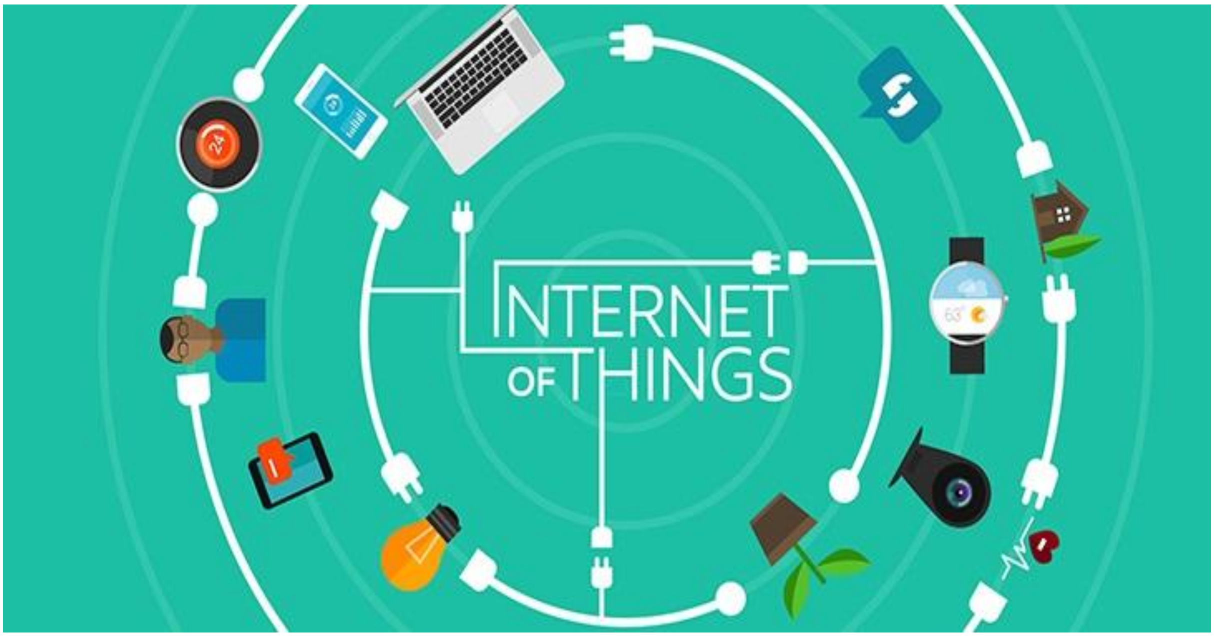
ΑΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ Τ.Τ.
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

"Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων και οι εφαρμογές του"



Περσεφόνη Γ. Ασφή

Εισηγητής: Δρ. Γιαννακόπουλος Παναγιώτης, Καθηγητής

ΑΘΗΝΑ
ΙΟΥΝΙΟΣ 2016

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων και οι εφαρμογές του

Περσεφόνη Γ. Ασφή
Α.Μ. 40200

Εισηγητής:

Δρ.Γιαννακόπουλος Παναγιώτης, Καθηγητής

Εξεταστική Επιτροπή:

Δρ. Έλληνας Ιωάννης, Καθηγητής

Δρ. Νικολόπουλος Δημήτριος, Αναπληρωτής Καθηγητής

Ημερομηνία εξέτασης: **01/07/2016**

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την στήριξη που μου προσέφεραν κατά τη διάρκεια των σπουδών μου. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την Μάνθα και τον Αλέξανδρο για τις πολύτιμες συμβουλές που μου παρείχαν καθ' όλη τη διάρκεια συγγραφής της παρούσας εργασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει σαν σκοπό την καταγραφή των ωφελειών που προκύπτουν για τον άνθρωπο, από τη χρησιμοποίηση της τεχνολογίας του διαδικτύου των πραγμάτων και των εφαρμογών του, στην καθημερινή του ζωή. Το διαδίκτυο των πραγμάτων αποτελείται από ένα διευρυμένο δίκτυο στο οποίο συνδέονται όλα τα αντικείμενα και αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Για την πληρέστερη κατανόηση του τρόπου λειτουργίας του παρουσιάζονται αναλυτικά τα τεχνικά του στοιχεία όπως η αρχιτεκτονική και οι κύριες τεχνολογίες του. Στη συνέχεια αναφέρονται λεπτομερώς οι βασικοί τομείς λειτουργίας, οι σημαντικότερες εφαρμογές των τομέων αυτών, και ο τρόπος με τον οποίο επιδρούν στην ανθρώπινη ζωή. Αναλύονται τα θέματα ασφάλειας που προκύπτουν από τη χρήση του και αναφέρεται το πλαίσιο αντιμετώπισης τους. Τέλος, παρουσιάζονται οι αναμενόμενες μελλοντικές εξελίξεις σχετικά με το διαδίκτυο των πραγμάτων, και οι οικονομικές και επιχειρηματικές ευκαιρίες που προκύπτουν από αυτό.

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to examine the benefits arising from the use of Iot and its applications in people's daily life. Internet of things consists of an extensive network to which objects are connected and interact with each other. Technical elements of Iot such as its architecture and its main technologies are presented in order to fully understand the way it functions. Moreover, the main functions and the most important applications are mentioned, along with the way they influence people's daily life. Security issues arising from the use of Iot are analysed by referring to possible solutions. Finally, the evolution of Iot and its potential economic and business opportunities are presented.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗΠΕΡΙΟΧΗ:ΔιαδίκτυοτωνΠραγμάτων

ΛΕΞΕΙΣΚΛΕΙΔΙΑ:Διαδίκτυο των Πραγμάτων,ραδιοσυχνότητες, Μηχανή με μηχανή,νανοτεχνολογία, έξυπναaντικείμενα

KEYWORDS: Internet of Things, RFID, Machine to Machine, nanotechnology, smart objects

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

IP	Internet Protocol
M2M	Machine to Machine
NFC	Near Field Communication
ITU	International Telecommunication Union
RFID	Radio Frequency Identification
WiMAX	Worldwide inter-operability for Microwave Access
SOA	Service Oriented Architectures
GPS	Global Positioning System
EPC	Electronic Product Code
QoS	Quality of Service
BREL	Bussiness Process Execution Language
WDSL	Web Service Definition Language
IFF	Identification Friend or Foe
EAS	Electronic Article Surveillance
CMOS	Complementary Metal Oxide Semiconductor
IBM	International Business Machines
EEPROM	Electrically Erasable Programmable ReadOnly Memory
UPC	Universal Product Code
SKU	Stock Keeping Unit
WORM	Write Once Read Many
MEMS	Micro Electro Mechanical Systems
WMAN	Wireless Metropolitan Area Network
LAN	Local Area Network
WAMRS	Water Activated Mask Release System
SEP	Smart Energy Profile
TCP	Transmission Control Protocol
OEMs	Original Equipment Manufacturer

MAC	Medium Access Control
WMN	Wireless Mesh Network
NFC	Near Field Communication
WSN	Wireless Sensor Network
PCM	Passive Communication Mode
ACM	Active Communication Mode
PLC	Programmable Logic Controller
GPRS	General Packet Radio Service
DSL	Digital Subscriber Line
GNSS	Global Navigation Satellite System
IETF	Internet Engineering Task Force
ARIN	American Registry for Internet Numbers
IPv6	Internet Protocol version 6
IPv4	Internet Protocol version 4
ITS	Intelligent Transport Systems
OBU	On Board Units
ANPR	Automatic Number Plate Recognition
VMS	Variable Message Sign
ACC	Adaptive Cruise Control
IPA	Intelligent Parking Assist
PSP	Policy Support Systems
SIoT	Social Internet of Things
HVAC	Heating Ventilating Air Conditioning
SMS	Short Message Service
LED	Light Emitting Diode
GSM	Global System for Mobile
DC	Direct Current
RBAC	Role Based Access Control
PRIS	Power Reactor Information System

SN	Serial Number
ICAO	International Civil Aviation Organization
RF	Radio Frequency
EMF	Electromagnetic Field
SKRIBT	Schutz Kritiscer Brucken und Tunnel
ΣΕΑ	Σταθμός Εξυπηρέτησης Αυτοκινητιστών
ΣΣΥΟ	Σύγχρονα Συστήματα Υποστήριξης Οδηγού

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ IoT

1.1 Ιστορικό υπόβαθρο του διαδικτύου των πραγμάτων

Η εξέλιξη και ηανάπτυξη του Διαδικτύου είναι μία συνεχιζόμενη διαδικασία. Πριν μόλις 25 χρόνια, στην τότε μορφή του διαδικτύου, ήταν συνδεδεμένοι περίπου 1000 υπολογιστές υπηρεσίας. Από τότε έως σήμερα, το διαδίκτυο εξελίσσεται ραγδαίακαι επεκτείνεται συνεχώς, συνδέοντας δισεκατομμύρια ανθρώπους μέσω υπολογιστών και κινητών συσκευών. Επιπλέον, η συνεχής σμίκρυνση των ηλεκτρονικών συσκευών και η ταχεία ανάπτυξη του διαδικτύου, οδηγούν σε μια μεγάλη αύξηση του αριθμού των διαδικτυακά συνδεδεμένων αντικειμένων. Ένα σημαντικό επόμενο βήμα της ανάπτυξηςτου διαδικτύου, αποτελεί η σταδιακή εξέλιξη καθώς επίσης και η προοδευτική διαμόρφωσή του από ένα μεγάλο δίκτυο διασυνδεδεμένων υπολογιστών σε ένα δίκτυο το οποίο διασυνδέει μεταξύ τους πολλών ειδών διαφορετικά αντικείμενα. Από βιβλία έως αυτοκίνητα κι από ηλεκτρικές συσκευές έως είδη ευρείας κατανάλωσης (τρόφιμα), είναι πλέον ικανά να συνδεθούν στο διαδίκτυο και να αλληλεπιδράσουν με ανθρώπους, υπολογιστές, αλλά και μεταξύ τους δημιουργώντας έτσι το Διαδίκτυο των πραγμάτων (Internet Of Things).

Το διαδίκτυο των πραγμάτων ή IoTείναι η νέα επανάσταση στο χώρο της τεχνολογίας, με τα δίκτυα πληροφοριών του να υπόσχονται τη δημιουργία νέων επιχειρηματικών μοντέλων και βελτιωμένων διαδικασιών,σε συνδυασμό με μείωση του κόστους αλλά και του ενδεχόμενου ρίσκου. Εξάλλου, όταν τα αντικείμενα μπορούν όχι μόνο να αντιληφθούν το περιβάλλον αλλά και να επικοινωνήσουν μεταξύ τους, τότε μετατρέπονται σε εργαλεία τα οποία είναι ικανά να κατανοήσουν διάφορα προβλήματα, καθώς και να δώσουν άμεσα απαντήσεις σε αυτά.Αυτό που καθιστά επαναστατικό το IoT, είναι ότι τα συστήματα πληροφοριών από τα οποία απαρτίζεται, ουσιαστικά τώρα ξεκινούν να θέτονται σε εφαρμογή και για μερικά από αυτά, μάλιστα, δεν απαιτείται καν η ανθρώπινη συμμετοχή.

Χαρακτηριστικό είναι το πλήθος των υπηρεσιών που παρέχονται στους χρήστες του διαδικτύου. Αυτοί καλούνται να χρησιμοποιήσουν μια ή περισσότερες υπηρεσίες συνδυαστικά, προκειμένου να εκτελέσουν την επιθυμητή διεργασία. Οι τεχνολογικές τάσεις όμως, οδηγούν το διαδίκτυο και τους χρήστες του στο να αξιοποιούν πιο αποδοτικά τους διαθέσιμους πόρους. Είναι ευρέως γνωστό πως τα πιο επιτυχημένατεχνολογικά επιτεύγματα είναι αυτά που παραμένουν αφανή, και η χρήση τους θεωρείται ως φυσιολογική λειτουργία στο πλαίσιο της κοινωνίας.Σημαντικό παράδειγμα αποτελεί η κινητή τηλεφωνία, που έχει εισχωρήσει στην καθημερινότητα των ανθρώπων και είναι το πλέον απαραίτητο εργαλείο, με εφαρμογές σε όλους τους τομείς της επαγγελματικής και προσωπικής ζωής.

Για το internet, παρόμοια εξέλιξη θα αποτελούσε η μετάβαση στην εποχή του IoT. Συγκεκριμένα, στο πλαίσιο αυτό κεντρικό ρόλο θα κατέχουν τα ξεχωριστά αντικείμενα του περιβάλλοντος, που θα είναι συνδεδεμένα σε ένα δίκτυο και θα αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Με το τρόπο αυτό οι χρήστες δεν θα χρειάζεται να αποτελούν το ενδιάμεσο μέλος που καλεί την υπηρεσία για να εντοπιστεί κάποιο συγκεκριμένο αντικείμενο, αλλά το ίδιο το αντικείμενο θα αλληλεπιδρά με το πληροφοριακό σύστημα που σχηματίζεται γύρω του.

Τα αντικείμενα τα οποία θα διασυνδέονται μεταξύ τους, πολλές φορές μπορεί είτε να λειτουργούν αυτόνομα και να έχουν τις δικές τους διευθύνσεις IP (IP addresses), είτε άλλες φορές μπορεί να είναι ενσωματωμένα σε άλλα συστήματα περισσότερο πολύπλοκα και να χρησιμοποιούν ακόμα και αισθητήρες (sensors) με σκοπό να γίνει συλλογή πληροφοριών που είναι σχετικές με το περιβάλλον τους. Το εύρος των εφαρμογών του IoT αναμένεται να συμβάλει σημαντικά στην αντιμετώπιση των σημερινών κοινωνικών προκλήσεων. Παραδείγματος χάρη, καλάθια τροφίμων μπορεί να διαθέτουν αισθητήρες που καταγράφουν την θερμοκρασία του περιβάλλοντος, και στη συνέχεια αυτοί να ενεργοποιούν αν χρειάζεται το κλιματιστικό του χώρου έτσι ώστε να διατηρούνται όσο το δυνατόν καλύτερα τα τρόφιμα. Με τη χρήση των εφαρμογών του μελλοντικού διαδικτύου αναμένεται να βελτιωθούν σε σημαντικό βαθμό οι καθημερινές συνθήκες ζωής. Σε μία κοινωνία όπου ο ηλικιακός μέσος όρος συνεχώς αυξάνεται, τα διασυνδεδεμένα συστήματα που θα ελέγχουν την κατάσταση της υγείας των ασθενών θα μπορούν να φανούν ιδιαίτερα χρήσιμα.

Επίσης τα δεδομένα τα οποία θα αντλούνται από δέντρα τα οποία θα είναι διασυνδεδεμένα μεταξύ τους θα μπορούν να βοηθήσουν στην καταπολέμηση του φαινομένου της αποψίλωσης των δασών. Ακόμη και η διασύνδεση οχημάτων είναι κάτι το οποίο μπορεί κάλλιστα να μειώσει την κυκλοφοριακή συμφόρηση στα μεγάλα αστικά κέντρα, καθώς επίσης να συμβάλει και στην ελάττωση των ρυπογόνων ουσιών, εφόσον βέβαια βελτιωθεί η δυνατότητα ανακύκλωσής τους, μειώνοντας έτσι το ίχνος άνθρακα που συνεπάγεται η χρήση τους. Συνεπώς, με βάση τα παραπάνω παραδείγματα η εν λόγω διασύνδεση και επικοινωνία μεταξύ των παραπάνω φυσικών αντικειμένων μπορεί να βελτιώσει σε μεγάλο βαθμό το βιοτικό επίπεδο μιας κοινωνίας, αλλά και να βρει πάμπολλες εφαρμογές, αφού πολλές διαδικασίες πλέον θα αυτοματοποιηθούν, κάτι που θα έχει σαν αποτέλεσμα και τη μείωση του κόστους τους.

Για να συμπληρωθεί η παραπάνω εικόνα, αξίζει να επικεντρώσουμε την προσοχή μας σε τρία σημεία που αναδεικνύουν την περίπλοκη φύση του IoT. Αρχικά, δεν θα ήταν ορθό να θεωρήσουμε το μελλοντικό διαδίκτυο ως μία επέκταση του σημερινού διαδικτύου αλλά κυρίως ως ένα νέο διαδίκτυο, στο οποίο ένας αριθμός από ανεξάρτητα μεταξύ τους συστήματα, θα λειτουργούν αυτόνομα, χρησιμοποιώντας τις δομές και τις τεχνολογίες του διαδικτύου, με σκοπό την ανταλλαγή πληροφοριών. Δεύτερον, όπως περιγράφεται σε μία πρόσφατη έκθεση της ISTAG (Revising Europe’s ICT Strategy, Φεβρουάριος 2009), θα πρέπει οι τεχνολογίες που θα ενισχύσουν το μελλοντικό διαδίκτυο, να είναι διαμορφωμένες έτσι ώστε να μπορούν να «συμβιώσουν» με τις ήδη υπάρχουσες αλλά και με αυτές που πρόκειται να αναπτυχθούν στο μέλλον. Τέλος, τα πρωτόκολλα επικοινωνίας τα οποία θα χρησιμοποιηθούν, θα ξεπερνούν σε αριθμό αυτά του σημερινού διαδικτύου (το οποίο χρησιμοποιεί κατά κόρον το πρωτόκολλο TCP/IP), αφού οι διασυνδεδεμένες συσκευές δεν θα είναι μόνο υπολογιστές και κινητά τηλέφωνα. Για τον λόγο αυτό έχουν ήδη αναπτυχθεί πολλά διαφορετικά πρωτόκολλαεπικοινωνίας μεταξύ διαφορετικών μηχανών (Machine-to-Machine Communication –M2M). Η επικοινωνία αυτή αφορά δυνητικά 50-70 δισεκατομμύρια 'μηχανές', από τις οποίες μόνο το 1% είναι σήμερα συνδεδεμένο. Αυτές οι συνδέσεις μπορούν να αποκατασταθούν σε ζώνες περιορισμένης πρόσβασης («ενδοδίκτυο των πραγμάτων») ή να είναι προσβάσιμες στο κοινό («Ίντερνετ των πραγμάτων»).

1.2 Διαδίκτυο των πραγμάτων και επικοινωνία μηχανής με μηχανή

Το «Διαδίκτυο των Πραγμάτων» αποτελεί ένα όραμα στο οποίο τα αντικείμενα γίνονται ενεργό μέρος του διαδικτύου. Κάθε αντικείμενο είναι μονοσήμαντα προσδιορισμένο και έχει πρόσβαση στο δίκτυο, επίσης η θέση και η κατάστασή του είναι γνωστή. Σε αυτό το διευρυμένο διαδίκτυο, έχουν προστεθεί υπηρεσίες και ευφυΐα. Ο ψηφιακός και φυσικός κόσμος συνδυάζονται, ενώ επηρεάζουν τελικά το επαγγελματικό, προσωπικό και κοινωνικό μας περιβάλλον. Εδώ κρίνεται σημαντικό να διευκρινιστεί πως ενώ ορισμένοι εξομοιώνουν τη νέα αυτή τεχνολογία με την επικοινωνία μηχανής με μηχανή (M2M), μια τέτοια ταύτιση δεν είναι ορθή.

Θέλοντας να δώσουμε έναν ορισμό στην επικοινωνία μεταξύ συσκευών, μπορούμε να πούμε ότι είναι εκείνες οι τεχνολογίες οι οποίες επιτρέπουν στις συσκευές, χρησιμοποιώντας μικρούς υπολογιστικούς αισθητήρες που εκτελούν ορισμένα ειδικά καθήκοντα (ευφυΐα), να επικοινωνούν ή να αναμεταδίδουν μεταξύ τους τις πληροφορίες που χρειάζονται. Αυτό συνήθως γίνεται μέσω απλών πρωτοκόλλων, πρόσφατα όμως και μέσω του πρωτοκόλλου του διαδικτύου (IP) μέσω ασύρματης ή ενσύρματης επικοινωνίας, αλλά ακόμα και μέσω της υπηρεσίας σύντομου μηνύματος (SMS).

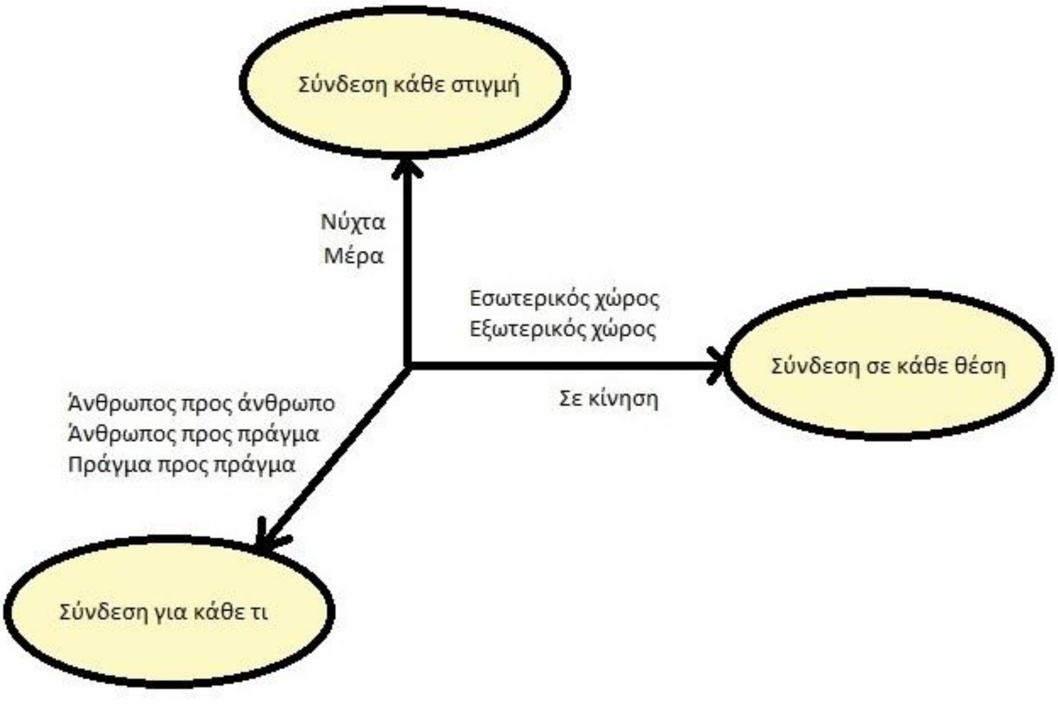
Όμως, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων είναι κάτι πολύ παραπάνω από την M2M τεχνολογία. Σχετίζεται με την αλληλεπίδραση των αντικειμένων γύρω μας, ακόμη και με στατικά μη-έξυπνα (χωρίς νοημοσύνη) αντικείμενα, καθώς επίσης και με την ενίσχυση αυτών των αλληλεπιδράσεων στο βαθμό που αυτή είναι δυνατή ανάλογα με τη γεωγραφική θέση, το χρόνο και ούτω καθεξής. Αυτό βέβαια δεν σημαίνει ότι μη-ευφυείς συσκευές δεν μπορούν να ενταχθούν στο IoT μέσω παραδείγματος χάριν ενός έξυπνου τηλεφώνου που λειτουργεί ως πύλη για το διαδίκτυο. Ενδεικτικά, έχει να κάνει με την αλληλεπίδραση μέσω barcode (γραμμικού κώδικα) με το βιβλίο που διαβάζουμε, με τη χρήση της τεχνολογίας NFC (Near Field Communication – επικοινωνία κοντινού πεδίου) ακόμα και με μια διαφήμιση σε εφημερίδα μέσω μικρού κώδικα. Επομένως, η M2M τεχνολογία δεν συνιστά το διαδίκτυο των πραγμάτων, αλλά αποτελεί υποσύνολό του.

Η Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών (International Telecommunications Union - ITU) σε μια έκθεση του 2005κατέληξε στο συμπέρασμα ότι «το διαδίκτυο των πραγμάτων θα συνδέσει τα αντικείμενα του κόσμου τόσο με αισθητηριακό όσο και με έξυπνο τρόπο». Συνδυάζοντας διάφορες τεχνολογικές εξελίξεις, η ITU περιγράφει το διαδίκτυο των πραγμάτων μέσω τεσσάρων διαστάσεων του, οι οποίες είναι: προσδιορισμός των στοιχείων (τοποθέτηση ετικετών), αισθητήρες και ασύρματα δίκτυα αισθητήρων(αίσθηση των πραγμάτων),ενσωματωμένα συστήματα και νανοτεχνολογία.

1.3 Χαρακτηριστικά του Διαδικτύου των πραγμάτων

Ο ορισμός των «πραγμάτων» είναι πολύ ευρύς και περιλαμβάνει μια μεγάλη ποικιλία φυσικών στοιχείων. Αυτά περιέχουν και φορητά προσωπικά αντικείμενα που έχουμε πάνω μας, όπως έξυπνα τηλέφωνα ή ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές. Επίσης περιέχει στοιχεία του περιβάλλοντός μας τα οποία αφορούν είτε το σπίτι, είτε το αυτοκίνητο ή ακόμα και την εργασία μας. Καθώς και πράγματα που είναι εφοδιασμένα με ετικέτες (RFID ή άλλες) που διασυνδέονται μέσω συσκευής-πύλης (π.χ. ένα έξυπνο τηλέφωνο). Με βάση την παραπάνω θεώρηση, ένας τεράστιος αριθμός συσκευών και πραγμάτων θα συνδέεται στο διαδίκτυο, παρέχοντας το καθένα δεδομένα και πληροφορίες, αλλά ακόμα και υπηρεσίες.

Το όραμα αυτό ενισχύει τη συνδεσιμότητα από το «κάθε-στιγμή, σε κάθε-θέση» για «κάθε-έναν»,στο «κάθε-στιγμή, σε κάθε-θέση» για «κάθε-τι» (σχήμα 1.1).



Σχήμα 1.1: Η νέα διάσταση των τεχνολογιών πληροφορίας και επικοινωνίας. [Πηγή: Sade Kuyoro, Folasade Osisanwo, and Omoyele Akinsowon (2015). InternetofThings (IoT): AnOverview.]

Το IoT κάνει επιτρεπτό στους ανθρώπους και στα πράγματα να συνδεθούν από οπουδήποτε και σε οποιαδήποτε στιγμή με οποιοδήποτε δίκτυο ή υπηρεσία.

Στο πλαίσιο που δεν υπάρχουν εμπόδια στη διασύνδεση μεταξύ ανθρώπου και «πραγμάτων», η παραπάνω δυνατότητα του IoT επιλύει προβλήματα που έχουν να κάνουν με το περιεχόμενο, την επικοινωνία και τη συνδεσιμότητα μεταξύ αυτών.

Ως προς τη δομή του το διαδίκτυο των πραγμάτων διαφέρει, από τα δίκτυα αισθητήρων και το διαδίκτυο, διότι ουσιαστικά αποτελείται από «υλικά αντικείμενα που συνδέονται στο διαδίκτυο», κάτι το οποίο βέβαια σημαίνει ότι ο πυρήνας του IoT είναι το ίδιο το διαδίκτυο. Δηλαδή, ενώ βασίζεται στο διαδίκτυο, χρησιμοποιεί ένα διευρυμένο δίκτυο λειτουργίας. Επίσης, προκειμένου να επιτευχθεί η ανταλλαγή των πληροφοριών και η επικοινωνία μεταξύ των αντικειμένων, γίνεται μια αναγκαία διεύρυνση των συνδεδεμένων στο δίκτυο συσκευών, η οποία μπορεί να αφορά οποιουδήποτε είδους πράγματα. Ωστόσο, αν και δεν υπάρχει αυστηρός ορισμός, μπορούμε να ορίσουμε το Διαδίκτυο των Πραγμάτων ως το δίκτυο που χρησιμοποιεί συσκευές ραδιοσυχνικής αναγνώρισης (RFID - radio frequency identification), υπέρυθρους αισθητήρες, συστήματα παγκόσμιου εντοπισμού θέσης, σαρωτές λέιζερ και άλλες αισθητήριες διατάξεις πληροφοριών με σκοπό την επίτευξη έξυπνων λειτουργιών αναγνώρισης, εντοπισμού θέσης, παρακολούθησης και διαχείρισης. Τα παραπάνω λειτουργούν στο πλαίσιο ενός συμφωνημένου πρωτοκόλλου, σύμφωνα με το οποίο κάθε συνδεδεμένο στο διαδίκτυο στοιχείο αποσκοπεί στην επικοινωνία και ανταλλαγή πληροφοριών.

Στο σημείο αυτό, και για την περαιτέρω κατανόηση του διαδικτύου των πραγμάτων, αξίζει να αναφερθούν τρία σημαντικά χαρακτηριστικά του, τα οποία είναι:

1. Η ολοκληρωμένη αίσθηση, η οποία επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας RFID τεχνολογία, αισθητήρες και δυο διαστάσεων κώδικα, προκειμένου να πραγματοποιηθεί η συλλογή πληροφοριών από αντικείμενα που βρίσκονται οπουδήποτε και σε οποιαδήποτε στιγμή.
2. Η αξιόπιστη μετάδοση, η οποία αφορά τη παροχή πληροφοριών από τα αντικείμενα σε πραγματικό χρόνο, εμπλέκοντας συγχρόνως διάφορα τηλεπικοινωνιακά δίκτυα καθώς και το διαδίκτυο.
3. Η έξυπνη επεξεργασία, η οποία επιτυγχάνεται με τη χρήση έξυπνων εφαρμογών όπως το cloud computing και η ασαφής αναγνώριση (fuzzy

identification). Αυτός ο τρόπος επεξεργασίας αποσκοπεί στην εφαρμογή ευφυούς ελέγχου πάνω στα αντικείμενα, κάτι το οποίο γίνεται δυνατό μέσω της ανάλυσης και επεξεργασίας αρκετά μεγάλου όγκου δεδομένων και πληροφοριών.

Σε αυτό το σημείο αξίζει να γίνει αναφορά στην έννοια του διαδικτύου των πραγμάτων όπως χρησιμοποιήθηκε αρχικά από τον Kevin Ashton το 1999. Ο ορισμός που έδωσε είναι ο εξής:

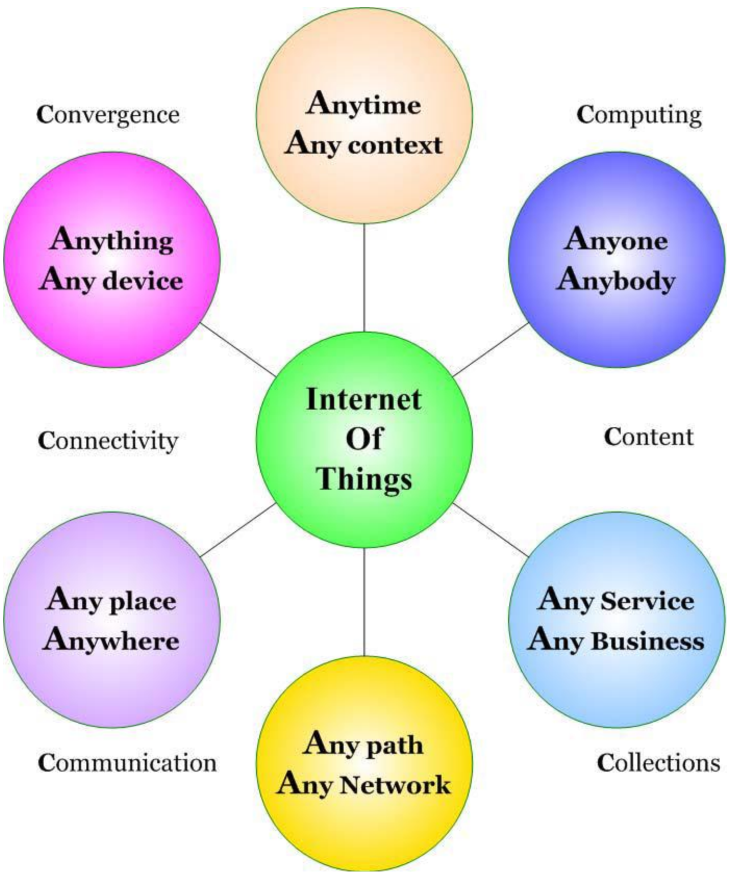
«Σήμερα οι υπολογιστές και ως εκ τούτου το Διαδίκτυο εξαρτώνται από τον άνθρωπο για την απόκτηση των πληροφοριών. Όλα τα διαθέσιμα στοιχεία σχετικά με το διαδίκτυο συλλαμβάνονται και δημιουργούνται από τον άνθρωπο με δακτυλογράφηση, με λήψη μιας ψηφιακής εικόνας ή και σάρωση κώδικα. Το πρόβλημα είναι ότι οι άνθρωποι δεν είναι και πολύ καλοί στην καταγραφή των δεδομένων σχετικά με το τι συμβαίνει στο πραγματικό κόσμο με βάση την ακρίβεια και την προσοχή. Έτσι είμαστε όμως, έτσι είναι το περιβάλλον μας, η κοινωνία μας δεν βασίζεται σε ιδέες ή πληροφορίες αλλά με βάση τα πράγματα. Οι ιδέες και οι πληροφορίες είναι μεν σημαντικές αλλά τα πράγματα έχουν πολύ μεγαλύτερη σημασία. Ωστόσο σήμερα, η τεχνολογία είναι τόσο εξαρτημένη από τα δεδομένα που προέρχονται από ανθρώπους γι' αυτό και οι υπολογιστές γνωρίζουν περισσότερα για τις ιδέες παρά για τα πράγματα. Αν είχαμε υπολογιστές που ήξεραν τα πάντα για τα αντικείμενα τους θα ήμασταν σε θέση να παρακολουθήσουμε και να μετρήσουμε τα πάντα. Θα γνωρίζαμε πότε χρειάζονται συντήρηση ή επισκευή. Επομένως πρέπει να ενισχύσουμε τους υπολογιστές με τα δικά τους μέσα για τη συλλογή πληροφοριών ώστε να μπορούν να δουν, να ακούσουν και να γευτούν τον κόσμο για τον εαυτό τους» (Kevin,1999).

Για να γίνει περισσότερο κατανοητή η έννοια των πραγμάτων και συγκεκριμένα το τι ακριβώς είναι, πρέπει να ανατρέξουμε πίσω στους φιλόσοφους Αριστοτέλη και Ιωάννη Φιλόπονο. Ο Αριστοτέλης είναι αυτός που υποστηρίζει ότι τα πράγματα είναι τα όντα που περιλαμβάνουν ουσία, ποιότητα, ποσότητα και τη σχέση μεταξύ των άλλων. Ο Φιλόπονος από την άλλη μεριά χωρίζει τα πράγματα σε αυτά που έχουν ψυχή, τα έμψυχα και σε αυτά που δεν έχουν, τα άψυχα. Επομένως καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι τα πράγματα δεν περιορίζονται μόνο σε υλικά αλλά και σε εικονικά. Τώρα, στο πλαίσιο του IoT τα πράγματα θα μπορούσαν να οριστούν ως μια φυσική -πραγματική ή ψηφιακή-εικονική οντότητα που κινείται μέσα στο χώρο και το χρόνο και μπορεί να επισημανθεί. Αυτά προσδιορίζονται από τη θέση τους, με ονόματα ή με ένα αναγνωριστικό αριθμό (Vermesan et al, 2009).

Το IoT σύμφωνα με τους Vermesan et al (2009) αποτελεί ένα μέλος του μελλοντικού διαδικτύου και θα μπορούσε να οριστεί ως μία δυναμική υποδομή ενός παγκόσμιου δικτύου. Μία υποδομή με δυνατότητες αυτό-ρύθμισης που βασίζεται στα πρωτόκολλα επικοινωνίας, όπου φυσικά και εικονικά πράγματα έχουν ταυτότητες, φυσικές ιδιότητες, έξυπνες διεπαφές και ενσωματώνονται στο δίκτυο πληροφοριών ανταλλάζοντας δεδομένα. Το μελλοντικό διαδίκτυο στηρίζεται σε πρωτόκολλα επικοινωνίας που προέρχονται από τη συγχώνευση των υπολογιστικών δικτύων, των internet of media, και των υπηρεσιών διαδικτύου, ενώ το IoT σε μια παγκόσμια πλατφόρμα δικτυωμένη από «πράγματα». Αυτό το δίκτυο θα καταστήσει επιτρεπτό στους ανθρώπους και στα «πράγματα» να συνδέονται σε αυτό από οποιοδήποτε μέρος και σε οποιαδήποτε στιγμή. Η λειτουργία του IoT μπορεί να θεωρηθεί ως μια επέκταση της υπάρχουσας αλληλεπίδρασης μεταξύ των ανθρώπων και των εφαρμογών,μέσα από τη νέα διάσταση της επικοινωνίας των «πραγμάτων». Οι κύριοι τομείς εφαρμογής των τεχνολογιών του IoT είναι οι μεταφορές, η υγεία, η ψυχαγωγία, η ενέργεια κ.ά.

Η παγκόσμια πλατφόρμα που θα δημιουργηθεί από τη συγχώνευση όλων των δικτύων θα είναι ικανή να αντιμετωπίσει οποιαδήποτε πρόκληση σχετικά με ~~σ~~την κωδικοποίηση βίντεο και τη 3D επεξεργασία βίντεο, θα συμβάλει επίσης στην ανάπτυξη καινοτόμων εφαρμογών όπως είναι τα multiplayer παιχνίδια για έξυπνα κινητά τηλέφωνα. Ακόμη, αναμένεται να βρει εφαρμογή στον ψηφιακό κινηματογράφο καθώς και στις εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας. Η πλατφόρμα αυτή συνδυάζει τον ψηφιακό με τον φυσικό κόσμο, χρησιμοποιώντας διαφορετικές έννοιες και τεχνικά στοιχεία μαζί. Εφαρμογές, υπηρεσίες, και δίκτυα θα είναι δομικά συνδεδεμένα μεταξύ τους με εντελώς διαφορετικούς αλλά και πρωτοποριακούς τρόπους. Το διαδίκτυο των πραγμάτων θα φέρει χειροπιαστά επιχειρηματικά οφέλη όπως η υψηλή ανάλυση και διαχείριση των περιουσιακών στοιχείων και των προϊόντων, η βελτίωση της διαχείρισης του κύκλου ζωής, και η καλύτερη συνεργασία μεταξύ των επιχειρήσεων (Vermesan et al, 2009).

Ο όρος πράγματα γίνεται κατανοητός με διαφορετικό τρόπο ανάλογα με τον τομέα στον οποίο χρησιμοποιείται (σχήμα 1.2). Στην βιομηχανία είναι ο εξοπλισμός, το προϊόν, τα μεταφορικά μέσα. Στο περιβάλλον είναι τα κτήρια, τα δέντρα και οι δραστηριότητες που σχετίζονται με την ανάπτυξη και τη προστασία των φυσικών πόρων. Τώρα στην κοινωνία μπορεί να θεωρηθούν ως πράγματα οι συσκευές, όπως και οι δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα σε δημόσιους χώρους με σκοπό την ανάπτυξη των κοινωνικών ομάδων, των πόλεων και των ανθρώπων.



Σχήμα 1.2: Σύνδεση των κεντρικών στοιχείων του IoT.
[Πηγή: Sade Kuyoro, Folasade Osisanwo, and Omoyele Akinsowon (2015). Internet of Things (IoT): An Overview.]

1.4 ΗθέσητουIoTσήμερα

Το Διαδίκτυο των πραγμάτων είναι ένα όραμα το οποίο χτίζεται σήμερα. Αναμένεται να ασκήσει καθοριστικό ρόλοσε ένα μεγάλο εύρος πραγμάτων, στα σπίτια, στις πόλεις, στους δρόμους με αποτέλεσμα όλα τα παραπάνω να γίνουν πιο ''έξυπνα''. Θα είναι χρήσιμο για την εργασία, τη φιλία, τη διασκέδαση, την ασφάλεια και τη στήριξη του ανθρώπου (Vermesan et al, 2009).

Η διάδοση του μελλοντικού διαδικτύου εξαρτάται όπως είναι φυσικό από πολλούς παράγοντες. Ένας από τους σημαντικότερους είναι η έκταση που έχει πάρει το σημερινό διαδίκτυο αλλά πόσο μάλλον και η αλματώδης τεχνολογική εξέλιξη των διασυνδεδεμένων συσκευών. Είναι γεγονός ότι ο αριθμός των συσκευών που είναι ήδη διασυνδεδεμένες μέρα με τη μέρα αυξάνεται, ενώ το μέγεθός τους μειώνεται σημαντικά, τόσο που πολλές φορές δεν γίνονται ορατές από το ανθρώπινο μάτι. Ωστόσο δεν είναι εύκολο να καθοριστεί πλήρως η διασύνδεση τέτοιων συσκευών και η επικοινωνία μεταξύ τους, η οποία θα πρέπει να καθοδηγείται από συγκεκριμένα πρωτόκολλα. Ένα άλλο θέμα αποτελεί η κινητικότητα (mobility). Με τον όρο κινητικότητα εννοούμε τα ασύρματα μέσα επικοινωνίας (wireless communication) που χρησιμοποιούν οι διασυνδεδεμένες συσκευές και οι οποίες βρίσκονται συνήθως σε κίνηση (για παράδειγμα κινητά τηλέφωνα, φορητοί υπολογιστές, κτλ.). Ωστόσο όμως, πρέπει να καθοριστούν ειδικά διαμορφωμένα πρωτόκολλα για την ασφαλή αποστολή και λήψη των μεταξύ τους δεδομένων, καθώς είναι δύσκολο κάθε φορά να εντοπιστεί πλήρως η θέση τους. Ένα τέτοιο πρωτόκολλο, το οποίο δημιουργήθηκε για να εξυπηρετήσει σκοπούς ευρυζωνικότητας (broadband) μεταξύ ασύρματα συνδεδεμένων συσκευών, είναι το WiMAX. Τέλος, ένας επίσης σπουδαίος παράγοντας είναι και αυτός τηςετερογενούςφύσης και πολυπλοκότηταςτων διασυνδεδεμένων συσκευών. Το μελλοντικό διαδίκτυο σχεδιάζεται έτσι ώστε να επιτρέπει την διασύνδεση πολλών διαφορετικών μεταξύ τους συσκευών, πράγμα που δημιουργεί μία πρόκληση για τους δημιουργούς του, οι οποίοι θα έρθουν αντιμέτωποι με θέματα συμβατότητας αλλά και θα κληθούν να απαντήσουν σε ερωτήματα, όπως το ποιες συσκευές έχει νόημα να συνδεθούν μεταξύ τους.

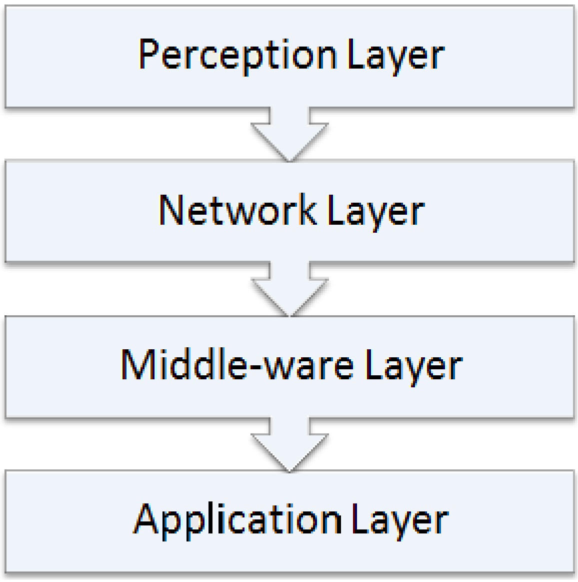
Συνεπώς, πλέον μιλάμε για την εποχή όπου οι κεντρικοί και οι προσωπικοί υπολογιστές (laptops και pcs) θα θεωρούνται ξεπερασμένοι. Από εδώ και στο εξής η τεχνολογία θα βρίσκεται στο κέντρο της καθημερινότητας, επηρεάζοντας την με δραστικό και διάφανο τρόπο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ IoT

2.1 Αρχιτεκτονική

Οι αρχιτεκτονικές είναι απαραίτητες για την οργάνωση και την δομή του IoTμε τρόπο που επιτρέπει την ομαλή αποτελεσματική του λειτουργία. Ειδικότερα η κατανεμημένη, ετερογενής φύση του IoTαπαιτεί την εφαρμογή hardware/δικτύου, softwareκαι αρχιτεκτονικών ικανών να συντηρήσουν τις συσκευές αυτές και τις υπηρεσίες. Η αρχιτεκτονική κατηγοριοποιείται ως εξής:

- **Hardware/network:**Ένας σημαντικός αριθμός αυτών έχει προταθεί να στηρίξει τα κατανεμημένα υπολογιστικά περιβάλλοντα που απαιτούνται από το IoT. Οι ποικίλες αρχιτεκτονικές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην υποστήριξη του IoTτονίζουν την σημασία του ζητήματός της.
- **Software:**Οι αρχιτεκτονικές είναι απαραίτητες για την παροχή πρόσβασης σε υπηρεσίες προσφερόμενες από συσκευές IoT. Είναι επίσης αναγκαία η συμβολή των αρχιτεκτονικών αυτών στην εξάπλωση των υπηρεσιών αυτών. Ειδικότερα, οι αρχιτεκτονικές που είναι προσανατολισμένες στις υπηρεσίες (ServiceOrientedArchitectures - SOA)χρησιμοποιούνται συχνά στο IoT καθώς εστιάζουν στις υπηρεσίες και την ευελιξία.
- **Process:**Το IoT θα επηρεάσει χωρίς αμφιβολία τις λειτουργίες στις επιχειρήσεις. Αυτές είναι απαραίτητες για την κατασκευή λειτουργιών στις επιχειρήσεις που θα ενσωματωθούν στο IoT. Ειδικότερα, οι ερευνητές προσπάθησαν να κατασκευάσουν ροή εργασιών προκειμένου να υποστηρίξουν υπολογιστικά περιβάλλοντα.
- **General/requirements:**Δεν υπάρχει συμφωνία σχετικά με μια αρχιτεκτονική που να ανταποκρίνεται καλύτερα στο IoT. Ένας μεγάλος αριθμός άρθρων προτείνει σχέδια αρχιτεκτονικής ενώ άλλοι προτείνουν κριτήρια για την αξιολόγηση των προτεινόμενων αρχιτεκτονικών όπως και μια αρχιτεκτονική που να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις των έξυπνων αντικειμένων.



Σχήμα 2.1: Γενική Αρχιτεκτονική του IoT

[Πηγή: FarooqM.U., WaseemM., KhairiA., MazharS., (2015). A Critical Analysis on the Security Concerns of Internet of Things (IoT).]

2.1.1. Επίπεδα αρχιτεκτονικής IoT

Γενικά το IoT μπορεί να διαιρεθεί σε 4 κύρια επίπεδα (σχήμα 2.1) όπως περιγράφονται παρακάτω.

2.1.1.1.Επίπεδο αντίληψης (PerceptionLayer)

Το επίπεδο αυτό αποτελείται από αισθητήρες δεδομένων όπως το RFID, barcode, κάμερα, GPS, M2M τερματικά, πύλη αισθητήρα και διάφορα άλλα δίκτυα αισθητήρων. Πολλά απ' αυτά παρέχουν αναγνώριση και αποθήκευση πληροφοριών, συλλογή δεδομένων, επικοινωνία και έλεγχο. Επομένως, κύριες λειτουργίες του επιπέδου αυτού η αντίληψη και ταυτοποίηση των αντικειμένων και η συλλογή και επεξεργασία δεδομένων μέσω αισθητήρων.

2.1.1.2.Επίπεδο δικτύου (NetworkLayer)

Αποτελεί ένα συγκλίνον δίκτυο το οποίο σχηματίζεται από όλα τα είδη δικτύων επικοινωνιών και το διαδίκτυο. Μέσω αυτού του επιπέδου οι πληροφορίες που συγκεντρώθηκαν στο προηγούμενο επίπεδο μεταδίδονται σε κάποιο σύστημα επεξεργασίας δεδομένων μέσω δικτύων επικοινωνίας όπως το Internet, το

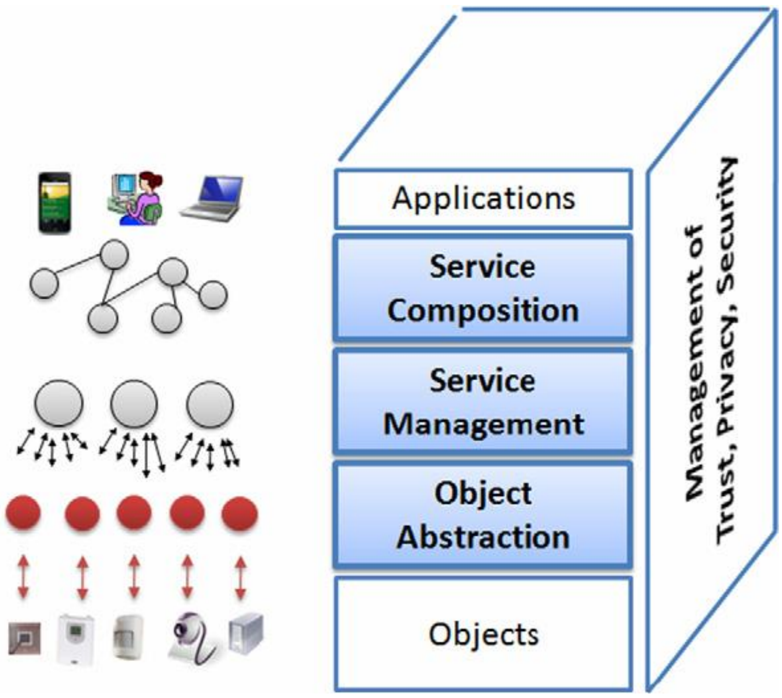
MobileNetwork ή οποιοδήποτε άλλο αξιόπιστο δίκτυο. Το επίπεδο αυτό έχει την ικανότητα της λειτουργίας δικτύου, αλλά ταυτόχρονα συμβάλλει στην λειτουργία πληροφοριών. Παρέχει και επεξεργάζεται πληροφορίες από τα στρώματα αντίληψης ολοκληρώνοντας τη μεταφορά πληροφοριών και δεδομένων μεταξύ του στρώματος αντίληψης και του στρώματος εφαρμογής.

2.1.1.3. Ενδιάμεσο λογισμικό (Middle-wareLayer)

Αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα επίπεδα και αποτελείται από συστήματα επεξεργασίας πληροφοριών που εκτελούν αυτόματες ενέργειες, βασισμένες στα αποτελέσματα των επεξεργασμένων δεδομένων και συνδέουν το σύστημα με τη βάση δεδομένων η οποία παρέχει δυνατότητες αποθήκευσης στα δεδομένα που συλλέχθηκαν. Το επίπεδο αυτό είναι προσανατολισμένο στις υπηρεσίες, γεγονός που εξασφαλίζει ίδιο τύπο υπηρεσιών ανάμεσα στις συνδεδεμένες υπηρεσίες. Επομένως, το επίπεδο αυτό είναι υπεύθυνο για κρίσιμης σημασίας λειτουργίες όπως η διαχείριση πληροφοριών, ο έλεγχος (φιλτράρισμα) δεδομένων, ο έλεγχος πρόσβασης καθώς και για τον Ηλεκτρονικό κωδικό προϊόντος (EPC).

Το middle-wareείναι ένα στρώμα softwareή ένα σύμπλεγμα υποστρωμάτων ανεπτυγμένοανάμεσα στα τεχνολογικά επίπεδα και τα επίπεδα εφαρμογών. Το middle-ware έχει την ικανότητα να κηρύξει τις λεπτομέρειες διαφορετικών τεχνολογιών και το χαρακτηριστικό αυτό καθιστά τον προγραμματιστή ικανό να εντοπίζει ζητήματα που δεν έχουν να κάνουν με το κύριο έργο τους, που είναι η ανάπτυξη εφαρμογών με το IoT. Το middle-ware γίνεται όλο και πιο σημαντικό τα τελευταία χρόνια, χάρις στον κύριο ρόλο του που είναι η απλοποίηση της ανάπτυξης νέων υπηρεσιών και η ενσωμάτωση υπαρχουσών τεχνολογιών σε νέες τεχνολογίες.

Οι αρχιτεκτονικές middle-ware ακολουθούν τα τελευταία χρόνια, την προσέγγιση της αρχιτεκτονικής που προσανατολίζεται στις υπηρεσίες (ServiceOrientedArchitecture - SOA). Η χρήση διεπαφών και πρωτοκόλλων δίνει μια οριζόντια οπτική ενός συστήματος μιας επιχείρησης. Η ανάπτυξη διεργασιών που αναπτύσσεται μέσω του SOA είναι αποτέλεσμα της διαδικασίας σχεδιασμού υπηρεσιών (οι οποίες συνδέονται με αντικείμενα). Αυτό διευκολύνει την αλληλεπίδραση μεταξύ τμημάτων μια επιχείρησης και επιτρέπει την μείωση του χρόνου που απαιτείται για την προσαρμογή της επιχείρησης στις αλλαγές που επιβάλλει η εξέλιξη της αγοράς. Μια προσέγγιση SOAεπιτρέπει την επαναχρησιμοποίηση του softwareκαι του hardware, καθώς δεν επιβάλλει μια συγκεκριμένη τεχνολογία για την εφαρμογή της υπηρεσίας (σχήμα 2.2).



Σχήμα 2.2: Αρχιτεκτονική SOAγια το ενδιάμεσο λογισμικό του IoT

[Πηγή: LuigiAtzori, AntonioIera, GiacomoMorabito, (2010). The Internet of Things: A survey.]

Οι περισσότερες μελέτες που αφορούν λύσεις middle-wareγια το IoTαναγνωρίζουν τα πλεονεκτήματα της προσέγγισης SOA. Παρόλο που δεν υπάρχει μια κοινώς αποδεκτή αρχιτεκτονική στρωμάτων οι προτεινόμενες λύσεις αντιμετωπίζουν τα ίδια προβλήματα παρέχοντας ένα κοινό σύμπλεγμα υπηρεσιών. Αυτοί οι κοινοί στόχοι οδηγούν στον ορισμό του παρακάτω σχεδίου middle-ware:

Εφαρμογές (applications): Οι εφαρμογές είναι στην κορυφή της αρχιτεκτονικής, εξάγοντας όλες τις λειτουργίες στον τελικό χρήστη. Στην πραγματικότητα, αυτό το στρώμα δεν αποτελεί μέρος του ενδιάμεσου λογισμικού. Μέσω της χρήσης πρωτοκόλλων, υπηρεσιών webκαι τεχνολογιών, οι εφαρμογές μπορούν να πραγματοποιήσουν την άρτια ενσωμάτωσή τους, μεταξύ κατανεμημένων συστημάτων και εφαρμογών.

Σύνθεση υπηρεσιών (servicecomposition): Πρόκειται για κοινό στρώμα στην κορυφή της αρχιτεκτονικής ενδιάμεσου λογισμικού που βασίζεται σε SOA. Παρέχει τις λειτουργίες για την σύνθεση υπηρεσιών προσφερόμενων από αντικείμενα δικτύων με σκοπό την ανάπτυξη συγκεκριμένων εφαρμογών (σε αυτό το στρώμα δεν υπάρχουν συσκευές αλλά υπηρεσίες). Οι υπηρεσίες εκτελούνται σε χρόνο εκτέλεσης με σκοπό την ανάπτυξη υπηρεσιών. Η λογική πίσω από τη δημιουργία και τη διαχείριση σύνθετων υπηρεσιών μπορεί να εκφραστεί μέσα από ροές εργασιών. Μια συνήθης επιλογή είναι η υιοθέτηση γλωσσών όπως BREL (BusinessProcessExecutionLanguage). Οι γλώσσες των εργασιών ροής ορίζουν διαδικασίες που επικοινωνούν με εξωτερικές παραμέτρους μέσω υπηρεσιών web, που ορίζονται μέσω της γλώσσας WSDL (WebServiceDefinitionLanguage)

Διαχείριση υπηρεσιών (servicemanagement): Το στρώμα αυτό παρέχει τις κύριες λειτουργίες που είναι διαθέσιμες για κάθε αντικείμενο. Σε αυτό το στρώμα, το ενδιάμεσο λογισμικό περιλαμβάνει μια διευρυμένη ομάδα λειτουργιών που σχετίζεται με την διαχείρισηQoS. Το στρώμα αυτό μπορεί να ενεργοποιήσει την ανάπτυξη νέων υπηρεσιών σε χρόνο εκτέλεσης, με σκοπό να επιτελέσει τις ανάγκες της εφαρμογής. Το ανώτερο επίπεδο μπορεί να κατασκευάσει σύνθετες υπηρεσίες συνδεδεμένο με υπηρεσίες που παρέχονται σε αυτό το στρώμα.

Αφαίρεση αντικειμένων (objectabstraction): Το IoT στηρίζεται σε ένα εκτενές, ετερογενές σύστημα αντικειμένων που παρέχουν το κάθε ένα συγκεκριμένες λειτουργίες που είναι προσβάσιμες. Υπάρχει όμως η ανάγκη ενός στρώματος ικανού να εναρμονίζει την πρόσβαση σε διαφορετικές συσκευές με μία κοινή γλώσσα και διαδικασία. Υφίσταται η ανάγκη εισαγωγής ενός επιπέδου που αποτελείται από δύο κύρια υποστρώματα: το στρώμα διεπαφής και επικοινωνίας. Το πρώτο παρέχει μια διεπαφή web που είναι υπεύθυνη για τη διαχείριση όλων των εισερχόμενων και εξερχόμενων διαδικασιών που εμπλέκονται στην επικοινωνία με τον έξω κόσμο. Το δεύτερο υπόστρωμα εφαρμόζει τη λογική που βρίσκεται πίσω απ’ τις μεθόδους (σε μια ομάδα εντολών) για να επικοινωνήσει με αντικείμενα του πραγματικού κόσμου.

2.1.1.4.Επίπεδο εφαρμογών (ApplicationLayer)

Αποτελείται κυρίως από είδη συστημάτων εφαρμογών, με κύριες λειτουργίες τη σύγκλιση, τη μετατροπή, την ανάλυση και την ανταλλαγή δεδομένων, καθώς και τη σχετική πλατφόρμα υποστήριξης για τους χρήστες. Το επίπεδο εφαρμογών είναι η τεχνολογία του Διαδικτύου των Πραγμάτων σε συνδυασμό με την τεχνογνωσία της βιομηχανίας για να επιτευχθεί μια ευρεία σειρά ευφυών λύσεων εφαρμογών. Το επίπεδο αυτό πραγματοποιεί πολλές από τις εφαρμογές του IoT που βασίζονται στις καθημερινές ανάγκες των χρηστών και σχετίζονται με τις μετακινήσεις (SmartTransportation), τον τομέα της υγείας (SmartHospital), το περιβάλλον (SmartEnvironment) και το σπίτι (SmartHome). Επιπλέον, το επίπεδο αυτό είναι αρμόδιο για πολλές εφαρμογές μέσω της διαρκώς αναπτυσσόμενης τεχνολογίας RFID, ενώ το κεντρικό στοιχείο του είναι η ανταλλαγή πληροφοριών και η ασφάλεια των πληροφοριών.

2.2 Κύριες τεχνολογίες για το IoT

Ένα επικοινωνιακό σύστημα είναι το βασικό στοιχείο την υποδομή έξυπνου δικτύου. Για να χαρακτηρισθεί έξυπνο θα χρησιμοποιηθούν προηγμένες τεχνολογίες αλλά και εφαρμογές από τις οποίες θα παράγεται ένας πολύ μεγάλος αριθμός δεδομένων, τα οποία αναλύονται, ελέγχονται και εξυπηρετούν αρκετές λειτουργίες.

2.2.1 Ταυτοποίηση μέσω ραδιοσυχνοτήτων (RFID)

Η Radio Frequency Identification (RFID) αποτελεί μια τεχνολογία αυτόματης αναγνώρισης όπου για τον εντοπισμό σηματοδοτημένων στοιχείων όπως άνθρωποι, ζώα και αντικείμενα χρησιμοποιούνται ραδιοκύματα. Στηρίζεται στην αποθήκευση και ασύρματη ανάκτηση δεδομένων μέσω μικροσκοπικών συσκευών. Μια ετικέτα RFID, είναι γνωστή ακόμη ως «electronic label», «transponder» ή «code plate» η οποία αποτελείται από ένα RFID chip, το οποίο συνδέεται με μια κεραία. Οι ετικέτες μπορούν να διαβαστούν από μεγάλη απόσταση χωρίς να απαιτείται η οπτική επαφή.

2.2.1.1 Ιστορική Αναδρομή

Αν και η συγκεκριμένη τεχνολογία ξεκίνησε να διαδίδεται τα τελευταία χρόνια, δεν σημαίνει ότι η έννοια του RFID είναι καινούρια. Αρχικά χρησιμοποιήθηκε για στρατιωτικούς σκοπούς, κατά τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, ώστε να ανιχνεύονται και τα ξεχωρίζονται τα εχθρικά αεροπλάνα από τα συμμαχικά (σύστημα IFF). Ο λόγος που οδήγησε στην σημερινή χρήση και δημοσιότητα του RFID, είναι η συνεχής μείωση του μεγέθους και του κόστους των στοιχείων του (tags και readers), με τρόπο τέτοιο έτσι ώστε η τεχνολογία να χρησιμοποιείται σε πάρα πολλές εφαρμογές της καθημερινής ζωής αρχίζει να αντικαθιστά χρήσεις των γνωστών μας barcodes.Η γέννηση του ραντάρ στις αρχές του 20ου αιώνα και η ανάπτυξή του κατέληξε στην τεχνολογία RFID, αφού η RFID είναι ο συνδυασμός της τεχνολογίας μετάδοσης ραδιοκυμάτων και του ραντάρ.

Από το 1600 έως το 1800, υπήρξε μια έκρηξη της γνώσης στη παρατήρηση του ηλεκτρισμού, του μαγνητισμού και της οπτικής, η οποία συνοδευόταν από μια βάση συνεχώς εξελισσόμενη, με σχετικές μαθηματικές παρατηρήσεις . Το 1800 σηματοδότησε την αρχή της θεμελιώδους κατανόησης της ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας. Το 1846 ο Άγγλος πειραματιστής Michael Faraday, εισηγήθηκε ότι τόσο το φως όσο και τα ραδιοκύματα είναι μια μορφή ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας, ενώ το 1887, ο Γερμανός φυσικός Heinrich Rudolf Hertz, ήρθε να επιβεβαιώσει την θεωρία του Maxwell για την ηλεκτρομαγνητική, και θεωρείται ως ο πρώτος που κατάφερε την εκπομπή και λήψη ραδιοκυμάτων. Το 1896, ο Guglielmo Marconi κατάφερε με επιτυχία να μεταδώσει μέσω ραδιοτηλεγραφίας στην άλλη άκρη του Ατλαντικού. Το 1906, ο Ernst FW Alexanderson, κατάφερε την πρώτη παραγωγή και μετάδοση συνεχών ραδιοκυμάτων και ραδιοσημάτων. Αυτό το επίτευγμα, σηματοδοτεί την έναρξη της σύγχρονης ράδιο-επικοινωνίας.

Τον Οκτώβριο του 1948, δημοσιεύθηκε μία έρευνα-ορόσημο του Harry Stockman με τον τίτλο «Επικοινωνία με Μέσα Ανακλώμενης Ενέργειας» (“CommunicationbyMeansofReflectedPower”), η οποία περιγράφει τις βασικές αρχές λειτουργίας του RFID.Ο Stockman στην έρευνα αυτή αναφέρει ότι για να μπορέσουν να λυθούν κάποια κύρια προβλήματα που απέμεναν και αφορούσαν την ανακλώμενη ενέργεια, έπρεπε να γίνει σημαντική έρευνα και ανάπτυξη καθώς και έρευνα του πεδίου των χρήσιμων εφαρμογών. Ύστερα από 30 χρόνια άρχισε να πραγματοποιείται το όραμα του Stockman αφού απαιτούνταν η ανάπτυξη του τρανζίστορ, του ολοκληρωμένου κυκλώματος, του μικροεπεξεργαστή, η ανάπτυξη των δικτύων επικοινωνίας καθώς και αλλαγή στους τρόπους διεξαγωγής των επιχειρηματικών διαδικασιών.Η δεκαετία του 1950 ήταν μια περίοδος εξερεύνησης των τεχνικών RFID, ακολουθώντας τις εξελίξεις στη ραδιοτεχνολογία και το ραντάρ, στην δεκαετία του 1930 και του 1940. Πολλές τεχνολογίες που συνδέονται με την RFID διερευνήθηκαν στην συνέχεια, όπως τα μακράς εμβέλειας συστήματα αναμετάδοσης στα αεροσκάφη. Οι εξελίξεις της δεκαετίας του 1950, περιλαμβάνουν έργα όπως αυτό της D.B. Harris « Radio transmissionsystemswithmodulatablepassiveresponder». Η τεχνολογία RFID όμως έγινε πραγματικότητα μεταξύ των δεκαετιών 1960 και 1980.

Την δεκαετία του ’60 αρκετοί εφευρέτες ασχολήθηκαν με την τεχνολογία RFID, όπως ο Robert Richardson με το έργο του «Remotelyactivatedradiofrequencypowereddevices», και ο J. H. Vogelman με το «Passive data transmission techniques utilizing radar echoes». Αρκετές εταιρίες όπως η Sensormatic, η Checkpoint και η Knogo μελέτησαν ζητήματα σχετικά με την RFID εξαιτίας των εμπορικών συναλλαγών που ξεκινούσαν την δεκαετία του ’60. Οι εταιρίες αυτές ανέπτυξαν εξοπλισμό με τον οποίο θα πετύχαιναν ηλεκτρονική παρακολούθηση ενός αντικειμένου (electronic article surveillance (EAS)) για την αντιμετώπιση της κλοπής των εμπορευμάτων. Η EAS είναι αναμφισβήτητα η πρώτη και πιο διαδεδομένη εμπορική χρήση του RFID. Η EAS όπως και άλλα συστήματα αυτού του τύπου χρησιμοποιούν την τεχνολογία των μικροκυμάτων ή την επαγωγική (conductive) τεχνολογία. Συνήθως χρησιμοποιούν ετικέτες που αποθηκεύουν ένα bit (1-bit tags) οπότε το μόνο που μπορεί να αντιληφθεί κανείς είναι η παρουσία ή απουσία μιας ετικέτας. Όμως οι ετικέτες αυτού του είδους είναι φθηνές και δεν παρέχουν αποτελεσματική αντιμετώπιση των κλοπών.

Την δεκαετία του ’70 ξεκινά μια πιο έντονη μελέτη της RFID από κατασκευαστές, εφευρέτες, εταιρίες, ακαδημαϊκά ινστιτούτα και κυβερνητικά εργαστήρια, , ενώ πραγματοποιήθηκε αξιοσημείωτη πρόοδος από ιδρύματα όπως το Los Alamos Scientific Laboratory στο Northwestern University καθώς και στο Microwave Institute Foundation στην Σουηδία. Ακόμη μια από τις πρώτες αλλά και αρκετά αξιόλογη εργασία ήταν αυτή των AlfredKoelle, StevenDepp και RobertFreyman με τίτλο “Short-rangerediotelemetryforelectronicidentificationusingmodulatedbacksatter” το 1975.

Βέβαια, υπήρχαν και μεγάλες εταιρίες οι οποίες συνέβαλλαν στην ανάπτυξη της τεχνολογίας RFID, όπως η Raytheon με το “Raytag”, η εταιρία RCA με τον Richard Klensch που ανέπτυξαν το ≪Ηλεκτρονικό σύστημα αναγνώρισης≫ (“Electronic identification system”) και με τον F.Sterzer το “Electroniclicenseplateformotorvehicles”, αλλά και η εταιρία Fairchild με τους Thomas Meyers και Ashley Leigh που ανέπτυξε το “Passive encoding microwave transpoder”. Επίσης, μεγάλες εταιρίες έχουν προσφέρει στην ανάπτυξη της τεχνολογίας RFID, όπως η Raytheon Raytag το 1973, και η Richard Klensch της RCA το 1975 με την ανάπτυξη ηλεκτρονικού συστήματος αναγνώρισης. Η Λιμενική Αρχή της Νέας Υόρκης διέθετε επίσης συστήματα ελέγχου κατασκευασμένα από την General Electric, Philips και άλλες εταιρείες. Τέλος, την δεκαετία ’70 έγινε προσπάθεια ανάπτυξης εφαρμογών για την παρακολούθηση ζώων (tracking), την παρακολούθηση οχημάτων και τον αυτοματισμό στα εργοστάσια. Η τοποθέτηση ετικετών σε ζώα ενίσχυσε το ενδιαφέρον στην Ευρώπη, έτσι νέες εταιρίες όπως η Alfa Laval και η Neclap ενίσχυσαν την ανάπτυξη RFID συστημάτων.

Την δεκαετία του ’80 συντελέστηκε πλήρης εφαρμογή της τεχνολογίας RFID.Στις ΗΠΑ το μεγαλύτερο ενδιαφέρον ήταν για την μεταφορά και την πρόσβαση του προσωπικού, και, σε μικρότερο βαθμό, τα ζώα. Στην Ευρώπη, μεγαλύτερο ενδιαφέρον παρατηρήθηκε στα συστήματα μικρού εύρους για τα ζώα καθώς και σε βιομηχανικές και επιχειρησιακές εφαρμογές μολονότι οι δρόμοι με διόδια στην Ιταλία, Γαλλία, Ισπανία, Πορτογαλία και Νορβηγία εξοπλίσθηκαν με τα RFID. Κλειδί για την ταχεία επέκταση των εφαρμογών RFID, ήταν η ανάπτυξη του προσωπικού υπολογιστή (PC) που επέτρεψε την εύκολη και οικονομική συλλογή και διαχείριση των δεδομένων, από τα συστήματα RFID. Οι ετικέτες RFID κατασκευάζονται αυτήν την περίοδο ως προσαρμοσμένα ολοκληρωμένα κυκλώματα CMOS, που συνδυάζονται με ξεχωριστά συστατικά στοιχεία των ετικετών με μικροκύματα. Η EEPROM έγινε η επιλογή της μη μεταβλητής μνήμης, που επιτρέπει μεγάλη παραγωγή πανομοιότυπων ετικετών οι οποίες θα μπορούσαν να είναι εξατομικευμένες, μέσω προγραμματισμού. Αυτές οι εξελίξεις οδηγούν σε περαιτέρω μειώσεις στο μέγεθος των ετικετών, και σε αύξηση των λειτουργιών. Το εμπόδιο του απαιτούμενου μεγέθους της κεραίας, ήταν πλέον σημαντικό για τον προσδιορισμό του μεγέθους των ετικετών.

Η δεκαετία του ’90 ήταν μια σημαντική δεκαετία για την εξέλιξη της RFID τεχνολογίας καθώς παρατηρήθηκε μεγάλης κλίμακας ανάπτυξη της ηλεκτρονικής συλλογής διοδίων στις ΗΠΑ. Το σύστημα ηλεκτρονικής συλλογής διοδίων σε αυτοκινητόδρομο άνοιξε το 1991 στην Οκλαχόμα, ενώ η πρώτη συνδυασμένη προσπάθεια είσπραξης διοδίων και συστήματος διαχείρισης της κυκλοφορίας, εγκαταστάθηκε στην περιοχή του Χιούστον το 1992. Στην Οκλαχόμα τα οχήματα μπορούσαν να περνούν με μεγάλες ταχύτητες από τα σημεία συλλογής των διοδίων (στα οποία υπήρχαν κάμερες για ενίσχυση της διαδικασίας συλλογής), χωρίς να εμποδίζονται. Πολλά παρόμοια πρωτοπόρα συστήματα που αφορούν την συλλογή διοδίων και τον έλεγχο της κυκλοφορίας εγκαταστάθηκαν και σε άλλες περιοχές της Αμερικής. Όμως εφαρμογές στα διόδια αλλά και στους σιδηροδρόμους παρουσιάστηκαν και σε άλλες περιοχές όπως Αυστραλία, Κίνα, Χονγκ-Κονγκ, Φιλιππίνες, Αργεντινή, Βραζιλία, Μεξικό, Καναδάς, Σινγκαπούρη, Ταϋλάνδη, Νότια Κορέα, Νότια Αφρική και Ευρώπη. Εξίσου μεγάλο ενδιαφέρον για τις RFID εφαρμογές παρατηρήθηκε όμως και στην Ευρώπη κατά την δεκαετία του ’90. Μικροκυματικές αλλά και επαγωγικές τεχνολογίες χρησιμοποιήθηκαν στην συλλογή διοδίων, στον έλεγχο προσπέλασης και σε πολλέςεμπορικές εφαρμογές.

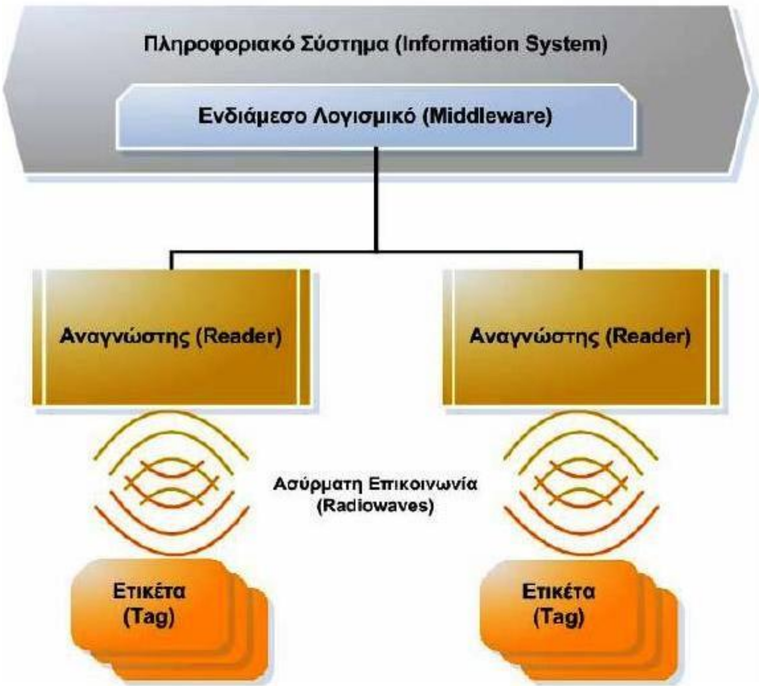
Μετά την επιτυχία στην ηλεκτρονική είσπραξη διοδίων, ακολούθησαν άλλες εξελίξεις, όπως η πρώτη πολλαπλή χρήση των ετικετών μεταξύ των διαφόρων τομέων της επιχείρησης. Η έρευνα και ανάπτυξη συνεχίστηκαν, με αποτέλεσμα να έχουμε σημαντικές τεχνολογικές εξελίξεις οι οποίες διεύρυναν την λειτουργικότητα της RFID τεχνολογίας. Μάλιστα, για πρώτη φορά κατασκευάστηκαν χρήσιμες μικροκυματικές Schottky δίοδοι (microwave Schottky diodes) πάνω σε ένα συνηθισμένο CMOS ολοκληρωμένο κύκλωμα (CMOS integrated circuit). Αυτό είχε ως συνέπεια την κατασκευή μικροκυματικών RFID ετικετών οι οποίες περιέχουν μόνο ένα ενσωματωμένο κύκλωμα, ενώ μέχρι τότε υπήρχαν μόνο οι επαγωγικές RFID ετικέτες σε ζεύγος. Με την νέα αυτή εξέλιξη ασχολήθηκαν κυρίως οι εταιρίες: IBM (την τεχνολογία της απέκτησε αργότερα η Intermec), Micron και SingleChipSystems.

Το μέλλον μοιάζει πολλά υποσχόμενο για την τεχνολογία αυτή. Αυτό βέβαια απαιτεί και εξελίξεις σε άλλους τομείς, όπως ανάπτυξη εφαρμογών λογισμικού, προσεκτική πολιτική ανάπτυξης της ιδιωτικής ζωής και εξέταση άλλων νομικών πτυχών, ανάπτυξη της υποστηρικτικής υποδομής στο σχεδιασμό, εγκατάσταση, και διατήρηση των συστημάτων RFID, καθώς και άλλες τέτοιες δραστηριότητες. Η έννοια του RFID και η εφαρμογή της δεν είναι τόσο απλή. Η RFID είναι μια τεχνολογία που γεφυρώνει τα μηχανικά συστήματα, την ανάπτυξη λογισμικού, την θεωρία κυκλωμάτων, τη θεωρία κεραίας, τον ράδιο-πολλαπλασιασμό, την τεχνική των μικροκυμάτων, το σχεδιασμό των δεκτών, τον σχεδιασμό κυκλωμάτων, της κρυπτογράφησης, της τεχνολογίας των υλικών, τον μηχανικό σχεδιασμό, της μηχανικής και του δικτύου, καθώς και πολλών άλλων.

2.2.1.2 Δομή συστήματος RFID

Η ταυτοποίηση μέσω ραδιοσυχνοτήτων θεωρείται από τους βασικούς μοχλούς της ανάπτυξης του Διαδικτύου των Πραγμάτων. Τα αντικείμενα θα πρέπει να προσδιορίζονται έτσι ώστε να μπορούν να συνδεθούν. Η RFID τεχνολογία, που χρησιμοποιεί ραδιοκύματα για τον προσδιορισμό των στοιχείων, μπορεί να παρέχει αυτή τη λειτουργία.

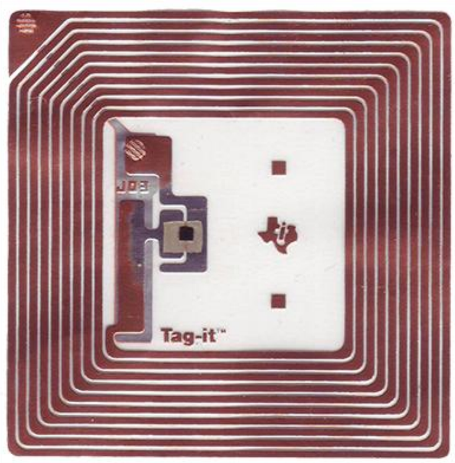
Ένα σύστημα RFID χρησιμοποιεί την ασύρματη τεχνολογία ραδιοεπικοινωνίας για να προσδιορίσει μεμονωμένα τα αντικείμενα ή τους ανθρώπους με την βοήθεια των ετικετών. Τα RFIDσυστήματα περιλαμβάνουν τρία κύρια στοιχεία: ετικέτες RFID, αναγνώστες RFID, και RFID λογισμικό (σχήμα 2.3).



Σχήμα 2.3 : Δομή συστήματος RFID
[Πηγή: http://www.teotec.gr/uplds/Image/IDENTEC/rfid%20architecture.jpg]

2.2.1.2.1 Ετικέτα RFID

Ονομάζεται και αναμεταδότης καθώς μεταφέρει τα στοιχεία ταυτότητας (συμβολοσειρά, κωδικός) και αποθηκεύει πληροφορίες αναλόγως το μέγεθος της μνήμης της. Η ετικέτα αυτή είναι προγραμματισμένη ώστε να λαμβάνει ένα ειδικό σήμα και και να ανταποκρίνεται σε ραδιοσυχνότητες, οι οποίες εκπέμπονται από ένα RFID πομποδέκτη. Αποτελείται από μία κεραία, ένα chip από θραύσμα πυριτίου και το περίβλημα, ενώ η μετάδοση των δεδομένων γίνεται μέσω ενός ασύρματου δικτύου (εικόνα 2.1).Η ενσωμάτωση του chip και της κεραίας μπορεί να γίνει σε διάφορα υλικά (π.χ. πλαστικό). Το ολοκληρωμένο RFID tag, τοποθετείται στα αντικείμενα που επιθυμείτε να ανιχνευθούν, και γίνεται αυτόματα από φορητούς ή σταθερούς αναγνώστες, χωρίς να απαιτείται η σάρωση του κάθε μεμονωμένου αντικειμένου.



Εικόνα 2.1: Ετικέτα RFID
[Πηγή: http://rfid-technology.com.ua/en/kakie-byvayut-rfid-metki/]

2.2.1.2.1.1 Χαρακτηριστικά ετικετών RFID

Κωδικός Αναγνώρισης: Είναι ένας εργοστασιακός μοναδιαίος αριθμός που καθιστά διαφορετική κάθε ετικέτα. Υπάρχουν διάφορα διαθέσιμα μοντέλα κωδικοποίησης των ετικετών, ωστόσο οι σχεδιαστές επιλέγουν να χρησιμοποιούν αυτά που έχουν μια τυποποιημένη δομή. Μια από τις πιο διαδεδομένες μορφές είναι αυτή του EPC (Electronic Product Code). Ο Ηλεκτρονικός Κώδικας Προϊόντος είναι ένας μοναδικός αριθμός αποτελούμενος από 64 - 256 bits και περιλαμβάνει τέσσερα διακριτά πεδία. Επίσηςείναι παρόμοιος του Παγκόσμιου Κώδικα Προϊόντος (UPC - Universal Product Code),ο οποίος χρησιμοποιείται στους γραμμωτούς κώδικες.

Επικεφαλίδα: Η επικεφαλίδα αποτελείται από 8-bits και προσδιορίζεται από το μήκος του Ηλεκτρονικού Κώδικα Προϊόντος.

Κλάση του αντικειμένου: Αφορά τον ακριβή τύπο του αντικειμένου, με τον ίδιο τρόπο όπως η Μονάδα Διατήρησης Αποθέματος SKU (Stock Keeping Unit).

Διαχειριστής Ηλεκτρονικού Κώδικα Προϊόντος: Καθορίζει τον κατασκευαστή του προϊόντος.

Σειριακός Αριθμός: Αναφέρεται σε έναν συγκεκριμένο σειριακό αριθμό που καθορίζει το αντικείμενο.

2.2.1.2.1.2 Τύποι ετικετών

Παθητικές:Ενεργοποιούνται όταν βρεθούν εντός RF πεδίου που εκπέμπεται από έναν αναγνώστη. Οι παθητικοί πομποδέκτες δεν διαθέτουν δική τους πηγή ενέργειας (μπαταρία) και έτσι όλη η ενέργεια, που απαιτείται για την λειτουργία τους προέρχεται από το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο του αναγνώστη. Το στιγμιαίο ηλεκτρικό σήμα που επάγεται στην κεραία του παθητικού RFID tag από την εισερχόμενη ραδιοσυχνότητα παρέχει την απαραίτητη ισχύ στο CMOS ολοκληρωμένο κύκλωμα του tag για να εκπέμψει ξανά ένα σήμα (backscattering). Επίσης αφού δεν χρειάζονται μπαταρία έχουν θεωρητικά άπειρο χρόνο ζωής. Ανάλογα με την χρησιμοποιούμενη συχνότητα και την εκπεμπόμενη ενέργεια του αναγνώστη, η ακτίνα δράσης του πομποδέκτη κυμαίνεται από μερικά εκατοστά μέχρι 10 μέτρα. Αποτελούν την απλούστερη, μικρότερη, ελαφρότερη και φθηνότερη έκδοση των RFID ετικετών. Η απουσία μιας εσωτερικής πηγής ενέργειαςσημαίνει ότι η RFID ετικέτα μπορεί να είναι αρκετά μικρή. Τέτοιου είδους ετικέτες χρησιμοποιούνται είτε για να ενσωματωθούν σε ένα sticker, είτε κάτω από το δέρμα. Τέλος, διαβάζονται από αποστάσεις 2 mm έως μερικά μέτρα ανάλογα με την κατασκευή, το μέγεθος της κεραίας τους και την χρησιμοποιούμενη συχνότητα.

Ενεργητικές:Οι ενεργητικές ετικέτες τροφοδοτούνται με μπαταρία, εκπέμπουν δικό τους σήμα (ονομάζονται και beacons) και έχουν ενσωματωμένο έναν «ενεργό» αναμεταδότη. Αυτό που τις χαρακτηρίζει είναι η αυτονομία, καθώς δεν εξαρτώνται από τη συσκευή ανάγνωσης, επιτρέποντας τους να επικοινωνούν σε αποστάσεις μεγαλύτερες. Λόγω της «επαφής» που έχουν με τον αναγνώστη είναι πολύ πιο αξιόπιστες σχετικά με τις παθητικές ετικέτες. Αυτές οι ετικέτες προτιμώνται να τοποθετούνται σε «δύσκολα» υλικά που είτε απορροφούν τα ραδιοκύματα, είτε τα ανακλούν, είτε τα παραμορφώνουν, π.χ. σε υλικά που περιέχουν μεγάλες ποσότητες νερού, καθώς και σε μεταλλικά αντικείμενα. Η εκτιμώμενη διάρκεια ζωής είναι τα 10 χρόνια, το μέγεθός τους σήμερα είναι παρόμοιο με ένα νόμισμα, είναι όμως ακριβότερες από τις παθητικές. Μερικές ενεργητικές ετικέτες διαθέτουν αισθητήρες μέτρησης θερμοκρασίας, υγρασίας, κραδασμών, φωτός, ακτινοβολίας και στοιχείων της ατμόσφαιρας. Επίσης χαρακτηριστική είναι η μεγάλη μνήμη, μέσω της οποίας έχουν την ικανότητα να αποθηκεύουν δεδομένα που αποστέλλονται από τον εκάστοτε μεταδότη πληροφοριών.

Ημιπαθητικές:Οι «ημιπαθητικές» ετικέτες έχουν ενσωματωμένη μια μικρή μπαταρία, ωστόσο οι αποστάσειςείναι περιορισμένες κυρίως γιατί χρησιμοποιούν το πεδίο της συσκευής ανάγνωσης προκειμένου να επικοινωνήσουν με τη συσκευή αυτή. Είναι ένας συνδυασμό της«ενεργής» και της «παθητικής» ετικέτας. Οι ημιπαθητικές ετικέτες χρησιμοποιούνμπαταρία για να ενεργοποιήσουν την μνήμη του chip τους, αλλά επικοινωνούν απορροφώντας ενέργεια από τα ραδιοκύματα του αναγνώστη, κατά την διαδικασία της λήψης και αποστολής των δεδομένων. Είναι μεγαλύτερες και ακριβότερες από τις παθητικές, καθώς και έχουν μεγαλύτερη εμβέλεια επικοινωνίας, παρόλο που είναι ταχύτερες στην ανάγνωση. Για το λόγο αυτό, προτιμώνται να χρησιμοποιούνται κυρίως για την ανίχνευση αγαθών υψηλής αξίας που πρέπει να παρακολουθούνται σε μεγάλες αποστάσεις.Συνήθως οι ετικέτες αυτές είναι μιας χρήσης, δηλαδή αχρηστεύονται όταναποφορτιστεί η μπαταρία τους.

2.2.1.2.1.3 Ανάγνωση – Εγγραφή ετικετών

Ετικέτες ανάγνωσης εγγραφής (read-write):Με τα chips ανάγνωσης-εγγραφής, όταν η ετικέτα βρίσκεται μέσα στην εμβέλεια ανάγνωσης του αναγνώστη, μπορούν να προστεθούν πληροφορίες στην ετικέτα ή να γίνει εγγραφή πάνω σε ήδη υπάρχουσες πληροφορίες. Τα chip ανάγνωσης-εγγραφής έχουν συνήθως ένα σειριακό αριθμό ο οποίος δεν επιτρέπει την διαγραφή ή την εγγραφή επάνω σε αυτό. Επιπρόσθετη ποσότητα δεδομένων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αποθήκευση επιπλέον πληροφοριών σχετικά με τα αντικείμενα στα οποία είναι προσκολλημένη η ετικέτα. Με λίγα λόγια, οι επανεγγράψιμες ετικέτες εγγράφονται κατά την κατασκευή τους, αλλά οι αναγνώστες έχουν την δυνατότητα να διαβάζουν τα δεδομένα τους αλλά και να τα τροποποιούν (με εισαγωγή ή διαγραφή δεδομένων) χωρίς περιορισμό.

Ετικέτες μόνο ανάγνωσης (read only): Τα microchips που είναι μόνο για ανάγνωση, περιέχουν πληροφορίες (συνήθως ένα σειριακό αριθμό και ένα ψηφίο ελέγχου) οι οποίες αποθηκεύτηκαν σε αυτά κατά την διαδικασία κατασκευής τους. Οι πληροφορίες που βρίσκονται πάνω σε αυτά τα chips δεν μπορούν να τροποποιηθούν ποτέ. Έτσι οι αναγνώστες μπορούν μόνο να διαβάσουν τα δεδομένα και όχι να τα αναθεωρήσουν.

Ετικέτες μιας εγγραφής-πολλών αναγνώσεων (write once read many, WORM): Οι ετικέτες μιας εγγραφής-πολλών αναγνώσεων (WORM) μπορούν να έχουν ένα σειριακό αριθμό ο οποίος αφότου εγγραφεί πάνω τους δεν μπορεί να διαγραφεί. Οι ετικέτες αυτές εγγράφονται κατά την κατασκευή τους, μπορούν όμως να εγγραφούν και από τον χρήστη για μόνο μια φορά ακόμα. Έπειτα μετατρέπονται σε αναγνώσιμες ετικέτες.

2.2.1.2.2Αναγνώστης RFID

Χρησιμοποιείται για να διαβάζει τα δεδομένα που στέλνονται από την ετικέτα μέσω των ραδιοκυμάτων. Προκειμένου να αναγνωσθούν οι παθητικές ετικέτες, πρέπει να χρησιμοποιηθεί από τον αναγνώστη παραπάνω ηλεκτρομαγνητική ενέργεια. Η συσκευή αυτή (εικόνα 2.2) αποτελείται από μια διπολική κεραία, η οποία μεταδίδει σήματα και τροφοδοτεί την ετικέτα και από μια μονάδα ελέγχου που καθορίζει τις ενέργειες που θα κάνει (αποστολή/ λήψη σημάτων, ανάγνωση/ εγγραφή ετικετών κ.α.) και οι οποίες καθορίζονται από το ενδιάμεσο λογισμικό. Ο αναγνώστης μπορεί είτε να είναι μια σταθερή συσκευή, είτε να είναι ενσωματωμένη σε μια κινητή συσκευή, είτε να είναι ειδική συσκευή χειρός. Για να παρέχουν επιπρόσθετη λειτουργικότητα, οι αναγνώστες συνήθως περιέχουν εσωτερικό αποθηκευτικό χώρο (internal storage), υπολογιστική ισχύ (processing power) ή συνδέσεις με κάποια βάση δεδομένων. Μάλιστα μπορεί να διεξάγουν διάφορους υπολογισμούς για λογαριασμόμιας ετικέτας, όπως για παράδειγμα κρυπτογραφικούς υπολογισμούς. Οι αναγνώστες RFID σε αντίθεση με τις ετικέτες, καταλαμβάνουν περισσότερο χώρο, έχουν μεγαλύτερο κόστος και καταναλώνουν περισσότερη ενέργεια ανάλογα με την ιδιότητα τους.

Εικόνα 2.2: Συσκευή ανάγνωσης RFID
[Πηγή: http://gaorfid.com/the-gain-adjustable-active-rfid-wi-fi-reader/]

2.2.1.2.2.1Είδη αναγνωστών

Σταθεροί αναγνώστες: Αυτοί μπορούννα τοποθετηθούν σε διάφορες περιοχές, όπως σε τοίχους, ανάμεσα σε πόρτες ή σε άλλα μέρη ενός κτιρίου. Επίσης μπορούν να ενσωματωθούν στις γραμμές παραγωγής όπως στις μεταφορικές ταινίες και αλλού. Επιπλέον χρειάζονται μια εξωτερική πηγή ενέργειας, ώστε να λειτουργήσουν, με αποτέλεσμα να περιορίζεται η φορητότητά τους.

Φορητοί αναγνώστες: Είναι σχετικά πιο μικροί από τους σταθερούς, ενώ συνήθως έχουν σχήμα που παραπέμπει σε πλακέτα. Μπορούν να είναι ασύρματοι ή να διαθέτουν καλώδιο. Λόγω της φορητότητά τους ένα από τα βασικότερα πλεονεκτήματα που προσφέρουν, είναι η δυνατότητα χρήσης τους σε οποιοδήποτε περιβάλλον και σε εξωτερικούς χώρους.

Κινητοί αναγνώστες: Οι κινητοί αναγνώστες έχουν διάφορες μορφές, μπορεί να είναι κινητά τηλέφωνα, συσκευές τοποθετημένες σε οχήματα και άλλα, ενώ προσαρμόζονται πιο εύκολα σε βιομηχανικές εφαρμογές. Συνήθως διαθέτουν μια θύρα για να μπορούν να συνδεθούν με κάποιο υπολογιστή. Λόγω του διαφορετικού μεγέθους και σχήματος, έχουν τη δική τους πηγή ενέργειας, μπαταρία, και χρησιμοποιούν ασύρματη τεχνολογία για να επικοινωνούν με το υπόλοιπο πληροφοριακό σύστημα.

2.2.1.2.3Λογισμικό RFID

Είναι ένα υλικο-λογισμικό που τρέχει για την συσκευή ανάγνωσης RFID, το οποίο αναλαμβάνει να προωθεί προς τον αναγνώστη τα δεδομένα και τις εντολές που δέχεται από το πληροφοριακό σύστημα αλλά και τα δεδομένα και τις εντολές που δέχεται από τον αναγνώστη προς το πληροφοριακό σύστημα. Η ανάγνωση, το κλείδωμα, η εγγραφή αλλά και η διαγραφή μιας ετικέτας αποτελούν υπηρεσίες του βασικού συνόλου λειτουργιών. Επίσης το φιλτράρισμα, το άθροισμα, η αναζήτηση, η καταγραφή συμβάντων και οι υπηρεσίες ασφαλείας περιλαμβάνονται κι αυτά στο λογισμικό. Οι εντολές προς τον αναγνώστη αναφέρονται κυρίως σε λειτουργίες που πρέπει να γίνουν πάνω σε μια ετικέτα (εύρεση ετικέτας, ανάγνωση κωδικού ετικέτας, ανάγνωση δεδομένων ετικέτας, εγγραφή δεδομένων στην ετικέτα,καταστροφή ετικέτας κ.α.) αλλά και σε λειτουργίες που αφορούν τον ίδιο τον αναγνώστη (ανάγνωση κατάστασης αναγνώστη, αλλαγή ρυθμίσεων αναγνώστη, ανάγνωση κωδικού αναγνώστη κ.α.) και ονομάζονται εντολές αναγνώστη. Τέλος, χρειάζεται η επικοινωνία των συσκευών ανάγνωσης με το δίκτυο ώστε να γίνεται επεξεργασία των εντολών που λαμβάνουν από ένα απομακρυσμένο σύστημα ελέγχου.

2.2.2 Νανοτεχνολογία

Μπορούμε να την περιγράψουμε ως το σχέδιο, την παραγωγή και την εφαρμογή κατασκευών, συσκευών, συστημάτων και υλικών ελέγχοντας το μέγεθος και το σχήμα τους στο επίπεδο του ατόμου και του μορίου. Οι δράσεις της νανοτεχνολογίας περιλαμβάνουν το σχεδιασμό και την κατασκευή των υλικών στο επίπεδο του μορίου και το ατόμου, καθώς και τις ποικίλες εφαρμογές των υλικών αυτών. Η νανοτεχνολογία χρησιμοποιείται για τη βελτίωση των προϊόντων σε πολλές βιομηχανίες και κλάδους, μεταξύ των οποίων η ιατρική, η ενέργεια, οι μεταφορές και το φυσικό περιβάλλον. Η χρήση νανοτεχνολογίας σημαίνει ότι τα αντικείμενα που αλληλεπιδρούν και συνδέονται το ένα με το άλλο μπορεί να είναι τα μικρότερα.

Ωστόσο, η νανοτεχνολογία έχει χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη ευαίσθητων υλικών υψηλής επίδοσης και νέων μεθόδων παραγωγής αισθητήρων, όπως η τεχνολογία μικροηλεκτρονικομηχανικών συστημάτων (MEMS – MicroElectroMechanical Systems) που επεκτείνει σημαντικά το πεδίο εφαρμογής των αισθητήρων στα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας και προωθεί την ανάπτυξη της βιομηχανίας αισθητήρων. Οι δυνατότητες εξέλιξης που προσφέρουν τα εργαλεία της νανοτεχνολογίας υπόσχονται να επιλύσουν πολλές παγκόσμιες προκλήσεις που απασχολούν τον άνθρωπο, όπως ζητήματα βιομηχανικής παραγωγής, προστασίας του περιβάλλοντος, επικοινωνίας, ιατρικής κτλ.

2.2.2.1Ιστορική αναδρομή

Η έννοια της νανοτεχνολογίας εισήχθηκε το 1959 από τον φυσικό Richard Feynman κατά τη διάρκεια μίας διάλεξης του στην Αμερικανική Φυσική Εταιρεία (American Physical Society), με τίτλο **«**Υπάρχει Πολύς Χώρος στον Πάτο»**.**Ο όρος *Νανοτεχνολογία* δημιουργήθηκε από τον καθηγητή του Πανεπιστημίου Επιστημών του Τόκιο Norio Taniguchi το 1974 σε μία διατριβή του με τίτλο «Σχετικά με τη βασική έννοια της Νανοτεχνολογίας». για να περιγράψει την ακρίβεια κατασκευής υλικών με ανοχές νανόμετρου. Το 1981 εφευρίσκεται από τους Binnig και Rohrer το μικροσκόπιο σάρωσης σήραγγας (scanning tunneling microscope), το οποίο είναι ένα σημαντικό εργαλείο για τη μετέπειτα εξέλιξη της νανοτεχνολογίας, καθώς επέτρεπε την απεικόνιση μεμονωμένων ατόμων ενός υλικού. Την ίδια χρονιά ο Eric Drexler διατύπωσε τις βασικές αρχές του μοριακού σχεδιασμού και της νανομηχανικής στο βιβλίο του «Οι Μηχανές της Δημιουργίας» (“Engines of Creation”). O Eric Drexler είναι πιο γνωστός σαν αυτός που έφερε την επανάσταση της νανοτεχνολογίας, στο σημείο που βρίσκεται σήμερα. Αύξησε την αναγνώριση του κόσμου σχετικά με την έρευνα, εκπαίδευσε αυτούς που στο μέλλον θα ερευνούσαν και θα ανέπτυσσαν τη νανοτεχνολογία, φώτισε τον τομέα αυτό και του προσφέρθηκε το πρώτο PhD στη νανοτεχνολογία.

Στις αρχές της δεκαετίας του '90 αρχίζουν να λειτουργούν οι πρώτες εταιρείες νανοτεχνολογίας. Ενώ το 1991 ανακαλύπτεται από τον Lijima ο νανοσωλήνας άνθρακα, ο οποίος παρουσιάζει εξαιρετικές ιδιότητες όσον αφορά την αντοχή του και τη θερμική και ηλεκτρική αγωγιμότητα του. Το 1993 ο Bawendi ανακάλυψε μία μέθοδο για την ελεγχόμενη σύνθεση των νανοκρυστάλλων (κβαντικές τελείες), ανοίγοντας το δρόμο για εφαρμογές, όπως είναι τα υψηλής απόδοσης φωτοβολταϊκά συστήματα και τα συστήματα φωτισμού.

Στις αρχές της δεκαετίας του '00 εμφανίστηκαν οι πρώτες εμπορικές εφαρμογές της νανοτεχνολογίας, αν και ήταν περιορισμένες στον τομέα των νανοϋλικών κυρίως. Μερικές από τις εμπορικές εφαρμογές των νανοϋλικών είναι η χρήση νανοσωματιδίων αργύρου για αντιβακτηριακούς σκοπούς, διαφανείς αντιηλιακές μεμβράνες για την προστασία από την ηλιακή ακτινοβολία και καρβονικοί νανοσωλήνες για τη χρήση τους σε υφάσματα που δε λερώνονται.

2.2.3M2M

Ο όρος M2M (Machine-to-Machine, Μηχανή-με-Μηχανή)είναι ο τρόπος επικοινωνίας μεταξύ μηχανών, δηλαδή η ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ τους. Όμως, ο όρος M2M δεν αναφέρεται μόνο στην επικοινωνία μεταξύ μηχανών, αλλά επίσης στην επικοινωνία ανθρώπου με μηχανή καθώς και στην επικοινωνία κινητού τηλεφώνου με άλλου είδους μηχανές. Η έρευνα πάνω στην επικοινωνία μεταξύ των μηχανών είναι απολύτως αναγκαία καθώς η ανάγκη για αυτοματοποίηση της αλληλεπίδρασης μεταξύ τους είναι επιτακτική και ο αριθμός των μηχανών αυξάνεται παγκοσμίως με πολύ γρήγορους ρυθμούς.Η επικοινωνία μεταξύ συσκευών προέρχεται από την αρχική τεχνολογία της τηλεμετρίας, που χρησιμοποιείται για αυτόματη μετάδοση και μέτρηση των δεδομένων με ενσύρματο, ασύρματο ή άλλο τρόπο.

Η M2M επικοινωνία χρησιμοποιεί τεχνολογίες που επιτρέπουν τόσο σε ασύρματα όσο και σε ενσύρματα συστήματα να συνδεθούν με συσκευές της ίδιας ικανότητας. Ακόμη επιτρέπουν σε συσκευές, όπως υπολογιστές, αισθητήρες, ενσωματωμένα συστήματα, κινητά, να επικοινωνούν μεταξύ τους και να παίρνουν αποφάσεις σχεδόν χωρίς την ανθρώπινη παρέμβαση. Οι συσκευές, δηλαδή, διαθέτουν την ευφυΐα να αποφασίζουν αυτόνομα βάσει των δεδομένων που συλλέγουν οι ίδιες ή άλλες συσκευές. Η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιεί μια συσκευή (όπως έναν αισθητήρα ή ένα μετρητή) για να καταγράψει μια κατάσταση(όπως η θερμοκρασία, το επίπεδο αποθεμάτων κλπ.) το οποίο αναμεταδίδεται μέσω ενός δικτύου(ασύρματο, ενσύρματο ή υβριδικό) σε μια εφαρμογή (πρόγραμμα λογισμικού), η οποία μεταφράζει το καταγεγραμμένο γεγονός σε χρήσιμη πληροφορία(για παράδειγμα, αντικείμενα που χρειάζονται ανεφοδιασμό). Τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων, το Διαδίκτυο και οι προσωπικοί υπολογιστές δημιουργούν την επικοινωνία μεταξύ συσκευών. Η ιδέα υπόσχεται να προωθήσει τη χρήση της τηλεμετρίας από επιχειρήσεις, κυβερνήσεις αλλά και ιδιώτες.

2.2.3.1 Τηλεμετρία και M2M επικοινωνία

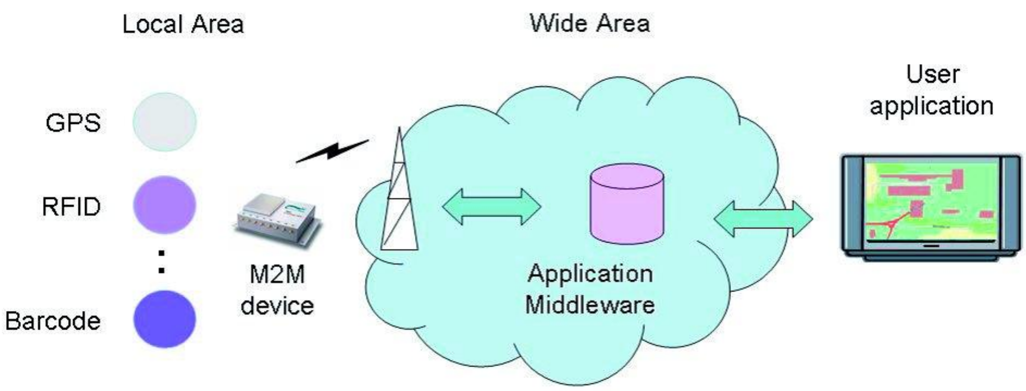
Στην επικοινωνία μεταξύ συσκευών, ένας απομακρυσμένος αισθητήρας συλλέγει δεδομένα και τα στέλνει ασύρματα σε ένα δίκτυο, από όπου κατόπιν δρομολογούνται, συχνά μέσω του Διαδικτύου, σε έναν εξυπηρετητή όπως έναν προσωπικό υπολογιστή. Από αυτό το σημείο, τα δεδομένα αναλύονται και αξιοποιούνται, σύμφωνα με το λογισμικό σε ισχύ.

Η τεχνολογία της τηλεμετρίας, ήταν ο πρόδρομος των πιο προηγμένων M2M συστημάτων επικοινωνιών. Τόσο η τηλεμετρία όσο και οι επικοινωνίες M2M μεταδίδουν δεδομένα μέσω ενός αισθητήρα. Η σημαντικότερη διαφορά μεταξύ των δύο είναι ότι αντί για ένα τυχαίο ραδιοσήμα, οι M2M επικοινωνίες χρησιμοποιούν υπάρχοντα δίκτυα, όπως τα ασύρματα δίκτυα που χρησιμοποιούνται από το κοινό, για να μεταδίδουν τα δεδομένα. Οι αισθητήρες στις παλαιότερες επικοινωνίες τηλεμετρίας, ωστόσο, ήταν άκρως εξειδικευμένοι και συχνά χρειαζόταν ισχυρές πηγές ενέργειας για τη μετάδοση των δεδομένων. Επίσης, η συλλογή των δεδομένων μπορεί να ήταν ανομοιογενής εάν ένας απομακρυσμένος αισθητήρας βρισκόταν σε «νεκρό σημείο» και, ασφαλώς, η ανάλυση των δεδομένων υλοποιούνταν από ό,τι σήμερα θεωρούμε απαρχαιωμένους υπολογιστές.

Οι σύγχρονες M2M επικοινωνίες αποτελούν τεράστια βελτίωση σε αυτά τα συστήματα. Η πρόοδος της τεχνολογίας αισθητήρων προσφέρει αυξημένη ευαισθησία και ακρίβεια. Επίσης, οι υπολογιστές και το λογισμικό που εκτελούν τις αναλύσεις λειτουργούν σε ταχύτερο ρυθμό. Ωστόσο, η εκρηκτική αύξηση των δημοσίων ασύρματων δικτύων είναι πιθανότατα ο μεγαλύτερος λόγος που οι M2M επικοινωνίες έχουν επεκταθεί προς πολύ περισσότερους τομείς.

2.2.3.2 Λειτουργία τεχνολογίας M2M

Τα κύρια στοιχεία που εμπλέκονται στο σύστημα επικοινωνίας μεταξύ συσκευών είναι αισθητήρες, ένα ασύρματο/ενσύρματο δίκτυο και ένας υπολογιστής. Από τους αισθητήρες αποστέλλονται δεδομένα πραγματικού χρόνου στο δίκτυο, που συχνά συνδέεται στο διαδίκτυο και τελικά, είτε μηχανικοί είτε αυτοματοποιημένα συστήματα θα παρακολουθούν την εισερχόμενη αυτή ροή δεδομένων χρησιμοποιώντας υπολογιστές με εξειδικευμένο λογισμικό. Μία αυτοματοποιημένη συσκευή επικοινωνίας, περισυλλέγει δεδομένα από μία ή περισσότερες πηγές (π.χ. RFID tags, Barcode tags, κτλ.) και στην συνέχεια τα μεταδίδει σε ένα δίκτυο μεγάλης εμβέλειας. Τα δεδομένα μπορεί να αποθηκεύονται και να αξιολογούνται σε κάποιον κόμβο του δικτύου και στην συνέχεια επαναμεταδίδονται σε μία συσκευή παρακολούθησης ή διαχείρισης, η οποία ελέγχεται από κάποιον άνθρωπο (σχήμα 2.4).



Σχήμα 2.4: Η αρχιτεκτονική του δικτύου ενός συστήματος επικοινωνίας M2M [Πηγή:http://archive.eurescom.eu/message/messageNov2006/images/P1653_M2M_network.jpg]

Το κόστος εξυπηρέτησης τέτοιων αισθητήρων αποτελεί σημαντική ανησυχία. Ως εκ τούτου, αποτελεί πρόκληση μια τεχνολογία αισθητήρων που απαιτεί ελάχιστη ή ακόμα και μηδενική προσπάθεια για την ανάπτυξη και συντήρησή της. Επιπλέον, ένα σημαντικό κόστος της υπηρεσίας αισθητήρων είναι η αντικατάσταση μπαταριών. Είναι συχνά σχεδόν αδύνατο να αντικατασταθούν οι μπαταρίες αισθητήρων από τη στιγμή που αυτοί τοποθετηθούν. Συνεπώς, ακόμα μία πρόκληση είναι ο σχεδιασμός αισθητήρων χαμηλής ισχύος ή σχεδιασμός τέτοιος ώστε να μην απαιτείται αλλαγή μπαταρίας κατά τη διάρκεια ζωής του αισθητήρα. Αφότου οι αισθητήρες συλλέξουν τα δεδομένα, το επόμενο βήμα είναι να κοινοποιήσουν τις πληροφορίες που συγκέντρωσαν. Πολλοί από τους αισθητήρες θα συνδέονται ασύρματα μέσω συστημάτων όπως Bluetooth, WiFi, ή 3G/4G κυψελωτά δίκτυα. Η σύνδεση του αυξανόμενου αριθμού συσκευών είναι μεγάλη πρόκληση. Οι περισσότεροι σταθμοί βάσης έχουν σχεδιαστεί να παρέχουν ένα ορισμένο επίπεδο ποιότητας υπηρεσίας μέχρι ένα συγκεκριμένο αριθμό χρηστών. Όταν υπάρχουν πάρα πολλοί χρήστες ταυτόχρονα, κάποιοι από αυτούς δε θα λάβουν υπηρεσία. Δεδομένου ότι ο αριθμός των συσκευών θα είναι τάξεις μεγέθους μεγαλύτερος από τον αριθμό των ανθρώπινων χρηστών, το πρόβλημα αυτό θα γίνει ακόμα πιο σοβαρό.

2.2.3.3 Εφαρμογές επικοινωνίας M2M

Οι M2M επικοινωνίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πιο αποτελεσματική παρακολούθηση της κατάστασης σημαντικών δημοσίων υποδομών, όπως γεφυρών ή εγκαταστάσεων επεξεργασίας του νερού, με ελάχιστη ανθρώπινη παρέμβαση.

Οι υπηρεσίες M2M θα επιφέρουν αλλαγές στον τρόπο λειτουργίας των εταιρειών που τις υιοθετούν διότι αναλόγως της εφαρμογής επιτυγχάνουν αύξηση εσόδων αλλά και μείωση λειτουργικού κόστους των επιχειρήσεων. Επίσης εφαρμογές που απευθύνονται σε τελικούς χρήστες συμβάλλουν και στη βελτίωση της καθημερινότητας των ανθρώπων.Οι επιχειρήσεις κοινής ωφελείας χρησιμοποιούν M2M επικοινωνίες τόσο στη συλλογή ενεργειακών προϊόντων, όπως το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, όσο και στην τιμολόγηση των πελατών. Ο έλεγχος της κυκλοφορίας είναι ακόμα ένα δυναμικό περιβάλλον που μπορεί να επωφεληθεί από τις επικοινωνίες M2M. Σε ένα τυπικό σύστημα, αισθητήρες παρακολουθούν μεταβλητές όπως είναι η ένταση της κίνησης και η ταχύτητα και στέλνουν αυτές τις πληροφορίες σε υπολογιστές που χρησιμοποιούν κατάλληλο λογισμικό, το οποίο ελέγχει συσκευές ελέγχου της κυκλοφορίας, όπως τα φώτα και μεταβλητές ενημερωτικές πινακίδες. Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα εισόδου, το λογισμικό χειρίζεται τις συσκευές ελέγχου της κίνησης ώστε να μεγιστοποιείται η ροή της κυκλοφορίας. Τέλος, οι επιχειρήσεις μπορούν επίσης να χρησιμοποιήσουν τις επικοινωνίες M2M για παρακολούθηση των αποθεμάτων και για ασφάλεια.

Το πλέον ενδιαφέρον κομμάτι έρχεται από τη βελτίωση της καθημερινότητας και της ζωής, που υπόσχονται οι εφαρμογές M2M, όπως οι υπηρεσίες τηλεϊατρικής ή η απομακρυσμένη φροντίδα των ηλικιωμένων. Παραδείγματος χάριν, ορισμένοι ασθενείς με καρδιακά προβλήματα φορούν ειδικές συσκευές παρακολούθηση, οι οποίες συλλέγουν πληροφορίες για τον τρόπο που λειτουργεί η καρδιά. Τα δεδομένα στέλνονται σε εμφυτευμένες συσκευές που δημιουργούν ένα σοκ για να διορθώσουν ένα ασταθή ρυθμό.

Ακόμη το διασυνδεδεμένο σπίτι είναι μια εφαρμογή που έχει μεγαλύτερη διείσδυση στην Αμερική και επιτρέπει στους χρήστες να ελέγχουν τη λειτουργία της οικείας τους από το κινητό τους.Καθώς στηρίζεται σε κοινή τεχνολογία, θα μπορούσε επίσης να βοηθήσει έναν οικιακό χρήστη ακόμα και σε απλές εργασίες, όπως να διατηρήσει το ιδανικό γκαζόν ή να φτιάξει τη λίστα με τα ψώνια απλά με το πάτημα ενός κουμπιού.

Σε γενικές γραμμές οι εφαρμογές της επικοινωνίας μεταξύ μηχανών είναι πάρα πολλές: συστήματα παρακολούθησης της κατάστασης ασθενών και άμεση ενημέρωση του νοσοκομείου σε περιπτώσεις ασθένειας, συστήματα αυτόματης καταβολής φόρων σε αυτοκινητόδρομους, επικοινωνία μεταξύ τμημάτων της γραμμής παραγωγής, κτλ. Ο κλάδος όπως είναι φυσικό εξελίσσεται συνεχώς, ακολουθώντας την μεγάλη αύξηση του αριθμού των μηχανών. Η M2M έρχεται να βοηθήσει και να καταστήσει ικανή τη ροή δεδομένων μεταξύ μηχανών και μηχανών αλλά και μεταξύ μηχανών και ανθρώπων. Ανεξάρτητα από τον τύπο της συσκευής ή των δεδομένων, οι πληροφορίες συνήθως ρέουν με τον ίδιο γενικό τρόπο από μια συσκευή, μέσω ενός δικτύου και στη συνέχεια μέσω μιας πύλης σε ένα σύστημα όπου μπορούν να επανεξεταστούν ή να εκτελεστούν.

2.3Ασύρματες τεχνολογίες έξυπνων δικτύων

2.3.1LAN

Τα ασύρματα τοπικά δίκτυα (LAN), παρέχουν επικοινωνία υψηλής ταχύτητας, σημείου-προς-σημείο (point-to-point) και σημείου-προς-πολλαπλά σημεία (point-to-multipoint), από 1 εως 2Mbps. Στο πρότυπο αυτό υιοθετήθηκε τεχνολογία απλωμένου φάσματος που επιτρέπει τη χρήση ίδιας ζώνης συχνοτήτων από πολλούς χρήστες με ελάχιστη παρεμβολή σε άλλους χρήστες.

Η εφαρμογή ασύρματων LAN είναι εύκολο να εγκατασταθούν, λιγότερο ακριβά και παρέχουν κινητικότητα των συσκευών. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διάφορες εφαρμογές, όπως στον αυτοματισμό και την προστασία υποσταθμών διανομής και στην απεικόνιση και τον έλεγχο των κατανεμημένων ενεργειακών πόρων (DERs), ειδικά σε περιπτώσεις απομακρυσμένων, μικρών υποσταθμών και DERs, όπου οι απαιτήσεις για ρυθμούς μετάδοσης και ασύρματες παρεμβολές είναι συγκριτικά χαμηλότερες.

2.3.2WiMAX

Τα συστήματα WiMax (Worldwideinter-operabilityforMicrowaveAccess) που χρησιμοποιούνται μέχρι σήμερα βασίζονται στο IEEE 802.16e-2005 για δίκτυα WMAN (WirelessMetropolitanAreaNetwork), το οποίο καθιερώθηκε το Δεκέμβριο του 2005. WiMAX αποκαλείται η τεχνολογία ασύρματης δικτύωσης η οποία λειτουργεί με παρεμφερή τρόπο με το Wi-Fi, ωστόσο με πολύ μεγαλύτερη εμβέλεια. Συγκεκριμένα, ενώ το Wi-Fiεξασφαλίζει εμβέλεια επικοινωνίας μέχρι 100 μέτρα, το WiMax φθάνει τα 35 χιλιόμετρα ή και παραπάνω. Κύριος στόχος του WiMAX είναι η διαλειτουργικότητα για μικροκυματική πρόσβαση σε παγκόσμιο επίπεδο. Το WiMAX παρέχει ρυθμούς δεδομένων μέχρι 70Mbps και απόσταση κάλυψης ως 48km. Ωστόσο, η κάλυψη και η ταχύτητα του δικτύου είναι μεγέθη αντιστρόφως ανάλογα το ένα προς το άλλο. Τα αδειοδοτημένα φάσματα επιτρέπουν μετάδοση υψηλότερης ισχύος και σε μεγαλύτερες αποστάσεις, κάτι που τα καθιστά πιο κατάλληλα για επικοινωνίες μεγάλων αποστάσεων.

Κάποιες από τις εφαρμογές των έξυπνων δικτύων όπου θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί το WiMAX είναι: 1) Ασύρματα Αυτόματα Συστήματα Ανάγνωσης Μετρητών (WAMRS), 2) Τιμολόγηση σε πραγματικό χρόνο, 3) Ανίχνευση και αποκατάσταση διακοπής λειτουργίας.

Πλεονεκτήματα της σημερινής τεχνολογίας WiMAX αποτελούν το μικρότερο κόστος ανάπτυξης και λειτουργίας, η ομαλή επικοινωνία, οι υψηλοί ρυθμοί μετάδοσης, το επαρκές εύρος ζώνης και η επεκτασιμότητα. Ενώ ένα από τα μειονεκτήματα του WiMAX είναι ότι το εύρος ζώνης διαμοιράζεται με τους χρήστες. Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι οι συχνότητες πάνω από 10GHz δεν μπορούν να διαδοθούν μέσω εμποδίων. Έτσι, ειδικά για αστικές περιοχές, οι χαμηλότερες συχνότητες είναι πιο χρήσιμες, όμως έχουν ήδη αδειοδοτηθεί. Άρα, ο πιο πιθανός τρόπος να χρησιμοποιήσουν οι πάροχοι των έξυπνων δικτύων αυτή την τεχνολογία είναι να τη μισθώσουν από άλλον. Επίσης, το WiMAX παρουσιάζει ασυμμετρία των ταχυτήτων στις ζεύξεις ανόδου και καθόδου, ενώ ένα ακόμη αρνητικό αποτελεί το trade off μεταξύ απόστασης και ρυθμού μετάδοσης.

2.3.3 Κυψελωτές επικοινωνίες

Χρησιμοποιώντας την υπάρχουσα υποδομή κυψελωτών επικοινωνιών, οι επιχειρήσεις αποφεύγουν σημαντικό κόστος και χρόνο που θα απαιτούνταν για τη δημιουργία μιας νέας και αποκλειστικής υποδομής.Οι 3G (3rd Generation) / 4G (4rd Generation) τεχνολογίες λειτουργούν στο φάσμα 824-894MHz/1900MHz, που είναι οι αδειοδοτημένες ζώνες συχνοτήτων. Οι ρυθμοί μεταφοράς δεδομένων αυτής της τεχνολογίας έχουν βελτιωθεί τελευταία, αλλά η απόσταση κάλυψης εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα της κυψελωτής υπηρεσίας. Το κυψελωτό δίκτυο είναι δίκτυο κινητής τηλεφωνίας με κυψελοειδή μορφή, που χάρις στην οργανωμένη δομή του και τα εύχρηστα τεχνικά χαρακτηριστικά του, αυξάνει τη συνδρομητική χωρητικότητα του συστήματος, παρέχει ουσιαστική εκμετάλλευση του φάσματος ραδιοσυχνοτήτων που προσφέρεται και δίνει παράλληλα δυνατότητα ραδιοκάλυψης σχετικά μεγάλων γεωγραφικών περιοχών. Η τοπολογία του δικτύου αποτελείται από κυψέλες, οι οποίες καλύπτουν μια ευρεία περιοχή και εξυπηρετούνται η καθεμία τουλάχιστον από ένα ασύρματο πομπό χαμηλής ισχύος, γνωστό ως σταθμό βάσης. Κάθε κυψέλη χρησιμοποιεί διαφορετικό σύνολο συχνοτήτων από τις γειτονικές της, ώστε να αποφεύγεται η παρεμβολή και να παρέχεται εγγυημένο εύρος ζώνης εντός των ορίων της.

Σημαντικό πλεονέκτημα αποτελεί το γεγονός ότι τα κυψελωτά δίκτυα υπάρχουν ήδη, επομένως οι πάροχοι δε θα επιβαρυνθούν με κόστος κατασκευής. Επίσης, παρέχεται επαρκές εύρος ζώνης για αρκετές από τις εφαρμογές, ενώ με την πρόσφατη ανάπτυξη στις 3G / 4G τεχνολογίες, ο ρυθμός δεδομένων και η ποιότητα υπηρεσίας (QoS) βελτιώνονται πολύ γρήγορα. Αντιθέτως, μερικές κρίσιμες εφαρμογές των έξυπνων δικτύων χρειάζονται αδιάλειπτη διαθεσιμότητα επικοινωνιών. Το κυψελωτό δίκτυο θα χρησιμοποιείται παράλληλα και από την αγορά των καταναλωτών, αν και αυτό μπορεί να οδηγήσει σε συμφόρηση του δικτύου ή μείωση της επίδοσης σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης. Ακόμη, οι κυψελωτές επικοινωνίες είναι πιθανόν ακατάλληλες για εφαρμογές που σχετίζονται με πολλά δεδομένα και απαιτούν πολύ μεγάλο εύρος ζώνης.

2.3.4ZigBee

Το ZigBee είναι ένα πρότυπο που καθορίζει ένα σύνολο από πρωτόκολλα επικοινωνίας για χαμηλού ρυθμού μετάδοση δεδομένων, μικρής εμβέλειας ασύρματων δικτύων. Πρόκειται για μια αξιόπιστη, αποτελεσματική ως προς το κόστος, ασύρματη τεχνολογία επικοινωνιών, σχετικά χαμηλή σε κατανάλωση ισχύος, ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων, κόστος εφαρμογής και πολυπλοκότητα. Το ZigBee και το ZigBee Smart Energy Profile (SEP) έχουν αναγνωριστεί ως τα πιο κατάλληλα πρότυπα για εφαρμογές έξυπνου δικτύου στον οικιακό τομέα,είναι ιδανική τεχνολογία για έξυπνο φωτισμό, παρακολούθηση της ενέργειας, οικιακό αυτοματισμό κλπ. Οι ασύρματες συσκευές βασισμένες στο πρότυπο του ZigBee λειτουργούν στη μη αδειοδοτημένη ζώνη των 868MHz στην Ευρώπη, 915MHz στην Βόρεια Αμερική και 2.4GHz παγκοσμίως Ο μέγιστος ρυθμός μετάδοσης δεδομένων είναι 250 Kbits ανά δευτερόλεπτο.

Το ZigBee χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο σε εφαρμογές όπου για τη λειτουργία τους απαιτούνται μπαταρίες και μερικές από τις κύριες απαιτήσεις είναι ο χαμηλός ρυθμός μετάδοσης δεδομένων, το χαμηλό κόστος, και η μεγάλη διάρκεια ζωής της μπαταρίας. Σε πολλές εφαρμογές του ZigBee, ο συνολικός χρόνος που κάθε μία από τις ασύρματες συσκευές συμμετέχει σε κάθε είδους δραστηριότητα στο δίκτυο είναι αρκετά περιορισμένος. Η συσκευή καταναλώνει το μεγαλύτερο διάστημά της βρισκόμενη σε κατάσταση αδράνειας (powersaving mode), που είναι γνωστή και ως “sleep mode”, παρ’ όλα αυτά όμως παρουσιάζει πολύ μικρή κατανάλωση ενέργειας. Βέβαια, υπάρχουν κάποιοι περιορισμοί στη χρήση του ZigBee σε πρακτικές εφαρμογές, όπως οι μικρές ικανότητες επεξεργασίας, το μικρό μέγεθος μνήμης, οι μικρές απαιτήσεις καθυστέρησης και οι παρεμβολές από άλλες συσκευές που μοιράζονται το ίδιο μέσο μετάδοσης.

Το πρότυπο του ZigBee αναπτύσσεται από τη ZigBee Alliance, που συμπεριλαμβάνει εκατοντάδες επιχειρήσεις, παραγωγούς ημιαγωγών αλλά και κατασκευαστές λογισμικού για παραγωγή πρωτότυπου εξοπλισμού (OEMs) και εγκαταστάτες. Η ZigBee Alliance σχηματίστηκε το 2002 σαν ένας μη κερδοσκοπικός οργανισμός, ανοιχτή σε οποιονδήποτε επιθυμεί να συμμετάσχει στο εγχείρημα. Το πρότυπο ZigBee υιοθέτησε το πρότυπο του IEEE 802.15.4 σαν το φυσικό επίπεδο διεπαφής (Physical Layer, PHY) και σαν Μέσο Πρόσβασης Ελέγχου (Medium Access Control, MAC). Όπως γίνεται κατανοητό από τα παραπάνω, κάθε συσκευή συμβατή με το ZigBee είναι συμβατή επίσης και με το πρότυπο IEEE 802.15.4.Το πρότυπο ZigBee συμβάλλει στη μείωση του κόστους εγκατάστασης, με την απλοποίηση των πρωτοκόλλων επικοινωνίας και με τη μείωση του ρυθμού δεδομένων.

2.3.5Δορυφορικές επικοινωνίες

Οι δορυφορικές επικοινωνίες παρέχουν παγκόσμια κάλυψη και γρήγορη εγκατάσταση,γι αυτόν τον λόγο συνίστανται για τον απομακρυσμένο έλεγχο και την παρακολούθηση.Αποτελεί όμως μια οικονομικά αποδοτική λύσηόταν δεν υπάρχει υποδομή επικοινωνίας, κυρίως σε απομακρυσμένους υποσταθμούς και παραγωγή, οι δορυφορικές επικοινωνίες. Τέτοιου είδους επικοινωνία εύκολα μπορεί να εγκατασταθεί, ενώ απαιτεί μόνο την απόκτηση του απαραίτητου εξοπλισμού δορυφορικής επικοινωνίας, ήδη κάποιες επιχειρήσεις έχουν εγκαταστήσει τέτοιον εξοπλισμό για την παρακολούθηση των αγροτικών υποσταθμών. Επιπλέον, μια αποκλειστικά επίγεια αρχιτεκτονική είναι ευάλωτη σε καταστροφές ή βλάβες του συστήματος επικοινωνίας. Κατά συνέπεια, προκειμένου να διασφαλισθεί η ασφαλής λειτουργία και η παράδοση της κρίσιμης κίνησης δεδομένων σε περιπτώσεις καταστροφών ή βλαβών του επίγειου συστήματος επικοινωνιών, οι δορυφόροι μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εφεδρικό σύστημα για τα υπάρχοντα δίκτυα επικοινωνιών.

Παρ’ όλα αυτά, θα πρέπει να επισημανθούν και τα μειονεκτήματα των δορυφορικών επικοινωνιών. Ένα απ’ αυτά αποτελεί το γεγονός ότι ένα δορυφορικό σύστημα επικοινωνίας έχει σημαντικά υψηλότερη καθυστέρηση από αυτή ενός επίγειου συστήματος. Αυτό καθιστά κάποια πρωτόκολλα π.χ. TCP, τα οποία είχαν σχεδιαστεί αρχικά για επίγεια επικοινωνία, ακατάλληλα για τις δορυφορικές επικοινωνίες. Ακόμη, τα χαρακτηριστικά ενός δορυφορικού καναλιού διαφέρουν ανάλογα με την επίδραση της εξασθένησης και τις καιρικές συνθήκες, μειώνοντας έτσισημαντικά την επίδοση ολόκληρου του συστήματος επικοινωνίας.

2.3.6 Ασύρματα δίκτυα πλέγματος (WMN)

Τα δίκτυα WMN είναι μια καινοτόμα τεχνολογία ασύρματης πρόσβασης στο δίκτυο που προϋποθέτει μικρότερο κόστος σε σχέση με τις οπτικές ίνες και η εξάπλωση της γίνεται με ταχείς ρυθμούς. Τα δίκτυα WMN συνδυάζουν ιδέες από διάφορες ήδη υπάρχουσες αλλά και εξελισσόμενες ασύρματες τεχνολογίες, όπως τα κυψελωτά δίκτυα, τα ad hoc δίκτυα καθώς και τα δίκτυα αισθητήρων (Sensor Networks). Ένα δίκτυο πλέγματος (mesh network) είναι ένα ευέλικτο δίκτυο και αποτελείται από μια ομάδα κόμβων, οι οποίοι μπορούν να ενταχθούν στην ομάδα και κάθε κόμβος μπορεί να δράσει ως ανεξάρτητος δρομολογητής. Τα WMN αποτελούνται από πελάτες πλέγματος (mesh clients), δρομολογητές πλέγματος (mesh routers) και πύλες. Οι πελάτες είναι συχνά φορητοί υπολογιστές, κινητά τηλέφωνα και άλλες ασύρματες συσκευές, ενώ οι δρομολογητές πλέγματος προωθούν κίνηση από και προς τις πύλες, οι οποίες μπορεί να είναι συνδεδεμένες στο διαδίκτυο. Η περιοχή κάλυψης των ραδιοκόμβων ονομάζεται σύννεφο πλέγματος και λειτουργεί ως ένα ενιαίο δίκτυο. Τα δίκτυα αυτά έχουν την ιδιότητα της αυτό-θεραπείας, που επιτρέπει στα σήματα επικοινωνιών να βρίσκουν εναλλακτική διαδρομή μέσω των ενεργών κόμβων, σε περίπτωση που οποιοσδήποτε κόμβος εγκαταλείψει το δίκτυο.

Τα ασύρματα δίκτυα πλέγματος είναι πολύ σημαντικά για την επικοινωνιακή υποδομή των έξυπνων δικτύων. Τα WMN, αρχικά σχεδιασμένα για επικοινωνία σε επίπεδο κοινότητας ή γειτονιάς, θεωρούνται μία από τις προβλεπόμενες προσεγγίσεις για να υποστηρίξουν τα έξυπνα δίκτυα. Βασισμένα στο πρότυπο IEEE 802.11 παρέχουν αξιόπιστη και οικονομικά αποδοτική δικτύωση πλέγματος, με εύκολη εγκατάσταση και εφαρμογή και αποτελούν μια προσιτή επένδυση.

2.3.7 Ασύρματη Επικοινωνία Κοντινού Εύρους (NFC)

Η Ασύρματη Επικοινωνία Κοντινού Εύρους (Near Field Communication – NFC)είναι μία τεχνολογία ασύρματης επικοινωνίας, με την οποία ανταλλάσσονταιδεδομένα μεταξύ συσκευών που βρίσκονται σε πολύ μικρή απόστασημεταξύ τους. ΗNFC εφαρμόζεται κυρίως σε κινητά τηλέφωνα και γενικάσε φορητές συσκευές. Η τεχνολογία αυτή είναι στην ουσία μία διαφοροποίηση της τεχνολογίας RFID, η οποίασυνδυάζει στην ίδια συσκευή τις δυνατότητες αποθήκευσης δεδομένων και διαβάσματος. Επίσης, στηρίζεται στο φαινόμενο της επαγωγής μέσω του μαγνητικού πεδίου μεταξύ των δύο κεραιών, που βρίσκονται τοποθετημένεςπάνω στις δύο συσκευές, σε σχετικά μικρή απόσταση μεταξύ τους. Η συχνότηταδιαμόρφωσης των σημάτων που εκπέμπονται είναι 13.56 MHz. Οι ρυθμοί μεταφοράς των δεδομένων είναι

106,212, 424 και 848 kbit/s, πολύ μικροί σε σχέση με τις υπόλοιπες τεχνολογίες ασύρματηςεπικοινωνίας (π.χ. Bluetooth, Wi-Fi, κτλ.).Μία συσκευή που διαθέτει NFC, μπορεί να επικοινωνήσει με μία άλλη με δύο τρόπους.

Ο πρώτος ονομάζεται Παθητικός Τρόπος Επικοινωνίας– PCM(Passive Communication Mode). Με αυτόν, η μια συσκευή (Initiator Device) στέλνει αρχικά ένα σήμα στην άλλη συσκευή (Target Device), επάγοντας . Αυτή με τη σειρά της απαντά στο σήμα, χρησιμοποιώντας όμως το ηλεκτρικό ρεύμα από την επαγωγή του ήδη υπάρχοντος μαγνητικού πεδίου, την οποία πυροδότησε η αρχική συσκευή. Ο τρόπος αυτός είναι στην ουσία ίδιος με τον τρόπο λειτουργίας των RFID ετικετών.

Ο δεύτερος τρόπος ονομάζεται Ενεργητικός Τρόπος Επικοινωνίας - ACM (Active Communication Mode). Σε αυτόν και οι δύο συσκευές θα πρέπει ναδημιουργήσουν κάθε φορά το δικό τους πεδίο για την αποστολή ενός σήματος. Κάθεσυσκευή απενεργοποιεί το ηλεκτρομαγνητικό της πεδίο όσο περιμένει την αποστολήδεδομένων και το ενεργοποιεί κατά την αποστολή. Οτρόπος αυτός επικοινωνίας απαιτεί την ύπαρξη κυκλώματος τροφοδοσίας και στιςδύο συσκευές και παραπέμπει στον τρόπο λειτουργίας των RFID αναγνωστών.Παρόλο που το εύρος της δυνατής επικοινωνίας μεταξύ δύοσυσκευών που χρησιμοποιούν την τεχνολογία NFC είναι της τάξης των μερικώνεκατοστών, το πρότυπο πάνω στο οποίο αυτή στηρίζεται δεν διασφαλίζει την ασφαλήανταλλαγή δεδομένων. Σε μια έρευνα των Ernst Haselsteiner and KlemensBreitfuβ αναφέρονται πολλοί από τους τρόπους που μπορούν να προκαλέσουνπροβλήματος σε μία τέτοιου είδους επικοινωνία.

Η υποκλοπή δεδομένων από μίαμετάδοση, είναι ένας συνήθης τρόπος επίθεσης αφού κατά την ανταλλαγή των δεδομένων αυτών δεν χρησιμοποιείταικάποια μέθοδος κρυπτογράφησης και το κανάλι μετάδοσης είναι διαθέσιμο στοευρύτερο περιβάλλον. Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα τα οποία μεταδίδονται μπορούννα υποκλαπούν από μία κεραία που βρίσκεται κοντά στην μετάδοση. Ο κακόβουλοςχρήστης που χρησιμοποιεί μία τέτοια είδους τεχνική ονομάζεται ωτακουστής *(*eavesdropper*)*. Η υποκλοπή των δεδομένων εξαρτάται όμωςκι από τον τρόπο επικοινωνίας αλλά και από την απόσταση που βρίσκεται η κεραία. Μία συσκευή η οποία χρησιμοποιεί τον παθητικότρόπο επικοινωνίας και δεν δημιουργεί το δικό της ηλεκτρομαγνητικό πεδίο είναι πολύ πιο δύσκολο να πέσει θύμα υποκλοπής από μία άλλη που χρησιμοποιεί τονενεργητικό τρόπο.

Ένας ακόμη τρόπος επίθεσης είναι η αλλαγή των μεταδιδόμενων δεδομένων. Ο επιτιθέμενος μπορεί να καταστρέψει τα δεδομένα της μετάδοσης, αλλάζοντας τμήμα του μηνύματος. Η αλλαγή των δεδομένων με αποτέλεσμα την δημιουργία ενός έγκυρου μηνύματος είναι μια πιο δύσκολη διαδικασία, η οποία όμως δεν μπορεί να χαρακτηρισθεί και απίθανη. Ο τρόπος επίθεσης εξαρτάται από τον κώδικα ανίχνευσης λαθών που χρησιμοποιείται κατά την μετάδοση και δεν είναι καθορισμένος. Η NFC αποτελεί μία σημαντική τεχνολογία για την εγκαθίδρυση του Μελλοντικού Διαδικτύου παρά τα κενά ασφαλείας καθώς αναμένεται να διορθωθούν στο μέλλον.

2.3.8 Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων (Wireless Sensor Network – WSN)

Πρόκειται για ένα δίκτυο ασύρματης επικοινωνίας, το οποίο συνδέει μεταξύ τους αυτόνομες συσκευές οι οποίες χρησιμοποιούν αισθητήρες για την παρακολούθηση και την καταγραφή διάφορων δεδομένων, τα οποία μπορεί να αφορούν για παράδειγμα μετρήσεις θερμοκρασίας, ήχου, πίεσης, κίνησης, επιπέδων μόλυνσης, κτλ. . Αισθητήρας (sensor) ορίζεται μία συσκευή, η οποία καταγράφει ένα φυσικό μέγεθος και το μετατρέπει σε ένα σήμα, αυτό μπορεί να διαβαστεί και να επεξεργαστεί, είτε από έναν παρατηρητή, είτε από μία άλλη συσκευή Επίσης, κάθε αισθητήρας στο δίκτυο βρίσκεται σε διαφορετική θέση από τους άλλους. Τα δίκτυα αισθητήρων αποτελούνται από ένα μεγάλο αριθμό μικροσκοπικών κόμβων αισθητήρων, οι οποίοι ανιχνεύουν αντικείμενα στο φυσικό κόσμο και επικοινωνούν στον ψηφιακό κόσμο των συστημάτων υπολογιστών για τη λήψη αποφάσεων. Οι αισθητήρες είναι τα «αισθητήρια όργανα» του υλικού κόσμου και παρέχουν τις ακατέργαστες πληροφορίες για να επεξεργαστούν, να μεταδώσουν, να αναλύσουν και να ανατροφοδοτήσουν πληροφορίες. Οι κόμβοι συλλέγουν και προωθούν τα δεδομένα στο σταθμό βάσης για την από κοινού παρακολούθηση των φυσικών αντικειμένων ή των περιβαλλοντικών συνθηκών, όπως η θερμοκρασία, η πίεση και η κίνηση.

Οι λόγοι που αρχικά αναπτύχθηκαν τα WSN ήταν για στρατιωτικούς σκοπούς, όπως για παράδειγμα η παρακολούθηση ενός πεδίου μάχης. Πλέον χρησιμοποιούνται σε πολλές εφαρμογές όπως την παρακολούθηση και τον έλεγχο εταιρικών διαδικασιών, την καταγραφή της κατάστασης άλλων μηχανών, την καταγραφή περιβαλλοντικών φαινομένων καθώς και τον έλεγχος της κυκλοφορίας. Στα Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων (WSN) υπάρχουν ένας ή περισσότεροι σταθμοί βάσης και αρκετοί κόμβοι αισθητήρων. Ο σταθμός βάσης αυτός χρησιμεύει ως επεξεργαστής δεδομένων που συνδέει το δίκτυο αισθητήρων με τον εξωτερικό κόσμο. Κάθε κόμβος του δικτύου αποτελείται από έναν αποστολέα και λήπτη ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων ή κάποια άλλη συσκευή ασύρματης επικοινωνίας, ένα μικρό κύκλωμα και μία πηγή ενέργειας. Οι κόμβοι επικοινωνούν μεταξύ τους, μεταδίδοντας δεδομένα στους γειτονικούς τους με δυναμικό τρόπο. Τυπικά σε ένα WSN υπάρχουν ένας ή περισσότεροι κόμβοιεξόδου (Gateway Sensors Nodes), οι οποίοι μεταδίδουν τα δεδομένα των μετρήσεων σε άλλες συσκευές εκτός δικτύου. Υπάρχουν αισθητήρες μεγάλοι όσο και το μέγεθος μιας τηλεόρασης, αλλά και αισθητήρες τόσο μικροί που δεν είναι ορατοί στο ανθρώπινο μάτι. Όπως και το μέγεθος, έτσι και το κόστος τους ποικίλει ανάλογα με την χρησιμότητα του αισθητήρα, αλλά και την μέτρηση την οποία μπορεί να εκτελέσει.

Τα WSN βρίσκουν πολλές εφαρμογές, η φύση των οποίων σχετίζεται με την λογική και την εξέλιξη του Μελλοντικού Διαδικτύου. Πάρα πολλά συστήματα που αφορούν παρακολούθηση χώρων και καταγραφή λειτουργιών σε αυτούς, είναι στην ουσία αυτόνομα WSN, τα οποία επικοινωνούν στην συνέχεια με άλλες συσκευές εκτός του περιβάλλοντος στο οποίο είναι τοποθετημένα.

2.4Ενσύρματες τεχνολογίες έξυπνων δικτύων

2.4.1PLC

Η τεχνολογία PLC ουσιαστικά περιλαμβάνει το δίκτυο μεταφοράς μέσης τάσης καθώς και το δίκτυο διανομής χαμηλής τάσης. Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στο PLC είναι κυρίως στενού εύρους ζώνης που λειτουργούν σε χαμηλές συχνότητες (μερικά kHz) και ευρυζωνικές που λειτουργούν σε υψηλές συχνότητες. Τα σήματα δεδομένων μεταδίδονται με υψηλή ταχύτητα (2-3Mbps) μέσω του PLC. Σε ένα τυπικό PLC δίκτυο, οι έξυπνοι μετρητές συνδέονται στο συγκεντρωτή δεδομένων μέσω ηλεκτρικών γραμμών μεταφοράς και τα δεδομένα μεταφέρονται στο κέντρο δεδομένων με τεχνολογίες κυψελωτών δικτύων. Για παράδειγμα, οποιαδήποτε ηλεκτρική συσκευή, όπως ένας έξυπνος μετρητής με βάση πομποδέκτη, μπορεί να συνδεθεί στη γραμμή μεταφοράς και να χρησιμοποιηθεί για να μεταφέρει τα δεδομένα των μετρήσεων σε μια κεντρική τοποθεσία. Τα πρωτόκολλα πρόσβασης μέσου που χρησιμοποιούνται στην PLC υποδομή βασίζονται στις τοπολογίες master-slave αστέρα, δακτυλίου με σκυτάλη, αρτηρίας με TDM και την Aloha ή CSMA-CD τεχνική.

Το PLC μπορεί να θεωρηθεί μια υποσχόμενη τεχνολογία για τις εφαρμογές των έξυπνων δικτύων εξαιτίας του γεγονότος ότι η υπάρχουσα υποδομή μειώνει το κόστος εγκατάστασης μιας επικοινωνιακής υποδομής, με αποτέλεσμα να αποτελεί Οι προσπάθειες προτυποποίησης στα PLC δίκτυα, η αποδοτικότητα ως προς το κόστος, η παρουσία τους παντού και η ευρέως διαθέσιμη υποδομή των PLC είναι οι λόγοι που το κάνουν δυνατό και δημοφιλές. Βέβαια, το στοιχείο της ασφάλειας είναι κρίσιμο. Η εμπιστευτικότητα, ο έλεγχος ταυτότητας-αυθεντικότητας, η ακεραιότητα, η παρέμβαση του χρήστη είναι μερικά από τα κρίσιμα θέματα στις επικοινωνίες των έξυπνων δικτύων. Η χρήση σε οικιακά δίκτυα είναι η μεγαλύτερη εφαρμογή για την PLC τεχνολογία. Ακόμη, μπορεί να φανεί κατάλληλη σε αστικές περιοχές για εφαρμογές όπως έξυπνες μετρήσεις, παρακολούθηση και έλεγχος, μιας και η PLC υποδομή καλύπτει ήδη τις περιοχές που είναι στο εύρος της επικράτειας υπηρεσιών των εταιριών κοινής ωφελείας.

Παρόλα αυτά, το PLC αντιμετωπίζει προβλήματα εξασθένησης, θορύβου και παραμόρφωσης, που συναντώνται στις RF επικοινωνίες όταν υλοποιούνται μέσω των καλωδίων ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον, η τοπολογία του δικτύου, ο αριθμός και τύπος των συνδεδεμένων συσκευών στις ηλεκτρικές γραμμές, η απόσταση καλωδίωσης μεταξύ πομπού και δέκτη, όλα επηρεάζουν δυσμενώς την ποιότητα του σήματος που μεταδίδεται πάνω από τις γραμμές. Η ευαισθησία του PLC στις διαταραχές και η εξάρτηση από την ποιότητα του σήματος είναι τα μειονεκτήματα που το καθιστούν ακατάλληλο για μεταφορά δεδομένων. Ωστόσο, έχουν προταθεί υβριδικές λύσεις στις οποίες η PLC τεχνολογία συνδυάζεται με άλλες, δηλαδή GPRS ή GSM, για την παροχή πλήρους συνδεσιμότητας.

2.4.2DSL

Η συγκεκριμένη τεχνολογία μεταφέρει ψηφιακά δεδομένα και χρησιμοποιεί τα καλώδια του τηλεφωνικού δικτύου, έτσι με την ήδη υπάρχουσα υποδομή των DSL γραμμών μειώνεται το κόστος εγκατάστασης, με αποτέλεσμα πολλές επιχειρήσεις να επιλέγουν το DSL για τα έργα των έξυπνων δικτύων τους.

Ωστόσο, η απόδοση της DSL σύνδεσης εξαρτάται από το πόσο μακριά είναι ο συνδρομητής από το τηλεφωνικό κέντρο που τον εξυπηρετεί και κάτι τέτοιο δυσκολεύει τον χαρακτηρισμό της επίδοσης της DSL τεχνολογίας.

Χάρη στο χαμηλό κόστος, την ευρεία διαθεσιμότητα και την εύκολη μετάδοση δεδομένων το DSL αποτελεί μια από τις κύριες τεχνολογίες για τους παρόχους ηλεκτρισμού στην εφαρμογή της ιδέας των έξυπνων δικτύων.
Ωστόσο, η αξιοπιστία και ο πιθανός χρόνος μη-λειτουργίας της DSL τεχνολογίας πιθανόν να μην είναι αποδεκτοί για κρίσιμες εφαρμογές. Η εξάρτηση από την απόσταση και η έλλειψη προτυποποίησης μπορεί να προκαλέσουν επιπλέον προβλήματα. Τα επικοινωνιακά συστήματα που βασίζονται σε DSL χρειάζονται εγκατάσταση και τακτική συντήρηση καλωδίων και συνεπώς δεν μπορούν να εφαρμοστούν σε αγροτικές περιοχές εξαιτίας του κόστους εγκατάστασης καθορισμένης υποδομής για περιοχές χαμηλής πυκνότητας.

2.5 Τεχνολογίες Προσδιορισμού θέσης

2.5.1 GPS

Οι τεχνολογίες προσδιορισμού θέσης εντοπίζουν αντικείμενα και να προσδιορίζουν τα φυσικά τους χαρακτηριστικά. Το GPS (Global Positioning System - Παγκόσμιο ΣύστημαΣτιγματοθέτησης ήΘεσιθεσίας) είναι παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού γεωγραφικής θέσης (στίγματος), ακίνητου ή κινούμενου χρήστη, το οποίο βασίζεται σε ένα "πλέγμα" εικοσιτεσσάρων δορυφόρων γύρω από τη Γη (GNSS –Global Navigation Satellite System), οι οποίοι εκπέμποντας μικρο-κύματα στην επιφάνεια της Γης, βοηθούν τους «δέκτεςGPS» (GPS receivers) να καθορίσουν την θέση και την ταχύτητά τους.

Στην ουσία πρόκειται για ένα σύστημα δορυφόρων σε τροχιά γύρω από τη γη, οι οποίοι εκτελούν δύο πλήρεις περιστροφές την ημέρα. Οι τροχιές τους είναι υπολογισμένες με τέτοιο τρόπο ώστε ανά πάσα στιγμή να υπάρχουν τουλάχιστον τέσσερις ορατοί δορυφόροι στον ουρανό από τη γη. Η δουλειά του δέκτη GPS είναι να εντοπίσει έναν από αυτούς τους δορυφόρους (ή και περισσότερους), να λάβει σήμακαι να υπολογίσει την απόσταση μεταξύ της συσκευής και κάθε δορυφόρου με βάση τη διαφορά χρόνου μεταξύ της ώρας αποστολής και της ώρας λήψης του σήματος.Το σύστημα αυτό το δημιούργησε το υπουργείο άμυνας των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής, και είναι το μόνο σύστημα παγκόσμιου εντοπισμού θέσης το οποίο έχει εμβέλεια σε όλον τον πλανήτη και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ελεύθερα από όλους.Συνήθως χρησιμοποιείται από πολίτες, κυρίως για παροχή οδηγιών κατεύθυνσης σχετικά με κάποιον προορισμό.

2.5.2Geotagging

Ο όρος geotagging χρησιμοποιείται σήμερα για να περιγράψει τη διαδικασία της προσθήκηςδιάφορωνγεωγραφικών συντεταγμένων σε διάφορα πολυμέσα ήηλεκτρονικά έγγραφα, όπως φωτογραφίας, videos, ιστοσελίδες, κτλ., τα οποία έχουνκάποια σχέση με το περιεχόμενό τους. Εκτός από γεωγραφικές συντεταγμένες (γεωγραφικό μήκος και πλάτος) μπορεί να αφορούν και περαιτέρω πληροφορίες, όπως υψόμετρο, επίπεδα υγρασίας, κτλ. Η τεχνολογία μπορεί να βοηθήσει τους χρήστες της ώστε να βρουν μία ευρείαςγκάμας πληροφορίες που αφορούν γεωγραφικές θέσεις. Για παράδειγμα κάποιοςμπορεί να αναζητήσει φωτογραφίες που έχουν σχέση με ένα συγκεκριμένογεωγραφικό σημείο ή σε κοντινή απόσταση από αυτό ή ακόμη και ιστοσελίδες που σχετίζονταιμε μία συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή.

Η διαδικασία αυτή της αναζήτησης εικόνων με βάσητιςγεωγραφικές συντεταγμένες αλλά και το αντίστροφο, αναζήτηση γεωγραφικώνσυντεταγμένων με βάση μια εικόνα με πληροφορίες Geotagging ονομάζεται Geocoding. Οι συσκευές αλλά και τα λογισμικά που υποστηρίζουν την τεχνολογία αυτή, ονομάζονται Geocoders. Για παράδειγμα, μια ψηφιακή φωτογραφική μηχανή η οποία φέρει πάνω της ένα δέκτη GPS, έχει τη δυνατότητα να προσθέσει πληροφορίες Geotaggingσε κάθε φωτογραφία της. Το μόνο αρνητικό στοιχείο που έχει αναφερθεί σχετικά μετην συγκεκριμένη τεχνολογία αφορά των ιδιωτικότητα των χρηστών που τηνχρησιμοποιούν. Για παράδειγμα ένα άτομο μπορεί εν άγνοιά του να δημοσιεύσει στοΔιαδίκτυο Geotagged εικόνες, οι οποίες φέρουν πληροφορίες για την γεωγραφική τουθέση.

2.6Διευθυνσιοδότηση

2.6.1 Ορισμός IPv6

Το πρωτόκολλο IPv6 (Internet Protocol version 6)είναι το πρωτόκολλο Διαδικτύου επόμενης γενιάς και σχεδιάστηκε για να λύσει κατά κύριο λόγο, το πρόβλημα της εξάντλησης των διαθέσιμων IP διευθύνσεων, της τέταρτης έκδοσης του ίδιου πρωτοκόλλου (IPv4). Το πλήθος των διαθέσιμων διευθύνσεων στο IPv6 είναι 2128 και πέρα από απλή αριθμοδότηση, το IPv6 διαθέτει καθορισμένους αλγορίθμους δρομολόγησης, καθώς και υποδομή ασφάλειας (IPsec). Είναι ένα πρωτόκολλο το οποίο ανήκει στο επίπεδο του Διαδικτύου (Internet LayerProtocol) και χρησιμοποιείται σε δίκτυα ανταλλαγής πακέτων, όπως είναι το Internet καθώς και για την απόδοση IP διευθύνσεων σε συσκευές που ανήκουν σε ένα δίκτυο υπολογιστών. Κάθε συσκευή που ανήκει στο δίκτυο (δρομολογητές (routers), υπολογιστές, time-servers, εκτυπωτές, μηχανές για fax μέσω Internet, και ορισμένα τηλέφωνα) πρέπει να έχει τη δική της μοναδική διεύθυνση. Μία διεύθυνση IP μπορεί να θεωρηθεί το αντίστοιχο μιας διεύθυνσης κατοικίας ή ενός αριθμού τηλεφώνου για έναν υπολογιστή ή άλλη συσκευή δικτύου στο Διαδίκτυο. Τα χαρακτηριστικά αυτά το κάνουν ακόμη πιο ελκυστικό καθώς θα ήταν χρήσιμη η εκμετάλλευση των πρόσθετων δυνατοτήτων του IPv6. Στην συνέχεια παρατίθεται ο πίνακας εκπλήρωσης των απαιτήσεων του IPv6.

2.6.2 Ιστορική Αναδρομή

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω ο κύριος λόγος δημιουργίας του IPv6 είναι η εξάντληση των IP διευθύνσεων που μπορεί να υποστηρίξει το IPv4 στο προσεχές μέλλον. Έτσι, τον Δεκέμβριο του 1998 η IETF (Internet Engineering TaskForce) ξεκίνησε μια προσπάθεια ανάπτυξης και σχεδιασμού του προτύπου IPv6. Ένα βασικό κίνητρο για αυτήν την προσπάθεια είναι ότι ο χώρος διευθύνσεων IP 32bit άρχισε να εξαντλείται επειδή τα δίκτυα και οι κόμβοι IP συνδέονταν στο Διαδίκτυο, με ταχύτατο ρυθμό. Προκειμένου να υπάρξει περισσότερος χώρος διευθύνσεων IP, αναπτύχθηκε το IPv6. Με αφορμή το γεγονός αυτό οι σχεδιαστές του IPv6 ρύθμισαν και επαύξησαν και άλλα χαρακτηριστικά του IPv4, με βάση την εμπειρία λειτουργίας που είχαν με το IPv4.

Όταν οι διευθύνσεις IPv4 θα είχαν δεσμευθεί πλήρως και κανένα νέο δίκτυο δεν θα μπορούσε να συνδεθεί στο Διαδίκτυο ήταν το θέμα μεγάλης διαμάχης. Με βάση τις τρέχουσες τάσεις σε κατανομή διευθύνσεων, οι εκτιμήσεις των δύο αρχηγών της ομάδας εργασίας AddressLifetimeExpectations της IETF ήταν ότι οι διευθύνσεις θα είχαν εξαντληθεί το 2008 και το 2018 αντίστοιχα, το Αμερικανικό Μητρώο για Αριθμούς Διαδικτύου (American Registry for Internet Numbers, ARIN) ανέφερε ότι όλες οι διευθύνσεις του IPv4 τάξης Α είχαν εκχωρηθεί, το 62% των διευθύνσεων τάξης Β είχαν εκχωρηθεί και το 37% των διευθύνσεων τάξης Γ είχαν εκχωρηθεί. Αν και αυτές οι εκτιμήσεις και οι αριθμοί υπονοούσαν ότι μπορεί να έμενε αρκετός χρόνος μέχρι να εξαντληθεί ο χώρος διευθύνσεων IPv4, έγινε σαφές ότι θα χρειαζόταν αρκετός χρόνος για ανάπτυξη μιας νέας τεχνολογίας σε τέτοια εκτεταμένη κλίμακα και έτσι ξεκίνησε η προσπάθεια για IP νέας γενιάς (NextgenerationIP). Το αποτέλεσμα αυτής της προσπάθειας ήταν η προδιαγραφή του IPv6.

Παρόλο που το IPv6 υποστηρίζεται από όλα τα διαδεδομένα σύγχρονα λειτουργικά συστήματα, το ποσοστό χρήσης του δεν είναι το αναμενόμενο. Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με σχετική έρευνα της Google, τον Οκτώβριο του 2008, το ποσοστό χρήσης του IPv6, σε σχέση με όλες τις διαθέσιμες διευθύνσεις παγκοσμίως δεν ξεπερνά το 1%. Η μεγαλύτερή του χρήση γίνεται στην Ρωσία (0.76%), στην Γαλλία (0.65%), στην Ουκρανία (0.64%), στη Νορβηγία (0.49%) και στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής (0.45%).

2.6.3 ΠλεονεκτήματαIPv6 συγκριτικά με IPv4

- Μεγαλύτερος χώρος διευθύνσεων IP: Το IPv4 χρησιμοποιεί 32bitγια μια διεύθυνση IPη οποία μεταφράζεται σε 4 δις μοναδικές διευθύνσεις IP. Αντιθέτως, το IPv6 χρησιμοποιεί 128 bitsμε αποτέλεσμα να δημιουργεί 3.4 x10^{38} μοναδικές διευθύνσεις.
- Καλύτερη end-to-end σύνδεση
- Καλύτερη δυνατότητα αυτορρύθμισης συσκευών
- Ταχύτερη δρομολόγηση: ΤοIPv6 σε σχέση με το IPv4 έχει μια απλούστερη δομή επιγραφών πακέτων η οποία έχει σχεδιαστεί με στόχο κυρίως να ελαχιστοποιήσει το χρόνο και τις προσπάθειες που απαιτούνται κατά την επεξεργασία της επικεφαλίδας. Αυτό έχει κατορθωθεί με την μετακίνηση των προαιρετικών πεδίων, καθώς οι τομείς που είναι εντελώς απαραίτητοι για την επέκταση των επικεφαλίδων διατίθενται μόνο μετά την επικεφαλίδα IPv6. Επομένως οι IPv6 επιγραφές υποβάλλονται σε επεξεργασία αποτελεσματικότερα στους ενδιάμεσους δρομολογητές χωρίς να πρέπει να

αναλύσουν μέσω των επιγραφών ή να επαναυπολογίσουν tachecksums. Αυτή η αποδοτικότητα έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση των γενικών εξόδωνεπεξεργασίας για τους δρομολογητές, καθιστά το υλικό λιγότεροσύνθετο και επιτρέπει στα πακέτα να υποβάλλονται σε πολύ γρηγορότερη επεξεργασία.

- Μεγαλύτερη ασφάλεια δικτύων και εφαρμογών
- Καλύτερη ποιότητα υπηρεσιών
- Καλύτερες δυνατότητες φορητότητας
- Μεγαλύτερη ευκολία στη διαχείριση
- Καλύτερες Multicast και Anycast ικανότητες

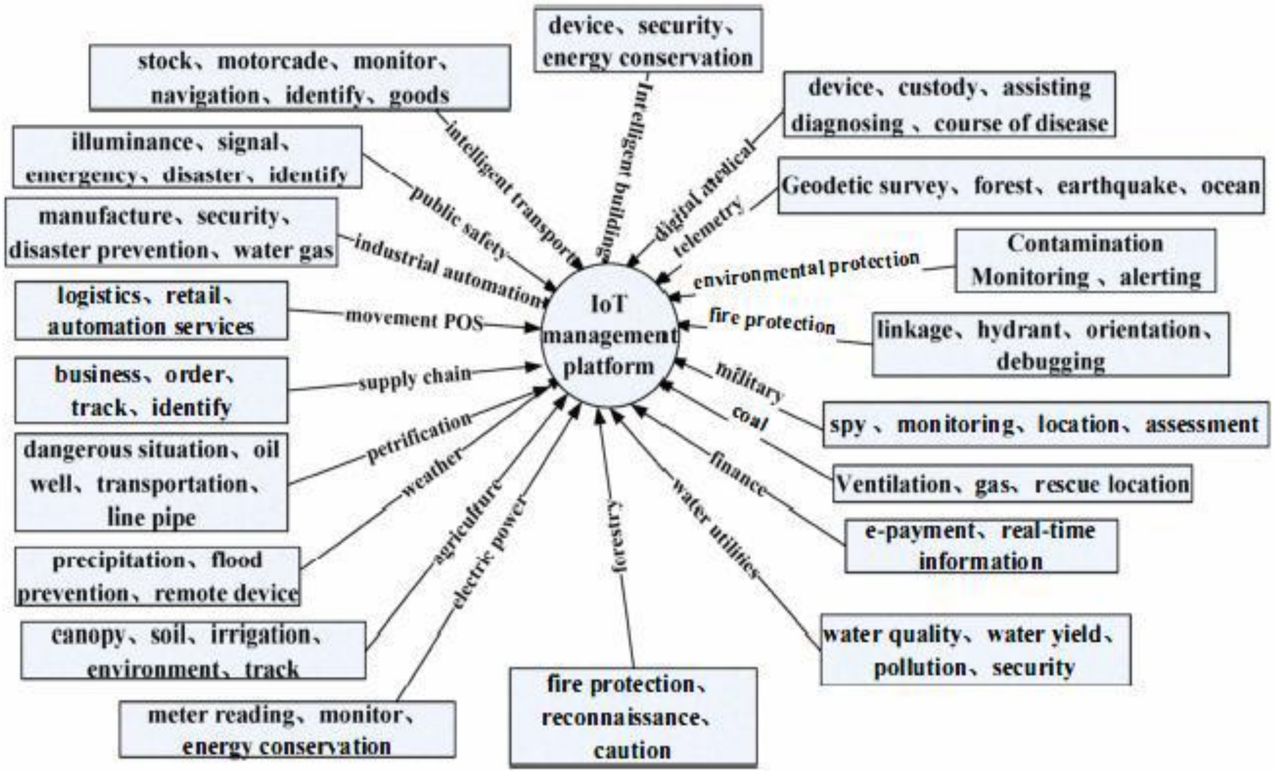
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ IoT

Η εποχή του IoT, η οποία έχει ήδη ξεκινήσει την πορεία της, αναμένεται να προκαλέσει την ανάπτυξη και την περαιτέρω εξέλιξη Πληροφοριακών Συστημάτων αλλά και να συμβάλλει επίσης στην δημιουργία πολλαπλών νέων εφαρμογών. Οι παραπάνω αλλαγές βέβαια είναι πιθανόν να οδηγήσουν και στην εμφάνιση νέων ιδεών και ευκαιριών οι οποίες με τη σειρά τους θα μπορούσαν να δημιουργήσουν νέες επενδύσεις. Όλα αυτά είναι πιθανόν να συντελέσουν στην μεταβολή του τρόπου με τον οποίο γίνεταιγίνεται σήμερα αντιληπτή η αλληλεπίδραση μεταξύ ανθρώπου και τεχνικού περιβάλλοντος.

Το IoT έχει εισχωρήσει αισθητά σε αρκετές εφαρμογές οι οποίες περιλαμβάνουν σχεδόν όλο το σύνολο των σημερινών υπηρεσιών και των αγορών. Όπως γίνεται αντιληπτό, αναφερόμαστε σε αλλαγές και βελτιστοποιήσεις ορισμένων υπηρεσιών, καθώς και στον τρόπο προσέγγισης αυτών, αφού σήμερα θεωρούνται δεδομένες και όχι αποκλειστικά σε νέες εφαρμογές. Αυτή η παράμετρος είναι ενδεχομένως να προκαλέσει ανακατατάξεις σε αγορές που εδώ και καιρό θεωρούνται κορεσμένες.

Μια σημαντική διαφορά των νέων αυτών εφαρμογών, και κυρίωςαυτών που θα λειτουργούν διαδραστικά με τον χρήστη και όχι μεταξύ συστημάτων, είναι ότι οι χρήστες πλέον θα έχουν την δυνατότητα να συνδέουν τον πραγματικό κόσμο με τον εικονικό, επικοινωνώντας με φυσικότερο τρόπο τόσο με τους άλλους χρήστες, όσο και με διάφορες άλλες εφαρμογές. Τέλος να σημειώσουμε ότι το IoT δεν πρέπει να θεωρηθεί ουτοπικό εγχείρημα, καθώς όπως προκύπτει στη συνέχεια, διάφορες πρώιμες συνιστώσες του IoT είναι ήδη εγκατεστημένες.

Παρότι η εφαρμογή του IoT είναι ακόμα σε πρώιμο στάδιο, έχει σημειώσει επιτυχία σε αρκετούς τομείς (σχήμα 3.1). Προς το παρόν, η εφαρμογή του επικεντρώνεται κυρίως στην υλικοτεχνική υποδομή, στις μεταφορές, στην παρακολούθηση και τη διαχείριση, στην ιατρική φροντίδα κ.ά.



Σχήμα 3.1: Σενάρια εφαρμογής του IoT

Παρακάτω θα αναλύσουμε τους τομείς των εφαρμογών που είναι περισσότερο σημαντικοί τόσο για την ανάπτυξη της οικονομίας όσο και για την βελτίωση της ποιότητας ζωής και της κοινωνίας. Για τον λόγο αυτό θα δοθεί ιδιαίτερη έμφαση σε εφαρμογές που έχουν ως σκοπό τη μείωση του κόστους των διαδικασιών, την αύξηση των επιπέδων ασφάλειας και την μείωση των πιθανοτήτων εκδήλωσης ατυχημάτων.
Ονομαστικά θα αναλυθούν οι παρακάτω τομείς:

- Μεταφορές
- Οδικός Άξονας
- Αυτοκίνηση
- Υγεία
- Εκπαίδευση
- Φυσικό Περιβάλλον
- Επιχειρηματικός Τομέας
- Ταυτοποίηση Πολιτών
- Κοινωνικά Δίκτυα
- Σπίτια & Επιχειρήσεις

3.1 Μεταφορές

Οι μεταφορές αποτελούν έναν από τους βασικότερους παράγοντες του σύγχρονου πολιτισμού καθώς επίσης και μια αναγκαία υποδομή για την διακίνηση των αγαθών. Η βελτιστοποίηση των συστημάτων θα φέρει σημαντικά οφέλη σε όλους τους τομείς της οικονομίας που βασίζονται σε αυτές.

Ειδικότερα, οι αλλαγές στον τρόπο διαχείρισης των μέσων σταθερής τροχιάς, θα μπορούσαν να αυξήσουν την δυναμικότητα των γραμμών και της απόδοσης τους, χωρίς επιπλέον επενδύσεις σε υλικές υποδομές τόσο στον άξονα της ποσότητας όσο και σε αυτόν της ταχύτητας. Όλα αυτά βέβαια χωρίς να επηρεάζεται αρνητικά η ασφάλεια των επιβατών ή άλλοι σοβαροί παράγοντες. Μια σημαντική δυνατότητα που δίνεται στις μεταφορές χάρη στο IoT θα ήταν ο υπολογισμός του μέσου χρόνου αποκατάστασης μεταξύ βλαβών στα μέσα μεταφοράς, (π.χ. λεωφορεία), ώστε να δημιουργηθεί ένα περισσότερο αξιόπιστο δίκτυο μεταφορών, ενώ ταυτόχρονα θα ήταν δυνατή και η καλύτερη δυνατή διαχείριση του συστήματος επισκευών. Επιπλέον, μικρότερα έξοδα σε ανταλλακτικά, ταχύτερη επισκευή, έγκαιρες παραγγελίες σε τμήματα με συχνές βλάβες ή αντικατάστασή τους με άλλα καλύτερης ποιότητας, θα μείωναν περαιτέρω το κόστος χρήσης τους.

3.1.1 IoT στα αεροδρόμια

Πέρα από την αναγνώριση αυτοκινήτων, η τεχνολογία RFID έχει ήδη αρχίσει να εφαρμόζεται και στις αεροπορικές μεταφορές. Πιο συγκεκριμένα, σε κάθε αποσκευήενός επιβάτη τοποθετείται μία RFID ετικέτα, η οποία περιέχει έναν μοναδικό αναγνωριστικό αριθμό,έτσι ώστε να αποφευχθεί η απώλειατωναποσκευών κατά τις μεταφορές στα διάφοραaεροδρόμια. Ωστόσο, αρκετά είναι τα μειονεκτήματα της τεχνολογίας που χρησιμοποιείται ως τώρα, αυτή των barcodes, αφού δεν μπορεί να αναγνωρίσει τις αποσκευές εν κινήσεικαι πολλές φορές οι συσκευές ανάγνωσης παρουσιάζουν λάθη εάν το σκανάρισμα δεν γίνεταιαπό τη σωστή γωνία. Επίσης, λόγω του διαρκώςαυξανόμενου αριθμού επιβατών, κατά το χρονικό διάστημα 2002-2007, ο αριθμόςτων χαμένων αποσκευών αυξήθηκε κατά 75%. Το χάσιμο ή η καθυστέρηση τωναποσκευών επιβάρυνε με σημαντικά έξοδα τις αεροπορικές εταιρείες. Ενδεικτικάαναφέρεται ότι το 2008 χάθηκαν/καθυστέρησαν να φτάσουν στον προορισμό τουςπερίπου

32.8 εκατομμύρια αποσκευές, ενώ το κόστος για τις αεροπορικές εταιρείεςανήλθε στα 2.96 δισεκατομμύρια δολάρια. Το κόστος αυτό είναι απολύτως λογικό, εάνυπολογίσουμε ότι κατά μέσο όρο κάθε αποσκευή κοστίζει στην αεροπορικήεταιρεία και στο αεροδρόμιο 21.90 δολάρια εάν καθυστερήσει, 92.77 δολάρια εάνέχει υποστεί κάποια ζημιά και 348.70 εάν χαθεί.

Η τεχνολογία RFID έχει βοηθήσει σημαντικά στην μείωση του ποσοστού τωνχαμένων αποσκευών σε όσα αεροδρόμια έχει εφαρμοστεί. Για παράδειγμα, στοδιεθνές αεροδρόμιο του Hong Kong τοποθετούνται RFID ετικέτες από το 2005, μεαποτέλεσμα την αύξηση των επιτυχών παραδόσεων αποσκευών, από 85-90% σε95%, περιορίζοντας έτσι τα κόστη από χαμένες αποσκευές κατά περίπου 3.8 εκατομμύριαδολάρια, τόσο στο αεροδρόμιο όσο και στις αεροπορικές εταιρείες που δρουν σεαυτό. Βέβαια, εάνεφαρμοστεί σε περισσότερα αεροδρόμια, και όχι σε μεμονωμένα, αφού συνήθως οιαποσκευές χάνονται σε πτήσεις με ανταπόκριση, το μέτρο αυτό όπως είναι φυσικό θα γίνει περισσότερο αποδοτικό.

Απ' την άλλη μεριά όσον αφορά το κόστος εφαρμογής της παραπάνω μεθόδου σε ένα αεροδρόμιο, εάν συνυπολογίσεικανείς τα κόστη αγοράς των RFID ετικετών, των συσκευών ανάγνωσης και αναζήτησης, τότε το κόστοςυπολογίζεται σε:

- 1 εκατομμύριο δολάρια για αεροδρόμια μεγάλου μεγέθους και
- 350.000 δολάρια για αεροδρόμια μεσαίου μεγέθους

Δεδομένου ότι τα κόστη αυτά εκ πρώτης όψεως φαντάζουν μεγάλα, δεν θα πρέπει να μείνει απαρατήρητη και η αντίστοιχη μείωση των εξόδων από τις χαμένες αποσκευές που θαπροκαλέσει η εφαρμογή της νέας τεχνολογίας, καθώς και το γεγονός ότι τα συστήματααυτά μπορούν να ενσωματωθούν σε ένα αεροδρόμιο σταδιακά, μέσα σε μία περίοδοχρόνου και όχι ταυτόχρονα.

3.1.2. Ολοκληρωμένο Σύστημα Τηλεματικής στον ΟΑΣΘ

Με αφορμή τα πολλά πλεονεκτήματα που προσφέρουν οι τηλεπικοινωνίες, το Τμήμα Μαθηματικών και Πληροφορικής του University of Massachusetts Amherst πραγματοποίησε μια έρευνα η οποία είχε σαν αποτέλεσμα την κατασκευή ενός δικτύου από κόμβους οι οποίοι ήταν συνδεδεμένοι με τα λεωφορεία και αφορούσε αποκλειστικά και μόνο την πανεπιστημιακή περιοχή.

Μια τέτοια εφαρμογή αναπτύχθηκε στη Θεσσαλονίκη το 2005, χωρίς τη χρήση κινητών συσκευών αλλά με οπτική αναγγελία σε πίνακα που βρισκόταν τοποθετημένα στις στάσεις των λεωφορείων. Αναπτύχθηκε ένα σύστημα τηλεματικής για τον εντοπισμό των λεωφορείων, τη διαχείριση της κυκλοφορίας και την οπτική και ακουστική πληροφόρηση των επιβατών μέσα στα λεωφορεία για τις στάσεις που ακολουθούν. Μέσω αυτής της οπτικής αναγγελίας οι επιβάτες έχουν την ευκαιρία να ενημερώνονται για το χρόνο αναμονής του λεωφορείου που περιμένουν. Ταυτόχρονα με την οπτική αναγγελία των στάσεων, γίνεται και η ηχητική αναγγελία αυτών, στην ελληνική και αγγλική γλώσσα, μέτρο ιδιαιτέρως χρηστικό στα άτομα με πρόβλημα όρασης. Το σύστημα τηλεματικής στηρίζεται στην λήψη του σήματος GPS σε κάθε όχημα, στην εξαγωγή της γεωγραφικής θέσης του λεωφορείου, του ακριβή χρόνου, της ταχύτητας και του υψομέτρου και την αποστολή αυτών στο κέντρο μέσω διαύλου ασύρματης επικοινωνίας (στην περίπτωση του ΟΑΣΘ μέσω δικτύου GSM πρωτόκολλο GPRS).Στο κέντρο ελέγχου η εμφάνιση του οχήματος στο χάρτη καθορίζεται από τα εξής:

- Το γεωγραφικό μήκος - πλάτος και τον ακριβή χρόνο.
- Την απόσταση από ένα σημείο αναφοράς (π.χ. αφετηρία ή τέρμα).
- Το χρόνο που βρίσκεται σε κατάσταση μετάβασης, επιστροφής ή παραμονής στο αμαξοστάσιο.

Όλα τα δεδομένα που συλλέγονται καταγράφονται στη βάση δεδομένων. Μέσω του λογισμικού SkyView πραγματοποιείται η επεξεργασία των δεδομένων.

3.1.3. EkoBus

Στις πόλεις του Βελιγραδίου και Pancevo αναπτύχθηκε σε πειραματικό στάδιο για τις IoT τεχνολογίες μια άλλη έρευνα για τη συγκεκριμένη εφαρμογή που παρήγαγε το σύστημα EkoBus. Με σκοπό την παρακολούθηση διαφόρων περιβαλλοντικών παραμέτρων όπως τοCO,το CO2, το NO2, η θερμοκρασία, η υγρασία κλπ. σε μια μεγάλη περιοχή το σύστημα χρησιμοποιεί οχήματα δημόσιων μεταφορών. Καθώς επίσης και για την παροχή πρόσθετων πληροφοριών, όπως η θέση των λεωφορείων και η εκτιμώμενη ώρα της άφιξης τους στις στάσεις.Όσον αφορά την αρχιτεκτονική το σύστημα αυτού αποτελείται από κόμβους, δηλαδή αισθητήρεςοι οποίοι είναι συνδεδεμένοι στα οχήματα. Κάθε αισθητήρας περιγράφεται στο σύστημα από το σύνολο των δυνατοτήτων του, δηλαδή από τα χαρακτηριστικά του, τις παραμέτρους που καταγράφει και την διαθεσιμότητα. Τα παραπάνω δημοσιεύονται και αποθηκεύονται στον κατάλογο των πόρων. Αυτός ο κατάλογοςπεριλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με τη δυναμική όλων των διαθέσιμων πόρων του συστήματος σε μια δεδομένη στιγμή, έτσι ώστε να είναι διαθέσιμες προς τους τελικούς χρήστες (εφαρμογές). Web και Android εφαρμογές συλλέγουν πληροφορίες από τους πόρους και τα εκτελούν με οπτικοποιημένη μορφή (θέση των οχημάτων και ατμοσφαιρικές μετρήσεις).

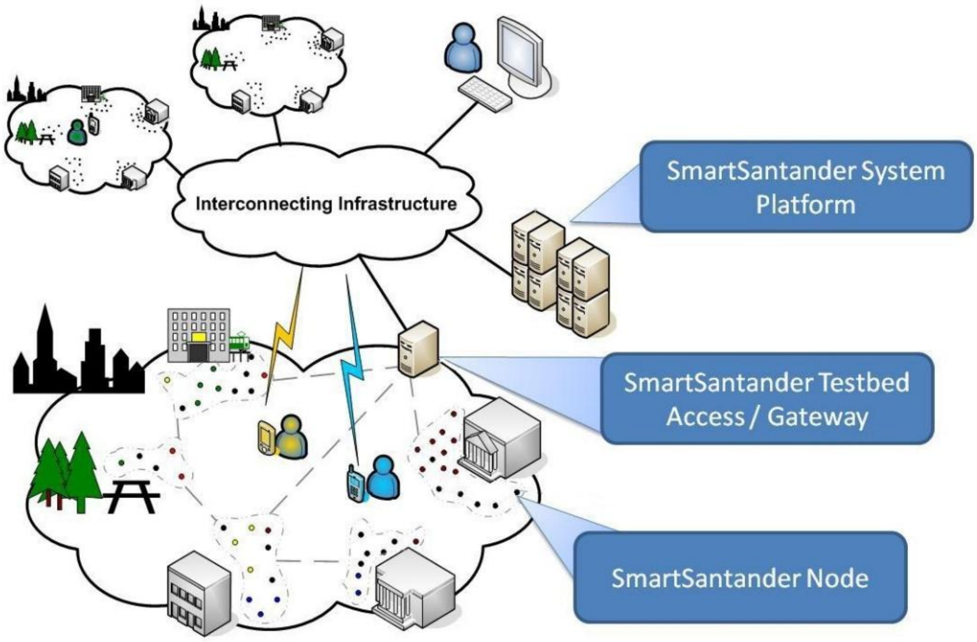
Είναι επίσης δυνατόν να ζητηθούν πληροφορίες σχετικά με την ώρα άφιξης του επόμενου λεωφορείου στις στάσεις, και αυτές να ληφθούν μέσω μηνυμάτων. Για να εξαχθεί η γεωγραφική θέση, τα ονόματα των σταθμών και ο χρόνος απαιτείται η λήψη σήματος GPS. Στα λεωφορεία υπάρχουν τοποθετημένα συστήματα GPRS προκειμένου να αποστέλλονται δεδομένα που αφορούν το μέσο χρόνο διέλευσης του κάθε λεωφορείου από τους σταθμούς και το μέσο χρόνο της διαδρομής μεταξύ δύο διαδοχικών σταθμών,στη βάση δεδομένων που υπάρχει. Επίσης, αναπτύχθηκε και μια Web εφαρμογή η οποία εμφανίζει τη θέση των λεωφορείων, την ώρα άφιξης του και τα δεδομένα που λαμβάνονται από το περιβάλλον μέσω ενός αισθητήρα φυσικού αερίου σε ένα web browser. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να επεκταθούν ώστε να παρέχουν δημόσια ανατροφοδότηση.

3.1.4. Μεταφορικά πειράματα και SmartSantander

Χαρακτηριστικόπαράδειγμα μιαςέξυπνης πόλης είναι η ισπανική πόληSantander, που στα πλαίσια διαφόρων επιδοτούμενων ερευνητικών έργων, με πρώτο και βασικότερο το Smart Santanderέχει γίνει από τις πιο δημοφιλείς και καλά εξοπλισμένες «έξυπνες» πόλεις στην Ευρώπη αλλά και σε όλο τον κόσμο. Οι δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα σε αυτήν την περιοχή υποστηρίζονται σημαντικά και από την Ευρωπαϊκή Ένωση μέσα από διάφορα ερευνητικά πλαίσια.

Στο προσεχές μέλλον, στο Santander σχεδιάζεται να εγκατασταθούν περίπου 20.000αισθητήρες διαφόρων τύπων: στάθμευσης σε δρόμους, έντασης κίνησης στις εισόδους της πόλης, θορύβου, ποιότητας του αέρα οι οποίοι θα μετρούν όζον, σωματίδια, CO πάνω σε λεωφορεία, θερμοκρασίας, υγρασίας σε πάρκα, κλπ.Σημαντική συνεισφορά έχουν και οι ίδιοι οι πολίτες, οι οποίοι μέσω εφαρμογών στα κινητά τους τηλέφωνα, μπορούν ναενημερώνουν τουςσυμπολίτες τους και τις δημοτικές αρχές σχετικά με διάφορα συμβάντα ή συνθήκες που έχουν ενδιαφέρον.

Η βέλτιστη διαχείριση των αστικών κέντρων αλλά, και η δυνατότητα παροχής προηγμένων υπηρεσιών προς τους πολίτες και τους επισκέπτες τους, έχει οδηγήσει τα τελευταία χρόνια στη δημιουργία ενός νέου πεδίου έρευνας και εφαρμογών, το οποίο αναφέρεται με τον όρο«ευφυείς ή έξυπνες πόλεις» (smart cities, digital cities).Μία πόλη ονομάζεται «έξυπνη» όταν χρησιμοποιούνται αισθητήρες, υπολογιστές και κινητά τηλέφωνα προκειμένου να είναι δυνατή η παροχή διαφόρων υπηρεσιών προς τους πολίτες(σχήμα 3.2). Στο πλαίσιο αυτό αναπτύχθηκαν διάφορες εφαρμογέςόπως η μέτρηση διαφόρων περιβαλλοντικών στοιχείων, η μέτρηση της κίνησης των αυτοκινήτων και ανθρώπων, ο έλεγχος του φωτισμού κ.ά.



Σχήμα 3.2: Δομή πειράματος SmartSantander
[Πηγή:http://www.smartsantander.eu/]

Η εφαρμογή που έχει σχέση με τη συγκεκριμένη μελέτη είναι η εφαρμογή για τα λεωφορεία καθώς για τη λειτουργίας της χρησιμοποιείται η τεχνολογία του IoT. Κάποιος που περιμένει το λεωφορείο δεν έχει παρά να στρέψει το κινητό του προς τη στάση και αμέσως θα δει στην οθόνη ποιες γραμμές λεωφορείων τον εξυπηρετούν και σε ποιες ώρες. Κάθε λεωφορείο μεταδίδει τη θέση και την ταχύτητά του καθώς καιδιάφορα άλλα στοιχεία σχετικά με το περιβάλλον, όπως τα επίπεδα του όζοντος ή των ρύπων.

Το μεταφορικό αυτό πείραμα που αναπτύχθηκε ονομάζεται “MITOS”. Βασικός στόχος του πειράματος είναι η παροχή κάποιων υπηρεσιών που δεν είναι εύκολο να υλοποιηθούν χωρίς την παρουσίαεξειδικευμένης υπολογιστικής και πληροφοριακής υποδομής. Ειδικότερα, η πρώτη από τις υπηρεσίες αυτές είναι ένα διαδικτυακό portal όπου οι χρήστες μπορούν να έχουν πρόσβαση στις εξής λειτουργίες:

- Η πρόβλεψη ελεύθερων θέσεων στάθμευσης (σε ζώνες στάθμευσης πάνω στο δρόμο)
- Η πρόσβαση σε ζωντανή ροή συμβάντων και συμμετοχή τους σε αυτή μέσω απλού μεταφορικού παίγνιου
- Η εύρεση διαδρομής με χρήση Μέσων Μαζικής Μεταφοράς ή όχι.
- Η αναζήτηση δρόμων, σημείων ενδιαφέροντος και γραμμών συγκοινωνίας.

Στη συνέχεια αναλύονται οι δύο πρώτες λειτουργίες, οι οποίες παρουσιάζουν και το περισσότερο ενδιαφέρον.

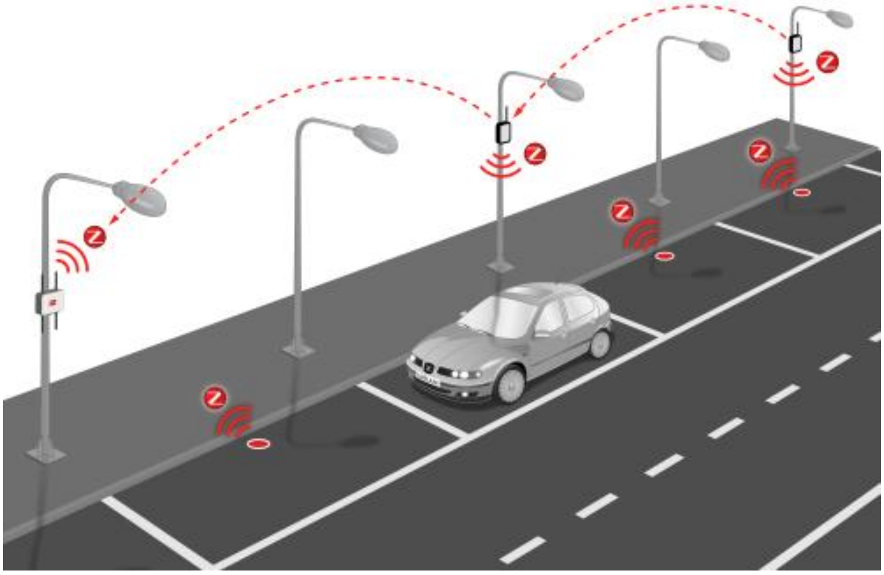
3.1.4.1. Πρόβλεψη ελεύθερων θέσεων στάθμευσης

Η πρόβλεψη ελεύθερων θέσεων στάθμευσης αφορά μια αυτοματοποιημένη παρακολούθηση των θέσεων στάθμευσης στους δρόμους και αποτελεί μια υπηρεσία που μέχρι πρόσφατα δεν ήταν εύκολο να υλοποιηθεί, καθώς ακόμη και σήμεραααντιμετωπίζει διάφορα τεχνικά προβλήματα.

Στο Santanderέχουν εγκατασταθεί εκατοντάδες ασύρματοι αισθητήρες στάθμευσης στο οδόστρωμα (εικόνα 3.1). Οι οποίοι κατασκευάζονται από την εταιρεία Libelium.

Εικόνα 3.1: Αισθητήρας κάλυψης θέσης στάθμευσης
[Πηγή:http://www.libelium.com/smart_parking/]

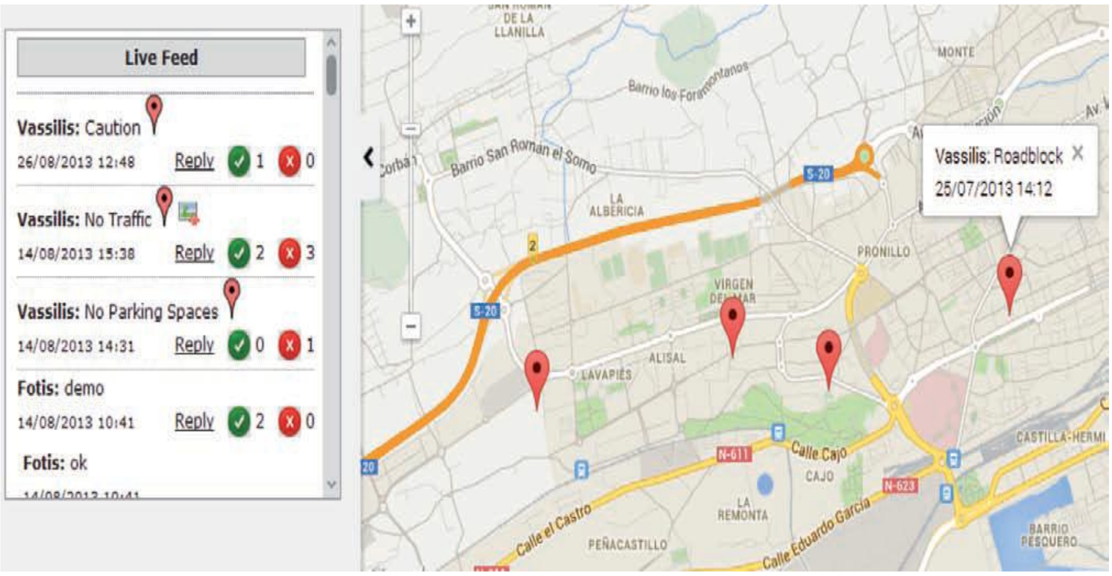
Ο αισθητήρας κάλυψης θέσης στάθμευσης τοποθετείται κάτω από το οδόστρωμα του χώρου στάθμευσης και ανιχνεύει την άφιξη καθώς και αναχώρηση των οχημάτων, επικοινωνώντας με τους υπόλοιπους αισθητήρες του δικτύου κάνοντας χρήση ραδιοσυχνοτήτων (εικόνα 3.2). Ολόκληρο το δίκτυο θα αναβαθμίζεται χωρίς να χρειάζεται να αφαιρεθεί ο αισθητήρας ή να σκάψουν. Χάρη σ' αυτό το σύστημα επιτυγχάνεται η εξοικονόμηση χρόνου και καυσίμων, καθώς η ποιότητα ζωής στην πόλη επηρεάζεται και από την ατμοσφαιρική ρύπανση, καθώς και από την κυκλοφοριακή συμφόρηση. Με τις κατάλληλες μπαταρίες ο αισθητήρας μπορεί να λειτουργεί έως και για 5 χρόνια χωρίς να απαιτείται συχνή αντικατάσταση.



Εικόνα 3.2: Έξυπνο παρκάρισμα μέσω ραδιοσυχνοτήτων
[Πηγή:http://www.libelium.com/smart_parking/]

3.1.4.2. Πρόσβαση σε ζωντανή ροή συμβάντων και συμμετοχή τους σε αυτή

Στην περίπτωση της δεύτερης διαθέσιμης υπηρεσίας, την πρόσβαση των χρηστών σε ζωντανή ροή συμβάντων (livefeed), οι χρήστες μπορούν να ειδοποιούν άμεσα ειδοποίηση σε όλους τους άλλους χρήστες σχετικά με προβλήματα που μπορεί να εντόπισαν κατά την διάρκεια της μετακίνησής τους (εικόνα 3.3). Πιο αναλυτικά, κάποιος μετακινούμενος χρήστης μπορεί να στείλει στους άλλους χρήστες ένα προκαθορισμένο μήνυμα ή ένα σύντομο μήνυμα ελεύθερου κειμένου ή ακόμη και μια φωτογραφία. Αυτό επίσης συσχετίζεται και με τη θέση του, που λαμβάνεται από το δέκτη GPSτης συσκευής του και αποστέλλεται σε όλους τους άλλους χρήστες σε πραγματικό χρόνο. Στη συνέχεια αυτοί μπορούν να σχολιάσουν και να κρίνουν κατά πόσο είναι έγκυρο ή όχι. Ο απλός αυτός μηχανισμός κρίσης αλλά και ο σχολιασμός της θα αξιοποιηθούν προκειμένου να αξιολογηθεί εάντελικά οι χρήστες ενδιαφέρονται γι’ αυτήν την διαδικασία, εάν η συνεισφορά τους είναι έγκυρη, και εάν βοηθάει τελικά όσους μετακινούνται.



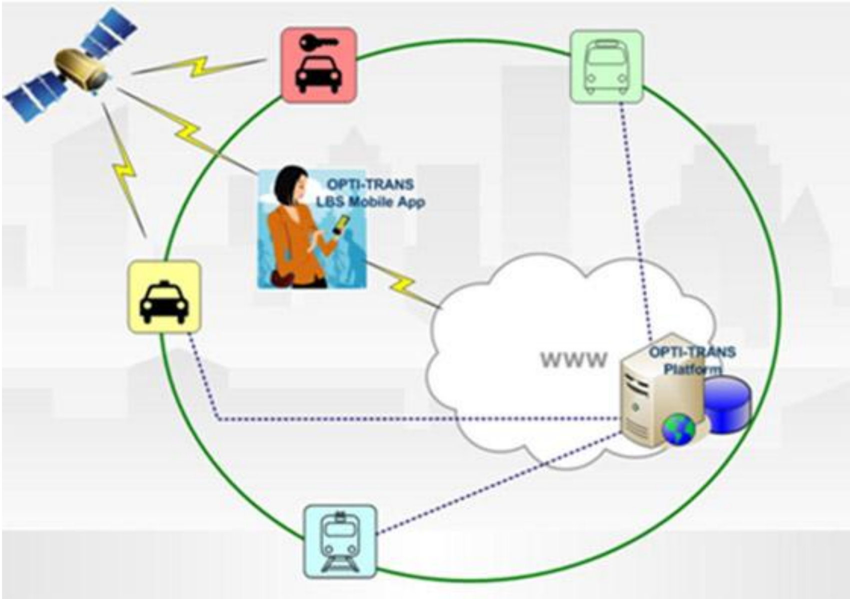
Εικόνα 3.3: LiveFeed με συμβάντα και απεικόνισή τους στο χάρτη
[Πηγή: Τσέτσος Βασίλης, Μεταφορικά Πειράματα στην έξυπνη πόλη Santander]

Η μετατροπήτης παραπάνω διαδικασίας σε παίγνιο εφαρμόστηκε ως εξής: κάθε χρήστης για κάθε μία αλληλεπίδραση με το σύστημα λαμβάνει συγκεκριμένους βαθμούς (credits). Για παράδειγμα, όταν κάποιος χρήστης πραγματοποιήσει μια ανάρτηση ενός νέου συμβάντος με προκαθορισμένο μήνυμα από την κινητή του συσκευή λαμβάνει 4 βαθμούς, ενώ αν το κάνει μέσω του Διαδικτύου 2 βαθμούς. Εάν ο χρήστης συντάξει ένα ελεύθερο κείμενο από την κινητή του συσκευή λαμβάνει 6 βαθμούς, ενώ αν κάνει το ίδιο μέσω του διαδικτύου λαμβάνει 4 βαθμούς. Όταν μοιράζεται κάποια φωτογραφία ή σχολιάζει κάποιες προηγούμενες αναρτήσεις κερδίζει 2 βαθμούς. Τέλος, όταν ο χρήστης απαντά σε ερωτήσεις που του απευθύνει αυτόματα το σύστημα και σχετίζονται με την αξιολόγηση της εφαρμογής κερδίζει 1 βαθμό. Επομένως, ο σκοπός της εν λόγω διαδικασίας είναι, εάν κάποιος χρήστης έχει συλλέξει πάνω από ένα προκαθορισμένο σύνολο βαθμών να μπορεί να τους ανταλλάσει με κάποιο «βραβείο» (π.χ. δωρεάν χρόνο στάθμευσης).

3.1.5. OptiTrans

Σύμφωνα με άρθρο που δημοσιεύτηκε στην εφημερίδα Καθημερινή (2012) σε μια πόλη με πολύ έντονο κυκλοφοριακό πρόβλημα, κύριοςσκοπός για τους περισσότερους αποτελεί η εύρεση του ταχύτερου δυνατού τρόπου μετακίνησης.Λόγω μάλιστα και της υφιστάμενης οικονομικής συγκυρίας, ο οικονομικότερος τρόπος μετακίνησης αποτελεί ακόμη ένα σημαντικό παράγοντα. Μια νέα εφαρμογή για έξυπνα τηλέφωνα δίνει τη λύση, προσφέροντας διάφορες εναλλακτικές επιλογές για την ανεύρεση της βέλτιστης διαδρομής. Το μόνο που χρειάζεται να κάνει ο χρήστης είναι να εισάγει την ακριβή διεύθυνση αναχώρησης και προορισμού. Το σύστημα optitrans (σχήμα 3.3) θα επεξεργαστεί τα στοιχεία και χρησιμοποιώντας τα δεδομένα που προέρχονται από τον Οργανισμό Αστικών Συγκοινωνιών Αθήνας για τα δρομολόγια των αστικών συγκοινωνιών, θα προσφέρει όλες τις εναλλακτικές διαδρομές με βάση τα εκάστοτε διαφορετικά κριτήρια, που θέτει ο χρήστης.

Οι εναλλακτικές διαδρομές που παρουσιάζονται αφορούν τον μικρότερο χρόνο διαδρομής, το χαμηλότερο κόστος διαδρομής ή τον λιγότερο χρόνο πεζοπορίας. Την εφαρμογή αυτή έχει σχεδιάσει το Εργαστήριο Ολοκληρωμένων Συστημάτων του Ινστιτούτου Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών στο “Δημόκριτο”. Η πιλοτική εφαρμογή του προγράμματος ξεκίνησε τον Σεπτέμβριο του 2010 στη Μαδρίτη και τον Μάρτιο του 2011 στην Αθήνα. Το πρώτο διάστημα εφαρμογής του προγράμματος παρατηρήθηκαν κάποιες ανακρίβειες σχετικά με το κόστος που παρουσιάζουν κάποιες διαδρομές, οι οποίες σε πολύ μεγάλο βαθμό έχουν αποκατασταθεί.



Σχήμα 3.3: Αρχιτεκτονική OptiTrans
[Πηγή: https://www.iit.demokritos.gr/sites/default/files/optitrans2.jpg]

3.1.6. NextBus

Τοσύστημα Next Bus σχεδιάστηκε προκειμένου οι χρήστες να μπορούν να μάθουν πότε θα φτάσει το επόμενο λεωφορείο στη στάση στην οποία περιμένουν. Για να το πετύχει αυτό χρησιμοποιεί δορυφορική τεχνολογία και προηγμένα υπολογιστικά μοντέλα για την παρακολούθησητων διαδρομών των λεωφορείων και των τρένων. Κάθε όχημα είναι εφοδιασμένο με μια συσκευή GPS. Η ώρα άφιξης των λεωφορείων στην στάση υπολογίζεται με ακρίβεια λαμβάνοντας υπόψη τη θέση των λεωφορείων, την απόσταση τους από την εκάστοτε στάση και την κυκλοφορία του οδικού δικτύου. Οι προβλεπόμενοι χρόνοιάφιξης των λεωφορείων αναγράφονταιστις στάσεις. Επίσης οι χρήστες μπορούν να ενημερώνονται για αυτούς είτε μέσω εφαρμογών στις κινητές τους συσκευές, είτε μέσω του διαδικτύου.Χάρη σε αυτό το σύστημα οι επιβάτες μπορούν να προγραμματίσουν την άφιξη τους στη στάση ακριβώς όταν έρθει το λεωφορείο, εξοικονομώντας έτσι χρόνο με συνέπεια να μην ταλαιπωρούνται. Το σύστημα αυτό λειτουργεί στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής.

3.1.7. Bus κι έρχεται

Η εταιρεία MOBICS, τεχνοβλαστός του ΕΚΠΑ (Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών), επιλέχθηκε, μέσα από μια άκρως ανταγωνιστική διαδικασία για να αναπτύξει πειραματικές υπηρεσίες μεταφορών. Βασικό ρόλο στην επιλογή της αποτέλεσε το γεγονός ότι η συγκεκριμένη εταιρεία είχε ήδη εξελίξει μια δημοφιλή υπηρεσία, το www.ploigos.gr,αλλά και το ότι εκτελούσε ήδη ένα έργο, συγχρηματοδοτούμενο από τη Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας και από την Ευρωπαϊκή Ένωση, με την ονομασία «BUS και έρχεται».

Το σύστημα «BUS και έρχεται» αποτελεί ένα αποδοτικό εργαλείο το οποίο έχει σκοπό τη βελτιστοποίηση των αστικών μετακινήσεων μέσω λεωφορείων. Στο σύστημα αυτό ο χρήστης-επιβάτης φτιάχνει το δικό του προφίλ έτσι ώστε οι υπηρεσίες που θα του προσφέρονται να τον αντιπροσωπεύουν, να είναι δηλαδή προσαρμοσμένες πάνω στις δικές του συνήθειες όσον αφορά τις μετακινήσεις στην πόλη. Το προφίλ του χρήστη περιλαμβάνει στοιχεία σχετικά με τη φυσική του κατάσταση, δηλαδή η ικανότητα του να περπατήσει, να ακούσει, να ανέβει σκάλες κ.ά. Επίσης το σύστημα παρέχει αναλυτικότερες και πιο αποτελεσματικές πληροφορίες ανά χρήστη στην κινητή του συσκευή σε σχέση με αυτές που αναγράφονται στις οθόνες των στάσεων. Είναι δηλαδή μία επέκταση του συστήματος των έξυπνων στάσεων. Οι πληροφορίες που παρέχει η εφαρμογή είναι,η προβολή σε χάρτη της θέσης του χρήστη παρουσιάζοντας παράλληλα τις πλησιέστερες στάσεις λεωφορείων, η εμφάνιση γραφικά της διαδρομής που ακολουθούν, η ενημέρωση της προβλεπόμενης άφιξης του επόμενου λεωφορείου με βάση τη θέση και την ταχύτητα του λεωφορείου, η γραφική παρουσίαση σημείων ενδιαφέροντος όπως καταστημάτων, μουσείων και αξιοθέατων γύρω από μια συγκεκριμένη στάση και τέλος η πλήρης καθοδήγηση του επιβάτη μέσω της παροχής στοιχείων όπως ο χρόνος διαδρομής, η ταχύτητα και οι στάσεις.

Στο Βερολίνο, οδηγήθηκαν στην ανάγκη ανάπτυξης ενός συστήματος που θα είναι υπεύθυνο για α) τον εντοπισμό των σχετικών πληροφοριών για τα δρομολόγια και τις διαδρομές λεωφορείων β) την αναμενόμενη ώρα άφιξης του λεωφορείου στην εκάστοτε στάση. Οι λόγοι που οδήγησανστην κατασκευή του συγκεκριμένου συστήματος είναι, η μείωση της οδικής κυκλοφορίας στις αστικές περιοχές, οι μεταβαλλόμενες καιρικές συνθήκες και η ανάγκη εκτίμησης της διάρκειας των ταξιδιών. Στο παραπάνω σύστημα υπάρχει προγραμματισμένη η ώρα εκκίνησης του λεωφορείου, ωστόσο η ώρα άφιξης του σε μία στάση είναι αβέβαιη λόγω των παραπάνω συνθηκών. Για την υλοποίηση της εφαρμογής δεν στόχευσαν στην τοποθέτηση GPS στα λεωφορεία και στην ασύρματη επικοινωνία για τον εντοπισμό της θέσης τους είτε στις ραδιοσυχνότητες RFID λόγω του κόστους.

Ο εντοπισμός των λεωφορείων γίνεται με την βοήθεια των επιβατών που ταξιδεύουν με το ίδιο το λεωφορείο χρησιμοποιώντας μία εφαρμογή στο κινητό τους τηλέφωνο, μέσω της οποίας θα δίνουν πληροφορίες για τον χρόνο άφιξης του λεωφορείου στην κάθε στάση. Η ανθρώπινη συμβολή είναι μείζονος σημασίας για την υλοποίηση αυτής της εφαρμογής αλλά θα χρησιμοποιηθούν και αλγόριθμοι για τον ακριβέστερο υπολογισμό των χρόνων με βάση τις πληροφορίες που θα λαμβάνονται από τους επιβάτες.

3.1.8. OneBusAway

Το Πανεπιστήμιο της Ουάσιγκτον για να κάνει ευκολότερη τη χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς ανέπτυξε το σύστημα OneBusAway, το οποίο παρέχει σε πραγματικό χρόνο παρέχουν πληροφορίες για την ώρα άφιξης των λεωφορείων και των τρένων στις στάσεις. Σκοπός του συστήματος είναι η βελτίωση της χρηστικότητας των μέσων μαζικής μεταφοράς. Για την αποτελεσματικότερη εφαρμογή της παραπάνω ιδέας παρέχονται, μέσω της μορφής ανοιχτού κώδικα, εργαλεία και εφαρμογές για να μπορούν να βοηθήσουν και άλλοι φορείς. Έτσι αυτό το σύστημα μέρα με τη μέρα αναπτύσσεταιπεραιτέρω και εφαρμόζεται και σε άλλες περιοχές της Νέας Υόρκης. Ο καθένας μπορεί να έχει πρόσβαση στο σύστημα για να μάθει την ώρα άφιξης του λεωφορείου είτε μέσω της ιστοσελίδας του συστήματος ή τηλεφωνικώς ή μέσω γραπτού μηνύματος χρησιμοποιώντας μια έξυπνη κινητή συσκευή η οποία κάνει χρήση Android ή iOs εφαρμογών.

Δεδομένου ότι έχουν μελετηθεί πλήρως όλες οι προηγούμενες έρευνες, στην παρούσα μελέτη δίνουμε βάροςστη λήψη σήματος από τη συσκευή GPS που βρίσκεται εγκατεστημένη μέσα στα λεωφορεία. Τα λεωφορεία είναι συνδεδεμένα με τις στάσεις και θα στέλνουν σήμα GPS σύμφωνα με το οποίο εντοπίζεται η γεωγραφική τους θέση. Στην συνέχεια ο υπολογισμός του χρόνου άφιξης γίνεται σύμφωνα με την απόσταση του λεωφορείου και το χρόνο που χρειάζεται αυτό για να καλύψει μία συγκεκριμένη απόσταση, όπως δηλαδή και στα συστήματα Ekobus, τηλεματικής και του συστήματος NextBus. Θα υπάρχει επίσης η δυνατότητα ενημέρωσης του χρήστη μέσω απλού μηνύματος ή μέσω οπτικοποιημένης μορφής, όπως και στο σύστημα Ekobus.

Η εφαρμογή υλοποιήθηκε με αυτό τον τρόπο γιατί καταρχάς η διαδρομή που ακολουθούν τα λεωφορεία είναι σταθερή και έτσι δεν είναι απαραίτητη η παρακολούθηση των οχημάτων. Συνεπώς, οι αποστάσεις είναι γνωστές έτσι και το έργο γίνεται ευκολότερο. Ταυτόχρονα με τον εξοπλισμό που έχει χρησιμοποιηθεί για την υλοποίηση του συστήματος μπορούν να μεταφερθούν και άλλα δεδομένα, εκτός από τη θέση και την ώρα, όπως η ταχύτητα και πιο ακριβείς συντεταγμένες. Επομένως, αργότερα οι πληροφορίες αυτές μπορεί να είναι χρήσιμες και να βελτιώσουν την προβλεπόμενη ώρα άφιξης.

3.2 Οδικός άξονας

Οι αλλεπάλληλες και ραγδαίες εξελίξεις στον τομέα της τεχνολογίας, έχουν δημιουργήσει τις ααγκαίες συνθήκες, έτσι ώστε η κυκλοφορία των οχημάτων στους οδικούς άξονες να έχει διευκολύνεται κατά πολύ, συγκριτικά με το παρελθόν. Πλέον ένας οδηγός, επαγγελματίας ή όχι, επωφελείται των ενημερώσεων που μπορεί να δεχτεί κατά την διάρκεια της μετακίνησης του, καθώς επίσης εξοικονομεί χρόνο και χρήματα. Επιπλέον, υπάρχει μεγαλύτερη αίσθηση ασφαλείας και σιγουριάς συγκριτικά με το παρελθόν.

Οι τεχνολογίες του IoT που αναφέρθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια και υποκεφάλαια έχουν υιοθετηθεί και εφαρμοστεί σε πολλές υποδομές και τμήματα των οδικών αξόνων, χωρίς όμως ακόμα να θεωρείται καθολική η εφαρμογή τους. Σκοπός είναι με την πάροδο του χρόνου να επιτευχθεί η ενσωμάτωση τους σε όλους τους τομείς εφαρμογής και να καθιερωθεί το IoT. Να αναπτυχθεί δηλαδή η κατάλληλη υποδομή, έτσι ώστε τα πάντα να είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους και να επικοινωνούν, χωρίς να την ανθρώπινη παρέμβαση και καθοδήγηση. Η υλοποίηση της ιδεολογίας του IoT, σηματοδοτεί την λειτουργία ενός καναλιού αμφίδρομης επικοινωνίας μεταξύ των αντικειμένων, και την βελτιστοποίηση των καθημερινών συνθηκών.

Στην περίπτωση της διαχείρισης των οδικών αξόνων, βιώνοντας την εποχή του IoT, το όχημα και ο οδηγός του, ξεκινώντας, θα έχουν όλα τα εφόδια για να εξασφαλίσουν ένα άνετο, ασφαλές, όσο το δυνατόν συντομότερο και ξεκούραστο ταξίδι. Μέσω της τεχνολογίας RFID και σε συνδυασμό με την τεχνολογία GPS και πλήθος από άλλες, θα υπάρχει συνεχής ενημέρωση π.χ. για την απόσταση, τρόπο διέλευσης και τιμολόγηση του επόμενου σταθμού διοδίων, για πιθανά ατυχήματα σε κάποια σήραγγα με ενδεχόμενο κίνδυνο πυρκαγιάς, άρα αισθητή μείωση ταχύτητας για αποφυγή κυκλοφοριακής συμφόρησης, για κάποιο κομμάτι του δρόμου που ίσως να είναι κλειστό, άρα έξοδος από το επόμενο κόμβο, για τις τιμές βενζίνης στα πρατήρια καυσίμων των ΣΕΑ, τις ουρές στα καταστήματα εστίασης και την ποικιλία, προσφορές και τιμές προϊόντων, για τις θέσεις parking στους χώρους στάθμευσης και την λειτουργία των WC, κ.α.

Οι μεταφορές μπορούν να χαρακτηρισθούνένας από τους τομείς που μπορεί να εφαρμοσθεί σημαντικά ητεχνολογία RFID αλλά και πολλέςάλλεςτεχνολογίες του IoT.Τέτοιες εφαρμογές αποτελούνγια παράδειγμα η αναγνώριση των αυτοκινήτων από σημεία ελέγχου και η καλύτερη λειτουργία συστημάτων που έχουν σχέση με τις αποσκευές των χρηστών (π.χ. διαχείριση αποσκευών στα αεροδρόμια).

Στο χώρο των μαζικών μεταφορών θα ήταν δυνατό να ρυθμιστούν και νέασυστήματα τιμολόγησης χρήσης των υπηρεσιών. Τέτοιο παράδειγμα αποτελούν οι αυτόματες πληρωμές των εισιτηρίων κατά την είσοδο του επιβάτη στο κάθε μέσο. Πιο αναλυτικά κάτι τέτοιο θα ήταν δυνατό με τη χρήση του κινητού τηλεφώνου που θα έχει τις όλες τις κατάλληλες δυνατότητες δικτύωσης. Τέλος στα πλαίσια ενός ικανού και σύνθετου συστήματος μεταφορών, ανθρώπων ή και αγαθών, δημιουργείται η κατάλληλη υποδομή συνολικής παρακολούθησης της πορείας των μεταφορών, με σαφή προσανατολισμό την βελτιστοποίησή τους.

Εικόνα 3.4: RFID ετικέτα τοποθετημένη σε αυτοκίνητο, για την αυτόματη καταβολή φόρων σε ιδιωτικούς αυτοκινητόδρομους
[Πηγή: https://www.youtube.com/watch?v=wXohmYMmr7w]

Μια πολύ συνηθισμένη χρήση της τεχνολογίας, είναι η τοποθέτηση RFID ετικετών σε αυτοκίνητα (εικόνα 3.4)με σκοπό όταν χρησιμοποιούν ιδιωτικούς αυτοκινητόδρομους να χρεώνονται αυτόματα. Η ανίχνευση πραγματοποιείται συνήθως όταν ένα αυτοκίνητο περάσει από ένα σημείο ελέγχου (εικόνα 3.5), το οποίο είναι εφοδιασμένο με έναν αναγνώστη RFID και ο οποίος με τη σειρά του διαβάζει την ετικέτα RFID και ο ιδιοκτήτης του αυτοκινήτου χρεώνεται πιστωτικά (σχήμα 3.4).Βέβαια, χρησιμοποιούνται συνήθως ενεργητικές ετικέτες RFID εφόσον υπάρχει σχετικά μεγάλη απόσταση μεταξύ της ετικέτας και του αναγνώστη RFID.

Σχήμα 3.4: Τρόπος λειτουργίας αυτόματου συστήματος πληρωμής διοδίων
[Πηγή:https://www.youtube.com/watch?v=wXohmYMmr7w]

Τα οφέλη που αποφέρει αυτή η εφαρμογή αυτή αποτελούνκατά βάση μείωση του χρόνου διόδου των αυτοκινήτων από τα σημεία ελέγχου και η μείωση του ανθρώπινου δυναμικού,καθώς πλέον η πληρωμή γίνεται αυτόματα. Στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής η χρήση τέτοιων συστημάτων έχει ήδη εφαρμοστεί σε μεταφορικά τρένα, για την ταυτοποίηση των πραγμάτων πουμεταφέρουν αλλά επίσης και σε μεγάλο αυτοκινητόδρομο του Dubai, στα ΗνωμέναΑραβικά Εμιράτα (το συγκεκριμένο σύστημα ονομάζεται Salik).

Εικόνα 3.5: RFID συσκευές ανάγνωσης για την αυτόματη καταβολή φόρων σε αυτοκινητόδρομο
[Πηγή: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Salik_Toll_Gate.jpg]

3.2.1. Συστήματα Ευφυών Μεταφορών

Είναι γενικώς αποδεκτό, ότι το IoT αντιπροσωπεύει το μελλοντικό όραμα μίας καθολικής συνδεσιμότητας, που σταδιακά αρχίζει και αποκτά σάρκα και οστά. Στην προσπάθεια αυτή, καταλυτικό ρόλο παίζουν όλες οι τεχνολογίες που ήδη έχουν αναφερθεί και συντελούν στην παροχή λύσεων επίτευξης της επικοινωνίας των αντικειμένων μεταξύ τους. Στο κομμάτι της κυκλοφορίας και διαχείρισης των Οδικών Αξόνων, εμπλέκεται και ο τομέας των Οδικών Μεταφορών, ο οποίος είναι και ιδιαίτερα πολύπλοκος. Είναι απαραίτητη επομένως η χρήση τεχνολογιών που αποσκοπούν στη βελτίωση των συνθηκών μετακίνησης και την εξομάλυνση των ανεπιθύμητων συνεπειών στον άνθρωπο, το περιβάλλον και τις υποδομές μεταφορών.

Τα Συστήματα Ευφυών Μεταφορών (Intelligent Transport Systems – ITS), είναι ένας συνδυασμός τεχνολογιών πληροφόρησης και επικοινωνιών εφαρμοσμένων στον τομέα των μεταφορών, με στόχο την αποδοτικότερη, ασφαλέστερη και οικονομικότερη κυκλοφορία των πραγμάτων και των ατόμων. Η χρήση των Συστημάτων Ευφυών Μεταφορών είναι ιδιαίτερα διευρυμένη και αγγίζει πολλούς κλάδους. Τεράστια απήχηση συναντούν στον τομέα των οδικών μεταφορών.

3.2.2. MEDIA

Το project MEDIA έχει δημιουργηθεί για την διαλειτουργικότητα των ηλεκτρονικών διοδίων στην περιοχή των Άλπεων. Στο MEDIA συμμετέχουν οι φορείς διοδίων από Αυστρία (ASFINAG), Γαλλία (Group APRR), Ιταλία (Autostrade per l'Italia), Σλοβενία (DARS) και Ελβετία (OZD). Δημιουργήθηκε με σκοπό να βρεθεί μια πρακτική λύση σχετικά με την χρέωση βαρέων οχημάτων, που διέρχονται από τις παραπάνω χώρες. Το MEDIA έχει δημιουργήσει ένα κοινό συμβόλαιο ηλεκτρονικής χρέωσης και είναι βασισμένο στα αποτελέσματα των παρακάτω Ευρωπαϊκών έργων που χρηματοδοτήθηκαν από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή:

- CESARE I & II. Σκοπός αυτών των 2 έργων είναι να μελετηθεί,σε συνεργασία και με τους κατασκευαστές τέτοιων συστημάτων(CESARE Transaction Model), η διαλειτουργικότητα των συστημάτων ηλεκτρονικής συλλογής διοδίων στην Ευρώπη. Με άλλα λόγια, αναφέρεται στη διευκόλυνση συλλογής του διοδίου, με ένα ενιαίο τρόπο πληρωμής κατ' αναλογία με το σύστημα roaming των κινητών τηλεφώνων. Το έργο CESARE έφερε στο φως πολλαπλά προβλήματα ασυμβατότητας, ακόμα και σε εθνικό επίπεδο (π.χ. Ισπανία), όπου η ανεξέλεγκτη ανάπτυξη των συστημάτων αυτών χωρίς την εφαρμογή Ευρωπαϊκών standards, και συμφωνιών με άλλους οργανισμούς, οδήγησε σε μια Βαβέλ συστημάτων διαδικασιών.
- Το έργο PISTA υλοποίησε την πλήρη τεκμηρίωση του μοντέλου του CESARE II μέσω ενός μεγάλου πιλότου, που καλύπτει τη γεωγραφική περιοχή από Ισπανία, Νότια Γαλλία, Ιταλία και Ελλάδα. Στο πλαίσιο του PISTA, προβάλλονται τεχνικά τα αποτελέσματα του CESARE II.

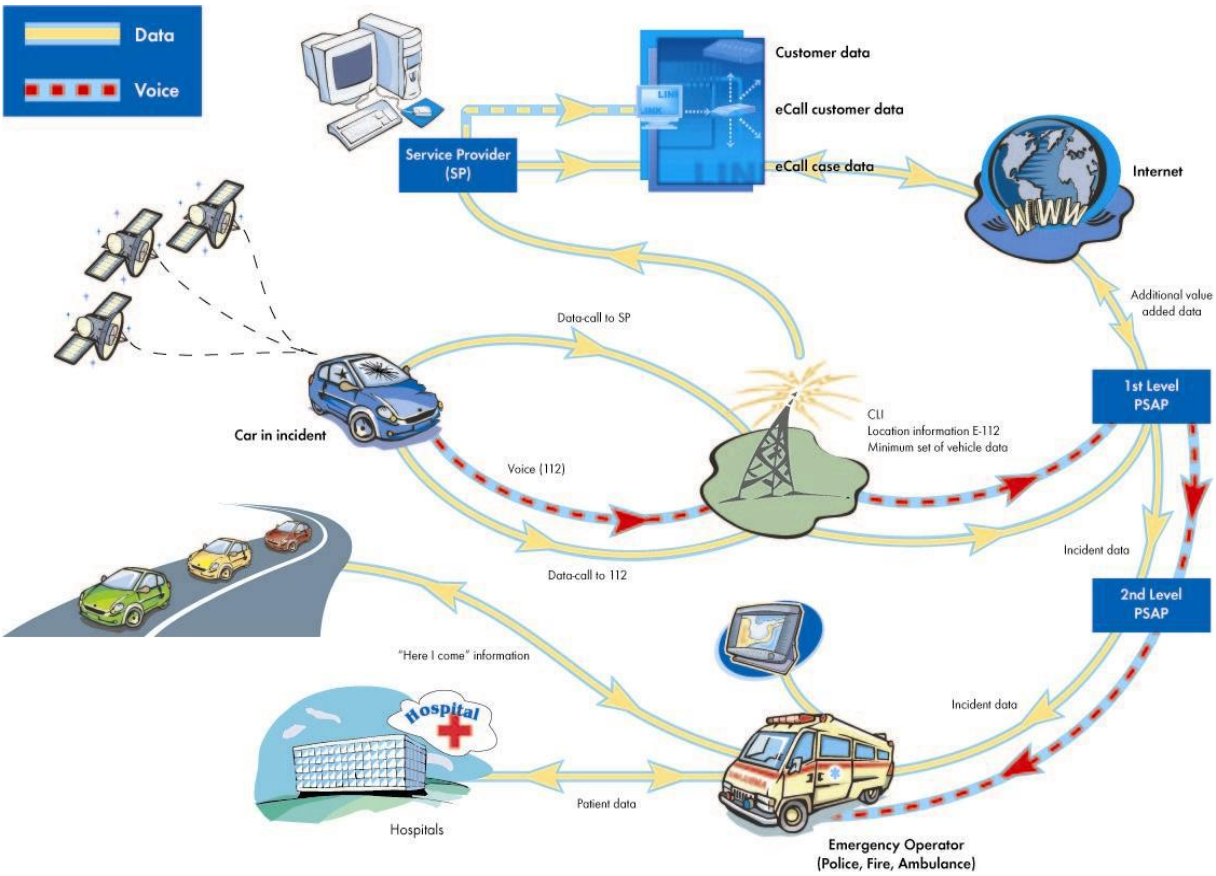
3.2.3E-Call

Το σύστημα e-Call, ενεργοποιείται αυτόματα μόλις οι αισθητήρες εντός του οχήματος διαπιστώσουν σοβαρή σύγκρουση. Στη συνέχεια, το σύστημα καλεί τον ευρωπαϊκό αριθμό έκτακτης ανάγκης 112, καθώς συνδέεται τηλεφωνικά με το αντίστοιχο κέντρο κλήσεων έκτακτης ανάγκης και προωθεί τα στοιχεία του ατυχήματος στις υπηρεσίες διάσωσης, όπως τον χρόνο του περιστατικού, την ακριβή θέση του συγκεκριμένου οχήματος και την κατεύθυνση κίνησης (σχήμα 3.5). Η e-Call κλήση μπορεί επίσης να ενεργοποιηθεί και χειροκίνητα, με το πάτημα ενός κουμπιού στο αυτοκίνητο, από έναν αυτόπτη μάρτυρα σοβαρού ατυχήματοςγια παράδειγμα. Η εγκατάσταση του συστήματος e-Call υπολογίζεται ότι θα κοστίσει λιγότερο από 100 ευρώ ανά νέο αυτοκίνητο. Για λόγους προστασίας της ιδιωτικής ζωής, το σύστημα e-Call δεν επιτρέπει την παρακολούθηση των οχημάτων, επειδή «κοιμάται» και δεν αποστέλλει κανένα σήμα προτού ενεργοποιηθεί από κάποια σύγκρουση.

Σήμερα είναι εγκεκριμένο το πρώτο μέτρο, για να κατοχυρωθεί ότι από το 2015, θα πραγματοποιούνται κλήσεις από το αυτοκίνητό στις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης, σε περίπτωση σοβαρού ατυχήματος. Η Επιτροπή Μεταφορών του ΕυρωπαϊκούΚοινοβουλίου, αποφάσισε όλα τα νέα μοντέλα αυτοκινήτων και ελαφρών οχημάτων από το 2015 και μετά να είναι εξοπλισμένα με το σύστημα e-Call. Σε περίπτωση σοβαρού ατυχήματος, το e-Call καλεί αυτομάτως τον ενιαίο ευρωπαϊκό αριθμό έκτακτης ανάγκης 112 και μεταδίδει στις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης την ακριβή θέση του οχήματος. Με σύσταση της Επιτροπής, που εγκρίθηκε στις 8 Σεπτεμβρίου 2011, τα κράτη μέλη καλούνται να εξασφαλίσουν, ότι οι εταιρίες κινητής τηλεφωνίας θα βελτιώσουν τις υποδομές τους, έτσι ώστε οι e-call κλήσεις να μεταβιβάζονται αποτελεσματικά στις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης.

Κάθε λεπτό είναι σημαντικό για να σωθούν ζωές, όταν καλούνται οι υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης σε τροχαία ατυχήματα. Ωστόσο, οι τραυματίες σε ένα ατύχημα δεν διαθέτουν πάντα τα ανακλαστικά ή τη φυσική ικανότητα για να καλέσουν αμέσως τις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης. Με τις συσκευές e-Call κλήσεων δίνεται λύση σε αυτό το πρόβλημα, ειδοποιώντας άμεσα τις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης, ακόμη και στην περίπτωση που ο οδηγός ή οι επιβάτες είναι αναίσθητοι, ή δεν είναι σε θέση να καλέσουν. Χάρη στην τεχνολογία, καθίσταται πιο ευκολότερη και γρηγορότερη η άφιξη των ομάδων έκτακτης ανάγκης κατά περίπου 40% στις αστικές περιοχές και κατά 50% στις αγροτικές. Με την ευρύτερη εγκατάστασή του, το σύστημα των e-call κλήσεων θα σώζει κάθε χρόνο εκατοντάδες ζωές στην Ευρώπη, και θα μειώσει τη σοβαρότητα των τραυματισμών σε δεκάδες χιλιάδες περιπτώσεις.

Σκοπός της Επιτροπής, είναι η υπηρεσία e-Call να έχει τεθεί σε πλήρη λειτουργία,έως το 2015 σε όλη την Ευρωπαϊκή Ένωση (καθώς και στην Κροατία, την Ισλανδία, τηΝορβηγία και την Ελβετία).ΤoeCall εφαρμόζεται πιλοτικά στη Φινλανδία, την Τσέχικη Δημοκρατία, τη Γερμανία, την Αυστρία και την Ιταλία, ενώ προς το παρόν η εγκατάσταση του eCall από τις δημόσιες αρχές, τις αυτοκινητοβιομηχανίες και τις εταιρείες κινητής τηλεφωνίας είναι εθελοντική.Επομένως, καλούνται όλα τα κράτη μέλη να εξασφαλίσουν ότι οι εταιρίες κινητής τηλεφωνίας θα χειρίζονται τις κλήσεις από συσκευές e-Call, όπως και τις λοιπές κλήσεις προς το 112. Στη σύσταση διατυπώνεται επίσης η υπόδειξη στα κράτη μέλη, να εξασφαλίσουν ότι οι εταιρίες κινητής τηλεφωνίας θα παρέχουν συστήματα για τον εντοπισμό των e-Call κλήσεων, ώστε να μπορούν να διαβιβάζονται σεκατάλληλα εξοπλισμένο τηλεφωνικό κέντρο έκτακτης ανάγκης.



Σχήμα 3.5: Αρχιτεκτονική E-call
[Πηγή:http://radyvnouzi.cz/ecall-automaticke-tisnove-volani-z-vozidel]

3.2.4. Πεδία Εφαρμογών Τεχνολογιών IoT στους Οδικούς Άξονες

Οι συνεχόμενη και ταχύτατηανάπτυξη της τεχνολογίας, έχει οδηγήσει στο να διευκολυνθεί κατά πολύ, συγκριτικά με το παρελθόν, η κυκλοφορία των οχημάτων στους οδικούς άξονες. Πλέον ένας οδηγός, επαγγελματίας ή όχι, εξοικονομεί χρόνο και χρήματα, αλλά κυρίως επωφελείται των ενημερώσεων που μπορεί να δεχτεί κατά την διάρκεια της μετακίνησης του. Επιπλέον, υπάρχει μεγαλύτερη ασφάλεια και σιγουριά.Σκοπός των IoTτεχνολογιώνείναι με την πάροδο του χρόνου να επιτευχθεί η ενσωμάτωση τους παντού αλλά κυρίως να υπάρχει η κατάλληλη υποδομή, έτσι ώστε τα πάντα να είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους και να επικοινωνούν, χωρίς να απαιτείται η ανθρώπινη παρέμβαση και καθοδήγηση. Η υλοποίηση της ιδεολογίας του IoT, σηματοδοτεί την λειτουργία ενός καναλιού αμφίδρομης επικοινωνίας μεταξύ των αντικειμένων, με την επακόλουθη βελτιστοποίηση των καθημερινών συνθηκών, σε πλήθος ανθρωπίνων δραστηριοτήτων.

Στην περίπτωση της διαχείρισης των οδικών αξόνων, βιώνοντας την εποχή του IoT, το όχημα και ο οδηγός του, ξεκινώντας, θα έχουν όλα τα προνόμια για να έχουν ένα άνετο, ασφαλές και όσο το δυνατόν συντομότερο και ξεκούραστο ταξίδι. Μέσω της τεχνολογίας RFID, της τεχνολογίας GPS αλλά και πλήθος άλλων, θα υπάρχει συνεχής ενημέρωση π.χ. για την απόσταση, τρόπο διέλευσης και τιμολόγηση του επόμενου σταθμού διοδίων, για πιθανά ατυχήματα σε κάποια σήραγγα με ενδεχόμενο κίνδυνο πυρκαγιάς, άρα αισθητή μείωση ταχύτητας για αποφυγή κυκλοφοριακής συμφόρησης, για κάποιο κομμάτι του δρόμου που ίσως να είναι κλειστό, άρα έξοδος από το επόμενο κόμβο, για τις τιμές βενζίνης στα πρατήρια καυσίμων των ΣΕΑ, τις ουρές στα καταστήματα εστίασης, τις προσφορές και τιμές προϊόντων, για τις θέσεις parking στους χώρους στάθμευσης και την λειτουργία των WC, κ.α.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι υποδομές και τα συστήματα που χρησιμοποιούν ήδη τις παραπάνω τεχνολογίες, καθώς επίσης και μελλοντικές εφαρμογές, με μεγαλύτερη ανάλυση όσον αφορά τα διόδια και συγκεκριμένα τα ηλεκτρονικά διόδια και τα τηλεδιόδια.

3.2.5. Ηλεκτρονικά Διόδια (E-Tolls)

Για την ηλεκτρονική συλλογή διοδίων από λωρίδα κυκλοφορίας με ή χωρίς τη χρήση μπάρας, η πληρωμή γίνεται χωρίς την ύπαρξη εισπράκτορα ενώ βέβαια χρειάζεται ειδικός εξοπλισμός εντοπισμού, κατηγοριοποίησης και χρέωσης των διερχομένων οχημάτων. Για την επίτευξη συλλογής χρημάτων, απαραίτητη είναι η χρήση μίας ή περισσότερων από τις ακόλουθες τεχνολογίες

- Τεχνολογία των μικροκυμάτων 5,8 GHz
- Ανίχνευση μέσω δορυφορικού συστήματος (GALLILEO)
- Κινητές επικοινωνίες (GSM –GPRS) .

Η χρέωση του τέλους διοδίων στα ηλεκτρονικά διόδια γίνεται με τους εξής δύο τρόπους, την προπληρωμή (prepaid) και μεταπληρωμή του τέλους διοδίων (postpaid).

Στην προπληρωμή τα μέσα που χρησιμοποιεί ο οδηγός είναι οι «έξυπνες» κάρτες (smartcards) και τα OBU (OnBoardUnits). Και τα δύο οι οδηγοί τα προμηθεύονται συνήθως από τις εταιρίες διαχείρισης διοδίων και προπληρώνονται για συγκεκριμένο αριθμό διελεύσεων. Οι έξυπνες κάρτες περιέχουν ένα «τσιπ» και με τη διέλευση του οχήματος, γίνεται η καταχώρηση και στη συνέχεια η χρέωση ηλεκτρονικά .Τα OBU είναι ειδικές συσκευές, οι οποίες τοποθετούνται στο αυτοκίνητο και με την διέλευση του οχήματος δίνουν σήμα στο ηλεκτρονικό σύστημα, εν συνεχεία γίνεται η καταχώρηση και η χρέωση επίσης ηλεκτρονικά. Χρησιμοποιώντας είτε το ένα είτε το άλλο μέσο, εμφανίζεται το υπόλοιπο του λογαριασμού κατά τη διάρκεια της συνδιαλλαγήςπρος ενημέρωση του χρήστη.Στην μεταπληρωμή (postpaid), ο χρήστης, μπορεί εναλλακτικά να χρησιμοποιήσει την πιστωτική του κάρτα και να πραγματοποιηθεί με αυτόν τον τρόπο η συνδιαλλαγή. Τα ηλεκτρονικά διόδια χρησιμοποιούνται στις περισσότερες χώρες του κόσμου.

3.2.6. Τηλεδιόδια

Τηλεδιόδια ορίζονται τα διόδια ηλεκτρονικής συλλογής χωρίς τη χρήση μπάρας (free flow) δηλαδή με ανεμπόδιστη διέλευση των χρηστών και χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τα ηλεκτρονικά συστήματα με πομποδέκτη και τα ηλεκτρονικά συστήματα χωρίς πομποδέκτη. Στα συστήματα αυτά οι χρήστες πληρώνουνανάλογα τη διανυόμενη απόσταση και την κατηγορία του οχήματος.

Τηλεδιόδια χρησιμοποιούνται στην Αμερική, στον Καναδά, στην Χιλή, στο Μεξικό και στην Αργεντινή.. Χώρες στην Ευρώπη όπου αυτή τη στιγμή χρησιμοποιούνται τηλεδιόδια, είναι η Αυστρία (για φορτηγά >3,5tn), Γερμανία (για φορτηγά >12tn), Ελβετία, Σλοβακία (για φορτηγά >3,5tn) και Πορτογαλία. Στην Ελλάδα είναι γνωστή η χρήση του e-pass στην Αττική Οδό αλλά και στους αυτοκινητοδρόμους της Μορέας ΑΕ, (Κόρινθος - Τρίπολη), καθώς επίσης και της Ολυμπίας Οδού, (Κόρινθος- Πάτρα). Επίσης υπάρχει και το TEO-PASS στα υπόλοιπα τμήματα του εθνικού οδικού δικτύου. Στον αυτοκινητόδρομο Εγνατία Οδός, δεν γίνεται ακόμα χρήση των ηλεκτρονικών λωρίδων, αν και υπάρχει η κατάλληλη υποδομή.

3.2.6.1. Ηλεκτρονικά συστήματα με χρήση πομποδέκτη

Αυτά τα συστήματα αποτελούνται από μια μικρή ηλεκτρονική συσκευή OBU, η οποία τοποθετείται στο όχημα και μπορεί να εντοπιστεί και να αναγνωστείμε χρήση ραδιοκυμάτων ή δορυφορικού εντοπισμού (GPS) σε ελεύθερη ροή οχημάτων, από συσκευές που βρίσκονται είτε από πάνω στον αυτοκινητόδρομο σε μεταλλικές ειδικές γέφυρες (gantries), είτε πλευρικά της οδού. Αυτά τα συστήματα εξαρτώνται από υποσυστήματα αυτόματης κατηγοριοποίησης των οχημάτων και καταγραφής εικόνας, που αποθηκεύουν τις εικόνες των οχημάτων και των πινακίδων κυκλοφορίας για χρήση σε ιδιαίτερες περιπτώσεις. Στην περίπτωση χρήσης τεχνολογίας μικροκυμάτων, υπάρχουν κάμερες τοποθετημένες σε μεταλλικές γέφυρες (gantries) που «διαβάζουν» τον αριθμό της πινακίδας του οχήματος, ενώ στην περίπτωση χρήσης τεχνολογίας δορυφορικού εντοπισμού, δεν απαιτούνται γέφυρες σήμανσης και ο εντοπισμός του οχήματος γίνεται απευθείας μέσω δορυφόρου. Για τις περιπτώσεις όπου υπάρχουν οχήματα που είτε δε φέρουν την ειδική συσκευή, είτε δεν διαθέτουν τις απαιτούμενες χρηματικές μονάδες τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή που χρησιμοποιούν την οδό, χρησιμοποιείται το μέσο αναγνώρισης της πινακίδας του οχήματος (ANPR), για τον εντοπισμό και τη φωτογράφηση των οχημάτων αυτών (καταγραφή παραβάσεων).

3.2.6.2. Ηλεκτρονικά συστήματα χωρίς χρήση πομποδέκτη

Σε αυτά τα συστήματα, δεν κρίνεται απαραίτητη η χρήση οποιουδήποτε εξοπλισμού (πομπών). Με την βοήθεια της τεχνολογίας αυτόματης αναγνώρισης του αριθμού κυκλοφορίας του οχήματος (ANPR) αλλά και με κάμερες τοποθετημένες σε σημεία ελέγχου ή/και σε κινητές θέσεις, πραγματοποιείται ο έλεγχος και η χρέωση. Κατά την αγορά της άδειας για χρήση του εκάστοτε οδικού δικτύου, καταγράφονται οι αριθμοί κυκλοφορίας των οχημάτων σε βάση δεδομένων Η/Υ και κάθε φορά που το σύστημα καταγράφει ένα όχημα να διέρχεται από την περιοχή χρέωσης, ελέγχει αν ο αριθμός κυκλοφορίας είναι εγγεγραμμένος στη βάση δεδομένων και στησυνέχεια αν ο οδηγός έχει πληρώσει.

3.2.6.3. Σήραγγες

Η χρήση των τηλεματικών εφαρμογώνμέσα στις σήραγγες εξασφαλίζει την κυκλοφορία των χρηστών με ασφάλεια. Τηλεματικής εφαρμογές είναι όλες εκείνες τις υπηρεσίες μέσω των οποίων μπορούμε να αποστείλουμε και να λάβουμε κάθε φύσης πληροφορίες. Οι πληροφορίες μεταδίδονται μέσω τηλεόρασης, υπολογιστή ή άλλων ειδικών συσκευών και μπορεί να είναι ακουστικές, οπτικές, εικόνας ή κειμένου.. Οι εφαρμογές αυτές, μεταφέρουν πληροφορίες για τηνδιαχείριση της κυκλοφορίας, για τον έλεγχο της κυκλοφορίας (κάμερες, ανιχνευτές, μετρητές, τηλέφωνα κλπ.) και των εγκαταστάσεων (Η/Μ εγκαταστάσεις σηράγγων, πυρανίχνευση κλπ.), για την μετάδοση πληροφοριών στους οδηγούς (με πινακίδες δυναμικής σήμανσης – VMS κλπ.) και για μετάδοση πληροφοριών στους εμπλεκόμενους φορείς λειτουργίας τηςοδού (τροχαία, ΕΚΑΒ, υπηρεσίες συντήρησης της οδού), κατά μήκος του οδικού άξονα.

Υπάρχει ο βασικός δίαυλος ροής πληροφοριών, (καλώδια οπτικών ινών,) και σχηματίζεται και το δίκτυο επικοινωνιών κορμού. Αυτό αποτελείται από την τηλεπικοινωνιακή υποδομή του βασικού διαύλου (οπτικές ίνες, ασύρματες ζεύξεις κλπ.), και τους κατάλληλους τηλεπικοινωνιακούς κόμβους δεδομένων (data nodes), οι οποίοι βρίσκονται κατανεμημένοι στο πεδίο και στους οποίους εισέρχονται και εξέρχονται τα δεδομένα από και προς τις πηγές παραγωγής/κατανάλωσης πληροφοριών πάνω στον άξονα (π.χ. συσκευές συλλογής πληροφορίας, πινακίδες κλπ.).Το δίκτυο αυτό ελέγχει την κατάσταση των σηράγγων και ενημερώνει μέσω τουκέντρου τους χρήστες. Εαν γίνεται χρήση των RFID tags, οι πληροφορίες αυτές θα πηγαίνουν κατευθείαν στον οδηγό με το που θα πλησιάζει, θα διαβάζει τα δεδομένα και θα κινείται ανάλογα.

Η εταιρία Siemens μελέτησε τις δυνατότητες ανάπτυξης των νέων τεχνολογιών για να μειώσει τον κίνδυνο ή και τις συνέπειες της πυρκαγιάς της σήραγγας. Το σύστημα εντοπίζει τα τμήματα των φορτηγών που είναι ιδιαίτερα ζεστά, όπως τα φρένα, ένα σύστημα RFID συλλέγει πληροφορίες σχετικά με το περιεχόμενο των φορτηγών που μεταφέρουν επικίνδυνα εμπορεύματα πριν εισέλθουν στη σήραγγα και μεταφέρει αυτές τις πληροφορίες στο κέντρο ελέγχου σήραγγας, έτσι ώστε η πυροσβεστική υπηρεσία να είναι έτοιμη σε περίπτωση της πυρκαγιάς.

Η Siemens Corporate Technology, έχει πλέον αναπτύξει μια λύση που εντοπίζει πιθανούς κινδύνους πριν από τη σήραγγα. Επειδή τα πλακάτ των φορτηγών που μεταφέρουν επικίνδυνα εμπορεύματα, σε κακές καιρικές συνθήκες, δεν είναι ευανάγνωστα οι ερευνητές ανέπτυξαν RFID tags που μεταδίδουν με ακρίβεια πληροφορίες, σχετικά με το φορτίο στον αναγνώστη που βρίσκεται πριν από τη σήραγγα. Με τη βοήθεια ειδικών αλγορίθμων, αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί και καθώς το φορτηγό αναπτύσσει υψηλή ταχύτητα. Το σύστημα χρησιμοποιεί battery-powered, active RFID tags, εξαιτίας του απαιτούμενο εύρους των 50 μέτρων. Για την εξοικονόμηση ενέργειας, τα RFID tags ενεργοποιούνται κατόπιν απαίτησης των αναγνωστών. Οι προγραμματιστές έχουν επίσης βελτιστοποιήσει τα πρωτόκολλα επικοινωνίας, έτσι ώστε να αποφευχθεί η υποκλοπή και η τροποποίηση των δεδομένωνμέσω του κρυπτό-chip που αναπτύχθηκε από τη Siemens Corporate Technology. Το chip έχει βελτιστοποιηθεί για γρήγορη μεταφορά δεδομένων και χαμηλή κατανάλωση ενέργειας. Η Siemens Corporate Technology (CT), έχει πλέον αναπτύξει μια λύση που εντοπίζει πιθανούς κινδύνους πριν από τη σήραγγα. Το σύστημα χρησιμοποιεί βίντεο και θερμική απεικόνιση, για να καθορίζει εάν ορισμένα τμήματα των φορτηγών όπως οι τροχοί, τα φρένα, ή ο κινητήρας έχουν επικίνδυνα υπερθερμανθεί.

Το Λογισμικό επεξεργασίας εικόνων, αρχικά προσδιορίζει το όχημα και το καταγράφει π.χ. ως ένα φορτηγό. Στη συνέχεια, το πρόγραμμα δημιουργεί ένα μοντέλο του φορτηγού και μαρκάρει τα στοιχεία του οχήματος που πρέπει ναελεγχθούν. Το λογισμικό επικαλύπτει το βίντεο και τις θερμικές εικόνες και με τη βοήθεια των δεδομένων που αναφέρονται στην επιτρεπόμενη θερμοκρασία διανομής μεταξύ των στοιχείων, μπορεί και προσδιορίζει τα υπερθερμενόμενα τμήματα. Καιταδύοσυστήματαέχουναναπτυχθείωςμέροςτου SKRIBT (German acronym for “Protection of Critical Bridges and Tunnels on Roads”). Έχουν γίνει δοκιμές των συστημάτων και αναμένεται η εφαρμογή τους.

3.2.6.4. Πινακίδες Μεταβλητών Μηνυμάτων

Απαραίτητη δεν παύει να είναι η άμεση πληροφόρηση των οδηγών των αυτοκινητοδρόμων και των εθνικών οδών σχετικά με τις κυκλοφοριακές συνθήκες που επικρατούν, όπως ατυχήματα, ειδικές έκτακτες μεταφορές - μετακινήσεις, έργα σε εξέλιξη, μεγάλη κυκλοφοριακή ροή, μετεωρολογικές συνθήκες (βροχή, χιόνι, ολισθηρότητα κλπ.)

Οι πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων (VMS) χρησιμοποιούνταιγια τη μέγιστη ασφάλεια των οδηγών και αποτελούνται από οθόνες που μπορούν να απεικονίζουν γράμματα, αριθμούς και σύμβολα, συνθέτοντας τα προκαθορισμένα μηνύματα, τοποθετούνται συνήθως επάνω από την οδό. Η προβολή και οι αλλαγές των μηνυμάτων στις πινακίδες (VMS) είναι δυνατόν να γίνουν εύκολα μέσω modem ή μόνιμης σειριακής γραμμής Rs485 ή μέσω κινητού τηλεφώνου και ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή. Οι πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων (VMS) είναι κατασκευασμένες σύμφωνα με τον ευρωπαϊκό κανονισμό EN 12966 και είναι απόλυτα στεγανές με περίβλημα αλουμινίου ή ανοξείδωτο.

Οι πινακίδες VMS επικοινωνούν με όλο το οδικό δίκτυο και τις υποδομές του μέσω της τεχνολογίας RFID, και ανταλλάσσουν πληροφορίες, των οποίων αποδέκτης είναι ο οδηγός του οχήματος. Οι πινακίδες αυτές, συντελούν στη διαβίβαση χρήσιμων πληροφοριών για τους οδηγούς, διατηρούν τα επίπεδα στρες χαμηλότερα, και συμβάλουν στις καλύτερες αποφάσεις κατά την οδική συμπεριφορά.

3.2.6.5. Επικοινωνία μεταξύ οχημάτων

Χάρη στην ύπαρξη αισθητήρων στους μηχανισμούς κίνησης των αυτοκινήτων, τρένων, λεωφορείων και RFID ετικετών στο οδικό δίκτυο, αποφεύγονται οι συγκρούσεις και γίνεται εφικτή η παρακολούθηση της κυκλοφορίας ή ακόμη και της μεταφοράς επικίνδυνων υλικών. Επίσης, αυτόματα μπορεί να ενημερώνονται τα οχήματα για πληροφορίες κίνησης ή ακόμα και εναλλακτικών διαδρομών. Η υλοποίηση βέβαια μιας τέτοιας διαδικασίας εξαιτίας της ανομοιογένειας του περιβάλλοντος είναι πολύ δύσκολη αν και μελετάται ένας τρόπος αρχιτεκτονικής όπου όλες οι οντότητες μπορούν να επικοινωνούύνμεταξύ τους και τα εμπόδια να ξεπεραστούν. Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζονταιδύο συνεργαζόμενα αυτοκίνητα, όπου το δεύτερο ενημερώνεται από το πρώτο για την ύπαρξη κόκκινου σηματοδότη.

3.3 Αυτοκίνηση

Πέρα από τις μαζικές μεταφορές, εφαρμογές ενδέχεται να υπάρξουν και στο χώρο της αυτοκίνησης. Ήδη πολλές αυτοκινητοβιομηχανίες εξοπλίζουν τα οχήματά τους με καινοτόμα συστήματα που βοηθούν τους οδηγούς και τους επιβαίνοντες, να έχουν πιο ασφαλείς και ποιοτικές διαδρομές.

3.3.1 SmartKeys

Τα ηλεκτρονικά κλειδιά μηχανής (smart keys/smart start) στα αυτοκίνητα Toyota και Lexus από τα μοντέλα του 2004 είναι τεχνολογίας RFID. Τα smartphones, μαζί με τη νέα μόδα των wearables, δηλαδή των έξυπνων ρολογιών (εικόνα 3.6), είναι κατά τους ειδικούς ένας νέος συνδυασμός που θα γνωρίσει μεγάλη διείσδυση πολύ σύντομα. Οι δυνατότητες θα είναι τόσο μεγάλες που σε πρώτη φάση θα αντικαταστήσουν τα κλειδιά με την τοποθέτηση ενός εξωτερικού τσιπ στο κινητό του οδηγού, μέσω του οποίου θα κλειδώνουν και θα ξεκλειδώνουν οι πόρτες, ενώ θα υπάρχει και η δυνατότητα εκκίνησης του κινητήρα. Οι συσκευές αυτες αναγνωρίζουν την παρουσία του κατόχου του αυτοκινήτου από απόσταση 1 μέτρου από τον αναγνώστη (sensor). Ο οδηγός μπορεί να ανοίξει την πόρτα και την μηχανή ενώ το κλειδί παραμένει στην τσέπη του.

Εικόνα 3.6: Έξυπνο ρολόι
[Πηγή: http://www.karoto.gr/static/media/2015/04/CAR-KEYS-THE-END-2.jpg]

Εν συνεχεία θα υπάρχει επικοινωνία του αυτοκινήτου με τη φορητή συσκευή πάντα μέσω του κλειδιού, τέτοια συστήματα υπάρχουν ήδη σε εξεζητημένες εκδόσεις Volvo ή BMW, με ενσωματωμένη και μία μικρή οθόνη αφής- προκειμένου ο οδηγός να μπορεί να ελέγξει για παράδειγμα την αυτονομία ή να ενεργοποιήσει το σύστημα κλιματισμού (εικόνα 3.7).Όταν η διαδικασία ασφάλισης και απασφάλισης θα είναι πλήρως ψηφιακή και οι server που την εξυπηρετούν απολύτως ασφαλείς από παραβιάσεις, τότε θα ακολουθήσει πλήρης κατάργηση του κλειδιού. Σε αυτή την φάση θα μπορεί κανείς να προγραμματίσει και κάποιες από τις λειτουργίες και δυνατότητες του αυτοκινήτου όπως την τελική ταχύτητα και την ένταση του ηχοσυστήματος (Ford MyKey) σε περίπτωση που χρησιμοποιείται από νέους οδηγούς ή δίνεται σε κάποιον τρίτο.

Εικόνα 3.7: SmartKey
[Πηγή: http://www.motoringfile.com/2015/02/14/is-this-the-future-of-the-key/]

3.3.2 Σύστημα Υποβοήθησης Στάθμευσης

Το συγκεκριμένο σύστημα διευκολύνει τη διαδικασία στάθμευσης ειδικά στα μεγάλα αστικά κέντρα. Όταν το εμπρός ή το πίσω μέρος του αυτοκινήτου πλησιάζει προς ένα άλλο ήδη παρκαρισμένο αυτοκίνητο ή κάποιο άλλο εμπόδιο ακούγεται ένας εύηχος τόνος. Όσο η απόσταση ανάμεσα στον προφυλακτήρα και το εμπόδιο μειώνεται τόσο η συχνότητα του ηχητικού σήματος αυξάνεται προειδοποιώντας τον οδηγό, ενώ όταν η απόσταση έχει μειωθεί οριακά τότε ο ήχος σημάνει συνεχόμενος. Το σύστημα ενεργοποιείται σε απόσταση 1 έως 1,5 μέτρα από το εμπόδιο.Το σύστημα αυτό βασίζεται σε αισθητήρες υπερήχων οι οποίοι «διαβάζουν» την καθυστέρηση της επιστροφής του σήματος που οι ίδιοι αποστέλλουν.

Πριν από μερικά χρόνια, το Nissan Primera αναβάθμισε τα δεδομένα καθώς στον εξοπλισμό του περιλάμβανε ένα ανάλογο σύστημα το οποίο μάλιστα διέθετε και κάμερα οπισθοπορείας. ο οδηγός μπορούσε να ελέγξει την περιοχή γύρω από τον πίσω προφυλακτήρα και να παρκάρει εύκολα, γρήγορα και χωρίς άγχος, χάρη στην οθόνη που περιέχει στην κεντρική κονσόλα. Αργότερα, εμφανίστηκαν ανάλογα συστήματα τα οποία διέθεταν μέχρι και έγχρωμη οθόνη. Ένα από τα πιο εξελιγμένα τοποθετείται στο Q7, στο πρώτο μεγάλο SUV της Audi, το οποίο έχει την ικανότητα να υπολογίζει και να δείχνει τον χώρο και τις «γραμμές» που πρέπει να ακολουθήσει ο οδηγός για να παρκάρει(εικόνα 3.8).

Εικόνα 3.8: Intelligent Parking Assist
[Πηγή: http://www.caroto.gr/static/media/2009/03/f28_resize_resize.jpg]

Το Prius της Toyota, ένα γνωστό υβριδικό μοντέλο,είναι εξοπλισμένο με το σύστημα IPA (Intelligent Parking Assist). Ειδικοί αισθητήρες που έχουν τοποθετηθεί στους προφυλακτήρες σε συνδυασμό με μία κάμερα στο πίσω μέρος προσφέρουν τις σχετικές πληροφορίες σε μία ηλεκτρονική μονάδα που κανονίζει την διαδικασία στάθμευσης. Ο οδηγός δεν έχει παρά να ευθυγραμμίσει παράλληλα το όχημα με το ήδη παρκαρισμένο αυτοκίνητο που βρίσκεται εμπρός από την θέση στάθμευσης, να επιλέξει την όπισθεν και να πατήσει τον διακόπτη στο ταμπλό με την ένδειξη IPA.

Κατόπιν, δίνει στο IPA να καταλάβει που βρίσκεται η θέση στάθμευσης ακουμπώντας το δάχτυλό του στην οθόνη αφής, επιλέγει αν θα παρκάρει κάθετα ή παράλληλα και στην επόμενη φάση το τιμόνι του Prius αρχίζει να περιστρέφεται αυτόματα καθώς το αυτοκίνητο παρκάρει από μόνο του. Το μόνο που πρέπει να κάνει ο οδηγός είναι να έχει το πόδι του πάνω από το πεντάλ του φρένου για να ρυθμίζει την ταχύτητα και το πότε το αυτοκίνητο θα σταματήσει. Στην περίπτωση που ο οδηγός ακουμπήσει το τιμόνι τότε σταματά η όλη διαδικασία. Πρόκειται για ένα απλό σύστημα που συνεργάζεται και με την ηλεκτρική υποβοήθηση του τιμονιού, με τον αισθητήρα yaw (περιστροφής), με τους αισθητήρες επιτάχυνσης και γωνίας και με τον εγκέφαλο του υβριδικού συστήματος.

3.3.3 ACCStop&Go

Το σύστημα ACC (adaptive cruise control) συνήθως λειτουργεί με έναν αισθητήρα ραντάρ και διατηρεί μια απόσταση ασφαλείας από το προπορευόμενο όχημα, ακόμη και σε πυκνή κυκλοφορία (εικόνα 3.9). Επιταχύνοντας και επιβραδύνοντας αυτόματα, το σύστημα προσαρμόζει την ταχύτητα του οχήματος ανάλογα με την κυκλοφοριακή κίνηση ενώ εξασφαλίζει μια άνετη διαδρομή εξοικονομώντας καύσιμα. Το σύστημα αυτό μπορεί να ακινητοποιήσει πλήρως το όχημα και να το εκκινήσει ξανά μόλις η κυκλοφοριακή κίνηση αραιώσει.

Εικόνα 3.9: Stop&Go
[Πηγή:http://www.bosch-presse.de/presseforum/details.htm?txtID=6962&locale=en]

3.3.4 Σύστημα αναγνώρισης οδικής σήμανσης

Μια κάμερα διαβάζει τις πινακίδες σήμανσης και παρουσιάζει τις σχετικές πληροφορίες μέσω συμβόλων στην οθόνη του αυτοκινήτου. Με αυτόν τον τρόπο η οδήγηση γίνεται ευκολότερη. Η Bosch ανέπτυξε επίσης αντίστοιχη εφαρμογή για κινητά τηλέφωνα. Η εφαρμογή “myDriveAssist” χρησιμοποιεί την ενσωματωμένη κάμερα του smartphone για να διαβάζει τις πινακίδες οδικής σήμανσης.

3.3.5 Σύστημα ειδοποίησης εκτροπής λωρίδας

Το συγκεκριμένο σύστημα συνδυάζει τρία επιμέρους: Το σύστημα ειδοποίησης εκτροπής λωρίδας αποτρέπει τα ατυχήματα προειδοποιώντας τον οδηγό μέσω δόνησης του τιμονιού. Το σύστημα διατήρησης λωρίδας επαναφέρει ομαλά το όχημα όταν αυτό πλησιάζει τα όρια της λωρίδας. Το σύστημα αλλαγής λωρίδας ελέγχει τη γύρω περιοχή πίσω από το όχημα και προειδοποιεί τον οδηγό μέσω ενδεικτικής λυχνίας πάνω στον πλαϊνό καθρέφτη, σε περίπτωση που άλλο όχημα πλησιάζει με μεγάλη ταχύτητα ή βρίσκεται ήδη στη «τυφλή» γωνία.

3.3.6 Σύστημα αυτόματης πέδησης έκτακτης ανάγκης

Οι οπίσθιες συγκρούσεις συγκαταλέγονται στα χειρότερα ατυχήματα στον δρόμο, ιδίως όταν σε αυτά εμπλέκονται πεζοί ή ποδηλάτες. Το αυτόματο σύστημα πέδησης έκτακτης ανάγκης μπορεί να αποσοβήσει ή τουλάχιστον να μετριάσει τις συνέπειες. Όταν εντοπίζεται πιθανό εμπόδιο, το σύστημα προετοιμάζει το όχημα για έκτακτη πέδηση ή την εφαρμόζει αυτόματα, σε περίπτωση που ο οδηγός δεν αντιδράσει. Τα οφέλη του συστήματος είναι ήδη αναγνωρίσιμα: το 72% του συνόλου των οπίσθιων συγκρούσεων στη Γερμανία θα μπορούσε να είχε αποφευχθεί, αν όλα τα οχήματα διέθεταν το συγκεκριμένο σύστημα.

3.3.7 Σύστημα έξυπνης υποβοήθησης προβολέων

Κατή τη νυχτερινή οδήγηση ή κατά την οδήγηση εντός σήραγγας, το σύστημα ενεργοποιεί και απενεργοποιεί τους προβολείς χαμηλής σκάλας αυτόματα, αναλόγως την περίπτωση. Επιπλέον, αν το σύστημα δεν εντοπίσει οχήματα στο οπτικό του πεδίο, ενεργοποιεί και τους προβολείς υψηλής σκάλας, δεδομένου ότι το όχημα δεν βρίσκεται σε κατοικημένη περιοχή. Ακόμη, το σύστημα προσαρμόζει συνεχώς τους προβολείς στην πορεία του δρόμου και εναλλάσσει αυτόματα μεταξύ υψηλής και χαμηλής σκάλας, εξασφαλίζοντας τον καλύτερο δυνατό φωτισμό χωρίς να τυφλώνει τους άλλους οδηγούς.

3.3.8 Σύστημα ανίχνευσης υπνηλίας

Η υπνηλία, η μειωμένη συγκέντρωση και η κόπωση κατά την οδήγηση είναι άκρως επικίνδυνες καταστάσεις και μπορεί να προκαλέσουν πολλά ατυχήματα. Ενδεικτικά σημάδια που μπορούν να ανιχνευτούν εγκαίρως είναι ότι οι κουρασμένοι και αφηρημένοι οδηγοί συνήθως στρίβουν με μικρότερη ακρίβεια και κάνουν μικρές διορθωτικές κινήσεις πολύ πιο συχνά. Το σύστημα ανίχνευσης υπνηλίας της Bosch αναλύει διαρκώς τους χειρισμούς του οδηγού χρησιμοποιώντας έναν αισθητήρα γωνίας τιμονιού για να εντοπίσει τα σημάδια κόπωσης. Το σύστημα επίσης καταγράφει απότομες κινήσεις του τιμονιού και λαμβάνοντας υπόψη και άλλους παραμέτρους (όπως η διάρκεια οδήγησης και η ώρα την εκάστοτε χρονική στιγμή), μπορεί να αναγνωρίσει προειδοποιητικά σημάδια κόπωσης. Τότε στέλνει ένα ηχητικό ή οπτικό σήμα στον οδηγό ενημερώνοντάς τον να κάνει ένα διάλειμμα.

3.4 Υγεία

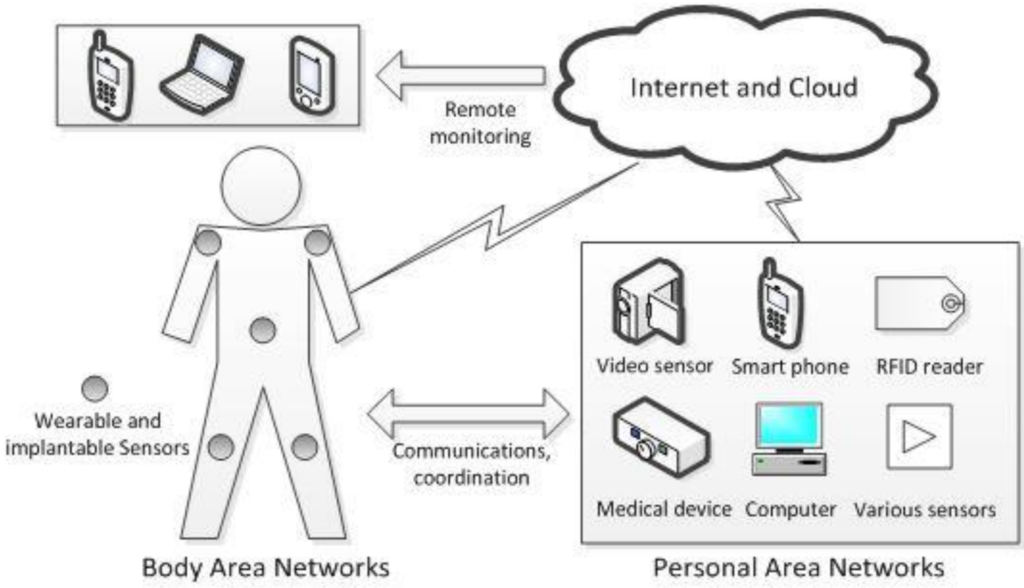
Ένας ακόμη κλάδος που αναμένεται να επηρεαστείμε την εφαρμογή του IoT, είναι αυτός των υπηρεσιών υγείας. Οι κύριοι τομείς εφαρμογής αφορούν φυσικά την νοσοκομειακή περίθαλψη, καθώςκαι την χρήση φαρμάκων και γενικώς ιατρικών σκευασμάτων. Αρχικά μια από τις εφαρμογές που θαμπορούσε να υλοποιηθεί, είναι η παρακολούθηση των ασθενών μέσω ενός ενοποιημένου συστήματος, που θα μπορεί να συνδέει το ιστορικό, την φαρμακευτική αγωγή και την πορεία τους σε ενδονοσοκομειακό περιβάλλον ή όχι. Τέτοιου τύπου εφαρμογές, θα μπορούσαν να φανούν ιδιαίτερα χρήσιμες, όταν ο παράγοντας του χρόνου είναι κρίσιμος για την λήψη ιατρικών αποφάσεων. Πιο συγκεκριμένα, στην εποχή του IoT, ιατρικά δεδομένα που αφορούν τον ασθενή θα είναι άμεσα προσβάσιμα σε περίπτωση ανάγκης από τους θεράποντες ιατρούς. Αυτό θα καταφέρει να προστατεύσει τους ασθενείς από έκτακτα συμπτώματα χρόνιων παθήσεων και να μειώσει τον απαιτούμενο χρόνο διάγνωσης. Επίσης πρέπει να επισημανθεί ότι μικροκάμερες στο μέγεθος χαπιού, έχουν ήδη καταφέρει να εισχωρήσουν στο ανθρώπινο σώμα, για να δείξουν τα ασθενικά ή μη σημεία του.

Το IoTπροτίθεται να βελτιώσει την ποιότητα ζωής των ανθρώπων καθιστώντας αυτόματα μερικές από τις εργασίες που ο άνθρωπος πρέπει να εκτελέσει. Ως εκ τούτου, η λήψη αποφάσεων και ο έλεγχος των διαφόρων διεργασιών μετατίθεται από τον ανθρώπινο παράγοντα στις μηχανές. Μια από τις βασικές εφαρμογές του IoTστον τομέα της υγείας αποτελεί η τοποθέτηση αισθητήρων στον ιατρικό εξοπλισμό που χρησιμοποιείται από τους ασθενείς. Οι πληροφορίες που συλλέγονται από τους αισθητήρες αυτούς διατίθενται σε βάση δεδομένων προσβάσιμη από τους ιατρούς και την οικογένεια του ασθενούς, με σκοπό την επιτυχία της θεραπείας. Επιπροσθέτως, οι συσκευές IoTμπορούν να χρησιμοποιηθούν στην αξιολόγηση της συνιστόμενης θεραπείας αλλά και του κινδύνου που ενέχει αυτή λόγω πιθανών παρενεργειών κάποιων φαρμάκων.

3.4.1 Εφαρμογές στη Νοσοκομειακή Περίθαλψη

Οι πιο σημαντικές εφαρμογές των τεχνολογιών του Μελλοντικού Διαδικτύου στηνοσοκομειακή περίθαλψη αφορούν κυρίως τα Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων(WSNs). Ήδη έχουν αρχίσει να εφαρμόζονται σε νοσοκομείαπολλά συστήματα, ένα απ’ αυτά είναι και το AlarmNet, το οποίο αναπτύχθηκε από το

Πανεπιστήμιο της Virginia των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής και θα αναλυθεί παρακάτω. Τα Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων μπορούν να εισαχθούν, χωρίς κάποιο ιδιαίτερο κόστος, στις νοσοκομειακέςεγκαταστάσεις ακόμη και χωρίς την χρήσηυπολογιστικών συσκευών. Οι αισθητήρες χρησιμοποιούνται συνήθως για την παρακολούθηση των ζωτικών λειτουργιών των ασθενών την καταγραφή μετρήσεων, την παρακολούθηση τωνσυνθηκών του περιβάλλοντος των χώρων του νοσοκομείου και την ειδοποίηση σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης τουιατρικού και νοσηλευτικού προσωπικού (σχήμα 3.6).



Σχήμα 3.6: Γενική δομή ενός νοσοκομειακού συστήματος, με τη χρήση Ασύρματου Δικτύου Αισθητήρων (WSN)
[Πηγή:https://www.comp.hkbu.edu.hk/v1/proj/hkpfs/yw/1/]

Στην παραπάνω εικόνα μπορούμε να διακρίνουμε τα εξής δομικά στοιχεία:

Αισθητήρες Λειτουργιών Σώματος

Αυτοί τοποθετούνται στα σώματα των ασθενών με σκοπό να καταγράφονται οι σωματικές λειτουργίες, όπως οι παλμοί τηςκαρδιάς, επίπεδα οξυγόνου, επίπεδα γλυκόζης στο αίμα, κτλ. Οι αισθητήρες αυτοί προσαρμόζονται όσον αφορά τις μετρήσεις τους στις ανάγκες του εκάστοτε ασθενή. Έτσι για παράδειγμα το προσωπικό ειδοποιείται όταν μία μέτρηση είναι σημαντική για τον συγκεκριμένο ασθενή ήόταν χρειάζεταινα λάβει κάποιο φάρμακο. Το Ασύρματο

Δίκτυο Αισθητήρων περιλαμβάνει αυτούς τους αισθητήρες, οι οποίοι μεταφέρουν τα δεδομένα τους σεάλλες συσκευές ή δίκτυα μέσω ενός κόμβου-εξόδου (Gateway node).Επίσης ο ασθενής είναι συνδεδεμένος με όργανα τα οποία λαμβάνουν δεδομένα τα οποία μπορούν να αποσταλούν σε μέλη του ιατρικούκαι νοσηλευτικού προσωπικού μέσω κινητών τηλεφώνων ή PDAs, σε υπολογιστέςκαι προγράμματα του εσωτερικού δικτύου του νοσοκομείου, σε βάσεις δεδομένωνπρος αποθήκευση των καταγραφών, κτλ.

Αισθητήρες περιβαλλοντικών συνθηκών

Οι αισθητήρες αυτοίτοποθετούνται κυρίως στα δωμάτια των ασθενών αλλά και γενικώς στουςχώρους του νοσοκομείου για να καταγράφουν μετρήσεις σχετικά με την θερμοκρασία, την σκόνη, τα επίπεδα φωτισμού, οξυγόνου, κτλ. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθούν αισθητήρες κίνησης, οι οποίοι θα ελέγχουν ασθενείς με κινητικά ή άλλαπαρόμοια προβλήματα. Η χρήση αυτών των αισθητήρων αποτελεί μία αποδοτική λύσηγια την παρακολούθηση των χώρων του νοσοκομείου λόγω του μικρού τους κόστους και μεγέθους, καθώς και τηςμικρής κατανάλωσης ενέργειας.

Βάσεις Δεδομένων και προγράμματα ανάλυσης

Τα δεδομένα από τιςκαταγραφές των αισθητήρων αποθηκεύονται σε βάσεις δεδομένων, αλλά και με τη βοήθεια προγραμμάτων ανάλυσηςκρατούν αυτόματα, στατιστικά στοιχεία και χρήσιμες μετρήσεις. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την μείωση του κόστους λειτουργίας του νοσοκομείου, αφού πολλές, αν όχι όλες, απόαυτές τιςδιαδικασίες γίνονται από μέλη του προσωπικού (π.χ. διαχείρισηφακέλων ασθενών, δημιουργία ευρετηρίων, κτλ.).

Προγράμματα Διεπαφών Χρηστών

Τα προγράμματα αυτά μεταφέρουν πληροφορίες από τις καταγραφές των μετρήσεων σε γιατρούς, νοσηλευτές, ακόμη και στους συγγενείς του ασθενούς. Ανάλογα με τον βαθμόπρόσβασης στο σύστημα του κάθε χρήστη, αυτός μπορεί να αλληλεπιδράσειμε τοιατρικό ιστορικό των ασθενών και με τα στοιχεία που βρίσκονται αποθηκευμένα στηνβάση δεδομένων.

Συγκεκριμένα, μπορούμε να πούμε ότι η αρχιτεκτονική του παραπάνωσυστήματος δίνει τις εξής δυνατότητες:

- Διασύνδεση διαφορετικών μεταξύ τους, ετερογενών συσκευών, από αισθητήρες μέχρι βάσεις δεδομένων.

- Ευκολία στην εγκατάσταση και στην λειτουργία άλλων συσκευών, χωρίς να γίνει καμία αλλαγή στην δομή του ήδη υπάρχοντος συστήματος
- Διακίνηση πληροφοριώνσε πραγματικό χρόνο σχετικά με τους ασθενείς και το περιβάλλον του νοσοκομείου.

3.4.2 AlarmNet

Το AlarmNetείναι ένα ασύρματο δίκτυο αισθητήρων που μπορεί να βοηθήσει άτομα που χρήζουν βοηθείας να ζήσουν σε ένα ασφαλές περιβάλλον, που εξασφαλίζει την επικοινωνία με τις υγειονομικές μονάδες σε περίπτωση προβλήματος υγείας. Το δίκτυο αυτό επιτρέπει την συλλογή και επεξεργασία δεδομένων των αισθητήρων σε πραγματικό χρόνο μέσω διεπαφής χρήστη αλλά και με προγράμματα ανάλυσης back-end. Ένα απ' αυτά τα προγράμματα εξετάζει τις βιολογικές διαδικασίες που παρουσιάζουν μεταβολή στη διάρκεια εντός 24ώρου, και την πρόσληψη τροφής. Οι πληροφορίες σχετικά με τις εργασίες αυτές αποστέλλονται πίσω στο δίκτυο αισθητήρων για να γίνει συσχέτιση των πληροφοριών αυτών. Τα προσωπικά δεδομένα των χρηστών προστατεύονται.

Το σύστημα AlarmNet αποτελείται από ένα δίκτυο αισθητήρων MICAz. Το σύστημα αυτό αποτελείται από αισθητήρες που ανιχνεύουν την κίνηση, τη θερμοκρασία, το φως, τη σκόνη, το σφυγμό και την οξυγόνωση του αίματος. Μια εφαρμογή Java (AlarmGate) ελέγχει τη σύνδεση με τον χρήστη, την ασφάλεια και την προστασία των προσωπικών δεδομένων. Επίσης, ένα πρόγραμμα εποπτεύει τις βιολογικές λειτουργίες. Οι συσκευές AlarmGateλειτουργούν σαν θύρες μεταξύ ασύρματων αισθητήρων και IPΔικτύων, έτσι οι κόμβοι αλληλεπιδρούν με το σύστημα. Τα συστήματα που αποσκοπούσαν στην βελτίωση της ιατρικής διάγνωσης απαιτούσαν υψηλής ευαισθησίας αισθητήρες, εξειδικευμένο και τεχνικό προσωπικό και ως εκ τούτου υψηλό κόστος. Επιπλέον ο παραδοσιακός τρόπος συλλογής και αποθήκευσης δεδομένων ήταν η αιτία ιατρικών λαθών.

Αντίθετα, τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων μπορούν να παρέχουν μέσω ιατρικών εφαρμογών συνεχή έλεγχο, καθώς τα δεδομένα του ασθενούς συλλέγονται αυτόματα καθιστώντας δυνατή την καθημερινή φροντίδα του ασθενούς αλλά και τη διάγνωση χάρη στην τηλειατρική. Τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε κτήρια χωρίς ITεγκαταστάσεις. Ωστόσο, η προστασία των προσωπικών δεδομένων είναι κρίσιμης σημασίας και απαιτείται η τελειοποίηση του δικτύου ώστε να αποφευχθεί η διαρροή πληροφοριών μέσω του ασύρματου δικτύου ιδιαίτερα σε μεγάλες κτηριακές μονάδες. Το AlarmNet μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κοινότητες με πολλούς κατοίκους ή ασθενείς και να συντελέσει στην παροχή βοήθειας στο σπίτι.

Ερευνητές του Πανεπιστημίου της Ουάσιγκτον ανέπτυξαν ένα σύστημα που εξετάζει τις δραστηριότητες της καθημερινής ζωής. Αισθητήρες εναποτίθενται σε αντικείμενα καθημερινής χρήσης όπως οδοντόβουρτσες ή κούπες. Το σύστημα παρακολουθεί την κίνηση των αντικειμένων και μακροπρόθεσμος στόχος του είναι να αναπτυχθεί ένα υπολογιστικό σύστημα που βοηθά την διαχείριση των καθημερινών δραστηριοτήτων των ηλικιωμένων.

Το Πανεπιστήμιο του Ρότσεστερ δημιούργησε το SmartMedicalHome, πρόκειται για ένα σπίτι με πέντε δωμάτια στο οποίο βρίσκονται αισθητήρες υπέρυθρης ακτινοβολίας, υπολογιστές, βιοαισθητήρες και κάμερες. Στόχος είναι ένα ολοκληρωμένο προσωπικό σύστημα υγείας που συλλέγει δεδομένα 24 ώρες το 24ωρο, τα οποία παραπέμπονται στο ιατρικό προσωπικό.

Το Πανεπιστήμιο της Ουάσιγκτον ανέπτυξε υπολογιστικά συστήματα που βελτιώνουν την ποιότητα ζωής ανθρώπου που υποφέρουν από τη νόσο Alzheimerκαι άλλων διαταραχών. Το projectπεριλαμβάνει συστήματα που υποβοηθούν την ενεργή μνήμη και την επίλυση προβλημάτων και κατ’ επέκταση βοηθούν τα άτομα να εκτελέσουν καθημερινές εργασίες, ανιχνεύοντας την τοποθεσία του ατόμου, προσφέροντας ακουστικές οδηγίες αλλά και ειδοποιώντας τα οικογενειακό περιβάλλον σε περίπτωση ανάγκης.

Με τον ίδιο τρόπο, το AlarmNetεξετάζει τα δεδομένα που προκύπτουν από το περιβάλλον το οποίο ζει το άτομο. Το ενσωματωμένο σύστημα που ελέγχει τις βιολογικές λειτουργίες και κάθε φορά που ο ασθενής παρουσιάζει επικίνδυνη για τη ζωή του συμπεριφορά, πολύτιμα δεδομένα διατίθενται στο ιατρικό προσωπικό. Το σύστημα αυτό επιτρέπει την ενσωμάτωση νέων αισθητήρων ή δικτύων αισθητήρων . Το AlarmNet περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα ετερογενών συσκευών, ασύρματους κόμβους αισθητήρων, θύρες, συστήματα αποθήκευσης δεδομένων και στοιχεία IPδικτύων. Ο ασθενής φορά ασύρματους αισθητήρες, προσαρμοσμένους στις ανάγκες του και του παρέχονται γραφικές και ηχητικές ειδοποιήσεις που του υπενθυμίζουν να πάρει την φαρμακευτική αγωγή.

3.4.3SmartCare

Ανήκει στην κατηγορία Policy Support Programs (PSP) - Pilot A με χαρακτηριστικό την διενέργεια μεγάλων πιλοτικών εφαρμογών με ζητούμενο τη συμμετοχή των τοπικών κοινωνιών στην διαμόρφωση πολιτικών σε τοπικό, εθνικό και πανευρωπαϊκό επίπεδο.Οι κύριοι στόχοι του έργου αφορούν, αφενός στην ανάπτυξη ολοκληρωμένων μοντέλων παροχής υπηρεσιών ολοκληρωμένης φροντίδας (Integrated care) σε ηλικιωμένους πολίτες, ώστε να υποστηρίζεται η ανεξάρτητη και ασφαλής διαβίωσή τους στην κοινότητα με την ενσωμάτωση και χρήση καινοτόμων τεχνολογικών λύσεων και αφετέρου η πιλοτική εφαρμογή τους σε Δήμους και Περιφέρειες από όλη την Ευρώπη που συμμετέχουν στο πρόγραμμα. Επιπλέον, τα συμπεράσματα που θα προκύψουν αναμένεται να αξιοποιηθούν στο μέλλον σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο με στόχο την αναβάθμιση των υφιστάμενων υπηρεσιών.

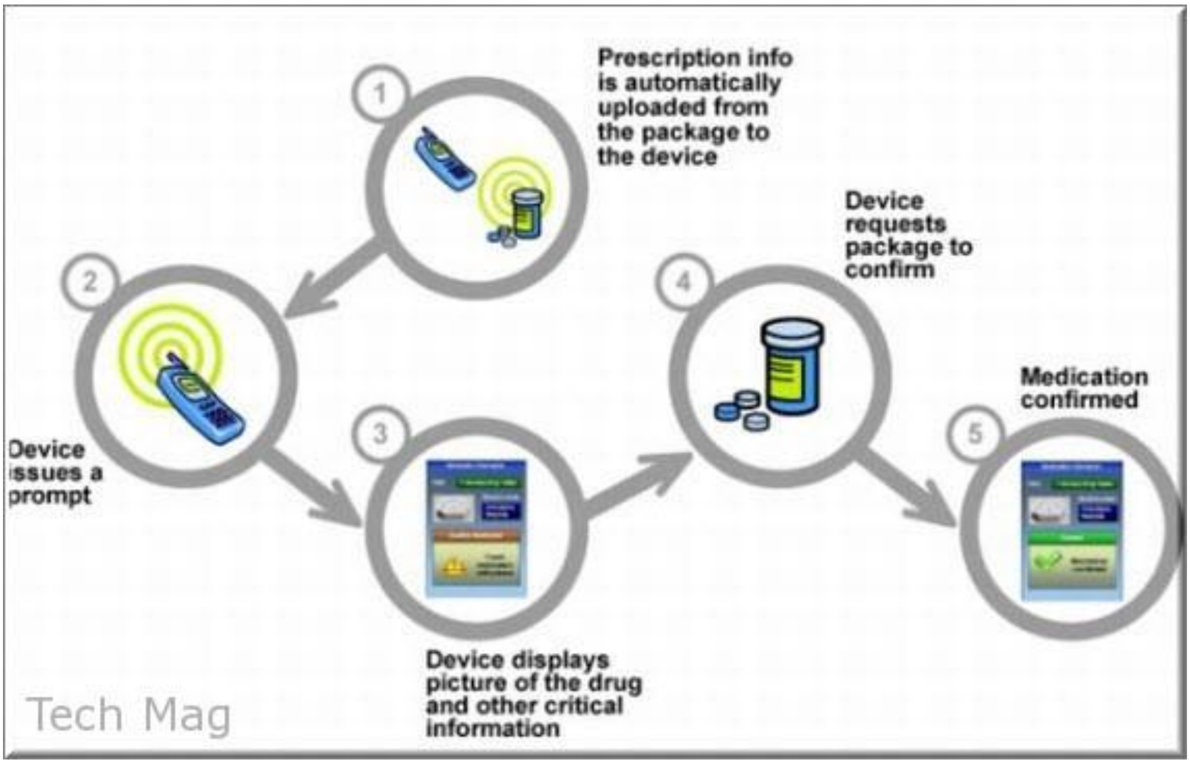
Στο πρόγραμμα αυτό συμμετέχουν φορείς περιφερειακής και τοπικής αυτοδιοίκησης (περιφέρειες, δήμοι καθώς και νομικά τους πρόσωπα) αλλά και ερευνητικά ινστιτούτα, ευρωπαϊκοί οργανισμοί και σύλλογοι ασθενών από 24 περιφέρειες της Ευρώπης. Από την Ελλάδα συμμετέχουν οι Δήμοι Παλαιού Φαλήρου, Αλίμου, Αγ.Δημητρίου και η Αναπτυξιακή ΟΤΑ e-Trikala Α.Ε. του Δήμου Τρικκαίων. Η e-Trikala Α.Ε. έλαβε την σχετική άδεια συμμετοχής από το Υπουργείο Διοικητικής Μεταρρύθμισης και Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης και θα παρέχει τεχνογνωσία μέσω της εμπειρίας της σε αντίστοιχα ευρωπαϊκά προγράμματα καθώς και στην μελλοντική διάδοση και αξιοποίηση των αποτελεσμάτων του προγράμματος. Το πρόγραμμα έχει διάρκεια 3 έτη και συγχρηματοδοτείτε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή μέσω του χρηματοδοτικού πλαισίου «Υποστήριξη Πολιτικών για Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών». Πρόκειται για ένα από τα πλέον φιλόδοξα έργα που έχει χρηματοδοτήσει η Ευρωπαϊκή Ένωση.

Εκτός από την Ελλάδα, στο πρόγραμμα συμμετέχουν φορείς από 24 περιφέρειες της Ευρώπης, Περιφερειακής και Τοπικής Αυτοδιοίκησης (Περιφέρειες, Δήμοι καθώς και τα νομικά τους πρόσωπα) αλλά και Ερευνητικά Ινστιτούτα, Ευρωπαϊκοί Οργανισμοί υγείας και Σύλλογοι Ασθενών. Οι χώρες που συμμετέχουν είναι η Ιταλία (ως συντονιστής του έργου), η Αυστρία, η Δανία, το Βέλγιο, η Γερμανία, η Ολλανδία, το Λουξεμβούργο, η Κροατία, η Εσθονία, η

Ισπανία, η Φινλανδία, η Πορτογαλία, η Σουηδία, η Σερβία, η Γαλλία, η Β. Ιρλανδία και η Σκωτία (εκπροσωπώντας και οι δύο το Ηνωμένο Βασίλειο).

3.4.4Εφαρμογές στη λήψη φαρμάκων

Οι τεχνολογίες του Μελλοντικού Διαδικτύου και ιδιαίτερα η Επικοινωνία Κοντινού Εύρους (NFC) μπορούν να φανούν ωφέλιμες στην σωστή λήψη φαρμάκων από τουςασθενείς. Ένα πρόβλημα που συχνά παρουσιάζεται είναι η λήψη φαρμάκων για τα οποία απαιτείταιιατρική συνταγή, από λάθος άτομα. Μέσω ενός συστήματος το οποίο χρησιμοποιεί επικοινωνίαNFC, επικοινωνία Μηχανής-με-Μηχανή και ασύρματη ευρυζωνικότητα, μπορεί νακαταπολεμηθεί το πρόβλημα αυτό(σχήμα 3.7).



Σχήμα 3.7: Παράδειγμα χρήσης της NFC για την επιβεβαίωση ενός σκευάσματος [Πηγή:http://images.itechmag.com/2011/04/NFC-workflow.jpg]

Αρχικά, με την χρήση του κινητού τηλεφώνου, ο πιθανός χρήστης του σκευάσματος μπορεί να λάβει στο κινητό του πληροφορίες για το σκεύασμα, όπως ο κωδικός του, το όνομά του, κτλ. Στην συνέχεια η συσκευή αυτή επικοινωνείμέσω Διαδικτύουκαι στέλνει σε μία βάση δεδομένων, στην οποία έχουν αποθηκευτεί τα προσωπικά δεδομένα όλων εκείνων για τους οποίους έχει συνταγογραφηθεί τέτοιο σκεύασμα, τα προσωπικά δεδομένα του κατόχου του κινητού τηλεφώνου. Εάν πρόκειται για νόμιμο χρήστη, τότε στο κινητό τηλέφωνοστέλνεται ένα πιστοποιητικό ασφαλείας καθώς κι άλλα δεδομένα, όπως για παράδειγμα περαιτέρω πληροφορίες για το φάρμακο και οδηγίες χρήσης. Στηνσυνέχεια η συσκευή αποστέλλει το πιστοποιητικό στο σκεύασμα, το οποίο διαθέτει έναν μηχανισμό ασφαλείας ο οποίος απενεργοποιείται μόνο όταν το πιστοποιητικό είναι έγκυρο.

Οι εφαρμογές των συγκεκριμένων τεχνολογιών είναι πολλές και δενπεριορίζονται μόνο στην παραπάνω. Άλλα παραδείγματα χρήσης είναι:

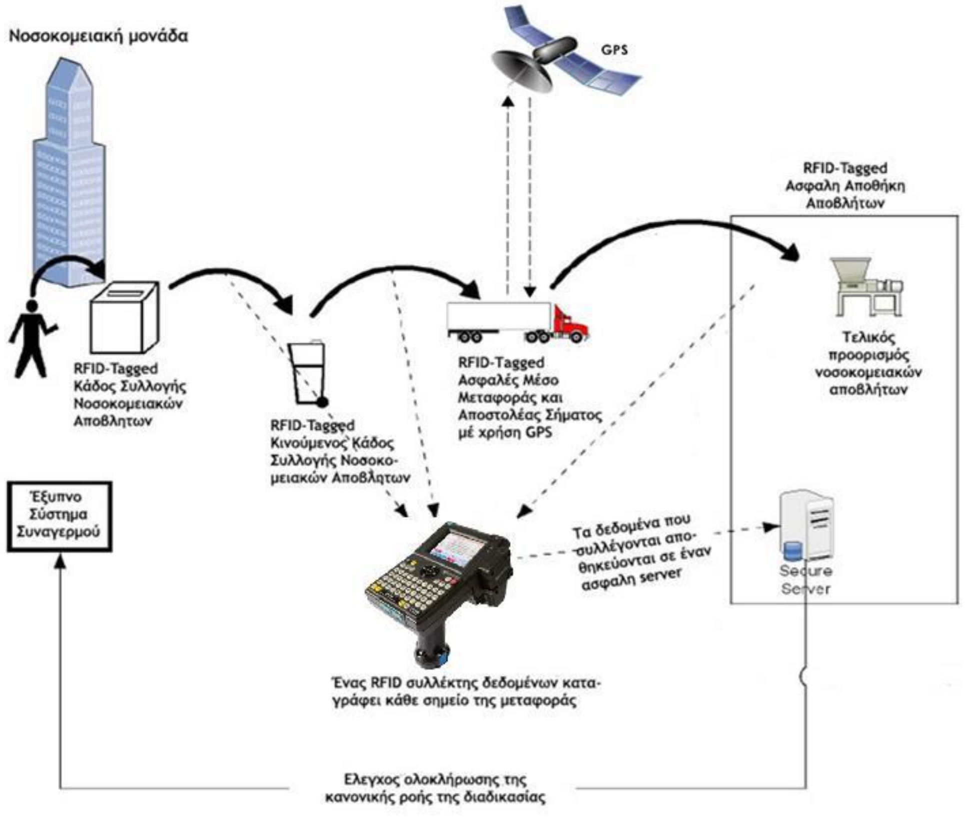
- η αποθήκευση στο σκεύασμα της δοσολογίας του φαρμάκου και η επικοινωνία με συσκευές κινητής τηλεφωνίας για την υπενθύμιση στους ασθενείς.
- η ύπαρξη μηχανισμών ασφαλείας σε περίπτωση λήξης του φαρμάκου
- η αυτόματη επικοινωνία με νοσοκομεία σε περίπτωση υπερβολικής χρήσης του φαρμάκου (π.χ. εάν το βάρος του σκευάσματος μειωθεί αρκετά και σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα, κάτι που θα σημαίνει επικίνδυνη χρήση του.
- Η ανίχνευση των ιατρικών σκευασμάτων όπου κι αν αυτά βρίσκονταν (με την χρήση GPS) και αποτροπή του λαθρεμπορίου φαρμάκων.

Μετά την εφαρμογή τέτοιων συστημάτων ασφαλείας, ο αριθμός των ασθενών από λάθος λήψη φαρμάκων στα νοσοκομεία αναμένεται να μειωθεί δραστικά. Επίσης, τοκόστος παραγωγής των σκευασμάτων από τις φαρμακευτικές εταιρείες θαμειωθεί αισθητά, καθώς σε πολλά φάρμακα είναι αναγκασμένες να κάνουν έρευνα για τιςσυνέπειες της λάθος λήψης τους από ασθενείς. Τέλος, με την δυνατότητα για τηνπεραιτέρω ενημέρωση σχετικά με το σκεύασμα, μειώνεται η δυνατότητα λαθών απότα μέλη του ιατρικού και νοσηλευτικού προσωπικού, καθώς και τα αντίστοιχα κόστηαπό τις ασφαλίσεις των ασθενών.

3.4.5Σύστημα RFID διαχείρισης ιατρικών αποβλήτων

Τα ιατρικά απόβλητα που προκύπτουν από τη λειτουργία των υγειονομικών μονάδων και ειδικότερα από δημόσια και ιδιωτικά θεραπευτήρια, δημοτικά ιατρεία, ΝΠΙΔ παροχής υπηρεσιών υγείας, στρατιωτικά νοσοκομεία, κέντρα υγείας, κέντρα αιμοδοσίας, διαγνωστικά και ερευνητικά εργαστήρια, μικροβιολογικά εργαστήρια, κτηνιατρικές κλινικές και κτηνιατρικά διαγνωστικά και ερευνητικά εργαστήρια απαιτούν λήψη μέτρων ώστε να διασφαλίζεται η δημόσια υγεία.

Η διαχείριση ιατρικών αποβλήτων χρήζει ειδικού εξοπλισμού, τα απόβλητα αυτά διοχετεύονται σε ειδικά κουτιά συσκευασίας ιατρικών αποβλήτων στα οποία επικολλούνται RFIDετικέτες με στοιχεία παραγγελίας. Ύστερα μεταφέρονται με ειδικά εξοπλισμένα φορτηγά ψυγεία εξοπλισμένα με σύστημα αυτόματης ανάγνωσης-ταυτοποίησης Ιατρικών Αποβλήτων, σύστημα καταγραφής βάρους συσκευασιών Ι.Α., σύστημα GPS / GPRS για έλεγχο διαδρομής, μεταφορά πληροφοριών αποβλήτων και θέσης οχήματος σε πραγματικό χρόνο και τέλος τερματικά οχήματος και εκτυπωτές για τιμολογήσεις επ'αυτοκινήτου. Στη συνέχεια παραδίδονται τα ιατρικά απόβλητα για αποτέφρωση, όπου γίνεται αυτόματη πίστωση φορτηγού μεταφοράς με ταυτότητα και βάρος συσκευασμένων Ι.Α. με χρήση συστήματος RFIDκαι ζυγιστικού, ενώ ταυτόχρονα γίνεται η αποστολή πληροφοριών στο κεντρικό σύστημα με GPRS (σχήμα 3.8).



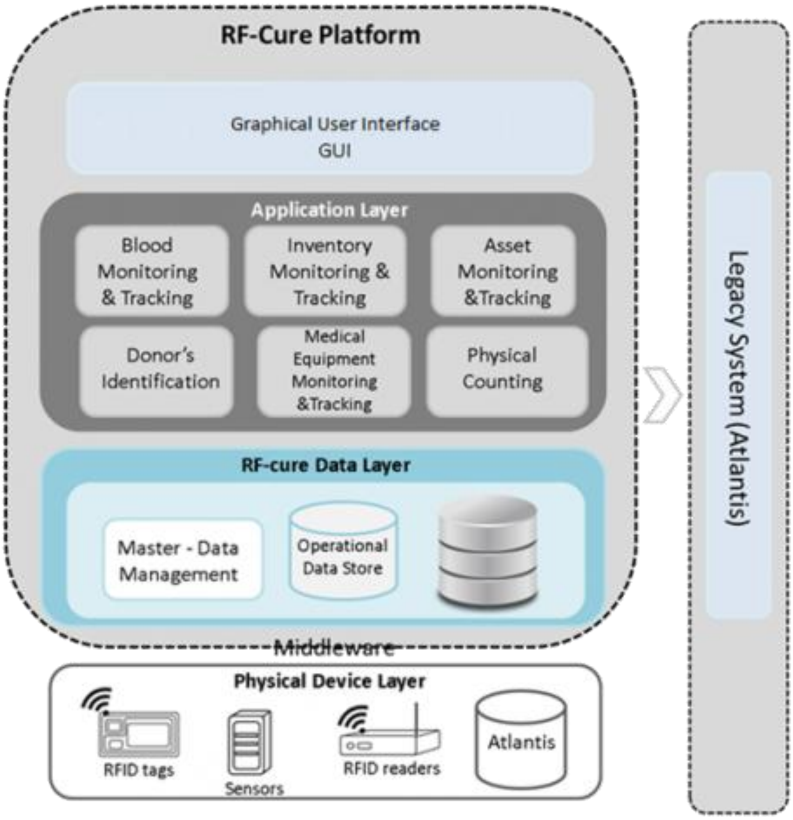
Σχήμα 3.8: Αρχιτεκτονική Συστήματος Διαχείρισης Ιατρικών Αποβλήτων
[Πηγή: http://www.rfcure-project.gr/content/Workshop%2031Mar2015_RF-CURE%20Presentation_1.pdf]

3.4.6RF-Cure

Μια από τις πιο ένθερμες τάσεις των τελευταίων ετών για τον εκσυγχρονισμό των διαδικασιών της εφοδιαστικής αλυσίδας υγείας είναι αυτή της τεχνολογίας ραδιοσυχνικής αναγνώρισης (Radio Frequency Identification – RFID), η οποία προσφέρει όχι μόνο αυτόματη, αλλά και μοναδική αναγνώριση των προϊόντων και πόρων σε πραγματικό χρόνο. Η DATAMED Α.Ε., σε συνεργασία με τις εταιρίες UBITECH Α.Ε. και ΠΝΟΗ Α.Ε., με την επιστημονική υποστήριξη του εργαστηρίου ELTRUN του Οικονομικού Πανεπιστημίου Αθηνών και σε συνεργασία με το Νοσοκομείο του Άργους ολοκλήρωσε το ερευνητικό έργο RF-CURE (σχήμα 3.9). Σχετικά με το έργο αυτό διερευνήθηκε τόσο η δυνατότητα χρήσης μιας τέτοιας τεχνολογίας σε περιβάλλον νοσοκομείου, όσο και η δυνατότητα διασύνδεσής της με το πληροφοριακό σύστημα ενός νοσοκομείου και οι προκλήσεις αλλά και τα οφέλη που η χρήση της μπορεί να επιφέρει.

Το Νοσοκομείο του Άργους, ως μία αυτόνομα οργανωμένη μονάδα υγείας, αποτέλεσε τη βάση για τη μελέτη κόστους - οφέλους και την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων για την περαιτέρω αξιοποίηση της προτεινόμενης λύσης. Ένα συμπέρασμα που μπορούμε να εξάγουμε με ασφάλεια είναι ότι η εφαρμογή της τεχνολογίας RFID μπορεί να επιφέρει οφέλη μόνο αν διασυνδεθεί συνολικά με το υπόλοιπο πληροφοριακό σύστημα ενός νοσοκομείου. Λόγω τους κόστους του εξοπλισμού, μια τέτοια τεχνολογία είναι περισσότερο συμφέρουσα για τις διαδικασίες του νοσοκομείου, όπου μπορεί να ελεγχθεί πιο εύκολα η πρόσβαση και τα είδη που παρακολουθούνται είναι σχετικά μεγάλης αξίας. Ειδικότερα, στην περίπτωση παρακολούθησης ειδών σε παρακαταθήκη, η εφαρμογή της τεχνολογίας μπορεί να γίνει με σχετικά απλό τρόπο και με κατάλληλη διασύνδεση με το πληροφοριακό σύστημα ενός νοσοκομείου, μπορεί να βοηθήσει ώστε η αποθήκη παρακαταθηκών να παρακολουθείται ως κλειστό κύκλωμα. Το γεγονός αυτό συμβάλλει στον καλύτερο έλεγχο των αποθεμάτων από τη διοίκηση του νοσοκομείου και στον περιορισμό απωλειών και αδικαιολόγητων χρεώσεων.

Στόχος του συγκεκριμένου έργου ήταν ο σχεδιασμός και Ανάπτυξη ενός RFID συστήματος που θα υποστηρίζει πρώτον την αποτελεσματική διαχείριση και αναπλήρωση των αποθεμάτων, τόσο σε εσωτερικό επίπεδο από το νοσοκομείο όσο και σε συνεργασία με τους προμηθευτές. Δεύτερον, την αυτοματοποίηση διαδικασιών, δηλαδή να υποστηρίζει καθημερινές πρακτικές με την αυτοματοποίηση κάποιων βημάτων, όπως για παράδειγμα απογραφή. Και τέλος την διαχείριση των προϊόντων αίματος που βρίσκονται σε ειδικά διαμορφωμένους χώρους στην τράπεζα φύλαξης του νοσοκομείου.



Σχήμα 3.9: Αρχιτεκτονική RF-Cure συστήματος
[Πηγή: http://www.rfcure-project.gr/ProjectFramework]

3.4.7Ρολόι χειρός ανιχνεύει κίνδυνο καρδιακής προσβολής

Σύμφωνα με ερευνητές, ένα ρολόι χειρός μπορεί να ανιχνεύσει την απώλεια σφυγμού, αποτελώντας έτσι έναν μη επεμβατικό τρόπο ανίχνευσης καρδιακού κινδύνου. Στο ρολόι χειρός που ονομάζεται Wriskwatchβρίσκεται ενσωματωμένος ένας πιεζοηλεκτρικός δίσκος, ο οποίος ανιχνεύει το αρτηριακό οίδημα. Σε περίπτωση ανίχνευσης κοιλιακής μαρμαρυγής ή απώλειας του σφυγμού ένα ραδιοσήμα (radiosignal)μεταδίδεται μέσω Bluetoothειδοποιώντας έτσι τις κατάλληλες ιατρικές μονάδες. Η συσκευή περιλαμβάνει επίσης έναν αισθητήρα που ανιχνεύει την κίνηση (motionsensor)που ενεργοποιεί την συσκευή μόνο όταν ο ασθενής έχει χάσει τις αισθήσεις του, ώστε να αποφεύγεται η σήμανση συναγερμού όταν ο ασθενής δεν διατρέχει κίνδυνο.

Σύμφωνα με δοκιμές που έγιναν η ακρίβεια ανίχνευσης καρδιακής προσβολής αγγίζει το 90,3%, κάτι που οδηγεί τους ερευνητές στο συμπέρασμα ότι η συσκευή μπορεί να μειώσει τους θανάτους καθώς οι ασθενείς λαμβάνουν άμεσα ιατρική φροντίδα. Το Wriskwatch θα υποστεί βελτιώσεις ώστε να εφαρμόζει στον καρπό κάθε ασθενούς, παρέχοντας ακριβέστερες μετρήσεις. Οι νέες εκδοχές του Wriskwatch θα περιλαμβάνουν επιταχυνσιόμετρο που ανιχνεύει καλύτερα τις κινήσεις καθώς και ένα ηχητικό σήμα που θα επιτρέπει στον χρήστη να απενεργοποιεί τη συσκευή σε περίπτωση σήμανσης συναγερμού όταν δεν παρίσταται ανάγκη.

3.5 Εκπαίδευση

Ώθηση και στον χώρο της εκπαίδευσης μπορούν να προσφέρουν IoTεφαρμογές, με σκοπό μια καλύτερης ποιότητας γνώση στους ενδιαφερόμενους. Οι κύριοι τομείςεφαρμογής σχετίζονται με την προστασία των μαθητών σε σχολεία, καθώς και με την πιοαποδοτική εκτέλεση εκπαιδευτικώνδιαδικασιών, όπως π.χ. ο δανεισμός βιβλίων απόβιβλιοθήκες.

3.5.1 Ασφάλεια μαθητών

Είναι γεγονός ότι σε πολλά σχολεία του κόσμου, εφαρμόζονται τεχνολογίες του Μελλοντικού Διαδικτύου, ώστε να προσφέρουν προστασία και ασφάλεια στους μαθητές.Κάτι που έχει ήδη εφαρμοστεί στην Osaka της Ιαπωνίας, σε όλα τα δημοτικά σχολεία είναι η τοποθέτηση ετικετών RFID στα σχολικά ήδη των μαθητών, όπως στις σχολικές φόρμες, τις τσάντες καθώς και στις μαθητικές τους ταυτότητες. Ενώ στην Αγγλία πολλά σχολεία (π.χ. Whitcliffe Mount School in Cleckheaton) τοποθετούν RFID ετικέτες στις σχολικές φόρμες, έτσι ώστε να ανιχνεύουν τις πιθανές εξόδους των μαθητών από τις σχολικές εγκαταστάσεις.

Όπως είναι φυσικότέτοια μέτρα έχουν προκαλέσει αντιδράσεις, που αφορούν την παραβίαση των προσωπικών δεδομένων και της ιδιωτικότητας των μαθητών. Παρ’ όλα αυτά, αρκετές είναι και οι θετικές αντιδράσεις σχετικά με τις συγκεκριμένες εφαρμογές καθώς η πρακτική τους χρήση στην ασφάλεια των μαθητών είναι πολύ μεγάλη.

3.5.2 Βιβλιοθήκες

Από τις πιο σημαντικές χρήσεις των τεχνολογιών του Μελλοντικού Διαδικτύουκαι ιδιαίτερα της τεχνολογίας RFID, είναι αυτής σε βιβλιοθήκες. Πλέον έχει αρχίσει να αντικαθίσταται η χρήση των barcodes σε αντικείμενα των βιβλιοθηκών (βιβλία, CDs, DVDs, κτλ.) με RFIDαλλά βρίσκει επίσης κι εφαρμογές καιστις κάρτες των μελών της βιβλιοθήκης. Οι ετικέτες RFID που τοποθετούνται σε αυτά μπορούν να περιέχουν αναγνωριστικές πληροφορίες για το βιβλίο ή το αντικείμενο χωρίς να είναι αναγκαία η επικοινωνία με μία βάση δεδομένων, όπως γίνεται με τα barcodes.Τέτοιες πληροφορίες μπορεί να είναι ο τίτλος του, η περιγραφή του, ο συγγραφέας του, το έτος έκδοσής του,οι οποίες ανακτώνται φυσικά με τηνχρήση μιας συσκευής ανάγνωσης RFID. Η τεχνολογία μπορεί να προσφέρει περισσότερες δυνατότητες διαχείρισης των αντικειμένων από τους εργαζόμενους στις βιβλιοθήκες αλλά και δυνατότητες αυτόματης εξυπηρέτησης (self service). Επιπλέον, μπορεί να εφαρμοστεί και σε συστήματα ασφαλείας, ώστε κατά την έξοδοενός μέλους από την βιβλιοθήκη να ανιχνεύονται πιθανές κλοπές βιβλίων.

Μια πρακτική βέβαια χρήση του RFID είναι για παράδειγμα, η διαδικασία του ελέγχου για το εάν όλα τα δανεισμένα βιβλία έχουνεπιστραφεί, η οποία θα μπορούσε να γίνει με την χρήση ενός κυλιόμενουπάγκου κι ενός RFID αναγνώστη, διευκολύνοντας έτσι το προσωπικό.Η τεχνολογία RFID μπορεί επίσης να βοηθήσει σημαντικά άτομα με ειδικές ανάγκες για την ευκολότερη εξυπηρέτησή τους στους χώρους μιας βιβλιοθήκης. Τέτοια παραδείγματα είναι η βιβλιοθήκη της Umea στην Σουηδία, η οποία διαθέτεισύστημα ηχητικής βοήθειας σε άτομα με οπτικά προβλήματα, έτσι ώστε να μπορούννα δανειστούν ηχητικά βιβλία. Επίσης η βιβλιοθήκη Multimedia UniversityLibrary στην Cyberjaya της Μαλαισία, με την χρήση της RFID, παρέχει ένα σύστημα(Smart Self) που μπορεί να εντοπίσει και να κατευθύνει τον χρήστη για το που ακριβώςβρίσκεται ένα βιβλίο στο χώρο της βιβλιοθήκης.

Η διάδοση της τεχνολογίας στις βιβλιοθήκες είναι μεγάλη καθώςέχουν τοποθετηθεί RFID ετικέτες σε περίπου 30 εκατομμύρια είδη βιβλιοθηκών,με χαρακτηριστικό παράδειγμα την βιβλιοθήκη του Βατικανού στην Ρώμη. Παρά την διάδοση της τεχνολογίας αυτής, η ενσωμάτωσήτης δεν παύει να είναι δαπανηρή,κυρίως για μικρές βιβλιοθήκες. Εάν υποθέσουμε ότι μία RFID ετικέτα κοστίζει0.36 λεπτά του ευρώ, τότε για μια βιβλιοθήκη που έχει 100.000 βιβλία, το κόστοςεγκατάστασης θα ήταν 36.000 ευρώ, χωρίς να συνυπολογίζονται τα κόστη για τιςσυσκευές ανάγνωσης κι άλλες συσκευές (αυτόματου δανεισμού ή επιστροφήςβιβλίων).

Τέλος, να αναφερθούμε στη προστασία της ιδιωτικότητας, ένα θέμα ιδιαίτερα σημαντικό λόγω του ότι πολλά συστήματαRFID, ανάλογα με την δομή τους, μπορούν να μεταφέρουν πληροφορίες έως καιμερικές δεκάδες μέτρα, με αποτέλεσμα να τίθενται διάφορα θέματα σχετικά με τις προτιμήσεις τωναναγνωστών από τρίτους, που μπορεί να έχουν την στοχευόμενηδιαφήμιση ως απώτερο σκοπό. Συνήθως όμως, οι ετικέτες που χρησιμοποιούνται στιςβιβλιοθήκες δεν είναι συγκεκριμένου κατασκευαστή και δεν χρησιμοποιούν τα ίδιαπρωτόκολλα επικοινωνίας, επομένως η υποκλοπή είναι σχεδόν απίθανη.Ωστόσο, έχουν τεθεί και θέματα ασφαλείας, σχετικά με το ότι κάποιος που έχει δανειστεί έναβιβλίο, θα μπορούσε να αλλάξει την RFID ετικέτα που αυτό φέρει, κάτι όμως που μπορεί να διορθωθείκάνοντας χρήση μικρών σε μέγεθος, μη ορατών RFID ετικετών και τοποθετημένων σε τυχαίες σελίδες σε κάθε βιβλίο.

3.6 Φυσικό Περιβάλλον

3.6.1 Προστασία των Ζώων

Η τεχνολογία RFID είναι δυνατό να βοηθήσει στην προστασία των ζώων (κατοικίδιων και μη), κάνοντας χρήση εμφυτευμάτων αναγνώρισης, τα οποία τοποθετούνται μέσα στο σώμα των ζώων. Πολλές φορές γίνεται χρήση και συσκευών αναγνώρισης RFID, οι οποίες δεν τοποθετούνται εσωτερικά στοσώμα του ζώου, αλλά εξωτερικά, σε κάποιο σημείο του σώματός του. Σχετικάμε το μέγεθος τους, τα εμφυτεύματα αυτά δεν είναι μεγαλύτερα από έναν κόκκο ρυζιού, ενώ περιέχουν παθητικές RFID ετικέτες, οι οποίες δεν χρειάζονται τηνπαρουσία ενσωματωμένου κυκλώματος τροφοδοσίας για να λειτουργήσουν και ενεργοποιούνται πάντα μέσω μιας συσκευής ανάγνωσης RFID. Στην ετικέτα αυτή αποθηκεύεται ένας αριθμός ταυτοποίησης αλλά και άλλεςπληροφορίες που αφορούν το ζώο που φέρει το εμφύτευμα. Όλο αυτό το σύστημα βρίσκεται μονωμένο μέσα σε ένα ειδικό βιο-συμβατό γυαλί, ερμητικά κλειστό, ώστε ναπροστατέψει τόσο την υγεία του ζώου όσο και το ίδιο το κύκλωμα. Με εξαίρεση κάποιες περιπτώσεις, το εμφύτευμα το οποίο έχει τοποθετηθεί σε ένα ζώο, δεν επηρεάζει τηνκίνηση ή την συμπεριφορά του.

Κύρια χρήση των εμφυτευμάτων αυτών είναι η εύρεση και η επιστροφή χαμένων κατοικίδιων, ιδιαίτερα από καταφύγια ζώων και κέντρα ελέγχου. Τα οποία με τον τρόπο αυτό γίνεται εύκολα και γρήγορα ο εντοπισμός του ιδιοκτήτη ενός κατοικίδιου. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να μειωθεί το κόστος που απαιτείται για τηνφιλοξενία ενός ζώου, αφού η ταυτοποίηση μπορεί να γίνει αρκετά γρήγορα. Ταεμφυτεύματα μπορούν επίσης να φανούν χρήσιμα σε περιπτώσεις όπου η ιδιοκτησίαενός κατοικίδιου βρίσκεται υπό αμφισβήτηση. Σε πολλές χώρες είναι υποχρεωτική η εισαγωγή εμφυτευμάτων σε όλα τα κατοικίδια ζώα, κυρίωςγια την αποθήκευση πληροφοριών στην RFID ετικέτα σχετικά με τον εμβολιασμότου ζώου. Για παράδειγμα το μέτρο είναι υποχρεωτικό στη Νέα Ζηλανδία κιεφαρμόζεται ήδη από την 1η Ιουλίου του 2006, ενώ στην Αγγλία έχουν ήδητοποθετηθεί εμφυτεύματα σε 3.7 εκατομμύρια κατοικίδια ζώα.

Επίσης έχουν δημιουργηθεί και εμφυτεύματα που περιέχουν δέκτες GPS, τα οποία επιτρέπουντον εντοπισμό της θέσης ενός ζώου ανά πάσα χρονική στιγμή. Πολλοί επιστήμονεςχρησιμοποιούν τα εμφυτεύματα αυτά για την παρακολούθηση ολόκληρων ομάδωνπληθυσμού άγριων ζώων, τα οποία βρίσκονται υπό εξαφάνιση.Όσον αφορά τα κατοικίδια ζώα, η χρήση των εμφυτευμάτων με δέκτη GPS είναι η αποδοτικότερη και η πιο ασφαλής λύση για τους ιδιοκτήτες του. Γιαπαράδειγμα, έχουν προταθεί συστήματα, στα οποία η συσκευή GPS που είναιτοποθετημένη στο ζώο ειδοποιεί τον ιδιοκτήτη ή το τοπικόκέντροπροστασίας ζώων, σε περίπτωση που το κατοικίδιο βγει έξω από μία συγκεκριμένηπεριοχή ελέγχου. Τον Απρίλιο του 2006 η Ταιβανέζικη κυβέρνηση υλοποίησε ένα μεγάλο Project με την εταιρία Advanced ID Corporation για την εισαγωγή RFID tags στα αποδημητικά πουλιά, με σκοπό να αντιμετωπίσει την γρίπη των πτηνών. Μελέτες γίνονται γίνονται συνεχώς σε πολλές Ασιατικές χώρες όπως η Κίνα, η Ταϊλάνδη και η Ιαπωνία.

Εκτός από τις δυνατότητες και τις ευκολίες τις οποίες προσφέρουν, ταεμφυτεύματα όπως είναι φυσικό έχουν κατηγορηθεί πως δημιουργούν προβλήματα υγείας στα ζώα. Παρά το γεγονός ότι κάτι τέτοιο επίσημα δεν έχει επιβεβαιωθεί, η μέθοδος χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο, καθώς υποστηρίζεται από πολλούςκτηνίατρους και υπεύθυνους προστασίας ζώων.

3.6.2 Περιβάλλον και αγροτικές καλλιέργειες

Σημαντικές εφαρμογές στον περιβαλλοντικό τομέα θα είναι αυτές που θα συντελέσουν στην παρακολούθηση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Πιο συγκεκριμένα, εξελιγμένα συστήματα μετεωρολογικής παρακολούθησης, θα δίνουν τη δυνατότητα για καλύτερα μοντέλα πρόβλεψης, ενώ ταυτόχρονα θα μπορούν να αλληλεπιδρούν με άλλα συστήματα που εξαρτώνται από τις καιρικές συνθήκες. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η έγκαιρη ειδοποίηση για έντονα καιρικά φαινόμενα, σε αγροτικές περιοχές, που ίσως απειλούν τις καλλιέργειες. Μια ακόμη πιθανή εφαρμογή θα μπορούσε να προλαμβάνει ρύπανση του υδροφόρου ορίζοντα, ή να εξάγει συμπεράσματα για την καλύτερη αξιοποίηση των αποθεμάτων νερού. Εργαλεία αγροτικών εργασιών, με ασύρματες συνδέσεις σε πληροφορίες που συλλέγονται από απομακρυσμένους δορυφόρους και επίγειους αισθητήρες, μπορούν να λάβουν υπόψη τους τις συνθήκες της καλλιέργειας και να προσαρμόσουν τους τρόπους καλλιέργειας κάθε τμήματος ενός αγρού όπως για παράδειγμα, να υποδείξουν την επίρριψη περισσότερου λιπάσματος στα σημεία όπου απαιτείται.

3.6.3 Περιβάλλον και οικολογία

Ένα εξίσου σημαντικό θέμα, για το οποίο έχει ήδη αρχίσει να πραγματοποιείται έρευνα, είναι κι αυτό που αφορά τα προβλήματα που θα προκαλέσουν στο περιβάλλον οι εφαρμογές του IoT. Αυτό αφορά κυρίως τις συσκευές αναγνώρισης, δηλαδή RFIDtags που θα τοποθετηθούν πάνω σε διάφορα αντικείμενα, ώστε να είναι δυνατή η ταυτοποίησή τους. Αυτά είναι κατά κύριο λόγο φτιαγμένα από μεταλλικά υλικά, των οποίων η παρουσία πάνω σε αντικείμενα φτιαγμένα από ανακυκλώσιμα υλικά (γυαλί, πλαστικό, αλουμίνιο, κτλ.) τα καθιστά δύσκολα στην ανακύκλωσή τους. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει αρχίσει την χρηματοδότηση ερευνών που μελετούν την παρουσία των RFID σε αντικείμενα τόσο ως προς ανακύκλωση, όσο και ως προς τα μειονεκτήματα και τα πλεονεκτήματα τους. Από την άλλη πλευρά όμως, τα RFID tags μπορούν να γίνουν χρήσιμα κατά την διαδικασία της ανακύκλωσης, αφού είναι δυνατή η πλήρης ταυτοποίηση των αντικειμένων πάνω στα οποία είναι τοποθετημένα και συνεπώς μπορούν να ανακυκλωθούν πιο αποδοτικά.

Τέλος, θα πρέπει να γίνει λόγος για το θέμα των ηλεκτρονικών σκουπιδιών (electronic waste). Η δημιουργία όλο και περισσότερων ηλεκτρονικών συσκευών δημιουργεί ένα μεγάλο πλήθος από ηλεκτρονικάσκουπίδια, τα οποία μπορεί να αποβούν ιδιαίτερα επιβλαβή για την υγεία τωνανθρώπων αλλά και για το περιβάλλον. Πολλές είναι οι χώρες που ήδηλαμβάνουν μέτρα για το φαινόμενο αυτό, που κυρίως αφορούν την πληροφόρηση τωνπολιτών και την δημιουργία ειδικών χώρων για τα ηλεκτρονικά σκουπίδια καιαπόβλητα.

3.7 Επιχειρηματικός Τομέας

Ένας μεγάλος οικονομικός και κοινωνικός κλάδος, στον οποίοθαβρουν άμεσες εφαρμογές οι τεχνολογίες του IoT, είναι αυτόςτων επιχειρήσεων. Οι τομείς εφαρμογής των τεχνολογιών και της λογικής τουΔιαδικτύου των Αντικειμένων ποικίλουν, ανάλογα με το αντικείμενο της επιχείρησηςκαι την δομή της

3.7.1 Παραγωγή και πώληση προϊόντων

Μία άμεση εφαρμογή του IoT, θα είναι στις λιανικό εμπόριο, στα λογιστικά συστήματα πολλών επιχειρήσεωνκαιιδιαίτερα στην αποστολή και παραλαβήπροϊόντων. Πιο συγκεκριμένα, μπορούν να τοποθετηθούν ετικέτες στα προϊόντα, έτσι ώστε να αντιμετωπισθεί ένας αριθμός ζητημάτων, όπως για παράδειγμα η ακριβής καταγραφήτων προϊόντων και των χαρακτηριστικών τους σε καταλόγους, ο έλεγχος απώλειας ή καταστροφής κάποιων προϊόντων, η δυνατότητα μεταφοράς τωνπροϊόντων από την γραμμή παραγωγής προς τις θέσεις πώλησης μέσα στο ίδιοκατάστημα χωρίς την αναγκαία επιτήρηση της διαδικασίας για περίπτωση κλοπής.

Ωστόσο, ένας σημαντικός τομέας εφαρμογής, είναι κι αυτός της παραγωγής τροφίμων ή ιατρικών σκευασμάτων, προϊόντα δηλαδή ευαίσθητα στις συνθήκες του περιβάλλοντος προϊόντων. Ητοποθέτηση RFID ετικετών πάνω σε αυτά θαβοηθήσει την επικοινωνία τους με άλλες συσκευές, οι οποίες θα τα προφυλάξουν απότον κίνδυνο αλλοίωσήςτους και θα διασφαλιστεί ότι τα προϊόντα αυτάθα παραμείνουν άθικτα από επικίνδυνες για αυτά συνθήκες, όπως θερμοκρασία, ατμοσφαιρική πίεση, υγρασία, κτλ. Για παράδειγμα, εάν οι αισθητήρες πάνω στα προϊόνταανιχνεύσουν τηνέκθεσή τους σε εχθρικό προς αυτά περιβάλλον, μπορούν να ειδοποιήσουν τασυστήματα κλιματισμού ή τους τεχνικούς της γραμμής παραγωγής, ώστε να μην καταστραφούν.

Μια άλλη, πολύ σημαντική εφαρμογή, θα μπορούσε να είναι ηανίχνευσηπροϊόντων-απομιμήσεων των αυθεντικών. Τα αυθεντικά προϊόντα μπορούν ναφέρουν RFID ετικέτες με πολύ συγκεκριμένους σειριακούς αριθμούς, οι οποίοι θαείναι διαφορετικοί από αυτούς των απομιμήσεων. Επίσης, η τεχνολογία RFID αλλά κι άλλες ασύρματες συσκευές, μπορούν να βοηθήσουν στην αντιμετώπιση των κλοπών. Η τεχνολογία GPS για τονεντοπισμό αντικειμένων (κυρίως οχημάτων) χρησιμοποιείται ήδη σήμερα.

Ένα από τα πιο σημαντικά αποτελέσματα της χρήσης των τεχνολογιών τουIoT από της επιχειρήσεις, είναι η μείωση τουκόστουςπαραγωγής. Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων για τον περιορισμό των λαθών στην γραμμήπαραγωγής, συστήματα αυτόματου κλιματισμού χώρων, καθώς και συστήματαεξοικονόμησης και συγκομιδής ενέργειας (energy harvesting systems), είναι μερικέςαπό τις πολλές εφαρμογές. Η μείωση του κόστους μέσω τέτοιων τεχνικών, είναισημαντική κυρίως για τις μεγάλες σε μέγεθος επιχειρήσεις.

Οι επιχειρήσεις αναμένεται να παίξουν σημαντικό ρόλο στην διάδοση τωντεχνολογιών του Μελλοντικού Διαδικτύου. Με την τοποθέτηση RFID ετικετών σε προϊόντα με επιπλέον πληροφορίες, όπως για παράδειγμα την ημερομηνία λήξης, τα συστατικά, τους τρόπουςπαρασκευής σε τρόφιμα κτλ., δίνεται ένα καλό κίνητρο στο καταναλωτικό κοινό για να προμηθευθεί συσκευές ανάγνωσηςRFID και να μάθει περισσότερα για την τεχνολογία αυτή.

3.7.2 Διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας

Στα πλαίσια του IoT, ο τρόπος που γίνεται η διαχείριση των εφοδιαστικών αλυσίδων πρόκειται να αλλάξει. Η διάδοση της πληροφορίας από κάθε μέλος της αλυσίδας προς τα υπόλοιπα, θα είναι άμεση, και ως αποτέλεσμα θα έχει τη μείωση του bullwhip effect. Παράλληλα η βελτιστοποίηση της εφοδιαστικής αλυσίδας, θα βοηθήσειστην αντιμετώπιση και άλλων προβλημάτων, όπως η μη διαθεσιμότητα προϊόντων στο ράφια των καταστημάτων (product out of shelf). Πέρα από τα ζητήματα που ήδη αναφέρθηκαν, λύσεις αναζητούνται για τον καλύτερο προσδιορισμό του κύκλου ζωής των προϊόντων και του χειρισμού τους στο πλαίσιο αυτό. Παράλληλα, η διαχείριση του αποθέματος των κόμβων μιας εφοδιαστικής αλυσίδας, αναμένεται να γίνει αποτελεσματικότερη, δεδομένης της αυξημένης πληροφόρησης που θα γίνει διαθέσιμη μέσα από το IoT.

Συστήματα που δείχνουν την τάση αυτή, έχουν ήδη υλοποιηθεί και λειτουργούν σεερευνητικό ή και σε επιχειρησιακό επίπεδο. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν το ερευνητικό έργο SMART, που έχει ως στόχο την βέλτιστη διακίνηση της πληροφορίας μεταξύ των εταιριών μιας εφοδιαστικής αλυσίδας, καθώς και το σύστημα της αλυσίδας λιανεμπορίου Walmart, που θεωρείται από τα πλέον ανεπτυγμένα στο χώρο.

3.8 Ταυτοποίηση πολιτών

Η τεχνολογία RFID χρησιμοποιείται ήδη για την ταυτοποίηση πολιτών, τοποθετώντας ηλεκτρονικές RFID ετικέτες στα έγγραφά τους. Μια από τις πιο διαδεδομένες χρήσεις τηςτεχνολογίας αυτής είναι τοβιομετρικά διαβατήριο.

Ένα βιομετρικό διαβατήριο (ePassport) χρησιμοποιεί βιομετρικές τεχνολογίες για την αυθεντικοποίηση του ατόμου που αναγράφεται σε αυτό. Συνήθως φέρει μία RFID ετικέτα και τοποθετείται είτε στο εξώφυλλο, είτε στο οπισθόφυλλο, είτε στην κεντρική σελίδα ενός διαβατηρίου. Τα χαρακτηριστικά τα οποία θα πρέπει να έχει η ετικέτα αυτήορίζονται από τονΔιεθνή Οργανισμό Πολιτικής Αεροπορίας. Οι πληροφορίες του κατόχου του διαβατηρίου αναφέρονται εγγράφως μέσα στο ταξιδιωτικό έγγραφο ενώ στην RFID ετικέτα καταγράφονται και επιπλέον βιομετρικές πληροφορίες. Τέτοιες πληροφορίες είναι χαρακτηριστικά του προσώπου, δακτυλικά αποτυπώματα και χαρακτηριστικά της ίριδας του ματιού του κατόχου. Κάθε χώρα μπορεί να προσαρμόσει ανάλογα με τις ανάγκες της ποια από τα παραπάνω βιομετρικά χαρακτηριστικά απαιτούνται για την έκδοση διαβατηρίων.

Η Σουηδία άρχισε την έκδοση βιομετρικών διαβατηρίων με την τεχνολογία RFID, τον Οκτώβριο 2005. Κάθε διαβατήριο περιλαμβάνει προσωπικές πληροφορίες όπως ύψος, χρώμα μαλλιών κεφαλής και ματιών όπως επίσης και μία ψηφιακή φωτογραφία του κατόχου του. Σε συνέχεια απαίτησης από την Σουηδική Αστυνομική Διεύθυνση, η εταιρία Arcontia AB που υλοποίησε το έργο των διαβατηρίων κατασκεύασε αναγνώστες κατάλληλους για να μπορούνναδιαβάσουν εκτός από τα διαβατήρια και τις νέες ηλεκτρονικές ταυτότητες που διαθέτουν επίσης RFID tags. Οι αναγνώστες σε κάθε αστυνομικό σταθμό συνδέονται με τους υπολογιστές του δικτύου της αστυνομίας μέσω USB port και κατάλληλους software drivers. Μέσω δε αυτών με τις τράπεζες πληροφοριών της Σουηδικής αστυνομίας. Μετά τη Σουηδία, η Γαλλία άρχισε να εκδίδει βιομετρικάδιαβατήρια από τον Απρίλιο 2006.

Η αρχική απόφαση των ΗΠΑ να μην κρυπτογραφήσουν ταδεδομένα που περιέχονται στα RFID chips των διαβατηρίων εξέθετε τους κατόχους τους στις γνωστές απειλές με την ονομασία skimming & Eavesdropping.Skimming (ξάφρισμα) συμβαίνει όταν ένας εισβολέας με ένα λαθραίο αναγνώστη βρίσκεται στην περιοχή όπου περνά ο ανυποψίαστος κάτοχος του διαβατηρίου. Ο εισβολέας τότε διαβάζει το περιεχόμενο του διαβατηρίου χωρίς ο κάτοχός του να καταλάβει τίποτε. Ενώ Eavesdropping συμβαίνει όταν ένας εισβολέας υποκλέπτει τα δεδομένα, τα οποία εκπέμπονται από το RFID chip του διαβατηρίου προς ένα κανονικό αναγνώστη.

Τα βιομετρικά διαβατήρια διαθέτουνορισμένες προδιαγραφές για την αποτροπή υποκλοπής δεδομένων και την πλαστοποίηση των ταξιδιωτικών εγγράφων. Οι κυριότερες απ’ αυτές είναι οι παρακάτω:

- **Μη ύπαρξη σειριακού αριθμού στις ετικέτες:** Οι ετικέτες δεν φέρουν έναν συγκεκριμένο αναγνωριστικό αριθμό (serialnumber). Κάθε φορά απαντούν σε μία προσπάθεια ανάγνωσης από έναν αναγνώστη RFID με έναν διαφορετικό τυχαίο σειριακό αριθμό.
- **Βασικός Έλεγχος Πρόσβασης:**Ο μηχανισμός αυτός ορίζει ότι τα δεδομένα, τα οποία μεταφέρονται από την RFID ετικέτα στην συσκευή ανάγνωσης, θα πρέπει να είναι κρυπτογραφημένα, έτσι ώστε να μην υπάρχει ο κίνδυνος της πιθανής παρέμβασης κάποιου στην μετάδοση αυτή. Το κλειδί το οποίο χρησιμοποιείται στην κρυπτογράφηση δημιουργείται από την ημερομηνία γέννησης του κατόχου, την ημερομηνία παύσης της ισχύος του ταξιδιωτικού εγγράφου καθώς και τον αναγνωριστικό του αριθμό.
- **Παθητική Αυθεντικοποίηση:** Δηλαδή δεν είναι δυνατή η εγγραφή δεδομένων, παρά μόνο η ανάγνωση (read-only). Επίσης, για την ανίχνευση ετικετών οι οποίες είναι πλαστές, το πρότυπο ορίζει ένα σύστημα ασφαλείας, το οποίο αφορά την αποθήκευση ενός αρχείου, που περιέχει διαφορετικά δεδομένα για κάθε χώρα.

- **Ενεργητική Αυθεντικοποίηση:** Ο μηχανισμός αυτός αποτρέπει την δημιουργία πλαστών RFID ετικετών. Η ετικέτα περιέχει ένα ιδιωτικό κλειδί (private key), το οποίο δεν μπορεί να διαβαστεί ή να αντιγραφεί, αλλά μπορεί να αποδείξει την ύπαρξή του με την χρήση κατάλληλου μηχανισμού.
- **Επεκταμένος Έλεγχος Πρόσβασης:**Ο μηχανισμός αυτός αυξάνει την αποδοτικότητα της διαδικασίας αυθεντικοποίησης μιας RFID ετικέτας, προσθέτοντας παραπάνω λειτουργίες στην ετικέτα αλλά και στην μηχανή ανάγνωσης. Επίσης χρησιμοποιεί ισχυρότερη μέθοδο κρυπτογράφησης απ'ότι ο Βασικός Έλεγχος Πρόσβασης.
- **Προφύλαξη της ετικέτας**: Μερικές χώρες (οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής τουλάχιστον) χρησιμοποιούν έναν μηχανισμό, ο οποίος εμποδίζει την μεταφορά δεδομένων από την ετικέτα, στην περίπτωση που το εξώφυλλο του διαβατηρίου είναι κλειστό.

Σε πολλές χώρες οι ειδικοί ασφαλείας διαφωνούν με την χρήση της RFID τεχνολογίας για την αποθήκευση των προσωπικών δεδομένων στα διαβατήρια, και τονίζουν ότι η συγκεκριμένη μέθοδος δεν είναι αρκετά ασφαλής. Συγκεκριμένα, ο Bruce Schneier, ένας από τους επιφανέστερους ειδήμονες σε θέματα ασφάλειας στις ΗΠΑ ανέφερε καθαρά: «Πρόκειται για μία καθαρή απειλή στην προσωπική ασφάλεια και στην ιδιωτικότητα. Είναι απλά μια πολύ κακή ιδέα.Ευαίσθητες πληροφορίες αναγνώσιμες από μηχανήματα μπορεί ναεκτεθούν σε κίνδυνο (όπως για παράδειγμα η εθνικότητα ενός ατόμου).» Ένας τρομοκράτης σε ένα αεροδρόμιο μπορεί να προγραμματίσει ένα αναγνώστη RFID σε μία βαλίτσα, ο οποίος να ενεργοποιεί ένα εκρηκτικό μηχανισμό όταν κοντά του διέρχεται άτομο με Αμερικανικό ή Εβραϊκό διαβατήριο. Τέλος, πολλοί ακτιβιστές για την προστασία των προσωπικών δεδομένων, από διάφορες χώρες, δεν είναι σύμφωνοι με την χρήση βιομετρικών πληροφοριών στα διαβατήρια, καθώς υποστηρίζουν ότι δεν υπάρχει αρκετή πληροφόρηση σχετικά με τα ακριβή δεδομένα όπου η RFID ετικέτα θα αποθηκεύει.

Μετά τη μεγάλη κριτική από ειδήμονες ασφαλείας και απόοργανώσεις που ενεργοποιούνται στα ανθρώπινα δικαιώματα, σχετικά με τους κινδύνους της τεχνολογίας RFID στα νέα διαβατήρια, η Αμερικανική κυβέρνηση αναθεώρησε το πλάνο της σχετικά με τα διαβατήρια, αποδεχόμενη λύσεις που πριν είχε απορρίψει, για την προστασία των δεδομένων που υπάρχουν στα βιομετρικά διαβατήρια. Η λύση ασφαλείας απαιτεί ο αναγνώστης RFID να δίνει ένα κλειδί/ password πριν του επιτραπεί να αναγνώσει τα δεδομένα που βρίσκονται στο RFID chip του διαβατηρίου. Σύμφωνα με τη λύση ασφαλείας τα δεδομένα που ανταλλάσσονται μεταξύ του chip του διαβατηρίου (tag) και του αναγνώστη θα είναι κρυπτογραφημένα, ώστε να μην είναι αναγνώσιμα από κάποιον που υποκλέπτει την επικοινωνία.

3.9 Κοινωνικά Δίκτυα

Πολλές έρευνες εξετάζουν τη δυνατότητα ενσωμάτωσης των κοινωνικών δικτύων στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων, το οποίο μπορεί να υποστηρίξει καινοτόμες εφαρμογές και υπηρεσίες δικτύου με επαρκείς και αποδοτικούς τρόπους.

Δεδομένου ότι οι συσκευές IoT είναι πιθανό να συνδεθούν με πολλά αντικείμενα, ακόμα και για τους ίδιους τους ανθρώπους, το να εξετάσουμε τη δυνατότητα κοινωνικών και προσωπικών επιπτώσεων του IoT είναι απολύτως απαραίτητο. ΟιIoTσυσκευές επιτρέπουν έναν ορισμένο αριθμό λειτουργιών που μπορεί να προωθήσει την κοινωνική αλληλεπίδραση και τις προσωπικές ανάγκες. Μια πιθανή εφαρμογή του IoT σε ένα κοινωνικό πλαίσιο είναι η αλληλεπίδραση IoT συσκευών με τις υφιστάμενες υπηρεσίες κοινωνικής δικτύωσης, όπως Facebook ή το Twitter (Vazquez και Lopez-de-Ipina 2008).

Με τη χρήση τέτοιων συσκευών παρέχονται πληροφορίες σχετικά με τις δραστηριότητες και την τοποθεσία ενός ατόμου εξοικονομώντας μπορεί να χρόνο. Επίσης, εφαρμογές συλλέγουν και ενσωματώνουν αυτόματα αυτές τις πληροφορίες μπορούν να ενημερώνουν τα άτομα όταν βρίσκονται κοντά σε φίλους, κοινωνικές εκδηλώσεις, ή άλλες δραστηριότητες που μπορεί να τους ενδιαφέρουν (Guo et al. 2011). Επιπλέον, κινητά τηλέφωνα συμβατά με το IoT
Μπορούν να συνδεθούν άμεσα με άλλα κινητά τηλέφωνα και να μεταφέρουν πληροφορίες όταν τα προφίλ κοινωνικών δικτύων είναι συμβατά (Guo et al. 2012)

Πρόσφατα, το κοινωνικό Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) που ενσωματώνει το IoT και τα κοινωνικά δίκτυα έχει μελετηθεί από τους ερευνητές να υποστηρίξει καινοτόμες εφαρμογές με πιο αποτελεσματικούς και αποδοτικούς τρόπους. Τα πλεονεκτήματα της σύνδεσης των αντικειμένων με τα κοινωνικά δίκτυα είναι [3]:

(1) η σχέση των αντικειμένων / υπηρεσιών του SIOTεκτελείται αποτελεσματικά όπως τα ανθρώπινα κοινωνικά δίκτυα (2) η αύξηση της αξιοπιστίας από την αλληλεπίδραση όλων των αντικειμένων μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία περισσότερων εφαρμογών SIOT(3)η αλληλεπίδραση όλων των αντικειμένων θα μπορούσαν να στηρίξουν νέες κοινωνικές συνεργασίες.

Η αναφερόμενη βιβλιογραφία, ωστόσο, εξακολουθεί να στερείται ορισμένες βασικές πτυχές που θα πρέπει να αντιμετωπιστούν για να επιτευχθεί πλήρως ένα πραγματικό "κοινωνικό δίκτυο ευφυών αντικειμένων". Στην πραγματικότητα, σε αναλογία με τις κοινωνικά δίκτυα του ανθρώπου εμείς χρειαζόμαστε: (i) τον ορισμό της έννοιας των κοινωνικών σχέσεων μεταξύ των αντικειμένων, (ii) τον σχεδιασμό ενός αρχιτεκτονικού μοντέλου αναφοράς που εφαρμόζει το SIOT, το οποίο βασίζεται στην κωδικοποιημένη σχέση αντικειμένων, (iii) την ανάλυση της δομής του κοινωνικού δικτύου, το οποίο απορρέει από τις αλληλεπιδράσεις αντικείμενων που βασίζονται στις καθορισμένεςκοινωνικέςσχέσεις. Μόνο μια διεξοδική έρευνα των τριών αυτών ζητημάτων θα επιτρέψουν την αποτελεσματική επέκταση της χρήσης των μοντέλων που έχουν σχεδιαστεί για την μελέτη των κοινωνικών δικτύων των ανθρώπων στα κοινωνικά δίκτυα των πραγμάτων.

Υπάρχουν ενδείξεις ότι σύνθετα ζητήματα μπορούν να βρουν αποτελεσματικές απαντήσεις μέσω των απαντήσεων των χρηστών των κοινωνικών δικτύων. Επομένως τα κοινωνικά δίκτυα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μέσα έρευνας των πηγών του διαδικτύου. Το IoTδιαθέτει τα απαραίτητα τεχνικά στοιχεία καθώς και τα απαιτούμενα πρωτόκολλα επικοινωνίας. Η σύζευξη των δυνατοτήτων του IoTκαι των κοινωνικών δικτύων είναι πλέον διαδεδομένη, καθώς το Κοινωνικό Διαδίκτυο των Πραγμάτων (SocialInternetofThings)θα έχει στο μέλλον ιδιαίτερη σημασία στην καθημερινή ζωή των ανθρώπων.

Στην πραγματικότητα, η εφαρμογή των αρχών των Κοινωνικών Δικτύων στο IoTμπορεί να έχει τα εξής πλεονεκτήματα:

- Η δομή του SIoT πρέπει να καθιστά το δίκτυο πλοηγίσιμο, ώστε η έρευση των υπηρεσιών να πραγματοποιείται χωρίς εμπόδια.
- Το επίπεδο αξιοπιστίας καθορίζεται επηρεάζοντας τον βαθμό αλληλεπίδρασης μεταξύ χρηστών των κοινωνικών δικτύων

- Τα μοντέλα που σχεδιάστηκαν για να μελετηθούν τα κοινωνικά δίκτυα μπορούν να ξαναχρησιμοποιηθούν με σκοπό να αντιμετωπίσουν τα ζητήματα που αφορούν το IoT.

Τα κοινωνικά δίκτυα φανερώνουν την σημασία των πληροφοριών που μπορούν να αντληθούν από τους διάφορους χρήστες. Πιο συγκεκριμένα η επιτυχία κοινωνικών δικτύων όπως το Twitter και το Facebook καθώς και τα δεδομένα σχετικά με τη δομή των δικτύων αυτών έχουν κεντρίσει το ενδιαφέρον των ερευνητών. Στο πλαίσιο της επικοινωνίας για παράδειγμα τα δεδομένα που αφορούν τα κοινά ενδιαφέροντα «φίλων» στα κοινωνικά δίκτυα μπορούν να βελτιώσουν την αναζήτηση πληροφοριών στο διαδίκτυο καθώς και να συντελέσουν στην ανάπτυξη νέων δικτύων. Επιπλέον, μελέτες που έχουν διεξαχθεί, χρησιμοποιούν τις κοινωνικές σχέσεις των χρηστών με σκοπό να βελτιώσουν ζητήματα ασφαλείας.

Οι πρώιμες προσπάθειες ανάπτυξης κοινωνικών σχέσεων μεταξύ αντικειμένων περιλαμβάνουν μικρές ασύρματες συσκευές, κυρίως ασύρματους αισθητήρες που ανέπτυξαν προσωρινές σχέσεις επικοινωνίας. Η διαδικασία αυτή ελεγχόταν από τους κατόχους των αισθητήρων αυτών. Εντούτοις, οι νέες έρευνες και εφαρμογές που βρίσκονται σε πειραματικό στάδιο βασίζονται σε μια μια νέα γενιά αντικειμένων. Τα αντικείμενα αυτά εντάσσονται στις καθημερινές δραστηριότητες των ατόμων ακολουθώντας μια καινούρια προσέγγιση καθώς είναι σχεδιασμένα να λειτουργούν ως έξυπνα αντικείμενα. Τα αντικείμενα αυτά έχουν την δυνατότητα να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους κάτι που παλαιότερα ήταν αδιανόητο. Άλλες μελέτες εισήγαγαν την ιδέα των αντικειμένων που είναι ικανά να συμμετέχουν σε συζητήσεις κάτι που μέχρι τότε μόνο άνθρωποι μπορούσαν να κάνουν. Πρόσφατα οι μελέτες άρχισαν να επικεντρώνονται στην ένταξη των αρχών των κοινωνικών δικτύων στο IoT.

Στο μέλλον, τα πράγματα θα συσχετίζονται με τις υπηρεσίες που εκτελούν. Σε ένα κοινωνικό δίκτυο αντικειμένων, ο κύριος στόχος θα είναι να δημοσιεύουμε πληροφορίες και να ανακαλύπτουμε νέες πηγές πληροφοριών με τις οποίες οι υπηρεσίες θα βρίσκουν καλύτερη εφαρμογή. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την περιήγηση στα κοινωνικά δίκτυα και με την αναζήτηση πληροφοριών στο internet.

3.10 Σπίτια και επιχειρήσεις (Smarthome)

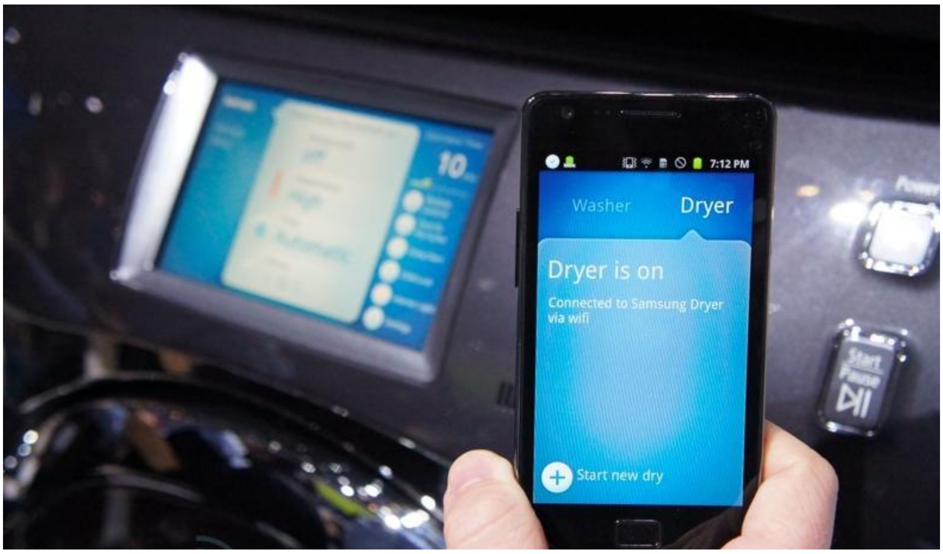
Η ενσωμάτωση έξυπνων αντικειμένων σε φυσική υποδομή μπορεί να βελτιώσει την ευελιξία, την αξιοπιστία και την αποδοτικότητα στις επιχειρήσεις. Αυτά τα οφέλη μπορούν να μειώσουν το κόστος και τις απαιτήσεις του εργατικού δυναμικού, καθώς και να ενισχύσουν την ασφάλεια.Τα έξυπνα δίκτυα χρησιμοποιούν την τεχνολογία IoT για τη συλλογή δεδομένων σχετικά με την ενέργεια κατανάλωσης και να κάνουν τα δεδομένα διαθέσιμα στο διαδίκτυο. Τα δεδομένα είναι συνήθως ενσωματωμένα σε αναφορέςπου δείχνουν πρότυπα χρήσης και περιλαμβάνουν συστάσεις για το πώς να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας και το κόστος. Οι IoT τεχνολογίες επίσηςμπορούν να χρησιμοποιηθούν μέσα στα σπίτια και τα γραφεία. Τα σπίτια και τα κτίρια είναι
εξοπλισμένα με αισθητήρες και ενεργοποιητές που παρακολουθούν την κατανάλωση, και τον έλεγχο της κτιριακής υποδομής, όπως τα φώτα και τα συστήματα HVAC, και επιτήρησης συμπεριφοράς για την κάλυψη αναγκών ασφαλείας

Η έννοια του «έξυπνου» σπιτιού χρησιμοποιείται με την πάροδο των χρόνων όλο και περισσότερο και αυτό συμβαίνει επειδή η τεχνολογία έχει εξελιχθεί ραγδαία και έχει διεισδύσει στα σπίτια των ανθρώπων. Το ζήτημα που τίθεται όμως είναι ποια χαρακτηριστικά ορίζουν μια οικεία ως «έξυπνη». Ως «έξυπνο» μπορεί να χαρακτηριστεί ένα σπίτι, όπου η ένταση του φωτισμού του ρυθμίζεται ανάλογα με τις εξωτερικές συνθήκες ή μια οικεία που είναι υπό τον έλεγχο αισθητήρων για να μπορεί να ελέγχει την κίνηση των ηλικιωμένων και όταν είναι απαραίτητο να ειδοποιείται το πιο κοντινό νοσοκομείο (Norros et al., 2007).

3.10.1 SamsungAddWash Front-load

Η Samsung παράγει ήδη το έξυπνο πλυντήριο ρούχων με ενσωματωμένο Wi-Fi και οθόνη αφής (εικόνα 3.10).Διαθέτει ένα πλήθος έξυπνων λειτουργιών, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν με Android και με iOS smartphones. Κάνοντας εγκατάσταση της δικής του εφαρμογής στο κινητό, ο χρήστης μπορεί να ελέγχει από απόσταση τους κύκλους των στροφών, τον υπολειπόμενο χρόνο πλύσης αλλά και τη δυνατότητα ενεργοποίησης και απενεργοποίησης. Αυτό όχι μόνο διευκολύνει την παρακολούθηση της προόδου της πλύσης, αλλά επιπλέον προσφέρει την επιλογή αποστολής ειδοποιήσεων στα smartphones των καταναλωτών, ακριβώς πριν ξεκινήσει ο επόμενος κύκλος της πλύσης(εικόνα 3.11) Για παράδειγμα ο καταναλωτής μπορεί να προσθέσει κάποια ευαίσθητα ρούχα προς το τέλος της πλύσης.

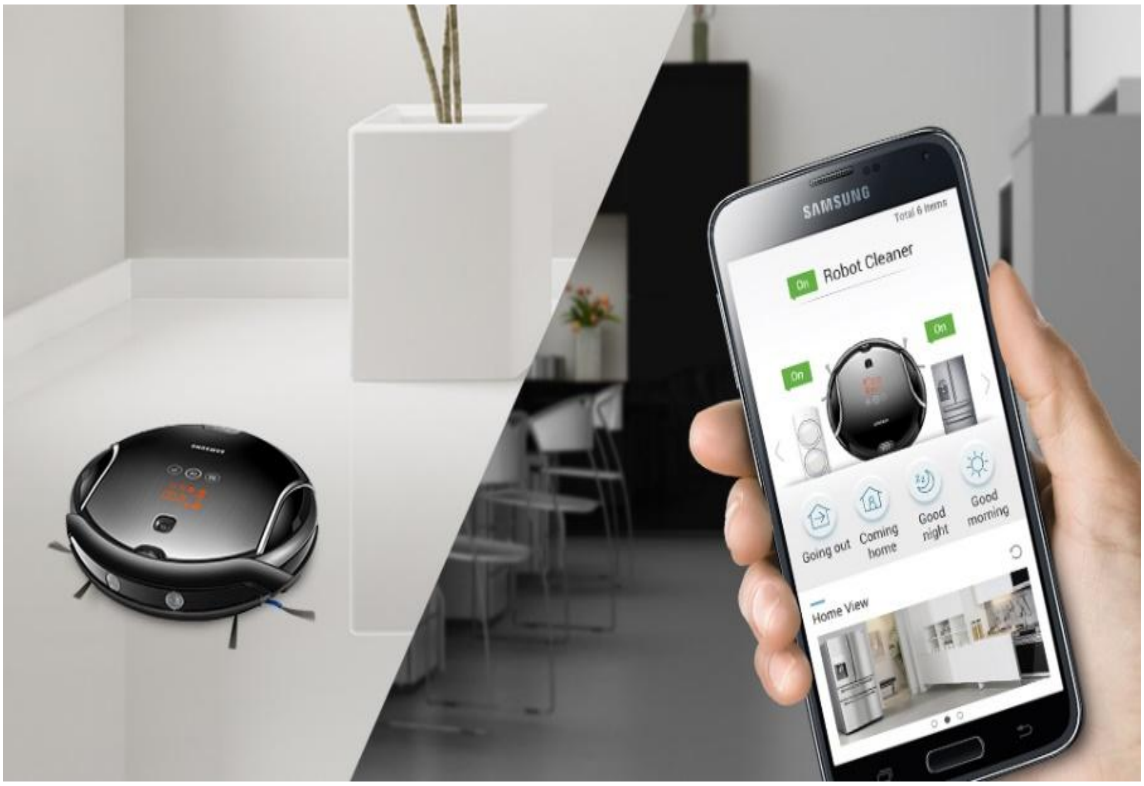
Εικόνα 3.10: Samsung AddWash Front-load
[Πηγή: https://img.us.news.samsung.com/us/wp-content/uploads/2016/01/05030659/WF50K7500AV-V2_011_Dynamic_Black.jpg]



Εικόνα 3.11: AndroidεφαρμογήSAMSUNGSmartWasher/Dryer
[Πηγή: http://blog.priceplunge.com/home/tag/wf457-washer-and-dryer]

3.10.2 POWERbot Turbo Wi-Fi

Πρόσφατα η SamsungElectronicsCo., Ltd. παρουσίασε στο EuropeanForum 2016 στο Μονακό την την POWERbot Turbo Wi-Fi ρομποτική σκούπα. Εξοπλισμένη με συνδεσιμότητα Smart Control Wi-Fi, οι καταναλωτές μπορούν να ελέγξουν την κίνηση της σκούπας από απόσταση μέσω του smartphone τους (εικόνα 3.12). Η λειτουργία “Select & Go™” δημιουργεί έναν εικονικό χάρτη σε ολόκληρο το σπίτι στην εφαρμογή του smartphone, με κάθε δωμάτιο να μπορεί να πάρει ένα ξεχωριστό όνομα. Στη συνέχεια, σας επιτρέπει να επιλέξετε συγκεκριμένες περιοχές ή δωμάτια στο σπίτι, που χρειάζονται καθάρισμα. Απλώς επιλέγετε ένα δωμάτιο και η σκούπα θα οδηγηθεί εκεί. Με ένα ενισχυμένο σύστημα ψηφιακής χαρτογράφησης, η νέα ρομποτική σκούπα της Samsung μπορεί κυριολεκτικά να βρει τη διαδρομή μέσα στο σπίτι και, προσφέρει την απόλυτη καθαριότητα, χωρίς καν να την αγγίξετε.



Εικόνα 3.12: POWERbot Turbo Wi-Fi καιAndroid εφαρμογή RobotCleaner
[Πηγή: http://www.samsung.com/au/promotions/smarthome/images/04_5.jpg]

3.10.3 Ψυγείο Family Hub

Κεντρικό κομμάτι του αποτελεί η οθόνη αφής της συσκευής, η οποία λειτουργεί ως το ψηφιακό κέντρο ελέγχου για το συνδεδεμένο σπίτι (εικόνα 3.13). Το Family Hub περιλαμβάνει τρεις ενσωματωμένες κάμερες, οι οποίες παίρνουν φωτογραφίες του εσωτερικού του ψυγείου κάθε φορά που η πόρτα του κλείνει, ώστε οι καταναλωτές να μπορούν να βλέπουν, ανά πάσα στιγμή, τι έχουν στο ψυγείο τους, μέσω του smartphone τους, από όπου και αν βρίσκονται. Ακόμη προσφέρει τη δυνατότητα στην οικογένεια να γράφει σημειώσεις, να αναρτά φωτογραφίες, να μοιράζεται το πρόγραμμά της ή ζωγραφιές πάνω στην οθόνη αφής του ψυγείου ή μέσω του smartphone τους αν βρίσκονται εκτός σπιτιού.

Τέλος με τα ενσωματωμένα ηχεία του ψυγείου Family Hub, οι καταναλωτές μπορούν να ακούσουν την αγαπημένη τους μουσική από το διαδίκτυο να κάνουν stream την αγαπημένη τους μουσική υπηρεσία ή τηλεοπτικό περιεχόμενο από τις Samsung Smart τηλεοράσεις τους απευθείας στην οθόνη αφής, καθώς και να συνδέονται με τα δικά τους Bluetooth ηχεία.

Εικόνα 3.13: Ψυγείο Family Hub
[Πηγή: http://cdn.pocket-lint.com/r/s/650x/assets/images/phprlwwzy.jpg]

3.10.4Κανάτα Milkmaid

Η κανάτα milkmaidελέγχει τα αποθέματα γάλακτος και ειδοποιεί το χρήστη μέσω της εφαρμογής ή SMS για την ποσότητα και την κατάσταση του υγρού. Η κανάτα διαθέτει αισθητήρα, ενδείξεις LED και σύνδεση GSM, μέσω των οποίων ο χρήστης πληροφορείται για το αν το γάλα είναι κατάλληλο για κατανάλωση (εικόνα 3.15). Σε περίπτωση που η κανάτα παραμείνει εκτός ψυγείου, η συσκευή αποστέλλει ειδοποίηση στο κινητό του χρήστη.

Εικόνα 3.14: Κανάτα Milkmaid
[Πηγή: https://tctechcrunch2011.files.wordpress.com/2012/06/milkmaid1.jpg?w=400]

3.10.5Καθαριστής τζαμιών WinBot

Ο καθαριστής τζαμιών διαθέτει το σύστημα smartmoveπου επιτρέπει στη συσκευή να καθαρίζει τα τζάμια μικρών και μεγάλων παραθύρων χάρις στα στάδια καθαρισμού που διαθέτει. Με το πάτημα ενός κουμπιού η συσκευή καθαρίζει και τα ψηλότερα σημεία αυτόματα (εικόνα 3.14).

Εικόνα 3.15: Καθαριστής τζαμιών WinBot
[Πηγή: http://the-gadgeteer.com/wp-content/uploads/2012/12/winbot.jpg]

3.10.6Mr. Coffee

Η μηχανή καφέ επιτρέπει στο χρήστη να παραγγέλνει εξ' αποστάσεως την προετοιμασία του καφέ μέσω της εφαρμογής WeMo (εικόνα 3.17). Ο χρήστης ειδοποιείται όταν ο καφές είναι έτοιμος.

Εικόνα 3.16: Καφετιέρα Mr. Coffee
[Πηγή: http://otherside.gr/wp-content/uploads/2014/11/11_to-eksypno-spiti-einai-edw.jpg]

3.10.7BelkinWeMo

Η συσκευή αυτή ελέγχει τους ηλεκτρικούς διακόπτες, πρίζες, λαμπτήρες led, αισθητήρες κίνησης και φωτιστικά της αντίστοιχης μάρκας από τον browserή την εφαρμογή του κινητού (εικόνα 3.15). Δεν απαιτείται ειδική εγκατάσταση για την σύνδεση καθώς εκτελούνται μέσω της cloudυπηρεσίας. Κάθε συσκευή έχει το δικό της κανάλι, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί με onlineυπηρεσίες όπως gmail. Τέλος επιτρέπει τη μετατροπή κάθε συσκευής που έχει διακόπτη μικρής τάσης DCή έναν αισθητήρα που μπορεί να ελέγχει από απόσταση.

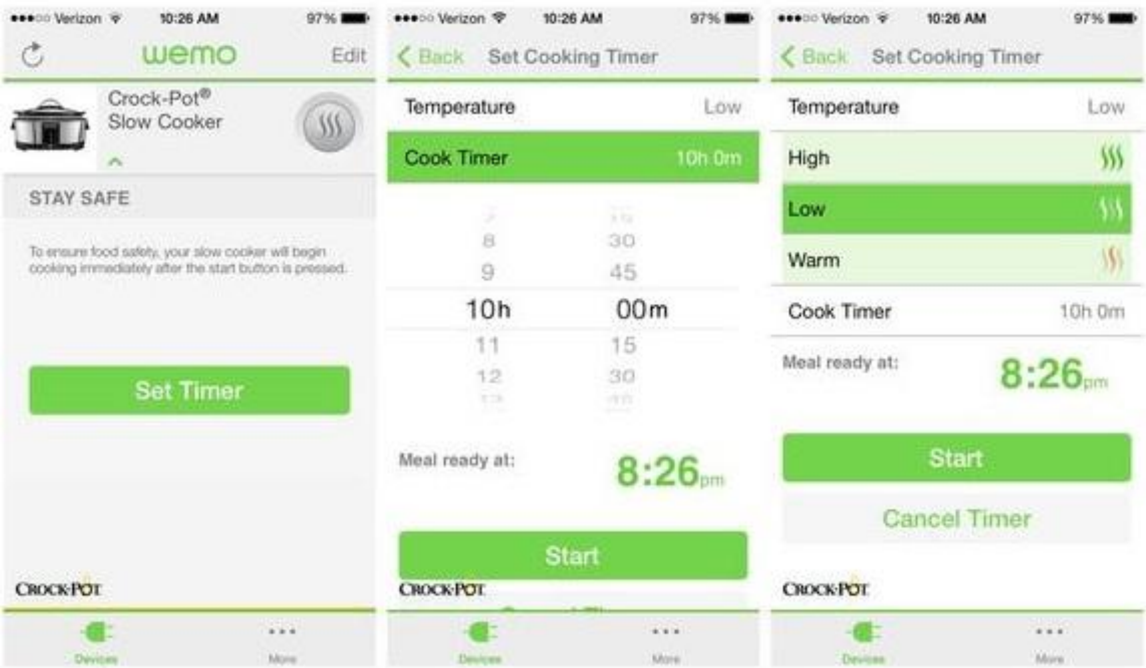
Εικόνα 3.17: BelkinWeMo και εφαρμογή για τον έλεγχο των συσκευών
[Πηγή: http://www.gadgetreview.com/belkin-wemo-switch-review]

3.10.8 BelkinCrock-Pot

Επιτρέπει στο χρήστη να ενεργοποιεί ή να απενεργοποιεί εξ' αποστάσεως την συσκευή και να καθορίζει την θερμοκρασία και τον χρόνο μαγειρέματος (εικόνα 3.18). Ένας χρήστης ελέγχει τη λειτουργία της συσκευής μέσω της εφαρμογήςWeMoκαι λαμβάνει ειδοποιήσεις όταν η παρασκευή του φαγητού ολοκληρωθεί (εικόνα 3.19).

Εικόνα 3.18: Χύτρα Crock-Pot

[Πηγή: http://www.belkin.com/resources/img/press/hi-res/WeMoSlowcooker.jpg]



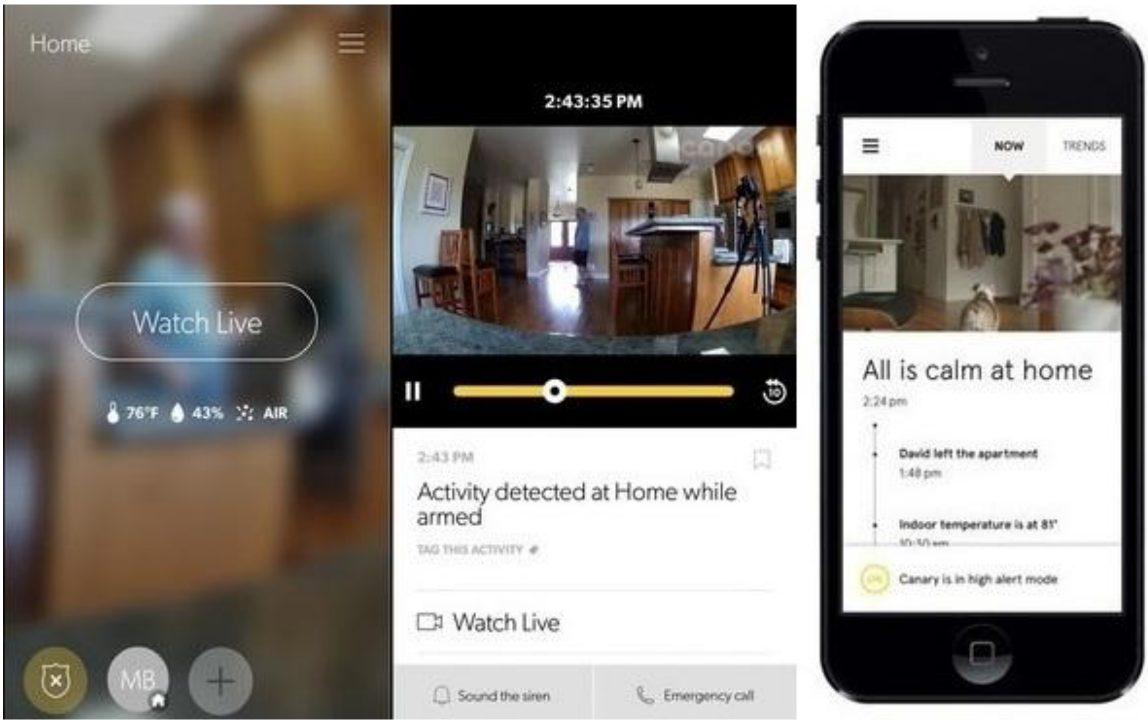
Εικόνα 3.19:

[Πηγή: http://www.cnet.com/uk/products/crock-pot-wemo-smart-slow/]

3.10.9 Canary

Πρόκειται για ένα σύστημα ασφαλείας για το σπίτι το οποίο περιλαμβάνει HDvideocameraκαι αισθητήρες ποιότητας αέρα, κίνησης, θερμοκρασίας και δονήσεις με μια μονάδα (εικόνα 3.20). Μέσω αυτής της συσκευής καθορίζεται τι αποτελεί τυπική δραστηριότητα και επιτρέπεται στο χρήστη να στέλνει ειδοποίηση μέσω της εφαρμογής του κινητού αν κάτι αλλάξει (εικόνα 3.21). Γνωρίζοντας η συσκευή τις τυπικές αυτές συνθήκες που επικρατούν, μπορούν να μειωθούν οι περιπτώσεις λανθασμένου συναγερμού. Όταν ο ιδιοκτήτης δεν βρίσκεται στο σπίτι μπορεί να καθορίσει την αποστολή ειδοποιήσεων σε πολλούς χρήστες.

Εικόνα 3.20: Σύστημα ασφαλείας Canary
[Πηγή: https://www.youtube.com/watch?v=AvU639XuBI4]



Εικόνα 3.21: Εφαρμογή συστήματος ασφαλείας
[Πηγή: http://b-i.forbesimg.com/alexknapp/files/2013/08/Canary-App-Home-Screen.png]
[Πηγή: http://core1.staticworld.net/images/article/2015/06/canary-primary2-100590212-large.jpg]

3.10.10Neurio

Το σύστημα αυτό περιλαμβάνει έναν αισθητήρα που ενεργοποιείται μέσω wi-fiκαι ο οποίος προσαρμόζεται στον ηλεκτρολογικό πίνακα του σπιτιού. Ο αισθητήρας αυτός ανιχνεύει τις συσκευές με βάση την ενέργεια που καταναλώνεται. Σε περίπτωση που ο χρήστης φύγει από το σπίτι και αμελήσει να απενεργοποιήσει κάποια συσκευή (π.χ. ηλεκτρική κουζίνα), το σύστημα τον ενημερώνει μέσω γραπτού μηνύματος (εικόνα 3.24). Επιπλέον του παρέχει συμβουλές για εξοικονόμηση ενέργειας και ενημερώνεται για το ποσό που πρόκειται να πληρώσει για την ενέργεια που καταναλώνει πριν ακόμη εκδοθεί ο λογαριασμός από τον πάροχο ενέργειας.

Εικόνα 3.22: Εφαρμογή ελέγχου χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας
[Πηγή: http://i.i.cbsi.com/cnwk.1d/i/tim2/2013/10/30/neurio2.png]

3.10.11TCPHomeLighting

Το σύστημα αυτόματου φωτισμού της TCP αποτελείται από μια συσκευή συνδεδεμένη με το ρούτερ του σπιτιού, ένα τηλεχειριστήριο, μια εφαρμογή κινητού καθώς και δύο μικρές LEDλάμπες (εικόνα 3.22). Το σύστημα αυτό μπορεί να ελέγχει μέχρι αι 250 διαφορετικές λάμπες. Η εφαρμογή του κινητού ελέγχει τον φωτισμό του σπιτιού, επιτρέποντας στον χρήστη να χαμηλώσει ή να δυναμώσει τον φωτισμό, ακόμη και να τον κλείσει. Επίσης, ο χρήστης μπορεί να προσαρμόσει τα επίπεδα φωτισμούανάλογα με τις εξωτερικές συνθήκες φωτισμού (εικόνα 3.23).

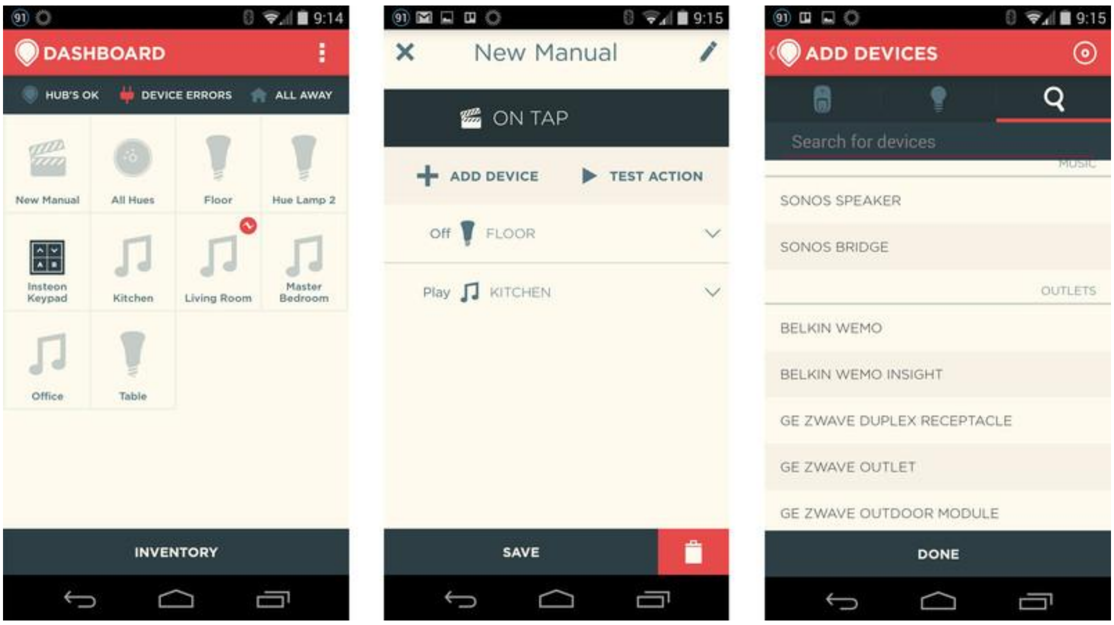
Εικόνα 3.23: Σύστημα TCPHomeLighting
[Πηγή: https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/G/01/th/aplus/connectedtcp-B00H4J4BUU-LCS3LD11-contents-sm.jpg]

Εικόνα 3.24: Εφαρμογή ελέγχου φωτισμού
[Πηγή: http://p-fst1.pixstatic.com/52b481aedbfa3f7a5900f6cf._w.540_s.fit_.jpg]

3.10.12 Revolv

Πρόκειται για ένα σύστημα που ελέγχει κάθε έξυπνη συσκευή που βρίσκεται στο σπίτι ακόμη κι αν αυτές προέρχονται από διαφορετική κατασκευάστρια εταιρεία. Το σύστημα αυτό περιλαμβάνει έναν διανομέα (hub)που μπορεί να υποστηρίζει έως 7 διαφορετικές ραδιοσυχνότητες (εικόνα 3.25) και μια iOSεφαρμογή (εικόνα 3.26) που υποστηρίζει τα χαρακτηριστικά των περισσότερων έξυπνων συσκευών.

Εικόνα 3.25: Σύστημα ελέγχου έξυπνων συσκευών
[Πηγή: http://www6.pcmag.com/media/images/409136-revolv-smart-home-automation-solution.jpg?thumb=y]



Εικόνα 3.26: Εφαρμογή Ελέγχου έξυπνων συσκευών
[Πηγή: http://www.connectedly.com/revolv-hub-review]

3.10.13 Θερμοστάτης Nest

Μέσω μιας smartphoneεφαρμογής ο χρήστης μπορεί να ελέγξει τη θερμοκρασία του σπιτιού του ακόμα κι όταν δεν βρίσκεται σε αυτό(εικόνα 3.27). Ο θερμοστάτης 3ης γενιάς μαθαίνει τις συνήθειες του χρήστη και δεν απαιτείται η παρέμβαση από τον χρήστη. Όταν ο χρήστης φύγει από το σπίτι ο θερμοστάτης του σπιτιού ώστε να εξοικονομείται ενέργεια.

Εικόνα 3.27: Θερμοστάτης και smartphone εφαρμογή Nest
[Πηγή: http://cdni.wired.co.uk/620x413/k_n/nest1.jpg]

3.10.14 Κλειδαριά με δακτυλικό αποτύπωμα iTouchless

Η κλειδαριά με την ονομασία «Bio-Matic Weather-Proof Fingerprint Recognition Door Locks»της iTouchlessδιαθέτει αισθητήρα δακτυλικών αποτυπωμάτων (εικόνα 3.28). Και επιτρέπει την είσοδο μόνο στους χρήστες των οποίων τα δακτυλικά αποτυπώματα είναι αποθηκεμένα στη μνήμη της συσκευής. Η βιομετρική τεχνολογία επιτρέπει την αποθήκευση των δακτυλικών αποτυπωμάτων 150 διαφορετικών χρηστών. Η κλειδαριά αυτή μπορεί να αντικαταστήσει κάθε συμβατική-τυπική κλειδαριά.

Εικόνα 3.28: Bio-Matic Weather-Proof Fingerprint Recognition Door Locks
[Πηγή: https://gr.pinterest.com/pin/892276363421597949/]

3.10.15 En-Gauge

Η εταιρεία Engaugeανέπτυξε ένα ηλεκτρονικό σύστημα που ειδοποιεί τις αρχές σε περίπτωση που ο πυροσβεστήρας μπλοκάρει ή όταν η πίεσή του πέσει κάτω από τα προβλεπόμενα όρια ασφαλείας (εικόνα 3.28). Οι ειδοποιήσεις στέλνονται απευθείας μέσω τηλεφωνικής κλήσης.

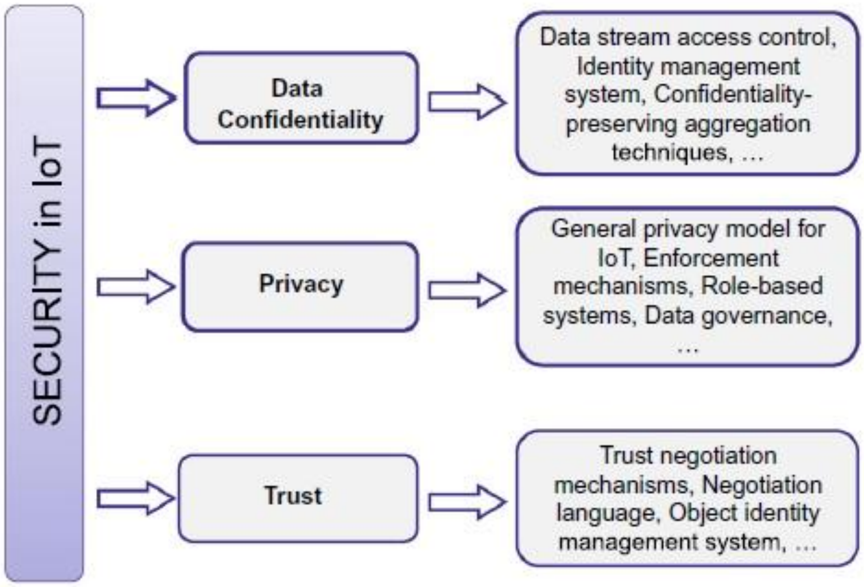
Εικόνα 3.29: Ηλεκτρονικό σύστημα En-Gauge
[Πηγή:http://d3uifzcxlzuvqz.cloudfront.net/images/stories/content/projects/engauge/enaguge-fire.jpg]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΑΠΟΡΡΗΤΟ

4.1 Ασφάλεια

Για την ασφάλεια ενός πληροφοριακού συστήματος θα επιβάλλεται στον αρμόδιο οργανισμό να προστατεύει τις πληροφορίες του από τυχόν αλλοιώσεις και καταστροφές, αλλά κυρίως από μη εξουσιοδοτημένη χρήση των πόρων του αλλά και να παρέχει ορθές και αξιόπιστες πληροφορίες, οι οποίες είναι διαθέσιμες στους εξουσιοδοτημένους χρήστες κάθε φορά που τις αναζητούν. Προκειμένου να υλοποιηθούν όλα τα παραπάνω, απαιτείται η διασφάλιση της ακεραιότητας και της εμπιστευτικότητας των δεδομένων. Σε ότι αφορά την τεχνολογία RFID, είναι απαραίτητο οι ετικέτες και οι αναγνώστες, να λειτουργούν με ασφαλή τρόπο για την ομαλή λειτουργία τους. Όμως επειδή το περιεχόμενο μιας ετικέτας μπορεί να είναι προσβάσιμο από τρίτους αναγνώστες, χωρίς ο φορέας της να το γνωρίζει, δημιουργούνται προβλήματα που αφορούν την ιδιωτικότητα του φορέα της ετικέτας.

Η ασφάλεια είναι απαραίτητη συνιστώσα στην διάδοση των τεχνολογιών και εφαρμογών IoT. Το προτεινόμενο μοντέλο παρουσιάζει 3 τομείς (σχήμα 4.1) για τη ανάπτυξη των οποίων απαιτούνται καινοτόμες προσεγγίσεις.



Σχήμα 4.1: Γραφική αναπαράσταστη των προκλήσεων ασφάλειας του IoT
[Πηγή: Daniele Miorandi, Sabrina Sicari, Francesco De Pellegrini, Imrich Chlamtac (2012). Internet of things: Vision, applications and research challenges.]

4.1.1 ΑπόρρητοΔεδομένων (DataConfidentiality)

Αποτελεί ένα καίριο ζήτημα καθώς μόνο εγκεκριμένοι πιστοποιημένοι χρήστες μπορούν να έχουν πρόσβαση στα δεδομένα. Το απόρρητο των πληροφοριών επηρεάζει την ανταγωνιστικότητα τους. Σύμφωνα με τις αρχές του IoT, πρόσβαση σε δεδομένα μπορούν να έχουν όχι μόνο χρήστες αλλά και εγκεκριμένα αντικείμενα. Για να επιτευχθεί η πρόσβαση των αντικειμένων απαιτείται η διερεύνηση δύο σημαντικών πτυχών. Πρώτον, τον καθορισμό ενός μηχανισμού που θα ελέγχει την πρόσβαση και δεύτερον τον καθορισμό μιας διαδικασίας πιστοποίησης αντικειμένου.

Μια εφαρμογή IoTπου αποδεικνύει τη σημασία της τήρησης απορρήτου, είναι η χρήση βιοαισθητήρων που παρέχουν πληροφορίες για τη σύνθεση βακτηρίων σε προϊόντα με σκοπό τη διασφάλιση της ποιότητας στα τρόφιμα. Τα δεδομένα αυτά είναι σαφώς απόρρητα, καθώς η διέρρευση πληροφοριών θα μπορούσε να πλήξη τη φήμη της εταιρίας και την ανταγωνιστικότητα της. Οι εφαρμογές που εξετάζουν την εξέλιξη των φυσικών φαινομένων αποτελούν ένα δεύτερο παράδειγμα που αποδεικνύει τη σημασία του απορρήτου. Στις εφαρμογές αυτές τα δεδομένα που συλλέγονται μπορούν να ειδοποιήσουν το σύστημα με πίστωση σεισμού ή τσουνάμι. Σε αυτή την περίπτωση, μόνο οι σχετικοί φορείς πολιτικής προστασίας πρέπει να έχουν πρόσβαση στα δεδομένα καθώς η διαρροή πληροφοριών μπορεί όχι μόνο να βλάψει τις στρατηγικές ελέγχου κρίσης αλλά και να προκαλέσει εκδηλώσεις πανικού στον πληθυσμό αλλά και χάος.

Πολλές τεχνικές ελέγχου πρόσβασης έχουν προταθεί για τη διασφάλιση απορρήτου. Η συνήθης προσέγγιση που ανταποκρίνεται ικανοποιητικά στα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος του IoTείναι η Role-BasedAccessControl (RBAC). Η έννοια του RBACαναπτύχθηκε την προηγούμενη δεκαετία ως μια επιτυχημένη εναλλακτική στους συμβατικούς ελέγχους πρόσβασης. Στο RBAC, χρήστες και άδειες ανατίθενται σε ρόλους. Οι χρήστες λαμβάνουν άδειες έμμεσα μέσω της ανάθεσης ρόλων. Το κύριο πλεονέκτημα του RBACείναι ότι τα δικαιώματα εισόδου μπορούν να τροποποιηθούν αλλάζοντας την ανάθεση ρόλων.

Το IoTαπαιτεί την εισαγωγή νέων λύσεων που θα ακολουθούν το μοτίβο του RBAC. Τα συστήματα διαχείρισης της ροής δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν στην υποστήριξη μιας ευρείας γκάμας εφαρμογών αληθινού χρόνουκαι αποτελούν κατάλληλη λύση στο περιβάλλον του IoT. Στο IoT, οι τεχνικές ελέγχου πρόσβασης πρέπει να εντάσσονται στα συστήματα διαχείρισης ροής δεδομένων.

Η βιβλιογραφία προσφέρει κάποιες προτάσεις που ταξινομούνται σε δύο κατηγορίες: αυτές που στοχεύουν στη διασφάλιση της γνησιότητας του απορρήτου και της ακεραιότητας των ροών δεδομένων κατά τη μετάδοση τους και εκείνες που σχετίζονται με τον έλεγχο πρόσβασης. Όσον αφορά τον έλεγχο πρόσβασης ροής δεδομένων, πρόσφατα διερευνήθηκαν μηχανισμοί που αποκλείουν μη εγκεκριμένη πρόσβαση στα δεδομένα.

4.1.2 Ιδιωτικότητα (Privacy)

Η ιδιωτικότητα ορίζει τους κανόνες υπό τους οποίους τα δεδομένα που αναφέρονται σε μεμονωμένους χρήστες μπορούν να γίνουν προσβάσιμα. Οι κύριοι λόγοι που καθιστούν την ιδιωτικότητα μια βασική προϋπόθεση του IoTσχετίζονται με τους τομείς που αυτό εφαρμόζεται και με τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται. Οι εφαρμογές στον τομέα της υγείας αποτελούν εξέχον πεδίο εφαρμογής καθώς στον τομέα αυτό η έλλειψη κατάλληλων μηχανισμών που διασφαλίζουν την ιδιωτικότητα προσωπικών/ευαίσθητων πληροφοριών, σφυρηλάτησε την υιοθέτηση των τεχνολογιών του IoT. Επιπλέον στο χώρο του IoTοι ασύρματες τεχνολογίες επικοινωνίας θα διαδραματίσουν κύριο ρόλο.

Η υιοθέτηση ασύρματων τεχνολογιών για την ανταλλαγή δεδομένων μπορεί να θέσει νέους κινδύνους για την ασφάλεια των πληροφοριών. Στην πραγματικότητα, η ασύρματη μετάδοση δεδομένων αυξάνει τον κίνδυνο παραβίασης δεδομένων καθώς το σύστημα βρίσκεται εκτεθειμένο σε πολλές επιθέσεις (eavesdropping). Επομένως η ιδιωτικότητα αποτελεί ένα σημαντικό ζήτημα που πρέπει να επιλυθεί γιατί μπορεί να περιορίσει την ανάπτυξη του IoT.

Έχει αναπτυχθεί ένας αριθμός πλαισίων για την αντιμετώπιση των ζητημάτων ασφαλείας όπως το PRIS. Η προσέγγιση αυτή μπορεί να αποτελέσει αφετηρία για τον καθορισμό κατάλληλων μηχανισμών που εξασφαλίζουν την ιδιωτικότητα. Μέσω του PRIS οι απαιτήσεις ιδιωτικότητας ενσωματώνονται στη διαδικασία σχεδιασμού του συστήματος. Το PRIS θέτει κανόνες που μετατρέπει τις προϋποθέσεις σε τεχνικές εφαρμογής.

Την ίδια στιγμή, η ανάπτυξη προσεγγίσεων για τη δημιουργία μηχανισμών, που διασφαλίζουν την ιδιωτικότητα στις εφαρμογές του IoT, συναντά προκλήσεις που σχετίζονται με:

- Τον ορισμό ενός γενικού μοντέλου ιδιωτικότητας στο IoT.

- Την ανάπτυξη καινοτόμων τεχνικών ικανών να στηρίξουν τη δυναμική φύση των σεναρίων IoT.
- Την ανάπτυξη λύσεων που εξισορροπούν την ανάγκη για ανωνυμία. Αυτό περιλαμβάνει τον ορισμό των πολιτικών ιδιωτικοτήτων, που καθορίζουν πότε και από ποιές συνθήκες τα ευαίσθητα δεδομένα θα είναι προσβάσιμα.

4.1.3 Εμπιστοσύνη (Trust)

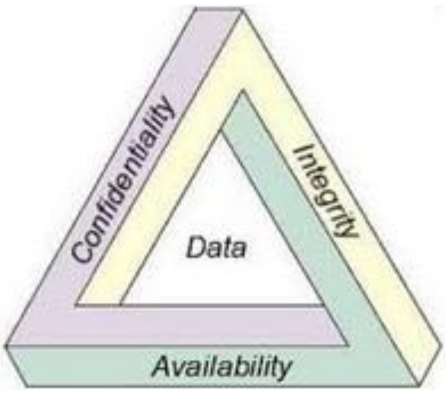
Υπάρχουν πολλοί ορισμοί για την έννοια αυτή. Ο κύριος ορισμός της εμπιστοσύνης προτάθηκε από τον BlazeFeigenbaum και αναφέρεται στις πολιτικές ασφαλείας που καθορίζουν την πρόσβαση σε πηγές πληροφοριών και διαπιστευτήρια που απαιτούνται για την κάλυψη των πολιτικών αυτών. Ο όρος διαπραγμάτευση εμπιστοσύνης (trustnegotiation) αναφέρεται στην ανταλλαγή πιστοποιητικών που επιτρέπει σε κάποιον που απαιτεί μια υπηρεσία από κάποιον άλλο να παρέχει τα απαραίτητα διαπιστευτήρια με σκοπό την απόκτηση της υπηρεσίας αυτής. Ο ορισμός αυτός της εμπιστοσύνης χρησιμοποιείται για την διαχείριση ασφαλών πληροφοριών καθώς τα συστήματα πολλές φορές ανταλλάσσουν πιστοποιητικά πριν τη μετάδοση της πληροφορίας.

Η διαπραγμάτευση εμπιστοσύνης βασίζεται σε peer-to-peer αλληλεπιδράσεις και αποτελείται από επαναληπτική δημοσιοποίηση ψηφιακών πιστοποιητικών με σκοπό την επαλήθευση και την παγίωση αμοιβαίας εμπιστοσύνης. Σύμφωνα με αυτήν την προσέγγιση, τα δεδομένα και οι υπηρεσίες μεταδίδονται μόνο ύστερα από μια επιτυχημένη διαπραγμάτευση εμπιστοσύνης. Ένα σύστημα διαπραγμάτευσης εμπιστοσύνης εκμεταλλεύεται πληροφορίες ψηφιακής ταυτότητας με σκοπό την παροχή ελεγχόμενης πρόσβασης σε προστατευμένες πηγές πληροφοριών. Οι πιο δημοφιλείς προσεγγίσεις είναι η KeyNote και η TrustBuilder οι οποίες όμως δεν γίνεται να εφαρμοστούν απευθείας στον τομέα του IoT, εξαιτίας των υψηλών υπολογιστικών απαιτήσεων που επιβάλλουν.

Για την δημιουργία υπηρεσιών εμπιστοσύνης στον τομέα του IoT πρέπει να εγκαταληφθούν οι στατικές προσεγγίσεις, στις οποίες βασίζονται οι ευρέως διαδεδομένες λύσεις για τη διαχείριση της εμπιστοσύνης και να υιοθετηθεί μια δυναμική προσέγγιση. Η προσέγγιση αυτή θεωρεί ότι καμία σχέση εμπιστοσύνης δεν ορίζεται εκ των προτέρων μεταξύ των στοιχείων στο σύστημα. Επιπλέον ένα νέο ευέλικτο πλαίσιο για τη διαχείριση εμπιστοσύνης πρέπει να δημιουργηθεί ώστε να ανταποκρίνεται στις προϋποθέσεις επεκτασιμότητας που προκύπτουν σε διάφορα επίπεδα, τα οποία περιλαμβάνουν τη διαχείριση και παροχή πληροφοριών.

4.2 Στόχοι Ασφάλειας

Ο βασικός στόχος που θα εξασφαλίσει την ασφάλεια του συστήματος είναι η εξασφάλιση κατάλληλων μηχανισμών που θα διασφαλίζουν την επαλήθευση της ταυτότητας του χρήστη και θα εξασφαλίζουν το απόρρητο. Το βασικό μοντέλο απορρήτου βάση του οποίου αναπτύσσονται μηχανισμοί ασφαλείας, χρησιμοποιεί τρείς όρους όπως η εμπιστευτικότητα, η ακεραιότητα και η διαθεσιμότητα. Κάθε κενό ανάμεσα στις βασικές αυτές αρχές που απαρτίζουν το μοντέλο απορρήτου (CIAtriad), μπορεί να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα στο σύστημα και γι' αυτό πρέπει να αντιμετωπιστεί (σχήμα 4.2).



Σχήμα 4.2: Μοντέλο απορρήτου CIATriad.
[Πηγή: Farooq M.U., Waseem M., Khairi A., Mazhar S., (2015). A Critical Analysis on the Security Concerns of Internet of Things (IoT).]

4.2.1 Απόρρητο Δεδομένων (DataConfidentiality)

Το απόρρητο διασφαλίζεται με τον αποκλεισμό μη εγκεκριμένων χρηστών και με την πρόσβαση στο σύστημα μόνο συγκεκριμένων χρηστών. Για τις συσκευές που λειτουργούν βάση του IoT, το απόρρητο εξασφαλίζεται όταν οι αισθητήρες δεν αποκαλύπτουν τα δεδομένα τους σε γειτονικούς αισθητήρες και όταν οι ετικέτες δεν μεταδίδουν τα δεδομένα τους σε μη εγκεκριμένους αναγνώστες.

4.2.2 Ακεραιότητα Δεδομένων (DataIntegrity)

Είναι πιθανό τα δεδομένα, κατά τη διάρκεια της επικοινωνίας να μεταβληθούν από hackers. Η ακεραιότητα δεδομένων περιλαμβάνει την προστασία σημαντικών δεδομένων κατά τη μετάδοσή τους καθώς υπάρχει ο κίνδυνος οι hackersνα χρησιμοποιούν μεθόδους παρακολούθησης. Υπάρχουν μέθοδοι που διασφαλίζουν την ακρίβεια και την αυθεντικότητα των δεδομένων και αποτελούν απλούς μηχανισμούς ανίχνευσης λαθών. Επιπλέον εξασφαλίζεται η τήρηση αρχείου με τις αλλαγές που επήλθαν στο σύστημα προκειμένου να ανακτηθούν φάκελοι που διαγράφηκαν. Με τον τρόπο αυτό τα δεδομένα μπορούν να διατηρηθούν ανέπαφα από κακόβουλες ενέργειες.

4.2.3 Διαθεσιμότητα Δεδομένων (DataAvailability)

Ένας από τους κύριους στόχους της ασφάλειας στο IoΤαποτελεί η διάθεση δεδομένων στους χρήστες ανά πάσα στιγμή. Η διαθεσιμότητα δεδομένων εξασφαλίζει την άμεση πρόσβαση χρηστών στις πληροφορίες ακόμη και υπό μη ομαλές συνθήκες. Επιπλέον είναι απαραίτητα η παρουσία firewallσε περίπτωση επίθεσης από hackersπου μπορεί να απαγορεύσει την διαθεσιμότητα των πληροφοριών.

4.3 Προκλήσεις και ζητήματα ασφάλειας

Το IoΤστον τομέα της ασφάλειας και του απορρήτου αντιμετωπίζει προκλήσεις στα επίπεδα της αρχιτεκτονικής του.

4.3.1 Επίπεδο Αντίληψης

Το επίπεδο αντίληψης αποτελείται από αισθητήρες όπως το RFID, οι οποίοι βρίσκονται εκτεθειμένοι σε πολλά είδη απειλών όπως:

- **Μη αδειοδοτημένη πρόσβαση σε ετικέτες:**Λόγω της έλλειψης κατάλληλου μηχανισμού ταυτοποίησης σε πολλά RFIDσυστήματα, οι ετικέτες είναι προσβάσιμες και από μη αδειοδοτημένους χρήστες οι οποίοι μπορούν να διαβάσουν δεδομένα αλλά και να τα τροποποιήσουν ή ακόμη και να τα διαγράψουν.
- **Υποκλοπή πληροφοριών:**Εξαιτίας των χαρακτηριστικών του RFIDοι hackersμπορούν να υποκλέψουν απόρρητες πληροφορίες όπως κωδικούς

πρόσβασης ή άλλα δεδομένα που μεταδίδονται από ετικέτα σε αναγνώστη ή από αναγνώστη σε ετικέτα.

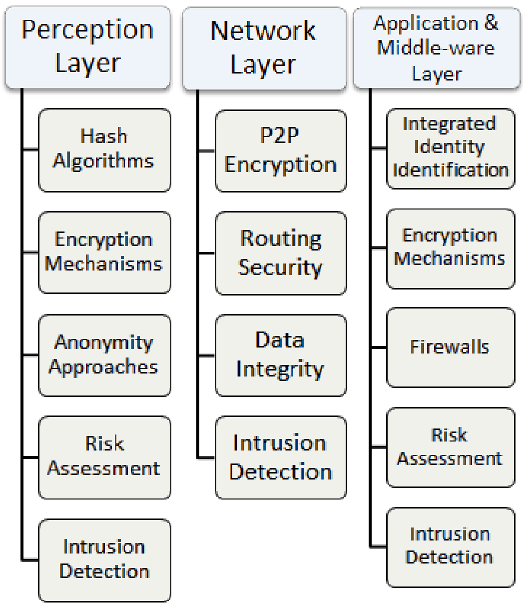
- **Απάτη:** Οι hackersμεταδίδουν ψευδείς πληροφορίες στα συστήματα RFIDοι οποίες φαινομενικά προέρχονται από την αυθεντική πηγή δεδομένων. Οι hackersλαμβάνουν πλήρη πρόσβαση στο σύστημα καθιστώντας το τρωτό.

4.3.2 Επίπεδο Δικτύου

Το επίπεδο δικτύου αποτελείται από το Δίκτυο ασύρματων αισθητήρων (WirelessSensorNetwork)το οποίο μεταδώσει τα δεδομένα από τον αισθητήρα στον προορισμό του με αξιοπιστία. Ωστόσο και σε αυτό το επίπεδο ελλοχεύουν κίνδυνοι. Πολλές φορές οι hackersεισάγουν κωδικούς στο σύστημα μέσω κόμβων με αποτέλεσμα το δίκτυο να καταρρέει ή να τίθεται υπό τον έλεγχο τους.

4.4 Ασφάλεια στα διάφορα επίπεδα

Πολλές έρευνες διεξάγονται με σκοπό να προκύψει ένα αξιόπιστο αρχιτεκτονικό μοντέλο ασφαλείας (securityarchitecture)που μπορεί να παρέχει το απόρρητο των δεδομένων. Ο w. Zhangetal. πρότεινε ένα αρχιτεκτονικό μοντέλο που μπορεί να αποκρούσει πιθανές απειλές (σχήμα 4.3).



Σχήμα 4.3: Ασφάλεια στην Αρχιτεκτονική του IoT.

[Πηγή: Farooq M.U., Waseem M., Khairi A., Mazhar S., (2015). A Critical Analysis on the Security Concerns of Internet of Things (IoT).]

4.4.1 Επίπεδο αντίληψης

Το επίπεδο αντίληψης είναι το κατώτερο επίπεδο της αρχιτεκτονικής του IoT, το οποίο παρέχει ποικίλα χαρακτηριστικά ασφαλείας στο hardware. Εξυπηρετεί τέσσερις βασικούς σκοπούς, οι οποίοι είναι η πιστοποίηση ταυτότητας, η προστασία δεδομένων, η προστασία ευαίσθητων πληροφοριών καθώς και η αξιολόγηση κινδύνου.

- **Επαλήθευση ταυτότητας:**Πραγματοποιείται με την βοήθεια κρυπτογραφικών συναρτήσεων κατατεμαχισμού (CryptographicHashAlgorithms), οι οποίες παρέχουν ψηφιακές υπογραφές (signatures) στα τερματικά ώστε να μπορούν να αποκρούουν επιθέσεις όπως η επίθεση ωμής βίας (Bruteforceattack).
- **Προστασία δεδομένων:** Η προστασία των δεδομένων ασφαλίζεται μέσω συμμετρικών αλγόριθμων κρυπτογράφησης όπως RSA, DSA, BLOWFISHκαι DES, οι οποίοι εμποδίζουν μη αδειοδοτημένη πρόσβαση στα δεδομένα των αισθητήρων. Χάρη στην χαμηλή κατανάλωση ενέργειας που τους χαρακτηρίζει μπορεί να προσαρμοστούν στους αισθητήρες.
- **Προστασία ευαίσθητων πληροφοριών:** Όσον αφορά την προστασία ευαίσθητων πληροφοριών η προσέγγιση που ονομάζεται K-Anonymityδιασφαλίζει την προστασία πληροφοριών όπως η ταυτότητα και η τοποθεσία του χρήστη.
- **Αξιολόγηση κινδύνου:** Αποτελεί βασική αρχή της ασφάλειας του IoTκαι ανιχνεύει τις νέες απειλές στο σύστημα. Μπορεί να συντελέσει στην αποφυγή κενών ασφαλείας και να σχεδιάσει τις καλύτερες στρατηγικές ασφαλείας.

Αν ανιχνευθεί μια εισβολή στο σύστημα παρόλα τα μέτρα ασφαλείας, στέλνεται αυτόματη εντολή απενεργοποίησης από τον αναγνώστη RFID στην ετικέτα RFIDη οποία εμποδίζει την μη αδειοδοτημένη πρόσβαση.

4.4.2 Επίπεδο Δικτύου

Το επίπεδο δικτύου, ούτε ενσύρματα είτε ασύρματα εκτίθεται σε ποικίλα είδη επιθέσεων. Λόγω των ασύρματων καναλιών, οι επικοινωνίες μπορούν να παρακολουθούνται από hackers. Το επίπεδο δικτύου χωρίζεται στους τρεις παρακάτω τύπους.

- **Πιστοποίηση/ επαλήθευση:** Με τη βοήθεια της κατάλληλης διαδικασίας επαλήθευσης και με κρυπτογράφηση σημείο προς σημείο, κάθε παράνομη πρόσβαση στους κόμβους των αισθητήρων που μεταδίδουν ψευδείς πληροφορίες μπορεί να αποφευχθεί. Το συνηθέστερο είδος επίθεσης είναι η επίθεση DOSη οποία προσβάλει το σύστημα μέσω κάποιου δικτύου υπολογιστών το οποίο ελέγχεται εξ' αποστάσεως.
- **Ασφάλεια δρομολόγησης:** Μετά την διαδικασία πιστοποίησης, αλγόριθμοι δρομολόγησης τίθενται σε εφαρμογή με σκοπό να διασφαλίσουν την προστασία των δεδομένων μεταξύ των κόμβων των αισθητήρων και των συστημάτων επεξεργασίας. Πολλές έρευνες διεξάγονται για τη δρομολόγηση πηγής σύμφωνα με την οποία τα δεδομένα μεταδίδονται στο σύστημα επεξεργασίας αφού πρώτα αναλυθούν από τους ενδιάμεσους κόμβους.
- **Προστασία δεδομένων:** Οι μηχανισμοί ελέγχου ασφαλείας εξετάζει το σύστημα για κάθε είδους εισβολής και εν τέλει οι μέθοδοι ακεραιότητας (integritymethods) τίθενται σε εφαρμογή για να βεβαιώσουν ότι τα ληφθέντα δεδομένα είναι τα ίδια με τα αυθεντικά.

4.4.3Επίπεδο ενδιάμεσου λογισμικού και εφαρμογών

Στο επίπεδο ενδιάμεσου λογισμικού και εφαρμογών διακρίνονται τα εξής στάδια:

- **Πιστοποίηση έγκριση:** Η διαδικασία ταυτοποίησης είναι η ίδια που ακολουθείται και στα προηγούμενα στάδια με τη διαφορά ότι το επίπεδο ενθαρρύνει πιστοποιήσεις από συγκεκριμένες συνεργαζόμενες υπηρεσίες, κάτι που σημαίνει ότι οι χρήστες μπορούν ακόμα να επιλέξουν τις πληροφορίες που θα μοιράζεται με τις υπηρεσίες. Οι βασικές τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται σε αυτό το επίπεδο είναι το cloudcomputingκαι η οπτικοποίηση, η οποία εκτίθεται στης απειλή DoS.
- **Ανίχνευση Εισβολής:** Οι τεχνικές ανίχνευσης εισβολής παρέχουν λύσεις για διάφορες απειλές ασφαλείας ενεργοποιώντας συναγερμό σε περίπτωση ύποπτης δραστηριότητας στο σύστημα χάρις στη διαρκή

παρακολούθηση των ενεργειών του εισβολέα. Υπάρχουν διάφορες τεχνικές ανίχνευσης εισβολέα.

- **Αξιολόγηση Κινδύνου:** Παρέχει βελτιώσεις στην υπάρχουσα δομή ασφαλείας.
- **Ασφάλεια Δεδομένων:** Διασφαλίζεται μέσω ποικίλων τεχνολογιών κρυπτογράφησης που εμποδίζουν τις κλοπές δεδομένων. Επιπλέον, χρησιμοποιούνται anti-DoS firewalls και spywares.

4.5 Ανησυχίες για την εφαρμογή της τεχνολογίας RFID

4.5.1 Ανησυχία για τους καταναλωτές

Η τοποθέτηση RFID ετικετών σε διάφορα αντικείμενα μπορεί να ανησυχήσει τους καταναλωτές. Για παράδειγμα υπάρχει προβληματισμός για το αν οι επιχειρήσεις θα έχουν την δυνατότητα να παρακολουθούν τι αγοράζουν οι καταναλωτές. Δυστυχώς όμως δεν μπορεί να γίνει ξεκάθαρο τι πληροφορίες θα μπορούν να συλλέγουν οι εταιρίες, καθώς υπάρχουν πολύ λίγα αντικείμενα με ετικέτες RFID. Το πιο πιθανό είναι να είναι παρόμοιες με αυτές που συλλέγονται όταν οι καταναλωτές αγοράζουν αντικείμενα χρησιμοποιώντας πιστωτικές κάρτες.

Αυτό που ενδιαφέρει τις επιχειρήσεις περισσότερο είναι να γνωρίζουν τι κατηγορίες αντικειμένων αγοράζουν οι καταναλωτές έτσι ώστε να μάθουν τις καταναλωτικές τους συνήθειες. Εξάλλου τις πληροφορίες αυτές τις παίρνουν οι επιχειρήσεις ήδη μέσω των γραμμωτών κωδικών (barcodes). Ωστόσο ανησυχία εκφράζεται στο γεγονός ότι στο μέλλον ίσως κάποιος εγκληματίας να μπορεί να σαρώσει από αντικείμενα αξίας (ρολόγια, κοσμήματα) τον Ηλεκτρονικό Κωδικό Προϊόντος (EPC) που είναι ένας μοναδικός σειριακός αριθμός με βάση τον οποίο αναγνωρίζεται ο κατασκευαστής, ο τύπος του αντικειμένου και μια σειρά από αριθμούς οι οποίοι χρησιμοποιούνται για αναγνώριση του συγκεκριμένου μοναδικού προϊόντος με σκοπό να τα ληστέψει. Κάτι άλλο που ορισμένοι μπορεί να εκφράζουν ανησυχία, είναιμήπως κάποιος εγκληματίας δημιουργήσει και χρησιμοποιήσει έναν αναγνώστη μεγάλης ισχύος και σαρώσει όλα τα αντικείμενα σε διάφορα σπίτια έτσι ώστε να επιλέξει ποιο να ληστέψει. Για να μπορέσει ένας αναγνώστης να διαπεράσει τους τοίχους ενός σπιτιού, θα πρέπει η ενέργεια που εκλύεται να είναι αρκετά υψηλή. Επίσης, το μόνο που θα κατάφερνε ο εγκληματίας είναι να έχει στην κατοχή του μια σειρά από σειριακούς αριθμούς οι οποίοι δεν έχουν κανένα νόημα, εκτός αν έχει πρόσβαση στις EPC βάσεις δεδομένων. Ακόμη αν οι εταιρείες αποφασίσουν να τοποθετήσουν RFID ετικέτες σε ρούχα και αντικείμενα τα οποία μεταφέρουν οι καταναλωτές (όπως τα πορτοφόλια) και δεν απενεργοποιήσουν τις ετικέτες που βρίσκονται σε αυτά τα αντικείμενα, είναι πιθανό οι κυβερνήσεις να χρησιμοποιήσουν τις RFID ετικέτες για παρακολούθηση. Βέβαια, για να γίνει κάτι τέτοιο θα πρέπει να έχουν πρόσβαση στην βάση δεδομένων EPCs των ετικετών.

Τέλος, ανησυχία προκαλεί η πιθανότητα να μπορούν να διαβαστούν οι ετικέτες από δορυφόρους. Οι παθητικές RFID ετικέτες, τις οποίες πρόκειται να χρησιμοποιήσουν οι εταιρίες στα προϊόντα τους, δεν μπορούν να διαβαστούν από απόσταση μεγαλύτερη των 6 μέτρων. Απ' την άλλη μεριά, οι ενεργές RFID ετικέτες, οι οποίες χρησιμοποιούν μια μπαταρία για να μεταδώσουν κάποιο σήμα και χρησιμοποιούνται σε εμπορευματοκιβώτια ή σε άλλα μεγάλα αντικείμενα, μπορούν να διαβαστούν από ένα δορυφόρο αρκεί να υπάρχει μικρός RF θόρυβος και το εκπεμπόμενο σήμα να είναι αρκετά ισχυρό.

4.5.2 Ανησυχία για τους λιανοπωλητές

Αρκετή ανησυχία σχετικά με την τεχνολογία RFID υπάρχει όμως και από την πλευρά των εμπόρων λιανικής πώλησης. Κύριο ζήτημα αποτελεί ο τρόπος με τον οποίο θα μπορέσουν να προστατευτούν έναντι της παραποίησης/ πλαστογράφησης των ετικετών. Ακόμη ανησυχία υπάρχει για το αν μπορούν να σαρώσουν φορτηγά ανταγωνιστικών εταιρειών ώστε να δουν τι διανομές γίνονται και η αποτροπή ανάγνωσης ετικετών που αποθηκεύουν ευαίσθητες πληροφορίες.

4.5.3 Αξιοσημείωτα ζητήματα ασφαλείας

Με βάση τις ανησυχίες που προαναφέρθηκαν, ο Nakamura θεωρεί πως τα ζητήματα που σχετίζονται με την ασφάλεια και απαιτούν προσοχή είναι τα παρακάτω:

- **Προστασία προσωπικών δεδομένων:**Εκτός από τα πλεονεκτήματα της RFID τεχνολογίας υπάρχουν και επιπτώσεις στην προστασία των δεδομένων και την ασφάλεια.

- **Αξιοπιστία συστήματος:**Είναι βασικό στοιχείο της μελλοντικής ανάπτυξης της RFID τεχνολογίας και το πιο σημαντικό μέλημα είναι η πιθανότητα διακύβευσης ή τροποποίησης από μια μη εξουσιοδοτημένη πηγή.
- **Εκπαίδευση καταναλωτή:**Οι πληροφορίες που θα δίνονται στους καταναλωτές θα πρέπει να είναι ακριβείς έτσι ώστε να μπορούν να συμμετάσχουν πλήρως στις συζητήσεις που αφορούν την RFID τεχνολογία, την χρήση και την διαχείριση της αλλά και να κατανοήσουν οποιαδήποτε πιθανά πλεονεκτήματα από την χρήση της.

4.6Απειλές

Οι απειλές που αντιμετωπίζει ένα σύστημα RFID εμφανίζονται στα ίδια τα στοιχεία του συστήματος. Συγκεκριμένα οι απειλές αυτές είναι:

- **Κακόβουλη Τροποποίηση Δεδομένων.** Με απώτερο σκοπό την εξαπάτηση,τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στην ετικέτα RFID, εκτός του σειριακού αριθμού και πιθανών άλλων αναγνωριστικών ενδέχεται να τροποποιηθούν. Τέτοιου είδους επιθέσεις παρατηρούνται σε συστήματα ασφάλειας ή/και πληρωμών.
- **Πλαστή Ταυτότητα Ετικέτας.** Ο σειριακός αριθμός της ετικέτας RFID εντοπίζεται από τον επιτιθέμενος ώστε να εξαπατήσει τον αναγνώστη, δεχόμενος μια άλλη ετικέτα RFID. Κλωνοποιείται δηλαδή η ετικέτα RFID και εισάγεται στο σύστημα εξαπατώντας το. Επιθέσεις σαν αυτές εμφανίζονται στην εφοδιαστική αλυσίδα, εξαπατώντας το σύστημα ότι τα προϊόντα υπάρχουν ενώ έχουν κλαπεί.
- **Πλαστή Ταυτότητα Αναγνώστη.** Για να επικοινωνήσει ένας αναγνώστης με μια ετικέτα, πρέπει να αποδείξει την εξουσιοδότηση του, έτσι ο επιτιθέμενος προσποιείται ότι ο αναγνώστης του είναι ο πραγματικός, δηλαδή επιδεικνύει πλαστή ταυτότητα για να διαβάσει τα δεδομένα της ετικέτας
- **Απενεργοποίηση.** Η ετικέτα RFID δεν αναγνωρίζεται από τον σύστημα και δεν εντοπίζεται από τους αναγνώστες. Η απενεργοποίηση είναι δυνατή από εντολές σβησίματος δεδομένων (delete), νόμιμης απενεργοποίησης (kill) και φυσικής καταστροφής.

- **Αποκόλληση.** Η ετικέτα αποκολλείται φυσικά από το αντικείμενο στο οποίο βρισκόταν ώστε αυτό να μην αναγνωρίζεται, στην συνέχειαπροσκολλάται διαφορετική ετικέτα για την εξαπάτηση του συστήματος (π.χ. επικόλληση ετικέτας μικρότερης αξίας/τιμής)
- **Παρακολούθηση.** Τα δεδομένα που ανταλλάσσονται κατά την επικοινωνία μεταξύ αναγνώστη και ετικέτας, υποκλέπτονται και αποκωδικοποιούνται.
- **Μπλοκάρισμα.** Μια ειδικά κατασκευασμένη ετικέταδημιουργεί την εντύπωση στον αναγνώστη ότι διαβάζεται ταυτόχρονα πολύ μεγάλος αριθμός ετικετών, οπότε ο αναγνώστης μπλοκάρεται λόγω της σύγκρουσης που δημιουργείται (collision).
- **Παρεμβολή**. Η παρεμβολή στην ασύρματη διασύνδεση μεταξύ αναγνώστη και ετικέτας επιτυγχάνεται καλύπτοντας με κατάλληλα μέσα τις ετικέτες ή/και τους αναγνώστες (π.χ. στα συστήματα εντοπισμού κλοπών στα καταστήματα ρούχων, αν καλυφθεί η ετικέτα που φέρουν τα ρούχα με αλουμίνιο δεν μπορεί να διαβαστεί από τους αναγνώστες).

4.6.1 Απειλές στην ιδιωτικότητα της καθημερινής ζωής

4.6.1.1 Ιδιωτικότητα και εφαρμογές στην καθημερινή ζωή

Το θέμα της ιδιωτικότητας στην τεχνολογία RFID αποτελεί μέλημα σε πολλές πτυχές τις καθημερινής ζωής:

- **Ετικέτες στην συλλογή διοδίων (toll-payment transpoders):** Αυτοματοποιημένες ετικέτες για την συλλογή διοδίων (μικρές πλάκες)τοποθετημένες σε γωνιές που προστατεύονται από τον άνεμο είναι κάτι τοσυνηθισμένο παγκοσμίως.
- **Χαρτονομίσματα του ευρώ:** Το 2001 η Ευρωπαϊκή Κεντρική Τράπεζα (European Central Bank) σχεδίαζε να ενσωματώσει RFID ετικέτες στα χαρτονομίσματα, ως αντικλεπτικό μέτρο. Κάτι τέτοιο όμως χαρακτηρίστηκε απίθανο λόγω των τεχνικών δυσκολιών που υπάρχουν.
- **Βιβλιοθήκες:** Ορισμένες βιβλιοθήκες διαθέτουν RFID συστήματα προκειμένου να πραγματοποιείται έλεγχος των βιβλίων που εξέρχονται καθώς και έλεγχος των απογραφών αλλά και για να μειωθούν οι κακώσεις λόγω της επαναλαμβανόμενης καταπόνησης στους βιβλιοθηκονόμους.

- **Διαβατήρια:** Ο International Civil Aviation Organization (ICAO) έχει εκδώσει οδηγίες για τα διαβατήρια και άλλα ταξιδιωτικά έγγραφα τα οποία θα χρησιμοποιούν την τεχνολογία RFID.
- **Εμφύτευση σε ανθρώπους:** Αφορά μια RFID ετικέτα η οποία εμφυτεύεται σε ανθρώπους, με τον ίδιο τρόπο που κάποιες άλλες ετικέτες εμφυτεύονται στα κατοικίδια ζώα. Μια επιθυμητή εφαρμογή είναι η ευρετηριοποίηση των ιατρικών εγγραφών, καθώς με σάρωση της ετικέτας του ασθενή, ένα νοσοκομείο μπορεί να εντοπίσει το ιατρικό ιστορικό του.

4.6.1.2 Απειλές ως προς την ασφάλεια των εταιρικών δεδομένων

- **Απειλή της εταιρικής κατασκοπείας:** Η τοποθέτηση ετικετών στην εφοδιαστική αλυσίδα προκαλεί τους ανταγωνιστές μιας εταιρείας να συλλέξουν τα δεδομένα της. Για παράδειγμα, ένας ανταγωνιστής θα μπορούσε να αποκτήσει προϊόντα ενός ανταγωνιστή από διάφορες τοποθεσίες και στην συνέχεια να παρακολουθήσει την δυναμική ανεφοδιασμού της συγκεκριμένης τοποθεσίας. Σύμφωνα με κάποια σενάρια, θα μπορούσαν να διαβάζονται ετικέτες σε ένα κατάστημα ή ακόμα και κατά το ξεφόρτωμα του εμπορεύματος. Μάλιστα, επειδή τα αντικείμενα στα οποία τοποθετείται μια ετικέτα είναι μοναδικά αριθμημένα, είναι ευκολότερο για τους ανταγωνιστές να συλλέγουν μεγάλες ποσότητες δεδομένων διακριτικά και ανεπαίσθητα.
- **Απειλή του ανταγωνιστικού μάρκετινγκ:**Η τοποθέτηση ετικετών στα αντικείμενα, διευκολύνει τους ανταγωνιστές να αποκτήσουν μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση στις προτιμήσεις των καταναλωτών και να χρησιμοποιήσουν τα δεδομένα σε σενάρια ανταγωνιστικού μάρκετινγκ.

4.6.1.3 Η απειλή του κακόβουλου λογισμικού

Παρόλο που γενικά τα RFID συστήματα αντιμετωπίζονται συνήθως με κάποια καχυποψία, υπάρχει μια ανεπιφύλακτη εμπιστοσύνη στα δεδομένα εισόδου που λαμβάνονται από μεμονωμένες RFID ετικέτες. Στο πνεύμα αυτό, οι μόνες μέχρι τώρα γνωστές απειλές είναι αυτές που σχετίζονται με την ασφάλεια και την ιδιωτικότητα, όπως αυτές που προαναφέρθηκαν. Οι απειλές αυτές σχετίζονται με την μη-σωστή χρήση κατάλληλα μορφοποιημένων RFID δεδομένων. Ωστόσο η εμπιστοσύνη που υπάρχει για τα δεδομένα της ετικέτας είναι αβάσιμη, καθώς αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκμετάλλευση των backend συστημάτων λογισμικού. Για την ακρίβεια, υπάρχει και μια ακόμα κατηγορία απειλών, που σχετίζεται με το RFID κακόβουλο λογισμικό. Η κατηγορία αυτή αφορά την μη-σωστή χρήση ακατάλληλα μορφοποιημένων RFID δεδομένων ετικέτας. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα RFID κακόβουλα προγράμματα, τα RFID σκουλήκια και οι RFID ιοί, τα οποία θα πρέπει να λάβουν υπόψη οι σχεδιαστές των RFID συστημάτων ώστε να υιοθετήσουν ασφαλείς προγραμματιστικές τεχνικές.

4.7Ο άνθρωπος και το IoT

Η ασφάλεια αποτελεί σημαντική συνιστώσα του Διαδικτύου των Πραγμάτων, καθώς αυτό μπορεί να επηρεάσει άμεσα τη ζωή χρήστη, ο οποίος θα μπορεί εξυπηρετείται όπου κι αν βρίσκεται. Μέσω αισθητήρων, ετικετών RFID αλλά και αναγνωστών προσαρμοσμένους σε συσκευές ο χρήστης θα μπορεί να έχει πρόσβαση σε υπηρεσίες. Ένας συνδυασμός διεπαφών θα εξασφαλίζει την επικοινωνία μεταξύ χρήστη και συσκευών.

Η ασφάλεια και ο έλεγχος αποτελούν συστατικά στοιχεία της ομαλής λειτουργίας του IoT και εξασφαλίζονται μέσω του απορρήτου και της αυθεντικότητας των δεδομένων και της ακεραιότητας. Ωστόσο, λόγω της σύνθετης λειτουργίας του IoT, η εξασφάλιση της ομαλής λειτουργίας του IoT μέσω της ασφάλειας είναι απαραίτητο να επιτευχθεί. Γι’ αυτό το λόγο ορίζονται συγκεκριμένα τεχνικά χαρακτηριστικά που διασφαλίζουν την προστασία των δεδομένων.

4.8Διακυβέρνηση του Internet των πραγμάτων

Το IoT αποτελεί αναμφισβήτητα καινοτομία στο χώρο της τεχνολογίας και θα γνωρίσει μεγάλη ανάπτυξη, καθώς οι εφαρμογές του θα χρησιμοποιηθούν σε ένα ευρύ πεδίο της ζωής του ανθρώπου. Ωστόσο, το ευρύ πεδίο εφαρμογής του IoT δημιουργεί νέες προκλήσεις που σχετίζονται με τη διασφάλιση τη ασφάλειας και του απορρήτου, ιδιαίτερα στον τομέατης υγείας, όπου τα προσωπικά δεδομένα ασθενών είναι εύκολο να διαρρεύσουν μέσω της συνδεσης των αντικειμένων με ιατρικά μηχανήματα. Επομένως, η διασφάλιση του απορρήτου στις ανταλλαγές πληροφοριών είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της ποιότητας των υπηρεσιών.

Γι’ αυτό το λόγο πρέπει να υπάρξει ένας μηχανισμός που θα αναλαμβάνει τον έλεγχο εγκυρότητας των αντικειμένων καθώς και ένας μηχανισμός ελέγχου των ραδιοσυχνοτήτων μέσω της θέσπισης μιας επιτροπής αποτελούμενης από πολλά κράτη, η οποία θα ορίζει τους κανόνεςλειτουργίας του Διαδικτύου των Πραγμάτων και θα ορίζει ένα νομικό πλαίσιο λειτουργίας. Το πλαίσιο αυτό θα συμπληρώνεται από τις αρχές του εκάστοτε κράτους.

Επομένως, είναι απαραίτητη η Διακυβέρνηση του Διαδικτύου των Πραγμάτων, προκειμένου να λυθούν τα ζητήματα ασφάλειας και να επωφεληθεί ο άνθρωπος από την ευρεία χρήση του στην καθημερινή ζωή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ

5.1 Καινοτομία και Μελλοντικές Εξελίξεις

5.1.1 Καινοτομία – Σχέδιο Δράσης

Καθώς τα έξυπνα δίκτυα συνεχώς εξελίσσονται και ταυτόχρονα αυξάνεται το ενδιαφέρον που συγκεντρώνεται πάνω τους, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι αναμφίβολα στο μέλλον θα αποτελέσουν αντικείμενο ποικίλων ερευνητικών μελετών. Αυτές ως σκοπό θα έχουν την ανάπτυξη ακόμα περισσότερων τεχνολογιών και εφαρμογών οι οποίες θα εξυπηρετούν τους χρήστες. Οι εφαρμογές αυτές σχεδιάζονται και στη συνέχεια αναπτύσσονται από διάφορους φορείς, οι οποίοι χρησιμοποιώντας ποικίλα επιχειρηματικά μοντέλα κατά περίσταση και σύμφωνα πάντα με τα κάθε φορά δικά τους συμφέροντα αλλά και με βάση αυτά του κοινωνικού συνόλου, υλοποιούν το σχεδιασμό, την εξέλιξη και σε τελικό στάδιο τη χρήση και διαχείριση των συστημάτων IoT.

Κρίσιμο παράγοντα για την αποτελεσματική υλοποίηση των παραπάνω εφαρμογών αποτελεί ο λεπτομερής σχεδιασμός τους, καθώς επίσης και η επιλογή των κατάλληλων συστημάτων μετάδοσης των πληροφοριών μεταξύ των εμπλεκόμενων συσκευών, όπως και των παραμέτρων τους, ώστε να εξασφαλίζεται η απαιτούμενη αποδεκτή ποιότητα παροχής υπηρεσιών από τις εφαρμογές. Σημαντικό ρόλο στην αντιμετώπιση των παραπάνω δυνητικών προβλημάτων αναμένεται να διαδραματίσει η έρευνα και καινοτομία των διαρκώς εξελισσόμενων αυτών τεχνολογιών. Για να μπορέσει όμως αυτή να αποδώσει τα επιθυμητά αποτελέσματα για την ανάπτυξη και την καινοτομία, ο σχεδιασμός των συστημάτων θα πρέπει να λειτουργεί υπό τις εξής προϋποθέσεις.

Πρώτον, θα πρέπει να επιτραπεί η ανάπτυξη νέων εφαρμογών να μπορεί να γίνεται πάνω στα ήδη υπάρχοντα συστήματα, όπου αυτό κρίνεται αναγκαίο. Επιπλέον τα νέα συστήματα, όταν αυτά αναπτύσσονται, θα πρέπει να εγκαθίστανται παράλληλα με τα ήδη υφιστάμενα, έτσι ώστε να αποφεύγονται πιθανά προβλήματα που θα μπορούσαν να δημιουργηθούν κατά την είσοδο άλλων εφαρμογών στην αγορά. Επίσης, με αυτό το τρόπο θα αποφεύγονται και πιθανά λειτουργικά ή άλλου είδους εμπόδια, όπως υπερβολικές απαιτήσεις για άδειες και τέλη παροχής υπηρεσιών, αλλά και ακατάλληλα καθεστώτα πνευματικής ιδιοκτησίας.

Δεύτερον, να επιτραπεί ένα επαρκές επίπεδο διαλειτουργικότητας, έτσι ώστε να καθίσταται εφικτή η ανάπτυξη καινοτόμων και ανταγωνιστικών διατομεακών συστημάτων και εφαρμογών.

Παρόλα αυτά, είναι γεγονός ότι η αφομοίωση της νέας αυτής τεχνολογίας προχωρά με αργούς ρυθμούς καθώς τα επιχειρηματικά μοντέλα που υποστηρίζουν το IoT δεν έχουν ακόμη εμπεδωθεί και ο κλάδος ενίοτε διστάζει να προχωρήσει σε σημαντικές επενδύσεις. Η Ευρωπαϊκή Ένωση μέσω διαφόρων σχεδίων δράσης που έχουν κατά καιρούς εκπονηθεί θα μπορούσε να διαδραματίσει καθοριστικό ρόλο στην κατάσταση αυτή, ενθαρρύνοντας αλλά και χρηματοδοτώντας έργα επικύρωσης εφαρμογώνπου χρησιμοποιούν τις τεχνολογίες του Διαδικτύου των Πραγμάτων.

5.1.2 Μελλοντικές εξελίξεις

Η σταδιακή αύξηση του αριθμού των διασυνδεδεμένων συσκευών θα απαιτήσει στο άμεσο μέλλον ένα νέο επίπεδο υποδομών, ενσύρματης και ασύρματης συνδεσιμότητας. Όσον αφορά τις ασύρματες επικοινωνίες, είναι σημαντικό να εξασφαλιστεί η έγκαιρη διάθεση των απαιτούμενων πόρων για την πλήρη υλοποίηση του ραδιοφάσματος, ενώ παράλληλα θα πρέπει να αξιολογηθεί και η ανάγκη ύπαρξης ενός πρόσθετου ραδιοφάσματος ειδικού σκοπού, το οποίο θα είναι εναρμονισμένο με τους συγκεκριμένους σκοπούς του IoT.

Οι περισσότερες από τις προβλεπόμενες ‘’έξυπνες’’ συσκευές που κάνουν χρήση των τεχνολογιών του IoT αναμένεται ότι θα κυμανθούν στην ομάδα ραδιοσυχνοτήτων άνω των εκατό kiloHertz(δηλ. >100 kHz), και θα λειτουργούν χρησιμοποιώντας χαμηλά ποσοστά ενέργειας, έτσι ώστε να είναι απίθανο το ενδεχόμενο κατά τη λειτουργία τους να δημιουργούν υψηλά επίπεδα ηλεκτρομαγνητικών πεδίων, στα οποία η έκθεση πρέπει να αποφεύγεται.

Το ισχύον ρυθμιστικό πλαίσιο της λειτουργίας του EMF τελεί υπό περιοδικό έλεγχο και στο μέλλον θα εξακολουθήσει να διασφαλίζει την τήρηση των απαιτούμενων αναγκών ασφάλειας και υγείας για τον πληθυσμό, από όλες τις συσκευές και τα συστήματα.

Μια ακόμη μελλοντική πιθανή εξέλιξη για το διαδίκτυο των πραγμάτων θεωρείται η ενσωμάτωση σε αυτό ακόμα περισσότερων πραγμάτων και ''έξυπνων'' συσκευών, δημιουργώντας έτσι το λεγόμενο διαδίκτυο των νανο-πραγμάτων. Αυτό μπορεί να περιγραφεί σαν ένα δίκτυο στο οποίο η διασύνδεση των συσκευών μεταξύ τους μέσω των δικτύων επικοινωνίας, αλλά και με το διαδίκτυο γενικότερα θα πραγματοποιείται σε νανοκλίμακα. Σε αυτή τη νέα επέκταση του διαδικτύου των πραγμάτων σύμφωνα με μια έρευνα τωνAkyildiz και Jornet (2010), οι συσκευές θα επικοινωνούν μέσω ηλεκτρομαγνητικών πεδίων. Βέβαια προκειμένου το διαδίκτυο των νανοπραγμάτων να φτάσει στο τελικό του στάδιο και να αρχίσει να εφαρμόζεται πρέπει ακόμα να ξεπεραστούν αρκετά προβλήματα που αφορούν τη δομή και τη σχεδίασή του. Όταν όμως αυτό γίνει, τότε θα μιλάμε για μια ακόμα περισσότερο καταλυτική παρουσία του διαδικτύου των πραγμάτων στις ζωές όλων μας.

5.2 Επιχειρηματικές και Οικονομικές Ευκαιρίες

5.2.1 Επιχειρηματικές Ευκαιρίες

Εντός των πλαισίων του IoT μπορεί να αναπτυχθεί ένα μεγάλο εύρος εφαρμογών, για να γίνει όμως αυτό είναι επιτακτική η ανάγκη της συμμετοχής και συνεργασίας μεταξύ τους, αρκετών επιμέρους οργανισμών. Ταυτόχρονα, η ανάγκη αυτή αποτελεί και μια εν δυνάμει επιχειρηματική ευκαιρία για τους οργανισμούς, οι οποίοι θα κληθούν να επενδύσουν αλλά και ταυτόχρονα να αξιοποιήσουν κατά τον δυνατότερο αποτελεσματικό τρόπο τις επενδύσεις τους.

Κατά την διαδικασία μετάβασης των εργασιών, των επιχειρήσεων και οργανισμών ανάπτυξης εφαρμογών, στο περιβάλλον του IoT διακρίνουμε τους εξής τρεις βασικούς παράγοντες:

- Οργανισμοί όπως ειδικά ερευνητικά κέντρα, πανεπιστημιακοί οργανισμοί, και τμήματα έρευνας και ανάπτυξης (R&D) εταιρειών. Όλοι αυτοί αναλαμβάνουν να δώσουν τις απαιτούμενες λύσεις και απαντήσεις στις προκλήσεις που παρουσιάζονται κατά την πορεία υιοθέτησης κάθε επιμέρους νέας τεχνολογίας και επιχειρηματικής προσέγγισης, οι οποίες συνολικά θα οδηγήσουν σε ένα περιβάλλον IoT. Δραστηριοποιούμενοι στους παραπάνω τομείς οι οργανισμοί αυτοί θα μπορούσαν να διεκδικήσουν χρηματοδοτήσεις από κρατικούς πόρους, ενδιαφερόμενες εταιρείες ή άλλους οργανισμούς, οι οποίοι προτίθενται θετικά στο ενδεχόμενο επένδυσης στις ανάλογες τεχνολογίες.

- Κατασκευάστριες εταιρείες, αυτές δηλαδή που καλούνται να προμηθεύσουν την αγορά με τα νέα συστήματα λογισμικού που είναι αναγκαία για την υλοποίηση καθώς και τη χρήση των νέων αυτών τεχνολογιών. Για τους «κατασκευαστές» η ανάληψη τέτοιων έργων θα αποτελούσε μια νέα πηγή εσόδων, ενώ επίσης οι εν λόγω επενδύσεις αποτελούν σημαντικό παράγοντα ανάπτυξης των κλάδων στους οποίους εμπλέκονται οι εταιρείες που αναλαμβάνουν την υλοποίησή τους. Τέτοιες εταιρείες μπορεί να είναι τηλεπικοινωνιακοί οργανισμοί, κατασκευαστές υλισμικού (δικτυακά προϊόντα, RFID) και εταιρείες ανάπτυξης εφαρμογών λογισμικού.
- Χρήστες, τόσο σε ατομικό όσο και σε επίπεδο οργανισμών. Οι χρήστες σταδιακά θα αποδεχτούν τα νέα δεδομένα και θα αξιοποιήσουν τις δυνατότητες που τους προσφέρονται από τις νέες αυτές εφαρμογές. Στόχος τους θα είναι η βελτιστοποίηση των διαδικασιών και του τρόπου που χειρίζονται την πληροφορία, ώστε κάθε φορά να αποκομίζουν το μέγιστο δυνατό γι’αυτούς κέρδος. Για το λόγο αυτό είναι κρίσιμη η συμμετοχή στην αγορά ενός επενδυτή με ηγετικό ρόλο, ο οποίος θα ενσωματώνει στα προϊόντα του τα χαρακτηριστικά εκείνα που ο μέσος χρήστης αναζητεί σε αυτά. Με τον παραπάνω τρόπο η προσέλκυση επιπλέον μικρότερων χρηστών θα πραγματοποιηθεί πιο εύκολα και αποτελεσματικά.

Παράλληλα με τις δράσεις αυτές, θα πρέπει να υπάρχει πρωτοβουλία και σε κρατικό επίπεδο αφού ένα μεγάλο μέρος εφαρμογών που θα μπορούσαν να υλοποιηθούν αφορούν την ηλεκτρονική διακυβέρνηση και τον τρόπο με τον οποία αλληλεπιδρά το κράτος, τόσο με τους πολίτες, όσο και με άλλα κράτη ή οργανισμούς. Επιπλέον, η χρησιμοποίηση τέτοιων εφαρμογών θα είχε σαν αποτέλεσμα την πιο αποδοτική λειτουργία του κράτους και των διοικητικών θεσμών. Επομένως, καθώς το IoT εξελίσσεται, δημιουργούνται οι κατάλληλες συνθήκες για περαιτέρω οικονομική ανάπτυξη, η οποία θα επιτυγχάνεται αξιοποιώντας τις τεχνολογίες του διαδικτύου των πραγμάτων. Αρχικά, η ανάγκη για εξεύρεση λύσεων στο στάδιο της υλοποίησης, προκαλεί άμεσα την αύξηση της επιχειρηματικής δραστηριότητας με την ανάπτυξη νέων συστημάτων. Στη συνέχεια,οι επιχειρήσεις υιοθετώντας τις νέες τεχνολογίες θα κληθούν να αναδιαμορφώσουν τις εσωτερικές τους διαδικασίες και να επαναπροσδιορίσουν την επιχειρηματική στρατηγική τους. Η αλλαγή αυτή ενδέχεται να οδηγήσει σε νέες ανάγκες, στην εξυπηρέτηση των οποίων ίσως βρουν πρόσφορο έδαφος νέες επιχειρήσεις που θα δραστηριοποιηθούν στην αγορά.

Συνεπώς, χάρη στο IoT πολλαπλασιάζεται ο διαθέσιμοςόγκος πληροφοριών και ταυτόχρονα παρουσιάζεται η ανάγκη διαχείρισης και οργάνωσης του. Βασικό χαρακτηριστικό των πληροφοριών που αφορούν τα αντικείμενα είναι η κατανομή τους σε περισσότερους του ενός οργανισμούς, ή γενικά παρόχους πληροφοριών. Έτσι θα πρέπει να επιτρέπεται η δυνατότητα αναζήτησης των παρόχων των πληροφοριών για συγκεκριμένο αντικείμενο, ώστε να γίνεται δυνατή η πλήρης ανάκτηση των δεδομένων που αφορούν το εκάστοτε αντικείμενο κάθε φορά.

5.2.2: Νέες Ευκαιρίες στην Οικονομία των Χωρών

Παρότι στο παρελθόν η παροχή πληροφοριών στο διαδίκτυο ήταν άμεσα εξαρτημένη από τους ανθρώπους, το IoTουσιαστικά αποτελεί την αυτοματοποιημένη παροχή της πληροφορίας από τα ίδια τα αντικείμενα καθιστώντας την ανθρώπινη παρέμβαση περιττή. Έτσι το διαδίκτυο των πραγμάτων έρχεται στο προσκήνιο επισκιάζοντας το ‘’απλό’’ διαδίκτυο, και προκαλώντας παράλληλα επανάσταση και ανακατατάξεις στην τεχνολογική ιστορία. Το IoT έως τώρα παρουσιάζει σημαντική δυναμική στο επίπεδο της ανάπτυξης της οικονομίας και της παραγωγής, της βελτίωσης της ποιότητας των υπηρεσιών και της βελτίωσης των επιχειρηματικών αλυσίδων εφοδιασμού και διανομής, της διαχείρισης αποθήκης και της δημιουργίας νέων δυνατοτήτων στο επίπεδο της απασχόλησης και των επιχειρηματικών ευκαιριών.

Το IoT δύναται να συμβάλει στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των πολιτών, παρέχοντας νέες και καλύτερες θέσεις εργασίας για τους εργαζομένους, καθώς και επιπλέον ευκαιρίες ανάπτυξης για τις επιχειρήσεις και τους βιομηχανικούς κλάδους γενικότερα. Η ευρεία υιοθέτηση του IoT μπορεί να δώσει νέα ώθηση στην ανταγωνιστικότητα της Ευρώπης και να συμβάλει στη διευκόλυνση των εμπορικών ροών μεταξύ των χωρών της ΕΕ, αλλά και μεταξύ τρίτων χωρών με αυτές, μέσω της διεύρυνσης των αγορών και της εξασφάλισης ποιοτικών σταθερών για τα προϊόντα που αποτελούν αντικείμενο εμπορίου. Με τη βοήθεια της εφαρμογής νέων τεχνολογιών στις παραγωγικές διαδικασίες, θα υπάρξει αύξηση της απόδοσης των πόρων και της ανταγωνιστικότητας των καταναλωτικών αγαθών στην αγορά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα έξυπνα δίκτυα κερδίζουν συνεχώς έδαφος, και παράλληλα το ενδιαφέρον της κοινωνίας, κάτι το οποίο στο μέλλον αναμφίβολα θα οδηγήσει σε αύξηση των επιστημονικών μελετών που καταπιάνονται με τις συγκεκριμένες τεχνολογίες, και κατά συνέπεια και στην ταχύτερη εξέλιξή τους.

Στα παραπάνω κεφάλαια αναλύσαμε τον όρο του Διαδικτύου των Πραγμάτων, περιγράψαμε τις βασικότερες τεχνολογίες του και τις πιο σημαντικές εφαρμογές που μέχρι στιγμής έχουν αναπτυχθεί με βάση αυτές. Είναι σημαντικό να τονίσουμε, ότι το μελλοντικό διαδίκτυο δεν θα στηριχτεί μόνο στις τεχνολογίες αυτές καθαυτές αλλά και στην μεταξύ τους αλληλεπίδραση. Στο τελικό στάδιο της εφαρμογής του το IoT αποσκοπεί στη διασύνδεση όλων των ‘’έξυπνων’’ συσκευών μεταξύ τους, κάτι το οποίο θα καθίσταται εφικτό μέσω ασύρματων συνδέσεων και ουσιαστικά θα αφορά μια αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ διαφορετικών τεχνολογιών και εφαρμογών. Συνεπώς, καθώς το IoT εξελίσσεται γίνονται προσπάθειες προκειμένου να ενωθούν όλες οι επιμέρους διαφορετικές λειτουργίες των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών σε ένα κοινό δίκτυο, με τρόπο ανάλογο με αυτόν των δικτύων των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Απώτερος σκοπός του όλου εγχειρήματος είναι η εξοικονόμηση ενέργειας, χρόνου και χρήματος, που επιτυγχάνεται μέσω της διαλειτουργικότητας.

Το σημαντικότερο πλεονέκτημα που προκύπτει από την ανάπτυξη του IoT, είναι το γεγονός ότι προσφέρει ποικίλες δυνατότητες στους χρήστες μέσω των επιμέρους εφαρμογών του, οι οποίες με τη σειρά τους καθιστούν δυνατή την ανάπτυξη ενός μεγάλου πλήθους εφαρμογών οι οποίες θα εξυπηρετούν τις ολοένα αυξανόμενες ανάγκες των χρηστών. Προς το παρόν όμως μόνο ένα μικρό κομμάτι αυτών των εφαρμογών προσφέρεται στην κοινωνία. Οι τομείς στους οποίους μπορεί να βρει εφαρμογή η καινούρια αυτή τεχνολογία, και ουσιαστικά να βελτιώσει τον τρόπο καθώς και τη ποιότητα ζωής, είναι πολλαπλοί και έχουν ήδη παρουσιαστεί αναλυτικά στα προηγούμενα κεφάλαια. Τα περιβάλλοντα στα οποία σταδιακά αρχίζει να εφαρμόζεται η τεχνολογία του IoT απαρτίζονται από αντικείμενα τα οποία μέχρι σήμερα δεν είχαν καμία δυνατότητα επικοινωνίας μεταξύ τους. Προσφέροντας τους πλέον τη δυνατότητα να επικοινωνούν μεταξύ τους, καθώς επίσης και τη δυνατότητα να επεξεργάζονται τις πληροφορίες και τα στοιχεία που λαμβάνουν από το περιβάλλον τους, τα αντικείμενα πλέον είναι σε θέση να αντιληφθούν τα ερεθίσματα που δέχονται από αυτό. Επιπλέον, αξιοποιώντας τα λαμβανόμενα από το περιβάλλον δεδομένα μπορούμε επίσης να προσδιορίσουμε πιο αποτελεσματικά και τις εφαρμογές που μπορούν να υλοποιηθούν στο περιβάλλον αυτό.

Ένα άλλο σημείο το οποίο θα πρέπει να τονίσουμε είναι ότι το μελλοντικό διαδίκτυο θα έχει πλέον παγκόσμια εμβέλεια. Συνεπώς, θέματα όπως αυτά της διακυβέρνησης και του καθορισμού συγκεκριμένων προτύπων με βάση τα οποία οι τεχνολογίες αυτές θα αναπτύσσονται και θα εφαρμόζονται είναι σημαντικό να οριστούν, πριν την καθιέρωσή του. Χωρίς την προτυποποίηση των διαδικασιών και την εξασφάλιση της τήρησής τους από όλους τους εμπλεκόμενους φορείς, είναι σίγουρο ότι οι διάφορες αρχιτεκτονικές, τα πρωτόκολλα επικοινωνίας, οι συχνότητες που θα χρησιμοποιηθούν, θα ακολουθήσουν πολλούς διαφορετικούς δρόμους και θα επικεντρωθούν σε συγκεκριμένους κάθε φορά στόχους, παραμερίζοντας τελικά την ανάγκη της συμβατότητας των συσκευών μεταξύ τους και της προσφοράς αποτελεσματικών υπηρεσιών προς τους χρήστες. Το σενάριο αυτό θα αποτελέσει σίγουρα εμπόδιο στην εξέλιξη και στην διάδοση του Διαδικτύου των Πραγμάτων.

Αδιαμφισβήτητα λοιπόν η νέα αυτή εποχή του διαδικτύου, έρχεται να ταράξει τις ισορροπίες που ίσχυαν μέχρι τώρα. Κάθε τι καινούριο και διαφορετικό αρχικά θα αμφισβητηθεί, θα κριθεί και στη συνέχεια εφόσον προσαρμοστεί με το καλύτερο δυνατό τρόπο στην εξυπηρέτηση των αναγκών της κοινωνίας θα γίνει αποδεκτό από αυτήν. Με τη σταδιακή μείωση του ανθρώπινου παράγοντα και την αποδοχή των ωφελειών της ασύρματης επικοινωνίας μεταξύ όλων των πραγμάτων, και συνεπώς της αμφίδρομης επικοινωνίας τους, οι ζωές των ανθρώπων θα αποκτήσουν μια νέα διάσταση. Το μεταβατικό αυτό στάδιο είναι αρκετά δύσκολο και η προσαρμογή συντελείται αργά και δειλά. Πρέπει πρωτίστως να ξεπεραστούν όλοι οι κίνδυνοι και οι απειλές που αναφέρθηκαν στο τέταρτο κεφάλαιο και να διαλυθούν όλοι οι φόβοι που προκύπτουν από τη χρήση του IoT. Αυτό είναι κάτι που θα πραγματοποιηθεί σταδιακά, γιατί πολύ απλά είναι στην φύση του ανθρώπου να χρειάζεται χρόνο προκειμένου να προσαρμοστεί πλήρως στις αλλαγές που υφίστανται στο τρόπο ζωής του. Το πιο βασικό όμως είναι ότι όταν έρθει η στιγμή που το IoT θα μας είναι πλέον ένα οικείο εργαλείο και θα αποτελεί αναπόσπαστο στοιχείο της καθημερινότητας μας, τότε θα έχει αλλάξει η ζωή μας προς το καλύτερο και τότε θα έχουμε πραγματικά αποκομίσει στο μέγιστο βαθμό τα οφέλη αυτής της καινοτομίας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1]Αλεξανδροπούλου Ε., Μαυρίδης Ι., (2009). Η προστασία των προσωπικών δεδομένων ενόψει της εφαρμογής της νέας τεχνολογίας της ταυτοποίησης με ραδιοσυχνότητες (R.F.I.D): Νομική και τεχνολογική προσέγγιση.

[2]Γιαννακόπουλος Π., (2009). Πληροφορική και κοινωνία.

[3] Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων, (2008). Κανονισμός Όρων Χρήσης Μεμονωμένων Ραδιοσυχνοτήτων ή Ζωνών Ραδιοσυχνοτήτων.

[4]ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ. ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ, ΥΠΟΔΟΜΩΝ, ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ & ΤΟΥΡΙΣΜΟΥ. ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ & ΔΙΚΤΥΑ (Δελτίο Τύπου 10/04/2008). Ολοκληρωμένο Σύστημα Τηλεματικής στον ΟΑΣΘ. http://www.yme.gr/index.php?tid=21&aid=1314

[5]Επιτροπή Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, (2009). ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΣΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ, ΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΩΝ. Το Ίντερνετ των πραγμάτων — Ένα σχέδιο δράσης για την Ευρώπη.

[6]Κασσίμη Α., (2012). Νέα εφαρμογή για έξυπνα τηλέφωνα αναζητεί τη βέλτιστη διαδρομή. Η Καθημερινή, Αρ. Φύλλου 29.969.

[7] Κατευθυντήριες Οδηγίες / Προδιαγραφές για Εφαρμογές Τηλεματικής στην Εγνατία Οδό. (2003). Ενημερωτικά Τεύχη για Εφαρμογές Τηλεματικής.

[8] Μπούρας Χρ., Εισαγωγή στην IPv6 τεχνολογία. https://www.6net.org/publications/presentations/ipv6intro.pdf

[9] Τσέτσος Β., Μεταφορικά Πειράματα στην έξυπνη πόλη Santander. Σύλλογος Ελλήνων Συγκοινωνιολόγων, Ενημερωτικό Δελτίο 12-16.

[10] Abdul Salam S., Mahmud S.A., Khan G.M., Al-Raweshidy H.S., (2012). *M2M communication in Smart Grids: Implementation scenarios and performance analysis*. IEEE Wireless Communications and Networking Conference Workshops.

[11] Aqil Burney, Zain Abbas, Nadeem Mahmood, Qamar-ul Arifeen, (2013). Prospects for Mobile Health in Pakistan and Other Developing Countries. Advances in Internet of Things, Vol.3, pp. 27-32.

[12] Asif, Z., Munir, M., (2005). Integrating the supply chain with RFID: A technical and business analysis. School of Business and Management Temple University.

[13] Ali Feki M., Kawsar F., Boussard M., Trappeniers L., (2013). The Internet of Things: The Next Technological Revolution. IEEE Computer Society.

[14] Ateniese,G., Camenisch,J., (2005). Untraceable RFID tags via insubvertible encryption. 12th ACM Conference on Computer and Communication Security.

[15] Atzori L., Iera A., Morabito G., (2010). The Internet of Things: A survey. Computer Networks, Vol.54, pp. 2787–2805.

[16] Atzori L., Iera A., Morabito G., Nitti M., (2012).The Social Internet of Things (SIoT) - When SocialNetworks meet the Internet of Things: Concept,Architecture and Network Characterization. Computer Networks, Vol.56, Iss.16, pp. 3594–3608.

[17] Bandyopadhyay D., Sen J., (2011). Wireless Personal Communication. Springer Science + Business Media, pp. 49-69.

[18] Chih-Hao Lin, Pin-Han Ho, and Hong-Chuan Lin, (2014). Framework for NFC-Based Intelligent Agents: A Context-Awareness Enabler for Social Internet of Things. International Journal of Distributed Sensor Networks, pp. 1-16.

[19] Chun-Wei Tsai, Chin-Feng Lai, Vasilakos A., (2014). Future Internet of Things: Open issues and challenges. Springer Science + Business Media.

[20] Chung-Ming Own, Haw-Yun Shin, Chen-Ya Teng, (2013). The Study and Application of the IoT in Pet Systems. Scientific Research, Vol.3, pp. 1 – 8.

[21] CISCO. *The Internet of Things. How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything*.

[22] Deeksha Jain, P. Venkata Krishna and V. Saritha, (2012). A Study on Internet of Things based Applications. Computer Science.

[23] Efremov S., Pilipenko N., Voskov L., (2015).An Integrated Approach to Common Problems in the Internet ofThings. Procedia Engineering 100, pp. 1215 – 1223.

[24] Farahani S., (2008). ZigBee Wireless Networks and Transceivers. Elsevier Ltd.

[25] Farooq M.U., Waseem M., Khairi A., Mazhar S., (2015). A Critical Analysis on the Security Concerns of Internet of Things (IoT). International Journal of Computer Applications 111.

[26] Finkenzeller K., (1999). RFID Handbook: Radio Frequency Identification Fundamentals and Applications.

[27] Fisher D. K., (2014). Rapid Deployment of Internet-Connected Environmental Monitoring Devices. Scientific Research, Vol.4, pp. 46-54.

[28] Fishkin K., Jiang B., Philipose M., Roy S., (2004). I sense a disturbance in the force: Unobtrusive detection of interactions with RFID-tagged objects. Sixth International Conference on Ubiquitous Computing, pp. 268–282.

[29] Fishkin K., Roy S., (2003). Enhancing RFID privacy through antenna energy analysis. MIT RFID Privacy Workshop.

[30] Fishkin K., Roy S., Jiang, B., (2004). Some methods for privacy in RFID communication. 1st European Workshop on Security in Ad-Hoc and Sensor Networks.

[31] Fleisch E., (2010). What is Internet of Things? An Economic Perspective. Auto-ID Labs White Paper.

[32] Fletcher, R., Omojola, O., Boyden, E., Gershenfeld, N., (1999). Reconfigurable Agile Tag Reader Technologies for Combined EAS and RFID Capability. Workshop on Automatic Identification Advanced Technologies.

[33] Floerkemeier C., Langheinrich M., Fleisch E., Mattern F., Sanjay E., Sarma (2008). *The Internet of Things*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

[34] Floerkemeier C., Schneider R., Langheinrich M., (2004). Scanning with a purpose - supporting the fair information principles in RFID protocols.

[35] Foell S., Kortuem G., Rawassizadeh R., Handte M., Iqbal U., Marrón P., (2014). Micro-Navigation for Urban Bus Passengers: Using the Internet of Things to Improve the Public Transport Experience. The Open University. http://oro.open.ac.uk/40902/

[36] Garfinkel S., (2002). An RFID Bill of Rights. MIT Technology Review.

[37] Garfinkel S., Juels A., Pappu R., (2005). RFID Privacy: An Overview of Problems and Proposed Solutions. IEEE Security & Privacy, Vol.3, Iss.3, pp.34-43.

[38] Gever J., (2011). Wrist-Worn Device May Detect Cardiac Arrest. MedPage Today.
http://www.medpagetoday.com/Cardiology/Arrhythmias/27873

[39] Gigli M., Koo S., (2011). Internet of Things: Services and Applications Categorization. Advances in Internet of Things, Vol.1, pp. 27-31.

[40] Giusto D., Iera A.,Morabito G., Atzori L., (2010). *The Internet of Things: 20th Tyrrhenian Workshop on Digital Communications*. Springer Science + Business Media.

[41] Haselsteiner E., Breitfuß K., (2006). Security in near field communication (NFC). Philips Semiconductors.

[42] Huansheng Ning, Hong Liu, (2012). Cyber-Physical-Social Based Security Architecture for Future Internet of Things. Scientific Research, Vol.2, pp. 1-7.

[43] Jayavardhana Gubbia, Rajkumar Buyyab, Slaven Marusic, Marimuthu Palaniswami, (2013).Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. Future Generation Computer Systems, Vol.29, pp. 1645–1660.

[44] Jing Q., Vasilakos A., Wan J., Lu J., Qiu D., (2014). Security of the Internet of Things: Perspectives and challenges. Springer Science + Business Media.

[45] Juels A., (2005). RFID Security and Privacy: A Research Survey.

[46] Jun Wu, Mianxiong Dong, Kaoru Ota & Lin Liang, Zhenyu Zhou, (2013). Securing distributed storage for Social Internet of Things using regenerating code and Blom key agreement. Springer Science + Business Media.

[47] Kamalanathan N. A., Eardley A., Chibelushi C., Collins T., (2013). Improving the Patient Discharge Planning Process through Knowledge Management by Using the Internet of Things. Scientific Research, Vol.3, pp. 16-26.

[48] Kosmatos E., Tselikas N., Boucouvalas A., (2011). Integrating RFIDs and Smart Objects into a Unified Internet of Things Architecture. Advances in Internet of Things, Vol.1, pp. 5-12.

[49] Kou-Hui Yeh, Nai-Wei Lo, Tzong-Chen Wu, Chieh Wang, (2013). Secure e-Health System on Passive RFID: Outpatient Clinic and Emergency Care. International Journal of Distributed Sensor Networks, pp. 1-12.

[50] Kyu Won Choi & Haiqing Nan, (2014). Challenges Pervasive Networkand Applications for Internet of Things. Springer Science + Business Media, Vol.19, pp. 360-362.

[51] Lalanda P., Bourcier J., Bardin J., Chollet S. (2010). Smart Home Systems. InTech.
http://www.intechopen.com/books/smart-home-systems/smart-home-systems

[52] Landt J., (2005). «The history of RFID». Potentials IEEE, Vol.24, Iss.4, pp. 8-11.

[53] Lu Tan, Neng Wang. (2010). Future Internet: The Internet of Things. 3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering.

[54] Lu Yan, Yan Zhang, Laurence T. Yang, Huansheng Ning, (2008). The Internet of Things: From RFID to the Next-Generation Pervasive Networked Systems. Auerbach Publications.

[55] Miorandi D., Sicari S., Francesco De Pellegrini, Chlamtac I., (2012). Internet of things: Vision, applications and research challenges. Ad Hoc Networks 10, pp. 1497–1516.

[56] Molnar D., Wagner D., (2004). Privacy and Security in Library RFID Issues, Practices, and Architectures.

[57] Ollivier M., (1995). RFID enhances materials handling. Sensor Review.

[58] Pierce A., (2004). Radio Frequency Identification Tags, Tech Directions.

[59] Roman R., Alcaraz C., Lopez J., Sklavos N. (2011). Key management systems for sensor networks in the context of the Internet of Things. Computers & Electrical Engineering, Vol. 37, pp. 147-159.

[60] Sade Kuyoro, Folasade Osisanwo, and Omoyele Akinsowon (2015). Internet of Things (IoT): An Overview. 3rd International Conference on Advances in Engineering Sciences & Applied Mathematics, pp. 53-58.

[61] Santucci G., (2008). Networked enterprise &Radio Frequency Identification (RFID). Zurich.

[62] Sarita Agrawal, Manik Lal Das, (2011). *Internet of Things – A Paradigm Shift of Future Internet Applications*. Nirma University International Conference on Engineering.

[63] Schultz A.C., (2007). Nanotechnology: Industrial Revolution or Emerging Hazard. Environmental Claims Journal, Vol.19, Iss.3, pp. 199–205.

[64] Seidler C., (2005). "RFID: Opportunities for mobile, telecommunication Services. ITU Technologies.

[65] Silva E. M., Maló P., (2014). IoT Testbed Business Model. Scientific Research, Vol.4, pp. 37-45.

[66] Swan M., (2012). Sensor Mania, The Internet of Things, Wearable Computing, Objective Metrics, and the Quantified Self 2.0. Journal of Sensorand Actuator Networks, pp. 217-253.

[67] Taeshik Shon, Jaeik Cho, Kyusunk Han, Hyohyun Choi, (2014). Toward Advanced Mobile Cloud Computing for the Internetof Things: Current Issues and Future Direction. Springer Science + Business Media, Vol.19, pp. 404-413.

[68] Virkki J., Chen L., (2013). Personal Perspectives: Individual Privacy in the IOT. Scientific Research, Vol.3, pp. 21-26.

[69] Weber R., (2010). *Internet of Things: Legal Perspectives*. Springer Heidelberg Dordrecht London New York.

[70] Whitmore A., Agarwal A., Li Da Xu, (2014).The Internet of Things - A survey of topics and trends. Springer Science + Business Media, Vol.17, pp. 261-274.

[71] Wood A., Virone G., Doan T., Cao Q., Selavo L., Wu Y., Fang L., He Z., Lin S., Stankovic J., (2006). "ALARM-NET: Wireless Sensor Networks for Assisted Living and Residential Monitoring. Department of Computer Science, University of Virginia.

[72] Xia F., Yang L., Wang L., Vinel A., (2012). Internet of Things. International Journal of Communication Systems, Vol.25, pp. 1101–1102.

[73] Xi Yang D. Y., Satyajayant Misra, Guoliang Xue, (2011). Smart Grid – The New and Improved Power Grid: A Survey.

[74] Yuqi Wang, Hui Qi, (2012).Research of Intelligent Transportation System Based on the Internet of Things Frame. Wireless Engineering and Technology, Vol.3, pp. 160-166.

[75] Zafeiropoulos A., Spanos D. E., Arkoulis S., Konstantinou N., Mitrou N., (2009). Data Management in Sensor Networks using Semantic Web Technologies

[76]http://www.aimglobal.org/?page=RFID

[77]http://www.aixmi.gr/index.php/trikala-internet-tvn-pragmatvn-provuei-o-dhmos/

[78]http://www.ij-healthgeographics.com/content/13/1/10

[79]http://www.fortunegreece.com/tags/internet-ton-pragmaton/

[80]http://www.caroto.gr/2009/03/18/%CF%83%CF%8D%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1-

%CF%85%CF%80%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%AE%CE%B8%CE%B7%CF%83%CE%B7%CF%82-%CF%83%CF%84%CE%AC%CE%B8%CE%BC%CE%B5%CF%85%CF%83%CE%B7%CF%82/

[81]http://www.slideshare.net/casaleggioassociati/the-evolution-of-internet-of-things

[82]http://www.slideshare.net/casaleggioassociati/the-evolution-of-internet-of-things

[83]http://www.caroto.gr/2015/04/14/%CF%84%CE%AD%CE%BB%CE%BF%CF%82-%CF%84%CE%B1-%CE%BA%CE%BB%CE%B1%CF%83%CE%B9%CE%BA%CE%AC-%CE%BA%CE%BB%CE%B5%CE%B9%CE%B4%CE%B9%CE%AC-%CE%B1%CF%85%CF%84%CE%BF%CE%BA%CE%B9%CE%BD%CE%AE%CF%84%CF%89%CE%BD/

[84]http://www.tovima.gr/world/article/?aid=503113

[85]https://intelligenttransport.wordpress.com/about/

[86]http://blogs.cisco.com/sp/from-internet-of-things-to-web-of-things

[87]http://www.rfidjournal.com/articles/view?4986

[88]http://www.ispania.gr/tourismos/5258-2015-03-30-17-44-03

[89]http://gr.pcmag.com/iot/16220/feature/internet-of-things?p=2

[90]http://www.zeusrfid.gr/iot_gr.html

[91]http://osarena.net/internet-things-diadiktyo-ton-pragmaton-ti-einai-ayto

[92]http://www.bosch-presse.de/presseforum/details.htm?txtID=6962&locale=en

[93]http://www.ekt.gr/el/events/program/19318

[94]http://www.techhive.com/article/2933340/security-cameras/canary-review-a-sophisticated-home-security-system-packed-inside-a-camera.html

[95]http://www.pocket-lint.com/review/136381-this-is-the-samsung-family-hub-refrigerator-that-is-rocking-ces-2016/gallery

[96]https://news.samsung.com/us/2016/01/05/samsung-introduces-new-innovations-that-matter-in-cleaning/

[97]https://news.samsung.com/global/samsung-introduces-an-entirely-new-category-in-refrigeration-as-part-of-kitchen-appliance-lineup-at-2016-ces

[98]
http://www.kathimerini.com.cy/index.php?pageaction=kat&modid=1&artid=229562
http://tvonenews.com.cy/h-samsung-electronics-paroysiazei-oysiastikes-kainotomies-gia-enan-pio-eksypno-tropo-zwhs-sto-european-forum-2016

[99] http://www.forbes.com/sites/michaelwolf/2015/04/28/why-social-media-companies-want-to-control-the-internet-of-things/#4a2c852547b9

[100] https://wtvox.com/internet-of-things-iot/iot-and-social-media/

[101] http://www.trikalavoice.gr/news/2013/03/16/sto-smartcare-i-e-trikala

[102] http://www.webvistas.org/topic/109-internet-of-things/

[103] http://www.tcpi.com/news/real-life-review-the-tcp-white-smart-led-starter-kit-review

[104] http://www.cnet.com/uk/products/energy-aware-neurio-home-intelligence/

[105] http://www.pcmag.com/article2/0,2817,2427593,00.asp

[106] http://www.connectedly.com/revolv-hub-review

[107] http://www.wired.co.uk/news/archive/2015-11/17/nest-third-generation-boiler

[108] http://postscapes.com/smart-fire-extinguisher-en-gauge

[109] http://www.cnet.com/uk/products/crock-pot-wemo-smart-slow-cooker/

[110] http://www.teotec.gr/showprod8f26.html?id=206

[111] http://www.nano.gov/timeline

[112]http://www.nano.gr/nanotechnology_history.asp

[113]http://www.ipv6.com

[114]http://www.i-o-t.org/