



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ
ΣΤΗ ΒΙΟΙΑΤΡΙΚΗ

**«Σχεδίαση και ανάπτυξη συστήματος εντοπισμού ασθενών από
άνοια σε μια έξυπνη πόλη»**

Τσουλούφας Γεώργιος-Παναγιώτης

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Υπεύθυνος

Κακαρούντας Αθανάσιος

Λαμία, 2024



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗ
ΒΙΟΙΑΤΡΙΚΗ

**«Σχεδίαση και ανάπτυξη συστήματος εντοπισμού ασθενών από άνοια
σε μια έξυπνη πόλη»**

Τσουλούφας Γεώργιος-Παναγιώτης

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Υπεύθυνος

Κακαρούντας Αθανάσιος

Λαμία, 2024

Με ατομική μου ευθύνη και γνωρίζοντας τις κυρώσεις ⁽¹⁾, που προβλέπονται από της διατάξεις της παρ. 6 του άρθρου 22 του Ν. 1599/1986, δηλώνω ότι:

1. Δεν παραθέτω κομμάτια βιβλίων ή άρθρων ή εργασιών άλλων αυτολεξεί **χωρίς να τα περικλείω σε εισαγωγικά** και χωρίς να αναφέρω το συγγραφέα, τη χρονολογία, τη σελίδα. Η αυτολεξεί παράθεση χωρίς εισαγωγικά χωρίς αναφορά στην πηγή, είναι λογοκλοπή. Πέραν της αυτολεξεί παράθεσης, λογοκλοπή θεωρείται και η παράφραση εδαφίων από έργα άλλων, συμπεριλαμβανομένων και έργων συμφοιτητών μου, καθώς και η παράθεση στοιχείων που άλλοι συνέλεξαν ή επεξεργάστηκαν, χωρίς αναφορά στην πηγή. Αναφέρω πάντοτε με πληρότητα την πηγή κάτω από τον πίνακα ή σχέδιο, όπως στα παραθέματα.
2. Δέχομαι ότι η αυτολεξεί **παράθεση χωρίς εισαγωγικά**, ακόμα κι αν συνοδεύεται από αναφορά στην πηγή σε κάποιο άλλο σημείο του κειμένου ή στο τέλος του, είναι αντιγραφή. Η αναφορά στην πηγή στο τέλος π.χ. μιας παραγράφου ή μιας σελίδας, δεν δικαιολογεί συρραφή εδαφίων έργου άλλου συγγραφέα, έστω και παραφρασμένων, και παρουσίασή τους ως δική μου εργασία.
3. Δέχομαι ότι υπάρχει επίσης περιορισμός στο μέγεθος και στη συχνότητα των παραθεμάτων που μπορώ να εντάξω στην εργασία μου εντός εισαγωγικών. Κάθε μεγάλο παράθεμα (π.χ. σε πίνακα ή πλαίσιο, κλπ), προϋποθέτει ειδικές ρυθμίσεις, και όταν δημοσιεύεται προϋποθέτει την άδεια του συγγραφέα ή του εκδότη. Το ίδιο και οι πίνακες και τα σχέδια
4. Δέχομαι όλες τις συνέπειες σε περίπτωση λογοκλοπής ή αντιγραφής.

Ημερομηνία: 3/7/2024

Ο δηλών

Τσουλούφας Γεώργιος-Παναγιώτης

(1) «Όποιος εν γνώσει του δηλώνει ψευδή γεγονότα ή αρνείται ή αποκρύπτει τα αληθινά με έγγραφη υπεύθυνη δήλωση του άρθρου 8 παρ. 4 Ν. 1599/1986 τιμωρείται με φυλάκιση τουλάχιστον τριών μηνών. Εάν ο υπαίτιος αυτών των πράξεων σκόπευε να προσπορίσει στον εαυτόν του ή σε άλλον περιουσιακό όφελος βλάπτοντας τρίτον ή σκόπευε να βλάψει άλλον, τιμωρείται με κάθειρξη μέχρι 10 ετών.

**«Σχεδίαση και ανάπτυξη συστήματος εντοπισμού ασθενών από άνοια
σε μια έξυπνη πόλη»**

Τσουλούφας Γεώργιος-Παναγιώτης

Τριμελής Επιτροπή:

Αθανάσιος Κακαρούντας, Αναπληρωτής Καθηγητής (επιβλέπων)

Τσαρούχας Παναγιώτης, Καθηγητής

Καρανίκας Χaráλαμπος, Επίκουρος Καθηγητής

Περίληψη

Οι έννοιες Διαδίκτυο των Αντικειμένων (Internet of Things - IoT) και έξυπνες πόλεις (smart cities) είναι πλέον ευρέως διαδεδομένες. Η συνεχής ανάπτυξή τους, σε συνδυασμό με την αύξηση των ασθενών που πάσχουν από άνοια εξαιτίας και της γήρανσης του πληθυσμού έχει οδηγήσει αρκετούς ανθρώπους να στραφούν, και να δημιουργήσουν, ένα νέο κλάδο, αυτόν της υποβοηθούμενης διαβίωσης.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται η σχεδίαση και ανάπτυξη ενός συστήματος εντοπισμού ασθενών από άνοια σε μια έξυπνη πόλη. Για την υλοποίηση του συγκεκριμένου συστήματος αξιοποιούνται διάφορες τεχνολογικές καινοτομίες, όπως οι Τεχνολογίες των Πληροφοριών και των Επικοινωνιών και το Διαδίκτυο των Αντικειμένων, καθώς και υλικό και λογισμικό ανοικτού κώδικα ώστε να αναπτυχθεί ένα σύστημα το οποίο θα έχει χαμηλό κόστος αλλά θα είναι και μικρό σε μέγεθος, ώστε να είναι όσο το δυνατόν αόρατο στους χρήστες.

Λέξεις κλειδιά: Διαδίκτυο των Αντικειμένων, έξυπνη πόλη, υποβοηθούμενη διαβίωση, άνοια

Abstract

Internet of Things (IoT) and smart cities are now widespread. Their continued development, coupled with the growth of patients suffering from dementia due to aging populations, has led many people to turn to, and create a new branch of assisted living.

The present work presents the design and development of a system to detect patients from dementia in a smart city. Various technological innovations, such as Information and Communication Technologies (ICT) and the Internet of Things (IoT) are used to implement this system, as well as open software and open hardware to develop a low-cost and small-scale system to be as invisible to users as possible.

Keywords: Internet of Objects, smart city, assisted living, dementia

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω ορισμένους ανθρώπους.

Αρχικά ευχαριστώ πολύ τον καθηγητή μου κ. Αθανάσιο Κακαρούντα για την εμπιστοσύνη, την καθοδήγηση και τη βοήθειά του.

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την στήριξή τους όλα αυτά τα χρόνια, ώστε να καταφέρω να ολοκληρώσω αυτό τον κύκλο σπουδών μου.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	6
Abstract	6
Ευχαριστίες	7
Ευρετήριο Εικόνων	10
1. Εισαγωγή	11
2. Μελέτη της τεχνολογικής κατάστασης για την υποστήριξη ηλικιωμένων ατόμων με άνοια	12
2.1 Οι Τεχνολογίες των Επικοινωνιών και των Πληροφοριών	12
2.2 Η έννοια «Εξυπνη πόλη»	12
2.3 Τεχνολογίες σε μία «Εξυπνη πόλη».....	13
2.3.1 Τεχνολογία πληροφοριών και επικοινωνιών (ΤΠΕ).....	13
2.3.2 Internet of Things (IoT).....	13
2.3.3 Αυτοματισμός.....	14
2.3.4 Τεχνητή νοημοσύνη (AI).....	14
2.3.5 Έξυπνη μεταφορά	14
2.3.6 Έξυπνη ενέργεια.....	15
2.3.7 Έξυπνη υποδομή	15
2.3 Internet of Things (IoT).....	16
2.3.1 Πρωτόκολλα επικοινωνίας	16
2.3.2 Υπηρεσίες παροχής	16
2.3.3 Τύποι δικτύου	17
2.3.4 Προσφερόμενες υπηρεσίες.....	17
2.3.5 Απαιτήσεις	17
2.4 Πλατφόρμες ανοιχτού κώδικα IoT.....	18
2.4.1 FIWARE	18
2.4.2 OCEAN	19
2.4.3 OM2M.....	19
2.4.4 Open DayLight IoT Data Management.....	19
2.4.5 Contiki.....	20
3. Η άνοια	20
3.1 Ορισμός της άνοιας.....	20
3.2 Τα συμπτώματα της άνοιας.....	21

3.3 Οι μορφές της άνοιας.....	21
3.3.2 Η αγγειακή άνοια	22
3.3.3 Η άνοια με σωμάτια Lewy	23
3.3.4 Μετωποκροταφική άνοια	23
4. Περιβάλλον υποβοηθούμενης διαβίωσης	24
4.1 Εισαγωγή	24
4.2 Πρόγραμμα Υποβοηθούμενης από το Περιβάλλον Διαβίωσης (AAL)	24
4.3 Συστήματα για την υποβοήθηση ηλικιωμένων που πάσχουν από άνοια	25
4.3.1 Ρομπότ Φροντίδας (Care Robots)	26
4.3.2 Τεχνολογία επικοινωνίας φιλική προς την άνοια	26
4.3.3 Τεχνολογίες παρακολούθησης στο σπίτι	27
4.3.4 Διαχείριση φαρμάκων.....	29
4.3.5 Εντοπισμός θέσης.....	29
5. Καθορισμός πρωτότυπου συστήματος εντοπισμού ασθενών από άνοια σε μια έξυπνη πόλη	30
5.1 Εισαγωγή	30
5.2 Περιγραφή συστήματος.....	30
5.3 Απαιτήσεις συστήματος.....	32
5.4 Arduino	33
5.5 Χαρακτηριστικά Arduino	33
5.5.1 Χαμηλό κόστος.....	33
5.5.2 Διαλειτουργική πλατφόρμα	33
5.5.3 Απλό, σαφές περιβάλλον προγραμματισμού.....	33
5.5.4 Λογισμικό ανοικτού κώδικα και επεκτάσιμο λογισμικό.....	34
5.5.5 Επεκτάσιμο υλισμικό ανοικτού κώδικα	34
5.6 Bluetooth Low Energy (BLE).....	34
5.6.1 Κατανάλωση ενέργειας.....	34
5.6.2 Εύρος.....	35
5.6.3 Ταχύτητα σύνδεσης.....	35
5.6.4 Αριθμός συνδέσεων.....	36
5.6.5 Κόστος.....	36
6. Σχεδίαση συστήματος	36
6.1 Εισαγωγή	36
6.2 Κεντρικό υποσύστημα	36
6.2.1 Αναπτυξιακή πλατφόρμα υλικού.....	37
6.2.2 Κώδικας	37

6.3 Περιφερειακό υποσύστημα.....	38
6.3.1 Αναπτυξιακή πλατφόρμα υλικού	38
6.3.2 Κώδικας	39
7. Συμπεράσματα.....	40
Παράρτημα.....	40
Κώδικας 1 (Κεντρικό-Σ.Κ)	40
Κώδικας 2 (Περιφερειακό-Σ.Π).....	42
Βιβλιογραφία	44

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1 : "Έξυπνη Πόλη"	13
Εικόνα 2 : Απεικόνιση της έννοιας του οικοσυστήματος eWare	26
Εικόνα 3 : Sense Garden.....	27
Εικόνα 4 : Αισθητήρας Caru.....	28
Εικόνα 5 : Γενική περιγραφή της Carelink.....	28
Εικόνα 6 : Φορετή συσκευή 2PCS.....	30
Εικόνα 7 : Τοποθέτηση των συσκευών στα δωμάτια του σπιτιού.....	31
Εικόνα 8 : Τοποθέτηση των συσκευών σε σημεία της πόλης	32
Εικόνα 9 : Η πλακέτα Arduino Nano 33 Sense BLE	37
Εικόνα 10 : Η πλακέτα Arduino Nano 33 BLE	39

1. Εισαγωγή

Η τεχνολογία στις μέρες μας αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι στη ζωή όλων των ανθρώπων. Έννοιες όπως έξυπνες συσκευές, έξυπνα σπίτια, έξυπνες πόλεις κ.ά. έχουν σημαντικό ρόλο στην καθημερινότητά μας, ενώ πριν λίγα χρόνια θεωρούταν από πολύ μακρινές έως και άγνωστες για την πλειοψηφία του πληθυσμού. Οι ραγδαίοι ρυθμοί με τους οποίους εξελίσσεται η τεχνολογία έχουν καταστήσει τη χρήση της αρκετά εύκολη για όλους τους ανθρώπους ανεξαρτήτου ηλικίας, είτε αναφερόμαστε σε μικρά παιδιά είτε ακόμη και σε ανθρώπους μεγαλύτερης ηλικίας.

Παράλληλα, οι παγκόσμιες δημογραφικές τάσεις αναδεικνύουν την γήρανση του πληθυσμού με ταχύ ρυθμό, με αποτέλεσμα να αυξάνεται και ο αριθμός των ανθρώπων που πάσχουν από άνοια. Το γεγονός αυτό οδήγησε στη δημιουργία νέων εννοιών όπως αυτή της υποβοηθούμενης διαβίωσης, η οποία περιγράφει την αξιοποίηση της προόδου της τεχνολογίας για την όσο το δυνατόν βελτίωση της διαβίωσης των ηλικιωμένων ατόμων.

Μια μικρή έρευνα πάνω στον τομέα των έξυπνων πόλεων και της υποβοηθούμενης διαβίωσης, οδήγησε στην ιδέα για την υλοποίηση της παρούσας πτυχιακής εργασίας. Εφόσον γίνει μία εκτενέστερη έρευνα σχετικά με τα συστήματα τα οποία έχουν προταθεί για την υποβοηθούμενη διαβίωση των ηλικιωμένων ανθρώπων, στόχος είναι να υλοποιηθεί ένα σύστημα για τον εντοπισμό ασθενών που πάσχουν από άνοια. Σκοπός είναι να υλοποιηθεί ένα σύστημα πρωτότυπο, εύχρηστο, διαλειτουργικό, μικρό σε μέγεθος-όγκο και με χαμηλό κόστος, ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για κάθε άτομο που πάσχει από άνοια.

Η παρούσα εργασία έχει δομηθεί ως εξής. Στο κεφάλαιο 2 παρουσιάζονται οι έννοιες της Τεχνολογίας των Πληροφοριών και των Επικοινωνιών, της έξυπνης πόλης και του Διαδικτύου των Αντικειμένων, οι οποίες θα είναι χρήσιμες για την κατανόηση του υπόλοιπου κειμένου. Στο κεφάλαιο 3 γίνεται αναφορά στην άνοια, καθώς αναλύονται τα συμπτώματα και τα είδη αυτής. Ενώ στο κεφάλαιο 4 γίνεται μία παρουσίαση του Προγράμματος Υποβοηθούμενης από το Περιβάλλον Διαβίωσης (AAL) και κάποιων συστημάτων υποβοήθησης ηλικιωμένων που πάσχουν από άνοια. Στο κεφάλαιο 5 καθορίζεται το πρωτότυπο σύστημα υποβοήθησης ασθενών που πάσχουν από άνοια σε μία έξυπνη πόλη, καθώς γίνεται αναφορά στο υλισμικό και λογισμικό ανοικτού κώδικα Arduino και στο πρωτόκολλο επικοινωνίας Bluetooth Low Energy (BLE) τα οποία θα χρησιμοποιηθούν στο σύστημα. Στο κεφάλαιο 6 παρουσιάζεται αναλυτικά η υλοποίηση του συστήματος. Τέλος στο παράρτημα παρατίθενται οι κώδικες των συσκευών της παρούσας εργασίας.

2. Μελέτη της τεχνολογικής κατάστασης για την υποστήριξη ηλικιωμένων ατόμων με άνοια

2.1 Οι Τεχνολογίες των Επικοινωνιών και των Πληροφοριών

Η τεχνολογία πληροφοριών, τεχνολογία πληροφοριών και επικοινωνίας ή τεχνολογία της πληροφορίας (ΤΠΕ) είναι το σύνολο των επαγγελματικών χώρων οι οποίοι σχετίζονται με τη μελέτη, σχεδίαση, ανάπτυξη, υλοποίηση, συντήρηση και διαχείριση υπολογιστικών πληροφοριακών συστημάτων, κυρίως όσον αφορά εφαρμογές λογισμικού και υλικού υπολογιστών.

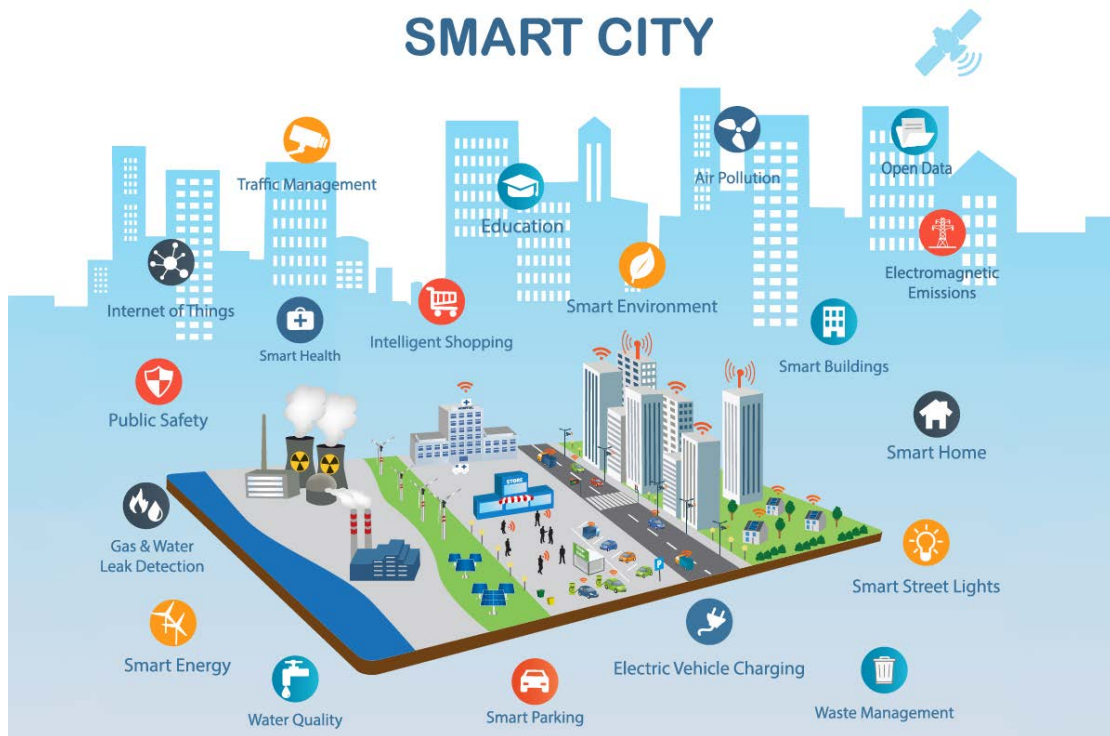
Τα επαγγέλματα ΤΠΕ βασίζονται στην ανάπτυξη, εγκατάσταση και συντήρηση προϊόντων πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών, με στόχο την παραγωγή, αποθήκευση, διαχείριση και μετάδοση πληροφοριών κάθε τύπου. Στις ΤΠΕ συγκαταλέγεται και η βιομηχανία ανάπτυξης λογισμικού, ως διακριτό υποσύνολο.

Κατ' επέκταση, με τον όρο «ΤΠΕ» ή «ΙΤ» μπορεί να κατονομάζονται τα τμήματα τεχνικής υποστήριξης σε οργανισμούς και επιχειρήσεις, καθώς και δημόσια ή ιδιωτικά έργα που αφορούν προϊόντα πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών.[1]

2.2 Η έννοια «Έξυπνη πόλη»

Μια έξυπνη πόλη είναι ένα σύνθετο οικοσύστημα που χαρακτηρίζεται από την εντατική χρήση των τεχνολογιών των πληροφοριών και των επικοινωνιών (ΤΠΕ), με στόχο να καταστούν οι πόλεις πιο ελκυστικές και πιο βιώσιμες και μοναδικές τοποθεσίες για την καινοτομία και την επιχειρηματικότητα. Οι βασικοί ενδιαφερόμενοι είναι οι φορείς ανάπτυξης εφαρμογών, οι πάροχοι υπηρεσιών, οι πολίτες, οι δημόσιοι φορείς παροχής υπηρεσιών, η ερευνητική κοινότητα και οι φορείς ανάπτυξης πλατφορμών.

Επιπλέον, ο κύκλος των έξυπνων πόλεων αποτελείται από πολυάριθμες τεχνολογίες ΤΠΕ, αναπτυξιακές πλατφόρμες, συντήρηση και βιωσιμότητα, εφαρμογές για τους εξελισσόμενους πολίτες και τεχνικούς, κοινωνικούς, καθώς και οικονομικούς βασικούς δείκτες επιδόσεων (KPI). Κατά συνέπεια, τα συστήματα IoT θα διαδραματίσουν θεμελιώδη ρόλο στην ανάπτυξη ετερογενών υποδομών μεγάλης κλίμακας.[2]



Εικόνα 1 : " Έξυπνη Πόλη"

2.3 Τεχνολογίες σε μία «Έξυπνη πόλη»

2.3.1 Τεχνολογία πληροφοριών και επικοινωνιών (ΤΠΕ)

Η τεχνολογία πληροφοριών και επικοινωνιών περιλαμβάνει μια σειρά τεχνολογιών που σχετίζονται με δεδομένα. Το ΤΠΕ περιλαμβάνει τη δέσμευση, αποθήκευση, ανάκτηση, επεξεργασία, απεικόνιση, παρουσίαση, οργάνωση, διαχείριση, ασφάλεια, μεταφορά και ανταλλαγή δεδομένων και πληροφοριών.

2.3.2 Internet of Things (IoT)

Το Διαδίκτυο των Αντικειμένων (IoT) αναφέρεται σε ένα δίκτυο φυσικών συσκευών, οχημάτων, συσκευών και άλλων φυσικών αντικειμένων που είναι ενσωματωμένα με αισθητήρες, λογισμικό και συνδεσιμότητα δικτύου που τους επιτρέπει να συλλέγουν και να μοιράζονται δεδομένα. Αυτές οι συνδεδεμένες συσκευές, γνωστές και ως "έξυπνα αντικείμενα", μπορούν να επεκταθούν από απλές συσκευές «έξυπνου σπιτιού» και «έξυπνου κτιρίου», σε τεχνολογία ενσωματωμένη σε συστήματα μεταφοράς. Το WiFi ή η ασύρματη συνδεσιμότητα υποστηρίζει τη λειτουργικότητα του IoT, με το δημόσιο WiFi να θεωρείται συχνά κλειδί για τις υπηρεσίες πόλης που λειτουργούν με IoT. Η τεχνολογία του Διαδικτύου των Αντικειμένων (IoT) θα αναλυθεί και στη συνέχεια.

2.3.3 Αυτοματισμός

Η αυτοματοποίηση είναι η χρήση της τεχνολογίας για την εκτέλεση εργασιών με ελάχιστη ανθρώπινη συμβολή. Σε έργα «έξυπνων πόλεων», η αυτοματοποίηση βοηθά τις πόλεις να ανταποκρίνονται καλύτερα στα δεδομένα πραγματικού χρόνου που μεταδίδονται από συνδεδεμένες συσκευές στο Διαδίκτυο των Αντικειμένων. Μέσω της αυτοματοποίησης, για παράδειγμα, οι προβολείς μπορούν να ενεργοποιηθούν και να απενεργοποιηθούν ανάλογα με την ανάδραση από τους αισθητήρες που ανιχνεύουν το φως και την κίνηση. Τέτοια συστήματα σβήνουν αυτόματα τα φώτα του δρόμου όταν δεν είναι απαραίτητα, προωθώντας την ενεργειακή απόδοση και τη βιωσιμότητα των λειτουργιών της πόλης.[3]

2.3.4 Τεχνητή νοημοσύνη (AI)

Η τεχνητή νοημοσύνη συνδυάζει την επιστήμη των υπολογιστών και ισχυρά σύνολα δεδομένων για να επιτρέψει την επίλυση προβλημάτων. Τα έργα έξυπνων πόλεων χρησιμοποιούν λύσεις τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής εκμάθησης για την αποτελεσματική και βιώσιμη διαχείριση της υποδομής. Για παράδειγμα, οι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να βελτιστοποιήσουν τις διαδρομές συλλογής απορριμμάτων, μειώνοντας τις εκπομπές άνθρακα από τα αστικά απορριμματοφόρα. Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί επίσης να βοηθήσει την επιβολή του νόμου στη βελτίωση της δημόσιας ασφάλειας, αναλύοντας δεδομένα από κάμερες ασφαλείας και συνδεδεμένες συσκευές για τον εντοπισμό εγκλημάτων.[3]

2.3.5 Έξυπνη μεταφορά

Η έξυπνη μεταφορά είναι ο ακρογωνιαίος λίθος του έξυπνου πολεοδομικού σχεδιασμού. Το Διαδίκτυο των Αντικειμένων, η τεχνητή νοημοσύνη και άλλες τεχνολογίες όπως η γεωτοποθεσία επιτρέπουν στις τοπικές κυβερνήσεις και στους εταίρους του ιδιωτικού τομέα να συλλέγουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο. Αυτά τα δεδομένα συμβάλλουν στη βελτίωση των δημόσιων συγκοινωνιών, καθώς και στη διευκόλυνση της κυκλοφοριακής συμφόρησης, στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και στη βελτίωση της ποιότητας ζωής τόσο για τους κατοίκους της πόλης όσο και για τους επιβάτες.

Οι έξυπνες τεχνολογίες πόλεων που χρησιμοποιούνται σε έξυπνα συστήματα μεταφορών μπορούν να βοηθήσουν τους αξιωματούχους να προβλέψουν ποια οχήματα πόλεων κινδυνεύουν από βλάβη και να διατάξουν προληπτικά επισκευές. Αυτές οι τεχνολογίες τροφοδοτούν έξυπνα συστήματα στάθμευσης που αξιολογούν τη διαθεσιμότητα στάθμευσης και ενημερώνουν τους οδηγούς αυτοκινήτων. Τα έξυπνα συστήματα μεταφορών υποστηρίζουν επίσης τη χρήση ηλεκτρικών οχημάτων

και αυτόνομων οχημάτων, συμβάλλοντας περαιτέρω στη μείωση των εκπομπών άνθρακα και στη βελτίωση των ροών κυκλοφορίας.[3]

2.3.6 Έξυπνη ενέργεια

Η τεχνολογία έξυπνων πόλεων όπως η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βοηθήσει τους παρόχους ενέργειας να διαχειρίζονται έξυπνα δίκτυα, τα οποία είναι δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας εξοπλισμένα με αισθητήρες και λογισμικό. Προηγμένα εργαλεία λογισμικού και ανάλυσης μπορούν να αναλύσουν δεδομένα που παρέχονται μέσω συνδεδεμένων συσκευών για να προσδιορίσουν τα πρότυπα στην κατανάλωση ενέργειας και να προβλέψουν τη μελλοντική χρήση ενέργειας, βοηθώντας τους παρόχους να αποφεύγουν προληπτικά διακοπές και να καλύπτουν τις ανάγκες των πελατών. Η έξυπνη ενέργεια μπορεί επίσης να υποστηρίξει την ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και ενεργειακά αποδοτικών τεχνολογιών, συμβάλλοντας στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής.

Η έξυπνη ενεργειακή τεχνολογία μπορεί επίσης να μειώσει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, τα απόβλητα και τους πόρους που καταναλώνονται σε εργασίες πετρελαίου και φυσικού αερίου. Τα παραδείγματα περιλαμβάνουν:

- Εφαρμογή προληπτικής βελτιστοποίησης πόρων με AI και IoT για επέκταση της διάρκειας ζωής των πόρων και μείωση των πόρων που απαιτούνται για τη συντήρηση και την παρακολούθησή τους.
- Βελτιστοποίηση των λειτουργιών με έμφαση στην απόδοση των συστημικών πόρων. Αυτή η προσέγγιση βοηθά στην καλύτερη μετάβαση σε ψηφιακά συστήματα και στη διερεύνηση του εξοπλισμού που υπολειτουργεί και υπερκαταναλώνει.
- Χρήση τεχνολογιών παρακολούθησης του περιβάλλοντος για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, τη βελτίωση της υγείας, της ασφάλειας και του περιβάλλοντος.[3]

2.3.7 Έξυπνη υποδομή

Η έξυπνη υποδομή περιλαμβάνει τόσο έξυπνες μεταφορές όσο και έξυπνη ενέργεια. Περιλαμβάνει επίσης έξυπνες προσεγγίσεις σε επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας όπως το νερό, καθώς και συντήρηση δομών και εξοπλισμού που υποστηρίζουν τις μεταφορές, όπως καλώδια και καταστρώματα. Όπως συμβαίνει και με άλλες έξυπνες τεχνολογίες, τα δεδομένα που συλλέγονται με αισθητήρες και συνδεδεμένες συσκευές βοηθούν τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων να εντοπίζουν και να αντιμετωπίζουν προληπτικά τα πιθανά προβλήματα. Σε αυτήν την περίπτωση, τα δεδομένα βοηθούν στον εντοπισμό και την αντιμετώπιση προβλημάτων που αφορούν τους πόρους της υποδομής πριν κλιμακωθούν, ενώ ταυτόχρονα βελτιώνουν την αποδοτικότητα και την ποιότητα ζωής των κατοίκων της περιοχής.[3]

2.3 Internet of Things (IoT)

Το Διαδίκτυο των Αντικειμένων (IoT) είναι ένα επαναστατικό παράδειγμα επικοινωνίας που στοχεύει στο να δημιουργήσει ένα αόρατο και καινοτόμο πλαίσιο για τη σύνδεση μιας πληθώρας ψηφιακών συσκευών με το Διαδίκτυο. Ως εκ τούτου, προτίθεται να καταστήσει το Διαδίκτυο πιο εμβαπτισμένο και διάτρητο. Η αναδυόμενη αγορά IoT αποκτά συνεχή δυναμική, καθώς οι φορείς εκμετάλλευσης, οι πωλητές, οι κατασκευαστές και οι επιχειρήσεις αρχίζουν να αναγνωρίζουν τις ευκαιρίες που προσφέρει.

2.3.1 Πρωτόκολλα επικοινωνίας

Η υλοποίηση μιας έξυπνης πόλης βασισμένης σε IoT βασίζεται σημαντικά σε πολυάριθμα πρωτόκολλα επικοινωνίας μικρής και ευρείας εμβέλειας για τη μεταφορά δεδομένων μεταξύ συσκευών και διακομιστών back-end. Οι πιο εξέχουσες ασύρματες τεχνολογίες μικρής εμβέλειας περιλαμβάνουν τα ZigBee, Bluetooth, Wi-Fi, WiMAX και IEEE 802.11p, τα οποία χρησιμοποιούνται κυρίως για έξυπνη μέτρηση, ηλεκτρονική υγειονομική περίθαλψη και επικοινωνία με οχήματα. Τεχνολογίες ευρέος φάσματος, όπως το Παγκόσμιο Σύστημα Κινητών Επικοινωνιών (GSM) και η γενική ραδιοϋπηρεσία πακέτων (GPRS), η Μακροπρόθεσμη Εξέλιξη (LTE) και η LTE-Advanced χρησιμοποιούνται συχνά στα έξυπνα συστήματα μεταφοράς (ITS), όπως υπηρεσίες οχήματος προς υποδομή (V2I), κινητή ηλεκτρονική υγειονομική περίθαλψη, έξυπνο δίκτυο και υπηρεσίες ψυχαγωγίας. Επιπλέον, η LTE-M θεωρείται εξέλιξη για την κινητή IoT (C-IoT). Στην έκδοση 13, το Πρόγραμμα Συνεργασίας Τρίτης Γενιάς (3GPP) σκοπεύει να βελτιώσει περαιτέρω την κάλυψη, τη διάρκεια ζωής της μπαταρίας και την πολυπλοκότητα των συσκευών. Εκτός από τα γνωστά υφιστάμενα πρωτόκολλα, η LoRa Alliance τυποποιεί το πρωτόκολλο LoRaWAN για την υποστήριξη των έξυπνων εφαρμογών πόλεων, διασφαλίζοντας πρωτίστως τη διαλειτουργικότητα μεταξύ πολλών φορέων εκμετάλλευσης. Επιπλέον, το SIGFOX είναι μια εξαιρετικά στενή ραδιοτεχνολογία με πλήρη υποδομή βασισμένη σε άστρα, η οποία προσφέρει ένα εξαιρετικά κλιμακούμενο παγκόσμιο δίκτυο για την υλοποίηση έξυπνων εφαρμογών πόλεων με εξαιρετικά χαμηλή κατανάλωση ενέργειας.[4]

2.3.2 Υπηρεσίες παροχής

Το IoT αναγνωρίζεται ως δυνητική πηγή για την αύξηση των εσόδων των παρόχων υπηρεσιών. Έτσι, γνωστοί παγκόσμιοι πάροχοι υπηρεσιών έχουν ήδη αρχίσει να εξερευνούν αυτό το νέο μοντέλο επικοινωνίας αιχμής. Μεταξύ των σημαντικότερων παρόχων υπηρεσιών είναι η Cisco, η Huawei, η Bosch, η SAP, η IBM και η AT&T, οι οποίες προσφέρουν διάφορες υπηρεσίες και πλατφόρμες για έξυπνες εφαρμογές πόλεων, όπως ITS και διοικητική μέριμνα, έξυπνη μέτρηση, οικιακή αυτοματοποίηση και ηλεκτρονική υγειονομική περίθαλψη.[5][6]

2.3.3 Τύποι δικτύου

Οι εφαρμογές έξυπνων πόλεων που βασίζονται σε IoT βασίζονται σε πολυάριθμες τοπολογίες δικτύου για την επίτευξη ενός πλήρως αυτόνομου περιβάλλοντος. Τα τριχοειδή δίκτυα IoT προσφέρουν υπηρεσίες σε μικρή εμβέλεια. Παραδείγματα περιλαμβάνουν ασύρματα τοπικά δίκτυα (WLAN), BAN και ασύρματα προσωπικά δίκτυα (WPAN). Οι χώροι εφαρμογής περιλαμβάνουν υπηρεσίες ηλεκτρονικής υγείας εσωτερικού χώρου, αυτοματισμό σπιτιού και φωτισμό οδών. Από την άλλη πλευρά, εφαρμογές όπως ITS, κινητή ηλεκτρονική υγειονομική περίθαλψη και διαχείριση αποβλήτων χρησιμοποιούν δίκτυα ευρείας περιοχής (WAN), δίκτυα μητροπολιτικής περιοχής (MAN) και δίκτυα κινητής επικοινωνίας. Τα ανωτέρω δίκτυα παρουσιάζουν διακριτά χαρακτηριστικά όσον αφορά τα δεδομένα, το μέγεθος, την κάλυψη, τις απαιτήσεις χρόνου αναμονής και τη χωρητικότητα.[7]

2.3.4 Προσφερόμενες υπηρεσίες

Το IoT προσφέρει πολυάριθμες υπηρεσίες που παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον στο πλαίσιο των έξυπνων πόλεων, όχι μόνο για τη βελτίωση της ποιότητας της ανθρώπινης ζωής, αλλά και για τη μόχλευση της δημοτικής διοίκησης μέσω της μείωσης του λειτουργικού κόστους.

Οι κυριότερες προσφορές περιλαμβάνουν έξυπνο φωτισμό, διαχείριση αποβλήτων και υδάτων. Για παράδειγμα, οι έξυπνες μονάδες IoT μπορούν να υλοποιηθούν σε σταθμούς δικτύου, σπίτια και χώρους εργασίας για αποδοτική διανομή και κατανάλωση ενέργειας. Στην ηλεκτρονική υγειονομική περίθαλψη, οι συσκευές IoT μπορούν να τοποθετηθούν με φορητές συσκευές στους ασθενείς για την παρακολούθηση παραμέτρων υγείας όπως η θερμοκρασία, ο παλμός και τα επίπεδα σακχάρου, και παρέχουν στους γιατρούς τη δυνατότητα να παρακολουθούν τακτικά τους ασθενείς τους.

Επιπλέον, τα αστικά IoTs μπορούν να παρέχουν λύσεις για τον έλεγχο της κυκλοφοριακής συμφόρησης μέσω της παρακολούθησης της έντασης της κυκλοφορίας χρησιμοποιώντας είτε υπηρεσίες GPS σε σύγχρονα οχήματα είτε WAN. Στη διαχείριση των αποβλήτων, η διαδρομή του φορτηγού μπορεί να βελτιστοποιηθεί με βάση την ένδειξη του επιπέδου φορτίου από έξυπνους περιέκτες απορριμμάτων. Κατά συνέπεια, βελτιώνει την ποιότητα της ανακύκλωσης μειώνοντας το κόστος της συλλογής αποβλήτων.

2.3.5 Απαιτήσεις

Το IoT προσφέρει ποικίλες εφαρμογές σε μια έξυπνη πόλη, και έτσι απαιτεί πολυάριθμες απαιτήσεις. Για παράδειγμα, οι λύσεις που βασίζονται σε IoT

αναμένεται να έχουν χαμηλό κόστος, χαμηλή κατανάλωση ενέργειας, υψηλή ποιότητα εξυπηρέτησης (QoS), ευρύτερη κάλυψη, αυξημένη ευελιξία, υψηλή ασφάλεια και προστασία προσωπικών δεδομένων, εξαιρετικά πυκνές υλοποιήσεις και διαλειτουργικότητα με πολλούς προμηθευτές.

Για την εκπλήρωση των ανωτέρω απαιτήσεων, πρέπει να υιοθετηθούν διάφορες νέες τεχνικές. Για παράδειγμα, η μοντελοποίηση της κυκλοφορίας μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στη διαχείριση της μαζικής κυκλοφορίας IoT. Επομένως, αντί να χρησιμοποιείται η παραδοσιακή προσέγγιση μοντελοποίησης της κυκλοφορίας στην πηγή, όπου κάθε συσκευή IoT αποκτά πρόσβαση στο δίκτυο μεμονωμένα για την αποστολή και τη λήψη σημαντικών μηνυμάτων, πρέπει να χρησιμοποιείται συνήθως μια προσέγγιση μοντελοποίησης της κυκλοφορίας συνολικά. Με αυτόν τον τρόπο, αρκετές συσκευές IoT μπορούν να μοιράζονται σπάνιους πόρους για την αποστολή και τη λήψη δεδομένων μικρού μεγέθους.

Για να επιτευχθεί αυτό, μπορεί να αναπτυχθεί μια πύλη, η οποία μπορεί να λειτουργεί χρησιμοποιώντας οποιαδήποτε από τις υπάρχουσες τεχνολογίες επικοινωνιών. Για παράδειγμα, τα δεδομένα από συσκευές IoT μπορούν να μεταφερθούν σε μια πύλη χρησιμοποιώντας πρότυπα επικοινωνίας μικρής εμβέλειας όπως ZigBee, Bluetooth, WiFi και άλλα αποκλειστικά πρωτόκολλα επικοινωνιών μικρής εμβέλειας (DSRC). [8]

2.4 Πλατφόρμες ανοιχτού κώδικα IoT

Οι υλοποιήσεις ανοικτού κώδικα διαδραματίζουν πάντα ζωτικό ρόλο στην ανταλλαγή πληροφοριών προκειμένου να επιτευχθεί η διαλειτουργικότητα μεταξύ πολλών προμηθευτών. Παγκοσμίως, οι ακόλουθες ανοικτές κοινότητες προσφέρουν εύκολες και γρήγορες πλατφόρμες ανάπτυξης για έξυπνες πόλεις.

2.4.1 FIWARE

Το FIWARE είναι μια τυπική ανοιχτή πλατφόρμα για την υλοποίηση έξυπνων εφαρμογών πόλεων. Ξεκίνησε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και αποσκοπεί στην ανάπτυξη των βασικών μελλοντικών τεχνολογιών στο πρότυπο IoT. Βασίζεται σε στοιχεία λογισμικού που ονομάζονται γενικοί ενεργοποιητές. Τα στοιχεία αυτά παρέχουν κοινές λειτουργικότητες στους πολλαπλούς κάθετους τομείς με στόχο να καταστεί δυνατή η διαλειτουργικότητα μεταξύ τους. Τα συστήματα ενεργοποίησης FIWARE ταξινομούνται σε επτά ευρείες τεχνικές κατηγορίες: φιλοξενία cloud, εφαρμογές, υπηρεσίες και παροχή δεδομένων, ασφάλεια, διασύνδεση σε δίκτυα και συσκευές, προηγμένη ενεργοποίηση υπηρεσιών web, IoT και διαχείριση δεδομένων/περιβάλλοντος. Επιπλέον, το FIWARE παρέχει ένα απλό και ισχυρό σύνολο API, δηλαδή μια διεπαφή προγραμματισμού εφαρμογών με την οποία δύο ή περισσότερα προγράμματα ή στοιχεία του υπολογιστή επικοινωνούν μεταξύ τους, που διευκολύνουν την ανάπτυξη έξυπνων εφαρμογών. Παρά τα πολλά

πλεονεκτήματα του FIWARE, η έλλειψη ενός πλήρους συνόλου λειτουργικών δυνατοτήτων είναι ένα από τα βασικά ζητήματα που πρέπει να αντιμετωπιστούν.[9]

2.4.2 OCEAN

Η Open Alliance for IoT Standard (OCEAN) ξεκίνησε τον Ιανουάριο του 2015 από το Korea Electronics Technology Institute (KETI) και την κυβέρνηση της Κορέας. Είναι μια παγκόσμια συμμαχία που στοχεύει στην ανάπτυξη εφαρμογών ανοικτού κώδικα για έξυπνες πόλεις που βασίζονται σε πρότυπα IoT. Επιπρόσθετα, η πρωτοβουλία επικεντρώνεται στην προώθηση της ανάπτυξης και της εμπορευματοποίησης πλατφορμών, προϊόντων και υπηρεσιών, μέσω ευρείας υιοθέτησης του κώδικα ανοικτής πηγής, σύμμορφου με τα πρότυπα IoT. Η OCEAN είναι υπεύθυνη για την απελευθέρωση του πηγαίου κώδικα για τα πρότυπα IoT ως ανοικτής πηγής και βοηθά τους προμηθευτές και τους προγραμματιστές να συνεργάζονται μεταξύ τους για τη δημιουργία νέων καινοτόμων προϊόντων και υπηρεσιών στο πλαίσιο μιας παγκόσμιας εταιρικής σχέσης, δημιουργώντας ένα παγκόσμιο οικοσύστημα IoT για έξυπνες πόλεις. Προς το παρόν, η OCEAN παρέχει αρκετές πλατφόρμες βασισμένες σε ένα M2M μοντέλο για συσκευές, πύλες και διακομιστές.[10] Μηχανή προς μηχανή, ή M2M, είναι ο συνδυασμός της τεχνολογίας πληροφοριών και επικοινωνιών και έξυπνων, συνδεδεμένων συσκευών που επιτρέπει σε αυτές τις συσκευές να αλληλεπιδρούν χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση.[11]

2.4.3 OM2M

Το έργο OM2M ξεκίνησε από το Ίδρυμα ECLIPSE για την παροχή ανοικτής πηγής εφαρμογής των προτύπων oneM2M και SmartM2M. Πρωταρχικός στόχος αυτής της πρωτοβουλίας είναι η υποστήριξη της ανάπτυξης κάθετων εφαρμογών και ετερογενών συσκευών παρέχοντας μια οριζόντια πλατφόρμα υπηρεσιών "από μηχανήμα σε μηχανήμα" (M2M) για την ανάπτυξη υπηρεσιών ανεξάρτητων από το υποκείμενο δίκτυο. Έτσι, παρέχει μια οριζόντια κοινή οντότητα υπηρεσιών (SCE), η οποία μπορεί να αναπτυχθεί σε συσκευή M2M, πύλη ή διακομιστή. Οι κύριες λειτουργίες του SCE περιλαμβάνουν ενεργοποίηση εφαρμογών, ενεργοποίηση, ειδοποίηση, ασφάλεια, διατήρηση, διασύνδεση και διαχείριση συσκευών. Επιπλέον, παρέχει διασυνδέσεις RESTfull για έλεγχο ταυτότητας, καταχώρηση, εντοπισμό πόρων, διαχείριση κοντέινερ, σύγχρονες/ασύγχρονες επικοινωνίες, εξουσιοδότηση δικαιωμάτων πρόσβασης, οργάνωση ομάδων και επαναστόχευση.[12]

2.4.4 Open DayLight IoT Data Management

Η διαχείριση δεδομένων IoT (IoTDM) από το έργο Open Light (ODL) αφορά την ανάπτυξη ενός μεσαίου λογισμικού με επίκεντρο τα δεδομένα, το οποίο θα αντιπροσωπεύει έναν μεσάζοντα IoT συμβατό με έναM2M. Θα επιτρέπει επίσης στις

εφαρμογές να ανακτούν δεδομένα που έχουν αποσταλεί από οποιαδήποτε συσκευή IoT που χρησιμοποιείται σε μια έξυπνη πόλη. Η πλατφόρμα ODL χρησιμοποιείται για την υλοποίηση του χώρου αποθήκευσης δεδομένων 1M2M, στο οποίο μοντελοποιείται ένα ιεραρχικό δέντρο περιορισμού, όπου κάθε κόμβος στο δέντρο αντιπροσωπεύει έναν πόρο ενός M2M. Συνήθως, οι συσκευές και οι εφαρμογές IoT αλληλεπιδρούν με το δέντρο πόρων μέσω τυπικών πρωτοκόλλων όπως CoAP, Message Queue Telemetry Transport (MQTT) και HTTP.[13]

2.4.5 Contiki

Η Contiki είναι επίσης μια ανοιχτή πλατφόρμα που προσφέρει γρήγορη και εύκολη ανάπτυξη πολλών έξυπνων εφαρμογών πόλεων βασισμένων σε IoT. Προσφέρει ισχυρή διαδίκτυακή επικοινωνία σε μικρούς μικροελεγκτές και λειτουργεί με εξαιρετικά μειωμένο κόστος και χαμηλή κατανάλωση ρεύματος. Επιπλέον, υποστηρίζει πλήρως τα τυπικά πρωτόκολλα IPv4 και IPv6, όπως UDP, TCP και HTTP. Επιπλέον, προσφέρει υποστήριξη για τα πιο πρόσφατα ασύρματα και φορητά δίκτυα χαμηλής κατανάλωσης, όπως τα 6LoWPAN, CoAP και RPL πολλαπλών εισόδων. Επιπλέον, παρέχει ιδιαίτερα αποτελεσματικές διαδικασίες εκχώρησης μνήμης για διάφορες εφαρμογές έξυπνων πόλεων.[14]

3. Η άνοια

3.1 Ορισμός της άνοιας

Με τον όρο άνοια χαρακτηρίζεται μια κατάσταση κατά την οποία αναπτύσσονται συμπτώματα εξασθένησης των νοητικών λειτουργιών, όπως για παράδειγμα στη μνήμη, στο λόγο, στην αντίληψη ή στην κρίση. Ο όρος «άνοια» αναφέρεται σε ένα σύνολο συμπτωμάτων, τα οποία μπορεί να οφείλονται σε διαφορετικά αίτια, με κοινό χαρακτηριστικό την προσβολή των περιοχών του εγκεφάλου που εμπλέκονται στις γνωστικές λειτουργίες.

Η άνοια αφορά περίπου το 1% του πληθυσμού στην ηλικία των 65 ετών. Ακολούθως, σχεδόν διπλασιάζεται κάθε πέντε χρόνια, φθάνοντας περίπου το 40% στην ηλικία των 90 ετών. Η πιθανότητα που έχει ένα άτομο 65 ετών για μελλοντική ανάπτυξη άνοιας, υπολογίζεται στο 20% για τις γυναίκες και στο 17% για τους άνδρες, με τη διαφορά αυτή να οφείλεται κυρίως στο γεγονός πως οι γυναίκες ζουν περισσότερο από τους άνδρες. Το 2010 σε όλη την υφήλιο έπασχαν από άνοια 6 εκατομμύρια άτομα, ενώ ο αριθμός αυτός αναμένεται να αγγίξει τα 65 εκατομμύρια το 2030 και τα 115 εκατομμύρια το 2050.

3.2 Τα συμπτώματα της άνοιας

Εξ' ορισμού, τα συμπτώματα της άνοιας συνίστανται σε έκπτωση των γνωστικών λειτουργιών. Τα συμπτώματα αυτά, εκφράζουν τη βλάβη που έχουν υποστεί συγκεκριμένες περιοχές του εγκεφάλου, η οποία μπορεί να προκληθεί από ένα πλήθος διαφορετικών παθήσεων. Οι παθήσεις αυτές, συνήθως δεν περιορίζονται στην προσβολή των περιοχών που εμπλέκονται στη ρύθμιση των γνωστικών λειτουργιών, καθώς προκαλούν αλλοιώσεις σε μεγάλα τμήματα του νευρικού συστήματος.[15]

Τα συμπτώματα αυτά είναι τα εξής:

- **Γνωστικά συμπτώματα**
 - ❖ Διαταραχή της μνήμης
 - ❖ Διαταραχή του λόγου
 - ❖ Απραξία
 - ❖ Διαταραχή της αντίληψης του χώρου
 - ❖ Δυσκολία στον προγραμματισμό και στην εκτέλεση σύνθετων δραστηριοτήτων
- **Συμπεριφορικά και ψυχολογικά συμπτώματα**
 - ❖ Μεταβολή της προσωπικότητας
 - ❖ Ανάρμοστη συμπεριφορά
 - ❖ Άγχος και κατάθλιψη
 - ❖ Διαταραχές του ύπνου
 - ❖ Παραληρητικές ιδέες
 - ❖ Ψευδαισθήσεις
- **Κινητικά συμπτώματα**
 - ❖ Βραδύτητα στις κινήσεις
 - ❖ Μυϊκή δυσκαμψία
 - ❖ Διαταραχή της βάδισης και αστάθεια
 - ❖ Τρόμος (τρέμουλο)

3.3 Οι μορφές της άνοιας

Υπάρχουν πολλές διαφορετικές μορφές άνοιας. Η νόσος του Αλτσχάιμερ είναι η πιο συνήθης μορφή. Άλλες σημαντικές μορφές περιλαμβάνουν την αγγειακή άνοια, την άνοια με σώματα Lewy και μια ομάδα νόσων που συμβάλλουν στην μετωπική άνοια. Τα όρια μεταξύ των διαφόρων μορφών άνοιας είναι αδιευκρίνιστα και οι μεικτές μορφές συχνά συνυπάρχουν.

3.3.1 Η νόσος Alzheimer's

Η νόσος Alzheimer's επηρεάζει το κεντρικό νευρικό σύστημα, καθώς αναπτύσσονται σε αυτό παθολογικές διεργασίες με αποτέλεσμα να καταστρέφονται τα νευρικά

κύτταρα και να ατροφεί ο εγκέφαλος. Η νόσος Alzheimer's είναι μια νευροεκφυλιστική πάθηση, που η συχνότητα εμφάνισης της αυξάνεται στην τρίτη ηλικία. Βέβαια, η εμφάνιση των συμπτωμάτων γίνεται αρκετά αργότερα από την στιγμή που ξεκινούν οι παθολογικές βιολογικές διαδικασίες που την χαρακτηρίζουν.

Η νόσος Alzheimer's αποτελεί τον κυριότερο εκπρόσωπο μιας ομάδας νευροεκφυλιστικών νοσημάτων που προκαλούν άνοια. Η νόσος έχει ξεκάθαρα σχέση με την ηλικία. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα στα άτομα από 65 έως 69 ετών να εμφανίζεται με συχνότητα 1%, συχνότητα η οποία σχεδόν διπλασιάζεται ανά πέντε έτη. Περίπου το 10% των ατόμων άνω των 65 ετών και σχεδόν το 1/3 εκείνων άνω των 85 ετών πάσχουν από Alzheimer's. Στο σύνολό της, η νόσος αποτελεί το 60% όλων των περιπτώσεων άνοιας.

Τα στάδια της νόσου είναι τα εξής:

- **Ασυμπτωματικό (προκλινικό) στάδιο:** Το στάδιο αυτό έχει διάρκεια πολλά έτη, κατά τα οποία βλάπτονται σταδιακά συγκεκριμένες περιοχές του εγκεφάλου. Παρά τις όποιες βλάβες που δημιουργούνται στον εγκέφαλο, δεν εμφανίζονται συμπτώματα, καθώς οι βλάβες αυτές δεν έχουν ικανή βαρύτητα για να τα προκαλέσουν.
- **Ήπια γνωστική διαταραχή:** Στο στάδιο αυτό αρχίζουν να εμφανίζονται τα συμπτώματα της νόσου, καθώς οι βλάβες του εγκεφάλου παίρνουν μεγαλύτερη έκταση. Παρόλα αυτά, οι πάσχοντες είναι σε θέση να αυτοεξηγητηθούν και να ανταπεξέλθουν στις καθημερινές τους υποχρεώσεις.
- **Στάδιο κλινικά έκδηλης νόσου Alzheimer's:** Στο τρίτο και τελευταίο στάδιο της νόσου, τα συμπτώματα αυξάνονται και γίνονται ολοένα και πιο έντονα, με αποτέλεσμα τα συγκεκριμένα άτομα που πάσχουν από τη νόσο, λόγω της σταδιακής επιβάρυνσης των νοητικών λειτουργιών, να χρήζουν βοήθειας, φροντίδας και επιτήρησης στην καθημερινή τους ζωή.

Τα συμπτώματα που παρουσιάζουν τα άτομα που πάσχουν από την νόσο Alzheimer's είναι τα ίδια γνωστικά, συμπεριφορικά, ψυχολογικά και κινητικά συμπτώματα που συναντήσαμε παραπάνω αναλύοντας την άνοια στη γενική της μορφή.[16]

3.3.2 Η αγγειακή άνοια

Η αγγειακή άνοια είναι μια μορφή άνοιας που προέρχεται από βλάβες που προκύπτουν στον εγκέφαλο, λόγω μεταβολών στην παροχή αίματος και οξυγόνου διαμέσου των αγγείων που τον αρδεύουν, με αποτέλεσμα την νέκρωση των νευρικών κυττάρων.

Η αγγειακή άνοια είναι η δεύτερη πιο συχνή μορφή άνοιας μετά την νόσο Alzheimer's. Το 20% των ατόμων με άνοια πάσχουν από αγγειακή άνοια. Η περίοδος εμφάνισής της είναι συνήθως μετά την ηλικία των 65 ετών. Επίσης συχνά συνυπάρχει με τη νόσο Alzheimer's, μια κατάσταση που ονομάζεται «μικτή άνοια».

Οι κατηγορίες που συνιστούν την αγγειακή άνοια είναι οι εξής:

- Άνοια που προκύπτει μετά από μονήρες αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο.
- Άνοια που προκύπτει μετά από πολλαπλά ισχαιμικά εγκεφαλικά επεισόδια.
- Άνοια που οφείλεται σε στένωση ή απόφραξη μικρών αρτηριών του εγκεφάλου

Όπως και στη νόσο Alzheimer's, έτσι και στην αγγειακή άνοια, τα συμπτώματα που παρουσιάζουν τα άτομα που πάσχουν από αυτή είναι τα ίδια γνωστικά, συμπεριφορικά, ψυχολογικά και κινητικά συμπτώματα που συναντήσαμε παραπάνω αναλύοντας την άνοια στη γενική της μορφή.[17]

3.3.3 Η άνοια με σωμάτια Lewy

Όπως και η νόσος Alzheimer's, έτσι και η άνοια με σωμάτια Lewy είναι νευροεκφυλιστική νόσος. Με άλλα λόγια, στον εγκέφαλο αναπτύσσονται προοδευτικά μοριακές και κυτταρικές αλλοιώσεις, οι οποίες οδηγούν σταδιακά στην καταστροφή των νευρικών κυττάρων. Παράλληλα, παρατηρείται μείωση και στα επίπεδα διαφόρων νευροδιαβιβαστών, δηλαδή μορίων που χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία μεταξύ των νευρώνων, όπως της ακετυλοχολίνης και της ντοπαμίνης.

Η άνοια με σωμάτια Lewy είναι η τρίτη πιο συχνή μορφή άνοιας μετά την νόσο Alzheimer's και την αγγειακή άνοια. Το 10% των ατόμων με άνοια πάσχουν από άνοια με σωμάτια Lewy. Εμφανίζεται κυρίως στην τρίτη ηλικία καθώς η μέση ηλικία έναρξής της είναι τα 75 έτη.

Η άνοια με σωμάτια Lewy έχει αρκετές ομοιότητες με τη νόσο Parkinson. Το 30% περίπου των ανθρώπων που πάσχουν από τη νόσο Parkinson αναπτύσσουν εν τέλει άνοια, η οποία ονομάζεται άνοια Parkinson, ενώ η εμφάνιση συμπτωμάτων παρκινσονισμού είναι ένα από τα κυριότερα χαρακτηριστικά της άνοιας με σωμάτια Lewy. Οι άνοια με σωμάτια Lewy και η νόσος Parkinson συγγενεύουν, καθώς και στις δύο περιπτώσεις ανευρίσκονται στον εγκέφαλο των ασθενών τα χαρακτηριστικά μικροσκοπικά σωμάτια Lewy.

Τα συμπτώματα της συγκεκριμένης μορφής άνοιας αφορούν κυρίως τις γνωστικές λειτουργίες, χωρίς βέβαια να λείπουν και εκείνα που επεκτείνονται στην κινητικότητα, τη συμπεριφορά, την ψυχική σφαίρα και σε λειτουργίες του αυτόνομου νευρικού συστήματος.[18]

3.3.4 Μετωποκροταφική άνοια

Η μετωποκροταφική άνοια, όπως η νόσος Alzheimer's και η άνοια με σωμάτια Lewy, είναι νευροεκφυλιστική πάθηση. Η μετωποκροταφική άνοια, πιο συγκεκριμένα, αποτελεί μια ομάδα νευροεκφυλιστικών παθήσεων με παρόμοια συμπτώματα, που κύριο γνώρισμά της έχει την προσβολή των μετωπιαίων και κροταφικών λοβών του

εγκεφάλου. Για το λόγο αυτό, οι συγκεκριμένες παθήσεις μπορεί να εκφέρονται με διάφορους όρους, όπως “Frontotemporal Lobar Degeneration” και νόσος του Pick.

Η μετωποκροταφική άνοια είναι η τέταρτη πιο συχνή μορφή άνοιας. Αποτελεί το 5-10% των ατόμων με άνοια. Σε αντίθεση όμως με τις παραπάνω μορφές άνοιας, η μετωποκροταφική άνοια εμφανίζει τα πρώτα της στάδια στο ηλικιακό φάσμα των 45 με 64 ετών, αποτελώντας το συνηθέστερο αίτιο άνοιας για τις ηλικίες αυτές.

Τα κύρια συμπτώματα της μετωποκροταφικής άνοιας είναι τα εξής:

- Προοδευτικά επιδεινούμενη μεταβολή της προσωπικότητας και της συμπεριφοράς
- Προοδευτικά επιδεινούμενη διαταραχή του λόγου
- Προοδευτικά επιδεινούμενη διαταραχή της κίνησης.[19]

4. Περιβάλλον υποβοηθούμενης διαβίωσης

4.1 Εισαγωγή

Η αύξηση του προσδόκιμου ζωής και τα χαμηλά ποσοστά γεννήσεων βρίσκονται στον πυρήνα της δημογραφικής αλλαγής που συμβαίνει στον κόσμο. Σύμφωνα με τις εκθέσεις των Ηνωμένων Εθνών και της Παγκόσμιας Οργάνωσης Υγείας, ο αριθμός των ατόμων ηλικίας 65 ετών και άνω θα τριπλασιαστεί έως το 2050 από 524 εκατομμύρια το 2010, αντιπροσωπεύοντας το 8 % του παγκόσμιου πληθυσμού, σε 1,5 δισεκατομμύρια το 2050, το 16 % του συνολικού παγκόσμιου πληθυσμού.[20] Αυτή η δημογραφική μετάβαση έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του λόγου εξάρτησης, δηλαδή του λόγου μεταξύ του αριθμού των ατόμων άνω των 65 ετών και του αριθμού των ατόμων σε ηλικία εργασίας, με αποτέλεσμα να υπάρξουν άμεσες συνέπειες, όπως ο αριθμός των ατόμων που πάσχουν από χρόνιες ασθένειες θα αυξηθεί, καθώς και ο αριθμός των καταστάσεων έκτακτης ανάγκης που σχετίζονται με την υγεία. Από κοινωνική άποψη, οι άνθρωποι θέλουν να γεράσουν διατηρώντας την αυτονομία τους και παίζοντας έναν ενεργό ρόλο στη ζωή τους. Από οικονομική άποψη, οι δαπάνες για την υγειονομική περίθαλψη θα αυξηθούν, δεδομένου ότι θα υπάρξει ανάγκη για περισσότερους φροντιστές, οργανισμούς και υποδομές για την αντιμετώπιση των προκλήσεων μιας γηράσκουσας κοινωνίας.

4.2 Πρόγραμμα Υποβοηθούμενης από το Περιβάλλον Διαβίωσης (AAL)

Για την αντιμετώπιση κοινωνικών αλλαγών, όπως αυτές που αναφέρθηκαν παραπάνω, οι εθνικές κυβερνήσεις, οι μη κερδοσκοπικοί οργανισμοί και οι βιομηχανίες προωθούν την εποχή της υποβοηθούμενης από το περιβάλλον διαβίωσης

(AAL) προωθώντας τα ερευνητικά ιδρύματα και τις εταιρείες να προτείνουν λύσεις που μπορούν να παρατείνουν τον χρόνο που οι άνθρωποι μπορούν να ζουν ανεξάρτητα στο προτιμώμενο περιβάλλον τους. Για παράδειγμα, η Ευρωπαϊκή Ένωση αναγνώρισε τη σημασία της AAL με την ίδρυση της κοινής ένωσης AAL και με την εφαρμογή ενός ειδικού χρηματοδοτικού μηχανισμού, του προγράμματος AAL, το οποίο αποσκοπεί στην προώθηση της εμφάνισης υπηρεσιών και συστημάτων AAL για τη «καλή» γήρανση στο σπίτι, στην κοινότητα και στην εργασία.

Το πρόγραμμα παρέχει ακριβή ορισμό της AAL μέσω μιας σειράς στόχων ως εξής:

- παράταση του χρόνου που μπορούν να ζήσουν οι άνθρωποι στο περιβάλλον της προτίμησής τους, αυξάνοντας την αυτονομία τους, την αυτοπεποίθησή τους και την κινητικότητά τους
- τη διατήρηση της υγείας και της λειτουργικής ικανότητας των ηλικιωμένων ατόμων
- προώθηση ενός καλύτερου και υγιέστερου τρόπου ζωής για τα άτομα που διατρέχουν κίνδυνο
- ενίσχυση της ασφάλειας, πρόληψη της κοινωνικής απομόνωσης και υποστήριξη της διατήρησης ενός πολυλειτουργικού δικτύου γύρω από το άτομο
- υποστήριξη των ατόμων που παρέχουν φροντίδα, των οικογενειών και των οργανώσεων περίθαλψης
- αύξηση της αποτελεσματικότητας και της παραγωγικότητας των χρησιμοποιημένων πόρων στις γηράσκουσες κοινωνίες

4.3 Συστήματα για την υποβοήθηση ηλικιωμένων που πάσχουν από άνοια

Η άνοια δεν γνωρίζει κοινωνικά, οικονομικά ή γεωγραφικά όρια. Αν και κάθε άτομο θα βιώσει άνοια με το δικό του τρόπο, τελικά εκείνοι που επηρεάζονται δεν είναι σε θέση να φροντίσουν για τον εαυτό τους και χρειάζονται βοήθεια σε όλες τις πτυχές της καθημερινής ζωής. Προς το παρόν δεν υπάρχει θεραπεία για τους περισσότερους τύπους άνοιας, αλλά υπάρχουν θεραπείες, συμβουλές και υποστήριξη.

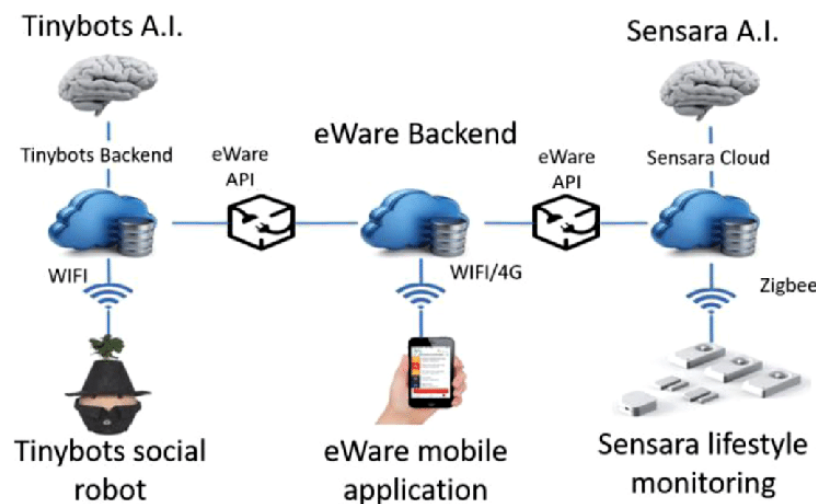
Τα αποτελέσματα της άνοιας μπορεί να είναι τρομακτικά και συντριπτικά για όσους ζουν με αυτό και τους ανθρώπους που φροντίζουν γι' αυτούς. Πολλά από τα έργα που χρηματοδοτούνται από το πρόγραμμα AAL έχουν ως στόχο να φέρουν καινοτόμα προϊόντα και υπηρεσίες σε αυτούς τους ανθρώπους, προκειμένου να βοηθήσουν στη μείωση των επιπέδων άγχους και, συνεπώς, στη βελτίωση της ποιότητας ζωής.

Παρακάτω παραθέτονται πέντε από τους κύριους τύπους τεχνολογίας που μπορούν να βοηθήσουν τους ανθρώπους που ζουν με άνοια να ζήσουν πιο ανεξάρτητες και ευτυχισμένες ζωές.

4.3.1 Ρομπότ Φροντίδας (Care Robots)

Η γήρανση του πληθυσμού στην Ευρώπη σημαίνει ότι όλο και περισσότερα άτομα που ζουν με άνοια εξαρτώνται σε κάποιο βαθμό από τους επίσημους και άτυπους φροντιστές. Πολλοί ερευνητές εξετάζουν τη χρήση των ρομπότ φροντίδας στο σπίτι για να βοηθήσουν αυτούς τους φροντιστές με διάφορους τρόπους.

Για παράδειγμα, το πρόγραμμα AAL eWare συνδυάζει την κοινωνική ρομποτική και την παρακολούθηση του τρόπου ζωής για να βοηθήσει στην αξιολόγηση των συνηθειών και των δραστηριοτήτων των ανθρώπων με άνοια. Ως αποτέλεσμα, μειώνει τα επίπεδα της αγωνίας στους φροντιστές και παρατείνει την περίοδο που είναι σε θέση να διατηρήσουν τη φροντίδα.[22]



Εικόνα 2 : Απεικόνιση της έννοιας του οικοσυστήματος eWare

Ένα άλλο πρόγραμμα της AAL, το ReMIND, συνδυάζει ένα ρομπότ που θηλάζει και λέγεται James με έναν υπολογιστή tablet. Αυτός ο συνδυασμός ενθαρρύνει τη σωματική άσκηση και διεγείρει τη μνήμη μέσα από τη μουσική και μια εφαρμογή βιογραφίας που ονομάζεται Keosity που παρέχει εικόνες από φίλους, οικογένεια, κατοικίδια ζώα, διακοπές και εκδηλώσεις. Μια κοινωνική ενότητα βοηθά επίσης να συνδεθεί ο χρήστης με τους φροντιστές τους.[23]

Η ανθρώπινη επαφή θα παίζει πάντα σημαντικό ρόλο στη φροντίδα, αλλά τα ρομπότ μπορεί κάλλιστα να είναι απαραίτητα για να σταματήσουν οι φροντιστές να κατακλύζονται στο μέλλον, καθώς το ποσοστό των ηλικιωμένων συνεχίζει να αυξάνεται. Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι τα ρομπότ φροντίδα σχεδιάζονται για να βοηθήσουν, όχι να αντικαταστήσουν, ανθρώπους φροντιστές.

4.3.2 Τεχνολογία επικοινωνίας φιλική προς την άνοια

Μια από τις πιο δύσκολες πτυχές της άνοιας είναι επίσης αυτή που συχνά παραβλέπεται, η επίδραση που έχει στη συναισθηματική και προσωπική ευημερία του ατόμου που ζει με αυτό και εκείνων που τους φροντίζουν. Η διατήρηση της επαφής και η επικοινωνία με τους αγαπημένους είναι ζωτικό μέρος της ευημερίας και μια σειρά από νέες καινοτομίες έχουν ως στόχο να το αξιοποιήσουν.

Το έργο AAL Sense-Garden δημιουργεί χώρους που μοιάζουν με κήπους, οι οποίοι προσαρμόζονται στις προσωπικές αναμνήσεις του ασθενή με άνοια. Διευκολύνουν την ευαισθητοποίηση ενεργοποιώντας αισθήσεις όπως η όραση, η αφή, η ακοή, η ισορροπία και η μυρωδιά. Οι Sense-Gardens πυροδοτούν τις μνήμες του παρελθόντος για να υπενθυμίσουν στους ασθενείς με άνοια σημαντικές κοινωνικές σχέσεις, γεγονότα και εμπειρίες, κάτι που βελτιώνει την ικανότητά τους να επικοινωνούν με την οικογένεια και τους επαγγελματίες φροντιστές τους. Οι συνεδρίες στο Sense-Gardens πραγματοποιούνται μαζί με έναν φροντιστή, έναν επαγγελματία ή μέλος της οικογένειας.[24]



Εικόνα 3 : Sense Garden

Το MI-Tale είναι ένα άλλο πρόγραμμα που έχει ως στόχο να βοηθήσει στην πυροδότηση των αναμνήσεων σε αυτούς που ζουν με άνοια, μετατρέποντας την ανάκληση των αναμνήσεων σε διαδραστικό παιχνίδι. Το εργαλείο χρησιμοποιεί υπάρχοντα υλικά, όπως εικόνες και βίντεο από το παρελθόν του ατόμου, αλλά επίσης επιτρέπει στον χρήστη να προσθέσει το δικό του νέο υλικό. Με αυτόν τον τρόπο βοηθάει αυτούς που βρίσκονται γύρω από τον χρήστη να ανακαλύψουν τι σκέφτονται και νιώθουν και βοηθάει στην προώθηση των συζητήσεων μεταξύ των γενεών.[25]

4.3.3 Τεχνολογίες παρακολούθησης στο σπίτι

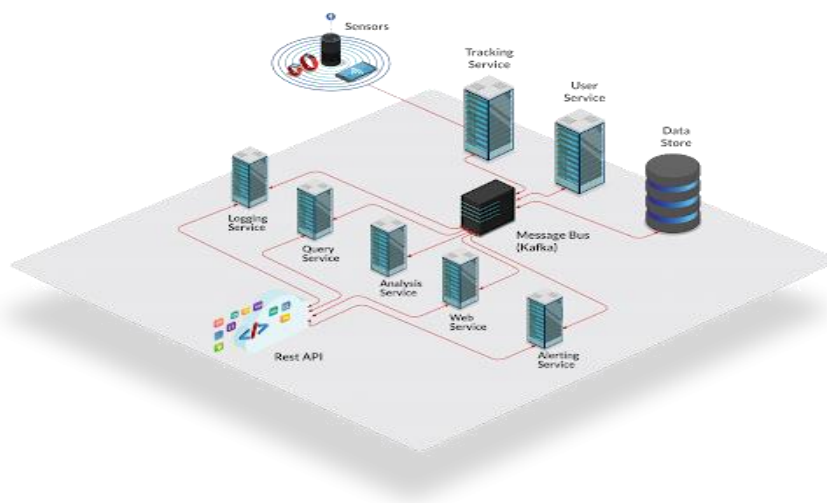
Η μετάβαση σε κέντρα περίθαλψης πλήρους απασχόλησης μπορεί να είναι μια τραυματική εμπειρία για όσους ζουν με άνοια και έτσι, όπου είναι δυνατόν, είναι πάντα προτιμότερο να τους επιτρέπεται να συνεχίσουν να ζουν στο σπίτι. Οι τεχνολογίες παρακολούθησης μπορούν να βοηθήσουν τους επίσημους και άτυπους φροντιστές να παρακολουθούν τους αγαπημένους τους και να διασφαλίσουν ότι είναι ασφαλείς και φροντίζουν τους εαυτούς τους.

Ο έξυπνος αισθητήρας CARU είναι ένα προϊόν που έχει πρόσφατα προκύψει από το έργο AAL Caru Cares. Αυτή η μικρή συσκευή βοηθά τους ανθρώπους να παραμένουν συνδεδεμένοι με την οικογένεια, τους φίλους και τις υπηρεσίες φροντίδας μέσω της φωνής και της συνομιλίας, ενώ παρέχει επίσης πρόσβαση σε βοήθεια έκτακτης ανάγκης όταν χρειάζεται. Το CARU μαθαίνει τις καθημερινές συνήθειες δραστηριότητας του ατόμου που το χρησιμοποιεί και έτσι μπορεί να ειδοποιήσει τα μέλη της οικογένειας ή τις υπηρεσίες υποστήριξης αν κάτι φαίνεται να είναι λάθος. Μπορεί να προτείνει ενέργειες όπως το κλείσιμο του παραθύρου αν ο καιρός αλλάξει και μπορεί επίσης να υπενθυμίσει στους ανθρώπους να κάνουν πράγματα όπως η λήψη φαρμάκων.[26]



Εικόνα 4 : Αισθητήρας Caru

Χαρακτηριστικό πολλών ατόμων με άνοια είναι η τάση περιπλάνησης που μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια ενός ατόμου με σοβαρά ή ακόμα και θανατηφόρα αποτελέσματα. Η Carelink χρησιμοποιεί έξυπνες τεχνικές εντοπισμού για να παρακολουθεί τις διαδρομές των ατόμων, ανιχνεύοντας περιστατικά περιπλάνησης και ειδοποίησης όταν αυτοί οι άνθρωποι αποκλίνουν προς επικίνδυνες ζώνες, επιτρέποντας έτσι την έγκαιρη παρακολούθηση και στη συνέχεια τη μείωση των συνολικών επιπέδων πίεσης.[27]



Εικόνα 5 : Γενική περιγραφή της Carelink

4.3.4 Διαχείριση φαρμάκων

Η ενημέρωση με τη λήψη της σωστής φαρμακευτικής αγωγής μπορεί να αποτελέσει πραγματική πρόκληση για όσους ζουν με άνοια και, ως εκ τούτου, έχουν αναπτυχθεί αρκετές τεχνολογικές λύσεις για να βοηθήσουν τους ανθρώπους σε αυτό το έργο.

Το MedGUIDE είναι μια ψηφιακή πλατφόρμα που συλλέγει πληροφορίες από το τοπικό δίκτυο περίθαλψης (ασθενείς, οικογένεια, άτυποι φροντιστές), τόσο μέσω αυτο-αναφορών όσο και μέσω συλλογής δεδομένων αισθητήρων. Οι αυτοαναφορές και οι αισθητήρες θα αναφέρουν τη σωματική δραστηριότητα, τα πρότυπα ύπνου, τις συνήθειες κίνησης, τις πτυχές διατροφής και κοινωνικής αλληλεπίδρασης και τη λήψη φαρμάκων και την τήρηση της συνταγογραφούμενης θεραπείας. Συνολικά, το έργο παρέχει μια καινοτόμο προσέγγιση για την υποστήριξη ηλικιωμένων με άνοια με τη φαρμακευτική τους προσκόλληση μέσα από έξυπνα κουτιά χαπιών και κοινωνική δικτύωση.[28]

Το έργο AAL MEMENTO χρησιμοποιεί τρεις συσκευές για να βοηθήσει στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των ατόμων με άνοια σε πρώιμο και μεσαίο στάδιο, υποστηρίζοντας τη διαχείριση των καθημερινών δραστηριοτήτων που συνήθως επηρεάζονται από την απώλεια μνήμης και γνώσης. Η ολοήμερη συσκευή βοηθά τους ανθρώπους να καταγράψουν φωνητικά σημειώματα, βίντεο κλιπ και στιγμιότυπα σχετικά με μέρη και ανθρώπους. Ο ψηφιακός μαυροπίνακας παρέχει διάφορα χαρακτηριστικά, όπως την κοινή χρήση αναμνήσεων, την εγγραφή καθημερινών υπενθυμίσεων με τη μορφή ψηφιακών post-its, και ένα διαδραστικό ψηφιακό ημερολόγιο που υποστηρίζει την καθημερινή οργάνωση εργασίας. Τέλος, μια έξυπνη πένα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να κρατούν σημειώσεις, ενώ παρακινεί τον χρήστη να σχεδιάσει και να κάνει σκίτσα και να εξηγήσει τα πράγματα.[29]

4.3.5 Εντοπισμός θέσης

Η άνοια μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα να σβήσει τη μνήμη ενός ατόμου, έτσι ώστε το οικείο περιβάλλον να μην είναι οικείο, καθιστώντας δύσκολη την προσαρμογή του σε νέα περιβάλλοντα. Ο αποπροσανατολισμός της νόσου συχνά οδηγεί σε περιπλάνηση, μια κοινή και σοβαρή ανησυχία για πολλούς φροντιστές που ανησυχούν τους αγαπημένους τους μπορεί να γίνει φοβισμένος, χαμένος ή ικανός να περπατήσει σε μια επικίνδυνη κατάσταση.

Το έργο 2PCS έχει δημιουργήσει μια σειρά από συσκευές που μπορούν να φορεθούν στο σπίτι ή έξω για να κρατήσει ένα ηλικιωμένο άτομο σε επαφή με το φροντιστή του. Ταυτόχρονα, οι συσκευές παρακολουθούν πού βρίσκεται το άτομο και ανιχνεύουν πιθανές πτώσεις. Το GPS ειδοποιεί τους υπεύθυνους φροντίδας αν το άτομο βγει έξω από μια συγκεκριμένη απόσταση από το σπίτι και υπάρχει ένα κουμπί

ειδοποίησης που μπορεί να πατηθεί. Η επαφή μπορεί επίσης να γίνει μέσω φωνής.[30]



Εικόνα 6 : Φορετή συσκευή 2PCS

5. Καθορισμός πρωτότυπου συστήματος εντοπισμού ασθενών από άνοια σε μια έξυπνη πόλη

5.1 Εισαγωγή

Σύμφωνα με έρευνα της Eurostat[31] την 1η Ιανουαρίου 2023, ο πληθυσμός της ΕΕ εκτιμήθηκε σε 448,8 εκατομμύρια άτομα και άνω του ενός πέμπτου (21,3 %) ήταν ηλικίας 65 ετών και άνω. Συνολικά, περίπου το 7% του πληθυσμού ηλικίας άνω των 65 ετών στις χώρες της ΕΕ παρουσιάζει άνοια. Σύμφωνα με πρόσφατα στατιστικά στοιχεία στη χώρα μας 250.000 άτομα πάσχουν από άνοια. Πιο αναλυτικά, το 2% του πληθυσμού της Ελλάδας ηλικίας 65-74 έχει άνοια, ποσοστό το οποίο ανεβαίνει στο 19% για τις ηλικίες 75-84 και αυξάνεται στο 42% για τους ανθρώπους ηλικίας 85 ετών και άνω.[32]

Όλα τα παραπάνω, οδήγησαν στην ιδέα για την ανάπτυξη ενός συστήματος υποβοήθησης ηλικιωμένων ανθρώπων, και πιο συγκεκριμένα στην ανάπτυξη ενός συστήματος εντοπισμού ασθενών από άνοια, όσο εκείνοι βρίσκονται εκτός της οικείας τους, διαφεύγοντας της επιτήρησης των φροντιστών τους.

5.2 Περιγραφή συστήματος

Το σύστημα το οποίο καλούμαστε να αναπτύξουμε αποτελείται από συσκευές, με τις οποίες μπορούμε να εντοπίζουμε έναν ασθενή που πάσχει από άνοια, είτε αυτός

βρίσκεται εντός της οικείας του, είτε περιφέρεται μέσα στην πόλη έχοντας απομακρυνθεί από τους οικείους του.

Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιείται αρχικά μία συσκευή, την οποία θα φέρνει ο ασθενής συνεχώς πάνω του, τοποθετημένη στα ενδύματά του. Στο επόμενο στάδιο, συσκευές τοποθετούνται και στα διάφορα δωμάτια του σπιτιού, όπως η κουζίνα, τα υπνοδωμάτια, οι κοινόχρηστοι χώροι, καθώς και η είσοδος του σπιτιού. Τέλος, και ίσως πιο σημαντικό βήμα στην ανάπτυξη του συστήματος, είναι η τοποθέτηση συσκευών σε συγκεκριμένα σημεία της πόλης, ώστε να μπορούν να εντοπίσουν τον ασθενή όταν αυτός περιφέρεται στην πόλη.

Αναλυτικότερα, η συσκευή που θα φέρει πάνω του ο ασθενής αποτελεί την κεντρική συσκευή, ενώ οι υπόλοιπες συσκευές που βρίσκονται εντός της οικίας ή στα διάφορα σημεία της πόλης αποτελούν τις περιφερειακές συσκευές.

Όσο ο ασθενής βρίσκεται εντός της οικίας, η κεντρική συσκευή θα είναι συνδεδεμένη με τις περιφερειακές συσκευές. Η κεντρική συσκευή ανά προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα θα επικοινωνεί με τις περιφερειακές, και εκείνες με τη σειρά τους θα μεταφέρουν την πληροφορία σε κάποια βάση δεδομένων, ώστε να διασφαλίζεται η παρουσία του ανθρώπου στο σπίτι.



Εικόνα 7 : Τοποθέτηση των συσκευών στα δωμάτια του σπιτιού

Σε περίπτωση που ο ασθενής απομακρυνθεί από το σπίτι για οποιονδήποτε λόγο, την «ευθύνη» εντοπισμού του αναλαμβάνουν οι περιφερειακές συσκευές που είναι τοποθετημένες στην πόλη. Οι περιφερειακές συσκευές λοιπόν, περιμένουν μέχρι ο ασθενής να πλησιάσει προς το μέρος αυτό, ώστε να μπορέσουν να συνδεθούν με την κεντρική συσκευή που φέρει εκείνος πάνω του. Αφού γίνει η σύνδεση και σταλθεί το μήνυμα από την κεντρική συσκευή, η περιφερειακή συσκευή και πάλι μεταφέρει την

πληροφορία με τα στοιχεία που έχουν ορισθεί για την κάθε κεντρική συσκευή στη βάση δεδομένων.



Εικόνα 8 : Τοποθέτηση των συσκευών σε σημεία της πόλης

Για να εξασφαλισθεί η περίπτωση διακοπής λειτουργίας, είτε λόγω έλλειψης ενέργειας από την μπαταρία ή οποιασδήποτε βλάβης της συσκευής, έχουμε στη διάθεσή μας και εφεδρικές συσκευές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως κεντρικές.

5.3 Απαιτήσεις συστήματος

Με την εξαγωγή των απαιτήσεων προσπαθούμε να περιγράψουμε το πρόβλημα και εν συνεχεία όσο το δυνατόν να το κατανοήσουμε.

Με τον προσδιορισμό των απαιτήσεων μας δίνεται η δυνατότητα να καταγράψουμε τον τρόπο με τον οποίο θα υλοποιηθεί καθένα από τα χαρακτηριστικά του συστήματος. Με τον τρόπο αυτό, περιγράφεται με μεγαλύτερη σαφήνεια και απλότητα το σύστημα και καθίσταται ευκολότερη τόσο η υλοποίηση όσο και ο έλεγχος της ορθής λειτουργίας του συστήματος.

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα αναλυθούν οι απαιτήσεις και οι προϋποθέσεις του συστήματος που οδήγησαν να χρησιμοποιηθούν συγκεκριμένες συσκευές για την υλοποίησή του.

Οι συσκευές οι οποίες επιλέχθηκαν είναι πίνακες Arduino.

5.4 Arduino

Το Arduino είναι μια πλατφόρμα ηλεκτρονικών ανοιχτού κώδικα που βασίζεται στο εύρηστο υλικό και το λογισμικό. Arduino πίνακες είναι σε θέση να διαβάσουν τις εισόδους, για παράδειγμα φως σε έναν αισθητήρα ή ένα δάχτυλο σε ένα κουμπί, και να το μετατρέψουν σε έξοδο, όπως την ενεργοποίηση ενός κινητήρα ή το άνοιγμα ενός LED, δημοσιεύοντας παράλληλα πληροφορία σε απευθείας σύνδεση στο διαδίκτυο. Υπάρχει η δυνατότητα ενημέρωσης της πλατφόρμας στέλνοντας ένα σύνολο οδηγιών στο μικροελεγκτή στον πίνακα με τις επιθυμητές ενέργειες που πρέπει να γίνουν. Για να επιτευχθεί αυτό, χρησιμοποιείται η γλώσσα προγραμματισμού Arduino, με βάση την καλωδίωση, και το λογισμικό Arduino (IDE), με βάση την επεξεργασία.

Το Arduino «γεννήθηκε» ως ένα εύκολο εργαλείο για γρήγορη δημιουργία πρωτοτύπων, που στόχευε σε φοιτητές χωρίς προϋπηρεσία στα ηλεκτρονικά και τον προγραμματισμό. Μόλις έφτασε σε μια ευρύτερη κοινότητα, ο πίνακας Arduino άρχισε να αλλάζει για να προσαρμόζεται στις νέες ανάγκες και προκλήσεις, διαφοροποιώντας την προσφορά του από τους απλούς πίνακες 8-bit σε προϊόντα για εφαρμογές IoT, φορητές συσκευές, τρισδιάστατη (3D) εκτύπωση και ενσωματωμένα περιβάλλοντα.

Με τα χρόνια, δηλαδή, το Arduino είναι ο εγkéφαλος χιλιάδων έργων, από καθημερινά αντικείμενα μέχρι σύνθετα επιστημονικά όργανα.

5.5 Χαρακτηριστικά Arduino

5.5.1 Χαμηλό κόστος

Οι Arduino πίνακες είναι σχετικά φθινοί σε σύγκριση με άλλες πλατφόρμες μικροελεγκτών. Η λιγότερο δαπανηρή έκδοση της μονάδας Arduino μπορεί να συναρμολογηθεί με το χέρι, και ακόμη και οι προσυναρμολογημένες μονάδες Arduino έχουν χαμηλό κόστος.

5.5.2 Διαλειτουργική πλατφόρμα

Το λογισμικό Arduino (IDE) εκτελείται σε λειτουργικά συστήματα Windows, Macintosh OSX και Linux. Τα περισσότερα συστήματα μικροελεγκτών περιορίζονται στα Windows.

5.5.3 Απλό, σαφές περιβάλλον προγραμματισμού

Το λογισμικό Arduino (IDE) είναι εύκολο στη χρήση για αρχάριους, αλλά αρκετά ευέλικτο για προχωρημένους χρήστες να επωφεληθούν επίσης. Για τους δασκάλους, είναι βολικά βασισμένη στο περιβάλλον προγραμματισμού Processing, έτσι ώστε οι μαθητές που μαθαίνουν να προγραμματίζουν προγράμματα σε αυτό το περιβάλλον να είναι εξοικειωμένοι με το πώς λειτουργεί το Arduino IDE.

5.5.4 Λογισμικό ανοικτού κώδικα και επεκτάσιμο λογισμικό

Το λογισμικό Arduino δημοσιεύεται ως εργαλεία ανοικτού κώδικα, διαθέσιμα για επέκταση από έμπειρους προγραμματιστές. Η γλώσσα μπορεί να επεκταθεί μέσω των βιβλιοθηκών C++ και οι άνθρωποι που θέλουν να καταλάβουν τις τεχνικές λεπτομέρειες μπορούν να κάνουν το άλμα από το Arduino στη γλώσσα προγραμματισμού AVR C στην οποία βασίζεται. Ομοίως, μπορεί να προστεθεί κώδικας AVR-C απευθείας στα προγράμματα Arduino.

5.5.5 Επεκτάσιμο υλισμικό ανοικτού κώδικα

Τα σχέδια των πινάκων Arduino δημοσιεύονται με άδεια Creative Commons, έτσι ώστε οι έμπειροι σχεδιαστές κυκλωμάτων να μπορούν να κάνουν τη δική τους έκδοση της μονάδας, επεκτείνοντας και βελτιώνοντάς την. Η Creative Commons (CC) είναι μια μη κερδοσκοπική οργάνωση αφιερωμένη στην επέκταση του εύρους των πνευματικών έργων που είναι διαθέσιμα για να βασιστούν σε αυτά και άλλα έργα και να μοιραστούν νόμιμα. Η οργάνωση εκδίδει διάφορες άδειες πνευματικών δικαιωμάτων γνωστές ως άδειες Creative Commons.[33]

Ακόμη και σχετικά άπειροι χρήστες μπορούν να κατασκευάσουν τον πίνακα γραφικών προκειμένου να καταλάβουν πώς λειτουργεί και να εξοικονομήσουν χρήματα.[34]

5.6 Bluetooth Low Energy (BLE)

Για την υλοποίηση του συστήματος που περιγράφεται, χρησιμοποιείται το πρωτόκολλο επικοινωνίας Bluetooth, και πιο συγκεκριμένα εκείνο του Bluetooth Low Energy (BLE).

Στη συνέχεια θα αναφερθούν κάποια από τα χαρακτηριστικά του BLE, τα οποία μας οδήγησαν να επιλέξουμε το συγκεκριμένο πρωτόκολλο επικοινωνίας για την υλοποίηση του συστήματος.

5.6.1 Κατανάλωση ενέργειας

Η BLE χρησιμοποιεί λιγότερη ισχύ από προηγούμενες εκδόσεις των τεχνολογιών bluetooth ενώ εξακολουθεί να λειτουργεί πάνω από την ίδια ζώνη 2,4 GHz. Η BLE το επιτυγχάνει αυτό με το να βρίσκεται συνεχώς σε «κατάσταση νάρκης» μέχρι να αρχίσει μια σύνδεση. Αυτό επιτρέπει στις συσκευές BLE να λειτουργούν σημαντικά μακρύτερα από τις συσκευές bluetooth επειδή η BLE δεν καταναλώνει πάντα ενέργεια από τη μπαταρία συσκευών. Καταναλώνει ενέργεια μόνο όταν είναι σε χρήση και όταν ξεκινούν οι συνδέσεις. Πριν από το BLE, οι συσκευές με δυνατότητα bluetooth χρησιμοποιούσαν συνεχώς ισχύ για να υποστηρίξουν τις δυνατότητες bluetooth τους.

Η κατανάλωση ισχύος του BLE είναι τόσο χαμηλή που οι μικρές συσκευές BLE μπορούν να λειτουργήσουν μεταξύ 5-10 ετών με τη χρήση μιας μικρής μπαταρίας σε σχήμα νομίσματος. Αυτό συμβαίνει επειδή οι πραγματικές συνδέσεις που γίνονται από συσκευές BLE διαρκούν μόνο μερικά δευτερόλεπτα όταν ξεκινάνε, με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας.

5.6.2 Εύρος

Το εύρος του Bluetooth είναι πολύ μεγαλύτερη από το εύρος του BLE. Αυτό συμβαίνει επειδή το BLE είναι βελτιστοποιημένο για μακροζωία και χαμηλή κατανάλωση ενέργειας. Ενώ το Bluetooth είναι βελτιστοποιημένο για απόδοση και εμβέλεια. Αν οι συσκευές χρειάζονται μεγαλύτερο εύρος για να λειτουργήσουν, θα πρέπει να χρησιμοποιούν Bluetooth, αλλά αν πρέπει να λειτουργούν για μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα σε μικρότερες αποστάσεις, τότε θα πρέπει να χρησιμοποιείται BLE.

Για την υλοποίηση του συστήματός μας θεωρείται σημαντικότερη προϋπόθεση η χαμηλή ενέργεια και η μεγάλη διάρκεια ζωής.

Για να καταφέρουμε να κάνουμε το σύστημα πιο αποτελεσματικό πρέπει να χρησιμοποιήσουμε περισσότερες συσκευές ώστε να καλυφθεί το μειονέκτημα του εύρους. Έτσι στα σημεία της πόλης που θα τοποθετηθούν οι συσκευές, τα οποία κυρίως θα είναι κοντά σε δρόμους, θα πρέπει να δημιουργούνται «πύλες», έτσι ώστε να μπορεί να εντοπισθεί ο ασθενής με μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα. Οι «πύλες» ουσιαστικά δημιουργούνται από δύο συσκευές τοποθετημένες απέναντι η μία στην άλλη, στην δική μας περίπτωση σε δύο απέναντι κτήρια, με σκοπό να καλύπτεται το πλάτος του δρόμου, στον οποίο μπορεί να περιφέρεται ο ασθενής που προσπαθούμε να εντοπίσουμε.

5.6.3 Ταχύτητα σύνδεσης

Η ταχύτητα σύνδεσης του BLE είναι μερικά ms, σε αντίθεση με το κλασσικό Bluetooth που η ταχύτητα σύνδεσής του είναι περίπου 100 ms, γεγονός που καθιστά τις συσκευές BLE αρκετά ταχύτερες από εκείνες με Bluetooth.

5.6.4 Αριθμός συνδέσεων

Οι συσκευές BLE μπορούν να συνδεθούν με μεγαλύτερο αριθμό άλλων συσκευών, ή «σκλάβων», σε σύγκριση με το πρότυπο Bluetooth. Οι συσκευές BLE μπορούν να διαφέρουν ως προς τον αριθμό των συνδέσεων που μπορούν να κάνουν με άλλες συσκευές ανάλογα με τη μνήμη που είναι ενσωματωμένη σε αυτές και τον τρόπο υλοποίησής τους.

Αυτό είναι ένα σημαντικό χαρακτηριστικό του BLE για χρήσεις σε εφαρμογές όπως συστήματα εντοπισμού εσωτερικών χώρων και γεωεντοπισμού, ενέργειες δηλαδή σημαντικές για το σύστημά μας.

5.6.5 Κόστος

Το κόστος λειτουργίας των συσκευών BLE, εξαιτίας της χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας, της χρήσης μικρών μπαταριών αλλά και του μικρότερου εύρους, σε συνδυασμό με πιο απλά πρωτόκολλα λειτουργίας σε σχέση με εκείνα των συσκευών Bluetooth, είναι χαμηλό. Έτσι, λοιπόν, το σύστημά μας είναι αρκετά οικονομικό.[35]

6. Σχεδίαση συστήματος

6.1 Εισαγωγή

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, το σύστημά μας αποτελείται από δύο υποσυστήματα.

Το πρώτο υποσύστημα αποτελείται από την κεντρική συσκευή που θα φέρει πάνω του ο ασθενής. Το δεύτερο υποσύστημα περιλαμβάνει τις περιφερειακές συσκευές που είναι τοποθετημένες εντός του σπιτιού, καθώς και σε συγκεκριμένα σημεία της πόλης. Τα δύο υποσυστήματα επικοινωνούν μεταξύ τους.

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται η υλοποίηση του κάθε υποσυστήματος ξεχωριστά, τόσο του υλικού, όσο και του λογισμικού τους. Η υλοποίηση των υποσυστημάτων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση ανοικτού λογισμικού και ανοικτού υλικού.

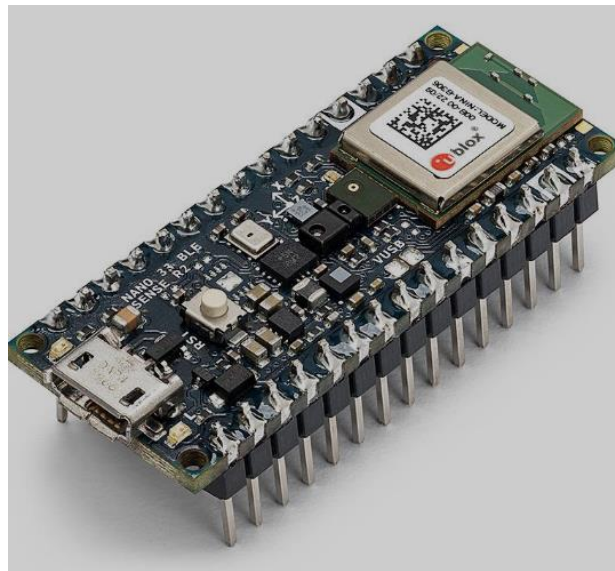
6.2 Κεντρικό υποσύστημα

Το κεντρικό υποσύστημα αποτελείται από μία κεντρική συσκευή. Η συσκευή (Σ.Κ) είναι εκείνη που τοποθετείται στα ενδύματα του ασθενούς και επικοινωνεί με τις

συσκευές του περιφερειακού υποσυστήματος, το οποίο θα αναλυθεί στη συνέχεια, ούτως ώστε να γνωρίζουμε τη θέση του ασθενούς.

6.2.1 Αναπτυξιακή πλατφόρμα υλικού

Για την υλοποίηση της συσκευής επιλέχθηκε η πλακέτα ανοικτού υλικού/λογισμικού Arduino Nano 33 Sense BLE, καθώς πρώτον δομικά έχει μικρό μέγεθος και είναι εύκολο να την φέρει πάνω του ο ασθενής, δεύτερον έχει μακρά διάρκεια ζωής και τρίτον υποστηρίζει το πρωτόκολλο επικοινωνίας Bluetooth Low Energy (BLE), το οποίο επιλέξαμε για την υλοποίηση του συστήματός μας.



Εικόνα 9 : Η πλακέτα Arduino Nano 33 Sense BLE

6.2.2 Κώδικας

Ο προγραμματισμός της συσκευής του κεντρικού υποσυστήματος έγινε σε γλώσσα προγραμματισμού C++ με το Arduino IDE και ο κώδικάς του παρατίθεται στο Παράρτημα, στον Κώδικα 1.

Για να σετάσουμε τη σύνδεσή μας χρειάζεται να χρησιμοποιήσουμε το serial monitor που βρίσκεται στο Arduino IDE. Μετά την πρώτη σύνδεση το serial monitor δεν είναι απαραίτητο να χρησιμοποιείται, οπότε εξασφαλίζουμε τη σωστή λειτουργία του συστήματός μας χωρίς την χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Αυτό που πρέπει να προσεχθεί είναι η ενσωμάτωση κώδικα βασισμένου στην βιβλιοθήκη ArduinoBLE.h, με την οποία δημιουργείται το κανάλι επικοινωνίας Bluetooth που επιθυμούμε.

Αρχικά, ορίζουμε το Uuid της συσκευής μας, δηλαδή το καθολικά μοναδικό αναγνωριστικό της συσκευής, με τη μεταβλητή `const char*`

`deviceServiceUuid`, καθώς και το ID της συσκευής ως το ιδιαίτερο αναγνωριστικό του κάθε ασθενή, με τη μεταβλητή `int userID`.

Για την σύνδεση της κεντρικής συσκευής με την περιφερειακή χρησιμοποιείται ένας βρόγχος. Ο βρόγχος αυτός περιέχει τις εντολές

`BLE.scanForUuid(deviceServiceUuid)` και `peripheral = BLE.available()`, με τις οποίες η κεντρική συσκευή αναζητά το καθολικό μοναδικό χαρακτηριστικό της περιφερειακής συσκευής όσο το πρωτόκολλο επικοινωνίας BLE είναι διαθέσιμο. Όταν βρεθεί και γίνει η σύνδεση η αναζήτηση σταματά με την εντολή `BLE.stopScan()`.

Για να αποφύγουμε την σύνδεση της κεντρικής συσκευής με τυχόν ανεπιθύμητες συσκευές που μπορεί να βρεθούν σε δυνατό εύρος σύνδεσης χρησιμοποιούμε τις εντολές `if(!userIDCharacteristic)` και

`if(!userIDCharacteristic.canWrite())` ώστε να μην επιτρέπεται η σύνδεση αν το ιδιαίτερο αναγνωριστικό δεν έχει τη μορφή που εμείς έχουμε ορίσει αρχικά στο πρόγραμμά μας.

Όταν επιτευχθεί η κατάλληλη σύνδεση, τότε με την εντολή `userIDCharacteristic.writeValue((byte)userID)` αποθηκεύεται το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό που έχουμε ορίσει για τον ασθενή.

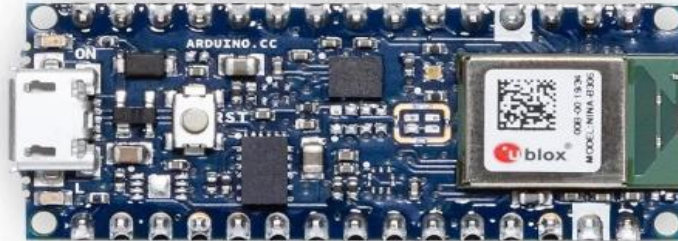
Για να μην απασχολούμε τη σύνδεση σε περίπτωση που βρεθεί στο ίδιο σημείο ταυτόχρονα και κάποιος άλλος ασθενής σταματάμε τη σύνδεση αμέσως μόλις αποθηκευτεί το ID του πρώτου με την εντολή `peripheral.disconnect()`.

6.3 Περιφερειακό υποσύστημα

Το περιφερειακό υποσύστημα αποτελείται από τις περιφερειακές συσκευές (Σ.Π) του σπιτιού και εκείνες που είναι τοποθετημένες σε συγκεκριμένα σημεία της πόλης. Οι περιφερειακές συσκευές αναμένουν μέχρι η κεντρική συσκευή να βρεθεί στο κατάλληλο εύρος ώστε να επιτευχθεί σύνδεση.

6.3.1 Αναπτυξιακή πλατφόρμα υλικού

Για την υλοποίηση της συσκευής επιλέχθηκε η πλακέτα ανοικτού υλικού/λογισμικού Arduino Nano 33 BLE, η οποία επιλέχθηκε με τα ίδια κριτήρια όπως και η κεντρική συσκευή, δηλαδή το μικρό μέγεθος, η μακροζωία και η υποστήριξη του πρωτοκόλλου επικοινωνίας BLE.



Εικόνα 10 : Η πλακέτα Arduino Nano 33 BLE

6.3.2 Κώδικας

Ο προγραμματισμός των συσκευών του περιφερειακού υποσυστήματος έγινε σε γλώσσα προγραμματισμού C++ με το Arduino IDE και ο κώδικάς τους παρατίθεται στο Παράρτημα, στον Κώδικα 2.

Για να σετάρουμε τη σύνδεσή μας χρειάζεται να χρησιμοποιήσουμε το serial monitor που βρίσκεται στο Arduino IDE. Μετά την πρώτη σύνδεση το serial monitor δεν είναι απαραίτητο να χρησιμοποιείται, οπότε εξασφαλίζουμε τη σωστή λειτουργία του συστήματός μας χωρίς την χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Όπως και στον κώδικα για το κεντρικό σύστημα, έτσι και σε αυτόν του περιφερειακού συστήματος χρησιμοποιούμε κώδικα βασισμένου στην βιβλιοθήκη `ArduinoBLE.h`, με την οποία δημιουργείται το κανάλι επικοινωνίας Bluetooth.

Και σε αυτόν τον κώδικα ορίζουμε το `Uuid` της συσκευής μας με τη μεταβλητή `BLEService userIDService(deviceServiceUuid)` καθώς και το `ID` της συσκευής ως το ιδιαίτερο αναγνωριστικό του κάθε ασθενή, με τη μεταβλητή `int userID`.

Για την σύνδεση της περιφερειακής συσκευής με την κεντρική χρησιμοποιείται ένας βρόγχος. Ο βρόγχος αυτός περιέχει την εντολή `BLEDevice central = BLE.central()` με την οποία συνδέεται η περιφερειακή συσκευή με την κεντρική όταν η κεντρική βρεθεί σε κατάλληλο εύρος.

Όσο διαρκεί η σύνδεση με τις εντολές `userIDCharacteristic.written()`, `userID = userIDCharacteristic.value()` και `writeUserID(userID)` επιτυγχάνεται η καταγραφή του ιδιαίτερου χαρακτηριστικού του ασθενή.

7. Συμπεράσματα

Με την εκπόνηση της παρούσας εργασίας, υλοποιήθηκε ένα σύστημα για τον εντοπισμό ασθενών από άνοια σε μια έξυπνη πόλη. Το σύστημα αποτελείται από δύο υποσυστήματα. Η συσκευή που φέρει πάνω στα ρούχα του ο ασθενής έχει μικρό μέγεθος, ώστε να μπορεί να τοποθετείται εύκολα και να μεταφέρεται από τον ασθενή. Επίσης, έχει χαμηλό κόστος και η κατανάλωση ενέργειας είναι σχετικά χαμηλή. Οι συσκευές που τοποθετούνται στους χώρους του σπιτιού έχουν εξίσου μικρό μέγεθος, ώστε να μην διαταράσσονται οι συνθήκες του οικιακού περιβάλλοντος στο οποίο θα εγκατασταθούν. Όλες οι συσκευές που χρησιμοποιούνται για την υλοποίηση του συστήματος διαθέτουν ικανοποιητικό εύρος σύνδεσης, γεγονός που προσδίδει αξιοπιστία στο σύστημα. Παρόλα αυτά, το θέμα της ενέργειας παραμένει ζήτημα για το σύστημα, καθώς στις συσκευές για την παροχή ενέργειας χρησιμοποιούνται μπαταρίες, με αποτέλεσμα να υπάρχει κάποιος συγκεκριμένος “χρόνος ζωής” στη λειτουργία τους. Κάθε φορά που γίνεται αλλαγή της μπαταρίας είναι αναγκαίο το σετάρισμα της συσκευής.

Το σύστημα υλοποιήθηκε με τη χρήση ανοικτού λογισμικού και υλικού.

Παράρτημα

Κώδικας 1 (Κεντρικό-Σ.Κ)

```
#include <ArduinoBLE.h>

const char* deviceServiceUuid = "19b10000-e8f2-537e-4f6c-d104768a1214";
const char* deviceServiceCharacteristicUuid = "19b10001-e8f2-537e-4f6c-d104768a1214";

int userID = 1;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  while (!Serial);

  if (!BLE.begin()) {
    Serial.println("* Starting Bluetooth® Low Energy module failed!");
    while (1);
  }
}
```

```
BLE.setLocalName("Lamia wanderer service (user)");
BLE.advertise();

Serial.println("Lamia wanderer service (user)");
Serial.println(" ");
}

void loop() {
    connectToPeripheral();
}

void connectToPeripheral(){
    BLEDevice peripheral;

    Serial.println("- Discovering peripheral device...");

    do
    {
        BLE.scanForUuid(deviceServiceUuid);
        peripheral = BLE.available();
    } while (!peripheral);

    if (peripheral) {
        Serial.println("* Peripheral device found!");
        Serial.print("* Device MAC address: ");
        Serial.println(peripheral.address());
        Serial.print("* Device name: ");
        Serial.println(peripheral.localName());
        Serial.print("* Advertised service UUID: ");
        Serial.println(peripheral.advertisedServiceUuid());
        Serial.println(" ");
        BLE.stopScan();
        controlPeripheral(peripheral);
    }
}

void controlPeripheral(BLEDevice peripheral) {
    Serial.println("- Connecting to peripheral device...");

    if (peripheral.connect()) {
        Serial.println("* Connected to peripheral device!");
        Serial.println(" ");
    } else {
        Serial.println("* Connection to peripheral device failed!");
        Serial.println(" ");
        return;
    }

    Serial.println("- Discovering peripheral device attributes...");
    if (peripheral.discoverAttributes()) {
        Serial.println("* Peripheral device attributes discovered!");
        Serial.println(" ");
    } else {
        Serial.println("* Peripheral device attributes discovery
failed!");
        Serial.println(" ");
        peripheral.disconnect();
        return;
    }
}
```

```
BLECharacteristic userIDCharacteristic =  
peripheral.characteristic(deviceServiceCharacteristicUuid);  
  
if (!userIDCharacteristic) {  
    Serial.println("* Peripheral device does not have userID  
characteristic!");  
    peripheral.disconnect();  
    return;  
} else if (!userIDCharacteristic.canWrite()) {  
    Serial.println("* Peripheral does not have a writable userID  
characteristic!");  
    peripheral.disconnect();  
    return;  
}  
  
Serial.print("* Writing value to userID characteristic: ");  
Serial.println(userID);  
userIDCharacteristic.writeValue((byte)userID);  
Serial.println("* Writing value to userID characteristic  
done!");  
Serial.println(" ");  
delay(1000);  
  
peripheral.disconnect();  
Serial.println("- Peripheral device disconnected!");  
}
```

Κώδικας 2 (Περιφερειακό-Σ.Π)

```
#include <ArduinoBLE.h>  
  
const char* deviceServiceUuid = "19b10000-e8f2-537e-4f6c-  
d104768a1214";  
const char* deviceServiceCharacteristicUuid = "19b10001-e8f2-537e-  
4f6c-d104768a1214";  
  
int userID = 0;  
int gesture = -1;  
  
BLEService userIDService(deviceServiceUuid);  
BLEByteCharacteristic  
userIDCharacteristic(deviceServiceCharacteristicUuid, BLERead |  
BLEWrite);  
  
void setup() {  
    Serial.begin(9600);  
    while (!Serial);  
  
    pinMode(LED_R, OUTPUT);  
    pinMode(LED_G, OUTPUT);  
    pinMode(LED_B, OUTPUT);  
    pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);  
  
    digitalWrite(LED_R, HIGH);  
    digitalWrite(LED_G, HIGH);  
    digitalWrite(LED_B, HIGH);  
    digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);  
}
```

```
if (!BLE.begin()) {
    Serial.println("- Starting Bluetooth® Low Energy module
failed!");
    while (1);
}

BLE.setLocalName("Lamia Wanderer Service (Peripheral)");
BLE.setAdvertisedService(userIDService);
userIDService.addCharacteristic(userIDCharacteristic);
BLE.addService(userIDService);
userIDCharacteristic.writeValue(-1);
BLE.advertise();

Serial.println("Nano 33 BLE (Peripheral Device)");
Serial.println(" ");
}

void loop() {
    BLEDevice central = BLE.central();
    Serial.println("- Discovering central device...");
    delay(500);

    if (central) {
        Serial.println("* Connected to central device!");
        Serial.print("* Device MAC address: ");
        Serial.println(central.address());
        Serial.println(" ");

        while (central.connected()) {
            if (userIDCharacteristic.written()) {
                userID = userIDCharacteristic.value();
                writeUserID(userID);
            }
        }

        Serial.println("* Disconnected to central device!");
    }
}

void writeUserID(int userID) {

    Serial.println("* UserID: ");
    Serial.println(userID);
    digitalWrite(LED_R, LOW);
    digitalWrite(LED_G, HIGH);
    digitalWrite(LED_B, HIGH);
    digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);
}
```

Βιβλιογραφία

- [1] Techopedia, «Information and Communication Technology» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.techopedia.com/definition/24152/information-and-communications-technology-ict> [Πρόσβαση 7 1 2024]
- [2] «Smart city concept in the light of the literature review» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://content.sciendo.com/view/journals/emj/11/2/article-p70.xml> [Πρόσβαση 7 1 2024]
- [3] European Commission [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://commission.europa.eu/> [Πρόσβαση 8 1 2024]
- [4] «Internet of Things communication protocols» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8079928?casa_token=-fKUp8bz8ikAAAAA:1Fha0-amX9BoWBytE5AkBHWJYUPzqswalAdRYTliXopJb0yAXbhCPsKnr5UIUzAKLVaJdzIy [Πρόσβαση 15 1 2024]
- [5] «IoT companies» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.softwaretestinghelp.com/top-iot-companies/> [Πρόσβαση 16 1 2024]
- [6] «AT&T IoT» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://about.att.com/pages/internet_of_things [Πρόσβαση 17 1 2024]
- [7] «IoT wireless networks» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.iotacommunications.com/blog/types-of-iot-networks/> [Πρόσβαση 18 1 2024]
- [8] «IoT security: Requirements, challenges, and solutions» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542660519302288?casa_token=W_rxhMA6IrQAAAAA:0QD7NkHK0k6vKPBQvek-P2ddbY_E7F2na-4RuPHt-tzHyY9IY9GptSFzVICZwM8N4mPg5RM_ [Πρόσβαση 25 1 2024]
- [9] «Fiware» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.fiware.org/2011/05/17/what-is-fiware/> [Πρόσβαση 26 1 2024]
- [10] «IoT Ocean» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.iotocean.org/main/> [Πρόσβαση 26 1 2024]
- [11] «M2M» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/machine-to-machine-M2M> [Πρόσβαση 26 1 2024]
- [12] «OM2M» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://eclipse.dev/om2m/> [Πρόσβαση 27 1 2024]
- [13] «Internet of Things Data Management» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.oreilly.com/library/view/learning-opendaylight/9781782174523/286604d5-29ec-4c49-96e0-f6e61d36d588.xhtml> [Πρόσβαση 27 1 2024]
- [14] «Contiki» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.tutorialspoint.com/internet_of_things/internet_of_things_contiki.htm [Πρόσβαση 27 1 2024]

- [15] «Who for dementia» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dementia> [Πρόσβαση 12 2 2024]
- [16] «Dementia symptoms» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.who.int/medicines/areas/priority_medicines/BP6_11Alzheimer.pdf [Πρόσβαση 13 2 2024]
- [17] «Vascular dementia» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.alz.org/alzheimers-dementia/what-is-dementia/types-of-dementia/vascular-dementia> [Πρόσβαση 13 2 2024]
- [18] «Lewy body dementia» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.alz.org/alzheimers-dementia/what-is-dementia/types-of-dementia/lewy-body-dementia> [Πρόσβαση 13 2 2024]
- [19] «Frontotemporal dementia» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.nhs.uk/conditions/frontotemporal-dementia/> [Πρόσβαση 13 2 2024]
- [20] «United Nations» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.un.org/en/> [Πρόσβαση 13 2 2024]
- [21] «Exploring the ambient assisted living domain» [Ηλεκτρονικό] Available: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12652-016-0374-3> [Πρόσβαση 3 3 2024]
- [22] AAL Europe, «Eware» [Ηλεκτρονικό] Available: <https://www.aal-europe.eu/projects/eware/> [Πρόσβαση 4 3 2024]
- [23] AAL Europe, «ReMind» [Ηλεκτρονικό] Available: <https://www.aal-europe.eu/projects/remind/> [Πρόσβαση 4 3 2024]
- [24] AAL Europe, «Sense Garden» [Ηλεκτρονικό] Available: <https://www.aal-europe.eu/projects/sensegarden/> [Πρόσβαση 6 3 2024]
- [25] AAL Europe, «MiTale» [Ηλεκτρονικό] Available: <https://www.aal-europe.eu/projects/mi-tale/> [Πρόσβαση 6 3 2024]
- [26] AAL Europe, «Caru» [Ηλεκτρονικό] Available: <https://www.aal-europe.eu/projects/caru/> [Πρόσβαση 7 3 2024]
- [27] AAL Europe, «Carelink» [Ηλεκτρονικό] Available: <https://www.aal-europe.eu/projects/carelink/> [Πρόσβαση 7 3 2024]
- [28] AAL Europe, «MedGUIDE» [Ηλεκτρονικό] Available: <https://www.aal-europe.eu/projects/medguide/> [Πρόσβαση 9 3 2024]
- [29] AAL Europe, «Memento» [Ηλεκτρονικό] Available: <https://www.aal-europe.eu/projects/memento/> [Πρόσβαση 9 3 2024]
- [30] AAL Europe, «2PCS» [Ηλεκτρονικό] Available: <https://www.aal-europe.eu/2pcs/> [Πρόσβαση 9 3 2024]
- [31] Eurostat, «Population structure and ageing» [Ηλεκτρονικό] Available: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Population_structure_and_ageing [Πρόσβαση 16 3 2024]
- [32] «Alzheimer Athens» [Ηλεκτρονικό] Available: <https://alzheimerathens.gr> [Πρόσβαση 16 3 2024]
- [33] «Creative Commons» [Ηλεκτρονικό] Available: <https://creativecommons.org> [Πρόσβαση 20 3 2024]

[34] «Arduino Guide» [Ηλεκτρονικό] Available:

<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction> [Πρόσβαση 20 3 2024]

[35] «BLE» [Ηλεκτρονικό] Available: <https://litum.com/what-is-ble-how-does-ble-work/>

[Πρόσβαση 21 3 2024]

