



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

Πληροφοριακά Συστήματα Υγείας:
Καινοτόμες λύσεις ΤΠΕ για το Έξυπνο
Νοσοκομείο

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΥ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ

ΔΡ. ΘΕΟΦΙΛΟΣ ΧΡΥΣΙΚΟΣ
ΔΙΔΑΣΚΩΝ – ΣΥΝΕΡΓΑΤΗΣ Π.Δ. 407/80

Λαμία 2021



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

Πληροφοριακά Συστήματα Υγείας:
Καινοτόμες λύσεις ΤΠΕ για το Έξυπνο
Νοσοκομείο

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΥ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ

ΔΡ. ΘΕΟΦΙΛΟΣ ΧΡΥΣΙΚΟΣ
ΔΙΔΑΣΚΩΝ – ΣΥΝΕΡΓΑΤΗΣ Π.Δ. 407/80

Λαμία 2021



UNIVERSITY OF
THESSALY

SCHOOL OF SCIENCE

DEPARTMENT OF COMPUTER SCIENCE & TELECOMMUNICATIONS

Health Information Systems:
Innovative ICT solutions for the Smart Hospital

PANAGIOTIS ANTONIOY

FINAL THESIS

ADVISOR

DR. THEOFILOS CHRYSIKOS
TEACHING ASSOCIATE

Lamia 2021

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

1. Δεν παραθέτω κομμάτια βιβλίων ή άρθρων ή εργασιών άλλων αυτολεξεί **χωρίς να τα περικλείω σε εισαγωγικά** και χωρίς να αναφέρω το συγγραφέα, τη χρονολογία, τη σελίδα. Η αυτολεξεί παράθεση χωρίς εισαγωγικά χωρίς αναφορά στην πηγή, είναι λογοκλοπή. Πέραν της αυτολεξεί παράθεσης, λογοκλοπή θεωρείται και η παράφραση εδαφίων από έργα άλλων, συμπεριλαμβανομένων και έργων συμφοιτητών μου, καθώς και η παράθεση στοιχείων που άλλοι συνέλεξαν ή επεξεργάστηκαν, χωρίς αναφορά στην πηγή. Αναφέρω πάντοτε με πληρότητα την πηγή κάτω από τον πίνακα ή σχέδιο, όπως στα παραθέματα.

2. Δέχομαι ότι η αυτολεξεί **παράθεση χωρίς εισαγωγικά**, ακόμα κι αν συνοδεύεται από αναφορά στην πηγή σε κάποιο άλλο σημείο του κειμένου ή στο τέλος του, είναι αντιγραφική. Η αναφορά στην πηγή στο τέλος π.χ. μιας παραγράφου ή μιας σελίδας, δεν δικαιολογεί συρραφή εδαφίων έργου άλλου συγγραφέα, έστω και παραφρασμένων, και παρουσίασή τους ως δική μου εργασία.

3. Δέχομαι ότι υπάρχει επίσης περιορισμός στο μέγεθος και στη συχνότητα των παραθεμάτων που μπορώ να εντάξω στην εργασία μου εντός εισαγωγικών. Κάθε μεγάλο παράθεμα (π.χ. σε πίνακα ή πλαίσιο, κλπ), προϋποθέτει ειδικές ρυθμίσεις, και όταν δημοσιεύεται προϋποθέτει την άδεια του συγγραφέα ή του εκδότη. Το ίδιο και οι πίνακες και τα σχέδια

4. Δέχομαι όλες τις συνέπειες σε περίπτωση λογοκλοπής ή αντιγραφής.

Ημερομηνία:/...../2022

Ο Δηλ.
Παναγιώτης Αντωνίου



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

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στα πλαίσια της παρούσης πτυχιακής εργασίας παρουσιάζεται το γνωστικό, επιστημονικό και τεχνολογικό αντικείμενο των Πληροφοριακών Συστημάτων Υγείας (ΠΣΥ). Πιο συγκεκριμένα, εστιάζουμε σε καινοτόμες λύσεις, από επιστημονικής και εφαρμοσμένης τεχνολογικής σκοπιάς, Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών για το Έξυπνο Νοσοκομείο. Η εργασία παρουσιάζει καταρχάς την έννοια και αρχιτεκτονική των Πληροφοριακών Συστημάτων Υγείας, εστιάζοντας στον σημαντικό, οργανικό ρόλο του Διαδικτύου των Ιατρικών Πραγμάτων, ως το δυναμικό οικοσύστημα που πραγματώνει την τοπολογία των Πληροφοριακών Συστημάτων Υγείας, και επισημαίνει τον κομβικό ρόλο του Έξυπνου Νοσοκομείου εντός αυτής της αρχιτεκτονικής. Εν συνεχεία μελετάται το Έξυπνο Νοσοκομείο ως φυσική οντότητα που αναβαθμίζεται κτιριακά και από πλευράς υποδομών με χρήση ΤΠΕ, και ως κομβικό δομικό στοιχείο των ΠΣΥ, ιδίως ως Πύλη για το Smart Health Cloud και την οικοδόμηση του Ηλεκτρονικού Φακέλου Υγείας. Παρουσιάζονται θεμελιώδεις τεχνολογίες όπως η έξυπνη και κινητή υγεία και αναδεικνύεται ο σημαντικός ρόλος των βιο-αισθητήρων για την συγκρότηση του Διαδικτύου των Ιατρικών Πραγμάτων. Στα πλαίσια της εργασίας υλοποιείται και παρουσιάζεται ένα σενάριο εργασίας με δημιουργία ψηφιακής ροής πληροφορίας από πρωτογενή βιο-ιατρικά δεδομένα και σχολιάζεται η σημασία της ψηφιακής κωδικοποίησης στην δημιουργία ροής ευαίσθητων δεδομένων που το Έξυπνο Νοσοκομείο λαμβάνει από real-time monitoring ασθενών για να τροφοδοτήσει τον Ηλεκτρονικό Φάκελο Υγείας στο cloud. Τέλος, παρατίθενται τα συμπεράσματα και η βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε για την εκπόνηση της πτυχιακής εργασίας.

ABSTRACT

Within the framework of this thesis, we present a thorough investigation of the academic, scientific and technological field of Health Information Systems (HIS). More specifically, we focus on innovative solutions based on Information and Communication Technologies (ICT), from an applied science and technology standpoint, for the Smart Hospital. The thesis introduces the concept and architecture of Health Information Systems, focusing primarily on the crucial role of the Internet of Medical Things as the dynamic eco-system that implements the topology of Health Information Systems, and highlights the significant role of the Smart Hospital within this architecture. Thus, the Smart Hospital is presented in detail, as a physical entity which is upgraded, building-wise, and as a central node of HIS, primarily as a Gateway for the Smart Health Cloud. Moreover, fundamental technologies such as smart and mobile health are presented, and we discuss the important role of bio-sensors in building up the Internet of Medical Things. Within the context of this thesis, a case study is implemented and presented, featuring the production of a digital information flow derived from empirical raw bio-medical data. We comment on the importance of robust digital coding on the establishment of a sensitive data stream that the Smart Hospital receives from real-time patient monitoring in order to construct the Electronic Health Record in the cloud. Finally, the conclusions and the bibliography employed for producing this thesis are presented.

Table of Contents

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	I
ABSTRACT	III
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ</u>	<u>2</u>
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΓΕΙΑΣ (HEALTH INFORMATION SYSTEMS)</u>	<u>3</u>
2.1 ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	3
2.2 ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΓΕΙΑΣ	4
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΙΑΤΡΙΚΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΈΞΥΠΝΟ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ</u>	<u>6</u>
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
3.2 ΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ (INTERNET OF THINGS)	6
3.3 ΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΙΑΤΡΙΚΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ (INTERNET OF MEDICAL THINGS)...	7
3.4 ΈΞΥΠΝΟ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ	8
3.5 ΈΞΥΠΝΑ ΚΤΙΡΙΑ	10
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ ΣΤΑ ΈΞΥΠΝΑ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑ.....</u>	<u>12</u>
4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	12
4.2 ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ ΣΤΟ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ.....	12
4.3 ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ ΣΤΟ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ	13
4.4 ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ.....	14
4.5 ΘΕΡΜΙΚΗ ΆΝΕΣΗ ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ	15
4.5.Α ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	15
4.5.Β ΥΓΡΑΣΙΑ	16
4.5.Γ ΔΕΡΙΣΜΟΣ	17
4.6 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΠΟΡΤΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ.....	17
4.6.Α ΈΛΕΓΧΟΣ ΠΟΡΤΩΝ.....	17
4.6.Β ΈΛΕΓΧΟΣ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ.....	18
4.7 ΠΥΡΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ	19
4.8 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ	19
4.9 ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ ΣΤΟ ΚΤΗΡΙΟ	20
4.9.Α ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΕΣ.....	20
4.9.Β ΚΥΛΙΟΜΕΝΕΣ ΣΚΑΛΕΣ	21
4.9.Γ ΑΥΤΟΜΑΤΕΣ ΠΟΡΤΕΣ	21
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΈΞΥΠΝΗ ΥΓΕΙΑ.....</u>	<u>22</u>
5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	22

5.2 ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΥΓΕΙΑ (eHEALTH).....	22
5.3 ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗ	24
5.4 ΤΙ ΠΡΟΣΦΕΡΕΙ Η ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗ	25
5.5 ΕΞΕΙΔΙΚΕΥΜΕΝΕΣ ΘΕΡΑΠΕΙΕΣ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗΣ.....	26
5.6 ΓΙΑΤΙ ΕΙΝΑΙ ΑΝΑΓΚΑΙΑ Η ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗ.....	28
5.7 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗΣ.....	29
5.7.Α ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗΣ.....	29
5.7.Β ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗΣ	30
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΚΙΝΗΤΗ ΥΓΕΙΑ (MHEALTH)</u>	<u>31</u>
6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	31
6.2 ΚΙΝΗΤΗ ΥΓΕΙΑ (MHEALTH)	32
6.3 ΓΙΑΤΙ ΝΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΕΙ ΤΟ MHEALTH	33
6.6 ΚΙΝΗΤΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ.....	35
6.7 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ MHEALTH	37
6.8 ΚΟΡΟΝΟΪΟΣ (COVID-19) ΚΑΙ MHEALTH	38
6.9 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ MHEALTH	39
6.9.Α ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ MHEALTH	39
6.9.Β ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ MHEALTH.....	40
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 BIO-SENSOR (BIO-ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ) ΚΑΙ NANOMEDICINE</u> <u>(NANOΪΑΤΡΙΚΗ).....</u>	<u>41</u>
7.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	41
7.2 BIO-SENSOR (BIO-ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ)	41
7.3 ΞΕΧΩΡΙΣΤΕΣ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΒΙΟΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΣΤΙΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΠΕΡΙΘΑΛΨΗΣ	42
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 ΣΕΝΑΡΙΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ</u>	<u>45</u>
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</u>	<u>54</u>
<u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</u>	<u>55</u>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 Εισαγωγή

Η σύγχρονη εποχή χαρακτηρίζεται από τεχνολογικής πλευράς ως η εποχή σύγκλισης του ICT με πολλούς τομείς της κοινωνικής και οικονομικής δραστηριότητας, όπως για παράδειγμα η βιομηχανία (Industry 4.0), οι πόλεις (Smart Cities), οι μεταφορές (Intelligent Transport Networks) αλλά και η κοινωνική ζωή, με τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης [1.1].

Από αυτήν την σύγκλιση των έξυπνων συστημάτων με την εξέλιξη των ευρυζωνικών και ultra-large capacity έξυπνων συστημάτων δεν μένει ανεπηρέαστη ούτε η υγεία και τα συστήματα παροχής υπηρεσιών υγείας, εθνικά και ιδιωτικά, όπως και το προσωπικό, ιατρικό, νοσηλευτικό, τεχνικό, και λοιπό διοικητικό.

Στην πτυχιακή αυτή εργασία μελετούμε λοιπόν πως η σύγκλιση ICT και παροχής υπηρεσιών υγείας δημιουργεί την αναγκαιότητα κι εν τέλει τον σχεδιασμό Πληροφοριακών Συστημάτων Υγείας (Health Information Systems) τα οποία οφείλουν (και σε ένα σταδιακό βαθμό το επιτυγχάνουν ήδη) να ενσωματώσουν τα υφιστάμενα φυσικά μέσα, τον εξοπλισμό, το ανθρώπινο δυναμικό, γενικότερα όλους τους υλικούς και αΐλους πόρους σε μία ενιαία, all-inclusive, συνεκτική δομή η οποία θα μετασχηματίσει την ποιότητα αλλά και την βιωσιμότητα, επιστημονική, οικονομική, και εν τέλει κοινωνική για τα συστήματα και τις παρεχόμενες υπηρεσίες υγείας [1.2].

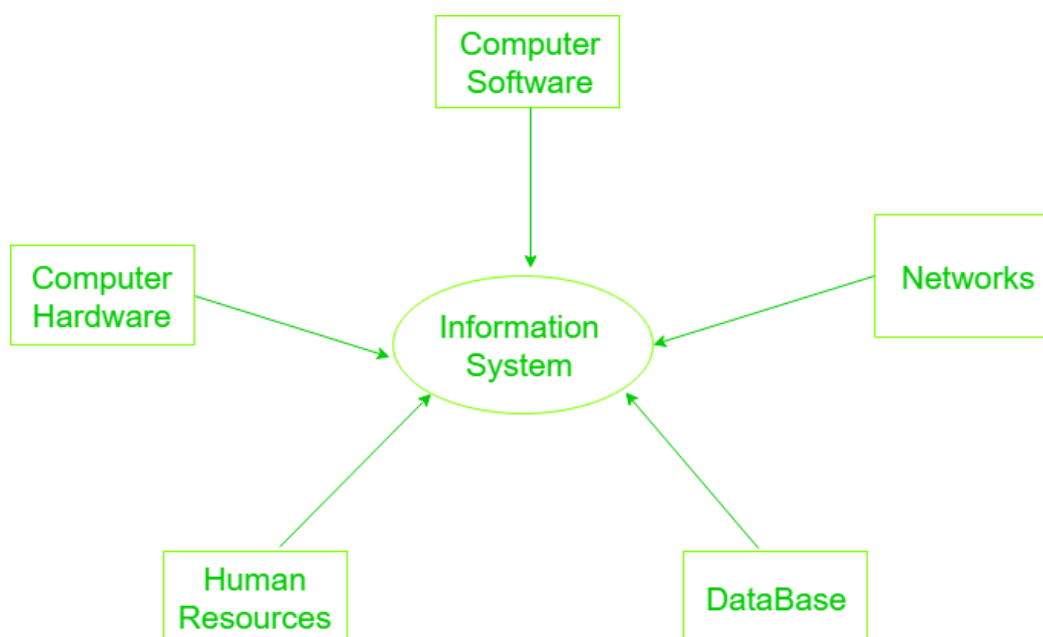
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 Πληροφοριακά Συστήματα Υγείας (Health Information Systems)

2.1 Πληροφοριακά Συστήματα

Η μετάβαση από την κλασική συστημική αντίληψη ως «ένα σύνολο οντοτήτων δια των οποίων μία ή περισσότερες διεργασίες επιδρούν σε δεδομένα εισόδου για να παράξουν δεδομένα εξόδου» [2.1] στην σύγχρονη αντίληψη για τα πληροφοριακά συστήματα, απαιτεί μία μετάβαση από έναν «στενό» πυρήνα ενός συστήματος ου συγκροτεί δίκτυο δεδομένων σε ένα ευρύτερο πλαίσιο εργασίας (context) που αποτελεί και εννοιολογικό πλαίσιο και που εισαγάγει τις λειτουργίες της αποθήκευσης και της επεξεργασίας, και που συνεπώς μετασχηματίζει τα δεδομένα σε πληροφορία [2.2].

Έτσι, τα τηλεπικοινωνιακά συστήματα (δίκτυα δεδομένων) εξελίσσονται και επεκτείνονται σε πληροφοριακά συστήματα, όπου η νοηματοδότηση των δεδομένων συγκροτεί πληροφορία και μάλιστα σε ψηφιακή μορφή, πραγματώνοντας έτσι την ενιαία εφαρμογή Πληροφορικής και Επικοινωνιών, δηλαδή το λεγόμενο ICT convergence.

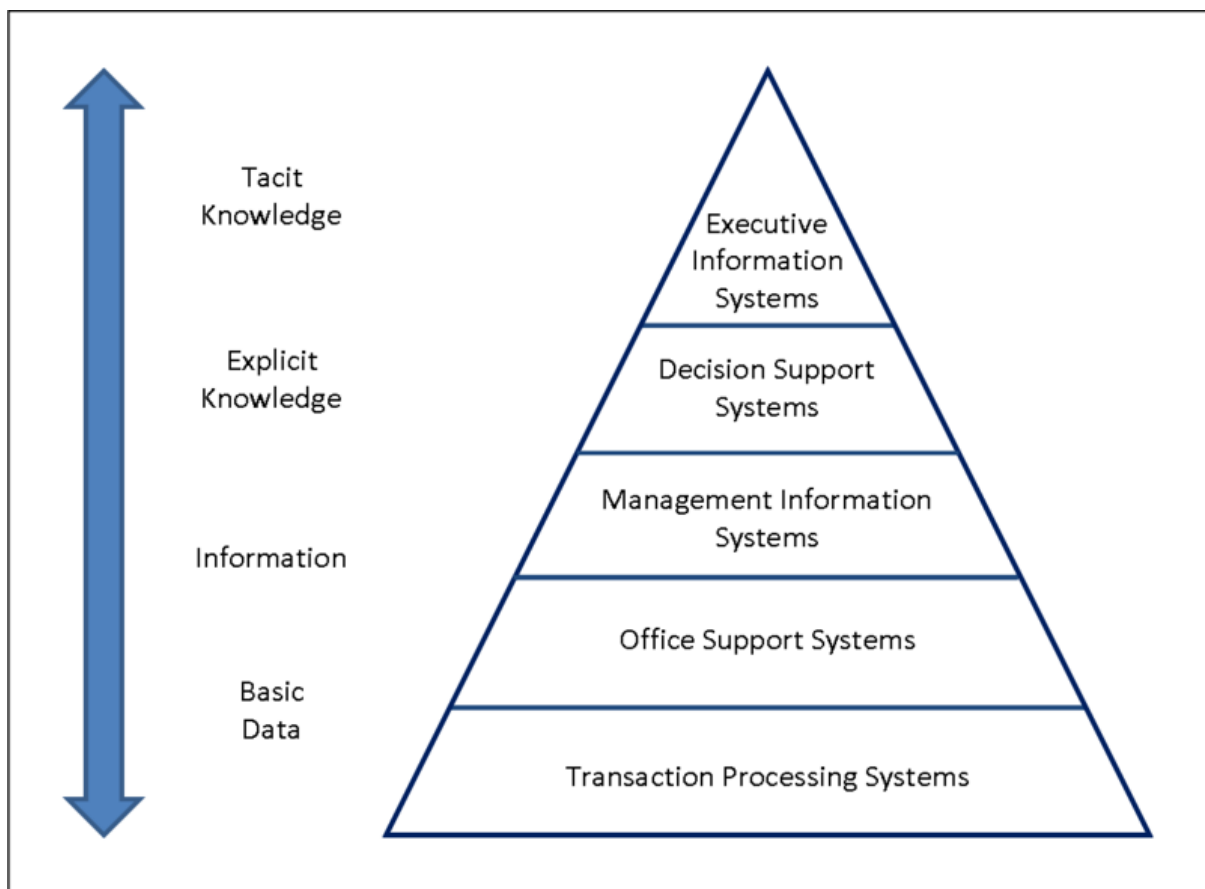
Σε αυτό το πλαίσιο εργασίας (framework), οι εμπλεκόμενες συσκευές και διατάξεις μπορούν να επιτελούν συλλογή και καταγραφή δεδομένων από τον πραγματικό φυσικό κόσμο και άρα και από χρήστες, δηλαδή να λειτουργούν ως αισθητήρες, να μετατρέπουν την πληροφορία από αναλογικό φυσικό σε αναλογικό ηλεκτρικό και εν τέλει σε ψηφιακό ηλεκτρικό baseband σήμα, να αποθηκεύουν προσωρινά αυτήν την πληροφορία και τελικά να τη μεταδίδουν μέσω ευρυζωνικής υποδομής που στοιχειοθετεί ελάχιστο ρυθμό μετάδοσης της τάξης των 2,048 Mbps ανά συσκευή, σε άλλα τερματικά μέσα προκειμένου να γίνει περαιτέρω επεξεργασία και φύλαξη-αποθήκευση της πληροφορίας, όπως βλέπουμε και στην Εικόνα 2.1 [2.3].



Εικόνα 2.1 Πληροφοριακά Συστήματα [2.3]

2.2 Πληροφοριακά Συστήματα Υγείας

Όπως βλέπουμε και στην Εικόνα 2.2, διακρίνουμε βασικούς τύπους πληροφοριακών συστημάτων με βάση τις λειτουργίες σε ένα λογικό επίπεδο και την ιεράρχηση αυτών βάσει της σύνθετης μετουσίωσης των δεδομένων σε πληροφορία και τελικά σε γνώση. Αυτή η λογική δομή εξυπηρετεί την ομαδοποίηση των λειτουργιών και των ενεργειών που επιτελούνται σε ένα ολοένα και πιο «έξυπνο» πληροφοριακό σύστημα καθώς τα δεδομένα στον προαναφερθέντα πυρήνα του δικτύου δεδομένων μετασχηματίζονται όπως προαναφέραμε σε πληροφορία και γνώση [2.4].

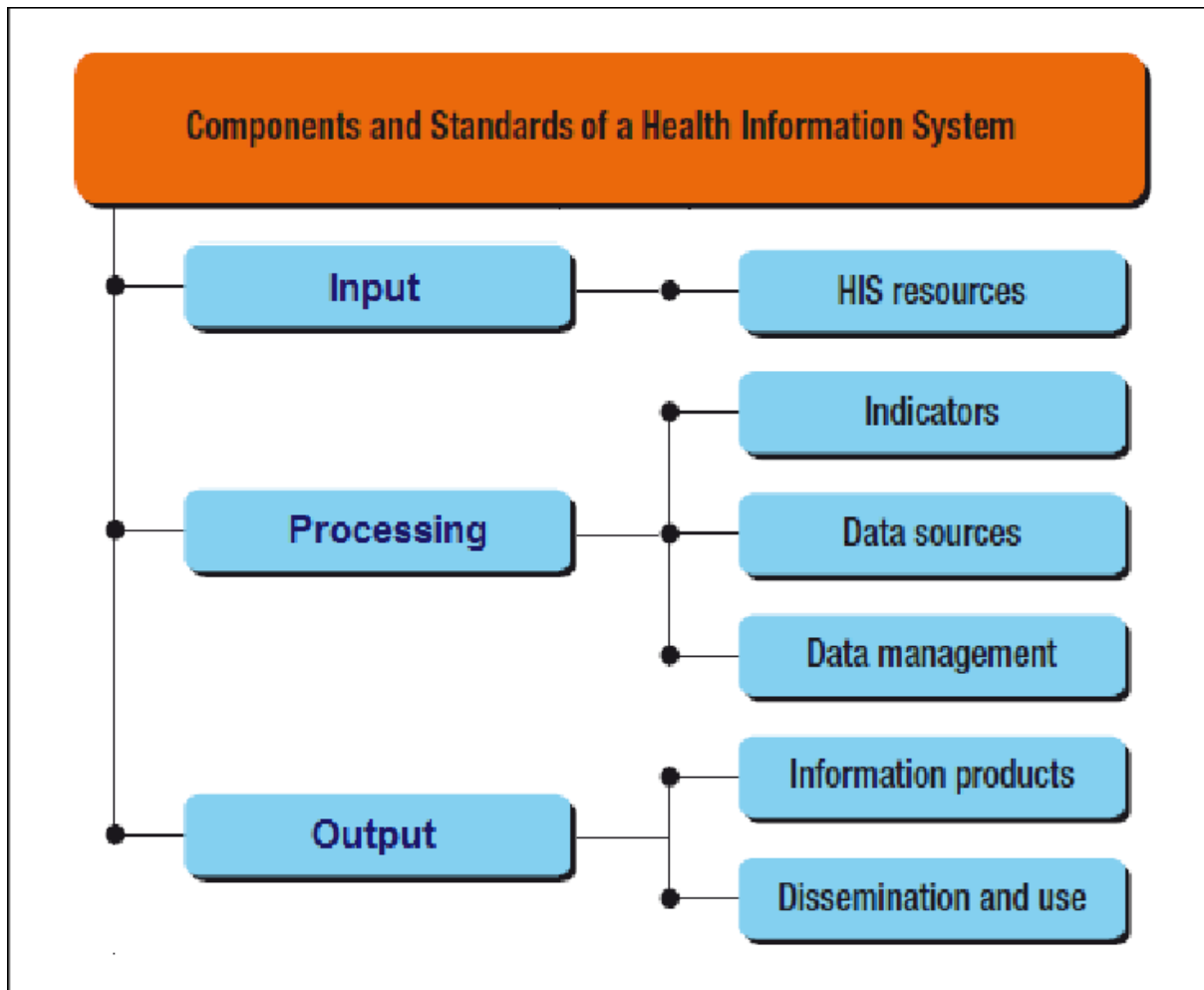


Εικόνα 2.2 Τύποι Πληροφοριακών Συστημάτων [2.4]

Στην πραγματικότητα όμως μας ενδιαφέρει η ταξινόμηση και μελέτη, από την πλευρά του ICT, των πληροφοριακών συστημάτων ανάλογα με το πεδίο επέμβασής τους με βάση την κεντρική ανθρώπινη δραστηριότητα την οποία καλούνται να μετασχηματίσουν. Ως εκ τούτου, κάνουμε λόγο πχ για Πληροφοριακά Συστήματα Έξυπνων Πόλεων.

Στην πτυχιακή εργασία, εστιάζουμε στα Πληροφοριακά Συστήματα που επιδρούν και αλλάζουν προς το καλύτερο τις παρεχόμενες υπηρεσίες υγείας στον άνθρωπο, δηλαδή τα Πληροφοριακά Συστήματα Υγείας.

Σε αυτά, όπως βλέπουμε και στην Εικόνα 2.3, διατηρείται η βασική φιλοσοφία των συστημάτων εν γένει, εξελισσόμενη όμως σε ένα ευρυζωνικό σύγχρονο πλαίσιο που ενσωματώνει το Διαδίκτυο των Πραγμάτων για την Ιατρική και το Έξυπνο Νοσοκομείο, όπως θα μελετήσουμε στο επόμενο κεφάλαιο [2.5].



Εικόνα 2.3 Πληροφοριακά Συστήματα Υγείας [2.5]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 Από το Διαδίκτυο των Ιατρικών Πραγμάτων στο Έξυπνο Νοσοκομείο

3.1 Εισαγωγή

Στο προηγούμενο κεφάλαιο αναπτύξαμε επισκοπικά την έννοια των Πληροφοριακών Συστημάτων Υγείας αντλώντας στοιχεία γενικά από την μελέτη των σύγχρονων πληροφοριακών συστημάτων αλλά και από την μεθοδολογία με την οποία τα προσεγγίζουμε ως έννοιες, μεθοδολογία και πλαίσιο εργασίας για το ICT και τους σύγχρονους μηχανικούς. Συγκεκριμένα, είδαμε ένα system-level overview το οποίο θα εξειδικεύσουμε περαιτέρω στην συνέχεια της πτυχιακής εργασίας.

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα δούμε εκτενέστερα τα βασικά δομικά στοιχεία αυτής της τοπολογίας συστήματος, συζητώντας για το Διαδίκτυο των Ιατρικών Πραγμάτων και το Έξυπνο Νοσοκομείο ως Πύλη (Gateway) του Smart Health Cloud, αλλά και εστιάζοντας επίσης στην κτιριακή υποδομή του Έξυπνου Νοσοκομείου, οι αυτοματισμοί του οποίου αποτελούν το αντικείμενο του επόμενου κεφαλαίου. Στο Κεφάλαιο αυτό, ξεκινάμε από το Διαδίκτυο των Πραγμάτων γενικά, για να περάσουμε στο Διαδίκτυο των Ιατρικών Πραγμάτων.

3.2 Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of Things)

Καθημερινά ακούμε για το διαδίκτυο των πραγμάτων και πως αυτό μπαίνει όλο και περισσότερο στις ζωές μας και στην καθημερινότητά μας. Τα τελευταία χρόνια η τεχνολογία αναπτύχθηκε και αναπτύσσεται όλο και περισσότερο για να λύσει κάποια προβλήματα ή να τα βελτιώσει σε κάποιο πιο ικανοποιητικό βαθμό για να το επιτύχει όμως αυτό σε ορισμένα σημεία χρειάστηκε να συνδυαστεί με την ανάπτυξη της δικτύωσης και του δικτύου. Με αυτό τον τρόπο το να χρησιμοποιηθούν μαζί συσκευές και συστήματα φτάσαμε στο σημείο κάποια από αυτά να είναι αναγκαία για την καθημερινότητα των ανθρώπων και να είναι αναπόσπαστο κομμάτι της ζωής τους.

Με τον όρο Διαδίκτυο των Πραγμάτων ή αλλιώς IoT, εννοούμε αντικείμενα που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος στην καθημερινότητα του συνδέοντας τα με το διαδίκτυο με την χρήση του υπολογιστή του. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνουμε να αλληλεπιδρούν πολλές συσκευές μεταξύ τους, επίσης μπορούμε να έχουμε πρόσβαση και να ελέγχουμε συσκευές που είναι μακριά από εμάς, τεχνική που χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο από επιχειρήσεις που θέλουν να παρέχουν τις υπηρεσίες τους στους πελάτες τους με αυτό τον τρόπο ευκολύνοντας και τις δυο πλευρές.

Πιο πάνω αναφέραμε τα “πράγματα”, πράγματα στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων εννοούμε προσωπικές συσκευές που μεταφέρει ή χρησιμοποιεί ο άνθρωπος στην καθημερινότητα του, όπως smartphone, tablet, smartwatch φωτογραφικές μηχανές και αλλά πολλά. Επίσης μπορούν να συμπεριληφθούν στοιχεία στο περιβάλλον του ανθρώπου όπως το σπίτι, το αυτοκίνητο του ή κάποιο άλλο μεταφορικό μέσο, ενώ στις βιομηχανίες μπορούμε να αναφέρουμε μηχανές και robot, ακόμη μπορούμε να αναφέρουμε και πράγματα που με την τεχνολογία RFID (Radio Frequency Identification System) χρησιμοποιούν για την σύνδεση τους

μια συσκευή πύλης, όπως για παράδειγμα ένα smartphone. Με όλα όσα αναφέραμε καταλαβαίνουμε ότι τα “πράγματα” είναι πολλές συσκευές που μπορούμε να τις ενώσουμε με το διαδίκτυο, όπου κάθε συσκευή μπορεί να παράγει δεδομένα και πληροφορίες και σε ορισμένες περιπτώσεις να παρέχει ακόμη και υπηρεσίες.

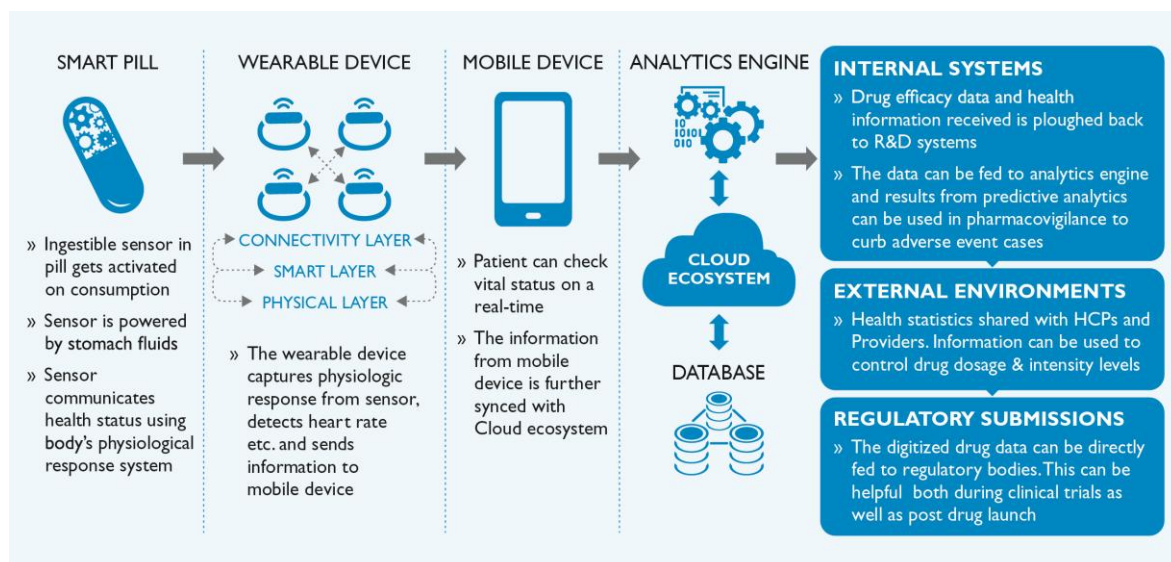
Κάποια από τα δεδομένα που συλλέγονται από μια συσκευή μπορούν να αναλυθούν τοπικά ή και να αποσταλούν στο σύννεφο (cloud), για αποθήκευση ή και για να μπορέσουν να αναλυθούν η και να επεξεργαστούν από κάποια άλλη συσκευή. Καταλαβαίνουμε ότι οι περισσότερες συσκευές μπορούν να λειτουργήσουν και χωρίς να παρέμβαση του ανθρώπου παρόλο που αυτή η δυνατότητα παραμένει.

Συμπεραίνουμε ότι το Διαδίκτυο των πραγμάτων αποτελείται από συσκευές όχι όμως οποιεσδήποτε συσκευές αλλά από έξυπνες συσκευές (smart devices), που με την χρήση επεξεργαστών (CPU), αισθητήρες (sensors) και κάποιο λογισμικό μπορούν να πράξουν να επεξεργαστούν και να αποστείλουν δεδομένα.

Τελικά, ως Διαδίκτυο των Πραγμάτων εννοούμε ένα οικοσύστημα διασυνδεδεμένων συσκευών, ως οντοτήτων ενός δικτύου που ταυτόχρονα αποτελεί το δομικό θεμέλιο ενός πληροφοριακού συστήματος [3.1].

3.3 Το Διαδίκτυο των Ιατρικών Πραγμάτων (Internet of Medical Things)

Το Διαδίκτυο των Ιατρικών Πραγμάτων συγκεκριμένα αποτελεί το προσαρμοσμένο IoT στον χώρο της έξυπνης υγείας, δηλαδή των υπηρεσιών, τεχνικών και τεχνολογιών υγείας που οικοδομούνται (1) με τις βασικές υποδομές Τηλεπικοινωνιών και Πληροφορικής (ΤΠΕ) και (2) συγκεκριμένα με την υιοθέτηση της βασικής φιλοσοφίας και μεθοδολογίας του Διαδικτύου των Πραγμάτων [3.2].



Εικόνα 3.1 Το Διαδίκτυο των Ιατρικών Πραγμάτων [3.2]

Όπως βλέπουμε και στην Εικόνα 3.1, το Διαδίκτυο των Ιατρικών Πραγμάτων αφορά σε ένα σύνολο συσκευών και διατάξεων που λειτουργούν καταρχάς ως βιο-

αισθητήρες, δηλαδή πραγματοποιούν καταγραφή δεδομένων (data acquisition) βιο-ιατρικής πληροφορίας από το ανθρώπινο σώμα, μετατρέπουν αυτήν την πληροφορία από αναλογικές βιο-φυσιολογικές μεταβλητές σε ψηφιακό baseband σήμα το οποίο και αφού αποθηκεύσουν προσωρινά σε διαθέσιμη τοπική μνήμη, μεταφέρουν μέσω πυλών (gateways) σε άλλα τερματικά όπου επίσης έχουμε την δυνατότητα να μεταφέρουμε την πληροφορία οικοδομώντας τελικά βάσεις δεδομένων (data bases) τις οποίες και εν τέλει συγκροτούμε στο λεγόμενο smart health cloud όπου με διάφορα analytical engines επεξεργαζόμαστε αυτά τα δεδομένα και μπορούμε με τεχνικές μηχανικής μάθησης (machine learning) να έχουμε πρότυπα και μοτίβα συμπεριφοράς για να ερμηνεύσουμε ποιοτικά τα πρωτογενή δεδομένα που συλλέχτηκαν αρχικά από τους βιο-αισθητήρες [3.3].

Μέσα σε αυτό το οικοσύστημα που δημιουργούν αυτές οι συσκευές και διατάξεις, απαιτείται η κατάλληλη δικτυακή υποδομή προκειμένου να μπορέσει να γίνει αξιόπιστα και σωστά αυτή η μεταφορά της πληροφορίας και μάλιστα με τήρηση των κανόνων που απαιτούν τα ψηφιακά δίκτυα δεδομένων, δηλαδή (1) με ικανή ευρυζωνική συνδεσιμότητα και (2) με τήρηση της ικανώς χαμηλής καθυστέρησης δικτύου (network latency) [3.4].

Ένας σημαντικότερος κόμβος αυτής της τοπολογίας του δικτύου, και ταυτόχρονα ούτως ή άλλως οργανικό κομμάτι των υπηρεσιών υγείας, είναι το νοσοκομείο, που μετασχηματίζεται στην εποχή του Διαδικτύου των Ιατρικών Πραγμάτων ως Έξυπνο Νοσοκομείο (Smart Hospital) [3.5].

3.4 Έξυπνο Νοσοκομείο

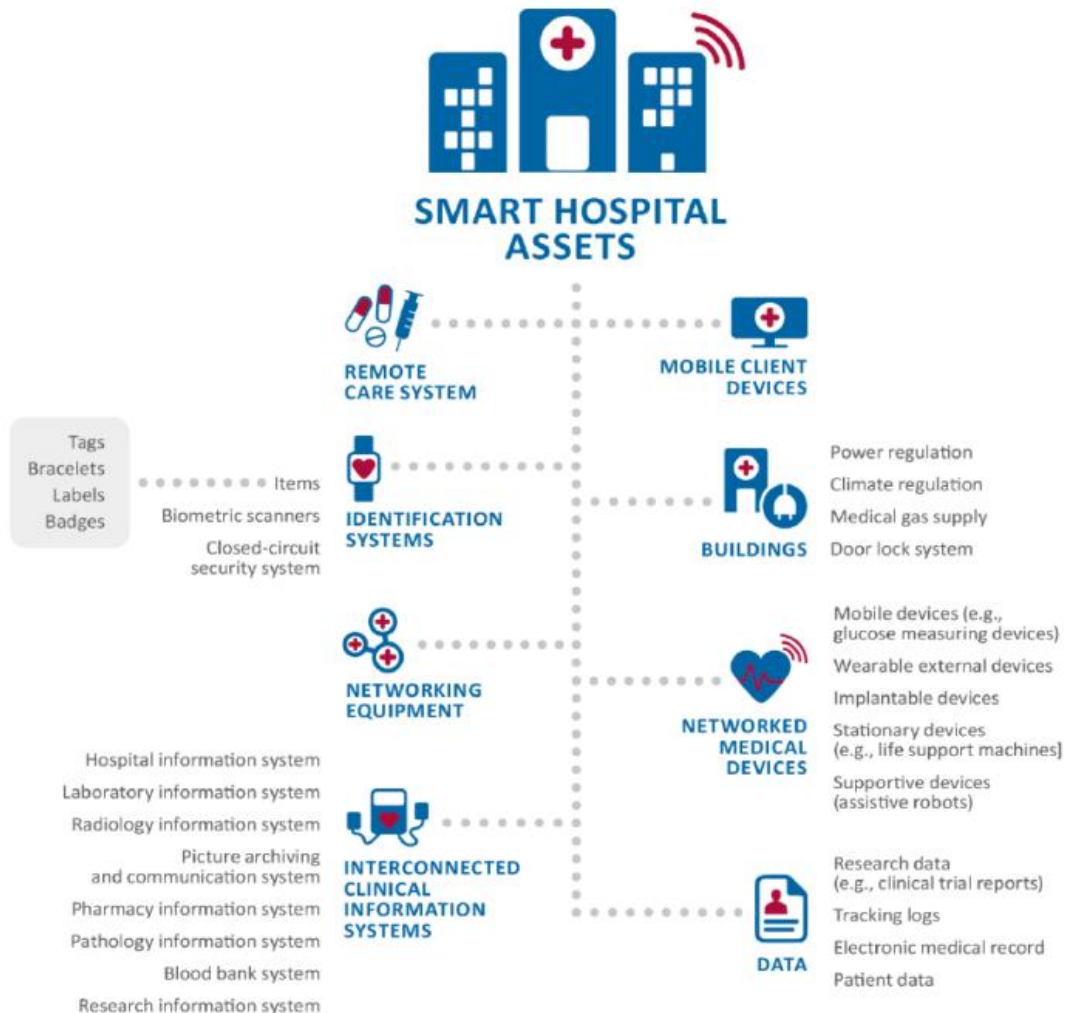
Στην σύγχρονη κοινωνία που ζούμε ένα από τα θέματα που έχουμε να αντιμετωπίσουμε στο σύστημα υγείας είναι το πως θα κατασκευάσουμε και να εξοπλίσουμε τα νοσοκομεία μας με αυτοματοποιημένα συστήματα, νέες τεχνολογίες που όλα μαζί θα έρθουν και θα προσφέρουν ικανοποιητικότερη επιλύσει σε ανάγκες που αντιμετωπίζει ο άνθρωπος. Αυτό φυσικά και μπορεί να επιτευχθεί με τις τεχνολογίες που έχουμε είδη στα χεριά μας αλλά βλέποντας και την αναπτύξει που έχει η τεχνολογία στις μέρες μας θα μπορούν να βελτιωθούν ακόμη περισσότερο στο μέλλον.

Επίσης με το να προσθέσεις αυτοματοποιημένα συστήματα σε ένα νοσοκομείο έρχεσαι και ικανοποιείς κάποιες ανάγκες αποτελεσματικότερα πιο αξιόπιστα αλλά και με μειούμενο κόστος από πριν. Έτσι τα νοσοκομεία μας θα είναι 'έξυπνα νοσοκομεία' που θα είναι πιο αξιόπιστα, θα λειτουργούν αποδοτικότερα, πιο οικονομικά παρέχοντας καλύτερες συνθήκες σε υπαλλήλους, ασθενείς και προστατεύοντας το περιβάλλον λόγω τις καλύτερης διαχείρισης ενέργειας [3.6].

Ένα έξυπνο νοσοκομείο προσφέρει στους ασθενείς του μια ποιοτικότερη υγειονομική περίθαλψη με την βοήθεια του εμπείρου και εκπαιδευμένου προσωπικού του. Επίσης επειδή το έξυπνο νοσοκομείο παρέχει υπηρεσίες υγείας με στόχο την ευημερία και την ασφάλεια των ασθενών πρέπει να μπορεί να επιτύχει κάποιους στόχους [3.7]:

- Οι ασθενείς πρέπει να έχουν ασφάλεια και άνεση όσο νοσηλεύονται στο νοσοκομείο.
- Οι ασθενείς πρέπει εξυπηρετούνται, να γίνεται η σωστή διάγνωση στο πρόβλημα τους και να ακολουθούν την σωστή θεραπεία.

- Μείωση ενέργειας για οικονομικούς αλλά και για οικολογικούς λόγους.
- Σωστή και ποιοτική εξυπηρέτηση σε όλες τις υπηρεσίες υγείας που προσφέρουν όλα τα τμήματα του νοσοκομείου.



Εικόνα 3.2 Το Διαδίκτυο των Ιατρικών Πραγμάτων [3.8]

Στην Εικόνα 3.2 παρατηρούμε την καταγραφή των πιο εμφανών πλεονεκτημάτων (assets) ενός Έξυπνου Νοσοκομείου. Καταρχάς παρατηρούμε το σύστημα απομακρυσμένης θεραπείας που όπως θα μελετήσουμε και στην συνέχεια αυτής της εργασίας σχετίζεται με την έννοια της τηλε-ιατρικής που ιστορικά αποτέλεσε το «πρώτο σημείο συνάντησης» των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών με την ιατρική επιστήμη και την παροχή υπηρεσιών υγείας. Αυτό το δομικό στοιχείο σχετίζεται άμεσα με τις κινητές συσκευές που λειτουργούν ως clients, όπως βλέπουμε και στην Εικόνα 3.2. Έχουμε επίσης τα συστήματα αναγνώρισης, είτε φορητά είτε φορετά, και τον εξοπλισμό της δικτυακής υποδομής, για να υποστηρίξει τις διασυνδεδεμένες ιατρικές συσκευές. Αυτό βεβαίως τροφοδοτεί και άρα προϋποθέτει και την ύπαρξη των διασυνδεδεμένων κλινικών πληροφοριακών συστημάτων και τελικά οδηγεί στην συλλογή, καταγραφή, ψηφιακοποίηση και μεταφορά και εν τέλει αποθήκευση και επεξεργασία των

δεδομένων. Οι τελευταίες δύο λειτουργικότητες αποτελούν και το ποιοτικό migration από τα συμβατικά συστήματα δεδομένων στα πληροφοριακά συστήματα.

Η τελευταία οντότητα που αναφέρεται ως asset ενός Έξυπνου Νοσοκομείου είναι η κτιριακή υποδομή, δηλαδή το Έξυπνο Νοσοκομείο ως Έξυπνο Κτίριο [3.9]. Αυτό αναπτύσσεται περαιτέρω ως έννοια και υποδομή στις επόμενες ενότητες.

3.5 Έξυπνα Κτίρια

Ο άνθρωπος προσπαθώντας να αναπτυχθεί και να κάνει την ζωή του πιο εύκολη το πέτυχε με την χρήση της τεχνολογίας. Ακόμη και στις μέρες μας που η τεχνολογία έφτασε σε ένα πολύ υψηλό επίπεδο συνεχίζεται να αναπτύσσεται και να επιλύει κάποια προβλήματα που δεν κατάφεραν να λυθούν ή δεν λυθήκαν στον βαθμό που θα έπρεπε. Για αυτό και όλο και προσπαθούμε να προσαρμόσουμε αυτοματισμούς στην καθημερινότητα μας ακόμη και στα κτήρια και τις εγκαταστάσεις μας. Με αυτό πετυχαίνουμε να έχουμε έναν καλύτερο έλεγχο των εγκαταστάσεων με καλύτερη διαχείριση της ενέργειας. Ειδικά στις μέρες μας που το πιο πολυσυζητημένο θέμα είναι η κλιματική αλλαγή και το πως μπορούμε να μειώσουμε την χρήση υπερβολικής ενέργειας.

Με αυτή την ιδέα ένα έξυπνο κτίριο μπορεί να προσαρμόζεται και να λειτουργεί όπως θα χρειάζεται και ευκολότερα χωρίς περιττές λειτουργίες ανάλογα με τις ανάγκες των χρηστών του. Ένα αυτοματοποιημένο κτίριο είναι πιο αποδοτικό ενεργειακά και οικονομικά αυτό φαίνεται και από την καθημερινότητα και ότι οι αυτοματισμοί μπαίνουν όλο και περισσότερο στην ζωή μας, ακόμα και σε καθημερινό επίπεδο. Έτσι λοιπόν κάνουμε λόγο για τα 'έξυπνα κτίρια'.

Με την προσπάθεια που καταβάλλεται για την κατασκευή έξυπνων κτιρίων που θα μπορούν να ανταποκριθούν στις ανάγκες του ανθρώπου, εκμεταλλευόμαστε την ανάπτυξη της τεχνολογίας και των τηλεπικοινωνιών, των συστημάτων IoT και της νανοτεχνολογίας.

Με την χρήση και των συνδυασμών όλων αυτών μπορούμε να πούμε ότι κατασκευάσαμε ένα έξυπνο κτήριο.

Ένα κτήριο χαρακτηρίζοντας το έξυπνο θα πρέπει να τηρεί κάποια κριτήρια.

- Ευκολία στη διαχείριση και τον έλεγχο
- Προσαρμοστικότητα και ευελιξία
- Αξιοπιστία και υψηλή λειτουργικότητα
- Ασφάλεια
- Εξοικονόμηση ενέργειας

Όταν τελειώσει η κατασκευή ενός κτιρίου ξεκινά μια άλλη διαδικασία το πως θα συντηρείτε και πως θα λειτουργεί σωστά. Σε αυτό παίζουν ρόλο πολύ παράγοντες για παράδειγμα το μέγεθος του κτιρίου, ο αριθμός εργαζομένων οι πελατών η και ανθρώπων που μπορεί να το χρησιμοποιούν και αλλά πολλά. Εδώ πάλι έρχεται το Διαδίκτυο των πραγμάτων να δώσει λύση που με την βοήθεια αυτοματοποιημένων συστημάτων κάνει την ζωή των εργαζομένων και των ανθρώπων που μπορεί να χρησιμοποιούν το συγκεκριμένο κτήριο πόλη πιο εύκολη αφού δεν χρειάζεται να καταναλώνουν τον χρόνο τους σε κάτι που μπορεί να κάνει για αυτούς ένα αυτοματοποιημένο σύστημα.

Επίσης τους δίνει και την ευκολία ότι πολλές λειτουργίες μπορεί να γίνονται και χωρίς την παρουσία κάποιου ανθρώπου και να γίνονται απομακρυσμένα διευκολύνοντας ακόμη περισσότερο τα πράγματα.

Ένα έξυπνο κτήριο πρέπει να μπορεί να καλύψει συγκεκριμένες ανάγκες μια από αυτές είναι και η ασφάλεια των ανθρώπων που βρίσκονται σε αυτό είτε είναι εργαζομένη είτε είναι πελάτες. Αυτή η ασφάλεια πρέπει να εξασφαλίζεται και εσωτερικά αλλά και εξωτερικά του κτιρίου, και πάλι τα αυτοματοποιημένα συστήματα έρχονται να δώσουν την λύση αντιλαμβάνονται κάποιο πρόβλημα, ειδοποιώντας έγκαιρα ακόμη και σε κάποιες περιπτώσεις να αντιμετωπίζει κάποια προβλήματα με την χρήση συγκεκριμένων αυτοματισμών που κατασκευαστήκαν για την συγκεκριμένη περίπτωση, γι' αυτό και είναι σημαντική η σχεδίαση ενός έξυπνου κτιρίου το να ξέρουμε τη πρόβλημα μπορεί να δημιουργηθεί η και το να περνούμε πρόληψη για κάτι που μπορεί να προκληθεί δημιουργούμε ένα κτίριο που παρέχει ασφάλεια στα άτομα που το χρησιμοποιούν αλλά και στον εξοπλισμό που περιέχεται σε αυτό. Ένα παράδειγμα θα μπορούσε να ήταν μια φωτιά που θα μπορούσε να φέρει σε κίνδυνο τα άτομα που βρίσκονται στο συγκεκριμένο κτίριο, αλλά με ένα αυτοματοποιημένο σύστημα αναγνώρισης φωτιάς θα έχουμε έγκαιρη ενημέρωση για τα άτομα που βρίσκονται στο κτίριο αλλά και την πυροσβεστική υπηρεσία. Αξιζει να αναφερθεί ότι το συγκεκριμένο σύστημα θα μπορούσε να συνδεθεί με ακόμη ένα σύστημα που θα μπορούσε να αρχίσει την κατάσβεση της φωτιάς μέχρι να φτάσει στο σημείο και η πυροσβεστική.

Τέλος, ως προς την εξοικονόμηση ενέργειας, για τα έξυπνα νοσοκομεία ως έξυπνα κτίρια πρέπει να σημειώσουμε το εξής: στις μέρες μας ένα από τα πιο συζητημένα θέματα στην ειδησεογραφία και όχι μόνο είναι το θέμα της κλιματικής αλλαγής και η κατανάλωση υπερβολικής και ενέργειας. Πως θα χαρακτηριζόταν ένα κτίριο έξυπνο αν δεν σύμβاله σε αυτό όχι μόνο για οικονομικούς λόγους αλλά και για την προστασία του περιβάλλοντος. Εκτός από το να τοποθετηθούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορούν να τοποθετηθούν τα κατάλληλα συστήματα που ανάλογος του καιρού και των συνθηκών που θα λειτουργούν με τρόπο και να κάνουν τις απαιτούμενες διαδικασίες στο κτίριο και στις ηλεκτρικές συσκευές, μηχανήματα να δουλεύουν αποδοτικότερα και με μικρότερη κατανάλωση ενέργειας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 Αυτοματισμοί στα Έξυπνα Νοσοκομεία

4.1 Εισαγωγή

Όλα τα κτίρια έχουν κάποιες ανάγκες που είναι κοινές για την σωστή λειτουργία τους είτε αυτά είναι ιδιωτικά κτίρια, είτε κοινόχρηστα κτίρια. Για αυτές τις ανάγκες πρέπει να γίνει η σωστή μελέτη να σχεδιαστούν, και να εξοπλιστούν σωστά. Για να επιτύχουμε σωστό σχεδιασμό και την σωστή επιλογή του εξοπλισμού μέσα στην μελέτη που θα γίνει πρέπει να συμπεριλάβουμε και να υπολογίσουμε των αριθμών των ατόμων που θα χρησιμοποιούν το κτίριο. Όπως προαναφέραμε πιο πάνω όσο περισσότερα άτομα χρησιμοποιούν αυτό το χώρο τόσο πιο δύσκολος είναι και να σχεδιαστεί.

Για την σχεδίαση ενός έξυπνου νοσοκομείου πρέπει να ακολουθηθεί ο κατάλληλος σχεδιασμός για να εξασφαλιστούν οι ανάγκες του κτηρίου. Επίσης η σχεδίαση πρέπει να δώσει βάση στην άνεση και ασφάλεια των χρηστών του. Η σχεδίαση ενός κτηρίου περιλαμβάνει ακόμη και την συντήρηση των εγκαταστάσεων. Για να μπορέσει να επιτευχθεί ο σωστός σχεδιασμός ενός έξυπνου κτηρίου που θα καλύπτει αυτές τις ανάγκες θα χρησιμοποιηθούν αυτοματισμοί που έχουν αναπτυχθεί για να μας βοηθήσουν στην επίλυση και την πιο αξιόπιστη επιτυχία αυτού του έργου. Με αυτό τον τρόπο θα επιτύχουμε να έχουμε καλύτερη κατανάλωση ενέργειας, οικονομία και καλύτερα εργαζόμενο προσωπικό, γεγονός που θα βοηθήσει στην ποιοτικότερη του εργασία.

Στην συνέχεια θα αναφέρουμε αυτοματοποιημένα συστήματα που χρησιμοποιούνται σε ένα κτίριο για να εξασφαλίσουν απαιτούμενες ανάγκες είτε αυτό είναι ένα ιδιωτικό κτίριο είτε ένα κοινόχρηστο [4.1].

4.2 Αυτοματισμοί στο ηλεκτρολογικό δίκτυο

Καθημερινά ο άνθρωπος καταναλώνει ηλεκτρική ενέργεια με σκοπό να καλύψει τις ανάγκες του. Αυτό γίνεται για τον λόγο ότι σε ένα κτίριο υπάρχουν πολλές ηλεκτρικές συσκευές που μπορούν να καλύψουν μια καθημερινή ανάγκη που μπορεί να έχει ένας άνθρωπος, η για κάποια ανάγκη του κτηρίου. Για την λειτουργία μιας ηλεκτρικής συσκευής καταναλώνεται ηλεκτρική ενέργεια [4.2].

Όσο περισσότερες ηλεκτρικές συσκευές βρίσκονται σε ένα κτίριο τόσο πιο μεγάλη και η κατανάλωση του σε ηλεκτρική ενέργεια. Αυτό είναι και ένα θέμα που προβληματίζει τους ειδικούς τα τελευταία χρόνια για τον λόγο ότι η αυξημένη κατανάλωση ενεργείας έχει αρνητικό αντίκτυπο στην κλιματική αλλαγή και το περιβάλλον. Βλέποντας αυτό το πρόβλημα οι ειδικοί προσπαθούν να βρουν τρόπους να παράγουν την ενέργεια με ανανεώσιμες πηγές, όπως ηλιακή, αιολική υδροηλεκτρική και άλλες πολλές [4.3].

Βλέπουμε ότι στον σχεδιασμό των κοινοχρήστων κτιρίων που κατασκευάζονται στις μέρες μας γίνεται χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων που με αυτό τον τρόπο καλύπτεται ένα σημαντικό μέρος της ενέργειας που θα καταναλώσει το κτίριο με πιο οικονομικό τρόπο και πιο φιλικό προς το περιβάλλον [4.4].

4.3 Αυτοματισμοί στο υδραυλικό δίκτυο

Μια από τις πιο σημαντικές εγκαταστάσεις σε ένα κτίριο είναι το υδραυλικό δίκτυο όπου και χρησιμοποιείται καθημερινά από τα άτομα που το χρησιμοποιούν είτε για καταναλώσει πόσιμο νερό είτε για λογούς υγιεινής αλλά και για να καλυφθούν κάποιες ανάγκες του κτιρίου [4.5].

Ο σωστός σχεδιασμός ενός υδραυλικού δικτύου πρέπει να σχεδιαστεί με τρόπο ώστε οι σωληνώσεις που θα τοποθετηθούν στο κτίριο θα πρέπει να τερματίζουν σε δεξαμενές χρησιμοποιώντας μια κεντρική σωλήνωση όπου θα είναι ενωμένη με τις επιμέρους σωληνώσεις. Ο τύπος, το μέγεθος και το πόσες δεξαμενές θα χρησιμοποιηθούν θα αποφασιστεί μετά την σωστή μελέτη που θα γίνει υπολογίζοντας των αριθμών των ατόμων που θα χρησιμοποιούν το συγκεκριμένο κτίριο είτε είναι εργαζόμενοι είτε ασθενείς, ενώ ακόμη θα πρέπει να υπολογιστεί και ο αριθμός των ασθενών που θα μπορεί να χρειάζεται να μείνουν μέσα στο νοσοκομείο για ιατρική βοήθεια, καθώς έκαστος θάλαμος νοσηλείας όπου θα μένουν ασθενείς έχει μεγάλη ανάγκη από σωστό υδραυλικό σύστημα. Καταλαβαίνουμε ότι ένα νοσοκομείο έχει μεγάλη κατανάλωση σε νερό καθώς φιλοξενεί ένα μεγάλο αριθμών ατόμων που βρίσκονται στο συγκεκριμένο κτίριο.

Επίσης το υδραυλικό σύστημα συνδυάζεται ακόμη και με το σύστημα πυρόσβεσης. Όταν οι ανιχνευτές φωτιάς ανιχνεύσουν ότι στο κτίριο υπάρχει φωτιά δίνουν σήμα στο σύστημα πυρόσβεσης για κατάσβεση της φωτιάς, με αυτό το τρόπο εξασφαλίζουμε την ασφάλεια του προσωπικού, των ασθενών, του κτιρίου αλλά και των άλλων συστημάτων, μηχανημάτων που βρίσκονται σε αυτό. Οι ανιχνευτές φωτιάς είναι συστήματα που τοποθετούνται στην οροφή του κτιρίου και ανιχνεύουν την ύπαρξη φωτιά, αυτό επιτυγχάνεται από τον καπνό για τον λόγο ότι ο καπνός ανεβαίνει προς τα πάνω .

Παράλληλα το υδραυλικό σύστημα σε ένα κτιρίου χρησιμοποιείται και εξωτερικά με αυτόματα συστήματα ποτισμού για να ποτίζονται τα φυτά. Τα φυτά και γενικά το πράσινο βοηθά στην ψυχολογία των ασθενών για αυτό και έξω από τα νοσοκομεία συνηθίζεται να υπάρχουν κήποι.

Μέχρις στιγμής μιλήσαμε για λειτουργίες που χρησιμοποιείται το υδραυλικό δίκτυο αλλά ο σχεδιασμός του και οι συντήρηση του σε κάποιες περιπτώσεις που θα δημιουργηθεί κάποιο πρόβλημα αντιμετωπίζεται κατά κάποιο τρόπο εύκολα. Ένα σύστημα που πρέπει να δοθεί προσοχή είναι η θέρμανση, καθώς εδώ χρειαζόμαστε άλλες δεξαμενές όπου θα ελέγχεται η ποσότητα η θερμοκρασία και η πίεση για να αποφευχθούν ατυχήματα. Με την χρήση καταλλήλων συστημάτων μπορούμε να τα κάνουμε όλα πιο απλά και εύκολα, χρησιμοποιώντας συστήματα που θα ελέγχουν την θερμοκρασία την πίεση και την ποσότητα μιας δεξαμενής και με την χρήση κάποιων άλλων συστημάτων ελέγχου, να γίνονται όλα αυτοματοποιημένα και να ενημερώνεται το εξουσιοδοτημένο προσωπικό. Έτσι διασφαλίζουμε την σωστή και ασφαλή λειτουργία της θέρμανσης στο κτίριο χωρίς να υπάρχει πρόβλημα προς την εποπτεία της.

Σε ότι αναφέραμε μέχρι τώρα βλέπουμε ότι τα αυτοματοποιημένα συστήματα μπορούν να κάνουν πάρα πολλά πράγματα και σε πολλές περιπτώσεις καλύτερα και από τον άνθρωπο. Αλλά μιλάμε για συστήματα 'πράγματα' που με τον χρόνο φθείρονται και μπορεί και να χαλάσουν δημιουργώντας προβλήματα στην λειτουργία του συστήματος.

Για αυτό τον λόγο είναι σημαντικό να γίνεται ο σωστός έλεγχος για να βλέπουμε αν υπάρχουν βλάβες, φθορές και διαρροές σε κάποια συστήματα μπορεί να παρουσιαστεί δυσλειτουργίες και να καταλάβουμε ότι πρέπει να εκλεχθεί κάποια αλλά μπορεί να μας ενημερώσουν για το πρόβλημα, σε άλλες περιπτώσεις τα υλικά που χρησιμοποιούνται κάπου ο κατασκευαστής δίνει ένα συγκεκριμένο χρόνο ζωής όπου μπορεί να δουλέψει χωρίς προβλήματα για αυτούς τους λόγους πρέπει να γίνεται και ο σωστός έλεγχος.

4.4 Αυτοματισμοί στο σύστημα φωτισμού

Το να χειριστούμε το σύστημα φωτισμού σε ένα κτίριο η στην περίπτωση μας σε ένα νοσοκομείο όπου ο αριθμός του προσωπικού είναι αρκετά μεγάλος αποτελεί ένα πρόβλημα, όπου και πάλι τα αυτόματα συστήματα μπορούν να δώσουν λύση. Με την χρήση καταλλήλων αυτοματισμών υπάρχει η δυνατότητα να ελέγχεται το σύστημα φωτισμού απομακρυσμένα με την χρήση smartphone, υπολογιστών και tablet. Ακόμη και σε σημεία που πρέπει να υπάρχει φως όπως για παράδειγμα διάδρομοι, εξωτερικοί χώροι και χώρος υποδοχείς μπορεί με τα κατάλληλα συστήματα να ανάβουν αυτόματα όταν υπάρχει σκοτάδι. Έτσι σε ένα νοσοκομείο πρέπει να γίνει σωστή μελέτη για το σύστημα φωτισμού, ακόμη τις βραδινές ώρες όπου βρίσκονται ασθενείς και το προσωπικό εργάζεται πρέπει η σχεδιάσει να γίνει με τρόπο όπου θα μπορεί ο φωτισμός να λειτουργήσει αποδοτικά, με το να λειτουργεί ο φωτισμός όταν πρέπει καταφέρνουμε να έχουμε οικονομία και φυσικά μικρότερη κατανάλωση ενέργειας που συμβάλει και οικολογικά.

Το σύστημα φωτισμού ενός κτιρίου είναι ένα σύστημα αναγκαίο και που θα καταναλώσει ένα μεγάλο μέρος της ενέργειας του κτιρίου, έτσι πρέπει να σχεδιασθή με τρόπο όπου θα καταναλώνει όσο το γίνεται λιγότερη ενέργεια. Ένας τρόπος ο οποίος μπορούμε να το επιτύχουμε αυτό είναι να τοποθετηθούν ανιχνευτές κινήσεις, με αυτό τον τρόπο σε σημεία όπου δεν βρίσκονται συνέχεια άτομα ο φωτισμός θα ενεργοποιείται όταν ανιχνευτεί κίνηση και όταν το άτομο φύγει και δεν μπορεί ο αισθητήρας να ανιχνεύσει κίνηση, ο φωτισμός θα σβήνει αυτόματα. Ακόμη ένα σύστημα που μπορεί να μας βοηθήσει είναι ο χρονοπρογραμματισμός με αυτό το τρόπο ενεργοποιείται ο φωτισμός στις ώρες που έχει ρυθμιστεί, η λειτουργία αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε σημεία όπου μπορεί να μην υπάρχει κάποιο άτομο και σε συγκεκριμένες ώρες τα φώτα να σβήσουν αυτόματα η να ανάψουν σε σημεία που θα χρησιμοποιηθούν ανάλογα με την διάρκεια που έχει ρυθμιστεί ο χρονοδιακόπτης. Υπάρχουν τμήματα στο νοσοκομείο που δεν λειτουργούν όλο το εικοσιτετράωρο και με αυτούς τους τρόπους μπορούμε να ρυθμίσουμε σε εκείνα τα τμήματα το ποτέ θα ανάβουν τα φώτα και αν θα ανάβουν με όφελος οικονομικό αλλά και οικολογικό [4.6].

Επίσης ακόμη μια τεχνολογία που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βελτιωθεί το σύστημα φωτισμού του κτιρίου, είναι η ρύθμιση της έντασης του φωτισμού του κτιρίου καθώς ο εργαζόμενος μπορεί να προσαρμόσει την ένταση του φωτισμού εκεί όπου χρειάζεται, ενώ σε σημεία που ο φωτισμός χρειάζεται μόνο για να μπορεί να δει κάποιο άτομο μπορεί να μπει σε πιο χαμηλή ένταση βελτιώνοντας τις αποδόσεις του συστήματος. Όλα αυτά επιτυγχάνονται με την χρήση συστημάτων dimmer. Παράλληλα και οι έξυπνοι λαμπτήρες μπορεί να βοηθήσουν στο θέμα τις ενέργειας, καθώς μπορούν να τους δοθούν λειτουργίες από απόσταση και η χρήση τους μπορεί να γίνει με έξυπνες συσκευές smartphone και tablet.

Τέλος, υπάρχουν έξυπνοι λαμπτήρες που με την χρήση αλγορίθμων αναλύουν την συμπεριφορά και τις συνήθειες των χρηστών και με την χρήση της τεχνίτης νοημοσύνης προσαρμόζονται στις ανάγκες τους.

4.5 Θερμική Άνεση στα Κτίρια

Στο κτίριο μας πρέπει να επικρατούν κάποιες συνθήκες για να κρατά το προσωπικό μας και τα άτομα που βρίσκονται σε αυτό ασφαλή. Για να επιτευχθεί αυτό πρέπει να γίνει η μελέτη και να σχεδιαστούν σωστά τα παρακάτω:

- Θερμοκρασία
- Υγρασία
- Αερισμός

Στο νοσοκομείο πρέπει να ελέγχονται τα παραπάνω για να έχουν οι εργαζομένη αλλά και οι ασθενείς που επισκέπτονται το κτίριο για κάποια υπηρεσία η και να μνηούν εκεί για την περίθαλψη τους τις σωστές συνθήκες. Το να επικρατούν στο κτίριο οι κατάλληλες συνθήκες προσφέρει άνεση και ευχαρίστηση στο προσωπικό αλλά και στους ασθενείς. Για να επιτευχθούν αυτές οι συνθήκες πρέπει να ελέγχονται τα πιο πάνω, με την χρήση αυτοματοποιημένο συστημάτων και της τεχνολογίας μπορούμε να το επιτύχουμε [4.7].

4.5.α Θερμοκρασία

Το να υπάρχει η σωστή θερμοκρασία σε ένα κτίριο δημιουργεί τις κατάλληλες συνθήκες για να μπορέσει ένα άτομο να βρίσκεται σε αυτό το χορό ευχάριστα, ακόμη υπάρχουν και μέρη του κτιρίου που πρέπει να επικρατούν συγκεκριμένες θερμοκρασίες εκτός του ότι μπορεί ο χώρος να φιλοξενεί άτομα μπορεί να υπάρχουν μηχανήματα που για την σωστή τους λειτουργία και πιο αποδοτική να χρειάζονται συγκεκριμένες θερμοκρασίες. Το να ρυθμιστεί η θερμοκρασία σε ένα χώρο μπορεί να γίνει και απομακρυσμένα με τα κατάλληλα συστήματα μπορεί να δοθεί η εντολή για το τη θερμοκρασία χρειάζεται ο χορός είτε πριν επισκεφτεί κάποιο άτομο αυτό τον χορό να δώσει την εντολή και η θερμοκρασία να ρυθμιστεί εκεί που την χρειάζεται. Επίσης το να ελέγχουμε συστήματα που μας βοηθούν στην θερμοκρασία είτε αυτά είναι για την θέρμανση η την ψύξη του χορού μπορεί να βοηθήσουν και στη περίπτωση όπου σε ένα μέρος του κτηρίου ξεχαστούν τα συστήματα ενεργοποιημένα να γίνει η απενεργοποίησή του απομακρυσμένα πετυχαίνοντας οικονομία και εξοικονόμηση ενέργειας.

Παρόμοιοι μηχανισμοί όπως και στο σύστημα φωτισμού μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στο σύστημα θέρμανσης. Με τα κατάλληλα συστήματα μπορεί σε ένα χώρο να μπορεί να δίνεται αυτόματα η εντολή για ενεργοποίηση θέρμανσης ή ψύξης του χορού όταν υπάρχει ανθρώπινη παρουσία, κερδίζοντας έτσι χρόνο και ενέργεια από το άτομο που θα έκανε την διαδικασία αλλά και οικονομία. Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν συστήματα που να ρυθμιστούν με χρονοδιακόπτες ενεργοποιώντας το σύστημα για την θερμοκρασία του χορού σε ώρες που το δωμάτιο η μέρος του κτηρίου θα χρησιμοποιείται από άτομα. Με αυτούς τους τρόπους καταφέρνουμε να έχουμε εξοικονομήσει ενέργεια και στο προσωπικό μας αλλά και στην υποδομή.

Σε ένα νοσοκομείο υπάρχουν χώροι όπου η θερμοκρασία πρέπει να βρίσκεται σε συγκεκριμένη θερμοκρασία, σε αυτά τα μερί μπορούν να τοποθετηθούν συστήματα

όπου θα μπορούν να αντιλαμβάνονται ποτέ η θερμοκρασία δεν είναι στο επιθυμητό βαθμό που χρειάζεται για τον χορό και με την ενεργοποίηση συστημάτων είτε θερμότητας είτε ψύξης εύκολα η θερμοκρασία να φτάνει στο επιθυμητό επίπεδο. Ανάλογα με τον χώρο μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τα κατάλληλα συστήματα, όπως αυτοματοποιημένο σύστημα θέρμανσης ή αυτοματοποιημένο σύστημα ψύξης, υπάρχουν μέρη όπου μπορεί να χρειάζεται να χρησιμοποιηθούν και τα δυο συστήματα. Αυτά τα συστήματα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε διαφορά σημεία σε ένα νοσοκομείο για παράδειγμα ένα δωμάτιο νοσηλείας, είτε χειμώνας είτε καλοκαίρι πρέπει να επικρατούν κάποιες θερμοκρασίες. Άλλο σημείο μπορεί να είναι ένα server room όπου για την σωστή του λειτουργία πρέπει να υπάρχουν πιο χαμηλές θερμοκρασίες, σε αποθήκες όπου είναι αποθηκευμένα φάρμακα αν δούμε στις επιγραφές των πακέτων των περισσότερων φαρμάκων αναφέρει ότι πρέπει να διατηρούνται σε θερμοκρασία δωματίου έτσι χρειάζεται να υπάρχουν οι σωστές θερμοκρασίες στα ανάλογα τμήματα του νοσοκομείου.

Ένα νοσοκομείο χρειάζεται αυτοματισμούς στους χορούς του για την σωστή ρυθμίσει της θερμοκρασίας τόσο σε θαλάμους που νοσηλεύονται ασθενείς αλλά και στους υπολοίπους χώρους. Με την χρήση αυτοματισμών επιτυγχάνεται η σωστή διαχείριση της θερμοκρασίας ενός νοσοκομείου οικονομικά και με μικρότερη κατανάλωση ενέργειας, προσφέροντας και στο προσωπικό αλλά και στους ασθενείς καλύτερες συνθήκες και πιο καλύτερη διαμονή στο χώρο.

4.5.6 Υγρασία

Σε ένα κτίριο ένα σημαντικό πρόβλημα που πρέπει να αντιμετωπίζεται είναι η υγρασία, παρατηρείται σε κτήρια όπου έχουν πρόβλημα με υγρασία να δημιουργούνται φθορές. Κάποιες φθορές που παρουσιάζονται κυρίως είναι στην τοιχοποιία, παρατηρείται ξεφλούδισμα στον σοβά και σε περίπτωση που δεν αντιμετωπιστεί το πρόβλημα προκαλεί και μούχλα. Λόγοι που μπορεί να προκαλέσουν την υγρασία συνήθως είναι η διαρροή νερού και οικοδομικά λάθη κυρίως στην τοποθέτηση πορτών και παραθύρων στους εξωτερικούς τοίχους που με τα νερά τις βροχής και για τον λόγο ότι δεν μπορούν να φύγουν δημιουργούν το συγκεκριμένο πρόβλημα.

Η υγρασία ακόμη μπορεί να δημιουργήσει πρόβλημα και στο προσωπικό η στα άτομα που βρίσκονται στον χώρο καθώς τόσο αισθητικά και το ότι αφήνει μια άσχημη μυρωδιά αλλά και για το ότι είναι επιβλαβής για την υγεία του ανθρώπου καθώς μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα. Μερικά από τα προβλήματα που μπορεί να προκαλέσει είναι η χειροτερεύσει στην υγεία κάποιων ασθενών που πάσχουν από αναπνευστικά, καρδιακά και αρθρικά προβλήματα, ακόμη συμβάλουν στην αναπτύξει μυκήτων όπου αναπτύσσονται σε μέρη όπου υπάρχει υγρασία. Καταλαβαίνουμε ότι για την υγρασία πρέπει να γίνεται σωστή μελέτη, επιδιόρθωση σε ότι την προκαλεί ιδικά σε ένα νοσοκομείο που υπάρχουν ασθενείς όπου η υγεία τους είναι σε άσχημη καταστάσεις και μπορεί να επιδεινωθεί καθώς ο οργανισμός τους είναι καταβεβλημένος. Για τους παραπάνω λόγους σε ένα νοσοκομείο προπαντός πρέπει να ελέγχονται τα επίπεδα της υγρασίας και για λόγους υγιεινής αλλά και για την ποιοτικότερη παραμονή και ανάρρωση των ασθενών χωρίς να δημιουργεί και άλλα προβλήματα και να επιδεινώνει την κατάσταση τους [4.8].

Με την χρήση καταλλήλων συστημάτων μπορούμε να ελέγχουμε τα επίπεδα υγρασίας και να περνούμε μετρά σε περίπτωση όπου τα επίπεδα είναι πέρα των επιθυμητών ορίων. Μπορούν να τοποθετηθούν ανιχνευτές υγρασίας για να ξέρουμε τα ποσοστά υγρασίας και να τα αντιμετωπίζουμε έγκαιρα.

4.5.γ Αερισμός

Ένα σύστημα που χρησιμοποιείται στα νοσοκομεία είναι τα συστήματα εξαερισμού όπου με την χρήση του καταφέρνουμε να έχουμε τα επιθυμητά επίπεδα υγρασίας χωρίς να δημιουργούνται προβλήματα και στο κτίριο. Επίσης ένα καλό σύστημα εξαερισμού σε ένα νοσοκομείο βοηθά στο να ανακυκλώνεται ο αέρας στον χώρο για τον λόγο ότι σε ένα νοσοκομείο όπου βρίσκονται ασθενείς που αντιμετωπίζουν κάποιο πρόβλημα ο αριθμός των μικροβίων είναι μεγάλος. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται στα περισσότερα κοινόχρηστα κτήρια κυρίως στις τουαλέτες για την απομάκρυνση των άσχημων μυρωδιών καθώς χρησιμοποιούνται από μεγάλο αριθμών ατόμων. Καταλαβαίνουμε λοιπόν ότι σε ένα νοσοκομείο ένα σωστό σύστημα εξαερισμού είναι απαραίτητο τόσο και για την κτηριακή υποδομή όσο και για την υγιεινή του χορού.

4.6 Μηχανισμοί πορτών και παραθύρων

Σε ένα κτίριο πρέπει να ελέγχονται τόσο οι εισοδοί αλλά και τα παράθυρα του. Με τα κατάλληλα συστήματα παρακολουθήσεις μπορούμε να έχουμε εικόνα του χορού μας όλο το εικοσιτετράωρο, τέτοια συστήματα συνηθίζονται στις μέρες μας βλέποντας τα τόσο σε κατοικίες αλλά και σε κοινόχρηστα κτίρια.

4.6.α Έλεγχος πορτών

Σε ένα κτίριο οι άνθρωποι εισέρχονται σε αυτό μέσω των εισόδων. Οι εισοδοί πρέπει να τηρούν συγκεκριμένα κριτήρια ιδικά σε χώρους όπου βρίσκονται άτομα και ακριβός εξοπλισμός. Πρέπει να χρησιμοποιούνται οι σωστές τεχνολογίες που σε περίπτωση που χρειαστεί για διάφορους λόγους να μην επιτραπεί η είσοδος σε κάποιο άτομο, αυτό μπορεί να γίνει για διάφορους λόγους κύρια για λόγους ασφάλειας, προστατεύοντας έτσι τα άτομα που βρίσκονται στον χώρο αλλά και τα μηχανήματα.

Σε ένα νοσοκομείο υπάρχουν θάλαμοι οι οποίοι έχουν μέσα φάρμακα και αρκετά ακριβό εξοπλισμό όπου πρέπει να διασφαλιστεί από κακόβουλα άτομα. Επίσης υπάρχουν φάρμακα και μηχανήματα που δεν έχει το δικαίωμα ακόμη και άτομα από το προσωπικό που εργάζεται στον χώρο να έχει πρόσβαση σε αυτά για διάφορους λόγους και για αυτό η χρήση τους γίνεται από άτομα όπου έχουν την κατάλληλη γνώση και εκπαίδευση. Για την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων χρησιμοποιούνται αυτοματοποιημένα συστήματα συνήθως της τεχνολογίας RFID (Radio Frequency Identification System) κλειδαριές κύριως (ηλεκτρονική κλειδαριά) όπου μπορούν με την χρήση καρτών να ξεκλειδώσουν την πόρτα. Τα συγκεκριμένα συστήματα έχουν την δυνατότητα να ελέγχουν ποιος προσπαθεί να μπει στον χορό καθώς μπορούν να ρυθμιστούν σε συγκεκριμένες κάρτες ατόμων να ανοίγουν διαφορετικές πόρτες αλλά και να περιορίζουν σε κάποιους ποιες πόρτες

μπορούν να ανοίξουν, ανοίγοντας μια πόρτα γνωρίζουμε και ποιος το έκανε για τον λόγο ότι είναι ένα ψηφιακό κλειδί όπου περιέχει τα στοιχεία του χρήστη που το χρησιμοποιεί. Αλλά συστήματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε χορούς όπου δεν πρέπει να έχουν πρόσβαση πάρα συγκεκριμένα άτομα, είναι η τοποθέτηση συστημάτων που με ηχητικό τρόπο ή με το ανάμα κάποιου λαμπτήρα και κρατώντας εικόνα του ατόμου, να απωθήσουν το συγκεκριμένο κακόβουλο άτομο αλλά και να ειδοποιήσουν για την άμεση αντιμετώπιση του προβλήματος και την διασφάλιση του χώρου [4.9].

Ακόμη ένα σύστημα που δεν συνηθίζεται να χρησιμοποιείται αλλά μπορεί να διασφαλίσει σε μεγάλο βαθμό την ασφάλεια του χορού αλλά και των ατόμων που βρίσκονται σε αυτό, είναι οι πόρτες πυρασφάλειας. Με τις συγκεκριμένες πόρτες και την χρήση των καταλλήλων αισθητήρων μπορούν να απομονώσουν την φωτιά στον χώρο όπου βρίσκεται χωρίς να εξαπλωθεί και σε άλλα δωμάτια.

4.6.β Έλεγχος παραθύρων

Εκτός από τις πόρτες, έλεγχος πρέπει να γίνεται και στα παράθυρα για τον λόγο και ότι από εκεί μπορεί κάποιο κακόβουλο άτομο να εισέλθει στον χώρο. Όταν κάποιος εισέλθει σε ένα χώρο από μια πόρτα μπορεί να του ζητηθεί κάποιος κωδικός για να μην ενεργοποιηθεί ο συναγερμός σε σημεία όμως όπως τα παράθυρα δεν χρησιμοποιείται αυτός ο τρόπος καθώς δεν συνηθίζεται η είσοδος σε κάποιο χώρο από τα παράθυρα έτσι το σύστημα συναγερμού ενεργοποιείται αυτόματα απομακρύνοντας τον εισβολέα αλλά και ειδοποιώντας τα άτομα στον χώρο και την ασφάλεια τους παίρνοντας τα απαραίτητα μετρά. Αυτή η ενημέρωση μπορεί να γίνει απομακρυσμένα καθώς τα συστήματα αυτά ανάλογος τη θα επιλεχθεί μπορούν να χρησιμοποιήσουν πολλές τεχνολογίες και έτσι μπορούν να ειδοποιήσουν εξ αποστάσεως σε τηλεφώνά, smartphone υπολογιστές και tablet άτομα τα οποία δεν βρίσκονται στον χώρο, με αυτά τα συστήματα εκτός από το να απωθήσει του εισβολέα έχουμε και άμεση ενημέρωση.

Επίσης ο έλεγχος των παραθύρων μπορεί να φανεί χρήσιμος και στα συστήματα που χρησιμοποιούνται για την θερμοκρασία του χορού συμβάλλοντας έτσι οικονομικά αλλά και οικολογικά. Ακόμη μπορεί να συμβάλει και στο θέμα της υγρασίας όταν τα επίπεδα της είναι μεγαλύτερα των επιθυμητών ορίων.

Στο θέμα του φωτισμού μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα παράθυρα σε συνδυασμό με έξυπνες περσίδες και κουρτίνες, μπορούμε τις ώρες της ημέρας να εκμεταλλευόμαστε το φως του ηλίου εξοικονομώντας ενέργεια αλλά και χρήματα. Τα συστήματα αυτά μπορούν να χειριστούν από απόσταση ή να χρησιμοποιηθούν με την χρήση χρονοδιακοπών. Καταλαβαίνουμε ότι σε ένα νοσοκομείο με τόσα πολλά δωμάτια είναι δύσκολο να ανοίξουν όλα χειροκίνητα, έτσι με την χρήση έξυπνων συσκευών ή την χρήση χρονοδιακοπών επιτυγχάνουμε να έχουμε το ίδιο αποτέλεσμα με το να γινόταν χειροκίνητα αλλά χωρίς να καταναλώνεται αυτός ο χρόνος εκεί. Η λύση που συνηθίζεται να χρησιμοποιείται σε τέτοιες περιπτώσεις είναι η χρονοδιακόπτες όπου ρυθμίζονται πεις ώρες να ανοίγουν και ποιος να κλείνουν.

4.7 Πυροπροστασία

Ο σχεδιασμός του συστήματος της πυροπροστασίας είναι από τα πιο σημαντικά συστήματα σε ένα κτίριο με πολλά άτομα. Προπαντός όταν αυτό το κτίριο είναι ένα νοσοκομείο το οποίο φιλοξενεί μεγάλων αριθμών ατόμων αλλά και το ότι για την κατασκευή του αλλά και για να εξοπλιστεί απέτινε ένα μεγάλο κεφάλαιο σε χρήματα για αυτό τον λόγο ένα σωστό σύστημα πυροπροστασίας βοηθά σε περίπτωση φωτιάς στο να διασφαλίσει τα άτομα που βρίσκονται στον χώρο αλλά και να προστατεύσει τον εξοπλισμό του κτιρίου. Ακόμη τα πράγματα γίνονται πιο περίπλοκα στο θέμα του σχεδιασμού του σε ένα νοσοκομείο καθώς δεν αρκεί μόνο η ιδιοποίηση ότι υπάρχει φωτιά για τον λόγο ότι υπάρχουν ασθενείς που αντιμετωπίζουν προβλήματα υγείας και ο οργανισμός τους είναι αποδυναμωμένος, αρκετή ασθενείς έχουν κινητικά προβλήματα και φυσικά ότι μεγάλο μέρος των ασθενών είναι άνθρωποι ηλικιωμένοι που τους δυσκολεύει στην άμεση μετακίνηση τους [4.10].

Για τον λόγο ότι στον σχεδιασμό πρέπει να γίνεται η σωστή μελέτη για να μπορέσουμε να επιτύχουμε όλα αυτά και να επιτευχθούν οι στόχοι για την καλύτερη σχεδιάσει είναι η ασφάλεια των ατόμων που βρίσκονται στο κτίριο, πρέπει να παίρνονται κάποια μετρά και να χρησιμοποιούνται τα κατάλληλα συστήματα για να αποφευχθεί το να κινδυνεύσει κάποιο άτομο η και σε κάποιες περιπτώσεις να υπάρξει απώλεια ανθρώπινης ζωής. Στο παρελθόν δεν υπήρχαν οι αυτοματισμοί που υπάρχουν στις μέρες μας και τα μέτρα που παίρνονταν στις περισσότερες φορές μετά την ιδιοποίηση από κάποιο σύστημα της φωτιάς ή μέθοδοι για την αντιμετώπιση της. Χρειαζόταν η παρουσία του προσωπικού είτε με πυροσβεστήρες, κουβέρτες και αλλά πολλά χειροκίνητα συστήματα φέρνοντας έτσι σε κίνδυνο και το προσωπικό.

Μερικά από τα συστήματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στις μέρες μας για να έχουμε τα καλύτερα αποτελέσματα αλλά και την μεγαλύτερη ασφάλεια των ατόμων στο κτίριο μας. Ένα σύστημα που χρησιμοποιείται πλέον σε όλα τα κοινόχρηστα κτίρια είναι ανιχνευτές που ανιχνεύουν θερμοκρασία και καπνό, με αυτά τα συστήματα μπορούν όταν αντιληφθούν αύξηση στην θερμοκρασία η την ύπαρξη καπνού στον χώρο, μπορούν ακόμη να ενεργοποιήσουν αυτόματα συστήματα που ρίχνουν νερό για την κατάσβεση της φωτιάς. Επίσης ειδοποιούν με κάποια σειρήνα μη ηχητικό τρόπο τον κόσμο που βρίσκεται στον χώρο για να προλάβει να απομακρυνθεί λόγω του ότι υπάρχει φωτιά, ακόμη ενεργοποιούν φωτεινά σήματα σε πόρτες για να οδηγήσουν σε πιο γρήγορο χρόνο και με ασφάλεια τα άτομα έξω από το κτίριο καθώς ο καπνός τους δυσκολεύει στο να δουν. Με αυτά τα συστήματα μπορεί ένα κτίριο να διασφαλίσει σε μεγάλο βαθμό τα άτομα που φιλοξενεί.

4.8 Συστήματα παρακολούθησης

Γίνεται αντιληπτό ότι η ασφάλεια ενός κτιρίου και προπαντός ενός νοσοκομείου είναι δύσκολη και χρειάζεται μελέτη και τα κατάλληλα συστήματα και ο έλεγχος διάφορων πραγμάτων για να επιτευχθεί. Στις μέρες μας για στην ασφάλεια χρησιμοποιούνται κλειστά κυκλώματα παρακολούθησης σε συνδυασμό με συναγερμούς. Τα κλειστά κυκλώματα παρακολούθησεις είναι συστήματα που είναι ενωμένα με κάμερες και ακόλουθα συνδεδεμένα με κάποιο καταγραφικό όπου μπορεί να καταγραφεί την κάθε κίνηση από τον χώρο όπου έχει τοποθετηθεί είτε

είναι εντός του κτιρίου είτε εκτός. Επίσης συστήματα συναγερμού χρησιμοποιούνται σε χώρους όπου ο χρήστης όταν εισέλθει εισάγει έναν κωδικό αν δεν εισάγει τον κωδικό ενεργοποιείται η σειρήνα του συναγερμού με ηχητικό θόρυβο για την απωθήσει του κακόβουλου χρήστη και ενημέρωση του προσωπικού, ενώ μπορεί ακόμη να ειδοποιήσει απομακρυσμένα άτομα είτε την ασφάλεια είτε οποιονδήποτε είναι συνδεδεμένος με το σύστημα συναγερμού [4.11].

Μέσα σε ένα νοσοκομείο υπάρχουν χώροι όπου χρήζουν περισσότερης ασφάλειας όπως αποθήκες φαρμάκων οι θάλαμοι με εξοπλισμό όπου είσοδο έχει μόνο το προσωπικό που εργάζεται εκεί. Για αυτούς τους λόγους χρησιμοποιούνται αυτά τα συστήματα τεχνολογίας για να μπορέσουμε να διασφαλίσουμε την ασφάλεια του χώρου από κακόβουλα άτομα. Με τα κλειστά κυκλώματα ασφάλειας μπορούμε να έχουμε πρόσβαση στο τη γίνεται στον χώρο αλλά και να ελέγχονται τα αρχεία από το σύστημα δίνοντας την δυνατότητα να βλέπουμε ποιος επισκέφτηκε τον χώρο πια στιγμή ήταν και το τι έκανε. Το υλικό που καταγράφεται μπορεί να μεταδοθεί σε κέντρα ασφάλειας απομακρυσμένα ακόμη και να εκλεχτεί ανά πασά στιγμή με την χρήση έξυπνων συσκευών από άτομα τα οποία έχουν πρόσβαση.

Παράλληλα το να ελέγχονται οι χοροί με ένα κλειστό κύκλωμα παρακολούθησης εκτός από τον έλεγχο για κάποια παραβίαση βοηθά και στην φροντίδα των ασθενών καθώς το προσωπικό έχει εικόνα από τους θαλάμους νοσηλείας, με αυτό τον τρόπο το προσωπικό μπορεί να ελέγχει τους ασθενείς γρηγορότερα και να επεμβαίνει κάπου αν χρειαστεί. Αυτό γίνεται για τον λόγο ότι το προσωπικό επισκέπτεται τους ασθενείς για να τους προσφέρει φαρμακευτική αγωγή και να δει την κατάσταση της υγείας του. Με τα συστήματα αυτά μπορεί να έχει εικόνα συνεχώς και αν για κάποιο λόγο χρειαστεί να επέμβει να γίνει άμεσα. Το να παρακολουθούνται η χώροι ενός νοσοκομείου παρέχουν ασφάλεια στα άτομα που βρίσκονται στον χώρο αλλά και στην διευκόλυνση του προσωπικού.

4.9 Τρόποι μετακίνησης στο κτήριο

Σε κτήρια που το εμβαδό τους είναι μεγάλο και συγκεκριμένα στα νοσοκομεία όπου οι αποστάσεις για να μετακινηθεί το προσωπικό η κάποιος ασθενείς είναι μεγάλες πρέπει να γίνει η σωστή μελέτη και σχεδίαση για να διευκολυνθούν τα άτομα που το χρησιμοποιούν. Ένα κοινόχρηστο κτήριο όπως το νοσοκομείο φιλοξενεί ασθενείς που πάσχουν από κινητικά προβλήματα που αυτό τους δυσκολεύει να κινηθούν σε μεγάλα κτήρια, ακόμη και το προσωπικό που πρέπει να εξυπηρετήσει ένα μεγάλο αριθμό ασθενών χάνει χρόνο στο να μετακινείτε σε μεγάλες αποστάσεις για τον λόγο ότι υπάρχουν πολλά δωμάτια θάλαμοι αλλά και όροφοι [4.12].

4.9.α Ανελκυστήρες

Στα νοσοκομεία συνηθίζεται να χρησιμοποιούνται ανελκυστήρες βοηθώντας έτσι την μετακίνηση των ασθενών αλλά και του προσωπικού καθώς μπορούν να μεταφέρουν βαριά αντικείμενα και μηχανήματα εύκολα μεταξύ των οροφών. Το ότι οι ανακλαστήρες βρίσκονται στο εμπόριο αρκετά χρόνια βλέπουμε ότι συνεχώς αναπτύσσονται και βελτιώνονται αποδίδοντας έτσι καλύτερα και παρέχοντας

περισσότερη άνεση. Στις μέρες μας οι ανελκυστήρες χρησιμοποιούν τεχνολογίες όπως αυτόματο άνοιγμα της πόρτας που στο παρελθόν έπρεπε να γίνει χειροκίνητα, αυτόματη ενεργοποίηση του φωτισμού στο εσωτερικό του ανελκυστήρα όταν εισέλθει κάποιο άτομο στο εσωτερικό του βοηθώντας έτσι στην μικρότερη κατανάλωση ενέργειας και αρκετοί χρησιμοποιούν σύστημα παρακολούθησης. Βλέποντας αυτή την εξέλιξη, αξίζει να σημειωθεί ότι γίνονται προσπάθειες να σχεδιαστούν ακόμη και ανελκυστήρες που θα μπορούν να κινηθούν και οριζόντια κερδίζοντας έτσι σε ταχύτητα αλλά και ευκολία στην μετακίνηση των ανθρώπων σε ένα κτίριο.

4.9.β Κυλιόμενες σκάλες

Ακόμη ένας τρόπος στο να διευκολυνθούν τα άτομα να μετακινούνται σε κτίρια με πολλούς ορόφους είναι οι κυλιόμενες σκάλες όπου μπορούν να μεταφέρουν ένα άτομο σε έναν άλλο όροφο με μηχανικό τρόπο που το άτομο το μόνο που έχει να κάνει είναι να σταθεί πάνω. Επίσης και εδώ μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανιχνευτές που όταν ανιληφθούν κάποιον άνθρωπο να ενεργοποιείται η σκάλα και όταν κατεβεί από την σκάλα να σταματά εξοικονομώντας έτσι ενέργεια αλλά και κάνοντας οικονομία.

4.9.γ Αυτόματες Πόρτες

Προηγουμένως μιλήσαμε για τις πόρτες κάτι που μπορεί να ευκολύνει την μετακίνηση ατόμων στον χώρο αν είναι αυτόματες πόρτες που με χρήση αισθητήρων ανιχνεύουν ποτέ κάποιο άτομο θέλει να εισέλθει η να φύγει από ένα χώρο. Αυτές οι πόρτες χρησιμοποιούνται συνήθως σε κοινόχρηστα κτίρια διευκολύνοντας το προσωπικό στην μετακίνηση αλλά και στην εργασία τους που μπορεί να χρειάζεται να μεταφέρουν εξοπλισμό αλλά και τα άτομα που χρησιμοποιούν το κτίριο, με αυτό το τρόπο όχι μόνο διευκολύνονται τα άτομα που χρησιμοποιούν το χώρο αλλά δρα και στο να καταναλώνεται λιγότερη ενέργεια για τον λόγο ότι μια πόρτα δεν μπορεί να ξεχαστεί ανοιχτή και να αλλάζει η θερμοκρασία του δωματίου δουλεύοντας περισσότερο τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης κερδίζοντας έτσι οικονομικά και ενεργειακά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 Έξυπνη Υγεία

5.1 Εισαγωγή

Όπως είδαμε στα προηγούμενα κεφάλαια σε ένα κτίριο χρησιμοποιούνται πολλές τεχνολογίες και τεχνικές για να μπορεί να είναι πιο άνετη και ασφαλής η παραμονή στο εσωτερικό ενός κτιρίου, πετυχαίνοντας έτσι την καλύτερη λειτουργία, καλύτερη εξυπηρέτηση αλλά και εξοικονόμηση ενέργειας. Με την χρήση των έξυπνων συστημάτων που αναφέραμε προηγούμενα μελετήθηκαν κατάλληλα πριν σχεδιαστούν για να μπορέσουν να δώσουν το καλύτερο αποτέλεσμα και το να μπορούν να χρησιμοποιηθούν γενικά είτε σε ιδιωτικά κτίρια είτε σε κοινόχρηστα.

Οι πιο πάνω τεχνολογίες μπορούν σε χρησιμοποιηθούν γενικά, ακόμη όμως ανακαλυφθήκαν τεχνολογίες που εξυπηρετούν τις ανάγκες συγκεκριμένων κτιρίων ή εγκαταστάσεων. Τα νοσοκομεία τα οποία προσφέρουν υπηρεσίες υγείας πρέπει να εκσυγχρονίζονται για να μπορούν να προσφέρουν καλύτερη περίθαλψη στους ασθενείς τους και να λειτουργούν καλύτερα. Έτσι σχεδιαστήκαν νέες τεχνολογίες που με την χρήση του νέου αυτού εξοπλισμού μπορούν να προσφέρουν καλύτερες υπηρεσίες και ποιοτικότερες, πετυχαίνοντας τα όλα αυτά και με χαμηλότερο κόστος. Οι τεχνολογίες που αναφέραμε στο προηγούμενο κεφάλαιο με αυτές τις τεχνολογίες έρχονται και δένουν μαζί και προσφέροντας στο κοινό ένα έξυπνο νοσοκομείο όπου τους προσφέρει ποιότητα και αξιοπιστία στις υπηρεσίες του.

5.2 Ηλεκτρονική υγεία (eHealth)

Η ηλεκτρονική υγεία (eHealth) είναι η παροχή υγειονομικής περίθαλψης με χρήση σύγχρονων ηλεκτρονικών τεχνολογιών πληροφοριών και επικοινωνιών όταν οι πάροχοι υγειονομικής περίθαλψης και οι ασθενείς δεν έρχονται σε άμεση επαφή και η αλληλεπίδρασή τους διαμεσολαβείται με ηλεκτρονικά μέσα. Μεταξύ άλλων, οι υπηρεσίες που παρέχονται με αυτόν τον τρόπο περιλαμβάνουν σωματική και ψυχολογική διάγνωση και θεραπεία, τηλεπαθολογία, παρακολούθηση ζωτικών σημείων, ηλεκτρονική συνταγογράφηση, τηλεδιαβούλευση κ.λπ. η φροντίδα μειώνεται σοβαρά ή ακόμη και ανύπαρκτη, και όταν το κατάλληλα καταρτισμένο ιατρικό προσωπικό είναι διαθέσιμο μόνο σε μια κεντρική τοποθεσία [5.1].

Στην ηλεκτρονική υγεία, δύο σημαντικοί παράγοντες έχουν ηθική σημασία για τον χειρισμό των EHR (electronic health record - ηλεκτρονικός φάκελος υγείας). Ο ένας αφορά στους επαγγελματίες υγείας και ο άλλος είναι τεχνικός.

Ο τεχνικός παράγοντας αντιμετωπίζεται γρήγορα. Με την παραδοχή ότι υπάρχει σχέση καταπιστεύματος ιατρού-ασθενούς στην ηλεκτρονική υγεία, τα ηθικά καθήκοντα όσον αφορά τον χειρισμό των δεδομένων ασθενών γενικά και των ΗΜΥ ειδικότερα και που προκύπτουν από την ίδια τη σχέση καταπιστεύματος στην τυπική υγειονομική περίθαλψη ισχύουν και στην ηλεκτρονική υγεία. Όπως και στην ίδια την τυπική υγειονομική περίθαλψη η σφαίρα αυτών των καθηκόντων θα επεκταθεί ώστε να συμπεριλάβει, κατά παράγωγο τρόπο, τα HIPS (Το HIPS είναι ενδιάμεσο λογισμικό που επιτρέπει την απρόσκοπτη ενσωμάτωση συστημάτων Ψηφιακής Υγείας με εθνικές υπηρεσίες υποδομής Ψηφιακής Υγείας)

και τα ιδρύματα που θα εμπλέκονται σε αυτήν την παροχή ηλεκτρονικής υγείας από τους εν λόγω γιατρούς.

Ο τομέας της υγειονομικής περίθαλψης έχει εκτοξευθεί σε μια ψηφιακή επανάσταση, με την τεχνολογία να υπεισέρχεται σε κάθε διαδικασία. Η έννοια της ψηφιακής ή της ηλεκτρονικής υγείας προέκυψε για να προσδιορίσει τη χρήση των ΤΠΕ στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, εξοπλίζοντάς τον με πόρους αιχμής για να διασφαλίσει πιο αποτελεσματική διαχείριση και βελτιστοποιημένη διάγνωση, και καλύτερη φροντίδα των ασθενών. Αυτό περιλαμβάνει καινοτομίες σε μια σειρά από τομείς όπως η επικοινωνία γιατρού και ασθενούς, η έρευνα και η διαχείριση νοσοκομείων [5.3].



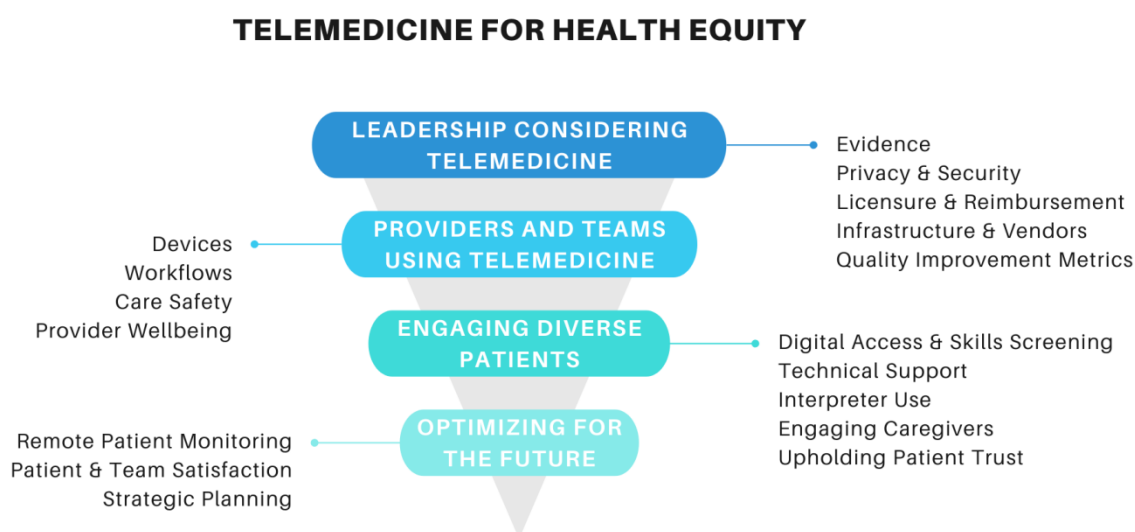
Εικόνα 5.1 E-Health Infographic [5.3]

Ο κλάδος της ηλεκτρονικής υγείας βρίσκεται σε άνοδο. Το 2018, είχαμε παγκόσμιες επενδύσεις 14,6 δισεκατομμυρίων δολαρίων σύμφωνα με την πύλη δεδομένων Statista, που σημαίνει 1200% περισσότερες από το 2010. Το ενδιαφέρον για την ηλεκτρονική υγεία έχει αυξηθεί μεταξύ των χωρών που ανήκουν στον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ), με το 58% να έχει εφαρμόσει συγκεκριμένες στρατηγικές για την ψηφιοποίηση της υγείας [5.4].

Η σημασία που έχει και για την υπηρεσία υγείας, τα εθνικά και ιδιωτικά συστήματα υγείας, αλλά και την οικονομία και την κοινωνία εν γένει η αναβάθμιση των παρεχόμενων λύσεων και υπηρεσιών μέσω της ηλεκτρονικής υγείας καθίσταται σαφής μέσα από την καταγραφή των πλεονεκτημάτων, των υπηρεσιών και συνολικά της ενότητας της τηλε-ιατρικής, που θα μας απασχολήσει στην επόμενη παράγραφο.

5.3 Τηλεϊατρική

Αναφερθήκαμε ήδη γενικά στην σημασία που έχει η χρήση συγχρόνων τεχνολογιών τηλεπικοινωνιών και πληροφορικής κατάφερε να μπει στα νοσοκομεία. Με την τηλεϊατρική μπορούν ασθενείς να πάρουν την κατάλληλη κλινική βοήθεια απομακρυσμένα [5.5]. Αυτό μπορεί να προσφέρει μεγάλη ευκολία και αξιόπιστη κλινική βοήθεια σε άτομα όπου μένουν σε απομακρυσμένες περιοχές μακριά από τις μεγάλες πόλεις που συνηθίζεται να βρίσκονται τα μεγάλα και σύγχρονα νοσοκομεία μερικά παραδείγματα είναι αγρότες και κάτοικοι χωριών. Με την χρήση αυτών των τεχνολογιών αυτοί οι άνθρωποι που βρίσκονται σε μεγάλη απόσταση από τα νοσοκομεία μπορούν να έχουν πρόσβαση στους καταλλήλους γιατρούς, δίνοντας τους την δυνατότητα με αυτό τον τρόπο να επικοινωνήσουν με τον γιατρό οπτικοακουστικά εξασφαλίζοντας έτσι την σωστή διάγνωση και θεραπεία. Αξίζει να σημειωθεί πως αυτός είναι και ιστορικά, όπως προαναφέραμε, ο αρχικός ορισμός της τηλε-ιατρικής – δηλαδή η απομακρυσμένη πρόσβαση σε ασθενείς μέσω των καινοτόμων τεχνικών και υποδομών των τηλεπικοινωνιών και της πληροφορικής [5.6].



Εικόνα 5.2 Σημασία και ρόλος της τηλε-ιατρικής στην παροχή υπηρεσιών υγείας [5.6]

Για να μπορέσει η τηλεϊατρική να λειτουργήσει σωστά και να επιφέρει τις λειτουργίες που βλέπουμε και στην Εικόνα 5.2, απαιτείται ένα πάρα πολύ μεγάλο κεφαλαίο σε χρήματα καθώς το να μπορεί ένα γιατρός να κάνει διαγνώσεις και αν χρειάζεται και θεραπεία από απόσταση απαιτείται να υπάρχει ο κατάλληλος εξοπλισμός τεχνολογικά αλλά και το προσωπικό να έχει τις κατάλληλες γνώσεις για τον εξοπλισμό. Ένα ακόμη πρόβλημα που προκύπτει σε κάποιες απομακρυσμένες περιοχές είναι οι τηλεπικοινωνιακές εγκαταστάσεις καθώς για να λειτουργήσει απομακρυσμένα ένα ιατρείο και να γίνει η σωστή διάγνωση και θεραπεία πρέπει να υπάρχουν οι κατάλληλες υποδομές.

5.4 Τι προσφέρει η τηλεϊατρική

Όπως αναφέραμε περιληπτικά πιο πάνω η χρήση της τηλεϊατρικής στο να δώσει λύσεις για φροντίδα σε άτομα που η πρόσβαση τους σε ένα νοσοκομείο είναι δύσκολη, πρέπει να μπορεί να παρέχει κάποιες λειτουργίες στους ασθενείς, όπως τις εξής καινοτόμες υπηρεσίες [5.7]:

- Τηλε-παρακολούθησης: Προσφέρει στον ασθενή παρακολούθηση απομακρυσμένα από τον γιατρό σε περίπτωση όπου βρίσκεται σε κάποια περιοχή η για κάποιον άλλο λόγο δεν μπορεί να νοσηλευτεί σε ένα δωμάτιο στο νοσοκομείο και να του προσφερθεί μια κανονική παρακολούθηση. Για να μπορέσει ένας γιατρός να παρακολουθήσει έναν ασθενή που βρίσκεται σε απομακρυσμένη απόσταση από αυτόν χρειάζεται στον χώρο όπου βρίσκεται ο γιατρός αλλά και στον χώρο του ασθενή να βρίσκονται τα κατάλληλα μηχανήματα που με την βοήθεια τους θα μπορέσει να γίνει σωστά η τηλε-παρακολούθηση.

- Τηλε-συμβουλευτικής: Σε πολλές περιπτώσεις το να βελτιωθεί η υγεία κάποιου ασθενή μπορεί να γίνει και χωρίς την χρήση φαρμάκων καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί η προηγούμενη μέθοδος και απλώς να δοθούν κάποιες συμβουλές στον ασθενή είτε σε διατροφικές συνήθειες που μπορεί να επιδεινώνουν την υγεία του είτε για κάποια καθημερινή συνήθεια που δεν του κάνει καλό.

- Τηλε-διάγνωσης: Εκτός του ότι ο γιατρός μπορεί να έχει εικόνα και ήχο από τον ασθενή χρησιμοποιούνται μηχανήματα που του δείχνουν πίεση αίματος, βάρος, γλυκόζη, οξυγόνο και πολλά άλλα που χρειάζεται να ξέρει ο γιατρός για να κάνει την σωστή διάγνωση. Με αυτό τον τρόπο και τις πληροφορίες που λαμβάνει ο γιατρός μπορεί να κατατοπιστεί καλύτερα και να προσφέρει στον ασθενή μια θεραπεία αλλά και συμβουλές που θα τον βοηθήσουν στην θεραπεία του.

- Τηλε-φροντίδας: Το να μπορεί ο ασθενής να έχει την σωστή φροντίδα καθώς βρίσκεται εκτός νοσοκομείου.

- Τηλε-φαρμακευτικής: βοηθά τον ασθενή να έχει τα σωστά φάρμακα και την κατάλληλη συνταγή από το γιατρό, με τηλεδιασκέψεις που γίνονται μπορεί ο γιατρός να δει τι φάρμακα έχουν δοθεί για τον ασθενή και βλέποντας την κατάσταση του μπορεί να αφαιρέσει κάποιο η και να προσθέσει κάποιο άλλο.

- Τηλε-εκπαίδευσης: Χρησιμοποιείται στην εκπαίδευση γιατρών και νοσηλευτικού προσωπικού που είναι σε απομακρυσμένες περιοχές, επίσης γίνεται και η εκπαίδευση τους σε εξοπλισμό που χρειάζεται για να μπορούν να χειριστούν τα μηχανήματα και τον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται στη τηλεϊατρική, αλλά και για να βελτιωθούν οι υπηρεσίες που προσφέρουν.

- Τηλε-συνδιάσκεψης: Μια τηλε-συνδιάσκεψη γίνεται σε περιπτώσεις δύσκολης διαγνώσης η όταν ένα πρόβλημα που αντιμετωπίζει ένας ασθενής χρειάζεται να παρακολουθηθεί από διάφορους γιατρούς για να καταλήξουν στο πρόβλημα και τη ασθένεια είναι. Επίσης αυτό συμβαίνει και σε σπάνιες ασθένειες που δεν εντοπίζονται καθημερινά και καλύτερο είναι να γίνεται διάγνωση όχι από ένα γιατρό αλλά να ελέγχεται πιο πολύ ο ασθενής για να μπορεί να έχει πιο σωστή διάγνωση αλλά και την καλύτερη αντιμετώπιση.

5.5 Εξειδικευμένες Θεραπείες με την χρήση της τηλεϊατρικής

Όπως είδαμε πιο πάνω η τηλεϊατρική μπορεί να εφαρμοστεί για να προσφέρει κάποιες δυνατότητες στους ασθενείς. Εκτός από αυτές τις λειτουργίες μπορεί να προσφέρει ακόμα πιο εξειδικευμένες θεραπείες όπως είναι [5.8]:

- Τηλε-καρδιολογία: Το να μπορεί ένας καρδιολόγος να ελέγξει έναν ασθενή χρειάζεται να υπάρχει ένας ψηφιακός καρδιογράφος που θα μπορεί να πράξει ηλεκτροκαρδιογραφήματα σε ψηφιακή μορφή και να αποστέλλονται τα δεδομένα στον γιατρό για να μπορεί να κάνει την σωστή διάγνωση. Με αυτό τον τρόπο ο γιατρός μπορεί να ελέγχει την καρδιά του ασθενή του απομακρυσμένα.

- Τηλε-ακτινολογία: Με αυτόν τον τρόπο μπορούν να αποστέλλονται ακτινογραφίες μέσω του διαδικτύου απομακρυσμένα. Μπορεί οποιαδήποτε στιγμή ένας γιατρός να λάβει μια ακτινογραφία και να την ελέγξει προσεκτικά και να δώσει συμβουλές. Σε αυτή την περίπτωση απαιτείται στο σημείο που βρίσκεται ο γιατρός να υπάρχει μια οθόνη υψηλής ανάλυσης για να μπορεί να δει πιο καθαρά την ακτινογραφία και να πάρει την σωστή πληροφόρηση για την κατάσταση της υγείας του ασθενή και να δράσει ανάλογος. Επίσης αυτό μπορεί να βοηθήσει το να αποσταλεί η ακτινογραφία σε περισσότερους γιατρούς και να αποφασίσουν μαζί σε περιπτώσεις που μπορεί ο ασθενής να χρειάζεται κάποια επέμβαση, το ποσό σύντομα πρέπει να γίνει αλλά και από πιο πρέπει να γίνει.

- Τηλε-ψυχιατρική: Οι γιατροί μπορούν να κάνουν τηλεδιασκέψεις με τους ασθενείς τους η για να δουν αν χρήζουν νοσηλείας, η να πάρουν κάποια φάρμακα αλλά και να δουν την κατάσταση ενός ασθενή που τελείωσε την θεραπεία του πως τα πηγαίνει. Με αυτό τον τρόπο μπορεί ο ασθενής να βλέπει τον ασθενή του και να αποφασίζει πως θα συνεχίσει μαζί του καθώς σε κάποιες περιπτώσεις υπάρχουν φορές που πρέπει να πάρουν άμεσα μετρά τόσο για την ασφάλεια του ασθενή αλλά και των άλλων ανθρώπων.

- Τηλε-παθολογία: Δίνεται η δυνατότητα στον γιατρό ελέγχοντας τις εξετάσεις ενός ασθενή που αφορούν παθολογικά αίτια δίνοντας στον ασθενή την σωστή θεραπεία μετά την διάγνωση που μπορεί να κάνει με αυτό τον τρόπο.

- Τηλε-δερματολογία: Σε αυτή την θεραπεία ο γιατρός ελέγχει τον ασθενή με τεχνολογίες τηλεπικοινωνιών οπτικοακουστικά, χρησιμοποιώντας κάμερες μεγάλης ανάλυσης ελέγχει το δέρμα του ασθενή και βλέποντας της αιματολογικές του εξετάσεις έχει έτσι εικόνα για την κατάσταση της υγείας του. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να του γράψει την κατάλληλη φαρμακευτική αγωγή και θεραπεία πετυχαίνοντας το αυτό απομακρυσμένα.

- Τηλε-οδοντιατρική: Χρησιμοποιώντας και εδώ τις τεχνολογίες των τηλεπικοινωνιών ο γιατρός μπορεί να ελέγξει τα δόντια και την στοματική υγιεινή ενός ασθενή παίρνοντας έτσι εικόνα της οδοντοστοιχίας του καταφέρνοντας έτσι να κάνει την σωστή διάγνωση και να ακολουθήσει η σωστή θεραπεία.

- Τηλε-ακουσολογία: Με αυτή την τεχνική εξυπηρετούνται οι ανάγκες ασθενών με ακουστικά προβλήματα δίνοντας την δυνατότητα στον γιατρό να τους παρακολουθήσει εξ αποστάσεως και να καταλήξει με την χρήση του καταλλήλου ιατρικού εξοπλισμού στην σωστή διάγνωση και θεραπεία.

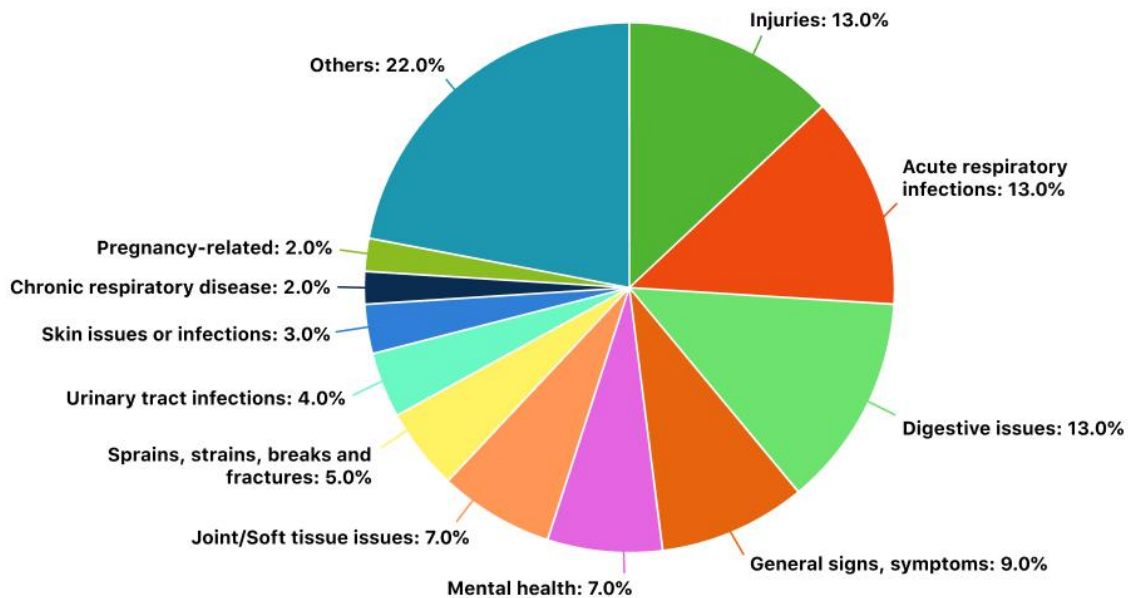
- Τηλε-οφθαλμολογία: Με αυτόν τον όρο εννοούμε την διάγνωση που κάνει ένας γιατρός με την χρήση του καταλλήλου εξοπλισμού για να καταλήξει στην

σωστή διάγνωση και θεραπεία που αφορά τον ασθενή του και σχετίζεται με το οφθαλμικό πρόβλημα που έχει.

- Τηλε-χειρουργείο: Χρησιμοποιείται για επείγοντες επεμβάσεις αλλά και για επεμβάσεις που γίνονται από εξειδικευμένο γιατρό είτε αυτός βρίσκεται σε ένα απομακρυσμένο νοσοκομείο της χώρας είτε σε κάποιο νοσοκομείο κάποιας άλλης χώρας. Τα τελευταία χρόνια με την ανάπτυξη της τεχνολογίας τηλεπικοινωνιών αλλά και σε ρομποτικό επίπεδο έχουν πραγματοποιηθεί πάρα πολλές επεμβάσεις απομακρυσμένα. Με αυτό τον τρόπο ένας χειρουργός γιατρός από οπού και να βρίσκεται στον κόσμο μπορεί να κάνει την εγχείρηση απομακρυσμένα έχοντας τον κατάλληλο ιατρικό εξοπλισμό, προσφέροντας έτσι στον ασθενή αξιοπιστία και την άμεση χειρουργική επέμβαση σε περιπτώσεις που απαιτείται να γίνει σύντομα χωρίς σπάταλη χρονο στο να μεταφερθεί στην περιοχή που εργάζεται ο γιατρός ο οποίος θα τον χειρουργήσει.

Συνοπτικά βλέπουμε στην Εικόνα 5.3 την στατιστική κατανομή των διαγνωστικών εξειδικευμένων λύσεων της τηλε-ιατρικής για το 2017 [5.9]. Σαφέστατα κάθε χρόνο έχουμε και νέες εξελίξεις στην τηλε-ιατρική, κάτι που καθιστά απολύτως σαφή την αναγκαιότητά της, όπως συζητούμε και στην επόμενη παράγραφο.

Telemedicine Diagnostic Categories in 2017



Εικόνα 5.3 Εξειδικευμένες θεραπείες και υπηρεσίες υγείας της τηλε-ιατρικής [5.9]

5.6 Γιατί είναι αναγκαία η τηλεϊατρική

Σε πάρα πολλές περιπτώσεις το να μπορεί ένα άτομο να μεταφερθεί σε ένα νοσοκομείο ή ιατρείο είναι δύσκολο και κάποιες φορές ακατόρθωτο. Για αυτούς τους λόγους με την βοήθεια της τεχνολογίας βρέθηκε λύση για να μπορεί να εξυπηρετήσει και αυτά τα άτομα. Κάποιες από τις περιπτώσεις όπου είναι αναγκαία η χρήση της τηλεϊατρικής είναι [5.10]:

- Απομακρυσμένες περιοχές: Σε περιοχές που είναι απομακρυσμένες από τα μεγάλα κέντρα υγείας για παράδειγμα αγροτικά χωριά ή νησιά, τα ιατρεία που υπάρχουν σε αυτά και σε κάποιες περιπτώσεις δεν υπάρχουν, οι ασθενείς χρειάζεται να διανύσουν κάποια απόσταση για το κοντινότερο ιατρείο καθιστώντας έτσι δύσκολη την εξυπηρέτησή τους. Επίσης ιατρεία που βρίσκονται σε τέτοιες περιοχές λειτουργούν σε κάποιες περιπτώσεις με ένα γιατρό και ελάχιστο προσωπικό, ακόμη ο εξοπλισμός που υπάρχει σε αυτά τα ιατρεία μπορεί να μην μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες των ασθενών ή και να μην υπάρχει ο κατάλληλος εξοπλισμός. Σε αυτές τις περιπτώσεις απαιτείται η χρήση της τηλεϊατρικής με τα κατάλληλα μηχανήματα για να μπορεί να δοθεί βοήθεια από ένα άλλο νοσοκομείο.

- Ναυτικό σώμα: Τα άτομα που εργάζονται στο ναυτικό σώμα βρίσκονται πολλές φορές απομακρυσμένα στις θάλασσες και για μεγάλο χρονικό διάστημα. Αν και σε πολλές περιπτώσεις στο πλοίο μπορεί να βρίσκεται και γιατρός δεν μπορεί να προσφέρει στο προσωπικό τις υπηρεσίες που χρειάζεται, και εδώ βλέπουμε ότι μόνο με την χρήση της τηλεϊατρικής θα μπορεί να παρακολουθηθεί το προσωπικό και να πάρει τις κατάλληλες συμβουλές και φροντίδα ειδικά σε επείγοντα περιστατικά.

- Ηλικιωμένοι: Άτομα μεγάλης ηλικίας είναι γνωστό ότι χρειάζονται περισσότερο τις υπηρεσίες υγείας και να παρακολουθούνται πιο συχνά από τους γιατρούς. Σε μεγάλες ηλικίες τα προβλήματα κίνησης είναι αυξημένα έτσι το να χρειάζεται ένας ασθενής να μετακινηθεί στο νοσοκομείο των ταλαιπωρεί αλλά και τον κουράζει. Για αυτές τις περιπτώσεις μπορούν να βοηθήσουν τα κατάλληλα μηχανήματα για να μπορεί ο ασθενής να παρακολουθηθεί από το σπίτι του χωρίς να ταλαιπωρείται.

- Άτομα με ειδικές ανάγκες: Σε αυτή την κατηγορία ατόμων παρατηρείτε ότι είναι δύσκολη η μετακίνηση αλλά και η μεταφορά τους σε κάποιο νοσοκομείο λόγω κινητικών προβλημάτων. Αυτό καθιστά δύσκολη την μεταφορά τους στο νοσοκομείο αλλά και χρονοβόρα, για αυτό τον λόγο με την χρήση της τηλεϊατρικής μπορούν να έχουν την σωστή παρακολούθηση, διάγνωση και θεραπεία απομακρυσμένα διευκολύνοντας τους σε μεγάλο βαθμό.

- Επείγοντα περιστατικά: Υπάρχουν περιστατικά όπου είναι σοβαρά, δύσκολα και επικίνδυνα όπου χρειάζονται άμεση ιατρική βοήθεια. Σε αυτές τις περιπτώσεις πολλές φορές δεν προλαβαίνουν να μεταφέρουν τον ασθενή στο νοσοκομείο και προπαντός όταν είναι μια περιοχή που το νοσοκομείο βρίσκεται σε μια απόσταση από τον ασθενή ή το νοσοκομείο όπου θα μεταφερθεί είναι σε κάποια αγροτική περιοχή απομακρυσμένα και δεν μπορούν να του προσφερθούν οι κατάλληλες ιατρικές υπηρεσίες. Για τον λόγο ότι σε αυτά τα περιστατικά ο χρόνος είναι αντίπαλος στο ιατρικό προσωπικό απαιτείται η χρήση απομακρυσμένης ιατρικής βοήθειας για να μπορέσει ο ασθενής να πάρει την κατάλληλη περίθαλψη άμεσα και χωρίς να χάνεται χρόνος όπου μπορεί να αποβεί μοιραίο για τον ασθενή.

- Έλλειψη ιατρικού προσωπικού: Σε ένα νοσοκομείο εκτός από τα συνηθισμένα περιστατικά που οι γιατροί και το προσωπικό αντιμετωπίζουν σε καθημερινή βάση, πολλές φορές έρχονται αντιμετώπι με σπάνιες ασθένειες. Σε αυτές τις περιπτώσεις ο ασθενής μπορεί να χρειαστεί να εξεταστεί και από άλλους γιατρούς ή και οι γιατροί μεταξύ τους να μιλήσουν για να δουν πως μπορεί να λυθεί το πρόβλημα του ασθενή. Επίσης με αυτό τον τρόπο μπορούν και ασθενείς που έχουν σοβαρά προβλήματα και μπορεί να μην βρίσκεται εκεί ο κατάλληλος γιατρός να μπορεί να γίνει η σωστή διάγνωση και θεραπεία χάρις στις υποδομές που αναπτυχθήκαν με την τηλεϊατρική [5.11].

5.7 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της τηλεϊατρικής

Όπως είδαμε πιο πάνω η τηλεϊατρική μπορεί να βοηθήσει πάρα πολύ στον κλάδο της ιατρικής και να λύσει αρκετά προβλήματα. Εκτός από τα πλεονεκτήματα που έχει η τηλεϊατρική έχει και αρκετά μειονεκτήματα. Καταλαβαίνουμε όμως ότι είναι ένας κλάδος που χρειάζεται και πρέπει να βρίσκεται στα νοσοκομεία, για αυτό τον λόγο συνεχίζεται αναπτύσσεται και να εξελίσσεται για να μπορέσει να ελαχιστοποιήσει τα μειονεκτήματα του και να βελτιώσει τις υπηρεσίες που προσφέρει, προσφέροντας έτσι στους ασθενείς και το προσωπικό τα καλύτερα αποτελέσματα και τις καλύτερες συνθήκες [5.12].

5.7.α Πλεονεκτήματα τηλεϊατρικής

Πλέον το να μπορεί ο ασθενής να λάβει ιατρική βοήθεια απομακρυσμένα καταλαβαίνουμε εκτός από τα βήματα που έκανε η τεχνολογία στον κλάδο της υγείας ότι προσφέρει και μεγάλη ευκολία. Βλέπουμε ότι είναι ένας κλάδος που συνεχίζεται να αναπτύσσεται και να προσφέρει όλο και περισσότερα στον κλάδο της υγείας. Με το πέρασ του χρόνου μειώνεται το κόστος των μηχανημάτων για την χρήση της τηλεϊατρικής και έτσι μπορεί να δώσει την δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί από περισσότερα νοσοκομεία και περιοχές που ο αριθμός των κατοίκων είναι μικρός, ενώ ακόμη απλοποιούνται τα μηχανήματα και το προσωπικό είναι σε θέση να μάθει την λειτουργία ενός μηχανήματος πιο εύκολα δίνοντας του έτσι την δυνατότητα να το χρησιμοποιήσει ευκολότερα και να εκμεταλλευτεί όλες τις δυνατότητες του. Καταλαβαίνουμε ότι η τηλεϊατρική είναι ένας κλάδος που προσφέρει πολλά και στο μέλλον θα μπορεί να προσφέρει ακόμη περισσότερα, μερικά από τα πλεονεκτήματα που προσφέρει είναι:

- Μπορεί να προσφέρει υπηρεσίες υγείας και να καλύψει ανάγκες ασθενών απομακρυσμένα καλύπτοντας έτσι μεγάλη γεωγραφική έκταση και προσφέροντας αυτές τις υπηρεσίες.
- Βελτιώνονται συστήματα υγείας σε απομακρυσμένες περιοχές όπως αγροτικά χωριά, νησιά και οποία άλλη απομακρυσμένη περιοχή που δεν είχε πριν την δυνατότητα και πολυτέλεια της σωστής υγειονομικής περίθαλψης.
- Επίσης προσφέρει ευκολία και καλύτερες συνθήκες σε άτομα με κινητικά προβλήματα η κάποιο άλλο πρόβλημα στην υγεία τους που το να μεταφερθούν στο νοσοκομείο θα τους ήταν δύσκολο και επώδυνο να τους δίνεται η δυνατότητα να παρακολουθηθούν απομακρυσμένα.

5.7.8 Μειονεκτήματα τηλεϊατρικής

Εκτός από τα τόσα πλεονεκτήματα που έχει η τηλεϊατρική έχει και αρκετά μειονεκτήματα που γίνονται οι κατάλληλες μελέτες και προσπάθειες να λυθούν αλλά αυτό θα χρειαστεί χρόνο και επενδύσεις.

Κάποια από τα μειονεκτήματα της τηλεϊατρικής είναι:

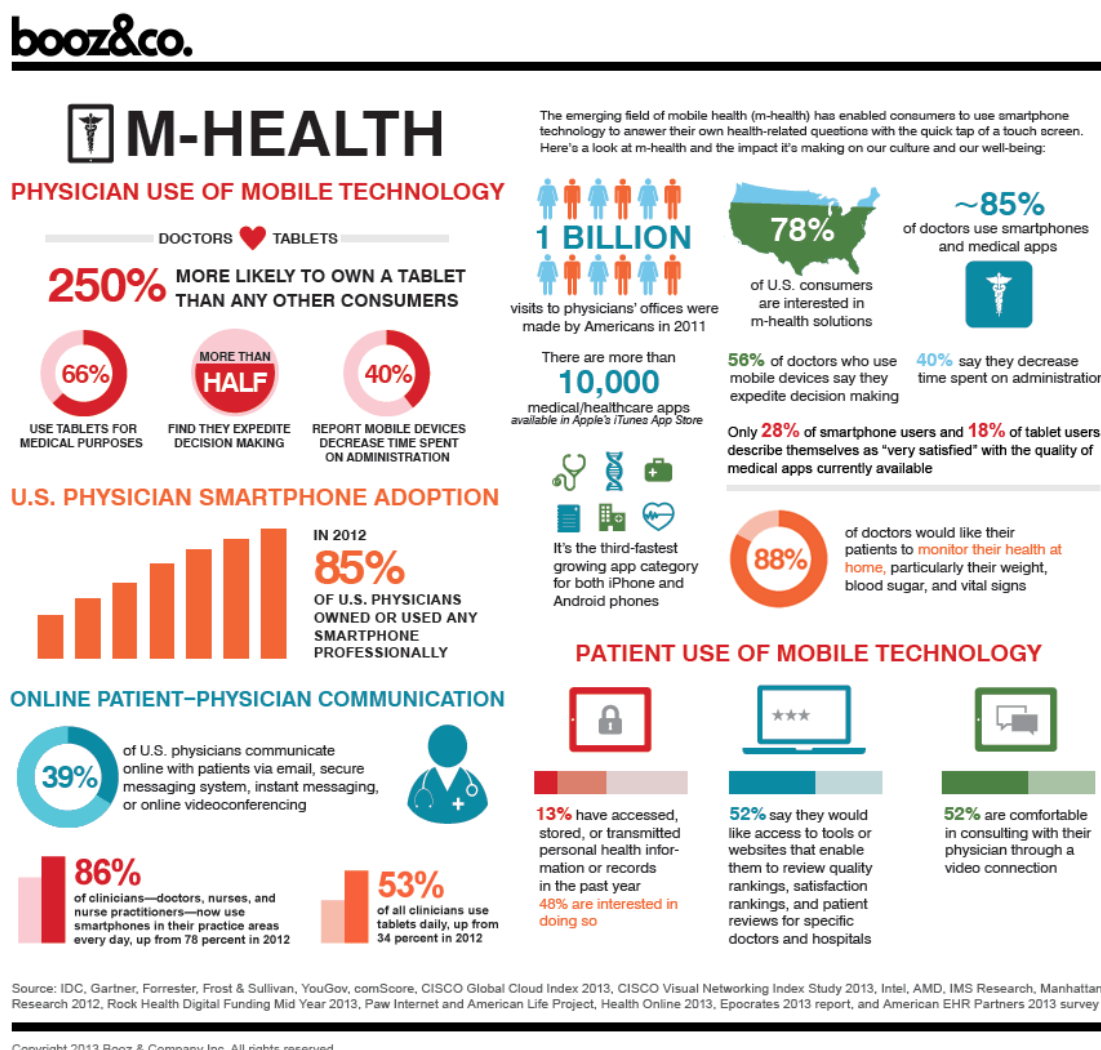
- Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιεί η τηλεϊατρική έχει ακόμα πάρα πολύ μεγάλο κόστος για την αγορά αλλά και την συντήρηση του.
- Ο χρόνος που καταναλώνεται στο να δει έναν ασθενή ο γιατρός είναι αρκετά μεγαλύτερος από το να επισκεπτόταν ο ασθενής το ιατρείο για μια κανονική επίσκεψη.
- Αρκετά μηχανήματα είναι ακόμα πολύ περίπλοκα στην λειτουργία τους και απαιτείται το προσωπικό που τα χρησιμοποιεί να έχει τις κατάλληλες γνώσεις. Επίσης η πολυπλοκότητα ενός μηχανήματος δυσχεραίνει την διαδικασία της παροχής των υπηρεσιών υγείας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 Κινητή Υγεία (mHealth)

6.1 Εισαγωγή

Στις μέρες μας βλέπουμε ότι χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο το mHealth και το ότι μπορεί να συνδυαστεί σε πολλά θέματα με την τηλεϊατρική για παροχή υπηρεσιών στην υγεία. Το mHealth έκανε την εμφάνιση του στις αρχές της δεκαετίας 2000 πιο συγκεκριμένα το 2003 από τον Robert Isteranian [6.1]. Η μεγάλη του εφαρμογή όμως στον κλάδο της υγείας εφαρμόζεται την τελευταία δεκαετία.

Καθοριστικό ρόλο σε αυτό έπαιξε η έκρηξη της κινητής τηλεφωνίας γενικά, και ειδικότερα η εξάπλωση των έξυπνων κινητών συσκευών με τις ποικίλες εξατομικευμένες υπηρεσίες και εφαρμογές προς τους χρήστες – καταναλωτές αυτών των υπηρεσιών και εφαρμογών που εξοικείωσε μεγάλο τμήμα του πληθυσμού με την χρήση των νέων αυτών τεχνολογιών και με την πρακτική εμπειρική αντίληψη της ευρυζωνικότητας χωρίς να υπάρχει αναγκαστικά ένα αντιστοιχο γνωστικό υπόβαθρο.



Εικόνα 6.1 Υπηρεσίες και λύσεις mobile health (mHealth) [6.2]

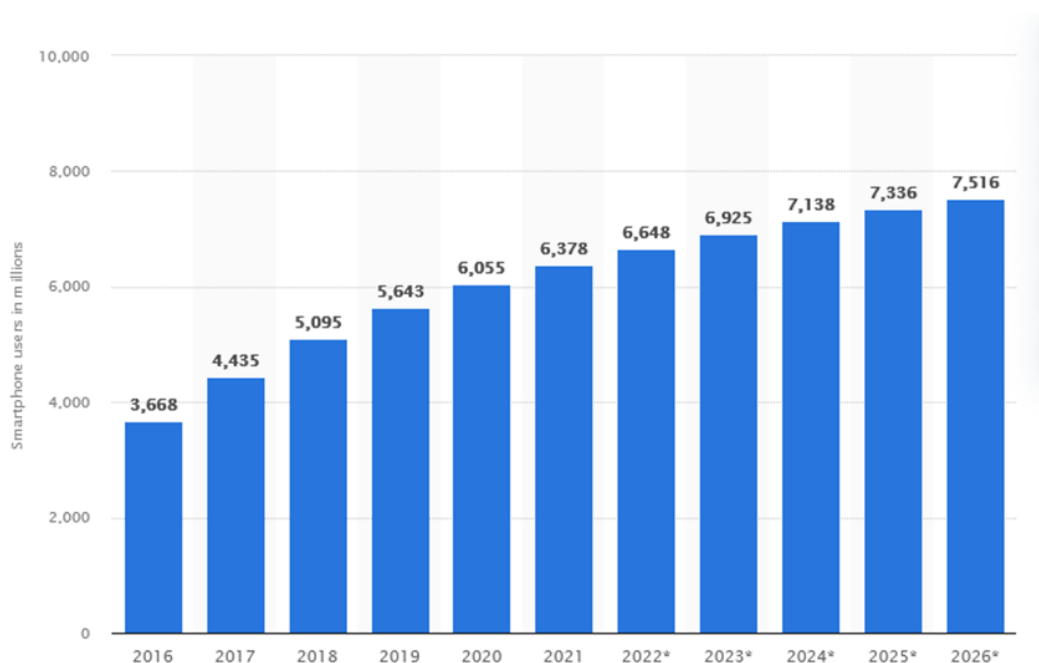
Η εμπιστοσύνη του κοινού στις κινητές συσκευές επέτρεψε τελικά και την ανάπτυξη μίας πληθώρας εφαρμογών κινητής υγείας όπως βλέπουμε και στην Εικόνα 6.1 [6.2].

6.2 Κινητή Υγεία (mHealth)

Με τον ορό mHealth η αλλιώς κινητή υγεία εννοούμε τον συνδυασμό της ιατρικής μαζί με την δημοσιά υγεία χρησιμοποιώντας κινητές συσκευές. Η κινητή υγεία mHealth είναι ένας ταχέως αναπτυσσόμενος τομέας στον τομέα της ψηφιακής υγείας που παρέχει υποστήριξη, παράδοση και παρέμβαση υγειονομικής περίθαλψης μέσω τεχνολογιών κινητής τηλεφωνίας, όπως smartphone, tablet και φορητές συσκευές.

Ενώ το mHealth αναφέρεται σε όλες τις κινητές συσκευές που μπορούν να μεταδώσουν δεδομένα, τα κινητά τηλέφωνα είναι επί του παρόντος η πιο δημοφιλής πλατφόρμα που χρησιμοποιείται στο mHealth. Σύμφωνα με τη Statista, ο τρέχων αριθμός χρηστών smartphone στον κόσμο σήμερα είναι 6,648 δισεκατομμύρια , και αυτό σημαίνει ότι το 83,96 % του παγκόσμιου πληθυσμού διαθέτει smartphone . Αυτός ο αριθμός είναι σημαντικά αυξημένος από το 2016, όταν υπήρχαν μόνο 3,668 δισεκατομμύρια χρήστες, το 49,40% του παγκόσμιου πληθυσμού εκείνης της.

Το 2022, συμπεριλαμβανομένων τόσο των έξυπνων όσο και των χαρακτηριστικών τηλεφώνων, ο τρέχων αριθμός χρηστών κινητών τηλεφώνων είναι 7,26 δισεκατομμύρια , που είναι κάτοχοι κινητών τηλεφώνων στο 91,69% των ανθρώπων παγκοσμίως . Τα τηλέφωνα με δυνατότητες είναι τα βασικά κινητά τηλέφωνα χωρίς εφαρμογές και πολύπλοκα συστήματα λειτουργικού συστήματος, πιο εμφανή στις αναπτυσσόμενες χώρες.



Εικόνα 6.2 Πλήθος χρηστών smart phones παγκοσμίως [6.3]

Ο όρος mHealth μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να περιγράψει μια σειρά από δραστηριότητες υγειονομικής περίθαλψης τόσο σε κλινικούς όσο και σε μη κλινικούς πληθυσμούς. Για παράδειγμα, χιλιάδες δημοφιλείς εφαρμογές smartphone είναι διαθέσιμες για λήψη στις κατηγορίες υγείας για να βοηθήσουν τα άτομα να βελτιώσουν τη φυσική τους κατάσταση, να μετρούν τις θερμίδες και να παρακολουθούν τον ύπνο τους [6.4].

Παρόλα αυτά, οι τεχνολογίες υγείας έχουν τη δυνατότητα να γίνουν ισχυρά ιατρικά εργαλεία για την υποστήριξη της παροχής υγειονομικής περίθαλψης σε όλα τα επίπεδα περίθαλψης. Για παράδειγμα, παρέχετε ραντεβού τηλεπαρακολούθησης μέσω κινητών τηλεφώνων και ασύρματων συσκευών παρακολούθησης αρτηριακής πίεσης και γλυκόζης που συνδέονται με το τηλέφωνό σας και στέλνουν δεδομένα αυτόματα στον γιατρό σας. Πράγματι, ένα βασικό όφελος της υγείας είναι ότι έχει τη δυνατότητα να παρέχει εξατομικευμένες και προσαρμοστικές παρεμβάσεις υγείας στο πλαίσιο της καθημερινής ζωής ενός ατόμου, ξεπερνώντας πολλά από τα παραδοσιακά εμπόδια που αντιμετωπίζουν οι επαγγελματίες υγείας, όπως ο περιορισμός χρόνου και πόρων [6.5].

6.3 Γιατί να χρησιμοποιηθεί το mHealth

Η εισαγωγή του mHealth στην ηλεκτρονική υγεία δίνει την δυνατότητα να συλλέγονται δεδομένα από άτομα, με αυτό τον τρόπο μπορούν τα δεδομένα αυτά να αποθηκεύονται και να μεταφέρονται, είτε αν αυτά είναι ακατέργαστα (raw) είτε επεξεργασμένα δεδομένα.

Αυτό δίνει την δυνατότητα στους ανθρώπους να συμμετέχουν εξ αποστάσεως σε έρευνες για την βελτίωση των συστημάτων και της υγειονομικής περίθαλψης, πράγμα που πιο παλιά δεν μπορούσε να γίνει. Το να συλλέγονται δεδομένα ατόμων δεν βοηθά μόνο στον τομέα της υγείας αλλά και σε άλλους τομείς. Στις μέρες μας η συλλογή αυτών των δεδομένων είναι πολύτιμη, και μπορούμε να έχουμε εικόνα από διάφορες περιοχές. Έτσι μας δίνεται η δυνατότητα να γνωρίζουμε αν στις περιοχές που συλλέγονται τα δεδομένα την πορεία και εξέλιξη ασθενειών και αλλά προβλήματα της δημοσίας υγείας, όπως η ρύπανση του περιβάλλοντος στην συγκεκριμένη περιοχή που μπορεί να δρα αρνητικά στην υγεία των ανθρώπων, μπορεί ακόμη να ελέγχονται ποσοστά σε ναρκωτικά αλλά και στην βία που μπορεί να αναπτύσσεται σε μια περιοχή [6.6].

Εν συνεχεία παρατίθενται οι παράγοντες που ωθούν το mHealth να αναπτυχθεί. Για αρχή έχουμε τις αναπτυσσόμενες χώρες που έχουν την ανάγκη να αναπτύξουν τα υγειονομικά τους συστήματα ώστε να μπορούν να προσφέρουν καλύτερη περίθαλψη στους πολίτες τους. Αυτό γίνεται για τους εξής λόγους:

- Η μεγάλη αύξηση του πληθυσμού.
- Μεγαλύτερη μεταδοτικότητα ασθενειών.
- Μειωμένο προσωπικό στα νοσοκομεία.
- Μεγάλος αριθμός ατόμων σε απομακρυσμένες περιοχές (χωριά, αγροτικές περιοχές).
- Πρόβλημα να στηρίζουν τα συστήματα υγείας οικονομικά.

Benefits of mobile technology in healthcare



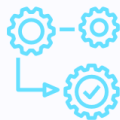
Convenience



Enhanced efficiency



Higher accuracy



Improved decision-making process



Real-time video communication

Εικόνα 6.3 Οφέλη της χρήσης της κινητής τεχνολογίας στην υγεία [6.6]

Από την άλλη πλευρά, στις αναπτυγμένες χώρες η κινητή τηλεφωνία αναπτύχθηκε πάρα πολύ και συνεχίζει να αναπτύσσεται με ραγδαίους ρυθμούς, καθώς το εργατικό δυναμικό της χώρας αλλά και τα άτομα που εργάζονται στον υγειονομικό τομέα χρησιμοποιούν κινητά τηλέφωνα. Για τον λόγο ότι όλα τα άτομα πλέον στις αναπτυσσόμενες χώρες έχουν κινητά τηλέφωνα δίνεται η δυνατότητα στο να μπορούν να πληροφορηθούν αλλά και να τους παρέχουν την κατάλληλη υγειονομική περίθαλψη με μειωμένο κόστος ακόμη και αν βρίσκονται σε απομακρυσμένες περιοχές (αγροτικές περιοχές).

Ειδικά στις μεγαλύτερες χώρες για παράδειγμα τις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής και χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ένα μεγάλο μέρος των ασθενών χρησιμοποιούν τις συσκευές τους (smartphone, tablets, υπολογιστές) για να ενημερώνονται για θέματα υγείας αλλά και να αναζητούν υπηρεσίες υγείας. Επίσης αξίζει να σημειωθεί ότι τα τελευταία χρόνια οι αιτήσεις για mHealth έχουν αυξηθεί σημαντικά.

Το ιατρικό προσωπικό πλέον χρησιμοποιεί τις συσκευές του για να μπορεί να έχει εικόνα από την κατάσταση του ασθενή του να παίρνει τις κατάλληλες πληροφορίες, έχοντας και πρόσβαση σε βάσεις δεδομένων.

6.6 Κινητές Συσκευές

Η εκτόξευση και ανάπτυξη του mHealth έγινε όταν ο κόσμος μπορούσε να προμηθευτεί τις κινητές συσκευές από καταστήματα ηλεκτρονικών ειδών σε διάφορες τιμές αλλά να υπάρχουν και μοντέλα σε χαμηλές τιμές όπου για τον λόγο ότι η τιμή τους δεν είναι απαγορευτική μπορεί να την προμηθευτεί ο κόσμος. Κινητές συσκευές είναι μικρές υπολογιστικές συσκευές που μπορούν να μεταφερθούν ευκολά και να τους δοθούν εντολές, αυτές οι συσκευές στις πλείστες περιπτώσεις έχουν την δυνατότητα να συνδέονται με δίκτυα τηλεπικοινωνιών, μπορούν να συνδεθούν με το Internet, ακόμη μπορούν να συνδεθούν με άλλες συσκευές μέσω WIFI, Bluetooth.

Για τον λόγο ότι αυτές οι συσκευές είναι φορητές η τροφοδοσία τους γίνεται μέσω μπαταριών. Αν και η πιο γνωστή κινητή συσκευή που χρησιμοποιείται στο mHealth είναι τα έξυπνα τηλέφωνα (Smart phone) υπάρχουν και άλλες συσκευές όπως το Personal Digital Assistant PDA στα ελληνικά θα το δούμε ως προσωπικός ψηφιακός οδηγός, φορητοί υπολογιστές (Laptops) και tablet.

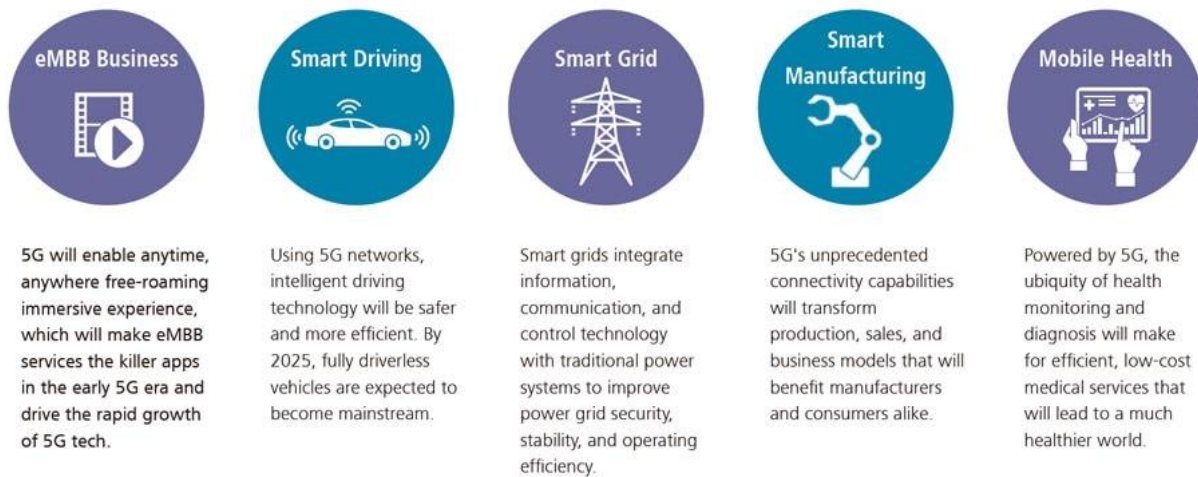
Smart phone: Στις μέρες μας όλο και πληθαίνει ο αριθμός των έξυπνων κινητών τηλεφώνων (Smart phones) καθώς χρησιμοποιείται σχεδόν από όλων τον κόσμο σε καθημερινή του βάση. Βλέποντας οι εταιρίες τις καταναλωτικές ανάγκες των ανθρώπων δημιούργησαν αυτές τις συσκευές προσφέροντας τους πολλές υπηρεσίες και καλύπτοντας τους πολλές ανάγκες που πριν κάποια χρονιά δεν μπορούσαν να γίνουν μόνο με την χρήση μιας συσκευής.

Για τον λόγο ότι αυτές οι συσκευές μπορούν να αποκτηθούν και σε χαμηλές τιμές καθώς υπάρχουν πάρα πολλά μοντέλα σε διάφορες κατηγορίες τιμής ανάλογα με το τι άλλο θέλει να κάνει ο χρήστης, για τον λόγο αυτό και ότι είναι μια συσκευή αναγκαία για την καθημερινότητα στις μέρες που ζούμε πλέον υπάρχει και στην κατοχή του προσωπικού ενός νοσοκομείου (γιατρούς, νοσηλεύτες). Δημιουργήθηκαν πολλές εφαρμογές στα smart phone που με την χρήση τους μπορούν να ενσωματωθούν στο mHealth και να χρησιμοποιηθούν στην υγεία. Επιλεκτικά, μερικές από αυτές είναι:

- Απομακρυσμένη διάγνωση και παρακολούθηση ασθενών.
- Περιήγηση στο Διαδίκτυο.
- Προβολή χαρτών (GPS).
- Βάση δεδομένων (το προσωπικό μπορεί να έχει εικόνα από τον φάκελο του ασθενή που βρίσκεται σε μια βάση δεδομένων).
- Σύνδεση με άλλα συστήματα απομακρυσμένα.

Επίσης αξίζει να αναφερθεί ότι όλο και περισσότερες εφαρμογές δημιουργούνται με στόχαστρο τους το mHealth λόγω του ότι μπορούν να συνδεθούν με το διαδίκτυο ειδικά στις μέρες μας που με την ανάπτυξη των δικτύων μπορεί να γίνει πολύ εύκολα και σε τοποθεσίες που στο παρελθόν φάνταζε σχεδόν αδύνατον με την χρήση δικτύων 3G,4G και 5G.

5G Network: Supporting the Digital Transformation of Different Sectors



Εικόνα 6.4 5G και κινητή υγεία [6.7]

PDA (Personal Digital Assistant): Η συσκευή Personal Digital Assistant PDA η αλλιώς προσωπικός ψηφιακός βοηθός είναι μικρές εύχρηστες συσκευές που χωράνε στην παλάμη του ενός χεριού. Η χρήση τους γίνεται με την χρήση ενός ειδικής γραφίδας αντί για την χρήση πλήκτρων, χρησιμοποιούνται για αποθήκευση και προβολή πληροφορίας. Η συγκεκριμένη συσκευή χρησιμοποιείται για στην κινητή υγεία (mHealth) λόγω του ότι υπάρχουν μοντέλα σε πολύ οικονομικές τιμές και μπορούν να προμηθευτούν σχεδόν από τον οποιονδήποτε. Επίσης αυτές οι συσκευές χρησιμοποιούνται και σε νοσοκομεία βοηθώντας το προσωπικό στην συνταγογράφηση των φαρμάκων πιο εύκολα και αξιόπιστα μπορώντας να έχουν και εικόνα από την υγεία του ασθενή από το φάκελο του ασθενή. Ο λόγος που επιλέγονται αυτές οι συσκευές είναι προσιτό κόστος για την απόκτηση τους, εύκολα στην χρήση τους, οθόνη αφής, μπορούν να αποθηκεύουν δεδομένα, η μπαταριά τους κρατά αρκετά και τους δίνεται η δυνατότητα να συνδεθούν με άλλες συσκευές μέσω του Internet.

Laptop, tablet: Την τελευταία δεκαετία παρατηρείται όλο και περισσότερο η χρήση tablet σε εφαρμογές του mHealth σε σύγκριση με το παρελθόν, αυτό συμβαίνει για τον λόγο ότι οι εταιρίες τα ανέπτυξαν και έγιναν πιο φιλικά στον χρήστη δίνοντας τους την δυνατότητα να καλύπτουν πολλές από τις ανάγκες τους που στο παρελθόν δεν μπορούσε να γίνει.

Οι λόγοι που συνέβαλλαν στην αυξημένη χρήση τους στα συστήματα υγείας είναι:

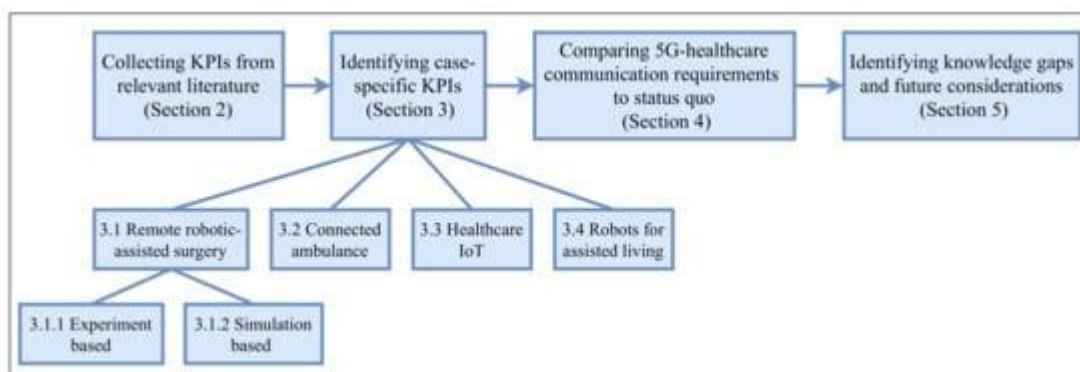
- Ευκολία στην μεταφορά τους.
- βελτιωμένες αποδόσεις.
- Μεγαλύτερες οθόνες από τα smartphone.
- Δυνατότητα σύνδεσης στο Internet.
- Μπορούν να συνδεθούν με άλλες συσκευές.

Οι φορητοί ηλεκτρονικοί υπολογιστές (Laptop) σε σχέση με τα tablet αν και μικρές φορητές συσκευές που στις περισσότερες φορές δεν ξεπερνάνε σε μέγεθος τις 15,6 ίντσες είναι πιο δύσκολα στην μεταφορά τους λόγω του μεγαλύτερου μεγέθους και βάρους τους. Αν και σχεδόν κάθε σπίτι έχει έναν φορητό υπολογιστή είναι λίγοι αυτή που θα τον χρησιμοποιήσουν εκτός σπιτιού καθώς προτιμάνε τα smart phone και τα tablet για το μέγεθος τους και την ευκολία που τους προσφέρουν στην μεταφορά τους.

Καταλαβαίνουμε στην τελική ότι η επιλογή μιας κινητής συσκευής επιλέγεται από τον άνθρωπο με το τη τον βολεύει και το τη θέλει να κάνει, όλες οι συσκευές που αναφέραμε ποικίλουν σε διαφορά μοντέλα και σε διάφορες κατηγορίες τιμής καθώς αλλάζουν τα χαρακτηριστικά τους. Ωστόσο υπάρχουν για όλες τις κινητές συσκευές που αναφέραμε οικονομικά μοντέλα που οι τιμές τους δεν είναι απαγορευτικές για κάποιον που αμείβεται με χαμηλό ή μεσαίο εισόδημα.

6.7 Εφαρμογές mHealth

Το mHealth συμβάλλει καθοριστικά στην συλλογή και καταγραφή κλινικών δεδομένων και κοινοτικών δεδομένων που συλλέγονται σε πραγματικό χρόνο από τους ασθενείς από τους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης. Τα τελευταία χρόνια, ένας μεγάλος αριθμός τέτοιων εφαρμογών έχει κατασκευαστεί σε όλο τον κόσμο για να προσφέρουν καλύτερη φροντίδα στους ασθενείς ή τους χρήστες. Ορισμένοι επικεντρώνονται στην προσφορά άμεσης επαφής με τους γιατρούς, στη δημιουργία προσαρμοσμένων σχεδίων γευμάτων, στον προγραμματισμό προγραμμάτων προπόνησης, στην παρακολούθηση των παραμέτρων υγείας [6.8].



Εικόνα 6.5 Διαδίκτυο των Ιατρικών Πραγμάτων και εφαρμογές κινητής υγείας [6.8]

Επί του παρόντος, υπάρχουν πολλές εφαρμογές mHealth ήδη διαθέσιμες στην αγορά και πολλές άλλες λέγεται ότι θα κυκλοφορήσουν στην αγορά στο προσεχές μέλλον. Οι εφαρμογές mHealth έχουν χωριστεί σε μερικές κατηγορίες και είναι:

Εφαρμογές απομακρυσμένης παρακολούθησης:

Δεν είναι υποχρεωτικό να παρακολουθούμε όλους τους ασθενείς στις εγκαταστάσεις του νοσοκομείου. Οι εφαρμογές απομακρυσμένης παρακολούθησης βοηθούν τους επαγγελματίες να φροντίζουν τους ασθενείς ακόμα και όταν βρίσκονται στο σπίτι.

Η εφαρμογή επιτρέπει στον επαγγελματία να παρακολουθεί τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα, το επίπεδο οξυγόνου, τον καρδιακό ρυθμό, την αρτηριακή πίεση κ.λπ. χωρίς να επισκέπτεται πραγματικά τον ασθενή.

Κλινικές και διαγνωστικές εφαρμογές:

Χρησιμοποιώντας τέτοιες εφαρμογές, οι γιατροί μπορούν να συλλέγουν δεδομένα των ασθενών, να τα αξιολογούν και να τα κοινοποιούν. Η εφαρμογή επιτρέπει στους επαγγελματίες να βλέπουν αποτελέσματα εργαστηρίου, να ελέγχουν ηλεκτρονικά αρχεία υγείας ή ακόμα και να πραγματοποιούν ψηφιακή απεικόνιση. Μια τέτοια εφαρμογή βοηθά επίσης τους ασθενείς και τους γιατρούς να ελέγξουν τα συμπτώματα και να διαγνώσουν την ασθένεια. Οι ασθενείς μπορούν ακόμη και να προγραμματίσουν τα ραντεβού τους χρησιμοποιώντας μια τέτοια εφαρμογή.

Εφαρμογές υγιεινής διαβίωσης:

Αυτές οι εφαρμογές έχουν σχεδιαστεί με στόχο τη δημιουργία υγιούς διαβίωσης. Η εφαρμογή ελέγχει τις μετρήσεις όπως ο καρδιακός ρυθμός, η διατροφή, η άσκηση και ο ύπνος. Μια τέτοια εφαρμογή μπορεί να αποδειχθεί ωφέλιμη για ασθενείς που πάσχουν από καρδιακή νόσο ή διαβήτη.

Εφαρμογές παραγωγικότητας:

Οι εφαρμογές παραγωγικότητας συμβάλλουν στην αύξηση της αποτελεσματικότητας στους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης. Η εφαρμογή έχει σχεδιαστεί για χαρτογράφηση κινητών, προγραμματισμό οικιακής υγειονομικής περίθαλψης, εσωτερική επαγγελματική επικοινωνία και απομακρυσμένη υπαγόρευση. Τέτοιες εφαρμογές επικεντρώνονται στην προσφορά αυτών των λειτουργιών, διατηρώντας παράλληλα τη συμμόρφωση με το HIPAA Health Insurance Portability and Accountability Act of 1996 (Νόμος περί φορητότητας και λογοδοσίας ασφάλισης υγείας του 1996) [6.9].

6.8 Κορονοϊός (COVID-19) και mHealth

Καθώς η πτυχιακή γίνεται μέσα στην πανδημία του κορονοϊού Covid-19 και αρκετά από όσα αναφέραμε μαζί με την χρήση της τεχνητής νοημοσύνης που βίωσε μεγάλη ανάπτυξη από αυτή την κατάσταση χρησιμοποιήθηκαν και χρησιμοποιούνται στην καταπολέμηση του ιού. Εκτός από την ανάπτυξη της τεχνητής νοημοσύνης αρκετές εφαρμογές αναπτύχθηκαν για την καταπολέμηση της πανδημίας. Επίσης χρησιμοποιήθηκε σε μεγάλο ποσοστό η τηλε-παρακολούθηση ασθενών.

Τεχνητή νοημοσύνη:

Τώρα, τα μηχανήματα μπορούν να μάθουν αλγόριθμους για να βοηθήσουν τους γιατρούς να λάβουν κλινικές αποφάσεις πιο γρήγορα και με μεγαλύτερη ακρίβεια από ποτέ ή να αντικαταστήσουν την ανάγκη για αυτές εντελώς. Η Τεχνητή Νοημοσύνη βρίσκεται σε άνοδο πολύ πριν από την έναρξη της πανδημίας. Ο Covid-19 έχει ενισχύσει την ανάπτυξη της τεχνητής νοημοσύνης ακόμη περισσότερο.

Τους τελευταίους μήνες οι εφαρμογές mHealth που τροφοδοτούνται από την Τεχνητή Νοημοσύνη ενσωματώνονταν γρήγορα σε εργαλεία πρόβλεψης, ελέγχου και γρήγορης διάγνωσης του Covid-19.

Η канаδική εταιρεία DIAGNOS εφαρμόζει επί του παρόντος εργαλεία τεχνητής νοημοσύνης στην υπάρχουσα εφαρμογή CARA (Computer Assisted Retinal Analysis) για να μπορεί να παρακολουθεί τις μακροπρόθεσμες και βραχυπρόθεσμες επιπτώσεις του Covid-19 αναλύοντας τον αμφιβληστροειδή των ασθενών.

Δοκιμές για COVID-19 και εφαρμογές mHealth:

Νέοι τρόποι δοκιμών εφαρμόζονται προκειμένου να μειωθεί ο κίνδυνος μετάδοσης του αναπνευστικού. Ένας από τους τρόπους με τους οποίους οι εφαρμογές mHealth αναπτύσσονται καθ' όλη τη διάρκεια της πανδημίας είναι γινόταν για τον τρόπο ότι με τον πιο εύκολο τρόπο έπρεπε να γίνεται η ιχνηλάτηση των κρουσμάτων, ο πιο εύκολος αλλά και πιο αποδοτικός τρόπος ήταν η δημιουργία εφαρμογών για smart phone που με την χρήση της τοποθεσίας τους θα μπορούσαν να ενημερώνουν τους χρηστές. Οι εφαρμογές αυτές ειδοποιούν τον χρήστη στο τηλέφωνό του εάν ήρθε σε στενή επαφή με άλλο χρήστη της εφαρμογής που βρέθηκε θετικός στον COVID-19 με χρήση της ανάλυσης δεδομένων, έβλεπαν ποιοι χρήστες ήταν την ίδια ώρα στο ίδιο σημείο. Επίσης αναπτύχθηκαν και αρκετές άλλες εφαρμογές για την πανδημία πχ. Εφαρμογές αποθήκευσης των πιστοποιητικών νόσησης ή εμβολιασμού αλλά και για τον έλεγχο τους όπου αυτό ήταν απαραίτητο [6.10].

6.9 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα του mHealth

Συμπερασματικά, το mHealth συνεχώς αναπτύσσεται προσφέροντας περισσότερα στα άτομα που το χρησιμοποιούν, ο αριθμός των smart phone αλλά και των εφαρμογών που προσφέρονται για την ανάπτυξη του mHealth αυξάνεται καθημερινά. Ο αριθμός των ατόμων που χρησιμοποιούν το mHealth όλο και μεγαλώνει δείχνοντας μας ότι είναι κάτι που ήρθε για να μείνει. Εκτός από τα πάρα πολλά πλεονεκτήματα που έχει η χρυσή του mHealth έχει και μειονεκτήματα κάποια από αυτά θα δούμε πιο κάτω.

6.9.α Πλεονεκτήματα του mHealth

Για τους καταναλωτές, ένα σημαντικό πλεονέκτημα του mHealth είναι η ευκολία του. Οι φορητές συσκευές και άλλες κινητές τεχνολογίες επιτρέπουν στους χρήστες να παρακολουθούν και να διαχειρίζονται συνεχώς ορισμένα δεδομένα υγείας χωρίς να χρειάζεται να δουν τον γιατρό τους ή ένα επισκεφτούν ένα νοσοκομείο. Υπάρχει επίσης μια πληθώρα εφαρμογών για να διαλέξουμε.

Το mHealth μπορεί επίσης να βοηθήσει να γεφυρωθούν τα κενά στην περίθαλψη επιτρέποντας στους ασθενείς να επικοινωνούν με τον γιατρό ή την ομάδα φροντίδας τους και αντίστροφα χωρίς να συναντώνται πρόσωπο με πρόσωπο.

Τα ασφαλή μηνύματα, για παράδειγμα, επιτρέπουν στους γιατρούς να ειδοποιούν τους γονείς όταν το παιδί τους είναι εκτός χειρουργείου.

Επιτρέπει επίσης στο προσωπικό υγειονομικής περίθαλψης να επικοινωνεί μεταξύ του για τους ασθενείς, για παράδειγμα ενημερώνοντας μια νοσοκόμα πότε ένας ασθενής έχει φτάσει για ένα ραντεβού.

Ορισμένες εφαρμογές υγείας για κινητές συσκευές, μπορούν να ενσωματωθούν στο ηλεκτρονικό αρχείο υγείας ενός ασθενούς, επιτρέποντας στους χρήστες να έχουν πρόσβαση στα δεδομένα υγείας τους στο smartphone, tablet και τον υπολογιστή τους.

6.9.8 Μειονεκτήματα του mHealth

Ένα μειονέκτημα των εφαρμογών mHealth είναι ότι οι πολιτικές απορρήτου τους μπορεί να υστερούν σε σχέση με αυτές άλλων εφαρμογών. Ακόμη και όταν υπάρχουν πολιτικές απορρήτου, οι χρήστες ενδέχεται να μην τις διαβάζουν πάντα, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε έλλειψη κατανόησης του τρόπου με τον οποίο οι πωλητές ή άλλα μέρη χρησιμοποιούν τα δεδομένα υγείας τους. Επιπλέον, δεν συμμορφώνονται όλες οι εφαρμογές mHealth με τον Νόμο για τη φορητότητα και τη λογοδοσία της ασφάλισης υγείας, που σημαίνει ότι δεν υπάρχει εγγύηση ότι οι πληροφορίες υγείας ενός χρήστη θα προστατεύονται ή ότι οι χρήστες θα ειδοποιηθούν σε περίπτωση παραβίασης δεδομένων.

Ένα άλλο πιθανό μειονέκτημα των εφαρμογών mHealth είναι ότι οι πληροφορίες τους μπορεί να μην είναι ακριβείς. Ορισμένες εφαρμογές ισχυρίζονται ότι μπορούν να μετρήσουν την αρτηριακή πίεση βάζοντας τον χρήστη να πιάσει το δάχτυλό του σε μια οθόνη ή κάμερα, αλλά υπάρχει μικρή έρευνα για να υποστηρίξει αυτόν τον ισχυρισμό. Ερευνητές από την Ιατρική Σχολή του Πανεπιστημίου Johns Hopkins δοκίμασαν μια τέτοια εφαρμογή συγκεκριμένα την Instant Blood Pressure αλλά διαπίστωσαν ότι οι μετρήσεις "ήταν εξαιρετικά ανακριβείς". Επιβάλλεται στους χρήστες να διαβάσουν προσεκτικά τις περιγραφές για αυτές τις εφαρμογές για επεξηγήσεις σχετικά με τον τρόπο εξακρίβωσης των μετρήσεων. Αυτό το δίλημμα μπορεί να προκαλέσει απογοήτευση στο ιατρικό προσωπικό καθώς οι ασθενείς μπορεί να πιστεύουν ότι διαχειρίζονται και μετρούν με ακρίβεια την αρτηριακή τους πίεση και μπορεί να μην αναζητούν πραγματική ιατρική φροντίδα.

Οι χρήστες θα πρέπει επίσης να γνωρίζουν ότι ορισμένες εφαρμογές ενδέχεται να περιλαμβάνουν μια προειδοποίηση ότι η εφαρμογή προορίζεται μόνο για προσωπική ή ψυχαγωγική χρήση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 Bio-sensor (Βιο-αισθητήρες) και Nanomedicine (Νανοϊατρική)

7.1 Εισαγωγή

Η ικανότητα αξιολόγησης της κατάστασης της υγείας, της έναρξης και της εξέλιξης της νόσου και της παρακολούθησης του αποτελέσματος της θεραπείας μέσω μιας μη επεμβατικής μεθόδου είναι ο κύριος στόχος που πρέπει να επιτευχθεί στην προώθηση και παροχή υγειονομικής περίθαλψης και στην έρευνα. Υπάρχουν τρεις προϋποθέσεις για την επίτευξη αυτού του στόχου: συγκεκριμένοι βιοδείκτες που υποδεικνύουν μια υγιή ή άρρωστη κατάσταση, μια μη επεμβατική προσέγγιση για τον εντοπισμό και την παρακολούθηση των βιοδεικτών, και οι τεχνολογίες για τη διάκριση των βιοδεικτών [7.1].

Η έγκαιρη διάγνωση της νόσου είναι καθοριστικής σημασίας για την επιβίωση του ασθενούς και την επιτυχή πρόγνωση της νόσου, έτσι ώστε να απαιτούνται ευαίσθητες και ειδικές μέθοδοι για αυτό. Μεταξύ των πολυάριθμων ασθενειών της ανθρωπότητας, τρεις από αυτές είναι σχετικές λόγω της παγκόσμιας επίπτωσης, του επιπολασμού, της νοσηρότητας και της θνησιμότητας τους, συγκεκριμένα ο διαβήτης, οι καρδιαγγειακές παθήσεις και ο καρκίνος.

Τα τελευταία χρόνια, η ζήτηση έχει αυξηθεί στον τομέα της ιατρικής διάγνωσης για απλές και αναλώσιμες συσκευές που επιδεικνύουν επίσης γρήγορους χρόνους απόκρισης, είναι φιλικές προς το χρήστη, οικονομικά αποδοτικές και κατάλληλες για μαζική παραγωγή. Οι τεχνολογίες βιοαισθητήρων προσφέρουν τη δυνατότητα εκπλήρωσης αυτών των κριτηρίων μέσω ενός διεπιστημονικού συνδυασμού προσεγγίσεων από τη νανοτεχνολογία, τη χημεία και την ιατρική επιστήμη [7.2].

Η έμφαση αυτού του κεφαλαίου είναι στις πρόσφατες εξελίξεις σχετικά με τους βιοαισθητήρες για τον διαβήτη, τις καρδιαγγειακές παθήσεις και την ανίχνευση και παρακολούθηση του καρκίνου. Θα παρουσιαστεί μια επισκόπηση των στοιχείων βιοαναγνώρισης και της τεχνολογίας μεταγωγής, καθώς και οι βιοδείκτες και τα συστήματα βιοαισθητήρα που χρησιμοποιούνται επί του παρόντος για την ανίχνευση της έναρξης και την παρακολούθηση της εξέλιξης των επιλεγμένων ασθενειών. Το τελευταίο μέρος θα συζητήσει ορισμένες προκλήσεις και μελλοντικές κατευθύνσεις σε αυτόν τον τομέα.

7.2 Bio-sensor (Βιο-αισθητήρες)

Ο βιοαισθητήρας μπορεί να οριστεί ως η αναλυτική συσκευή που μετρά τις αλλαγές των βιολογικών διεργασιών και τις μετατρέπει σε ηλεκτρικό σήμα. Ο όρος Βιολογική διεργασία μπορεί να είναι οποιοδήποτε βιολογικό στοιχείο ή υλικό όπως ένζυμα, ιστοί, μικροοργανισμοί, κύτταρα, οξέα κ.λπ. Ανάλογα με τον τύπο του ενζύμου και των υλικών που χρησιμοποιούνται στο βιολογικό στοιχείο, η έξοδος του μορφοτροπέα θα είναι είτε ρεύμα είτε τάση (ηλεκτρική μορφή) [7.3].

Οι τεχνολογίες βιοαισθητήρα για την ανάλυση άλλων φυσικών στοιχείων έχουν αναπτυχθεί εδώ και καιρό.

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, ο βιοαισθητήρας αποτελείται από πολλά μέρη ή εξαρτήματα όπως Αναλύτης, Βιοϋποδοχέας, Μετατροπέας, Ηλεκτρονικά και Οθόνη Αναγνώστη. Η συσκευή ανάγνωσης οθόνης που χρησιμοποιείται στον βιοαισθητήρα συνήθως συνδέεται με τα σχετικά ηλεκτρονικά ή επεξεργαστές σήματος για την εμφάνιση των αποτελεσμάτων. Οι συσκευές ανάγνωσης συνήθως σχεδιάζονται και κατασκευάζονται κατά παραγγελία για να ταιριάζουν στις διαφορετικές αρχές λειτουργίας των βιοαισθητήρων. Αυτό το μέρος των αισθητήρων περιστασιακά αντιπροσωπεύει το πιο ακριβό μέρος της ανάπτυξης. Ο μορφοτροπέας καταγράφει τα δεδομένα και μετατρέπει το ερέθισμα σε ηλεκτρικό σήμα που θα ποσοτικοποιηθεί ως δεδομένα εξόδου καθώς ο αισθητήρας αναλύει τον καταναλωτή υπό πολλαπλά ερεθίσματα.

Οι βιοαισθητήρες χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση και παρακολούθηση των αποβλήτων, τις διαγνωστικές και ψυχιατρικές διαγνώσεις διαχείρισης ασθενών, την παρακολούθηση της υγείας, τα γεωργικά πειράματα, τις ιατροδικαστικές δοκιμές, τις βιοϊατρικές δοκιμές και τη διαχείριση της ποιότητας του νερού. Οι τυπικές ιατρικές εφαρμογές περιλαμβάνουν τη γενική παρακολούθηση της υγειονομικής περιθάλψης, τη διάγνωση ασθένειας που υπάρχει στον χρήστη και την κλινική ανάλυση για βιοαισθητήρια ιατρικά ρούχα. Στον ιατρικό τομέα, οι βιοαισθητήρες γλυκόζης έχουν ιστορικά ασχοληθεί με τη ρύθμιση του διαβήτη. Οι βιοαισθητήρες χρησιμοποιούνται επίσης για τον εξορθολογισμό των επιπέδων γλυκόζης στο αίμα, τα οποία παραμένουν ζωτικής παράγοντας πρόβλεψης του διαβήτη [7.4].

Οι βιοαισθητήρες παρέμειναν εξαιρετικά σημαντικοί καθώς επιτρέπουν στους ανθρώπους να ελέγχουν τα στοχευόμενα επίπεδα σακχάρου στο αίμα τους και να προσδιορίζουν τις οικολογικές αντιδράσεις στην ασθένεια. Εκτός από την υγειονομική περίθαλψη και τη θεραπεία, οι βιοαισθητήρες μπορούν να διαγνώσουν ασθένειες πιο γρήγορα και να παρακολουθούν την κατάσταση των ασθενών [7.5].

7.3 Ξεχωριστές δυνατότητες βιοαισθητήρων στις υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης

Οι βιοαισθητήρες βρήκαν τις καλύτερες εφαρμογές τους στον διαφορετικό κατασκευαστικό τομέα στον οποίο η ιατρική ή η υγειονομική περίθαλψη ή οι κλινικές υπηρεσίες είναι οι πρωταρχικές. Η ανίχνευση ασθενειών, οι προσθέσεις αμφιβληστροειδούς, η απεικόνιση σκιαγραφικού κατά τη διάρκεια μαγνητικής τομογραφίας, η καρδιακή διάγνωση, η ιατρική μυκητολογία, η παρακολούθηση της υγείας κ.λπ., είναι τα σημαντικά χαρακτηριστικά ή οι ευρέως κατηγοριοποιημένοι τομείς που εξυπηρετούνται καλά με τις εφαρμογές βιοαισθητήρων.

Αυτές οι ευρείες δυνατότητες ανεβάζουν περαιτέρω την υγειονομική περίθαλψη σε ένα νέο ύψος με εξαιρετικές κοινωνικές υπηρεσίες [7.6].

Η τελευταία πανδημία COVID-19 είναι εξαιρετικά μολυσματική και προκαλείται από έναν νέο κορωνοϊό που ανακαλύφθηκε πρόσφατα και έχει επηρεάσει τον κόσμο. Επίσης, διάφορα άλλα λοιμώδη νοσήματα όπως η γρίπη των πτηνών, το SARS, το Hendra, το Nipah κ.λπ., έχουν προκαλέσει σημαντικό

ενδιαφέρον τα τελευταία χρόνια. Έτσι, οι Βιοαισθητήρες έχουν τεράστιες δυνατότητες και δυνατότητες να ανιχνεύουν το ξέσπασμα ενός ιού ή/και οποιασδήποτε ασθένειας. Μια άλλη μεγάλη ικανότητα του βιοαισθητήρα είναι η διάγνωση της καρδιάς. Τα καρδιαγγειακά νοσήματα θεωρούνται η υψηλότερη αιτία θανάτου παγκοσμίως, αφού αφαιρούν πάνω από 17 εκατομμύρια ζωές κάθε χρόνο. Ο βιοαισθητήρας που χρησιμοποιεί βιοδείκτες παίζει καθοριστικό ρόλο στη διαγνωστική επανάσταση των καρδιαγγειακών παθήσεων. Ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη εξαιρετικά ευαίσθητου και ειδικού βιοαισθητήρα με χρήση βολικών χημικών επιφανειών και μη υλικών είναι ζωτικής σημασίας για την ακριβή διάγνωση καρδιακών παθήσεων [7.7].

Σε παγκόσμιο επίπεδο, ο επιπολασμός του διαβήτη και η υιοθέτηση βιοαισθητήρων από διαβητικούς ασθενείς συμβάλλουν στα κέρδη των επιχειρήσεων. Η ανάγκη για γρήγορη και προληπτική διάγνωση του διαβήτη αυξάνεται. Η βελτίωση των βιο-αισθητήρων επέτρεψε τη μέτρηση της γλυκόζης του αίματος παρουσία πολλών παρεμβατικών ουσιών σε ένα ευρύ φάσμα θερμοκών συγκεντρώσεων. Η ευαισθησία του βιοαισθητήρα και η ολοένα μεγαλύτερη ακρίβεια μέσα σε ένα λεπτό του όγκου δειγμάτων αυξάνονται και έχουν πλέον εκτεταμένη χρήση σε χώρους διαβήτη και αυξάνουν τη ζήτηση της αγοράς τα επόμενα χρόνια.

Οι φορητές ηλεκτρονικές τεχνολογίες αποτελούν σημαντικό μέρος του συνολικού συστήματος υγειονομικής περίθαλψης, με τεράστια ικανότητα επιτήρησης, θεραπείας, διάγνωσης, φυσικής κατάστασης και ευεξίας. Μαζί θα βελτιωθούν προληπτικές ενέργειες και καλύτερη προβολή της ευημερίας τους, συνδυασμένα εργαλεία θεραπείας που βρίσκονται σε νοσοκομεία και εγκαταστάσεις επείγουσας περίθαλψης. Η συνεχής πρόοδος στην τεχνολογία και η αυξημένη χρήση βιοαισθητήρων σε διάφορες εφαρμογές είναι οι μοχλοί ανάπτυξης της αγοράς. Οι φορητοί βιοαισθητήρες έχουν βελτιώσει την ποιότητα ζωής. Επιπλέον, η χρήση φορητών συσκευών μειώνει το βάρος του κόστους υγειονομικής περίθαλψης.

Οι Led και Clark ανέπτυξαν τον πρώτο βιοαισθητήρα οξυγόνου το έτος 1962. Από τότε, οι βιοαισθητήρες έχουν κερδίσει την προσοχή των ερευνητών. Για αρκετά χρόνια, οι ερευνητές της ιατρικής και της βιοτεχνολογίας έχουν επικεντρωθεί στη διάγνωση και την κατανόηση των ασθενειών. Η ικανότητα αναγνώρισης βιοδεικτών σε χαμηλές συγκεντρώσεις έχει συμβάλει τα τελευταία χρόνια στην πρόοδο της βασικής και κλινικής επιστήμης και στον προγνωστικό ρόλο τους στη διάγνωση, την πρόγνωση και την ανάπτυξη της νόσου. Η εξαιρετικά ευαίσθητη, ακριβής, ποσοτική και πολυπλεγμένη ταυτοποίηση βιοδεικτών θα εξαρτηθεί από πιθανά διαγνωστικά τεχνολογικά. Ο ιατρικός πειραματισμός πραγματοποιείται με τη χρήση βιοαισθητήρων για την ανίχνευση ασθενειών όσο το δυνατόν γρηγορότερα για την παροχή φροντίδας υγείας σε μεγάλο βαθμό [7.8].

Στην έρευνα του καρκίνου, χρησιμοποιούνται βιοδείκτες, ηλεκτροχημικοί βιοαισθητήρες για ταχύτερη και ακριβέστερη διάγνωση. Οι βιοαισθητήρες διαθέτουν ηλεκτρόδια ειδικά για μέταλλα που μπορούν να ανιχνεύσουν επικίνδυνες συγκεντρώσεις μετάλλων στο νερό. Μπορεί να εντοπίσει επικίνδυνα παθογόνα και να ανιχνεύσει συστατικά βιοαναγνώρισης όπως ένζυμα, αντισώματα ή βιομόριο. Οι βιοαισθητήρες οπτικού μορφοτροπέα μπορούν να καταγράψουν παραλλαγές φωτός που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της μελέτης και της αλληλεπίδρασης βιολογικών στοιχείων. Ο βιολογικός παράγοντας που

χρησιμοποιείται για την ανίχνευση του μορίου που μας ενδιαφέρει εξηγεί αυτή την αξιοσημείωτη πτυχή. Βιολογικές αλληλεπιδράσεις όπως αντισώματα που δεσμεύουν αντιγόνο, μετατροπή υποστρώματος από ένα ένζυμο ή συνδυασμός δύο επιπλέον κλώνων DNA συνήθως έχουν υψηλά βασικά χαρακτηριστικά.

Ο διαβήτης μπορεί να ρυθμίσει τα επίπεδα γλυκόζης στα οπίτια τους για να αποφύγουν την υπεργλυκαιμία. Αρκετά συστήματα όλα ανιχνεύουν την καρδιακή τροπονίνη, ένα σύμπλεγμα πρωτεϊνών που δείχνει τραυματισμό του καρδιακού μυός είναι εμπορικά διαθέσιμα. Ένα βιολογικό τμήμα, το οποίο συνδέεται απευθείας με την καρδιακή τροπονίνη, χρησιμοποιείται ως αισθητήρας αντι-τροπονίνης. Το σύστημα βιοαισθητήρα εγκαθίσταται σε μια κινητή μονάδα και διαγιγνώσκεται με οξύ έμφραγμα του μυοκαρδίου από ιατρούς. Η ταχύτητα επεξεργασίας είναι ένα άλλο πλεονέκτημα της χρήσης βιομοριακής ανίχνευσης [7.9].

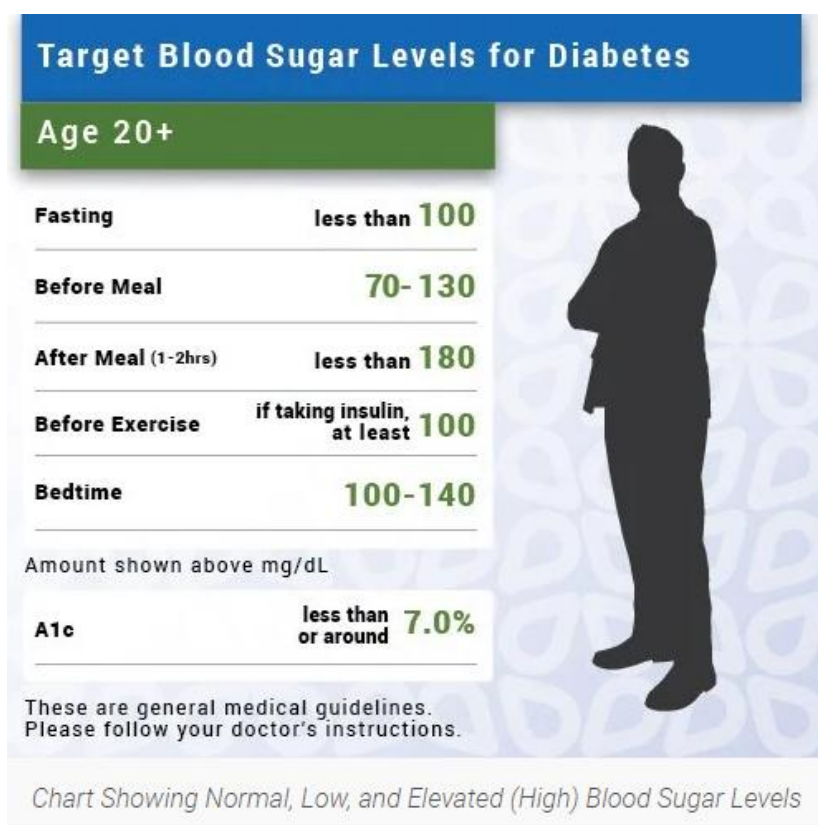
Η αναλυόμενη ουσία συνήθως ανιχνεύεται άμεσα και παρέχει αυτόματα ένα ανιχνεύσιμο σήμα. Οι βιοαισθητήρες χρησιμοποιούνται συχνά συχνά για παρακολούθηση σημείου φροντίδας σε φορητές συσκευές. Σε όργανα που μετρούν τη γλυκόζη, τον εθισμό, την εγκυμοσύνη και πολλά άλλα, βρίσκονται βιοαισθητήρες. Αρκετοί ερευνητές έχουν χρησιμοποιήσει βιοαισθητήρες για να παρακολουθούν και να παρακολουθούν την περιστροφή των αρθρώσεων σε άλλες δραστηριότητες υγείας.

Οι εμφυτεύσιμοι βιοαισθητήρες έχουν μια συναρπαστική δύναμη να μεταμορφώνουν τη φροντίδα των ασθενών και να θεραπεύουν ασθένειες, αλλά χρειάζεται να δημιουργηθούν τεχνικές προκλήσεις που πρέπει να επιλυθούν και να επικυρωθούν βιοδείκτες. Τα εμφυτεύσιμα τοπικά βιοαισθητήρα μπορεί να έχουν τεράστια υπόσχεση στην παραγωγή εξατομικευμένων φαρμάκων. Οι αισθητήρες μαλακής πίεσης είναι κρίσιμοι δεδομένου ότι χρησιμοποιούνται σε πολλές εφαρμογές υγειονομικής περίθαλψης. Οι βιοτεχνολογικές εξελίξεις έχουν εισαγάγει στη μικρή αγορά συμπαγή και φθηνά ιατρικά διαγνωστικά όργανα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση της υγείας. Αυτή η εφεύρεση καθιστά δυνατή τη διενέργεια ιατρικών ελέγχων στο σπίτι, οδηγώντας σε δραστηριότητα αύξηση του κανόνα για τη θεραπεία του διαβήτη. Δημιούργησαν κίνητρα για την προώθηση ακόμη περισσότερων δοκιμών βιοαισθητήρα για τη διάγνωση περισσότερων προβλημάτων υγείας, μαζί με αυξημένο ενδιαφέρον για ένα σύστημα υγειονομικής περίθαλψης με επίκεντρο τον ασθενή. Το υλικό συλλογής ενέργειας περιλαμβάνει βασικές τεχνολογίες ενεργοποίησης για βιοαισθητήρες επόμενης γενιάς [7.10].

Νέα ιατρικά διαγνωστικά και συστήματα παρακολούθησης είναι εφικτά λόγω του χαμηλού κόστους και αρκετά απλά διαδικασίες παραγωγής σε συνδυασμό με συμπαγείς αισθητήρες. Είναι πολύ ελκυστικό για τους επαγγελματίες υγείας, καθώς μειώνει τον κίνδυνο μόλυνσης και το κόστος που σχετίζεται με την αποστείρωση των ιατροτεχνολογικών προϊόντων. Οι εύκαμπτοι αισθητήρες είναι επίσης βολικοί από την άποψη του ασθενούς επειδή είναι πιο συμβατοί με τη σωματική καμπυλότητα [7.11].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 Σενάριο εργασίας

Σκοπός του υποδείγματος είναι η βασική επεξεργασία, μέσω εντολών, μεταβλητών, γραφικών παραστάσεων, βιο-σημάτων, δηλαδή σημάτων που αφορούν σε βιοιατρικά δεδομένα και που ανακτώνται πρωτογενώς από τον ανθρώπινο οργανισμό.



Εικόνα 8.1 Παράθεση φυσιολογικών τιμών γλυκόζης για ενήλικα

Στον πίνακα που ακολουθεί, δημιουργούμε ένα σενάριο εργασίας όπου ένας βιο-αισθητήρας παρακολουθεί την εξέλιξη των τιμών της γλυκόζης ενός πολίτη. Η διαδικασία λαμβάνει χώρα μέσα σε ένα 24ώρο που λαμβάνουμε τυπικά δείγματα τιμών της γλυκόζης, υιοθετώντας ένα σενάριο όπου αυτή η συσκευή, ως μέρος μίας εφαρμογής έξυπνης υγείας, καταγράφει, ως IoMT device, αυτές τις τιμές ανά τακτά χρονικά διαστήματα, η συχνότητα των οποίων καθορίζεται από την διαθεσιμότητα μνήμης του βιο-αισθητήρα και από την ευρωστία του ADC δομικού στοιχείου που διαθέτει, έτσι ώστε οι συλλεγόμενες τιμές της γλυκόζης να μετατρέπονται σε ψηφιακό baseband σήμα με βάση την τεχνική PCM.

Έστω ότι οι καταγεγραμμένες τιμές είναι αυτές που παρατίθενται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Καταγραφή τιμών γλυκόζης (mg/dl)

Προ γεύματος	Μετά το γεύμα	Προ ύπνου
90	120	111
60	75	135
98	132	177
86	114	144
82	108	123
110	150	120
94	126	138
122	168	165
116	159	159
96	129	153
84	111	132
130	180	99
90	162	111
60	150	135
98	168	177

Αρχικά από το πρώτο λογισμικό καταγραφής των τιμών (πχ Microsoft Excel) εισαγάγουμε τα δεδομένα στο MATLAB. Κάθε στήλη A, B, C, ορίζει μία εκ των τριών διακριτών περιοχών εντός του 24ωρου που ομαδοποιούμε τις τιμές. Η ομαδοποίηση αυτή συμβαίνει κατ' αυτόν τον τρόπο διότι προ γεύματος, μετά το γεύμα και προ ύπνου το βράδυ έχουμε 3 διαφορετικές ενδεικτικές τιμές που ορίζουν την φυσιολογική περιοχή τιμών της γλυκόζης και την διαφοροποιούν από την περιοχή των παθολογικών τιμών.

Στην συνέχεια δημιουργούμε έναν ενιαίο πίνακα-στήλη με τίτλο ALL στον οποίον πλέον είναι τοποθετημένες όλες οι καταγεγραμμένες τιμές της γλυκόζης κατά χρονική σειρά καταγραφής:

```
>> ALL=[A;B;C]
```

```
ALL =
```

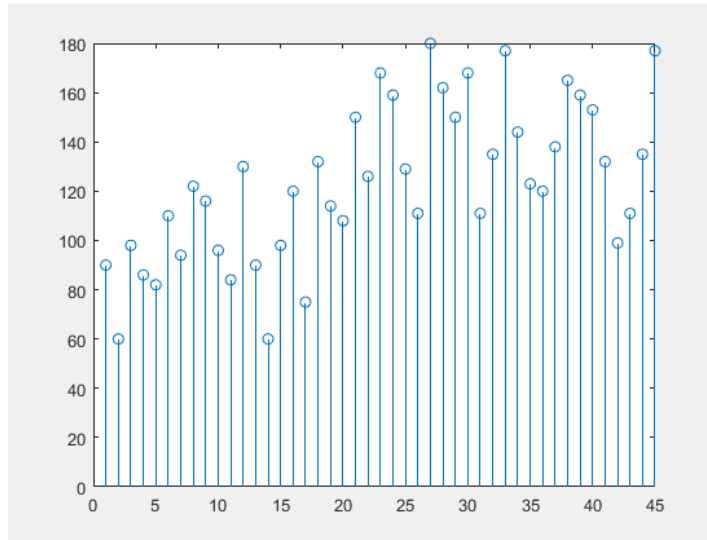
```
90  
60  
98  
86  
82  
110  
94  
122  
116  
96  
84
```

130
90
60
98
120
75
132
114
108
150
126
168
159
129
111
180
162
150
168
111
135
177
144
123
120
138
165
159
153
132
99
111
135
177

Με την εντολή:

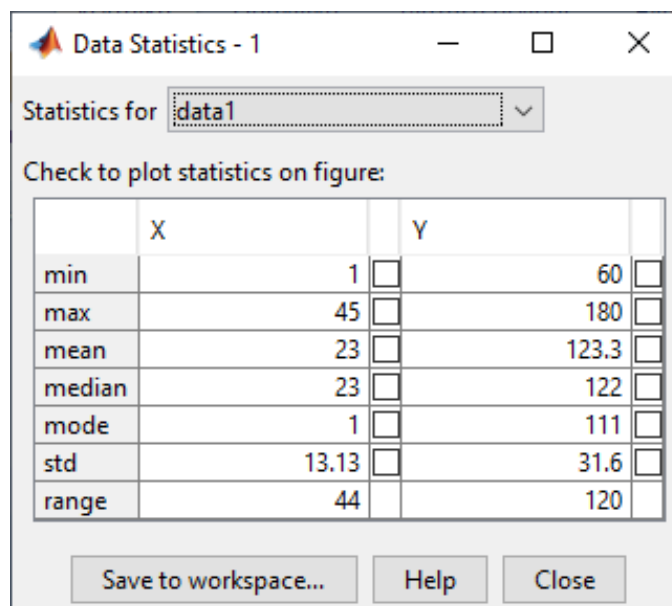
```
>> stem(ALL)
```

Δημιουργούμε το γράφημα που ακολουθεί και με το οποίο ταξινομούμε την καταγραφή των τιμών της γλυκόζης σε χρονική σειρά. Ο άξονας x είναι ταυτόχρονα ο άξονας των δειγμάτων και ο άξονας του χρόνου όπου λαμβάνουμε αυτό το χρονικά-διακριτό σήμα, που είναι αναλογικό. Παρατηρούμε ήδη την ομαδοποίηση των καταγεγραμμένων τιμών ανάλογα με το χρονικό διάστημα της ημέρας στο οποίο ελήφθησαν. Παρά την σημασία του, το γράφημα αυτό δεν μας επιτρέπει να βγάλουμε συνολικότερα συμπεράσματα για την φυσιολογικότητα ή μη των τιμών.



Εικόνα 8.2 Stem diagram καταγεγραμμένων τιμών γλυκόζης

Από το Tools menu, εξαγάγουμε τα στατιστικά των δεδομένων της γλυκόζης που μας επιτρέπουν να έχουμε μία πρώτη αριθμητική ποιοτική ανάλυσή τους.



Εικόνα 8.3 Data statistics καταγεγραμμένων τιμών γλυκόζης

Όπως προείπαμε η γλυκόζη είναι ένα βιο-φυσιολογικό αναλογικό σήμα, και εμείς στα πλαίσια της έξυπνης υγείας επιθυμούμε την μετατροπή της πληροφορίας αυτής σε ψηφιακό ηλεκτρικό σήμα. Συνεπώς μας ενδιαφέρει να οικοδομήσουμε σύμβολα τουλάχιστον δύο καταστάσεων τόσο σε λογικό όσο και σε υλικό-ηλεκτρικό επίπεδο για να εκφράσουμε με αυτά τις τιμές γλυκόζης. Η αναλογία bits/symbol αποτελεί το (coding) rate του συστήματος αυτού.

Έχουμε λοιπόν ότι:

```
>> n=numel(ALL)
```

```
n =
```

```
45
```

```
>> log2(n)
```

```
ans =
```

```
5.4919
```

```
>> rate=ceil(ans)
```

```
rate =
```

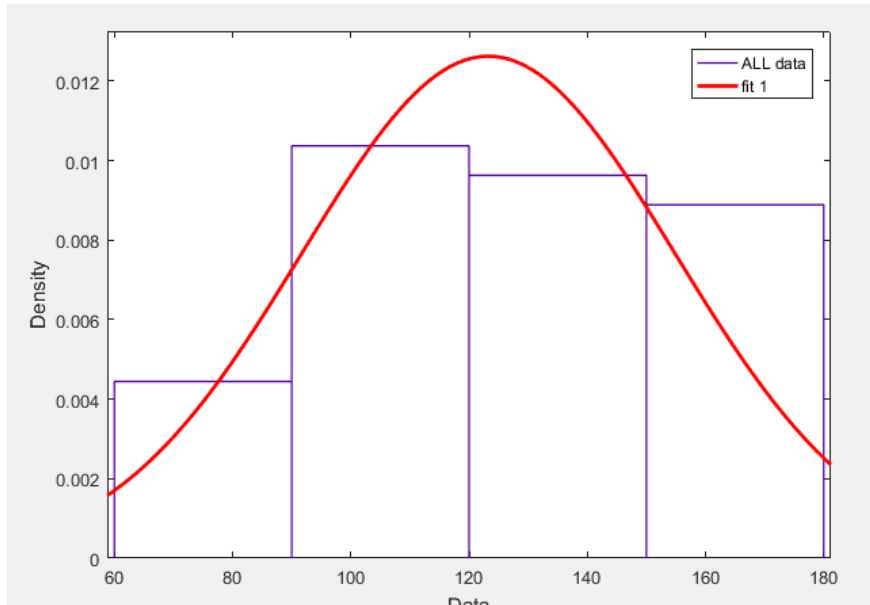
```
6
```

Συνεπώς με αυτήν την μέθοδο έχουμε μία PCM-based ψηφιακή συγκρότηση πληροφορίας, όπου το πλήθος των bits/symbol καθορίζονται από τα επίπεδα (πλήθος) αναλογικών συμβόλων- χρονικά διακριτών δειγμάτων.

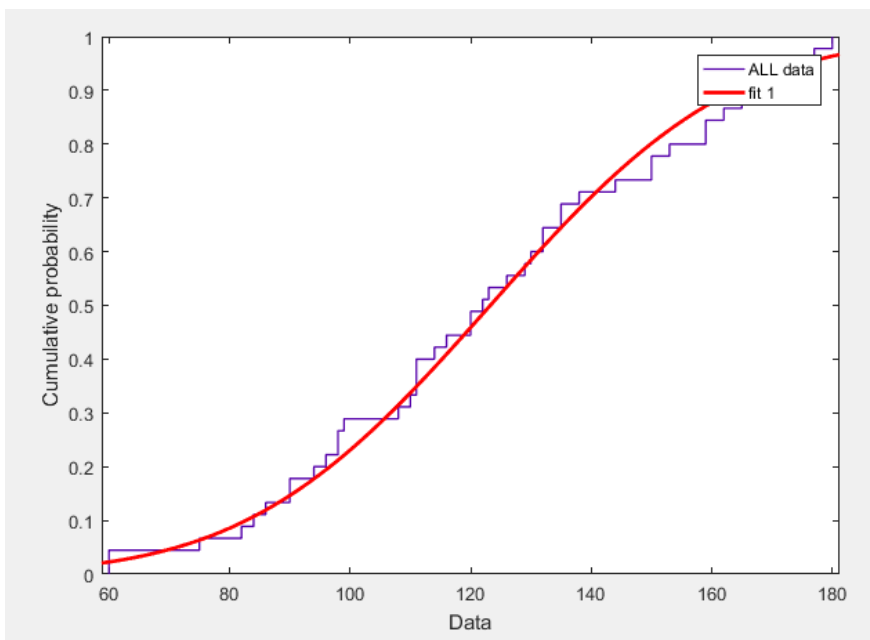
Στην συγκεκριμένη περίπτωση, το αποτέλεσμα των 5,4919 bits/symbol πρέπει να στρογγυλοποιηθεί και μάλιστα προς τα πάνω, για να έχουμε (α) ακέραιο πλήθος bits/symbols και (β) ικανό πλήθος ψηφιακών συμβόλων για να εκφράσει αυτές τις 45 εν προκειμένω καταγεγραμμένες τιμές γλυκόζης. Καταλήγουμε λοιπόν να έχουμε ένα θεμελιώδες digital baseband length of information ίσο με $45 \times 6 = 270$ bits.

Με την εντολή `dfittool` μπορούμε να χαρακτηρίσουμε την στατιστική κατανομή ενός συνόλου τιμών μίας διεργασίας, μεταβλητής, συνάρτησης χρόνου (δείγματος) ή ενός πλήθους αριθμητικών τιμών. Το εργαλείο αυτό στο MATLAB παρέχει έναν προσδιορισμό σφάλματος για κάθε στατιστική κατανομή από ένα έτοιμο pool διαθέσιμων «κλασικών» στατιστικών κατανομών και εργαλείων τα οποία μπορούμε να επιστρατεύσουμε και να δοκιμάσουμε να κάνουμε `manage new fit/ apply distribution` πάνω στις πειραματικές/εμπειρικές τιμές που εισαγάγουμε (data set) για να δούμε έτσι ποια κατανομή προσεγγίζει καλύτερα (με λιγότερο σφάλμα) τα εμπειρικά δεδομένα μας, τόσο για την συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας (probability density function) όσο και για την αθροιστική συνάρτηση κατανομής (cumulative distribution function).

Έτσι παρέχουμε στις επόμενες εικόνες αντίστοιχα την PDF και την CDF αυτών των ελάχιστων καταγεγραμμένων τιμών και παρατηρούμε για επιλογή της Gaussian (normal) κατανομής, το ελάχιστο δυνατό σφάλμα προσέγγισης κατά μέση τιμή και απόκλιση.



Εικόνα 8.4 Συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας καταγεγραμμένων τιμών γλυκόζης και προσέγγισή της από την Gaussian



Εικόνα 8.5 Αθροιστική συνάρτηση κατανομής καταγεγραμμένων τιμών γλυκόζης και προσέγγισή της από την Gaussian

Distribution: Normal
 Log likelihood: -218.743
 Domain: $-\text{Inf} < y < \text{Inf}$
 Mean: 123.267
 Variance: 998.518

Parameter	Estimate	Std. Err.
mu	123.267	4.71055
sigma	31.5993	3.3878

Με την διαδικασία αυτή πετύχαμε να έχουμε μία πλήρη έκφραση όλων των καταγεγραμμένων τιμών της γλυκόζης από ψηφιακή baseband σηματοδοσία με rate 6 bits/symbols, βάσει του πλήθους των καταγεγραμμένων αναλογικών τιμών. Με το ελάχιστο αυτό πλήθος ψηφιακών συμβόλων μπορώ παρόλα αυτά να έχω, για μεγάλο εύρος τιμών παρακολούθησης, όντως ένα μεγάλο πλήθος δεδομένων και θα ήθελα, τόσο για λόγους της αποθηκευτικής τοπικής μνήμης του συστήματος, όσο και για καλύτερη διαχείριση του εμπλεκόμενου ολικού μήκους μεταδιδόμενης πληροφορίας (αν κάνουμε εκτίμηση για scaling σε μεγάλο πλήθος χρηστών) να έχω ακόμα πιο μικρή ψηφιακή baseband σηματοδοσία για δεδομένο ratio καταγεγραμμένου αναλογικού σήματος γλυκόζης.

Έτσι, μπορούμε να καταγράψουμε όχι την «απευθείας» ψηφιακή μετάφραση των πραγματικών τιμών της γλυκόζης, αλλά μόνο ένα bit για κάθε τιμή γλυκόζης: αυτό το bit θα είναι «0» εάν η τιμή της γλυκόζης είναι στα φυσιολογικά όρια τιμών, και «1» εάν η τιμή της γλυκόζης είναι εκτός των προβλεπόμενων και αναμενόμενων ορίων. Με αυτόν τον τρόπο το δυαδικό λογικό θεμέλιο της ψηφιακής σχεδίασης, «1» και «0» γίνεται ένα λογικό accept/reject κριτήριο που απαντά στο λογικό ερώτημα «είναι η τρέχουσα τιμή της γλυκόζης εκτός των φυσιολογικών ορίων;». Αν η τιμή είναι παθολογική, θέτουμε «1» και άρα έχουμε ένα alert bit (ειδοποίησης για υπέρβαση ορίου).

Προτού δημιουργήσουμε έναν ενιαίο για κάθε μέρα Alert Array, δημιουργούμε χωριστούς πίνακες για κάθε χρονική περίοδο της ημέρας που αλλάζουν τα όρια ελέγχου της φυσιολογικότητας (ή μη) των τιμών γλυκόζης. Εφόσον από την Εικόνα 8.1 έχουμε οπωσδήποτε 3 τέτοια όρια ελέγχου, έχουμε αρχικά 3 θεμελιώδεις πίνακες, έστω D, E, F:

```
>> for i=1:1:15
if A(i)<70 | A(i)>130
    D(i)=1
else D(i)=0
end
end
```

D =

Columns 1 through 8

0 1 0 0 0 0 0 0

Columns 9 through 15

0 0 0 0 0 1 0

```
>> for i=1:1:15
if B(i)>180
    E(i)=1
else E(i)=0
end
end
```

E =

Columns 1 through 10

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

Columns 11 through 15

0 0 0 0 0

```
>> for i=1:1:15
if C(i)<80||C(i)>140
    F(i)=1
else F(i)=0
end
end
```

F =

Columns 1 through 10

0 0 1 1 0 0 0 1 1 1

Columns 11 through 15

0 0 0 0 1

Τελικά:

```
>> ALERT=[D;E;F]
```

ALERT =

Columns 1 through 10

0 1 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 1 1 0 0 0 1 1 1

Columns 11 through 15

0 0 0 1 0
0 0 0 0 0
0 0 0 0 1

Αυτός ο συγκεντρωτικός πίνακας ανά ημέρα καταγραφής τιμών γλυκόζης έχει βέβαια έκταση 45 bits τα οποία αποτελούν τα αντιστοιχα flag bits (“0”) όταν η γλυκόζη είναι εντός των φυσιολογικών τιμών, και τα αντιστοιχα alert bits (“1”) όταν είμαστε εκτός των φυσιολογικών ορίων.

Εάν, δε, θέλουμε να μικρύνουμε στο απόλυτα ελάχιστο ψηφιακό μήκος την μεταδιδόμενη ανά ημέρα και ανά βιο-αισθητήρα χρήστη πληροφορία, τότε

μεταδίδουμε μόνο τα alert bits (“1”) και έχουμε το ελάχιστο μήκος ψηφιακής πληροφορίας με βάση αποκλειστικά τον εντοπισμό παθολογικών τιμών:

```
>> bits_alert=nnz(ALERT)
```

```
bits_alert =
```

```
8
```

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 Συμπεράσματα

Στην εργασία αυτή μελετήσαμε τα Πληροφοριακά συστήματα Υγείας, ξεκινώντας από ένα αρχικό system-level overview και εν συνεχεία συζητώντας στα επόμενα κεφάλαια κάθε βασικό δομικό στοιχείο.

Μελετήσαμε το έξυπνο νοσοκομείο ως βασικό δομικό θεμέλιο και κόμβο αυτής της δικτυακής τοπολογίας, και αναδειξαμε την σημασία της μετάβασης από ένα σύστημα δικτύου δεδομένων σε ένα ψηφιακό πληροφοριακό σύστημα που εν τέλει μεταφέρει πληροφορία από τους βιο-αισθητήρες σε ένα smart health cloud μέσω των έξυπνων νοσοκομείων που λειτουργούν ως gateways, για να χτίσουμε λύσεις και τεχνολογίες έξυπνης υγείας.

Η υποδομή κινητής τηλεφωνίας δύναται να μετασχηματίσει την διαδικασία αυτή καθώς μπορεί να δώσει αξιόπιστο δίκτυο ευρείας περιοχής και να παρέχει την απαραίτητη ευρυζωνική τεχνολογία για να έχουμε αξιόπιστη και με ελεγχόμενη καθυστέρηση δικτύου, μετάδοση και λήψη της ψηφιακής πληροφορίας.

Μία σειρά περιορισμών τόσο τοπικά στον βιο-αισθητήρα, όσο και στην ίδια την δικτυακή υποδομή, επιβάλλει μία ελάχιστη καθυστέρηση μετάδοσης και άρα την αναζήτηση μεθόδου για την έξυπνη, αξιόπιστη και ελαχιστοποιημένη συγκρότηση της πληροφορίας ως ψηφιακό baseband σήμα. Αυτήν την μέθοδο με έναν πρότυπο κώδικα και χρήση δομικών εργαλείων στο MATLAB, μελετήσαμε στο κεφάλαιο 8 που αποτέλεσε και το σενάριο εργασίας της πτυχιακής.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1.1] Tadeu, Pedro José Arrifano, José Maria Fernandez Batanero, and Bulent Tarman. "ICT in a Global World." *Research in Social Sciences and Technology* 4.2 (2019): i-ii.

[1.2] Χρήστος Τασόπουλος, Τεχνολογίες και εφαρμογές πληροφορικής στον ιατρικό

κλάδο – Ανάπτυξη εφαρμογής διαχείρισης ασθενών για την πλατφόρμα iOS , Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, 2011.

[2.1] Θεόφιλος Χρυσικός, Πληροφοριακά Συστήματα, Διαλέξεις διδασκαλίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Λαμία, 2021.

[2.2] Checkland, Peter, and Sue Holwell. *Information, systems, and information systems*. Chichester: John Wiley & Sons, 1998.

[2.3] <https://www.geeksforgeeks.org/components-of-information-system/>

[2.4] <https://eternalsunshineofthemind.wordpress.com/2013/02/19/common-types-of-information-systems/>

[2.5] https://www.researchgate.net/publication/332475381_Evaluating_EHR_and_Health_Care_in_Jordan_According_to_the_International_Health_Metrics_Network_HMN_Framework_and_Standards_A_Case_Study_of_Hakeem/figures?lo=1&utm_source=google&utm_medium=organic

[3.1] <https://studycare.gr/ti-einai-to-diadiktyo-ton-pragmaton-iot/>

[3.2] Theofilos Chrysikos, Panel Discussion, WTS 2018.

[3.3] Gatouillat, Arthur, et al. "Internet of medical things: A review of recent contributions dealing with cyber-physical systems in medicine." *IEEE internet of things journal* 5.5 (2018): 3810-3822.

[3.4] Al-Turjman, Fadi, Muhammad Hassan Nawaz, and Umit Deniz Ulusar. "Intelligence in the Internet of Medical Things era: A systematic review of current and future trends." *Computer Communications* 150 (2020): 644-660.

[3.5] Joyia, Gulraiz J., et al. "Internet of medical things (IoMT): Applications, benefits and future challenges in healthcare domain." *J. Commun.* 12.4 (2017): 240-247.

[3.6] Yu, Lei, Yang Lu, and XiaoJuan Zhu. "Smart hospital based on internet of things." *Journal of Networks* 7.10 (2012): 1654.

[3.7] Uslu, Banu Çalış, Ertuğ Okay, and Erkan Dursun. "Analysis of factors affecting IoT-based smart hospital design." *Journal of Cloud Computing* 9.1 (2020): 1-23.

[3.8] <https://www.aeteurope.com/news/smart-hospitals-security/>

[3.9] Al-Khafajiy, Mohammed, et al. "Smart hospital emergency system." *Multimedia Tools and Applications* 78.14 (2019): 20087-20111.

[4.1] Flórez, Camilo Andrés Cáceres, João Mauricio Rosário, and Dario Amaya Hurtado. "Application of Automation and Manufacture techniques oriented to a service-based business using the Internet of Things (IoT) and Industry 4.0 concepts. Case study: Smart Hospital." *Gestão & Produção* 27 (2020).

[4.2] Πρότυπο IEC 60364-7-710: 2002 "Electrical installations of buildings – Part 7-710: Requirements for special installations or locations – Medical locations", International Electrotechnical Commission

- [4.3] http://www.texnikosafaleias.gr/RTE/my_documents/my_files/84ELSHOCKsec.pdf
- [4.4] <http://greekelectrician.blogspot.gr/2011/12/blog-post.html>
- [4.5] http://users.sch.gr/nchatzigeo/Biblia/Biomhx_egkatas_ypost.pdf
- [4.6] Ελληνικό Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384: Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις- Requirements for electrical installations
- [4.7] http://civil.teipir.gr/web/uploads/HLEKTROLOGIKES_2.pdf
- [4.8] faraday.ee.auth.gr/kosmanis/files/prostasia.ppt

[4.9] Florentino, Gustavo HP, et al. "Hospital automation system RFID-based: technology embedded in smart devices (cards, tags and bracelets)." *2008 30th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*. IEEE, 2008.

[4.10] Jones, Albert, et al. "Humans' critical role in smart systems: A smart firefighting example." *IEEE Internet Computing* 19.3 (2015): 28-31.

[4.11] Adame, Toni, et al. "CUIDATS: An RFID–WSN hybrid monitoring system for smart health care environments." *Future Generation Computer Systems* 78 (2018): 602-615.

[4.12] Plageras, Andreas P., et al. "Solutions for inter-connectivity and security in a smart hospital building." *2017 IEEE 15th International Conference on Industrial Informatics (INDIN)*. IEEE, 2017.

[5.1] E-health care information systems: an introduction for students and professionals, John Wiley and Sons, 2005, p. 219, ISBN 978-0-7879-6618-8

[5.2] Kalra, Dipak. "Electronic health record standards." *Yearbook of medical informatics* 15.01 (2006): 136-144.

[5.3] <https://www.ortholive.com/blog/what-do-the-ten-es-in-e-health-mean/>

[5.4] <https://www.iberdrola.com/innovation/ehealth>

[5.5] <http://edit.gov.gr/index.php/sxetika-me-to-edit/103-edit/279-o-orismos-i-istoria-tis-tileiatrikis>

[5.6] <https://www.careinnovations.org/resources/telemedicine-for-health-equity-toolkit/>

[5.7] Sood, Sanjay, et al. "What is telemedicine? A collection of 104 peer-reviewed

perspectives and theoretical underpinnings." *Telemedicine and e-Health* 13.5 (2007): 573-590.

[5.8] Wootton, Richard, John Craig, and Victor Patterson. *Introduction to telemedicine*. CRC Press, 2017.

[5.9] <https://www.drugwatch.com/health/telemedicine-patients-guide/>

[5.10] Traynor, Kate. "Navy takes Telepharmacy Worldwide", *American Journal of*

Health-System Pharmacy. 2010 Jul 15; Vol. 67:1134-36

[5.11] Angaran, DM. "Telemedicine and Telepharmacy: Current Status and Future

Implications", *American Journal of Health-System Pharmacy*, 1999 Jul 15;

Vol. 56: 1405-26

[5.12] Hjelm, N. M. "Benefits and drawbacks of telemedicine." *Journal of telemedicine and telecare* 11.2 (2005): 60-70.

[6.1] <https://searchhealthit.techtarget.com/definition/mHealth>

[6.2] <https://blog.evisit.com/virtual-care-blog/mhealth-infographics>

[6.3] <https://www.statista.com/statistics/330695/number-of-smartphone-users-worldwide/>

[6.4] <https://www.bankmycell.com/blog/how-many-phones-are-in-the-world>

[6.5] <https://www.addiction-ssa.org/knowledge-hub/what-is-mobile-health/>

[6.6] <https://www.cleveroad.com/blog/mhealth-benefits>

[6.7] <https://www.huawei.com/en/technology-insights/publications/huawei-tech/81/5g-will-amp-up-connections>

[6.8] <https://www.huawei.com/en/technology-insights/publications/huawei-tech/81/5g-will-amp-up-connections>

[6.9] <https://siliconithub.com/mhealth-apps-types-and-examples/>

[6.10] <https://www.medicaldevice-network.com/comment/mobile-health-apps/>

[7.1] Myszka, David G. "Improving biosensor analysis." *Journal of molecular recognition* 12.5 (1999): 279-284.

[7.2] Ziegler, Christiane, and Wolfgang Göpel. "Biosensor development." *Current opinion in chemical biology* 2.5 (1998): 585-591.

[7.3] Malmqvist, Magnus. "Biospecific interaction analysis using biosensor technology." *Nature* 361.6408 (1993): 186-187.

[7.4] Coulet, Pierre R., and Loïc J. Blum, eds. *Biosensor principles and applications*. CRC Press, 2019.

[7.5] Vigneshvar, S., et al. "Recent advances in biosensor technology for potential applications—an overview." *Frontiers in bioengineering and biotechnology* 4 (2016): 11.

[7.6] Davis, James, D. Huw Vaughan, and Marco F. Cardosi. "Elements of biosensor construction." *Enzyme and microbial technology* 17.12 (1995): 1030-1035.

[7.7] Giaever, Ivar, and Charles R. Keese. "A morphological biosensor for mammalian cells." *Nature* 366.6455 (1993): 591-592.

[7.8] Coulet, Pierre R. "What is a Biosensor?." *Biosensor principles and applications* (2019): 1-6.

[7.9] Radke, Stephen M., and Evangelyn C. Alocilja. "Design and fabrication of a microimpedance biosensor for bacterial detection." *IEEE sensors journal* 4.4 (2004): 434-440.

[7.10] Pourhomayoun, Mohammad, Zhanpeng Jin, and Mark L. Fowler. "Accurate localization of in-body medical implants based on spatial sparsity." *IEEE Transactions on Biomedical Engineering* 61.2 (2013): 590-597.

[7.11] Teo, Adrian JT, et al. "Polymeric biomaterials for medical implants and devices." *ACS Biomaterials Science & Engineering* 2.4 (2016): 454-472.

