



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

**ΣΧΟΛΗ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΜΑΤΙΚΗΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΚΑΙ ΤΗΛΕΜΑΤΙΚΗ»
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΙΣΤΟΥ**

**ΙΟΤ ΚΑΙ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΜΠΕΙΡΙΑΣ ΠΕΛΑΤΗ
Διπλωματική Εργασία**

ΚΑΡΑΚΩΝΣΤΑΝΤΑΚΗ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ

ΑΘΗΝΑ, 2021



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

**ΣΧΟΛΗ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΜΑΤΙΚΗΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΚΑΙ ΤΗΛΕΜΑΤΙΚΗ»
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΙΣΤΟΥ**

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

**ΣΤΑΜΑΤΗ ΜΑΥΡΕΤΑ (Επιβλέπουσα Καθηγήτρια)
ΕΠΙΚΟΥΡΗ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ, ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΜΑΤΙΚΗΣ,
ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ**

**ΜΠΑΡΔΑΚΗ ΚΛΕΟΠΑΤΡΑ (Μέλος Επιτροπής)
ΕΠΙΚΟΥΡΗ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ, ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΜΑΤΙΚΗΣ,
ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ**

**ΜΙΧΑΛΑΚΕΛΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ (Μέλος Επιτροπής)
ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ, ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΜΑΤΙΚΗΣ,
ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ**

Η Αικατερίνη Καρακωνσταντάκη δηλώνω υπεύθυνα ότι:

1) Είμαι ο κάτοχος των πνευματικών δικαιωμάτων αυτού του πρωτότυπου έργου και από όσο γνωρίζω, το έργο μου δεν προσβάλλει άτομα, ούτε τα πνευματικά δικαιώματα τρίτων.

2) Αποδέχομαι ότι το Κέντρο Βιβλιοθήκης και Πληροφοριών του Πανεπιστημίου Χαροκοπέιου μπορεί, χωρίς να αλλάξει το περιεχόμενο της εργασίας μου, να το διαθέσει σε ηλεκτρονική μορφή μέσω της Ψηφιακής Βιβλιοθήκης, να το αντιγράψει σε οποιοδήποτε μέσο ή / και σε οποιαδήποτε μορφή και να κρατήσει περισσότερα από ένα αντίγραφα για συντήρηση και σκοπούς ασφάλειας.

Αφιέρωση

Στην Οικογένειά μου, με αγάπη.

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής διπλωματικής μου εργασίας, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες σε όλους όσους βοήθησαν στην ολοκλήρωση της.

Ευχαριστώ θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου, κυρία Σταμάτη Μαυρέτα, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε εξ' αρχής, αναθέτοντάς μου το συγκεκριμένο θέμα, και τις εύστοχες παρατηρήσεις της που με οδήγησαν να ερευνήσω το αντικείμενο διεξοδικά.

Πίνακας Περιεχομένων

1.	Εισαγωγή	17
2.	Ορισμός του IoT	18
3.	IoT Αρχιτεκτονική	21
3.1	Αρχιτεκτονική Τριών Επιπέδων (Three Layer Architecture)	21
3.2	Deloitte Αρχιτεκτονική Έξι Επιπέδων	24
4	Τεχνολογίες Συγκέντρωσης Δεδομένων	26
4.1	Barcodes	26
4.2	Τεχνολογία ραδιοσυχνικής αναγνώρισης – RFID	27
4.3	Συστήματα εντοπισμού σε πραγματικό χρόνο (RTLS)	28
4.4	Συστήματα Εντοπισμού Θέσης (GPS)	28
5	Πρωτόκολλα συνδεσιμότητας δεδομένων και εφαρμογές τους	29
6	IoT Πλατφόρμες	30
7	Συστατικά Μέρη IoT	31
7.1	Υπολογιστικό Νέφος (Cloud computing)	31
7.1.1.	Υπολογιστικό Νέφος και IoT	32
7.2	Μεγάλα Δεδομένα(Big Data)	32
7.3	Τεχνητή Νοημοσύνη(AI)	34
7.4	Εικονική πραγματικότητα (VR) και επαυξημένη πραγματικότητα (AR)	36
7.5	Additive manufacturing	36
8	Πλεονεκτήματα Τεχνολογίας IoT	37
9	Εμπειρία Πελάτη	39
9.1	Επισκόπηση της Εμπειρίας Πελάτη	39

9.2	Οφέλη Εμπειρίας Πελάτη	40
9.3	Κύκλος Ζωής Πελάτη	41
9.3.1	Στάδιο Προ-αγοραστικό:	42
9.3.2	Στάδιο Αγοραστικό:	42
9.3.3	Στάδιο Μετα-αγοραστικό:	42
9.4	Οδικός Χάρτης Εμπειρίας Πελάτη(Customer Journey Map)	43
9.5	Σημεία Αφής(Touchpoints)	43
10	Εμπειρία Πελάτη και IoT	44
10.1	Οδικός Χάρτης Εμπειρίας Πελάτη και IoT	45
10.2	IoT και πολύ-καναλικό (omni-channel) περιβάλλον	46
10.3	Παραδοσιακή προσέγγιση πελάτη vs προσέγγιση πελάτη την εποχή του IoT	48
10.4	IoT Συσκευές	49
10.4.1	Βοηθοί Φωνής(Voice Assistants)	49
10.4.2	Smart Resource Management	50
10.5	Υπηρεσίες IoT στην Εμπειρία Πελάτη	50
10.5.1	Υπηρεσία Ευαισθητοποίησης Περιβάλλοντος(context-aware services)	51
10.5.2	Φυσικές Αλληλεπιδράσεις (Natural Interactions)	51
10.5.3	Αυτοματοποιημένες Διαδικασίες (Automated customer processes)	51
10.6	Ο Κύκλος Ζωής του πελάτη με την τεχνολογία IoT	52
10.6.1	Προαγοραστικό	52
10.6.2	Αγοραστικό	53
10.6.3	Μετα-αγοραστικό	54
11	IoT τεχνολογία και Λιανική Πώληση	56
11.1	Μάρκετινγκ Εγγύτητας (Proximity Marketing)	57
11.2	Συνδεδεμένα Ράφια(Connected Shelves)	59

11.3	Πρόληψη Απώλειας(Loss Prevention)	60
11.4	Ψηφιακή Σήμανση(Digital Signage)	61
11.5	«Έξυπνο» δωμάτιο δοκιμών (Smart Fitting Room)	61
11.6	Μελέτη Περίπτωσης «Το εμπορικό κέντρο του μέλλοντος»	62
12	Εφοδιαστική Αλυσίδα και Διαδίκτυο πραγμάτων(IoT)	63
12.1	Η Προμήθεια	65
12.2	Η Παραγωγή	65
12.3	Η Διανομή	65
13	Smart Warehouse	66
13.1	Γενικά	66
13.2	Εφαρμογές του IoT στο Smart Warehouse	66
13.2.1	Γενικά	66
13.2	Στοιχεία του IoT Smart Warehouse	68
13.2.1	Φορητές Συσκευές(Wearable devices)	68
13.2.2	Φωνητική Αποθήκευση (Voice Picking)	69
13.2.3	Vision Picking	69
13.2.4	Ρομπότ	69
13.3	Πλεονεκτήματα Smart Warehouse	71
13.3.1	Περιουσιακά Στοιχεία και Απογραφή	71
13.3.2	Πρόβλεψη Ζήτησης	72
13.3.3	Βελτιστοποίηση αποθέματος	72
13.3.4	Εξυπνότερες τοποθεσίες Αποθέματος	72
13.3.5	Βελτιστοποίηση μεταφοράς	72
14	Βιομηχανικό Διαδίκτυο (Industry 4.0)	73
14.1	Χαρακτηριστικά του Βιομηχανικού IoT /Smart Manufacturing	77

14.1.1	Συνδεσιμότητα	77
14.1.2	Εικονικοποίηση (Virtualization)	78
14.1.3	Χρήση Δεδομένων	79
14.2	Αρχιτεκτονική του Smart Manufacturing	79
14.3	Δομικά Τμήματα του Smart Manufacturing	80
14.4	Δυνατότητες του Smart Manufacturing	83
14.5	Οφέλη του Smart Manufacturing	84
14.6	Έξυπνο Εργοστάσιο(Smart Factory)	89
14.6.1	Έξυπνο Εργοστάσιο και Δομικά Στοιχεία	89
14.6.2	Αρχιτεκτονική του έξυπνου εργοστασίου	90
14.7	Εμπειρία Πελάτη και IIoT 4.0	96
14.8	Ο Αγοραστικός Κύκλος Πελάτη στο Industrial IoT(industry 4.0)	98
14.8.1	Το Προ-αγοραστικό στάδιο στο IIoT	98
14.8.2	Στάδιο Αγορά στο IIoT	99
14.8.3	Στο στάδιο της μετα-αγορά έχουμε τη χρήση και την εξυπηρέτηση	100
14.9	Η περίπτωση της βιομηχανίας Chevy	101
15	Προγνωστική Ανάλυση	102
15.1	Προληπτική Συντήρηση	102
15.2	Προγνωστική Συντήρηση	103
16	Συμπεράσματα	104
	Βιβλιογραφία	105

Περίληψη

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT), με τη δυνατότητα που δίνει σε ανθρώπους και αντικείμενα να συνδέονται και να αλληλεπιδρούν, υπόσχεται να αλλάξει όχι μόνο το μέλλον της βιομηχανίας και των οργανισμών, αλλά ακόμα και τη ζωή των ίδιων των καταναλωτών. Παράλληλα, επιτρέπει την παρακολούθηση και έχει τη δυνατότητα να επεμβαίνει και να ενεργεί στις συνδεδεμένες συσκευές σε πραγματικό χρόνο, δημιουργώντας ευκαιρίες για τις επιχειρήσεις να βελτιώσουν τις επιχειρησιακές τους διαδικασίες, να δημιουργήσουν έσοδα και να κατανοήσουν τους πελάτες τους περισσότερο από ποτέ. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να εξεταστεί πως η εφαρμογή του Διαδικτύου των Πραγμάτων επηρεάζει περιοχές, όπως η Λιανική Πώληση, η Βιομηχανία, η Διαχείριση των Αποθεμάτων και βελτιώνει τις εμπειρίες των πελατών, δημιουργώντας προστιθέμενη αξία για τις επιχειρήσεις.

Λέξεις κλειδιά:[IoT, Βιομηχανικό IoT, Εμπειρία Πελάτη, Εφοδιαστική Αλυσίδα, Λιανική Πώληση]

Abstract

The Internet of Things (IoT), by enabling people and objects to connect and interact, promises to change not only the future of industry and organizations, but also the lives of consumers themselves. The Internet of Things enables monitoring and has the ability to intervene and operate connected devices in real time, creating opportunities for businesses to improve their business processes, generate revenue and understand their customers more than ever. The purpose of this paper is to examine how the application of the Internet of Things affects areas such as Retail, Industry, and Inventory Management and improves customer experiences, creating benefit for businesses.

Keywords: [IoT Technology, Customer Experience, Retail, Warehouse Environment, Industrial IoT]

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 2. 1: A's και C's ιδέα στο IoT	19
Σχήμα 3.1. 1: Αρχιτεκτονική τριών επιπέδων IoT	22
Σχήμα 3.2. 1: Ψηφιακή Στοιβά Πηγή Deloitte	24
Σχήμα 7.1. 1: Υπολογιστικό Νέφος και IoT[18]	32
Σχήμα 9.3. 1: Διαδικασία Αγοράς προσαρμοσμένη από τους Lemon and Verhoef(2016)	41
Σχήμα 10.1. 1: Το Αγοραστικό Ταξίδι του Πελάτη στην εποχή του IoT	46
Σχήμα 10.3. 1: Σύγκριση προσέγγισης πελάτη παραδοσιακού τρόπου με την εποχή του IoT .	49
Σχήμα 11. 1: Αρχιτεκτονική IoT για τη Λιανική Πώληση(Saverio Romeo)	57
Σχήμα 14. 1 : Physical-to-digital-to-physical βρόχος και σχετικές τεχνολογίες	75
Σχήμα 14.2 1: Αρχιτεκτονική τριών επιπέδων για το IIoT	80
Σχήμα 14.3. 1: Cyber-Physical Production System (CPPS) και Digital Twins	82
Σχήμα 14.5. 1: Οφέλη του IIoT	88
Σχήμα 14.6. 1: Αλληλεπιδράσεις πελάτη	97

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 5 .1: Πρωτόκολλα Επικοινωνίας Δεδομένων	29
---	----

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 4.2.1: RFID Tag και RFID Reader	28
Εικόνα 12. 1: Αναπαράσταση της Ψηφιακής Εφοδιαστικής Αλυσίδας	64
Εικόνα 13.2. 1: Εφαρμογές ΙοΤσε μια αποθήκη DHL	68
Εικόνα 13.2.4 1: Alibaba's robot.	71
Εικόνα 14.1 1: Απεικόνιση ψηφιακής διασύνδεσης	78
Εικόνα 14.3. 1: Απεικόνιση Smart Manufacturing	81
Εικόνα 14.4. 1: Ψηφιακό Δίδυμο	83
Εικόνα 14.6. 1: Απεικόνιση Αρχιτεκτονικής “Smart Factory”	96

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

AR	Augmented Reality
API	Application Programming Interface
CPS	Cyber-Physical-Systems
CRM	Customer Relationship Management
DM	Device Management
DSN	Digital Supply Network
ERP	Enterprise Resource Planning
GPS	Global Positioning System
IoD	Internet of Data
IoS	Internet of Service
IoT	Internet of Things
MES	Manufacturing Execution System
OPC	Open Platform Communications
PLC	Programmed Logic Control
PRM	Partner Relationship Management
RFID	Radio-Frequency-Identification
RPA	Robotic Process Automation
SCM	Supply Chain Management

ΓΛΩΣΣΑΡΙΟ

Actuator:

A machine answerable for moving or dominant a mechanism or system.

Analytics:

The discovery, interpretation, and communication of significant patterns in information that give business intelligence and predict probably future situations.

Cyber Physical System (CPS):

1. Hybrid networked cyber and built physical parts co-designed to form adaptational and prognosticative systems for increased performance [Source: National Institute of Standards and Technology (NIST)]
2. Built systems that square measure designed from and depend on the natural action of process and physical elements [Source: National Science Foundation]

Edge:

Aspect comprising the operational domain of the IoT system

NOTE: the sting usually consists of sensors, controllers, actuators, tag and tag readers, communication elements, gateways and therefore the physical devices themselves.

Fog Computing:

Located at the network edge on the point of information sources, it extends the cloud computing capabilities by providing a layer of work out, storage, networking, and processing services.

Gateway:

An interconnection device that links numerous standards-based and bequest access and field networks; usually the initial network part connecting multiple sensors and edge-devices to the network wherever consistent science services will be enforced.

Hadoop®:

Open-source package framework for distributed storage and distributed process of terribly giant information sets on laptop clusters designed from artefact hardware

Machine Learning:

A type of computer science (AI) that gives computers with the power to be told while not being expressly programmed. A key set of technologies to supply advanced prognosticative analytics and maintenance capabilities.

1. Εισαγωγή

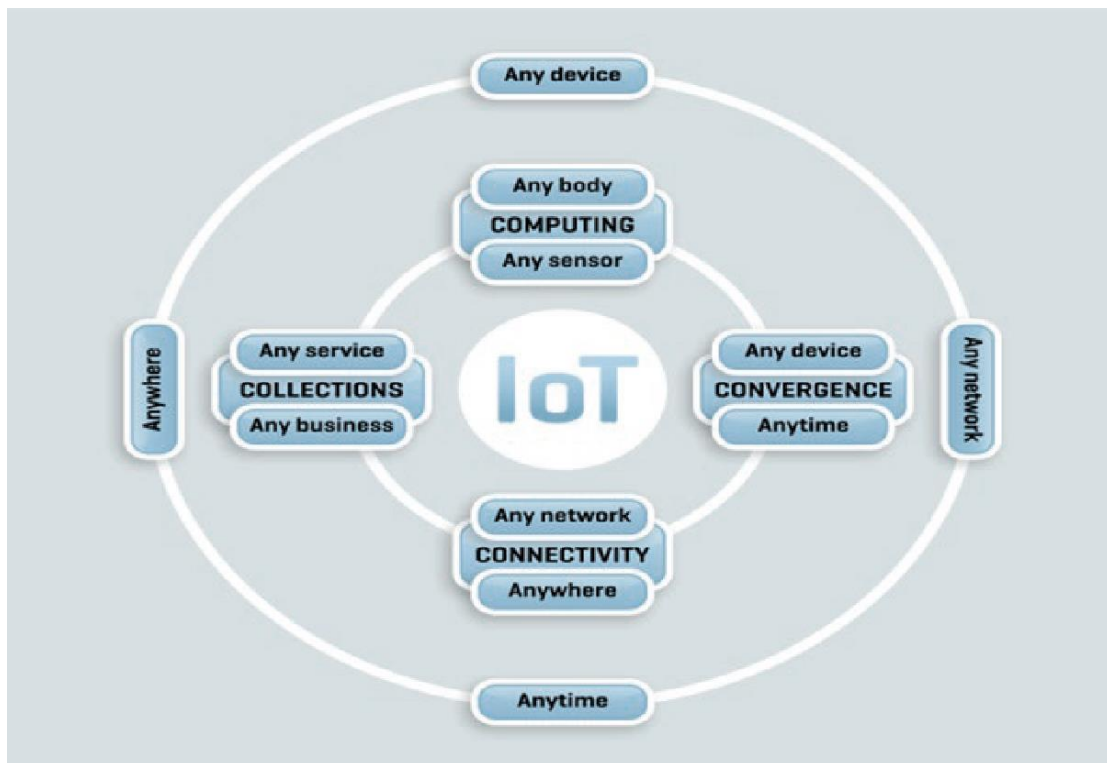
Στην IoT τεχνολογία, άνθρωποι και φυσικά αντικείμενα είναι συνδεδεμένα με αποτέλεσμα να έχουν τη δυνατότητα να επικοινωνούν μεταξύ τους. Οχήματα, οικιακές συσκευές, έξυπνα τηλέφωνα, οικιακοί και φορητοί αισθητήρες, είναι παραδείγματα αντικειμένων που μπορούν να γίνουν «έξυπνα» και να αποτελέσουν τμήμα της IoT τεχνολογίας[1]. Έχοντας τη δυνατότητα της μεταξύ τους επικοινωνίας τα αντικείμενα αυτά μοιράζονται καταγεγραμμένα δεδομένα. Τα δεδομένα αποτελούν τη βάση για μια ολοκληρωμένη ανάλυση που στοχεύει στην δημιουργία «έξυπνων» υπηρεσιών. Η παρούσα εργασία οργανώνεται ως εξής: Αρχικά γίνεται μια θεωρητική επισκόπηση για το Διαδίκτυο Πραγμάτων(IoT) και επιχειρείται να δοθεί ένας ορισμός. Στη συνέχεια στο κεφάλαιο 2, παρουσιάζεται η Αρχιτεκτονική του IoT και στα επόμενα κεφάλαια 4,5,6 παρουσιάζονται τα πρωτόκολλα, οι συσκευές και οι πλατφόρμες του διαδικτύου των πραγμάτων. Στο κεφάλαιο 7, παρουσιάζονται οι τεχνολογίες που ενοποιεί και ολοκληρώνει το IoT, όπως είναι τα Μεγάλα Δεδομένα(Big Data), και η Τεχνητή Νοημοσύνη(AI). Στη συνέχεια αναλύεται ο ρόλος της εμπειρίας του πελάτη στο IoT και πως αυτό μετασχηματίζει τις επιχειρησιακές διαδικασίες με στόχο οι επιχειρήσεις να αποκτήσουν αφοσιωμένους πελάτες. Στο κεφάλαιο 11, περιγράφονται οι τρόποι που το IoT επηρεάζει την λιανική πώληση. Στο κεφάλαιο 12, παρουσιάζεται μια συνοπτική περιγραφή του ρόλου του IoT στην εφοδιαστική αλυσίδα με έμφαση στη Βιομηχανία και στη Διαχείριση των Αποθεμάτων. Θέματα που έχουν να κάνουν με τα προβλήματα ασφάλειας που προκύπτουν από την υιοθέτηση του IoT, δεν εξετάστηκαν καθώς ξεφεύγουν από το σκοπό της παρούσας εργασίας.

2. Ορισμός του IoT

Η εμφάνιση των έξυπνων οικιακών λύσεων καθώς και η πληθώρα των έξυπνων φορητών συσκευών υγείας που υπάρχουν σήμερα στην αγορά, παραμερίζουν όλους εκείνους που αμφισβητούσαν ότι το IoT [2] είναι η πιο ριζοσπαστική τεχνολογία του 21^{ου} αιώνα. Προβλέπεται ότι μέχρι το τέλος του 2020 περίπου 7.6 δισεκατομμύρια άνθρωποι θα συνδέονται μέσω 50 δισεκατομμύριων συσκευών παγκοσμίως. Επιπλέον, σύμφωνα με αναφορά του Statista, ο αριθμός των συνδεδεμένων συσκευών μέχρι το τέλος του 2025 θα αυξηθεί σε περισσότερες από 75 δισεκατομμύρια συσκευές. Στο κοντινό μέλλον, ο αριθμός των νέων IoT εφαρμογών καθώς και ο όγκος των δεδομένων που θα παράγουν θα αυξηθεί δραματικά[3]. Στο εγγύς μέλλον, οι οικονομικές επιπτώσεις από τις εφαρμογές της τεχνολογίας του IoT θα αποτελούν το 11% της παγκόσμιας οικονομίας[4]. Δεν υπάρχει λοιπόν αμφιβολία ότι το IoT έχει γίνει η λέξη-κλειδί της δεκαετίας. Είναι ίσως η μόνη τεχνολογία που αξιοποίησε επιτυχώς τις εξελίξεις στα μεγάλα δεδομένα(Big Data), την τεχνητή νοημοσύνη(AI) και τα ενσωματωμένα συστήματα(Embedded Edge)[5] για τη δημιουργία νέων δρόμων που θα εξασφαλίζουν συνθήκες μεγαλύτερης έκφρασης και διαφάνειας με την τεχνολογία[6].

Ο όρος Διαδίκτυο πραγμάτων ή IoT (Internet of Things) αναγνωρίστηκε επίσημα το 2005, όταν το ITU Internet Reports ορίζει ότι:

Το IoT είναι μια νέα διάσταση για τον κόσμο των τεχνολογιών πληροφορίας και επικοινωνίας(ICTs). Οποτεδήποτε και από οπουδήποτε σύνδεση για τον οποιοδήποτε, επεκτείνεται για να έχουμε τώρα συνδεσιμότητα για οτιδήποτε. Οι συνδέσεις πολλαπλασιάζονται για να δημιουργηθεί ένα νέο δυναμικό δίκτυο από δίκτυα: το διαδίκτυο πραγμάτων. (Σχήμα 2.1)



Σχήμα 2. 1: A's και C's ιδέα στο IoT [7]

Το IoT αποτελεί την φυσική εξέλιξη της επικοινωνίας μηχανής προς μηχανή (machine-to-machine M2M). Βασική οντότητα στο διαδίκτυο των πραγμάτων είναι το «Thing». Το «Thing» στο IoT, είναι το στοιχείο που ελέγχεται, παρακολουθείται ή μετράται. Τα μεμονωμένα μηχανικά και ηλεκτρικά εξαρτήματα με την τεχνολογία του IoT, έχουν γίνει προϊόντα σύνθετων συστημάτων ή έξυπνες συσκευές [8] που συνδυάζουν υλικό(hardware), αισθητήρες(sensors), αποθήκευση δεδομένων (data storage), μικροεπεξεργαστές (microprocessors), λογισμικό (software) ενσωματωμένο σε αυτά καθώς και συνδεσιμότητα με αναρίθμητους τρόπους. Τα διασυνδεδεμένα πράγματα(things), έχουν φυσική ή εικονική αναπαράσταση στον ψηφιακό κόσμο, ικανότητα ανίχνευσης / ενεργοποίησης, δυνατότητα προγραμματισμού και είναι μοναδικά αναγνωρίσιμα. Η αναπαράσταση περιέχει πληροφορίες που περιλαμβάνουν την ταυτότητα, την κατάσταση, την τοποθεσία ή οποιαδήποτε άλλη επιχειρησιακή, κοινωνική ή ιδιωτική πληροφορία. Τα πράγματα προσφέρουν υπηρεσίες, με ή χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση, μέσω της αξιοποίησης της μοναδικής ταυτοποίησης, της συλλογής των δεδομένων και της επικοινωνίας. Οι υπηρεσίες αξιοποιούνται μέσω της χρήσης έξυπνων διεπαφών και διατίθενται οπουδήποτε, οποτεδήποτε και για οτιδήποτε λαμβάνοντας υπόψη την ασφάλεια της επικοινωνίας. Παρότι τα «έξυπνα προϊόντα», αποτελούν το κεντρικό σημείο του ενδιαφέροντος της τεχνολογίας του IoT, οι πλήρεις εφαρμογές IoT απαιτούν συμπληρωματικές αλλαγές.

Σήμερα, οι «έξυπνες συσκευές» συνδυάζονται με άλλες τεχνολογίες όπως για παράδειγμα υπολογιστικό νέφος, ψηφιακά κοινωνικά δίκτυα, ανάλυση δεδομένων[9]. Τα έξυπνα, συνδεδεμένα προϊόντα προσφέρουν εκθετική επέκταση ευκαιριών για νέα λειτουργικότητα και δυνατότητες οι οποίες κατηγοριοποιούνται σε τέσσερις περιοχές: παρακολούθηση, έλεγχος, βελτιστοποίηση και αυτονομία. Η κάθε μια περιοχή οικοδομείται πάνω στην προηγούμενη[10] και αναλύονται ως εξής:

Παρακολούθηση: Οι αισθητήρες και οι εξωτερικές πηγές δεδομένων επιτρέπουν την παρακολούθηση της κατάστασης των προϊόντων, της λειτουργίας τους, και του εξωτερικού περιβάλλοντός τους, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ειδοποιήσεων και ευφυούς παρέμβασης.

Έλεγχος: Το ενσωματωμένο λογισμικό επιτρέπει τον έλεγχο και την εξατομίκευση.

Βελτιστοποίηση: Οι δυνατότητες παρακολούθησης και ελέγχου επιτρέπουν στους αλγόριθμους βελτιστοποίησης να βελτιώσουν την απόδοση του προϊόντος καθώς και την εκτέλεση απομακρυσμένων υπηρεσιών και επισκευών.

Αυτοματοποίηση: Ο συνδυασμός παρακολούθησης, ελέγχου και δυνατοτήτων βελτιστοποίησης ενισχυμένος από τους αλγόριθμους του λογισμικού και την επιχειρηματική λογική, επιτρέπει την αυτόνομη λειτουργία του προϊόντος.

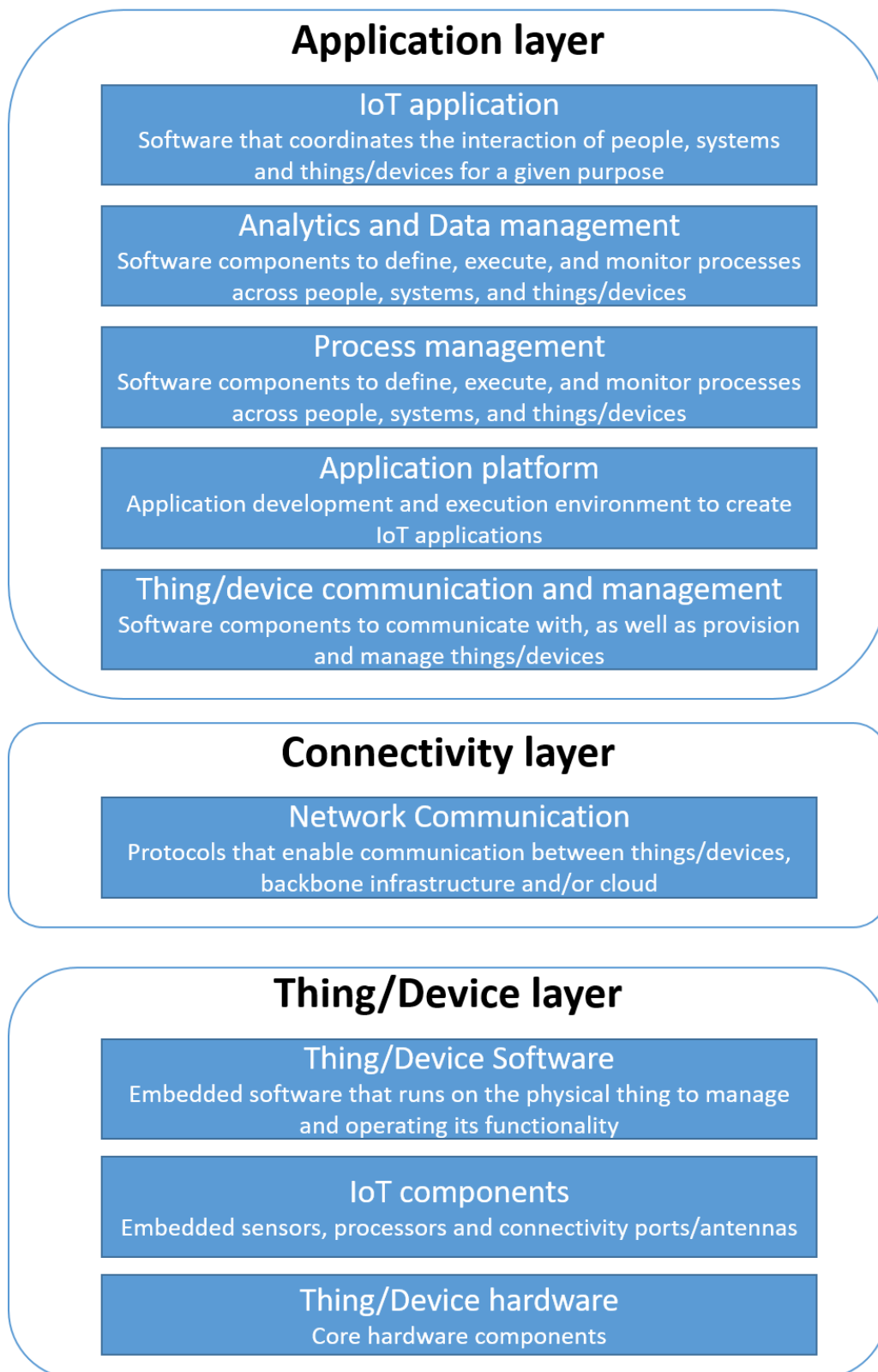
3. IoT Αρχιτεκτονική

Η πληθώρα των αντικειμένων που συνδέονται στο διαδίκτυο έχει οδηγήσει στο να μην υπάρχει μια γενικά αποδεκτή αρχιτεκτονική για το IoT¹. Διαφορετικές αρχιτεκτονικές έχουν προταθεί από διαφορετικούς ερευνητές. Σε αυτήν την ενότητα θα αναλυθεί η αρχιτεκτονική του IoT σε υψηλό επίπεδο η οποία και βρίσκει εφαρμογές σε μια σειρά από συγκεκριμένους τομείς όπως είναι: η διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας, η βιομηχανία, το ασύρματο δίκτυο αισθητήρων, τα logistics, η υγειονομική περίθαλψη, οι έξυπνες πόλεις, τα μεγάλα δεδομένα(Big Data), η ασφάλεια(security) και το υπολογιστικό νέφος.

3.1 Αρχιτεκτονική Τριών Επιπέδων (Three Layer Architecture)

Η επικρατούσα αρχιτεκτονική για την τεχνολογία IoT, είναι η τριών επιπέδων αρχιτεκτονική(Three-Layer-Architecture) (Σχήμα 3.1.1).

¹ Porter και Heppelmann(2015),Gubbi et al.(2013), Borgia(2014), Karzel et al.(2016), Wortman και Flüchter(2015), Weyrich και Ebert(2016).



Σχήμα 3.1. 1: Αρχιτεκτονική τριών επιπέδων IoT [11]

3.1.1 Thing / Device Layer

Στο Device layer, συναντάμε το υλικό(hardware) της τεχνολογίας IoT, για παράδειγμα τους αισθητήρες, τους ενεργοποιητές(actuators) κ.λ.π. Μνήμη και επεξεργαστές προστίθενται στα υπάρχοντα βασικά στοιχεία του υλικού. Τέλος το ενσωματωμένο λογισμικό χρησιμοποιείται για τη διαχείριση της λειτουργικότητας της συσκευής. Με τη βοήθεια των αισθητήρων, γίνεται η συλλογή των δεδομένων από το περιβάλλον, όπως δεδομένα θερμοκρασίας, υγρασίας κ.λπ. καθώς και δεδομένων από ετερογενείς συσκευές και αντικείμενα. Τα δεδομένα αυτά στέλνονται μέσω μιας πύλης(gateway) για επιπλέον επεξεργασία. Οι επιθέσεις στο επίπεδο των αισθητήρων είναι το σύννηθες σε ένα πλαίσιο(framework) του IoT.

3.1.2 Connectivity layer

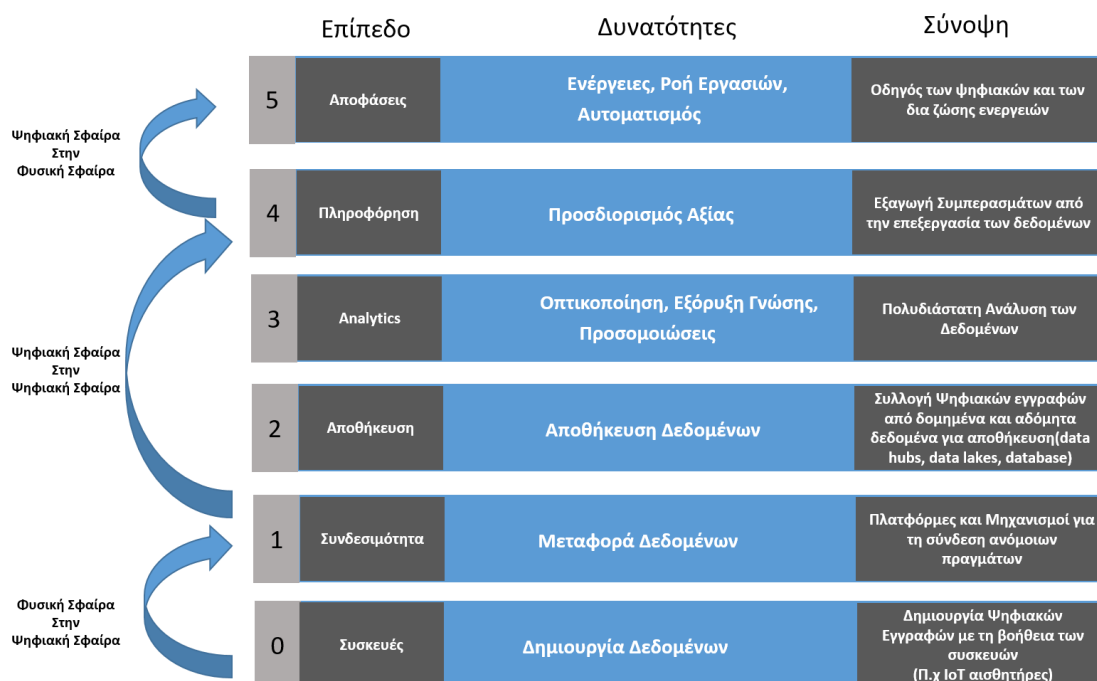
Το Network layer συνδέει τις «έξυπνες» συσκευές μεταξύ τους, τις συσκευές δικτύου και τους εξυπηρετητές. Λειτουργεί και ως το επίπεδο για τη μεταφορά και την επεξεργασία των δεδομένων από τους αισθητήρες. Τα πρωτόκολλα επικοινωνίας επιτρέπουν την επικοινωνία μεταξύ των πραγμάτων και της συνδεδεμένης υποδομής. Για παράδειγμα οι αισθητήρες καθώς και άλλα αντικείμενα του πραγματικού κόσμου του IoT, όπως GPS τερματικά, RFID αισθητήρες, αισθητήρες υπερύθρων επικοινωνούν μεταξύ τους με ZigBee, Wi-Fi και πολλά άλλα πρωτόκολλα εξειδικευμένα για επικοινωνία μικρής εμβέλειας[12].

3.1.3 Application layer

Το Application Layer, παρέχει την πλατφόρμα για την ανάπτυξη και την εκτέλεση των IoT εφαρμογών. Το λογισμικό εφαρμογής IoT συντονίζει την αλληλεπίδραση ατόμων, συστημάτων και πραγμάτων για έναν δεδομένο σκοπό. Όσον αφορά όλα τα επίπεδα, τα στοιχεία λογισμικού διαχειρίζονται πτυχές ταυτότητας και ασφάλειας, καθώς και ενοποίηση με επιχειρηματικά συστήματα, για παράδειγμα, ERP ή CRM, αλλά και με εξωτερικές πηγές πληροφοριών.

3.2 Deloitte Αρχιτεκτονική Έξι Επιπέδων

Για τον ψηφιακό Μετασχηματισμό των επιχειρήσεων μια σειρά από νέες τεχνολογίες χρειάζεται να υιοθετηθούν. Η Deloitte προτείνει μια 6-επιπέδων Αρχιτεκτονική παρέχοντας το πλαίσιο μέσα στο οποίο μια επιχείρηση θα μπορέσει να ευθυγραμμιστεί με αυτές τις τεχνολογίες (Σχήμα 3.2.1).



Σχήμα 3.2. 1:Ψηφιακή Στοίβα Πηγή Deloitte[13]

Επίπεδο 0: Στη βάση της στοίβας βρίσκεται η δημιουργία των δεδομένων, η οποία δημιουργεί τις ψηφιακές εγγραφές των δραστηριοτήτων(activities) της αλυσίδας προστιθέμενης αξίας(value chain) με τη βοήθεια συσκευών για παράδειγμα IoT αισθητήρες.

Επίπεδο 1: Συνδεσιμότητα. Συνδεσιμότητα είναι η τεχνολογία η οποία επιτρέπει τα παραγόμενα δεδομένα από όλους τους κόμβους του δικτύου να κατευθυνθούν προς ένα κεντρικό σημείο αποθήκευσης.

Επίπεδο 2: Αποθήκευση. Τα παραγόμενα δεδομένα χρειάζεται να συγκεντρωθούν σε ένα ασφαλές κεντρικό σημείο. Με αυτόν τον τρόπο επιτρέπεται η αποτελεσματική προσπέλασή τους και χρήση τους(για παράδειγμα το Υπολογιστικό νέφος).

Επίπεδο 3: Analytics. Αξιοποιώντας το κοινό σημείο συνδεσιμότητας που εξασφαλίζεται από το επίπεδο της αποθήκευσης προχωρούν στο επίπεδο της Ανάλυσης. Το επίπεδο αυτό παρέχει οπτικοποιήσεις, μοντελοποιήσεις και προσομοιώσεις σε πραγματικό χρόνο, δίνοντας τη δυνατότητα στα διευθυντικά στελέχη να συνάψουν περιεκτικές αξιολογήσεις για λήψη αποφάσεων σε καθημερινή βάση. Η διαφάνεια των διαδικασιών που εξασφαλίζεται σε όλα τα επίπεδα επιτρέπει στην επιχείρηση να εφαρμόσει προληπτική διαχείριση καταστάσεων, εξασφαλίζοντας με αυτόν τον τρόπο καλύτερη διαχείριση των περιουσιακών στοιχείων της. Για παράδειγμα να υλοποιηθεί προγραμματισμός εργασιών, διαγνωστικοί έλεγχοι αποθέματος, αποτελεσματικότητα εξοπλισμού κ.λ.π.

Επίπεδο 4: Πληροφόρηση. Στο επίπεδο αυτό αξιοποιούνται τα δεδομένα για να προσδιοριστεί η προστιθέμενη αξία της επιχείρησης σε όλη την εφοδιαστική αλυσίδα(supply chain). Αυτό υπερβαίνει τις καθημερινές λειτουργίες της επιχείρησης και φτάνει στη δημιουργία πληροφοριών, την προληπτική ανίχνευση προβληματικών καταστάσεων, την προγνωστική μοντελοποίηση και την τεχνητή νοημοσύνη.

Επίπεδο 5: Οι ενέργειες στο επίπεδο αποφάσεων επιτρέπουν τη διαχείριση των δραστηριοτήτων της επιχείρησης με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται το περιθώριο σφάλματος και να αυξάνεται η συνολική αποδοτικότητα των πόρων χρησιμοποιώντας προηγμένες πλατφόρμες διαχείρισης διαδικασιών. Για παράδειγμα αυτοματοποίηση των διαδικασιών με τη βοήθεια των ρομπότ.

4 Τεχνολογίες Συγκέντρωσης Δεδομένων

Οι τεχνολογίες αυτόματης αναγνώρισης (auto-ID) έχουν τη δυνατότητα παρακολούθησης και αναζήτησης των αντικειμένων, προϊόντων, περιουσιακών στοιχείων και ατόμων σε όλη την αλυσίδα προστιθέμενης αξίας με τη συλλογή και μεταφορά δεδομένων με περιορισμένη ή καθόλου ανθρώπινη παρέμβαση. Δίνοντας τις βασικές πληροφορίες (για παράδειγμα τοποθεσία, θερμοκρασία, υγρασία, χρόνο, ταχύτητα) με έναν αυτοματοποιημένο τρόπο έχουν ως αποτέλεσμα να εξαλείφονται οι χειροκίνητες δραστηριότητες που είναι επιρρεπείς σε σφάλματα επιτρέποντας την έγκυρη λήψη αποφάσεων[14].

Ενώ υπάρχουν διάφορες τεχνολογίες αυτόματης αναγνώρισης, οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στην αλυσίδα προστιθέμενης αξίας είναι:

4.1 *Barcodes*

Οι γραμμωτοί κώδικες (Barcodes) είναι τυπωμένοι ψηφιακοί κωδικοί που σχηματίζονται από μια διαδοχή παράλληλων μαύρων και λευκών γραμμών (μπάρες). Ένας γραμμωτός κώδικας μπορεί να διαβαστεί από έναν αναγνώστη γραμμωτού κώδικα που χρησιμοποιεί μια δέσμη λέιζερ καθώς και μια κινητή συσκευή με εγκατεστημένο λογισμικό ανάγνωσης γραμμωτού κώδικα. Ενώ οι παραδοσιακοί γραμμωτοί κώδικες με τις παράλληλες γραμμές διαθέτουν χαμηλή χωρητικότητα δεδομένων, οι 2D γραμμωτοί κώδικες (Barcodes Scanner Modules) έχουν τη δυνατότητα να αποθηκεύσουν έως 7089 χαρακτήρες. Η τεχνολογία γραμμωτού κώδικα είναι φθηνή και η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη τεχνολογία αυτόματης αναγνώρισης στον κόσμο.

4.2 Τεχνολογία ραδιοσυχνικής αναγνώρισης – RFID

Η Τεχνολογία της ραδιοσυχνικής αναγνώρισης (RFID), η οποία χρησιμοποιεί ραδιοκύματα για τη μεταφορά δεδομένων, αποτελείται από τα εξής στοιχεία:

- Μια ετικέτα(tag) με ένα τσιπ που μπορεί να αποθηκεύει τον μοναδικό αριθμό αναγνώρισης καθώς και πληροφορίες για το αντικείμενο στο οποίο επισυνάπτεται(Εικόνα 4.2.1).
- Έναν αναγνώστη(scanner, reader) με κεραίες για να εξασφαλίζεται η ταυτόχρονη επικοινωνία με πολλές ετικέτες(tags) που βρίσκονται εντός του εύρους των κεραιών.
- Ένα Λογισμικό με μια βάση δεδομένων που επεξεργάζεται και ενσωματώνει τη πληροφορία που συλλέγει.

Σε αντίθεση με τους γραμμωτούς κώδικες, που χρησιμοποιούν σαρωτή για ανάγνωση, οι RFID ετικέτες έχουν τη δυνατότητα να διαβάζουν δεδομένα από απόσταση χωρίς την ανάγκη οπτικής επαφής με την προϋπόθεση όμως τα δεδομένα να βρίσκονται εντός της εμβέλειας του αναγνώστη(reader). Οι RFIDετικέτες(tags)και RFIDαναγνώστες(readers), χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με «έξυπνες» συσκευές, οι οποίες επικοινωνούν με το Υπολογιστικό Νέφος. Οι «έξυπνες» συσκευές έχουν επίσης τη δυνατότητα να μετασχηματίζουν, να φιλτράρουν και να συγκεντρώνουν τα RFID δεδομένα. Με αποτέλεσμα, τα αντικείμενα με ετικέτα να μπορούν να εντοπίζονται εύκολα καθόλη την εφοδιαστική αλυσίδα χωρίς να υπάρχει η ανάγκη για ανθρώπινη εμπλοκή. Επιπλέον, οι ετικέτες RFID έχουν τη δυνατότητα να αποθηκεύουν μεγαλύτερο όγκο δεδομένων συγκριτικά με τους γραμμωτούς κώδικες. Τα δεδομένα μεταδίδονται γρήγορα, και είναι κρυπτογραφημένα. Τέλος, οι RFID ετικέτες είναι επαναχρησιμοποιούμενες.

Παρότι υπάρχουν διάφορα είδη RFID ετικετών διαθέσιμα, που έχουν διαφορετικό configuration, κόστος εφαρμογής και απόδοσης, τα συστήματα RFID μπορεί να κατηγοριοποιηθούν σε τρεις βασικές κατηγορίες: παθητικές, ημι-παθητικές, ενεργές.



RFID Tag



RFID Reader by MikroElektronika

Εικόνα 4.2.1: RFID Tag και RFID Reader [15]

4.3 Συστήματα εντοπισμού σε πραγματικό χρόνο (RTLS)

Τα Συστήματα εντοπισμού σε πραγματικό χρόνο (RTLS) δίνουν τη θέση αντικειμένων ή ατόμων σε πραγματικό χρόνο εντός ενός κτιρίου ή μιας άλλης κλειστής περιοχής. Οι πληροφορίες που παρέχουν σχετικά με το αντικείμενο ή το άτομο που παρακολουθείται, μπορεί να είναι η τοποθεσία, η ταχύτητα με την οποία κινείται το αντικείμενο, η θερμοκρασία κ.λ.π. Παραδείγματα RTLS περιλαμβάνουν την παρακολούθηση ασθενών σε νοσοκομείο, την παρακολούθηση αυτοκινήτων κατά τη γραμμή συναρμολόγησης ή τον εντοπισμό ανυψωτικών φορτηγών σε μια αποθήκη.

4.4 Συστήματα Εντοπισμού Θέσης (GPS)

Το GPS επιτρέπει την παρακολούθηση απομακρυσμένων στοιχείων οπουδήποτε στη Γη σε πραγματικό χρόνο, χρησιμοποιώντας ένα δορυφορικό σύστημα πλοήγησης. Το GPS είναι κατάλληλο για την παρακολούθηση οχημάτων και εμπορευματοκιβωτίων κατά τη διαδικασία της διανομής. Ένας δέκτης GPS μπορεί να προσδιορίσει το γεωγραφικό πλάτος και το γεωγραφικό μήκος ενός αντικειμένου επικοινωνώντας με τουλάχιστον τρεις δορυφόρους. Στη συνέχεια, οι πληροφορίες τοποθεσίας μεταφέρονται σε έναν διακομιστή(server) μέσω δικτύου[16].

5 Πρωτόκολλα συνδεσιμότητας δεδομένων και εφαρμογές τους

Η αποτελεσματικότητα ενός συστήματος που χρησιμοποιεί την τεχνολογία του IoT εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη διασύνδεση πολλών διαφορετικών αντικειμένων. Τα αντικείμενα αυτά συνήθως έχουν διαφορετικούς τρόπους επικοινωνίας, υπολογιστικές δυνατότητες, δυνατότητες αποθήκευσης δεδομένων και χαρακτηριστικά τροφοδοσίας. Στον Πίνακα 5.1, καταγράφονται επτά βασικά πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται ευρέως για τη μεταφορά δεδομένων στη τεχνολογία IoT καθώς και οι εφαρμογές τους.

Πρωτόκολλο	Εφαρμογές
Bluetooth	Έξυπνο σπίτι Φορητοί αισθητήρες Δίκτυο εντός αυτοκινήτου
ZigBee	Έξυπνο σπίτι Τομέας Υγείας
Z-Wave	Έξυπνο σπίτι Τομέας Υγείας
WiFi	Φορητοί Υπολογιστές Κινητά τηλέφωνα Ψηφιακές Τηλεοράσεις
Sigfox	Έξυπνο σπίτι Βιομηχανικές Εφαρμογές Περιβαλλοντολογικές Εφαρμογές
Neul	Έξυπνο σπίτι Βιομηχανικές Εφαρμογές Περιβαλλοντολογικές Εφαρμογές
LoRaWan	Έξυπνο σπίτι Βιομηχανικές Εφαρμογές Περιβαλλοντολογικές Εφαρμογές

Πίνακας 5 .1: Πρωτόκολλα Επικοινωνίας Δεδομένων

6 IoT Πλατφόρμες

Οι πλατφόρμες IoT παρέχουν εκείνη την υποδομή λογισμικού που επιτρέπει τα φυσικά αντικείμενα «πράγματα» και τις εφαρμογές που βρίσκονται στον κόσμο του κυβερνοχώρου(cyber-world applications) να επικοινωνούν και να ενοποιούνται μεταξύ τους. Παραδείγματα δημοφιλών πλατφορμών είναι οι: GE Predix, ThingWorx, IBM Watson, Azure, C3 IoT και AWS. Πρόκειται για βιομηχανικές πλατφόρμες που υποστηρίζουν μια ποικιλία αρχιτεκτονικών μηχανισμών όπως είναι το υπολογιστικό νέφος, τα ενσωματωμένα συστήματα, την τεχνολογία της ενισχυμένης πραγματικότητας, τη διαχείριση των δεδομένων, εφαρμογές λογισμικού, τη μηχανική μάθηση και αναλυτικές υπηρεσίες. Οι περισσότερες πλατφόρμες IoT παρέχουν μια υπηρεσία που ονομάζεται «dashboard» για οπτικοποίηση των δεδομένων[17].

7 Συστατικά Μέρη IoT

7.1 Υπολογιστικό Νέφος (Cloud computing)

Το υπολογιστικό νέφος (cloud computing) είναι η διάθεση υπολογιστικών πόρων μέσω διαδικτύου. Η ανάπτυξη του υπολογιστικού νέφους είναι αξιόπιστη και επεκτάσιμη και στοχεύει στην προσφορά πόρων στους χρήστες όταν απαιτείται.

Οι πόροι αυτοί, συνήθως παρέχονται με πληρωμή με γνώμονα τη χρήση. Ειδικότερα το Υπολογιστικό Νέφος παρέχει υπηρεσίες που βασίζονται στη χρήση του διαδικτύου όπως αποθήκευση και διαχείριση δεδομένων, ανάλυση δεδομένων και οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων, μετρικές απόδοσης(KPI). Οι χρήστες της τεχνολογίας Νέφους μπορούν, οποιαδήποτε χρονική στιγμή να υποβάλλουν αιτήματα καθορίζοντας τους πόρους που χρειάζονται.

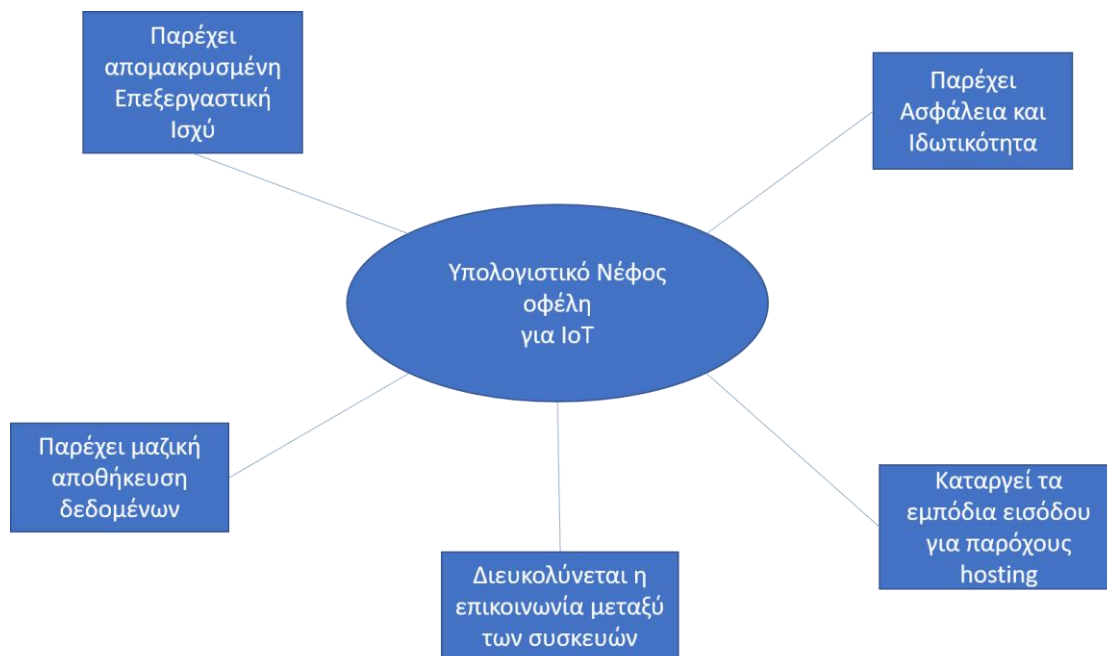
Το Υπολογιστικό Νέφος έφερε επανάσταση στον τρόπο με τον οποίο αλληλεπιδρούμε, «κλιμακώνουμε» και αντιλαμβανόμαστε τα δεδομένα. Σε ένα περιβάλλον που βασίζεται στο Υπολογιστικό Νέφος, θεωρητικά κάποιος με τη βοήθεια ενός φυλλομετρητή μπορεί να έχει πρόσβαση σε όλα τα δεδομένα και σε υπηρεσίες(για παράδειγμα λογισμικό, αναλυτικά στοιχεία).

Το Υπολογιστικό Νέφος αναφέρεται συχνά και ως Industrial Internet (II) / IIoT, το οποίο ενσωματώνει μια σειρά από δυνατότητες, τυποποιήσεις/πρωτόκολλα και διεπαφές. Το Υπολογιστικό Νέφος μειώνει το κόστος της αρχικής επένδυσης και επιτρέπει τη συνεργασία μέσω της κοινής πρόσβασης στα δεδομένα, και σε υπηρεσίες που παρέχει.

Οι υποδομές που ενεργοποιούν την τεχνολογία του Υπολογιστικού Νέφους έχουν αναπτυχθεί σημαντικά. Έτσι πολλά ζητήματα που προέκυπταν με την λειτουργία του Υπολογιστικού Νέφους σήμερα αντιμετωπίζονται ικανοποιητικά. Για παράδειγμα οι καθυστερήσεις λόγω δικτύου που θα απέτρεπαν τη χρήση των υπηρεσιών του Υπολογιστικού Νέφους σε εφαρμογές για κάποιο κατάστημα λιανικής πώλησης, καθώς και θέματα που αφορούν την ασφάλεια.

7.1.1. Υπολογιστικό Νέφος και IoT

Ενώ το IoT, προσφέρει περιορισμένες δυνατότητες αποθήκευσης και υπολογιστικών δυνατοτήτων, το Υπολογιστικό Νέφος (Cloud Computing) προσφέρει χωρίς περιορισμούς υπολογιστικές δυνατότητες και αποθηκευτικούς χώρους. Το IoT, αποτελεί την πηγή των δεδομένων (δεδομένα που παράγονται από τους αισθητήρες), το Υπολογιστικό Νέφος εξασφαλίζει τη διαχείριση των δεδομένων (συγκέντρωση, αποθήκευση, υπολογισμοί). Το Υπολογιστικό Νέφος προσφέρει ασφάλεια και ιδιωτικότητα, κάτι για το οποίο το IoT θα ήταν ατελές χωρίς τη δυνατότητα αυτή. Στο Σχήμα 7.1.1 παρουσιάζονται τα οφέλη του Υπολογιστικού Νέφους στην τεχνολογία του IoT.



Σχήμα 7.1. 1: Υπολογιστικό Νέφος και IoT[18]

7.2 Μεγάλα Δεδομένα(Big Data)

Στην αγορά υπάρχουν περίπου 500 IoT πλατφόρμες, ενώ όσον αφορά την απόδοση της επένδυσης(ROI), 89% των IoT έργων έχουν απόδοση επένδυσης(ROI), μέσα σε δύο χρόνια. Το κόστος ανακτάται κατά 66% εντός ενός έτους και το 31% λαμβάνει αποπληρωμή εντός έξι μηνών[19]. Ο όρος Big Data χρησιμοποιείται για να περιγράψει μεγάλα και πολύπλοκα σύνολα δεδομένων, όπου οι συμβατικές μέθοδοι επεξεργασίας των δεδομένων, υπολείπονται στο χειρισμό τέτοιου μεγέθους και ποικιλομορφίας δεδομένων με την επιθυμητή ταχύτητα. Τα Big

Data χαρακτηρίζονται από όγκο, ταχύτητα και ποικιλία, ταχύτητα σε πραγματικό χρόνο και τύπους δεδομένων δομημένων / ημι-δομημένων / μη δομημένων. Παραδείγματα δομημένων δεδομένων είναι τα δεδομένα από: ERP transactions(αυτοματοποιημένες εγγραφές), CRM transactions, αριθμούς τηλεφώνων, ZIPκωδικοί, συναλλαγές πωλήσεων, RFID δεδομένα. Παραδείγματα ημι-δομημένων δεδομένων είναι τα δεδομένα από: CRM data memos. Ενώ τέλος παραδείγματα μη δομημένων δεδομένων είναι δεδομένα από: μέσα κοινωνικής δικτύωσης, εικόνα, ήχος, βίντεο, tweets, emails κ.λ.π.

Η τεχνολογία των Big Data εξασφαλίζει αποτελεσματικότερες διαδικασίες για τις επιχειρήσεις, καλύτερη εμπειρία πελάτη και χαμηλότερο κόστος καθώς και λιγότερους κινδύνους. Μερικά μεγάλα έργα με Big Data δείχνουν ότι, το συνολικό κόστος μιας λύσης με τη χρήση ενός Hadoop συστήματος, είναι το ένα τρίτο συγκριτικά με την υιοθέτηση μιας data warehouse λύσης για την επεξεργασία των δεδομένων. Η απόσβεση έχει ορίζοντα πέντε έτη και περιλαμβάνει το κόστος ανάπτυξης των εφαρμογών καθώς και της διαχείρισης του συστήματος για 500 TB αποθετηρίου δεδομένων.

Το IoT δεν είναι απλά μόνο η δικτύωση όλων των συσκευών σε μια επιχείρηση ή η σύνδεση όλων των συσκευών μέσω του διαδικτύου, αλλά το γεγονός ότι οι IoT συσκευές συλλέγουν διαφορετικών τύπων δεδομένα τα οποία τελικά μπορούν να συνδεθούν σε ένα κεντρικό σημείο. Στην προσπάθειά τους οι επιχειρήσεις να κατανοήσουν αλλά κυρίως να προβλέψουν τις ανάγκες των πελατών τους και να προσαρμόσουν τα επιχειρηματικά τους μοντέλα προσφέροντας καλύτερη εμπειρία πελάτη, τα δεδομένα παίζουν τεράστιο ρόλο.

Οι εταιρείες αναπτύσσουν προϊόντα με βάση αυτό που πιστεύουν ότι θα αγοράζαν οι καταναλωτές. Με την έλευση της τεχνολογίας των Μεγάλων Δεδομένων(Big Data), οι εταιρείες είναι σε θέση να μάθουν περισσότερες πληροφορίες για τα ενδιαφέροντα και τις προτιμήσεις των πελατών τους. Μια από τις υπηρεσίες που έχει μεγάλη απήχηση σήμερα είναι τα Google Trends. Τα Google Trends, επιτρέπουν στις εταιρείες να έχουν γνώση για το τι οι χρήστες αναζητούν στον Παγκόσμιο Ιστό. Τα δεδομένα αυτά επιτρέπουν στις εταιρείες να αναπτύξουν εξατομικευμένα προϊόντα και υπηρεσίες που να ανταποκρίνονται ακόμη περισσότερο στις ανάγκες των καταναλωτών.

7.3 Τεχνητή Νοημοσύνη(AI)

Το IoT γίνεται πιο έξυπνο. Οι εταιρείες ενσωματώνουν την Τεχνητή Νοημοσύνη- ιδιαίτερα την Μηχανική Μάθηση-στις εφαρμογές του IoT, με αποτέλεσμα να βλέπουν να μεγαλώνουν οι δυνατότητες της επιχείρησής τους. Επιπλέον βελτιώνεται η λειτουργική αποδοτικότητα λόγω της μείωσης του μη προγραμματισμένου χρόνου διακοπής(unplanned downtime). Το κλειδί είναι οι πληροφορίες που κρύβονται στα δεδομένα.

Χρησιμοποιώντας την Τεχνητή Νοημοσύνη για την επεξεργασία των δεδομένων έχουμε τη δυνατότητα να παρακολουθούμε την απόδοση των προϊόντων σε πραγματικό χρόνο. Επιπλέον, αναλύοντας τα δεδομένα παράγονται πληροφορίες για τους πελάτες και τις ανάγκες τους με αποτέλεσμα οι εταιρείες να προσφέρουν καλύτερες εμπειρίες πελατών. Για παράδειγμα η αξιολόγηση των πληροφοριών που παράγονται από τα δεδομένα θα μπορούσε να αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο οι πελάτες προγραμματίζουν τη συντήρηση(preventive maintenance) των προϊόντων της εταιρείας. Δεδομένα που συλλέγονται από IoT αισθητήρες, βοηθούν με την κατάλληλη επεξεργασία τους, την εταιρεία να μειώσει το λειτουργικό κόστος σε περιοχές που θα ήταν δύσκολο να εκτιμηθούν πρωτύτερα. Σήμερα με την τεχνολογία IoT είναι εφικτό οι CEO να καταλάβουν τα «σημεία πόνου», τις ευαισθησίες ή τις προτιμήσεις των πελατών/αγοραστών, καθώς επίσης και τον τρόπο που οι πελάτες αλληλεπιδρούν με τα προϊόντα τους[20]. Με την Τεχνητή Νοημοσύνη έχουμε μια μετατόπιση των αποφάσεων από τα ηγετικά στελέχη με βάση την εμπειρία τους, στη λήψη των αποφάσεων με βάση τα δεδομένα (data driven decision).

Για παράδειγμα, οι πελάτες που συμμετέχουν στην υπηρεσία opt-in της πολυεθνικής εταιρείας καφέ Starbucks, αναγνωρίζονται από την AI τεχνολογία που υποστηρίζει η εταιρεία μέσω των κινητών τους τηλεφώνων κατά την είσοδό τους στο κατάστημα. Η τεχνολογία AI, προμηθεύει το barista του Starbucks καταστήματος, με το ιστορικό παραγγελιών του πελάτη, επιτρέποντας στον barista, να κάνει περισσότερο προσωποποιημένες προτάσεις για σνακ ή ροφήματα που θα απολαύσει ο πελάτης. Με παρόμοιο τρόπο η Royal Caribbean International που δραστηριοποιείται στο χώρο της κρουαζιέρας ξεκίνησε τη δική της Ocean Medallion φορητή συσκευή που επιτρέπει στους επισκέπτες να ξεκλειδώνουν τις πόρτες της καμπίνας και να πληρώνουν τα ποτά και τα φαγητά δίνοντας την ευκαιρία στους εργαζόμενους της Royal Caribbean τον χρόνο να ασχοληθούν αποκλειστικά με τους ταξιδιώτες. Πρόσφατα στον ίδιο κλάδο της κρουαζιέρας παρουσίασε ένα εργαλείο που χρησιμοποιεί AI για να δημιουργήσει προσωποποιημένα μουσικά βίντεο των διακοπών των ταξιδιωτών βασισμένα σε φωτογραφίες

τις οποίες υποβάλλουν σε μια εφαρμογή που ονομάζεται SoundSeeker[21]. Η τεχνολογία AI μεταφράζει τη διάθεση που απεικονίζουν οι φωτογραφίες και τις συνδυάζει με μουσική προσφέροντας μια διαφοροποιημένη εμπειρία στους ταξιδιώτες.

Στις πωλήσεις, AI συστήματα έχουν την ικανότητα να συνδυάζουν πελάτες με προϊόντα που χωρίς την τεχνολογία οι συνδυασμοί αυτοί δεν θα ήταν προφανείς στους εμπόρους. Για παράδειγμα η Walmart πολυεθνική λιανικής πώλησης χρησιμοποιεί AI, για να προσαρμόσει το αποθεμά της, βάσει της τοποθεσίας των καταστημάτων και της ανάλυσης των ιστορικών δεδομένων αγοράς των καταναλωτών. Επίσης, στην ιστοσελίδα της εταιρείας οι πελάτες δέχονται προτάσεις αγοράς βασισμένες στις προηγούμενες αγορές τους.

Στην Κίνα το KFC πρόσφατα σε ένα από τα εστιατόρια του, συνεργάστηκε με τη μηχανή αναζήτησης Baidu, που πειραματίζεται με τη Ψηφιακή Αναγνώριση προσώπου. Η τεχνολογία αναλύει το φύλο, την έκφραση του πελάτη και άλλα οπτικά στοιχεία για να παρέχει προτάσεις φαγητού βασισμένες σε προηγούμενες παραγγελίες του πελάτη[22].

Σε όλα τα παραπάνω παραδείγματα οι τεχνολογίες Τεχνητής Νοημοσύνης χρησιμοποιούνται για να βελτιώσουν την εμπειρία πελάτη προσφέροντας προσωποποιημένες υπηρεσίες σ' αυτόν.

7.4 Εικονική πραγματικότητα (VR) και επαυξημένη πραγματικότητα (AR)

Η ενσωμάτωση της Εικονικής Πραγματικότητας (VR) και της Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) με τα IoT συστήματα, ευνοεί τη διαχείριση των περιουσιακών στοιχείων της επιχείρησης, την κατάρτιση των εργαζομένων, τη διάγνωση και τη συντήρηση. Ειδικότερα η VR, επιτρέπει τη φυσική παρουσία ενός ατόμου σε ένα εικονικό περιβάλλον, και προσομοιώνει τις ανθρώπινες αλληλεπιδράσεις με τα εικονικά αντικείμενα.

Η εικονική πραγματικότητα έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως στον ψηφιακό σχεδιασμό, στην κατάρτιση του εργατικού δυναμικού και στην προληπτική συντήρηση. Παρόλα αυτά, η επαυξημένη πραγματικότητα (AR), ενισχύει τον πραγματικό κόσμο και το φυσικό περιβάλλον με δεδομένα από υπολογιστικά συστήματα, όπως για παράδειγμα είναι τα δεδομένα ήχου, βίντεο, ή γραφικά. Το AR, επιτρέπει τη στενή αλληλεπίδραση μεταξύ του φυσικού κόσμου και του κυβερνοχώρου, βελτιώνοντας έτσι την εμπειρία και τη γνώση του χρήστη σχετικά με τη σύνδεση του «έξυπνου» αντικειμένου με το δίκτυο που τα συνδέει καθώς και με ανθρώπινες λειτουργίες και με άλλα «έξυπνα» αντικείμενα.

Για παράδειγμα, το AR χρησιμοποιείται στον έλεγχο των αποθεμάτων για να διαπιστώσει το ποσοστό χρησιμοποίησης ενός αποθέματος σε έναν αποθηκευτικό χώρο μιας Βιομηχανίας.

Η AR είναι μία από τις αναδυόμενες τεχνολογίες και βοηθά τις επιχειρήσεις να διαχειριστούν λύσεις χαμηλού κόστους, στο σημερινό περιβάλλον, αυξανόμενου κόστους λειτουργίας για τις επιχειρήσεις.

7.5 Additive manufacturing

Το additive manufacturing, αναφέρεται στην δυνατότητα ψηφιακά σχέδια να εκτυπώνονται τρισδιάστατα ως φυσικά αντικείμενα, όπως είναι ένα 3D CAD [23]. Η τεχνολογία του additive manufacturing, επιτρέπει τη δημιουργία μοντελοποίησης τρισδιάστατων εκτυπώσεων που είναι χρήσιμα για τη μελέτη και την κατανόηση των τεχνικών παραγωγής και εργασιών συντήρησης, με έναν ευκολότερο και γρηγορότερο τρόπο [24].

8 Πλεονεκτήματα Τεχνολογίας IoT

Η συνδεσιμότητα που εξασφαλίζεται μέσω της IoT τεχνολογίας αναμφισβήτητα σηματοδότησε μια μεγάλη αλλαγή στην ιστορία του Μάρκετινγκ. Με τη συνδεσιμότητα μειώνεται σημαντικά το κόστος αλληλεπίδρασης των εταιρειών, των υπαλλήλων, των συνεργατών και των πελατών γεγονός που αφενός περιορίζει τα εμπόδια εισόδου των εταιριών σε νέες αγορές αλλά και επιτρέπει ταυτόχρονα την ανάπτυξη νέων προϊόντων.

Ειδικότερα τα οφέλη από την IoT τεχνολογία που επηρεάζουν τις επιχειρήσεις κατηγοριοποιούνται ως εξής.

- **Επικοινωνία** - Το διαδίκτυο των πραγμάτων παρέχει μόνιμη σύνδεση και ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ των συνδεδεμένων συσκευών και χρηστών.
- **Έλεγχος και αυτοματοποίηση** - Όλοι οι καταναλωτές στο Διαδίκτυο των πραγμάτων (χρήστες και επιχειρήσεις) μέσω των εφαρμογών που είναι εγκατεστημένες στις κινητές συσκευές τους, όπως τηλέφωνα, tablet κ.λπ. έχουν τη δυνατότητα να ελέγχουν εξ αποστάσεως τις έξυπνες συσκευές, να προσαρμόζουν διαφορετικές μετρήσεις καθώς και να επιλέξουν συγκεκριμένες προτιμήσεις. Σε πολλές περιπτώσεις, τα συστήματα στέλνουν αυτόματα μηνύματα και προειδοποιήσεις ή λαμβάνουν μέτρα.
- **Εξοικονόμηση κόστους** (χρόνος, πόροι, χρήματα) - Η συνδεσιμότητα και η γρήγορη επικοινωνία μεταξύ των συσκευών μειώνει το χρόνο απόκρισης και την ανθρώπινη εργασία, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η αποδοτικότητα. Πολλές από τις συσκευές που κάνουν τα σπίτια μας «έξυπνα» εξοικονομούν ηλεκτρική ενέργεια, πόρους και χρήματα. Σήμερα πραγματοποιούνται πολλές επενδύσεις για την προγνωστική συντήρηση(predictive maintenance) γεγονός που θα βοηθήσει στην πρόβλεψη και την αποφυγή βλαβών σε οικοσυστήματα IoT.
- **Εμπειρίες πολιτών** - Η ιδέα του Διαδικτύου των πραγμάτων και η συνδεσιμότητα των αντικειμένων ρέουν προς να βελτιώσουν την ποιότητα ζωής και να διευκολύνουν τους πολίτες. Η χρήση έξυπνων συσκευών και συστημάτων που έχουν στοιχεία διαδραστικότητας και παιχνιδιού καθιστούν τους χρήστες πιο ενεργούς και τους κάνουν να νιώθουν μέρος αυτού του οικοσυστήματος, δημιουργώντας μια καλύτερη εμπειρία για αυτούς. Για Παράδειγμα ο Nest θερμοστάτης που αναπτύχθηκε από τα εργαστήρια της Nest labs,

καταγράφει τη συμπεριφορά των χρηστών και ρυθμίζει τη θερμοκρασία του σπιτιού πριν από την άφιξη του ιδιοκτήτη στο σπίτι. Επίσης συνδέεται με τις εταιρείες ενέργειας για τη βελτιστοποίηση της παραγωγής τους πάνω στην κατανάλωση του χρήστη. Διαθέτει αισθητήρες καπνού για την ανίχνευση του μονοξειδίου του άνθρακα, ένα μικρόφωνο το οποίο επιτρέπει την πλήρη αυτοπαρακολούθηση, καθώς και διάφορους άλλους αισθητήρες για τη μέτρηση της θερμοκρασίας, της υγρασίας και του φωτός του περιβάλλοντος. Οι αισθητήρες συνδέονται με ένα Wi-Fi δίκτυο, ενώ μια εφαρμογή(app), επιτρέπει την απομακρυσμένη χρήση του προϊόντος. Ο ιδιοκτήτης επωφελείται αφότου μειώνεται το κόστος θέρμανσης με τις ρυθμίσεις από τον Nest θερμοστάτη.

- **Μεγαλύτερες ευκαιρίες εσόδων** - Η εκτεταμένη διείσδυση του φαινομένου IoT σε όλους τους τομείς της ζωής επιτρέπει στους κατασκευαστές να προσφέρουν εξυπνότερες συσκευές, να επεκτείνονται σε νέες αγορές και να αναπτύσσουν νέα προϊόντα που θα αποφέρουν μεγάλα έσοδα[25].

9 Εμπειρία Πελάτη

Η εμπειρία των πελατών είναι μια από τις βασικότερες ιδέες στον τομέα του μάρκετινγκ. Ο πελάτης για κάθε εταιρεία αποτελεί το κύριο έσοδό της. Σήμερα οι επιχειρήσεις για να εξασφαλίσουν τη βιωσιμότητά τους σε σχέση με τους ανταγωνιστές τους, χρειάζεται να διαμορφώσουν το στρατηγικό σχεδιασμό της επιχείρησής τους, στοχεύοντας να πετύχουν καλύτερη διαχείριση των πελατειακών τους σχέσεων αλλά και να διαχειριστούν τις εμπειρίες των πελατών αποτελεσματικά. Η εμπειρία πελατών είναι ένας πρωταρχικός μοχλός παροχής καινοτόμων υπηρεσιών από τις επιχειρήσεις. Μελετώντας οι επιχειρήσεις την εμπειρία πελάτη, ουσιαστικά αποκτούν ενσυναίσθηση για το πως ο πελάτης αντιλαμβάνεται την εταιρεία που χωρίς αυτήν την ενσυναίσθηση είναι σχεδόν αδύνατο να δημιουργήσουν τομές που πραγματικά θα ανταποκρίνονται στις ανάγκες των πελατών[26]. Σύμφωνα με μελέτες η εμπειρία πελάτη θα αποτελεί ένα κριτήριο με το οποίο οι επιχειρήσεις θα διαφοροποιούνται και θα αποκτούν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα δημιουργώντας αξία για τον πελάτη[27,28].

9.1 Επισκόπηση της Εμπειρίας Πελάτη

Για την έννοια της εμπειρίας του πελάτη υπάρχουν διαφορετικές προσεγγίσεις και στη βιβλιογραφία συναντιούνται ποικίλοι ορισμοί για το τι είναι εμπειρία του πελάτη. Το γεγονός αυτό οδηγεί είτε σε κατακερματισμό της έννοιας είτε σε θεωρητική σύγχυση[29]. Οι Abbott[30] και Alderson[31] επικεντρώθηκαν στην ευρύτερη αντίληψη του ότι, «αυτό που οι άνθρωποι πραγματικά επιθυμούν δεν είναι προϊόντα αλλά ικανοποιητικές εμπειρίες. Έρευνες όμως πρώιμων θεωρητικών της συμπεριφοράς επέμεναν να ερμηνεύουν τη συμπεριφορά των καταναλωτών κυρίως ως μια λογική διαδικασία. Ειδικότερα υποστήριζαν ότι δεν υπάρχει σύνδεση μεταξύ συνήθειας και συμπεριφοράς[32] γεγονός που αρχικά περιόρισε το ρόλο της εμπειρίας πελάτη στο marketplace[33].

Κάποιες άλλες μελέτες θεωρούν ότι η εμπειρία πελάτη αντικατοπτρίζει αυτά που η εταιρεία προσφέρει στον πελάτη ή διαχειρίζεται[34], Άλλοι ορίζουν ως εμπειρία πελάτη το πως οι πελάτες ανταποκρίνονται στην κάθε επαφή τους που σχετίζεται με την εταιρεία[35,36,37]. Άλλοι ερευνητές οριοθετούν το εύρος της εμπειρίας του πελάτη σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο. Για παράδειγμα, εξετάζουν εμπειρίες πελατών που προκύπτουν από τις υπηρεσίες λιανικής πώλησης [38].

Ο συγκερασμός των παραπάνω θεωριών οδηγεί στο να διευρύνουμε την έννοια της Εμπειρίας πελάτη(CX) και να ορίσουμε ότι: Η εμπειρία πελάτη είναι το συναίσθημα που αισθάνεται ο πελάτης όταν έρχεται σε οποιαδήποτε επαφή με μια εταιρεία. Είναι αυτό που ο πελάτης θυμάται από την αλληλεπίδρασή του με μια επιχείρηση[39].

Η Εμπειρία Πελάτη(CX), είναι από τη φύση της πολυδιάστατη και συμπεριλαμβάνει γνωστικές και συναισθηματικές πτυχές του πελάτη. Το γεγονός αυτό, σηματοδοτεί και την επαφή του πελάτη με την εταιρεία. Τέλος την εμπειρία του πελάτη δεν πρέπει να τη βλέπουμε κατακερματισμένα αλλά να τη δούμε ως τον ολιστικό τρόπο που αντιμετωπίζει την εταιρεία.

9.2 Οφέλη Εμπειρίας Πελάτη

Η εμπειρία του χρήστη αποτελεί αποφασιστικό παράγοντα για το αν ο πελάτης θα συνεχίσει να αλληλεπιδρά με την επιχείρηση. Μια θετική εμπειρία του πελάτη με την εταιρεία αυξάνει την αφοσίωσή του στην επιχείρηση, επιφέροντας σημαντικά κέρδη για αυτήν. Η McKinsey & Company, έχει κάνει εκτεταμένη έρευνα προσπαθώντας να αξιολογήσει τον επιχειρηματικό αντίκτυπο της εμπειρίας πελατών(άσχημες ή καλές εμπειρίες πελατών). Η ανάλυσή σε εταιρείες έδειξε ότι, «εταιρείες που προσφέρουν με συνέπεια μέγιστες εμπειρίες πελατών έχουν την τάση να αναπτύσσονται γρηγορότερα και να είναι πιο προσοδοφόρες[40]. Ειδικότερα η έρευνα έχει αποδείξει ότι οι άνθρωποι που έχουν σπουδαίες εμπειρίες με μια επιχείρηση[41]:

- Δείχνουν μεγαλύτερη Ανοχή. Συγχωρούν περισσότερο συγκριτικά με αυτούς που δεν έχουν ικανοποιητικές εμπειρίες όταν τα πράγματα πηγαίνουν όχι αναμενόμενα στην επαφή τους με την επωνυμία.
- Αγοράζουν περισσότερο.
- Παραμένουν με την επωνυμία για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.
- Συστήνουν την επωνυμία.

9.3 Κύκλος Ζωής Πελάτη

Η διαδικασία αγοράς για τον πελάτη είναι μια σειρά δραστηριοτήτων, όπου ο πελάτης αλληλεπιδρά σε διάφορα στάδια με τον λιανέμπορο ή τον κατασκευαστή.

Η εμπειρία πελάτη μπορεί να μελετηθεί σύμφωνα με (Howard and Sheth 1969; Neslin et al. 2006; Pucinelli et al. 2009) σε τρεις γενικές φάσεις: πριν από την αγορά, την αγορά, και μετά την αγορά.

Η διαδικασία αγοράς, περιλαμβάνει μια σειρά δραστηριοτήτων όπου ο πελάτης αλληλεπιδρά σε διάφορα στάδια με έναν έμπορο ή κατασκευαστή. Στη συγκεκριμένη διαδικασία εξετάζουμε την εμπειρία πελάτη καθώς διατρέχει τις δραστηριότητες από το στάδιο προ-αγοραστικό, στο στάδιο αγοραστικό, και τέλος στο στάδιο μετά-αγοραστικό. Η διαδικασία αγοράς είναι μια διαδικασία επαναληπτική και δυναμική. Επιπλέον ενσωματώνει προηγούμενες εμπειρίες (συμπεριλαμβανομένων προηγούμενων αγορών) καθώς και εξωτερικούς παράγοντες[42]. Στο σχήμα απεικονίζεται η διαδικασία αγοράς(Σχήμα 9.3.1).



Σχήμα 9.3. 1:Διαδικασία Αγοράς προσαρμοσμένη από τους Lemon and Verhoef(2016)[36]

9.3.1 Στάδιο Προ-αγοραστικό:

Το πρώτο στάδιο, το προ-αγοραστικό, περιλαμβάνει όλους τους τρόπους με τους οποίους ο πελάτης αλληλεπιδρά με την επωνυμία, την κατηγορία του προϊόντος και το περιβάλλον πριν την αγορά. Περιλαμβάνονται συμπεριφορές που σχετίζονται με τον προσδιορισμό και την επίγνωση των αναγκών, την έρευνα αγοράς, της εκτίμησης των προσφερόμενων επιλογών. Οι Lemon and Verhoef[36] πρότειναν ένα αναλυτικότερο μοντέλο της διαδικασίας αγοράς όπου στο στάδιο αυτό ο πελάτης αλληλεπιδρά για παράδειγμα με την επωνυμία, χωρίς ουσιαστικά να έχει προβεί σε μια αγορά. Αυτό συμβαίνει στην περίπτωση που αναγνωρίζει κάποια ανάγκη για κάτι(αναγνώριση ανάγκης), εκτιμά τι χρειάζεται να αγοράσει για να ικανοποιήσει αυτήν την ανάγκη(εκτίμηση), συλλέγει πληροφορίες αναζητώντας εναλλακτικές λύσεις(αναζήτηση). Πρακτικά, αυτό το στάδιο περιλαμβάνει την εμπειρία του πελάτη από την αρχή με την αναγνώριση της ανάγκης / του στόχου / του κίνητρου έως την εκτίμηση της ικανοποίησης αυτής της ανάγκης / του στόχου / του κίνητρου προβαίνοντας σε μια αγορά[43,44].

9.3.2 Στάδιο Αγοραστικό:

Το δεύτερο στάδιο, το αγοραστικό, καλύπτει όλες τις αλληλεπιδράσεις των πελατών με την επωνυμία και το περιβάλλον της, κατά του ίδιου του γεγονότος της αγοράς. Χαρακτηρίζεται από συμπεριφορές όπως είναι η επιλογή, η παραγγελία και η πληρωμή. Στο αγοραστικό στάδιο ο πελάτης επιλέγει μια από τις εναλλακτικές επιλογές (προτίμηση) παραγγέλλει το προϊόν ή την υπηρεσία (παραγγελία) και πληρώνει για αυτό (πληρωμή).

9.3.3 Στάδιο Μετα-αγοραστικό:

Το τρίτο στάδιο, το μετά-αγοραστικό, περιλαμβάνει τις αλληλεπιδράσεις των πελατών με την επωνυμία και το περιβάλλον της, μετά την πραγματοποίηση της αγοράς. Αυτό το στάδιο περιλαμβάνει συμπεριφορές που συνδέονται με τη χρήση και την κατανάλωση του προϊόντος, και της εξυπηρέτησης του πελάτη στα αιτήματα του για υπηρεσίες μετά την αγορά. Πρακτικά, αυτό το στάδιο καλύπτει πτυχές της εμπειρίας του πελάτη μετά την αγορά που σχετίζονται με κάποιον τρόπο με την ίδια την επωνυμία ή το προϊόν / υπηρεσία. Στο στάδιο αυτό διακρίνεται εάν ο πελάτης θα αναπτύξει μια σχέση αφοσίωσης με την επωνυμία/προϊόν /υπηρεσία (αφοσίωση) βάση της ικανοποίησης από το προϊόν ή την υπηρεσία.

9.4 Οδικός Χάρτης Εμπειρίας Πελάτη(*Customer Journey Map*)

Για να περιγράψουμε την εμπειρία του πελάτη χρειάζεται ένας «οδικός χάρτης» που να περιγράφει την «διαδρομή» του πελάτη(*Customer Journey*) με την εταιρεία, από το αρχικό στάδιο γνωριμίας, στο στάδιο της πρόθεσης και τέλος στο στάδιο της αγοράς, καθώς και την περιγραφή των τρόπων(κανάλια επικοινωνίας) που αλληλεπιδρά με αυτήν. Η ιδέα να χαρτογραφηθούν οι αλληλεπιδράσεις του πελάτη με την εταιρεία με τη βοήθεια ενός εργαλείου όπως το *Customer Journey Map*, πρωτοεμφανίστηκε από την IDEO εταιρεία το 1999, και χρησιμοποιήθηκε στα πλαίσια ενός έργου για το σχεδιασμό υπηρεσιών για τους σιδηροδρόμους Acela[45].

Οι πελάτες έχουν εμπειρίες κάθε φορά που έρχονται σε «επαφή» με οποιοδήποτε μέρος από το προϊόν, την υπηρεσία, την επωνυμία ή τον οργανισμό, μέσω πολλαπλών καναλιών και σε διαφορετικές χρονικές στιγμές [21,46]. Ο τρόπος που αλληλεπιδρά ο πελάτης με την εταιρία διαφοροποιείται ανάλογα με τη βιομηχανία, το προϊόν και το είδος του πελάτη(B2B ή B2C).

9.5 Σημεία Αφής(*Touchpoints*)

Η δημιουργία ικανοποιητικής εμπειρίας για τον πελάτη, απαιτεί τη βαθιά κατανόηση των λογικών και συναισθηματικών αναγκών του. Για να αντιληφθούμε τον τρόπο που ο πελάτης αλληλεπιδρά με την εταιρία χρειάζεται να προσδιοριστούν και να καθοριστούν, τα «σημεία αφής» του πελάτη με την εταιρία μέσω των οποίων επιτρέπεται και η αλληλεπίδραση της εταιρίας με τον πελάτη[47]. Ένα σημείο αφής είναι ένα οποιοδήποτε λεκτικό ή μη λεκτικό γεγονός που ένα άτομο αντιλαμβάνεται και συνειδητά σχετίζεται με μια εταιρία[48].

10 Εμπειρία Πελάτη και IoT

Οι τεχνολογικές εξελίξεις αυξάνουν τις ανάγκες για εναρμονισμένες εμπειρίες πελατών. Η τεχνολογία πλέον συνδέει τους καταναλωτές και διαμορφώνει τις ιδιωτικές, δημόσιες και επαγγελματικές τους πρακτικές[49].

Η συνδεσιμότητα μεταξύ ανθρώπων και πραγμάτων, η αυτόματη συλλογή δεδομένων για ανάλυση, το Υπολογιστικό Νέφος, η επικοινωνία μέσω ασύρματων δικτύων δημιουργεί ένα αυτόνομο σύστημα υπηρεσιών όπου προσφέρουν εκτεταμένες υπηρεσίες χωρίς την παρέμβαση του ανθρώπου. Η τεχνολογία IoT ολοκληρώνει ουσιαστικά όλες αυτές τις επιμέρους τεχνολογίες ως μια συμπαγής Αρχιτεκτονική. Με την τεχνολογία IoT, τα IoT αντικείμενα επικοινωνούν με αποτέλεσμα να συνεργάζονται ως μέλη ενός συστήματος με συνεχή αλληλεπίδραση. Μέσω της ανταλλαγής και της αλληλεπίδρασης οι εταιρείες έχουν τη δυνατότητα να δημιουργήσουν εξατομικευμένη εμπειρία για τον πελάτη. Ειδικότερα οι έξυπνες συσκευές μπορούν αυτόματα, μέσω αισθητήρων να συλλέγουν και να μεταφέρουν δεδομένα που λαμβάνονται από πολλά σημεία αφής. Η μετέπειτα ανάλυσή τους μπορεί να αξιοποιηθεί από την επωνυμία για να αυξήσει τον αριθμό των θετικών αλληλεπιδράσεων με τον πελάτη, αλλά και για να εξαλείψει τις αλληλεπιδράσεις που ο πελάτης αξιολογεί αρνητικά. Το IoT μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να οικοδομηθούν σχέσεις και συναισθηματικοί δεσμοί με τους πελάτες, στη παροχή προϊόντων που να ανταποκρίνονται στις προσδοκίες τους καθώς και στη βελτίωση των παρεχόμενων προϊόντων και των υπηρεσιών.

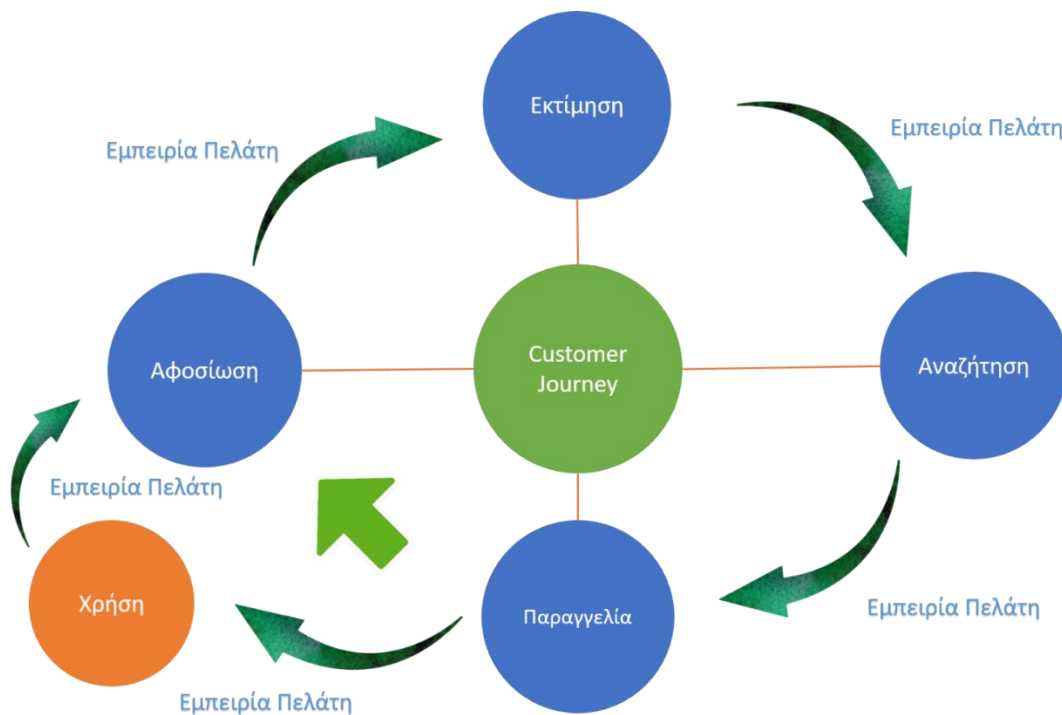
Παγκόσμιες επωνυμίες, όπως είναι η Amazon, η Nike, η Sephora και η Tesla, έχουν ήδη εισάγει στις στρατηγικές Μάρκετινγκ των εταιρειών τους το IoT. Με αποτέλεσμα οι εταιρείες αυτές να έχουν εισάγει προϊόντα και υπηρεσίες που να υποστηρίζονται από την μεταξύ επικοινωνία των συσκευών, τα οποία χρησιμοποιούν για να θεμελιώσουν συναισθηματικούς δεσμούς με τους πελάτες τους αποκτώντας με αυτόν τον τρόπο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα.

10.1 Οδικός Χάρτης Εμπειρίας Πελάτη και IoT

Ο πελάτης κατά τα στάδια του αγοραστικού κύκλου, αναγνώρισης μιας ανάγκης, εκτίμησης και αναζήτησης, επικοινωνεί και ανταλλάσει πληροφορίες με τον οργανισμό για να οδηγηθεί στην αγορά του προϊόντος/υπηρεσίας. Ο οδικός χάρτης(customer journey map) του πελάτη στον ψηφιακό κόσμο αποτελεί μια οπτικοποίηση ενός πιθανού αριθμού επαναλαμβανόμενων αλληλεπιδράσεων (για παράδειγμα τηλεοπτικές διαφημίσεις, επισκέψεις σε καταστήματα λιανικής, υπενθυμίσεις μέσω των κινητών τηλεφώνων) με την επωνυμία, όπου ο πελάτης μεταβαίνει από την άγνοια για ένα προϊόν μέχρι την παραγγελία του προϊόντος. Στη διασυνδεδεμένη εποχή της IoT τεχνολογίας, ο πελάτης συνεργάζεται με τον οργανισμό μέσω των δεδομένων, και των καναλιών επικοινωνίας έτσι ώστε ο οργανισμός να αποκτήσει έναν αφοσιωμένο πελάτη, συνδημιουργώντας αξία με τον πελάτη σε έναν ενάρτετο κύκλο.

Για παράδειγμα στο περιβάλλον του IoT, ο νέος ψηφιακός αγοραστής επικοινωνεί μέσω των κοινωνικών μέσων δικτύωσης, και είναι πιο πρόθυμος παρά ποτέ να μοιραστεί τις εμπειρίες του και τις αλληλεπιδράσεις του με τα προϊόντα/υπηρεσίες. Οι καταναλωτές μέσω των σχολίων που παρέχουν βοηθούν στη βελτιστοποίηση των παραγόμενων αγαθών, συνδημιουργώντας αξία, με έναν συνεχή τρόπο και σε πραγματικό χρόνο. Ένα άλλο παράδειγμα είναι να χρησιμοποιηθεί το crowdsourcing για να βοηθήσει τις επωνυμίες να δημιουργήσουν καινοτόμα προϊόντα, όπως στην περίπτωση της LEGO Ideas. Η LEGO Ideas, είναι μια διαδικτυακή κοινότητα όπου τα μέλη μπορούν να ανακαλύψουν νέες δημιουργίες από άλλους θαυμαστές της εταιρείας αλλά και να υποβάλλουν τα δικά τους σχέδια για νέες σειρές.

Από το προ-αγοραστικό στάδιο μέχρι την αγορά αυτού καθ' αυτού αλλά και μετά στο μετα-αγοραστικό στάδιο, ο πελάτης αλληλεπιδρά με την επωνυμία(Σχήμα 10.1.1).



Σχήμα 10.1. 1: Το Αγοραστικό Ταξίδι του Πελάτη στην εποχή του IoT (Προσαρμογή Deloitte | Deloitte University Press)

Για παράδειγμα ένας κατασκευαστής καλλυντικών συνεργάζεται με μια κλινική όπου οι άνθρωποι πηγαίνουν για δερματολογική εξέταση. Οι πληροφορίες που συλλέγονται σε συνδυασμό με έναν αλγόριθμο Μηχανικής Μάθησης προσδιορίζουν τον καλύτερο συνδυασμό δραστικών συστατικών για την κρέμα προσώπου. Η κλινική μέσω μιας μικρής συσκευής που αναμιγνύει τα κατάλληλα συστατικά σε πραγματικό χρόνο για την κρέμα προσώπου, δίνει την δυνατότητα στον καταναλωτή να επιστρέψει σπίτι του με μια προσωποποιημένη θεραπεία.

10.2 IoT και πολύ-καναλικό (omni-channel) περιβάλλον

Σήμερα, οι πελάτες τείνουν να χρησιμοποιούν περισσότερα κανάλια και σημεία επαφής για να επικοινωνούν κατά τη διάρκεια του αγοραστικού τους ταξιδιού, είτε πρόκειται για το προ-αγοραστικό, είτε για το αγοραστικό, είτε τέλος για το μετα-αγοραστικό στάδιο[50]. Συνεπώς, ως κανάλια ορίζονται τα διαφορετικά σημεία αφής με τα οποία έρχεται σε επαφή ο πελάτης με την επιχείρηση κατά τη διάρκεια του αγοραστικού του ταξιδιού[51]. Η πολύ-καναλική(omni-channel) προσέγγιση, είναι ίσως η πιο επαναστατική ιδέα που εισήχθη στο χώρο της στρατηγικής των επιχειρήσεων τα τελευταία χρόνια, τόσο με θεωρητικές αλλά τόσο και με

πρακτικές εφαρμογές[52]. Σε ένα πολύ-καναλικό περιβάλλον, τα διαφορετικά κανάλια δουλεύουν μαζί, έτσι ώστε οι πελάτες να χρησιμοποιούν τα ψηφιακά κανάλια για αναζήτηση και να αποκτούν εμπειρία για το προϊόν με την φυσική παρουσία τους στο κατάστημα[53]. Με την αύξηση των τεχνολογιών που συνδέονται με τα κινητά τηλέφωνα, καθώς και του αριθμού των μέσων κοινωνικής δικτύωσης, το αγοραστικό ταξίδι του πελάτη έχει γίνει πιο περίπλοκο[54]. Για τον λόγο αυτό για να παρέχεται απρόσκοπτη εμπειρία πελάτη μέσα από διαφορετικά κανάλια, οι ερευνητές και οι επαγγελματίες του χώρου προτείνουν την πολύ-καναλική(omni-channel) στρατηγική για το εμπόριο των αγαθών στους καταναλωτές το οποίο ενσωματώνει τα διαδικτυακά και τα φυσικά κανάλια επικοινωνίας.

Η επικοινωνία της εταιρείας με τον πελάτη μπορεί να είναι εκτός διαδικτυακής σύνδεσης, ή να είναι επικοινωνία μέσω σύνδεσης διαδικτύου και περιέχει τη συνολική στρατηγική επικοινωνίας μάρκετινγκ της εταιρείας. Η omni-channel στρατηγική χρησιμοποιείται από τις εταιρείες ως ένας τρόπος βελτίωσης της εμπειρίας του πελάτη με την εταιρεία. Το omni-channel marketing στοχεύει την ολοκλήρωση των διαφορετικών καναλιών επικοινωνίας μεταξύ της επιχείρησης και των πελατών[55].

Η τεχνολογία IoT διαδραματίζει ένα ζωτικό ρόλο στην ολοκλήρωση των δραστηριοτήτων μέσα από τα διαφορετικά κανάλια επικοινωνίας[56]. Τα δεδομένα που συλλέγονται από τις IoT συσκευές και τεχνολογίες με τους αλγόριθμους Μηχανικής Μάθησης (AI) γίνονται ένας ισχυρός πόρος για τους εμπόρους, ο οποίος πόρος χρησιμοποιείται για να δημιουργηθεί ένα ολοκληρωμένο προφίλ για τον πελάτη(Integrated Analytics) και συνεπώς οι έμποροι να μπορούν να προσφέρουν εξατομικευμένες προτάσεις στους πελάτες σε πραγματικό χρόνο[57]. Επιπλέον αυτή η προσέγγιση χρησιμοποιεί τις αντιλήψεις και τα ενδιαφέροντα των πελατών για να βελτιστοποιήσει τη συνοχή των διαφημιστικών μηνυμάτων που αποστέλλονται από την εταιρία στους πελάτες. Γνωρίζοντας η εταιρία τα δυνατά σημεία του κάθε καναλιού επικοινωνίας έχει τη δυνατότητα να διανέμει ένα μήνυμα προς τους πελάτες που να χαρακτηρίζεται από συνέπεια. Η omni-channel στρατηγική μάρκετινγκ δεν λειτουργεί με γραμμικό τρόπο. Για παράδειγμα ένας πελάτης μπορεί να κάνει μια παραγγελία από το διαδίκτυο αλλά να το παραλάβει από το φυσικό κατάστημα, ή αντίστροφα να κάνει την παραγγελία στο φυσικό κατάστημα και να ζητήσει να του αποσταλεί στο σπίτι. Σε κάθε περίπτωση, το μάρκετινγκ τμήμα της κάθε εταιρείας, συντονίζει την αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο καναλιών(offline και online) για να αυξήσει τη δέσμευση του πελάτη με την εταιρεία. Καθώς οι καταναλωτές είναι όλο και πιο συνδεδεμένοι ενημερώνονται και επηρεάζονται μέσω των ψηφιακών τρόπων

αλληλεπίδρασης με την επωνυμία. Σύμφωνα με τη Deloitte, 71% των Ινδών αγοραστών χρησιμοποιούν ψηφιακά μέσα στο αγοραστικό τους ταξίδι και όχι τους πωλητές για δραστηριότητες εντός του καταστήματος, όπως είναι η σύγκριση τιμών, πληροφορίες για τα προϊόντα, έλεγχος διαθεσιμότητας ενός προϊόντος[13].

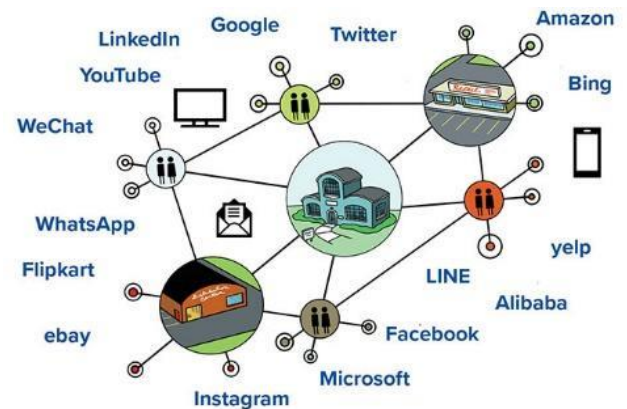
10.3 Παραδοσιακή προσέγγιση πελάτη vs προσέγγιση πελάτη την εποχή του IoT

Οι πελάτες την εποχή της συνδεσιμότητας του IoT, συμπεριφέρονται εντελώς διαφορετικά συγκριτικά με την εποχή της μαζικής αγοράς και της μαζικής επικοινωνίας. Πριν από την εποχή του IoT, το προϊόν που παράγεται στο εργοστάσιο, μεταφέρεται στο κέντρο διανομής και στη συνέχεια στο κατάστημα λιανικής όπου αναμένεται ότι ο πελάτης θα προσφύγει για να το αγοράσει. Η στρατηγική αυτή απευθύνεται σε μια μαζική αγορά με τυποποιημένα προϊόντα και οργανώνεται σύμφωνα με τη λογική της προς-μια κατεύθυνσης επικοινωνίας. Για την αλυσίδα εφοδιασμού του οργανισμού, το κατάστημα λιανικής πώλησης θεωρείται ο πελάτης και όλες οι διαδικασίες σχεδιάστηκαν για να εξυπηρετήσουν τη σχέση προμηθευτή κατάστημα λιανικού εμπορίου, υποθέτοντας ότι ο πελάτης θα αγόραζε τα προϊόντα από το κατάστημα λιανικής, επηρεαζόμενος από την κατάλληλη πολιτική Μάρκετινγκ της επιχείρησης.

Στην εποχή του IoT, οι διαδικασίες της εφοδιαστικής αλυσίδας έχουν μεταμορφωθεί με τέτοιον τρόπο, επιτρέποντας τη συμμετοχή των πελατών από το σχεδιασμό των προϊόντων, στην κατασκευή τους και τέλος στην παράδοση. Την εποχή της διασυνδεσιμότητας οι πελάτες δεν θεωρούνται πλέον ως μια παθητική μαζική αγορά, αλλά ως ενεργοί κόμβοι σε ένα ψηφιακό δίκτυο. Οι πελάτες με την τεχνολογία του IoT, έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν διαφορετικά κανάλια για να επικοινωνήσουν με την επιχείρηση, να αλληλεπιδράσουν με τα προϊόντα, αλλά και να συνδεθούν απευθείας με τον κατασκευαστή. Σήμερα ο πελάτης σχολιάζει μια επωνυμία και δεν διστάζει να εκφράσει την γνώμη του για αυτήν, είτε σχολιάζοντας θετικά, είτε σχολιάζοντας αρνητικά (Σχήμα 10.3.1).



Vs



Σχήμα 10.3. 1: Σύγκριση προσέγγισης πελάτη παραδοσιακού τρόπου με την εποχή του IoT
| Deloitte University Press

10.4 IoT Συσκευές

10.4.1 Βοηθοί Φωνής(Voice Assistants)

Οι βοηθοί φωνής(voice assistants) είναι εφαρμογές που χρησιμοποιούν τεχνολογίες όπως την αναγνώριση φωνής, τη σύνθεση ομιλίας και τη Φυσική Επεξεργασία Γλώσσας (NLP) για να παρέχουν υπηρεσίες στους χρήστες και να επικοινωνήσουν μαζί του στη φυσική του γλώσσα[58]. Η φωνητική διεπαφή, είναι απαραίτητη για τις IoT συσκευές που δεν διαθέτουν δυνατότητες αφής[59]. Οι «έξυπνοι» ομιλητές είναι η ταχύτερη αναπτυσσόμενη τεχνολογία μετά τα έξυπνα τηλέφωνα. Οι βοηθοί φωνής θα μεταμορφώσουν τον τρόπο με τον οποίο ψωνίζουν οι καταναλωτές.

A. Δυνατότητες βοηθών φωνής

Οι δυνατότητες των βοηθών φωνής είναι:

- Να αναπαράγει μουσική από streaming υπηρεσίες μουσικής.
- Να ρυθμίζει χρονοδιακόπτες ή ξυπνητήρια.
- Να παίζει παιχνίδια.
- Να πραγματοποιεί κλήσεις ή να στέλνει μηνύματα.

- Να πραγματοποιεί αγορές.
- Να παρέχει πληροφορίες σχετικά με τον καιρό.
- Να ελέγχει άλλες έξυπνες συσκευές (φώτα, κλειδαριές, θερμοστάτες, ηλεκτρικές σκούπες, διακόπτες).

B. Πλεονεκτήματα βοηθών φωνής

- Ταχύτητα

Με τους βοηθούς φωνής έχουμε τη δυνατότητα να μιλήσουμε γρηγορότερα συγκριτικά με το να πληκτρολογήσουμε. Για παράδειγμα, το 2018, η Virgin Trains στο Ηνωμένο Βασίλειο ξεκίνησε ένα έργο όπου επιτρέπει στους πελάτες να κάνουν κράτηση εισιτηρίων με τη βοήθεια της Alexa. Ο μέσος χρόνος κράτησης μειώθηκε από επτά λεπτά σε δύο λεπτά[60].

- Χωρίς σημεία Τριβής(frictionless)

Οι πελάτες αναμένουν αλληλεπιδράσεις στο αγοραστικό τους ταξίδι χωρίς τριβές. Με τη χρήση των βοηθών φωνής ο πελάτης έχει να ξεπεράσει λιγότερα εμπόδια για να ξεκινήσει το αγοραστικό του ταξίδι.

10.4.2 Smart Resource Management

Πρόκειται για έξυπνες συσκευές που βοηθούν στη βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας. Χρησιμοποιούν διαφορετικά είδη δεδομένων όπως δεδομένα θέσης, προτιμήσεις πελατών, δεδομένα από αισθητήρες όπως θερμοκρασία, ή τις καιρικές προβλέψεις για την αυτόματη προσαρμογή της κατανάλωσης νερού και άλλων περιβαλλοντολογικών πόρων.

10.5 Υπηρεσίες IoT στην Εμπειρία Πελάτη

Σε αυτήν την ενότητα εστιάζουμε στο IoT-commerce και τα προνόμια που προκύπτουν από την τεχνολογία αυτή σε σχέση με την εμπειρία του πελάτη. Η τεχνολογία IoT, αξιοποιώντας το γεγονός ότι παρατηρείται ένας ραγδαία αυξανόμενος αριθμός συνδεδεμένων συσκευών έρχεται να προκαλέσει μια ριζική μεταβολή του τρόπου με τον οποίο γίνονται οι αγορές κάνοντας χρήση του διαδικτύου[68].

10.5.1 Υπηρεσία Ευαισθητοποίησης Περιβάλλοντος(context-aware services)

Ευαισθητοποίηση Περιβάλλοντος για ένα σύστημα ή μέρος του συστήματος είναι η ικανότητά του να συλλέγει πληροφορίες από το περιβάλλον του οποιαδήποτε χρονική στιγμή και να προσαρμόζει ανάλογα τη συμπεριφορά του[69]. Με την τεχνολογία IoT και την παρουσία των αισθητήρων, συγκεντρώνονται δεδομένα για την κατάσταση του περιβάλλοντος τα οποία μεταδίδονται με τη βοήθεια των ενεργοποιητών. Στη συνέχεια με την επεξεργασία των δεδομένων, δίνεται η δυνατότητα απόκρισης στα αποτελέσματα, και όλα αυτά σε πραγματικό χρόνο. Το αποτέλεσμα είναι να δημιουργείται προστιθέμενη αξία για τον πελάτη καθώς και καινοτόμες υπηρεσίες[61].

10.5.2 Φυσικές Αλληλεπιδράσεις (Natural Interactions)

Οι «έξυπνες» συσκευές συνοδεύονται από νέες διεπαφές χρήστη. Ο πελάτης έχει τη δυνατότητα να αλληλεπιδρά με φυσικό τρόπο με τις IoT συσκευές για τις αγορές του. Για παράδειγμα μέσω της φωνής, ή με χειρονομίες(gestures). Το γεγονός αυτό οδηγεί σε νέες εμπειρίες πελάτη μέσω της επικοινωνίας και αλληλεπίδρασης που προσφέρουν οι συσκευές που βασίζονται στην τεχνολογία IoT[61].

10.5.3 Αυτοματοποιημένες Διαδικασίες (Automated customer processes)

Ολόκληρη η διαδικασία του κύκλου ζωής πελάτη ή τμήματα αυτής πραγματοποιούνται αυτόματα από αλγόριθμους χωρίς να χρειάζεται ο πελάτης να αλληλεπιδράσει με κάποιον ή με κάτι. Οι αποφάσεις που προηγουμένως λαμβάνονταν από τον πελάτη, τώρα είναι αυτοματοποιημένες, γεγονός που αυξάνει την ευκολία αλλά και εξοικονομεί χρόνο για τον πελάτη[61].

10.6 Ο Κύκλος Ζωής του πελάτη με την τεχνολογία IoT

Στη συνέχεια παρουσιάζεται πως το μοντέλο του αγοραστικού κύκλου του πελάτη διαμορφώνεται με τη χρήση της τεχνολογίας IoT.

10.6.1 Προαγοραστικό

10.6.1.1 Αναγνώριση

Η ανάπτυξη των κοινωνικών δικτύων και των εργαλείων που διαθέτουν για τον διαμοιρασμό κειμένου, εικόνας και βίντεο οδήγησε στη δημιουργία ενός δικτύου ανταλλαγής περιεχομένου μεταξύ των καταναλωτών. Έτσι στον ψηφιακό κόσμο, ο πελάτης συνήθως αναγνωρίζει τις ανάγκες του μέσω των επαφών που έχει με συνομηλίκους του από τα κοινωνικά δίκτυα. Επιπλέον και από εξατομικευμένες διαφημίσεις που του αποστέλλονται από τους εμπόρους με βάση το προφίλ του, που έχει δημιουργηθεί με τη συλλογή δεδομένων από την παρουσία του στα κοινωνικά δίκτυα. Τέλος ο πελάτης αυτόματα δέχεται μια πρόταση αγοράς χωρίς να έχει κάνει κάποια αναζήτηση για το προϊόν ή την υπηρεσία, αποτέλεσμα της προληπτικής πληροφόρησης που βασίζεται στον αυτοματισμό των διαδικασιών που ενεργοποιούνται με τη χρήση της τεχνολογίας IoT (για παράδειγμα με τη βοήθεια αισθητήρων η αναγνώρισης θέσης του καταναλωτή) αλλά και με τη δυνατότητα συλλογής δεδομένων.

10.6.1.2 Εκτίμηση

Σε αυτή τη φάση ο πελάτης αξιολογεί τη γνώση που απέκτησε από την επαφή του με συνομηλίκους στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης κάτι που επηρεάζει και τις δικές του επιλογές. Επιπλέον ο καταναλωτής καθοδηγείται από προσωποποιημένες προτάσεις. Με την IoT τεχνολογία (για παράδειγμα Virtual Assistants/Chatbots), ο καταναλωτής αλληλεπιδρά με την επιχείρηση με φυσικό τρόπο γεγονός που διευκολύνει στο να εκτιμήσει την καταναλωτική του επιθυμία. Τέλος, οι αυτοματοποιημένες διαδικασίες που τρέχουν στο παρασκήνιο τον βοηθούν να εκτιμήσει ευκολότερα την ανάγκη του.

10.6.1.3 Αναζήτηση

Οι πελάτες αναζητούν πληροφορίες για τα προϊόντα ή τις υπηρεσίες που τους ενδιαφέρουν μέσα από το διαδίκτυο. Με τη χρήση της τεχνολογίας IoT, διευκολύνεται η αναζήτηση πληροφοριών πριν ο καταναλωτής προβεί στην αγορά. Τέλος με την IoT τεχνολογία υπάρχει και

η δυνατότητα να γίνονται αυτόματες αναζητήσεις στο παρασκήνιο βάσει του ιστορικού των αναζητήσεων των πελατών.

10.6.2 Αγοραστικό

10.6.2.1 Προτίμηση

Επιλογή μεταξύ σχετικών προϊόντων και υπηρεσιών στο Διαδίκτυο, πρόσβαση σε πληροφορίες σχετικές με τα προϊόντα και τις υπηρεσίες μέσω πλατφορμών, σύγκριση των προϊόντων και των υπηρεσιών αξιοποιώντας βάσεις δεδομένων, φυσική αλληλεπίδραση για την επιλογή του προϊόντος. Για παράδειγμα, εάν RFID ετικέτες είναι συνδεδεμένες με τα ρούχα, οι καταναλωτές έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν την κάμερα του κινητού τους, «έξυπνα» γυαλιά, ή άλλες «έξυπνες» συσκευές για να ελέγξουν σε ένα κατάστημα την τιμή, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των προϊόντων ή την διαθεσιμότητα πριν προβούν στην αγορά. Τέλος αυτοματοποιημένες αποφάσεις στο παρασκήνιο βάσει των προτιμήσεών τους συμβάλλουν έτσι ώστε ο καταναλωτής να προτιμήσει το ένα ή το άλλο προϊόν.

10.6.2.2 Παραγγελία

Παραγγελία προϊόντων και υπηρεσιών από απόσταση χωρίς να χρειάζεται ο πελάτης να επισκεφθεί το κατάστημα. Παραγγελία προϊόντος ή υπηρεσίας οποιαδήποτε χρονική στιγμή. Δυνατότητα για ομαδοποιημένες παραγγελίες. Παραγγελία προϊόντος από οπουδήποτε. Χρήση φωνής, αφής ή άλλης φυσικής αλληλεπίδρασης για την παραγγελία προϊόντων ή υπηρεσιών. Αντικατάσταση παραγγελίας πελάτη με αυτόματη παραγγελία στο παρασκήνιο. Η IoT τεχνολογία, δίνει τη δυνατότητα αυτοματοποίησης των συναλλαγών.

10.6.2.3 Πληρωμή

Ηλεκτρονική πληρωμή, πληρωμή από οπουδήποτε και χωρίς χρονικούς περιορισμούς. Χρήση φωνής, αφής, χειρονομίας ή άλλης φυσικής αλληλεπίδρασης για την πληρωμή. Αντικατάσταση της πληρωμής από τον πελάτη με αυτοματοποιημένη πληρωμή στο παρασκήνιο. Για παράδειγμα, σε μερικά φυσικά καταστήματα το IoT, επιτρέπει την ανάγνωση ετικετών σε αντικείμενα όταν οι πελάτες φεύγουν από το κατάστημα και αυτόματα χρεώνεται ο λογαριασμός των πελατών.

Για τους πελάτες τέτοιες αυτοματοποιημένες συναλλαγές βελτιώνουν την ευκολία των συναλλαγών και οδηγούν σε εξοικονόμηση χρόνου. Επιπλέον, στη Βιομηχανία των ασφαλειών, το IoT, θα αλλάξει ριζικά τον τρόπο που οι καταναλωτές κάνουν τις συναλλαγές για τις ασφάλειες του αυτοκινήτου τους, του σπιτιού, ή της υγείας τους. Στην εποχή των συνδεδεμένων οχημάτων εξαιτίας της τεχνολογίας του IoT, θα επιτραπεί νέα μέθοδος πληρωμής, όπως pay-as-you, καθώς οδηγείς. Με βάση τη συμπεριφορά του οδηγού (όπως για παράδειγμα ο αριθμός των μιλίων που καταγράφονται από την οδήγηση), τα ασφάλιστρα μπορούν να είναι μεμονωμένα και αυτόματα να υπολογίζονται και να αφαιρούνται κατ' επέκταση από τους λογαριασμούς των πελατών.

10.6.3 Μετα-αγοραστικό

10.6.3.1 Κατανάλωση/Χρήση

Οι πελάτες έχουν εύκολη πρόσβαση σε πληροφορίες σχετικά με την κατανάλωση και χρήση του προϊόντος/υπηρεσίας. Επιπλέον οι IoT συσκευές, διατηρούν ιστορικά δεδομένα για την κατανάλωση ή τη χρήση του προϊόντος /υπηρεσίας. Ο πελάτης έχει πρόσβαση σε αυτά τα δεδομένα τα οποία αξιοποιεί και βελτιώνει τη χρήση του προϊόντος. Για παράδειγμα σε ένα IoT ψυγείο, υπάρχει η δυνατότητα να παρακολουθήσει την κατανάλωση ρεύματος και να προβεί στις απαραίτητες τροποποιήσεις εξοικονομώντας χρήματα. Χρήση φωνής, αφής, χειρονομίας ή άλλης φυσικής αλληλεπίδρασης για την καθοδήγηση της κατανάλωσης / χρήσης του προϊόντος ή της υπηρεσίας από τον πελάτη.

10.6.3.2 Αφοσίωση

Οι πελάτες έχουν τη δυνατότητα να αλληλεπιδρούν ηλεκτρονικά οποιαδήποτε χρονική στιγμή και από οπουδήποτε με άλλους πελάτες ή οργανισμούς. Για παράδειγμα έχουν τη δυνατότητα να κάνουν σχόλια ή να δίνουν πληροφορίες σχετικά με το προϊόν ή την υπηρεσία σε διαδικτυακές πλατφόρμες συμμετέχοντας με αυτόν τον τρόπο στη συν- δημιουργία ενός νέου προϊόντος. Επιπλέον, οι πελάτες έχουν τη δυνατότητα να μοιράζονται τα δεδομένα που συλλέγονται με τη βοήθεια των αισθητήρων με άλλους πελάτες. Για παράδειγμα ο πελάτης έχει τη δυνατότητα να συγκρίνει δεδομένα για την κατανάλωση ρεύματος μιας συσκευής του, σε σύγκριση με ιστορικά δεδομένα άλλων καταναλωτών. Τέλος η αφοσίωση του πελάτη επιτυγχάνεται και μέσω της εύκολης αλληλεπίδρασης και του τρόπου επικοινωνίας που προσφέρουν οι συσκευές της IoT τεχνολογίας. Για παράδειγμα οι βοηθοί φωνής που είναι

«έξυπνοι» ψηφιακοί βοηθοί και στηρίζονται στην Τεχνητή Νοημοσύνη και είναι σε θέση να εκτελέσουν μια σειρά βοηθητικών ενεργειών για το σπίτι και να προσφέρουν περισσότερες εμπειρίες πελάτη.

10.6.3.3 Αίτημα Υπηρεσίας

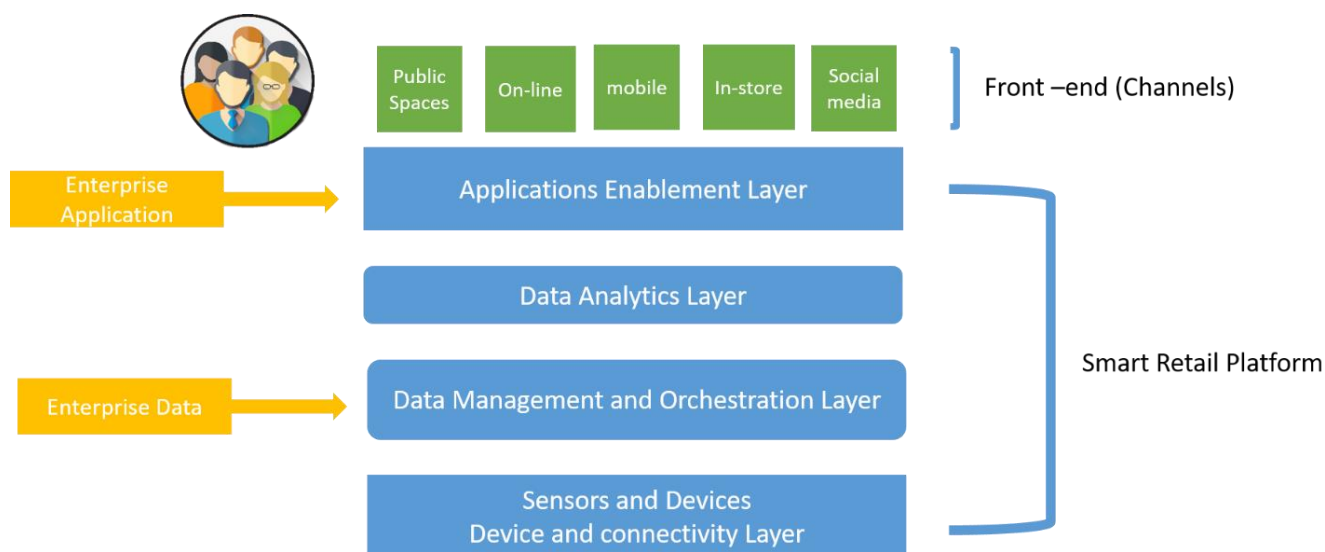
Αιτήματα στην επιχείρηση μετά την αγορά για υποστήριξη αποστέλλονται ηλεκτρονικά οποιαδήποτε χρονική στιγμή και από παντού. Οι πελάτες επικοινωνούν με τη βοήθεια μια πλατφόρμας για τον προγραμματισμό ενός ραντεβού. Επειδή ο πάροχος του προϊόντος ή της υπηρεσίας έχει δεδομένα από τους αισθητήρες σε ένα κεντρικό σημείο που επιτρέπει την επεξεργασία τους, έχει και τη δυνατότητα να προσφέρει εξατομικευμένες υπηρεσίες. Με τη βοήθεια της τεχνολογίας του IoT, πολλά αιτήματα για υπηρεσίες μετά την αγορά αυτοματοποιούνται. Για παράδειγμα η παρακολούθηση των δεδομένων σε πραγματικό χρόνο σχετικά με την κατάσταση του προϊόντος δίνει τη δυνατότητα να γίνεται ο έλεγχος του προϊόντος και να διαπιστώνεται η εκ των προτέρων επικείμενη αστοχία του. Με αποτέλεσμα αυτόματα να εφαρμόζεται προληπτική συντήρηση για το προϊόν. Στον τομέα της εξυπηρέτησης πελατών η Τεχνητή Νοημοσύνη και τα συστήματα Μηχανικής Μάθησης μπορούν να δρομολογήσουν τα ερωτήματα των πελατών με την υψηλότερη σημασία για την εταιρεία στους πιο ικανούς ανθρώπους που θα καταφέρουν να επιλύσουν τα προβλήματα των πελατών. Το γεγονός αυτό έχει σαν συνέπεια η επιχείρηση να βελτιώνει αφενός την εικόνα ως προς τη διαχείριση των αιτημάτων των πελατών αλλά και να μειώνεται ο χρόνος επίλυσης των προβλημάτων προσφέροντας ικανοποιητική εμπειρία στους πελάτες[62]. Για παράδειγμα η Σουηδική Τράπεζα SEB, χρησιμοποιεί έναν εικονικό βοηθό(virtual agent) για να διαχειρίζεται συνομιλίες που γίνονται στη φυσική γλώσσα, απαντώντας σε ερωτήσεις των πελατών για το πως θα ανοίξουν έναν τραπεζικό λογαριασμό ή να κάνουν διασυννοριακές πληρωμές. Ο βοηθός (Aida) προβάλλει ερωτήσεις στους πελάτες και επειδή είναι προγραμματισμένος να αναλύει τον τόνο της φωνής των πελατών(απογοητευμένοι ή ευχαριστημένοι) παρέχει καλύτερες και εξατομικευμένες υπηρεσίες. Σε ένα 30% των περιπτώσεων όπου η Aida δεν θα είναι σε θέση να αντιμετωπίσει το πρόβλημα, το αίτημα του πελάτη αυτόματα μετατρέπεται σε κλήση στον λιγότερο φορτωμένο εκπρόσωπο της τράπεζας[63].

11 IoT τεχνολογία και Λιανική Πώληση

Η αυξανόμενη ανάγκη για να επιτευχθεί καλύτερη εμπειρία σε καταστήματα λιανικής πώλησης οδηγεί στην υιοθέτηση του IoT. Τα «έξυπνα» καταστήματα παρέχουν τη δυνατότητα ανάλυσης ολόκληρης της διαδρομής του πελάτη πριν και μετά την αγορά αγαθών βελτιώνοντας με αυτό τον τρόπο συνεχώς την εμπειρία αγορών του πελάτη στο κατάστημα. Με την τεχνολογία IoT το περιβάλλον της λιανικής πώλησης μετατρέπεται σε ένα «έξυπνο» χώρο όπου διαφορετικές συσκευές και αισθητήρες συλλέγουν δεδομένα διαφορετικής προέλευσης. Τα δεδομένα που συλλέγονται ενσωματώνονται με τα εταιρικά δεδομένα όπου και στη συνέχεια χρησιμοποιούνται για τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών και το σχεδιασμό νέων υπηρεσιών.

Στο εμπορικό κατάστημα του μέλλοντος, οι πελάτες θα έχουν σημαντικές εμπειρίες λόγω των νέων τεχνολογιών, όπου κομβικής σημασίας είναι η τεχνολογία του IoT. Για παράδειγμα, αν κάποιος πελάτης επιθυμεί να αγοράσει κάποια νέα ενδύματα. Καθώς θα εισέρχεται στο κατάστημα λιανικής πώλησης, και αναζητώντας διάφορα είδη ένδυσης, τα τσιπ RFID(της τεχνολογίας IoT), θα ενεργοποιούνται, έτσι ώστε ο καταναλωτής να ενημερώνεται για σχετικές πληροφορίες για το προϊόν όπως για τη χώρα κατασκευής του, οδηγίες πλυσίματος, και τρόποι παράδοσης στο σπίτι του πελάτη[64]. Επιπλέον στα δοκιμαστήρια ρούχων οι «έξυπνοι καθρέφτες»(στο πίσω μέρος θα συνδέονται με τη ψηφιακή τεχνολογία), θα παρέχουν στους πελάτες προσωποποιημένες πληροφορίες, όπως για παράδειγμα αν ταιριάζει στον πελάτη το συγκεκριμένο ένδυμα, ή θα του προτείνουν σε ποιες μελλοντικές περιπτώσεις θα μπορούσε να φορεθεί το ένδυμα, καθώς επίσης και με ποια άλλα ενδύματα θα μπορούσε να το συνδυάσει, θα λειτουργούν δηλαδή και ως σύμβουλοι μόδας. Επιπλέον η τεχνολογία Αυξημένης Πραγματικότητας/ή και Εικονικής Πραγματικότητας(AR/VR), θα επιτρέπει να διαπιστώσει ο πελάτης πως τα διάφορα ενδύματα φαίνονται κάτω από διαφορετικές συνθήκες φωτισμού, σε διαφορετικά περιβάλλοντα(γραφείο, ή στο δρόμο) και σε διαφορετικές κοινωνικές περιστάσεις(πάρτι, ή επαγγελματική συνάντηση).

Στο Σχήμα 11.1, απεικονίζεται η αρχιτεκτονική IoT, για τον τομέα της Λιανικής Πώλησης.



Σχήμα 11. 1: Αρχιτεκτονική IoT για τη Λιανική Πώληση(Saverio Romeo)

Στη συνέχεια παρουσιάζονται διάφοροι τρόποι με τους οποίους ενισχύεται η εμπειρία πελάτη και μεγιστοποιείται το κέρδος της επιχείρησης με τη χρήση τεχνολογιών IoT.

11.1 Μάρκετινγκ Εγγύτητας (*Proximity Marketing*)

Το μάρκετινγκ εγγύτητας είναι μια τεχνική που περιλαμβάνει την ανάπτυξη μάρκετινγκ σε συγκεκριμένες τοποθεσίες χρησιμοποιώντας ασύρματα μέσα[65]. Χρησιμοποιείται κυρίως ως ένας τρόπος παροχής χρήσιμης ενημέρωσης σε δυνητικούς αγοραστές, σε συγκεκριμένες τοποθεσίες και λιγότερο ως ένας τρόπος ανακλαστικής προσέγγισης, για το πως δηλαδή αντιλαμβάνονται την επωνυμία οι πελάτες. Το μάρκετινγκ εγγύτητας έγινε ιδιαίτερα δημοφιλής τεχνική διαφήμισης, για τις επιχειρήσεις τα τελευταία χρόνια μετά την προσαρμογή της τεχνολογίας IoT σε φιλικά περιβάλλοντα για το χρήστη. Η IoT τεχνολογία καινοτομεί στην αλυσίδα λιανικής πώλησης, δίνοντας τη δυνατότητα στους παραδοσιακούς εμπόρους να δημιουργούν προσφορές για τους πελάτες τους σύμφωνα με τη τρέχουσα ζήτηση.

Το Μάρκετινγκ εγγύτητας μπορεί να υλοποιηθεί με τη βοήθεια διαφόρων IoT τεχνολογιών. Κάποιες από αυτές τις τεχνολογίες χρησιμοποιούν Barcodes, RFID(Radio Frequency identification), NFC(Near Field Communication), Wi-Fi, BLE(Bluetooth Low Energy) κ.λ.π. Όλες

αυτές οι τεχνολογίες έχουν το εξής κοινό: ότι λειτουργούν σε μικρό εύρος, είναι αποτελεσματικές, παρέχουν αυτοματοποίηση εργασιών και είναι φιλικές προς τον χρήστη. Ειδικότερα η τεχνολογία IoT με BLE (Bluetooth Low Energy) μπορεί βέλτιστα να εφαρμοστεί για ένα κατάστημα Λιανικής Πώλησης. Τα beacons, μικρές συσκευές που εκπέμπουν το σήμα Bluetooth σε τακτά χρονικά διαστήματα, αναπτύσσονται στα διάφορα τμήματα του καταστήματος λιανικής. Οι πελάτες του καταστήματος με τη σειρά τους έχουν εγκαταστήσει την εφαρμογή του καταστήματος, στα κινητά τους τηλέφωνα. Κατά την είσοδο στο κατάστημα και με το άνοιγμα της εφαρμογής, ο πελάτης, καθοδηγείται από έναν εσωτερικό χάρτη πλοήγησης του καταστήματος. Αυτός ο χάρτης είναι ένα ακριβές σχεδιάγραμμα του καταστήματος. Φτάνοντας κοντά σε διαφορετικούς διαδρόμους, εμφανίζονται προσαρμοσμένες πληροφορίες σχετικά με αυτόν το διάδρομο, πάνω στην εφαρμογή. Επιπλέον προτάσεις αγοράς παρέχονται στον πελάτη με βάση το ιστορικό αγορών. Η αγορά κάθε πελάτη καταγράφεται μέσω του ιστότοπου του καταστήματος και αποθηκεύεται σε ένα αποθηκευτικό μέσο (data storage) καθώς και όλες οι πληροφορίες σχετικά με τα διαθέσιμα προϊόντα, τις τιμές έκπτωσης κ.λπ. του καταστήματος[66].

Με την IoT τεχνολογία το κατάστημα έχει τη δυνατότητα να αλληλεπιδράσει άμεσα με τους πελάτες να συγκεντρώσει πληροφορίες από την κάθε επαφή του πελάτη με το κατάστημα, να τις επεξεργαστεί και να παράγει χρήσιμη γνώση που θα βοηθήσει να δημιουργηθεί εξατομικευμένη διαφήμιση προσαρμοσμένη στις ανάγκες του πελάτη. Για παράδειγμα τύποι προσφορών περιλαμβάνουν ποσοστιαίες εκπτώσεις, τόσα \$x έκπτωση, ή αγοράστε ένα και ένα δώρο, και αγοράστε δύο και λάβετε έκπτωση τριάντα τοις εκατό ή αγοράστε τρία και λάβετε έκπτωση πενήντα τοις εκατό. Με το IoT όμως, μπορούμε να προχωρήσουμε ακόμα περισσότερο αναγνωρίζοντας τα ψυχολογικά κίνητρα που ωθούν τους καταναλωτές να ολοκληρώσουν μια παραγγελία και να αγοράσουν περισσότερα προϊόντα. Διαφορετικοί πελάτες επιλέγουν διαφορετικά προϊόντα και αντιδρούν με διαφορετικό τρόπο στις προσφορές που δέχονται και εκμεταλλεύονται τις προσφορές που δέχονται. Με το IoT, τα καταστήματα έχουν τη δυνατότητα να στοχεύουν κάθε φορά και σε διαφορετικά τμήματα πελατών σύμφωνα με το ιστορικό αγορών[67].

11.2 Συνδεδεμένα Ράφια(Connected Shelves)

Το λιανικό εμπόριο μπορεί να οριστεί ως η πώληση αγαθών και/ή υπηρεσιών σε μικρές ποσότητες προς το κοινό απευθείας για προσωπική τους χρήση. Αυτό είναι μέρος της αλυσίδας εφοδιασμού, γνωστή και ως αλυσίδα εφοδιασμού λιανικής. Το λιανικό εμπόριο ως εφοδιαστική αλυσίδα έχει τέσσερις βασικές οντότητες που συμμετέχουν στην αλυσίδα: τους κατασκευαστές, τους χονδρέμπορους, τους λιανοπωλητές και τους καταναλωτές.

Η αλυσίδα εφοδιασμού λιανικής λειτουργεί ως εξής: Οι χονδρέμποροι συνεργάζονται άμεσα με τον κατασκευαστή, οι λιανοπωλητές συνεργάζονται άμεσα με τους χονδρέμπορους αλλά όχι άμεσα με τους κατασκευαστές και οι καταναλωτές συνδέονται με τους λιανοπωλητές[68]. Είναι σαφές ότι ο λιανοπωλητής χρειάζεται να επικοινωνεί τόσο με τους χονδρέμπορους για την παραγγελία των αποθεμάτων αλλά και να μπορεί να εξασφαλίσει μια μακροχρόνια σχέση με τους πελάτες του(καταναλωτές).

Η διαθεσιμότητα αποθέματος είναι ένας από τους βασικούς παράγοντες για να κάνουν τους πελάτες ευχαριστημένους, όπως αντίστοιχα η μη διαθεσιμότητα οδηγεί όχι μόνο σε απώλεια κέρδους για τον έμπορο αλλά και την απώλεια του πελάτη. Σύμφωνα με μια έκθεση που δημοσιεύτηκε από το Efficient Consumer Response (ECR), όταν ένα προϊόν δε βρίσκεται στα ράφια το 37% των Ευρωπαίων καταναλωτών θα αλλάξουν επωνυμία προϊόντος και το 21% των Ευρωπαίων καταναλωτών είναι πιθανό να αλλάξουν κατάσταση[69].

Η τεχνολογία IoT Βοηθά τους διευθυντές των καταστημάτων να γνωρίζουν τη διαθεσιμότητα των αποθεμάτων στα ράφια καθώς και στην αποθήκη. Χρησιμοποιώντας την τεχνολογία IoT, οι λιανοπωλητές θα μπορούν να αυξήσουν τις πωλήσεις τους. Με την τεχνολογία IoT, το κατάστημα θα εμπλουτίσει την εμπειρία των πελατών και θα εξασφαλίσει την αποτελεσματική διαχείριση των αποθεμάτων. Μια από τις πιο υποσχόμενες τεχνολογίες επόμενης γενιάς με εφαρμογή του IoT είναι τα «έξυπνα ράφια». Τα «έξυπνα ράφια» είναι ηλεκτρονικά συνδεδεμένα ράφια και παρακολουθούν αυτόματα το απόθεμα σε ένα κατάστημα λιανικής[69]. Τα «έξυπνα ράφια» τεχνολογίας IoT χρησιμοποιούν έναν συνδυασμό αισθητήρων, ψηφιακών οθονών και ετικετών αναγνώρισης ραδιοσυχνότητας (RFID), για να παρέχουν λεπτομερή πληροφόρηση για τη διακίνηση των προϊόντων, καθώς και μοτίβα αγορών και δεδομένα πωλήσεων σε εμπόρους λιανικής και σε κατασκευαστές. Επιπλέον, τα «έξυπνα ράφια» έχουν τη δυνατότητα να δώσουν πληροφόρηση για τα εσωτερικά κίνητρα συμπεριφοράς του καταναλωτή παρέχοντας επιπλέον

πληροφορίες στον έμπορο, κάτι που θα τον βοηθήσει σε τεράστιο βαθμό να δημιουργήσει τη στρατηγική πώλησης για το κατάστημά του[98].

11.3 Πρόληψη Απώλειας(Loss Prevention)

Το τυπικό ταξίδι του IoT στα καταστήματα λιανικής ξεκινά με την πρόληψη απώλειας. Αυτή είναι μια προτεραιότητα που όλοι οι λιανοπωλητές μοιράζονται. Η πρόληψη της απώλειας είναι ένα από τα πιο δύσκολα έργα στη διαχείριση του. Περιλαμβάνει τις κλοπές των καταστημάτων, συναλλαγές που δεν υπολογίστηκαν και τα χαλασμένα τρόφιμα. Οι έμποροι παγκοσμίως χάνουν δισεκατομμύρια δολάρια κάθε χρόνο σε αυτούς τους τομείς. Με τη μείωση των κλοπών στα καταστήματα, της ανίχνευσης μη σαρωμένων αντικειμένων στο καλάθι αγορών ή στη τσάντα του πελάτη, καθώς και της σπατάλης των τροφίμων, δίνεται η δυνατότητα οι έμποροι να εξοικονομήσουν τεράστια χρηματικά ποσά. Επιπλέον το γεγονός της μείωσης των κλοπών θα επηρεάσει και τη διαχείριση του χρόνου των υπαλλήλων αλλά και το σύστημα προμηθειών. Το RFID αποτελεί μια χαμηλού κόστους λύση για τους εμπόρους. Ένας «έξυπνος» τρόπος είναι η σύνδεση των αισθητήρων με Bluetooth χαμηλής ενέργειας, ο οποίος είναι ικανός να παρακολουθήσει τους κλέφτες στο χώρο της αποθήκης, η στο χώρο του καταστήματος ή και κατά τη μεταφορά από την αποθήκη στο κατάστημα αποτρέποντας την κλοπή.

Το IoT μπορεί να προχωρήσει ακόμη περισσότερο, με το να μετράει ακριβώς πόσοι πελάτες βρίσκονται στο κατάστημα, να παρακολουθεί τη διαδρομή του πελάτη στο κατάστημα και να εντοπίζει τα προϊόντα για τα οποία ενδιαφέρεται, ποια τμήματα του πολυκαταστήματος επισκέπτεται πιο συχνά και πόσο χρόνο αφιερώνει σε κάθε τμήμα ξεχωριστά. Έχοντας το κατάστημα εικόνα για το πως συμπεριφέρεται ο πελάτης κατά την επαφή του με το κατάστημα, έχει τη δυνατότητα το προσωπικό να του προσφέρει εξατομικευμένη εξυπηρέτηση που δυνητικά μπορεί να μεταφραστεί σε πώληση.

Οι έμποροι συνεχώς αναζητούν τρόπους για να γίνουν ανταγωνιστικοί και να αυξήσουν τις πωλήσεις τους και για αυτό το λόγο αξιοποιούν ιστορικά αρχεία πιστωτικών καρτών, προωθητικές φόρμες που συμπληρώνονται στο κατάστημα με την είσοδο των πελατών στο κατάστημα κ.λ.π. Ειδικότερα επιτυγχάνεται:

- Επαναπροσδιορισμός των πελατών στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης βάσει του ενδιαφέροντος που έδειξαν οι πελάτες, από τον χρόνο που αφιέρωσαν οι πελάτες σε συγκεκριμένο διάδρομο, και για συγκεκριμένη επωνυμία .
- Αποστολή εξατομικευμένων διαφημιστικών ηλεκτρονικών μηνυμάτων μάρκετινγκ, προσαρμοσμένη σύμφωνα με τη διαδικτυακή περιήγηση του πελάτη στο διαδικτυακό τόπο του καταστήματος.
- Προτάσεις στον πελάτη βάσει παλαιότερων παραγγελιών, αντικείμενα πώλησης και πολλαπλών πωλήσεων σύμφωνα με προηγούμενες αγορές.

11.4 Ψηφιακή Σήμανση(Digital Signage)

Η ψηφιακή σήμανση εξελίχθηκε από ένα εργαλείο διαφήμισης που λειτουργούσε προς μια κατεύθυνση, από τον έμπορο προς τον πελάτη σε μια «έξυπνη ψηφιακή σήμανση» που παρέχει αμφίδρομες και διαδραστικές υπηρεσίες. Τα έξυπνα σήματα συλλέγουν πληροφορίες για το χρήστη από διάφορους αισθητήρες και φορητές συσκευές. Η έξυπνη σήμανση αλλάζει το προβαλλόμενο περιεχόμενο ανάλογα με το περιβάλλον του καταναλωτή με αποτέλεσμα οι πελάτες να απολαμβάνουν στοχευμένες υπηρεσίες[70]. Η ψηφιακή σήμανση συνδυάζεται με κάμερες κλειστού κυκλώματος και αλγόριθμους Τεχνητής Νοημοσύνης που τρέχουν σε ένα περιβάλλον Υπολογιστικού Νέφους για να αξιοποιήσει πληροφορίες για τον πελάτη όπως φύλλο, ηλικία κ.λ.π. Επιπλέον έχει τη δυνατότητα να συνδεθεί με τη beacon τεχνολογία και να συγκεντρώσει με αυτόν τον τρόπο επιπλέον πληροφορίες για τον πελάτη, να ομαδοποιήσει πληροφορίες και να παρέχει εξατομικευμένες προσφορές βάσει των συλλεγόμενων δεδομένων.

11.5 «Έξυπνο» δωμάτιο δοκιμών (Smart Fitting Room)

Η δοκιμή ρούχων σε ένα κατάστημα είναι συνήθως μια χρονοβόρος διαδικασία. Επιπλέον η πανδημία επέφερε τεράστιες αλλαγές στις αγοραστικές συνήθειες των καταναλωτών στην προσπάθειά τους να παραμείνουν ασφαλείς. Παρότι στις μέρες μας ένας μεγάλος αριθμός υπηρεσιών διενεργείται ψηφιακά και οι καταναλωτές χρησιμοποιούν το διαδίκτυο για την αγορά πλήθους αγαθών, η αγορά ρούχων χωρίς να υπάρχει η δυνατότητα δοκιμής, δύσκολα μπορεί να ξεπεραστεί στις διαδικτυακές παραγγελίες. Νέες τεχνολογίες όπως τα «έξυπνα δωμάτια δοκιμών», προσφέρουν ασφαλείς εναλλακτικές λύσεις αλλά και παράλληλα αποτελούν μια λύση για εξοικονόμηση χρόνου. Τα «έξυπνα δωμάτια» είναι ουσιαστικά εικονικά

δωμάτια όπου με χρήση της τεχνολογίας της Επαυξημένης Πραγματικότητας ή αλλιώς Ενισχυμένης Πραγματικότητας (Augmented Reality - AR) ο καταναλωτής έχει την ευκαιρία να «δει» πως ένα ρούχο ταιριάζει πάνω του χωρίς ουσιαστικά να το φορέσει χρησιμοποιώντας την κάμερα του κινητού του. Ουσιαστικά με τη συγκεκριμένη τεχνολογία ο πελάτης μπορεί να δοκιμάσει ένα ρούχο και να εξετάσει, διάφορες εναλλακτικές σε χρώμα, μέγεθος κ.λ.π. αυξάνοντας την ικανοποίησή του ως πελάτη. Είναι σαφές ότι μια μικρή επιχείρηση δεν έχει τον απαραίτητο προϋπολογισμό για να έχει στο κατάστημα μεγάλο απόθεμα σε σχέδια, χρώματα και μεγέθη. Άλλωστε οι επιστροφές αποτελούν μια κακή εμπειρία για τον πελάτη και κοστίζουν στον επιχειρηματία. Επιπλέον με την τεχνολογία AR, ο πελάτης έχει τη δυνατότητα να βρίσκει εύκολα τα εμπορεύματα μέσα στο κατάστημα, ή ακόμα και να πετύχει τη βέλτιστη διαδρομή για τις αγορές του εξοικονομώντας με αυτό τον τρόπο χρόνο. Η διαδρομή της εμπειρίας του πελάτη κατά τη επαφή του με το κατάστημα όχι μόνο του εξασφαλίζει πολύτιμο χρόνο αλλά μπορεί και να του αποδώσει σημαντικές εκπώσεις για τις αγορές του. Ένα άλλο πρόβλημα που αντιμετωπίζουν οι πελάτες είναι το γεγονός ότι υπάρχει περιορισμένος χώρος στη συσκευασία του προϊόντος για την παροχή αναλυτικών πληροφοριών σχετικά με το προϊόν. Η ενσωμάτωση του AR στην αλυσίδα λιανικής πώλησης θα βοηθήσει σε αυτήν την κατεύθυνση. Τέλος με τη AR, ο καταναλωτής έχει την ευκαιρία να δει πληροφορίες για το προϊόν σε διαφορετικές γλώσσες, γεγονός που θα αυξήσει την εμπιστοσύνη του πελάτη για το προϊόν.

11.6 Μελέτη Περίπτωσης «Το εμπορικό κέντρο του μέλλοντος»

Η άνοδος των «έξυπνων» ηχείων με οθόνες, θα μπορούσε να φέρει την καινοτομία στον τρόπο που ο καταναλωτής αγοράζει σήμερα, και να οδηγήσει στην έλευση των φωνητικών αγορών. Συσκευές όπως οι Echo Show και Google Home Nest Hub, είναι η απαρχή της πολυτροπικότητας της επικοινωνίας μέσω της φωνητικής εμπειρίας. Με τις συσκευές αυτές ο καταναλωτής έχει τη δυνατότητα μέσω της φωνής να κατευθύνει και να διαχειρίζεται το περιεχόμενο μιας οθόνης. Επέκταση αυτού είναι το TV Stick με την Alexa, όπου η τηλεόραση θα μπορούσε να γίνει το εμπορικό κέντρο του μέλλοντος. Η χρήση της φωνής επεκτείνεται επίσης στο διαδίκτυο από εταιρείες όπως τη Voysis. Για παράδειγμα αντί ο καταναλωτής να χάνει χρόνο σε αναζητήσεις και σε εφαρμογή των κατάλληλων φίλτρων για να βρει το προϊόν που επιθυμεί, χρησιμοποιώντας το Voysis, θα έχει τη δυνατότητα να ζητήσει «ένα ζευγάρι παπούτσια Nike αγωνιστικά και τιμή κάτω από τα 100€ και μέγεθος 38» και το Voysis θα αναλαμβάνει να κάνει την αναζήτηση και το φιλτράρισμα[71].

12 Εφοδιαστική Αλυσίδα και Διαδίκτυο πραγμάτων(IoT)

Η εφοδιαστική αλυσίδα (Supply Chain) είναι ένα σύνολο διαδικασιών και οντοτήτων (προμηθευτές, πελάτες, εργοστάσια, διανομείς και λιανοπωλητές) που ενδιαφέρονται για την εκπλήρωση της παραγγελίας των πελατών.

Διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας σημαίνει ότι έχουμε το σωστό αγαθό, στη σωστή ποσότητα, τη σωστή χρονική στιγμή, στη σωστή θέση για τη σωστή τιμή, στη σωστή κατάσταση για το σωστό πελάτη[72]. Στα παραδοσιακά συστήματα διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας εφοδιασμού, υπάρχουν πολλά προβλήματα όπως είναι η υπεραποθήκευση, οι καθυστερήσεις παράδοσης, και η εξάντληση αποθεμάτων.

Οι παραδοσιακές εφοδιαστικές αλυσίδες γίνονται όλο και πιο δαπανηρές και περίπλοκες, για να ξεπεραστούν οι προαναφερόμενες προκλήσεις, οι εφοδιαστικές αλυσίδες χρειάζεται να γίνουν περισσότερο «έξυπνες». Μια «έξυπνη» εφοδιαστική αλυσίδα, είναι ένα σύγχρονο διασυνδεδεμένο σύστημα, όπου υπάρχει διασυνδεδεμένη ροή της πληροφορίας και προηγμένων δυνατοτήτων[73]. Η τεχνολογία του IoT, έχει την ικανότητα να ενσωματώνει διαφορετικές διαδικασίες, προμηθευτές και πελάτες εσωτερικά και εξωτερικά μέσω της ενίσχυσης της επικοινωνίας που προσφέρει, καθώς επίσης και τη συλλογή, τη μεταφορά δεδομένων και πληροφοριών με αποτέλεσμα τη βελτίωση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Με την IoT τεχνολογία γίνεται επανασχεδιασμός όχι μόνο στην ίδια τη δομή της αλυσίδας εφοδιασμού, αλλά και στις σχέσεις μεταξύ των προμηθευτών, των κατασκευαστών και των πελατών.

Η παραδοσιακή αλυσίδα εφοδιασμού είναι γραμμική, με διακριτές διαδικασίες, ενώ η ψηφιακή εφοδιαστική αλυσίδα, επιτρέπει να συνδυάζονται πληροφορίες από διαφορετικές πηγές και τοποθεσίες, με στόχο τον έλεγχο της παραγωγής και της διανομής (Εικόνα 12.1).



Εικόνα 12. 1: Αναπαράσταση της Ψηφιακής Εφοδιαστικής Αλυσίδας(Πηγή Deloitte)

Η δομή της νέας αλυσίδας εφοδιασμού με την τεχνολογία IoT, γίνεται πιο διαφανής, ευέλικτη και προσανατολισμένη στον πελάτη. Η τεχνολογία IoT, παρέχει τεράστια οφέλη στην αλυσίδα εφοδιασμού, όπως είναι: η αύξηση της ορατότητας στην εφοδιαστική αλυσίδα, η βελτίωση της συνεργασίας μεταξύ των συμμετεχόντων στην εφοδιαστική αλυσίδα, η ευελιξία και η προσαρμοστικότητα αλλά και η μείωση του ρίσκου στην εφοδιαστική αλυσίδα.

Το IoT επηρεάζει άμεσα τις αποφάσεις που σχετίζονται με τη διανομή των προϊόντων (για παράδειγμα, σχέδια παράδοσης και χρόνους παράδοσης) σε ένα πολύ δυναμικό, αβέβαιο και περίπλοκο περιβάλλον. Για να αποκτήσουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα, οι εταιρείες επικεντρώνονται στους χρόνους απόκρισης και παράδοσης. Το IoT έχει τη δυνατότητα να επιφέρει σημαντικές αλλαγές και βελτιώσεις στα παραδοσιακά συστήματα εφοδιαστικής.

Τα «έξυπνα» μηχανήματα ανιχνεύουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, είναι ευαίσθητα στο περιεχόμενο των δεδομένων και παρέχουν πληροφορίες προστιθέμενης αξίας για να βοηθήσουν τα ηγετικά στελέχη των επιχειρήσεων να λαμβάνουν καλύτερες αποφάσεις στον τομέα της εφοδιαστικής αλυσίδας[74].

Η ροή των προϊόντων παρακολουθείται σε κάθε στάδιο της εφοδιαστικής αλυσίδας συνήθως μέσω της τεχνολογίας των RFID. Ειδικότερα σε κάθε προϊόν επισυνάπτεται μια RFID ετικέτα και σαρώνεται από έναν RFID αναγνώστη. Μετά τη σάρωση το tag id αποθηκεύεται σε μια βάση δεδομένων. Με αυτόν τον τρόπο τόσο οι προμηθευτές όσο και τα ανώτατα στελέχη στην επιχείρηση έχουν τη δυνατότητα ολοκληρωμένης πληροφόρησης για τον κύκλο ζωής των προϊόντων.

12.1 Η Προμήθεια

Η τεχνολογία του IoT, επιτρέπει την εικονικοποίηση της εφοδιαστικής αλυσίδας, για παρακολούθηση του κύκλου ζωής των προϊόντων σε ολόκληρη την εφοδιαστική αλυσίδα.

12.2 Η Παραγωγή

Η τεχνολογία του IoT, εξυπηρετεί τον έξυπνο σχεδιασμό και τον έλεγχο της παραγωγής, το «έξυπνο» εργοστάσιο.

12.3 Η Διανομή

Στην αλυσίδα εφοδιασμού, η διαδικασία διανομής αφορά διαδικασίες, αποθήκευσης, διαχείρισης αποθεμάτων και παραγγελιών. Οι κύριες επιπτώσεις του IoT, στη διαδικασία της διανομής της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι:

- **Η Αποθήκευση**

Η τεχνολογία IoT, επιτρέπει την εξοικονόμηση χρόνου στη διαδικασία των παραγγελιών μέσω των RFID ετικετών. Επιπλέον με την τεχνολογία του IoT, επιτυγχάνεται η «συνεργαζόμενη» αποθήκευση, μέσω των «έξυπνων» συσκευών και συστημάτων. Ακόμα αυξάνει την ασφάλεια και την εμπιστευτικότητα της πληροφορίας καθ'όλη την εφοδιαστική αλυσίδα.

- **Ο Συνδεδεμένος Πελάτης**

Αυτή η δυνατότητα επιτρέπει στις επιχειρήσεις να μετακινηθούν από τις παραδοσιακές σχέσεις που βασίζονται στην εφάπαξ πώληση σε μια απρόσκοπτη αφοσίωση του πελάτη σε ολόκληρο το αγοραστικό τους ταξίδι. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα όχι μόνο την καλύτερη πρόβλεψη των αναγκών των πελατών, αλλά και την παροχή καλύτερης εμπειρίας πελάτη. Επιπλέον επιτρέπει την ταχύτερη επίλυση ζητημάτων αλλά και τον προσδιορισμό καταναλωτικών μοτίβων. Τα Μεγάλα Δεδομένα, η Μηχανική Μάθηση, βοηθούν στην αποτελεσματική τμηματοποίηση των πελατών βοηθώντας έτσι στην προωθητική πολιτική της επιχείρησης με το να τους παρέχει προσφορές προσαρμοσμένες στις ανάγκες τους. Χρησιμοποιώντας δυναμικούς τρόπους για την προμήθεια των αγαθών οι επιχειρήσεις παρακολουθούν τα φυσικά αγαθά, εξασφαλίζοντας την έγκαιρη παράδοσή τους, προσφέροντας υψηλής ποιότητας ικανοποίησης και εμπειρίας στους πελάτες.

13 Smart Warehouse

13.1 Γενικά

Οι επιχειρήσεις για να ανταποκριθούν στην αυξανόμενη ζήτηση των πελατών τους αλλά και για να βελτιστοποιήσουν τον προϋπολογισμό τους, έχουν διαπιστώσει την αναγκαιότητα της ψηφιοποίησης των αποθηκευτικών χώρων και της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Σε ένα Smart Warehouse η επιχείρηση έχει αυτοματοποιήσει τη ροή εργασίας χρησιμοποιώντας IoT (Sensors), Μηχανική Μάθηση(AI) και Data Analytics. Η ανθρώπινη συμμετοχή απαιτείται μόνο για την παρακολούθηση και την υποστήριξη του αυτοματισμού μειώνοντας με αυτόν τον τρόπο τον κίνδυνο σφαλμάτων.

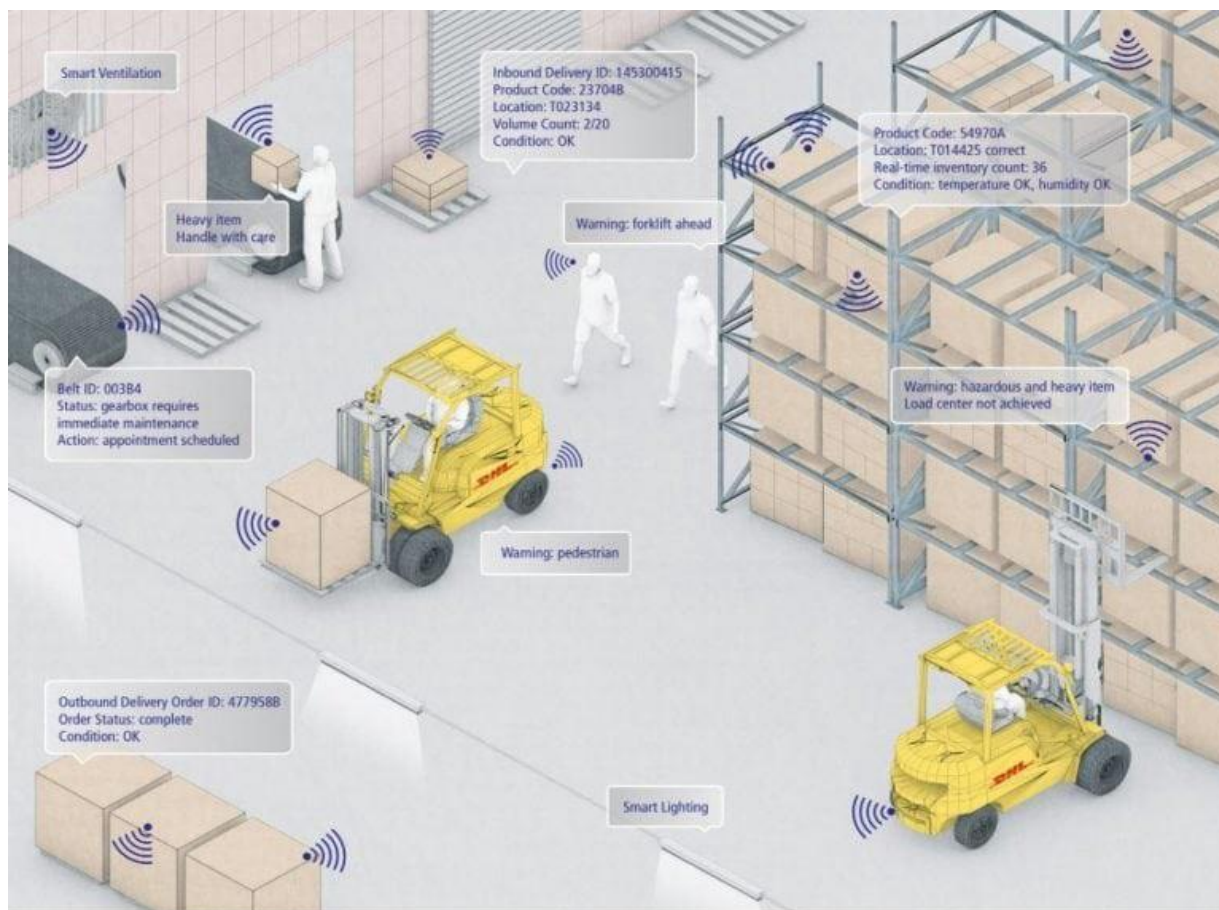
13.2 Εφαρμογές του IoT στο Smart Warehouse

13.2.1 Γενικά

Με την εξέλιξη της τεχνολογίας IoT, οι επιχειρήσεις θα έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν τις νέες δυνατότητες των αισθητήρων και τις πλατφόρμες που βασίζονται στο Υπολογιστικό Νέφος. Οι αλγόριθμοι Μηχανικής Μάθησης που εφαρμόζονται θα τους παρέχουν προγνωστικά Αναλυτικά Στοιχεία. Η πληθώρα των αισθητήρων που απαρτίζουν ένα Smart Warehouse τροφοδοτούν με δεδομένα τις πλατφόρμες που βασίζονται στο Υπολογιστικό Νέφος και τα αποτελέσματα της επεξεργασίας των δεδομένων ενημερώνουν ή προειδοποιούν τα διευθυντικά στελέχη της επιχείρησης. Η απομακρυσμένη ανίχνευση των εμπορευμάτων με τη βοήθεια λογισμικού που προσφέρει αναλυτικές αναφορές και δίνει τη δυνατότητα να προειδοποιεί σε περίπτωση λάθους, είναι μια ακόμα εφαρμογή του IoT ευρύτατα διαδεδομένη στο Smart Warehouse. Με την IoT τεχνολογία τα διευθυντικά στελέχη της επιχείρησης έχουν τη δυνατότητα σε πραγματικό χρόνο να ενημερώνονται για τη χρήση και τη διαθεσιμότητα των φορτηγών μεταφοράς. Τα διευθυντικά στελέχη χρησιμοποιούν τα δεδομένα που παράγονται από τα φορτηγά για ανάλυση παραμέτρων απόδοσης που σχετίζονται με το στόλο των φορτηγών. Η τεχνολογία IoT στην αποθήκη και στα κέντρα διανομής περιλαμβάνει αισθητήρες για την παρακολούθηση των διακυμάνσεων της θερμοκρασίας σε ψυχρές περιοχές αποθήκευσης, για την παρακολούθηση της θερμότητας και των κραδασμών που παράγονται από τους κινητήρες των υλικών των συστημάτων μεταφοράς, την παρακολούθηση της υγρασίας κ.λ.π.

Τα στελέχη της αποθήκης μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα δεδομένα από τους αισθητήρες και να δημιουργήσουν χάρτες θερμότητας που απεικονίζουν γραφικά τις θερμές περιοχές σε μια περιοχή ψύξης και να κάνουν κατάλληλες προσαρμογές. Για παράδειγμα στον εξαερισμό του δωματίου, έτσι ώστε η θερμοκρασία να φτάσει στα επιθυμητά επίπεδα. Το πραγματικό όφελος για τα διευθυντικά στελέχη της επιχείρησης θα είναι ένας συνδυασμός των συστημάτων ελέγχου της αποθήκης, και μιας ψηφιακής πλατφόρμας για τη λήψη δεδομένων IoT και των υπολογιστικών δυνατοτήτων του Νέφους για την ανάλυση των δεδομένων. Τα δεδομένα μπορούν να προέρχονται από αυτοματοποιημένα συστήματα χειρισμού υλικών, αισθητήρες ανυψωτικών οχημάτων, συστήματα αυτοματισμού κτιρίων και συστήματα ασφαλείας. Η δυνατότητα Ανάλυσης των δεδομένων είναι η πιο σημαντική πρόκληση αλλά και παράλληλα η ευκαιρία για την επιτυχή εφαρμογή λύσεων για συνδεδεμένα αντικείμενα στο Smart Warehouse(Εικόνα 13.2.1).

Ειδικότερα το πρότζεκτ της Amazon, με την ονομασία «predictive sales», είναι η περίπτωση όπου με τη βοήθεια της τεχνολογίας των Big Data και Artificial Intelligence, η παραγγελία θα είναι έτοιμη για διανομή πριν ακόμα ο πελάτης τοποθετήσει την παραγγελία. Αυτό σημαίνει ότι η εταιρεία θα είναι σε θέση να γνωρίζει τη ζήτηση ακόμη και πριν από τον πελάτη. Εφόσον η εταιρία προβλέπει με ακρίβεια τη ζήτηση, θα υπάρχει αρκετός χρόνος για να προετοιμαστεί η παραγγελία χωρίς να χρειαστούν επιπλέον αποθηκευτικοί χώροι αλλά και ο πελάτης να μπορεί να παραλάβει την παραγγελία του εγκαίρως[74].



Εικόνα 13.2. 1: Εφαρμογές IoT σε μια αποθήκη DHL[75]

13.2 Στοιχεία του IoT Smart Warehouse

13.2.1 Φορητές Συσκευές (Wearable devices)

Με τις IoT, φορητές συσκευές υπάρχει η δυνατότητα της παρακολούθησης της υγείας των εργαζόμενων γεγονός που θα βοηθήσει την επιχείρηση να εξασφαλίσει την ασφάλεια στον εργασιακό χώρο των εργαζομένων της. Το δίκτυο συσκευών για παράδειγμα της DHL, αξιοποιεί το έξυπνο σύστημα της αποθήκης του, το οποίο επεξεργάζεται τα δεδομένα και προτείνει περιόδους ανάπαυσης παρακολουθώντας την κόπωση των εργαζομένων. Οι αποθήκες καλύπτουν μεγάλες εκτάσεις με εργαζόμενους διασκορπισμένους σε διάφορα σημεία, σε αντίθεση με τα στενά όρια ενός γραφείου όπου η παρακολούθηση των εργαζομένων είναι πιο εύκολη. Με τη βοήθεια της τεχνολογίας IoT, είναι ευκολότερο να συλλέξεις γνώση αναφορικά με τους εργαζόμενους. Η γνώση αυτή μπορεί να αξιοποιηθεί για να βελτιωθεί η ασφάλεια και η αποτελεσματικότητα των εργαζομένων.

13.2.2 Φωνητική Αποθήκευση (Voice Picking)

Το voice picking, γνωστό και ως φωνητική αποθήκευση, χρησιμοποιεί φωνητική αποθήκευση για να κατευθύνει τους εργαζόμενους της αποθήκης που να πάνε καθώς και πως να βρουν τα επιθυμητά αντικείμενα σε μια αποθήκη.

13.2.3 Vision Picking

Η vision picking, χρησιμοποιεί την τεχνολογία AR. Οι εργαζόμενοι φορούν «έξυπνα γυαλιά», που αποτελούν ένα ολοκληρωμένο σύστημα πλοήγησης για να καθοδηγούν τους χρήστες της εφαρμογής. Επιπλέον παρέχουν στους χρήστες τη συντομότερη διαδρομή για να φτάσουν στον προορισμό τους καθώς και επιπλέον πληροφορίες για τα φυσικά αντικείμενα που αναζητούν. Τα έξυπνα γυαλιά συνδέονται με το υπάρχον δίκτυο που επιτρέπει τη διαχείριση του αποθέματος σε πραγματικό χρόνο. Ταιριάζει στην απαίτηση κάθε αποθήκης που αποβλέπει στη βελτίωση της ροής της εργασίας και τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών[76].

13.2.4 Ρομπότ

Ο αυτοματισμός των διαδικασιών στις γραμμές συναρμολόγησης εξυπηρετεί στις περιπτώσεις των επαναλαμβανόμενων εργασιών. Ωστόσο οι αγοραστικές συνήθειες των καταναλωτών έχουν αλλάξει και σε συνδυασμό με τις ολοένα αυξανόμενες απαιτήσεις για περισσότερο αυτοματισμό στη διαχείριση των αποθεμάτων, καθιστά απαραίτητο την εφαρμογή πιο «έξυπνων» και ευέλικτων λύσεων για την αποτελεσματική διαχείριση της αποθήκης. Για παράδειγμα, αυτόματα οχήματα οδήγησης αναλαμβάνουν, τη μεταφορά των εμπορευμάτων στο χώρο της αποθήκης ακολουθώντας αυτόματα συστήματα πλοήγησης. Επιπλέον η προχωρημένη τεχνολογία των αισθητήρων, σε συνδυασμό με την συνδεσιμότητα που υπάρχει στην IoT τεχνολογία, επιτρέπει στα ρομπότ να προσαρμόζονται κατάλληλα στον περιβάλλοντα χώρο, αλλά και να διορθώνουν τα λάθη που ανακαλύπτουν. Τέλος μια ψηφιακή εγγραφή δημιουργείται που καταγράφει την κίνησή τους στο περιβάλλον. Με την τεχνολογία IoT, ο ρομποτικός αυτοματισμός γίνεται ολοένα και πιο εμφανής σε μια αποθήκη. Για παράδειγμα η περίπτωση της εταιρείας Lids, από τις πρώτες εταιρείες που εφάρμοσαν την τεχνολογία IoT, και χρησιμοποίησαν ρομπότ για τη συλλογή και συσκευασία των προϊόντων, που πριν γινόταν από ανθρώπους.

Η Amazon Robotics, έχει σχεδιάσει ρομπότ να μετακινούν ράφια με αντικείμενα ανεξάρτητα από το μέγεθος και το είδος των πραγμάτων που αποθηκεύουν. Τα ρομπότ ελέγχονται από ένα κεντρικό υπολογιστικό σύστημα χρησιμοποιώντας ένα ασφαλές Wi-Fi δίκτυο για επικοινωνία. Η υπέρυθρη τεχνολογία χρησιμοποιείται για την αναγνώριση των εμποδίων που συναντά το ρομπότ κατά την κίνησή του στο χώρο, καθώς και κάμερες δαπέδου για να διαβάζει τους QR κωδικούς των προϊόντων. Η επιτυχία της χρήσης των ρομπότ, βρίσκεται στο γεγονός ότι τα ρομπότ έχουν την ικανότητα να αυτοπρασαρμόζονται καθώς επίσης και να μοιράζονται δεδομένα μεταξύ τους. Για παράδειγμα συγκεντρώνουν δεδομένα και από άλλα ρομπότ που τα βοηθούν στη διαχείριση και στην αντιμετώπιση των προβλημάτων. Μέχρι το δεύτερο εξάμηνο του 2015, η Amazon είχε ήδη αναπτύξει περισσότερα από 30.000 τέτοιου είδους ρομπότ[77]. Τέλος τα Amazon Robotics, έχουν επιπλέον τη ικανότητα να κατευθύνουν τους εργαζόμενους στο χώρο της αποθήκης επιταχύνοντας με αυτόν τον τρόπο τη διαδικασία διαλογής.

Μια άλλη περίπτωση μεγάλης εταιρείας που εφαρμόζει τις νέες τεχνολογίες του IoT, για τη διαχείριση των logistics και της αποθήκης είναι η εταιρεία Alibaba. Η Alibaba, είναι μια Κινέζικη εταιρεία που εξυπηρετεί το ηλεκτρονικό εμπόριο, το λιανικό εμπόριο, την τεχνολογία και το διαδίκτυο. Η εμπορική αξία της εταιρείας ανέρχεται περίπου στα 56 δισεκατομμύρια δολάρια, ενώ κατέγραψε πωλήσεις 27 δισεκατομμυρίων δολαρίων σε μια μόνο ημέρα, στις 11 Νοεμβρίου. Η Alibaba, για να μπορέσει να ανταποκριθεί στην τρομακτική ζήτηση και να καταφέρει να παραδώσει τα σωστά προϊόντα στους σωστούς ανθρώπους, αναγνωρίζει την επιτακτική ανάγκη για την υιοθέτηση ενός αποτελεσματικού συστήματος διαχείρισης της αποθήκης.

Παρόμοια με τον μεγαλύτερο ανταγωνιστή της, την Amazon, η Alibaba, δίνει επίσης πολύ μεγάλη προσοχή στις τεχνολογικές εξελίξεις και των εφαρμογών τους στις επιχειρησιακές της διαδικασίες. Το «έξυπνο», Warehouse στην Huiyan της Κίνας λειτουργεί με 60 ρομπότ. Αυτά τα ρομπότ (Εικόνα 13.2.4.1), έχουν τη δυνατότητα να μεταφέρουν εμπορεύματα βάρους έως 500 κιλών. Τα ρομπότ προσδιορίζονται με τη βοήθεια Wi-Fi σημάτων και μεταφέρουν τα προϊόντα από τους χώρους αποθήκευσης στους εργαζόμενους της αποθήκης. Οι εργαζόμενοι μετά, αναλαμβάνουν τη συσκευασία των εμπορευμάτων και την αποστολή τους. Μέσω των αισθητήρων λέιζερ, τα ρομπότ έχουν την ικανότητα γρήγορης σάρωσης του περιβάλλοντα χώρου στο οποίο κινούνται, με αποτέλεσμα την αναγνώριση των αντικειμένων καθώς κινούνται και την αποφυγή συγκρούσεων. Τα ρομπότ μπορούν να περιστρέφονται κατά 360 μοίρες και να συνδέονται αυτόματα με έναν φορτιστή όταν τρέχουν με χαμηλή μπαταρία. Είναι ηψηλής

ενεργειακής απόδοσης και μπορούν να λειτουργήσουν για 4-5 ώρες με φόρτιση μόλις 5 λεπτών. Η χρήση τους τριπλασιάζει τον όγκο δουλειάς που διεκπεραιώνεται στην αποθήκη με αποτέλεσμα τα έξοδα αποθήκης για την επιχείρηση να έχουν μειωθεί κατά 70%. Μια άλλη «έξυπνη» αποθήκη της Alibaba, που υποστηρίζεται με την τεχνολογία IoT, είναι στο Wuxi της Κίνας, όπου εκεί χρησιμοποιούνται περίπου 700 αυτοματοποιημένα ρομπότ.



Εικόνα 13.2.4 1: Alibaba's robot.

13.3 Πλεονεκτήματα Smart Warehouse

13.3.1 Περιουσιακά Στοιχεία και Απογραφή

Χάρη στο IoT, μια αποθήκη γνωρίζει πάντα τη θέση κάθε κινούμενου αντικειμένου. Οι αισθητήρες με τη βοήθεια Wi-Fi δικτύου, παρακολουθούν την κίνηση και τη χρήση των περιουσιακών στοιχείων σε όλες τις εγκαταστάσεις της αποθήκης. Το ίδιο ισχύει και για το απόθεμα. Οι τοποθετημένοι στα ράφια αισθητήρες καθώς και οι συσκευές ζύγισης έχουν τη δυνατότητα να προωθήσουν τις πληροφορίες για το απόθεμα της αποθήκης στο κεντρικό σύστημα διαχείρισης της αποθήκης. Τα στελέχη της αποθήκης γνωρίζουν πάντα πού βρίσκεται ο εξοπλισμός και ποια είναι τα επίπεδα του αποθέματος της αποθήκης.

13.3.2 Πρόβλεψη Ζήτησης

Οι αισθητήρες ή τα έξυπνα τσιπ που είναι εγκατεστημένα σε μια αποθήκη, συλλέγουν δεδομένα και η επεξεργασία τους παρέχει πληροφορίες σχετικά με τη διαθεσιμότητα και τη θέση του προϊόντος. Η εφαρμογή μιας αποτελεσματικής επεξεργασίας των δεδομένων επιπλέον έχει ως αποτέλεσμα η επιχείρηση να παρέχει καλύτερες υπηρεσίες στον πελάτη, που θα αντικατοπτρίζουν τις ανάγκες του. Τα δεδομένα που συλλέγονται με την IoT τεχνολογία βοηθούν την Ανάλυση Πρόβλεψης. Η διακύμανση στις απαιτήσεις των καταναλωτών είναι μία από τις σημαντικότερες προκλήσεις στη συντήρηση μιας αποθήκης. Με βάση τη συμπεριφορά των καταναλωτών και τα προηγούμενα πρότυπα ζήτησης, μπορεί να γίνει πρόβλεψη για μελλοντικές απαιτήσεις.

13.3.3 Βελτιστοποίηση αποθέματος

Η καλή διαχείριση του αποθέματος ισορροπεί ανάμεσα στη διατήρηση ικανοποιητικού αποθέματος στην αποθήκη που διασφαλίζει την εύρυθμη λειτουργία της επιχείρησης και στην εξάντληση των ταμειακών της αποθεμάτων. Η μελλοντική ζήτηση για τα αποθέματα από την επεξεργασία των δεδομένων μπορεί να προβλεφθεί και να αποφευχθούν καταστάσεις όπου η επιχείρηση να εμφανίζει υπερβολικό απόθεμα ή καθόλου απόθεμα.

13.3.4 Εξυπνότερες τοποθεσίες Αποθέματος

Η αποθήκευση των προϊόντων καθώς και η παράδοση των προϊόντων θα είναι πιο χρονοβόρος εάν η αποθήκη βρίσκεται σε μια μακρινή τοποθεσία. Η ακριβής τοποθεσία του αποθέματος επιταχύνει τις διαδικασίες συλλογής και φόρτωσης των προϊόντων.

13.3.5 Βελτιστοποίηση μεταφοράς

Ο στόχος εδώ είναι η παράδοση των αγαθών εγκαίρως και με το ελάχιστο κόστος. Αναλύοντας την κίνηση, τις ώρες αιχμής και επιλέγοντας τη συντομότερη διαδρομή για την παράδοση των προϊόντων έχει σαν αποτέλεσμα στο να βοηθήσει στην πρόβλεψη του χρόνου παράδοσης[78].

14 Βιομηχανικό Διαδίκτυο (Industry 4.0)

Το Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) αποτελεί μια υποδομή που διασυνδέει φυσικά αντικείμενα (πράγματα) με τον εικονικό κόσμο (Διαδίκτυο). Το όραμα του IoT περιλαμβάνει την πλήρη ολοκλήρωση του φυσικού κόσμου με τον εικονικό κόσμο διευκολύνοντας με αυτόν τον τρόπο την επικοινωνία όλων των συνδεδεμένων πραγμάτων[79].

Στην εποχή της ψηφιοποίησης η μεταποιητική βιομηχανία δεν θα μπορούσε να μην έχει επηρεαστεί από την τεχνολογία του IoT. Η πρόοδος της έρευνας τις τελευταίες δεκαετίες επέτρεψε στην τεχνολογία του Διαδικτύου των πραγμάτων (IoT), να έχει εφαρμογές και στη Βιομηχανία, οδηγώντας με αυτόν τον τρόπο σε αυτό που αποκαλούμε Industrial IoT (IIoT).

Ο όρος Industry 4.0, περιλαμβάνει τη χρήση δικτύων ευρείας επικοινωνίας, ενώ χρησιμοποιεί σύγχρονες τεχνολογίες (RFID, CPS, IoT, IoS, DM), στην παραγωγή. Με το Industry 4.0², η Τεχνολογία του IoT επεκτείνεται ακόμα περισσότερο και τοποθετείται σε μια ευρύτερη κλίμακα.

Το Industry 4.0 δεν περιλαμβάνει μόνο τη βιομηχανία, αλλά και έναν γενικότερο μετασχηματισμό, όπου οι μηχανές θα επαναπροσδιοριστούν από τον τρόπο που θα επικοινωνούν μεταξύ τους και θα πραγματοποιούν τις ξεχωριστές διαδικασίες, χρησιμοποιώντας «έξυπνη» μηχανική και ψηφιοποίηση[80].

Ο όρος IIoT περιλαμβάνει όλες τις λειτουργίες του IoT και επιπλέον περιπτώσεις χρήσης του από τους καταναλωτές, όπως είναι: οι τεχνολογίες για το έξυπνο σπίτι και οι φορητές συσκευές IoT. Στον πυρήνα του Ψηφιακού μετασχηματισμού της βιομηχανίας, βρίσκεται η συνένωση του εικονικού(κυβερνοχώρου) και του φυσικού κόσμου καθώς και τα οφέλη που προκύπτουν από τα λεγόμενα κυβερνο-φυσικά συστήματα(Cyber-Physical Systems-CPS)[81]. Ειδικότερα το Industry 4.0 χρησιμοποιεί και αξιοποιεί όλα τα σύγχρονα εργαλεία του IoT. Βασίζεται σε έξυπνες, ευέλικτες [82], καθώς και αποκεντρωμένες δομές στην προσπάθεια επιθεώρησης της παραγωγικής διαδικασίας. Το Industry 4.0, εστιάζει στην ολοκλήρωση των κυβερνο-φυσικών συστημάτων που οικοδομούνται με τη βοήθεια του IoT[83], της παραγωγικής διαδικασίας, της εφοδιαστικής αλυσίδας[82], της βιομηχανίας των υπηρεσιών[84] καθώς και των απαιτήσεων της κοινωνίας. Το IIoT, δεν αφορά απλά μόνο την περαιτέρω αυτοματοποίηση της βιομηχανικής παραγωγής, αλλά την μετάβαση σε μια πιο «έξυπνη» και συνδεδεμένη βιομηχανία σε όλα τα

²Ο όρος Industry 4.0, αρχικά εισήχθει και εφαρμόστηκε ως μέρος της «High-tech Strategy 2020», ένα σχέδιο που εκπονήθηκε από τη Γερμανική κυβέρνηση.

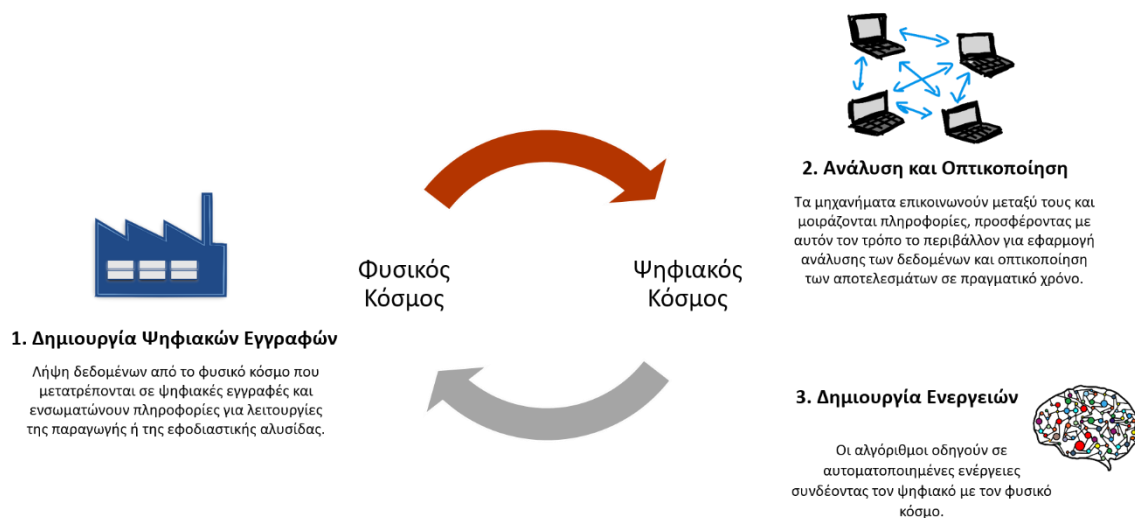
επίπεδα μιας επιχείρησης μέσω του διαδικτύου[85]. Πολλές φορές ως συνώνυμο του IIoT, χρησιμοποιείται και ο όρος smart manufacturing.

Προσπαθώντας να καταγράψουμε τη διαφορά μεταξύ του IIoT και του IoT, μπορούμε να πούμε με ασφάλεια ότι το IIoT αποτελεί ένα υποσύνολο του IoT εστιάζοντας στη διασύνδεση των βιομηχανικών στοιχείων ή «πραγμάτων» σε ένα βιομηχανικό περιβάλλον, όπως είναι ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται στην παραγωγή, οι μηχανές, οι χειριστές των μηχανημάτων, τα συστήματα πληροφορικής και τα προϊόντα. Ειδικότερα το Industry 4.0 συνδυάζει το Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) και τεχνολογίες όπως είναι: η Ανάλυση στοιχείων (Analytics), τη Ρομποτική, την Ενισχυμένη Πραγματικότητα (AR), την τρισδιάστατη εκτύπωση (3D printing), την Τεχνητή Νοημοσύνη (AI), τους Υπολογιστές Υψηλής Απόδοσης, ενσωματώνοντας με αυτόν τον τρόπο πληροφορίες διαφορετικής προέλευσης και τοποθεσίας με στόχο να καθοδηγήσει την παραγωγή του προϊόντος.

Στο Industry 4.0, τα συστήματα παραγωγής και τα προϊόντα που παράγονται δεν είναι μόνο συνδεδεμένα, και απεικονίζεται απλά γραφικά η ροή της πληροφορίας από το φυσικό στον ψηφιακό κόσμο αλλά το αποτέλεσμα της σύνδεσης διευρύνεται περαιτέρω. Στο Industry 4.0, δεν είναι μόνο απαραίτητη η ανταλλαγή δεδομένων αλλά και οι πληροφορίες που περιέχονται στα συσσωρευμένα δεδομένα. Για παράδειγμα τα δεδομένα χρήσης του προϊόντος από τον πελάτη. Τα δεδομένα χρήσης πελάτη, έχουν να κάνουν με το προϊόν. Δηλαδή το κατά πόσο ο πελάτης έχει χρησιμοποιήσει το προϊόν ή τι προτίθεται να κάνει στο μέλλον. Επιπλέον με τη βοήθεια της τεχνολογίας παρέχονται οπτικοποιήσεις για το πως αλλάζει η δέσμευση του πελάτη σχετικά με το προϊόν καθώς και πληροφόρηση για την κατάσταση της παραγγελίας του πελάτη. Η αξία των τεχνολογιών για τα δεδομένα έγκειται στο να συγκεντρωθούν, να αναλυθούν, να οπτικοποιηθούν και να διαμοιραστούν μεταξύ των κυβερνο-φυσικών συστημάτων (CPS) που αποτελεί το επίκεντρο του smart manufacturing. Τα Cyber Physical Systems (CPS), επιτρέπουν την αλληλεπίδραση με το φυσικό κόσμο μέσω networks agents, όπως είναι οι αισθητήρες, οι ενεργοποιητές, οι μονάδες επεξεργασίας ελέγχου και συσκευών επικοινωνίας.

Η «έξυπνη» κατασκευή τονίζει τη σημασία της ανθρώπινης εφευρετικότητας για τη δημιουργία γνώσης για τις διαδικασίες της παραγωγής από τα δεδομένα.

Η ψηφιακή πληροφορία, αναλύεται και αξιοποιείται οδηγώντας στην εκτέλεση «έξυπνων» ενεργειών, ολοκληρώνοντας με αυτόν τον τρόπο το φυσικό και τον ψηφιακό κόσμο. Με το Industry 4.0, δημιουργείται δηλαδή ένας βρόχος δράσης, ενημέρωσης, αντίδρασης μεταξύ του φυσικού κόσμου και του ψηφιακού κόσμου Σχήμα 14.1.



Σχήμα 14. 1 : Physical-to-digital-to-physical βρόχοςκαι σχετικές τεχνολογίες

| Πηγή Deloitte University Press

Με το IIoT, η βιομηχανική παραγωγή κινείται προς ένα νέο «έξυπνο εργοστάσιο»(smart factory) και οραματίζεται ένα κυβερνο-φυσικό σύστημα που θα επιτρέπει σε όλη τη πληροφορία σχετικά με τη διαδικασία παρασκευής του προϊόντος να είναι διαθέσιμη όταν χρειάζεται και όπου χρειάζεται, και στη μορφή που απαιτείται (για παράδειγμα στην αλυσίδα εφοδιασμού παραγωγής, είτε στον κύκλο ζωής ενός προϊόντος), τόσο για διαφορετικές βιομηχανίες, όσο και για μικρού/μεσαίου/ή μεγάλου μεγέθους επιχειρήσεις [86,87].

Σύμφωνα με τους Radziwon et al.[88] το «έξυπνο εργοστάσιο»(smart factory) προτείνεται ως μια λύση παραγωγής έτοιμων προϊόντων, που θα παρέχει ευέλικτες και προσαρμόσιμες διαδικασίες παραγωγής, ικανές να λύνουν δυναμικά τα προβλήματα που προκύπτουν σε μια δομή παραγωγής. Η δομή παραγωγής αναπτύσσεται σε ένα περιβάλλον με μεταβαλλόμενες συνθήκες αλλά και σε έναν κόσμο αυξανόμενης πολυπλοκότητας. Το IoT αποτελεί την τεχνολογία κλειδί για το «έξυπνο εργοστάσιο» γεγονός που οδηγεί σε αύξηση σε μέγεθος της συγκεκριμένης αγοράς. Οι στατιστικές δείχνουν μια αύξηση στην παγκόσμια αγορά για τα

«έξυπνα εργοστάσια» από το 2019 έως το 2024 να εκτιμάται περίπου στα 91,1 δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ[89].

Το IoT, δίνει τη δυνατότητα στους κατασκευαστές να δημιουργούν πολύτιμα, ευέλικτα προϊόντα και προσαρμοσμένα στις ξεχωριστές ανάγκες του πελάτη.

Οι κατασκευαστές μπορούν να επωφεληθούν, σε μεγάλο βαθμό από τις τεχνολογίες IoT, αναπτύσσοντας εφαρμογές προστιθέμενης αξίας. Για παράδειγμα μια τσιμεντοκατασκευαστική εταιρεία έχει εφαρμόσει μια σχετική με το IoT τεχνολογία, για να εκτιμήσει την τάση που υπάρχει στην κατανάλωση ενέργειας. Επιτυγχάνοντας τη βελτιστοποίηση των ποσών κατανάλωσης ενέργειας λόγω της εφαρμογής της IoT τεχνολογίας, η εταιρεία μείωσε την κατανάλωση ενέργειάς της κατά 10 %[90].

Τέλος, με το Ψηφιακό Μετασχηματισμό της βιομηχανίας είτε αυτός ονομάζεται Industrial Internet of Things (IIoT), Industry 4.0, ή I4.0 οι παραγωγικές εταιρείες έχουν αρχίσει να χρησιμοποιούν τις διαθέσιμες τεχνολογίες για να επαναπροσδιορίσουν πλήρως το επιχειρηματικό τους μοντέλο.

14.1 Χαρακτηριστικά του Βιομηχανικού IoT /Smart Manufacturing

14.1.1 Συνδεσιμότητα

Η συνδεσιμότητα είναι μια από τις τρεις βασικές αρχές του smart manufacturing. Πριν από την ανάπτυξη του IIoT, οι βιομηχανίες είχαν ήδη υιοθετήσει την εφαρμογή των πληροφοριακών συστημάτων, τον προγραμματιστικό έλεγχο και τον αυτοματισμό στη γραμμή παραγωγής(Industry 3.0).

Η τέταρτη βιομηχανική επανάσταση(Industry 4.0), βασίζεται σε αυτή τη βάση και την επεκτείνει συνδέοντας εργαλεία σχεδιασμού (για παράδειγμα CAD, CAM) με εργαλεία σχεδιασμού παραγωγής (για παράδειγμα ERP, MES) με βιομηχανικά εργαλεία, διαδικασίες, πελάτες, προμηθευτές. Γενικότερα διασύνδεση του οτιδήποτε με το οτιδήποτε. Συνδέοντας και εξασφαλίζοντας τον συγχρονισμό των συστημάτων που ευθύνονται για τη συλλογή των δεδομένων, όπως για παράδειγμα των αισθητήρων, του βιομηχανικού εξοπλισμού και των πληροφοριακών συστημάτων για την ανάλυση των δεδομένων, το έξυπνο εργοστάσιο έχει τη δυνατότητα να λαμβάνει αποφάσεις και να ενεργεί βάσει των ποσοτικών δεδομένων παρά με το ένστικτο. Μια δεύτερη διάσταση στον πυρήνα της συνδεσιμότητας είναι η ικανότητα σύνδεσης των αντικειμένων σε μεγάλες αποστάσεις. Το υπολογιστικό νέφος υπόσχεται τη μεταφορά της επιχειρησιακής νοημοσύνης στο νέφος με αποτέλεσμα την αποτελεσματική και αποδοτική κατασκευή σχεδίων παραγωγής εικονικά ως μικρο-υπηρεσίες (Εικόνα 14.1.1).



Εικόνα 14.1 1: Απεικόνιση ψηφιακής διασύνδεσης-Πηγή Deloitte Press

14.1.2 Εικονικοποίηση (Virtualization)

Η εικονικοποίηση είναι η δεύτερη βασική αρχή της έξυπνης κατασκευής. Η εικονικοποίηση περιγράφει τη διαδικασία αναπαραγωγής ή μεταφοράς φυσικών «πραγμάτων» στο ψηφιακό, εικονικό/κυβερνοχώρο με διάφορες μορφές. Η εικονικοποίηση επιτρέπει την εφαρμογή όλων των τεχνικών που χρησιμοποιούνται από την τεχνολογία της προχωρημένης Ανάλυσης των Δεδομένων και αποτελεί τη ραχοκοκαλιά των περισσότερων εφαρμογών του IIoT. Μια αντιπροσωπευτική εφαρμογή της εικονικοποίησης είναι το ψηφιακό δίδυμο (digital twin), που αποτελεί μια ψηφιακή αναπαράσταση ενός φυσικού στοιχείου στο Υπολογιστικό Νέφος. Στο Smart Manufacturing, τα βασικά χαρακτηριστικά που επιτρέπουν την εφαρμογή της εικονικοποίησης είναι η διαφάνεια(transparency), και η οπτικοποίηση(visualization). Με το χαρακτηριστικό της διαφάνειας(transparency), επιτυγχάνεται η παρακολούθηση της λειτουργίας του εξοπλισμού, η διάγνωση και η επισκευή καθώς και η δυνατότητα της πρόβλεψης πιθανής βλάβης σε κάποιο βιομηχανικό εξάρτημα(προγνωστική συντήρηση). Η διαφάνεια αποτελεί ένα στοιχείο κλειδί για την ανάπτυξη της απαραίτητης εμπιστοσύνης μεταξύ όλων των εμπλεκόμενων(προμηθευτές, πελάτες) στη βιομηχανική παραγωγή. Η οπτικοποίηση, πρόκειται για την τεχνική αναπαράστασης με γραφικό τρόπο των δεδομένων, με στόχο την αναγνώριση μοτίβων στα δεδομένα που θα βοηθήσει στην ανάλυσή τους. Με την

οπτικοποίηση των δεδομένων διευκολύνεται η λήψη αποφάσεων σε έναν κόσμο που ο όγκος των δεδομένων ολοένα και αυξάνεται. Για παράδειγμα, τα δεδομένα των αισθητήρων που συλλέγονται από τη γραμμή παραγωγής μπορούν να αναπαρασταθούν ως εγγραφές σε μια βάση δεδομένων. Πέρα από την αποθήκευση των δεδομένων και την transactional αναπαράστασή τους ο υπεύθυνος της παραγωγής έχει ανάγκη οι ενημερώσεις να γίνονται σε πραγματικό χρόνο, κάτι το οποίο μπορεί να υποστηρίξει η τεχνολογία του Υπολογιστικού Νέφους.

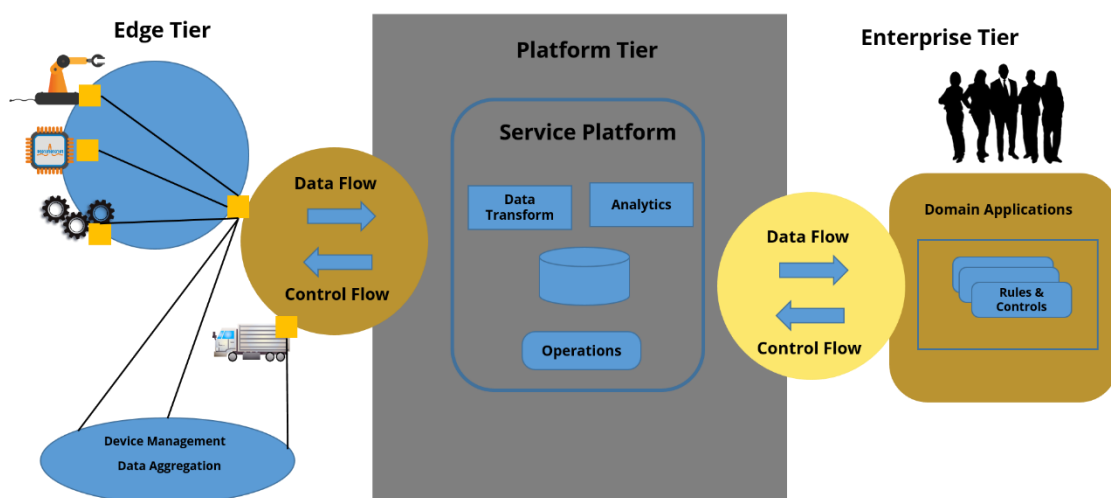
14.1.3 Χρήση Δεδομένων

Η τρίτη βασική αρχή του smart manufacturing είναι η αξιοποίηση των δεδομένων. Η συνδεσιμότητα επιτρέπει τη συλλογή, την επικοινωνία και την αποθήκευση μεγάλου όγκου δεδομένων από τη γραμμή παραγωγής, τις υπηρεσίες διανομής και τις επιχειρηματικές δραστηριότητες. Η εικονικοποίηση βοηθά με την πληροφορία που προκύπτει από τη συγκέντρωση των δεδομένων στη σωστή λήψη των αποφάσεων των ανθρώπων που εμπλέκονται στη διοίκηση. Η χρήση των δεδομένων αναφέρονται στις αυτόματες ενέργειες που προκύπτουν σε πραγματικό χρόνο με τη βοήθεια της προχωρημένης Ανάλυσης των δεδομένων. Για αυτόν το λόγο και συχνά και το Smart Manufacturing, αναφέρεται και ως data driven τεχνολογική επανάσταση[13].

14.2 Αρχιτεκτονική του Smart Manufacturing

Η τριών επιπέδων Αρχιτεκτονική που βρίσκει εφαρμογή στο Industry 4.0, αποτελείται από τα επίπεδα: edge, platform και enterprise επίπεδο. Τα δίκτυα σε αυτήν την Αρχιτεκτονική, όπως και σε άλλες Αρχιτεκτονικές, είναι συνδυασμός από ενσύρματα και ασύρματα δίκτυα.

Το edge επίπεδο συλλέγει δεδομένα από το επίπεδο του device. Τα δεδομένα αυτά προωθούνται στο επίπεδο του platform tier, τα οποία και τα επεξεργάζεται για να τα προωθήσει στο enterprise tier(Σχήμα 14.2.1) [91].



Σχήμα 14.2 1: Αρχιτεκτονική τριών επιπέδων για το IIoT

14.3 Δομικά Τμήματα του Smart Manufacturing

Το Smart Manufacturing ως ένα ολοκληρωμένο σύστημα, διακρίνεται από μεγάλη πολυπλοκότητα και περιλαμβάνει έναν συνδυασμό συνδεδεμένων συστημάτων, IoT, Υπολογιστικό Νέφος και Big Data (Μεγάλα Δεδομένα).

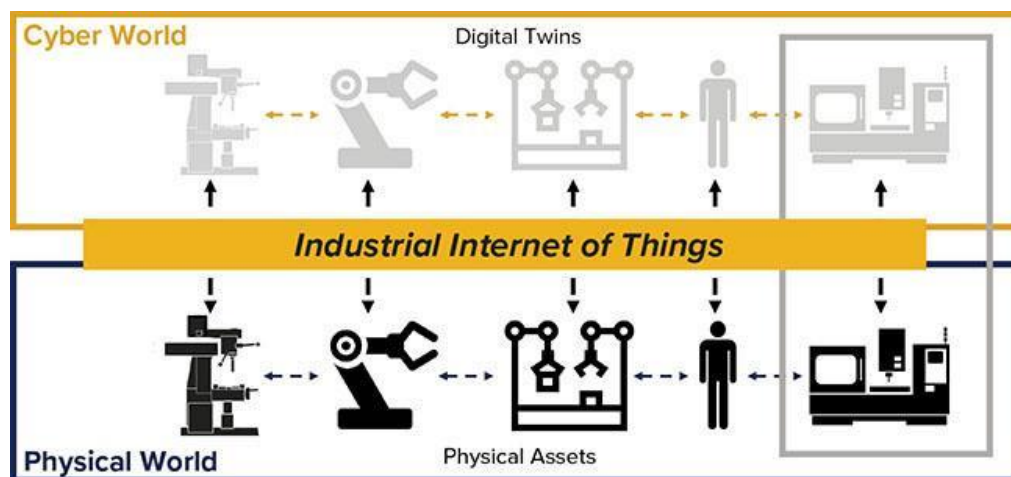
Το Smart Manufacturing, προσφέρει υψηλή απόδοση και ποιότητα με το να συνδέει μηχανήματα, άτομα, διαδικασίες και δεδομένα μέσω της ψηφιοποίησης. Η Εικόνα 14.3.1, δείχνει ένα παράδειγμα ενός smart factory. Τα αυτοματοποιημένα ρομπότ που συνδέονται με το ψηφιακό περιβάλλον μεταφέρουν τα εισερχόμενα υλικά στη σωστή θέση αποθήκευσης, μετά τη σάρωση των πληροφοριών στο κουτί, το απόθεμα ενημερώνεται αυτόματα σε πραγματικό χρόνο. Τα αυτόνομα οχήματα (Autonomous vehicles), κάνουν το προϊόν έγκαιρα διαθέσιμο στις απαιτούμενες διαδικασίες παραγωγής και φροντίζουν για την ενημέρωση της παραλαβής των προϊόντων και του αποθέματος.

Οι διαδικασίες κατασκευής είναι πλήρως αυτοματοποιημένες, συμπεριλαμβανομένης και της επί τήπου παρακολούθησης της ποιότητας, βάσει μιας διαδικασίας, που βασίζεται σε συστήματα όρασης, όπου σε συνδυασμό με αλγόριθμους βαθιάς μάθησης (Deep learning) υπάρχει η δυνατότητα εντοπισμού των ζητημάτων ποιότητας τη στιγμή που θα εμφανιστούν τα προβλήματα.



Εικόνα 14.3. 1: Απεικόνιση Smart Manufacturing, Πηγή Deloitte Press

Ο όρος Ψηφιακό Δίδυμο(Digital Twin) αρχικά εισήχθει από τον Δρ. Michael Grieves το 2002. Η ιδέα της δημιουργίας μιας ψηφιακής έκδοσης των πραγματικών πραγμάτων, προϊόντων και υπηρεσιών, μέσω του διαδικτύου ονομάζεται ψηφιακό δίδυμο. Μέσω της ψηφιακής αναπαράστασης, όπως είναι τα ψηφιακά δίδυμα, τα κυβερνο-φυσικά συστήματα(Cyber Physical Systems-CPS) και τα υποσυστήματά τους, είναι σε θέση να επικοινωνούν και να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους μέσα από εικονικές προσομοιώσεις (Σχήμα 14.3.1).



Σχήμα 14.3. 1: Cyber-Physical Production System (CPPS) και Digital Twins

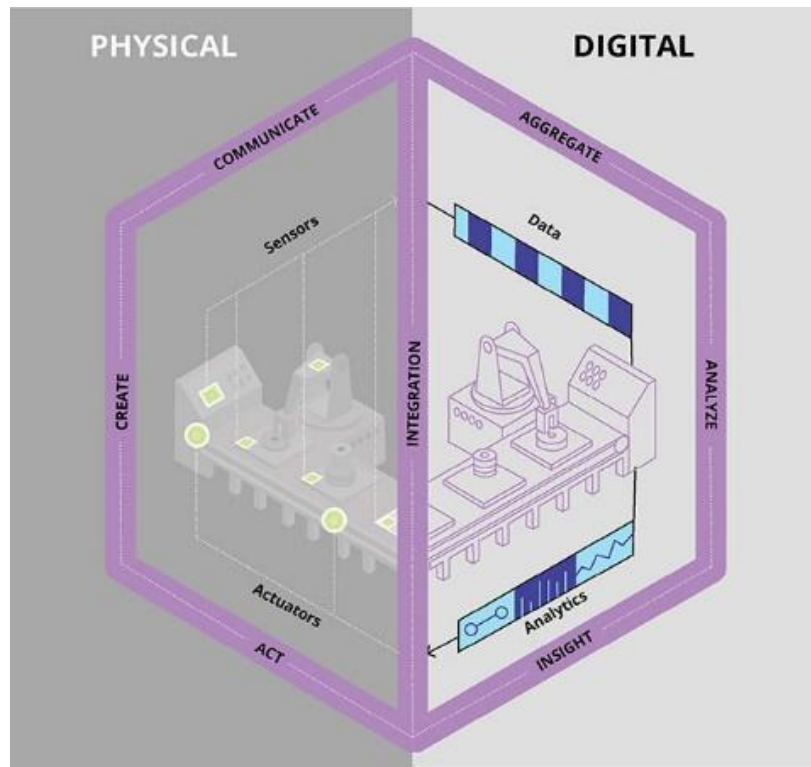
Με τα ψηφιακά δίδυμα ο εντοπισμός των σφαλμάτων κατά τις διαδικασίες γίνεται νωρίτερα, επιπλέον αποτρέπονται απειλές για την ασφάλεια αλλά και πολλά περισσότερα. Χάρη στην ταχεία ανάπτυξη της τεχνολογίας IoT (Internet of Things), που επιτρέπει τη συγκέντρωση των δεδομένων και την επεξεργασία τους σε πραγματικό χρόνο με τη βοήθεια αλγορίθμων, τα ψηφιακά δίδυμα ή εικονικά δίδυμα μπορούν να συνδέσουν με επιτυχία τον πραγματικό κόσμο με τον ψηφιακό.

Τα Ψηφιακά Δίδυμα των μηχανών και των φυσικών αντικειμένων στη γραμμή παραγωγής επιτρέπουν σε έναν χειριστή την παρακολούθηση και την προσομοίωση της ροής των υλικών μέσα από μια υπολογιστική μηχανή. Στην περίπτωση που ο χειριστής λάβει μια προειδοποίηση αμέσως επεμβαίνει, είτε μέσω μιας κινητής συσκευής, είτε χειροκίνητα. Όταν ένα μηχανικό εργαλείο προβλέπεται ότι θα εμφανίσει αστοχία, τότε το συγκεκριμένο ανταλλακτικό κατασκευάζεται κατά απαίτηση εγκαίρως ως μια πρόσθετη κατασκευή, αφότου ο χειριστής διαθέτει όλα τα ψηφιακά αρχεία των ανταλλακτικών στη διάθεσή του.

Επιπλέον, ο χειριστής ελέγχει την πρόοδο του εργοστασίου μέσω μιας κεντρικής μονάδας ελέγχου, στην οποία οπτικοποιούνται μετρήσεις όπως είναι: η συνολική αποτελεσματικότητα του εξοπλισμού, και η απόδοση της παραγωγής σε πραγματικό χρόνο. Κάθε παρέκκλιση από το σχεδιασμό ενεργοποιεί δυναμικές παρεμβάσεις για να ελαχιστοποιηθούν οι επιπτώσεις στο κόστος παραγωγής, στην ποιότητα και στην απόδοση της παραγωγής.

14.4 Δυνατότητες του Smart Manufacturing

- **Ορατότητα των διαδικασιών δυναμικά:** Η παρακολούθηση των συνθηκών σε πραγματικό χρόνο διευκολύνεται στο Smart Manufacturing, μέσω του δικτύου συνδεδεμένων μηχανών και των αισθητήρων. Η τεχνολογία των ψηφιακών διδύμων επιτρέπει τη δυναμική ορατότητα ολόκληρης της βιομηχανικής παραγωγής(Εικόνα 14.4.1).



Εικόνα 14.4. 1: Ψηφιακό Δίδυμο-Deloitte Press

- **Βέλτιστες Λειτουργίες:** Οι βέλτιστες λειτουργίες στο Smart Manufacturing διακρίνονται σε δύο μέρη: (α) το βέλτιστο πρόγραμμα κατασκευής και (β) την εκτέλεση του βέλτιστου προγράμματος με τις σωστές παραμέτρους. Το βέλτιστο πρόγραμμα κατασκευής επιτυγχάνεται μέσω της συγχρονισμένης ικανότητας προγραμματισμού, σε συνδυασμό με την έξυπνη κατασκευή, λαμβάνοντας υπόψη τη ζήτηση των πελατών, τη διαθεσιμότητα του μηχανήματος, το ρυθμό κατασκευής, τις αλλαγές στην εγκατάσταση, και το σχέδιο εργασίας.

Αυτή η βελτιστοποίηση της πραγματικής εκτέλεσης ενεργοποιείται μέσω της συνεχούς παρακολούθησης, της επεξεργασίας των δεδομένων και της προσομοίωσης, καθώς και της προσαρμογής σε πραγματικό χρόνο με βάση εκ των προτέρων προσδιορισμό των ακραίων καταστάσεων(outliers).

- **Αυτοματισμός εργασιών:** Σε ένα «έξυπνο» εργοστάσιο αποτυπώνονται ψηφιακά όλες οι λειτουργίες ενός μηχανήματος (μέσω των αισθητήρων), το χρονοδιάγραμμα της παραγωγής (σύστημα προγραμματισμού), οι πληροφορίες της αποθήκης (σύστημα αποθήκης), οι πληροφορίες για την κατασκευή (σύστημα MES) και οι πληροφορίες μεταφοράς του υλικού (σύστημα μεταφοράς). Αυτά τα ολοκληρωμένα συστήματα βοηθούν στην αυτοματοποίηση των λειτουργιών του εργοστασίου, στη μεταφορά των υλικών, στην αποθήκευση με τη βοήθεια των ρομπότ. Οι κινήσεις της αποθήκης και η έκδοση των τιμολογίων μπορεί να αυτοματοποιηθεί μέσω του RPA(robotic process automation).

Το ανθρώπινο εργατικό δυναμικό είναι απαραίτητο για τη βελτίωση και την εφαρμογή του αυτοματισμού, την παρακολούθηση όλων των δραστηριοτήτων και την ανάληψη πρωτοβουλιών στην περίπτωση προειδοποιήσεων έκτακτης ανάγκης από το σύστημα.

14.5 Οφέλη του Smart Manufacturing

Η εφαρμογή του IIoT, στον παραγωγικό τομέα θα είναι αναπόφευκτη σε λίγα χρόνια. Όλο και περισσότερο οι επιχειρήσεις αρχίζουν να εφαρμόζουν το IIoT, αφότου παρέχει τη δυνατότητα παρακολούθησης της εφοδιαστικής αλυσίδας. Από την προμήθεια των πρώτων υλών, την παραγωγή των προϊόντων, τη μεταφορά τους μέχρι τη διαχείριση της αποθήκης.

- **Ψηφιακή Σύνδεση και Απομακρυσμένη Διαχείριση:** Το IoT δίνει τη δυνατότητα τα εργαλεία και οι μηχανές να συνδεθούν ψηφιακά με αποτέλεσμα πελάτες, συνεργάτες, κατασκευαστές να συνδέονται και να επικοινωνούν. Γεγονός που βοηθά τους διαχειριστές και τους επικεφαλές των διαδικασιών να διαχειρίζονται απομακρυσμένα τις μονάδες παραγωγής και να επωφελούνται από την αυτοματοποίηση των διαδικασιών και των βέλτιστων τεχνικών που προτείνονται μέσα από την αλγοριθμική επεξεργασία των δεδομένων.
- **Διαχείριση Μέσων/Εγκαταστάσεων:** Η εφαρμογή των αισθητήρων της τεχνολογίας IoT, στο βιομηχανικό εξοπλισμό/μηχανήματα καθιστά εφικτή την ενεργοποίηση προειδοποιήσεων για επιδιόρθωση ή για συντήρηση των μηχανημάτων. Πολλά μηχανήματα που η λειτουργία τους έχει κρίσιμο ρόλο στη βιομηχανική παραγωγή σχεδιάστηκαν για να λειτουργούν σε συγκεκριμένο πλαίσιο τιμών θερμοκρασίας και περιοχών δόνησης.

Οι IIoT, αισθητήρες έχουν τη δυνατότητα να παρακολουθούν αυτά τα μηχανήματα και να στείλουν προειδοποιητικά μηνύματα στην περίπτωση που το μηχάνημα/εξοπλισμός αποκλίνει

από το καθορισμένο εύρος λειτουργίας του. Οι κατασκευαστές χρησιμοποιώντας τις προειδοποιητικές πληροφορίες έχουν τη δυνατότητα να μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας, το κόστος λειτουργίας και συντήρησης των μηχανημάτων/εξοπλισμού, αλλά και να αυξήσουν την αποτελεσματική λειτουργία του εργοστασίου.

- **Αυτόματη επίβλεψη:** Το IIoT, παρακολουθεί τη ροή των λειτουργιών παραγωγής, αρχικά με τη διαδικασία διαχωρισμού των πρώτων υλών και καταλήγοντας στη συσκευασία και τη διανομή των προϊόντων στον πελάτη. Η δυνατότητα παρακολούθησης των διαδικασιών σε πραγματικό χρόνο παρέχει καλύτερη διαχείριση του λειτουργικού κόστους καθώς και ελαχιστοποιεί την επιβάρυνση της αποθήκης με περιττές εργασίες.

Το IIoT, υποστηρίζει το λεγόμενο «autosupervise», των διαδικασιών γνωστό και ως «process2device». Οι εργαζόμενοι έχουν τη δυνατότητα μεταφοράς του φόρτου εργασίας και επίβλεψης στις μηχανές στις οποίες έχουν ενσωματωθεί οι αισθητήρες και οι ενεργοποιητές που συνδράμουν στην αυτόματη εποπτεία των εσωτερικών και εξωτερικών διαδικασιών.

- **Διαχείριση περιουσιακών στοιχείων και αποθέματος σε πραγματικό χρόνο:** Οι αισθητήρες IIoT βοηθούν στον εντοπισμό και την παρακολούθηση των βασικών στοιχείων που είναι κρίσιμα για τη λειτουργία μιας επιχείρησης, επιπλέον παρακολουθούν το απόθεμα καθώς και όλα τα γεγονότα σε όλη την εφοδιαστική αλυσίδα και οι πελάτες ενημερώνονται για τυχόν σημαντικές αποκλίσεις από τον αρχικό σχεδιασμό. Η ψηφιοποίηση έχει ανοίξει ανεκμετάλλετες περιοχές για τη βελτιστοποίηση του κόστους παραγωγής και της ευέλικτης διαχείρισης των διαδικασιών, δίνοντας μια πλήρης άποψη της εφοδιαστικής αλυσίδας, των επιπέδων των αποθεμάτων, της ζήτησης στην αγορά κ.λ.π.

Οι IIoT εφαρμογές παρέχουν cross channel ορατότητα στην διαχείριση των αποθεμάτων, έτσι ώστε να υπάρχει ρεαλιστική αποτίμηση για παράδειγμα για την άφιξη νέων υλικών, καθώς και την εξέλιξη των εργασιών που εκτελούνται από τα στελέχη. Αυτή η διαδικασία βοηθά στη βελτιστοποίηση της διαδικασίας της προμήθειας και διανομής των ειδών και μειώνει τα κόστη σε όλη την εφοδιαστική αλυσίδα.

- **Ασφάλεια Εγκαταστάσεων:** Το IoT επιτρέπει στους εργαζόμενους να επικοινωνούν με τα μηχανήματα και τις IoT εφαρμογές και να παρακολουθούν με αυτόν τον τρόπο τους Βασικούς Δείκτες Απόδοσης της κατάστασής τους, και της ασφάλειάς τους παρέχοντας σε πραγματικό χρόνο εικόνα για διάφορες μετρικές όπως είναι: αριθμοί αστοχιών υλικού, καταστροφή

περιουσίας, περιστατικά ατυχημάτων. Αυτή η επικοινωνία βοηθά στην πρόβλεψη ατυχημάτων και βοηθά να ανταποκριθεί το προσωπικό εγκαίρως σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης. Το IIoT, αξιοποιεί τη τεχνολογία των Μεγάλων Δεδομένων, για να εξασφαλιστεί η συνολική ασφάλεια και η υγεία του προσωπικού του εργοστασίου.

- **Ποιοτικός Έλεγχος:** Το IIoT επιτρέπει στους κατασκευαστές να συλλέγουν συγκεντρωτικά δεδομένα προϊόντων που σχετίζονται με τις πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται και των συνθετικών τους, δεδομένα για τη θερμοκρασία από τη γραμμή παραγωγής, δεδομένα από το περιβάλλον εργασίας, δεδομένα από τη διαχείριση των αποβλήτων κ.λ.π., καθώς και από τα τελικά προϊόντα. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να αξιοποιηθούν για την επίλυση προβλημάτων που σχετίζονται με την ποιότητα και να διορθωθούν.

- **Μείωση του χρόνου διακοπής της λειτουργίας:** Το IIoT επιτρέπει στους διαχειριστές να παρακολουθούν ολόκληρη τη διαδικασία παραγωγής ενός προϊόντος σε πραγματικό χρόνο, επιτρέποντάς τους να εκτιμήσουν την ποιότητα και την αποδοτικότητα κάθε μηχανήματος και του εξοπλισμού, μειώνοντας τελικά το χρόνο διακοπής λειτουργίας λόγω αστοχιών υλικού.

- **Πληροφορίες για την κατασκευή και βελτιστοποίηση της συσκευασίας:** Οι αισθητήρες IoT σε προϊόντα / συσκευασίες βοηθούν τους κατασκευαστές να αποκτήσουν πληροφορίες σχετικά με μοτίβα που παρατηρούνται στη χρήση των προϊόντων, ή για το πως χρησιμοποιούν οι πελάτες τα προϊόντα. Επιπλέον να παρακολουθήσουν ένα προϊόν κατά την μεταφορά του και να έχουν εικόνα για τις βλάβες ή και τις φθορές που μπορεί να υποστεί το προϊόν λόγω της μεταφοράς του σε μεγάλες αποστάσεις. Τέλος να αποτυπωθούν οι επιπτώσεις στο προϊόν λόγω των καιρικών συνθηκών, του οδικού δικτύου καθώς και άλλων περιβαντολογικών μεταβλητών που μπορούν να επηρεάσουν το προϊόν. Τα δεδομένα από τους αισθητήρες βοηθούν τον κατασκευαστή να βελτιώσει την απόδοσή του στο τρόπο συσκευασίας, βελτιώνοντας για παράδειγμα την ποιότητα συσκευασίας και προσφέροντας τελικά καλύτερη εμπειρία στον πελάτη.

- **Ανάλυση Δεδομένων:** Τα δεδομένα πάντα συλλέγονται από όλα τα μηχανήματα, μέσω των αισθητήρων IoT, και μπορούν να αναλυθούν περαιτέρω χρησιμοποιώντας την τεχνολογία των Μεγάλων Δεδομένων(Big Data), γεγονός που θα βοηθήσει στην αποτελεσματική λήψη σημαντικών αποφάσεων.

- **Προληπτική συντήρηση:** Η συνεχής αξιολόγηση της λειτουργίας του μηχανήματος και των συσκευών της γίνεται εύκολη με την τεχνολογία IoT. Η τεχνολογία IoT, βοηθά τους κατασκευαστές να καθορίσουν το χρόνο επισκευής και να εφαρμόσουν προληπτική συντήρηση για να διασφαλίσουν την απρόσκοπτη παραγωγή.

- **Απόδοση επένδυσης:** Το IoT έχει μεγάλες δυνατότητες να αυξήσει τη διαδικασία παραγωγής και να οδηγήσει τη βιομηχανία σε άλλο επίπεδο επιτυχίας την παραγωγή. Το IoT επιτρέπει στον κατασκευαστή να παράγει σημαντική επιχειρηματική αξία μέσω της καινοτομίας που δημιουργεί, αλλά και του παρέχει υψηλή απόδοση επένδυσης(ROI), με το να συνδέει έναν αυξανόμενο αριθμό συσκευών, μηχανημάτων / ή εξοπλισμών σε ένα έξυπνο δίκτυο.

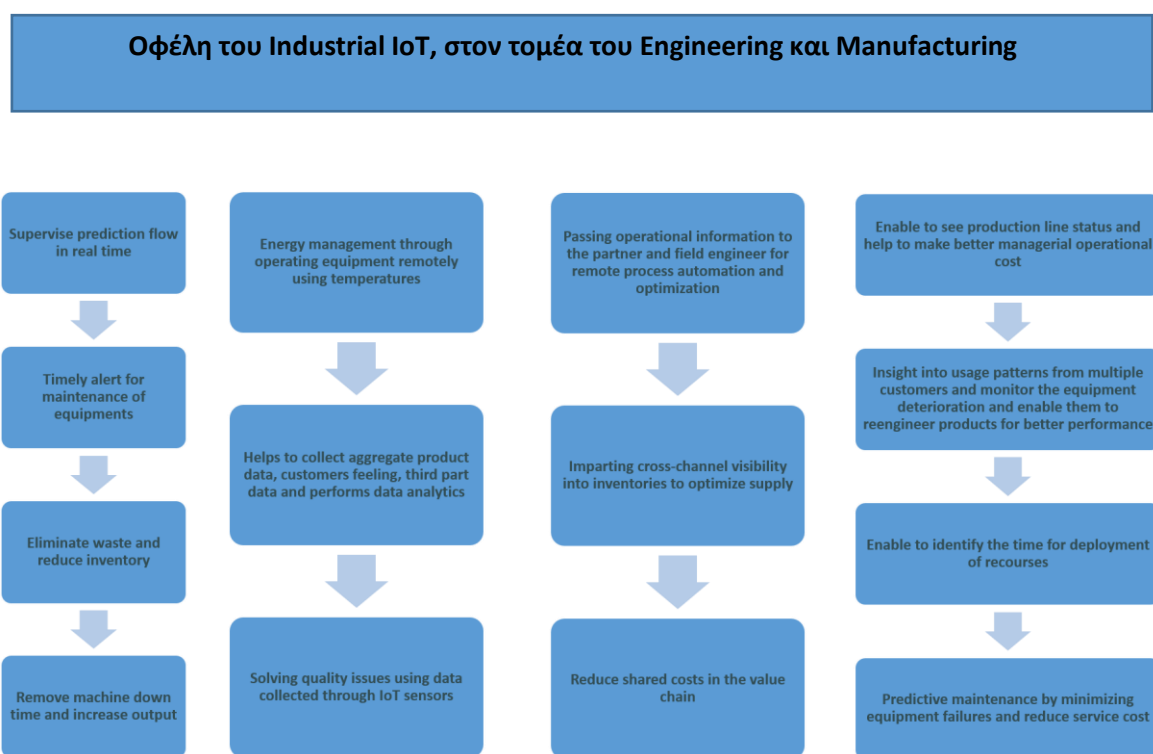
- **Βελτιστοποίηση Εφοδιαστικής Αλυσίδας:** Το IIoT παρέχει πρόσβαση σε πληροφορίες της αλυσίδας εφοδιασμού σε πραγματικό χρόνο. Τα υλικά, ο εξοπλισμός και τα προϊόντα παρακολουθούνται εύκολα καθώς κινούνται μέσω της αλυσίδας εφοδιασμού. Τα οχήματα, τα εμπορευματοκιβώτια, οι παλέτες, οι θήκες, ακόμη και διαφορετικά είδη μπορούν να διαθέτουν ετικέτες αυτόματης αναγνώρισης και συνδεδεμένα με GPS, να καταγράφεται συνεχώς η θέση τους και η κίνησή τους. Όλα τα μέρη που συμμετέχουν στην αλυσίδα εφοδιασμού, συνδέονται με αποτέλεσμα να διευκολύνεται η έγκαιρη παράδοση από τον κατασκευαστή στον πελάτη μειώνοντας ταυτόχρονα και το κόστος της αποθήκης.

- **Πίνακας ελέγχου ολοκληρωμένων λειτουργιών:** Διαφορετικά silo παραγωγής, προμηθευτών και logistics επιχειρησιακά δεδομένα μπορούν να ομαδοποιηθούν, χρησιμοποιώντας βασικούς δείκτες απόδοσης (KPI) σε ενοποιημένους πίνακες ελέγχου(dashboards) σε πραγματικό χρόνο, γεγονός που θα βοηθήσει τους κατασκευαστές να παίρνουν ταχύτερα καλύτερες αποφάσεις, βελτιώνοντας με αυτόν τον τρόπο την απόδοση της λειτουργίας της βιομηχανίας.

- **Επεκτάσιμο IoT:** Η εμφάνιση πολλών λύσεων IoT, έχει δημιουργήσει την ανάγκη να δοθεί ιδιαίτερο ενδιαφέρον στην επεκτασιμότητα του συστήματος με τη ολοκλήρωση του IoT και με τις άλλες τεχνολογίες όπως είναι τα Μεγάλα Δεδομένα, καθώς και με τη χρήση μεγάλου αριθμού προϊόντων και λειτουργίας του σε ένα ετερογενές περιβάλλον.

- **Καλύτερη Ανάλυση Δεδομένων:** Με την τεχνολογία IoT, δημιουργείται μεγάλη ποσότητα δεδομένων λόγω της ύπαρξης των συνδεδεμένων συσκευών, των αισθητήρων και των επιχειρησιακών συστημάτων, που βοηθούν στην δημιουργία πληροφοριών, τη βελτιστοποίηση

των επιχειρηματικών διαδικασιών και την πραγματοποίηση καινοτόμων ευκαιριών. Το IoT Hub χρησιμοποιείται για τη διαχείριση της αμφίδρομης επικοινωνίας μεταξύ του Υπολογιστικού Νέφους και των συσκευών. Τα Analytics εφαρμόζονται στα συγκεντρωμένα δεδομένα για να δώσουν πληροφορίες για τις επιχειρησιακές διαδικασίες. Η συγκέντρωση των πληροφοριών βοηθά την επιχείρηση να προβεί σε ενέργειες. Τέλος τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται στην ανάλυση αποθηκεύονται με χρήση του κατάλληλου λογισμικού όπως είναι τα: Azure Tables, Azure SQL, Azure Blobs, HD Insight, Azure Data Lake κ.λπ. Στο Σχήμα 14.5.1, φαίνονται συγκεντρωτικά τα οφέλη του IIoT[92].



Σχήμα 14.5. 1: Οφέλη του IIoT

14.6 Έξυπνο Εργοστάσιο(Smart Factory)

Το smart factory, είναι ένα διακριτό χαρακτηριστικό του IIoT, εντός του οποίου οργανώνεται και αποτελεί τη βάση πάνω στην οποία θα γίνει η εφαρμογή ενός υψηλότερου επιπέδου ολοκλήρωσης. Το έξυπνο εργοστάσιο μπορεί να αποδειχθεί ως η λύση για τις αυξανόμενες ανάγκες της βιομηχανικής παραγωγής για προσαρμογή αλλά και να ενσωματώσει την συμβολή των πελατών στα προσφερόμενα προϊόντα.

14.6.1 Έξυπνο Εργοστάσιο και Δομικά Στοιχεία

Τα δομικά Τμήματα ενός έξυπνου εργοστασίου είναι:

14.6.1.1 «Έξυπνος» εξοπλισμός

Ο εξοπλισμός είναι απαραίτητο συστατικό για τη λειτουργία της μονάδας. Με τη βοήθεια του εξοπλισμού (για παράδειγμα αντλίες, βαλβίδες κ.λ.π) παράγεται μεγάλος όγκος δεδομένων. Τα δεδομένα αυτά συνήθως ήταν αδόμητα και μη αξιοποιήσιμα. Με την ανάπτυξη όμως της IoT τεχνολογίας και των Big Data, πλέον τα δεδομένα αναλύονται με ευκολία. Αναλύοντας τα δεδομένα προκύπτουν πληροφορίες για τη λειτουργία της μονάδας. Για να είναι σε θέση ο εξοπλισμός να συλλέγει δεδομένα και να τα επικοινωνεί μετά σε μια πλατφόρμα για ανάλυση, αυτό διασφαλίζεται με την ενσωμάτωση των αισθητήρων στον εξοπλισμό. Η τεχνολογία των αισθητήρων έχει αναπτυχθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια και σήμερα υπάρχει μεγάλη προσφορά και ποικιλία αισθητήρων χαμηλού κόστους από τους κατασκευαστές που μπορούν να μετρήσουν όλες τις σημαντικές παραμέτρους. Επιπλέον ο εξοπλισμός χρειάζεται να υποστηρίζει και τα πρότυπα βιομηχανικά πρωτόκολλα όπως: SECS (SEMI Equipment Communications Standard) / GEM (Generic Equipment Model), OPC (Open Platform Communications), TCP / IP κ.λπ.[93]

14.6.1.2 Ολοκληρωμένο Οικοσύστημα

Για το «έξυπνο» εργοστάσιο χρειάζεται να δημιουργηθεί ένα οικοσύστημα όπου οι συσκευές, ο εξοπλισμός και οι εφαρμογές θα πρέπει να συνδέονται μεταξύ τους και να επικοινωνούν μέσω τυποποιημένων πρωτοκόλλων επικοινωνίας. Βασικές εφαρμογές όπως οι MES (Manufacturing Execution System), ERP (Enterprise Resource Planning) and PLM (Product Lifecycle Management) θα πρέπει να επικοινωνούν και να υπάρχει ολοκλήρωση μεταξύ τους έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η απρόσκοπτη λειτουργία του εργοστασίου από την παραγωγή έως τη διοίκηση.

14.6.1.3 Προχωρημένες Αναφορές Αναλυτικών Στοιχείων

Οι προηγμένες πλατφόρμες ανάλυσης όπως του IoT, που συλλέγουν δεδομένα διαφορετικής προέλευσης από εφαρμογές, αισθητήρες κ.λ.π., επιτρέπουν την ανάλυση των στοιχείων αυτών προσφέροντας πολύτιμες πληροφορίες για τη λειτουργία του εργοστασίου και συμβάλλουν όχι μόνο στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας αλλά και στη μείωση του κόστους παραγωγής.

14.6.2 Αρχιτεκτονική του έξυπνου εργοστασίου

Τα διάφορα επίπεδα της Αρχιτεκτονική για το έξυπνο εργοστάσιο αποτελούνται από:

- Εφαρμογές Παραγωγής(Manufacturing Applications)
- Επιχειρησιακές Εφαρμογές
- IoT Πλατφόρμα
- Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων και Έλεγχος Αποτελεσμάτων

- **Εφαρμογές Παραγωγής(Manufacturing Applications)**

Οι Εφαρμογές Παραγωγής περιλαμβάνουν τα εξής συστήματα:

A. Manufacturing Execution System (MES)

Πρόκειται για συστήματα που καταγράφουν κάθε κίνηση της γραμμής παραγωγής σε πραγματικό χρόνο. Τα δεδομένα που παράγονται από την καταγραφή αναφέρονται σε βασικές λειτουργικές μετρήσεις για την παραγωγή όπως για παράδειγμα την αποδοτικότητα του εξοπλισμού, την κατανάλωση κ.λ.π., γεγονός που βοηθά τους κατασκευαστές να βελτιστοποιήσουν την παραγωγή τους. Οι κυριότερες υπηρεσίες που προσφέρουν είναι:

- Παρακολούθηση Παραγωγής
- Παρακολούθηση Διαδικασιών
- Παρακολούθηση Κατανάλωσης Ενέργειας
- Ειδοποιήσεις σε περίπτωση κινδύνου και προειδοποιήσεις
- Προγραμματισμός Παραγωγής
- Διαχείριση Συντήρησης
- Διαχείριση ποιότητας
- Ανάλυση Δεδομένων

B. Programmed Logic Control (PLC)

Η Programmed Logic Control (PLC) ελέγχει προγραμματιστικά τον συντονισμό μεταξύ του εξοπλισμού παραγωγής, των σταδίων παραγωγής καθώς και των χειρισμών που γίνονται μέχρι τη δημιουργία του τελικού προϊόντος.

Γ. Open Platform Communications (OPC)

Η Open Platform Communications (OPC) λειτουργεί ως ενδιάμεσο επίπεδο και διευκολύνει την επικοινωνία μεταξύ MES και PLC.

- **Οι Επιχειρησιακές Εφαρμογές**

Οι επιχειρησιακές εφαρμογές είναι εφαρμογές Information Technology που στόχο έχουν να υποστηρίξουν τις επιχειρησιακές λειτουργίες και περιλαμβάνουν:

A. Σύστημα Επιχειρησιακού Σχεδιασμού(ERP)

Το Σύστημα Επιχειρησιακού Σχεδιασμού(ERP), επεξεργάζεται και ενοποιεί διάφορες επιχειρησιακές διαδικασίες όπως Λογιστική, Προμήθειες, Κοστολόγηση, Διαχείριση Αποθήκης κ.λ.π

B. Σύστημα Διαχείρισης Κύκλου Ζωής Προϊόντων (PLM)

Το Σύστημα Διαχείρισης Κύκλου Ζωής Προϊόντων (PLM) αναφέρεται στη διαχείριση δεδομένων και διαδικασιών που χρησιμοποιούνται στο σχεδιασμό, στο μηχανισμό, στην κατασκευή, στις πωλήσεις και τις υπηρεσίες ενός προϊόντος καθ' όλο τον κύκλο ζωής του προϊόντος.

Γ. Σύστημα Διαχείρισης Πελατειακών σχέσεων (CRM)

Το Σύστημα Διαχείρισης Πελατειακών σχέσεων (CRM), πρόκειται για ένα σύστημα μέσω του οποίου μία επιχείρηση κατανοεί και εξυπηρετεί καλύτερα τις ανάγκες των πελατών της.

Δ. Σύστημα Διαχείρισης Εφοδιαστικής Αλυσίδας(SCM)

Το Σύστημα Διαχείρισης Εφοδιαστικής Αλυσίδας(SCM), πρόκειται για σύστημα που περιλαμβάνει τον προγραμματισμό της εφοδιαστικής αλυσίδας, τις προβλέψεις και τον προγραμματισμό παραγωγής.

• IoT πλατφόρμα

Η IoT πλατφόρμα αποτελείται από πολλά επίπεδα και στοιχεία. Η IoT πλατφόρμα είναι το κρίσιμο στοιχείο για να μετατραπεί ένα εργοστάσιο σε έξυπνο εργοστάσιο. Περιγράφοντας σε υψηλό επίπεδο την IoT πλατφόρμα, χρειάζεται να διαθέτει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Να εξασφαλίζει την εξαγωγή των δεδομένων από τον εξοπλισμό, τους αισθητήρες και τις συσκευές.
- Να αξιοποιεί τη τεχνολογία των Edge Analytics, για την ανάλυση μεγάλου όγκου δεδομένων.
- Να αποθηκεύει μεγάλες ποσότητες δεδομένων που να μπορούν να αναπτυχθούν σε μέγεθος ακόμα περισσότερο και με ελάχιστο κόστος.
- Να πραγματοποιεί ανάλυση και έλεγχο των δεδομένων σε πραγματικό χρόνο.

Τα βασικά συστατικά μιας IoT πλατφόρμας είναι:

A. Το IoT Gateway

Εγκαθιδρύει την απρόσκοπτη συνδεσιμότητα μεταξύ των αισθητήρων και του εξοπλισμού. Αποτελεί το στοιχείο κλειδί για αυτό το επίπεδο. Ασχολείται κυρίως με πρωτόκολλα επικοινωνίας, με θέματα ασφάλειας δεδομένων, και με τις υποδομές και τις τοπολογίες των δικτύων. Στο βιομηχανικό IoT, οι αισθητήρες και οι συσκευές χρησιμοποιούν το DMZ δίκτυο (iDMZ).

B. Edge Compute

Το Edge Compute, περιέχει εκείνες τις υποδομές σε υλικό έτσι ώστε, να πραγματοποιούνται υπολογισμοί σε πραγματικό χρόνο και συμβάλλει στη λήψη γρήγορων αποφάσεων από τη ροή των δεδομένων. Οι αποφάσεις πραγματοποιούνται, τοπικά κοντά στις συσκευές για μείωση του χρόνου λόγω καθυστερήσεων που οφείλονται στο δίκτυο.

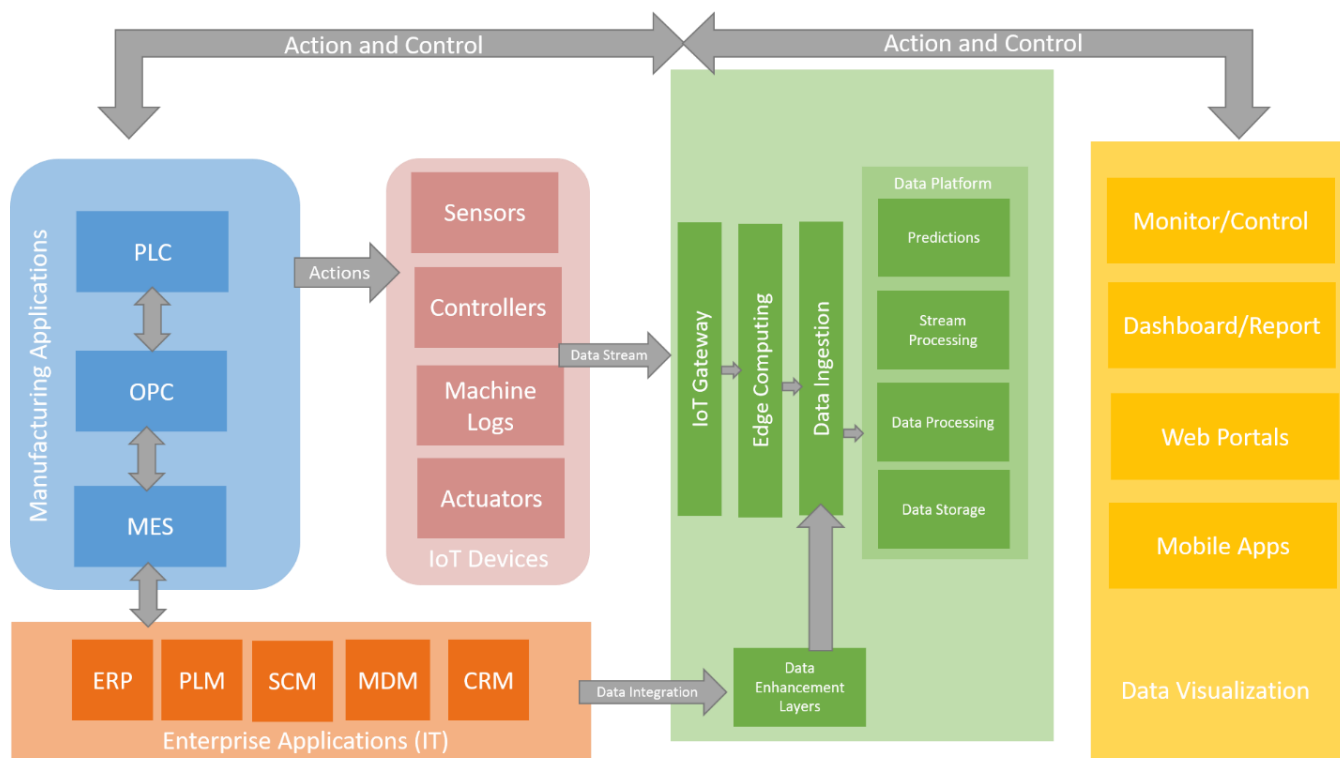
Γ. Data Ingestion

Ουσιαστικά είναι ένα επίπεδο μέσω του οποίου τα δεδομένα από διαφορετικές πηγές σε πραγματικό χρόνο προωθούνται για περαιτέρω επεξεργασία. Τα δεδομένα από τις διαφορετικές πηγές υπάρχουν σε διαφορετικές μορφές. Για παράδειγμα έχουμε δεδομένα δομημένα, αδόμητα, ημι-δομημένα, δεδομένα σύνδεσης με συστήματα κ.λ.π. Για τη σειριοποίηση των δεδομένων μπορεί να επιλεγούν διάφορες μορφές όπως protobuf, avro, thrift. Ανάλογα και με τον όγκο των δεδομένων που θα διέρχονται, υπάρχουν διάφορες πλατφόρμες για την επεξεργασία των δεδομένων, όπως είναι το Apache Kafka, ή το Flume.

Δ. Data Lake

Τα δεδομένα μπορούν να αποθηκευτούν σε HDFS cluster, ενός Hadoop συστήματος, σε Σχεσιακές Βάσεις δεδομένων όπως είναι οι Oracle, MySQL, MS SQL και NoSQL, σε μη σχεσιακές βάσεις δεδομένων, όπως είναι οι: Cassandra, Mongo βάσεις δεδομένων, ανάλογα με τον τύπο των δεδομένων και τη χρήση τους.

- **Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων και έλεγχος αποτελεσμάτων**
- A. **Πίνακας Ελέγχου Λειτουργιών:** Προβάλλει τις τιμές από όλους τους αισθητήρες, συσκευές και μηχανήματα σε πραγματικό χρόνο. Επιπλέον προβάλλει οπτικοποιημένα όλες τις βασικές λειτουργίες χειρισμού στη μονάδα παραγωγής.
 - B. **Έλεγχος & Διακυβέρνηση:** Οι μηχανές ή οι αισθητήρες ελέγχονται σε πραγματικό χρόνο από το κέντρο εντολών βάσει των στοιχείων από την παρακολούθησή τους, καθώς και από περιπτώσεις που έχει ανιχνευτεί κάποιο λάθος.
 - Γ. **Ανάλυση δεδομένων:** Τα σύνολα δεδομένων(Datasets) αναλύονται για να αναγνωριστούν μοτίβα ή τάσεις στα δεδομένα. Προβλέψεις και προληπτικά μέτρα εφαρμόζονται μέσω της ανάλυσης δεδομένων και των αλγορίθμων μηχανικής μάθησης.
 - Δ. **Πύλες(Portals) και Κινητά:** Τα αναλυτικά στοιχεία και οι μετρήσεις παρέχονται με γραφικό τρόπο σε οθόνη κινητού ή σε επιτραπέζιο υπολογιστή.
 - E. **API Gateway:** Οι λειτουργίες επικοινωνούν μέσω APIs (Διεπαφή προγραμματισμού εφαρμογών) με τις επιχειρησιακές εφαρμογές για να τις τροφοδοτήσουν με δεδομένα για τις διαδικασίες πρόβλεψης, διαχείρισης αποθήκης, ιχνηλασιμότητας κ.λ.π. Εικόνα 14.6.1.



Εικόνα 14.6. 1: Απεικόνιση Αρχιτεκτονικής “Smart Factory”. Πηγή[94]

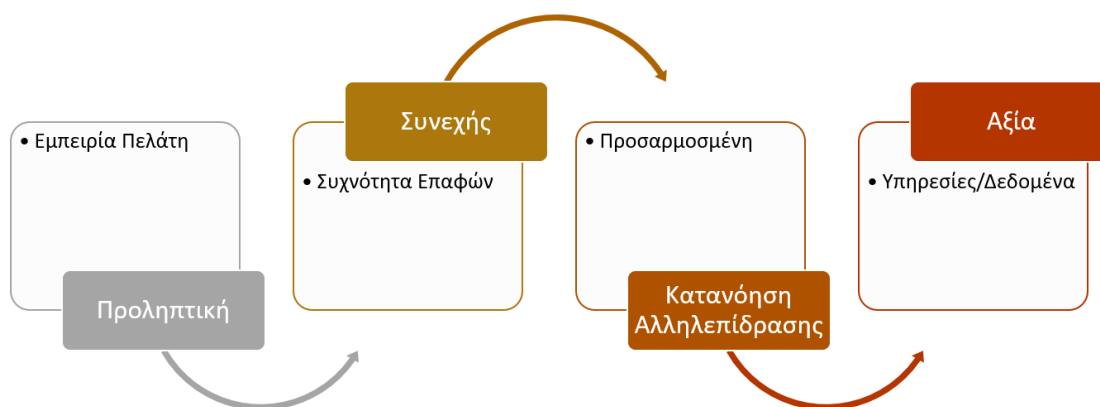
14.7 Εμπειρία Πελάτη και IIoT 4.0

Το βιομηχανικό διαδίκτυο πραγμάτων προσφέρει μεγαλύτερη συνδεσιμότητα με αποτέλεσμα μια Βιομηχανική παραγωγή που έχει υιοθετήσει τις τεχνολογίες του IIoT 4.0, να έχει τη δυνατότητα να κατανοήσει καλύτερα τις ανάγκες των πελατών της και να προσφέρει καλύτερες υπηρεσίες είτε πρόκειται για B2B ή B2C πελάτες. Αυτή η ικανότητα μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη αφοσίωση από την πλευρά των πελατών, καθώς οι πελάτες είναι πιο πιστοί σε μάρκες που δημιουργούν διαφοροποιημένες και εξατομικευμένες εμπειρίες. Το γεγονός αυτό οδηγεί σε σημαντική εξοικονόμηση για τη Βιομηχανία, καθώς το κόστος απόκτησης ενός πελάτη είναι πολύ μεγαλύτερο από το κόστος διατήρησής του[95].

Ένα «έξυπνο εργοστάσιο» αντιδρά στις ανάγκες των πελατών εκ’ των προτέρων. Μια βιομηχανική παραγωγική μονάδα προσανατολισμένη στο IIoT, έχει τη δυνατότητα να κατανοήσει σε βάθος τις ανάγκες των πελατών και των συνεργατών της και να σχεδιάσει έτσι από πριν τις εμπειρίες που θα ευθυγραμμιστούν με τις ανάγκες τους. Σε αντίθεση με μια παραδοσιακή Βιομηχανία που αντιδρά εκ των υστέρων στα παράπονα, ανάγκες, απαιτήσεις των πελατών ή συνεργατών της. Επιπλέον η επικοινωνία σε ένα «έξυπνο» εργοστάσιο με τον πελάτη

είναι συνεχής, σε αντίθεση σε μια παραδοσιακή Βιομηχανία, όπου η επικοινωνία είναι ελάχιστη ή ανύπαρκτη κατά τη χρήση του προϊόντος. Η επικοινωνία με τον πελάτη στην παραδοσιακή Βιομηχανία, περιορίζεται σε κάποιες σπάνιες αλληλεπιδράσεις κατά τη διάρκεια της πώλησης του προϊόντος ή της υπηρεσίας.

Για παράδειγμα, οι αλληλεπιδράσεις του πελάτη/συνεργάτη σε σχέση με την επωνυμία κατά τον αγοραστικό κύκλο, ή με την τοποθεσία, ή με το περιβάλλον της επωνυμίας και γενικότερα οποιαδήποτε άλλο πλαίσιο προκύπτει από τη σύνδεση του ψηφιακού με το φυσικό περιβάλλον αντικατοπτρίζουν, το ρόλο του πελάτη με την επωνυμία και προσαρμόζονται ανάλογα. Σε μια παραδοσιακή Βιομηχανική μονάδα οι αλληλεπιδράσεις του πελάτη με την επωνυμία είναι τυποποιημένες. Τέλος σε μια παραδοσιακή Βιομηχανία η αξία για τον πελάτη δημιουργείται από το ίδιο το προϊόν ενώ σε μια Βιομηχανία που έχει υιοθετήσει τις τεχνολογίες του IIoT, η αξία για τον πελάτη μετατοπίζεται από τα χαρακτηριστικά του προϊόντος στα αποτελέσματα της ανάλυσης των δεδομένων που προκύπτουν από την λειτουργία του προϊόντος. Το παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζει τα επιπλέον χαρακτηριστικά που προσδίδει για τον πελάτη το IIoT (Σχήμα 14.6.1).



Σχήμα 14.6. 1: Αλληλεπιδράσεις πελάτη -Προσαρμογή Deloitte Press

14.8 Ο Αγοραστικός Κύκλος Πελάτη στο Industrial IoT(industry 4.0)

Ένα από τα ζητούμενα για τις Βιομηχανίες σήμερα, είναι η δημιουργία αφοσιωμένων πελατών. Στη συνέχεια θα εξεταστεί η αφοσίωση των πελατών στο πλαίσιο του Κύκλου Ζωής του Πελάτη για μια Βιομηχανία προσανατολισμένη στο IIoT. Ο Κύκλος Ζωής του Πελάτη περιλαμβάνει τρεις κυρίως φάσεις Το προ-αγοραστικό στάδιο, το αγοραστικό στάδιο και το μετα-αγοραστικό στάδιο.

14.8.1 Το Προ-αγοραστικό στάδιο στο IIoT

Αρχικά ο πελάτης αναζητά πληροφορίες που θα τον βοηθήσουν να αποφασίσει για την αγορά του προϊόντος. Οι επωνυμίες προσπαθούν να δημιουργήσουν ανταγωνιστικές εμπειρίες πελάτη στο στάδιο πριν την αγορά, μέσα από τα ψηφιακά κανάλια επικοινωνίας. Συνήθως οι επωνυμίες προσπαθούν να ανταποκριθούν στις προσδοκίες των πελατών ως προς την εύκολη αναζήτηση του προϊόντος, τη δυνατότητα εκτίμησης της ανάγκης αγοράς του προϊόντος, της αγοράς του προϊόντος και υπηρεσιών μέσω του διαδικτύου. Οι βιομηχανικοί κατασκευαστές λόγω της πολυπλοκότητας των προϊόντων τους, δεν είχαν έντονη παρουσία σε αυτήν την περιοχή. Σήμερα όμως οι βιομηχανικοί κατασκευαστές έχουν αρχίσει να ενθαρρύνουν τους πελάτες τους να κάνουν διαδικτυακές παραγγελίες. Πλέον το ενενήντα τοις εκατό των αγοραστών(90%) B2B, χρησιμοποιούν διαδικτυακούς πόρους για την έρευνα βιομηχανικών προϊόντων ενώ το ποσοστό των αγορών B2B, ολοκληρώνεται πλέον διαδικτυακά σε ποσοστό που αγγίζει το εξήντα τοις εκατό των αγορών(60%). Ένα μεγάλο μέρος της επικοινωνίας των πελατών με τους κατασκευαστές ολοκληρώνεται με τη βοήθεια ερωτοαποκρίσεων από το διαδίκτυο.

Κατά το στάδιο της προ-αγοράς υπάρχουν τεχνολογίες του IIoT, που διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο και μπορούν να αξιοποιηθούν δημιουργώντας αξία στο στάδιο προ-αγοράς για τον πελάτη και είναι:

- **Τεχνητή Νοημοσύνη**

Τα μοντέλα Τεχνητής Νοημοσύνης(AI) που αναπτύσσονται σε συνδυασμό με την Επεξεργασία Φυσικής Γλώσσας(Natural Language processing-NLP), βοηθούν στην επικοινωνία των βιομηχανικών κατασκευαστών με τους πελάτες τους. Οι πλατφόρμες προσανατολισμένες στο AI, έχουν τη δυνατότητα να συγκεντρώνουν πληροφορίες από όλα τα Πληροφοριακά Συστήματα και να προτείνουν λύσεις που προκύπτουν μετά από την ανάλυση των δεδομένων

που προέρχονται από διαφορετικά πεδία της Βιομηχανίας. Το αποτέλεσμα είναι, ο κατασκευαστής να δημιουργεί από κοινού σε συνεργασία με τον πελάτη, την τιμολογιακή του πολιτική.

- **Αυξημένη(AR) / Εικονική(VR) Πραγματικότητα**

Οι κατασκευαστές ενεργοποιούν τους πελάτες να επισκεφτούν ένα εκθεσιακό δωμάτιο στη μονάδα όπου θα έχουν τη δυνατότητα μέσω των τεχνολογιών Αυξημένη(AR) / Εικονική(VR) Πραγματικότητα, να βιώσουν φυσικά ένα προϊόν ή μια υπηρεσία. Σε ορισμένες μάλιστα περιπτώσεις οι πλατφόρμες AR/VR, δίνουν τη δυνατότητα στους πελάτες να δοκιμάζουν προϊόντα, να ενημερώνονται για τις δυνατότητες και τα χαρακτηριστικά τους, με έναν εντυπωσιακά ρεαλιστικό τρόπο. Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές βιομηχανικές μονάδες, όπου ο πελάτης έχει τη δυνατότητα μόνο να δει έναν περιορισμένο αριθμό προϊόντων.

Για τους περισσότερους κατασκευαστές, τα στοιχεία των πελατών βρίσκονται συνήθως κατακερματισμένα σε μια ή περισσότερες βάσεις δεδομένων ή σε ένα σύστημα CRM. Με την Τεχνολογία του IoT, τα online και offline δεδομένα συγχωνεύονται με αποτέλεσμα οι βιομηχανίες να αποκτούν μια πιο ολοκληρωμένη άποψη για τους πελάτες τους. Επίσης η ευρύτερη προβολή των δεδομένων μπορεί να βοηθήσει να δημιουργηθεί ένα βαρόμετρο ζήτησης για τα προϊόντα και θα λειτουργεί από την αρχή του κύκλου ζωής του πελάτη(όπως αρχική επίσκεψη στον ιστότοπο) μέχρι την αγορά (όπως δεδομένα για τις παραγγελίες), ανιχνεύοντας μοτίβα στην πρόθεση αγοράς και διευκολύνοντας με αυτόν τον τρόπο τη βιομηχανία να απευθυνθεί στους πελάτες με στοχευμένες προτάσεις αγοράς.

14.8.2 Στάδιο Αγορά στο IIoT

Στο στάδιο αγορά του κύκλου ζωής ενός πελάτη, η τεχνολογία του IoT, έχει σημαντικό αντίκτυπο ιδιαίτερα στη διαχείριση των σχέσεων μεταξύ του κατασκευαστή και της εταιρείας που συνεργάζεται με τον κατασκευαστή για την αγορά και την πώληση των προϊόντων του κατασκευαστή. Η εφαρμογή της τεχνολογίας IoT δημιουργεί νέες προκλήσεις στη διαχείριση των σχέσεων της βιομηχανίας και των εταιρικών συνεργατών.

14.8.2.1 Τεχνολογίες που προσδίδουν αξία στον πελάτη στο στάδιο Αγορά

Οι ψηφιακές πλατφόρμες που βασίζονται στη βιομηχανία 4.0 διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στο στάδιο αυτό. Με την χρήση μιας ψηφιακής πλατφόρμας αυξάνεται η συχνότητα της

πληροφορίας που ανταλλάσσεται μεταξύ των κατασκευαστών και των συνεργατών τους. Το γεγονός αυτό βοηθά στο συντονισμό των ενεργειών μεταξύ των κατασκευαστών και των συνεταίρων τους. Τρεις τεχνολογίες είναι ιδιαίτερα βασικές.

- **Partner Relationship Management (PRM) platforms**

Οι πλατφόρμες PRM μπορούν να συγχρονίσουν τις πληροφορίες που ανταλλάσσονται μεταξύ των κατασκευαστών και των μεταπωλητών ή των προμηθευτών. Η ανωνυμία των βασικών στοιχείων των δεδομένων που διακινούνται εξασφαλίζει την ανταγωνιστική θέση των εμπλεκόμενων. Ο κάθε συνέταιρος διαχειρίζεται την απαραίτητη πληροφόρηση έτσι ώστε να βελτιώνει τις δράσεις του.

- **Radio-Frequency-Identification (RFID) και Global Positioning System (GPS)**

Η τεχνολογία των RFID και του GPS, μπορεί να εξασφαλίσει σε πραγματικό χρόνο ενημερώσεις σχετικά με τους χρόνους παράδοσης των προϊόντων. Ο συντονισμός μεταξύ των πωλητών και των πελατών βοηθά τους κατασκευαστές να χρονοπρογραμματίσουν τις ανάγκες σε ανθρώπινο δυναμικό και πόρους εξασφαλίζοντας βελτίωση της εμπειρίας πελάτη.

14.8.3 Στο στάδιο της μετα-αγορά έχουμε τη χρήση και την εξυπηρέτηση

Η τεχνολογία του IoT, βοηθά τον κατασκευαστή να επαναπροσδιορίσει τη δευτερογενή αγορά και να επιλύσει προβλήματα που προκύπτουν από τη χρήση του προϊόντος. Η δευτερογενή αγορά είναι εξαιρετικά σημαντική για τους περισσότερους κατασκευαστές και αρκετοί αγωνίζονται για την επίλυση μιας σειράς πρακτικών προβλημάτων όπως:

- Έλλειψη επίγνωσης από τους κατασκευαστές για τον τρόπο που οι καταναλωτές χρησιμοποιούν το προϊόν που οδηγεί σε αδυναμία από την πλευρά των κατασκευαστών να προβλέψουν τις απαιτήσεις της συντήρησης που δυνητικά επηρεάζει το χρόνο παράδοσης του προϊόντος αλλά και τη λειτουργία του.
- Δυσκολία για τον κατασκευαστή να κάνει προβλέψεις και να διαχειριστεί αποτελεσματικά την αποθήκη του, γεγονός που οδηγεί σε καθυστερήσεις στην παράδοση των προϊόντων.

Σαν αποτέλεσμα όλων αυτών των θεμάτων οι πελάτες είναι δυσαρεστημένοι από την εμπειρία τους με τη δευτερογενή πώληση. Μια έρευνα έδειξε ότι οι πελάτες είναι 10 με 15 τοις εκατό λιγότερο ευχαριστημένοι συγκριτικά με τις προσδοκίες τους.

14.9 Η περίπτωση της βιομηχανίας Chevy

Η Chevy είναι μία από τις μεγαλύτερες μάρκες αυτοκινήτων, με πάνω από 4 εκατομμύρια πωλήσεις οχημάτων ετησίως σε 115 χώρες. Η Chevy, έχει μια μακριά κληρονομιά στο σχεδιασμό καινοτόμων και προσιτών αυτοκινήτων που αναμφισβήτητα αποτελούν το πιο ανταγωνιστικό κομμάτι της παγκόσμιας αυτοκινητοβιομηχανίας. Ως εκ τούτου, ψάχνει συνεχώς για καινοτομίες στο χώρο του αυτοκινήτου με στόχο την προσέλκυση νέων οδηγών. Το 2016, δημιούργησε έναν διαδικτυακό τόπο όπου αξιοποιούσε τα θετικά σχόλια των καταναλωτών που έκαναν στο twitter ή στο Facebook με χρήση AI λογισμικό της IBM Watson. Ειδικότερα η διαφημιστική καμπάνια με την ονομασία “Fueling Possibilities” εξέταζε τους λογαριασμούς των καταναλωτών, για να διαπιστώσει πόσο αισιόδοξες ήταν οι αναρτήσεις τους. Συνδυάζοντας τους αλγόριθμους της Τεχνητής Νοημοσύνης μπορούσε να απομονώσει τα τρία βασικά χαρακτηριστικά της προσωπικότητας του καταναλωτή και να του προσφέρει ανάλογες προτάσεις εμπειρίας με την επωνυμία. Τελικά, ο στόχος ήταν να αυξηθεί ο σύνδεσμος των καταναλωτών με την μάρκα Chevy και να προκληθεί έτσι περαιτέρω ενδιαφέρον για την αγορά νέου οχήματος.

15 Προγνωστική Ανάλυση

Οι κατασκευαστές αξιοποιούν τις ψηφιακές πλατφόρμες αναλύοντας σε πραγματικό χρόνο, δεδομένα που προέρχονται από τους προμηθευτές ή τους μεταπωλητές τους. Η ανάλυση των δεδομένων τους βοηθά να προβλέψουν καταστάσεις αλλά και στη λήψη αποφάσεων. Για παράδειγμα εάν ξαφνικά όλοι οι πωλητές ενημερώσουν για κάποιο ελάττωμα με κοινά γνωρίσματα, αυτό θα βοηθήσει τον κατασκευαστή να ταυτοποιήσει ένα ελαττωματικό εξάρτημα που δεν είχε εντοπιστεί στη γραμμή παραγωγής.

15.1 Προληπτική Συντήρηση

Στις μέρες μας υπάρχουν δύο βασικές μέθοδοι αντιμετώπισης της προληπτικής συντήρησης. **α)** Η προληπτική συντήρηση που στηρίζεται στην κατάσταση του μηχανήματος, και **β)** η προληπτική συντήρηση που βασίζεται στην ηλικία του μηχανήματος. Στην περίπτωση βάσης της κατάστασης του μηχανήματος, ένα μηχάνημα θα παρακολουθείται για να ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα για να αξιολογηθεί το μέτρο υποβάθμισής του. Το μηχάνημα θα αντικατασταθεί στην περίπτωση που το μέτρο υποβάθμισης ξεπεράσει μια τιμή κατώφλι. Στην περίπτωση της προληπτικής συντήρησης βάσης ηλικίας το μηχάνημα θα αντικατασταθεί εάν ο κύκλος λειτουργίας ενός μηχανήματος ή η ηλικία ενός μηχανήματος είναι μεγαλύτερη από μια προκαθορισμένη περίοδο.

Η προληπτική συντήρηση έχει σημαντικά μειονεκτήματα, ένα από αυτά είναι ότι η συντήρηση ή αντικατάσταση ενός μηχανήματος, θα κάνει το μηχάνημα μη διαθέσιμο για κάποιο χρονικό διάστημα, γεγονός που θα επηρεάσει το πρόγραμμα παραγωγής. Ένα άλλο μειονέκτημα είναι η ανάγκη των ανταλλακτικών να είναι πάντα διαθέσιμα στην περίπτωση αντικατάστασης ενός μηχανήματος, γεγονός που αυξάνει το κόστος απογραφής της αποθήκης. Επιπλέον πολλές φορές οι εργασίες συντήρησης γίνονται βάσει του χρόνου λειτουργίας ενός μηχανήματος, ενώ βλάβη μπορεί να συμβεί νωρίτερα ή τα ανταλλακτικά να αντικατασταθούν πριν από το τέλος της ζωής τους, κάτι που έχει συνέπειες στο κόστος[96].

15.2 Προγνωστική Συντήρηση

Η μη σχεδιασμένη αποτυχία του υλικού ή ενός εξαρτήματος μιας μηχανής παραγωγής έχει αρνητικό οικονομικό αντίκτυπο για ολόκληρη τη γραμμή παραγωγής, οδηγώντας σε μείωση του χρόνου ολοκλήρωσης της παραγωγής, καθώς επίσης και επιφέρει κόστος στη βιομηχανική παραγωγή. Προκειμένου να επιτευχθεί η βέλτιστη απόφαση στη προσέγγιση συντήρησης, συλλέγονται δεδομένα από διαφορετικές πηγές όπως δεδομένα από την παραγωγή, δεδομένα από τους αισθητήρες για ανάλυση σε πραγματικό ή μη χρόνο. Τα δεδομένα αυτά χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία μοντέλων για να προβλεφθεί η βλάβη ενός μηχανήματος, είτε να προβλεφθεί μια αναποτελεσματική διαδικασία παραγωγής, είτε η κακή ποιότητα ενός προϊόντος μειώνοντας το χρόνο και το κόστος συντήρησης.

Η προγνωστική συντήρηση είναι μία από τις μεθόδους συντήρησης, η οποία εξαντλεί τον χρόνο λειτουργίας των μηχανημάτων μέχρι να φτάσουν στο ανώτατο όριο λειτουργίας τους, χρησιμοποιώντας την ανάλυση δεδομένων για να προβλέψει την υπολειπόμενη διάρκεια ζωής τους. Η πρόβλεψη συντήρησης είναι σε θέση να εξασφαλίσει το μέγιστο χρονικό διάστημα που απαιτείται μεταξύ των διαδοχικών εργασιών συντήρησης και να ελαχιστοποιήσει έτσι με αυτόν τον τρόπο το κόστος που προκύπτει από τη διακοπή για συντήρηση που είναι μη προγραμματισμένη. Με την προγνωστική συντήρηση, μετρώντας και αναλύοντας τα δεδομένα από τους αισθητήρες ή από τα δεδομένα παρακολούθησης της παραγωγής, βοηθά στο να παίρνονται αποφάσεις από τις τάσεις συμπεριφοράς για τη λειτουργία του μηχανήματος που ανιχνεύονται στα δεδομένα, ενώ όλη η διαδικασία παρακολουθείται από πληροφοριακά συστήματα σε πραγματικό χρόνο. Στο industry 4.0, η προγνωστική συντήρηση είναι πολύ βασική για να εξασφαλιστεί η αποτελεσματικότητα των διαδικασιών συντήρησης των μηχανημάτων.

16 Συμπεράσματα

Εξαιτίας της τεχνολογίας, του IoT, τα «έξυπνα», συνδεδεμένα προϊόντα έχουν τη δυνατότητα να αλλάξουν τον ανταγωνισμό μεταξύ των επιχειρήσεων, να δημιουργήσουν νέους τρόπους διαφοροποίησης για τις επιχειρήσεις και υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας για τους πελάτες. Η επιταχυνόμενη παραγωγή και η διαθεσιμότητα δεδομένων που τροφοδοτούνται από την αυξανόμενη χρήση των συνδεδεμένων συσκευών, και κατά επέκταση η επεξεργασία τους με τη βοήθεια των αλγορίθμων της Τεχνητής Νοημοσύνης, δίνουν τη δυνατότητα στις επιχειρήσεις να οικοδομήσουν πολύ βαθύτερους δεσμούς με τους πελάτες τους, συγκριτικά με το παρελθόν. Σήμερα οι επιχειρήσεις αντί να περιμένουν τους πελάτες να έρθουν σε αυτούς, προσανατολίζονται στο να αντιμετωπίσουν τις ανάγκες των πελατών τη στιγμή που αυτές προκύπτουν και μερικές φορές ακόμη νωρίτερα, βελτιώνοντας σημαντικά τις εμπειρίες των πελατών. Το διασυνδεδεμένο περιβάλλον του IoT, επιτρέπει στις εταιρείες να προσαρμόσουν τις προσφορές στοχευμένα σε συγκεκριμένα τμήματα πελατών, να προσαρμόσουν τα προϊόντα για μεμονωμένους πελάτες και να ενισχύσουν περαιτέρω τη διαφοροποίηση των τιμών προς αυτούς. Η τεχνολογία του IoT, και οι δραματικές επιπτώσεις που επιφέρει στην εμπειρία των πελατών ενισχύει τη λειτουργία και την αποδοτικότητα των επιχειρήσεων με χαμηλότερο κόστος. Επιπλέον, οι Βιομηχανίες για να αποκτήσουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα στην παγκόσμια αγορά που δραστηριοποιούνται, προσπαθούν να δημιουργήσουν νέα προϊόντα και υπηρεσίες. Οι προηγμένες τεχνολογίες αισθητήρων χρησιμοποιούνται ευρέως στα συστήματα κατασκευής για να αυξήσουν την ορατότητα των πληροφοριών και τη δυνατότητα ελέγχου των συστημάτων παραγωγής. Με το Industry 4.0, οι βιομηχανίες, προσπαθούν να εκμεταλλευτούν τις χρήσιμες πληροφορίες και γνώσεις που εξάγονται από τα δεδομένα για την παροχή καλύτερων βιομηχανικών προϊόντων στο φυσικό κόσμο. Η προτεινόμενη διαχείριση αποθεμάτων για την επόμενη γενιά, θα είναι το Smart Warehouse, όπου με τη βοήθεια των αισθητήρων της τεχνολογίας του IoT και κατά επέκταση της ψηφιοποίησης των αποθηκευτικών χώρων και της εφοδιαστικής αλυσίδας, οι επιχειρήσεις θα είναι σε θέση να ανταποκριθούν στην αυξανόμενη ζήτηση των πελατών τους προσφέροντάς τους καλύτερες εμπειρίες και μειώνοντας τον προϋπολογισμό της επιχείρησης. Σήμερα, η εφαρμογή του IoT, αποτελεί μια πρόκληση, με πολλά υποσχόμενα οφέλη τόσο για τις επιχειρήσεις, αλλά και για τους καταναλωτές.

Βιβλιογραφία

- [1] Bujari, Armir, et al., “Standards, Security and Business Models: Key Challenges for the IoT Scenario”. *Mobile Networks and Applications*, 23(1), February 2018.
- [2] Ashton, K. (2009). “That internet of things thing”. *RFID Journal*, 22(7).
- [3] Internet of Things (IoT) connected devices installed base worldwide from 2015 to 2025 [Online]. Available: <https://www.statista.com/statistics/471/264/iot-number-of-connected-devices-worldwide/>.
- [4] Dastjerdi, Amir Vahid, και Rajkumar Buyya. “Fog Computing: Helping the Internet of Things Realize Its Potential”. *Computer*, 9(8), August 2016.
- [5] Wigmore, I. “Internet of Things (IoT)”. *TechTarget*, June 2014.
- [6] Sen, Shampa, “Machine learning and IoT: a biological perspective”. *Taylor & Francis*, 2019.
- [7] Jabraeil Jamali, Mohammad Ali, et al., “Towards the Internet of Things: Architectures, Security, and Applications”. *Springer International Publishing*, 2020.
- [8] Poslad, Stefan. “Ubiquitous computing: smart devices, environments and interactions”. *Wiley*, 2009.
- [9] Pflaum, Alexander A., και Philipp Golzer. “The IoT and Digital Transformation: Toward the Data-Driven Enterprise”. *IEEE Pervasive Computing*, 17(1), January 2018.
- [10] Porter, Michael, και James Heppelmann. “How Smart, Connected Products Are Transforming Competition”. *Harvard Business Review*.
- [11] Hassan, Qusay F. “Internet of things A to Z: technologies and applications”. *John Wiley and Sons, Inc*, 2018.
- [12] E. Borgia, “The internet of things vision: Key features, applications and open issues,” *Comput. Commun.* vol. 54, 2014.
- [13] Sinha, Amit, et al., “Digital supply networks: transform your supply chain and gain competitive advantage with disruptive technology and reimagined processes”. *McGraw-Hill*, 2020.
- [14] Lim, Ming K., et al. “RFID in the Warehouse: A Literature Analysis (1995–2010) of Its Applications, Benefits, Challenges and Future Trends”. *International Journal of Production Economics*, 145(1), September 2013.
- [15] Familiar, Bob, και Jeff Barnes. *Business in Real-Time Using Azure IoT and Cortana Intelligence Suite*. *Apress*, 2017.

- [16] Ustundag, Alp, και Emre Cevikcan. Industry 4.0: Managing The Digital Transformation. Springer International Publishing, 2018.
- [17] Yang, H., Kumara, S., Bukkapatnam, S. T. S., & Tsung, F. (2019). The Internet of Things for Smart Manufacturing: A Review. IISE Transactions, 1–35.
- [18] Alam, Mansaf, et al., Internet of Things (IoT): Concepts and Applications. 2020. Open WorldCat.
- [19] P. Tyreholt. 89% of M2M/IoT Projects Have a ROI Within Two Years! Vodafone IoT – Barometer Report, 2014. <https://www.cybercom.com/AboutCybercom/Blogs/Business-and-technology-in-the-connected-world/89-of-M2MIoT-projects-have-a-ROI-within-two-years>
- [20] Technology, Copyright ©. Massachusetts Institute of, και 1977-2021 All rights reserved. ‘Read the Spring Issue of MIT SMR’. MIT Sloan Management Review, <https://sloanreview.mit.edu/issue/2020-spring/>.
- [21] Zomerdijk, Leonie, Voss, Christopher A., 2010. Service design for experience-centric services. J.Serv. Res.13 (1).
- [22] “How Walmart is going all in on artificial intelligence,” Clickz.com, January 21, 2019.
- [23] Chua, Chee Kai, et.al. Rapid prototyping: principles and applications. 3rd ed, World Scientific, 2010.
- [24] Chong S, Pan G-T, Chin J, et al (2018) Integration of 3D printing and industry 4.0 into engineering teaching.
- [25] Harvard Business Review Press, HBR’s 10 must reads 2021: the definitive management ideas of the year from Harvard Business Review. Harvard Business Review Press, 2021.
- [26] Lockwood, Thomas, και Edgar Papke. Innovation by design: how any organization can leverage design thinking to produce change, drive new ideas, and deliver meaningful solutions. Career Press, 2018.
- [27] Colin Shaw, The DNA of Customer Experience: How Emotions Drive Value (New York: Palgrave Macmillan, 2007)
- [28] Irving Wladawsky-Berger, “Customer Experience Is the Key Competitive Differentiator in the Digital Age,” Wall Street Journal, April 20, 2018, <https://on.wsj.com/2HEwqNw>
- [29] Becker, Larissa, και Elina Jaakkola. ‘Customer Experience: Fundamental Premises and Implications for Research’. Journal of the Academy of Marketing Science, 48(4), Julie 2020.
- [30] Abbott, Lawrence (1955), Quality and Competition. NY: Columbia University Press.
- [31] Alderson, Wroe (1957), Marketing Behavior and Executive Action. Homewood, IL: Irwin.

- [32] Azjen, Icek and Martin Fishbein (1977), "Attitude-Behavior Relations: A Theoretical Analysis and Review of Empirical Research," *Psychological Bulletin*, 84 (5), 888-918.
- [33] De Keyser, Arne & Lemon, Katherine & Klaus, Phil & Keiningham, Timothy. (2015). A Framework for Understanding and Managing the Customer Experience.
- [34] Pine II, B. J. & Gilmore, J. H. (1998). Welcome to the experience economy. *Harvard Business Review*.
- [35] Homburg, C., Jozié, D., & Kuehnl, C. (2015). Customer experience management: toward implementing an evolving marketing concept. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 45(3).
- [36] Lemon, K. N., & Verhoef, P. C. (2016). Understanding customer experience throughout the customer journey. *Journal of Marketing*, 80.
- [37] Meyer, C. & Schwager, A. (2007). Understanding customer experience. *Harvard Business Review*, February.
- [38] Verhoef, P. C., Lemon, K. N., Parasuraman, A., Roggeveen, A., Tsiros, M., & Schlesinger, L. A. (2009). Customer experience creation: determinants, dynamics and management strategies. *Journal of Retailing*, 85(1).
- [39] Lafrenière, Daniel. *Delivering Fantastic Customer Experience: How to Turn Customer Satisfaction into Customer Relationships*. 1st edition, Productivity Press, 2019.
- [40] McKinsey and Co. "The growth engine: Superior customer experience in insurance" by Tanguy Catlin, Ewan Duncan, Harald Fanderl, and Johannes-Tobias Lorenz. April 2016 <https://www.mckinsey.com/industries/financial-services/our-insights/the-growth-engine-superior-customer-experience-in-insurance>.
- [41] Botha, Chantel. *Customer Journey Mapping*. 2020.
- [42] Lemon, Katherine N., και Peter C. Verhoef. 'Understanding Customer Experience throughout the Customer Journey'. *Journal of Marketing*, 80(6), November 2016.
- [43] Hoyer, Wayne D. (1984), "An Examination of Consumer Decision Making for a Common Repeat Purchase Product," *Journal of Consumer Research*, 11 (Dec).
- [44] Pieters, Rik, Hans Baumgartner and Doug Allen (1995), "A Means-End Chain Approach to Consumer Goal Structures," *International Journal of Research in Marketing*, 12 (Oct).
- [45] Brown, Tim, και Barry Katz. *Change by design: how design thinking transforms organizations and inspires innovation*. 1st ed, Harper Business, 2009.
- [46] Pantano, Eleonora, Milena, Viassone, 2015. Engaging consumers on new integrated multichannel retail settings: challenges for retailers. *J.Retail.Consum.Serv.*25.

- [47] Kalbach, James. Mapping experiences: a guide to creating value through journeys, blueprints, and diagrams. O'Reilly, 2016.
- [48] Duncan, T., & Moriarty, S. (2006). How integrated marketing communication's "touchpoints" can operationalize the service-dominant logic. In R. F. Lusch & S. L. Vargo (Eds.), *The service dominant logic of marketing: Dialog, debate, and directions* Armonk: M.E. Sharpe.
- [49] Hoffman, D.L. and Novak, T.P. (2018), "Consumer and object experience in the Internet of Things: an assemblage theory approach", *Journal of Consumer Research*, Vol. 44 No. 6.
- [50] Weinberg, B. D., Parise, S., & Guinan, P. J. (2007). Multichannel marketing: Mindset and program development. *Business Horizons*, 50(5), 385–394.
<http://doi.org/10.1016/j.bushor.2007.04.002>
- [51] Mehta, R., Dubinsky, A. J., & Anderson, R. E. (2002). Marketing channel management and the sales manager. *Industrial Marketing Management*, 31(5), 429–439.
[http://doi.org/10.1016/S0019-8501\(01\)00159-6](http://doi.org/10.1016/S0019-8501(01)00159-6)
- [52] Bell, B. D. R., Gallino, S., & Moreno, A. (2014). How to Win in an Omnichannel World. *MIT Sloan Management Review*, 56(1), 45–54.
- [53] Piotrowicz, W., & Cuthbertson, R. (2014). Introduction to the Special Issue Information Technology in Retail: Toward Omnichannel Retailing. *International Journal of Electronic Commerce*, 18(4), 5–16. <http://doi.org/10.2753/JEC1086-4415180400>.
- [54] Mosquera, Ana, et al. 'Understanding the customer experience in the age of omni-channel shopping'. *ICONO Magazine* 14 Scientific Journal of Communication and Emerging Technologies, vol. 15, vol. 2, July 2017, pp. 92–114. DOI.org (Crossref), doi: 10.7195 / ri14.v15i2.1070.
- [55] Piotrowicz, W., Cuthbertson, R.: Introduction to the special issue information technology in retail: toward omnichannel retailing. *Int. J. Electron. Commer.* 18(4), 5–16 (2014).
- [56] Caro, F., Sadr, R.: The Internet of Things (IoT) in retail: bridging supply and demand. *Bus. Horiz.* 62(1), 47–54 (2019).
- [57] Balaji, M.S., Roy, S.K.: Value co-creation with Internet of Things technology in the retail industry. *J. Mark. Manag.* 33(1–2), 7–31 (2017).
- [58] Terzopoulos, George, και Maya Satratzemi. 'Voice Assistants and Smart Speakers in Everyday Life and in Education'. *Informatics in Education*, September 2020, σσ. 473–90. DOI.org (Crossref), doi:10.15388/infedu.2020.21.
- [59] Metz, R., (2014). Voice Recognition for the Internet of Things.
<https://www.technologyreview.com/s/531936/voice-recognition-for-the-internet-of-things/>

- [60] Simms, Kane. "How Voice Assistants Could Change the Way We Shop". Harvard Business Review, 15 Μάιος 2019.
- [61] Bayer, S., Gimpel, H., & Rau, D. (2020). IoT-commerce - opportunities for customers through an affordance lens. Electronic Markets. doi:10.1007/s12525-020-00405-8
- [62] Blake Morgan, "10 Customer Experience Implementations of Artificial Intelligence," Forbes, February 8, 2018, accessed April 12, 2019 at:
<https://www.forbes.com/sites/blakemorgan/2018/02/08/10-customer-experienceimplementations-of-artificial-intelligence/#2f9cd94a2721>.
- [63] H. James Wilson and Paul R. Daugherty, "Collaborative Intelligence: Humans and AI are Joining Forces," Harvard Business Review, July-August 2018, accessed April 12, 2019 at:
<https://hbr.org/2018/07/collaborative-intelligencehumans-and-ai-are-joining-forces>.
- [64] Hoyer, Wayne D., κ.ά. 'Transforming the Customer Experience Through New Technologies'. Journal of Interactive Marketing, τ. 51, Αύγουστος 2020, σσ. 57–71. DOI.org (Crossref), doi:10.1016/j.intmar.2020.04.001.
- [65] Muddinagiri, Ruchika, κ.ά. 'Implementation of Proximity Marketing Leveraging Bluetooth Low Energy'. 2020 International Conference on Electronics and Sustainable Communication Systems (ICESC), IEEE, 2020, σσ. 608–12. DOI.org (Crossref), doi:10.1109/ICESC48915.2020.9155756.
- [66] Muddinagiri, Ruchika, κ.ά. 'Implementation of Proximity Marketing Leveraging Bluetooth Low Energy'. 2020 International Conference on Electronics and Sustainable Communication Systems (ICESC), IEEE, 2020, σσ. 608–12. DOI.org (Crossref), doi:10.1109/ICESC48915.2020.9155756.
- [67] Bansal, Nirnay. Designing Internet of Things Solutions with Microsoft Azure: A Survey of Secure and Smart Industrial Applications. 2020.
- [68] F. B. B. F. is a former retail industry writer for T. B. E. S. has 20 years of experience as a business consultant in the retail industry R. T. B. editorial policies B. Farfan, "What Is Retail and Why Is Retailing Important?," The Balance Small Business.
<https://www.thebalancesmb.com/whatis-retail-2892238> (accessed Mar. 24, 2020).
- [69] ECR Europe and Roland Berger Strategy Consultants, "Optimal Shelf Availability: Increasing Shopper Satisfaction at the Moment of Truth," 2003.
- [70] Daniel, Lincoln W. 'Digital Signage Creates Better Engagement for Employees and Customers Alike'. Medium, 2 December 2019, <https://blog.markgrowth.com/digital-signage-creates-better-engagement-for-employees-and-customers-alike-c4dfac9f0746>.

- [71] Angelova, N., et al., “The great impact of internet of things on business”. *Trakia Journal of Science*, τ. 15, τχ. Suppl.1, 2017, σσ. 406–12. DOI.org (Crossref), doi:10.15547/tjs.2017.s.01.068.
- [72] L. Wu, X. Yue, A. Jin, D.C. Yen, Smart supply chain management: A review and implications for future research, *Int. J. Logist. Manage.* 27 (2016) 395–417.
- [73] Abdel-Basset, Mohamed, κ.ά. “Internet of Things (IoT) and Its Impact on Supply Chain: A Framework for Building Smart, Secure and Efficient Systems”. *Future Generation Computer Systems*, τ. 86, Σεπτέμβριος 2018, DOI.org (Crossref), doi:10.1016/j.future.2018.04.051.
- [74] Paksoy, Turan, et al., *Logistics 4.0: digital transformation of supply chain management*. First edition, CRC Press, 2021.
- [75] Macaulay, J., L. Buckalew and G. Chung. 2015. Internet of things in logistics DHL. DHLTrendResearchandCiscoConsultingServices.
- [76] Technology, Addverb. “Pick By Vision- Making Warehouse Operation Fast, Reliable & Environmental Friendly”. Medium, 23 December 2019, <https://medium.com/@addverbseo23/pick-by-vision-making-warehouse-operation-fast-reliable-environmental-friendly-890702df35bb>.
- [77] Frank Tobe, “30,000 robots now work at Amazon; competing systems emerging,” *Robot Report*, October 28, 2015, <https://www.therobotreport.com/news/amazon-has-30000-kiva-robots-at-work-alternatives-begin-to-compete>.
- [78] Gupta, Pavel. “SMART WAREHOUSE: The Future of Warehousing”. Medium, 19 Μάρτιος 2019, <https://medium.com/@pavel.gupta/smart-warehouse-the-future-of-warehousing-f4c5724b2434>.
- [79] Thoben, K.-D., Wiesner, S., & Wuest, T. (2017, January). “Industrie 4.0” and smart manufacturing: A review of research issues and application examples. *International Journal of Automation Technology*, 11(1).
- [80] A. A. Pranab K.Muhuria, Amit K.Shuklaa, “Industry 4.0: A bibliometric analysis and detailed overview,” *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, vol. 78, 2019.
- [81] Greer, C., M. Burns, D. Wollman, & Griffor, E. (2019, March). *Cyber-physical systems and internet of things*. National Institute of Standards and Technology.
- [82] Lee J., Bagheri B., Kao H.A., 2015, *A Cyber Physical Systems Architecture For Industry 4.0 – Based Manufacturing Systems*, *Manufacturing Letters*, 3.

- [83] Arseni C., Mițoi M., Vulpe A., 2016. Pass-IoT: A platform for studying security, privacy and trust in IoT. International Conference on Communications (COMM), Bucharest, 2016, 261-266. <http://dx.doi.org/10.1109/ICComm.2016.7528258>.
- [84] Wang S., Wan J., Li D., Zhang Ch., 2016, Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook, International Journal of Distributed Sensor Networks, 16 (7).
- [85] Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie, 4(5).
- [86] Smart Manufacturing Leadership Coalition, <https://smartmanufacturingcoalition.org/>.
- [87] A. Kusiak, "Smart manufacturing," Int J Prod Res, vol. 56, no. 1-2, pp. 508-517, 2017.
- [88] Radziwon, A.; Bilberg, A.; Bogers, M.; Skov, E. The Smart Factory: Exploring Adaptive and Flexible Manufacturing Solutions. Procedia Eng. 2014, 69, 1184–1190.
- [89] Statista, "Global size of the smart factory market in 2019 and 2024," Online. <https://www.statista.com/statistics/872289/worldwide-smart-factory-market-size/>.
- [90] Xu, L.D. and L.L. Li. 2018. Industry 4.0: State of the art and future trends. International Journal of Production Research, 56(8): 2941–2962.
- [91] Industrial Internet Consortium, Industrial Internet Reference Architecture (Version 1.7), Object Management Group, Needham, MA, US, 2015.
- [92] Him, Leong Chee, κ.ά. 'IoT-based Predictive Maintenance for Smart Manufacturing Systems'. 2019 Asia-Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference (APSIPA ASC), IEEE, 2019, σσ. 1942–44.
- [93] Illa, P. K., & Padhi, N. (2018). Practical Guide to Smart Factory Transition using IoT, Big Data and Edge Analytics. IEEE.
- [94] Illa, P. K., & Padhi, N. (2018). Practical Guide to Smart Factory Transition using IoT, Big Data and Edge Analytics. IEEE Access, 1–1. doi:10.1109/access.2018.2872799
- [95] Pedro S. Coelho and Jörg Henseler, "Creating customer loyalty through service customization," European Journal of Marketing 46, no. 3/4: pp. 331–56.
- [96] Alam, Mansaf, κ.ά. Internet of Things (IoT): Concepts and Applications. 2020. Open WorldCat.
- [97] "Smart Shelves - SciTech Patent Art." [Online]. Available: <https://www.patent-art.com/smart-shelves-16>.