



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ
ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Τίτλος Πτυχιακής εργασίας	Διαδίκτυο των πραγμάτων(IOT) – Έξυπνα σπίτια Internet Of Things(IOT) – Smart Homes
Όνοματεπώνυμο Φοιτητή	Βουδουράκης Δημήτριος
Πατρώνυμο	Ιωάννης
Αριθμός Μητρώου	Π15023
Επιβλέπων	Καθηγητής Χρήστος Δουληγέρης

Copyright ©

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν αποκλειστικά τον συγγραφέα και δεν αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πανεπιστημίου Πειραιώς.

Ως συγγραφέας της παρούσας εργασίας δηλώνω πως η παρούσα εργασία δεν αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και δεν περιέχει υλικό από μη αναφερόμενες πηγές.

Περίληψη

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) αναφέρεται στην ευρεία διασύνδεση φυσικών συσκευών με ενσωματωμένη τεχνολογία για την ανταλλαγή δεδομένων μέσω του διαδικτύου. Η εξέλιξη του IoT φαίνεται να επιφέρει σημαντικές αλλαγές σε πολλούς τομείς, όπως στην παραγωγή, στην υγεία και στις μεταφορές, δίνοντας τη δυνατότητα για πιο αποτελεσματική και αυτοματοποιημένη λειτουργία. Από την άλλη, η ανάλυση Μεγάλων Δεδομένων (Big Data), που ορίζεται ως οι προηγμένες αναλυτικές τεχνικές που λειτουργούν σε σύνολα μεγάλων δεδομένων, βοηθά τις εταιρείες να βελτιώσουν τη διαδικασία λήψης αποφάσεων, παρέχοντας ανταγωνιστικό πλεονέκτημα. Η παρούσα εργασία έχει στόχο την ανάδειξη των τεχνολογιών του IoT με την χρήση της Μηχανικής Μάθησης (Machine Learning). Πιο συγκεκριμένα με την χρήση και την ανάλυση των Big Data αποσκοπεί στους τρόπους που οι συσκευές επικοινωνούν μεταξύ τους, καθώς και τις εφαρμογές αυτών στα έξυπνα σπίτια.

Λέξεις κλειδιά: Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT), Μεγάλα Δεδομένα, Φυσικές συσκευές, Μηχανική Μάθηση, Ανάλυση Δεδομένων

Abstract

The Internet of Things (IoT) refers to the broad interconnection of physical devices with embedded technology for exchanging data over the internet. The evolution of IoT appears to bring significant changes in many sectors, such as manufacturing, healthcare, and transportation, enabling more efficient and automated operation. On the other hand, Big Data analysis, defined as advanced analytical techniques

operating on large datasets, helps companies improve decision-making processes, providing a competitive advantage. This work aims to highlight IoT technologies through the use of Machine Learning. Specifically, through the utilization and analysis of Big Data, it aims to explore how devices communicate with each other and their applications in smart homes.

Key Words: Internet Of Things(IoT), Big Data, Physical Devices, Machine Learning, Data Analysis

Πίνακας περιεχομένων

Πίνακας Εικόνων	5
Πρόλογος	5
Εισαγωγή	6
Αντικείμενο Εργασίας και Στόχοι.....	8
Αντικείμενο Εργασίας	8
Διάρθρωση Διατριβής.....	9
1. Internet of Things (IoT)	10
1.1. Ορισμός του Διαδικτύου των Πραγμάτων	11
1.2. Στρώματα IoT	12
1.3. Τρόποι επικοινωνίας για IoT	14
1.4. Εφαρμογές IoT για Έξυπνο Σπίτι.....	17
1.5. Προκλήσεις IoT για την ανάπτυξη ενός Έξυπνου Σπιτιού	17
2. Big Data Analytics	19
2.1. Ορισμός του Big Data Analytics.....	20
2.2. Η σημασία των μεγάλων δεδομένων στο IoT	21
2.3. Σημασία του Big Data Analytics για Έξυπνα Σπίτια	22
2.4. Χαρακτηριστικά των μεγάλων δεδομένων σε έξυπνες πόλεις	22
2.5. Προκλήσεις Big Data Analytics για Έξυπνα Σπίτια	23
3. Έξυπνα Σπίτια	25
3.1. Ορισμός του Έξυπνου Σπιτιού.....	26
3.2. Εφαρμογές Έξυπνων Σπιτιών	27
3.3. Τεχνολογίες ενεργοποίησης έξυπνων μηχανισμών	28

3.4.Προτεινόμενη Αρχιτεκτονική για Έξυπνο Σπίτι	30
3.5.Προκλήσεις των Έξυπνων Σπιτιών	34
3.6.IoT και μεγάλα δεδομένα σε σχέση με έξυπνα σπίτια	36
Βιβλιογραφία	38

Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1: Πρωτόκολλα Επικοινωνίας IoT	132
Εικόνα 2: Αρχιτεκτονική Communication Smart Home	30
Εικόνα 3: Network IoT	38

Πρόλογος

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT – Internet of Things) και τα Μεγάλα Δεδομένα (Big Data) έχουν παίξει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη μιας σύγχρονης κοινωνίας. Αποτελούν τη ραχοκοκαλιά των προσπαθειών μιας σύγχρονης κοινωνίας να δημιουργήσει μια έξυπνη πόλη με σκοπό να συνδέσει τους ανθρώπινους πόρους, το κοινωνικό κεφάλαιο και τις υποδομές ΤΠΕ για την αντιμετώπιση των προκλήσεων, την επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης και τη βελτίωση του επιπέδου ζωής των ανθρώπων. Βασικός πυλώνας μίας έξυπνης πόλης είναι τα έξυπνα σπίτια που την απαρτίζουν. Έτσι τα έξυπνα σπίτια βοηθούν και στην εξέλιξη των έξυπνων πόλεων να βελτιώσουν τις δημόσιες υπηρεσίες, όπως η διαχείριση του νερού, η υγειονομική περίθαλψη, η εκπαίδευση, τα θέματα ασφάλειας, οι μεταφορές, η χρήση ενέργειας και άλλες κοινότητες για να επιτύχουν μια καλύτερη ζωή. Από την πλευρά τους, τα Big Data βοηθούν στην ανάλυση, αποθήκευση και δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας ενός τεράστιου όγκου δεδομένων που παράγονται σε έξυπνα σπίτια σε δευτερόλεπτα μέρα με τη μέρα. Για αυτό το θέμα, χρησιμοποιούνται διαφορετικά αναλυτικά εργαλεία, όπως η ανάλυση δεδομένων, η μηχανική μάθηση, η στατιστική και η εξόρυξη δεδομένων.

Τα έξυπνα σπίτια αντιμετωπίζουν προκλήσεις που πρέπει να φέρουν εις πέρας. Πολλές από αυτές τις προκλήσεις επικεντρώνονται στην ασφάλεια και το απόρρητο, τις υποδομές αλλά και τη λειτουργική καθώς και διαχείριση τεράστιων δεδομένων. Επίσης, περιγράφονται διαφορετικές προκλήσεις του IoT, των Μεγάλων Δεδομένων και των Έξυπνων Σπιτιών. Επίσης, η παρούσα εργασία έχει σκοπό να

αναδείξει τη σχέση μεταξύ IoT και Big Data με έξυπνα σπίτια. Αρχικά, εντοπίστηκε ο ρόλος του IoT και των Big Data στα έξυπνα σπίτια. Τέλος, συζητούνται οι μελλοντικές κατευθύνσεις για το IoT και τα Big Data σχετικά με τα έξυπνα σπίτια. Συνεπώς, σκοπός της παρούσας εργασίας, είναι η ανάδειξη της διαχείρισης πολλών δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Οπότε γίνεται χρήση ενός διαθέσιμου πόρου προς το κοινό του διαδικτύου συνόλων δεδομένων. Το σύνολο δεδομένων αφορά τις αναγνώσεις που έχουν συλλεχθεί σε ένα αρχείο CSV περιέχει τις μετρήσεις με χρονικό διάστημα 1 λεπτού οικιακών συσκευών σε kW από έναν έξυπνο μετρητή και τις καιρικές συνθήκες της συγκεκριμένης περιοχής.

Συνεπώς, δισεκατομμύρια συσκευές είναι επί του παρόντος συνδεδεμένες στο Διαδίκτυο σχηματίζοντας το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT). Αυτές οι συσκευές παράγουν τεράστιο όγκο δεδομένων. Η μετάδοση και η επεξεργασία αυτών των δεδομένων είναι μια πρόκληση. Οπότε, η εργασία στοχεύει στην ανασκόπηση του ρόλου των μεγάλων δεδομένων στο IoT μέσω της συζήτησης των πρωτοκόλλων και της αρχιτεκτονικής δομής του.

Εισαγωγή

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) διαδραματίζει ζωτικό ρόλο στην παροχή σύνδεσης με εκατομμύρια φυσικές συσκευές παγκοσμίως και τους επιτρέπει να επικοινωνούν αυτόματα μέσω ενός μόνο δικτύου χωρίς ανθρώπινη συμμετοχή. Η ιδέα του IoT είναι ότι τα πάντα μιλούν για τα πάντα.

Ο στόχος είναι η παροχή συσκευών αυτοαναφοράς σε πραγματικό χρόνο που αυξάνουν την αξιοπιστία, την αποτελεσματικότητα και τη συνέπεια της διανομής επιφανειακών πληροφοριών ταχύτερα από ένα σύστημα που βασίζεται στην ανθρώπινη συμμετοχή. Το IoT καθιστά δυνατή τη σύνδεση και την απομακρυσμένη διαχείριση αντικειμένων μέσω υποδομών δικτύου, δημιουργώντας δυνατότητες για πιο άμεση αλληλεπίδραση μεταξύ του φυσικού περιβάλλοντος και του συστήματος διαδικτύου, με αποτέλεσμα αυξημένη απόδοση, ακρίβεια και οικονομικό κέρδος. Το IoT είναι ένα δίκτυο δικτύων που συνδέει συνδεδεμένα φυσικά αντικείμενα με το σύστημα που σχετίζεται με την ασφάλεια, την ανάλυση και τη διαχείριση. Ως εκ τούτου, το IoT γίνεται πολύ πιο αποτελεσματικό στα επιτεύγματα διαφόρων εργασιών. Το IoT δίνει τη δυνατότητα στους υπολογιστές να συλλέγουν, να επεξεργάζονται, να αποθηκεύουν και να μεταφέρουν δεδομένα με τους δικούς τους τρόπους με ελάχιστη ανθρώπινη επίβλεψη.

Τα Big Data μέσω του IoT έχουν τη δυνατότητα να χειρίζονται πολλαπλά δεδομένα σε διαφορετικές μορφές χωρίς ανθρώπινη συμμετοχή. Τα Big Data παρέχουν λύσεις σε

τεράστιο όγκο δεδομένων που παράγονται σε έξυπνες πόλεις, συμπεριλαμβανομένων ανάλυσης, αποθήκευσης, δημιουργίας αντιγράφων ασφαλείας και μελλοντικής χρήσης. Επίσης, το IoT και τα Big Data αλλάζουν την παγκόσμια κατάσταση λειτουργώντας σε προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι πόλεις, όπως η υγειονομική περίθαλψη και η εκπαίδευση, η κινητικότητα, η διαχείριση νερού και απορριμμάτων, ο ενεργειακός έλεγχος και τα θέματα ασφάλειας. Προκειμένου να βελτιωθεί η αποτελεσματικότητα και η απόδοση των αστικών υπηρεσιών όπως η ηλεκτρική ενέργεια, οι μεταφορές, η ασφάλεια, η εκπαίδευση, η υγειονομική περίθαλψη και οι υπηρεσίες κοινής ωφέλειας, μια έξυπνη πόλη γίνεται μια λύση. Η ενοποίηση του IoT και του Big Data συμβάλλει στην ελαχιστοποίηση της χρήσης πόρων, της σπατάλης και του συνολικού κόστους. Ως εκ τούτου, ο τεχνολογικός μετασχηματισμός θα ωφελήσει τις έξυπνες πόλεις και την κοινότητα γενικότερα.

Η δομή της εργασίας, αρχικά περιλαμβάνει μια εισαγωγή και ανάλυση του IoT, τα στρώματα δικτύου που το συνιστούν, καθώς και οι τρόποι επικοινωνίας του, όπως και οι εφαρμογές αυτών σε έξυπνα συστήματα που εφαρμόζουν ανεπτυγμένες χώρες στον κόσμο. Στην συνέχεια, στο δεύτερο κεφάλαιο, μελετάται η έννοια των Big Data Analytics. Γίνεται μελέτη της χρησιμότητας και της σημασίας, του να χρησιμοποιεί κανείς τα Big Data στην καθημερινότητά του. Επίσης, αναφέρονται και τα κύρια χαρακτηριστικά που τα συνιστούν, όπως επίσης και οι προκλήσεις που τα διακατέχουν. Στο τρίτο κεφάλαιο, μελετάται ο ορισμός του «Έξυπνου Σπιτιού», ποιες εφαρμογές μπορεί να χρησιμοποιούνται, τεχνολογίες που τις συνιστούν, όπως και μελλοντικές προσθήκες επί των συγκεκριμένων εφαρμογών. Έπειτα, στο τέταρτο κεφάλαιο, αποτυπώνεται, ο ρόλος της ανάλυσης των δεδομένων, που υπεισέρχονται σε ένα σύστημα ανάλυσης δεδομένων, ενδεικτικά μερικές πλατφόρμες ανάλυσης δεδομένων, όπως και οι απαιτήσεις που υπάρχουν για επέκταση αυτών των εργαλείων, με την συνεχή αύξηση των δεδομένων. Επιπλέον, στα πλαίσια της εργασίας υλοποιήθηκε ένα σύστημα ανάλυσης και οπτικοποίησης δεδομένων, βάσει των προαναφερθέντων συνόλων δεδομένων, που περιεγράφηκαν στην προηγούμενη ενότητα. Τέλος, αναφέρονται μερικά χρήσιμα συμπεράσματα που εξήχθησαν και κάποιες προτεινόμενες μελλοντικές επεκτάσεις για την συνέχεια του έργου των έξυπνων συσκευών σε συνεργασία με το IoT.

Αντικείμενο Εργασίας και Στόχοι

Αντικείμενο Εργασίας

Η παρούσα εργασία έχει εστιάσει στην ανάδειξη των τεχνολογιών IoT (Internet of Things) με την χρήση Μηχανικής Μάθησης (Machine Learning). Πιο συγκεκριμένα, η εργασία αρχικά παρουσιάζει τα κύρια σημεία στον χώρο του IoT, τους τρόπους επικοινωνίας μεταξύ αυτών των συσκευών, υπάρχουσες εφαρμογές σε έξυπνα σπίτια ή ακόμα και σε συγκεκριμένες περιπτώσεις σε πόλεις, όπου εφαρμόζονται καθώς και τις προσκλήσεις της εφαρμογής των έξυπνων συσκευών. Σε συνάρτηση των παραπάνω, υπεισέρχεται η έννοια των Big Data Analytics και της διαχείρισης πολλών δεδομένων, με έμφαση στην χρήση των αλγορίθμων Μηχανικής Μάθησης για την δυνατότερη και καλύτερη βελτιστοποίηση του ελέγχου και της απόδοσης των συσκευών. Επίσης, μελετώνται διάφορων ειδών αρχιτεκτονικές που έχουν υλοποιηθεί σε πλαίσια έργων σε πόλεις για την διαχείριση των διασυνδεδεμένων συσκευών και την αποδοτική λειτουργία των συστημάτων στην διαχείριση των μεγάλων δεδομένων, μέσω της εκπαίδευσης αλγορίθμων και ελέγχου με δοκιμές σε δεδομένα εκπαίδευσης και τελικώς την εφαρμογή αυτών των μοντέλων επί πραγματικών δεδομένων λειτουργία των συσκευών που διασυνδέονται μέσα σε ένα δίκτυο IoT.

Η παρούσα εργασία είναι σύμφωνη με τις απαιτήσεις της σύγχρονης εποχής στον κλάδο της πληροφορικής σχετικά με τη χρήση των απαραίτητων βιβλιογραφικών γνώσεων. Συνεπώς, τα κυριότερα αποτελέσματα της συγκεκριμένης εργασίας είναι τα εξής:

- [1] Η μελέτη και κατανόηση του IoT
- [2] Η μελέτη και κατανόηση των Big Data Analytics με έμφαση σε αλγορίθμους Μηχανικής Μάθησης
- [3] Έμφαση σε έξυπνες εφαρμογές που αναπτύχθηκαν από καινοτόμες πόλεις
- [4] Ο ρόλος της ανάλυσης των δεδομένων
- [5] Η ανάπτυξη μιας διεπαφής χρήστη για τον έλεγχο συσκευών και της απόδοσής του εν συναρτήσει των αλγορίθμων Μηχανικής Μάθησης

Διάρθρωση Διατριβής

Σύμφωνα με τους στόχους που τέθηκαν για την εκπόνηση της πτυχιακής εργασίας, διαμορφώθηκαν πέντε κεφάλαια, τα οποία περιγράφονται παρακάτω:

Στο πρώτο κεφάλαιο, ορίστηκε η έννοια του IoT και ο τρόπος επικοινωνίας αυτών των συσκευών που υπάρχουν σε ένα δίκτυο συσκευών IoT, καθώς και τις προκλήσεις που υπάρχουν στην λειτουργία και υποστήριξη ενός τέτοιου δικτύου.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, ορίστηκε η έννοια των μεγάλων δεδομένων και η σημασία αυτών στην εκμάθηση των συσκευών να λειτουργούν πιο αποτελεσματικά και αποδοτικά, καθώς και τα χαρακτηριστικά που τα συνιστούν σε σχέση με τις προκλήσεις που κλείνονται να αντιμετωπίσουν.

Στο τρίτο κεφάλαιο, γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στον ορισμό των έξυπνων σπιτιών και τις τεχνολογίες ενεργοποίησης έξυπνων συσκευών σε σπίτια ή και πόλεις αλλά και πως μπορούν να ενσωματώσουν αλλά και να διαχειριστούν οι δήμοι και οι κοινότητες που συνιστούν μια πόλη τις συσκευές IoT.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, αναφέρεται ο ρόλος της ανάλυσης μεγάλων δεδομένων και τις πρόσφατες εξελίξεις στον χώρο. Επίσης αναφέρονται μερικές αρκετά δημοφιλής πλατφόρμες διαχείρισης δεδομένων και επεξεργασίας με χρήση αλγορίθμων και ποιες είναι οι απαιτήσεις για την εφαρμογή των μεγάλων δεδομένων σε τέτοια συστήματα.

Στο πέμπτο κεφάλαιο, περιγράφεται η ανάπτυξη εφαρμογής για την διαχείριση συμβάντων και ελέγχουν της απόδοσης των συσκευών που συνυπάρχουν σε ένα

χώρο και την κατανάλωση αυτών, αυτό επιτυγχάνεται με την εφαρμογή μιας αρκετά καλά σχεδιασμένης αρχιτεκτονικής για την επιτυχή υλοποίηση του συστήματος.

Τέλος, εξάγονται χρήσιμα συμπεράσματα και πιθανές μελλοντικές επεκτάσεις στο πεδίο της ανάλυση δεδομένων και της βελτιστοποίησης των αλγορίθμων μηχανικής μάθησης πάνω στις συσκευές IoT.

1. Internet of Things (IoT)

Ο όρος IoT επινοήθηκε από τον Kevin Ashton το 1999. Η κύρια ιδέα πίσω από την πρόταση βασίζεται στην πρόοδο του τομέα των διασυνδεδεμένων αισθητήρων και στη συνεχή ετήσια ανάπτυξή τους. Αυτές οι συσκευές γίνονται πιο έξυπνες καθώς μπορούν να επικοινωνούν απευθείας μεταξύ τους για να επεξεργάζονται τοπικά τα δεδομένα που δημιουργούνται για έξυπνη λήψη αποφάσεων με βάση καθορισμένους αλγόριθμους. Λαμβάνοντας υπόψη την ευφύια και τη σημασία του IoT, πολλοί οργανισμοί όπως η IBM, η Cisco και η Microsoft εργάζονται για την ανάπτυξη συσκευών σε αυτόν τον τομέα. Σύμφωνα με μια εκτίμηση, το 2014 υπήρχαν 9 δισεκατομμύρια διασυνδεδεμένα πράγματα (συσκευές) στην Κίνα και προβλέπεται να φτάσει τα 30 δισεκατομμύρια μέχρι το 2023 [1]. Επιπλέον, σε όλο τον κόσμο ο αναμενόμενος αριθμός συσκευών IoT θα είναι πάνω από 50 δισεκατομμύρια μέχρι το 2023. Έτσι, αυτή η αύξηση θα δημιουργήσει ένα τεράστιο δίκτυο συσκευών που πρόκειται να δημιουργήσει τεράστια δεδομένα για να εξαντλήσει τους τρέχοντες πόρους του δικτύου. Ως εκ τούτου, είναι σημαντικό να αναπτυχθούν νέες προσεγγίσεις για την επικοινωνία και την επεξεργασία αυτών των δεδομένων για την αποτελεσματική χρήση των διαθέσιμων πόρων του Διαδικτύου.

Επομένως, η κλιμάκωση του δικτύου cloud για δισεκατομμύρια συσκευές θα δημιουργήσει προβλήματα καθυστέρησης και υπερβολικού εύρους ζώνης [1]. Επιπλέον, καθώς ο αριθμός των συσκευών και των σχετικών δεδομένων αυξάνεται με τεράστιο ρυθμό, συνεπώς είναι δύσκολο να κλιμακωθεί η κεντρική επεξεργασία και αποθήκευση για την αντιμετώπιση αυτών των δεδομένων. Ως εκ τούτου, λαμβάνοντας

υπόψη την τεράστια ποσότητα δεδομένων που σχετίζονται με δισεκατομμύρια συσκευές, υπάρχει άμεση ανάγκη να γίνεται εμβάθυνση στον τομέα του IoT και της διαχείρισης μεγάλων δεδομένων [2].

1.1.Ορισμός του Διαδικτύου των Πραγμάτων

Το IoT είναι το σύστημα που διασυνδέει υλικά πράγματα που είναι εγκατεστημένα με το λογισμικό, τα ηλεκτρονικά και άλλες τεχνολογίες στο διαδίκτυο, επιτρέποντάς τους να επικοινωνούν μέσω τυπικών πρωτοκόλλων όπως τα πρωτόκολλα Zigbee και Z-Wave και να μοιράζονται δεδομένα μέσω ενός δικτύου [3].

Συνεπώς, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) αναφέρεται σε ένα σύστημα αλληλένδετων, συνδεδεμένων στο Διαδίκτυο αντικειμένων που είναι σε θέση να συλλέγουν και να μεταφέρουν δεδομένα μέσω ενός ασύρματου δικτύου χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση.

Οι προσωπικές ή επαγγελματικές δυνατότητες είναι ατελείωτες. Ένα «πράγμα» μπορεί να αναφέρεται σε μια συνδεδεμένη ιατρική συσκευή, έναν αναμεταδότη βιοτσιπ (σκεφτείτε το ζωικό κεφάλαιο), ένα ηλιακό πάνελ, ένα συνδεδεμένο αυτοκίνητο με αισθητήρες που ειδοποιούν τον οδηγό για πολλά πιθανά προβλήματα (καύσιμα, πίεση ελαστικών, απαιτούμενη συντήρηση και άλλα) ή οποιοδήποτε αντικείμενο, εξοπλισμένο με αισθητήρες, που έχει τη δυνατότητα συλλογής και μεταφοράς δεδομένων μέσω δικτύου [3].

Σήμερα, οι επιχειρήσεις παρακινούνται από το IoT και τις προοπτικές αύξησης των εσόδων, μείωσης του λειτουργικού κόστους και βελτίωσης της αποτελεσματικότητας. Οι επιχειρήσεις επίσης οδηγούνται από την ανάγκη συμμόρφωσης με τους κανονισμούς [4]. Ανεξάρτητα από τους λόγους, οι αναπτύξεις συσκευών IoT παρέχουν τα δεδομένα και τις απαραίτητες πληροφορίες για τον εξορθολογισμό των ροών εργασίας, την οπτικοποίηση μοτίβων χρήσης, την αυτοματοποίηση των διαδικασιών, την κάλυψη των απαιτήσεων συμμόρφωσης και τον πιο αποτελεσματικό ανταγωνισμό σε ένα μεταβαλλόμενο επιχειρηματικό περιβάλλον. Ο πλανήτης σήμερα έχει περισσότερες συνδεδεμένες συσκευές από ανθρώπους. Το IoT θα μεταμορφώσει τον τρόπο που οι επιχειρήσεις, οι κυβερνήσεις και οι άνθρωποι αλληλεπιδρούν με τον υπόλοιπο συνδεδεμένο κόσμο.

Αλλά όπως συμβαίνει με κάθε νέα τεχνολογία, υπάρχουν προβλήματα με το IoT. Οι ανησυχίες περιλαμβάνουν την αποδοχή, το κόστος, τη συνδεσιμότητα, την ασφάλεια

και πολλά άλλα. Καθώς πολλοί νέοι χρήστες μπαίνουν στο χώρο του IoT, τα πρότυπα εξακολουθούν να τίθενται. Αλλά ακόμα και με αυτές τις προκλήσεις, οι τελικοί στόχοι του IoT υπόσχονται τόσα πολλά.

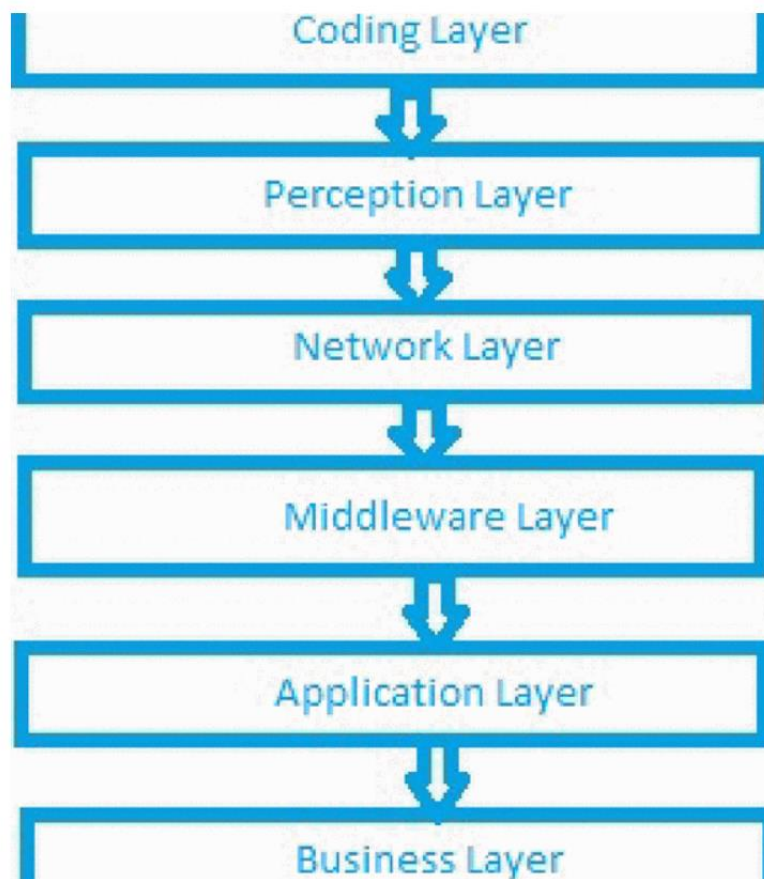
Επίσης, νέες τεχνολογίες και στρατηγικές συνδεσιμότητας έρχονται στην αγορά, η καινοτομία του IoT θα συνεχίσει να εξελίσσεται, προωθώντας τον μετασχηματισμό των μη συνδεδεμένων αντικειμένων σε έξυπνες συνδεδεμένες συσκευές [4]. Αυτή η τάση θα επηρεάσει τις βιομηχανίες όλων των ειδών, καθώς και την προσωπική μας ζωή. Τέλος, οι επιχειρήσεις που αξιοποιούν τα δεδομένα που παράγονται από το Διαδίκτυο των Πραγμάτων θα επιβιώσουν και θα ευδοκιμήσουν στο μέλλον. Άρα, θα συνειδητοποιήσουν ένα σημαντικό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα.

1.2. Στρώματα IoT

Οι συσκευές IoT παράγουν τεράστιο όγκο δεδομένων, επομένως η υπάρχουσα αρχιτεκτονική του Διαδικτύου χρειάζεται τροποποιήσεις για να δημιουργήσει ένα αποτελεσματικό πρωτόκολλο επικοινωνίας. Υπάρχουν πολλές προτεινόμενες αρχιτεκτονικές επιπέδων που συζητούνται σε διάφορες ερευνητικές εργασίες. Ο Chen συζητά την αρχιτεκτονική τριών επιπέδων για το IoT, ενώ ο Shuo et al. διαιρεί την αρχιτεκτονική του IoT σε τέσσερα επίπεδα. Αρχιτεκτονικές πέντε και έξι επιπέδων παρουσιάζονται στα [4] και [5], αντίστοιχα. Η διαίρεση της αρχιτεκτονικής σε διαφορετικά επίπεδα καθιστά δυνατή την επεξεργασία δεδομένων σε κάθε επίπεδο που ελαχιστοποιεί την επεξεργασία μεγάλων δεδομένων στο τελικό επίπεδο.

Το επίπεδο κωδικοποίησης είναι το πρώτο επίπεδο που παρέχει τη μοναδική αναγνώριση στο IoT. Οι πληροφορίες που συλλέγονται από αυτό το επίπεδο χρησιμοποιούνται για να αποφασίσει ο αλγόριθμος δρομολόγησης και επικοινωνίας για τη μεγιστοποίηση του ρυθμού δεδομένων. Δεδομένου ότι το δίκτυο IoT είναι ετερογενές, επομένως αυτό το επίπεδο είναι κατάλληλο για τον προσδιορισμό της απαίτησης αποτελεσματικού ρυθμού δεδομένων για κάθε συσκευή. Το επίπεδο αντίληψης είναι βασικά το φυσικό επίπεδο των συσκευών που συλλέγει και λαμβάνει δεδομένα [5]. Μια προτεινόμενη προσθήκη στο επίπεδο αντίληψης για το IoT είναι να εισαχθεί η ισχύς επεξεργασίας δεδομένων σε αυτό προκειμένου να αποσταλούν επεξεργασμένες πληροφορίες στα παραπάνω επίπεδα. Με αυτόν τον τρόπο η ποσότητα των big data μπορεί να μειωθεί καθώς μόνο επεξεργασμένες πληροφορίες μεταδίδονται στον προορισμό. Επιπλέον, ο κύριος ρόλος του επιπέδου δικτύου είναι να λειτουργεί ως γέφυρα μεταξύ του επιπέδου αντίληψης και του επιπέδου του

ενδιάμεσου λογισμικού. Επί του παρόντος, το μεγαλύτερο μέρος της ανάλυσης μεγάλων δεδομένων γίνεται στο επίπεδο του ενδιάμεσου λογισμικού που επιβραδύνει το δίκτυο IoT [5]. Επομένως, απαιτείται εκτεταμένη επεξεργαστική ισχύς σε αυτό το επίπεδο. Ως εκ τούτου, η αρχιτεκτονική του επιπέδου διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στη μείωση της μετάδοσης δεδομένων στο Διαδίκτυο μέσω της μερικής επεξεργασίας του σε διαφορετικό επίπεδο που είναι η βασική ιδέα του IoT.



Εικόνα 1: Πρωτόκολλα Επικοινωνίας IoT

Πηγή:

https://www.researchgate.net/publication/312484272_A_Review_on_Big_Data_Analysis_and_Internet_of_Things

Μόλις σχεδιαστούν τα πρωτόκολλα για επικοινωνία, ενώ παράλληλα εξετάζεται η αρχιτεκτονική του επιπέδου, το επόμενο σημαντικό βήμα είναι να δοκιμαστούν τα σχεδιασμένα πρωτόκολλα.

1.3. Τρόποι επικοινωνίας για IoT

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, το IoT αποτελείται από ένα δίκτυο συσκευών που έχουν δυνατότητα διεύθυνσης μοναδικά και προκειμένου να συντονιστούν μεταξύ τους και να μεταφερθούν δεδομένα πρέπει να δημιουργηθεί ένας τρόπος επικοινωνίας [6]. Επιπλέον, το IoT είναι ένα υποσύνολο του Cyber Physical System (CPS) που έχει το δικό του καθιερωμένο πρωτόκολλο επικοινωνίας. Λόγω της συσχέτισης των μεγάλων δεδομένων με το IoT υπάρχει άμεση ανάγκη για νέους και βελτιωμένους τρόπους διασύνδεσης και επικοινωνίας. Η επικοινωνία IoT είναι εξαιρετικά δυναμική από τη φύση του, επομένως το σχεδιασμένο πρωτόκολλο θα πρέπει να ενσωματώνει αυτό το χαρακτηριστικό στην επικοινωνία του [6].

Στο IoT ο κύριος στόχος είναι η τοπική επεξεργασία δεδομένων αντί της επεξεργασίας που βασίζεται στο cloud λόγω της συμμετοχής μεγάλων δεδομένων. Επομένως, ένας από τους πιθανούς αλγόριθμους για τοπική επεξεργασία είναι ο αλγόριθμος Localized Cooperative Access Stabilization (LCAS) που έχει σχεδιαστεί για συσκευές να επικοινωνούν τοπικά. Σε αυτόν τον αλγόριθμο οι κόμβοι, οι συσκευές, δεν γνωρίζουν μόνο την κατάσταση του κύριου διακομιστή αλλά γνωρίζουν επίσης την κατάσταση και τη διεύθυνση των γειτονικών κόμβων. Έτσι, οι κόμβοι χρησιμοποιώντας αυτόν τον αλγόριθμο μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους τοπικά για να μεταφέρουν μεγάλα δεδομένα χωρίς τη χρήση του κύριου διακομιστή, ο οποίος μπορεί να εξοικονομήσει εύρος ζώνης δικτύου. Το LCAS μπορεί να εφαρμοστεί στον τομέα IoT με πολλούς τρόπους που συζητούνται στο [7]. Στο [7] συζητούνται τέσσερα διαφορετικά σχήματα, το ακριβές, το ad-hoc, το hierarchy και το hierarchy + ad-hoc. Στο ακριβές σχήμα, οι συσκευές όχι μόνο στέλνουν ή λαμβάνουν δεδομένα τοπικά χρησιμοποιώντας LCAS αλλά μπορούν επίσης να λειτουργήσουν ως κόμβος γέφυρας για την επικοινωνία μεταξύ άλλων συσκευών. Αν και αυτό το σχήμα χρησιμοποιεί πλήρως τους διαθέσιμους τοπικούς πόρους, αλλά οι κόμβοι που βρίσκονται πιο κοντά στον κύριο τοπικό διακομιστή πρέπει να λειτουργούν ως γέφυρα για συχνή μετάδοση δεδομένων, γεγονός που καθιστά αυτό το σχήμα λιγότερο ενεργειακά αποδοτικό σε σύγκριση με άλλους. Σε ένα σχέδιο που βασίζεται σε ad-hoc, αν και όλοι οι αισθητήρες μπορούν να λειτουργήσουν ως κόμβος για τη μετάδοση μεγάλων δεδομένων, αλλά οι κόμβοι γνωρίζουν επίσης την καλύτερη δυνατή διαδρομή για τη μετάδοση δεδομένων από τον αρχικό στον κόμβο προορισμού.

Για τον υπολογισμό της συντομότερης διαδρομής όλοι οι κόμβοι εκπέμπουν συχνά ένα σύντομο μήνυμα και στη συνέχεια από τον χρόνο απόκρισης κάθε κόμβου υπολογίζει τη συντομότερη διαθέσιμη ενεργή διαδρομή. Αυτό το σχήμα όχι μόνο χρησιμοποιεί όλους τους διαθέσιμους πόρους αλλά είναι επίσης πιο αποτελεσματικό από την άποψη

του ρυθμού μετάδοσης δεδομένων από το ακριβές σχήμα. Σε αντίθεση με αυτά τα δύο σχήματα, στο σχήμα ιεραρχίας οι συσκευές υποδιαιρούνται σε ανώτερο και κατώτερο στρώμα. Οι συσκευές ανώτερου επιπέδου λειτουργούν ως κόμβοι για τη μετάδοση δεδομένων για συσκευές χαμηλότερου επιπέδου εκτός από τη μετάδοση των δικών τους δεδομένων, αλλά οι συσκευές κατώτερου επιπέδου λειτουργούν μόνο ως αποστολέας ή παραλήπτης των δικών τους δεδομένων [8].

Οι συσκευές ανώτερου επιπέδου λειτουργούν ως κόμβοι για τη μετάδοση δεδομένων για συσκευές χαμηλότερου επιπέδου εκτός από τη μετάδοση των δικών τους δεδομένων, αλλά οι συσκευές κατώτερου επιπέδου λειτουργούν μόνο ως αποστολέας ή παραλήπτης των δικών τους δεδομένων. Με βάση τα αποτελέσματα που συζητήθηκαν στο [8] αυτό το σύστημα έχει υψηλότερο ρυθμό μετάδοσης δεδομένων σε σύγκριση με το σύστημα ad-hoc. Επιπλέον, το σχήμα ιεραρχίας + ad-hoc είναι παρόμοιο με το σχήμα ιεραρχίας, αλλά οι συσκευές στο χαμηλότερο επίπεδο μπορούν επίσης να επικοινωνούν με τους άμεσους γείτονές τους τοπικά, γεγονός που το καθιστά το πιο αποτελεσματικό σχήμα μεταξύ όλων των άλλων όσον αφορά τον ρυθμό δεδομένων και την κατανάλωση ενέργειας. Αν και σε όλα αυτά τα σχήματα όλες οι συσκευές μπορούν να στέλνουν ή να λαμβάνουν δεδομένα συνεχώς, υπάρχουν ορισμένες περιπτώσεις στο IoT στις οποίες δεν είναι επιθυμητή η συνεχής μετάδοση δεδομένων.

Προκειμένου να αντιμετωπιστεί αυτό το πρόβλημα, το πρωτόκολλο ενεργειακής απόδοσης που είναι ευαίσθητο στο κατώφλι (TEEP) και το πρωτόκολλο ευαισθησίας κατωφλίου σταθερής εκλογής (TSEP) έχουν σχεδιαστεί για συσκευές που μπορούν να ανιχνεύουν δεδομένα ανά πάσα στιγμή, αλλά μπορούν να μεταδώσουν δεδομένα μόνο όταν η τιμή τους είναι πέρα από το καθορισμένο όριο [9]. Αν και αυτά τα πρωτόκολλα είναι ενεργειακά αποδοτικά, δεν θα μεταδώσουν ποτέ δεδομένα εάν δεν επιτευχθεί το όριο. Προκειμένου να χρησιμοποιηθούν τα TEEP και TSEP για το IoT για την αποστολή μεγάλων δεδομένων, οι συσκευές θα πρέπει να μπορούν να στέλνουν αυτόματα τα δεδομένα στον κύριο τοπικό διακομιστή ή σε άλλους κόμβους περιοδικά. Με αυτόν τον τρόπο μπορούν να συλλέγονται έγκαιρα ενημερωμένα και χρήσιμα δεδομένα από τις συσκευές. Επομένως, τα προτεινόμενα τροποποιημένα πρωτόκολλα TEEP και TSEP είναι οι καλύτερες δυνατές επιλογές για επικοινωνία IoT με χρήση αλγόριθμου LCAS [9].

Μόλις αναλυθούν διαφορετικά σχήματα για το IoT για τη μετάδοση μεγάλων δεδομένων, τότε ένα σημαντικό βήμα προς την ανάπτυξη της επικοινωνίας μεταξύ διαφορετικών κόμβων είναι η επιλογή του τρόπου επικοινωνίας. Δεδομένου ότι ο

όγκος των δεδομένων που σχετίζονται με το IoT είναι τεράστιος, θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένα τυποποιημένο πρωτόκολλο που μπορεί να μεγιστοποιήσει τη χρήση των διαθέσιμων πόρων μεταξύ των κόμβων. Η Γνωσιακή Ραδιοτεχνολογία (CRT) παρέχει μια ενδιαφέρουσα λύση στον περιορισμό του εύρους ζώνης και την αναποτελεσματικότητα του φάσματος που σχετίζεται με το IoT [10]. Στο πρωτόκολλο CRT, οι μη αδειοδοτημένοι χρήστες του φάσματος μπορούν επίσης να χρησιμοποιήσουν την αδειοδοτημένη ζώνη συχνοτήτων για να δημιουργήσουν διαδρομή επικοινωνίας μεταξύ συσκευών κατά τη διάρκεια της απουσίας του αδειοδοτημένου χρήστη. Υπάρχουν πολλά πλεονεκτήματα για τη χρήση CRT στο IoT. Πρώτον, μέσω του CRT τα προβλήματα περιορισμένου εύρους ζώνης και φάσματος μπορούν να επιλυθούν μέσω της χρήσης του αδειοδοτημένου φάσματος από όλους κατά τη διάρκεια του χρόνου αδράνειας. Δεύτερον, το δίκτυο IoT θα μπορεί να χρησιμοποιεί πολλαπλές συχνότητες φάσματος για διαφορετικές συσκευές, προκειμένου να μειώσει τις παρεμβολές μεταξύ σημάτων από πολλές συσκευές [10]. Τρίτον, τα δεδομένα μπορούν να μεταδοθούν μέσω CRT για ετερογενείς συσκευές που χρησιμοποιούν το πιο αποτελεσματικό φάσμα για κάθε τύπο συσκευής. Τέλος, καθώς τα δεδομένα είναι τεράστια, η CRT μπορεί να αλλάξει τη συχνότητα του φάσματος προκειμένου να μεταδώσει δεδομένα με υψηλότερο ρυθμό για ορισμένες μεγάλες και σύνθετες εφαρμογές σε πραγματικό χρόνο [11].

Η κινητικότητα του IoT είναι ένας άλλος σημαντικός παράγοντας που παίζει σημαντικό ρόλο στην απόφαση επιλογής τρόπου επικοινωνίας. Οι συσκευές IoT δεν είναι μόνο ετερογενείς ως προς τα χαρακτηριστικά, αλλά ποικίλλουν επίσης από στατικές έως εξαιρετικά δυναμικές στο δίκτυο. Επί του παρόντος, η προσέγγιση Connected Dominated Sets (CDS) χρησιμοποιείται για στατικές συσκευές, ενώ η έννοια hyper flooding χρησιμοποιείται για εξαιρετικά δυναμικά συστήματα. Στο [11] εισάγεται ένας συνδυασμός αυτών των δύο εννοιών στον οποίο οι κόμβοι γνωρίζουν την κατάσταση του γειτονικού τους κόμβου και μέσω περιοδικού ελέγχου ενημερώνουν τακτικά τη λίστα των γειτόνων τους. Έτσι, στην περίπτωση εξαιρετικά δυναμικών συσκευών, το hyper flooding μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αποτελεσματική χρήση του εύρους ζώνης. Επίσης, στο [11] αποδεικνύεται ότι το τροποποιημένο πρωτόκολλο δείχνει καλύτερα αποτελέσματα όσον αφορά την αποτελεσματική χρήση του διαθέσιμου εύρους ζώνης.

Έτσι, η επιλογή του σωστού τρόπου επικοινωνίας για το IoT περιλαμβάνει πολλούς παράγοντες και ο αποτελεσματικός ρυθμός επικοινωνίας δεδομένων μπορεί να επιτευχθεί μέσω του συνδυασμού αυτών των πρωτοκόλλων που συζητήθηκαν παραπάνω.

1.4.Εφαρμογές IoT για Έξυπνο Σπίτι

Το IoT έχει σημειώσει αξιοσημείωτη πρόοδο σε διάφορους τομείς [12], όπως:

- *Έξυπνες Υπηρεσίες* – Το IoT ενισχύει τις δημόσιες υπηρεσίες για τους ανθρώπους, όπως η διασφάλιση της διαθεσιμότητας ηλεκτρικής ενέργειας, η επαρκής παροχή νερού, η χρήση διαχείρισης απορριμμάτων, η δημόσια ασφάλεια και προστασία, η εκπαίδευση, οι οικονομικές δραστηριότητες και οι ευκαιρίες διαβίωσης.
- *Έξυπνες υπηρεσίες εσωτερικού χώρου* – Τα έξυπνα σπίτια συνοψίζουν τη συνδεσιμότητα μέσα στα σπίτια, συμπεριλαμβανομένων των λαμπτήρων, των συσκευών κουζίνας, των παραθύρων, των έξυπνων κλειδαριών κ.λπ.
- *Ασφάλεια* – Με τη βοήθεια καμερών ασφαλείας, το IoT βοηθά στην παρακολούθηση και την πρόβλεψη εγκλημάτων που θα συμβούν και ειδοποιεί την αρμόδια αρχή να λάβει τα απαραίτητα μέτρα.
- *Υγειονομική περίθαλψη* – Το IoT βοηθά στον εντοπισμό και την πρόβλεψη ασθενειών σε πρώιμο στάδιο στις Έξυπνες Πόλεις για προβλήματα υγείας. Βοηθά επίσης σε μελέτες θεραπείας καθώς και στην παραγωγή εμβολίων [12]. Ως εκ τούτου, οι εφαρμογές που αναφέρονται παραπάνω είναι λίγες μεταξύ των εφαρμογών IoT. Συνεπώς γίνεται αντιληπτό, ότι το IoT έχει κάνει τεράστιες αλλαγές σε διάφορους τομείς όπως η γεωργία, οι ΤΠΕ, η υγεία, η εκπαίδευση, οι μεταφορές, ο οικιακός αυτοματισμός κ.λπ.

1.5.Προκλήσεις IoT για την ανάπτυξη ενός Έξυπνου Σπιτιού

Οι διάφορες προκλήσεις που αντιμετωπίζει το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) περιλαμβάνουν [13]:

- *Ασφάλεια και Προσωπικό Απόρρητο* – Το IoT θα πρέπει να προσφέρει κατάλληλους μηχανισμούς ασφαλείας για απειλές hacks και η εμπιστευτικότητα των προσωπικών δεδομένων θα πρέπει να διατηρείται, αυτό εξακολουθεί να αποτελεί σημαντική πρόκληση για τα έξυπνα σπίτια.

- *Ευελιξία* – Όσον αφορά την *ευελιξία* ενός συστήματος IoT, ενσωματώνεται με άλλες μεθόδους λόγω των πολλών διαφορετικών τεχνικών που εμπλέκονται στη διαδικασία.
- *Πρότυπα IoT* – Μέσω της σύστασης μιας μόνιμης επιτροπής για την ασφάλεια και την προστασία των συσκευών και των πολιτών, οι κυβερνήσεις και οι ρυθμιστικοί φορείς θα πρέπει να καταλήξουν και να επιβάλουν πρότυπα IoT.
- *Συμμόρφωση* - Το IoT έχει ένα δικό του σύστημα νόμων (το έργο της παρατήρησης).
- *Επεκτασιμότητα* – Σε ένα εκτεταμένο δίκτυο, συνδέονται εκατομμύρια συσκευές με δυνατότητα διαδικτύου και αναμένεται να υποβληθούν σε επεξεργασία τεράστιες ποσότητες δεδομένων. Το πλαίσιο που αποθηκεύει τα δεδομένα από αυτές τις συσκευές IoT και αναλύει πρέπει να είναι επεκτάσιμο [13]. Για να επιτευχθούν οι στόχοι της έξυπνης πόλης, τα προβλήματα που αναφέρονται παραπάνω πρέπει να αντιμετωπιστούν. Το IoT χρειάζεται επαρκή εργαλεία και τεχνολογίες για να παρέχει αξιόπιστα και επιτυχημένα αποτελέσματα στις προσδοκίες του τελικού χρήστη.

2. Big Data Analytics

Το ενδιαφέρον για χρήση δεδομένων οδηγεί σε μια αυξανόμενη τάση υιοθέτησης αναλυτικών στοιχείων μεγάλων δεδομένων για τη βελτίωση της διαδικασίας λήψης αποφάσεων. Η ανάλυση μεγάλων δεδομένων ορίζεται ως «οι προηγμένες αναλυτικές τεχνικές λειτουργούν σε σύνολα μεγάλων δεδομένων». Λόγω του αυξανόμενου ανταγωνισμού σε αγορές που βασίζονται στα δεδομένα, οι εταιρείες υιοθετούν τεχνολογίες πληροφοριών αιχμής για ανταγωνιστικό πλεονέκτημα.

Κατά συνέπεια, οι αποφάσεις μιας εταιρείας βασίζονται σε στοιχεία από αναλυτικά αποτελέσματα και όχι μόνο στη διαίσθηση των διευθυντών της. Οι επιχειρηματικές-πολιτιστικές πτυχές, οι τεχνολογικές πτυχές πρέπει επίσης να ληφθούν υπόψη, όπως μια κατάλληλη υποδομή και μια φιλική προς τον χρήστη διεπαφή χρήστη, για να αποκτηθούν ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα με την ανάλυση μεγάλων δεδομένων.

Τα χαρακτηριστικά των αναλυτικών στοιχείων μεγάλων δεδομένων έχουν διευκολύνει τα προηγμένα αναλυτικά στοιχεία να δημιουργήσουν μια εικόνα ενός συμβάντος, ενός σεναρίου ή αντικειμένων ενδιαφέροντος από κομμάτια ασήμαντων πληροφοριών που είναι διάσπαρτα σε διαφορετικές βάσεις δεδομένων.

Η IDC προβλέπει ότι έως το 2025 το 60% των παγκόσμιων δεδομένων θα διαχειρίζονται εταιρείες. Αυτά δεν είναι απλώς προσωπικές πληροφορίες, είτε πρόκειται για δεδομένα ζωτικής σημασίας που θα αγγίξουν όλα όσα επηρεάζουν την καθημερινή μας ύπαρξη, είτε πρόκειται για λύσεις υγειονομικής περίθαλψης, παγκόσμιες πρωτοβουλίες προμήθειας τροφίμων, ακόμη και για τις συνθήκες οδικής κυκλοφορίας [14]. Ο λόγος που αυτό θα είναι δυνατό έχει να κάνει με τις εξελίξεις στην

τεχνολογία όπως το IoT, μηχανική μάθηση και ενσωματωμένα συστήματα. Οι μηχανές και η τεχνητή νοημοσύνη θα παρέχουν τη δυνατότητα και τη λειτουργική δομή για την υποστήριξη αυτών των 163 zettabyte πληροφοριών που προβλέπει η IDC ότι θα φτάσει η παγκόσμια ανθρώπινη κοινότητα. Προφανώς, αυτό σημαίνει ότι το cloud θα αναπτυχθεί παράλληλα με τα δεδομένα που παράγονται και η μηχανική μάθηση θα επωμιστεί περαιτέρω το βάρος της ερμηνείας όλων των δεδομένων. Όσον αφορά την ανάλυση, η τελική πρόβλεψη είναι ότι τα παγκόσμια δεδομένα που υπόκεινται σε ανάλυση θα αυξηθούν 50 φορές και το ένα τέταρτο αυτών θα είναι παραγωγή σε πραγματικό χρόνο [15].

Συνεπώς, οι εταιρείες, ιδίως οι μονάδες ελέγχου τους, μπορούν να εφαρμόσουν τη γνώση που απέκτησαν από την ανάλυση μεγάλων δεδομένων για να βελτιώσουν τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων για να επιτύχουν με επιτυχία τους επιχειρηματικούς τους στόχους. Με τη συνολική εστίαση στην εξαγωγή των βασικών πληροφοριών, η ανάλυση μεγάλων δεδομένων βασίζεται στην εξόρυξη δεδομένων και τις στατιστικές τεχνικές. Τώρα, ένας ελεγκτής θα μπορούσε επίσης να χρησιμοποιήσει αναλυτικά στοιχεία μεγάλων δεδομένων για σενάρια και να εξετάσει εποχιακές διακυμάνσεις [15]. Η ακρίβεια των προβλέψεων επηρεάζει την αποτελεσματικότητα της διαδικασίας σχεδιασμού της εταιρείας, τον βαθμό επίτευξης του στόχου, το συνολικό κόστος και το επίπεδο των αναγκών εκπλήρωσης των πελατών.

2.1.Ορισμός του Big Data Analytics

Το Big Data Analytics είναι ο μηχανισμός συλλογής, ανάλυσης και αναφοράς μεγάλου όγκου δεδομένων. Για το λόγο αυτό, χρησιμοποιούνται διαφορετικές αναλυτικές μέθοδοι, όπως η ανάλυση δεδομένων, η μηχανική μάθηση, η στατιστική και η εξόρυξη δεδομένων. Τα Big Data είναι μια συλλογή διαφορετικών συνόλων πληροφοριών με μεγάλες ποσότητες, μεγάλες ταχύτητες ή συνδυασμούς δεδομένων που δεν μπορούν να αποθηκευτούν και να υποβληθούν σε επεξεργασία αποτελεσματικά χρησιμοποιώντας συμβατικές τεχνικές επεξεργασίας δεδομένων, οι οποίες αυξάνονται εκθετικά με την πάροδο του χρόνου. Τα μεγάλα δεδομένα από διάφορες πηγές συλλέγονται σε διαφορετικές μορφές: δομημένα, ημιδομημένα και μη δομημένα δεδομένα [16]. Οι πληροφορίες που συλλέγονται μπορούν να συλλεχθούν και να χρησιμοποιηθούν στη μηχανική μάθηση για την κατασκευή προγνωστικής μοντελοποίησης και άλλων προηγμένων αναλυτικών εφαρμογών.

2.2. Η σημασία των μεγάλων δεδομένων στο IoT

Η αυξανόμενη ικανότητα επεξεργασίας δεδομένων, οι εκτεταμένοι πόροι αποθήκευσης δεδομένων και το Internet εξαιρετικά υψηλής ταχύτητας δημιουργούν πολλαπλούς τομείς στους οποίους το IoT δημιουργεί μεγάλα δεδομένα. Γενικά, τα μεγάλα δεδομένα χαρακτηρίζονται από 4 Vs: όγκος, ποικιλία, ταχύτητα και ακρίβεια. Το IoT όχι μόνο αυξάνει τον όγκο της κίνησης δεδομένων, αλλά περιλαμβάνει επίσης διάφορα δεδομένα από ετερογενείς συσκευές. Επιπλέον, λόγω της εμπλοκής μεγάλων δεδομένων στο IoT, ο υψηλός ρυθμός μετάδοσης και η σωστή ανάλυση δεδομένων για τη σωστή λειτουργία των συσκευών παραμένουν μια πρόκληση. Η Intel σε μια από τις εκθέσεις της αναφέρει ότι οι συσκευές IoT παράγουν μεγάλη ποσότητα αδόμητων μεγάλων δεδομένων τα οποία θα είναι άχρηστα εάν δεν υπάρχει αλγόριθμος για τη σωστή ανάλυσή τους [17].

Υπάρχουν τρία σημαντικά βήματα που εμπλέκονται στην ανάλυση μεγάλων δεδομένων: αποθήκευση, επεξεργασία και ακριβής παραγωγή αποτελεσμάτων. Παραδοσιακά, η αποθήκευση των δεδομένων γίνεται μέσω της τεχνικής Extract, Load and Transform (ELT) [17]. Στην τεχνική ELT η αποθήκευση δεδομένων και η επεξεργασία τους δεν είναι ευέλικτη για νέες πηγές δεδομένων, γεγονός που την καθιστά ακατάλληλη για δυναμικό δίκτυο IoT. Σε αντίθεση με το ELT, υπάρχουν άλλες τεχνικές όπως η Massive Parallel Processing (MPP), η Non-Relational και οι βάσεις δεδομένων In-Memory [17] που δεν είναι μόνο ευέλικτα για νέες και κινητές συσκευές αλλά έχουν και υψηλή επεξεργαστική ισχύ. Επιπλέον, αυτές οι τεχνικές εκτελούνται χρησιμοποιώντας ανάλυση Magnetic, Agile, Deep (MAD) που διαχωρίζει την αποθήκευση και τη διαχείριση δεδομένων για αποτελεσματική επεξεργασία δεδομένων. Επομένως, η ανάλυση MAD είναι χρήσιμη για τη ροή IoT καθώς κάθε νέα συσκευή μπορεί εύκολα να ενσωματωθεί στη βάση δεδομένων μέσω απλής ενημέρωσης του συστήματος διαχείρισης. Επιπλέον, αυτή η τεχνική έχει υψηλότερη ταχύτητα επεξεργασίας δεδομένων που είναι ιδιαίτερα επιθυμητή σε τεράστιο δίκτυο IoT. Η τεράστια έκταση των μεγάλων δεδομένων αντιμετωπίζεται μέσω πολλαπλών τεχνικών παράλληλης επεξεργασίας όπως MPI, MapReduce και GPU γενικού σκοπού [18], ενώ η ταχύτητα επεξεργασίας αυξάνεται με τη χρήση δεικτών για σύνολα δεδομένων [18]. Αυτές οι τεχνικές παράλληλης επεξεργασίας και ευρετηρίου είναι κατάλληλες για κεντρικά συστήματα μεγάλων δεδομένων, αλλά απαιτούνται περαιτέρω τροποποιήσεις για να καταστεί κατάλληλο για κατακεντρωμένη δομή IoT.

Η διαχείριση μεγάλων δεδομένων για το IoT είναι ένας σημαντικός τομέας που περιλαμβάνει τη δομημένη ανάλυση δεδομένων. Υπάρχουν διάφορα εργαλεία που έχουν σχεδιαστεί από διαφορετικούς οργανισμούς για την ανάπτυξη συστήματος διαχείρισης μεγάλων δεδομένων.

2.3.Σημασία του Big Data Analytics για Έξυπνα Σπίτια

Τα Big Data διατίθενται σε πολλαπλές μορφές ποσοτήτων, χαρακτήρων ή συμβόλων, στις οποίες οι μηχανές εκτελούν λειτουργίες, αποθηκεύονται και στέλνουν με τη μορφή ηλεκτρικών σημάτων και μπορούν να καταγραφούν σε διαφορετικές συσκευές αποθήκευσης [19]. Σχεδόν όλα τα έξυπνα σπίτια συλλέγουν σύνολα δεδομένων που μπορούν να θεωρηθούν μεγάλα δεδομένα μέσω διαφόρων έργων, όπως διαχείριση νερού και απορριμμάτων, ηλεκτρικά δίκτυα, κ.λπ. [19]. Η ικανότητα επεξεργασίας εκτεταμένων δεδομένων παρέχει πολλά οφέλη για την περαιτέρω ανάπτυξη των έξυπνων σπιτιών. Αυτό περιλαμβάνει κομψή ζωή στην κοινότητα, καλύτερες κοινωνικές υπηρεσίες, πιο έξυπνα συστήματα μεταφορών, διαχείριση απορριμμάτων, υπηρεσίες υγείας, εκπαιδευτικές υπηρεσίες, δημόσια προστασία, έξυπνη μέτρηση ενέργειας και νερού κ.λπ. Οπότε, κατά συνέπεια της ανάπτυξης έξυπνων σπιτιών δημιουργούνται και ακμάζουν οι έξυπνες πόλεις [20].

2.4.Χαρακτηριστικά των μεγάλων δεδομένων σε έξυπνες πόλεις

Τα Μεγάλα Δεδομένα έχουν πολλά χαρακτηριστικά που εξηγούν τις απίστευτες δυνατότητες των Μεγάλων Δεδομένων. Τα Μεγάλα Δεδομένα μπορούν να οριστούν σε τέσσερα ή περισσότερα στοιχεία ανάλογα με το πλαίσιο, και σε αυτήν την ανασκόπηση, συζητούνται τα πέντε κύρια χαρακτηριστικά των Μεγάλων Δεδομένων [20] και [21]:

- *Volume*: Αναφέρεται σε έναν τεράστιο όγκο δεδομένων που παράγονται καθημερινά σε διαφορετικές χωρητικότητες δεδομένων, οι οποίες χρειάζονται ισχυρές τεχνικές ανάλυσης δεδομένων.
- *Veracity*: Αναφέρεται στο επίπεδο αξιοπιστίας που πρέπει να προσφέρουν οι πληροφορίες. Εάν τα περισσότερα από τα δεδομένα περιέχουν υψηλό ποσοστό άσχετων δεδομένων, τα Μεγάλα Δεδομένα πρέπει να παράσχουν έναν τρόπο εξαγωγής τους για να φέρουν την ακρίβεια των δεδομένων.

- *Variety*: Τα Big Data έρχονται σε πολλαπλές μορφές και τύπους. Τα δεδομένα χωρίζονται σε τρεις τύπους: δομημένα, μη δομημένα και ημι-δομημένα. Αυτοί οι τύποι δεδομένων απαιτούν ισχυρές αναλύσεις δεδομένων.
- *Value*: Διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη μετατροπή διαφορετικών δεδομένων στα επιθυμητά δεδομένα που είναι χρήσιμα, ακριβή και αληθινά. Αυτά πρέπει να συλλεχθούν, να αποθηκευτούν, να αναλυθούν και να αξιολογηθούν για να βρεθούν χρήσιμες πληροφορίες.
- *Velocity*: Η ταχύτητα παίζει ζωτικό ρόλο στα Μεγάλα Δεδομένα για την παροχή ενός ταχύτερου χώρου για τη δημιουργία δεδομένων. Ως εκ τούτου, περισσότερα δεδομένα παράγονται και αναλύονται με υψηλή ταχύτητα. Τα μεγάλα δεδομένα διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην ύπαρξη των Έξυπνων Πόλεων στον τεράστιο όγκο δεδομένων που παράγονται μέρα με τη μέρα. Η διαθεσιμότητα των τεχνολογιών ανάλυσης Big Data βοηθά τις έξυπνες πόλεις να επιτύχουν τους στόχους τους.

2.5. Προκλήσεις Big Data Analytics για Έξυπνα Σπίτια

Αυτή η ενότητα εξηγεί διαφορετικές προκλήσεις που αντιμετωπίζουν στην ανάλυση Μεγάλων Δεδομένων, όπως φαίνεται παρακάτω [21] και [22]:

- *Ασφάλεια και απόρρητο*: Η ασφάλεια και το απόρρητο είναι σημαντικής σημασίας για τα μεγάλα δεδομένα και στα έξυπνα σπίτια επηρεάζει τις περισσότερες επιχειρήσεις που επικεντρώνονται στη συλλογή, την ανάλυση και την επίτευξη των αποτελεσμάτων. Φαίνεται να παραμελούν τα προβλήματα ασφαλείας που είναι πολύ ευαίσθητα και πρέπει να ληφθούν υπόψη από την αρχή για την πρόληψη επιβλαβών χάκερ. Τα δεδομένα είναι ζωτικής σημασίας στα έξυπνα σπίτια. Η ασφάλεια και το απόρρητο θα πρέπει να λαμβάνονται ιδιαίτερα υπόψη.
- *Ενσωμάτωση δεδομένων από μια σειρά πηγών*: Τα δεδομένα προέρχονται από πολλές πηγές μιας εταιρείας, όπως μηνύματα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, λογαριασμοί μέσω κοινωνικής δικτύωσης, οικονομικές αναφορές, έγγραφα πελατών, παρουσιάσεις και αναφορές που παράγονται από το προσωπικό. Η ενσωμάτωση όλων αυτών των πληροφοριών κατά την προετοιμασία εκθέσεων είναι μια πρόκληση.

- *Έλλειψη επαγγελματιών διαχείρισης δεδομένων:* Οι οργανισμοί χρειάζονται εξειδικευμένους ειδικούς δεδομένων για τη λειτουργία αυτών των νέων τεχνολογιών και εργαλείων μεγάλων δεδομένων. Είναι γνωστό ότι σε αυτόν τον τομέα των επιστημόνων δεδομένων, υπάρχει έλλειψη επαγγελματιών.
- *Αποθήκευση δεδομένων:* Η ταχεία ανάπτυξη των επιχειρηματικών οργανώσεων αυξάνει τον όγκο των δεδομένων που παράγονται με αυτούς τους οργανισμούς. Συνεπώς, γίνεται για όλους ο χειρισμός αυτού του μεγάλου όγκου δεδομένων δύσκολος.
- *Ποικιλία τεχνολογίας:* Η διαθέσιμη γκάμα τεχνολογιών στην αγορά μεγάλων δεδομένων έχει μπερδέψει τους ενδιαφερόμενους. Η εύρεση της καλύτερης τεχνολογίας γίνεται δύσκολη και ακόμα πιο εύκολη για τον αδύναμο χωρίς την κατάλληλη καθοδήγηση από ειδικούς. Η τελική επιλογή τεχνολογιών προς εφαρμογή και περαιτέρω ανάλυση των δεδομένων είναι καθοριστική και για την τελική ποιότητα που εξάγεται.

3. Έξυπνα Σπίτια

Το IoT είναι σημαντικό για κάθε σπίτι ή πόλη. Επί του παρόντος, οι μεγαλύτερες πόλεις του κόσμου είναι το Τόκιο, το Δελχί, η Σαγκάη και το Σάο Πάολο, με πληθυσμό 38 εκατομμύρια, 29 εκατομμύρια, 26 εκατομμύρια και 21 εκατομμύρια αντίστοιχα [23]. Σήμερα, αυτές οι μεγαλουπόλεις είναι αξιοσημείωτες λόγω των τεράστιων πληθυσμών τους. Στο μέλλον, θα υπάρξουν πολλά άλλα παρόμοια, με ακόμη πιο πυκνούς πληθυσμούς.

Προβλέπεται ότι περισσότερο από το 60% του πληθυσμού του πλανήτη θα ζει σε πόλεις μέχρι το έτος 2030 [23]. Είναι μια τολμηρή πρόβλεψη και μια πρόβλεψη που θα μπορούσε να οδηγήσει σε καταστροφή αν δεν ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα. Οι μεγάλοι πληθυσμοί απαιτούν μεγάλους πόρους. Οι κάτοικοι θα χρειαστούν πρόσβαση σε νερό, αποτελεσματικές και φιλικές προς το περιβάλλον μεταφορές, καθαρό αέρα και πρακτική αποχέτευση και διαχείριση απορριμμάτων [24]. Με την έξυπνη χρήση πρακτικών έξυπνων σπιτιών και την ευρεία ανάπτυξη της τεχνολογίας IoT, τότε το σύνολο όλων που αποτελούν οι πόλεις του αύριο θα είναι σε θέση να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις των κατοίκων τους με αποτελεσματικό και αποδοτικό τρόπο.

Οι συνδεδεμένες τεχνολογίες και τα μεγάλα δεδομένα μπορούν να δημιουργήσουν έξυπνες λύσεις. Αυτές οι λύσεις μπορούν να λύσουν προβλήματα, να αυξήσουν την ποιότητα ζωής των κατοίκων μιας πόλης και να μειώσουν την κατανάλωση πόρων. Για να λειτουργήσει μια πραγματικά έξυπνη πόλη στο μέγιστο των δυνατοτήτων της, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων είναι ένα ζωτικό συστατικό.

Σύμφωνα με το IoT Analytics , οι έξυπνες πόλεις σε συνδυασμό με τα έξυπνα σπίτια δίνουν προτεραιότητα στην τεχνολογία IoT με πολλούς ενδιαφέροντες τρόπους. Η μελέτη επικεντρώθηκε σε υπεύθυνους λήψης αποφάσεων από μερικές από τις

κορυφαίες έξυπνες πόλεις του κόσμου (συμπεριλαμβανομένης της Βαρκελώνης, του Παρισιού, του Άμστερνταμ και του Πάλο Άλτο) και κατηγοριοποίησε τον τρόπο με τον οποίο οι ηγέτες χρησιμοποιούσαν το IoT για να περιορίσουν την αστική αναποτελεσματικότητα και να βελτιώσουν την ποιότητα ζωής των πολιτών τους [24].

Η μελέτη διαπίστωσε ότι οι ακόλουθες περιοχές ήταν οι κορυφαίες προτεραιότητες για τις κυβερνήσεις των πόλεων [24]:

- Συνδεδεμένες δημόσιες συγκοινωνίες (74%)
- Παρακολούθηση και διαχείριση της κυκλοφορίας (72%)
- Παρακολούθηση στάθμης νερού / πλημμύρας (72%)
- Βιντεοπαρακολούθηση και αναλυτικά στοιχεία (72%)
- Συνδεδεμένοι φανοί δρόμων (68%)
- Παρακολούθηση καιρού (68%)
- Παρακολούθηση ποιότητας αέρα / ρύπανσης (68%)
- Έξυπνη μέτρηση – νερό (66%)
- Ανίχνευση πυρκαγιάς / καπνού (66%)
- Παρακολούθηση ποιότητας νερού (64%)

Τα ποσοστά που εμφανίζονται είναι το ποσοστό των συμπεριλαμβανόμενων έξυπνων πόλεων που έχουν αναπτύξει περιπτώσεις χρήσης ως μέρος μιας πρωτοβουλίας για έξυπνες πόλεις και τέλος την αποτελεσματική και αποδοτική ταυτόχρονα ανάπτυξη και δημιουργία έξυπνων σπιτιών.

3.1.Ορισμός του Έξυπνου Σπιτιού

Τα έξυπνα σπίτια παρέχουν καλή υποδομή για την ανάπτυξη μεγάλου αριθμού εφαρμογών. Αυτές οι εφαρμογές μπορούν να βοηθήσουν τους πολίτες και τις κυβερνήσεις να βελτιώσουν την ποιότητα ζωής και να απλοποιήσουν τις υπηρεσίες που προσφέρονται από τους διαχειριστές [25]. Επιπλέον, ορισμένα από τα περιβάλλοντα γύρω μας είναι εξοπλισμένα με έξυπνα αντικείμενα αλλά δεν έχουν τη δυνατότητα να συνδεθούν με άλλα αντικείμενα και συσκευές. Οι προσεγγίσεις έξυπνων σπιτιών έχουν τη δυνατότητα να τρέξουν πολλές εφαρμογές όπως οι

μεταφορές, η υγειονομική περίθαλψη, το έξυπνο περιβάλλον, ο προσωπικός και ο κοινωνικός τομέας [25].

3.2.Εφαρμογές Έξυπνων Σπιτιών

Η κατασκευή εφαρμογών είναι ένα από τα σημαντικά μέρη για την ανάπτυξη έξυπνων σπιτιών.

A. Μεταφορές

Τα τελευταία χρόνια, πολλά οχήματα όπως αυτοκίνητα, τρένα, ποδήλατα και αεροπλάνα εξοπλίζονται με αισθητήρες. Αυτοί οι τύποι αισθητήρων μπορούν να συλλέξουν ορισμένες πληροφορίες σχετικά με τη θέση, την ταχύτητα και την κατάσταση των αντικειμένων [26]. Έχοντας τέτοιες πληροφορίες μπορείτε να διαχειριστείτε την κυκλοφορία, τις διαδρομές και την ατμοσφαιρική ρύπανση στις πόλεις και συνάμα την επιλογή της πιο οικολογικής και ταυτόχρονα αποδοτικής και αποτελεσματικής διαδρομής για την άφιξη στο έξυπνο σπίτι. Επίσης, εξοπλίζοντας τα δέματα μεταφοράς και τα δέματα αποστολής με ετικέτες RFID μπορείτε να τα παρακολουθείτε εύκολα την κατάσταση των μεταφερόμενων εμπορευμάτων με βολικό τρόπο [26]. Για παράδειγμα, έχοντας πολλές εφαρμογές όπως υποβοηθούμενη οδήγηση, έκδοση εισιτηρίων μέσω κινητού τηλεφώνου, παρακολούθηση περιβάλλοντος και επαυξημένους χάρτες στην κατηγορία μεταφοράς.

B. Υγειονομική περίθαλψη

Υπάρχει ταχεία πρόοδος στην ανάπτυξη έξυπνης υγειονομικής περίθαλψης και παρακολούθησης της υγείας σε μη κλινικά περιβάλλοντα σε όλο τον κόσμο. Η τεχνολογία Wearable είναι μία από τις πολλά υποσχόμενες τεχνολογίες που μπορεί να βοηθήσει να παρακολουθούμε εξ αποστάσεως την υγειονομική περίθαλψη με πιο έξυπνο τρόπο. Λόγω της ικανότητας μείωσης του μεγέθους των αισθητήρων και σχεδιασμού ακριβών αισθητήρων στις μέρες μας, οι φορητοί αισθητήρες γίνονται μια αυξανόμενη τάση [27].

Τα δεδομένα που συλλέγονται από τους αισθητήρες είναι σημαντικά καθώς μπορούν στη συνέχεια να υποβληθούν σε επεξεργασία σε κάποια μορφή χρήσιμης πληροφορίας. Η εξόρυξη δεδομένων είναι μία από τις βιώσιμες μεθόδους που εφαρμόζεται στην επεξεργασία μεγάλου όγκου δεδομένων υγείας, όπως ζωτικών σημείων, που συλλέγονται από φορητά δίκτυα αισθητήρων. Το ερώτημα είναι εάν η

εργασία σε ολοκληρωμένα δεδομένα υγείας και η εξόρυξη έχει όφελος για την κοινότητα και εάν είναι πραγματικά σχετική [27].

Γ. Δημόσια Ασφάλεια

Οι πόλεις με μεγαλύτερο πληθυσμό έχουν συχνά υψηλότερα ποσοστά εγκληματικότητας. Όμως, οι μεγάλες πόλεις που υποφέρουν επίσης από κακή εκπαίδευση και υψηλά ποσοστά ανεργίας δημιουργούν πρόσφορο έδαφος για εγκληματικές δραστηριότητες. Τα τελευταία χρόνια η καταγραφή και η αναφορά εγκλημάτων πραγματοποιείται με τη χρήση τεχνολογικών μεθόδων που έχουν βελτιώσει την αποτελεσματικότητα των εκροών. Αυτά τα δεδομένα δεν αποτελούν μόνο καταγραφή λεπτομερειών εγκλήματος. Παρέχει επίσης τυχόν υπάρχουσες σχέσεις μεταξύ των σκηνών του εγκλήματος και του τρόπου λειτουργίας ενός δράστη [28]. Για πολλά χρόνια, οι εγκληματολόγοι και οι στατιστικοί χρησιμοποιούν τις δεξιότητες και τις γνώσεις τους για να προβλέψουν την ώρα και την τοποθεσία για την εμφάνιση της επόμενης σειράς εγκλημάτων, με διαφορετικούς βαθμούς επιτυχίας. Από την τελευταία 5ετία (2015-2020), η χρήση της εξόρυξης δεδομένων έχει αυξηθεί σημαντικά σε διάφορους τομείς όπως η ανίχνευση εγκλημάτων και το προφίλ συμπεριφοράς. Το προφίλ συμπεριφοράς αναζητά ύποπτη συμπεριφορά χρησιμοποιώντας διαθέσιμες ψηφιακές πληροφορίες που βρίσκονται σε διάφορες βάσεις δεδομένων και αναγνωρίζει πρότυπα εγκληματικών δραστηριοτήτων προκειμένου να βρει τους δράστες.

3.3. Τεχνολογίες ενεργοποίησης έξυπνων μηχανισμών

Η ανάπτυξη νέων τεχνολογιών και παράλληλα δημιουργία μηχανισμών οδηγεί στην περαιτέρω ανάπτυξη των έξυπνων σπιτιών σε μεγάλες πόλεις για την καλύτερη ποιότητα ζωής των ανθρώπων στις μεγαλουπόλεις και την απαραίτητη υποστήριξη της τεχνολογίας στις απαιτήσεις της καθημερινότητας.

A. Ανίχνευση και Ταυτοποίηση

Οι ασύρματες τεχνολογίες διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην αίσθηση και την αναγνώριση αντικειμένων. Σήμερα η αναλογία μεταξύ ραδιοφώνων και ανθρώπων πλησιάζει την τιμή 1 προς 1. Ως εκ τούτου, υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να εγκατασταθεί ασύρματος προσαρμογέας σε όλα τα αντικείμενα γύρω μας και να ενεργοποιηθεί η ιδέα του IoT. Επιπλέον, απαιτείται περισσότερη έρευνα για τη δημιουργία και τη συγχώνευση τεχνολογίας αναγνώρισης που δρα σε παγκόσμια

κλίμακα [29]. Αυτή η έρευνα πρέπει να περιλαμβάνει τη διαχείριση αναγνωριστικών για πραγματικά πράγματα και αντικείμενα, να υποστηρίζει πολλαπλά αναγνωριστικά για ανθρώπους και γεωγραφικές τοποθεσίες, καθώς και να πιστοποιεί και να εξουσιοδοτεί τις οντότητες σχετικά με τις θέσεις τους.

Τα δίκτυα αισθητήρων θα διαδραματίσουν επίσης ζωτικό ρόλο στο IoT και θα λειτουργούν παράλληλα με το RFID για την καλύτερη παρακολούθηση της κατάστασης πραγμάτων όπως η τοποθεσία, η θερμοκρασία, η κίνηση κ.λπ. Τα δίκτυα αισθητήρων αποτελούνται από πολύ μεγάλο αριθμό κόμβων και θα προκαλούσαν πρόβλημα όταν χρησιμοποιείται το πρωτόκολλο IP. Ωστόσο, το τρέχον πρωτόκολλο IPv6 μπορεί να απευθυνθεί σε 10^{38} κόμβους, αυτό είναι αρκετό για να αντιμετωπίσει το σύνολο των αντικειμένων στον κόσμο χωρίς φόβο για διαθεσιμότητα IP, αλλά τα δίκτυα αισθητήρων ξοδεύουν τεράστιο χρόνο σε κατάσταση αναστολής λειτουργίας για εξοικονόμηση ενέργειας. Οπότε υπάρχει μια δυσκολία όταν χρησιμοποιείται πρωτόκολλο IP [30]. Σε αντίθεση με τον ισχυρισμό των συγγραφέων στο [5] που προσπαθούν να προσαρμόσουν ολόκληρο το δίκτυο με πρωτόκολλο IP, αυτό το πρόβλημα εξαρτάται πλήρως από την αρχιτεκτονική. Δεν χρειάζεται απαραίτητα να χρησιμοποιείται πρωτόκολλο IP για να συνδεθούν τα αντικείμενα στο δίκτυο. Εφόσον υπάρχει η δυνατότητα να ενσωματωθούν ολόκληρα αντικείμενα και να γίνει ένα δίκτυο, δεν θα έχει σημασία ποια τεχνολογία έχει χρησιμοποιηθεί [31]. Συγκεκριμένα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η αρχιτεκτονική με επίκεντρο το cloud για να εξαλειφθούν οι ανησυχίες σχετικά με τη διαθεσιμότητα του αντικειμένου κατά τη διάρκεια των επικοινωνιών.

Πάνω απ' όλα, τα δίκτυα αισθητήρων έχουν μεγάλη ραδιοκάλυψη και μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους ως ομότιμοι με τρόπο peer-to-peer. Αντίθετα, τα συστήματα RFID χρειάζονται τους αναγνώστες για να επικοινωνήσουν και δεν μπορούν να δημιουργήσουν δίκτυο πολλαπλών κυμάτων χωρίς αναγνώστες [31].

B. Ipv6 Mobile RFID

Οι ετικέτες RFID είναι ένα από τα σημαντικά μέρη του IoT. Τα RFID χρησιμοποιούνται από πολλά πράγματα, όπως εμπορεύματα στα καταστήματα, χάρτες και αφίσες, ακόμη και τα διαβατήρια έχουν ετικέτες RFID για την πρόληψη της πλαστογραφίας και τον προσδιορισμό πλαστών εγγράφων. Δεδομένου ότι τα κινητά τηλέφωνα εξοπλίζονται όλο και περισσότερο με τεχνολογία Near Field Communication (NFC), μπορούν να προσαρμοστούν για να διαβάζουν ετικέτες RFID και να εξάγουν ορισμένες χρήσιμες πληροφορίες, όπως πολυμέσα από τις ετικέτες [31].

Μία από τις προκλήσεις και τα προβλήματα με την ανάγνωση ετικετών RFID από κινητό τηλέφωνο είναι η μεγάλη καθυστέρηση μετάδοσης. Στο [32] οι συγγραφείς παρουσιάζουν έναν νέο τρόπο ενσωματώνοντας το IPV6 με το κινητό RFID για τη μείωση των καθυστερήσεων μετάδοσης. Ενσωματώνοντας το κινητό RFID με μια φορητή συσκευή IPV6, μπορείτε να αποκτήσετε δεδομένα χωρίς καθυστέρηση, εξαλείφοντας τη μεταφορά δεδομένων μεταξύ πολλών διακομιστών.

3.4.Προτεινόμενη Αρχιτεκτονική για Έξυπνο Σπίτι

Η ανάπτυξη της αρχιτεκτονικής είναι συνήθως το αρχικό βήμα προς την κατεύθυνση μιας λύσης. Στην πραγματικότητα εξαρτάται από τις εφαρμογές που θα χρησιμοποιούσαν την πλατφόρμα, αλλά ο σχεδιασμός της γενικής αρχιτεκτονικής που μπορεί να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις για όλες τις εφαρμογές και τις υπηρεσίες είναι ένα από τα απαιτητικά μέρη στα έξυπνα σπίτια. Υπάρχουν πολλές διαθέσιμες αρχιτεκτονικές, όπως η αρχιτεκτονική M2M [32] και η αρχιτεκτονική βασισμένη στο cloud [33], οι οποίες έχουν συγκεκριμένες απαιτήσεις για σχεδιασμό και υλοποίηση. Τα περισσότερα από τα έργα που σχετίζονται με την αρχιτεκτονική του IoT έχουν γίνει από την οπτική γωνία του ασύρματου δικτύου αισθητήρων [8]. Η δημιουργία μιας ευρέως διαδεδομένης αρχιτεκτονικής για το Έξυπνο Σπίτι είναι μια περίπλοκη δουλειά, κυρίως λόγω της εξαιρετικά μεγάλης ποικιλίας αντικειμένων και συσκευών, τεχνολογιών επιπέδου σύνδεσης και υπηρεσιών που μπορεί να σχετίζονται με ένα τέτοιο σύστημα. Υπάρχει επίσης υψηλός βαθμός αλληλεξάρτησης μεταξύ των διαφόρων υποδομών μιας έξυπνης πόλης, γεγονός που αυξάνει την πολυπλοκότητα της ανάλυσης δεδομένων της κοινότητας.

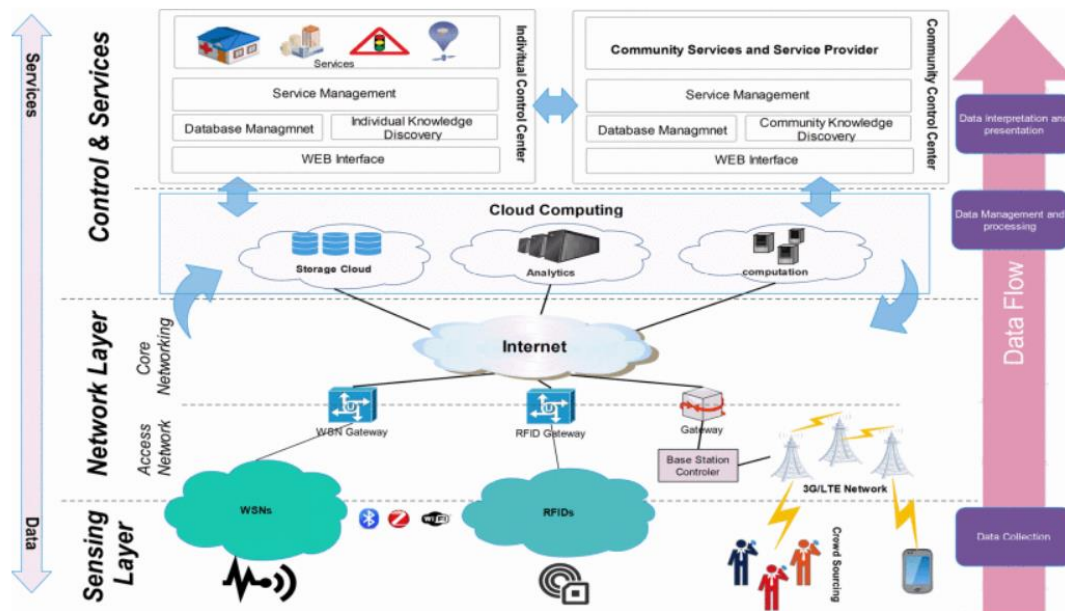
Το IoT αποτελείται από πολλά πράγματα όπως έξυπνα τηλέφωνα, tablet, κάμερες, αισθητήρες και ούτω καθεξής. Κάθε μέρα ο αριθμός των αντικειμένων αυξάνεται και ο τρόπος συλλογής των πληροφοριών μεταξύ των αντικειμένων αλλάζει [33]. Κατά συνέπεια, τα αντικείμενα παράγουν τεράστιο όγκο δεδομένων και πληροφοριών. Το cloud computing είναι μια ιδανική τεχνική για την υποστήριξη αυτού του όγκου πληροφοριών και την εκτέλεση πολλών υπηρεσιών πάνω από αυτό.

Σε αυτή την ενότητα θα εισαχθεί μια νέα αρχιτεκτονική για έξυπνα σπίτια που μπορεί να λύσει μερικές από τις παραπάνω προκλήσεις.

A. Επίπεδο ανίχνευσης και συλλογή δεδομένων

Η ετερογένεια είναι ένα από τα σημαντικά χαρακτηριστικά του στρώματος ανίχνευσης, το οποίο συχνά περιέχει μια ποικιλία υποδικτύων που υιοθετούν διαφορετικές τεχνολογίες επικοινωνίας [34]. Για να ξεπεραστεί η δυσκολία συλλογής δεδομένων σε ετερογενή δίκτυα, χρειάζεται ένα γενικευμένο πλαίσιο για τη συλλογή δεδομένων. Αυτό το πλαίσιο θα πρέπει να ανακτά δεδομένα συνεχώς ή σε τυχαία διαστήματα. Τα αντικείμενα στο IoT είναι τόσο μικρά και τα περισσότερα από αυτά έχουν περιορισμούς στον υπολογισμό και την ενέργεια. Επομένως, οι αλγόριθμοι πρέπει να σχεδιάζονται για να χρησιμοποιούν την ενέργεια πιο αποτελεσματικά, καθώς αυτό είναι ζωτικής σημασίας [34].

Υπάρχουν γενικά τρεις πόροι ανίχνευσης στην προτεινόμενη αρχιτεκτονική: ασύρματο δίκτυο αισθητήρων (WSN), RFID και crowdsourcing.



Εικόνα 2: Αρχιτεκτονική Communication Smart Home

Πηγή: <https://www.semanticscholar.org/paper/Smart-city-architecture-for-community-level-through-Jalali-El-Khatib/bdadb2b5523c3a31a4352bf14976db5ab321edae>

Τα WSN παίζουν κρίσιμο ρόλο στο στρώμα ανίχνευσης, καθώς επιτρέπει τη συλλογή, επεξεργασία και ανάλυση δεδομένων σε κάθε είδους περιβάλλον. Η τεχνολογία RFID μας παρέχει τη δυνατότητα να εγκατασταθούν οι ετικέτες σε ένα ολόκληρο αντικείμενο και να παρακολουθούνται εξ αποστάσεως, ώστε να μπορούν να τη χρησιμοποιήσουν σε κάθε είδους εφαρμογή, από τη μεταφορά έως τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Επίσης, οι παθητικές ετικέτες RFID βοηθούν να εξοπλιστούν πολλά αντικείμενα με δυνατότητα αισθητήρα και να συνδεθούν στο δίκτυο χωρίς να ανησυχεί κανείς για την κατανάλωση ενέργειας.

Με βάση την επέκταση των κοινωνικών δικτύων και τον αυξανόμενο αριθμό κινητών συσκευών, οι πολίτες μοιράζονται την κοινωνική τους δραστηριότητα και την παρατήρησή τους σε διαδραστικά περιβάλλοντα [35]. Με αυτήν τη συμμετοχική ανίχνευση, οι πάροχοι υπηρεσιών είναι σε θέση να συλλέγουν δεδομένα ευκολότερα από ό,τι μέσω άλλων μεθόδων.

B. Επίπεδο Δικτύου

Σε αυτό το επίπεδο, παρέχεται η υποδομή επικοινωνίας για την παράδοση των δεδομένων από το επίπεδο ανίχνευσης στο επίπεδο ελέγχου και αντίστροφα. Ένα από τα κύρια μέρη των επικοινωνιών στην παραπάνω προτεινόμενη αρχιτεκτονική είναι το διαδίκτυο, επομένως πρέπει να προσαρμοστεί ολόκληρη η πλατφόρμα στην τεχνολογία IP, προκειμένου να δρομολογηθούν τα δεδομένα μέσω του διαδικτύου. Στο δικτυακό όραμα του IoT, πολλές συμμαχίες και συμβούλια προσπαθούν να προσαρμόσουν το IoT στην τεχνολογία IP. Για παράδειγμα, το 6LoWPAN [35] και το Internet0 ακολούθησαν την προσέγγιση της μείωσης της πολυπλοκότητας της στοίβας IP για να επιτύχουν το πρωτόκολλο που έχει σχεδιαστεί για τη δρομολόγηση IP σε όλα [35]. Στην προτεινόμενη αρχιτεκτονική, η εστίαση είναι στον τρόπο σύνδεσης αντικειμένων μεταξύ τους για ανταλλαγή πληροφοριών παρά στο να φέρουν την τεχνολογία IP στο IoT.

Γ. Έλεγχος και Υπηρεσίες

Προκειμένου να εργαστεί κανείς με χιλιάδες εφαρμογές σε έξυπνες πόλεις ή σε έξυπνα σπίτια και επίσης να συνεργαστεί με διάφορους παρόχους υπηρεσιών, έχει προταθεί η αρχιτεκτονική που βασίζεται στο cloud. Αυτή η αρχιτεκτονική επιτρέπει σε προγραμματιστές, παρόχους υπηρεσιών και ατόμων για την εξόρυξη των δεδομένων να ενταχθούν στο δίκτυο και να προσφέρουν τις υπηρεσίες τους [35].

Στην προτεινόμενη αρχιτεκτονική γίνεται διάκριση μεταξύ κοινοτικών υπηρεσιών και μεμονωμένων υπηρεσιών, επομένως η εργασία χωρίζεται σε δύο κέντρα ελέγχου. Προκειμένου να επικοινωνήσετε με άλλες οντότητες, όπως απομακρυσμένους χρήστες ή τμήμα παρακολούθησης, η διεπαφή ιστού μπορεί να θεωρηθεί ως γενική διεπαφή για κέντρα ελέγχου. Κάθε κέντρο ελέγχου αποτελείται από ένα τμήμα διαχείρισης βάσεων δεδομένων, ανακάλυψης γνώσης και διαχείρισης υπηρεσιών [36]. Αυτές οι ενότητες είναι υπεύθυνες για την ανάκτηση δεδομένων από βάσεις δεδομένων, την εφαρμογή μερικών αλγορίθμων εξόρυξης δεδομένων για την εύρεση ενδιαφερόντων μοτίβων στα δεδομένα, την καταχώριση και τη διαχείριση των υπηρεσιών που παρέχονται από πολλούς παρόχους υπηρεσιών. Για την επίτευξη

αυτών των στόχων απαιτείται ένας ισχυρός υπολογιστικός πόρος, επομένως εξετάζεται η αναλυτική και υπολογιστική ενότητα που βασίζεται στο cloud [37].

Δ. Σχέδιο Διευθύνσεων

Ένα από τα κρίσιμα μέρη στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων και στις έξυπνες πόλεις είναι ο τρόπος με τον οποίο τα αντικείμενα προσδιορίζονται μοναδικά. Είναι σημαντικό να αναγνωρίζετε εκατομμύρια αντικείμενα και συσκευές και να τα επιβλέπετε εξ αποστάσεως. Έτσι, όλες οι συνδεδεμένες συσκευές και αυτές που πρόκειται να συνδεθούν πρέπει να αναγνωρίζονται από ένα μοναδικό αναγνωριστικό [37]. Επιπλέον, η τοποθεσία αντικειμένου μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέρος του αναγνωριστικού. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση των αντικειμένων και των συσκευών θα πρέπει να είναι επεκτάσιμη με επέκταση δικτύου.

Ε. Ποιότητα Παροχής Υπηρεσιών

Με βάση την ποικιλία πρωτοκόλλων και τεχνολογιών όπως ενσύρματα και ασύρματα και λόγω των ετερογενών δικτύων και της ποικιλίας των υπηρεσιών στα νέα δημιουργούμενα έξυπνα σπίτια, η παροχή QoS για ολόκληρο το δίκτυο είναι ένα από τα προκλητικά προβλήματα [38]. Κάθε εφαρμογή έχει τις δικές της απαιτήσεις και τις δικές της παραμέτρους QoS.

ΣΤ. Επεξεργασία Δεδομένων

Τα δεδομένα που συλλέγονται από διάφορες πηγές στο επίπεδο ανίχνευσης μεταφέρονται στο επίπεδο ελέγχου μέσω των δικτύων πυρήνα. Αυτά τα δεδομένα μπορεί επίσης να έχουν συγκεντρωθεί εάν είναι απαραίτητο. Αφού συλλεχθούν δεδομένα, μπορεί κανείς να τα μεταφέρει σε γνώση και να τα αποθηκεύσει στη βάση δεδομένων. Τεχνικές υπολογιστικής νοημοσύνης όπως γενετικοί αλγόριθμοι, εξελικτικοί αλγόριθμοι, αλγόριθμοι εξόρυξης δεδομένων και νευρωνικά δίκτυα είναι απαραίτητες [39]. Επιπλέον, η χρονική αφαίρεση σε πραγματικό χρόνο μπορεί να βασίζεται σε σύνολα κανόνων και όχι σε αυτές τις τεχνικές.

Ζ. Απόρρητο

Η ιδιωτικότητα των πολιτών είναι ένα από τα σημαντικά ζητήματα όταν οι πόλεις γίνονται έξυπνες, λόγω της δημιουργίας ενός υποδικτύου έξυπνων σπιτιών. Στο [39] οι συγγραφείς παρουσίασαν το βασικό μοντέλο για το απόρρητο των πολιτών το οποίο αποτελείται από πέντε διαστάσεις: απόρρητο ερωτήματος, απόρρητο τοποθεσίας, απόρρητο ιδιοκτήτη, απόρρητο αποτύπωμα ιχνηλάτησης και απόρρητο ταυτότητας. Το μοντέλο που παρουσιάστηκε μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιαδήποτε

πτυχή της ιδιωτικής ζωής των πολιτών και σε κάθε είδους έξυπνη πόλη [40]. Ωστόσο, η επιτυχία του θα εξαρτηθεί από ορισμένες εγγενείς πτυχές που πρέπει να αντιμετωπιστούν.

3.5. Προκλήσεις των Έξυπνων Σπιτιών

Τα σπίτια γίνονται έξυπνα όχι μόνο ως προς το στάδιο της τεχνολογικής τους ανάπτυξης, αλλά και με τρόπους που μας επιτρέπουν να παρακολουθούμε, να κατανοούμε, να αναλύουμε και να σχεδιάζουμε την πόλη προκειμένου να βελτιώνεται η αστική απόδοση. Ενώ η ψηφιακή καινοτομία παραμένει κεντρική στην έννοια του έξυπνου σπιτιού, ένα βασικό ερώτημα είναι εάν μια επένδυση σε έξυπνες τεχνολογίες και ψηφιακές καινοτομίες συμβάλλει τελικά στη βελτίωση της ευημερίας των πολιτών. Η ανθρωποκεντρική προσέγγιση θεωρείται επίσης κλειδί για να γίνει μια πόλη πιο έξυπνη εν συναρτήσει της δημιουργίας έξυπνων σπιτιών. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο σε μια πρόσφατη δημοσίευση του ΟΟΣΑ (Smart Cities and Inclusive Growth, 2020) οι πρωτοβουλίες έξυπνων πόλεων ορίζονται ως «πρωτοβουλίες ή προσεγγίσεις που αξιοποιούν αποτελεσματικά την ψηφιοποίηση για να ενισχύσουν την ευημερία των πολιτών και να προσφέρουν πιο αποτελεσματικές, βιώσιμες και χωρίς αποκλεισμούς αστικές υπηρεσίες και περιβάλλοντα. μέρος μιας συνεργατικής, πολυμερούς διαδικασίας» [40].

Ενώ η εφαρμογή της λύσης ψηφιακής τεχνολογίας θα ενισχύσει πάρα πολύ την αποτελεσματικότητα της αστικής υποδομής, υπάρχει πολύ μικρή ικανότητα μεταξύ των διαχειριστών της πόλης να κατανοήσουν και να εφαρμόσουν αποτελεσματικά τέτοιες τεχνολογικές λύσεις [41]. Έτσι, οι πόλεις και οι επαγγελματίες που εργάζονται σε αυτόν τον τομέα αντιμετωπίζουν αναρίθμητες προκλήσεις στην υλοποίηση έργων έξυπνης πόλης με την δημιουργία ανεξάρτητων κόμβων που θα αποτελούν τα έξυπνα σπίτια.

Παρακάτω παρουσιάζονται μερικές εξ' αυτών ως εξής:

Τεχνολογικές προκλήσεις

Οι περισσότερες τεχνολογικές λύσεις στον χώρο του Έξυπνου Σπιτιού ανήκουν σε προηγμένες τεχνολογίες όπως η απόκτηση και ανάλυση δεδομένων που βασίζεται στο Internet of Things (IoT), η προηγμένη ανάλυση δεδομένων με χρήση τεχνητής νοημοσύνης και η μηχανική μάθηση καθώς και η χρήση προηγμένης τεχνολογίας βίντεο. Ενώ οι επαγγελματίες που εφαρμόζουν δεν χρειάζεται να μπουν στις λεπτομέρειες αυτών των τεχνολογιών, υπάρχει ανάγκη να γνωρίζουν τουλάχιστον τις

διαφορές αυτών των τεχνολογιών. Ωστόσο, αυτή η γνώση εργασίας αυτών των τεχνολογιών πολύ συχνά λείπει από τους επαγγελματίες του έξυπνου σπιτιού στον τομέα [42]. Μια άλλη πτυχή των τεχνολογικών προκλήσεων που πρέπει να τονιστεί είναι η υλοποίηση έργων προηγμένης τεχνολογίας πληροφοριών. Συνήθως, οι δήμοι των πόλεων εμπλέκονται στην υλοποίηση έργων αστικών υποδομών. Ωστόσο, ο κύκλος ζωής της υλοποίησης ενός έργου αστικών υποδομών διαφέρει πολύ από αυτόν ενός έργου προηγμένης τεχνολογίας πληροφοριών [42]. Η έλλειψη γνώσης για την υλοποίηση μεγάλων έργων πληροφορικής περιορίζει σοβαρά τη δυνατότητα των δήμων να υλοποιήσουν τέτοια έργα.

Οικονομικοί περιορισμοί

Η μετατροπή της κανονικής πόλης σε έξυπνη πόλη σε συνδυασμό με την ανακατασκευή και δημιουργία έξυπνων σπιτιών απαιτεί μεγάλες πιστώσεις προϋπολογισμού. Ένας από τους λόγους είναι η έλλειψη γενικής κατανόησης και οράματος της μεγάλης εικόνας πίσω από ένα έργο έξυπνης πόλης, το οποίο είναι συνήθως πολυεπιστημονικό και απαιτεί γνώσεις σε διάφορες πτυχές, ιδίως συμπεριλαμβανομένης της βασικής γνώσης και της κατανόησης της οικονομικής διάστασης ενός έργου προηγμένης τεχνολογίας πληροφοριών [43].

Συνεργασία μεταξύ των ενδιαφερομένων και κυβερνητικοί περιορισμοί

Μια άλλη πρόκληση είναι πώς να γίνει τα ενδιαφερόμενα μέρη να συναντηθούν και να επιτύχουν μια αίσθηση συλλογικής ευθύνης και κοινού σκοπού. Συνήθως, τα έργα Έξυπνου Σπιτιού απαιτούν πολλαπλά τμήματα για να ευθυγραμμιστούν [44]. Δεν είναι σπάνιο ότι η πρόοδος τέτοιων πολύπλοκων και πολυτομεακών έργων επιβραδύνεται από εκλογές ή άλλες προκλήσεις του πολιτικού κύκλου. Μερικές φορές τα τμήματα της πόλης ή οι υπάλληλοι αντιστέκονται στην εφαρμογή συστημάτων αποσύνθεσης ακριβώς επειδή δεν έχουν τις συγκεκριμένες γνώσεις και ικανότητες για να κατανοήσουν και να επεξεργαστούν. Τελευταίο αλλά εξίσου σημαντικό, θα πρέπει επίσης να ληφθεί υπόψη ότι τα έργα Έξυπνου Σπιτιού στις περισσότερες περιπτώσεις προϋποθέτονται ως τέτοια που ενέχουν πολλούς πιθανούς κινδύνους για τους πολιτικούς σε περίπτωση που επιλέξουν να είναι οι πρώτοι κινητήριες δυνάμεις που θα τα εφαρμόσουν [44].

Προκλήσεις διαχείρισης και οργάνωσης

Τα έργα Έξυπνου Σπιτιού συνήθως εμπλέκουν διαφορετικούς ενδιαφερόμενους. Επομένως, τα έργα Έξυπνου Σπιτιού χρειάζονται πιο έξυπνη διαχείριση. Είναι μια τεράστια πρόκληση να παρακολουθείς και να συντονίζεις έργα

Έξυπνου Σπιτιού [44]. Για να γίνει επιτυχημένο το έργο της έξυπνου σπιτιού θα πρέπει να εμπλέκονται οι ενδιαφερόμενοι σε όλη τη διαδικασία, αλλά και να έχουν τις αντίστοιχες ικανότητες και γνώσεις για να συντονίζουν όλους τους ενδιαφερόμενους φορείς διαφορετικών τομέων εμπειρογνωμοσύνης.

3.6. IoT και μεγάλα δεδομένα σε σχέση με έξυπνα σπίτια

Ένα έξυπνο σπίτι είναι ένας πρακτικός όρος που ενσωματώνει φυσικές δομές και πολλές ανθρώπινες και κοινωνικές πτυχές [45]. Επιπλέον, τα πιθανά κοινωνικά οφέλη των μεγάλων δεδομένων παρουσιάζονται σε έξι τομείς:

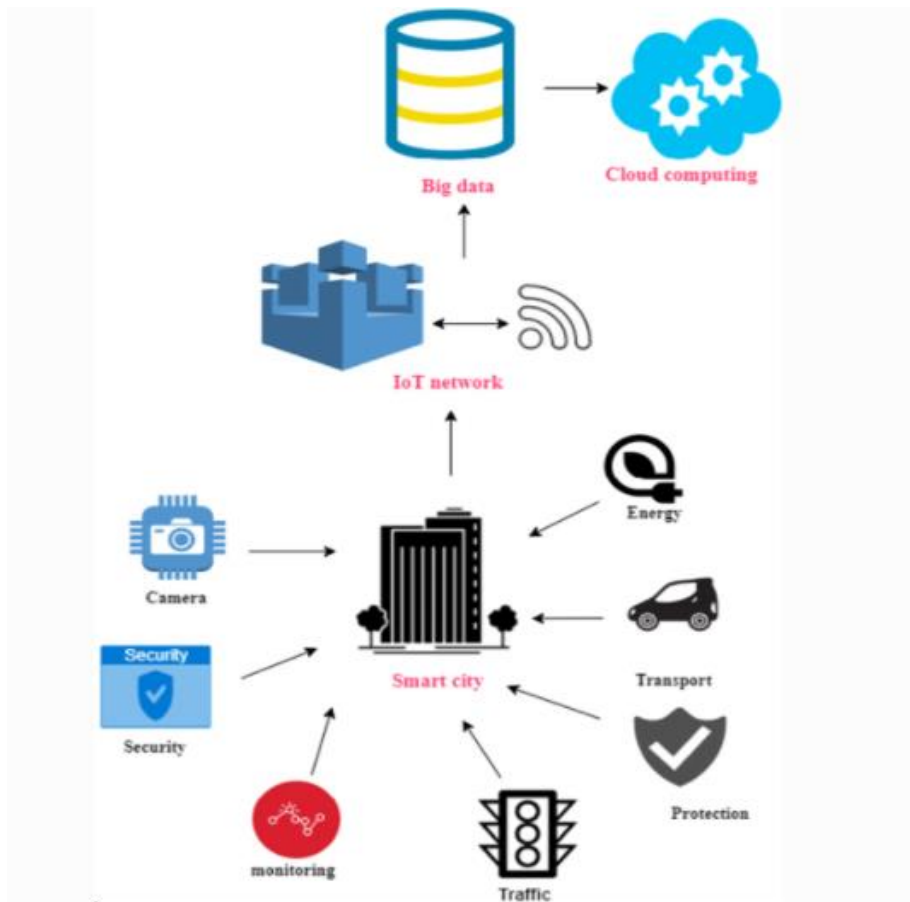
- βελτιωμένη λήψη αποφάσεων και ανίχνευση συμβάντων,
- τεχνολογίες που βασίζονται σε δεδομένα και νέα επιχειρηματικά μοντέλα,
- άμεσα κοινωνικά, περιβαλλοντικά και άλλα οφέλη για τους πολίτες,
- συμμετοχή των πολιτών,
- δεδομένα με γνώση του απορρήτου

Έτσι λοιπόν, όλα τα παραπάνω αναφερθέντα δεδομένα βρίσκονται σε μορφή πίνακα μαζί με συνδέσμους μεταξύ των διαφόρων σειρών και στηλών. Οι βάσεις δεδομένων SQL μπορούν να θεωρηθούν τυπικό παράδειγμα. Τα δομημένα δεδομένα εξαρτώνται από τον τρόπο αποθήκευσης, επεξεργασίας και πρόσβασης των δεδομένων. Εξετάζεται η πιο «παραδοσιακή» μορφή αποθήκευσης δεδομένων. Για να γίνει μια πόλη πιο έξυπνη, οι φυσικές δομές και οι κοινωνικές υποδομές πρέπει να συνδεθούν με την πληροφορική. Πολλές κυβερνήσεις ξεκινούν τώρα ένα έργο έξυπνης πόλης με δημιουργία έξυπνων σπιτιών για την περαιτέρω ανάπτυξη της χώρας τους [45]. Όταν μια πόλη έγινε πιο έξυπνη, πολλά ψηφιακά δεδομένα δημιουργήθηκαν από διάφορες πηγές [46]. Αυτός ο τεράστιος όγκος δεδομένων από τα διαφορετικά χαρακτηριστικά της πόλης λαμβάνεται [46].

Επίσης, παράγονται πολλά δεδομένα, τα οποία πρέπει να αντιμετωπίζονται σωστά και να ερμηνεύονται για διάφορους σκοπούς, αυτοματοποιημένες προσεγγίσεις βασισμένες στην τεχνολογία της πληροφορίας μέσω της ραγδαίας αυξανόμενης παρουσίας του Διαδικτύου (IoT) και πιθανές καινοτομίες στο δίκτυο έξυπνων σπιτιών [47]. Στη διαχείριση της αποθήκευσης δεδομένων, η επεξεργασία δεδομένων μεγάλης κλίμακας, το cloud και το IoT συνεργάζονται [47]. Σε πιο έξυπνα σπίτια, όπως η σωστή χρήση, η διαχείριση ενέργειας και οι μεταφορές, αυτές οι εξελίξεις επιλύουν σύνθετους

τομείς χρήσης [48]. Σπάνια βλέπουν την ανάπτυξη και την κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη στην περιοχή με αλληλένδετο τρόπο [48].

Οι επενδύσεις σε ανθρώπινες, κοινωνικές και συμβατικές (μεταφορές) και σύγχρονες (ΤΠΕ) υποδομές επικοινωνίας προωθούν τη βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη και την υψηλή ποιότητα ζωής μέσω της συμμετοχικής κυβέρνησης με διαχείριση των φυσικών πόρων. Η οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη της οικονομίας του δημόσιου τομέα είναι ο τρόπος με τον οποίο βελτιώνεται η οικονομική ευημερία και η ποιότητα ζωής μιας χώρας, πόλης, τοπικής κοινότητας ή ατόμου σύμφωνα με τους στόχους. Οι έξυπνες πόλεις μπορούν να επωφεληθούν από αυτές τις πληροφορίες αποθηκεύοντας, ταξινομώντας, ενσωματώνοντας και ανταλλάσσοντας τεράστια και μερικές φορές σε πραγματικό χρόνο δεδομένα στον κόσμο του cloud μέσω διαλειτουργικών υπηρεσιών [48]. Οι έξυπνες πόλεις μπορούν να επωφεληθούν από αυτές τις πληροφορίες συλλέγοντας, αναλύοντας, ενσωματώνοντας και ανταλλάσσοντας διαλειτουργικούς πόρους σε ένα περιβάλλον cloud χρησιμοποιώντας τα τεράστια και μερικές φορές σε πραγματικό χρόνο διαθέσιμα δεδομένα [49]. Το πεδίο της ανάλυσης δεδομένων ευφυών πόλεων είναι τεράστιο, περίπλοκο και επεκτείνεται ταχέως για την όσο τον δυνατόν καλύτερη και αποτελεσματική δημιουργία σε παράλληλη ανάπτυξη των έξυπνων σπιτιών [49].



Εικόνα 3: Network IoT

Πηγή: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11036-022-01933-7>

Βιβλιογραφία

- [1] P. P. Ray, "A survey on Internet of Things architectures", *Journal of King Saud University Computer and Information Sciences*, vol. 30, no. 3, pp. 291-319, 2018. Show in Context [CrossRef](#) [Google Scholar](#)
- [2] S. Smys, H. M. Wee and M. Joo, "Introduction to the special section on inventive systems and smart cities", *Computers & Electrical Engineering*, vol. 65, pp. 32-33, 2018. Show in Context [CrossRef](#) [Google Scholar](#)
- [3] D. Sivaganesan, "Design and development ai-enabled edge computing for intelligent-IoT applications", *Journal of trends in Computer Science and Smart technology (TCSST)*, vol. 1, no. 02, pp. 84-94, 2019. Show in Context [Google Scholar](#)

- [4] M. S. Mahdavinejad, M. Rezvan, M. Barekatin, P. Adibi, P. Barnaghi and A. P. Sheth, "Machine learning for Internet of Things data analysis: A survey", *Digital Communications and Networks*, vol. 4, no. 3, pp. 161-175, 2018. Show in Context [CrossRef](#) [Google Scholar](#)
- [5] R. P. Kumar and S. Smys, "A novel report on architecture protocols and applications in Internet of Things (IoT)", *In 2018 2nd International Conference on Inventive Systems and control (ICISC)*, pp. 1156-1161, 2018. Show in Context [View Article Full Text: PDF \(290KB\)](#) [Google Scholar](#)
- [6] M. Rath and B. Pattanayak, "Technological improvement in modern health care applications using Internet of Things (IoT) and proposal of novel health care approach", *International Journal of Human Rights in Healthcare*, 2019. Show in Context [CrossRef](#) [Google Scholar](#)
- [7] F. Jindal, R. Jamar and P. Churi, "Future and challenges of internet of things", *International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT)*, vol. 10, pp. 13-25, 2018. Show in Context [CrossRef](#) [Google Scholar](#)
- [8] P. Bhoyar, P. Sahare, S. B. Dhok and R. B. Deshmukh, "Communication technologies and security challenges for internet of things: A comprehensive review", *AEU-International Journal of Electronics and Communications*, pp. 99-99, 2019. Show in Context [CrossRef](#) [Google Scholar](#)
- [9] M. Mohammadi, A. Al-Fuqaha, S. Sorour and M. Guizani, "Deep learning for iot big data and streaming analytics: A survey", *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 20, no. 4, pp. 2923-2960, 2018. Show in Context [View Article Full Text: PDF \(4760KB\)](#) [Google Scholar](#)
- [10] L. Papageorgiou, P. Eleni, S. Raftopoulou, M. Mantaïou, V. Megalooikonomou and D. Vlachakis, "Genomic big data hitting the storage bottleneck", *EMBnet. journal*, vol. 24, 2018. Show in Context [CrossRef](#) [Google Scholar](#)
- [11] M. D. Lytras and A. Visvizi, "Who uses smart city services and what to make of it: Toward interdisciplinary smart cities research", *Sustainability*, 2018. Show in Context [CrossRef](#) [Google Scholar](#)
- [12] M. Habib, R. ur, I. Yaqoob, K. Salah, M. Imran, P. P. Jayaraman, et al., "The role of big data analytics in industrial internet of things", *Future Generation Computer Systems*, vol. 99, pp. 247-259, 2019. Show in Context [Google Scholar](#)
- [13] A. A. Hussien, "How Many Old and New Big Data V's Characteristics Processing Technology and Applications (BD1)", *International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management*, vol. 9, pp. 15-27, 2020. Show in Context [Google Scholar](#)
- [14] A. M. S. Osman, "A novel big data analytics framework for smart cities", *Future Generation Computer Systems*, vol. 91, pp. 620-633, 2019. Show in Context [CrossRef](#) [Google Scholar](#)
- [15] R. H. Hariri, E. M. Fredericks and K. M. Bowers, "Uncertainty in big data analytics: survey opportunities and challenges", *Journal of Big Data*, vol. 6, no. 1, pp. 44, 2019. Show in Context [CrossRef](#) [Google Scholar](#)
- [16] N. A. Ghani, S. Hamid, I. A. T. Hashem and E. Ahmed, "Social media big data analytics: A survey", *Computers in Human Behavior*, vol. 101, pp. 417-428, 2019. Show in Context [CrossRef](#) [Google Scholar](#)

- [17] B. N. Silva, M. Khan and K. Han, "Towards sustainable smart cities: A review of trends architectures components and open challenges in smart cities", *Sustainable Cities and Society*, pp. 38-713, 2018. Show in Context [CrossRef](#) [Google Scholar](#)
- [18] R. Kitchin, "The realltimeness of smart cities", *TECNOSCIENZA: Italian Journal of Science & Technology Studies*, vol. 8, no. 2, pp. 19-42, 2018. Show in Context [Google Scholar](#)
- [19] E. Ismagilova, L. Hughes, Y. K. Dwivedi and K. R. Raman, "Smart cities: Advances in research—An information systems perspective", *International Journal of Information Management*, pp. 47-100, 2019. Show in Context [CrossRef](#) [Google Scholar](#)
- [20] Y. Qian, D. Wu, W. Bao and P. Lorenz, "The internet of things for smart cities: Technologies and applications", *IEEE Network*, vol. 33, no. 2, pp. 4-5, 2019. Show in Context [View Article Full Text: PDF \(251KB\)](#) [Google Scholar](#)
- [21] "Cisco visual networking index: Forecast and methodology 2014-2019", May 2015, [online] Available: <http://www.cisco.com/>. Show in Context [Google Scholar](#)
- [22] S. Chen, H. Xu, D. Liu, B. Hu and H. Wang, "A vision of iot: Applications challenges and opportunities with china perspective", *Internet of Things Journal IEEE*, vol. 1, no. 4, pp. 349-359, 2014. Show in Context [View Article Full Text: PDF \(1274KB\)](#) [Google Scholar](#)
- [23] G. M. Lee, J. Park, N. Kong and N. Crespi, "The internet of things: concept and problem statement: 01", 2011. Show in Context [Google Scholar](#)
- [24] A. Kevin, "That internet of things thing in the real world things matter more than ideas", *RFID Journal*, vol. 22, 2009. Show in Context [Google Scholar](#)
- [25] P. Suresh, J. V. Daniel, V. Parthasarathy and R. Aswathy, "A state of the art review on the internet of things (iot) history technology and fields of deployment", *Science Engineering and Management Research (ICSEMR) 2014 International Conference on*, pp. 1-8, 2014. Show in Context [Google Scholar](#)
- [26] K. Saharan and A. Kumar, "Fog in comparison to cloud: A survey", *International Journal of Computer Applications*, vol. 122, no. 3, 2015. Show in Context [Google Scholar](#)
- [27] M. Li and X. Wang, "Delay and rate satisfaction for data transmission with application in wireless communications", *Network IEEE*, vol. 29, no. 5, pp. 70-75, 2015. Show in Context [View Article Full Text: PDF \(627KB\)](#) [Google Scholar](#)
- [28] D. Rajeshwari, "State of the art of big data analytics: A survey", *International Journal of Computer Applications*, vol. 120, no. 22, 2015. Show in Context [Google Scholar](#)
- [29] N. Elgendy and A. Elragal, "Big data analytics a literature review paper" in *Advances in Data Mining. Applications and Theoretical Aspects*, Springer, pp. 214-227, 2014. Show in Context [CrossRef](#) [Google Scholar](#)

- [30] C. Ji, Y. Li, W. Qiu, U. Awada and K. Li, "Big data processing in cloud computing environments", *2012 12th International Symposium on Pervasive Systems Algorithms and Networks*, pp. 17-23, 2012. Show in Context [Google Scholar](#)
- [31] I. Stojmenovic, "Machine-to-machine communications with in-network data aggregation processing and actuation for large-scale cyber-physical systems", *Internet of Things Journal IEEE*, vol. 1, no. 2, pp. 122-128, 2014. Show in Context [View Article Full Text: PDF](#) (339KB) [Google Scholar](#)
- [32] J. Huang, Y. Meng, X. Gong, Y. Liu and Q. Duan, "A novel deployment scheme for green internet of things", *Internet of Things Journal IEEE*, vol. 1, no. 2, pp. 196-205, 2014. Show in Context [View Article Full Text: PDF](#) (1515KB) [Google Scholar](#)
- [33] S. Kumar and P. Sah, "A survey on energy efficient protocols for wireless sensor network", *International Journal of Computer Applications*, vol. 120, no. 2, 2015. Show in Context [CrossRef](#) [Google Scholar](#)
- [34] A. Aijaz et al., "Cognitive machine-to-machine communications for internet-of-things: A protocol stack perspective", *Internet of Things Journal IEEE*, vol. 2, no. 2, pp. 103-112, 2015. Show in Context [View Article Full Text: PDF](#) (1171KB) [Google Scholar](#)
- [35] A. A. Khan, I. Stojmenovic and N. Zaguia, "Parameterless broadcasting in static to highly mobile wireless ad hoc sensor and actuator networks", *Advanced Information Networking and Applications 2008. AINA 2008. 22nd International Conference on*, pp. 620-627, 2008. Show in Context [Google Scholar](#)
- [36] W. Chen, "An ibe-based security scheme on internet of things", *Cloud Computing and Intelligent Systems (CCIS) 2012 IEEE 2nd International Conference on*, vol. 3, pp. 1046-1049, 2012. Show in Context [Google Scholar](#)
- [37] H. Suo, J. Wan, C. Zou and J. Liu, "Security in the internet of things: a review", *Computer Science and Electronics Engineering (ICCSEE) 2012 International Conference on*, vol. 3, pp. 648-651, 2012. Show in Context [Google Scholar](#)
- [38] M. Wu, T.-I. Lu, F.-Y. Ling, L. Sun and H.-Y. Du, "Research on the architecture of internet of things", *Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE) 2010 3rd International Conference on*, vol. 5, pp. V5-484, 2010. Show in Context [Google Scholar](#)
- [39] M. Zhang, F. Sun and X. Cheng, "Architecture of internet of things and its key technology integration based-on rfid", *Computational Intelligence and Design (ISCID) 2012 Fifth International Symposium on*, vol. 1, pp. 294-297, 2012. Show in Context [Google Scholar](#)
- [40] M. Farooq, M. Waseem, S. Mazhar, A. Khairi and T. Kamal, "A review on internet of things (iot)", *International Journal of Computer Applications*, vol. 113, no. 1, 2015. Show in Context [CrossRef](#) [Google Scholar](#)

- [41] P. Pavon-Marino and J.-L. Izquierdo-Zaragoza, "Net2plan: An open-source network planning tool for bridging the gap between academia and industry", *IEEE Network Magazine*, pp. 90-96, 2015. Show in Context [View Article Full Text: PDF](#) (1241KB) [Google Scholar](#)
- [42] C. Buratti, A. Stajkic, G. Gardasevic, S. Milardo, M. D. Abrignani, S. Mijovic, et al., "Testing protocols for the internet of things on the euwin platform", *Journal of Internet of Things*, 2015. Show in Context [Google Scholar](#)
- [43] L. Lengyel, P. Ekler, T. Ujj, T. Balogh and H. Charaf, "Sensorhub: An iot driver framework for supporting sensor networks and data analysis", *International Journal of Distributed Sensor Networks*, vol. 2015, 2015. Show in Context [CrossRef](#) [Google Scholar](#)
- [44] S. L. Keoh, S. S. Kumar and H. Tschofenig, "Securing the internet of things: A standardization perspective", *Internet of Things Journal IEEE*, vol. 1, no. 3, pp. 265-275, 2014. Show in Context [View Article Full Text: PDF](#) (655KB) [Google Scholar](#)
- [45] D. Banerjee, B. Dong, M. Taghizadeh and S. Biswas, "Privacy-preserving channel access for internet of things", *Internet of Things Journal IEEE*, vol. 1, no. 5, pp. 430-445, 2014. Show in Context [View Article Full Text: PDF](#) (2801KB) [Google Scholar](#)
- [46] K. Su, J. Li and H. Fu, "Smart city and the applications", *Electronics Communications and Control (ICECC) 2011 International Conference on*, pp. 1028-1031, 2011. Show in Context [Google Scholar](#)
- [47] "World urbanization prospects: The 2009 revision: United Nations" in , Department of Economic Social Affairs, Population Division, 2010. Show in Context [Google Scholar](#)
- [48] M. Naphade, G. Banavar, C. Harrison, J. Paraszczak and R. Morris, "Smarter cities and their innovation challenges", *Computer*, vol. 44, pp. 32-39, 2011. Show in Context [View Article Full Text: PDF](#) (15590KB) [Google Scholar](#)
- [49] K. Ashton, "That 'internet of things' thing", *RFiD Journal*, vol. 22, pp. 97-114, 2009. Show in Context [Google Scholar](#)
- [50] L. Atzori, A. Iera and G. Morabito, "The internet of things: A survey", *Computer networks*, vol. 54, pp. 2787-2805, 2010. Show in Context [CrossRef](#) [Google Scholar](#)
- [51] M. Chen, S. Mao and Y. Liu, "Big Data: A Survey", *Mobile Networks and Applications*, vol. 19, pp. 171-209, 2014. Show in Context [CrossRef](#) [Google Scholar](#)
- [52] M. Armbrust, A. Fox, R. Griffith, A. D. Joseph, R. Katz, A. Konwinski et al., "A view of cloud computing", *Communications of the ACM*, vol. 53, pp. 50-58, 2010. Show in Context [Google Scholar](#)
- [53] J. Gubbi, R. Buyya, S. Marusic and M. Palaniswami, "Internet of Things (IoT): A vision architectural elements and future directions", *Future Generation Computer Systems*, vol. 29, pp. 1645-1660, 2013. Show in Context [CrossRef](#) [Google Scholar](#)

- [54] Y.-W. Ma, C.-F. Lai, Y.-M. Huang and J.-L. Chen, "Mobile RFID with IPv6 for phone services", *Consumer Electronics 2009. ISCE'09. IEEE 13th International Symposium on*, pp. 169-170, 2009. Show in Context [Google Scholar](#)
- [55] R. Jalali and S. Khorsandi, "Joint routing tree construction and centralized scheduling in WiMAX mesh networks", *Electrical Engineering (ICEE) 2011 19th Iranian Conference on*, pp. 1-6, 2011. Show in Context [View Article Full Text: PDF \(126KB\)](#) [Google Scholar](#)
- [56] J. Wan, D. Li, C. Zou and K. Zhou, "M2m communications for smart city: An event-based architecture", *Computer and Information Technology (CIT) 2012 IEEE 12th International Conference on*, pp. 895-900, 2012. Show in Context [Google Scholar](#)
- [57] J. Jiong, J. Gubbi, S. Marusic and M. Palaniswami, "An Information Framework for Creating a Smart City Through Internet of Things", *Internet of Things Journal IEEE*, vol. 1, pp. 112-121, 2014. Show in Context [Google Scholar](#)
- [58] M. Srivastava, T. Abdelzaher and B. Szymanski, "Human-centric sensing", *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical Physical and Engineering Sciences*, vol. 370, pp. 176-197, 2012. Show in Context [CrossRef](#) [Google Scholar](#)
- [59] Z. Shelby and C. Bormann, *6LoWPAN: The wireless embedded Internet*, John Wiley & Sons, vol. 43, 2011. Show in Context [Google Scholar](#)
- [60] A. Martinez-Balleste, P. A. Pérez-Martínez and A. Solanas, "The pursuit of citizens' privacy: a privacy-aware smart city is possible", *Communications Magazine IEEE*, vol. 51, 2013. Show in Context [View Article Full Text: PDF \(686KB\)](#) [Google Scholar](#)
- [61] H. Banaee, M. U. Ahmed and A. Loutfi, "Data mining for wearable sensors in health monitoring systems: a review of recent trends and challenges", *Sensors*, vol. 13, pp. 17472-17500, 2013. Show in Context [CrossRef](#) [Google Scholar](#)
- [62] "Statistical Abstract of the United States – National Health Expenditures", 2012. Show in Context [Google Scholar](#)
- [63] V. Grover, R. Adderley and M. Bramer, "Review of current crime prediction techniques" in *Applications and Innovations in Intelligent Systems XIV*, Springer, pp. 233-237, 2007. Show in Context [CrossRef](#) [Google Scholar](#)
- [64] X. Wang, M. S. Gerber and D. E. Brown, "Automatic crime prediction using events extracted from twitter posts" in *Social Computing Behavioral-Cultural Modeling and Prediction*, Springer, pp. 231-238, 2012. Show in Context [CrossRef](#) [Google Scholar](#)
- [65] G. Thatte, M. Li, S. Lee, A. Emken, S. Narayanan, U. Mitra et al., "Knowme: an energy-efficient multimodal body area network for physical activity monitoring", *ACM Transactions on Embedded Computing Systems (TECS)*, vol. 11, pp. 48, 2012. Show in Context [Google Scholar](#)

- [66] B. Cheng, A. Papageorgiou, F. Cirillo, E. Kovacs Geelytics: Geo-distributed edge analytics for large scale iot systems based on dynamic topology Internet of Things (WF-IoT), 2015 IEEE 2nd World Forum on, IEEE (2015), pp. 565-570 View PDFCrossRefView Record in ScopusGoogle Scholar
- [67] H. Wang, O.L. Osen, G. Li, W. Li, H.-N. Dai, W. Zeng Big data and industrial internet of things for the maritime industry in northwestern Norway TENCON 2015-2015 IEEE Region 10 Conference, IEEE (2015), pp. 1-5 View PDFCrossRefView Record in ScopusGoogle Scholar
- [68] J.L. Pérez, D. Carrera Performance characterization of the servioticy api: an iot-as-a-service data management platform Big Data Computing Service and Applications (BigDataService), 2015 IEEE First International Conference on, IEEE (2015), pp. 62-71 View PDFCrossRefView Record in ScopusGoogle Scholar
- [69] M. Villari, A. Celesti, M. Fazio, A. Puliafito Alljoyn lambda: an architecture for the management of smart environments in iot Smart Computing Workshops (SMARTCOMP Workshops), 2014 International Conference on, IEEE (2014), pp. 9-14 View PDFCrossRefView Record in ScopusGoogle Scholar
- [70] A.J. Jara, D. Genoud, Y. Bocchi Big data for cyber physical systems: an analysis of challenges, solutions and opportunities Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing (IMIS), 2014 Eighth International Conference on, IEEE (2014), pp. 376-380 View PDFCrossRefView Record in ScopusGoogle Scholar
- [71] Z. Ding, X. Gao, J. Xu, H. Wu lot-statisticdb: a general statistical database cluster mechanism for big data analysis in the internet of things Green Computing and Communications (GreenCom), 2013 IEEE and Internet of Things (iThings/CPSCoM), IEEE International Conference on and IEEE Cyber, Physical and Social Computing, IEEE (2013), pp. 535-543 View PDFCrossRefView Record in ScopusGoogle Scholar
- [72] C. Vuppapapati, A. Ilapakurti, S. Kedari The role of big data in creating sense ehr, an integrated approach to create next generation mobile sensor and wearable data driven electronic health record (ehr) Big Data Computing Service and Applications (BigDataService), 2016 IEEE Second International Conference on, IEEE (2016), pp. 293-296 View PDFCrossRefView Record in ScopusGoogle Scholar
- [73] A. Ahmad, M.M. Rathore, A. Paul, S. Rho Defining human behaviors using big data analytics in social internet of things Advanced Information Networking and Applications (AINA), 2016 IEEE 30th International Conference on, IEEE (2016), pp. 1101-1107 View PDFCrossRefView Record in ScopusGoogle Scholar
- [74] E. Ahmed, M.H. Rehmani, Introduction to the special section on social collaborative internet of things, 2017. Google Scholar
- [75] D. Arora, K.F. Li, A. Loffler Big data analytics for classification of network enabled devices Advanced Information Networking and Applications Workshops (WAINA), 2016 30th International Conference on, IEEE (2016), pp. 708-713 View Record in ScopusGoogle Scholar
- [76] I.-L. Yen, G. Zhou, W. Zhu, F. Bastani, S.-Y. Hwang A smart physical world based on service technologies, big data, and game-based crowd

- sourcing Web Services (ICWS), 2015 IEEE International Conference on, IEEE (2015), pp. 765-772 View Record in ScopusGoogle Scholar
- [77] R.P. Minch Location privacy in the era of the internet of things and big data analytics System Sciences (HICSS), 2015 48th Hawaii International Conference on, IEEE (2015), pp. 1521-1530 View Record in ScopusGoogle Scholar
- [78] A. Mukherjee, H.S. Paul, S. Dey, A. Banerjee Angels for distributed analytics in iot Internet of Things (WF-IoT), 2014 IEEE World Forum On, IEEE (2014), pp. 565-570 View PDFCrossRefView Record in ScopusGoogle Scholar
- [79] A. Mukherjee, S. Dey, H.S. Paul, B. Das Utilising condor for data parallel analytics in an iot contextan experience report Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications (WiMob), 2013 IEEE 9th International Conference on, IEEE (2013), pp. 325-331 View PDFCrossRefView Record in ScopusGoogle Scholar
- [80] H.R. Arkian, A. Diyanat, A. Pourkhalili Mist: Fog-based data analytics scheme with cost-efficient resource provisioning for iot crowdsensing applications Journal of Network and Computer Applications, 82 (2017), pp. 152-165 ArticleDownload PDFView Record in ScopusGoogle Scholar
- [81] M.M. Rathore, A. Ahmad, A. Paul, S. Rho Urban planning and building smart cities based on the internet of things using big data analytics Comput. Networks, 101 (2016), pp. 63-80 ArticleDownload PDFView Record in ScopusGoogle Scholar
- [82] F. Alam, R. Mehmood, I. Katib, A. Albeshri Analysis of eight data mining algorithms for smarter internet of things (iot) Procedia Comput. Sci., 98 (2016), pp. 437-442 ArticleDownload PDFView Record in ScopusGoogle Scholar
- [83] M.H. Berlian, T.E.R. Sahputra, B.J.W. Ardi, L.W. Dzatmika, A.R.A. Besari, R.W. Sudibyo, S. Sukaridhoto Design and implementation of smart environment monitoring and analytics in real-time system framework based on internet of underwater things and big data Electronics Symposium (IES), 2016 International, IEEE (2016), pp. 403-408 View Record in ScopusGoogle Scholar
- [84] D. Mourtzis, E. Vlachou, N. Milas Industrial big data as a result of iot adoption in manufacturing Procedia CIRP, 55 (2016), pp. 290-295 ArticleDownload PDFView Record in ScopusGoogle Scholar
- [85] R. Ramakrishnan, L. Gaur Smart electricity distribution in residential areas: Internet of things (iot) based advanced metering infrastructure and cloud analytics Internet of Things and Applications (IOTA), International Conference on, IEEE (2016), pp. 46-51 View PDFCrossRefView Record in ScopusGoogle Scholar
- [86] E. Ahmed, M.H. Rehmani Mobile edge computing: Opportunities, solutions, and challenges Futur. Gener. Comput. Syst., 70 (2017), pp. 59-63 ArticleDownload PDFView Record in ScopusGoogle Scholar
- [87] A. Ahmed, E. Ahmed A survey on mobile edge computing Intelligent Systems and Control (ISCO), 2016 10th International Conference on, IEEE (2016), pp. 1-8 ArticleDownload PDFCrossRefView Record in ScopusGoogle Scholar
- [88] U. Shaukat, E. Ahmed, Z. Anwar, F. Xia Cloudlet deployment in local wireless networks: motivation, architectures, applications, and open challenges

- J. Network Comput. Appl., 62 (2016), pp. 18-40 ArticleDownload PDFView Record in ScopusGoogle Scholar
- [89] F. Bonomi, R. Milito, J. Zhu, S. Addepalli Fog computing and its role in the internet of things Proceedings of the First Edition of the MCC Workshop on Mobile Cloud Computing, ACM (2012), pp. 13-16 View PDFCrossRefGoogle Scholar
- [90] J. Nandimath, E. Banerjee, A. Patil, P. Kakade, S. Vaidya, D. Chaturvedi Big data analysis using apache Hadoop Information Reuse and Integration (IRI), 2013 IEEE 14th International Conference on, IEEE (2013), pp. 700-703 View PDFCrossRefView Record in ScopusGoogle Scholar
- [91] I.A.T. Hashem, N.B. Anuar, A. Gani, I. Yaqoob, F. Xia, S.U. Khan Mapreduce: review and open challenges Scientometrics (2016), pp. 1-34 View Record in ScopusGoogle Scholar
- [92] V. Morabito Managing change for big data driven innovation Big Data and Analytics, Springer (2015), pp. 125-153 View PDFCrossRefView Record in ScopusGoogle Scholar
- [93] A. Bhardwaj, S. Bhattacharjee, A. Chavan, A. Deshpande, A.J. Elmore, S. Madden, A.G. Parameswaran, Datahub: collaborative data science & dataset version management at scale, arXiv preprint arXiv:1409.0798(2014). Google Scholar
- [94] F. Färber, S.K. Cha, J. Primsch, C. Bornhövd, S. Sigg, W. Lehner Sap hana database: data management for modern business applications ACM Sigmod Record, 40 (4) (2012), pp. 45-51 View PDFCrossRefView Record in ScopusGoogle Scholar
- [95] S. Burke haven big data platform is gaining partner momentum CRN (2013) Google Scholar