ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΣΥΣΚΕΥΕΣ INTERNET OF THINGS (IOT) ΚΑΙ SMART HOMES: ΕΞΕΛΙΞΗ, ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΚΑΙ ΟΙ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΠΟΥ ΠΑΡΕΧΟΝΤΑΙ ΣΤΗΝ ΑΛΛΑΓΗ ΤΗΣ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΟΤΗΤΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Εισηγητής: Σοφία Χρονοπούλου, ΑΜ 1149
Επιβλέπων: Ιωάννης Καπανταϊδάκης

©

2022-2023

HELLENIC MEDITERRANEAN UNIVERSITY

SCHOOL OF MANAGEMENT AND ECONOMICS SCIENCE

DEPARTMENT OF MANAGEMENT SCIENCE AND TECHNOLOGY

INTERNET OF THINGS (IOT) DEVICES AND SMART HOMES: EVOLUTION, PENETRATION AND THE POSSIBILITIES THEY PROVIDE TO CHANGE EVERYDAY

DIPLOMA THESIS

Student: Sofia Chronopoulou, AM 1149

Supervisor: IoannisKapantaidakis

©

2022-2023

<u>Υπεύθυνη Δήλωση</u> *: Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην πτυχιακή εργασία. Επίσης έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επίσης βεβαιώνω ότι αυτή η πτυχιακή εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά ειδικά για τις απαιτήσεις του προγράμματος σπουδών του Τμήματος Διοικητικής Επιστήμης και Τεχνολογίας του ΕΛ.ΜΕ.ΠΑ.*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η τεχνολογία IoT και άλλες καινοτόμες τεχνολογίες που αναπτύχθηκαν την τελευταία δεκαετία έχουν ξεκινήσει έναν μετασχηματισμό του σύγχρονου τρόπου ζωής. Η επίδρασή τους και το πεδίο εφαρμογής τους κυμαίνεται από την καθημερινότητα μέχρι τη βιομηχανία. Στην παρούσα εξετάζεται η διείσδυση, οι δυνατότητες, τα οφέλη, οι φόβοι υιοθέτησης και εν γένει οι αντιλήψεις και η στάση απέναντι σε συσκευές IoT σε έξυπνα σπίτια. Οι συσκευές IoT και τα έξυπνα σπίτια προσφέρουν τη δυνατότητα αυτοματοποίησης του συνόλου των λειτουργιών μιας οικίας με στόχο τη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου των χρηστών. Τα έξυπνα σπίτια βασίζονται σε δίκτυα αισθητήρων, που μεταφέρουν τον φυσικό στο ψηφιακό κόσμο, και ενεργοποιητών που εκτελούν ενέργειες. Ανάλογα με την αρχιτεκτονική του, σε ένα σύστημα έξυπνου σπιτιού η διακίνηση και επεξεργασία των δεδομένων μπορεί να γίνεται μόνον τοπικά ή και σε υπολογιστικό νέφος. Οι δυνατότητες είναι μεγάλες, και η αξία πίσω από τις συσκευές IoT και τα έξυπνα σπίτια είναι συμπυκνωμένη στις πληροφορίες που γίνονται διαθέσιμες στους χρήστες και στις εφαρμογές που μπορούν να λειτουργήσουν βάσει αυτών των πληροφοριών. Βάσει της πρωτογενούς έρευνας, η πλειοψηφία των συμμετεχόντων έχει γνώση γύρω από τις εξεταζόμενες τεχνολογίες και μάλιστα χρησιμοποιεί ήδη συσκευές IoT. Προτείνεται ότι τα έξυπνα διευκολύνουν την εξοικονόμηση ενέργειας, τη ρύθμιση των επιθυμητών συνθηκών άνεσης στο σπίτι, τη βελτίωση της ασφάλειας του σπιτιού και των χρηστών, αλλά και προσφέρουν τη δυνατότητα επέκτασης των δυνατοτήτων τους ανά πάσα στιγμή. Οι συμμετέχοντες δεν αξιολογούν τις δυνατότητες απομακρυσμένου ελέγχου και φαίνεται ότι αξιολογούν περισσότερο τον αυτόματο έλεγχο που εκτελείται τοπικά στα έξυπνα σπίτια. Μεγάλη δε μερίδα των συμμετεχόντων αξιολογεί ότι τα έξυπνα σπίτια παρέχουν καλύτερες δυνατότητες φροντίδας και επιτήρησης προστατευόμενων μελών, όπως ηλικιωμένων και παιδιών. Ο επικρατέστερος φόβος των συμμετεχόντων είναι αυτός για την πιθανή παραβίαση της ιδιωτικότητάς τους και ακολουθεί το κόστος των συσκευών IoT και ο φόβος αδυναμίας χρήσης σε περίπτωση διακοπής ρεύματος. Προβλήματα εξοικείωσης με τις IoT εφαρμογές αναφέρουν οι λιγότεροι συμμετέχοντες.

Λέξεις Κλειδιά : IoT, Έξυπνο Σπίτι, Αυτοματισμός, Διαδίκτυο των Πραγμάτων

ABSTRACT

IoT technology and other innovative technologies developed in the last decade have initiated a transformation of the modern way of life. Their impact and scope ranges from everyday life to industry. This examines penetration, capabilities, benefits, adoption fears and attitudes and attitudes towards IoT devices in smart homes in general. IoT devices and smart homes offer the ability to automate all the functions of a home with the aim of improving the standard of living of users. Smart homes rely on networks of sensors, which transport the physical to the digital world, and actuators that perform actions. Depending on its architecture, in a smart home system data can only be handled and processed locally or in a cloud. The potential is great, and the value behind IoT devices and smart homes is condensed into the information made available to users and the applications that can work based on that information. Based on the primary survey, the majority of the participants have knowledge about the technologies under consideration and even already use IoT devices. It is suggested that smart ones make it easier to save energy, regulate the desired comfort conditions in the home, improve the safety of the home and users, but also offer the possibility of expanding their capabilities at any time. Participants do not evaluate remote control capabilities and seem to evaluate more the automatic control performed locally in smart homes. A large proportion of the participants evaluate that smart homes provide better possibilities for caring for and supervising dependents, such as the elderly and children. The prevailing fear of the participants is that of the possible invasion of their privacy, followed by the cost of IoT devices and the fear of inability to use in the event of a power outage. Problems of familiarization with IoT applications are reported by the fewest participants. It is recorded that the power of fear is greater in participants who do not have a good knowledge of IoT devices and smart homes.

Key Words : IoT, Smart Home, Automation, Internet of Things

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ i

ABSTRACT ii

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ iv

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ vii

ΛΙΣΤΑ ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ viii

ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ ix

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ xi

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ 1

1.1 Η παρουσία του διαδικτύου στην ζωή μας 1

1.2 Από τα πρώτα βήματα στο σήμερα 1

1.3 Επικοινωνία μεταξύ δικτύων 2

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ INTERNET OF THINGS 5

2.1 Internet of Things (IOT) έννοια 5

2.2 Χαρακτηριστικά 6

2.3 Αρχιτεκτονική 7

2.3.1 Αρχιτεκτονική 3 επιπέδων (3-Layer architecture) 8

2.3.2 Αρχιτεκτονική 4 επιπέδων (4-Layer Architecture) 9

2.3.3 Αρχιτεκτονική 5 επιπέδων (5-Layer Architecture) 10

2.4 Πρωτόκολλα Επικοινωνίας 11

2.4.1 Δίκτυα μεγάλης εμβέλειας και χαμηλής κατανάλωσης (LPWAN) 13

2.4.1.1 Sigfox 13

2.4.1.2 Cellular 13

2.4.2 Δίκτυα μικρής εμβέλειας 13

2.4.2.1 6LoWPAN 13

2.4.2.2 ZigBee 14

2.4.2.3 BLE 14

2.4.2.4 RFID 14

2.4.2.5 NFC 14

2.4.2.6 Z-Wave 15

2.5 Μεθοδολογία και Μοντέλα 15

2.6 Επιχειρηματική Αξία των συσκευών IoT 18

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΣΥΣΚΕΥΕΣ IOT 21

3.1 Συσκευές Smart Homes έννοια 21

3.2 Ανάπτυξη και Υπηρεσίες 21

3.3 Ιστορική αναδρομή 23

3.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα 25

3.3 Στοιχεία Συστήματος Smart Home αυτοματισμού με βάση το IOT 28

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ 30

4.1 Αρχιτεκτονική Συστημάτων 30

4.2 Αισθητήρες 32

4.3 Εφαρμογές 32

4.4 Ανάλυση Δεδομένων 33

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΕΠΙΡΡΟΕΣ 34

5.1 Έξυπνες πόλεις 34

5.2 Έξυπνα Νοσοκομεία 36

5.3 Γεωργία και Καλλιέργεια 36

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ 38

6.1 IOT στην βιομηχανίες/τεχνίες 38

6.2 IOT εφαρμογές στην ιατρική 39

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΡΕΥΝΑΣ 40

7.1 Εισαγωγή 40

7.2 Δημογραφικά 41

7.3 Χρήση συσκευών IoT σε εφαρμογές Smart Homes 42

7.4 Προσδοκώμενα οφέλη 44

7.5 Φόβοι και προκλήσεις 48

7.6 Έλεγχος συσχετίσεων 50

ΣΥΝΟΨΗ 58

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 60

Α. ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ 60

Β. ΕΛΛΗΝΙΚΗ 65

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α 66

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Ορολογία αναφοράς πέντε επιπέδων πρωτοκόλλου TCP/IP (Microchip Technology, 2019) 4

Πίνακας 2: Σύνοψη ελέγχου εσωτερικής συνοχής 40

Πίνακας 3: Υπολογισμός δείκτη εσωτερικής συνοχής 40

Πίνακας 4: Έλεγχος συσχετίσεων δημογραφικών χαρακτηριστικών και χρήσης – εξοικείωσης με τις συσκευές IoT και τα έξυπνα σπίτια 51

Πίνακας 5: Έλεγχος συσχετίσεων δημογραφικών χαρακτηριστικών και προσδοκώμενων ωφελειών 53

Πίνακας 6: Έλεγχος συσχετίσεων δημογραφικών χαρακτηριστικών και προκλήσεων - φόβων 56

ΛΙΣΤΑ ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Γράφημα 1: Δημογραφικά 41

Γράφημα 2: Ηλικία 42

Γράφημα 3: Επίπεδο εκπαίδευσης 42

Γράφημα 4: Γνωρίζετε τι είναι η τεχνολογία IoT; 43

Γράφημα 5: Γνωρίζετε τι είναι ένα έξυπνο σπίτι; 43

Γράφημα 6: Έχετε εγκαταστήσει κάποια συσκευή την οποία ελέγχεται μέσω εφαρμογής στο κινητό σας; 44

Γράφημα 7: Με διευκολύνουν να ελέγχω τις συσκευές στο σπίτι από όπου και αν είμαι 44

Γράφημα 8: Με διευκολύνουν να έχω τις κατάλληλες συνθήκες θέρμανσης, φωτισμού, κλιματισμού και σκίασης στο σπίτι 45

Γράφημα 9: Με διευκολύνουν να πετύχω εξοικονόμηση ενέργειας 45

Γράφημα 10: Με βοηθάνε να κάνω το σπίτι μου πιο ασφαλές 46

Γράφημα 11: Μπορώ να προσθέσω οποιαδήποτε στιγμή όποια ακόμα συσκευή θέλω 46

Γράφημα 12: Με έχουν βοηθήσει να προσέχω καλύτερα τα μεγαλύτερη μέλη της οικογένειάς μου που χρειάζονται φροντίδα (π.χ. γονείς) 47

Γράφημα 13: Με έχουν βοηθήσει να προσέχω καλύτερα την οικογένειά μου (π.χ. τις κινήσεις των παιδιών μου) 48

Γράφημα 14: Φοβάμαι ότι κινδυνεύει η ιδιωτικότητά μου 48

Γράφημα 15: Φοβάμαι ότι σε περίπτωση διακοπής δικτύου ή ρεύματος δεν μπορώ να χρησιμοποιήσω τις συσκευές μου 49

Γράφημα 16: Το κόστος των συσκευών IoT με προβληματίζει 49

Γράφημα 17: Δεν μπορώ να εξοικειωθώ με τις εφαρμογές των συσκευών IoT 50

ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Αρχιτεκτονική IoT 3 επιπέδων (Yousuf, et al., 2015) 9

Εικόνα 2: Αρχιτεκτονική IoT 3, 4 και 5 επιπέδων (Mahmoud, et al., 2015) 10

Εικόνα 3: Πρότυπο σχεδιασμού επιχειρηματικού μοντέλου (Lee, et al., 2011) 16

Εικόνα 4: Προτεινόμενο επιχειρηματικό μοντέλο IoT – βασικές συνιστώσες (Sun, et al., 2012) 17

Εικόνα 5: Επιχειρηματικό μοντέλο IoT στη βιομηχανία διακίνησης αλληλογραφίας (Fan & Zhou, 2011) 17

Εικόνα 6: Επιχειρηματικό μοντέλο διαχείρισης χαρτοφυλακίων (Management of Portfolios) (Li&Xu, 2013) 18

Εικόνα 7: Η αξία που δημιουργούν τα συστήματα IoT αλλάζει ανάλογα με την οπτική και το πεδίο εφαρμογής (Khan, et al., 2017) 19

Εικόνα 8: Συσκευές IoT σε ένα έξυπνο σπίτι (Shahinzadeh, et al., 2019) 22

Εικόνα 9: Συσκευές IoT σε ένα έξυπνο σπίτι (Yang, et al., 2018) 23

Εικόνα 10: Στοιχεία συστήματος αυτοματισμού IoT σε έξυπνα σπίτια (Linh-An&Taehong, 2020) 29

Εικόνα 11: Αρχιτεκτονική συστήματος έξυπνου σπιτιού (Yang, etal., 2017) 30

Εικόνα 12: Διαφορετικοί τύποι αισθητήρων σε έξυπνα σπίτια (Sehrawat&Gill, 2019) 32

Εικόνα 13: Δομή έξυπνης πόλης (16) 34

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

6LoWPAN: IPv6 over Low-Power Wireless Personal Area Networks

ARPANET: Advanced Research Projects Agency Network

BLE: Bluetooth Low Energy

DARPA: Defense Advanced Research Projects Agency

FTP: File Transfer Protocol

HTTP: Hypertext Transfer Protocol

Iot: Internet of things

IP: Internet Protocol

Kbps: kilobits per second

LPWAN: Low-power WAN

MAC: Media Access Control

NFC: Near Field Communication

RFID: Radio Frequency Identification

SMTP: Simple Mail Transfer Protocol

TCP: Transmission Control Protocol

UAV: Unmanned Arial Vehicle

WAN: Wide Area Network

Wi-Fi: Wireless Fidelity

ΤΠΕ: Τεχνολογία Πληροφορίας και Επικοινωνίας

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω τον επιβλέπων καθηγητή μου, Ιωάννη Καπανταϊδάκη, για την στήριξη του από την αρχή μέχρι και την ολοκλήρωση της εργασίας. Επιπλέον, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην οικογένεια μου που ήταν δίπλα μου κατά την διάρκεια φοίτησης μου αλλά και για την πολύτιμη βοήθεια τους για την εκπλήρωση της παρούσας. Επίσης, δεν θα μπορούσα να παραλείψω και την στήριξη του στενού μου κύκλου για όλες τις συμβουλές και προτάσεις που ήταν σημαντικοί παράγοντες του τελικού αποτελέσματος.

Συνοψίζοντας, θέλω να ευχαριστήσω και το τμήμα του Ελληνικού Μεσογειακού Πανεπιστήμιου που μου χάρισε τις γνώσεις και εμπειρίες που απαιτούνται για την επαγγελματική και προσωπική μου ανάπτυξη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1
ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο παρόν κεφάλαιο πραγματοποιείται σύντομη εισαγωγή στο ευρύτερο πλαίσιο του ερευνητικού θέματος, με αναδρομή στην ιστορία του διαδικτύου από τη γέννησή του μέχρι σήμερα.

1.1 Η παρουσία του διαδικτύου στην ζωή μας

Το διαδίκτυο είναι μια οντότητα που έχει ενεργή παρουσία στις ζωές μας. Εν έτη 2022 έχει ενταχθεί πλήρως στην καθημερινότητα μας, τόσο σε προσωπικό επίπεδο όσο και σε επαγγελματικό. Όλοι οι τομείς πλέον έχουν πρόσβαση στο διαδίκτυο ενώ παράλληλα καθιστά βασικό αντικείμενο για την διεξαγωγή σημαντικών ενεργειών. Η αλήθεια είναι πως από την στιγμή που εντάχθηκε στην καθημερινότητά μας η νοοτροπία και ο τρόπος ζωής μας έχουν αλλάξει ριζικά. Πλέον μας δίνεται η δυνατότητα να επικοινωνούμε με όποια τοποθεσία θελήσουμε, να ανταλλάζουμε αρχεία, να κάνουμε αγορές ή μέχρι και να γραφτούμε σε κάποια σχολή. Έχουμε φτάσει στο σημείο που η πρόσβαση στο διαδίκτυο είναι τόσο γνώριμη που κανείς θα την έλεγε και δεδομένη. Είναι αξιοσημείωτο ότι παρόλο που βασιζόμαστε τόσο πολύ στο διαδίκτυο, τη σήμερον ημέρα πολλοί “διαδικτυακοί πολίτες” δεν γνωρίζουν από πού προήλθε, πως ξεκίνησε ή ακόμα και πως λειτουργεί (Saha, etal., 2016).

1.2 Από τα πρώτα βήματα στο σήμερα

Η ιστορία μας πάει πίσω στην δεκαετία του 1950, όταν ο ψυχρός πόλεμος της Βόρειας Αμερικής και της Σοβιετικής Ένωσης ήταν στα κορυφώματα. Και οι δύο δυνάμεις είχαν στην κατοχή τους πυρηνικά όπλα αρκετά για να καταστρέψουν στρέμματα μεγάλης εμβέλειας. Δεν χρειάστηκε πολύ μέχρι οι ΗΠΑ να συνειδητοποιήσει ότι χρειάζεται ένα σύστημα επικοινωνιών που δεν θα μπορούσε να επηρεαστεί από μια τέτοια πυρηνική επίθεση. Τότε ιδρύθηκε η Υπηρεσία Προηγμένων Αμυντικών Ερευνητικών Έργων (DARPA) ενώ παράλληλα εφευρέθηκαν και οι πρώτοι υπολογιστές (1952) όπου μαζί τους ξεκίνησε και η ιστορία του διαδικτύου(Leiner, etal., 1997).

Στα μέσα του 1960, μια έρευνα πάνω στην θεωρία δικτύωσης δεδομένων , αρχιτεκτονικής και υλοποίησης (LeonardKleinrock, PaulBaran και DonaldDavies) συγχωνεύτηκε με την DARPA η οποία βρισκόταν στην ανάπτυξη μιας επαναστατικής μεθόδου επικοινωνίας η

οποία λεγόταν “εναλλαγή πακέτων” ή αλλιώς “packetswitching”. Η ένωση αυτή δημιούργησε μια ιστορική “ρήξη” που τελικά οδήγησε στην γέννηση της ARPANET (1969) και δεδομένου της παρουσίας του ίντερνετ στις ζωές μας, η δημιουργία της ARPANET είναι μία από τις σημαντικότερες εφευρέσεις στην ιστορία επικοινωνιών (Leiner, etal., 1997).

Την δεκαετία του 70 και 80 ξεκινάνε οι πρώτες συνδέσεις. Η επικοινωνία μεταξύ δικτύων εκείνη την εποχή δεν ήταν εφικτή μεταξύ ανόμοιων δικτύων, η αποστολή δεδομένων από τον έναν υπολογιστή στον άλλο για να επιτευχθεί έπρεπε το δίκτυο των υπολογιστών να βρίσκεται στον ίδιο ξενιστή (host). Ο στόχος ήταν να ξεπεραστούν οι διαφορετικές λογικές που χρησιμοποιούσε το κάθε δίκτυο και να επιτευχθεί η ομοιόμορφη διακίνηση δεδομένων ανεξαρτήτως του δικτύου. Μέσα σε εκείνη την δεκαετία, δημοσιεύτηκε η έρευνα του VintCerf and BobKahn από την οποία προέκυψε το πρωτόκολλο TCP/IP (1980) όπου στην συνέχεια χωρίστηκε σε 2 ξεχωριστά: το IP (Internet Protocol) που προέβλεπε μόνο τη διευθυνσιοδότηση και την προώθηση μεμονωμένων πακέτων, και το TCP (TransmissionControlProtocol) το οποίο αφορούσε χαρακτηριστικά υπηρεσιών όπως ο έλεγχος ροής και η ανάκτηση από χαμένα πακέτα. Πλέον διαφορετικά δίκτυα με κοινή IP μπορούσαν να συνδεθούν μεταξύ τους και να αποτελούν ένα κοινό δίκτυο (vanWessel& de Vries, 2012).

Παράλληλα, το NationalScienceFoundation (NSF) δημιουργεί το δικό του γρηγορότερο δίκτυο (NSFNET), χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο TCP/IP σαν βάση. Μέχρι τα τέλη του ‘80 δεκάδες χώρες και χιλιάδες πανεπιστήμια χρησιμοποιούσαν το παγκόσμιο NSFNET δίκτυο ενώ παράλληλα νέα δίκτυα από οργανισμούς και την ανώτατη εκπαίδευση δημιουργούνταν πάνω του, οδηγώντας στην γέννηση της γνωστής ονομασίας INTERNET. Στο τέλος της δεκαετίας του 80, η ARPANET καταργείτε (1990). Το TCP/IP είχε αντικαταστήσει ή ακόμα καλύτερα, περιθωριοποιήσει τα περισσότερα πρωτόκολλα δικτύων ευρείας περιοχής παγκοσμίως και η IP ήταν στην τελική ευθεία για να γίνει η υπηρεσία φορέα για την Παγκόσμια Υποδομή Πληροφοριών (Kleinrock, 2010).

1.3 Επικοινωνία μεταξύ δικτύων

Γνωρίζοντας την βασική ιστορία του διαδικτύου μπορούμε να προχωρήσουμε σε μια πιο εμβριθή ανάλυση και να ρίξουμε μια κοντινότερη ματιά στο πως λειτουργούν τα πρωτόκολλα επικοινωνίας δικτύων ώστε να κατανοήσουμε πλήρως το ταξίδι που πραγματοποιούν οι

πληροφορίες. Η λειτουργία των πρωτοκόλλων ουσιαστικά είναι να καθορίζουν την διαδρομή που θα ακολουθηθεί όταν αποσταλούν/παραληφθούν δεδομένα από τον έναν υπολογιστή στον άλλο. Ας δούμε λοιπόν το πιο γνωστό πρωτόκολλο TCP/IP (Kleinrock, 2010).

Το πρότυπο TCP/IP αποτελείται από 4 απλά επίπεδα:

- εφαρμογή (application)
- μεταφορά (transport)
- διαδίκτυο (internet)
- σύνδεσμος (link)

Η TCP/IP μελλοντικά αναβαθμίστηκε και η πλέον αναβαθμισμένη έκδοση αποτελείται από πέντε επίπεδα:

- εφαρμογή (application)
- μεταφορά (transport)
- δίκτυο (network)
- Σύνδεσμος δεδομένων (Datalink)
- Φυσικό επίπεδο (Physical)

Η σειρά είναι αριθμημένη από κάτω προς τα πάνω όμως η κατεύθυνση που ακολουθείτε εξαρτάται από το αν είσαι ο αποστολέας ή ο παραλήπτης. Ουσιαστικά δεν υπάρχει καμία λειτουργική διαφορά, αυτό που διαφέρει είναι το τελευταίο επίπεδο της πρότυπης έκδοσης το οποίο έχει χωριστεί σε δύο διαφορετικά στην αναβαθμισμένη. Στα πρώτα τρία επίπεδα ανήκουν επιπλέον πρωτόκολλα διαφορετικών χρήσεων. Πιο αναλυτικά, στο επίπεδο της εφαρμογής έχουμε πρωτόκολλα εφαρμογής όπως HTTP, FTP, SMTP, ενώ στο επίπεδο μεταφοράς έχουμε τα δύο πιο γνωστά πρωτόκολλα TCP και UDP, ενώ στο επίπεδο δικτύου έχουμε τις IP και ROUTERS. Στο επίπεδο του δικτύου ανήκει το ethernet και wifi και τέλος, στο φυσικό επίπεδο ανήκουν υλικά πράγματα που μπορούμε να αγγίξουμε όπως καλώδια και κάρτες διεπαφής δικτύου(Abu-Alhaj, etal., 2011).

Layer #	Layer Name	Protocol	Protocol Data Unit	Addressing
5	Application	HTTP, SMTP, etc…	Messages	n/a
4	Transport	TCP/UDP	Segments/ Datagrams	Port #s
3	Network or Internet	IP	Packets	IP Address
2	Data Link	Ethernet, Wi-Fi	Frames	MAC Address
1	Physical	10 Base T, 802.11	Bits	n/a

Πίνακας 1: Ορολογία αναφοράς πέντε επιπέδων πρωτοκόλλου TCP/IP (MicrochipTechnology, 2019)

Καθώς αποστέλλονται δεδομένα το κάθε επίπεδο προσθέτει την δική του πληροφορία, ή αλλιώς μπαίνει σε διαδικασία ενθυλάκωσης (encapsulation). Ξεκινώντας από το επίπεδο εφαρμογής όπου εισάγουμε τα δεδομένα όπως μια απλή εισαγωγή μηνύματος από το πληκτρολόγιο, έπειτα μεταβιβάζεται στο επίπεδο μεταφοράς όπου στοιχεία μεταφοράς όπως μια TCP κεφαλίδα (η οποία περιέχει την πηγή, τον αριθμό θύρας προορισμού, συχνότητες κα.) προστίθενται. Στη συνέχεια, στο επίπεδο δικτύου, καταχωρείται η διεύθυνση IP (με την διεύθυνση της πηγής και του προορισμού). Όταν τα δεδομένα φτάσουν στο επόμενο επίπεδο (DataLink) μια επικεφαλίδα προστίθεται στην αρχή, η οποία περιέχει κυρίως τη διεύθυνση MAC του προορισμού και της πηγής, και μια στο τέλος, η οποία αναλαμβάνει τον έλεγχο σφαλμάτων και τη διασφάλιση ότι τα δεδομένα έχουν ληφθεί σωστά. Τέλος, όταν φτάνουμε στο φυσικό επίπεδο τα δεδομένα διαβιβάζονται στην συσκευή του παραλήπτη όπου ξεκινάνε να ξεδιπλώνονται (decapsulation) οι πληροφορίες σε κάθε επίπεδο ακολουθώντας την αντίθετη κατεύθυνση, από το φυσικό επίπεδο προς της εφαρμογής (Fu, etal., 2013).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ INTERNET OF THINGS

Αφού έχουμε καλύψει τα κενά και έχουμε αντιληφθεί πώς λειτουργεί και πώς η επικοινωνία είναι επιτεύξιμη μέσω δικτύων μπορούμε να συνεχίσουμε στο κυρίως θέμα της παρούσης που είναι η τεχνολογία και οι συσκευές IoT.

2.1 Internet of Things (IOT) έννοια

Σε αυτόν τον ραγδαία εξελισσόμενο κόσμο νέες τεχνολογίες μας συστήνονται καθημερινά. Όλοι έχουμε στην κατοχή μας έστω μία συσκευή που να συνδέεται στο διαδίκτυο, και ενώ κάποτε οι μόνες συσκευές που είχαν πρόσβαση ήταν οι υπολογιστές, σήμερα το μεγαλύτερο ποσοστό, αν όχι όλο, μπορεί να συνδέεται στο διαδίκτυο ανά πάσα ώρα και στιγμή (smartphones, ρολόγια, τηλεοράσεις κλπ.). Τέτοιες συσκευές θα μπορούσαν να ήταν μία λάμπα στο σπίτι μέχρι και το αυτοκίνητο στο γκαράζ. Εφόσον η πληθώρα του πληθυσμού είναι πιά γνώριμη με τέτοιου είδους συσκευές, το IOT έχει ενταχθεί ήδη στην ζωή μας, ασυνείδητα. Η έννοια Internet of Things επινοήθηκε το 1999 από τον επιχειρηματία KevinAshton, συνιδρυτής του Auto-ID Center στο MIT και μέλος της κοινότητας που ανακάλυψε την συνδεσιμότητα αντικειμένων στο διαδίκτυο με την χρήση RFID (RadioFrequencyIdentification) συστημάτων (Parwekar, 2011). Ο Ashton χρησιμοποίησε τη φράση Internet of Things σε μία παρουσίαση το 1999 και η ονομασία έχει "κλειδωθεί" από τότε. Ο κόσμος των IOT είναι μία κοινότητα όπου αντικείμενα που μας περιβάλλουν, διασυνδεδεμένα (ενσύρματα ή ασύρματα) μέσω δημόσιων ή ιδιωτικών IP δικτύων, μπορούν να αισθάνονται, να επικοινωνούν και να μοιράζονται πληροφορίες. Αυτά τα διασυνδεδεμένα αντικείμενα έχουν δεδομένα που συλλέγονται τακτικά, αναλύονται και χρησιμοποιούνται για την ανάληψη δράσης, παρέχοντας μια πληθώρα πληροφοριών για το σχεδιασμό, τη διαχείριση και τη λήψη αποφάσεων. Το IOT δεν είναι μια μοναδική τεχνολογία αλλά μια μίξη διάφορων software και hardware τεχνολογιών όπου βάση των προαναφερθέντων μπορεί να προσφέρει λύσεις και νέες εμπειρίες στους χρήστες του (Gokhale, etal., 2018).

Η επικοινωνία IOT μπορεί να χωριστεί σε 3 κατηγορίες, με κυριότερη να είναι η τρίτη:

1. Από άνθρωπο σε άνθρωπο (humantohuman)
2. Από άνθρωπο σε συσκευή (humantomachine)

3. Από συσκευή σε συσκευή (machinetomachine)

Επιχειρήσεις, κοινότητες και άνθρωποι μπορούν να επωφεληθούν από IOT συσκευές καθώς μέγιστες διεργασίες μπορούν να προβλεφθούν και να αυτοματοποιηθούν. Μπορεί να εφαρμοστεί σε πολλές πτυχές όπως είναι η προσωπική υγεία, η δημόσια ασφάλεια, η βιομηχανική παρακολούθηση, η προστασία του περιβάλλοντος, οι έξυπνες μεταφορές, τα έξυπνα σπίτια και άλλοι τομείς. Με λίγα λόγια, ο κόσμος του Διαδικτύου των Πραγμάτων είναι η νέα επανάσταση του διαδικτύου (Kumar, etal., 2019).

2.2 Χαρακτηριστικά

Στην παράγραφο αυτή παρουσιάζονται και συζητούνται τα χαρακτηριστικά που διέπουν την τεχνολογία IoT (Madakam, etal., 2015; Nord, etal., 2019).

Δια συνδεσιμότητα: με την ένταξη του IOT, η συνδεσιμότητα των πραγμάτων δεν ήταν ποτέ ισχυρότερη. Χωρίς ομαλή επικοινωνία μεταξύ των αλληλένδετων στοιχείων των IOT οικοσυστημάτων (π.χ. Αισθητήρες, υπολογιστικές μηχανές, κόμβοι δεδομένων κλπ.) δεν είναι δυνατή η εκτέλεση οποιασδήποτε ορθής χρήσης. Οι συσκευές IOT μπορούν να συνδεθούν μέσω ραδιοκυμάτων, bluetooth, Wi-Fi, Li-Fi κι άλλων πρωτοκόλλων. Συσκευές IOT έχουν πλήρη πρόσβασή στην παγκόσμια υποδομή πληροφοριών ενώ παράλληλα, η ικανότητα επικοινωνίας και ανταλλαγής δεδομένων μεταξύ δύο ή και περισσότερων συσκευών είναι εφικτή.

Ετερογένεια: Οι IOT συσκευές βασίζονται σε διαφορετικές πλατφόρμες υλικού και δικτύων, πράγμα που σημαίνει ότι μπορούν να αλληλοεπιδρούν χωρίς πρόβλημα με άλλες συσκευές ή πλατφόρμες υπηρεσιών.

Σχετικές υπηρεσίες: Το IoT είναι σε θέση να παρέχει υπηρεσίες που σχετίζονται με τα "πράγματα" εντός των περιορισμών, όπως προστασία της ιδιωτικής ζωής και σημασιολογική συνοχή μεταξύ φυσικών πραγμάτων και των συναφών εικονικών πραγμάτων τους.

Δυναμικές αλλαγές: Η κατάσταση των συσκευών αλλάζει δυναμικά, για παράδειγμα μπαίνουν μόνες τους σε λειτουργία ύπνου ή και το αντίθετο, συνδέονται και αποσυνδέονται, όπως επίσης και διαχειρίζονται την λειτουργία άλλων συσκευών, συμπεριλαμβανομένης της θέσης και της ταχύτητας.

Νοημοσύνη: Η εξαγωγή δεδομένων από τις συσκευές αισθητήρων είναι πολύ σημαντική. Τα δεδομένα αυτά είναι χρήσιμα μόνο αν ερμηνευθούν σωστά. Τα IoT εκτελούν λειτουργίες στα δεδομένα που ανιχνεύονται με τέτοιο τρόπο ώστε τα αποτελέσματα να είναι χρήσιμα. Πρόκειται για την ιδιότητα νοημοσύνης που κατέχουν τα IoT.

Προσαρμοστικότητα: Οι συσκευές IOT προσαρμόζονται ανάλογα τις καταστάσεις, δηλαδή κατέχουν τεχνική αυτό προσαρμογής. Για παράδειγμα, μια κάμερα μπορεί να καταγράφει δεδομένα ανάλογα με τις συνθήκες φωτισμού (αν είναι τελείως σκοτάδι), ή να μετατοπίζεται αυτόματα σε νυχτερινή ή ημερήσια λειτουργία.

Ασφάλεια: Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά του οικοσυστήματος IoT είναι η ασφάλεια. Σε όλη τη ροή ενός οικοσυστήματος IoT, οι ευαίσθητες πληροφορίες μεταφέρονται από τα τελικά σημεία στο επίπεδο ανάλυσης μέσω στοιχείων συνδεσιμότητας. Κατά το σχεδιασμό ενός συστήματος IoT πρέπει να τηρούμε τα κατάλληλα μέτρα ασφαλείας, προστασίας και τείχη προστασίας για να κρατήσουμε τα δεδομένα μακριά από κακή χρήση και χειραγωγήσεις. Η υπονόμευση οποιουδήποτε στοιχείου του IoT οικοσυστήματος μπορεί να οδηγήσει σε αποτυχία ολόκληρου του συστήματος.

Συνδεσιμότητα: Η συνδεσιμότητα επιτρέπει την προσβασιμότητα και συμβατότητα του δικτύου. Προσβασιμότητα είναι η είσοδος σε ένα δίκτυο ενώ η συμβατότητα παρέχει την κοινή ικανότητα κατανάλωσης και παραγωγής δεδομένων.

2.3Αρχιτεκτονική

Όπως είδαμε και νωρίτερα η επικοινωνία μεταξύ δικτύων πραγματοποιείται μέσω επιπέδων, έτσι και το IOT αποτελείται από διάφορα επίπεδα που υποστηρίζονται από την IOT αρχιτεκτονική. Η χρήση της είναι να αναδείξει πώς οι διάφορες τεχνολογίες σχετίζονται μεταξύ τους και πως γίνεται η IOT εφαρμογή σε διάφορα σενάρια επεκτασιμότητας, πολυπλοκότητας και διαμόρφωσης. Τα συνιστάμενα στοιχεία που είναι απαραίτητα για την αποτελεσματικότητα της IOT αρχιτεκτονικής είναι (Madakam, etal., 2015; Nord, etal., 2019):

Συσκευές/αισθητήρες: κρίσιμα εξαρτήματα όπου με την βοήθεια τους συλλέγονται πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο από το γύρω περιβάλλον. Όλες αυτές οι πληροφορίες

μπορεί να έχουν διάφορα επίπεδα πολυπλοκότητας, μπορεί να είναι ένας απλός αισθητήρας θερμοκρασίας ή μια κάμερα που καταγράφει μόνο όταν δει κίνηση.

Επεξεργαστής δεδομένων: Τα δεδομένα συλλέγονται από το cloud, ενώ μετά την λήψη τους το λογισμικό υλοποιεί την επεξεργασία τους. Αυτή η διαδικασία μπορεί να είναι μόνο ο έλεγχος της θερμοκρασίας ή μπορεί να είναι η αναγνώριση αντικειμένων με χρήση όρασης του υπολογιστή σε βίντεο.

Διεπαφή χρήστη: τα δεδομένα είναι απαραίτητο να είναι διαθέσιμα στον τελικό χρήστη με ορισμένους μεθόδους, η διαχείριση τους μπορεί να γίνει με την ενεργοποίηση συναγερμών στα κινητά τους ή την μετάδοση αυτών των ειδοποιήσεων μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ή προσωπικού μηνύματος

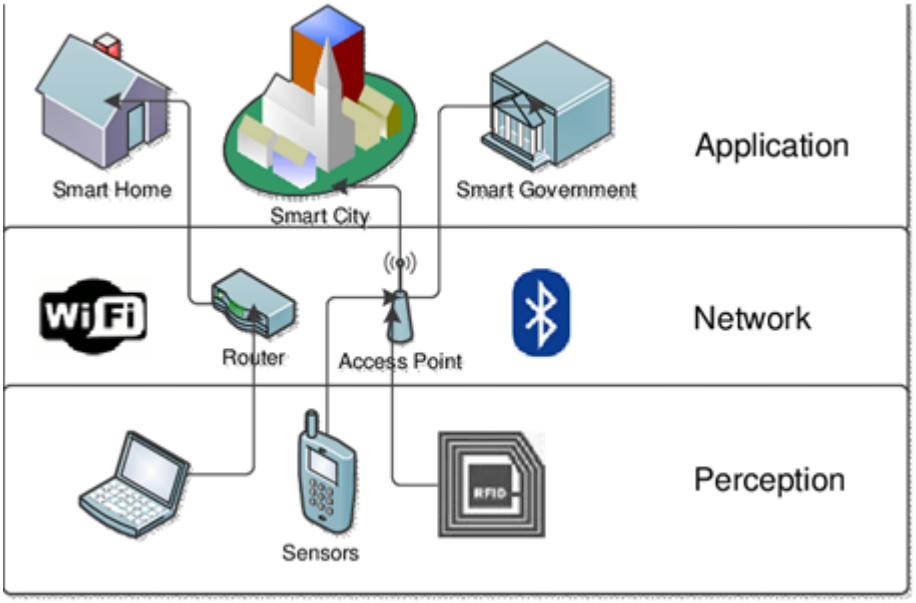
Συνδεσιμότητα: όλες οι πληροφορίες που συλλέγονται πρέπει να μεταφέρονται σε μια cloud υποδομή, οι συσκευές πρέπει να συνδέονται με το cloud χρησιμοποιώντας διάφορα κανάλια επικοινωνίας τα οποία μπορούν να είναι είτε κυψελοειδή ή δορυφορικά δίκτυα όπως το bluetooth, WiFi, WAN κλπ

Αφού οι συνιστώσες καλυφθούν ακολουθεί η αρχιτεκτονική που θα υιοθετήσει η κάθε συσκευή. Οι IOT αρχιτεκτονικές ποικίλλουν αλλά 2 είναι οι προτεινόμενες: (i) Η αρχιτεκτονική 3 επιπέδων (3-Layer architecture), (ii) η Αρχιτεκτονική 4 επιπέδων (4-Layer architecture) και (iii) η αρχιτεκτονική 5 επιπέδων (5-Layer architecture).

2.3.1 Αρχιτεκτονική 3 επιπέδων (3-Layer architecture)

Η αρχιτεκτονική 3 επιπέδων είναι κοινή και γενικά γνωστή δομή. Χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά στις αρχικές φάσεις ανάπτυξης των IOT και περιέχει τρία επίπεδα: αντίληψη (perception), δίκτυο (network) και εφαρμογή (application). Ο σκοπός του επιπέδου αντίληψης είναι να αναγνωρίσει κάθε στοιχείο στο IOT σύστημα, πράγμα που το καταφέρνει συλλέγοντας πληροφορίες για κάθε στοιχείο. Σε αυτό το επίπεδο ανήκουν RFID πλακέτες, αισθητήρες, κάμερες κλπ. Στο επόμενο επίπεδο, το οποίο είναι του δικτύου είναι και ο πυρήνας του IOT, μεταβιβάζονται οι πληροφορίες που συλλέχθηκαν από το προηγούμενο επίπεδο. Περιέχει όλα τα software και hardware εργαλεία του διαδικτύου παράλληλα με τα κέντρα διαχείρισης και πληροφόρησης. Συνεχίζοντας στο τρίτο επίπεδο, το επίπεδο εφαρμογών, όπου στόχος του είναι η σύγκλιση μεταξύ των κοινωνικών αναγκών του IOT και

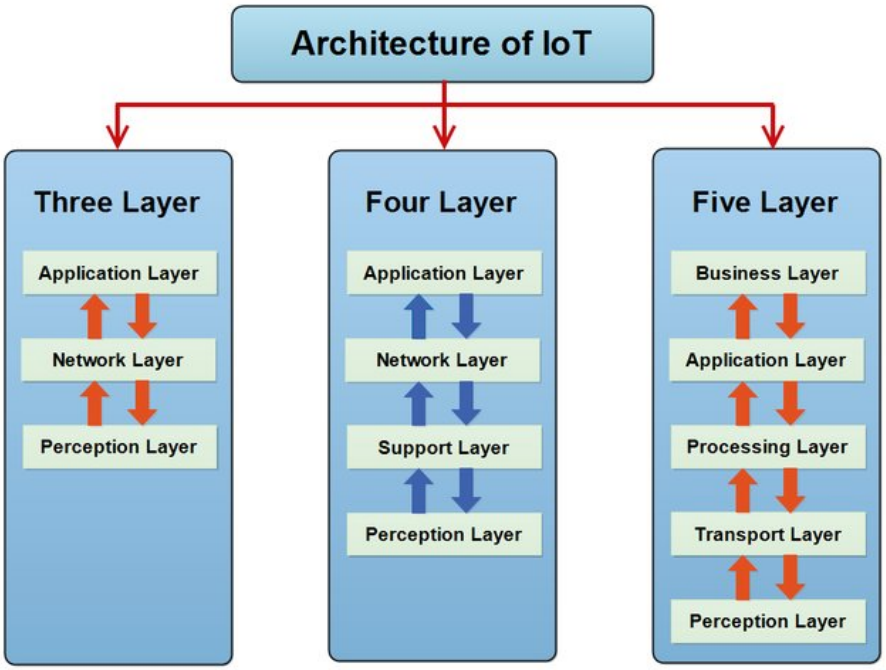
της βιομηχανικής τεχνολογίας. Πιο συγκεκριμένα, μπορεί να θεωρηθεί ως η μεσαία βαθμίδα μεταξύ των βιομηχανικών τεχνολογιών και του τρόπου με τον οποίο μπορεί να ελεγχθεί για να καλύψει τις ανθρώπινες ανάγκες.



Εικόνα 1: Αρχιτεκτονική IoT 3 επιπέδων (Yousuf, etal., 2015)

2.3.2 Αρχιτεκτονική 4 επιπέδων (4-Layer architecture)

Σε αντίθεση με την αρχιτεκτονική 3 επιπέδων, στην αρχιτεκτονική 4 επιπέδων προστίθεται ένα επιπλέον επίπεδο για την τοπική υποστήριξη της συλλογής, επεξεργασίας και διαμοιρασμού δεδομένων και πληροφοριών προκειμένου να μειώνονται οι χρόνοι απόκρισης των συσκευών IoT. Μάλιστα, η αρχιτεκτονική αυτή είναι η πιο ευρέως διαδεδομένη για την υλοποίηση έξυπνων σπιτιών, καθώς τα έξυπνα σπίτια προσομοιάζουν σε κατανεμημένα και όχι κεντρικά συστήματα, όπου μέρος των πληροφοριών υπόκειται σε τοπική επεξεργασία και όλες οι συσκευές λειτουργούν αυτόνομα στην κατεύθυνση επίτευξης ενός κοινού σκοπού (Yang, etal., 2017).



Εικόνα 2: Αρχιτεκτονική IoT 3, 4 και 5 επιπέδων (Mahmoud, etal., 2015)

2.3.3 Αρχιτεκτονική 5 επιπέδων (5-Layer Architecture)

Όταν οι διεργασίες εκτελούνται με διάφορες τεχνολογίες αιχμής και με ευρεία περιοχή εφαρμογής, η αρχιτεκτονική 5 επιπέδων είναι η καταλληλότερη. Το μοντέλο 5 επιπέδων μπορεί να θεωρηθεί ως προέκταση της βασικής IOT αρχιτεκτονικής (3 επίπεδα) επειδή διαθέτει δύο επιπλέων στρώματα στο βασικό μοντέλο. Το πρώτο επίπεδο ονομάζεται επιχειρησιακό, σκοπός του είναι να καθορίσει την φόρτιση και την διαχείριση των IOT εφαρμογών ενώ παράλληλα είναι υπεύθυνο για την ιδιωτικότητα, τις ανάγκες και έρευνες (σχετικά με το IOT) του χρήστη. Το δεύτερο επίπεδο λέγεται επίπεδο εφαρμογής, στόχος αυτού του στρώματος είναι ο καθορισμός των τύπων εφαρμογών, οι οποίες θα χρησιμοποιούνται στο IoT. Επίσης, αναπτύσσει τις εφαρμογές IOT ώστε να είναι πιο έξυπνες, πιστοποιημένες και ασφαλείς. Το τρίτο επίπεδο είναι το επίπεδο επεξεργασίας, ευθύνη του είναι να χειρίζεται τις πληροφορίες που συλλέγονται από το τελευταίο επίπεδο αντίληψης, το όποιο είναι το τελευταίο επίπεδο και θα αναλύσουμε παρακάτω. Η διαδικασία επεξεργασίας περιλαμβάνει δύο κύρια θέματα: αποθήκευση και ανάλυση. Ο στόχος αυτού του στρώματος είναι εξαιρετικά δύσκολος λόγω των τεράστιων πληροφοριών που συγκεντρώνονται για τα πράγματα του συστήματος. Έτσι, χρησιμοποιεί κάποιες τεχνικές, όπως λογισμικό βάσεων δεδομένων, cloudcomputing, ubiquitouscomputing και ευφυής

επεξεργασία στην επεξεργασία και αποθήκευση πληροφοριών. Το τέταρτο επίπεδο ονομάζεται μεταφορά. Φαίνεται σαν το επίπεδο δικτύου στην αρχιτεκτονική 3 επιπέδων. Μεταδίδει και λαμβάνει τις πληροφορίες από το επίπεδο αντίληψης στο επίπεδο επεξεργασίας και αντίστροφα. Περιέχει πολλές τεχνολογίες όπως υπέρυθρες, Wi-Fi και Bluetooth. Επιπλέον, ο στόχος αυτού του στρώματος είναι να απευθύνεται σε κάθε πράγμα στο σύστημα χρησιμοποιώντας IPV6. Το πέμπτο και τελευταίο επίπεδο είναι η αντίληψη. Ο στόχος αυτού του επιπέδου είναι να καθορίσει την σημασία κάθε πράγματος στο IOT σύστημα, όπως οι τοποθεσίες και οι θερμοκρασίες. Συγκεντρώνει πληροφορίες για κάθε αντικείμενο στο σύστημα και μετατρέπει τα συλλεγμένα δεδομένα σε σήματα. Επιπλέον, περιέχει τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στο IoT, όπως το RFID και το GPRS.

2.4 Πρωτόκολλα Επικοινωνίας

Η Τεχνολογία Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) του IoT αναμένεται να αποτελέσει επανάσταση για την επικοινωνία μεταξύ: human-to-human, human-to-machines και machine-to-machine. Οι έξυπνες συσκευές μπορούν να συνδέονται, να μεταφέρουν πληροφορίες και να λαμβάνουν αποφάσεις για λογαριασμό των ανθρώπων. Το περιβάλλον IoT αποτελείται από έναν τεράστιο αριθμό έξυπνων συσκευών, αλλά με πολλούς περιορισμούς. Μεταξύ αυτών των περιορισμών είναι και η ικανότητα επεξεργασίας, ο όγκος αποθήκευσης, η μικρή διάρκεια ζωής και η εμβέλεια ραδιοσυχνοτήτων. Ως εκ τούτου, η υλοποίηση του IoT απαιτεί πρωτόκολλα επικοινωνίας που μπορούν να διαχειρίζονται αποτελεσματικά αυτές τις συνθήκες.

Τα πιο κοινά πρωτόκολλα επικοινωνίας IOT συνήθως χωρίζονται σε 2 κατηγορίες: δίκτυα μεγάλης εμβέλειας (LPWAN) και δίκτυα μικρής εμβέλειας.

2.4.1 Δίκτυα μεγάλης εμβέλειας και χαμηλής κατανάλωσης (LPWAN)

2.4.1.1 Sigfox

Το Sigfox είναι μια κυψελοειδούς μορφή ασύρματης επικοινωνίας που έχει αναπτυχθεί για να παρέχει ασύρματη συνδεσιμότητα κατάλληλη για συσκευές machine-to-machine και IOT. Καταναλώνει εσκεμμένα ελάχιστη ενέργεια και για αυτό το λόγο κατέχει χαμηλούς ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων (10 μέχρι 1.000 bits/sec). Ως αποτέλεσμα, συσκευές που χρησιμοποιούν το Sigfox πρωτόκολλο τείνουν να έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής χωρίς να

χρειάζονται συντήρηση ή αλλαγή μπαταρίας. Επιπροσθέτως, το Sigfox είναι σχεδιασμένο ώστε να καλύπτει επικοινωνίες μεγάλης εμβέλειας (50 χλμ.) και λόγω της κυψελοειδούς μορφής του, απομακρυσμένοι Sigfox κόμβοι είναι ικανοί να επικοινωνούν με σταθμούς βάσης που είναι απλά συνδεδεμένοι στο διαδίκτυο επιτρέποντας έτσι τον απομακρυσμένο έλεγχο και την συλλογή δεδομένων από οπουδήποτε υπάρχει διαδικτυακή σύνδεση.

2.4.1.2 Cellular

Η Cellular, ή αλλιώς κυψελοειδές τεχνολογία είναι κατάλληλη για κινητές συσκευές και για εφαρμογές που απαιτούν υψηλή κατανάλωση ενέργειας. Εκμεταλλεύεται δίκτυα όπως GSM/3G/4G κάποιες φορές και 5G με αποτέλεσμα να παρέχει αξιόπιστη και υψηλής ταχύτητας σύνδεση στο διαδίκτυο. Η εναλλαγή δεδομένων πραγματοποιείται σε υψηλό ρυθμό μετάδοσης και σε μεγάλες αποστάσεις, ωστόσο, τα μέγιστα αποτελέσματα οδηγούν στην κατανάλωση υψίστης ενέργειας. Από την άλλη, η cellular είναι ένα πρωτόκολλο ευπρεπή για κινητές συσκευές ενώ χρησιμοποιείτε ήδη σε πολλές εφαρμογές, αλλά είναι ακατάλληλο για machine-to-machine επικοινωνίες ή για επικοινωνίες τοπικών δικτύων.

2.4.2 Δίκτυα μικρής εμβέλειας

2.4.2.1 6LoWPAN

Το 6LoWPAN είναι ένα πρωτόκολλο φτιαγμένο από την ομάδα εργασίας και μηχανικής μάθησης διαδικτύου (IETF), καθιστά ένα από τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα πρωτόκολλα σε IOT επικοινωνίες καθώς είναι βασισμένο στο πρωτόκολλο IP. Έχει άμεση σύνδεση με άλλα IP δίκτυα χωρίς να χρειάζεται κάποιος μεσολαβητής. Υποστηρίζει 2128 IP διευθύνσεις, χρειάζεται χαμηλής κατανάλωσης ενέργεια και καλύπτει χαμηλού εύρους ζώνης.

2.4.2.2 ZigBee

Το ZigBee είναι πρωτόκολλο που εφευρέθηκε από τη ZigbeeAlliance έχοντας σαν βάση το πρότυπο IEEE802.15.4 το οποίο αντιπροσωπεύει ασύρματα δίκτυα χαμηλής ισχύος. Εστιάζει σε επικοινωνία χαμηλού κόστους και χαμηλής ενέργειας και καλύπτει αποστάσεις περίπου 10-100 μέτρα, ανάλογα με το περιβάλλον. Χρησιμοποιείτε σε εφαρμογές που απαιτούν αργό

ρυθμό δεδομένων με αποτέλεσμα την χαμηλή κατανάλωση ενέργειας. Είναι ένα πλήρη ασφαλές πρωτόκολλο καθώς προστατεύεται με συμμετρικό κλειδί κρυπτογράφησης 128 bit.

2.4.2.3 BLE

Το BLE είναι το γνωστό σε όλους bluetooth είναι ένα από τα σημαντικότερα πρωτόκολλα για τις IOT συσκευές. Έχει σχεδιαστεί και αναβαθμιστεί για να καλύπτει συσκευές που βρίσκονται σε μικρή εμβέλεια με σχεδόν καμία καθυστέρηση. Το bluetooth πρωτόκολλο κατέχει πολλαπλά πλεονεκτήματα με μερικά από αυτά να είναι η χαμηλή κατανάλωση ενέργειας, ο ελάχιστος χρόνος εγκατάστασης και η υποστήριξη αστέρα δικτύου με απεριόριστο αριθμό κόμβων.

2.4.2.4 RFID

Οι RFID τεχνολογίες απαρτίζεται από μια συσκευή ανάγνωσης και από έναν αναμεταδότη ραδιοσυχνοτήτων που ονομάζεται ετικέτα RF η οποία είναι σχεδιασμένη με μοναδικές πληροφορίες οι οποίες μπορούν να αναγνωριστούν από απόσταση. Υπάρχουν δύο τεχνολογίες RFID συστημάτων: το σύστημα ενεργού αναγνώστη όπου οι RFID ετικέτες τροφοδοτούνται από μπαταρίες χρησιμοποιώντας υψηλότερες συχνότητες, και το σύστημα παθητικού αναγνώστη που δεν διαθέτει κάποια εσωτερική πηγή ενέργειας όπως το ενεργό σύστημα και χρησιμοποιεί χαμηλότερες συχνότητες. Οι RFID τεχνολογία χρησιμοποιείται συνήθως για έξυπνες αγορές, εθνική ασφάλεια, υγειονομική περίθαλψη και γεωργία.

2.4.2.5 NFC

Το NFC είναι μια τεχνολογία παρόμοια με το RFID που έχει ήδη συστηθεί και χρησιμοποιείτε ενεργά. Είναι ένα σύστημα ασύρματης τεχνολογίας που λειτουργεί σε πολύ μικρές αποστάσεις. Πιο συγκεκριμένα η μετάδοση δεδομένων πραγματοποιείται όταν οι συσκευές έρθουν σε επαφή όχι μεγαλύτερη από λίγες ίντσες. Το NFC διαθέτει μικρές ποσότητες δεδομένων ενώ μπορεί μόνο να διαβαστεί ή να επανεγγραφεί και να τροποποιηθεί από την συσκευή. Το NFC μπορεί να λειτουργήσει με 3 διαφορετικούς τρόπους: με εξομοίωση κάρτας (παθητική λειτουργία), λειτουργία αναγνώστη/εγγραφέα (ενεργή) και λειτουργία ομότιμου εταίρου. Η NFC τεχνολογία χρησιμοποιείται συνήθως σε κινητά και συστήματα πληρωμών χωρίς επαφή .Παρομοίως, το NFC διευκολύνει τη σύνδεση, τη θέση σε λειτουργία και τον έλεγχο συσκευών IoT σε διαφορετικά περιβάλλοντα, όπως το σπίτι, το εργοστάσιο και στο γραφείο.

2.4.2.6 Z-Wave

Το Z-Wave είναι ένα πρωτόκολλο που δημιουργήθηκε από την Zensys, ανήκει στο φυσικό επίπεδο και είναι χαμηλής κατανάλωσης και κόστους. Χρησιμοποιεί ασύρματο οικιακό αυτοματισμό και μπορεί να συνδεθεί σε 30 εώς 50 κόμβους ενώ απευθύνεται σε μικρά πακέτα δεδομένων. Κατέχει σχετικά χαμηλές ταχύτητες, μέχρι 100 kbps και είναι κατάλληλο για απλές εφαρμογές όπως ο έλεγχος του φωτισμού. Συστήματα Z-Wave μπορούν μόνο να απαντούν και να εκτελούν εντολές που αποστέλλονται από συσκευές ελέγχου που ξεκινούν μηνύματα εντός του δικτύου

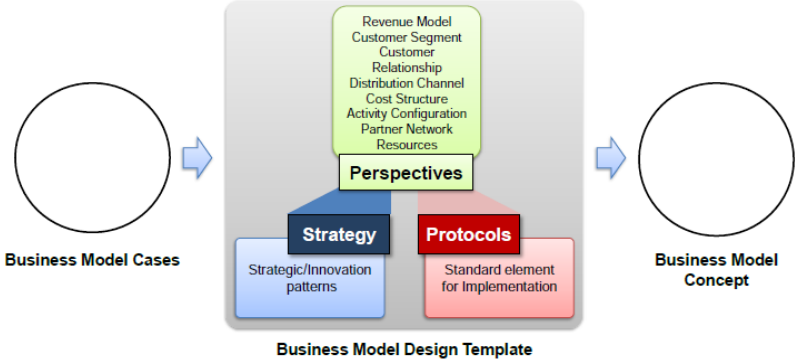
2.5 Μεθοδολογία και Μοντέλα

Ένα επιχειρηματικό μοντέλο είναι μια επισκόπηση του τρόπου με τον οποίο ένας οργανισμός ασκεί τις δραστηριότητές του προκειμένου να δημιουργήσει αξία. Στα επιχειρηματικά μοντέλα καταστρώνεται το σχέδιο ενεργειών και οι πόροι διαμέσου των οποίων ένας οργανισμός προσφέρει αξία στους πελάτες και όλους τους υπόλοιπους εμπλεκόμενους προκειμένου να απολαύσει τη συλλογή εσόδων (Dijkman, etal., 2015). Το επιχειρηματικό μοντέλο είναι ο κύριος παράγοντας ο οποίος καθορίζει την απόδοση ενός οργανισμού. Με τον όρο επιχειρηματικό μοντέλο αναφέρεται το σύνολο των μεθόδων οι οποίες εφαρμόζονται από έναν οργανισμό για τη συγκέντρωση και την αξιοποίηση πόρων έτσι ώστε ο οργανισμός να μπορεί να προσφέρει στους καταναλωτές περισσότερη αξία από ό,τι ο ανταγωνισμός. Μέσα από αυτή την καλύτερη προσφορά αξίας, οι οργανισμοί στοχεύουν στην επίτευξη και στη διατήρηση της κερδοφορίας τους (Afuah&Tucci, 2003).

Πιο συγκεκριμένα, ένα επιχειρηματικό μοντέλο αποτελείται από έναν συνδυασμό των μεθόδων, αποφάσεων και δράσεων προκειμένου οι οργανισμοί να μπορέσουν να δημιουργήσουν βιώσιμο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα, δηλαδή ώστε να εξασφαλίσουν ότι έχουν καλύτερη απόδοση σε σχέση με τον ανταγωνισμό μακροπρόθεσμα και ότι μπορούν να έχουν πελάτες βραχυπρόθεσμα. Υπό μία ευρεία εννοιολογική προσέγγιση, τα επιχειρηματικά μοντέλα αποτελούνται από επιμέρους συνιστώσες και από τους τυχόν συσχετισμούς μεταξύ των συνιστωσών αυτών (Afuah&Tucci, 2003).

Ένα από τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα εργαλεία τα οποία βρίσκουν εφαρμογή για το σχεδιασμό των επιχειρηματικών μοντέλων είναι ο «καμβάς επιχειρηματικού μοντέλου», το οποίο είναι γνωστό και ως “businessmodelcanvas”. Οι Leeetal. (2011), πρότειναν ένα

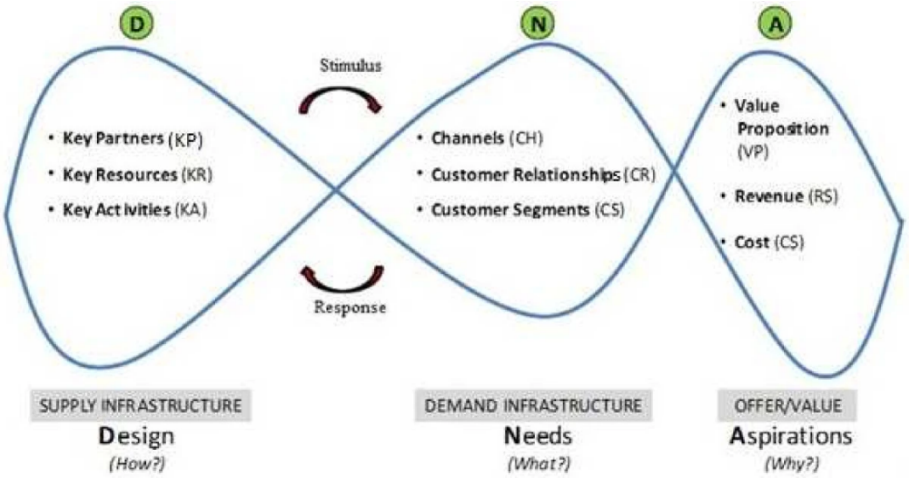
πρότυπο για το σχεδιασμό επιχειρηματικών μοντέλων, το οποίο αποτελείται από ένα σύνολο συνιστωσών του επιχειρηματικού μοντέλου, οι οποίες πρέπει να επιλεγούν και να οριστούν. Κατά το σχεδιασμό επιχειρηματικών μοντέλων IoT εφαρμόζεται ευρέως το ίδιο εργαλείο, καθώς η βασική διεργασία δημιουργίας αξίας δεν αλλάζει (Sun, etal., 2012; Bucherer&Uckelmann, 2011).



Εικόνα 3: Πρότυπο σχεδιασμού επιχειρηματικού μοντέλου (Lee, etal., 2011)

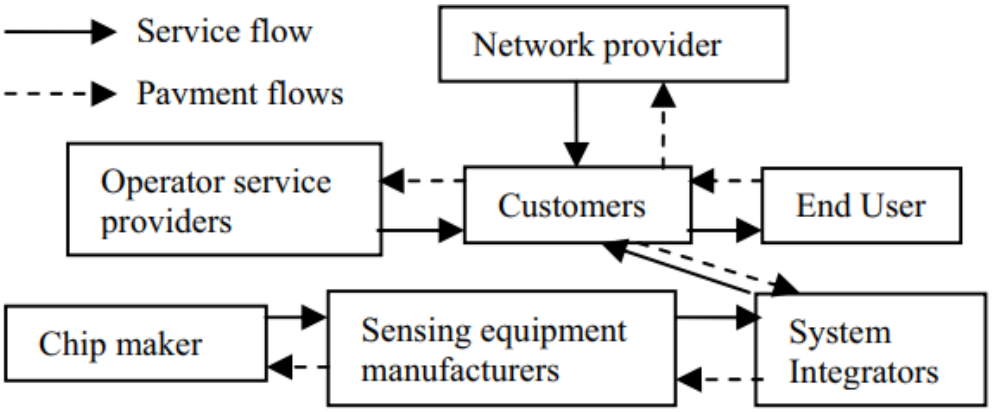
Σύμφωνα με τον καμβά επιχειρηματικού μοντέλου, ένα επιχειρηματικό μοντέλο πρέπει να εστιάζει και να αποτελείται από τα τμήματα πελατών, τις προτάσεις αξίας, τα κανάλια διανομής, τις σχέσεις με τους πελάτες, τις ροές εσόδων, τους βασικούς πόρους, τις βασικές δραστηριότητες, τις βασικές συνεργασίες και τη δομή κόστους (Osterwalder, etal., 2010).

ΟιBuchererκαιUckelmann (2011) καιSunetal. (2012) πρότειναν επιχειρηματικά μοντέλα IoT τα οποία περιλαμβάνουν το σύνολο των συνιστωσών των παραδοσιακών επιχειρηματικών μοντέλων (συνεργάτες, δραστηριότητες, πόροι, πρόταση αξίας, σχέσεις με τους πελάτες, κανάλια διανομής, τμηματοποίηση πελατών, δομή κόστους και ροές εσόδων) (Sun, etal., 2012; Bucherer&Uckelmann, 2011).



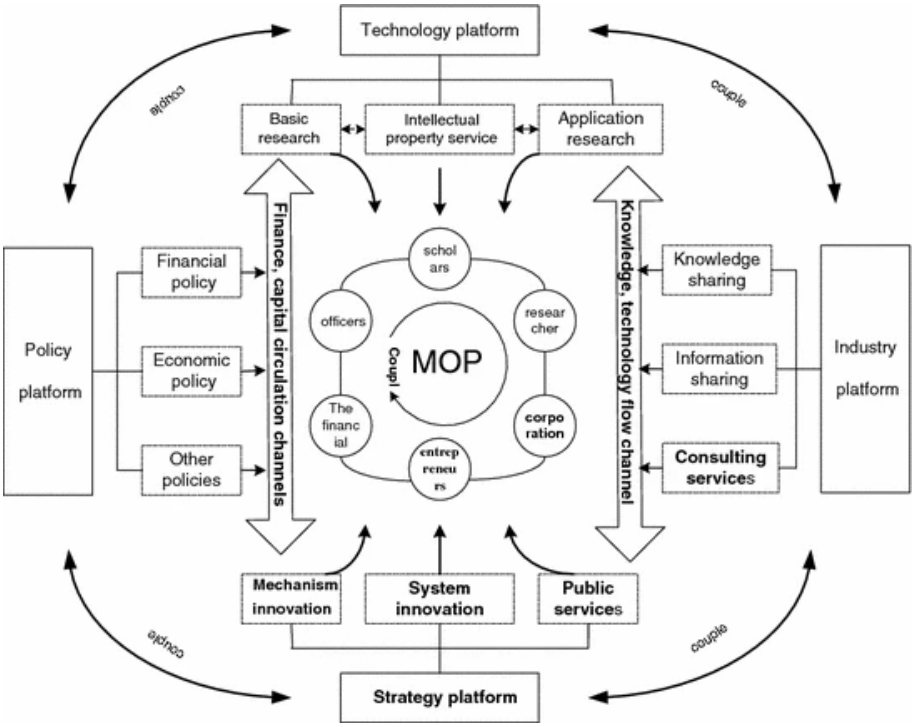
Εικόνα 4: Προτεινόμενο επιχειρηματικό μοντέλο IoT–βασικές συνιστώσες (Sun, etal., 2012)

Αντίθετα, οι Fan και Zhou (2011) πρότειναν επιχειρηματικά μοντέλα IoT εξετάζοντας μόνον τους συνεργάτες, την πρόταση αξίας, την τμηματοποίηση πελατών και τις ροές εσόδων (Fan&Zhou, 2011). Στο άρθρο των Fan και Zhou (2011) προτάθηκε η εφαρμογή της τεχνολογίας IoT στη βιομηχανία της διακίνησης αλληλογραφίας, σχεδιάζοντας τη δημιουργία αξίας μέσα από τη ροή πληροφορίας ανάμεσα σε όλους τους εμπλεκόμενους στην εν λόγω βιομηχανία. Οι Fan και Zhou (2011) προτείνουν ότι μπορεί να δημιουργηθεί αξία σε όλο το φάσμα της βιομηχανίας διακίνησης αλληλογραφίας:



Εικόνα 5: Επιχειρηματικό μοντέλο IoT στη βιομηχανία διακίνησης αλληλογραφίας (Fan&Zhou, 2011)

Οι Li και Xu (2013) πρότειναν την εφαρμογή του επιχειρηματικού μοντέλου διαχείρισης χαρτοφυλακίων (ManagementofPortfolios) εξετάζοντας τους συνεργάτες, τις δραστηριότητες, τις σχέσεις με τους πελάτες την τμηματοποίηση πελατών, τη δομή κόστους και τις ροές εσόδων(Li&Xu, 2013).

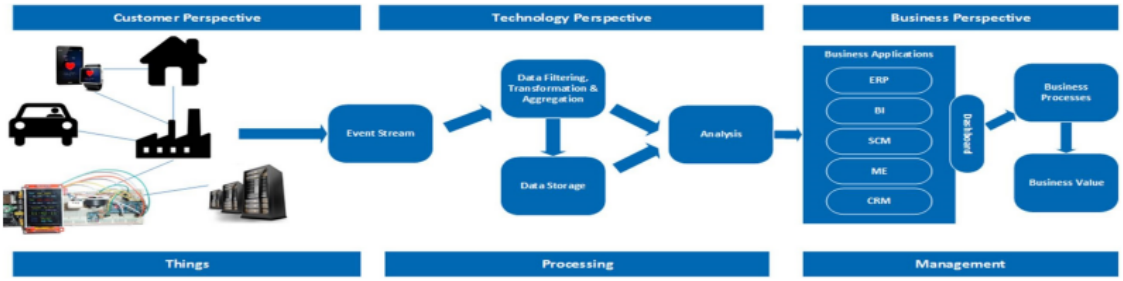


Εικόνα 6: Επιχειρηματικό μοντέλο διαχείρισης χαρτοφυλακίων (ManagementofPortfolios) (Li&Xu, 2013)

2.6 Επιχειρηματική Αξία των συσκευών IoT

Η δημιουργία αξίας αποτελεί φλέγον ζήτημα για τα επιχειρηματικά μοντέλα IoT. Ενώ στα παραδοσιακά επιχειρηματικά μοντέλα δημιουργείται αξία μέσω της ανταλλαγής ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας με ένα χρηματικό αντίτιμο, στα επιχειρηματικά μοντέλα IoT προσφέρεται αξία μέσα από την αξία των πληροφοριών. Ως εκ τούτου, οι Turgut και Boloni προτείνουν ότι η επιχειρηματική αξία και οι ίδιες οι προτάσεις αξίας στα επιχειρηματικά μοντέλα IoT εστιάζουν και συνδέονται άρρηκτα με την αξία των πληροφοριών που επεξεργάζονται τα συστήματα IoT(Turgut&Boloni, 2017). Προκειμένου να γίνει αντιληπτό το μέγεθος και η δυναμική της επιχειρηματικής αξίας των συσκευών IoT οι Juetal. (2016) εστιάζουν στη μοναδικότητα που έχει η τεχνολογία IoT και οι ίδιες οι συσκευές IoT να διαχειρίζεται και να γεννούν πληροφορίες οι οποίες δεν θα μπορούσαν να γίνουν διαθέσιμες χωρίς την τεχνολογία IoT (Ju, etal., 2016). Σε πιο πρόσφατο άρθρο των Côrte-Real etal. (2020) προτείνεται ότι ναι μεν οι πληροφορίες είναι δωρεάν, ωστόσο από τη διαθεσιμότητά τους καθίσταται εφικτή η αυτοματοποίηση και η παραγωγή οφελών σε όλα τα πεδία εφαρμογής της τεχνολογίας IoT, από τα έξυπνα σπίτια μέχρι τις έξυπνες πόλεις (Côrte-Real,

etal., 2020). Ωστόσο, καθώς πολλές φορές οι καταναλωτές δυσκολεύονται να αντιληφθούν την αξία των πληροφοριών είναι επόμενο να είναι διστακτικοί να πληρώσουν για να απολαύσουν τη δυνατότητα να έχουν διαθέσιμες τις πληροφορίες που παρέχει ένα σύστημα IoT (Khan, etal., 2017). Εντούτοις, η επιχειρηματική αξία της τεχνολογίας και των συσκευών IoT διαφέρει ανάλογα με το πεδίο εφαρμογής και τις επιχειρηματικές διαδικασίες οι οποίες αυτοματοποιούνται. Οι αντίστοιχες επιχειρηματικές εφαρμογές οι οποίες χρησιμοποιούνται στις αντίστοιχες διεργασίες αναμορφώνονται μαζί με τις διεργασίες, με την τεχνολογία και τις συσκευές IoT να μπορούν να προσφέρουν οφέλη σε όρους βελτίωσης της αποτελεσματικότητας, της αποδοτικότητας, της μείωσης λαθών, της επιτάχυνσης λήψης αποφάσεων και εν γένει της δημιουργίας περισσότερης αξίας από λιγότερους πόρους, καθώς ολοένα περισσότερη αξία δημιουργείται αυτόματα μέσα από τα συλλεγόμενα δεδομένα και από τις πληροφορίες που προκύπτουν από την επεξεργασία των δεδομένων αυτών από τα συστήματα IoT. Αντίστοιχα, η επιχειρηματική αξία της τεχνολογίας και των συσκευών IoT αλλάζει ανάλογα με την οπτική υπό την οποία αυτή εξετάζεται. Σε κάθε περίπτωση, θα πρέπει να εξασφαλίζεται ότι κάθε έργο IoT μπορεί να είναι βιώσιμο και επικερδές προκειμένου ένας πελάτης να αποδεχθεί να πληρώσει για να απολαύσει την εγγενή αξία και εντούτοις προκειμένου να καταστεί εφικτή η δημιουργία αξίας από το εκάστοτε επιχειρηματικό μοντέλο IoT.



Εικόνα 7: Η αξία που δημιουργούν τα συστήματα IoT αλλάζει ανάλογα με την οπτική και το πεδίο εφαρμογής (Khan, etal., 2017)

Ομοίως, οι Fähnleetal. (2018) πρότειναν ότι η τεχνολογία IoT και οι συσκευές IoT μπορούν να δημιουργήσουν επιχειρηματική αξία όταν εφαρμοστούν σταδιακά σε όλες τις επιχειρηματικές διεργασίες ενός οργανισμού. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να μεγιστοποιηθούν τα οφέλη που απολαμβάνει ένας οργανισμός, άρα και η αξία που προσφέρει η τεχνολογία και οι συσκευές IoT. Επαγόμενα, με τον τρόπο αυτό μπορεί να μεγιστοποιηθεί το κόστος που

είναι θα είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν οι οργανισμοί προκειμένου να απολαύσουν αυτή την αξία (Fähnle, etal., 2018).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3
ΣΥΣΚΕΥΕΣ IOT

Σε αυτό το κεφάλαιο εξετάζονται οι συσκευές IoT, πραγματοποιείται ιστορική αναδρομή στην εμφάνιση και διείσδυσή τους και αξιολογούνται τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά τους ειδικά στα πλαίσια των έξυπνων σπιτιών.

3.1 Συσκευές Smart Homes έννοια

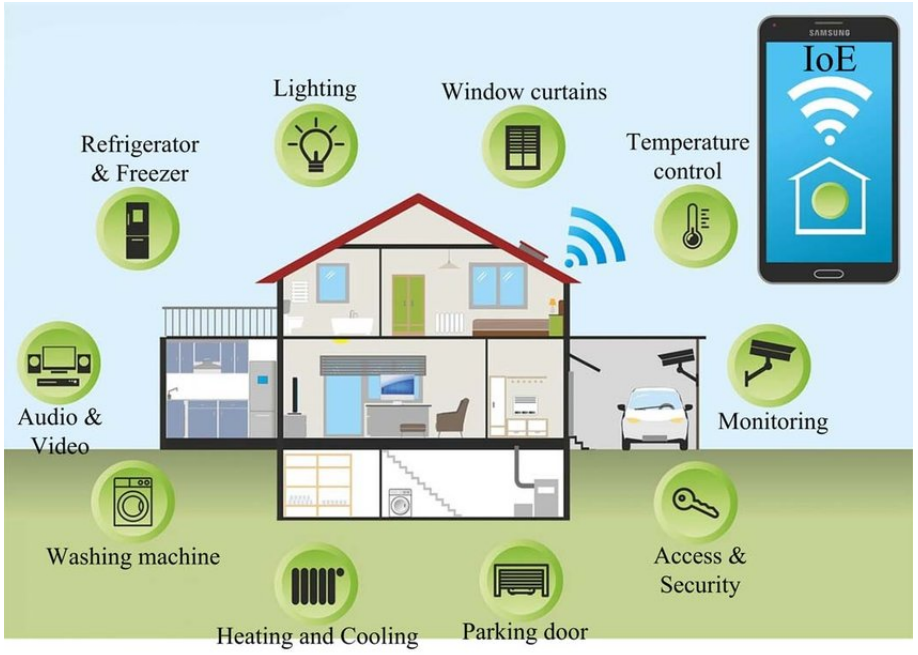
Τα Smart Home ή αλλιώς έξυπνο σπίτι είναι μια σχετικά νέα ανάπτυξη όπου επιτρέπεται η εξ αποστάσεως επικοινωνία των τελικών χρηστών με τις οικιακές συσκευές τους μέσω του διαδικτυακού περιβάλλοντος ή κινητού τηλεφώνου. Πολλές φορές μπορούν να χαρακτηριστούν και ως αυτοματοποιημένα σπίτια ή έξυπνα κτίρια. Πρόκειται για μία human-to-machine επικοινωνία που πολλές φορές μπορεί να είναι και συνδυαστική με την machine-to-machine, δηλαδή συσκευές να "επικοινωνούν" μεταξύ τους για να παράγουν δεδομένα στον χρήστη. Η αρχική χρήση των έξυπνων σπιτιών ήταν για απλές διεργασίες όπως τον έλεγχο της θερμοκρασίας ή και του φωτισμού ενώ η μέχρι σήμερα εξέλιξη έχει εντάξει την κάθε ηλεκτρική συσκευή που υπάρχει στο σπίτι μέσα στο smarthome σύστημα. Η τεχνολογία του έξυπνου σπιτιού μας επιτρέπει να εκτελούμε μια σειρά ενεργειών από μία απλή ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση συσκευών μέχρι και την παρακολούθηση του εσωτερικού περιβάλλοντος του σπιτιού όταν αυτό είναι κατειλημμένο. Η εξέλιξη αυτών των τεχνολογιών έχει ως αποτέλεσμα στην ανεξάρτητη ή χειροκίνητη λειτουργία των συσκευών όπως την έχει ορίσει ο χρήστης.

3.2 Ανάπτυξη και Υπηρεσίες

Το έξυπνο σπίτι είναι ένα σπίτι το οποίο ενσωματώνει τεχνολογίες οι οποίες έχουν πρώτιστο σκοπό τη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου των χρηστών του σπιτιού. Οι τεχνολογίες αυτές επιτρέπουν τη διασύνδεση των διάφορων συσκευών και υποσυστημάτων του σπιτιού και τον αυτόματο έλεγχο αυτών.

Το προϊόν «έξυπνο σπίτι» είναι αποτέλεσμα μακροχρόνιας έρευνας και ανάπτυξης ούτως ώστε τα επιτεύγματα της τεχνολογίας να αξιοποιηθούν για τη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου του ανθρώπου. Ωστόσο ο χαρακτηρισμός «έξυπνο» δεν περιορίζεται στα σπίτια αλλά μπορεί να αφορά επιχειρήσεις, νοσοκομεία, βιομηχανίες, πόλεις κ.α.. Μεγάλοι

κατασκευαστές ηλεκτρολογικού υλικού έχουν στραφεί στην ανάπτυξη προϊόντων για την υλοποίηση έξυπνων σπιτιών με πρωτοπόρους την Siemens, Schneider Electric και την ABB, ενώ ακολουθούν και εταιρείες τεχνολογίας όπως η Xiaomi, με εφαρμογές IoT.



Εικόνα 8: Συσκευές IoT σε ένα έξυπνο σπίτι (Shahinzadeh, etal., 2019)

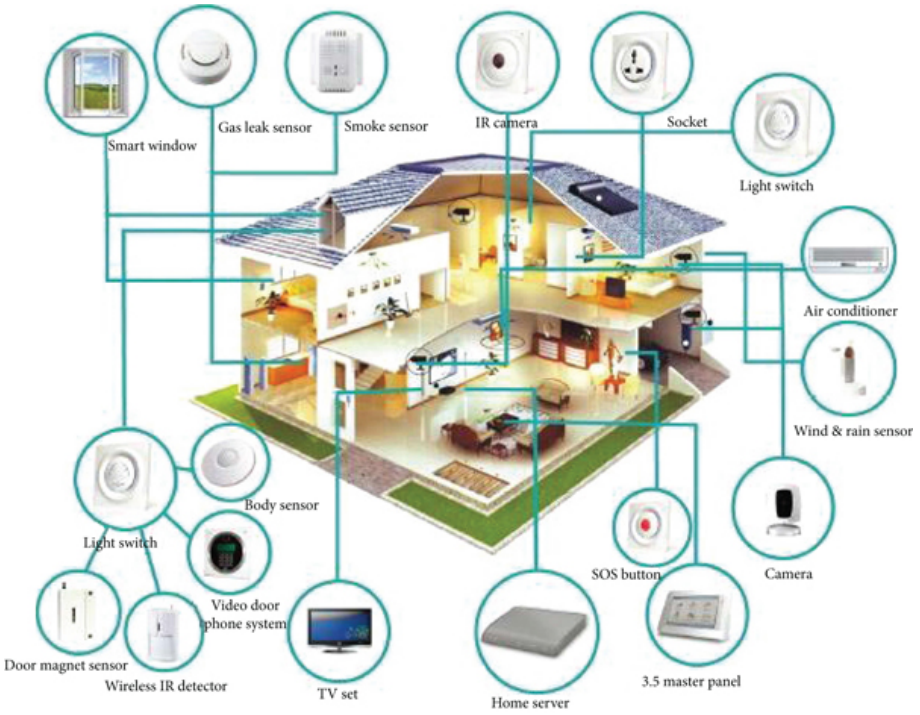
Το έξυπνο σπίτι έρχεται να καλύψει δύο βασικές τάσεις της σύγχρονης ζωής(Yang, et al., 2018):

- ο σύγχρονος άνθρωπος έχει ολοένα λιγότερο ελεύθερο χρόνο καθώς απασχολείται πολλές ώρες την ημέρα και επιζητά από το σπίτι του άνεση και ποιοτική διαβίωση
- στροφή στη βιώσιμη ανάπτυξη και προστασία του περιβάλλοντος δεδομένης της αυξημένης περιβαλλοντικής ευθύνης που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια

Όπως προαναφέρεται, το έξυπνο σπίτι μπορεί να διασυνδέσει τις περισσότερες χρησιμοποιούμενες συσκευές, ακόμη και αυτές που σχετίζονται με τη ψυχαγωγία, (πλην των φορητών ως επί το πλείστων) και υποσυστήματα, μπορεί να εφαρμόσει αυτόματο έλεγχο στη λειτουργία αυτών και παράλληλα να παρέχει διαδραστικά όλες τις σχετικές πληροφορίες στους χρήστες μέσω υπολογιστή ή έξυπνων κινητών(Saadal-sumaiti, etal., 2014).

Οι συσκευές IoT προσφέρουν τη δυνατότητα ανοίγματος και κλεισίματος των παραθύρων, ενεργοποίησης και απενεργοποίησης του φωτισμού, της θέρμανσης, της ψύξης, των

ηλεκτρικών συσκευών, να επιτρέψει την ανίχνευση πυρκαγιάς, να ανιχνεύσει διαρρήξεις ενεργοποιώντας το συναγερμό του σπιτιού, να ανιχνεύει κινήσεις ή και την κατάσταση της υγείας των χρηστών κ.α.(Yang, etal., 2018).



Εικόνα 9: Συσκευές IoT σε ένα έξυπνο σπίτι (Yang, etal., 2018)

Από την εμφάνιση της έννοιας του έξυπνου σπιτιού έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορες τοπολογίες για την υλοποίησή του όπως η τεχνολογία BUS, οι προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές (Programmable Logic Controllers), μικροεπεξεργαστές τύπου Arduino&RaspberryPi καθώς και η μεταφορά σημάτων μέσα από τους αγωγούς των ηλεκτρικών κυκλωμάτων του σπιτιού. Τελευταία, η τεχνολογία IoT κερδίζει μεγάλο κοινό, καθώς επιτρέπει την υλοποίηση έξυπνων σπιτιών με μικρό κόστος και με μεγάλη συνδεσιμότητα και λειτουργικότητα (Cano, etal., 2018).

3.3 Ιστορική αναδρομή

Στα μέσα του 1900 έξυπνο θεωρούνταν το σπίτι που διέθετε ηλεκτρικές συσκευές οι οποίες διευκόλυναν την καθημερινότητα των ανθρώπων. Ηλεκτρικές συσκευές όπως το πλυντήριο και η κουζίνα θεωρούνταν καινοτόμες για ένα σπίτι περί το 1940. Για να είναι εφικτή η σύγκριση της διάδοσης του «έξυπνου σπιτιού» αξίζει να αναφερθεί ότι το 1935, το 10% των

νοικοκυριών διέθετε μία ηλεκτρική συσκευή ενώ πέντε χρόνια αργότερα, το 45% των νοικοκυριών διαθέτει τουλάχιστον τρεις διαφορετικές ηλεκτρικές συσκευές.

Η σύλληψη της ιδέας του έξυπνου σπιτιού έγινε κατά την Παγκόσμια Έκθεση της Νέας Υόρκης, το 1964 όπου ένα από τα βασικά θέματα της έκθεσης έφερε τον τίτλο «Η χιλιετία της προόδου». Στα πλαίσια της έκθεσης, οι επισκέπτες είχαν την πρώτη επαφή με ηλεκτρονικούς υπολογιστές και επιτεύγματα στον τομέα των επικοινωνιών.

Καθώς η ηλεκτρική ενέργεια βρισκόταν σε αφθονία και τα περισσότερα σπίτια διέθεταν πολλές ηλεκτρικές συσκευές, ξεκίνησε η αναζήτηση για την εξέλιξη του σπιτιού. Η ιδέα του έξυπνου σπιτιού συλλαμβάνεται ως ένα σπίτι που ελέγχει τον φωτισμό, τη θερμοκρασία και τα σκίαστρα μέσω ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Το 1989 ολοκληρώθηκε η κατασκευή του πρώτου έξυπνου σπιτιού στο NishiAzabu της Ιαπωνίας, με κόστος ένα δισεκατομμύριο γιεν. Αυτό προέκυψε μέσα από συνεργασία πάνω από δεκαπέντε εταιρειών, συμπεριλαμβανομένων των κολοσσών Fujitsu, Panasonic, Toshiba, Hitachi και τοπικών αρχιτεκτόνων. Το σπίτι ονομάστηκε TronIntelligentBuilding από το ομώνυμο χρησιμοποιούμενο σύστημα Tron.

Το σύστημα Tron ήταν υπεύθυνο για τη διασύνδεση των ηλεκτρικών συσκευών του σπιτιού με έναν κεντρικό ηλεκτρονικό υπολογιστή. Όλες οι πληροφορίες από τις ηλεκτρικές συσκευές, τις καιρικές συνθήκες στο εξωτερικό του σπιτιού και τις περιβαλλοντικές συνθήκες στο εσωτερικό του σπιτιού προβάλλονταν σε οθόνες σε διάφορα σημεία του σπιτιού.

Όλες οι ηλεκτρικές συσκευές όπως η κουζίνα, τα πλυντήρια, οι τηλεοράσεις, η θέρμανση, τα παράθυρα και τα σκίαστρα, ακόμη και οι τουαλέτες ήταν αυτόματα ελεγχόμενες από τον κεντρικό υπολογιστή του σπιτιού.

Εκτός από τον αυτόματο έλεγχο, το κτίριο Tron μπορούσε να υλοποιήσει σενάρια για τις ηλεκτρικές συσκευές του σπιτιού ανάλογα με τους χρήστες του. Έτσι, διέθετε ειδικά αισθητήρια τα οποία αναγνώριζαν τον εκάστοτε χρήστη και χρησιμοποιώντας τεχνητή νοημοσύνη κατέγραφαν τις συνήθειες και προτιμήσεις του έτσι ώστε να ρυθμίζουν τις συσκευές βάσει αυτών.

Από τη δεκαετία του 90’ οπότε και σημειώνονται τεχνολογικά άλματα στον τομέα της επικοινωνίας, με το Διαδίκτυο, τα τοπικά δίκτυα, στον τομέα των ηλεκτρονικών υπολογιστών και στον τομέα των αισθητηρίων, το έξυπνο σπίτι κατέστη εφικτό και μεγάλες εταιρείες έχουν αρχίσει να δαπανούν σημαντικά κονδύλια στην έρευνα και ανάπτυξη για τα έξυπνα σπίτια.

3.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα

Το έξυπνο σπίτι είναι συνυφασμένο με τις έννοιες εξοικονόμηση ενέργειας, άνεση, προσβασιμότητα, ασφάλεια, αυτόματος έλεγχος και απομακρυσμένος έλεγχος. Όλες οι παραπάνω έννοιες συνοψίζουν στη δυνατότητα που προσφέρει το έξυπνο σπίτι στους χρήστες του να διαχειρίζονται αυτόματα ή χειροκίνητα τις διάφορες συσκευές, εγκαταστάσεις και εν γένει τα διάφορα υποσυστήματα ενός σπιτιού. Ο έλεγχος της εγκατάστασης δε, γίνεται είτε τοπικά μέσω μπουτόν, οθόνης αφής είτε απομακρυσμένα μέσω πρόσβασης στο Διαδίκτυο χρησιμοποιώντας έξυπνα τηλέφωνα, tablets ή ηλεκτρονικούς υπολογιστές είτε ακόμη και μέσω του δικτύου σταθερής ή/και κινητής τηλεφωνίας.

Σκοπός είναι η εξασφάλιση των επιθυμητών συνθηκών για τη βέλτιστη διαβίωση των χρηστών εξασφαλίζοντας παράλληλα εξοικονόμηση ενέργειας. Το έξυπνο σπίτι συνδέεται με τρεις στόχους:

- Διαδραστικότητα

Οι χρήστες γνωρίζουν τις παραμέτρους των υποσυστημάτων – συσκευών του σπιτιού χάρη σε αισθητήρια που εγκαθίστανται στο σπίτι. Τα δεδομένα που συλλέγονται από τα αισθητήρια συγκεντρώνονται από το κεντρικό σύστημα διαχείρισης του σπιτιού και είναι προσβάσιμα τοπικά ή απομακρυσμένα.

- Αποδοτικότητα

Η διεκπεραίωση των διαφόρων διαδικασιών με τον βέλτιστο δυνατό τρόπο από άποψη χρήσης πόρων και ταχύτητας εκτέλεσης των ίδιων των διαδικασιών. Η αποδοτικότητα συνδέεται με την εξοικονόμηση ενέργειας.

- Αποτελεσματικότητα

Η επιτυχής διεκπεραίωση των διαφόρων διαδικασιών του σπιτιού.

Οι δύο τελευταίες συγχέονται συχνά, ωστόσο η κατανόησή τους είναι κομβικής σημασίας για την αξιολόγηση του έξυπνου σπιτιού.

Σε ό,τι αφορά στην εξοικονόμηση ενέργειας και αποδοτικότητα, είναι δύο αλληλένδετα πλεονεκτήματα των έξυπνων σπιτιών.

Όπως προαναφέρεται, η έννοια της αποδοτικότητας στα έξυπνα σπίτια συνδέεται με την εξοικονόμηση ενέργειας. Αυτή επιτυγχάνεται μέσω βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του σπιτιού. Για παράδειγμα, η θέρμανση ή η ψύξη μπορούν να λειτουργούν αυτόματα έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η επιθυμητή εσωτερική θερμοκρασία χωρίς σπατάλη ενέργειας. Επιπρόσθετα, αν το σύστημα θέρμανσης/ψύξης συνεργάζεται με αυτόματα σκίαστρα και παράθυρα, η αποδοτικότητα μπορεί να βελτιωθεί, καθώς για παράδειγμα κατά τη διάρκεια του χειμώνα το σύστημα μπορεί να ανεβάζει τα σκίαστρα έτσι ώστε να υποβοηθείται η θέρμανση του χώρου κατά τις μεσημεριανές ώρες από τον ήλιο.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ο αυτόματος έλεγχος του φωτισμού του χώρου, ο οποίος μπορεί να απενεργοποιείται όταν δεν υπάρχει κάποιος χρήστης σε χώρους του σπιτιού, ενώ ο χρήστης μπορεί να παρεμβαίνει απομακρυσμένα αρκεί να έχει σύνδεση στο Διαδίκτυο. Άλλωστε η θέρμανση/ψύξη και ο φωτισμός αποτελούν κύρια φορτία ενός σπιτιού από την οπτική της σπατάλης ενέργειας.

- Άνεση

Το έξυπνο σπίτι εξασφαλίζει αυξημένα επίπεδα άνεσης στους χρήστες του. Η δυνατότητα απομακρυσμένης πρόσβασης των χρηστών στο σύστημα θέρμανσης/ψύξης μπορεί να εξασφαλίσει σε αυτούς την ιδανική εσωτερική θερμοκρασία όταν αυτοί επιστρέφουν στο σπίτι από την εργασία τους, το επιθυμητό επίπεδο εσωτερικού φωτισμού κ.α..

- Προσβασιμότητα

Το έξυπνο σπίτι ενισχύει την προσβασιμότητα και βελτιώνει το βιοτικό επίπεδο ιδιαίτερα σε ευπαθείς ομάδες του πληθυσμού όπως τα άτομα με ειδικές ανάγκες και οι ηλικιωμένοι.

- Ασφάλεια

Το έξυπνο σπίτι προσφέρει αυξημένο επίπεδο ασφάλειας στους χρήστες του. Μπορεί να ελέγχεται αυτόματα ο συναγερμός του σπιτιού με χρήση αισθητήρων κίνησης, κάμερες

ασφαλείας, να ενεργοποιεί τον εσωτερικό και εξωτερικό φωτισμό προς αποτροπή της διάρρηξης και να ειδοποιεί το τοπικό αστυνομικό τμήμα σε περίπτωση διάρρηξης. Επιπλέον, το σύστημα πυρασφάλειας μπορεί να λειτουργεί αυτόματα ειδοποιώντας την τοπική πυροσβεστική υπηρεσία σε περίπτωση πυρκαγιάς ή διαρροής αερίου. Στα παραπάνω σενάρια, εκτός από την μείωση του χρόνου επέμβασης της αστυνομίας ή της πυροσβεστικής, το έξυπνο σπίτι ειδοποιεί τους χρήστες του σπιτιού εγκαίρως έτσι ώστε να έχουν αυξημένο χρόνο αντίδρασης.

- Απομακρυσμένος έλεγχος

Οι χρήστες μπορούν να χειρίζονται όλα τα συνδεδεμένα υποσυστήματα του σπιτιού από το έξυπνο κινητό τους τηλέφωνο, τον υπολογιστή τους και να θέτουν σε λειτουργία ή εκτός λειτουργίας συσκευές χωρίς να βρίσκονται στον ίδιο χώρο.

- Αυτόματος έλεγχος

Όλα τα συνδεδεμένα συστήματα του σπιτιού μπορούν να προγραμματιστούν έτσι ώστε να εκτελούνται αυτόματα σενάρια ανάλογα με την εποχή, την ημέρα και την ώρα της ημέρας χωρίς να χρειάζεται η παρέμβαση των χρηστών του σπιτιού.

Τα δε κύρια μειονεκτήματα του έξυπνου σπιτιού εντοπίζονται στο κόστος υλοποίησής του, στην ασφάλεια – προστασία προσωπικών δεδομένων καθώς και στην επίδραση που έχει αυτό στην υγεία του ανθρώπου:

- Κόστος

Το έξυπνο σπίτι είναι μία νέα τάση στην αγορά και μέχρι την ωρίμανσή της, το κόστος υλοποίησης έξυπνων σπιτιών υπερβαίνει το πραγματικό κόστος υλικών και εργασιών.

Τόσο τα διαθέσιμα υλικά, όσο και η συγκέντρωση τεχνογνωσίας σε μικρή μερίδα κατασκευαστών τείνουν να αυξάνουν το κόστος του έξυπνου σπιτιού. Καθώς πολλοί κατασκευαστές δεν έχουν σε βάθος γνώση του αντικειμένου είθισται να προσφέρουν έτοιμες λύσεις οι οποίες πολλές φορές έχουν δυνατότητες τις οποίες δεν πρόκειται να χρησιμοποιήσει ο ιδιοκτήτης ενός σπιτιού και αυξάνουν το κόστος της όλης εγκατάστασης. Για την εκλογίκευση του κόστους, πρέπει κάθε εγκατάσταση να προσαρμόζεται στις ανάγκες του ιδιοκτήτη και των χρηστών του σπιτιού. Ωστόσο, σημειώνεται ότι με την εξέλιξη της τεχνολογίας IoT αρχίζει να συμπιέζεται το κόστος υλοποίησης έξυπνων σπιτιών, καθώς αυτά

είναι πλέον επεκτάσιμα και δεν απαιτείται η εκ των προτέρων υλοποίηση όλου του σπιτιού, αλλά οι χρήστες μπορούν να ενσωματώνουν σταδιακά συσκευές IoT βάσει των τρεχουσών αναγκών τους. Χάρη δε στην ασύρματη επικοινωνία των συσκευών μειώνεται το κόστος εγκατάστασης και τροποποίησης της ηλεκτρικής εγκατάστασης του σπιτιού.

- Ασφάλεια – προσωπικά δεδομένα

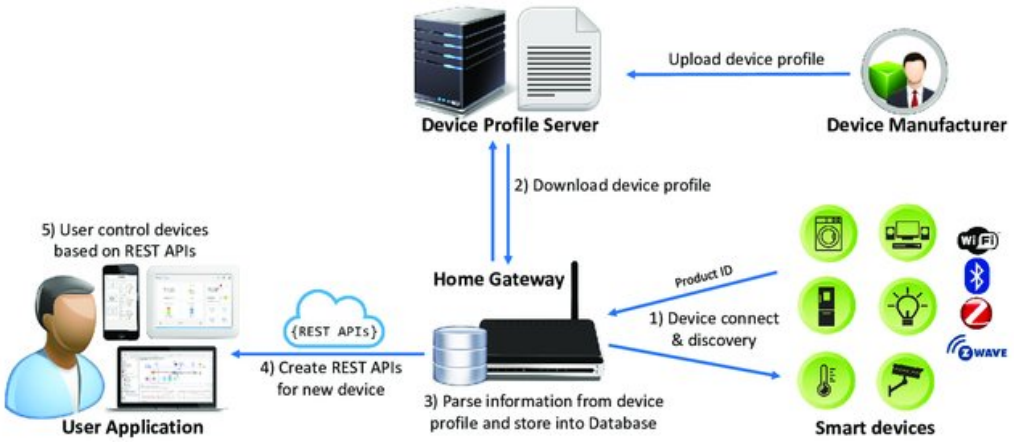
Καθώς η υλοποίηση του έξυπνου σπιτιού συνεπάγεται τη μετάδοση δεδομένων μέσω Διαδικτύου ή τηλεφωνίας, ελλοχεύει ο κίνδυνος μη εξουσιοδοτημένα άτομα να αποκτήσουν πρόσβαση σε αυτά τα δεδομένα. Πέρα από την παραβίαση της ιδιωτικής ζωής των χρηστών ενός σπιτιού, τα δεδομένα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν έτσι ώστε μη εξουσιοδοτημένα άτομα να γνωρίζουν πότε απουσιάζουν οι χρήστες ενός σπιτιού και να πραγματοποιήσουν διάρρηξη του σπιτιού.

Οι μεγάλοι κατασκευαστές υλικών για την υλοποίηση έξυπνων σπιτιών εξασφαλίζουν αυξημένα επίπεδα προστασίας των υπό μετάδοση δεδομένων, συνεπώς η χρήση των υλικών τους (αισθητηρίων και πρωτοκόλλων επικοινωνίας) προτείνεται για να μετριαστεί η κίνδυνος παραβίασης.

Τέλος, αξίζει να αναφερθεί ότι η διείσδυση των έξυπνων σπιτιών επιδρά αρνητικά στην υγεία των ανθρώπων, καθώς με την αυτοματοποίηση ολοένα και περισσότερων καθημερινών διαδικασιών στο πεδίο του σπιτιού οι άνθρωποι γίνονται πιο οκνηροί και βασίζονται ολοένα περισσότερο σε αυτόματες διεργασίες με αποτέλεσμα να μειώνεται η φυσική δραστηριότητα, με αρνητικά αποτελέσματα στην υγεία τους.

3.3 Στοιχεία Συστήματος Smart Home αυτοματισμού με βάση το IOT

Ένα έξυπνο σπίτι με αυτοματισμούς IoT ενσωματώνει ενδεικτικά τις παρακάτω λειτουργίες, ξεκινώντας από τις συσκευές IoT, συνεχίζοντας στη διασύνδεση των συσκευών με το Διαδίκτυο και το τοπικό δίκτυο, στη διακίνηση πληροφοριών από τις συσκευές σε έναν κεντρικό κόμβο, στη δημιουργία διεπαφών χρηστών και τη δημιουργία εφαρμογών ώστε οι χρήστες να μπορούν να παρεμβαίνουν και να ελέγχουν τη λειτουργία του αυτοματισμού, να συλλέγουν δεδομένα κ.ο.κ. (Linh-An&Taehong, 2020)



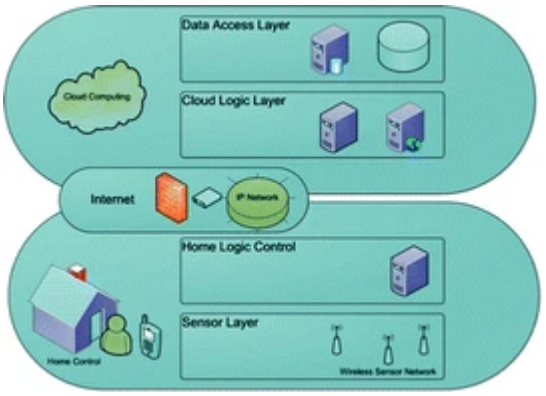
Εικόνα 10: Στοιχεία συστήματος αυτοματισμού IoT σε έξυπνα σπίτια (Linh-An&Taehong, 2020)

Σε αντίθεση με συστήματα αυτοματισμού σε έξυπνα σπίτια, τα οποία βασίζονται σε άλλες τεχνολογίες, η καινοτομία της τεχνολογίας IoT εντοπίζεται στη δυνατότητα απομακρυσμένου ελέγχου από οπουδήποτε και αν βρίσκεται ο χρήστης, είτε απλά για τη συλλογή δεδομένων είτε για να παρεμβαίνουν οι χρήστες στον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί ο αυτοματισμός του έξυπνου σπιτιού (Jie, etal., 2013).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ

4.1 Αρχιτεκτονική Συστημάτων

Όπως αναφέρεται στην παράγραφο 2.2, η επικοινωνία από συσκευή σε συσκευή είναι η πλέον ευρέως διαδεδομένη αρχιτεκτονική επικοινωνίας σε συστήματα IoT. Οι Yangetal. (2017) πρότειναν ένα σύστημα βασισμένο σε αρχιτεκτονική 4 επιπέδων, το οποίο αποτελείται από δύο κύριους πυλώνες· τους χρήστες του έξυπνου σπιτιού και το διακομιστή μέσω του οποίου πραγματοποιείται η ανταλλαγή, επεξεργασία και γενικά κίνηση των δεδομένων. Ανάλογα με τις ανάγκες κάθε έξυπνου σπιτιού μπορεί να τρέχουν περισσότεροι του ενός διακομιστές με αποστολή των δεδομένων σε διαφορετικές τοποθεσίες στο υπολογιστικό νέφος. Η χρήση του υπολογιστικού νέφους, διαμέσου πρωτοκόλλων όπως το TCP/IP είναι καθοριστική για την ταχύτητα με την οποία τρέχουν οι λειτουργίες του έξυπνου σπιτιού. Παρακάτω παρατίθεται μία ενδεικτική αρχιτεκτονική έξυπνου σπιτιού που πρότειναν οι Yangetal. (2017):

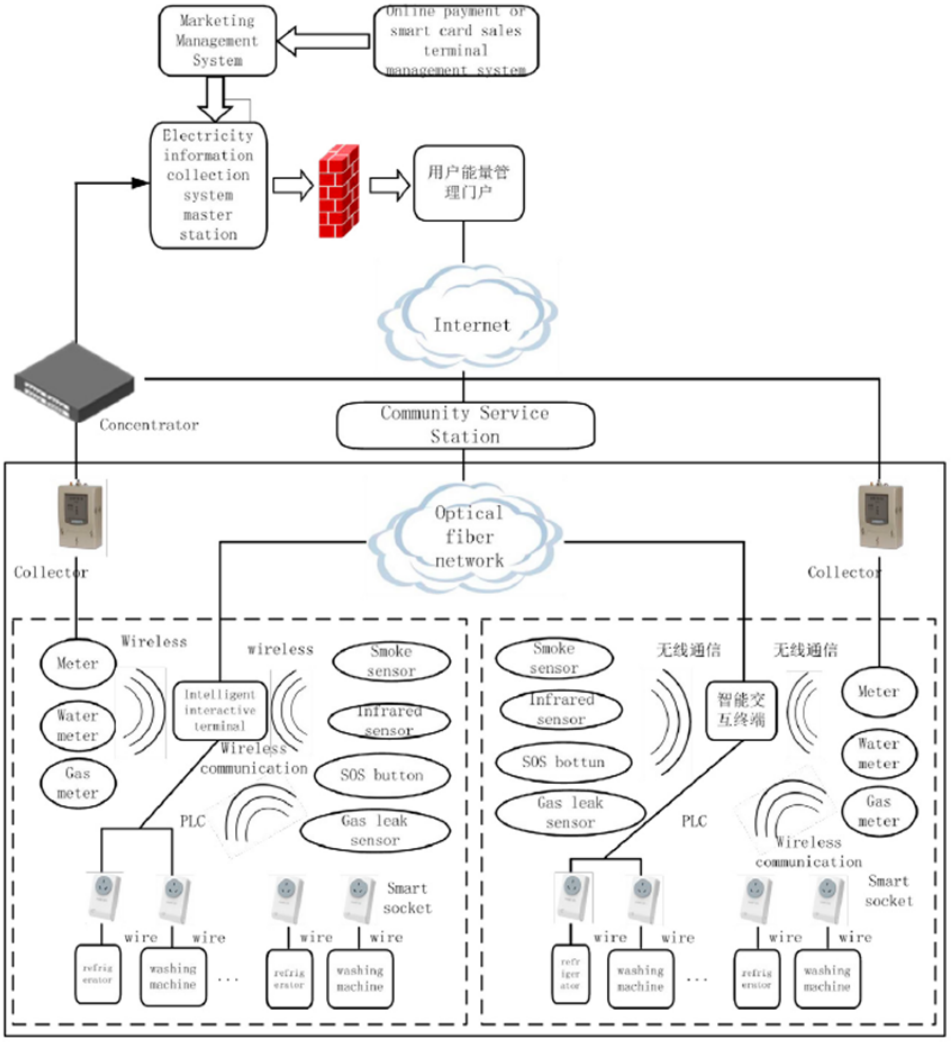


Εικόνα 11: Αρχιτεκτονική συστήματος έξυπνου σπιτιού (Yang, etal., 2017)

Στο Επίπεδο Των Δεδομένων Πραγματοποιείται η αποθήκευση δεδομένων, στο επίπεδο της υπολογιστικής νέφους ο διαμοιρασμός και η επεξεργασία των δεδομένων, στο οικιακό επίπεδο η αλληλεπίδραση ανάμεσα στο σπίτι και τους αισθητήρες και στο επίπεδο των αισθητήρων πραγματοποιείται ο έλεγχος και η μέτρηση του φυσικού περιβάλλοντος (Yang, etal., 2017). Δεδομένου ότι τα έξυπνα σπίτια είναι κατανεμημένα συστήματα, όπου μέρος των δεδομένων και πληροφοριών μόνον απαιτείται να μεταφορτωθεί στο υπολογιστικό νέφος, η επιλογή μιας αρχιτεκτονικής τεσσάρων επιπέδων είναι η πλέον αποδοτική καθώς

επιτρέπει την τοπική αποθήκευση και επεξεργασία των δεδομένων, χωρίς να εισάγει περιορισμούς στην ταχύτητα του συστήματος. Επιπρόσθετα, η δόμηση κεντρικής αρχιτεκτονικής θα οδηγούσε σε καθυστέρηση της απόκρισης καθώς και θα καθιστούσε το σύστημα πιο πολύπλοκο. Αντί αυτού, στις αρχιτεκτονικές τεσσάρων επιπέδων κάθε συσκευή συνεργάζεται με άλλες και αποφασίζει τις ενέργειες που πρέπει να εκτελέσει αυτόνομα, στην κατεύθυνση επίτευξης ενός κοινού σκοπού.

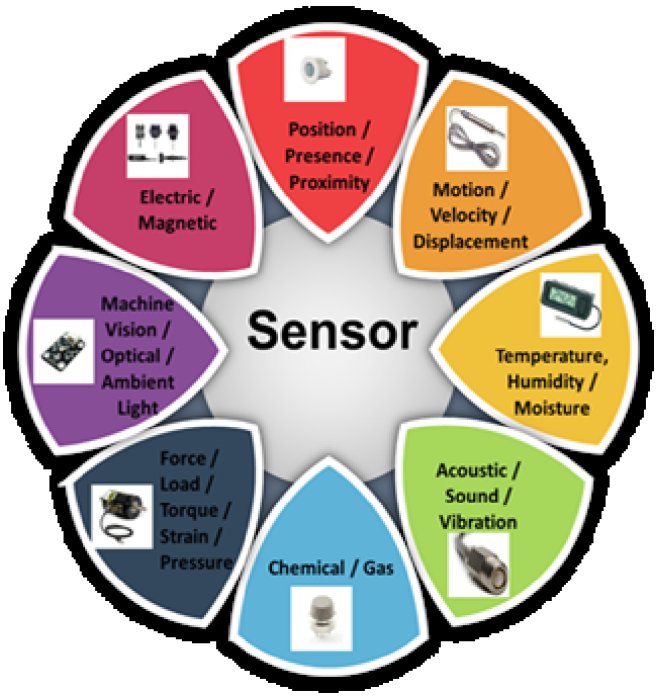
Αντίστοιχα, οι Lietal. (2018) πρότειναν την παρακάτω αρχιτεκτονική όπου όλες οι συσκευές λειτουργούν τοπικά και επιπλέον μεταφορτώνουν πληροφορίες σε έναν κεντρικό κόμβο στο υπολογιστικό νέφος (Li, etal., 2018):



Εικόνα 12: Αρχιτεκτονική έξυπνου σπιτιού IoT (Li, etal., 2018)

4.2 Αισθητήρες

Οι Sehrawat και Gill (2019) πρότειναν ότι το φάσμα των αισθητήρων οι οποίοι βρίσκουν εφαρμογή σε έξυπνα σπίτια είναι ευρύ. Αναλυτικά διακρίνονται αισθητήρες κίνησης, παρουσίας, θερμοκρασίας, υγρασίας, θορύβου, παρουσίας χημικών, μέτρησης δύναμης, οπτικοί αισθητήρες, ηλεκτρικοί και μαγνητικοί αισθητήρες. Ανάλογα με το εύρος των εφαρμογών σε ένα έξυπνο σπίτι μπορούν να συνυπάρχουν όλων των παραπάνω ειδών αισθητήρες (Sehrawat&Gill, 2019)



Εικόνα 13: Διαφορετικοί τύποι αισθητήρων σε έξυπνα σπίτια (Sehrawat&Gill, 2019)

4.3 Εφαρμογές

Οι Pauletal. (2018) καθώς και οι Marikyanetal. (2019) πρότειναν ότι ένα έξυπνο σπίτι που ενσωματώνει αυτοματισμούς βασισμένους στην τεχνολογία και σε συσκευές IoT μπορεί να αποτελείται από τα παρακάτω στοιχεία (Paul, etal., 2018; Marikyan, etal., 2019):

- διαχείριση ενέργειας

    - ενεργοποίηση και απενεργοποίηση θέρμανσης, ψύξης και εξαερισμού
    - άνοιγμα και κλείσιμο παραθύρων, σκιάστρων, τεντών
    - ενεργοποίηση και απενεργοποίηση φωτισμού παρουσία/απουσία των χρηστών
    - ενεργοποίηση ενεργοβόρων ηλεκτρικών συσκευών αν κάποιο ενσωματωμένο σύστημα ΑΠΕ παράγει πλεόνασμα ενέργειας
- διαχείριση ασφάλειας
    - πυρανίχνευση, πυρόσβεση και αυτόματη ειδοποίηση
    - επιτήρηση κίνησης και κλεισίματος πορτών και παραθύρων
- διαχείριση υγείας
    - παρακολούθηση ζωτικών σημείων χρηστών (που έχουν φορετές έξυπνες συσκευές με δυνατότητα IoT)
    - ανακύκλωση του αέρα για μείωση παθογόνων

4.4 Ανάλυση Δεδομένων

Ανάλογα με την αρχιτεκτονική στην οποία βασίζεται ένα έξυπνο σπίτι, η ανάλυση των δεδομένων μπορεί να πραγματοποιείται τοπικά ή σε υπολογιστικό νέφος. Επιπρόσθετα, κάθε συσκευή IoT έχει τη δυνατότητα να επεξεργάζεται τα δεδομένα που λαμβάνει από τον αντίστοιχο εγκατεστημένο αισθητήρα ώστε να παράγει πληροφορίες και ώστε βάσει των πληροφοριών αυτών να εκτελεί ενέργειες. Επιπρόσθετα, ανάλογα με το μέγεθος εφαρμογής, μπορεί να αξιοποιούνται τεχνικές της Επιστήμης Δεδομένων, Τεχνητής Νοημοσύνης κ.ο.κ., ειδικά σε περίπτωση όπου οι όγκοι των συλλεγόμενων δεδομένων είναι πολύ μεγάλοι.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5
ΕΠΙΡΡΟΕΣ

Η τεχνολογία IoT επηρεάζει πληθώρα εκφάνσεων της σύγχρονης ζωής, από τις πόλεις μέχρι τα συστήματα υγείας και τον κλάδο της γεωργίας.

5.1 Έξυπνες πόλεις

Εντοπίζονται διάφοροι ορισμοί για τις έξυπνες πόλεις. Σύμφωνα με έναν ευρύ ορισμό, οι έξυπνες πόλεις είναι πόλεις όπου εφαρμόζονται τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών, με σκοπό τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων, τη βελτίωση της αποδοτικότητας και της αποτελεσματικότητας των υποδομών της πόλης και την ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας των πόλεων (Arroub, etal., 2016). Η αξιοποίηση των τεχνολογιών ΤΠΕ γίνεται με σκοπό την ενίσχυση της βιωσιμότητας των πόλεων, άρα την κάλυψη των αναγκών των κατοίκων με σεβασμό μεταξύ άλλων στην κοινωνική ηρεμία και στο περιβάλλον (Pascal, 2020).

Εικόνα 14: Δομή έξυπνης πόλης (16)

Στις έξυπνες πόλεις εφαρμόζεται ένας συνδυασμός τεχνολογιών και έξυπνων λύσεων, με τη μεγάλη μερίδα αυτών να βασίζεται στην τεχνολογία IoT. Οι πλέον δημοφιλείς τεχνολογίες που απαντώνται σε έξυπνες πόλεις παρατίθενται παρακάτω:

- Έξυπνη κινητικότητα (έξυπνα ΜΜΜ, έξυπνες στάσεις κ.α.)
- Έξυπνη ασφάλεια (συστήματα επιτήρησης για αντιμετώπιση εγκληματικότητας)
- Έξυπνη ενέργεια και δίκτυα κοινής ωφέλειας (έξυπνα δίκτυα, έξυπνοι μετρητές κ.α.)
- Έξυπνα κτίρια
- Έξυπνα συστήματα και υποδομές υγείας
- Έξυπνη εκπαίδευση
- Έξυπνος τουρισμός και αναψυχή
- Έξυπνο λιανικό εμπόριο, βιομηχανία και εφοδιαστική αλυσίδα
- Έξυπνη Διακυβέρνηση

Όσο περισσότερες τεχνολογίες εφαρμόζονται τόσο πιο ευρεία είναι τα οφέλη στην κατεύθυνση επίτευξης βιώσιμης οικονομικής ανάπτυξης. Η ζωή των κατοίκων γίνεται πιο εύκολη, ενώ ταυτόχρονα μειώνεται η δαπάνη πρωτογενούς ενέργειας, αυξάνεται η ασφάλεια, και βελτιώνεται συνολικά το βιοτικό επίπεδο. Συνολικά, σκοπός των έξυπνων πόλεων είναι η δημιουργία μιας ενισχυμένης εμπειρίας διαβίωσης στους κατοίκους αλλά και στους επισκέπτες.

Πέρα από τα παραπάνω προσδοκώμενα οφέλη, η αξιοποίηση της τεχνολογίας IoT φέρνει και μειονεκτήματα. Ενδεικτικά, εγείρονται ζητήματα προστασίας προσωπικών δεδομένων, απώλειας θέσεων εργασίας (όσο αυτοματοποιούνται διαδικασίες). Επιπρόσθετα, είναι σημαντική η ομαλή εξοικείωση των πολιτών με τις εφαρμογές και τις λειτουργικότητες των έξυπνων πόλεων, καθώς μία μερίδα των κατοίκων, οι οποίοι ειδικά είναι μεγαλύτερης ηλικίας, μπορεί να είναι ψηφιακά αναλφάβητοι (Chen, etal., 2018).

Συνοπτικά, οι έξυπνες πόλεις είναι πολύπλοκα συστήματα που ενσωματώνουν τέσσερις κύριες λειτουργίες·, μπορούμε να δηλώσουμε ότι μια έξυπνη πόλη είναι ένα πολύπλοκο σύστημα που αποτελείται από τις ακόλουθες τέσσερις λειτουργίες· αισθητήρια για την μεταφορά του φυσικού κόσμου στον ψηφιακό κόσμο, δικτύωση, ανάλυση δεδομένων και έλεγχο συσκευών. Ως εκ τούτου, η τεχνολογία IoT βρίσκεται στο επίκεντρο των έξυπνων πόλεων καθώς είναι καθοριστική για την μέτρηση του φυσικού κόσμου, τη μεταφορά των δεδομένων και την εκτέλεση ενεργειών. Άλλες τεχνολογίες, όπως η Επιστήμη των Δεδομένων και τα Μεγάλα Δεδομένα μπορούν να εφαρμόζονται συνδυαστικά προκειμένου για την ανάλυση των συλλεγόμενων δεδομένων.

5.2 Έξυπνα Νοσοκομεία

Η εξέλιξη της τεχνολογίας IoT έχει επιδράσει και στον τομέα της Υγείας, καθώς μπορεί να κατασκευαστούν λύσεις για τη βελτίωση της λειτουργίας, αποδοτικότητας και αποτελεσματικότητας των συστημάτων υγείας. Η διείσδυση της τεχνολογίας IoT στον τομέα της υγείας εντοπίζεται ως επί το πλείστων για τη δημιουργία έξυπνων συστημάτων διαχείρισης των ασθενών, των φαρμάκων, των κλινών των νοσοκομείων αλλά ακόμη και για τη δημιουργία έξυπνων συστημάτων επιτήρησης της υγείας των ασθενών στα σπίτια τους. Ειδικά με την ανάπτυξη της τεχνολογίας 5G έγινε δυνατή η μετάδοση μεγάλου όγκου δεδομένων σε πολύ μικρό χρόνο, καθιστώντας εφικτή τη δημιουργία και παροχή υπηρεσιών έξυπνης ιατρικής και τηλεϊατρικής. Περαιτέρω, ειδικά με το συνδυασμό φορετών συσκευών, με αισθητήρες που μετρούν τα ζωτικά σημεία των ασθενών μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά η ποιότητα, η αποτελεσματικότητα και ο χρόνος στον οποίο προσφέρονται υπηρεσίες υγείας (Kale, etal., 2017).

5.3 Γεωργία και Καλλιέργεια

Τα τελευταία χρόνια έχουν κάνει την εμφάνισή τους πληθώρα λύσεων και εφαρμογών της τεχνολογίας IoT στη Γεωργία και Καλλιέργεια, με τη διείσδυση του όρου «έξυπνη γεωργία» και «έξυπνη καλλιέργεια». Περισσότερες από 75 εκατομμύρια συσκευές IoT αναμένονταν να χρησιμοποιούνται στον τομέα της Γεωργίας έως το 2020, αριθμός ο οποίος έχει πλέον ξεπεράσει τις 100 εκατομμύρια συσκευές (Gaikwad, etal., 2021). Οι συσκευές αυτές χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση κρίσιμων παραμέτρων του εδάφους, όπως η υγρασία και το pH, καθώς και για την παρακολούθηση των καιρικών συνθηκών στο σημείο της καλλιέργειας, όπως η θερμοκρασία και το ύψος της βροχόπτωσης σε πραγματικό χρόνο, έτσι ώστε να διευκολύνεται η ανάπτυξη της παραγωγής (PwC, 2017). Μία πολλά υποσχόμενη εφαρμογή βασισμένη σε τεχνολογία IoT είναι η παρακολούθηση της ποιότητας και της «υγείας» των καλλιεργειών σε ζωντανό χρόνο (Gaikwad, etal., 2021).

Οι Navarroetal. (2020) πρότειναν ότι η εξέλιξη της τεχνολογίας IoT και δη των πρωτοκόλλων επικοινωνίας καθιστά εφικτή την εγκατάσταση δικτύων αισθητήρων σε καλλιέργειες προκειμένου οι αγρότες να μπορούν αφενός να επιτηρούν περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, η ταχύτητα του ανέμου, η βροχόπτωση κ.α., απομακρυσμένα και αφετέρου να μπορούν να εκτελούνται αυτόματες ενέργειες στις έξυπνες

καλλιέργειες προκειμένου να βελτιστοποιείται η υγεία των καλλιεργειών με το μικρότερο δυνατό κόστος και τις λιγότερες δυνατές ζημίες από απώλεια σοδειάς. Ενδεικτικά, αναφέρονται λύσεις έξυπνης άρδευσης, έξυπνης λίπανσης, έξυπνων ψεκασμών, αυτόματης ρύθμισης των συνθηκών σε θερμοκήπια κ.α.. Τελευταία μάλιστα, η εξέλιξη της τεχνολογίας των drones και UAV έχει ανοίξει περαιτέρω το πεδίο για την εφαρμογή και ανάπτυξη περαιτέρω λύσεων IoT για εφαρμογή στη Γεωργία και Καλλιέργεια (Navarro, etal., 2020).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6
ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ

Η τεχνολογία IoT προσφέρει αυξημένες δυνατότητες αυτοματοποίησης, μεταξύ άλλων στη βιομηχανία και στην Ιατρική. Στο παρόν κεφάλαιο πραγματοποιείται συνοπτική ανασκόπηση του πεδίου εφαρμογής και διείσδυσης της τεχνολογίας IoT.

6.1 IOT στις βιομηχανίες/τεχνίες

Την τελευταία δεκαετία, οι διαρκείς εξελίξεις στην τεχνολογία και ειδικά στους υπολογιστές, στις επικοινωνίες, στο Διαδίκτυο, στις Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ), επέτρεψε την ανάπτυξη τεχνολογιών όπως η Τεχνητή Νοημοσύνη, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) κ.α.. Οι τεχνολογίες αυτές μετασχηματίζουν όλο το φάσμα της ζωής, χωρίς να εξαιρούνται οι οργανισμοί και δη οι βιομηχανίες, με την Τέταρτη Βιομηχανική Επανάσταση να βρίσκεται σε πλήρη εξέλιξη. Η διείσδυση της τεχνολογίας IoT στη βιομηχανία διευκολύνει και επιταχύνει τον ψηφιακό μετασχηματισμό τους. Ο ψηφιακός μετασχηματισμός μπορεί να παίξει καταλυτικό ρόλο στη δημιουργία βιώσιμου ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος, οδηγώντας σε βελτίωση της απόδοσης και διευκολύνοντας την εφαρμογή μεθόδων διοίκησης και παραγωγής όπως η Λιτή Διοίκηση, Λιτή Παραγωγή, Διοίκηση Ολικής Ποιότητας κ.α. (Verhoef, etal., 2019).

Ο ψηφιακός μετασχηματισμός των βιομηχανιών και δη η διείσδυση της τεχνολογίας IoT μπορεί να καλύπτει όλο το φάσμα των λειτουργιών και ενδεικτικά τις παρακάτω λειτουργίες (Kotarba, 2018):

- πωλήσεις
- marketing
- παραγωγή
- εφοδιαστική αλυσίδα

Η διείσδυση της τεχνολογίας IoT στη βιομηχανία, ειδικά σε συνδυασμό και με άλλες τεχνολογίες όπως η Τεχνητή Νοημοσύνη, η Επιστήμη Δεδομένων και τα Μεγάλα Δεδομένα (BigData) μπορεί να επιτρέψει την αυτοματοποίηση όλων των διεργασιών σε όλες τις λειτουργίες. Για παράδειγμα, μπορεί να επιτηρείται το απόθεμα και η θέση του στην

εταιρεία, στα φορτηγά μεταφοράς, μπορεί να επιτηρείται σε πραγματικό χρόνο η παραγωγή, η παραγγελία πρώτων υλών, η διαχείριση της ενέργειας κ.α.. Συστήματα IoT μπορούν να εγκαθίστανται σε όλο το φάσμα των βιομηχανιών, μεταφέροντας τον φυσικό κόσμο στον ψηφιακό κόσμο, επιταχύνοντας τη λήψη αποφάσεων και βελτιώνοντας ουσιαστικά την απόδοση και δη την απόδοση κόστους, άρα και την ανταγωνιστικότητα.

6.2 IOT εφαρμογές στην ιατρική

Όπως γράφεται και παραπάνω σε πολλά σημεία, η τεχνολογία IoT έχει αλλάξει την καθημερινή ζωή των ανθρώπων σε μεγάλο βαθμό. Η έξυπνη υγεία ή ευφυής ή ηλεκτρονική υγεία αποτελούν παραδείγματα διείσδυσης της τεχνολογίας IoT στην Ιατρική, όπου οι αισθητήρες μπορούν να φορεθούν από τους ασθενείς στο σπίτι, στην εργασία ή ακόμη και σε νοσηλευτικά ιδρύματα. Αυτοί οι αισθητήρες ανιχνεύουν τις ζωτικές ενδείξεις των ασθενών και σε τυχόν μη φυσιολογικές συνθήκες, να στέλνουν ειδοποιήσεις στον ίδιο τον ασθενή, τον ιατρό του ή και πιθανόν τις υπηρεσίες εκτάκτων αναγκών. Οι έξυπνες συσκευές μπορούν να βοηθούν στη διαχείριση των ασθενών και να οδηγούν σε βελτίωση του χρόνου, της ποιότητας και της αποτελεσματικότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών. Η παρακολούθηση των ζωτικών σημείων των ηλικιωμένων, ο έλεγχος της λειτουργίας του ιατρικού εξοπλισμού, των εμβολίων και των φαρμάκων μπορεί να πραγματοποιηθεί ασύρματα και των οργανικών στοιχείων μπορούν να γίνουν με τη χρήση αισθητήρων. Οι Occhiuzzietal. (2014) πρότειναν μία πλατφόρμα IoT για την επιτήρηση εκτάκτων περιστατικών σε νοσηλευόμενους, ενώ οι Chanchaletal. (2017) πρότειναν αντίστοιχη πλατφόρμα IoT βασισμένη σε αισθητήρες για την παρακολούθηση της υγείας των ασθενών και οι Kaleetal. (2017) πρότειναν εφαρμογή IoT για την παρακολούθηση ζωτικών σημείων ανθρώπων που δε νοσηλεύονται για την παροχή έγκαιρης ειδοποίησης λήψης αγωγής ή αντιμετώπισης εκτάκτων περιστατικών (Occhiuzzi, etal., 2014; Chanchal, etal., 2017; Kale, etal., 2017).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

7.1 Εισαγωγή

Για την καλύτερη κατανόηση της διείσδυσης της τεχνολογίας IoT στα πλαίσια των έξυπνων σπιτιών διεξήχθη πρωτογενής ποσοτική έρευνα σε ένα σύνολο ανθρώπων. Η έρευνα διεξήχθη μέσω διανομής ερωτηματολογίου, το οποίο κατασκευάστηκε στη βάση των ευρημάτων της βιβλιογραφικής ανασκόπησης ειδικά σε ό,τι αφορά στην εξοικείωση, τα προσδοκώμενα οφέλη και τους φόβους από τη χρήση συσκευών IoT σε έξυπνα σπίτια (Cannizzaro, etal., 2020; Shuhaiber&Mashal, 2019). Το ερωτηματολόγιο διανεμήθηκε ηλεκτρονικά και το σύνολο ανταπόκρισης στην έρευνα έφτασε στις 98 απαντήσεις.

Στη συνέχεια ελέγχθηκε η εσωτερική συνοχή των απαντήσεων που συγκεντρώθηκαν από τους συμμετέχοντες.

Πίνακας 2: Σύνοψη ελέγχου εσωτερικής συνοχής

CaseProcessingSummary

		N	%
Cases	Valid	97	99,0
	Excluded[a]	1	1,0
	Total	98	100,0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Για την εξέταση της εσωτερικής συνοχής χρησιμοποιήθηκε το σύνολο των μεταβλητών που μετρήθηκαν σε κλίμακα Likert. Ο δείκτης Cronbach's Alpha υπολογίστηκε ίσος με 0,807, το οποίο υποδεικνύει ότι οι απαντήσεις στις ερωτήσεις παρουσιάζουν αρκετά υψηλή εσωτερική συνοχή, καθιστώντας τα αποτελέσματα της παρούσας ανάλυσης αξιόπιστα.

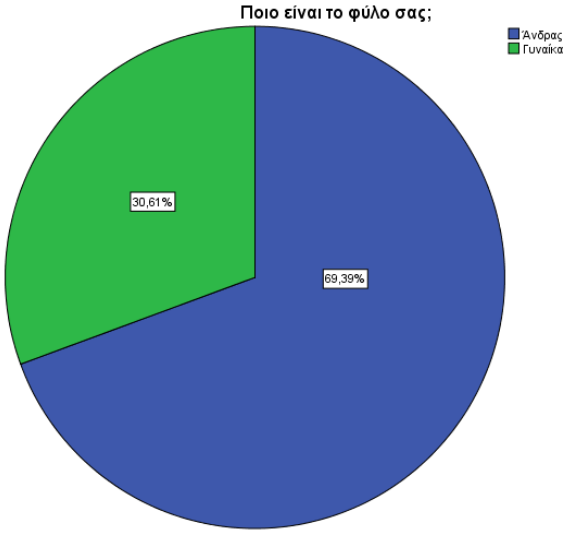
Πίνακας 3: Υπολογισμός δείκτη εσωτερικής συνοχής

ReliabilityStatistics

Cronbach's Alpha	N of Items
,807	11

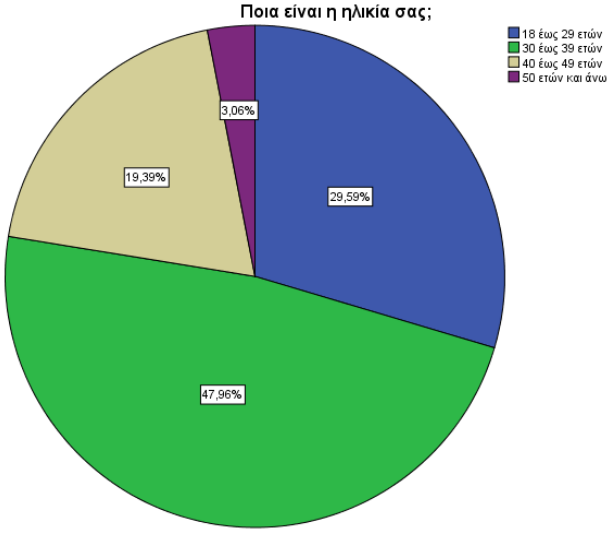
7.2 Δημογραφικά

Το 69,39% των συμμετεχόντων είναι άνδρες και το 30,61% είναι γυναίκες.



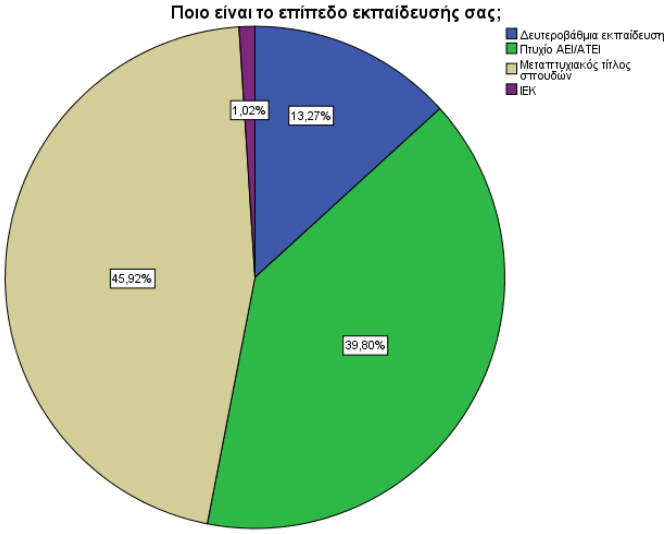
Γράφημα 1: Δημογραφικά

Η πλειοψηφία των συμμετεχόντων είναι ηλικίας 30 έως 39 ετών, σε ποσοστό 47,96%. Το 29,59% είναι ηλικίας 18 έως 29 ετών, το 19,39% είναι ηλικίας 40 έως 49 ετών και το 3,06% είναι 50 ετών και άνω.



Γράφημα 2: Ηλικία

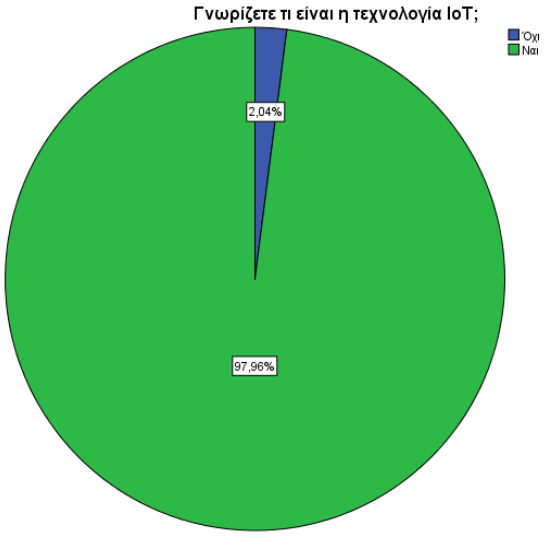
Η πλειοψηφία των συμμετεχόντων, σε ποσοστό 45,82%, κατέχουν μεταπτυχιακό τίτλο σπουδών, το 39,8% είναι είναι απόφοιτοι ΑΕΙ/ΤΕΙ, το 13,27% είναι απόφοιτοι δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και το 1,02% είναι απόφοιτοι ΙΕΚ.



Γράφημα 3: Επίπεδο εκπαίδευσης

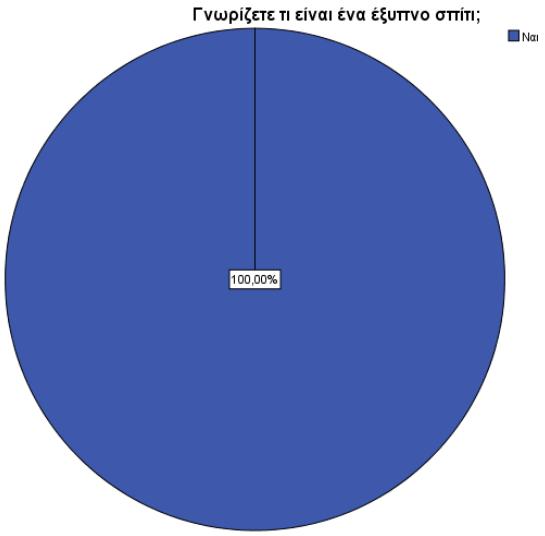
7.3 Χρήση συσκευών IoT σε εφαρμογές Smart Homes

Παρακάτω καταγράφεται η χρήση και γνώση περί συσκευών IoT από τους συμμετέχοντες όπως τη δηλώνουν οι ίδιοι.Το 97,96% δήλωσε ότι γνωρίζει τι είναι η τεχνολογία IoT.



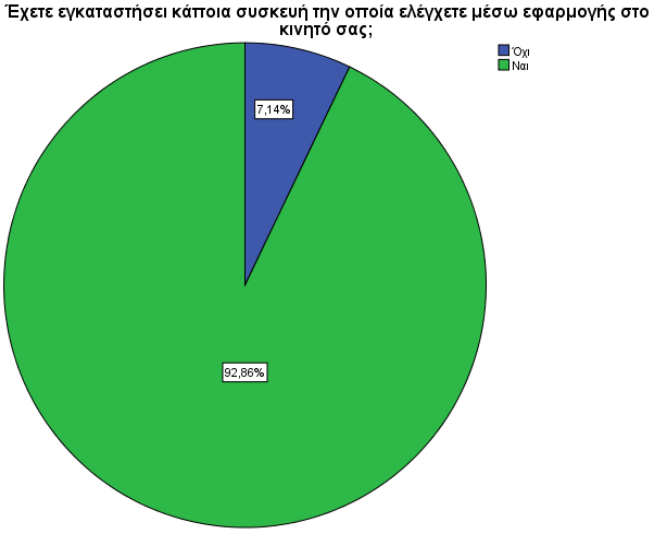
Γράφημα 4: Γνωρίζετε τι είναι η τεχνολογία IoT;

Το σύνολο των συμμετεχόντων γνωρίζουν τι είναι ένα έξυπνο σπίτι.



Γράφημα 5: Γνωρίζετε τι είναι ένα έξυπνο σπίτι;

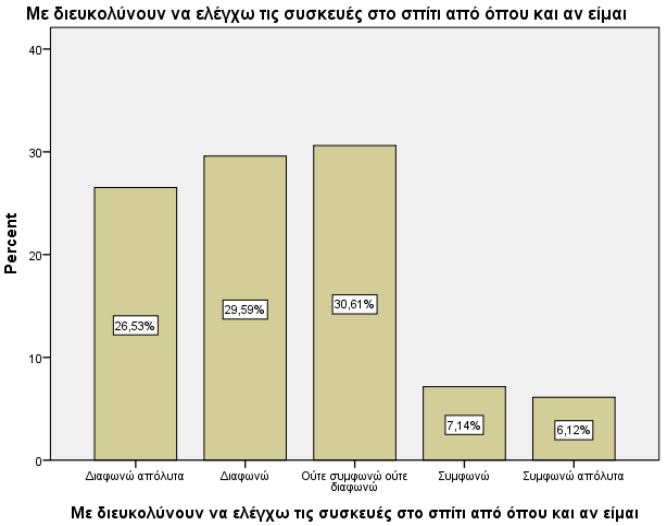
Το 92,86% των συμμετεχόντων έχουν εγκαταστήσει κάποια συσκευή την οποία χειρίζονται μέσω εφαρμογής στο κινητό τους, ενώ μόλις το 7,14% δεν έχει εγκαταστήσει κάποια τέτοια συσκευή.



Γράφημα 6: Έχετε εγκαταστήσει κάποια συσκευή την οποία ελέγχεται μέσω εφαρμογής στο κινητό σας;

7.4 Προσδοκώμενα οφέλη

Παραδόξως, η πλειοψηφία των συμμετεχόντων, σε ποσοστό 56,12%, δε συμφωνεί ότι οι συσκευές IoT σε ένα έξυπνο σπίτι διευκολύνουν τον έλεγχο από όπου και βρίσκεται ο χρήστης. Το 30,61% ούτε συμφωνεί ούτε διαφωνεί με αυτή τη δήλωση, ενώ το 13,26% συμφωνεί ή συμφωνεί απόλυτα.



Γράφημα 7: Με διευκολύνουν να ελέγχω τις συσκευές στο σπίτι από όπου και αν είμαι

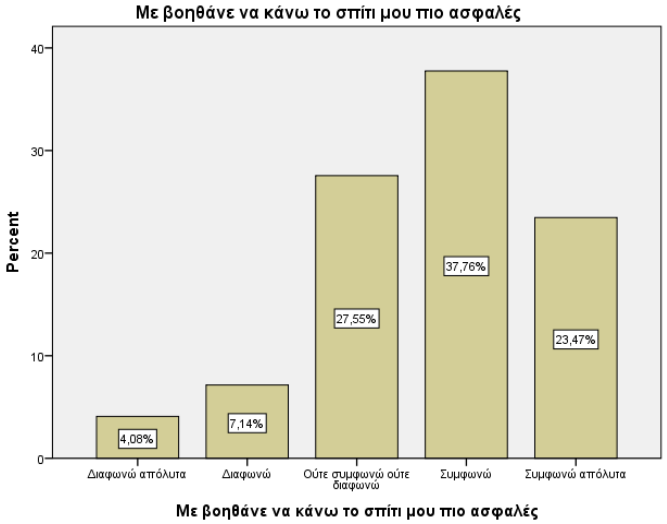
Η συντριπτική πλειοψηφία των συμμετεχόντων, σε ποσοστό 67,35%, συμφωνεί ότι οι συσκευές IoT σε ένα έξυπνο σπίτι τους διευκολύνουν να έχουν τις κατάλληλες συνθήκες θέρμανσης, φωτισμού, κλιματισμού και σκίασης στο σπίτι. Το 25,51% ούτε συμφωνεί ούτε διαφωνεί με αυτή τη δήλωση, ενώ αθροιστικά το 7,14% διαφωνεί.

Γράφημα 8: Με διευκολύνουν να έχω τις κατάλληλες συνθήκες θέρμανσης, φωτισμού, κλιματισμού και σκίασης στο σπίτι

Ομοίως, η πλειοψηφία των συμμετεχόντων, σε ποσοστό 52,04%, συμφωνεί ότι οι συσκευές IoT σε ένα έξυπνο σπίτι τους διευκολύνουν να πετύχουν εξοικονόμηση ενέργειας. Το 32,65% ούτε συμφωνεί ούτε διαφωνεί με αυτή τη δήλωση, ενώ αθροιστικά το 15,3% διαφωνεί.

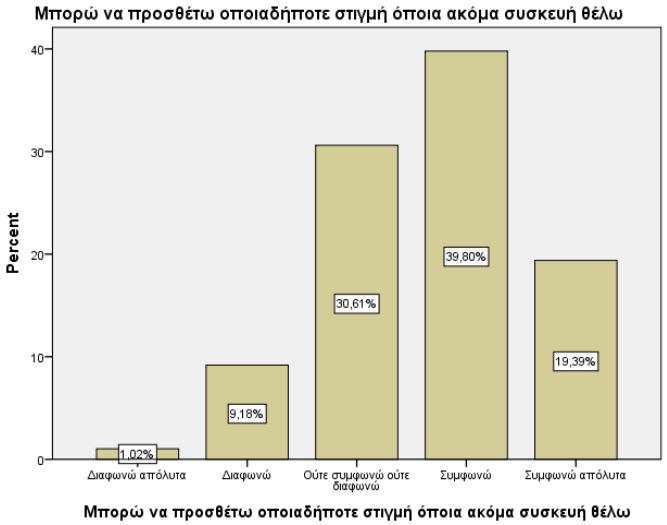
Γράφημα 9: Με διευκολύνουν να πετύχω εξοικονόμηση ενέργειας

Η πλειοψηφία των συμμετεχόντων, σε ποσοστό 61,23%, συμφωνεί ότι οι συσκευές IoT σε ένα έξυπνο σπίτι τους βοηθούν να κάνουν το σπίτι τους πιο ασφαλές. Το 27,55% ούτε συμφωνεί ούτε διαφωνεί, ενώ αθροιστικά το 11,22% διαφωνεί.



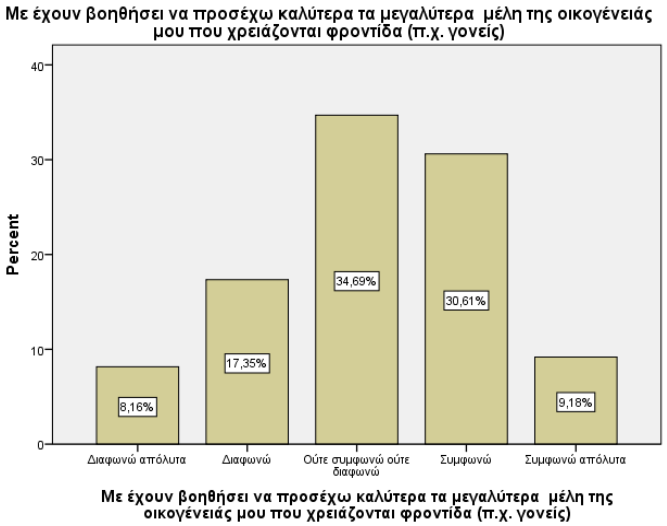
Γράφημα 10: Με βοηθάνε να κάνω το σπίτι μου πιο ασφαλές

Η πλειοψηφία των συμμετεχόντων, σε ποσοστό 59,19%, συμφωνεί ότι μπορούν να προσθέτουν οποιαδήποτε στιγμή όποια ακόμα συσκευήIoT θέλουν. Το 30,61% ούτε συμφωνεί ούτε διαφωνεί, ενώ αθροιστικά το 10,2% διαφωνεί.



Γράφημα 11: Μπορώ να προσθέτω οποιαδήποτε στιγμή όποια ακόμα συσκευή θέλω

Η πλειοψηφία των συμμετεχόντων, σε ποσοστό 39,79%, συμφωνεί ότι μπορούν να οι συσκευές IoT σε ένα έξυπνο σπίτι τους έχουν βοηθήσει να προσέχουν καλύτερα τα μεγαλύτερη μέλη της οικογένειας που χρειάζονται φροντίδα (π.χ. γονείς). Το 34,69% ούτε συμφωνεί ούτε διαφωνεί, ενώ αθροιστικά το 25,51% διαφωνεί.



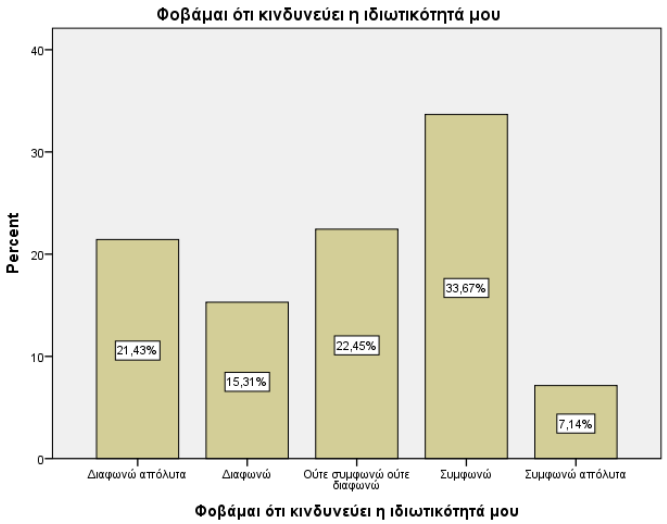
Γράφημα 12: Με έχουν βοηθήσει να προσέχω καλύτερα τα μεγαλύτερη μέλη της οικογένειάς μου που χρειάζονται φροντίδα (π.χ. γονείς)

Η πλειοψηφία των συμμετεχόντων, σε ποσοστό 51,02%, ούτε συμφωνεί ούτε διαφωνεί ότι οι συσκευές IoT σε ένα έξυπνο σπίτι τους έχουν βοηθήσει να προσέχουν καλύτερα την οικογένεια (π.χ. τις κινήσεις των παιδιών), ενώ αθροιστικά το 37,75% συμφωνεί. Μόνον το 11,22% διαφωνεί. Διαφαίνεται ότι η πλειοψηφία των συμμετεχόντων δεν εκφέρει γνώμη γιατί μπορεί να μην έχει παιδιά.

Γράφημα 13: Με έχουν βοηθήσει να προσέχω καλύτερα την οικογένειά μου (π.χ. τις κινήσεις των παιδιών μου)

7.5 Φόβοι και προκλήσεις

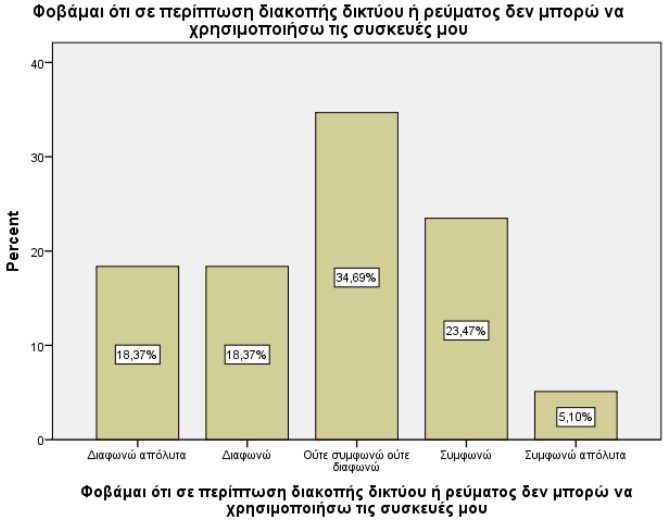
Η πλειοψηφία των συμμετεχόντων, σε ποσοστό 40,81%, συμφωνεί ότι φοβάται για την ιδιωτικότητά τους από τη χρήση συσκευών IoT σε έξυπνα σπίτια. Το 22,45% ούτε συμφωνεί ούτε διαφωνεί, ενώ αθροιστικά το 36,74% διαφωνεί.



Γράφημα 14: Φοβάμαι ότι κινδυνεύει η ιδιωτικότητά μου

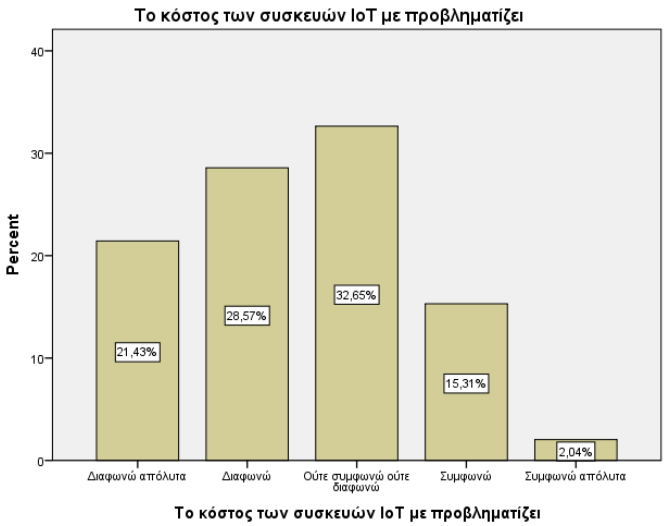
Η πλειοψηφία των συμμετεχόντων, σε ποσοστό 36,74%, διαφωνεί ότι φοβάται ότι σε περίπτωση διακοπής δικτύου ή ρεύματος δεν μπορώ να χρησιμοποιήσουν τις συσκευές τους.

Το 34,69% των συμμετεχόντων ούτε συμφωνεί ούτε διαφωνεί με την παραπάνω δήλωση, ενώ αθροιστικά το 28,57% των συμμετεχόντων συμφωνεί με την παραπάνω δήλωση.



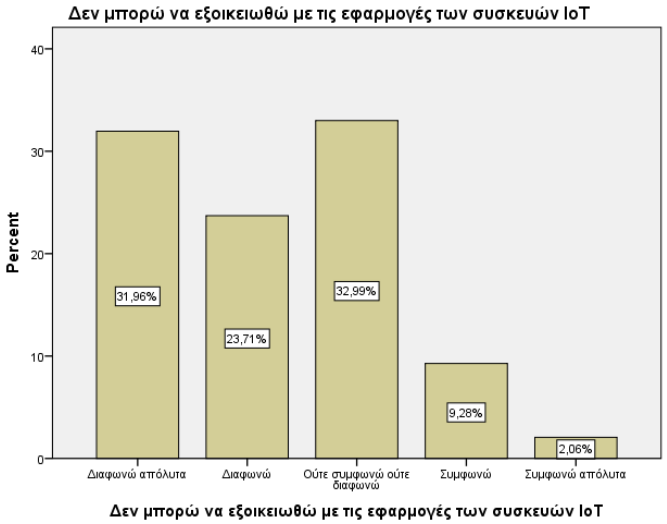
Γράφημα 15: Φοβάμαι ότι σε περίπτωση διακοπής δικτύου ή ρεύματος δεν μπορώ να χρησιμοποιήσω τις συσκευές μου

Η πλειοψηφία των συμμετεχόντων, σε ποσοστό 50%, διαφωνεί ότι φοβάται ότι το κόστος των συσκευών IoT τους προβληματίζει. Το 32,65% των συμμετεχόντων ούτε συμφωνεί ούτε διαφωνεί με την παραπάνω δήλωση, ενώ αθροιστικά το 17,35% των συμμετεχόντων συμφωνεί με την παραπάνω δήλωση.



Γράφημα 16: Το κόστος των συσκευών IoT με προβληματίζει

Η πλειοψηφία των συμμετεχόντων, σε ποσοστό 55,67%, διαφωνεί ότι φοβάται ότι δεν μπορούν να εξοικειωθούν με τις εφαρμογές των συσκευών IoT. Το 32,99% των συμμετεχόντων ούτε συμφωνεί ούτε διαφωνεί με την παραπάνω δήλωση, ενώ αθροιστικά μόλις το 11,33% των συμμετεχόντων συμφωνεί με την παραπάνω δήλωση.



Γράφημα 17: Δεν μπορώ να εξοικειωθώ με τις εφαρμογές των συσκευών IoT

7.6 Έλεγχος συσχετίσεων

Το φύλο και η γνώση της τεχνολογίας IoT συσχετίζονται αρνητικά, με συντελεστή συσχέτισης -0,217, σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Βάσει της κωδικοποίησης της μεταβλητής «φύλο»[1], περισσότεροι άνδρες από ό,τι γυναίκες γνωρίζουν τι είναι η τεχνολογία IoT. Επιπρόσθετα, η ηλικία συσχετίζεται αρνητικά με την μεταβλητή «Έχετε εγκαταστήσει κάποια συσκευή την οποία ελέγχεται μέσω εφαρμογής στο κινητό σας;», με συντελεστή συσχέτισης -0,204, σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Όσο αυξάνει η ηλικία, τόσο λιγότερο οι συμμετέχοντες έχουν εγκαταστήσει συσκευές IoT. Τέλος, αξίζει να αναφερθεί ότι η γνώση της τεχνολογίας IoT συσχετίζεται θετικά με την μεταβλητή «Έχετε εγκαταστήσει κάποια συσκευή την οποία ελέγχεται μέσω εφαρμογής στο κινητό σας;», με συντελεστή συσχέτισης -0,520, σε επίπεδο εμπιστοσύνης 99%. Οι συμμετέχοντες που γνωρίζουν την τεχνολογία IoT είναι πιθανό να έχουν εγκαταστήσει συσκευές IoT.

[1] Η τιμή «άνδρας» κωδικοποιήθηκε με την τιμή 0 και η τιμή «γυναίκα» με την τιμή 1.

Πίνακας 4: Έλεγχος συσχετίσεων δημογραφικών χαρακτηριστικών και χρήσης – εξοικείωσης με τις συσκευές IoT και τα έξυπνα σπίτια

Correlations

			Ποιο είναι το φύλο σας;	Ποια είναι η ηλικία σας;	Ποιο είναι το επίπεδο εκπαίδευσής σας;	Γνωρίζετε τι είναι η τεχνολογία IoT;	Γνωρίζετε τι είναι ένα έξυπνο σπίτι;	Έχετε εγκαταστήσει κάποια συσκευή την οποία ελέγχεται μέσω εφαρμογής στο κινητό σας;
Spearman'srho	Ποιο είναι το φύλο σας;	CorrelationCoefficient	1,000	-,213*	,027	-,217*	.	-,074
		Sig. (2-tailed)	.	,035	,796	,032	.	,471
		N	98	98	98	98	98	98
	Ποια είναι η ηλικία σας;	CorrelationCoefficient	-,213*	1,000	,103	-,110	.	-,204*
		Sig. (2-tailed)	,035	.	,311	,280	.	,044
		N	98	98	98	98	98	98
	Ποιο είναι το επίπεδο εκπαίδευσής σας;	CorrelationCoefficient	,027	,103	1,000	-,142	.	-,105
		Sig. (2-tailed)	,796	,311	.	,163	.	,304
		N	98	98	98	98	98	98
	Γνωρίζετε τι είναι η τεχνολογία IoT;	CorrelationCoefficient	-,217*	-,110	-,142	1,000	.	,520**
		Sig. (2-tailed)	,032	,280	,163	.	.	,000
		N	98	98	98	98	98	98
	Γνωρίζετε τι είναι ένα έξυπνο σπίτι;	CorrelationCoefficient	.	.	.	.	.	.
		Sig. (2-tailed)	.	.	.	.	.	.
		N	98	98	98	98	98	98
	Έχετε εγκαταστήσει κάποια συσκευή την οποία ελέγχεται μέσω εφαρμογής στο κινητό σας;	CorrelationCoefficient	-,074	-,204*	-,105	,520**	.	1,000
		Sig. (2-tailed)	,471	,044	,304	,000	.	.
		N	98	98	98	98	98	98

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Όπως φαίνεται παρακάτω (Πίνακας 5), τα δημογραφικά χαρακτηριστικά δε σχετίζονται με κανένα από τα προσδοκώμενα οφέλη τα οποία εξετάστηκαν στην παρούσα. Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί ότι η μεταβλητή «Με διευκολύνουν να έχω τις κατάλληλες συνθήκες θέρμανσης, φωτισμού, κλιματισμού και σκίασης στο σπίτι» συσχετίζεται θετικά:

- με τη μεταβλητή «Με διευκολύνουν να πετύχω εξοικονόμηση ενέργειας» με συντελεστή συσχέτισης 0,448, σε επίπεδο εμπιστοσύνης 99%
- με τη μεταβλητή «Με βοηθάνε να κάνω το σπίτι μου πιο ασφαλές» με συντελεστή συσχέτισης 0,257, σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%
- με τη μεταβλητή «Με έχουν βοηθήσει να προσέχω καλύτερα τα μεγαλύτερα μέλη της οικογένειάς μου που χρειάζονται φροντίδα (π.χ. γονείς)» με συντελεστή συσχέτισης 0,420, σε επίπεδο εμπιστοσύνης 99%

Επιπλέον, η μεταβλητή «Με διευκολύνουν να πετύχω εξοικονόμηση ενέργειας» συσχετίζεται θετικά:

- με τη μεταβλητή «Με βοηθάνε να κάνω το σπίτι μου πιο ασφαλές» με συντελεστή συσχέτισης 0,304, σε επίπεδο εμπιστοσύνης 99%
- με τη μεταβλητή «Με έχουν βοηθήσει να προσέχω καλύτερα τα μεγαλύτερα μέλη της οικογένειάς μου που χρειάζονται φροντίδα (π.χ. γονείς)» με συντελεστή συσχέτισης 0,263, σε επίπεδο εμπιστοσύνης 99%

Μεταβλητή «Με βοηθάνε να κάνω το σπίτι μου πιο ασφαλές» συσχετίζεται θετικά:

- με τη μεταβλητή «Μπορώ να προσθέτω οποιαδήποτε στιγμή όποια ακόμα συσκευή θέλω» με συντελεστή συσχέτισης 0,744, σε επίπεδο εμπιστοσύνης 99%
- με τη μεταβλητή «Με έχουν βοηθήσει να προσέχω καλύτερα τα μεγαλύτερα μέλη της οικογένειάς μου που χρειάζονται φροντίδα (π.χ. γονείς)» με συντελεστή συσχέτισης 0,502, σε επίπεδο εμπιστοσύνης 99%

Η μεταβλητή «Μπορώ να προσθέτω οποιαδήποτε στιγμή όποια ακόμα συσκευή θέλω» συσχετίζεται θετικά από τη μεταβλητή «Με έχουν βοηθήσει να προσέχω καλύτερα τα μεγαλύτερα μέλη της οικογένειάς μου που χρειάζονται φροντίδα (π.χ. γονείς)» με συντελεστή συσχέτισης 0,411, σε επίπεδο εμπιστοσύνης 99%. Η μεταβλητή «Με έχουν βοηθήσει να προσέχω καλύτερα τα μεγαλύτερα μέλη της οικογένειάς μου που χρειάζονται φροντίδα (π.χ. γονείς)» συσχετίζεται θετικά με τη μεταβλητή «Μπορώ να προσθέτω οποιαδήποτε στιγμή όποια ακόμα συσκευή θέλω» με συντελεστή συσχέτισης 0,411, σε επίπεδο εμπιστοσύνης 99%.

Πίνακας 5: Έλεγχος συσχετίσεων δημογραφικών χαρακτηριστικών και προσδοκώμενων οφελών

Correlations

			Ποιο είναι το φύλο σας;	Ποια είναι η ηλικία σας;	Ποιο είναι το επίπεδο εκπαίδευσής σας;	Με διευκολύνουν να ελέγχω τις συσκευές στο σπίτι από όπου και αν είμαι	Με διευκολύνουν να έχω τις κατάλληλες συνθήκες θέρμανσης, φωτισμού, κλιματισμού και σκίασης στο σπίτι	Με διευκολύνουν να πετύχω εξοικονόμηση ενέργειας	Με βοηθάνε να κάνω το σπίτι μου πιο ασφαλές	Μπορώ να προσθέτω οποιαδήποτε στιγμή όποια ακόμα συσκευή θέλω	Με έχουν βοηθήσει να προσέχω καλύτερα τα μεγαλύτερα μέλη της οικογένειάς μου που χρειάζονται φροντίδα (π.χ. γονείς)	Με έχουν βοηθήσει να προσέχω καλύτερα την οικογένεια μου (π.χ. τις κινήσεις των παιδιών μου)
Spearman' srho	Ποιο είναι το φύλο σας;	CorrelationCoefficient	1,000	-,213*	,027	,156	,081	,079	,014	-,043	-,143	,158
		Sig. (2-tailed)	.	,035	,796	,126	,430	,437	,892	,672	,160	,119
		N	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
	Ποια είναι η ηλικία σας;	CorrelationCoefficient	-,213*	1,000	,103	,120	,118	,067	,085	-,020	-,035	-,094
		Sig. (2-tailed)	,035	.	,311	,240	,247	,511	,406	,844	,732	,358
		N	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
	Ποιο είναι το επίπεδο εκπαίδευσής σας;	CorrelationCoefficient	,027	,103	1,000	,000	-,066	-,148	-,013	-,069	-,163	-,111
		Sig. (2-tailed)	,796	,311	.	1,000	,517	,146	,901	,502	,109	,277
		N	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
	Με διευκολύνουν να ελέγχω τις συσκευές στο σπίτι από όπου και αν είμαι	CorrelationCoefficient	,156	,120	,000	1,000	,063	,027	,156	,066	,005	,077
		Sig. (2-tailed)	,126	,240	1,000	.	,535	,794	,126	,517	,960	,453
		N	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
	Με διευκολύνουν να έχω τις κατάλληλες συνθήκες θέρμανσης, φωτισμού, κλιματισμού και σκίασης στο σπίτι	CorrelationCoefficient	,081	,118	-,066	,063	1,000	,448**	,257*	,177	,420**	,098
		Sig. (2-tailed)	,430	,247	,517	,535	.	,000	,011	,082	,000	,339
		N	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
	Με διευκολύνουν να πετύχω εξοικονόμηση ενέργειας	CorrelationCoefficient	,079	,067	-,148	,027	,448**	1,000	,304**	,197	,263**	,157
		Sig. (2-tailed)	,437	,511	,146	,794	,000	.	,002	,052	,009	,123
		N	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
	Με βοηθάνε να κάνω το σπίτι μου πιο ασφαλές	CorrelationCoefficient	,014	,085	-,013	,156	,257*	,304**	1,000	,744**	,502**	,067
		Sig. (2-tailed)	,892	,406	,901	,126	,011	,002	.	,000	,000	,514
		N	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
	Μπορώ να προσθέτω οποιαδήποτε στιγμή όποια ακόμα συσκευή θέλω	CorrelationCoefficient	-,043	-,020	-,069	,066	,177	,197	,744**	1,000	,411**	,124
		Sig. (2-tailed)	,672	,844	,502	,517	,082	,052	,000	.	,000	,222
		N	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98

Με έχουν βοηθήσει να προσέχω καλύτερα τα μεγαλύτερα μέλη της οικογένειάς μου που χρειάζονται φροντίδα (π.χ. γονείς)	CorrelationCoefficient	-,143	-,035	-,163	,005	,420**	,263**	,502**	,411**	1,000	,013
	Sig. (2-tailed)	,160	,732	,109	,960	,000	,009	,000	,000	.	,898
	N	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
Με έχουν βοηθήσει να προσέχω καλύτερα την οικογένεια μου (π.χ. τις κινήσεις των παιδιών μου)	CorrelationCoefficient	,158	-,094	-,111	,077	,098	,157	,067	,124	,013	1,000
	Sig. (2-tailed)	,119	,358	,277	,453	,339	,123	,514	,222	,898	.
	N	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Τέλος, τα δημογραφικά χαρακτηριστικά δε συσχετίζονται στατιστικά σημαντικά με τους φόβους και τις προκλήσεις που εξετάστηκαν στην παρούσα. Ωστόσο, η μεταβλητή «Φοβάμαι ότι κινδυνεύει η ιδιωτικότητά μου» συσχετίζεται σε επίπεδο εμπιστοσύνης 99%:

- με τη μεταβλητή «Φοβάμαι ότι σε περίπτωση διακοπής δικτύου ή ρεύματος δεν μπορώ να χρησιμοποιήσω τις συσκευές μου» με συντελεστή συσχέτισης 0,653
- με τη μεταβλητή «Το κόστος των συσκευών IoT με προβληματίζει» με συντελεστή συσχέτισης 0,491
- με τη μεταβλητή «Δεν μπορώ να εξοικειωθώ με τις εφαρμογές των συσκευών IoT» με συντελεστή συσχέτισης 0,483

Επιπλέον, η μεταβλητή «Φοβάμαι ότι σε περίπτωση διακοπής δικτύου ή ρεύματος δεν μπορώ να χρησιμοποιήσω τις συσκευές μου» συσχετίζεται σε επίπεδο εμπιστοσύνης 99%:

- με τη μεταβλητή «Το κόστος των συσκευών IoT με προβληματίζει» με συντελεστή συσχέτισης 0,549
- με τη μεταβλητή «Δεν μπορώ να εξοικειωθώ με τις εφαρμογές των συσκευών IoT» με συντελεστή συσχέτισης 0,485

Η μεταβλητή «Το κόστος των συσκευών IoT με προβληματίζει» συσχετίζεται θετικά με τη μεταβλητή «Δεν μπορώ να εξοικειωθώ με τις εφαρμογές των συσκευών IoT» με συντελεστή συσχέτισης 0,433, σε επίπεδο εμπιστοσύνης 99%.

Πίνακας 6: Έλεγχος συσχετίσεων δημογραφικών χαρακτηριστικών και προκλήσεων - φόβων

Correlations

			Ποιο είναι το φύλο σας;	Ποια είναι η ηλικία σας;	Ποιο είναι το επίπεδο εκπαίδευσή ς σας;	Φοβάμαι ότι κινδυνεύει η ιδιωτικότητά μου	Φοβάμαι ότι σε περίπτωση διακοπής δικτύου ή ρεύματος δεν μπορώ να χρησιμοποιήσω τις συσκευές μου	Το κόστος των συσκευών IoT με προβληματίζει	Δεν μπορώ να εξοικειωθώ με τις εφαρμογές των συσκευών IoT
Spearman'sr ho	Ποιο είναι το φύλο σας;	CorrelationCoefficient	1,000	-,213*	,027	,013	,098	,000	-,088
		Sig. (2-tailed)	.	,035	,796	,899	,337	,997	,391
		N	98	98	98	98	98	98	97
	Ποια είναι η ηλικία σας;	CorrelationCoefficient	-,213*	1,000	,103	,135	,121	,072	,020
		Sig. (2-tailed)	,035	.	,311	,186	,235	,480	,845
		N	98	98	98	98	98	98	97
	Ποιο είναι το επίπεδο εκπαίδευσής σας;	CorrelationCoefficient	,027	,103	1,000	,083	,120	,051	,119
		Sig. (2-tailed)	,796	,311	.	,418	,238	,617	,244
		N	98	98	98	98	98	98	97
	Φοβάμαι ότι κινδυνεύει η ιδιωτικότητά μου	CorrelationCoefficient	,013	,135	,083	1,000	,653**	,491**	,483**
		Sig. (2-tailed)	,899	,186	,418	.	,000	,000	,000
		N	98	98	98	98	98	98	97
	Φοβάμαι ότι σε περίπτωση διακοπής δικτύου ή ρεύματος δεν μπορώ να χρησιμοποιήσω τις συσκευές μου	CorrelationCoefficient	,098	,121	,120	,653**	1,000	,549**	,485**
		Sig. (2-tailed)	,337	,235	,238	,000	.	,000	,000
		N	98	98	98	98	98	98	97
	Το κόστος των συσκευών IoT με προβληματίζει	CorrelationCoefficient	,000	,072	,051	,491**	,549**	1,000	,433**
		Sig. (2-tailed)	,997	,480	,617	,000	,000	.	,000
		N	98	98	98	98	98	98	97
	Δεν μπορώ να εξοικειωθώ με τις εφαρμογές των συσκευών IoT	CorrelationCoefficient	-,088	,020	,119	,483**	,485**	,433**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,391	,845	,244	,000	,000	,000	.
		N	97	97	97	97	97	97	97

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

ΣΥΝΟΨΗ

Τα τεχνολογικά επιτεύγματα των τελευταίων δύο δεκαετιών κατέστησαν εφικτή την ανάπτυξη του Διαδικτύου των Πραγμάτων με το Διαδίκτυο των Πραγμάτων να καθιστά βιώσιμο το όραμα της κατασκευής έξυπνων σπιτιών. Η ανάπτυξη της τεχνολογίας IoT έχει καταστήσει εφικτή την μεταφορά του φυσικού κόσμου στον ψηφιακό κόσμο, με αποτέλεσμα το πεδίο εφαρμογής της τεχνολογίας IoT να είναι ευρύ και να καλύπτει όλο το φάσμα της σύγχρονης ζωής. Η τεχνολογία IoT βρίσκει εφαρμογή στην καθημερινή ζωή, στις μετακινήσεις, στις βιομηχανίες και βιοτεχνίες, στην υγεία και Ιατρική, στη Γεωργία, στις πόλεις, με την υλοποίηση έξυπνων πόλεων, και στο αντικείμενο έρευνας της παρούσας· στα έξυπνα σπίτια. Η τεχνολογία IoT υποστηρίζει διαφορετικές αρχιτεκτονικές, με το επίπεδο αλληλεπίδρασης με τον χρήστη να αποτελεί κοινό παρονομαστή και με τη διάκριση ανάμεσα στις αρχιτεκτονικές να βασίζεται ως επί το πλείστον στο πού πραγματοποιείται η διακίνηση και επεξεργασία των δεδομένων και πληροφοριών. Σε ό,τι αφορά στα έξυπνα σπίτια, η αρχιτεκτονική τεσσάρων επιπέδων βρίσκει την πιο ευρεία εφαρμογή καθώς επιτρέπει την αυτόνομη λειτουργία κάθε συσκευής τοπικά αλλά και την μεταφόρτωση δεδομένων σε ένα υπολογιστικό νέφος προκειμένου να καθίσταται εφικτός ο απομακρυσμένος έλεγχος. Με την αρχιτεκτονική αυτή είναι εφικτή τόσο η απομακρυσμένη λειτουργία και παρακολούθηση της κατάστασης του έξυπνου σπιτιού όσο και η γρήγορη απόκρισή του. Σε ό,τι αφορά στα πρωτόκολλα επικοινωνίας και στα δίκτυα που χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία ανάμεσα στους αισθητήρες και τους ενεργοποιητές παρουσιάστηκε μεγάλο εύρος διαθέσιμων επιλογών. Ωστόσο, σε ό,τι αφορά στην υλοποίηση έξυπνων σπιτιών, επικρατούν λύσεις όπως το WiFi και το Ethernet καθώς οι συσκευές βρίσκονται συγκεντρωμένες σε έναν ορισμένο χώρο.

Η ανάπτυξη της τεχνολογίας IoT προσφέρει νέες επιχειρηματικές ευκαιρίες, με τους οργανισμούς να προσφέρουν στους πελάτες τη δυνατότητα της αυτοματοποίησης στην κατεύθυνση βελτίωσης του βιοτικού επιπέδου, αν εξετάζονται έξυπνα σπίτια ή έξυπνες πόλεις και νοσοκομεία, ή στην κατεύθυνση βελτίωσης της αποδοτικότητας και παραγωγικότητας, αν εξετάζονται έξυπνες βιομηχανίες, με κοινό παρονομαστή να αποτελεί η κατεύθυνση της βελτίωσης της διαχείρισης ενέργειας και εν γένει της βελτίωσης της βιωσιμότητας. Ένα έξυπνο σπίτι ενσωματώνει αυτόματες λειτουργίες για τη ρύθμιση των προτιμώμενων συνθηκών άνεσης, βάσει των αναγκών των χρηστών, με τη μικρότερη δυνατή

δαπάνη ενέργειας,, αλλά και αυτόματες λειτουργίες για την ενίσχυση της ασφάλειας των χρηστών και για την ενίσχυση της εμπειρίας που βιώνουν οι χρήστες στο σπίτι.

Στα πλαίσια της παρούσας διεξήχθη πρωτογενής έρευνα για να εξεταστεί η γνώση περί της τεχνολογίας IoT και των συσκευών IoT και της έννοιας των έξυπνων σπιτιών, αλλά και για να εξεταστεί η αντίληψη γύρω από τα προσδοκώμενα οφέλη και τους φόβους και τις προκλήσεις που αντιλαμβάνονται οι χρήστες. Η πλειοψηφία των συμμετεχόντων έχει γνώση γύρω από τις εξεταζόμενες τεχνολογίες και μάλιστα χρησιμοποιεί ήδη συσκευές IoT. Ανάμεσα στα προσδοκώμενα οφέλη ξεχωρίζει ότι τα έξυπνα διευκολύνουν την εξοικονόμηση ενέργειας, τη ρύθμιση των επιθυμητών συνθηκών άνεσης στο σπίτι, τη βελτίωση της ασφάλειας του σπιτιού και των χρηστών, αλλά και προσφέρουν τη δυνατότητα επέκτασης των δυνατοτήτων τους ανά πάσα στιγμή. Οι συμμετέχοντες δεν αξιολογούν τις δυνατότητες απομακρυσμένου ελέγχου και φαίνεται ότι αξιολογούν περισσότερο τον αυτόματο έλεγχο που εκτελείται τοπικά στα έξυπνα σπίτια. Μεγάλη δε μερίδα των συμμετεχόντων αξιολογεί ότι τα έξυπνα σπίτια παρέχουν καλύτερες δυνατότητες φροντίδας και επιτήρησης προστατευόμενων μελών, όπως ηλικιωμένων και παιδιών. Στον αντίποδα, σε ό,τι αφορά στους φόβους των συμμετεχόντων ο επικρατέστερος φόβος είναι αυτός για την πιθανή παραβίαση της ιδιωτικότητάς τους και ακολουθεί το κόστος των συσκευών IoT και ο φόβος αδυναμίας χρήσης σε περίπτωση διακοπής ρεύματος. Προβλήματα εξοικείωσης με τις IoT εφαρμογές αναφέρουν οι λιγότεροι συμμετέχοντες. Καταγράφεται ότι η ισχύς των φόβων είναι μεγαλύτεροι σε συμμετέχοντες που δεν έχουν καλή γνώση των συσκευών IoT και έξυπνων σπιτιών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Α. ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

ABB, χ.χ. *ABB.* [Ηλεκτρονικό]
Available at: http://new.abb.com/future/smarthome

Abu-Alhaj, M. και συν., 2011. Transport layer protocols taxonomy from Voice over IP perspective. *Advanced Computing: An International Journal,* 2(4), pp. 10-5121.

Afuah, A. & Tucci, C. L., 2003. *Internet Business Models and Strategies.* 2ηεπιμ. New York, USA: McGraw−Hill.

Arroub, A., Zahi, B., Sabir, E. &Sadik, M., 2016. A literature review on Smart Cities: Paradigms, opportunities and open problems. 2016 International Conference on Wireless Networks and Mobile Communications (WINCOM), IEEE.

Beaconstac TM. IoT Ecosystem: How the IoT Market will Explode by 2020. [Ηλεκτρονικό] https://blog.beaconstac.com/2016/03/iot-ecosystem-iot-business-opportunities-and-forecasts-for-the-iot-market/

Westland., 2018 *westland.* [Ηλεκτρονικό]
Available at: https://www.westland.net/ny64fair/map-docs/technology.htm

Bucherer, E. &Uckelmann, D., 2011. Business models for the Internet of Things Architecting the Internet of Things. Στο: *Architecting the internet of things.* Berlin-Heidelberg: Springer, pp. 253-277.

Cannizzaro, S., Procter, R., Ma, S. & Maple, C., 2020. Trust in the Smart Home: Findings from a Nationally Representative Survey in the UK. *PLOS ONE,* 15(5), p. e0231615.

Cano, J., Berrios, V., Garcia, B. &Toh, C., 2018. Evolution of IoT: an industry perspective. *IEEE Internet of Things Magazine,* 1(2), pp. 12-17.

Chanchal, R., Chaman, J. &Arif, W., 2017. HEMAN : Health Monitoring and Nous. *IEEE WiSPNET 2017 conference,* p. 2115–2119.

Chen, M. καισυν., 2018. SPHA: Smart personal health advisor based on deep analytics. *IEEE Community Magazine*, 56(3), pp. 164-169.

Côrte-Real, N., Ruivo, P. & Oliveira, T., 2020. Leveraging internet of things and big data analytics initiatives in European and American firms: Is data quality a way to extract business value?. *Information & Management,* 57(1), p. 103141.

Deloitte, 2015. *Smart Cities,* s.l.: s.n.

Dijkman, R., Sprenkels, B., Peeters, T. & Janssen, A., 2015. Business models for the Internet of Things. *International Journal of Information Management*, 35 672-678, p. 6.

Fähnle, A., Püschel, L., Röglinger, M. &Stohr, A., 2018. *Business Value of the IoT : A Project Portfolio Selection Approach.* Portsmouth, UK, Proceedings of the 26th European Conference on Information Systems (ECIS).

Fan, P. & Zhou, G., 2011. Analysis of the business model innovation of the technology of internet of things in postal logistics. *IEEE Press Proceedings of industrial engineering and engineering management,* pp. 532-536.

Fu, B., Xiao, Y., Deng, H. & Zeng, H., 2013. A survey of cross-layer designs in wireless networks. *IEEE Communications Surveys & Tutorials,* 16(1), pp. 110-126.

Gaikwad, S., Vibhute, A., Kale, K. & Mehrotra, S., 2021. An innovative IoT based system for precision farming. *Computers and Electronics in Agriculture,* Τόμος 187, p. 106291.

Gokhale, P., Bhat, O. & Bhat, S., 2018. Introduction to IOT. *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology,* 5(1), pp. 41-44.

Jie, Y. καισυν., 2013. Smart home system based on iot technologies. *IEEE International conference on computational and information sciences*, June, pp. 1789-1791.

Ju, J., Kim, M. &Ahn, J., 2016. Prototyping business models for IoT service. *Procedia Computer Science,* Τόμος 91, pp. 882-890.

Kale, S., Satendra, M. & Patil, P., 2017. IOT based Wearable Biomedical Monitoring System. *International Conference on Trends in Electronics and Informatics ICEI 2017 IOT,* p. 971–976.

Khan, A. καισυν., 2017. A Holistic View of the IoT Process from Sensors to the Business Value. *IoTBDS*, April, pp. 392-399.

Kleinrock, L., 2010. An early history of the internet [History of Communications]. *IEEE Communications Magazine,* 48(8), pp. 26-36.

Kotarba, M., 2018. Digital Transformation of Business Models. *Foundations of Management,* 10(1), pp. 123 - 142.

Kumar, S., Tiwari, P. &Zymbler, M., 2019. Internet of Things is a revolutionary approach for future technology enhancement: a review. *Journal of Big data,* 6(1), pp. 1-21.

Lee, J. H., Shin, D. I., Hong, Y. S. & Kim, Y. S., 2011. *BUSINESS MODEL DESIGN METHODOLOGY FOR INNOVATIVE PRODUCT-SERVICE SYSTEMS: A STRATEGIC AND STRUCTURED APPROACH.* Copenhagen, Denmark, INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING DESIGN, ICED11.

Leiner, B. καισυν., 1997. The past and future history of the Internet. *Communications of the ACM,* 40(2), pp. 102-108.

Li, H. & Xu, Z., 2013. Research on business model of Internet of Things based on MOP. *Proceedings of the international Asia conference on industrial engineering and management innovation,* pp. 1131-1138.

Li, M. καισυν., 2018. Smart home: architecture, technologies and systems. Procedia computer science, Τόμος 131, pp. 393-400.

Linh-An, P. &Taehong, K., 2020. Breaking Down the Compatibility Problem in Smart Homes: A Dynamically Updatable Gateway Platform. *Sensors,* 20(10), p. 2783.

Madakam, S., Lake, V., Lake, V. & Lake, V., 2015. Internet of Things (IoT): A literature review. *Journal of Computer and Communications,* 3(5), pp. 164-174.

Mahmoud, R., Yousuf, T., Aloul, F. &Zualkernan, I., 2015. *Internet of Things (IoT) Security: Current Status, Challenges and Countermeasures,* Sharjah, UAE: Department of Computer Science &EngineeringAmerican University of Sharjah.

Marikyan, D., Papagiannidis, S. &Alamanos, E., 2019. A systematic review of the smart home literature: A user perspective. *Technological Forecasting and Social Change,* Τόμος 138, pp. 139-154.

Microchip Technology, 2019. *TCP/IP Five-Layer Software Model Overview - Developer Help.* [Ηλεκτρονικό]
Availableat: https://microchipdeveloper.com/tcpip:tcp-ip-five-layer-model
[Πρόσβαση 18 Σεπτέμβιος 2022].

Navarro, E., Costa, N. & Pereira, A., 2020. A systematic review of IoT solutions for smart farming. *Sensors,* 20(15), p. 4231.

Nord, J., Koohang, A. &Paliszkiewicz, J., 2019. The Internet of Things: Review and theoretical framework. *Expert Systems with Applications,* Τόμος 133, pp. 97-108.

Occhiuzzi, C. καισυν., 2014. NIGHT-care: A passive RFID system for remote monitoring and control of overnight living environment. *Procedia Computer Science,* Τόμος 32, p. 190–197.

Osterwalder, A., Pigneur, Y. & Tucci, C. L., 2010. Clarifying Business Models: Origins, Present, and Future of the Concept. *Communications of the Association for Information Systems,* Τόμος 15, pp. 2-40.

Parwekar, P., 2011. From internet of things towards cloud of things. *2nd international conference on computer and communication technology (ICCCT-2011)*, September, pp. 329-333.

Pascal, D., 2020. *Lnkedin.* [Ηλεκτρονικό]
Available at: https://www.linkedin.com/pulse/introducing-manavaocom-4-smart-city-economy-pascal-david
[Πρόσβαση 19 Δεκέμβριος 2022].

Paul, C., Ganesh, A. & Sunitha, C., 2018. *An overview of IoT based smart homes.* Coimbatore, India, 2nd International Conference on Inventive Systems and Control (ICISC), pp. 43-46.

PWC. Uncovering the potential of the Internet of Things. 2017

Saad al-sumaiti, A., Ahmed, M. & Salama, M., 2014. Smart home activities: A literature review. *Electric Power Components and Systems,* 42(3-4), pp. 294-305.

Saha, H., Saha, N., Ghosh, R. &Roychoudhury, S., 2016. Recent trends in implementation of Internet of Things—A review. *IEEE 7th Annual Information Technology, Electronics and Mobile Communication Conference (IEMCON)*, October, pp. 1-6.

Sehrawat, D. & Gill, N. S., 2019. *Smart Sensors: Analysis of Different Types of IoT Sensors.* Tirunelveli, India, 3rd International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI).

Shahinzadeh, H. καισυν., 2019 . Internet of Energy (IoE) in Smart Power Systems. *5th Conference on Knowledge Based Engineering and Innovation (KBEI).*

Shuhaiber, A. & Mashal, I., 2019. Understanding users' acceptance of smart homes. *Technology in Society,* 58(2019).

Sun, Y. καισυν., 2012. A holistic approach to visualizing business models for the internet of things. *Communications in Mobile Computing,* 1(1), pp. 1-7.

Turgut, D. &Boloni, L., 2017. Value of information and cost of privacy in the internet of things. *IEEE Communications Magazine,* 55(9), pp. 62-66.

van Wessel, R. & de Vries, H., 2012. Internet Architecture and Innovation. *International Journal of IT Standards and Standardization Research,* 10(1), pp. 68-72.

Verhoef, P. C. και συν., 2019. Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research.*

Yang, C., Mistretta, E., Chaychian, S. &Siau, J., 2017. *Smart home system network architecture.* Liverpool, UK,, Smart Grid Inspired Future Technologies: First International Conference, SmartGIFT 2016.

Yang, C., Mistretta, E., Chaychian, S. &Siau, J., 2017. Smart Home System Network Architecture. Στο: J. Hu, καισυν. επιμ. *Smart Grid Inspired Future Technologies.* Springer, Cham: s.n.

Yang, H., Lee, W. & Lee, H., 2018. IoT smart home adoption: the importance of proper level automation. *Journal of Sensors,* Τόμος 2018, pp. 1-11.

Yousuf, T., Mahmoud, R., Aloul, F. &Zualkernan, I., 2015. Internet of Things (IoT) Security: Current Status, Challenges and Countermeasures. *International Journal for Information Security Research,* 5(4), p. 608–616.

Β. ΕΛΛΗΝΙΚΗ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΑ

Ποιο είναι το φύλο σας;

		Frequency	Percent	ValidPercent	CumulativePercent
Valid	Άνδρας	68	69,4	69,4	69,4
	Γυναίκα	30	30,6	30,6	100,0
	Total	98	100,0	100,0	

Ποια είναι η ηλικία σας;

		Frequency	Percent	ValidPercent	CumulativePercent
Valid	18 έως 29 ετών	29	29,6	29,6	29,6
	30 έως 39 ετών	47	48,0	48,0	77,6
	40 έως 49 ετών	19	19,4	19,4	96,9
	50 ετών και άνω	3	3,1	3,1	100,0
	Total	98	100,0	100,0	

Ποιο είναι το επίπεδο εκπαίδευσής σας;

		Frequency	Percent	ValidPercent	CumulativePercent
Valid	Δευτεροβάθμια εκπαίδευση	13	13,3	13,3	13,3
	Πτυχίο ΑΕΙ/ΑΤΕΙ	39	39,8	39,8	53,1
	Μεταπτυχιακός τίτλος σπουδών	45	45,9	45,9	99,0
	ΙΕΚ	1	1,0	1,0	100,0
	Total	98	100,0	100,0	

Γνωρίζετε τι είναι η τεχνολογία IoT;

		Frequency	Percent	ValidPercent	CumulativePercent
Valid	Όχι	2	2,0	2,0	2,0
	Ναι	96	98,0	98,0	100,0
	Total	98	100,0	100,0	

Γνωρίζετε τι είναι ένα έξυπνο σπίτι;

		Frequency	Percent	ValidPercent	CumulativePercent
Valid	Ναι	98	100,0	100,0	100,0

Έχετε εγκαταστήσει κάποια συσκευή την οποία ελέγχετε μέσω εφαρμογής στο κινητό σας;

		Frequency	Percent	ValidPercent	CumulativePercent
Valid	Όχι	7	7,1	7,1	7,1
	Ναι	91	92,9	92,9	100,0
	Total	98	100,0	100,0	

Με διευκολύνουν να ελέγχω τις συσκευές στο σπίτι από όπου και αν είμαι

		Frequency	Percent	ValidPercent	CumulativePercent
Valid	Διαφωνώ απόλυτα	26	26,5	26,5	26,5
	Διαφωνώ	29	29,6	29,6	56,1
	Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ	30	30,6	30,6	86,7
	Συμφωνώ	7	7,1	7,1	93,9
	Συμφωνώ απόλυτα	6	6,1	6,1	100,0
	Total	98	100,0	100,0	

Με διευκολύνουν να έχω τις κατάλληλες συνθήκες θέρμανσης, φωτισμού, κλιματισμού και σκίασης στο σπίτι

		Frequency	Percent	ValidPercent	CumulativePercent
Valid	Διαφωνώ απόλυτα	1	1,0	1,0	1,0
	Διαφωνώ	6	6,1	6,1	7,1
	Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ	25	25,5	25,5	32,7
	Συμφωνώ	48	49,0	49,0	81,6
	Συμφωνώ απόλυτα	18	18,4	18,4	100,0
	Total	98	100,0	100,0	

Με διευκολύνουν να πετύχω εξοικονόμηση ενέργειας

		Frequency	Percent	ValidPercent	CumulativePercent
Valid	Διαφωνώ απόλυτα	5	5,1	5,1	5,1
	Διαφωνώ	10	10,2	10,2	15,3
	Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ	32	32,7	32,7	48,0
	Συμφωνώ	40	40,8	40,8	88,8
	Συμφωνώ απόλυτα	11	11,2	11,2	100,0
	Total	98	100,0	100,0	

Με βοηθάνε να κάνω το σπίτι μου πιο ασφαλές

		Frequency	Percent	ValidPercent	CumulativePercent
Valid	Διαφωνώ απόλυτα	4	4,1	4,1	4,1
	Διαφωνώ	7	7,1	7,1	11,2
	Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ	27	27,6	27,6	38,8
	Συμφωνώ	37	37,8	37,8	76,5
	Συμφωνώ απόλυτα	23	23,5	23,5	100,0
	Total	98	100,0	100,0	

Μπορώ να προσθέσω οποιαδήποτε στιγμή όποια ακόμα συσκευή θέλω

		Frequency	Percent	ValidPercent	CumulativePercent
Valid	Διαφωνώ απόλυτα	1	1,0	1,0	1,0
	Διαφωνώ	9	9,2	9,2	10,2
	Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ	30	30,6	30,6	40,8
	Συμφωνώ	39	39,8	39,8	80,6
	Συμφωνώ απόλυτα	19	19,4	19,4	100,0
	Total	98	100,0	100,0	

Με έχουν βοηθήσει να προσέχω καλύτερα τα μεγαλύτερα μέλη της οικογένειάς μου που χρειάζονται φροντίδα (π.χ. γονείς)

		Frequency	Percent	ValidPercent	CumulativePercent
Valid	Διαφωνώ απόλυτα	8	8,2	8,2	8,2

	Διαφωνώ	17	17,3	17,3	25,5
	Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ	34	34,7	34,7	60,2
	Συμφωνώ	30	30,6	30,6	90,8
	Συμφωνώ απόλυτα	9	9,2	9,2	100,0
	Total	98	100,0	100,0	

Με έχουν βοηθήσει να προσέχω καλύτερα την οικογένεια μου (π.χ. τις κινήσεις των παιδιών μου)

		Frequency	Percent	ValidPercent	CumulativePercent
Valid	Διαφωνώ απόλυτα	3	3,1	3,1	3,1
	Διαφωνώ	8	8,2	8,2	11,2
	Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ	50	51,0	51,0	62,2
	Συμφωνώ	36	36,7	36,7	99,0
	Συμφωνώ απόλυτα	1	1,0	1,0	100,0
	Total	98	100,0	100,0	

Φοβάμαι ότι κινδυνεύει η ιδιωτικότητά μου

		Frequency	Percent	ValidPercent	CumulativePercent
Valid	Διαφωνώ απόλυτα	21	21,4	21,4	21,4
	Διαφωνώ	15	15,3	15,3	36,7
	Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ	22	22,4	22,4	59,2
	Συμφωνώ	33	33,7	33,7	92,9
	Συμφωνώ απόλυτα	7	7,1	7,1	100,0
	Total	98	100,0	100,0	

Φοβάμαι ότι σε περίπτωση διακοπής δικτύου ή ρεύματος δεν μπορώ να χρησιμοποιήσω τις συσκευές μου

		Frequency	Percent	ValidPercent	CumulativePercent
Valid	Διαφωνώ απόλυτα	18	18,4	18,4	18,4
	Διαφωνώ	18	18,4	18,4	36,7
	Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ	34	34,7	34,7	71,4

	Συμφωνώ	23	23,5	23,5	94,9
	Συμφωνώ απόλυτα	5	5,1	5,1	100,0
	Total	98	100,0	100,0	

Το κόστος των συσκευών IoT με προβληματίζει

		Frequency	Percent	ValidPercent	CumulativePercent
Valid	Διαφωνώ απόλυτα	21	21,4	21,4	21,4
	Διαφωνώ	28	28,6	28,6	50,0
	Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ	32	32,7	32,7	82,7
	Συμφωνώ	15	15,3	15,3	98,0
	Συμφωνώ απόλυτα	2	2,0	2,0	100,0
	Total	98	100,0	100,0	

Δεν μπορώ να εξοικειωθώ με τις εφαρμογές των συσκευών IoT

		Frequency	Percent	ValidPercent	CumulativePercent
Valid	Διαφωνώ απόλυτα	31	31,6	32,0	32,0
	Διαφωνώ	23	23,5	23,7	55,7
	Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ	32	32,7	33,0	88,7
	Συμφωνώ	9	9,2	9,3	97,9
	Συμφωνώ απόλυτα	2	2,0	2,1	100,0
	Total	97	99,0	100,0	
Missing	System	1	1,0		
Total		98	100,0		