανση και η ψύξη σε ένα σπίτι είναι το κυριότερο κόστος στη χρήση ενός σπιτιού και ως εκ τούτου, πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή σε αυτό τον τομέα κατά το σχεδιασμό των έξυπνων σπιτιών. Η επιλογή ενός καλού υλικού μόνωσης στην κατασκευή σπιτιών που είναι κατάλληλα για το περιβάλλον τους είναι ο σημαντικότερος παράγοντας για τη μείωση αυτών των δαπανών. Με την εγκατάσταση έξυπνων αισθητήρων μέσα και έξω από το σπίτι, η κατανάλωση ενέργειας των σπιτιών μπορεί να διαχειριστεί αποτελεσματικά. Με τη συλλογή πληροφοριών από τους καταναλωμένους αισθητήρες στο εσωτερικό του σπιτιού, όπως θερμοστάτες, υγρασιόμετρο, ροή αέρος, κλπ και από αισθητήρες στο εξωτερικό του σπιτιού που μετράνε τη θερμοκρασία ξανά την υγρασία, την ταχύτητα του ανέμου, κλπ, αυτές οι πληροφορίες μπορούν να υποβληθούν σε επεξεργασία για τον έλεγχο των μονάδων κλιματισμού των περσίδων, της αποχρωσης των τζαμιών, των παραθύρων κτλ. Για παράδειγμα, στην περίπτωση κατά την οποία ένα παράθυρο ανοίγεται για ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα ενώ η μονάδα κλιματισμού ήταν για εκείνο το συγκεκριμένο δωμάτιο ανοικτή, μπορεί να ληφθεί αυτόματα μια απόφαση για να σταματήσει αυτή η μονάδα να λειτουργεί ή να σταλεί ένα μήνυμα στον χρήστη για αυτή την αναποτελεσματική χρήση της ενέργειας.

Εκτός από αυτό, μπορεί να δοθεί η συμβουλή στο χρήστη να κλείσει τις κουρτίνες το βράδυ, όταν η εξωτερική θερμοκρασία είναι πολύ χαμηλότερη από ό, τι μέσα στο σπίτι, ενώ το σύστημα θέρμανσης είναι σε λειτουργία.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που διαθέτουν τα έξυπνα σπίτια εξαρτώνται από τη γεωγραφική τους θέση. Για παράδειγμα, σε περιοχές όπου ο ήλιος λάμπει το μεγαλύτερο μέρος του έτους, είναι σκόπιμο να έχουν εγκατασταθεί ηλιακοί συλλέκτες στη στέγη του. Σε άλλες περιοχές όπου υπάρχει θεμελιώδεις κλίμα, είναι σκόπιμο να έχουν εγκατασταθεί ανεμογεννήτριες στον κήπο (Balasubramanian, 2008). Με την παρακολούθηση των περιβαλλοντικών συνθηκών μέσα και έξω από το σπίτι καθώς και την τρέχουσα κατάσταση φορτίου στο σπίτι, μπορούν να ληφθούν οι αποφάσεις για τον τρόπο χρήσης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Σε περίπτωση που το σπίτι είναι συνδεδεμένο με έξυπνο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας, η επιπλέον ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να τροφοδοτηθεί πίσω στο δίκτυο.

## **6.8 Πρόσβαση σε πληροφορίες**

Το έξυπνο σπίτι θα πρέπει να ανταποκρίνεται στις ανάγκες του ιδιοκτήτη και στην αλλαγή των αναγκών αυτών με διακριτικό και αόρατο τρόπο, ενώ να παραμένει υπό τον έλεγχο των χρηστών (Friedewald, 2005). Με τον εντοπισμό της θέσης ενός ατόμου μέσα στο σπίτι και με την αντίληψη της δραστηριότητας στο περιβάλλον μπορεί να προσαρμοστεί ώστε να ταιριάζει στις επιθυμίες του. Σε περίπτωση που ο ιδιοκτήτης ζητά πληροφορίες θα παρουσιάζονται στην πλησιέστερη οθόνη με βάση την τοποθεσία του. Επίσης, οι προτιμήσεις του και η πρόσβαση στις πληροφορίες θα πρέπει να κινούνται μαζί του όταν αλλάζει θέση. Σε περίπτωση που ο ιδιοκτήτης του έξυπνου σπιτιού παρακολουθούσε τις ειδήσεις ενώ ξυριζόταν στο μπάνιο, το ίδιο ειδησεογραφικό κανάλι θα εμφανιστεί στην κουζίνα, όταν παεί εκεί για να πει τον καφέ του. Σε περίπτωση που διαβάζει ένα μυθιστόρημα, οι πληροφορίες που σχετίζονται με αυτό θα μπορούσαν να ανακτηθούν από το διαδίκτυο και να εμφανιστούν στην πλησιέστερη οθόνη προβολής (Friedewald, 2005).

## **6.9 Πλεονεκτήματα χρήσης έξυπνης τεχνολογίας για απομακρυσμένη βοήθεια**

Η αυτόματη παρακολούθηση και ειδοποίηση που προσφέρει η χρήση της τεχνολογίας για απομακρυσμένη βοήθεια δίνει τη δυνατότητα στους ανθρώπους γύρω από το άτομο που έχει ειδικές ανάγκες να έχουν μια πιο ήσυχη ζωή και να μην έχουν τον φόβο ότι θα συμβεί κάτι και δεν θα το μάθουν έγκαιρα. Ο χρήστης γνωρίζει επίσης ότι είναι πιο ασφαλής καθώς αν του τύχει κάτι θα ειδοποιηθεί κάποιος αυτόματα και γρήγορα.

Η μεγαλύτερη βοήθεια σε αυτόν τον τομέα είναι η χρήση αισθητήρων κίνησης στο κτήριο αλλά και στις πόρτες του. Οι αισθητήρες αντίθετα που είναι σχεδιασμένοι να ανιχνεύουν πιο σύνθετες συμπεριφορές, όπως να ξεχαστεί μια βρύση ανοικτή ή να γίνεται κακή χρήση του φούρνου αποδείχθηκε με τα χρόνια ότι δεν είχαν το ίδιο αποτέλεσμα. Είναι

δύσκολο να ανιχνεύσει ένας αισθητήρας την ανθρώπινη συμπεριφορά σε σύνθετες καταστάσεις όπως ο χειρισμός μιας βρύσης ή γενικότερα συσκευών κουζίνας και για αυτό ακόμα δεν έχει γίνει μεγάλη πρόοδος στον έλεγχο τέτοιων συσκευών.

Φυσικά η χρήση αυτής της τεχνολογίας συνδράμει στη μείωση τους κόστους για την υγεία και τους κοινωνικούς φορείς γιατί δεν υπάρχει η ίδια ανάγκη για φυσική επαφή με τους ανρθώπους αυτής της κοινωνικής ομάδας. Ακόμα βοηθά στο να μπορεί κάποιος να ζήσει ακόμα και μόνος του χωρίς να χρειάζεται να πάει σε κάποιο ίδρυμα εξοικονομώντας πολλούς πόρους.

Όμως υπάρχει και ένας περιορισμός στη χρήση τηλεβοήθειας, καθώς είναι πιθανό να χρειαστεί να κατασκευαστούν τηλεφωνικά κέντρα βοήθειας για αυτούς τους ανρθώπους που δεν έχουν συγγενείς ή κάποιον άλλον άνθρωπο για άμεση βοήθεια.

## 7. Οφέλη ενός έξυπνου σπιτιού

Ένα έξυπνο σπίτι μπορεί να κάνει τη ζωή πιο εύκολη και πιο άνετη. Ο καθένας θα ήθελε να είναι σε θέση να ελέγχει το φωτισμό, την ψυχαγωγία και τη θερμοκρασία από τον καναπέ του. Είτε στην εργασία ή σε διακοπές, το έξυπνο σπίτι θα ειδοποιήσει τον ιδιοκτήτη του τι συμβαίνει, και τα συστήματα ασφαλείας μπορούν να κατασκευαστούν για να παρέχουν ένα τεράστιο ποσοστό βοήθειας σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Για παράδειγμα σε περίπτωση φωτιάς το βράδυ, όχι μόνο θα ξυπνήσει τον κάτοικο με συναγερμό πυρκαγιάς, αλλά θα ξεκλειδώσει επίσης τις πόρτες, θα καλέσει την πυροσβεστική και θα ανάψει το φως για ασφάλεια.

Εδώ είναι μερικά παραδείγματα των πλεονεκτημάτων της τεχνολογίας στο έξυπνο σπίτι:

- Άνοιγμα φωτισμού αυτόματα όταν σηκώνεται κάποιος από το κρεβάτι
- Ξεκλείδωμα της πόρτας όταν πλησιάζει ο ιδιοκτήτης με χρήση smartphone
- Παροχή τροφής στα κατοικίδια με αυτόματο σύστημα όταν λείπει ο ιδιοκτήτης
- Άμεσος αυτόματος προκαθορισμένος φωτισμός για κάθε περίπτωση με το πάτημα ενός κουμπιού
- Προγραμματισμός τηλεόρασης να λειτουργεί σε προκαθορισμένη ώρα και αποκλεισμός ορισμένων προγραμμάτων για χρήση από παιδιά
- Ζέσταμα του κρεβατιού και πριν πάει ο ιδιοκτήτης για ύπνο με αυτόματο σύστημα
- Αυτόματη αφύγρανση του χώρου
- Ενεργοποίηση ηλεκτρικών συσκευών από απόσταση

Τα έξυπνα σπίτια παρέχουν επίσης μεγάλες δυνατότητες όσον αφορά την εξοικονόμηση ενέργειας. Επειδή οι τεχνολογίες όπως το Z-Wave και ZigBee θέτουν κάποια συσκευή σε μειωμένο επίπεδο λειτουργικότητας, μπορούν να βάλουν στη συσκευή σε idle και να ξυπνήσει όταν δίνονται εντολές. Τα φώτα μπορούν να κλείνουν αυτόματα όταν κάποιος εξέρχεται από ένα χώρο και το δωμάτιο μπορεί να θερμανθεί ή να ψυχθεί με βάση το ποιος είναι εκεί ανά πάσα στιγμή. Ένας ιδιοκτήτης σπιτιού έχει υποστηρίξει ότι το κόστος θέρμανσης σε ενέργεια και χρήμα ήταν περίπου το ένα τρίτο λιγότερο από ένα ίδιου μεγέθους κανονικό σπίτι [πηγή: Kassim]. Ορισμένες τεχνολογίες μπορούν να

παρακολουθούν πόση ενέργεια χρησιμοποιεί κάθε συσκευή και να δίνουν εντολή να χρησιμοποιούν λιγότερο όταν δεν χρειάζεται.

Η έξυπνη τεχνολογία στο σπίτι υπόσχεται τεράστια οφέλη για τους ηλικιωμένους που ζουν μόνοι. Ένα έξυπνο σπίτι θα μπορούσε να ειδοποιεί τον κάτοικο, όταν ήρθε η ώρα να πάρει, να ειδοποιεί το νοσοκομείο, εάν ο κάτοικος πέσει και να παρακολουθεί πόσο τρώει ο κάτοικος. Εάν ένα ηλικιωμένο άτομο έχει προβλήματα μνήμης, το έξυπνο σπίτι θα μπορούσε να εκτελέσει εργασίες όπως η διακοπή του νερού πριν από την υπερχειλίση στη μπανιέρα ή την απενεργοποίηση του φούρνου αν αυτός που μαγειρεύει έχει φύγει μακριά ή εκτός σπιτιού. Ένας εργολάβος εκτιμά ότι ένα σύστημα όπως αυτό θα μπορούσε να κοστίσει € 20.000, το οποίο είναι φθηνότερο από ό, τι ένα το κόστος απασχόλησης αποκλειστικής νοσοκόμας (Venkatesh). Επιτρέπει επίσης στα παιδιά ενός ηλικιωμένου που ζουν σε άλλο μέρος, να συμμετάσχουν ενεργά στη φροντίδα του γονέα τους. Ένα αυτοματοποιημένο σύστημα μπορεί να παρέχει παρόμοια οφέλη σε άτομα με ειδικές ανάγκες ή με περιορισμένο εύρος κίνησης.

## **8. Background and related works**

### **8.1 Arduino και Google ADK**

Το Open source είναι μια έννοια ότι οι πληροφορίες και οι λεπτομέρειες ενός προϊόντος, όπως το λογισμικό και το υλικό, προσφέρονται στο κοινό ελεύθερα υπό ορισμένες προϋποθέσεις. Για να βοηθήσει τους μαθητές να αναπτύξουν διαδραστικά προγράμματα με χαμηλότερο κόστος, το προσωπικό ενός πανεπιστημίου στην Ιταλία, ανέπτυξε ένα σύστημα που ονομάζεται Arduino που βασίζεται στον μικροελεγκτή Atmel AVR. Το Arduino δεν είναι μια αυτόνομη συσκευή, αλλά μια πλατφόρμα η οποία περιλαμβάνει μια πλατφόρμα Arduino και περιβάλλον ανάπτυξης IDE. Επιπλέον, το Arduino από μόνο του δεν είναι μια εντελώς νέα σχεδίαση, αλλά βασίζεται και προέρχεται από διάφορα προυπάρχοντα συστήματα. Ακολουθώντας την ίδια τάση, υπάρχει ένας αριθμός συστημάτων που υπάρχουν ήδη και βασίζονται στο Arduino. Η πλατφόρμα του Arduino ως hardware είναι από μόνη της ανοικτή πηγή υλικού. Οι πληροφορίες για το υλικό είναι διαθέσιμες στο κοινό με άδεια ανοιχτού κώδικα. Οι πηγές αυτές περιλαμβάνουν Bill of material (BOM), σχηματικές αναπαραστάσεις, τη διάταξη, τους οδηγούς συσκευών και τη διεπαφή προγράμματος εφαρμογής (API) και την πλατφόρμα ανάπτυξης.

Η Google κυκλοφόρησε το kit Android Accessory Development Kit (ADK) το 2012 για την εφαρμογή μιας συσκευής Android Open Accessory Device. Η ADK 2012 (<http://developer.android.com/tools/adk/adk2.html>) βασίζεται στο Arduino με κάποιες επεκτάσεις hardware και software που της επιτρέπουν να επικοινωνεί με Android συσκευές. Στην ADK 2012 υπάρχουν δύο κύρια συστατικά σε φυσικό υλικό: μια κύρια πλακέτα επεξεργασίας, η οποία είναι βασικά μια πλακέτα Arduino που περιέχει τον μικροεπεξεργαστή, θύρες USB, θύρα ρεύματος και ακροδέκτες εισόδου/εξόδου, και μια shield board, που μπορεί να περιέχει αισθητήρες, φωτάκια LED, εισόδους ελέγχου και



ενισχυτή ήχου. Αυτό δείχνει τη φιλοδοξία της Google να αποκτήσει ηγετική θέση στο πεδίο των έξυπνων σπιτιών με την ενσωμάτωση πλατφόρμων Arduino στο Android.

## 8.2 Έξυπνα Σπίτια

Η Αμερικανική Ένωση κατασκευαστών ανακοίνωσε επίσημα την νέα μορφή σπιτιών ως έξυπνα σπίτια το 1984. Το ελεύθερο λεξικό ορίζει ως έξυπνο σπίτι ένα ιδιαίτερο σύστημα αυτοματισμού στο σπίτι στο οποίο όχι μόνο οι εγκαταστάσεις / βίντεο ήχου ψυχαγωγία δικτυώνονται, αλλά επίσης το κλιματιστικό και ο έλεγχος φωτισμού είναι δικτυωμένα. Η υπηρεσία δικτύου μπορεί να έχει πρόσβαση παντού στο σπίτι, όπως στις οικιακές συσκευές και σε οποιοδήποτε μέρος μπορεί να διασυνδέονται άλλες συσκευές. Ένα έξυπνο σπίτι (Aldrich) ορίζεται ως ένας χώρος που είναι εξοπλισμένος με την πληροφορική και την τεχνολογία των πληροφοριών και μπορεί να αποδεχθεί καθώς και να απαντήσει στις αιτήσεις του κατοίκου. Ο σκοπός είναι να παρέχει στον κάτοικο την ασφάλεια, την άνεση και μια χαρούμενη ζωή μέσα από τη διαχείριση διαφόρων τεχνολογιών στο σπίτι και στον έξω κόσμο.

## 8.3 Υπηρεσίες Cloud και IoT

Η Amazon πρότεινε μια υπηρεσία το 2006, την Elastic Compute Cloud, EC2, που σηματοδότησε την εποχή του έξυπνου σπιτιού στο Cloud. Η έννοια του Cloud Computing δόθηκε στη δημοσιότητα για πρώτη φορά από τον Eric Schmidt στο συνέδριο SES στο San Jose το 2006. Από τότε, το Cloud Computing αυξάνεται με ταχείς ρυθμούς και γίνεται δημοφιλής λόγω των διαφορετικών υπολογιστικών συσκευών που προκύπτουν, όπως smart phone, tablet και άλλες φορητές συσκευές.

Αντίθετα με τις περισσότερες από τις υπηρεσίες Cloud που διατίθενται σήμερα, η Pachube, που ιδρύθηκε το 2008 (ακρωνύμιο για την προφορά του patch bay ή τηλεφωνικό κέντρο) επιτρέπει πολλές προς πολλές συνδέσεις πραγματικών αντικειμένων και είναι μια υπηρεσία web που επιτρέπει στους χρήστες να αποθηκεύουν, να μοιράζονται και να ανακαλύπτουν τα δεδομένα του αισθητήρα, την ενέργεια και το περιβάλλον σε πραγματικό χρόνο από τα αντικείμενα, τις συσκευές και τα κτίρια σε όλο τον κόσμο. Σε γενικές γραμμές είναι μια πλατφόρμα Internet of Things. Έχει υποστηρικτεί ότι το IoT έχει τη δυνατότητα να αλλάξει τον κόσμο όπως ακριβώς έκανε και το διαδίκτυο. (Ashton, 2009) Αναφέρεται μάλιστα ότι τα περισσότερα από τα δεδομένα που είναι διαθέσιμα στο διαδίκτυο σήμερα, δημιουργήθηκαν αρχικά από ανθρώπινα όντα, αλλά οι άνθρωποι έχοντας χρόνο, προσοχή και σωματικούς περιορισμούς κάνουν δύσκολη τη συλλογή δεδομένων. Αντίθετα, οι υπολογιστές δεν έχουν τέτοιους περιορισμούς και είναι αυτόματα πολύ καλοί καταγραφείς δεδομένων. Ως εκ τούτου, οι άνθρωποι πρέπει να κατασκευάσουν υπολογιστικά συστήματα που να μπορούν να δουν και να ακούσουν τα πράγματα στον κόσμο. Η προσέγγιση επιτρέπει στους υπολογιστές να παρατηρούν, να κατανοήσουν και να καταλάβουν τον κόσμο μέσα από την τεχνολογία των αισθητήρων. Με άλλα λόγια, το IoT έχει κάποια αυτονομία και τα

στοιχεία κλειδιά του IoT είναι οι αισθητήρες. Η Pachube εξαγοράστηκε από έναν κορυφαίο πάροχο cloud-based λύσεων συνδεσιμότητας που ονομάζεται LogMeIn τον Ιούλιο του 2011, και με τη σειρά της μετονομάστηκε σε Cosm το Μάιο του 2012. Μπορεί να διαβάζει περιοδικά ή να αποδέχεται αυτόματα πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο από αντικείμενα όπως αισθητήρες, μετρητές ενέργειας ή διακόπτες που τροφοδοτούνται από μια συνδεδεμένη συσκευή, όπως είναι το Arduino. Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματά της, είναι η αποθήκευση δεδομένων και η σύνδεση με τον φυσικό κόσμο.

## 8.4 Σχεδιασμός Συστήματος

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η συντηρησιμότητα, η μελλοντική ανάπτυξη και το κόστος είναι μερικά βασικά ζητήματα της κατασκευής των έξυπνων σπιτιών.

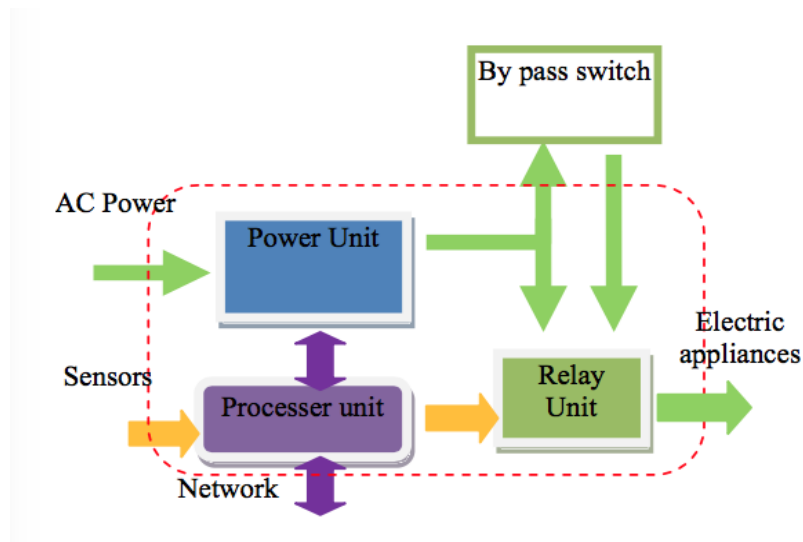
Η ανάπτυξη των συστημάτων πληροφορικής τείνει προς την ανοικτή αρχιτεκτονική, όπως είναι το ανοιχτό έργο πληροφορικής (<http://www.opencompute.org/>) και η συμμαχία ανοικτού 'ακουστικού' (<http://www.openhandsetalliance.com/>). Παρέχει μια άλλη προσέγγιση για την εφαρμογή έξυπνων σπιτιών. Τα πλεονεκτήματα της πλατφόρμας ανοικτού κώδικα για την κατασκευή έξυπνων σπιτιών είναι:

- Σε γενικές γραμμές, η τεχνική πρόοδος του συστήματος ανοικτού κώδικα είναι ταχύτερη από τα κλειστά συστήματα
- Εταιρίες κολλωσοί όπως η Google και το Facebook υποστηρίζουν τον ανοιχτό κώδικα
- Το συνολικό κόστος της ιδιοκτησίας του open source είναι λιγότερο από ό,τι κάποια άλλη προσέγγιση.

Με βάση την προηγούμενη συζήτηση, ένα προτεινόμενο CPS με λύσεις open source για το έξυπνο σπίτι παρουσιάζεται στο Σχήμα 1. Αποτελείται από

- 1) μονάδα επεξεργαστή
- 2) μονάδα ισχύος
- 3) από το διακόπτη υποδοχής και τη μονάδα ρελέ

Υπάρχουν φυσικά κάποιες διαθέσιμες πλατφόρμες ανοικτού κώδικα. Μεταξύ αυτών των πλατφόρμων, το Arduino είναι η πλέον κατάλληλη για την κατασκευή έξυπνων σπιτιών λόγω του οικοσυστήματος. Πολλές από τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για να σχηματίσουν το Arduino είναι από το MIT Media Lab, και εκεί υπάρχουν πολλές παραλλαγές που προέρχονται από την πλατφόρμα Arduino.



Σχήμα 1. Η προτεινόμενη αρχιτεκτονική

Υπάρχουν κάποιες προηγούμενες εργασίες σχετικά με την εφαρμογή της πλατφόρμας ανοικτού κώδικα για την κατασκευή έξυπνων σπιτιών. Οι περισσότερες από αυτές τις εφαρμογές ασχολούνται με συνήθεις τρόπους ανίχνευσης περιβαλλοντικών συνθηκών και το χειρισμό των ενεργοποιητών για την εξυπηρέτηση των κατοίκων.

Από μια πιο ρεαλιστική άποψη ορισμένα άλλα ζητήματα θα πρέπει να ληφθούν υπόψη. Πρώτα είναι οι πληροφορίες για την κατανάλωση ενέργειας. Η προηγούμενη έρευνα έδειξε ότι οι άνθρωποι δεν έχουν σαφή εικόνα για την κατανάλωση ισχύος σε πραγματικό χρόνο, αλλά είναι πρόθυμοι να μάθουν. Σε γενικές γραμμές η εφαρμογή σε ένα έξυπνο σπίτι συνήθως δεν παρέχει πληροφορίες σχετικά με τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας. Αν και οι παραδοσιακές κατοικίες που έχουν μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας αντικαθίσταται σταδιακά με ψηφιακούς (ή smart), χρειάζεται ένα ορισμένο χρονικό διάστημα για να ολοκληρωθεί και ο κύριος σκοπός τους είναι προφανώς διαφορετικός από τον στόχο των έξυπνων σπιτιών. Επομένως, οι πληροφορίες κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας πρέπει να παρέχονται σε στο Smart home module. Αυτή η λειτουργία δεν προτίθεται να μετρήσει την ατομική κατανάλωση ρεύματος των συνδεδεμένων συσκευών αλλά το άθροισμά τους. Επιπλέον, ο κύριος στόχος της είναι να υπάρχει μια συνολική εικόνα σε πραγματικό χρόνο για την κατανάλωση ενέργειας, έτσι ώστε οι χρήστες να μπορούν να έχουν την ευκαιρία να αναλάβουν σωστές δράσεις για την μείωση της κατανάλωσης της ενέργειας. Τέτοιες είναι π.χ. ο περιττός φωτισμό ή θέρμανση. Πρωταρχικός στόχος δεν είναι η μείωση του λογαριασμού, αλλά αυτό να επέλθει από τη σωστή χρήση. Οι στόχοι συνοψίζονται στην λήψη πληροφοριών για την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε όλα τα είδη των συσκευών και στην κατανόηση της πραγματικής κατάστασης της κάθε συσκευής.

Οι περισσότερες από τις λειτουργίες ελέγχου των έξυπνων συστημάτων οικιακού

ελέγχου είναι ανοικτού βρόχου και όταν γίνεται εναλλαγή χρηστών στις οικιακές συσκευές, ο χρήτης δεν μπορεί να είναι σίγουρος αν η συσκευή στο σπίτι ενεργοποιείται/απενεργοποιείται στην πραγματικότητα εκτός αν είναι ο ίδιος στο χώρο. Η πραγματική κατάσταση των οικιακών συσκευών μπορεί να συναχθεί με την πληροφορία για την κατανάλωση ενέργειας. Όπως αναφέρεται, δεν μετρούν την κατανάλωση ενέργειας της επιμέρους συσκευής, αλλά μπορεί να υιοθετηθεί μια κοινή προσέγγιση που ονομάζεται μη-παρεμβατική. Η τάση και η κύρια χρήση ρεύματος είναι δύο βασικές παράμετροι για τον υπολογισμό των πληροφοριών της χρήσης ενέργειας, αλλά είναι απαραίτητο να υπάρχει πρόσβαση στο κύκλωμα καλωδίωσης για τη μέτρησή τους, ιδίως για την τρέχουσα κατανάλωση. Για να απλοποιηθεί η διαδικασία μέτρησης του επιμέρους ηλεκτρικού φορτίου, αναπτύχθηκε μια μη παρεμβατική προσέγγιση που βασίζεται στην τάση και το ρεύμα που μετράται στη διεπαφή προς την πηγή τροφοδοσίας. Το μεγάλο της πλεονέκτημα είναι η απλούστευση της διαδικασίας μέτρησης, ενώ η μεγάλη πρόκληση είναι πώς να βρει χαρακτηριστικά, για την ταυτοποίηση μιας ηλεκτρική συσκευή με αναλυτική και στατιστική προσέγγιση. Η προτεινόμενη αρχιτεκτονική δεν είναι ακριβώς ίδια με την κανονική μη παρεμβατική προσέγγιση με στατιστική μέθοδο, αλλά μια απλή ευρετική. Υποτίθεται ότι όταν μια ηλεκτρική συσκευή, όπως μια λάμπα ή ένας ηλεκτρικός ανεμιστήρας που είναι ενεργοποιημένος χρησιμοποιεί το μέγιστο σχεδόν της τάσης. Όταν μετράται η τρέχουσα κατανάλωση και είναι ίση σχεδόν με την τάση, τότε μπορεί να συναχθεί το συμπέρασμα ότι η συσκευή αυτή είναι στην πραγματικότητα άναψε. Δεύτερο θέμα είναι η αξιοπιστία και η συνέχεια των έξυπνων συστημάτων στο σπίτι. Γενικά, ο παραδοσιακός διακόπτης ελέγχου φωτισμού και η πρίζα είναι στιβαροί, με διάρκεια ζωής σχεδόν όσο το κτίριο εκτός ορισμένων περιπτώσεων που μπορεί να συμβούν (όπως βραχυκύκλωμα). Αντίθετα, η ευρωστία του πληροφοριακού συστήματος είναι ασθενέστερη. Οι άνθρωποι έρχονται σε άβολη κατάσταση όταν κάποιο σύστημα δυσλειτουργεί. Για να λειτουργεί ένα σύστημα χωρίς διακοπές, χρειάζεται μια απλή αλλά ανέξοδη λύση.

Σχεδόν καμία από τις υφιστάμενες λύσεις για το έξυπνο σπίτι δεν έχουν λάβει αυτό το θέμα υπόψη. Η προτεινόμενη λύση αφορά έναν διακόπτη παράκαμψης που ενεργοποιεί λάμπα, όπως γίνεται παραδοσιακά. Αυτό μπορεί να συμβεί χειροκίνητα όταν κάποιο δίκτυο βρίσκεται εκτός λειτουργίας και η χρήση του φωτισμού είναι αδύνατη από την πλατφόρμα. Χρησιμοποιείται δηλαδή για τον έλεγχο του φωτισμού, ενώ το Smart Module είναι σβηστό. Ο χρήστης μπορεί και να μη το εγκαταστήσει αν το θεωρεί περιττό.

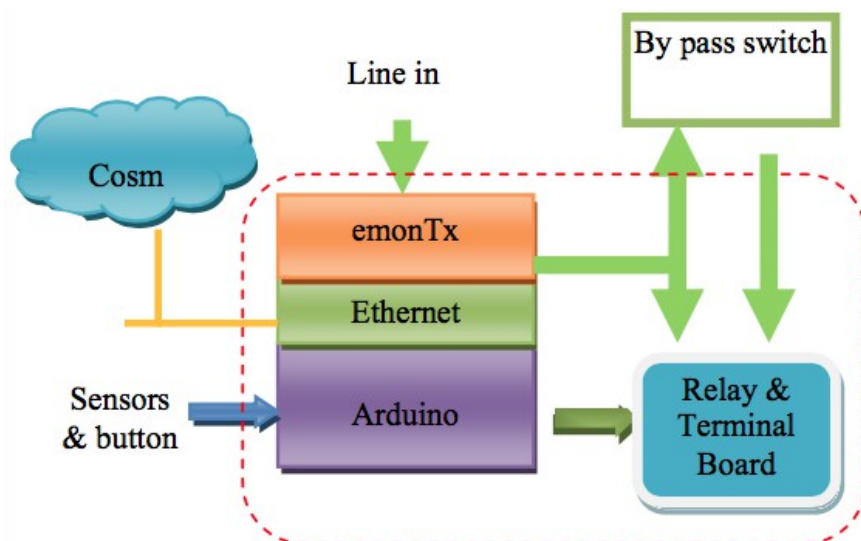
Τρίτο ζήτημα είναι η σύνδεση μέσα στην οικογένεια. Σε γενικές γραμμές, τα παιδιά όταν μεγαλώνουν και δημιουργούν οικογένεια, φεύγουν από το σπίτι. Cloud υπηρεσίες όπως το YouTube, Facebook, ή το Flickr προσφέρουν στους ανθρώπους τη δυνατότητα να μοιραστούν κομμάτια της ζωής τους. Αντί των δημοφιλών υπηρεσιών cloud που είναι κυρίως ανθρωποκεντρικές, υπάρχουν IoT υπηρεσίες cloud, όπως η Cosm για physical objects. Αν τα συστήματα σε ένα έξυπνο σπίτι μπορούν να επικοινωνούν μέσω cloud

υπηρεσιών με ένα άλλο σύστημα σε ένα άλλο έξυπνο σπίτι, τότε δίνεται η δυνατότητα σε δύο οικογένειες να έχουν μια έμιαση επικοινωνία ακόμα και αν βρίσκονται μακριά.

## 8.5 Εφαρμογή ενός sample module με την πλατφόρμα Cosm

Παρουσιάζεται ένα δείγμα module σε ένα έξυπνο σπίτι για να καταδείξει και να ελέγξει την ιδέα της λύσης open source. Αυτή η ενότητα είναι μια τυπική μονάδα CPS και αποτελείται από:

- μια πλατφόρμα Arduino
- είσοδος για αισθητήρες και διακόπτες
- έξοδος για τον έλεγχο των ηλεκτρικών συσκευών
- παρακολούθηση της κατανάλωσης ρεύματος
- σύνδεση με την πλατφόρμα COSM



Σχήμα 2. Σύστημα sample module

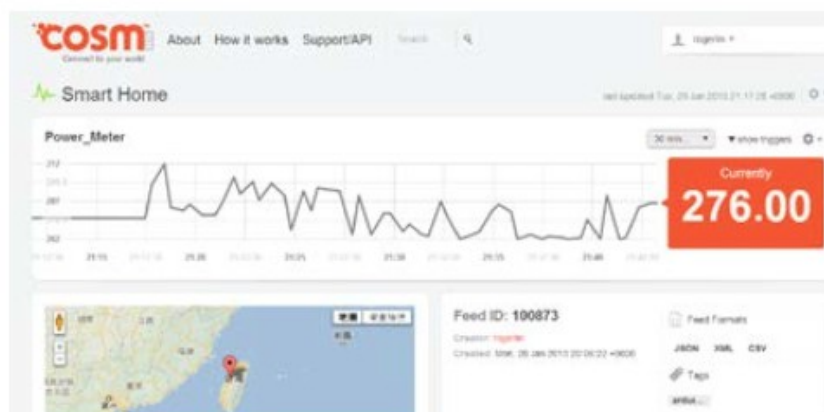
Η πλατφόρμα ανοικτού κώδικα που χρησιμοποιείται είναι το Arduino Mega ADK (<http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardADK>) με ασπίδα ethernet για να παρέχει διασύνδεση υπολογιστών και λειτουργίες.

Πληροφορίες για την κατανάλωση παρέχονται από το emonTx το οποίο είναι ένα συμβατό Arduino shield και μπορεί να συνδεθεί άμεσα σε ένα Arduino board (<http://openenergymonitor.org/emon/emontxshield>). Τα δεδομένα που δημιουργούνται όπως η περίπτωση αλλαγής του καθεστώτος επί των εισροών και εκροών, καθώς και η κατανάλωση ενέργειας αποθηκεύονται σε μια MicroSD κάρτα η οποία είναι στην Ethernet shield. Αυτές οι αποθηκευμένες πληροφορίες μπορούν να προβληθούν αργότερα ή να τις κατεβάσει ο χρήστης.

Επιπλέον, αυτή η εφαρμογή τροφοδοτεί επίσης την Cosm με ορισμένες πληροφορίες.

Αν και βάζοντας τα ευαίσθητα δεδομένα σε δημόσια πλατφόρμα στο σύννεφο δεν είναι μια καλή ιδέα από άποψη ασφάλειας, σε ορισμένες περιπτώσεις παρέχει οφέλη.

Ένα παράδειγμα ανταλλαγής μηνυμάτων για τις συνθήκες διαβίωσης στο χώρο είναι ένα προϊόν που ονομάζεται 'good night lamp' (<http://vimeo.com/goodnightlamp/kickstarter>), η οποία είναι μια προσέγγιση για να κρατηθεί επαφή με κάποιον σε απόσταση, όπως για παράδειγμα, οι γονείς που νοιάζονται για τα παιδιά τους. Η λάμπα εγκαθίσταται στη θέση που πρέπει να παρακολουθούνται και είναι συνδεδεμένη με κάποια εφαρμογή στο cloud όπως το Cosm. Ο άλλος που θέλει να έχει πρόσβαση στα δεδομένα του λαμπτήρα σε πραγματικό χρόνο πρέπει να έχει έναν δείκτη 'good night lamp' συνδεδεμένο στο Cosm και να αντανakλά την πραγματική κατάσταση των παρακολουθούμενων λαμπτήρων. Η κατάσταση ON ή OFF ενός λαμπτήρα 'good night' ακολουθεί στο εξής την κατάσταση του φυσικού λαμπτήρα.



Σχήμα 3. Εικόνα της εφαρμογής Cosm

Αφού η πλατφόρμα Arduino ADK μπορεί να επικοινωνεί με Android συσκευές όπως smart phone ή tablet, οι εφαρμογές για τον χρήστη μπορούν να είναι σε αυτές τις συσκευές. Λόγω του ότι αυτή η υλοποίηση έχει σύνδεση Ethernet, ένας απλός web server για αυτή την εφαρμογή με τέσσερις λειτουργίες μπορεί να καλύψει τις ανάγκες της εφαρμογής.

#### 1) Κατάσταση:

Δείχνει την κατάσταση των συσκευών που είναι συνδεδεμένες σε αυτή την εφαρμογή, όπως το καθεστώς λειτουργίας των συνδεδεμένων λαμπτήρων και τις ηλεκτρικές συσκευές και την κατάσταση όλων των συνδεδεμένων αισθητήρων. Οι χρήστες μπορούν επίσης να χειριστούν με το χέρι τις συνδεδεμένες συσκευές. Ένα στιγμιότυπο οθόνης δείγμα φαίνεται στο Σχήμα 4.

#### 2) Ενέργεια:

Εμφανίζει την κατάσταση χρήσης ενέργειας των συνδεδεμένων συσκευών, όπως τάση,

ρεύμα, ενεργή ισχύς και συντελεστής ισχύος.

3) Ιστορικό:

Αυτή η λειτουργία κρατά το ιστορικό των συσκευών σε περίπτωση βλάβης για αναφορά κτλ.

4) Ρυθμίσεις:

Οι παράμετροι εκτός από τις παραμέτρους που σχετίζονται με την ενέργεια μπορούν να ρυθμιστούν με αυτή τη λειτουργία.

Οι χρήστες μπορούν να έχουν πρόσβαση σε αυτές τις λειτουργίες μέσω διαδικτύου ή μέσω εφαρμογής στον υπολογιστή ή στο κινητό.



Σχήμα 4. Στιγμιότυπο frontend εφαρμογής.

Η Smart TV είναι ήδη δημοφιλής και στο μέλλον πρόκειται να γίνει κέντρο πληροφόρησης των έξυπνων σπιτιών. Οι μεγαλύτεροι προμηθευτές έχουν αναπτύξει ένα ευρύ φάσμα λειτουργιών για την αντοχή των προϊόντων τους. Επί του θέματος αυτού, η Google έκανε ένα ακόμα βήμα για την ADK που καθιστά αυστηρότερη τη σύνδεση με την πλατφόρμα Arduino. Η υπηρεσία Cosm, μπορεί εύκολα να ενσωματωθεί με μια πλατφόρμα Arduino. Παρέχει μια ευέλικτη, βιώσιμη και διατηρήσιμη προσέγγιση με λογικό κόστος για την κατασκευή έξυπνων σπιτιών.

## 9. Αφθονία ευφυών προϊόντων

Τα συστήματα οικιακού αυτοματισμού ήταν παλιότερα ένα είδος πολυτελείας και αντιμετώπιζαν πρόβλημα αποδοχής από το ευρύ κοινό. Εν μέρει επειδή υπάρχει η πεποίθηση ότι απαιτείται ειδική τεχνική γνώση για τη χρήση τους και πολλές φορές οι εγκαταστάσεις γινόντουσαν από τεχνικούς που δεν γνώριζαν καλά το αντικείμενο. Αλλά αυτές τις μέρες, ο πολλαπλασιασμός των smartphones και tablets παρέχει έναν εύκολο τρόπο για ακόμη και αρχάριους στη χρήση της τεχνολογία να να χρησιμοποιούν εύκολα τα gadgets του οικιακού αυτοματισμού. Και αυτές οι συσκευές γίνονται πιο πολλές μέρα με τη μέρα.

Ο θερμοστάτης Nest για παράδειγμα έρχεται με ενσωματωμένο Wi-Fi, ώστε να μπορεί ο κάτοικος να ελέγχει το χρονοδιάγραμμα και να παρακολουθούν τη θερμοκρασία του σπιτιού από απόσταση. Ο θερμοστάτης μαθαίνει τις συμπεριφορές του κατοίκου και προσαρμόζει αυτόματα τις ρυθμίσεις για μέγιστη απόδοση και άνεση. Θα ενημερώσει πόση ενέργεια χρησιμοποιείται και θα υπενθυμίσει αυτόματα να γίνει αλλαγή στα φίλτρα.



Τα φώτα της ΠΠΥlips προσφέρουν ακόμα και κάποια εφέ φωτισμού όπως για παράδειγμα πρόγραμμα συναυλίας. Οι λαμπτήρες LED βιδώνονται στα κανονικά φωτιστικά και με την εγκατάσταση της εφαρμογής στο τηλέφωνο ή το tablet σας μπορούν από το κινητό, να ανάψουν τα φώτα ή να απενεργοποιηθούν, να αυξηθεί ή να μειωθεί ο φωτισμός, ή να αλλάξει και το χρώμα. Στη συνέχεια, μπορούν να προγραμματιστούν τα φώτα να έχουν την επιθυμητή φωτεινότητα για οποιοδήποτε συνδυασμό των χρωμάτων και να ελέγχονται μέχρι και 50 φώτα από την ίδια συσκευή. Αυτό κοστίζει περίπου 200 € για τρεις λάμπες και μια γέφυρα επικοινωνίας, που σίγουρα δεν μπορεί να θεωρηθεί φθηνό ή συγκρίσιμο με τα συμβατικά προϊόντα.



## 10. Αποδοτικότητα και διασκέδαση

Η Belkin εμπορεύεται το σύστημα οικιακού αυτοματισμού wemo ειδικά για τους χρήστες smartphone. Για περίπου 100 €, ο χρήστης μπορεί να έχει έναν έξυπνο διακόπτη wemo και έναν ανιχνευτή κίνησης. Συνδέει τον διακόπτη σε μια ηλεκτρική πρίζα και στη συνέχεια συνδέει μια συσκευή, όπως μια λάμπα, θερμάστρα ή καφετιέρα στο διακόπτη. Συνδέει το διακόπτη με το smartphone, χρησιμοποιώντας την εφαρμογή της Belkin και στη συνέχεια ο διακόπτης μπορεί να ελέγχεται εξ αποστάσεως, αφήνοντας το χρήστη για παράδειγμα να ανάψει ένα φως ή να το απενεργοποιήσει από χιλιόμετρα μακριά. Η αυτοματοποίηση σε αρχικό στάδιο δεν είναι πάντα ακριβή. Μερικά από τα πιο χρήσιμα εργαλεία μπορούν να είναι ακόμα και δωρεάν στο έξυπνο σπίτι έξυπνο.

Το WeMo είναι ένα από τα πολλά προϊόντα που συμβιβάζονται με το IFTTT, το οποίο είναι μια δωρεάν υπηρεσία παροχής Internet που επιτρέπει να αυτοματοποιηθεί μια ατελείωτη σειρά από διαδικασίες. Για παράδειγμα, με το IFTTT, θα μπορούσε να δημιουργήσει ένα λεγόμενο αυτοματοποιημένο 'script' που να αποσπά αυτόματα tweets ή posts στο facebook εάν περιέχουν μια συγκεκριμένη λέξη-κλειδί ή hashtag. Εναλλακτικά, μπορεί να προγραμματίσει η υπενθύμιση με ένα φωνητικό μήνυμα κειμένου.

Το IFTTT είναι βασικά ένας απλός τρόπος για να δημιουργηθούν οι ενέργειες που οδηγούν σε συγκεκριμένες δράσεις, και μπορεί να λειτουργεί με το WeMo. Για παράδειγμα, ένας WeMo ανιχνευτή κίνησης μπορεί να εγκατασταθεί στην κρεβατοκάμαρα, και όταν βλέπει την κίνηση, να ανάβει το φως που θα έχει συνδεθεί στην αντίστοιχη πρίζα του δωματίου.

Η δυναμική για αυτά τα είδη ενεργειών τύπου «εάν ισχύει το x, τότε κάνε το y» περιορίζεται μόνο από την ανθρώπινη φαντασία. Φυσικά, χρειάζεται κάποιος χρόνος για να παραμετροποιηθούν και να ρυθμιστούν όλες αυτές οι ενέργειες. Και αυτό φέρνει στην επιφάνεια μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις των προϊόντων οικιακού αυτοματισμού. Πολλά έξυπνα προϊόντα οικιακής χρήσης έχουν τις δικές τους εφαρμογές. Δηλαδή δεκάδες συσκευές οικιακού αυτοματισμού μπορούν να εγκατασταθούν μαζί με τις αντίστοιχες εφαρμογές τους και στη συνέχεια σιγά-σιγά να οδηγήσουν το χρήστη σε ένα πολύπλοκο σύστημα που δεν θα είναι εύχρηστο.

Λύση σε αυτό το πρόβλημα δίνει η Revolv. Πρόκειται για έναν κόμβο wifi κόστους περίπου 200 € που συνδέεται με όλα τα άλλα προϊόντα ασύρματου οικιακού αυτοματισμού. Η Revolv προσπαθεί να ενοποιήσει όλα τα εργαλεία αυτοματισμού στο σπίτι σε μια εφαρμογή και επίσης βοηθά να με τρόπο ώστε να μπορούν να υπάρχει ένα μεγαλύτερο εύρος δυνατοτήτων από ότι δίνει ο κατασκευαστής σε κάθε συσκευή, όλα στο με στόχο την υλοποίησης ενός πραγματικά αυτοματοποιημένου σπιτιού.

Μόλις γίνει η σύνδεση, το σύνολο των gadgets μπορεί να ελέγχεται από την κεντρική εφαρμογή Revoln. Η εφαρμογή λειτουργεί προς το παρόν καλύτερα με Z-Wave, Insteon και WiFi προϊόντα και είναι διαθέσιμη μόνο για χρήστες iPhone. Ωστόσο, η εταιρεία σχεδιάζει να επεκταθεί σε εκατοντάδες άλλα προϊόντα και να προσθέσει συμβατότητα με Android. Υπάρχουν βέβαια και άλλα παρόμοια hubs ενοποίησης από εταιρείες όπως η Insteon και η εφαρμογή SmartThings της Samsung (κεφάλαιο 14.2).



## 11. Έξυπνο σπίτι και κοινωνικές προκλήσεις

Ένα έξυπνο σπίτι ακούγεται πολλές φορές σαν κάτι δύσκολο και μακρινό για εκείνους τους ανθρώπους που δεν αισθάνονται άνετα με τους υπολογιστές. Είναι πιθανό οι τύποι των ανθρώπων που δεν γνωρίζουν καλά από ηλεκτρονικά συστήματα να μην ψάξουν ποτέ τα αυτοματοποιημένα σπίτια, καθώς θεωρούν ότι δεν τους αφορά λόγω έλλειψης γνώσης.

Ένα από τα πρωταρχικά θέματα που σκέφτεται ένας δυνητικός πελάτης πριν εγκαταστήσει ένα σύστημα έξυπνου σπιτιού είναι η εξισορρόπηση της πολυπλοκότητας του συστήματος κατά τη χρήση του συστήματος. Θα πρέπει να καταλάβει αν όντως το σύστημα θα του κάνει πιο εύκολη την καθημερινότητα ή αν θα τον δυσκολέψει η χρήση όλων των συσκευών. Κατά την έρευνα αγοράς ενός συστήματος, είναι σημαντικό να εξετάσουν μερικοί παράγοντες:

- Τι είδους στοιχεία αποτελούν μέρος του συστήματος; Είναι βασικά, όπως ένα dimmer στο φως, ή πιο πολύπλοκα, όπως ένα σύστημα συναγερμού ή μια βιντεοκάμερα;
- Πόσο εύκολο θα είναι το σύστημα στη χρήση από κάποιον που δεν έχει ούτε τις βασικές γνώσεις;
- Είναι απαραίτητες όλες οι συσκευές ή πρόκειται απλά για πολυτέλεια;
- Πόσοι άνθρωποι θα πρέπει να χρησιμοποιούν το σύστημα;
- Ποιος θα ξέρει πώς να λειτουργήσει το σύστημα; Ποιος θα ξέρει πώς να συντηρήσει το σύστημα;
- Πόσο εύκολο είναι να γίνουν αλλαγές στο περιβάλλον εργασίας;

Για παράδειγμα, εάν το σπίτι είναι προγραμματισμένο να λειτουργεί τις βασικές συσκευές όπως καφετιέρα, ζεστό νερό κτλ. Καθημερινά σε μια συγκεκριμένη ώρα όταν ξυπνάει ο ιδιοκτήτης, πώς θα γνωρίζει αν ο ιδιοκτήτης λείπει μια μέρα ή αν είναι σαββατοκύριακο;

Για τους λόγους αυτούς, μπορεί να είναι ευκολότερο να ξεκινήσει κάποιος με ένα πολύ βασικό οικιακό δίκτυο και να επεκταθεί όσο οι βελτιώσεις είναι απαραίτητες ή επιθυμητές. Όπως πολλές νέες τεχνολογίες, τα έξυπνα σπίτια απαιτούν σημαντικές επενδύσεις τόσο σε χρήμα όσο και σε χρόνο, οπότε αν δεν υπάρχει η δυνατότητα της επέκτασης, ίσως δεν αξίζει να επενδύσει κάποιος μόνο σε κάποια βασική τεχνολογία γιατί μπορεί μετά να μείνει μόνο με αυτή χωρίς δυνατότητες επέκτασης.

Πριν γίνει η αγορά, θα πρέπει να γίνει επίσης έρευνα και μελέτη των κριτικών από χρήστες της κάθε συσκευής ή γενικότερα τεχνολογίας. Υπάρχουν πολλά προϊόντα που υποσχόνται πολλά αλλά έχουν αποτύχει στον πραγματικό κόσμο. Και αν φυσικά χρησιμοποιείται και smartphone, να εξεταστούν έντονα τα προϊόντα που έρχονται με μια εξίσου καλή εφαρμογή. Ορισμένες εφαρμογές είναι τόσο δύσχρηστες και μπερδεμένες που δεν βοηθούν καθόλου τους χρήστες και πολλές φορές ενοχλούνται αντί να διευκολυνθούν.

Τα έξυπνα σπίτια και η τεχνολογία τους εγείρουν και κάποιες ανησυχίες για την ασφάλεια. Κάποιοι εισβολείς (hacker) μπορούν να βρουν τρόπο να έχουν πρόσβαση στο δίκτυο και έτσι τη δυνατότητα να απενεργοποιήσουν τα συστήματα συναγερμού και τα

φώτα, αφήνοντας το σπίτι ευάλωτο σε μια διάρρηξη. Θα μπορούσαν επίσης να προκαλέσουν αναστάτωση, όπως να ανοιγοκλείνουν τα φώτα και τις συσκευές γρήγορα, πράγμα που θα μπορούσε να καταστρέψει κάποια ηλεκτρονικά ή σε ακραία περίπτωση ενδεχομένως να προκαλέσουν και πυρκαγιά.

Οι κατασκευαστές ηλεκτρονικών ειδών ευρείας κατανάλωσης αναδιοργανώνουν τις γραμμές παραγωγής τους με στόχο τα συστήματα οικιακού αυτοματισμού. Χάρη στα smartphones και τα tablets και τις πολλές εφαρμογές οικιακού αυτοματισμού που είναι τώρα διαθέσιμες, υπάρχει η τάση και το ενδιαφέρον από την αγορά για την ευκολία στο σπίτι. Φυσικά ένα πλήρως αυτοματοποιημένο σπίτι δεν είναι ακόμα άμεσα διαθέσιμο, αλλά διαφαίνεται στο μέλλον.

Κι αυτό γιατί παρά τις τόσες πολλές τεχνολογικές εξελίξεις δεν υπάρχει ακόμα κανένα τυποποιημένο σύστημα για την αυτοματοποίηση όλων των gadgets. Χωρίς ένα τέτοιο πρότυπο, πολλοί καταναλωτές διερωτώνται αν ξοδεύουν χρήματα για προϊόντα που θα καταλήξουν ξεπερασμένα ή άχρηστα σε σύντομο χρονικό διάστημα.

Βέβαια υπάρχει επίσης το θέμα του εάν ένα άτομο χρειάζεται όλη αυτή την τεχνολογία. Θα πρέπει πρώτα να τεθεί το ερώτημα αν η βοήθεια από την τοπική κοινωνία είναι πραγματικά μη διαθέσιμη και χρειάζονται αυτά τα αυτοματοποιημένα συστήματα για την υποστήριξη ανθρώπων σε ανάγκη.

## 12. Ανάλυση ιδιωτικότητας και ασφάλειας στον τομέα των υπηρεσιών τηλευγείας

Η τεχνολογία της πληροφορίας για την υγεία ή πιο γνωστή ως Healthcare Information Technology - IT) επιτρέπει την πρόσβαση σε προηγμένες υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης για τους ασθενείς και το ιατρικό προσωπικό. Τα έξυπνα σπίτια (ή κτήρια) επιτρέπουν στον ασθενή ένα είδος αυτο-φροντίδας. Η χρήση απλών συσκευών σε φυσιολογικές συνθήκες, παρέχει τυποποιημένες εξόδους όταν λειτουργεί μια εφαρμογή ή έχουν λογισμικό που μπορεί να αναλύει και να επεξεργάζεται ερεθίσματα που προέρχονται από τις ανθρώπινες κινήσεις. Οι αισθητήρες που είναι ενσωματωμένοι σε έξυπνες συσκευές, φορητούς αισθητήρες και άλλα προϊόντα, υπάρχουν και ενσωματώνονται στην κατασκευή τους μόνο για σκοπούς παρακολούθησης. Η παρακολούθηση αυτή οδηγεί στην επεξεργασία των σημάτων που δίνει ο ανθρώπινος οργανισμός. (Athavale, 2011) Είτε στο σπίτι είτε σε παραδοσιακές καταστάσεις περίθαλψης (το γραφείο του ιατρού, νοσοκομείο), η υποδομή πληροφοριακού συστήματος υγειονομικής περίθαλψης επεξεργάζεται ευαίσθητες πληροφορίες για την υγεία του ασθενή και, ως εκ τούτου, αντιμετωπίζουν πολλές απειλές για την ασφάλεια των πληροφοριών και της ιδιωτικής ζωής.

Security concern / Threat (Απειλή)	Αντίκτυπος
Αποκάλυψη πληροφορίας (απώλεια εμπιστευτικότητας)	Ο ασθενής νιώθει ντροπή, απώλεια εμπιστοσύνης, νομικές συνέπειες, κακή φήμη
Παρακράτηση πληροφορίας ή υπηρεσιών (απώλεια διαθεσιμότητας)	Κακή ποιότητα υπηρεσιών, ανεπαρκής θεραπεία του ασθενούς, νομικές κυρώσεις, οικονομικές κυρώσεις
Τροποποίηση της Πληροφορίας από μη εξουσιοδοτημένους	Ανεπαρκής ή ακατάλληλη θεραπεία του ασθενούς, κακή διαχείριση, απώλεια ακεραιότητας
Τεχνολογικό σφάλμα συστήματος	Σφάλμα διαχείρισης κατάστασης, κίνδυνος τροποποιημένων δεδομένων, οικονομική ζημιά
Μη δυνατότητα ελέγχου (non auditability)	Κακή διαχείριση, αδυναμία να διεκδικήσει τις κυρώσεις και να αναλάβει νομική δράση
Απώλεια της αυθεντικότητας / Ισχύος	Ανεπαρκής περίθαλψη ασθενή
Ασυμβατότητα συστημάτων σε διαφορετικά περιβάλλοντα	Το σύστημα δεν λειτουργεί και ο ασθενής/γιατρός δεν έχει πρόσβαση στα δεδομένα όταν χρειάζεται

Πίνακας 1 - Απειλές και αντίστοιχες επιπτώσεις (Γκρίτζαλης, 1998), **τροποποιημένος**

Το έξυπνο σπίτι υπάγεται στην ενότητα του pervasive computing (διάχυτη υπολογιστική). Χρησιμοποιούνται συσκευές (π.χ. αισθητήρες), που μπορεί να είναι αόρατες και απαραίτητες στον χρήστη. Οι συνεχώς αυξανόμενες δυνατότητες αποθήκευσης και

επικοινωνίας τους σε συνδυασμό με το μικρό τους μέγεθος επιτρέπει τη συλλογή, την επεξεργασία και την ενδεχόμενη αποκάλυψη των προσωπικών δεδομένων υγείας (personal health information – PHI ή αλλιώς προσωπικές πληροφορίες υγείας ΠΠΥ), θέτοντας έτσι σημαντικούς κινδύνους για την ιδιωτική ζωή (Δρίτσας, 2006). Μια ολοκληρωμένη εικόνα των προκλήσεων της ιδιωτικής ζωής απεικονίζεται σε μια μελέτη που έγινε το 2011 με τίτλο "Patient privacy and data security" (εικόνα 1). Ενώ τα έξυπνα σπίτια είναι σχετικά πρόσφατη τάση και βρίσκονται ακόμα σε κατάσταση έρευνας και ανάπτυξης, η ασφάλεια στην υγειονομική περίθαλψη είναι ένα γνωστό θέμα. Οι διαθέσιμες λύσεις επικεντρώνονται σε συγκεκριμένα χαρακτηριστικά ασφάλειας. Για παράδειγμα, έχει προταθεί μια αρχιτεκτονική που διατηρεί τη διαδικασία ταυτοποίησης και εξουσιοδότησης σε web-based κατανεμημένα συστήματα. (Γκρίτζαλης και Λαμπρινουδάκης, 2004) Η αρχιτεκτονική αυτή περιλαμβάνει ένα σύστημα πρόσβασης βάσει ρόλων και έναν έξυπνο agent ασφάλειας, που μπορεί να εφαρμοστεί σε περιβάλλοντα υγειονομικής περίθαλψης.

Μια προσέγγιση εστιάζει στο ζήτημα της προστασίας των Πληροφοριακών Συστημάτων Υγείας (HIS) προτείνοντας μια μεθοδολογία και ένα χάρτη πορείας υποστήριξης της λήψης αποφάσεων για την ανάπτυξη του προφίλ ασφάλειας του ειδικού συστήματος πληροφοριών. (Γκρίτζαλης, 1997) Σχετικά πρότυπα όσον αφορά την υγειονομική περίθαλψη επανεξετάζονται με τη χρήση ενός πλαισίου που προσδιορίζει τα υπάρχοντα κενά και αντιφάσεις. (Γκρίτζαλης, 1998)

Σε αυτή την ενότητα εξετάζονται και αξιολογούνται οι προκλήσεις της ιδιωτικής ζωής που υπάρχουν σε ένα έξυπνο σπίτι και πιο συγκεκριμένα στο περιβάλλον της υγειονομικής περίθαλψης. Για το σκοπό αυτό, αναθεωρούνται οι απαιτήσεις προστασίας της ιδιωτικής ζωής και οι διαθέσιμες λύσεις αυτή τη στιγμή για την υγειονομική περίθαλψη και προτείνεται ένα σύνολο απαιτήσεων ασφαλείας σε ένα έξυπνο σπίτι. Ακολούθως, μια ανασκόπηση των υφιστάμενων μηχανισμών προστασίας της ιδιωτικής ζωής (π.χ. αρχιτεκτονικές, πλαίσια, μοντέλα, συστήματα, κλπ), όπως αυτών που αναφέρθηκαν παραπάνω. Συνδυάζονται επίσης οι απαιτήσεις με τις διαθέσιμες λύσεις και παράγεται μια χαρτογράφηση των προτεραιοτήτων και των στόχων του κάθε μηχανισμού ασφαλείας που βρέθηκαν.



9. Ανάπτυξη πολιτικών για την περιορισμένη χρήση.
10. Ανάπτυξη πολιτικών καταγγελίας.
11. Ανάπτυξη πολιτικών αντι-αντίποινας.
12. Ανάπτυξη κατάλληλων διοικητικών, τεχνικών και φυσικών δικλείδων ασφαλείας.
13. Να εκπαιδευτεί το εργατικό δυναμικό, να εκπαιδευτεί το προσωπικό και να θεσπιστούν κυρώσεις σε περίπτωση μη συμμόρφωσης.
14. Ανάπτυξη και διάδοση της σημασίας της ιδιωτικότητας.
15. Όριο γνωστοποιήσεων σε εκείνους που έχουν λάβει άδεια από τον πελάτη, ή όπως απαιτείται ή επιτρέπεται από τους κανονισμούς για την προστασία της ιδιωτικής ζωής.

Το 2012 επεκτάθηκε το υπάρχον έργο για τα διάφορα διαθέσιμα πλαίσια (Kotz, 2009) και προτάθηκε μια ολοκληρωμένη λίστα δέκα αρχών και αντίστοιχων ιδιοτήτων (πίνακας 2, (Avancha, 2012)):

1. Διαύγεια & διαφάνεια: Ενημέρωση των ασθενών, επιτρέπεται στους ασθενείς να επανεξετάσουν την αποθήκευση και τη χρήση των ΠΠΥ τους, επιτρέπουν στους ασθενείς να ελέγχουν, μέσω της εν γνώση τους συναίνεσής τους.
2. Χαρακτηριστικά του σκοπού: να ενημερώνουν τους ασθενείς, το όριο συλλογής και αποθήκευσης των ΠΠΥ, το όριο χρήσης και αποκάλυψης ΠΠΥ για τους σκοπούς αυτούς όπως έχει προηγουμένως καθοριστεί και συναινέσει ο ασθενής.
3. Περιορισμός συλλογής & ελαχιστοποίηση δεδομένων: επιτρέπουν στους ασθενείς να ελέγχουν, μέσω συγκατάθεση, να περιορίζουν το όριο συλλογής και αποθήκευσης του ΠΠΥ, το όριο χρήσης και αποκάλυψης των ΠΠΥ με αυτούς τους σκοπούς που ορίζονται στο παρελθόν και έχουν συναινέσει.
4. Όριο χρήσης: περιορισμός χρήσης και την αποκάλυψης των ΠΠΥ για τους σκοπούς που έχουν προηγουμένως καθοριστεί και συναινέσει ο ασθενής.
5. Προσωπική συμμετοχή & ελεγχος: δίνεται η δυνατότητα στους ασθενείς να επιβλέπουν την αποθήκευση και χρήση του ΠΠΥ τους και να το ελέγχουν σύμφωνα πάντα με ότι έχουν συναινέσει.
6. Ποιότητα και ακεραιότητα δεδομένων: παροχή πρόσβαση στο ΠΠΥ, εξασφάλιση της ποιότητας των ΠΠΥ.
7. Δικλείδες ασφαλείας & ελέγχου: εφαρμογή κατάλληλων τεχνικών και διαχειριστικών μέτρων.
8. Ευθύνη & αντιμετώπιση: υποστήριξη της ευθύνης μέσω ισχυρών μηχανισμών και μηχανισμών στήριξης που αμβλύνουν τις συνέπειές της παραβίασης της ασφάλειας ή παραβιάσεις της ιδιωτικής ζωής.
9. Πρόσβαση των ασθενών στα δεδομένα: παροχή πρόσβασης στο ΠΠΥ
10. Ανωνυμία: απόκρυψη ταυτότητας του ασθενούς, παρακολούθηση παρουσίας και συλλογής δεδομένων από μη εξουσιοδοτημένους παρατηρητές.



Επιπλέον, αρκετοί συγγραφείς περιγράφουν άλλες ή παρόμοιες απαιτήσεις προστασίας της ιδιωτικής ζωής στο πλαίσιο της υγειονομικής περίθαλψης, με βάση το είδος των πληροφοριών που διαβιβάζονται και τις διαθέσιμες λύσεις που χρησιμοποιούνται για το σκοπό αυτό (π.χ. πλαίσια, συσκευές, μοντέλα, κλπ.) Δυο πρώτες έρευνες επικεντρώνονται στην διατήρηση της μη-συνδεσιμότητας και ανωνυμίας των δεδομένων που διαβιβάζονται και αποθηκεύονται και την γνώση του περιεχομένου από τον ασθενή, ενώ επισημαίνεται και η συναίνεση στην πολιτική χρήσης και τη συμμόρφωση του όλου συστήματος που χρησιμοποιείται, παράλληλα με τις απαιτήσεις ασφάλειας και προστασίας της ιδιωτικής ζωής των εφαρμογών υγειονομικής περίθαλψης στο cloud. (Deng, 2011), (Fang, Zhu, 2010)

*Μελέτη διάφορων διαθέσιμων πλαισίων (πίνακας 2) (Kotz, 2009). : ONC Εθνικό Πλαίσιο (HHS, 2008), Έργο ιδιωτικότητας υγείας - Βέλτιστες Πρακτικές (ΥΗΣ, 2007), "Κοινό πλαίσιο" του Markle foundation (Markle, 2008), Κριτήρια Πιστοποίησης του CCHIT (CCHIT, 2008).*

No.	ONCNF	HPPBP	MFCF	CCHIT	Απαιτήσεις
1	Προσωπική προσπελασιμότητα	Διαφάνεια και ειδοποίηση	Διαύγεια & διαφάνεια	Συγκατάθεση	Διαύγεια & διαφάνεια
2	Διόρθωση	Εκπαίδευση	Χαρακτηριστικά στόχου	Έλεγχος πρόσβασης στην πληροφορία	Χαρακτηριστικά στόχου
3	Διαύγεια & διαφάνεια	Οι υπάλληλοι μπορούν να επιλέγουν ποια στοιχεία θα περιλαμβάνει το PHR	Θέσπιση ορίου συλλογής & ελαχιστοποίηση αρχείων	Όροι χρήσης	Θέσπιση ορίου συλλογής & ελαχιστοποίηση αρχείων
4	Προσωπική επιλογή	Οι υπάλληλοι ελέγχουν την πρόσβαση και τη χρήση του PHR	Όριο χρήσης	Τροποποίηση εγγραφής	Όριο χρήσης
5	Συλλογή, χρήση και αποκάλυψη ορίων	Οι υπάλληλοι μπορούν α ορίσουν πληρεξούσια	Προσωπική συμμετοχή & έλεγχος	Διαχείριση λογαριασμού	Προσωπική συμμετοχή & έλεγχος
6	Ποιότητα δεδομένων και ακεραιότητα	Αλυσίδα εμπιστοσύνης: πολιτικές πληροφόρησης με επέκταση στους συνεργάτες	Ποιότητα αρχείων & ακεραιότητ	Εισαγωγή αρχείων	Ποιότητα αρχείων & ακεραιότητ
7	Δικλείδες ασφαλείας	Ασφάλεια δεδομένων	Δικλείδες ασφαλείας & ελέγχων	Διαθεσιμότητα αδεδομένων	Δικλείδες ασφαλείας & ελέγχων
8	Ευθύνη	Διαχείριση δεδομένων	Ευθύνη & επίβλεψη	-	Ευθύνη & αντιμετώπιση
9	-	Επιβολή & αντιμετώπιση	αντιμετώπιση	-	Πρόβαση ασθενή στα δεδομένα
10	-	Φορητότητα	-	-	Ανωνυμότητα παρουσίας

Πίνακας 2

Μια πιο περιγραφική προσέγγιση έχει ως αποτέλεσμα τις ακόλουθες απαιτήσεις όταν συνδυάζεται η απελευθέρωση του τομέα της υγείας μέσω των κοινωνικών δικτύων:

- Οι πληροφορίες (π.χ. όνομα, διεύθυνση, αριθμός κοινωνικής ασφάλισης, κλπ) θα πρέπει να συνδέονται μοναδικά με κάθε συγκεκριμένο άτομο (π.χ. πρόβλημα εξυγίανσης των δεδομένων).

- Οι πληροφορίες δεν θα πρέπει να διαδίδονται χωρίς τη συγκατάθεση του ασθενούς.

- Θέματα διακυβέρνησης (π.χ. νόμοι, έθιμα και άλλα ζητήματα) μπορούν να αγνοήσουν τους προηγούμενους ελέγχους. (Gates και Bishop, 2010)

Όσον αφορά την προστασία της ιδιωτικής ζωής σε ένα σύστημα UbiComp, προτείνονται βασικές πολιτικές για την προστασία της ιδιωτικότητας, όπως αρχικά προέρχεται από παλαιότερη έρευνα (Langheinrich, 2001).

Αυτές οι αρχές που περιγράφονται έχουν ως εξής:

1. Σημείωση: Οι χρήστες θα πρέπει πάντα να είναι ενήμεροι για τη συλλογή των προσωπικών τους δεδομένων.

2. Συγκατάθεση & επιλογή: Οι χρήστες θα πρέπει να έχουν τη δυνατότητα επιλογής για τη χρήση ή μη των προσωπικών τους δεδομένων.

3. Γειτνίαση: Η συλλογή των δεδομένων από μια συσκευή του χρήστη θα πρέπει να γίνεται μόνο όταν ο χρήστης είναι παρών.

4. Τοποθεσία: Επεξεργασία και πρόσβαση στα δεδομένα θα πρέπει να γίνεται μόνο εντός του χώρου που συλλέχθηκαν.

5. Ανωνυμία και χρήση ψευδώνυμου: Κάθε φορά που η ταυτότητα του χρήστη δεν απαιτείται ή όταν ο χρήστης δεν συναινέσει, πρέπει να παρέχεται η δυνατότητα ανωνυμίας ή χρήσης ψευδώνυμου.

6. Ασφάλεια: Πρέπει να υπάρξουν μηχανισμοί ασφαλείας, οι οποίοι παρέχουν επαρκή προστασία για τα δεδομένα που συλλέγονται.

7. Πρόσβαση & πόροι: Η πρόσβαση στα δεδομένα των χρηστών θα πρέπει να επιτρέπεται μόνο σε εξουσιοδοτημένα άτομα. Θα πρέπει να υπάρχουν κανόνες για την προστασία του χρήστη από μη-συμμόρφωση στο μέτρο αυτό. (Δρίτσας, 2006)

Με τον ίδιο τρόπο, εξετάζονται οι αντιλήψεις της ιδιωτικής ζωής τόσο των ασθενών όσο και των ιατρών / επαγγελματιών. (Rui και Lui, 2010)

Εξετάζεται με ποιο τρόπο θα πρέπει να αντιμετωπίζεται και να ελέγχεται η πρόσβαση στα δεδομένα σε ένα σύστημα ηλεκτρονικού μητρώου υγείας (ΗΜΥ). Ένας ασθενής θα πρέπει να είναι σε θέση να περιορίσει την πρόσβαση στο ΗΜΥ του, εάν δεν θέλει να αποκαλύψει τις πληροφορίες αυτές στα μέλη της οικογένειας ή τους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης. Σημαντικό στοιχείο και προϋπόθεση είναι η ακεραιότητα και η προέλευση των δεδομένων που υπάρχουν στο ΗΜΥ, γεγονός που απαιτεί υψηλό έλεγχο και αυθεντικοποίηση. Από την άλλη πλευρά, οι κλινικοί γιατροί θα πρέπει να έχουν πρόσβαση με ακρίβεια και ασφάλεια σε έγκαιρα και διαφορετικά ΗΜΥ του ίδιου ασθενή που είναι αποθηκευμένα σε διαφορετικές βάσεις δεδομένων. Εδώ προκύπτει το θέμα της συμβατότητας των συστημάτων που τηρούνται αυτές οι βάσεις δεδομένων καθώς και τα security thresholds που έχουν τεθεί από τους εκάστοτε διαχειριστές.

Σε άλλη έρευνα διακρίνεται η ιδιωτική ζωή, η ακεραιότητα, και θέματα πολιτικής και περιγράφονται οι απαιτήσεις προστασίας της ιδιωτικής ζωής. (Giannetsos, 2011)

Οι απαιτήσεις αυτές συνοψίζονται στην ταυτότητα αυτού που ζητά τα δεδομένα, την ποσότητα των δεδομένων που αποκαλύπτονται και το χρόνο διατήρησης των δεδομένων ενώ η αυθεντικότητα των δεδομένων είναι ευάλωτη είτε από κάποιον εντός του συστήματος, είτε από κάποιον εξωτερικό εισβολέα.

Η απόκτηση προσωπικών δεδομένων είναι σημαντικός παράγοντας ώστε να αυξήσει την πιθανότητα επίθεσης κάποιον εξωτερικό εισβολέα. Τα προσωπικά δεδομένα είναι πιο πολύ εκμεταλλεύσιμα αν πέσουν σε λάθος χέρια και για αυτό είναι πιο επιθυμητά από τους εισβολείς συστημάτων. Για αυτό το σκοπό, τέτοια δεδομένα θα πρέπει να διασφαλιστεί ότι δεν έχουν υποστεί επεξεργασία ή τροποποίηση από τρίτους χρήστες που δεν έχουν πρόσβαση στο σύστημα. Φυσικά είναι πολύ σημαντικό ο χρήστης που εισάγει ή αναγνώσκει τα δεδομένα, να έχει πλήρη γνώση του περιβάλλοντος που χρησιμοποιεί και να μην ενέχει κίνδυνος λάθους ή σφάλματος από τον ίδιο. Σε αυτό το στάδιο η σωστή επιλογή γλώσσας προγραμματισμού με το αντίστοιχο front end μειώνει αυτό τον κίνδυνο, ενώ θα πρέπει επίσης η τεχνολογία που χρησιμοποιείται να ακολουθεί τις αντίστοιχες πολιτικές ασφάλειας.

Επιπλέον, η πρόσβαση σε ιατρικά αρχεία ιστορικού του ασθενή θα πρέπει να γίνεται σε γενικές γραμμές, μόνο αν έχει γίνει συγκατάθεση και από τον γιατρό και από τον ασθενή. Στην περίπτωση αυτή, ο ασθενής δίνει την εξουσιοδότηση για πρόσβαση στα αρχεία και ο γιατρός δίνει τη συγκατάθεσή του όσον αφορά την εμπιστευτικότητα και την ασφάλεια των δεδομένων που του δίνεται πρόσβαση.

Υποστηρίζεται ότι όταν οι εφαρμογές και το σύστημα που χρησιμοποιείται δίνουν τον έλεγχο των δεδομένων στον ιδιοκτήτη/αυθεντικοποιημένο χρήστη του, και όταν οι μεμονωμένοι ασθενείς έχουν το μέγιστο επίπεδο ελέγχου στην έγκριση για πρόσβαση στο μητρώο υγείας τους, τότε επιτυγχάνεται και η προστασία της ιδιωτικής ζωής. (Venkatasubramanian και Gupta, 2006) Αντίθετα όμως, είναι πολύ δύσκολο να ελεγχθεί και δει εκ των προτέρων, ποιος γιατρός ή μέλος του ιατρικού προσωπικού θα έχει πρόσβαση στα δεδομένα. Δεν μπορεί δηλαδή να γίνει μια λίστα επιτρεπτών χρηστών κατά την κατασκευή του συστήματος, γιατί πολύ απλά σε περίπτωση ανάγκης ο φροντιστής μπορεί να είναι οποιοσδήποτε γνωστός ή μη στον ασθενή. (Oladimeji, 2011) Η επαλήθευση των στοιχείων δε και η μετάδοσή τους, είναι χαρακτηριστικά που πιθανόν να μην επιτρέπουν την μέγιστη ακεραιότητα, αφού πολλές φορές χρησιμοποιούνται μη-παραδοσιακές διεπαφές επικοινωνίας δεδομένων (π.χ. τα εικονίδια της οθόνης αφής, φωνής, υπέρυθρα σήματα, άμεσα ηλεκτρικά σήματα, ad-hoc ασύρματα δίκτυα, κλπ). (Stajano, 2010) Συνεπώς μπορεί να υποθεί ότι η ανταλλαγή του ΗΜΥ πάνω από ad-hoc και διάχυτα κανάλια επικοινωνίας όχι μόνο μπορεί να μην είναι ασφαλής, αλλά κρίνεται ευπαθής από κακόβουλους εισβολείς σε συλλογή δεδομένων, ενώ τα δεδομένα μπορεί να παραποιούνται από παρασιτικά σήματα κατά τη διάρκεια μετάδοσης.

Είναι εξίσου σημαντικό να σκιαγραφηθούν οι προκλήσεις που αντιμετωπίζει ο ασθενής σχετικά με την ταυτότητα και την ανωνυμία.

Αν μια εγγραφή είναι μοναδική και δεν γίνεται να ταιριάζει σε πολλούς ασθενείς, τότε η αποκάλυψη των δεδομένων μπορεί να οδηγήσει σε συνδέση του ανώνυμου ΗΜΥ με έναν ασθενή. Επίσης η συχνή εμφάνιση μιας ευαίσθητης παραμέτρου μαζί με κάποια χαρακτηριστικά, μπορεί να οδηγήσει στη συλλογή ευαίσθητων πληροφοριών και ιδιοτήτων, χωρίς να είναι απαραίτητο ότι θα αποκαλυφθεί η ακριβής ταυτότητα του ασθενή. (Mohammed et al., 2009)

Σε μια έρευνα το 2007 παρέχονται δύο ενδεικτικά σενάρια σχετικά με την παραβίαση της ιδιωτικής ζωής και τη διαρροή πληροφοριών στον τομέα της υγείας από το οποία προκύπτουν οι ακόλουθες προκλήσεις (Ahamed, 2007) :

1. Είναι αναγκαία η εξουσιοδότηση του ασθενή για πρόσβαση στο ΗΜΥ, αλλά μόνο για όσους πρέπει να γνωρίζουν

2. Οι γιατροί και οι φορείς παροχής υπηρεσιών υγειονομικής περίθαλψης έχουν το δικαίωμα να περιορίζουν την πρόσβαση σε πληροφορίες, που μπορούν να διατηρηθούν μυστικές για χάρη της ανάλυσης και μπορούν να αποκαλυφθούν στον ασθενή, κατόπιν αιτήσεως, μετά το τέλος της θεραπείας.

Τα ανωτέρω στοιχεία της ιδιωτικής ζωής απεικονίζονται γενικά για τα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης, αλλά μπορούν να εφαρμοστούν επίσης και σε ένα περιβάλλον υγειονομικής περίθαλψης. Μια αντίστοιχη λίστα απαιτήσεων για την υγειονομική περίθαλψη σε ένα έξυπνο σπίτι θα πρέπει να περιλαμβάνει τις ακόλουθες απαιτήσεις (Avancha, 2012):

A1 - Διαύγεια & διαφάνεια: Οι ασθενείς θα πρέπει να έχουν γνώσεις σχετικά με τη συλλογή ΠΠΥ, τον σκοπό της χρήσης, την ταυτότητα των προσώπων τα οποία μπορούν να έχουν πρόσβαση / να το χρησιμοποιήσουν, την τοποθεσία ΠΠΥ, τη διάρκεια διατήρησής του και πώς να αποκτήσουν πρόσβαση και έλεγχο σε αυτό.

A2 - Χαρακτηριστικά του σκοπού: Ο σκοπός της συλλογής ΠΠΥ πρέπει να καθορίζεται κατά τη στιγμή της συλλογής, ενώ η επακόλουθη χρήση θα πρέπει να περιορίζεται σε αυτούς τους σκοπούς.

A3 - Περιορισμός συλλογής και ελαχιστοποίηση δεδομένων: πρέπει να χρησιμοποιηθούν νόμιμα και δίκαια μέσα για τη συλλογή ΠΠΥ και η συλλογή θα πρέπει να περιορίζεται στα αναγκαία ΠΠΥ για την πραγματοποίηση του συγκεκριμένου σκοπού. Ένας ασθενής πρέπει να εγκρίνει τέτοιες δραστηριότητες και να αποφασίσει σχετικά με την έγκριση ή την απόρριψη αυτών, διατηρώντας παράλληλα τις γνώσεις των μερών που περιλαμβάνονται.

A4 - Περιορισμός χρήσης: Οι πολιτικές και πρακτικές που θεσπίζονται θα πρέπει να μεριμνούν για τη συμμόρφωση των χρησιμοποιούμενων δράσεων σύμφωνα με τον προκαθορισμένο σκοπό.

A5 - Προσωπική συμμετοχή και ο έλεγχος: Οι ασθενείς θα πρέπει να ελέγχουν την πρόσβαση στο ΠΠΥ τους. Θα πρέπει να ξέρουν ποιος αποθηκεύει τι σε αυτά, τον τρόπο που οι πληροφορίες χρησιμοποιούνται και σε ποιους αποκαλύπτεται.

A6 - Ποιότητα και ακεραιότητα των δεδομένων: το ΠΠΥ πρέπει να συλλέγεται σε σχέση με τους σκοπούς χρήσης του και να είναι ακριβές, πλήρες, και ενημερωμένο με τα τελευταία στοιχεία. Τα μεταδιδόμενα δεδομένα πρέπει να προστατεύονται για τη διατήρηση της ακεραιότητας.

A7 - Δικλείδες ασφάλειας και ελέγχου: Επαρκείς εγγυήσεις θα πρέπει να παρέχονται για την προστασία των ΠΠΥ από τις υπάρχουσες απειλές (π.χ. τροποποίηση, αποκάλυψη, κ.λπ.).

A8 - Ευθύνη και αντιμετώπιση: Η ευθύνη πρέπει να διατηρείται μεταξύ των μερών που είναι υπεύθυνα για το ΠΠΥ, ενώ θα πρέπει επίσης να υπάρχει και τρόπος αντιμετώπισης σε περίπτωση παραβίασης της ασφάλειας ή παραβιάσεις της ιδιωτικής ζωής.

A9 - Πρόσβαση των ασθενών στα δεδομένα: Οι ασθενείς θα πρέπει να έχουν πρόσβαση στο ΠΠΥ τους σε αναγνώσιμη ηλεκτρονική μορφή και να είναι σε θέση να το τροποποιήσουν.

A10 - Τοποθεσία του ασθενή: Η θέση της παρακολούθησης των ασθενών θα πρέπει να είναι ιδιωτική και να προστατεύεται από την αποκάλυψη, εσκεμμένη ή όχι.

A11 - Ανωνυμία των δεδομένων του ασθενούς: το ΠΠΥ πρέπει να συλλέγεται, να υποβάλλεται και να επεξεργάζεται με ανώνυμο τρόπο.

A12 - Μη-συνδεσιμότητα των δεδομένων του ασθενούς: το ΠΠΥ πρέπει να διατηρεί τη μη-συνδεσιμότητα με τον ασθενή. Ένα μέρος δεν θα πρέπει να συνδέεται με τον ασθενή. Μια τέτοια απαίτηση είναι σε αντίθεση με το πρόβλημα των μοναδικών αρχείων, όπου ένας ασθενής έχει προσδιοριστεί εύκολα λόγω της μοναδικότητας των δεδομένων του (π.χ. ένα αρχείο είναι τόσο συγκεκριμένο ώστε να μην ταιριάζουν πολλοί ασθενείς με αυτό).

A13 - Νόμος και συμμόρφωση με την πολιτική: Σχετικές νομοθεσίες, πράξεις, πρωτοβουλίες, κλπ (π.χ. HIPAA, ARRA), καθώς και οι καθορισμένες πολιτικές θα πρέπει να διατηρήσουν τη συμμόρφωσή μεταξύ όλων των διαθέσιμων στοιχείων του περιβάλλοντος (π.χ. ρόλοι, πληροφορίες, λύσεις, πλαίσια, κ.λπ.).

## **12.2 Λύσεις ιδιωτικότητας στα έξυπνα σπίτια**

Έχουν παρουσιαστεί ποικίλες προσεγγίσεις στο θέμα της προστασίας της ιδιωτικότητας στις έξυπνες τεχνολογίες. Υπάρχουν όμως πολύ πιο συγκεκριμένες προσεγγίσεις και προτείνονται πλαίσια προστασίας της ιδιωτικής ζωής όσον αφορά τις υπηρεσίες RFID που χρησιμοποιούνται σήμερα στα έξυπνα σπίτια. (Park, 2011) Ο στόχος του πλαισίου αυτού είναι να επιτρέπει στους ασθενείς να ελέγχουν τις προσωπικές πληροφορίες που μεταδίδονται μέσω μια τέτοιας τεχνολογίας. Τα μέτρα προστασίας της ιδιωτικής ζωής που σχετίζονται περιγράφονται ακολούθως:

1. Διατήρηση της εμπιστευτικότητας, της ακεραιότητας και της έγκρισης της οντότητας μέσω των συστημάτων προστασίας της ιδιωτικής ζωής.
2. Η εφαρμογή mobile RFID και το περιεχόμενο που παρέχει να προέρχεται από λεπτομερείς μηχανισμούς ελέγχου πρόσβασης που μπορούν να διαχειριστούν πληροφορίες αντικειμένων, log data και προσωπικές πληροφορίες από μια ομάδα

χρητών.

3. Η mobile εφαρμογή RFID και το περιεχόμενο των συστημάτων παροχής πρέπει να:

α) Επικοινωνούν με τα συστήματα RPS (rapid prototype system) μέσω ασφαλών διαδρομών επικοινωνίας.

β) Παρέχουν λειτουργίες ελέγχου με ισχυρότερη προστασία της ιδιωτικής ζωής με βάση την πολιτική προστασίας της ιδιωτικής ζωής του κάθε μεμονωμένου χρήστη που ορίζονται στο σύστημα RPS.

γ) Διαχειρίζονται τα προσωπικά στοιχεία προστασίας της ιδιωτικής ζωής με βάση τους κανόνες που ορίζονται στο RPS από τους μεμονωμένους χρήστες, ενώ οι διαχειριστές συστημάτων οφείλουν να προστατεύουν εξαρχής τα προσωπικά στοιχεία της ιδιωτικής ζωής.

δ) Έχουν ένα μηχανισμό για να ελέγχει την πολιτική προστασίας προσωπικών δεδομένων στα κινητά τερματικά RFID και να τα αποτρέψει από τη συλλογή προσωπικών πληροφοριών.

Προτείνεται επίσης η ταξινόμηση των επιπέδων προστασίας της ιδιωτικής ζωής. Το εύρος του επιπέδου προστασίας της ιδιωτικής ζωής κυμαίνεται από το 'δεν υπάρχει προστασία της ιδιωτικής ζωής' (επίπεδο 0) μέχρι 'την πλήρη προστασία της ιδιωτικής ζωής' (επίπεδο 10). Τα επίπεδα 1-9 χωρίζονται σε χαμηλά επίπεδα (1-3) όπου οι περισσότερες πληροφορίες αποκαλύπτονται, μεσαία επίπεδα (4-6), όπου αποκαλύπτονται πληροφορίες αντικειμένων, και υψηλά επίπεδα (7-9), όπου αποκαλύπτονται μόνο ένα μέρος της κατηγορίας πληροφοριών.

Σχετικά με τα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης στο σύννεφο, προτείνεται ένα μοντέλο αναφοράς ασφάλειας ΗΜΥ το οποίο περιλαμβάνει προστασία της ιδιωτικής ζωής με λύσεις συντήρησης εκ μέρους του ασθενή. (Rui και Lui, 2010) Το μοντέλο αποτελείται από τρία βασικά στοιχεία - ασφαλή συλλογή και ολοκλήρωση, ασφαλή αποθήκευση και διαχείριση πρόσβασης και ασφαλή μοντέλο χρήσης. Κάθε πληροφορία που μεταδίδεται μεταξύ των δύο μερών θα πρέπει να είναι κρυπτογραφημένη μέσω καθιερωμένων πρωτοκόλλων ασφάλειας (π.χ. SSL, TLS, IPSec, κλπ) και θα πρέπει να ισχύουν τα ακόλουθα,

- η αυθεντικότητα και η ακεραιότητα του ΗΜΥ πρέπει να επαληθεύονται μέσω επικύρωσης της υπογραφής του ιδιοκτήτη του ΗΜΥ.

- η δομή και η μορφή των σύνθετων ΗΜΥ θα πρέπει να ορίζεται κατά τρόπο ώστε τα ΗΜΥ με διαφορετικές μορφές από διαφορετικά CDO να μπορούν εύκολα και σωστά να ενσωματωθούν σε ένα σύνθετο ΗΜΥ αλλά επίσης η κρυπτογράφηση δεδομένων και ελέγχου πρόσβασης των μεμονωμένων EHRs να μπορούν να ενσωματωθούν χωρίς συμβιβασμούς.

Η ανάγκη για πρόσβαση στο ΗΜΥ σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης, είναι κάτι παρπάνω από άμεση. Αυτό έρχεται πολλές φορές σε σύγκρουση με την προστασία των δεδομένων και αποτελεί ένα λεπτό ζήτημα. Έχει προταθεί ένα σχέδιο διαφύλαξης της ιδιωτικής ζωής, που ονομάζεται PEC, το οποίο μεταδίδει τα δεδομένα του ασθενούς σε κοντινά πρόσωπα που επεμβαίνουν σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης μέσω της

χρήσης των κινητών δικτύων υγείας. (Liang, 2011) Πιο συγκεκριμένα, συλλέγει όλα τα δεδομένα έκτακτης ανάγκης (π.χ. θέση, κατάσταση της υγείας, φυσιολογική κατάσταση, κλπ) και κάνει μια κλήση στο κοντινό γιατρό μεταδίδοντας τις πληροφορίες που συγκεντρώθηκαν. Τα οφέλη για την ασφάλεια μιας τέτοιας προσέγγισης έχουν επικεντρωθεί στην εγγύηση της διαθεσιμότητας του ΗΜΥ του ασθενούς, παράλληλα με τη διατήρηση της ιδιωτικότητας. Το PEC χρησιμοποιεί κρυπτογράφηση για να κρύψει τις πληροφορίες που μεταδίδονται από την πλευρά του ασθενή, και μια λειτουργία αποκρυπτογράφησης για την PHI που γίνεται από την πλευρά του ιατρού.

Σε μια διαφορετική προσέγγιση, προτείνεται ένα είδος προστασίας προσωπικών δεδομένων (PP) για συστήματα HIT (health IT systems), το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ενσωματωθεί η προστασία προσωπικών δεδομένων στη διαδικασία ανάπτυξης μιας εφαρμογής. (Γκρίτζαλης, 2004) Η προσέγγιση περιλαμβάνει:

- τη διαμεσολάβηση της προστασίας της ιδιωτικής ζωής ως εννοιολογική οντότητα, η οποία καθιστά το χρήστη ικανό να αποκρύψει πραγματική του ταυτότητα
- την απλότητα της υποκείμενης υποδομής, υπό τον όρο ότι οι υπηρεσίες PP εντάσσονται στο πλαίσιο της εφαρμογής της πληροφορικής αναπτυξιακής διαδικασίας
- τον περιορισμό του αριθμού των αξιόπιστων φορέων, δεδομένου ότι ο χρήστης θα πρέπει να εμπιστεύεται μόνο αυτόν που κάνει σήμερα χρήση
- την περιορισμένη έκθεση των προσωπικών δεδομένων σε απροστάτευτες γραμμές επικοινωνίας
- τον έλεγχο και την ευθύνη της προστασίας των δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα που βρίσκεται με το χρήστη
- ένα εύκολο στην εφαρμογή του νομικό πλαίσιο

Μια άλλη λύση για καταστάσεις έκτακτης ανάγκης έχει επίσης προταθεί σε παρόμοια έρευνα και βασίζεται σε ανώνυμα διαπιστευτήρια, μια γεννήτρια ψευδοτυχαίων αριθμών (prng - pseudo real number generator ) και την απόδειξη της γνώσης. Μία φάση δέσμευσης, μια φάση υπογραφής και μια φάση πιστοποίησης διαπιστευτηρίων χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία ανώνυμων διαπιστευτηρίων. Το σύστημα των ψευδοτυχαίων αριθμών μειώνει την πρόσθετη επικοινωνία και αποθήκευση γενικά, που πραγματοποιούνται σε ολόκληρη την κρυπτογράφηση των δεδομένων, ενώ η απόδειξη της γνώσης παρέχει βοήθεια όταν είναι απαραίτητο για να ανακτηθούν τα δεδομένα σχετικά με την κατάσταση του ασθενούς. (Fang και Zhu, 2010)

Ακόμα μια πρόταση αποτελείται από μια αρχιτεκτονική διαχείρισης της ιδιωτικής ζωής, που ονομάζεται PRIMA, η οποία επικεντρώνεται στην χρήση τεχνικών βελτίωσης της πολιτικής για τη βελτίωση της κάλυψης της πολιτικής απορρήτου. (Bhatti και Grandison, 2007) Αυτή η προσέγγιση δεν είναι ειδική στην υγειονομική περίθαλψη αλλά αντιμετωπίζει το πρόβλημα της κάλυψης της πολιτικής στον τομέα της υγείας, η οποία οφείλεται στην υπερβολική εξάρτηση από την παράκαμψη της ασφάλειας που ελέγχει την πρόσβαση σε ευαίσθητα ιατρικά δεδομένα. Περαιτέρω προσεγγίσεις περιλαμβάνουν γενικές συστάσεις ασφαλείας για προστασία της ιδιωτικής ζωής σε έξυπνα σπίτια.

Παρατηρείται πως η χρήση ενισχυμένων πρωτοκόλλων προστασίας της ιδιωτικής ζωής του ασθενούς προστατεύουν την ιδιωτικότητα του ασθενή ανάμεσα στις διάφορες ηλεκτρονικές υπηρεσίες υγείας είτε είναι συνδεδεμένες με τους παραδοσιακούς νόμους προστασίας της ιδιωτικής ζωής στην υγειονομική περίθαλψη (π.χ. HIPAA), είτε όχι. (Katzenbeisser, Petkovich, 2008) Παράλληλα έχουν προταθεί μέτρα για την ατομική ασφάλεια τα οποία συνοψίζονται στα ακόλουθα χαρακτηριστικά.

- Η ανωνυμία: τεχνικές ανωνυμίας, βελτιωμένο έλεγχο του χρήστη, λήψη αποφάσεων, συμμετοχικό σχεδιασμό
- Ακεραιότητα: Επικύρωση δεδομένων, ψηφιακές υπογραφές, υπογραφές ομάδας, πρωτόκολλα επαλήθευσης, τεχνικές υδατογράφησης
- Εμπιστευτικότητα: στρώμα κρυπτογράφησης συνδέσμου/δικτύου, έλεγχος πρόσβασης
- Μη-συνδεσιμότητα: Δημιουργεί κρυπτοκείμενα που εμφανίζονται τυχαία (Giannetsos, 2011; Fang, Zhu, 2010)

Η σύγκριση όμοιων περιβάλλοντων και η αντιστοίχισή τους με μικρότερα που έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά, είναι κάτι που μπορεί να γίνει με σχετικά εύκολο τρόπο. Ήδη έχουν γίνει έρευνες και μελέτες για τη χρήση του ubiquitous computing σε νοσοκομειακά περιβάλλοντα. Θα μπορούσε να υποθεί, ότι και το έξπυνο σπίτι αποτελεί μια μικρογραφία ενός τέτοιου συστήματος και πολλά χαρακτηριστικά αυτού, να ενσωματωθούν για χρήση στο σπίτι. Η ποιότητα των υπηρεσιών είναι μια πολύ γνωστή έννοια, και μπορεί να μετρηθεί με πολλούς τρόπους, συχνά αυτοματοποιημένους. Η ποιότητα των δεδομένων και μάλιστα των προσωπικών, θα πρέπει να αρχίσει να δομείται και να καταγράφεται με κάποιου είδους μετρήσεις ή χαρακτηριστικά που να δίνουν σοβαρά αποτελέσματα. Έχει προταθεί μια αρχιτεκτονική που μπορεί να κατηγοριοποιεί τα επίπεδα ποιότητας των δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα, ο χρήστης απαιτεί ένα ορισμένο επίπεδο QoP, το οποίο βασίζεται σε συμφραζόμενες μεταβλητές και στον βαθμό προστασίας της ιδιωτικής ζωής που επιθυμεί, ενώ χρησιμοποιεί μια εφαρμογή που βασίζεται στο ubiquitous computing. (Tentori, 2006)

Η αρχιτεκτονική υποστηρίζεται από:

- Μια οντολογία για τη διαχείριση QoP που αποτελείται από γεγονότα, συνθήκες και ενέργειες.
- Έναν παράγοντα, που ονομάζεται μεσίτης, ο οποίος χειρίζεται την επικοινωνία μεταξύ των χρηστών.
- Ένα c-context aware φίλτρο, το οποίο φιλτράρει την επικοινωνία μεταξύ του χρήστη και του μεσίτη.
- Ένα s-context aware φίλτρο, το οποίο φιλτράρει την επικοινωνία μεταξύ του μεσίτη και άλλους παράγοντες (π.χ. υπηρεσίες, συσκευές, κ.λπ.).
- Ένα πρωτόκολλο για τη διατήρηση της ιδιωτικής ζωής, με βάση την επέκταση του πλαισίου SALSA. (Rodriguez, 2005)
- Ένα location-aware συστατικό της 'μετανάστευσης' η οποία επιτρέπει στους χρήστες να μεταφέρουν πληροφορίες σε οποιαδήποτε συσκευή στην περιοχή (π.χ. PC). (Amaya, 2005)



### **12.3 Αξιολόγηση της ιδιωτικής ζωής στην υγειονομική περίθαλψη στα έξυπνα σπίτια**

Στις προηγούμενες ενότητες ορίστηκαν απαιτήσεις προστασίας της ιδιωτικής ζωής σε έξυπνα περιβάλλοντα για περίθαλψη στο σπίτι και αξιολογήθηκαν υπάρχουσες λύσεις για την προστασία της ιδιωτικής ζωής σε αυτό το πλαίσιο.

Η ποιότητα και η ακεραιότητα των δεδομένων (A6) και η ασφάλεια και οι έλεγχοι διασφαλίσεων (A7) θεωρούνται ως πρώτη προτεραιότητα, κυρίως επειδή προέρχονται από άλλους τομείς της ασφάλειας των πληροφοριών, οι οποίοι δεν εστιάζουν κυρίως στην προστασία της ιδιωτικής ζωής. Τα χαρακτηριστικά του σκοπού (A2), και η προστασία της τοποθεσίας του ασθενούς (A10), παραμένουν οι λιγότερο σημαντικές απαιτήσεις. Οι προτεινόμενες λύσεις μπορούν να εφαρμοστούν σε διάφορες τεχνολογικές λύσεις της υγειονομικής περίθαλψης, συμπεριλαμβανομένων των έξυπνων σπιτιών.

### **12.4 Υπάρχουσα κατάσταση στο θέμα της ασφάλειας**

Το έξυπνο σπίτι αποτελεί ένα νέο τεχνολογικό και συνάμα κοινωνικό πεδίο που διαμορφώνει από μόνο του νέες απαιτήσεις και ανάγκες στον τομέα της ασφάλειας. Σχετικά με την τηλε-υγεία και την τηλε-φροντίδα με τη χρήση υποστηρικτικών τεχνολογιών και τεχνολογίας έξυπνου περιβάλλοντος, εγείρονται πολλά θέματα παραβίασης της ιδιωτικότητας του ανθρώπου, της προσωπικής του ζωής αλλά και της αποκάλυψης δεδομένων που σε καμία άλλη περίπτωση δεν θα μπορούσε να γνωρίζει κάποιος χωρίς την έγκρισή του. Γεννιούνται θέματα που αφορούν το ποιος χρειάζεται να ξέρει, πότε χρειάζεται να ξέρει και τι χρειάζεται να ξέρει. Οι απαντήσεις είναι πραγματικά πολύ δύσκολο να θεσμοθετηθούν και να δημιουργήσουν ένα πρότυπο σε αυτό τον τομέα, καθώς υπάρχουν πολλοί παράμετροι και καταστάσεις που δημιουργούν ευμετάβλητα περιβάλλοντα αναλόγως της περίπτωσης. Οι απαιτήσεις για τη διαχείριση απόρρητων πληροφοριών και την τήρηση των αντίστοιχων κανόνων, παρουσιάστηκαν εκτενώς και αναφέρθηκαν οι υπάρχουσες έρευνες για τις προκλήσεις της ιδιωτικότητας σε έξυπνα περιβάλλοντα. Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται οι απαιτήσεις απορρήτου που πρέπει τηρούνται. Ο ενδεικτικός κατάλογος των τύπων των τεχνολογιών για την έξυπνη υγειονομική περίθαλψη περιλαμβάνει απλές συσκευές (μετρητές γλυκόζης στο αίμα, πιεσόμετρα, οξύμετρα, κλπ), οι οποίες παρέχουν τυποποιημένες εξόδους για συγκεκριμένες φυσιολογικές συνθήκες. (Athavale, 2011) Στις συσκευές αυτές περιλαμβάνονται έξυπνες συσκευές (όπως smartphones), φορητοί αισθητήρες (π.χ. λουράκια καρπού) και διάφορες άλλες που κατασκευάζονται αποκλειστικά για το σκοπό της παρακολούθησης / επεξεργασίας (π.χ. υπολογιστές mainframe σήματος του σώματος, δισκία, κ.λπ.).

Οι προκλήσεις που δημιουργούνται κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού αυτών των συσχευών υποβοήθησης του συστήματος, είναι πολλές και διαφορετικά, αφού κάθε συσκευή πρέπει να συμμορφώνεται με διαφορετικές παραμέτρους κάθε φορά. Η ικανοποίηση μιας απαίτησης ασφάλειας και κάποιου περιορισμού, πρέπει πάντα να έχει

ως γνώμονα την προστασία της ιδιωτικότητας του προσώπου και τη διασφάλιση του απορρήτου των δεδομένων του. Εδώ συναντώνται προκλήσεις που αφορούν λεπτά θέματα, όπως οι νομικοί περιορισμοί και τα ανθρώπινα δικαιώματα στην περίπτωση ανάγκης πρόσβασης στο ΗΜΥ κάποιου, όταν αυτός βρίσκεται σε ανάγκη. Σε τέτοια περίπτωση θα μπορούσε να υποστηρικτεί ότι παραβιάζεται ο ιδιωτικός του χώρος (όπως το σπίτι του) και προσωπικά του δεδομένα χωρίς την συγκατάθεσή του.

Συνοψίζοντας, ένα αυτοματοποιημένο έξυπνο περιβάλλον που μπορεί να παρέχει ικανοποιητικές πρακτικές και βοήθεια στον τομέα της προσωπικής υγείας, θα πρέπει να κατασκευαστεί πάντα σε προσωποποιημένο βαθμό και σύμφωνα με τις υπάρχουσες νομοθεσίες και τεχνικές δυνατότητες για την προστασία του απορρήτου. Είναι επίσης σημαντικό, η κατασκευή αυτή να χρησιμοποιεί ή έστω να παρέχει τα κατάλληλα εργαλεία για μελλοντική χρήση τεχνολογιών cloud, IoT και smartphones ακολουθώντας τη λογική του ubiquitous computing σε όλα τα στάδια.

## Healthcare Cloud Usage: By the numbers

- 944** average number of cloud services in use across all healthcare sectors
- 118** average number of collaboration services in use *[e.g.; WebEx, Gmail, etc.]*
- 13.5%** of cloud services in use are high-risk *[ranked by 54 security criteria]*
- 77%** of cloud services in use are medium-risk *[ranked by 54 security criteria]*
- 9%** of cloud services in use are Skyhigh Enterprise-Ready™ *[ranked by 54 security criteria]*
- 53%** of healthcare employees using three or more devices for work
- 63** successful data exfiltration events on average in healthcare last quarter *(Q2 2014)*
- 12.4** GB of data on average sent to high-risk services last quarter *(Q2 2014)*
- 73%** of malware attacks occur outside of business operating hours [8am-6pm]

skyhigh

Υγεία στο σύννεφο (<http://www.forbes.com/sites/danmunro/2014/09/01/over-90-of-cloud-services-used-in-healthcare-pose-medium-to-high-security-risk/#11bca8954ca4>)

## **13. Η παρουσία των εταιριών στο χώρο της έξυπνης τεχνολογίας**

Όλο και περισσότερες εταιρίες στη χώρα μας έχουν ξεκινήσει να στοχεύουν στη δημιουργία smart homes, προσφέροντας όλες τις αντίστοιχες τεχνολογικές λύσεις, υπηρεσίες και υποδομές για την εξυπηρέτηση κατοίκων όλων των ειδών. Στη συνέχεια αναφέρονται οι σημαντικότερες εταιρείες του χώρου.

### **13.1 Επιχειρήσεις στη χώρα μας (GR)**

#### **13.1.1 HellasCom International A.E.**

Η HellasComInternationalA.E. αποτελεί έναν από τους βασικότερους εκπροσώπους smart τεχνολογιών στη χώρα μας και έχει ως κύριο αντικείμενο τις τηλεπικοινωνιακές υποδομές. Η επιχείρηση έχει παρουσία στο χώρο από το 1995 και έχει αναλάβει έργα σε πολλές χώρες εκτός Ελλάδος. Ήταν ο ανάδοχος των τηλεπικοινωνιακών έργων για τους Ολυμπιακούς Αγώνες το 2004 ενώ έχει ενεργή παρουσία στην ανάπτυξη νέων τεχνολογιών τηλεπικοινωνίας και πληροφορικής. (<http://www.hellascom.com>)

Τα τελευταία χρόνια έχει συμπεριλάβει στα προϊόντα της πολλές λύσεις έξυπνης τεχνολογίας και προσπαθεί συνεχώς να επεκτείνει τις παρεχόμενες υπηρεσίες με τα τελευταία πρότυπα της αγοράς πάντα σε συνδυασμό με την υψηλή ποιότητα που προσφέρει τα χρόνια παρουσίας της στην αγορά. Οι σύγχρονες τεχνολογίες που περιλαμβάνουν λύσεις για έξυπνα περιβάλλοντα εκτείνονται πέρα από τις τηλεπικοινωνίες.

Η εταιρία έχει ως στόχο την εγχώρια αγορά και την επικράτησή της στα πολύπλοκα τηλεοπτικά έργα και παράλληλα σκοπεύει να αναβαθμίσει τις υπηρεσίες τις προς τους πελάτες ακολουθώντας τα παγκόσμια νέα στις τεχνολογικές εξελίξεις.

Στη χώρα μας έχει κατασκευάσει πολλά σύνθετα έργα τηλεπικοινωνίας και έχει επιληφθεί της εγκατάστασης τηλεπικοινωνιακών δικτύων, εφαρμογών και υπηρεσιών αυτοματισμού σε διάφορα έξυπνα κτήρια.

Το HellasDom αποτελεί ένα από τα προϊόντα που δημιούργησε η HellasCom International A.E., το οποίο δημιουργεί και μετεξελίσσει υπάρχουσες υποδομές ώστε να μπορούν να εφαρμοστούν σε ένα ευρύ φάσμα χώρων. Παρακάτω παρουσιάζονται κάποιες εφαρμογές που διαθέτει το προϊόν:

- Διαχείριση κατανάλωσης ενέργειας του εκάστοτε οικήματος ή κτηρίου, η οποία γίνεται από οπουδήποτε με τη χρήση κάποιων αισθητήρων.
- Διαχείριση της ασφάλειας και των αντίστοιχων συστημάτων χωρίς φυσική παρουσία αλλά από απομακρυσμένη σύνδεση σε υπολογιστή και με το κατάλληλο πρόγραμμα παρακολούθησης του κτηρίου.
- Διαχείριση και έλεγχος στο ποιος μπορεί να εισέρχεται στο κτήριο με στόχο την ασφάλεια και την χρήση συστημάτων αυθεντικοποίησης.
- Παροχή οπτικοακουστικού υλικού από το δίκτυο του κτηρίου που αποτελείται από ειδική καλωδίωση για τη μεταφορά σημάτων εικόνας και ήχου όπου ο ένοικος μπορεί να

ρυθμίσει τον τρόπο και τόπο αποστολής αυτών.

- Υποστήριξη τηλεφωνικής επικοινωνίας, ISDN, ADSL και άλλων μορφών επικοινωνίας. Η εγκατάσταση αυτού του προϊόντος προσφέρει στο χρήστη ενά έγκυρο δίκτυο που του επιτρέπει την ταυτόχρονη χρήση δικτύων τηλεπικοινωνιών όπως το pstn, isdn και adsl αλλά και άλλων τεχνολογιών που θα μπορεί να χρειαστεί. Ακόμα ο χρήστης έχει στην κατοχή του όλα τα σχέδια της εγκατάστασης που μπορεί να υποστηρίξει εκτός από συμβατικές και ψηφιακές τεχνολογίες.

- Διασύνδεση μεταξύ smart συσκευών τελευταίας τεχνολογίας. Οι συσκευές που παράγονται τελευταία μπορούν να επικοινωνούν με τον ένοικο και με τη βοήθεια της κατάλληλης τεχνολογίας να συνδέονται σε ένα κεντρικό hub. Οι ηλεκτρικές αυτές συσκευές θα μπορούν να έχουν διαδραστική επικοινωνία με τον ένοικο και με τη βοήθεια του HellasDom να συνδέονται και μεταξύ τους.

- Ειδοποίηση σε κατάσταση συναγερμού.

Το σύστημα μπορεί να ρυθμιστεί έτσι ώστε να στέλνει σήματα ειδοποίησης στο χρήστη σε περίπτωση παραβίασης, φωτιάς ή άλλης ανάγκης. Ακόμα μπορεί να καλεί και τις αρμόδιες υπηρεσίες. Υπάρχουν όμως και άλλα συστήματα που μπορούν να εγκατασταθούν και να ενεργοποιούνται σε τέτοιες περιπτώσεις αυτόματ για την αντιμετώπισή τους.

- Περιβάλλον χώρος. Το σύστημα μπορεί να προγραμματιστεί να ελέγχει από μόνο του τα φώτα, τον κλιματισμό και το χώρο του κτίσματος. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί από μόνο του να εφαρμόζει σενάρια ανάλογα με το τι διαβάζουν οι αισθητήρες ή τι έχει ορίσει ο χρήστης.

- Απομακρυσμένες εφαρμογές. Εφαρμογές όπως η τηλεύγεια μπορούν να χρησιμοποιηθούν αν υπάρχουν τα κατάλληλα μέσα εικόνας, ήχου κτλ.

### **13.2 Έξυπνες υπηρεσίες στο εξωτερικό**

Είναι απίθανο να πούμε ότι υπάρχουν έξυπνες τεχνολογίες στη χώρα μας και όχι σε χώρες τους εξωτερικού. Το αντίθετο θα μπορούσε να έχει καλύτερη υπόσταση σήμερα.

Οι καινούριες έξυπνες τεχνολογίες έχουν εξελιχθεί σε χώρες του εξωτερικού και αναπτύσσονται συνεχώς προς το καλύτερο. Οι εφαρμογές σε πρότυπα σπίτια έχουν γίνει σε πολλές χώρες και παρουσιάζονται καινούριες ιδέες και τεχνολογίες. Η έρευνα που πραγματοποιείται έχει πολύ καλά αποτελέσματα και αυτά παρουσιάζονται σε διάφορες εκθέσεις για το απλό κοινό. Είναι πολύ σημαντικό να καταλάβει ο απλός άνθρωπος ότι η χρήση αυτής της τεχνολογίας δεν είναι μακριά και ότι μπορεί εύκολα να προσαρμόσει κάποια πράγματα και στη δικιά του καθημερινότητα. Άλλωστε πολλοί άνθρωποι

χρειάζονται μια βοήθεια κατά τη διάρκεια της ημέρας χωρίς αυτό να σημαίνει ότι είναι άτομα με ειδικές ανάγκες. Οι απαιτήσεις της σύγχρονης ζωής καταπονούν τον άνθρωπο και μαζί με αυτό έρχονται και οι τεχνολογικές ευκολίες.

### **13.2.1 Βέλγιο**

Στο Βέλγιο έχει γίνει η πιο παλιά εγκατάσταση smart home αφού το 1997 κατασκευάστηκαν 20 διαμερίσματα ακολουθώντας ένα κυβερνητικό πρόγραμμα διάρκειας 10 ετών για την υλοποίηση ενός προγράμματος 5.000 σπιτιών.

Τα σπίτια σχεδιάστηκαν και κατασκευάστηκαν σύμφωνα με τις ανάγκες και τις προτεραιότητες που έθεσαν οι ίδιοι οι κάτοικοι. Το αποτέλεσμα ήταν ότι τα σπίτια έπρεπε να παρέχουν όσο το δυνατόν μεγαλύτερη άνεση και ασφάλεια. Δεν θα μπορούσε να λείπει βέβαια και η εξοικονόμηση της ενέργειας.

Απλές εφαρμογές όπως η αυτόματη ενεργοποίηση του συναγερμού σε περίπτωση αναχώρησης του κατοίκου και η αυτόματη προβολή του επισκέπτη στην οθόνη της πόρτας βρίσκονται στη λίστα των παρεχόμενων υπηρεσιών. Ακόμα ο φωτισμός και η θερμοκρασία ρυθμίζονται αυτόματα σύμφωνα με τις καιρικές συνθήκες και τις προτιμήσεις του χρήστη.

### **13.2.2 Νορβηγία**

Η Νορβηγία ως πιο ευπαθής και ευαίσθητη χώρα, έδωσε έμφαση στην κατασκευή έξυπνων σπιτιών για άτομα με ειδικές ανάγκες, όπως πάσχοντες από άνοια. Για αυτό το σκοπό κατασεύασαν οχτώ οικήματα για την υποστήριξή τους. Η ιδιαιτερότητα των κατοίκων τους επέβαλλε τη χρήση τεχνολογίας που θα τους προστάτευε από κάποιο ατύχημα αλλά θα τους έσωζε σε περίπτωση που κινδύνευαν. Τα άτομα με άνοια παρουσιάζουν κυρίως αστάθεια γιατί έχουν έλλειψη ύπνου. Η λύση σε αυτό το πρόβλημα ήταν οι αισθητήρες στα πόδια των κρεβατιών. Οι αισθητήρες αυτοί αντιλαμβάνονται τότε βρίσκεται κάποιος πάνω στο κρεβάτι. Όταν κάποιος σηκωθεί από το κρεβάτι, ανοίγουν αυτόματα τα φώτα στο δωμάτιο και σβήνουν όταν επιστρέψει στο κρεβάτι.

Ακόμα εγκαταστάθηκαν αισθητήρες θερμοκρασίας στα δωμάτια για τον έλεγχο στην κουζίνα και το μπάνιο ή το θερμοσίφωνο. Η προστασία που θα προσφέρουν οι αισθητήρες σε περίπτωση υπερθέρμανσης είναι πολύ σημαντική, καθώς μπορεί να αποσταλλεί μήνυμα σε συγγενή ή σε κάποια υπηρεσία και να σβήσει την συσκευή αυτόματα χωρίς να συμβεί κάτι.

Τα παραπάνω λειτουργούν στη Νορβηγία από τις αρχές του αιώνα που διανύουμε και μέχρι στιγμής τα στατιστικά δείχνουν ότι έχουν σωθεί αρκετοί άνθρωποι εκτός από όλους τους υπόλοιπους που διευκολύνονται στην καθημερινότητά τους.

### **13.2.3 Νότια Κορέα**

Η Νότια Κορέα και μάλιστα η Σεούλ, είναι περήφανη για το σπίτι που έχει κατασκευάσει η Samsung με όνομα HomeVita. Ένα σπίτι με τεχνητή νοημοσύνη που παρέχει αυτοματισμούς τύπου ελέγχου όλων των ηλεκτρικών συσκευών, ρύθμισης φωτισμούς, θερμοκρασίας κτλ. Η σημαντικότερη διαφορά του όμως με τα άλλα έξυπνα σπίτια είναι ότι το σπίτι αυτό έχει μια πειραματική συσκευή που μπορεί να αποτελέσει ένα κινητό ιατρείο, αφού μπορεί να εξετάσει πλήρως τον κάτοικο του σπιτιού λειτουργώντας σαν γιατρός που λαμβάνει μια αρχική εικόνα της υγείας του ατόμου. (Χουλιάρopoulos, 2010).

### **13.2.4 Ιταλία**

Στη γειτονική χώρα έχει παρουσιαστεί το πρότυπο σπίτι Domotica που διαθέτει smart τεχνολογίες από γερμανική εταιρία. Το σπίτι αυτό έχει ως σκοπό την παροχή υποστήριξης σε άτομα με αναπηρία και στην ουσία αποτελείται από ένα πλήρως εξοπλισμένο με αυτοματισμούς διαμέρισμα. Οι ένοικοι μπορούν να απολαμβάνουν υψηλού επιπέδου αυτοματισμούς που τους βοηθάνε στη καθημερινή τους ζωή.

(<http://www.disabled.gr/lib/?p=37693>)

Το Domotica κατασκευάστηκε με κύριο στόχο την βοήθεια των ανάπηρων ανθρώπων και με γνώμονα την επανένταξή τους στην κοινωνία χωρίς να αντιμετωπίζουν δυσκολίες. Η αποκατάστασή τους αποτελεί σημαντικό στοιχείο για την υλοποίηση των αυτοματισμών, καθώς η εταιρία Fondazione που το υλοποίησε είχε λάβει υπόψη της και αυτό τον παράγοντα. Το σπίτι αυτό δεν αποτελεί κάτι το φουτουριστικό, δείχνει πολύ απλό και συμβατικό αλλά κρύβει πολλούς αυτοματισμούς που παρακολουθούνται από την εταιρία και προσαρμόζονται ανάλογα μέχρι το τελικό αποτέλεσμα. Αποτελεί ένα σημείο επίδειξης της τεχνολογίας για ανθρώπους με αναπηρία και δείχνει την πορεία προς το μέλλον. Οι άνθρωποι με αναπηρία θα μπορούν πλέον να αυτοεξυπηρετούνται και να ζούν σαν να μην έχουν κανένα πρόβλημα χάρη στις υποστηρικτικές τεχνολογίες. Όλες οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται συνδυάζονται και λειτουργούν μαζί για να επιτύχουν το επιθυμητό αποτέλεσμα. Ο κάτοικος μπορεί να ρυθμίσει το σπίτι από την οθόνη στην κεντρική κονσόλα ή από το τηλεχειριστήριο στο αμαξίδιό του.

### **13.2.5 Ισπανία - Βαρκελώνη**

Η εταιρία EneoLabs κατασκεύασε ένα έξυπνο σπίτι στη Βαρκελώνη με πολλά στοιχεία αυτοματισμού. Στο σπίτι αυτό μένει μια οικογένεια με 2 παιδιά και προσφέρει τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας, ρύθμισης θερμοκρασίας και καιρικών συνθηκών, καθώς επίσης και σύστημα αυτοκαθαρισμού μέσω ειδικών συσκευών που ενεργοποιούνται κατά απαίτηση ή προγραμματισμό του χρήστη.

Το σπίτι έχει κατασκευαστεί γύρω από τον ένοικό του και τις ανάγκες του, προσφέροντας

εξοπλισμό πολυτελείας. Στις εισόδους είναι εγκατεστημένοι ηλεκτρικοί πομποδέκτες για ηλεκτρικά κλειδιά και άνοιγμα της πόρτας χωρίς τη χρήση αυτών, ενώ αισθητήρες και κάμερες βρίσκονται σε κάθε πλευρά του σπιτιού. Ακόμα διαθέτει αυτόματο σύστημα βιολογικού καθαρισμού μετατρέποντας τα απορρίματα της οικογένειας σε λίπασμα.

Έχει δοθεί επίσης σημασία στην ψυχαγωγία των ενοίκων αφού έχουν τοποθετηθεί μεγάλες τηλεοράσεις και οθόνες που διατηρούν σύδεση μεταξύ τους και ο χρήστης μπορεί να βλέπει το αγαπημένο του πρόγραμμα σε όποιο σημείο και αν βρίσκεται. Οι ταινίες βρίσκονται αποθηκευμένες σε έναν σκληρό δίσκο μέσα στο σπίτι που λειτουργεί σαν αποθηκευτικός χώρος cloud και οι ένοικοι μπορούν να βλέπουν φωτογραφίες, ταινίες κτλ. στο δωμάτιό τους.

### **13.2.6 Ηνωμένες Πολιτείες**

Η Microsoft δεν θα μπορούσε να λείπει από τις έξυπνες τεχνολογίες και κατασκεύασε ένα smart σπίτι που όλες οι διαδικασίες μπορούν να πραγματοποιηθούν από έναν υπολογιστή με λειτουργικό Windows. Ο σκοπός είναι οι χρήστες του σπιτιού να απολαμβάνουν την μεγαλύτερη ευκολία στην καθημερινότητά τους. Να μπορούν να διαχειρίζονται τις ηλεκτρικές συσκευές από τον υπολογιστή τους και στην ουσία να μετατραπεί ο υπολογιστής σε κεντρική κονσόλα διαχείρισης του σπιτιού.

Το συγκεκριμένο σπίτι περιλαμβάνει ότι υπάρχει συνήθως σε ένα έξυπνο σπίτι αλλά έχει διαφορές σε κάποια σημεία που το κάνουν ξεχωριστό. Για παράδειγμα η κουζίνα του μπορεί να ελέγχεται από τον υπολογιστή και οι συσκευές μπορούν να ανοίγουν και να κλείνουν κατά επιθυμία του χρήστη από οποιοδήποτε σημείο του σπιτιού. Ο φούρνος μπορεί να αντιληφθεί το φαγητό που τοποθετείται σε αυτόν και να στείλει αντίστοιχες πληροφορίες στο χρήστη για το μαγείρεμά του. Ο πάγκος της κουζίνας έχοντας τους κατάλληλους αισθητήρες αντιλαμβάνεται το βάρος και τη θερμοκρασία του φαγητού και μπορεί να δώσει πληροφορίες στο χρήστη όπως συνταγές κτλ.

Ο χώρος του σαλονιού θεωρείται πια ως χώρος ψυχαγωγίας αφού οι ένοικοι μπορούν να κάνουν πραγματικά ότι θέλουν. Οι τοίχοι αλλάζουν χρώμα, η οθόνη θυμίζει κινηματογράφο και οι ταινίες που παίζουν στο κινητό μπορούν να προβληθούν στην οθόνη ή στον προτζέκτορα χωρίς ιδιαίτερη προσπάθεια από τους χρήστες. Τα έπιπλα αναγνωρίζουν μέσω αισθητήρων τους ενοίκους και διαμορφώνουν το χώρο ανάλογα με το τι κάνουν και την κινητικότητα που βλέπουν στο δωμάτιο. Ίσως να δείχνει πολύ μακρινό αυτό το σενάριο αλλά το πιο πιθανό είναι να γίνει η επόμενη τεχνολογία που θα θεσμοθετηθεί στην κατασκευή των σπιτιών.

## 14. Από την θεωρία στην πράξη

### 14.1. Οι αυτοκινητοβιομηχανίες στο χώρο των smart homes

Οι βιομηχανίες αυτοκινήτων συνεχώς εξελίσσουν τα αυτοκίνητά τους προσθέτοντας αισθητήρες για διάφορες χρήσεις και δεν θα μπορούσαν να μην σκεφτούν την ανάπτυξη συστημάτων smart homes. Στον τομέα αυτό δυο από τις μεγαλύτερες εταιρίες έχουν αναπτύξει ήδη δυο πρότυπα σπίτια.

#### 14.1.1 Nissan

Το 2012 η Nissan ανακοίνωσε και παρουσίασε το πρότυπο έξυπνο σπίτι της με ονομασία NSH-2012. Η κατασκευή αυτή αφορούσε ένα σπίτι που έχει αντοχή σε φυσικά φαινόμενα και διατηρεί ενεργειακή αυτονομία. Ο άξονάς του βέβαια αποτελείται από ένα αυτοκίνητο το οποίο είναι μάλιστα και ηλεκτροκίνητο. Η ενέργεια που χρειάζεται το σπίτι για να λειτουργήσει αντλείται από εναλλακτικές μορφές, όπως η αιολική, η ηλιακή ή με κυψέλες καυσίμου. Το ηλεκτρικό αυτοκίνητο με το όνομα Leaf αποτελεί το βασικότερο στοιχείο του σπιτιού αφού αποτελεί ένα είδος εφεδρικής μπαταρίας που ενεργεί σαν πάροχος στο σπίτι όταν ο καιρός δεν είναι καλός ή όταν δεν λειτουργούν οι άλλες μορφές παροχής ενέργειας. Η πηγή ενέργειας που αποτελεί το αυτοκίνητο είναι κατά κάποιον τρόπο αρκετά σταθερή αφού δεν επηρεάζεται από άλλες συνθήκες και το σπίτι γενικά θεωρείται αυτόνομο αφού έχει διαφορετικές πηγές ενέργειας ανάλογα με την περίπτωση.

#### 14.1.2 Honda

Μερικά χρόνια πριν, η Honda είχε παρουσιάσει ένα δικό της πρότυπο smart home με ενσωματωμένο το σύστημα έξυπνης τεχνολογίας που παρέχει στην αγορά, γνωστό και ως HEHE. Το σύστημα αυτό διαθέτει τεχνολογίες εναλλακτικής παραγωγής ενέργειας όπως τα φωτοβολταϊκά, η ηλιακή και αιολική ενέργεια και η χρήση ηλεκτρικού αυτοκινήτου ως αποθηκευτικός χώρος ενέργειας. Η ενέργεια του αυτοκινήτου αξιοποιείται πλήρως αφού με το σύστημα της Honda ελέγχεται η κατανάλωση και παροχή ενέργειας χωρίς να υπάρχουν απώλειες.

(<http://www.hondasmarthome.com>)

Το σύστημα αυτό είχε εγκατασταθεί αρχικά σε ένα κτίσμα που διέθετε φωτοβολταϊκές κυψέλες, μια rechargable μπαταρία, μια μονάδα παραγωγής ενέργειας με παράλληλη χρήση κινητήρα Ipg και το σύστημα smartmix manager. Αυτό το σύστημα είναι ο πυρήνας των διαδικασιών του





συστήματος.

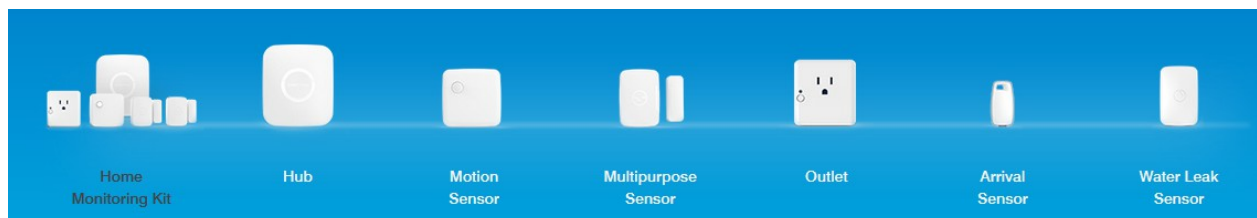
Το πρωτοπόρο σύστημα διαχείρισης ελέγχει όλες τις ροές ενέργειας και μπορεί εκτός από τη μείωση των εκπομπών CO2 να προσφέρει μια επιπλέον παροχή ρεύματος αν γίνει διακοπή. Ακόμα λαμβάνει πληροφορίες για όλες τις συσκευές που καταναλώνουν ενέργεια και μπορεί να βγάλει αποτελέσματα για τον τρόπο με τον οποίο το σπίτι μπορεί να χρησιμοποιήσει τις συσκευές στο μέγιστο βαθμό ενεργειακής απόδοσης και οικονομίας.

## 14.2 Έξυπνες τεχνολογίες από τη Samsung

Το έξυπνο σπίτι έχει απασχολήσει ήδη κολοσσούς του τεχνολογικού χώρου και πιο συγκεκριμένα τη Samsung. Μια από τις μεγαλύτερες εταιρίες του χώρου, έχει κατασκευάσει μια εφαρμογή που σκοπός της είναι η δικτύωση των οικιακών συσκευών και όχι μόνο. Η εφαρμογή ονομάζεται SmartThings και παρέχει στους ενοίκους μια σειρά από εργαλεία όπως αυτόματες κλειδαριές, χρονοδιακόπτες, ηλεκτρικούς διακόπτες ανιχνευτές κίνησης και θερμοστάτες. Εξού και το όνομα, things.

(<https://www.smartthings.com/uses/security>)

Το SmartThings ενημερώνει τον ένοικο για οτιδήποτε συμβαίνει στο σπίτι του ακόμα και κατά την απουσία του. Έτσι, ο θερμοσίφωνας θα έχει ήδη ζεστάνει το νερό όταν ο ένοικος θα επιστρέφει στο σπίτι του, η καφετιέρα θα του έχει ετοιμάσει τον καφέ πριν ακόμα ξυπνήσει κι άλλα πολλά.



Η Samsung, στον δρόμο της εξέλιξης των συστημάτων αυτοματισμού, δημιούργησε και το SmartApps. Πρόκειται για μία σειρά εφαρμογών που επιτρέπουν στον ένοικο να ρυθμίζει το πώς ακριβώς θέλει ο ίδιος να αλληλεπιδρά με τις συνδεδεμένες συσκευές έτσι ώστε να έχει τον καλύτερο έλεγχο και προγραμματισμό αυτών. (<https://www.smartthings.com/how-it-works>)

Αυτό που κάνει τη συγκεκριμένη εφαρμογή να διαφέρει από τις ήδη υπάρχουσες είναι πως είναι φτιαγμένη σε κάπως πιο ανοιχτή πλατφόρμα από αντίστοιχες άλλες, γεγονός που δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να ρυθμίσουν και να προσωποποιήσουν κατά πολύ την εφαρμογή.



### 14.3 Έξυπνες εφαρμογές από τη Microsoft

Η Microsoft ανακοίνωσε το καλοκαίρι του 2014 ότι η Cortana, ο ψηφιακός προσωπικός βοηθός τον οποίο έχουν στη διάθεσή τους οι χρήστες αρκετών smartphones που έχουν το λειτουργικό της εταιρίας, σύντομα θα μπορεί να ελέγχει οικιακούς αυτοματισμούς, ξεκινώντας από τους απλούστερους, όπως ο φωτισμός και η θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Η ίδια η εταιρία έχει αναθέσει αυτό το έργο σε μικρότερες εταιρίες χρησιμοποιώντας τη δυναμική τους για την ανάπτυξη εφαρμογών και πρωτοκόλλων διασυνδεσιμότητας με τις υπόλοιπες συσκευές. Μια από αυτές είναι η γνωστή εταιρία αυτοματισμών Insteon με έδρα τη Καλιφόρνια, η οποία ήδη παρουσίασε μια εφαρμογή για Windows Phone 8.1 που δέχεται εντολές με φωνητικά μηνύματα.

(<https://www.technologyreview.com/s/529001/microsofts-cortana-learns-some-home-automation-tricks/>)

Η Cortana είναι η αντίστοιχη τεχνολογική 'ανταποκρίτρια' της Microsoft με το Now της Google και το Siri της Apple, μόνο που σε αντίθεση με τους ανταγωνιστές της, επιτρέπει σε άλλες εταιρίες να δημιουργήσουν καινούριες εφαρμογές, βασισμένες στο λογισμικό της. Η Insteon περιλαμβάνει ήδη στην γκάμα της φώτα, διακόπτες, θερμοστάτες και πρίζες, που συνδέονται στο διαδίκτυο και δέχονται έλεγχο από κινητά και των τριών λειτουργικών. Η Cortana όμως έχει εξελιχθεί τόσο, που να μπορεί να αναγνωρίζει την κατάσταση σε ένα δωμάτιο και να ενημερώνει το χρήστη αν επιθυμεί κάποια αλλαγή ή όχι.

## 14.4 Η οικονομική αξία της εφαρμογής των έξυπνων τεχνολογιών

Φυσικά δεν ήταν τυχαίο που η Microsoft μπήκε τόσο δυναμικά στο χώρο των smart homes αφού οι προβλέψεις για την ζήτηση στην αγορά των έξυπνων σπιτιών έδειχναν ότι θα εκτιμάται τουλάχιστον στα 100 δις δολάρια μέχρι το 2018. Ήδη στις Ηνωμένες Πολιτείες και στο Ηνωμένο Βασίλειο επενδύονται κάθε χρόνο πάνω από 38 εκτατ. Με εκθετικούς ρυθμούς ανάπτυξης.

(<http://www.mobileindustryreview.com/2016/01/smart-home-survey-strategy-analytics.html>)

Η ανάπτυξη αυτή οφείλεται στην είσοδο μεγάλων εταιριών, όπως η Apple, η AT&T, η Comcast, η General Electric, η Google και η Samsung, αλλά και εμβληματικών για τις ΗΠΑ αλυσίδων λιανικής, όπως οι Home Depot, Lowes και Staples. Κατά την Strategy Analytics και την έρευνα που έγινε, στην αγορά κυριαρχούν οι συνδυασμοί συστημάτων ασφαλείας και αυτοματισμών (αυτά πιθανόν να αγγίξουν τα 40 δις δολάρια, την επόμενη πενταετία). Πολλές μικρότερες εταιρίες έχουν ήδη αξιοπρόσεκτα μερίδια στη μεγάλη πίτα των gadgets, όπως η Belkin, η Dropcam, η Nest (υπό την αιγίδα της Google), η Piper κ.ά.

(<https://www.strategyanalytics.com/access-services/devices/connected-home/smart-home/reports/report-detail/global-insights-from-strategy-analytics'-smart-home-consumer-survey#.VriWEVL71KQ>)

## 14.5 Η εξέλιξη της χρήσης του smartphone

Το smartphone τείνει να γίνει πλέον το επόμενο remote control για τον έλεγχο της ζωής του ανθρώπου. Όπως, δηλαδή το τηλεχειριστήριο ήταν σε μια παλαιότερη εποχή ο συνδετικός κρίκος με την πανταχού παρούσα και τα πάντα πληρούσα (ελλείπει άλλων οπτικοακουστικών συσκευών αναψυχής) τηλεόραση, έτσι και τώρα, το κινητό τηλέφωνο (που τα τελευταία 5 χρόνια χρησιμοποιείται κατά 70 % για άλλα πράγματα εκτός του να εξασφαλίζει την επικοινωνία μας) φιλοδοξεί να αναδειχθεί στο συνδετικό κρίκο της εποχής μας, όχι μόνο για την τηλεόραση αλλά και για πολλές άλλες συσκευές που μας περιβάλλουν.

Σε παλιότερο άρθρο του Information week παρουσιάστηκαν έξι χρήσεις που θα έχουν τα κινητά τηλέφωνα στο μέλλον και στην εποχή του Internet of Things. Η πρώτη χρήση είναι η ανάληψη του ρόλου των κλειδιών για το σπίτι και το αυτοκίνητο (κάτι που έχει ήδη αρχίσει να γίνεται) και στη συνέχεια του τηλεχειριστηρίου. Κατόπιν η επικοινωνία θα θεωρείται εξασφαλισμένη αφού θα ενεργούν από μόνα τους για αναζήτηση δικτύου. Η φόρτιση θα γίνεται επίσης με ασύρματο τρόπο χωρίς την ανάγκη χρήσης ενσύρματων φορτιστών, αφού θα αναζητούν διαθέσιμη ενέργεια σε διάφορα είδη tabs, pads κτλ. Για να γίνεται αυτό φυσικά θα πρέπει να υπάρχει ένας universal συμφωνημένος τρόπος από όλες τις εταιρίες. Ακόμα θα αξιοποιούνται οι δυνατότητες της επαυξημένης πραγματικότητας (Augmented Reality), προσθέτοντας ένα ή περισσότερα επίπεδα πληροφόρησης (πχ. χάρτες, προτάσεις, εξηγήσεις, πιθανώς διαφημίσεις κλπ.). Η

ανγανώριση της φωνής αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι του παζλ και φυσικά η φωνητική αλληλεπίδραση υπό μορφή ερωτήσεων και απαντήσεων θα αποκτήσει πιο δευρημένο περιεχόμενο. Σαν τελευταίο χαρακτηριστικό αναφέρεται πως η οθόνη θα μπορεί να είναι εύκαμπτη και το σχήμα τους θα μπορεί να αλλάζει ανάλογα με την περίσταση χωρίς να απενεργοποιείται η δυνατότητα προβολής τρισδιάστατων εικόνων ή ακόμα και ολογραμμάτων.

([http://www.informationweek.com/mobile/mobile-business/smartphones-of-the-future-6-cool-technologies/d/d-id/1297226?](http://www.informationweek.com/mobile/mobile-business/smartphones-of-the-future-6-cool-technologies/d/d-id/1297226?_mc=NL_IWK_EDT_cio_IWK_20140716&elq=0b763caf1cde441fb96d2ee3d61f616a&f_src=informationweek_informationweek_mostpopular_fornew)

[\\_mc=NL\\_IWK\\_EDT\\_cio\\_IWK\\_20140716&elq=0b763caf1cde441fb96d2ee3d61f616a&f\\_src=informationweek\\_informationweek\\_mostpopular\\_fornew\)](http://www.informationweek.com/mobile/mobile-business/smartphones-of-the-future-6-cool-technologies/d/d-id/1297226?_mc=NL_IWK_EDT_cio_IWK_20140716&elq=0b763caf1cde441fb96d2ee3d61f616a&f_src=informationweek_informationweek_mostpopular_fornew)

## 15. Συμπεράσματα

Η χρήση των έξυπνων σπιτιών για την υποστήριξη ευάλωτων ατόμων είναι ακόμα σε στάδιο έρευνας και ανάπτυξης με τα πρώτα στοιχεία της τεχνολογίας να χρησιμοποιούνται διστακτικά αλλά ήδη δείχνει ότι μπορεί να προσφέρει ένα υψηλό επίπεδο υποστήριξης. Η βασική τεχνολογία αισθητήρων και η υποστήριξη του εξοπλισμού είναι αρκετά απλή και το κλειδί της επιτυχίας της είναι στον τρόπο με τον οποίο η εγκατάσταση smart home έχει ρυθμιστεί χρησιμοποιώντας αυτές τις τεχνολογίες ώστε να ανταποκρίνεται στις ανάγκες του χρήστη. Υπάρχουν αυξανόμενες ενδείξεις ότι οι τεχνολογίες αυτές θα προσφέρουν ενίσχυση της ανεξαρτησίας και έλεγχο της ζωής σε πολλές χιλιάδες ανθρώπων.

Πρόκειται για μια νέα και υποσχόμενη αγορά η οποία αναμένεται να αποτελέσει σημαντικό αντικείμενο εργασίας για τους επαγγελματίες που δραστηριοποιούνται στους τομείς της μελέτης και κατασκευής των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων. Όπως συμβαίνει με όλες τις νέες τεχνολογίες, η τεχνολογία των «έξυπνων σπιτιών» βρίσκεται στο στάδιο όπου οι διάφοροι κατασκευαστές των υλικών προσπαθούν να επιβάλουν ο καθένας τη δική του πλατφόρμα, προκειμένου να κυριαρχήσουν στην αγορά. Δεδομένου ότι οι ανάγκες των χρηστών ποικίλλουν πολύ ως προς την κλίμακα εφαρμογής και τον επιθυμητό βαθμό αυτοματοποίησης οι προσπάθειες τυποποίησης και εναρμόνισης εκτιμάται ότι θα χρειασθούν αρκετό χρόνο ακόμη μέχρι να επιτύχουν και να δώσουν αποτελέσματα αντίστοιχα με αυτά που έχουν καθιερωθεί στους υπόλοιπους τομείς των ηλεκτρολογικών υλικών (π.χ. διακοπτικά υλικά, υλικά προστασίας, υλικά διανομής, κλπ.) Λαμβάνοντας υπόψη πως η τεχνολογία εξελίσσεται διαρκώς και με ραγδαίους ρυθμούς και πως κάθε μέρα καινούριες εφευρέσεις κάνουν την εμφάνισή τους, είναι σίγουρο πως η τεχνολογία αυτή θα αποκτά συνεχώς καινούριες δομές και προοπτικές. Πρόκειται για ένα από τα σπουδαιότερα τεχνολογικά επιτεύγματα της εποχής μιας και η έρευνα γύρω από αυτό περιλαμβάνει πεδία από το χώρο της τεχνητής νοημοσύνης, του προγραμματισμού, της κοινωνικής έρευνας κ.α.

Ωστόσο, αν και η τεχνολογία είναι κάτι που πλέον κατέχουμε και κατανοούμε σε πολύ μεγάλο βαθμό, η επιτυχής εξέλιξη της αυτοματοποίησης ενός σπιτιού απαιτεί έρευνα και σε άλλους τομείς όπως η κοινωνιολογία, ο βιομηχανικός σχεδιασμός και η χρησιμότητα. Πρέπει να γίνει σαφές πως η δημιουργία ενός τέτοιου χώρου θα βελτιώσει κατά πολύ το επίπεδο ζωής καθώς θα εξοικονομεί χρόνο και ενέργεια και θα διευκολύνει την καθημερινότητα των ανθρώπων και κυρίως αυτών της τρίτης ηλικίας και όσων έχουν προβλήματα υγείας.

Κάτι άλλο που κρίνεται σκόπιμο και αναγκαίο είναι να ξεπεραστεί το πρόβλημα της εφαρμογής των καινούριων τεχνολογιών στα ήδη υπάρχοντα σπίτια. Μια πληθώρα

προγραμμάτων σχεδιασμού και κατασκευής έξυπνων σπιτιών εφαρμόζονται στα εργαστήρια και κατασκευάζονται με σκοπό να εξυπηρετούν το ίδιο το σύστημα των έξυπνων σπιτιών. Κάτι τέτοιο πρέπει οπωσδήποτε να γίνει αν στόχος είναι το έξυπνο σπίτι να αποτελέσει στο άμεσο μέλλον κομμάτι της καθημερινότητάς του ανθρώπου. Ο σχεδιασμός του σπιτιού απαιτεί υποχρεωτικά τη συμμετοχή άμεσα ή έμμεσα των κατοίκων του γιατί σε αντίθετη περίπτωση το σπίτι δεν θα αντικατοπτρίζει τις προσωποποιημένες ανάγκες του κατοίκου του. Στην πραγματικότητα το περιβάλλον του σπιτιού θα πρέπει να υπογραμμίζει στο σύστημα του σπιτιού τις απαιτήσεις και αυτό να τις αναγνωρίζει αυτόματα και να προσαμόζεται στο περιβάλλον.

Η τεχνολογία που θα χρησιμοποιηθεί θα πρέπει να βρίσκεται υπό το πρίσμα κάποιων περιορισμών. Θα πρέπει να είναι αρκετά ωφέλιμη και να μη δημιουργεί περαιτέρω έννοιες και προβλήματα στους ενοίκους του σπιτιού. Αυτό σημαίνει πως η ασφάλειά τους, για παράδειγμα, από εξωγενείς παράγοντες όπως πλημμύρες, φωτιές ή ακόμα και κλέφτες θα πρέπει να διασφαλίζεται. Επιπλέον, θα πρέπει να αποτελεί τόσο οικονομική όσο και οικολογική λύση για αυτούς. Με τον κατάλληλο προγραμματισμό δε γίνεται άσκοπη κατανάλωση ενέργειας γεγονός που γλιτώνει τους ενοίκους από περιττά έξοδα αλλά και προστατεύει το περιβάλλον. Ακόμα θα πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη ότι η συντήρηση της εγκατάστασης δεν θα πρέπει να αποτελεί μεγάλη διαδικασία για τον ιδιοκτήτη και τον κατασκευαστή. Μια επέκταση και τροποποίηση αυτής θα πρέπει να έχει συμπεριληφθεί στον αρχικό σχεδιασμό και να είναι εφικτή στο μέλλον. Παράλληλα, ο κάτοικος θα πρέπει να έχει οντν πλήρη έλεγχο του συστήματος με εύχρηστα εργαλεία και επικοινωνίες μεταξύ των συσκευών.

Τέλος το κάθε σύστημα πρέπει να είναι προσωποποιημένο και να είναι στην ουσία ο καθρέφτης των αναγκών του ιδιοκτήτη του, προστατεύοντας ταυτόχρονα τα στοιχεία του και την ιδιωτικότητά του από οποιονδήποτε εισβολέα. Ένα έξυπνο σπίτι, είναι ο ίδιος ο άνθρωπος που το κατοικεί μεταλλαγμένος σε μια μορφή πληροφοριακού συστήματος που περιέχει όλα τα στοιχεία για αυτόν, από προτιμήσεις μέχρι τα στοιχεία της υγείας του και του χαρακτήρα του.



## 16. Βιβλιογραφία

- [1] Bierhoff I, van Berlo A, Abascal J, Allen B, Civit A, Fellbaum K, Kemppainen E, Bitterman N, Freitas D, Kristiansson K. 2007. Smart home environment. In: P Roe, editor. Towards an inclusive future. p. 110-156.
- [2] Bjoerneby S. 1997. The BESTA flats in Tonsberg. Using technology for people with Dementia. Oslo: Human Factors Solutions.
- [3] Hamill M, Young V, Boger J, Mihailidis A. 2009. Development of an automated speech recognition interface for personal emergency response systems. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation 6:26.
- [4] Hanson J, Osipovic D, Hine, N, Amaral T, Curry R, Barlow J. 2007. Lifestyle monitoring as a predictive tool in telecare. Journal of Telemedicine and Telecare 13 (Suppl 1):S1:26-28.
- [7] Δημητρώπουλος Β., Κουτουλάκος Χ., Βαρβατσουλάκης Μ., Γεωργάκης Θ., Ειδικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις, Β' Τεύχος, εκδ. Παιδαγωγικού Ινστιτούτου, Αθήνα, 2005
- [8] Alladi V., Smart Home Concepts: Current trends, working paper, CRITO University of California, 2003
- [9] Thomas F., The every day life of a Household in Cyberspace, ISO presentasion, 1999
- [10] Kenneth W., International Home Automation standards , webzine HTI News, 1998.
- [11] Λούκας, Θ. (2012), SmartHomes (έξυπνα σπίτια). Πτυχιακή εργασία. Πανεπιστήμιο Μακεδονίας - Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής, Θεσσαλονίκη.
- [12] Dritsas, S., Gritzalis, D., Lambrinoudakis, C. (2006) Protecting privacy and anonymity in pervasive computing trends and perspectives. Telematics and Informatics Journal, Special Issue on Privacy and Anonymity in the Global Village 23(3):196-210
- [13] AMA (2006) Checklist for HIPAA Privacy. In: HIPAA Insider. Alabama Medicaid Agency. Available via MEDICAID.  
[http://www.medicaid.state.al.us/old\\_site/hipaa/Checklist%20for%20HIPAA%20Privacy.pdf](http://www.medicaid.state.al.us/old_site/hipaa/Checklist%20for%20HIPAA%20Privacy.pdf). Accessed 9 Sep 2013
- [14] E. A. Lee, "Cyber physical systems: Design challenges", Tech. Rep. UCB/EECS-2008-8, EECS Department, University of California, Berkeley, (2008).
- [15] M. Srivastava, T. Abdelzaher and B. Szymanski, "Human-centric Sensing", ΠΠΥλοσοΠΠΥcal Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, vol. 370, no. 1958, (2102), pp. 176- 197.
- [16] F. Aldrich, "Smart Homes: Past, Present and Future", Inside the Smart Home, Edited by Harper, R., Springer Verlag, London, (2003), pp. 17-40.
- [17] Τζατζάνη, Ε. & Χρίστου, Κ. (2004), Εφαρμογές ασύρματων δικτύων στην κατασκευή ενός σχολείου. Διπλωματική εργασία. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο - Σχολή

Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Αθήνα.

[18] M. Riley, "Programming your home", The Pragmatic Programmers, Texas, USA, (2011).

[19] G. W. Hart, "Nonintrusive appliance load monitoring", Proceedings of the IEEE, vol. 80, no. 12, pp. 1870- 1891.

[20] Ahamed S I, Talukder N, Kameas A D (2007) Towards Privacy Protection in Pervasive Healthcare. Paper presented at the 3rd International Conference on Intelligent Environments, Ulm, Germany, September 2007

[21] Amaya I, Favela J, Rodriguez M (2005) Componentes de software para el desarrollo de ambientes de cómputo ubicuo. Paper presented at the In the International Ubiquitous Computing and Ambient Intelligence Conference, Granada, Spain, September 2005.

[22] ARRA (2009) American Recovery and Reinvestment Act. In: US Government Printing Office. Available via GPO. <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/PLAW-111publ5/pdf/PLAW-111publ5.pdf>. Accessed 9 Sep 2013

[23] Athavale Y (2011) Potential applications of smart healthcare technologies. In: SAR-NexJ Nserc Engage Collaboration Available via SAR – NexJ.

[24] Avancha S, Baxi A, Kotz D (2012) Privacy in mobile technology for personal healthcare. ACM Computing Surveys 45:1–54

[25] Bhatti R, Grandison T (2007) Towards improved privacy policy coverage in healthcare using policy refinement. Paper presented at the 4th VLDB conference on Secure data management, Vienna, Austria, Springer, September 2007

[26] CCHIT (2008) Consumer's guide to certification of personal health records. In: Certification Commission for Healthcare Information Technology. Available via CCHIT. <http://cchit.org/files/CCHITPHRConsumerGuide08.pdf>. Accessed 9 Sep 2013

[27] Chouliaropoulos, A. (2011), Ανάπτυξη δικτύου αισθητήρων και πληροφοριακού συστήματος για τη διαχείριση του "Το έξυπνο σπίτι". Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών & Πληροφορικής

[28] Mahmoud A. Al-Qutayri and Jeedella S. Jeedella (2010), Integrated Wireless Technologies for Smart Homes Applications, Khalifa University of Science, Technology, and Research United Arab Emirates,

[29] Rui Z, Liu L (2010) Security models and requirements for healthcare application clouds. Paper presented at the 33rd International Conference on Cloud Computing, USA, July 2010

[30] Stajano F (2010) Security Issues in Ubiquitous Computing. In: Nakashima H, Aghajan H, Augusto J C (ed). Handbook of Ambient Intelligence and Smart Environments, vol 3. Springer, pp 281-314

[31] C. H. Chiu, H. T. Lin and S. M. Yuan, "CloudEdge: A Content Delivery System for



Storage Services in Cloud Environment”, International Journal of Ad Hoc and Ubiquitous Computing, vol. 6, no. 4, (2010), pp 252-262.

[32] HAQUE design + research, Pachube, <http://www.haque.co.uk/pachube.php>.

[33] K. Ashton, “That ‘Internet of Things’ Thing”, RFID Journal, vol. 22, (2009) July.

[34] Pachube, Takes Aim at Internet of Things, (2011) July 19, <https://investor.logmein.com/releasedetail.cfm?ReleaseID=592763>.

[35] Roduner, C., Langheinrich, M., Floerkemeier, C., and Schwarzentrub, B. (2007) “Operating Appliances with Mobile Phones – Strengths and Limits of a Universal Interaction Device,” in Pervasive Computing, LNCS, Springer, pp. 198-215

[36] Al-Qutayri, M., Barada, H., Al-Mehairi, S., and Nuaimi, J. (2008) “A Framework for an End- to-End Secure Wireless Smart Home System,” IEEE Systems Conf., pp. 1-7

[37] Mozer, M. C. (2005) “Lessons from an Adaptive House, “ In D. Cook & R. Das (Eds.), Smart environments: Technologies, protocols, and applications, (pp. 273-294), Wiley & Sons

[38] Wikipedia, List of open-source hardware projects, accessed from [http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_open-source\\_hardware\\_projects](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_open-source_hardware_projects) dated, 2013

[39] Fouskis, A. (2006), Το έξυπνο σπίτι. ΤΕΙ Κρήτης - Τμήμα Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων

[40] CDT (2009) Summary of Health Privacy Provisions in the 2009 Economic Stimulus Legislation. In: Centre for Democracy and Technology. Available via CDT. [https://www.cdt.org/healthprivacy/20090324\\_ARRAPrivacy.pdf](https://www.cdt.org/healthprivacy/20090324_ARRAPrivacy.pdf). Accessed 9 Sep 2013

[41] Deng M, Petkovic M, Nalin M, Baroni I (2011) A Home Healthcare System in the Cloud--Addressing Security and Privacy Challenges. Paper presented at the 4th International Conference on Cloud Computing, IEEE, USA, July 2011

[42] HPP (2007) Best Practices for Employers Offering Personal Health Records (PHRs). In: Health Privacy Project. Employers’ Working Group on Personal Health Records. Available via CDT. [https://www.cdt.org/files/pdfs/2007Best\\_Practices.pdf](https://www.cdt.org/files/pdfs/2007Best_Practices.pdf). Accessed 9 Sep 2013

[43] Fang S J Y, Zhu X (2010) Privacy and emergency response in e-healthcare leveraging wireless body sensor networks. Wireless Communications, IEEE

[44] Spanoudakis, E. (2010), Ολοκληρωμένο σύστημα προσομοίωσης και Ελέγχου ενός έξυπνου σπιτιού με χρήση πρακτόρων λογισμικού. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών

[45] Gates C, Bishop M (2010) The security and privacy implications of using social networks to deliver healthcare. Paper presented at the 3rd International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments, Univ. of Texas at Arlington, USA

[46] Giannetsos T, Dimitriou T, Prasad N R (2011) People-centric sensing in assistive healthcare: Privacy challenges and directions. *Security and Communication Networks* 4.11:1295–1307

[47] Orpwood R, Gibbs C, Adlam T, Faulkner R. 2005 The design of smart homes for people with dementia – user interface aspects. *Universal Access in the Information Society* 4:156-164.

[48] Orpwood R, Adlam T, Evans N, Chadd J, Self D. 2008. Evaluation of an assisted-living smart home for someone with dementia. *Journal of Assistive Technologies* 2:13-21.

[49] Waddington P, Downs B. 2005. The Sandwell Telecare Project. *Journal of Integrated Care* 13:40-48.

[50] Health & Human Services U.S. Department (2008) Nationwide Privacy and Security Framework For Electronic Exchange of Individually Identifiable Health Information. In: *Privacy & Security Policy*. Health & Human Services U.S. Department.

[51] Kainulainen, L. (2007), Making Existing Homes Smart. M. Sc. Thesis. University of Tampere - Department of Computer Sciences, Computer Science, Tampere.

Pilich, B. (2004), Engineering Smart Houses. M. Sc. Thesis. Technical University of Denmark - Department of Informatics and Mathematical Modelling, Lyngby.

[52] Health & Human Services U.S. Department (1996) The Health Insurance Portability and Accountability Act. <http://www.hhs.gov/ocr/privacy/index.html>. Accessed 9 Sep 2013

[53] Katzenbeisser S, Petkovic M (2008) Privacy-preserving recommendation systems for consumer healthcare services. Paper presented at the 3rd International Conference on Reliability and Security, Technical University of Catalonia, Spain, March 2008

[54] Kotz D, Sasikanth A, Amit B (2009) A privacy framework for mobile health and home-care systems. Paper presented at the 1st ACM workshop on Security and privacy in medical and home-care systems, Chicago, IL, USA, ACM, November 2009

[55] Langheinrich M (2002) A Privacy Awareness System for Ubiquitous Computing Environments. *Ubiquitous Computing* 206:237–245

[56] Langheinrich M (2001) Privacy by design - principles of privacy - aware ubiquitous systems. In the 3rd International Conference on Ubiquitous Computing, September 2001. *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 2201. . Springer, Heidelberg, pp. 273–29.

[57] Lekkas, D., Gritzalis, D. (2006) Long-term verifiability of healthcare records authenticity. *International Journal of Medical Informatics* 76(5- 6):442-448

[58] Liang X, Lu R, Chen L, Lin X, Shen X (2011) PEC: A privacy-preserving emergency call scheme for mobile healthcare social networks. *Journal of Communications and Networks* 13.2:102–112

[59] Markle (2008) Common Framework for networked personal health information: Overview and principles. In: *Connecting for Health*. Markle Common Framework.

Available via MARKLE. <http://www.markle.org/sites/default/files/CF-Consumers-Full.pdf>. Accessed 9 Sep 2013

[60] Mohammed N, Fung B C M, Hung P C K, Lee C (2009) Anonymizing healthcare data: a case study on the blood transfusion service. Paper presented at the 15th ACM International Conference on Knowledge Discovery and Data mining, France, ACM, June 2009

[61] Gritzalis, D. (2004) Embedding privacy in IT applications development. *Information Management and Computer Security Journal* 12(1):8-26

[62] Merloni (2003). "Merloni Unviels RFID Appliances," *RFID Journal*

[63] Zambonelli, F., Jennings, N., Omicini, A., and Wooldridge, M. (2000) "Agent Oriented Software Engineering for Internet Applications," In *Coordination of Internet Agents: Models, Technologies and Applications*, Springer

[64] Balasubramanian, K. and Cellatoglu, A. (2008) "Improvements in Home Automation Strategies for Designing Apparatus for Efficient Smart Home," *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, Vol. 54, No. 4, pp. 1681-1687.

[65] Baldauf, M., Dustdar, S., and Rosenberg, F. (2007) "A Survey on Context-Aware Systems," *Int. Journal of Ad Hoc and Ubiquitous Computing*, vol. 2, no. 4, pp. 263-277

[66] Dargie, W. (2009) *Context-Aware Computing and Self-Managing Systems*, Chapman & Hall

[67] Ilarri, S., Mena, E., and Illarramendi, A. (2008) "Using Cooperative Mobile Agents to Monitor Distributed and Dynamic Environments," *Information Sciences*, vol. 178, no. 9, pp. 2105-2127

[68] Gritzalis, D., Lambrinoudakis, C. (2004) A Security Architecture for Interconnecting Health Information Systems. *International Journal of Medical Informatics* 73:305-309

[69] Weiser, M. (1991) "The Computer for the 21st Century", *Scientific American*, vol. 165, pp. 94- 104

[70] Kientz, J., Patel, S., Jones, B., Price, E., Mynatt, E., and Abowd, G. (2008) "The Georgia Tech Aware Home," *ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 3675-3680

[71] Mozer, M. C. (2005) "Lessons from an Adaptive House, " In D. Cook & R. Das (Eds.), *Smart environments: Technologies, protocols, and applications*, (pp. 273-294), Wiley & Sons

[72] Rammal, A., Trouilhet, S., Singer, N., and Pécatte, J.M. (2008) "An Adaptive System for Home Monitoring Using a Multiagent Classification of Patterns," *Int.I Journal of Telemedicine and Applications*, Vol. 2008, Article ID 136054

[73] Gritzalis, D. (1998) Enhancing security and improving interoperability in healthcare information systems. *Medical Informatics* 23(4):309-324

[74] Choi, J., Shin, D., and Shin, D. (2005) "Research and Implementation of the Context-Aware Middleware for Controlling Home Appliances," IEEE Trans. on Consumer Electronics, vol. 51, no. 1, pp. 301-306

[75] Oh, Y., and Woo, W. (2004), "A Unified Application Service Model for ubiHome by Exploiting Intelligent Context-Awareness," Int. Symp. Ubiquitous Computing Systems, LNCS, pp. 192-202

[76] Oh, Y. and Woo, W. (2005) "A Unified Application Service Model for ubiHome by Exploiting Intelligent Context-Awareness," In Ubiquitous Computing Systems, Springer, pp. 192-202

[77] Friedewald, M., Da Costa, O., Punie, Y., Alahuhta, P., and Heinonen, S. (2005)

[78]"Perspectives of ambient intelligence in the home environment," Telematics and Informatics Vol. 22, pp. 221-238. Garlan, D., Siewiorek, P.D., Smailagic, A., and Steenkiste, P. (2002) "Project Aura: Toward

[79] Distraction-Free Pervasive Computing," IEEE Pervasive Computing, Vol. 1, No. 2, pp. 22–31.

[80] Gritzalis, D. (1997) A baseline security policy for distributed healthcare information systems. Computers & Security 16(8):709-719

[81] Roussos, Christodoulou, (2004), Εφαρμογές ασύρματων δικτύων σε έξυπνα νοσοκομεία. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο - Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Αθήνα.

[82] Oladimeji E A, Chung L, Jung H T, Kim J (2011) Managing security and privacy in ubiquitous eHealth information interchange. Paper presented at the 5th International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication, ACM, Korea, February 2011

[83] Roduner, C., Langheinrich, M., Floerkemeier, C., and Schwarzentrub, B. (2007) "Operating Appliances with Mobile Phones – Strengths and Limits of a Universal Interaction Device," in Pervasive Computing, LNCS, Springer, pp. 198-215

[84] Satyanarayanan, M. (2001). "Pervasive Computing: Vision and Challenges," IEEE Personal Communications," vol. 6, no. 8, pp. 10–17 Schaefer, R., Mueller, W., and Groppe, J. (2006) "Profile Processing and Evolution for Smart Environments," Proceedings of 3rd Int. Conf. on Ubiquitous Intelligence and Computing (UIC-06), LNC, pp. 746-755

[85] Τζανετοπούλου, Χ. (2010), Έξυπνο σπίτι με χρήση του προτύπου knx και εξοικονόμηση ενέργειας. Διπλωματική εργασία. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο - Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Τομέας Ηλεκτρονικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων, Αθήνα.

[86] Park N (2011) Customized Healthcare Infrastructure Using Privacy Weight Level Based on Smart Device. Convergence and Hybrid Information Technology 206:467–474

[87] Rodriguez M, Favela J, Preciado A, Vizcaino A (2005) Agent-based Ambient

Intelligence for Healthcare. *AI Communications* 18(3):10–16

[88] Tentori M, Favela J, González V M (2006) Quality of Privacy (QoP) for the Design of Ubiquitous Healthcare Applications. *Journal of Universal Computer Science* 12.3:252–269

[89] Liu, Y., Bacon, J., and Wilson-Hinds, R. (2007) “On Smart-Care Services: Studies of Visually Impaired Users in Living Contexts” *Int. Conf. on Digital Society (ICDS)*, 2007

[90] Ma, J., Yang, L., Apduhant, B., Huang, R., Barolli, L., and Takizawa, M. (2005) “Towards a Smart World and Ubiquitous Intelligence: A Walkthrough from Smart Things to Smart Hyperspaces and UbicKids,” *Journal of Pervasive Computing and Communications*, Vol.1, No.1, pp. 53-68

[91] Mann, W., El-Zabadani, H., King, J., Kaddoura, Y., and Jansen, E. (2005) “The Gator Tech Smart House: A Programmable Pervasive Space,” *IEEE Computer*, Vol. 38, Issue 3, pp. 64-74

[92] Marsa-Maestre, I., Lopez-Carmona, M., Velasco, J., and Navarro, A. (2008) “Mobile Agents for Service Personalization in Smart Environments,” *Journal of Networks*, Vol. 3, No. 5, pp. 30-41.

[93] Venkatasubramanian K, Gupta S K S (2006) Security Solutions for Pervasive Healthcare. Paper presented at the 3rd International Conference on Security in Pervasive Computing, UK, April 2006

[94] <http://www.currys.co.uk/gbuk/smart-tech/smart-tech-551-c.html>

[95] <http://home.howstuffworks.com/smart-home7.htm>

[96] <http://www.murata.com/en-eu/about/newsroom/news/application/energy/2011/0930b>

[97] [https://recombu.com/digital/article/what-is-a-smart-home\\_M10925.html](https://recombu.com/digital/article/what-is-a-smart-home_M10925.html)

[98] <http://witnessthis.wordpress.com/2010/11/23/future-smart-homes/>

[99] <http://www.knx.org>

[100] <http://www.smarthouse.com>

[101] <http://www.fardaintelligent.com/Smart-home-En.html>

[102] <http://www.legrand.com.gr>

[103] <http://www.mmd.gr/images/products>

[104] <http://www.libraby.abb.com>

[105] [http://www.hellascom.com/GRZGR\\_about.html](http://www.hellascom.com/GRZGR_about.html)

[106] <http://www.livestrong.com/article/147266-what-are-the-benefits-of-a-smart-home/>

- [107] <http://smart-houses.blogspot.com/2008/11/blog-post.html>
- [108] <http://www.technewsworld.com/story/31239.html>
- [109] <http://www.livestrong.com/article/147266-what-are-the-benefits-of-a-smart-home/>
- [110] <http://www.eib-home.de>
- [111] <http://cdinnovation.com/maestromarketing/>
- [112] <http://www.arduino.cc>
- [113] <http://www.bluetooth.com/Pages/Smart-Home-Market.aspx>
- [114] [http://www.nytimes.com/2004/10/21/garden/21SOFT.html?\\_r=1&ref=jamesbarron](http://www.nytimes.com/2004/10/21/garden/21SOFT.html?_r=1&ref=jamesbarron)
- [115] <http://www.forbes.com/sites/emerson/2015/07/07/the-simple-truth-about-smart-home-technology/>
- [116] <http://www.greenpeak.com/Application/SmartHome.html>
- [117] <https://technology.ihs.com/ResearchAreas/467623/smart-home>
- [118] <https://www.strategyanalytics.com/default.aspx?mod=pressreleaseviewer&a0=5548&src=rss#.VriYwVL71KQ>
- [119] <https://www.technologyreview.com/s/529001/microsofts-cortana-learns-some-home-automation-tricks/>
- [120] <http://www.forbes.com/sites/danmunro/2014/09/01/over-90-of-cloud-services-used-in-healthcare-pose-medium-to-high-security-risk/#11bca8954ca4>