



Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

"Κλιματική Κρίση και Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών
(MSc in Climate Crisis and Information and Communication Technologies)"



ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΑΙΣΘΗΣΕΩΝ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:
ΑΛΕΞΙΟΥ ΑΓΓΕΛΙΚΗ

ΙΩΑΝΝΗΣ ΜΠΟΥΜΠΟΥΡΕΚΑΣ

A.M MKK2131

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΠΜΣ

Διαδίκτυο των Αισθήσεων

Περιεχόμενα

1. Περίληψη.....	3
2. Εισαγωγή	4
3.Ορισμοί.....	6
3.1 Ορισμός του Internet of Senses	6
3.2 Ορισμός του Joint Communication and Sensing.....	7
4.Σενάρια χρήσης και Εφαρμογές.....	9
4.1 Internet Of Senses	9
4.2 Έρευνα Ericsson.....	10
4.3Ανάλυση της αγοράς του Internet of senses	14
4.3.1 Με βάση το συστατικό	15
4.3.2 Με βάση την τεχνολογία	15
4.3.3 Με βάση την εφαρμογή	15
4.3.4 Με βάση τον τελικό χρήστη	16
4.3.5 Με βάση την περιοχή.....	17
4.4 Joint Communication & Sensing.....	18
4.4.1 Παράδειγμα δικτυωμένης και αυτόματης οδήγησης.....	20
4.4.2 Παράδειγμα προστασίας κατώτερου εναέριου χώρου	23
4.4.3 Παράδειγμα Γεωργίας 4.0.....	23
5. Επέκταση των τεχνολογιών στην αγορά	25
5.1 Εταιρείες που χρησιμοποιούν το IoT	25
5.1.1 Qualcomm	25
5.1.2 Noldus.....	26
5.1.3 Pison Technology.....	26
5.1.4 Neosensory.....	26
5.2Εταιρείες που χρησιμοποιούν JC&S.....	26
5.2.1 Siemens	26
5.2.2 Cisco.....	27
5.2.3 IBM	27
5.2.4 Honeywell.....	28
5.2.5 Schneider Electric	28
5.2.6 General Electric	28

5.2.7 Libelium	28
6.Βιωσιμότητα τεχνολογιών.....	30
6.1 Internet of senses.....	30
6.1.1 Βιωσιμότητα σε έξυπνη πόλη	36
6.2 Βιωσιμότητα του JC&S	37
6.2.1 Τι είναι το HVAC	38
6.2.2 Βιωσιμότητα σε μια έξυπνη πόλη	39
7. Συμπεράσματα	42
8. Βιβλιογραφία.....	43

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Ιωάννης Μπουμπουρέκας του Δημητρίου, με αριθμό μητρώου ΜΚΚ2131 φοιτητής του Πανεπιστημίου Πειραιώς στο Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Κλιματική Κρίση και Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο Δηλών



1. Περίληψη

Η σύγκλιση των αναδυόμενων τεχνολογιών άνοιξε το δρόμο για νέα παραδείγματα όπως το Διαδίκτυο των Αισθήσεων (IoS) και η Κοινή Επικοινωνία και Ανίχνευση (JCS), φέρνοντας επανάσταση στον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε και αλληλοεπιδρούμε με τον ψηφιακό κόσμο. Η παρούσα εργασία εξετάζει τις τεχνολογίες αυτές και στοχεύει στις πτυχές βιωσιμότητας τους, υπογραμμίζοντας τις δυνατότητές τους να βελτιώσουν τις ανθρώπινες εμπειρίες, ελαχιστοποιώντας παράλληλα τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Το Διαδίκτυο των Αισθήσεων είναι ένα διασυνδεδεμένο οικοσύστημα που στοχεύει στην ενσωμάτωση των αισθήσεών μας στην ψηφιακή σφαίρα, επιτρέποντας καθηλωτικές και πολυαισθητηριακές εμπειρίες. Μέσω ενός συνδυασμού εικονικής πραγματικότητας, επαυξημένης πραγματικότητας, απτικής ανατροφοδότησης και άλλων αισθητηριακών τεχνολογιών, το IoS δημιουργεί μια γέφυρα μεταξύ του φυσικού και του εικονικού κόσμου, μετασχηματίζοντας ριζικά την επικοινωνία, την ψυχαγωγία και διάφορους βιομηχανικούς τομείς. Ωστόσο, οι επιπτώσεις της IoS στη βιωσιμότητα πρέπει να εξεταστούν προσεκτικά. Η κατανάλωση ενέργειας, η αξιοποίηση των πόρων και η διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων αποτελούν κρίσιμες ανησυχίες που πρέπει να αντιμετωπιστούν για να εξασφαλιστεί ένα βιώσιμο μέλλον για τα IoS.

Η κοινή επικοινωνία και ανίχνευση, από την άλλη πλευρά, αναφέρεται σε συνεργατικά δίκτυα διασυνδεδεμένων συσκευών που μοιράζονται πληροφορίες και ανιχνεύουν συλλογικά το περιβάλλον τους. Αξιοποιώντας τη δύναμη του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT) και των τεχνολογιών ασύρματης επικοινωνίας, το JCS επιτρέπει την ανταλλαγή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, την έξυπνη λήψη αποφάσεων και τις εφαρμογές με επίγνωση του περιβάλλοντος. Αυτή η συνεργατική προσέγγιση έχει τη δυνατότητα να βελτιστοποιήσει την κατανομή των πόρων, να ενισχύσει την αποδοτικότητα και να προωθήσει βιώσιμες πρακτικές σε διάφορους τομείς, όπως οι έξυπνες πόλεις, η υγειονομική περίθαλψη και οι μεταφορές. Ωστόσο, πρέπει να επιλυθούν οι προκλήσεις της επεκτασιμότητας, της ασφάλειας και της προστασίας της ιδιωτικής ζωής του JCS, ώστε να διασφαλιστεί η μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα και η κοινωνική εμπιστοσύνη.

Για να επιτευχθεί η βιωσιμότητα τόσο στην IoS όσο και στην JCS, απαιτείται μια ολιστική προσέγγιση. Αυτό περιλαμβάνει το σχεδιασμό ενεργειακά αποδοτικών στοιχείων υλικού και λογισμικού, την εφαρμογή ευφυών αλγορίθμων για τη βελτιστοποίηση των πόρων και την προώθηση ενός μοντέλου κυκλικής οικονομίας για την υπεύθυνη διάθεση και ανακύκλωση των ηλεκτρονικών συσκευών. Επιπλέον, πρέπει να θεσπιστούν ισχυρά μέτρα κυβερνοασφάλειας και πλαίσια προστασίας της ιδιωτικής ζωής για την αντιμετώπιση των πιθανών κινδύνων που συνδέονται με την αυξημένη συνδεσιμότητα και την ανταλλαγή δεδομένων.

Το Διαδίκτυο των αισθήσεων και η κοινή επικοινωνία και ανίχνευση έχουν τεράστιες δυνατότητες να φέρουν επανάσταση στις ανθρώπινες εμπειρίες και να προωθήσουν την καινοτομία σε διάφορους τομείς. Ωστόσο, η βιωσιμότητά τους πρέπει να αποτελέσει κεντρικό σημείο εστίασης για τον μετριασμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, τη βελτιστοποίηση της χρήσης των πόρων και την αντιμετώπιση πιθανών κοινωνικών προκλήσεων. Υιοθετώντας μια ολοκληρωμένη και υπεύθυνη προσέγγιση, μπορούμε να

διασφαλίσουμε τη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα και τον θετικό κοινωνικό αντίκτυπο αυτών των μετασχηματιστικών τεχνολογιών.

Το Διαδίκτυο των αισθήσεων και η κοινή επικοινωνία και ανίχνευση είναι δύο αναδυόμενα παραδείγματα που διαθέτουν τεράστιες δυνατότητες για την ενίσχυση της βιωσιμότητας σε διάφορους τομείς. Το Διαδίκτυο των αισθήσεων στοχεύει να φέρει επανάσταση στην αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή, επιτρέποντας την απρόσκοπτη ενσωμάτωση των αισθήσεών μας με τα ψηφιακά συστήματα. Μέσω της απτικής ανατροφοδότησης, της επαυξημένης πραγματικότητας και των καθηλωτικών εμπειριών, οι χρήστες μπορούν να εμπλακούν με εικονικά περιβάλλοντα, προωθώντας βιώσιμες πρακτικές όπως η συνεργασία από απόσταση και η μείωση των φυσικών μετακινήσεων. Από την άλλη πλευρά, η Κοινή Επικοινωνία και Ανίχνευση περιλαμβάνει διασυνδεδεμένες συσκευές και δίκτυα που συλλέγουν και αναλύουν συλλογικά δεδομένα για τη βελτίωση της διαχείρισης των πόρων και της βιωσιμότητας. Με την ανταλλαγή πληροφοριών και το συντονισμό δράσεων, τα συστήματα αυτά μπορούν να βελτιστοποιήσουν την κατανάλωση ενέργειας, να βελτιώσουν τη ροή της κυκλοφορίας και να επιτρέψουν την αποτελεσματική χρήση των πόρων, συμβάλλοντας έτσι σε ένα πιο βιώσιμο μέλλον. Μαζί, το Διαδίκτυο των αισθήσεων και η κοινή επικοινωνία και αισθητοποίηση προσφέρουν νέες προσεγγίσεις για την προώθηση της βιωσιμότητας, δίνοντας τη δυνατότητα σε άτομα και οργανισμούς να λαμβάνουν ενημερωμένες αποφάσεις και να υιοθετούν πρακτικές με περιβαλλοντική συνείδηση.

2. Εισαγωγή

Το διαδίκτυο του μέλλοντος υπόσχεται να είναι ένας κόσμος διασύνδεσης και απρόσκοπτης επικοινωνίας, όπου οι μηχανές και οι συσκευές θα είναι σε θέση να αντιλαμβάνονται και να ανταποκρίνονται σε κάθε μας ανάγκη. Δύο βασικές τεχνολογίες που είναι πιθανό να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο σε αυτό το μέλλον είναι το διαδίκτυο των αισθήσεων (Internet of Senses) και η κοινή επικοινωνία και ανίχνευση (Joint Communication and Sensing).

Στο μέλλον, το διαδίκτυο πρόκειται να υποστεί μια μετασχηματιστική αλλαγή, η οποία θα προωθείται από τις εξελίξεις στο διαδίκτυο των αισθήσεων και τις κοινές τεχνολογίες επικοινωνίας και ανίχνευσης. Καθώς η συνδεσιμότητα γίνεται ολοένα και πιο άρτια, το διαδίκτυο θα επεκταθεί πέρα από τη σφαίρα των οθονών και των πληκτρολογίων, βυθίζοντας τους χρήστες σε μια πολυαισθητηριακή ψηφιακή εμπειρία. Μέσω της απτικής ανατροφοδότησης, της επαυξημένης πραγματικότητας και της εικονικής πραγματικότητας, τα άτομα θα μπορούν να εμπλέκονται με το διαδικτυακό περιεχόμενο χρησιμοποιώντας τις αισθήσεις της αφής, της όρασης και του ήχου, θολώνοντας τα όρια μεταξύ του φυσικού και του ψηφιακού. Επιπλέον, οι κοινές τεχνολογίες επικοινωνίας και ανίχνευσης θα επιτρέψουν κοινές εμπειρίες, επιτρέποντας στα άτομα να επικοινωνούν και να αλληλοεπιδρούν σε πραγματικό χρόνο σε τεράστιες αποστάσεις, σαν να βρίσκονταν στον ίδιο φυσικό χώρο. Μέσω ενός συνδυασμού απτικών κουστουμιών, εικονικών avatars και προηγμένων οπτικοακουστικών συστημάτων, οι άνθρωποι θα μπορούν να βλέπουν, να ακούν και να αγγίζουν ο ένας την παρουσία του άλλου, φέρνοντας επανάσταση στον τρόπο με τον οποίο συνεργαζόμαστε, μαθαίνουμε και συνδεόμαστε με άλλους στο διαδίκτυο. Αυτή η σύγκλιση του Διαδικτύου των Αισθήσεων και της κοινής επικοινωνίας και

ανίχνευσης θα ξεκλειδώσει νέα όρια της ανθρώπινης έκφρασης και αλληλεπίδρασης, φέρνοντάς μας πιο κοντά στο ψηφιακό πεδίο όπως ποτέ άλλοτε.

Το διαδίκτυο των αισθήσεων (Internet of Senses) είναι μια έννοια που περιλαμβάνει την ενσωμάτωση αισθητηριακών τεχνολογιών, όπως η εικονική πραγματικότητα, η απτική ανατροφοδότηση και η επαυξημένη πραγματικότητα, στο διαδίκτυο των πραγμάτων. Αυτή η τεχνολογία υπόσχεται να δημιουργήσει μια πιο καθηλωτική και διαδραστική εμπειρία για τους χρήστες, επιτρέποντάς μας να αλληλοεπιδρούμε με τον ψηφιακό κόσμο με πιο φυσικό και διαισθητικό τρόπο. Για παράδειγμα, η εικονική πραγματικότητα θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία μιας πλήρως καθηλωτικής εμπειρίας παιχνιδιού, ενώ η απτική ανάδραση θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία ρεαλιστικών αισθήσεων αφής.

Η κοινή επικοινωνία και ανίχνευση (Joint communications and Sensing), είναι μια τεχνολογία που συνδυάζει την ικανότητα των μηχανών να αντιλαμβάνονται και να αναλύουν δεδομένα με την ικανότητα να επικοινωνούν αυτά τα δεδομένα με τρόπο που να είναι χρήσιμος για τον άνθρωπο. Η τεχνολογία αυτή έχει τη δυνατότητα να φέρει επανάσταση σε πολλούς κλάδους, όπως η βιομηχανία, η υγειονομική περίθαλψη και οι μεταφορές. Για παράδειγμα, στη βιομηχανία, η κοινή επικοινωνία και ανίχνευση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία ενός πιο αποτελεσματικού και ευέλικτου συστήματος παραγωγής, ενώ στην υγειονομική περίθαλψη μπορεί να επιτρέψει στους γιατρούς και τους ασθενείς να συνεργάζονται αποτελεσματικότερα.

Τόσο το διαδίκτυο των αισθήσεων όσο και η κοινή επικοινωνία και ανίχνευση είναι αδιαμφισβήτητο πως θα έχουν σημαντικό αντίκτυπο στον τρόπο με τον οποίο αλληλοεπιδρούμε με την τεχνολογία και μεταξύ μας. Στο διαδίκτυο του μέλλοντος, οι συσκευές θα είναι σε θέση να επικοινωνούν μεταξύ τους απρόσκοπτα, χρησιμοποιώντας έναν συνδυασμό αισθητηριακής εισόδου και ανάλυσης δεδομένων για να δημιουργήσουν μια πιο διαισθητική και φυσική εμπειρία χρήσης.

Ωστόσο, αυτό το μέλλον εγείρει επίσης σημαντικά ερωτήματα σχετικά με την προστασία της ιδιωτικής ζωής, την ασφάλεια και τον ρόλο της τεχνολογίας στη ζωή μας. Καθώς οι μηχανές ενσωματώνονται όλο και περισσότερο στην καθημερινή μας ζωή, είναι σημαντικό να διασφαλίσουμε ότι διαθέτουμε τις κατάλληλες εγγυήσεις για την προστασία των προσωπικών μας δεδομένων και τη διατήρηση του ελέγχου του τρόπου χρήσης τους.

Επομένως, το διαδίκτυο του μέλλοντος υπόσχεται να είναι ένας κόσμος απρόσκοπτης επικοινωνίας και διασύνδεσης, όπου οι μηχανές και οι συσκευές είναι σε θέση να αντιλαμβάνονται και να ανταποκρίνονται σε κάθε μας ανάγκη. Το διαδίκτυο των αισθήσεων και η κοινή επικοινωνία και ανίχνευση είναι δύο βασικές τεχνολογίες που είναι πιθανό να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο σε αυτό το μέλλον, δημιουργώντας μια πιο καθηλωτική και διαισθητική εμπειρία χρήστη και επιτρέποντας μια πιο αποδοτική και αποτελεσματική επικοινωνία μεταξύ μηχανών και ανθρώπων.

3. Ορισμοί

3.1 Ορισμός του Internet of Senses

Το Διαδίκτυο των Αισθήσεων είναι μια ιδέα που οραματίζεται έναν κόσμο όπου οι άνθρωποι μπορούν να ασχοληθούν με τον ψηφιακό κόσμο μέσω όλων των αισθήσεών τους, όχι μόνο μέσω μιας οθόνης ή ενός πληκτρολογίου. Αυτή η τεχνολογία στοχεύει να βελτιώσει την ψηφιακή μας εμπειρία προσομοιώνοντας αισθήσεις όπως η γεύση, η αφή και η όσφρηση, για να αυξήσει τις οπτικές και ακουστικές πτυχές που έχουμε ήδη συνηθίσει. Αυτό θα μας επέτρεπε να αλληλοεπιδράσουμε με τον ψηφιακό κόσμο με έναν πολύ πιο καθηλωτικό τρόπο, θολώνοντας τα όρια μεταξύ του φυσικού και του εικονικού. Ενώ η ιδέα βρίσκεται ακόμα στα αρχικά της στάδια, έχει τη δυνατότητα να φέρει επανάσταση στον τρόπο με τον οποίο επικοινωνούμε, μαθαίνουμε και βιώνουμε τον κόσμο γύρω μας. Ωστόσο, υπάρχουν επίσης ανησυχίες σχετικά με τους πιθανούς κινδύνους και τις ηθικές επιπτώσεις αυτής της τεχνολογίας [7].

Η ψηφιακή τεχνολογία σήμερα χρησιμοποιεί κυρίως δύο αισθήσεις - την όραση και τον ήχο. Αλλά μπορεί να μην αργήσει πολύς καιρός πριν μπορέσουμε να αισθανθούμε, να γευτούμε και να μυρίσουμε ψηφιακά αντικείμενα με τρόπο που δεν διακρίνεται από τις φυσικές εμπειρίες. Με τις ταχύρρυθμες τεχνολογικές προόδους στις εφαρμογές AR & VR και την υπερ-συνδεσιμότητα του 5G, είναι εύλογο ότι οι ψηφιακές εμπειρίες θα μεταβούν από την οθόνη στις αισθήσεις τις επόμενες δεκαετίες.

Το Διαδίκτυο των Αισθήσεων (IoS), ένας όρος που υποστηρίζεται από τον σουηδικό γίγαντα τηλεπικοινωνιών Ericsson, μπορεί να περιγραφεί ως η επόμενη επανάληψη της ψηφιοποίησης. Με τη διαρκώς βελτιωμένη ικανότητα των ψηφιακών τεχνολογιών να μιμούνται και να επαυξάνουν τις πέντε ανθρώπινες αισθήσεις, το IoS οραματίζεται έναν κόσμο όπου το ψηφιακό και το φυσικό συγχωνεύονται όλο και περισσότερο το ένα με το άλλο.

Στο μέλλον, πιο ελαφριά και προηγμένα γυαλιά AR και φακοί επαφής θα επιτρέπουν στους χρήστες να προβάλλουν ψηφιακά αντικείμενα σε φυσικούς χώρους με ασυνήθιστα επίπεδα ρεαλισμού. Το άγγιγμα θα γίνει επίσης πιο ενισχυμένο στην εποχή του IoS. Η απτική ανάδραση είναι ήδη διαθέσιμη σήμερα, αλλά πιο προηγμένες μορφές φορητών συσκευών που αναπαράγουν την αίσθηση του βάρους και της κίνησης σε ψηφιακά αντικείμενα θα αναδυθούν επίσης καθώς θα εξελίσσονται οι τεχνολογίες.

Ομοίως, υπάρχουν επίσης διάφορα πρωτότυπα πρώιμου σταδίου που αναπαράγουν τις αισθήσεις της γεύσης και της όσφρησης. Για παράδειγμα, το Norimaki Synthesizer, που σχεδιάστηκε από ερευνητές από το Πανεπιστήμιο Meiji στην Ιαπωνία, αναδημιουργεί τεχνητά οποιαδήποτε γεύση στη γλώσσα του χρήστη.

Από την καθηλωτική ψυχαγωγία μέχρι τα ψηφιακά εμπορικά κέντρα και τις διαδικτυακές κοινωνικές συγκεντρώσεις, οι ψηφιακές αισθητηριακές εμπειρίες έχουν τη δυνατότητα να αναδιαμορφώσουν ριζικά πολλές βιομηχανίες. Θα ανοίξουν εντελώς νέους δρόμους για τη δημιουργία αξίας, θα ξεκλειδώσουν νέους τρόπους για να συνδεθούν οι επωνυμίες με τους καταναλωτές και θα μεταμορφώσουν τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε τη ζωή γύρω μας.

Στα επόμενα χρόνια, τα ψηφιακά εμπορικά κέντρα μπορεί να είναι σε θέση να προσφέρουν οσμή, υφή και γεύση για να κάνουν τις διαδικτυακές εμπειρίες αγορών να

μην ξεχωρίζουν από την αγορά αντικειμένων σε καταστήματα με τούβλα και κονιάματα. Η ψηφιακή χειραγώγηση της γεύσης θα μπορούσε να φέρει επανάσταση στη βιομηχανία τροφίμων, προσφέροντας νέες γευστικές εμπειρίες χωρίς μειονεκτήματα για την υγεία. Στα μέσα ενημέρωσης και την ψυχαγωγία, οι ταινίες και οι διαφημίσεις θα μπορούσαν να βιωθούν με έναν εντελώς νέο, πλήρως καθηλωτικό τρόπο [1].



Εικόνα 1. Internet of Senses

3.2 Ορισμός του Joint Communication and Sensing

Το joint communication and sensing είναι μια έννοια που περιλαμβάνει την ενσωμάτωση των τεχνολογιών επικοινωνίας και ανίχνευσης για να επιτρέψουν συνεργατικές και αποτελεσματικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ ανθρώπων και μηχανών.

Συνδυάζει την ικανότητα των μηχανών να ανιχνεύουν και να αναλύουν δεδομένα με την ικανότητα να επικοινωνούν αυτά τα δεδομένα με τρόπο που είναι χρήσιμος για τον άνθρωπο. Αυτή η τεχνολογία έχει τη δυνατότητα να φέρει επανάσταση σε πολλούς κλάδους, συμπεριλαμβανομένης της βιομηχανίας, της υγειονομικής περίθαλψης και των μεταφορών. [38]

Στη βιομηχανία, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία ενός πιο αποτελεσματικού και ανταποκρινόμενου συστήματος παραγωγής. Στην υγειονομική περίθαλψη, μπορεί να επιτρέψει στους γιατρούς και τους ασθενείς να συνεργαστούν πιο αποτελεσματικά και να βελτιώσει την ακρίβεια των διαγνώσεων. Στις μεταφορές, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία πιο αποτελεσματικών και ασφαλέστερων συστημάτων, όπως τα αυτοοδηγούμενα αυτοκίνητα. Καθώς αυτή η τεχνολογία συνεχίζει να αναπτύσσεται, έχει τη δυνατότητα να μεταμορφώσει τον τρόπο που ζούμε και εργαζόμαστε, δημιουργώντας έναν πιο διασυνδεδεμένο και έξυπνο κόσμο.

Στόχος της κοινής επικοινωνίας και ανίχνευσης είναι η βελτίωση της απόδοσης και της λειτουργικότητας των ασύρματων συστημάτων με την ενσωμάτωση των δυνατοτήτων ανίχνευσης. Τα παραδοσιακά ασύρματα συστήματα επικεντρώνονται κυρίως στην επικοινωνία, ενώ τα συστήματα κοινής επικοινωνίας και ανίχνευσης αξιοποιούν την ικανότητα ανίχνευσης και συλλογής δεδομένων από το περιβάλλον.

Η ολοκλήρωση της επικοινωνίας και της ανίχνευσης περιλαμβάνει την ανάπτυξη κόμβων αισθητήρων που μπορούν τόσο να μεταδίδουν όσο και να λαμβάνουν δεδομένα. Αυτοί οι κόμβοι είναι εξοπλισμένοι με αισθητήρες για τη συλλογή πληροφοριών σχετικά με το περιβάλλον, όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, το φως, ο ήχος ή η κίνηση. Στη συνέχεια μπορούν να επικοινωνούν αυτά τα δεδομένα που συλλέγονται σε άλλους κόμβους ή σε μια κεντρική μονάδα επεξεργασίας.

Τα κοινά συστήματα επικοινωνίας και ανίχνευσης συχνά περιλαμβάνουν τεχνικές σύντηξης δεδομένων, όπου δεδομένα από πολλαπλούς αισθητήρες συνδυάζονται και υποβάλλονται σε επεξεργασία για να επιτευχθεί μια πιο ακριβής και ολοκληρωμένη κατανόηση του περιβάλλοντος. Η συγχώνευση δεδομένων βοηθά στη μείωση του πλεονασμού, στην ενίσχυση της αξιοπιστίας των δεδομένων και στην εξαγωγή ουσιαστικών πληροφοριών από τα συλλεχθέντα δεδομένα.

Η ενεργειακή αποδοτικότητα αποτελεί κρίσιμο ζήτημα στα συστήματα κοινής επικοινωνίας και ανίχνευσης, δεδομένου ότι οι κόμβοι αισθητήρων συνήθως λειτουργούν με μπαταρίες. Οι ερευνητές επικεντρώνονται στην ανάπτυξη ενεργειακά αποδοτικών αλγορίθμων και πρωτοκόλλων για τη μεγιστοποίηση της διάρκειας ζωής του δικτύου και τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας σε αυτά τα συστήματα.

Η κοινή επικοινωνία και ανίχνευση αντιμετωπίζει διάφορες προκλήσεις, συμπεριλαμβανομένων των περιορισμένων πόρων (όπως η ισχύς, οι δυνατότητες επεξεργασίας και το εύρος ζώνης), η διατήρηση της ακεραιότητας και της ασφάλειας των δεδομένων, η διαχείριση των παρεμβολών μεταξύ των λειτουργιών επικοινωνίας και ανίχνευσης και η επεκτασιμότητα κατά την ανάπτυξη δικτύων μεγάλης κλίμακας.

Η κοινή επικοινωνία και ανίχνευση είναι ένας ενεργός τομέας έρευνας και ανάπτυξης. Οι επιστήμονες και οι μηχανικοί συνεχίζουν να διερευνούν νέες τεχνικές και τεχνολογίες για τη βελτίωση της απόδοσης του συστήματος, της ενεργειακής απόδοσης, της ακρίβειας των δεδομένων και της αξιοπιστίας. Διερευνούν επίσης νέες εφαρμογές και πιθανή ενσωμάτωση με αναδυόμενες τεχνολογίες όπως το Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) και η τεχνητή νοημοσύνη (AI).

Συνολικά, η κοινή επικοινωνία και ανίχνευση παρέχει ένα πλαίσιο για τη δημιουργία ευφυών συστημάτων που μπορούν να συλλέγουν, να μεταδίδουν και να επεξεργάζονται δεδομένα για ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών. Με την ενσωμάτωση των δυνατοτήτων επικοινωνίας και ανίχνευσης, τα συστήματα αυτά επιτρέπουν την αποτελεσματική ανταλλαγή δεδομένων, την παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο και τη λήψη αποφάσεων σε διάφορους τομείς.



Εικόνα 2.JC & S

4. Σενάρια χρήσης και Εφαρμογές

4.1 Internet Of Senses

Η ταχέως αναπτυσσόμενη τεχνολογία του ΙoS βρίσκει πολλές εφαρμογές σε τομείς της καθημερινής μας ζωής [23]. Αναλυτικότερα:

Τομέας υγείας:

- Διαχείριση πόνου: Χρήση αισθητηριακής διέγερσης για τη μείωση του πόνου και της δυσφορίας στους ασθενείς.
- Αποκατάσταση: Η αισθητηριακή διέγερση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση των αποτελεσμάτων της φυσικοθεραπείας.
- Διάγνωση: Τα αισθητηριακά δεδομένα που συλλέγονται από ασθενείς μπορούν να αναλυθούν για να βοηθήσουν στη διάγνωση και τη θεραπεία.

Ψυχαγωγία:

- Παιχνίδι: Η αισθητηριακή διέγερση μπορεί να βελτιώσει την εμπειρία παιχνιδιού, επιτρέποντας στους παίκτες να αισθάνονται σαν να είναι μέσα στο παιχνίδι.
- Εικονική πραγματικότητα: Το Internet of Senses μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δημιουργήσει μια πιο καθηλωτική εμπειρία εικονικής πραγματικότητας.

Εκπαίδευση:

- Εκμάθηση γλώσσας: Η αισθητηριακή διέγερση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βοηθήσει τους μαθητές να συσχετίσουν νέες λέξεις με αισθητηριακές εμπειρίες.
- Προσομοιώσεις εκπαίδευσης: Η αισθητηριακή ανατροφοδότηση μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να διατηρήσουν καλύτερα το εκπαιδευτικό υλικό και να βελτιώσουν την απόδοση. Οι παρόντες προσομοιωτές μπορούν να αναπαράγουν τα αξιοθέατα και τις υποδείξεις ενός πραγματικού περιβάλλοντος, αλλά θα μπορούσαν να γίνουν πολύ πιο γνήσιοι με την επέκταση της πρόσθετης αισθητηριακής ανάδρασης.

Μάρκετινγκ:

- Δοκιμή προϊόντος: Η αισθητηριακή διέγερση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ελεγχθεί η ελκυστικότητα των νέων προϊόντων στους καταναλωτές.
- Επωνυμία: Το Internet of Senses μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ενισχύσει την αναγνώριση της επωνυμίας και να δημιουργήσει μια μοναδική εμπειρία πελάτη.

Βιομηχανοποίηση:

- Ποιοτικός έλεγχος: Η αισθητηριακή ανάδραση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον εντοπισμό ελαττωμάτων και τη διασφάλιση σταθερής ποιότητας στην παραγωγή.
- Εκπαίδευση: Η αισθητηριακή διέγερση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκπαίδευση των εργαζομένων με πιο καθηλωτικό και αποτελεσματικό τρόπο.

4.2 Έρευνα Ericsson

Σύμφωνα με έρευνα της Ericsson δημιουργήθηκαν κάποιες τάσεις για την επέκταση που μπορεί να πάρει η τεχνολογία του IoT στο μέλλον με βάση τους καταναλωτές

Η Ericsson Research λέει ότι αυτό το όραμα «δεν βασίζεται μόνο στις αναμενόμενες τεχνολογικές προόδους αλλά και στην έρευνα των καταναλωτών: Οι πρώτοι που υιοθετούν τις πόλεις αναμένουν ότι θα χρησιμοποιούμε όλες τις αισθήσεις μας στο διαδίκτυο μέχρι το 2030. Από αυτούς, το 68 τοις εκατό θέλει να χρησιμοποιήσει τουλάχιστον μία από τις Έχουμε ρωτήσει για 6 εννοιολογικές εφαρμογές Internet of Senses και το 81 τοις εκατό είναι ανοιχτό στην ιδέα συνολικά.

Από αυτούς που θέλουν ένα Διαδίκτυο Αισθήσεων, το 40% θεωρούν την καθηλωτική ψυχαγωγία ως κύριο μοχλό για αυτήν την αλλαγή. Το 33% πιστεύει ότι οι καλύτερες ηλεκτρονικές αγορές θα είναι το κλειδί, και το 31% πιστεύει ότι αυτή η αλλαγή θα επέλθει λόγω της κλιματικής κρίσης. Οι πέντε μεγάλες εταιρείες τεχνολογίας μαζί με εταιρείες ειδικές για τον κλάδο αναμένεται να κυριαρχήσουν και να διαχειρίζονται περίπου το ήμισυ όλων των υπηρεσιών Internet of Senses έως το 2030 [24].

Τάση 1: Ο εγκέφαλός σας είναι η διεπαφή χρήστη

Το 59% των καταναλωτών πιστεύει ότι θα μπορούσαμε να δούμε διαδρομές χάρτη με γυαλιά εικονικής πραγματικότητας απλώς σκεφτόμαστε έναν προορισμό

Τάση 2: Ακούγεται σαν εμένα

Χρησιμοποιώντας ένα μικρόφωνο, το 67% πιστεύει ότι θα είναι σε θέση να πάρουν τη φωνή του καθενός αρκετά ρεαλιστικά ώστε να ξεγελάσουν ακόμη και μέλη της οικογένειας

Τάση 3: Όποια γεύση θέλετε

Το 45% προβλέπει μια συσκευή για το στόμα σας που βελτιώνει ψηφιακά οτιδήποτε τρώτε, έτσι ώστε οποιοδήποτε φαγητό να έχει γεύση σαν την αγαπημένη σας λιχουδιά

Τάση 4: Ψηφιακό άρωμα

Περίπου έξι στους δέκα αναμένουν ότι θα μπορούν να επισκέπτονται ψηφιακά δάση ή την ύπαιθρο, συμπεριλαμβανομένης της εμπειρίας όλων των φυσικών μυρωδιών αυτών των τόπων

Τάση 5: Απόλυτο άγγιγμα

Περισσότερα από έξι στους δέκα περιμένουν smartphone με οθόνες που μεταφέρουν το σχήμα και την υφή των ψηφιακών εικονιδίων και των κουμπιών που πατούν

Τάση 6: Συγγωνευμένη πραγματικότητα

Οι κόσμοι των παιχνιδιών VR προβλέπεται από επτά στους δέκα ότι θα είναι δυσδιάκριτοι από τη φυσική πραγματικότητα μέχρι το 2030

Τάση 7: Επαληθεύτηκε ως πραγματική

Οι ψεύτικες ειδήσεις θα μπορούσαν να τελειώσουν. Οι μισοί από τους ερωτηθέντες λένε ότι οι υπηρεσίες αναφοράς ειδήσεων που διαθέτουν εκτεταμένους ελέγχους δεδομένων θα είναι δημοφιλείς έως το 2030

Τάση 8: Καταναλωτές μετά την προστασία της ιδιωτικής ζωής

Οι μισοί από τους ερωτηθέντες είναι καταναλωτές μετά την προστασία της ιδιωτικής ζωής που σημαίνει ότι αναμένουν την πλήρη επίλυση των προβλημάτων απορρήτου, ώστε να μπορούν να αποκομίσουν με ασφάλεια τα οφέλη ενός κόσμου που βασίζεται στα δεδομένα

Τάση 9: Συνδεδεμένη βιωσιμότητα

Το Διαδίκτυο των υπηρεσιών που βασίζονται στις αισθήσεις θα κάνει την κοινωνία πιο περιβαλλοντικά βιώσιμη, σύμφωνα με έξι στους δέκα

Τάση 10: Συγκλονιστικές υπηρεσίες

Το 45% των καταναλωτών αναμένει ότι τα ψηφιακά εμπορικά κέντρα τους επιτρέπουν να χρησιμοποιούν και τις πέντε αισθήσεις όταν ψωνίζουν

Το Internet of Senses θα επιτρέψει συναρπαστικές εφαρμογές, πολλές από τις οποίες έχουμε ήδη δει σε ταινίες επιστημονικής φαντασίας και τώρα θα γίνουν πραγματικότητα.



Εικόνα 3. Taste sensor

Εν συνεχεία της έρευνας της Ericsson, με την εμφάνιση του 6G, η εταιρεία έχει ένα όραμα για την αναβάθμιση των τηλεπικοινωνιών ως το 2030. Η ιδέα πίσω από αυτό δεν είναι νέα καθώς η νευροτροποποίηση έχει χρησιμοποιηθεί εκτενώς για διάφορες εφαρμογές. Η νευροτροποποίηση περιλαμβάνει την επιδιωκόμενη αλλαγή μιας νευρικής δραστηριότητας μέσω ενός ηλεκτρικού ή χημικού ερεθίσματος, όπως ορίζεται από τη διεθνή εταιρεία νευροτροποποίησης. Οι ψηφιακές εφαρμογές γευσιγνωσίας και οι ηλεκτρονικές μύτες έχουν αναπτυχθεί για να μιμηθούν την τυπική φυσική συμπεριφορά γεύσης και όσφρησης.

Το IoS μεταφέρει αυτές τις έννοιες ένα βήμα παραπέρα σε ένα πλήρες οικοσύστημα που περιλαμβάνει γεύση, αφή, όσφρηση, όραση, ήχο και μυαλό, όπως απεικονίζεται από την Ericsson. Η κατανόηση του αισθητηριακού συστήματος από μια νευροεπιστημονική προοπτική και η πρόοδος στον σχεδιασμό ηλεκτρονικών και μικροεπεξεργαστών χρειάζεται για να προκαλέσουμε αισθήσεις που είτε μας λείπουν είτε θα θέλαμε να έχουμε κάποια στιγμή.

Διάβασμα μυαλού:

Η διεπαφή εγκεφάλου υπολογιστή είναι επί του παρόντος μια τεχνολογία που επιτρέπει την ερμηνεία των εγκεφαλικών εντολών σε συγκεκριμένες ενέργειες. Αυτή η τεχνολογία προβλέπεται να περιλαμβάνει προηγμένες δυνατότητες πρόβλεψης που θα επιτρέψουν δυνητικά μια αυτοματοποιημένη ερμηνεία του τι σκεφτόμαστε και ολοκληρώνουμε την εργασία ακόμη και πριν εκδώσουμε μια σωστή εντολή για αυτό. Άλλες εφαρμογές της «ανάγνωσης μυαλού» είναι η παροχή προσαρμοσμένου περιεχομένου που αντικατοπτρίζει τις ανάγκες ή την τρέχουσα κατάσταση κάποιου.

Ψηφιακή Γευσιγνωσία και Αρώματα

Ο συνδυασμός ψηφιακής γεύσης και αρωμάτων είναι μια άλλη σημαντική περίπτωση χρήσης του IoS. Η εφαρμογή αναπαράγει ουσιαστικά μια φυσική πραγματικότητα για την οποία λαχταρά κανείς. Φανταστείτε να έχετε ένα συγκεκριμένο πιάτο ή ποτό στο μυαλό σας. Το μόνο που χρειάζεστε είναι μια διεγερτική συσκευή που θα λειτουργούσε στη ρύθμιση ενός συγκεκριμένου συνόλου νευρών που θα σας παρέχει την κατάλληλη εμπειρία που ζητήσατε.

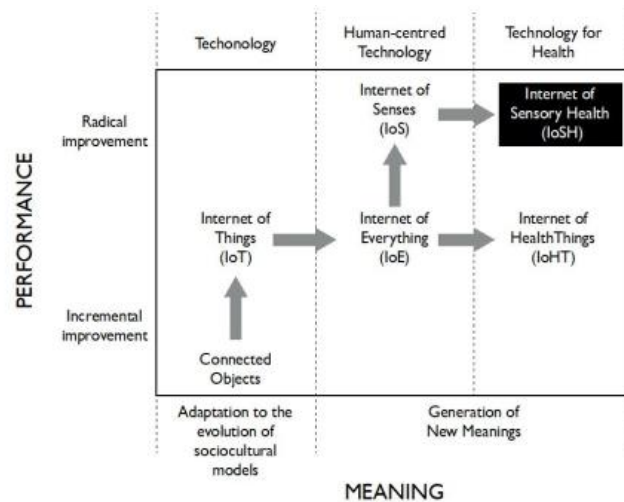
Προς ένα βιώσιμο Metaverse:

Η ενσωμάτωση του IoS με ψηφιακά περιβάλλοντα όπως το Metaverse θα φέρει την εικονική πραγματικότητα πιο κοντά στη φυσική. Κατά μία έννοια, το Metaverse θα μετακινηθεί από προϊόν, σε τόπο και τελικά σε βιώσιμο ψηφιακό χώρο διαβίωσης. Πιθανώς, η επένδυσή σας σε μια φανταχτερή βίλα ή κάποιο ακριβό έργο τέχνης θα αξίζει κάποια στιγμή.

Διαδίκτυο της Αισθητηριακής Υγείας (IoSH):

Στο εργαστήριο UX/UI του UNIDCOM/IADE, Universidade Europeia της Λισαβόνας, γεννήθηκε μια νέα έννοια για το IoS, την τεχνολογία (εικ. 1), κατ' αναλογία με αυτό που συνέβη με το Internet of Health Things (IoHT) και το Internet of Things (IoT), αν

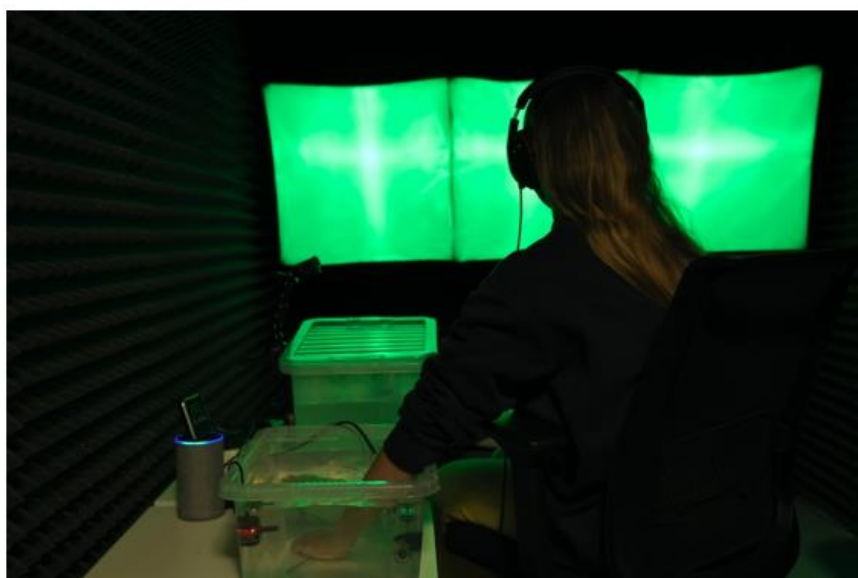
μπορεί η υγεία να αποτελέσει μια επιτυχημένη στρατηγική για τη δημιουργία νέων εννοιών για το Διαδίκτυο των αισθήσεων [12].



Εικόνα 4. The Internet of Sensory Health

Το πρόγραμμα Sensuous Project είναι μια τρέχουσα μελέτη στην οποία διερευνούμε τις δυνατότητες χρήσης μιας προσέγγισης συναισθηματικού σχεδιασμού για τη δημιουργία μιας καθηλωτικής πολυαισθητηριακής εμπειρίας, με τη χρήση σημερινών συσκευών IoT, με στόχο την αξιολόγηση του αντίκτυπου των ταυτόχρονων περιβαλλοντικών αισθητηριακών ερεθισμάτων στην αντίληψη του πόνου.

Η μελέτη αποτελείται από μια μελέτη σχεδιασμού 4x2 εντός των υποκειμένων, η οποία βασίζεται σε μια ψυχρή Pressor Test, με τη συμμετοχή 42 συμμετεχόντων.



Εικόνα 5. The sensuous project

Οι επιδράσεις των αισθητηριακών ερεθισμάτων στην αντίληψη του πόνου έχουν αποδειχθεί με μελέτες που περιλαμβάνουν ταυτόχρονη αισθητηριακή διέγερση σε διάφορες μορφές, προτείνοντας μονομερείς παρεμβάσεις για την απόσπαση της προσοχής, την παρακίνηση ή τη δημιουργία αντι-ερεθισμών που θα μπορούσαν να μειώσουν τον πόνο, με ταυτόχρονη αισθητηριακή διέγερση σε διαφορετικές λειτουργίες:

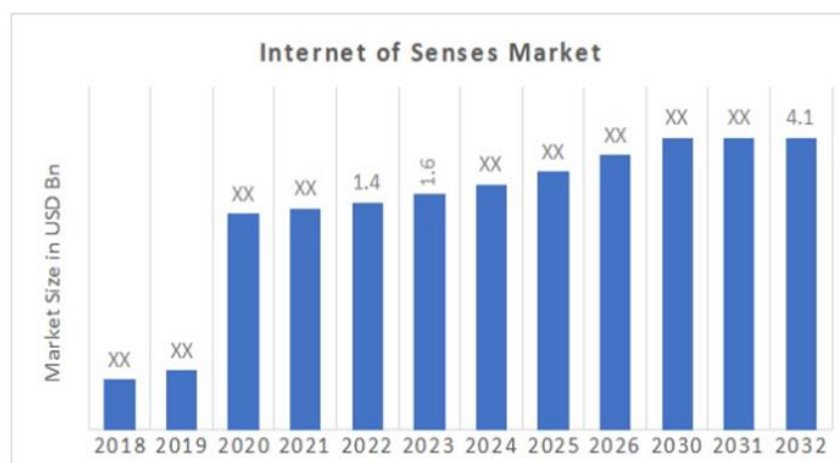
- Απτική (Boensch, 2011- Chen & Johnson, 2010- Riley & Levine, 1988) [34].
- Ακουστική (Basinski et al., 2018- BURT & KORN, 1964- Garcia & Hand, 2016- Gardner et al., 1960- Gardner & Licklider, 1959- Howitt & Stricker, 1966- Mitchell et al., 2006- Morosko & Simmons, 1966) [35]
- Οπτική (Rahimi et al., 2013) (Yousuf Azeemi & Raza, 2005) [36]

Λαμβάνοντας υπόψη ότι κάθε ερέθισμα στο περιβάλλον είναι πιθανό να είναι σχεδιασμένο (Rognoli et al., 2016) και λαμβάνοντας υπόψη ότι ο σχεδιασμός κάθε ερεθίσματος παράγει αποτελέσματα σε άλλα αισθητηριακά μητρώα (Ricco, 1999, 2008) αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθεί μια προσέγγιση συναισθηματικού σχεδιασμού για τη δημιουργία μιας πολυαισθητηριακής εμπειρίας εμπύθισης. Ο στόχος της μελέτης είναι να προσδιοριστεί ποιος αισθητηριακός συνδυασμός μεταξύ διαφορετικών τύπων ερεθισμάτων θα μπορούσε να έχει ισχυρότερο αντίκτυπο από την άποψη των αναλγητικών επιδράσεων.

4.3 Ανάλυση της αγοράς του Internet of senses

Η αγορά του Διαδικτύου των Αισθήσεων τμηματοποιείται ανά συστατικό, τεχνολογία, εφαρμογή, τελικό χρήστη και περιοχή [37].

Η αγορά του IoS λέγεται ότι ανερχόταν στα 1,4 δις το 2022 και προβλέπεται να αυξηθεί από 1,6 δις το 2023 έως και 4,1 δις το 2032, δηλαδή να υποστεί μια υποκείμενη αύξηση της τάξης του 12,6% μέσα σε περίπου 10 χρόνια. Οι κυριότεροι παράγοντες που θα αναβαθμίζουν την αύξηση της αγοράς του IoS είναι η βιωσιμότητα της τεχνολογίας, οι υποσχόμενες βελτιώσεις στις ασύρματες τεχνολογίες και η επέκταση της συνδεδεμένης τεχνολογίας [37].

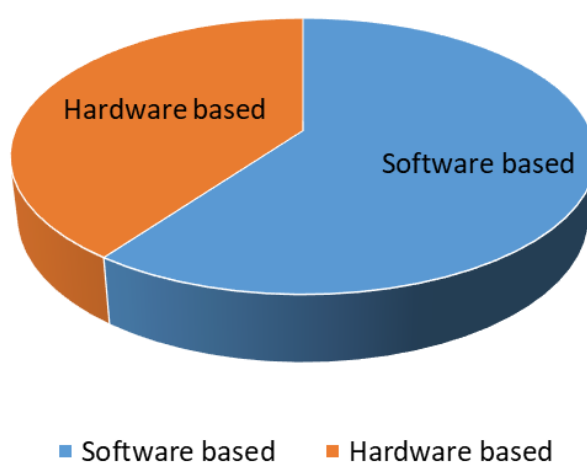


Εικόνα 6. Η αγορά του IoS

4.3.1 Με βάση το συστατικό

Με βάση το συστατικό, η αγορά του Διαδικτύου των Αισθήσεων υποδιαιρείται σε λογισμικό και υλικό. Το τμήμα λογισμικού της αγοράς του Διαδικτύου των αισθήσεων αναμένεται να κατέχει το μεγαλύτερο μερίδιο αγοράς, καθώς όλο και περισσότεροι χρήστες ανταποκρίνονται θετικά στην ανάγκη για εκτεταμένες υπηρεσίες στον τομέα της εκτεταμένης πραγματικότητας, που είναι δυνατή μόνο με τη βοήθεια του λογισμικού [22].

**Internet of Senses Market share
by component (%) in 2021**



Εικόνα 7. Η αγορά με βάση το συστατικό

4.3.2 Με βάση την τεχνολογία

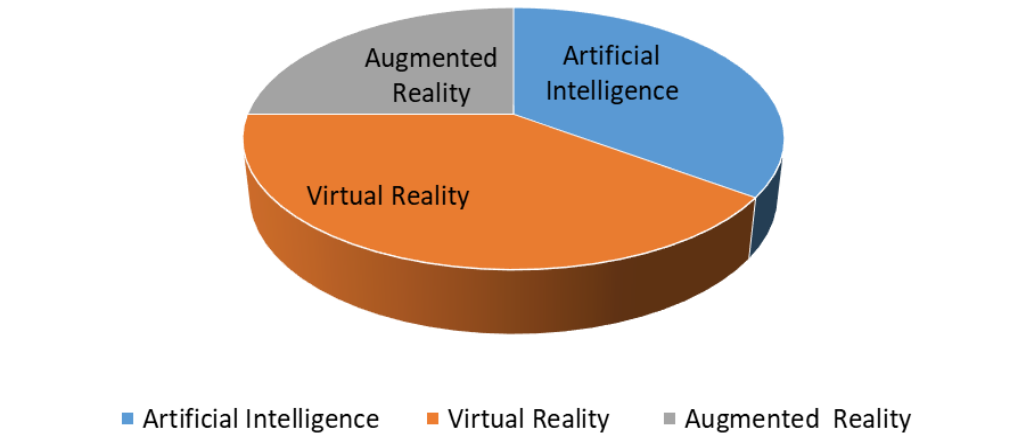
Η αγορά του Διαδικτύου των αισθήσεων τμηματοποιείται με βάση την τεχνολογία με την Τεχνητή Νοημοσύνη (AI), την Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) και την Εικονική Πραγματικότητα (VR). Όλες αυτές οι τεχνολογίες επιτρέπουν την αλληλεπίδραση των ανθρώπινων αισθήσεων με τον ψηφιακό κόσμο. Ωστόσο, μεταξύ των τριών τμημάτων που υπάρχουν η Εικονική Πραγματικότητα αναμένεται να κατέχει το μεγαλύτερο μερίδιο αγοράς σε ποσοστό, καθώς το κόστος των συσκευών εικονικής πραγματικότητας είναι χαμηλότερο από άλλα είδη τεχνολογιών, επιπλέον, όταν πρόκειται για τεχνητή νοημοσύνη, μπορεί να ενσωματωθεί τόσο σε τύπους AR όσο και VR. Η προοπτική ανάπτυξης τόσο της αγοράς AR όσο και της VR είναι τόσο μεγάλη που έχει προβλεφθεί ότι το συνδυασμένο μέγεθος της αγοράς τους (AR και VR) θα είναι περίπου 297 δισ. ευρώ. USD μέχρι το 2024 [22].

4.3.3 Με βάση την εφαρμογή

Με βάση την εφαρμογή, η αγορά του Διαδικτύου των Αισθήσεων τμηματοποιείται σε ακοή, όραση, όσφρηση, γεύση, αφή και νου. Η αίσθηση της όσφρησης, της γεύσης και της αφής επιδιώκεται επιθετικά από τους βασικούς παίκτες του κλάδου, έτσι ώστε ένα μεγάλο φάσμα προϊόντων, όπως τρόφιμα και ποτά, κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα και άλλα καταναλωτικά προϊόντα, να μπορούν να συμπεριληφθούν σε ολόκληρο το

οικοσύστημα της αγοράς του Διαδικτύου των Αισθήσεων. Αυτό θα επιτρέψει στους κατασκευαστές και τους διαφημιστές να προωθήσουν τα προϊόντα τους με ελάχιστο κόστος και να αποκτήσουν καλύτερη εμβέλεια από τον φυσικό κόσμο [22].

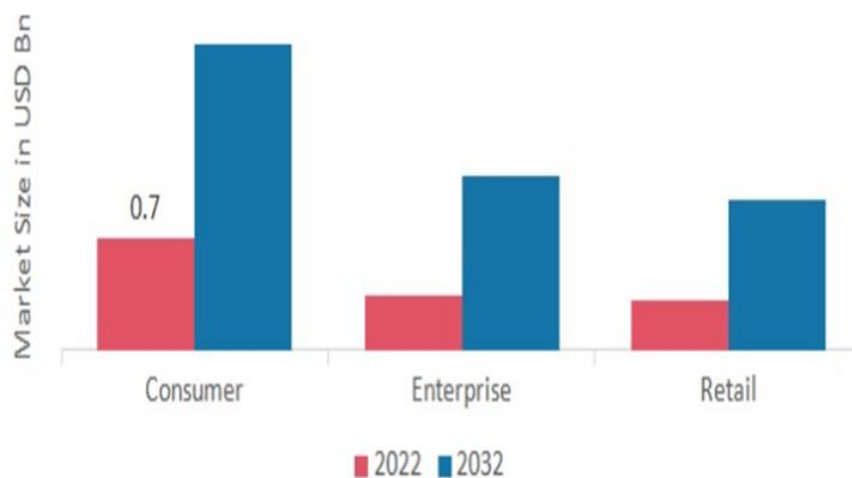
**Internet of Senses Market share
by Technology (%) in 2021**



Εικόνα 8. Η αγορά με βάση την τεχνολογία

4.3.4 Με βάση τον τελικό χρήστη

Με βάση τους τελικούς χρήστες, η αγορά του Διαδικτύου των Αισθήσεων χωρίζεται σε τρεις συνιστώσες, δηλαδή σε καταναλωτές, επιχειρήσεις και λιανικό εμπόριο. Το τμήμα των καταναλωτών κατέχει το μεγαλύτερο μερίδιο στην αγορά του Διαδικτύου των Αισθήσεων λόγω του όγκου των χρηστών που μπορούν να υιοθετήσουν τη νέα τεχνολογία και, ως εκ τούτου, να συμβάλουν στη δημιουργία εσόδων, ενώ οι καταναλωτές των επιχειρήσεων θα περιορίζονται στην εφαρμογή και τη χρησιμότητα των προϊόντων/υπηρεσιών που προσφέρουν[37].

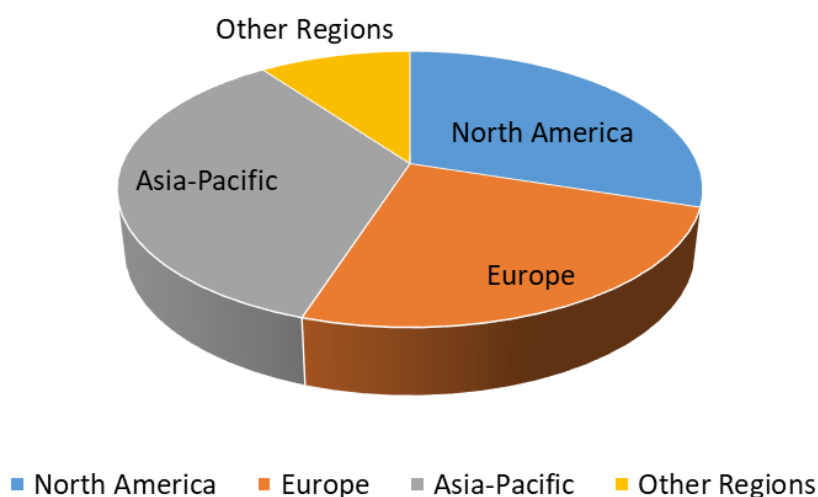


Εικόνα 9. Η αγορά με βάση τον τελικό χρήστη

4.3.5 Με βάση την περιοχή

Η αγορά του Διαδικτύου των Αισθήσεων χωρίζεται σε περιφερειακό επίπεδο σε Βόρεια Αμερική, Ευρώπη, Ασία-Ειρηνικό και άλλες περιοχές που περιλαμβάνουν τον υπόλοιπο κόσμο. Η περιοχή Ασίας-Ειρηνικού αναμένεται να κατέχει το μεγαλύτερο μερίδιο αγοράς ανά περιοχή κατά την περίοδο πρόβλεψης λόγω του μεγάλου όγκου του ρυθμού υιοθέτησης που έχουν οι πολίτες των χωρών που την απαρτίζουν. Το μεγαλύτερο μέρος της πρώιμης υιοθέτησης στην περιοχή Ασίας-Ειρηνικού μπορεί να αποδοθεί στην ταχεία επέκταση του δικτύου 5G. Η Κίνα και η Ινδία είναι οι δύο πολυπληθέστερες χώρες του πλανήτη με έναν ανερχόμενο νεαρό πληθυσμό που γνωρίζει από τεχνολογία και είναι πρόθυμος να δοκιμάσει νέες εμπειρίες. Η αγορά του Διαδικτύου των Αισθήσεων στη Βόρεια Αμερική εκτιμάται επίσης ότι θα αναπτυχθεί σημαντικά κατά την περίοδο πρόβλεψης λόγω της ταχείας στροφής προς την αυτοματοποίηση και της αύξησης του πληθυσμού που είναι πρόθυμος να δοκιμάσει προϊόντα με δυνατότητα Τεχνητής Νοημοσύνης. Η περιοχή της Βόρειας Αμερικής περιλαμβάνει τις ΗΠΑ, τον Καναδά και το Μεξικό και οι χώρες αυτές έχουν υψηλό ποσοστό υιοθέτησης της τεχνολογίας. Επιπλέον, οι ΗΠΑ και ο Καναδάς φιλοξενούν πολλούς κορυφαίους βασικούς παίκτες στην αγορά του Διαδικτύου των αισθήσεων που μπορούν να οδηγήσουν τον όγκο πωλήσεων των προϊόντων του Διαδικτύου των αισθήσεων σε ολόκληρη την περιοχή. Η ευρωπαϊκή αγορά αναμένεται επίσης να παρουσιάσει σημαντικό ρυθμό ανάπτυξης λόγω της αυξανόμενης στροφής προς τη συνδεδεμένη τεχνολογία[22].

**Internet of Senses Market share
by Region (%) in 2021**



Εικόνα 10. Η αγορά με βάση την περιοχή

Στόχος της έρευνας είναι να παρουσιάσει μια ολοκληρωμένη ανάλυση της αγοράς του Διαδικτύου των Αισθήσεων στους ενδιαφερόμενους του κλάδου. Η έρευνα παρέχει τις τάσεις που κυριαρχούν περισσότερο στην αγορά του Διαδικτύου των αισθήσεων και πώς αυτές οι τάσεις θα επηρεάσουν τις νέες επιχειρηματικές επενδύσεις και την ανάπτυξη της αγοράς καθ' όλη τη διάρκεια της περιόδου πρόβλεψης. Τέλος, βοηθά επίσης στην κατανόηση της δυναμικής της αγοράς Internet of Senses και της

ανταγωνιστικής δομής της αγοράς αναλύοντας τους ηγέτες της αγοράς, τους ακόλουθους της αγοράς και τους περιφερειακούς παίκτες [37].

4.4 Joint Communication & Sensing

Βιομηχανία:

- Προγνωστική συντήρηση: Η κοινή επικοινωνία και ανίχνευση μπορούν να επιτρέψουν τον έγκαιρο εντοπισμό πιθανών αστοχιών εξοπλισμού, επιτρέποντας την έγκαιρη συντήρηση και επισκευές.
- Ποιοτικός έλεγχος: Η ενοποίηση των τεχνολογιών επικοινωνίας και ανίχνευσης μπορεί να βοηθήσει στον εντοπισμό ελαττωμάτων και στη διασφάλιση σταθερής ποιότητας στην παραγωγή.
- Logistics: Η κοινή επικοινωνία και ανίχνευση μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτιστοποίηση της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας και τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας των διαδικασιών παραγωγής [40].

Φροντίδα υγείας:

- Εξ αποστάσεως παρακολούθηση: Η κοινή επικοινωνία και ανίχνευση μπορούν να επιτρέψουν την παρακολούθηση της κατάστασης της υγείας των ασθενών σε πραγματικό χρόνο, επιτρέποντας έγκαιρη παρέμβαση και βελτιωμένη φροντίδα.
- Τηλεϊατρική: Η ενοποίηση των τεχνολογιών επικοινωνίας και ανίχνευσης μπορεί να διευκολύνει τις εικονικές διαβουλεύσεις μεταξύ γιατρών και ασθενών, βελτιώνοντας την πρόσβαση στην υγειονομική περίθαλψη σε απομακρυσμένες περιοχές.
- Ιατρική ακριβείας: Η κοινή επικοινωνία και ανίχνευση μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων ασθενών, επιτρέποντας πιο εξατομικευμένες και αποτελεσματικές θεραπείες.

Μεταφορά:

- Αυτόνομα οχήματα: Οι κοινές τεχνολογίες επικοινωνίας και ανίχνευσης είναι κρίσιμες για την ανάπτυξη αυτοοδηγούμενων αυτοκινήτων, επιτρέποντας την επικοινωνία σε πραγματικό χρόνο και τη λήψη αποφάσεων με βάση δεδομένα αισθητήρων.
- Διαχείριση κυκλοφορίας: Η ενοποίηση των τεχνολογιών επικοινωνίας και ανίχνευσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση της ροής της κυκλοφορίας και τη μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης, με αποτέλεσμα ταχύτερα και πιο αποτελεσματικά ταξίδια.

- Διαχείριση στόλου: Η κοινή επικοινωνία και ανίχνευση μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση της θέσης και της κατάστασης των οχημάτων, επιτρέποντας καλύτερο σχεδιασμό εφοδιαστικής και πιο αποτελεσματικές λειτουργίες.

Γεωργία:

- Καλλιέργεια ακριβείας: Η κοινή επικοινωνία και ανίχνευση μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση της ανάπτυξης των καλλιεργειών και τη βελτιστοποίηση των πρακτικών άρδευσης και λίπανσης, με αποτέλεσμα βελτιωμένες αποδόσεις και μειωμένα απόβλητα.
- Παρακολούθηση ζωικού κεφαλαίου: Η ενοποίηση των τεχνολογιών επικοινωνίας και ανίχνευσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση της υγείας και της συμπεριφοράς των ζώων, επιτρέποντας την έγκαιρη ανίχνευση της νόσου και την αποτελεσματικότερη θεραπεία.
- Περιβαλλοντική παρακολούθηση: Η κοινή επικοινωνία και ανίχνευση μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη συλλογή δεδομένων σχετικά με την ποιότητα του εδάφους και των υδάτων, επιτρέποντας καλύτερες πρακτικές περιβαλλοντικής διαχείρισης.

Έξυπνες πόλεις:

- Διαχείριση ενέργειας: Η κοινή επικοινωνία και ανίχνευση μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση της κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια και για την αποτελεσματικότερη χρήση των πόρων.
- Δημόσια ασφάλεια: Η ενοποίηση των τεχνολογιών επικοινωνίας και ανίχνευσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση των δημόσιων χώρων και τον εντοπισμό πιθανών κινδύνων για την ασφάλεια σε πραγματικό χρόνο.
- Πολεοδομικός σχεδιασμός: Η κοινή επικοινωνία και ανίχνευση μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων σχετικά με τη ροή της κυκλοφορίας, την ποιότητα του αέρα και άλλους παράγοντες, επιτρέποντας καλύτερο σχεδιασμό της πόλης και κατανομή πόρων.



Εικόνα 11. Sensing a city

4.4.1 Παράδειγμα δικτυωμένης και αυτόματης οδήγησης

Αναλύοντας παραπάνω την κατηγορία των μεταφορών θα εξετάσουμε το παράδειγμα της δικτυωμένης και αυτόματης οδήγησης [40].

Αυτό συνέβαλε στην επανάσταση στις ιδιωτικές μεταφορές που απαιτεί πολλούς νέους τύπους τεχνολογίας για να πετύχει. Η εισαγωγή του 5G είδε την έλευση της επικοινωνίας δεδομένων σε πραγματικό χρόνο μεταξύ οχημάτων, καθώς και μεταξύ οχημάτων και στοιχείων οδικής υποδομής. Ωστόσο, αυτό δεν επαρκεί για να καλύψει πολλές από τις νέες απαιτήσεις, όπως ο ακριβής και αξιόπιστος εντοπισμός οχημάτων εντός της οδικής υποδομής, καθώς και ο εντοπισμός άλλων χρηστών του δρόμου, όπως οι πεζοί ή οι ποδηλάτες. Η JC&S δεν περιορίζεται μόνο στην οδική κυκλοφορία – τα drones θα μπορούσαν επίσης να ενσωματωθούν στο δίκτυο [41] [42].



Εικόνα 12. Το JC&S στην πόλη

Το σχήμα 1 παρέχει μια επισκόπηση πιθανών αρχιτεκτονικών για συστήματα JC&S. Η εικόνα δείχνει το παράδειγμα της οδικής κυκλοφορίας όπως συζητήθηκε παραπάνω. Ωστόσο, οι έννοιες μπορούν επίσης να εφαρμοστούν σε άλλες περιπτώσεις χρήσης (π.χ. αίθουσες παραγωγής)

Το σχήμα 1-A) απεικονίζει μια περίπτωση στην οποία χρησιμοποιούνται ορθογώνιες κυματομορφές για ραντάρ και επικοινωνία.

Και οι δύο κυματομορφές χρησιμοποιούν την ίδια φυσική διεπαφή κινητού και πολυπλέκονται στη συχνότητα, το χρόνο ή το εύρος κώδικα. Εφόσον ο σταθμός βάσης στέλνει και λαμβάνει το σήμα ραντάρ στην ίδια θέση, απαιτείται λειτουργία full-duplex (μονοστατική διάταξη στην ορολογία ραντάρ). Σε αυτή την περίπτωση, ο σταθμός βάσης λειτουργεί ως αυτόνομο ραντάρ και επομένως απαιτεί μια διάταξη κεραιών.

Μια εναλλακτική ρύθμιση φαίνεται στο Σχήμα 1-B), στην οποία χρησιμοποιείται η ίδια κυματομορφή για ραντάρ και επικοινωνία. Σε αυτή την περίπτωση, ο σταθμός βάσης

στέλνει τα δεδομένα επικοινωνίας στην κινητή συσκευή, η οποία λειτουργεί ταυτόχρονα ως κινητός αισθητήρας. Επομένως, ένα μόνο σήμα χρησιμοποιείται δύο φορές – για επικοινωνία δεδομένων και για ανίχνευση ραντάρ. Σε αυτό το σύστημα, ο σταθμός βάσης και η συσκευή μπορούν να λειτουργήσουν σε λειτουργία half-duplex.

Σε αυτήν την περίπτωση, ο σταθμός βάσης δεν απαιτεί διάταξη κεραιών, καθώς οι χωρικά κατανομημένες τελικές συσκευές – και ενδεχομένως και άλλοι σταθμοί βάσης – χρησιμοποιούνται ως αισθητήρες ραντάρ.

Αυτό το σύστημα αναφέρεται ως κατανομημένο ή πολυστατικό ραντάρ πολλαπλών εισόδων πολλαπλής εξόδου (MIMO). Σε αυτό το σύστημα, η ακρίβεια και η γεωγραφική κάλυψη εξαρτώνται από τη χωρική κατανομή των κινητών συσκευών. Σε σύγκριση με τη διάταξη μονοστατικού ραντάρ που φαίνεται στο Σχήμα 1-A), μια σημαντική αύξηση στην ποικιλομορφία στόχου μπορεί να φανεί εδώ. Αυτό αυξάνει σημαντικά την πιθανότητα ανίχνευσης ενός στόχου εάν είναι διαθέσιμες πολλαπλές διστατικές (δηλαδή πολυστατικές) μετρήσεις. Αυτό είναι ένα γνωστό πλεονέκτημα του κατανομημένου ραντάρ MIMO.

Μια τρίτη δυνατότητα είναι ένα ad hoc δίκτυο, το οποίο απεικονίζεται στο Σχήμα 1-Γ). Το ίδιο σήμα που μεταδίδεται από τον κόμβο 1 στον κόμβο 2 διασκορπίζεται πίσω από τον στόχο (τον ποδηλάτη). Εάν η λειτουργία full-duplex είναι διαθέσιμη, αυτό καθιστά δυνατή τη χρήση μονοστατικού ραντάρ. Ταυτόχρονα, ο κόμβος 2 λαμβάνει επίσης το σήμα από τον κόμβο 1, πράγμα που σημαίνει ότι μπορεί να ληφθεί μια πρόσθετη διστατική ηχώ. Ανάλογα με τη συγκεκριμένη περίπτωση χρήσης, είναι πιθανό ότι οι υβριδικές προσεγγίσεις που συνδυάζουν τις ιδέες των αρχιτεκτονικών συστημάτων που συζητούνται εδώ θα γίνουν διαδεδομένες στην πράξη.

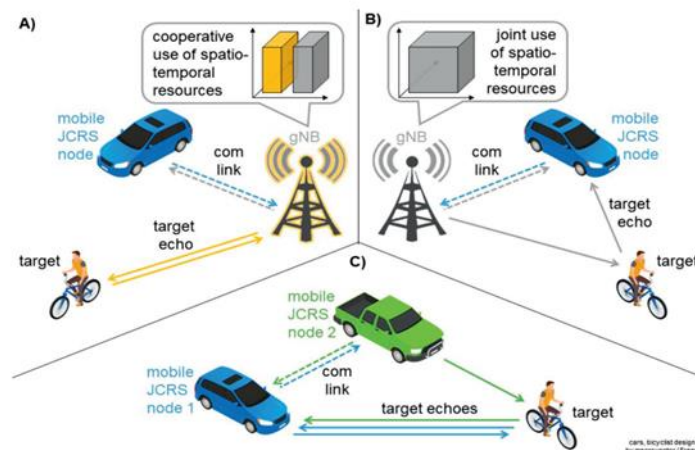


Figure 3: JC&S system architectures. A) Monostatic sensing of a base station and mobile nodes with orthogonal waveforms. B) Bistatic sensing of mobile nodes with JC&S waveforms emitted from a base station. C) V2V-based monostatic and bistatic sensing of mobile nodes without support from a base station.¹¹

Σχήμα 1

Μια σημαντική πτυχή της JC&S είναι ο καθορισμός του πού και του τρόπου επεξεργασίας των συλλεγόμενων δεδομένων αισθητήρων. Λόγω της δυνατότητας σε πραγματικό χρόνο, τα δεδομένα πρέπει να υποβάλλονται σε επεξεργασία όσο το δυνατόν πλησιέστερα στον χρήστη ή στις διεργασίες που εκτελούν (π.χ. αυτοοδηγούμενο αυτοκίνητο, drone, συσκευή ανίχνευσης περιβάλλοντος). Αυτό

αναφέρεται ως υπολογισμός ακμών. Εάν η τελική συσκευή διαθέτει επαρκείς υπολογιστικούς πόρους, η επεξεργασία των δεδομένων μπορεί να γίνει ακριβώς εκεί. Εάν δεν συμβαίνει αυτό, συνιστάται η χρήση σταθμών βάσης ή τοποθεσιών υπολογιστικής ακμής πολλαπλής πρόσβασης (MEC). Η κατανάλωση ενέργειας είναι μια πτυχή που πρέπει να ληφθεί υπόψη εδώ. Η χρήση αυτών των απομακρυσμένων τοποθεσιών αυξάνει επίσης την ασφάλεια των δεδομένων σε περίπτωση φυσικής κλοπής ή διάρρηξης [43].

Δεν συνιστάται η χρήση κεντρικού δικτύου για την επεξεργασία δεδομένων, καθώς αυτό επιβάλλει υψηλό χρόνο καθυστέρησης σε πολλές εφαρμογές. Κατ' αρχήν, πρόσθετα δεδομένα που δεν υποστηρίζουν τόσες πολλές ενέργειες που σχετίζονται με πραγματικό χρόνο μπορούν φυσικά να μεταφερθούν στο κεντρικό δίκτυο. Αυτό καθιστά δυνατή τη διεξαγωγή αξιολογήσεων υψηλότερου επιπέδου καταστάσεων μεταξύ διαφορετικών ή παρακείμενων τοποθεσιών MEC σε μια ευρύτερη ακτίνα δράσης, επιτυγχάνοντας έτσι μια συνολική αξιολόγηση μιας πιο ολοκληρωμένης εικόνας της κατάστασης.

Ένα άλλο ερώτημα που σχετίζεται με την επεξεργασία δεδομένων αισθητήρων είναι πώς να το κάνουμε χρησιμοποιήσιμο για μηχανική εκμάθηση (ML). Με τη μηχανική μάθηση, είναι δυνατή η εξαγωγή εξαιρετικά χρήσιμων πληροφοριών από σήματα κινητής τηλεφωνίας που μπορούν να υποστηρίξουν μια μεγάλη ποικιλία εφαρμογών ανίχνευσης, όπως ανίχνευση αντικειμένων, εντοπισμός και παρακολούθηση. Για το λόγο αυτό, η ML πρέπει να αποτελεί αναπόσπαστο μέρος ενός συνολικού συστήματος JC&S. Το ζήτημα εδώ είναι πώς να ενσωματωθεί η ML σε αυτό το συνολικό σύστημα, καθώς είναι συχνά αδύνατο να συλλεχθούν όλα τα ακατέργαστα δεδομένα σε ένα κεντρικό σημείο όπου μπορούν επίσης να εφαρμοστούν αλγόριθμοι ML για την εξαγωγή χρήσιμων πληροφοριών ή όπου μπορούν να εκπαιδευτούν μοντέλα βαθιάς μάθησης. Μια πολλά υποσχόμενη προσέγγιση για μηχανική μάθηση με αποδοτική χρήση πόρων που βασίζεται σε δεδομένα που διανέμονται εντός του δικτύου είναι η ομοσπονδιακή μάθηση. Αυτή είναι μια συνεργατική μορφή μηχανικής μάθησης που επιλύει ένα συγκεκριμένο πρόβλημα που σχετίζεται με την ML χωρίς την ανάγκη μετάδοσης όλων των πληροφοριών σε ένα κεντρικό σημείο. Η εκπαιδευτική διαδικασία κατανέμεται σε πολλούς εκπαιδευτικούς συνεργάτες και συντονίζεται από έναν κεντρικό ελεγκτή. Η πρόκληση εδώ έγκειται στην ανάπτυξη αλγορίθμων μάθησης παρακολουθούμενης και ημι-παρακολουθούμενης που μπορούν να ξεπεράσουν τις διάφορες προκλήσεις στα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας, όπως αναξιόπιστες συνδέσεις ή συσχετισμένα τυχαία δείγματα [43].

Ένα πρόβλημα που σχετίζεται με τη χρήση του ML είναι αυτό των επιθέσεων αντιπάλου και της διατήρησης του απορρήτου που συμμορφώνεται με τον GDPR. Η έρευνα για την εύρεση τρόπων αποτροπής αυτών των επιθέσεων βρίσκεται επί του παρόντος σε εξέλιξη. Οι αντίθετες επιθέσεις χρησιμοποιούν ψευδή δεδομένα σε μια προσπάθεια να υπερφορτώσουν τα δίκτυα ML ή να τα εκπαιδεύσουν λανθασμένα, με στόχο τη διακοπή του δικτύου και τη μείωση της αποτελεσματικότητάς του. Εάν η ML πρόκειται να χρησιμοποιηθεί με ασφάλεια σε συστήματα JC&S, πρέπει να είναι ανθεκτική σε επιθέσεις αυτού του είδους. Εκτός από τη μηχανική μάθηση, ένας άλλος τρέχων τομέας έρευνας είναι η συγχώνευση των επεξεργασμένων πληροφοριών αισθητήρων. Εδώ θα χρειαστεί να επιτευχθεί συναίνεση έτσι ώστε η σύντηξη να μπορεί

να χρησιμοποιηθεί για την αύξηση της ανάλυσης και της κάλυψης που προσφέρει η αξιολόγηση στόχου βάσει αισθητήρων.

4.4.2 Παράδειγμα προστασίας κατώτερου εναέριου χώρου

Μια άλλη πιθανή εφαρμογή της JC&S είναι η προστασία του κατώτερου εναέριου χώρου. Αυτό κατέστη απαραίτητο μόλις τα drones άρχισαν να πωλούνται εμπορικά, μια κατάσταση για την οποία τα συμβατικά συστήματα παρακολούθησης πτήσεων δεν είναι καλά εξοπλισμένα. Αυτά τα συμβατικά συστήματα θα ήταν πολύ ακριβά και δεν μπορούν να κλιμακωθούν σε αυτό το πρόβλημα: τα προς παρακολούθηση αντικείμενα γίνονται όλο και μικρότερα, μετακινούνται με νέους τρόπους και αυξάνονται συνεχώς σε αριθμό. Η ιδέα JC&S που προτείνεται εδώ προσφέρει μια αποτελεσματική προσέγγιση για την επίλυση αυτού του προβλήματος.

Πέρα από τα drones και τα αυτόνομα οχήματα, το μέλλον αναμένεται επίσης να φέρει μια ποικιλία άλλων κινητών προσωπικών ρομπότ, η χρήση των οποίων θα διευκολύνεται και θα συντονίζεται από την JC&S. Παραδείγματα περιλαμβάνουν ρομπότ για τον καθαρισμό του σπιτιού και άλλους καθημερινούς βοηθούς, όπως ρομπότ κουζίνας, ρομπότ φροντίδας για ιδιωτική χρήση ή σε νοσοκομεία, βοηθούς για δραστηριότητες φυσικής κατάστασης ή αθλήματα, εξωσκελετούς για υποστήριξη ατόμων με περιορισμένη κινητικότητα και πολλά άλλα που ακόμη και σήμερα δεν μπορούμε ακόμη να τα καταφέρουμε [40].

4.4.3 Παράδειγμα Γεωργίας 4.0

Μια άλλη περίπτωση χρήσης που αφορά τη δικτυωμένη ρομποτική που καθίσταται δυνατή από την JC&S είναι η αυτοοργανωμένη παραγωγή σε βιομηχανικά περιβάλλοντα, η οποία αναφέρεται επίσης ως «Industry 4.0». Σε αυτή την ιδέα, άνθρωποι, μηχανές, συστήματα, κινητά ρομπότ, logistics και προϊόντα επικοινωνούν και συνεργάζονται μεταξύ τους άμεσα. Ο αγροτικός τομέας αποκαλεί αυτήν την έξυπνη γεωργία ή «Γεωργία 4.0».

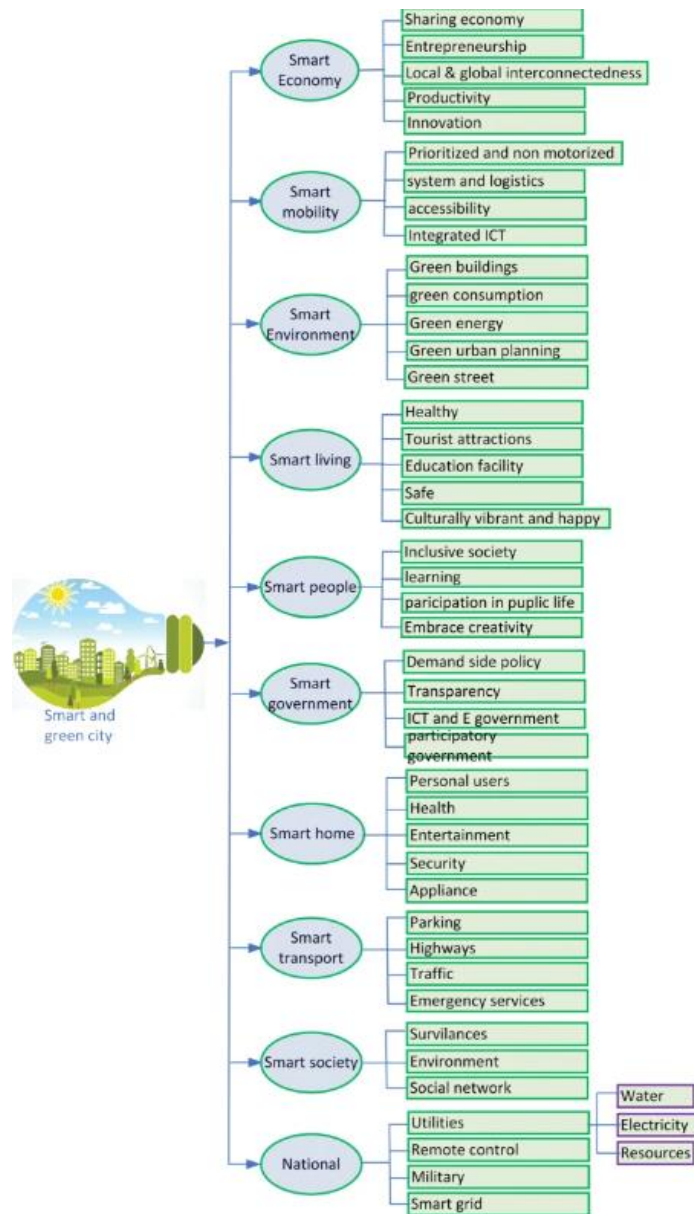


Εικόνα 13. Γεωργία 4.0

Χάρη στην ολοκληρωμένη διαθεσιμότητα δικτύου και την καλή ικανότητα εντοπισμού των δικτυωμένων συσκευών, πολλά άλλα σενάρια εφαρμογών θα είναι δυνατά στο μέλλον. Ένα παράδειγμα όπου οι αφίξεις, οι χώροι στάθμευσης, οι θέσεις και οι αναχωρήσεις πρέπει να αντιμετωπίζονται. Υπάρχει μεγάλος βαθμός αναποτελεσματικότητας εδώ, επειδή η συμπεριφορά συντονίζεται μεμονωμένα από τους συμμετέχοντες και οι συνολικές πληροφορίες που είναι διαθέσιμες ή μπορούν να συλλεχθούν δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν.

Οι διαδρομές θα μπορούσαν να βελτιστοποιηθούν σύμφωνα με τις κατηγορίες τιμών, ενώ οι χρόνοι αναμονής θα μπορούσαν να μειωθούν μέσω έξυπνης συγχώνευσης με φίλους ή γνωστούς που τυχαίνει να είναι εκεί. Εν τω μεταξύ, εάν η τοποθεσία εκκίνησης του παρευρισκόμενου και ο τύπος μεταφοράς που έχουν επιλέξει για το ταξίδι τους στην εκδήλωση υποδηλώνουν ότι δεν θα μπορέσουν να φτάσουν στον χώρο εγκαίρως, μπορεί να ξεκινήσει η μεταπώληση του εισιτηρίου τους αυτόματα, με τον ίδιο περίπου τρόπο όπως ένα άτομο που ανοίγει τη θέρμανση του 15 λεπτά πριν φτάσει στο σπίτι το χειμώνα.

Σε γενικές γραμμές, έχει αυξανόμενο ενδιαφέρον για την κοινωνία να μετακινεί ανθρώπους και αγαθά με τον πιο φιλικό προς τους πόρους δυνατό τρόπο, κάτι που με τη σειρά του φέρνει επίσης μεγαλύτερο συντονισμό. Η έννοια της JC&S δημιουργεί την απαραίτητη τεχνολογική βάση για αυτό. Άλλα πεδία εφαρμογής που θα επωφεληθούν από έναν αποτελεσματικό συνδυασμό επικοινωνιών και ανίχνευσης περιλαμβάνουν την έξυπνη διαχείριση άλλων πόρων, όπως το όλο και πιο σπάνιο πόσιμο νερό, η παραγωγή τροφίμων (έξυπνη γεωργία, φαίνεται στο σχήμα 4), η διανομή ενέργειας και η γενική χρήση χώρου και γης. Όλα αυτά θα μπορούσαν να γίνουν πιο προσανατολισμένα στη ζήτηση και να βελτιστοποιηθούν καλύτερα για το κλίμα και τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν, που είναι ζωτικής σημασίας για την κοινωνία υπό το φως της κλιματικής κρίσης και του αυξανόμενου παγκόσμιου πληθυσμού [40].



Εικόνα 14. Ανάλυση έξυπνης πόλης

5. Επέκταση των τεχνολογιών στην αγορά

5.1 Εταιρείες που χρησιμοποιούν το IoT

5.1.1 Qualcomm

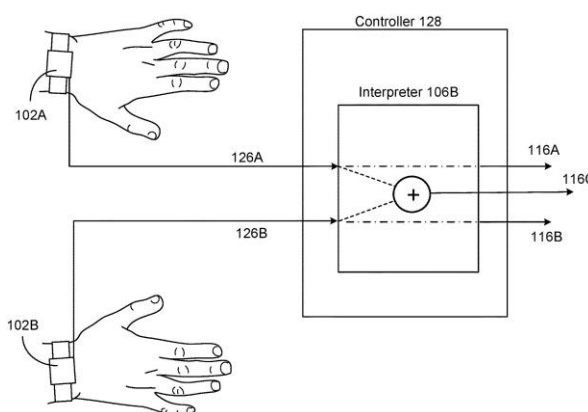
Ένα παράδειγμα είναι η τεχνολογική εταιρεία Qualcomm, η οποία αναπτύσσει μια πλατφόρμα Διαδικτύου των Αισθήσεων με την ονομασία "6th Sense". Η πλατφόρμα αυτή στοχεύει στη δημιουργία μιας πιο καθηλωτικής και διαισθητικής εμπειρίας για τους χρήστες, συνδυάζοντας την επαυξημένη πραγματικότητα, την εικονική πραγματικότητα και άλλες αισθητηριακές εισροές. Αν και δεν είναι ακόμη σαφές πώς θα χρησιμοποιηθεί αυτή η τεχνολογία στις έξυπνες πόλεις, έχει τη δυνατότητα να δημιουργήσει νέες ευκαιρίες για βιώσιμο και αποτελεσματικό αστικό σχεδιασμό [26].

5.1.2 Noldus

Μια άλλη εταιρεία που διερευνά τη χρήση του Διαδικτύου των Αισθήσεων στις έξυπνες πόλεις είναι η ολλανδική εταιρεία τεχνολογίας Noldus Information Technology. Εργάζεται σε ένα έργο που ονομάζεται "Sensory Streets", το οποίο στοχεύει στη δημιουργία πιο βιώσιμων και βιώσιμων αστικών περιβαλλόντων με τον σχεδιασμό δρόμων που είναι πιο ευχάριστοι και ελκυστικοί για τους πεζούς. Το έργο περιλαμβάνει τη χρήση αισθητήρων και άλλων τεχνολογιών για τη συλλογή δεδομένων σχετικά με τη συμπεριφορά των πεζών και τις περιβαλλοντικές συνθήκες, και τη χρήση αυτών των δεδομένων για την ενημέρωση του σχεδιασμού των αστικών χώρων [25].

5.1.3 Pison Technology

Ένα παράδειγμα είναι η εταιρεία Pison Technology, η οποία αναπτύσσει μια φορητή συσκευή που χρησιμοποιεί απτική ανατροφοδότηση για να παρέχει στους χρήστες πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο για το περιβάλλον τους. Η συσκευή αυτή θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε έξυπνες πόλεις για να βοηθήσει τα άτομα με προβλήματα όρασης να πλοηγηθούν ευκολότερα στο περιβάλλον τους, παρέχοντάς τους αισθητηριακή ανατροφοδότηση σχετικά με εμπόδια και άλλους κινδύνους [27].



Εικόνα 15. Η λειτουργία της συσκευής

5.1.4 Neosensory

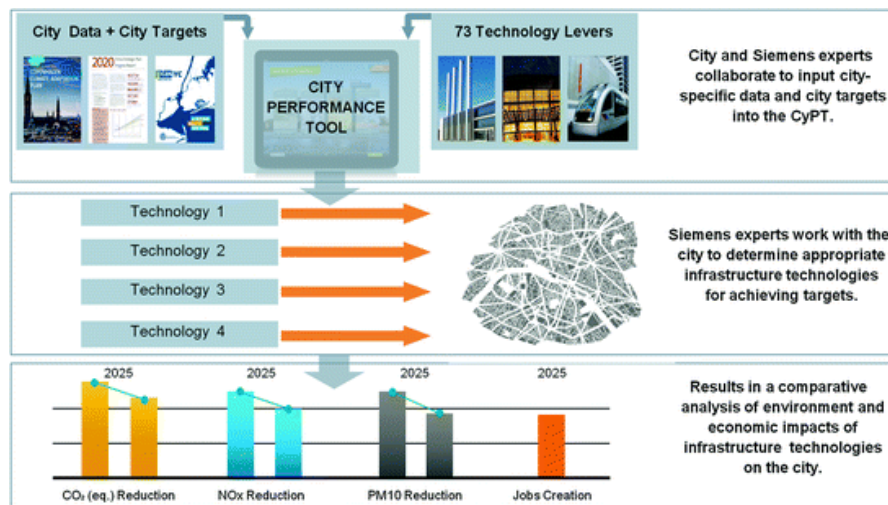
Ένα άλλο παράδειγμα είναι η εταιρεία Neosensory, η οποία έχει αναπτύξει μια συσκευή βραχιολιού που μετατρέπει τον ήχο σε δονήσεις που μπορούν να γίνουν αισθητές στο δέρμα. Η συσκευή αυτή θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε έξυπνες πόλεις για να παρέχει στους ανθρώπους αισθητηριακή ανατροφοδότηση σχετικά με τις περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως το επίπεδο θορύβου ή την ποιότητα του αέρα [28].

5.2 Εταιρείες που χρησιμοποιούν JC&S

5.2.1 Siemens

Siemens: Η Siemens είναι μια παγκόσμια εταιρεία τεχνολογίας που παρέχει μια σειρά λύσεων για έξυπνες πόλεις, συμπεριλαμβανομένης του JC&S. Το εργαλείο City Performance Tool, για παράδειγμα, χρησιμοποιεί δεδομένα σε πραγματικό χρόνο για να βοηθήσει τους διαχειριστές των πόλεων να λαμβάνουν τεκμηριωμένες

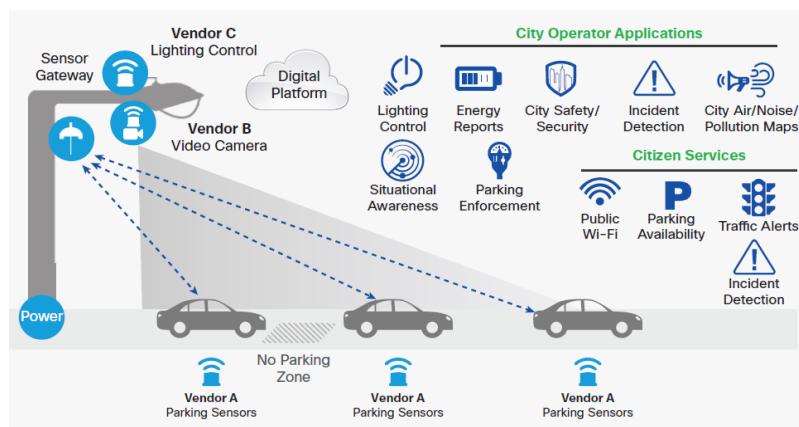
αποφάσεις σχετικά με την ενέργεια, τις μεταφορές και άλλες κρίσιμες υποδομές [29].



Εικόνα 16. Η λειτουργία του εργαλείου της Siemens

5.2.2 Cisco

Cisco: Η Cisco είναι μια άλλη εταιρεία που προσφέρει λύσεις για έξυπνες πόλεις χρησιμοποιώντας JC&S. Το πρόγραμμά της Smart+Connected Communities περιλαμβάνει λύσεις για τον φωτισμό, τη στάθμευση και τις μεταφορές, μεταξύ άλλων [30].



Εικόνα 17. Η πλατφόρμα της Cisco

5.2.3 IBM

IBM: Η IBM παρέχει μια σειρά λύσεων για έξυπνες πόλεις, συμπεριλαμβανομένης του JC&S. Το Intelligent Operations Center (IOC) της χρησιμοποιεί δεδομένα σε πραγματικό χρόνο για να βοηθήσει τις πόλεις να διαχειριστούν τις υποδομές τους πιο αποτελεσματικά, ενώ το Smarter Cities Challenge παρέχει συμβουλευτικές υπηρεσίες για να βοηθήσει τις πόλεις να αντιμετωπίσουν τις πιο πιεστικές προκλήσεις τους [31].

5.2.4 Honeywell

Honeywell: Η Honeywell παρέχει μια σειρά από λύσεις για έξυπνα κτίρια, συμπεριλαμβανομένων του Joint communications και του sensing για συστήματα HVAC, φωτισμού και ασφάλειας. Οι λύσεις τους έχουν σχεδιαστεί για να βοηθούν τα κτίρια να λειτουργούν πιο αποτελεσματικά και να μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας [32].

5.2.5 Schneider Electric

Schneider Electric: Η Schneider Electric προσφέρει λύσεις για τη διαχείριση ενέργειας, τον αυτοματισμό και τα συστήματα ελέγχου κτιρίων. Έχει συμμετάσχει στην ανάπτυξη κοινών τεχνολογιών επικοινωνίας και ανίχνευσης που επιτρέπουν στις συσκευές και τα συστήματα να επικοινωνούν και να μοιράζονται αισθητηριακά δεδομένα, βελτιστοποιώντας τη χρήση ενέργειας και ενισχύοντας τη λειτουργική αποδοτικότητα [33].



Εικόνα 18. Μια εφαρμογή της Schneider Electric

5.2.6 General Electric

General Electric (GE): Η GE έχει εμπλακεί σε διάφορους κλάδους, όπως η υγειονομική περίθαλψη, η αεροπορία και η ενέργεια. Έχουν αναπτύξει συνεργατικά συστήματα ανίχνευσης σε τομείς όπως η μεταποίηση, όπου οι μηχανές μπορούν να επικοινωνούν και να μοιράζονται δεδομένα αισθητήρων για τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών παραγωγής και τη βελτίωση της παραγωγικότητας [34].

5.2.7 Libelium

Libelium: Η Libelium είναι μια εταιρεία που προσφέρει πλατφόρμες αισθητήρων IoT και λύσεις για εφαρμογές έξυπνων πόλεων. Τα προϊόντα τους περιλαμβάνουν κόμβους αισθητήρων με ενσωματωμένες δυνατότητες επικοινωνίας που επιτρέπουν την παρακολούθηση του περιβάλλοντος, την έξυπνη στάθμευση, τη διαχείριση αποβλήτων, την παρακολούθηση του θορύβου και άλλες περιπτώσεις χρήσης έξυπνων πόλεων [18].



Εικόνα 19. Οι έξυπνοι αισθητήρες της Libelium

Γενικά η τεχνολογία του Joint Communication and sensing μπορεί να ωφελήσει όλες τις αναφερόμενες εταιρείες που την χρησιμοποιούν στον άξονα τους.

- ✓ Οι εταιρείες μπορούν να επιτύχουν αυξημένη αποδοτικότητα και εξοικονόμηση κόστους βελτιστοποιώντας τις λειτουργίες τους μέσω της ανταλλαγής δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Για παράδειγμα, σε μια έξυπνη πόλη, οι εταιρείες διαχείρισης απορριμμάτων μπορούν να χρησιμοποιούν δεδομένα αισθητήρων για να σχεδιάζουν πιο αποδοτικές διαδρομές για την αποκομιδή των απορριμμάτων, μειώνοντας το κόστος καυσίμων και εργασίας.
- ✓ Η κοινή επικοινωνία και η ανίχνευση δημιουργούν τεράστιες ποσότητες δεδομένων, τα οποία μπορούν να αναλυθούν για την απόκτηση πολύτιμων πληροφοριών. Οι εταιρείες μπορούν να χρησιμοποιούν αυτά τα δεδομένα για να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις, να εντοπίζουν μοτίβα και να βελτιστοποιούν τις διαδικασίες τους για καλύτερα αποτελέσματα.
- ✓ Οι εταιρείες που παρέχουν λύσεις έξυπνης πόλης μπορούν να προσφέρουν πιο προηγμένες και προστιθέμενης αξίας υπηρεσίες στους πελάτες τους. Για παράδειγμα, μια εταιρεία που προσφέρει λύσεις έξυπνων μεταφορών μπορεί να χρησιμοποιήσει επικοινωνία σε πραγματικό χρόνο για να παρέχει ακριβή παρακολούθηση οχημάτων και δυναμική δρομολόγηση για τη βελτιστοποίηση των χρόνων διέλευσης των επιβατών.
- ✓ Η έγκαιρη υιοθέτηση κοινών τεχνολογιών επικοινωνίας και ανίχνευσης μπορεί να δώσει στις εταιρείες ανταγωνιστικό πλεονέκτημα στην αγορά. Οι επιχειρήσεις που αξιοποιούν αυτές τις τεχνολογίες μπορούν να διαφοροποιηθούν προσφέροντας πιο καινοτόμες και αποτελεσματικές λύσεις σε σύγκριση με τους ανταγωνιστές τους.
- ✓ Οι εταιρείες μπορούν να βελτιώσουν τη συνολική εμπειρία των πελατών προσφέροντας εξατομικευμένες και καθοδηγούμενες από δεδομένα υπηρεσίες. Για παράδειγμα, σε ένα έξυπνο περιβάλλον λιανικής πώλησης, η κοινή επικοινωνία και η ανίχνευση μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία εξατομικευμένων προσφορών και συστάσεων αγορών με βάση τις ατομικές προτιμήσεις των πελατών.
- ✓ Με δεδομένα και πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο, οι εταιρείες μπορούν να διαχειρίζονται καλύτερα τους πόρους τους, είτε πρόκειται για ενέργεια,

- αποθέματα ή εργατικό δυναμικό. Αυτή η βελτιστοποιημένη κατανομή πόρων οδηγεί σε βελτιωμένη παραγωγικότητα και μειωμένη σπατάλη.
- ✓ Η κοινή επικοινωνία και η ανίχνευση παίζουν καθοριστικό ρόλο στην ενίσχυση των μέτρων ασφάλειας και προστασίας. Οι εταιρείες μπορούν να χρησιμοποιούν αυτή την τεχνολογία για την παρακολούθηση των εγκαταστάσεων, των περιουσιακών στοιχείων και των λειτουργιών τους, οδηγώντας σε έγκαιρη ανίχνευση πιθανών κινδύνων και βελτιωμένη συνολική ασφάλεια.
 - ✓ Οι εταιρείες μπορούν να επιδείξουν τη δέσμευσή τους για περιβαλλοντική βιωσιμότητα, χρησιμοποιώντας την κοινή επικοινωνία και ανίχνευση για την αποτελεσματική χρήση ενέργειας, τη διαχείριση αποβλήτων και τη μείωση των εκπομπών. Αυτό δεν ωφελεί μόνο το περιβάλλον, αλλά ενισχύει επίσης τη φήμη της εταιρείας μεταξύ των περιβαλλοντικά ευαίσθητοποιημένων πελατών.
 - ✓ Οι τεχνολογίες κοινής επικοινωνίας και ανίχνευσης μπορούν να ανοίξουν νέες επιχειρηματικές ευκαιρίες. Για παράδειγμα, οι εταιρείες που αναπτύσσουν καινοτόμους αισθητήρες ή λύσεις επικοινωνίας μπορούν να παραχωρήσουν άδεια χρήσης ή να πουλήσουν την τεχνολογία τους σε άλλες επιχειρήσεις ή βιομηχανίες.
 - ✓ Η υιοθέτηση αυτής της τεχνολογίας μπορεί να οδηγήσει σε συμπράξεις και συνεργασίες με άλλες εταιρείες και ερευνητικά ιδρύματα που εργάζονται στον τομέα των έξυπνων πόλεων. Τέτοιες συνεργασίες μπορούν να προωθήσουν την καινοτομία και την αμοιβαία ανάπτυξη.

6.Βιωσιμότητα τεχνολογιών

6.1 Internet of senses

Η τεχνολογία του Διαδικτύου των Αισθήσεων, όπως οραματίζεται σήμερα, δεν σχετίζεται άμεσα με την αντιμετώπιση της κλιματικής κρίσης. Ωστόσο, έχει τη δυνατότητα να επιτρέψει ένα πιο βιώσιμο μέλλον, μειώνοντας την ανάγκη για φυσικά ταξίδια και κατανάλωση [45].

Για παράδειγμα, οι τεχνολογίες εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας μπορούν να δημιουργήσουν εντυπωσιακές εμπειρίες χωρίς να χρειάζεται να ταξιδέψει κανείς φυσικά σε μια τοποθεσία. Αυτό μπορεί να συμβάλει στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα που σχετίζονται με τις μεταφορές και τα ταξίδια. Επιπλέον, η απτική ανατροφοδότηση (haptic feedback) και άλλες αισθητηριακές τεχνολογίες μπορούν να επιτρέψουν την εξ αποστάσεως συνεργασία και επικοινωνία, μειώνοντας την ανάγκη για φυσικές συναντήσεις και ταξίδια.

Επιπλέον, το Διαδίκτυο των αισθήσεων μπορεί δυνητικά να βοηθήσει στην παρακολούθηση των περιβαλλοντικών συνθηκών, για παράδειγμα, μέσω αισθητήρων που μπορούν να ανιχνεύσουν τη ρύπανση του αέρα ή του νερού, τη θερμοκρασία, την υγρασία και άλλους παράγοντες. Οι πληροφορίες αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν

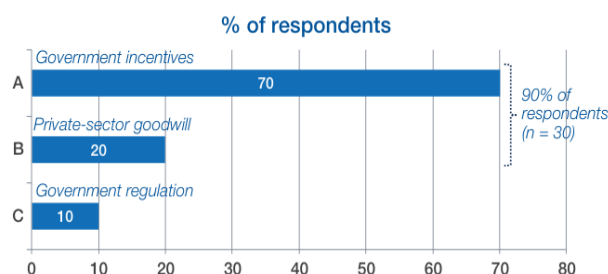
για την ενημέρωση περιβαλλοντικών πολιτικών και τον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής.

Για να καθιερωθεί η βιωσιμότητα της τεχνολογίας του IoS υπάρχουν κάποιες κατευθυντήριες γραμμές που μπορεί να ακολουθήσει κάθε κυβέρνηση. Μια από αυτές είναι και η παροχή διαρθρωτικών κινήτρων για την ενθάρρυνση της ιεράρχησης των στόχων της βιωσιμότητας, στη φάση σχεδιασμού έργων που χρησιμοποιούν την τεχνολογία του IoS [46].

Η αγορά του IoS βρίσκεται ακόμη σχετικά στην αρχή της σύμφωνα με τον κατακερματισμό του οικοσυστήματος IoS, τη σχετική έλλειψη ώριμων και μεγάλης κλίμακας επιχειρηματικών μοντέλων και του υψηλού αριθμού των δοκιμαστικών εννοιών και των πιλοτικών εφαρμογών.

Υπάρχει εύλογη εμπιστοσύνη να υποθέσουμε ότι, μακροπρόθεσμα, ο ιδιωτικός τομέας και οι δυνάμεις της αγοράς θα είναι σε θέση να ξεκλειδώσουν το τρισεκατομμύριο δολαρίων όσον αφορά εφαρμογές του IoS. Ωστόσο, βραχυπρόθεσμα, απαιτείται σίγουρα κυβερνητική υποστήριξη και καθοδήγηση. Το πλήρες δυναμικό του IoS ως παράγοντα για τη βιώσιμη ανάπτυξη επιτυγχάνεται όταν η βιωσιμότητα ενσωματώνεται στη φάση σχεδιασμού των έργων IoS. Ωστόσο, υπάρχει δεν υπάρχει συναίνεση σχετικά με τον καλύτερο μηχανισμό για την επίτευξη αυτού του στόχου.

Σχεδόν το 90% των ερωτηθέντων σε συνεντεύξεις στην παρούσα μελέτη (n =30) προτίμησαν έναν συνδυασμό κυβερνητικών κινήτρων (φορολογικές πιστώσεις, ή άλλα χρηματικά οφέλη) ή την εμπιστοσύνη στην καλή θέληση του ιδιωτικού τομέα για να το προωθήσει. Μόνο το 10% υποστήριξε οποιαδήποτε μορφή κυβερνητικής ρύθμισης.



Εικόνα 20. Προτιμώμενος μηχανισμός για την ενθάρρυνση βιωσιμότητας στη φάση σχεδιασμού των έργων IoS

Ορισμένοι συμμετέχοντες πρόσθεσαν ένα χρονικό στοιχείο - δηλώνοντας ότι η επιλογή B μπορεί να λειτουργήσει σε 20 χρόνια όταν ωριμάσει ο κλάδος, η επιλογή Γ σε 10 χρόνια (καθώς οι κυβερνητικοί κανονισμοί τείνουν να έχουν καθυστέρηση) - η επιλογή A είναι ο μόνος τρόπος για να επιτευχθεί γρήγορη υιοθέτηση τώρα[46].

Για την παροχή διαρθρωτικής στήριξης οι κυβερνήσεις μπορούν να εξετάσουν να κάνουν τα εξής:

1. Διευκόλυνση προτιμησιακών όρων δανεισμού

Οι κυβερνήσεις μπορούν να ενθαρρύνουν τις τράπεζες και τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα να παρέχουν προτιμησιακούς όρους δανεισμού για κάθε φορέα που μπορεί να αποδείξει και να ποσοτικοποιήσει τα οφέλη της

βιώσιμης ανάπτυξης από το έργο IoS κατά τη φάση του σχεδιασμού. Όσο υψηλότερα είναι τα οφέλη, τόσο πιο εύκολο θα είναι να αποκτήσουν δάνεια με προτιμησιακούς όρους (ωστόσο, το έργο θα πρέπει επίσης να είναι εμπορικά βιώσιμο). Αυτή η διευκόλυνση θα μπορούσε να αποτελέσει ισχυρό κίνητρο για την ανάπτυξη των έργων IoS και να παράσχει την αναγκαία διαρθρωτική στήριξη σε αυτό το πρώιμο στάδιο της αγοράς.

Παράδειγμα: Ορισμένα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα παρέχουν προτιμησιακούς όρους εάν η οντότητα που ζητά το δάνειο μπορεί να αποδείξει την τήρηση ορισμένων περιβαλλοντικών, κοινωνικών και διοικητικών στόχων π.χ. ανώτατο όριο εκπομπών ενέργειας/CO2[46].

2. Παροχή φορολογικών πιστώσεων

Οι φορολογικές πιστώσεις είναι ένας από τους πιο συμβατικούς και γνωστούς τρόπους παροχής διαρθρωτικών κινήτρων. Οι κυβερνήσεις μπορούν να εξετάσουν το ενδεχόμενο παροχής φορολογικών πιστώσεων σε συνάρτηση με τον αντίκτυπο των έργων στα βιώσιμα οφέλη. Υπάρχει ένα στοιχείο κόστους και εποπτείας που συνδέεται με τη διαχείριση οποιασδήποτε φορολογικής πίστωσης για την πρόληψη της κατάχρησης. Ωστόσο, έχουν χρησιμοποιηθεί με επιτυχία στο παρελθόν για την παροχή διαρθρωτικής στήριξης σε άλλους κλάδους.

Παράδειγμα: Οι κυβερνήσεις των χωρών παρείχαν φορολογικές πιστώσεις για να ενθαρρύνουν τις επενδύσεις σε υποδομές κινητής τηλεφωνίας σε αγροτικές και απομακρυσμένες περιοχές. Οι φορολογικές πιστώσεις συνέβαλαν επίσης καθοριστικά στην άνοδο των ανανεώσιμων (ηλιακών, αιολικών κ.λπ.) ενεργειακών πάρκων παγκοσμίως. Καθώς η τεχνολογία ωριμάζε (και μείωνε το κόστος), η ανάγκη για φορολογικές πιστώσεις μειώθηκε επίσης[46].

3. Ενσωμάτωση απαιτήσεων βιώσιμης ανάπτυξης για κυβερνητικούς διαγωνισμούς

Οι κυβερνήσεις είναι μεγάλος προμηθευτής προϊόντων και υπηρεσιών και θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν την αγοραστική τους δύναμη για να προωθήσουν την ανάγκη για πωλητές να αποδεικνύουν ποσοτικά τα βιώσιμα οφέλη από τις τη συμμετοχή τους στα προγράμματα προμηθειών.

Παράδειγμα: Οι απαιτήσεις "τοπικής προέλευσης" ήταν πολύ επιτυχείς στην εξασφάλιση ότι η τοπική κοινότητα επωφελείται από οποιαδήποτε κυβερνητικά προγράμματα μεγάλης κλίμακας (υποδομές και άλλα)[46].

4. Δημιουργία μηχανισμών διαμοιρασμού της αξίας μεταξύ των κλάδων και τομέων

Ενώ τα επιχειρηματικά μοντέλα εξακολουθούν να ωριμάζουν, οι κυβερνήσεις θα μπορούσαν να διασφαλίσουν ότι η αξία μοιράζεται από τον τελικό δικαιούχο των έργων IoS και εκταμιεύεται σε άλλα μέρη της αλυσίδας αξίας IoS, ιδίως εάν οι κλάδοι είναι ευρέως διαχωρισμένοι στην αλυσίδα αξίας.

Παράδειγμα: Οι εταιρείες που παρέχουν ένα πρόγραμμα καταπολέμησης πλημμυρών με αισθητήρες μπορεί να κερδίζουν μόνο μερικά δολάρια ανά αισθητήρα ετησίως. Η ασφαλιστική βιομηχανία θα μπορούσε να είναι ο τελικός ωφελημένος από αυτό το έργο - εξοικονομώντας εκατομμύρια δολάρια σε αναλογιστικές προοπτικές. Ένας μηχανισμός σχεδιασμένος από την κυβέρνηση (οι λεπτομέρειες θα πρέπει να καθοριστούν) μπορεί να διασφαλίσει ότι η ασφαλιστική εταιρεία παρέχει ένα δίκαιο μερίδιο στους παρόχους IoS, ενισχύοντας έτσι το επιχειρηματικό μοντέλο και την υπόθεση για ακόμη μεγαλύτερης κλίμακας εφαρμογές[46].

5. Υποστήριξη της τυποποίησης της απόδειξης της έννοιας του IoS και πιλοτικά έργα

Αποδείξεις εννοιών (Proof of concepts - PoC) και πιλοτικά προγράμματα αναπτύσσονται παγκοσμίως, ενώ το βραχυπρόθεσμο επιχειρηματικό μοντέλο για την αγορά του IoS παραμένει πρόκληση. Αυτό οδηγεί σε μια κατάσταση όπου οι πωλητές πρέπει να παρέχουν δαπανηρά PoC πολλές φορές σε διάφορους πελάτες. Υπάρχει ανάγκη να γίνουν λιγότερα αλλά καλύτερα PoC και πιλοτικά προγράμματα, τα οποία, όταν είναι επιτυχή, γίνονται αποδεκτά για ανάπτυξη αλλού. Απαιτείται μια αυστηρή διαδικασία για τη διαχείρισή της, παρόμοια με τη διαδικασία κλινικής έρευνας στη φαρμακοβιομηχανία, όπου τα αποτελέσματα της έρευνας, μόλις επιτευχθούν, γίνονται αποδεκτά παγκοσμίως. Ορισμένες οντότητες έχουν αναγνωρίσει το ζήτημα και έχουν κάνει θετικά βήματα προς αυτή την κατεύθυνση.

Παράδειγμα: Το Marketplace.city είναι μια πλατφόρμα που επιτρέπει στους παρόχους τεχνολογίας να παρουσιάζουν τα προϊόντα τους (συμπεριλαμβανομένων των προηγούμενων επιτυχιών) και στους υπαλλήλους των πόλεων/κυβερνήσεων να βρίσκουν, να συγκρίνουν και να αξιολογούν χιλιάδες έξυπνες τεχνολογικά προϊόντα με πραγματικά αποτελέσματα από προηγούμενες εφαρμογές. Η πλατφόρμα παρέχει επίσης ένα άμεσο κανάλι επικοινωνίας για την πρόσβαση στους παρόχους και τους προηγούμενους αγοραστές της τεχνολογίας.

Οι πόλεις μπορούν να ελέγξουν τις λύσεις με αξιολογήσεις και επικυρώσεις μεταξύ των συναδέλφων τους και άλλων πόλεων διεθνώς και, ως εκ τούτου, μπορούν να παρακάμψουν το κουραστικό στάδιο PoC και πιλοτικής εφαρμογής, με αυτοπεποίθηση, κατά την προμήθεια τεχνολογικών λύσεων[46].

Άλλοι τρόποι που μπορεί η τεχνολογία του Internet of senses να συνεισφέρει στη βιωσιμότητα είναι:

Ενεργειακή απόδοση: Για να εξασφαλιστεί η βιωσιμότητα, οι αισθητήριες συσκευές στο Διαδίκτυο των Αισθήσεων θα πρέπει να είναι ενεργειακά αποδοτικές. Οι αισθητήρες χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας, τα βελτιστοποιημένα πρωτόκολλα μετάδοσης δεδομένων και οι τεχνικές συλλογής ενέργειας μπορούν να συμβάλουν στην ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας και στην παράταση της διάρκειας ζωής των συσκευών. Η αποδοτική χρήση της ενέργειας είναι ζωτικής σημασίας για την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της τεχνολογίας .

Διαχείριση δεδομένων: Το Διαδίκτυο των αισθήσεων παράγει τεράστιες ποσότητες αισθητηριακών δεδομένων. Η βιώσιμη εφαρμογή θα περιλαμβάνει αποτελεσματικές πρακτικές διαχείρισης δεδομένων για τον αποτελεσματικό χειρισμό και την επεξεργασία αυτών των δεδομένων. Η συμπίεση δεδομένων, η συγκέντρωση και οι έξυπνες τεχνικές φιλτραρίσματος μπορούν να μειώσουν τις απαιτήσεις αποθήκευσης και μετάδοσης δεδομένων, οδηγώντας σε εξοικονόμηση ενέργειας και πόρων.

Το IoS αφορά τη μαζική συνδεσιμότητα και τη μαζική διαφάνεια. Κατά τη διαδικασία αυτή, παράγει επίσης έναν τεράστιο όγκο δεδομένων που γίνεται πηγή ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος. Για να ευδοκιμήσει οποιαδήποτε εταιρική σχέση, είναι κρίσιμο να καθοριστούν από νωρίς οι όροι διακυβέρνησης για την ιδιοκτησία των δεδομένων, την προστασία της ιδιωτικής ζωής, τη χρήση και την κοινή χρήση ως κεντρικός πυλώνας της εταιρικής σχέσης. Αυτά τα θέματα βρίσκονται ψηλά στο μυαλό των στελεχών της βιομηχανίας IoS. Όταν απαντούσαν στην ερώτηση "Τι θα ζητούσατε αν είχατε μια λευκή επιταγή;", οι κορυφαίες απαντήσεις επικεντρώνονταν σταθερά στα δεδομένα: ιδιοκτησία δεδομένων, απόκτηση δικαιωμάτων χρήσης δεδομένων και προστασία της ιδιωτικής ζωής. Η ασφάλεια των δεδομένων και τα πρότυπα είναι επίσης σημαντικά και εδώ η εξέλιξη καθοδηγείται από τη βιομηχανία και την τεχνολογική ωριμότητα [46].

1. Ιδιοκτησία δεδομένων

Η κυριότητα των δεδομένων είναι ένα από τα πιο αμφιλεγόμενα θέματα και οι εταιρείες, οι παγκόσμιοι οργανισμοί και οι εθνικές κυβερνήσεις συνεχίζουν να παλεύουν με το θέμα. Σε ορισμένες γωνίες διαμορφώνεται η άποψη ότι τα δεδομένα θα πρέπει τελικά να ανήκουν στον τελικό χρήστη και όχι σε οποιονδήποτε ενδιάμεσο φορέα. Ο τελικός χρήστης μπορεί στη συνέχεια να επιλέξει να μοιραστεί τα δεδομένα (με ή χωρίς χρηματικό όφελος). Ωστόσο, υπάρχουν πολλαπλές απόψεις, και ενώ η συζήτηση αυτή επιλύεται, είναι κρίσιμο σε κάθε εταιρική σχέση να συμφωνείται η κυριότητα των δεδομένων με σαφήνεια και πλήρη διαφάνεια.

Βελτιστοποίηση πόρων: Το Διαδίκτυο των αισθήσεων θα πρέπει να συμβάλει στη βελτιστοποίηση των πόρων σε μια έξυπνη πόλη. Αξιοποιώντας αισθητηριακά δεδομένα, όπως πρότυπα χρήσης ενέργειας ή ποσοστά πληρότητας, οι πόλεις μπορούν να βελτιστοποιήσουν την κατανομή των πόρων, να βελτιώσουν την ενεργειακή απόδοση και να μειώσουν τα απόβλητα. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μακροπρόθεσμα οφέλη βιωσιμότητας, συμπεριλαμβανομένης της μειωμένης κατανάλωσης ενέργειας και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων [46].

2. Χρήση και κοινή χρήση δεδομένων

Υπάρχουν πολλαπλές επιλογές για την κοινή χρήση δεδομένων στο πλαίσιο μιας εταιρικής σχέσης, όπως ενδεικτικά:

Επιλογή Α: Στην απλούστερη μορφή της, τα πλήρη σύνολα δεδομένων μπορούν να μοιράζονται μεταξύ των εταιρών

Επιλογή Β: Τα ευαίσθητα δεδομένα μπορούν να διατεθούν μετά από αφαίρεση των κρίσιμων για την ιδιωτικότητα δεδομένων

Επιλογή Γ: Αντί της κοινής χρήσης ακατέργαστων δεδομένων μπορούν να παρέχονται συγκεντρωτικές ή μακροσκοπικές πληροφορίες.

Οποιαδήποτε λύση χρήσης και κοινής χρήσης δεδομένων πρέπει να είναι κατάλληλη για το σκοπό της.

Για παράδειγμα, ο πάροχος ενός συστήματος προληπτικής συντήρησης λύση μπορεί να θέλει τον σειριακό αριθμό των συσκευών, σε πραγματικό χρόνο κωδικούς σφαλμάτων και το πρόγραμμα συντήρησης για τη μονάδα - κάθε μορφή συγκέντρωσης δεδομένων θέτει σε κίνδυνο την ικανότητα της λύση να λειτουργήσει σωστά. Ως εκ τούτου, οι επιλογές Β και Γ, στην παρούσα περίπτωση, δεν είναι κατάλληλες για το σκοπό [46].

3. Ιδιωτικότητα και ευαισθησία των δεδομένων

Είναι κρίσιμο η διακυβέρνηση των δεδομένων σε μια εταιρική σχέση να απαιτεί σαφώς από τα ενδιαφερόμενα μέρη να λαμβάνουν ενημερωμένη και ουσιαστική συγκατάθεση από τους καταναλωτές/τελικούς χρήστες πριν από τη συλλογή δεδομένων και να διαθέτει διασφαλίσεις για δεδομένα που είτε είναι απόρρητα, είτε επηρεάζουν τη δημόσια ασφάλεια είτε μπορούν να υπονομεύσουν τη φήμη των ενδιαφερόμενων μερών εάν βρεθούν σε λάθος χέρια. Η προστασία της ιδιωτικότητας και της ευαισθησίας δεδομένων γίνονται γρήγορα κορυφαία ανησυχία σε βαθμό που οι αντιληπτοί κίνδυνοι μπορεί να υπερτερούν συνολικά των προτάσεων αξίας των ΙoS. Οι νόμοι περί δεδομένων υπόκεινται συνήθως σε εθνικές δικαιοδοσίες και θα πρέπει να τηρούνται ανά πάσα στιγμή.

Σκέψεις για τον κύκλο ζωής: Η βιώσιμη εφαρμογή του Διαδικτύου των Αισθήσεων απαιτεί την εξέταση του κύκλου ζωής της τεχνολογίας. Αυτό περιλαμβάνει υπεύθυνες πρακτικές κατασκευής, αποδοτική χρήση των υλικών και κατάλληλη διάθεση ή ανακύκλωση των συσκευών στο τέλος της ζωής τους. Οι αρχές του βιώσιμου σχεδιασμού και οι προσεγγίσεις της κυκλικής οικονομίας μπορούν να συμβάλουν στην ελαχιστοποίηση των αποβλήτων και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Ολιστικός σχεδιασμός: Για να εξασφαλιστεί η βιωσιμότητα, η εφαρμογή του Διαδικτύου των Αισθήσεων θα πρέπει να αποτελεί μέρος μιας ολιστικής προσέγγισης σχεδιασμού έξυπνων πόλεων. Η εξέταση των αλληλεξαρτήσεων μεταξύ διαφόρων συστημάτων, όπως η ενέργεια, οι μεταφορές και η περιβαλλοντική διαχείριση, μπορεί να οδηγήσει σε ολοκληρωμένες και βιώσιμες λύσεις. Αυτό προϋποθέτει τη συνεργασία μεταξύ των διαφόρων ενδιαφερόμενων φορέων και την εξέταση των μακροπρόθεσμων περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών επιπτώσεων.

Εκπαίδευση και δέσμευση των χρηστών: Η βιώσιμη υιοθέτηση του Διαδικτύου των Αισθήσεων απαιτεί την εκπαίδευση των χρηστών και των ενδιαφερομένων μερών σχετικά με τα οφέλη και τις πιθανές περιβαλλοντικές επιπτώσεις του. Η ενθάρρυνση της υπεύθυνης και συνειδητής χρήσης των αισθητηριακών συσκευών, η προώθηση

πρακτικών εξοικονόμησης ενέργειας και η εμπλοκή των πολιτών στη διαδικασία λήψης αποφάσεων μπορούν να προωθήσουν μια βιώσιμη νοοτροπία και συμπεριφορά.

Συνολικά, αν και η τεχνολογία του Διαδικτύου των Αισθήσεων δεν αποτελεί άμεση λύση για την κλιματική κρίση, έχει τη δυνατότητα να συμβάλει σε ένα πιο βιώσιμο μέλλον μειώνοντας την ανάγκη για φυσικά ταξίδια, επιτρέποντας την επικοινωνία και τη συνεργασία από απόσταση και παρέχοντας δεδομένα για τις περιβαλλοντικές συνθήκες [15].



Εικόνα 21. Human and Internet

6.1.1 Βιωσιμότητα σε έξυπνη πόλη

Το Διαδίκτυο των Αισθήσεων μπορεί ενδεχομένως να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στο να γίνουν οι έξυπνες πόλεις πιο βιώσιμες, επιτρέποντας την καλύτερη διαχείριση των πόρων και βελτιώνοντας τη συνολική εμπειρία των κατοίκων της πόλης. Ακολουθούν ορισμένα παραδείγματα:

1. Αποτελεσματικές μεταφορές: Το Διαδίκτυο των αισθήσεων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία καθηλωτικών εμπειριών μεταφοράς που επιτρέπουν στους χρήστες να αισθάνονται σαν να είναι φυσικά παρόντες σε μια τοποθεσία χωρίς να χρειάζεται να ταξιδέψουν. Αυτό μπορεί να μειώσει την ανάγκη για φυσικές μετακινήσεις και να συμβάλει στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Επιπλέον, η τεχνολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτιστοποίηση της κυκλοφοριακής ροής και τη μείωση της συμφόρησης.

2. Έξυπνα κτίρια: Το Διαδίκτυο των αισθήσεων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία καθηλωτικών εμπειριών στα κτίρια που βοηθούν τους ενοίκους να αισθάνονται πιο άνετα και παραγωγικά. Για παράδειγμα, οι αισθητήρες μπορούν να ανιχνεύουν τη θερμοκρασία, το φωτισμό και τα επίπεδα θορύβου και να τα προσαρμόζουν στις προτιμήσεις των ενοίκων. Αυτό μπορεί να συμβάλει στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας με τη βελτιστοποίηση της χρήσης των συστημάτων θέρμανσης, εξαερισμού και κλιματισμού (HVAC).

3. Διαχείριση αποβλήτων: Το Διαδίκτυο των αισθήσεων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση και τη βελτιστοποίηση των συστημάτων διαχείρισης αποβλήτων στις έξυπνες πόλεις. Οι αισθητήρες μπορούν να ανιχνεύουν τα επίπεδα των απορριμμάτων στους κάδους απορριμμάτων και να ειδοποιούν τις ομάδες διαχείρισης απορριμμάτων όταν πρέπει να αδειάσουν, μειώνοντας την ανάγκη για τακτικές επισκέψεις αποκομιδής. Επιπλέον, οι αισθητήρες μπορούν να ανιχνεύουν τα επίπεδα ανακύκλωσης και να παρέχουν ανατροφοδότηση στους κατοίκους, ενθαρρύνοντάς τους να ανακυκλώνουν περισσότερο.

4. Αστικός σχεδιασμός: Το Διαδίκτυο των αισθήσεων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία καθηλωτικών εμπειριών που επιτρέπουν στους πολεοδόμους να οπτικοποιήσουν και να δοκιμάσουν διαφορετικά σενάρια αστικού σχεδιασμού. Για παράδειγμα, μπορούν να δημιουργήσουν ένα περιβάλλον εικονικής πραγματικότητας που προσομοιώνει διαφορετικά ύψη και τοποθετήσεις κτιρίων για να καθορίσουν τον βέλτιστο σχεδιασμό που μεγιστοποιεί το ηλιακό φως και μειώνει την κατανάλωση ενέργειας.

Ενώ το Διαδίκτυο των αισθήσεων διαθέτει δυνατότητες για την ενίσχυση των έξυπνων πόλεων, η διασφάλιση της βιωσιμότητάς του απαιτεί προσεκτική προσοχή στην ενεργειακή απόδοση, τη βελτιστοποίηση των πόρων, την υπεύθυνη διαχείριση δεδομένων και τον ολιστικό σχεδιασμό. Με την ενσωμάτωση βιώσιμων πρακτικών και την εξέταση των μακροπρόθεσμων περιβαλλοντικών επιπτώσεων, η τεχνολογία μπορεί να συμβάλει στην οικοδόμηση πιο βιώσιμων και βιώσιμων πόλεων.

6.2 Βιωσιμότητα του JC&S

Η τεχνολογία του Joint Communication and Sensing έχει άμεσες και έμμεσες επιπτώσεις στην κατανάλωση ενέργειας σε τομείς που είναι ιδιαίτερα κρίσιμοι για τη βιωσιμότητα, όπως οι μεταφορές και η βιομηχανία (π.χ. ρύθμιση της ενέργειας και παροχή θερμότητας). Η ποσότητα των αισθητήρων και των συστημάτων επικοινωνιών 6G, και ιδίως η σχετική κατανάλωση υλικών κατά την παραγωγή και η δυνατότητα ανακύκλωσης στο τέλος της ζωής τους, θα έχει ως αποτέλεσμα τη χρήση ενέργειας και πόρων σε μεγαλύτερες ποσότητες από ό,τι σήμερα. Κατά την ενσωμάτωση των εννοιών της ανίχνευσης και των επικοινωνιών, υπάρχει επομένως μεγάλη δυνατότητα βελτίωσης της αποδοτικότητας των πόρων και αύξησης της βιωσιμότητας. Επίσης, η δυνατότητα μιας συσκευής να δικτυωθεί με τους αισθητήρες των γύρω συσκευών ή της υποδομής μπορεί να μειώσει δραματικά τον αριθμό των αισθητήρων που απαιτούνται συνολικά. Ένας βασικός στόχος θα είναι η εξοικονόμηση περισσότερων πόρων από αυτούς που θα καταναλώσει το δίκτυο 6G επιπλέον αυτών που ήδη χρησιμοποιούνται. Αυτό σημαίνει ότι οι έννοιες που αναπτύσσονται πρέπει να αξιολογούνται και να κατατάσσονται σε συγκριτική βάση, π.χ. με βάση την ανάλυση του κύκλου ζωής ή τη σύγκριση της ενέργειας που χρησιμοποιεί το δίκτυο JC&S σε σύγκριση με την ενέργεια που εξοικονομείται από τη βελτιστοποίηση των ροών κυκλοφορίας. Αυτό θα

εξασφαλίσει τη βιωσιμότητα των εξελίξεων JC&S, καθώς και την υποστήριξη των γενικότερων στόχων της κοινωνίας για το κλίμα.

Όσον αφορά την ενεργειακή απόδοση, οι τεχνολογίες κοινών επικοινωνιών και ανίχνευσης μπορούν να συμβάλουν στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης διαφόρων συστημάτων, όπως ο φωτισμός και τα συστήματα HVAC, βελτιστοποιώντας τα πρότυπα χρήσης τους με βάση την απασχόληση και τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας και μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

Όσον αφορά τα υλικά που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή, υπάρχει μια αυξανόμενη τάση προς τη χρήση βιώσιμων υλικών στην ανάπτυξη κοινών τεχνολογιών επικοινωνίας και ανίχνευσης. Για παράδειγμα, οι κατασκευαστές χρησιμοποιούν ανακυκλωμένα υλικά και μειώνουν τη χρήση τοξικών υλικών στις διαδικασίες παραγωγής τους.

Η διαχείριση του τέλους του κύκλου ζωής αποτελεί επίσης σημαντικό παράγοντα για τη βιωσιμότητα της κοινής τεχνολογίας επικοινωνιών και ανίχνευσης. Η ορθή διάθεση και ανακύκλωση των ηλεκτρονικών αποβλήτων είναι ζωτικής σημασίας για την πρόληψη της περιβαλλοντικής ζημίας και τη μείωση των επιπτώσεων στην ανθρώπινη υγεία.

Συνολικά, ενώ η κοινή τεχνολογία επικοινωνιών και ανίχνευσης μπορεί να συμβάλει στη βιωσιμότητα μέσω της ενεργειακής απόδοσης και των δυνατοτήτων βελτιστοποίησής της, είναι σημαντικό να εξεταστεί ο πλήρης κύκλος ζωής της τεχνολογίας, συμπεριλαμβανομένης της παραγωγής, της χρήσης και της διάθεσής της, για να εξασφαλιστεί η βιωσιμότητά της [45].

6.2.1 Τι είναι το HVAC

HVAC σημαίνει Θέρμανση, Αερισμός και Κλιματισμός, τα οποία είναι τα συστήματα που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της θερμοκρασίας, της υγρασίας και της ποιότητας του αέρα στα κτίρια. Τα συστήματα HVAC χρησιμοποιούνται σε οικιστικά, εμπορικά και βιομηχανικά κτίρια για τη διατήρηση ενός άνετου και υγιούς εσωτερικού περιβάλλοντος.

Η συνιστώσα θέρμανσης των συστημάτων HVAC περιλαμβάνει συνήθως τη χρήση λεβήτων, κλιβάνων ή αντλιών θερμότητας για την παραγωγή θερμότητας, ενώ η συνιστώσα ψύξης περιλαμβάνει τη χρήση κλιματιστικών ή ψυκτικών μηχανημάτων για την απομάκρυνση της θερμότητας από τον αέρα.

Το στοιχείο εξαερισμού των συστημάτων HVAC είναι υπεύθυνο για την κυκλοφορία του αέρα σε όλο το κτίριο και την εξασφάλιση της παροχής φρέσκου αέρα. Αυτό συμβάλλει στην απομάκρυνση των ρύπων από τον αέρα και στη διατήρηση ενός υγιούς εσωτερικού περιβάλλοντος.

Τέλος, τα συστήματα HVAC περιλαμβάνουν επίσης τη χρήση συστημάτων φιλτραρίσματος του αέρα, τα οποία βοηθούν στην απομάκρυνση της σκόνης, της γύρης και άλλων ρύπων από τον αέρα. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για άτομα με αλλεργίες ή αναπνευστικές παθήσεις.

Συνολικά, τα συστήματα HVAC αποτελούν βασικό στοιχείο των σύγχρονων κτιρίων και έχουν σχεδιαστεί για να διατηρούν ένα άνετο και υγιεινό εσωτερικό περιβάλλον, ενώ παράλληλα βελτιώνουν την ενεργειακή απόδοση και μειώνουν το ενεργειακό κόστος [46].



Εικόνα 22. HVAC system

6.2.2 Βιωσιμότητα σε μια έξυπνη πόλη

Το JC&S μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στη βιωσιμότητα μιας έξυπνης πόλης, βελτιώνοντας την αποδοτικότητα των διαφόρων συστημάτων και μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας.

Για παράδειγμα, σε μια έξυπνη πόλη, η κοινή τεχνολογία επικοινωνιών και ανίχνευσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτιστοποίηση της χρήσης πόρων όπως ο φωτισμός, τα συστήματα HVAC (Heating, Ventilation, Air Conditioning) και οι μεταφορές. Με τη χρήση αισθητήρων για την παρακολούθηση της πληρότητας και των περιβαλλοντικών συνθηκών, τα συστήματα αυτά μπορούν να ελεγχθούν για τη μείωση της χρήσης ενέργειας και τη βελτίωση της συνολικής απόδοσης της υποδομής της πόλης.

Τα έξυπνα συστήματα φωτισμού, για παράδειγμα, μπορούν να χρησιμοποιούν αισθητήρες για να ανιχνεύουν την παρουσία ανθρώπων και να προσαρμόζουν ανάλογα τα επίπεδα φωτισμού. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας και μείωση της φωτορύπανσης.

Επιπλέον, η τεχνολογία αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για τη βελτίωση της αποδοτικότητας και της ασφάλειας των συστημάτων μεταφορών στις έξυπνες πόλεις. Χρησιμοποιώντας αισθητήρες για την παρακολούθηση της ροής της κυκλοφορίας και τη βελτιστοποίηση των σημάτων κυκλοφορίας, για παράδειγμα, τα συστήματα αυτά μπορούν να μειώσουν τη συμφόρηση και να βελτιώσουν τη συνολική αποδοτικότητα του συστήματος μεταφορών.

Συνολικά, η κοινή τεχνολογία επικοινωνιών και ανίχνευσης μπορεί να συμβάλει στη δημιουργία πιο βιώσιμων και αποδοτικών έξυπνων πόλεων βελτιστοποιώντας τη χρήση των πόρων, μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας και βελτιώνοντας τη συνολική αποδοτικότητα της υποδομής της πόλης.

Οι έξυπνες πόλεις βασίζονται σε προηγμένες τεχνολογίες για να βελτιώσουν την ποιότητα ζωής των κατοίκων, να βελτιστοποιήσουν τη χρήση των πόρων, να ενισχύσουν τη βιωσιμότητα και να αυξήσουν τη συνολική αποδοτικότητα. Ακολουθεί ο τρόπος με τον οποίο η κοινή τεχνολογία επικοινωνίας και ανίχνευσης μπορεί να συμβάλει σε μια έξυπνη πόλη:

Περιβαλλοντική παρακολούθηση: Τα κοινά συστήματα επικοινωνίας και ανίχνευσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση και τη συλλογή δεδομένων σχετικά με διάφορες περιβαλλοντικές παραμέτρους σε μια έξυπνη πόλη. Για παράδειγμα, οι κόμβοι αισθητήρων μπορούν να μετρήσουν την ποιότητα του αέρα, τα επίπεδα θορύβου, τη θερμοκρασία, την υγρασία και να ανιχνεύσουν τις πηγές ρύπανσης. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να βοηθήσουν τις αρχές της πόλης να λάβουν τεκμηριωμένες αποφάσεις για τη βελτίωση των περιβαλλοντικών συνθηκών και της δημόσιας υγείας.

Διαχείριση υποδομών: Οι κόμβοι αισθητήρων που ενσωματώνονται με δυνατότητες επικοινωνίας μπορούν να παρακολουθούν την υγεία και την απόδοση κρίσιμων υποδομών σε μια έξυπνη πόλη, όπως γέφυρες, κτίρια και συστήματα κοινής ωφέλειας. Δεδομένα σε πραγματικό χρόνο σχετικά με τη δομική ακεραιότητα, την κατανάλωση ενέργειας, τη χρήση νερού και άλλες παραμέτρους μπορούν να διευκολύνουν την προληπτική συντήρηση, να μειώσουν τον χρόνο διακοπής λειτουργίας και να βελτιστοποιήσουν την κατανομή των πόρων.

Διαχείριση της κυκλοφορίας: Η κοινή τεχνολογία επικοινωνίας και ανίχνευσης μπορεί να βοηθήσει στην αποτελεσματική διαχείριση της κυκλοφορίας σε μια έξυπνη πόλη. Με την ανάπτυξη αισθητήρων σε διασταυρώσεις, οδούς και χώρους στάθμευσης, μπορούν να συλλεχθούν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο σχετικά με τη ροή της κυκλοφορίας, τη συμφόρηση, τη διαθεσιμότητα χώρων στάθμευσης και τις εκπομπές των οχημάτων. Οι πληροφορίες αυτές επιτρέπουν τη βελτιστοποίηση της κυκλοφορίας, μειώνουν τη συμφόρηση και διευκολύνουν τα ευφυή συστήματα μεταφορών.

Ασφάλεια και προστασία: Τα δίκτυα αισθητήρων σε συνδυασμό με τις δυνατότητες επικοινωνίας ενισχύουν την ασφάλεια και την προστασία σε μια έξυπνη πόλη. Για παράδειγμα, οι κάμερες παρακολούθησης που είναι εξοπλισμένες με αισθητήρες μπορούν να ανιχνεύουν ασυνήθιστες δραστηριότητες ή περιστατικά και τα συλλεγόμενα δεδομένα μπορούν να μεταδίδονται σε πραγματικό χρόνο σε ένα κεντρικό κέντρο διοίκησης για άμεση ανταπόκριση. Επιπλέον, αισθητήρες ενσωματωμένοι με συστήματα επικοινωνίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την έγκαιρη ανίχνευση φυσικών καταστροφών όπως σεισμοί ή πλημμύρες, βελτιώνοντας την αντιμετώπιση έκτακτων αναγκών και τη δημόσια ασφάλεια.

Διαχείριση ενέργειας: Η κοινή τεχνολογία επικοινωνίας και αισθητήρων μπορεί να συμβάλει στην ενεργειακή απόδοση σε μια έξυπνη πόλη. Οι κόμβοι αισθητήρων μπορούν να παρακολουθούν την κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια, τον οδο φωτισμό και άλλες υποδομές. Τα δεδομένα που συλλέγονται μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτιστοποίηση της χρήσης ενέργειας, τον εντοπισμό περιοχών για εξοικονόμηση ενέργειας και την υποστήριξη της εφαρμογής στρατηγικών ανταπόκρισης στη ζήτηση.

Διαχείριση αποβλήτων: Τα έξυπνα συστήματα διαχείρισης αποβλήτων μπορούν να χρησιμοποιούν κοινή τεχνολογία επικοινωνίας και αισθητήρων. Αισθητήρες μπορούν να αναπτυχθούν σε κάδους απορριμμάτων για την παρακολούθηση των επιπέδων πλήρωσης και τη βελτιστοποίηση των διαδρομών συλλογής απορριμμάτων. Αυτό μειώνει τις περιττές παραλαβές, μειώνει το κόστος και ελαχιστοποιεί τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Δέσμευση των πολιτών: Τα κοινά συστήματα επικοινωνίας και ανίχνευσης μπορούν να διευκολύνουν την εμπλοκή των πολιτών παρέχοντας δεδομένα και πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο. Οι πολίτες μπορούν να έχουν πρόσβαση σε δεδομένα σχετικά με την ποιότητα του αέρα, τις συνθήκες κυκλοφορίας, τη χρήση ενέργειας και άλλες παραμέτρους μέσω εφαρμογών για κινητά τηλέφωνα ή δημόσιων οθονών. Αυτό προάγει την ευαισθητοποίηση, επιτρέπει τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων και ενθαρρύνει την ενεργό συμμετοχή στη διαμόρφωση της ανάπτυξης της πόλης.

Αξιοποιώντας τις δυνατότητες της κοινής τεχνολογίας επικοινωνίας και ανίχνευσης, οι πόλεις μπορούν να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις, να βελτιστοποιούν τη χρήση των πόρων, να μειώνουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και να προωθούν βιώσιμες πρακτικές. Ωστόσο, είναι σημαντικό να διασφαλιστεί ότι η εφαρμογή αυτών των συστημάτων ακολουθεί τις αρχές του βιώσιμου σχεδιασμού και λαμβάνει υπόψη παράγοντες όπως ο κύκλος ζωής της τεχνολογίας, η υπεύθυνη κατασκευή και η ορθή διάθεση των ηλεκτρονικών αποβλήτων.

Συνολικά, η κοινή τεχνολογία επικοινωνίας και ανίχνευσης διαδραματίζει ζωτικό ρόλο στη μετατροπή μιας πόλης σε έξυπνη πόλη, επιτρέποντας τη λήψη αποφάσεων βάσει δεδομένων, τη βελτιστοποίηση των πόρων και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων της.



Εικόνα 23. Connected city

7. Συμπεράσματα

Συμπερασματικά, όσον αφορά το Διαδίκτυο των Αισθήσεων (IoS), είδαμε πως έχει τεράστιες δυνατότητες να μεταμορφώσει τις ψηφιακές εμπειρίες μας και να αναδιαμορφώσει διάφορες πτυχές της ζωής μας. Από την ενίσχυση της επικοινωνίας και της ψυχαγωγίας έως τη βελτίωση της υγειονομικής περίθαλψης και της εκπαίδευσης, το IoS έχει τη δυνατότητα να δημιουργήσει καθηλωτικές, πολυαισθητηριακές αλληλεπιδράσεις που μπορούν να εμπλουτίσουν τη σύνδεσή μας με τον ψηφιακό κόσμο.

Ωστόσο, όπως συμβαίνει με κάθε αναδυόμενη τεχνολογία, η διασφάλιση της βιωσιμότητάς της είναι απαραίτητη. Η επιδίωξη της ενεργειακής απόδοσης, η υπεύθυνη χρήση υλικών, οι ηθικοί προβληματισμοί και η εστίαση στον περιβαλλοντικό αντίκτυπο είναι ζωτικής σημασίας για τη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα και την υπεύθυνη υιοθέτηση του IoS.

Με την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων και την υιοθέτηση μιας βιώσιμης προσέγγισης, μπορούμε να ξεκλειδώσουμε το πλήρες δυναμικό του IoS, ελαχιστοποιώντας παράλληλα το περιβαλλοντικό του αποτύπωμα και εξασφαλίζοντας θετικό αντίκτυπο στα άτομα και την κοινωνία στο σύνολό της.

Αναφερόμενοι στην επόμενη τεχνολογία που ερευνήσαμε, τη κοινή τεχνολογία επικοινωνίας και ανίχνευσης (JC&S), καταλάβαμε πως έχει σημαντικές δυνατότητες και θετικό αντίκτυπο σε διάφορους τομείς της καθημερινότητας. Με την ενσωμάτωση των δυνατοτήτων επικοινωνίας και ανίχνευσης, τα συστήματα αυτά ενισχύουν την επίγνωση της κατάστασης, επιτρέπουν την κατανοημένη ανίχνευση, βελτιώνουν τη λήψη αποφάσεων και βελτιστοποιούν τη χρήση των πόρων.

Όμως, για να διασφαλιστεί η μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα και αειφορία της τεχνολογίας αυτής, πρέπει να εξεταστούν προσεκτικά η ενεργειακή αποδοτικότητα, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις, η διαχείριση των πόρων, οι εκτιμήσεις για τον κύκλο ζωής, η επεκτασιμότητα και οι κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις.

Υιοθετώντας βιώσιμες πρακτικές και δίνοντας προτεραιότητα στην υπεύθυνη ανάπτυξη και διαχείριση αυτών των συστημάτων, μπορούμε να αξιοποιήσουμε τη μετασχηματιστική δύναμη της κοινής τεχνολογίας επικοινωνίας και ανίχνευσης, ελαχιστοποιώντας παράλληλα το περιβαλλοντικό της αποτύπωμα και μεγιστοποιώντας τα οφέλη της για το κοινωνικό σύνολο. Με μια ολιστική και βιώσιμη προσέγγιση, η κοινή τεχνολογία επικοινωνίας και ανίχνευσης μπορεί να συμβάλει σε ένα πιο έξυπνο, αποτελεσματικό και χωρίς αποκλεισμούς μέλλον.

8. Βιβλιογραφία

1. <https://www.telecomreview.com/articles/reports-and-coverage/3586-ericsson-report-reveals-the-internet-of-senses>
2. <https://interestingengineering.com/culture/emerging-consumer-trends-evolving-toward-2030-the-internet-of-senses>
3. <https://interestingengineering.com/innovation/the-internet-of-senses-your-brain-is-the-user-interface>
4. <https://cmte.ieee.org/futuredirections/2021/01/16/the-internet-of-senses/>
<https://cmte.ieee.org/futuredirections/2021/01/16/the-internet-of-senses/>
5. <https://insidetelecom.com/what-is-the-internet-of-senses-how-is-it-shaping-a-viable-digital-reality/>
6. <https://www.itpro.co.uk/network-internet/internet-of-things-iot/358366/developing-the-internet-of-senses>
7. <https://internetofsenses.com>
8. <https://www.6qworld.com/exclusives/tasting-digital-how-the-way-you-sense-the-world-will-change-by-the-time-6q-is-real/>
9. <https://www.iotworlds.com/what-is-the-internet-of-senses/>
10. <https://www.futuresplatform.com/blog/internet-senses-future-digital-experience-multi-sensory>
11. <https://www.ericsson.com/en/6q/internet-of-senses>
12. <https://re.public.polimi.it/handle/11311/1219000>
13. https://hbz.opus.hbz-nrw.de/opus45-kola/frontdoor/deliver/index/docId/1909/file/mathesis_schneider.pdf
14. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11036-021-01790-w>
15. <https://www.itu.int/hub/2020/04/why-it-makes-business-sense-to-link-the-internet-of-things-and-sustainability/>
16. <https://www.linkedin.com/pulse/internet-senses-emilio-romeo>
17. <https://www.analyticsinsight.net/internet-of-senses-in-2030-is-the-future-of-connected-world/>
18. <https://www.libelium.com>
19. <https://www.futuresplatform.com/blog/internet-senses-future-digital-experience-multi-sensory>
20. <https://www.itpro.co.uk/network-internet/internet-of-things-iot/358366/developing-the-internet-of-senses>
21. <https://www.stellarmr.com/report/Internet-of-Senses-Market/1179>
22. <https://insidetelecom.com/what-is-the-internet-of-senses-how-is-it-shaping-a-viable-digital-reality/>

23. <https://www.iotworlds.com/what-is-the-internet-of-senses/>
24. <https://interestingengineering.com/culture/emerging-consumer-trends-evolving-toward-2030-the-internet-of-senses>
25. <https://www.noldus.com>
26. <https://www.qualcomm.com>
27. <https://pisontechnology.com>
28. <https://neosensory.com>
29. <https://www.siemens.com/global/en.html>
30. <https://www.cisco.com/site/us/en/index.html>
31. <https://www.ibm.com/us-en>
32. <https://www.honeywell.com/us/en>
33. <https://www.se.com/ww/en/>
34. <https://www.qe.com>
35. Basínski, K., Zdun-RyZewsk, A., & Majkowicz, M. (2018). *The Role of Musical Attributes in Music-Induced Analgesia: The Role of Musical Attributes in Music-Induced Analgesia: A Preliminary Brief Report.*
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01761>
36. Rahimi, M., Makarem, J., & Rooyan, P. (2013). *Effects of a flash of light in different colors on venous cannulation pain: A randomized, controlled trial.* *Journal of Clinical Anesthesia*, 25(1), 42–46.
<https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2012.06.006>
37. Boensch, S. (2011). *Stimulation-produced analgesia: TENS, acupuncture and alternative techniques.* *Anaesthesia & Intensive Care Medicine*, 12(1), 28–30.
<https://doi.org/10.1016/J.MPAIC.2010.10.003>
38. <https://www.marketresearchfuture.com/reports/internet-of-senses-market-10747>
39. https://scdn.rohde-schwarz.com/ur/pws/dl_downloads/dl_common_library/dl_brochures_and_datasheets/pdf_1/RS-TechTalk-carreer-AI-6G.pdf
40. https://openaccess.cmc-conferences.org/publications/book/978-1-958651-01-8/article/978-1-958651-01-8_38
41. <https://www.vde.com/resource/blob/2108086/e9ead7b7c95eacb5cb7f2eb88103eaa9/joint-communication---sensing-position-paper-pdf-file-data.pdf>
42. <https://isac.committees.comsoc.org/>
43. <https://omlox.com/home>
44. R. Thomä, T. Dallmann, S. Jovanovska, P. Knott, A. Schmeink, „Joint Communication and Radar Sensing: An Overview“, in Proc. European Conference on Antennas and Propagation, Düsseldorf, Deutschland, März 2021
45. <https://www3.weforum.org/docs/loTGuidelinesforSustainability.pdf>
46. https://en.wikipedia.org/wiki/Heating,_ventilation,_and_air_conditioning

