ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΜΑΤΙΚΗΣ

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΤΕΧΝΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΤΩΝ ΤΠΕ

Πτυχιακή εργασία

ΠΑΣΒΑΝΤΙΔΗ ΑΛΚΗΣΤΙΣ - ΔΗΜΗΤΡΑ



Αθήνα, Σεπτέμβριος 2019

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΜΑΤΙΚΗΣ

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Επιβλέπων Καθηγητής: Χρήστος Μιχαλακέλης
Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Πηροφορικής και Τηλεματικής, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο

Θωμάς Καμαλάκης
Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Πηροφορικής και Τηλεματικής, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο

Παναγιώτης Ριζομυλιώτης
Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Πηροφορικής και Τηλεματικής, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο

Η Πασβαντίδη Άλκηστις - Δήμητρα

δηλώνω υπεύθυνα ότι:

1) Είμαι ο κάτοχος των πνευματικών δικαιωμάτων της πρωτότυπης αυτής εργασίας και από όσο γνωρίζω η εργασία μου δε συκοφαντεί πρόσωπα, ούτε προσβάλει τα πνευματικά δικαιώματα τρίτων.

2) Αποδέχομαι ότι η ΒΚΠ μπορεί, χωρίς να αλλάξει το περιεχόμενο της εργασίας μου, να τη διαθέσει σε ηλεκτρονική μορφή μέσα από τη ψηφιακή Βιβλιοθήκη της, να την αντιγράψει σε οποιοδήποτε μέσο ή/και σε οποιοδήποτε μορφότυπο καθώς και να κρατά περισσότερα από ένα αντίγραφα για λόγους συντήρησης και ασφάλειας.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Πλησιάζοντας στον επίλογο της φοιτητικής μου ζωής, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά όλους τους καθηγητές του Τμήματος Πληροφορικής και Τηλεματικής, για το ενδιαφέρον και την αγάπη που έδειξαν προς εμάς τους σπουδαστές αλλά και το αντικείμενο. Ένα ακόμη μεγαλύτερο ευχαριστώ ανήκει στον επιβλέποντα καθηγητή μου, κύριο Χρήστο Μιχαλακέλη, για τη συνεχή του καθοδήγηση κατά τη διάρκεια εκπόνησης της πτυχιακής μου εργασίας αλλά και για την ευκαιρία που μου προσέφερε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω θερμά τον υποψήφιο διδάκτορα, κύριο Γιώργο Φραγκιαδάκη, για τις πολύτιμες συμβουλές του και την αμέριστη συνεισφορά του με τη θετική του ενέργεια και υποστήριξη. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, για την εμπιστοσύνη, την υπομονή και την υπέρμετρη αγάπη που μου έδειξαν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη..... 6
Abstract..... 7
Κατάλογος Εικόνων..... 8
Κατάλογος Πινάκων..... 9
Κατάλογος Σχημάτων..... 10
Συντομογραφίες..... 11
Εισαγωγή στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων..... 12
Κεφ.1: Η έννοια του Διαδικτύου των Πραγμάτων..... 12
1.1. Ο στόχος του IoT και η σημασία του..... 13
1.2. Εφαρμογές και Δυνατότητες..... 14
1.3. Αρχιτεκτονική του IoT..... 14
1.4. Μοντέλα Διασύνδεσης Συσκευών..... 17
1.4.1. Device-to-Device..... 17
1.4.2. Device-to-Cloud..... 18
1.4.3. Devive-to-Gateway..... 19
1.4.4. Back-End-Data-Sharing..... 20
Κεφ.2: Διαδίκτυο των Πραγμάτων και Έξυπνο Σπίτι..... 21
2.1. Τα οφέλη μίας έξυπνης κατοικίας..... 22
2.2. Κατηγορίες έξυπνων κτηρίων..... 23
2.2.1. Controllable Home..... 23
2.2.2. Programmable Home..... 24
2.2.3. Intelligent Home..... 24
2.3. Τεχνολογίες..... 25
2.3.1. Bluetooth..... 25
2.3.2. RFID..... 25
2.3.3. ZigBee (IEEE 802.15.4)..... 26
2.3.4. GSM / GPRS..... 26
2.3.5. WiFi (IEEE 802.11)..... 27
2.4. Μεθοδολογίες & Συγκρίσεις..... 27
2.5. Συστήματα Αυτοματισμού και Συσκευές..... 32
Κεφ.3: Τεχνοοικονομική Αποτίμηση Σεναρίων..... 34
3.1. Σενάρια..... 34
3.2. Κοστολόγηση..... 36
3.3. Τεχνοοικονομική Ανάλυση..... 39
Επίλογος – Συμπεράσματα..... 47
Βιβλιογραφία..... 49

Περίληψη

Η παρούσα έρευνα έχει ως στόχο την παρουσίαση και την περιγραφή των σύγχρονων μεθοδολογιών χρήσης του Διαδικτύου των Πραγμάτων ως προς τις εφαρμογές έξυπνων κατοικιών και συστημάτων αυτοματισμού, αλλά και την ανάλυση των μεθοδολογιών αυτών με σκοπό τη δημιουργία σεναρίων και την τεχνοοικονομική τους αποτίμηση.

Το πρώτο κεφάλαιο αποτελεί μία σύντομη εισαγωγή στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων, τους στόχους και τη σημασία του, με μία περιεκτική αναφορά στο εύρος των εφαρμογών και δυνατοτήτων του. Στη συνέχεια, εξηγείται η δομή και το σκεπτικό της IoT αρχιτεκτονικής, καθώς και τα μοντέλα επικοινωνίας και διασύνδεσης των συσκευών.

Το δεύτερο κεφάλαιο επικεντρώνεται στις έξυπνες κατοικίες, τα οφέλη τους και την επίδρασή τους στην ανθρώπινη καθημερινότητα, μέσα από τις παρεχόμενες υπηρεσίες. Έπειτα, αναφέρονται μερικές από τις πιο διαδεδομένες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται αλλά και ορισμένες μεθοδολογίες συστημάτων αυτοματοποίησης, μαζί με συγκρίσεις μεταξύ αυτών σχετικά με το εύρος, το δίκτυο επικοινωνίας και τη λειτουργικότητα. Τέλος, παρατίθενται τα πιο δημοφιλή συστήματα αυτοματισμού, από τα οποία επανδρώνονται οι σύγχρονες οικίες, μαζί με τα βασικά χαρακτηριστικά τους.

Στο τρίτο και τελευταίο κεφάλαιο διεκπεραιώνεται η δημιουργία σεναρίων έξυπνων οικιών και στη συνέχεια ακολουθεί η ενδεικτική τους κοστολόγηση. Έπειτα, πραγματοποιείται η τεχνοοικονομική ανάλυση, η οποία έχει σκοπό να καθορίσει τα θετικά και αρνητικά μιας έξυπνης οικίας ως επιχειρηματική ιδέα, να προσδιορίσει το μέγεθος της smart home αγοράς ως προς το σύντομο μέλλον, αλλά και να μελετήσει το κόστος σε σύγκριση με το παραδοσιακό συμβατικό σπίτι. Ολοκληρώνοντας, ακολουθούν τα τελικά συμπεράσματα της έρευνας.

Λέξεις κλειδιά: Διαδίκτυο των Πραγμάτων, Έξυπνες Οικίες, Σενάρια Οικιακών Αυτοματισμών, Τεχνοοικονομική Ανάλυση

Abstract

The purpose of this thesis is to demonstrate and define recent methodologies of the Internet of Things in applications of smart home environments, but also to analyze these methodologies from a technoeconomic point of view.

The first chapter includes a short introduction to the Internet of Things, its goals and its meaning to the society, with a brief mention of its wide range of applications and possibilities. Afterwards, the idea behind the IoT architecture is explained, as well as the connectivity models between the devices.

The second chapter is focused on the smart home environments, the benefits and their influence on our every day lives. Some of the most common technologies and home automation implementation methodologies are listed, with a few comparisons regarding the range, the communication network and their capabilities. Lastly, the most popular automation systems, that can be found in a modern smart home, and their basic characteristics are displayed.

In the third and final chapter, the formation of smart home scenarios is taking place, followed by the average costing of each scenario. Afterwards, the technoeconomic evaluation is occuring, which aims to distinguish the pros and cons of a smart home as a business plan, as well as to forecast the size of the global market. Finally, a simple comparison is conducted, between a typical and an intelligent home, accompanied by the conclusions of the thesis.

Keywords: Internet of Things, Smart home, Home Automation scenarios, Technoeconomic Analysis

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικ.1: Internet of Things (IoT)..... 12
Εικ.2: Ορισμός του Διαδικτύου των Πραγμάτων..... 13
Εικ.3: Τεχνικές αρχιτεκτονικής του Διαδικτύου των Πραγμάτων..... 15
Εικ.4: Μοντέλο Device-to-Device..... 18
Εικ.5: Μοντέλο Device-to-Cloud..... 19
Εικ.6: Μοντέλο Device-to-Gateway..... 20
Εικ.7: Μοντέλο Back-End-Data-Sharing..... 21
Εικ.8: Smart Home..... 22
Εικ.9: Bluetooth-based Home Automation design..... 28
Εικ.10: ZigBee-based Home Automation design..... 28
Εικ.11: GSM-based Home Automation design..... 29
Εικ.12: WiFi-based Home Automation design..... 30
Εικ.13: Smart Things..... 34
Εικ.14: Components of Smart buildings..... 35

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίν.1: Συγκρίσεις μεταξύ μεθοδολογιών..... 31
Πίν.2: Κοστολόγηση οικονομικής και οικολογικής οικίας..... 37
Πίν.3: Κοστολόγηση ασφαλούς οικίας..... 37
Πίν.4: Κοστολόγηση πλήρους επανδρωμένης οικίας..... 38
Πίν.5: Ανάλυση SWOT..... 40

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

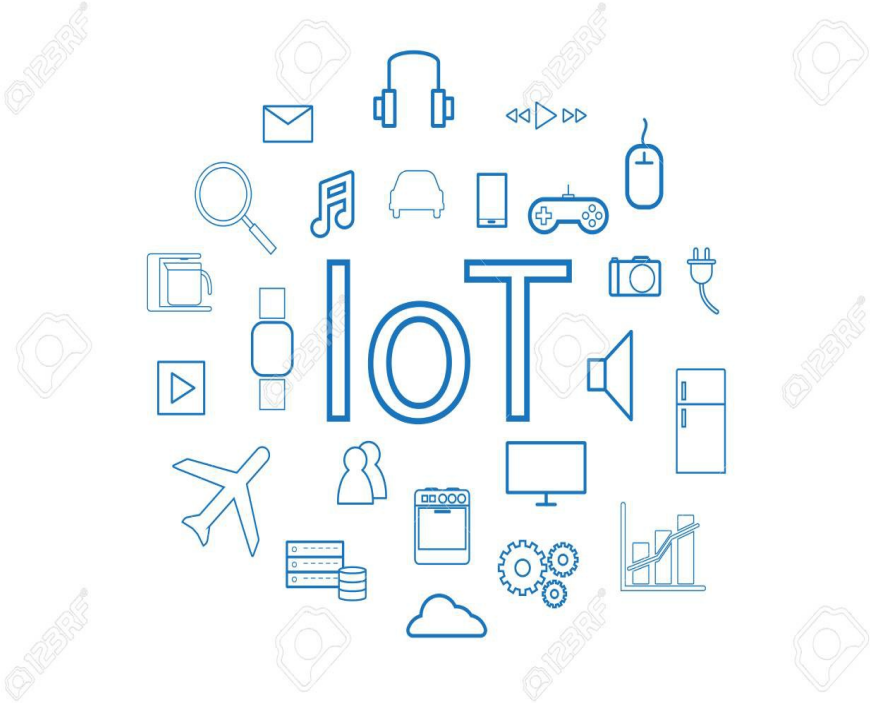
Σχ.1: Smart Home Market – Global Forecast to 2024 by MarketsandMarkets (2019)..... 42
Σχ.2: Τμηματοποίηση αγοράς ανά περιοχή από την MarketsandMarkets (2019)..... 45

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

IoT	Internet of Things
IP	Internet Protocol
WiFi	Wireless Fidelity
RFID	Radio Frequency Identification
AP	Access Point
ALG	Application Layer Gateway
LAN	Local Area Network
PAN	Personal Area Network
IAB	Internet Architecture Board
3G	Third Generation of Mobile Telecommunications
NFC	Near Field Communication
LF	Low Frequency
HF	High Frequency
UHF	Ultra High Frequency
RF	Radio Frequency
GSM	Global System Mobile
GPRS	General Packet Radio Service
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
DMTF	Dual Tone Multi Frequency
SIM	Subscriber Identity Module
SMS	Short Message Service
CAGR	Compound Annual Growth Rate
HVAC	Heating, Ventilation and Air Conditioning

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ

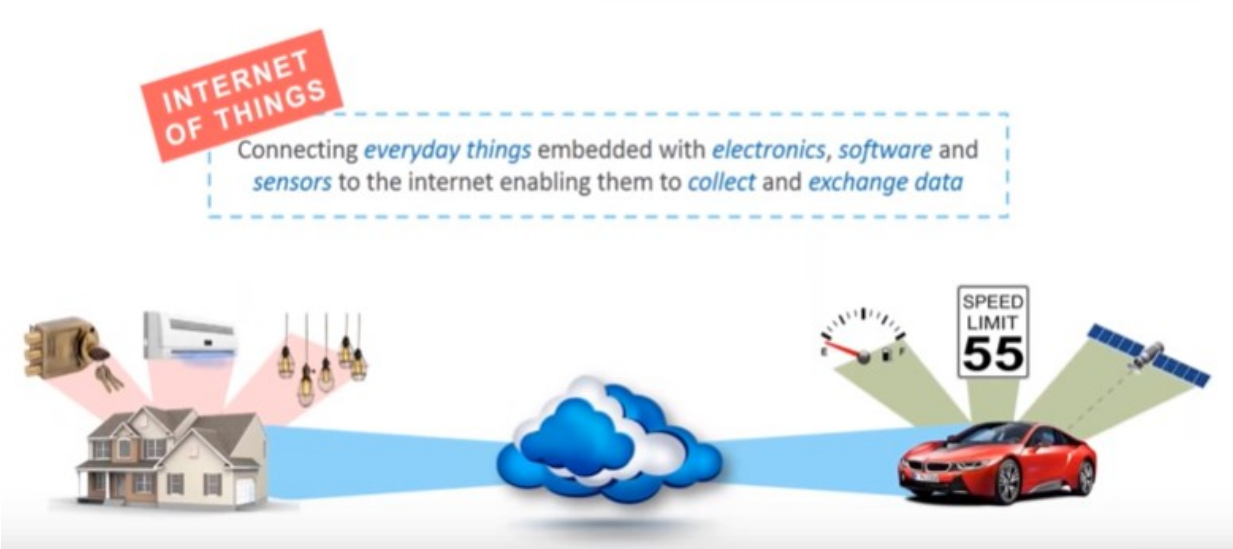
Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (ή αλλιώς Internet of Things), μία από τις πιο σύγχρονες καινοτομίες στον τομέα της πληροφορικής, αποτελεί ένα τεχνολογικό επίτευγμα που επικεντρώνεται στη διασύνδεση καθημερινών συσκευών σε ένα δίκτυο, το οποίο αποσκοπεί στην παροχή ενός μεγάλου εύρους υπηρεσιών και κατ' επέκταση στην αναβάθμιση της ποιότητας ζωής, μέσα από την καλύτερη διαχείριση και εξοικονόμηση χρόνου, ενέργειας, κόστους και πολλών άλλων.



Εικόνα 1. Internet of Things (IoT)

ΚΕΦ.1: Η έννοια του Διαδικτύου των Πραγμάτων

Με τον όρο “Διαδίκτυο των Πραγμάτων” αναφερόμαστε σε ένα δίκτυο επικοινωνίας συσκευών, ειδικά εξοπλισμένων με ενεργοποιητές λειτουργίας, αισθητήρες και προσαρμοσμένα λογισμικά, τα οποία τους επιτρέπουν να αλληλεπιδρούν και να ανταλλάσσουν πληροφορίες μέσω του Διαδικτύου αλλά και να κατανοούν τους καταναλωτές, προσφέροντάς τους υπηρεσίες που καλύπτουν τις ανάγκες και τις επιθυμίες τους.



Εικόνα 2. Ορισμός του Διαδικτύου των Πραγμάτων

1.1. Ο στόχος του IoT και η σημασία του

Στόχος του Διαδικτύου των Πραγμάτων είναι να προσφέρει μία οικολογική ασύρματη τεχνολογία που θα περιλαμβάνει ένα συνδυασμό αντίληψης και αξιολόγησης καταστάσεων (perception), επεξεργασίας (process) και επικοινωνίας (communication). Το IoT απαιτεί υψηλή ασφάλεια, πλήρη ασύρματη κάλυψη μαζί με μία έμπιστη και αφοσιωμένη σύνδεση στο Διαδίκτυο, ωστόσο η κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος είναι πολύ χαμηλή. Συγκεκριμένα στις έξυπνες κατοικίες, ο στόχος του IoT είναι η απλή και γρήγορη εγκατάσταση, η εύκολη χρήση και συντήρηση και η παροχή ασφάλειας υψηλού επιπέδου.

Όπως προβλέπεται στο σύντομο μέλλον, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων θα αποτελέσει αναπόσπαστο κομμάτι της ζωής μας, καθώς θα επηρεάσει σημαντικά την ανθρώπινη καθημερινότητα, προσφέροντας αρκετά πλεονεκτήματα μέσα από τη διευκόλυνση ποικίλων δραστηριοτήτων, όπως για παράδειγμα ο απομακρυσμένος έλεγχος συσκευών.

1.2. Εφαρμογές και Δυνατότητες

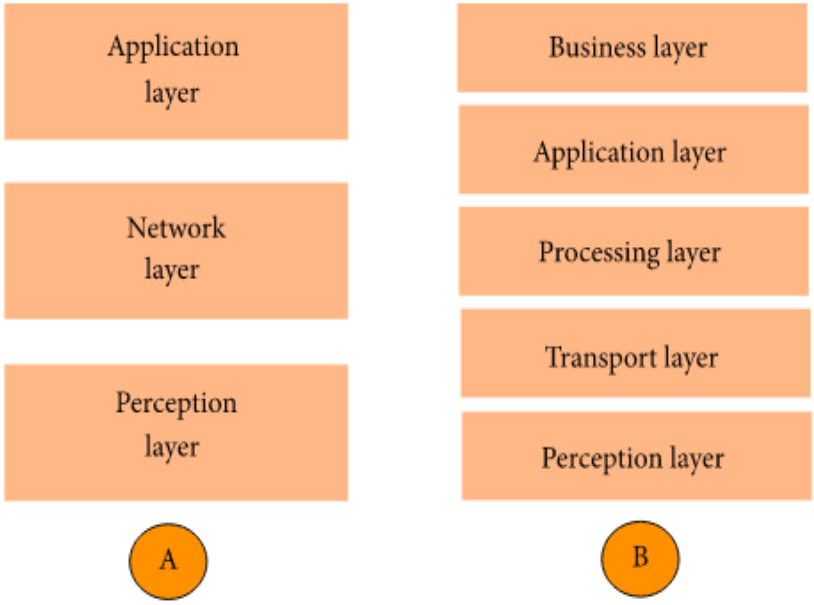
Λαμβάνοντας υπ' όψη την εξέλιξη της τεχνολογίας, μας είναι αδύνατο να προβλέψουμε όλες τις εφαρμογές του Διαδικτύου των Πραγμάτων. Μέσα από την διασύνδεση του Παγκόσμιου Ιστού με τον φυσικό κόσμο, οι δυνατότητές του θα μπορούσαν να είναι απεριόριστες. Μερικές από τις κυριότερες εφαρμογές του IoT αφορούν τους τομείς της υγείας, της πολεοδομίας, του εμπορίου, της βιομηχανίας, των τηλεπικοινωνιών και της μεταφοράς.

Ένα μεγάλο εύρος πλεονεκτημάτων που μας παρέχεται από το IoT, όπως ο εξ αποστάσεως έλεγχος και η αυτοματοποίηση, η εξοικονόμηση ενέργειας, χρόνου και χρήματος, η ογκώδης ροή πληροφοριών που συλλέγεται αλλά και η αύξηση της αποδοτικότητας διαδικασιών, ευνοούν σημαντικά όλους τους προαναφερόμενους τομείς καθώς και αρκετούς άλλους που πολλαπλασιάζονται με ραγδαίο ρυθμό. Φορητές ιατρικές συσκευές με ειδικά λογισμικά και αισθητήρες, σχεδιασμένες να παρακολουθούν τη φυσική κατάσταση και να παρέχουν πληροφορίες για τη βελτίωσή της, ικανές να σώζουν ζωές αλλά και να αυξάνουν την ποιότητα και τη διάρκειά τους. Οχήματα εξοπλισμένα με κατάλληλη συνδεσιμότητα για τη διευκόλυνση των δρομολογίων και την άνεση των επιβατών, εξελιγμένες μηχανές χωρίς την ανάγκη ανθρώπινης παρέμβασης για τις ανάγκες της βιομηχανίας με κύριο στόχο τη βιωσιμότητα και τον ποιοτικό έλεγχο, έξυπνες κατοικίες και πόλεις, που αποσκοπούν στην βελτίωση του βιοτικού επιπέδου μέσα από την εξοικονόμηση ενέργειας και φυσικών πόρων καθώς και την παρακολούθηση της κυκλοφορίας και της ρύπανσης του περιβάλλοντος, αποτελούν μερικά από τα πιο χαρακτηριστικά παραδείγματα των δυνατοτήτων του IoT.

1.3. Αρχιτεκτονική του Διαδικτύου των Πραγμάτων

Όπως όλα τα συστήματα, έτσι και τα συστήματα των IoT εφαρμογών ακολουθούν συγκεκριμένες τεχνικές αρχιτεκτονικής, ώστε να επιτυγχάνεται η επιθυμητή λειτουργικότητα. Κατά την πρόοδο της εξέλιξης του Διαδικτύου των Πραγμάτων, διάφορες τεχνικές έχουν υποδειχθεί από πολλούς ερευνητές, οι βασικότερες εκ των οποίων αποτελούνται από τρία

στρώματα (Three-layer Architecture) και από πέντε στρώματα (Five-layer Architecture), όπως φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί.



Εικόνα 3. Τεχνικές αρχιτεκτονικής του Διαδικτύου των Πραγμάτων

Η πρώτη τεχνική αρχιτεκτονικής (A) αποτελείται από τρία επίπεδα (αντίληψης - δικτύου - εφαρμογής) και ήταν μία τεχνική που προτάθηκε στα αρχικά στάδια έρευνας του IoT.

(i) Perception layer (ή αλλιώς Sensing layer)

Στο επίπεδο αυτό συγκεντρώνονται όλες οι πληροφορίες από το φυσικό κόσμο με τη βοήθεια αισθητήρων (sensors) και αφορούν είτε χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος, όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, η ατμοσφαιρική πίεση κτλ, είτε άλλα χρήσιμα δεδομένα, όπως η ανίχνευση κίνησης, η διαρροή νερού ή αερίου κ.α.

(ii) Network layer

Το επίπεδο δικτύου είναι υπεύθυνο για τη διασύνδεση μεταξύ των έξυπνων αντικειμένων (smart things), των συσκευών δικτύου (network devices) και των διακομιστών (servers), ενώ παράλληλα επεξεργάζεται και μεταδίδει τα δεδομένα που συλλέγονται από τους αισθητήρες.

(iii) Application layer

Πρόκειται για το επίπεδο στο οποίο παρέχονται όλες οι σχετικές εφαρμογές και υπηρεσίες που αφορούν το Διαδίκτυο των Πραγμάτων, όπως η έξυπνη περίθαλψη, οι έξυπνες κατοικίες και οι έξυπνες πόλεις.

Ενώ η αρχιτεκτονική τριών στρωμάτων περιγράφει την κύρια ιδέα πίσω από το σκεπτικό του IoT, σε ορισμένες περιπτώσεις έρευνας κρίνεται ως ανεπαρκής τεχνική. Για το λόγο αυτό, αναπτύχθηκαν τεχνικές με περισσότερα στρώματα, ώστε να λειτουργούν συμπληρωματικά στα ήδη υπάρχοντα. Η αρχιτεκτονική πέντε στρωμάτων (B) αποτελείται από τα επίπεδα αντίληψης (perception layer), μεταφοράς (transport layer), επεξεργασίας (processing layer), εφαρμογής (application layer) και επιχείρησης (business layer). Οι ρόλοι των επιπέδων αντίληψης και εφαρμογής είναι κοινοί με την αρχιτεκτονική τριών στρωμάτων.

(i) Transport layer

Το επίπεδο μεταφοράς μεταδίδει τα δεδομένα των αισθητήρων από το επίπεδο αντίληψης στο επίπεδο επεξεργασίας και αντίστροφα με τη βοήθεια ασύρματων δικτύων (3G, LAN, Bluetooth, RFID, NFC).

(ii) Proseccing layer

Το επίπεδο επεξεργασίας, γνωστό και ως επίπεδο ενδιάμεσου λογισμικού (middleware layer), είναι υπεύθυνο για την αποθήκευση, την ανάλυση και την επεξεργασία μεγάλης ροής πληροφοριών που καταφθάνουν από το επίπεδο μεταφοράς, ενώ παράλληλα παρέχει ένα ποικιλόμορφο εύρος υπηρεσιών στα κατώτερα στρώματα. Χρησιμοποιεί τεχνολογίες όπως βάσεις δεδομένων (databases), υπηρεσίες νέφους (cloud computing), και λογισμικά επεξεργασίας μεγάλου όγκου δεδομένων (big data processing modules).

(iii) Business layer

Πρόκειται για το επίπεδο το οποίο διαχειρίζεται όλο το σύνολο του συστήματος IoT, καθώς και τα ζητήματα ιδιωτικότητας του χρήστη αλλά και των εφαρμογών, επιχειρήσεων και μοντέλων κέρδους.

1.4. Μοντέλα Διασύνδεσης Συσκεύων

Λόγω της μεγάλης πολυπλοκότητας που παρουσιάζει η διαδικασία σχεδιασμού και συνδεσιμότητας των έξυπνων συσκευών, γεννήθηκε η ανάγκη για χρήση κοινών προκαθορισμένων τεχνικών υλοποίησης. Έτσι, το Μάρτιο του 2015, η IAB, επιτροπή που επιβλέπει την τεχνική εξέλιξη του Διαδικτύου, κυκλοφόρησε ένα καθοδηγητικό έγγραφο, σύμφωνα με το οποίο η διασύνδεση των συσκευών θα βασίζεται σε τέσσερα κύρια μοντέλα επικοινωνίας, τα χαρακτηριστικά των οποίων περιγράφονται παρακάτω.

1.4.1. Device-to-Device

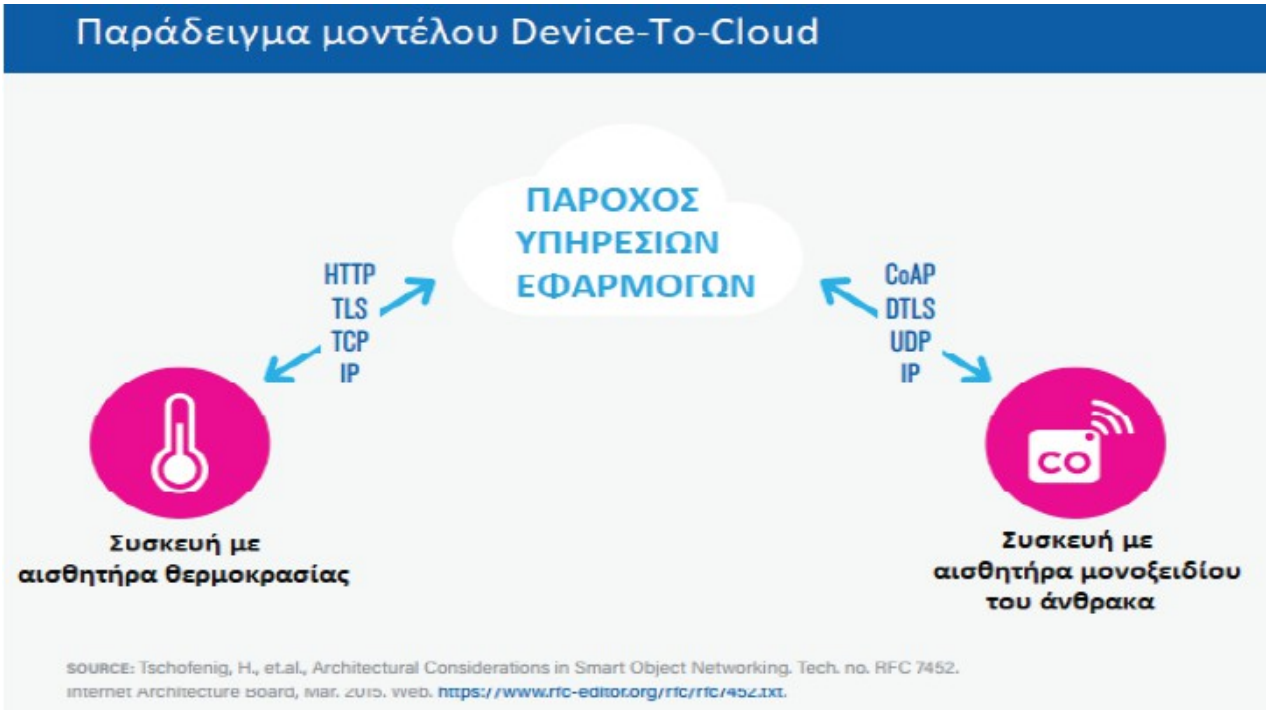
Όπως μας προϊδεάζει και ο τίτλος του, το μοντέλο επικοινωνίας συσκευής προς συσκευή επιτρέπει την απευθείας διασύνδεση συσκευών, χωρίς τη χρήση κάποιου μεσολαβητή - διακομιστή. Η επικοινωνία τους επιτυγχάνεται μέσω διαφόρων δικτύων, όπως το Διαδίκτυο ή τα IP δίκτυα και συνήθως βασίζεται σε πρωτόκολλα όπως ZigBee, Z-wave και Bluetooth. Το μοντέλο αυτό συχνά χρησιμοποιείται σε συστήματα οικιακής αυτοματοποίησης, όπου ο ρυθμός μετάδοσης δεδομένων είναι σχετικά χαμηλός και τα πακέτα δεδομένων προς μεταφορά είναι μικρού όγκου. Οικιακές συσκευές IoT, όπως ηλεκτρικοί λαμπτήρες, θερμοστάτες, διακόπτες και κλειδαριές θυρών, αποτελούν τα συνηθέστερα παραδείγματα του μοντέλου αυτού, εξ αιτίας της μικρής ποσότητας πληροφοριών που ανταλλάσσουν μεταξύ τους.



Εικόνα 4. Μοντέλο Device-to-Device

1.4.2. Device-to-Cloud

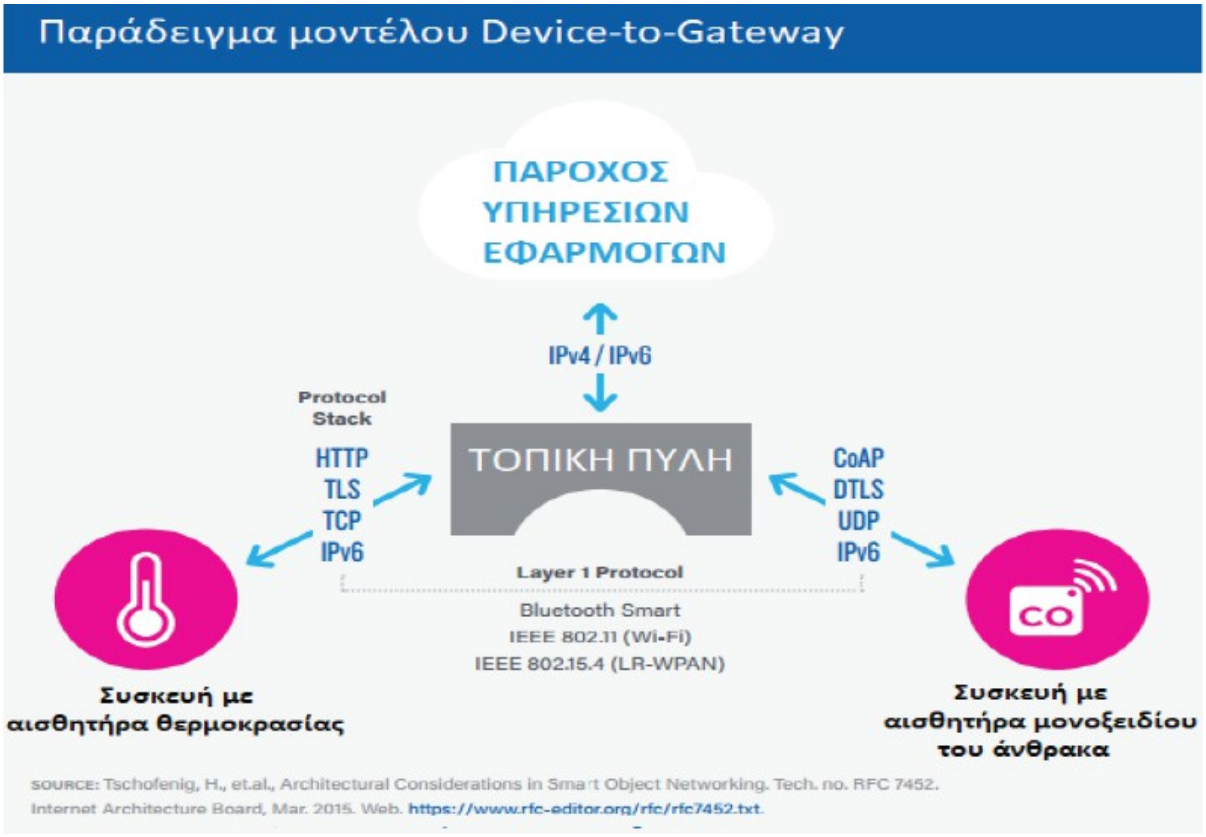
Στο μοντέλο αυτό, οι έξυπνες συσκευές συνδέονται άμεσα με μία υπηρεσία νέφους (cloud) για την ανταλλαγή δεδομένων και την κυκλοφορία μηνυμάτων ελέγχου. Πρόκειται για μία τεχνική που χρησιμοποιεί υπάρχοντες μηχανισμούς επικοινωνίας, όπως το WiFi ή το Ethernet, προκειμένου να επιτευχθεί η διασύνδεση μεταξύ της έξυπνης συσκευής και του IP δικτύου, το οποίο τελικά επικοινωνεί με την υπηρεσία νέφους. Μέσω μίας cloud σύνδεσης, ο χρήστης μπορεί να χειριστεί με απομακρυσμένη πρόσβαση τις έξυπνες συσκευές του, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις, οι συσκευές αυτές εμπλουτίζονται με επιπρόσθετες δυνατότητες.



Εικόνα 5. Μοντέλο Device-to-Cloud

1.4.3. Device-to-Gateway

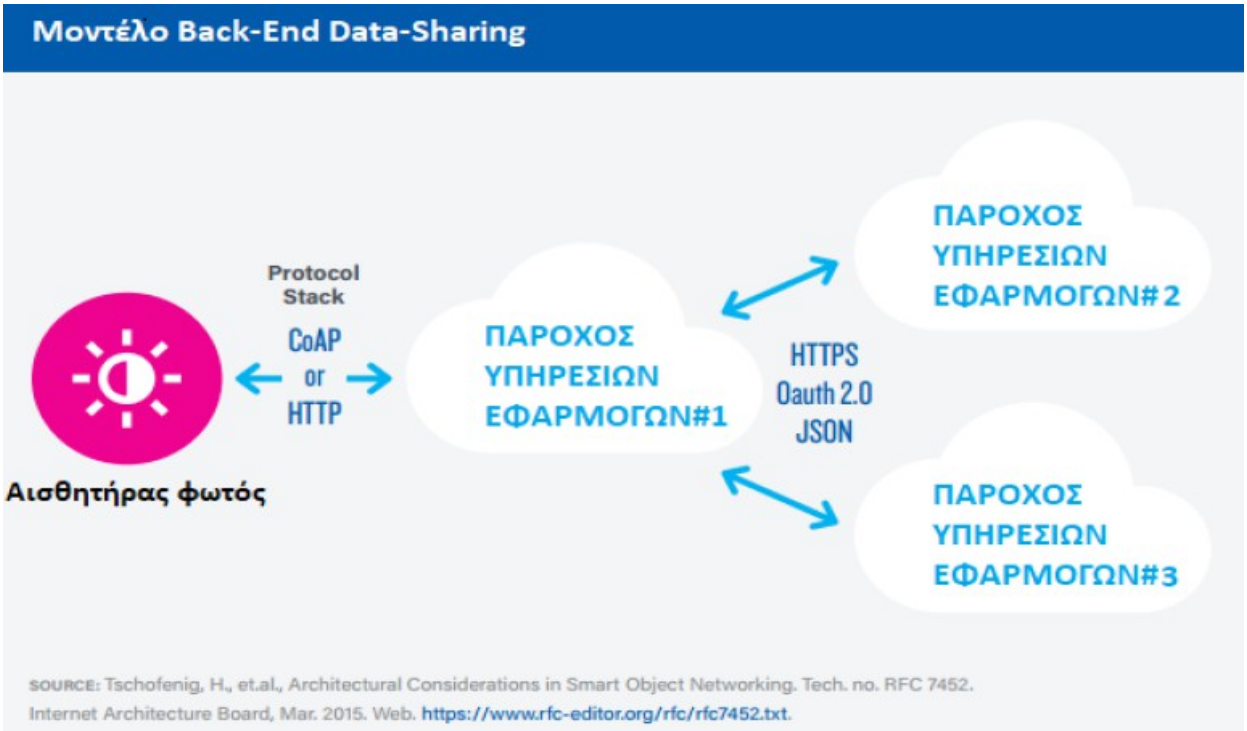
Στο μοντέλο συσκευή προς εφαρμογή, η διασύνδεση των συσκευών επιτυγχάνεται μέσω μίας ALG (Application Layer Gateway) υπηρεσίας, η οποία λειτουργεί ως μεσάζοντας για την γεφύρωση της επικοινωνίας μεταξύ της συσκευής και της υπηρεσίας cloud, ενώ ταυτόχρονα παρέχει επιπλέον λειτουργίες, όπως η ασφάλεια και η μετάφραση πρωτοκόλλου. Συχνά, ως συσκευή τοπικής πύλης λειτουργεί ένα έξυπνο κινητό τηλέφωνο μέσω εφαρμογής που επικοινωνεί με τις συσκευές και μεταδίδει τα δεδομένα τους σε μία υπηρεσία νέφους, ενώ σε άλλες περιπτώσεις, όπως στα συστήματα οικιακού αυτοματισμού, το ρόλο αυτό κατέχει μία συσκευή hub, η οποία λειτουργεί και ως “μεταφραστής” για συσκευές που επικοινωνούν με διαφορετικά πρωτόκολλα.



Εικόνα 6. Μοντέλο Device-to-Gateway

1.4.4. Back-End-Data-Sharing

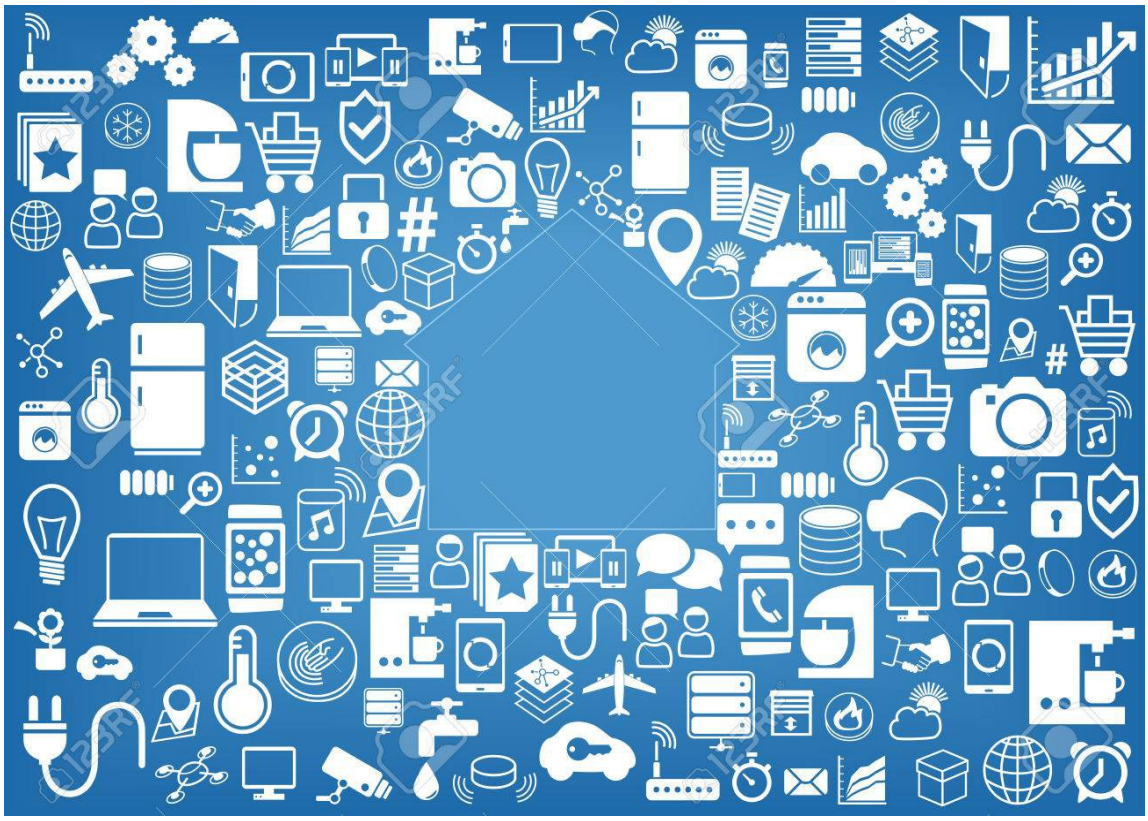
Πρόκειται για ένα μοντέλο επικοινωνίας το οποίο αποτελεί προέκταση του μοντέλου συσκευής προς υπηρεσία νέφους και επιτρέπει στους χρήστες να εξάγουν και να αναλύουν τις πληροφορίες που συλλέγονται από τα έξυπνα αντικείμενα, σε συνδυασμό με δεδομένα από άλλες πηγές. Είναι μία τεχνική που υποστηρίζει την επιθυμία του χρήστη να μοιραστεί με τους υπόλοιπους καταναλωτές τα δεδομένα των συσκευών του, τα οποία φιλοξενούνται στο cloud, διευκολύνοντας έτσι τις ανάγκες φορητότητας των δεδομένων.



Εικόνα 7. Μοντέλο Back-End-Data-Sharing

ΚΕΦ.2: Διαδίκτυο των Πραγμάτων & Έξυπνο Σπίτι

Μία από τις δημοφιλέστερες εφαρμογές του Διαδικτύου των Πραγμάτων αποτελεί το σύστημα οικιακού αυτοματισμού, ή αλλιώς έξυπνο σπίτι. Όλο και περισσότεροι κατασκευαστές στρέφουν το ενδιαφέρον τους προς τη δημιουργία συσκευών που θα επανδρώσουν οικίες με σκοπό να προσεγγίσουν την ιδέα του έξυπνου κτηρίου, βελτιώνοντας τις συνθήκες ζωής των ενοίκων τους μέσα από την αυτοματοποίηση ποικίλων διαδικασιών, όπως η διαχείριση κατανάλωσης ενέργειας, η ασφάλεια και η παρακολούθηση χώρων, ο έλεγχος και η μεταβολή της θερμοκρασίας και άλλες πολλές διεργασίες που σχετίζονται με την άνεση και την ψυχαγωγία. Πρόκειται για το “σπίτι του μέλλοντος” και είναι πλέον γεγονός, τόσο στο εξωτερικό όσο και στην Ελλάδα, ενώ πολύ σύντομα θα αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της ανθρώπινης καθημερινότητας, όπως τα έξυπνα κινητά τηλέφωνα.



Εικόνα 8. Smart Home

2.1. Τα οφέλη μίας έξυπνης κατοικίας

Αναρίθμητα φαίνονται να είναι τα πλεονεκτήματα που προσφέρονται από τη χρήση μίας έξυπνης οικίας στους κατοίκους της, ενώ ακόμα μεγαλύτερης σημασίας είναι το θετικό αντίκτυπο που έχει η χρήση αυτή σε ολόκληρη την κοινωνία, σε βάθος χρόνου. Πέρα από την αυτοματοποίηση που παρέχει σε ένα μεγάλο εύρος δραστηριοτήτων και το υψηλό επίπεδο ασφάλειας που προσφέρει στους χρήστες εντός και εκτός της οικίας, επιπλέον επιδρά σε σημαντικό βαθμό στα πλαίσια του περιβάλλοντος και της οικονομίας. Σε σύγκριση με το συμβατικό, ένα έξυπνο σπίτι μπορεί και ρυθμίζει την κατανάλωση πόρων, όπως το νερό και το ηλεκτρικό ρεύμα, και ταυτόχρονα αποφασίζει με λογική την παύση των λειτουργιών που καταναλώνουν άσκοπη ενέργεια. Συγκεκριμένα, με την κατάλληλη πρόβλεψη για τις ενεργειακές ανάγκες κάθε συσκευής, έχουμε τη δυνατότητα να προσαρμόσουμε την τροφοδοσία των Volt στις πρίζες όπου είναι συνδεδεμένες. Ωστόσο, όπως προαναφέρθηκε, η εξοικονόμηση δεν αφορά μόνο το ηλεκτρικό ρεύμα αλλά και το νερό, το πετρέλαιο, το αέριο,

τη θερμότητα και φυσικά το χρόνο, αφού η κύρια ιδέα που ακολουθείται στις έξυπνες κατοικίες είναι η χρήση ενεργειακών πόρων ακριβώς στην ποσότητα που χρειάζεται, στο μέρος και τη χρονική στιγμή που χρειάζεται. Έτσι, λόγω βελτιστοποίησης της κατανάλωσης μέσα στην οικία, επιτυγχάνεται η καλύτερη διαχείριση φυσικών πόρων και ορυκτών καυσίμων, ενώ σε αρκετές περιπτώσεις γίνεται η χρήση ηλιακών πάνελ, που συνεισφέρει σημαντικά από οικολογική σκοπιά στην προστασία του πλανήτη.

2.2. Κατηγορίες έξυπνων κτηρίων

Οποιαδήποτε οικία, η οποία έχει τη δυνατότητα να λαμβάνει αποφάσεις και να δρα με βάση τις ανάγκες και τις επιθυμίες των κατοίκων της, μπορεί να χαρακτηριστεί ως έξυπνη οικία. Ωστόσο, πολλές διαφορετικές εκδοχές ευφυΐας μπορούν να εφαρμοστούν σε ένα κτήριο. Ανάλογα με τις επιλογές που παρέχονται στο χρήστη, τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται και τις προϋποθέσεις που απαιτούνται, τα έξυπνα κτήρια μπορούν να διαχωριστούν σε ελεγχόμενα (controllable home), προγραμματιζόμενα (programmable home) και ευφυή (intelligent home). (Pilich, 2004, *'Engineering Smart Houses'*)

2.2.1. Controllable Home

Όπως προκύπτει και από την ονομασία τους, τα ελεγχόμενα σπίτια επιτρέπουν στους χρήστες τους να διαχειρίζονται εύκολα τις συσκευές τους, προσφέροντας άνεση και ευελιξία κινήσεων μέσα στο χώρο, ενώ οι απαιτήσεις για την υλοποίηση τους είναι συνήθως ελάχιστες, καθώς το μόνο που χρειάζεται στις περισσότερες περιπτώσεις είναι είτε μια ασύρματη ή ενσύρματη σύνδεση, είτε ένα ευρυζωνικό δίκτυο (ασύρματης ή ενσύρματης τεχνολογίας). Ανάλογα με τον τρόπο που ελέγχονται οι οικιακές συσκευές, τα ελεγχόμενα σπίτια χωρίζονται σε τρεις υποκατηγορίες:

(i) Κτήρια με μία κονσόλα ελέγχου (υποσυστήματα ηλεκτρικών συσκευών με μία κεντρική κονσόλα)

(ii) Κτήρια με διασυνδεδεμένες συσκευές (συνήθως με χειριστήριο)

(iii) Κτήρια ελεγχόμενα με ανθρώπινο ερέθισμα (φωνή, κίνηση, αφή)

2.2.2. Programmable Home

Ως προγραμματιζόμενα ορίζουμε τα κτήρια εκείνα τα οποία μπορούν να προγραμματιστούν κατάλληλα, ώστε να διαχειρίζονται συσκευές υπό συγκεκριμένες συνθήκες, προσαρμοσμένα στις ανάγκες του χρήστη. Χωρίζονται σε δύο υποκατηγορίες, ανάλογα με τον τρόπο διαχείρισης και λήψης αποφάσεων.

(i) Κτήρια που αξιολογούν και αναγνωρίζουν καταστάσεις
(ii) Κτήρια που αντιδρούν στο χρόνο σε εισόδους αισθητήρων

2.2.3. Intelligent Home

Στην τελευταία κατηγορία έξυπνων κτηρίων ανήκουν τα ευφυή, τα οποία εμφανίζουν αρκετές ομοιότητες με τα προγραμματιζόμενα και λειτουργούν ακολουθώντας το ίδιο σκεπτικό, ωστόσο διαχωρίζονται λόγω μίας βασικής διαφοράς. Ενώ τα προγραμματιζόμενα κτήρια προσαρμόζονται και ορίζονται από τον ίδιο το χρήστη - ένοικο, τα ευφυή δεν απαιτούν ανθρώπινη παρέμβαση για τη λήψη των αποφάσεων ή την αξιολόγηση καταστάσεων, αντίθετα έχουν την τάση να αναγνωρίζουν αλληλουχίες κινήσεων και να μαθαίνουν τις συνήθειες των κατοίκων τους, γεγονός που τα καθιστά πιο προσιτά στους καταναλωτές, καθώς δεν απαιτούνται γνώσεις για το χειρισμό τους. Όπως τα προγραμματιζόμενα, έτσι και τα ευφυή διακρίνονται στις ίδιες πανομοιότυπες υποκατηγορίες (κτήρια που αξιολογούν και αναγνωρίζουν καταστάσεις & κτήρια που αντιδρούν στο χρόνο σε εισόδους αισθητήρων).

2.3. Τεχνολογίες

Η βασική τεχνολογία μιας έξυπνης εγκατάστασης είναι εμπορικά διαθέσιμη για μερικά χρόνια, προσφέροντας αυτονομία του περιβαλλοντικού ελέγχου σε μεγάλα δημόσια κτήρια, όπως τα αεροδρόμια. Για λόγους διατήρησης της αξιοπιστίας, η πλειοψηφία των σημερινών εγκαταστάσεων δημοσίων κτηρίων κάνει χρήση ενσύρματων δικτύων, η οποία πλεονεκτεί σε νέες κατασκευές καθώς μπορεί εύκολα να κρυφτεί η καλωδίωση του συστήματος αυτοματισμού. Για τις ήδη ολοκληρωμένες οικίες, αρκετή διευκόλυνση παρέχει η χρήση δικτύων ραδιοσυχνοτήτων (RF), χωρίς τις επιπλοκές τις επιπλέον καλωδίωσης. Η RF επικοινωνία αποτελεί πλέον ένα σημαντικό μέρος του σχεδιασμού των φορητών συσκευών, με τεχνολογίες μεγάλης αποτελεσματικότητας ως προς την κατανάλωση της ενέργειας.

2.3.1. Bluetooth

Με την εισαγωγή της τεχνολογίας αυτής, εξαλείφθηκε η απαίτηση για ενσύρματες συνδέσεις, διευκολύνοντας τη διαδικασία διασύνδεσης των συσκευών και του σχηματισμού προσωπικών δικτύων. Πρόκειται για μία καθολική τεχνολογία ασύρματης διεπαφής που επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ ποικίλων ηλεκτρονικών συσκευών, όπως κινητά τηλέφωνα, αισθητήρες κτλ, μέσω μίας ασύρματης σύνδεσης μικρής εμβέλειας. Μία συσκευή Bluetooth χρησιμοποιεί μία ελεύθερη ζώνη συχνοτήτων στα 2,45 GHz (γνωστή και ως Industrial Scientific Medical Zone με εύρος από 2,4 GHz έως 2,835 GHz). Καθώς η ζώνη είναι ελεύθερη, χρησιμοποιείται και από άλλες εφαρμογές, όπως τα κινητά τηλέφωνα.

2.3.2. RFID

Με τον όρο Radio Frequency Identification (Αναγνώριση μέσω Ραδιοσυχνοτήτων) περιγράφεται μία τεχνολογία κατά την οποία το σύστημα, με τη χρήση ραδιοσυχνοτήτων, μεταδίδει ασύρματα την ταυτότητα ενός αντικειμένου, μέσω μίας ετικέτας RFID, η οποία διαθέτει σχετικές πληροφορίες για το αντικείμενο, και μίας συσκευής αναγνώρισης RFID. Πρόκειται για μία τεχνολογία αρκετά διαδεδομένη σε τομείς όπως η παρακολούθηση

οχημάτων, ο εξ αποστάσεως έλεγχος, η τηλεμετρία (συλλογή στοιχείων τηλεμετρικών δεδομένων) κ.α. Ανάλογα με τις περιοχές συχνοτήτων που χρησιμοποιούν, τα RFID συστήματα διαχωρίζονται σε συστήματα χαμηλής συχνότητας LF (από 124 έως 135 KHz), συστήματα υψηλής συχνότητας HF (στα 13,56 MHz) και συστήματα κατ' εξοχήν υψηλής συχνότητας - Ultra High Frequency - UHF (από 860 έως 960 MHz). Σε γενικές γραμμές, στα συστήματα RFID το κόστος επηρεάζεται ανάλογα με τα μεγέθη σειρών ανάγνωσης, δηλαδή, σύντομες σειρές ανάγνωσης συνεπάγεται χαμηλότερο κόστος συστήματος, όπως για παράδειγμα στα Low Frequency RFID.

2.3.3. ZigBee (IEEE 802.15.4)

Πρόκειται για ένα πρότυπο ασύρματης επικοινωνίας για προσωπικό δίκτυο (PAN) με χαμηλό κόστος και απαιτήσεις ισχύος, κατάλληλο για εφαρμογές απομακρυσμένου ελέγχου και παρακολούθησης. Ανάλογα με την απόσταση μεταξύ των συσκευών και την ισχύ εκπομπής, ο ρυθμός δεδομένων κυμαίνεται από 20 kb/sec έως 250 kb/sec και οι IEEE 802.15.4 συμβατές συσκευές μπορούν να χρησιμοποιήσουν μία από τις τρεις RF ζώνες: 868 MHz (Ευρώπη), 915 MHz (Αμερική) και 2,4 GHz (παγκοσμίως). Η τελευταία χρησιμοποιείται συχνότερα, λόγω της διαθεσιμότητά της σε όλο τον κόσμο χωρίς την απαίτηση άδειας αλλά και της καλύτερης απόδοσης, σε σύγκριση με τις άλλες ζώνες, ως προς το ρυθμό δεδομένων. Το μέγεθος του δικτύου συνήθως περιορίζεται στις 264 συσκευές.

2.3.4. GSM / GPRS

Επανάσταση στον τομέα των κινητών επικοινωνιών έφερε η τεχνολογία του Global System for Mobile Communication (γνωστό και ως κυψελοειδές δίκτυο), η οποία, μαζί με τις νέες εκδόσεις της (GPRS, UMTS, κτλ), προσέφερε ένα καινούργιο εύρος υπηρεσιών με μεγάλη βελτίωση ως προς τις ταχύτητες μετάδοσης. Στις εφαρμογές οικιακού αυτοματισμού, το δίκτυο παρέχει μία οικονομικά αποδοτική υπηρεσία με την ονομασία SMS (υπηρεσία σύντομων μηνυμάτων), κατά την οποία αποστέλλεται ένα μήνυμα κειμένου, το περιεχόμενο του οποίου

μπορεί να επεξεργαστεί κατάλληλα με τη χρήση ενός προγράμματος, ώστε να εκτελέσει εντολές σχετικά με τις διεργασίες παρακολούθησης και ελέγχου των αντικειμένων.

2.3.5. WiFi (IEEE 802.11)

Πρόκειται για το γνωστό πρότυπο ασύρματης επικοινωνίας IEEE 802.11 (Wireless Fidelity) για ασύρματα τοπικά δίκτυα (WLAN) που χρησιμοποιεί τις ζώνες συχνοτήτων των 2,4, 3,6 και 5 GHz. Μέσω της τεχνολογίας αυτής, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να κινείται χωρίς περιορισμούς και να αποκτά πρόσβαση στο δίκτυο από οπουδήποτε, ενώ αποτελεί μία οικονομικά αποδοτική λύση εγκατάστασης δικτύου στις περιπτώσεις που καθίσταται αδύνατη η ενσύρματη δικτύωση. Στο WiFi πρότυπο περιλαμβάνονται δύο τύποι συσκευών, ένα σημείο πρόσβασης AP και μία ασύρματη συσκευή (όπως ένας φορητός υπολογιστής με ασύρματη διασύνδεση δικτύου). Ο κύριος ρόλος ενός Access Point (AP) είναι να λειτουργεί ως γέφυρα μεταξύ του ασύρματου και του ενσύρματου δικτύου, ενώ έχει τη δυνατότητα να υποστηρίξει έως και 30 συσκευές, καλύπτοντας ένα μήκος από 33 έως 50 μέτρα σε εσωτερικούς και έως 100 μέτρα σε εξωτερικούς χώρους.

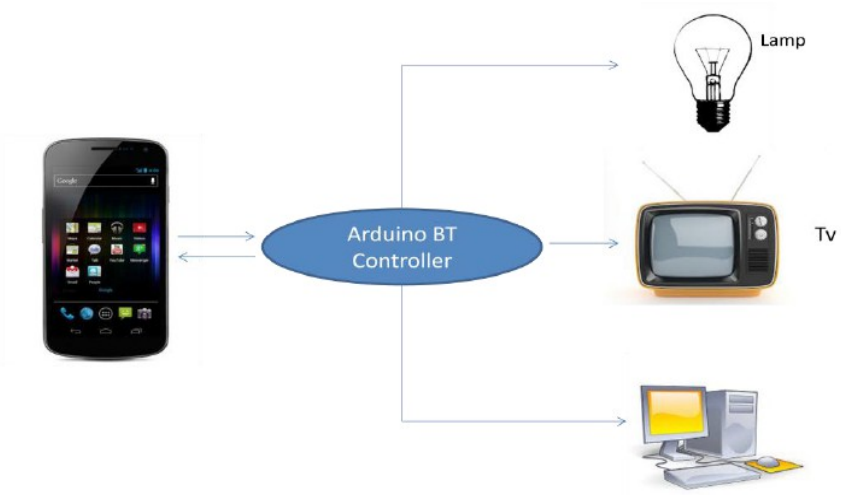
2.4. Μεθοδολογίες & Συγκρίσεις

Πολλές από τις υπάρχουσες διακεκριμένες τεχνολογίες του σήμερα βασίζονται στην ενσύρματη επικοινωνία, μία προσέγγιση τεχνικής η οποία, όπως προαναφέρθηκε, είναι κυρίως εφικτή κατά τη φυσική κατασκευή του κτηρίου. Λόγω του αυξημένου κόστους εγκατάστασης, στις ολοκληρωμένες οικίες προτείνεται η προσέγγιση της ασύρματης επικοινωνίας, όπως τα Bluetooth-based και τα WiFi-based συστήματα, αναλυτικότερα των οποίων αναφέρονται παρακάτω.

(i) Bluetooth-based σύστημα οικιακού αυτοματισμού με χρήση κινητού τηλεφώνου

Στο σύστημα αυτό, οι οικιακές συσκευές συνδέονται μέσω Bluetooth με ένα πίνακα Arduino BT (Arduino Bluetooth board). Παρέχεται ασφάλεια συνθηματικών έτσι ώστε η πρόσβαση στις

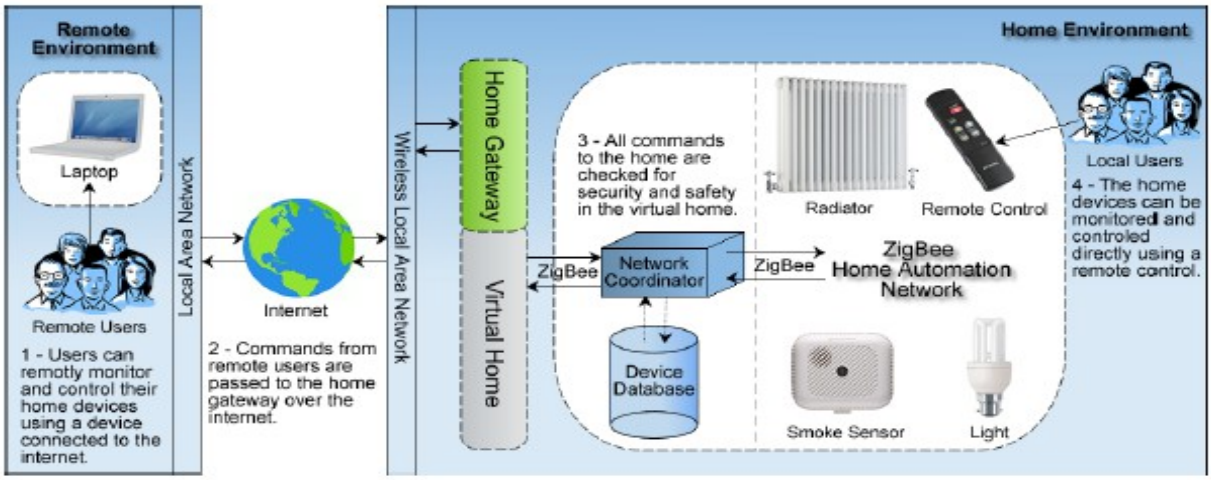
συσκευές να επιτρέπεται μόνο σε εξουσιοδοτημένους χρήστες. Η επικοινωνία του πίνακα και του κινητού τηλεφώνου γίνεται ασύρματα, με χρήση Bluetooth σύνδεσης.



Εικόνα 9. Bluetooth-based Home Automation design

(ii) ZigBee-based σύστημα οικιακού αυτοματισμού με χρήση κινητού τηλεφώνου

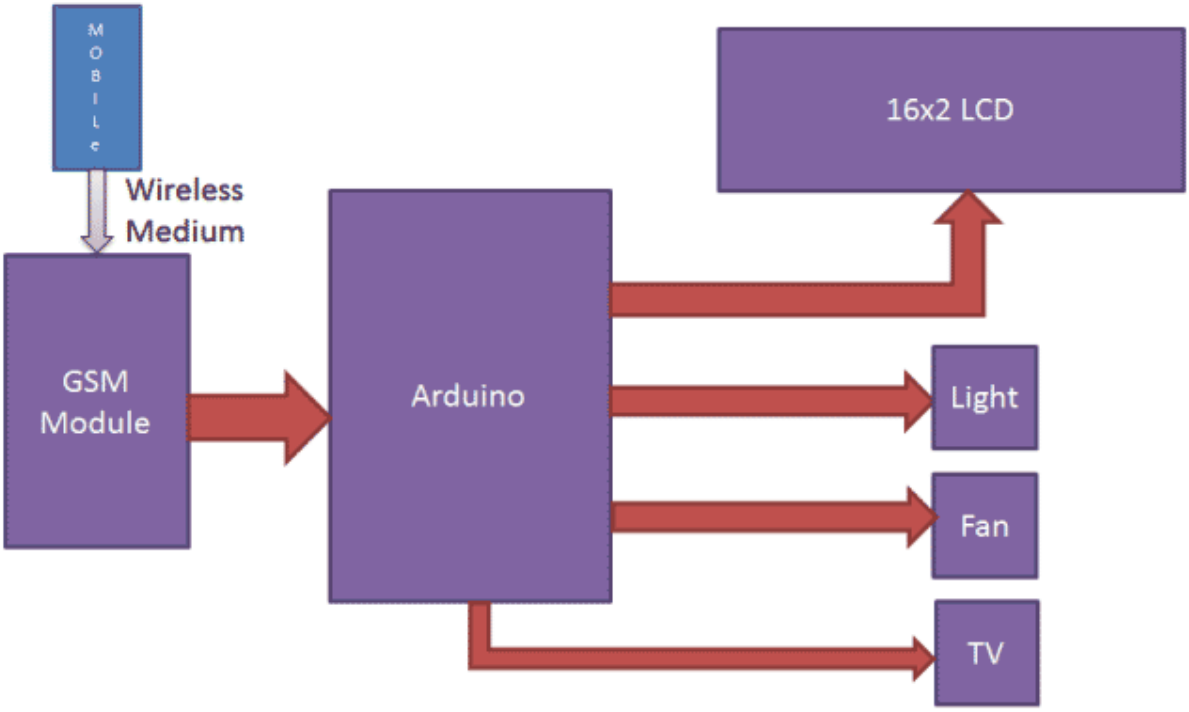
Πρόκειται για ένα σύστημα στο οποίο η παρακολούθηση και ο έλεγχος των συσκευών γίνεται μέσω ενός δικτύου ZigBee και του ZigBee Network Coordinator. Η αποθήκευση των δεδομένων επίδοσης των συσκευών γίνεται μέσω WiFi σύνδεσης και μίας συσκευής τοπικής πύλης που λειτουργεί ως μεσάζοντας. Κατά την αποστολή κάθε μηνύματος, για σκοπούς ασφάλειας, εφαρμόζεται ο αλγόριθμος “εικονικής κατοικίας” (virtual home algorithm) προκειμένου το μήνυμα να θεωρηθεί ασφαλές και στη συνέχεια να επανακρυπτογραφηθεί και να μεταδοθεί στο πραγματικό δίκτυο συσκευών, δημιουργώντας έτσι ένα ασφαλές σε επιθέσεις σύστημα με χαμηλό κόστος κατασκευής.



Εικόνα 10. Zigbee-based Home Automation design

(iii) GSM-based σύστημα οικιακού αυτοματισμού με χρήση κινητού τηλεφώνου

Κατηγορία που χωρίζεται σε SMS-based, GPRS-based, DTMF-based (Dual Tone Multi Frequency) συστήματα οικιακού αυτοματισμού. Το παρακάτω σχήμα περιγράφει τον τρόπο διασύνδεσης των αισθητήρων και των αντικειμένων με το οικιακό δίκτυο μέσω SMS και SIM (Subscriber Identity Module) επικοινωνίας. Οι αισθητήρες μετατρέπουν τα φυσικά μεγέθη που συλλέγουν σε άλλες μορφές, όπως Volt, με σκοπό να αναλυθούν από τον μικροελεγκτή (microcontroller) και να μεταφραστούν σε AT εντολές (από την αγγλική λέξη attention) κατανοητές από τον GSM module, του οποίου ο ρόλος είναι να επικοινωνεί με το GSM δίκτυο, συνήθως μέσω ενός υπολογιστή.



Εικόνα 11. GSM-based Home Automation design

(iv) WiFi-based σύστημα οικιακού αυτοματισμού με χρήση κινητού τηλεφώνου

Όπως φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί, το σύστημα αυτό αποτελείται από τρία κύρια συστατικά στοιχεία, τον διακομιστή και το υλικό διεπαφής, που επικοινωνούν μέσω WiFi σύνδεσης, και το πακέτο λογισμικού, το οποίο, στις πιο σύγχρονες μορφές του, διαχωρίζεται σε λογισμικό εφαρμογής διακομιστή (server application software) και έναν μικροελεγκτή

Arduino. Παράλληλα, ο διακομιστής είναι συνδεδεμένος στον Παγκόσμιο Ιστό, επιτρέποντας έτσι απομακρυσμένη πρόσβαση στο χρήστη μέσω μιας εφαρμογής διαδικτύου. Το πακέτο λογισμικού Arduino είναι υπεύθυνο για τη συλλογή δεδομένων από τους αισθητήρες αλλά και την αποστολή εντολών στους ενεργοποιητές, ενώ ταυτόχρονα ενημερώνει το διακομιστή σχετικά με το ιστορικό των ληφθέντων δεδομένων και απεσταλμένων εντολών.



Εικόνα 12. WiFi-based Home Automation design

(v) Σύστημα οικιακού αυτοματισμού με χρήση Ραδιοσυχνοτήτων (RF)

Σύστημα εξαιρετικά χρήσιμο για άτομα με κινητικές δυσκολίες, λόγω της ικανοποιητικής εμβέλειας (συνήθως γύρω στα 25 μέτρα), και αρκετά αποδοτικό σε βιομηχανικά και ιατρικά συστήματα. Μέσω ενός χειριστηρίου ραδιοσυχνοτήτων (keyfob) επιτυγχάνεται η διεπαφή με τον μικροελεγκτή, ο οποίος είναι υπεύθυνος για την αποστολή ON/OFF σημάτων στις πρίζες των ηλεκτρονικών συσκευών, δημιουργώντας μια ασύρματη εξ αποστάσεως διαχείριση των “πραγμάτων” μίας οικίας.

(vi) Συγκρίσεις μεταξύ μεθοδολογιών

System	Communication Interface	Controller	User Interface	Applications	Features
Bluetooth-based using cell phone	Bluetooth	Arduino	Python supported mobile	Controlling appliances	Secured Low cost Limited access Small range
ZigBee-based using cell phone	ZigBee	ZigBee Network Coordinator	PC or Android phone	Controlling appliances Power consumption Temperature & humidity monitoring	Remotely controlled Safety Power saving Medium range
GSM-based using cell phone	SMS	Arduino	Smartphone App	Controlling & monitoring appliances	Remotely controlled Simplicity High cost Non-real time
WiFi-based using cell phone	WiFi	Arduino	Web Application& Android App	Controlling & monitoring appliances Temperature & motion detection	Remotely controlled Low cost Secure High power consupmtion
Home Automation using RF module	Radio Frequencies	Arduino	RF remote (keyfob)	Controlling appliances Temperature monitoring	Low cost Wide range & flexibility Limited access & interferences

Πίνακας 1

2.5. Συστήματα Αυτοματισμού και Συσκευές

Ο συνδυασμός των τεχνολογιών και έξυπνων αντικειμένων, που απαρτίζουν ένα κτήριο, εμπλουτίζοντάς το με τη δυνατότητα της νοημοσύνης, αποτελεί τα συστήματα αυτοματισμού του. Κάθε ένοικος μίας έξυπνης οικίας έχει διαφορετικές συνήθειες και ανάγκες, επομένως τα διαθέσιμα συστήματα αυτοματισμού μπορεί να διαφέρουν αρκετά από οικία σε οικία, ωστόσο όλα βασίζονται στο κύριο τρίπτυχο ΑΣΦΑΛΕΙΑ – ΑΝΕΣΗ – ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ. Μερικές από τις λειτουργίες, που μπορούν να αυτοματοποιηθούν σε ένα έξυπνο κτήριο, μαζί με κάποια από τα κυριότερα χαρακτηριστικά τους, αναφέρονται παρακάτω. (Νικολάου, 2017, *'Έξυπνο Σπίτι και Τεχνικές Εξοικονόμησης Ενέργειας'*).

- **Σύστημα Ασφάλειας**

(ικανό για προστασία από διαρρήξεις μέσω ειδοποίησης του ιδιοκτήτη και των αρχών, ανίχνευση φυσικών καταστροφών όπως ισχυρό άνεμο, πλημμύρα ή πυρκαγιά, διάγνωση πιθανής βλάβης στον εξοπλισμό κ.α.)

- **Σύστημα Παρακολούθησης**

(οπτική αναπαράσταση των λειτουργιών της οικίας με την εγκατάσταση μίας ή περισσότερων καμερών που μεταφέρουν την εικόνα, εντός ή εκτός της οικίας, είτε σε έναν υπολογιστή είτε σε ένα κινητό τηλέφωνο)

- **Σύστημα Φωτισμού**

(φωτισμός ρυθμιζόμενης έντασης με ένταση φωτεινότητας ανάλογη με την κατανάλωση ισχύος, συστήματα αυτορυθμιζόμενης έντασης με βάση το φυσικό φωτισμό, συστήματα με φωτοκύτταρο κ.α.)

- **Σύστημα Ηλεκτρικών Συσκευών όπως κουζίνα, πλυντήριο, τηλεόραση, στερεοφωνικό κ.α.**

(απομακρυσμένος έλεγχος συσκευών μέσω υπολογιστή ή κινητού τηλεφώνου, προγραμματισμός συσκευών με βάση τις προτιμήσεις του ενοίκου, δυνατότητα διασύνδεσης πολυμέσων)

- **Σύστημα Θέρμανσης – Ψύξης / Εξαερισμού**

(αυτορυθμιζόμενα συστήματα με συνάρτηση τις περιβαλλοντικές συνθήκες, συστήματα καθορισμένα από τους κατοίκους με όρια θερμοκρασίας ανά δωμάτιο και ζώνες θέρμανσης ή

διατήρησης της θερμοκρασίας ανάλογα με τη χρονική στιγμή της ημέρας ή το κόστος, δυνατότητα απενεργοποίησης κλιματισμών όταν το σύστημα αντιλαμβάνεται τη μη ύπαρξη ατόμου στο χώρο κ.α.)

- **Σύστημα Ρολών / Τεντών / Θυρών**

(συστήματα με δυνατότητα λήψης πρωτοβουλίας με βάση τις καιρικές συνθήκες ή για σκοπούς ασφάλειας και προστασίας των κατοίκων αλλά και του εξοπλισμού, δυνατότητα ατομικού και ομαδικού ελέγχου ρολών με χρήση τηλεχειριστηρίου ή Μπουτόν, ανίχνευση κίνησης και θραύσης, συστήματα σκίασης που επικοινωνούν με τα συστήματα που ελέγχουν τη θερμοκρασία κ.α.)

- **Σύστημα Διανομής Εικόνας και Ήχου**

(δυνατότητα μεταφοράς εικόνας και ήχου σε άλλες συσκευές στην οικία, αλλά και με την επιπλέον δυνατότητα απομακρυσμένης ενεργοποίησης / απενεργοποίησης των πολυμέσων ή άλλων λειτουργιών όπως η μαγνητοσκόπηση κ.α.)

- **Σύστημα Διαχείρισης και Εποπτείας**

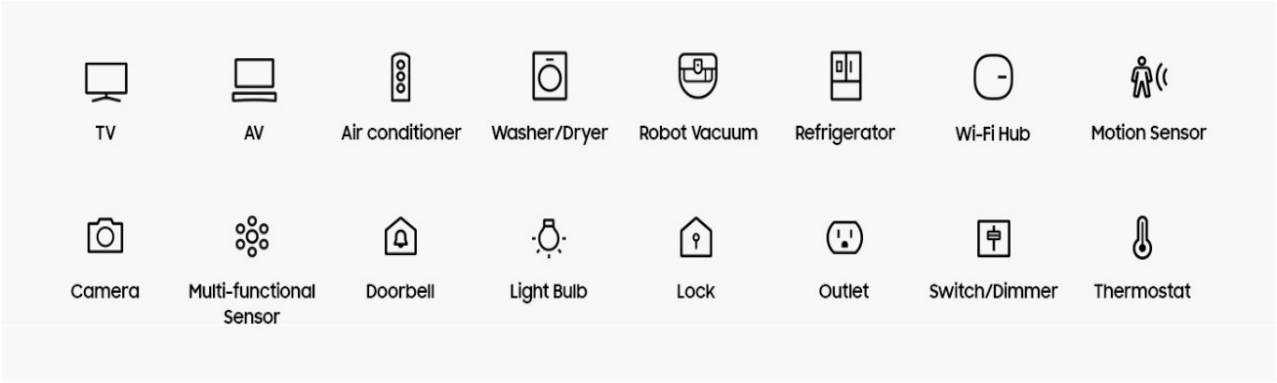
(σύστημα το οποίο ελέγχει την επίδοση των συσκευών και ενημερώνει τον ένοικο με χρήση μιμικών διαγραμμάτων με led, οθόνες κειμένου, οθόνες επαφής με γραφικά σχετικά με ενδεικτικές αναλογικές τιμές και ON/OFF σήματα ανά συσκευή)

- **Σύστημα Ποτίσματος**

(σύστημα ειδικά προσαρμοσμένο με δυνατότητα ελέγχου της υγρασίας του εδάφους και αξιολόγησης των καιρικών συνθηκών)

- **Σύστημα Πυρανίχνευσης και Πλημμύρας**

(σύστημα που αποτελεί προέκταση του συστήματος ασφάλειας, εξειδικευμένο στην ανίχνευση φυσικών καταστροφών, εντός και εκτός της οικίας όπως και στα περίχωρα, με επιπλέον δυνατότητες πυρόσβεσης και απομακρυσμένης διακοπής της παροχής ρεύματος ή νερού στις συσκευές ή τις πρίζες όπου χρειάζεται)



Εικόνα 13. Smart Things

ΚΕΦ.3: Τεχνοοικονομική Αποτίμηση Σεναρίων

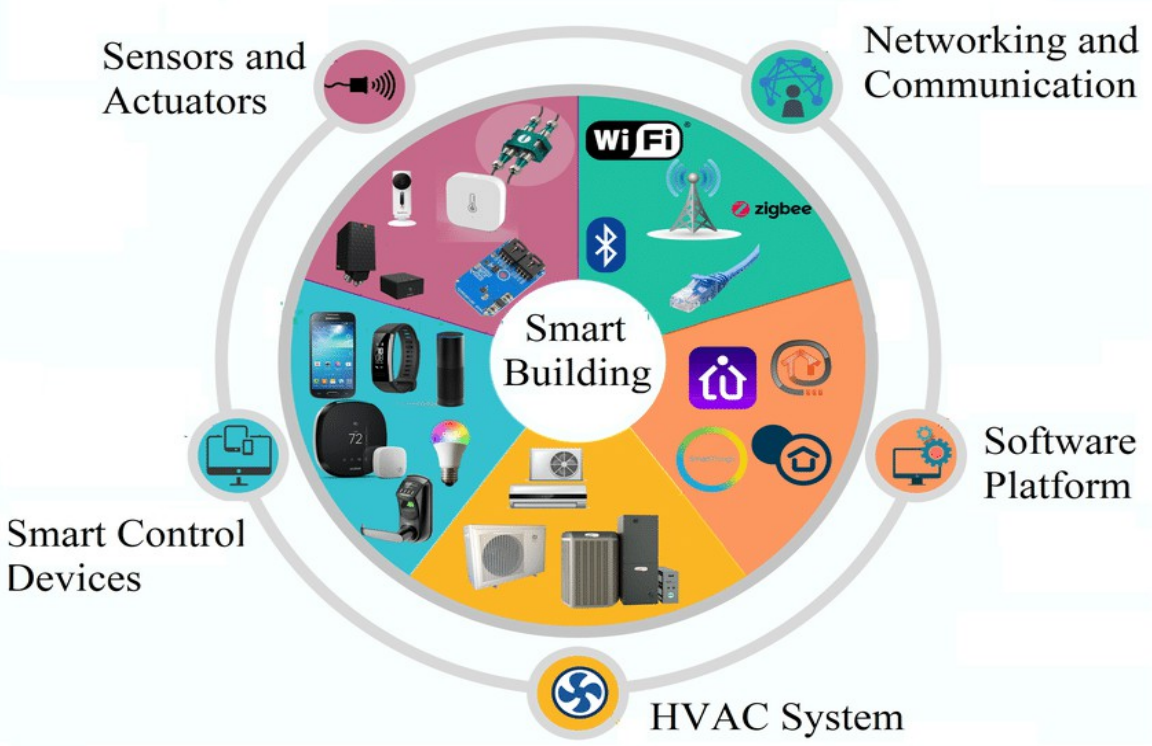
Η τεχνοοικονομική αποτίμηση είναι μία διαδικασία η οποία κρίνεται απαραίτητη για την επιλογή των κατάλληλων τεχνολογικών προσεγγίσεων. Συχνά χρησιμοποιείται ως εργαλείο για τη διευκόλυνση της διοίκησης και διαχείρισης ενός οργανισμού, από το οποίο επιτυγχάνεται η κατάστρωση επιχειρηματικών σχεδίων αλλά και η υποστήριξη επιχειρηματικών αποφάσεων. Στην παρούσα έρευνα, η τεχνοοικονομική αποτίμηση έχει στόχο να μελετήσει τα χαρακτηριστικά της smart home αγοράς, να αναλύσει τα αρνητικά και τα θετικά μίας έξυπνης οικίας από οικονομική και επιχειρηματική σκοπιά, και παράλληλα να δημιουργήσει προβλέψεις σε σχέση με τη χρήση της ως προς το σύντομο μέλλον.

3.1. Σενάρια

Πολλά είναι τα ζητήματα που πρέπει να εξεταστούν πριν την έναρξη της διαδικασίας κατασκευής ή εγκατάστασης μίας έξυπνης κατοικίας. Ο ένοικος θα πρέπει αρχικά να αναλογιστεί σε βάθος τις λειτουργίες που επιθυμεί να αυτοματοποιήσει, σε σχέση με τις ανάγκες του και τα χαρακτηριστικά της οικίας του (μέγεθος, ηλικία κλπ). Επίσης, θα πρέπει να σκεφτεί σοβαρά εάν επιθυμεί μία αυτοματοποιημένη οικία την οποία θα μπορεί να κατασκευάσει μόνος του, ή μία πιο εξειδικευμένη οικία για την οποία θα απαιτείται επαγγελματική βοήθεια. Παράλληλα, θα πρέπει να αποφασίσει τον τρόπο με τον οποίο θέλει

να αλληλεπιδρά με το σύστημα (για παράδειγμα μέσω φωνητικών εντολών ή μέσω ενός έξυπνου κινητού τηλεφώνου), ενώ ένας εξίσου σημαντικός παράγοντας είναι φυσικά και το κεφάλαιο που μπορεί να διαθέσει. Τέλος, θα πρέπει να επανεξετάσει όλες τις παραπάνω παραμέτρους και να αξιολογήσει τις επιλογές του, έχοντας ως βασικό άξονα να προσαρμόσει την τεχνολογία στις καθημερινές του ανάγκες και ποτέ το αντίστροφο. Το ζητούμενο είναι ο σχεδιασμός μίας έξυπνης κατοικίας, που ικανοποιεί τις ανάγκες του εκάστοτε χρήστη ξεχωριστά, και όχι μία γενικευμένη προσέγγιση, που απευθύνεται σε μαζική κατανάλωση. Με βάση τα δεδομένα αυτά, θα δημιουργηθούν σενάρια με σκοπό να καθοριστούν συγκεκριμένες τεχνικές εφαρμογής έξυπνων οικιών, τα οποία θα μπορούν ταυτόχρονα να χρησιμοποιηθούν στα πλαίσια μίας επιχείρησης. Πριν τη δημιουργία σεναρίων, σημαντικό είναι να προσδιοριστούν τα τμήματα, από τα οποία η έξυπνη οικία θα αποτελείται:

- Τερματικές Συσκευές (αισθητήρες, διακόπτες, κλειδαριές, φώτα, κλιματιστικά και ηλεκτρικές συσκευές)
- Συσκευές Διασύνδεσης (Τοπικές πύλες, Hubs)
- Δίκτυο (ή δίκτυα) επικοινωνίας (WiFi, ZigBee, Bluetooth, κλπ)
- Σύνδεση στο Διαδίκτυο



Εικόνα 14. Components of Smart buildings

Ξεκινώντας τη διαδικασία επιλογής σεναρίων αυτοματοποιημένης κατοικίας, προκύπτει ένα βασικό δίλημμα: ενσύρματο ή ασύρματο σύστημα; Το ενσύρματο σύστημα είναι μία ασφαλής επιλογή όταν το κτήριο βρίσκεται υπό κατασκευή. Αυτό όμως δεν καλύπτει ένα μεγάλο μέρος των καταναλωτών που επιθυμούν απλά να ενσωματώσουν την έξυπνη τεχνολογία μέσα στην υπάρχουσα οικία τους. Για το λόγο αυτό, θα μελετηθεί το ασύρματο σύστημα. Ένας ακόμη σημαντικός παράγοντας είναι το μέγεθος. Ένα μεγάλο κομμάτι της αγοράς ενδιαφέρεται να αυτοματοποιήσει το πολύ 90 με 100 τ.μ., καθώς σε μεγαλύτερα κτήρια το κόστος συνήθως ανεβαίνει και συχνά επιλέγεται η ενσύρματη προσέγγιση για λόγους διατήρησης της αξιοπιστίας. Έτσι, το μέγεθος της οικίας που επιλέχθηκε είναι 90 τ.μ. (2 υπνοδωμάτια, σαλόνι, κουζίνα, μπάνιο). Μία επιπλέον παράμετρος, από την οποία θα διαχωριστούν τα σενάρια, είναι τα είδη των αυτοματισμών από τα οποία η οικία θα αποτελείται. Ανάλογα με τα συστήματα αυτοματισμού της, κάθε οικία έχει το δικό της “χαρακτήρα”, ο οποίος εξαρτάται από τους τομείς στους οποίους επικεντρώνεται η έξυπνη τεχνολογία της. Με βάση αυτήν την ιδιαιτερότητα, ορίζονται τρία σενάρια: μία **οικονομική και οικολογική οικία** (με τα απολύτως απαραίτητα ώστε να έχει χαμηλό κόστος, αλλά με συσκευές που εξοικονομούν ενέργεια ώστε να είναι φιλική προς το περιβάλλον), μία **ασφαλή οικία** (που θα επικεντρώνεται στην έξυπνη ασφάλεια και παρακολούθηση) και μία **πλήρως επανδρωμένη οικία** (που θα εστιάζει στην άνεση, την ασφάλεια και την ψυχαγωγία).

3.2. Κοστολόγηση

Σκοπός της κοστολόγησης σεναρίων είναι η αναλυτική καταγραφή ενδεικτικών τιμών των κύριων συστατικών στοιχείων, από τα οποία αποτελείται μία έξυπνη κατοικία. Και στις τρεις περιπτώσεις γίνεται χρήση ενός WiFi Router και μίας Hub συσκευής, της οποίας ο ρόλος είναι να γεφυρώνει το χάσμα επικοινωνίας μεταξύ συσκευών που υποστηρίζουν διαφορετικά πρωτόκολλα. Στην περίπτωση που όλες οι συσκευές υποστηρίζουν το WiFi πρότυπο, τότε η συσκευή Hub δεν είναι απαραίτητη, προσφέρει όμως μεγάλη διευκόλυνση ως προς τη διαχείριση των συσκευών αλλά και διευρύνει το εύρος των συσκευών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο μέλλον.

- **Οικονομική και οικολογική οικία**

Συσκευή	Ποσότητα	Κόστος
WiFi Router (dual band)	1	150€
Smart Hub	1	70€
Smart lighting kit (led bulbs)	1	70€
Smart light bulbs	2	20€
Smart (learning) thermostat	1	200€
Motion sensors	2	25€
Occupancy sensors	1	40€
Smart switches	1	40€
Smart dimmer switches	2	20€
Smart plugs	2	15€
Plugs with energy monitoring	1	30€
TOTAL	15	760€

Πίνακας 2

- **Ασφαλής οικία**

Συσκευή	Ποσότητα	Κόστος
WiFi Router (dual band)	1	150€
Smart Hub	1	70€
Smart security kits	1	250€
Smart locks	1	220€
Door/window sensors	4	15€
Smart indoor cameras	1	80€
Smart outdoor cameras	1	250€
Glass break detectors	4	35€
Smoke detectors	2	30€
Water leak sensors	2	20€
Video door bell	1	150€
Smart garage doors	1	100€
TOTAL	20	1570€

Πίνακας 3

- **Πλήρως επανδρωμένη οικία**

Συσκευή	Ποσότητα	Κόστος
WiFi Router (dual band)	1	150€
Smart Hub	1	70€
Smart lighting kit with colours	1	150€
Smart light bulbs	4	20€
Colour changing light bulbs	2	25€
Smart switches	1	40€
Smart dimmer switches	2	20€
Smart plugs	2	15€
Plugs with energy monitoring	1	30€
Smart thermostats	1	200€
Smart water heater	1	1000€
Smart air conditioner	1	500€
Smart fan	1	300€
Smart security kits	1	250€
Smart locks	1	220€
Smart indoor cameras	1	80€
Smart outdoor cameras	1	250€
Video door bell	1	150€
Smart garage doors	1	100€
Door/window sensors	4	15€
Glass break detectors	4	35€
Smoke detectors	1	30€
Water leak sensors	2	20€
Motion sensors	2	25€
Occupancy sensors	1	40€
Smart cooker	1	1200€
Smart microwave oven	1	150€
Smart refrigerator	1	2000€
Smart coffee maker	1	150€
Smart dish washer	1	600€
Smart washing machine-dryer	1	1400€
Smart vacuum cleaner	1	250€
Smart TV	2	200€

Smart speakers	1	200€
Speakers with voice assistance	1	100€
Smart table	2	200€
Smart bed	1	2000€
TOTAL	53	12300€

Πίνακας 4

Όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 2, όλα τα συστήματα αυτοματισμού, που απαρτίζουν ένα έξυπνο σπίτι, βασίζονται στο κύριο τρίπτυχο ΑΝΕΣΗ – ΑΣΦΑΛΕΙΑ – ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ. Προκειμένου να επιτευχθεί η συνολική μείωση του κόστους, οι τρεις αυτές αρχές διαχωρίστηκαν, σχηματίζοντας τρεις ξεχωριστές δεσμίδες από έξυπνες συσκευές, οι οποίες μπορούν να διανεμηθούν ομαδικά. Στον τομέα του σύγχρονου marketing, η διαδικασία αυτή ονομάζεται **bundling** και χρησιμοποιείται για τη δημιουργία μίας πιο συμφέρουσας προσφοράς πακέτων με συνδυασμούς από προϊόντα που εξυπηρετούν τον ίδιο ή παρόμοιο σκοπό. Αρκετές εταιρείες στηρίζουν την επιχειρηματική τους στρατηγική στο bundling, καθώς πρόκειται για μία έξυπνη μέθοδο για να αυξηθούν τα έσοδα της επιχείρησης, μειώνοντας ταυτόχρονα το συνολικό κόστος για τους καταναλωτές. (Product Bundling - Wikipedia)

3.2. Τεχνοοικονομική Ανάλυση

(i) Ανάλυση SWOT

Η ανάλυση SWOT (Strenghts, Weaknesses, Opportunities, Threats) είναι ένα εργαλείο στρατηγικού σχεδιασμού που έχει σκοπό να προσδιορίσει τα δυνατά και τα αδύνατα σημεία ενός τεχνολογικού επιτεύγματος. Στην παρούσα έρευνα, μας παρέχει έναν εύκολο τρόπο να εξετάσουμε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα μίας έξυπνης οικίας ως επιχειρηματική ιδέα, προκειμένου να καταλήξουμε σε συμπεράσματα σε σχέση με τη βελτίωση χρήσης της αλλά και τη διευκόλυνση της παροχής της.

Strengths	Weaknesses
• Εξοικονόμηση χρημάτων – μείωση της κατανάλωσης ενέργειας έως και 35% & αύξηση του χρόνου ζωής των συσκευών έως και 25% • Οικολογική Συνεισφορά – μόνο με τη χρήση ενός έξυπνου θερμοστάτη επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ορυκτών καυσίμων έως και 20% • Καινοτομία με αναρίθμητες ανεξερεύνητες δυνατότητες • Ισχυρός ανταγωνισμός μεταξύ μεγάλων εταιρειών με αποτέλεσμα να ανεβαίνει συνεχώς ο πήχης των παρεχόμενων υπηρεσιών • Εύκολη χρήση που έχει ως συνέπεια σημαντική εξοικονόμηση χρόνου	• Ασφάλεια - μεγάλες προκλήσεις λόγω του μεγάλου ρίσκου απώλειας ελέγχου της οικίας • Ραγδαία αύξηση των εισερχόμενων δεδομένων με αποτέλεσμα να αυξάνονται οι απαιτήσεις οργάνωσης & διαχείρισης • Μεγάλο κόστος επενδύσεων για την ανάπτυξη και την έρευνα που αποθαρρύνει το επιχειρηματικό ρίσκο από μικρότερες εταιρείες • Αδυναμία δημιουργίας έγκυρων προβλέψεων ως προς τη μελλοντική κατεύθυνση μιας τόσο σύγχρονης τεχνολογίας
Opportunities	**Threats**
• Εφαρμογές στη υγεία μέσα από την προσωπική έξυπνη περίθαλψη & καινοτόμες ιδέες που καταφθάνουν καθημερινά βελτιώνοντας σημαντικά την ποιότητα ζωής • Διευκόλυνση στη διαχείριση υποδομής στο χώρο της βιομηχανίας • Επενδυτικές ευκαιρίες λόγω του μεγάλου ποσοστού εταιρειών που εμπλέκονται με το αντικείμενο • Φορητότητα – πλέον έχουμε τη δυνατότητα να φοράμε αντικείμενα με νοημοσύνη • Εξέλιξη ηλεκτρονικών υπολογιστών – σύντομα η ύπαρξη των υπολογιστών στη ζωή μας θα είναι εξαιρετικά διακριτική σε σημείο να μην τους αντιλαμβανόμαστε ως ξεχωριστή οντότητα	• Ευπάθεια σε κακόβουλες επιθέσεις που εμποδίζει τους χρήστες να εμπιστευτούν την έξυπνη τεχνολογία • Συχνά δεν ικανοποιείται η προσδοκία των πελατών – ίσως λόγω παραπληροφόρησης, οι καταναλωτές έχουν μη ρεαλιστικές απαιτήσεις από τις IoT εφαρμογές • Έλλειψη ζήτησης λόγω του υψηλού κόστους κατασκευής έξυπνων συνδεδεμένων συσκευών – πολλοί από τους καταναλωτές που θα επωφελούνταν από τη χρήση έξυπνων αυτοματισμών δεν μπορούν να ανταπεξέλθουν στο κόστος εγκατάστασής τους

Πίνακας 5

(Agarwal, 2015, *'SWOT analysis of the Internet of Things'*)

Αξιολογώντας τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα από την εγκατάσταση έξυπνων αυτοματισμών σε μία οικία αλλά και σε άλλα περιβάλλοντα, παρατηρούμε ότι η ζυγαριά είναι ισοσταθμισμένη. Πρόκειται για ένα τεχνολογικό επίτευγμα το οποίο δεν έχει μόνο θετικό ή μόνο αρνητικό αντίκτυπο, επομένως απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί, όπου είναι δυνατό, η αρνητική πλευρά. Το υψηλό κόστος λειτουργεί αποθαρρυντικά σε πολλούς από τους καταναλωτές που δεν θεωρούν την έξυπνη τεχνολογία ως αναγκαιότητα, ενώ ο γενικότερος προβληματισμός ως προς την ασφάλεια, την ιδιωτικότητα και την προστασία των δεδομένων περιορίζει αρκετά την ανάπτυξη της αγοράς. Προσφέροντας συστήματα με την μέγιστη δυνατή ασφάλεια και προφύλαξη σε πιθανές επιθέσεις αλλά και με εξασφαλισμένη την προστασία των προσωπικών δεδομένων, σε συνδυασμό με έξυπνες οικονομικές λύσεις, οι οποίες θα εξοικονομούν χρόνο και χρήματα και ταυτόχρονα θα είναι προσβάσιμες από το μέσο καταναλωτή και το ευρύ κοινό, μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στην διεύρυνση της παγκόσμιας smart home αγοράς.

(ii) Πρόβλεψη ζήτησης

Ένα ιδιαίτερα σημαντικό κομμάτι της τεχνοοικονομικής ανάλυσης είναι η μελέτη της πρόβλεψης ζήτησης, η οποία αποτελεί στρατηγικό εργαλείο που χρησιμοποιείται για την αποτίμηση των αβεβαιοτήτων της αγοράς μέσω προβλέψεων που συνήθως βασίζονται σε αναζήτηση τάσεων σύμφωνα με ιστορικά δεδομένα.

Σύμφωνα με την έρευνα που δημοσιεύθηκε τον Ιανουάριο του 2019 από την MarketsandMarkets, η παγκόσμια smart home αγορά αναμένεται να αυξηθεί από 76 δισεκατομμύρια δολάρια (Ηνωμένων Πολιτειών) το 2018 στα 151 δισεκατομμύρια μέχρι το 2024, με σύνθετο ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης 12,02% (CAGR). Η ανάπτυξη αυτή οφείλεται σε αρκετούς παράγοντες, όπως η ευαισθητοποίηση και η ενίσχυση της οικολογικής συνείδησης αλλά και αναγνώριση αναγκαιότητας της έξυπνης τεχνολογίας σε τομείς υψίστης σημασίας όπως η υγεία, ενώ ένα εξίσου μεγάλο ποσοστό αποτελούν οι λάτρεις της άνεσης και της κατ' οίκον ψυχαγωγίας.



Σχήμα 1. Smart Home Market – Global Forecast to 2024 by MarketsandMarkets (2019)

(iii) Τμηματοποίηση Αγοράς (Market Segmentation)

Πρόκειται για μία διαδικασία καίριας σημασίας στο σύγχρονο marketing, μέσω της οποίας μία μεγάλη ετερογενής αγορά διαιρείται σε μικρότερα τμήματα, τα οποία παρουσιάζουν πιο ομοιογενή χαρακτηριστικά. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, η τμηματοποίηση αγοράς μπορεί να εφαρμοστεί με βάση τα έξυπνα προϊόντα, το είδος λογισμικών και υπηρεσιών και φυσικά τη γεωγραφία. Μέσα από την κατηγοριοποίηση, μας δίνεται η δυνατότητα να κατανοήσουμε σε βάθος τα χαρακτηριστικά της smart home αγοράς και κατά συνέπεια να δημιουργήσουμε κατάλληλα επιχειρηματικά σχέδια, τα οποία θα καλύπτουν σε μεγαλύτερο βαθμό την εκάστοτε κατηγορία.

Με βάση το έξυπνο προϊόν:

- Φωτισμός
  - Ρελέ
  - Αισθητήρες παρουσίας
  - Αισθητήρες φωτός
  - Χρονόμετρα
  - Διακόπτες
  - Dimming διακόπτες
  - Εξαρτήματα ελέγχου του φωτισμού και άλλα προϊόντα

- Ασφάλεια και Πρόσβαση
  - Συστήματα βιντεοπαρακολούθησης
    - Υλικό
      - Κάμερες
      - Συσκευές αποθήκευσης
      - Διακομιστές
      - Συστήματα ενδοεπικοινωνίας
      - Άλλα εξαρτήματα
    - Λογισμικό / Στατιστικές Αναλύσεις
  - Συστήματα ελέγχου πρόσβασης
    - Βιομετρικά συστήματα
      - Αναγνώριση προσώπου
      - Αναγνώριση ίριδος
      - Αναγνώριση δακτυλικού αποτυπώματος
      - Αναγνώριση φωνής κ.α.
    - Μη βιομετρικά συστήματα
- Θέρμανση / Κλιματισμός / Εξαερισμός (HVAC)
  - Έξυπνοι θερμοστάτες
  - Αισθητήρες που χρησιμοποιούνται σε HVAC εφαρμογές
  - Βαλβίδες ελέγχου
  - Πηνία θέρμανσης και ψύξης
  - Αποσβεστήρες (amortiser)
  - Ενεργοποιητές (actuators)
  - Αντλίες και ανεμιστήρες
  - Έξυπνοι εξαερισμοί
- Συστήματα ψυχαγωγίας και άλλα προϊόντα
  - Συσκευές ελέγχου ψυχαγωγίας
  - Έλεγχος εικόνας, ήχου και πολυμέσων
  - Home Theaters
  - Οθόνες αφής και πληκτρολόγια
  - Άλλα προϊόντα
    - Έξυπνοι μετρητές
    - Έξυπνες πρίζες
    - Smart Hubs
    - Έξυπνες κλειδαριές
    - Ανιχνευτές καπνού
- Οικιακή έξυπνη περίθαλψη
  - Συσκευές παρακολούθησης υγείας
  - Συσκευές παρακολούθησης φυσικής κατάστασης
- Έξυπνη κουζίνα
  - Έξυπνες καφετέριες
  - Έξυπνοι βραστήρες
  - Έξυπνοι φούρνοι
  - Έξυπνα πλυντήρια πιάτων

- Έξυπνες εστίες
- Έξυπνες συσκευές μαγειρέματος

- Οικιακές Συσκευές
  - Έξυπνο ψυγείο
  - Έξυπνο πλυντήριο
  - Έξυπνος θερμοσίφωνας
  - Έξυπνες ηλεκτρικές σκούπες
- Έξυπνα έπιπλα
  - Έξυπνο τραπέζι
  - Έξυπνο γραφείο
  - Έξυπνος καναπές
  - Έξυπνες πολυθρόνες
  - Έξυπνα παγκάκια και σκαμπό

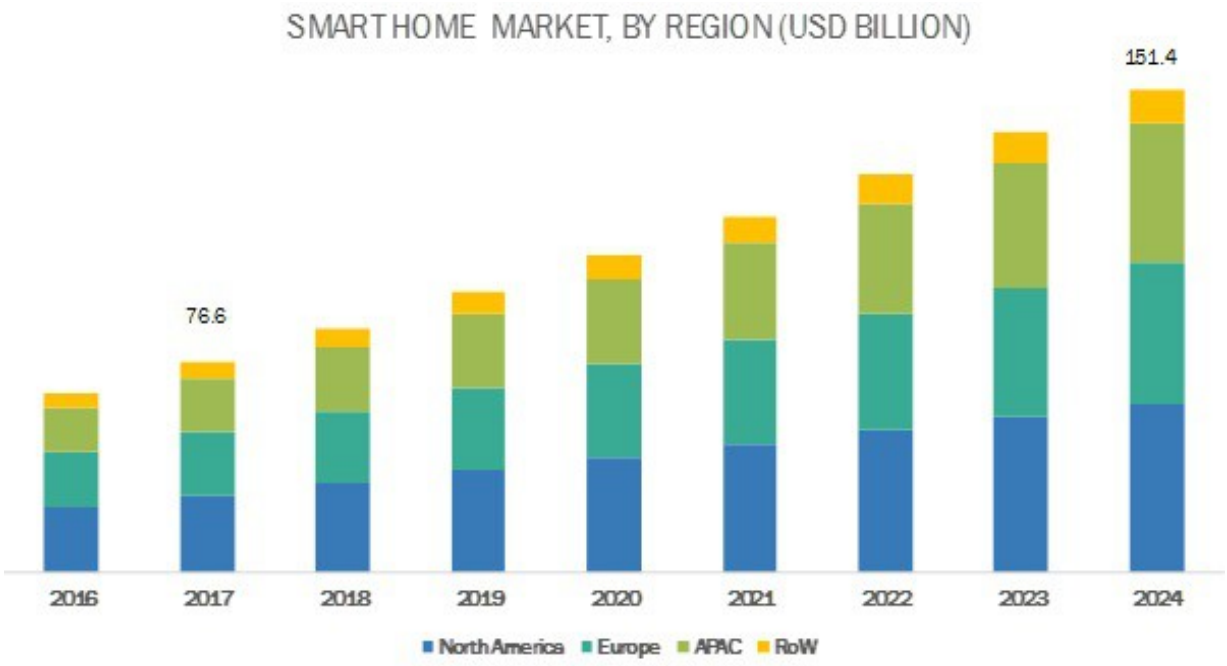
Με βάση το είδος λογισμικών και υπηρεσιών:

- Ενεργητικές (proactive)
- Συμπεριφορικές (behavioural)

Με βάση την περιοχή:

- Βόρεια Αμερική
  - Καναδάς
  - Ηνωμένες Πολιτείες
  - Μεξικό
- Ευρώπη
  - Ηνωμένο Βασίλειο
  - Γερμανία
  - Γαλλία
  - Ιταλία
  - Ρωσία, Ολλανδία, Δανία, Σλοβενία, Σουηδία, Φινλανδία, Νορβηγία, Ρουμανία, Βουλγαρία, Ελβετία και Πολωνία
- Ασία και Ειρηνικός
  - Κίνα
  - Ιαπωνία
  - Νότια Κορέα
  - Αυστραλία
  - Ταϊβάν, Ινδία, Σιγκαπούρη, Ινδονησία, Μαλαισία, Ταϊλάνδη
- Άλλες περιοχές
  - Λατινική Αμερική
  - Μέση Ανατολή
  - Αφρική

(MarketsandMarkets, 2019, *'Smart Home Market by Product, Software & Services, Region'*)



Σχήμα 2. Τμηματοποίηση αγοράς ανά περιοχή από την MarketsandMarkets (2019)

Όπως παρατηρούμε και στο σχήμα 2, με βάση την έρευνα που διεξήχθη τον Ιανουάριο του 2019 από την MarketsandMarkets, η smart home αγορά πρόκειται να εμφανίσει μεγάλη άνθηση στις περιοχές της Ασίας και του Ειρηνικού, γεγονός που εκτιμάται ότι προκύπτει από την ανάπτυξη της οικονομίας, την αύξηση του πληθυσμού και των νέων κατοικιών, αλλά και από τις ανάγκες βελτίωσης του βιοτικού επιπέδου. Η Κίνα προβλέπεται ότι θα αποκτήσει καθοριστικό ρόλο ως προς τη μεγέθυνση της αγοράς. Με την άνθηση της smart home βιομηχανίας αλλά και το μεγάλο εύρος εφαρμογών υλικού και λογισμικού στις περιοχές της Κίνας και της Ιαπωνίας, οι χώρες αυτές θα εμφανίσουν πολύ μεγαλύτερο βαθμό αύξησης κατά την περίοδο πρόβλεψης.

(iv) Σύγκριση κόστους με το συμβατικό κτήριο

Τα σύγχρονα διαμερίσματα πολυκατοικιών δεν διαφέρουν και πολύ από τα αντίστοιχα της δεκαετίας του '70, καθώς η βασική τους δομή και λειτουργίες παραμένουν σχεδόν ίδιες. Οι κυριότερες αλλαγές που έχουν υπάρξει αφορούν κατά κανόνα τα υλικά και τα είδη καλωδίωσης που χρησιμοποιούνται, ενώ σπάνια συναντάται εξεζητημένη τεχνολογία κατά την

υλοποίηση. Στην αγορά κυκλοφορούν πολλά έξυπνα αντικείμενα και έτοιμες προτάσεις που μπορούν να μεταμορφώσουν ένα παραδοσιακό διαμέρισμα σε μία έξυπνη οικία. Το κόστος των έξυπνων αντικειμένων μπορεί να διαφέρει αρκετά ανάλογα με τη λειτουργικότητα και τα χαρακτηριστικά τους, όμως σε σύγκριση με μία αντίστοιχη συμβατική συσκευή παρόμοιας λειτουργικότητας, η διαφορά μεταξύ των τιμών συνήθως δεν είναι μεγάλη. Σε βάθος χρόνου, η απόκτηση μίας έξυπνης συσκευής αντί μίας συμβατικής συμφέρει περισσότερο από πλευράς εξοικονόμησης ενέργειας και κατά συνέπεια κόστους, αλλά και από πλευράς χρονικής διάρκειας ζωής της συσκευής. Ωστόσο, υπάρχουν και λιγότερο εμφανείς τρόποι με τους οποίους η έξυπνη τεχνολογία συμβάλλει στην εξοικονόμηση κόστους, όπως για παράδειγμα η κατηγορία των ανυπολόγιστων εξόδων που προκύπτουν από βλάβες ή ατυχήματα. Ως ένα μεγάλο σημείο, μία έξυπνη συσκευή έχει τον τρόπο να ανιχνεύει πιθανές βλάβες και να ενημερώνει τον ιδιοκτήτη εκ των προτέρων, ενώ πολύ συχνά έχει τη δυνατότητα να αποτρέψει ατυχήματα διακόπτοντας τη λειτουργία της. Επιπλέον, μέσα από την πληθώρα αυτοματισμών και καινοτομιών στον τομέα της υγείας, το έξυπνο σπίτι ικανοποιεί την ανάγκη για οικιακή περίθαλψη, εξυπηρετώντας άτομα με κινητικές δυσκολίες και δίνοντας τη δυνατότητα αποφυγής υπέρογκων ποσών σε υπηρεσίες φροντίδας και προστασίας. Φυσικά, υπάρχουν και έξυπνες συσκευές οι οποίες είναι απροσέγγιστες για το ευρύ κοινό, ωστόσο με τη κατάλληλη επιλογή βασικών αυτοματισμών και αντικειμένων που επιδρούν θετικά στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, η μετατροπή μίας παραδοσιακής σε μία έξυπνη οικία μπορεί να έχει εξαιρετικά προσιτό κόστος, το οποίο μπορεί να αποσβεστεί μόλις από τα πρώτα χρόνια χρήσης.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων είναι μία επαναστατική ιδέα με πολυάριθμες δυνατότητες, από τις οποίες μπορούν να επωφεληθούν αρκετοί τομείς της σύγχρονης κοινωνίας. Μέσω του αυξανόμενου εύρους εφαρμογών του, μπορεί να επηρεάσει θετικά εκατομμύρια ζωές, προσφέροντας μεγάλη διευκόλυνση στην ανθρώπινη καθημερινότητα και αναβαθμίζοντας το επίπεδο ποιότητάς της. Ενώ τα πρώτα στοιχεία της τεχνολογίας φαίνεται να χρησιμοποιούνται ακόμα διστακτικά, ήδη είναι προφανές το υψηλό επίπεδο υποστήριξης που μπορεί να προσφέρει, ιδίως στον τομέα της υγείας, δίνοντας τη δυνατότητα για ατομική περίθαλψη, ενισχύοντας την ανεξαρτησία και την προσωπική φροντίδα και προστασία.

Πέρα όμως από το θετικό αντίκτυπο μέσα από τις καινοτομίες στην επιστήμη της υγείας, οι εφαρμογές του Διαδικτύου των Πραγμάτων σταδιακά ενσωματώνονται σε όλο και περισσότερους τομείς, παρέχοντας οφέλη μέσα από αναρίθμητες υπηρεσίες και εφαρμογές, όπως οι έξυπνες οικίες, οι οποίες έχουν ως γνώμονα τη βελτίωση και την αυτοματοματοποίηση απλών καθημερινών διαδικασιών, χαρίζοντας στους χρήστες τους επιπλέον ελεύθερο χρόνο και επιδρώντας θετικά στην εξοικονόμηση χρημάτων και ενέργειας. Η οικολογική συνεισφορά είναι ένα εξίσου σημαντικό κομμάτι από το οποίο μπορούμε να αποκομίσουμε αρκετά πλεονεκτήματα, καθώς, στη σύγχρονη εποχή, ολοένα και αυξάνεται η ανάγκη για αποδοτικότερα ενεργειακά συστήματα. Παράλληλα, μέσα από τις εφαρμογές του IoT και κυρίως από τη χρήση της έξυπνης κατοικίας, επιτυγχάνεται η καλύτερη διαχείριση φυσικών πόρων και ορυκτών καυσίμων και κατ' επέκταση η μείωση των εκπομπών αερίων στην ατμόσφαιρα, εξασφαλίζοντας ένα καλύτερο μέλλον ως προς την προστασία του πλανήτη.

Η smart home βιομηχανία, παρά το νεαρό της ηλικίας της, είναι ήδη μία υψηλά υποσχόμενη αγορά, η οποία πολύ σύντομα εκτιμάται ότι θα αποτελέσει καθοριστικό αντικείμενο μελέτης και εργασίας στην πλειοψηφία των κατασκευαστικών εταιρειών ηλεκτρικών συσκευών και εγκαταστάσεων. Παρά το αυξημένο αρχικό κόστος κατά την εφαρμογή και ενσωμάτωσή της, η έξυπνη τεχνολογία μέσα στην οικία είναι τελικά μία επένδυση, η οποία σε βάθος χρόνου αποδεικνύεται εξαιρετικά συμφέρουσα, καθώς αποφέρει αρκετά πλεονεκτήματα από

οικονομική και επιχειρηματική σκοπιά. Κύριο ζητούμενο αποτελεί η αναλυτική μελέτη ως προς τη σωστή ενσωμάτωσή της και τη βελτίωση χρήσης της, γεγονός που μπορεί να ελαχιστοποιήσει έως και να εξαλείψει τα μειονεκτήματά της, όπως το υψηλό κόστος και η διατήρηση της ασφάλειας.

Ολοκληρώνοντας, η έρευνα αυτή θα μπορούσε να επεκταθεί με περαιτέρω μελέτη πάνω σε ειδικά επιλεγμένες συνδεδεμένες συσκευές, επικεντρωμένες αποκλειστικά στην εξοικονόμηση ενέργειας, αλλά και με αναλυτικές μετρήσεις ως προς την κατανάλωση ισχύος κάθε συσκευής, προκειμένου να μπορεί να υπολογιστεί με ακρίβεια ο αριθμός των ετών απόσβεσης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Badica, C., Brezovan, M., & Badica, A. (2013). 'An Overview of Smart Home Environments: Architectures, Technologies and Applications'. Available at: https://www.researchgate.net/publication/288378752_An_overview_of_smart_home_environments_Architectures_technologies_and_applications
- Palaniappan, S., Hariharan, N., Kesh N. T., Vidhyalakshimi, S., & Angel Deborah, S. (2015). 'Home Automation Systems – A Study'. Available at: https://pdfs.semanticscholar.org/946d/6e0ef4ca71292d5d51b9cb559694cc25f3ae.pdf
- Pilich, B. (2004). 'Enginnering Smart Houses'. Available at: https://pdfs.semanticscholar.org/094b/7ccda2292acfc9874266f936fde0c7bfe5a5.pdf
- Sethi, P., & Sarangi, S. R. (2017). 'Internet of Things: Architectures, Protocols, and Applications'. Available at: https://www.researchgate.net/publication/312957467_Internet_of_Things_Architectures_Protocols_and_Applications
- Malik, N., & Bodwade, Y. (2017). 'Literature Review on Home Automation System'. Available at: https://www.academia.edu/35995489/Literature_Review_on_Home_Automation_System
- Li, M., Gu, W., Chen, W., He, Y., Wu, Y., & Zhang, Y.(2018). 'Smart Home: Architecture, Technologies and Systems'. Available at: https://fardapaper.ir/mohavaha/uploads/2019/03/Fardapaper-Smart-Home-Architecture-Technologies-and-Systems.pdf
- Song, Y., Han, B., Zhang, X., & Yang, D. (2012). 'Modeling and simulation of smart home scenarios based on Internet of Things'. Available at: https://www.researchgate.net/publication/261232605_Modeling_and_simulation_of_smart_home_scenarios_based_on_Internet_of_Things
- Elshafee, A. M., & Hamed, K. A. (2012). 'Design and Implementation of a WiFi Based Home Automation System'. Available at: https://www.semanticscholar.org/paper/Design-and-Implementation-of-a-WiFi-Based-Home-Elshafee-Hamed/db68a88c7617064db28f04798a621fef589296fc
- Piyare, R., & Tazil,M. (2011). 'Bluetooth based home automation system using cell phone'. Available at: https://www.researchgate.net/publication/231182479_Bluetooth_based_home_automation_system_using_cell_phone
- Mwanza, D. (2016). 'RF Based Home Automation System'. Available at:

https://www.academia.edu/35937639/RF_BASED_HOME_AUTOMATION_SYSTEM.docx
- Gill, K., Yang, S. H., Yao, F., & Lu, X. (2009). 'A ZigBee-Based Home Automation System'. Available at: https://www.researchgate.net/publication/224567738_A_ZigBee-Based_Home_Automation_System
- Li, B. & Yu, J. (2011). 'Research and application on the smart home based on component technologies and Internet of Things'. Available at: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705811018911
- Teymourzadeh, R., Ahmed, S. A., Chan, K. W., & Hoong, M. V. (2013). 'Smart GSM Based Home Automation System'. Available at: https://www.researchgate.net/publication/260155423_Smart_GSM_based_Home_Automation_System
- Tatyasaheb, P. P., & Shinde, B. E. (2016). 'A Review on Home Automation System Using Different Techniques'. Available at: https://www.semanticscholar.org/paper/A-Review-on-Home-Automation-System-Using-Different-Tatyasaheb-Shinde/aaece57ae76ce8197f25187f0082e3a94081583b
- Karimi, K. & Krit, S. (2018). 'A comparative of the implementations design for smart homes/smart phones systems'. Available at: https://www.researchgate.net/publication/323550665_A_COMPARATIVE_STUDY_OF_THE_IMPLEMENTATIONS_DESIGN_FOR_SMART_HOMESSMART_PHONES_SYSTEMS
- Νικολάου Α. (2017). 'Έξυπνο Σπίτι και Τεχνικές Εξοικονόμησης Ενέργειας'. Available at: http://okeanis.lib2.uniwa.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/3762/ΕΞΥΠΝΟ ΣΠΙΤΙ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Μαριόλας Π. (2014). 'Συστήματα έξυπνων σπιτιών: ψηφιακός έλεγχος, διαχείριση και υποστηρικτικές τεχνολογίες οικημάτων και κτηρίων'. Available at: http://dione.lib.unipi.gr/xmlui/bitstream/handle/unipi/10090/Mariolas_Panagiotis.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Καλπουζάνης Γ. (2018). 'Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of things) στους Αυτοματισμούς των Έξυπνων Κατοικιών (Home automation/Smart Homes)'. Available at: http://estia.hua.gr/file/lib/default/data/19971/theFile
- Δημητρίου Δ. (2018). 'Έξυπνο Σπίτι: Διείσδυση και Τεχνοοικονομική Ανάλυση'. Available at: http://estia.hua.gr/file/lib/default/data/20103/theFile

Διαδικτυακοί τόποι

- https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/smart-homes-and-assisted-living-advanced-technologie-and-global-market-121.html (Σχήμα 1 & 2)
- https://sonitrolsecurity.com/7-online-safety-security-tips/ (Εικόνα εξωφύλλου)
- https://www.123rf.com/photo_84734240_stock-vector-iot-internet-of-thing-background.html (Εικόνα 1)
- https://gr.depositphotos.com/102231796/stock-illustration-smart-home-automation-vector-background.html (Εικόνα 8)
- https://create.arduino.cc/projecthub/brink-io/gsm-based-home-automation-fe5e57 (Εικόνα 12)
- https://www.samsung.com/gr/apps/smartthings/ (Εικόνα 14)
- https://www.researchgate.net/figure/Components-of-smart-buildings_fig5_334286607 (Εικόνα 15)
- http://www.inetservicescloud.com/the-four-internet-of-things-connectivity-models-explained/
- https://www.getkisi.com/blog/internet-of-things-communication-protocols
- http://theiotportal.com/2015/07/01/swot-analysis-of-the-internet-of-things/
- https://en.wikipedia.org/wiki/Product_bundling
- https://zigbee.org/zigbee-products-2/
- https://www.arduino.cc/
- https://create.arduino.cc/projecthub/dennismwanza/rf-based-smart-home-automation-system-fe5195

- https://www.homeadvisor.com/cost/electrical/install-or-repair-a-home-automation-system/

- https://www.improvenet.com/r/costs-and-prices/home-automation-system-cost

- https://www.smarthome.com/sc-save-energy-the-smarthome-way