



**ΣΧΟΛΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ, ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ**

**Η ενσωμάτωση των τεχνολογιών διαδικτύου των πραγμάτων και
της επαυξημένης πραγματικότητας**

**ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: ΕΥΣΤΑΘΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΗΣ
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΔΑΣΥΓΕΝΗΣ ΜΗΝΑΣ**

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ / 2023



**ΣΧΟΛΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ, ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ**

**Η ενσωμάτωση των τεχνολογιών διαδικτύου των πραγμάτων και
της επαυξημένης πραγματικότητας**

**Διατριβή η οποία υποβλήθηκε προς απόκτηση εξ
αποστάσεως μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών Πληροφοριακά
Συστήματα και Ψηφιακή Καινοτομία στο Πανεπιστήμιο
Νεάπολις**

**ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: ΕΥΣΤΑΘΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΗΣ
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΔΑΣΥΓΕΝΗΣ ΜΗΝΑΣ**

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ / 2023

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © **Ευσταθίου Δημήτρης, 2022**

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της διατριβής από το Πανεπιστημίου Νεάπολις δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Πανεπιστημίου.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1 – Εισαγωγή	15
Εισαγωγικά Στοιχεία	15
1.1. Επαυξημένη Πραγματικότητα	15
1.2. Διαδίκτυο των Πραγμάτων	17
1.3. Σκοπός της Έρευνας	18
1.4. Κίνητρο Έρευνας	19
1.5. Ερευνητικά Ερωτήματα	19
1.6. Δομή Διατριβής	20
Κεφάλαιο 2 - Τεχνικό Υπόβαθρο	21
Εισαγωγή	21
Επαυξημένη Πραγματικότητα	21
2.1. Τύποι Επαυξημένης Πραγματικότητας	21
2.2. Βασικές τεχνολογίες της Επαυξημένης Πραγματικότητας	24
2.3. Υποστηρικτικές εφαρμογές για την ανάπτυξη εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας	26
Διαδίκτυο των Πραγμάτων	27
2.4. Αρχιτεκτονική του Διαδικτύου των Πραγμάτων	27
2.5. Σημασία της ανάλυσης μεγάλων δεδομένων στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων	31
Κεφάλαιο 3 - Μεθοδολογία Έρευνας	33
Ερευνητικό Μέρος	33
3.1. Συστηματική Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	33
3.2. Πρωτόκολλο Αναθεώρησης	34
3.3. Ερευνητικά Ερωτήματα	35
3.4. Εισαγωγή & Αναζήτηση	36
3.5. Διαδικασία επιλογής	37
Κεφάλαιο 4 - Βιβλιογραφική Ανασκόπηση & Παραδείγματα Εφαρμογών	38
Παραδείγματα Εφαρμογών	38
4.1. Ενδεικτικοί τομείς εφαρμογής και πραγματικά παραδείγματα της Επαυξημένης Πραγματικότητας	38
4.2. Ενδεικτικοί τομείς εφαρμογής και πραγματικά παραδείγματα του Διαδικτύου των Πραγμάτων	44
4.3. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	46
4.3.1. Επαυξημένη Πραγματικότητα και Διαδίκτυο των Πραγμάτων	47
Κεφάλαιο 5 - Παρουσίαση Αποτελεσμάτων & Συμπεράσματα	67
Παρουσίαση Αποτελεσμάτων	67
5.1. Ανάλυση ανασκόπησης ερευνών που διεξήγαμε AR & IoT	67

5.1.1 Διεξαχθείσες Έρευνες	67
5.2. Αποτελέσματα	71
5.2.1. Δυσκολίες συνεργασίας AR με το IoT.....	72
5.2.2. Σύνδεση μεταξύ AR και IoT	73
5.2.3. Ενδυνάμωση εφαρμογών AR με την χρήση IoT	73
5.2.4. Η σύνδεση AR και IoT αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου	75
5.2.4.1. Δεδομένα και βασικές στατιστικές AR	76
5.2.4.2. Δεδομένα και βασικές στατιστικές IoT.....	77
5.2.4.3. Δεδομένα και βασικές στατιστικές AR & IoT.....	79
5.3. Κριτική Αξιολόγησή & Συζήτηση	81
5.4. Σύνοψη	81
5.5. Μελλοντική Εργασία	82
Βιβλιογραφία	83

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Επαυξημένη Πραγματικότητα με χρήση οπτικών δεικτών (Szczeraniak, 2022)	22
Εικόνα 2: Επαυξημένη Πραγματικότητα χωρίς την χρήση των οπτικών δεικτών (Baevich, 2022)	22
Εικόνα 3: Επαυξημένη Πραγματικότητα με βάση την προβολή (Szczeraniak, 2022)	23
Εικόνα 4: Αναγνώριση αντικειμένων Επαυξημένης Πραγματικότητας με βάση την υπέρθεση (Szczeraniak, 2022)	24
Εικόνα 5: Τα 5 πεδία του Διαδικτύου των Πραγμάτων	31
Εικόνα 6: Εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας AccuVein	39
Εικόνα 7: Εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας Microsoft HoloLens Magic Loupe.....	39
Εικόνα 8: Εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας Fox Sports, NFL & Sports Vision	40
Εικόνα 9: Εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας Pokémon GO	40
Εικόνα 10: Εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας στον τομέα της κατασκευής.....	41
Εικόνα 11: Εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας Porsche.....	41
Εικόνα 12: Εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας για μέτρηση αντικειμένων	42
Εικόνα 13: Εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας AugThat (Aggarwal, 2019).....	43
Εικόνα 14: Εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας Elements 4D (Aggarwal, 2019)	43
Εικόνα 15: Εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας Zookazam (Aggarwal, 2019).....	43

Κατάλογος Γραφικών Παραστάσεων

Γραφική Παράσταση 1: Ταξινόμηση των δημοσιεύσεων επιστημονικών άρθρων	37
Γραφική Παράσταση 2: Οι ερευνητικές δημοσιεύσεις που αναλύσαμε με χρονολογική σειρά	68
Γραφική Παράσταση 3: Ποσοστό κατηγοριοποίησης των άρθρων που αναλύσαμε	71
Γραφική Παράσταση 4: Δυσκολίες που διακρίναμε στις ερευνητικές δημοσιεύσεις που αναλύσαμε.....	72
Γραφική Παράσταση 5: Ταξινόμηση των επιστημονικών δημοσιεύσεων που αναλύσαμε σε 5 τομείς	73
Γραφική Παράσταση 6: Γραφική Παράσταση των δημοσιεύσεων της Επαυξημένης Πραγματικότητας για τις χρονολογίες 2014 – 2022 (Δημοσιεύσεις στο IEEE Xplore)	76
Γραφική Παράσταση 7: Πρόγνωση για τον αριθμό των δημοσιεύσεων της Επαυξημένης Πραγματικότητας (Δημοσιεύσεις στο IEEE Xplore).....	77
Γραφική Παράσταση 8: Γραφική Παράσταση των δημοσιεύσεων του Διαδικτύου των Πραγμάτων για τις χρονολογίες 2014 – 2022 (Δημοσιεύσεις στο IEEE Xplore)	78
Γραφική Παράσταση 9: Πρόγνωση για τον αριθμό των δημοσιεύσεων του Διαδικτύου των Πραγμάτων (Δημοσιεύσεις στο IEEE Xplore).....	79
Γραφική Παράσταση 10: Γραφική Παράσταση των δημοσιεύσεων της Επαυξημένης Πραγματικότητας και Διαδικτύου των Πραγμάτων για τις χρονολογίες 2014 – 2022 (Δημοσιεύσεις στο Google Scholar).....	80
Γραφική Παράσταση 11: Πρόγνωση για τον αριθμό των δημοσιεύσεων Επαυξημένης Πραγματικότητας και Διαδικτύου των Πραγμάτων (Δημοσιεύσεις στο Google Scholar)	81

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Θέση Επαυξημένης Πραγματικότητας σε σχέση με την Πραγματικότητα και Εικονική Πραγματικότητα (Aggarwal, 2019)	15
Πίνακας 2: Η εξέλιξη της τεχνολογίας της Επαυξημένης Πραγματικότητας (Aggarwal, 2019).....	16
Πίνακας 3: Η εξέλιξη της τεχνολογίας του Διαδικτύου των Πραγμάτων	18
Πίνακας 4: Συσκευές που χρησιμοποιούνται σε διάφορες εφαρμογές του Διαδικτύου των Πράγματος.....	29
Πίνακας 5:Ταξινόμηση των δημοσιευμένων επιστημονικών άρθρων	37
Πίνακας 6: Οι ερευνητικές δημοσιεύσεις που επιλέχθηκαν με χρονολογική σειρά (* Το Σ αντιπροσωπεύει τα Συνέδρια και το Δ όλες τις άλλες δημοσιεύσεις όπως Περιοδικά και Εφημερίδες)	68
Πίνακας 7: Πίνακας βελτίωσης των επιστημονικών δημοσιεύσεων που αναλύσαμε ανά κατηγορία βάση των ID του 6 ^{ου} Πίνακα.....	74

Όνοματεπώνυμο Φοιτητή/Φοιτήτριας: Ευσταθίου Δημήτρης

Τίτλος Μεταπτυχιακής Διατριβής: Η ενσωμάτωση των τεχνολογιών διαδικτύου των πραγμάτων και της επαυξημένης πραγματικότητας

Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διατριβή εκπονήθηκε στο πλαίσιο των σπουδών για την απόκτηση εξ αποστάσεως μεταπτυχιακού τίτλου στο Πανεπιστήμιο Νεάπολις και εγκρίθηκε στις **02/09/2022** από τα μέλη της Εξεταστικής Επιτροπής.

Εξεταστική Επιτροπή:

Πρώτος επιβλέπων: Μηνάς Δασυγένης, Επίκουρος Καθηγητής

Μέλος Εξεταστικής: Μιχάλης Γεωργιάδης, Επίκουρος Καθηγητής

Μέλος Εξεταστικής Επιτροπής: Έλενα Κακκουλή, Λέκτορας

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Δασυγένη Μηνά τόσο για τις πολύτιμες συμβουλές και γνώσεις που μου μετέδωσε στα πλαίσια της Διπλωματικής μου εργασίας όσο και για την πολύτιμη υποστήριξη του. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την οικογένειά μου και τους φίλους μου, για τη συμπαράσταση, την κατανόηση και τη στήριξη που μου έδειξαν. Η συμμετοχή τους με τον τρόπο αυτό υπήρξε εξαιρετικά σημαντική για την επιτυχή ολοκλήρωση των Μεταπτυχιακών μου σπουδών.

Περίληψη στην Ελληνική Γλώσσα

Το εξεταζόμενο θέμα της παρούσας εργασίας είναι να αναδείξει κατά πόσο η Επαυξημένη Πραγματικότητα μπορεί να ενσωματωθεί με το Διαδίκτυο των Πραγμάτων. Σκοπός είναι να μελετηθούν οι τεχνολογίες της επαυξημένης πραγματικότητας και του Διαδικτύου των Πραγμάτων, ούτως ώστε να κατανοήσουμε καλύτερα το πως λειτουργούν οι δύο τεχνολογίες ξεχωριστά και αν μπορούν να ενσωματωθούν. Ο σκοπός αυτός διατυπώνεται μέσα από μερικά ερευνητικά ερωτήματα όπως για παράδειγμα: «Σε ποιους τομείς υπάρχει σύνδεση της επαυξημένης πραγματικότητας με το Διαδίκτυο των Πραγμάτων».

Αρχικά, επιχειρείται μία εμπειρισταωμένη μελέτη της έννοιας της Επαυξημένης Πραγματικότητας καθώς και του Διαδικτύου των Πραγμάτων. Στη συνέχεια, θα εξετάσουμε μερικές εφαρμογές από το κάθε σκέλος και επίσης τους διάφορους επιστημονικούς χώρους όπου χρησιμοποιούνται. Ακολούθως, θα διατρέξουμε σε διάφορες βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις επιστημονικών εκπαιδευτικών εφαρμογών και άρθρων σε διάφορους τομείς για να καταλάβουμε το πως η Επαυξημένη Πραγματικότητα ενσωματώνεται με το Διαδίκτυο των Πραγμάτων κατά την εφαρμογή της.

Συνεχίζοντας θα διατρέξουμε σε μια συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση χρησιμοποιώντας δευτερογενή στοιχεία τα οποία θα αντλήσουμε από άρθρα. Για την εξασφάλιση της ακρίβειας, διαθεσιμότητάς, καταλληλότητας καθώς και της επάρκειάς τους, έγινε πλήρης βιβλιογραφική ανασκόπηση, συνοψίζοντας τη σχετική διεθνή έρευνα των τελευταίων 8 ετών. Οι βάσεις δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι ψηφιακές βιβλιοθήκες του πανεπιστημίου, του Ινστιτούτου Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών (IEEE), Springer Link και Google Scholar. Λέξεις κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν για τη συλλογή των δεδομένων ήταν: "Επαυξημένη Πραγματικότητα και Internet of Things", "AR & IoT", "VR & IoT".

Τα αποτελέσματα της ανασκόπησης έδειξαν ότι η Επαυξημένη Πραγματικότητα μπορεί να ενσωματωθεί με το Διαδίκτυο των Πραγμάτων στους περισσότερους τομείς και σε μερικούς με ένα ελάχιστο ποσοστό δυσκολίας σύνδεσης. Η χρήση της τεχνολογίας Internet of Things μπορεί να ενδυναμώσει τις εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας καθώς επίσης να αυξήσει την σύνδεση όλων και περισσότερων συσκευών στην αγορά.

Περίληψη στην Αγγλική Γλώσσα

The topic of this paper is to show whether Augmented Reality can be integrated with the Internet of Things. The aim is to study the technologies of Augmented Reality and the Internet of Things, to better understand how the two technologies work separately and whether they can be integrated. This purpose is formulated through some research questions such as: "In which areas is there a connection between augmented reality and the Internet of Things".

First, an in-depth study of the concept of Augmented Reality as well as the Internet of Things is attempted. Then, we will look at some applications from each strand and the different scientific areas where they are used. Subsequently, we will go through various literature reviews of scientific educational applications and articles in different fields to understand how Augmented Reality integrates with the Internet of Things in its implementation.

Moving on, we will proceed to a systematic literature review using secondary data that we will draw from the articles. To ensure their accuracy, availability, relevance as well as adequacy, a comprehensive literature review was conducted, summarizing the relevant international research of the last 8 years. The databases used were the digital libraries of the university, the Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), Springer Link and Google Scholar. Keywords used for data collection were: "Augmented Reality and Internet of Things", "AR & IoT", "VR & IoT".

The results of the review showed that Augmented Reality can be integrated with the Internet of Things in most areas and in some areas with a minimal amount of connection difficulty. The use of Internet of Things technology can empower Augmented Reality applications as well as increase the connectivity of all and more devices in the market.

Κατάσταση Ακρωνύμων

AR	Επαυξημένη Πραγματικότητα
IoT	Internet of Things/Διαδίκτυο των Πραγμάτων
VR	Εικονική Πραγματικότητα
MR	Μεικτή Πραγματικότητα
QR	Κωδικός Γρήγορης Απόκρισης
3D	Τρισδιάστατο
2D	Δισδιάστατο
HMD	Οθόνη Κράνους
SDK	Πακέτο Ανάπτυξης Λογισμικού
SLAM	Ταυτόχρονη Χαρτογράφηση και Εντοπισμός
NFL	Εθνικό Πρωτάθλημα Ποδοσφαίρου
GPS	Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού Θέσης
RFID	Ταυτοποίηση Ραδιοσυχνοτήτων
CCTV	Κλειστό Κύκλωμα Τηλεόρασης
SHS	Έξυπνο Οικιακό Σύστημα
SHSS	Έξυπνο Σύστημα Αισθητήρων Υγείας
SIoT	Κοινωνικά Δίκτυα του Διαδικτύου των Πραγμάτων
M2M	Μηχανή προς Μηχανή
MQTT	Υποστήριξη Τηλεμετρίας ουράς Μηνυμάτων
5G	Δίκτυο Κινητής Τηλεφωνίας ^{5ης} Γενιάς
Wi-Fi	Ασύρματη Αξιοπιστία
MIDI	Ψηφιακή Διεπαφή Μουσικών Οργάνων
I3D	Διαδραστική Τρισδιάστατη Μέθοδος
RGB	Κόκκινο, Πράσινο, Μπλε
SFM	Διαχειριστής Αποθήκευσης και Προώθησης
MVS	Πολλαπλός Εικονικός Αποθηκευτικός Χώρος
BPM	Παλμοί ανά Λεπτό
HTTPS	Πρωτόκολλο Ασφαλούς Μεταφοράς Υπερκειμένου
MCU	Μικροελεγκτής
HMI	Διεπαφή Ανθρώπου - Μηχανής
STEM	Επιστήμη, Τεχνολογία, Μηχανική και Μαθηματικά
SLR	Συστηματική Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Κατάσταση Ακρωνύμων

WBSN	Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων σώματος
MS	Χιλιοστά του Δευτερολέπτου
DVD	Ψηφιακός Δίσκος Βίντεο
RF	Ραδιοσυχνότητα
IMU	Μονάδα Μέτρησης Αδράνειας
BLE	Bluetooth Χαμηλής Ενέργειας
RSS	Πραγματικά Απλός Συγχρονισμός
WSN	Ασύρματος Αισθητήρας Δικτύου

Κεφάλαιο 1 – Εισαγωγή

Εισαγωγικά Στοιχεία

Στο κεφάλαιο αυτό θα ακολουθήσει μια μικρή εισαγωγή του επιστημονικού ορισμού της Επαυξημένης Πραγματικότητας όπως επίσης και του ορισμού του Διαδικτύου των Πραγμάτων.

1.1. Επαυξημένη Πραγματικότητα

Ο όρος "Επαυξημένη Πραγματικότητα" προέρχεται από τη λέξη "επαυξάνω", που σημαίνει προσθέτω ή ενισχύω". Ο Tom Caudell, ερευνητής της Boeing, επινόησε τον όρο Επαυξημένη Πραγματικότητα.

Η AR έχει ως στόχο την τοποθέτηση ψηφιακών εικόνων σε αντικείμενα του πραγματικού περιβάλλοντος χρησιμοποιώντας τις διάφορες και πολυάριθμες της εφαρμογές. Στοχεύει στον συνδυασμό του πραγματικού με εικονικού κόσμου, επιτρέποντας την αλληλοεπίδραση σε πραγματικό χρόνο και καταγράφει τη συσκευή σε 3D μορφή (Πίνακας 1) (Aggarwal, 2019).

Πίνακας 1: Θέση Επαυξημένης Πραγματικότητας σε σχέση με την Πραγματικότητα και Εικονική Πραγματικότητα (Aggarwal, 2019)



Η AR ενσωματώνει την οπτική, την ηχητική και την ανατροφοδότηση αφής στο πραγματικό κόσμο, εμπλουτίζοντας έτσι την εμπειρία του χρήστη. Η Επαυξημένη Πραγματικότητα βελτιώνει την εμπειρία του χρήστη και βοηθά στη μετάδοση της γνώσης, της εκπαίδευσης και της υγείας.

Ενσωματώνει ιδέες για την οπτική υπολογιστών και τα γραφικά τους. Απαιτεί την οπτική αντίληψη για την κατανόηση του πραγματικού περιβάλλοντος και τα γραφικά για την κατασκευή τεχνητών στοιχείων.

Η λειτουργία της Επαυξημένης Πραγματικότητας έχει ως στόχο την αποτύπωση του πραγματικού κόσμου. Αρχικά, αποτυπώνεται το πραγματικό περιβάλλον. Ακολουθεί, η διαμόρφωση και μοντελοποίηση του εικονικού περιβάλλοντος και τέλος η αποτύπωση του πραγματικού κόσμου προβάλλεται ή εμπλουτίζεται μέσω των ψηφιακών πληροφοριών ή σε ένα εικονικό κόσμο.

Η πρώτη εμφάνιση της AR έλαβε μέρος το 1968. Καθώς η εξέλιξη της με την πάροδο του χρόνου σημείωσε σημαντική πρόοδο (Πίνακας 2) (Aggarwal, 2019).

Πίνακας 2: Η εξέλιξη της τεχνολογίας της Επαυξημένης Πραγματικότητας (Aggarwal, 2019)

1968	Τοποθετείται η πρώτη οθόνη στο κεφάλι η οποία αναπτύχθηκε από τον Ivan Sutherland και έδειχνε απλά σχέδια με καλώδια.
1974	Ο Myron Krueger κατασκεύασε μια εγκατάσταση που ονομάζεται (Videoplace) και ειδικεύεται στην "Τεχνητή Πραγματικότητα". Συνδυάζοντας βιντεοπροβολείς και βιντεοκάμερες, παρήχθησαν σιλουέτες στην οθόνη.
1990	Ο όρος "επαυξημένη πραγματικότητα" επινοήθηκε από τον Tom Caudell ερευνητής της εταιρίας Boeing επινόησε τον όρο "επαυξημένη πραγματικότητα".
1992	Το πρώτο σύστημα AR που κατασκευάστηκε για την Πολεμική Αεροπορία, δημιουργήθηκε από τον Louis Rosenberg χρησιμοποιώντας τα εικονικά εξαρτήματα,
1994	Η Julie Martin ανέπτυξε το πρώτο θεατρικό έργο AR, "Χορεύοντας στον κυβερνοχώρο", όπου σε μια πραγματική σκηνή, ακροβάτες έπαιζαν μέσα και γύρω από προσομοιωμένα αντικείμενα.
1999	Η έναρξη των εργασιών για ένα σύστημα AR στο πεδίο της μάχης έγινε από ερευνητές του ναυτικού (BARS). Ήταν ένα πρωτότυπο για τον πρώτο φορητό στρατιωτικό εξοπλισμό. Επίσης, το X-38 της NASA με την χρήση την AR βελτίωσε την οπτική πλοήγηση με την επικάλυψη δεδομένων στον χάρτη.
2000	Ο Hirokazu Kato δημιούργησε μια βιβλιοθήκη λογισμικού με ανοικτό κώδικα ονομαζόμενη AR Toolkit η οποία είχε ως κυρία χρήση την παρακολούθηση βίντεο επικαλύπτοντας οπτικά γραφικά σε μια βιντεοκάμερα.
2009	Τα προγράμματα περιήγησης ιστού μπορούν πλέον να χρησιμοποιούν την AR χάρη στο AR Toolkit.
2013	Οι αυτοκινητοβιομηχανίες άρχισαν να χρησιμοποιούν την AR για την παροχή τεχνικής υποστήριξης. Η Volkswagen δημιούργησε μια εφαρμογή με την ονομασία MARTA (Mobile Augmented Reality Technical Support) για να βοηθήσει τους τεχνικούς να λαμβάνουν τεχνική βοήθεια στον πραγματικό κόσμο.
2014	Η Google κυκλοφόρησε τις συσκευές γυαλιών και άρχισε να τις στέλνει στους πελάτες της. Οι φορητές συσκευές AR της Google έγιναν δημοφιλής.

2016	Η Microsoft κυκλοφόρησε τα HoloLens.
2017	Το Snapchat κυκλοφόρησε τους φακούς AR, οι οποίοι μπορούσαν να τοποθετήσουν φανταστικά τρισδιάστατα ζώα, σε εικόνες και βίντεο της πραγματικής ζωής. Η Apple παρουσίασε το ARKit και η Google το ARCore.

1.2. Διαδίκτυο των Πραγμάτων

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων είναι ένα αναδυόμενο μοντέλο που επιτρέπει στις ηλεκτρικές συσκευές και τους αισθητήρες να επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω του Διαδικτύου, προκειμένου να κάνουν τη ζωή μας ευκολότερη. Το διαδίκτυο δημιουργήθηκε από δεδομένα τα οποία δημιουργήθηκαν από τον άνθρωπο, ενώ αντίθετα το IoT με δεδομένα που δημιουργήθηκαν από πράγματα (Madakam et al., 2015).

Είναι ένα σύστημα αλληλοσυνδεμένων υπολογιστικών συσκευών, μηχανικών και ψηφιακών μηχανών, αντικειμένων που δίνει τη δυνατότητα μεταφοράς δεδομένων μέσω του δικτύου χωρίς να απαιτείται επικοινωνία ανθρώπου με άνθρωπο ή ανθρώπου με υπολογιστή (Wortmann et al., 2015).

Το IoT συνδυάζει συνδεδεμένες στο διαδίκτυο συσκευές και έξυπνη τεχνολογία για να προσφέρει δημιουργικές λύσεις σε μια σειρά προβλημάτων που επηρεάζουν τις επιχειρήσεις, τις κυβερνήσεις και τον δημόσιο και ιδιωτικό τομέα παγκοσμίως (Sfar AR et al., 2017). Καταλαμβάνει σταδιακά τη ζωή όλων και διαπερνά κάθε στοιχείο της.

Συμπερασματικά, είναι μια τεχνολογική εξέλιξη που συνδυάζει ένα ευρύ φάσμα έξυπνων συστημάτων, πλαισίων, ευφυών συσκευών και αισθητήρων. Χρησιμοποιεί κβαντική και νανοτεχνολογία για να επιτύχει προηγουμένως αδύνατες ταχύτητες αποθήκευσης, αντίχρευσσης και υπολογισμού (Gatsis K. et al., 2017).

Έχουν διεξαχθεί εκτεταμένες έρευνες σχετικά με τη χρηστικότητα και την εφαρμογή της επανάστασης του IoT, οι οποίες είναι διαθέσιμες με τη μορφή επιστημονικών άρθρων, ειδήσεων και έντυπου υλικού.

Με την αυξανόμενη εμπλοκή των συσκευών IoT και της τεχνολογίας στην καθημερινή μας ζωή, μπορεί να δούμε μια σημαντική αλλαγή. Η έννοια των SHS είναι μια τέτοια εξέλιξη του IoT (Zhou J. et al., 2017). Ένα άλλο σημαντικό επίτευγμα του IoT είναι SHSS.

Το SHSS ενσωματώνει έναν μικρό ευφυή εξοπλισμό καθώς και ορισμένες τεχνολογίες για που βοηθούν στον τομέα της υγείας της ανθρώπινης ύπαρξης. Οι εν λόγω συσκευές είναι κατάλληλες τόσο για εσωτερική όσο και για εξωτερική χρήση και χώρους οι οποίες επεκτείνουν τους τομείς της παρακολούθησης και εξέτασης διαφόρων συνθηκών που αφορούν θέματα υγείας, επιπέδων φυσικής κατάστασης, καύσης θερμίδων στο γυμναστήριο κ.τ.λ.

Το IoT έκανε την εμφάνισή του την δεκαετία του 1830 παρόλα αυτά η φράση Internet of Things ακούστηκε πολλά χρόνια μετά από το ερευνητή Kevin Ashton το 1999. Στον πιο κάτω πίνακα βλέπουμε την εξέλιξη του IoT μέσα από τα χρόνια¹ (Πίνακας 3).

Πίνακας 3: Η εξέλιξη της τεχνολογίας του Διαδικτύου των Πραγμάτων

1830s	Εφευρέθηκε το τηλεγράφημα.
Μέσα του 19^{ου} αιώνα	Οι πρώτες εφαρμογές M2M κατασκευάστηκαν.
1920s	Ο διάσημος Σέρβος οραματιστής Nikola Tesla πρόβλεψε της έξυπνες συσκευές.
1980s	Κατασκευάστηκε το μηχάνημα αυτόματης πώλησης, η πρώτη έξυπνη συσκευή που υπήρξε ποτέ.
1990	Ο John Romkey εκάνε την πρώτη πρόποση μέσω διαδικτύου.
1999	Επινοήθηκε ο όρος "Internet of Things" από τον ερευνητή Kevin Ashton.
2008	Τα νούμερα των μηχανών IoT υπερέβησαν τον παγκόσμιο πληθυσμό.
2020	Εκτιμήθηκε ότι τα νούμερα των συνδεδεμένων συσκευών έφτασαν στα 30,3 δισεκατομμύρια,

1.3. Σκοπός της Έρευνας

Σκοπός της επιμέρους διατριβής είναι να αναδείξει τους επιστημονικούς όρους AR και IoT, καθώς και πως ενσωματώνονται μεταξύ τους. Το τεχνικό υπόβαθρο του καθενός και την εφαρμογή τους σε ενδεικτικούς τομείς.

Για το σκοπό αυτό έγινε μία συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση, η οποία στόχευε στην εμπάθυνση της κατανόησης του εξεταζόμενου θέματος και στην παροχή κατευθύνσεων για μελλοντική έρευνα. Η παρούσα έρευνα έχει σκοπό να τονίσει τους ενδεικτικούς τομείς που η Επαυξημένη Πραγματικότητα μπορεί να ενσωματωθεί με το

¹ <https://www.avsystem.com/blog/what-is-internet-of-things-explanation/>

Διαδίκτυο των Πραγμάτων, τη δυσκολία ενσωμάτωσης τους και αν αυτή κρίνεται αναγκαία, συνοψίζοντας μια έρευνα με άρθρα των τελευταίων 8 ετών.

1.4. Κίνητρο Έρευνας

Τα τελευταία χρόνια τόσο ο τομέας της AR όσο και του IoT έχουν γνωρίσει αρκετή δημοτικότητα. Ένας μεγάλος αριθμός ανθρώπων χρησιμοποιούν τις πιο πάνω τεχνολογίες χωρίς πραγματικά να το γνωρίζουν. Οι ορισμοί αυτών των δυο απίστευτων τεχνολογιών έχουν ελκύσει το ενδιαφέρον αρκετών ερευνητών, καθώς η πληροφορία στον καταναλωτή μπορεί να μεταφερθεί με ένα διαφορετικό και ενδιαφέρον τρόπο. Η παρούσα διατριβή, αφορά το πως η τεχνολογία AR μπορεί να ενσωματωθεί με το IoT. Η ενσωμάτωση της αποτελεί ένα κομμάτι ανεξερεύνητο ή τουλάχιστο καινούργιο στο οποίο υπάρχουν μεγάλες προοπτικές για το μέλλον.

1.5. Ερευνητικά Ερωτήματα

Ερευνητικό ερώτημα 1

« Ποιες δυσκολίες υλοποίησης ή σύνδεσης της τεχνολογίας AR με το IoT υπάρχουν, και σε ποιους τομείς; »

Το πιο πάνω ερώτημα εστιάζει στην δυσκολία υλοποίησης ή σύνδεσης των δύο τεχνολογιών και σε ποιους τομείς θεωρείται απαραίτητη ή χρονοβόρα.

Ερευνητικό ερώτημα 2

« Υπάρχει σύνδεση της AR με το IoT σε οποιοδήποτε τομέα; »

Με το ερώτημα αυτό, θέλουμε να αναδείξουμε τους τομείς που μπορεί να συνδυαστεί η τεχνολογία AR με το IoT και κατά πόσο υπάρχει σύνδεση στους εμπειριστατωμένους τομείς ή σε όλους.

Ερευνητικό ερώτημα 3

« Πώς η χρήση IoT μπορεί να ενδυναμώσει τις εφαρμογές AR; »

Κύριος στόχος του πιο πάνω ερευνητικού ερωτήματος είναι να αναδείξει την σημαντικότητα της χρήσης του IoT στις εφαρμογές AR.

Ερευνητικό ερώτημα 4

« Η σύνδεση του IoT με την AR αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου ή όχι και γιατί? »

Σκοπός του ερωτήματος είναι να αναδείξει της σημαντικότητας και χρησιμότητα της σύνδεσης IoT με την AR και το λαμπρό μέλλον που βρίσκεται μπροστά της.

1.6. Δομή Διατριβής

Το υπόλοιπο της παρούσας διατριβής διαρθρώνεται ως ακολούθως:

Κεφάλαιο 2 περιγράφει το τεχνολογικό κομμάτι της Επαυξημένης Πραγματικότητας και του Διαδικτύου των Πραγμάτων. Σκοπός του κεφαλαίου είναι να κεντρίσει το ενδιαφέρον του αναγνώστη, ετοιμάζοντας τον παράλληλα για το τι θα ακολουθήσει στα επόμενα κεφάλαια.

Κεφάλαιο 3 περιγράφει την ερευνητική μεθοδολογία, που χρησιμοποιήσαμε για τη διεξαγωγή βιβλιογραφικής ανασκόπησης. Καθώς επίσης το λόγο που επιλέξαμε να χρησιμοποιήσουμε την συστηματική ανασκόπηση και τις παραμέτρους που συνέβαλαν στη διαδικασία άντλησης δεδομένων.

Κεφάλαιο 4 περιέχει όλα τα επιστημονικά άρθρα που διαβάστηκαν/χρησιμοποιήθηκαν για να φτάσουμε στο επιθυμητό αποτέλεσμα. Κάθε άρθρο περιλαμβάνει την δική μας κριτική σκέψη.

Κεφάλαιο 5 συνοψίζει τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση, για να δώσει απαντήσεις στα ερωτήματά μας. Επίσης περιλαμβάνει συζήτηση των συμπερασμάτων μας και των παραγόντων που συμβάλλουν καθώς και γραφικές παραστάσεις που αντικατοπτρίζουν την εργασία μας.

Κεφάλαιο 2 - Τεχνικό Υπόβαθρο

Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναλυθούν κάποιες βασικές τεχνικές και τεχνολογίες που συνδέονται με την Επαυξημένη Πραγματικότητα και το Διαδίκτυο των Πραγμάτων.

Επαυξημένη Πραγματικότητα

2.1. Τύποι Επαυξημένης Πραγματικότητας

Υπάρχουν οι ακόλουθοι τέσσερις τύποι εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας:

- (α) Επαυξημένη Πραγματικότητα με χρήση οπτικών δεικτών
- (β) Επαυξημένη Πραγματικότητα χωρίς την χρήση των οπτικών δεικτών
- (γ) Επαυξημένη Πραγματικότητα με βάση τη προβολή
- (δ) Αναγνώριση αντικειμένων επαυξημένης πραγματικότητας με βάση την υπέρθεση.

A. Marker Based Augmented Reality (Επαυξημένη Πραγματικότητα με χρήση οπτικών δεικτών)

Κύριο χαρακτηριστικό αυτού του τύπου είναι ότι χρησιμοποιεί την αναγνώριση εικόνας για την ανίχνευση διάφορων αντικειμένων. Ο χρήστης με την χρήση κάμερας ανιχνεύει και διαβάζει ένα συγκεκριμένο δείκτη είτε αυτό είναι ένας κωδικός QR ή 2D κωδικός εικόνας η οποία στη συνέχεια αντικαθίσταται από μια αντίστοιχη 3D εικονική εικόνα.

Η χρήση της κάμερας σε αυτό τον τύπο κρίνεται απαραίτητη για την διαφοροποίηση και αναγνώριση του δείκτη από οποιοδήποτε άλλο αντικείμενο που βρίσκεται στο πραγματικό περιβάλλον. Οι δείκτες μπορούν να τοποθετηθούν οπουδήποτε και μπορούν να ανιχνευτούν από την κάμερα καθώς ο κάθε δείκτης έχει το δικό του ξεχωριστό κωδικό. Επίσης γίνονται υπολογισμοί της θέσης και του προσανατολισμού του κάθε δείκτη.

Ο αλγόριθμος ανίχνευσης δεικτών περιλαμβάνει επτά μέρη: 1) διαίρεση των εικόνων με βάση των περιοχών, 2) ανίχνευση εικόνων στην περιοχή, 3) εύρεση τμημάτων στην περιοχή, 4) συγχώνευση τμημάτων σε γραμμές, 5) επέκταση των γραμμών κατά μήκος των ορίων, 6)

διατήρηση των γραμμών με γωνίες, 7) εύρεση των δεικτών που αποτελούν μέρος του αλγορίθμου ανίχνευσης δεικτών (Εικόνα 1) (Szczeraniak, 2022).



Εικόνα 1: Επαυξημένη Πραγματικότητα με χρήση οπτικών δεικτών (Szczeraniak, 2022)

B. Marker Less Augmented Reality (Επαυξημένη Πραγματικότητα χωρίς την χρήση των οπτικών δεικτών)

Συχνά αναφέρεται ως η πραγματικότητα που βασίζεται στην τοποθεσία ή GPS. Οι πληροφορίες εξαρτώνται από την τρέχουσα θέση του χρήστη, παρέχονται μέσω ψηφιακής πυξίδας, επιταχυνσιόμετρο, ταχύμετρου ή GPS και αποθηκεύονται στη συσκευή του.

Αυτή η μορφή πραγματικότητας είναι πλέον εφικτή λόγω των τεχνολογιών εντοπισμού θέσης στα κινητά τηλέφωνα. Σε αντίθεση με την Επαυξημένη Πραγματικότητα με χρήση οπτικών δεικτών, εντοπίζει αντικείμενα που δεν παρέχονται ρητά στην εφαρμογή εκ των προτέρων.

Ο αλγόριθμος αυτός πρέπει απλώς να ανιχνεύσει τα μοτίβα, τα χρώματα και άλλα χαρακτηριστικά προκειμένου να παράγει αποτελέσματα (Εικόνα 2) (Baevich, 2022).



Εικόνα 2: Επαυξημένη Πραγματικότητα χωρίς την χρήση των οπτικών δεικτών (Baevich, 2022)

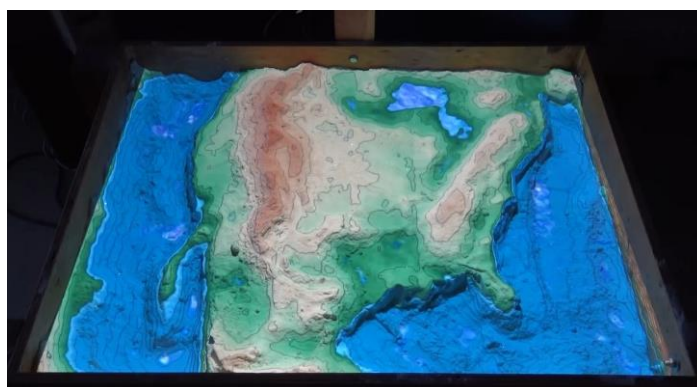
Γ. Projection Based Augmented Reality (Επαυξημένη Πραγματικότητα με βάση την προβολή)

Η επαυξημένη πραγματικότητα που βασίζεται στην προβολή διαφέρει με τις προηγούμενες, καθώς δεν απαιτεί την προβολή των εικόνων σε μια οθόνη. Χρησιμοποιεί τεχνητό φως για την προβολή εικόνων σε οποιαδήποτε επιφάνεια του πραγματικού κόσμου μέσω ενός μικρού προβολέα.

Η θέση ή ο προσανατολισμός ενός αντικειμένου μπορεί να παραποιηθεί σε μια εικόνα και μια δομή, μπορεί να εξεταστεί σε μεγαλύτερο βάθος από ό,τι θα ήταν δυνατό με μια φυσική μελέτη του αντικειμένου.

Οι άνθρωποι μπορούν να αλληλοεπιδρούν με τις προβαλλόμενες εικόνες σε εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας χρησιμοποιώντας την προβολή. Αυτό επιτυγχάνεται με την επέκτασή και ενίσχυση οπτικών δεδομένων τοποθετώντας εικόνες σε ένα 3D χώρο ή σε επιφάνειες αντικειμένων.

Η ανίχνευση της αλληλεπίδρασης του χρήστη επιτυγχάνεται με τη διάκριση μεταξύ ενός αναμενόμενου μοτίβου φωτός και των μεταβολών του μοτίβου που προκαλούνται από την ενέργεια του χρήστη. Η Επαυξημένη Πραγματικότητα με βάση την προβολή χρησιμοποιεί ένα 3D διαδραστικό ολόγραμμα (Εικόνα 3) (Szczeraniak, 2022).



Εικόνα 3: Επαυξημένη Πραγματικότητα με βάση την προβολή (Szczeraniak, 2022)

Δ. Superimposition Based Augmented Reality (Αναγνώριση αντικειμένων Επαυξημένης Πραγματικότητας με βάση την υπέρθεση)

Η αναγνώριση των αντικειμένων Επαυξημένης Πραγματικότητας με βάση την υπέρθεση είναι εξίσου κρίσιμη, δεδομένου ότι το πρόγραμμα δεν μπορεί να αντικαταστήσει την τρέχουσα προβολή του παρεχόμενου αντικειμένου με μια επαυξημένη εκδοχή, εφόσον δεν είναι σε θέση να αναγνωρίσει το αντικείμενο. Το πρόγραμμα μπορεί να αντικαταστήσει την αρχική προβολή με μια ενισχυμένη προβολή του ίδιου αντικειμένου αφού αναγνωρίσει επιτυχώς το σχετικό αντικείμενο.

Ο κατάλογος επίπλων Επαυξημένης Πραγματικότητας της IKEA είναι το πιο συνηθισμένο και γνωστό παράδειγμα AR που βασίζεται στην επικάλυψη. Οι χρήστες μπορούν να χρησιμοποιήσουν την Επαυξημένη Πραγματικότητα για να εγκαταστήσουν εικονικά τα έπιπλα IKEA στο σπίτι τους, κατεβάζοντας μια εφαρμογή και σαρώνοντας ορισμένες σελίδες του έντυπου ή ψηφιακού καταλόγου τους (Εικόνα 4) (Szczeraniak, 2022).



Εικόνα 4: Αναγνώριση αντικειμένων Επαυξημένης Πραγματικότητας με βάση την υπέρθεση (Szczeraniak, 2022)

2.2. Βασικές τεχνολογίες της Επαυξημένης Πραγματικότητας

Οι τρεις βασικές τεχνολογίες της AR που υπάρχουν είναι: α) η ευφυής τεχνολογία απεικόνισης, β) η τεχνολογία τρισδιάστατης καταχώρισης, γ) η ευφυής τεχνολογία αλληλεπίδρασης.

A. Intelligent display technology (Ευφυής τεχνολογία απεικόνισης)

Η ευφυής τεχνολογία απεικόνισης ταξινομείται σε τρεις τύπους: α) οθόνη κράνους, β) οθόνη φορητής συσκευής, γ) άλλες συσκευές απεικόνισης.

Η οθόνη κράνους (HMD) έκανε την πρώτη της εμφάνιση το 1968. Η οθόνη κράνους οπτικής προοπτικής που αναπτύχθηκε από τον καθηγητή Ivan Sutherland, καθιστά δυνατή την υπέρθεση απλών γραφικών που κατασκευάζονται από υπολογιστές σε πραγματικές σκηνές σε πραγματικό χρόνο. Σε μεταγενέστερη εξέλιξη, η οπτική προοπτική προβολής και το βίντεο προοπτική προβολής αποτελούν τη ραχοκοκαλιά της οθόνης στο κράνος.

Η οθόνη φορητής συσκευής (Handheld Device), βασίζεται στην τεχνολογία Επαυξημένης Πραγματικότητας της φορητής οθόνης. Οι φορητές συσκευές έχουν αναγνωριστεί ως οι πιο υποσχόμενες συσκευές για μια Επαυξημένη Πραγματικότητα. Τα έξυπνα κινητά τηλέφωνα και οι ταμπλέτες είναι ελαφριά και έχουν ολόκληρη την βασική απαίτηση υλικού για AR, όπως οθόνη, κάμερα, γραφικά, πυξίδα (GPS).

Άλλες συσκευές απεικόνισης είναι οι οθόνες γραφείου του Ηλεκτρονικού Υπολογιστή, οι οποίες σχετίζονται με το πραγματικό κόσμο, και καταγράφονται από την κάμερα με ένα τρισδιάστατο εικονικό μοντέλο με την βοήθεια ενός υπολογιστή και προβάλλονται από την οθόνη.

B. 3D registration technology (Τεχνολογία τρισδιάστατης καταχώρησης)

Αποτελεί μια από τις πιο βασικές τεχνολογίες του συστήματος. Χαρακτηριστικό της τεχνολογίας τρισδιάστατης καταχώρησης είναι ότι επιτρέπει την ακριβή επικάλυψη εικόνων εικονικής πραγματικότητας στο πραγματικό περιβάλλον. Η κύρια ροή της τεχνολογίας αυτής έχει δύο στάδια:

α) Πρώτον, να επισημαίνει τη στενή σχέση μεταξύ της θέσης της κάμερας ή της συσκευής προβολής, και της εικονικής εικόνας, του μοντέλου και της κατεύθυνσης των πληροφοριών.

β) Δεύτερον, η εικονική παραγόμενη εικόνα και το μοντέλο να προβάλλονται σωστά και με ακρίβεια στο πραγματικό περιβάλλον, επιτρέποντας έτσι την ενσωμάτωσή τους σε αυτό.

Για την απρόσκοπτη ανάμειξη της εικόνας εικονικής πραγματικότητας και του μοντέλου με το πραγματικό περιβάλλον, η εικόνα εικονικής πραγματικότητας και το μοντέλο προβάλλονται με ακρίβεια στο πραγματικό περιβάλλον.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι τρισδιάστατης καταχώρησης α) η τεχνολογία καταχώρησης με βάση τον ανιχνευτή υλικού, β) η τεχνολογία τρισδιάστατης καταχώρησης με βάση τον οπτική του υπολογιστή, γ) η τεχνολογία τρισδιάστατης καταχώρησης με βάση το ασύρματο δίκτυο, δ) η μικτή τεχνολογία καταχώρησης.

Γ. Intelligent interaction technology (Ευφυής τεχνολογία αλληλεπίδρασης)

Η ευφυής τεχνολογία απεικόνισης, η τεχνολογία 3D καταχώρησης, η εργονομία, η γνωστική ψυχολογία και άλλα θέματα συνδέονται στενά με την ευφυής διαδραστική τεχνολογία.

Στα συστήματα AR, μια μεγάλη σειρά πολλαπλών αλληλεπιδράσεων λαμβάνουν θέση όπως είναι οι αλληλεπιδράσεις συσκευών υλικού (hardware), θέσης, βάση ετικέτας (tag) ή άλλες αλληλεπιδράσεις που βασίζονται σε πληροφορίες.

Με την αξιοποίηση αυτής την τεχνολογίας, η AR όχι μόνο βοηθά στην επικάλυψη εικόνων εικονικής πραγματικότητας και πληροφοριών στο πραγματικό περιβάλλον, αλλά και μπορεί να δημιουργήσει μια αλληλεπίδραση μεταξύ των ανθρώπων και εικονικών αντικειμένων.

2.3. Υποστηρικτικές εφαρμογές για την ανάπτυξη εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας

Το ARKit είναι μια δωρεάν πλατφόρμα ανάπτυξης εφαρμογών AR, η οποία κυκλοφόρησε από την Apple το 2017. Η πλατφόρμα ARKit προσφέρει στους προγραμματιστές μια μεγάλη γκάμα εργαλείων για την δυνατότητα δημιουργίας εφαρμογών AR σε συσκευές iPhone και iPad, όπως επίσης και για την δυνατότητα ανάπτυξης των εφαρμογών σε μια πλατφόρμα η οποία μπορεί να υποστηρίξει δύο συσκευές που θα μοιράζονται τα ίδια εικονικά αντικείμενα, καθιστώντας την εμπειρία AR πιο ενδιαφέρουσα.

Το AR Core της Google είναι ένα εργαλείο ανάπτυξης λογισμικού για τη δημιουργία εφαρμογών AR που βελτιώνουν την εμπειρία και την ευχαρίστηση των χρηστών. Ενσωματώνει εικονικό περιεχόμενο με το πραγματικό περιβάλλον, το οποίο προβάλλεται

μέσω της κάμερας του τηλεφώνου. Τρεις βασικές λειτουργίες του είναι: α) η καταγραφή και παρακολούθηση κίνησης, β) η αντίληψη του περιβάλλοντος, γ) η εκτίμηση φωτός.

Μια εναλλακτική πλατφόρμα, είναι η Vuuforia. Η πρωταρχική λειτουργία της είναι η αναγνώριση 2D εικόνων, διαφόρων εικονικών αντικείμενων και σχημάτων όπως (κουτί, κύλινδρος, επίπεδο) και αναγνώριση κειμένου και περιβαλλόν. Η Vuuforia έχει πρόσβαση σε διάφορα SDK's αναλόγως με την πλατφόρμα και μπορεί να λειτουργεί με iOS, Android και UWP. Έχοντας μια σειρά από επιλογές με βάση τις απαιτήσεις του χρήστη, ο κάθε χρήστης έχει την δυνατότητα να επιλέξει ως εργαλείο προγραμματισμού το Android Studio, το Xcode, το Visual Studio ή το Unity.

Μια ακόμη σημαντική πλατφόρμα αποτελεί το Wikitude. Το SDK του Wikitude ανακατασκευάζει τις προτάσεις του χρησιμοποιώντας το πλαίσιο ανάπτυξης της εικόνας αναγνώρισης και εντοπισμού και τεχνολογιών γεωεντοπισμού, συμπεριλαμβανομένης της αναγνώρισης και εντοπισμού εικόνας, απόδοση 3D μοντέλων, επικάλυψη βίντεο και AR με βάση την τοποθεσία.

Η Wikitude το 2017 εισήγαγε την τεχνολογία SLAM, η οποία επιτρέπει τον εντοπισμό και την παρακολούθηση αντικειμένων, καθώς και την παρακολούθηση χωρίς σήμανση σε πραγματικό χρόνο.

Διαδίκτυο των Πραγμάτων

2.4. Αρχιτεκτονική του Διαδικτύου των Πραγμάτων

Διαφορετικές απόψεις διασταυρώνονται σε βάρος της Αρχιτεκτονικής του IoT.

Ο Σάνχαν και άλλοι ισχυρίζονται ότι υπάρχουν τέσσερα επίπεδα (Shancang Li et al., 2014).

1. Επίπεδο Φυσικής Αντίληψης ή Ανίχνευσης
2. Επίπεδο Δικτύου
3. Επίπεδο Υπηρεσιών
4. Επίπεδο Εφαρμογής

Ο Νόρτ και άλλοι ισχυρίζονται ότι υπάρχουν τρία βασικά επίπεδα της Αρχιτεκτονικής του ΙοΤ (Nord A. et al., 2019).

1. Επίπεδο Φυσικής Αντίληψης ή Ανίχνευσης
2. Επίπεδο Δικτύου
3. Επίπεδο Εφαρμογής

Η Ραθινράζα παρουσιάζει μια πιο απλή εκδοχή με πέντε επίπεδα (Rathinaraja Jeyaraj, 2019). Με την σειρά να σχηματίζεται ως εξής:

1. Επίπεδο Συλλογής Δεδομένων
2. Επίπεδο Διαβίβασης Δεδομένων
3. Επίπεδο Πρωτόκολλου Μεταφοράς Δεδομένων
4. Επίπεδο Πλατφόρμας Αποθήκευσης και Επεξεργασίας
5. Επίπεδο Λήψης Αποφάσεων

Ο Κούμαρ και άλλοι ισχυρίζονται και αυτοί ότι υπάρχουν πέντε επίπεδα , προσθέτοντας το επίπεδο του Ενδιάμεσου Λογισμικού ως τρίτο και το Επιχειρηματικό επίπεδο στην κορυφή. Με την σειρά να σχηματίζεται ως εξής:

1. Επίπεδο Φυσικής Αντίληψης ή Ανίχνευσης
2. Επίπεδο Δικτύου
3. Επίπεδο Ενδιάμεσου Λογισμικού
4. Επίπεδο Εφαρμογής
5. Επιχειρηματικό Επίπεδο

Συγκρίνοντας τις τέσσερις αυτές πιο πάνω εκδοχές φαίνεται ότι οι παραπάνω ερευνητές στην ουσία επεξηγούν τα ίδια πράγματα με διαφορετικά λόγια αφαιρώντας ή προσθέτοντας πεδία.

Οι περισσότεροι ερευνητές χρησιμοποιούν 5 πεδία του ΙοΤ τα οποία αναλύονται ως εξής (Εικόνα 5) (L. Antão et al. 2018):

A. Physical perception or Sensing Layer (Επίπεδο Φυσικής Αντίληψης ή Ανίχνευσης)

Αποτελείται από απτά αντικείμενα, όπως αισθητήρες, κινητήρες ισχύος, πομπούς, δέκτες, CCTV, RFID και άλλα, τα οποία συχνά χρησιμοποιούνται για να καλύψουν μια περιοχή ενδιαφέροντος (γνωστή ως περιβάλλον IoT) σε μια ποικιλία εφαρμογών για διαφορετικούς στόχους.

Οι συσκευές ακραίων σημείων συχνά αναφέρονται και ως συσκευές ακμής. Στο IoT, οι φυσικές συσκευές τροφοδοτούνται είτε από μπαταρίες είτε από ηλεκτρικά καλώδια. Έχουν σχεδιαστεί για τη μείωση πραγμάτων όπως το μέγεθος, το κόστος και την χρήση ενέργειας. Ο Πίνακας 4 παρουσιάζει διάφορες κατηγορίες συσκευών IoT που χρησιμοποιούνται σε διάφορες εφαρμογές (Πίνακας 4).

Πίνακας 4: Συσκευές που χρησιμοποιούνται σε διάφορες εφαρμογές του Διαδικτύου των Πράγματων

Εφαρμογές IoT	Συσκευές
Έξυπνο σπίτι & Έξυπνα κτίρια	Amazon Echo, Google home voice ελεγκτής, εσωτερική κάμερα Nest cam, καφετιέρα, έξυπνο στρώμα γιόγκα, Έξυπνο σύστημα πλοήγησης Navdy, Nest ανιχνευτής καπνού και συναγερμού, Awair smart ελέγχου της ποιότητας του αέρα, June έξυπνος φούρνος, συσκευή οικιακής ασφάλειας Canary, έξυπνος θερμοστάτης Honey well, κ.λπ.
Περιβαλλοντική παρακολούθηση	Orbit B-Hyve, έξυπνος ψεκαστήρας Rachio 2ης γενιάς, IrrigationCaddy, BlueSpray, ελεγκτής GreenIQ, Filament, κ.λπ.
Υγειονομική περίθαλψη	AdhereTech, Breathometer mint, Samsung gear fit, κ.λπ.
Έξυπνη επιχείρηση/απογραφή και διαχείριση προϊόντων	Αισθητήρες Samsara, UPS και έκτακτης ανάγκης γεννητριών, δίοδοι αισθητήρων εκπομπής φωτισμού και φωτός ημέρας
Ασφάλεια και επιτήρηση	Awarepoint, iSmartAlarm, Canary flex

B. Network Layer (Επίπεδο Δικτύου)

Το επίπεδο δικτύου χρησιμεύει ως αγωγός για τη μεταφορά πληροφοριών από το επίπεδο αντίληψης φυσικής αντίληψης ή ανίχνευσης στο επίπεδο πληροφοριών του συστήματος επεξεργασίας. Οποιοδήποτε ενσύρματο ή ασύρματο μέσο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μεταφορά δεδομένων όπως 3G/4G, Wi-Fi και Bluetooth.

Γ. Middleware Layer (Επίπεδο Ενδιάμεσου Λογισμικού)

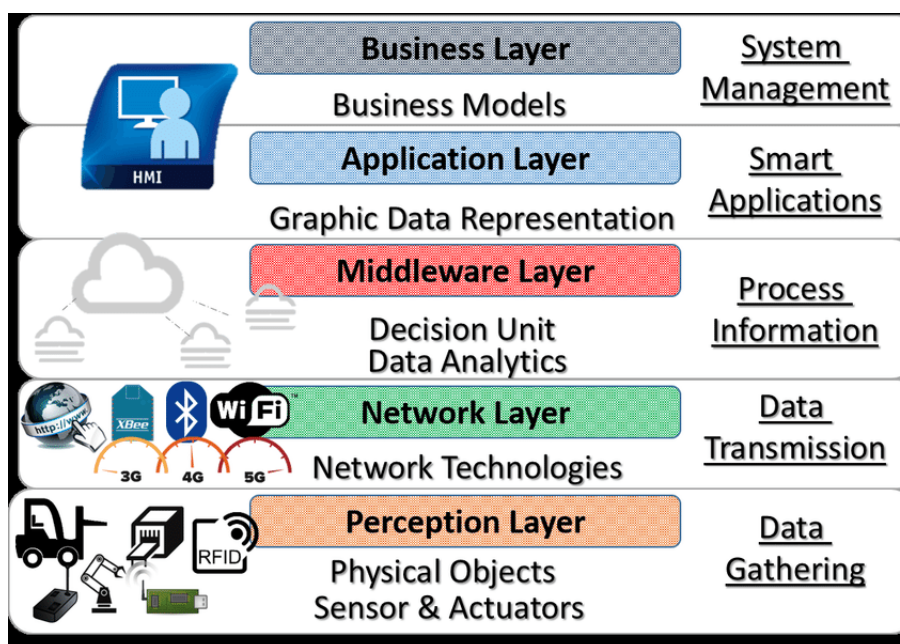
Η πρωταρχική ευθύνη του ενδιάμεσου επιπέδου λογισμικού είναι η επεξεργασία πληροφοριών που λαμβάνονται από το επίπεδο δικτύου και η προβολή κρίσιμων αποφάσεων ανάλογα των αποτελεσμάτων της ευρείας χρήσης του υπολογιστή.

Δ. Application Layer (Επίπεδο Εφαρμογής)

Το επίπεδο αυτό, είναι υπεύθυνο, να παίρνει τις επεξεργασμένες πληροφορίες από το ενδιάμεσο λογισμικό επίπεδο και οι πληροφορίες αυτές να χρησιμοποιούνται από το επίπεδο εφαρμογών για την παγκόσμια διαχείριση της συσκευής.

Ε. Business Layer (Επιχειρηματικό Επίπεδο)

Το επιχειρησιακό επίπεδο βρίσκεται στην κορυφή της αρχιτεκτονικής, διαχειρίζεται ολόκληρο το σύστημα IoT, τις εφαρμογές και τις υπηρεσίες. Οι πληροφορίες και τα δεδομένα που λαμβάνονται από το επίπεδο εφαρμογών απεικονίζονται από το επιχειρηματικό επίπεδο, τα οποία στη συνέχεια χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό μελλοντικών στόχων και στρατηγικών.



Εικόνα 5: Τα 5 πεδία του Διαδικτύου των Πραγμάτων

2.5. Σημασία της ανάλυσης μεγάλων δεδομένων στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων

Το σύστημα IoT αποτελείται από ένα τεράστιο αριθμό διασυνδεδεμένων συσκευών και αισθητήρων. Λόγω της σημαντικής ανάπτυξης και επέκτασης του δικτύου IoT, ο αριθμός των αισθητήρων και συσκευών αυξάνεται συνεχώς. Οι συσκευές επικοινωνούν μεταξύ τους και μεταφέρουν τεράστιο όγκο δεδομένων μέσω του διαδικτύου.

Τα δεδομένα αυτά είναι τεράστια, ρέουν κάθε δευτερόλεπτο και, ως εκ τούτου, χαρακτηρίζονται ως μεγάλα δεδομένα. Καθώς τα δίκτυα που βασίζονται στο IoT συνεχίζουν να αναπτύσσονται, προκύπτουν περίπλοκες δυσκολίες, όπως η διαχείριση και η συλλογή, η αποθήκευση και η επεξεργασία και τέλος η ανάλυση των δεδομένων.

Σύμφωνα με τον Μπασίρ και άλλους το πλαίσιο μεγάλων δεδομένων IoT για έξυπνα κτίρια είναι πολύ χρήσιμο για την αντιμετώπιση διαφόρων ζητημάτων των έξυπνων κτιρίων, όπως την διαχείριση του επιπέδου οξυγόνου, την μέτρηση του καπνού/επικίνδυνων αερίων και της φωτεινότητας (Bashir MR. et al., 2016).

Αυτό το σύστημα μπορεί επίσης να συλλέγει δεδομένα από αισθητήρες που είναι τοποθετημένοι σε κτίρια και να τα αναλύει για τη λήψη αποφάσεων. Επιπλέον, ένα κυβερνο-φυσικό σύστημα μπορεί να ενισχύσει τη βιομηχανική παραγωγικότητα χρησιμοποιώντας το

IoT, εξοπλισμένο με εργαλεία ανάλυσης πληροφοριών και απόκτησης γνώσης (Lee C. et al., 2015).

Επίσης ένα θέμα ζωτικής σημασίας αποτελεί η κυκλοφοριακή συμφόρηση που υπάρχει, για την δημιουργία έξυπνων πόλεων. Οι αισθητήρες και οι συσκευές IoT που είναι τοποθετημένοι σε σήματα κυκλοφορίας, μπορούν να καταγράφουν δεδομένα κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο, τα οποία μπορούν στη συνέχεια να υποβληθούν σε επεξεργασία σε ένα σύστημα διαχείρισης της κυκλοφορίας που βασίζεται στο IoT (Rizwan P. et al., 2016).

Οι αισθητήρες IoT που χρησιμοποιούνται σε ασθενείς καταγράφουν πολλά δεδομένα σχετικά με την κατάσταση της υγείας τους κάθε δευτερόλεπτο, τα οποία επεξεργάζονται σε πραγματικό χρόνο και αξιοποιούνται για την ανάλυση της υγειονομικής περίθαλψης τους. Η τεχνολογία αυτή δίνει την δυνατότητα λήψης γρήγορων αποφάσεων με υψηλή ακρίβεια. (Vuppalarati C et al., 2016).

Το IoT και η ανάλυση μεγάλων δεδομένων μπορούν επίσης να βοηθήσουν στην ενημέρωση των ξεπερασμένων μεθόδων της βιομηχανίας παραγωγής (Mourtzis D. et al., 2016).

Η τεχνολογία αισθητήρων παράγει δεδομένα που μπορούν να εξεταστούν με τη χρήση τεχνικών μεγάλων δεδομένων και να χρησιμοποιηθούν για διάφορες διαδικασίες λήψης αποφάσεων.

Η αξιοποίηση των υπολογισμών cloud και των αναλύσεων μπορεί επίσης να αυξήσει την ικανοποίηση των πελατών και να καταστήσει δυνατή την πιο αποδοτική παραγωγή και διαχείριση ενέργειας (R. Ramakrishnan et al., 2016).

Οι συσκευές IoT παράγουν σημαντικό όγκο δεδομένων ροής, τα οποία πρέπει να αποθηκεύονται αποτελεσματικά και στη συνέχεια να αναλύονται για χρήση λήψεων αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο. Η βαθιά μάθηση είναι απίστευτα αποτελεσματική στο χειρισμό τέτοιων μαζικών όγκων δεδομένων και μπορεί να παράγει πολύ ακριβή αποτελέσματα (Mohammadi M. et al., 2018).

Συμπερασματικά, το IoT, η ανάλυση μεγάλων δεδομένων και η βαθιά μάθηση μαζί είναι πολύ σημαντικά για την ανάπτυξη μιας κοινωνίας υψηλής τεχνολογίας.

Κεφάλαιο 3 - Μεθοδολογία Έρευνας

Ερευνητικό Μέρος

Μια ερευνητική μεθοδολογία μπορεί να χαρακτηριστεί ως μια εξειδικευμένη προσέγγιση για τον εντοπισμό, την επιλογή και την ανάλυση δεδομένων σχετικά με ένα συγκεκριμένο θέμα (University of the Witwatersrand, Johannesburg).

Σε αυτό το κεφάλαιο, θα παρουσιάσουμε την συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση, το λόγο που επιλέξαμε να χρησιμοποιήσουμε τη συγκεκριμένη μέθοδο, όπως, επίσης να αναλύσουμε τις ερευνητικές μας μεθόδους, επιτρέποντας στους αναγνώστες και τους ερευνητές να αξιολογήσουν κριτικά τη συνολική αξιοπιστία και εγκυρότητα της εργασίας μας. Για να επιτύχουμε μια σωστή και καλά διεξαχθείσα συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση, θα τηρήσουμε τις αρχές που θεσπίστηκαν από τον Κίτσηνχαμ και άλλους (Kitchenham et al., 2007).

Επίσης, στο παρόν κεφάλαιο θα αναλύσουμε τη μεθοδολογία της ανασκόπησης μας και θα παρουσιάσουμε την ταξινόμησή μας αναλόγως.

3.1. Συστηματική Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Η συστηματική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας (SLR) είναι μια προσέγγιση ανασκόπησης για τον αντικειμενικό εντοπισμό, την επιλογή και την αξιολόγηση της έρευνας. Σημαντικό σημείο της ανασκόπησης αυτής αποτελεί η αμεροληψία της βιβλιογραφίας. Ως αποτέλεσμα, ένα από τα πλεονεκτήματα της SLR είναι η σαφώς καθορισμένη προσέγγισή της, η οποία προσθέτει λιγότερο προκατειλημμένα αποτελέσματα και ευρήματα.

Για παράδειγμα, μια SLR πρέπει να διεξάγεται σύμφωνα με μια προκαθορισμένη στρατηγική αναζήτησης. Επομένως μπορεί να θεωρηθεί ως ένα είδος δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

Αυτού του είδους η αξιολόγηση της βιβλιογραφίας είναι απαραίτητη, διότι συνοψίζει τα διαθέσιμα δεδομένα σχετικά με το θέμα μας και εντοπίζει τυχόν κενά στο υπάρχον σώμα γνώσεων. Επιπλέον, η μελέτη αυτή προσφέρει μια ευρεία επισκόπηση του θέματος, η οποία

μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον εντοπισμό μελλοντικών νέων ερευνητικών πεδίων που πρέπει να ερευνηθούν και να εξεταστούν περαιτέρω.

Κατά την διεξαγωγή αυτής της βιβλιογραφικής έρευνας, θα είμαστε σε θέση να αξιολογήσουμε την τρέχουσα κατάσταση στον τομέα του AR και IoT και κατά πόσο αυτές οι δυο τεχνολογίες μπορούν να συνεργαστούν. Καθ' όλη τη διάρκεια της μελέτης μας θα τηρήσουμε τις γνωστές συστάσεις του Κίτσενχαμ και άλλους (Kitchenham et al., 2007).

3.2. Πρωτόκολλο Αναθεώρησης

Η SLR διαφέρει από τις συμβατικές και παραδοσιακές βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις αφού περιλαμβάνει διακριτές πτυχές της ανασκόπησης που προσθέτουν στη μελέτη μας. Μια από αυτές τις πτυχές είναι η διαδικασία ανασκόπησης. Ένα πρωτόκολλο ανασκόπησης που περιγράφει τη διαδικασία ανάπτυξης μιας συλλογής ερευνητικών ερωτημάτων, καθώς και τις μεθοδολογίες και τα κριτήρια που θα χρησιμοποιηθούν στην ανασκόπηση.

Με άλλα λόγια, η μεθοδολογία ανασκόπησης μας χρησιμεύει ως κατευθυντήρια γραμμή που θα ακολουθηθεί κατά τη διάρκεια της αξιολόγησης. Θα καθορίσουμε και θα δημιουργήσουμε ένα σύνολο κριτηρίων επιτυχίας προκειμένου να επιτύχουμε και να υλοποιήσουμε τον τελικό στόχο της παρούσας διατριβής. Τα ακόλουθα κριτήρια θα χρησιμοποιηθούν τόσο για να καθοδηγήσουν τη μελέτη μας όσο και για να διαμορφώσουν τον τρόπο με τον οποίο το έργο αυτό θα είναι επιτυχημένο:

1^ο Κριτήριο επιτυχίας

Η συστηματική βιβλιογραφική μελέτη πρέπει να αποκαλύψει τους τρόπους με τους οποίους οι τεχνολογίες AR και IoT μπορούν να συνδυαστούν ώστε να επιφέρουν ένα επιθυμητό αποτέλεσμα. Εκτός από τη μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για την απόκτηση των ευρημάτων, θα πρέπει να εξηγηθεί το SLR μας και να δοθεί μια δίκαιη επισκόπηση του θέματος. Η εργασία μας πρέπει να αιτιολογείται και να καταδεικνύει τη σημασία της μελέτης, και να μην αποτελεί αντιγραφή άλλων παρόμοιων εργασιών.

2^ο Κριτήριο επιτυχίας

Η συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση πρέπει να περιγράφει ρητά τις δυσκολίες και απαιτήσεις που χρειάζονται ώστε οι δύο τεχνολογίες να συνδυαστούν. Οι ενδιαφερόμενοι να αποκτήσουν περεταίρω γνώσεις και να επωφεληθούν από την έρευνά μας. Τέλος, να διαβεβαιωθούν για την αξιοπιστία και την εγκυρότητα της εργασίας μας.

3^ο Κριτήριο επιτυχίας

Η συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση πρέπει να αξιολογεί την τρέχουσα πρακτική των θεμάτων και την σύνδεση μεταξύ AR και IoT. Από την έρευνα μας, θα επωφεληθούν κυρίως οι ερευνητές.

Με βάση τα κριτήρια επιτυχίας μας, θα αναφερθούμε στα ερευνητικά ερωτήματα που θέσαμε στο 1^ο Κεφάλαιο για να ξεκινήσουμε την τεχνική της αναθεώρησης. Πρέπει να σχεδιάσουμε μια στρατηγική αναζήτησης για να αποκαλύψουμε όσο το δυνατόν περισσότερες σχετικές έρευνες για το θέμα, προκειμένου να βρούμε τις απαντήσεις στα ερωτήματα.

3.3. Ερευνητικά Ερωτήματα

Τα ερευνητικά ερωτήματα πρέπει να προσδιοριστούν προκειμένου να διεξαχθεί η έρευνά μας εντός των παραμέτρων της επιλεγμένης ερευνητικής τεχνικής. Τα ερευνητικά ερωτήματα αυτά χρησιμεύουν ως πλαίσιο για την υπόλοιπη μελέτη μας και θα έχουν αντίκτυπο στα αποτελέσματά μας. Αυτή είναι η πιο κρίσιμη φάση του ερευνητικού πρωτοκόλλου, δεδομένου ότι η αναζήτηση πρέπει να βρει εργασίες που απαντούν σε αυτά τα θέματα.

Ερευνητικό ερώτημα 1

« Ποιες δυσκολίες υλοποίησης ή σύνδεσης της τεχνολογίας AR με το IoT υπάρχουν, και σε ποιους τομείς; »

Ερευνητικό ερώτημα 2

« Υπάρχει σύνδεση της AR με το IoT σε οποιοδήποτε τομέα; »

Ερευνητικό ερώτημα 3

« Πώς η χρήση IoT μπορεί να ενδυναμώσει τις εφαρμογές AR; »

Ερευνητικό ερώτημα 4

« Η σύνδεση του IoT με την AR αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου ή όχι και γιατί? »

3.4. Εισαγωγή & Αναζήτηση

Για την μεθοδολογία της έρευνας μας χρησιμοποιήσαμε τη συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση, όπου αντιμετωπίσαμε την πρόκληση ότι οι εργασίες που δημοσιεύτηκαν σε σχέση των τεχνολογιών AR και IoT, θα μπορούσαν να δημοσιευτούν σε ένα ευρύ φάσμα ερευνητικών κοινοτήτων με τα δικά τους περιοδικά, συνέδρια και εργαστήρια.

Πραγματοποιήσαμε μια έρευνα αναζήτησης για δημοσιεύσεις στο διαδικτυακό, σε ψηφιακές βιβλιοθήκες του πανεπιστημίου, του Ινστιτούτου Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών (IEEE), Springer Link, Google Scholar και διαδικτυακά άρθρα και περιοδικά. Οι αναζητήσεις πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση ενός καταλόγου με σχετικούς όρους, όπως "Επαυξημένη Πραγματικότητα και Διαδίκτυο των Πραγμάτων", "Augmented Reality and Internet of Things", "AR & IoT", "VR & IoT" με την απαραίτητη προϋπόθεση να απαιτούνται και οι δυο συνδυασμοί. Οι όροι σε κάθε τομέα έπρεπε να εμπεριέχονται στα πεδία τίτλου, περίληψης ή λέξεων-κλειδιών των παραπάνω βιβλιοθηκών, εφόσον ήταν διαθέσιμα.

Αναζητήσαμε τους καταλόγους αναφοράς των εντοπισμένων σχετικών δημοσιεύσεων για περαιτέρω σχετική βιβλιογραφία. Εξετάστηκε η περίληψη και το σώμα κάθε εντοπισμένης δημοσίευσης και κάθε μία από αυτές επιλέχθηκε για περαιτέρω ανάλυση εάν και μόνο πληρούσε όλα τα ακόλουθα κριτήρια:

- Η δημοσίευση να έχει αξιολογηθεί από ομότιμους και να έχει δημοσιευθεί σε επιστημονικό περιοδικό, συνέδριο, και εργαστήριο ή ως κεφάλαιο βιβλίου. Τεχνικές εκθέσεις, αφίσες και επιδείξεις δεν ελήφθησαν υπόψη, δεδομένου ότι είναι συνήθως μικρότερης διάρκειας και/ή δεν αξιολογούνται κανονικά τόσο αυστηρά.
- Η δημοσίευση να έχει έκταση τουλάχιστον τεσσάρων σελίδων. Οι μικρότερες δημοσιεύσεις αποκλείστηκαν για να περιοριστεί η αναζήτηση σε ώριμες έρευνες.

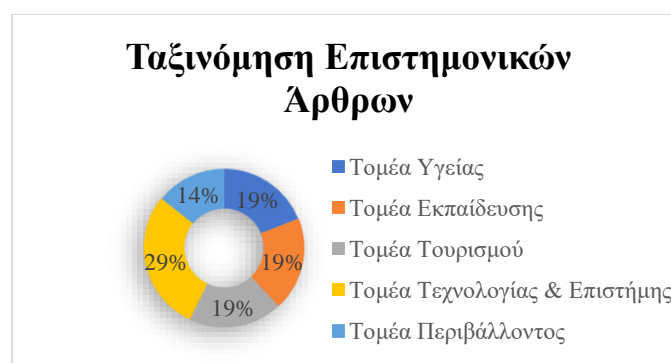
- Η δημοσίευση σε περιοδικό να έχει συντελεστή ποιότητας Q1, Q2, Q3, Q4 ούτως ώστε να θεωρείτε αξιόπιστη.
- Απορρίφθηκαν οι δημοσιεύσεις που διεξήχθησαν σε συνέδρια (για να θεωρηθούν αξιόπιστες πρέπει να λαμβάνουν μέρος περισσότερο από 10 χρόνια.)
- Απορρίφθηκαν οι έρευνες που έγιναν πριν από το 2015 και δημοσιεύθηκαν μόνο οι έρευνες που κυκλοφόρησαν το έτος 2015 ή αργότερα, για να περιοριστεί το εύρος της βιβλιογραφικής ανασκόπησης σε μια εφικτή περίοδο.

3.5. Διαδικασία επιλογής

Σε αυτή την ενότητα, θα εξετάσουμε τη διαδικασία επιλογής αναζητήσεων των ακαδημαϊκών άρθρων, οι οποίες αναφέρθηκαν εν συντομία στην ενότητα 3.4. Εντοπίσαμε πάνω από 50 κύριες μελέτες που συνδέονται με το θέμα μας, χρησιμοποιώντας τη στρατηγική αυτοματοποιημένης αναζήτησης. Ωστόσο επιλέξαμε να εστιάσουμε μόνο σε 24 μελέτες οι οποίες τηρούσαν τα κριτήρια και μπορούσαν να αναδείξουν τα ερευνητικά ερωτήματα. Ο Πίνακας 5 απεικονίζει τον αριθμό των κύριων μελετών που απέμειναν, καθώς και τους τομείς που ταξινομήθηκαν (Πίνακας 5) (Γραφική Παράσταση 1).

Πίνακας 5: Ταξινόμηση των δημοσιευμένων επιστημονικών άρθρων

Τομέα Υγείας	5
Τομέα Εκπαίδευσης	4
Τομέα Τουρισμού	4
Τομέα Τεχνολογίας & Επιστήμης	8
Τομέα Περιβάλλοντος	3
	24



Γραφική Παράσταση 1: Ταξινόμηση των δημοσιεύσεων επιστημονικών άρθρων

Κεφάλαιο 4 - Βιβλιογραφική Ανασκόπηση & Παραδείγματα Εφαρμογών

Παραδείγματα Εφαρμογών

4.1. Ενδεικτικοί τομείς εφαρμογής και πραγματικά παραδείγματα της Επαυξημένης Πραγματικότητας

Η AR επιτρέπει την ταυτόχρονη αλληλεπίδραση του πραγματικού και του εικονικού κόσμου. Σύμφωνα με τον Mekni και άλλους, η AR είναι ένα παράδειγμα της ενίσχυσης της νοημοσύνης, δηλαδή της χρήσης ενός υπολογιστή ως εργαλείου που καθιστά απλούστερη την εκτέλεση μιας εργασίας από τον άνθρωπο (Mekni, et al., 2014).

Η τεχνική αυτή έχει εφαρμοστεί ως επακόλουθο σε διάφορους τομείς, μερικοί από τους οποίους αναφέρονται παρακάτω:

A. Ιατρική

Χρησιμοποιείται ευρέως στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, όπου υπάρχει ανάγκη απεικόνισης των ιατρικών πληροφοριών του ασθενούς στον πραγματικό χώρο (Mekni et al., 2014).

Η AR μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτέλεση χειρουργικών επεμβάσεων και μπορεί να βοηθήσει τους χειρουργούς να εκτελούν χειρουργικές επεμβάσεις σε πραγματικό χρόνο χωρίς φυσική παρουσία (Tang et al., 1998).

AccuVein: Είναι μια συσκευή χειρός τελευταίας τεχνολογίας που βοηθά τους επαγγελματίες του ιατρικού τομέα να εντοπίσουν την ακριβή θέση μίας φλέβας στους ασθενείς τους (Εικόνα 6).



Εικόνα 6: Εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας AccuVein²

Χειρουργική επέμβαση: Το Magic Loupe της Inner Optic Technology διασυνδέεται με τα έξυπνα AR γυαλιά ODG και Microsoft HoloLens, τα οποία παρέχουν μια πιο ακριβή εικόνα του σώματος του ασθενούς και βοηθούν να εντοπιστεί ακριβώς το σημείο όπου απαιτείται χειρουργική επέμβαση (Εικόνα 7).



Εικόνα 7: Εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας Microsoft HoloLens Magic Loupe³

B. Ψυχαγωγία & Αθλητισμός

Η AR είναι ικανή να αλλάξει και τον τομέα του αθλητισμού και ψυχαγωγίας επιτρέποντας την αλληλεπίδραση του πραγματικού και εικονικού κόσμου.

Αθλητισμός: Το Fox Sports και το NFL συνεργάστηκαν με το Sports Vision τη δεκαετία του 1990 για να προσφέρουν στους φιλάθλους έναν απλό τρόπο εντοπισμού της κρίσιμης πρώτης γραμμής, προσθέτοντας μία κίτρινη γραμμή στην εικόνα (Εικόνα 8).

² <https://www.wearable.com/ar/real-world-ar-uses-6382>

³ <https://www.wearable.com/ar/real-world-ar-uses-6382>



Εικόνα 8: Εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας Fox Sports, NFL & Sports Vision⁴

Ψυχαγωγία: Πολλές εφαρμογές AR κυκλοφορήσαν στην αγορά με το Pokémon Go να κάνει χρήση της Επαυξημένης Πραγματικότητας για να συνδυάσει τον πραγματικό κόσμο με έναν πιο φανταστικό όπου μπορούμε να περπατάμε με τους φίλους μας και να αιχμαλωτίζουμε φανταστικά πλάσματα (Εικόνα 9).



Εικόνα 9: Εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας Pokémon GO⁵

Γ. Λιανική πώληση

Η AR έχει βοηθήσει σημαντικά και στο τομέα της Λιανικής πώλησης γιατί δίνει στους πελάτες μια πιο ρεαλιστική εικόνα των προϊόντων.

Κατασκευή: Η AR έχει βοηθήσει στη βελτίωση της κατανόησης των εργασιών συναρμολόγησης του προϊόντος που πρέπει να εκτελεστούν. Η υπερφόρτωση πληροφοριών και η εκπαίδευση που απαιτείται για τη λειτουργία συναρμολόγησης μπορούν να μειωθούν (Mekni et al., 2014).

⁴ <https://www.wareable.com/ar/real-world-ar-uses-6382>

⁵ <https://www.wareable.com/ar/real-world-ar-uses-6382>

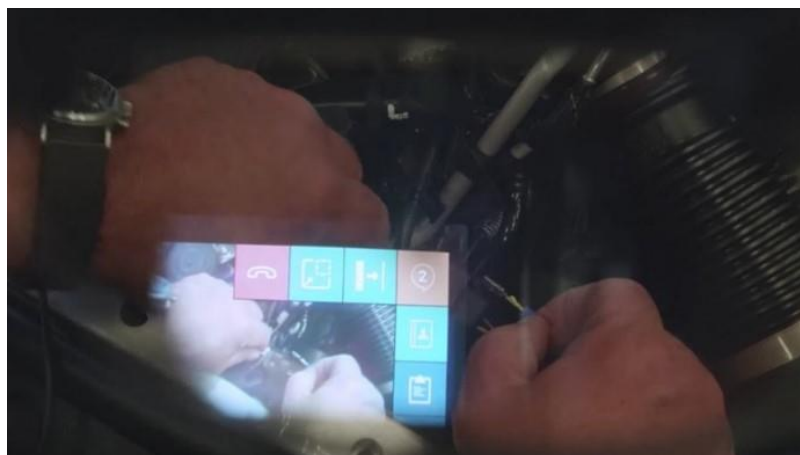
Δημιουργήθηκε ένα σύστημα που επιτρέπει στα συνεργεία κατασκευής να χρησιμοποιούν τα ακουστικά AR και να παρατηρούν τι συμβαίνει σε ένα εργοτάξιο (Εικόνα 10).



Εικόνα 10: Εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας στον τομέα της κατασκευής¹

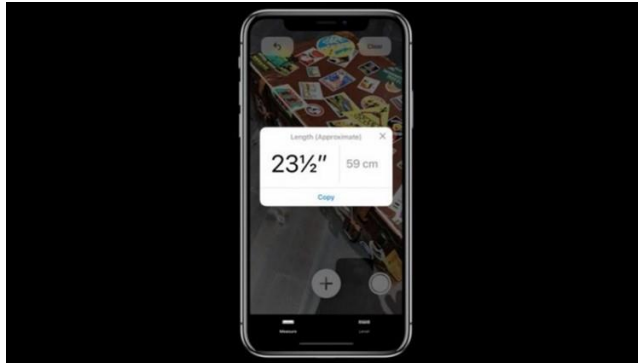
Η εταιρεία Autodesk συνεργάστηκε με τη Mortenson Construction και τη Dagri. Η συσκευή επιτρέπει αυτή στους εργάτες καθώς κινούνται στο εργοτάξιο, να βλέπουν μέσα από τους τοίχους που δημιουργούν και να επιθεωρούν τα υδραυλικά, τη μόνωση και άλλα εξαρτήματα.

Επισκευή αυτοκινήτων: Μία νέα μέθοδος για μηχανικούς επινόησε η εταιρεία Porsche, η οποία αφορά το σέρβις των αυτοκινήτων. Ο μηχανικός που είναι υπεύθυνος για το σέρβις, φορώντας τα έξυπνα γυαλιά κατασκευασμένα από την εταιρεία ODG (Osterhout Design Group) μπορεί να συνδεθεί με το κεντρικό γραφείο σέρβις της Porsche στην Ατλάντα, να παρακολουθείται από ένα πιο έμπειρο μηχανικό και να καθοδηγείται καθ' όλη την διάρκεια που εργάζεται στο αυτοκίνητο (Εικόνα 11).



Εικόνα 11: Εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας Porsche¹

Μέτρηση πραγμάτων: Οι μετρήσεις όλων των πραγμάτων μπορούν να γίνουν πιο εύκολες και αποτελεσματικές με τη βοήθεια της AR, σαρώνοντας το αντικείμενο με το τηλέφωνό⁶(Εικόνα 12).



Εικόνα 12: Εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας για μέτρηση αντικειμένων

Δ. Ρομποτική

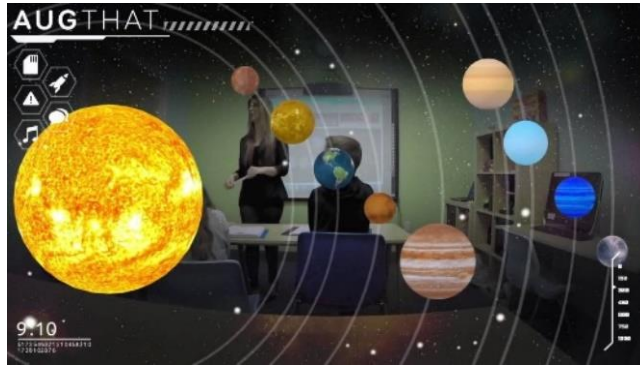
Σε αυτό το τομέα η AR διευκολύνει τα ρομπότ να επικοινωνούν με τους ανθρώπους αναλύοντας περίπλοκες πληροφορίες. Με τη συγχώνευση της AR με το σύστημα χειρουργικών ρομπότ, η τεχνολογία αυτή μπορεί να βοηθήσει τα ρομπότ στην εκτέλεση χειρουργικών επεμβάσεων στο κεφάλι. Συμπέρασμα, η AR είναι μια πλατφόρμα που έχει καταστήσει δυνατή την επικοινωνία ανθρώπου-ρομπότ (Mekni et al., 2014).

Ε. Εκπαίδευση

Επιπλέον, η AR βοηθά στην βελτίωση της διδασκαλίας και μάθησης. Με τη μετατροπή στατικών διαγραμμάτων και γραφικών σε διαδραστικές εμπειρίες, η AR μπορεί να αντικαταστήσει τα εγχειρίδια και τις αίθουσες διδασκαλίας.

AugThat: Αυτή η εφαρμογή βοηθά στην ενίσχυση της εκπαιδευτικής διαδικασίας με εικονικές φωτογραφίες 360° και τρισδιάστατα μαθήματα (Εικόνα 13) (Aggarwal, 2019)

⁶ <https://www.wearable.com/ar/real-world-ar-uses-6382>



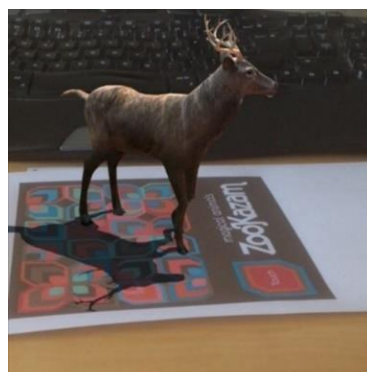
Εικόνα 13: Εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας AugThat (Aggarwal, 2019)

Elements 4D: Η εφαρμογή αυτή είναι υπεύθυνη για την εκμάθηση της χημείας, η οποία επιτρέπει στους μαθητές να βιώσουν πώς ανταποκρίνονται διάφοροι παράγοντες στην πραγματική ζωή (Εικόνα 14) (Aggarwal, 2019).



Εικόνα 14: Εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας Elements 4D (Aggarwal, 2019)

Zookazam: Πρόκειται για μία εξειδικευμένη εφαρμογή που χρησιμοποιεί την τελευταία τεχνολογία AR και μας επιτρέπει να βλέπουμε τρισδιάστατα ζώα από κάθε γωνία με πλήρη κινούμενη εικόνα (Εικόνα 15) (Aggarwal, 2019).



Εικόνα 15: Εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας Zookazam (Aggarwal, 2019)

4.2. Ενδεικτικοί τομείς εφαρμογής και πραγματικά παραδείγματα του Διαδικτύου των Πραγμάτων

A) Αυτοματοποίηση γεωργίας

Το IoT σε συνεργασία με τις έξυπνες συσκευές και τους αισθητήρες έχει βοηθήσει στον τομέα της γεωργίας. Η δυνατότητα ρύθμισης του περιβάλλοντος εντός του θαλάμου και παρακολούθησης της διαδικασίας έχει γίνει απλούστερη, οδηγώντας έτσι σε εξοικονόμηση ενέργειας και αύξηση της παραγωγής (Kumar et al, 2019).

B) Αυτοματοποίηση βιομηχανίας

Το IoT παρέχει λύσεις όσο αφορά την ψηφιοποίηση των εργοστασίων, τη διαχείριση των αποθεμάτων, τον έλεγχο της ποιότητας, τη λογιστική και τη βελτιστοποίηση και διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού.

Το IoT επίσης βελτιώνει τις επιχειρηματικές συναλλαγές με πιο έξυπνα δίκτυα υπηρεσιών, τα οποία βελτιώνουν σημαντικά την αποδοτικότητα της επεξεργασίας πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο και τη διαχείριση των λεπτομερών εφαρμογών, όπως οι διαδικτυακές πληρωμές, τα κρίσιμα δεδομένα αποθήκευσης, τη συγκεντρωτική ποιότητα υπηρεσιών και τους συναφείς δείκτες επίδοσης.

Γ) Κοινωνικά Δίκτυα (SIoT) & Ηλεκτρονικό Εμπόριο

Η πρωταρχική ιδέα προτάθηκε από τον Αντζόρι και άλλους, όπου ο στόχος ήταν να ενσωματώσει το IoT με τα κοινωνικά δίκτυα (Atzori et al. 2011). Έτσι, δημιουργήθηκε το SIoT, το οποίο περιέγραφε ένα κόσμο όπου όλα τα αντικείμενα γύρω από τον άνθρωπο μπορούν να είναι έξυπνα και να δικτυωθούν.

Το SIoT, όπως τα ανθρώπινα κοινωνικά δίκτυα, μπορεί να εκτελέσει αποτελεσματικά την ανακάλυψη αντικειμένων και υπηρεσιών και να αυξήσει την επεκτασιμότητα του IoT. Ο κύριος στόχος ήταν η προστασία της ιδιωτικής ζωής και ασφάλειας που υπάρχει στα κοινωνικά δίκτυα, να μπορεί να ενσωματωθεί και στο IoT έτσι ώστε να μπορέσει να αυξήσει την ασφάλεια του.

Σύμφωνα με τον Λι και άλλους η έννοια του SIoT παρακινήθηκε από τα δημοφιλή κοινωνικά δίκτυα στο διαδίκτυο και διεισδύουν στην καθημερινή ζωή των ανθρώπων.

Ως αποτέλεσμα, επιστήμονες και ερευνητές στους τομείς του ηλεκτρονικού εμπορίου και των επιχειρήσεων, της ηλεκτρονικής μάθησης, της κοινωνιολογίας, της ψυχολογίας και της δικτύωσης, έχουν προσελκύσει το ενδιαφέρον τους για το SIoT.

Για να αυξηθεί η εμπιστοσύνη, δίνεται η τεχνική της ομογενοποίησης (Fielding and Taylor 2002) η οποία είναι αποτελεσματική για τη μεγιστοποίηση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ αντικειμένων (EPC global, 2013 - Li et al., 2012 a, b).

Δ) Εφαρμογές υγειονομικής περίθαλψης

Η υγειονομική περίθαλψη είναι ένας κρίσιμος τομέας για τη χρήση του IoT (Xu, Xu, Cai et al., 2014). Το IoT χρησιμοποιείται για την αύξηση της ποιότητας των υπηρεσιών, μειώνοντας παράλληλα τις δαπάνες. Συνεισφέρει στην παρακολούθηση ιατρικών παραγόντων, όπως θερμοκρασία του σώματος, επίπεδου γλυκόζης στο αίμα και αρτηριακής πίεσης, όπου χρησιμοποιούνται διάφοροι ιατρικοί αισθητήρες ή συσκευές.

Οι εξελίξεις στους αισθητήρες, τις ασύρματες επικοινωνίες και την επεξεργασία δεδομένων προωθούν τις εφαρμογές του IoT στα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης.

Τα αναδυόμενα φορητά WBSN δημιουργήθηκαν για τη συνεχή παρακολούθηση των δραστηριοτήτων των ασθενών ή των ιατρικών δεδομένων (Miorandi et al., 2012).

Οι ιατρικοί και οι φορητοί αισθητήρες αποτελούν παραδείγματα ιατρικού εξοπλισμού που συνδέεται με το IoT. Αυτοί οι αισθητήρες μπορούν να συλλέγουν δεδομένα υγειονομικής περίθαλψης και να τα μεταφέρουν σε απομακρυσμένες ιατρικές εγκαταστάσεις.

Με την βοήθεια του IoT, φορητοί βίο αισθητήρες έχουν εφαρμοστεί για την παρακολούθηση της καθημερινής δραστηριότητας των ασθενών και τη φροντίδα των ηλικιωμένων. Για παράδειγμα, τεχνολογίες βασισμένες στο BLE εφαρμόζονται για τη σύνδεση πράγματων της καθημερινής μας ζωής, όπως είναι τα έξυπνα κινητά, αισθητήρες σώματος και χεριών, οικιακές συσκευές καθώς και προσωπικούς υπολογιστές για τις εφαρμογές στην υγειονομική περίθαλψη, τη φυσική κατάσταση, την ασφάλεια του σπιτιού και ψυχαγωγίας.

E) Υποδομές

Το IoT χρησιμοποιείται επίσης σε διάφορους κλάδους υποδομών, συμπεριλαμβανομένων των έξυπνων πόλεων, της περιβαλλοντικής παρακολούθησης και των έξυπνων σπιτιών και κτιρίων. Το IoT χρησιμοποιείται στα έξυπνα κτίρια για τη βελτίωση της ποιότητας των κτιρίων και την ελαχιστοποίηση των αποβλήτων. Η φράση "έξυπνες πόλεις" αναφέρεται σε ένα κυβερνο-φυσικό οικοσύστημα που περιλαμβάνει ευφυείς αισθητήρες και καινοτόμες υπηρεσίες σε ολόκληρη τη μητρόπολη.

Ένα παράδειγμα είναι το "Sensing China" που κυκλοφόρησε στην Κίνα τον Ιούνιο του 2010 (Li et al., 2014). Όταν το έργο ολοκληρώθηκε, προβλεπόταν ότι τα πάντα θα είχαν μια ετικέτα αναγνώρισης που θα μπορούσε να στείλει/διαβάσει δεδομένα στο Διαδίκτυο. Οι άνθρωποι θα μπορούσαν να παρακολουθούν τον τρόπο χρήσης των αντικειμένων και να παρακολουθούν τυχόν μεταβλητές ή αντικείμενα. Τα δεδομένα μπορούν να αξιοποιηθούν για τη μείωση της σπατάλης και των δαπανών (Fielding and Taylor, 2002). Η επιτυχής ανάπτυξη του IoT σε μια κοινότητα ή ακόμη και σε μια μητρόπολη είναι δεδομένη.

Z) Ασφάλεια και επιτήρηση

Το IoT παρέχει ισχυρή ασφάλεια σε όλα τα επίπεδα των στοιχείων του συστήματος, από το επίπεδο ανίχνευσης έως το επίπεδο διασύνδεσης, από την ταυτοποίηση έως την παροχή υπηρεσιών και από τις ετικέτες RFID έως την υποδομή ΤΠ.

Μία από τις πιο ευαίσθητες προκλήσεις για το IoT είναι η προστασία της ιδιωτικής ζωής των δεδομένων. Η απαίτηση για προσβασιμότητα των δεδομένων εγείρει το ζήτημα της για προσαρμοσμένες υπηρεσίες.

4.3. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Ακολουθεί μια εμπειριστατωμένη βιβλιογραφική ανασκόπηση, η οποία βοηθά στην εξέταση του θέματος από πολλές και διαφορετικές οπτικές γωνίες, στην σύγκριση και ομαδοποίηση των αποτελεσμάτων διάφορων ερευνών και στην παρουσίαση όλων των διαστάσεων του συγκεκριμένου θέματος (Izi Pen et al., 2022)

Τέλος, κατά το σχεδιασμό της μεθόδου προστασίας της ιδιωτικής ζωής πρέπει να εξεταστούν ορισμένες πτυχές.

4.3.1. Επαυξημένη Πραγματικότητα και Διαδίκτυο των Πραγμάτων

Παρουσιάζονται μερικές ενδεικτικές δημοσιεύσεις από τους παρακάτω 5 τομείς, τους οποίους ταξινομήσαμε με χρονολογική σειρά:

1. Τομέα Υγείας
2. Τομέα Εκπαίδευσης
3. Τομέα Τουρισμού
4. Τομέα Τεχνολογίας & Επιστήμης
5. Τομέα Περιβάλλοντος

Θεωρήσαμε σωστό να χωρίσουμε τα άρθρα που αναλύσαμε στους 5 πιο πάνω τομείς, για τους ακόλουθους λόγους:

- (α) οι περισσότεροι περιγράφουν ότι οι δημοσιεύσεις ανήκουν σε ένα από αυτούς τους 5 τομείς
- (β) οι συγκεκριμένοι τομείς ταιριάζουν με τα ενδιαφέροντά μας και είναι πιο προσιτοί στο ευρείς κοινό
- (γ) οι τομείς που επιλέχθηκαν βοηθούν την ανάδειξη και επιτυχία του στόχου της παρούσας διατριβής
- (δ) οι τομείς αυτοί βοηθούν στην εξήγηση των ενοτήτων και των ερευνητικών ερωτημάτων
- (ε) οι δημοσιεύσεις και τα άρθρα που περιλαμβάνονταν σε αυτούς τους τομείς τηρούσαν τα κριτήρια τα οποία θέσαμε

4.3.1.1. Intelli-Mirror: Ένα IoT βασισμένο στην AR σύστημα προβολής ρούχων και αξεσουάρ

Ο Λόπο σε μια έρευνα που διεξήχθη στην Μουμπάι της Ινδίας, παρουσιάζει μια εφαρμογή της AR ονομαζόμενη «Intelli-Mirror» (Lobo, 2016). Αυτή αποτελείται από ένα ελισσόμενο καθρέπτη, ο οποίος πρώτα σαρώνει το πρόσωπο και το σωματότυπο του πελάτη και στην συνέχεια δίνεται σε αυτόν η δυνατότητα να επιλέξει οποιοδήποτε ρουχισμό ή αξεσουάρ της αρεσκείας του, βλέποντας τον εαυτό του στον καθρέπτη με ότι χει επιλέξει.

Η εφαρμογή «Intelli-Mirror» με την βοήθεια της τεχνολογίας του IoT και συγκεκριμένα της πλατφόρμας Raspberry Pi, η οποία είναι ικανή στην συνεχή και αυτόματη ενημέρωση για νεότερα αποθέματα εισάγει μια επαναστατική τεχνολογία στον χώρο του ρουχισμού στην Ινδία. Η πλατφόρμα αυτή αναλύει τα δεδομένα των χρηστών, ώστε να βοηθηθεί ο σχεδιασμός και το μάρκετινγκ των ενδυμάτων.

Να σημειωθεί όμως ότι ο συγγραφέας δεν έχει παρουσιάσει πειραματικές μετρήσεις που αποδεικνύουν την βελτίωση εμπειρίας χρήσης στους καταναλωτές.

Βλέπουμε μια έξυπνη και πρωτοποριακή ιδέα που ενδεχομένως θα μπορούσε να υπάρξει απήχηση. Επίσης, παρατηρούμε επίσης ότι με την σύνδεση της AR και του IoT, αυτοματοποιούνται όλα τα διαδικαστικά και απαλλάσσονται από την διαδικασία ανανέωσης των δεδομένων.

4.3.1.2. Πως με την χρήση της τεχνολογίας AR και του IoT βελτιώνεται η προσβασιμότητα των ανθρώπων με κινητικές αναπηρίες στο πλαίσιο των έξυπνων πόλεων

Η παρούσα μελέτη παρουσιάζει ένα σύστημα που επιτρέπει στους χρήστες αναπηρικών αμαξιδίων να αλληλοεπιδρούν με αντικείμενα τοποθετημένα πέρα από το μήκος του χεριού τους, με τη βοήθεια της τεχνολογίας AR, IoT, RFID και οθόνης αφής (Rashid et al., 2017).

Ένας δείκτης AR έχει τοποθετηθεί στη μέση του ραφιού, όπου όταν ο χρήστης έστρεψε τη συσκευή του σε ένα οποιοδήποτε αντικείμενο, αυτό μετάφραζε τις φυσικές συντεταγμένες του ραφιού σε συντεταγμένες οθόνης.

Στο IoT εφαρμόστηκε ένα πιλοτικό πρόγραμμα Smart Space ενεργοποιώντας την τεχνολογία RFID σε ένα κανονικό ράφι με βιβλία και DVD. Δεδομένου ότι η τεχνολογία RFID δεν απαιτεί άμεση οπτική επαφή, στην οθόνη του χρήστη, εμφανίζονταν πληροφορίες για όλα τα αντικείμενα, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που ήταν κρυμμένα πίσω από άλλα αντικείμενα και δεν ήταν άμεσα ορατά στον χρήστη.

Το μόνο μειονέκτημα που εντοπίστηκε στο σύστημα ήταν μια χρονική καθυστέρηση ενός λεπτού μεταξύ των πληροφοριών παρουσίας και θέσης του προϊόντος που ενημερώνονταν σε πραγματικό χρόνο, λόγω της διαμόρφωσης RFID.

Η φορητή συσκευή ήταν συνδεδεμένη με το Smart Space IS και είχε πρόσβαση σε δεδομένα πραγματικού χρόνου για τα αντικείμενα στο ράφι.

Παρατηρούμε μια πρωτοποριακή εφαρμογή που δίνει ένα αίσθημα ικανοποίησης στα άτομα με αναπηρίες. Βάση των αποτελεσμάτων της ερευνάς συμπεραίνουμε ότι η AR με την βοήθεια του IoT συμβάλει κάλλιστα στην αυτοπεποίθηση αυτών των ατόμων δίνοντας τους μια αίσθηση ανεξαρτητοποίησης.

4.3.1.3. Σύστημα AR με βάση το IoT της ανθρώπινης καρδιάς

Σε έρευνα που δημοσιεύθηκε στην Ινδία, παρουσιάζεται μια διαδραστική εφαρμογή android, η οποία χρησιμοποιεί την τεχνολογία της AR για την αξιολόγηση και απεικόνιση μιας καρδιάς που χτυπάει, σε συνεργασία γιατρού με ασθενή ώστε η αλληλεπίδραση να γίνει πιο διαισθητική (Agrawal et al., 2018).

Η εφαρμογή χρησιμοποιεί την κάμερα της συσκευής για να εμφανίσει ένα τρισδιάστατο μοντέλο καρδιάς σε επαυξημένη προβολή. Τα δεδομένα σφυγμού λαμβάνονται σε πραγματικό χρόνο και φορτώνονται μέσω ενός αισθητήρα παλμών που συνδέεται με μια μονάδα MCU μέσω του cloud. Τα δεδομένα του αισθητήρα μπορεί να έχουν κάποιες ανωμαλίες λόγω θορύβου του περιβάλλοντος.

Ως εκ τούτου, το BPM υπολογίζεται ο τρέχοντας καρδιακός ρυθμός της καρδιάς κατά μέσο όρο από τα δείγματα που έχουν για να ληφθεί. Δεδομένου ότι το Node MCU διαθέτει Wi-Fi, τα δεδομένα του ρυθμού της καρδιάς μπορούν να αποσταλούν στην πλατφόρμα IoT μέσω του cloud.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, η εφαρμογή γίνεται περισσότερη διαισθητική και αφήνει τον ασθενή πιο χαρούμενο με την απεικόνιση και ανάλυση της καρδιάς.

4.3.1.4. Ένα διαδραστικό σύστημα εκμάθησης χρωμάτων βασισμένο σε AR για παιδιά

Σε έρευνα που δημοσιεύθηκε στο 12^ο Ιρακινό Παγκόσμιο Συνέδριο στην Τεχεράνη για την ηλεκτρονική μάθηση και την ηλεκτρονική διδασκαλία, παρουσιάζεται ένα διαδραστικό σύστημα εκμάθησης χρωμάτων για παιδιά το οποίο βασίζεται σε AR (Mahmoudi et al., 2018).

Με την βοήθεια της AR, τα παιδιά μπορούν να σαρώσουν και να εξερευνήσουν τα χρώματα με την δυνατότητα να μάθουν τις αντίστοιχες λέξεις στην ισπανική γλώσσα.

Στόχος της έρευνας ήταν η να διερευνήσει το ρόλο του συστήματος βασισμένου σε AR-IoT βασισμένο σε σχέση με την εξερεύνηση των μαθησιακών επιδόσεων των μαθητών.

Για να γίνει αυτό χρειάστηκε η υλοποίηση ενός ενσωματωμένου συστήματος IoT που περιλάμβανε αισθητήρα χρωμάτων και πλατφόρμα Raspberry Pi, η οποία στην συνέχεια δόθηκε στα παιδιά.

Ο αισθητήρας τοποθετήθηκε στο ειδικά σχεδιασμένο χρωματιστό βιβλίο, όπου εκεί μετρήθηκε η χρωματική συχνότητα του φωτός, στην συνέχεια ένας κωδικός RGB στάλθηκε μέσω του cloud χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο MQTT.

Η διαδικτυακή εφαρμογή ανακτά τα δεδομένα χρώματος από το cloud και οι μαθητές λαμβάνουν ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο με τα αντίστοιχα κινούμενα σχέδια και περιεχόμενο πολυμέσων όπου διδάσκει τα χρώματα στην ισπανική γλώσσα. Οι μαθησιακές επιδόσεις των μαθητών αξιολογήθηκαν με τη χρήση ζευγαρωτού t-test (στατιστικό τεστ που χρησιμοποιείται για τη σύγκριση των μέσων όρων δύο ομάδων).

Βλέπουμε μια πρωτοποριακή ιδέα για την εκμάθηση νέων γλωσσών που συμπεριλαμβάνει παράλληλα και την ψυχαγωγία. Με βάση των αποτελεσμάτων των pre-test (προκαταρκτικό τεστ ή δοκιμή) και των post-test (τεστ που δίνεται κυρίως στους μαθητές μετά την ολοκλήρωση ενός εκπαιδευτικού προγράμματος ή τμήματος), που έλαβαν χώρα πριν και μετά την αλληλεπίδραση με το σύστημα, μπορούμε να παρατηρήσουμε την αποτελεσματικότητα του συστήματος στις μαθησιακές επιδόσεις.

4.3.1.5. Ένα παιχνίδι απτής διεπαφής AR αποκατάστασης από εγκεφαλικά επεισόδια

Η παρούσα εργασία, η οποία διεξάχθηκε στην Νέα Ζηλανδία αναφέρει πώς ο σχεδιασμός AR μπορεί να διευκολύνει την εμπλοκή σε ανεξάρτητες αποκαταστάσεις από εγκεφαλικά επεισόδια (Rodriguez Ramirez et al., 2018). Επίσης, η χρήση της τεχνολογίας IoT προτείνεται για την διευκόλυνση της συμμετοχής στην αποκατάσταση του εγκεφαλικού επεισοδίου με την ενσωμάτωση ουσιαστικού παιχνιδιού, εξέλιξης και σχεδίασης μιας φιλική προσέγγιση προς τους ασθενείς με εγκεφαλικό επεισόδιο.

Η AR συμβάλει στην αύξηση του παιχνιδιού ενσωματώνοντας το οικιακό περιβάλλον του ασθενούς, τις πεποιθήσεις για τα οφέλη της υγείας του και προσωπικές προτιμήσεις στο εικονικό παιχνίδι. Η AR μπορεί να διευκολύνει και να παρακολουθεί την πρόοδο καθώς ο ασθενής αναρρώνει και βελτιώνεται στο παιχνίδι. Για την υλοποίηση του έργου επιλέχθηκε η πλατφόρμα Tango AR, η οποία κρίθηκε ως καταλληλότερη όσο αφορά τα κριτήρια ασφάλειας, προσαρμοστικότητας, ακρίβειας εντοπισμού κινήσεων, φυσικής αλληλεπίδρασης και προσβασιμότητας.

Ενώ με την σειρά του το IoT επέτρεψε την επικοινωνία μεταξύ της πλατφόρμας AR σε πραγματικό χρόνο, δίνοντας την ικανότητα στον χρήστη να κάνει τις ασκήσεις αποκατάστασης του στην άνεση του σπιτιού του με την ίδια ακριβώς αποτελεσματικότητα. Τα αποτελέσματα στέλνονται άμεσα και απευθείας στο νοσοκομείο μέσω της εφαρμογής.

Οι συμμετέχοντες δήλωσαν ότι το παιχνίδι τους βοηθούσε να πραγματοποιήσουν τις ασκήσεις τους αυτόνομα. Συμπεραίνουμε ότι η συνεργασία AR με IoT είναι εφικτή και αποτελεσματική.

4.3.1.6. Σύστημα συστάσεων για τη δημιουργία δρομολογίων μουσείων που εφαρμόζει τεχνολογίες AR και τεχνικών εξόρυξης κοινωνικών αισθητήρων

Στην παρούσα έρευνα παρουσιάζεται μια υβριδική στρατηγική για την υποβολή προτάσεων για επισκέψεις σε ορισμένα μουσεία του Μεξικού (Torres-Ruiz et al., 2018). Περιέχει μια αρχιτεκτονική του IoT που βασίζεται σε μικρούς ασυρμάτους αισθητήρες beacons.

Περιλαμβάνει τεχνολογίες που βασίζονται στη σημασιολογική ανάλυση, την εξόρυξη δεδομένων και τη μηχανική μάθηση. Η μέθοδος αυτή ενσωματώνει και συνδυάζει πηγές δεδομένων προκειμένου να παράγει και να προτείνει εσωτερικές και εξωτερικές διαδρομές για μουσεία, οι οποίες προβάλλονται μέσω AR.

Η AR χρησιμοποιήθηκε σε μουσεία τόσο για εξωτερική όσο και εσωτερική χρήση, ο χρήστης μέσω της κάμερας της συσκευής του, μπορεί να δει και να ακολουθήσει την διαδρομή που επιθυμεί, τις επιλογές που έχει για να επιλέξει, όπως επίσης και λίγες πληροφορίες για το αυτό.

Η χρήση των αρχιτεκτονικών του IoT επιτρέπουν τη βελτίωση της εμπειρίας του χρήστη σε πραγματικό χρόνο. Τα δεδομένα που παράγονταν από τις συσκευές και αισθητήρες IoT πρόσφεραν μεγάλη αξία στους διαχειριστές του τουρισμού και των μουσείων. Με τη χρήση των beacons που τοποθετήθηκαν, βοήθησαν τους διαχειριστές να συλλέξουν στατιστικά στοιχεία των επισκεπτών παραδείγματος χάριν, τι κάνει ένας χρήστης σε έναν εκθεσιακό χώρο, πόσο χρόνο περνάει βλέποντας ένα έργο τέχνης κ.α. Κάθε δωμάτιο του μουσείου αναγνωρίζονταν από ένα γράμμα και όταν ένας επισκέπτης επέλεγε το δρομολόγιο που ήθελε να ακολουθήσει, λάμβανε ειδοποιήσεις από τον αισθητήρα ενώ οι χρήστες περνούσαν ή πλησίαζαν ένα συγκεκριμένο δωμάτιο.

Το έργο υλοποιήθηκε σε μουσεία του Μεξικού με πλήρης επιτυχία. Συμπεράνουμε, ότι στους τομείς εκπαίδευσης και ψυχαγωγίας, η τεχνολογία AR με την βοήθεια του IoT βελτιώνεται, γίνεται πιο ενδιαφέρουσα και διαδραστική.

4.3.1.7. "Μαγικό χέρι": Αλληλεπίδραση με συσκευές IoT σε περιβάλλον AR

Η παρακάτω έρευνα διεξήχθη στην Ιαπωνία και είχε ως σκοπό να επιτρέψει τη απρόσκοπτη αλληλεπίδραση με συστήματα ήχου και φωτισμού μέσω της κίνησης του χεριού με την βοήθεια επαυξημένων πάνελ (Sun et al., 2019).

Στην έρευνα έγινε χρήση του εργαλείου Magic Hand, ένα εργαλείο οπτικοποίησης και αλληλεπίδρασης βασισμένο σε AR με προσέγγιση βαθιάς μάθησης.

Για την χρήση της τεχνολογίας IoT κατασκευάστηκε ένα πρωτότυπο σύστημα που αποτελείται από κάμερα, πλατφόρμα Raspberry Pi και ένα AR Microsoft HoloLens, επιτρέποντας στους χρήστες να αλληλοεπιδρούν και να ελέγχουν τον ήχο και τα συστήματα φωτισμού χρησιμοποιώντας χειρονομίες.

Παρατηρούμε μεγάλη διαφορά όσο αφορά την αυξημένη ταχύτητα αλληλεπίδρασης και το επίπεδο ικανοποίησης του συστήματος σε σχέση τις διαθέσιμες εμπορικές εφαρμογές, ενώ επίσης υπάρχει ένα μεγαλύτερο ποσοστό ακριβείας αναγνώρισης χειρονομιών.

Καταλήγοντας έτσι στο συμπέρασμα ότι υπάρχει μια δυνατή αλληλεπίδραση μεταξύ των συσκευών IoT με την AR, η οποία ενδυναμώνει περαιτέρω τα αποτελέσματα.

4.3.1.8. "Μαγική γλάστρα": Ένα παιχνίδι βασισμένο σε AR και IoT για την εκμάθηση των φυτών

Σε έρευνα που δημοσιεύθηκε στην Ισπανία και συγκεκριμένα στην Βαρκελώνη παρουσιάζεται μια διαδραστική εφαρμογή, η οποία βασίζεται σε AR και χωρίζεται σε 3 μέρη (Telmo et al., 2019). Το παιχνίδι συνδυάζει φυσικά στοιχεία (όπως για παράδειγμα μια γλάστρα με φυτά, ένα σύνολο από αισθητήρες, ετικέτες RFID που περιέχουν πληροφορίες για τα φυτά) με εικονικά (αναπαραστάσεις των φυτών με την χρήση AR).

Στο πρώτο μέρος, ο παίκτης βγάζει φωτογραφίες, τις ανεβάζει στο σέρβερ. Το σύστημα αναγνωρίζει το σπόρο και δημιουργεί ένα εικονικό που περιέχει αναγνωριστικό ψηφιακό

μοντέλο το οποίο αντιπροσωπεύει το φυτό, όπως επίσης και τις τιμές των ιδανικών περιβαλλοντικών συνθηκών για την καλλιέργειά του.

Στο δεύτερο μέρος, γίνεται η μετατροπή του εικονικού σε φυσικό σπόρο φορτώνοντας τις πληροφορίες του σε μια ετικέτα RFID. Ο σπόρος τοποθετείται στο επαυξημένο έξυπνο δοχείο, το οποίο περιέχει μικροελεγκτή και ένα σύνολο συνδεδεμένων αισθητήρων παρακολουθούν τις περιβαλλοντικές συνθήκες του σπόρου και διαχειρίζονται τη διαδικασία ανάπτυξης των φυτών.

Τέλος στο τρίτο μέρος, αποτελείται από την κατασκευή μιας εφαρμογής, που υποστηρίζει τα γυαλιά AR Microsoft HoloLens και δημιουργεί μια προβολή AR αναπαράστασης του φυτού. Με την ολοκλήρωση, το σύστημα δίνει την δυνατότητα στο παίχτη να τοποθετήσει το φυτό εικονικά στο μέρος της αρέσκειας του.

Παρόλο που η ιδέα είναι πρωτότυπη, εδώ βλέπουμε ότι έχει υλοποιηθεί μόνο το δεύτερο και το τρίτο μέρος. Μπορούμε να παρατηρήσουμε την δυσκολία την σύνδεσης αυτών των τεχνολογιών σε αυτό τον τομέα και τον επιπλέον διάστημα που χρειάζεται.

4.3.1.9. McDonalds Ιαπωνίας: AR και IoT Στρατηγική Μάρκετινγκ με το Pokémon GO

Η έρευνα του Κάλβο παρουσιάζει την στρατηγική μάρκετινγκ που ακολούθησε η εταιρεία McDonalds στην Ιαπωνία το 2016 (Calvo, 2019). Συγκεκριμένα, με την χορηγία της διάσημης εφαρμογής AR Pokémon GO εκτοξεύθηκαν τα κέρδη κατά 22% και η επισκεψιμότητα των εστιατορίων στο 9.8% καθημερινά.

Η εφαρμογή Pokémon GO είναι προγραμματισμένη να επεξεργάζεται μεγάλα δεδομένα ούτως ώστε να γνωρίζει την τοποθεσία, ηλικία, φύλο του χρήστη και προτρέπει να επισκέπτονται τοποθεσίες για να συλλέγουν εικονικά Pokémon.

Με την χορηγία τα McDonalds στην Ιαπωνία έθεσαν τρεις στόχους: α) την αύξηση επισκεψιμότητας και αφοσίωσης της επωνυμίας, β) την μεγιστοποίηση των ακολούθων των McDonalds στα κοινωνικά δίκτυα, σε τουλάχιστον 200%, γ) την επίτευξη και μεγιστοποίηση της γεωγραφικής διαφήμισης που βασίζεται σε γεωεντοπισμό, κάτι που θα

μπορούσε να επιτευχθεί μόνο με την συνεργασία και με τη εφαρμογή Pokémon GO όπου εξειδικεύεται στο γεωεντοπισμό.

Τα McDonalds χρησιμοποίησαν τις συσκευές IoT, για την ανάλυση πληροφοριών τις οποίες αντλούσαν από την εφαρμογή Pokémon GO.

Σε αυτή την έρευνα φαίνεται ότι η στρατηγική μάρκετινγκ που ακολουθήσαν τα McDonalds στην Ιαπωνία απέδωσε καρπούς. Με την συνεργασία της εταιρείας McDonalds και της εφαρμογής AR Pokémon GO τοποθετήθηκαν εικονικά αντικείμενα στα 3,000 εστιατόρια, πετυχαίνοντας έτσι τον στόχο.

Με την στατιστική ανάλυση των μεγάλων δεδομένων που βρέθηκαν, βοήθησαν τα άτομα που εργάζονταν στον χώρο του μάρκετινγκ να εξέλθουν με νέες ιδέες. Οπότε μπορούμε να παρατηρήσουμε και εδώ ότι το AR και IoT μπορούν να συνεργαστούν και στον τομέα αυτό.

4.3.1.10. Μία εφαρμογή AR και IoT για την γεωργία ακριβείας (AR-IoT)

Η εξής έρευνα που έχει διεξαχθεί στην Ταιβάν αφορά ένα σύστημα, το οποίο χρησιμοποιεί την AR, ως μέσω υποστήριξης για την οπτικοποίηση δεδομένων IoT, ονομάζεται «AR-IoT» (Phurattanasilp and Tong, 2019). Το σύστημα ήταν υπεύθυνο στην παρακολούθηση των καλλιεργειών.

Στην συγκεκριμένη περίπτωση ένα σύστημα IoT που περιείχε πολλαπλές κάμερες κατασκευάστηκε για την μέτρηση των συντεταγμένων, λόγω της σταθερότητας και ακρίβειας. Επιπλέον, ένας αισθητήρας WSN εγκαταστάθηκε για την οπτικοποίηση του εικονικού περιεχομένου, όπως επίσης και αισθητήρες νερού, θερμοκρασίας, εδάφους κ.α.

Τέλος, ένας απλός εικονικός κύβος εφαρμόστηκε για την απεικόνιση εικονικών αντικειμένων στο περιβάλλον AR λαμβάνοντάς σχετικές πληροφορίες για το φυτό (όπως επίπεδο νερού, χρώμα του φυτού, λίπασμα κ.α.)

Ο τρόπος που είχε σχεδιαστεί ήταν έτσι ώστε ένας γεωργός μπορούσε να απεικονίσει τις καλλιέργειες από διαφορετικές γωνίες, επιλύοντας έτσι τα προβλήματα ορατότητας. Ο αγρότης να μπορεί επίσης να αλληλοεπιδράσει με τα δεδομένα IoT απευθείας από το πραγματικό περιβάλλον.

Ως εκ τούτου, το AR-IoT ενίσχυσε τις εργασίες παρακολούθησης και βοήθησε τους αγρότες στην διασφάλιση μεγαλύτερη ακρίβειας της ποιότητας των καλλιεργειών μειώνοντας το κόστος των εργασιών φύτευσης.

Η εφαρμογή δημιουργήθηκε για προσωπική χρήση, παρόλα αυτά βλέπουμε μια ακόμη πρωτοποριακή ιδέα που κάλλιστα θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και στον δημόσιο τομέα. Παρατηρούμε ότι η σύνδεση της AR και IoT αυτοματοποιεί την οποιαδήποτε περεταίρω διαδικασία και απαλλάσσει το χρήστη από την διαδικασία ανανέωσης των δεδομένων.

4.3.1.11. Οπτικοποίηση της πηγής του ασύρματου σήματος προβολής AR

Η παρούσα εργασία διεξάχθηκε στην Κορέα όπου παρουσιάζεται το VisIoT, ένα σύστημα που παρακολουθεί τη θέση ενός ασύρματου πομπού σε συσκευές IoT και την εμφανίζει στην οθόνη μιας συσκευής AR, όπως τα έξυπνα γυαλιά και το tablet (Park et al., 2019).

Για την υλοποίηση της εργασίας αναπτύχθηκε ένα ολιστικό σύστημα, το οποίο παρακολουθεί τη θέση του ασύρματου αποστολέα. Οπτικοποιεί τα δεδομένα που λαμβάνει στη εξής θέση και τα παρουσιάζει σε μια οθόνη με την χρήση συσκευής AR.

Από την άλλη το IoT χρησιμοποιήθηκε για την τοποθέτηση και χρήση τριών αισθητήρων RF, IMU και κάμερας για την ανίχνευση της συσκευής σε πραγματικό χρόνο.

Αξιολογώντας τα αποτελέσματα μπορούμε να παρατηρήσουμε ένα μέσο σφάλμα θέσης μόλις 6%. Επομένως, συμπεραίνουμε ότι υπάρχει μια δυνατή επικοινωνία μεταξύ των δυο τεχνολογιών.

4.3.1.12. Ένα πρωτότυπο AR για υποστήριξη εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων που βασίζονται στο IoT για ενεργειακά αποδοτικά σχολικά κτίρια

Σε έρευνα που δημοσιεύθηκε σε σχολείο της Πάτρας στην Ελλάδα (Mylonas et al., 2019), παρουσιάζεται το έργο GAIA, το οποίο είχε ως στόχο την ενίσχυση των υφιστάμενων

εργαλείων που στοχεύουν σε αλλαγές συμπεριφοράς προς την ενεργειακή απόδοση στα σχολεία.

Στο έργο αυτό συνδύασαν τα δεδομένα που άντλησαν σε πραγματικό χρόνο από μια υποδομή ανίχνευσης στο εσωτερικό σχολικών κτιρίων με λογισμικό AR που έτρεχε σε ταμπλέτες και έξυπνα κινητά, ως πακέτο εκπαιδευτικών εργαστηριακών σε ένα πλαίσιο STEM ενεργειακής ευαισθητοποίησης.

Το λογισμικό χρησιμοποιήθηκε ως μέσο διευκόλυνσης πρόσβασης δεδομένων IoT, για την απλοποίηση της συντήρησης των συσκευών. Η χρήση της πλατφόρμας Arduino και Raspberry Pi κρίθηκε αναγκαία για μια συνεχή και αυτόματη ενημέρωση, όπως επίσης και του MQTT, αισθητήρες θερμοκρασίας και άλλους.

Ο στόχος του έργου ήταν καθαρά για λόγους συζήτησης των πτυχών του συνδυασμού δεδομένων πραγματικού κόσμου IoT με AR σε ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον. Το έργο δεν ολοκληρώθηκε αλλά θεωρήθηκε ως μια πολύ χρήσιμη προσθήκη σε μια εκπαιδευτική δραστηριότητα STEM.

Παρατηρούμε ότι η σύνδεση IoT με AR έχει θετικό αποτέλεσμα στον τομέα της εκπαίδευσης.

4.3.1.13. Ένας ελεγκτής IOT βασισμένος στην τεχνολογία AR

Ο Χάνα σε μία δεύτερη εμπειριστατωμένη μελέτη, παρουσιάζει ένα πλαίσιο υλοποίησης ενός ελεγκτή AR, ο οποίος αποσκοπεί ένα διαδραστικό έλεγχο σε διαφορετικές συσκευές που συνδέονται μεταξύ τους και επικοινωνούν μέσω του διαδικτύου (Khanna, 2019).

Για την τεχνολογία AR, κατασκευάστηκε μια τρισδιάστατη εφαρμογή όπου έγινε χρήση του λογισμικού εργαλείου Vufozia, για τον εντοπισμό και την παρακολούθηση επίπεδων εικόνων. Επίσης η εφαρμογή μπορούσε να τρέξει στο κινητό κάνοντας χρήση των ακουστικών AR.

Ενώ η τεχνολογία IoT βοήθησε στην εγκατάσταση μικροεπεξεργαστών, πλατφόρμας Arduino και Raspberry Pi. Με τις φυσικές συσκευές όπως φωτισμός δωματίου,

κλιματιστικό, διακόπτες ρεύματος και άλλες συσκευές να ήταν όλες συνδεδεμένες με το Arduino και Raspberry Pi μέσω ενός διακόπτη αναμετάδοσης, ο οποίος επέτρεπε στο λογισμικό να ελέγχει τον διακόπτη λειτουργίας και απενεργοποίησης των συσκευών.

Η εφαρμογή ολοκληρώθηκε με επιτυχία. Τα κουμπιά λειτούργησαν όπως ήταν αναμενόμενο καθώς και η επικοινωνία με την βάση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Συμπεραίνουμε λοιπόν, ότι οι δυο τεχνολογίες στον τομέα της επικοινωνίας επιδρούν με απόλυτη επιτυχία και μπορεί πραγματικά να κάνουν την εμπειρία πιο διαδραστική και φουτουριστική.

4.3.1.14. AR και IoT: Για την κατασκευή συσκευών IoT, AR και MR που επικοινωνούν μεταξύ τους

Σύμφωνα με μια δεύτερη εμπειριστατωμένη έρευνα που διεξήχθη στην Ισπανία παρουσιάζεται ένα τεχνολογικό πλαίσιο που επιτρέπει την σύνδεση της AR και MR με συσκευές του IoT, επιτρέποντας τις να επικοινωνούν δυναμικά και σε πραγματικό χρόνο (Blanco et al., 2020). Το έργο αποτελείται από πρωτόκολλα και εργαλεία ανοικτού κώδικα όπως το MQTT, το HTTPS ή το Node-RED.

Για την πρώτη φάση το πλαίσιο έκανε χρήση γνωστών πρωτοκόλλων και εργαλείων ανοικτού κώδικα IoT που μαζί επέτρεπαν την επικοινωνία των συσκευών AR, MR με συσκευές του IoT, δυναμικά και σε πραγματικό χρόνο.

Αμέσως, αφού εξετάστηκε η πρώτη φάση, ακολούθησε ο σχεδιασμός και υλοποίηση του πλαισίου και παρέχοντας διεξοδικές λεπτομέρειες σχετικά με τη χρήση του.

Κατασκευάστηκε μια εφαρμογή AR, για την παρακολούθηση ενέργειας, η οποία μπορούσε να ελεγχθεί από AR/MR με βάση μιας έξυπνης πρίζας και των γυαλιών AR Microsoft HoloLens.

Στο πλαίσιο αξιολόγησης της απόδοσης, αξιολογήθηκε υπό διαφορετικές ποσότητες υπολογιστικού φορτίου. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν δείχνουν ότι, υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας, το πλαίσιο αυτό ήταν σε θέση να ανταποκριθεί σε λιγότερο από 100ms σε αιτήματα αλληλεπίδρασης και ενημέρωσης δεδομένων. Ωστόσο, για περισσότερα από 50 αιτήματα ανά δευτερόλεπτο, οι λειτουργίες που εκτελούνταν από το Node-RED

υποθέτουν μια δυσχέρεια καθυστέρησης, η βελτίωση της οποίας απαιτεί διαχείριση της πρόσβασης στα δεδομένα ταχύτερα.

Επομένως μπορούμε να προσθέσουμε ότι σε μερικούς τομείς είναι καλύτερα να μην εφαρμόζουμε την τεχνολογία AR, MR με συσκευές του IoT μαζί. Αν φυσικά θέλουμε να απαιτούμε πολλές ποσότητες και αιτήματα υπολογιστικού φορτίου.

4.3.1.15. Χρήση της AR και του IoT για έλεγχο και παρακολούθηση μηχανοτρονικών συσκευών

Μια ερευνά που διεξάχθηκε στη Σλοβακία, παρουσιάζει μία καινούργια μέθοδο εφαρμογής ελέγχου παρακολούθησης μηχανοτρονικών συστημάτων που είναι συνδεδεμένα στο δίκτυο IoT, χρησιμοποιώντας ένα επιλεγμένο τμήμα της εκτεταμένης πραγματικότητας για τη δημιουργία μιας καινοτόμου μορφής HMI (Stark et al., 2020).

Η εφαρμογή συνδυάζει το υλικό με τα μηχανικά μέρη και αποτελείται από μικροελεγκτές, ηλεκτρονικά συστήματα, 3D μηχανή για εκτεταμένη πραγματικότητα, κινητές συσκευές και πρωτόκολλα επικοινωνίας στο πλαίσιο του IoT και του cloud.

Όσο αφορά την AR, η εφαρμογή λογισμικού αναλύει την εικόνα από την κάμερα της κινητής συσκευής και αναγνωρίζει το μηχανοτρονικό σύστημα.

Η τεχνολογία IoT χρησιμοποιεί τις τεχνολογίες MQTT και cloud. Για την υλοποίηση του έργου χρησιμοποιήθηκαν οι πλατφόρμες Raspberry Pi, Arduino, όπως επίσης αισθητήρες και άλλα.

Εδώ παρατηρούμε μια καινοτόμα ιδέα, η οποία θα υπάρχει απήχηση αφού εταιρείες μικρού και μεγάλου μεγέθους στο τομέα έχουν ήδη εκφράσει το ενδιαφέρον τους. Παρόλο που υπάρχουν μερικά αρνητικά έχουν ήδη βρει εναλλακτικές λύσεις σε αυτά. Οπότε μπορούμε να πούμε ότι μιλάμε για μια εξαιρετική δουλειά.

4.3.1.16. Ένα σύστημα AR με την δυνατότητα του IoT για ανίχνευση ασθενειών των φυτών

Η εξής έρευνα παρουσιάζει μια χαμηλού κόστους ανάπτυξη συστήματος AR σε σύνδεση με το IoT, η οποία χρησιμοποιείται για ανίχνευση ανάλυση των ασθενειών των φυτών σε χωράφια (Ponnusamy, V. et al., 2021).

Παρουσιάζει επίσης ένα πλαίσιο βαθιάς μάθησης IoT που βασίζεται στην ανάλυση δεδομένων cloud για την δυνατότητα αλληλεπίδρασης μεταξύ των γεωργών και των συστημάτων επεξεργασίας δεδομένων cloud σε πραγματικό χρόνο στο πεδίο, με τη χρήση μονάδας που τοποθετείται στο κεφάλι.

Η χρήση της AR συνιστάται για την εύκολη χρήση του συστήματος από την κοινότητα των αγροτών, την ακρίβεια του στο εντοπισμό τυχών ασθενειών των φυτών και την αλληλεπίδραση του σε πραγματικό χρόνο. Επίσης επιτρέπει στους αγρότες να αποκτούν τις κατάλληλες πληροφορίες σχετικά με την ακριβή εικόνα του τόπου, δίνοντας μια 3D άποψη και παρουσία του γόνιμου εδάφους. Συνδυάζει την πραγματική εικόνα με την εικόνα ειδικών εφέ, δίνοντας έτσι ένα έγκυρο αποτέλεσμα με 3D εικόνες χρησιμοποιώντας κάμερα παρακολούθησης.

Βάση των αποτελεσμάτων που αντλήσαμε από την παραπάνω έρευνα ο προτεινόμενος μηχανισμός είναι σε θέση να παράγει σε πραγματικό χρόνο επαυξημένη αλληλεπίδραση στον αγρότη για το έργο της επιθεώρησης των ασθενειών των φυτών αποτελεσματικά και με ακρίβεια.

4.1.3.17. Υλοποιώντας μία έξυπνη πανεπιστημιούπολη με την χρήση της AR και IoT

Η παρούσα μελέτη χρησιμοποιεί την έξυπνη πανεπιστημιούπολη του Πανεπιστημίου της Ασίας και προτείνει μια πλατφόρμα βασισμένη σε AR (Tseng et al., 2021). Συνδυάζοντας τεχνολογίες AR και IoT, χαρίζει μια διαδραστική μάθηση αλλά και μια εξαιρετική και πρωτοποριακή εμπειρία.

Σε αυτή την περίπτωση κρίθηκε σημαντικός ο τύπος AR με χρήση οπτικών δεικτών που βρίσκεται στην ενότητα 2.1, ο οποίος με την χρήση κάμερας κατάφερε να αναγνωρίσει και να ανιχνεύσει εικόνες διάφορων αντικειμένων και χώρων της πανεπιστημιούπολης.

Με την σειρά του το IoT διευκόλυνε την αλληλεπίδραση M2M, παρέχοντας ένα ευφυές ψηφιακό και δικτυωμένο μαθησιακό περιβάλλον με απρόσκοπτη ενσωμάτωση.

Ως αποτέλεσμα, οι μαθητές μπορούσαν εύκολα να χρησιμοποιούν το μαθησιακό περιβάλλον για να τροποποιούν τις κατάλληλες μαθησιακές πληροφορίες, επιτρέποντας στα άτομα να μελετούν ό,τι χρειάζονται ανά πάσα στιγμή και από οποιαδήποτε θέση. Η χρήση της πλατφόρμας Arduino και αισθητήρα βασισμένη σε Bluetooth, για παρακολούθηση και έλεγχο αντικειμένων έκανε την ενσωμάτωση ακόμα πιο εύκολη.

Το έργο αυτό σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε με επιτυχία από το Πανεπιστήμιο της Ασίας Υπάρχει σκέψη υλοποίησης του και σε άλλα πανεπιστήμια. Αυτό αποτελεί ακόμη ένα δυνατό παράδειγμα για το μέλλον.

4.3.1.18. SAR.IoT: Μια ασφαλής AR για τη διαχείριση συσκευών IoT

Στην παρούσα έρευνα που διεξήχθη στη Πορτογαλία, παρουσιάζουν μία τεχνολογική λύση, η οποία επιτρέπει την οπτικοποίηση της συσκευής IoT πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο, χρησιμοποιώντας AR και ένα απλό έξυπνο κινητό, που μπορεί να αναπτυχθεί και αναλυθεί (Fuentes et al., 2021).

Επιπλέον, το σύστημα που δημιουργήθηκε ενσωματώνει ένα επίπεδο ασφαλείας, σε επίπεδο AR, για την χρήση του και αποφυγή εμφάνισης των δεδομένων σε λάθος μάτια.

Βάση των αποτελεσμάτων από δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν, επέτρεψαν να επικυρώσουν τη λειτουργία της λύσης κατά την πρόσβαση πληροφοριών των συσκευών IoT, να επαληθεύσουν τη λειτουργία τους, να αναλύσουν την αλληλεπίδραση μεταξύ των έξυπνων κινητών, της πλατφόρμας και των συσκευών, και να ελέγξουν ποιοι δείκτες AR είναι πιο βελτιστοποιημένοι για αυτή την περίπτωση χρήσης.

Η εργασία αυτή έδωσε ένα πιο ασφαλές αποτέλεσμα ως προς την λύση AR, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί από ένα απλό έξυπνο κινητό.

4.3.1.19. Ακριβής 3D ανακατασκευή σε περιβάλλοντα IoT και οι εφαρμογές της στην AR

Η παρούσα έρευνα, παρουσιάζει μία ακριβής 3D μέθοδο ανακατασκευής σε περιβάλλοντα IoT, η οποία χρησιμοποιήθηκε για σκοπό της αντίληψης και υπολογισμό του χώρου (Cao M et al., 2020).

Η μέθοδος αποτελείται από τρεις διαδικασίες της αραιής, πυκνής και επιφανειακής ανακατασκευής, οι οποίες μπορούν να ανακτήσουν σταδιακά γεωμετρικά μοντέλα υψηλής ποιότητας από τα δεδομένα εικόνας και να αντιμετωπίσουν αποτελεσματικά διάφορες επαναλαμβανόμενες δομές. Αναλύοντας το ανακατασκευασμένο μοντέλο, μπορούμε να ανιχνεύσουμε τις αλλαγές των σκηνών.

Δοκιμάστηκε σε διάφορους χώρους και σε σύνολα δεδομένων όπως δεξαμενές, ναούς και διάφορα αλλά δημόσια σύνολα τα οποία ήταν διαθέσιμα, συμπεριλαμβανομένων χώρους όπου τα δείγματα περιείχαν συνήθως επαναλαμβανόμενες δομές, αλλαγή φωτισμού και διαφορετικές κλίμακες.

Η μέθοδος χρησιμοποίησε μία AR εφαρμογή, για την ενίσχυση των πραγματικών σκηνών τοποθετώντας εικονικά αντικείμενα στον πραγματικό κόσμο.

Παράλληλα η μέθοδος αξιοποίησε το οικοσύστημα IoT (αποτελείται από έξυπνες συσκευές συνδεδεμένες στο διαδίκτυο και χρησιμοποιούν ενσωματωμένα συστήματα, όπως επεξεργαστές, αισθητήρες κ.α) σχεδίασε μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για την 3D ανακατασκευή με βάση τα δεδομένα εικόνας. Περιλάμβανε διάφορες ανεξάρτητες ενότητες SFM, MVS, την ανακατασκευή επιφάνειας, όπως επίσης αγωγούς και αισθητήρες.

Σύμφωνα με έρευνα οι προτεινόμενες μέθοδοι και το I3D που χρησιμοποιήθηκαν έχουν αξιολογηθεί σε δημόσια διαθέσιμα σύνολα δεδομένων και συγκρίθηκαν με τις πλέον σύγχρονες μεθόδους.

Τα πειραματικά αποτελέσματα δείχνουν ότι οι προτεινόμενες μέθοδοι έχουν καλές επιδόσεις τόσο στην ακρίβεια όσο και στην αποδοτικότητα. Παρατηρούμε ότι η χρήση της τεχνολογίας IoT ενδυναμώνει περαιτέρω την AR στον τομέα των τρισδιάστατων χώρων.

4.3.1.20. Σύστημα για τον εντοπισμό και την ανάλυση των συσκευών IoT χρησιμοποιώντας προσέγγιση AR

Η παρούσα έρευνα διεξήχθη στη σχολή πληροφορικής και τεχνολογίας πληροφοριών του πανεπιστήμιο Σοχάρ, στο Ομάν και εξετάζει τη χρήση της τεχνολογίας AR για την αναγνώριση συσκευών και την εμφάνιση σχετικών πληροφοριών σχετικά με τη συσκευή στο χρήστη (Al-Kishri and Al-Bahri, 2021). Για την υλοποίηση της ερευνάς είχε αναπτυχθεί και δοκιμαστεί ένα σύστημα αναγνώρισης συσκευών IoT.

Η προτεινόμενη μέθοδος χρησιμοποίησε δεδομένα πολλαπλών καμερών του IoT πάνω σε αντικείμενα του πραγματικού κόσμου για να βελτιώσει την αναγνώριση 3D εικόνων με μια μη καταστροφική και χαμηλού κόστους πλατφόρμα απεικόνισης του IoT.

Τα αποτελέσματα έχουν δείξει μία υψηλή ενσωμάτωση των δεδομένων IoT με την ανάλυση AR, ενημερώνοντας αποτελεσματικά την ακρίβεια και την ακριβολογία (Phupattanasilp and Tong, 2019). Ο Μιετίνεν και άλλοι σχεδίασαν ένα σύστημα αυτόματης αναγνώρισης συσκευών IoT για τη διαχείριση των κινδύνων ασφάλειας και προσωπικής χρήσης των χρηστών στα δίκτυα (Miettinen et al., 2017).

Αναλύοντας τα πιο πάνω αποτελέσματα μπορούμε να παρατηρήσουμε με σιγουριά ότι υπάρχει ενσωμάτωση των δεδομένων IoT με την ανάλυση AR.

4.1.3.21. Σχεδιασμός και αξιολόγηση ενός εργαλείου AR για το μέλλον ανθρώπινης εξερεύνησης του διαστήματος με τη βοήθεια μιας αρχιτεκτονικής του IoT

Η παρούσα μελέτη παρέχει μια εφαρμογή AR και IoT, όπου οι αστροναύτες μπορούν να χρησιμοποιήσουν για την εκτέλεση γεωλογικών εργασιών (Rometsch et al., 2022). Με την ανάλυση περιεχομένου που έγινε να αναφέρει ότι η ικανοποίηση των χρηστών εμφανίζεται

πιο συχνά με ποσοστό 32% από τις 139 αναφορές με το αμέσως ακόλουθο ποσοστό της αλληλεπίδρασης να εμφανίζεται στο 24%.

Για την εγκατάσταση της τεχνολογίας AR χρησιμοποιήθηκε το Microsoft 1^{ης} Γενιάς και το AR Microsoft HoloLens clicker 1^{ης} Γενιάς ενώ παράλληλα για το IoT η πλατφόρμα Raspberry Pi 3 και αισθητήρες.

Για την εξασφάλιση της σωστής επικοινωνίας, η πλατφόρμα Raspberry Pi και οι αισθητήρες παρείχαν βιολογικά και αναλώσιμα δεδομένα. Χρησιμοποιήθηκε επίσης μια αρχιτεκτονική IoT που βασίζεται στο πρωτόκολλο MQTT. Τέλος, για την επικοινωνία δεδομένων με το Raspberry Pi, οι αισθητήρες ήταν ενεργοποιημένοι μέσω Wi-Fi.

Υπήρχαν πολλές αντιπαραθέσεις με μερικούς αστροναύτες να βρήκαν το σύστημα ενοχλητικό, άλλοι δύσκολο στην χρήση, εμπειρογνώμονες μηχανικοί των εταιριών Caves & Pangaea και αστροναύτες να βρήκαν την χρήση του αρκετά εύκολη και άλλοι βοηθητική.

Συμπεράνουμε, ότι το σύστημα μπορεί να δουλευθεί σωστά και η ενσωμάτωση AR και IoT να λειτουργεί, αλλά αν δεν υπάρχει μια σύμφωνη γνώμη ιδιαίτερα στον τομέα αυτό το σύστημα αυτό θα δεν κρίνεται απαραίτητο.

4.3.1.22. Σύστημα ΠΟΤ με δυνατότητα υπολογιστικού Cloud για Νευροχειρουργική προσομοίωση με χρήση πρόσβαση σε δεδομένα AR

Σε αυτό το άρθρο, σχεδιάζεται ένα σύστημα εικονικής χειρουργικής εκπαίδευσης με προσομοιωτή εικονικής πραγματικότητας ενσωματωμένο σε AR με βάση τη νευροχειρουργική όγκων εγκεφάλου. Μέσω της μετάδοσης 5G, η συσκευή επιτρέπει την εμπλοκή σε πραγματικό χρόνο για την εξ αποστάσεως χειρουργική εκπαίδευση (Liu et al., 2022).

Για την εκπαίδευση χειρουργικής επέμβασης όγκου εγκεφάλου χρειάστηκαν δύο προσομοιωτές ιατρικής οι οποίοι χρησιμοποιούσαν διαφορετικές μεθόδους εκπαίδευσης της AR και VR και αποτελείτο από δύο συσκευές ανατροφοδότησης δύναμης, έναν υπολογιστή, μια εξωτερική κάμερα και ένα ασύρματο πληκτρολόγιο. Η OpenGL συνδυάστηκε με τις πλατφόρμες οπτικοποίησης επαυξημένης πραγματικότητας AR Toolkit, και Vuforia καθώς

επίσης με πλατφόρμες εικονικής πραγματικότητας SteamVR, OpenHaptic, για εκπαίδευση προσομοίωσης.

Το IoT με την βοήθεια του υπολογιστικού cloud, δίνει πρόσβαση σε δεδομένα επαυξημένης πραγματικότητας για μια νευροχειρουργική προσομοίωση. Χρησιμοποιεί τα στρώματα αντίληψης, απόδοσης και εφαρμογής. Τα στοιχεία όπως όνομα, φύλο, ηλικία του εκπαιδευτή εισάγονται αυτόματα στο σύστημα και επίσης χρησιμοποιεί κάμερα για τη συλλογή της χειρουργικής περιοχής και του χειρουργικού τραύματος πραγματικών περιπτώσεων σε πραγματικό χρόνο.

Το πιο πάνω σύστημα μπορεί να βοηθήσει νοσηλευτές και ειδικούς στην πιο εύκολη κατανόηση ασθενών με όγκο στο εγκέφαλο αλλά παρατηρούμε ότι το σύστημα δεν μπορεί να ελέγξει αιμορραγία και σφυγμό. Συμπεράνουμε, ότι σε τομείς ιατρικής περίθαλψης είναι καλύτερα να αντιμετωπίζονται σε αληθινό επίπεδο.

4.3.1.23. Διαδραστική εκπαίδευση στο πιάνο με χρήση AR και IoT (Διασύνδεση HoloKeys)

Η παρούσα έρευνα διεξήχθη στην Κίνα και εξετάσει τις επιδράσεις ενός συστήματος που υποστηρίζεται από AR και IoT για τη διδασκαλία πιάνου στη μουσική παιδεία και τις ικανότητες των μαθητών στο πιάνο (Chen, 2022).

Η έρευνα ενσωματώνει το HoloKeys, μια διασύνδεση μουσικής εκπαίδευσης που επιτρέπει στους εκπαιδευτές να παίζουν χρησιμοποιώντας ακουστικά Επαυξημένης Πραγματικότητας και IoT μικροελεγκτές με δυνατότητα Wi-Fi.

Το HoloKeys χρησιμοποιεί την AR τροφοδοτώντας μια HMD, την οποία ο χρήστης φοράει ενώ κάθεται μπροστά από ένα φυσικό πιάνο. Το πρόγραμμα εμφανίζει τις νότες που πρέπει να παιχτούν παρουσιάζοντας εικονικά πλήκτρα τοποθετημένα πάνω στο πραγματικό πληκτρολόγιο με δύο τρόπους.

Παράλληλα, η εφαρμογή είναι πλήρως ανεξάρτητη όσο αφορά την διδασκαλία μουσικών συνθέσεων, καθώς φορτώνει μουσικά δεδομένα και επεξεργάζεται αρχεία MIDI μετατρέποντας την σε IoT.

Στην έρευνα αυτή συμμετείχαν 100 μαθητές με τυχαία κλήρωση. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα μπορούμε με ευκολία να παρατηρήσουμε ότι το γκρουπ που αποτελείτο από 50 μαθητές και χρησιμοποίησαν την διασύνδεση HoloKeys έλαβαν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα. Συμπεραίνουμε ότι η μάθηση του πιάνου έγινε ακόμη πιο διαδραστική και εύκολη.

4.1.3.24. MAIDE: Ένα σύστημα για κινητά το οποίο με τη βοήθεια της AR συνεισφέρει στην εύκολη εισαγωγή συσκευών IoT

Στην παρούσα έρευνα παρουσιάζουμε μια εφαρμογή AR με το όνομα MAIDE, η οποία επιλέγει μεθοδικά διάφορες θέσεις μέτρησης, εκτιμά το χρόνο μέτρησης για κάθε θέση και βοηθά το χρήστη κατά τη διαδικασία μέτρησης (Zhang, H. et al., 2022).

Η MAIDE χρησιμοποιεί έναν βελτιστοποιημένο αλγόριθμο με βάση την ψηφοφορία, για την εξαγωγή της αντιστοίχισης, χρησιμοποιώντας ταυτότητα χαρτογράφησης με βάση δεδομένα μετρήσεων.

Η μέθοδος αυτή μπορεί να εφαρμοστεί σε όλα τα πρωτόκολλα του IoT ασύρματα ή μη, όπως BLE και WiFi. Η τεχνολογία AR χρησιμοποιήθηκε για την δημιουργία μιας εφαρμογής που βοηθά στην: α) σωστή κατεύθυνση που πρέπει να ακολουθήσει ο χρήστης για να βρεθεί στις επιλεγμένες τοποθεσίες, β) μέτρηση και καταγραφή RSS προφίλ στις τοποθεσίες.

Τα εκτεταμένα πειράματά έδειξαν ότι το MAIDE έχει πετύχει υψηλά ποσοστά ακρίβειας και δοκιμάστηκε σε εφαρμογές Android. Παρατηρούμε για ακόμα μία φορά ότι η επικοινωνία μεταξύ AR και IoT, αν και χρειάζεται χρόνο είναι εφικτή.

Κεφάλαιο 5 - Παρουσίαση Αποτελεσμάτων & Συμπεράσματα

Παρουσίαση Αποτελεσμάτων

Σε αυτό το κεφάλαιο θα παρουσιάσουμε τα αποτελέσματα της συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης, την επιλογή των ερευνητικών δημοσιεύσεων που επιλέχθηκαν και θα τα συγκρίνουμε με βάση των ερευνητικών ερωτημάτων που παραθέσαμε στο 1^ο κεφάλαιο. Θα αναδείξουμε την κριτική μας σκέψη, όπως επίσης θα παρουσιάσουμε μία στατιστική ανάλυση όλων των δημοσιεύσεων που γραφήκαν τα τελευταία χρόνια, όσο αφορά την τεχνολογία της Επαυξημένης Πραγματικότητας και του Διαδικτύου των Πραγμάτων, τόσο ξεχωριστά όσο και μαζί παρακολουθώντας μια ανοδική πορεία σε αυτά. Θα ακολουθήσει μια κριτική αξιολόγηση των συμπερασμάτων μας στην ενότητα 5.3. Τέλος, η ενότητα 5.4 θα συνοψίζει τις δύο τεχνολογίες και θα εστιάζει στην ανοδική πορεία της τεχνολογίας AR & IoT μελλοντικά.

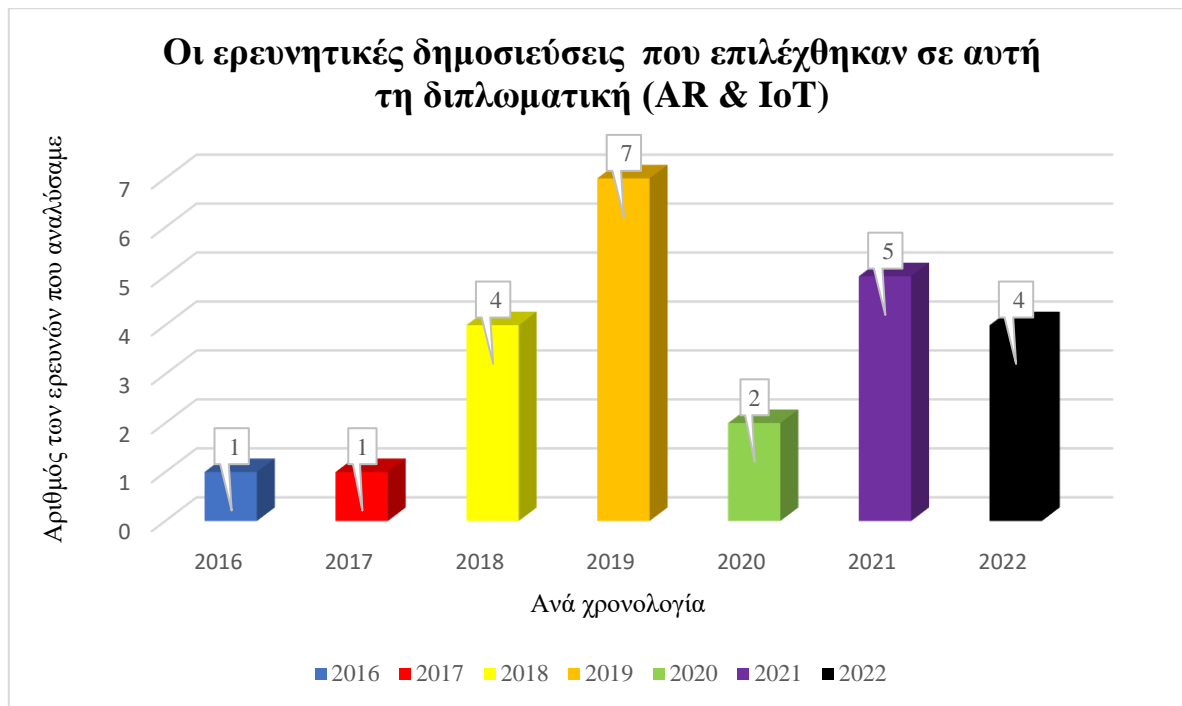
5.1. Ανάλυση ανασκόπησης ερευνών που διεξήγαμε AR & IoT

Η παρούσα ενότητα ξεκινά με μία μικρή αναπαράσταση ορισμένων στατιστικών ευρημάτων πρωτογενών μελετών που επιλέξαμε , για τα έτη 2016 μέχρι το 2022.

5.1.1 Διεξαχθείσες Έρευνες

Επιλέξαμε να αναφερθούμε σε 24 πρωτογενείς ερευνητικές δημοσιεύσεις τις οποίες βρήκαμε ιδιαίτερα ενδιαφέρουσες, δίνοντας περισσότερη έμφαση σε αυτές που διεξήχθησαν μετά το 2016 μιας και προσπαθήσαμε να διαπράξουμε μία πρωτοποριακή και καινοτόμα μελέτη.

Με τις ερευνητικές δημοσιεύσεις να καθορίζονται ως εξής: μία έρευνα το 2016, μία έρευνα το 2017, τέσσερις έρευνες το 2018, επτά έρευνες το 2019, δύο έρευνες το 2020, πέντε έρευνες το 2021 και τέσσερις έρευνες το 2022. Στην πιο κάτω γραφική παράσταση παρουσιάζουμε τις έρευνες ταξινομημένες χρονολογικά.



Γραφική Παράσταση 2: Οι ερευνητικές δημοσιεύσεις που αναλύσαμε με χρονολογική σειρά

Επιπλέον, θεωρήσαμε σωστό να συμπεριλάβουμε ένα πίνακα με όλες τις δημοσιεύσεις, περιλαμβάνοντάς τον τίτλο της κάθε βιβλιογραφικής ανασκόπησης με χρονολογική σειρά και ανά έτος δημοσίευσης.

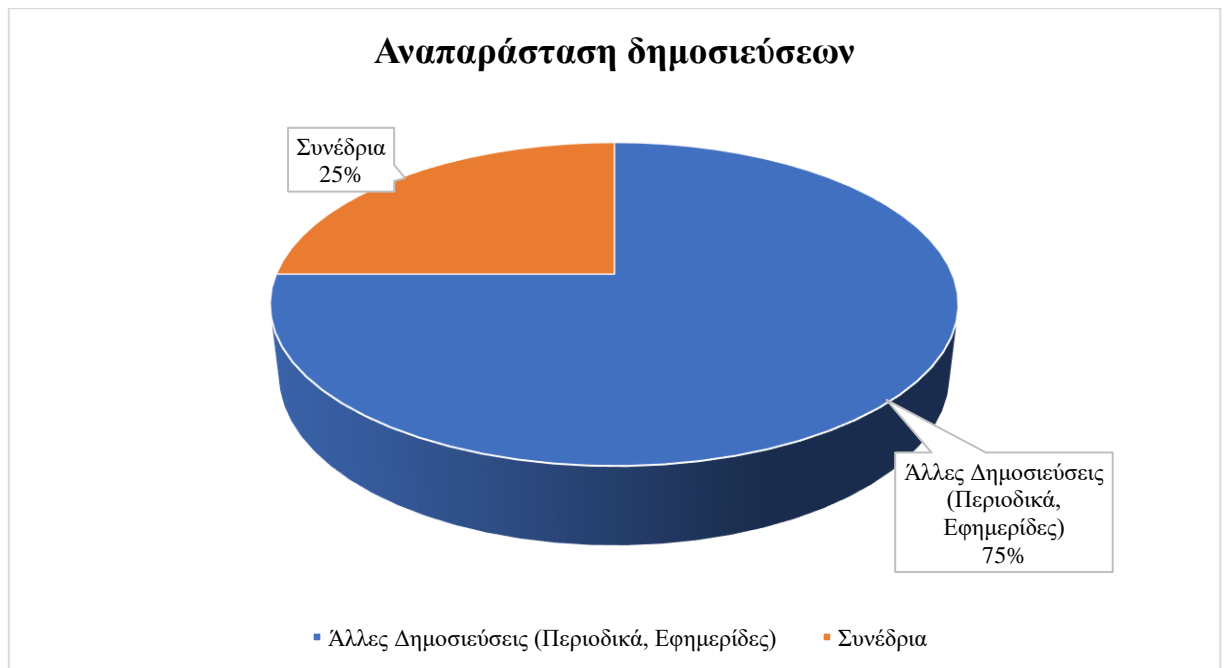
Κάθε δημοσίευση έχει ένα αναγνωριστικό αριθμό, το έτος δημοσίευσης, τον τίτλο της μελέτης, την αναφορά, τις λέξεις κλειδιά και τον τύπο διεξαγωγής. Στην επιλογή μας εκπροσωπούνται μόνο δημοσιεύσεις σε συνέδρια, περιοδικά/εφημερίδες.

Πίνακας 6: Οι ερευνητικές δημοσιεύσεις που επιλέχθηκαν με χρονολογική σειρά (* Το Σ αντιπροσωπεύει τα Συνέδρια και το Δ όλες τις άλλες δημοσιεύσεις όπως Περιοδικά και Εφημερίδες)

ID	Χρονολογία	Τίτλος Ερευνάς	Αναφορά	Λέξεις Κλειδιά	
#1	2016	Intelli-Mirror: Ένα IoT βασισμένο στην AR σύστημα προβολής ρούχων και αξεσουάρ	Lobo, N. (2016)	"Raspberry Pi", "Intelli-Mirror"	Σ
#2	2017	Πως με την χρήση της τεχνολογίας AR και του IoT βελτιώνεται η προσβασιμότητα των ανθρώπων με κινητικές αναπηρίες στο πλαίσιο των έξυπνων πόλεων	Rashid, Z. et al. (2017)	"RFID", "Smart Space", "DVD"	Δ
#3	2018	Σύστημα AR με βάση το IoT της ανθρώπινης καρδιάς	Agrawal, D. et al. (2018)	"MCU", "BPM", "Wi-Fi", "Cloud"	Σ
#4	2018	Ένα διαδραστικό σύστημα εκμάθησης χρωμάτων βασισμένο σε AR για παιδιά	Mahmoudi, M.T., Zeraati, F.Z. and Yassini, P. (2018)	"RGB", "MQTT", "Cloud"	Σ

#5	2018	Ένα παιχνίδι απτής διεπαφής AR αποκατάστασης από εγκεφαλικά επεισόδια	Ramírez, E.R. et al. (2018)	"Tango AR", "Υγεία", "Αποκατάσταση"	Σ
#6	2018	Σύστημα συστάσεων για τη δημιουργία δρομολογίων μουσείων που εφαρμόζει τεχνολογίες AR και τεχνικών εξόρυξης κοινωνικών αισθητήρων	Torres-Ruiz, M. et al. (2018)	"Μουσείο", "Εξόρυξη Δεδομένων"	Δ
#7	2019	"Μαγικό χέρι": Αλληλεπίδραση με συσκευές IoT σε περιβάλλον AR	Sun, Y. et al. (2019)	"Magic Hand", "Raspberry Pi", "Microsoft HoloLens"	Σ
#8	2019	"Μαγική γλάστρα": Ένα παιχνίδι βασισμένο σε AR και IoT για την εκμάθηση των φυτών	Telmo Zarraonandi a Universidad Carlos III de Madrid et al. (2019)	"RFID", "Microsoft HoloLens"	Σ
#9	2019	McDonalds Ιαπωνίας: AR και IoT Στρατηγική Μάρκετινγκ με το Pokémon GO	Jorge, C. (2019)	"Pokémon GO", "Japan", "McDonalds",	Δ
#10	2019	Μία εφαρμογή AR και IoT για την γεωργία ακριβείας (AR-IoT)	Phupattanas ilp, P. and Tong, S.-R. (2019)	"WSN", "Taiwan", "Αγροτουρισμός"	Δ
#11	2019	Οπτικοποίηση της πηγής του ασύρματου σήματος προβολής AR	Park, Y., Yun, S. and Kim, K.-H. (2019)	"RF", "IMU"	Δ
#12	2019	Ένα πρωτότυπο AR για υποστήριξη εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων που βασίζονται στο IoT για ενεργειακά αποδοτικά σχολικά κτίρια	Mylonas, G., Triantafyllis, C. and Amaxilatis, D. (2019)	"STEM", "Raspberry Pi", "MQTT",	Δ
#13	2019	Ένας ελεγκτής IOT βασισμένος στην τεχνολογία AR	Khanna, R. and M, V. (2019)	"Vuforia", "M2M", "Arduino", "Raspberry Pi"	Δ
#14	2020	AR και IoT: Για την κατασκευή συσκευών IoT, AR και MR που επικοινωνούν μεταξύ τους	Blanco-Novoa, Ó. et al. (2020)	"MQTT", "HTTPS", "Note-Red", "Microsoft HoloLens"	Δ

#15	2020	Χρήση της AR και του IoT για έλεγχο και παρακολούθηση μηχανοτρονικών συσκευών	Stark, E. et al. (2020)	"HMI", "3D", "MQTT", "Cloud", "Arduino", "Raspberry Pi"	Δ
#16	2021	Ένα σύστημα AR με την δυνατότητα του IoT για ανίχνευση ασθενειών των φυτών	Ponnusamy, V. et al. (2021)	"3D", "Cloud", "3D εικόνες"	Δ
#17	2021	Υλοποιώντας μία έξυπνη πανεπιστημιούπολη με την χρήση της AR και IoT	Tseng, S.-S., Chen, S.-N. and Yang, T.-Y. (2021)	"M2M", "Marker Based Augmented Reality", "Arduino", "Bluetooth"	Δ
#18	2021	SAR.IoT: Μια ασφαλής AR για τη διαχείριση συσκευών IoT	Fuentes, D. et al. (2021)	"Έξυπνα Κινητά", "Δείκτες AR"	Δ
#19	2021	Ακριβής 3D ανακατασκευή σε περιβάλλοντα IoT και οι εφαρμογές της στην AR	Cao, M. et al. (2021)	"3D", "SFM", "MVS", "I3D"	Δ
#20	2021	Σύστημα για τον εντοπισμό και την ανάλυση των συσκευών IoT χρησιμοποιώντας προσέγγιση AR	ALKISHRI, W.A.S.I.N. and Al-Bahri, M. (2021)	"3D εικόνες", "Ασφάλεια", "Ενσωμάτωση"	Δ
#21	2022	Σχεδιασμός και αξιολόγηση ενός εργαλείου AR για το μέλλον ανθρώπινης εξερεύνησης του διαστήματος με τη βοήθεια μιας αρχιτεκτονικής του IoT	Rometsch, F.A.A.S.D. T. et al. (2022)	"MQTT", "Wi-Fi", "Microsoft HoloLens Clicker"	Δ
#22	2022	Σύστημα ΠΙΟΤ με δυνατότητα υπολογιστικού Cloud για Νευροχειρουργική προσομοίωση με χρήση πρόσβαση σε δεδομένα AR	Liu, J. et al. (2022)	"5G", "Vuforia", "Cloud", "AR ToolKit"	Δ
#23	2022	Διαδραστική εκπαίδευση στο πιάνο με χρήση AR και IoT (Διασύνδεση HoloKeys)	Chen, Y. (2022)	"HMD", "Wi-Fi", "MIDI"	Δ
#24	2022	MAIDE: Ένα σύστημα για κινητά το οποίο με τη βοήθεια της AR συνεισφέρει στην εύκολη εισαγωγή συσκευών IoT	Zhang, H. et al. (2022)	"BLE", "Wi-Fi", "RSS"	Δ



Γραφική Παράσταση 3: Ποσοστό κατηγοριοποίησης των άρθρων που αναλύσαμε

5.2. Αποτελέσματα

Στην παρούσα ενότητα επαναλαμβάνονται τα 4 σημαντικά ερευνητικά ερωτήματα που υποβάλαμε στο 1^ο Κεφάλαιο για την σωστή διεξαγωγή της μελέτης μας και θα απαντηθούν με την αντίστοιχη σειρά προτεραιότητας:

Ερευνητικό ερώτημα 1

« Ποιες δυσκολίες υλοποίησης ή σύνδεσης της τεχνολογίας AR με το IoT υπάρχουν, και σε ποιους τομείς; »

Ερευνητικό ερώτημα 2

« Υπάρχει σύνδεση της AR με το IoT σε οποιοδήποτε τομέα; »

Ερευνητικό ερώτημα 3

« Πώς η χρήση IoT μπορεί να ενδυναμώσει τις εφαρμογές AR; »

Ερευνητικό ερώτημα 4

« Η σύνδεση του IoT με την AR αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου ή όχι και γιατί? »

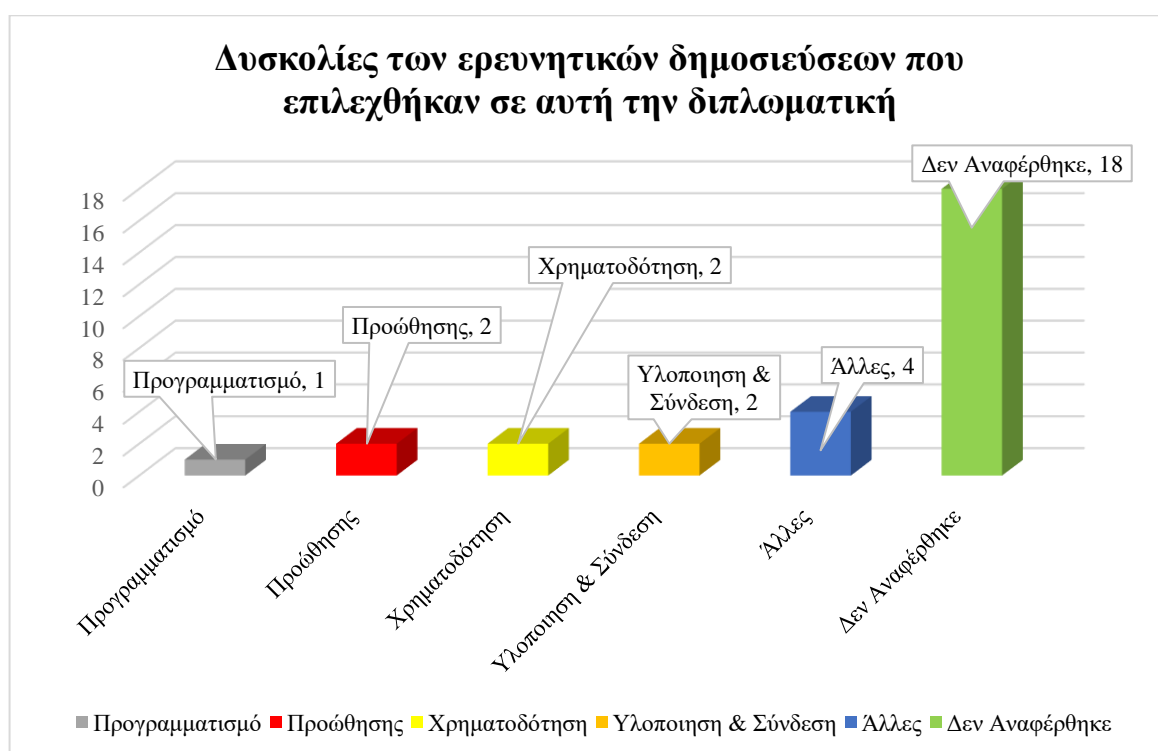
5.2.1. Δυσκολίες συνεργασίας AR με το IoT

Στο πρώτο ερευνητικό ερώτημα, κατά την διάρκεια ενσωμάτωσης των τεχνολογιών AR και IoT, υπήρχαν οι πιο κάτω δυσκολίες:

- (α) πολυπλοκότητα προγραμματισμού του συστήματος
- (β) ανεπαρκής οικονομική χρηματοδότηση πόρων
- (γ) δυσκολία προώθησης των εφαρμογών και συσκευών στην αγορά
- (δ) δυσκολία υλοποίησης ή σύνδεσης.

Οι δυσκολίες διακρίνονται σε όλους ανεξαιρέτως τους τομείς και εφαρμογές, άλλοτε πολύ και άλλοτε λίγο. Παράδειγμα αποτελεί η περίπτωση 4.1.1. όπου παρουσιάσαμε ένα σύστημα προβολής ρούχων και αξεσουάρ του Λόπο, βασισμένο στην AR και IoT, και υπήρχε η έλλειψη προώθησης, χρηματοδότησης και υλοποίησης (Lobo, 2016).

Στην πιο κάτω γραφική παράσταση εστιάζουμε σε μερικές δυσκολίες που μπορεί να εμφανιστούν κατά την διάρκεια ενσωμάτωσης των τεχνολογιών AR και IoT. Σε μερικές δημοσιεύσεις υπήρχαν περισσότερες από μία δυσκολίες.



Γραφική Παράσταση 4: Δυσκολίες που διακρίναμε στις ερευνητικές δημοσιεύσεις που αναλύσαμε

5.2.2. Σύνδεση μεταξύ AR και IoT

Όσο αφορά το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα, παρατηρήσαμε ότι και στους 5 τομείς που επιλέξαμε να εστιάσουμε, υπάρχει μια δυνατή σύνδεση των τεχνολογιών AR με το IoT σύμφωνα με σχετικά άρθρα που δημοσιεύτηκαν στο διαδίκτυο. Εκτός από αυτούς, όλες οι συσκευές και των δύο τεχνολογιών και άλλοι τομείς έχουν την δυνατότητα να εκμεταλλευτούν την σύνδεση μεταξύ τους.

Συμπεραίνουμε ότι η AR στο IoT είναι μια σημαντική μέθοδος με την οποία οι επιχειρήσεις μεταβάλλουν ψηφιακά τις βιομηχανικές διαδικασίες.



Γραφική Παράσταση 5: Ταξινόμηση των επιστημονικών δημοσιεύσεων που αναλύσαμε σε 5 τομείς

5.2.3. Ενδυνάμωση εφαρμογών AR με την χρήση IoT

Για το τρίτο ερευνητικό ερώτημα, μετά από ανάλυση των ερευνητικών δημοσιεύσεων μέσα από σχετικά άρθρα, δημιουργήσαμε ένα πίνακα ο οποίος περιέχει 6 κατηγορίες με αποτελέσματα τομέων ενδυνάμωσης των εφαρμογών AR μέσω της ενσωμάτωσης της τεχνολογίας IoT.

Κάθε ID του 6^{ου} πίνακα (ο οποίος παρουσιάζεται στην ενότητα 5.1.1) αντιπροσώπευε και ένα άρθρο. Στόχος μας ήταν να συγκρίνουμε από την μία πώς ανταποκρίνονταν οι

εφαρμογές όταν χρησιμοποιούσαν μόνο την τεχνολογία της AR και από την άλλη με την εισαγωγή της τεχνολογίας IoT.

Σε όλα τα άρθρα παρατηρήσαμε είτε ένα μικρό, είτε ένα μεγάλο ποσοστό επιτυχίας που συνάμα αυτό σήμαινε, αύξηση των κερδών εάν αυτό προοριζόταν για εταιρείες ή μείωση μελλοντικού κόστους και εργασίας εάν αυτό ήταν για προσωπική χρήση.

Στον πιο κάτω πίνακα βλέπουμε ανά κατηγορία την βελτίωση που υπάρχει με την παράλληλη χρήση των δυο τεχνολογιών AR και IoT (Πίνακας 7).

Πίνακας 7: Πίνακας βελτίωσης των επιστημονικών δημοσιεύσεων που αναλύσαμε ανά κατηγορία βάση των ID του 6^{ου} Πίνακα

ID	Αύξηση Κερδών	Εκμάθηση	Αυτοματοποίηση	Αλληλεπίδραση	Επικοινωνία	Ακρίβεια	Βαθμολογία
#1			✓				1/6
#2		✓				✓	2/6
#3			✓	✓	✓	✓	4/6
#4		✓		✓	✓		3/6
#5				✓	✓	✓	3/6
#6		✓	✓	✓	✓	✓	5/6
#7				✓		✓	2/6
#8		✓					1/6
#9	✓				✓	✓	3/6
#10			✓	✓	✓	✓	4/6
#11				✓	✓		2/6
#12		✓		✓	✓	✓	4/6
#13				✓	✓		2/6
#14				✓	✓	✓	3/6
#15		✓	✓	✓	✓	✓	5/6
#16		✓	✓	✓	✓	✓	5/6
#17		✓		✓			2/6
#18				✓	✓		2/6
#19		✓				✓	2/6
#20		✓		✓	✓	✓	4/6
#21		✓		✓	✓		3/6
#22		✓	✓	✓	✓		4/6
#23		✓		✓	✓	✓	4/6
#24				✓	✓	✓	3/6

Με βάση των επιστημονικών δημοσιεύσεων που αναλύσαμε, μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι η ενσωμάτωση της τεχνολογίας AR με την τεχνολογία IoT ενδυναμώνει οποιοδήποτε τομέα ανεξαρτήτως. Επίσης, ότι η αλληλεπίδραση και η επικοινωνία μεταξύ των δύο τεχνολογιών είναι αρκετά δυνατή, με τις δυο κατηγορίες να εμφανίζονται σχεδόν σε όλα τα άρθρα. Η ακρίβεια και η εκμάθηση να εμφανίζονται σε περισσότερα από τα μισά άρθρα ενώ

η αυτοματοποίηση των διαδικασιών να βρίσκεται σε 7 άρθρα. Τέλος, έγινε μόνο μια αναφορά ότι η συνεργασία των δύο τεχνολογιών επέφερε κέρδη.

5.2.4. Η σύνδεση AR και IoT αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου

Για να απαντηθεί το τέταρτο ερευνητικό ερώτημα, δημιουργήσαμε 3 διαφορετικές γραφικές παραστάσεις που απεικονίζουν την εξέλιξη των δυο τεχνολογιών αναλόγως με τα άρθρα που δημοσιεύτηκαν τα έτη 2014 μέχρι 2022.

Τα αποτελέσματα έδειξαν μια συνεχής αύξηση και στις δυο τεχνολογίες με την πάροδο του χρόνου, τόσο ξεχωριστά όσο και μαζί. Ο συνδυασμός των δυο τεχνολογιών μπορεί να φέρει μία επανάσταση στον τομέα της τεχνολογίας, και αυτό φαίνεται τόσο από τις συνέχεις δημοσιεύσεις και τις άπειρες μελέτες που διεξάγονται, όσο και από την δική μου κρίση, λαμβάνοντας υπόψη όλα αυτά που μελετήσαμε. Παράδειγμα αποτελεί η επιστημονική έρευνα που διέπραξαν η Ζία και άλλοι, όπου το αποτέλεσμα το 2017 έδειξε ότι ένα ποσοστό περισσότερο από 80% των εταιρειών που συμμετείχαν στην έρευνα, πιστεύουν ότι οι λύσεις IoT-AR θα επικρατήσουν στον τομέα τους τα επόμενα πέντε χρόνια, αντίθετα με το αποτέλεσμα της έρευνας του 2010 που έδειξε ότι ελάχιστες εταιρίες έκαναν χρήση του IoT-AR (Zia et al., 2020).

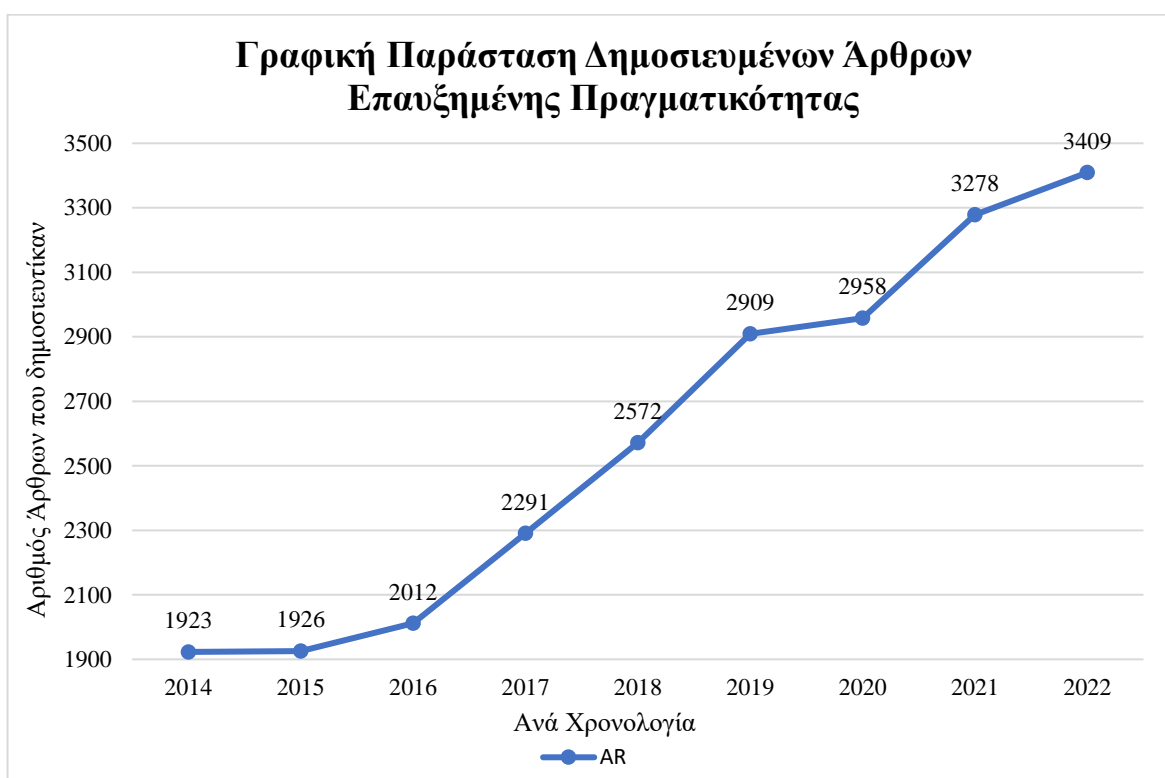
Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι η σύνδεση του AR και IoT αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου. Οι λόγοι αύξησης της σύνδεσης οφείλονται στο ότι βοηθούν:

- (α) στην οπτικοποίηση των δεδομένων και την αλληλεπίδραση με το περιβάλλον
- (β) στην διάγνωση και εντοπισμό των προβλημάτων
- (γ) στην λήψη σωστών αποφάσεων
- (δ) στην ενίσχυση και βελτίωση των ανθρώπινων ικανοτήτων
- (ε) στην διαχείριση περιουσιακών στοιχείων
- (ζ) στην μείωση του κόστους
- (η) στην δημιουργία στρατηγικής αξίας
- (θ) στην αύξηση των εσόδων

5.2.4.1. Δεδομένα και βασικές στατιστικές AR

Η πιο κάτω ερέυνα στατιστικών στοιχείων διεξήχθη τις 19/01/2023. Η βάση δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε ήταν η IEE και οι λέξεις κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν "Augmented Reality" και "AR". Η παρακάτω γραφική παράσταση αφορά τα έτη 2014 μέχρι 2022, όπου μπορούμε με ευκολία να διακρίνουμε ότι οι δημοσιεύσεις έχουν πάρει ανοδική πορεία, με τον αριθμό να έχει διπλασιαστεί στα τελευταία 8 χρόνια (Γραφική Παράσταση 6).

Τα νούμερα των δημοσιεύσεων για το έτος 2022 μπορεί να αλλάξουν λόγω του ότι μερικά άρθρα που δημοσιεύτηκαν στο τέλος του 2022 δεν έχουν πάρει ακόμα έγκριση, οι δημοσιεύσεις μπορούν μόνο να αυξηθούν και σε καμία περίπτωση δεν επηρεάζουν το αποτέλεσμα και την πορεία της γραφικής μας παράστασης.



Γραφική Παράσταση 6: Γραφική Παράσταση των δημοσιεύσεων της Επαυξημένης Πραγματικότητας για τις χρονολογίες 2014 – 2022 (Δημοσιεύσεις στο IEEE Xplore⁷)

Η γραφική παράσταση που ακολουθεί επικεντρώνεται στην αυξητική τάση που παρατηρείται στην ροή των δημοσιεύσεων, προβλέποντας μια σταθερή αύξηση περίπου 200 άρθρων ανά έτος (Γραφική Παράσταση 7).

⁷ <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>

Παρόλα αυτά παρατηρήσαμε ότι οι περισσότεροι ερευνητές ασχολούνται περισσότερο με το θέμα της τεχνολογίας του IoT, την οποία θα αναλύσουμε αργότερα.



Γραφική Παράσταση 7: Πρόγνωση για τον αριθμό των δημοσιεύσεων της Επαυξημένης Πραγματικότητας (Δημοσιεύσεις στο IEEE Xplore)

5.2.4.2. Δεδομένα και βασικές στατιστικές IoT

Συνεχίζοντας, παρουσιάζουμε μια επίσης ενδιαφέρουσα στατιστική γραφική παράσταση της τεχνολογίας IoT, των τελευταίων 8 χρόνων. Οι αναζητήσεις πραγματοποιήθηκαν με τις λέξεις κλειδιά "Internet of Things" και "IoT", ενώ η βάση δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε για την έρευνα στατιστικών στοιχείων ήταν η IEEE (Γραφική Παράσταση 8).

Τα νούμερα των δημοσιεύσεων για το έτος 2022 μπορεί και σε αυτή την περίπτωση να αλλάξουν λόγω του ότι μερικά άρθρα που δημοσιεύτηκαν στο τέλος του 2022 δεν έχουν πάρει ακόμα έγκριση, οι δημοσιεύσεις μπορούν μόνο να αυξηθούν και σε καμία περίπτωση δεν επηρεάζουν το αποτέλεσμα και την πορεία της γραφικής παράστασης.



Γραφική Παράσταση 8: Γραφική Παράσταση των δημοσιεύσεων του Διαδικτύου των Πραγμάτων για τις χρονολογίες 2014 – 2022 (Δημοσιεύσεις στο IEEE Xplore⁸)

Ένα ενδιαφέρον στατιστικό αποτελεί η απίστευτη ανοδική τάση της τεχνολογίας του IoT με περισσότερα από 140000 άρθρα να δημοσιεύονται σε εφημερίδες, περιοδικά και συνέδρια τα τελευταία 8 χρόνια.

Ακολουθεί μια γραφική παράσταση, η οποία αναδεικνύει την ανοδική πορεία που συνεχίζει να ακολουθεί η τεχνολογία IoT προβλέποντας αύξηση τα επόμενα χρόνια, με τα νούμερα να αυξάνονται με πολύ ραγδαίο ρυθμό, άσχετα με το ότι στα τελευταία 2 χρόνια οι δημοσιεύσεις να παρέμειναν σε ένα σταθερό αριθμό (Γραφική Παράσταση 9).

.

⁸ <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>

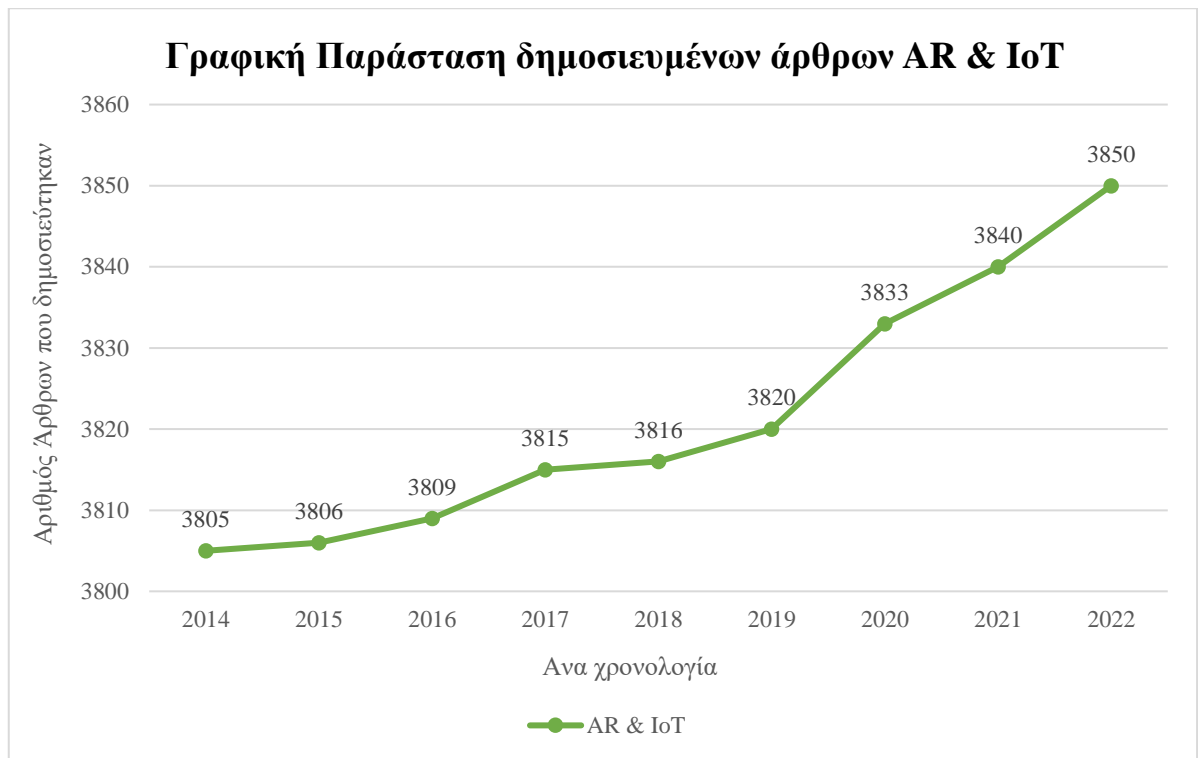


Γραφική Παράσταση 9: Πρόγνωση για τον αριθμό των δημοσιεύσεων του Διαδικτύου των Πραγμάτων (Δημοσιεύσεις στο IEEE Xplore)

5.2.4.3. Δεδομένα και βασικές στατιστικές AR & IoT

Σε έρευνα που διεξάχθηκε τις 19/01/2023, λόγω ελλείπων στοιχείων βρήκαμε αρκετές δημοσιεύσεις. Οι αναζητήσεις πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση ενός καταλόγου με σχετικούς όρους, όπως "Επαυξημένη Πραγματικότητα και Διαδίκτυο των Πραγμάτων", "Augmented Reality and Internet of Things", "AR & IoT", "VR & IoT" με την απαραίτητη προϋπόθεση να απαιτούνται και οι δυο συνδυασμοί (Γραφική Παράσταση 10).

Τα νούμερα των δημοσιεύσεων για το έτος 2022 ενδεχόμενος και πάλι να αλλάξουν λόγω του ότι μερικά άρθρα που δημοσιεύτηκαν στο τέλος του 2022 να μην έχουν πάρει ακόμα έγκριση, παρόλα αυτά οι δημοσιεύσεις για το έτος αυτό μπορούν μόνο να αυξηθούν και σε καμία περίπτωση δεν επηρεάζουν το αποτέλεσμα και την πορεία της γραφικής παράστασης.

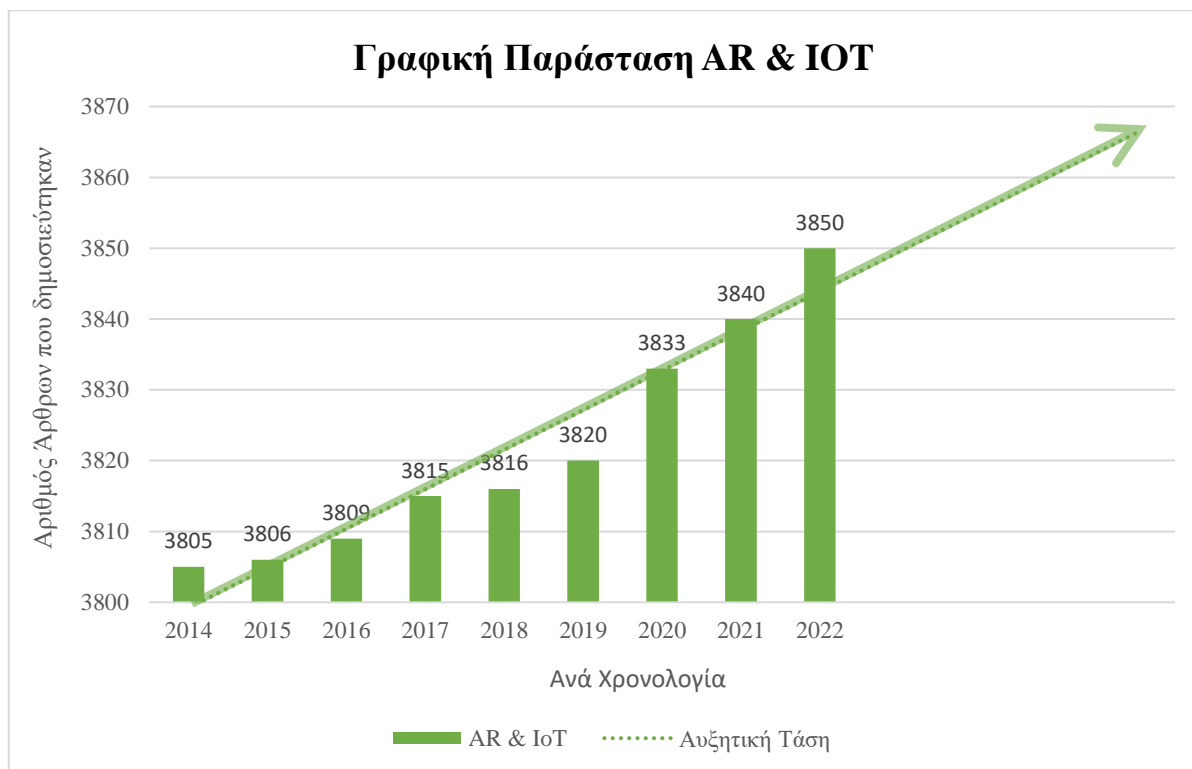


Γραφική Παράσταση 10: Γραφική Παράσταση των δημοσιεύσεων της Επανξιμένης Πραγματικότητας και Διαδικτύου των Πραγμάτων για τις χρονολογίες 2014 – 2022 (Δημοσιεύσεις στο Google Scholar⁹)

Παρατηρούμε ότι η ενσωμάτωση της τεχνολογίας AR με την τεχνολογία IoT αποτελεί κάτι καινούργιο για τις επιχειρήσεις και τους ερευνητές με ελάχιστα άρθρα να δημοσιεύονται κάθε χρόνο. Τα νούμερα αυτά να αυξάνονται με αργό αλλά σταθερό ρυθμό και σιγά σιγά να προσελκύει το ενδιαφέρον περισσότερων ερευνητών.

Ακολουθεί μια γραφική παράσταση, η οποία αναδεικνύει την σταθερή ανοδική πορεία των δημοσιεύσεων, όσο αφορά τις δυο τεχνολογίες όταν συνεργάζονται προβλέποντας μια μικρή αύξηση τα επόμενα χρόνια (Γραφική Παράσταση 11).

⁹ <https://scholar.google.com/>



Γραφική Παράσταση 11: Πρόγνωση για τον αριθμό των δημοσιεύσεων Επαυξημένης Πραγματικότητας και Διαδικτύου των Πραγμάτων (Δημοσιεύσεις στο Google Scholar)

5.3. Κριτική Αξιολόγησή & Συζήτηση

Οι τεχνολογίες AR και IoT καθώς και η ταχεία ανάπτυξη τους αποτελούν ένα ενδιαφέροντα και μελλοντικό τομέα στην εξέλιξη της τεχνολογίας. Τα ευρήματα των ερευνών δείχνουν πως ο συνδυασμός αυτών το δυο καινοτόμων τεχνολογιών, παρόλη την δυσκολία υλοποίησης τους μπορεί να αποτελέσουν την αχίλλειο φτέρνα σε πολλά προβλήματα.

5.4. Σύνοψη

Σε αυτό το κεφάλαιο, επαναλάβαμε το σύνολο της βιβλιογραφίας στα πεδία σύγκλισης μεταξύ της τεχνολογίας AR και IoT. Πραγματοποιήσαμε μια βιβλιογραφική αναζήτηση των δυο τεχνολογιών και αναλύσαμε τις κατηγορίες ερευνητικών θεμάτων των δημοσιεύσεων όπως φαίνονται από τον αριθμό των αναφορών τους. Επιπλέον, επισημάναμε και εξετάσαμε τις πιο επιδραστικές δημοσιεύσεις και τάσεις σε αυτά τα πεδία. Τα αποτελέσματά μας δείχνουν μια αύξηση των δημοσιεύσεων τα τελευταία χρόνια και πολλές δυνατότητες για μελλοντική έρευνα. Προβλέπουμε ότι και οι δύο τεχνολογίες τόσο ξεχωριστά όσο και μαζί θα αυξηθούν σημαντικά τα επόμενα χρόνια και θα προσελκύσουν ακόμα περισσότερες διεπιστημονικές ερευνητικές ομάδες και ερευνητές να ασχοληθούν με το θέμα αυτό, έτσι

ώστε να γίνει και πιο κατανοητό στο ευρείς κοινό. Επίσης προβλέπουμε ότι περισσότερα πειράματα θα διεξαχθούν για την αντιμετώπιση των προκλήσεων και των στόχων.

5.5. Μελλοντική Εργασία

Τα τελευταία χρόνια πολλές έρευνες έχουν διεξαχθεί για τον συνδυασμό του AR με το IoT και το μεγάλο όφελος που προσφέρουν σε επιχειρήσεις, αλλά και σε ιδιώτες. Παρόλα αυτά, η έρευνα επί του θέματος εξακολουθεί να είναι και θα είναι πάντα αναγκαία καθώς οι τεχνολογίες εξελίσσονται με ραγδαίο ρυθμό. Το AR και το IoT έχουν πλέον ενταχθεί στην καθημερινή μας ζωής και καλό θα είναι να μάθουμε να τα χρησιμοποιούμε.

Μελλοντικά η παρούσα εργασία θα μπορούσε να επεκταθεί και εξεταστεί και με άλλες καινοτόμες πτυχές της τεχνολογίας, όπως είναι αυτή της τεχνητής νοημοσύνης, μεγάλων δεδομένων, blockchain και τα λοιπά, όπου θα έδιναν μια νέα διάσταση και σιγουρά θα βοηθούσαν στην καλύτερη υιοθέτηση όλων αυτών των τεχνολογιών.

Επίσης, θα μπορούσε να γίνει μια πιο λεπτομερείς ανάλυση του θέματος προσθέτοντας περισσότερους τομείς, για την περαιτέρω κατανόηση και αντίληψη των θετικών αποτελεσμάτων που παρέχουν αυτές οι δυο εκπληκτικές τεχνολογίες όταν συνδυάζονται.

Βιβλιογραφία

- [1] Aggarwal, R. and Singhal, A. (2019) “Augmented reality and its effect on our life,” 2019 9th International Conference on Cloud Computing, Data Science & Engineering (Confluence) [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1109/confluence.2019.8776989>.
- [2] Chen, Y. et al. (2019) “An overview of augmented reality technology,” Journal of Physics: Conference Series, 1237(2), p. 022082. Available at: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1237/2/022082>.
- [3] Prabhu, S. et al. (2017) Types of augmented reality (for me and my business), ARreverie Technology. Available at: <http://www.arreverie.com/blogs/types-of-augmented-reality/> (Accessed: January 7, 2023).
- [4] Sokhanych, A. (2022) What is augmented reality technology and how does ar work - 2022, Thinkmobiles. Available at: <https://thinkmobiles.com/blog/what-is-augmented-reality/> (Accessed: January 7, 2023).
- [5] Sumra, H. (2022) 10 real-world uses of augmented reality happening Today, Wareable. Wareable. Available at: <https://www.wareable.com/ar/real-world-ar-uses-6382> (Accessed: January 7, 2023).
- [6] Kumar, S., Tiwari, P. and Zymbler, M. (2019) “Internet of things is a revolutionary approach for future technology enhancement: A Review,” Journal of Big Data, 6(1). Available at: <https://doi.org/10.1186/s40537-019-0268-2>.
- [7] Li, S., Xu, L.D. and Zhao, S. (2014) “The internet of things: A survey,” Information Systems Frontiers, 17(2), pp. 243–259. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10796-014-9492-7>.
- [8] Nord, J.H., Koohang, A. and Paliszkievicz, J. (2019) “The internet of things: Review and Theoretical Framework,” Expert Systems with Applications, 133, pp. 97–108. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2019.05.014>.
- [9] Paul, A. and Jeyaraj, R. (2019) “Internet of things: A Primer,” Human Behavior and Emerging Technologies, 1(1), pp. 37–47. Available at: <https://doi.org/10.1002/hbe2.133>.
- [11] Thanh Thao Thi Tran (no date) A systematic literature review on secure IOT Data sharing pp. 23 - 35. Available at: https://www.duo.uio.no/bitstream/handle/10852/95630/Thao_s_MSc_thesis_at_UiO.pdf?sequence=14 (Accessed: January 7, 2023).
- [12] Αρχές και μεθοδολογία της συστηματικής ανασκόπησης της βιβλιογραφίας (no date). Available at: https://www.iatrikionline.gr/revmatol_4_06/01.pdf

(Accessed: January 7, 2023).

[13] Master in law and economics (no date) pp. 55 - 71. Available at:

https://dione.lib.unipi.gr/xmlui/bitstream/handle/unipi/11930/Chalkia_mdo1767.pdf

(Accessed: January 7, 2023).

[14] Augmented reality in the internet of things (ar + IOT): A Review (no date). Available at:

<https://www.researchgate.net/publication/356892088>

(Accessed: January 7, 2023).

[15] Jo and Kim (2019) “AR enabled IOT for a smart and interactive environment: A survey and future directions,” Sensors, 19(19), p. 4330. Available at: <https://doi.org/10.3390/s19194330>.

[16] Lanka, S., Ehsan, S. and Ehsan, A. (2017) “A review of research on Emerging Technologies of the Internet of things and augmented reality,” 2017 International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC) [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1109/i-smac.2017.8058283>.

[17] Norouzi, N. et al. (2019) “A systematic review of the convergence of augmented reality, intelligent virtual agents, and the internet of things,” Artificial Intelligence in IoT, pp. 1–24. Available at:

https://doi.org/10.1007/978-3-030-04110-6_1.

[18] team, iziP. (2022) Βιβλιογραφική ανασκόπηση: Όσα πρέπει να γνωρίζεις, iziPen. iziPen. Available at:

<https://izipen.gr/blog/vivliografiki-anaskopisi/> (Accessed: January 20, 2023).

[19] Shinde, G.R. et al. (2020) “Augmented reality and IOT,” Internet of Things Integrated Augmented Reality, pp. 55–71. Available at: https://doi.org/10.1007/978-981-15-6374-4_4.

[20] A Survey on Vastu Shastra, AR and IoT (no date). Available at:

https://www.ijresm.com/Vol.2_2019/Vol2_Iss5_May19/IJRESM_V2_I5_71.pdf

(Accessed: January 7, 2023).

[21] Yusuf, Z. et al. (2021) Unleashing the power of data with IOT and augmented reality, BCG Global.

BCG Global. Available at: <https://www.bcg.com/publications/2020/unleashing-the-power-of-data-with-iot-and-augmented-reality> (Accessed: January 20, 2023).

[22] (2022) Key benefits of AR-IOT in manufacturing operations, Rejig Digital. Available at:

<https://www.rejigidigital.com/blog/benefits-of-ar-iot-in-manufacturing/> (Accessed: January 20, 2023).

[23] Agrawal, D. et al. (2018) “IOT based Augmented Reality System of Human Heart: An Android application,” 2018 2nd International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI)

[Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1109/icoei.2018.8553807>.

- [24] ALKISHRI, W.A.S.I.N. and Al-Bahri, M. (2021) "Expert system for identifying and analyzing the IOT devices using augmented reality approach," *Artificial Intelligence & Robotics Development Journal*, pp. 43–57. Available at: <https://doi.org/10.52098/airdj.202123>.
- [25] Blanco-Novoa, Ó. et al. (2020) "Creating the internet of augmented things: An open-source framework to make IOT devices and augmented and mixed reality systems talk to each other," *Sensors*, 20(11), p. 3328. Available at: <https://doi.org/10.3390/s20113328>.
- [26] Cao, M. et al. (2021) "Accurate 3-D reconstruction under IOT environments and its applications to augmented reality," *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 17(3), pp. 2090–2100. Available at: <https://doi.org/10.1109/tii.2020.3016393>.
- [27] Khanna, R. and M, V. (2019) "Augmented reality based IOT Controller," 2019 International Conference on Vision Towards Emerging Trends in Communication and Networking (ViTECoN) [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1109/vitecon.2019.8899625>.
- [28] Lobo, N. (2016) "Intelli-Mirror: An augmented reality based IOT system for clothing and accessory display," 2016 International Conference on Internet of Things and Applications (IOTA) [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1109/iota.2016.7562702>.
- [29] Mahmoudi, M.T., Zeraati, F.Z. and Yassini, P. (2018) "A color sensing AR-based Interactive Learning System for Kids," 2018 12th Iranian and 6th International Conference on e-Learning and e-Teaching (ICeLeT) [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1109/icelet.2018.8586762>.
- [30] Rashid, Z. et al. (2017) "Using augmented reality and internet of things to improve accessibility of people with motor disabilities in the context of Smart Cities," *Future Generation Computer Systems*, 76, pp. 248–261. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.future.2016.11.030>.
- [31] Sun, Y. et al. (2019) "MagicHand: Interact with IOT devices in augmented reality environment," 2019 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR) [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1109/vr.2019.8798053>.
- [32] Telmo Zarraonandia Universidad Carlos III de Madrid et al. (2019) "Magic flowerpot": An ar game for learning about plants, *ACM Conferences*. Available at: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3341215.3356290> (Accessed: January 7, 2023).
- [33] Jorge, C. (2019) McDonald's Japan: AR and IOT marketing strategy with Pokemon Go, McDonald's Japan: AR and IoT Marketing Strategy with Pokemon GO. Available at: https://www.researchgate.net/publication/333132365_McDonalds_Japan_AR_and_IoT_Marketing_Strategy_with_Pokemon_GO (Accessed: January 7, 2023).

- [34] Chen, Y. (2022) “Interactive piano training using augmented reality and the internet of things,” Education and Information Technologies [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11443-4>.
- [35] Fuentes, D. et al. (2021) “SAR.IoT: Secured augmented reality for IOT devices management,” Sensors, 21(18), p. 6001. Available at: <https://doi.org/10.3390/s21186001>.
- [36] Liu, J. et al. (2022) “Cloud computing-enabled IIOT system for neurosurgical simulation using Augmented Reality Data Access,” Digital Communications and Networks [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.dcan.2022.04.019>.
- [37] Mylonas, G., Triantafyllis, C. and Amaxilatis, D. (2019) “An augmented reality prototype for supporting IOT-based educational activities for energy-efficient school buildings,” Electronic Notes in Theoretical Computer Science, 343, pp. 89–101. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.entcs.2019.04.012>.
- [38] Phupattanasilp, P. and Tong, S.-R. (2019) “Augmented reality in the integrative internet of things (ar-IOT): Application for precision farming,” Sustainability, 11(9), p. 2658. Available at: <https://doi.org/10.3390/su11092658>.
- [39] Ponnusamy, V. et al. (2021) “An IOT- enabled augmented reality framework for Plant Disease Detection,” Revue d'Intelligence Artificielle, 35(3), pp. 185–192. Available at: <https://doi.org/10.18280/ria.350301>.
- [40] Rometsch, F.A.A.S.D.T. et al. (2022) “Design and evaluation of an augmented reality tool for future human space exploration aided by an internet of things architecture,” Advances in Space Research, 70(8), pp. 2145–2166. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.asr.2022.07.045>.
- [41] Stark, E. et al. (2020) “Using augmented reality and internet of things for control and monitoring of Mechatronic devices,” Electronics, 9(8), p. 1272. Available at: <https://doi.org/10.3390/electronics9081272>.
- [42] Torres-Ruiz, M. et al. (2018) “A recommender system to generate museum itineraries applying augmented reality and social-sensor mining techniques,” Virtual Reality, 24(1), pp. 175–189. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10055-018-0366-z>.
- [43] Tseng, S.-S., Chen, S.-N. and Yang, T.-Y. (2021) “Building an AR-based Smart Campus Platform,” Multimedia Tools and Applications, 81(4), pp. 5695–5716. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11042-021-11702-5>.
- [44] Park, Y., Yun, S. and Kim, K.-H. (2019) “When IOT met augmented reality,” Proceedings of the 17th Annual International Conference on Mobile Systems, Applications, and Services [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1145/3307334.3326079>.

[45] Ramírez, E.R. et al. (2018) “A tangible interface and augmented reality game for facilitating sit-to-stand exercises for stroke rehabilitation,” Proceedings of the 8th International Conference on the Internet of Things [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1145/3277593.3277635>.

[46] Zhang, H. et al. (2022) “Maide: Augmented reality (ar)-facilitated mobile system for onboarding of internet of things (IOT) devices at ease,” ACM Transactions on Internet of Things, 3(2), pp. 1–21. Available at: <https://doi.org/10.1145/3506667>.