



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΩΝ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ**



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

**ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**ΔΙ-ΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΨΗΦΙΑΚΗ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ ΚΑΙ ΝΕΟΦΥΗΣ
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ»**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

“Internet of Things and Home Automation”

**Ον/μο φοιτητή: Σκούρτα Θεώνη
Α.Μ. 3272020025**

**Επιβλέπων Καθηγητής: Χαραλαμπίδης Ιωάννης
Μέλος: Κοντός Γεράσιμος**

Σάμος, 2023

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Με τον όρο έξυπνο σπίτι τις περισσότερες φορές καλούμε τις κατοικίες οι οποίες χρησιμοποιούν έναν ελεγκτή με απώτερο στόχο να ενσωματώσουν διαφορετικά συστήματα αυτοματισμού. Οι πιο διαδεδομένοι κεντρικοί ελεγκτές είναι εκείνοι οι οποίοι έχουν διασυνδεθεί σε έναν Η/Υ κατά την διαδικασία του προγραμματισμού και μετέπειτα σχετίζονται με την εκτέλεση διαφορετικών καθηκόντων ελέγχου στο σπίτι σύμφωνα με αυτόνομη βάση.

Η ένταξη αυτών των συστημάτων στις οικιακές συσκευές τους προσφέρει την ευχέρεια επικοινωνίας μεταξύ τους διαμέσου του εγχώριου ελεγκτή, προσφέροντας παράλληλα τη δυνατότητα του ελέγχου των πλήκτρων είτε ακόμα και του φωνητικού ελέγχου των διαφορετικών οικιακών συστημάτων, σε κατάλληλα σχεδιασμένα σενάρια είτε μεθόδους δράσης.

Επί της ουσίας στη σύγχρονη εποχή αποτελεί μια τεχνολογική υπεροχή, της οποίας οι ικανότητες ελέγχου, τήλε-εποπτείας καθώς επίσης και τηλεχειρισμού ενός σπιτιού, διαμέσου ενός κεντρικού συστήματος, είναι μεγάλες, ραγδαία εξελίξιμες και εντελώς επεκτεινόμενες. Γενικότερα, είναι χρήσιμο να σημειωθεί πως οι αυτοματισμοί σπιτιού δεν αποτελούν μια πρόσφατη τεχνολογική ανακάλυψη, καθώς τα πρώτα σπίτια αυτής της μορφής παρουσιάστηκαν για πρώτη φορά πριν σχεδόν 20 χρόνια.

Παρά το γεγονός αυτό, όμως, η διάδοσή τους παρουσίασε σημαντική ανοδική τάση τα τελευταία έτη, λόγω της ραγδαίας ανάπτυξης των ψηφιακών συστημάτων ψυχαγωγίας, του διαδικτύου των πραγμάτων κλπ, κάτι που συνδυαστικά με την αισθητή ανοδική τάση της ζήτησης για απλότητα και άνεση έπαιξαν θετικό ρόλο στην ανάπτυξη αυτών των σπιτιών.

Οι σύγχρονες τεχνολογίες αυτοματισμού παρέχουν περισσότερα σε σχέση με τους απλούς σχεδιασμένους χρονοδιακόπτες. Ένα πραγματικά αυτοματοποιημένο σπίτι είτε κτίριο έχει σαν βασικό του γνώρισμα την ικανότητα ανάπτυξης σύνθετων συνθηκών φωτισμού, εξελιγμένης εποπτείας ασφαλείας, διανομής εικόνας καθώς επίσης και ήχου, διαχείριση ενέργειας κλπ.

ABSTRACT

With the term smart home, we most often refer to homes that use a controller with the ultimate goal of integrating different automation systems. The most common central controllers are those that are interfaced to a PC during the programming process and are later associated with performing different home control tasks on a stand-alone basis.

The integration of these systems into their home devices offers them the ability to communicate with each other through the home controller, while also offering the possibility of key control or even voice control of different home systems, in appropriately designed scenarios or action methods.

In essence, in the modern age it is a technological superiority, whose capabilities of control, tele-surveillance as well as remote control of a home, through a central system, are large, rapidly evolving and completely extensible. More generally, it is useful to note that home automation is not a recent technological breakthrough, as the first homes of this form were first introduced almost 20 years ago.

Despite this fact, however, their prevalence has shown a significant upward trend in recent years, due to the rapid development of digital entertainment systems, the Internet of Things, etc., which combined with the noticeable upward trend in the demand for simplicity and comfort played a positive role in the development of these houses.

Modern automation technologies provide more than simple designed timers. A truly automated home or building has as its main feature the ability to develop complex lighting conditions, sophisticated security supervision, image distribution as well as sound, energy management, etc.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	2
ABSTRACT	3
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	4
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ	5
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
ΙΟΤ	9
1.1 Βασικά στοιχεία και ορισμός	9
1.2 Λειτουργία	12
1.3 Χαρακτηριστικά	14
1.4 Αναγκαιότητα	17
1.5 Πλεονεκτήματα και προκλήσεις	18
ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΙΟΤ	22
2.1 Αρχιτεκτονική	22
2.2 Συνδεσιμότητα	25
2.3 Τεχνολογία RFID	28
2.4 Εφαρμογές	32
HOME AUTOMATION	40
3.1 Έξυπνο σπίτι	40
3.2 Γενικά στοιχεία home automation	43
3.3 Τεχνολογίες και εφαρμογές	46
3.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα	49
3.5 Οι χώρες με τις περισσότερες έξυπνες κατοικίες	50
HOME AUTOMATION – ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ	54
4.1 Μελέτη περίπτωσης 1	54
4.2 Μελέτη περίπτωσης 2	59
4.3 Μελέτη περίπτωσης 3	64
4.4 Μελέτη περίπτωσης 4	69

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	74
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	76

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1 Παράδειγμα συστήματος ΙΟΤ	11
Εικόνα 2 Τρόπος λειτουργίας ΙΟΤ	12
Εικόνα 3 Τρόπος σύνδεσης ΙΟΤ	13
Εικόνα 4 Συσκευές ανάλυσης (Greengard, 2015)	15
Εικόνα 5 Αισθήσεις και συσκευές ΙΟΤ (Soldatos, 2017)	16
Εικόνα 6 Τα 5 επίπεδα της αρχιτεκτονικής του ΙοΤ (Σωτηρόπουλος και Γούλα, 2018)	23
Εικόνα 7 Παράδειγμα συσκευή προς συσκευή (Ρήτας, 2020)	26
Εικόνα 8 Συσκευή προς cloud (Da Costa, 2013)	27
Εικόνα 9 Συσκευή προς δίαυλο (Ρήτας, 2020)	28
Εικόνα 10 Back-End Data Sharing Pattern (Da Costa, 2013)	28
Εικόνα 11 RFID	30
Εικόνα 12 Εξέλιξη βιομηχανίας (Greengard, 2015)	33
Εικόνα 13 Μεταφορές και ΙοΤ (Dunko et al., 2017)	34
Εικόνα 14 Η χρήση του ΙοΤ στην καθημερινή ζωή των ανθρώπων (Kumar, 2021)	37
Εικόνα 15 Έξυπνη πόλη (Σωτηρόπουλος και Γούλα, 2018)	39
Εικόνα 16 Έξυπνο σπίτι (Miller, 2017)	41
Εικόνα 17 Αρχιτεκτονική για home automation	44
Εικόνα 18 Επισκόπηση των στοιχείων και των αλληλεπιδράσεων του NOS στο σενάριο του έξυπνου σπιτιού (Dvorsak et al., 2018)	56
Εικόνα 19 Κώδικας σταθερής πολιτικής (Dvorsak et al., 2018)	58
Εικόνα 20 Το ταμπλό του ελέγχου όλων των συσκευών στα δωμάτια (α) Ενεργοποίηση-απενεργοποίηση όλων των συσκευών των δωματίων και (β) ενεργοποίηση και απενεργοποίηση των συσκευών συγκεκριμένου δωματίου (Vandome, 2018)	61
Εικόνα 21 Το ταμπλό των σκηνών της ταινίας και άλλων συσκευών ελέγχου (α) παρουσιάζει συσκευές τηλεόρασης που ελέγχονται από διακόπτη on-off στο ταμπλό (β) συσκευές σκηνής ταινιών μαζί με A/C και διακόπτες ελέγχου ηχείων (Vandome, 2018)	62
Εικόνα 22 ταμπλό κατανάλωσης ρεύματος της οικιακής συσκευής (α) συνολική κατανάλωση ισχύος οικιακών συσκευών. (b) Ημερήσια σοφή κατανάλωση ενέργειας όλων των συσκευών. (c) Εβδομαδιαία σοφή	

κατανάλωση ρεύματος όλων των συσκευών. (d) Μηνιαία σοφή κατανάλωση ρεύματος όλων των συσκευών (Vandome, 2018).....	63
Εικόνα 23 ρύθμιση τηλεχειριστηρίου και φωνητικού ελέγχου (α) διαθέσιμες οι εντολές ρύθμισης του τηλεχειριστηρίου (TV, AC, Projector,) (β) περιλαμβάνει την επιλογή ρύθμισης φωνητικού ελέγχου (Google Assistant, Amazon) (Vandome, 2018).....	64
Εικόνα 24 Έλεγχος ταυτότητας βάσει VPN για απομακρυσμένη έξυπνη πρόσβαση στο σπίτι (Kyshwah and Rani, 2022)	66
Εικόνα 25 Ενσωματωμένα χειριστήρια συσκευής με breadboard raspberry Pi (Kyshwah and Rani, 2022).....	67
Εικόνα 26 Αρχική ανάπτυξη ασφαλούς έξυπνου συστήματος αυτοματισμού δεξαμενών νερού (Kyshwah and Rani, 2022)	67
Εικόνα 27 Αποτελέσματα εκπαίδευσης αναγνώρισης ομιλίας (Kyshwah and Rani, 2022)	69

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο αυτοματισμός σπιτιού και το Διαδίκτυο των πραγμάτων είναι δύο όροι που συναντώνται συχνά επειδή είναι και οι δύο τεχνολογίες σχεδιασμένες να διευκολύνουν τη ζωή του χρήστη, να αυτοματοποιούν συγκεκριμένες διαδικασίες, να επιτρέπουν τον απομακρυσμένο έλεγχο, να απλοποιούν τη διαχείριση εγκαταστάσεων και γενικά να βελτιστοποιούν τη διαχείριση του περιβάλλοντος.

Ακόμη και αν οι στόχοι είναι πανομοιότυποι, τα μέσα και οι μέθοδοι με τις οποίες επιτυγχάνονται διαφέρουν πολύ μεταξύ τους και επομένως η συσχέτιση του οικιακού αυτοματισμού με το Διαδίκτυο των Πραγμάτων θα ήταν εσφαλμένη. Ο οικιακός αυτοματισμός θεωρείται ως ένα κλειστό σύστημα διασυνδεδεμένων συστημάτων, που είναι δομημένο με ιεραρχικό και καλά οργανωμένο τρόπο. Αυτή η κάθετη προσέγγιση επιτρέπει τη συγκέντρωση ολόκληρου του οικιακού περιβάλλοντος, εσωτερικού και εξωτερικού, σε έναν ενιαίο έλεγχο και τον συντονισμό των διαφορετικών λειτουργιών σε σενάρια είτε προγραμματισμένες ακολουθίες ενεργειών που μπορούν να ενεργοποιηθούν με μία μόνο εντολή.

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT), από την άλλη πλευρά, είναι ένας όρος που περιλαμβάνει όλες τις τεχνολογίες που είναι ικανές να συλλέγουν δεδομένα μέσω του διαδικτύου ή από το περιβάλλον και να τα επεξεργάζονται για τη βελτιστοποίηση της λειτουργίας του, για την αποτελεσματικότερη εκτέλεση του έργου και να καταφέρει απλοποιήσει τη ζωή των χρηστών.

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων χρησιμοποιεί ανοιχτές αλλά ανεξάρτητες συσκευές στο σπίτι σας, οι οποίες αλληλεπιδρούν με τον έξω κόσμο, αλλά όχι άμεσα μεταξύ τους και επομένως είναι γενικά πιο εξειδικευμένες. Κατά συνέπεια, ο οικιακός αυτοματισμός και το Internet of Things ανταποκρίνονται σε δύο διαφορετικές ανάγκες. Για παράδειγμα ο οικιακός αυτοματισμός απαιτεί την υποστήριξη επαγγελματιών για να κατανοήσουν τις ανάγκες που πρέπει να καλυφθούν, να επιλέξουν τα συστήματα, να τα εγκαταστήσουν και να τα συνδέσουν μεταξύ τους.

Είναι λοιπόν μια εκτεταμένη παρέμβαση, ιδανικά για να πραγματοποιηθεί κατά τη φάση της ανακαίνισης ή να ενσωματωθεί απευθείας στην κατασκευή ενός νέου

κτιρίου. Οι συσκευές του Internet of Things μπορούν να εγκατασταθούν μόνο όπου είναι απαραίτητο για την κάλυψη συγκεκριμένων αναγκών χωρίς να χρειάζεται να πραγματοποιήσουν επεμβατικές παρεμβάσεις, χρησιμοποιώντας την οικιακή σύνδεση wi-fi.

Ο οικιακός αυτοματισμός και το IoT διαφέρουν επίσης ως προς τον βαθμό προστασίας δεδομένων. Για παράδειγμα ένα σύστημα οικιακού αυτοματισμού είναι κλειστό, δηλαδή όλα τα συνδεδεμένα συστήματα επικοινωνούν μόνο μεταξύ τους και αποθηκεύουν τα δεδομένα σε ένα πιο προστατευμένο και δύσκολο να παραβιαστεί περιβάλλον, ενώ οι συσκευές Internet of Things, από τη φύση τους, πρέπει να επικοινωνούν με το δίκτυο και το εξωτερικό περιβάλλον, καθιστώντας τα πιο ευάλωτα. Ωστόσο, ο οικιακός αυτοματισμός και το IoT δεν πρέπει να θεωρούνται δύο ασύμβατα στοιχεία, επειδή το πρώτο μπορεί να διασυνδέεται με το δεύτερο

IOT

1.1 Βασικά στοιχεία και ορισμός

Η έννοια διαδίκτυο των πραγμάτων, είτε όπως καλείται εν συντομία στην διεθνή βιβλιογραφία IOT, αναπτύχθηκε στα τέλη της δεκαετίας του '90 από τον Κ. Aston, με απώτερο σκοπό να καταφέρει να περιγράψει ένα σύστημα όπου τα αντικείμενα του πραγματικού κόσμου θα είχαν την ευχέρεια να διασυνδεθούν με το διαδίκτυο διαμέσου αισθητήρων (Ρήτας, 2020).

Ο Ashton ανέπτυξε την παραπάνω έννοια με κυριότερο στόχο να επισημάνει τη δύναμη των σύγχρονων συστημάτων ταυτοποίησης διαμέσου ραδιοσυχνοτήτων, που καλούνται RFID, τα οποία ως επί το πλείστον χρησιμεύουν από διάφορες εταιρικές εφοδιαστικές αλυσίδες, έτσι ώστε να υπολογίσουν καθώς επίσης και να ελέγξουν τα εμπορεύματα δίχως την απαίτηση για παρέμβαση από τους ανθρώπους (Tabbane, 2017).

Στη σύγχρονη εποχή, η εν λόγω τεχνολογία έχει γίνει μια διαδεδομένη έννοια που στόχο έχει να κατορθώσει να περιγράψει σενάρια όπου η σύνδεση στο διαδίκτυο και οι δυνατότητες των Η/Υ επεκτείνονται σε ένα τεράστιο φάσμα αντικειμένων, συστημάτων, αισθητήρων είτε ακόμα και διαφορετικών ειδών καθημερινής χρήσης.

Ενώ η συγκεκριμένη έννοια είναι ιδιαίτερα νέα, η έννοια του συνδυασμού Η/Υ όπως επίσης και των δικτύων για εποπτεία διαφορετικών συστημάτων υφίσταται εδώ και αρκετές δεκαετίες. Ήδη από τα τέλη της δεκαετίας του '70, υπήρχαν τα συστήματα που απώτερο σκοπό είχαν την εξ αποστάσεως παρακολούθηση μετρητών του

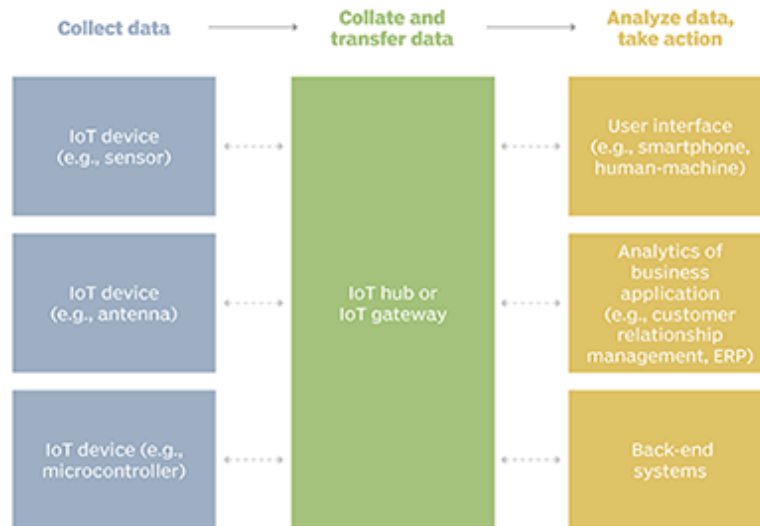
ηλεκτρικού δικτύου διαμέσου τηλεφωνικών γραμμών (Σωτηρόπουλος και Γούλα, 2018).

Μετά από δυο δεκαετίες υπήρξαν καθοριστικές αλλαγές στην ασύρματη τεχνολογία, η οποία παρείχε την ευχέρεια για Machine-to-machine εταιρίες καθώς επίσης και βιομηχανικές επιλογές οι οποίες έπαιζαν καθοριστικό ρόλο στην εποπτεία αλλά και στην εύρυθμη δράση όλων των εξοπλισμών. Αρκετές επιλογές εξ αυτών, όμως, εστίαζαν κατά κύριο λόγο σε διάφορα κλειστά δίκτυα είτε δίκτυα που εστίαζαν σε εξειδικευμένα πρότυπα για βιομηχανίες και όχι για το πρωτόκολλο του διαδικτύου που ήταν εστιασμένο σε διαφορετικά πρότυπα (Tsiatsis et al., 2018).

Τα τελευταία έτη, παρά το τεράστιο διεθνές ενδιαφέρον τριγύρω από το ΙΟΤ, δεν υφίσταται ένας ευρέως αποδεκτός ορισμός για αυτήν την έννοια. Ένας εξαιρετικά διαδεδομένος ορισμός είναι πως αυτή η έννοια δείχνει την τάση όπου ένα τεράστιο σύνολο ενσωματωμένων συστημάτων κάνουν χρήση διαφορετικών υπηρεσιών επικοινωνίας οι οποίες παρέχονται από τα πρωτόκολλα του διαδικτύου. Αρκετά από αυτά τα συστήματα, τα οποία τις περισσότερες φορές ονομάζονται έξυπνα αντικείμενα δεν δρουν άμεσα από τον άνθρωπο, αλλά ως επί το πλείστον υφίστανται σαν παράμετροι σε κτίρια είτε οχήματα είτε είναι διασκορπισμένα στο περιβάλλον (Ρήτας, 2020).

Ένας άλλος εξίσου διαδεδομένος ορισμός αυτής της έννοιας είναι πως πρόκειται για μια διεθνή υποδομή για την κοινωνία της πληροφορίας που προσφέρει την ευχέρεια σε εξελιγμένες υπηρεσίες διαμέσου της διασύνδεσης (είτε φυσικών είτε εικονικών) πραγμάτων σύμφωνα με την υφιστάμενη καθώς επίσης και την σε εξέλιξη δια-λειτουργικότητα των σύγχρονων τεχνολογιών της πληροφορίας και της επικοινωνίας (Soldatos, 2017).

Σε αυτό το σημείο είναι χρήσιμο να τονιστεί πως διαμέσου της αξιοποίησης των ικανοτήτων αναγνώρισης, καταγραφής στοιχείων, την επεξεργασία είτε ακόμα και την επικοινωνία, αυτή η τεχνολογία κάνει ολική χρήση των πραγμάτων, με απώτερο σκοπό να παρέχουν διαφορετικές υπηρεσίες σε όλα τα είδη των εφαρμογών, διασφαλίζοντας ταυτόχρονα πως οι ανάγκες της ασφάλειας και της προστασίας της ιδιωτικής ζωής πληρούνται (Boulogeorgos et al., 2017).



Εικόνα 1 Παράδειγμα συστήματος ΙΟΤ¹

Ένας άλλος ορισμός αυτής της έννοιας αναφέρει πως πρόκειται για ένα πλαίσιο όπου όλα τα πράγματα έχουν μια αντιπροσώπευση και μια παρουσία στο διαδίκτυο. Ειδικότερα, η εν λόγω τεχνολογία έχει σαν κυριότερο σκοπό να κατορθώσει να παρέχει καινούριες εφαρμογές και υπηρεσίες γεφυρώνοντας τον φυσικό όπως επίσης και τον εικονικό κόσμο, όπου οι machine-to-machine επικοινωνίες αντιπροσωπεύουν την κύρια επικοινωνία η οποία προσφέρει τη δυνατότητα για αλληλεπιδράσεις μεταξύ των πραγμάτων είτε των εφαρμογών στο υπολογιστικό νέφος (Greengard, 2015).

Γενικότερα, θα πρέπει να επισημανθεί πως όλοι οι ορισμοί που έχουν αναπτυχθεί μέχρι και τη σημερινή εποχή, έχουν άμεση σχέση με διαφορετικά σενάρια όπου η συνδεσιμότητα με το δίκτυο και η δυνατότητα των Η/Υ εκτείνεται σε ένα σύνολο αντικειμένων, συστημάτων, αισθητήρων κλπ τα οποία δεν λογίζονται ως υπολογιστές αλλά προσφέρουν τη δυνατότητα στις συσκευές να παράγουν, να ανταλλάσσουν είτε ακόμα και να καταναλώνουν δεδομένα, πολλές φορές με μηδενική παρέμβαση από τους ανθρώπους (Serpanos and Wolf, 2018).

¹ [<https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/Internet-of-Things-IoT>]

1.2 Λειτουργία

Έρευνες όλα αυτά τα χρόνια κάνουν λόγο πως από το ξεκίνημα της ύπαρξης του IOT, οι σύγχρονες τεχνολογίες analytics είναι ζωτικής σημασίας σε ό,τι έχει να κάνει με τη μετατροπή του μεγάλου συνόλου δεδομένων συνεχούς ροής σε γνώση των σύγχρονων συστημάτων. Παρά το γεγονός αυτό, όμως, το ερώτημα το οποίο αναπτύσσεται έχει να κάνει κατά κύριο λόγο με τον τρόπο με τον οποίο αναλύονται οι πληροφορίες, αφού ρέουν διαρκώς μέσα από τους αισθητήρες και τα συστήματα και πως είναι εφικτό η εν λόγω δράση να εμφανίζει καθοριστικές διαφοροποιήσεις σε σχέση με τις υπόλοιπες διαδεδομένες τακτικές αυτής της μορφής που υφίστανται στη σημερινή εποχή (Boulogeorgos et al., 2017).

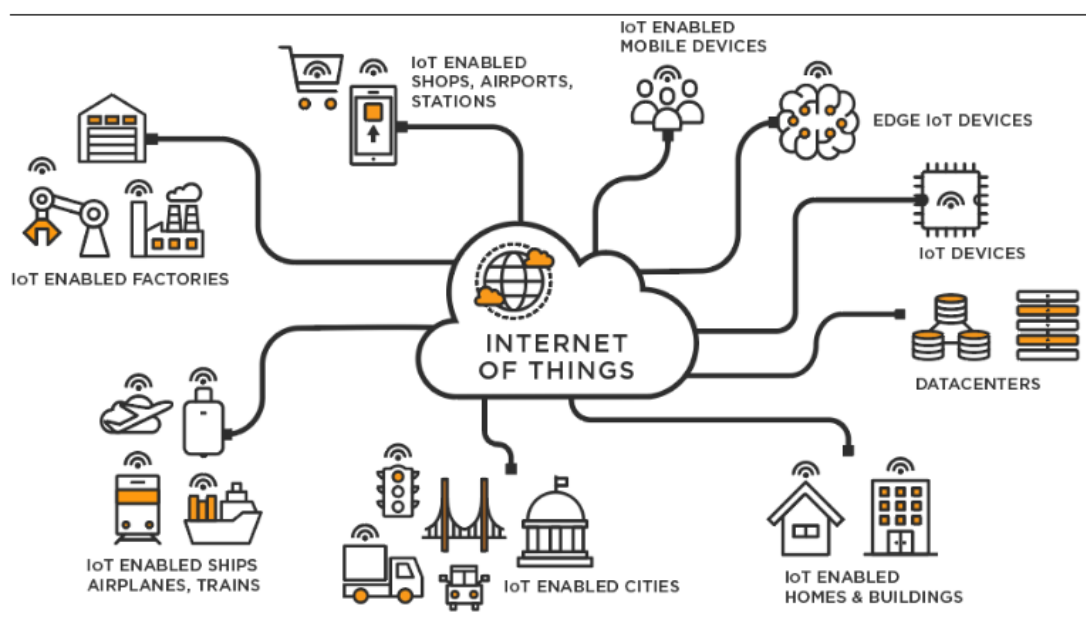


Εικόνα 2 Τρόπος λειτουργίας IOT²

Στις αναλύσεις οι οποίες έχουν υλοποιηθεί έως τη σύγχρονη εποχή, οι πληροφορίες αποθηκεύονται και στη συνέχεια αναλύονται. Από την άλλη μεριά, σε ό,τι έχει να κάνει με τις πληροφορίες διαρκούς ροής, δηλαδή εκείνες του IOT, τα μοντέλα όπως επίσης και οι αλγόριθμοι είναι εκείνοι οι οποίοι αποθηκεύονται και οι πληροφορίες οι οποίες περνούν μέσα από αυτά με απώτερο στόχο την ανάλυση. Η συγκεκριμένη διαδικασία συμβάλλει θετικά στην ανίχνευση αλλά και στην διεξοδική διερεύνηση διαφορετικών μοτίβων, αφού οι πληροφορίες αναπτύσσονται σε πραγματικό χρόνο (Serpanos and Wolf, 2018).

² [<https://www.sap.com/greece/insights/what-is-iot-internet-of-things.html>]

Οι πληροφορίες αποθηκεύονται στο υπολογιστικό νέφος είτε σε έναν άλλο χώρο αποθήκευσης, αφού αρχικά περάσουν από την απαιτούμενη επεξεργασία. Μετέπειτα, γίνεται χρήση των analytics, με απώτερο στόχο να αποκρυπτογραφηθούν οι πληροφορίες, ενώ ταυτόχρονα τα συστήματα εξακολουθούν να ανταλλάζουν στοιχεία. Διαμέσου των τακτικών advanced analytics, η ανάλυση όλων αυτών των δεδομένων είναι δυνατόν να επεκταθεί σε μεγάλο βαθμό στην πρόβλεψη μελλοντικών σεναρίων καθώς επίσης και στην διερεύνηση σύνθετων ερωτημάτων και να μην παραμείνει στάσιμη στον έλεγχο των υπάρχουσών συνθηκών είτε στην βέλτιστη εφικτή αξιοποίηση των κατώτατων ορίων (Kranz, 2016).



Εικόνα 3 Τρόπος σύνδεσης ΙΟΤ³

Με κυριότερο στόχο να επιτευχθεί αυτό, είναι ζωτικής σημασίας να υφίστανται τεχνολογίες υψηλότερης απόδοσης, που θα έχουν την ευχέρεια να αναπτύξουν μοτίβα της στιγμής τα οποία αναπτύσσονται. Στην περίπτωση στην οποία ένα τέτοιο μοτίβο αναγνωριστεί, έχει τη δυνατότητα να ενεργοποιήσει την αυτόματα

³ [<https://www.analyticsvidhya.com/blog/2022/09/how-to-connect-iot-sensors-wirelessly-with-a-web-application/>]

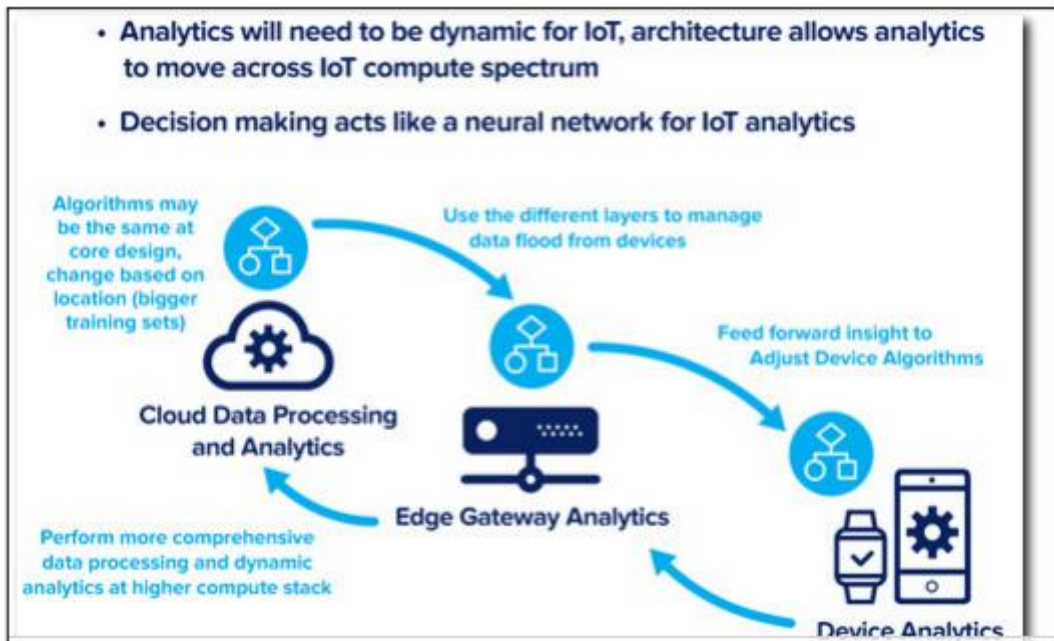
προσαρμογή των διασυνδεδεμένων συστημάτων είτε αναπτύσσει ειδοποιήσεις για άμεσες δράσεις και λήψη καλύτερων αποφάσεων. Από όλα αυτά θα μπορούσαμε να συμπεράνουμε, επομένως, πως είναι δυνατή η μεταβίβαση από τον απλό έλεγχο συνθηκών και ορίων, στην εκτίμηση μελλοντικών καταστάσεων και στον σχεδιασμό τους για τα what-if σενάρια (Konstas, 2017).

1.3 Χαρακτηριστικά

Βάσει μελετών τα κυριότερα γνωρίσματα της συγκεκριμένης τεχνολογίας είναι 7 και παρουσιάζονται στη συνέχεια. Το πρώτο εξ αυτών είναι η διασυνδεσιμότητα. Κάθε συσκευή, είτε όπως καλείται διαφορετικά πράγματα, είναι εφικτό να συνδεθεί με τη διεθνή υποδομή πληροφόρησης αλλά και επικοινωνίας. Το δεύτερο εξ αυτών είναι οι υπηρεσίες οι οποίες έχουν άρρηκτη σχέση με τα πράγματα. Η εν λόγω τεχνολογία έχει την ικανότητα να προσφέρει υπηρεσίες, οι οποίες έχουν άμεση σχέση με τα πράγματα δίχως όμως να αγνοεί τη σημασιολογική συνοχή, η οποία υφίσταται ανάμεσα σε φυσικά είτε εικονικά πράγματα. Αυτό είναι κάτι το οποίο εν τέλει είναι δυνατόν να επιφέρει καθοριστικές αλλαγές, τόσο στις τεχνολογίες του πραγματικού κόσμου όσο και σε εκείνες του κόσμου της πληροφορίας (Greengard, 2015).

Εξίσου καθοριστικό γνώρισμα αυτής της μορφής φαίνεται πως είναι και η ετερογένεια. Τα συστήματα στο διαδίκτυο είναι ετερογενή, αφού ως επί το πλείστον εστιάζουν σε διαφορετικές πλατφόρμες όπως επίσης και δίκτυα. Είναι εφικτό, όμως, να αλληλεπιδράσουν με άλλα συστήματα είτε πλατφόρμες υπηρεσιών, διαμέσου διαφοροποιημένων δικτύων.

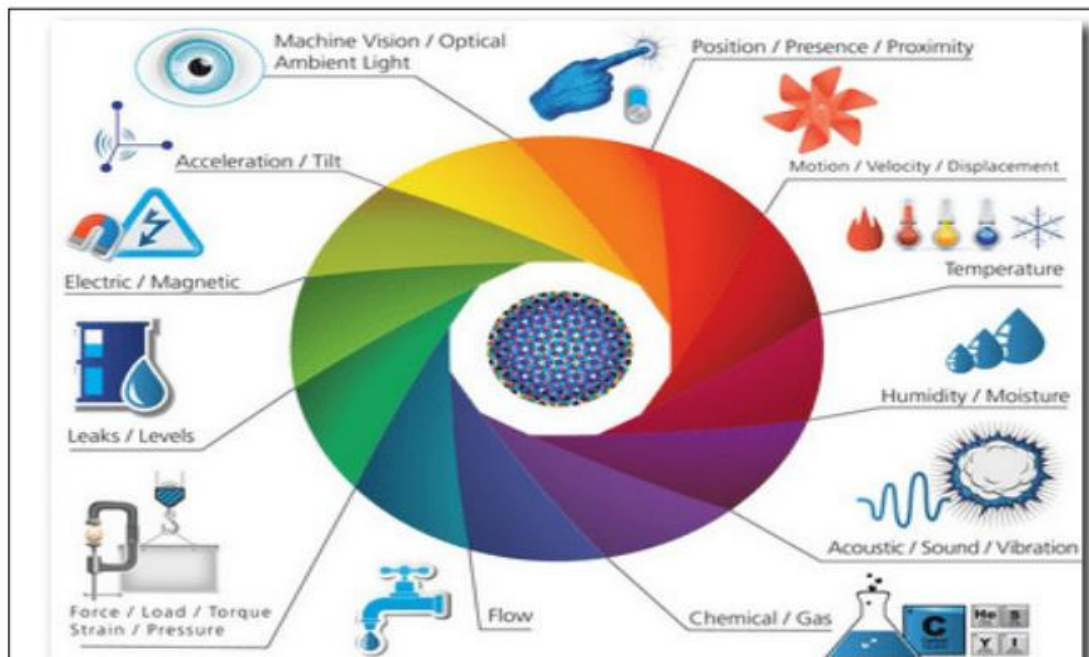
Ένα άλλο γνώρισμα αυτού του είδους είναι οι δυναμικές αλλαγές. Η κατάσταση των συστημάτων μεταβάλλεται δυναμικά. Για παράδειγμα είναι ενεργές είτε απενεργοποιημένες, διασυνδέονται είτε αποσυνδέονται, μεταβάλλεται η θέση όπως επίσης και η ταχύτητά τους. Ακόμα, το σύνολο των συνδεδεμένων συστημάτων είναι δυνατόν να μεταβληθεί δυναμικά (Hassan, 2018).



Εικόνα 4 Συσκευές ανάλυσης (Greengard, 2015)

Εξίσου σημαντικό γνώρισμα λογίζεται πως είναι το μεγάλο φάσμα χρηστών. Το σύνολο των συστημάτων που οι χρήστες διαχειρίζονται και επικοινωνούν μεταξύ τους διαμέσου της συγκεκριμένης τεχνολογίας θα είναι πιο μεγάλο από το σύνολο των συσκευών που είναι διασυνδεδεμένες στο σημερινό διαδίκτυο. Ακόμη πιο σημαντική θα είναι η αποδοτική διαχείριση όπως επίσης και η ερμηνεία των παραγόμενων στοιχείων (Tsiatsis et al., 2018).

Ένα άλλο γνώρισμα αυτής της μορφής είναι η ασφάλεια. Σε αυτήν την τεχνολογία είναι ζωτικής σημασίας αυτό το χαρακτηριστικό, τόσο για τους ίδιους τους δημιουργούς όσο και για τους παραλήπτες αυτής της τεχνολογίας, κυρίως σε ό,τι έχει να κάνει με την ασφάλεια των προσωπικών δεδομένων καθώς επίσης και της ιδιωτικής ζωής. Η ασφάλεια είναι καθοριστικό να κλιμακωθεί μεταξύ των συστημάτων, των δικτύων αλλά και των πληροφοριών που διακινηθούν (Tabbane, 2017).



Εικόνα 5 Αισθήσεις και συσκευές IOT (Soldatos, 2017)

Ένα τελευταίο γνώρισμα αυτού του είδους είναι η συνδεσιμότητα, η οποία έχει να κάνει τόσο με την προσβασιμότητα όσο και με τη συμβατότητα των δικτύων. Η προσβασιμότητα προσφέρει τη δυνατότητα σύνδεσης σε ένα δίκτυο, ενώ η συμβατότητα προσφέρει την κοινή ικανότητα ανάπτυξης καθώς επίσης και χρήσης δεδομένων του δικτύου (Serpanos and Wolf, 2018).

Τέλος, θα πρέπει να σημειωθεί πως αυτή η τεχνολογία εξυπηρετεί αρκετούς και διαφορετικούς χρήστες. Οι διαφορετικές ομάδες χρηστών, όμως, εμφανίζουν και διαφοροποιημένες απαιτήσεις. Έρευνες τα τελευταία χρόνια αναφέρουν πως οι 3 πιο καθοριστικές ομάδες χρηστών είναι οι μεμονωμένοι πολίτες, η κοινότητα πολιτών (όπως είναι για παράδειγμα οι κάτοικοι μιας πόλης, μιας περιφέρειας, ενός κράτους κλπ) και τέλος οι σύγχρονες εταιρίες αλλά και οι οργανισμοί (Σωτηρόπουλος και Γούλα, 2018).

1.4 Αναγκαιότητα

Στη σημερινή εποχή υφίσταται ένα μεγάλο σύνολο διαφοροποιημένων πραγμάτων τα οποία είναι διασυνδεδεμένα με το διαδίκτυο και από την αποκόμιση και από την ανάλυση των data streams θα υπάρξουν αρκετά χρηματοοικονομικά οφέλη. Ορισμένα από τα κυριότερα παραδείγματα των συνεπειών αυτής της τεχνολογίας σε διαφορετικούς τομείς παρουσιάζονται στη συνέχεια αυτής της ενότητας (Boulogeorgos et al., 2017).

Για παράδειγμα, οι ευφυείς λύσεις μεταφοράς είναι δυνατόν να επιταχύνουν σε μεγάλο βαθμό την ροή της κυκλοφορίας, να ελαττώσουν αισθητά την κατανάλωση καυσίμων, να βάζουν σε προτεραιότητα τα προγράμματα επισκευής οχημάτων και το βασικότερο έχουν την ευχέρεια να σώσουν ανθρώπινες ζωές. Ένα άλλο παράδειγμα αυτής της μορφής είναι τα ευφυή ηλεκτρικά δίκτυα τα οποία διασυνδέουν αποδοτικότερα τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) ενώ την ίδια στιγμή βελτιώνουν αισθητά την αξιοπιστία των σύγχρονων συστημάτων και χρεώνουν τους πελάτες σύμφωνα με πιο μικρές προσαυξήσεις (Kranz, 2016).

Ένα άλλο παράδειγμα είναι πως οι μηχανές αισθητήρων ελέγχου υλοποιούν διαγνώσεις ενώ ταυτόχρονα έχουν την ευχέρεια να προβλέψουν θέματα συντήρησης τα οποία εκκρεμούν, έχουν τη δυνατότητα να εποπτεύσουν βραχυπρόθεσμα τις πιθανές ελλείψεις σε αποθέματα και θέτουν καθοριστικές προτεραιότητας σε ό,τι έχει να κάνει με τα προγράμματα του ανθρώπινου δυναμικού, το οποίο είναι αρμόδιο για τις επισκευές, με απώτερο στόχο την βέλτιστη εφικτή κάλυψη των απαιτήσεων επισκευής εξοπλισμού είτε διαφορετικών περιφερειακών απαιτήσεων (Serpanos and Wolf, 2018).

Ακόμα, είναι σημαντικό να τονιστεί πως τα συστήματα data-driven τα οποία έχουν αναπτυχθεί στις υποδομές των ευφυών πόλεων, κάνουν πιο εύκολη για τους δήμους να παρακολουθήσουν τις δράσεις διαχείρισης αποθεμάτων, την επιβολή του νομοθετικού πλαισίου καθώς επίσης και άλλων προγραμμάτων σε ό,τι έχει να κάνει με την πόλη πιο αποδοτικά (Konstas, 2017).

Παρά το γεγονός αυτό, όμως, η χρήση της συγκεκριμένης τεχνολογίας υλοποιείται και σε προσωπικό επίπεδο. Τα διασυνδεδεμένα συστήματα ενσωματώνονται, τόσο στον κόσμο των εταιριών και των οργανισμών όσο και στη

μαζική αγορά. Για παράδειγμα τελειώνει το γάλα σε ένα σπίτι. Κατά την επιστροφή από την δουλειά προς το σπίτι, αποστέλλεται αυτόματα μια ειδοποίηση από το ψυγείο η οποία υπενθυμίζει την αγορά αυτού του αγαθού (Hassan, 2018).

Επίσης ένα άλλο εξίσου σημαντικό παράδειγμα είναι πως το σύστημα ασφαλείας σε ένα σπίτι, που υφίσταται ήδη επιτρέπει την εποπτεία εξ αποστάσεως των κλειδαριών και των θερμοστατών της οικείας. Επίσης, υφίσταται η δυνατότητα ρύθμισης του κλιματιστικού, με κυριότερο στόχο να δροσίσει το σπίτι και να ανοίξει τα παράθυρα, σύμφωνα με τις προτιμήσεις του εκάστοτε χρήστη (Σωτηρόπουλος και Γούλα, 2018).

1.5 Πλεονεκτήματα και προκλήσεις

Η τεράστια και άμεση εξέλιξη του IOT είναι εφικτό να ωφελήσει με διαφορετικούς τρόπους, διαφορετικές ομάδες χρηστών, όπως είναι για παράδειγμα οι πελάτες, οι εταιρίες, οι κυβερνήσεις κλπ. Σε ό,τι έχει να κάνει με τους πελάτες, θα πρέπει να τονιστεί πως υφίστανται καθοριστικά οφέλη τα οποία τις περισσότερες φορές προκύπτουν από τη χρήση αυτής της τεχνολογίας (Boulogeorgos et al., 2017).

Είναι εφικτό να έχουν πιο πολλά προσωπικά αγαθά είτε υπηρεσίες που εστιάζουν σε εκείνο που πραγματικά κάνουν είτε στο που βρίσκονται κάθε ώρα. Η εν λόγω τεχνολογία έχει την ευχέρεια να παίζει καθοριστικό ρόλο για τους ανθρώπους σε αρκετούς και διαφορετικούς κλάδους, όπως είναι για παράδειγμα στην υγεία, στην ασφάλεια, στην αισθητή ελάττωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης κλπ (Tabbane, 2017).

Στον κλάδο της υγείας τα σύγχρονα συστήματα υγειονομικής φροντίδας έχουν την ευχέρεια να μαζεύουν πληροφορίες, με την χρήση αισθητήρων στα ρούχα είτε ακόμα και στην οικεία του εκάστοτε αρρώστου. Αυτό διαδραματίζει σημαντικό ρόλο καθώς προσφέρει τη δυνατότητα στους επαγγελματίες υγείας να ελέγχουν κάθε στιγμή τα σημαντικά σημεία και να γνωρίζουν τα επίπεδα της κατάστασης της υγείας του αρρώστου (Soldatos, 2017).

Παράλληλα, με τη διαρκή εποπτεία προσφέρεται η ευχέρεια στους επαγγελματίες υγείας να κάνουν αμεσότερη διάγνωση και να κρίνουν αμεσότερα και ευκολότερα ποιοι πάσχοντες έχουν ανάγκη από άμεση υγειονομική φροντίδα και για αυτόν τον λόγο μπαίνουν γρηγορότερα σε γραμμή προτεραιότητας. Τα συστήματα αυτής της τεχνολογίας, παράλληλα, προσφέρουν την ευχέρεια για απομακρυσμένο έλεγχο των πασχόντων από την οικεία τους (Tsiatsis et al., 2018).

Εξίσου σημαντικό ρόλο, όμως, διαδραματίζει και σε ό,τι έχει να κάνει με την προσωπική ασφάλεια των ανθρώπων όπως επίσης και της παρουσίας τους αφού προσφέρει την ευχέρεια του απομακρυσμένου ελέγχου τους από όλα τα συστήματα (όπως είναι για παράδειγμα ένα smartphone, ένα tablet κλπ). Καθοριστικό ρόλο, όμως, έχει και στην αποφυγή τις κυκλοφοριακής συμφόρησης αφού προτείνει στους οδηγούς διαφορετικούς δρόμους από πληροφορίες τις οποίες έχει μαζέψει από άλλα οχήματα (Ρήτας, 2020).

Η εν λόγω τεχνολογία προσφέρει καθοριστικά οφέλη, όμως, και στις σύγχρονες εταιρίες και στους οργανισμούς. Οι εταιρίες έχουν σαν βασικότερο σκοπό να προσφέρουν βελτιωμένα αγαθά και υπηρεσίες στους πελάτες τους και αυτό το κατορθώνουν με τη χρήση συσκευών αυτής της τεχνολογίας. Οι συγκεκριμένες συσκευές συλλέγουν πληροφορίες σε ό,τι έχει να κάνει με τις απαιτήσεις των πελατών, τις επεξεργάζονται, εξάγουν δεδομένα και βελτιώνουν αισθητά τα αγαθά και τις υπηρεσίες τους (Σωτηρόπουλος και Γούλα, 2018).

Για παράδειγμα οι σύγχρονες εταιρίες και οι οργανισμοί έχουν την ευχέρεια να προστατέψουν περιουσιακά στοιχεία διαμέσου ανιχνευτών τοποθεσίας και απομακρυσμένων συστημάτων κλειδώματος. Παράλληλα, έχουν τη δυνατότητα να παίζουν σημαντικό ρόλο στην εποπτεία και στην απογραφή των αγαθών, έχοντας εντάξει RFID ετικέτες μοναδικές για το εκάστοτε αγαθό. Επίσης, γίνεται χρήση σε όλες τις φάσεις της εφοδιαστικής αλυσίδας από την παραγωγή έως και την τοποθέτηση στα ράφια (Konstas, 2017).

Καθοριστικό ρόλο, όμως, παίζει και για τις κυβερνήσεις οι οποίες είναι εφικτό να κερδίσουν από αυτήν την τεχνολογία. Σε κλάδους όπως είναι για παράδειγμα η υγεία επιτρέπει τον απομακρυσμένο έλεγχο των πασχόντων, ελαττώνοντας με αυτόν τον

τρόπο τις δαπάνες υγειονομικής φροντίδας όπως επίσης και τις δαπάνες του κράτους (Kranz, 2016).

Εξίσου σημαντικό ρόλο, όμως, έχει και στην ασφάλη όπως επίσης και στην ευκολότερη μετακίνηση των επιβατών αφού υφίστανται αισθητήρες στους δρόμους, οι οποίοι ειδοποιούν σε περίπτωση βλάβης. Ακόμα, μέσα από την τοποθέτηση αισθητήρων στους λαμπτήρες κατά μήκος των δρόμων με απώτερο στόχο την αυτόματη ρύθμιση του φωτισμού ελαττώνουν σε μεγάλο βαθμό το κόστος χρήσης της ηλεκτρικής ενέργειας (Hassan, 2018).

Από την άλλη μεριά, όμως, υφίστανται και καθοριστικές προκλήσεις. Η διαρκής και η ανοδική τάση της ανάπτυξης αυτής της τεχνολογίας θέτει πολλές και καθοριστικές προκλήσεις οι οποίες δημιουργούν τεράστια ζητήματα σε ό,τι έχει να κάνει με την εύρυθμη δράση του οικοσυστήματος αυτής της τεχνολογίας. Επομένως, πολλές φορές οδηγούμαστε σε ένα σύνολο διαφορετικών προκλήσεων οι οποίες χρειάζεται να αντιμετωπιστούν άμεσα από τους ενδιαφερόμενους φορείς, όπως είναι για παράδειγμα οι κατασκευαστές των συστημάτων, οι σχεδιαστές των εφαρμογών, οι οργανισμοί τυποποίησης κλπ (Greengard, 2015).

Μια από τις κυριότερες προκλήσεις αυτής της μορφής είναι η διαχείριση όπως επίσης και η επεξεργασία των μεγάλων δεδομένων. Εστιάζοντας στο γεγονός ότι οι καθημερινές δράσεις αναπτύσσουν έναν μεγάλο όγκο πληροφοριών, είναι δύσκολο για έναν άνθρωπο να καταφέρει να τον διαχειριστεί εύκολα και άμεσα. Αποτελεί πιθανόν μια από τις κυριότερες προκλήσεις που χρειάζεται να αντιμετωπιστούν κυρίως σε ό,τι έχει να κάνει με τη δυνατότητα αποθήκευσής τους, την εύκολη ανάκτηση κλπ (Boulogeorgos et al., 2017).

Εξίσου σημαντικό ζήτημα εντοπίζεται και στην έλλειψη ασφαλείας. Στην περίπτωση στην οποία οι κατασκευαστές θα πρέπει να διαλέξουν μεταξύ της αποτελεσματικότητας και της ασφαλείας, πάντοτε διαλέγουν την αποτελεσματικότητα βάζοντας σε δεύτερη μοίρα την ασφάλεια αυτών των συστημάτων. Με τη συγκεκριμένη επιλογή, εύλογα πολλές φορές οδηγούμαστε εν τέλει στην ύπαρξη σοβαρών κινδύνων αφού υφίστανται καθοριστικές ευπάθειες. Κίνδυνοι όπως είναι για παράδειγμα η μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση, η παραβίαση τοπικών δικτύων με βασικότερο στόχο την υποκλοπή ευαίσθητων δεδομένων, η αποστολή ιών κλπ είναι

δυνατόν να επιφέρουν τεράστια προβλήματα και ζημιές στα συστήματα, όπως είναι για παράδειγμα η συντριβή ενός ευφυσού οχήματος κλπ (Soldatos, 2017).

Μια άλλη εξίσου καθοριστική πρόκληση είναι η έλλειψη ιδιωτικότητας και προστασίας των δεδομένων. Η εν λόγω τεχνολογία εγείρει πολλές ανησυχίες κυρίως σε ό,τι έχει να κάνει με το ποιος είναι εφικτό να συλλέξει και να επεξεργαστεί τις πληροφορίες, ποιος έχει το δικαίωμα να προβεί σε μια παρόμοια κίνηση κλπ. Επί της ουσίας αποτελεί τον πιο καθοριστικό κίνδυνο, αφού ο χρήστης υποβάλλεται σε διαρκή και μη ελεγχόμενη εποπτεία με αδιαφανείς μεθόδους. Παρόμοιες προκλήσεις, όμως, είναι η εξέλιξη του του Internet Protocol, οι απαιτήσεις ενέργειας και τέλος τα πρότυπα και η δια-λειτουργικότητα (Σωτηρόπουλος και Γούλα, 2018).

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

ΙΟΤ

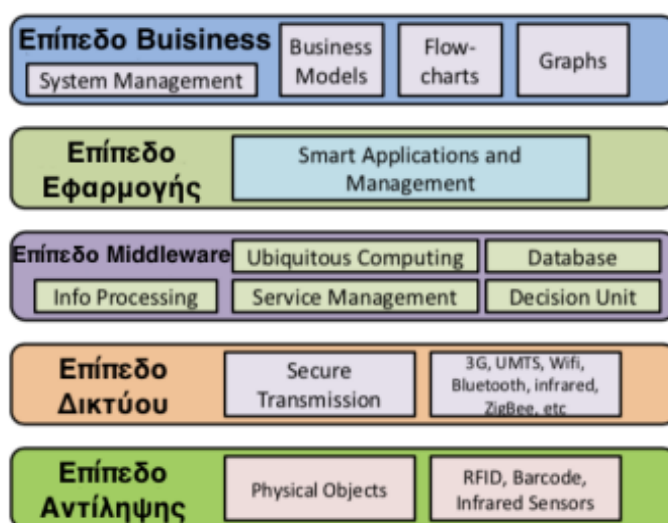
2.1 Αρχιτεκτονική

Το internet, όπως έχει εξελιχτεί στη σύγχρονη εποχή, κάνει χρήση των πρωτοκόλλων TCP/IP με απώτερο σκοπό την βέλτιστη εφικτή επικοινωνία ανάμεσα σε κεντρικούς Η/Υ δικτύων. Παρά το γεγονός αυτό, όμως, η τεχνολογία που μελετάμε στην εν λόγω εργασία έχει την ευχέρεια να διασυνδέσει αρκετά δις διαφορετικών αντικειμένων, που θα αναπτύξουν τεράστια κινητικότητα και θα υφίσταται απαίτηση για μεγαλύτερο όγκο πληροφοριών (Raj and Raman, 2018).

Παράλληλα, θα υφίστανται αρκετές καινούριες προκλήσεις, ως επί το πλείστον σε ό,τι έχει να κάνει με την ασφάλεια και την προστασία της ιδιωτικής ζωής των χρηστών. Με αυτόν τον τρόπο, η καινούρια προτεινόμενη αρχιτεκτονική για αυτήν την τεχνολογία είναι ζωτικής σημασίας να έχει την ευχέρεια να αντιμετωπίσει αρκετές και διαφορετικές παραμέτρους, όπως είναι για παράδειγμα η επεκτασιμότητα, η διαλειτουργικότητα, η αξιοπιστία κλπ (Da Costa, 2013).

Δεδομένου πως η εν λόγω τεχνολογία προσφέρει τη δυνατότητα για ανταλλαγή πληροφοριών, η κυκλοφορία όπως επίσης και οι χώροι αποθήκευσης δεδομένων στο δίκτυο θα εμφανίσουν τεράστια ανοδική τάση. Αυτός είναι και ο βασικότερος λόγος που η εξέλιξη του διαδικτύου έχει άρρηκτη σχέση με την ανάπτυξη της τεχνολογίας καθώς επίσης και με το σχεδιασμό καινούριων εφαρμογών και επιχειρηματικών μοντέλων (Dunko et al., 2017).

Για αυτό το λόγο, επομένως, η αρχιτεκτονική αυτής της τεχνολογίας έχει αναπτυχθεί με κυριότερο σκοπό να έχει την ευχέρεια να διαχειρίζεται ένα τεράστιο σύνολο δεδομένων. Μια γενικότερη δομή της συγκεκριμένης αρχιτεκτονικής διακρίνεται στην εικόνα που ακολουθεί (βλέπε εικόνα 2.1). Στην παραπάνω διάκριση υφίστανται 5 επίπεδα, τα οποία αναλύονται στη συνέχεια (Tripathy and Anuradha, 2020).



Εικόνα 6 Τα 5 επίπεδα της αρχιτεκτονικής του IoT (Σωτηρόπουλος και Γούλα, 2018)

Το πρώτο από αυτά τα επίπεδα είναι εκείνο της ανίχνευσης και της ταυτοποίησης. Το εν λόγω επίπεδο (είτε όπως καλείται διαφορετικά επίπεδο αντίληψης) είναι διαδεδομένο στη διεθνή βιβλιογραφία με τον όρο Layer Device. Περιέχεται από τα φυσικά αντικείμενα καθώς επίσης και τα συστήματα αισθητήρων τα οποία έχουν την ευχέρεια να εντοπίσουν είτε ακόμα και να αναγνωρίσουν διάφορες πληροφορίες (Dunko et al., 2017).

Οι αισθητήρες είναι δυνατόν να είναι αισθητήρες RFID, 2D-Barcode, GPS, ευφυή συστήματα κλπ. Το συγκεκριμένο επίπεδο ως επί το πλείστον είναι αρμόδιο για την αναγνώριση αλλά και τη συλλογή χρήσιμων στοιχείων από τα αντικείμενα των παραπάνω συστημάτων. Σύμφωνα με το είδος των αισθητήρων, τα δεδομένα είναι πιθανόν να σχετίζονται με την περιοχή, τη θερμοκρασία, την κίνηση, την υγρασία, τις χημικές μεταβολές στον αέρα κλπ (Tripathy and Anuradha, 2020).

Μετάπειτα, τα δεδομένα τα οποία συλλέγονται, διαβιβάζονται στο επόμενο επίπεδο, που είναι εκείνο του δικτύου, με απώτερο σκοπό την βέλτιστη εφικτή και ασφαλή μετάδοσή τους στο σύστημα επεξεργασίας δεδομένων. Το συγκεκριμένο επίπεδο ονομάζεται και επίπεδο μετάδοσης ενώ στη διεθνή βιβλιογραφία ονομάζεται Layer Transmission. Το επίπεδο αυτό μεταφέρει με ασφάλεια δεδομένα από τα συστήματα με αισθητήρες στο σύστημα επεξεργασίας δεδομένων (Cheruvu et al., 2020).

Το μέσο της διαδικασίας μετάδοσης είναι εφικτό να είναι είτε ενσύρματο είτε ασύρματο και η τεχνολογία είναι δυνατόν να είναι UMTS, Wifi, κλπ, σύμφωνα με τα παραπάνω συστήματα. Με αυτόν τον τρόπο, το επίπεδο αυτό μεταφέρει τα δεδομένα από το προηγούμενο επίπεδο στο επόμενο που είναι το επίπεδο Middleware. Στο εν λόγω επίπεδο τα συστήματα διαμέσου της τεχνολογίας που μελετάμε σε αυτήν την εργασία εφαρμόζουν διαφοροποιημένα είδη υπηρεσιών (Kumar, 2021).

Το εκάστοτε σύστημα διασυνδέεται και επικοινωνεί μονάχα με τα συστήματα τα οποία εφαρμόζουν παρόμοια είδη υπηρεσιών. Το συγκεκριμένο επίπεδο έχει την ευθύνη για τη διαχείριση όλων αυτών των υπηρεσιών και διασυνδέεται με τη βάση δεδομένων. Επί της ουσίας αυτό το οποίο κάνει είναι να παίρνει δεδομένα από το προηγούμενο επίπεδο και να τα αποθηκεύει σε μια βάση δεδομένων ενώ παράλληλα τα επεξεργάζεται και κάνει υπολογισμούς είτε λαμβάνει αποφάσεις σύμφωνα με ορισμένα αποτελέσματα

Στη συνέχεια υφίσταται το επίπεδο εφαρμογής το οποίο προσφέρει διεθνή διαχείριση της εφαρμογής σύμφωνα με τα δεδομένα των αντικειμένων τα οποία επεξεργάζονται στο προηγούμενο επίπεδο. χαρακτηριστικό παράδειγμα ευφυών συστημάτων είναι το ευφές δίκτυο, τα πράσινα κτίρια, οι ευφυείς μεταφορές είτε ακόμα και το ευφές περιβάλλον ελέγχου (Fortino and Trunfio, 2014).

Τέλος, θα πρέπει να τονιστεί πως υφίσταται το επίπεδο business, του οποίου ρόλος είναι ο σωστός χειρισμός όλων των συστημάτων αυτής της μορφής, όπου περιέχονται διάφορες εφαρμογές αλλά και υπηρεσίες. Αναπτύσσει επιχειρηματικά μοντέλα, γραφήματα, διαγράμματα ροής κλπ σύμφωνα με πληροφορίες τις οποίες λαμβάνει από το προηγούμενο επίπεδο. Η επιτυχία της τεχνολογίας που μελετάμε στη συγκεκριμένη εργασία έχει άρρηκτη σχέση με τα καλά επιχειρηματικά μοντέλα.

Σύμφωνα με την ανάλυση των αποτελεσμάτων, το παραπάνω επίπεδο παίζει καθοριστικό ρόλο στην οριοθέτηση των μελλοντικών κινήσεων καθώς επίσης και των επιχειρηματικών πολιτικών (Da Costa, 2013).

2.2 Συνδεσιμότητα

Η τεχνολογία που μελετάμε στην εν λόγω εργασία αφορά μια συλλογή από καινούρια μη εξαρτώμενα συστήματα όπως επίσης και με υποδομές οι οποίες χρησιμεύουν παράλληλα και στο διαδίκτυο. Τα κυριότερα στοιχεία αυτής της τεχνολογίας είναι τα αντικείμενα, τα δίκτυα επικοινωνιών τα οποία τα συνδέουν καθώς επίσης και διάφορα υπολογιστικά συστήματα είτε ακόμα και εφαρμογές οι οποίες επεξεργάζονται όσες πληροφορίες ρέουν από είτε προς τα παραπάνω αντικείμενα (Raj and Raman, 2018).

Σε ό,τι έχει να κάνει με τη συνδεσιμότητα αυτής της τεχνολογίας, είναι καθοριστικό να σημειωθεί πως η επικοινωνία ανάμεσα σε όλα αυτά τα ευφυή συστήματα υλοποιείται με συγκεκριμένες μεθόδους, όπως είναι για παράδειγμα η σύνδεση συσκευής προς συσκευή, η σύνδεση συσκευής προς cloud, η σύνδεση συσκευής με δίαυλο επικοινωνίας και τέλος με back-end data sharing pattern (Kumar, 2021).

Για την πρώτη τακτική εξ αυτών, θα πρέπει να επισημανθεί πως υφίσταται επικοινωνία ανάμεσα σε δυο συστήματα τα οποία είναι εφικτό να είναι ετερογενή κυρίως σε ό,τι έχει να κάνει με τον τρόπο δημιουργίας τους ενώ θα πρέπει να σημειωθεί πως επιβάλλεται η δια-λειτουργικότητά τους, προκειμένου να διασφαλίζεται η άμεση επικοινωνία τους.

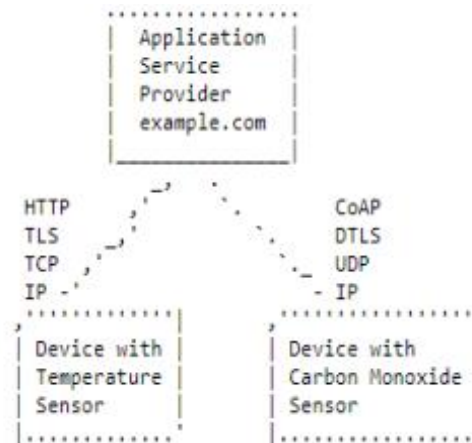
Από την άλλη μεριά, σε ό,τι έχει να κάνει με την δεύτερη από αυτές τις τακτικές, θα πρέπει να τονιστεί πως ολόκληρη η επικοινωνία υλοποιείται εσωτερικά δίχως την ανάγκη της δια-λειτουργικότητας, όπως παραπάνω. Στην περίπτωση στην οποία γίνει χρήση του συγκεκριμένου μοντέλου πραγματοποιείται διαμέσου καθορισμένων προτύπων, όπως είναι για παράδειγμα το CoAP κλπ (Fortino and Trunfio, 2014).



Εικόνα 7 Παράδειγμα συσκευή προς συσκευή (Ρήτας, 2020)

Βάσει μελετών, η εφαρμογή των τεχνολογιών RFID στη συγκεκριμένη τεχνολογία, έχει σαν κυριότερη συνέπεια να αναπτύσσονται αρκετές πληροφορίες οι οποίες θα πρέπει να αποθηκευτούν, να επεξεργαστούν καθώς επίσης και να παρουσιαστούν. Το νέφος έχει στην ευχέρειά του αντίστοιχες υποδομές για όλες τις παραπάνω δράσεις, κατορθώνοντας την διασφάλιση παροχής δεδομένων του χρήστη, δίχως χρονικούς είτε γεωγραφικούς περιορισμούς. Βάσει με την εικόνα 2.3 που ακολουθεί, το σύστημα αυτό διασυνδέεται άμεσα με μια υπηρεσία νέφους, όπως είναι πχ ένας πάροχος υπηρεσίας εφαρμογής με βασικότερο σκοπό την ανταλλαγή πληροφοριών είτε την εποπτεία της ροής τους (Cheruvu et al., 2020).

Όλη αυτή η διαδικασία κάνει χρήση συστημάτων είτε υπηρεσιών του Ethernet είτε διασυνδέσεων Wifi με απώτερο σκοπό την ανάπτυξη μιας σύνδεσης ανάμεσα σε συστήματα και δίκτυα IP, που εν τέλει διασυνδέονται με το νέφος. Το συγκεκριμένο μοντέλο εντοπίζεται σε πολλά καταναλωτικά ευφυή συστήματα, όπως είναι για παράδειγμα μια έξυπνη τηλεόραση κλπ (Tripathy and Anuradha, 2020).



Εικόνα 8 Συσκευή προς cloud (Da Costa, 2013)

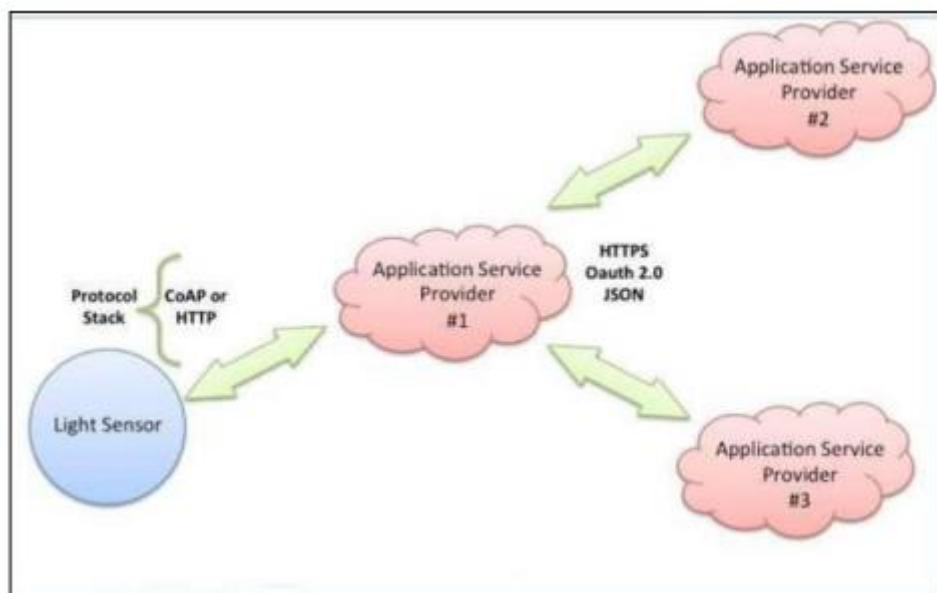
Όπως αναφέρθηκε ήδη παραπάνω, στο συγκεκριμένο μοντέλο δεν υφίσταται ζήτημα δια-λειτουργικότητας αφού τα συστήματα είναι δυνατόν να έχουν προέλευση από διαφορετικούς δημιουργούς. Σε αρκετές περιπτώσεις εντοπίζεται και η τακτική vendor lock in, στην οποία οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να διασυνδεθούν με μια καθορισμένη υπηρεσία νέφος, μειώνοντας σημαντικά τη χρήση των εναλλακτικών παρόχων.

Το τρίτο μοντέλο αυτού του είδους προσφέρει επικοινωνία η οποία κατά βάση κατορθώνεται διαμέσου του παρόχου και του συστήματος μέσω ενός διαύλου. Ο συγκεκριμένος διάυλος έχει την ευχέρεια άθροισης και εποπτείας των πληροφοριών των αισθητήρων πριν να αποσταλούν. Τα πρωτόκολλα τα οποία χρησιμεύουν από το παραπάνω μοντέλο είναι τα IPv4 / IPv6 με πιο μεγάλη του 2^{ου} εξ αυτών αφού έχει τη δυνατότητα να ρυθμίζει καλύτερα τα συστήματα προσφέροντας αισθητά βελτιωμένη ποιότητα υπηρεσιών καθώς επίσης και πιο μεγάλη ασφάλεια (Dunko et al., 2017).

Από την άλλη μεριά, για το τελευταίο μοντέλο αυτής της μορφής, είναι καθοριστικό να σημειωθεί πως η εν λόγω αρχιτεκτονική προσφέρει τη δυνατότητα σε αρκετούς χρήστες να έχουν την ευχέρεια να αναλύσουν τα στοιχεία και να σχετίζονται άμεσα με τις υπόλοιπες πηγές. Διαμέσου όλων αυτών προκύπτει και η επικοινωνία των συστημάτων με το νέφος, προσφέροντας με αυτόν τον τρόπο τη δυνατότητα ομαδοποίησης είτε ακόμα και ανάλυσης όλων αυτών των στοιχείων (Raj and Raman, 2018).



Εικόνα 9 Συσκευή προς διάλο (Ρήτας, 2020)



Εικόνα 10 Back-End Data Sharing Pattern (Da Costa, 2013)

2.3 Τεχνολογία RFID

Η συγκεκριμένη τεχνολογία αποτελεί μια από τις μεγαλύτερες σύγχρονες ευκαιρίες στον κλάδο της πληροφορικής, που θα μπορέσει να μεταβάλλει ριζικά τον κόσμο σε αρκετούς και διαφορετικούς κλάδους. Στην περίπτωση στην οποία οι πομποδέκτες αυτού του είδους, οι οποίοι διανέμονται σε παγκόσμιο επίπεδο, τηρήσουν τα απαιτούμενα πρωτόκολλα επικοινωνίας και διασυνδεθούν με ένα τερματικό του

διαδικτύου, θα έχουν την ευχέρεια να αναγνωρίσουν, να βρουν αλλά και να ελέγξουν όλα τα αντικείμενα τα οποία διασυνδέονται με τις ετικέτες σε διεθνές επίπεδο, αυτόματα και σε πραγματικό χρόνο, εάν αυτό κριθεί απαραίτητο (Greengard, 2015).

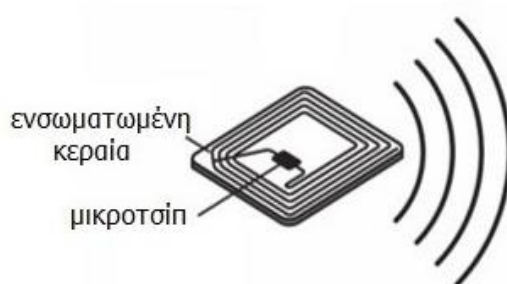
Αυτό, επομένως, είναι το IoT το οποίο αφορά μοναδικά αναγνωρισμένα αντικείμενα και εικονικές αναπαραστάσεις. Η συγκεκριμένη τεχνολογία έχει διαδοθεί διαμέσου του Auto-ID Center καθώς επίσης και των αντίστοιχων δημοσιεύσεων αναλυτών της αγοράς. Η τεχνολογία που παρουσιάζουμε σε αυτήν την ενότητα πολλές φορές λογίζεται ως ένα από τα κυριότερα κριτήρια για την ύπαρξη του IoT (Hassan, 2018).

Στην περίπτωση στην οποία όλα τα αντικείμενα της καθημερινότητας ήταν εξοπλισμένα με ράδιο-ετικέτες, θα υπήρχε η δυνατότητα να βρουν και να απογραφούν από Η/Υ. Παρά το γεγονός αυτό, όμως, είναι σημαντικό να αναφέρουμε τι ακριβώς κάνει η συγκεκριμένη τεχνολογία. Επί της ουσίας τα συγκεκριμένα συστήματα αποτελούν ένα υποσύνολο των συστημάτων αυτόματα προσδιορισμού. Κατά κύριο λόγο δρουν σαν μια ευρύτερη έννοια των τεχνολογιών οι οποίες χρησιμοποιούν ραδιοκύματα με κυριότερο στόχο να οριοθετήσουν αυτόματα άτομα είτε αντικείμενα και αποτελεί την εξέλιξη των barcodes.

Πιο συγκεκριμένα αυτά τα συστήματα κάνουν χρήση ηλεκτρομαγνητικών πεδίων με βασικότερο στόχο την αυτόματα αναγνώριση και τον έλεγχο των ετικετών που διασυνδέονται με αντικείμενα. Οι συγκεκριμένες ετικέτες περιλαμβάνουν ηλεκτρονικά αποθηκευμένα δεδομένα. Οι παθητικές ετικέτες είναι αρμόδιες για τη συλλογή ενέργειας από τα ασύρματα ραδιοκύματα τα οποία είναι σε κοντινή απόσταση με το αναγνωστικό τετράγωνο αυτών των συστημάτων (Konstas, 2017).

Από την άλλη μεριά, οι ενεργές ετικέτες έχουν μια τοπική πηγή ενέργειας, όπως είναι για παράδειγμα μια μπαταρία, και είναι εφικτό να δράσουν για εκατοντάδες μέτρα από τον αναγνώστη. Εν αντιθέσει με τα barcodes, οι ετικέτες αυτού του είδους δεν έχουν ανάγκη να είναι εντός της οπτικής επαφής του εκάστοτε αναγνώστη, συνεπώς, υφίσταται η δυνατότητα να ενταχθεί στο αντικείμενο το οποίο ελέγχεται (Kranz, 2016).

Η τεχνολογία αυτής της μορφής είναι μια σύγχρονη τακτική αυτόματης αναγνώρισης καθώς επίσης και συλλογής πληροφοριών. Οι αναμεταδότες αυτών των συστημάτων έχουν στοιχεία αναγνώρισης αντικειμένων. Τα συγκεκριμένα στοιχεία είναι δυνατόν να περιέχουν διαφοροποιημένα στοιχεία, όπως για παράδειγμα του δημιουργού, το εμπορικό σήμα, το μοντέλο κλπ. Τις περισσότερες φορές τα παραπάνω στοιχεία αναφέρονται με τον όρο ταυτότητες είτε αναγνωριστικό της ετικέτας. Ένα αναγνωριστικό δεν έχει περιορισμό στο μήκος, ωστόσο το μεγαλύτερο ποσοστό των εφαρμογών αυτής της μορφής αρκείται σε ένα αναγνωριστικό που είναι 96bits (Serpanos and Wolf, 2018).



Εικόνα 11 RFID⁴

Με λίγα λόγια, οι παραπάνω ετικέτες περιέχονται από ένα μικρό μικροτσιπ το οποίο διασυνδέεται σε μια κεραία είτε ένα διαφορετικό στοιχείο ζεύξης. Αυτό το οποίο κάνει είναι να επικοινωνεί διαμέσου ραδιοσυχνοτήτων με τον πομποδέκτη είτε το σύστημα ανάγνωσης ετικετών. Το αναγνωριστικό της ετικέτας είναι εφικτό να διαβαστεί αυτόματα, δίχως οπτική επαφή, διαμέσου μη αγώγιμου υλικού, όπως είναι για παράδειγμα το χαρτί κλπ, με ρυθμό πολλών εκατοντάδων αναγνώσεων για κάθε δευτερόλεπτο και από απόσταση πολλών μέτρων (Tabbane, 2017).

Βάσει μελετών δεδομένου πως οι ετικέτες είναι επί της ουσίας μικροτσιπ που βασίζεται στο πυρίτιο, η λειτουργικότητά του, εκτός από την απλή διαδικασία αναγνώρισης, είναι δυνατόν να ενταχθεί στα σχέδια των ετικετών. Η συγκεκριμένη

⁴ [<https://coolweb.gr/ti-einai-rfid/>]

λειτουργικότητα είναι δυνατόν να κυμαίνεται από ενταγμένους αισθητήρες μέχρι και αποθήκευση ανάγνωσης είτε εγγραφής σε κρυπτογράφηση και υποστήριξη εποπτείας πρόσβασης (Soldatos, 2017).

Τα παραπάνω συστήματα έχουν διαδοθεί σαν μια εξαιρετικά πρακτική τεχνολογία η οποία ως επί το πλείστον χρησιμεύει σε πολλούς και διαφορετικούς κλάδους, όπως είναι για παράδειγμα οι βιομηχανίες κατασκευής οχημάτων, η εκτροφή βοειδών κλπ. Το δεύτερο εξ αυτών είναι επί της ουσίας ένα από τα αρχικά εμπορικά συστήματα αυτού του είδους. Αυτό το οποίο γίνεται είναι πως μια ετικέτα αυτής της μορφής με ένα μοναδικό ID εφαρμόζεται στο κάθε αυτί του ζώου, προσφέροντας την ευχέρεια ελέγχου αλλά και λήψης μετρήσεων θερμοκρασίας κλπ (Tsiatsis et al., 2018).

Διαμέσου των παραπάνω ετικετών, θα ήταν εφικτό να περιλαμβάνονται χρήσιμα στοιχεία, όπως είναι για παράδειγμα αρχεία εμβολιασμού είτε άλλα εξειδικευμένα στοιχεία, όπως πχ η ράτσα του ζώου κλπ. Όλα αυτά παρέχουν ένα τεράστιο όφελος συγκριτικά με την κλασσική αναγνώριση ενός ζώου, όπως για παράδειγμα γίνεται με την περίπτωση του περιλαίμιου κλπ (Serpanos and Wolf, 2018).

Είναι εύκολο, συνεπώς, να κατανοηθεί πως τα περισσότερα κέρδη από ένα τέτοιο σύστημα είναι καθοριστικά. Διεθνώς, σαρώνονται σε καθημερινή βάση αρκετά δις barcodes. Παρά το γεγονός αυτό, όμως, η συγκεκριμένη τεχνολογία τις περισσότερες φορές σαρώνεται μονάχα μια φορά κατά την διαδικασία του checkout. Στη σημερινή εποχή, οι δημιουργοί, οι επιχειρήσεις μεταφορών καθώς επίσης και οι έμποροι λιανικής πώλησης έχουν την ευχέρεια να κάνουν χρήση των δικών τους συστημάτων αυτής της μορφής (Fortino and Trunfio, 2014).

Με την ανάπτυξη και την χρήση ενός ενιαίου συστήματος αυτού του τύπου σε όλα τα επίπεδα της αλυσίδας εφοδιασμού, όλες οι εταιρίες έχουν την ευχέρεια να κερδίσουν με ένα τέτοιο σύστημα. Αυτό περιέχει και τους πελάτες, τους ρυθμιστικούς φορείς, τις εταιρίες διάθεσης είτε ανακύκλωσης απορριμμάτων κλπ. Τα παραπάνω συστήματα είναι πιθανόν να ελαττώσουν σε μεγάλο βαθμό το κόστος της διαχείρισης της συγκεκριμένης αλυσίδας, της εποπτείας των αποθεμάτων όπως επίσης και της λιανικής πώλησης. Ειδικότερα, οι συνολικές εξοικονομήσεις φαίνεται πως είναι τεράστιες, προκειμένου οι ετικέτες αυτής της μορφής να γίνουν τα πιο χρησιμοποιημένα μικροτσιπ στην ιστορία (Kumar, 2021).

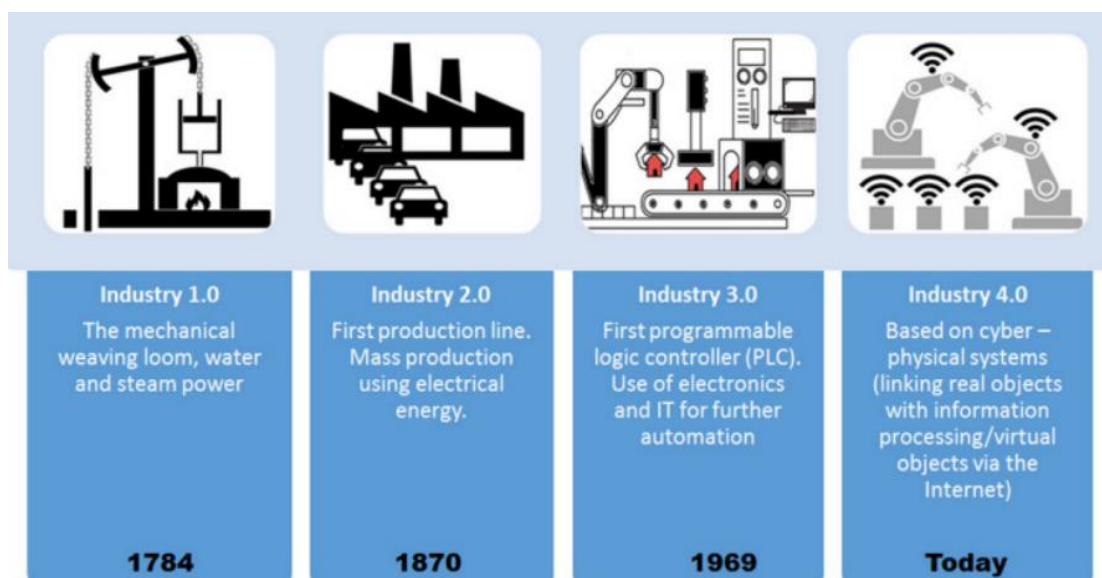
2.4 Εφαρμογές

Στη συνέχεια αυτής της ενότητας παρουσιάζονται οι κυριότερες εφαρμογές της εν λόγω τεχνολογίας. Οι συγκεκριμένες εφαρμογές είναι αρκετές και διαφορετικές και έχουν την ευχέρεια να εισχωρήσουν σε όλους τους τομείς της καθημερινότητας των ανθρώπων, των εταιριών, των οργανισμών καθώς επίσης και της σύγχρονης κοινωνίας. Αυτή η τεχνολογία καλύπτει ευφυή περιβάλλοντα σε κλάδους όπως είναι για παράδειγμα μεταφορές, πόλεις, λιανικό εμπόριο, γεωργία, υγεία κλπ (Cherunu et al., 2020).

Αυτό το οποίο είναι καθοριστικό να γνωρίζουμε είναι πως χρειάζεται να γίνει κατανοητή η ποικιλία των συστημάτων αλλά και η μέθοδος με την οποία χρησιμεύουν στη σύγχρονη εποχή. Οι ιδέες οι οποίες υφίστανται ήδη σε έναν τομέα είναι δυνατόν να επεκταθούν και σε άλλους αναπτύσσοντας με αυτόν τον τρόπο τεράστια αξία. Παράλληλα, σύμφωνα με το συνδυασμό συστημάτων υφίσταται η δυνατότητα υλοποίησης διαφορετικών αναλύσεων (Tripathy and Anuradha, 2020).

Ο πρώτος τομέας, ο οποίος θα διερευνηθεί στη συγκεκριμένη ενότητα είναι εκείνος της υγείας. Πάσχοντες με σοβαρά ζητήματα υγείας ελέγχονται πλέον ακόμα και απομακρυσμένων, διαμέσου αισθητήρων και τα στοιχεία τα οποία συλλέγονται σε αυτές τις περιπτώσεις είναι εφικτό να αναλυθούν ακόμα και εξ αποστάσεως. Στη σημερινή εποχή υφίστανται αρκετές εταιρίες και οργανισμοί, όπως είναι για παράδειγμα η Peoteus Digital Health, που χρησιμοποιεί εύπεπτους αισθητήρες σε μέγεθος χαπιού, έτσι ώστε να έχει την ευχέρεια να ελέγξει πόσο συχνά λαμβάνει ένας άρρωστος τα φάρμακά του (Dunko et al., 2017).

Μια εξίσου σημαντική εφαρμογή αυτής της μορφής είναι ο κλάδος της βιομηχανίας. Σε αυτόν τον κλάδο εντοπίζεται έντονα το χαρακτηριστικό της συλλογής όπως επίσης και της ανάλυσης χρήσιμων πληροφοριών από αισθητήρες, κάτι το οποίο συμβαίνει εδώ και αρκετά έτη. Δεν θα πρέπει να ξεχνάμε, εξάλλου, πως ήδη υφίσταται ένα διαφορετικό σύνολο του διαδικτύου το οποίο στη σύγχρονη βιβλιογραφία καλείται βιομηχανικό διαδίκτυο των πραγμάτων είτε βιομηχανία 4.0 (Da Costa, 2013).



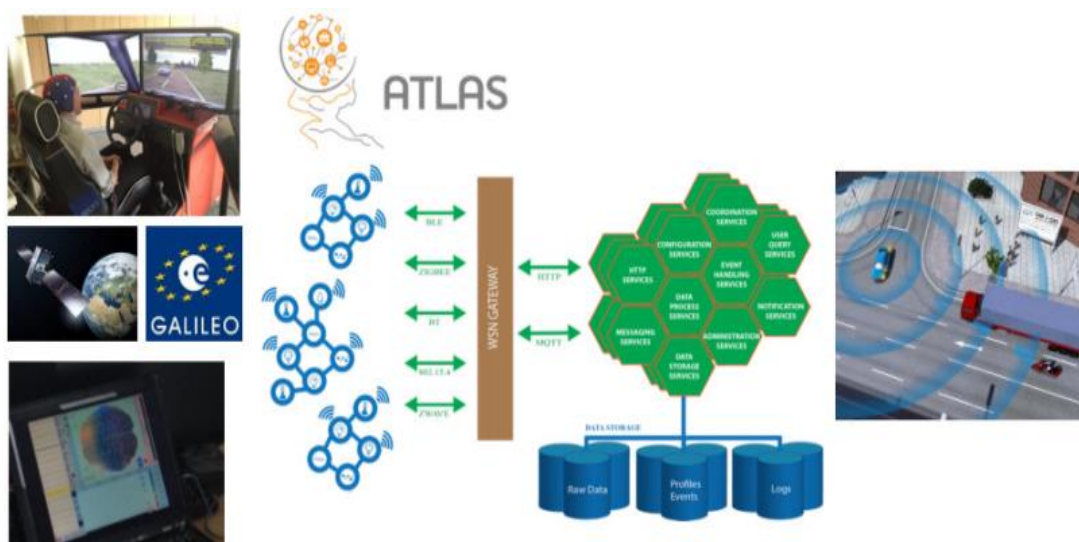
Εικόνα 12 Εξέλιξη βιομηχανίας (Greengard, 2015)

Έρευνες τα τελευταία έτη επισημαίνουν πως στη σύγχρονη εποχή αρκετές βιομηχανίες έχουν καταφέρει να χρησιμοποιήσουν συστήματα αλλά και αισθητήρες αυτής της τεχνολογίας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η Ergon Refining, η οποία σε ένα εργοστάσιο στο Μισισσιπή έχει κατορθώσει να διασυνδέσει αισθητήρες δόνησης, ήχου καθώς επίσης και θέσης στο σύστημα που ελέγχει και αναλύει χρήσιμες πληροφορίες (Tabbane, 2017).

Μια άλλη εφαρμογή αυτού του είδους φαίνεται πως είναι οι μεταφορές σε συνδυασμό με την εφοδιαστική αλυσίδα. Για παράδειγμα, η Geotab Inc αφορά μια επιχείρηση η οποία είναι ειδική σε ό,τι έχει να κάνει με τον χειρισμό στόλου διαμέσου GPS. Με αυτόν τον τρόπο οι επιχειρήσεις εφοδιαστικής αλυσίδας διασυνδέονται με τα οχήματα που έχουν, με κυριότερο στόχο να κατορθώσουν να συλλέξουν χρήσιμες πληροφορίες και στη συνέχεια να αναλύσει τις διαδρομές, τις καταναλώσεις είτε και τα πιθανά ατυχήματα που μπορεί να υπάρξουν (Raj and Raman, 2018).

Διαμέσου των παραπάνω συστημάτων τις περισσότερες φορές εποπτεύεται η συμπεριφορά των οδηγών. Ταυτόχρονα, με αυτόν τον τρόπο υφίσταται η ικανότητα να υπάρξουν αναφορές που έχουν άρρηκτη σχέση με τις υπερβάσεις ταχύτητας, το ξαφνικό σταμάτημα είτε ακόμα και μη σχεδιασμένες στάσεις κλπ. Ακόμα, είναι

δυνατόν να αναγνωρίζουν πιθανά ζητήματα στα οχήματα διαμέσου των κωδικών ζημιάς και να επικοινωνούν με τη διαχείριση του στόλου, προκειμένου να καταπολεμηθούν άμεσα όλα τα ζητήματα που μπορεί να υπάρξουν (Tripathy and Anuradha, 2020).



Εικόνα 13 Μεταφορές και IoT (Dunko et al., 2017)

Μια εξίσου καθοριστική εφαρμογή αυτής της τεχνολογίας εντοπίζεται και στο λιανικό εμπόριο. Για παράδειγμα στην Τουρκία υφίσταται η Turkcell η οποία κάνει χρήση του δικτύου της σε συνδυασμό με φάρους, με βασικότερο σκοπό να παρέχει στους καταναλωτές κατάλληλες ανταμοιβές διαμέσου προωθήσεων στην περίπτωση στην οποία είναι σε κοντινή απόσταση σε καθορισμένα καταστήματα λιανικών πωλήσεων (Da Costa, 2013).

Βάσει μελετών, αρκετές αλυσίδες αυτού του είδους πλέον κάνουν χρήση ετικετών ταυτοποίησης διαμέσου της τεχνολογίας RFID, που παρουσιάστηκε στην προηγούμενη ενότητα αυτής της εργασίας, είτε αισθητήρων, με απώτερο στόχο να καταφέρουν να έχουν όσο γίνεται καλύτερη αποθήκευση είτε εποπτεία των κινήσεων εντός του περιβάλλοντος αποθήκευσης (Cheruvu et al., 2020).

Συναλλαγές διαμέσου κινητών τηλεφώνων είτε ακόμα και χρεωστικών καρτών με ασφάλεια και ταχύτητα σε αγορές, επιχειρήσεις, μέρη συναθροίσεων,

ξενοδοχειακές μονάδες, σταθμούς καθώς επίσης και η ευκολία αποπληρωμής δίχως να είναι υποχρεωμένος ο εκάστοτε πελάτης να περιμένει στην ουρά παίζει καθοριστικό ρόλο στην ενίσχυση των πελατών όπως επίσης και στην εμπειρία η οποία τους προσφέρεται (Ρήτας, 2020).

Μια άλλη εφαρμογή είναι και του τομέα της ενέργειας. Ένας πρωτοπόρος τομέας αυτής της τεχνολογίας, για παράδειγμα, είναι η βιομηχανία του πετρελαίου καθώς επίσης και του φυσικού αερίου. Ένα βασικό παράδειγμα είναι πως με κυριότερο στόχο να αντληθεί το φυσικό αέριο και να συντηρηθεί σε μεγάλο βαθμό η παραγωγή στα βέλτιστα εφικτά επίπεδα χρειάζεται να υπάρξει η απαιτούμενη απομάκρυνση όλων των άλλων στοιχείων διαμέσου ενός εμβόλου (Boulogeorgos et al., 2017).

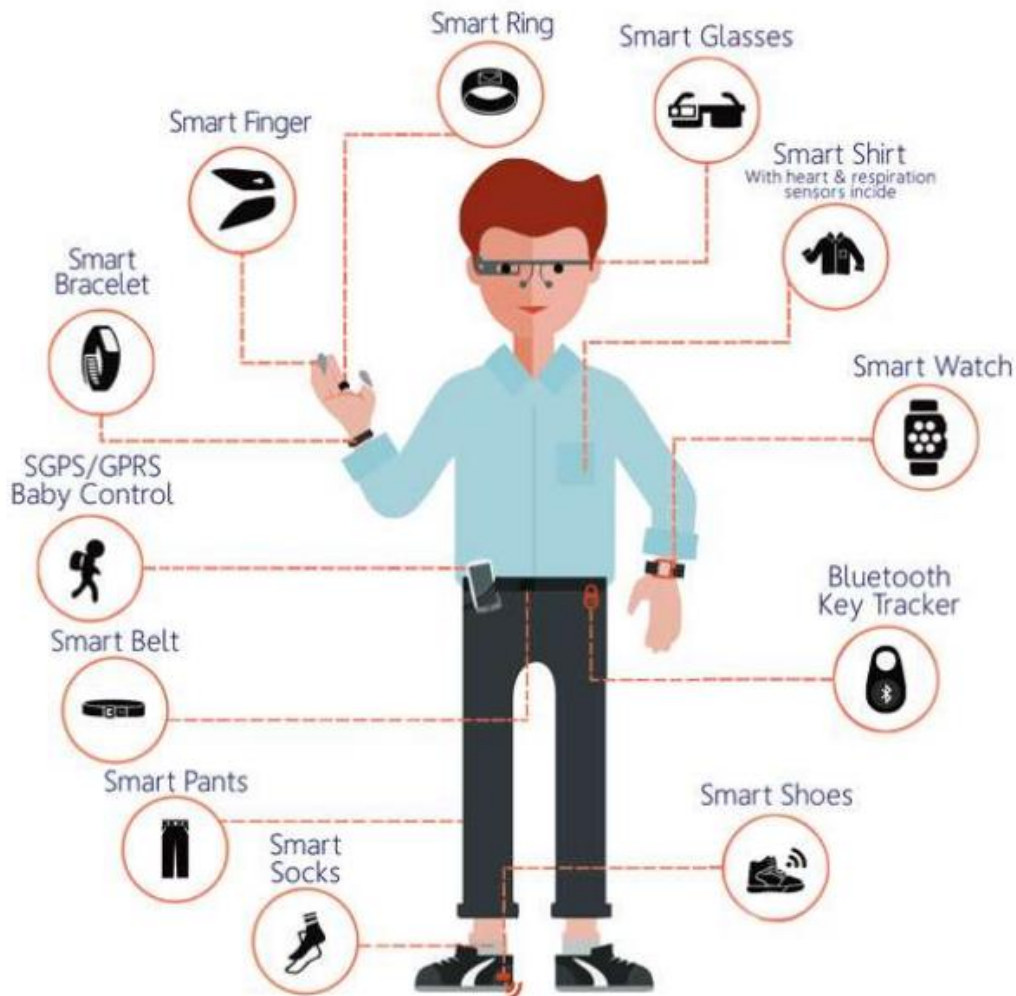
Διαμέσου αυτής της τεχνολογίας έχει γίνει ευκολότερο να διασυνδεθούν αισθητήρες στη γεώτρηση και να αποστέλλονται χρήσιμες πληροφορίες, αρκετά πιο συχνά σε σχέση με το παρελθόν, που όταν αναλυθούν είναι δυνατόν να υπάρξει η απαιτούμενη πρόβλεψη από την παραγωγή για τον βέλτιστο κύκλο του εμβόλου καθώς επίσης και να υπάρξει αισθητή ανοδική τάση της παραγωγικής δράσης μέχρι και σχεδόν 1/3. Ακόμα, οι πληροφορίες οι οποίες θα συλλεχθούν συμβάλλουν σημαντικά στην κατάταξη των πηγών σύμφωνα με την παραγωγική τους δράση (Hassan, 2018).

Μετά από την έκρηξη και τη βύθιση της πλατφόρμας άντλησης πετρελαίου Deepwater Horizon στο Μεξικό στις αρχές της περιόδου του 2010, που αναγνωρίστηκε σαν την χειρότερη πετρελαιοκηλίδα στις ΗΠΑ που επέφερε τεράστιες περιβαλλοντικές συνέπειες και παράλληλα με την ισχυροποίηση των κρατικών ελεγκτικών φορέων, αυτή η τεχνολογία κέντρισε το ενδιαφέρον του μετασχηματισμού της βιομηχανίας του παραπάνω κλάδου (Σωτηρόπουλος και Γούλα, 2018).

Διαμέσου της εν λόγω τεχνολογίας, εκτός από τον real-time έλεγχο των πιθανών λαθών, οι υπάλληλοι έχουν πλέον την ευχέρεια να ελέγχουν αλλά και να μπορούν να τρέχουν σχεδόν σε πραγματικό χρόνο όχι μονάχα τις προβλέψιμες συντηρήσεις, την εποπτεία των αγωγών είτε των εκπομπών αλλά και να λαμβάνουν ειδοποιήσεις εάν υπάρξει συναγερμός, κάτι το οποίο υλοποιείται σε πραγματικό χρόνο μιας και αυτά τα συστήματα τοποθετούνται σε διαφορετικές τοποθεσίες (Kranz, 2016).

Εκτός, όμως, από όλα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω, είναι χρήσιμο να σημειωθεί πως είναι εύκολο ένας άνθρωπος να κατανοήσει πως όλοι οι άνθρωποι έχουν κατά την καθημερινότητά τους χρησιμοποιήσει ένα σύστημα αυτής της τεχνολογίας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί ένα smartphone, που επικοινωνεί με απομακρυσμένους κόμβους, δίχως να χρειάζεται ο ανθρώπινος παράγοντας (Soldatos, 2017).

Εκτός, όμως, από τις παραπάνω συσκευές, υφίστανται και άλλα συστήματα αυτού του είδους που έχουν την ευχέρεια να καταγράψουν είτε ακόμα και να δημιουργήσουν αναφορές, όπως είναι για παράδειγμα οι μετρητές βημάτων, το βραχιόλι Fitbit, τα ρολόγια τα οποία χρησιμοποιούν παλμογράφο στήθους είτε ακόμα και τα ευφυή παπούτσια τα οποία προσφέρει στην αγορά η Nike. Υφίσταται, επιπλέον, και μια ομπρέλα που διαμέσου της ενεργοποίησης της παραπάνω τεχνολογίας προσφέρει την ικανότητα αποστολής ειδοποίησης καιρού στην τηλεφωνική συσκευή ενός ανθρώπου (Cheruvu et al., 2020).



Εικόνα 14 Η χρήση του IoT στην καθημερινή ζωή των ανθρώπων (Kumar, 2021)

Καθοριστικό ρόλο, όμως, διαδραματίζει και στο περιβάλλον. Διαμέσου της ολοκληρωμένης τεχνολογίας αυτής της μορφής με απώτερο στόχο την βέλτιστη εφικτή διαχείριση καθώς επίσης και την ανάλυση παραγόντων του περιβάλλοντος υφίσταται η ευχέρεια άμεσης και σαφούς ενημέρωσης για όλα τα φαινόμενα τα οποία βάζουν τους ανθρώπους είτε το περιβάλλον σε κίνδυνο (Tripathy and Anuradha, 2020).

Με τη συνδυαστική χρήση των αντίστοιχων αισθητήρων πραγματοποιείται ο απαιτούμενος συνδυασμός δεδομένων και συστημάτων, με βασικότερο σκοπό να επιτευχθεί η βέλτιστη εφικτή παρουσίαση όλων των στοιχείων. Το παραπάνω γεγονός αποτελεί ένα καθοριστικό χαρακτηριστικό, αφού αποτελεί μια δράση η οποία

προσφέρει την ευχέρεια λήψεως αποφάσεων οι οποίες παίζουν καθοριστικό ρόλο στην προστασία της δημόσιας υγείας είτε ακόμα και στην εξοικονόμηση πόρων (Hassan, 2018).

Έρευνες όλα αυτά τα χρόνια τονίζουν πως η υποστήριξη των γεωργικών δράσεων με την υποστήριξη συστημάτων εποπτείας και αυτοματισμού έφερε τα αντίστοιχα αποτελέσματα σε αρκετούς ανθρώπους που χρησιμοποιούν την εν λόγω τεχνολογία. Οι τακτικές των σύγχρονων αυτοματισμών στην παραγωγή του αγροτικού τομέα με τα ποτιστικά συστήματα αλλά και με τον ορθό χειρισμό των φυσικών πόρων με στόχο τη σωστή λίπανση, άρδευση κλπ, έχουν παίξει σημαντικό ρόλο στην ένταξη αυτής της τεχνολογίας σε αυτήν την παραγωγή (Serpanos and Wolf, 2018).

Στα κυριότερα πλεονεκτήματα της γεωργίας αυτής της μορφής περιέχεται η ανάπτυξη της γεωργικής παραγωγής, το μικρότερο κόστος όλων των δράσεων, η διαχείριση και η εποπτεία των καλλιεργειών, η βελτίωση της διαχείρισης των φυσικών πόρων, η χρήση λιγότερου νερού είτε λιπάσματος καθώς επίσης και η αισθητή βελτίωση της εποπτείας όλων των ζημιών που μπορεί να υπάρξουν στις καλλιέργειες εξαιτίας περιβαλλοντικών ζητημάτων. Έρευνες, επίσης, αναφέρουν πως η εφαρμογή της παραπάνω τεχνολογίας αναπτύσσει ΑΠΕ, αποθηκεύει τη συγκεκριμένη ενέργεια, την διανέμει και τέλος την προσφέρει με τον βέλτιστο εφικτό τρόπο (Σωτηρόπουλος και Γούλα, 2018).

Τέλος, είναι χρήσιμο να τονιστεί πως υφίστανται οι έξυπνες πόλεις. Μια τέτοια πόλη κατά κύριο λόγο περιέχεται από διαφορετικές τεχνολογίες οι οποίες μεταφέρουν χρήσιμα δεδομένα και επικοινωνία με βασικότερο στόχο την προβολή της βιώσιμης ανάπτυξης προκειμένου να αντιμετωπιστούν όλες η προκλήσεις της σύγχρονης αστικοποίησης με όλα τα ζητήματα που υφίστανται στις σημερινές πόλεις (Kumar, 2021).

Οι συγκεκριμένες πόλεις αφορούν ένα τεράστιο δίκτυο το οποίο επί της ουσίας περιέχεται από αρκετά διασυνδεδεμένα αντικείμενα είτε συστήματα μεταδίδοντας τις πληροφορίες διαμέσου της καινούριας τεχνολογίας αυτής της μορφής. Οι εν λόγω τεχνολογίες χειρίζονται πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο προσφέροντας την απαιτούμενη υποστήριξη σε όλους τους δήμους είτε τις εταιρίες με απώτερο σκοπό την αισθητή βελτίωση της καθημερινότητας των ανθρώπων (Greengard, 2015).



Εικόνα 15 Έξυπνη πόλη (Σωτηρόπουλος και Γούλα, 2018)

Οι άνθρωποι από την άλλη μεριά κάνοντας χρήση μιας τέτοιας τεχνολογίας, κατανοούν καλύτερη την αισθητή βελτίωση στην καθημερινή τους ζωή, λόγω του ότι η σύζευξη συστημάτων και πληροφοριών με τη φυσική υποδομή και τις υπηρεσίες μιας πόλης είναι εφικτό να ελαττώσει σε μεγάλο βαθμό το κόστος είτε να βελτιώσει αισθητά τη βιωσιμότητα.

Οι σύγχρονες κοινότητες είναι δυνατόν να εμφανίσουν τεράστια βελτίωση σε ό,τι έχει να κάνει με την κατανομή της ενέργειας, τη συλλογή απορριμμάτων, την ελάττωση του κυκλοφοριακού, την αισθητή βελτίωση της ποιότητας του αέρα κλπ. Βάσει μελετών, μια τέτοια πόλη κατά κύριο λόγο βασίζεται σε καθορισμένες παραμέτρους οι οποίες την προάγουν σε ένα επιτυχημένο επίπεδο. Οι παραπάνω παράμετροι είναι η ευρυζωνικότητα, το προσωπικό με τις κατάλληλες γνώσεις, οι καινοτόμες δράσεις, η ψηφιακή ένταξη, οι σύγχρονες τακτικές μάρκετινγκ κλπ (Raj and Raman, 2018).

HOME AUTOMATION

3.1 Έξυπνο σπίτι

Με αυτόν τον όρο καλούμε κάθε προσωπικό είτε ακόμα και εργασιακό περιβάλλον το οποίο περιέχει ένα σύνολο διαφοροποιημένων τεχνολογικών εφαρμογών με βασικότερο γνώρισμα την αυτοματοποίηση καθώς επίσης και την εποπτεία των επιμέρους μερών του. Το επίπεδο αυτοματοποίησης αλλά και το επίπεδο είτε η μέθοδος εποπτείας διαφέρουν, καθώς έχουν άμεση σχέση με αρκετούς και διαφορετικούς παράγοντες (Eun Cho and Kim, 2022).

Ορισμένοι εξ αυτών είναι εφικτό να είναι το κόστος, τα προσωπικά θέλω των χρηστών, το είδος της εκάστοτε συσκευής που πρόκειται να ελεγχθεί αλλά και το είδος του κτιρίου όπου θα γίνει η εγκατάσταση της τεχνολογίας. Τα συγκεκριμένα σπίτια μας προσφέρουν την ευχέρεια να ζούμε και να δουλεύουμε σε απλοποιημένο καθώς επίσης και εξελιγμένο περιβάλλον, διασφαλίζοντας την ίδια στιγμή την αισθητή ελάττωση των βασικών δαπανών (Wilson et al., 2013).

Με το πέρασμα των ετών, το κόστος όλων αυτών των συστημάτων ελαττώνεται, προκειμένου οι αυτοματισμοί να αξιοποιούνται ευρύτερα. Γενικότερα, η εύκολη εγκατάσταση, η αισθητή ελάττωση της συντήρησης, η αθόρυβη δράση, η εξοικονόμηση ενέργειας, η άνεση αλλά και ο προσωπικός έλεγχος επί του οικιακού περιβάλλοντος εξ αποστάσεως αποτελούν ορισμένα από τα καθοριστικότερα οφέλη της αυτοματοποίησης (Kyshwah and Rani, 2022).

Η εν λόγω τεχνολογία διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στην απλοποίηση όλων των δράσεων της καθημερινότητας των ανθρώπων και χρειάζεται να πληροί

καθορισμένα κριτήρια, όπως είναι για παράδειγμα η βέλτιστη εφικτή εξασφάλιση της ανθρώπινης ζωής και περιουσίας, τη γνώση με απώτερο σκοπό τη διαχείριση της τεχνολογίας αλλά και την επικοινωνία με το εξωτερικό περιβάλλον (Dvorsak et al., 2018).



Εικόνα 16 Έξυπνο σπίτι (Miller, 2017)

Έρευνες όλα αυτά τα χρόνια κάνουν λόγο πως ένα από τα καθοριστικότερα γνωρίσματα αυτής της μορφής είναι πως οι ίδιες περιφερειακές μονάδες χρησιμεύουν για αρκετές και διαφορετικές χρήσεις. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το γεγονός πως οι αισθητήρες παρουσίας οι οποίοι είναι δυνατόν να χρησιμεύσουν με βασικότερο σκοπό την εποπτεία του φωτισμού και των συστημάτων θέρμανσης, σε αρκετές περιστάσεις χρησιμοποιούνται παράλληλα και ως συσκευές συναγερμού κλπ. Ένα εξίσου καθοριστικό παράδειγμα έχει να κάνει με τις οθόνες των τηλεοράσεων, που είναι εφικτό να προβάλλουν και την εικόνα της θυροτηλεόρασης (Kyshwah and Rani, 2022).

Τα σημερινά συστήματα τα οποία εφαρμόζονται στα εν λόγω σπίτια παρέχουν στους ανθρώπους αρκετές και καθοριστικές διευκολύνσεις και παίζουν σημαντικό

ρόλο σε ό,τι έχει να κάνει με την εξοικονόμηση πολύτιμου χρόνου. Βάσει μελετών οι προσφερόμενες διευκολύνσεις αυξάνονται με ραγδαίους ρυθμούς, αφού εκτός από τις κυριότερες δράσεις, προσφέρεται η ευχέρεια στους ιδιοκτήτες να σχεδιάσουν ένα σύστημα και να το αναπτύξουν διαμέσου δικών τους σεναρίων, με απώτερο στόχο να καλύψουν όλες τις ειδικές απαιτήσεις τους (Vandome, 2018).

Τα σενάρια αυτής της μορφής τα οποία είναι δυνατόν να εφαρμοστούν είναι επί της ουσίας πάρα πολλά. Κάποια καθοριστικά παραδείγματα, σε ό,τι έχει να κάνει με τις γνωστές δράσεις αυτών των σπιτιών είναι ο φωτισμός, η ασφάλεια, η εποπτεία θέρμανσης, κλιματισμού είτε αερισμού, η παρακολούθηση ηλεκτρικών περσίδων και τεντών, διάφορα πολυμέσα κλπ (Buchanan, 2020).

Σε ό,τι έχει να κάνει με την πρώτη κατηγορία εξ αυτών, θα πρέπει να σημειωθεί πως αφορά αυτοματοποιημένους φωτισμούς οι οποίοι αυξάνονται και ελαττώνονται κατά την περίοδο της ημέρας. Περιέχει, παράλληλα, αυτόματη ενεργοποίηση είτε απενεργοποίηση των φώτων κλπ. Από την άλλη μεριά, σε ό,τι έχει να κάνει με την δεύτερη κατηγορία χρειάζεται να τονιστεί πως έχει σχέση με την προστασία από βραχυκυκλώματα, πλημμύρες, πυρκαγιές κλπ. Στα παραπάνω περιστατικά, αυτά τα σπίτια δρουν ως ένα σύνολο συναγερμών (Ghet, 2018).

Αντίθετα, η 3^η κατηγορία προσφέρει την ευχέρεια ρύθμισης από απόσταση της επιθυμητής θερμοκρασίας για το σπίτι. Παρόμοιες ρυθμίσεις είναι εφικτό να υλοποιηθούν και για τις περιπτώσεις του κλιματισμού, ενώ υφίσταται ταυτόχρονα η ευχέρεια αυτόματης ενεργοποίησης των συστημάτων εξαερισμού σε περιστατικά υψηλότερης συγκέντρωσης αερίων είτε καπνού στο περιβάλλοντα χώρο. Ακόμα, η θέρμανση είναι εφικτό να κλείνει σε περίπτωση που υφίσταται ανοιχτό παράθυρο είτε λογίζεται ως μη χρήσιμη (Faanes, 2014).

Σε ό,τι έχει να κάνει με την επόμενη κατηγορία εξ αυτών, χρειάζεται να σημειωθεί πως είναι εφικτό να περιέχεται και στην προηγούμενη κατηγορία, παρόλα αυτά αποτελεί αυτοτελές κομμάτι των σύγχρονων συστημάτων εποπτείας αυτής της μορφής. Οι τέντες, οι περσίδες είτε ακόμα και τα παράθυρα είναι δυνατόν να ανοίγουν και να κλείνουν σύμφωνα με την θερμοκρασία, τον φωτισμό είτε ακόμα και τον αέρα, οριοθετώντας σε μεγάλο βαθμό τις συνθήκες διαβίωσης (Dvorsak et al., 2018).

Για την τελευταία κατηγορία χρειάζεται να τονιστεί πως προσφέρεται η ευχέρεια διασύνδεσης τηλεοπτικών συστημάτων, συστημάτων ήχων, τηλεφωνικών συστημάτων κλπ με άλλες συσκευές του σπιτιού. Συνοψίζοντας είναι εφικτό να ειπωθεί πως σε ένα τέτοιο αυτοματοποιημένο περιβάλλον ενός τέτοιου σπιτιού όλα τα επιλεγόμενα συστήματα είναι δυνατόν να δρουν σωστά μεταξύ τους, ρυθμίζοντας αυτόματα τις κατάλληλες συνθήκες διαβίωσης και παρέχοντας ένα άνετο, εύχρηστο αλλά και λειτουργικό οικιακό περιβάλλον. Το κυριότερο παρόλα αυτά είναι πως υφίσταται η ευχέρεια να παρακολουθήσουμε πλήρως την κατανάλωση ενέργειας, εξοικονομώντας το στο βέλτιστο εφικτό επίπεδο, από τη στιγμή που η δράση όλων αυτών των συστημάτων οριοθετείται μονάχα από το χρόνο που χρειαζόμαστε (Faanes, 2014).

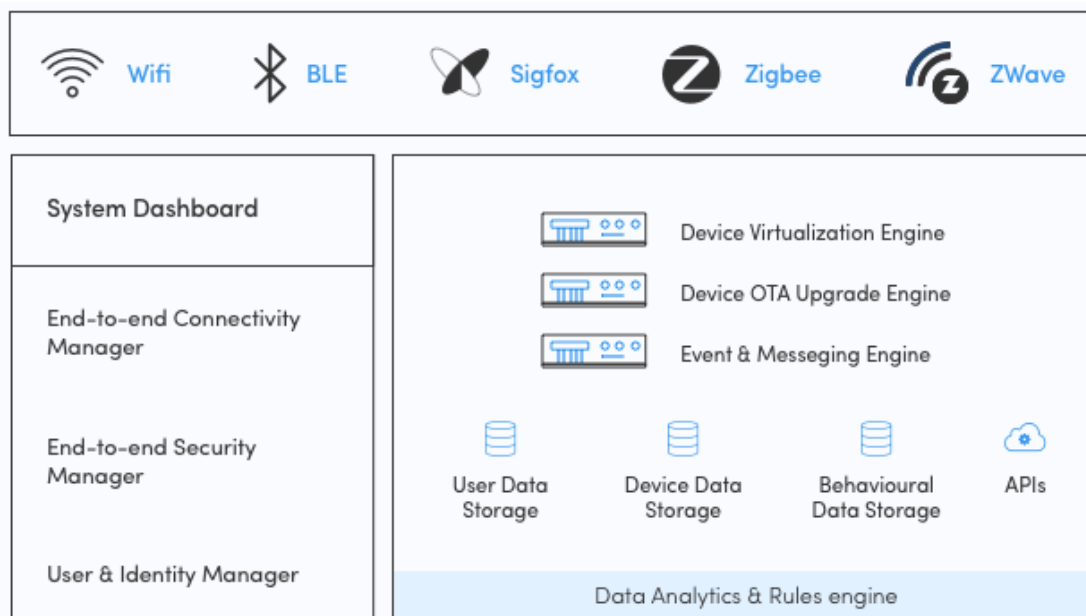
3.2 Γενικά στοιχεία home automation

Ο οικιακός αυτοματισμός είναι ο αυτόματος έλεγχος ηλεκτρονικών συσκευών στο σπίτι. Αυτές οι συσκευές είναι συνδεδεμένες στο Διαδίκτυο, το οποίο επιτρέπει τον απομακρυσμένο έλεγχό τους. Με τον οικιακό αυτοματισμό, οι συσκευές μπορούν να ενεργοποιούν η μία την άλλη, ώστε να μην χρειάζεται να τις ελέγχουμε χειροκίνητα μέσω εφαρμογής ή φωνητικού βοηθού (Innocento, 2017).

Για παράδειγμα, μπορούμε να βάλουμε τα φώτα σε χρονοδιαγράμματα, ώστε να σβήνουν όταν κοιμόμαστε ή μπορούμε να βάλουμε τον θερμοστάτη να ανάβει το κλιματιστικό περίπου μία ώρα πριν επιστρέψουμε από τη δουλειά. Ο οικιακός αυτοματισμός κάνει τη ζωή πιο βολική και εύκολη και μπορεί ακόμη και να εξοικονομήσει χρήματα από τους λογαριασμούς θέρμανσης, ψύξης και ηλεκτρικού ρεύματος. Ο οικιακός αυτοματισμός μπορεί επίσης να οδηγήσει σε μεγαλύτερη ασφάλεια με συσκευές Internet of Things όπως κάμερες και συστήματα ασφαλείας (Miller, 2017).

Όλες οι συσκευές οικιακού αυτοματισμού είναι συσκευές IoT, οι οποίες μπορούν να αυτοματοποιηθούν για να ενεργοποιούν η μία την άλλη. Έτσι, ενώ το IoT αναφέρεται στις ίδιες τις συσκευές, ο οικιακός αυτοματισμός είναι αυτό που μπορούμε να κάνουμε με τις συσκευές IoT για να κάνουμε τη ζωή μας λίγο πιο εύκολη. Επί της

ουσίας ο οικιακός αυτοματισμός λειτουργεί μέσω ενός δικτύου συσκευών που συνδέονται στο Διαδίκτυο μέσω διαφορετικών πρωτοκόλλων επικοινωνίας, π.χ. Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee και άλλα (Faanes, 2014).



Εικόνα 17 Αρχιτεκτονική για home automation⁵

Μέσω ηλεκτρονικών διεπαφών, η διαχείριση των συσκευών μπορεί να γίνει απομακρυσμένα μέσω ελεγκτών, είτε με φωνητικό βοηθό όπως η Alexa ή το Google Assistant είτε μια εφαρμογή. Πολλές από αυτές τις συσκευές IoT διαθέτουν αισθητήρες που παρακολουθούν τις αλλαγές στην κίνηση, τη θερμοκρασία και το φως, ώστε ο χρήστης να μπορεί να αποκτήσει πληροφορίες σχετικά με το περιβάλλον της συσκευής. Για να κάνει φυσικές αλλαγές στη συσκευή, ο χρήστης ενεργοποιεί ενεργοποιητές, φυσικούς μηχανισμούς όπως έξυπνους διακόπτες φωτός, μηχανοκίνητες βαλβίδες ή κινητήρες που επιτρέπουν τον απομακρυσμένο έλεγχο των συσκευών (Ghet, 2018).

Ο οικιακός αυτοματισμός λειτουργεί σε τρία επίπεδα. Το πρώτο εξ αυτών είναι η παρακολούθηση. Η παρακολούθηση σημαίνει ότι οι χρήστες μπορούν να

⁵ [<https://www.simform.com/blog/home-automation-using-internet-of-things/>]

κάνουν check-in στις συσκευές τους εξ αποστάσεως μέσω μιας εφαρμογής. Για παράδειγμα, κάποιος θα μπορούσε να δει τη ζωντανή ροή του από μια έξυπνη κάμερα ασφαλείας. Από την άλλη μεριά, το δεύτερο εξ αυτών αγορά τον έλεγχο. Έλεγχος σημαίνει ότι ο χρήστης μπορεί να ελέγχει αυτές τις συσκευές εξ αποστάσεως, όπως η μετατόπιση μιας κάμερας ασφαλείας για να δει περισσότερο χώρο. Το τελευταίο εξ αυτών αφορά τον αυτοματισμό. Ο αυτοματισμός αφορά τη ρύθμιση συσκευών για να ενεργοποιούν η μία την άλλη, όπως να σβήνει μια έξυπνη σειρήνα κάθε φορά που μια οπλισμένη κάμερα ασφαλείας ανιχνεύει κίνηση (Buchanan, 2020).

Ενώ ορισμένα συστήματα οικιακού αυτοματισμού απαιτούν διανομείς (hubs), ορισμένες εφαρμογές για κινητές συσκευές συνδέονται απευθείας σε έναν δρομολογητή (router), ο οποίος συνδέεται απευθείας σε μια συσκευή IoT. Φυσικά, είναι προτιμότερο όταν δεν υπάρχει hub, καθώς αυτό είναι απλώς ένα πρόσθετο κόστος πέρα από το κόστος της ίδιας της συσκευής IoT (Vandome, 2018).

Το σήμα κατατεθέν του οικιακού αυτοματισμού είναι ο τηλεχειρισμός, ο οποίος γίνεται είτε μέσω εφαρμογής για κινητά είτε μέσω φωνητικού βοηθού. Η εφαρμογή για κινητά επιτρέπει στους χρήστες να ελέγχουν τις συσκευές τους σε πραγματικό χρόνο, είτε κλείνουν τα φώτα του εξωτερικού χώρου είτε ανοίγουν την έξυπνη πόρτα του γκαράζ για έναν γείτονα (Miller, 2017).

Η εφαρμογή προσφέρει την ικανότητα στους χρήστες να ορίζουν χρονοδιαγράμματα, δημιουργούν σκηνές, ομάδες συσκευών IoT και να προσαρμόζουν τις ρυθμίσεις της συσκευής, όπως το να ρυθμίσουν τα φώτα του σαλονιού στην τέλεια απόχρωση του μπλε. Οι περισσότερες από τις συσκευές IoT έχουν εφαρμογές για συσκευές Android και iOS, γεγονός που τις καθιστά συμβατές με τις περισσότερες φορητές συσκευές και tablet (Dvorsak et al., 2018).

Εξίσου σημαντικό ρόλο σε όλα αυτά, όμως, έχουν και οι βοηθοί φωνής. Με τους βοηθούς φωνής, έχουμε την ευχέρεια να χρησιμοποιήσουμε την φωνή μας για να ελέγξουμε συσκευές. Για παράδειγμα, μπορούμε να αποπλίσουμε ένα σύστημα ασφαλείας καθώς περπατάμε στην μπροστινή πόρτα, να προβάλλουμε το βίντεο του κουδουνιού στη συσκευή Echo Show ή να ρυθμίσουμε ένα χρονόμετρο σε ένα έξυπνο ηχείο ενώ τα χέρια μας είναι γεμάτα μαγειρικά σκεύη. Οι περισσότερες συσκευές IoT

λειτουργούν με έναν από τους τρεις βοηθούς φωνής: Alexa, Google Assistant και Siri (Kyshwah and Rani, 2022).

3.3 Τεχνολογίες και εφαρμογές

Σήμερα, ο φωτισμός του σπιτιού μπορεί να προσαρμοστεί αυτόματα στις προσωπικές ανάγκες. Για παράδειγμα, εάν οι χρήστες αρχίσουν να παρακολουθούν μια ταινία, τα φώτα μπορούν να προγραμματιστούν να χαμηλώνουν αυτόματα για να μην αποσπών την προσοχή τους από την πλοκή. Όταν μπαίνει κάποιος στο σπίτι τους, ο φωτισμός μπορεί να ανάψει αυτόματα χωρίς να χρειάζεται να πατήσουν κάποιο κουμπί (Innocento, 2017).

Όταν φεύγει από το σπίτι του ο χρήστης, το σύστημα μπορεί να σβήσει αυτόματα τα φώτα για εξοικονόμηση ενέργειας και δεν χρειάζεται να ανησυχεί για αυτό. Όλος ο φωτισμός του σπιτιού μπορεί να συνδεθεί με το smartphone, τον φορητό υπολογιστή και άλλες συνδεδεμένες συσκευές. Ως εκ τούτου, μπορεί να διαμορφωθεί η εκάστοτε εφαρμογή έτσι ώστε το φως να ανάβει όταν το ξυπνητήρι χτυπά το πρωί (Dvorsak et al., 2018).

Σε ό,τι έχει να κάνει με το μπάνιο, είναι χρήσιμο να τονιστεί πως οι τεχνολογίες IoT στο μπάνιο μπορούν να κάνουν τη ρουτίνα του σπιτιού πιο διασκεδαστική και βολική. Οι έξυπνοι καθρέφτες μπορούν να συνδέονται με άλλες συσκευές, όπως φορητούς υπολογιστές και smartphone, να αναγνωρίζουν τα πρόσωπα των μελών της οικογένειας μπροστά τους και να εμφανίζουν τις πληροφορίες που βρίσκουν ενδιαφέρουσες για τα άτομα αυτά, όπως άρθρα ειδήσεων, προγνώσεις καιρού ή συγκεκριμένους ιστότοπους. Ειδικοί αισθητήρες μπορούν να παρακολουθούν την κίνηση στο μπάνιο και να απενεργοποιούν αυτόματα το νερό εάν δεν υπάρχει κανείς (Vandome, 2018).

Οι έξυπνοι ελεγκτές ντους μπορούν επίσης να αναγνωρίσουν τους ανθρώπους και να ρυθμίσουν την προτιμώμενη θερμοκρασία και πίεση νερού, ακόμη και να περιορίσουν τον χρόνο στο ντους για τον έλεγχο της κατανάλωσης νερού. Με το αυτοματοποιημένο τζακούζι, οι χρήστες μπορούν να κάνουν μπάνιο χωρίς να

χρειάζεται να προσαρμόσουν χειροκίνητα την προτιμώμενη θερμοκρασία και το σύστημα αερόβιου αέρα ή να επιλέξουν την αγαπημένη τους μουσική, καθώς η εφαρμογή θα τα κάνει όλα αυτόματα (Miller, 2017).

Χρήσιμα συστήματα αυτής της μορφής υφίστανται και στους κήπους. Για εκείνους τους χρήστες που ενδιαφέρονται να καλλιεργούν λαχανικά, φρούτα και βότανα στο σπίτι, οι αισθητήρες μπορεί να είναι εξαιρετικά ωφέλιμοι. Η τεχνολογία επιτρέπει στους χρήστες να ελέγχουν στην εφαρμογή εάν η θερμοκρασία είναι σωστή και εάν το φυτό είναι σωστά ενυδατωμένο και δέχεται την απαραίτητη ποσότητα ηλιακού φωτός (Faanes, 2014).

Η εφαρμογή μπορεί να παρακολουθεί την τρέχουσα κατάσταση του εδάφους, να εντοπίσει αν υπάρχει αρκετή υγρασία σε αυτό και να ενεργοποιήσει ένα έξυπνο σύστημα άρδευσης εάν χρειάζεται. Όταν η ποσότητα υγρασίας φτάσει στο βέλτιστο επίπεδο, ο αισθητήρας την ανιχνεύει και σταματά το σύστημα ποτίσματος, αποφεύγοντας έτσι την υπερβολική χρήση νερού. Η τεχνολογία IoT έχει οδηγήσει σε μια πραγματική ανακάλυψη στην κηπουρική, η οποία θα αναδιαμορφώσει πλήρως την παραδοσιακή προσέγγιση για την καλλιέργεια φυτών (Buchanan, 2020).

Σε ό,τι αφορά την κουζίνα, θα πρέπει να σημειωθεί πως με την τεχνολογία τεχνητής νοημοσύνης, οι συσκευές IoT μπορούν να κάνουν τη διαδικασία μαγειρέματος ασφαλέστερη και ευκολότερη. Οι έξυπνοι αισθητήρες μπορούν να διασφαλίσουν ότι όλα είναι εντάξει στην κουζίνα. Μπορούν για παράδειγμα να ελέγξουν για καπνό και μονοξείδιο του άνθρακα ή ότι τα επίπεδα θερμοκρασίας και υγρασίας είναι σωστά. Ειδικά ενσωματωμένα προγράμματα παρακολουθούν εάν οι χρήστες έχουν αρκετά προϊόντα στο ψυγείο (και να τα ξαναπαραγγείλουν εάν χρειάζεται), δίνουν συμβουλές για συνταγές και υπολογίζουν τη θρεπτική αξία των γευμάτων. Υπάρχουν ακόμη και έξυπνα κουτάλια που υπενθυμίζουν στους χρήστες να προσέχουν να τρώνε αργά (Dvorsak et al., 2018).

Καθοριστικό ρόλο, όμως, έχουν και στα συστήματα ασφαλείας. Για παράδειγμα παρόμοιοι ελεγκτές μπορούν να κλειδώνουν αυτόματα την πόρτα όταν βγαίνει κάποιος έξω, να κλείνουν τα παντζούρια, να απενεργοποιούν τις ηλεκτρονικές συσκευές και να διασφαλίζουν ότι το σπίτι προστατεύεται από καταπατητές (είτε ανθρώπους είτε ζώα). Οι χρήστες μπορούν να ελέγχουν την κατάσταση του σπιτιού

τους εξ αποστάσεως μέσω της εφαρμογής στα τηλέφωνα τους και να ελέγχουν τη θερμοκρασία, την υγρασία και τον φωτισμό. Επιπλέον, μπορούν να παρακολουθούν τους ηλικιωμένους συγγενείς και να τους βοηθούν αν χρειαστεί (Tripathy and Anuradha, 2020).

Υφίστανται, όμως, και αισθητήρες ασφαλείας. Οι αισθητήρες ασφαλείας είναι έξυπνες συσκευές που μπορούν να αναγνωρίσουν πότε κάτι δεν πάει καλά στο σπίτι. Μπορούν να ειδοποιήσουν τους χρήστες για πιθανές απειλές αμέσως αλλά ακόμη και να λάβουν τα απαραίτητα μέτρα για την αποτροπή τους. Το μόνο που χρειάζονται είναι ένα smartphone συνδεδεμένο στο διαδίκτυο και αισθητήρες εγκατεστημένους στο σπίτι τους (Cheruvu et al., 2020).

Υπάρχουν, παράλληλα, ελεγκτές θερμοκρασίας, υγρασίας και αερίου που μπορούν να ελέγχουν τακτικά τον αέρα στο σπίτι και να στέλνουν ειδοποιήσεις στο διαδίκτυο εάν οι δείκτες βρίσκονται εκτός του βέλτιστου εύρους. Οι αισθητήρες ασφαλείας βοηθούν στην προστασία του σπιτιού από φυσικές καταστροφές, πυρκαγιές, διαρροές νερού και αερίου. Ακόμη, οι αισθητήρες εγγύτητας και βίντεο μπορούν να αναγνωρίσουν εάν ένας διαρρήκτης επιχειρήσει να εισέλθει στο σπίτι, να ενεργοποιήσουν αυτόματα το ξυπνητήρι και να καλέσουν την αστυνομία (Kumar, 2021).

Μια εξίσου σημαντική δράση είναι ο έλεγχος θερμοκρασίας. Με τον αυτοματισμό ελέγχου θερμοκρασίας, μπορεί κάποιος να προσαρμόσει τη θερμοκρασία του σπιτιού στο επίπεδο που του ταιριάζει καλύτερα. Οι έξυπνοι θερμοστάτες ελέγχουν τη θερμοκρασία με βάση τις διαμορφώσεις που ορίζουν οι χρήστες σύμφωνα με τις προτιμήσεις τους.

Αυτοί οι ελεγκτές μπορούν να ελέγξουν την τρέχουσα δραστηριότητα και να αλλάξουν τη θερμοκρασία. Για παράδειγμα, οι χρήστες μπορούν να διαμορφώσουν την εφαρμογή έτσι ώστε όταν κάνουν μπάνιο ή ντους, η θερμοκρασία να αυξάνεται αυτόματα. Εάν αποφασίσουν να ασκηθούν, να κάνουν γιόγκα, πιλάτες ή οποιαδήποτε άλλη σωματική δραστηριότητα στο σπίτι, η θερμοκρασία θα μειωθεί (Serpanos and Wolf, 2018).

3.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα

Ένα από τα κυριότερα οφέλη αυτής της μορφής θεωρείται πως είναι η απομακρυσμένη πρόσβαση. Το να μπορεί κάποιος να ελέγξει συσκευές εξ αποστάσεως σημαίνει πράγματα όπως το ξεκλείδωμα της πόρτας για έναν επιστάτη φυτών χωρίς να χρειάζεται να αφήσει ένα κλειδί κάτω από το χαλάκι. Εξίσου σημαντικό όφελος είναι η άνεση. Για παράδειγμα, με τους έξυπνους λαμπτήρες, μπορεί κάποιος να τους σβήσει από την άνεση του κρεβατιού του (Dvorsak et al., 2018).

Εξίσου καθοριστικό όφελος είναι η ενεργειακή απόδοση. Με τον οικιακό αυτοματισμό, μπορεί κάποιος άνθρωπος να ρυθμίσει πράγματα όπως θερμοστάτες σε χρονοδιαγράμματα για να βεβαιωθεί ότι δεν σπαταλάει ενέργεια. Μια μελέτη διαπίστωσε ότι ειδικά οι θερμοστάτες Nest μπορούν να εξοικονομήσουν περίπου 12 τοις εκατό στο κόστος θέρμανσης και ψύξης. Αυτό σημαίνει ότι με την πάροδο του χρόνου, αυτοί οι έξυπνοι θερμοστάτες μπορούν να εξοικονομήσουν αρκετούς πόρους (Innocento, 2017).

Δυο εξίσου σημαντικά οφέλη είναι η ευκολία καθώς επίσης και η ασφάλεια. Τέλος, υπάρχουν πολλά έξυπνα προϊόντα ασφαλείας που μπορούν να αυξήσουν την ασφάλεια του σπιτιού, όπως είναι πχ διάφοροι αισθητήρες για πόρτες και παράθυρα, κάμερες ασφαλείας που μπορούν να ανιχνεύσουν ανθρώπους και κουνούνια με τη χρήση βίντεο (Faanes, 2014).

Από την άλλη μεριά στα κυριότερα ελαττώματα αυτής της μορφής έχουμε το κόστος. Οι συσκευές IoT είναι σίγουρα πιο ακριβές από τις αντίστοιχές τους που δεν είναι συνδεδεμένες με WiFi. Για παράδειγμα, η μέση έξυπνη λάμπα κοστίζει περίπου \$32, ενώ η μέση κανονική λάμπα είναι περίπου \$5. Φυσικά, πρέπει να λάβουμε υπόψη τα πρόσθετα χαρακτηριστικά, όπως τηλεχειριστήριο, μείωση της έντασης του φωτός, 16 εκατομμύρια διαφορετικά χρώματα και ενσωματώσεις φωνής κλπ (Ghet, 2018).

Ένα άλλο αρνητικό είναι τα θέματα ασφαλείας. Δεν θα πρέπει να ξεχνάμε, εξάλλου, πως οτιδήποτε έχει να κάνει με το Διαδίκτυο μπορεί να παραβιαστεί. Οι κάμερες του Ring, για παράδειγμα, παραβιάστηκαν πριν μερικά χρόνια, επιτρέποντας την παραβίαση των ζωντανών ροών. Φυσικά, αυτό είναι ένα πρόβλημα που δεν θα

υπήρχε με συσκευές που δεν είναι συνδεδεμένες στο Διαδίκτυο (Kyshwah and Rani, 2022).

Ένα εξίσου καθοριστικό ελάττωμα είναι πως πρόκειται για μια νέα τεχνολογία. Δεδομένου ότι το IoT είναι μια σχετικά νέα τεχνολογία, ενδέχεται να εμφανίσει ορισμένα σφάλματα, όπως οι συσκευές που αντιμετωπίζουν προβλήματα σύνδεσης στο Διαδίκτυο ή παρουσιάζουν καθυστέρηση, ανάλογα με τη μάρκα και το μοντέλο της συσκευής (Wilson et al., 2013).

Ως ελάττωμα λογίζεται και η παρακολούθηση. Εάν το απόρρητο είναι μια τεράστια ανησυχία για κάποιον, τότε η έξυπνη ασφάλεια μάλλον δεν είναι για εκείνον, καθώς οι χρήστες μπορούν να μεταδίδουν ζωντανά πλάνα από την αντίστοιχη εφαρμογή της κάμερας. Αντ' αυτού, μπορεί να θέλει να επιλέξει ένα τοπικό σύστημα συναγερμού (Buchanan, 2020).

3.5 Οι χώρες με τις περισσότερες έξυπνες κατοικίες

Η υιοθέτηση των τεχνολογιών έξυπνων σπιτιών καθοδηγείται από διάφορους παράγοντες, όπως η αυξανόμενη διαθεσιμότητα και η οικονομική προσιτότητα των έξυπνων οικιακών συσκευών, η αυξανόμενη συνειδητοποίηση των πλεονεκτημάτων των έξυπνων σπιτιών και η άνοδος του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT) και των συνδεδεμένων συσκευών.

Σύμφωνα με έκθεση της Statista, οι Ηνωμένες Πολιτείες έχουν τον υψηλότερο αριθμό χρηστών έξυπνων κατοικιών παγκοσμίως, με εκτιμώμενους 82,5 εκατομμύρια χρήστες το 2021. Τα έξυπνα σπίτια γίνονται όλο και πιο δημοφιλή στις ΗΠΑ, με όλο και περισσότερα νοικοκυριά να υιοθετούν τεχνολογίες έξυπνων σπιτιών για να αυτοματοποιούν και να ελέγχουν διάφορες πτυχές των σπιτιών τους, όπως ο φωτισμός, η θερμοκρασία, η ασφάλεια, η ψυχαγωγία και η χρήση ενέργειας. Ακόμη, ο αριθμός

των έξυπνων κατοικιών στις ΗΠΑ αναμένεται να φθάσει τα 51,5 εκατομμύρια έως το 2023, από 26,5 εκατομμύρια το 2018.

Οι χρήστες έξυπνων σπιτιών στις ΗΠΑ προέρχονται από διάφορες δημογραφικές ομάδες και ηλικιακές ομάδες, με μερικές από τις κύριες ομάδες να είναι η γεννιά millennials διότι έχει γνώσεις τεχνολογίας, πολυάσχολες οικογένειες αλλά και ηλικιωμένους που θέλουν να παρακολουθούν τις τεχνολογικές εξελίξεις. Ωστόσο, η υιοθέτηση έξυπνων κατοικιών δεν περιορίζεται σε αυτές τις ομάδες και ο καθένας μπορεί να επωφεληθεί από την άνεση, και την εξοικονόμηση ενέργειας που προσφέρουν τα έξυπνα σπίτια.

Στην Ευρώπη, η υιοθέτηση έξυπνων κατοικιών αυξάνεται σταθερά, με την αγορά να αναμένεται να φτάσει τα 30,8 δισεκατομμύρια ευρώ έως το 2023, σύμφωνα με έκθεση της Berg Insight. Οι χώρες με τα υψηλότερα ποσοστά υιοθεσίας στην Ευρώπη είναι η Γερμανία, το Ηνωμένο Βασίλειο, η Γαλλία και η Ιταλία. Σύμφωνα με έκθεση της Statista, τα έσοδα από την αγορά έξυπνων κατοικιών στην Ευρώπη αναμένεται να φτάσουν περίπου τα 28 δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ το 2023.

Μια έρευνα που διεξήχθη από την Deloitte το 2021 διαπίστωσε ότι οι πιο δημοφιλείς έξυπνες οικιακές συσκευές στην Ευρώπη είναι οι έξυπνοι θερμοστάτες και ακολουθούν ο έξυπνος φωτισμός, τα έξυπνα συστήματα ασφαλείας και τα έξυπνα ηχεία. Η ίδια έρευνα αποκάλυψε επίσης ότι οι κύριοι λόγοι για την υιοθέτηση της τεχνολογίας έξυπνων κατοικιών στην Ευρώπη είναι η ενεργειακή απόδοση και ασφάλεια.

Συνολικά, η υιοθέτηση και η χρήση έξυπνων κατοικιών στην Ευρώπη συνεχίζει να αυξάνεται, με έναν αυξανόμενο αριθμό νοικοκυριών που επενδύουν σε έξυπνες οικιακές συσκευές και συστήματα για να βελτιώσουν την εμπειρία ζωής τους.

Στην Ασία, η Κίνα είναι η μεγαλύτερη αγορά για τεχνολογία έξυπνου σπιτιού, με περίπου 49,4 εκατομμύρια νοικοκυριά να χρησιμοποιούν έξυπνες οικιακές συσκευές το 2021, σύμφωνα με το Statista. Ο αριθμός των χρηστών έξυπνων κατοικιών στην Κίνα αναμένεται να φτάσει τα 121,9 εκατομμύρια το 2023, από 69,9 εκατομμύρια το 2019. Η Κίνα είναι μια από τις ταχύτερα αναπτυσσόμενες αγορές έξυπνων κατοικιών στον κόσμο.

Η υιοθέτηση των έξυπνων κατοικιών στην Κίνα καθοδηγείται από διάφορους παράγοντες, όπως το αυξανόμενο διαθέσιμο εισόδημα, η ανάπτυξη της μεσαίας τάξης και η πίεση της κυβέρνησης για ενεργειακή απόδοση και προστασία του περιβάλλοντος.

Οι έξυπνες οικιακές συσκευές και συστήματα που είναι δημοφιλή στην Κίνα περιλαμβάνουν έξυπνα ηχεία, έξυπνους θερμοστάτες, έξυπνο φωτισμό, έξυπνα συστήματα ασφαλείας αλλά και ολόκληρα μίνι έξυπνα κινούμενα μικρά δωμάτια όπως ένας χώρος γραφείου. Οι κορυφαίες εταιρείες στην κινεζική αγορά έξυπνων κατοικιών περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων την Alibaba, Xiaomi, την JD.com και την Huawei.

Εκτός από τον παραδοσιακό οικιακό αυτοματισμό, η έννοια της «έξυπνης κοινότητας» κερδίζει επίσης δημοτικότητα στην Κίνα με αποτέλεσμα ολόκληρες γειτονιές να είναι εξοπλισμένες με διασυνδεδεμένες έξυπνες συσκευές για τη βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας, την ενίσχυση της ασφάλειας και την παροχή βολικών υπηρεσιών στους κατοίκους.

Άλλες χώρες με αναπτυσσόμενη αγορά έξυπνων κατοικιών στην Ασία περιλαμβάνουν τη Νότια Κορέα, την Ιαπωνία και την Ινδία.

Τα έξυπνα σπίτια έχουν αποκτήσει δημοτικότητα παγκοσμίως τα τελευταία χρόνια και το ποσοστό υιοθέτησής τους ποικίλλει ανάλογα με τη χώρα. Σύμφωνα με έκθεση της Statista, οι χώρες με τον μεγαλύτερο αριθμό χρηστών έξυπνων κατοικιών το 2021 ήταν:

Ηνωμένες Πολιτείες	82,5 εκ. χρήστες
Κίνα	49,4 εκ. χρήστες
Ιαπωνία	15,4 εκ. χρήστες
Γερμανία	14,3 εκ. χρήστες
Ηνωμένο Βασίλειο	10,8 εκ. χρήστες
Νότια Κορέα	7,4 εκ. χρήστες
Γαλλία	6,5 εκ. χρήστες
Καναδάς	6,2 εκ. χρήστες
Αυστραλία	5,1 εκ. χρήστες
Ιταλία	4,7 εκ. χρήστες

Αξίζει να σημειωθεί ότι αυτά τα στοιχεία αλλάζουν συνεχώς καθώς η τεχνολογία έξυπνων κατοικιών γίνεται πιο προσιτή και προσιτή.

Συνολικά, η υιοθέτηση της τεχνολογίας έξυπνου σπιτιού αναμένεται να συνεχίσει να αυξάνεται παγκοσμίως τα επόμενα χρόνια, καθώς περισσότερα νοικοκυριά υιοθετούν συνδεδεμένες συσκευές και συστήματα οικιακού αυτοματισμού.

HOME AUTOMATION – ΜΕΛΕΤΗ

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

4.1 Μελέτη περίπτωσης 1

Στη σημερινή εποχή, η ασφάλεια και το απόρρητο στα έξυπνα σπίτια εξακολουθούν να παρουσιάζουν αρκετές προκλήσεις, κυρίως όσον αφορά τον έλεγχο πρόσβασης, την ακεραιότητα των δεδομένων, την εμπιστευτικότητα και τη διαθεσιμότητα. Οι επιθέσεις που μπορεί να συμβούν διακρίνονται σε παθητικές και ενεργητικές. Το πρώτο συνίσταται στην προσπάθεια να μαθαίνει ή να χρησιμοποιεί πληροφορίες από το έξυπνο σπίτι χωρίς να επηρεάζει τους πόρους του (π.χ. υποκλοπή, ανάλυση κυκλοφορίας) ενώ το τελευταίο περιλαμβάνει αλλαγή των πόρων και της λειτουργίας του έξυπνου σπιτιού, καθώς και εισαγωγή δόλιων πληροφοριών (π.χ. DoS, επανάληψη, παραβίαση ακεραιότητας δεδομένων) (Sicari et al., 2016).

Ορισμένες διαθέσιμες λύσεις αφορούν συστήματα ειδοποίησης ασφαλείας, τα οποία, ως απάντηση σε συγκεκριμένα ή ασυνήθιστα γεγονότα ή αλλαγές στο περιβάλλον του έξυπνου σπιτιού, ειδοποιούν τους χρήστες (π.χ. στα smartphone ή τα tablet τους) να λάβουν αντίμετρα, πιθανώς με την ελάχιστη καθυστέρηση. Έρευνες σε αρκετές περιπτώσεις προτείνουν ένα ελαφρύ σχήμα διαχείρισης κλειδιών για την αντιμετώπιση των εργασιών κρυπτογράφησης παρουσία συσκευών έξυπνου σπιτιού με περιορισμένη ενέργεια. Αυτό που προκύπτει είναι η ανάγκη για ένα πιο ισχυρό και ολοκληρωμένο σύστημα ικανό να συνδυάζει μια αποτελεσματική διαχείριση και μετάδοση των δεδομένων που παράγονται στο έξυπνο σπίτι με ένα πλαίσιο ασφαλείας

ικανό να προστατεύει τις πληροφορίες και το απόρρητο των χρηστών (Komninos et al., 2014).

Σε αρκετές μελέτες έχουν προταθεί ορισμένες λύσεις ασφαλείας που χρησιμοποιούν σταθερές πολιτικές στο cloud. Άλλες περιπτώσιολογικές μελέτες έχουν εστιάσει σε σταθερές πολιτικές οι οποίες σχετίζονται με ανταλλαγές πληροφοριών μεταξύ κινητών συσκευών ή ψηφιακών συστημάτων. Τέτοιες δράσεις παρουσιάζουν διάφορους περιορισμούς, κυρίως όσον αφορά τον τρόπο διατήρησης των χρηστών της πρόσβασης στις προσωπικές (ή ακόμα και ευαίσθητες) πληροφορίες τους, καθώς και τον τρόπο αντίδρασης σε απόπειρες παραβίασης (Eun Cho and Kim, 2022).

Οι περισσότερες έρευνες πλέον βασίζονται στη χρήση ισχυρών μηχανισμών κρυπτογράφησης, οι οποίοι σχετίζονται με σταθερές πολιτικές. Ωστόσο, η βιβλιογραφία δεν διαθέτει κατάλληλη και ρεαλιστική προσέγγιση για την παροχή μιας ασφαλούς, προσαρμόσιμης και μεταξύ τομέων λύσης. Επιπλέον, λίγες πραγματικές δοκιμές έχουν διεξαχθεί προκειμένου να επικυρωθούν οι προτεινόμενες λύσεις όσον αφορά την αποτελεσματικότητα, την αποδοτικότητα, την καθυστέρηση, την αποθήκευση και τα γενικά έξοδα (Kyshwah and Rani, 2022).

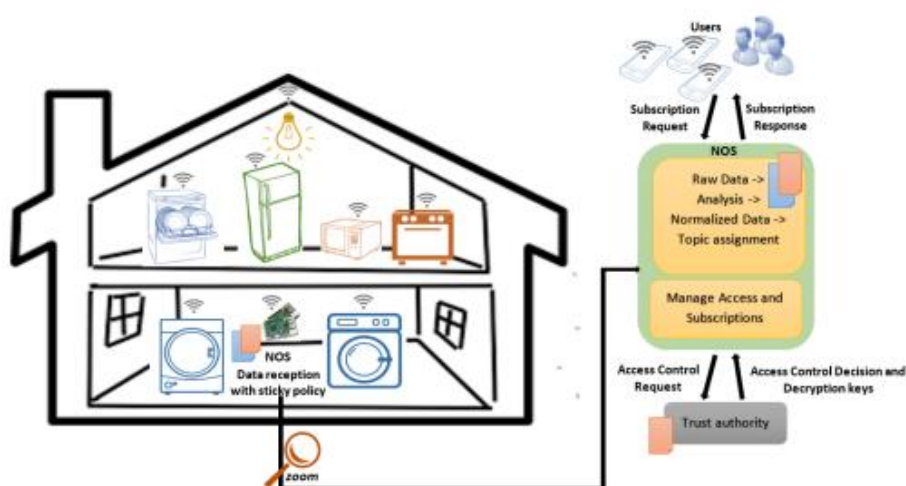
Ένα σταθερό πλαίσιο επιβολής που βασίζεται σε πολιτικές αυτής της μορφής έχει ενσωματωθεί σε μια πλατφόρμα η οποία καλείται NOS. Οι πολιτικές εκφράζονται μέσω μιας ευέλικτης και διαλειτουργικής γλώσσας προδιαγραφών, που βασίζεται στη σύνταξη JSON. Λόγω της ευελιξίας και της αποτελεσματικότητάς του, ο έλεγχος πρόσβασης βάσει χαρακτηριστικών (ABAC) έχει επιλεγεί ως μοντέλο ελέγχου πρόσβασης (Wilson et al., 2013).

Σε μια τέτοια λύση, οι NOS δεν διαθέτουν πολιτικές/διαπιστευτήρια, ενώ μια αρχή εμπιστοσύνης είναι υπεύθυνη για τη διαχείρισή τους. Οι εγγεγραμμένοι κάτοχοι/πηγές των δεδομένων τα αποστέλλουν με κρυπτογραφημένο τρόπο μαζί με τη σχετική σταθερή πολιτική. Τότε κάθε NOS μπορεί να επικοινωνήσει με την αρχή εμπιστοσύνης προκειμένου να λάβει την απόφαση πρόσβασης που σχετίζεται με την τρέχουσα σταθερή πολιτική. Τέλος, τα κλειδιά αποκρυπτογράφησης για την πρόσβαση στα ίδια τα δεδομένα αποδεδμεύονται στους κατάλληλους αιτούντες, με ασφαλή τρόπο (δηλαδή, τέτοια κλειδιά μπορούν να κρυπτογραφηθούν περαιτέρω σύμφωνα με τον

αλγόριθμο κρυπτογράφησης που συμφωνήθηκε μεταξύ του αιτούντος και του NOS κατά τη φάση εγγραφής) (Sicari et al., 2016).

Η πρόσβαση σε θέματα αυτού του είδους ρυθμίζεται κατόπιν αιτήματος από τους NOS μέσω κατάλληλων αιτημάτων προς την αρχή εμπιστοσύνης, μέσω της σχετικής σταθερής πολιτικής. Όταν ένας χρήστης/συσκευή ειδοποιείται για νέα δημοσιευμένα δεδομένα, πρέπει να αποδείξει ότι είναι κάτοχος των σωστών χαρακτηριστικών, σύμφωνα με το σκοπό, την εγκυρότητα και τους περιορισμούς που περιέχονται στη σταθερή πολιτική. Διαφορετικά, τα δεδομένα που λαμβάνονται δεν μπορούν να αποκρυπτογραφηθούν (Kompinos et al., 2014).

Το πλαίσιο, που αναφέρθηκε παραπάνω μπορεί να αξιολογηθεί ως σενάριο ενός έξυπνου σπιτιού και στοχεύει να καταδείξει τη σκοπιμότητά του για τη βελτίωση της αξιοπιστίας ενός συστήματος έξυπνου σπιτιού, διατηρώντας παράλληλα την αποτελεσματικότητά του. Η προτεινόμενη προσέγγιση στοχεύει στην πρόληψη και την εξουδετέρωση των περισσότερων από τις παθητικές και ενεργητικές επιθέσεις. Πιο αναλυτικά, οι προσομοιωμένες επιθέσεις αφορούν: απόπειρες παραβίασης της ακεραιότητας δεδομένων, εισαγωγή αιτημάτων ψευδούς πρόσβασης και υποκλοπή. Σε αυτό το σημείο είναι χρήσιμο να σημειωθεί ότι επιθέσεις όπως DoS ή DDoS δεν μπορούν να αντιμετωπιστούν από τον προτεινόμενο μηχανισμό (Innocento, 2017).



Εικόνα 18 Επισκόπηση των στοιχείων και των αλληλεπιδράσεων του NOS στο σενάριο του έξυπνου σπιτιού (Dvorsak et al., 2018)

Σε αυτή τη μελέτη περίπτωσης, η συμπεριφορά ενός συνόλου κόμβων που στέλνουν σε ένα NOS τα δεδομένα που συλλέγονται από επτά έξυπνα σπίτια προσομοιώνεται μέσω ενός φορητού υπολογιστή. Ένα δίκτυο WiFi υιοθετείται για να επιτρέψει την επικοινωνία μεταξύ του φορητού υπολογιστή και του Raspberry Pi, όπου αναπτύσσεται το NOS. Η ίδια σύνδεση WiFi χρησιμοποιείται επίσης για την ανταλλαγή πληροφοριών με τον μεσίτη MQTT και με τη μονάδα αρχής εμπιστοσύνης, που υλοποιείται ως ξεχωριστά στοιχεία.

Ο στόχος της προτεινόμενης επικύρωσης είναι να αναλύσει την απόδοση του συστήματος παρουσία τεράστιου όγκου δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και παρουσία κακόβουλων οντοτήτων, προσομοιώνοντας: (i) τη συσχέτιση των δεδομένων που αποκτώνται από τα έξυπνα σπίτια με τις σταθερές πολιτικές και (ii) τα αιτήματα πρόσβασης σε δεδομένα τόσο από εξουσιοδοτημένους όσο και από μη εξουσιοδοτημένους/κακόβουλους χρήστες.

Στην εν λόγω μελέτη περίπτωσης εξετάσαμε τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν σε διάστημα ενός μηνός το έτος 2016 από τους διάφορους έξυπνους μετρητές, που ήταν εγκατεστημένοι σε επτά έξυπνα σπίτια. Οι πληροφορίες που συλλέγονται περιλαμβάνουν την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας των φώτων των δωματίων, του πλυντηρίου, του στεγνωτηρίου, του πλυντηρίου πιάτων, του ψυγείου, του καταψύκτη, του φούρνου μικροκυμάτων, του καλοριφέρ, του φούρνου και ούτω καθεξής. Ο ρυθμός ανάκτησης δεδομένων από τις πηγές δεδομένων στο NOS αντιστοιχεί σε ένα λεπτό. Η σταθερή πολιτική που σχετίζεται με κάθε δεδομένα έχει τη μορφή που σκιαγραφείται στην εικόνα 4.2 (Innocento, 2017).

Στη συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης λαμβάνονται υπόψη τρία είδη χρηστών: (i) οι ιδιοκτήτες των διαφόρων έξυπνων σπιτιών, οι οποίοι θέλουν να γνωρίζουν τις πραγματικές συνθήκες του σπιτιού τους, επίσης, προκειμένου να ελέγχουν εξ αποστάσεως τις συσκευές (π.χ. να ενεργοποιήσουν τη θέρμανση, να σβήσουν το φως κλπ) έχουν επίσης δικαιώματα διαχείρισης, καθώς μπορούν να παραχωρήσουν δικαιώματα πρόσβασης σε άλλα άτομα (ii) οι κάτοικοι των έξυπνων σπιτιών, οι οποίοι, σε σχέση με τους ιδιοκτήτες, δεν έχουν δικαιώματα διοίκησης (π.χ. παιδιά, μπέμπι σίτερ, οικονόμοι)· (iii) οι εισβολείς που δεν έχουν άδεια πρόσβασης

και θέλουν να λάβουν πληροφορίες σχετικά με τις συνήθειες των κατοίκων του σπιτιού ή/και να θέσουν σε κίνδυνο τη σωστή συμπεριφορά του έξυπνου σπιτιού για κακόβουλο σκοπό (Kyshwah and Rani, 2022).

```
1 { "data content": {
2   "timestamp": "dd/mm/yyyy hh:mm:ss",
3   "data": "the data value",
4   "datatype": "the type of the data",
5   "owner": "the smart meter that acquired the data",
6   "sticky policy": [{
7     "purposes": [{
8       "purpose1": "for what purpose the data can be used",
9       "purpose2": "for what purpose the data can be used",
10    }],
11   "validity": "the lifetime of the data",
12   "constraints": [{
13     "constraint1": "who can access the data and for what purpose",
14     "constraint2": "who can access the data and for what purpose"
15   }],
16 }
```

Εικόνα 19 Κώδικας σταθερής πολιτικής (Dvorsak et al., 2018)

Τα αιτήματα πρόσβασης καθώς και οι κακόβουλες επιθέσεις από τα προαναφερθέντα είδη χρηστών προσομοιώνονται τυχαία για τα επτά έξυπνα σπίτια με μεταβλητό ρυθμό στο διάστημα 5-10 λεπτών. Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να τονιστεί ότι, σε περίπτωση απόπειρας παραβίασης, το σύστημα είναι ισχυρό, επειδή ο εισβολέας, προκειμένου να αποκτήσει πρόσβαση στους πόρους, πρέπει: (i) να γνωρίζει τα διαπιστευτήρια που διανέμονται σαν προτεραιότητα από εξουσιοδοτημένους χρήστες· (ii) να μεταβιβάσει τα κλειδιά αποκρυπτογράφησης (iii) και να ικανοποιεί την καθορισμένη σταθερή πολιτική. Ωστόσο, μη έγκυρες/αποτυχημένες προσπάθειες πρόσβασης μπορεί να προκαλέσουν καθυστερήσεις στις απαντήσεις του συστήματος σε έγκυρα αιτήματα, αποκαλύπτοντας έτσι την παρουσία επίθεσης.

Στο συγκεκριμένο σενάριο, οι σχετικές μετρήσεις που πρέπει να αναλυθούν είναι: (i) οι χρόνοι απόκρισης ερωτημάτων, οι οποίοι αντιπροσωπεύουν τον λανθάνοντα χρόνο των αιτημάτων πρόσβασης στην αρχή εμπιστοσύνης τόσο παρουσία όσο και χωρίς κακόβουλες επιθέσεις (ii) η απαιτούμενη κατάληψη μνήμης στο NOS, λαμβάνοντας υπόψη ότι οι συλλογές Raw Data και Normalized Data δεν είναι επίμονες και ότι οι κακόβουλες επιθέσεις που εξετάζονται σε αυτήν την περίπτωση μελέτης δεν επηρεάζουν άμεσα μια τέτοια μέτρηση (iii) ο χρόνος που απαιτείται για τον εντοπισμό

ψευδούς πρόσβασης ζητά ενέσεις και αποφασίζει να μην κοινοποιήσει τις ζητούμενες πληροφορίες (Innocento, 2017).

Μέσα από όλα αυτά μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι το NOS είναι σε θέση να διαχειρίζεται την απόκτηση, την επεξεργασία και την παροχή δεδομένων διατηρώντας σταθερά επίπεδα κατοχής μνήμης (κατά μέσο όρο 19 MB) και καθυστέρησης (κατά μέσο όρο 6 ms χωρίς επιθέσεις και 10 ms παρουσία επιθέσεις). Μια τέτοια πτυχή αντιπροσωπεύει έναν σημαντικό δείκτη της επεκτασιμότητας και της αποτελεσματικότητας της προτεινόμενης (Sicari et al., 2016).

Παρουσία κακόβουλων επιθέσεων και προσπαθειών παραβίασης πρόσβασης, οι πόροι του έξυπνου σπιτιού προστατεύονται και η καθυστέρηση διατηρείται κάτω από ένα αποδεκτό όριο. Επιπλέον, ο χρόνος που απαιτείται από την NOS και την αρχή εμπιστοσύνης για την απόρριψη αιτημάτων κακής πρόσβασης δεδομένων είναι πολλά υποσχόμενος (κατά μέσο όρο 2,5 ms).

Περαιτέρω έρευνα, που αφήνεται ως μελλοντική εργασία, αφορά την ανάπτυξη περισσότερων του ενός NOS που ανήκουν στο ίδιο έξυπνο σπίτι, προκειμένου να αναλυθεί η αποτελεσματικότητα των συστημάτων, λαμβάνοντας επίσης υπόψη τη χρήση των NOS ως πυλών για τη μείωση της κατανάλωσης συσκευών με περιορισμό ισχύος. Επιπλέον, η ανάπτυξη μιας εφαρμογής για κινητά με ένα φιλικό προς τον χρήστη GUI θα μπορούσε να εξεταστεί για τη δοκιμή της προτεινόμενης προσέγγισης με άτομα σε ένα υπάρχον έξυπνο σπίτι (Innocento, 2017).

4.2 Μελέτη περίπτωσης 2

Η συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης αντιπροσωπεύει τη χρηστικότητα της εφαρμογής οικιακού αυτοματισμού HAS σε ένα πραγματικό περιβάλλον. Η εγκατάσταση περιλαμβάνει μια διώροφη κατοικία με τέσσερα δωμάτια και δύο μπάνια. Διαθέτει επίσης κουζίνα και αυλή. Σε αυτήν την περίπτωση, η εφαρμογή οικιακού αυτοματισμού χρησιμοποιείται για διάφορες λειτουργίες, συμπεριλαμβανομένου του ελέγχου όλων των συσκευών, όπως τηλεόραση, αποκωδικοποιητής, κλιματιστικό, προβολέας κ.λπ.

Οι χρήστες μπορούν να δημιουργήσουν έναν λεπτομερή και εξατομικευμένο Οδηγό προγράμματος ψυχαγωγίας για να παρακολουθούν όλα όσα βλέπουν στην τηλεόραση. Χρησιμοποιούνται Ρουτίνες και Σκηές για να προγραμματιστούν όλες οι συσκευές. Δημιουργούνται ροές εργασίας για να εκτελεστούν μια σειρά λειτουργιών ως απόκριση σε αλλαγές στη θερμοκρασία δωματίου, στην κίνηση κ.λπ. Τα στατιστικά στοιχεία κατανάλωσης ενέργειας και χρήσης ενέργειας των συσκευών σε πραγματικό χρόνο, όπως το Google Assistant και το Amazon Alexa ελέγχουν όλες τις συσκευές με τη φωνή τους (Murthy et al., 2022).

Η εφαρμογή οικιακού αυτοματισμού μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη λειτουργία του A/C, επιτρέποντάς του να ενεργοποιείται και να απενεργοποιείται χωρίς να χρειάζεται τηλεχειριστήριο. Αυτή η διαδικασία μπορεί να επιτευχθεί χρησιμοποιώντας ένα έξυπνο βύσμα για τον εξοπλισμό κλιματισμού. Πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένα χαρακτηριστικό που μπορεί να προστεθεί γρήγορα, που μοιάζει πολύ με έναν θερμοστάτη, είναι η ικανότητα ελέγχου των μοιρών. Επιπλέον, ο έξυπνος φωτισμός έχει τη δυνατότητα να κάνει την καθημερινότητά των ανθρώπων πιο απλή. Ένα άλλο όφελος είναι η μείωση της χρήσης ενέργειας, όπως φαίνεται στην εικόνα 4.3 που ακολουθεί (Krichen et al., 2021).

Μεγάλες κατοικίες με πολλά δωμάτια μπορεί να σπαταλούν σημαντικό ποσό ενέργειας μόνο με το να διατηρούν τα φώτα αναμμένα σε χώρους που δεν χρειάζονται συσκευές. Ταυτόχρονα, οι περισσότεροι άνθρωποι ανάβουν τα φώτα σε ορισμένα σημεία του σπιτιού πριν φύγουν από το σπίτι ή για να κοιμηθούν επειδή ξεχνούν να απενεργοποιήσουν τις οικιακές συσκευές.

Σε τέτοιες περιπτώσεις, είναι απαραίτητο να γίνεται έλεγχος χρησιμοποιώντας την εφαρμογή για κινητά του smartphone. Επιπλέον, ένα έξυπνο σύστημα διαχείρισης φωτισμού παρέχει ασφάλεια στο σπίτι αυξάνοντας την ποσότητα και την διαθέσιμη προστασία ενώ υφίσταται και η δυνατότητα ελέγχου ηχείων και τηλεόρασης, όπως φαίνεται στην εικόνα 4.4 που ακολουθεί (Miller, 2017).



(a)

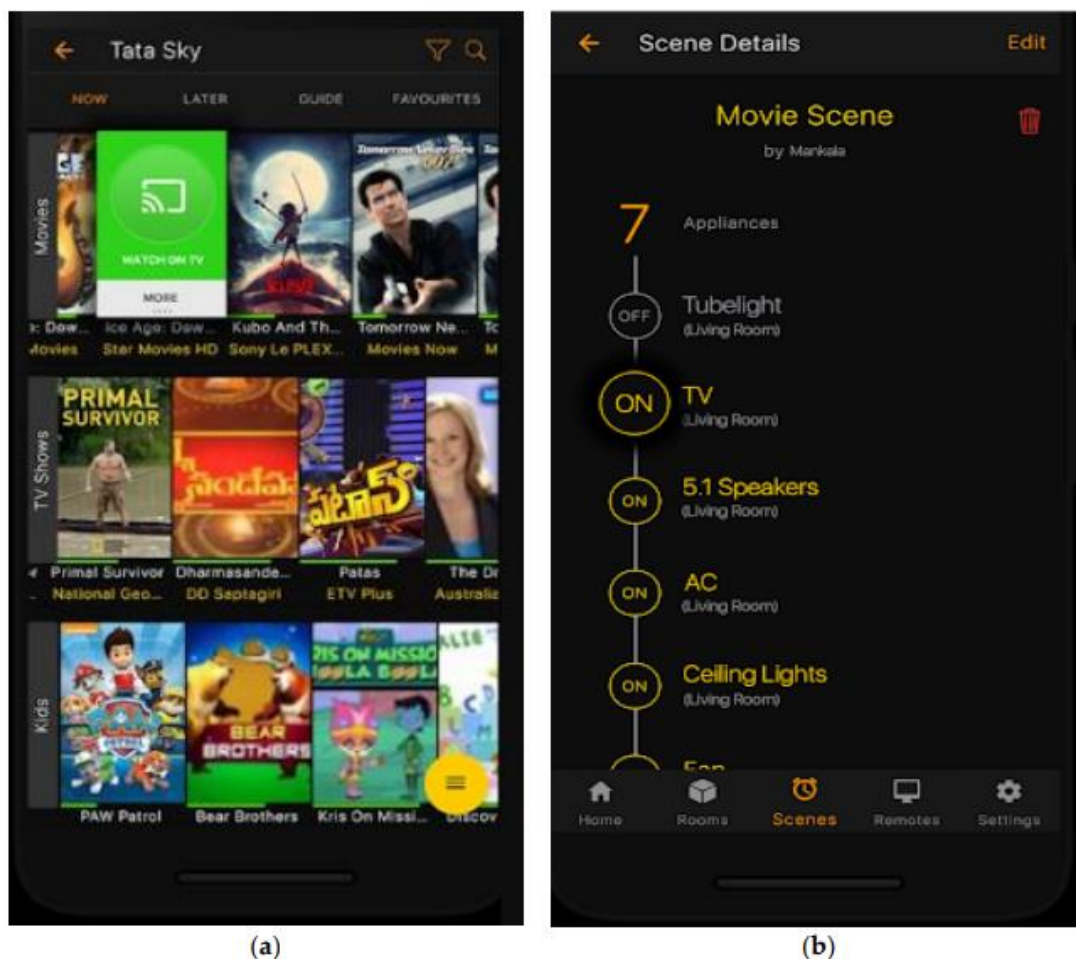
(b)

Εικόνα 20 Το ταμπλό του ελέγχου όλων των συσκευών στα δωμάτια (α) Ενεργοποίηση-απενεργοποίηση όλων των συσκευών των δωματίων και (β) ενεργοποίηση και απενεργοποίηση των συσκευών συγκεκριμένου δωματίου (Vandome, 2018)

Τα τελευταία χρόνια ολόκληρος ο κόσμος προσπαθεί να χρησιμοποιήσει λιγότερη ενέργεια για να κάνει την γη πιο πράσινη. Έτσι, για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, το ηλιακό σύστημα ενέργειας μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βέλτιστη λύση ενεργειακής απόδοσης. Τα φωτοβολταϊκά πάνελ έχουν μετατρέψει αποτελεσματικά την ενέργεια από τις ακτίνες του ήλιου σε ηλεκτρική ενέργεια, η οποία είναι τώρα λιγότερο πολύτιμη από πριν (Krichen et al., 2021).

Είναι δυνατό να ενισχυθούν τα οφέλη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε ένα σπίτι ενσωματώνοντας την εξοικονόμηση ενέργειας που παρέχουν τα ηλιακά συστήματα με προηγμένες τεχνολογίες. Χρησιμοποιώντας ηλιακή ηλεκτρική ενέργεια, είναι δυνατό να αυτοματοποιηθούν οι οικιακές λύσεις. Επιπλέον, η υιοθέτηση οικιακών

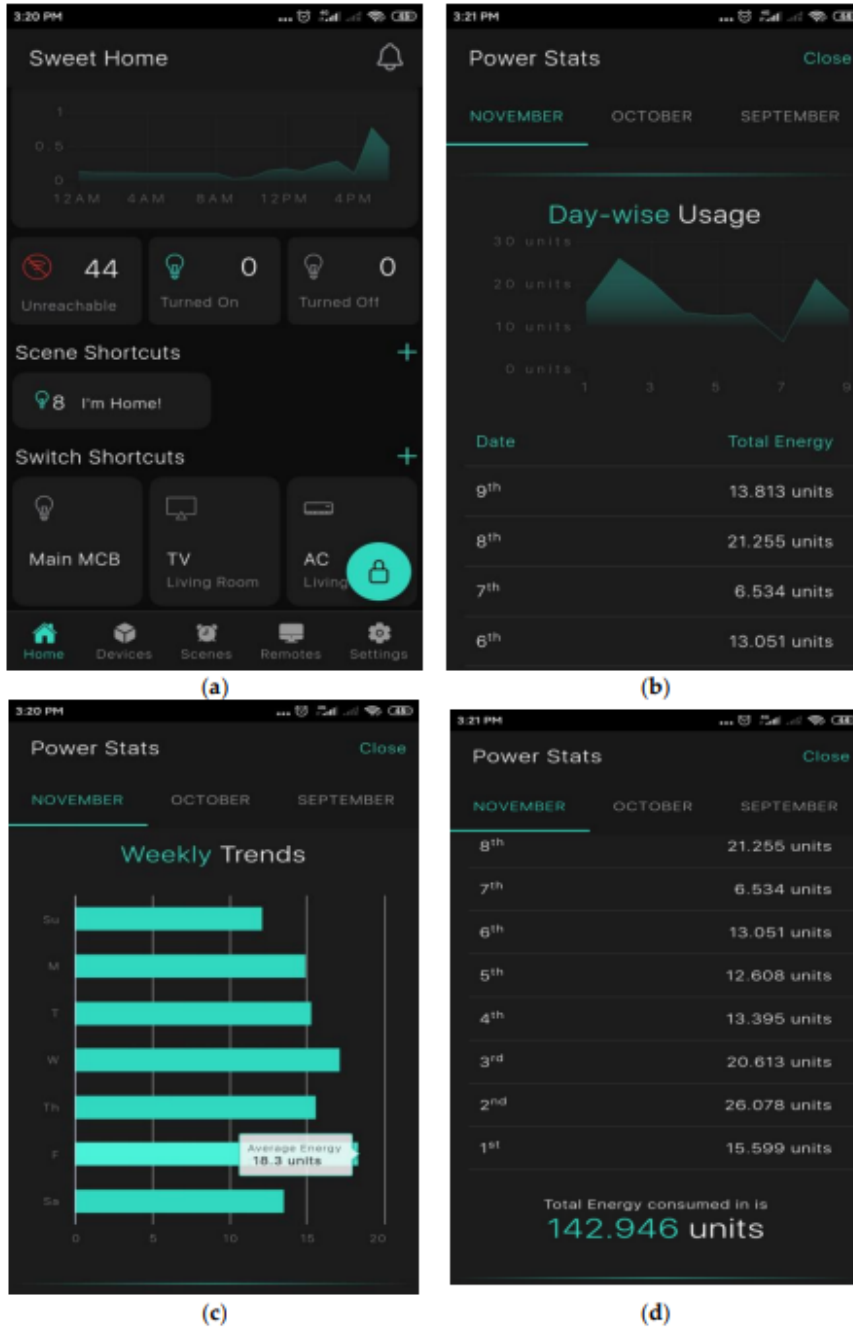
λύσεων που βασίζονται στην ηλιακή ενέργεια μπορεί να μειώσει το ενεργειακό κόστος ενώ αυξάνει την ενεργειακή απόδοση (Murthy et al., 2022).



Εικόνα 21 Το ταμπλό των σκηνών της ταινίας και άλλων συσκευών ελέγχου (α) παρουσιάζει συσκευές τηλεόρασης που ελέγχονται από διακόπτη on-off στο ταμπλό (β) συσκευές σκηνής ταινιών μαζί με A/C και διακόπτες ελέγχου ηχείων (Vandome, 2018)

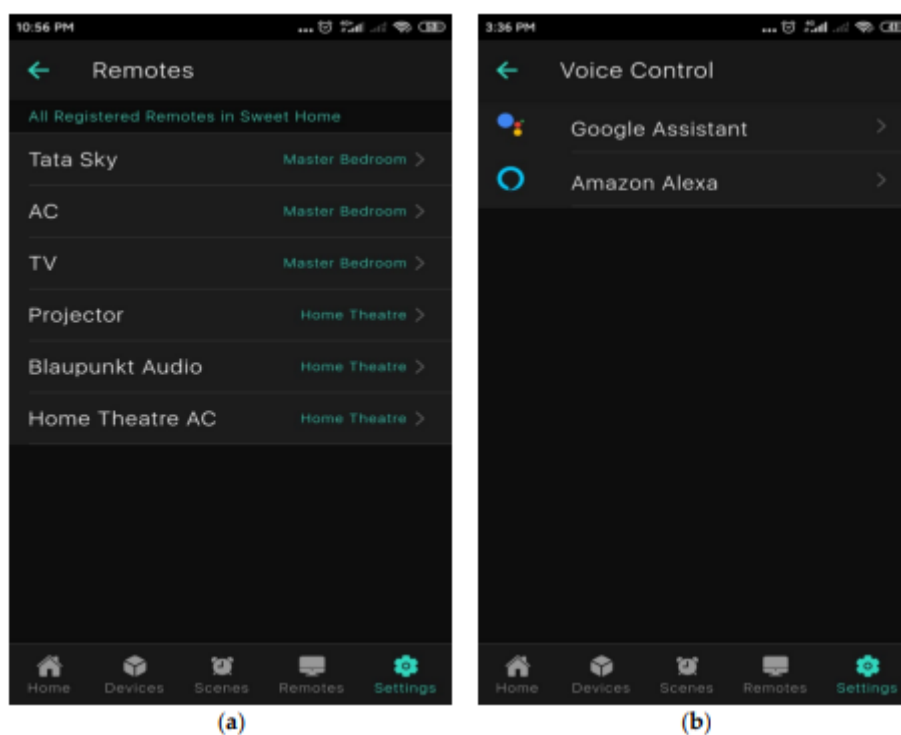
Επιπλέον, οι λύσεις έξυπνων σπιτιών που βασίζονται στην ηλιακή ενέργεια μπορούν να μειώσουν τα μεμονωμένα αποτυπώματα άνθρακα, να μειώσουν τις συνολικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις και να εκπέμπουν μηδενικές εκπομπές. Στη μελέτη περίπτωσης του αυτοματοποιημένου συστήματος, ελλείψει αισθητήρων, ο χρήστης μπορεί να ορίσει μια λίστα ενεργοποιώντας το κουμπί για ενεργοποίηση του χρονοδιαγράμματος. Όλες οι τροποποιήσεις μπορούν να προσαρμοστούν στις τέσσερις

τελευταίες οθόνες της εφαρμογής, με τίτλο «Morning and Evening» (Krichen et al., 2021).



Εικόνα 22 ταμπλό κατανάλωσης ρεύματος της οικιακής συσκευής (α) συνολική κατανάλωση ισχύος οικιακών συσκευών. (β) Ημερήσια σοφή κατανάλωση ενέργειας όλων των συσκευών. (γ) Εβδομαδιαία σοφή κατανάλωση ρεύματος όλων των συσκευών. (δ) Μηνιαία σοφή κατανάλωση ρεύματος όλων των συσκευών (Vandome, 2018)

Ο χρήστης μπορεί να αποφασίσει την ώρα της ημέρας που θα ξεκινήσει το πότισμα και τον όγκο του νερού που θα εφαρμοστεί τροποποιώντας τον παράγοντα Πρωί/Βράδυ. Αυτή η εφαρμογή προβλέπει την ημερήσια κατανάλωση ενέργειας του σπιτιού σε πραγματικό χρόνο από το κύριο δωμάτιο μέχρι την κουζίνα, όπως φαίνεται στην εικόνα 4.5 που προηγήθηκε. Η εφαρμογή οικιακού αυτοματισμού ελέγχει τις οικιακές συσκευές χρησιμοποιώντας φωνή, επιτρέποντάς της να ενεργοποιείται και να απενεργοποιείται χωρίς να χρειάζεται τηλεχειριστήριο. Αυτή η διαδικασία μπορεί να επιτευχθεί με χρήση «Google Assistant» και «Amazon Alexa» όπως διακρίνεται από την εικόνα 4.6 που ακολουθεί (Murthy et al., 2022).



Εικόνα 23 ρύθμιση τηλεχειριστηρίου και φωνητικού ελέγχου (α) διαθέσιμες οι εντολές ρύθμισης του τηλεχειριστηρίου (TV, AC, Projector,) (β) περιλαμβάνει την επιλογή ρύθμισης φωνητικού ελέγχου (Google Assistant, Amazon) (Vandome, 2018)

4.3 Μελέτη περίπτωσης 3

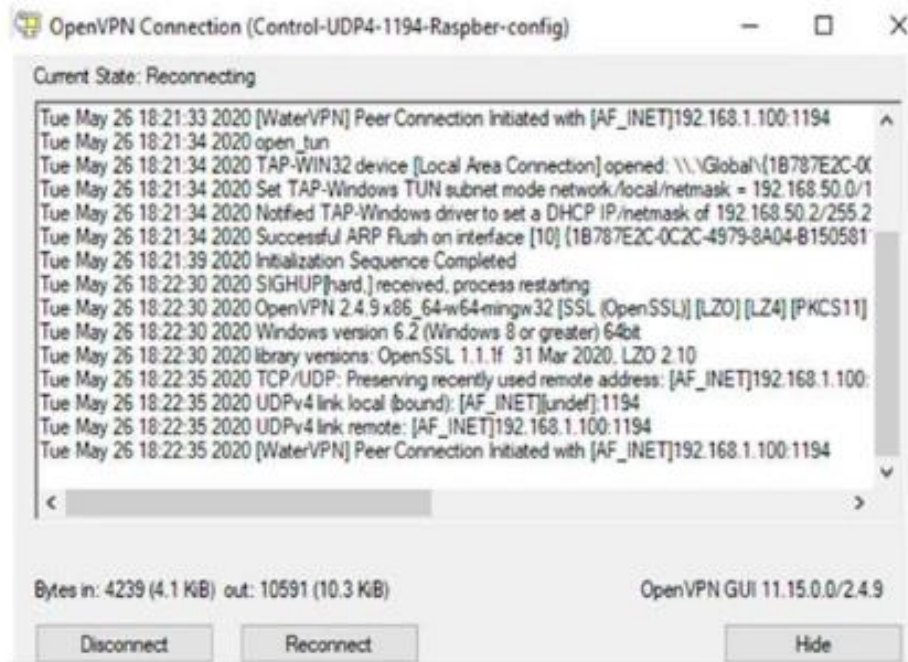
Παρακάτω παρουσιάζεται η εφαρμογή του προτεινόμενου συστήματος σε ένα μοναδικό πλαίσιο μιας κλιμακούμενης υποδομής IoT σε ένα περιβάλλον έξυπνου

σπιτιού. Το απόρρητο και η ασφάλεια είναι τα κύρια εμπόδια για την πρακτική εφαρμογή συστημάτων οικιακού αυτοματισμού και αρκετές μελέτες έχουν εντοπίσει τη βασική απαίτηση της ασφάλειας του IoT.

Με το υπόβαθρο μιας ολοκληρωμένης μελέτης σχετικά με τα τρωτά σημεία και τις επιθέσεις ασφαλείας ενός δικτύου IoT, προχωράμε περαιτέρω σε αυτήν την μελέτη περίπτωσης για να τα αντιμετωπίσουμε. Πρώτον, εφαρμόζουμε ένα μοντέλο ασφαλείας από άκρο σε άκρο, ενισχύοντάς το ώστε να χρησιμοποιεί μια μοναδικά προσαρμοσμένη τεχνολογία VPN για την περίπτωση έξυπνης οικιακής χρήσης (Buchanan, 2020).

Αντιμετωπίζουμε τα υψηλά γενικά έξοδα και τις σύνθετες διαμορφώσεις του OpenVPN χρησιμοποιώντας έξυπνες εφαρμογές για κινητά που υποστηρίζουν εύκολα τις διεπαφές πελατών VPN για άμεση πρόσβαση στις έξυπνες οικιακές συσκευές με ασφαλή έλεγχο ταυτότητας, όπως φαίνεται στην εικόνα 4.7 που ακολουθεί και επιδεικνύουμε την ασφαλή σύνδεση με τις συσκευές IoT, με τη θήκη χρήσης του δοχείου νερού ως παράδειγμα στο οικιακό περιβάλλον.

Στο επόμενο βήμα, ο ελεγκτής Raspberry Pi συνδέεται μέσω του ασφαλούς VPN με τη συσκευή προβολής και τις συσκευές IoT, όπως αισθητήρες θερμοκρασίας, συστήματα φωτισμού, συσκευές αναπαραγωγής μουσικής, κινητά τηλέφωνα, δεξαμενή νερού και άλλες έξυπνες οικιακές συσκευές. Η εικόνα 4.8 δείχνει την πραγματική ανάπτυξη του Raspberry Pi breadboard και επιλεγμένων αισθητήρων και συσκευών IoT. Όπως σε αυτήν την εικόνα ενσωματώνεται ένα κανάλι ρελέ, ένας αισθητήρας υγρασίας και θερμοκρασίας, ένας αισθητήρας απόστασης και ένας αισθητήρας εισόδου φωνής με το breadboard Raspberry Pi. Παρουσιάζει τις συνδέσεις του συστήματός με τον διακομιστή IoT για να διευκολύνει τον έλεγχο αυτών των συσκευών μέσω ασύρματων τεχνολογιών VPN (Dvorsak et al., 2018).



Εικόνα 24 Έλεγχος ταυτότητας βάσει VPN για απομακρυσμένη έξυπνη πρόσβαση στο σπίτι (Kyshwah and Rani, 2022)

Στη συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης, οι απαιτούμενοι κωδικοί προγραμματισμού θα χρησιμεύσουν ως εφαρμογή για κινητά για τον έλεγχο των αισθητήρων που ήταν συνδεδεμένοι στο Raspberry Pi. Η εικόνα 4.9 που ακολουθεί δείχνει την ανάπτυξη των αισθητήρων και των βαλβίδων μιας δεξαμενής νερού που συνδέονται με το Raspberry Pi μέσω ενός breadboard στην αρχική φάση δοκιμής πρωτοτύπου (Dvorsak et al., 2018).



Εικόνα 25 Ενσωματωμένα χειριστήρια συσκευής με breadboard raspberry Pi (Kyshwah and Rani, 2022)



Εικόνα 26 Αρχική ανάπτυξη ασφαλούς έξυπνου συστήματος αυτοματισμού δεξαμενών νερού (Kyshwah and Rani, 2022)

Άλλες έρευνες έχουν κάνει χρήση κωδικών με ένα εργαλείο λογισμικού ανοιχτού κώδικα που ονομάζεται NodeRed χρησιμοποιώντας κώδικα NodeJS και JavaScript. Χρησιμοποιώντας την εφαρμογή για κινητά, υφίσταται η δυνατότητα να ελέγξουμε τη ροή του νερού μέσα και έξω από τη δεξαμενή. Μόλις η δεξαμενή νερού αναπτύχθηκε με επιτυχία και δοκιμάστηκε στο ασφαλές σύστημα έξυπνου οικιακού αυτοματισμού, χρησιμοποιήθηκε το breadboard για να την επέκταση του αριθμού των θυρών στο Raspberry Pi για τη σύνδεση άλλων συσκευών του έξυπνου σπιτιού.

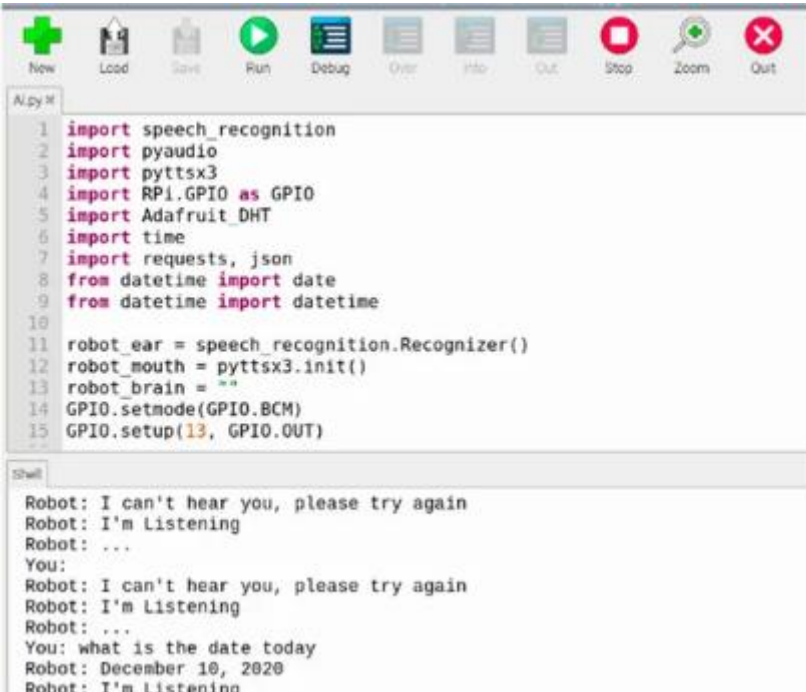
Στη συνέχεια προσαρμόστηκαν οι κωδικοί για κάθε αισθητήρα και χρησιμοποιήθηκαν φωνητικές εντολές που αναπτύχθηκαν στην Python για τη λειτουργία διαφόρων συσκευών στο έξυπνο σπίτι. Στη συνέχεια, η μηχανή AI για αναγνώριση φωνής εκπαιδεύτηκε ώστε να μαθαίνει διάφορες φωνές οικιακών χρηστών για να εξατομικεύει το σύστημα οικιακού αυτοματισμού (Buchanan, 2020).

Στην τελική φάση αξιολόγησης, η μονάδα αναγνώρισης φωνής (ρομπότ) της μηχανής AI υλοποιήθηκε χρησιμοποιώντας μια προσέγγιση μηχανικής μάθησης. Αυτό δοκιμάστηκε για την αναγνώριση της φωνής του χρήστη, καθώς και για να υποβληθεί σε εποπτευόμενες επαναλήψεις εκπαίδευσης μετά από κάθε αξιολόγηση, για να ενισχυθεί η στιβαρότητά του.

Δοκιμάστηκαν διαφορετικά σενάρια στέλνοντας εντολές ομιλίας για την εκτέλεση συγκεκριμένων ενεργειών για τον έλεγχο διαφόρων συσκευών στο έξυπνο σπίτι. Το ρομπότ αναγνώρισης ομιλίας εκπαιδεύτηκε αρχικά χρησιμοποιώντας αναζητήσεις μουσικής σε πρόγραμμα περιήγησης. Αυτό στη συνέχεια επεκτάθηκε χρησιμοποιώντας ένα προκαθορισμένο σύνολο λέξεων-κλειδιών όπως ενεργοποίηση, απενεργοποίηση, άνοιγμα, κλείσιμο, ημερομηνία, στάθμη νερού και άλλες που σχετίζονται επίσης με τις καιρικές παραμέτρους (Dvorsak et al., 2018).

Η εικόνα 4.10 που ακολουθεί δείχνει την έξοδο της εκπαίδευσης που υποβλήθηκε από το ρομπότ για να εμφανίσει την τρέχουσα ημερομηνία κατά την οποία χρησιμοποιήθηκε η φωνητική εντολή. Για τη φωνητική εντολή που δίνει ο χρήστης, όπως «Ποια είναι η ημερομηνία σήμερα;», το ρομπότ αναγνωρίζει την εντολή. Το ρομπότ ερμηνεύει την εντολή και ως αποτέλεσμα εμφανίζεται η τρέχουσα ημερομηνία.

Αυτές οι δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν δείχνουν ότι η ομιλία μεταφράστηκε σωστά σε κείμενο στα αγγλικά. Μετά τη διαδικασία εκμάθησης, το ρομπότ θα μπορούσε να λάβει τα αποθηκευμένα δεδομένα από τον υπολογιστή που είναι συνδεδεμένος στο ασφαλές δίκτυο IoT στο έξυπνο σπίτι για τη σωστή φωνητική αναγνώριση διαφορετικών χρηστών. Η συγκεκριμένη εικόνα δείχνει επίσης τα αποτελέσματα της εκπαίδευσης στην αναγνώριση ομιλίας, συμπεριλαμβανομένης της φιλικής προς τον χρήστη συνομιλίας ελεύθερου χρόνου του ρομπότ, λέγοντας «Ακούω» για να προσκαλέσει τον χρήστη να κάνει περαιτέρω εντολές (Buchanan, 2020).



```
1 import speech_recognition
2 import pyaudio
3 import pyttsx3
4 import RPi.GPIO as GPIO
5 import Adafruit_DHT
6 import time
7 import requests, json
8 from datetime import date
9 from datetime import datetime
10
11 robot_ear = speech_recognition.Recognizer()
12 robot_mouth = pyttsx3.init()
13 robot_brain = ""
14 GPIO.setmode(GPIO.BCM)
15 GPIO.setup(13, GPIO.OUT)
```

```
Robot: I can't hear you, please try again
Robot: I'm Listening
Robot: ...
You:
Robot: I can't hear you, please try again
Robot: I'm Listening
Robot: ...
You: what is the date today
Robot: December 10, 2020
Robot: I'm Listening
```

Εικόνα 27 Αποτελέσματα εκπαίδευσης αναγνώρισης ομιλίας (Kyshwah and Rani, 2022)

4.4 Μελέτη περίπτωσης 4

Τα έξυπνα σπίτια γίνονται όλο και πιο δημοφιλή με την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών και συσκευών που επιτρέπουν στους ιδιοκτήτες ενός σπιτιού να αυτοματοποιούν και να ελέγχουν διάφορες πτυχές του οικιακού τους περιβάλλοντος.

Ωστόσο, υπάρχουν αρκετές προκλήσεις που σχετίζονται με τα έξυπνα σπίτια που πρέπει να αντιμετωπιστούν προκειμένου να μεγιστοποιηθούν οι δυνατότητές τους. Παρακάτω θα μελετήσουμε τον τρόπο με τον οποίο διάφορες εταιρείες αντιμετώπισαν κάποιες από αυτές.

1. Nest labs

Η τεχνολογία έξυπνου σπιτιού μπορεί να κάνει τη ζωή μας πιο βολική και αποτελεσματική, αλλά μπορεί επίσης να αποτελέσει πρόκληση για τις εταιρείες να δημιουργήσουν ένα σύστημα που είναι εύκολο στη χρήση και την ενσωμάτωση. Μια εταιρεία που αντιμετώπισε την πρόκληση της πολυπλοκότητας είναι η Nest Labs, η οποία ιδρύθηκε το 2010 από τους πρώην μηχανικούς της Apple, Tony Fadell και Matt Rogers.

Η Nest Labs ξεκίνησε με το Nest Learning Thermostat, μια συσκευή που χρησιμοποιεί αλγόριθμους μηχανικής εκμάθησης για να προσαρμόζει αυτόματα τη θερμοκρασία ενός σπιτιού με βάση τις συνήθειες και τις προτιμήσεις των ενοίκων του. Ωστόσο, η Nest Labs συνειδητοποίησε γρήγορα ότι ο θερμοστάτης ήταν μόνο ένα συστατικό ενός μεγαλύτερου οικοσυστήματος έξυπνου σπιτιού και ότι η πολυπλοκότητα της ενσωμάτωσης πολλαπλών συσκευών θα μπορούσε να αποτελέσει σημαντικό εμπόδιο για τους καταναλωτές.

Για να αντιμετωπίσει αυτήν την πρόκληση, η Nest Labs εστίασε στη δημιουργία μιας απρόσκοπτης και διαισθητικής εμπειρίας χρήστη. Σχεδίασαν τα προϊόντα τους ώστε να είναι εύκολα στην εγκατάσταση και χρήση, με απλές διεπαφές και σαφείς οδηγίες. Έκαναν επίσης τα προϊόντα τους συμβατά με ένα ευρύ φάσμα άλλων έξυπνων οικιακών συσκευών, έτσι ώστε οι καταναλωτές να μπορούν να τις ενσωματώσουν εύκολα στα υπάρχοντα συστήματά τους.

Μια άλλη βασική στρατηγική που χρησιμοποίησε η Nest Labs ήταν να δώσει προτεραιότητα στο απόρρητο και την ασφάλεια των δεδομένων. Κατάλαβαν ότι οι έξυπνες οικιακές συσκευές συλλέγουν ευαίσθητες πληροφορίες για τους καταναλωτές και ότι οι παραβιάσεις δεδομένων θα μπορούσαν να αποτελούν σημαντικό κίνδυνο. Για να το αντιμετωπίσουν αυτό, εφάρμοσαν ισχυρή κρυπτογράφηση και άλλα μέτρα ασφαλείας για την προστασία των δεδομένων των χρηστών τους.

Επιπλέον, η Nest Labs επένδυσε πολλά στην υποστήριξη πελατών και στην εκπαίδευση. Δημιούργησαν λεπτομερή εγχειρίδια και διαδικτυακούς πόρους για να βοηθήσουν τους χρήστες να αντιμετωπίσουν προβλήματα και να μάθουν πώς να αξιοποιούν στο έπακρο τις συσκευές τους. Δημιούργησαν επίσης μια ειδική ομάδα υποστήριξης πελατών για την ταχεία αντιμετώπιση τυχόν προβλημάτων που προέκυψαν.

Εστιάζοντας σε αυτές τις στρατηγικές, η Nest Labs κατάφερε να αντιμετωπίσει την πρόκληση της πολυπλοκότητας και να δημιουργήσει ένα επιτυχημένο οικοσύστημα έξυπνου σπιτιού. Το 2014, η Nest Labs εξαγοράστηκε από την Google για 3,2 δισεκατομμύρια δολάρια και τα προϊόντα της συνεχίζουν να είναι δημοφιλή στους καταναλωτές σήμερα.

Ιστορικό: Τα έξυπνα σπίτια γίνονται όλο και πιο δημοφιλή καθώς όλο και περισσότεροι άνθρωποι προσπαθούν να αυτοματοποιήσουν και να απλοποιήσουν τη ζωή τους. Ωστόσο, καθώς τα σπίτια γίνονται πιο έξυπνα και πιο περίπλοκα, μπορεί επίσης να γίνουν πιο δύσκολα στη χρήση και την πλοήγηση. Αυτή η μελέτη περίπτωσης εξετάζει πώς μια εταιρεία έξυπνων κατοικιών αντιμετώπισε την πρόκληση της εξισορρόπησης της πολυπλοκότητας και της χρηστικότητας στο προϊόν της.

2. XYZ Smart Home

Η XYZ Smart Home αντιμετώπισε το πρόβλημα της φιλικότητας προς στο χρήστη. Στόχος της ήταν η δημιουργία ενός έξυπνου οικιακού προϊόντος που να είναι ταυτόχρονα εξαιρετικά λειτουργικό και εύκολο στη χρήση.

Για να εξερευνήσουν την πρόκληση της εξισορρόπησης της πολυπλοκότητας και της χρηστικότητας σε έξυπνα σπίτια μελέτησαν καταναλωτές που εγκατέστησαν πρόσφατα το σύστημα έξυπνου σπιτιού.

Οι πελάτες, ρωτήθηκαν σχετικά με την εμπειρία τους στο σύστημα, συμπεριλαμβανομένης της διαδικασίας εγκατάστασης, των συσκευών που περιλαμβάνονται και τη συνολική ικανοποίησή τους. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν αναλύθηκαν για να εντοπιστούν οι βασικές προκλήσεις και ευκαιρίες για τη βελτίωση της χρηστικότητας και της πολυπλοκότητας του συστήματος έξυπνου σπιτιού.

Η πλειοψηφία των παραπάνω, θεώρησε ότι η διαδικασία εγκατάστασης ήταν περίπλοκη, με πολλές συσκευές να απαιτούν διαφορετικές διαδικασίες εγκατάστασης και απαιτήσεις συνδεσιμότητας. Βρήκαν επίσης δύσκολο να θυμούνται τις διάφορες εντολές και τις ακολουθίες που απαιτούνται για τη χρήση του συστήματος, γεγονός που το έκανε λιγότερο διαισθητικό και φιλικό προς τον χρήστη.

Παρά τις προκλήσεις αυτές, οι χρήστες εκτίμησαν τα οφέλη άνεσης και ασφάλειας του συστήματος έξυπνου σπιτιού. Κατάφεραν να ελέγχουν τα φώτα, τη θέρμανση και τις κάμερες ασφαλείας τους από έναν κεντρικό κόμβο, γεγονός που τους εξοικονομούσε χρόνο και τους παρείχε ηρεμία. Ωστόσο, εξέφρασαν την απογοήτευσή τους για τον αριθμό των ειδοποιήσεων που έλαβαν από το σύστημα, γεγονός που καθιστούσε δύσκολη την ιεράρχηση προτεραιοτήτων και την ανταπόκριση σε κρίσιμες πληροφορίες.

Με βάση αυτά τα ευρήματα, έγιναν διάφορες συστάσεις για τη βελτίωση της χρηστικότητας και της πολυπλοκότητας του συστήματος έξυπνου σπιτιού με πρώτο την απλοποίηση της διαδικασίας εγκατάστασης. Το σύστημα θα πρέπει να σχεδιαστεί ώστε να έχει μια απλή και διαισθητική διαδικασία εγκατάστασης, με σαφείς οδηγίες και πόρους υποστήριξης διαθέσιμους στους χρήστες.

Σχετικά με τη βελτίωση της διεπαφής χρήστη, το σύστημα θα πρέπει να έχει μια διαισθητικό και φιλικό προς το χρήστη, με εντολές και ακολουθίες που είναι εύκολο να θυμούνται και να χρησιμοποιήσουν. Επίσης, ενσωμάτωσαν αλγόριθμους μηχανικής μάθησης για αυτόματη προσαρμογή των ρυθμίσεων με βάση τη συμπεριφορά και τις προτιμήσεις των χρηστών. Αυτό βοήθησε να μειωθεί η πολυπλοκότητα του προϊόντος και να γίνει πιο φιλικό προς τον χρήστη.

Τέλος, για τη βελτιστοποίηση ειδοποιήσεων και πληροφοριών, το σύστημα θα πρέπει να έχει σχεδιαστεί ώστε να τις ιεραρχεί και να τις φιλτράρει αυτόματα, με σκοπό οι χρήστες να λαμβάνουν μόνο τις πιο κρίσιμες και σχετικές από αυτές.

Τα έξυπνα σπίτια προσφέρουν σημαντικά οφέλη όσον αφορά την άνεση και την ασφάλεια, αλλά μπορεί επίσης να είναι πολύπλοκα και δύσκολα στη χρήση. Η πρόκληση της εξισορρόπησης της πολυπλοκότητας και της χρηστικότητας είναι ένα διαρκές ζήτημα στη βιομηχανία των έξυπνων κατοικιών και απαιτεί συνεχή προσοχή και καινοτομία για να διασφαλιστεί ότι αυτά τα συστήματα είναι προσβάσιμα και φιλικά προς τον χρήστη για όλους τους καταναλωτές.

Εστιάζοντας στις ανάγκες των χρηστών και απλοποιώντας τη διεπαφή χρήστη, το XYZ Smart Home κατάφερε να δημιουργήσει ένα εξαιρετικά λειτουργικό προϊόν που ήταν επίσης εύκολο στη χρήση, οδηγώντας σε ικανοποίηση πελατών & αυξημένες πωλήσεις.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όπως είδαμε στη συγκεκριμένη εργασία τα τελευταία χρόνια το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) έχει αιχμαλωτίσει ολόκληρο τον πλανήτη. Είναι ένα δίκτυο συνδεδεμένων συσκευών που μπορούν να παρακολουθούνται και να ελέγχονται εξ αποστάσεως μέσω του διαδικτύου. Η ιδέα του IoT έχει αναπτυχθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια. Πλέον έχει αρκετές διαφορετικές εφαρμογές καθώς χρησιμοποιείται σε διάφορους τομείς, συμπεριλαμβανομένων των έξυπνων κατοικιών, του υπολογιστικού νέφους και της φροντίδας υγείας (βιοϊατρική), της τηλεϊατρικής, των βιομηχανικών ρυθμίσεων και άλλων εφαρμογών.

Ενσωματωμένες στο IoT, οι τεχνολογίες ασύρματου δικτύου αισθητήρων επιτρέπουν παγκοσμίως συνδεδεμένες έξυπνες συσκευές με βελτιωμένη λειτουργικότητα. Το ασύρματο σύστημα έξυπνου οικιακού αυτοματισμού του δικτύου αποτελείται από αισθητήρες και ενεργοποιητές που μπορούν να μοιράζονται πόρους ή να επικοινωνούν μεταξύ τους, κάτι που είναι η πιο σημαντική τεχνολογία για τη δημιουργία έξυπνων σπιτιών.

Όπως φάνηκε από την εν λόγω εργασία, ένα «έξυπνο σπίτι» είναι μια ιδέα που αποτελεί μέρος της τεχνολογίας IoT που φιλοδοξεί να ενσωματώσει τον οικιακό αυτοματισμό. Είναι μια σημαντική πρόοδος να δίνεται η δυνατότητα στους καταναλωτές να παρακολουθούν και να ελέγχουν εξ αποστάσεως τις οικιακές συσκευές συνδεδεμένες στο διαδίκτυο. Στη σημερινή εποχή διατίθενται αρκετές έξυπνες συσκευές, συμπεριλαμβανομένων των διακοπών φώτων που μπορούν να ελεγχθούν με φωνητική εντολή ενός smartphone. Ένα έξυπνο σύστημα άρδευσης και θερμοστάτες που μπορούν να αλλάξουν τις εσωτερικές θερμοκρασίες ενώ παράγουν αναφορές ενέργειας, μειώνοντας τη σπατάλη νερού κ.λπ.

Τα τελευταία χρόνια, οι λύσεις έξυπνων κατοικιών ήταν πιο δημοφιλείς. Επίσης, εστίασαμε στο home automation. Τα συστήματα οικιακού αυτοματισμού είναι μια τεχνική μέθοδος ελέγχου, ανάδρασης, ενεργειών οικιακών συσκευών και έξυπνης παρακολούθησης με βάση τις απαιτήσεις των κατοίκων του σπιτιού. Τον τελευταίο καιρό, οι περισσότερες δραστηριότητες εναλλαγής είναι χειροκίνητες και δεν

χρησιμοποιούν την έννοια του IoT. Μια συσκευή ελέγχου είναι πολύ χρήσιμη για τον χρήστη, επειδή επιτρέπει τη διαχείριση και το χειρισμό όλων των συσκευών που είναι συνδεδεμένες στο σύστημα από μία μόνο τοποθεσία. Πλέον οι οικιακές συσκευές όπως ανεμιστήρες, φώτα και διακόπτες μπορούν να ελέγχονται εξ αποστάσεως μέσω ενός κεντρικού πίνακα ελέγχου.

Ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα των συστημάτων οικιακού αυτοματισμού είναι ο εύκολος έλεγχος και διαχείριση διαφόρων συσκευών όπως επιτραπέζιοι υπολογιστές, φορητοί υπολογιστές, smartphone, smartwatches κ.λπ. Εξίσου καθοριστικές δράσεις είναι ο έλεγχος φωτισμού, η ρύθμιση θερμοκρασίας, ο έλεγχος τηλεόρασης και κλιματισμού, για λόγους ασφαλείας η χρήση βιντεοκάμερα κ.λπ. Όλα αυτά παίζουν καθοριστικό ρόλο στην εξοικονόμηση χρόνου καθώς επίσης και χρήματος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική βιβλιογραφία

- Ρήτας Ν., (2020), Ασφάλεια στο διαδίκτυο των πραγμάτων, Διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Αθήνα.
- Σωτηρόπουλος Ε., Γούλα Ε., (2018), Το διαδίκτυο των πραγμάτων στη βιομηχανία, Διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.

Διεθνής βιβλιογραφία

- Boulogeorgos A.A., Pappi K.N., Karagiannidis G.K., (2017), Low Power Wide Area Networks for IoT Applications, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki.
- Buchanan M., (2020), The Smart Home Manual: How to Automate Your Home to Keep Your Family Entertained, Comfortable, and Safe, HomeTechHacker.
- Cheruvu S., Kumar A., Smith N., Wheeler D.M., (2020), Demystifying Internet of Things Security, APRESS.
- Da Costa F., (2013), Rethinking the internet of things, APRESS.
- Dvorsak B., Havelksa E., Pandzic H., Selic T., Tretinjak M., (2018), Smart Home Systems, SHVET.
- Dunko G., Misra J., Robertson J., Snyder T., (2017), A Reference Guide to the Internet of Things, Bridgera.
- Faanes K.E., (2014), Smart Cities - Smart Homes and Smart Home Technology, Thesis, Norwegian University of Science and Technology.
- Eun Cho M., Kim M.J., (2022), Smart Homes Supporting the Wellness of One or Two-Person Households, Sensors, 22(3), pp. 1-18.
- Fortino G., Trunfio P., (2014), Internet of Things Based on Smart Objects, Springer.

- Ghet M.E.M., (2018), Smart home automation using a mobile device, Thesis, Near East University Nicosia.
- Greengard S., (2015), The Internet of Things, MIT Press Essential Knowledge series.
- Hassan Q.F., (2018), Internet of Things A to Z: Technologies and Applications, Wiley-IEEE Press.
- Innocento L., (2017), The Smart Home as a Place of Control and Security - An Analysis of the Domestication of Smart Technologies for the Making of a Home, Thesis, Institut d'ethnologie Zurich.
- Komninos N., Philippou E., Pitsillides A., (2014), Survey in smart grid and smart home security: Issues, challenges and countermeasures, IEEE Communications Surveys & Tutorials, 16(4), pp. 1933-1954.
- Konstas N., (2017), Internet of things, LoraWan VS Nb-Iot, Master Thesis Subject, University of Piraeus, Piraeus.
- Kranz M., (2016), Building the Internet of Things: Implement New Business Models, Disrupt Competitors, Transform Your Industry, Wiley.
- Krichen M., Mechti S., Alroobaea R., Said E., Singh P., Khalaf O.I., Masud M., (2021), A formal testing model for operating room control system using internet of things, Comput. Mater. Contin., 66(3), pp. 2997–3021.
- Kumar S., (2021), Fundamentals of Internet of Things, CRC Press.
- Kyshwah M., Rani R., (2022), Home Automation and Security System Using Internet of Things, IGI Global.
- Miller M., (2017), My Smart Home for Seniors, Que Publishing.
- Murthy A., Irshad M., Noman S.M., Tang X., Hu B., Chen S., Khader G., (2022), Internet of Things, a vision of digital twins and case studies. In IoT and Spacecraft Informatics. Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, pp. 101–127.
- Raj P., Raman C.A., (2018), The Internet of Things, CRC Press.

- Serpanos D., Wolf M., (2018), Internet-of-Things (IoT) Systems: Architectures, algorithms, methodologies, Springer.
- Sicari S., Rizzardi A., Miorandi D., Cappiello C., Coen-Porisini A., (2016), A secure and quality-aware prototypical architecture for the Internet of Things, Information Systems, 58(2), pp. 43-55.
- Soldatos J., (2017), Building Blocks for IoT Analytics Internet-of-Things Analytics, River Publishers.
- Tabbane S., (2017), IoT Long Range Technologies: Standards, ITU.
- Tripathy B.K., Anuradha J., (2020), Internet of things (IoT) technologies applications challenges and solutions, CRC Press.
- Tsiatsis V., Karnouskos S., Holler J., Boyle D., Muligan C., (2018), Internet of Things: Technologies and Applications for a New Age of Intelligence, 2nd Edition, Academic Press.
- Vandome N., (2018), Smart Homes in easy steps: Master smart technology for your home, In Easy Steps Limited.
- Wilson C., Hargreaves T., Hauxwell-Baldwin R., (2013), Smart homes and their users: a systematic analysis and key challenges, Pers Ubiquit Comput, 2(2), pp. 1-15.

Διαδικτυακή βιβλιογραφία

- <https://www.simform.com/blog/home-automation-using-internet-of-things/>
- <https://coolweb.gr/ti-einai-rfid/>
- <https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/Internet-of-Things-IoT>
- <https://www.sap.com/greece/insights/what-is-iot-internet-of-things.html>
- <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2022/09/how-to-connect-iot-sensors-wirelessly-with-a-web-application/>