

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών *Εφαρμοσμένη Πληροφορική και
Τηλεϊατρική*

Μεταπτυχιακή Διατριβή



Συνδυασμός Φορητών/Κινητών και Σταθερών Αισθητήρων Για
Παρακολούθηση Ασθενών ή Ατόμων τα Οποία Χρήζουν
Παρακολούθησης

Ανθούλα Στυλιανού Χριστοδούλου

Επιβλέπων Καθηγητής
Δρ. Γούδας Θεοδόσης

Δεκέμβριος 2020

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών *Εφαρμοσμένη Πληροφορική και
Τηλεϊατρική*

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Συνδυασμός Φορητών/Κινητών και Σταθερών Αισθητήρων Για

Παρακολούθηση Ασθενών ή Ατόμων τα Οποία Χρήζουν

Παρακολούθησης

Ανθούλα Στυλιανού Χριστοδούλου

Επιβλέπων Καθηγητής

Δρ. Γούδας Θεοδόσης

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για απόκτηση μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών στην *Εφαρμοσμένη Πληροφορική και Τηλεϊατρική* από τη Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου.

Δεκέμβριος 2020

ΛΕΥΚΗ ΣΕΛΙΔΑ

Περίληψη

Οι χρόνιες ασθένειες αντιπροσωπεύουν το σημαντικότερο βάρος στον τομέα της υγείας σήμερα. Παραδείγματα αποτελούν η χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια, η καρδιακή ανεπάρκεια και μια σειρά νευρολογικών διαταραχών όπως η άνοια και το Άλτσχάιμερ. Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας οι χρόνιες ασθένειες είναι η κυριότερη αιτία «αναπηρίας» και ότι αν δεν την διαχειριστούμε σωστά θα γίνει το πιο ακριβό πρόβλημα για τα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης. Έτσι ένας από τους θεμελιώδους στόχους των κρατών είναι να εξασφαλίσει ότι οι χρόνιοι ασθενείς όπως και άλλα άτομα τα οποία χρειάζονται παρακολούθηση θα λαμβάνουν ποιοτική φροντίδα και περίθαλψη στο σπίτι όποτε αυτό είναι εφικτό. Η τεχνολογική ανάπτυξη του τομέα της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών σε συνδυασμό με την ανάπτυξη των αισθητήρων και τους αυτόματους έξυπνους αλγόριθμους καθιστά εφικτή, την διαρκή παρακολούθηση των φυσιολογικών και άλλων παραμέτρων υγείας προλαμβάνοντας επιπλοκές και πιθανές εισαγωγές στα νοσηλευτήρια εξοικονομώντας κόστη και ανθρώπινο δυναμικό.

Η παρούσα διατριβή αναφέρεται στην τηλεϊατρική, στο έξυπνο σπίτι και διερευνά το συνδυασμό των αισθητήρων καθώς και του υλικού και λογισμικού το οποίο είναι απαραίτητο για την παραγωγή και διάχυση των δεδομένων. Οι πληροφορίες αξιολογούνται άμεσα από τα κέντρα τηλεϊατρικής και τα τμήματα των επειγόντων περιστατικών. Επίσης γίνεται μια σύγκριση των ερευνών και παρουσίαση των έξυπνων συσκευών που υπάρχουν στο εμπόριο.

Summary

Chronic diseases represent the most important burden in the field of health today. Examples are chronic obstructive pulmonary disease, heart failure and a number of neurological disorders such as dementia and Alzheimer's. According to the World Health Organization, chronic diseases are the main cause of "disability" and if states do not manage it properly it will become the most expensive problem for health care systems. So one of the fundamental goals of states is to ensure that chronic patients as well as other people who need follow-up, receive quality care and home care whenever is possible. The technological development of the IT and telecommunications sector in combination with the development of sensors and automatic intelligent algorithms makes possible the continuous monitoring of physiological and other health parameters, preventing complications and possible admissions to hospitals, saving costs and human resources.

This dissertation refers to telemedicine, the smart home and explores the combination of sensors as well as the hardware and software that is necessary for the production and dissemination of data. Information is evaluated directly by telemedicine centres and emergency departments. There is also a comparison of research and presentation of smart devices on the market.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε όλους τους διδάσκοντες αυτού του προγράμματος για τη συνεχή στήριξη που μου έχουν δώσει τα τελευταία δυο χρόνια. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή Δρ. Θεοδόση Γούδα για τη κατανόηση και τη βοήθεια που μου πρόσφερε ώστε να ολοκληρωθεί η παρούσα διατριβή. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την υπομονή που έχουν επιδείξει καθ' όλη τη διάρκεια του προγράμματος ώστε να καταφέρω να φτάσω στο τέρμα.

Περιεχόμενα

Εισαγωγή.....	7
1.1 Σκοπός	10
1.2 Κίνητρο.....	10
1.3 Βασικοί Ορισμοί.....	11
1.3.1 Έξυπνο Σπίτι	11
1.3.2 Τηλεϊατρική	21
1.4 Δομή.....	25
Βιβλιογραφική Επισκόπηση.....	27
2.1 Ερευνητικό Υπόβαθρο	28
2.2 Πίνακας σχετικών ερευνών	43
2.3 Σύγκριση ερευνών	46
2.3.1 Αξιολόγηση δραστηριοτήτων ασθενών με γνωστική δυσλειτουργία	46
2.3.2 Ρομπότ	48
2.3.3 Σχόλια για τις Υπόλοιπες Έρευνες	51
Υλικό και Μέθοδος.....	54
3.1 Υλικό σύστημα.....	54
3.1.1 Μικροελεγκτής.....	54
3.1.2 Αισθητήρες	55
3.1.2 Βιοαισθητήρες	56
3.1.3 Δίκτυο αισθητήρων.....	56
3.1.4 Αισθητήρες και μοντέλα χρήσης	57
3.2 Το Λογισμικό Σύστημα.....	60
3.2.1 Αλγόριθμοι.....	61
3.3 Ροή των δεδομένων	66
3.4 Σύστημα παρακολούθησης ασθενών (PDMS)	68
3.2.4 Επικοινωνία των συστημάτων	70
3.3 Πρωτόκολλα Επικοινωνίας.....	71
3.4 Ασφάλεια.....	72
Συζήτηση	91
Επίλογος.....	95
Βιβλιογραφία	97

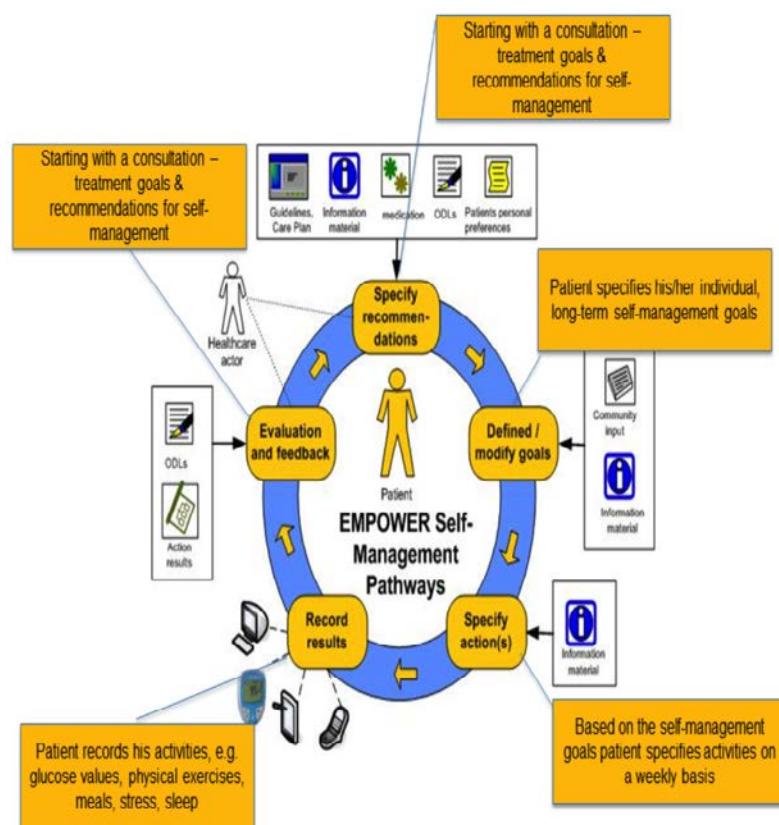
Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

Η αλματώδης ανάπτυξη της τεχνολογίας της πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών αναμφισβήτητα έδρασε και συνεχίζει να δρα καταλυτικά στο τομέα της υγείας, αυξάνοντας ολοένα και περισσότερο το μέσο όρο ζωής του ανθρώπου και έτσι οι ηλικιωμένοι αναμένεται να αυξηθούν κατά 20% μέχρι το 2050 (World Health Organization). Εξίσου σημαντική άνοδο, παρουσιάζουν και οι χρόνιες παθήσεις πχ οι ψυχικές διαταραχές, ο καρκίνος, ο σακχαρώδης διαβήτης η υπέρταση και οι καρδιακές που αποτελούν τη κύρια αιτία θνησιμότητας και την πρωταρχική αιτία εισαγωγών στο νοσοκομείο. Αποτελούν επίσης την πρώτη αιτία θανάτου για το 30% όλων των θανάτων παγκοσμίως και του 48% στην Ευρώπη (Bravo-Escobar *et al.*, 2017). Οι ασθένειες αυτές μπορεί επίσης να προκαλέσουν προσωρινή ή και μόνιμη ανικανότητα.

Οι χρόνιοι ασθενείς απαραίτητα πρέπει να επισκέπτονται συχνά τον ειδικό ιατρό τους και τα εκάστοτε νοσηλευτήρια για παρακολούθηση της εξέλιξης της πάθησης καθώς και της φαρμακευτικής αγωγής. Το γεγονός αυτό προκαλεί αύξηση του προσδόκιμου ζωής των ανθρώπων από τη μια αλλά προκαλεί ταυτόχρονα την έλλειψη ιατρικού /παραϊατρικού προσωπικού από την άλλη, αυξάνοντας τα κόστη παροχής υπηρεσιών υγείας.

Στα πλαίσια αυτά η Ευρωπαϊκή Ένωση προώθησε διάφορα έργα που αφορούν την ενδυνάμωση των ασθενών πετυχαίνοντας την αυτοδιαχείριση των διάφορων προβλημάτων τους στο σπίτι και ταυτόχρονα την αποσυμφόρηση των νοσηλευτηρίων και των γενικών συστημάτων υγείας.



Εικόνα 1. Πρόγραμμα Αυτοδιαχείρισης της ασθένειας. Πηγή: <http://www.empower-fp7.eu>.

Με στόχο την ανεξάρτητη διαβίωση των ατόμων, την διαχείριση των χρόνιων νοσημάτων, αλλά και την υποστήριξη της αποκατάστασης χρήζουν παρακολούθησης οι πιο κάτω παράμετροι:

- ✓ Δραστηριότητες της καθημερινής διαβίωσης
- ✓ Μεμονωμένες κινήσεις και πτώσεις
- ✓ Τοποθεσία. Εντοπισμός του ατόμου στο χώρο που βρίσκεται εντός και εκτός σπιτιού
- ✓ Πλάνο λήψης φαρμάκων
- ✓ Παραμέτρους υγείας για παράδειγμα ζωτικά σημεία (αρτηριακή πίεση, παλμός, θερμοκρασία, κορεσμός οξυγόνου στο αίμα) ηλεκτροκαρδιογράφημα

, επίπεδα σακχάρου στο αίμα, εγκεφαλογράφημα, ψυχική διάθεση του ατόμου κ.τ.λ.

Παρόλο ότι τα προβλήματα που ταλανίζουν την υγεία είναι διαχρονικά, παρουσίασαν αυξημένη ένταση τις τελευταίες δεκαετίες, λόγω της οικονομικής κρίσης. Η ανάγκη για εξεύρεση πιο οικονομικών λύσεων ώθησε τους ερευνητές, τους πολιτικούς και τους εμπόρους να ανακαλύψουν νέους τρόπους για τη παροχή φροντίδας. Η ραγδαία ανάπτυξη των τεχνολογιών της πληροφορικής και των επικοινωνιών, της τεχνητής νοημοσύνης και των έξυπνων αλγόριθμων, συνέβαλε σε μεγάλο βαθμό στην εξεύρεση νέων καινοτόμων λύσεων και άρχισε να κάνει δειλά την εμφάνιση του το διαδίκτυο των πράγματων το Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) και η τηλεϊατρική.

Το Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) αποτελεί το δίκτυο επικοινωνίας φυσικών συσκευών οι οποίες ενσωματώνουν ηλεκτρονικά μέσα, λογισμικό, αισθητήρες και συνδεσιμότητα σε ένα τοπικό δίκτυο ώστε να επιτρέπεται ανταλλαγή δεδομένων και παράλληλα παρέχει δυνατότητα σύνδεσης με το παγκόσμιο ιστό. Αυτό επιτρέπει τον έλεγχο των συσκευών από πολύ μακρινές αποστάσεις μέσω ενός έξυπνου τηλεφώνου ή ταμπλέτας (Talal *et al.*, 2019).

Το IoT έχει αναγνωριστεί για τη προσφορά του σε διάφορους τομείς για την επανάστασή του στη διαμόρφωση της σύγχρονης υγειονομικής περίθαλψης, δημιουργώντας φιλοδοξίες μεγάλου εύρους, συμπεριλαμβανομένων των τεχνολογικών, των οικονομικών καθώς και των κοινωνικών πτυχών που αφορούν την υγεία. Ως εκ τούτου, έχει γίνει προσπάθεια αποτελεσματικής παρακολούθησης των ασθενών με την χρήση αισθητήρων προτείνοντας λύσεις όπως ο έξυπνος θάλαμος, η έξυπνη πόλη και το έξυπνο σπίτι, εξασφαλίζοντας την εξοικονόμηση των πόρων αλλά και την αύξηση της άνεσης του ασθενή (Lin *et al.*, 2020).

Συνεπώς, η τηλεϊατρική αποτελεί μια νέα πρωτοπόρα μέθοδο, με την οποία παρέχεται η δυνατότητα πρόσβασης όλου του πληθυσμού στις υπηρεσίες υγείας, ακόμα και στους κατοίκους που διαμένουν στις πιο απομακρυσμένες περιοχές εξασφαλίζοντας τη συνέχιση και τη βελτίωση της υγειονομικής περίθαλψης

(Palozzi, *et al.*, 2017). Επιπλέον, είναι ένας νέος- τρόπος για τη άμεση και αποτελεσματική διαχείριση κρίσεων (π.χ. ατυχήματα, σεισμοί, πλημμύρες, πανδημίες) και τη διαχείριση ηλικιωμένων ασθενών ή ασθενών με χρόνια νοσήματα.

Ως εκ τούτου, στο παρόν στάδιο, γίνονται πολλές μελέτες για τις δυνατότητες που προσφέρουν διάφοροι αισθητήρες (σταθεροί και κινητοί) ο καθένας ξεχωριστά αλλά κυρίως σε συνδυασμό μεταξύ τους αφού όπως διαφαίνεται με το τρόπο αυτό, επιτυγχάνονται καλύτερα αποτελέσματα. Στη νέα αυτή τάση, η αναγνώριση μέσω ραδιοσυχνότητας (RFID), το ασύρματο δίκτυο αισθητήρων (WSN) και οι έξυπνες κινητές τεχνολογίες λαμβάνουν κυρίαρχη θέση (Catarinucci *et al.*, 2015).

1.1 Σκοπός

Σκοπός της διατριβής είναι να διερευνήσει τις διάφορες εφαρμογές των αισθητήρων φορετών κινητών / σταθερών και ευρύτερα της τεχνολογίας, οι οποίες χρησιμοποιούνται για παρακολούθηση ατόμων καθώς και πως μπορούν αυτές να συνδυαστούν ώστε να προσφέρουν τα μέγιστα δυνατά αποτελέσματα όσον αφορά την ποιοτική υγειονομική περίθαλψη και την ασφάλεια αυτών των ατόμων. Επιμέρους στόχοι είναι η ανεύρεση των ομάδων των οποίων χρήζουν παρακολούθησης καθώς και ποιοι παράμετροι υγείας πρέπει να παρακολουθούνται.

1.2 Κίνητρο

Η γήρανση του πληθυσμού, η αύξηση των χρόνιων ασθενών σε συνδυασμό με την οικονομική κρίση και την καταστροφή του περιβάλλοντος, αποτελούν τα μεγαλύτερα προβλήματα του πλανήτη. Ως εκ τούτου είναι ανάγκη μέσα από τις βέλτιστες πρακτικές να εξευρεθούν καινοτόμες και οικονομικές λύσεις οι οποίες εξασφαλίζουν την ποιότητα των υπηρεσιών υγείας και σέβονται το περιβάλλον (Stroetmann *et al.*, 2006). Η υγεία αποτελεί ύψιστο αγαθό για αυτό και τα κράτη διαθέτουν ένα μεγάλο κονδύλι για το σκοπό αυτό, γεγονός που ώθησε τις βιομηχανίες να επενδύσουν υπέρογκα ποσά στην ανάπτυξη των τεχνολογιών της

πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών. Έτσι δημιουργήθηκε μια ευρεία γκάμα από προϊόντα σταθερά και μη όπως οι κάμερες, τα μικρόφωνα φορητές ζώνες, μπλούζες, βραχιόλια κτλ. με βιοαισθητήρες που καταγράφουν τα ζωτικά σημεία των ατόμων, κινήσεις και άλλες σημαντικές παραμέτρους.

Από διάφορες μελέτες που έχουν γίνει ανά το παγκόσμιο, προκύπτει το συμπέρασμα ότι η συνεχής παρακολούθηση των ατόμων/ ασθενών στο σπίτι με τη χρήση αισθητήρων, ενσωματωμένων σε διάφορες συσκευές και τα ασύρματα δίκτυα, επιτρέπουν την καλύτερη διαχείριση των πόρων (νοσηλευτές, ιατροί, χρήματα κ.τ.λ.). Ταυτόχρονα εξασφαλίζει τόσο την ποιότητα φροντίδας (έγκαιρη και αποτελεσματική παρέμβαση) όσο και την άνεση του ασθενούς/ατόμου αφού θα βρίσκεται στο οικείο περιβάλλον του, εκτελώντας τις καθημερινές του δραστηριότητες (Barrettino *et al.*, 2020)

Η διερεύνηση των αποτελεσμάτων των ερευνών θα καθορίσει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των εφαρμογών αυτών, αναδεικνύοντας τη σημαντική προσφορά τους καθώς και πως ο συγκερασμός κάποιων εφαρμογών επιβάλλεται ανάλογα πάντα με τις ανάγκες του ατόμου/ ασθενή. Επίσης η όλη διατριβή φιλοδοξεί να βάλει το δικό της λιθαράκι γνώσης σε αυτό το πλαίσιο.

1.3 Βασικοί Ορισμοί

1.3.1 Έξυπνο Σπίτι

Η σύγχρονη κοινωνία και η ανθρώπινη συμπεριφορά έχουν αλλάξει δραματικά σε όλους του τομείς, ανάμεσα τους και η αντίληψη που έχει ο καθένας για το σπίτι που θα κατοικεί. Οι αυτοματισμοί έχουν κυριαρχήσει, επειδή εκτός από την άνεση προσφέρουν (λειτουργούν ακόμη και εξ αποστάσεως μέσω ενός έξυπνου τηλεφώνου) παράλληλα επιτυγχάνουν και σημαντική εξοικονόμηση πόρων, με σεβασμό πάντα προς το περιβάλλον.

Ως εκ τούτου, η κατασκευή και μετατροπή των συνηθισμένων σπιτιών σε έξυπνα σπίτια έχει δει τεράστια αύξηση τα τελευταία χρόνια. Αυτό μπορεί να αποδοθεί και σε τεχνολογίες όπως το Internet of Things, τους αισθητήρες, τα έξυπνα τηλέφωνα, τις έξυπνες συσκευές, και τους ψηφιακούς βοηθούς όπως είναι η Alexa της Amazon, η Cortana Microsoft κ.τ.λ.

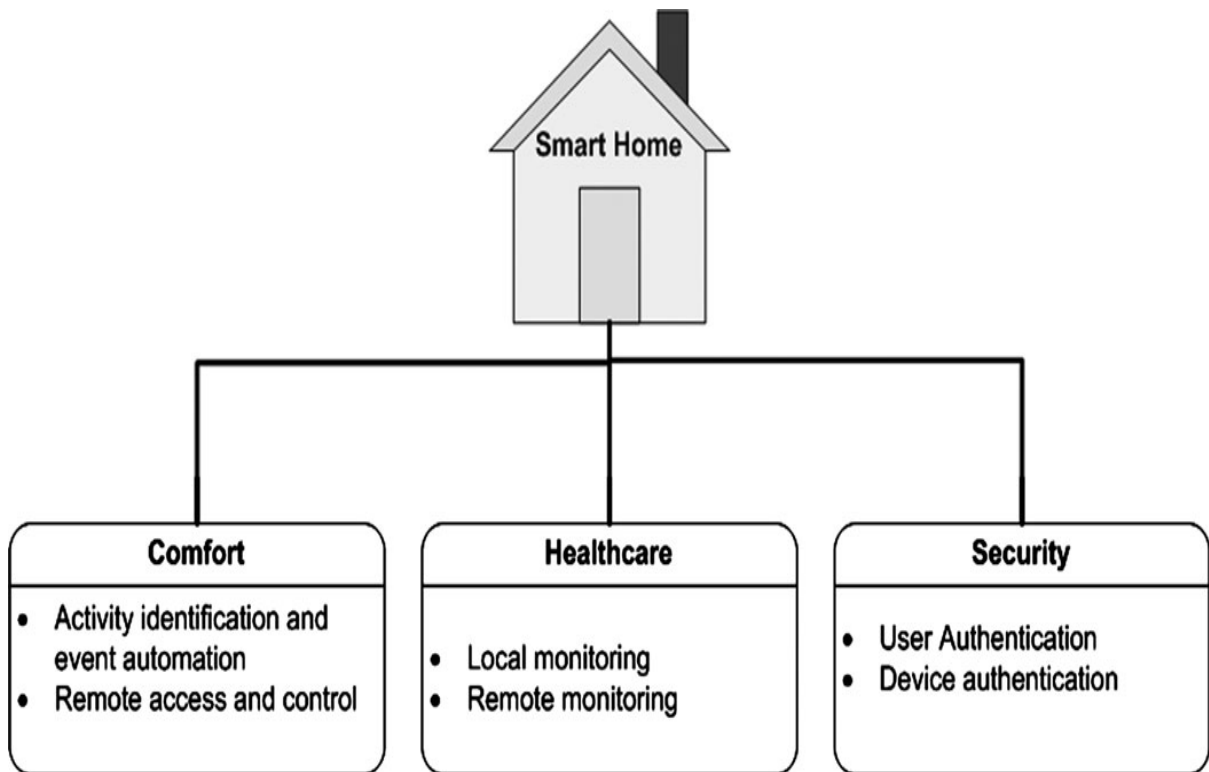
Το γεγονός αυτό αποτέλεσε επίκεντρο μελέτης από διάφορους ερευνητές ανά το παγκόσμιο, όχι μόνο για την άνεση και την οικονομία που μπορεί να προσφέρει αλλά και για τη πληθώρα δυνατοτήτων που μπορεί να έχει. Σύμφωνα με τους (Mtshali and Khubisa, 2019) ο σωστός σχεδιασμός και ανάπτυξη ενός τέτοιου σπιτιού βοηθά στην ανεξάρτητη διαβίωση των αναπήρων και ηλικιωμένων ατόμων. Για παράδειγμα, οι χρήστες μπορούν μέσω φωνητικών εντολών ή χειρονομιών προς τους ψηφιακούς βοηθούς να ανοίγουν και να κλείνουν ηλεκτρικές συσκευές καθώς επίσης να βλέπει και να μιλά με ένα άτομο που βρίσκεται στην εξώπορτα χωρίς να την ανοίξει μέσω έξυπνης κάμερας ασφαλείας όπως την Kasa, Cloud Cam της Amazon κ.τ.λ. Οι κάμερες αυτές έχουν αμφίδρομο ήχο και δύναται να συνδεθούν με την οθόνη της τηλεόρασης ή του υπολογιστή.



Εικόνα 2. σχεδιασμός έξυπνου σπιτιού (Mtshali and Khubisa, 2019)

Επιπρόσθετα, υπάρχει δυνατότητα ταυτοποίησης του χρήστη , αξιολόγησης των ζωτικών σημείων καθώς και άλλων σημαντικών παραμέτρων της υγείας του. Η μετάδοση των δεδομένων αυτών σε συνεχή ροή προς τους προσωπικούς γιατρούς ή στα κέντρα υγείας, επιτρέπει την πρόληψη ασθενειών και ατυχημάτων, την έγκαιρη διάγνωση και θεραπεία.

Στο πιο κάτω πίνακα παρουσιάζονται οι υπηρεσίες που μπορεί να προσφέρει ένα έξυπνο σπίτι στους ενοίκους του: άνεση , ασφάλεια και υπηρεσίες υγείας.



Εικόνα 3. Κατηγοριοποίηση έργων σε ένα έξυπνο σπίτι ανάλογα με τις προβλεπόμενες υπηρεσίες (Alam, Khusro and Naeem, 2018)

Ορισμός

Ένας πρώιμος ορισμός για το έξυπνο σπίτι δόθηκε από τον Lutolf σύμφωνα με τον οποίον, << Το έξυπνο σπίτι είναι λειτουργικό, παρέχει διάφορες υπηρεσίες χρησιμοποιώντας ένα κοινό σύστημα επικοινωνίας, εξασφαλίζοντας οικονομικούς πόρους και την άνεση των ενοίκων>> (Alam, Khusro and Naeem, 2018).

Ο Waleed, προχωρώντας πάρα πέρα, θεωρεί το έξυπνο σπίτι σαν ένα χώρο διαβίωσης όπου παρέχονται προηγμένες έξυπνες τεχνολογίες, οι οποίες ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις των χρηστών (Mtshali and Khubisa, 2019). Τέλος, ο L. Satpathy δίνει μια πιο πλήρη περιγραφή, υποστηρίζοντας ότι σε ένα έξυπνο σπίτι όλες οι μηχανικές και ψηφιακές συσκευές είναι διασυνδεδεμένες για να σχηματίσουν ένα δίκτυο, μέσα από το οποίο μπορούν να επικοινωνούν οι συσκευές μεταξύ τους και με το χρήστη, για να δημιουργήσουν ένα διαδραστικό χώρο.

Αισθητήρες σε Έξυπνο Σπίτι

Τα έξυπνα σπίτια περιλαμβάνουν διάφορων ειδών αισθητήρων που αφορούν την άνεση την ενεργειακή απόδοση και την ασφάλεια όπως για παράδειγμα είναι η ανίχνευση αερίου μαγειρέματος (γκάζι) καπνού ανίχνευση με αυτόματο κλείσιμο και θερμοκρασία νερού, θερμοκρασία δωματίου, επίπεδα υγρασίας κ. α

Ο άλλος τομέας αφορά πιο πολύ την υγεία των ατόμων, έτσι αφορούν την μέτρηση των ζωτικών σημείων και άλλων παραμέτρων όπως είναι τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα καθώς και τεχνολογίες υπενθύμισης λήψης θεραπευτικής αγωγής. Επιπρόσθετα, μπορούν τοποθετηθούν αισθητήρες για παρακολούθηση της δραστηριότητας, ανίχνευση πτώσης και αυτόματα συστήματα επειγόντων κλήσεων (Piau *et al.*, 2014).

Για την παρακολούθηση της δραστηριότητας μπορούν να χρησιμοποιηθούν ποικίλοι αισθητήρες (π.χ. πίεση αισθητήρες στο κρεβάτι ή στο πάτωμα, αισθητήρες υπερήχων

εντολές εντοπισμού), συστήματα ανίχνευσης και πρόληψης πτώσης (π.χ. όπως αυτόματο φωτισμό), τεχνολογίες υπενθύμισης / προτροπής (ήχου, βίντεο), παρακολούθηση ζωτικών σημείων και άλλων παραμέτρων (π.χ. βάρος, θερμοκρασία), παρακολούθηση BPSD (βίντεο, ήχος, υπέρυθροι αισθητήρες, μαγνητικοί διακόπτες).

Category	Name	Purpose
Sensor	Light	Measure intensity of light
	PIR	Identify user location
	Temperature	Measure room temperature and body temperature
	Pressure	Identify inhabitant location
	Switch sensor	Door open or close status detection
	RFID	Object and people identification
	Ultrasonic	Location tracking
	Current	Measure current usage
	Power	Calculate power usage
	Water	Measure volume of water usage
Physiological device	ECG	Pulse rate and variability
	PPG	Pulse rate and blood velocity
	Spirometer	Respiration rate, peak flow, inhale /exhale ratio
	Galvanic skin response	Sweating.
	Colorimeter	Pallor, throat inflammation
	pulse oximeter	Measure oxygen saturation of blood
	Sphygmomanometer	Blood-pressure measurement
	Weight	Measure patient weight
Multimedia device	Pulse meter	Monitor heart rate
	Camera	Monitoring and tracking
	Microphone	Voice command
	Speaker or headset	Announce alert and information
	Display (LCD, Plasma panel)	Show visual information

Εικόνα 4. αισθητήρες και σκοπό τον οποίο εξυπηρετούν

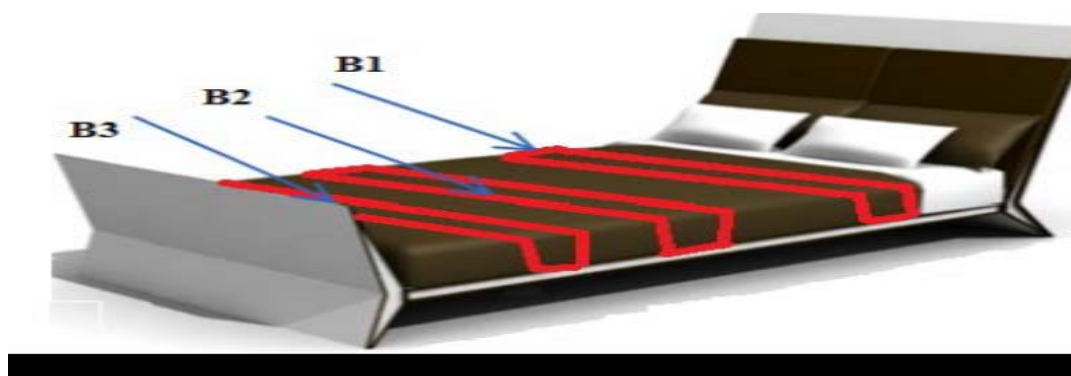
Πρόσφατα οι αισθητήρες περιβάλλοντος στο σπίτι έχουν χρησιμοποιηθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να παρακολουθούν τα άτομα επιτηδευμένα και διακριτικά. Η φύση και ο τύπος των αισθητήρων που χρησιμοποιούνται σε τέτοιες πλατφόρμες ποικίλουν. Για παράδειγμα ερευνητικές ομάδες πρότειναν βιντεοκάμερες και φορητούς αισθητήρες ως βιώσιμες επιλογές για το σκοπό αυτό. Οι βιντεοκάμερες οι οποίες είναι

εγκατεστημένες σε βασικές περιοχές του σπιτιού επιτρέπουν την αξιολόγηση των διαφόρων παραμέτρων βάρδισης και ανιχνεύουν τις πτώσεις. Ωστόσο, μια μεγάλη μερίδα ερευνητών πιστεύει ότι η βίντεο- παρακολούθηση αποτελεί παραβίαση του ιδιωτικού απόρρητου ακόμη και αν κάποια χαρακτηριστικά των δεδομένων αφαιρεθούν πριν την επεξεργασία των δεδομένων. Οι φορητοί αισθητήρες με RFID, UWB και WiFi) πχ σε μια ζώνη προϋποθέτει ότι τα άτομα θα πρέπει να θυμούνται να την φορούν συνεχώς, πράγμα σχεδόν αδύνατον για τους ηλικιωμένους ή και να τα αφαιρούν αν δεν νοιώθουν άνετα.

Ως εκ τούτου, οι (Arshad *et al.*, 2016) έχει προτείνει ένα ασύρματο δίκτυο φορητών αισθητήρων κίνησης και επαφής το οποίο μπορεί να ανιχνεύει ταυτόχρονα πολλές παραμέτρους σαν το πιο ιδανικό τρόπο όσον αφορά τους ηλικιωμένους και ο οποίος περιγράφεται αμέσως παρακάτω.

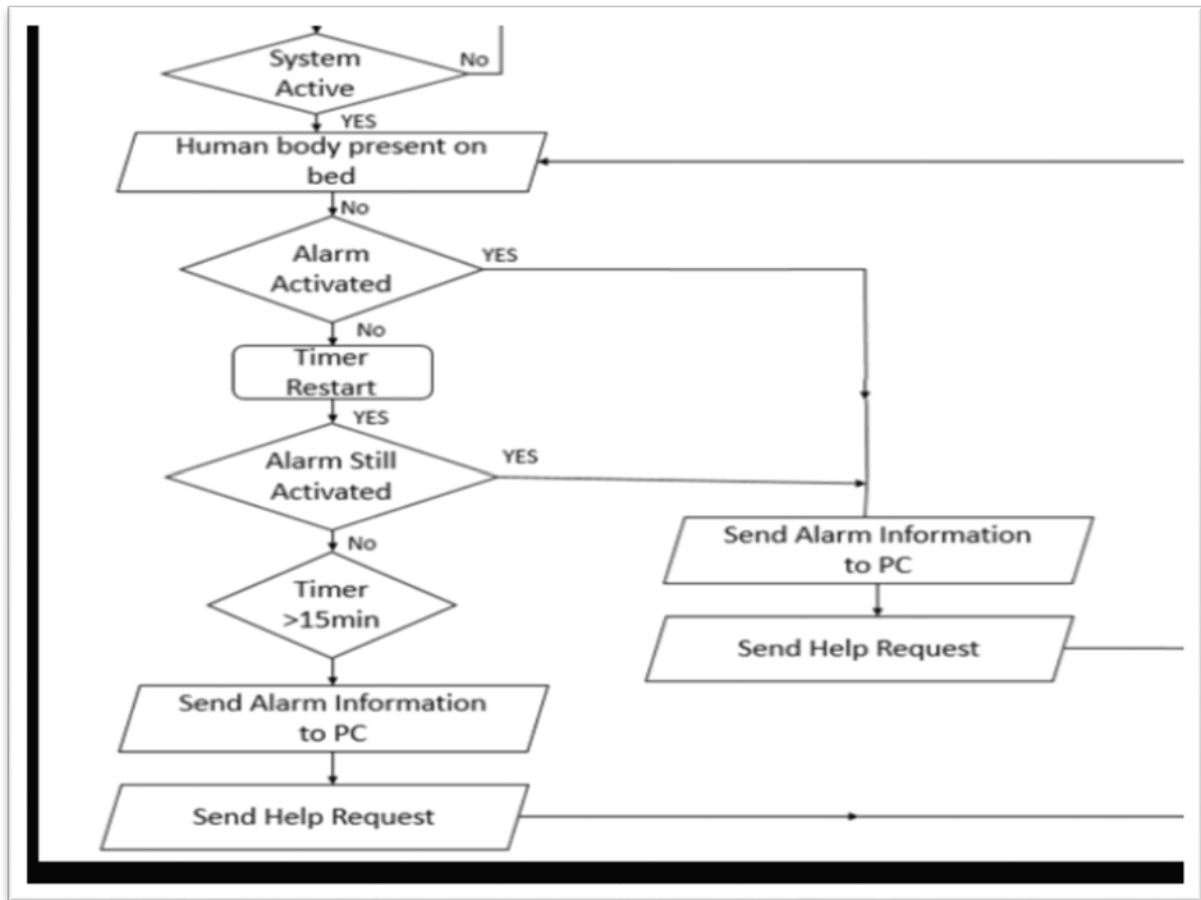
Υπνοδωμάτιο

Το κρεβάτι έχει ενσωματωμένους χωρητικούς αισθητήρες κάτω από τα κλινοσκεπάσματα και βρίσκονται στρατηγικά τοποθετημένοι σε τρεις ζώνες κεφάλι πλάτη και πόδια. Με αυτό το τρόπο ανιχνεύεται η κίνηση του ατόμου και συμπεραίνεται αν έχει ανήσυχο ύπνο η αλλαγή στη τακτική του ρουτίνα. Επίσης αφού το άτομο ξαπλώσει και ενεργοποιηθούν οι αισθητήρες, αν σηκωθεί για να πάει τουαλέτα ή να πιει νερό και δεν επιστρέψει μέσα στα επόμενα 15 λεπτά, τότε μέσω του μικροελεγκτή ενεργοποιείται το σήμα κινδύνου για να ενημερωθούν οι φροντιστές. (Arshad *et al.*, 2016).



Εικόνα 5. Οι τρεις ζώνες αισθητήρων (Arshad *et al.*, 2016)

Μπορούν επίσης να τοποθετηθούν αισθητήρες δαπέδου στην είσοδο της πόρτας του υπνοδωματίου για να διαπιστώνεται κατά πόσο το άτομο έχει βγει εκτός από αυτό. Μια άλλη εκδοχή είναι οι πυροηλεκτρικοί αισθητήρες υπέρυθρης κίνησης (MS16A, × 10.com) οι οποίοι τοποθετούνται σε ευθεία γραμμή σε απόσταση περίπου 60cm κατά μήκος του διαδρόμου και μπαίνουν σε λειτουργία κάθε φορά που ανιχνεύεται κίνηση (Austin *et al.*, 2016)



Εικόνα 6. Διάγραμμα ροής των αισθητήρων του κρεβατιού (Arshad *et al.*, 2016)

Θερμοκρασία

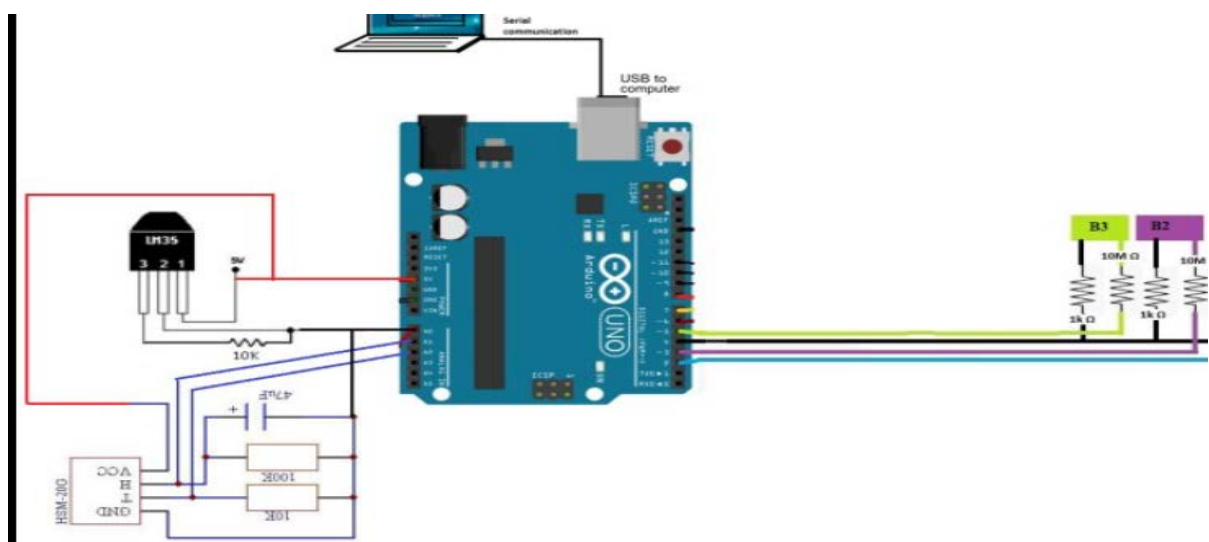
Η θερμοκρασία επίσης αποτελεί ζωτική παράμετρο μέτρησης για τους ηλικιωμένους ειδικά για το καλοκαίρι που οι ψηλές θερμοκρασίες του καταστούν πιο ευάλωτους. Η ιδανική θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι μεταξύ 21- 24 C. Για το σκοπό αυτό προτείνεται ένα αισθητήρας LM35 ο οποίος είναι σχεδιασμένος να παράγει τάση εξόδου η οποία είναι γραμμική, ανάλογα μετρούμενη θερμοκρασία του Celus. Ο

αισθητήρας λειτουργεί με 4-30 Βολτ και μπορεί να ανιχνεύσει θερμοκρασία από -55 ως και 150 βαθμούς Κελσίου.

Απαιτούνται δε, ελάχιστοι υπολογισμοί και αλλαγές για μετατροπή της τάσης σε βαθμούς Κελσίου. Το LM35 κάνει μεγαλύτερη τάση εξόδου από τα θερμοστοιχεία και έτσι δεν χρειάζεται πρόσθετα κυκλώματα για την ενίσχυση της τάσης ή βαθμονόμηση για να διατηρηθεί σταθερή η ακρίβεια.

Υγρασία

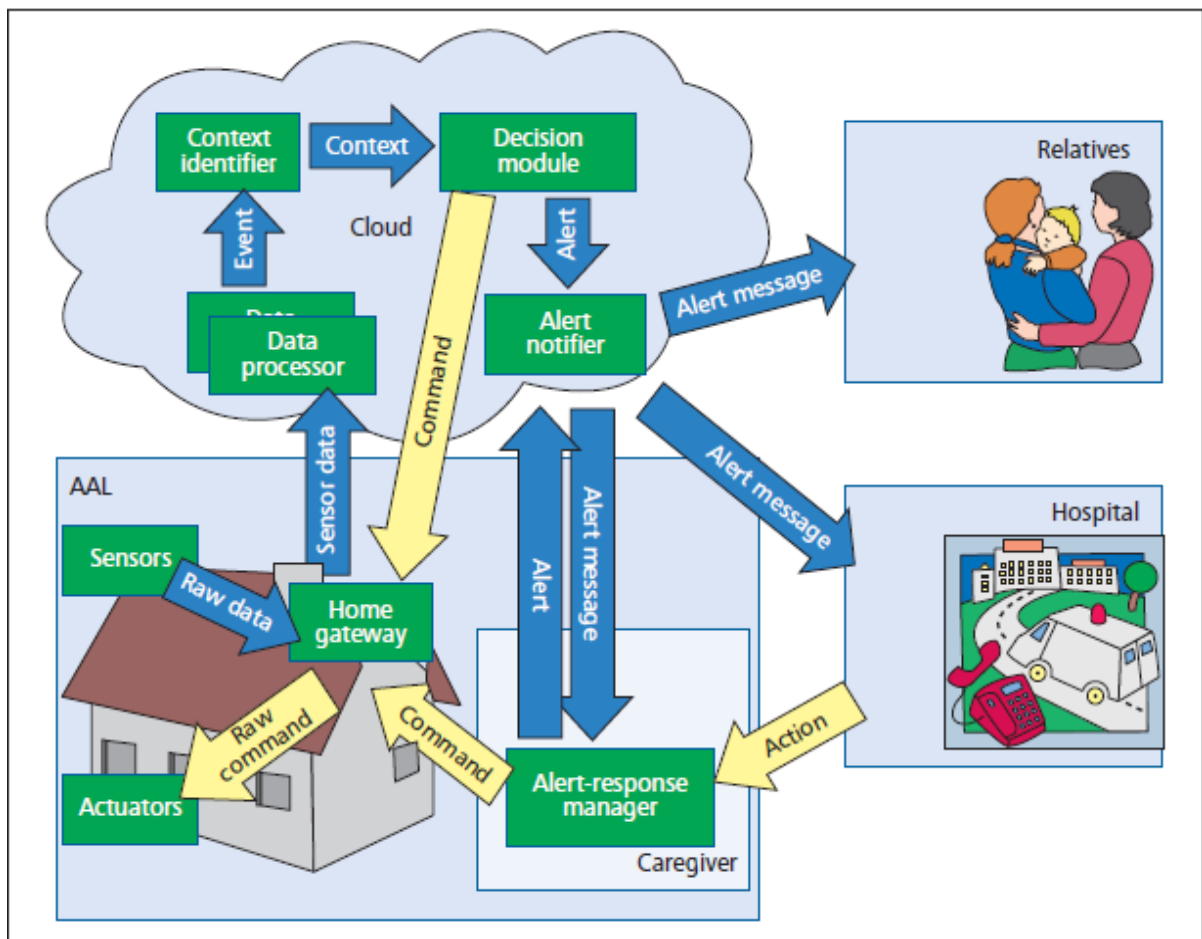
Τα επίπεδα υγρασίας το καλοκαίρι, αποτελούν ένα ακόμα ανησυχητικό παράγοντα ειδικά στους ηλικιωμένους. Για το σκοπό αυτό επιλέχθηκε ένας αισθητήρας HSM-20G ο οποίος μεταξύ άλλων μετρά το ποσοστό υγρασίας στον αέρα για συγκεκριμένη θερμοκρασία. Ο HSM-20G λειτουργεί με 0,2 ως 5 Βολτ τροφοδοσίας DC και αντλεί περίπου 2 mA από το ρεύμα.



Εικόνα 7. Ολοκληρωμένο διάγραμμα κυκλώματος με MCU πηγή (Arshad *et al.*, 2016)

Η χρήση του μικροελεγκτή θεωρείται ιδανική γιατί μπορεί να προστεθούν σε αυτόν και άλλοι αισθητήρες χωρίς πρόβλημα, αφού ο κάθε ένας τοποθετείται σαν καρφίτσα και λειτουργεί ανεξάρτητα.

Μια πιο ολοκληρωμένη προσέγγιση για ένα σύγχρονο έξυπνο σπίτι προτείνεται από τον (Hossain, 2016). Το σύστημα υποβοηθούμενης διαβίωσης καθημερινών δραστηριοτήτων περιλαμβάνει αισθητήρες ενεργοποιητές, πύλη εισόδου -εξόδου και επεξεργαστή δεδομένων. Η επεξεργασία δεδομένων γίνεται στο υπολογιστικό νέφος, όπου επίσης λαμβάνονται οι ανάλογες αποφάσεις και στέλνονται ειδοποιήσεις εγρήγορσης προς τους συγγενείς τους φροντιστές και τα νοσοκομεία.



Εικόνα 8. ανεξάρτητη διαβίωση. πηγή: (Hossain, 2016)

1.3.2 Τηλεϊατρική

Η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας των επιστημών της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών ώθησαν την δημιουργία διάφορων εργαλείων και συστημάτων υποστήριξης των χρόνιων πασχόντων, ατόμων με προβλήματα κινητικότητας καθώς και των ηλικιωμένων, ώστε να παρακολουθείται η υγεία τους και να μπορούν ταυτόχρονα να εκτελούν με ασφάλεια τις καθημερινές τους δραστηριότητες.

Ένα τέτοιο εργαλείο αποτελούν και οι έξυπνοι αισθητήρες αφού αποδείχθηκαν αποτελεσματικοί στη χρήση τους και αξιόπιστοι για προληπτικές, μετεγχειρητικές και αποκατάσταση μεθόδους, όσον αφορά τη παρακολούθηση των λειτουργιών της καρδιάς, του πνεύμονα, των αγγείων, του ενδοκρινολογικού και νευρολογικού συστήματος (Geoff Appelboom *et al.*, 2014)

Οι έξυπνοι αισθητήρες σε συνεργία με διάφορες συσκευές και εφαρμογές επιτρέπουν την παρακολούθηση και μετάδοση των μεταβλητών είτε με τη χρήση προσωπικής συσκευής πχ ταμπλέτας δίπλα από το κρεβάτι του ασθενή και ενός PDMS στα νοσοκομεία και ενός ιστότοπου για αποθήκευση στο διαδίκτυο. Στο σπίτι, συνήθως η παρακολούθηση επιτυγχάνεται μέσω μιας ταμπλέτας ή ενός έξυπνου τηλεφώνου, όπου μέσω των διάφορων εφαρμογών επεξεργάζονται, αξιολογούνται και αποθηκεύονται, ενώ μπορούν ταυτόχρονα και να μεταφέρονται μέσω του διαδικτύου για άμεση αξιολόγηση από το κέντρο τηλεϊατρικής (Kalid *et al.*, 2018)

Επίσης οι πολίτες που χρειάζονται συνεχή παρακολούθηση, θα μπορούν να διατηρούν επαφή με το δικό τους γιατρό ή κέντρο υγείας όπου και αν βρίσκονται στην Ευρώπη και τελικά σε άλλες χώρες με συμβατά ή διαλειτουργικά προϊόντα . Γενικά τα οφέλη που προκύπτουν είναι τα πιο κάτω:

Πλεονεκτήματα και οφέλη της τηλεϊατρικής Πλεονεκτήματα και οφέλη της τηλεϊατρικής

- Εξοικονόμηση χρόνου και χρήματος που προκύπτει από τη μεταφορά του ασθενή ή του εξειδικευμένου ιατρικού προσωπικού.

- Εξυπηρέτηση ατόμων που έχουν δύσκολη έως και αδύνατη πρόσβαση στις υπηρεσίες υγείας όπως είναι τα ακριτικά νησιά και οι ηλικιωμένοι με αποτέλεσμα να παύει η ανισότητα στη πρόσβαση των υπηρεσιών υγείας
- Υπάρχει δυνατότητα άμεσης επικοινωνίας ιατρών που βρίσκονται σε αγροτικά κέντρα με άλλους επαγγελματίες υγείας για ανταλλαγή απόψεων και γρήγορη λήψη αποφάσεων που αφορούν την διάγνωση και τη θεραπευτική αγωγή, χάρη στη μεταφορά ιατρικών εικόνων και την εύκολη πρόσβαση στον ιατρικό φάκελο (Austin, 1982).
- αυξάνεται η ικανοποίηση των ασθενών καθώς και η ποιότητα και η αποτελεσματικότητα στη παροχή υγειονομικής περίθαλψης (Purcell, McInnes and Halcomb, 2014)
- διευκολύνει την έρευνα και τη τηλεεκπαίδευση των λειτουργών υγείας (Hailey, Roine and Ohinmaa, 2002).
- Υπάρχει δυνατότητα οι πολίτες που χρειάζονται συνεχή έλεγχο να διατηρούν επαφή με το γιατρό τους, όπου και αν βρίσκονται στην Ευρώπη ή και οποιοσδήποτε άλλες χώρες στο κόσμο που έχουν συμβατά ή διαλειτουργικά συστήματα
- Υπάρχει δυνατότητα καλύτερης αντιμετώπισης μιας μαζικής καταστροφής. Για παράδειγμα, τα άρτια εξοπλισμένα ασθενοφόρα μπορούν να επισπευσθούν στη σκηνή και να συνδεθούν μέσω δορυφόρου με ιατρικά κέντρα τα οποία βρίσκονται χιλιάδες μίλια μακριά. Οι ειδικευμένοι γιατροί των κέντρων αυτών μπορούν στη συνέχεια να καθοδηγήσουν άμεσα το τοπικό ιατρικό προσωπικό για την καλύτερη δυνατή ενέργεια, σώζοντας ζωές
- Είναι χρήσιμη για την λειτουργία μονάδων τουρισμού υγείας

- Κατ' οικον. νοσηλεία σε χρόνιους ασθενείς με παράλληλη χρήση έξυπνων συσκευών
- Επιπλέον, είναι ένας νέος- τρόπος για τη άμεση και αποτελεσματική διαχείριση κρίσεων (π.χ. ατυχήματα, σεισμοί, πλημμύρες, πανδημίες) και τη διαχείριση ηλικιωμένων ασθενών ή ασθενών με χρόνια νοσήματα.

Μειονεκτήματα Τηλεϊατρικής

- Δεν υπάρχει προσωπική επαφή γιατρού ασθενή
- Δεν υπάρχει διασφάλιση προσωπικών δεδομένων του ασθενούς και των επαγγελματικών δικαιωμάτων και ευθυνών του νοσηλευτικού προσωπικού λόγω έλλειψης νομοθετικού πλαισίου
- Η περίπτωση όπου οι ιατροί δεν είναι ικανοί ή δεν έχουν αυτοπεποίθηση με αποτέλεσμα να υποστεί βλάβη ο ασθενής

Εμπόδια -Προβλήματα

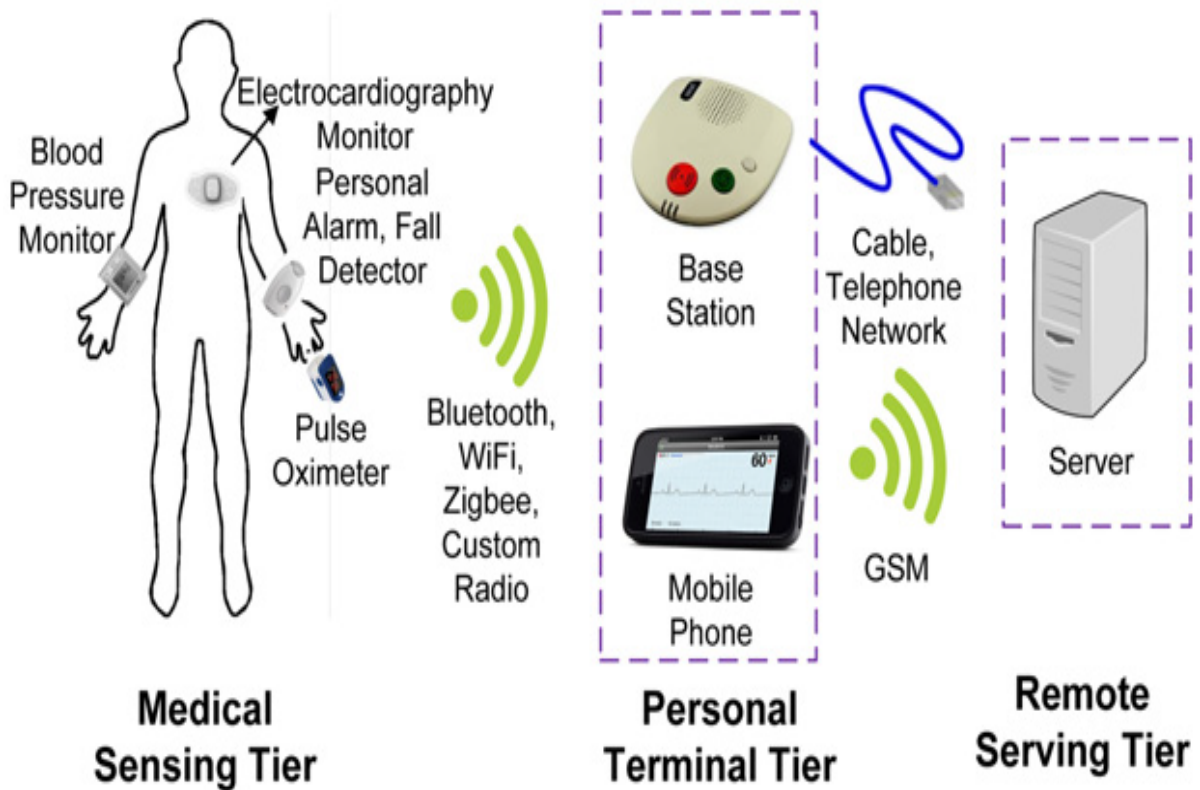
Τα εμπόδια και προβλήματα που προκύπτουν για την τηλεϊατρική είναι ταυτόσημα με αυτά που προκύπτουν για την ηλεκτρονική υγεία όπως

- Η ανάπτυξη της ηλεκτρονικής υγείας ποικίλλει από κράτος σε κράτος γι' αυτό και παρουσιάζονται συχνά προβλήματα συμβατότητας ή και διαλειτουργικότητας
- Οι πεποιθήσεις, οι γνώσεις και γενικά η κουλτούρα των επαγγελματιών υγείας είναι διαφορετικές και αυτό δυσχεραίνει την ανάπτυξη της ηλεκτρονικής υγείας
- Μειωμένοι πόροι
- Έλλειψη γνώσης και εκπαίδευσης

Λειτουργία τηλεφροντίδας μέσω αισθητήρων

Κατά την (Wang *et al.*, 2015) το σύστημα τηλεφροντίδας έχει τρεις βαθμίδες το ιατρικό επίπεδο ανίχνευσης, η προσωπική τερματική βαθμίδα , και τέλος ένα απομακρυσμένο κέντρο εξυπηρέτησης. Η Ιατρική βαθμίδα αποτελείται από ένα ή περισσότερους ιατρικούς κόμβους αισθητήρων οι οποίοι φοριούνται στο σώμα, έχουν περιορισμένη υπολογιστική ισχύ, εργάζονται με μπαταρία και συλλέγουν φυσιολογικά σήματα. Επίσης μεταδίδουν προειδοποιητικά σήματα κινδύνου. Στο δεύτερο τομέα, βρίσκεται η προσωπική βαθμίδα η οποία αποτελεί ένας σταθμός βάσης που βρίσκεται συνήθως στο σπίτι και μπορεί να είναι για παράδειγμα, ένα έξυπνο τηλέφωνο ή ταμπλέτα. Λειτουργεί ως μια διεπαφή αλληλεπίδρασης ανθρώπου - υπολογιστή αφού εκτός από την αναμετάδοση των δεδομένων προς το απομακρυσμένο κέντρο παρέχει επίσης ταυτόχρονα να αποθηκεύει και να παρέχει πληροφορίες προς το χρήστη μέσω της οθόνης του. Τέλος η τρίτη βαθμίδα αφορά το απομακρυσμένο κέντρο στο οποίο στέλνονται τα δεδομένα για αξιολόγηση καθώς και την διαχείριση των επειγόντων κλήσεων που προκύπτουν από αυτά.

Στο παρακάτω πίνακα σχεδιάγραμμα παρατηρείται η μετάδοση των σημάτων των αισθητήρων μέσω πρωτοκόλλων επικοινωνίας σε αυτές τις τρεις βαθμίδες.



Εικόνα 9. Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (Wireless Sensor Network, WSN)
 Η αρχιτεκτονική ενός φορητού συστήματος τηλεφροντίδας (Wang *et al.*, 2015)

1.4 Δομή

Η δομή της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής έχει ως εξής:

Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή

Στο πρώτο κεφάλαιο περιγράφεται η αύξηση της γήρανσης του πληθυσμού και τα προβλήματα υγείας των πολιτών σε όλο το κόσμο και στο κοινωνικοοικονομικό αντίκτυπο που αυτά προβάλλουν. Αναφέρει επίσης στην ενδυνάμωση των ατόμων σαν μέτρο στήριξης, ώστε αυτά να παραμείνουν το κατά δύναμη ανεξάρτητα στο οικείο τους περιβάλλον. Για την επίτευξη του στόχου αυτού, καταγράφονται και οι παράμετροι υγείας που πρέπει να παρακολουθούνται. Στη συνέχεια επεξηγούνται αναλυτικά οι βασικοί όροι της τηλεϊατρικής και του έξυπνου σπιτιού.

Κεφάλαιο 2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Στο κεφάλαιο 2 γίνεται μια εκτενής βιβλιογραφική ανασκόπηση γύρω από τους συνδυασμούς αισθητήρων και των εφαρμογών που στόχο έχουν την αξιολόγηση των παραμέτρων υγείας που αναφέρθηκαν πιο πάνω. Εδώ καταγράφονται επίσης τα αποτελέσματα των σχετικών ερευνών σε μορφή πίνακα και ακολουθεί η σύγκριση μεταξύ των ερευνών με τη μέθοδο swot.

Κεφάλαιο 3. Υλικό και Μέθοδος

Εδώ το υλικό και το λογισμικό το οποίο χρησιμοποίησαν οι ερευνητές και που η συγγραφέας θεώρησε ότι δεν είναι ευρέως γνωστά. Αναφέρονται οι μικροελεγκτές, οι αισθητήρες και οι βιοαισθητήρες η κάμερα Kinect v2

Επιπρόσθετα αναφέρονται τα πρωτόκολλα επικοινωνίας ,οι έξυπνοι αλγόριθμοι και η τεχνητή νοημοσύνη. Τέλος γίνεται μια αναπαράσταση της ροής των δεδομένων στα πλαίσια ενός έξυπνου σπιτιού.

Κεφάλαιο 4. Ασύρματες Συσκευές

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται έξυπνες συσκευές οι οποίες κυκλοφορούν στο εμπόριο

Κεφάλαιο 5.

Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται μια συζήτηση γύρω από τους αισθητήρες, τις δυνατότητες και τις αδυναμίες τους όπως εντοπίστηκαν μέσα από τις έρευνες από τη συγγραφέα.

Κεφάλαιο 6. επίλογος

Στο τελευταίο κεφάλαιο γράφεται ο επίλογος και οι μελλοντικές εισηγήσεις για έρευνα.

Κεφάλαιο

2

Βιβλιογραφική Επισκόπηση

Η αναγνώριση της ανθρώπινης δραστηριότητας, η ανάλυση της ανθρώπινης συμπεριφοράς καθώς και η αλληλεπίδραση ανθρώπου – υπολογιστή αποτελεί ένα σημαντικό τομέα που αφορά τον τομέα της έρευνας (Lisetti *et al.*, 2003). Για το σκοπό γίνεται χρήση διάφορων αισθητήρων και έχουν αναπτυχθεί έξυπνοι αλγόριθμοι με στόχο τη επεξεργασία των δεδομένων που προκύπτουν ώστε να

αναγνωρίζονται πληθώρα δραστηριοτήτων, από τις πιο απλές έως και τις πιο πολύπλοκες. Με τη βοήθεια της τεχνολογίας αναπτύχθηκαν έξυπνες ιατρικές συσκευές, έξυπνα τηλέφωνα και ρολόγια τα οποία ενσωματώνουν αισθητήρες όπως επιταχυνσιόμετρα γυροσκόπια, GPS κ.ά. με στόχο τη καταγραφή της φυσικής κατάστασης του ατόμου αλλά μπορούν επίσης σε συνδυασμό με άλλους αισθητήρες και εφαρμογές, να επιληφθούν πιο εξειδικευμένα ζητήματα.

Ιδιαίτερα σημαντική είναι η παρακολούθηση ευάλωτων και ηλικιωμένων πολιτών αφού μπορεί να βοηθήσει στον εντοπισμό τους καθώς και έγκαιρη διάγνωση σοβαρών ασθενειών ή ατυχημάτων. Επίσης η διασύνδεση με το διαδίκτυο επιτρέπει και την άμεση ενημέρωση (γιατρού, φροντιστή, συγγενή) και παροχή βοήθειας και φροντίδας.

2.1 Ερευνητικό Υπόβαθρο

Πρόσφατα οι νέες τεχνολογίες έχουν χρησιμοποιηθεί στην παρακολούθηση της ψυχικής υγείας και ειδικότερα έχουν δοκιμαστεί για την βελτίωση των αποτελεσμάτων στις διπολικές διαταραχές μιας και υπάρχει υψηλή νοσηρότητα στο γενικό πληθυσμό. Το νοσοκομείο Clínic της Βαρκελώνης έγινε μια τέτοια έρευνα, η οποία περιλάμβανε ασθενείς άνω των 18 χρόνων στους οποίους δόθηκε ένα έξυπνο τηλέφωνο με προεγκατεστημένη την εφαρμογή SIMPLe 1.0 βασισμένη σε ψυχιατρικά πρωτόκολλα. Οι χρήστες απαντούσα καθημερινά σε ένα ερωτηματολόγιο και σε ένα εβδομαδιαίο. Με την βοήθεια ενός κινούμενου γραφικού interface αξιολογείτο μέσα σε μερικά δευτερόλεπτα η διάθεση του ατόμου, η ενέργεια, ο χρόνος ύπνου, η ευερεθιστότητα και η ιατρική προσκόλληση. Ένας αλγόριθμος βοήθησε ώστε να εντοπιστεί πιθανή αλλαγή στη διάθεση σε σχέση με τη προηγούμενη. Αν δεν έβρισκε αλλαγή έστελνε εξατομικευμένα ψυχο-εκπαιδευτικά μηνύματα, αν πάλι έβρισκε αλλαγές, τότε ζητούσε από το χρήστη να απαντήσει σε ένα νέο ερωτηματολόγιο βάση των κριτηρίων DSM-5 για μανία, κατάθλιψη καθώς και για χρήση ουσιών ή αυτοκτονία. Αν υπήρχε πρόβλημα τότε το

λογισμικό ενημέρωνε άμεσα την ομάδα ιατρικής φροντίδας μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου για να παρέμβει (Hidalgo-Mazzei *et al.*, 2015).

Σε μια άλλη μελέτη παρουσιάστηκε το έξυπνο ρολόι Samsung gear 2 με την εφαρμογή focus το οποίο προτείνεται για ενήλικες με ψυχικές παθήσεις όπως ADHD και ήπιες μορφές έλλειψης προσοχής μέσω δύο κύριων οδών: εργαλεία για προώθηση εκτεταμένης εστίασης και εργαλεία για μείωση του άγχους. Στο σχεδιασμό συμπεριλήφθηκε η τεχνική Pomodoro η οποία προτείνει 25 λεπτά αδιάλειπτης εργασίας και ενδιάμεσα 5 διαλλείματα και η τεχνική του διαλογισμού για τη διαχείριση του άγχους. Για τη λειτουργία αυτή ενεργοποιείτο το χρονόμετρο και με οπτική καθοδήγηση καθοδηγείτο ο χρήστης πως να ρυθμίσει το μοτίβο αναπνοής από βαθύ διαλογισμό και αντίστροφα καθ' όλη τη διάρκεια της σύνδεσης. Όταν τελείωνε η συνεδρία εμφανίζεται ο μέσος όρος του καρδιακού ρυθμού που είχε ο χρήστης πριν και μετά τη συνεδρία ώστε να διαφανεί η αποτελεσματικότητα αλλά ταυτόχρονα να δοθεί και κίνητρο στο χρήστη (Dibia, 2016).

Αναγνωρίζοντας την ανάγκη για εξ αποστάσεως παρακολούθηση της υγείας, η Ευρωπαϊκή ένωση χρηματοδότησε διάφορα προγράμματα ανάμεσα του και το IST. Στην έρευνα του γίνεται χρήση μιας φορητής συσκευής τύπου ρολογιού της εταιρείας AMON στην οποία ενσωματώνεται επιταχυνσιόμετρο, φωτοπληθυσμογραφικός αισθητήρας και αισθητήρας Murata (Geoff Appelboom1 *et al.*, 2014) Η προηγμένη παρακολούθηση μέσω του ρολογιού αυτού περιλαμβάνει τη συλλογή και αξιολόγηση όλων των ζωτικών σημείων και άλλων ιατρικών παραμέτρων ανάλυση καρδιογραφήματος και δύναται να ανιχνεύσει θανατηφόρες καρδιακές και αναπνευστικές αλλαγές. Η μετάδοση των δεδομένων γίνεται άμεσα στο κέντρο τηλεϊατρικής, μέσω GSM. (Anliker *et al.*, 2004)



Εικόνα 10. AMON

Στην μετανάλυση τους οι (Purcell, McInnes and Halcomb, 2014) παρουσιάζουν τα ευρήματα τους τα οποία υποδηλώνουν ότι η τηλεπαρακολούθηση μπορεί να συμβάλει σημαντικά στη μείωση της αρτηριακής πίεσης, στη μείωση των επιπλοκών που προκύπτουν από τη καρδιακή ανεπάρκεια και της συχνότητας εισαγωγής στο νοσοκομείο για νοσηλεία, καθώς και στη μείωση της θνησιμότητας.

Παρόμοια ευρήματα αναφέρουν οι (Pedone *et al.*, 2013) σε μια τυχαία δοκιμή διάρκειας 9 μηνών σε 99 ασθενείς άνω των 65 ετών, με χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια δεύτερου και τρίτου σταδίου. Με τη χρήση ενός έξυπνου βραχιολιού, σύνδεση Bluetooth και κυτταρική σύνδεση τηλεφώνου παρακολουθείτο ο κορεσμός του οξυγόνου ο καρδιακός ρυθμός η θερμοκρασία του σώματος και η σωματική δραστηριότητα. Οι ασθενείς αυτοί παρουσίασαν χαμηλότερο ρυθμό παροξύνσεων (28% έναντι 42%) και ανάγκη για νοσηλεία (13% έναντι 20%) από τους ασθενείς που χρησιμοποίησαν το πρότυπο μοντέλο περίθαλψης.

Διάφορες μελέτες έχουν δείξει την μείωση της καρδιακής θνησιμότητας με τη χρήση προγραμμάτων αποκατάστασης. Σε ένα τέτοιο δίμηνο πρόγραμμα - κλινική δοκιμή που έλαβε χώρα στο νοσοκομείο Virgen de la Victoria στη Μαλάγα, περιλάμβανε 28 άνδρες μέσης ηλικίας 56,07 ετών μετά από επαναγγείωση ή αγγειοπλαστική με

τοποθέτηση στέντ και κλάσμα εξώθησης 40-55%. Η ομάδα ελέγχου έκανε σωματική άσκηση στο χώρο του νοσοκομείου υπό την επίβλεψη επαγγελματιών υγείας ενώ η πειραματική ομάδα έκανε χρήση βιομετρικών γιλέκων με κλωστοϋφαντουργικά ηλεκτρόδια και τα δεδομένα των μεταβλητών όπως θέση, θερμοκρασία, ηλεκτροκαρδιογράφημα μεταδίδοντα μέσω συσκευής NUUBO, τεχνολογία Bluetooth, έξυπνα κινητά τηλέφωνα με προεγκατεστημένη εφαρμογή και σύνδεση στο διαδίκτυο. Η έρευνα κατέδειξε τη σημαντικότητα της ασφαλούς προσφοράς κατ' οίκο προγραμμάτων αποκατάστασης (Bravo-Escobar *et al.*, 2017)

Σύμφωνα με τη Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας (ΠΟΥ) μια από τις πιο ανησυχητικές εκφυλιστικές χρόνιες παθήσεις παγκοσμίως είναι η νόσος του Alzheimer επειδή καταλαμβάνει ένα 41% σε σύγκριση με αγγειακή άνοια (32%), άνοια στη νόσο του Πάρκινσον (3%), Η διεθνής (ADI) εκτιμά ότι σε παγκόσμιο επίπεδο 35,6 εκατομμύρια οι άνθρωποι ζούσαν με άνοια το έτος 2010 και αναμένεται ότι ο αριθμός αυτός θα διπλασιαστεί κάθε 20 χρόνια, δηλαδή 65,7 εκατομμύρια το 2030 και 115,4 εκατομμύρια το 2050. Σύμφωνα με τους (Anderson *et al.*, 2020), η άνοια είναι μια προοδευτική ασθένεια που προσβάλλει τον εγκέφαλο μέχρι και 20 χρόνια πριν να γίνει εμφανής η κλινική παρακμή. Οι πάσχοντες αλλάζουν συμπεριφορά, αρχίζουν να χάνουν σιγά σιγά ολοένα και περισσότερο την μνήμη και την αυτονομία τους γεγονός που προκαλεί άγχος στους φροντιστές και την οικογένεια (Aloulou *et al.*, 2013). Για το λόγο αυτό, αναπτύχθηκαν διάφοροι τρόποι εντοπισμού ενός ατόμου το οποίο εξέρχεται από μια ασφαλή τοποθεσία χωρίς εποπτεία και ταυτόχρονα να εκπέμπει μια ειδοποίηση προειδοποίηση προς τους φροντιστές (Ramirez *et al.*, 2013)

Οι (Jimenez, Cordova and Gordon, 2018) προτείνουν μια συσκευή σχεδιασμένη με τέτοιο τρόπο ώστε οι ηλικιωμένοι να την συνδέουν ως ρολόι με στόχο τη ελεύθερη και άνετη ανάπτυξη των καθημερινών τους δραστηριοτήτων. Το σύστημα χρησιμοποιεί αισθητήρες χαμηλού κόστους για την παρακολούθηση ζωτικών σημείων που μεταβάλλονται σε άτομα που πάσχουν από τη νόσο. Για τη πίεση αίματος και παλμών χρησιμοποιήσαν ένα υψηλής ποιότητας βραχιόλι LCD και αισθητήρα APDS-9008, για την θερμοκρασία ένα ψηφιακό θερμομέτρο DS18B20 και για τη θέση μια μονάδα GPS NEO UBLOX η οποία έχει πυρήνα θέσης 50 καναλιών και εκτελεί αναζητήσεις παράλληλα σε χώρο και χρόνο μέσω δορυφόρων. Οι

πληροφορίες που συλλέγονται από τους αισθητήρες αποστέλλονται σε ένα διακομιστή δικτύου που εφαρμόζεται στα Linux Centos και μέσω WI-FI να αποκτηθεί σύνδεση με διάφορες τερματικές συσκευές. Το σύστημα δημιουργήθηκε στο πλαίσιο του EU FP7 προγράμματος “Dem@Care: Dementia Ambient.



Εικόνα 11. Πηγή:<https://www.voria.gr/article/>

Η δυσκολία εκτέλεσης πολύπλοκων δραστηριοτήτων (IADL), όπως είναι η προετοιμασία καφέ, αποτελεί σημείο του πρώιμου σταδίου της άνοιας Alzheimer (Crispim, Joumier and Bremond, 2012). Για τον έγκαιρο εντοπισμό αυτών των σημείων προτείνεται ο συνδυασμός της βιντεοκάμερας και της συσκευής Motion pad η οποία ενσωματώνει επιταχυνσιόμετρο και στερεώθηκε στο στήθος των συμμετεχόντων. Η έρευνα έλαβε χώρα στο κέντρο μνήμης του νοσοκομείου της Νίκαιας το οποίο ήταν εξοπλισμένο με οικιακές συσκευές με 9 συμμετέχοντες εκ των οποίων οι 4 ήταν υγιείς. Το πείραμα με τη χρήση μόνο της κάμερας κατέδειξε μέση ευαισθησία 77.23% και μέση ακρίβεια 57.65% ενώ ο συνδυασμός της βιντεοκάμερας και του Motion pad απέδωσε ευαισθησία 93.51% και μέση ακρίβεια

63.61% γεγονός που αποδεικνύει την βελτιωμένη προσέγγιση στην αναγνώριση των IADL.



Εικόνα 12. Αναγνώριση δραστηριοτήτων μέσα από το σύστημα πολυαισθητήρων. Το ορθογώνιο σχήμα εντοπίζει το άτομο στη σκηνή και οι μπλε κουκίδες αναφέρονται στη θέση που εντοπίστηκε το άτομο προηγουμένως. Πηγή: (Crispim, Jomier and Bremond, 2012)

Ιατρικές μελέτες που πραγματοποιήθηκαν σε άτομα με νόσο του Αλτσχάιμερ έδειξαν ότι η εγωκεντρική κάμερα μπορεί να δώσει πιο ακριβή εικόνα στους κλινικούς για τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι ασθενείς κατά την εκτέλεση των δραστηριοτήτων της καθημερινής ζωής (ADLs), όπως είναι το μαγείρεμα και η υπογραφή επιταγής.

Επιπλέον, επιτρέπει συγκριτικά με τις κάμερες περιβάλλοντος τη συλλογή περισσότερων στοιχείων που σχετίζονται με τα ADL.

Στη μελέτη των (Meditkos *et al.*, 2018) το δείγμα αποτελείτο από 26 πάσχοντες από τη νόσο του Alzheimer το οποίο έφερε στο δεξί ώμο κάμερα GoPro και ένα φορητό βραχιόλι στον αριστερό βραχίονα, το οποίο ενσωμάτωνε επιταχυνσιόμετρο DTI (Philips®). Καταγράφηκαν 48 συνεδρίες με μέσο χρόνο εγγραφής τα 15 λεπτά ενώ οι ασθενείς εκτελούσαν 11 διαφορετικές δραστηριότητες. Η έρευνα κατέδειξε τη σημασία της πρώιμης σύντηξης δεδομένων που προκύπτουν από τη ταυτόχρονη χρήση του επιταχυνσιόμετρου και της εγωκεντρικής κάμερας.



Εικόνα 13. Αναγνώριση δραστηριότητας με τη χρήση εγωκεντρικής κάμερας. Πηγή (Meditkos *et al.*, 2018)

Σύμφωνα με τους (Geoff Appelboom1 *et al.*, 2014) η παρακολούθηση στο σπίτι βελτιώνει τη ποιότητα περίθαλψης καθώς συντείνει σε διάφορες καταστάσεις, όπως στη διατήρηση υγιεινού τρόπου ζωής και στη μεταβατική αποκατάσταση των

ασθενών από το νοσοκομείο στο σπίτι. Για παράδειγμα, η πιο κάτω έρευνα, παρουσιάζει ένα σύστημα αυτοδιαχείρισης ηλικιωμένων ατόμων με κινητικά προβλήματα. Ο χρήστης ακολουθώντας τις οδηγίες του παιχνιδιού εκτελεί κάποιες ασκήσεις φυσιοθεραπείας μέχρι να το επιτύχει όσο το δυνατόν καλύτερα. Οι κινήσεις του εντοπίζονται μέσω του αισθητήρα Kinect V2 και μεταφέρονται στη μηχανή παιχνιδιών Unity 3D μέσω του API Kinect. Τα αποτελέσματα των ασκήσεων του παιχνιδιού συγκρίνονται με τα αποτελέσματα του χρήστη και βγαίνει ένας μέσος όρος. Τα αποτελέσματα καταγράφονται στην κονσόλα και μπορεί να αξιολογηθούν από τον φυσιοθεραπευτή (Codreanu, Florea and Mocanu, 2018).

Καθώς οι ηλικιωμένοι πάσχουν από πολλαπλές ασθένειες, υπάρχει αυξημένη κατανάλωση φαρμάκων και καμιά φορά ξεχνούν να πάρουν τα φάρμακα τους ή τα λαμβάνουν λανθασμένα πχ λόγω γεροντικής άνοιας, Alzheimer κ.α. Η ορθή λήψη φαρμάκων αποτέλεσε το επίκεντρο της έρευνας των (Hasanuzzaman *et al.*, 2013) όπου χρησιμοποιήθηκε συνδυασμός RFID and video cameras. Το σύστημα SkyTek M2 RFID περιλάμβανε ένα USB connection, antenna, RFID reader και ένα host interface board για να ταυτοποιήσει και ανίχνευση των μπουκαλιών με τα φάρμακα κατά πόσο έχουν βγει από το ερμάρι και ακολούθως η βίντεο-ανάλυση κατά πόσο ο ηλικιωμένος έχει πάρει το φάρμακο του.

Οι (Hegde *et al.*, 2018) προτείνουν σαν λύση για αξιολόγηση των καθημερινών δραστηριοτήτων των ηλικιωμένων (ADLs) τη χρήση παπουτσιών ή και βραχιολιού, με τη χρήση 3D επιταχυνσιόμετρου και 3D γυροσκοπίου. Μια άλλη προσέγγιση από τους (Garcia-Ceja, Galván-Tejada and Brena, 2018) αναφέρεται στη χρήση ήχου και επιταχυνσιόμετρου τα οποία βρίσκονται ενσωματωμένα σε έξυπνο κινητό, σε συνδυασμό με αισθητήρα tertet ο οποίος είναι ενσωματωμένος σε βραχιόλι. Για την σύντηξη των δεδομένων χρησιμοποιούν τη μέθοδο στοιβάξεις πολλαπλών προβολών.

Το Textronic system αναφέρεται στην κλωστοϋφαντουργία σε συνδυασμό με RFID, GPS/GSM και χρησιμοποιήθηκε στην έρευνα των (Frydrysiak and Tesiorowski, 2016) με στόχο τόσο την παρακολούθηση της υγείας των ηλικιωμένων όσο και τον έγκαιρο εντοπισμό τους σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Πρόκειται για μια

ευκολοφόρετη ελαφριά μπλούζα στην οποία οι αισθητήρες και οι γραμμές σήματος υλοποιούνται στη δομή του ρουχισμού. Το σύστημα εργάζεται με μικροσκοπική μπαταρία και η μπλούζα δύναται να πλυθεί. Τα σήματα εκπέμπουν έως και 5 μέτρα απόσταση μέσα ή έξω από το σπίτι και δύναται να σταλούν σε ταμπλέτα ή smartphone

Οι (Roman Richard *et al.*, 2019) για την παρακολούθηση και εντοπισμό ανήμπορων /ηλικιωμένων ατόμων συστήνουν τη χρήση Arduino Uno αισθητήρα καρδιακού ρυθμού, επιταχυνσιόμετρο, GPRS /GSM ενώ οι (Tasneem Usha, Sazid Sejuti and Islam, 2019) προτείνουν μια φορητή συσκευή με Arduino Nano, οθόνη με κουμπιά για αποστολή μηνμάτων GSM/ GPRS, αισθητήρας παλμού και θερμικός. Αξιοπρόσεκτο δε, είναι το γεγονός ότι εκτός από την υπενθύμιση του χρήστη για να πάρει το φάρμακο του, στέλνει ειδοποίηση για ξαναγέμισμα και δυνατότητα παραγγελίας από το πλησιέστερο φαρμακείο. Ο εντοπισμός του ατόμου γίνεται με τη χρήση υπέρυθρης ακτινοβολίας και GPS και χωρίζεται σε 3 γεωγραφικά ζώνες. Στα πρώτα 100 μέτρα μέσα και γύρω από το σπίτι, είναι για παράδειγμα η πράσινη ζώνη, στα 200 μέτρα η κίτρινη ζώνη και ο βομβητής ενεργοποιείται και ηχεί κάθε 15 λεπτά και ταυτόχρονα ενημερώνονται οι συγγενείς με μήνυμα ότι το άτομο απομακρύνεται. Τέλος, είναι η κόκκινη ζώνη στην οποία ο βομβητής ηχεί κάθε 5 λεπτά ενημερώνοντας του συγγενείς για την ακριβή θέση του ατόμου.

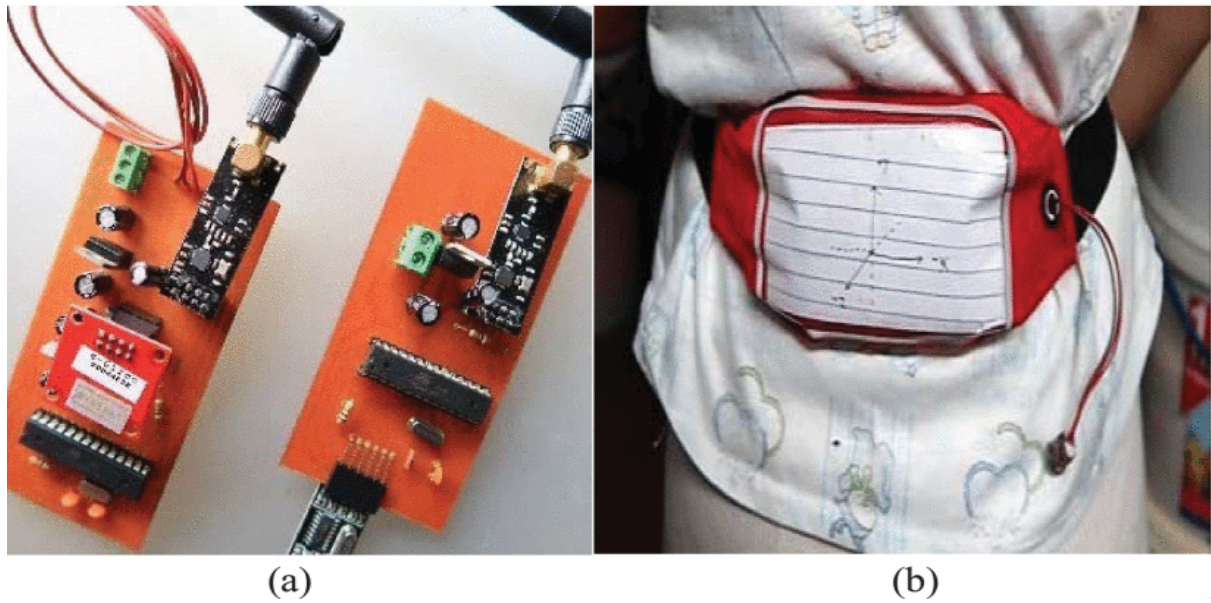
Για αξιολόγηση πιο σύνθετων δραστηριοτήτων οι (Shoaib *et al.*, 2016) προτείνουν έξυπνο κινητό στο οποίο υπάρχει ενσωματωμένο γυροσκόπιο και επιταχυνσιόμετρο σε συνδυασμό με βραχιόλι το οποίο ενσωματώνει αισθητήρα γραμμικής επιτάχυνσης, επιταχυνσιόμετρο και βαρόμετρο καθώς επίσης και τοποθέτηση γυροσκοπίου στις σκάλες. Η θέση που τοποθετούνται οι αισθητήρες είναι καθοριστικής σημασίας αφού αν τοποθετούνται για παράδειγμα στη τσέπη του παντελονιού ή παράλληλη θέση δεν είναι κατάλληλη για αναγνώριση δραστηριοτήτων που γίνονται με το χέρι όπως είναι το κάπνισμα το φαγητό κ.α. Οι ίδιοι ερευνητές επισημάνουν επίσης ότι το μέγεθος του παραθύρου τμηματοποίησης επηρεάζει την αναγνώριση των δραστηριοτήτων.

Για παράδειγμα, ένα μικρότερο μέγεθος παραθύρου 2-5 s είναι συνήθως αρκετό για την αξιόπιστη αναγνώριση απλών δραστηριοτήτων, όπως περπάτημα, τζόκινγκ και ποδηλασία. Ωστόσο, ένα τέτοιο μέγεθος παραθύρου μπορεί να μην είναι αρκετό για

ορισμένες πολύπλοκες (λιγότερο επαναλαμβανόμενες) δραστηριότητες, όπως το κάπνισμα, το φαγητό, η ομιλία και ο καφές, γιατί δεν μπορεί να αποκτηθεί το σωστό επαναλαμβανόμενο μοτίβο τους σε ένα τόσο μικρό παράθυρο. Για το λόγο αυτό, μελετήθηκε η επίδραση επτά μεγεθών παραθύρου σε δεκατρείς δραστηριότητες και παρουσίασαν εκτενώς, πως αυτά επηρεάζουν την αναγνώριση των απλών και πολύπλοκων δραστηριοτήτων με διαφορετικούς τρόπους (Shoai*b et al.*, 2016).

Η πτώση αποτελεί ένα κύριο πρόβλημα, αφού επιστημονικά αποδεικνύεται ως η κυριότερη αιτία τραυματισμού των ηλικιωμένων (κατάγματα ισχίου, υποσκληρίδια αιματώματα κ. α) η οποία επιφέρει μακροχρόνιο πόνο, λειτουργική βλάβη, αναπηρία ή ακόμη και το θάνατο. Επιπλέον δεν πρέπει να παραβλέπονται οι ψυχοκοινωνικές επιπτώσεις όπως είναι το άγχος, και ο φόβος ότι θα ξαναπέσουν γεγονός που τους οδηγεί στον αυτοπεριορισμό και την απομόνωση (Boutellaa, 2019)

Για παράδειγμα, οι (Caya *et al.*, 2019) ερεύνησαν τη χρήση φορητών χρήση ζώνης με επιταχυνσιόμετρο οι (Rakhman *et al.*, 2014) προτείνουν τη χρήση ενός έξυπνου τηλεφώνου το οποίο έχει ενσωματωμένο ένα τριαξονικό επιταχυνσιόμετρο και ένα γυροσκόπιο για ανίχνευση της πτώσης. Επίσης το GPS εντοπίζει τη θέση του ηλικιωμένου και άμεσα στέλνεται ένα μήνυμα στα μέλη της οικογένειας και φροντιστές. Στο μήνυμα περιγράφεται το προφίλ του ηλικιωμένου (όνομα, φύλο) η ώρα της πτώσης και τη κατάσταση που βρίσκεται ο ηλικιωμένος μετά τη πτώση. Ταυτόχρονα ενεργοποιείται ο συναγερμός του κινητού και αν δεν έχουν κτυπήσει μπορεί να πατήσουν το κίτρινο κουμπί για να ενημερώσουν ότι δεν κινδυνεύουν. Αν πάλι έχουν ανάγκη για βοήθεια πρέπει να πατήσουν το κόκκινο κουμπί και αν η πτώση είναι θανατηφόρα το συναγερμός χτυπάει για ακόμη 30 δευτερόλεπτα και μετά στέλνει το ανάλογο μήνυμα. Σε μια άλλη εκδοχή ο (Boutellaa, 2019) προτείνει τη χρήση αυτόματου κωδικοποιητή με ταξινομητή και ενός επιταχυνσιόμετρο ενσωματωμένου σε έξυπνο κινητό για να καλύψει και την περίπτωση που ο ηλικιωμένος βρίσκεται εκτός σπιτιού.



Εικόνα 14 Supervised Machine Learning-based Fall Detection Meo Vincent C. Caya; Glenn V. Magwili; Denver L. Agulto; Russell John Laranang; Lousse Kayle G. Palomo

Η χρήση των ετικετών RFID έχει επίσης μελετηθεί από διάφορους ερευνητές. Οι ετικέτες έχουν τοποθετηθεί στα αναπηρικά καθίσματα και έχουν τη δυνατότητα να ανιχνεύσουν αν το άτομο είναι όρθιο ή καθιστό χωρίς όμως να ανιχνεύει την πτώση. Για το λόγο αυτό, οι (Toda and Shinomiya, 2018) στη μελέτη τους πρότεινα την ενσωμάτωση των ετικετών RFID στα παπούτσια των ηλικιωμένων ενώ σε άλλη έρευνα, οι (Banno and Shinomiya, 2019) πρότειναν τη εφαρμογή παθητικών ετικετών RFID στις χειρολαβές των σκάλων έτσι ώστε να ανιχνεύουν την πίεση από το χέρι, και παράλληλα κάτω στο τοίχο για να ανιχνεύουν τα πόδια και τις κινήσεις του σώματος. Οι ετικέτες στέλνουν τα δεδομένα πίσω στις κεραίες και ακολούθως συνδέονται με τον υπολογιστή παρακολούθησης όπου γίνεται επεξεργασία μέσω της μηχανικής μάθησης για αξιολόγηση της κατάστασης των ηλικιωμένων, εντοπισμός των συμπεριφορών χωρίς να εισβάλλουν στην προσωπική τους ζωή και ανίχνευση των πτώσεων με 100% επιτυχία.

Οι πρόσφατες εξελίξεις στις δυνατότητες των υπολογιστικών συσκευών όπως για παράδειγμα οι συσκευές RGB και RGBD (Depth) επιτρέπουν νέες μεθόδους για την εκτίμηση της στάσης των ανθρώπων, παρέχοντας πολύτιμες πληροφορίες. Οι κωδικοποιημένες ανθρώπινες πόζες συμβάλουν τόσο στην ανάλυση της συμπεριφοράς όσο και στην αναγνώριση της δραστηριότητας με μεγάλη ακρίβεια.

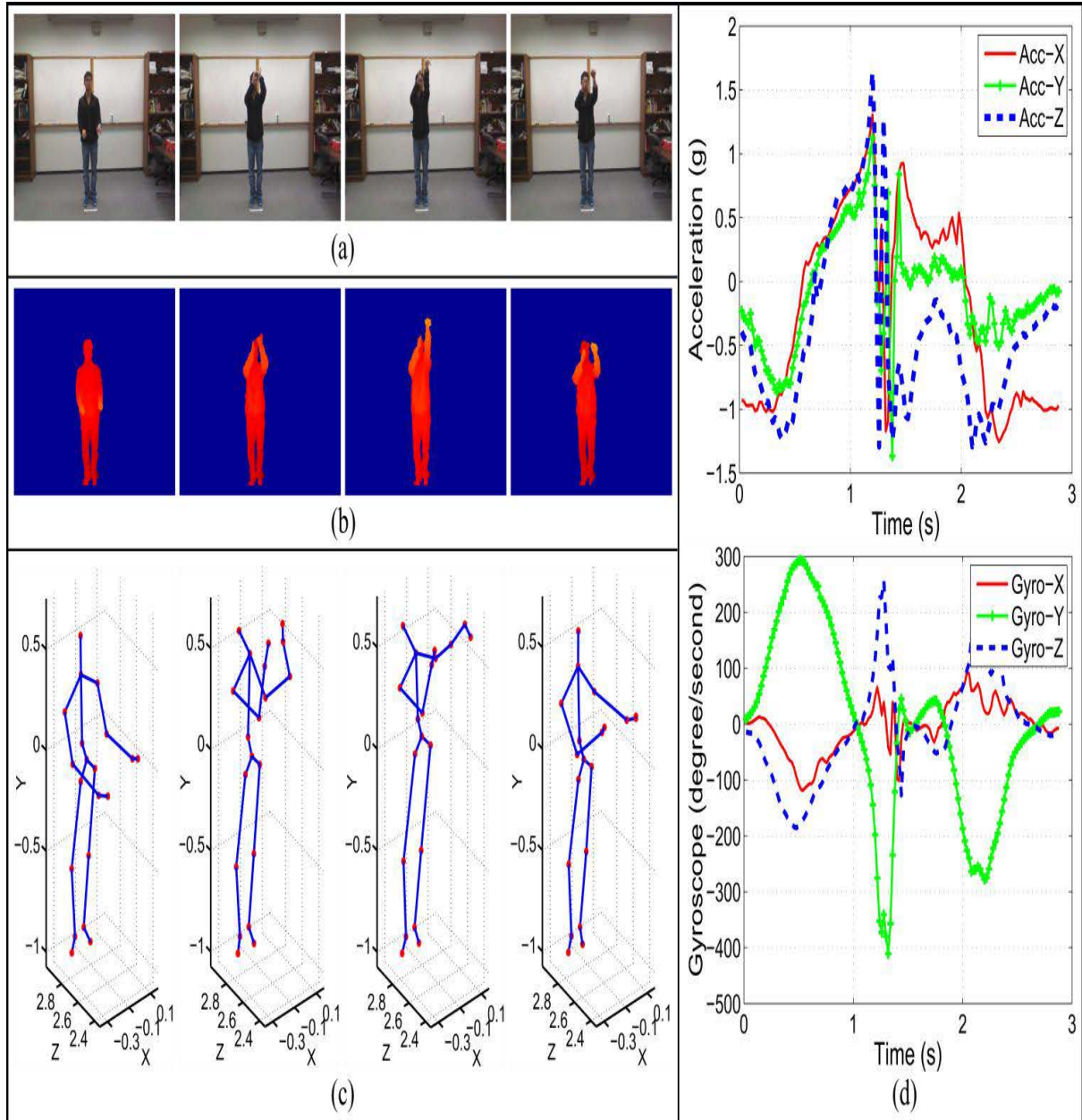
Οι (Stone and Skubic, 2015) παρακολούθησε ηλικιωμένα άτομα στα σπίτια τους για αρκετούς μήνες χρησιμοποιώντας ένα σύστημα βασισμένο σε Microsoft Kinect για εντοπισμό των πτώσεων με ποσοστό επιτυχίας 98%. Κατά τη διάρκεια της έρευνας παρουσιάστηκαν 9 φυσικές πτώσεις και μια περίπτωση μόνο λάθος ψευδή συναγερμού ανά μήνα που οφείλονταν κυρίως λόγω ότι οι ηλικιωμένοι βρισκόταν μακριά από τον αισθητήρα ή την παρεμβολή από άλλα κινούμενα όντα. Τα προβλήματα που προκύπτουν από τις συσκευές computer vision μπορούν να επιλυθούν με την χρήση περισσότερων καμερών ή και εύρεση άλλων μεθόδων. Οι λύσεις αυτές δεν είναι πάντοτε εφικτές λόγω οικονομικού κόστους και της αύξησης της παρεμβατικότητας. Στα πλαίσια αυτά προτείνεται ο συνδυασμός του computer vision και των συστημάτων εντοπισμού με τη χρήση ραδιοσυχνοτήτων. Τα δεδομένα που προκύπτουν από τις δύο μεθόδους, συγχωνεύονται και αναπαράγονται με αποτέλεσμα την επίτευξη της μείωσης σφαλμάτων εντοπισμού (Bazo *et al.*, 2020)

Σε μια άλλη προσέγγιση οι (Spinsante *et al.*, 2019) και (Cippitelli *et al.*, 2017) προτείνουν το συνδυασμό αισθητήρων του micro doppler radar (MDR) (το οποίο έχει μεγάλο εύρος ανίχνευσης και δεν είναι ευαίσθητο στις διάφορες συνθήκες φωτισμού) και της κάμερας Kinect RGB-Depth (RGB-D) όπου με τη χρήση ενός συνόλου δεδομένων και την ανάπτυξη των απαραίτητων αλγοριθμικών παραμέτρων μελετώνται 10 διαφορετικές δραστηριότητες των ηλικιωμένων και δύναται η ανίχνευση της πτώσης σε ποσοστό 100%.

Για τη αναγνώριση 27 ανθρωπίνων δραστηριοτήτων οι (Chen, Jafari and Kehtarnavaz, 2015) προτείνουν RGB videos, depth videos, θέσεις σκελετού και αδρανή σήματα από μια Kinect camera σε συνδυασμό με ένα φορητό αδρανειακό αισθητήρα ο οποίος ενσωματώνει τριαξονικό επιταχυνσιόμετρο, γυροσκόπιο και

μαγνητόμετρο και τοποθετήθηκε στο καρπό ή στο μηρό αναδεικνύοντας άλλη μια φορά καλύτερα αποτελέσματα από το συνδυασμό αισθητήρων αφού πέτυχε ακρίβεια

79.1% έναντι μόνο της κάμερας 66.1% και του αδρανειακού αισθητήρα 67.2%



Εικόνα 15. a) έγχρωμη εικόνα b) εικόνα βάθους c) εικόνες από τις σκελετικές αρθρώσεις και d) εικόνες από τους αδρανείς αισθητήρες (επιταχυνσιόμετρο και γυροσκόπιο). πηγή (Chen, Jafari and Kehtarnavaz, 2015)

Στα πλαίσια της έξυπνης πόλης ο (Hossain, 2016) προτείνει σαν καλύτερη λύση για παρακολούθηση, τη βιντεοκάμερα σε συνδυασμό με το μικρόφωνο. Στην προκειμένη

περίπτωση έγινε αξιολόγηση του πόνου. Για την επεξεργασία των δεδομένων που προκύπτουν από τα μικρόφωνα χρησιμοποιεί τοπικές δυνατότητες (LF) και για τη επεξεργασία των δεδομένα από τις βιντεοκάμερες χρησιμοποιεί παράλληλο μοτίβο παραγώγων (IDP) και ένα ταξινομητή που βασίζεται σε μηχανή φορέα υποστήριξης (SVM) για το κάθε είδος δεδομένου. Η όλη επεξεργασία γίνεται σε περιβάλλον cloud. Τα αποτελέσματα έδειξαν σαφώς ανώτερη τη μέθοδο του συνδυασμού, εξασφαλίζοντας μέση ακρίβεια 94.68% έναντι των μεμονωμένων αισθητήρων που είχαν μέση ακρίβεια 80% - 82%.

Με την ταχεία ανάπτυξη των ρομπότ ο τρόπος των έξυπνων ιατρικών υπηρεσιών έχει

αλλάξει από (χρήστη - γιατρό) σε (χρήστη- ρομπότ- γιατρός) (Lin *et al.*, 2020).

Η σύντηξη πολλαπλών αισθητήρων από τη μια και την ανάπτυξη νευρωτικών δικτύων από την άλλη, επιτρέπει στο ρομπότ να προσδιορίσει εις βάθος τη πραγματική κατάσταση του χρήστη και του περιβάλλοντος του. Έτσι το ρομπότ δύναται να προβεί σε ασφαλή διάγνωση και θεραπεία σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης.

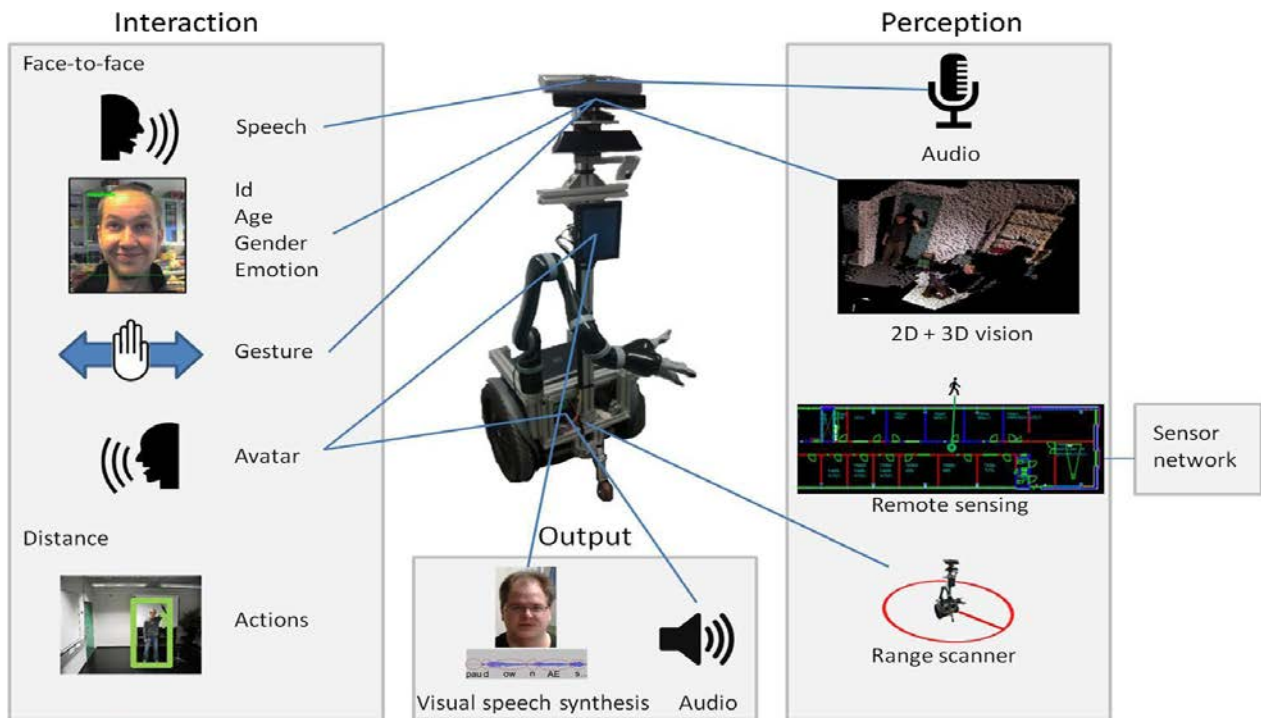
Οι (Takahashi, Takagi and Inoue, 2019) δημιούργησαν ένα ρομπότ φιλικό προς το χρήστη και το σώμα του είναι καλυμμένο με ψεύτικη γούνα. Το ρομπότ χρησιμοποιεί υπέρυθρη ακτινοβολία για να εντοπίσει τις κινήσεις του χρήστη συνομιλεί μαζί του αν παρατηρήσει μειωμένη δραστηριότητα ή ο χρήστης ζητήσει βοήθεια στέλνει μήνυμα σε συγγενείς και γιατρό.

Για την αντιμετώπιση διάφορων καταστάσεων οι (Malhotra and Bhardwaj, 2018) προτείνουν τη χρήση ενός μικρού συντροφικού ρομπότ το οποίο χρησιμοποιεί μέσω έξυπνων αλγόριθμων τη τεχνική SLAM, δηλαδή του ταυτόχρονου εντοπισμού του ατόμου και χαρτογράφηση του χώρου, με τη βοήθεια της κάμερας Kinect v2. Για τη λήψη ζωτικών σημείων ο ηλικιωμένος φορεί ένα βραχιόλι στο οποίο ενσωματώνεται αισθητήρας καρδιακού ρυθμού, επιταχυνσιόμετρο και γυροσκόπιο και οι κινητήρες του λειτουργούν με μπαταρία λιθίου. Όταν συμβεί ένα πρόβλημα στον ηλικιωμένο,

το ρομπότ τρέχει προς βοήθεια του ενώ ταυτόχρονα στέλνει μέσω Wi-Fi μήνυμα στους συγγενείς και τον γιατρό του.

Οι (Röning *et al.*, 2014) δημιούργησαν το Minotaurus, ένα ανθρωποειδές ρομπότ το οποίο παρουσιάστηκε σε συνέδριο στη Φιλανδία. Πρόκειται για ένα αρθρωτό σύστημα στο οποίο ενσωματώνονται 4 μικρόφωνα και 2 κάμερες Kinect με δυνατότητα λήψης περαιτέρω σημάτων από το περιβάλλον, όπως είναι για παράδειγμα δεδομένα από ένα δίκτυο κάμερας. Συνδέεται με το διαδίκτυο μέσω ενός φορητού υπολογιστή και έχει δυνατότητα αλληλεπίδρασης σε πραγματικό χρόνο. Το ρομπότ κινείται άνετα στο χώρο με την βοήθεια των καμερών και των ακτινών laser και μπορεί να χρησιμοποιήσει τους αισθητήρες του για να αναγνωρίσει τους ανθρώπους, τις εκφράσεις του προσώπου τους, την ομιλία, τις δραστηριότητες και τις χειρονομίες τους. Κάνει λεπτομερές παρατηρήσεις οπτικών σημάτων, όπως είναι η ταχύτητα με την οποία το άτομο περπατά, ποια είναι κατεύθυνση του ματιού του, ο τρόπος ομιλίας κ.α. αν το άτομο φαίνεται απασχολημένο το ρομπότ δεν παρεμβαίνει αλλά εάν παρατηρήσει ότι υπάρχει κάτι περίεργο το πλησιάζει και ρωτά αν χρειάζεται βοήθεια.

Μολονότι, όταν το σύστημα δοκιμάστηκε στο εργαστήριο λειτουργούσε χωρίς πρόβλημα, στο συνέδριο εντοπίστηκε από τους ερευνητές πρόβλημα ήχου λόγω αυξημένου θορύβου το οποίο δημιουργεί περαιτέρω πρόβλημα στη παρακολούθηση του χρήστη εφόσον το σύστημα δεν έχει ούτε βιοαισθητήρες για αξιολόγηση της κατάστασης του.



Εικόνα 16. (Röning *et al.*, 2014)

2.2 Πίνακας σχετικών ερευνών

ΑΚ= ακρίβεια

ΑΠ= αποδοτικότητα

Ε=ευαισθησία

Ερευνητές	Τεχνολογία	Αντικείμενο Έρευνας	ΑΚ	Ε	ΑΠ
(Bazo <i>et al.</i> , 2020)	Kinect v2 + RFID	Παρακολούθηση ηλικιωμένων και Εντοπισμός θέσης	-	-	-
(Hossain, 2016) HOSSAIN	Video camera and microphone IDP + 2	αξιολόγηση της κατάστασης των ατόμων	94.68 %		

SHARMIN	Ταξινομητές SVM	Φυσιολογική Ένταση/ πόνος			
Susanna Spinsante, Matteo Pepa, Stefano Pirani, Ennio Gambi και Francesco Fioranelli Spinsante <i>et al.</i> , S 2016	micro doppler radar (MDR) και της κάμερας Kinect RGB-Depth (RGB-D)	Παρακολούθηση 10 καθημερινών δραστηριοτήτων των ηλικιωμένων (ADLs) Εντοπισμός πτώσεων	86,3 %	100%	-
(Garcia-Ceja, Galván-Tejada and Brena, 2018)	Smartphone (ήχος και επιταχυνσιόμετρο) σε συνδυασμό με βραχιόλι (δεδομένα αισθητήρα terter) μέθοδος στοιβάξεις πολλαπλών προβολών	Αξιολόγηση της σύντηξης δεδομένων με τη μέθοδο πολλαπλών προβολών και στοιβάξη έναντι της μεθόδου της συγκέντρωσης	92,5%	90,5%	96,5 %
(Meditkos <i>et al.</i> , 2018)	Egocentric video camera και επιταχυνσιόμετρο ενσωματωμένο σε βραχιόλι	Παρακολούθηση δραστηριοτήτων ασθενών με άνοια Εκτίμηση της ψυχικής κατάστασης	78.9%		
(Crispim, Joumier and Bremond, 2012)	Δυσδιάστατη κάμερα 8fps Kinect camera Και μια συσκευή επιταχυνσιόμετρο υ/ γυροσκοπίου Motion Pod	αξιολόγηση των καθημερινών δραστηριοτήτων των ηλικιωμένων (ADLs)	63.61 %	93.51 %	-

(Hasanuzzaman <i>et al.</i> , 2013)	RFID and video analysis SkyTek M2 RFID system includes a USB connection, antenna, RFID reader, and a host interface board for identifying medicine bottles	Παρακολούθηση λήψης φαρμακευτικής αγωγής Ανίχνευση μπουκαλών φαρμάκων	100%		
(Tasneem Usha, Sazid Sejuti and Islam, 2019)	Arduino Nano σε συσκευή με οθόνη, PIR, αισθητήρας παλμού και θερμικός, GSM GPRS	Παρακολούθηση της υγείας των ηλικιωμένων /λήψης φαρμάκων/ σύστημα εγρήγορσης/ εντοπισμού			
(Frydrysiak and Tesiorowski, 2016)	Κλωστοϋφαντουργία, RFID,GPS/GSM	Παρακολούθηση της υγείας των ηλικιωμένων /σύστημα εγρήγορσης /εντοπισμού			
(Shoaib <i>et al.</i> , 2016)	Smartphone και ενσωματωμένο γυροσκόπιο, επιταχυνσιόμετρο και αισθητήρα γραμμικής επιτάχυνσης σε βραχιόλι Βαρόμετρο, επιταχυνσιόμετρο και γυροσκόπιο στις σκάλες	αξιολόγηση σύνθετων δραστηριοτήτων			

(Chen, Jafari and Kehtarnavaz, 2015)	Kinect camera,(RGB video, depth videos, skeleton joint position) φορητός αδρανειακός αισθητήρας(τριαξονικά επιταχυνσιόμετρα και γυροσκόπια, μαγνητόμετρο) ενσωματωμένα σε βραχιόλι	Αναγνώριση 29 ανθρώπινων δραστηριοτήτων	79.1%		
(Röning <i>et al.</i> , 2014)	Ρομπότ 4 μικρόφωνα και 2 κάμερες Kinect	Αναγνώριση προσώπου χειρονομιών συναισθημάτων και δραστηριοτήτων	-	-	-
(Takahashi, Takagi and Inoue, 2019)	Ρομπότ υπέρυθρη ακτινοβολία μικρόφωνα	Επικοινωνία και Παρακολούθηση των δραστηριοτήτων	-	-	-
(Malhotra and Bhardwaj, 2018)	Ρομπότ (περιέχει κάμερα Kinect v2) και βραχιόλι στο οποίο ενσωματώνεται αισθητήρας καρδιακού ρυθμού, επιταχυνσιόμετρο και γυροσκόπιο	Παρακολούθηση της υγείας των ηλικιωμένων	-	-	-

2.3 Σύγκριση ερευνών

2.3.1 Αξιολόγηση δραστηριοτήτων ασθενών με γνωστική δυσλειτουργία

Crispim, Joumier and Bremond,

Meditkos *et al*

Δυνατά σημεία	αδυναμίες
Ευκολία χρήσης 93.51% ευαισθησία	Απώλεια δεδομένων-μείωση απόδοσης 63.61% ακρίβεια
Ευκαιρίες	Απειλές
Εφαρμογή στο οικείο περιβάλλον	Δεν παρέχει δυνατότητα αξιολόγησης από της κατάστασης από συγγενείς

Δυνατά σημεία	Αδυναμίες
Συνεχής αξιολόγηση ασθενών Διεπαφή με το Γιατρό Εκτίμηση ψυχικής κατάστασης 78.9% ακρίβεια Παρακολούθηση μέσω έξυπνου τηλεφώνου	Δεν αναφέρει την ευαισθησία και την
Ευκαιρίες	Απειλές
Συνεχή ροή δεδομένων	Μείωση της άνεσης

Είναι ευρέως αποδεκτό ότι η πρόωπη διάγνωση των χρόνιων ασθενειών και εκφυλιστικών παθήσεων όπως το Αλτσχάιμερ επιβραδύνει και την εξέλιξη τους. Ως εκ τούτου οι πιο κάτω έρευνες προσπαθούν να εκτιμήσουν την ψυχική κατάσταση ενός ατόμου που κυμαίνεται μεταξύ υγιάς, ήπια γνωστική εξασθένηση (MCI) και νόσο

του Αλτσχάιμερ (AD) μέσα από τις καθημερινές δραστηριότητες.

Στην πρώτη έρευνα (Crispim, Joumier and Bremond, 2012) το πείραμα έλαβε χώρα σε κλινικό περιβάλλον γεγονός που μπορεί να επηρέασε τα αποτελέσματα κυρίως όσον αφορά τα άτομα που είχαν ήπια γνωστική εξασθένηση σε αντίθεση με τους (Meditzkos *et al.*, 2018) οι οποίοι διεξήγαν πιλοτικό πρόγραμμα στα σπίτια των ατόμων το οποίο όμως ήταν πιο δύσκολο αφού απαιτούσε τη παρουσία ενός ψυχολόγου ή άλλου ατόμου για να εφαρμόσει τη κάμερα στον ώμο.

Για την έρευνα οι Crispim, Joumier and Bremond, χρησιμοποίησαν μια δισδιάστατη κάμερα σε συνδυασμό με επιταχυνσιόμετρο και είχαν ακρίβεια 63.61% και ευαισθησία 93.51% ενώ οι Meditskos *et al* χρησιμοποίησαν κάμερα GoPro και επιταχυνσιόμετρο πετυχαίνοντας 78,9% ακρίβεια. Το γεγονός αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι δεν είχαν απώλεια δεδομένων από το σύστημα ενώ στη πρώτη περίπτωση υπήρχε απώλεια λόγω απόφραξης, φωτισμού. Επίσης πιστεύεται ότι η ενσωμάτωση μηχανικών μεταβλητών όπως το jerk βελτίωσε την ακρίβεια αναγνώρισης των δραστηριοτήτων που απαιτούν λεπτή κίνηση. Αν και η μέθοδος αυτή δεν είναι άνετη προς το χρήστη μπορεί να βελτιωθεί στο μέλλον πχ με τη χρήση ειδικών γυαλιών. Ιδιαίτερα σημαντική είναι η δυνατότητα που προσφέρει για μια συνέχεια στην αξιολόγηση της κατάστασης του πάσχοντα από το γιατρό καθώς επίσης και της ενημέρωσης προς τους συγγενείς μέσω μιας εύκολης διεπαφής. Παρόλα αυτά θα μπορούσε να βελτιωθεί το σύστημα και να μεταδίδει τα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο προς αποφυγή των κινδύνων που διατρέχουν αυτά τα άτομα. (Στο παρόν σύστημα τα δεδομένα επεξεργάστηκαν κατά την διάρκεια της νύκτας αφού απαιτούν μερικές ώρες).

2.3.2 Ρομπότ

Τα ρομπότ έχουν εμφανιστεί στην αγορά και αποτελούν μια

Δυνατά σημεία	Αδυναμίες
Φιλικό προς το χρήστη	
Προστασία της ιδιωτικότητας	
Ευκαιρίες	Απειλές
	Δεν εντοπίζει κρίσιμες καταστάσεις πχ αν ο χρήστης είναι Αναίσθητος

Δυνατά σημεία	Αδυναμίες	Δυνατά σημεία	Αδυναμίες
Προστασία της ιδιωτικότητας	Αυξημένο κόστος	Αλληλεπίδραση	Προβλήματα ήχου σε θορυβώδες περιβάλλον
Εντοπίζει κρίσιμες καταστάσεις		Εντοπίζει κρίσιμες καταστάσεις	Απουσία παρακολούθησης ζωτικών σημείων
Ευκαιρίες	Απειλές	Παρουσίαση του σε συνέδριο	
Μπαταρίες λιθίου μόνο στους κινητήρες του ρομπότ		Ευκαιρίες	Απειλές
		επεκτάσιμο	

πρακτική λύση όσον αφορά

την παρακολούθηση ατόμων. Το γεγονός ότι οι ηλικιωμένοι μπορούν να επικοινωνούν μέσω του συστήματος ρομπότ, τους βοηθά να διατηρούν τις γνωστικές τους λειτουργίες. Παράλληλα, τους μειώνουν τη

μοναξιά και δίνουν την ευκαιρία για πιο ποιοτική και ανεξάρτητη ζωή. Τα περισσότερα είναι εξοπλισμένα με κάμερες, μικρόφωνα, αισθητήρες ανίχνευσης του χώρου, εντοπισμός ανθρώπων κ.τ.λ. Στην έρευνα τους οι Takahashi, Takagi and Inoue, 2019 παρουσίασαν τη χρήση ενός ρομπότ το οποίο είναι φιλικό προς το χρήστη αφού έχει επένδυση με τεχνητή γούνα ζώου, μιλά σε απλή κατανοητή γλώσσα για τους ηλικιωμένους ώστε να μην νοιώθουν μοναξιά και για να ανιχνεύσει τις κινήσεις του χρήστη, χρησιμοποιεί υπέρυθρη ακτινοβολία ώστε να προστατεύσει την ιδιωτικότητα. Ωστόσο δεν εντοπίζει κρίσιμες καταστάσεις όπως για παράδειγμα αν ο χρήστης είναι αναίσθητος. Αντίθετα στην έρευνα των (Malhotra and Bhardwaj, 2018) ο εντοπισμός τέτοιων καταστάσεων επιτυγχάνεται πλήρως με την χρήση ενός

βραχιολιού το οποίο ενσωματώνει αισθητήρα καρδιακού παλμού, γυροσκόπιο και επιταχυνσιόμετρο και τα σήματα στέλνονται μέσω Wi-fi στο ρομπότ το οποίο διαθέτει και κάμερα Kinect v2 στην οποία όμως η δυνατότητα βιντεογράφησης ενεργοποιείται μόνο σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης ώστε οι συγγενείς να εκτιμήσουν ακριβώς την κατάσταση γεγονός που εξασφαλίζει την ιδιωτικότητα του ατόμου. Παρόλα ταύτα, οι κινητήρες του ρομπότ μόνο λειτουργούν με μπαταρίες λιθίου, γεγονός που αποτελεί πρόβλημα το οποίο θεωρείται ότι θα μπορούσε να διορθωθεί στο μέλλον. Επιπρόσθετα έχει αυξημένο κόστος και το σύστημα δεν είναι ευέλικτο και επεκτάσιμο αφού απαιτείται υπολογιστής Ubuntu, Ιστότοπος εγκατάστασης ROS <http://wiki.ros.org/ROS/Installation> και πακέτα, `deerpimage_to_laserscanRviz,OpenNI,tf`. Παρόλα αυτά με τη χρήση συγκεκριμένου ιστότοπου πιστεύεται ότι παρέχει μεγαλύτερο βαθμό ασφάλεια. Από την άλλη πλευρά οι (Röning *et al.*, 2014) δημιούργησαν ένα ανεπτυγμένο σύστημα το οποίο υποστηρίζει τη χρήση διαφορετικών σετ εξοπλισμού και είναι επεκτάσιμο.

Τα στοιχεία είναι αρθρωτά και μπορούν να αλλάξουν στο μέλλον όταν υπάρχουν καλύτεροι αλγόριθμοι. Άλλο ένα πλεονέκτημα αποτελεί και η δυνατότητα λήψης πρόσθετων αισθητηριακών πληροφοριών από το περιβάλλον για βελτίωση των αποτελεσμάτων όπως είναι για παράδειγμα δεδομένα από ένα δίκτυο κάμερας. Αν και φαίνεται καλύτερη εφαρμογή από τις άλλες δύο, εντούτοις δεν περιέχει βιοαισθητήρες και συνεπώς δεν μπορεί να ενημερώσει για σοβαρά προβλήματα (πχ αρρυθμίες) εκτός και εάν η κατάσταση του χρήστη είναι κρίσιμη (πχ αναίσθητος) ή υπάρχει πτώση στο έδαφος. Επίσης στη παρουσίαση του που έγινε σε συνέδριο στη Φιλανδία παρουσίαζε προβλήματα ήχου λόγω του αυξημένου θορύβου που υπήρχε. Επίσης υπάρχει σοβαρό ηθικό δίλλημα ως προς την αντικατάσταση του ανθρώπου από τα ρομπότ

Ένα από τα κυριότερα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι ασθενείς είναι ο πόνος και για το λόγο αυτό, πρέπει να γίνεται ορθή αξιολόγηση της ψυχοσωματικής

κατάστασης του ατόμου. Στα πλαίσια του έξυπνου σπιτιού και της συνεχής παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο ο (Hossain, 2016) προτείνει χρήση βιντεοκάμερας και μικρόφωνων. Τα δεδομένα από τις βιντεοκάμερες και τα μικρόφωνα μεταδίδονται στο υπολογιστικό σύννεφο όπου και επεξεργάζονται και ταξινομούνται σε τρεις καταστάσεις την φυσιολογική, την κατάσταση κατά την οποία το άτομο βρίσκεται σε ένταση και στην κατάσταση όπου υπάρχει πόνος. Σε περίπτωση προβλήματος ο γιατρός συνταγογραφεί φάρμακα και ενημερώνει τον ασθενή αλλά και τον φροντιστή μέσω μηνμάτων ήχου ή και βίντεο. Η έρευνα περιλάμβανε 100 άντρες ηλικίας 20-45 ετών και κατέδειξε ακρίβεια 94.68% έναντι 81% της ομιλίας και 83% το βίντεο αντίστοιχα γεγονός που αποδεικνύει την σημαντικότητα του συνδυασμού αισθητήρων ώστε να επιτευχθούν καλύτερα αποτελέσματα. Η έρευνα αν και έχει κάνει κατά την ταξινόμηση 10 φορές επανάληψη για επικύρωση εντούτοις πρέπει να επαναληφθεί με άτομα μεγαλύτερης ηλικίας που ως γνωστό δεν μιλούν, εκφράζονται ή συμπεριφέρονται όπως οι νέοι.

2.3.3 Σχόλια για τις Υπόλοιπες Έρευνες

Οι κωδικοποιημένες ανθρώπινες πόζες παρέχουν πολύτιμη συμβολή για ανάλυση της συμπεριφοράς και αναγνώριση των δραστηριοτήτων του ανθρώπου. Ως εκ τούτου οι (Bazo *et al.*, 2020) επικεντρώθηκαν στη δημιουργία ενός μοντέλου για το σκοπό αυτό, με τη χρήση δεδομένων από σύστημα ραδιοσυχνότητας και μια κάμερας v2. Επιλέχθηκε αυτός ο συνδυασμός γιατί, ενώ η κάμερα αυξάνει την ακρίβεια των ληφθέντων θέσεων όμως παρόλα αυτά παρουσιάζει και προβλήματα απόφραξης και ταυτοποίησης των ατόμων τα οποία μπορούν να εξαλειφθούν με τη χρήση της ραδιοσυχνότητας. Το πείραμα έδειξε πιθανή μείωση γύρω στα 46% των σφαλμάτων εντοπισμού.

Από τη εκτιμώμενη θέση μπορεί επίσης να εντοπιστεί πιθανή πτώση. Οι (Spinsante *et al.*, 2016) διερεύνησαν τον εντοπισμό της πτώσης μέσα από τις δραστηριότητες της ανεξάρτητης καθημερινής ζωής. Στο πείραμα έλαβα μέρος 4 άντρες και 3

γυναίκες 30-40 ετών οι οποίοι επανέλαβαν 3 φορές την κάθε μια από τις 10 δραστηριότητες με ταυτόχρονη καταγραφή. Διεξήγαγαν το πείραμα με τρεις διαφορετικούς τρόπους α) τη χρήση της κάμερας β) τη χρήση του micro doppler radar και γ) συνδυασμός Kinect camera και micro doppler radar. Τα αποτελέσματα της έρευνας ήταν σαφώς καλύτερα από τη σύντηξη των δεδομένων των δύο αισθητήρων με ακρίβεια 86,3% και ευαισθησία έως και 100%. Με το ίδιο θέμα ασχολήθηκαν και οι (Chen, Jafari and Kehtarnavaz, 2015) οι οποίοι χρησιμοποίησαν Kinect camera,(RGB video, depth videos, skeleton joint position) και φορητό αδρανειακό αισθητήρα(τριαξονικά επιταχυνσιόμετρα και γυροσκόπια, μαγνητόμετρο) ενσωματωμένα σε βραχιόλι και πέτυχαν ακρίβεια 79.1% το οποίο όμως ίσως να οφείλεται στο ότι η μελετούσε το σύνολο 29 δραστηριοτήτων.

Ένα άλλο σημαντικό πρόβλημα είναι και η αναγνώριση του πόνου. Ο (Hossain, 2016) στα πλαίσια ενός έξυπνου σπιτιού προτείνει την χρήση βιντεοκάμερας και μικροφώνων. Τα δεδομένα συλλέγονται και επεξεργάζονται στο υπολογιστικό σύννεφο όπου γίνεται και η ταξινόμηση του πόνου σε πραγματικό χρόνο. Εν συνεχεία ο γιατρός μέσω βίντεο ή ήχου ή μηνύματος, ενημερώνει τον ασθενή τον φροντιστή κ.τ.λ. η έρευνα κατέδειξε ακρίβεια 94.68% όμως δεν πρέπει να παραληφθεί το γεγονός ότι αν και είχε 100 άτομα τα οποία συμμετείχαν αυτά ήταν ηλικίας 20-45 ετών. Ως γνωστό οι ηλικιωμένοι δεν μιλούν ή εκφράζονται με τον ίδιο τρόπο επομένως θα έπρεπε να επαναληφθεί με πιο ηλικιωμένα άτομα.

Η ορθή λήψη φαρμάκων είναι επίσης σημαντική και το θέμα αυτό διαπραγματεύεται ο (Hasanuzzaman *et al.*, 2013) με τη χρήση της ραδιοσυχνότητας πετυχαίνοντας 100% ακρίβεια στον εντοπισμό των μπουκαλιών των φαρμάκων συνεπώς απαλείφεται το πρόβλημα των ληγμένων φαρμάκων και εξασφαλίζεται η έγκαιρη αναπλήρωση. Παρόλα αυτά παραμένει το πρόβλημα του αν το άτομο έλαβε τα φάρμακα του το οποίο προσπάθησε να λύσει με τη χρήση βιντεοκάμερας και ειδικών αλγόριθμων οι οποίοι εκτιμούν τη θέση του στόματος σε σχέση με τη θέση του χεριού. Θεωρείται ότι ο τρόπος αυτός είναι πολύ δύσκολος αν όχι και ακατόρθωτος

γιατί οι άνθρωποι βάζουν το χέρι στο στόμα αλλά δεν σημαίνει ταυτόχρονα ότι τρώνε ή πίνουν κάτι.

Τα δεδομένα της υγείας είναι πολύπλοκα για αυτό και απαιτούν περισσότερη προσοχή τόσο κατά την παραγωγή όσο και κατά την μετάδοση και την επεξεργασία ώστε να μην υπάρχει απώλεια. Επίσης σύμφωνα με τους (Garcia-Ceja, Galván-Tejada and Brena, 2018), η μέθοδος σύντηξης των δεδομένων αποτελεί μια σημαντική πρόκληση. Σε εκτεταμένη έρευνα που έχουν κάνει χρησιμοποιήσαν δεδομένα έξυπνου τηλεφώνου και τα ενοποίησαν με δύο τρόπους, με τη μέθοδο της συγκέντρωσης και έπειτα με τη μέθοδο πολλαπλών προβολών. Στη μέθοδο αυτή δημιουργείται ένα μοντέλο για κάθε αισθητήρα και ακολούθως γίνεται η στοίβαξη. Τα αποτελέσματα της δεύτερης μεθόδου ήταν καλύτερα και για να τεκμηριωθούν, έγινε επανάληψη κάνοντας χρήση δεδομένα άλλων ερευνητών. Τα αποτελέσματα ήταν πάλι καλύτερα.

Κεφάλαιο 3

Υλικό και Μέθοδος

3. Υλικό και Λογισμικό

Το υλικό και το λογισμικό είναι απαραίτητα στοιχεία για τη λειτουργία μιας ηλεκτρονικής συσκευής και έχουν εξίσου σημαντική σημασία ώστε να επιτευχθεί το μέγιστο αποτέλεσμα. Η ανάλυση των δεδομένων της υγείας είναι περίπλοκη αφού περιλαμβάνει σωρεία πληροφοριών, όπως το προηγούμενο ιατρικό ιστορικό, το φύλο, ηλικία κ.τ.λ. καθώς και μετρήσεις των παραμέτρων από τα ζωτικά σημεία του ασθενή, μέτρηση σακχάρου κ.α. Λόγω της πολυπλοκότητας, τα σχεσιακά συστήματα διαχείρισης δεδομένων είναι τα πιο ευρέως διαδεδομένα στο χώρο της υγείας αφού δύνανται να διαχειριστούν σύνθετες σχέσεις μεταξύ των εννοιών του χώρου αυτού. (Greenes *et al.*, 1969)

3.1 Υλικό σύστημα

Το υλικό σύστημα αποτελείται από τα φυσικά εξαρτήματα μιας συσκευής όπως είναι οι αισθητήρες, οι διάφορες συσκευές μετρήσεων ζωτικών λειτουργιών, βιντεοκάμερες, μικρόφωνα οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές, οθόνες, ενσύρματο δίκτυο, tablets servers υπέρυθρες, ραδιοσυχνότητα, υπέρηχοι μικροελεγκτές κ.α.

3.1.1 Μικροελεγκτής

Μικροελεγκτής είναι ένα προγραμματιζόμενο ολοκληρωμένο κύκλωμα το οποίο διαθέτει επεξεργαστή, μνήμη, διάφορα περιφερειακά κυκλώματα καθώς επίσης και

θύρες εισόδου/εξόδου για επικοινωνία με εξωτερικές συσκευές. Θα μπορούσε να παρομοιαστεί με έναν μικροϋπολογιστή. Όπως ακριβώς ένας μικροϋπολογιστής έχει επεξεργαστή, μνήμη, περιφερειακές συσκευές και εκτελεί προγράμματα έτσι κι ένας μικροελεγκτής διαθέτει τα παραπάνω χαρακτηριστικά και μάλιστα ολοκληρωμένα σε ένα μόνο chip. Το πρόγραμμα που εκτελεί ο μικροελεγκτής αποθηκεύεται μόνιμα στη μνήμη προγράμματος.

3.1.2 Αισθητήρες

Η επανάσταση στη βιομηχανία της μικροηλεκτρονικής είναι εντυπωσιακή, μιας και κατάφερε να δημιουργηθούν μικροαισθητήρες στο μέγεθος μιας καρφίτσας ή ενός κέρματος. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελούν και οι αισθητήρες έξυπνης σκόνης (Smart Dust Motes). Οι αισθητήρες είναι διατάξεις που μετατρέπουν κάποια γεγονότα ή φυσικά μεγέθη σε ηλεκτρικό σήμα προκειμένου να καταστεί δυνατή η μέτρηση αυτών των μεγεθών. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί και το μικρόφωνο, το οποίο μετατρέπει την ακουστική – ηχητική ενέργεια σε ηλεκτρικό σήμα. Οι μετατροπείς μοιάζουν με τους αισθητήρες με τη διαφορά ότι μετατρέπουν μια μορφής ενέργεια σε άλλη η οποία δεν είναι απαραίτητα η ηλεκτρική. Οι αισθητήρες μπορεί να είναι αισθητήρες πίεσης, μηχανικοί, θερμικοί, βιολογικοί, χημικοί, οπτικοί ή μαγνητικοί.

Η επιλογή των αισθητήρων πραγματοποιείται με μια σειρά από κριτήρια ως εξής:

- Εμβέλεια
- Γωνιακό εύρος
- Ακρίβεια
- Επαναληψιμότητα
- Διακριτική ικανότητα
- Συμβατότητα με το περιβάλλον χρήσης
- Κατανάλωση ενέργειας
- Αξιοπιστία του υλικού (hardware)
- Μέγεθος

3.1.2 Βιοαισθητήρες

Ο βιο- αισθητήρας είναι ένας αυτόνομος αισθητήρας ο οποίος είναι ικανός να παρέχει ποσοτικές πληροφορίες χρησιμοποιώντας ένα στοιχείο βιολογικής αναγνώρισης που βρίσκεται σε άμεση χωρική επαφή με ένα κατάλληλο μεταλλάκτη. Ο μεταλλάκτης μετατρέπει μια βιολογική ή βιοχημική αναγνώριση του βιολογικού στοιχείου για παράδειγμα ένζυμα, ιστούς, κύτταρα, αντισώματα κ.ά. σε ηλεκτρικό σήμα.

Το βιοστοιχείο συνήθως είναι ακινητοποιημένο πάνω σε μια μεμβράνη ή τοποθετείται μέσα σε γέλη έτσι ώστε να διατηρείται στενή επαφή με τον μεταλλάκτη. Το παραγόμενο αναλυτικό σήμα είναι και το αποτέλεσμα της εκλεκτικής αλληλεπίδρασης του βιολογικού παράγοντα ανίχνευσης με την προσδιοριζόμενη ουσία.

3.1.3 Δίκτυο αισθητήρων

Οι αισθητήρες ανάλογα με το που τοποθετούνται χωρίζονται σε

A) Αισθητήρες περιβάλλοντος (Personal Area Network)

Οι αισθητήρες περιβάλλοντος περιλαμβάνουν βιντεοκάμερες, μικρόφωνα, αισθητήρες πίεσης, υπέρυθρες, υπέρηχους, ραδιοσυχνότητα κτλ.

B) Αισθητήρες σώματος (Body Area Network)

Οι αισθητήρες σώματος περιλαμβάνουν γυροσκόπια, επιταχυνσιόμετρα, βιοαισθητήρες και σύμφωνα με (Mardini, Iraqi and Agoulmine, 2019) διαχωρίζονται ανάλογα:

- με τα ερεθίσματα στα οποία απαντούν π.χ. φυσιολογικά ζωτικά σημεία, κινήσεις σώματος, οργανικές ουσίες (βιοαισθητήρες)
- με το τόπο τοποθέτησης τους π.χ. ρούχα, υποδόρια εμφύτευση, αξεσουάρ για το σώμα. Οι φορητοί αισθητήρες (SWS) μπορούν ενσωματωθούν στα ρούχα είτε να τοποθετηθούν σε οποιοδήποτε μέρος του σώματος: στήθος, μέση, καρπός, αστράγαλος, πόδι κ.τ.λ.

Ο συνδυασμός δύο και περισσότερων έξυπνων αισθητήρων δημιουργεί ένα κόμβο αισθητήρων (sensor node). Κάθε κόμβος περιλαμβάνει αισθητήρες (πέραν του

ενός), μικροεπεξεργαστή, μνήμη, τροφοδοσία, πομποδέκτη και ενεργοποιητή. Η σύνδεση τέτοιων κόμβων δημιουργεί ένα ασύρματο δίκτυο αισθητήρων και μπορεί να αποτελείται από μερικές δεκάδες έως και χιλιάδες κόμβους με στόχο τη συλλογή δεδομένων από το περιβάλλον. Ένα ασύρματο δίκτυο αισθητήρων μπορεί να είναι είτε Δομημένο δίκτυο (structured WSN) είτε Αδόμητο δίκτυο (Ad-Hoc WSN).

Το Δομημένο δίκτυο σχεδιάζεται από την αρχή με τη συγκεκριμένη αρχιτεκτονική με την οποία και λειτουργεί στη συνέχεια. Εδώ το ασύρματο δίκτυο αισθητήρων αποτελείται από μικρούς επικοινωνιακούς σταθμούς χαμηλής εμβέλειας, οι οποίοι συνδέονται με έναν σταθμό βάσης.

Από την άλλη πλευρά, στο Αδόμητο δίκτυο, κάθε κόμβος έχει τη δυνατότητα να λάβει και να στείλει δεδομένα, ενώ παράλληλα μπορεί να αποτελέσει και μέσο για την επικοινωνία άλλων κόμβων μεταξύ τους. Η υποστήριξη με τις συνδέσεις πολλαπλών αλμάτων (Multi-hop) χαρίζει μια ευελιξία στο δίκτυο και ταυτόχρονα αποφορτίζεται ένα μεγάλο κομμάτι από τον σταθμό βάσης που αφορά τις επικοινωνίες μεταξύ των κόμβων.

3.1.4 Αισθητήρες και μοντέλα χρήσης

Στα αρχικά στάδια οι αισθητήρες χρησιμοποιήθηκαν ευρέως για την αξιολόγηση της σωματικής άσκησης και απόκτησης της ευεξίας/ευζωίας του ατόμου. Εν συνεχεία, επεκτάθηκαν στη υποστήριξη της αποκατάστασης των ηλικιωμένων και τη δυνατότητα της αυτόνομης διαβίωσης. Επιπρόσθετα, χρησιμοποιήθηκαν στην αποτροπή κινδύνων όπως είναι η πτώση, και τέλος στην διαχείριση των οξείων και χρόνιων νοσημάτων.

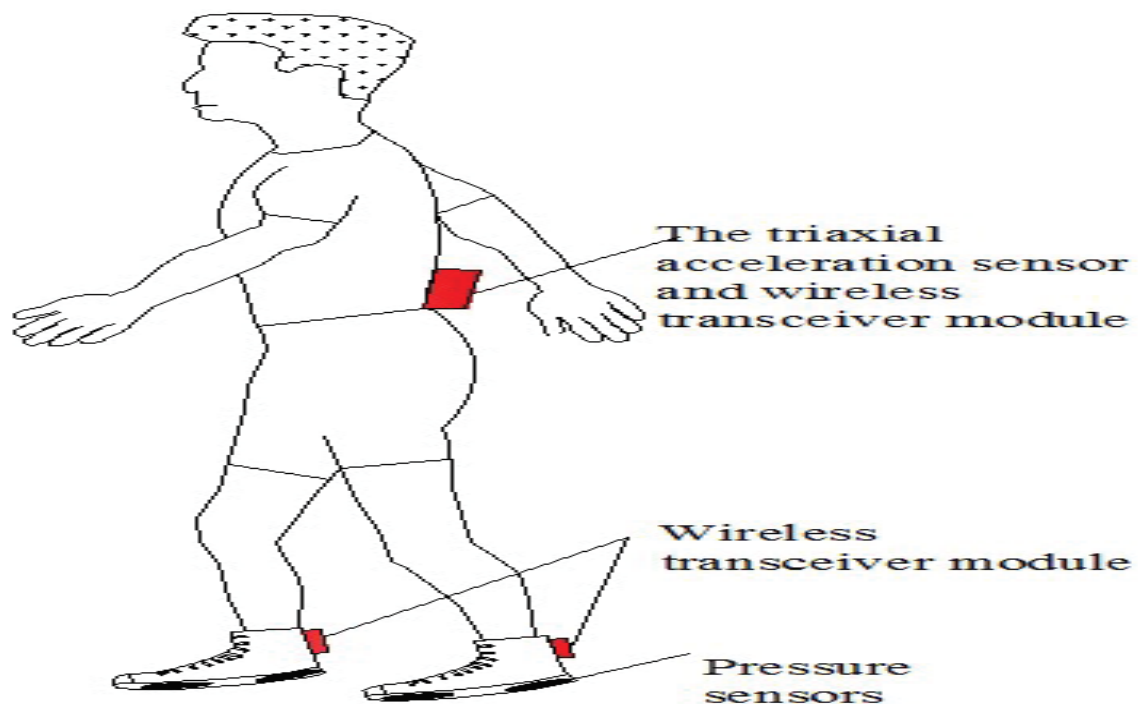
Οι έξυπνοι αισθητήρες περιλαμβάνουν ένα ευρύ φάσμα από φορητές συσκευές και αισθητήρες όπως επιταχυνσιόμετρα, γυροσκόπια, έξυπνα υφάσματα και ενεργοποιητές. Το δίκτυο των αισθητήρων παρέχει τη δυνατότητα παρακολούθησης μιας ευρείας γκάμας δραστηριοτήτων από απλών δραστηριοτήτων (μεμονωμένες κινήσεις, πτώσεις, το πλάνο λήψης φαρμάκων, τη τοποθεσία που βρίσκεται) έως και πιο πολύπλοκων δραστηριοτήτων όπως είναι η παρακολούθηση καθημερινών δραστηριοτήτων του ατόμου (ντύσιμο, βούρτσισμα

δοντιών, προετοιμασία γεύματος κ.τ.λ. Επιπρόσθετα επιτρέπουν την αξιολόγηση των ζωτικών παραμέτρων του ατόμου, εντοπίζοντας έγκαιρα τυχόν ανωμαλίες. Οι αισθητήρες αυτοί πρέπει να χαρακτηρίζονται από την ασφάλεια την αξιοπιστία την άνεση την χρηστικότητα και την συμμόρφωση (Chan *et al.*, 2012).

Επιταχυνσιόμετρο

Το επιταχυνσιόμετρο είναι μια ηλεκτρομηχανική συσκευή που έχει την ικανότητα να μετρά δυνάμεις επιτάχυνσης. Αυτές οι δυνάμεις μπορεί να είναι στατικές όπως για παράδειγμα είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας, είτε δυναμικές όταν προκαλούνται από αλλαγές στην ταχύτητα (επιτάχυνση- επιβράδυνση) ή στη διεύθυνση της κίνησης (στροφή) Υπάρχουν διάφορων ειδών επιταχυνσιόμετρα όπως

Τα πιο ευρέως γνωστά επιταχυνσιόμετρα είναι οι ηλεκτροχημικοί αισθητήρες οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την ποσοτική αξιολόγηση της σωματικής δραστηριότητας (βήματα, ταχύτητα, απόσταση, κατανάλωση θερμίδων). Τα τριαξονικά παρακολουθούν τους κραδασμούς σε τρία επίπεδα και μπορούν έτσι να εντοπίσουν την κίνηση και τη στάση του σώματος για παράδειγμα αν είναι όρθιο το άτομο ή ξαπλωμένο.



Εικόνα 17 . Τριαξονικό επιταχυνσιόμετρο σε συνδυασμό με αισθητήρες

πίεσης

πηγή (Shang, Liu and Wang, 2014)

Γυροσκόπιο

Το γυροσκόπιο είναι μια συσκευή η οποία μπορεί να διατηρεί το προσανατολισμό της μέσω της περιστροφής των μερών της και της αρχής της διατήρησης της στροφορμής και χρησιμοποιείται για τη μέτρηση του προσανατολισμού, τα δε ηλεκτρονικά MEMS γυροσκόπια μετρούν τη γωνιακή τους ταχύτητα <https://el.wikipedia.org/wiki>

Ο συνδυασμός επιταχυνσιόμετρου και γυροσκοπίου επιτρέπει τον υπολογισμό της στάσης, της θέσης και της ταχύτητας με μεγάλη ακρίβεια.

Υπέρυθρες ακτίνες

Η υπέρυθρη ακτινοβολία είναι τμήμα του φάσματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Συνήθως τα σώματα με τη μεγαλύτερη θερμοκρασία εκπέμπουν περισσότερες υπέρυθρες ενώ εκείνα τα σώματα που απορροφούν περισσότερες υπέρυθρες έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας. Παράδειγμα είναι οι θερμικές κάμερες που τοποθετούνται στα αεροδρόμια για εντοπισμό εμπύρετων ατόμων.

Ραδιοσυχνότητα

Ραδιοσυχνότητα είναι μια ταλάντωση που μεταδίδεται με την ταχύτητα του φωτός, ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα στη περιοχή των χαμηλότερων συχνοτήτων ή των μεγαλύτερων μηκών κύματος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος (100000-10m).

Η Ταυτοποίηση μέσω ραδιοσυχνότητας (RFID) είναι γνωστή εδώ και 50 χρόνια και χρησιμοποιείται τόσο για την αναγνώριση αντικειμένων όσο και για την αναγνώριση ατόμων. Τα συστήματα (RFID) αποτελούνται από δύο κύρια μέρη τις ετικέτες (RFID tag) ή αλλιώς πομποδέκτες (transponders) και τους αναγνώστες (readers). Οι αναγνώστες RFID ενσωματώνουν μια κεραία και μια μονάδα ελέγχου ώστε να μπορούν να ανακτήσουν τα δεδομένα από τις ετικέτες. Δεδομένου του ότι οι ετικέτες μπορούν να έχουν πολύ μικρό μέγεθος χρησιμοποιούνται ευρέως αφού μπορούν να τοποθετηθούν ποικιλοτρόπως είτε στο περιβάλλον του ατόμου πχ σκάλες είτε να φορεθούν πχ στα παπούτσια του.

Υπέρηχοι

Οι υπέρηχοι είναι διαμήκη ελαστικά κύματα με συχνότητα μεγαλύτερη από 20 KHZ που είναι το ανώτατο όριο της ανθρώπινης ακοής. Στην διαγνωστική ιατρική χρησιμοποιούνται υπέρηχοι συχνότητας 1-50 MHZ. Οι περισσότεροι μικρό υπέρηχοι ραντάρ λειτουργούν στη περιοχή της ζώνης C (5,8 GHZ), X -band (8GHZ) K-band (24 GHZ). Η γραφική διεπαφή χρήστη (SDR-GUI) επιτρέπει στο χρήστη να επιλέξει τη συχνότητα λειτουργίας και τις παραμέτρους, τις κυματομορφές σήματος, τους τύπους των φίλτρων και το τρόπο εγγραφής των δεδομένων. Επιπρόσθετα, μπορεί να παρέχει γραφική αναπαράσταση των σημάτων στον τομέα του χρόνου, στο τομέα της συχνότητας και στο συνδυασμένο τομέα χρόνου και συχνότητας σε πραγματικό χρόνο (Spinsante *et al.*, 2016)

Βιντεοκάμερες

Στο εμπόριο υπάρχει πληθώρα ειδών βιντεοκάμερες οι οποίες διαφοροποιούνται ως προς το κόστος αλλά και τις δυνατότητες με κυρίαρχες τις IP κάμερες. Στην παρούσα μελέτη αναφέρεται συχνά η κάμερα Microsoft Kinect v2 γι αυτό και περιγράφεται πιο κάτω:

Με τη κάμερα Kinect v2 λαμβάνονται μετρήσεις των χρονικών και χωρικών παραμέτρων βάδισης και τις συγκρίνουν με μετρήσεις από συστήματα που χρησιμοποιούν web camera εκτιμάται ο κίνδυνος πτώσης αλλά και η ανίχνευση πρόωμης λειτουργικής παρακμής. Η κάμερα Microsoft Kinect διαθέτει υπέρυθρους προβολείς εικόνα RGB, μικρόφωνο και κλίση. Με τη βοήθεια του λογισμικού και των αυτόματων αλγόριθμων μπορεί να εκτελέσει σε πραγματικό χρόνο αναγνώριση της χειρονομίας, αναγνώριση ομιλίας και ανίχνευση σκελετού σώματος από 1 έως και 4 άτομα. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί και ως συσκευή διεπαφής χρήστη ανοικτής ακρόασης για αλληλεπίδραση με ένα υπολογιστή.

3.2 Το Λογισμικό Σύστημα

Το λογισμικό σύστημα είναι όλα τα προγράμματα που περιέχουν εντολές χειρισμού των δεδομένων σε γλώσσα προγραμματισμού και αποτελείται από δύο μέρη το

Λειτουργικό σύστημα το οποίο αποτελεί και το βασικό πρόγραμμα του υπολογιστή και οι εφαρμογές οι οποίες χρησιμοποιούνται για επεξεργασία δεδομένων ή για την υλοποίηση κάποιας εργασίας. Συνήθως γίνεται χρήση των Windows για τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές και τα tablets και τα Linux τα οποία δύναται να εξυπηρετήσουν μεγάλους κεντρικούς υπολογιστές και κεντρικούς εξυπηρετητές με μεγαλύτερη ασφάλεια. Απαραίτητα εφόδια για την εξασφάλιση συμπερασμάτων από τα δεδομένα που προκύπτουν από των συνδυασμό των αισθητήρων είναι οι έξυπνοι αλγόριθμοι, οι εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης, οι τεχνικές μηχανικής μάθησης στοιχεία τα οποία θα αναλυθούν πιο κάτω.

3.2.1 Αλγόριθμοι

Αλγόριθμο ονομάζουμε τη σαφή και ακριβή περιγραφή μια σειράς ξεχωριστών οδηγιών- βημάτων, με σκοπό την επίλυση ενός προβλήματος σε συγκεκριμένο χρόνο. Οι αλγόριθμοι εφαρμόζονται στην καθημερινή μας ζωή πχ με την εκτέλεση μια μαγειρικής συνταγής και στην πληροφορική πχ στις γλώσσες προγραμματισμού, στην κρυπτογράφηση, στη μηχανική μάθηση κ.α. Οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης επιτρέπουν τον συνδυασμό των αισθητήρων και την αυτόματη εξαγωγή αποτελεσμάτων.

Στην παρούσα έρευνα γίνεται αναφορά σε διάφορους αλγόριθμους όπως:

- ✓ Αλγόριθμοι που αφορούν την πτώση ενός ατόμου
- ✓ Αλγόριθμοι για την αναγνώριση της ανθρώπινης σιλουέτας
- ✓ Αλγόριθμοι που επιτυγχάνουν τον διαχωρισμό της ανθρώπινης σιλουέτας από τα άλλα αντικείμενα
- ✓ Αλγόριθμοι που ανιχνεύουν την πτώση ή εντοπίζουν κάποια έκτακτη ανάγκη
- ✓ Αλγόριθμοι οι οποίοι αξιολογούν τις καθημερινές δραστηριότητες του ατόμου

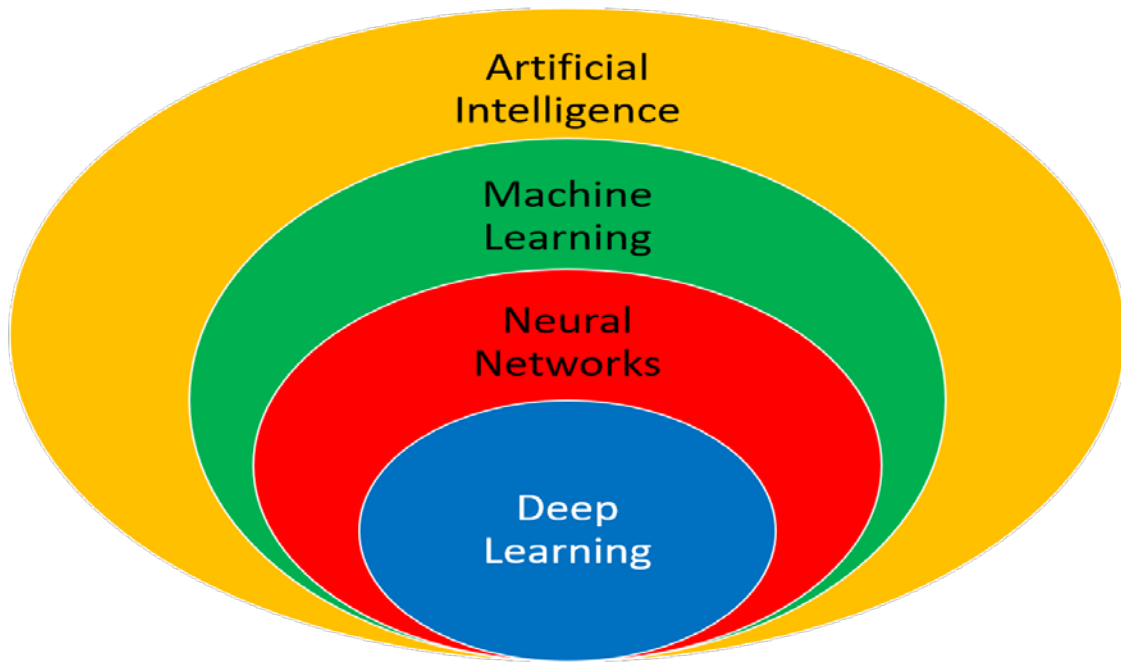
3.2.1.1 Τεχνητή Νοημοσύνη (artificial intelligent)

Τεχνητή νοημοσύνη είναι ο κλάδος της πληροφορικής που ασχολείται με τη μελέτη των θεωριών και των μεθόδων οι οποίες παράγουν νοήμονα συμπεριφορά. Λειτουργεί όπως ο ανθρώπινος εγκέφαλος και μπορεί να αναγνωρίσει πρότυπα και εικόνες, να προσαρμοστεί στο περιβάλλον, να ταξινομήσει και να προβλέψει δεδομένα και τέλος, να επιλύσει προβλήματα. Διάφορες επιστήμες όπως η πληροφορική, η ψυχολογία, η φιλοσοφία, η νευρολογία, ακόμη και η γλωσσολογία συνεισφέρουν ώστε να συντεθεί ευφυής συμπεριφορά, εκμάθηση και προσαρμογή στο περιβάλλον των μηχανών και υπολογιστών.

Η Τεχνητή Νοημοσύνη χωρίζεται σε δυο μέρη, την συμβολική και την υπο-συμβολική νοημοσύνη. Η πρώτη αφορά την προσπάθεια εξομίωσης της ανθρώπινης συμπεριφοράς με χρήση αλγορίθμων, με ένα σύνολο συμβόλων και λογικών κανόνων υψηλού επιπέδου ενώ η δεύτερη στόχο έχει την αναπαραγωγή της ανθρώπινης ευφυΐας μέσα από αριθμητικά μοντέλα που συνθέτουν συμπεριφορές ευφυΐας, προσεγγίζοντας βιολογικές καταστάσεις όπως η εξέλιξη και η λειτουργία του ανθρώπινου εγκεφάλου.

Οι πρώτες προσπάθειες τεχνητής νοημοσύνης, η οποία χρονολογείται από την δεκαετία του 50, δεν επέδωσαν τα αναμενόμενα αποτελέσματα λόγω αναποτελεσματικών αλγορίθμων, έλλειψη σαφών και ρεαλιστικών στόχων καθώς επίσης και της περιορισμένης υπολογιστικής ισχύς των CPU. Την δεκαετία του 80 άρχισε η εξέλιξη των υπαρχόντων αλγορίθμων και η δημιουργία νέων. Η πραγματική αναγέννηση της τεχνητής νοημοσύνης με τη χρήση νευρωνικών δικτύων συνέβη τα τελευταία και οι προσεγγίσεις που βασίζονται σε κρυφά μοντέλα Markov, το δίκτυο Bayesian, και αρχιτεκτονικές βαθιάς μάθησης αποτελούν πολύτιμα εργαλεία προς αυτή την κατεύθυνση.

Η τεχνητή νοημοσύνη περιλαμβάνει τους τομείς της μηχανικής μάθησης, τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα και τη βαθιά μάθηση.



Εικόνα 18. τομείς της τεχνητής νοημοσύνης

3.2.1.2 Μηχανική μάθηση (learning machine)

Ορισμός

Υπάρχουν διάφοροι ορισμοί για την μηχανική μάθηση όπως για παράδειγμα σύμφωνα με τον Carbonell (1987), "μηχανική μάθηση είναι η μελέτη υπολογιστικών μεθόδων για την απόκτηση νέας γνώσης, νέων δεξιοτήτων και νέων τρόπων οργάνωσης της υπάρχουσας γνώσης".

Σύμφωνα με τον Mitchell (1997), "Ένα πρόγραμμα υπολογιστή θεωρείται ότι μαθαίνει από την εμπειρία E σε σχέση με μια κατηγορία εργασιών T και μια μετρική απόδοσης

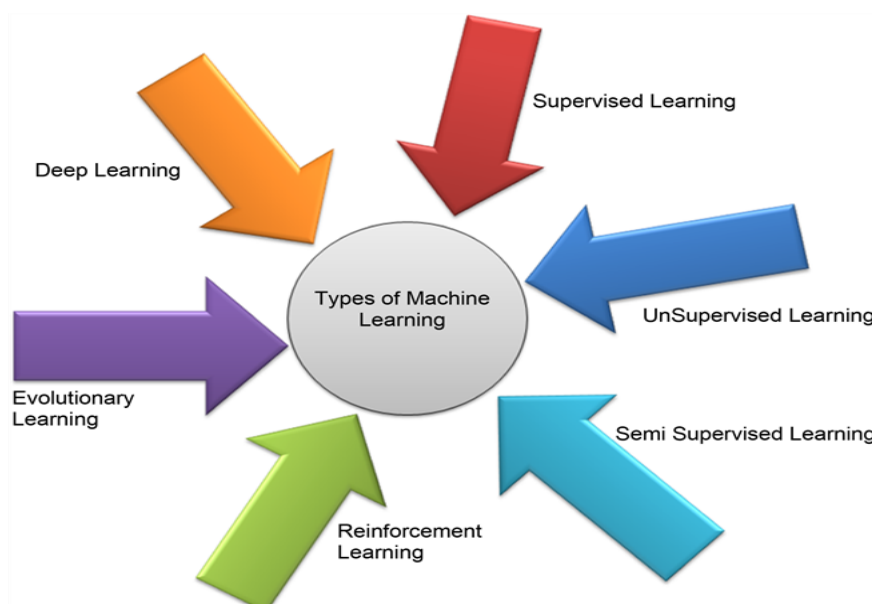
P , αν η απόδοση του σε εργασίες της T , όπως μετριοούνται από την P , βελτιώνονται με την εμπειρία E ".

Οι Witten & Frank (2000), "Κάτι μαθαίνει και αλλάζει τη συμπεριφορά του κατά τέτοιο τρόπο ώστε να αποδίδει καλύτερα στο μέλλον".

Η μηχανική μάθηση είναι ένας τομέας της τεχνητής νοημοσύνης, ο οποίος λειτουργεί περίπου όπως και η ανθρώπινη νοημοσύνη, σύμφωνα με τον οποίο τα συστήματα πληροφορικής μπορούν να βρουν λύσεις σε προβλήματα αναγνωρίζοντας διάφορα μοτίβα δεδομένων. Τα δεδομένα και οι απαιτούμενοι αλγόριθμοι τροφοδοτούνται στο σύστημα και μετά καθορίζονται οι αντίστοιχοι κανόνες ανάλυσης για την αναγνώριση των προτύπων. Τότε με τη χρήση της μηχανικής μάθησης γίνεται

- Εύρεση, εξαγωγή και σύνοψη σχετικών δεδομένων
- Πραγματοποίηση προβλέψεων
- Υπολογισμός των πιθανοτήτων
- Αυτόνομη προσαρμογή σε ορισμένες εξελίξεις
- Βελτιστοποίηση των διαδικασιών βάσει αναγνωρισμένων προτύπων

Τύποι τεχνικών μηχανικής μάθησης



Εικόνα 19. Τύποι τεχνικών μηχανικής μάθησης

Σύμφωνα με τους (Shinde and Rajeswari, 2018) οι τύποι της τεχνικής μάθησης είναι οι εξής:

- ο εποπτευόμενη εκμάθηση. Με αυτή τη μέθοδο εισάγονται τα δεδομένα με τα ανάλογα παραδείγματα και οι αλγόριθμοι ανταποκρίνονται είτε με ταξινόμηση είτε με παλινδρόμηση. Για παράδειγμα, στη πρώτη περίπτωση η ταξινόμηση κατηγοριοποιεί τα δεδομένα και δίνει την πρόβλεψη στο ερώτημα με ένα Ναι ή ένα Όχι. Στη δεύτερη περίπτωση ένας στόχος είναι η πρόβλεψη της πραγματικής αξίας στο ερώτημα αυτή η μέθοδος πληροί τα ποιοτικά μας πρότυπα απαντά με <<πόσα>> και <<πόσα>>.

Σε αυτή τη μέθοδο ανήκουν η εκμάθηση έννοιας, τα δέντρα ταξινόμησης ή απόφασης η υποστήριξη διανυσματικών μηχανών (SVM), τα νευρωνικά δίκτυα κ.α.

- ο Μη εποπτευόμενη μάθηση. Εδώ δεν παρέχονται σωστές απαντήσεις. Η τεχνική αυτή προσπαθεί να ταξινομήσει πολύπλοκα δεδομένα, βάση της ομοιότητας που παρουσιάζουν και τα ομαδοποιεί σε συστάδες.
- ο Ημι- εποπτευόμενη μάθηση. Αυτή η μέθοδος βρίσκεται μεταξύ των δύο πιο πάνω μεθόδων αφού χρησιμοποιεί δεδομένα με ετικέτα και δεδομένα χωρίς ετικέτα
- ο Ενισχυτική μάθηση
- ο Βαθιά μάθηση

3.2.1.3 Τεχνητό νευρωνικό δίκτυο (artificial neural network)

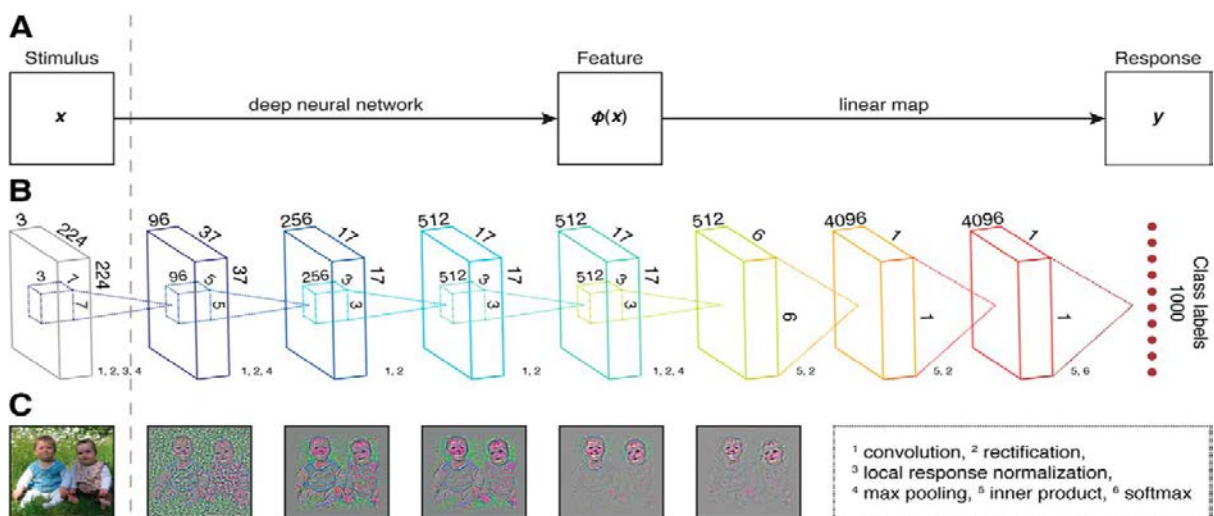
Ένα τεχνητό νευρωνικό δίκτυο είναι ένα υπολογιστικό μοντέλο, το οποίο αποτελείται από ένα σύνολο πολλαπλά διασυνδεδεμένων σε στρώματα επεξεργαστών (νευρώνων) οι οποίοι λειτουργούν παράλληλα, σε πλήρη αρμονία όπως και τα βιολογικά νευρικά δίκτυα (Hamed et al. 2013). Ένα τέτοιο δίκτυο στη πληροφορική διαμορφώνεται για την εκτέλεση μια συγκεκριμένης εφαρμογής όπως είναι η αναγνώριση προτύπων, η αναγνώριση υπόπτων αντικειμένων, η ανίχνευση ανωμαλιών στο ηλεκτροκαρδιογράφημά κ.α.

3.2.1.4 Βαθιά μάθηση

Η βαθιά μάθηση είναι η εξέλιξη της μηχανικής μάθησης και δύναται να δημιουργεί πρότυπα από σύνθετα και πολύπλοκα δεδομένα τα οποία επεξεργάζεται χρησιμοποιώντας αυτόματους κωδικοποιητές. Η βασική αρχιτεκτονική και οι αρχές

λειτουργίας μια τυπικής βαθιάς μάθησης συνοψίζεται ως εξής: (Hinton & Osindero, 2006; Najafabadi et al., 2015)

Τα ακατέργαστα δεδομένα εισαγωγής τροφοδοτούνται στο πρώτο επίπεδο. Στη συνέχεια αφού επεξεργαστούν προχωρούν στο δεύτερο στρώμα σαν είσοδος δεδομένων γίνεται ο ανάλογος μετασχηματισμός και προχωρεί στο επόμενο στρώμα το οποίο τα επεξεργάζεται εκ νέου σαν νέα δεδομένα και η διαδικασία συνεχίζεται μέχρι το τελικό σημείο εξόδου του δικτύου. Σύμφωνα με τους (Hinton & Osindero, 2006), αυτή η δομή περιλαμβάνει πολλαπλά επίπεδα αφαίρεσης, όπου στο χαμηλότερο επίπεδο οι αφαιρέσεις τείνουν να σχετίζονται περισσότερο με τμήματα δεδομένων, ενώ σε ψηλότερο επίπεδο οι αφαιρέσεις συνδέονται με σημαντικές έννοιες. Η βαθιά μάθηση χρησιμοποιείται για την αναγνώριση ομιλίας και συναισθημάτων την αναγνώριση καρκινικών κυττάρων κ. τ. λ

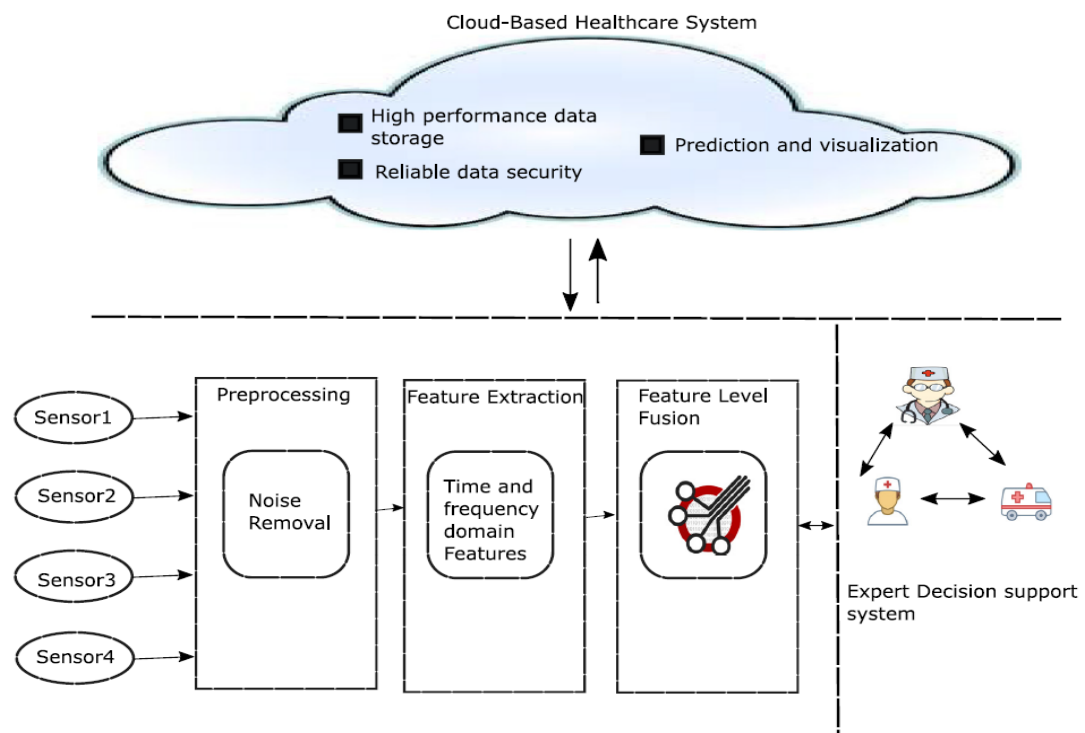


Εικόνα 20. Πλαίσιο κωδικοποίησης που βασίζεται σε βαθιά νευρωνικά δίκτυα πηγή Umut Güçlü and Marcel A. J. van Gerven
<https://www.jneurosci.org/content/35/27/10005>

3.3 Ροή των δεδομένων

Τα δεδομένα τα οποία λαμβάνονται από τους διάφορους αισθητήρες δέχονται μια προεπεξεργασία ώστε να αφαιρεθεί ο θόρυβος χωρίς να χαθούν σημαντικά δεδομένα εφαρμόζοντας κάποια φίλτρα στο τομέα του χρόνου και της συχνότητας. Στη συνέχεια τα δεδομένα στέλνονται σε ένα εξαγωγέα χαρακτηριστικών του οποίου η

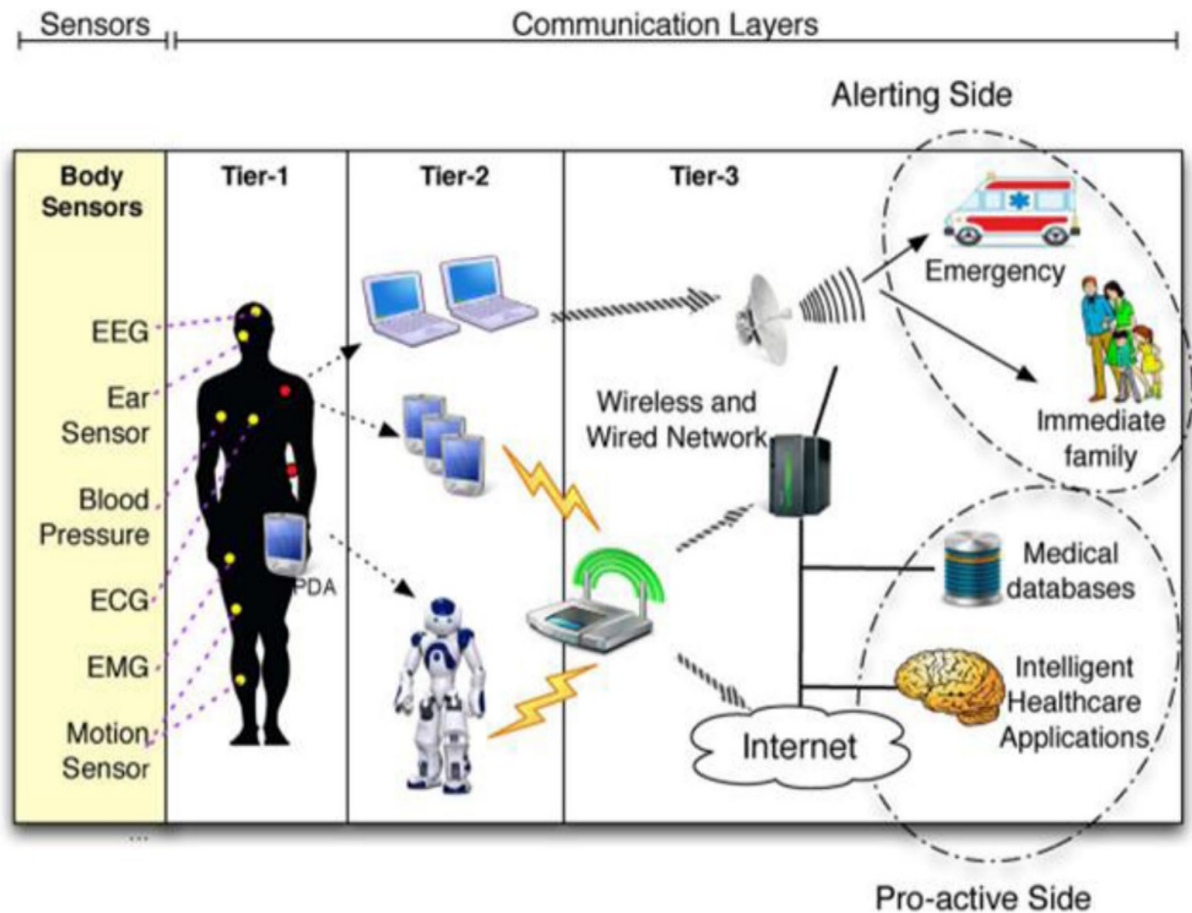
λειτουργία επικεντρώνεται στη μείωση του όγκου των δεδομένων. Αυτό επιτυγχάνεται με τη συγκράτηση κάποιων σημαντικών χαρακτηριστικών ή ιδιοτήτων. Οι τιμές αυτές περνάνε για περαιτέρω επεξεργασία σε Ταξινομητές (υποστήριξη από διανυσματικές μηχανές νευρωτικά δίκτυα κ. α) και μετά το πέρας της επεξεργασίας ο ταξινομητής δίνει συγκεκριμένες αποφάσεις, λύσεις ή προβλέψεις. Λόγω της ετερογένειας των αισθητήρων μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα ταξινομητής για κάθε ένα αισθητήρα και μετά να γίνει η σύντηξη των αισθητήρων και να ακολουθήσει νέα επεξεργασία. Οι έξυπνοι αυτόματοι αλγόριθμοι επιτρέπουν την άμεση ανάλυση των δεδομένων και μπορούν να προβλέψουν την κρισιμότητα της κατάστασης πχ αν κάτι δεν είναι φυσιολογικό ή είναι επικίνδυνο για τη διατήρηση της ζωής και να προβούν σε κατάλληλες οδηγίες.



Εικόνα 21. Το προτεινόμενο πλαίσιο σύντηξης δεδομένων σε πραγματικό χρόνο σε δίκτυα αισθητήρων σώματος. πηγή (Muzammal *et al.*, 2020) .

Τα δεδομένα δύναται να αποθηκευτούν σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές, ταμπλέτες έξυπνα τηλέφωνα, ρομπότ και συσκευές, ώστε να είναι άμεσα ορατά από το χρήστη και τον φροντιστή. Στη συνέχεια μέσω του διαδικτύου οι πληροφορίες μπορούν να διαχέονται ανάλογα με την κατάσταση στους συγγενείς, στο κέντρο άμεσης δράσης, στο προσωπικό γιατρό, στα κέντρα τηλεϊατρικής κ.τ.λ. Σημαντική είναι και η αποθήκευση των πληροφοριών αυτών στις ιατρικές βάσεις δεδομένων ώστε να

τύχουν περαιτέρω επεξεργασίας και να βοηθήσουν στη ιατρική διάγνωση. Σύμφωνα με τους (Muzammal *et al.*, 2020) όλη επεξεργασία και αποθήκευση των δεδομένων σε πραγματικό χρόνο προτείνεται για σκοπούς ασφαλείας, να διεξάγεται σε περιβάλλον υπολογιστικού νέφους.



Εικόνα 21. Η αρχιτεκτονική ενός συστήματος τηλεφροντίδας πηγή (Kalid *et al.*, 2018)

3.4 Σύστημα παρακολούθησης ασθενών (PDMS)

Οι απαιτήσεις που προέκυψαν από την αυξημένη πολυπλοκότητα της ιατρικής φροντίδας οδήγησαν στην ανάγκη για την αποθήκευση και ανάκτηση δεδομένων σε δομημένη και τυποποιημένη μορφή, μέσα από ένα ευέλικτο πληροφορικό σύστημα διαχείρισης βιολογικών παραμέτρων (PDMS) (Greenes *et al.*, 1969).

Τα PDMS είναι πολύτιμα εργαλεία στις μονάδες εντατικής νοσηλείας αφού επιτρέπουν τη καλύτερη δυνατή διαχείριση τεράστιου όγκου δεδομένων που παράγονται εκεί, τα οποία ταξινομούνται, αποθηκεύονται με ένα δομημένο τρόπο αυτόματα και υπάρχει ουσιαστική χρήση τους. Με τη χρήση τους ενισχύουν την γνώση των ιατρών και των νοσηλευτών με στόχο τη στήριξη και αποκατάσταση της λειτουργίας των ζωτικών οργάνων των ασθενών και συντείνουν στην παροχή της βέλτιστης δυνατών αντιμετώπισης και φροντίδας.

Οι ασθενείς που νοσηλεύονται στις εντατικές μονάδες, παλεύουν συνεχώς για να κρατηθούν στην ζωή και για το λόγο αυτό, εφαρμόζεται αρχιτεκτονική Client-server, δηλαδή, υπάρχουν αισθητήρες ενσωματωμένοι σε παρακλίνιες συσκευές στο κάθε ασθενή οι οποίες μετρούν τις ζωτικές λειτουργίες των οργάνων όπως καρδιακά μόνιτορ, μετρήσεις της ενδοκράνιας πίεσης, της κεντρικής φλεβικής πίεσης, της ενδοκοιλιακής πίεσης κ. α. (Cheung *et al.*, 2015). Οι μετρήσεις αυτές εμφανίζονται στις οθόνες τους σε συνεχή ροή με είτε με διαγράμματα, ή με κυματομορφές ή ακόμη και αριθμητικά σε πίνακες κ. α όλες αυτές οι μετρήσεις μπορεί να συνδέονται με μικροϋπολογιστή (client software) δίπλα από το κρεβάτι του ασθενή. Τα σήματα (μετρήσεις- διαγράμματα) επεξεργάζονται και μετατρέπονται σε αριθμητικά ψηφιακά δεδομένα και ακολούθως όλα αυτά τα δεδομένα συνδέονται με τον κεντρικό server (Ott, 1984). Ο κεντρικός server φιλοξενεί τη βάση δεδομένων, το λογισμικό Client-server, και το λογισμικό και το λογισμικό απομακρυσμένης πρόσβασης.

Η μεταφορά των δεδομένων μπορεί επίσης να γίνει με ασύρματη αρχιτεκτονική (intranet) ή και σε περιπτώσεις όπως η εφαρμογή της τηλεϊατρικής με τη χρήση του διαδικτύου.

Τα PDMS, ωφελούν τόσο στο προνοσοκομειακό όσο και στον ενδονοσοκομειακό χώρο και η αλληλεπίδραση των δύο με την εφαρμογή της τηλεϊατρικής/ τήλε-συμβουλευτικής, προσφέρει τη βέλτιστη αντίληψη για την κατάσταση υγείας του ασθενή με τη προσφορά πολύτιμων πληροφοριών, γίνεται καλύτερη διαχείριση των περιστατικών ανεβάζοντας τη ποιότητα υπηρεσιών αφού αν χρήζει νοσηλεία υπάρχει διασύνδεση με τα ασθενοφόρα για καλύτερη προετοιμασία και παραλαβή του ασθενούς (Σαριβουγιούκας *et al.*, 2008)

Επιπρόσθετα συμβάλει στην αυξημένη πρόσβαση των απομακρυσμένων περιοχών στις υπηρεσίες υγείας, αλλά ταυτόχρονα και την εξοικονόμηση κόστους αφού αποφεύγονται να στέλνονται περιστατικά προς το κέντρο εάν δεν κρίνεται απαραίτητο. Μια άλλη πτυχή αφορά την κατ' οίκο νοσηλεία των χρόνιων ασθενών όπου είναι συνδεδεμένοι με ιατρικές συσκευές και παρακολουθούνται από τις μονάδες ενώ βρίσκονται στο σπίτι τους γεγονός που μειώνει τα κόστη και ικανοποιεί τον ασθενή αφού βρίσκεται στο χώρο του (Hjelm, 2005).

Συμπερασματικά, τα οφέλη που προσφέρουν τα PDMS είναι πολλά με κυριότερα την βελτίωση της επικοινωνίας μεταξύ των τμημάτων, της αποδοτικότητας και αποτελεσματικότητας και κατ' επέκταση του κόστους. Σημαντικότερη δε είναι η δυνατότητα παροχής ποιοτικής φροντίδας υγείας σε όλους τους ασθενείς. Παρόλα αυτά προκύπτουν μερικά εμπόδια στην εφαρμογή τους κυρίως λόγω του ότι τα δεδομένα υγείας δεν είναι απόλυτα ασφαλές παρόλο που έχουν εφαρμοστεί πολλά μέτρα όπως οι ψηφιακές υπογραφές και το υπολογιστικό νέφος. Επίσης προκύπτουν διάφορα νομικά και ηθικά διλήμματα όπως για παράδειγμα αν η επαναχρησιμοποίηση των δεδομένων για ερευνητικούς χρειάζεται μια νέα συγκατάθεση από τον ασθενή (Quantin *et al.*, 2014).

Περισσότερες και εκτενέστερες έρευνες στο λειτουργικό τομέα, θα βοηθούσε στην απόκτηση θετικής στάσης προς τα συστήματα αυτά από τους επαγγελματίες υγείας.

3.2.4 Επικοινωνία των συστημάτων

Για την επικοινωνία με τη βάση δεδομένων χρησιμοποιούνται διάφορες γλώσσες προγραμματισμού, όμως στη συγκεκριμένη περίπτωση, κυρίαρχη θέση κατέχει η SQL αφού σύμφωνα με το Αμερικάνικο Εθνικό Ινστιτούτο Προτύπων αποτελεί τη τυπική γλώσσα για τα συστήματα διαχείρισης σχεσιακών βάσεων δεδομένων.

Με την υιοθέτηση του μοντέλου τύπου πελάτη/διακομιστή, ο διακομιστής δέχεται μια SQL εντολή, την εκτελεί ώστε να γίνει μια λειτουργία στην βάση δεδομένων και μετά να στείλει το αποτέλεσμα πίσω, στον κατάλληλο υπολογιστή-πελάτη. Η Access δεν έχει την δύναμη να υποστηρίξει την αρχιτεκτονική πελάτη/διακομιστή. Προκειμένου να παρέχει ένα πλήρες φάσμα από λύσεις για τις ανάγκες μιας επιχείρησης σε σχέση με βάσεις δεδομένων, η Microsoft συνδυάζει την Access με το πλήρες της RDBMS πελάτη/διακομιστή- τον SQL Server. Άλλη εξίσου σημαντική

είναι η JAVA η οποία έχει δυνατότητα να διανέμει αυτόματα εκτελέσιμα αρχεία μέσω του Internet σε συνεργασία με τα πρωτόκολλα HTTP και FTP.

Η διαλειτουργικότητα των συστημάτων μπορεί να επιτευχθεί χρησιμοποιώντας διεθνή ανοικτά πρότυπα όπως είναι το HL7 και το πρότυπο Dicom που αφορά τις διαχείριση των ιατρικών εικόνων.

3.3 Πρωτόκολλα Επικοινωνίας

Το **ZigBee** είναι μια νέα τεχνολογία στο χώρο των ασύρματων δικτύων προσωπικού χώρου και είναι πανομοιότυπο με τις έως τώρα τεχνολογίες των Wi-Fi, GPRS/GSM, Bluetooth κ.α. Το πρότυπο αυτό προέκυψε από τη συνεργασία της εταιρίας ZigBee Alliance με την επιτροπή IEEE 802.15.4 Ένα τέτοιο δίκτυο αποτελείται από συσκευές τριών ειδών και λειτουργούν ως εξής

Ο συντονιστής, ο οποίος είναι ένας και μοναδικός στο δίκτυο. Είναι υπεύθυνος για την διακλάδωση του ιδίου δικτύου και την πιθανή σύνδεση του με άλλα δίκτυα. Επίσης, επιλέγει τη συχνότητα εκπομπής του δικτύου και αποθηκεύει πληροφορίες όπως είναι τα κλειδιά ασφαλείας.

Ο δρομολογητής, ο δρομολογητής λειτουργεί σαν ενδιάμεσος κόμβος ο οποίος μπορεί να συνδεθεί με υπάρχοντα δίκτυα ή και με νέα σε περίπτωση εξάπλωσης του δικτύου και αναμεταδίδει δεδομένα

Οι τελικοί κόμβοι. Οι τελικοί κόμβοι είναι συσκευές που λειτουργούν με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας ή λειτουργούν με μπαταρίες. Οι τελικοί κόμβοι λαμβάνουν πληροφορίες από τους αισθητήρες και τους μεταδίδουν στους δρομολογητές και ακολούθως στο συντονιστή. Ανάμεσα στα πλεονεκτήματα του συγκαταλέγεται και η δυνατότητα σύνδεσης πολλών συσκευών με χαμηλό ρυθμό μετάδοσης και χαμηλή κατανάλωση ισχύος γεγονός που επιμηκύνει τη ζωή της μπαταρίας ή ακόμη και τη χρήση μικρότερων μπαταριών. Κάθε κόμβος μπορεί να υποστηρίξει μέχρι και 240 συνδέσεις στην ίδια συχνότητα. Τέλος το ZigBee χρησιμοποιεί ένα αλγόριθμο κρυπτογράφησης με κλειδιά 128 bit για να εξασφαλίζει την ακεραιότητα των μηνυμάτων, την ιδιωτικότητα και την αυθεντικοποίηση.

(National, 2019)

Bluetooth

Η εμβέλεια του κυμαίνεται από 10m- 100m ασύρματη ζεύξη η οποία δύναται να μεταδώσει δεδομένα με μέγιστη ταχύτητα 720kbps και λειτουργεί σε μη αδειοδοτημένη ζώνη των 2.4 GHz ώστε οι συσκευές που το έχουν ενσωματωμένο να μπορούν να λειτουργούν απρόσκοπτα σε οποιοδήποτε σημείο του πλανήτη. Για τη μετάδοση των δεδομένων δημιουργεί πακέτα και μεταδίδει κάθε πακέτο μέσα από ένα από τα 70 διακριτά κανάλια του, εύρους 1 έκαστο . επιπρόσθετα επιτρέπει τις απευθείας συνδέσεις από συσκευή προς συσκευή καθώς και την ταυτόχρονη σύνδεση έως και 7 συσκευών με τη χρήση μιας μοναδικής συχνότητας. (James Kardach, 1999)

Η βασική δομική μονάδα του δικτύου Bluetooth είναι το piconet και περιλαμβάνει μια συσκευή Master η οποία μπορεί να μοιράζεται κανάλια σύγχρονης επικοινωνίας με περισσότερες από 7 συσκευές Slave ταυτόχρονα και μπορεί να υποστηρίξει έως και 255 συσκευές που βρίσκονται σε κατάσταση αναμονής.

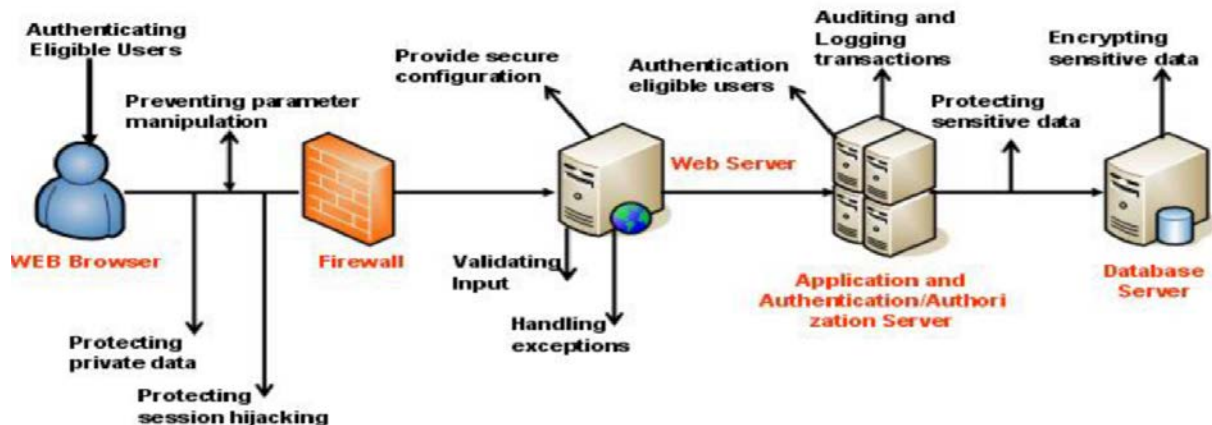
Wi-Fi

Το πρωτόκολλο βασίζεται στο πρωτόκολλο IEEE 802.11 που αφορά το ασύρματο τοπικό δίκτυο και έχει στόχο να επεκτείνει το 802.3 Ethernet στην ασύρματη περιοχή. Η τεχνολογία Wi-Fi επιτρέπει ποικίλες λειτουργίες όπως είναι η σύνδεση συσκευών μεταξύ τους, η σύνδεση μιας συσκευής με ένα τοπικό δίκτυο και άλλων συσκευών και τέλος η σύνδεση με το διαδίκτυο. Το σημείο πρόσβασης και οι ασύρματοι σταθμοί χρησιμοποιούν ένα κοινό κανάλι επικοινωνίας / μια κοινή ραδιοσυχνότητα.

3.4 Ασφάλεια

Τα πληροφορικά συστήματα και όλες οι τεχνολογίες που αναπτύχθηκαν στο χώρο της υγείας απαιτούν ιδιαίτερα ψηλό επίπεδο ασφάλειας έτσι ώστε να επιτευχθεί η εμπιστευτικότητα, η ακεραιότητα, η αυθεντικότητα και η διαθεσιμότητα των

ιατρικών δεδομένων που αφορούν τους ασθενείς με μεγάλη προσοχή όσον αφορά την ιδιωτική ζωή των ασθενών από τη μια, αλλά και την εξασφάλιση της αποτελεσματικότητας υπηρεσιών, από την άλλη (Zeadally, Isaac and Baig, 2016). Για το σκοπό αυτό γίνονται συνεχώς έρευνες εντοπίζονται οι αδυναμίες και αντιμετωπίζονται, ώστε να επιτευχθεί η βέλτιστη δυνατή ασφάλεια σε αυτό το χώρο (Li *et al.*, 2016).



Εικόνα 22. Βασικές απαιτήσεις ασφάλειας που αφορούν την ηλεκτρονική υγεία (EC 2003; Gritzalis *et al.* 1999).

Εμπιστευτικότητα

Η εμπιστευτικότητα είναι ένα από τα κύρια θέματα που αφορούν την ασφάλεια αφού υπάρχουν κακόβουλοι χρήστες που αποκτούν πρόσβαση στα προσωπικά δεδομένα υγείας των ασθενών για διάφορους σκοπούς π.χ. κέρδος, εκδίκηση ή ακόμη και υπερφόρτιση για υπηρεσίες που δεν έγιναν ποτέ και αφορά τόσο τα δεδομένα που μεταφέρονται μέσω των δικτύων όσο και τα δεδομένα που αποθηκεύονται στους προσωπικούς ηλεκτρονικούς υπολογιστές ασθενούς και τους εξυπηρετητές ενός Πληροφορικού συστήματος υγείας (Dritsas *et al.*, 2003).

Ακεραιότητα

Η ακεραιότητα αναφέρεται στην αυτούσια αποθήκευση και μεταφορά των δεδομένων του ασθενή δηλαδή στη διατήρηση της αξιοπιστίας των ιατρικών πληροφοριών. Η μεταβολή των δεδομένων αυτών πιθανόν να γίνει ακούσια ή

εκούσια δηλαδή να καταχωρηθούν λάθος δεδομένα από νόμιμο χρήστη ή από να τροποποιηθούν από μη εξουσιοδοτημένους χρήστες. Επίσης σε περίπτωση που η κακόβουλη επίθεση πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια των μεταδόσεων, οι νόμιμοι παραλήπτες λαμβάνουν δεδομένα διαφορετικά από αυτά που αποστέλλονται από τους δημιουργούς.

Αυθεντικότητα

Η εξασφάλιση της αυθεντικοποίησης παρέχει εγγύηση για την ταυτότητα μιας οντότητας (χρήστης) ή την ταυτότητα προέλευσης δεδομένων.

Για την εξασφάλιση της αυθεντικότητας και της εξουσιοδότησης δημιουργούνται πολλαπλά επίπεδα ασφάλειας. Προτείνονται κρυπτογραφημένοι κωδικοί, τα ασφαλή ID tokens και ψηφιακά πιστοποιητικά, έτσι ώστε μόνο οι εξουσιοδοτημένοι χρήστες να αποκτούν πρόσβαση σε ένα σύστημα (βάση δεδομένων) και μόνο σε εκείνα τα τμήματα του συστήματος όπου απαιτείται, ώστε να εκτελέσουν τις εργασίες που επιθυμούν (Pangalosa *et al.*, 1995). Για παράδειγμα, ο νοσηλευτής μπορεί να έχει δικαίωμα μόνο ανάγνωσης των φαρμάκων σε αντίθεση με το γιατρό ο οποίος μπορεί να δημιουργεί το θεραπευτικό πλάνο και να επανασχεδιάζει την θεραπευτική αγωγή ανάλογα με τις ανάγκες του ασθενή, ο ακτινολόγος μπορεί να δει μόνο τις ραδιολογικές εξετάσεις κ.τ.λ.

Για την ασφάλεια στο ιδιωτικό δίκτυο αλλά και την ασφαλή πρόσβαση στη βάση δεδομένων προτείνεται βοηθητικό λογισμικό για τις VNC (Virtual network connections)

Διαθεσιμότητα

Η διαθεσιμότητα των δεδομένων αφορά τη διασφάλιση της εύκολης πρόσβασης στις πληροφορίες που αφορούν τον ασθενή από εξουσιοδοτημένους χρήστες, όταν και όπου απαιτηθεί και εξασφαλίζει την αποτροπή μη εξουσιοδοτημένης απόκρυψης ιατρικών πληροφοριών κ.α.

Ιδιωτικότητα

Η συλλογή δεδομένων από τις διάφορες ιατρικές συσκευές συνεχής καταγραφής, επιτρέπουν την δημιουργία προφίλ ενός ασθενή και συνεπώς αποτελεί σοβαρή απειλή. Επίσης ο ασθενής δεν γνωρίζει πότε και ποια δεδομένα του καταγράφονται και αποθηκεύονται και που γίνεται η καταγραφή και η φύλαξη. Επιπρόσθετα δεν γνωρίζει αν αυτά τα δεδομένα μεταφέρονται σε άλλη βάση για αξιολόγηση ή επεξεργασία.

Κεφάλαιο

4

Ασύρματες Συσκευές

Σύμφωνα με το ποιους στόχους επιδιώκει να πετύχει, ο σχεδιασμός μιας συσκευής δύναται να περιλαμβάνει πληθώρα αισθητηρίων, οι οποίοι επικοινωνούν ασύρματα μεταξύ τους σχηματίζοντας ένα ασύρματο δίκτυο. Η σειρά δικτύων αισθητήρων που πωλούνται ευρέως σήμερα χαρακτηρίζονται από το μικρό μέγεθος, το χαμηλό κόστος, τη χαμηλή ισχύ και μπορεί να παρακολουθεί μετρήσεις φυσιολογικών ζωτικών σημείων (θερμοκρασία, παλμούς, πίεση, κορεσμός οξυγόνου στο αίμα επίπεδα γλυκόζης) τη φυσική δραστηριότητα (στάση του σώματος, επίπεδο δραστηριότητας) καθώς και περιβαλλοντικές παραμέτρους (θέση, φωτισμός, υγρασία ήχος κ.α.)(Jovanov and Milenkovic, 2011)

Η διάρκεια της ζωής της μπαταρίας και το βάρος αποτελεί το σημαντικότερο εμπόδιο στη ευρεία υιοθέτηση των φορητών αισθητήρων αφού η ζωή στις μπαταρίες λιθίου διαρκεί μερικές μέρες και ο χρήστης επωμίζεται το κόστος επαναφόρτισης γι αυτό και η βιομηχανίες προσανατολίζονται στην εξεύρεση τρόπων ώστε να μειώσουν το βάρος ώστε να είναι πιο άνετες και να επιμηκύνουν την διάρκεια ζωής της μπαταρίας με τη λήψη ενέργειας από το περιβάλλον πχ ηλιακή ενέργεια η κινητική ενέργεια, ηλεκτρομαγνητική κ.α. (Pantelopoulos and Bourbakis., 2010)

Στην προσπάθεια να γίνουν όσο το δυνατό πιο διακριτικά, άνετα και εύχρηστα ώστε να μην επηρεάζουν την καθημερινή δραστηριότητα του χρήστη, οι αισθητήρες τοποθετούνται σε διάφορα αξεσουάρ όπως είναι τα κολιέ, τα γάντια, δακτυλίδια, καρφίτσες και ζώνες.(Anliker *et al.*, 2004). Στο εμπόριο κυκλοφορούν πληθώρα εφαρμογών όπως τα έξυπνα γιλέκα τα οποία εκτός από την μέτρηση ζωτικών σημείων επιτρέπουν και την συνεχή καταγραφή ηλεκτροκαρδιογραφήματος αν και τώρα τείνουν να αντικατασταθούν από τις έξυπνες μπλούζες οι οποίες είναι πιο ελαφριές και παρέχουν τις ίδιες δυνατότητες.

Διάφορα αξεσουάρ που φοριούνται στο χέρι όπως ρολόγια, βραχιόλια, δακτυλίδια έχουν αρκετά καλές δυνατότητες, με το έξυπνο ρολόι να υπερτερεί σαφώς σε αυτές και να χρησιμοποιείται κυρίως από τους νέους αφού εκτός από τη μέτρηση και αξιολόγηση των δραστηριοτήτων τους μπορούν να το χρησιμοποιούν και σαν φορητό υπολογιστή/ τηλέφωνο με διασύνδεση στο διαδίκτυο. Από την άλλη πλευρά οι ηλικιωμένοι μπορούν να το φορούν για τον εντοπισμό τους σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης (αποπροσανατολισμός, πτώση στο έδαφος). Οι ζώνες έχουν επίσης προταθεί αλλά παρουσιάζουν το πρόβλημα είναι σχετικά βαριές και ότι οι ηλικιωμένοι πρέπει να θυμηθούνε να τις φορέσουν.

Τα έξυπνα παπούτσια αποτελούν μια άλλη βολική προσέγγιση αφού ανιχνεύουν τη θέση και των προσανατολισμό των ποδιών και μετρούν με αυτό το τρόπο την παράμετρο της αστάθειας κατά την βάδιση και τη πιθανότητα πτώσης. Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για εντοπισμό ατόμου.

Γενικά, με την ανάπτυξη της τεχνολογίας, υπάρχει μια μεγάλη γκάμα από προϊόντα στο εμπόριο έτσι πριν γίνει μια πρόταση για αντιμετώπιση ενός προβλήματος πρέπει να ληφθούν υπόψη οι ανάγκες των ηλικιωμένων, οι ικανότητες τους και η ανοχή τους (Chabot *et al.*, 2019)

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ



Εικόνα 23 <https://travelaway.me/portable-health-gadgets/>

Το Έξυπνο Ρολόι Υγείας είναι ένα Multi Sport smart watch - fitness tracker με bluetooth και είναι ειδικά σχεδιασμένο για άθληση. Έχει ενσωματωμένο microchip προηγμένης τεχνολογίας για ακριβέστερη μέτρηση των ζωτικών σημείων. Ελέγχει τον καρδιακό παλμό, την αρτηριακή πίεση καθώς και το κορεσμό οξυγόνου του αίματος. Εκτός από τα ζωτικά σημεία, μετρά τα βήματα, τις θερμίδες που καίει ο χρήστης, και αξιολογείται η ποιότητα ύπνου. Το ρολόι αυτό φορτίζεται τάχιστα σε θύρα USB χωρίς καλώδια και συνδέεται με το κινητό (android ή iOS) και σε συνδυασμό με την εφαρμογή που το συνοδεύει.

Συσκευή εντοπισμού K12 από την





Εικόνα 24. <https://autoleaders.gr/product/sos->

Πρόκειται για μια ασύρματη συσκευή εντοπισμού και παρακολούθησης ατόμου που λειτουργεί με κάρτα sim κινητής τηλεφωνίας η οποία θα πρέπει να έχει μονάδες και πακέτο δεδομένων για να μπορείτε να την εντοπίζετε και να την παρακολουθείτε μέσω του διαδικτύου σε πραγματικό χρόνο. Η συσκευή έχει την δυνατότητα να λαμβάνει το στίγμα της με τρεις τρόπους, με το ενσωματωμένο Gps που έχει μέσω δορυφόρων , μέσω του wi-fi ή με το στίγμα που θα πάρει από τις κεραίες της κινητής τηλεφωνίας. Έχει ενσωματωμένο κουμπί SOS και επιπρόσθετα μετρά την αρτηριακή πίεση (συστολική και διαστολική) και παλμούς με ειδική ρύθμιση πχ ανά μισή ώρα. Οι μετρήσεις καταγράφονται ως ιστορικό υγείας του ηλικιωμένου ώστε να μπορεί να αξιολογηθεί ανά πάσα στιγμή του 24ωρου μέσω της δωρεάν εφαρμογής se tracker στο κινητό τηλέφωνο ή από τον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Όσο αφορά το κουμπί sos, μόλις ο χρήστης πατήσει το κουμπί, η συσκευή θα τηλεφωνήσει αυτόματα στα 3 τηλεφωνικά νούμερα sos τα οποία έχουν από πριν καταχωρηθεί ως τηλέφωνα ανάγκης και στην συνέχεια θα στείλει ένα μήνυμα sos σε

ένα νούμερο που έχει επιλέξει. Αν δεν απαντήσει, θα προχωρήσει στο επόμενο και ούτω κάθε εξής. Μόλις απαντηθεί η κλήση, ενεργοποιείται η ανοιχτή ακρόαση ώστε να δώσει περισσότερες πληροφορίες αν επιθυμεί.

Ο φροντιστής μπορεί να παρακολουθεί συνεχώς την συσκευή από το κινητό τηλέφωνο αφού πρώτα κατεβάσει την δωρεάν εφαρμογή και να εντοπίζει που βρίσκεται ο ηλικιωμένος, αφού η συσκευή μέσω του internet στέλνει το στίγμα της στον web server του εργοστασίου.

Δακτυλίδι από τη NIMB



Εικόνα 25 <https://tut.gr/komposo-eksipno-daxtilidi-eksoplismeno-me-koumpipanikou/>

Το δακτυλίδι διατίθεται για αγορά σε μαύρο και άσπρο χρώμα. Σε περίπτωση εκτάκτου ανάγκης το μόνο που έχει να κάνει ο χρήστης είναι να πατήσει το κουμπί που βρίσκεται στο κάτω μέρος για 3 δευτερόλεπτα. Αυτό ενεργοποιεί ένα μήνυμα με πληροφορίες του προφίλ του χρήστη και τη θέση GPS και στη συνέχεια αποστέλλετε στους προκαθορισμένους κύκλους ασφαλείας που έχει ορίσει ο χρήστης. Για να είναι σίγουρος ο χρήστης ότι έχει ληφθεί μήνυμα, αισθάνεται τη δόνηση του δακτυλιδιού. Από κει και πέρα το πλήρωμα διάσωσης μπορεί να αναλάβει δράση για να βοηθήσει.

Με τη εφαρμογή Nimb για κινητά μπορεί ο χρήστης να ρυθμίσει τον κύκλο ασφαλείας του όσο μεγάλο ή μικρό θέλει πχ εκτός από το πλήρωμα διάσωσης να ειδοποιηθεί ταυτόχρονα και συγγενείς φροντιστές κ.τ.λ

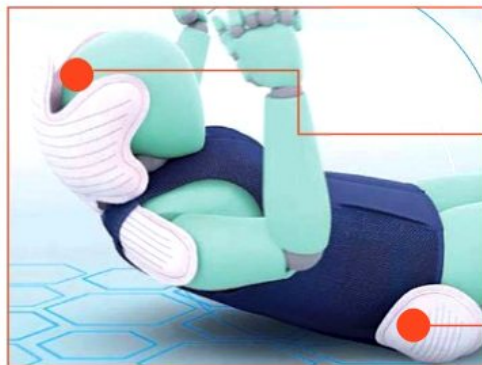
Ειδικό γιλέκο που προστατεύει από τις πιθανές επιπλοκές που συμβαίνουν μετά από μια πτώση στο έδαφος πχ κατάγματα, τραύματα και αιμορραγία.

Πώς προστατεύει το ειδικό γιλέκο

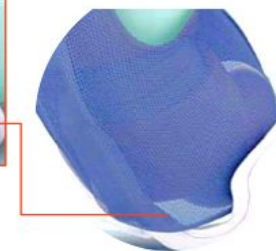


Ο αλγόριθμος:
Ο ενσωματωμένος αλγόριθμος είναι σε θέση να «προβλέψει» την πτώση ενεργοποιώντας σε κλάσματα του δευτερολέπτου τα ειδικά μαξιλάρια προστασίας

Η πρόληψη:
Κάθε χρόνο 5 εκατομμύρια άτομα χρειάζονται νοσοκομειακή φροντίδα λόγω τραυματίων από πτώση. Όχι σπάνια νοσηλεύονται με τραύματα σοβαρά, σκελετικές και εγκεφαλικές κακώσεις. Το μπουφάν της Dainese δεν αποτρέπει την πτώση αλλά βοηθά στην πρόληψη των συνεπειών



Η προστασία:
Το σύστημα είναι μελετημένο έτσι ώστε να προστατεύει τα πιο ευάλωτα μέρη του σώματος: το κεφάλι, την πλάτη, τη σπονδυλική στήλη και τη λεκάνη



Εικόνα 26. <https://www.protagon.gr/themata/to-gileko-airbag-pou-tha-prostatevei-apol-tis-ptwseis-4434144302>

Σύστημα αποκατάστασης της πτώσης ποδιών



Εικόνα 27. <http://greek.rehabilitation-devices.com/sale-11513209-ce-approved-leg-rehabilitation-equipment-for-foot-drop.html>

Το Xft-2001D είναι μια συσκευή νευρικής αποκατάστασης για θεραπεία της πτώσης ποδιών ή του πεταγμένου ποδιού που προκαλείται από τον εγκέφαλο ή ασθένειες του νωτιαίου μυελού, τραύμα, αγγειο-εγκεφαλικά επεισόδια, κατά πλάκα σκλήρυνση, εγκεφαλική παράλυση κ.τ.λ. Το σύστημα αυτό χρησιμοποιεί τεχνολογία έξυπνων αισθητήρων και λειτουργική υποκίνηση, ώστε να αναλύσει τη μετακίνηση του ποδιού και να υποκινήσει τα κατάλληλα νεύρα, προτρέποντας την ανύψωση και την ελαφριά κλίση του ποδιού σε κάθε βήμα. Η υποκίνηση μπορεί επίσης να είναι χρονομετρημένη στο περπάτημα με τη χρησιμοποίηση ενός διακόπτη πίεσης που τοποθετείται στο παπούτσι κάτω από το τακούνι. Η υποκίνηση αρχίζει όταν ανυψώνεται το τακούνι από το έδαφος ώστε να αναγκαστεί το πόδι να υψωθεί και σταθεροποιεί τον αστράγαλο όταν επιστρέφει στο έδαφος

Συσκευή μέτρησης σακχάρου Freestyle Libre



Εικόνα 28. Συσκευή μέτρησης σακχάρου

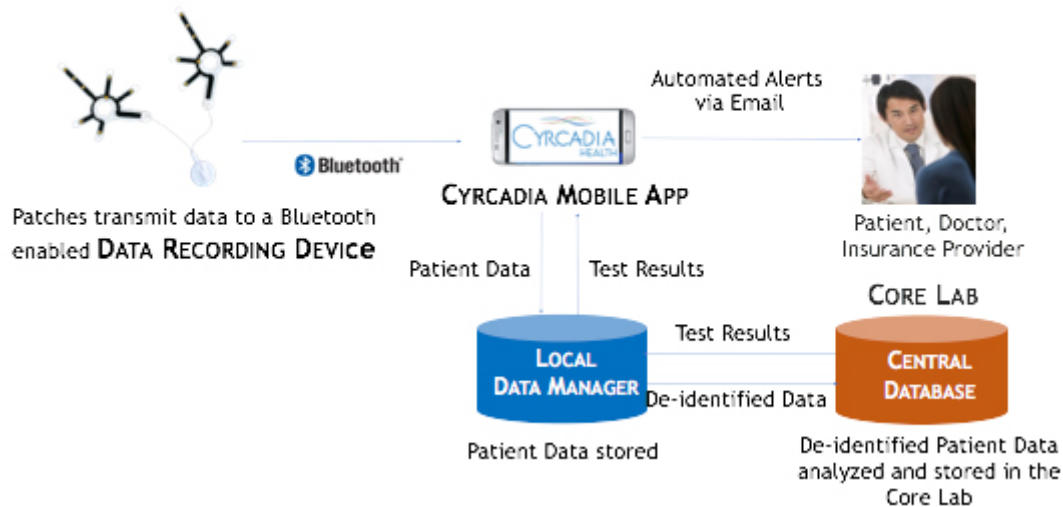
Η αύξηση των διαβητικών συνεχώς αυξάνεται ανά το παγκόσμιο γι αυτό και οι βιομηχανίες ασχολήθηκαν με την εξεύρεσης ελέγχου σακχάρου χωρίς να απαιτούν τρύπημα του δακτύλου του ασθενή ή ταινίες για την συσκευή. Είναι μια νέα τεχνολογία η οποία αναμένεται να αντικαταστήσει τη παραδοσιακή μέτρηση σακχάρου του αίματος. Ο αισθητήρας έχει μέγεθος περίπου όσο ένα κέρμα των δύο ευρώ εφαρμόζεται στο μπράτσο του ασθενή και η συσκευή μέτρησης σαρώνει καθ' όλη τη διάρκεια της μέρας και της νύκτας, ακόμα και πάνω από τα ρούχα. Η εφαρμογή του αισθητήρα γίνεται με μια αναλώσιμη συσκευή εφαρμογής, όπου ένα λεπτό, εύκαμπτο και αποστειρωμένο ινίδιο εισάγεται ακριβώς κάτω από το δέρμα και συγκρατείται στην θέση του με ένα μικρό αυτοκόλλητο επίθεμα.

Η σάρωση έχει διάρκεια ενός δευτερολέπτου και δείχνει την ακριβή μέτρηση της γλυκόζης στο αίμα καθώς επίσης και κατεύθυνση και το ρυθμό της μεταβολής της γλυκόζης τα τελευταία 15 λεπτά. Επίσης, παρουσιάζεται και ένα γράφημα του επιπέδου γλυκόζης που αναφέρεται στις τελευταίες 8 ώρες. Επιπρόσθετα το σύστημα Freestyle Libre διαθέτει λογισμικό για τη δημιουργία λεπτομερών αναφορών. Αυτή η δυνατότητα εκτός από τα εμφανή οφέλη προς τον ασθενή, λύνει ταυτόχρονα και τα χέρια των νοσηλευτών, φροντιστών, ιατρών κ.α αφού τα

δεδομένα της γλυκόζης μπορούν να μοιραστούν ταυτόχρονα έτσι ώστε να αξιολογήσουν καλύτερα τη κατάσταση και να χορηγήσουν εκάστοτε την ανάλογη θεραπευτική αγωγή.

Αισθητήρες ανίχνευσης πρώιμων ανωμαλιών του ιστικού μαστού από την Circadian health

WEARABLE PATCHES (worn for 6 to 24 hours) which include 2 x 8 temperature sensors to collect temperature data from



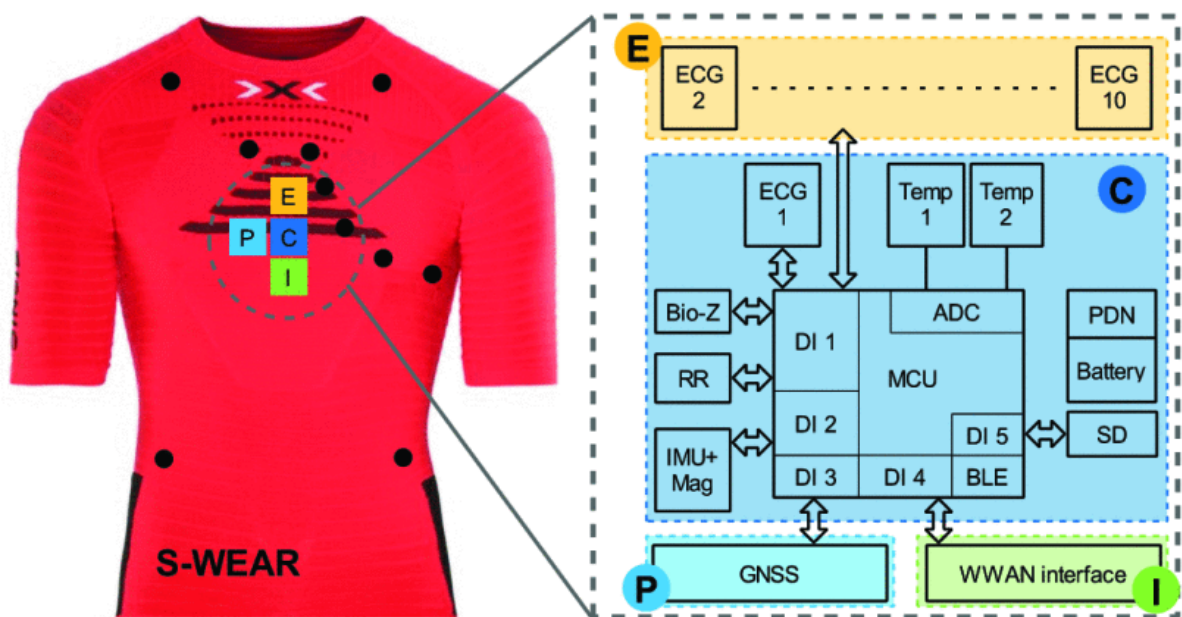
Εικόνα 29. <http://cycradiahealth.com/wp-content/uploads/2019/06/diagram.jpg>

Η Cycradia Health έχει αναπτύξει το Cycradia Breast Monitor, το οποίο είναι ένα μη επεμβατικό, μη συμπίεστικό και δεν εκπέμπει ακτινοβολία. Το σύστημα αυτό στόχο έχει να συλλαμβάνει τις μεταβολές του θερμικού κίρκαδικού ρυθμού σε μια χρονική περίοδο για την ανίχνευση οποιοδήποτε πρώιμων ανωμαλιών του ιστικού μαστού. Το σύστημα χρησιμοποιεί ένα ζευγάρι από έμπλαστρα διαθέσιμα σε έξι διαφορετικά μεγέθη, ένα για το κάθε μαστό. Κάθε έμπλαστρο ενσωματώνει οκτώ ψηφιακούς αισθητήρες θερμοκρασίας και μεταδίδουν τα δεδομένα που παράγουν σε μια συσκευή εγγραφής δεδομένων (DRD) μέσω Bluetooth. μπορούν να μεταφερθούν επίσης σε υπολογιστή ή έξυπνο τηλέφωνο κ. α αφού προηγουμένως εγκατασταθεί η αντίστοιχη εφαρμογή. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό, το γεγονός ότι τα δεδομένα στέλνονται στο εργαστήριο ελέγχου της Cycradia Health και μέσω του τοπικού

διαχειριστής δεδομένων το αποτέλεσμα της εξέτασης στέλνεται πίσω στο γιατρό συνταγογράφησης ώστε να συζητηθεί μαζί με την ασθενή. Αν για παράδειγμα η ασθενής παρουσιάζει πρώιμες ιστικές αλλοιώσεις, τότε ο γιατρός θα συστήσει υπέρηχους ή μαστογραφία, αν πάλι το αποτέλεσμα είναι αρνητικό τότε θα συνεχίσει με τον ίδιο τρόπο τον έλεγχο.

Για την μεταφορά του μεγάλου όγκου δεδομένων η Cyncadia Breast Monitor χρησιμοποιεί μια αρχιτεκτονική back-end με βάση το σύννεφο και την εφαρμογή Microsoft Azure, η οποία πέρασε τους αυστηρούς παγκόσμιους κανονισμούς ασφάλειας και προστασίας δεδομένων.

Έξυπνη μπλούζα για συνεχή παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο



Εικόνα 30. Taiyang Wu, Jean-Michel Redouté, Mehmet Yuce (2018)

Ένα φορητό σύστημα παρακολούθησης της αρτηριακής πίεσης με τη χρήση του χρόνου διέλευσης παλμών (PPT) με αισθητήρες βιοαντίστασης (BI) και αισθητήρες φωτοπληθυσμογραφίας (PPG) σε συνδυασμό με το Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) πρόκειται να αποτελέσει πολλά υποσχόμενη εναλλακτική λύση στα συμβατικά

συστήματα υγειονομικής περίθαλψης. Σε αυτή την εργασία προτείνεται ένα μικρό, ευέλικτο και φορετό σύστημα παρακολούθησης ηλεκτροκαρδιογράφων (ECG) σε πραγματικό χρόνο, ενσωματωμένο σε ένα T-shirt. Χρησιμοποιεί ένα ολοκληρωμένο μπροστινό τμήμα μπροστινού άκρου (AFE), AD8232, για τη συλλογή δεδομένων ΗΚΓ με ικανοποιητική ποιότητα. Τα δεδομένα ECG που συλλέγονται μεταδίδονται μέσω χαμηλής ενέργειας Bluetooth (BLE) σε μια τελική συσκευή για απεικόνιση σε πραγματικό χρόνο. Ένα γραφικό περιβάλλον εργασίας χρήστη (GUI) και μια εφαρμογή smartphone είναι σχεδιασμένα για εσωτερική και εξωτερική απεικόνιση σε πραγματικό χρόνο αντίστοιχα. Η κατανάλωση ισχύος του προτεινόμενου φορητού συστήματος παρακολούθησης ΗΚΓ μπορεί να είναι μόλις 5,2 mW. Εμπεριέχει μια επαναφορτιζόμενη μπαταρία 240 mAh και μπορεί να λειτουργήσει για περισσότερο από 110 ώρες συνεχώς. Για να παραταθεί η διάρκεια ζωής της μπαταρίας, υιοθετείται επίσης ένα εύκαμπτο ηλιακό θερμόμετρο εντός αυτού του συστήματος.

Έξυπνη μπλούζα από την HEXOSKIN

HEXOSKIN SMART GARMENTS
for Men, Women & Juniors

Data Collection

- Hexoskin SMART 30H+
- Hexoskin CLASSIC 12H+

*Of battery life, Rechargeable

Light & Ultraflat, Breathable Fabric, Shape Retention, Antibacterial Treatment, Machine washable

Breathing Rate, VO2 max, Minute Ventilation, 1-Lead ECG, Heart Rate Recovery, Heart Rate Variability, Acceleration, Calories, Cadence, Activity Level, Step Count

Εικόνα 31.

Πρόκειται για μια ελαφριά μπλούζα που είναι κατασκευασμένη με ανθεκτικό ύφασμα, μπορεί ο χρήστης να το φορέει άνετα και με ασφάλεια ενώ γυμνάζεται και δεν έχει κακοσμία. Όταν λερωθεί μπορεί να πλυθεί στο πλυντήριο των ρούχων χωρίς πρόβλημα.

Με το μπλουζάκι αυτό, αξιολογείται η συχνότητα της αναπνοής και ο επαρκής αερισμός, η καρδιακή δραστηριότητα, η ποιότητα του ύπνου, η ποσότητα των βημάτων, ο ρυθμός, οι θερμίδες που έχουν καεί και γενικά το επίπεδο δραστηριότητας.

Από τις αρχές του Μαρτίου η εταιρεία συνεργάζεται με συστήματα υγείας στις ΗΠΑ, το Ηνωμένο Βασίλειο και τον Καναδά και θέτει σε εφαρμογή προγράμματα παρακολούθησης ασθενών στο νοσοκομείο και στο σπίτι. Οι βιομετρικές μπλούζες μπορούν να μετράνε συνεχώς την προσπάθεια αναπνοής και παρέχει μοναδικά δεδομένα για την κατανόηση της εξέλιξης της νόσου και των επιπτώσεων της στη λειτουργία των πνευμόνων.

<https://www.hexoskin.com/pages/hexoskin-to-support-medical-research-and-covid-19-response>



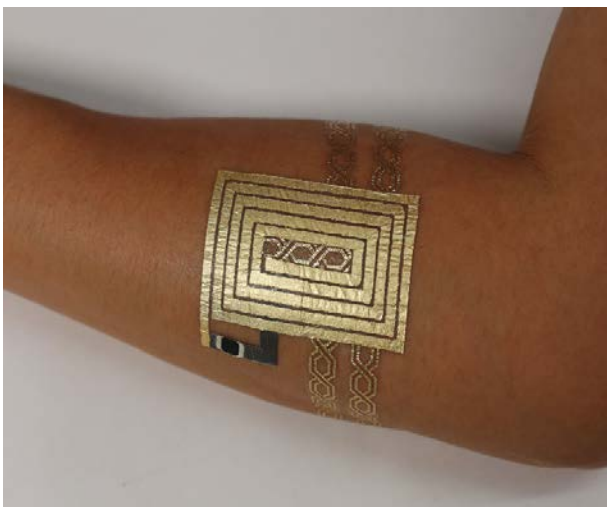
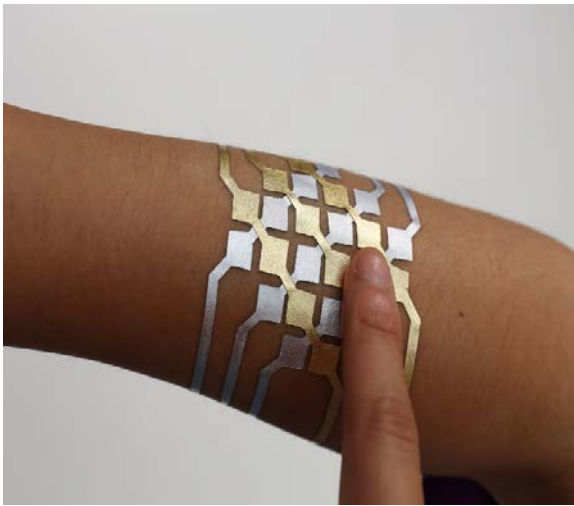
Εικόνα 32.

Χαρακτηριστικά του HEXOSKIN

- 2-30 ώρες ζωής μπαταρίας / 48 ώρες ζωής μπαταρίας με Astroskin
- 600+ ώρες αυτόματης εγγραφής
- Σύνδεση Bluetooth με iPhone, iPad, & Android
- Κλινικά επικυρωμένο από ανεξάρτητα ερευνητικά εργαστήρια

- Σχεδιασμένο και συναρμολογημένο στον Καναδά

DuoSkin



Εικόνα 33. Εφαρμογές DuoSkin

Η MIT σε συνεργασία με τη Microsoft έχει εισαγάγει το DuoSkin το οποίο μοιάζει με τατουάζ και μπορεί να τοποθετηθεί και σαν κόσμημα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εμφάνιση και αποθήκευση πληροφοριών ή και για τον έλεγχο κινητών

συσκευών (httskin.media.mit.edu/). Το DuoSkin έχει αποδειχθεί ικανό για τρεις τύπους διεπαφών στο δέρμα: ανίχνευση εισόδου αφής, εμφάνιση εξόδου και ασύρματη επικοινωνία. Για την ανταλλαγή των δεδομένων μεταξύ των διεπαφών δέρματος χρησιμοποιείται NFC των οποίων οι ετικέτες περιλαμβάνουν ένα τσιπ που συνδέεται με ένα πηνίο. Στην προκειμένη περίπτωση το πηνίο είναι κατασκευασμένο από φύλλα χρυσού.

Έξυπνη συσκευή υπενθύμισης από την Stanley Black & Decker Pria



εικόνα 34. <https://www.entrepreneur.com/article/340542>

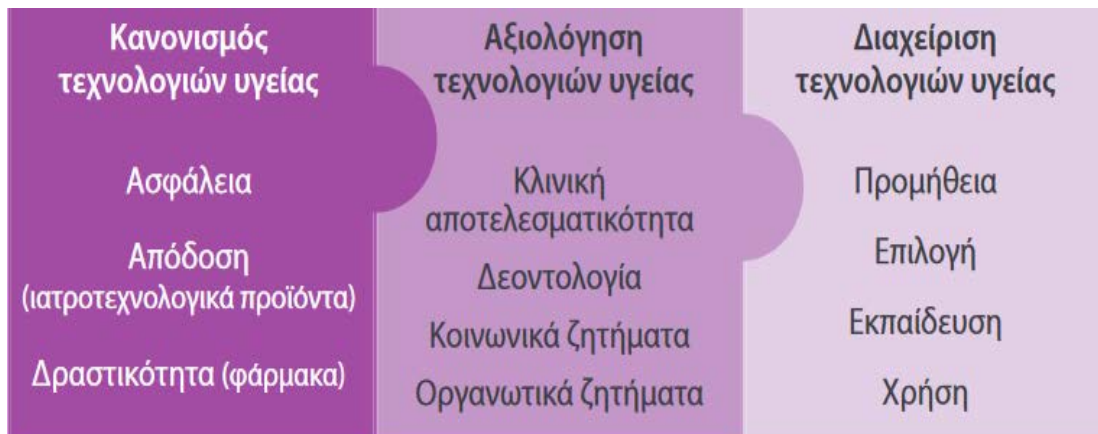
Η συσκευή αυτή επιτρέπει την σύνδεση μέσω βιντεοκλήσης με το αγαπημένο σας πρόσωπο ώστε να παρακολουθείται τι συμβαίνει μέσω της εφαρμογής. Λειτουργεί ως φροντιστής και μπορεί να υπενθυμίσει τον χρήστη για ένα σωρό πράγματα. Ανάμεσα σε αυτά για παράδειγμα, με φωνητική εντολή του χρήστη, μπορεί να χορηγήσει μέχρι και 28 δόσεις φαρμάκων.

Κεφάλαιο

5

Συζήτηση

Οι συσκευές και άλλες τεχνολογίες οι οποίες ενσωματώνουν αισθητήρες λαμβάνουν υπόψιν φυσικούς και περιβαλλοντικούς παραμέτρους και εξειδικεύονται σε αξιολόγηση συγκεκριμένων δεδομένων. Για την ορθή χρήση τους όπως και όλων των τεχνολογιών υγείας, σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν οι πιο κάτω παράμετροι:



Εικόνα 35 πηγή: Ινστιτούτο βιοϊατρική τεχνολογίας μη κερδοσκοπικός οργανισμός,2013

Ανάλογα με την ικανοποίηση των αναγκών που ερευνηθήκαν, προτάθηκαν διάφορες λύσεις όπως, ο συνδυασμό ειδών αισθητήρων (γυροσκόπια, μαγνητόμετρα, επιταχυνσιόμετρα, ραδιοσυχνότητα, υπέρυθρες ακτίνες, υπέρηχους) με στόχο τα καλύτερα αποτελέσματα.

Οι συσκευές που ενσωματώνουν αισθητήρες παρουσιάζουν διάφορα προβλήματα, όπως για παράδειγμα το βάρος, τη δυσκαμψία των υλικών η οποία επηρεάζει τις καθημερινές δραστηριότητες, αλλά και το γεγονός ότι οι ηλικιωμένοι ξεχνούν να τα φορέσουν. Παρόλα αυτά, κύριο πρόβλημα παραμένει το βάρος και η διάρκεια ζωής της μπαταρίας. Αν και η χρήση των μπαταριών λιθίου απάμβλυνε λίγο το πρόβλημα αυξάνοντας τη ζωή της μπαταρίας, από μερικές ώρες σε μερικές μέρες, συνεχίζεται η προσπάθεια για καλύτερες και μονιμότερες λύσεις, όπως λήψης ενέργειας μέσα από το περιβάλλον π.χ. ηλιακής, κινητικής, ηλεκτρομαγνητικής κ.α. (Pantelopoulos and Bourbakis., 2010)

Ακόμα ένα σημαντικό στοιχείο, είναι οι βιντεοκάμερες που υπάρχουν στο εμπόριο, οι οποίες ποικίλουν και μπορούν να τοποθετηθούν σε ένα σταθερό σημείο στο σπίτι ή ακόμα και να φορεθούν. Μια φορητή κάμερα έχει το πλεονέκτημα να καλύπτει όλο το περιβάλλον του ηλικιωμένου, ακόμη και όταν αυτός βγει εκτός σπιτιού. Παρόλα αυτά, πρέπει να ληφθεί υπόψη το κύριο το μειονέκτημα του, καθώς ο ηλικιωμένος μπορεί να ξεχάσει να την φορέει, ενώ μπορεί να είναι και άβολη. Σημειώνεται ότι οι σταθερές κάμερες χωρίζονται σε ψηλής ανάλυσης, όπου εντοπίζεται έντονα το πρόβλημα της ιδιωτικότητας, και σε χαμηλής ανάλυσης, όπου μειώνεται η ευκρίνεια. Για τους συγκεκριμένους λόγους, οι κάμερες χρειάζονται βαθμονόμηση ή να εφαρμοστεί το κρυφό μοντέλο του Markov (Stone and Skubic, 2015)

Όσον αφορά τους κινητούς αισθητήρες, αυτοί χρησιμοποιούν στατιστικά στοιχεία και χαρακτηριστικά βάσει συχνότητας αναγνώρισης λεπτομερειών δραστηριότητας. Τα στατιστικά χαρακτηριστικά παρέχουν λιγότερο υπολογιστικό χρόνο και πολυπλοκότητα.

Όταν η αναγνώριση των δραστηριοτήτων γίνεται βάσει αισθητήρων βίντεο, τα αποτελέσματα των δεδομένων επηρεάζονται αρνητικά λόγω τη μεταβλητότητας του φωτισμού. Επιπλέον, οι τεχνικές που βασίζονται στο βίντεο είναι ασύμφωρες οικονομικά, αφού πρέπει να μπουν σε πολλούς χώρους, εισβάλλοντας στην ζωή και στο απόρρητο των χρηστών ιδίως όταν έχουν τοποθετηθεί σε σταθερή θέση, λαμβάνοντας πληθώρα δεδομένων τα οποία δεν είναι απαραίτητα. Για μείωση της εν λόγω παρέμβασης στην ιδιωτική ζωή, δημιουργήθηκαν οι κάμερες Kinect V2, οι οποίες έχουν δυνατότητα RGB video, depth videos και skeleton joint position. Στον αντίποδα βρίσκονται το micro doppler radar (MDR) (το οποίο έχει μεγάλο εύρος ανίχνευσης και δεν είναι ευαίσθητο στις διάφορες συνθήκες φωτισμού καθώς και οι συσκευές που περιέχουν RFID σύστημα Spinsante *et al.*,2019)

Σε ένα τυπικό σύστημα RFID η συσκευή έχει ενσωματωμένη μια μικρή φθινή ετικέτα, η οποία διαθέτει ένα ψηφιακό τσιπ μνήμης που έχει ένα μοναδικό κωδικό, γεγονός που επιτρέπει την ταυτοποίηση του ατόμου ή του προϊόντος. Θεωρούνται μια καλή επιλογή όταν υπάρχουν περισσότερα από ένα άτομο στο σπίτι. Παράλληλα, έχει προταθεί και το έξυπνο τηλέφωνο σε συνδυασμό με άλλους αισθητήρες. Εδώ, όμως, να ληφθεί υπόψη ότι ο χρήστης πρέπει να έχει γνώση της τεχνολογίας και να μην παρουσιάζει προβλήματα μνήμης.

Ακόμα, πρέπει να υπογραμμιστεί και η ιδιαίτερη θέση που θα λάβει στο μέλλον η χρήση των έξυπνων ρομπότ, αφού μπορούν να αξιολογήσουν με μεγάλη ακρίβεια το περιβάλλον και τη κατάσταση του χρήστη σε πραγματικό χρόνο και να χειρίζονται άριστα έκτακτες καταστάσεις μειώνοντας το φόρτο του ιατρικού προσωπικού και παραϊατρικού προσωπικού (Lin *et al.*, 2020). Μπορούν, επίσης, να λειτουργούν και σαν φροντιστές μειώνοντας ταυτόχρονα και τη μοναξιά που νοιώθουν τα ηλικιωμένα άτομα.

Μολονότι, έχει αποδειχθεί ότι ο συνδυασμός πολλαπλών ετερογενών αισθητήρων μπορεί να αυξήσει την ακρίβεια και αξιοπιστία του συστήματος, από την άλλη

όμως, η σύντηξη των δεδομένων χρειάζεται μεγάλη προσοχή αφού ο κάθε αισθητήρας έχει το δικό του στατιστικό δεσμό και ενδέχεται να χρειάζεται διαφορετική μεταχείριση (Xu, Tao and Xu, 2013). Σε αυτά τα δεδομένα υπάρχει, επίσης, διαφορετικός βαθμός αβεβαιότητας γι αυτό και αναπτύχθηκαν διάφορες τεχνικές σύντηξης με κυριότερες τις μεθόδους Bayesian και τη θεωρία της τεκμηρίωσης Dempster-Shafer (DST).

Τέλος, πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η τεχνολογία πάντα έχει και θετικά και αρνητικά στοιχεία. Τα ιατροτεχνολογικά προϊόντα, πλέον, θεωρούνται απαραίτητα στην εποχή μας, τόσο για την πρόληψη, όσο και για τη διάγνωση και τη θεραπεία των νόσων και των ασθενειών, καθώς και για την αποκατάσταση των ασθενών. Αξιοποιώντας τα έτσι, το κράτος, αναγνωρίζει τη σημασία των τεχνολογιών υγείας, συμβάλλοντας σε μια καλύτερη ιατροφαρμακευτική περίθαλψη των πολιτών του, εξοικονομώντας, παράλληλα πόρους, οι οποίοι μπορούν να αξιοποιηθούν σε άλλους τομείς, όπως και εργατικά χέρια, καθώς η επίβλεψη του ασθενούς, πλέον, γίνεται με ειδικά συστήματα. Ωστόσο, εδώ μπαίνει και το ηθικό στοιχείο, για το πως χρησιμοποιείται η τεχνολογία, χωρίς να «πετά» στο δρόμο και να αφήνει χωρίς δουλειά τους επαγγελματίες υγείας.

Ακόμα ένα ηθικό ζήτημα που αίρεται με την εκτεταμένη χρήση της τεχνολογία, όπως, επίσης και με την «κακή» της χρήση, είναι το θέμα των προσωπικών δεδομένων των ασθενών. Τα προσωπικά δεδομένα πρέπει να διασφαλίζονται πριν τη χρήση οποιωνδήποτε ιατροτεχνολογικών προϊόντων, χωρίς να υπάρχει παρέμβαση στην προσωπική ζωή του χρήστη. Παράλληλα, η οποιαδήποτε τεχνολογία που θα χρησιμοποιηθεί, δεν πρέπει να αντικαθιστά την ανθρώπινη παρουσία, με τον χρήστη να εξαρτάται μόνο από αυτή. Πρέπει να ξεκαθαρίζεται η χρήση της, πως παρέχεται μόνο για βοήθεια και όχι για «αποξένωση» του ασθενούς και πλήρη εξάρτηση του από αυτήν.

Κεφάλαιο

6

Επίλογος

Η ηλεκτρονική υγεία επίδρασε καταλυτικά στο τρόπο παροχής υγειονομικής περίθαλψης προς τους πολίτες, μέσα από τα διάφορα συστήματα υγείας των κρατών ο οποίος έχει αλλάξει ριζικά. Βασικός στόχος είναι η πρόληψη των ασθενειών αλλά και η ενδυνάμωση των ατόμων ώστε να αναλάβουν οι ίδιοι τη διαχείριση ορισμένων θεμάτων υγείας τους υπό σαφώς ελεγχόμενες και καθορισμένες συνθήκες εφόσον φυσικά δεν συντρέχει λόγος παρέμβασης από επαγγελματίες υγείας. Ένα σημαντικό μέρος της ενδυνάμωσης αφορά τη συλλογή και παρακολούθηση ζωτικών σημείων και άλλων παραμέτρων υγείας με τη χρήση αισθητήρων.

Ο συνδυασμός διάφορων αισθητήρων και άλλων εργαλείων παράγει πληθώρα πληροφοριών οι οποίες με τη βοήθεια των έξυπνων αλγόριθμων υπόκεινται σε

επεξεργασία. Οι αποκτούμενες πληροφορίες αποθηκεύονται σε ιατρικές βάσεις δεδομένων δίνοντας άλλη διάσταση στην έρευνα, στην καλύτερη βιοϊατρική γνώση, στην πρόληψη των ασθενειών και των διάφορων επιπλοκών. Επιπλέον υπάρχει μια ολιστική αντίληψη της κατάστασης υγείας του χρήστη (σωματική, συναισθηματική, κοινωνική) όπως και για γνώση των κοινωνικοοικονομικών, κοινωνικοδημογραφικών και συνθηκών διαβίωσής του (Codagnone, 2010).

Στη σημερινή εποχή, το μοντέλο της οικογένειας έχει αλλάξει σε πυρηνική αφήνοντας τα άτομα που ανήκουν στις ευάλωτες ομάδες (κυρίως οι ηλικιωμένοι) να μένουν μόνοι στο σπίτι, εκτεθειμένους σε διάφορους κινδύνους για μεγάλο χρονικό διάστημα της ζωής τους. Στην αρχή, μπορεί οι ηλικιωμένοι να χρήζουν μόνο απλής παρακολούθησης ώστε να παίρνουν ορθά τα φάρμακα τους και να εκτελούν τις καθημερινές τους δραστηριότητες με ασφάλεια. Μετέπειτα ίσως χρειαστούν περαιτέρω προσοχή ανάλογα με τα προβλήματα υγείας που θα παρουσιάσουν.

Σαν λύση στο πρόβλημα του σημερινού τρόπου ζωής προτείνεται το έξυπνο σπίτι μέσα από το οποίο εξοικονομούνται πόροι και ταυτόχρονα υπάρχει σεβασμός προς το περιβάλλον. Το σπίτι μπορεί να εξοπλιστεί με διάφορες μορφές αισθητήρων και έξυπνες συσκευές, ρομπότ, ανάλογα πάντα με τις ανάγκες του ένοικου ώστε να έχει μια άνετη και ασφαλή ζωή. Τα δεδομένα μπορούν να μεταδίδονται μέσω διάφορων εφαρμογών, άμεσα προς φροντιστές, συγγενείς, στα κέντρα υγείας και προσωπικούς γιατρούς με σκοπό την έγκαιρη παροχή υπηρεσιών και την πρόληψη επιπλοκών.

Αν και ο νόμος για τα προσωπικά δεδομένα, τη κρυπτογράφηση, τις ψηφιακές υπογραφές και το υπολογιστικό νέφος περιέχουν μια μορφή ασφάλειας εντούτοις δεν αυτή δεν είναι αρκετή για τα ευαίσθητα και πολύπλοκα δεδομένα της υγείας. Σαν μελλοντική εργασία λοιπόν προτείνεται το θέμα της ασφάλειας και μέτρηση της αποδοχής του νέου αυτού τρόπου περίθαλψης από τους πολίτες.

Βιβλιογραφία

Alam, I., Khusro, S. and Naeem, M. (2018) 'A review of smart TV: Past, present, and future', *ICOSST 2017 - 2017 International Conference on Open Source Systems and Technologies, Proceedings*. IEEE, 2018-Janua(6), pp. 35–41. doi: 10.1109/ICOSST.2017.8279002.

Aloulou, H. *et al.* (2013) 'Deployment of assistive living technology in a nursing home environment: Methods and lessons learned', *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 13(1). doi: 10.1186/1472-6947-13-42.

Anderson, M. S. *et al.* (2020) 'Behavioral Interventions for Alzheimer's Management Using Technology: Home-Based Monitoring', *Current Geriatrics Reports*. *Current Geriatrics Reports*, 9(2), pp. 90–100. doi: 10.1007/s13670-020-00312-y.

Anliker, U. *et al.* (2004) 'AMON: A wearable multiparameter medical monitoring and alert system', *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, 8(4), pp. 415–427. doi: 10.1109/TITB.2004.837888.

Arshad, A. *et al.* (2016) 'Health and Wellness Monitoring of Elderly People Using Intelligent Sensing Technique', *Proceedings - 6th International Conference on Computer and Communication Engineering: Innovative Technologies to Serve Humanity, ICCCE 2016*. IEEE, pp. 231–235. doi: 10.1109/ICCCE.2016.58.

Austin, C. J. (1982) 'Hospital information systems and the development of a

- national health information system', *Journal of Medical Systems*, 6(1), pp. 3–11. doi: 10.1007/BF00994116.
- Austin, J. *et al.* (2016) 'A Smart-Home System to Unobtrusively and Continuously Assess Loneliness in Older Adults', *IEEE Journal of Translational Engineering in Health and Medicine*. IEEE, 4(January), pp. 1–11. doi: 10.1109/JTEHM.2016.2579638.
- Banno, W. and Shinomiya, N. (2019) 'Monitoring system for the elderly on staircase using passive RFID sensor tags', *2019 IEEE 8th Global Conference on Consumer Electronics, GCCE 2019*. IEEE, pp. 816–817. doi: 10.1109/GCCE46687.2019.9015520.
- Barrettino, D. *et al.* (2020) 'Wearable medical device for remote monitoring the health of elderly people at home', *I2MTC 2020 - International Instrumentation and Measurement Technology Conference, Proceedings*, pp. 1–6. doi: 10.1109/I2MTC43012.2020.9128608.
- Bazo, R. *et al.* (2020) 'Baptizo: A sensor fusion based model for tracking the identity of human poses', *Information Fusion*. Elsevier B.V., 62(September 2019), pp. 1–13. doi: 10.1016/j.inffus.2020.03.011.
- Boutellaa, E. (2019) 'Detecting Falls with Recurrent Autoencoders and Body Acceleration Data', *Proceedings - 2019 6th International Conference on Image and Signal Processing and their Applications, ISPA 2019*. doi: 10.1109/ISPA48434.2019.8966875.
- Bravo-Escobar, R. *et al.* (2017) 'Effectiveness and safety of a home-based cardiac rehabilitation programme of mixed surveillance in patients with ischemic heart disease at moderate cardiovascular risk: A randomised, controlled clinical trial', *BMC Cardiovascular Disorders*. BMC Cardiovascular Disorders, 17(1), pp. 1–11. doi: 10.1186/s12872-017-0499-0.
- Catarinucci, L. *et al.* (2015) 'An IoT-Aware Architecture for Smart Healthcare Systems', *IEEE Internet of Things Journal*. IEEE, 2(6), pp. 515–526. doi: 10.1109/JIOT.2015.2417684.
- Caya, M. V. C. *et al.* (2019) 'Supervised machine learning-based fall detection', *2018 IEEE 10th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment and Management, HNICEM 2018*. IEEE, pp. 1–6. doi: 10.1109/HNICEM.2018.8666437.
- Chabot, M. *et al.* (2019) 'Living In Place: the Impact of Smart Technology', *Current Geriatrics Reports*. Current Geriatrics Reports, 8(3), pp. 232–238. doi: 10.1007/s13670-019-00296-4.
- Chen, C., Jafari, R. and Kehtarnavaz, N. (2015) 'UTD-MHAD: A multimodal dataset for human action recognition utilizing a depth camera and a wearable inertial sensor', *Proceedings - International Conference on Image Processing, ICIP, 2015-Decem(September)*, pp. 168–172. doi: 10.1109/ICIP.2015.7350781.
- Cheung, A. *et al.* (2015) 'The organizational and clinical impact of integrating bedside equipment to an information system: A systematic literature review of patient data management systems (PDMS)', *International Journal of Medical*

Informatics, pp. 155–165. doi: 10.1016/j.ijmedinf.2014.12.002.

Codreanu, I. A., Florea, A. M. and Mocanu, I. (2018) 'A home based health-care solution for older adults using kinect', *Proceedings - 2017 19th International Symposium on Symbolic and Numeric Algorithms for Scientific Computing, SYNASC 2017*. IEEE, pp. 352–355. doi: 10.1109/SYNASC.2017.00063.

Crispim, C. F., Joumier, V. and Bremond, F. (2012) 'A Multi-Sensor Approach for Activity Recognition in Older Patients', *The Second International Conference on Ambient Computing, Applications, Services and Technologies*, pp. 26–31.

Available at:

http://www.thinkmind.org/index.php?view=article&articleid=ambient_2012_1_50_70057.

Dibia, V. (2016) 'FOQUS: A smartwatch application for individuals withadhd and mental health challenges', *ASSETS 2016 - Proceedings of the 18th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, pp. 311–312. doi: 10.1145/2982142.2982207.

Dritsas, S. *et al.* (2003) 'A knowledge-based approach to security requirements for e-health applications 2 . Identifying security and privacy requirements in the context of e-health'. Available at:

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.529.8652&rep=rep1&type=pdf>.

Frydrysiak, M. and Tesiorowski, L. (2016) 'Health monitoring system for protecting elderly people', *2016 International Multidisciplinary Conference on Computer and Energy Science, SpliTech 2016*. University of Split, FESB. doi: 10.1109/SpliTech.2016.7555935.

Garcia-Ceja, E., Galván-Tejada, C. E. and Brena, R. (2018) 'Multi-view stacking for activity recognition with sound and accelerometer data', *Information Fusion*. Elsevier B.V., 40, pp. 45–56. doi: 10.1016/j.inffus.2017.06.004.

Geoff Appelboom¹, E. C. *et al.* (2014) 'Smart wearable body sensors for patient self-assessment and monitoring.', *Archives of Public Health*, 72(28), pp. 1–9.

Greenes, R. A. *et al.* (1969) 'Design and implementation of a clinical data management system', *Computers and Biomedical Research*, 2(5), pp. 469–485. doi: 10.1016/0010-4809(69)90012-3.

Hailey, D., Roine, R. and Ohinmaa, A. (2002) 'Systematic review of evidence for the benefits of telemedicine.', *Journal of telemedicine and telecare*, 8 Suppl 1(December 2000), pp. 1–30. doi: 10.1258/1357633021937604.

Hasanuzzaman, F. M. *et al.* (2013) 'Monitoring activity of taking medicine by incorporating RFID and video analysis', *Network Modeling Analysis in Health Informatics and Bioinformatics*, 2(2), pp. 61–70. doi: 10.1007/s13721-013-0025-y.

Hidalgo-Mazzei, D. *et al.* (2015) 'Self-monitoring and psychoeducation in bipolar patients with a smart-phone application (SIMPLe) project: Design, development and studies protocols', *BMC Psychiatry*, 15(1), pp. 1–9. doi: 10.1186/s12888-015-0437-6.

Hjelm, N. M. (2005) 'Benefits and drawbacks of telemedicine', *Journal of*

Telemedicine and Telecare, 11(2), pp. 60–70. doi: 10.1258/1357633053499886.

Hossain, M. S. (no date) 'PATIENT STATUS MONITORING FOR SMART HOME HEALTHCARE M. Shamim Hossain Software Engineering Department, College of Computer and Information Sciences'. IEEE.

Insole-based, L. U. *et al.* (2018) 'Automatic Recognition of Activities of Daily', *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*. IEEE, 22(4), pp. 979–988. doi: 10.1109/JBHI.2017.2734803.

Jimenez, D., Cordova, P. and Gordon, C. (2018) 'Location System and Monitoring of Vital Signs in Older Adults and People with Alzheimer', *2018 5th International Conference on eDemocracy and eGovernment, ICEDEG 2018*, pp. 206–211. doi: 10.1109/ICEDEG.2018.8372345.

Jovanov, E. and Milenkovic, A. (2011) 'Body area networks for ubiquitous healthcare applications: Opportunities and challenges', *Journal of Medical Systems*, 35(5), pp. 1245–1254. doi: 10.1007/s10916-011-9661-x.

Kalid, N. *et al.* (2018) 'Based Real Time Remote Health Monitoring Systems: A Review on Patients Prioritization and Related "Big Data" Using Body Sensors information and Communication Technology', *Journal of Medical Systems*. Journal of Medical Systems, 42(2). doi: 10.1007/s10916-017-0883-4.

Li, X. *et al.* (2016) 'Secure and Efficient Two-Factor User Authentication Scheme with User Anonymity for Network Based E-Health Care Applications', *Journal of Medical Systems*. Journal of Medical Systems, 40(12), pp. 1–12. doi: 10.1007/s10916-016-0629-8.

Lin, K. *et al.* (2020) 'Multi-sensor fusion for body sensor network in medical human–robot interaction scenario', *Information Fusion*. Elsevier B.V., 57(October 2019), pp. 15–26. doi: 10.1016/j.inffus.2019.11.001.

Lisetti, C. *et al.* (2003) 'Developing multimodal intelligent affective interfaces for tele-home health care', *International Journal of Human Computer Studies*, 59(1–2), pp. 245–255. doi: 10.1016/S1071-5819(03)00051-X.

Malhotra, A. and Bhardwaj, B. (2018) 'Health Monitoring and Immediate Assistance Smart Bot for Elderly People Using SLAM', *14th International Conference on Information Processing: Internet of Things, ICInPro 2018 - Proceedings*. doi: 10.1109/ICINPRO43533.2018.9096683.

Mardini, M. T., Iraqi, Y. and Agoulmine, N. (2019) 'A Survey of Healthcare Monitoring Systems for Chronically Ill Patients and Elderly', *Journal of Medical Systems*. Journal of Medical Systems, 43(3). doi: 10.1007/s10916-019-1165-0.

Meditkos, G. *et al.* (2018) 'Multi-modal activity recognition from egocentric vision, semantic enrichment and lifelogging applications for the care of dementia', *Journal of Visual Communication and Image Representation*. Elsevier, 51(January), pp. 169–190. doi: 10.1016/j.jvcir.2018.01.009.

Mtshali, P. and Khubisa, F. (2019) 'A smart home appliance control system for physically disabled people', *2019 Conference on Information Communications Technology and Society, ICTAS 2019*. IEEE, pp. 1–5. doi: 10.1109/ICTAS.2019.8703637.

- Muzammal, M. *et al.* (2020) 'A multi-sensor data fusion enabled ensemble approach for medical data from body sensor networks', *Information Fusion*. Elsevier B.V., 53(June 2019), pp. 155–164. doi: 10.1016/j.inffus.2019.06.021.
- National, H. (2019) 'Bioethica Επισκόπηση και καταγραφή των αισθητήρων και των αντίστοιχων τεχνολογιών μέτρησης βιοσημάτων (Βιοαισθητήρες) - Πρωτόκολλα επικοινωνίας - Ηθικά Ζητήματα', 4(2018), pp. 69–83.
- Ott, L. (1984) *Computers in health care., Southern hospitals*. doi: 10.4324/9780429033124-8.
- Pangalosa, G. *et al.* (1995) *Improving the security of medical database systems*.
- Pedone, C. *et al.* (2013) 'Efficacy of multiparametric telemonitoring on respiratory outcomes in elderly people with COPD: A randomized controlled trial', *BMC Health Services Research*, 13(1). doi: 10.1186/1472-6963-13-82.
- Piau, A. *et al.* (2014) 'Aging society and gerontechnology: A solution for an independent living?', *Journal of Nutrition, Health and Aging*, 18(1), pp. 97–112. doi: 10.1007/s12603-013-0356-5.
- Purcell, R., McInnes, S. and Halcomb, E. J. (2014) 'Telemonitoring can assist in managing cardiovascular disease in primary care: A systematic review of systematic reviews', *BMC Family Practice*, 15(1). doi: 10.1186/1471-2296-15-43.
- Quantin, C. *et al.* (2014) 'Security, Legal and Ethical Aspects of Computerised Health Data in Europe', pp. 249–287. doi: 10.1007/978-2-8178-0478-1_11.
- Rakhman, A. Z. *et al.* (2014) 'U-FAST: Ubiquitous fall detection and alert system for elderly people in smart home environment', *Proceeding - 2014 Makassar International Conference on Electrical Engineering and Informatics, MICEEI 2014*, (November), pp. 136–140. doi: 10.1109/MICEEI.2014.7067326.
- Roman Richard, A. Al *et al.* (2019) 'Health monitoring system for elderly and disabled people', *1st International Conference on Robotics, Electrical and Signal Processing Techniques, ICREST 2019*. IEEE, pp. 677–681. doi: 10.1109/ICREST.2019.8644452.
- Röning, J. *et al.* (2014) 'Minotaurus: A System for Affective Human–Robot Interaction in Smart Environments', *Cognitive Computation*, 6(4), pp. 940–953. doi: 10.1007/s12559-014-9285-9.
- Shang, Y., Liu, Z. and Wang, J. (2014) 'Posture recognition for the elderly based on wireless sensor networks', *26th Chinese Control and Decision Conference, CCDC 2014*. IEEE, pp. 2496–2499. doi: 10.1109/CCDC.2014.6852593.
- Shinde, S. A. and Rajeswari, P. R. (2018) 'Intelligent health risk prediction systems using machine learning: A review', *International Journal of Engineering and Technology(UAE)*, 7(3), pp. 1019–1023. doi: 10.14419/ijet.v7i3.12654.
- Shoab, M. *et al.* (2016) 'Complex human activity recognition using smartphone and wrist-worn motion sensors', *Sensors (Switzerland)*, 16(4), pp. 1–24. doi: 10.3390/s16040426.
- Stone, E. E. and Skubic, M. (2015) 'Fall detection in homes of older adults using the microsoft kinect', *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*. IEEE,

19(1), pp. 290–301. doi: 10.1109/JBHI.2014.2312180.

Stroetmann, K. a *et al.* (2006) *eHealth is Worth it, eHealth Impact*. doi: 10.2759/242.

Takahashi, Y., Takagi, M. and Inoue, K. (2019) 'Development of a Communication Robot System for Monitoring Older People', *IECON Proceedings (Industrial Electronics Conference)*. IEEE, 2019-Octob, pp. 6866–6870. doi: 10.1109/IECON.2019.8927408.

Talal, M. *et al.* (2019) 'Smart Home-based IoT for Real-time and Secure Remote Health Monitoring of Triage and Priority System using Body Sensors: Multi-driven Systematic Review', *Journal of Medical Systems*. Journal of Medical Systems, 43(3). doi: 10.1007/s10916-019-1158-z.

Tasneem Usha, R., Sazid Sejuti, F. and Islam, S. (2019) 'Smart monitoring service through self sufficient healthcare gadget for elderly', *Proceedings - 2019 IEEE International Symposium on Smart Electronic Systems, iSES 2019*, pp. 276–279. doi: 10.1109/iSES47678.2019.00068.

Toda, K. and Shinomiya, N. (2018) 'Fall Detection System for the Elderly Using RFID Tags with Sensing Capability', *2018 IEEE 7th Global Conference on Consumer Electronics, GCCE 2018*. IEEE, pp. 806–807. doi: 10.1109/GCCE.2018.8574720.

Wang, C. *et al.* (2015) 'Low-power technologies for wearable telecare and telehealth systems: A review', *Biomedical Engineering Letters*, 5(1), pp. 1–9. doi: 10.1007/s13534-015-0174-2.

Xu, Chang, Tao, D. and Xu, Chao (2013) 'A Survey on Multi-view Learning', pp. 1–59. Available at: <http://arxiv.org/abs/1304.5634>.

Zeadally, S., Isaac, J. T. and Baig, Z. (2016) 'Security Attacks and Solutions in Electronic Health (E-health) Systems', *Journal of Medical Systems*, 40(12). doi: 10.1007/s10916-016-0597-z.

Σαριβουγιούκας, Ι. *et al.* (2008) 'Τμήμα Επείγοντων Περιστατικών Και Πληροφοριακή Υποστήριξη', *Αρχεία Ελληνικής Ιατρικής*, 25(1), pp. 102–110. Available at: www.mednet.gr/archives.