

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ



**Η ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΔΙΑΒΙΩΣΗ ΥΠΟΒΟΗΘΟΥΜΕΝΗ ΑΠΟ ΤΟ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΣΤΗΝ ΕΠΟΧΗ ΤΟΥ ΙΝΤΕΡΝΕΤ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ**

THE AMBIENT ASSISTED LIVING IN THE AGE OF IoT

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΚΑΖΑΝΗΣ ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ Α.Μ. 44591

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: κ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΓΡΗΓΟΡΙΟΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΑΘΗΝΑ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2019

Π. Ράλλη & Θηβών 250, 12244 Αιγάλεω, Αθήνα – Ελλάδα

Τηλ. 2105381219, 2105381216

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο/Η κάτωθι υπογεγραμμένος/η ΚΑΖΑΝΗΣ ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ, του ΙΩΑΝΝΗ, φοιτητής του Τμήματος ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, πριν αναλάβω την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π.Ε, ο οποίος φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα, σε περίπτωση που το Ίδρυμα του έχει απονεμίσει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφασή της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση Π.Ε με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού βμήνου από την ημερομηνία ανάθεσής της.

Ο Δηλών



Ημερομηνία

11/02/2019

Πίνακας περιεχομένων

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	8
1.1 Ιστορία του IoT.....	8
1.2 Ιστορία του AAL.....	10
2. ΟΡΙΣΜΟΙ.....	12
2.1 Ορισμός IoT - Internet of Things.....	12
2.2 Ορισμός AAL - Ambient Assisted Living	14
3. ΣΥΝΔΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ	15
4. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ AAL	28
4.1 Η έννοια της οντολογίας.....	28
4.1.1 Οντολογικά μοντέλα και εκμάθηση μηχανής.....	29
4.1.2 OWL εναντίων RDFS	35
4.2 Σημασιολογικός Ιστός	37
4.3 Προγράμματα AAL γενικών προδιαγραφών	38
4.3.1 SOPRANO - Service-oriented Programmable Smart for Older.....	38
4.3.2 SINDI - Secure and INDependent Living	40
4.3.3 VAALID - Virtual Reality for AAL Services Interaction Design	41
4.4 Προγράμματα AAL ειδικών προδιαγραφών.....	43
4.4.1 ALADDIN - Assisted Living of Dementia eLDerly INdividuals.....	43
4.4.2 BEDMOND - Behaviour pattern based assistant for Early Detection and Management Of Neurodegenerative Diseases.....	46
4.4.3 HMFm – Hear Me Feel Me.....	47
4.4.4 AGNES – Ageing in a Network Society	49
4.4.5 eCAALYX – Enhanced Complete Ambient Assisted Living Experiment .	52
4.4.6 HOPE – smart HOme for elderly PEople.....	55
4.4.7 HELP – Home-based Empowered Living for Parkinson’s	58
5. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ IoT	60
5.1 Τι είναι τελικά το Internet of Things;.....	60
5.1.1 Πολλές ερμηνείες με παρόμοια κατεύθυνση.....	60
5.2 Μοντέλα επικοινωνίας IoT και τελικό συμπέρασμα.....	65
5.3 Διείσδυση στο εσωτερικό της τεχνολογίας	71
5.3.1 Raspberry Pi.....	71
5.3.2 Arduino	75
5.3.3 enControl, SimpleLink-SensorTag	79
5.4 Αναφορά και ανάλυση IoT επενδύσεων σε μεγαλύτερη κλίμακα.....	81

5.4.1 Έξυπνες πόλεις	81
5.4.1.1 Αναφορές υλοποιήσεων έξυπνων πόλεων	83
5.4.2 Έξυπνη κτηνοτροφία	86
5.4.2.1 Παραδείγματα υλοποιήσεων	87
5.4.3 Έξυπνη γεωργία.....	89
5.4.3.1 Παραδείγματα υλοποίησης και μελέτες υιοθέτησης.....	90
5.4.4 Έξυπνη βιομηχανία	92
5.4.4.1 Έξυπνη βιομηχανία στην πράξη.....	93
6. ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	95
Επεξηγήσεις.....	97
Παράρτημα εικόνων.....	100
Πηγές - Βιβλιογραφία.....	101

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Πριν την εισαγωγή στην πτυχιακή εργασία, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή εφαρμογών και επιβλέπων καθηγητών κ. Νικολάου Γρηγόριο, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μου προσέφερε, αλλά κυρίως και για την υπομονή που είχε.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, για την υποστήριξη που είχα όλο αυτό το διάστημα, καθώς επίσης και τους φίλους μου, για τις συμβουλές τους μέχρι και την τελευταία στιγμή, τις οποίες και ακολούθησα.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καθηγητές, του τότε Πανεπιστημίου Πειραιά που εγώ γνώρισα, για την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφεραν, αλλά και για το ζήλο που υποδείκνυαν για τον τομέα του αυτοματισμού, τον οποίον κατάφεραν σε μεγάλο βαθμό να μου υιοθετήσουν.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το ίντερνετ των πραγμάτων (IoT) είναι μια νέα, σταδιακά αναπτυσσόμενη, μορφή τεχνολογίας, όπου έχει ενσωματωθεί στην καθημερινότητα πολλών ανθρώπων. Πλέον με τη χρήση του IoT, συσκευές καλούνται να διεκπεραιώσουν εφαρμογές και διαδικασίες με τη συγκατάθεση του χρήστη να είναι μια απλή χειρονομία ή μόνιμη ρύθμιση ρουτίνας. Με τη νέα αυτή τροπή που έχει πάρει η τεχνολογία αρχίζουν ήδη να δημιουργούνται νέα τεχνολογικά ευρήματα-παρακλάδια που προσπαθούν να καλύψουν διαφορετικούς τομείς. Ένα εξ' αυτών είναι το AAL (Ambient Assisted Living) – Υποβοηθούμενη από το Περιβάλλον Διαβίωση. Στόχος του project είναι να μετατραπεί ένα απλό σπίτι σε ένα αυτόνομο οίκημα το οποίο θα είναι σε θέση να “φροντίζει” στην καθημερινότητά του το άτομο που θα κατοικεί εκεί. Το project εστιάζει σε άτομα με κινητικά προβλήματα, ηλικιωμένους και γενικότερα σε ανθρώπους όπου οι καθημερινές ασχολίες φαντάζουν δύσκολες λόγω προβλημάτων υγείας. Το περιβάλλον θα είναι σε θέση να παρέχει στο άτομο τη φροντίδα που χρειάζεται αλληλεπιδρώντας συνεχώς μαζί του, με την προϋπόθεση όμως να μην εισβάλει στη σφαίρα της ατομικότητάς του. Εταιρείες IoT, γιατροί και φροντιστές ερευνούν το ενδεχόμενο να παρέχουν ιατροφαρμακευτική, ψυχολογική φροντίδα και υποστήριξη χωρίς να χρειάζεται να βρίσκονται σε κοντινή απόσταση με τον ασθενή.

ABSTRACT

The Internet of Things (IoT) is a new, gradually growing, form of technology that has been incorporated into the everyday life of many people. Now, with the use of IoT, devices are required to process applications and processes with the user's consent being a simple gesture or permanent routine setting. With this new process that technology has begun, new technological discoveries-branches are being created that try to cover different sectors. One of these is AAL (Ambient Assisted Living). The aim of the project is to turn a simple house into a self-contained building that will be able to care for the person living there. The project focuses on people with disabilities, the elderly, and people in general, where day-to-day work seems to be difficult because of health problems. The environment will be able to provide the person with the care he needs by constantly interacting with him, provided he does not invade the sphere of his individuality. IoT companies, doctors and carers are investigating the possibility of providing medical, psychological care and support without having to be in close proximity to the patient.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με τη συνεχόμενη αύξηση του πληθυσμού, αλλά και την εκθετική πορεία των τεχνολογικών ανακαλύψεων δημιουργούνται ανάγκες που καλούμαστε να αντιμετωπίσουμε σε κάθε τομέα της καθημερινότητάς μας. Τομείς όπως η εργασία, η υγεία, η αυτοκίνηση επιδέχονται διαφόρων ειδών τεχνολογικές τροποποιήσεις οι οποίες με τη σειρά τους δημιουργούν πιο φιλικές συνθήκες διαβίωσης και εργασίας.

Ο τομέας, που τα τελευταία χρόνια, αρχίζει με τη σειρά του να απασχολεί τον τεχνολογικό κόσμο και τους επιστήμονες είναι αυτός της υγείας και συγκεκριμένα η απομακρυσμένη, συνεχόμενη ιατρική παρακολούθηση και φροντίδα ηλικιωμένων ανθρώπων, αλλά και ανθρώπων με ειδικές ανάγκες.

Είναι πολύ σημαντικό να είμαστε σε θέση να φροντίσουμε ανθρώπους οι οποίοι θα βρίσκονται στον προσωπικό τους χώρο (δλδ. το σπίτι τους) χωρίς να χρειαστεί να επεμβαίνουμε συστηματικά στη σφαίρα της ατομικότητάς τους. Παρέχοντας μια ολοκληρωμένη, και κυρίως μη αντιληπτή από τον ασθενή, ιατρική παρακολούθηση.

Εδώ και αρκετά χρόνια έχει γίνει ευρέως γνωστός ο όρος "έξυπνο σπίτι". Πόρτες που ανοίγουν με το δακτυλικό μας αποτύπωμα, φώτα που ανάβουν με φωνητικές εντολές, παράθυρα που κλείνουν κατά τη διάρκεια του ύπνου και ανοίγουν το πρωί την ώρα που εμείς θα επιλέξουμε και ένα σωρό ακόμα πρωτοποριακές λύσεις που εξασφαλίζουν καλύτερη βιωσιμότητα και εξοικονόμηση ενέργειας. Το έξυπνο σπίτι γίνεται πλέον κάτι το οποίο δε φαντάζει επιστημονική φαντασία, αλλά κάτι υλοποιήσιμο και υιοθετείτε από ένα μεγάλο μέρος του κοινωνικού συνόλου. Αν και υπάρχουν πολλοί τρόποι να μετατρέψει κανείς το σπίτι του σε ένα τεχνολογικά εξελιγμένο οίκημα, παρόλα αυτά η αρχική ιδέα ήταν να μπορεί το σπίτι να προσφέρει όλα τα καλούδια της τεχνολογίας από τα θεμέλιά του, δηλαδή από την αρχή της κατασκευής του. Αυτό βέβαια συνεπάγεται με μια αύξηση του κόστους κατασκευής. Έτσι λοιπόν το έξυπνο σπίτι παραμένει ακόμα ένα προνόμιο αυτών που θέλουν να επενδύσουν σε κάτι πρωτοποριακό έχοντας βέβαια την κατάλληλη οικονομικοί άνεση, αλλά και αυτών που θα ρισκάρουν με λίγα παραπάνω χρήματα σε κάτι που σε βάθος χρόνου θα αποφέρει τεράστια εξοικονόμηση ενέργειας και μελλοντική απόσβεση του χρέους.

Έχοντας λοιπόν αφήσει τα έξυπνα σπίτια να ακολουθήσουν την ανοδική αλλά αρκετά αργή πορεία που διανύουν, θελήσαμε να φέρουμε την τεχνολογική εξέλιξη των πραγμάτων πιο κοντά στο ευρύ καταναλωτικό κοινό. Στο προσκήνιο λοιπόν κάνουν την εμφάνισή τους συσκευές και gadgets τα οποία είναι ικανά να μετρούν και να καταγράφουν το βάρος, τη σωματική άσκηση, τα επίπεδα λίπους και σακχάρων στον οργανισμό μας. Να συνδέονται με το κινητό μας τηλέφωνο και να δέχονται εισερχόμενες κλήσεις και μηνύματα, να μπορούν να συνδεθούν ακόμα και με το έξυπνο σπίτι μας για οποιαδήποτε εντολή θελήσουμε να δώσουμε. Το πιο σημαντικό όμως είναι ότι αυτού του είδους οι συσκευές δεν είναι μεγαλύτερες από το μέγεθος ενός ρολογιού χειρός, το σχεδιασμό του οποίου έχουν υιοθετήσει.

Επιπλέον δημιουργούμε συσκευές που μπορούν αν συνδεθούν στο διαδίκτυο διευρύνοντας το φάσμα λειτουργίας τους. Μια τηλεόραση για παράδειγμα τώρα έχει τη δυνατότητα να συνδέεται στο διαδίκτυο, μας δίνει τη δυνατότητα να την ενεργοποιήσουμε/

απενεργοποιήσουμε με φωνητικές εντολές, συνδέεται στο smartphone μας και από εκεί μπορούμε να πλοηγηθούμε στο εσωτερικό της. Δεν μένουμε όμως μόνο στην τηλεόραση. Όλες οι συσκευές έχουν αρχίσει και αποκτούν χαρακτηριστικά συνδεσιμότητας ως προς το χρήστη, αλλά και ως προς άλλες συσκευές. Έτσι γεννήθηκε ο όρος IoT (Internet of Things – το διαδίκτυο των πραγμάτων). Συσκευές που μέχρι πρότινος ήταν σε θέση να εκτελέσουν μόνο μια εργασία, τώρα αναλαμβάνουν περισσότερες και όλες μαζί δημιουργούν ένα σύμπλεγμα αλληλεπίδρασης και συνεργασίας. Οι συσκευές IoT και τα λεγόμενα gadgets έχουν κατακλύσει την καταναλωτική κοινότητα και πολλές εταιρίες δαπανούν εκατομμύρια στην έρευνα και ανάπτυξη του κλάδου.

Το IoT δεν είναι κάτι το οποίο δημιουργήθηκε για να είναι μόνο εμπορικό και προς μαζική κατανάλωση. Πολλοί τομείς και διάφορα επαγγέλματα αρχίζουν και επεξεργάζονται τη χρησιμότητα της νέας τεχνολογίας εξαιτίας της τεράστιας συνδεσιμότητας και ευλυγισίας που προσφέρει.

Έτσι οι επιστήμονες της υγείας θέλησαν να πάνε ένα βήμα παραπέρα στην ιατρική παρακολούθηση, φροντίδα και αντιμετώπιση ιατρικών αναγκών. Υιοθετούν το νέο πρότυπο και μετονομάζουν τη συνεργασία του έξυπνου σπιτιού και του διαδικτύου των πραγμάτων σε Υποβοηθούμενη Διαβίωση (Ambient Assisted Living – AAL). Με τον όρο AAL η επιστήμη καινοτομεί και προσπαθεί να επιλύσει ιατρικά θέματα του ασθενή έχοντας τη συνεχή επίβλεψη και παρακολούθηση ως κύριο στόχο. Όλα αυτά στην άνεση του σπιτιού του και με τον υπεύθυνο ιατρό να επιβλέπει από μακριά. Με το σπίτι να βρίσκεται εκεί για την καθημερινή διαβίωση, αλλά και διευκόλυνση της καθημερινότητας και το IoT να αναλαμβάνει το ρόλο της παρακολούθησης και καταγραφής ιατρικών συμπτωμάτων, ιατρικού ιστορικού και οτιδήποτε άλλο είναι χρήσιμο προς τον επιβλέποντα ιατρό. Για να καταφέρουμε όμως να επιλύουμε ζητήματα ιατρικής φύσεως απομακρυσμένα, αφετέρου θα πρέπει πρώτα να κατανοήσουμε και να εφεύρουμε τρόπους παρακολούθησης τους ασθενούς, αφενός όμως να μην εισβάλλουμε στην προσωπική του ζωή. Εδώ δημιουργούνται κάποια βασικά ερωτήματα που τίθενται στον επιστημονικό κόσμο.

Πώς μπορούμε να παρακολουθούμε για παράδειγμα κάποιον ηλικιωμένο και να του παρέχουμε ιατροφαρμακευτική φροντίδα χωρίς να γίνεται αντιληπτό από τον ίδιο;

Πώς θα είμαστε σε θέση να μπορούμε να προβλέψουμε δυσχερείς καταστάσεις ούτως ώστε να υπάρχει έγκαιρη αντιμετώπιση; Είναι άραγε ανεκτή η παρακολούθηση με κάμερες καταγραφής είκοσι-τέσσερις ώρες το εικοσιτετράωρο;

Σκοπός μας είναι να μελετήσουμε τις διάφορες πρωτοποριακές λύσεις που μας προσφέρουν οι δύο αυτές εξελισσόμενες τεχνολογίες και να καταφέρουμε να απαντήσουμε στα ερωτήματα που παράγονται μελετώντας το νέο κλάδο της ιατρικής που ακούει στο όνομα Υποβοηθούμενη Διαβίωση.

1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

1.1 Ιστορία του IoT

Η πρώτη επίσημη αναφορά που καταγράφηκε και έχουμε στη διάθεσή μας αντικατοπτρίζοντας με ένα σύγχρονο τρόπο την έννοια του internet of things, είναι αυτή του Nicola Tesla σε μια συνέντευξή του στο περιοδικό Colliers το έτος 1992. Το μέρος αυτό της συνέντευξης ακολουθεί παρακάτω:

“When wireless is perfectly applied, the whole earth will be converted into a huge brain, which in fact it is, all things being particles of a real and rhythmic whole... and the instruments through which we shall be able to do this will be amazingly simple compared with our present telephone. A man will be able to carry one in his vest pocket. “

“Όταν η ασύρματη εφαρμογή(τεχνολογία) εφαρμοστεί τέλεια, ολόκληρη η γη θα μετατραπεί σε έναν τεράστιο εγκέφαλο, που στην πραγματικότητα είναι, όλα τα πράγματα είναι σωματίδια ενός πραγματικού και ρυθμικού συνόλου... και τα όργανα που θα μπορούμε να το κάνουμε αυτό θα είναι εκπληκτικά απλά σε σύγκριση με το σημερινό μας τηλέφωνο. Ένας άνδρας θα μπορεί να μεταφέρει ένα στην τσέπη του.”

Στη συνέχεια έχουμε την πρώτη, υλοποιήσιμη, προσπάθεια το 1982 όπου ένας αυτόματος πωλητής αναψυκτικών ήταν σε θέση να αναφέρει πότε ήταν σε κατάλληλη θερμοκρασία τα αναψυκτικά τα οποία διέθετε καθώς επίσης και να συνδεθεί στο διαδίκτυο για να αναφέρει την απογραφή του στο κεντρικό σημείο τροφοδοσίας.

Από εκεί και πέρα, αναφορές συνεχίζουν να υφίστανται οραματιζόμενες κυρίως το μέλλον του διαδικτύου και τη συνεχόμενη εξέλιξη των επιχειρήσεων οι οποίες παρουσίαζαν συνεχόμενη ανάγκη έξυπνης διαχείρισης, τόσο ως προς την απόρροια που είχαν οι ενέργειές τους προς στο περιβάλλον, όσο και προς τη γενικότερη διοίκηση, οικονομία και ευημερία. Για το λόγο αυτό επιστήμονες αρχίζουν να ασχολούνται πιο εντατικά με αυτή τη νέα τεχνολογική ιδέα, παραθέτοντας λύσεις οι οποίες θα φανούν χρήσιμες στις μελλοντικές βιομηχανίες, και όχι μόνο. Όπως αυτή του 1994 στο συνέδριο IEEE Spectrum όπου η ομιλήτης Reza Raji εξηγεί την έννοια εισαγωγής μικρών πακέτων δεδομένων σε ένα μεγάλο σύνολο κόμβων έτσι ώστε να ενσωματωθούν και να αυτοματοποιηθούν τα πάντα. Από οικιακές συσκευές, έως ολόκληρα εργοστάσια.

Ένα μεγάλο βήμα στην εξέλιξη του τομέα θα γίνει λίγα χρόνια αργότερα, το 1999, από τον επιχειρηματία Kevin Ashton (ένας από τους ιδρυτές του αρχικού Auto-ID Centre). Ο Ashton και η ομάδα του ανακάλυψαν τον τρόπο να συνδέουν συσκευές στο διαδίκτυο μέσω αναγνώρισης ραδιοσυχνοτήτων RFID tag. Πιστεύει ότι αν ήμασταν σε θέση να εξοπλίσουμε συσκευές και ανθρώπους με την τεχνολογία, οι υπολογιστές θα μπορούσαν εύκολα να διαχειριστούν την πληροφορία και οποιαδήποτε ενέργεια ήταν προγραμματισμένοι να εκτελέσουν.

Αν και σημαντικά βήματα έγιναν ώστε να καθιερωθεί η νέα αυτή τεχνολογία, ευρεία υιοθέτηση τόσο βιομηχανικό τομέα, όσο και από εμπορικά προϊόντα δεν αναφέρθηκε μέχρι και το τέλος του 1999. Από τις αρχές του 2000 η LG, μια από τις ηγετικές μορφές στο χώρο της τεχνολογίας, λανσάρει το πρώτο μαζικής παραγωγής προϊόν. Ένας ψυγείο-καταψύκτης με τη δυνατότητα να συνδέεται στο διαδίκτυο και να παρουσιάζει διάφορες χρήσιμες πληροφορίες και λειτουργίες. Η ενέργεια αυτή της LG θα καταγραφεί ως η πρώτη προσπάθεια να έρθει το καταναλωτικό κοινό σε επαφή με το IoT. Από εκείνη τη χρονική περίοδο και μετά παρουσιάζεται μια ραγδαία αύξηση συσκευών και συστημάτων όπου θα υιοθετήσουν την τεράστια στροφή της τεχνολογίας. Φτάνοντας στο σήμερα, βλέπουμε συνεχώς νέες εταιρίες να εμφανίζονται και να μας παρουσιάζουν τις δικές του λύσεις στον τομέα κατακλυσμένοι πλέον από κάθε είδους τέτοιων συσκευών και υπηρεσιών. Μερικές, ελάχιστες, ευρέως διαδεδομένες συσκευές-προτάσεις είναι οι ακόλουθες:

- Apple watch (Apple Inc) - ρολόι χειρός με δυνατότητα καταγραφής καρδιακών παλμών, υπολογισμός σωματικής άσκησης, προβολή ειδοποιήσεων από το κινητό τηλέφωνο κτλ.
- RFID tag - Τεχνολογία η οποία επιτρέπει την αυτοματοποιημένη (έπειτα από προγραμματισμό) πραγματοποίηση ενεργειών όταν οι ενδιαφερόμενες συσκευές έρθουν σε μια επιθυμητή απόσταση μεταξύ τους. Χρησιμοποιείτε σε smartphones (συνήθως στο πίσω μέρος της συσκευής) και μπορούμε να διαμοιράσουμε αρχεία μεταξύ συσκευών φέρνοντας σε κοντινή απόσταση μεταξύ τους. Μπορούμε επίσης να χρησιμοποιήσουμε λειτουργίες που μας παρέχει ο κατασκευαστής ούτως ώστε να αυτοματοποιήσουμε ορισμένες ενέργειες στο σπίτι μας με τη βοήθεια του κινητού μας τηλεφώνου.
- Amazon echo, google home, apple home pod (Amazon.com, Inc, Google Inc, Apple Inc) – Συσκευές αναγνώρισης φωνητικών εντολών. Αυτές οι συσκευές είναι ικανές να εκτελέσουν και να διαχειριστούν άλλες οικιακές συσκευές απλά και μόνο δεχόμενες φωνητικές εντολές.

Πολλές ακόμη συσκευές υπάρχουν και αλλάζουν την καθημερινότητά μας. Εκτενή αναφορά στις λειτουργίες και την τεχνολογία τους όμως θα κάνουμε στη συνέχεια[1].

1.2 Ιστορία του AAL

Αναφέραμε αρκετά σχετικά με την πορεία του internet of things μέχρι σήμερα. Πάμε να δούμε όμως τα μονοπάτια που ακολούθησε η επέκταση του IoT, το λεγόμενο Ambient Assisted Living (AAL).

« Ήδη στο μυθιστόρημά Lokaltermin του 1982, ο Stanislaw Lem περιγράφει τη ζωή στον απομακρυσμένο πλανήτη Έντια σε ένα κράτος ακολουθώντας το πρότυπο των δυτικών δημοκρατιών κατά τη διάρκεια του Ψυχρού Πολέμου, συμπληρωμένο από την έννοια της όλης-προσέγγισης και των όλων-προσεγγίσεων της ανεξέλεγκτης νοημοσύνης στη μορφή των λεγόμενων μοριακών ενεργοποιητών Gripser, που τροφοδοτούνται από την ενέργεια της πλανητικής περιστροφής, οι οποίες βοηθούν τους ηθικούς και νομικούς νόμους στην αποτελεσματικότητα των φυσικών νόμων - αποτελεσματικά μια πολύ ανεπτυγμένη μορφή του AAL»[2].

«Already in his novel Lokaltermin of 1982, Stanislaw Lem describes the life on the distant planet Entia in a state following the model of the Western democracies during the Cold War, supplemented by the concept of an all-observing and all approaches of uncontrolled Intelligence in the form of the so - called Gripser molecular actuators, fed by the energy of planetary rotation, which help moral - ethical as well as legal laws to the effectiveness of natural laws - effectively a highly developed form of the AAL.»[2]

Το 2004 το Ομοσπονδιακό Υπουργείο Παιδείας και Έρευνας (BMBF) μαζί με το VDI / VDE Innovation + Technik ξεκίνησε μια πρωτοβουλία "Στρατηγική Στήριξη Δράση (SSA)" GmbH ακολούθησαν και άλλοι Ευρωπαίοι εταίροι στο 6ο Πρόγραμμα Πλαίσιο της ΕΕ, με στόχο ένα ευρωπαϊκό πρόγραμμα χρηματοδότησης για το νέο θέμα του AAL. Ο όρος δημιουργήθηκε για πρώτη φορά από τον Hartmut Strese σε ένα **non-paper***(19 Δεκεμβρίου 2002) για το BMBF (βλ. JC Augusto, M. Huchetal).

Μια ποικιλία ερευνητικών ιδρυμάτων, πανεπιστημίων, εταιρειών και επιτροπών μελετά και εργάζεται για λύσεις AAL. Ο Σύνδεσμος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών, Ηλεκτρονικών και Τεχνολογιών Πληροφορικής (VDE) με τη μορφή "Steckbriefe" παρέχει μια επισκόπηση στην ιστοσελίδα του. Στο πλαίσιο μιας «Σύμπραξης για την Καινοτομία» σε σχέση με το AAL που ξεκίνησε και χρηματοδοτήθηκε από το Ομοσπονδιακό Υπουργείο Παιδείας και Έρευνας (BMBF), μια «δεξαμενή σκέψης» με διάφορες ροές εργασίας έχει εργαστεί σχετικά με τις αναλύσεις της αγοράς και τα επιχειρηματικά μοντέλα καθώς επίσης και με τις προκλήσεις για την επιτυχή επικοινωνία καινοτομίας του AAL στη Γερμανία.

Μετά από αρκετά χρόνια προετοιμασίας, το καλοκαίρι του 2008 ξεκίνησε το Κοινό Πρόγραμμα Υποβοηθούμενης Διαβίωσης (AALJP). Το AALJP είναι η ένωση του AAL που ιδρύθηκε στις Βρυξέλλες από τους εκπροσώπους των 23 συμμετεχουσών χωρών εταιρών. Η Γερμανία εκπροσωπείται από το BMBF. Κάθε χρόνο πρέπει να δημοσιεύονται μέχρι δύο θεματικά επικεντρωμένες συνδιαλέξεις.

Η πρώτη συνδιάλεξη με τον τίτλο **"ICT based solutions for Prevention and Management of Chronic Conditions of Elderly People"** ("*Λύσεις με βάση τις Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών για την πρόληψη και τη διαχείριση των χρόνιων συνθηκών των ηλικιωμένων*") εφαρμόστηκε με επιτυχία το 2008.

Το 2009, η συνδιάλεξη Νο2 **"ICT based solutions for the Advancement of Social Interaction of Elderly People"** ("*Λύσεις που βασίζονται στις Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών για την προώθηση της κοινωνικής αλληλεπίδρασης των Ηλικιωμένων*").

Το 2010 η συνδιάλεξη Νο3 **"ICT-based Solutions for Advancement of Older Persons "Independence and Participation in the Self-Serve Society"** ("*Λύσεις που βασίζονται στις Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών για την πρόοδο των ηλικιωμένων*" *Ανεξαρτησία και Συμμετοχή στην Αυτόρρυθμη Κοινωνία*").

Το 2011 η συνδιάλεξη Νο4 **"ICT-based solutions for Advancement of Older Persons Mobility"** ("*Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών για την Προώθηση της Κινητικότητας των Ηλικιωμένων*").

Συνολικά υποστηρίζονται πάνω από 100 ερευνητικά προγράμματα[2].

2. ΟΡΙΣΜΟΙ

2.1 Ορισμός IoT - Internet of Things

Το διαδίκτυο των πραγμάτων είναι η διασύνδεση φυσικών στοιχείων, όπως για παράδειγμα συσκευές, κτίρια κτλ, τα οποία είναι εξοπλισμένα με διάφορων ειδών αισθητήρια, λογισμικά, ενεργοποιητές και δέκτες οι οποίοι τους επιτρέπουν να συνδέονται στο διαδίκτυο για να αποθηκεύουν πληροφορίες ή να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, ανταλλάσσοντας δεδομένα και εκτελώντας μια συγκεκριμένη εργασία ή μια σειρά εργασιών.

Το 2013 η Παγκόσμια Πρωτοβουλία για το Διαδίκτυο όρισε το IoT ως “μια παγκόσμια υποδομή για την κοινωνία της Πληροφορίας”, επιτρέποντας προηγμένες υπηρεσίες και διασυνδέοντας (φυσικά και εικονικά) αντικείμενα με βάση τις υπάρχουσες και εξελισσόμενες δια-λειτουργικές τεχνολογίες πληροφόρησης και επικοινωνίας.

Αν απλοποιήσουμε λίγο ακόμα την αρχιτεκτονική του IoT και εξετάσουμε το πρώτο και πιο απλό στάδιο εφαρμογής της, θα λέγαμε ότι προσπαθούμε να επιτύχουμε την ενσωματωμένη διαχείριση, κυρίως μέσω ίντερνετ, πολλών συσκευών στην παλάμη του χεριού μας χρησιμοποιώντας κάποια συσκευή διαχείρισης, που ως επί το πλείστον είναι κάποιο έξυπνο τηλέφωνο, tablet ή ηλεκτρονικός υπολογιστής.

Με αυτή τη λογική η κορυφή της πυραμίδας κατέχεται από τον χρήστη. Κύριο όργανο διαχείρισης και εντολοδότησης αυτών των συσκευών είναι ο άνθρωπος, αφού μέσα από τη συσκευή επικοινωνίας και με τη βοήθεια εφαρμογών είναι σε θέση να τροφοδοτήσει με εντολές τις συσκευές του οικοσυστήματος. Μόλις οι εντολές είναι έτοιμες από το χρήστη η εφαρμογή αναλαμβάνει να τις μεταβιβάσει στον cloud server όπου είναι υπεύθυνος για την επεξεργασία και κρυπτογράφηση του αλγορίθμου.

Η κρυπτογράφηση είναι ζωτικής σημασίας μιας και με τη μέθοδο αυτή αποτρέπονται η λανθασμένη σύζευξη των συσκευών, αλλά και η υποκλοπή στοιχείων και μετρήσεων από τρίτους. Στη συνέχεια, έχουμε τη αποστολή στα IoT Gateways όπου σε εκείνο το σημείο γίνεται αποθήκευση και εύρεση της κατάλληλης συσκευής ή συσκευές που απευθυνθήκαμε ως χρήστες. Στο τελευταίο τμήμα της διαδικασίας βρίσκεται η τελική συσκευή ή συσκευές, όπου έχουν αναλάβει το ρόλο να αποκρυπτογραφήσουν την εντολή προς εκτέλεση που δόθηκε από το χρήστη και να προβούν στις απαραίτητες ενέργειες για την ολοκλήρωση των εντολών. Η διαδικασία της αποστολής είναι αμφίδρομη καθώς και εμείς ως χρήστες λαμβάνουμε δεδομένα και αποτελέσματα από τις συσκευές IoT, ανάλογα βέβαια με την εργασία που μας ενδιαφέρει να πραγματοποιήσουμε κάθε φορά.

Αν και περιγράψαμε τη βασική έννοια από την οποία πηγάζει η όλη αρχιτεκτονική του IoT, είναι εύλογο να συνειδητοποιήσουμε ότι δεν αναπτύχθηκε απλά μόνο για να δέχονται εντολές κάποιες συσκευές και να αποστέλλουν τα μετρούμενα αποτελέσματα. Δεν είναι τυχαίο ότι όλο το οικοσύστημα του IoT απαρτίζεται από συσκευές οι οποίες ακολουθούνται από το χαρακτηρισμό "έξυπνες" και αυτό επειδή τους έχουμε προσδώσει την ικανότητα να κατέχουν νοημοσύνη, αλλά και δυναμική περιβαλλοντική αλλαγή.

Όταν αποφασίσουμε να κάνουμε χρήση της πλατφόρμας και με τη βοήθεια μιας εφαρμογής επικοινωνίας, μπορούμε να προγραμματίσουμε τις συσκευές να λαμβάνουν, για παράδειγμα, μετρήσεις από ένα συνεχώς μεταβαλλόμενο περιβάλλοντα χώρο, χωρίς εμείς να χρειάζεται να επεμβαίνουμε κάθε φορά[3][4][5].

2.2 Ορισμός AAL - Ambient Assisted Living

AAL- Ambient Assisted Living – Διαβίωση Υποβοηθούμενη από το Περιβάλλον. Ο όρος είναι στενά συνδεδεμένος με τη διευκόλυνση της βιωσιμότητας ανθρώπων οι οποίοι αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα, είτε όχι, στην καθημερινή τους διαβίωση. Ένας πιο συγκεκριμένος χαρακτηρισμός είναι "τεχνολογία ευημερίας", ένας όρος που προήλθε από τις σκανδιναβικές χώρες, όπου διασφαλίζονται υπηρεσίες κοινωνικής πρόνοιας στο δημόσιο τομέα[30].

Αναλύοντας τον όρο τεχνολογία ευημερίας θα λέγαμε ότι είναι οι τεχνολογία όπου επιτρέπει στους χρήστες να αποκτήσουν ανεξαρτησία στην καθημερινότητάς τους, με όσο το δυνατόν μικρότερη εισροή εξωτερικών παραγόντων στον κύκλο της προσωπικής ζωής και ανεξαρτησίας τους. Ως πρωταρχικό μέλημα της υποβοηθούμενης διαβίωσης ήταν να προσφέρει βοήθεια κατά τη διάρκεια της γήρανσης του πληθυσμού. Η περιβάλλουσα τεχνολογία Ambient, με τις συσκευές GPS, έξυπνες φωτεινές ενδείξεις, ήχοι προσαρμοσμένοι για συγκεκριμένες ενέργειες και υπενθυμίσεις, συνεχής βίντεο παρακολούθηση κοινόχρηστων χώρων, πλήρως αυτοματοποιημένα έξυπνα σπίτια, μπορεί να καταστεί σημαντικός σύμμαχος λειτουργώντας αθόρυβα και χωρίς επιφανή παρέμβαση, προσφέροντας ένα περιβάλλον όπου θα είναι ικανό να ανταπεξέλθει στις όποιες δυσκολίες αντιμετωπίσει ο χρήστης, ενημερώνοντας παράλληλα συγγενείς και ειδικούς του χώρου (γιατρούς κτλ) για την καθημερινή πορεία του χρήστη, αλλά και για οτιδήποτε ακραίο ή μη διαχειρίσιμο προκύψει.

Όλο αυτό το σύνολο των ενεργειών που λειτουργεί αρμονικά και σαν ακολουθία αλγορίθμου καταλήγει να παρέχει ασφάλεια και ανεξαρτησία στο χρήστη καλύπτοντας παράλληλα και την συνεχή ενημέρωση οικείων προσώπων χωρίς να χρειάζεται η παρουσία τους επί μονίμου βάσεως. Ενημερώνοντας δηλαδή και το Περιβάλλον σύστημα.

Όλο αυτό το εύρος των τεχνολογιών που παρέχονται στα άτομα όπου το έχουν ανάγκη δε γίνεται με απώτερο σκοπό μόνο την παρακολούθηση και την συνεχή ιατρική "συντήρησή" τους. Σκοπός είναι να ενισχύσουν την ασφάλεια και την ποιότητα ζωής, την υγεία σε χρόνιες παθήσεις που καταστέλλουν την καθημερινότητα και οδηγούν τον πληθυσμό στη μαράζωση και την κοινωνική αποξένωση. Με τις ανάγκες που δημιουργούνται στο Assisted Living συνεχώς να αυξάνονται, ενθαρρύνεται σημαντικά η εξέταση νέων μεθόδων σχετικά με τους προσαρμοστικούς χώρους διαβίωσης[6],[7],[8].

3. ΣΥΝΔΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ

I. BLUETOOTH

Ίσως είναι ο πιο γνωστός και διαδεδομένος τρόπος ασύρματης επικοινωνίας εδώ και αρκετά χρόνια. Ανήκει στην οικογένεια IEEE 802.11 και πρόκειται για μια τεχνολογία η οποία επιτρέπει την επικοινωνία ψηφιακών συσκευών σε μικρές αποστάσεις χρησιμοποιώντας μικροκύματα. Το Bluetooth μπορεί να παρέχει ασύρματη επικοινωνία μεταξύ κινητών τηλεφώνων, ηλεκτρονικών υπολογιστών, PDAs (Personal Digital Assistant), εκτυπωτές και ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές.

Οι βασικότερες προδιαγραφές του Bluetooth αφορούν το φυσικό επίπεδο και το υπό-επίπεδο MAC, όπου έχουν δημιουργηθεί διαφορετικά πρωτόκολλα για διαφορετικές εφαρμογές και τα οποία ονομάζονται **προφίλ**. Το Bluetooth SIG έχει ήδη παρουσιάσει τέτοιες παραμετροποιημένες εκδοχές του προτύπου για διάφορες «αγορές» (π.χ. προφίλ ασύρματου τηλεφώνου, προφίλ πρόσβασης σε LAN, προφίλ εκτύπωσης, φωτογραφίας, αυτοκινήτου κλπ), όπως αναφέραμε και πιο πάνω. Κάθε προφίλ περιλαμβάνει πρότυπα για όλα τα επίπεδα και προσφέρει λύσεις για τη διασύνδεση με διαφορετικά δίκτυα μεγαλύτερης κλίμακας.

Η βασική δομική μονάδα ενός δικτύου Bluetooth είναι το **piconet**, στο οποίο όλοι οι κόμβοι που μετέχουν μοιράζονται τον ίδιο κώδικα διασποράς και υπόκεινται στον έλεγχο ενός κοινού Master. Ο τελευταίος διαμοιράζει στους σταθμούς Slaves την πρόσβαση στο κοινό μέσο με τη μέθοδο **TDMA/TDD***[19], όπου ο χρόνος διαμερίζεται σε αυστηρές χρονοθυρίδες, με τον Master να εκπέμπει στις περιττές και οι Slaves στις άρτιες (εναλλάξ). Κάθε κόμβος που θέλει να εκπέμψει λαμβάνει περιοδικά από τον Master το δικαίωμα μετάδοσης σε 1, 3 ή 5 συνεχόμενες χρονοθυρίδες και κατά τη διάρκεια εκπομπής ενός πλαισίου δεν γίνεται εναλλαγή συχνότητας. Τα τερματικά μεταδίδουν μόνο στον Master, ο οποίος αποστέλλει στη συνέχεια τα πλαίσιά τους προς τον τελικό παραλήπτη, και διακρίνονται από μία παγκόσμια μοναδική 48-bit διεύθυνση. Δύο ή περισσότερα piconet μπορούν να βρίσκονται στον ίδιο χώρο, με τους κόμβους να μπορούν να συμμετέχουν σε παραπάνω από ένα ταυτόχρονα, και να επικοινωνούν μεταξύ τους δημιουργώντας ένα μεγαλύτερης κλίμακας δίκτυο το οποίο ονομάζουμε **scatternet**[9],[10].

- **Διαδικασία δημιουργίας ενός piconet**

Ένα piconet σχηματίζεται από έναν κόμβο που επιθυμεί να γίνει Master (διαδικασία Inquiry). Ο Master είναι υπεύθυνος για τις μεταβολές της δικτυακής τοπολογίας (εισαγωγές, αποχωρήσεις κόμβων και συντονισμός τους - διαδικασία Page). Η ακολουθία των ενεργειών είναι ως εξής: ο εν δυνάμει Master κόμβος εκκινεί τη διαδικασία ανίχνευσης πιθανών Slaves εκπέμποντας ένα μήνυμα Inquiry που περιέχει έναν κώδικα ονόματι IAC. Κάθε κόμβος που λαμβάνει ένα τέτοιο μήνυμα απαντά με πλαίσιο που περιέχει τη διεύθυνση του και πληροφορίες συγχρονισμού, ενώ στη συνέχεια αναμένει μήνυμα Page.

Ο Master λαμβάνει αυτά τα πλαίσια των Slaves, χρησιμοποιεί τις διευθύνσεις των τελευταίων για να υπολογίσει τον κώδικα διασποράς του Frequency Hopping και αποστέλλει στους Slaves που βρέθηκαν ένα μήνυμα Page που περιέχει έναν κώδικα DAC.

Οι Slaves απαντούν με τον κώδικα IAC (ένα είδος πιστοποίησης) και ο κεντρικός Master τους στέλνει τον κώδικα διασποράς. Οι Slaves επιβεβαιώνουν τη λήψη, συνδέονται κι έτσι το piconet σχηματίστηκε.

Με αυτή τη διαδικασία χρησιμοποιώντας το Bluetooth μπορούμε να συνδέσουμε μεταξύ τους έως και 7 συσκευές με μια μοναδική συχνότητα. Ένα πρόβλημα που αντιμετωπίζει η τεχνολογία είναι εξαιτίας της λειτουργίας της στα 2.4GHz, την ελεύθερη ζώνη συχνοτήτων **ISM***, όπου μπορεί να δημιουργηθούν παρεμβολές[11].

- **Standard:** Bluetooth 4.2 core specification
- **Εμβέλεια:** 50-150m (Smart/BLE)
- **Συχνότητα:** 2.4GHz (ISM)
- **Ρυθμός Δεδομένων:** 1Mbps (Smart/BLE)

II. ZIGBEE

Το ZigBee σχεδιάστηκε το 1998, τυποποιήθηκε το 2003 από το Ινστιτούτο Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών (IEEE) και αναθεωρήθηκε το 2006. Το όνομα αναφέρεται στον χορευτικό χορό των μελισσών μετά την επιστροφή τους στην κυψέλη[12].

Η δημιουργία του οφείλεται στις εταιρίες-μέλη που απαρτίζουν τη ZigBee Alliance και ανάμεσα σε τους παρατηρούνται περισσότεροι από 300 κατασκευαστές ημιαγωγών, από τους κορυφαίους στο είδος τους, εταιρείες τεχνολογίας, εταιρείες παροχής υπηρεσιών καθώς και OEMs (Original Equipment Manufacturer)[14].

Το πρωτόκολλο ZigBee ή αλλιώς RF4CE, χρησιμοποιείται σε μια πληθώρα εφαρμογών, από απλές εφαρμογές οικιακών αυτοματισμών, μέχρι βιομηχανικούς αυτοματισμούς και διαχείρισης ενέργειας. Η τεχνολογία είναι οικονομικότερη και ενεργειακά πιο αποδοτική σε σχέση με το Bluetooth. Συσκευές που κάνουν χρήση του προτύπου στέλνουν μικρά πακέτα δεδομένων σε χαμηλού εύρους ζώνες και καταναλώνουν μικρά ποσοστά ενέργειας για να το επιτύχουν.

Ως εκ τούτου, το ZigBee είναι ασύρματο δίκτυο **ad hoc*** χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας, χαμηλής ταχύτητας μεταφοράς δεδομένων και στενής εγγύτητας. Οι συσκευές ZigBee έχουν χαμηλή λανθάνουσα κατάσταση, η οποία μειώνει περαιτέρω το μέσο ρεύμα. Τα τσιπ ZigBee είναι συνήθως ενσωματωμένα με ραδιόφωνα και μικροελεγκτές που έχουν μεταξύ 60-256 KB μνήμης flash.

Και εδώ όμως αντιμετωπίζουμε το πρόβλημα των παρεμβολών εξαιτίας της συχνότητας των 2.4GHz. Για το λόγο αυτό έχει σχεδιαστεί ο έλεγχος πρόσβασης **CSMA-CA***.

Όπως αναφέραμε το ZigBee συνίσταται για εφαρμογές που σκοπός είναι η ενεργειακή αποδοτικότητα και η μακροχρόνια λειτουργία τους γι' αυτό είναι ικανό να τρέχει για χρόνια με φθηνές μπαταρίες σε πλήθος εφαρμογών παρακολούθησης και ελέγχου.

Ένα ακόμα σημαντικό χαρακτηριστικό που κάνει την τεχνολογία ανταγωνιστική είναι η μικρή ποσότητα ακτινοβολίας που εκπέμπει (1000 φορές μικρότερη από την ακτινοβολία του κινητού τηλεφώνου), και εξαιτίας αυτού, καθίσταται ιδανικό για χρήση σε ιατρικούς τομείς[12],[13],[14].

- **Standard:** ZigBee 3.0 based on IEEE802.15.4
- **Εμβέλεια:** 10-100m
- **Συχνότητα:** 2.4GHz (ISM)
- **Ρυθμός Δεδομένων:** 250kbps

III. Z-WAVE

Το πρωτόκολλο Z-Wave αναπτύχθηκε από τη Zensys, μια εταιρεία της Δανίας που εδρεύει στην Κοπεγχάγη, το 2001. Το έτος αυτό, η Zensys εισήγαγε ένα σύστημα ελέγχου φωτισμού για τους καταναλωτές, το οποίο εξελίχθηκε στο Z-Wave ως ιδιόκτητο SoC (System on a Chip) πρωτόκολλο οικιακών αυτοματισμών. Είναι ικανό για τη διαχείριση όλων των οικιακών συσκευών που διαθέτουν την τεχνολογία, καθώς επίσης και διαχείριση συστημάτων ασφαλείας, θερμοστάτες κλειδαριές, παράθυρα κτλ. Το 2008, η Zensys έλαβε επενδύσεις από τις εταιρείες Panasonic, Cisco Systems, Palamon Capital Partners και Sunstone Capital[15].

Το πρωτόκολλο έχει σχεδιαστεί για τομείς που αφορούν κυρίως τον οικιακό αυτοματισμό και αυτό γιατί είναι μια τεχνολογία RF χαμηλής ισχύος η οποία μας εξασφαλίζει χαμηλή κατανάλωση ενέργειας, κάτι το οποίο είναι μείζονος σημασίας σε οικιακές εγκαταστάσεις. Η τεχνολογία Z-Wave λειτουργεί σε συχνότητες μικρότερες του 1GHz και για το λόγο αυτό δεν αντιμετωπίζει τα προβλήματα των παρεμβολών τα οποία απαντώνται για συχνότητες των 2.5GHz. Συμπεριλαμβάνοντας όλα τα παραπάνω έχουμε μια τεχνολογία η οποία μας επιτρέπει επικοινωνία μικρών πακέτων δεδομένων με χαμηλές σχετικά ταχύτητες και σχεδόν μηδενικά λάθη. Επίσης έχουμε την υποστήριξη **MESH***[20] δικτύων όπου μας δίνεται η δυνατότητα ελέγχου έως και 232 συσκευών.

Το επίπεδο διαλειτουργικότητας του Z-Wave διασφαλίζει ότι οι συσκευές μπορούν να μοιράζονται πληροφορίες και επίσης επιτρέπουν στο υλικό (hardware) καθώς και το λογισμικό (software) να συνεργάζονται. Η τεχνολογία δικτύωσης ασύρματου δικτύου επιτρέπει σε οποιονδήποτε κόμβο να μιλάει άμεσα ή έμμεσα στους παρακείμενους κόμβους, ελέγχοντας οποιονδήποτε επιπλέον κόμβο. Οι κόμβοι που βρίσκονται εντός εμβέλειας επικοινωνούν απευθείας μεταξύ τους. Δίνεται όμως η δυνατότητα αν κάποιος

κόμβος ή κόμβοι βρίσκονται εκτός εμβέλειας, να επικοινωνήσουν με κάποιο κόμβο εντός εμβέλειας του δικτύου για την πρόσβαση και την ανταλλαγή πληροφοριών.

Ένα σύστημα αυτοματισμού Z-Wave μπορεί να ελέγχεται μέσω του διαδικτύου, ασύρματα χρησιμοποιώντας ηλεκτρονικά smartphones ή tablets καθώς επίσης και από υπολογιστές με πύλη Z-Wave. Από τον Μάιο του 2017, υπάρχουν περισσότερα από 2.100 πιστοποιημένα διαλειτουργικά προϊόντα παγκοσμίως[9],[10].

- **Standard:** Z-Wave Alliance ZAD12837 / ITU-T G.9959
- **Εμβέλεια:** 100m
- **Συχνότητα:** 800 -900MHz (ISM)
- **Ρυθμός Δεδομένων:** 9.6/40/100kbit/s

IV. 6LowPAN

Το 6LowPAN (ασύρματο δίκτυο προσωπικής περιοχής IPv6 χαμηλής κατανάλωσης- (Low Power Wireless Personal Area Networks) είναι τεχνολογία βασισμένη στο πρωτόκολλο IP και καταφέρνει να συνδυάσει τα ασύρματα δίκτυα προσωπικής περιοχής με την τελευταία έκδοση του πρωτοκόλλου internet IPv6. Είναι ένα πρωτόκολλο δικτύου το οποίο καθορίζει μηχανισμούς ενθυλάκωσης και συμπίεσης κεφαλίδων που επιτρέπουν την αποστολή και λήψη πακέτων IPv6 μέσω δικτύων βασισμένων στο IEEE 802.15.4. Το πρότυπο αυτό έχει μεγάλη ευλυγισία στον τομέα των συχνοτήτων και αυτό το καθιστά ικανό να χρησιμοποιηθεί σε πολλαπλές πλατφόρμες επικοινωνίας, όπως για παράδειγμα, ISM 802.15.4, WiFi, ethernet, αλλά και συχνότητες κάτω του 1GHz. Με λίγα λόγια είναι ικανό να καλύψει ένα φάσμα συχνοτήτων συμπεριλαμβανοντας συχνότητες κάτω του 1GHz και μέχρι τα 2.4GHz[9][10].

Επίσης, είναι το όνομα μιας ομάδας εργασίας που συνάπτεται στον τομέα του Διαδικτύου του IETF (Internet Engineering Task Force). Η ιδέα του 6LoWPAN προέρχεται από την ιδέα ότι "το πρωτόκολλο internet θα μπορούσε και πρέπει να εφαρμοστεί ακόμη και στις μικρότερες συσκευές" και ότι οι συσκευές χαμηλής κατανάλωσης με περιορισμένες δυνατότητες επεξεργασίας θα πρέπει να μπορούν να συμμετέχουν στο διαδίκτυο των πραγμάτων[16].

Το 6LowPAN συναγωνίζεται το ZigBee. Ενώ, στον τομέα της επικοινωνίας καταφέρνει να υπερνικήσει τον αντίπαλό του εξαιτίας της εύκολης επικοινωνίας του με άλλα πρωτόκολλα, στον τομέα της ενεργειακής αποδοτικότητας κάνει ένα βήμα πίσω εξαιτίας της ιδιότητας του πρωτοκόλλου ZigBee να τοποθετεί σε νάρκη τους κόμβους του για μεγάλο χρονικό διάστημα[17].

- **Standard:** RFC6282
- **Εμβέλεια:** 20m- 116m
- **Συχνότητα:** χρησιμοποιούμενο σε μια ποικιλία μέσων δικτύωσης συμπεριλαμβανομένων Bluetooth Smart ,RF (sub-1GHz)
- **Ρυθμός Δεδομένων:** 20-250Kbps

V. Thread

Τον Ιούλιο του 2014, ανακοινώθηκε η συμμαχία της ομάδας Thread, η οποία σήμερα είναι μια ομάδα εργασίας με τις εταιρείες NestLabs (Google), Samsung, ARM Holdings, Qualcomm, NXP Semiconductors - Freescale, Silicon Labs, Big Ass Solutions, Somfy, OSRAM, Tyco International και η εταιρεία κατασκευής κλειδαριών Yale, σε μια προσπάθεια να γίνει το Thread το βιομηχανικό πρότυπο με την παροχή πιστοποίησης για προϊόντα[18].

Είναι πρωτόκολλο δικτύωσης IPv6 βασισμένο στο IP που στόχος του είναι οι οικιακοί αυτοματισμοί. Το πρωτόκολλο δημιουργήθηκε ως συμπλήρωμα του WiFi, το οποίο αν και ευρέως χρησιμοποιείται εδώ και αρκετά χρόνια από το καταναλωτικό κοινό αντιμετωπίζει σοβαρούς περιορισμούς στον τομέα των οικιακών αυτοματισμών. Το Thread χρησιμοποιεί το 6LoWPAN, IEEE802.15.4 (ασύρματη σύνδεση), το οποίο βασίζεται στη χρήση ενός δρομολογητή σύνδεσης, ο οποίος ονομάζεται δρομολογητής άκρων (το Thread καλεί τους δρομολογητές άκρων του Border Routers). Το 6LoWPAN, όπως οποιοδήποτε δίκτυο με περιμετρικούς δρομολογητές, δεν διατηρεί καμία κατάσταση στρώματος εφαρμογής, επειδή τέτοια δίκτυα προωθούν τα datagrams στο επίπεδο δικτύου. Αυτό σημαίνει ότι το 6LoWPAN δεν γνωρίζει τα πρωτόκολλα εφαρμογής και τις αλλαγές. Αυτό μειώνει το φόρτο εργασίας στους δρομολογητές άκρων και ως επί το πλείστον, το Thread δεν χρειάζεται να διατηρήσει ένα επίπεδο εφαρμογής. Δηλώνει ότι μπορούν να υποστηριχθούν πολλαπλά στρώματα εφαρμογών, εφόσον είναι χαμηλού εύρους ζώνης και είναι ικανά να λειτουργούν μέσω IPv6. Το Thread εγγυάται πως δεν υπάρχει κανένα σημείο αποτυχίας στο σύστημά του. Ωστόσο, εάν το δίκτυο έχει ρυθμιστεί μόνο με ένα δρομολογητή άκρων, τότε αυτό μπορεί να χρησιμεύσει ως ένα μόνο σημείο αποτυχίας. Ο δρομολογητής άκρων ή οποιοσδήποτε άλλος δρομολογητής, μπορεί να αναλάβει το ρόλο του Leader για μια σειρά συγκεκριμένων λειτουργιών. Εάν ο δρομολογητής Leader υποστεί κάποια βλάβη, ένας άλλος δρομολογητής θα αναλάβει τη θέση του. Έτσι το πρωτόκολλο εγγυάται μηδενικό σημείο αποτυχίας. Υποστηρίζει MESH δίκτυα και μπορεί να διαχειριστεί έως και 250 κόμβους όπου για να μπορέσει κάποια συσκευή να συνδεθεί στο δίκτυο πρέπει να φέρει την ανάλογη πιστοποίηση καθώς και επί προσθέτως, όλες οι επικοινωνίες μέσα στο δίκτυο διαθέτουν κλειδί ασφαλείας[9][10].

- **Standard:** Thread, based on IEEE802.15.4 and 6LoWPAN
- **Εμβέλεια:** 30.48m (θεωρητικά)
- **Συχνότητα:** 2.4GHz (ISM)
- **Ρυθμός Δεδομένων:** 250Kbps

VI. Wi-Fi

Το πιο συνηθισμένο πρότυπο ασύρματης μεταφοράς αρχείων και επικοινωνίας. Διαδομένο και χρησιμοποιούμενο παγκοσμίως, με δυνατότητα να αποστείλει δεδομένα σε μεγάλες ταχύτητες ανά δευτερόλεπτο. Θα λέγαμε ότι ανήκει στην οικογένεια προτύπων 802.11, αλλά είναι πιο ορθό να αναφέρουμε ότι είναι το 802.11. Αν και είναι πολύ χρήσιμο για μεταφορές αρχείων, πακέτων, επικοινωνίες κτλ, αντιθέτως χρησιμοποιεί αρκετά μεγάλα ποσά ενέργειας και δεν τίθεται ιδανικό για εφαρμογές IoT.

Το 1971, η ALOHAnet συνέδεσε τα νησιά της Χαβάης με ασύρματο δίκτυο πακέτων UHF. Το ALOHAnet και το πρωτόκολλο ALOHA άνοιξαν το δρόμο για το μετέπειτα ενσύρματο Ethernet και αργότερα για τα ασύρματα πρωτόκολλα IEEE 802.11.

Το 1991, η NCR Corporation με την AT & T Corporation επινόησε τον πρόδρομο του 802.11, προοριζόμενο για χρήση σε συστήματα ταμειακών, με την ονομασία WaveLAN. Ο αυστραλιανός Dr. John O'Sullivan με τους συναδέλφους του ανέπτυξε ένα βασικό δίπλωμα ευρεσιτεχνίας που χρησιμοποιείται στο Wi-Fi, ως υπο-προϊόν του Οργανισμού Επιστημονικής και Βιομηχανικής Έρευνας της Κοινοπολιτείας (CSIRO). Ένα αποτυχημένο πείραμα για την ανίχνευση εκρηκτικών μίνι μαύρων οπών με μέγεθος ενός ατομικού σωματιδίου στάθηκε η αιτία για να δημιουργηθεί το πιο γνωστό πρότυπο ασύρματης σύνδεσης στον πλανήτη. Το 1992 και το 1996, η CSIRO απέκτησε διπλώματα ευρεσιτεχνίας για μια μέθοδο που χρησιμοποιήθηκε αργότερα στο Wi-Fi για να "στείλει" το σήμα.

Η πρώτη έκδοση του πρωτοκόλλου 802.11 κυκλοφόρησε το 1997 και παρείχε ταχύτητες σύνδεσης 2 Mbit/s. Μετά από δύο χρόνια έχουμε την αναβάθμιση στο πρωτόκολλο 802.11b για να καταφέρουμε ταχύτητες σύνδεσης της τάξης των 11 Mbit/s. Το ίδιο έτος, η Wi-Fi Alliance εμφανίζεται ως εμπορική ένωση για να της επιτραπεί να κατέχει το εμπορικό σήμα του Wi-Fi όπως είναι γνωστό μέχρι και σήμερα. Επίσης τα προϊόντα για να είναι ικανά να χρησιμοποιήσουν τον τρόπο σύνδεσης θα πρέπει να ελεγχθούν σε συγκεκριμένες δοκιμές για να αποκτήσουν το δικαίωμα Certified Wi-Fi.

Οι κόμβοι που συμμετέχουν σε ένα ad-hoc δίκτυο Wi-Fi είναι ικανοί να επικοινωνούν κατευθείαν μεταξύ τους, χωρίς να χρειάζεται η παρεμβολή κεντρικού κόμβου. Ο τρόπος ad-hoc επινοήθηκε και υλοποιήθηκε αρχικά από τον Chai Keong Toh στην εφεύρεση του 1996 για ad-hoc δρομολόγηση Wi-Fi, που υλοποιήθηκε στο ασύρματο Lucent Wave LAN 802.11a σε IBM Think Pads σε ένα σενάριο κόμβων μεγέθους που εκτείνεται σε μια περιοχή πάνω από ένα μίλι.

Για να συνδεθεί μια συσκευή σε ένα δίκτυο Wi-Fi, πρέπει να είναι εφοδιασμένη με ένα ελεγκτή διεπαφής ασύρματου δικτύου. Ο συνδυασμός ελεγκτή-συσκευής και διεπαφής ονομάζεται σταθμός. Για όλους τους σταθμούς που μοιράζονται ένα μόνο κανάλι επικοινωνίας ραδιοσυχνότητας, οι μεταδόσεις σε αυτό το κανάλι λαμβάνονται από όλους τους σταθμούς εντός εύρους. Δεν είναι εγγυημένη η παράδοση της μετάδοσης και συνεπώς είναι ένας μηχανισμός παράδοσης με την καλύτερη δυνατή προσπάθεια και χρησιμοποιείται ένα φέρον κύμα για τη μετάδοση των δεδομένων. Όλο και περισσότερο τα τελευταία χρόνια (ιδιαίτερα από το 2007), έχουν υιοθετηθεί λειτουργικά συστήματα Wi-Fi που ενσωματώνουν ένα λειτουργικό σύστημα σε πραγματικό χρόνο και παρέχουν ένα απλό μέσο ασύρματης ενεργοποίησης οποιασδήποτε συσκευής που έχει και επικοινωνεί

μέσω σειριακής θύρας. Αυτό επιτρέπει τον σχεδιασμό απλών συσκευών παρακολούθησης όπως για παράδειγμα μια φορητή συσκευή που παρακολουθεί έναν ασθενή στο σπίτι.

Οι συσκευές που μπορούν να χρησιμοποιούν τεχνολογία Wi-Fi περιλαμβάνουν προσωπικούς υπολογιστές, κονσόλες βιντεοπαιχνιδιών, τηλέφωνα και tablet, ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές, έξυπνες τηλεοράσεις, και σύγχρονους εκτυπωτές. Μη διαθέτοντας καμία φυσική σύνδεση, είναι πιο ευάλωτο σε επιθέσεις σε σχέση με τις ενσύρματες συνδέσεις, όπως το Ethernet[19],[10],[9].

- **Το πρότυπο 802.11 και οι πιο σημαντικές εξελίξεις έως σήμερα**

Το πρότυπο IEEE 802.11 είναι ένα σύνολο προδιαγραφών ελέγχου πρόσβασης πολυμέσων (MAC) και φυσικού επιπέδου (PHY) για την υλοποίηση ασύρματης επικοινωνίας μέσω ασύρματου τοπικού δικτύου (WLAN) στις ζώνες συχνοτήτων 2,4, 3,6, 5 και 60 GHz. Δημιουργούνται και συντηρούνται από την Επιτροπή Προτύπων IEEE LAN/MAN (IEEE 802). Καθώς οι προδιαγραφές 802.11 εξελίχθηκαν για να υποστηρίξουν υψηλότερη παραγωγικότητα, οι απαιτήσεις για το εύρος ζώνης αυξήθηκαν επίσης για να τις στηρίξουν, έτσι έχουμε την εξέλιξη του προτύπου ασύρματης δικτύωσης στις νέες και πιο εξελιγμένες μορφές του[22].

<ul style="list-style-type: none">• 802.11b Έτος δημιουργίας: 1999 Ζώνη συχνοτήτων: 2.4GHz Ονομαστικός ρυθμός μετάδοσης: 11Mbit/s Εμβέλεια εσωτερικού χώρου: 38m	<ul style="list-style-type: none">• 802.11a Έτος δημιουργίας: 1999 Ζώνη συχνοτήτων: 5GHz Ονομαστικός ρυθμός μετάδοσης: 54Mbit/s Εμβέλεια εσωτερικού χώρου: 35m
<ul style="list-style-type: none">• 802.11g Έτος δημιουργίας: 2003 Ζώνη συχνοτήτων: 2.4GHz Ονομαστικός ρυθμός μετάδοσης: 54Mbit/s Εμβέλεια εσωτερικού χώρου: 38m	<ul style="list-style-type: none">• 802.11n Έτος δημιουργίας: 2009 Ζώνη συχνοτήτων: 2.4 - 5GHz Ονομαστικός ρυθμός μετάδοσης: 300Mbit/s Εμβέλεια εσωτερικού χώρου: 70m
<ul style="list-style-type: none">• 802.11ac Έτος δημιουργίας: 2013 Ζώνη συχνοτήτων: 2.4 - 5GHz Ονομαστικός ρυθμός μετάδοσης: 450 - 1300Mbit/s Εμβέλεια εσωτερικού χώρου: 70m	

VII. Cellular

Για να αποστείλουμε δεδομένα μέσω Wi-Fi είναι αναγκαίο να βρισκόμαστε εντός κάλυψης του εύρους ζώνης όπου συνήθως μεταφράζεται σε εύρος κάποιων συγκεκριμένων μέτρων. Αυτό δημιουργεί μεγάλο πρόβλημα στη γενικότερη επικοινωνία με τις συσκευές IoT. Στον περιορισμό αυτό έρχεται να δώσει λύση ένα νέο ασύρματο πρότυπο, η λεγόμενη κυψελοειδής επικοινωνία.

Η συνεχόμενη αυξανόμενη αγορά στο χώρο των επικοινωνιών απαιτούσε και τη συνεχόμενη έρευνα και ανάπτυξη των δικτύων κινητής τηλεφωνίας. Για το λόγω αυτό έχουμε μια μεγάλη στροφή στα λεγόμενα κυψελοειδή δίκτυα κινητής τηλεφωνίας, τα οποία θα μας προσφέρουν ποιοτικότερες και πιο εξελιγμένες τηλεπικοινωνίες.

Οι πρώτες προσπάθειες επινόησης κυψελοειδών δικτύων έγιναν το 1947 στις ΗΠΑ από τα εργαστήρια Bell Labs, ενώ το πρώτο κινητό τηλέφωνο το κατασκεύασε το 1973 ο Martin Cooper για τη Motorola. Το πρώτο κυψελοειδές δίκτυο (Advanced Mobile Phone System, AMPS) υλοποιήθηκε το 1980 και παράχθηκε το 1983 στις ΗΠΑ (Bell Labs). Η βασική ιδέα στην οποία βασίστηκε η κατασκευή των κυψελοειδών δικτύων στηρίχτηκε στην έννοια της **κυψέλης**, δηλαδή στην τμηματοποίηση της γεωγραφικής περιοχής που πρόκειται να καλυφθεί ηλεκτρομαγνητικά, σε μικρές ζώνες όπου υπάρχει η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης των ίδιων συχνοτήτων. Η κατασκευή των κυψελοειδών δικτύων επιτυγχάνει την αύξηση της χωρητικότητας του συστήματος από την πλευρά της τηλεπικοινωνιακής κίνησης. Με την ενσωμάτωση των κυψελοειδών δικτύων, έχουμε την αύξηση του αριθμού χρηστών κινητής τηλεφωνίας παγκοσμίως[24].

- **Μια σχετικά απλή αρχή λειτουργίας και τοποθέτησης των δικτύων έχει ως εξής:**

Αρχικά πρέπει να προσδιοριστεί το πλάτος της περιοχής που ενδιαφερόμαστε να καλύψουμε. Από εκεί και πέρα τοποθετούνται οι βασικοί πυλώνες που θα είναι υπεύθυνοι να διανείμουν τα σήματα και να διαχειρίζονται τη ροή των επικοινωνιών. Τοποθετώντας τους πυλώνες ανάλογα των θέσεων κάλυψης προσπαθούμε να δημιουργήσουμε κυψέλες οι οποίες έχουν τη μορφή εξάγωνου, επειδή είναι ικανό να προσεγγίσει πιο στενά τον κύκλο. Πολλές κυψέλες μαζί ουσιαστικά δεν επιτρέπουν την περιοχή ενδιαφέροντος να παραμείνει εκτός κάλυψης.

Τα σημαντικά πλεονεκτήματα που μας προσφέρουν τα κυψελοειδή δίκτυα είναι επιγραμματικά τα παρακάτω[24]:

- **Επαναχρησιμοποίηση συχνοτήτων** – Ίδιες συχνότητες μπορούν να χρησιμοποιούνται από δύο κυψέλες, οι οποίες όμως βρίσκονται σε τέτοια απόσταση μεταξύ τους που δε δημιουργούνται παρεμβολές.
- **Κυψελοειδής διάσπαση** – Όταν το δίκτυο είναι σε ώρα αιχμής ενεργοποιείται η διαδικασία διάσπασης. Με την τεχνική αυτή οι υπάρχουσες κυψέλες διαιρούνται σε μικρότερες, μικρότερης ακτίνας, οι οποίες όμως είναι σε θέση να εξυπηρετήσουν τον ίδιο αριθμό συνδρομητών με την αρχική.

- **Μεταγωγή** – Όταν πραγματοποιούμε μια κλήση και βρισκόμαστε σε ένα σταθερό σημείο, η κινητή μας συσκευή δημιουργεί την πιο δυνατή ζεύξη στην περιοχή της κυψέλης που βρισκόμαστε. Αν όμως αρχίσουμε να κινούμαστε σε τέτοιο βαθμό ώστε να απομακρυνθούμε από την κυψέλη κάλυψης που βρισκόμαστε είναι αναγκαία η συνέχιση της κλήσης χωρίς κάποιο πρόβλημα. Αυτό επιτυγχάνεται με τη διαδικασία της μεταγωγής. Δηλαδή κατά τη διάρκεια της απομάκρυνσής μας από την αρχική κυψέλη, εντοπίζεται η αμέσως επόμενη ικανή για την κάλυψη και αμέσως πραγματοποιείται η μεταβίβαση χωρίς ίχνος μεταβολής- διακοπής του σήματος και κατά συνέπεια της κλήσης.

Ευρέως γνωστές μορφές-τεχνολογίες κυψελοειδών προτύπων είναι η GSM, 3G, 4G και η πιο νέα και αποδοτικότερη μέχρι στιγμής 4G+. Είναι ικανά για μεγάλες ποσότητες μεταφοράς αρχείων και με μεγάλες ταχύτητες, αλλά ο κύριος περιορισμός που απαντάται και εδώ είναι η υπερβολική χρήση ενέργειας από τις συσκευές που το υιοθετούν. Θα το προτείναμε σε συσκευές χαμηλού εύρους ζώνης για μικρά ποσά δεδομένων[9],[10],[23].

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Standard: GSM/GPRS/EDGE (2G), UMTS/HSPA (3G), LTE (4G), LTE (4G+) | <ul style="list-style-type: none"> • Εμβέλεια: 35km μέγιστο for GSM; 200km μέγιστο for HSPA |
| <ul style="list-style-type: none"> • Συχνότητα: 900/1800/1900/2100MHz | <ul style="list-style-type: none"> • Ρυθμός Δεδομένων: 600Mbps μέγιστο, αλλά 150-200Mbps είναι πιο τυπικό, εξαρτώμενο από τη συχνότητα καναλιού που χρησιμοποιείται καθώς επίσης και τον αριθμό των κεραιών (το πιο πρόσφατο 802.11-ac standard θα προσφέρει 500Mbps-1Gbps) |

VIII. NFC

Κοντινό πεδίο επικοινωνίας (Near Field Communication), είναι μια ασύρματη τεχνολογία μικρής εμβέλειας που επιτρέπει την αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ συσκευών οι οποίες δεν θα βρίσκονται σε απόσταση μεγαλύτερη των 4cm.

Η τεχνολογία αυτή δημιουργήθηκε το 2004 μετά από συνεργασία της Nokia, της Philips και της Sony. Η τεχνολογία NFC συνδυάζει παλιότερες τεχνολογίες ασύρματης επικοινωνίας όπως το Bluetooth και η RFID, οι οποίες εναρμονίζονται ώστε να παρέχονται υπηρεσίες στους χρήστες. Προωθήθηκε κυρίως μέσω του NFC Forum (2004) στο οποίο συμμετέχουν 140 γνωστές εταιρίες και από άλλους οργανισμούς.

Για να λειτουργήσει η τεχνολογία θα πρέπει πάντα να υπάρχει ένας αποστολέας και ένας δέκτης. Ο αποστολέας δημιουργεί ένα πεδίο ραδιοσυχνότητας που είναι ικανό να τροφοδοτήσει ένα δέκτη και να δημιουργηθεί η ζεύξη. Βασίζεται στην επαγωγική ζεύξη, όπου τα αόριστα συνδεδεμένα επαγωγικά κυκλώματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να μοιράζονται ενέργεια και δεδομένα ανάμεσα σε δύο συσκευές και μπορεί να βρίσκεται σε 3 διαφορετικές καταστάσεις λειτουργίας:

- **Read/Write:** Όπου η μια συσκευή είναι ενεργή και η άλλη παθητική και επιτρέπει τις εφαρμογές να μεταδώσουν και να λάβουν δεδομένα.
- **Card emulation:** Δίνει τη δυνατότητα σε έξυπνες συσκευές (π.χ. smartphones) να λειτουργήσουν σαν κάρτα.
- **Peer to Peer:** Όπου ορίζεται για επικοινωνία από συσκευή σε συσκευή σε επίπεδο σύνδεσης. Τα μηνύματα που μεταδίδονται είναι τεχνολογίας NDEF και μπορεί να είναι τύπου *Smart Poster* (για την ανάγνωση επιπλέον πληροφορίας από διαφημιστικά πόστερ), *Handover* (για την άμεση σύνδεση δύο συσκευών Bluetooth με το άγγιγμα τους), *vCard* (μεταφορά στοιχείων υπό μορφή vCard) και *URL* (σύνδεσμος που αναφέρετε σε ιστοσελίδα).

Χρησιμοποιείται ήδη στα κινητά τηλέφωνα και χρησιμεύει σε χρηματικές συναλλαγές, αλλά και πρόσβαση σε ψηφιακό περιεχόμενο. Η τεχνολογία χρησιμοποιείται επίσης και από τράπεζες οι οποίες εξελίσσουν τις απλές κάρτες τραπεζικών αναλήψεων και συναλλαγών σε κάρτες ανέπαφων συναλλαγών. Μας δίνεται η δυνατότητα να χρησιμοποιήσουμε την πιστωτική μας κάρτα χωρίς να χρειαστεί να επαναλάβουμε τον προσωπικό μας κωδικό, απλά πλησιάζοντας μερικά εκατοστά την κάρτα στο μηχάνημα κατάθεσης[25],[9].

- **Standard:** ISO/IEC 18000-3
- **Εμβέλεια:** 2-3cm
- **Συχνότητα:** 13.56MHz (ISM)
- **Ρυθμός Δεδομένων:** 424kbps

IX. Sigfox

Η Sigfox είναι μια γαλλική εταιρεία που ιδρύθηκε το 2009 και κατασκευάζει ασύρματα δίκτυα για τη σύνδεση χαμηλής ενέργειας αντικειμένων τα οποία πρέπει να είναι συνεχόμενα και να εκπέμπουν μικρά ποσά δεδομένων. Είναι μια ακόμα τεχνολογία όπου έρχεται να καλύψει το κενό μεταξύ του WiFi και του Cellular. Έχει συνεργαστεί με αρκετές εταιρείες στη βιομηχανία LPWAN όπως η Texas Instruments, η Silicon Labs και η ON Semiconductor[26].

Το Sigfox υποστηρίζει έως 140 μηνύματα ανερχόμενης ζεύξης την ημέρα, καθένα από τα οποία μπορεί να μεταφέρει ένα ωφέλιμο φορτίο 12 bytes και μέχρι 4 μηνύματα downlink ανά ημέρα, καθένα από τα οποία μπορεί να μεταφέρει ένα φορτίο 8 bytes[26].

Το πρότυπο είναι κατάλληλο για συσκευές **M2M*** οι οποίες χρειάζεται να αλληλοεπιδράσουν σε αποστάσεις μεγαλύτερες του Wi-Fi, αλλά χρησιμοποιούν χαμηλά επίπεδα ενέργειας, σε αντίθεση με το Cellular. Κάνει χρήση τις ζώνες ελευθέρων αδειών στενού φάσματος ISM και η τεχνολογία που χρησιμοποιείται ονομάζεται UNB (Ultra Narrow Band), για χαμηλές ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων και μικρές καταναλώσεις της τάξης των 50 microwatts ενέργειας. Η τεχνολογία επιτρέπει τη δημιουργία ενός μεγάλου δικτύου M2M συσκευών το οποίο μπορεί να επεκτείνεται σε αρκετά χιλιόμετρα και παρόλα αυτά να παραμένει ισχυρό και ενεργειακά αποδοτικό, δημιουργώντας έτσι ένα σύμπλεγμα έξυπνων συσκευών μέτρησης θερμοκρασίας, παρακολούθησης περιβαλλοντικών αλλαγών μέσω αισθητηρίων, δημιουργία δηλαδή ακόμα και έξυπνων πόλεων με ένα σύνολο πολυάριθμων εφαρμογών.

Η τοπολογία των κυψελών Sigfox είναι ανάλογη μιας μέσης απόστασης περίπου 30-50km σε αγροτικές περιοχές, ενώ σε αστικές περιοχές όπου υπάρχει θόρυβος και παρουσία εμποδίων η απόσταση μειώνεται σε 3-10km. Βέβαια η εταιρεία υποστηρίζει ότι σε υπαίθριες τοπολογίες όπου οι συνθήκες θα πλησιάζουν τα ιδανικά πρότυπα, χωρίς φυσικά ή τεχνητά εμπόδια και θορύβους, οι αποστάσεις μηνυμάτων σε ευθεία γραμμή θα μπορούν να καλύψουν πάνω από 1000km[9],[10],[27].

- **Standard:** Sigfox
- **Εμβέλεια:** 30-50km (αγροτικά περιβάλλοντα), 3-10km (αστικά περιβάλλοντα)
- **Συχνότητα:** 900MHz
- **Ρυθμός Δεδομένων:** 10-1000bps

X. Neul

Neul is the Gaelic word meaning "cloud" – *Neul είναι η Γκαελική (κελτική γλώσσα της Σκωτίας) λέξη για το "σύννεφο"*[28].

Το Σεπτέμβριο του 2014 η Neul αποκτήθηκε από την Huawei και της ανήκει εξ' ολοκλήρου. Από τότε Neul και Huawei εργάζονται από κοινού σε τεχνολογία που επιτρέπει την επαναχρησιμοποίηση των περιουσιακών στοιχείων των φορέων εκμετάλλευσης κινητών δικτύων για να στοχεύσουν εξαιρετικά χαμηλής ισχύος και βαθιάς κάλυψης εφαρμογές IoT.[28]

Η Neul κάνει χρήση του φάσματος συχνοτήτων γνωστό με την ονομασία **TVWHITESPACE***. Με τον τρόπο αυτό καταφέρνει να προσφέρει ασύρματα δίκτυα υψηλής κάλυψης, χαμηλής ισχύος και χαμηλού κόστους. Κάνει χρήση του chip Icen1, το οποίο με τη σειρά του για να αποκτήσει πρόσβαση στο UHF (Ultra High Frequency) φάσμα χρησιμοποιεί το white space radio. Το Icen1 είναι η εφαρμογή της Neul για το **Weightless*** σε ένα ενιαίο τσιπ σχεδιασμένο για τελικά σημεία χαμηλού κόστους, ενσωματώνοντας τις λειτουργίες βασικής ζώνης και πομποδέκτη σε ένα μοναδικό μονολιθικό καλούπι. Ανακοινώθηκε το πρώτο τρίμηνο του 2013. Το UHF φάσμα συχνοτήτων έγινε διαθέσιμο λόγω της μετάβασης από την αναλογική στη ψηφιακή εποχή της τηλεόρασης. Η μέθοδος επικοινωνίας που χρησιμοποιείται ονομάζεται Weightless. Έχει σχεδιαστεί για το IoT και βρίσκεται στο αντίθετο στρατόπεδο από τα γνωστά GPRS, 3G, LTEWAN και CDMA. Όπως αναφέραμε είναι ένα ενεργειακά αποδοτικό πρότυπο το οποίο προσφέρει 10 έως 15 χρόνια χρήσης των συσκευών με πηγή ενέργειας μπαταρίες τύπου 2xAA[9],[10].

- **Standard:** Neul
- **Εμβέλεια:** 10km
- **Συχνότητα:** 900MHz (ISM), 458MHz (UK), 470-790MHz (WhiteSpace)
- **Ρυθμός Δεδομένων:** Από ελάχιστα bps μέχρι και 100kbps

XI. LoRaWAN

Wide Area Network - δίκτυο ευρείας περιοχής. Τελευταίο στη λίστα βρίσκεται το πρωτόκολλο LoRaWAN, το οποίο έχει κοινά χαρακτηριστικά με το Sigfox και το Nue1. Το LoRaWAN στοχεύει σε βασικές απαιτήσεις του IoT, όπως οι ασφαλείς υπηρεσίες αμφίδρομης επικοινωνίας, κινητικότητας και εντοπισμού[29].

Επίσης όπως αποδεικνύει και η ονομασία του ασχολείται με εφαρμογές ευρείας περιοχής (WAN), ώστε να παρέχει χαμηλής ισχύος επικοινωνίες μεταξύ συσκευών IoT, M2M, βιομηχανικών εφαρμογών, αλλά και εφαρμογών έξυπνων πόλεων. Εξαιτίας της χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας είναι ιδανικό να υποστηρίξει εκατομμύρια συσκευές σε μεγάλα δίκτυα. Η προδιαγραφή LoRaWAN παρέχει απρόσκοπτη **δια-λειτουργικότητα*** μεταξύ των έξυπνων αντικειμένων χωρίς την ανάγκη σύνθετων τοπικών εγκαταστάσεων και δίνει την ελευθερία στον χρήστη, τον κατασκευαστή και τις επιχειρήσεις να επισπεύσουν την εξέλιξη του IoT.

Η αρχιτεκτονική δικτύου LoRaWAN τυπικά είναι τοποθετημένη σε μια τοπολογία star-of-stars (αστέρι των αστεριών) στην οποία οι πύλες είναι μια διαφανής γέφυρα που αναμεταδίδει μηνύματα μεταξύ των τελικών συσκευών και ενός κεντρικού διακομιστή δικτύου στο **back end***. Οι πύλες συνδέονται με το διακομιστή δικτύου μέσω τυπικών συνδέσεων IP, ενώ οι τελικές συσκευές χρησιμοποιούν ασύρματη επικοινωνία single-hop σε μία ή περισσότερες πύλες. Όλη η επικοινωνία τελικού σημείου είναι γενικά αμφίδρομη, αλλά υποστηρίζει επίσης τη λειτουργία όπως την αναβάθμιση του λογισμικού πολλαπλής διανομής over the air ή άλλων μηνυμάτων μαζικής διανομής για τη μείωση του χρόνου επικοινωνίας on air. Η επικοινωνία μεταξύ των τελικών συσκευών και των πυλών διανέμεται σε διαφορετικά κανάλια συχνότητας και ρυθμούς δεδομένων. Η επιλογή του ρυθμού δεδομένων είναι μια αντιστάθμιση μεταξύ του εύρους επικοινωνίας και της διάρκειας του μηνύματος. Λόγω της τεχνολογίας εξάπλωσης φάσματος, οι επικοινωνίες με διαφορετικούς ρυθμούς δεδομένων δεν παρεμβαίνουν μεταξύ τους και δημιουργούν ένα σύνολο «εικονικών» καναλιών που αυξάνουν την χωρητικότητα της πύλης[9],[10],[29].

- **Standard:** LoRaWAN
- **Εμβέλεια:** 2-5km (αστικό περιβάλλον), 15km (προαστιακό περιβάλλον)
- **Συχνότητα:** ποικίλες
- **Ρυθμός Δεδομένων:** 0.3-50 kbps

4. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ AAL

Σε αυτό το σημείο θα περιγράψουμε έρευνες που λαμβάνουν χώρα στον τομέα του AAL και η κάθε μια πραγματεύεται μια διαφορετική πτυχή της αρχιτεκτονικής. Πρώτα όμως θα πρέπει να μελετήσουμε την έννοια των λέξεων Οντολογία – Ontology και Σημασιολογικός Ιστός - Semantic Web, καθώς θα χρησιμοποιηθούν ενδελεχώς στη συνέχεια.

4.1 Η έννοια της οντολογίας

Οι οντολογίες είναι ένας επίσημος τρόπος για να περιγράψουμε ταξινομίες και δίκτυα ταξινόμησης, καθορίζοντας ουσιαστικά τη δομή της γνώσης για διάφορους τομείς: τα ουσιαστικά που αντιπροσωπεύουν τάξεις αντικειμένων και τα ρήματα που αντιπροσωπεύουν τις σχέσεις μεταξύ των αντικειμένων. Οι οντολογίες μοιάζουν με ιεραρχίες τάξεων σε αντικειμενοστραφή προγραμματισμό, αλλά υπάρχουν αρκετές κρίσιμες διαφορές. Οι ιεραρχίες των τάξεων προορίζονται να αντιπροσωπεύουν δομές που χρησιμοποιούνται στον πηγαίο κώδικα και εξελίσσονται αρκετά, ενώ οι οντολογίες προορίζονται να αντιπροσωπεύουν πληροφορίες στο Διαδίκτυο και αναμένεται να εξελίσσονται σχεδόν συνεχώς. Οι εφαρμογές AAL είναι διεπιστημονικές εξαιτίας της δυνατότητάς τους να συνδυάζουν τον αυτόματο έλεγχο με τη μοντελοποίηση της συμπεριφοράς του χρήστη, επομένως είναι ιδιαίτερα σημαντική η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης γνώσεων και ενσωμάτωσης πολλών τομέων γνώσης. Εξαιτίας της ζωτικότητας που χαρακτηρίζει το AAL και της συνεχούς προσαρμογής και μεταβαλλόμενης κατάστασης, δεν είναι δυνατό να βασιστεί σε ένα σταθερό σύνολο χαρακτηριστικών, μοντέλων και δεδομένων. Ένα οντολογικό πλαίσιο παρέχει μια τυποποιημένη υποδομή για την ανταλλαγή γνώσεων. Επιπλέον, σημασιολογικές σχέσεις μπορούν να εκφραστούν μεταξύ διαφόρων πηγών γνώσης, επιτρέποντας έτσι την εύκολη ενσωμάτωση διαφόρων πηγών ή τομέων. Επιπλέον, μπορεί κανείς εύκολα να επεκτείνει μια οντολογία για να λάβει υπόψη νέες εφαρμογές ή νέες συσκευές.

Εν κατακλείδι, οι οντολογίες συμβάλουν ούτως ώστε να "μεταφράζουν" τις πληροφορίες που περιέχονται σε έγγραφα και χρειάζεται να υποβάλλονται σε επεξεργασία από εφαρμογές, σε αντίθεση με τις περιπτώσεις όπου το περιεχόμενο ανταποκρίνεται μόνο στον άνθρωπο. Αυτή η αναπαράσταση των όρων και των αλληλεπιδράσεών τους ονομάζεται οντολογία[31],[32],[33],[34].

«An ontology is an explicit specification of a conceptualization. - Μια οντολογία είναι μια ρητή προδιαγραφή μιας εννοιολογικής σκέψης.»

-Tom Gruber, *A Translation Approach to Portable Ontology Specifications*

4.1.1 Οντολογικά μοντέλα και εκμάθηση μηχανής

Μια μακρά ιστορία οντολογικής ανάπτυξης στη φιλοσοφία και την επιστήμη των υπολογιστών αρχίζει από τη δεκαετία του 1990, αρκετές ερευνητικές προσπάθειες έχουν δείξει πώς η ιδέα της εκπροσώπησης της γνώσης από την τεχνητή νοημοσύνη (AI) θα μπορούσε να γίνει χρήσιμη στο διαδίκτυο. Αυτές περιλαμβάνουν γλώσσες βασισμένες σε HTML, σε XML (που ονομάζεται XOL, αργότερα OIL) και διάφορες γλώσσες βασισμένες σε πλαίσια και προσεγγίσεις απόκτησης γνώσης.

Το 2000 στις Ηνωμένες Πολιτείες, η DARPA ξεκίνησε την ανάπτυξη του DAML με επικεφαλής τον James Hendler. Τον Μάρτιο του 2001, η Κοινή Επιτροπή ΕΕ / ΗΠΑ για τις Γλώσσες Επισημάνσεως Αντιπροσώπων αποφάσισε ότι το DAML πρέπει να συγχωνευθεί με το OIL. Η κοινή ομάδα εργασίας για τις γλώσσες σήμανσης των παραγόντων συγκλήθηκε για να αναπτύξει το DAML + OIL ως γλώσσα οντολογιών στον παγκόσμιο ιστό. Το DAML + OIL προοριζόταν να είναι ένα λεπτό στρώμα επάνω από το RDFS, με επίσημη σημασιολογία βασισμένη σε λογική περιγραφής[36].

I. RDF - Resource Description Framework[37]

Ένα πρώτο δημόσιο σχέδιο RDF εμφανίστηκε τον Οκτώβριο του 1997, εκδόθηκε από μια ομάδα εργασίας του W3C(World Wide Web Consortium), στην οποία συμμετείχαν εκπρόσωποι των IBM, Microsoft, Netscape, Nokia, Reuters, Soft Quad και του Πανεπιστημίου του Michigan. Το W3C δημοσίευσε μια προδιαγραφή του μοντέλου δεδομένων του RDF και μιας σειριοποίησης XML ως σύσταση τον Φεβρουάριο του 1999.

Το Πλαίσιο Περιγραφής Πόρων (RDF) είναι μια οικογένεια προδιαγραφών που σχεδιάστηκε αρχικά ως μοντέλο δεδομένων μετά-δεδομένων. Χρησιμοποιείται ως μια γενική μέθοδος για την εννοιολογική περιγραφή ή τη μοντελοποίηση των πληροφοριών που εφαρμόζονται σε πόρους του διαδικτύου, σε εφαρμογές διαχείρισης γνώσης, χρησιμοποιώντας μια ποικιλία συντακτικών σημειώσεων και μορφών σειριοποίησης δεδομένων.

Το μοντέλο RDF είναι παρόμοιο με τις κλασσικές προσεγγίσεις εννοιολογικής μοντελοποίησης (όπως σχέσεις μεταξύ οντοτήτων ή κλάσεων). Βασίζεται στην ιδέα της δημιουργίας δηλώσεων σχετικά με τα δεδομένα των εκφράσεων της μορφής **υποκείμενο-πρόβλεψη-αντικείμενο**, γνωστό ως "Triples". Το θέμα υποδηλώνει τον πόρο και το κατηγορημα υποδηλώνει χαρακτηριστικά ή πτυχές του πόρου και εκφράζει μια σχέση μεταξύ του υποκειμένου και του αντικειμένου.

Παράδειγμα αναπαράστασης της φράσης "*Η θάλασσα έχει το γαλάζιο χρώμα*",

➡ Ένα υποκείμενο που υποδηλώνει "τη θάλασσα" ➡ ένα κατηγορούμενο που δηλώνει "έχει το χρώμα" ➡ ένα αντικείμενο που υποδηλώνει "γαλάζιο".

Επομένως, το RDF χρησιμοποιεί υποκείμενο αντί για αντικείμενο σε αντίθεση με την τυπική προσέγγιση ενός μοντέλου οντότητας-χαρακτηριστικού-τιμής σε αντικειμενοστραφή σχεδιασμό: οντότητα (θάλασσα), χαρακτηριστικό (χρώμα) και τιμή (γαλάζιο).

- `rdf:type` – an instance of `rdf:Property` used to state that a resource is an instance of a class
- `rdf:first` – the first item in the subject RDF list
- `rdf:rest` – the rest of the subject RDF list after `rdf:first`
- `rdf:value` – idiomatic property used for structured values
- `rdf:subject` – the subject of the subject RDF statement
- `rdf:predicate` – the predicate of the subject RDF statement
- `rdf:object` – the object of the subject RDF statement

Εικόνα 1 : Resource Description Framework Properties[37]

Το RDF από μόνο του ως λεξιλόγιο έχει αρκετά περιορισμένη δυνατότητα περιγραφής και διαχείρισης των μετά-δεδομένων. Χρειαζόμαστε δηλαδή μια επέκταση του ήδη υπάρχοντος λεξιλογίου, το οποίο θα είναι πιο ευέλικτο και περιγραφικό. Για το λόγο αυτό, το W3C προτείνει μια μεγάλη αναβάθμιση του RDF στο RDFS (RDF SCHEMA) το οποίο έχει τη δυνατότητα να εμπλουτίσει την ερμηνεία των μετά-δεδομένων και να προσδώσει περισσότερη ερμηνευτική σημασία.

Αρχικά το νέο μοντέλο εμπλουτίζεται με μηχανισμούς που ορίζουν τάξεις "Class", ιεραρχίες "subPropertyOf" και ιδιότητες "subClassOf". Επίσης, αποτρέπει την εφαρμογή της ιδιότητας στους πόρους από μια συγκεκριμένη κλάση "domain", "range" και επιπροσθέτως παρέχει εργαλεία για την ανανέωση των πόρων.

- `rdfs:subClassOf` – the subject is a subclass of a class
- `rdfs:subPropertyOf` – the subject is a subproperty of a property
- `rdfs:domain` – a domain of the subject property
- `rdfs:range` – a range of the subject property
- `rdfs:label` – a human-readable name for the subject
- `rdfs:comment` – a description of the subject resource
- `rdfs:member` – a member of the subject resource
- `rdfs:seeAlso` – further information about the subject resource
- `rdfs:isDefinedBy` – the definition of the subject resource

Εικόνα 2 : Resource Description Framework Schema (RDFS) Properties[37]

II. DOGMA - Developing Ontology - Grounded Methods and Applications

Το πρόγραμμα αναπτύσσεται από το STAR Lab της Vrije Universiteit Brussel, Semantics Technology and Applications Research Laboratory και αφορά τις πιο γενικές πτυχές της εξαγωγής, αποθήκευσης, αντιπροσώπευσης και περιήγησης πληροφοριών.

Το DOGMA είναι μια οντολογική προσέγγιση και πλαίσιο και δεν περιορίζεται ως μια συγκεκριμένη γλώσσα εκπροσώπησης. Για το λόγο αυτό έχει κάποια χαρακτηριστικά που την διαφοροποιούν από τις υπόλοιπες προσεγγίσεις:

- 1) Τις πάγιες μεθόδους του στις γλωσσικές αναπαραστάσεις της γνώσης.
- 2) Ο μεθοδολογικός διαχωρισμός της εννοιολογικής προσέγγισης του τομέα-έναντι-εφαρμογής, ο οποίος ονομάζεται "*αρχή διπλής αρθρώσεως οντολογίας*".[39]

Η ιδέα είναι να μπορούν εύκολα να χρησιμοποιηθούν και να εμπλουτιστούν οποιαδήποτε έργα υλοποιήθηκαν στο πρόγραμμα DOGMA. Οι αντιλήψεις υλοποιούνται με όρους "lexons" (η λεξική απόδοση μιας δυαδικής εννοιολογικής σχέσης ονομάζεται λεξόνιο).

Ένα λεξόνιο περιγράφεται ως πλειάδα της μορφής **< J: Term1, Role, InvRole, Term2 >**, όπου το **Term1** και το **Term2** είναι γλωσσικοί όροι. Το **J** είναι ένα αναγνωριστικό πλαισίου, το οποίο χρησιμοποιείται για να δεσμεύσει την ερμηνεία ενός γλωσσικού όρου: συγκεκριμένα, για κάθε περιβάλλον J και τον όρο T, το ζεύγος (J, T) θεωρείται ότι αναφέρεται σε μια μοναδικά αναγνωρίσιμη έννοια. Το **Role** και το **InvRole** είναι λεξικοποιήσεις των ζευγαρωμένων ρόλων σε οποιαδήποτε δυαδική μορφή, για παράδειγμα, Working For / Employing, ή HasType / IsTypeOf[31],[38]. Οι αρχές μεθοδολογίας του DOGMA είναι οι ακόλουθες:

- Ανεξαρτησία δεδομένων: η έννοια των δεδομένων αποσυνδέεται από τα ίδια τα δεδομένα.
- Ανεξαρτησία ερμηνείας: οι τύποι ενιαίων ή δυαδικών γεγονότων πρέπει να τηρούν την τυπική ερμηνεία για να αποθηκεύουν τη σημασιολογία.
- Πολλαπλές προβολές και χρήσεις της αποθηκευμένης αντίληψης: Μια οντολογία πρέπει να είναι κλιμακωτή και επεκτάσιμη.
- Γλωσσική ουδετερότητα: Μια οντολογία θα πρέπει να καλύπτει πολύ-γλωσσικές ανάγκες.
- Οι έννοιες επικυρώνονται από τα ενδιαφερόμενα μέρη.
- Πρέπει να παρέχονται άτυποι ορισμοί κειμένου σε περίπτωση που η πηγή της οντολογίας λείπει ή είναι ελλιπής.

III. OWL - Web Ontology Language

Η Γλώσσα Οντολογίας Διαδικτύου (OWL) είναι μια οικογένεια γλωσσών εκπροσώπησης γνώσης για τη συγγραφή οντολογιών. Οι γλώσσες OWL χαρακτηρίζονται από επίσημη σημασιολογία και βασίζονται στο πρότυπο XML του W3C. Το OWL και το RDF προσέλκυσαν σημαντικά ακαδημαϊκά, ιατρικά και εμπορικά ενδιαφέροντα. Η οικογένεια OWL περιέχει πολλά είδη σειριοποίησης, σύνταξης και προδιαγραφές με παρόμοιες ονομασίες[40].

«As of Monday, the 31st of May, our working group will officially come to an end. We have achieved all that we were chartered to do, and I believe our work is being quite well appreciated.»

- James Hendler and Guus Schreiber, Web-Ontology Working Group: Conclusions and Future Work

Η Κοινοπραξία W3C δημιούργησε την Web-Ontology Working Group ως μέρος της Δραστηριότητας του Σημασιολογικού Ιστού. Η ομάδα ξεκίνησε την 1η Νοεμβρίου 2001 με τους συμπροέδρους James Hendler και Guus Schreiber. Τα πρώτα σχέδια εργασίας της αφηρημένης σύνταξης, αναφοράς και σύνοψης δημοσιεύθηκαν τον Ιούλιο του 2002. Το OWL έγινε επίσημη σύσταση του W3C στις 10 Φεβρουαρίου 2004 και έπειτα από αυτό η ομάδα διαλύθηκε στις 31 Μαΐου 2004.

Τον Οκτώβριο του 2007 άρχισε η αναβάθμιση ή αλλιώς επέκταση του OWL με αρκετά νέα χαρακτηριστικά, μέχρι της 27 Οκτωβρίου 2009 όπου η νέα έκδοση OWL 2 ανακοινώθηκε[40].

Τα δεδομένα που περιγράφονται από μια οντολογία της οικογενείας OWL ερμηνεύονται ως ένα σύνολο "ατόμων" και ένα σύνολο "ισχυρισμών ιδιοκτησίας", που συνδέουν αυτά τα άτομα μεταξύ τους. Μια οντολογία αποτελείται από ένα σύνολο αξιωμάτων που θέτουν περιορισμούς σε ομάδες ατόμων (τάξεις) και τους τύπους των σχέσεων που επιτρέπονται μεταξύ τους. Αυτά τα αξιώματα παρέχουν σημασιολογία επιτρέποντας στα συστήματα να συνάγουν πρόσθετες πληροφορίες με βάση τα δεδομένα που παρέχονται ρητά. Το OWL προσθέτει περισσότερο λεξιλόγιο για να περιγράψει ιδιότητες και κλάσεις: μεταξύ άλλων, σχέσεις μεταξύ κλάσεων, καρδιότητα, ισότητα, πλουσιότερη πληκτρολόγηση ιδιοτήτων, χαρακτηριστικά ιδιοτήτων και απαριθμημένες κατηγορίες.

Η κύρια γλώσσα OWL φέρει μαζί της τρεις ακόμα υποκατηγορίες της γλώσσας, τις λεγόμενες υπογλώσσες – sublanguages. Με αυτές παρέχονται πιο στοχευόμενα "εργαλεία" και δυνατότητες για τον εκάστοτε προγραμματιστή[34].

- **OWL-LITE**

Είναι η πιο απλή μορφή υπογλώσσας OWL και είναι κατάλληλο για χρήστες που χρειάζονται κυρίως ιεραρχική ταξινόμηση και απλούς περιορισμούς, όπως ιδιότητες και κατηγορίες. Παρέχει επίσης περιορισμένα εργαλεία για τη μοντελοποίηση περιορισμών (0 ή 1 **cardinality***), χαρακτηριστικά ιδιοκτησίας (μεταβατική, συμμετρική κ.λπ.) και ισότητα / ανισότητα τάξεων.

- **OWL-DL**

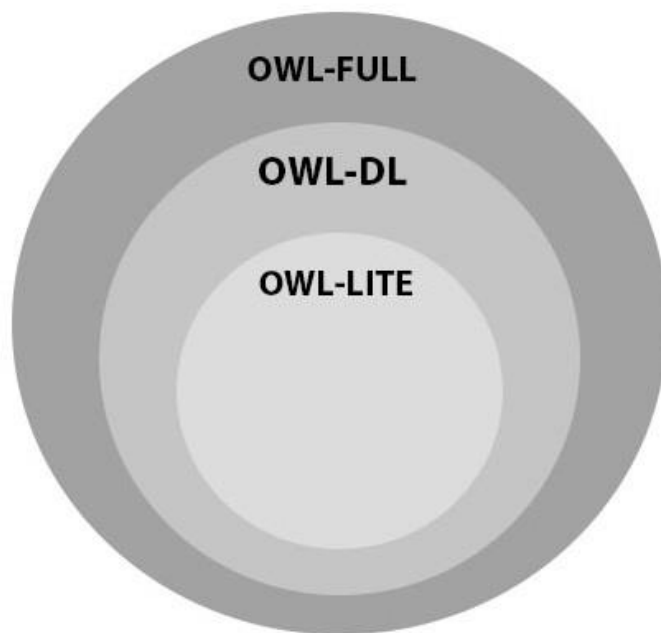
Ένα σκαλοπάτι πιο πάνω από το OWL-LITE, το OWL-DL προσφέρει τη δυνατότητα στους χρήστες να έχουν τη μέγιστη εκφραστική ικανότητα. Το κύριο γνώρισμα, αλλά και η μεγάλη διαφορά είναι πως μια κλάση μπορεί να είναι μια υποκατηγορία πολλών τάξεων, όμως δεν μπορεί να είναι μια περίπτωση άλλης κλάσης, αυτός είναι ο περιορισμός που περιλαμβάνεται ούτως ώστε να υπάρξει εκφραστικότητα, διατηρώντας παράλληλα την υπολογιστική πληρότητα και αποφασιστικότητα, η οποία θα εκτελείται σε πεπερασμένο χρόνο.

- **OWL-FULL**

Το OWL Full συνδυάζει τη μέγιστη εκφραστικότητα και τη συντακτική ελευθερία του RDF δίνοντας ακόμα μια ελευθερία στους χρήστες. Το κύριο γνώρισμα που χαρακτηρίζει το Full OWL ως πιο πλήρης γλώσσα από το OWL LITE και DL είναι πως μια τάξη μπορεί να αντιμετωπιστεί ταυτόχρονα ως μια συλλογή ή ως μια από μόνη της. Εν συνεχεία, δίνεται η δυνατότητα σε μια οντολογία να αυξάνει τη σημασία του προκαθορισμένου λεξιλογίου της.

Μεταξύ των τριών sublanguages υπάρχει σχέση εξάρτησης και η κάθε μια δηλώνει προϊόν επέκτασης της άλλης. Προσοχή όμως, η επέκταση έχει εκθετική μορφή από τον προκάτοχο OWL-LITE προς τη νεότερη μορφή OWL FULL και όχι προς την αντίθετη κατεύθυνση[41].

- a) Κάθε νόμιμη οντολογία OWL-Lite είναι μια νόμιμη οντολογία OWL-DL.
- b) Κάθε νόμιμη οντολογία OWL-DL είναι μια νόμιμη οντολογία OWL-Full.
- c) Κάθε έγκυρο συμπέρασμα OWL-Lite είναι ένα έγκυρο συμπέρασμα OWL-DL.
- d) Κάθε έγκυρο συμπέρασμα OWL-DL είναι ένα έγκυρο πλήρες συμπέρασμα OWL-Full.



Εικόνα 3: Ιεραρχική κατάταξη επιπέδων OWL

Οι χρήστες ανάπτυξης οντολογιών θα πρέπει να επιλέγουν με προσοχή την υπο-γλώσσα που θα καλύψει τις ανάγκες τους. Η επιλογή της OWL-DL αντιθέτως με την OWL-LITE σημαίνει ότι ο χρήστης έχει ανάγκη από εκφραστικά μέσα, ενώ η επιλογή της OWL-FULL έναντι της OWL-DL έχει να κάνει με τη δυνατότητα καθορισμού τάξεων, ιδιοτήτων και κατηγοριών.

4.1.2 OWL εναντίων RDFS

Πιο πάνω αναλύσαμε την εξέλιξη στο RDFS προερχόμενο από τον προκάτοχο του RDF, το οποίο εισήγαγε πολλές ευκολίες στους χρήστες. Επίσης το OWL προσφέρει μια τεράστια γκάμα δυνατοτήτων η οποία δίνεται στους χρήστες με τη δυνατότητα διαχωρισμού της γλώσσας σε τρεις υποκατηγορίες. Το σίγουρο είναι πως και οι δύο γλώσσες, όπως και πολλές άλλες, έχουν την θέση τους στο σημασιολογικό ιστό. Ποιά είναι όμως η πιο ευέλικτη και κατάλληλη για να καλύψει τις συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες του σήμερα; Αυτό θα το ανακαλύψουμε στην παρακάτω σύγκριση.

Λεξιλόγιο

Αν και το RDFS έχει μια τεράστια βιβλιοθήκη λεξιλογίου στην κατοχή του, το OWL παρέχει μια ακόμα πιο μεγάλη. Πιο συγκεκριμένα το OWL κατέχει όλα τα στοιχεία του λεξιλογίου και από το RDFS.

Πιο συγκεκριμένα το OWL...[42]

1) Επιτρέπει την περιγραφή των δεδομένων όσον αφορά τις λειτουργίες ρύθμισης:

Example: Mother owl: unionOf (Example: Parent, Example: Woman)

2) Επιτρέπει τον ορισμό ισοτιμιών σε βάσεις δεδομένων:

AcmeCompany: JohnSmith owl: sameAs PersonalDatabase: JohnQSmith

3) Επιτρέπει τον περιορισμό σε τιμές ιδιοτήτων:

Example: MyState owl: allValuesFrom (State: NewYork, State: California, ...)

Ευελιξία κατά τη γραφή

Μια πολύ σοβαρή διαφορά των δύο γλωσσών είναι πως το OWL περιλαμβάνει απαγορεύσεις και προτροπές για τη σωστή χρησιμοποίηση του λεξιλογίου. Σε αντίθεση με το RDFS όπου ναι μεν ισχύει το ίδιο, αλλά σε πολύ μικρότερο βαθμό. Δεν περιορίζει πραγματικά τις δηλώσεις που μπορεί κάποιος να χρησιμοποιήσει και αυτό έχει ως αποτέλεσμα ένα αντικείμενο να ανήκει σε διαφορετικές κατηγορίες κλάσης και παραδείγματος. Κάτι τέτοιο στο OWL δεν επιτρέπεται, με τη λογική ότι κάτι δεν μπορεί να ανήκει σε μια κλάση και σε μια περίπτωση ταυτόχρονα.

Η διαφορετική αυτή προσέγγιση καταλήγει να είναι και η ποιό σημαντική διαφορά και ο λόγος είναι ο εξής: Όταν μοντελοποιούμε χρησιμοποιώντας τη γλώσσα RDFS, αυτό σημαίνει ότι έχουμε τη δυνατότητα "ανεξέλεγκτης" γραφής. Αυτό σημαίνει αυξανόμενος ρυθμός δεδομένων επεξεργασίας από τα υπολογιστικά συστήματα. Όσο πιο πολύπλοκες είναι οι αναζητήσεις και τα δεδομένα του αποτελέσματος, τόσο πιο δύσκολο το έργο της ανάγνωσης-επεξεργασίας-αποτελέσματος.

Αν και τα σημερινά συστήματα κατέχουν αρκετή επεξεργαστική ισχύ, δε σημαίνει πως θα εκτελέσουν τη διαδικασία στον απαιτούμενο χρόνο, με πολλά από τα συστήματα να καταστέλλουν τη διαδικασία αδύνατη. Σε αυτό το σημείο τη μάχη κερδίζει το OWL, δίνοντας τη δυνατότητα να επιλέγει ο χρήστης πόσο εκφραστικός επιθυμεί να είναι, όπου αυτό μεταφράζεται ως μέσο επιλογής επεξεργαστικών δεδομένων και περιορισμός μοντελοποίησης.

Συγγώνευση έργων και σχολιασμοί

Ας πάρουμε για παράδειγμα ότι έχετε δημιουργήσει μια οντολογία Α σε μια από τις δύο γλώσσες. Επίσης έχετε δημιουργήσει και μια ακόμη οντολογία Β. Στο τέλος της διαδικασίας αποφασίζεται ότι αυτές οι δύο οντολογίες θα πρέπει να συμπεριληφθούν σε μια ενιαία Γ. Το OWL θα κάνει αυτή τη διαδικασία πάρα πολύ εύκολη με τους μηχανισμούς συγγώνευσης, αλλά και σχολιασμού που διαθέτει, όπως **owl: version Info**, **owl: backwards Compatible With** και **owl: deprecated Property**, τα οποία μπορούν εύκολα να χρησιμοποιηθούν σε ένα αμοιβαία συνεκτικό σύνολο.

Συμπεράσματα

Το OWL παρέχει ένα πολύ μεγάλο λεξιλόγιο, έτσι έχετε μεγάλη ελευθερία λόγου. Επίσης, σας επιτρέπει να προσαρμόσετε όλες τις οντολογίες σας στα σημερινά πρότυπα επεξεργασίας, υπολογιστικής ισχύς και αναζήτησης. Τέλος, επιτρέπει την εύκολη συγγώνευση οντολογιών κάνοντάς το ιδανικό για τις περιπτώσεις του σήμερα.

Το RDFS συνεχίζει να χρησιμοποιείται σε συστήματα παλαιότερων δεδομένων καθώς και μικρότερες οντολογίες[42].

4.2 Σημασιολογικός Ιστός

Η ιδέα για τον Σημασιολογικό Ιστό πρωτοεμφανίστηκε στις αρχές της 1960 και προέρχεται από τον γνωστικό επιστήμονα Allan M. Collins, τον γλωσσολόγο M. Ross Quillian και την ψυχολόγο Elizabeth F. Loftus, ως ένας τρόπος παρουσίασης της σημασιολογικής γνώσης. Επεκτείνει το διαδίκτυο, το οποίο αποτελείται από απλές σελίδες που μπορούν να αναγνωστούν μόνο από ανθρώπους, σε σελίδες που περιέχουν πληροφορίες ανάγνωσης για τις μηχανές (μετά-δεδομένα-metadata) και στο πως συνδέονται μεταξύ τους οι σελίδες, δημιουργώντας έτσι αυτόματες υπηρεσίες που χρησιμοποιούν τον ιστό πιο έξυπνα και πραγματοποιούν εργασίες για τους χρήστες. Ο Tim Berners Lee, δημιουργός του παγκόσμιου ιστού (World Wide Web) και διευθυντής του World Wide Web Consortium (W3C), ορίζει τον σημασιολογικό ιστό ως: *«ένας ιστός από πληροφορίες ο οποίος μπορεί να επεξεργαστεί άμεσα και έμμεσα από μηχανές»*.^[43]

Δεδομένου ότι ο νέος Ιστός σκοπεύει να είναι μια μεγάλη βάση όπου δεδομένα από διαφορετικά πεδία θα συνδέονται μεταξύ τους, αναμένεται να παίξει μεγάλο ρόλο στη ζωή μας. Μερικά από τα πεδία στα οποία αναμένεται να έχει την μεγαλύτερη επίδραση είναι στην υγεία, στην παιδεία και στις επιχειρήσεις. Πολλές προσπάθειες γίνονται για να παραγάγουν πρότυπα οντολογιών, κυρίως για τα παραπάνω πεδία, για να υπάρχουν κοινές γλώσσες και περισσότερα δεδομένα τα οποία να μπορούν να συνδυαστούν για καλύτερα αποτελέσματα. Στην υγεία, οι ενοποιημένες γλώσσες ιατρικής ορολογίας και οι υπηρεσίες θα βοηθάνε το ιατρικό προσωπικό και θα κατευθύνουν τους καταναλωτές σε αξιόπιστες πληροφορίες υγείας σχετικά με την κατάστασή τους. Στην εκπαίδευση, θα συμβάλει σημαντικά στην μάθηση κυρίως στον τρόπο αναζήτησης πληροφοριών, στην οργάνωση των αποτελεσμάτων και στη δημιουργία ενός προγράμματος μάθησης ειδικό για το καθένα.

4.3 Προγράμματα AAL γενικών προδιαγραφών

Έχοντας ως βασικό συστατικό τη σημασία της οντολογίας στα οικοσυστήματα του AAL μπορούμε να προχωρήσουμε με τα υπό μελέτη projects.

4.3.1 SOPRANO - Service-oriented Programmable Smart Environments for Older

Με το project SOPRANO - Έξυπνα περιβάλλοντα προγραμματιζόμενα για υπηρεσίες για ηλικιωμένους, γίνεται προσπάθεια να καταστεί δυνατή η ανεξάρτητη διαβίωση των ηλικιωμένων στο οικείο περιβάλλον τους. Η πορεία που ακολουθεί το project είναι χρησιμοποιώντας τεχνικές που βασίζονται στην ***αρχιτεκτονική προσανατολισμένων υπηρεσιών - Service-Oriented Architecture (S.O.A.)**.

**Μια αρχιτεκτονική προσανατολισμένη στις υπηρεσίες είναι ουσιαστικά μια συλλογή υπηρεσιών. Οι υπηρεσίες αυτές επικοινωνούν μεταξύ τους και η επικοινωνία μπορεί να περιλαμβάνει είτε απλή διαβίβαση δεδομένων είτε δύο ή περισσότερες υπηρεσίες που συντονίζουν κάποια δραστηριότητα.*

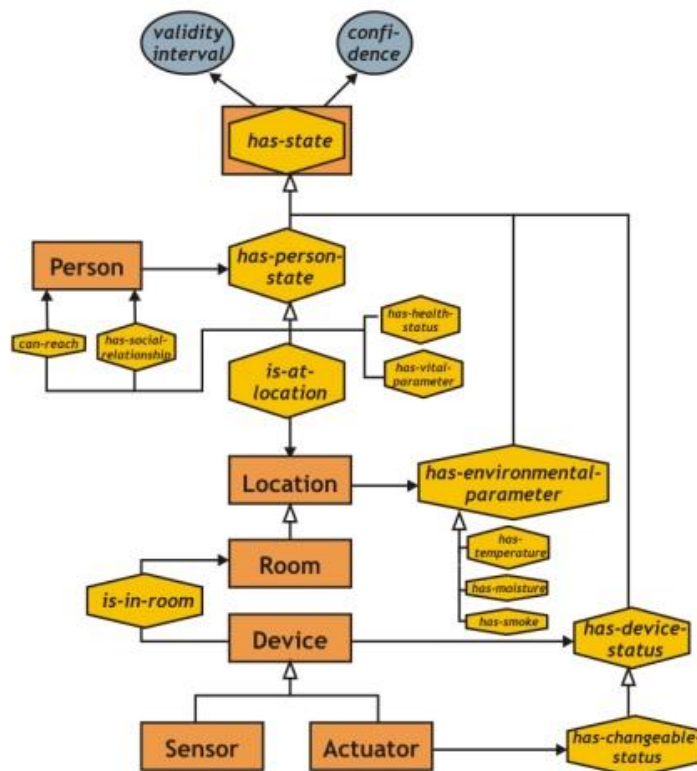
Όπως ιεραρχικά δουλεύει οποιαδήποτε δομή στην πραγματικότητα, έτσι και εδώ επιτακτική είναι η ανάγκη ιεραρχικής δομής και διαχωρισμού των επιμέρους τμημάτων. Τα επικρατέστερα τμήματα διαχωρισμού είναι οι ενεργοποιητές (actuators) και οι αισθητήρες (sensors), οι πληροφορίες του περιβάλλοντος, συμπεριλαμβανομένου και του ενδιαφερόμενου ατόμου, και η συμπεριφορά του συστήματος.

Έτσι καταφέρνουμε να δημιουργήσουμε έναν αλγόριθμο ο οποίος περικλείει μεταβλητές, οι οποίες με τη σειρά τους μεταφράζονται σε καταστάσεις του υποκειμένου[44],[45],[46].

Τα κύρια χαρακτηριστικά που συνθέτουν το project SOPRANO είναι τα εξής:

- Αρχιτεκτονική προσανατολισμένη στις υπηρεσίες (S.O.A.), αποτελεί το βασικότερο στοιχείο της αρχιτεκτονικής καθώς και τη βιωσιμότητα του συστήματος. Η αρχιτεκτονική βασίζεται στο ελεύθερου διαμοιρασμού και ανοιχτού κώδικα **OSGI**. Η Συμμαχία OSGi, παλαιότερα γνωστή ως η πρωτοβουλία Open Services Gateway, είναι ένας οργανισμός ανοιχτών προτύπων που ιδρύθηκε τον Μάρτιο του 1999 και ο οποίος αρχικά καθόρισε και εξακολουθεί να τηρεί το πρότυπο OSGi. Μιλάμε για ένα αρθρωτό σύστημα και μια πλατφόρμα υπηρεσιών για τη γλώσσα προγραμματισμού Java που υλοποιεί ένα ολοκληρωμένο και δυναμικό μοντέλο στοιχείων. Οι εφαρμογές ή τα στοιχεία, που έχουν τη μορφή δεσμών για ανάπτυξη, μπορούν να ενημερωθούν και να απεγκατασταθούν από απόσταση, χωρίς να απαιτείται επανεκκίνηση[34].

- Η οντολογία SOPRANO λειτουργεί ως διαμεσολαβητής μεταξύ των διαφόρων συνιστωσών του συστήματος, παρέχοντας το λεξιλόγιο που είναι αναγκαίο για τη μεταξύ τους επικοινωνία. Για να υπάρξει το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα η επικοινωνία του συστήματος χωρίζεται σε χαμηλού και υψηλού επιπέδου. Στο χαμηλό επίπεδο παρέχεται επικοινωνία μεταξύ συσκευών και υπηρεσιών, ορίζει το λεξιλόγιο και αντιπροσωπεύει τη σημασιολογική περιγραφή όλως των υπηρεσιών, αλλά και την κατάσταση των συσκευών του οικοσυστήματος. Στο υψηλό επίπεδο η οντολογία χρησιμοποιεί λεξιλόγιο με επίκεντρο το άτομο ενδιαφέροντος και το περιβάλλον του. Πιο συγκεκριμένα επικεντρώνεται στην "κατάσταση" του ατόμου. Κατάσταση θέσης, κατάσταση υγείας καθώς επίσης και τις αλλαγές αυτών[34].
- SOPRANO Ambient Middleware (SAM) είναι το λογισμικό που προαπαιτείται πάνω από το στρώμα OSGI. Διευκολύνει στην κατανόηση και ερμηνεία των υπηρεσιών, την πρόσβαση και τη διαχείριση των δεδομένων που παράγονται από το περιβάλλον, την αυτόματη χαρτογράφηση των σχεδίων που περιγράφονται σε υψηλότερο σημασιολογικό επίπεδο, σε επίπεδο πραγματικών ενσωματωμένων ενεργοποιητών και συστήματος διαχείρισης ροής εργασίας[34].



Εικόνα 4: Παράδειγμα αλγοριθμικής ακολουθίας σε ένα σύστημα SOPRANO[34]

4.3.2 SINDI - Secure and INDependent LIVING

Ασφαλής και ανεξάρτητη διαβίωση είναι η περιγραφή αν αναπτύξουμε τα ακρόνυμα της λέξης SINDI. Ένα εξελιγμένο, παρόλα αυτά εύκολο στη χρήση του σύστημα, που όπως και τα υπόλοιπα projects στόχος του είναι να καταγράφει την καθημερινότητα του ατόμου. Χρησιμοποιώντας εξελιγμένες τεχνικές και εργαλεία παρακολούθησης, μπορεί να προβλέψει δυνητικές καταστάσεις που μπορεί να οδηγήσουν το άτομο σε κίνδυνο. Βασικό ρόλο παίζει το Wireless Sensor Network Component το οποίο είναι υπεύθυνο να συλλέγει δεδομένα από την καθημερινότητα του ατόμου όπως για παράδειγμα τρόπος βαδίσματος, καθημερινές δραστηριότητες, πτώσεις, προσωπικές χαρακτηριστικές κινήσεις και διαμέσου του προγράμματος ASP (Answer Set Programming) εκτελούνται τρεις βασικές ενέργειες συλλογισμού:

- Συνεχής καταγραφή και ενσωμάτωση αποτελεσμάτων σχετικά με την κοινωνική, σωματική και ψυχολογική κατάσταση του ασθενούς. Με απλά λόγια, δίνει έμφαση στην καθημερινή συμπεριφορά και κινησιολογική κατάσταση του χρήστη. Σε περίπτωση μεγάλης διαφοροποίησης του συνηθισμένου και σε απρόοπτες καταστάσεις το σύστημα θα σημάνει συναγερμό.
- Εντοπισμός καταστάσεων ικανών να δημιουργήσουν πρόβλημα στο άτομο. Οι καταστάσεις αυτές εντάσσονται στις ασυνήθιστες καταστάσεις - στάσεις του χρήστη, όπως για παράδειγμα μπορεί να μεταφραστεί μια επικείμενη πτώση.
- Έλεγχος του περιβάλλοντος για αστοχίες που μπορούν να επέμβουν αρνητικά στην κατάσταση και την υγεία του χρήστη (διαρροή αερίων, προβλήματα σε πόρτες και παράθυρα κτλ). Ο έλεγχος δεν οριοθετείται μόνο στον περιβάλλοντα χώρο, αλλά και στον ίδιο το χρήστη αναγνωρίζοντας συνήθειες, όπου σε αντίθεση με τις καθημερινές, μπορεί να αποβούν μοιραίες (περιπτώσεις Alzheimer όπου δεν υπάρχει επίγνωση των ενεργειών, υπνοβασίες, αυτοκτονικές τάσεις).

Η παραπάνω μεθοδολογία είναι ο αλγόριθμος που ακολουθεί το project SINDI, τη δημιουργία δηλαδή γεγονότων μέσω του ASP από την επεξεργασία των πληροφοριών των αισθητήρων, για να εφαρμόσει μια σωστή τεχνική στη συνεχή παρακολούθηση και αποτελεσματική φροντίδα των ατόμων.

Πέραν όμως της αντίδρασης του περιβάλλοντα χώρου στην κινησιολογία του χρήστη, τον χώρο που βρίσκεται, τα αντικείμενα που τον περιβάλλουν ή το αντικείμενο που χρησιμοποιεί, είναι πιθανή και συνήθως αναγκαία η ιατρική παρακολούθηση και καταγραφή της υγείας του. Το σύστημα μπορεί εύκολα να ενσωματώσει αισθητήρες που είναι ικανοί να καταγράφουν την καρδιαγγειακή δραστηριότητα, τη σωματική θερμοκρασία, την αρτηριακή πίεση και να προσφέρει μια εμπειριστατωμένη ανάλυση στους φροντιστές του ατόμου για την υγεία του. Οι φροντιστές (γιατροί, ψυχολόγοι κτλ) από την άλλη, έχουν τη δυνατότητα να επέμβουν με διάφορους τρόπους χρησιμοποιώντας υπολογιστές, smartphones και πολλές ακόμα σύγχρονες συσκευές που υιοθετούν τη λογική του Internet of Things[34],[47].

4.3.3 VAALID - Virtual Reality for AAL Services Interaction Design

VAALID - "Εικονική πραγματικότητα για το σχεδιασμό και την αξιολόγηση της αλληλεπίδρασης υπηρεσιών AAL". Είναι ένα project το οποίο υποστηρίζεται από την Ευρωπαϊκή Ένωση και δημιουργήθηκε για να συμβάλει την ευκολότερη κατανόηση και δημιουργία ενός AAL περιβάλλοντος. Όπως είναι κατανοητό από την ανάλυση του τίτλου, σε αυτό το εγχείρημα χρησιμοποιείται η εικονική πραγματικότητα (Virtual Reality), καθώς και η Επαυξημένη Πραγματικότητα (Mixed Reality).

Η μοντελοποίηση ή αλλιώς η επικύρωση της τελικής λύσης AAL πριν την υλοποίησή της εξοικονομεί χρόνο, χρήματα και είναι πιο εξατομικευμένη στις ανάγκες του τελικού χρήστη.

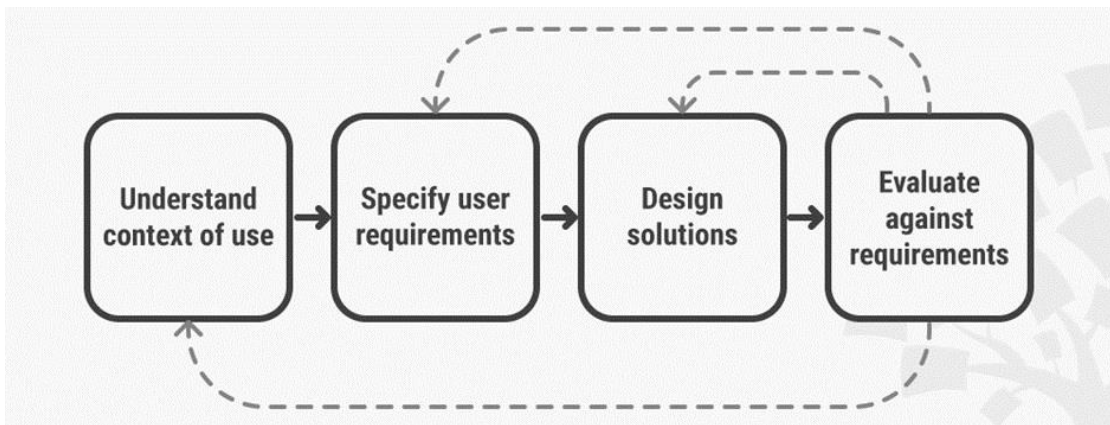
Με το project VAALID στοχεύουμε στη δημιουργία ενός ανοιχτού και επίσημου μοντέλου για τον ορισμό των "χρηστών", "των περιβαλλόντων" και των "αλληλεπιδράσεων" των υπηρεσιών και των λύσεων AAL. Οποιοδήποτε πλάνο AAL θα είναι σε θέση να μελετηθεί πριν από την υλοποίηση του και να καταγραφεί η χρηστικότητά του και η αλληλεπίδραση με τον τελικό χρήστη, μιας και ένα έργο AAL μπορεί να εφαρμοστεί σε πολλούς διαφορετικούς χρήστες, με τις κατάλληλες παραμετροποιήσεις.

Στην VAALID, οι οντολογίες χρησιμοποιούνται για να παρέχουν ένα συνεχώς αυξανόμενο και ισχυρό προσδιορισμό των εννοιών που εμπλέκονται σε ένα σενάριο υποβοηθούμενη διαβίωσης, και οι ροές εργασίας χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της υπηρεσίας και της συμπεριφοράς του περιβάλλοντος.

Όπως αναφέραμε πιο πάνω, για να μπορέσουμε να δημιουργήσουμε το κατάλληλο πλαίσιο για τον κάθε χρήστη θα πρέπει αρχικά να λάβουμε τις εκάστοτε μετρήσεις και πληροφορίες προσωπικά για τον κάθε χρήστη. Οι κυριότεροι παράμετροι που πρέπει να ληφθούν υπόψη και να εξεταστούν είναι οι ακόλουθοι:

- Προσωπικές πληροφορίες που αφορούν το χρήστη, όπως για παράδειγμα, το ψυχολογικό του προφίλ, κοινωνικές δραστηριότητες και σχέσεις, χόμπι. Πιο συγκεκριμένα θα πρέπει να σκιαγραφήσουμε την προσωπικότητά του ούτως ώστε το έργο να είναι προσωπικό και στοχευόμενο.
- Πληροφορίες σχετικές με το περιβάλλον διαμονής, τόσο στον εσωτερικό χώρο, όσο και στον εξωτερικό περίγυρο (περιβαλλοντικές συνθήκες, γεωγραφική θέση, θόρυβος κτλ.)
- Συσκευές που θα χρησιμοποιηθούν ή χρησιμοποιούνται στο περιβάλλον διαβίωσης. Τέτοιες συσκευές είναι αισθητήρες, οθόνες, συσκευές μετρήσεων.

Όλες οι παραπάνω πληροφορίες μας δίνουν τη δυνατότητα να συνθέσουμε εικονικά το κατάλληλο περιβάλλον που θα αλληλεπιδρά με το χρήστη στο μέγιστο βαθμό. Έχοντας τα δεδομένα που χρειαζόμαστε μπορούμε να κατανοήσουμε το πλαίσιο χρήσης του έργου καθώς και τις ανάγκες του εκάστοτε χρήστη που καλούμαστε να καλύψουμε. Στη συνέχεια προχωράμε με τη δημιουργία του καλύτερου έργου, το οποίο θα περάσει από πολλές αξιολογήσεις μέχρι να καταλήξουμε στην επιθυμητή λύση.



Εικόνα 5: Διαδικασία αξιολόγησης περιβάλλοντος AAL

Το project VAALID αν και χρησιμοποιεί τις διάφορες πληροφορίες που συλλέγονται για να δημιουργήσει το πιο ικανό περιβάλλον διαβίωσης για τον εκάστοτε χρήστη, δεν είναι υπεύθυνο και δεν εφευρίσκει επιπλέον λύσεις, οι οποίες με τη σειρά του θα προσφέρουν επιπλέον γνώση στο αντικείμενο γύρω από το AAL. Χρησιμοποιεί τις οντολογίες και μόνο, και ο στόχος του είναι καθαρά σχεδιαστικός. [33],[34],[48],[49]

4.4 Προγράμματα AAL ειδικών προδιαγραφών

Στις προηγούμενες παραγράφους ασχοληθήκαμε με projects τα οποία αντιμετώπιζαν το AAL σαν ένα σύνολο εργασιών όπου θα μπορούσαν να δώσουν λύσεις διαβίωσης μαζικά σε ένα μεγάλο κομμάτι του πληθυσμού. Τα τελευταία χρόνια όμως μια σημαντική κίνηση στον τομέα της υποβοηθούμενης διαβίωσης παρουσιάζεται πολύ έντονα στην Ευρώπη, όπου εταιρείες προτείνουν στοχευόμενες λύσεις σε προβλήματα υγείας. Πολλά από τα έργα αυτά χαίρουν ευρείας αποδοχής, με πολλά από αυτά να έχουν ήδη εφαρμοστεί σε χρήστες. Η ομπρέλα που καλύπτει την κοινή δράση της Ευρωπαϊκής Ένωσης ονομάζεται Κοινό Πρόγραμμα Υποβοηθούμενης Διαβίωσης (Ambient Assisted Living Joint Programme - AALJP), αποτελείται από τη σύμπραξη 23 κρατών της Ευρωπαϊκής Ένωσης και υποστηρίζεται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Σκοπός της έρευνας είναι να δοθούν λύσεις στον τομέα του AAL οι οποίες θα στοχεύουν αποκλειστικά και μόνο στην "πάθηση" που επηρεάζει το χρήστη και συγκεντρώνοντας τεχνολογίες που θα βοηθήσουν στην καλύτερη διαβίωση αυτού. Πάμε λοιπόν να δούμε με ποιό τρόπο και με τη χρήση τεχνολογιών μπορούμε να στοχεύσουμε στον καλύτερο τρόπο ζωής των ασθενών.

4.4.1 ALADDIN - Assisted Living of Dementia elDerly INdividuals

Αυξανόμενη σημασία όσον αφορά τις χρόνιες παθήσεις είναι αυτή των ασθενών με γνωστικές διαταραχές, οι οποίες προσελκύουν όλο και μεγαλύτερη προσοχή καθώς η κοινωνία βαθμιαία αιώνεται - γεράζει. Η νόσος του Alzheimer, η πιο κοινή μορφή της φλοιικής άνοιας (cortical dementia), είναι μια εκφυλιστική νόσος του εγκεφάλου για την οποία δεν υπάρχει γνωστή θεραπεία. Στην πιο κοινή μορφή του, προσβάλλει άτομα άνω των 65 ετών, καθώς οι εμπειρογνώμονες εκτιμούν ότι 26,6 εκατομμύρια άνθρωποι παγκοσμίως είχαν το Αλτσχάιμερ το 2006, το οποίο θα πολλαπλασιάστηκε κατά τέσσερις φορές το 2050. Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας υπολογίζει ότι σε παγκόσμιο επίπεδο οι συνολικές αναπροσαρμοζόμενες αναπηρίες (DALY) και άλλες μορφές άνοιας ξεπέρασαν τα 11 εκατομμύρια το 2005. ετήσια αύξηση 3,4%. Λόγω της προοδευτικής και εκφυλιστικής φύσης της νόσου, η διαχείριση των ασθενών με Alzheimer και άλλων ασθενών με άνοια είναι απαραίτητη.

Σε αυτό το σημείο καλό θα ήταν, κυρίως για εγκυκλοπαιδικές γνώσεις, να διαχωρίσουμε τον όρο "φλοιική άνοια" από τη νόσο του Alzheimer[51].

According to the National Institute on Aging (NIA), Dementia is a brain disorder that affects communication and performance of daily activities and Alzheimer's disease is a form of dementia that specifically affects parts of the brain that control thought, memory and language[51].

«Σύμφωνα με το Εθνικό Ινστιτούτο για τη Γήρανση, η άνοια είναι μια διαταραχή του εγκεφάλου που επηρεάζει την επικοινωνία και την απόδοση καθημερινών δραστηριοτήτων και η ασθένεια του Alzheimer's είναι μια μορφή άνοιας που επηρεάζει συγκεκριμένα τμήματα του εγκεφάλου που ελέγχουν τη σκέψη, τη μνήμη και τη γλώσσα.»

Στόχος του έργου είναι η αξιοποίηση σύγχρονων ICT (Τεχνολογία πληροφοριών και επικοινωνιών) τεχνολογιών όπου θα βοηθήσουν στην ανάπτυξη πρωτοποριακών λύσεων για την αυτοδιαχείριση των ασθενών με άνοια. Η πιο εύλογη διαδικασία που θα μπορούσε να φανεί χρήσιμη στην προκειμένη περίπτωση είναι η δημιουργία μιας κοινής πλατφόρμας, όπου θα επιτρέπει την απομακρυσμένη φροντίδα και την άμεση παρέμβαση αν κριθεί κατάσταση κινδύνου του ασθενούς.

Παρακάτω συνοψίζονται επιγραμματικά[50]:

- Αξιολόγηση και αποτροπή ακραίων και συνάμα επικίνδυνων καταστάσεων που μπορεί να βρεθεί τόσο ο ασθενής, όσο και ο φροντιστής. Αρχικός σκοπός του προγράμματος είναι η διατήρηση της υγείας των ατόμων που συμμετέχουν.
- Αυτό-φροντίδα και αυτοδιαχείριση είναι ο κύριος στόχος όλων των ερευνών γύρω από το AAL, γι'αυτό και το πρόγραμμα ALADDIN στοχεύει στην ανεξάρτητη διαβίωση του χρήστη δημιουργώντας κοινωνικά δίκτυα και εκπαιδευτικά εργαλεία για τον ασθενή. Με αυτό τον τρόπο παρέχεται ηθική και διανοητική αναβάθμιση σε όλα τα άτομα που συμμετέχουν σε αυτό, από τον ασθενή, μέχρι ακόμα και το φροντιστή.
- Συνεχής και κυρίως διακριτική παρακολούθηση του ασθενή, μέσω φιλικών προς το χρήστη τεχνικών και εργαλείων.

Με το έργο ALADDIN δίνεται η βαρύτητα που χρειάζεται σε ένα πρόβλημα το οποίο αν και χρόνια κάνει αισθητή την παρουσία του και προκαλεί σημαντικό κοινωνικό και οικονομικό βάρος, δεν έχει αντιμετωπιστεί με επιτυχία. Επίσης, με τα εργαλεία που έχουμε στη διάθεσή μας μπορούμε να εντάξουμε στη σφαίρα της προστασίας και του φροντιστές των ατόμων με άνοια. Είναι πολύ σημαντικό οι άνθρωποι που περιθάλπουν και φροντίζουν ασθενείς να μην επηρεάζεται η ψυχική τους υγεία, διότι η συνεχής απασχόληση με άτομα που νοσούν από άνοια, εγείρει πολλές πιθανότητες να αναπτύξουν οι φροντιστές συμπτώματα κατάθλιψης και κοινωνικής αποξένωσης[50].

ORGANISATION	TYPE	COUNTRY	WEBSITE
Institute of Communication & Computers Systems	R&D	Greece	www.iccs.gr
ATOS Origin	Business	Spain	www.atos.net
Badalona Serveis Assistencials	Business	Spain	www.bsa.cat
Psychiatric Hospital Of Attica	R&D	Greece	www.breathtakingathens.com
Fraunhofer	R&D	Germany	www.fraunhofer.de
The National Hospital for Neurology & Neurosurgery	End User	UK	www.ucl.ac.uk
Alma Mater StudiorumUniversita' di Bologna	R&D	Italy	www.eng.unibo.it
Aethia	SME	Italy	www.aethia.com

Εικόνα 6 : Πίνακας με 8 από του συμμετέχοντες του προγράμματος ALADDIN[50]

*R&D: Research & Development

**SME: Small and Medium-sized Enterprises

4.4.2 BEDMOND - Behaviour pattern based assistant for Early Detection and Management Of Neurodegenerative Diseases

Υπάρχει σημαντικό ενδιαφέρον για την ικανότητα διάγνωσης της άνοιας τύπου Alzheimer στο πιο πρώιμο στάδιο της νόσου. Τα πρώτα συμπτώματα εκδηλώνονται ελάχιστα στην καθημερινότητα των ασθενών, έτσι δημιουργείτε η ανάγκη της πρώιμης μελέτης και εντοπισμού της αλλαγής συμπεριφοράς με τη βοήθεια ενός τεχνολογικού συστήματος, το οποίο θα καταγράφει και θα κωδικοποιεί αυτές τις αλλαγές στην καθημερινότητα των ηλικιωμένων, εγκαθιστώντας αισθητήρες χαμηλού προφίλ και επιπέδου. Το τεχνολογικό σύστημα που αναπτύσσεται για να συμβάλει σε αυτό τον τομέα, ονομάζεται BEDMOND και χρησιμοποιεί την Τεχνολογία Πληροφοριών και Επικοινωνιών για την πρώιμη μελέτη και καταγραφή της νόσου Alzheimer's και άλλων νευροεκφυλιστικών ασθενειών με βάση τα ιατρικά κριτήρια.

Το σύστημα βασίζεται στην καταγραφή ή αλλιώς, μοντελοποίηση της καθημερινότητας του ασθενή και την αυτοματοποιημένη αποστολή δεδομένων στον επιβλέποντα ιατρό. Όταν ένα άτομο αρχίζει να εμφανίζει συμπτώματα νευροεκφυλιστικών ασθενειών, έχει ως συνέπεια την αλλαγή της καθημερινότητάς του, τόσο στη συμπεριφοράς όσο και στα αντικείμενα που χρησιμοποιεί. Οι αλλαγές αυτές ανιχνεύονται, κωδικοποιούνται και αναφέρονται στον ιατρό προς μελέτη. Όλη η διαδικασία μέχρι το στάδιο της γνωμάτευσης και στη συνέχεια της θεραπείας γίνεται από το σπίτι του ασθενή, χωρίς να χρειάζεται η άμεση και συνεχής παρέμβαση του ιατρού ή η μεταφορά του ασθενή για θεραπεία σε κάποιο ειδικό κέντρο. Η έγκυρη ανίχνευση μας δίνει τα ωφέλει μιας έγκυρης αντιμετώπισης και καθυστέρησης του προβλήματος, το οποίο έχει ως συνέπεια τη βελτίωση της καθημερινότητας και τη συνέχιση της ανεξαρτησίας του χρήστη.

Ο πυλώνας στον οποίο στηρίζεται το σχέδιο BEDMOND είναι στη μοντελοποίηση της καθημερινότητας των ατόμων. Μέσα στο σύστημα υπάρχουν κάποια "πρότυπα" που συνθέτουν αυτή την καθημερινότητα, όπου λίγο πολύ είναι όμοια για όλους (ως συνέπεια αυτού, ας μην ξεχνάμε ότι όλες οι μελέτες περί αυτόνομης διαβίωσης επικεντρώνονται κατά κόρον σε ηλικιωμένα άτομα). Η συνεχής απόκλιση από αυτά οδηγεί στο συμπέρασμα ότι αυξάνεται η επιδείνωση του προβλήματος.

Κατά συνέπεια η λογική λειτουργίας του BEDMOND είναι και η μεγάλη του διαφορά από το ALADDIN, μιας και το τελευταίο συμβάλει στην συνεχή παρακολούθηση και αποτροπή ακραίων καταστάσεων καθώς επίσης και στην δημιουργία ενός περιβάλλοντος διαχείρισης της νόσου και όχι πρόληψης και αντιμετώπισης[34],[52].

4.4.3 HMFМ - Hear Me Feel Me

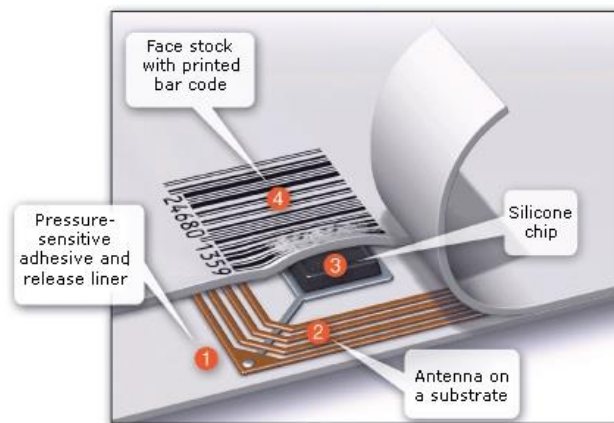
Μια σημαντική ανθρώπινη αίσθηση που εξασθενεί με την πάροδο του χρόνου είναι η όραση. Στο μεγαλύτερο ποσοστό του πληθυσμού παρατηρείται μείωση της όρασης είτε αυτή προέρχεται από κάποιο χρόνιο πρόβλημα, είτε από το πέρασμα των χρόνων και κατά τη διάρκεια της γήρανσης. Βέβαια το πρόγραμμα στοχεύει σε πολύ πιο σοβαρές περιπτώσεις μερικής ή ακόμα και ολικής απώλειας οράσεως.

Στόχος είναι η ανάπτυξη περιβάλλοντος όπου οι χρησιμοποιούμενες συσκευές θα διαθέτουν NFC tags (Near Field Communication), μια τεχνολογία που βασίζεται στη λογική του RFID (Radio Frequency IDentification) και θα είναι εφικτή η μετατροπή οπτικών πληροφοριών σε ηχητικά μηνύματα. Η κύρια συσκευή που θα διαθέτει το κύριο NFC tag μπορεί να είναι ένα κινητό τηλέφωνο, ένα έξυπνο ρολόι ή κάποια άλλη προσωπική συσκευή. Κάθε φορά που ο χρήστης χρειάζεται να ακούσει ή να βάλει σε λειτουργία κάτι μέσα στο σπίτι, το μόνο που έχει να κάνει είναι να πλησιάσει το κινητό του σε κάποια προκαθορισμένη επιφάνεια που θα διαθέτει ένα άλλο NFC tag και αυτό θα γίνεται αυτόματα. Με αυτό τον τρόπο έχει τη δυνατότητα μέσω ηχητικών μηνυμάτων να κατευθύνεται μέσα στο σπίτι, να θέτει σε λειτουργία συσκευές, να καλέσει αυτόματα κάποιο πρόσωπο, να ενημερωθεί για τις προμήθειες μέσα στο ψυγείο, να βάλει ξυπνητήρι και ένα πλήθος ακόμα από έξυπνες λειτουργίες. Άρα προσδίδουμε μια πιο προσωποποιημένη μορφή στο κτίριο, δίνοντάς του, κατά κάποιο τρόπο φωνή.

ORGANISATION	TYPE	COUNTRY	WEBSITE
VTT	R&D	Finland	www.vttresearch.com
FFVI	End-Users	Finland	www.nkl.fi
Caritas Foundation	End-Users	Finland	www.caritas-saatio.fi
Oulun 6. Jousten Apteekki	Business	Finland	
Top Tunniste	Business, SME	Finland	www.toptunniste.fi
Tecnalía	R&D	Spain	www.tecnalia.info
National Center for Scientific Research "Demokritos"	R&D	Greece	www.demokritos.gr

Εικόνα 7 : Πίνακας με 7 από του συμμετέχοντες του προγράμματος Hear Me Feel Me[53]

Πέραν όμως από την αλληλεπίδραση μεταξύ συσκευών για ενημέρωση σχετικά με την κατάστασή τους ή τη χρήση αυτών, ο χρήστης θα πρέπει να είναι σε θέση να μετακινείται ελεύθερα μέσα στο σπίτι του χωρίς να διατρέχει κάποιο κίνδυνο. Μια εφικτή και εύκολα υλοποιήσιμη λύση είναι η προσάρτηση αισθητήρων κίνησης σε σκαλοπάτια και ανώμαλες επιφάνειες. Οι αισθητήρες θα είναι σε μια μικρή απόσταση από τα σημεία κινδύνου όπου με την προσέλευση του χρήστη θα ενημερώνουν ηχητικά για την απόσταση που απομένει μέχρι το σημείο επικινδυνότητας, αλλά και τη μορφή αυτού. Με αυτό τον τρόπο θα υπάρξει άμεση ειδοποίηση πως ο χρήστης πλησιάζει σε διαφορετικής μορφολογίας επιφάνεια και θα πρέπει να είναι πιο προσεκτικός. Οι αισθητήρες κίνησης καθώς και τα RFID tags πωλούνται στο εμπόριο σε πολύ χαμηλές τιμές. Επίσης, οι αισθητήρες υπάρχουν σε διάφορα μεγέθη ούτως ώστε να αφομοιώνονται αρμονικά με το χώρο. [53],[54]



Εικόνα 8 : Δομή RFID tag[55]

Το RFID εξαιτίας της μορφής του είναι ικανό να τοποθετηθεί σε πάρα πολύ λεπτές επιφάνειες χωρίς να γίνεται αντιληπτό. Ένα σημερινό παράδειγμα χρήσης της τεχνολογίας είναι τα εισιτήρια των λεωφορείων και μετρό της Αθήνας. Αν παρατηρήσουμε πολύ προσεκτικά το περίγραμμα του εισιτηρίου, θα διαπιστώσουμε ότι γίνεται εμφανής η ύπαρξή του.



Εικόνα 9 : Χρήση RFID tag σε εισιτήριο Μέσων Μαζικής Μεταφοράς

4.4.4 AGNES – Ageing in a Network Society

Με το πρόγραμμα AGNES δημιουργείται μια πλατφόρμα κοινωνικής δικτύωσης που σκοπό έχει τη διασύνδεση των γηραιότερων ανθρώπων με την αμφίδρομη τροφοδότηση πληροφοριών τόσο στο χρήστη όσο και στο άτομο - φροντιστή ή ιατρό. Ο γενικός στόχος του προγράμματος είναι η συνεχόμενη παρακολούθηση, κυρίως ιατρική, του χρήστη και την αποστολή των δεδομένων σε όσους είναι υπεύθυνοι για αυτόν. Επίσης, ο χρήστης είναι ικανός να αλληλεπιδρά με τον φροντιστή του μέσω του διαδικτύου καθώς επίσης και με άλλους χρήστες ενδιαφέροντος, δίνοντάς του έτσι την ιδιότητα της συναναστροφής και επικοινωνίας[54].

Εκτός από την ιατρική φύση του προγράμματος το AGNES προσφέρει κοινωνική δικτύωση και ενημέρωση από πράγματα ενδιαφέροντος, όπως είναι οι ειδήσεις, υπενθυμίσεις προγραμματισμένων γεγονότων, γενεθλίων, τοποθεσίες αγαπημένων ανθρώπων κτλ. Δίνεται η δυνατότητα σύνδεσης σε σελίδες κοινωνικής δικτύωσης, ειδησεογραφικών μέσων, τηλεοπτικών προγραμμάτων, καθώς επίσης και σε υλικό που θα απασχολεί τον χρήστη δημιουργικά, αναθέτοντας του εργασίες και προβλήματα προς επίλυση, απαντώντας σε ερωτήσεις και τέλος επιλέγοντας παιχνίδια που θα ενισχύουν την ανάγκη για συνεχόμενη δημιουργική απασχόληση[56].

Για να πετύχει το πρόγραμμα θα πρέπει η συνολική υιοθέτησή του να γίνει τμηματικά, με αργά και σταθερά βήματα. Αναφερόμαστε σε ευρεία χρήση του διαδικτύου με το οποίο πολλοί άνθρωποι ακόμα δεν είναι εξοικειωμένοι, εξαιτίας της ηλικίας τους ή ακόμα και των κοινωνικών τους συναναστροφών. Τα πρώτα βήματα θα είναι μια ενημέρωση σχετικά με το διαδίκτυο και πιο συγκεκριμένα με τον τρόπο που θα χρησιμοποιηθεί στην προκειμένη περίπτωση. Συνεχίζοντας, η προσομοίωση της λειτουργίας μέσα από τις συσκευές που θα χρησιμοποιηθούν είναι ίσως το σημαντικότερο τμήμα του όλου εγχειρήματος μιας και ο χρήστης θα πρέπει να εξοικειωθεί πλήρως με τα νέα δεδομένα παρακολούθησης και αλληλεπίδρασης.

Στον τομέα της τεχνικής υλοποίησης του προγράμματος. Για να υπάρξει σωστή ιατρική, αλλά και γενικότερα, παρακολούθηση του ασθενή θα πρέπει να προσαρτηθούν και οι ανάλογες συσκευές καταγραφής και ανάγνωσής σε σημεία ενδιαφέροντος του σπιτιού καθώς επίσης και πάνω στον ασθενή με τη μορφή καθημερινών συσκευών, όπως για παράδειγμα είναι τα έξυπνα ρολόγια χειρός.



Εικόνα 10 : Έξυπνο ρολόι - Smartwatch

- **Αισθητήρες περιβάλλοντος:** οξυγόνου, θερμοκρασίας, παρακολούθηση κίνησης, κάμερες, φώτα νυκτός.
- **Αισθητήρες ασθενή (wearables):** οξυγόνο στο αίμα, καρδιακοί παλμοί, επίπεδο σακχάρου, μέτρηση βημάτων και σωματικής άσκησης.

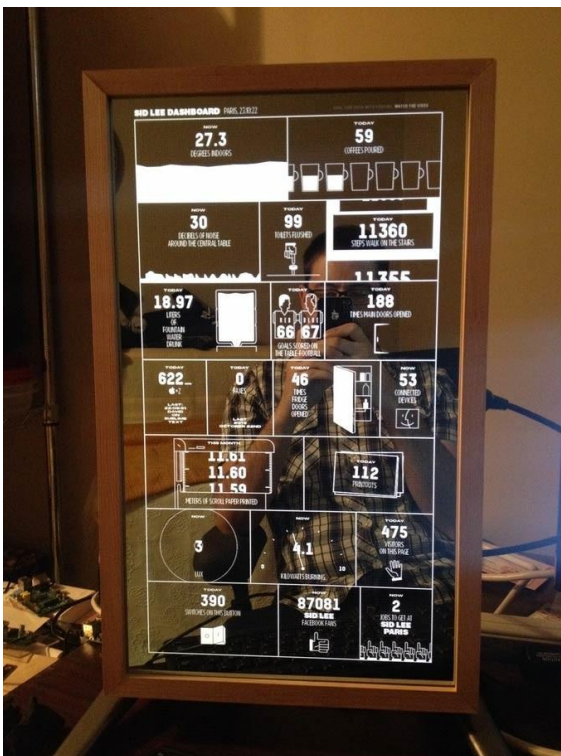
Προσαρτώντας αισθητήρες σε όλη την έκταση των προσωπικών και επικίνδυνων χώρων του χρήστη, θα έχουμε τη δυνατότητα να ελέγχουμε εικοσιτέσσερις ώρες το εικοσιτετράωρο τη θέση του και την ιατρική του κατάσταση, επικοινωνώντας μαζί του πάντα μέσω διαδικτύου και με οποιαδήποτε συσκευή απεικόνισης μπορεί να συνδεθεί σε αυτό. Άρα μειώνεται η επαφή με το ιατρικό προσωπικό εξαιτίας της μείωσης των επισκέψεων σε ιατρικά κέντρα, από την άλλη όμως αυξάνεται η συστηματική παρακολούθηση του ατόμου. Είναι γνωστό πως στο άκουσμα της συνεχόμενης ηλεκτρονικής παρακολούθησης δημιουργούνται ερωτήματα και ενδιαασμοί σχετικά με το βαθμό παραβίασης των προσωπικών δικαιωμάτων, αλλά και την αλλαγή της αισθητικής του χώρου[58].

Στο σημείο αυτό σημαντική βοήθεια θα προσφέρει το IoT με την τεράστια εξέλιξη που έχουν δεχθεί οι συσκευές καταγραφής και ενημέρωσης. Για παράδειγμα, δεν είναι πλέον απαραίτητο οι κάμερες να είναι τοποθετημένες σε εμφανή σημεία, αλλά και να μοιάζουν όπως έχουμε συνηθίσει μέχρι σήμερα. Υπάρχουν συσκευές που αναπτύσσονται με σκοπό να αλλάξουν την καθημερινότητά μας όπως την ξέραμε μέχρι και σήμερα. Ένα παράδειγμα οικιακών έξυπνων συσκευών που έχει τραβήξει τα φώτα της δημοσιότητας είναι ο έξυπνος καθρέφτης, μια συσκευή που έχει τη δυνατότητα να απεικονίζει διάφορες πληροφορίες από το ίντερνετ, καθώς επίσης και να παρουσιάζει μια γρήγορη ανάλυση της καθημερινής κατάστασης του χρήστη (πίεση στο αίμα, θερμίδες, σωματική άσκηση κτλ).

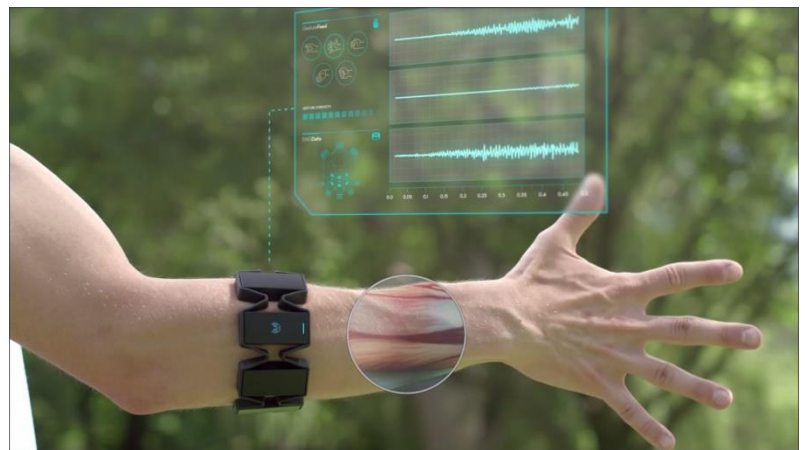


Εικόνα 11 : Παράδειγμα φουτουριστικής απεικόνισης έξυπνου καθρέπτη

Οι πρώτες εμπορικές υλοποιήσεις έλαβαν χώρα το έτος 2015 από δύο διαφορετικούς κατασκευαστές και με διαφορετική κατασκευαστική προσέγγιση. Η μια εκ των δύο ονομάζεται **SmartMirror**. Η συγκεκριμένη υλοποίηση είναι από τον Καναδό Ian Seyler ο οποίος χρησιμοποίησε ένα Raspberry Pi B+ και έναν καθρέπτη διπλής όψης. Εξαιτίας της χρήσης Raspberry μοντέλου, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να προσαρμόσει τον καθρέπτη του στις δικές του προτιμήσεις δημιουργώντας τον ανάλογο κώδικα μέσω των εφαρμογών και προγραμμάτων της εταιρίας. Με λίγα λόγια, δημιούργησε μια συσκευή tablet με τις ιδιότητες του καθρέπτη, με τη δυνατότητα αλλαγής πληροφοριών και καρτελών ή ακόμα και την απενεργοποίηση των πληροφοριών σε όλο το μήκος του[59]. Η αλλαγή των πληροφοριών και καρτελών ήταν εφικτή μέσω χειρονομιών από ένα αισθητήρα κίνησης στο κάτω μέρος του κάδρου ή χρησιμοποιώντας τη συσκευή Myo armband η οποία έχει τη δυνατότητα να διαβάζει τα σήματα που παράγουν οι μύες κατά τις διάφορες κινήσεις και να τα μετατρέπει σε πληροφορίες για τις ηλεκτρονικές συσκευές[60].



Εικόνα 12 : Ενδεικτική παρουσίαση πληροφοριών στο SmartMirror



Εικόνα 13 : Παράδειγμα ανάγνωσης κινήσεων από το Myo armband

Στη συνέχεια η ιαπωνική εταιρία **Seraku** παρουσιάζει τη δική της πρόταση στην έκθεση Smartphone and Mobile Expo Japan στην Ιαπωνία. Ακολουθείται η ίδια λογική κατασκευής και εξαρτημάτων με τη μόνη διαφορά ότι η εταιρία σε συνεργασία με τη Google προσάρτησε συσκευή tablet πίσω από τον καθρέπτη και πλέον χρησιμοποιεί το λειτουργικό σύστημα android, με κάποιες εμφανισιακά τροποποιήσεις για να ταιριάζει με τη συγκεκριμένη κατασκευή και χρήση.

Κρίνοντας από την πληθώρα διαφορετικών προσεγγίσεων που μπορούμε να ακολουθήσουμε για την υλοποίηση του προγράμματος AGNES βλέπουμε ότι το IoT έχει συμβάλει καθοριστικά στην επίτευξη ενός πολύ φιλόδοξου έργου. Όλες οι συσκευές, για τις οποίες αναφερθήκαμε παραπάνω, έχουν τη δυνατότητα άμεσης σύνδεσης στο διαδίκτυο και αποστολής δεδομένων. Αμέσως, έχουμε ένα πολύ μεγάλο κομμάτι του project έτοιμο προς χρήση, ήδη από την πορεία της βιομηχανίας και την εισροή που έχει καταφέρει στη σημερινή εποχή.

4.4.5 eCAALYX - Enhanced Complete Ambient Assisted Living Experiment

Μια ιδέα να πάμε την παρακολούθηση ασθενών και κυρίως ηλικιωμένων ένα βήμα παραπέρα. Ενώ η λογική πίσω από το πρόγραμμα παραμένει η ίδια, από την άλλη προστίθεται κάτι αρκετά καινοτόμο και ιδιαίτερα ελπιδοφόρο. Ας τα πάρουμε όλα όμως από την αρχή. Με το eCAALYX, ακολουθώντας και αυτό τη νοοτροπία όλων των AAL συστημάτων, προσαρτώνται αισθητήρες σε όλο το μήκος της προσωπικής κατοικίας του χρήστη. Οι ποικιλία αυτών χαρακτηρίζεται από αισθητήρες πίεσης (σε περίπτωση που ο χρήστης εισέλθει σε κάποιο χώρο - μια εναλλακτική επιλογή των καμερών ή των αισθητήρων κίνησης), αισθητήρες κίνησης, φώτα που ανιχνεύουν κίνηση και φώτα που έχουν τη δυνατότητα να δημιουργούν περιβάλλον φωτισμού ανάλογα με τις προτιμήσεις του ατόμου.

Το eCAALYX προσφέρει μια πλατφόρμα όπου κατηγοριοποιείται το είδος των ασθενειών με την προϋπόθεση οι υπηρεσίες που θα χρησιμοποιηθούν να είναι πιο προσωποποιημένες για το χρήστη. Η κατηγοριοποίηση αποτελείται από τέσσερα επίπεδα: *Υπηρεσίες συνεχούς φροντίδας* (έξυπνα ενδύματα), *Υπηρεσία πρόσθετης πρωτοβάθμιας φροντίδας* (υπηρεσίες έξυπνου σπιτιού), *Υπηρεσία πρωτοβάθμιας περίθαλψης* (προϊόντα οικιακού συστήματος παρακολούθησης), *Soft care service* (ερωτηματολόγια, ημερολόγιο θεραπείας και ενημέρωση φαρμακευτικής αγωγής, τηλεδιάσκεψη)

Η καινοτομία που συνθέτει το πρόγραμμα είναι η χρησιμοποίηση έξυπνων ενδυμάτων, χρησιμοποιώντας υφάσματα ανθεκτικά και ιδανικά να φιλοξενήσουν ηλεκτρονικά κυκλώματα, μπορούμε να παρακολουθούμε ζωτικές ενδείξεις του ατόμου καθ'όλη τη διάρκεια της ημέρας, ακόμα και κατά τη διάρκεια του ύπνου. Αν και η τεχνολογία έχει γίνει γνωστή από το 2014, η χρησιμοποίηση των συγκεκριμένων ρούχων δεν έχει γίνει ακόμα αποδεκτή από το καταναλωτικό κοινό[62].

Ωστόσο, μια αξιοσημείωτη επένδυση έχουν πραγματοποιήσει εταιρίες από το χώρο του αθλητισμού χρησιμοποιώντας αυτού του είδους το ρουχισμό σε αθλητές για να καταγράφονται οι ζωτικές λειτουργίες κατά τη διάρκεια έντονης σωματικής άσκησης. Εκτός από τα υφάσματα, έξυπνοι αισθητήρες χρησιμοποιούνται αρκετά χρόνια σε μαζική παραγωγή και διάθεση στα αθλητικά υποδήματα μεγάλων εταιριών όπως για παράδειγμα Nike, Adidas, Under Armour κτλ. Οι αισθητήρες συνδέονται με την εφαρμογή της εκάστοτε εταιρίας και καταγραφουν τα βήματα και τις θερμίδες.



Εικόνα 14 : Έξυπνα ρούχα καταγραφής σωματικής άσκησης

Ένα μεγάλο πλεονέκτημα αυτής της προσέγγισης είναι πως τα ρούχα είναι απολύτως ασφαλή σε καθημερινή χρήση και πλύσιμο, κάνοντας την τεχνολογία που κρύβουν πραγματικά αόρατη, αλλά με πολύ μεγάλη σημασία για το χρήστη.

Η ευελιξία που προσφέρεται σε αυτό το είδος ιατρικής παρακολούθησης είναι μεγάλη, διευρύνοντας τα όρια ανεξαρτησίας του χρήστη και εκτός των προσωπικών του χώρων, ακόμα και σε διαφορετικές χώρες. Το σύστημα παρακολούθησης δε σταματάει ποτέ, ανεξαρτήτως της θέσης ή κατάστασης του χρήστη. Εξαιτίας της άμεσης επαφής με το δέρμα, είναι εύκολη η προσάρτηση ηλεκτροδίων σε ειδικές αγωγίμες περιοχές όπου θα καταγράφουν ζωτικές ενδείξεις όλο το εικοσιτετράωρο.

Μια εξ'όλοκληρου ιατρική πρόταση στον τομέα των έξυπνων ενδυμάτων έχει να προσφέρει η εταιρία Xenoma, εστιάζοντας στη χρήση τους από άτομα που πάσχουν από άνοια, δίνοντάς τους επιπλέον τη δυνατότητα να μην περιορίζονται σε κάποιο συγκεκριμένο χώρο, αλλά να έχουν ελεύθερη ακτίνα δράσης. Η πρόταση αποτελείται από ένα σετ πιτζάμες (παντελόνι και μπλούζα). Το παντελόνι εξυπηρετεί την ανίχνευση της κίνησης δίνοντας τη δυνατότητα συνεχόμενης στοχοποίησης της τοποθεσίας του ασθενή. Η μπλούζα αναλαμβάνει την καταγραφή των ζωτικών ενδείξεων, αλλά και τη λειτουργία, με την κατάλληλη τροποποίηση, ηλεκτροκαρδιογραφήματος. Στο κέντρο του θώρακος υπάρχει η τροφοδοσία του ενδύματος από μια μπαταρία και επιπλέον σύστημα bluetooth, επιταχυνσιόμετρο και γυροσκόπιο. Τα σχέδια της εταιρίας είναι η ευρεία εμπορική διάθεση του προϊόντος μέχρι το 2020, με το κόστος να μην ξεπερνάει τα \$100 δολάρια[63].



Εικόνα 15 : Έξυπνα ρούχα από την εταιρία Xenoma[63]

Παρατηρείται και εδώ πως για να επιτευχθεί το πρόγραμμα eCAALYX σημαντική προϋπόθεση είναι να υιοθετηθεί η λογική των έξυπνων συσκευών. Με τη χρήση ηλεκτρονικών εξαρτημάτων σε υφάσματα (μπλούζες, παντελόνια, κάλτσες κτλ), ολοκληρώνεται, κατά κάποιο τρόπο ο κύκλος της εξέλιξης του ρουχισμού, από τα smartwatches μέχρι και τα υφασμάτινα ρούχα. Όλες αυτές οι συσκευές συνεργάζονται αρμονικά για να προσφέρουν τη μέγιστη παρακολούθηση για τη βελτιστοποίηση της υγείας.

4.4.6 HOPE - smart HOme for elderly PEople

Με το έξυπνο σπίτι για τους ηλικιωμένους διατίθεται μια ολοκληρωμένη πλατφόρμα που επιτρέπει στους πάσχοντες από τη νόσο Alzheimer's να χρησιμοποιούν καινοτόμες λειτουργίες για μια ζωή ανεξαρτησίας εκτελώντας καθημερινές εργασίες από μόνοι τους, να έχουν πρόσβαση σε πληροφορίες και ενημέρωση, όπως επίσης και απομακρυσμένη παρακολούθηση από τους υπεύθυνους (ιατρούς, συγγενείς κτλ)[54].

Ο κύριος πυρήνας του HOPE είναι ένα αυτοματοποιημένο, αυτορυθμιζόμενο και ευφύες πλαίσιο ελέγχου γενικής χρήσης βασισμένο στο IP, (UCB – Universal Control Box), το οποίο χρησιμοποιεί όλο το οικοσύστημα των διασυνδεδεμένων συσκευών στην οικία του ηλικιωμένου ατόμου. Βασική προϋπόθεση είναι το σύστημα να βρίσκεται σε θέση όπου θα είναι ικανό να διαχειρίζεται την περίθαλψη και την υποστήριξη της υγείας του ηλικιωμένου, παρακολούθηση τόσο του ηλικιωμένου, όσο και του περιβάλλοντος και λήψη αποφάσεων για αυτά, δημιουργία ενός αυτό-συντηρούμενου και κατάλληλου εκπαιδευτικού περιβάλλοντος για τον ηλικιωμένο[64].

Για την καλύτερη λειτουργία του έργου, το σύστημα HOPE έχει διαχωριστεί σε δύο βασικά μέρη, το Server Block και το Home Block. Κάθε υποκατηγορία έχει το δικό της ρόλο στην πλατφόρμα για να διαχειρίζεται διαφορετικά έργα και καταστάσεις.

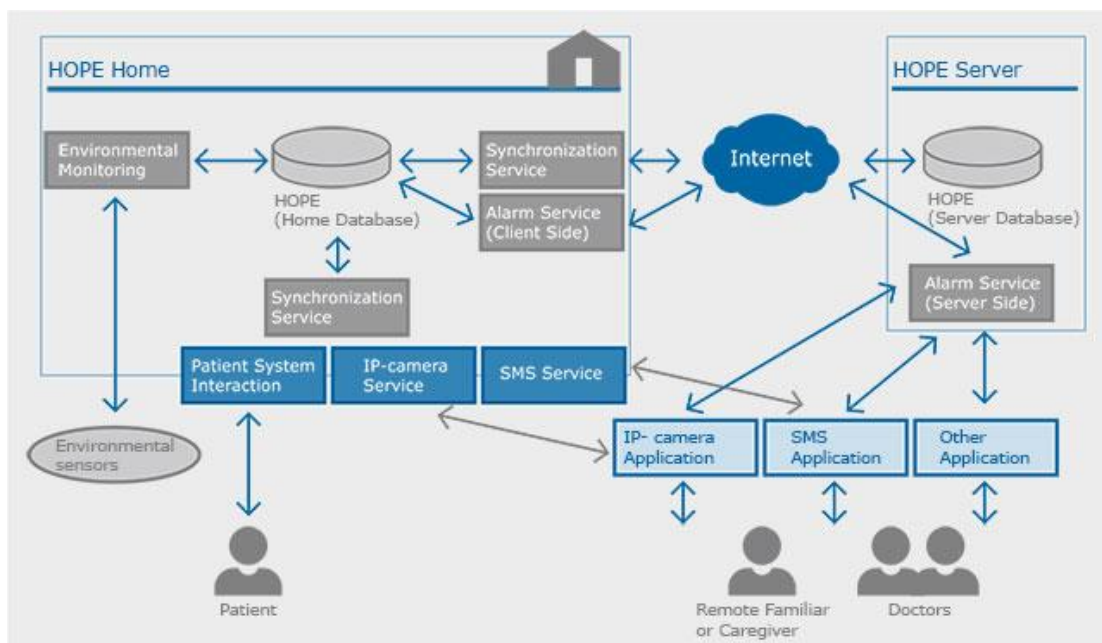
Home Block: Είναι υπεύθυνο για οτιδήποτε σχετικό με την παρακολούθηση του περιβάλλοντα χώρου και της επικινδυνότητας αυτού.

- Συλλογή δεδομένων από τους αισθητήρες που έχουν τοποθετηθεί στον περιβάλλοντα χώρο (επίπεδα θερμοκρασίας, διαρροή αερίου, κίνηση, ανοιχτά-κλειστά παράθυρα και πόρτες), αλλά και στον ίδιο το χρήστη (καρδιακοί παλμοί, πίεση αίματος, κίνηση ή πτώση)
- Ειδοποίηση με συναγερμό σε περίπτωση που η αξιολόγηση του περιβάλλοντος έχει κριθεί επικίνδυνη. Ο τρόπος ειδοποίησης προς τον ηλικιωμένο μπορεί να είναι με φωνητική σήμανση, φωτεινή σήμανση, αποστολή γραπτού μηνύματος.
- Συνεχής συγχρονισμός με τη βάση δεδομένων στο Server Block.
- Διεπαφές για την επικοινωνία με τους φροντιστές των ατόμων (Βίντεο-κλήσεις, γραπτά μηνύματα-SMS)[66].

Server Block: Σε αυτή την περίπτωση έχουμε να κάνουμε με τη γενικότερη διαχείριση και κυρίως λήψη αποφάσεων του συστήματος, με το Server Block να είναι ο “εγκέφαλος” του συστήματος. Εξαιτίας του έργου που έχει να εκτελέσει, το Server Block είναι υπεύθυνο για τις ακόλουθες εργασίες:

- Σε περίπτωση πτώσης ή κάποιου άλλου κινδύνου που θα σημειωθεί στον ηλικιωμένο, το σύστημα είναι σε θέση να καλέσει τα άτομα που είναι συνδεδεμένα με αυτό, είτε αυτά είναι συγγενείς, είτε ιατροί.

- Με βάση τις καθημερινές συνήθειες του ατόμου και έπειτα από την αξιολόγησή τους, είναι δυνατόν να δημιουργηθεί το καταλληλότερο σενάριο όπου θα συντονίσει το άτομο να αποφύγει πιθανές καταστάσεις κινδύνου.
- Αποθήκευση και αξιολόγηση όλων των προσφερόμενων πληροφοριών από οποιοδήποτε έξυπνο, και μη, οικιακό σύστημα. Αυτές οι πληροφορίες αποτελούνται από δεδομένα ιατρών, εφαρμογές που χρησιμοποιήθηκαν ή χρησιμοποιούνται. Για να πετύχουν όλες οι παραπάνω διεργασίες, όλα τα συστήματα HOPE είναι διασυνδεδεμένα σε μια κοινή βάση διαμοιρασμού δεδομένων και πληροφοριών.
- Διαχείριση διεπαφών για την επικοινωνία με ιατρούς και συγγενείς για την ομαλή πρόσβαση στις διάφορες υπηρεσίες της πλατφόρμας[66].



Εικόνα 16 : Προεπισκόπηση του τρόπου δόμησης της αρχιτεκτονικής HOPE[66]

Όπως γίνεται κατανοητό από τα δεδομένα και την αρχιτεκτονική της πλατφόρμας HOPE το Home Block και το Server Block είναι δύο άρτια αλληλένδετα υπό-συστήματα. Το Home Block διαχειρίζεται όλες τις συσκευές IoT συλλέγοντας πληροφορίες από αυτές και στη συνέχεια τις αποστέλλει στη βάση δεδομένων που διαχειρίζεται ο “εγκέφαλος” του συστήματος το Home Block. Κατ’ επέκταση το σπίτι αποκτάει νοημοσύνη κρίνοντας από το γεγονός ότι πρέπει να λαμβάνει καίριες αποφάσεις για τη σωστή και ανεξάρτητη διαβίωση του ηλικιωμένου.

Με κριτήριο το παραπάνω συμπέρασμα θα μπορούσαμε εύκολα να προσθέσουμε τη δυνατότητα συνομιλίας του χρήστη με το οίκημα χρησιμοποιώντας συσκευές IoT που βρίσκονται διαθέσιμες στην αγορά και στηρίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη. Αυτές οι συσκευές παρουσιάζονται στο χρήστη με τη μορφή ενός συνηθισμένου ηχείου το οποίο έχει κάθε σπίτι. Η ιδιότητά τους είναι να λαμβάνουν φωνητικές εντολές και να ανταποκρίνονται είτε εκτελώντας κάποια εργασία που τους έχει ανατεθεί (να καλέσει τηλεφωνικά κάποιον, να ανάψει τα φώτα, το θερμοσίφωνα κτλ), είτε συνομιλώντας με το χρήστη. Μέχρι και σήμερα τρεις είναι οι επικρατέστερες οικιακές προτάσεις που προσφέρονται, πολλές από αυτές να υπάρχουν σε διάφορες υλοποιήσεις μεγεθών, σχεδίων και χαρακτηριστικών, η Alexa από το οικοσύστημα της Amazon, το Google home assistant από το οικοσύστημα της Google και το HomePod από την Apple. Ένα τεράστιο άλμα στην έξυπνη και απομακρυσμένη διαχείριση των έξυπνων συσκευών στο σπίτι έρχεται να προσφέρει η τεχνητή νοημοσύνη (Artificial Intelligence - AI) που είναι το κύριο συστατικό που χρησιμοποιείται από τις υλοποιήσεις όλων των εταιριών του χώρου. Η AI (Alexa, Siri, Google assistant) συνεχώς εκπαιδεύεται από το χρήστη επί καθημερινής βάσεως με σκοπό να μάθει τις συνήθειές του, για να προσφέρει όσο καλύτερη γίνεται εξατομικευμένη βοήθεια και πληροφόρηση. Πλέον το σενάριο της απομακρυσμένης διαχείρισης είναι πιο κοντά από ποτέ και τουλάχιστον το 90% του οικήματος είναι δυνατό να διαχειριστεί, κυριολεκτικά, με τον χρήστη να κάθεται στον καναπέ του.



Εικόνα 17[88] : Google Assistant

Amazon Echo

HomePod

4.4.7 HELP - Home-based Empowered Living for Parkinson's

Η νόσος του Πάρκινσον (ΝΠ), γνωστή και ως ιδιοπαθής ή πρωτοπαθής παρκινσονισμός ή τρομώδης παράλυση, είναι μια εκφυλιστική διαταραχή του κεντρικού νευρικού συστήματος. Στα πρώτα στάδια της νόσου, τα πιο προφανή συμπτώματα είναι κινητικά και περιλαμβάνουν τρόμο, ακαμψία, βραδυκινησία και δυσχέρεια στην βάδιση (κλασσική τετράδα συμπτωμάτων της νόσου). Αργότερα, μπορεί να εμφανιστούν ψυχιατρικές εκδηλώσεις, με την άνοια να εμφανίζεται στα αργότερα στάδια της νόσου, ενώ η κατάθλιψη είναι το συχνότερο σύμπτωμα. Η νόσος περιλαμβάνει επίσης αισθητικές διαταραχές καθώς και διαταραχές ύπνου. Είναι συχνότερη στη τρίτη ηλικία και συχνότερα στις ηλικίες άνω των 50 ετών και υπολογίζεται ότι περίπου 1% του γενικού πληθυσμού άνω των 65 ετών πάσχει από την νόσο[68]. Για την αντιμετώπιση της νόσου φαρμακευτικά, το πλέον εξειδικευμένο φάρμακο είναι η L-Dopa (λεβαντόπα) το οποίο πρέπει να χορηγείται με μεγάλη προσοχή και συστηματική παρακολούθηση. Σαν αποτέλεσμα χαμηλής δοσολογίας των φαρμάκων, εξαιτίας της μη έγκυρης ιατρικής διάγνωσης, έχουμε το φαινόμενο On-Off, το οποίο προκαλεί απότομη διαταραχή των κινήσεων με αποτέλεσμα ο ασθενής να παραμένει ακίνητος, παρά τις μέγιστες προσπάθειες που καταβάλλει[67].

Κύριο μέλημα του project είναι η δημιουργία ενός συστήματος το οποίο διαμέσω αισθητήρων και συσκευών θα ελέγχει και θα αποφασίζει για την άμεση χορηγία φαρμάκων για τη νόσο Parkinson's, ούτως ώστε ο ασθενής να παραμείνει σε μια ελεγχόμενη κατάσταση και να αποτραπεί τυχόν έξαρση της νόσου, αλλά και το φαινόμενο On-Off. Το project χωρίζεται σε 2 τμήματα:

- Τους αισθητήρες που εξυπηρετούν τη συνεχόμενη παρακολούθηση του ασθενούς, οι οποίοι μπορεί να είναι διαφόρων ειδών και να συνδέονται μεταξύ τους. Πολύ βολική πρόταση είναι τα smartwatches καθώς επίσης και τα ρούχα τα οποία ενσωματώνουν αισθητήρες πάνω τους (όπως στην περίπτωση του eCAALYX). Οι αισθητήρες παρακολούθησης θα συνδέονται με τη σειρά τους στις συσκευές δοσολογίας φαρμάκου (παράδειγμα τέτοιου είδους συσκευής είναι αυτή του ζαχαρώδη διαβήτη), από τις οποίες θα κρίνεται η ποσότητα και ο χρόνος χορήγησης. Άρα είναι κατανοητό ότι η φαρμακευτική χορηγία στον ασθενή γίνεται αυτόματα, ανάλογα τις συνθήκες που επικρατούν, στην εκάστοτε περίπτωση, στον οργανισμό του. Όλη η τεχνολογία προσαρτάτε με τέτοιο τρόπο που σκοπό έχει να προσομοιώσει την καλή λειτουργία του οργανισμού, ενός υγιούς ατόμου, στο να λαμβάνει αποφάσεις για εκκρίσεις ουσιών και καταπολέμηση βλαβερών οργανισμών.
- Το απομακρυσμένο κέντρο παρακολούθησης του ασθενή από εξειδικευμένο ιατρικό προσωπικό κλινικούς ειδικούς, το οποίο δέχεται το ιατροφαρμακευτικό ιστορικό και προβαίνει σε διάφορα συμπεράσματα, καθώς επίσης και σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης.

Όλα τα παραπάνω όμως δεν καθιστούν το πρόγραμμα HELP διαφορετικό από τα προαναφερθέντα προγράμματα. Αυτό που το κάνει να ξεχωρίζει είναι η υιοθέτηση των συσκευών φαρμακευτικής νοσηλίας.

Η αρχική μελέτη του προγράμματος, εκτός των άλλων, προτείνει ένα είδος εμφυτεύματος το οποίο θα παρέχει ελεγχόμενη ποσότητα φαρμάκου, εξαρτώμενη πάντα κυρίως από τη σωματική κατάσταση του ασθενούς. Το σύστημα HELP αποτελείται από φορητή υποδόρια αντλία, ενδοστοματικό φυσίγγιο που εισάγεται στο στόμα του ασθενούς, έναν φορητό αισθητήρα κίνησης, συσκευή αρτηριακής πίεσης και σύστημα ελέγχου που στέλνει συνεχώς δεδομένα, ελέγχει τον ασθενή και υπολογίζει τη σωστή ποσότητα παροχής φαρμάκου. [69]

5. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΙοΤ

5.1 Τι είναι τελικά το Internet of Things;

Το διαδίκτυο των πραγμάτων ή ίντερνετ των πραγμάτων, είναι το μέσω-δίκτυο επικοινωνίας συσκευών. Όταν λέμε συσκευές αναφερόμαστε σε οτιδήποτε κατέχει κάποιο ηλεκτρονικό στοιχείο ή έχει διαμορφωθεί έτσι, ούτως ώστε να ανήκει στο δίκτυο αυτό. Ένα πολύ απλό παράδειγμα είναι ο οικιακός φωτισμός, όπου πλέον με τις τεχνολογίες φωτισμού LED ενσωματώνονται και εξαρτήματα που προσδίδουν δυνατότητες ΙοΤ στο φωτισμού του σπιτιού μας. Ο χαρακτηρισμός "Things" (πράγματα) δεν έχει προσκολληθεί σε μια συγκεκριμένη σειρά προϊόντων, αλλά αναφέρεται σε μια τεράστια γκάμα πραγμάτων όπου πολλά από αυτά δεν έχουν τίποτα κοινό μεταξύ τους, όπως για παράδειγμα αυτοκίνητα και κλιματιστικά ή κάμερες και τηλεοράσεις. Βασικό χαρακτηριστικό όλων είναι η σύνδεση μεταξύ τους με απώτερο σκοπό την δυνατότητα του χρήστη να τα ελέγχει από έναν υπολογιστή ή κινητό. Ο τρόπος που συνδέονται οι συσκευές μπορεί να είναι τοπικός, όταν υπάρχει μεταξύ τους σύνδεση σε τοπικό επίπεδο, αλλά και στον παγκόσμιο ιστό, όταν έχουν τη δυνατότητα να συνδέονται στο διαδίκτυο.

5.1.1 Πολλές ερμηνείες με παρόμοια κατεύθυνση

[70],[71] Παρ'όλο που η τεχνολογία κάνει αισθητή την παρουσία της στην καθημερινότητά μας, εντούτοις, θα λέγαμε ότι δεν υπάρχει κάποιος γενικός ορισμός που να είναι αποδεκτός από την επιστημονική κοινότητα. Επιστημονικές δημοσιεύσεις, αλλά και συνέδρια δίνουν τη δική τους σημασία στο ΙοΤ από τις οποίες δεν θα μπορούσαμε να κατατάξουμε καμία ως πιο "σωστή" από την άλλη εξαιτίας της διευρυμένης φύσης και προσωπικότητας της τεχνολογίας. Κάποιες από τις πιο γνωστές ερμηνείες παρατίθενται παρακάτω.

1. Internet Architecture Board (IAB)/ Request for Comments: 7452/ Architectural Considerations in Smart Object Networking, March 2015[101]

Πρωτότυπο κείμενο: *«The term "Internet of Things" (IoT) denotes a trend where a large number of embedded devices employ communication services offered by Internet protocols. Many of these devices, often called "smart objects", are not directly operated by humans but exist as components in buildings or vehicles, or are spread out in the environment. Following the theme "Everything that can be*

connected will be connected", engineers and researchers designing smart object networks need to decide how to achieve this in practice.»

Μεταφρασμένη απόδοση: «Ο όρος "Διαδίκτυο των πραγμάτων" (IoT) υποδηλώνει μια τάση όπου ένας μεγάλος αριθμός ενσωματωμένων συσκευών χρησιμοποιεί υπηρεσίες επικοινωνίας που προσφέρονται από πρωτόκολλα διαδικτύου. Πολλές από αυτές τις συσκευές, συχνά αποκαλούμενες "έξυπνα αντικείμενα", δεν λειτουργούν άμεσα από τους ανθρώπους, αλλά υπάρχουν ως συστατικά σε κτίρια ή οχήματα ή απλωμένα στο περιβάλλον. Μετά το θέμα "Τα πάντα που μπορούν να συνδεθούν θα είναι συνδεδεμένα", μηχανικοί και ερευνητές που σχεδιάζουν δίκτυα έξυπνων αντικειμένων πρέπει να αποφασίσουν πώς να το επιτύχουν στην πράξη.»

II. Internet Engineering Task Force/Architectural Considerations in Smart Object Networking[102]

Αν και δεν υπάρχει συγκεκριμένη αναφορά στο Internet of Things, στο έγγραφο αναφέρονται τα έξυπνα αντικείμενα με τις ιδιότητές τους. Επίσης αναφέρονται επιγραμματικά περιπτώσεις έξυπνων αντικειμένων, τα οποία δεν εκπροσωπούν τη γενικότερη εικόνα της τεχνολογίας.

Πρωτότυπο κείμενο: *«There's many types of smart objects, so various answers might include:*

- A. It's very constrained in some way (cost, power, memory, bandwidth, etc.)*
- B. It interacts directly with physical world even when no user is around, and so potentially more dangerous*
- C. It's physically accessible by untrusted people and so may be more vulnerable*
- D. It's physically inaccessible by trusted people and has a long (5-40yr) lifespan»*

Μεταφρασμένη απόδοση: «Υπάρχουν πολλοί τύποι έξυπνων αντικειμένων, άρα ποικίλες απαντήσεις μπορεί να περιλαμβάνονται:

- A. Είναι πολύ περιορισμένα με κάποιο τρόπο (κόστος, ισχύ, μνήμη, εύρος ζώνης κ.λπ.)
- B. Απευθύνονται άμεσα στον φυσικό κόσμο ακόμα και όταν δεν υπάρχει χρήστης τριγύρω, άρα είναι δυνητικά πιο επικίνδυνα.
- Γ. Είναι φυσικά προσβάσιμα από όλους, οπότε μπορεί να είναι πιο ευάλωτα
- Δ. Είναι φυσικά απρόσιτα από αξιόπιστους ανθρώπους και έχουν διάρκεια ζωής 5-40 χρόνια.»

- III. International Telecommunication Union/ SERIES Y: GLOBAL INFORMATION INFRASTRUCTURE, INTERNET PROTOCOL ASPECTS AND NEXT-GENERATION NETWORKS/ Next Generation Networks – Frameworks and functional architecture models/ Overview of the Internet of things/ Recommendation ITU-T Y.2060, June 2012[103]

Πρωτότυπο κείμενο: «*The Internet of things (IoT) can be perceived as a far-reaching vision with technological and societal implications.*

From the perspective of technical standardization, the IoT can be viewed as a global infrastructure for the information society, enabling advanced services by interconnecting (physical and virtual) things based on existing and evolving interoperable information and communication technologies (ICT). Through the exploitation of identification, data capture, processing and communication capabilities, the IoT makes full use of "things" to offer services to all kinds of applications, whilst ensuring that security and privacy requirements are fulfilled.»

Μεταφρασμένη απόδοση: «Το Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) μπορεί να εκληφθεί ως ένα εκτεταμένο όραμα με τεχνολογικές και κοινωνικές επιπτώσεις. Από την οπτική της τεχνικής τυποποίησης, το IoT μπορεί να θεωρηθεί ως μια παγκόσμια υποδομή για την κοινωνία της πληροφορίας, επιτρέποντας την παροχή προηγμένων υπηρεσιών μέσω της διασύνδεσης (φυσικών και εικονικών) πραγμάτων με βάση τις υπάρχουσες και εξελισσόμενες δια-λειτουργικές τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών (ΤΠΕ).

Μέσω της αξιοποίησης των δυνατοτήτων αναγνώρισης, καταγραφής δεδομένων, επεξεργασίας και επικοινωνίας, το IoT χρησιμοποιεί πλήρως τα "πράγματα" για να προσφέρει υπηρεσίες σε κάθε είδους εφαρμογές, εξασφαλίζοντας παράλληλα τις απαιτήσεις ασφάλειας και προστασίας της ιδιωτικής ζωής.»

- IV. Οι ακόλουθοι ορισμοί παρατίθενται από έρευνα της **IEEE (Ινστιτούτο Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών)**, σε μια προσπάθεια συμπερίληψης όλων των εξηγήσεων και ορισμών από τους ειδικούς στο χώρο της επιστήμης και τεχνολογίας. Μια προσπάθεια της IEEE να δημιουργηθεί, όσο είναι δυνατόν, ένας κοινός ορισμός για το IoT.

IEEE Internet of Things/ Towards a definition of the Internet of Things (IoT)/ Revision 1 - Published 27 MAY 2015[70]

- **IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)**

«A network of items - each embedded with sensors - which are connected to the Internet.»

Μεταφρασμένη απόδοση: «Ένα δίκτυο αντικειμένων - το καθένα ενσωματωμένο με αισθητήρες - τα οποία είναι συνδεδεμένα στο Internet.»

- **ETSI (European Telecommunications Standards Institute)**

«Machine-to-Machine(M2M) communications is the communication between two or more entities that do not necessarily need any direct human intervention. M2M services intend to automate decision and communication processes.»

Μεταφρασμένη απόδοση: «Οι επικοινωνίες μηχανής προς μηχανή (M2M) είναι η επικοινωνία μεταξύ δύο ή περισσότερων οντοτήτων που δεν χρειάζονται απαραίτητα άμεση ανθρώπινη παρέμβαση. Οι υπηρεσίες M2M έχουν σκοπό να αυτοματοποιήσουν τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων και επικοινωνίας.»

- **NIST (National Institute of Standards and Technology)**

The Smart America/Global Cities Challenge (ομάδα από το NIST)

«Cyber-physical systems (CPS) - sometimes referred to as the Internet of Things (IoT) - involves connecting smart devices and systems in diverse sectors like transportation, energy, manufacturing and healthcare in fundamentally new ways. Smart Cities/Communities are increasingly adopting CPS/IoT technologies to enhance the efficiency and sustainability of their operation and improve the quality of life (NIST, “Global City Teams,” 2014).»

Μεταφρασμένη απόδοση: «Το Cyber-Physical Systems (CPS) - που μερικές φορές αναφέρεται ως Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) - περιλαμβάνει τη σύνδεση έξυπνων συσκευών και συστημάτων σε διάφορους τομείς, όπως η μεταφορά, η ενέργεια, η βιομηχανία και η υγειονομική περίθαλψη με θεμελιωδώς νέους τρόπους. Οι έξυπνες πόλεις / κοινότητες υιοθετούν όλο και περισσότερο τις τεχνολογίες CPS / IoT για να βελτιώσουν την αποδοτικότητα και τη βιωσιμότητα της λειτουργίας τους και να βελτιώσουν την ποιότητα ζωής.»

Blogger Chris Greer, a NIST senior executive for cyber-physical systems

«Cyber-physical systems, also called the Internet of Things, are the next big advance for our use of the web. They allow complex systems of feedback and control that can help a robot coordinate with a dog or human in a search-and-rescue operation or help health care providers evaluate the recovery of patients after they leave the hospital” (Greer, “Internet’s Next Big Idea,” 2014).»

Μεταφρασμένη απόδοση: «Τα συστήματα Cyber-Physics, που ονομάζονται επίσης Διαδίκτυο των Πραγμάτων, αποτελούν την επόμενη μεγάλη πρόοδο για τη χρήση του ιστού. Επιτρέπουν σύνθετα συστήματα ανατροφοδότησης και ελέγχου που μπορούν να βοηθήσουν ένα ρομπότ να συντονιστεί με έναν σκύλο ή έναν άνθρωπο σε μια αναζήτηση- τη διάσωση ή την παροχή βοήθειας στους παρόχους υπηρεσιών υγείας για να αξιολογήσουν την αποκατάσταση των ασθενών μετά την έξοδο από το νοσοκομείο.»

Πολλές επιπλέον ερμηνείες θα μπορούσαμε να συμπεριλάβουμε, όλες όμως συγκλίνουν κατά κάποιο τρόπο στην προσάρτηση υπολογιστικής ικανότητας, σε συσκευές που δεν θεωρούνται υπολογιστικά συστήματα, και στην μεταξύ τους επικοινωνία χρησιμοποιώντας τη διαδικτυακή ή άλλης μορφής σύνδεση.

Για τη συνέχιση της παρούσας πτυχιακής εργασίας, ο ορισμός που θα χρησιμοποιηθεί για το IoT είναι ο ακόλουθος:

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων είναι η μετατροπή καθημερινών συσκευών ("Πραγμάτων") σε έξυπνες υπολογιστικές και δια-λειτουργικές* συσκευές, με τη βοήθεια προσαρτώμενων ηλεκτρονικών κυκλωμάτων. Η ικανότητα των συσκευών αυτών είναι η μεταξύ τους επικοινωνία, η διασύνδεση στο διαδίκτυο, η μεταφορά και επεξεργασία πληροφοριών. Οι διάφορες διαδικασίες μπορούν να γίνονται έπειτα από εντολές του χρήστη ή να προγραμματιστούν μια φορά ούτως ώστε να εκτελούνται αυτοβούλως.

5.2 Μοντέλα επικοινωνίας IoT και τελικό συμπέρασμα

Πέραν από την τεχνολογία επικοινωνίας που χρησιμοποιείται μεταξύ των έξυπνων συσκευών (bluetooth, zigbee, wi-fi κτλ), έχουν οριστεί και κάποιες προδιαγραφές ή αλλιώς μοντέλα επικοινωνίας από το Internet Architecture Board (Συμβούλιο Αρχιτεκτονικής Διαδικτύου). Αυτά τα μοντέλα ορίζουν την αρχή επικοινωνίας των συσκευών μεταξύ τους, τη διαδικασία δηλαδή που θα ακολουθηθεί ούτως ώστε η πληροφορία, αλλά και οι ορισμένες διεργασίες ολοκληρωθούν. Τα μοντέλα επικοινωνίας διαιρούνται σε τέσσερις κατηγορίες οι οποίες θα αναλυθούν παρακάτω.

- **Device to Device**

Με αυτό το μοντέλο χαρακτηρίζεται η επικοινωνία μεταξύ δύο ή περισσότερων συσκευών μεταξύ τους, όπου δεν υπάρχει ενδιάμεσος κόμβος. Οι πληροφορίες αποστέλλονται κατευθείαν από τη μια συσκευή στην άλλη χρησιμοποιώντας πρωτόκολλα ασύρματης μεταφοράς δεδομένων. Αυτός ο τρόπος επικοινωνίας προτιμάτε σε συσκευές που αποστέλλουν μικρά πακέτα δεδομένων, αλλά και με χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση-απαίτηση. Οι συσκευές που μπορεί να το υποστηρίζουν είναι θερμοστάτες με θερμομαντικά σώματα, διακόπτες με φώτα και γενικότερα οικιακές εγκαταστάσεις αυτοματισμού. Από θέματα ασφάλειας, το πρωτόκολλο επικοινωνίας των συσκευών διαθέτει το δικό του σύστημα ασφάλειας των δεδομένων καθώς επίσης και επιπρόσθετες λειτουργίες από τους κατασκευαστές, που έχει ως αποτέλεσμα και τη μεταξύ τους συμβατότητα. Πολλές φορές προτιμάτε να προμηθεύεται κάποιος συσκευές της ίδιας οικογένειας και ως επέκταση του ίδιου κατασκευαστή, εξαιτίας ασυμβατότητας, σε άλλες περιπτώσεις. Αυτό ίσως είναι και το αρνητικό της υπόθεσης, λόγω περιορισμού επιλογής συσκευών ανάλογα με τις προτιμήσεις του χρήστη, αλλά συνήθως αυτό δεν είναι πρόβλημα, μιας και οι προτάσεις των εταιρειών προσφέρουν άψογη συνεργασία όταν ανήκουν στην ίδια οικογένεια. Τα κοινώς χρησιμοποιούμενα πρωτόκολλα είναι το ZigBee, Z-Wave και NFC[72],[73],[74].

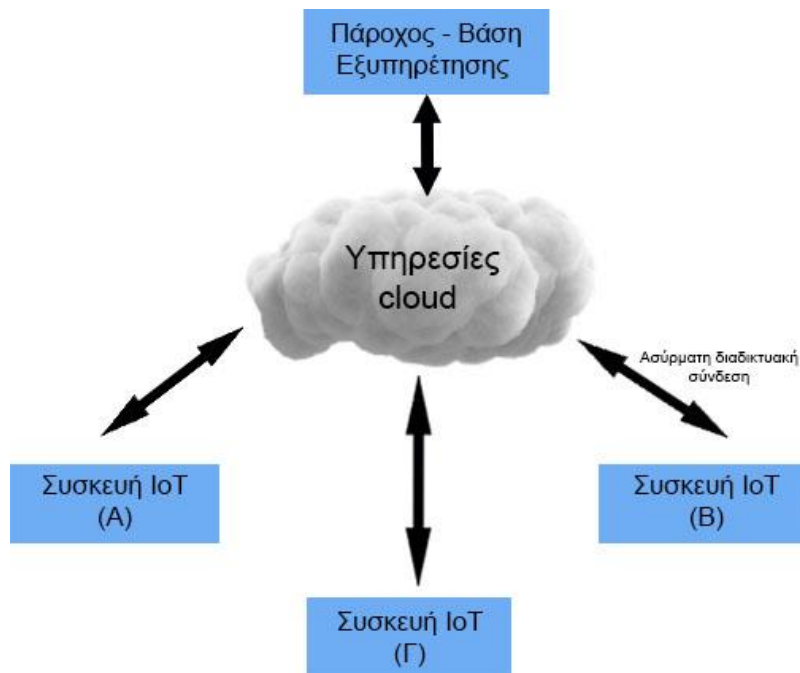


Εικόνα 18: Μοντέλο επικοινωνίας Device to Device

- **Device to Cloud**

Αυτό το μοντέλο επικοινωνίας υποστηρίζει τη σύνδεση συσκευών IoT με υπηρεσίες cloud (σύννεφο). Το cloud επιτρέπει σε μια συσκευή να στέλνει και να λαμβάνει δεδομένα από απομακρυσμένες περιοχές που επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω του διαδικτύου. Για να είμαστε πιο συγκεκριμένοι, θα λέγαμε ότι το cloud είναι ένα διαδικτυακό μοντέλο αποθήκευσης δεδομένων, όπου μπορείς να έχεις πρόσβαση από οπουδήποτε, διατηρώντας πάντα μια διαδικτυακή σύνδεση. Χρησιμοποιώντας αυτό το μοντέλο επικοινωνίας δημιουργείται μια συνεχόμενη σύνδεση μεταξύ των συσκευών, αλλά και του κατασκευαστή. Οι συσκευές συλλέγουν δεδομένα τα οποία στέλνουν στο cloud και η εταιρεία έχει τη δυνατότητα να τα συλλέξει για να τα επεξεργαστεί. Η συλλογή αυτών των πληροφοριών έχει ως αποτέλεσμα οι εταιρείες να "γνωρίζουν" συνήθειες, προτιμήσεις και άλλες πληροφορίες των καταναλωτών και αυτό τους δίνει τη δυνατότητα να τροποποιούν τα προϊόντα και τις υπηρεσίες τους κατά το δοκούν (στοχευόμενες διαφημίσεις, προσωποποιημένα προϊόντα κτλ). Βέβαια σημαντικό είναι να αναφέρουμε πως αυτές οι πληροφορίες υπόκεινται στα προσωπικά δεδομένα του χρήστη και το 2018 το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης φρόντισε να υποχρεώσει όλες τις εταιρείες να αναδημοσιεύσουν το *Γενικό Κανονισμό για την Προστασία των Δεδομένων (GDPR)* σε όλους τους χρήστες και καταναλωτές. Από την άλλη μεριά όμως, το να συνδέεται μια συσκευή στο cloud έχει πολλά θετικά στοιχεία. Η υποστήριξη είναι άμεση με αναβαθμίσεις λογισμικού, έλεγχο σωστής λειτουργίας κατευθείαν από τον κατασκευαστή, φωνητικές εντολές, αλλά και εξιδανικευμένη και προσωπική χρήση της συσκευής ανάλογα με τις ανάγκες του χρήστη.

Αν και ζούμε στην εποχή όπου όλα αρχίζουν να ενοποιούνται σε κοινές βάσεις δεδομένων, στην προκειμένη περίπτωση αυτό μπορεί να μην ισχύει στον απαιτούμενο βαθμό. Για παράδειγμα, όταν κάποιος αποφασίζει να προμηθευτεί συσκευές IoT που θα χρησιμοποιούν το cloud, θα είναι αυτομάτως υποχρεωμένος να χρησιμοποιήσει τις cloud υπηρεσίες που θα του παρέχει ο κατασκευαστής. Πλέον πολλές εταιρείες διαθέτουν δική τους βάση στο σύννεφο ή συνεργάζονται με τους ηγέτες του χώρου, όπως Microsoft, Google, Amazon κτλ. Αμέσως λοιπόν έχουμε να κάνουμε με το φαινόμενο *vendor lock-in* (κλείδωμα προμηθευτών), το οποίο μπορεί να μην ισχύει σε πολλές περιπτώσεις, δεν παύει όμως να αποτελεί ένα εμπόδιο στη γενικότερη ενσωμάτωση συσκευών διαφορετικού προμηθευτή. Για τις συσκευές που είναι από τον ίδιο κατασκευαστή και χρησιμοποιούν τις δικές του υπηρεσίες η λειτουργία, αλλά και η επικοινωνία τους θα είναι άψογη[72],[73],[74].



Εικόνα 19: Μοντέλο επικοινωνίας Device to Cloud

- **Device to Gateway**

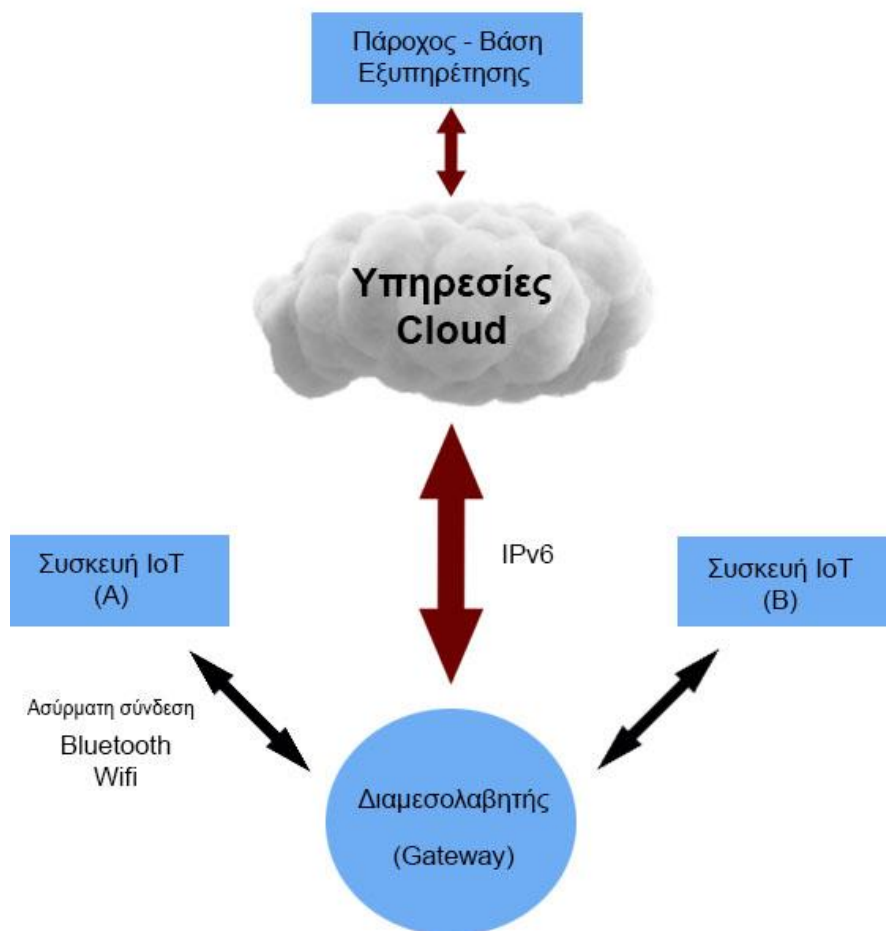
Η λογική πίσω από το συγκεκριμένο μοντέλο επικοινωνίας είναι αυτή τη χρήσης διαμεσολαβητή για να επιτευχθεί επικοινωνία μεταξύ cloud και IoT συσκευών. Αυτή η μέθοδος έρχεται σε αντίθεση με την Device to Cloud και η μεγάλη τους διαφορά είναι πως στην προκειμένη περίπτωση τα δεδομένα είναι ελεύθερα προς ανάγνωση από το χρήστη και δεν αποστέλλονται αυτομάτως στο σύννεφο. Με απλά λόγια, μια ή και περισσότερες συσκευές IoT είναι εγκατεστημένες σε ένα συγκεκριμένο χώρο με την προϋπόθεση να εκτελέσουν ένα συγκεκριμένο έργο. Για παράδειγμα αυτές οι συσκευές αναλαμβάνουν να κάνουν μετρήσεις οξυγόνου, καρδιακών παλμών κτλ. και εν συνεχεία θα πρέπει να σταλούν οι μετρήσεις σε μια βάση δεδομένων για ανάλυση και δημιουργία συμπεράσματος. Οι συσκευές IoT δεν είναι συνδεδεμένες με κάποιο ασύρματο τρόπο στο διαδίκτυο και για το λόγο αυτό θα χρησιμοποιηθεί ένα κινητό smartphone όπου διαμέσω της αντίστοιχης εφαρμογής θα συλλέξει τα στοιχεία και θα τα αποστείλει στο cloud. Το παραπάνω είναι ένα απλό παράδειγμα όπου οι συσκευές IoT χρησιμοποιούν κάποιο μεσάζοντα (smartphone - app) για να μπορέσουν να γεφυρώσουν την επικοινωνία των IoT με το cloud.

Το μοντέλο device to Gateway χρησιμοποιείται ευρέως εδώ και αρκετά χρόνια στην καθημερινότητά μας με τις συσκευές που παρακολουθούν την υγεία μας και την καθημερινή μας εκγύμναση, τα λεγόμενα health trackers. Αυτές οι συσκευές είναι στη μορφή κοινού ρολογιού, όπου συλλέγουν πληροφορίες από την καθημερινότητά μας, σχετικές πάντα με τον τομέα της υγείας.

Επειδή δεν έχουν την ικανότητα να επικοινωνήσουν με το σύννεφο, συνδέονται μέσω bluetooth με το smartphone σε μια εφαρμογή σχεδιασμένη αποκλειστικά για αυτό.

Η εφαρμογή κατατάσσει τα δεδομένα ανά κατηγορία τομέα (καρδιακοί παλμοί, οξυγόνο στο αίμα, ώρες εκγύμνασης κλπ) ούτως ώστε να είμαστε να δέση να τα μελετήσουμε ως απλοί χρήστες. Στη συνέχεια η εφαρμογή αυτή αποστέλλει τα απαιτούμενα δεδομένα στον αντίστοιχο cloud server. Αυτή η υπηρεσία είναι ίσως και η πιο σημαντική επέκταση του IoT σε απόσταση πέρα από την οικία του χρήστη, αλλά και πιο σημαντικά χωρίς γεωγραφικό περιορισμό.

Δίνεται η δυνατότητα απομακρυσμένου ελέγχου των συσκευών που υποστηρίζουν το μοντέλο πριν ακόμα ο χρήστης εισέλθει στο σπίτι του. Για παράδειγμα, καθώς ο χρήστης είναι εκτός οικίας επιθυμεί όταν επιστρέψει να υπάρχει ζεστό νερό και η διαδικασία είναι πολύ απλή, αν είναι κάτοχος έξυπνης συσκευής με σύνδεση στο διαδίκτυο. Με πολύ απλά βήματα και κυρίως εκκινώντας την απαιτούμενη εφαρμογή, μπορεί να δώσει εντολή στο θερμοσίφωνα, όπου και αυτός είναι συνδεδεμένος στο διαδίκτυο, να υπάρχει την απαιτούμενη ώρα ζεστό νερό. Οι πληροφορίες από την εφαρμογή αποστέλλονται στο σύννεφο και στη συνέχεια στη συσκευή IoT, όπου στην προκειμένη περίπτωση είναι ο θερμοσίφωνας[72],[73],[74].



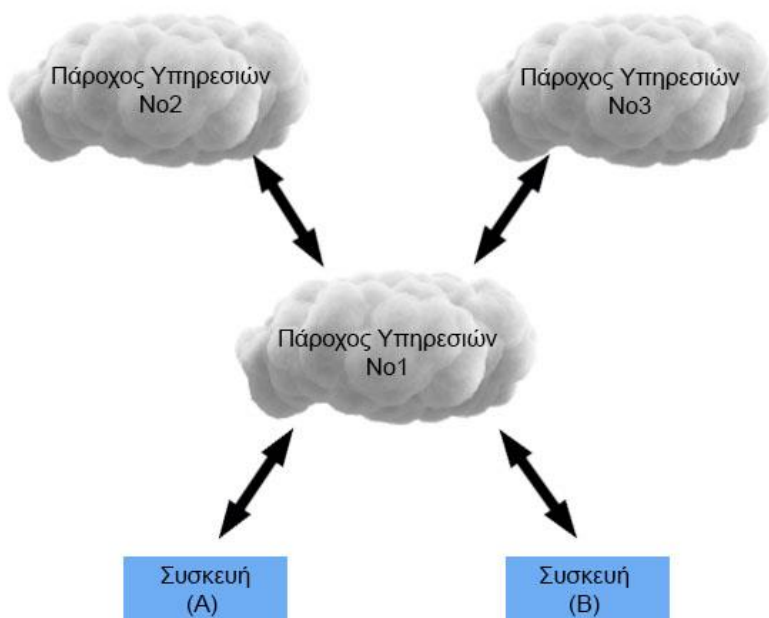
Εικόνα 20: Μοντέλο επικοινωνίας Device to Gateway

- **Back-End Data Sharing**

Αυτό το μοντέλο επικοινωνίας είναι ίσως η πιο εξελιγμένη υλοποίηση στον τομέα της επικοινωνίας και διαχείρισης IoT συσκευών. Κοινός παράγοντας και εδώ είναι η επικοινωνία των IoT συσκευών με το cloud και τον χρήστη, μια μεγάλη διαφορά το κάνει όμως να ξεχωρίζει. Αν και τα δεδομένα των έξυπνων συσκευών είναι γενικότερα κλειστού τύπου, που σημαίνει ότι δεν υπάρχει η δυνατότητα επεξεργασίας ή μελέτης από τρίτους, αντιθέτως στο μοντέλο αυτό γίνεται μια προσπάθεια τα δεδομένα και οι πληροφορίες που παράγονται να είναι ελεύθερες προς όλους. Τίθενται δηλαδή η ανάγκη δημιουργίας ενός ενιαίου χώρου αποθήκευσης πληροφοριών, όπου ο χρήστης θα έχει τη δυνατότητα να εξάγει δεδομένα "τρίτων" και να τα συγκρίνει με τα δικά του.

Το μοντέλο αυτό εκτός από την "open-source" ιδεολογία σχετικά με την μελέτη όλων των διαθέσιμων δεδομένων των χρηστών, διευκολύνει και την μετακίνηση του προσωπικού προφίλ του χρήστη σε διάφορες πλατφόρμες IoT χωρίς κανένα πρόβλημα. Έχουμε δηλαδή και τη διευκόλυνση της φορητότητας των δεδομένων που σε περίπτωση αλλαγής συσκευών, πλατφόρμας ή παρόχου από τον χρήστη, τα δεδομένα του να παραμένουν ανέπαφα και έτοιμα προς χρήση.

Μια πολύ σημαντική αλλαγή που υφίσταται σε αυτό το μοντέλο είναι πως πέραν από την πρόσβαση του κάθε χρήστη στα ατομικά του δεδομένα, διευκολύνεται και η πρόσβαση στα δεδομένα και τις πληροφορίες άλλων χρηστών, και γενικεύοντας την εικόνα θα λέγαμε πως διευκολύνεται σημαντικά η πρόσβαση των εταιριών στα προσωπικά μας δεδομένα. Η στροφή αυτή θα επιτρέψει τις εταιρίες να διαχειρίζονται προσωπικά δεδομένα και να δημιουργούν εξατομικευμένες καταναλωτικές ανάγκες[72],[73],[74].



Εικόνα 21: Μοντέλο επικοινωνίας Back-End Data Sharing

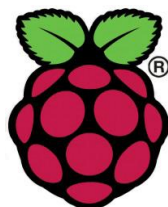
Συμπέρασμα

Παρατηρώντας τα τέσσερα μοντέλα επικοινωνίας βλέπουμε την εξελικτική πορεία που ακολουθείτε από το Device to Device μέχρι και το Back-End Data Sharing. Η προσθήκη νέων δυνατοτήτων με σκοπό να εξατομικεύουν και να δημιουργούν ένα περιβάλλον όπου οι έξυπνες συσκευές θα μπορούν να επικοινωνούν και να διαχειρίζονται από τους χρήστες με πιο εύκολο τρόπο. Επίσης, γίνεται αντιληπτή και η στρατηγική που ακολουθείται και είναι ο κοινός στόχος όλης της κοινότητας του IoT για το σύγχρονο μέλλον της τεχνολογίας. Αν και η ιδεολογία πίσω από την αποθήκευση και διαχείριση των δεδομένων που συλλέγονται από τις έξυπνες συσκευές είναι κατά κόρων κλειστή, εξαιτίας της φύσης των δεδομένων που υπόκεινται στη σφαίρα των προσωπικών πληροφοριών, αντ' αυτού βλέπουμε πως η σφαίρα αυτή ανοίγει σε πολλά σημεία επιτρέποντας τα δεδομένα μας να είναι ανοιχτά προς φορείς και υπηρεσίες. Δημιουργούνται τομείς όπου αναλύουν τα δεδομένα αυτά και βγάζουν συμπεράσματα για τον πληθυσμό που χρησιμοποιεί το IoT. Στον αντίποδα βέβαια, αποθηκεύοντας όλα αυτά τα δεδομένα σε κοινό χώρο προσβάσιμο από όλους δίνεται η δυνατότητα διεύρυνσης και εύκολης δια-λειτουργικότητας της τεχνολογίας με την προϋπόθεση μια μέρα να φτάσουμε στο σημείο όπου όλα θα επικοινωνούν μεταξύ τους χωρίς να χρειάζεται να προέρχονται από τον ίδιο κατασκευαστή ή να έχουμε υπηρεσίες cloud από τον ίδιο πάροχο.

Εν κατακλείδι, μπορούμε με σιγουριά να αναφέρουμε ότι η τεχνολογία, τουλάχιστον στο κομμάτι της επικοινωνίας, τείνει να μετατραπεί σε ανοιχτό πρότυπο πληροφοριών και δεδομένων. Υπηρεσίες και καινούριες δυνατότητες δύνανται να εμφανιστούν με τη δικαιολογία ότι κάνουν τη χρήση των έξυπνων συσκευών ακόμα πιο έξυπνη ακολουθούμενες όμως από ένα μεγάλο τίμημα που καλείται να αποδώσει ο τελικός χρήστης, και δεν είναι άλλο από την παραίτηση του δικαιώματος να διατηρεί κρυφά τα προσωπικά του δεδομένα.

5.3 Διείσδυση στο εσωτερικό της τεχνολογίας

Σε αυτή την ενότητα θα προσπαθήσουμε να εξερευνήσουμε τον εσωτερικό κόσμο της αρχιτεκτονικής αυτών των συσκευών, έτσι ώστε να είμαστε σε θέση να κατανοήσουμε την πολυπλοκότητα της νέας αυτής τεχνολογίας και επιπλέον την καταναλωτική αξία που κατέχει. Συνήθως όταν αποφασίσουμε να χρησιμοποιήσουμε συσκευές IoT καταφεύγουμε σε ολοκληρωμένες λύσεις κατασκευαστών για να επιτύχουμε τη μέγιστη αποδοτικότητα και την καλύτερη επικοινωνία. Μας δίνεται όμως και η δυνατότητα να δημιουργήσουμε δικές μας υλοποιήσεις εκμεταλλευόμενοι συσκευές και πλατφόρμες που προσφέρουν μια τεράστια γκάμα υλοποιήσεων. Ενδεικτικά παραδείγματα είναι τα Raspberry Pi, Arduino, enControl, SimpleLink.



Εικόνα 22: Raspberry logo

5.3.1 Raspberry Pi

I. Τι είναι το Raspberry Pi;

Το Ίδρυμα Raspberry Pi είναι μια φιλανθρωπική οργάνωση με έδρα το Ηνωμένο Βασίλειο που εργάζεται για να θέσει τη δύναμη της ψηφιακής λήψης στα χέρια ανθρώπων σε όλο τον κόσμο, ώστε να είναι σε θέση να κατανοήσουν και να διαμορφώσουν τον ολοένα αυξανόμενο ψηφιακό μας κόσμο, ικανό να λύσει τα προβλήματα που έχουν σημασία για αυτούς, και εξοπλισμένα για τις μελλοντικές εργασίες.







Παρέχουν υπολογιστές χαμηλού κόστους, υψηλής απόδοσης που χρησιμοποιούν οι άνθρωποι για να μάθουν, να λύσουν προβλήματα και να διασκεδάσουν. Παρέχουν ενημέρωση και εκπαίδευση για να βοηθήσουν περισσότερους να έχουν πρόσβαση στην πληροφορική και στην ψηφιακή παραγωγή. Επίσης, αναπτύσσουν ελεύθερους πόρους για να βοηθήσουν τους χρήστες να μάθουν για την χρήση υπολογιστή και πώς να κάνουν πράγματα με τους υπολογιστές, και να εκπαιδεύσουν εκπαιδευτικούς που μπορούν να καθοδηγήσουν τους άλλους ανθρώπους να μάθουν.

Η πρώτη υλοποίηση χρονολογείται στο 2006 όπου χρησιμοποιήθηκε ένας μικροεπεξεργαστής Atmel ATmega644 στα 22.1MHz και μνήμη 512K SRAM. Η υλοποίηση αυτή ήταν ικανή να προσφέρει εικόνα ανάλυσης 320×240. [75]

II. Hardware και εμπορικές επιλογές

Στη συνέχεια η τεχνολογία εξελίσσεται μέχρι και σήμερα, για να προσφέρει μια ευρεία γκάμα επιλογών(οι πληροφορίες των προϊόντων προέρχονται από τους επίσημους μεταπωλητές της εταιρίας). [76]

- Το πιο απλό και οικονομικό μοντέλο είναι το **Raspberry Pi Zero** όπου ενσωματώνει: **επεξεργαστή BCM2835 υπερχρονισμένο στο 1Ghz , μνήμη RAM 512MB, διαστάσεις: 65mm x 30mm x 5mm , 40pin GPIO , Stream and watch Hi-definition video output at 1080P , θύρα για μνήμη Micro SD , Mini-HDMI , Micro-USB OTG , Micro-USB για τροφοδοσία (5V-1.8A) , Micro-CSI Camera Port**[76]
- Το πιο εξελιγμένο μοντέλο ακούει στο όνομα **Raspberry Pi 3 Model B+** όπου ενσωματώνει: **επεξεργαστή Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 64-bit SoC στα 1.4GHz , μνήμη RAM 1GB LPDDR2 SDRAM , 2.4GHz και 5GHz IEEE 802.11.b/g/n/ac wireless LAN, Bluetooth 4.2, BLE Gigabit Ethernet over USB 2.0 (μέγιστη μετάδοση 300Mbps) , 4 × USB 2.0 θύρες , 1 × HDMI , MIPI DSI display port , MIPI CSI camera port , 4 pole στερεοφωνική έξοδο και σύνθετη θύρα βίντεο, τροφοδοσία 5V/2.5A DC via micro USB connector , 5V DC via GPIO header , Power over Ethernet**[76]

			
<p>RASPBERRY PI 3 MODEL B+</p> <p>The latest revision of our third-generation single-board computer</p>	<p>RASPBERRY PI 3 MODEL B</p> <p>Our third-generation single-board computer</p>	<p>RASPBERRY PI 2 MODEL B</p> <p>The Raspberry Pi 2 Model B is the second-generation Raspberry Pi</p>	<p>RASPBERRY PI 1 MODEL B+</p> <p>The Model B+ is the final revision of the original Raspberry Pi</p>
			<p>Στην πιο “μεγάλη” υλοποίηση (RASPBERRY PI 3 MODEL B+)</p>  <p>Από την πιο “μικρή” υλοποίηση (RASPBERRY PI ZERO)</p>
<p>RASPBERRY PI 1 MODEL A+</p> <p>The Model A+ is the low-cost variant of the Raspberry Pi</p>	<p>RASPBERRY PI ZERO W</p> <p>Single-board computer with wireless and Bluetooth connectivity</p>	<p>RASPBERRY PI ZERO</p> <p>Our lowest-cost single-board computer</p>	

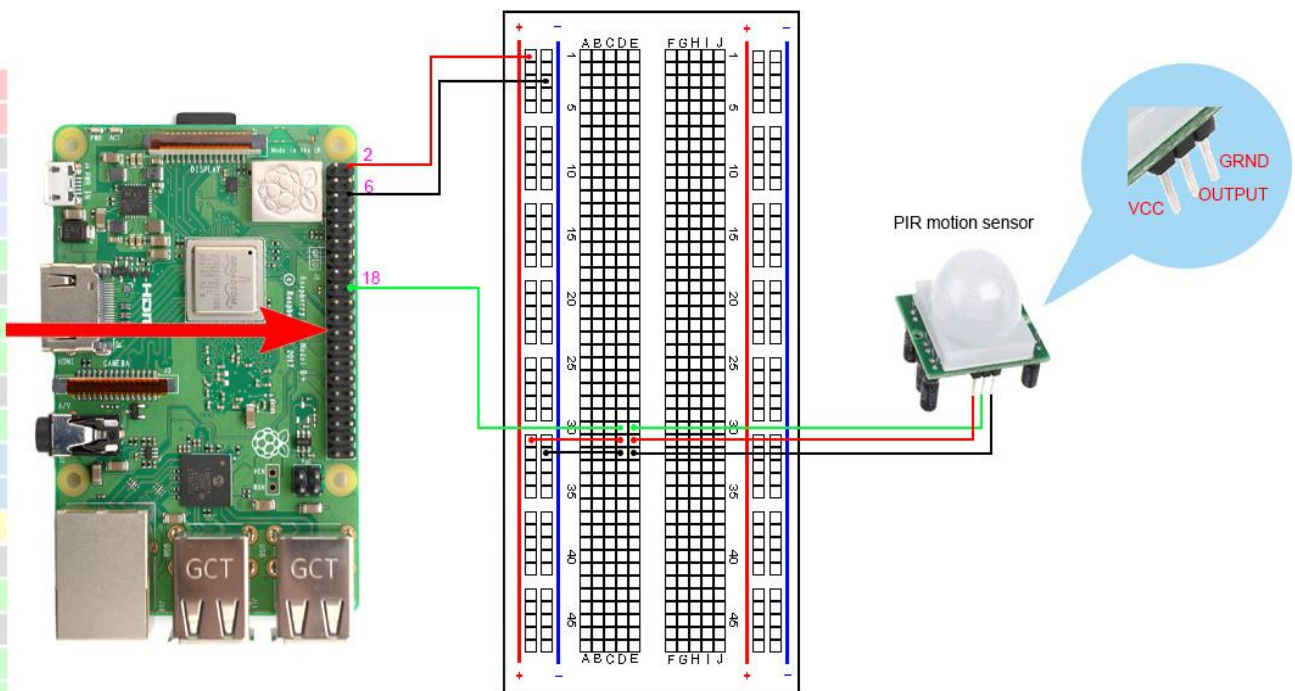
Εικόνα 23: Όλα τα διαθέσιμα μοντέλα Raspberry Pi[75]

III. Παράδειγμα IoT υλοποίησης με Raspberry Pi

Στο παρακάτω παράδειγμα απεικονίζεται μια απλή υλοποίηση με raspberry pi και PIR αισθητήρα κίνησης. Η κατασκευή μπορεί να εμπλουτιστεί με μια πληθώρα αισθητήρων όπως θερμοκρασίας, υγρασίας κάμερες κτλ. ,σημασία έχει σε τι επίπεδο θέλουμε να κινηθούμε, αλλά και ποιές είναι οι ανάγκες μας. Το κομμάτι της σύνδεσης δεν είναι το τελικό στάδιο μιας και για να εκτελέσουμε την οποιαδήποτε εργασία σημαντικό είναι να ασχοληθούμε και με το software που απαιτείται. Το Raspberry απαρτίζεται από μια τεράστια κοινότητα χρηστών οι οποίοι εφοδιάζουν τη βάση δεδομένων με διάφορες πλατφόρμες και λειτουργικά τα οποία είναι χρήσιμα σε διάφορα και διαφορετικά σενάρια. Σε τέτοιου είδους εφαρμογές συνετό είναι να χρησιμοποιηθεί το λειτουργικό σύστημα Raspbian μιας και δίνει τη δυνατότητα προεγκατεστημένων προγραμμάτων όπως Python, Scratch, Sonic Pi, Java και πολλά ακόμα που θα χρησιμοποιηθούν για τη συγγραφή κώδικα για τη λειτουργία του αισθητήρα, την αποθήκευση των δεδομένων σε server και την αποστολή σε cloud. Επίσης εφικτή είναι η κατασκευή κάποιας εφαρμογής για το κινητό (app) ούτως ώστε να υπάρχει απομακρυσμένος έλεγχος και ζωντανή απεικόνιση πληροφοριών όλο το εικοσιτετράωρο.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Η χρήση του Breadboard δεν είναι αναγκαία. Συμπεριλήφθη χάριν ευκολίας στη συνδεσμολογία, αλλά και για εύκολη προσάρτηση επιπλέον αισθητήρων στο μέλλον.

3V3 Power	1	2	5V Power
GPIO2 SDATA1 I/O	3	4	5V Power
GPIO3 SCL1 I/O	5	6	Ground
GPIO4	7	8	GPIO14 UARTS_TXD
Ground	9	10	GPIO15 UARTS_RXD
GPIO17	11	12	GPIO18 PCM_CLK
GPIO27	13	14	Ground
GPIO22	15	16	GPIO23
3V3 Power	17	18	GPIO24
GPIO10 SPI0_MOSI	19	20	Ground
GPIO9 SPI0_MISO	21	22	GPIO25
GPIO11 SPI0_SCLK	23	24	GPIO8 SPI0_CEO_N
Ground	25	26	GPIO7 SPI0_CET1_N
ID_30 I2C ID EEPROM4	27	28	ID_3C I2C ID EEPROM8
GPIO5	29	30	Ground
GPIO6	31	32	GPIO12
GPIO13	33	34	Ground
GPIO19	35	36	GPIO16
GPIO26	37	38	GPIO20
Ground	39	40	GPIO21



Εικόνα 24: Raspberry Pi διάγραμμα 40 General Purpose Input/Output[77]

Εικόνα 25: Raspberry Pi 3 Model B+ σε συνδεσμολογία με αισθητήρα κίνησης PIR



Εικόνα 26: Arduino logo

5.3.2 Arduino

I. Τι είναι το Arduino;

Το 2005 έγινε η πρώτη απόπειρα προκειμένου να φτιαχτεί μία συσκευή για τον έλεγχο προγραμμάτων και διαδραστικών σχεδίων από μαθητές, η οποία θα ήταν πιο φθηνή από άλλα πρωτότυπα συστήματα διαθέσιμα εκείνη την περίοδο. Οι ιδρυτές Massimo Banzi και David Cueartielles έδωσαν το όνομα Arduino από τον Arduino d'Inrea (Ιταλός ευγενής από το Μαργκράβο της Ιβρίας και βασιλιάς το 1002–1014) και ξεκίνησαν να παράγουν πλακέτες σε ένα μικρό εργοστάσιο στην Ιβρέα, κωμόπολη της επαρχίας Τορίνο στην περιοχή Πεδεμόντιο της βορειοδυτικής Ιταλίας - την ίδια περιοχή στην οποία στεγαζόταν η εταιρία υπολογιστών Olivetti[78].

Το Arduino είναι ένας μικροελεγκτής μονής πλακέτας, δηλαδή μια απλή μητρική πλακέτα ανοικτού κώδικα με ενσωματωμένο μικροελεγκτή και εισόδους/εξόδους. Μπορεί να προγραμματιστεί χρησιμοποιώντας μια παραλλαγή της γλώσσας C++, ονόματι Wiring. Με τη βοήθεια του Arduino είναι εύκολο να δημιουργηθούν ανεξάρτητες κατασκευές ή να ελέγχονται από ηλεκτρονικούς υπολογιστές και κινητά με τη βοήθεια ειδικών προγραμμάτων. Η κοινότητα του Arduino είναι τεράστια με συνεχή εμπλουτισμό της βάσης δεδομένων με νέα projects και κατευθυντήριους οδηγούς συναρμολόγησης και λειτουργίας.

Το πρόγραμμα Arduino έλαβε τιμητική μνεία στην κατηγορία Digital Communities στο *Prix Ars Electronica* το 2006[78].

Μία πλακέτα Arduino αποτελείται από ένα μικροελεγκτή Atmel AVR και συμπληρωματικά εξαρτήματα για την διευκόλυνση του χρήστη στον προγραμματισμό και την ενσωμάτωσή του σε άλλα κυκλώματα. Όλες οι πλακέτες περιλαμβάνουν ένα γραμμικό ρυθμιστή τάσης 5V και έναν κρυσταλλικό ταλαντωτή 16MHz. Ο μικροελεγκτής είναι από κατασκευής προγραμματισμένος με ένα bootloader, έτσι ώστε να μην χρειάζεται εξωτερικός προγραμματιστής. Πολύ σημαντική προσθήκη είναι τα *Shields*, που είναι εξαρτήματα (πλακέτες) τα οποία μπορούν να "κουμπώσουν" στο Arduino και να του προσδώσουν επιπλέον χαρακτηριστικά[78].

II. Hardware και εμπορικές επιλογές

Όπως και με το Raspberry Pi, έτσι κι εδώ δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να επιλέξει μέσα από μια μεγάλη γκάμα προϊόντων. Εξαιτίας της πολυ-λειτουργικότητάς τους, η κατασκευάστρια εταιρία έχει χωρίσει τα προϊόντα της ανα κατηγορίες εφαρμογών. Αυτές οι κατηγορίες είναι οι ακόλουθες:

ENTRY LEVEL , ENHANCED FEATURES , INTERNET OF THINGS , EDUCATION , WEARABLE

Internet of Things

Make connected devices easily with one of these IoT products and open your creativity with the opportunities of the world wide web.



* Κάποιες από τις υλοποιήσεις ενδέχεται να τροποποιηθούν ή να αποσυρθούν, ανάλογα με τις ανάγκες του κατασκευαστή

Εικόνα 27: Υλοποιήσεις του Arduino για εργασίες σε IoT[79]

Κάποια ενδεικτικά μοντέλα από την κατηγορία του Internet of Things είναι τα ακόλουθα (οι πληροφορίες των προϊόντων προέρχονται από την επίσημη ιστοσελίδα της εταιρίας):

- **Arduino Industrial 101:**

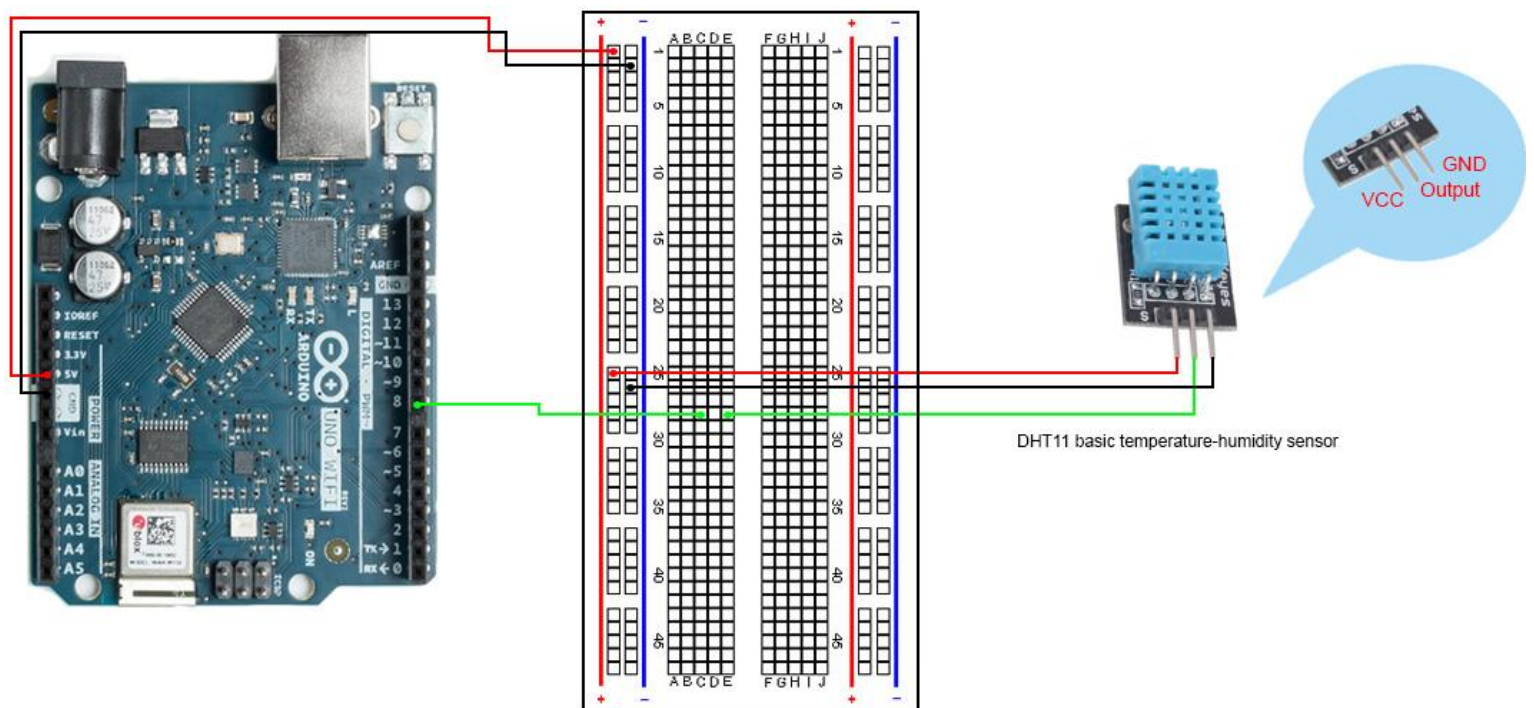
Processor	Atheros AR9331
Architecture	MIPS
Operating Voltage	3.3V
Flash Memory	16 MB
RAM	64 MB DDR2
Clock Speed	400 MHz
WiFi	802.11 b/g/n 2.4 GHz
Ethernet	802.3 10/100 Mbit/s (Exported on headers)
USB	2.0 Host (Exported on headers)
Microcontroller	ATmega32u4
Architecture	AVR
Operating Voltage	5V
SRAM	2.5 KB
Clock Speed	16 MHz
Analog I/O Pins	12 (4 exported on header)
EEPROM	1 KB
DC Current per I/O Pins	40 mA
Input Voltage	5 V
Digital I/O Pins	20 (7 exported on header)
PWM Output	7 (2 exported on header)
Power Consumption	130 mA
PCB Size	42 x 51 mm
GPIO	3 Exported on headers
DogOLED Support	1 Exported on headers

- **Arduino MKR WAN 1300**

Microcontroller	SAMD21 Cortex-M0+ 32bit low power ARM MCU
Board Power Supply (USB/VIN)	5V
Supported Batteries	2x AA or AAA
Circuit Operating Voltage	3.3V
Digital I/O Pins	8
PWM Pins	12 (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, A3 - or 18 -, A4 - or 19)
UART	1
SPI	1
I2C	1
Analog Input Pins	7 (ADC 8/10/12 bit)
Analog Output Pins	1 (DAC 10 bit)
External Interrupts	8 (0, 1, 4, 5, 6, 7, 8, A1 -or 16-, A2 -or 17)
DC Current per I/O Pin	7 mA
Flash Memory	256 KB
SRAM	32 KB
EEPROM	no
Clock Speed	32.768 kHz (RTC), 48 MHz
LED_BUILTIN	6
Full-Speed USB Device and embedded Host	
Antenna power	2dB
Carrier frequency	433/868/915 MHz

III. Παράδειγμα IoT υλοποίησης με Arduino

Όπως συνέβη και στο παράδειγμα με το Raspberry, έτσι κι εδώ έχουμε υλοποιήσει ένα κύκλωμα εποπτείας θερμοκρασίας και υγρασίας, για την κατασκευή του οποίου χρησιμοποιήθηκε το Arduino UNO WiFi και ένας αισθητήρας DHT11 basic temperature-humidity. Και εδώ να τονίσουμε ότι η χρήση breadboard δεν είναι αναγκαία. Η χρήση του συγκεκριμένου Arduino είναι πολύ βολική διότι μας επιτρέπει την άμεση ασύρματη επικοινωνία με τα κατάλληλα εργαλεία, ούτως ώστε να μεταφέρουμε και να αποθηκεύσουμε τα δεδομένα μας. Επίσης, η εν λόγω υλοποίηση επιτρέπει χειρισμό από απόσταση είτε μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή, είτε εφαρμογής κινητού, tablet κτλ.

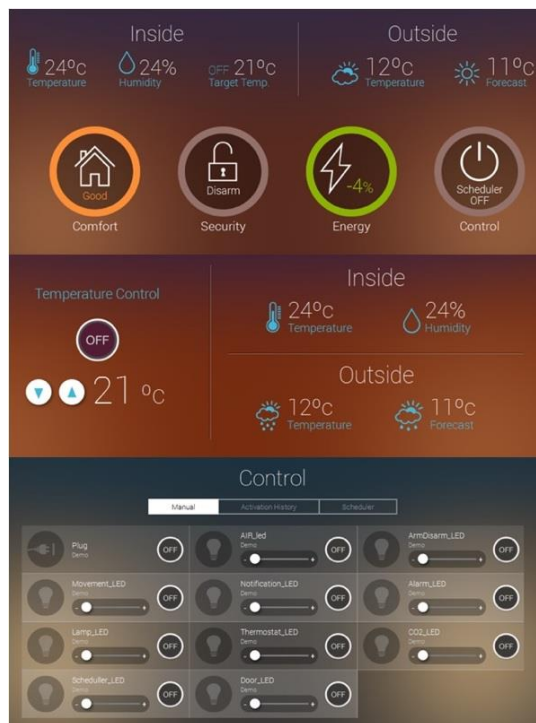


Εικόνα 28: Arduino UNO wifi σε συνδεσμολογία με αισθητήρα υγρασίας-θερμοκρασίας

5.3.3 enControl, SimpleLink-SensorTag

I. Encontrol

Η πρόταση της enControl προσανατολίζεται στον οικιακό αυτοματισμό και κυρίως στη δημιουργία και απομακρυσμένη λειτουργία έξυπνων συσκευών. Με τις υλοποιήσεις αυτές ο χρήστης μπορεί να αποκτήσει μια ολοκληρωμένη λύση που επιθυμεί με το πακέτο να περιλαμβάνει τις υποστηριζόμενες συσκευές, καθώς επίσης και το απαραίτητο λογισμικό χειρισμού. Το κύριο συστατικό που καθορίζει την ανάπτυξη IoT συσκευών για το σπίτι είναι η εφαρμογή που προκύπτει για τον απομακρυσμένο έλεγχο αυτών των συσκευών. [81]



Εικόνα 29: Εφαρμογή ελέγχου IoT συσκευών enControl[80]

Ενδεικτικά κάποιες από τις διεργασίες που προσφέρει η εφαρμογή είναι οι ακόλουθες:

SMOKE DETECTION: Αποστολή γραπτού μηνύματος σε περίπτωση που παρατηρηθεί εκδήλωση καπνού.

LOCKS: Απομακρυσμένος έλεγχος των κλειδαριών της οικίας.

THERMOSTAT: Απομακρυσμένη λειτουργία ελέγχου του θερμοστάτη για τη διατήρηση της κατάλληλης θερμοκρασίας.

LIGHTNING CONTROL: Πλήρης αυτοματοποιημένος έλεγχος των λαμπτήρων και κάθε λογής συσκευής παραγωγής φωτός στο σπίτι.

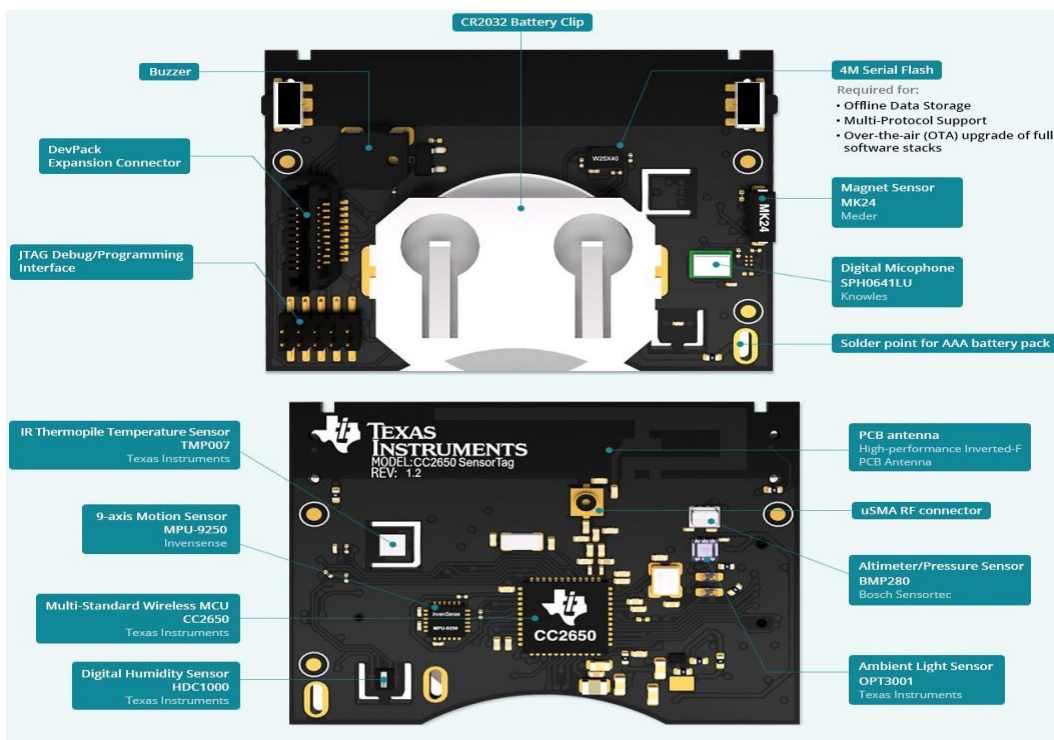
II. SimpleLink-SensorTag

Η Texas Instruments έχει δημιουργήσει έναν "χώρο", ονόματι SimpleLink, προσφέροντας μια ευρύτερη γκάμα προϊόντων, τόσο ενσύρματων, όσο και ασύρματων, τα οποία διαθέτουν ενιαίο αναπτυξιακό περιβάλλον. Μέσα στο περιβάλλον του SimpleLink ο χρήστης θα ανακαλύψει προτάσεις λογισμικού, αλλά και υλικού τα οποία συνθέτουν τη βασική δομή για ανάπτυξη εφαρμογών και λειτουργιών IoT. Επίσης, η δυνατότητες επεκτείνονται χάρη στην ευκολία συνδεσμολογίας που υποστηρίζεται όπως RS-485, χαμηλής ενέργειας Bluetooth, Wi-Fi, Sub-1 GHz με ZigBee, Thread και τέλος της δυνατότητας που δίνεται από την Texas Instruments η επαναχρησιμοποίηση του κώδικα από όλους τους χρήστες[82].

Ως επέκταση των προτάσεων που προσφέρονται είναι και το SensorTag. Αυτή η συσκευή επιτρέπει τη σύνδεση ως και δέκα αισθητήρων ταυτόχρονα στο kit. Αφού επιτευχθεί η σύνδεση, η συσκευή αναλαμβάνει να καλύψει τις ανάγκες σύνδεσης των IoT συσκευών με το cloud ώστε να υπάρχει συνεχής ενημέρωση και καταγραφή δεδομένων. Με πιο απλά λόγια, μετατρέπει απλούς αισθητήρες σε ένα ενιαίο IoT σύνολο[82].



Εικόνα 30: SimpleLink™ multi-standard CC2650 SensorTag™ kit reference design[82]



Εικόνα 31: Μπροστά και πίσω όψη SensorTag Kit[83]

5.4 Αναφορά και ανάλυση IoT επενδύσεων σε μεγαλύτερη κλίμακα

Περνώντας στη δεύτερη φάση ανάπτυξης της τεχνολογίας και αφουγκραζόμενοι τη δυναμική και τις δυνατότητες που προσφέρει, οι άνθρωποι του τεχνολογικού κόσμου θέλησαν να αναπτύξουν τα όρια του IoT και να παρουσιάσουν τα οφέλη του εκτός οικίας και προσωπικών αντικειμένων. Με την κίνηση αυτή παρατηρούμε τη γιγάντωση του IoT με προβλέψεις για το μέλλον της τεχνολογίας να αγγίζουν τρομακτικά νούμερα των είκοσι δισεκατομμυρίων συσκευών μέχρι το 2020. Το νούμερο αυτό πολύ πιθανό και να αυξηθεί κρίνοντας από τη σημερινή και συνεχόμενη ενσωμάτωσή του[87].

Έτσι λοιπόν τομείς όπως η γεωργία, η κτηνοτροφία, η βιομηχανία και σχέδια έξυπνων πόλεων υιοθετούν την αρχιτεκτονική των έξυπνων συσκευών σε μια προσπάθεια βελτιστοποίησής τους.

5.4.1 Έξυπνες πόλεις

Αρχικά θα πρέπει να κατανοήσουμε τι σημαίνει να χαρακτηρίζεται μια πόλη έξυπνη και τι είναι αυτό που της προσδίδει αυτή την ιδιότητα. Η χρήση του όρου ταιριάζει σε μια πόλη όπου καθημερινά φροντίζει η ποιότητα ζωής των κατοίκων της να βρίσκεται στα μέγιστα δυνατά επίπεδα και να παρέχει προηγμένες τεχνολογικές δυνατότητες επικοινωνίας και αλληλεπίδρασης τόσο με την ίδια, όσο και μεταξύ των κατοίκων. Για να είναι εφικτό κάτι τέτοιο θα πρέπει να αναπτυχθεί σε καινοτόμο βαθμό το τεχνολογικό υπόβαθρο, καθώς επίσης και η ψηφιακές εφαρμογές διαχείρισης και επικοινωνίας.

Είναι γνωστό πως η μεγάλη αστική συσσώρευση του πληθυσμού επισύρει προβλήματα τόσο κοινωνικά όσο και περιβαλλοντικά για το λόγο αυτό τα αστικά κέντρα κατηγορούνται για τη συνεχώς αυξανόμενη εκπομπή ρύπων, τη μεγάλη κατανάλωση υδάτινων πόρων, όπως επίσης και ενέργειας. Η ελαχιστοποίηση και σταδιακή επίλυση των προβλημάτων αυτών είναι πιο κοντά από ποτέ με τη χρήση της τεχνολογίας IoT, κάνοντας δηλαδή μια πόλη έξυπνη. Η ενσωμάτωση θα πρέπει να αρχίσει σταδιακά τελειοποιώντας τον κάθε τομέα και συνεχίζοντας με τον επόμενο. Μια καλή αρχή θα ήταν η ενσωμάτωση IoT συσκευών, για την ακρίβεια αισθητήρων με δυνατότητα απομακρυσμένης επικοινωνίας και σύνδεσης στο cloud, στο οδικό δίκτυο τόσο για την συνεχή παρακολούθηση και καταγραφή της οδηγικής συμπεριφοράς, για τη ρύθμισή της καθώς επίσης και για την επίβλεψη του οδοστρώματος όπου σε περίπτωση φθοράς και ανάλογα το βαθμό επικινδυνότητας να ενεργοποιείται ο ανάλογος μηχανισμός αποκατάστασης. Στη συνέχεια, τα κτίρια θα μπορούσαν να είναι ενεργειακά αποδοτικά και τεχνολογικά εξελιγμένα-διαδραστικά εκμεταλλευόμενα το πέρασ της ημέρας για συσσώρευση ενέργειας και διανομής στο κάθε τμήμα ανάλογα με το απαιτούμενο ποσοστό · αυτό έχει και σαν επιπλέον θετικό στοιχείο την εργασιακή ευημερία των υπαλλήλων δημιουργώντας ένα διαδραστικό και φιλικό περιβάλλον εργασίας. Ένα επιπλέον ζήτημα που πέραν από την πόλη θα ήταν ένα τεράστιο βήμα στην προσέλωση τουρισμού, είναι η δημιουργία διαδραστικών σημείων και ανάλογων εφαρμογών (apps) όπου θα διευκολύνουν τους τουρίστες να περιηγούνται με ασφάλεια όπου επιθυμούν.

Πολλοί οι τομείς της πόλης που το ίντερνετ των πραγμάτων θα φανεί χρήσιμο και θα επιφέρει τη μεγαλύτερη τεχνολογική αλλαγή μετά από δεκαετίες.

Η γενική ιδέα είναι πως πρέπει όλα σε μια πόλη να συνδέονται κάνοντάς την μια "ζωντανή" προσομοίωση του εγκεφάλου με σκοπό να επιλύονται τα προβλήματα που αντιμετωπίζει και να καλυτερεύουν όλα τα υπόλοιπα. Συλλέγοντας δεδομένα από κάθε δυνατό μέρος θα κατέχουμε τη μελλοντική γνώση για προτροπή καταστάσεων, αλλά και την πιο άμεση αποφυγή καθημερινών αστικών προβλημάτων. Έχοντας σε πολλά σημεία έναν αισθητήρα ή μια συσκευή καταγραφής και συλλογής πληροφοριών οι κρατικοί μηχανισμοί θα είναι σε θέση να παρέμβουν σε ελάχιστο χρόνο, εν συγκρίσει με την τωρινή κατάσταση.

Συνοψίζοντας λίγο πιο περιεκτικά τους τομείς χρήσης του IoT θα λέγαμε ότι[84]:

- Έλεγχος κατάστασης οδοστρώματος τόσο σε ακραία καιρικά φαινόμενα όσο και για τεχνικά προβλήματα. Προβολή προειδοποιητικών μηνυμάτων και ενημέρωση κρατικών φορέων.
- Συσκευές ελέγχου κατάστασης θεμελιακών δομών, ενεργειακής κάλυψης, εσωτερικών αναγκών.
- Έλεγχος σημείων απόθεσης απορριμμάτων για βελτιστοποίηση δρομολογίων και ωραρίων περισυλλογής.
- Συσκευές καταγραφής ρύπων και θορύβου στα αστικά κέντρα και προειδοποιήσεις αύξησης πέραν των επιτρεπτών ορίων
- Μετατροπή τωρινού φωτισμού σε έξυπνο που θα ακολουθεί καιρικές συνθήκες όσο και την αποφυγή λειτουργίας σε μη πολύ-σύχναστους δρόμους για εξοικονόμηση ενέργειας.



Εικόνα 32: Μοντέλο γραφικής απεικόνισης έξυπνης πόλης[87]

5.4.1.1 Αναφορές υλοποιήσεων έξυπνων πόλεων[85]

Άμστερνταμ-Ολλανδία

Η πρωτοβουλία **Amsterdam Smart City**, η οποία ξεκίνησε το 2009 περιλαμβάνει σήμερα περισσότερα από 170 έργα που αναπτύσσονται από τοπικούς κατοίκους, την κυβέρνηση και τις επιχειρήσεις. Αυτά τα έργα δρομολογούνται σε μια διασυνδεδεμένη πλατφόρμα μέσω ασύρματων συσκευών για να ενισχύσουν τις ικανότητες λήψης αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο. Ο Δήμος του Άμστερνταμ ισχυρίζεται ότι σκοπός των έργων είναι η μείωση της κυκλοφορίας, η εξοικονόμηση ενέργειας και η βελτίωση της δημόσιας ασφάλειας. Για να προωθήσει τις προσπάθειες των τοπικών κατοίκων, η πόλη διοικεί το Amsterdam Smart City Challenge ετησίως, δεχόμενη προτάσεις για εφαρμογές και εξελίξεις που εντάσσονται στο πλαίσιο της πόλης. Ένα παράδειγμα εφαρμογής που αναπτύσσεται σε κατοίκους είναι η MobyPark, η οποία επιτρέπει στους ιδιοκτήτες χώρων στάθμευσης να τις νοικιάζουν σε άτομα έναντι αμοιβής. Τα δεδομένα που παράγονται από αυτήν την εφαρμογή μπορούν στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν από την πόλη για να καθορίσουν τη ζήτηση στάθμευσης και τις ροές κυκλοφορίας στο Άμστερνταμ. Ορισμένα σπίτια έχουν επίσης εφοδιαστεί με έξυπνους μετρητές ενέργειας, παρέχοντας κίνητρα σε όσους ενεργά μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας. Άλλες πρωτοβουλίες περιλαμβάνουν τον ευέλικτο φωτισμό του δρόμου (έξυπνος φωτισμός), ο οποίος επιτρέπει στους δήμους να ελέγχουν τη φωτεινότητα των φώτων δρόμου και την έξυπνη διαχείριση της κυκλοφορίας, όπου η κυκλοφορία παρακολουθείται σε πραγματικό χρόνο από την πόλη και πληροφορίες σχετικά με τον τρέχοντα χρόνο ταξιδιού σε συγκεκριμένους δρόμους μεταδίδονται για να δώσουν τη δυνατότητα στους αυτοκινητιστές να καθορίσουν τις καλύτερες διαδρομές που πρέπει να ακολουθήσουν.

Βαρκελώνη-Ισπανία

Η Βαρκελώνη έχει δημιουργήσει μια σειρά έργων που μπορούν να θεωρηθούν εφαρμογές "έξυπνης πόλης" στο πλαίσιο της στρατηγικής της **CityOS**. Για παράδειγμα, η τεχνολογία αισθητήρων έχει εφαρμοστεί στο σύστημα άρδευσης στο Parc del Centre de Poblenou, όπου τα δεδομένα πραγματικού χρόνου μεταδίδονται στα πληρώματα κηπουρικής σχετικά με το επίπεδο νερού που απαιτείται για τα φυτά. Η Βαρκελώνη έχει σχεδιάσει επίσης ένα νέο δίκτυο λεωφορείων βασισμένο στην ανάλυση δεδομένων των πιο κοινών κυκλοφοριακών ροών, χρησιμοποιώντας κυρίως κατακόρυφες, οριζόντιες και διαγώνιες διαδρομές με αριθμό κόμβων. Η ενσωμάτωση πολλών τεχνολογιών έξυπνων πόλεων μπορεί να διαπιστωθεί μέσω της εφαρμογής έξυπνου φωτισμού, καθώς τα λεωφορεία κυκλοφορούν σε διαδρομές που έχουν σχεδιαστεί για τη βελτιστοποίηση του αριθμού των πράσινων φώτων. Επιπλέον, σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης στη Βαρκελώνη, η κατά προσέγγιση διαδρομή του οχήματος έκτακτης ανάγκης εισέρχεται στο σύστημα φωτεινών σηματοδοτών, ρυθμίζοντας όλα τα φώτα σε πράσινο καθώς προσεγγίζει το όχημα μέσω ενός συνδυασμού GPS και λογισμικού διαχείρισης κυκλοφορίας, επιτρέποντας στις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης να φθάσουν στο περιστατικό χωρίς καθυστέρηση. Μεγάλο μέρος αυτών των δεδομένων διαχειρίζεται η πλατφόρμα Sentilo.

Μάντσεστερ-Αγγλία

Τον Δεκέμβριο του 2015, το σχέδιο **CityVerve** του Μάντσεστερ επιλέχθηκε ως νικητής ενός διαγωνισμού τεχνολογίας υπό την ηγεσία της κυβέρνησης και απονεμήθηκε το ποσό των 10 εκατομμυρίων. Το σχέδιο ήταν να αναπτυχθεί μια επίδειξη IoT για στις έξυπνες πόλεις. Ιδρύθηκε τον Ιούλιο του 2016 και το έργο διεξάγεται από μια κοινοπραξία 22 δημόσιων και ιδιωτικών οργανισμών, συμπεριλαμβανομένου του Συμβουλίου του Μάντσεστερ, και ευθυγραμμίζεται με τη συνεχιζόμενη δέσμευση αποκεντρωμένης διαχείρισης της πόλης. Το έργο έχει διεισδυτική θητεία για να καταδείξει την ικανότητα των εφαρμογών διαδικτύου και να αντιμετωπίσει τα εμπόδια στην ανάπτυξη έξυπνων πόλεων, όπως η διακυβέρνηση των πόλεων, η ασφάλεια των δικτύων, η εμπιστοσύνη των χρηστών και η υιοθέτηση, η διαλειτουργικότητα, η επεκτασιμότητα και τη δικαιολόγηση των επενδύσεων. Το CityVerve βασίζεται σε μια αρχή ανοιχτών δεδομένων που ενσωματώνει μια «πλατφόρμα των πλατφορμών» η οποία συνδέει τις εφαρμογές για τα τέσσερα βασικά της θέματα: τις μεταφορές και τα ταξίδια, ιατρική και κοινωνική φροντίδα, ενέργεια και περιβάλλον, τον πολιτισμό και τη δημόσια σφαίρα. Αυτό θα διασφαλίσει επίσης ότι το έργο είναι κλιμακωτό και μπορεί να ανακαταμεμηθεί σε άλλες τοποθεσίες παγκοσμίως.

Αγγλία – Μίλτον Κέινς

Το Μίλτον Κέινς δεσμεύεται να καταστεί η Έξυπνη Πόλη. Σήμερα ο μηχανισμός προσέγγισης είναι η πρωτοβουλία **MK: Smart** (Milton Keynes – Smart), η συνεργασία των τοπικών αρχών, των επιχειρήσεων, του ακαδημαϊκού χώρου και των οργανώσεων του 3ου τομέα. Η πρωτοβουλία επικεντρώνεται στην πιο βιώσιμη χρήση της ενέργειας, της χρήσης των υδάτων και των μεταφορών, ενώ παράλληλα προωθεί την οικονομική ανάπτυξη της πόλης. Κεντρικό στοιχείο του έργου είναι η δημιουργία ενός υπερσύγχρονου «MK Data Hub» που θα υποστηρίξει την απόκτηση και διαχείριση τεράστιων ποσοτήτων δεδομένων σχετικών με τα συστήματα πόλεων από διάφορες πηγές δεδομένων. Αυτά θα περιλαμβάνουν δεδομένα σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας και νερού, τα δεδομένα μεταφορών, τα δεδομένα που έχουν αποκτηθεί μέσω της δορυφορικής τεχνολογίας, τα κοινωνικά και οικονομικά σύνολα δεδομένων και τα δεδομένα από κοινωνικά μέσα ή εξειδικευμένες εφαρμογές. Η πρωτοβουλία MK: Smart έχει δύο πτυχές που διευρύνουν την κατανόησή μας για το πώς πρέπει να λειτουργούν οι έξυπνες πόλεις. Η πρώτη πτυχή ονομάζεται **“OUR MK”** και είναι ένα σχέδιο για την προώθηση των ζητημάτων βιωσιμότητας υπό την ηγεσία του πολίτη στην πόλη. Το πρόγραμμα παρέχει χρηματοδότηση και στήριξη για να συνεργαστεί με τους πολίτες και να βοηθήσει να μετατραπούν οι ιδέες τους γύρω από τη βιωσιμότητα σε πραγματικότητα. Η δεύτερη πτυχή είναι να παρέχουν στους πολίτες τις δεξιότητες για να λειτουργούν αποτελεσματικά σε μια έξυπνη πόλη. Το **“URBAN DATA SCHOOL”** είναι μια ηλεκτρονική πλατφόρμα για τη διδασκαλία των μαθητών σχετικά με τις δεξιότητες των δεδομένων, ενώ το έργο έχει επίσης δημιουργήσει ένα **MOOC*** (Massive Open Online Course) για να ενημερώσει τους πολίτες σχετικά με το τι είναι μια έξυπνη πόλη.

Σάντα Κρουζ – Καλιφόρνια

Μια εναλλακτική χρήση της τεχνολογίας των έξυπνων πόλεων μπορεί να βρεθεί στη Santa Cruz, στην Καλιφόρνια, όπου οι τοπικές αρχές αναλύουν εγκληματολογικά ιστορικά δεδομένα, προκειμένου να προβλέψουν αστυνομικές απαιτήσεις- ενισχύσεις περιοχών και να μεγιστοποιήσουν την αστυνομική παρουσία όπου απαιτείται. Τα αναλυτικά εργαλεία δημιουργούν έναν κατάλογο 10 θέσεων την ημέρα, με τοποθεσίες που είναι πιο πιθανό να εμφανιστούν εγκλήματα που έχουν σχέση με ιδιοκτησία. Στη συνέχεια τοποθετείται ο απαιτούμενος αριθμός αστυνόμευσης, αν η περιοχή δεν το διαθέτει εξ αρχής. Αυτή η χρήση της τεχνολογίας ICT (Τεχνολογία πληροφοριών και επικοινωνιών) είναι διαφορετική από τον τρόπο με τον οποίο οι ευρωπαϊκές πόλεις χρησιμοποιούν τεχνολογία έξυπνης πόλης, ενδεχομένως τονίζοντας το εύρος της έννοιας της έξυπνης πόλης σε διάφορα μέρη του κόσμου.

Στοκχόλμη-Σουηδία

Η τεχνολογία έξυπνης πόλης της Στοκχόλμης υποστηρίζεται από το σύστημα Stokab dark fibre, το οποίο αναπτύχθηκε το 1994 για να παρέχει ένα παγκόσμιο δίκτυο οπτικών ινών σε όλη τη Στοκχόλμη. Οι ιδιωτικές εταιρείες έχουν τη δυνατότητα να εκμισθώνουν ίνες ως παροχές υπηρεσιών επί ίσοις όροις, ενώ η εταιρεία ανήκει στην ίδια την πόλη της Στοκχόλμης. Στο πλαίσιο αυτό, η Στοκχόλμη δημιούργησε μια στρατηγική Green IT, όπου το πρόγραμμα αποσκοπεί στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων μέσω λειτουργιών πληροφορικής, όπως τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια (ελαχιστοποίηση του κόστους θέρμανσης), την παρακολούθηση της κυκλοφορίας (ελαχιστοποίηση του χρόνου που δαπανάται στο δρόμο) και την ανάπτυξη ηλεκτρονικών υπηρεσιών (ελαχιστοποίηση χρήσης χαρτιού). Η πλατφόρμα e-Stockholm επικεντρώνεται στην παροχή ηλεκτρονικών υπηρεσιών, συμπεριλαμβανομένων πολιτικών ανακοινώσεων, κρατήσεων χώρων στάθμευσης και εκκαθάρισης χιονιού. Αυτό αναπτύσσεται περαιτέρω μέσω αναλυτικών συστημάτων GPS, επιτρέποντας στους κατοίκους να σχεδιάσουν τη διαδρομή τους μέσω της πόλης. Ένα παράδειγμα περιφερειακής τεχνολογίας έξυπνων πόλεων μπορεί να βρεθεί στην περιοχή Kista Science City. Αυτή η περιοχή βασίζεται στην έννοια της τριπλής έλικας των έξυπνων πόλεων, όπου το πανεπιστήμιο, η βιομηχανία και η κυβέρνηση εργάζονται μαζί για να αναπτύξουν εφαρμογές ICT για ενσωμάτωση στη στρατηγική μιας έξυπνης πόλης.

Τρίκαλα – Ελλάδα

Τα Τρίκαλα είναι η πρώτη έξυπνη πόλη της Ελλάδας, όταν με την απόφαση του Υπουργείου οικονομικών το 2004 χαρακτηρίστηκε “η πρώτη ψηφιακή πόλη του έθνους”, όπου λίγο αργότερα συμπεριλαμβάνεται στις 21 πιο έξυπνες πόλεις του κόσμου. Το κέντρο ελέγχου όλου του εγχειρήματος βρίσκεται στα Τρίκαλα και είναι μια αίθουσα εξοπλισμένη με περίπου εννέα οθόνες οι οποίες απεικονίζουν πολύχρωμους χάρτες και γραφήματα για την παρακολούθηση της διαθεσιμότητας θέσεων στάθμευσης, της κατάστασης των φωτεινών σηματοδοτών και των αγωγών ύδρευσης, της θέσης των αστικών αποβλήτων και του μηνιαίου προϋπολογισμού της πόλης.

Η τεχνολογική ανύψωση της πόλης πραγματοποιήθηκε σε μια περίοδο όπου η χώρα είχε πολύ σοβαρά οικονομικά προβλήματα να αντιμετωπίσει, με το έργο να ανέρχεται σε υψηλά κόστοι προϋπολογισμού και με το Δήμο να έχει χρέη 45 εκατομμυρίων ευρώ. Ωστόσο, μέσω συνεργασιών με εταίρους, όπως η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, η οποία χρηματοδότησε πιλοτικό λεωφορείο χωρίς οδηγό, βοήθεια από εταιρείες όπως οι Sieben και Parkguru της Ελλάδας και δημιουργία δοκιμαστικής τοποθεσίας για τις τοπικές τεχνολογικές εταιρείες, η πόλη κατάφερε να μειώσει τα χρέη της κατά 20 εκατομμύρια ευρώ. Από όλα τα έργα, το σύστημα ηλεκτρονικών καταγγελιών (e-complaint system) έχει μία από τις μεγαλύτερες επιπτώσεις στη ζωή των κατοίκων. Από την αρχή του 2018, ο δήμος έχει λάβει περίπου 4.000 αιτήματα και σχόλια. Περίπου το 10% προέρχεται από μια εφαρμογή smartphone που κυκλοφόρησε το 2017, σύμφωνα με τον δήμο, και τα ζητήματα επιλύονται ταχύτερα (κατά μέσο όρο οκτώ ημέρες αντί για ένα μήνα) - και η όλη διαδικασία είναι πιο διαφανής. Επίσης, είναι η μόνη πόλη στην Ελλάδα που έχει εξοπλίσει τα 120 δημόσια σχολεία της με ρομποτικά πακέτα Lego και μικροϋπολογιστές Raspberry Pi. Τα σχέδια της πόλης για το μέλλον είναι να ενταχθεί στο πρόγραμμα Actinave της Ευρωπαϊκής Ένωσης, το οποίο δοκιμάζει έξυπνα σπίτια που παρακολουθούν την υγεία των ηλικιωμένων κατοίκων ανιχνεύοντας την κυκλοφορία και την κατανάλωση τροφίμων. Θέλει επίσης να αναπτύξει περαιτέρω ένα γεωργικό έργο το οποίο χρησιμοποιεί την τεχνολογία για την καλλιέργεια αρχαίων φαρμακευτικών φυτών για τη φαρμακευτική βιομηχανία. [86]

Επίσης, αξιοσημείωτες αναφορές σχετικά με την τεχνολογικές υλοποιήσεις στο χώρο των έξυπνων πόλεων έχουν κάνει: Columbus-Ohio, Δουβλίνο, Laguna Croata, Μαδρίτη, Μάλτα, New Songdo City, Νέα Υόρκη, San Leandro, Ινδία, Smart Nation Singapore.

5.4.2 Έξυπνη κτηνοτροφία

Με το πλάνο της έξυπνης γεωργίας δίνεται η δυνατότητα εφαρμογής όλων των σύγχρονων μελετών και προτύπων σε ένα τομέα ο οποίος φθείρει λόγω υψηλού ημερήσιου ωραρίου και χαμηλού μισθολογικού ορίου. Εξαιτίας αυτών των συνθηκών η ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών θα είναι κάτι που θα επαναφέρει τον κλάδο στο απόγειό του.

Η φροντίδα των ζώων και η συνεχόμενη ιατρική παρακολούθηση είναι αναγκαία από τη στιγμή που ζωικά προϊόντα καταναλώνονται σε μεγάλη κλίμακα, για το λόγο αυτό ο κτηνοτρόφος θα πρέπει να είναι σε θέση να επιβλέπει την κατάσταση της επιχείρησής του όλο το εικοσιτετράωρο απομακρυσμένα. Κάμερες καταγραφής, κάμερες θερμικής απεικόνισης συνδεδεμένες όλες στο διαδίκτυο και το cloud θα προσδίδουν εικοσιτετράωρη απομακρυσμένη παρακολούθηση. Επιπλέον τα ίδια τα ζώα μπορεί να υποστούν κάποιο είδος ασθένειας το οποίο να αποβεί μοιραίο τόσο για τα ίδια, όσο και για το υπόλοιπο κοπάδι.

Και σε αυτή την περίπτωση αναγκαία είναι η ενσωμάτωση αισθητήρων επάνω στα ζώα για παρακολούθηση της υγείας τους. Οι αισθητήρες δεν θα πρέπει να υπερβαίνουν κάποια ελάχιστα χιλιοστά στο μέγεθος, αλλά και να είναι σε θέση όπου δεν θα γίνονται αντιληπτά και δεν θα δυσκολεύουν τη διαβίωση του ζώου.

Συνοψίζοντας:

- Κάμερες απλής, αλλά και θερμικής απεικόνισης για την εικοσιτετράωρη παρακολούθηση των ζώων ακόμα και από εξωτερικούς επικίνδυνους παράγοντες.
- Μικροσκοπικοί αισθητήρες προσαρτώμενοι στα ζώα που θα παρακολουθούν την κατάσταση της υγείας και τις καθημερινές τους συνήθειες.
- Συσκευές που θα ελέγχουν την ποσότητα και ποιότητα της τροφής, όπως επίσης και το ωράριο τροφοδοσίας
- Οι κρατικοί μηχανισμοί θα είναι σε θέση να εποπτεύουν τις συνθήκες διαβίωσης των ζώων, τις τροφές και το προϊόν που παράχθηκε.

5.4.2.1 Παραδείγματα υλοποιήσεων

Από Ευρωπαίους ερευνητές[89]

Σε μια περιοχή της Ολλανδίας, Ευρωπαίοι ερευνητές έχουν εγκαταστήσει, σε μια φάρμα με περίπου 20.000 πουλερικά, έξυπνες συσκευές με σκοπό να βελτιστοποιήσουν την παραγωγικότητα των πτηνών και να βελτιώσουν τις συνθήκες διαβίωσης. Κάμερες και μικρόφωνα παρακολουθούν τις κινήσεις και την κατανομή των πτηνών στο χώρο και αποστέλλουν σήματα στους πτηνοτρόφους όταν τα πουλερικά παρουσιάζουν ασυνήθιστη συμπεριφορά. Ο Ολλανδός πτηνοτρόφος, Σοτ Τουάν Κόλμπερτς λέει: «Οι κάμερες και τα μικρόφωνα με βοηθούν να εντοπίζω σε πραγματικό χρόνο, πότε τα πουλερικά, για οποιοδήποτε αιτία, εκδηλώνουν άγχος. Έτσι μπορώ να βρω λύσεις γρήγορα και αποτελεσματικά χωρίς να πρέπει να βρίσκομαι διαρκώς μέσα στην πτηνοτροφική μονάδα ελέγχοντας κάθε πτηνό».

Επιστήμονες της ζωικής παραγωγής, της εμβιομηχανικής και κτηνίατροι συνεργάστηκαν σε ένα ευρωπαϊκό ερευνητικό πρόγραμμα που παρέχει στους κτηνοτρόφους σημαντική πληροφόρηση για την συμπεριφορά των ζώων. Συλλέγονται δεδομένα από τις φάρμες που έχουν τοποθετηθεί τα έξυπνα συστήματα που μέχρι πρότινος θεωρούσαν αμελητέα. Ο ερευνητής στον τομέα της εμβιομηχανικής του Πανεπιστημίου Λουβέν, Αλμπέρτο Πείνα Φερνάντες επισημαίνει ότι «η μετακίνηση των πτηνών ανάλογα με τη θερμοκρασία επιρεάζει και τα οικόσητα πτηνά, η κατανομή των ζώων σε μια φάρμα μπορεί να ποικίλει ανάλογα με τη θερμοκρασία, το κλίμα και την ποιότητα του εδάφους». Επίσης, στην πλατφόρμα που αναπτύχθηκε συμπεριλαμβάνεται σύστημα παρακολούθησης βήχα στις περιπτώσεις των χοίρων, με σκοπό να ανιχνευθεί έγκαιρα ένα είδος μεταδοτικής ασθένειας. Άλλες κάμερες επιτρέπουν το ζύγισμα των ζώων σε πραγματικό χρόνο πριν και μετά το τάισμα. Οι ερευνητές ελπίζουν ότι αυτό το σύστημα θα βοηθήσει τους κτηνοτρόφους όχι μόνο να αυξήσουν την ασφάλεια και την ιχνηλασιμότητα των προϊόντων τους αλλά και να δημιουργήσουν μια προστιθέμενη αξία στις κτηνοτροφικές δραστηριότητες. Όπως

επισημαίνει ο Ντάνιελ Μπέρκμανς, καθηγητής εμβιομηχανικής στο Πανεπιστήμιο Λουβέν και συντονιστής του προγράμματος της έξυπνης κτηνοτροφίας, «Απέχουμε ακόμη πολύ από αυτό. Ο κτηνοτρόφος του μέλλοντος δεν θα πουλά μόνο κρέας ή ζώα, θα πουλά και δεδομένα. Αυτό θα δημιουργήσει μια νέα αλυσίδα πληροφόρησης για όλο τον κόσμο που εμπλέκεται στην διατροφική αλυσίδα αλλά και στον καταναλωτή». Περίπου 20 φάρμες που συμμετέχουν στο πειραματικό πρόγραμμα έχουν εξοπλιστεί με αυτά τα συστήματα. Μέχρι στιγμής έχουν αναπτυχθεί 6 κτηνοτροφικά προϊόντα έξυπνης ακρίβειας.

Αυστραλία

Οι επιστήμονες στο Αυστραλιανό Κέντρο Ρομποτικής του Πανεπιστημίου του Σίδνεϊ έχουν αναπτύξει ένα ρομπότ που ονομάζεται "SwagBot", το οποίο έχει σχεδιαστεί για να βοηθήσει τους κτηνοτρόφους. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα δοκιμής σε ένα αγρόκτημα, το ρομπότ μπορεί να ταΐζει τα βοοειδή ανεξάρτητα, να εξαλείφει τα ζιζάνια και να διαχειρίζεται βαριά φορτία. Η επόμενη εξέλιξη του ρομπότ θα του δίνει τη δυνατότητα να ελέγχει την υγεία των βοοειδών χρησιμοποιώντας αισθητήρες για την ανάλυση της θερμοκρασίας του σώματος και της κίνησης[90].

Ελβετία

Η ελβετική start-up Anemon έχει αναπτύξει μια συσκευή που μπορεί να ανιχνεύσει τότε μια αγελάδα είναι σε περίοδο αναπαραγωγής και στη συνέχεια στέλνει ένα μήνυμα κειμένου για να ενημερώσει τον αγρότη. Ένας αισθητήρας εμφυτεύεται στα γεννητικά όργανα της αγελάδας για να μετρήσει τη θερμοότητα του σώματος και να μεταδώσει τα αποτελέσματα σε έναν άλλο αισθητήρα στο περιλαίμιο του ζώου που παρακολουθεί την κίνηση του σώματος. Το κολάρο διαθέτει επίσης μια κάρτα SIM ώστε ο αγρότης να πληρώσει για να λάβει ειδοποιήσεις SMS όταν η αγελάδα είναι έτοιμη για αναπαραγωγή[90].

Δρέσδη-Γερμανία

Η εταιρεία Fodjan που εδρεύει στη Δρέσδη έχει αναπτύξει το λογισμικό που ονομάζεται "fodjan smart feed", το οποίο επιτρέπει στους αγρότες να επεξεργάζονται τις σωστές ποσότητες τροφίμων για τις επιχειρήσεις τους. Έχουν ληφθεί υπόψη πολλοί στόχοι διατροφής, συμπεριλαμβανομένης της εξοικονόμησης κόστους και της υγείας των ζώων. Για λόγους προγραμματισμού, το λογισμικό καθιστά δυνατή τη δημιουργία ημερολογίων σίτισης με βάση τα ζώα και την εξέταση των αντίστοιχων αποθεμάτων τροφίμων. Εκτός από όλα τα χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τις ζωοτροφές, η "fodjan έξυπνη διατροφή" βοηθά τους αγρότες να διαχειριστούν τις εκμεταλλεύσεις τους πιο αποτελεσματικά[90].

Food Blockchain XYZ

Η εταιρία ελπίζει να αντιμετωπίσει τις έξι μεγάλες προκλήσεις: έλλειψη διορατικότητας, εμπιστοσύνη των κεντρικών κομμάτων(central party reliance), παραπλανητικές ετικέτες, αδυναμία ανταγωνισμού των μικρών παραγωγών, αδιαφάνεια της αλυσίδας εφοδιασμού και έλλειψη βιωσιμότητας. Το Blockchain Food XYZ θα εκμεταλλευτεί μια σειρά από διασυνδεδεμένους αισθητήρες για την εισαγωγή ολοκληρωμένης διασφάλισης ποιότητας τροφίμων χωρίς την παρέμβαση του ανθρώπου[90].

5.4.3 Έξυπνη γεωργία

Ήδη ο κλάδος της γεωργίας δέχεται σημαντικές βελτιώσεις με την τεχνολογική ανάπτυξη που ασκείται από εταιρίες του χώρου. Η εταιρία Bosch από το 2017 στην έκθεση Agritechnica παρουσίασε τα σχέδια βελτίωσης του γεωργικού τομέα με τη χρήση IoT, το οποίο θα έχει ως συνέπεια την αύξηση της παραγωγής και την διευκόλυνση των αγροτικών εργασιών. Με τους κατάλληλους αισθητήρες που θα προσάπτονται σε καίρια σημεία της καλλιέργειας θα υπάρχει η δυνατότητα μέτρησης και υπολογισμού της θερμοκρασίας, της υγρασίας, της λίπανσης και πολλών ακόμα αναγκαίων πεδίων της γεωργίας. Τα δεδομένα θα αποστέλλονται σε μια υπηρεσία cloud, όπου στη συνέχεια θα είναι διαθέσιμα για μελέτη από τους γεωργούς. Επίσης, εκτός από τα παραγωγικά ωφέλει που θα προσφέρει η μελέτη αυτή, μια νέα συνεργασία με την Bayer, μια από τις πιο εξειδικευμένες εταιρίες στο χώρο των φαρμάκων, θα προσδώσει θετικά αποτελέσματα στη λίπανση ή αλλιώς τον ψεκασμό της καλλιέργειας. Με τον τρόπο αυτό θα εισάγεται η απολύτως απαραίτητη ποσότητα φαρμάκου η οποία θα επαρκεί για την εξάλειψη των ασθενειών στα φυτά και δεν θα περισσεύει για να δημιουργήσει προβλήματα στον υδροφόρο ορίζοντα. Αναφερόμαστε στη μεγαλύτερη ανάπτυξη που θα υποστεί ο γεωργικός τομέας μετά από τη χρησιμοποίηση των θερμοκηπίων. Η συστηματική παρακολούθηση από τις έξυπνες συσκευές έχει ωφέλει όχι μόνο για τον παραγωγό, αλλά και για τον ίδιο τον καταναλωτή μιας και το προϊόν θα είναι απολύτως πιο "καθαρό" από περιττά λιπάσματα και φυτοφάρμακα που δέχονταν στο παρελθόν[96].

Συνοψίζοντας:

- Στοχευμένη παρακολούθηση του κύκλου ζωής των φυτών απομακρυσμένα είκοσι-τέσσερις ώρες το είκοσι-τετράωρο.
- Μείωση ημερήσιας ενασχόλησης των γεωργών με την καλλιέργεια.
- Απομακρυσμένη ή αυτόματη διαδικασία ψεκασμού.
- Μείωση χρήσης λιπασμάτων βλαβερών για το περιβάλλον.
- Ενισχυμένη απόδοση καλλιέργειας.
- Βελτίωση ποιότητας προϊόντος προς τον καταναλωτή.
- Μείωση κόστους προϊόντος ως συνέπεια μείωσης δαπανών, ημερήσιας ενασχόλησης και πρώτων υλών.



Εικόνα 33: Μοντέλο σχεδίου της Bosch για χρήση IoT στη γεωργία[96]

5.4.3.1 Παραδείγματα υλοποίησης και μελέτες υιοθέτησης

IoT based smart agriculture – IJARCCCE

Κρίνοντας σημαντική την άμεση δημιουργία λύσης για την αύξηση της παραγωγής στον αγροτικό τομέα, το Διεθνές Περιοδικό Εξειληγμένης Έρευνας στον Τομέα Υπολογιστών και Επικοινωνιών (IJARCCE) δημοσιεύει την έρευνα του Nikesh Gondchawar, Prof. Dr. R. S. Kawitkar. Στην έρευνα αναλύονται διεξοδικά τα ωφέλη του IoT στη γεωργία και ένα έργο που θα φέρει αποτελέσματα.

Η σκοπιά που υιοθετεί το έργο είναι η χρήση ρομποτικού συστήματος, απομακρυσμένη και ασύρματη διασύνδεση, αισθητήρες παντός τύπου, κάμερες, μικροελεγκτές και raspberry pi. Τα χαρακτηριστικά που συνθέτουν αυτή την εργασία περιλαμβάνουν έξυπνο χειρισμό ρομποτικού συστήματος με χρήση GPS για να εκτελεί εργασίες όπως βοτάνισμα, ψεκασμό, ανίχνευση υγρασίας, διατήρηση πουλιών και άλλων ζώων μακριά από το χώρο, συνεχής επαγρύπνηση. Επίσης, περιλαμβάνει έξυπνη άρδευση με έλεγχο βασισμένο σε δεδομένα πεδίου πραγματικού χρόνου. Τρίτον, έξυπνη διαχείριση του αποθηκευτικού χώρου, η οποία περιλαμβάνει: σταθερά επίπεδα θερμοκρασίας, υγρασίας και ανίχνευση κλοπής. Ο έλεγχος όλων αυτών των λειτουργιών θα πραγματοποιείται μέσω οποιασδήποτε απομακρυσμένης έξυπνης συσκευής ή υπολογιστή συνδεδεμένου στο internet και οι λειτουργίες θα διεξάγονται με διεπαφή αισθητήρων, μονάδων Wi-Fi ή ZigBee, κάμερας και ενεργοποιητών με μικροελεγκτή και raspberry pi. Το σύστημα χωρίζεται σε 3 κόμβους. **Κόμβος 1:** περιλαμβάνει το ρομπότ καθώς και την απομακρυσμένη λειτουργία αυτού μέσω GPS. Στο ρομπότ θα ενσωματώνονται όλα τα απαραίτητα εξαρτήματα όπως αισθητήρες εμποδίων, κάμερες, σειρήνες, εργαλεία κατάλληλα για τη γεωργία κτλ. **Κόμβος 2:** εκεί εντάσσεται η αποθήκη στην οποία περιλαμβάνονται: το σύστημα ελέγχου παραβίασης, όπου όταν το κτίριο βρίσκεται σε security mode ON και σε περίπτωση που παρατηρηθεί κίνηση, θα σταλεί σήμα ειδοποίησης στο χρήστη μέσω raspberry pi. Επίσης, έχουμε αισθητήρες υγρασίας, θερμοκρασίας, κίνησης, έξυπνα φώτα, αντλία νερού, όλα μαζί συνδεδεμένα με ένα μικροελεγκτή. **Κόμβος 3:** ο συγκεκριμένος κόμβος αναλαμβάνει να διαχειριστεί πιο “έξυπνα” τη λειτουργία της αντλίας νερού. Με βάση δεδομένα υγρασίας πραγματικού χρόνου που συλλέγονται από το έδαφος, ο κόμβος αναλαμβάνει να επεξεργαστεί τα δεδομένα και να αποφασίσει την κατάσταση που θα έχει η αντλία νερού. Η απόφαση αποστέλλεται στον κόμβο 2, όπου με τη σειρά του επηρεάζει την κατάσταση της αντλίας. Η κατάσταση της αντλίας αλλάζει είτε χειροκίνητα, είτε απομακρυσμένα. [91]

Αυστραλία

Στην Αυστραλία, η κυβέρνηση έχει διαθέσει συνεισφορές 60 εκατομμυρίων δολαρίων ΗΠΑ για την ενθάρρυνση της έξυπνης γεωργίας. Οι αποδέκτες κονδυλίων είναι οι αγροτικές επιχειρήσεις που συνεργάζονται με την "κοινωνία των νέων τεχνολογιών" και ως εκ τούτου μπορούν να προτείνουν λύσεις για τη βελτίωση του εδάφους, των καλλιεργειών και την προστασία της βιοποικιλότητας.

Τα κεφάλαια που διατέθηκαν τον Οκτώβριο αποτελούν το τελευταίο από μια σειρά πρωτοβουλιών που ανέλαβαν δημόσιοι οργανισμοί: τον Φεβρουάριο, ένα κέντρο που δημιουργήθηκε από ιδιωτικές εταιρείες και δημόσιους οργανισμούς άνοιξε στο Sidney για την ανάπτυξη τεχνολογιών IoT (Internet of Things) για μια γεωργία ακριβείας. Τον Απρίλιο, η ομοσπονδιακή κυβέρνηση διέθεσε κονδύλια ύψους 50 εκατομμυρίων δολαρίων κατά 10 χρόνια για τη στήριξη της ευελιξίας των τροφίμων, μιας κοινοπραξίας εταιρειών, πανεπιστημίων και επιχειρήσεων αγροβιομηχανίας που συνενώθηκαν για τη διευκόλυνση της ψηφιακής εξέλιξης στην αγροτοβιομηχανία.

Το IoT είναι το κύριο συστατικό του smart farming. Στην Αυστραλιανή γεωργία όμως έχει αναπτυχθεί αρκετά ο πρόδρομος του IoT, που είναι η επικοινωνία συσκευής με συσκευή (M2M) με τη χρήση δικτύων κινητής. Με το M2M διαχειρίζονται συγκεκριμένες λειτουργίες συλλογής δεδομένων από αισθητήρες και αποστολής αυτών μέσω τηλεμετρίας σε κεντρικούς υπολογιστές, πάντα σε περιορισμένα γεωγραφικά όρια. Από εκεί οι γεωργοί και οι γεωπόνοι έχουν τη δυνατότητα να ελέγξουν τα δεδομένα μέσω κινητού, tablet κτλ. Αυτή η διαδικασία είναι μια μονόδρομη αποστολή δεδομένων προς μια κατεύθυνση, όμως με την πάροδο του χρόνου είναι αναγκαία η προσάρτηση ενεργοποιητών σε καίρια σημεία ελέγχου καταστάσεων, όπως για παράδειγμα την άρδευση. Έτσι από το απλό **Machine to Machine*** η Αυστραλία περνάει στο επόμενο επίπεδο του IoT με τεράστια βάση δεδομένων και πληροφοριών που επεκτείνεται σε όλο τον πλανήτη. [92]

Annual Meeting of the Agri-tech in China Newton Network (ATCNN)

- **Early detection of crop disease**

Ο καθηγητής Liangxiu Han από το Metropolitan University του Μάντσεστερ έχει αναπτύξει μια εφαρμογή η οποία μπορεί να είναι mobile ή βασισμένη στο cloud και μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους αγρότες για την ταχεία διάγνωση τριών ασθενειών που επηρεάζουν το σίτο (σκουριά σίτου, κίτρινη σκουριά και σεπτορία). Σε πρώτη φάση τα δεδομένα που υπάρχουν διαθέσιμα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους αγρότες, ούτως ώστε να είναι σε θέση να διαγνώσουν τις ασθένειες παρατηρώντας τα σημάδια. Ο καθηγητής Χαν εργάστηκε σε συνεργασία με το Ινστιτούτο Τηλεπισκόπησης και Ψηφιακής Γης (RADI) και την Κινεζική Ακαδημία Επιστημών (CAS). Η επιτυχία αυτού του σχεδίου απόδειξης ιδεών (που χρηματοδοτήθηκε μέσω του Δικτύου) οδήγησε στη χρηματοδότηση ενός ευρύτερου έργου για την ανάπτυξη και την πιθανή εμπορευματοποίηση της εφαρμογής (με χρηματοδότηση από το BBSRC και σε συνεργασία με το Πανεπιστήμιο Γεωργίας του Hebei).

- **China robot harvest**

Ο Δρ Martin Stoelen του Πανεπιστημίου του Plymouth έκανε μια ενημέρωση σχετικά με τη χρήση ρομποτικής τεχνολογίας για την ασφαλή και αποτελεσματική συγκομιδή καρπών και λαχανικών που καλλιεργούνται σε θερμοκήπια και πλαστικές σήραγγες. Μια επιτυχημένη επίδειξη του ρομπότ για τη συγκομιδή ντομάτας πραγματοποιήθηκε στην περιοχή Σαγκάη τον Αύγουστο του 2017. Συνεργάτες του έργου: Sunqiao και Shanghai Jiaotong University. [93]

5.4.4 Έξυπνη βιομηχανία

Η κύρια πηγή εσόδων σε ένα κράτος είναι η βιομηχανική του εξέλιξη, πόσο δηλαδή βιομηχανικά αναπτυγμένο είναι. Οτιδήποτε παρασκευάζεται προς χρήση είναι συνυφασμένο με τη βιομηχανική κατασκευή και επεξεργασία. Εξαιτίας της σημαντικότητας του κλάδου δημιουργείται συνεχώς η ανάγκη μείωσης των εργατικών ωρών, του κόστους των υλικών και του περιβαλλοντικού αποτυπώματος στον πλανήτη. Όταν ο έλεγχος των παραπάνω συνιστωσών γίνεται από τον άνθρωπο, συχνά παρατηρείται λανθασμένη εκτίμηση που οδηγεί σε ακραίες καταστάσεις. Για παράδειγμα αν χρησιμοποιούνταν συσκευές IoT για τη μέτρηση των ρύπων που εξάγονται από τα εργοστάσια ο έλεγχος και η αντιμετώπιση θα ήταν πολύ πιο εύκολα. Επίσης, στη μεταφορά των προϊόντων, συσκευές που θα απεικονίζουν τα μοναδικά πιστοποιητικά ταυτότητας θα μείωναν τα σφάλματα μεταφορών και εντοπισμού, που είναι συχνό φαινόμενο, και θα είναι σε θέση να αντικαταστήσουν τη συνεχόμενη εκτύπωση bar code ετικετών μιας και θα επαναχρησιμοποιούνται. Αισθητήρες στο εσωτερικό των εργοστασίων θα ελέγχουν τον περιβάλλοντα χώρο και τα επίπεδα αερίων σε αυτόν με την προϋπόθεση σήμανσης προειδοποιήσεων σε περίπτωση αλλαγής αυτών. Τεχνολογίες όπως το RFID, Zigbee, wifi (για ασύρματη επικοινωνία) είναι αυτές που θα ασχοληθούν περισσότερο για τη χρήση IoT συσκευών. Συλλέγοντας όλα τα δεδομένα και αποθηκευόντάς τα σε κάποιο διακομιστή, η εκάστοτε εταιρία θα είχε ένα ξεκάθαρο πλάνο λειτουργίας για το εργασιακό περιβάλλον, την ποιότητα και έγκαιρη μεταφορά του προϊόντος, όπως επίσης και για την περιβαλλοντική επιβάρυνση. Σαφώς κάποιες θέσεις εργασίας θα μειωθούν από τη στιγμή που όλα αποκτούν έναν αυτόματο χαρακτήρα, αλλά από την άλλη πλευρά εξαιτίας της πολυπλοκότητας των συσκευών, αλλά και του πλήθους αυτών, θα κριθεί επιτακτική η ανάγκη εργαζομένων συντήρησης και επίβλεψης[84].

Συνοψίζοντας:

- Ελαχιστοποίηση περιβαλλοντικού αποτυπώματος.
- Μείωση καθημερινών δαπανών.
- Συνεχής παρακολούθηση προϊόντων μέσω αναγνωριστικών συσκευών RFID.
- Μείωση εργατικού δυναμικού, άρα μείωση των εξόδων.
- Ανάγκη πρόσληψης εργαζομένων για συντήρηση συσκευών IoT.
- Δημιουργία πιο φιλόξενου περιβάλλοντος εργασίας, ιδίως σε εργοστασιακούς χώρους.

5.4.4.1 Έξυπνη βιομηχανία στην πράξη

ABB

Η εταιρία είναι μια από τις μεγαλύτερες στο χώρο της ενέργειας και αυτοματισμού παγκοσμίως, γι' αυτό και δεν άργησε να ενσωματώσει στις εγκαταστάσεις τις το IoT. Ένα από τα έργα της είναι η πρόβλεψη συντήρησης για τα ρομποτικά της συστήματα που είναι εγκατεστημένα ανά τον κόσμο, με την ενσωμάτωση αισθητήρων παρακολούθησης. Χρησιμοποιώντας αυτή τη λογική η εταιρία είναι σε θέση να γνωρίζει την κατάσταση των ρομποτικών της συστημάτων απομακρυσμένα και να επιλύει ζητήματα βλαβών και συντήρησης πολύ πιο γρήγορα και στοχευόμενα. Επίσης, σε συνεργασία με μια ακόμα εταιρία δημιούργησαν το ρομπότ YuMi, το οποίο είναι ικανό να συνεργάζεται με ανθρώπους και δέχεται δεδομένα πολύ εύκολα μέσω θύρας Ethernet και των βιομηχανικών πρωτοκόλλων Profibus και DeviceNet[94],[95].

Airbus

Η κατασκευή και συντήρηση αεροσκάφους είναι ένα από τα πιο πολύπλοκα βιομηχανικά έργα που συντελούνται. Η πολυπλοκότητα όμως όταν συνδυάζεται με τον ανθρώπινο παράγοντα, συχνά δημιουργεί απρόβλεπτα προβλήματα και αστοχίες. Για να αντιμετωπίσει τα προβλήματα αυτά η Airbus μια πρωτοβουλία ψηφιακής κατασκευής γνωστή ως Factory of the Future για τον εξορθολογισμό των λειτουργιών και την ενίσχυση της παραγωγικής ικανότητας. Η εταιρεία έχει ενσωματώσει αισθητήρες σε εργαλεία και μηχανές εργοστασίου και έδωσε στους εργαζομένους wearable συσκευές, καθώς επίσης και έξυπνα γυαλιά. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μειωθούν τα λάθη, να ενισχυθεί η ασφάλεια και να βελτιωθεί η παραγωγικότητα κατά 500%[94].

Bosch

Το 2015, η Bosch ξεκίνησε την πρώτη δοκιμαστική προσπάθεια της βιομηχανικής διαδικτυακής κοινοπραξίας. Το όνομα του προγράμματος ονομάζεται Track and Trace και η εταιρία εμπνεύστηκε από τον εργασιακό χρόνο που σπαταλούν οι εργαζόμενοι για να βρουν το αντικείμενο ή εργαλείο που χρειάζονται για τη δουλειά τους. Έτσι, η εταιρεία πρόσθεσε αισθητήρες στα εργαλεία της για να τα εντοπίσει, ξεκινώντας με ένα ασύρματο καρφί. Καθώς η ανάλυση της παρακολούθησης γίνεται πιο ακριβής, η Bosch σχεδιάζει να χρησιμοποιήσει το σύστημα για να καθοδηγήσει τις εργασίες συναρμολόγησης[94].

Caterpillar

Η εταιρεία κατασκευής βαρύ εξοπλισμού, γνωστή και ως Cat, έχει εδώ και χρόνια υιοθετήσει τη λογική του IoT. Συγκεκριμένα, η τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας (AR) είναι αυτό που θα φέρει την αλλαγή όσον αφορά την απομακρυσμένη βοήθεια σε πραγματικό χρόνο, αλλά και τη δυνατότητα στους χειριστές να μπορούν να δουν τα πάντα μονομιάς, από τα επίπεδα καυσίμων μέχρι τα φίλτρα αέρα που χρειάζονται αντικατάσταση[94].

Fanuc

Ο κατασκευαστής ρομποτικής Fanuc έχει στρέψει σε πολύ σημαντικό επίπεδο την προσοχή του στο χρόνο που θα αναγκαστεί να διακοπεί η λειτουργία σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις εξαιτίας βλαβών. Χρησιμοποιώντας αισθητήρες στο εσωτερικό των ρομποτικών συστημάτων σε συνδυασμό με αναλυτικές υπηρεσίες που βασίζονται στο cloud, η εταιρία είναι πλέον σε θέση να προβλέψει για τη βλάβη κάποιου εξαρτήματος ή ενός εξοπλισμού επεξεργασίας. Το έτος 2016, η GM ανέθεσε στο σύστημα Fanuc's Zero Downtime (ZDT), το βραβείο Supplier of the Year Innovation[94].

North Star BlueScope Steel

Είναι μια αμερικανική εταιρία εξόρυξης χάλυβα με πάνω από είκοσι χρόνια παρουσίας στο χώρο. Γνωρίζοντας ότι αποτελεί ένα από τα πιο επικίνδυνα, για του εργαζομένους, επαγγέλματα, η εταιρία θέλησε να ενισχύσει την προστασία του χρησιμοποιώντας την τεχνολογία IoT. Ανέπτυξε φορητές συσκευές (wearables) οι οποίες ενσωματώνονται στα κράνη των εργαζομένων καθώς επίσης και ως βραχιόλια, τα οποία δίνουν τη δυνατότητα στους υπεύθυνους προσωπικού να παρακολουθούν και να μπορούν να προβλέψουν πιθανή επικίνδυνη κατάσταση. Οι φορητές συσκευές παρακολουθούν επίσης μετρήσεις υγείας όπως τη θερμοκρασία του σώματος, τον παλμό και τα επίπεδα δραστηριότητας, επιτρέποντας στους επιβλέποντες να δώσουν στους εργαζομένους ώρα διαλείμματος όταν είναι απαραίτητο. Επιπλέον, ο παραγωγός χάλυβα χρησιμοποιεί συνδεδεμένους αισθητήρες για την παρακολούθηση ακραίων θερμοκρασιών περιβάλλοντος καθώς και την παρουσία ακτινοβολίας και τοξικών αερίων[94].

Stanley Black & Decker

Ο κατασκευαστής βιομηχανικών και οικιακών εργαλείων είναι πρωτοπόρος της IoT από πολλές απόψεις. Η εταιρεία, η οποία διαθέτει 16 βασικές επιχειρησιακές μονάδες, έχει αναπτύξει τη λογική της διασυνδεδεμένης τεχνολογίας σε επίπεδο εμπορικής ασφάλειας, εγκαταστάσεων παραγωγής, εργαλείων παραγωγής. Το πρόγραμμα ήδη χαιρεί μεγάλης επιτυχίας με τα αποτελέσματα της αύξησης της παραγωγής, σε ποσοστό 24%, σε ένα εργοστάσιο επεξεργασίας ξύλου στο Μεξικό. Επίσης, ένα πρωτοπόρο σύστημα που χρησιμοποιεί ραδιοσήματα για να παρακολουθεί την τοποθεσία των εργαλείων, την πρόοδο της κατασκευής και να συμμορφώνεται με τους κανόνες του OSHA. Το τμήμα DeWalt της εταιρείας ξεκινά επίσης μια πρωτοβουλία γνωστή ως "κατασκευή διαδικτύου των πραγμάτων", η οποία θα χρησιμοποιεί ένα δίκτυο Wi-Fi mesh και μια πλατφόρμα IoT για την παρακολούθηση των εργαζομένων και του εξοπλισμού σε όλη την περιοχή εργασίας. Ήδη, η DeWalt χρησιμοποιεί μια παραλλαγή που ονομάζει υπηρεσία συνδεδεμένης μπαταρίας, η οποία όχι μόνο μπορεί να παρακολουθεί τα επίπεδα της μπαταρίας, αλλά και να διακόπτει τα εργαλεία εάν κάποιος προσπαθήσει να τα αφαιρέσει από μια καθορισμένη περιοχή[94].

6. ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Έχοντας αναλύσει διεξοδικά το Ambient Assisted Living και το Internet of Things μπορούμε πλέον με ευκολία να πούμε ότι το ένα είναι μια φυσική εξέλιξη του άλλου. Με το IoT βλέπουμε μια επανάσταση στο χώρο της τεχνολογίας η οποία παρασύρει τα πάντα στο πέρασμά της προσδίδοντας ιδιότητες σε αντικείμενα που μέχρι χθες ήταν προορισμένα να εκτελέσουν ένα και μοναδικό έργο. Άρα θα μπορούσαμε να πούμε ότι και το AAL είναι μια φανερή παραλλαγή ή αλλιώς ένα άλλος τομέας χρήσης του IoT στην ιατρική παρακολούθηση. Αυτό το συμπέρασμα προκύπτει από το γεγονός ότι οι συσκευές που χρησιμοποιούνται, αλλά και ο τρόπος λειτουργίας του συνολικού εγχειρήματος αποσκοπεί στη διασυνδεδεμένη και συνεχόμενη συνεργασία μεταξύ των συσκευών και κατ'επέκταση του ανθρώπου.

Το AAL είναι μια ξεκάθαρη στροφή στην οικιακή, χωρίς όμως να γίνεται αντιληπτή, ιατρική φροντίδα και παρακολούθηση ως ένα μέσο αποφυγής μεταφοράς ανθρώπων με προβλήματα σε κάποιο ιατρικό κέντρο, μακριά από τον προσωπικό τους χώρο.

Τα ερωτήματα όμως συνεχίζουν να υφίστανται και να αποτρέπουν ως ένα σημείο την εφαρμογή αυτών των τεχνολογιών.

Τόνισαμε στα προηγούμενα κεφάλαια πως το γεγονός που προσδίδει τον χαρακτηρισμό IoT σε συσκευές είναι η νευρωνική διασύνδεση που υπάρχει τόσο μεταξύ τους όσο και με το χρήστη. Αν πάρουμε, για παράδειγμα, τις έξυπνες συσκευές σε ένα σπίτι θα δούμε ότι αντιπροσωπεύονται οι νευρώνες του εγκεφάλου όπου όλοι μαζί καταλήγουν σε ένα κοινό σημείο συλλογής δεδομένων και επεξεργασίας αυτών. Άρα θα μπορούσε κάποιος να πει ότι γίνεται πολύ πιο εύκολη η περίπτωση παρακολούθησης ή η υποκλοπή προσωπικών δεδομένων από τρίτους, μιας και όλα συνδέονται στο σύννεφο το οποίο επικοινωνεί μέσω διαδικτυακών πρωτοκόλλων. Η απάντηση εδώ είναι η εξής: συνεχώς νέοι τρόποι προστασίας των δεδομένων εφευρίσκονται από τους τεχνολογικούς παρόχους και πλέον οι κυβερνήσεις των χωρών προσπαθούν να περιορίσουν τα δικαιώματα των εταιριών προς τους καταναλωτές. Όλες οι εταιρίες πλέον είναι αναγκασμένες από το νόμο να τηρήσουν τη δημοσίευση του πλάνου που ακολουθούν, περί χρησιμοποίησης προσωπικών δεδομένων, και να επιτρέψουν στην ελεύθερη βούληση του χρήστη να επιλέξει με ποιά συμφωνεί και με ποιά όχι. Άρα βλέπουμε μια γενικότερη νομοθετική στροφή, αλλά και τεχνολογική εξέλιξη πεπαλαιωμένων τεχνολογικών προτύπων για να προετοιμάσουν το έδαφος για την ολοκληρωτική υιοθέτηση της τεχνολογίας.

Επίσης, ένα ακόμα πολύ σημαντικό θέμα είναι πως η εξέλιξη της τεχνολογίας προϋποθέτει και την αναγκαστική μείωση του ανθρωπίνου δυναμικού. Ως ένα σημείο η παρατήρηση αυτή είναι ορθή, αλλά από την άλλη όταν ο κόσμος εξελίσσεται, νέες θέσεις απασχόλησης δημιουργούνται για να καλύψουν τις νέες εργατικές ανάγκες. Για παράδειγμα, όσο ο αριθμός των διασυνδεδεμένων συσκευών θα αυξάνεται, τόσο πιο πολλοί τεχνικοί δικτύων θα χρειάζονται για να διαχειριστούν την τεράστια βάση δεδομένων που δημιουργείται, αλλά και για να διασφαλίζουν πως τα δεδομένα αυτά θα παραμείνουν ασφαλή. Η άμεση συντήρηση του πλήθους αυτών των συσκευών θα είναι αναγκαία και με το χρονικό περιθώριο να είναι περιορισμένο. Άρα όσο οι ανάγκες της κοινωνίας επί χρόνια ωθούν την

τεχνολογική εξέλιξη, με τον ίδιο τρόπο θα ωθήσουν και την εργασιακή ζήτηση κατά το δοκούν.

Βλέπουμε ότι οι εξελίξεις είναι ραγδαίες και έχουμε να κάνουμε με υιοθέτηση νέων τεχνολογιών, αλλά και μιας νέας οπτικής των πραγμάτων. Η οπτική που είχαμε σχετικά με την περίθαλψη των ηλικιωμένων, και γενικότερα ανθρώπων με δυσχέρειες στην επίτευξη καθημερινών αναγκών, αρχίζει να κάνει μια τεράστια στροφή στην απομακρυσμένη παρακολούθηση αυτών. Η τεχνολογία με την υποβοηθούμενη διαβίωση, αν και φαντάζει ταινία επιστημονικής φαντασίας, γίνεται πιο προσωπική από ποτέ και μέχρι πρότινος τα αποτελέσματα από τα διάφορα πειράματα είναι ενθαρρυντικά. Μια νέα εποχή είναι προ των πυλών και ένας νέος τρόπος ζωής είναι έτοιμος να κάνει την εμφάνιση του και να ανατρέψει τον κόσμο, όπως τον γνωρίζουμε έως σήμερα. Προφανώς, κάποια από τα έργα είναι σε πειραματικό στάδιο, αλλά δεν θα αργήσουν να εφαρμοστούν στο ευρύ κοινό και την καθημερινότητά μας.

Επεξηγήσεις

Πολλαπλή πρόσβαση με διαίρεση χρόνου (Time Division Multiple Access): Είναι μια μέθοδος πρόσβασης καναλιού για κοινόχρηστα δίκτυα. Επιτρέπει σε πολλούς χρήστες να μοιράζονται το ίδιο κανάλι συχνότητας διαιρώντας το σήμα σε διαφορετικές χρονικές θυρίδες. Οι χρήστες μεταδίδουν με γρήγορη διαδοχή, το ένα μετά το άλλο, το καθένα χρησιμοποιώντας το δικό του χρονικό διάστημα. Αυτό επιτρέπει σε πολλούς σταθμούς να μοιράζονται το ίδιο μέσο μετάδοσης (π.χ. κανάλι ραδιοσυχνότητας) ενώ χρησιμοποιούν μόνο ένα μέρος της χωρητικότητας του καναλιού. Το TDMA* χρησιμοποιείται στα ψηφιακά 2G κυψελοειδή συστήματα όπως το Παγκόσμιο Σύστημα Κινητών Επικοινωνιών (GSM), IS-136, PersonalDigitalCellular (PDC) και iDEN και στο πρότυπο DigitalEnhancedCordless Telecommunications (DECT) για φορητά τηλέφωνα. Χρησιμοποιείται επίσης εκτεταμένα σε δορυφορικά συστήματα, συστήματα ραδιοσυχνότητας μάχης και δίκτυα PON για ανάντη κυκλοφορία από χώρους σε φορείς εκμετάλλευσης.

Διπλή Διαίρεση Χρόνου (Time Division Duplex): Αναφέρεται σε αμφίδρομες επικοινωνιακές συνδέσεις όπου η ανερχόμενη ζεύξη διαχωρίζεται από την κατερχόμενη ζεύξη με την κατανομή διαφορετικών χρονικών θυρίδων στην ίδια ζώνη συχνοτήτων. Είναι ένα σχέδιο μετάδοσης που επιτρέπει ασύμμετρη ροή για μετάδοση δεδομένων uplink και downlink. Οι χρήστες διαθέτουν χρονοθυρίδες για μετάδοση μέσω ζεύξης.

Industrial Scientific Medical (ISM): Είναι ραδιοφωνικές ζώνες (τμήματα του ραδιοφάσματος) που προορίζονται διεθνώς για τη χρήση ενέργειας ραδιοσυχνοτήτων (RF) για βιομηχανικούς, επιστημονικούς και ιατρικούς σκοπούς εκτός από τις τηλεπικοινωνίες. Οι ισχυρές εκπομπές αυτών των συσκευών μπορούν να δημιουργήσουν ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές και να διαταράξουν την ραδιοεπικοινωνία που χρησιμοποιεί την ίδια συχνότητα, επομένως, αυτές οι συσκευές περιορίζονταν σε ορισμένες ζώνες συχνοτήτων. Παρά την πρόθεση των αρχικών χορηγήσεων και επειδή υπάρχουν πολλαπλές χορηγήσεις, τα τελευταία χρόνια οι ταχύτερα αναπτυσσόμενες χρήσεις αυτών των ζωνών υπήρξαν για συστήματα επικοινωνιών μικρής εμβέλειας και χαμηλής ισχύος. Τα ασύρματα τηλέφωνα, οι συσκευές Bluetooth, NFC και τα ασύρματα δίκτυα υπολογιστών χρησιμοποιούν όλες τις συχνότητες που κατανέμονται στις επικοινωνίες χαμηλής ισχύος καθώς και στο ISM.

Carrier-sense multiple access with collision avoidance (CSMA-CA): Πολλαπλή πρόσβαση σε αισθητήρα φορέα με αποφυγή σύγκρουσης στη δικτύωση υπολογιστών είναι μια μέθοδος πολλαπλής πρόσβασης δικτύου στην οποία χρησιμοποιείται αισθητήρας φορέα, αλλά οι κόμβοι προσπαθούν να αποφύγουν τις συγκρούσεις μεταδίδοντας μόνο όταν το κανάλι αισθάνεται ότι είναι "αδρανές". Όταν μεταδίδουν, οι κόμβοι μεταδίδουν τα πακέτα δεδομένων στο σύνολό τους.

Mesh: Ένα δίκτυο πλέγματος είναι μια τοπολογία δικτύου στην οποία κάθε κόμβος μεταδίδει δεδομένα για το δίκτυο. Όλοι οι κόμβοι ματιών συνεργάζονται για τη διανομή δεδομένων στο δίκτυο. Μπορεί να εφαρμοστεί τόσο σε ενσύρματα όσο και σε ασύρματα δίκτυα.

Machinetomachine (M2M): Αναφέρεται στην απευθείας επικοινωνία μεταξύ συσκευών που χρησιμοποιούν οποιοδήποτε κανάλι επικοινωνίας, συμπεριλαμβανομένων των ενσύρματων και ασύρματων.

Λευκοί χώροι: Στις τηλεπικοινωνίες, οι λευκοί χώροι αναφέρονται σε συχνότητες που κατανέμονται σε μια ραδιοηλεκτρονική υπηρεσία αλλά δεν χρησιμοποιούνται τοπικά. Οι εθνικοί και διεθνείς οργανισμοί αναθέτουν διαφορετικές συχνότητες για συγκεκριμένες χρήσεις, η διαδικασία κατανομής συχνότητων δημιουργεί ένα εύρος ζώνης, το οποίο, για τεχνικούς λόγους, αποδίδει λευκό χώρο μεταξύ των χρησιμοποιούμενων ραδιοφωνικών ζωνών ή καναλιών για την αποφυγή παρεμβολών.

Weightless: Είναι το όνομα ενός συνόλου ανοιχτών προτύπων ασύρματης τεχνολογίας LPWAN για την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ ενός σταθμού και χιλιάδων μηχανών γύρω του. Αυτές οι τεχνολογίες επιτρέπουν στους προγραμματιστές να δημιουργούν δίκτυα ευρείας ζώνης χαμηλής ισχύος.

ad hoc: Ο όρος δικτύωση αναφέρεται συνήθως σε ένα σύστημα των στοιχείων του δικτύου που συνδυάζονται για να σχηματίσουν ένα δίκτυο που απαιτεί ελάχιστο ή καθόλου σχεδιασμό.

front-end, back-end: Το front-end και το back-end είναι όροι που χρησιμοποιούνται για τον χαρακτηρισμό διεπαφών και υπηρεσιών προγράμματος σε σχέση με τον αρχικό χρήστη. (Ο "χρήστης" μπορεί να είναι άνθρωπος ή πρόγραμμα.) Μια εφαρμογή "front-end" είναι μια εφαρμογή με την οποία οι χρήστες της εφαρμογής αλληλοεπιδρούν άμεσα. Μια εφαρμογή ή πρόγραμμα "back-end" εξυπηρετεί έμμεσα για την υποστήριξη των υπηρεσιών front-end, συνήθως με το να είναι πιο κοντά στον απαιτούμενο πόρο ή να έχει την ικανότητα να επικοινωνεί με τον απαιτούμενο πόρο. Η εφαρμογή back-end μπορεί να αλληλοεπιδρά άμεσα με το front-end ή είναι ένα πρόγραμμα που καλείται από ένα ενδιάμεσο πρόγραμμα που μεσολαβεί στις δραστηριότητες front-end και back-end.

Cardinality: Στα μαθηματικά, η καρδιότητα ενός σετ είναι ένα μέτρο του "αριθμού στοιχείων του σετ". Για παράδειγμα, το σύνολο $A = \{2, 4, 6\}$ περιέχει 3 στοιχεία και ως εκ τούτου το A έχει μια καρδιότητα 3. Υπάρχουν δύο προσεγγίσεις για την καρδιότητα - μία που συγκρίνει τις σειρές απευθείας με bijections και injections και άλλη που χρησιμοποιεί τους καρδινάλιους αριθμούς. Η καρδιότητα ενός συνόλου ονομάζεται επίσης το μέγεθός του, όταν δεν είναι δυνατή η σύγκριση με άλλες έννοιες μεγέθους.

non-paper: Σημείωμα ή έγγραφο που διακινείται ανεπίσημα σε περιορισμένο κοινό και δεν ανακοινώνεται ούτε κοινοποιείται σε τρίτους

Διαλειτουργικότητα: Είναι η δυνατότητα ενός προϊόντος ή συστήματος του οποίου οι διεπαφές είναι πλήρως δημόσια τεκμηριωμένες να συνδέεται και να λειτουργεί με άλλα προϊόντα ή συστήματα, χωρίς περιορισμούς στην πρόσβασή τους ή φραγμούς στην υλοποίηση.

MOOC(Massive Open Online Courses): Μαζικό ανοιχτό online μάθημα, είναι ένα διαδικτυακό μάθημα με στόχο την απεριόριστη συμμετοχή και ανοικτή πρόσβαση μέσω του διαδικτύου. Εκτός από τα παραδοσιακά υλικά μαθήματος όπως οι ταινίες, οι αναγνώσεις και τα σύνολα προβλημάτων, πολλά MOOC παρέχουν διαδραστικά μαθήματα με φόρουμ χρηστών για την υποστήριξη των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των φοιτητών, των καθηγητών και των βοηθών διδασκόντων (TAs) καθώς και άμεση ανατροφοδότηση στις γρήγορες δοκιμασίες και εργασίες . Τα MOOC είναι μια πρόσφατη και ευρέως εξετασμένη ανάπτυξη στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση, η οποία εισήχθη για πρώτη φορά το 2006 και εμφανίστηκε ως δημοφιλής τρόπος εκμάθησης το 2012.

Blockchain: Αρχικά μπλοκ αλυσίδα, είναι μια αυξανόμενη λίστα των εγγραφών, που ονομάζονται μπλοκς, τα οποία συνδέονται χρησιμοποιώντας κρυπτογράφηση. Κάθε μπλοκ περιέχει μια κρυπτογραφική μίξη του προηγούμενου μπλοκ, ένα χρονικό σήμα και δεδομένα συναλλαγής. Από το σχεδιασμό, μια blockchain είναι ανθεκτική στην τροποποίηση των δεδομένων. Είναι ένα «ανοιχτό, κατανομημένο ημερολόγιο που μπορεί να καταγράψει τις συναλλαγές μεταξύ δύο μερών αποτελεσματικά και κατά τρόπο επαληθεύσιμο και μόνιμο». Για να χρησιμοποιηθεί ως διανεμημένο ημερολόγιο, ένα blockchain διαχειρίζεται συνήθως ένα δίκτυο peer-to-peer συλλογικά προσκολλημένο σε ένα πρωτόκολλο για επικοινωνία μεταξύ κόμβων και επικύρωση νέων μπλοκς. Μόλις καταγραφούν, τα δεδομένα σε κάθε δεδομένο μπλοκ δεν μπορούν να τροποποιηθούν αναδρομικά χωρίς αλλοίωση όλων των επόμενων μπλοκ, πράγμα που απαιτεί συναινετική πλειοψηφία του δικτύου. Αν και τα αρχεία blockchain δεν είναι αναλλοίωτα, τα blockchains μπορεί να θεωρηθούν ασφαλή από το σχεδιασμό τους και να αποτελέσουν παράδειγμα ενός κατανομημένου συστήματος υπολογιστών με υψηλή ανοχή βλαβών.

Παράρτημα εικόνων

Εικόνα 1 Resource Description Framework Properties (https://en.wikipedia.org/wiki/Resource_Description_Framework).....	30
Εικόνα 2 Resource Description Framework Schema (RDFS) Properties (https://en.wikipedia.org/wiki/Resource_Description_Framework).....	30
Εικόνα 3 Ιεραρχική κατάταξη επιπέδων OWL.....	34
Εικόνα 4 Παράδειγμα αλγοριθμικής ακολουθίας σε ένα σύστημα SOPRANO.....	39
Εικόνα 5 Διαδικασία αξιολόγησης περιβάλλοντος AAL.....	42
Εικόνα 6 Πίνακας με 8 από του συμμετέχοντες του προγράμματος ALADDIN.....	45
Εικόνα 7 Πίνακας με 7 από του συμμετέχοντες του προγράμματος Hear Me Feel Me.....	47
Εικόνα 8 Δομή RFID tag.....	48
Εικόνα 9 Χρήση RFID tag σε εισιτήριο Μέσων Μαζικής Μεταφοράς.....	48
Εικόνα 10 Έξυπνο ρολόι – Smartwa.....	49
Εικόνα 11 Παράδειγμα φουτουριστικής απεικόνισης έξυπνου καθρέπτη.....	50
Εικόνα 12 Ενδεικτική παρουσίαση πληροφοριών στο SmartMirror.....	51
Εικόνα 13 Παράδειγμα ανάγνωσης κινήσεων από το Myo armband	51
Εικόνα 14 Έξυπνα ρούχα καταγραφής σωματικής.....	53
Εικόνα 15 Έξυπνα ρούχα από την εταιρία Xenoma.....	54
Εικόνα 16 Προεπισκόπηση του τρόπου δόμησης της αρχιτεκτονικής HOPE.....	56
Εικόνα 17 Google assistant, Amazon Echo, HomePod.....	57
Εικόνα 18 Μοντέλο επικοινωνίας Device to Device.....	65
Εικόνα 19 Μοντέλο επικοινωνίας Device to Cloud.....	67
Εικόνα 20 Μοντέλο επικοινωνίας Device to Gateway.....	68
Εικόνα 21 Μοντέλο επικοινωνίας Back-End Data Sharing.....	69
Εικόνα 22 Raspberry logo.....	71
Εικόνα 23 Όλα τα διαθέσιμα μοντέλα Raspberry Pi.....	73
Εικόνα 24 Raspberry Pi διάγραμμα 40 General Purpose Input/Output.....	74
Εικόνα 25 Raspberry Pi 3 Model B+ σε συνδεσμολογία με αισθητήρα κίνησης PIR.....	74
Εικόνα 26 Arduino logo.....	75
Εικόνα 27 Υλοποιήσεις του Arduino για εργασίες σε IoT.....	76
Εικόνα 28 Arduino UNO wifi σε συνδεσμολογία με αισθητήρα υγρασίας-θερμοκρασίας.....	78
Εικόνα 29 Εφαρμογή ελέγχου IoT συσκευών enControl.....	79
Εικόνα 30 SimpleLink™ multi-standard CC2650 SensorTag™ kit reference design.....	80
Εικόνα 31 Μπροστά και πίσω όψη SensorTag Kit.....	80
Εικόνα 32 Μοντέλο γραφικής απεικόνισης έξυπνης.....	82
Εικόνα 33 Μοντέλο σχεδίου της Bosch για χρήση IoT στη γεωργία.....	89

Πηγές – Βιβλιογραφία

- [1]. https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_things/ προσπέλαση 06/06/2018
- [2]. https://de.wikipedia.org/wiki/Ambient_Assisted_Living/ προσπέλαση 06/06/2018
- [3]. <http://www.mobilenews.gr/internet-of-things-ti-einai-me-apla-logia-to-diadiktyo/> προσπέλαση 07/06/2018
- [4]. https://www.sas.com/el_gr/insights/big-data/internet-of-things.html/ προσπέλαση 07/06/2018
- [5]. https://el.wikipedia.org/wiki/Διαδίκτυο_των_πραγμάτων/ προσπέλαση 07/06/2018
- [6]. Kadian Davis, Evans Owusu, Lucio Marcenaro, Member, IEEE, Loe Feijs, Carlo Regazzoni, Senior Member, IEEE, and Jun Hu
'Effects of Ambient Lighting Displays on Peripheral Activity Awareness' *IEEE Access*, Vol 5, No 2, pp 9318-9320, 2017
- [7]. Dorothy Monekosso, Bournemouth University, Francisco Florez-Revuelta and Paolo Remagnino, Kingston University
'Ambient Assisted Living' *IEEE Computer Society*, No 4, pp 2-5, 2015
- [8]. Dorothy N. Monekosso, Francisco Florez-Revuelta, Paolo Remagnino
'Guest Editorial Special Issue on Ambient-Assisted Living: Sensors, Methods, and Applications' *IEEE transactions on human-machine systems*, vol. 45, No 5, pp 545_549, 2015
- [9]. <https://www.rs-online.com/designspark/eleven-internet-of-things-iot-protocols-you-need-to-know-about/> προσπέλαση 09/06/2018
- [10]. <http://embien.com/blog/iot-connectivity-technologies/> προσπέλαση 09/10/2018
- [11]. <https://en.wikipedia.org/wiki/Piconet/> προσπέλαση 09/06/2018
- [12]. <https://en.wikipedia.org/wiki/Zigbee#History/> προσπέλαση 09/06/2018
- [13]. <http://www.electronews.gr/2011/06/zigbee.html/> προσπέλαση 09/06/2018
- [14]. <https://www.digi.com/resources/standards-and-technologies/zigbee-wireless-standard/> προσπέλαση 09/06/2018
- [15]. <https://en.wikipedia.org/wiki/Z-Wave/> προσπέλαση 09/06/2018
- [16]. <https://en.wikipedia.org/wiki/6LoWPAN/> προσπέλαση 09/06/2018
- [17]. <https://www.link-labs.com/blog/6lowpan-vs-zigbee/> προσπέλαση 09/06/2018
- [18]. [https://en.wikipedia.org/wiki/Thread_\(network_protocol\)/](https://en.wikipedia.org/wiki/Thread_(network_protocol)) προσπέλαση 09/06/2018
- [19]. <https://www.techopedia.com/definition/27019/time-division-duplex-tdd/> προσπέλαση 09/06/2018
- [20]. https://en.wikipedia.org/wiki/Mesh_networking/ προσπέλαση 09/06/2018
- [21]. <https://en.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi/> προσπέλαση 09/06/2018
- [22]. https://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11/ προσπέλαση 09/06/2018
- [23]. https://en.wikipedia.org/wiki/Cellular_network/ προσπέλαση 09/06/2018
- [24]. https://el.wikipedia.org/wiki/Κυψελωτό_δίκτυο/ προσπέλαση 09/06/2018
- [25]. <https://el.wikipedia.org/wiki/NFC/> προσπέλαση 10/06/2018
- [26]. <https://en.wikipedia.org/wiki/Sigfox/> προσπέλαση 10/06/2018
- [27]. <https://www.radio-electronics.com/info/wireless/sigfox/basics-tutorial.php/> προσπέλαση 10/06/2018
- [28]. <http://neul.com/> προσπέλαση 10/06/2018
- [29]. <https://lora-alliance.org/about-lorawan/> 10/06/2018

- [30]. <https://www.aplaceformom.com/blog/10-29-14-ambient-assisted-living>, Sarah Stevenson, Posted On 29 Oct 2014, προσπέλαση 12/06/2018
- [31]. V. Maniraj, Dr.R. Sivakumar 'Ontology Languages – A Review' *International Journal of Computer Theory and Engineering*, Vol.2, No 1, pp 887_891, December, 2010
- [32]. <http://cgi.csc.liv.ac.uk/frank/teaching/comp08/lecture1.pdf/> Frank Wolter, Department of Computer Science University of Liverpool, προσπέλαση 12/06/2018
- [33]. Mocholí J.B., Sala P., Fernández-Llatas C., Naranjo J.C. (2010) '*Ontology for Modeling Interaction in Ambient Assisted Living Environments*'. In: Bamidis P.D., Pallikaraki N. (eds) XII Mediterranean Conference on Medical and Biological Engineering and Computing 2010. IFMBE Proceedings, Vol 29. Springer, Berlin, Heidelberg, 2010
- [34]. Dimitra Zografistou '*Support for context-aware healthcare in Ambient Assisted Living*' University of Crete School of Sciences and Engineering Computer Science Department, Heraklion, October 2012
- [35]. http://www.oasis-project.eu/oasis_1_conf/A1_SESSION/4.NORMANN.pdf/ Immanuel Normann, Frank Dylla, Joana Hois, Oliver Kutz, Mehul Bhatt '*Ontologies and Reasoning for Ambient Assisted Living*', προσπέλαση 12/06/2018
- [36]. https://en.wikipedia.org/wiki/DARPA_Agent_Markup_Language/ προσπέλαση 12/06/2018
- [37]. https://en.wikipedia.org/wiki/Resource_Description_Framework/ προσπέλαση 12/06/2018
- [38]. Mustafa Jarrar, Robert Meersman '*Ontology Engineering -The DOGMA Approach*' Proceeding of the International Conference on Semantics of a Networked World. LNCS, Springer, Paris, France. June (2004) pp. 14_44
- [39]. <https://en.wikipedia.org/wiki/DOGMA/> προσπέλαση 13/06/2018
- [40]. https://en.wikipedia.org/wiki/Web_Ontology_Language/ προσπέλαση 13/06/2018
- [41]. <https://www.w3.org/TR/owl-features/> προσπέλαση 13/06/2018
- [42]. <https://www.cambridgesemantics.com/blog/semantic-university/learn-owl-rdfs/rdfs-vs-owl/> προσπέλαση 13/06/2018
- [43]. https://el.wikipedia.org/wiki/Σημασιολογικός_Ιστός/ προσπέλαση 16/06/2018
- [44]. Peter Wolf, and Andreas Schmidt, Michael Klein '*SOPRANO – An extensible, open AAL platform for elderly people based on semantical contracts*', 3rd workshop on Artificial Intelligence Techniques for Ambient Intelligence (AITAmI'08), 18th European Conference on Artificial Intelligence (ECAI 08), Patras, Greece/
<https://pdfs.semanticscholar.org/2517/4a3ba6c773dfa7bae5a56657cedb75802c04.pdf/> προσπέλαση 13/06/2018
- [45]. <https://pdfs.semanticscholar.org/4b37/508b4fd983aa56c707c989b92a44308ccd9c.pdf/> προσπέλαση 13/06/2018
- [46]. Michael Klein, Andreas Schmidt, Rolf Lauer '*Ontology-Centred Design of an Ambient Middleware for Assisted Living: The Case of SOPRANO*' http://publications.professional-learning.eu/klein_schmidt_lauer_AIM-CU_KI07.pdf/ προσπέλαση 14/06/2018
- [47]. https://www.aal-products.com/index.php/frontend/product?id=259&language_short=en/ προσπέλαση 14/06/2018
- [48]. Pilar Sala, Felix Kamieth, Juan Bautista Mocholí, Juan Carlos Naranjo '*Universal Access in Human-Computer Interaction. Context Diversity*', 6th International Conference, UAHCI 2011, Held as Part of HCI International 2011, Orlando, FL, USA, Springer-Verlag GmbH Berlin Heidelberg, 2011
- [49]. <http://www.sabien.upv.es/en/project/vaalid/> προσπέλαση 14/06/2018

- [50]. <http://www.aal-europe.eu/projects/alladin/> προσπέλαση 14/06/2018
- [51]. <https://www.alzheimers.net/difference-between-alzheimers-and-dementia/> προσπέλαση 15/06/2018
- [52]. <http://www.aal-europe.eu/projects/bedmond/> προσπέλαση 15/06/2018
- [53]. <http://www.aal-europe.eu/projects/hear-me-feel-me/> προσπέλαση 15/06/2018
- [54]. Nuno M. Garcia, Joel J.P.C. Rodrigues 'Ambient Assisted Living' CRC Press Taylor & Francis Group, London, New York, 2015
- [55]. <https://www.alfacod.it/soluzioni/identificazione-cespiti/> προσπέλαση 15/06/2018
- [56]. <https://www.kmop.gr/el/ολοκληρωμένα/103-agnes/> προσπέλαση 15/06/2018
- [57]. <http://www.aal-europe.eu/projects/agnes/> προσπέλαση 15/06/2018
- [58]. <http://www.agingandcognitionlab.com/index.php/research/agnes/> προσπέλαση 20/06/2018
- [59]. https://www.kickstarter.com/projects/513673859/smartmirror?ref=nav_search&result=project&term=ian%20seyler/ προσπέλαση 20/06/2018
- [60]. <https://www.bynorth.com/about/> προσπέλαση 20/06/2018
- [61]. Robert Z Zheng, Robert D. Hill, Michael K. Gardner 'Engaging Older Adults with Modern Technology' Information Science Reference (an imprint of IGI Global), IGI Global, 2013
- [62]. <https://joinup.ec.europa.eu/document/ecaalyx-enhanced-complete-ambient-assisted-living-experiment-ecaalyx/> Margarita Hospedales Salomó/ προσπέλαση 21/06/2018
- [63]. <https://unboxholics.com/news/tech/28576-eksypna-royxa-gia-astheneis-me-anoia/> προσπέλαση 21/06/2018
- [64]. <https://www.kmop.gr/completed/105-hope/> προσπέλαση 21/06/2018
- [65]. <http://www.hope-project.eu/> προσπέλαση 21/06/2018
- [66]. <http://www.rtel.gr/hope-project.aspx/> προσπέλαση 22/06/2018
- [67]. <http://bioneurologics.gr/astheneies/nevrologia/psixiatrikh-arxika-symptwmata-parkinson/>
Διεύθυνση: Δρ. Δημήτριος Κουντούρης Νευρολόγος Ψυχίατρος/ προσπέλαση 22/06/2018
- [68]. https://el.wikipedia.org/wiki/Νόσος_του_Πάρκινσον/ προσπέλαση 22/06/2018
- [69]. <http://www.aal-europe.eu/projects/help/> προσπέλαση 22/06/2018
- [70]. Roberto Minerva, Abyi Biru, Domenico Rotondi 'Towards a definition of the Internet of Things (IoT)' *IEEE Internet of Things*, pp. 10_21, 2015
- [71]. Παπασταθοπούλου Αλεξάνδρα 'INTERNET OF THINGS' Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών, Θεσσαλονίκη, Φεβρουάριος 2017
- [72]. Santosh Kulkarni, Prof. Sanjeev Kulkarni 'Communication Models in Internet of Things: A Survey' *IJSTE - International Journal of Science Technology & Engineering*, Vol 3, No 11, pp. 1_5, 2017
- [73]. <https://www.kernelsphere.com/four-internet-things-communications-models/> προσπέλαση 22/06/2018
- [74]. <http://www.inetservicescloud.com/the-four-internet-of-things-connectivity-models-explained/> προσπέλαση 22/06/2018
- [75]. <https://www.raspberrypi.org/> προσπέλαση 01/07/2018
- [76]. <https://nettop.gr/> προσπέλαση 02/07/2018
- [77]. <https://medium.com/@ccarnino/control-the-raspberry-pi-2-3-gpio-pins-with-swift-3-0-on-ubuntu-16-04-c66ada06efe/> προσπέλαση 05/07/2018
- [78]. <https://en.wikipedia.org/wiki/Arduino/> προσπέλαση 22/06/2018
- [79]. <https://store.arduino.cc/> προσπέλαση 06/07/2018

- [80]. <https://aalhouse.esda-lab.gr/index.php/el/platforms-list-gr/94-sensing-control-encontrol-iot-platform/> προσπέλαση 10/07/2018
- [81]. <http://www.encontrol.io/who-we-are/> προσπέλαση 10/07/2018
- [82]. <http://www.ti.com/tool/tidc-cc2650stk-sensortag#0/> προσπέλαση 12/07/2018
- [83]. http://www.ti.com/ww/en/wireless_connectivity/sensortag/tearDown.html/ προσπέλαση 12/07/2018
- [84]. Μούρτου Αλεξία, Κυρανάς Αναστάσιος 'Internet of Things' Α.Τ.Ε.Ι. Πειραιά, Τμήμα Μηχανικών ηλεκτρονικών υπολογιστικών συστημάτων, Αθήνα, Απρίλιος 2016
- [85]. https://en.wikipedia.org/wiki/Smart_city/ προσπέλαση 14/07/2018
- [86]. <https://www.theguardian.com/cities/2018/sep/04/trikala-greece-first-smart-city-dont-need-to-know-a-politician-to-get-something-done/> Venetia Rainey 'Inside Greece's first smart city: 'Now you don't need to know a politician to get something done'' The Guardian, September 4, 2018
- [87]. <https://betanews.com/2017/09/05/internet-of-things-smart-cities/> προσπέλαση 14/07/2018
- [88]. <https://mashable.com/2018/02/14/best-smart-home-hubs-google-home-amazon-echo-alexa-apple-homepod/?europa=true#VTv7Lc .piqC/> προσπέλαση 15/06/2018
- [89]. http://www.real.gr/archive_time/arthro/eksypni ktinotrofia stis farmes tis europis-89164/ προσπέλαση 18/07/2018
- [90]. https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/operations/Smart-livestock-farming_Deloitte.pdf/ προσπέλαση 18/07/2018
- [91]. Nikesh Gondchawar, Prof. Dr. R. S. Kawitkar 'IoT based Smart Agriculture' *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering- IJARCCCE*, Vol. 5, Issue 6, pp. 1_5, 2016
- [92]. <https://farmers.org.au/blog/agriculture-and-the-internet-of-things-how-it-will-change-in-australia/> Andrea Koch 'Agriculture and the 'Internet of Things': how it will change in Australia' April 2017
- [93]. <http://www.agritechinchina.org/news/thinking-big-at-the-annual-meeting-of-the-agri-tech-in-china-newton-network-atcnn-20-21-march-2018./> προσπέλαση 20/07/2018
- [94]. <https://www.iotworldtoday.com/2017/09/20/top-20-industrial-iot-applications/> προσπέλαση 22/07/2018
- [95]. <https://www.automationworld.com/article/industry-type/all/abb-and-salesforce-bring-crm-iiot/> David Greenfield, Director of Content/Editor-in-Chief, on September 27, 2018/ προσπέλαση 22/07/2018
- [96]. <https://www.liberal.gr/arthro/179752/technologia/2017/i-Bosch-fernei-to-Internet-of-Things-sti-georgia-kai-tin-ktinotrofia.html/> Γιάννης Γορανίτης /προσπέλαση 22/07/2018
- [97]. Filippo Palumbo 'Ambient intelligence in assisted living environments' Ph.D. Thesis, Supervisor: Prof. Stefano Chessa, Università degli Studi di Pisa, Dipartimento di Informatica Dottorato di Ricerca in Informatica
- [98]. Eftim Zdravevski, Petre Lameski, Vladimir Trajkovik, Andrea Kulakov, Ivan Chorbev, Rossitza Goleva, Nuno Pombo, Nuno Garcia 'Improving Activity Recognition Accuracy in Ambient-Assisted Living Systems by Automated Feature Engineering' *IEEE Access*, Vol 5, pp. 1_19, 2017
- [99]. Research at Arup, Pam Turpin 'Ambient Assisted Living' 13 Fitzroy Street London W1T 4BQ, arup.com, driversofchange.com, Released April 2014

- [100]. Christophe Jacquet, Ahmed Mohamed, Yacine Bellik 'An Ambient Assisted Living Framework with Automatic Self-Diagnosis' *International Journal On Advances in Life Sciences*, HAL, Vol 5, pp. 1_11, 2013
- [101]. Hannes Tschofenig, Jari Arkko, Dave Thaler, Danny McPherson 'Architectural Considerations in Smart Object Networking' *Internet Architecture Board (IAB)*, March 2015, <https://www.rfc-editor.org/rfc/pdf/rfc7452.txt.pdf>
- [102]. Dave Thaler, Hannes Tschofenig, Mary Barnes (moderator) 'Architectural considerations in Smart Object Networking' *IAB RFC 7452*, <https://www.ietf.org/proceedings/92/slides/slides-92-iab-techplenary-2.pdf>
- [103]. ITU-T, TELECOMMUNICATION STANDARDIZATION SECTOR OF ITU, Y.2060 (06/2012), SERIES Y: GLOBAL INFORMATION INFRASTRUCTURE, INTERNET PROTOCOL ASPECTS AND NEXT-GENERATION NETWORKS, Next Generation Networks – Frameworks and functional architecture models, 'Overview of the Internet of things'