



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

**Μελέτη της Εφαρμογής των Τεχνολογιών του
Διαδικτύου των Αντικειμένων (IoT) και της Τεχνητής
Νοημοσύνης στην Υγειονομική Περίθαλψη**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

των

ΑΠΟΣΤΟΛΑΚΗ ΝΙΚΟΛΑΟΥ & ΣΟΥΠΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΥ

Επιβλέπων :

Δημήτρης Σκούτας, Επ. Καθηγητής

Μέλη εξεταστικής επιτροπής:

Μεσαριτάκης Χάρης Αν. Καθηγητής,

Μαλιάτσος Κωνσταντίνος, Επ. Καθηγητής

Σάμος, Ιούνιος 2023

Υπεύθυνη Δήλωση Πρωτοτυπίας Διπλωματικής Εργασίας

Είμαστε συγγραφείς αυτής της διπλωματικής εργασίας και δηλώνουμε ότι κάθε βοήθεια την οποία είχαμε για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, έχουμε αναφέρει τις πηγές από τις οποίες κάναμε χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επίσης βεβαιώνουμε ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμάς προσωπικά ειδικά για τη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία.

Αποστολάκης Νικόλαος & Σούπος Νικόλαος

Πρόλογος και ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε κατά το ακαδημαϊκό έτος 2022- 2023 με σκοπό τη μελέτη της εφαρμογής των τεχνολογιών του διαδικτύου των αντικειμένων και της τεχνητής νοημοσύνης στην υγειονομική περίθαλψη παγκοσμίως και συγκεκριμένα στη χώρα μας.

Θα επιθυμούσαμε να ευχαριστήσουμε τον επιβλέποντα καθηγητή της διπλωματικής μας εργασίας κύριο Δημήτριο Σκούτα για την εμπιστοσύνη που μας έδειξε με την ανάθεση του συγκεκριμένου θέματος. Θα θέλαμε επίσης να ευχαριστήσουμε τις οικογένειές μας για την τεράστια υποστήριξη που μας έδωσαν καθόλη τη διάρκεια της διπλωματικής εργασίας, καθώς επίσης και όλους τους φίλους και συγγενείς οι οποίοι έδειξαν κατανόηση και βοήθησαν με την αμέριστη συμπαράστασή τους στη συγκεκριμένη φάση της ζωής μας.

© 2023

του

ΑΠΟΣΤΟΛΑΚΗ ΝΙΚΟΛΑΟΥ & ΣΟΥΠΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΥ

Τμήμα Μηχανικών Πληροφοριακών και Επικοινωνιακών Συστημάτων

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

Πίνακας περιεχομένων

1	Εισαγωγή	1
1.1	Αντικείμενο διπλωματικής	2
1.2	Δομή της διπλωματικής.....	3
2	Το Διαδίκτυο Των Πραγμάτων & Η Τεχνητή Νοημοσύνη στην Υγειονομική Περίθαλψη	5
2.1	IoT στην Υγειονομική Περίθαλψη	6
2.2	Η Τεχνητή Νοημοσύνη στην Υγειονομική Περίθαλψη.....	7
2.2.1	Η Μηχανική Μάθηση στον Κλάδο της Υγείας	8
2.2.2	Μηχανική μάθηση και Ιατρική απεικόνιση	10
2.2.3	Επιβλεπόμενη Μηχανική Μάθηση	11
2.3	Η Λειτουργία των Τεχνολογιών IoT & A.I στην Υγειονομική Περίθαλψη	13
2.3.1	Μετασχηματισμός Της Τεχνολογίας Υγειονομικής Περίθαλψης.....	13
2.3.2	Βασικές Προϋποθέσεις Λειτουργίας Των Εφαρμογών Υγειονομικής Περίθαλψης	16
2.3.3	Αρχιτεκτονική Αναφοράς για Συστήματα Υγειονομικής Περίθαλψης Βασισμένα σε IoT 20	
2.3.4	Το Επίπεδο Των Πραγμάτων Στο HioT	20
2.3.5	Μοντελοποίηση της Υγειονομικής Περίθαλψης.....	24
2.3.6	Σημασία Επικοινωνίας Μεταξύ Συστημάτων IoT.....	25
3	Σωματικές & Νοητικές Παθήσεις και Εφαρμογή Τεχνολογιών IoT & A.I.....	26
3.1	Συμβολή της τεχνολογίας στην πρόληψη και την αντιμετώπιση ασθενειών.....	26
3.1.1	Παραδείγματα Θετικής Επίδρασης της Τεχνολογίας Στην Υγεία των Ασθενών.....	27
3.1.2	Παιχνίδια Σοβαρού Σκοπού	31
4	Προκλήσεις και Κίνδυνοι για τους Φορείς και τους Ασθενείς	36
4.1	Ανάλυση των Προκλήσεων & Κινδύνων Στην Έξυπνη Υγειονομική Περίθαλψη	37
4.1.1	Αισθητήρες & Ασφάλεια.....	37
4.1.2	Μηχανισμοί Αναγνώρισης και Εξουσιοδοτημένη Πρόσβαση	37
4.1.3	Ασφάλεια στους Οργανισμούς Υγείας.....	37
4.2	Ασφάλεια & Ιδιωτικότητα Στην Υγεία Που Βασίζεται Στο IOMT.....	38
4.3	Απειλές Ασφάλειας Εφαρμογών Υγείας.....	40
4.4	Ασφαλές Σύστημα Ανταλλαγής Δεδομένων.....	43
4.5	Δυνατότητες και Εξέλιξη των Εφαρμογών Υγείας.....	44
4.6	Προκλήσεις Εφαρμογών Υγείας	46

4.7	Τρόποι Αντιμετώπισης των Προκλήσεων των Εφαρμογών Υγείας.....	47
4.7.1	Η πλευρά του δικτύου διασύνδεσης	47
4.7.2	Η πλευρά των εφαρμογών υγείας	48
5	Ψηφιοποίηση του Κλάδου της Υγείας στην Ελλάδα και το Εξωτερικό	50
5.1	Δράσεις για Ψηφιοποίηση της Υγείας από τις Χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης & του Κόσμου.....	51
5.1.1	Δράσεις και Εφαρμογές της Ευρωπαϊκής Ένωσης για μία Ψηφιοποιημένη Υγεία	51
5.1.2	Ανάπτυξη ψηφιακών ικανοτήτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση	54
5.1.3	Διασυνοριακές υπηρεσίες στην Ευρωπαϊκή Ένωση	55
5.1.4	Παραδείγματα ψηφιοποίησης της υγείας από χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης	58
5.2	Πρωτοβουλίες Ινδίας για την Ψηφιακή Υγεία	67
5.3	Πρωτοβουλίες Ισραήλ για την Ψηφιακή Υγεία	69
5.4	Πρωτοβουλίες των Η.Π.Α για την Ψηφιακή Υγεία	69
5.5	Πρωτοβουλίες στον Καναδά για την Ψηφιακή Υγεία	70
5.6	Υπάρχουσα Κατάσταση Της Ψηφιοποιημένης Υγείας στην Ελλάδα & Προτάσεις Εξέλιξης της	71
5.7	Παραδείγματα Ψηφιοποίησης της Υγείας στην Ελλάδα	72
5.7.1	Βραχιόλι που αντιλαμβάνεται την συναισθηματική κατάσταση ενός ασθενή:.....	72
5.7.2	Πλατφόρμα τεχνητής νοημοσύνης για την καθοδήγηση ιατρών ογκολόγων	73
5.7.3	Υπηρεσίες Τηλεϊατρικής σε απομακρυσμένες περιοχές της Ελλάδας	73
5.7.4	Ένα ελληνικό έργο ρομποτικής για την υποστήριξη ηλικιωμένων	74
5.7.5	Πρόγραμμα <i>Renewing Health</i>	75
5.7.6	Δημιουργία εξελιγμένου πληροφοριακά νοσοκομείου στη Θεσσαλονίκη	75
5.8	Προτάσεις Εξέλιξης Της Ψηφιοποιημένης Υγείας στην Ελλάδα	77
6	Συμπεράσματα.....	80
7	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	83

Περίληψη

Οι πρόσφατες συνεχείς εξελίξεις στην τεχνολογία και οι δυνατότητες του Διαδικτύου, καθιστούν δυνατή τη σύνδεση διαφόρων συσκευών που μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους και να μοιράζονται δεδομένα. Το διαδίκτυο των πραγμάτων αποτελεί μία νέα ιδέα που επιτρέπει στους χρήστες να συνδέουν διάφορους αισθητήρες και έξυπνες συσκευές για τη συλλογή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο από το περιβάλλον. Το IoT (Διαδίκτυο των Πραγμάτων) χρησιμοποιεί για την μεταφορά των δεδομένων αισθητήρες, αλλά και το πρωτόκολλο επικοινωνίας IPv6. Ταυτόχρονα, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων έχει μπει στην ζωή μας και στον τομέα των επιχειρήσεων, όπως για παράδειγμα στην γεωργία και την υγειονομική περίθαλψη έως και τις μεταφορές.

Συγκεκριμένα, όσον αφορά την έξυπνη υγειονομική περίθαλψη, μπορεί να εφαρμοστεί σε όλα τα επίπεδα. Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων, δείχνει να εδραιώνεται στον τομέα στην υγείας έχοντας ως βασική προτεραιότητα την ενδυνάμωση των κυριότερων πλεονεκτημάτων που διαθέτει, δηλαδή την εξ' αποστάσεως πρόσβαση και την κοινή χρήση δεδομένων, λειτουργώντας έτσι ως ο συνδετικός κρίκος μεταξύ γιατρού και ασθενή, βοηθώντας τον γιατρό να παρακολουθεί την κατάσταση του ασθενούς καθώς και να του παρέχει εξ αποστάσεως συμβουλές. Ένας από τους βασικούς στόχους του διαδικτύου των πραγμάτων στον τομέα της έξυπνης υγείας είναι η πρόληψη καταστάσεων έκτακτης ανάγκης, η οποία θα επιτευχθεί τόσο με την εκπαίδευση των ασθενών να διαχειρίζονται τέτοιου είδους καταστάσεις, όσο και ενημερώνοντας συχνά το επιβλέπων ιατρικό προσωπικό για την πορεία της υγείας τους.

Εκμεταλλευόμενος την απομακρυσμένη πρόσβαση ο ιατρός δεν περιορίζεται λόγω των αποστάσεων, ενώ ταυτόχρονα μειώνεται και το κόστος καθώς η παρακολούθηση πραγματοποιείται με την χρήση αισθητήρων στον χώρο του ασθενούς έχοντας ως αποτέλεσμα την μείωση της συμμετοχής των εργαστηριακών ή νοσοκομειακών εγκαταστάσεων. Είναι δεδομένο πως η υγεία αποτελεί το σημαντικότερο αγαθό στην ζωή. Για τον λόγο αυτό, ο έλεγχος και η δοκιμή των αισθητήρων, των εφαρμογών και των γενικότερων συσκευών που ελέγχουν τον ασθενή θα πρέπει να πραγματοποιείται με τόσο λεπτομερή τρόπο και ύστερα από πολλές δοκιμασίες ούτως ώστε οι διαχειριστές να είναι σίγουροι τόσο για τα αποτελέσματα που εμφανίζουν οι αισθητήρες για τον οργανισμό του ασθενή όσο και για το ότι αυτοί δεν πρόκειται σε καμία περίπτωση να προκαλέσουν κάποια βλάβη (προσωρινή ή μόνιμη) στον οργανισμό του.

Κατά αυτόν τον τρόπο, θα χτιστεί η εμπιστοσύνη μεταξύ των συστημάτων παρακολούθησης και των ιατρών και στην συνέχεια μεταξύ των ιατρών με των ασθενών. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα όλο και περισσότεροι ασθενείς να χρησιμοποιούν αισθητήρες οι οποίοι θα ενημερώνουν τους γιατρούς τους για την κατάσταση της υγείας τους προλαμβάνοντας ανεπιθύμητες καταστάσεις. Ωστόσο, στον τομέα της υγείας συχνά απαιτείται η λήψη γρήγορων και όσο το δυνατόν ορθότερων αποφάσεων αντιμετώπισης επειγόντων ιατρικών περιστατικών προκειμένου να αποφευχθούν επιπλοκές και αρνητικές επιπτώσεις στους ασθενείς. Η ταχύτητα επιτυγχάνεται με την χρήση των αλγορίθμων που βασίζονται στην Τεχνητή Νοημοσύνη οι οποίοι είναι σε θέση να

επεξεργαστούν τεράστιες ποσότητες δεδομένων που συλλέγονται από διαφορετικές έξυπνες συσκευές.

Οι αλγόριθμοι που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη μπορούν να αναλύουν και να ανιχνεύουν την όποια ασθένεια ταχύτερα και με μεγαλύτερη ακρίβεια από τους ανθρώπους. Μπορούν επίσης να βοηθήσουν τους ιατρούς να εντοπίσουν πιθανές ασθένειες οι οποίες είναι δυνατό να προκαλέσουν σοβαρά προβλήματα υγείας στο μέλλον, αλλά και να προτείνουν πιθανές θεραπείες και φάρμακα.

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας μας, αναπτύξαμε παραδείγματα ασθενειών που αντιμετωπίζονται με τη χρήση των συγκεκριμένων τεχνολογιών και εφαρμογών. Επιπλέον, αναλύσαμε την πορεία της ηλεκτρονικής υγείας σε διάφορες χώρες, δίνοντας όμως έμφαση στην εξέλιξη της τεχνολογίας στην υγειονομική περίθαλψη της Ελλάδας.

Λέξεις Κλειδιά: Διαδίκτυο των Πραγμάτων, Τεχνητή Νοημοσύνη, Έξυπνη Υγειονομική Περίθαλψη, Αισθητήρες

Abstract

Recent continuous technological advancements and the immediate availability of the Internet have made it possible to connect multiple devices, enabling them to communicate and share data. The Internet of Things (IoT) is a novel concept that enables users to connect diverse sensors and smart devices in order to collect real-time environmental data. The IoT transfers data using sensors, cloud computing, and the IPv6 communication protocol. The Internet of Things has simultaneously become an integral part of our lives and numerous industries, including agriculture, healthcare, and transportation.

The IoT can be implemented at all levels of smart healthcare. It appears to be making significant inroads into the healthcare industry, with its primary focus being the expansion of key advantages such as remote access and data sharing. The primary objective of this technology is to enable remote monitoring of a patient's condition and the provision of remote advice.

The prevention of emergency situations is one of the primary goals of the Internet of Things in the field of smart healthcare. This can be accomplished by regularly updating patients on their health status and educating them on how to handle such situations. The utilization of remote access by medical professionals offers the advantage of overcoming geographical limitations, thereby enabling them to provide healthcare services without being restricted by distance. Additionally, the adoption of body-worn sensors by patients, as opposed to costly laboratory equipment or hospital personnel, presents a cost-saving opportunity.

Obviously, health is the most valuable aspect of life. For this reason, the testing and validation of sensors, applications, and other devices used to monitor patients should be rigorous and subject to extensive testing, so that administrators can be confident in the results' reliability. This should be done so that these sensors do not pose any risk of temporary or permanent harm to the body of the patient. Building this trust between administrators and physicians, and then physicians and patients, is essential.

This confidence will lead to an increase in the number of patients who use sensors to provide their physicians with information about their health status, thereby preventing undesirable situations. However, the healthcare industry requires timely and accurate results to prevent patient complications and negative outcomes. Utilizing algorithms based on Artificial Intelligence, which can process vast amounts of data collected by various smart devices in a minimal amount of time and predict outcomes, allows for increased speed. In conjunction with electronic health records (EHRs), these predicted results can be analyzed further.

Algorithms based on artificial intelligence have the capacity to identify diseases more rapidly and precisely, thereby assisting healthcare professionals in identifying future diseases that may pose serious health risks. They can also suggest possible treatments and medications for these diseases.

In the context of the current thesis, we presented examples of diseases that can be treated with specific technologies and applications. In addition, we analyzed the progress of electronic health in various countries, with a focus on the technological advancements in Greek healthcare.

Keywords: Internet of Things, Artificial Intelligence, Smart Healthcare, Sensors

1

Εισαγωγή

Η έντονη τεχνολογική εξέλιξη που έχει παρατηρηθεί τα τελευταία χρόνια καθιστά το διαδίκτυο ένα αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητας όλο και περισσότερων ανθρώπων. Σύμφωνα με μελέτες αναμένεται έως το 2030 το ποσοστό ανθρώπων που θα χρησιμοποιούν το διαδίκτυο να ξεπερνούν τα 8 δισεκατομμύρια ενώ οι διασυνδεδεμένες συσκευές να έχουν φτάσει έως και τα 500 δισεκατομμύρια. Μαζί με την τεχνητή νοημοσύνη (Artificial Intelligence - AI), και το διαδίκτυο των πραγμάτων (Internet of Things - IoT) βρίσκεται στο επίκεντρο της ψηφιοποίησης της παγκόσμιας οικονομίας.

Το διαδίκτυο των πραγμάτων βελτιώνει την επικοινωνία των ανθρώπων, τη λειτουργία των σπιτιών και των πόλεων που ζούμε, καθώς και τις υποδομές και τις μετακινήσεις μας. Πιο συγκεκριμένα, το IoT αποτελεί μια ιδέα σύμφωνα με την οποία τα αντικείμενα του φυσικού κόσμου, τα οποία είναι εξοπλισμένα με αισθητήρες και συνδέονται στο διαδίκτυο, μπορούν να συλλέγουν και να ανταλλάσσουν δεδομένα. Στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, η σύνδεση εκατοντάδων έξυπνων ηλεκτρονικών συσκευών σε νοσοκομειακές μονάδες κρίνεται πλέον απαραίτητη για την συνεχή παρακολούθηση της υγείας των ασθενών, την επικοινωνία με αυτούς και τη μεταφόρτωση των δεδομένων σε υπολογιστικό νέφος για περαιτέρω επεξεργασία.

Με τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης οι μηχανές έχουν πλέον τη δυνατότητα να αντιλαμβάνονται και να αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον τους να επιλύουν προβλήματα και να επιτυγχάνουν οποιονδήποτε στόχο. Τα συστήματα της τεχνητής νοημοσύνης έχουν τη δυνατότητα να λειτουργούν και να προσαρμόζονται σε συγκεκριμένες καταστάσεις αναλύοντας αποτελέσματα και τις επιπτώσεις προηγούμενων δράσεων τους. Στην υγειονομική περίθαλψη κρίνονται απαραίτητοι οι αλγόριθμοι της τεχνητής νοημοσύνης αφού με την χρήση τους επιτυγχάνεται ταχύτητα και μεγαλύτερη ακρίβεια σε διάγνωση και αντιμετώπιση των ασθενειών. Τέλος είναι σημαντικό να αναφερθεί πώς η εξέλιξη της τεχνητής νοημοσύνης και το διαδίκτυο των πραγμάτων αναμένεται να οδηγήσουν τη χώρα μας στην 4^η βιομηχανική επανάσταση. Με την εξέλιξη των δικτύων πέμπτης γενιάς (5G) αλλά και με τη βοήθεια του διαδικτύου των πραγμάτων και των αλγορίθμων τεχνητής νοημοσύνης, αναμένεται να πραγματοποιηθούν μεγάλα βήματα στην εξέλιξη και ψηφιοποίηση της Υγειονομικής περίθαλψης στην Ελλάδα.



Εικόνα 1: Η έξυπνη υγειονομική περίθαλψη στην καθημερινότητά μας [1]

1.1 Αντικείμενο διπλωματικής

Η παρούσα διπλωματική εργασία ως έχει στόχο την μελέτη του τρόπου με τον οποίο οι τεχνολογίες του διαδικτύου των πραγμάτων καθώς και η τεχνητή νοημοσύνη έχουν συμβάλει στην υγειονομική περίθαλψη καθώς και την πρόοδο που αυτή έχει πραγματοποιήσει.

Η πρόοδος της ιατρικής έχει αυξήσει το προσδόκιμο ζωής των ανθρώπων και έχει βρει θεραπείες για σοβαρές ακόμα και θεωρητικά ανίατες ασθένειες. Όσο η ιατρική εξελίσσεται, οι ανάγκες και οι προσδοκίες των ασθενών αυξάνονται. Έτσι, ο ιατρικός κόσμος αντιμετωπίζει συνεχώς προκλήσεις. Την λύση έρχονται να δώσουν η τεχνολογία σε συνεργασία με το Διαδίκτυο των πραγμάτων και την Τεχνητή Νοημοσύνη που με την συμβολή τους δίνουν την δυνατότητα στον ιατρικό κόσμο να αλλάξει ριζικά. Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά την έξυπνη υγειονομική περίθαλψη, μπορεί να εφαρμοστεί σε όλα τα επίπεδα, ξεκινώντας από την παρακολούθηση της θερμοκρασίας των βρεφών ακόμη και μέχρι την παρακολούθηση ζωτικών σημείων στους ηλικιωμένους ή ακόμα και τον έλεγχο των ραντεβού στα νοσοκομεία.

Η παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο οδηγεί στην αποφυγή σοβαρών ιατρικών επιπλοκών, εφόσον υπάρχει άμεση αντιμετώπιση σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης αλλά και σε οικονομικό επίπεδο έχει σημειωθεί σημαντική μείωση δαπανών για περίθαλψη και θεραπείες. Φυσικά, η έξυπνη υγειονομική περίθαλψη καλείται να δώσει λύσεις σε σοβαρά ζητήματα υγείας σε ολόκληρο τον κόσμο, όπως για παράδειγμα είναι ο αυξημένος αριθμός θανάτων παιδιών σε χώρες του τρίτου κόσμου, καθώς και η εξάλειψη χρόνιων παθήσεων και ασθενειών.

Για την εφαρμογή όλων όσων προαναφέρθηκαν επιλέγονται διάφορες τεχνολογικές αρχιτεκτονικές ανάλογα με τις ανάγκες της κάθε εφαρμογής. Εφαρμογές, οι οποίες χρησιμοποιούνται για την ανάκτηση και την επεξεργασία των δεδομένων των ασθενών, χρησιμοποιούν ασύρματες τεχνολογίες όπως το Radio-Frequency Identification (RFID) προκειμένου να λάβουν πληροφορίες σχετικά με το περιβάλλον και τα βιομετρικά δεδομένα ενός χρήστη. Έχοντας προσδιορίσει τον τρόπο συλλογής και μεταφοράς των δεδομένων, σειρά έχει ο η ένταξη της έξυπνης υγειονομικής περίθαλψης στην καθημερινή ζωή.

Στα επόμενα κεφάλαια γίνεται αναφορά σε πληθώρα παραδειγμάτων από χρόνιες ασθένειες που ταλαιπωρούν μεγάλο πλήθος ασθενών, καθώς και σε όλες τις προσπάθειες που έχουν πραγματοποιηθεί με σκοπό να αντιμετωπιστούν, βασισμένες στις νέες τεχνολογικές εξελίξεις. Ταυτόχρονα, δίνεται έμφαση στην τεχνολογική πρόοδο που έχει πραγματοποιηθεί στην Ελλάδα, στις συνεχείς προσπάθειες που γίνονται ώστε να ενταχθεί η έξυπνη υγειονομική περίθαλψη στην καθημερινότητά της χώρας και στις προοπτικές για περαιτέρω εξέλιξη αυτής.

1.2 Δομή της διπλωματικής

Η εργασία αποτελείται από έξι κεφάλαια:

- Στο **πρώτο κεφάλαιο** πραγματοποιείται μία σύντομη αναφορά εξηγώντας τη σημασία του διαδικτύου των πραγμάτων και του ρόλου της τεχνητής νοημοσύνης στην ανάπτυξη της έξυπνης υγειονομικής περίθαλψης καθώς και του στόχου της παρούσας διπλωματικής εργασίας.
- Στο **δεύτερο κεφάλαιο** πραγματοποιείται μία εκτενής ανάλυση της σημασίας της τεχνητής νοημοσύνης και του διαδικτύου των πραγμάτων στην υγειονομική περίθαλψη ενώ περιγράφεται και μοντελοποιείται η αρχιτεκτονική αναφοράς του συστήματος υγειονομικής περίθαλψης.
- Στο **τρίτο κεφάλαιο** παρουσιάζονται παραδείγματα αποτελεσματικών λύσεων και εφαρμογών οι οποίες έχουν ως στόχο να αντιμετωπίσουν γρήγορα και εύκολα μέσω της χρήσης του διαδικτύου των πραγμάτων και της τεχνητής νοημοσύνης πληθώρα χρόνιων αλλά και μη ασθενειών που πλήττουν τον κόσμο.
- Στο **τέταρτο κεφάλαιο** αναλύονται οι προκλήσεις και οι κίνδυνοι από τους οποίους απειλούνται οι ίδιοι οι ασθενείς αλλά και οι εφαρμογές που δημιουργούνται με σκοπό την πρόληψη των ασθενειών. Πιο συγκεκριμένα παρατηρούνται κίνδυνοι στην ιδιωτικότητα

των ασθενών, την αποτελεσματικότητα χρήσης των εφαρμογών και τέλος στην ανάλυση των αποτελεσμάτων τα οποία είναι σημαντικά για τη διάγνωση της ασθένειας.

- Στο **πέμπτο κεφάλαιο** της παρούσας διπλωματικής εργασίας αναλύονται οι πρωτοβουλίες διαφόρων χωρών παγκοσμίως με σκοπό την ένταξη της έξυπνης υγειονομικής περίθαλψης στην καθημερινότητά τους, η οποία έχει ως στόχο την αντιμετώπιση των ιατρικών προκλήσεων και των ασθενειών που υπάρχουν σε αυτές. Έμφαση δίνεται στην υπάρχουσα κατάσταση έξυπνης υγειονομικής περίθαλψης στην Ελλάδα καθώς και προοπτικές εξέλιξής της στο μέλλον.
- Στο **έκτο κεφάλαιο** παρατίθενται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τη διπλωματική εργασία, οι παρατηρήσεις που πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια της εκπόνησής της, καθώς και οι προτάσεις για τη βελτίωση των προβλημάτων που αναλύθηκαν.

2

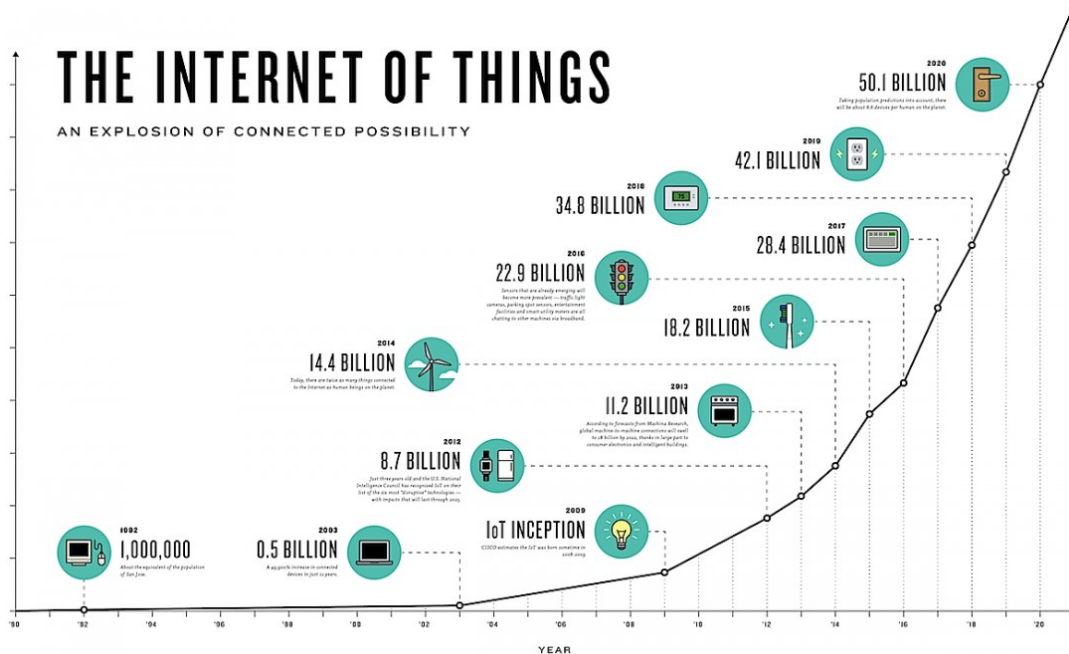
Το Διαδίκτυο Των Πραγμάτων & Η Τεχνητή Νοημοσύνη στην Υγειονομική Περίθαλψη

Η έξυπνη υγειονομική περίθαλψη χρησιμοποιεί μία πληθώρα φορητών συσκευών και τεχνολογιών του Διαδικτύου των Πραγμάτων με στόχο την εξ αποστάσεως πρόσβαση σε ιατρικά αρχεία από επαγγελματίες υγείας και από τους ίδιους τους ασθενείς. Η έξυπνη ιατρική περίθαλψη βασίζεται σε ένα δυναμικό πλαίσιο με πολλές πτυχές, συμπεριλαμβανομένης της πρόληψης και της ταυτοποίησης των ασθενειών, της εκτίμησης και της αξιολόγησης, της διαχείρισης της υγειονομικής περίθαλψης, της λήψης αποφάσεων για τους ασθενείς και της ιατρικής έρευνας. Επιπρόσθετα, περιλαμβάνονται δίκτυα όπως το Διαδίκτυο των Πραγμάτων, το κινητό Διαδίκτυο, η δικτύωση στο νέφος (cloud networking), τα δίκτυα πέμπτης γενιάς (5G), καθώς και η συμβολή της τεχνητής νοημοσύνης, μαζί με την εξελισσόμενη βιοτεχνολογία.

Ολοένα και περισσότερο παρατηρούμε αισθητήρες να ενσωματώνονται σε διάφορα συστήματα της καθημερινότητας μας. Τα δεδομένα που παράγονται από αισθητήρες δίνουν την δυνατότητα στο ιατρικό προσωπικό να αναγνωρίζει ταχύτερα ένα πιθανό πρόβλημα ή μια πιθανή μελλοντική κατάσταση κινδύνου για τον ασθενή με αποτέλεσμα την έγκαιρη ενημέρωση και πρόληψή. Παρεμβατικά και μη παρεμβατικά ιατρικά εργαλεία, όπως συσκευές ανάγνωσης θερμοκρασίας σώματος και συστήματα παρακολούθησης αιμοκάθαρσης, παρέχουν στους ασθενείς εξατομικευμένες πληροφορίες και βοήθεια.

Προκειμένου να διασφαλιστεί η ικανοποίηση των ασθενών η έξυπνη υγειονομική περίθαλψη έχει εξελιχθεί με την ανάπτυξη αλγορίθμων τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης (Machine Learning). Έτσι η ιατρική βιομηχανία είναι σε θέση να διαχειριστεί πληθώρα ιατρικών σημάτων από τον ίδιο χρήστη πραγματοποιώντας ευκολότερα την αναγνώριση ασθενειών [25].

2.1 IoT στην Υγειονομική Περίθαλψη



Εικόνα 2: Η πορεία του Διαδικτύου των Πραγμάτων [2].

Η εξέλιξη της ιατρικής έχει ως αποτέλεσμα να αυξηθεί το προσδόκιμο ζωής των ανθρώπων και να δοθούν σοβαρές λύσεις ακόμα και σε θεωρητικά ανίατες ασθένειες. Ωστόσο, όσο ο κλάδος της Ιατρικής εξελίσσεται οι ανάγκες των ασθενών ολοένα και μεγαλώνουν και έτσι ο ιατρικός κόσμος αντιμετωπίζει καινούργια και μεγαλύτερα προβλήματα συνεχώς. Την λύση έρχεται να δώσει η τεχνολογία σε συνεργασία με το IoT (Internet of Things). Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά την έξυπνη υγειονομική περίθαλψη, μπορεί να εφαρμοστεί σε όλα τα επίπεδα, ξεκινώντας από την παρακολούθηση της θερμοκρασίας των βρεφών ακόμη και μέχρι την παρακολούθηση ζωτικών σημείων στους ηλικιωμένους. Η παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο οδηγεί στην αποφυγή σοβαρών επιπλοκών εφόσον υπάρχει άμεση αντιμετώπιση σε περίπτωση έκτακτης ιατρικής ανάγκης αλλά και σε οικονομικό επίπεδο έχει σημειωθεί σημαντική μείωση δαπανών για περίθαλψη και θεραπείες [23].

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων που χρησιμοποιείται για ιατρικούς σκοπούς ονομάζεται Διαδίκτυο των Ιατρικών Πραγμάτων (IoMT) (Internet of Medical Things). Χαρακτηριστικό παράδειγμα IoMT αποτελούν τα έξυπνα νοσοκομειακά κρεβάτια, τα οποία μπορούν να ανιχνεύσουν την κίνηση ενός ασθενούς και να προσαρμόσουν αυτόματα το κρεβάτι στη σωστή γωνία και θέση.

2.2 Η Τεχνητή Νοημοσύνη στην Υγειονομική Περίθαλψη

Προκειμένου να επιτευχθεί η ικανοποίηση των αναγκών των ασθενών κρίνεται απαραίτητη η ανάπτυξη της ευφυούς υγειονομικής περίθαλψης, η οποία με την πάροδο του χρόνου έχει γνωρίσει σημαντική ανάπτυξη, αξιοποιώντας την τεχνητή νοημοσύνη και τη μηχανική μάθηση. Συγκεκριμένα, η ιατρική βιομηχανία είναι σε θέση να διαχειρίζεται με μεγαλύτερη ευκολία και ακρίβεια ένα ευρύτερο φάσμα ασθενειών και περιστατικών, παρέχοντας λύσεις, καθώς μέσω των εξελιγμένων τεχνολογιών μεταφέρει και επεξεργάζεται μεγαλύτερο όγκο δεδομένων.

Οι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης που χρησιμοποιούνται δίνουν τη δυνατότητα για αποδοτικότερη επεξεργασία και συλλογή δεδομένων καθώς και καλύτερη ανάλυσή τους. Επιπρόσθετα, μέσω των αλγορίθμων της τεχνητής νοημοσύνης οι ιατροί είναι σε θέση να ανιχνεύσουν πιο γρήγορα μία ασθένεια αλλά και να προβλέψουν πιθανές ασθένειες τις οποίες θα κληθούν να αντιμετωπίσουν στο μέλλον. Σύμφωνα με μελέτη η οποία πραγματοποιήθηκε στο Γενικό Νοσοκομείο της Μασαχουσέτης [26] διαπιστώθηκε ότι τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης είναι πιο αποδοτικά και ακριβή στο να αναλύουν μαστογραφίες και οποιαδήποτε καρκινική βλάβη από ότι οι ίδιοι ακτινολόγοι οι οποίοι ασχολούνται με το συγκεκριμένο αντικείμενο.

Όσον αφορά τα χειρουργεία υπάρχουν ρομπότ τα οποία είναι σε θέση να χειρουργούν με μεγαλύτερη ακρίβεια από ότι οι ίδιοι άνθρωποι χωρίς να χρησιμοποιούν καν αλγόριθμους τεχνητής νοημοσύνης. Η επέμβαση με τη χρήση ρομπότ απαιτεί περισσότερο χρόνο από ό,τι θα χρειαζόταν ένας εξειδικευμένος ιατρός για να την πραγματοποιήσει με παραδοσιακές μεθόδους, ωστόσο, τα αποτελέσματα είναι πιο ακριβή και ελαχιστοποιούν την πιθανότητα για οποιαδήποτε μορφή μόλυνσης. Στον τομέα της ιατροφαρμακευτικής περίθαλψης η τεχνητή νοημοσύνη έχει συμβάλει σε μεγάλο βαθμό και μέσω της ψηφιοποίησης των ιατρικών αρχείων οι γιατροί είναι σε θέση να λαμβάνουν ταχύτερες αποφάσεις και να κάνουν καλύτερες διαγνώσεις για τους ασθενείς παίρνοντας δεύτερη γνώμη από αντίστοιχους ειδικούς σε όλο τον κόσμο.

Κάποιες φορές, ωστόσο, παρατηρούνται προβλήματα που οφείλονται στο λογισμικό των αλγορίθμων της τεχνητής νοημοσύνης. Συγκεκριμένα, στον τομέα της ιατροφαρμακευτικής περίθαλψης, υπάρχουν μηχανήματα ακτινοθεραπείας που χρησιμοποιούνται για τη θεραπεία καρκινοπαθών. Λόγω λανθασμένου λογισμικού, αυτά τα μηχανήματα λειτουργούσαν σε πολύ μεγαλύτερη ένταση από αυτή που υποδείκνυαν οι γιατροί, με αποτέλεσμα τον θάνατο πολλών ασθενών. Σύμφωνα με μια μελέτη [26], στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, έχουν καταγραφεί 144 θάνατοι και 1.391 τραυματισμοί από λειτουργικά λάθη ρομπότ. Το θετικό όμως είναι ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των ρομποτικών επεμβάσεων κύλησαν ομαλά και τα ρομπότ φαίνεται να καθιστούν τελικά τις χειρουργικές επεμβάσεις περισσότερο και όχι λιγότερο ασφαλείς.

Η τεχνητή νοημοσύνη έχει τη δυνατότητα να προσφέρει λύσεις και να διευκολύνει το έργο της ιατρικής βιομηχανίας, αλλά μόνο εάν οι άνθρωποι που αναπτύσσουν τους αλγόριθμους τεχνητής νοημοσύνης είναι κατάλληλα εκπαιδευμένοι. Είναι σημαντικό να έχουμε επίγνωση των

σημαντικών και βασικών διαφορών μεταξύ των αλγορίθμων τεχνητής νοημοσύνης και του ανθρώπινου δυναμικού στον ιατρικό τομέα [52].

Ένας έμπειρος ιατρός, λόγω της πληθώρας περιστατικών ασθενών που έχει αντιμετωπίσει, είναι σε θέση να αναγνωρίζει συμπτώματα παρόμοιων περιπτώσεων και να προτείνει λύσεις με βάση αντίστοιχα περιστατικά που έχει αντιμετωπίσει στο παρελθόν. Η λεπτή διάκριση μεταξύ παρόμοιων περιστατικών μπορεί να είναι δύσκολη για τους αλγόριθμους τεχνητής νοημοσύνης παρόλο που μπορούν να αναλύσουν μεγάλα ποσά δεδομένων με ταχύτητα και ακρίβεια. Προς το παρόν οι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης δεν είναι σε θέση να αντιληφθούν τις μοναδικές ανάγκες κάθε ασθενούς, όπως μπορεί να κάνει ένας έμπειρος ιατρός.

Συμπεραίνουμε, επομένως, ότι είναι απαραίτητο να γίνουν εκτεταμένα πειράματα και διορθώσεις σε ρομπότ και αλγόριθμους τεχνητής νοημοσύνης, ώστε να φτάσουν στο επίπεδο διάγνωσης ενός έμπειρου ιατρού. Μόνο τότε θα μπορούν να παρέχουν την βέλτιστη λύση [41].



Εικόνα 3: Η Τεχνητή Νοημοσύνη στον χώρο της έξυπνης υγειονομικής περίθαλψης [3].

2.2.1 Η Μηχανική Μάθηση στον Κλάδο της Υγείας

Η μηχανική μάθηση είναι ένα πολύ σημαντικό εργαλείο με τεράστιες δυνατότητες. Έχει ήδη εφαρμοστεί σε ένα ευρύ φάσμα πεδίων για την αντιμετώπιση πολλών ζητημάτων, και σταδιακά εισάγεται στην ιατρική. Η μηχανική μάθηση έχει τη δυνατότητα να αναβαθμίσει σημαντικά τον τομέα της ιατρικής, αναπτύσσοντας νέες θεραπείες, προλαμβάνοντας ασθένειες και εξατομικεύοντας την ιατρική περίθαλψη.

Η εφαρμογή τεχνικών μηχανικής μάθησης στη ιατρική μπορεί να βοηθήσει στην ανίχνευση ιατρικών προβλημάτων, υποστηρίζοντας τον γιατρό στη λήψη αποφάσεων. Η επίδραση της μηχανικής μάθησης στη θεραπεία των ασθενών είναι σημαντική και αξιοσημείωτη. Σε ένα κέντρο υγειονομικής περίθαλψης μεγάλης κλίμακας, χιλιάδες ασθενείς λαμβάνουν θεραπεία από τους γιατρούς τους. Η συλλογή δεδομένων από αυτές τις περιπτώσεις μπορεί να βοηθήσει τους γιατρούς να μάθουν από τις εμπειρίες των συναδέλφων τους. Με βάση τις διαφορετικές παραμέτρους κάθε περίπτωσης, οι μηχανισμοί μηχανικής μάθησης μπορούν να βοηθήσουν τους γιατρούς να κάνουν ακριβέστερη διάγνωση και να χορηγήσουν την κατάλληλη αγωγή για κάθε ασθενή.

Μέχρι στιγμής, μιλήσαμε για το πώς οι τεχνικές μηχανικής μάθησης θα μπορούσαν να είναι χρήσιμες για τους ιατρούς, διευκολύνοντας το έργο τους. Ωστόσο, είναι επίσης εφικτό για ένα μοντέλο να αναγνωρίσει την κατάσταση του ασθενούς χωρίς ιατρική επίβλεψη, δηλαδή να κάνει διάγνωση. Υπάρχει όριο στο πόσους ασθενείς ένας ιατρός μπορεί να εξετάσει καθημερινά. Σε περιόδους υψηλού αριθμού νοσηλειών και επισκέψεων σε κέντρο υγείας, η υπερφόρτωση του ιατρού πιθανότατα θα έχει αρνητικές επιπτώσεις στους ασθενείς. Για παράδειγμα, με τη χρήση μηχανικής μάθησης μπορεί να δημιουργηθεί εφαρμογή στο κινητό η οποία, αφού φωτογραφίσει ένα εξάνθημα ενός ασθενή, θα είναι σε θέση να παρέχει πιθανή διάγνωση για την αντιμετώπισή του. Αυτό θα μπορούσε να γλιτώσει έναν ασθενή από ένα άσκοπο ραντεβού με τον θεράποντα ιατρό του, απελευθερώνοντας χρόνο για κάποιον ασθενή με σημαντικότερο πρόβλημα [47].

Φυσικά, αν ο χρήστης μιας τέτοιας εφαρμογής χρειάζεται ραντεβού με γιατρό, η εφαρμογή θα μπορούσε να συστήσει γιατρούς και να κλείσει το ραντεβού. Σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε πανεπιστήμιο του Ηνωμένου Βασιλείου [28], ένα σύστημα τεχνητής νοημοσύνης προέβλεψε 400 περισσότερα περιστατικά καρδιακών και εγκεφαλικών επεισοδίων. Παρά τα εντυπωσιακά αποτελέσματα, δεν είμαστε σε θέση να βασιζόμαστε αποκλειστικά σε μοντέλα μηχανικής μάθησης, καθώς υπάρχουν αρκετά εμπόδια και προκλήσεις.



Εικόνα 4: Η Μηχανική Μάθηση στον χώρο της έξυπνης υγειονομικής περίθαλψης [4]

2.2.2 Μηχανική μάθηση και Ιατρική απεικόνιση

Η Ιατρική Απεικόνιση ή στα αγγλικά “Medical Imaging”, έχει ως στόχο την απεικόνιση του εσωτερικού ενός σώματος για κλινική ανάλυση.

Γνωστές τεχνικές είναι οι ακόλουθες:

- Ακτινογραφία – Radiography
- Μαγνητικός τομογράφος – Magnetic Resonance Imaging (MRI)
- Υπέρηχος – Ultrasound
- Ενδοσκόπηση – Endoscopy
- Τομογραφία Εκπομπής Ποζιτρονίων – Positron Emission Tomography (PET).

Τα αποτελέσματα των πιο πάνω τεχνικών μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκπαίδευση ενός μοντέλου μηχανικής μάθησης. Έπειτα, γίνεται έλεγχος της απόδοσης του μοντέλου με νέες εικόνες, ενώ εκπαιδεύεται σταδιακά με τα νέα δεδομένα. Συχνά, όταν τα δεδομένα που έχουμε είναι ένα σύνολο από εικόνες, χρησιμοποιείται η τεχνική των Συνελικτικών Νευρωνικών Δικτύων (Convolutional Neural Networks). Τα Νευρωνικά Δίκτυα προσπαθούν να προσομοιώσουν τη λειτουργία ενός νευρώνα, είναι αρκετά γνωστά και αποτελούν τη βάση των αλγορίθμων βαθιάς μάθησης (Deep Learning) [50].

Τα Συνελκτικά Νευρωνικά Δίκτυα χρησιμοποιούνται για αναγνώριση αντικειμένων (object detection), ταξινόμηση εικόνων (image classification) και άλλα προβλήματα της υπολογιστικής όρασης (Computer Vision). Η χρήση της βαθιάς μάθησης σε δεδομένα ιατρικής απεικόνισης σκοπεύει στην εύκολη αναγνώριση ανωμαλιών αλλά και εντοπισμού πιθανών κακοηθειών, όπου θα ήταν αρκετά δύσκολο για τον γιατρό να τις εντοπίσει.

Με το πέρασμα του χρόνου, ο ρόλος των γιατρών φαίνεται να αλλάζει. Πιο συγκεκριμένα, ο γιατρός ήταν υπεύθυνος για τη φροντίδα του ασθενή και για την απόδοση λύσης στο πρόβλημά του. Ωστόσο, με την εξέλιξη της τεχνολογίας, ο γιατρός έχει πλέον ρόλο καθοδηγητή, αφού ελέγχει τους αλγόριθμους τεχνητής νοημοσύνης και καλείται να εκπαιδευτεί ώστε να μπορεί να χρησιμοποιεί τις νέες αυτές τεχνολογίες.

Στόχος είναι να δημιουργηθεί ένα νέο έξυπνο οικοσύστημα υγείας, το οποίο με τη βοήθεια αλγορίθμων τεχνητής νοημοσύνης, οι οποίοι συλλέγουν και επεξεργάζονται δεδομένα με τη χρήση αισθητήρων που βρίσκονται στο σώμα των χρηστών, θα έχει τη δυνατότητα να προσφέρει έγκαιρες λύσεις στον τομέα της φροντίδας της υγείας [42].

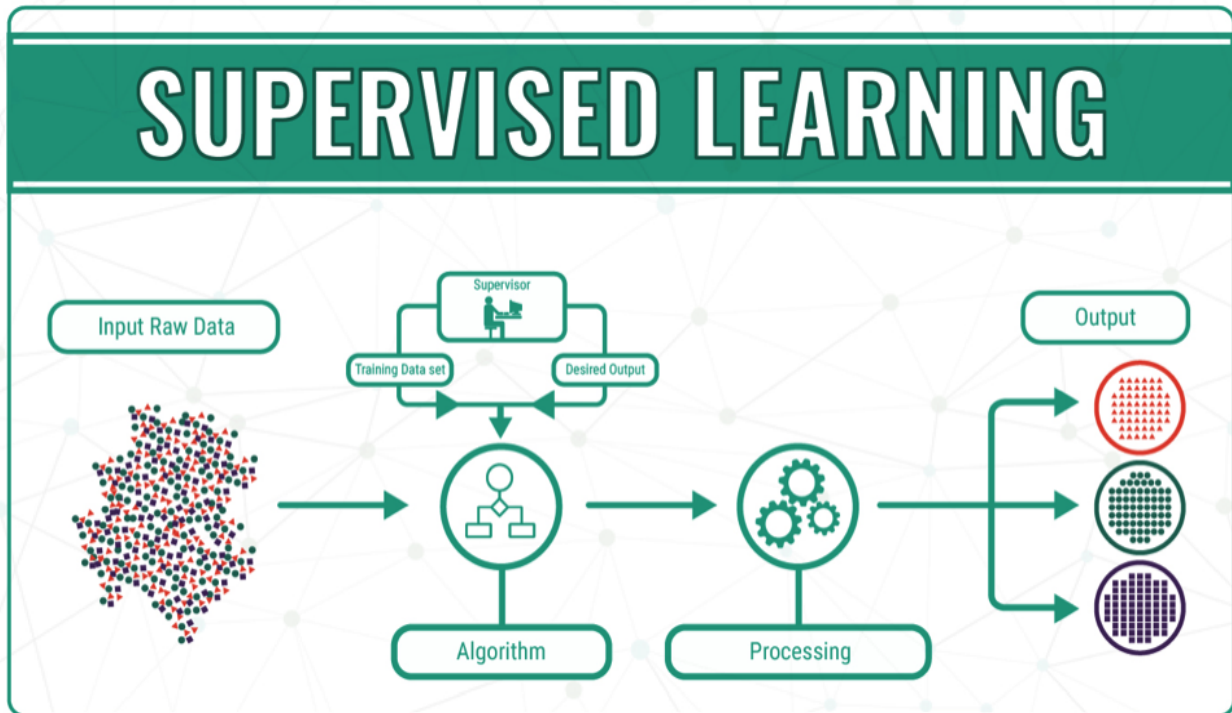
2.2.3 Επιβλεπόμενη Μηχανική Μάθηση

Η επιβλεπόμενη μηχανική μάθηση είναι μια από τις πιο επιτυχημένες κατηγορίες μηχανικής μάθησης, καθώς έχει τη δυνατότητα να εκπαιδεύει τον εαυτό της με σκοπό να προβλέψει το κατάλληλο αποτέλεσμα. Πιο συγκεκριμένα, η επιβλεπόμενη μηχανική μάθηση χρησιμοποιεί έναν αλγόριθμο που μαθαίνει από ένα σύνολο δεδομένων εκπαίδευσης, το οποίο αποτελείται από παραδείγματα δεδομένων εισόδου και τις αντίστοιχες σωστές εξόδους. Ο αλγόριθμος χρησιμοποιεί αυτά τα δεδομένα για να δημιουργήσει ένα μοντέλο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη της εξόδου για νέα δεδομένα εισόδου.

Η επιβλεπόμενη μηχανική μάθηση χρησιμοποιείται για την επίλυση δύο βασικών προβλημάτων: του προβλήματος της παλινδρόμησης και του προβλήματος της κατηγοριοποίησης.

- Η Γραμμική Παλινδρόμηση (Linear Regression), χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη μιας συνεχούς εξόδου.
- Η Λογιστική Παλινδρόμηση (Logistic Regression), χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη μιας δυαδικής εξόδου.
- Τα Δέντρα Απόφασης (Decision Tree), χρησιμοποιούν μια σειρά κανόνων για την κατηγοριοποίηση των δεδομένων.
- Οι Μηχανές Διανυσμάτων Στήριξης (Support Vector Machine - SVMs), χρησιμοποιούν μια γραμμική συνάρτηση για τη χωροθέτηση των δεδομένων σε δύο κατηγορίες.
- Αλγόριθμος Naive Bayes: χρησιμοποιεί τη θεωρία πιθανοτήτων για την κατηγοριοποίηση των δεδομένων.

- Ο k Πλησιέστεροι Γείτονες (k Nearest Neighbors - k NN), χρησιμοποιεί τα k πιο κοντινά δεδομένα εκπαίδευσης για την πρόβλεψη της εξόδου για ένα νέο δεδομένο εισόδου.
- Τα Τυχαία Δάση (Random Forests), είναι μια συλλογή από δέντρα απόφασης που χρησιμοποιούνται για την πρόβλεψη της εξόδου για ένα νέο δεδομένο εισόδου [49].



Εικόνα 5: Η Λειτουργία της Επιβλεπόμενης Μάθησης [5].

Παραδείγματα Επιβλεπόμενης μηχανικής μάθησης στον τομέα της υγείας:

- Σε ένα ιατρικό κέντρο στο Πεκίνο της Κίνας [32] χρησιμοποιούν δεδομένα για την διάγνωση γλαυκώματος βάση ενός μοντέλου βαθιάς μηχανικής μάθησης. Αυτά τα δεδομένα ουσιαστικά είναι 4000 φωτογραφίες αμφιβληστροειδούς που τις πήραν από 1.500 ασθενείς, οι οποίοι είχαν προβλήματα με την όραση τους. Η βάση δεδομένων έχει 1600 φωτογραφίες με γλαύκωμα, ενώ στις υπόλοιπες 2.400 όχι.
- Εφαρμογή μηχανικής μάθησης η οποία προβλέπει τα αποτελέσματα της διανοητικής εξέτασης της νόσου Αλτσχάιμερ, η οποία βασίζεται στην ενεργοποίηση κάποιων σημείων του εγκεφάλου όταν προβάλλονται εικόνες.
- Επίσης υπάρχει εφαρμογή η οποία λαμβάνει πληροφορίες του αμφιβληστροειδούς με σκοπό την ανίχνευση του καταρράκτη. Ο οφθαλμίατρος ταξινομεί τις εικόνες του θόλου, και τα δεδομένα διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: η πρώτη έχει 70% τυχαία επιλεγμένα

δεδομένα για την εκπαίδευση του αλγόριθμου και το υπόλοιπο 30% χρησιμοποιείται για να αξιολογηθεί η απόδοση του.

Ως συμπέρασμα, είναι επιτακτική ανάγκη για παροχή βελτιωμένων υπηρεσιών και συνθηκών υγείας και η έγκαιρη και απομακρυσμένη διάγνωση αλλά και παρακολούθηση των ασθενών είναι μερικά από τα σημαντικά επιτεύγματα της έξυπνης υγειονομικής περίθαλψης, με την βοήθεια της των τεχνολογιών IoT, Τεχνητής Νοημοσύνης και Μηχανικής Μάθησης.

2.3 Η Λειτουργία των Τεχνολογιών IoT & A.I στην Υγειονομική Περίθαλψη

Η υγειονομική περίθαλψη έχει εξελιχθεί σε πέντε γενιές, από την παραδοσιακή φροντίδα με βότανα και φυσικές ουσίες μέχρι την εξατομικευμένη φροντίδα με τεχνητή νοημοσύνη. Κάθε γενιά έχει χαρακτηριστεί από νέες τεχνολογίες και πρακτικές που έχουν βελτιώσει την ποιότητα και την αποτελεσματικότητα της υγειονομικής περίθαλψης.

2.3.1 Μετασχηματισμός Της Τεχνολογίας Υγειονομικής Περίθαλψης

- **Healthcare 1.0**

Η Υγειονομική περίθαλψη ξεκινάει την ιστορία της με το healthcare 1.0, μια πρακτική που βασίστηκε στη γνώση και την εμπειρία των γιατρών που είχαν εκπαιδευτεί σε παραδοσιακές μεθόδους. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, οι γιατροί χρησιμοποιούσαν φάρμακα που είχαν ως βάση φυσικές ουσίες όπως τα βότανα, με σκοπό την ανακούφιση των συμπτωμάτων και τη βελτίωση της υγείας των ασθενών.

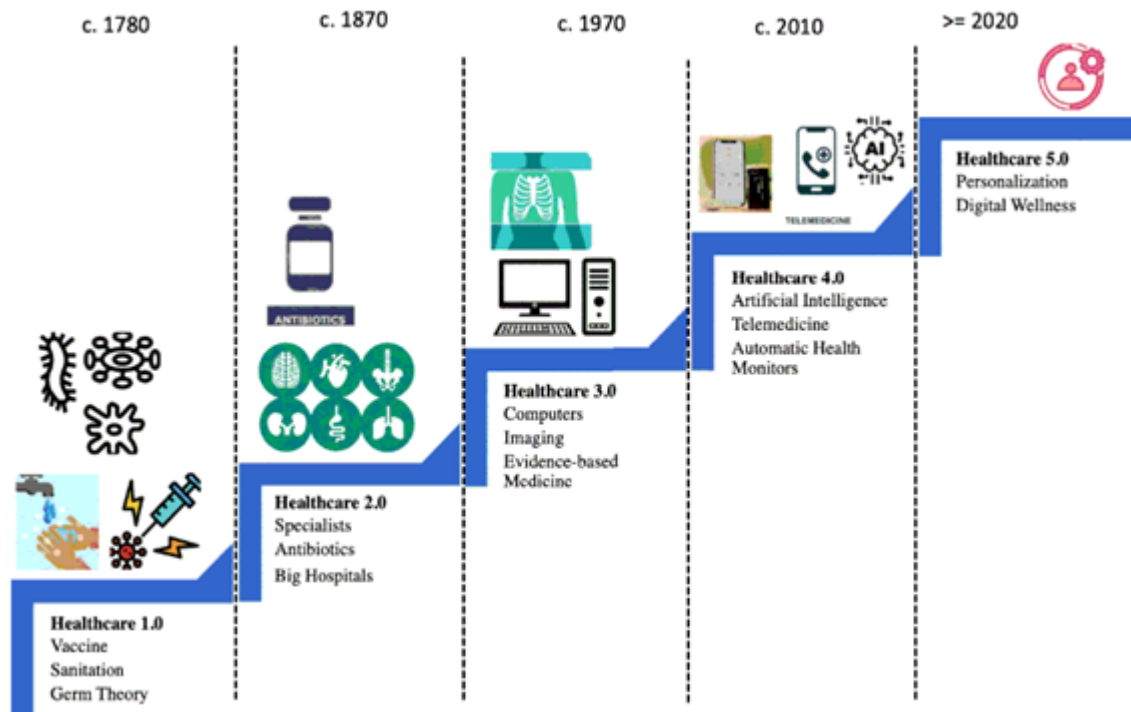
- **Healthcare 2.0**

Η ανακάλυψη των αντιβιοτικών και των ακτίνων Χ στις αρχές του 20ού αιώνα σηματοδότησε μια σημαντική πρόοδο στην ιατρική. Αυτές οι εξελίξεις επέτρεψαν τη διάγνωση και τη θεραπεία ασθενειών που ήταν προηγουμένως θανατηφόρες, οδηγώντας στη δημιουργία μεγάλων νοσοκομείων για διαγνωστικούς σκοπούς. Η εξειδίκευση της ιατρικής σε αυτόν τον τομέα, που ονομάζεται "healthcare 2.0", επέτρεψε την παροχή αποτελεσματικής υγειονομικής περίθαλψης σε μεγάλο αριθμό ασθενών

- **Healthcare 3.0**

Η τεκμηριωμένη ιατρική, η ανάπτυξη ρομπότ για χειρουργικές επεμβάσεις, η εξέλιξη της αναγνώρισης εικόνας και η χρήση χειρουργικής πλοήγησης οδήγησαν στην ανάπτυξη του Medicine 3.0, το οποίο χαρακτηρίζεται από τη χρήση προηγμένων τεχνολογιών για τη βελτίωση της ποιότητας της υγειονομικής περίθαλψης. Το Medicine 3.0 αποτέλεσε τη βάση

για το Healthcare 3.0, το οποίο είναι μια πιο ολοκληρωμένη προσέγγιση στην υγειονομική περίθαλψη που περιλαμβάνει τη συνεργασία διαφορετικών επαγγελματιών υγείας και την αξιοποίηση δεδομένων και τεχνολογιών για τη βελτίωση της φροντίδας των ασθενών.



Εικόνα 6: Πορεία του Healthcare [6]

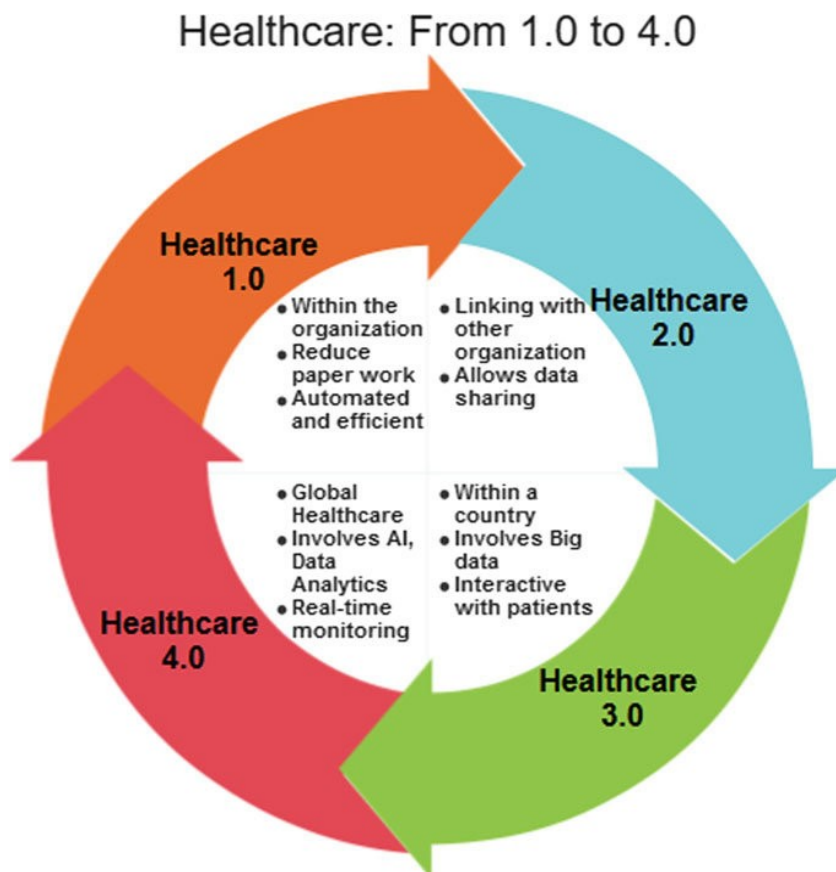
• Healthcare 4.0

Με τις εξελίξεις στα πληροφοριακά συστήματα και τις τεχνολογίες, η τέταρτη επανάσταση στην υγειονομική περίθαλψη, γνωστή και ως Healthcare 4.0, έχει αρχίσει να αλλάζει τον τρόπο με τον οποίο παρέχεται η υγειονομική περίθαλψη. Η Healthcare 4.0 βασίζεται σε τεχνολογίες αιχμής, όπως οι έξυπνες συσκευές μικροηλεκτρονικής, η γρήγορη μετάδοση και οι τεχνολογίες δικτύου, για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής και την παροχή βελτιωμένων υπηρεσιών υγειονομικής περίθαλψης. Ένα παράδειγμα του Healthcare 4.0 είναι η εξατομικευμένη θεραπεία, η οποία χρησιμοποιεί τεχνητή νοημοσύνη και μηχανική μάθηση για τη δημιουργία φαρμάκων και θεραπειών που είναι προσαρμοσμένες στις συγκεκριμένες ανάγκες του κάθε ασθενούς.

Ειδικότερα, τα έξυπνα κινητά τηλέφωνα με ενσωματωμένους αισθητήρες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη παρακολούθηση της υγείας του ασθενούς, όπως η αρτηριακή πίεση, η καρδιακή συχνότητα και η ποιότητα του ύπνου. Αυτά τα δεδομένα μπορούν στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν για τη διάγνωση ασθενειών, την παρακολούθηση της αποτελεσματικότητας της θεραπείας και την παροχή προληπτικών συμβουλών στους ασθενείς.

Ωστόσο, οι συσκευές IoT με τεχνητή νοημοσύνη δεν μπορούν να θεωρηθούν ως ολοκληρωμένη λύση στους περιορισμούς (επεκτασιμότητα, ασφάλεια, απόρρητο, και αξιοπιστία) στα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης τέταρτης γενιάς. Οι ακόλουθες σημαντικές προκλήσεις στο επίπεδο επικοινωνίας παραμένουν:

- Αδιάλειπτος ρυθμός μετάδοσης δεδομένων με ελάχιστη ή καθόλου απώλεια δεδομένων
- Οικονομικά αποδοτική
- Άμεση ανάκτηση δεδομένων
- Επικοινωνία μηχανής προς μηχανή (M2M) ή συσκευής προς συσκευή (D2D)



Εικόνα 7: Healthcare και η εξέλιξη του [7]

• Healthcare 5.0

Το Medicine 5.0, το οποίο είναι επίσης γνωστό ως Healthcare 5.0, είναι μια νέα προσέγγιση στην υγειονομική περίθαλψη που βασίζεται στην τεχνολογία για την παροχή εξατομικευμένης και αποτελεσματικής φροντίδας. Η εμφάνιση προηγμένων τεχνολογιών επικοινωνίας, όπως το 5G, έχει επιλύσει τις μεγάλες προκλήσεις στο επίπεδο επικοινωνίας που οδήγησαν στη

σύνδεση και την ολοκλήρωση των συστημάτων υγείας. Το 5G είναι μια κρίσιμη τεχνολογία για το Medicine 5.0, καθώς επιτρέπει την ταχύτερη και πιο αξιόπιστη μεταφορά δεδομένων. Αυτό είναι σημαντικό για την εξατομίκευση της υγειονομικής περίθαλψης, καθώς απαιτεί την πρόσβαση σε μεγάλο όγκο δεδομένων για κάθε ασθενή.

Για παράδειγμα, το 5G μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μετάδοση δεδομένων από αισθητήρες που φορούν οι ασθενείς, τα οποία μπορούν στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση της υγείας τους και την έγκαιρη ανίχνευση προβλημάτων. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε βελτιωμένη πρόγνωση και αποτελεσματική θεραπεία. [48].

2.3.2 Βασικές Προϋποθέσεις Λειτουργίας Των Εφαρμογών Υγειονομικής Περίθαλψης

Η ανάπτυξη της τεχνολογίας, η οποία έχει οδηγήσει στη δημιουργία νέων τεχνολογιών παρακολούθησης, έχει ως αποτέλεσμα την βελτίωση της απομακρυσμένης παρακολούθησης των υπηρεσιών υγειονομικής περίθαλψης η οποία έχει ως στόχο την έγκαιρη ανίχνευση και πρόληψη οποιονδήποτε προβλημάτων υγείας των ασθενών. Οι συσκευές απομακρυσμένης παρακολούθησης δεν εξαρτώνται η μία από την άλλη επειδή έχουν σχεδιαστεί για να λειτουργούν ανεξάρτητα, προκειμένου να παρέχουν μια ολοκληρωμένη εικόνα της υγείας του ασθενούς. Για παράδειγμα, μια συσκευή μπορεί να παρακολουθεί τους καρδιακούς παλμούς ενός ασθενούς, ενώ μια άλλη μπορεί να παρακολουθεί τα επίπεδα σακχάρου στο αίμα του [22].

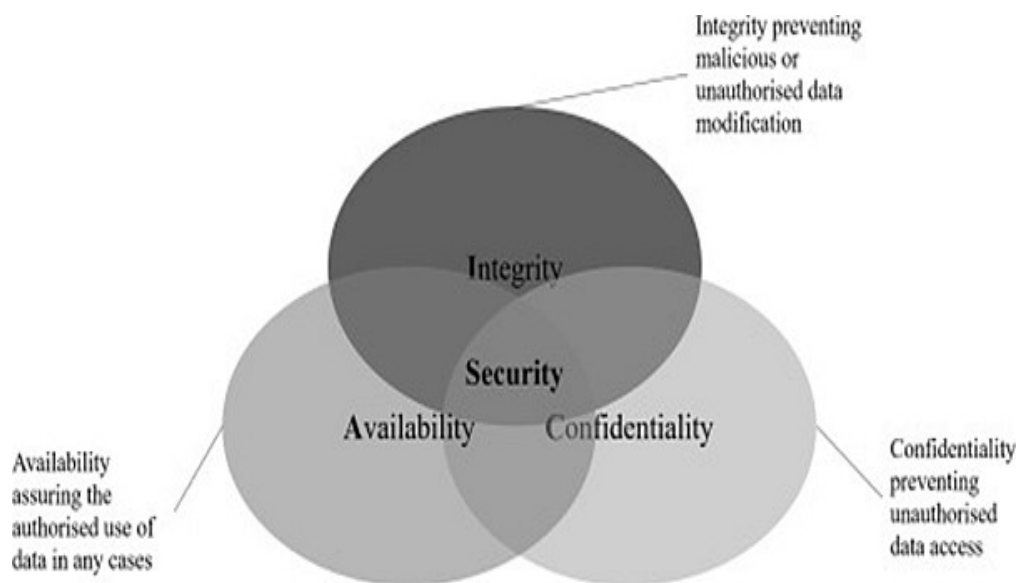
Στόχος κάθε τεχνολογικής εφαρμογής που σχετίζεται με την υγειονομική περίθαλψη είναι να μπορεί απομακρυσμένα να πραγματοποιεί έλεγχο των συμπτωμάτων των ασθενών αλλά και οποιασδήποτε κατάστασης σχετικής με την υγεία τους. Βασική προϋπόθεση αποτελεί οι εφαρμογές αυτές να είναι αξιόπιστες, ανθεκτικές και να παρέχουν εξατομικευμένες υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης σε πραγματικό χρόνο.

Η διαθεσιμότητα και η ακεραιότητα στις εφαρμογές της υγειονομικής περίθαλψης είναι η ικανότητά τους να λειτουργούν σύμφωνα με τις απαιτούμενες προδιαγραφές όποτε τις χρειάζονται οι χρήστες. Όταν οι υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης λειτουργούν σύμφωνα με τις προδιαγραφές, αποφεύγουμε σοβαρές αρνητικές συνέπειες, συμπεριλαμβανομένης της απειλής για την ανθρώπινη ζωή. Για να επιτευχθεί αυτό, υπάρχουν αρκετοί έλεγχοι, όπως έλεγχος της μπαταρίας, της μνήμης και της υπολογιστικής ισχύος. Αυτοί οι παράγοντες μπορούν να βελτιώσουν την αξιοπιστία των υπηρεσιών μας, επιλύοντας πολλά προβλήματα. Με τον όρο ακεραιότητα εννοούμε τη δυνατότητα των εφαρμογών της Υγειονομικής περίθαλψης να μπορούν να διασφαλίσουν την ομαλή λειτουργία τους απέναντι σε δυσμενείς συνθήκες. Για να επιτευχθεί αυτό χρειάζεται οι εφαρμογές να εντοπίσουν οποιοδήποτε σφάλμα μπορεί να διαταράξει ή να δυσκολέψει την σωστή λειτουργία τους.

Επιπλέον, η ανάγκη για εμπιστευτικότητα στις ιατρικές εφαρμογές είναι εξαιρετικά σημαντική. Οι ιατρικές εφαρμογές συλλέγουν συχνά ευαίσθητα δεδομένα υγείας από τους χρήστες, όπως το ιατρικό ιστορικό τους, τα συμπτώματά τους, τα φάρμακα που λαμβάνουν και τις αποτελεσματικότητά τους, καθώς και άλλες προσωπικές πληροφορίες. Εάν αυτά τα δεδομένα δεν προστατευθούν σωστά, θα μπορούσαν να πέσουν στα λάθος χέρια και να χρησιμοποιηθούν για

διάφορους κακόβουλους σκοπούς. Επιπλέον, η παραβίαση της εμπιστευτικότητας των ιατρικών δεδομένων μπορεί να βλάψει την εμπιστοσύνη μεταξύ των ασθενών και των επαγγελματιών υγείας, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε καθυστερήσεις στην αναζήτηση ιατρικής περίθαλψης και σε χειρότερη έκβαση της υγείας.

Τέλος, οι εξατομικευμένες υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης εστιάζουν σε συγκεκριμένες καταστάσεις υγείας και συνθήκες. Ωστόσο, αυτό δεν είναι πάντα λειτουργικό, καθώς οι ασθενείς συχνά αντιμετωπίζουν πολλαπλές παθήσεις. Επομένως, η εξατομίκευση θα πρέπει ταυτόχρονα να παρέχει δυνατότητες για την αντιμετώπιση πολλαπλών παθήσεων και καταστάσεων υγείας [32].



Εικόνα 8: Διαθεσιμότητα, Ακεραιότητα & Εμπιστευτικότητα των εφαρμογών [8]

• Εξατομικευμένη Υγειονομική Περίθαλψη

Η εξατομικευμένη υγειονομική περίθαλψη είναι μια προσέγγιση που προσαρμόζει την ιατρική περίθαλψη στις ανάγκες κάθε ασθενή. Αυτό μπορεί να γίνει με βάση τα γενετικά, κληρονομικά και περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά του ασθενούς, καθώς και τον τρόπο ζωής του.

Η εξατομικευμένη υγειονομική περίθαλψη μπορεί να βελτιώσει την υγεία του ασθενή με διάφορους τρόπους. Για παράδειγμα, μπορεί να βοηθήσει τους γιατρούς να διαγνώσουν και να θεραπεύσουν πιο αποτελεσματικά τις ασθένειες, να προλάβουν την εμφάνιση ασθενειών και να βελτιώσουν την ποιότητα ζωής των ασθενών. Ωστόσο, η εξατομικευμένη υγειονομική περίθαλψη δεν είναι ακόμη σε θέση να εξατομικεύσει πλήρως την υγεία του ασθενή. Αυτό συμβαίνει επειδή οι διαφορετικές καταστάσεις υγείας μπορεί να αλληλοεπιδρούν με βιολογικούς παράγοντες που δεν είναι ακόμη πλήρως κατανοητοί.

Συμπερασματικά, η εξατομικευμένη υγειονομική περίθαλψη είναι μια πολλά υποσχόμενη προσέγγιση που έχει τη δυνατότητα να βελτιώσει σημαντικά την υγεία των ασθενών. Ωστόσο,

υπάρχουν ακόμα ορισμένα εμπόδια που πρέπει να ξεπεραστούν πριν μπορέσει να επιτευχθεί πλήρης εξατομίκευση της υγειονομικής περίθαλψης.

Η εξατομικευμένη υγειονομική περίθαλψη είναι μία ολοκληρωμένη υπηρεσία υγειονομικής περίθαλψης (Comprehensive Personalized Healthcare Services - CPHS) που παρέχει βελτιστοποίηση με βάση την αξιολόγηση των πολλαπλών παθήσεων υγείας ενός ασθενούς. Έτσι, επιτυγχάνεται η βελτίωση της μακροπρόθεσμης υγείας ενός ασθενούς μειώνοντας τις επιπτώσεις διαφορετικών συνθηκών, όπως για παράδειγμα η καρδιακή του κατάσταση, το επίπεδο της αρτηριακής του πίεσης ή της ινσουλίνης, λαμβάνοντας υπόψη και τη σχέση μεταξύ αυτών των καθοριστικών παραγόντων. Η υγειονομική περίθαλψη 5.0 επιτρέπει την παροχή μιας εξατομικευμένης και ολοκληρωμένης υπηρεσίας υγειονομικής περίθαλψης για τους ασθενείς. Οι βασικές απαιτήσεις της CPHS είναι οι εξής:

- **Απαιτήσεις αξιοπιστίας για ιατρικά δεδομένα**

- **Εμπιστευτικότητα:** Η εμπιστευτικότητα των ιατρικών δεδομένων είναι ζωτικής σημασίας για την προστασία της ιδιωτικής ζωής των ασθενών. Τα δεδομένα αυτά πρέπει να είναι διαθέσιμα μόνο σε εξουσιοδοτημένους χρήστες, όπως γιατρούς, νοσηλευτές και άλλους επαγγελματίες υγείας.
- **Ακεραιότητα:** Τα ιατρικά δεδομένα πρέπει να είναι ακριβή και πλήρη για να διασφαλιστεί η σωστή διάγνωση και θεραπεία των ασθενών. Τα δεδομένα πρέπει να προστατεύονται από αλλαγές ή διαγραφές που θα μπορούσαν να επηρεάσουν την ακρίβειά τους.
- **Διαθεσιμότητα:** Τα ιατρικά δεδομένα πρέπει να είναι διαθέσιμα όταν χρειάζονται. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να είναι αποθηκευμένα σε ασφαλή και προσβάσιμο μέρος.
- **Απόρρητο:** Τα ιατρικά δεδομένα πρέπει να προστατεύονται από μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση ή κοινοποίηση. Οι πολιτικές απορρήτου πρέπει να εφαρμόζονται αυστηρά για να διασφαλιστεί ότι τα δεδομένα δεν θα αποκαλυφθούν χωρίς τη συγκατάθεση του ασθενούς.
- **Ανανέωση δεδομένων:** Τα ιατρικά δεδομένα πρέπει να ενημερώνονται τακτικά για να διασφαλιστεί ότι είναι ακριβή και ενημερωμένα. Αυτό είναι σημαντικό για να διασφαλιστεί ότι οι επαγγελματίες υγείας έχουν πρόσβαση στις πιο πρόσφατες πληροφορίες για την υγεία του ασθενούς.
- **Ασφάλεια:** Η ασφάλεια των ιατρικών δεδομένων είναι απαραίτητη για την προστασία των ασθενών από απώλεια, κλοπή ή κακή χρήση. Τα δεδομένα πρέπει να προστατεύονται από φυσικές και ψηφιακές απειλές.

- **Απαιτήσεις προστασίας και ανθεκτικότητας:**

- **Αυτοθεραπεία:** Η διαδικασία στην οποία εντοπίζεται έγκαιρα οποιαδήποτε αποτυχία ιατρικής συσκευής και το σύστημα είναι σε θέση να ανακτήσει το λογισμικό και το υλικό χωρίς να χαθούν δεδομένα.
- **Αυτο-βελτιστοποίηση:** Η διαδικασία στην οποία το σύστημα βελτιώνει την ποιότητα των υπηρεσιών του και βελτιστοποιεί την απόδοση του με την πάροδο του χρόνου.
- **Αυτοπροστασία:** Το σύστημα προστατεύεται από επιβλαβείς επιθέσεις δημιουργώντας συναγερμούς σε οποιαδήποτε περίπτωση αποτυχημένου ή υπόπτου συμβάντος.
- **Αυτοδιαμόρφωση:** Το σύστημα έχει τη δυνατότητα να διαμορφώνεται και να ενσωματώνεται αυτόματα με σκοπό την εξάλειψη λαθών του συστήματος.
- **Ασφάλεια:** Η ασφάλεια οποιουδήποτε ασθενούς και εμπλεκόμενου εξαρτήματος στον κυβερνοχώρο, συμπεριλαμβανομένης της προστασίας από κακόβουλο λογισμικό, επιθέσεις άρνησης παροχής υπηρεσιών και άλλες απειλές.
- **Εξατομικευμένες απαιτήσεις:** Οι συγκεκριμένες απαιτήσεις που εξατομικεύονται για κάθε ασθενή και αποτελούν παράγοντα απόκρισης στην κατάσταση της υγείας του. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει παράγοντες όπως η ηλικία, το φύλο, το ιατρικό ιστορικό και η τρέχουσες συνθήκες υγείας του ασθενούς.
- **Βαθιά ανάλυση:** Η διαδικασία ανάλυσης διαφορετικών πτυχών της κατάστασης υγείας ενός ασθενούς, συμπεριλαμβανομένων μηχανικών και βιολογικών διεργασιών, για να κατανοηθεί καλύτερα η κατάσταση του ασθενούς. Για παράδειγμα, ένας ασθενής με ισχυρό ανοσοποιητικό σύστημα μπορεί να ανακάμψει πιο γρήγορα από μια ασθένεια από έναν ασθενή με ασθενές ανοσοποιητικό σύστημα. Επιπλέον, ένας ασθενής με διαφορετικό τύπο ανοσοποιητικού συστήματος μπορεί να ανταποκριθεί διαφορετικά στην ίδια θεραπεία. Άλλο ένα παράδειγμα είναι αυτό των ιατρικών συσκευών που χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση ασθενών. Οι ιατρικές συσκευές έχουν διάφορα χαρακτηριστικά, όπως ακρίβεια, ευαισθησία και εύρος. Αυτά τα χαρακτηριστικά μπορεί να διαφέρουν σε διαφορετικά επίπεδα για διαφορετικές ιατρικές συσκευές.

2.3.3 Αρχιτεκτονική Αναφοράς για Συστήματα Υγειονομικής Περίθαλψης Βασισμένα σε IoT

Το διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) είναι ένα δίκτυο που συνδέει μεταξύ τους αντικείμενα που είναι εξοπλισμένα με αισθητήρες και λογισμικό και έχουν δυνατότητα σύνδεσης στο διαδίκτυο. Αυτά τα αντικείμενα, τα οποία ονομάζονται συσκευές IoT, μπορούν να συλλέγουν και να μεταδίδουν δεδομένα από τον πραγματικό κόσμο σε υπολογιστές και εφαρμογές.

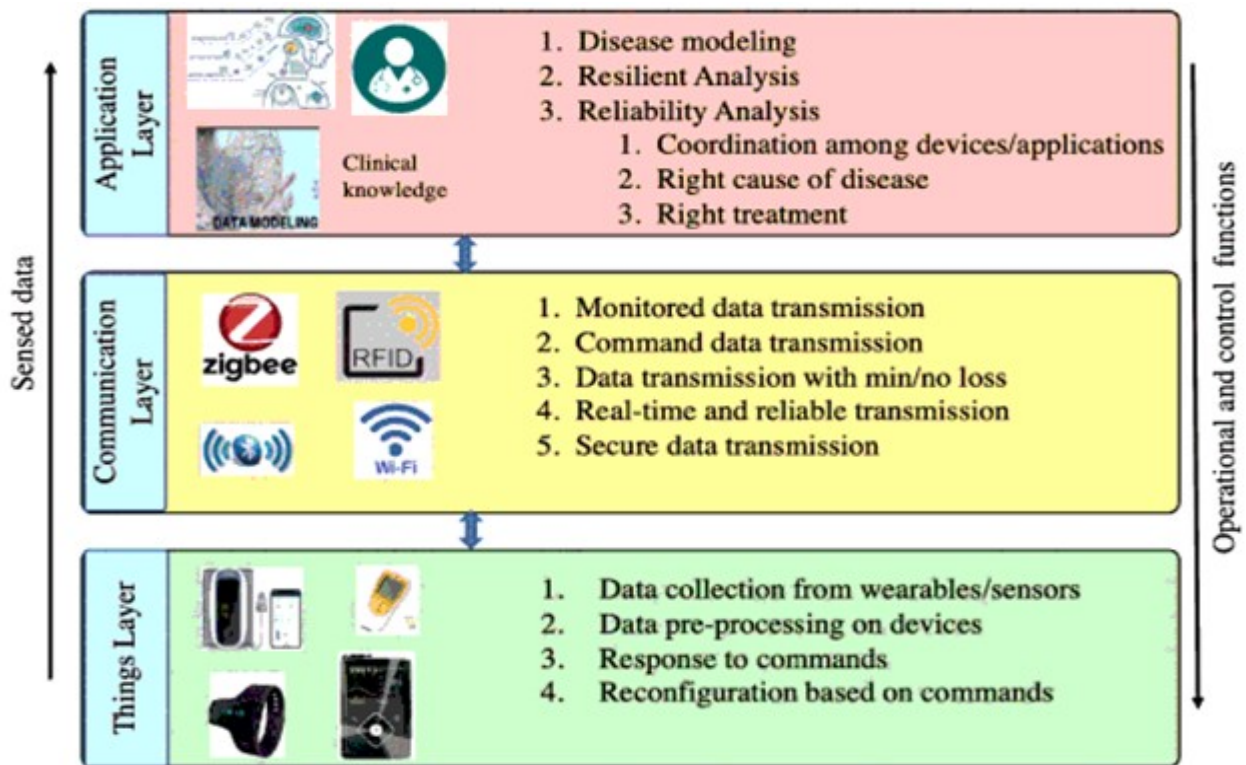
Οι συσκευές IoT πρέπει να διαθέτουν τις ακόλουθες τρεις βασικές ιδιότητες:

- **Ικανότητα ανίχνευσης:** Οι συσκευές IoT πρέπει να είναι σε θέση να ανιχνεύουν δεδομένα από τον πραγματικό κόσμο. Για παράδειγμα, μια συσκευή IoT που παρακολουθεί την υγεία ενός ατόμου μπορεί να ανιχνεύσει δεδομένα όπως η θερμοκρασία του σώματος, ο καρδιακός ρυθμός και η αρτηριακή πίεση.
- **Δυνατότητα μετάδοσης:** Οι συσκευές IoT πρέπει να είναι σε θέση να μεταδίδουν δεδομένα σε υπολογιστές και εφαρμογές. Αυτό μπορεί να γίνει μέσω ασύρματων δικτύων, όπως το Wi-Fi ή το Bluetooth, ή μέσω δικτύων κινητής τηλεφωνίας.
- **Δυνατότητα επεξεργασίας:** Οι συσκευές IoT μπορούν να επεξεργαστούν δεδομένα τοπικά ή να τα στείλουν σε υπολογιστές για περαιτέρω επεξεργασία. Η επεξεργασία δεδομένων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βελτιώσει την ποιότητα των δεδομένων ή να οδηγήσει σε αυτοματοποιημένες ενέργειες.

Η αρχιτεκτονική HIoT αποτελείται από τρία επίπεδα: **το επίπεδο των πραγμάτων, το επίπεδο επικοινωνίας** και **το επίπεδο εφαρμογής**. Το επίπεδο των πραγμάτων αποτελείται από τα φυσικά αντικείμενα που είναι συνδεδεμένα στο διαδίκτυο. Το επίπεδο επικοινωνίας είναι υπεύθυνο για τη μεταφορά δεδομένων και το επίπεδο εφαρμογής είναι υπεύθυνο για την επεξεργασία και την ανάλυση των δεδομένων.

2.3.4 Το Επίπεδο Των Πραγμάτων Στο HIoT

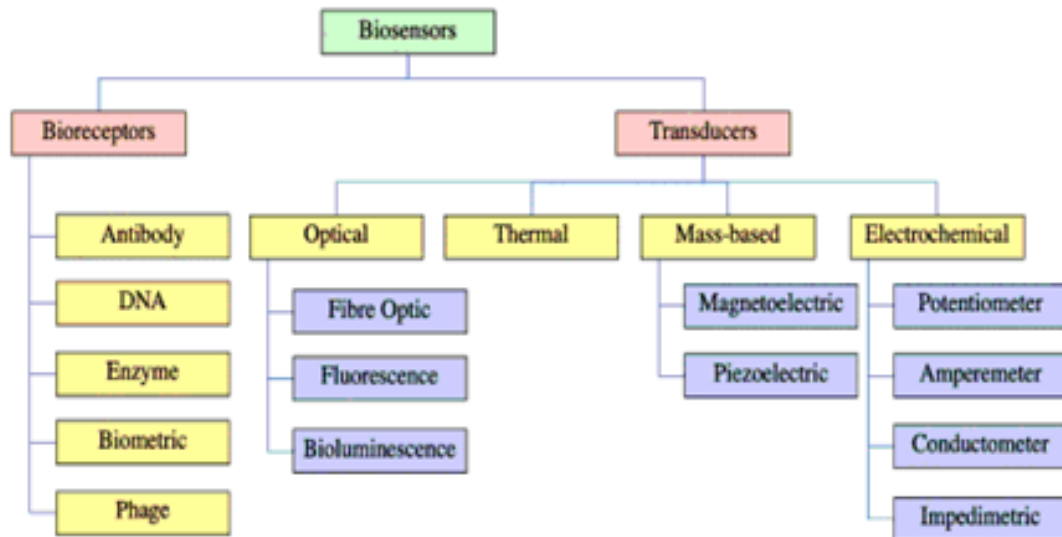
Το επίπεδο πραγμάτων στο HIoT, είναι συστήματα και συσκευές που παρακολουθούν μέρη του σώματος του ασθενούς ή μεταβολές στην υγεία του. Πιο συγκεκριμένα, το επίπεδο των Πραγμάτων αποτελείται από διαφορετικές συσκευές και πράγματα, που περιλαμβάνουν:



Εικόνα 9: Αρχιτεκτονική συστήματος HIoT [6].

Αισθητήρες: Οι αισθητήρες ανιχνεύουν φυσικές ποσότητες όπως θερμοκρασία και πίεση και στη συνέχεια τις μετατρέπουν σε ηλεκτρικό σήμα για περαιτέρω επεξεργασία. Οι αισθητήρες κατηγοριοποιούνται σε:

- **Βιοαισθητήρες:** Οι βιοαισθητήρες είναι συσκευές που χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση μιας βιολογικής δομής ή μικροοργανισμού. Οι βιοαισθητήρες αποτελούνται συνήθως από τρία μέρη [34]:
 - **Χημικό συστατικό:** Αναγνωρίζει την αναλυόμενη ουσία και να παράγει ένα σήμα.
 - **Μετατροπέας:** Μετατρέπει αυτό το σήμα σε ηλεκτρικό σήμα.
 - **Συσκευή ανάγνωσης** όπου μπορεί να εμφανιστεί αυτό το σήμα.



Εικόνα 10: Τυπική ονοματολογία βιοαισθητήρων [6].

- **Αισθητήρες γενικής χρήσης:** Αισθητήρες που μετρούν περιβαλλοντικές συνθήκες που μπορεί να επηρεάσουν την υγεία ενός ασθενούς, όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, η ποιότητα του αέρα, αισθητήρες αερίων, αισθητήρες ακτινοβολίας κ.λπ.
- **Οι φορητές συσκευές παρακολούθησης:** Οι φορητές συσκευές παρακολούθησης είναι μια σχετικά νέα τεχνολογία η οποία γίνεται όλο και πιο δημοφιλής. Αυτές οι συσκευές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη παρακολούθηση μιας ευρείας ποικιλίας παραμέτρων, όπως η καρδιακή συχνότητα, η αναπνοή, η θερμοκρασία του σώματος, η θέση του σώματος αλλά και η δραστηριότητα του. Οι φορητές συσκευές παρακολούθησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση της υγειονομικής περίθαλψης αλλά και την παρακολούθηση της φυσικής κατάστασης. Παραδείγματα αποτελούν οι συσκευές μέτρησης καρδιακών παλμών, οι αισθητήρες δακτυλίου, οι μετρητές πίεσης αίματος, τα έξυπνα ρολόγια κ.λ.π.
- **Πλεονεκτήματα φορητών ιατρικών συσκευών παρακολούθησης**
 - **Η συνεχής παρακολούθηση:** Αυτό είναι ένα σημαντικό πλεονέκτημα, καθώς επιτρέπει τη παρακολούθηση της υγείας του ασθενούς για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Αυτό μπορεί να είναι χρήσιμο για τη διάγνωση και τη παρακολούθηση χρόνιων ασθενειών, καθώς και για την πρόληψη επιπλοκών.
 - **Η ανίχνευση παροδικών φαινομένων:** Οι φορητές συσκευές παρακολούθησης μπορούν να ανιχνεύσουν παροδικά φαινόμενα, όπως αλλαγές στην αρτηριακή πίεση ή τον καρδιακό ρυθμό. Αυτό μπορεί να είναι χρήσιμο για τη διάγνωση και τη παρακολούθηση ασθενειών που προκαλούν αυτά τα φαινόμενα.

- **Η λήψη περαιτέρω διαγνωστικών και θεραπευτικών μέτρων:** Οι πληροφορίες που συλλέγονται από τις φορητές συσκευές παρακολούθησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη λήψη περαιτέρω διαγνωστικών και θεραπευτικών μέτρων. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε καλύτερη πρόγνωση και ποιότητα ζωής για τους ασθενείς.
 - **Ευελιξία, ευκολία & αμεσότητα:** Οι φορητές συσκευές παρακολούθησης είναι ευέλικτες και εύκολες στη χρήση. Αυτό τις καθιστά κατάλληλες για χρήση στο σπίτι ή σε άλλους χώρους εκτός νοσοκομείου. Η αμεσότητα των πληροφοριών που παρέχουν είναι επίσης ένα πλεονέκτημα, καθώς επιτρέπει στους επαγγελματίες υγείας να παρακολουθούν την κατάσταση του ασθενούς σε πραγματικό χρόνο.
 - **Μείωση του κόστους νοσηλείας:** Οι φορητές συσκευές παρακολούθησης μπορούν να μειώσουν το κόστος νοσηλείας, καθώς επιτρέπουν στους ασθενείς να παραμένουν στο σπίτι τους αντί να νοσηλεύονται στο νοσοκομείο.
- **Μειονεκτήματα φορητών ιατρικών συσκευών παρακολούθησης**
 - **Το αρχικό κόστος είναι υψηλό:** Οι φορητές συσκευές παρακολούθησης μπορεί να είναι ακριβές, ειδικά οι πιο προηγμένες συσκευές.
 - **Περιορισμένος αριθμός φυσιολογικών παραμέτρων για την παρακολούθηση:** Οι περισσότερες φορητές συσκευές παρακολούθησης μπορούν να παρακολουθήσουν μόνο έναν περιορισμένο αριθμό φυσιολογικών παραμέτρων. Αυτό μπορεί να περιορίσει τη χρήση τους για τη διάγνωση ορισμένων ασθενειών.
 - **Η διάρκεια ζωής της μπαταρίας είναι μικρή:** Οι φορητές συσκευές παρακολούθησης πρέπει να επαναφορτίζονται ή να αντικαθίστανται τακτικά. Αυτό μπορεί να είναι ένα πρόβλημα για τους ασθενείς που δεν έχουν εύκολη πρόσβαση σε ηλεκτρικό ρεύμα.
 - **Μια ειδική κατηγορία είναι οι ιατρικά εμφυτευμένες συσκευές:**

Οι ιατρικά εμφυτευμένες συσκευές χρησιμοποιούνται στο ανθρώπινο σώμα με τους ακόλουθους τρόπους:

 - **Για την αντικατάσταση μιας ελλείπουσας βιολογικής δομής:** Οι συσκευές αυτές χρησιμοποιούνται για την αντικατάσταση βιολογικών δομών που έχουν καταστραφεί ή αφαιρεθεί, όπως καρδιακές βαλβίδες ή οστά.
 - **Για τη στήριξη μιας κατεστραμμένης βιολογικής δομής:** Οι συσκευές αυτές χρησιμοποιούνται για τη στήριξη βιολογικών δομών που έχουν υποστεί βλάβη, όπως τα οστά του αυτιού.

- **Για την ενίσχυση μιας υπάρχουσας βιολογικής δομής:** Οι συσκευές αυτές χρησιμοποιούνται για την ενίσχυση βιολογικών δομών που λειτουργούν ανεπαρκώς, όπως καρδιακοί βηματοδότες ή βηματοδότες.

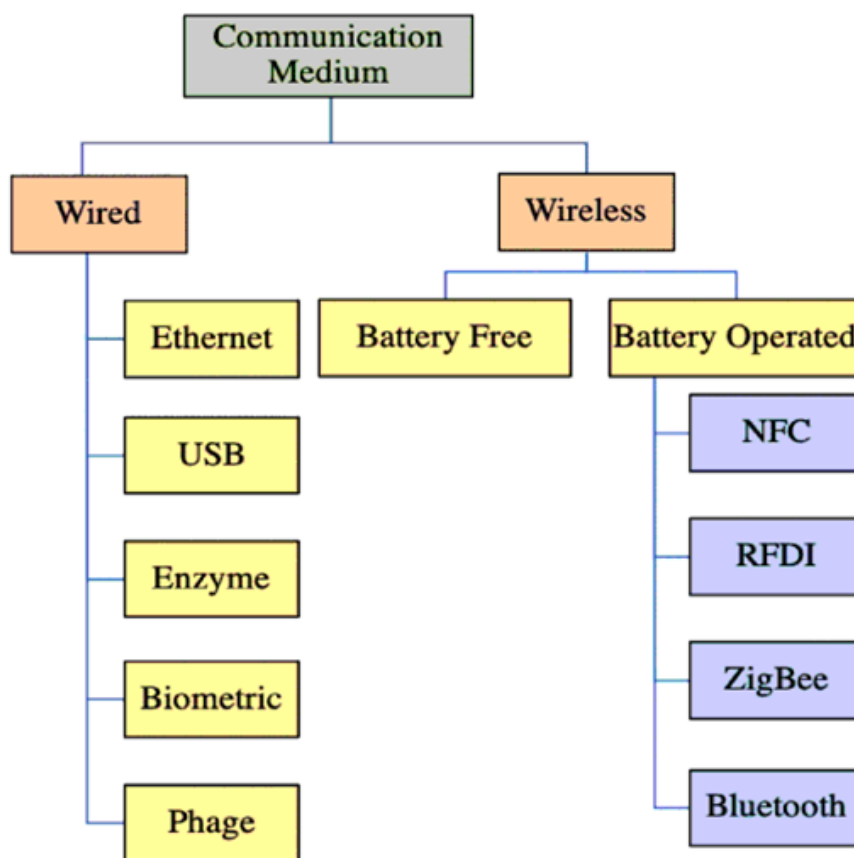
2.3.5 Μοντελοποίηση της Υγειονομικής Περίθαλψης

Αρχικά, μελετήθηκε η μοντελοποίηση ενός συστήματος υγειονομικής περίθαλψης που βασίζεται στο υπολογιστικό νέφος. Για τη διαχείριση ιατρικών πόρων μεταξύ μεγάλων ιατρικών κέντρων και μικρότερων νοσοκομείων, χρησιμοποιήθηκε μία πλατφόρμα τηλεϊατρικής. Χαρακτηριστικό είναι το μοντέλο του δικτύου Petri, το οποίο χρησιμοποιεί τη λογική των δικτύων Petri, τα οποία αποτελούν εργαλεία για ανάλυση μιας διαδικασίας προσομοίωσης. Αυτό το μοντέλο αναλύει την κατάσταση των ασθενών καθώς και τη σύνδεση μεταξύ της ιατρικής διαδικασίας και των πόρων σε ένα σύστημα υγειονομικής περίθαλψης που βασίζεται στο νέφος.

Η μαθηματική μοντελοποίηση των δικτύων Petri χρησιμοποιείται για την επίλυση προβλημάτων στη διαχείριση της υγείας, την πρόληψη των ασθενειών και τη βελτίωση της ποιότητας της φροντίδας. Για παράδειγμα, χρησιμοποιείται για την εξαγωγή στοιχείων από ηλεκτροκαρδιογραφήματα με τη χρήση τεχνικών ταξινόμησης ή ανίχνευσης, προκειμένου να ενημερώνονται οι υπερτασικοί ασθενείς αναφορικά με την κατάσταση της καρδιάς τους καθόλη την διάρκεια της ημέρας. Αισθητήρες IoT, όπως αισθητήρες καρδιακού ρυθμού, πίεσης αίματος, θερμοκρασίας και σωματικής δραστηριότητας, χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση όλων των βιολογικών παραμέτρων ενός ασθενούς. Τα δεδομένα του ασθενούς συλλέγονται και επεξεργάζονται με τη χρήση ενός βελτιστοποιημένου νευρωνικού δικτύου για την ανίχνευση πιθανών προβλημάτων υγείας.

2.3.6 Σημασία Επικοινωνίας Μεταξύ Συστημάτων IoT

Το επίπεδο επικοινωνίας είναι το πιο σημαντικό επίπεδο στα συστήματα IoT, καθώς είναι υπεύθυνο για τη μεταφορά δεδομένων από το επίπεδο των πραγμάτων στο επίπεδο εφαρμογής. Το κατάλληλο μέσο επικοινωνίας πρέπει να επιλεγεί με βάση τις απαιτήσεις του συστήματος, όπως το είδος των δεδομένων που θα μεταφερθούν, η απόσταση μεταξύ των κόμβων και η ασφάλεια των δεδομένων. Για συστήματα υγειονομικής περίθαλψης 5.0, βασικές απαιτήσεις για την επικοινωνία IoT είναι η ενεργειακή απόδοση, το εύρος, το κόστος, η αξιοπιστία, η ασφάλεια και η επεκτασιμότητα. Στο επίπεδο επικοινωνίας, πραγματοποιείται η συλλογή δεδομένων από αισθητήρες IoT σε πραγματικό χρόνο. Τα δεδομένα επεξεργάζονται στη συνέχεια από συστήματα επεξεργασίας πληροφοριών IoT [6].



Εικόνα 11: Ταξινόμηση μέσων επικοινωνίας IoT [6].

3

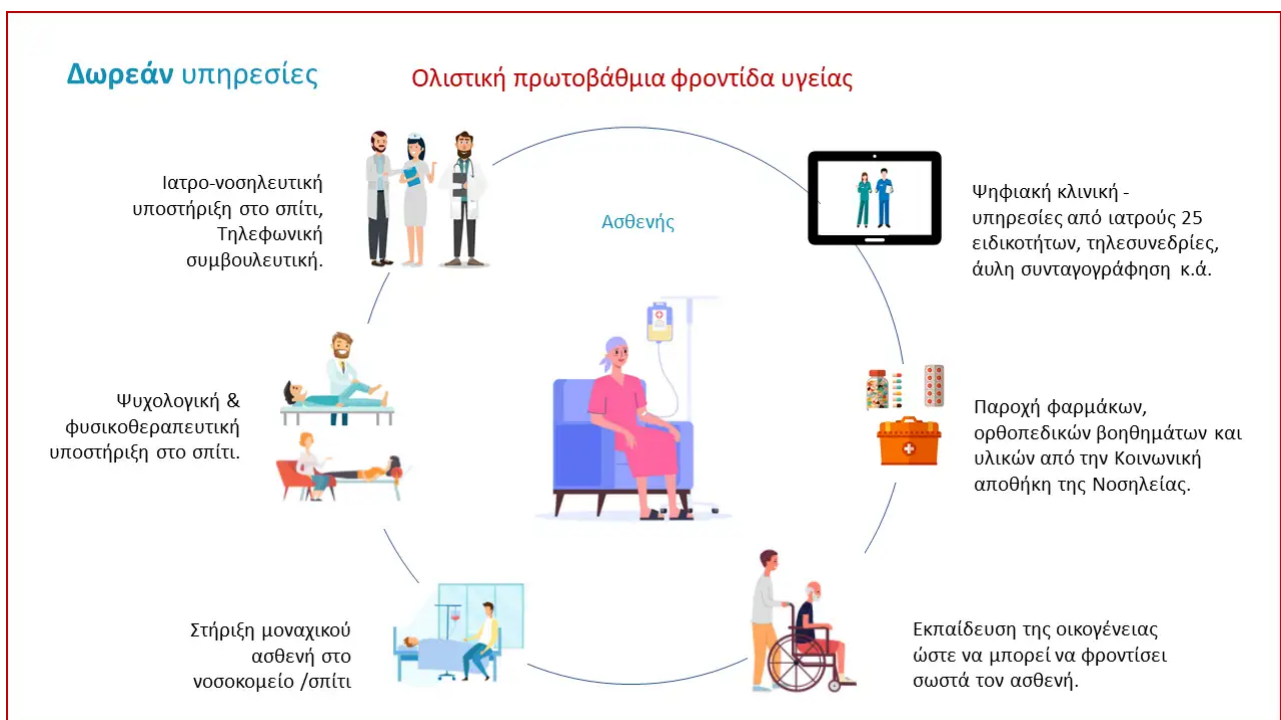
Σωματικές & Νοητικές

Παθήσεις και Εφαρμογή

Τεχνολογιών IoT & A.I.

3.1 Συμβολή της τεχνολογίας στην πρόληψη και την αντιμετώπιση ασθενειών

Τις τελευταίες δεκαετίες με την βοήθεια της τεχνολογίας που εξελίσσεται ραγδαία ο άνθρωπος έχει την δυνατότητα να συμβάλλει αποφασιστικά στην πρόληψη και την αντιμετώπιση χρόνιων και απειλητικών για τη ζωή του ασθενειών, όπως για παράδειγμα ο καρκίνος. Έγκυρες μελέτες [40] έδειξαν ότι πάνω από 600.000 άνθρωποι πεθαίνουν ανά έτος από τέτοιες παθήσεις, ενώ θα αυτό θα μπορούσε να έχει αποφευχθεί με έγκαιρη διάγνωση και θεραπεία.



Εικόνα 12: Ο ασθενής και ο ρόλος της τεχνολογίας σε αυτόν [9].

Όλο το μέλλον στον τομέα της Υγείας εξαρτάται από τις νέες τεχνολογίες, καθώς και από την ενημέρωση των ασθενών και του ιατρικού προσωπικού. Η ενημέρωση αυτή είναι απαραίτητη για την αποτελεσματική εφαρμογή των νέων τεχνολογιών και για την πρόληψη ανθρώπινων απωλειών.

Είναι ζωτικής σημασίας να κατανοήσουμε και να εξελίξουμε τις τεχνολογίες που θα μας βοηθήσουν στους τρόπους που θα αντιμετωπίζουμε τις ασθένειες. Για να γίνει αυτό, χρειάζεται να επενδύσουμε στην έρευνα και ανάπτυξη νέων τεχνολογιών για την υγεία, να εκπαιδεύσουμε τους επαγγελματίες υγείας στην χρήση αυτών των τεχνολογιών και να δημιουργήσουμε προγράμματα ενημέρωσης του κοινού [40].

- **Ο ρόλος της Τεχνολογίας στη Σχέση Μεταξύ Γιατρού και Ασθενούς:**

Στις μέρες μας, κάθε ασθενής έχει τη δυνατότητα να ενημερώνεται για την ασθένειά του ή για οποιοδήποτε θέμα υγείας επιθυμεί, με τη βοήθεια του διαδικτύου, αποκτώντας έτσι έναν ενεργό και δυναμικό ρόλο. Πιο απλά, ένας ασθενής αναζητά πρώτα τις πληροφορίες που χρειάζεται στο διαδίκτυο και στη συνέχεια αναζητά τον κατάλληλο γιατρό για αυτόν.

Σύμφωνα με έρευνα της «Publicis» [29], οι νέες τεχνολογίες δίνουν πλήθος διευκολύνσεων στους ασθενείς. Με τη χρήση εφαρμογών που ενσωματώνονται στην καθημερινότητά τους, μπορούν να ενημερώνονται για διάφορες σημαντικές υποχρεώσεις, όπως να πάρουν τα φάρμακά τους, και να βρουν αμέσως τον κατάλληλο γιατρό, χωρίς να χρειάζεται να περιμένουν να κλείσουν ραντεβού.

3.1.1 Παραδείγματα Θετικής Επίδρασης της Τεχνολογίας Στην Υγεία των Ασθενών

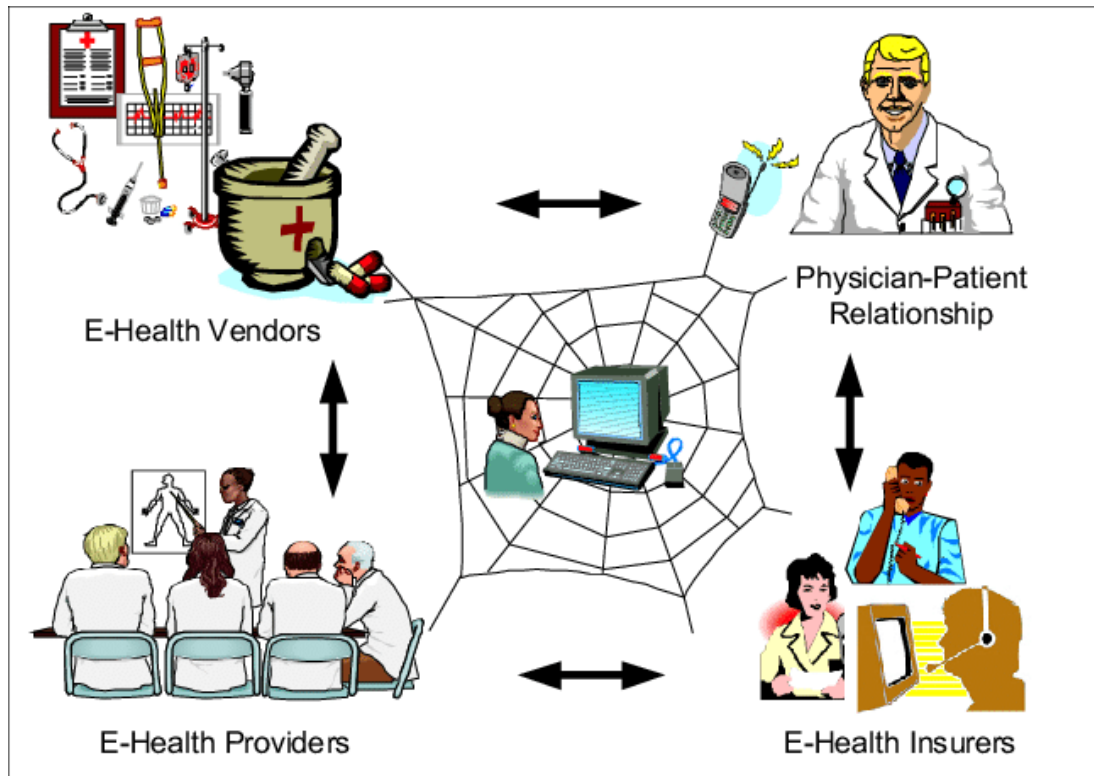
- **Αλγόριθμος Εντοπισμού Γονιδίων Ασθενιών:**

Ερευνητική ομάδα από το ινστιτούτο UNIST παρουσίασε μια μελέτη για έναν νέο αλγόριθμο που μπορεί να εντοπίζει πιθανά γονίδια ασθενειών με μεγαλύτερη ακρίβεια. Ο αλγόριθμος λειτουργεί καλύτερα με ελάχιστα γονιδιωματικά δεδομένα και μπορεί να τα αναλύσει σε μόλις λίγα λεπτά.

- **Εφαρμογή με Σκοπό την Πρόβλεψη των Παθήσεων του Αναπνευστικού**

Ερευνητές του Ιονίου Πανεπιστημίου ανέπτυξαν μια εφαρμογή για την πρόβλεψη παθήσεων του αναπνευστικού συστήματος, βασισμένη σε δεδομένα από 132 ασθενείς. Το σύστημα χρησιμοποιεί δάση αποφάσεων («Random Forests») για την κατηγοριοποίηση των απαντήσεων των ασθενών, με βάση το αν έχουν ή όχι πάθηση, καθώς και τον αριθμό των ασθενών που έχουν τα ίδια συμπτώματα. Με βάση αυτά τα δεδομένα, ένας γιατρός μπορεί να επιλέξει μια πάθηση αναπνευστικού για την οποία έχει υποψίες ότι πάσχει ένας ασθενής. Ο ασθενής μπορεί επίσης

να εισάγει τις δικές του μετρήσεις και δεδομένα, για να λάβει μια ακριβή διάγνωση. Η εφαρμογή («Respre») είναι διαθέσιμη σε κινητά τηλέφωνα τόσο για ασθενείς όσο και για γιατρούς.



Εικόνα 13: Αλληλεξάρτηση μεταξύ προσωπικού & οργανισμών [10].

- **Ηλεκτρονικά Προγράμματα Εκπαίδευσης Ασθενών**

Συνεχώς διεξάγονται σημαντικές έρευνες για την παροχή εξ αποστάσεως υπηρεσιών υγείας από τα ιδρύματα και τους ιατρούς προς τους ασθενείς. Γνωστές επιχειρήσεις, μέσω του ειδικού συστήματος myAlgos, έδωσαν την δυνατότητα στους παρόχους υγείας να παρακολουθούν την πορεία της θεραπείας των ασθενών τους. Το σύστημα αυτό επιτρέπει σε έναν γιατρό να πραγματοποιεί θεραπείες που είναι στοχευμένες στις ανάγκες των ασθενών του, οι οποίες είναι πολύ πιο ποιοτικές και ταυτόχρονα εξοικονομεί χρόνο στον γιατρό, καθώς μειώνει τον αριθμό των τηλεφωνικών κλήσεων που λαμβάνει. Παράλληλα, το σύστημα παρέχει στους ασθενείς αίσθημα μεγαλύτερης ασφάλειας, καθώς τους ενημερώνει σε πραγματικό χρόνο για τα θετικά και τα αρνητικά της θεραπείας που ακολουθούν.

- **Εικονικά Εργαστήρια**

Τα παραδοσιακά υγειονομικά εργαστήρια παίρνουν ψηφιακή μορφή. Συγκεκριμένα, η Γαλλική Sanofi συνεργάζεται με την Google για τη δημιουργία ενός εικονικού εργαστηρίου καινοτομίας με σκοπό την επίτευξη πλήρους κατανόησης των παθήσεων και την ανακάλυψη νέων θεραπειών. Επιπρόσθετα, η τεχνητή νοημοσύνη βοηθάει στη βελτίωση της πρόβλεψης σε διάφορους τομείς

της ιατρικής, με σκοπό τη μείωση του κόστους και την ανάπτυξη και εξέλιξη νέων ιατρικών προϊόντων.

- **Τεχνητό Πάγκρεας και Νέοι Τρόποι Χορήγησης Ινσουλίνης**

Σύμφωνα με μελέτες στο Πανεπιστήμιο της Νέας Υόρκης που συνεχίζονται ακόμα, το τεχνητό πάγκρεας αποτελεί ένα πολύ σημαντικό τεχνολογικό επίτευγμα. Διατίθεται στην Ελλάδα ήδη από το 2020 και έχει ως σκοπό να μη χρειάζεται ανθρώπινη παρέμβαση για να υπολογιστεί η δοσολογία ινσουλίνης στον ασθενή. Αυτό οδηγεί σε μείωση των χρόνων υπογλυκαιμίας και υπεργλυκαιμίας.

Επιπλέον, οι νέες γενιές ινσουλίνες των οποίων η χορήγηση γίνεται βάσει ενός συγκεκριμένου αλγόριθμου έχουν κάνει αισθητή την παρουσία τους.

Σύμφωνα με καθηγητή στο Ινστιτούτο Ενδοκρινολογίας [40] στο Ισραήλ, τα νέα μοντέλα αντλίας ινσουλίνης μπορούν να ρυθμίζονται μόνα τους και παρατείνουν το χρόνο που τα επίπεδα γλυκόζης είναι εντός φυσιολογικών ορίων. Αυτό είναι ιδιαίτερα δύσκολο να επιτευχθεί, καθώς τα στοιχεία δείχνουν ότι κατά μέσο όρο στο 37% του χρόνου, οι μετρήσεις δεν είναι στα φυσιολογικά όρια.

- **Η Εφαρμογή My Habeats**

Η εφαρμογή MyHabeats σχεδιάστηκε με σκοπό να βοηθήσει ανθρώπους που έχουν υποβληθεί σε επέμβαση παχυσαρκίας να διατηρήσουν το βάρος τους, καθώς και να υιοθετήσουν νέες, υγιεινές διατροφικές συνήθειες. Η ιδρύτρια του MyHabeats επισημαίνει ότι είναι η πρώτη mobile εφαρμογή στην Ελλάδα και στην Ευρώπη που έχει σχεδιαστεί ειδικά για άτομα που έχουν υποβληθεί σε επέμβαση παχυσαρκίας και έχει δοκιμαστεί κλινικά στο Ιπποκράτειο Νοσοκομείο και το Νοσοκομείο Ερρίκος Ντυνάν.

- **Ειδικές Συσκευές για την Υγεία των Παιδιών**

Οι νέες τεχνολογίες έχουν τη δυνατότητα να βελτιώσουν σημαντικά την υγεία των παιδιών. Για παράδειγμα, μια τεχνολογία που παρουσιάστηκε στο παγκόσμιο συνέδριο αυτισμού στη Βοστώνη, Ηνωμένες Πολιτείες, τον Ιούλιο του 2023, έχει ως στόχο τη θετική αλληλεπίδραση με το περιβάλλον και την καλύτερη εστίαση των παιδιών με αυτισμό [41]. Ταυτόχρονα, επιστήμονες στις ΗΠΑ έλαβαν χρηματοδότηση για την ανάπτυξη μιας ειδικής συσκευής που θα βοηθήσει παιδιά με εγκεφαλική παράλυση να κινούν τα άκρα τους. Η συσκευή θα έχει έναν τεχνητό μυ που θα διορθώνει την ευθυγράμμιση ή θα παρέχει στήριξη. Αυτοί οι μύες είναι κατασκευασμένοι από ελαστικά υλικά που λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο όπως οι ανθρώπινοι μύες.

Αυτές είναι μόνο δύο από τις πολλές νέες τεχνολογίες που αναπτύσσονται για να βελτιώσουν την υγεία των παιδιών. Αυτές οι εξελίξεις έχουν τη δυνατότητα να αλλάξουν δραματικά τη ζωή των παιδιών με αναπηρία και να τους βοηθήσουν να ζήσουν μια πιο πλήρη και ανεξάρτητη ζωή.

- **Αλγόριθμος της Google εντοπίζει πιθανά εμφράγματα**

Με την βοήθεια της τεχνητής νοημοσύνης, ερευνητές της Google κατάφεραν να αναπτύξουν ένα σύστημα που λαμβάνει τις εικόνες του αμφιβληστροειδούς φακού του ματιού του ασθενούς, τις αναλύει και προβλέπει την πιθανότητα εμφράγματος, εγκεφαλικού ή άλλου καρδιαγγειακού προβλήματος. Το σύστημα δεν είναι ακόμα τόσο ακριβές σε σχέση με πιο παραδοσιακές τεχνικές που χρησιμοποιούνται, και θα πρέπει πρώτα να βελτιωθεί για να φτάσει στο επίπεδο να χρησιμοποιηθεί κλινικά. Ωστόσο, η ακρίβεια αυτού του «έξυπνου» συστήματος είναι ήδη περίπου στο 70% για να μπορεί να προβλέψει πιθανά εμφράγματα ή άλλα σοβαρά καρδιαγγειακά επεισόδια στα επόμενα έτη ενός ασθενή.

- **Συσκευή εντοπισμού πιθανής καρδιακής προσβολής**

Στόχος της συσκευής είναι να αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο εντοπίζουμε τα καρδιακά επεισόδια, κάνοντας τη διαδικασία τόσο απλή όσο και προσιτή, ενώ παράλληλα έχει μέγεθος όσο ένα USB stick. Η συσκευή ονομάζεται SensAheart και λειτουργεί με παρόμοιο τρόπο με έναν μετρητή σακχάρου, αλλά αντί να μετράει το σάκχαρο, μετρά στο αίμα δύο πρωτεΐνες, την τροπονίνη και την FABP3, που παράγονται σε περίπτωση καρδιακής προσβολής. Η συσκευή έχει τη δυνατότητα να εντοπίζει τις καρδιακές προσβολές που συνέβησαν πριν από μικρό χρονικό διάστημα σε μόλις 4 λεπτά.

- **Εφαρμογή με στόχο την βοήθεια ασθενών με μυελοϊνωση**

Η εφαρμογή με το όνομα «MPN Assistant» αναπτύχθηκε για άτομα που πάσχουν από μυελοϊνωση και άλλα μυελοϋπερπλαστικά νεοπλάσματα (MPNs), με στόχο την απλοποίηση της διαχείρισης της νόσου τους. Η εφαρμογή περιλαμβάνει ένα χρήσιμο ερωτηματολόγιο που διευκολύνει την επικοινωνία μεταξύ ιατρού και ασθενή, καθώς χρησιμοποιείται για την εκτίμηση των συμπτωμάτων της νόσου, την αξιολόγηση της θεραπείας και την παρακολούθηση της εξέλιξης της νόσου.

- **Εφαρμογή που Βοηθά στη Μείωση του Άγχους**

Αυτή η εφαρμογή έχει ως στόχο τη μείωση του άγχους και τη βελτίωση της ευεξίας των ασθενών, καθώς παρέχει στον ασθενή τη δυνατότητα να κατανοήσει τις πηγές των συναισθημάτων του, ώστε με τη βοήθεια ειδικών ψυχολόγων να τα διαχειριστεί αποτελεσματικά. Μέσω αυτής της θεραπείας, ο ασθενής αλλάζει τον τρόπο σκέψης του και μαθαίνει να αποφεύγει καταστάσεις που τον αγχώνουν. Ανάλογες προσεγγίσεις έχουν εφαρμοστεί στην ψυχοθεραπεία με σημαντικά θετικά αποτελέσματα.

3.1.2 Παιχνίδια Σοβαρού Σκοπού

Τα παιχνίδια σοβαρού σκοπού εμφανίστηκαν για πρώτη φορά στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής τον 21ο αιώνα, όταν ο στρατός της χώρας ήθελε να παρέχει προσομοιώσεις χαμηλού κόστους στο προσωπικό του για να εκπαιδευτεί σε δύσκολες καταστάσεις που θα αντιμετωπίζει στη θητεία του [46].

Τα παιχνίδια σοβαρού σκοπού είναι μία κατηγορία ηλεκτρονικών παιχνιδιών που έχουν ως βασικό τους στόχο την εκπαίδευση του χρήστη, και όχι τόσο τη διασκέδασή του. Πιο συγκεκριμένα, αποτελούν μία προσομοίωση γεγονότων που συμβαίνουν στην πραγματική ζωή, αλλά με την αίσθηση ότι ο χρήστης βρίσκεται σε ένα παιχνίδι. Στόχος τους είναι ο χρήστης να εκπαιδευτεί σε συγκεκριμένες διαδικασίες, έχοντας το κίνητρο να επαναλαμβάνει το παιχνίδι, καθώς η διαδικασία είναι ευχάριστη.



Εικόνα 14: Παιχνίδια Σοβαρού Σκοπού [11].

Τα κίνητρα για την ανάπτυξη παιχνιδιών σοβαρού σκοπού είναι τα εξής:

- **Κίνητρο 1, Χαμηλό κόστος ανάπτυξης:** Ένα από τα βασικά κίνητρα για τη χρήση παιχνιδιών σοβαρού σκοπού είναι το χαμηλό κόστος ανάπτυξης τους. Τα παιχνίδια αυτά μπορούν να δημιουργηθούν από προγραμματιστές με σχετικά χαμηλό κόστος, καθώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν έτοιμες προσομοιώσεις και γραφικά. Αυτό τα καθιστά μια προσιτή επιλογή για οργανισμούς που θέλουν να επιτύχουν τους στόχους τους μέσω της εκπαίδευσης.
- **Κίνητρο 2, Ευκολία χρήσης:** Τα παιχνίδια σοβαρού σκοπού είναι γενικά εύκολα στη χρήση. Δεν απαιτούν ειδική εγκατάσταση ή συντήρηση, καθώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε οποιοδήποτε υπολογιστή ή κονσόλα. Αυτό τα καθιστά μια ελκυστική επιλογή για χρήστες που δεν έχουν εμπειρία με ηλεκτρονικά παιχνίδια.

- **Κίνητρο 3, Διασκέδαση:** Τα παιχνίδια σοβαρού σκοπού σχεδιάζονται για να είναι διασκεδαστικά. Αυτό τα καθιστά πιο ελκυστικά για τους χρήστες, οι οποίοι είναι πιο πιθανό να τα χρησιμοποιήσουν και να επιτύχουν τους στόχους τους.

Βασικές αρχές των παιχνιδιών σοβαρού σκοπού:

- **Ταυτότητα:** Ο χρήστης δημιουργεί μία νέα ταυτότητα στο παιχνίδι και δρα με βάση αυτήν καθόλη τη διάρκεια του παιχνιδιού.
- **Αλληλεπίδραση:** Το παιχνίδι ανταποκρίνεται στις αποφάσεις του χρήστη και αλληλεπιδρά μαζί του ανάλογα με τις επιλογές του.
- **Παραγωγή:** Ο χρήστης είναι συγγραφέας του παιχνιδιού και δημιουργεί την ιστορία του.
- **Ανάλυση ρίσκου:** Ο χρήστης μπορεί να ξεκινήσει ξανά από το σημείο που έχασε, δίνοντας του την ευκαιρία να διακινδυνεύσει και να πάρει ρίσκο.
- **Προσαρμογή:** Ο χρήστης μπορεί να προσαρμόσει το παιχνίδι ανάλογα με τις επιλογές και το στυλ του.
- **Αντιπροσώπευση:** Ο χρήστης κατανοεί ότι έχει τον έλεγχο του παιχνιδιού.
- **Διασκεδαστική μάθηση:** Στα συγκεκριμένα παιχνίδια οι χρήστες έρχονται αντιμέτωποι με ένα σύνολο προβλημάτων τα οποία καλούνται να επιλύσουν. Η διαδικασία επίλυσης των προβλημάτων είναι διασκεδαστική και ευχάριστη για τους χρήστες.

Κατηγορίες των παιχνιδιών σοβαρού σκοπού

- **Παιχνίδια μάθησης (Game Learning) :** Παιχνίδια που αποσκοπούν στη βελτίωση των γνώσεων, δεξιοτήτων και ικανοτήτων του χρήστη. Το γνωστικό αντικείμενο του παιχνιδιού προσαρμόζεται ανάλογα με τις ανάγκες του χρήστη, ώστε να είναι αποτελεσματικό και ευχάριστο.
- **Παιχνίδια προσομοίωσης (Simulations Games):** Παιχνίδια που προσομοιώνουν πραγματικές συνθήκες ή διαδικασίες. Στόχος τους είναι να δώσουν στον χρήστη τη

δυνατότητα να εξασκηθεί σε αυτές, χωρίς να διατρέχει κινδύνους ή να έχει οικονομικό κόστος.

- **Διαφημιστικά παιχνίδια (Advergames):** Παιχνίδια που προωθούν προϊόντα ή υπηρεσίες. Στόχος τους είναι να δημιουργήσουν θετική αντίληψη για το προϊόν ή την υπηρεσία στους χρήστες.
- **Παιχνίδια πειθούς (Persuasive Games):** Παιχνίδια που έχουν ως στόχο να αλλάξουν τη συμπεριφορά ή την άποψη των χρηστών τους. Χρησιμοποιούν τεχνικές ψυχολογίας και κοινωνικής επιρροής για να επιτύχουν τον στόχο τους.
- **Παιχνίδια ανάπτυξης προσωπικότητας (Dynamic Games):** Παιχνίδια που έχουν ως στόχο να αναπτύξουν συγκεκριμένες δεξιότητες και ικανότητες του χρήστη. Μπορεί να αφορούν την οργάνωση, τη λήψη αποφάσεων, την επίλυση προβλημάτων κ.λπ.
- **Παιχνίδια ειδήσεων (Newsgames):** Παιχνίδια που καλύπτουν πραγματικά γεγονότα ή γεγονότα της καθημερινότητας. Στόχος τους είναι να ενημερώσουν και να ευαισθητοποιήσουν τους χρήστες για σημαντικά ζητήματα.
- **Παιχνίδια τέχνης (Art Games):** Παιχνίδια που βασίζονται σε καλλιτεχνικά στοιχεία και κίνητρα. Στόχος τους είναι να εμπνεύσουν τους χρήστες να δημιουργήσουν τέχνη ή να εκφράσουν τις καλλιτεχνικές τους ιδέες.



Εικόνα 15: Κατηγορίες Παιχνιδιών Σοβαρού Σκοπού [12].

3.1.2.1 Θετικά Αποτελέσματα παιχνιδιών σοβαρού σκοπού για την υγεία (games for health).

- Το ιατρικό προσωπικό κάθε νοσοκομείου έχει τη δυνατότητα μέσω των προσομοιώσεων που παρέχουν τα παιχνίδια σοβαρού σκοπού να αντιμετωπίσουν καταστάσεις κινδύνου που μπορούν να παρατηρηθούν σε μία κλινική και να βρίσκονται σε ετοιμότητα για όταν μία τέτοια κατάσταση συμβεί πραγματικά σε κάποιον ασθενή.
- Τα παιχνίδια σοβαρού σκοπού έχουν ως στόχο πέρα την εκπαίδευση του ιατρικού προσωπικού να ευαισθητοποιήσουν τον θεράποντα ιατρό έτσι ώστε να δείξει μεγαλύτερη κατανόηση στον ασθενή του και να προσπαθήσει ακόμη περισσότερο να κάνει το καλύτερο σε κάθε περίπτωση.
- Με τη χρήση παιχνιδιών σοβαρού σκοπού εμπλουτίζονται οι γνώσεις του ιατρικού προσωπικού ενός νοσοκομείου κάτι που καθιστά ικανούς και έτοιμους τους ιατρούς να ανταπεξέλθουν σε ακόμα δυσκολότερες συνθήκες.
- Εφόσον η εκπαίδευση του ιατρικού προσωπικού γίνεται μέσω παιχνιδιών σοβαρού σκοπού δηλαδή μέσω της χρήσης μιας προσομοίωσης καταστάσεων της καθημερινής μας ζωής, αυτό έχει ως αποτέλεσμα το κόστος εκπαίδευσης του ιατρικού προσωπικού να είναι ελάχιστο συγκριτικά με το κόστος το οποίο θα χρειαζόταν με οποιονδήποτε άλλον τρόπο εκπαίδευσης.
- Οι ιατροί μπορούν να πειραματιστούν στο περιβάλλον προσομοίωσης χωρίς να προκαλέσουν οποιοδήποτε κίνδυνο στον ασθενή σε περίπτωση λάθους.

3.1.2.2 Παραδείγματα παιχνιδιών σοβαρού σκοπού

- **Παιχνίδι CliniSpace (Game for Health):**

Αυτό το παιχνίδι σοβαρού σκοπού αποτελεί ένα παιχνίδι εικονικής πραγματικότητας το οποίο προσομοιώνει το τμήμα επειγόντων περιστατικών ενός νοσοκομείου. Στο παιχνίδι αυτό απεικονίζονται δύο κατηγορίες φροντίδας ασθενών:

- **Τραυματισμοί:** Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει περιπτώσεις τραυματισμών ασθενών, όπως κατάγματα, θλάσεις και εγκαύματα.
- **Λοιμώξεις:** Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει περιπτώσεις λοιμώξεων ασθενών, όπως γαστρεντερίτιδα, πνευμονία και μηνιγγίτιδα.

Το CliniSpace δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη και συγκεκριμένα στον θεράποντα ιατρό να αντιμετωπίσει όλες τις πιθανές καταστάσεις που μπορεί να προκαλέσουν πρόβλημα στο

χρήστη σε κάποιο ανάλογο περιστατικό, καθώς και να χρησιμοποιήσει όλες τις συσκευές τις οποίες θα χρησιμοποιήσει και σε αντίστοιχη περίπτωση στο νοσοκομείο. Τέλος δημιουργούνται εικονικά γραφήματα για το εκάστοτε περιστατικό που αντιμετωπίζει ο χρήστης μέσα στο παιχνίδι.

Σκοπός του παιχνιδιού:

- Το παιχνίδι αποσκοπεί στην εκπαίδευση του ιατρικού προσωπικού στην ομαδική εργασία και στη συνεργασία, καθώς αυτές είναι βασικές δεξιότητες για την επιτυχή αντιμετώπιση επειγόντων περιστατικών.
- Επιπρόσθετα το παιχνίδι απευθύνεται κυρίως σε νέους φοιτητές της ιατρικής σε ένα εικονικό και ευχάριστο περιβάλλον στο οποίο θα μπορούν να πειραματιστούν χωρίς να προκαλέσουν οποιοδήποτε κίνδυνο στον ασθενή σε περίπτωση λάθους.

- **Παιχνίδι Food Force:**

Το συγκεκριμένο παιχνίδι το οποίο αποτελεί το πρώτο παιχνίδι σοβαρού σκοπού που δημιουργήθηκε στον κόσμο το 2005, είχε ως στόχο να διερευνηθεί αν υπάρχει η δυνατότητα να σταλθεί ανθρωπιστική βοήθεια σε περιοχές της γης όπου υπάρχει έκτακτη ανάγκη για φαγητό. Σκοπός των χρηστών οι οποίοι χειρίζονταν το παιχνίδι ήταν να μεταφέρουν τρόφιμα και να δημιουργήσουν απαραίτητες υποδομές σε ένα νησί το οποίο ήταν φανταστικό στον Ειρηνικό ωκεανό, το οποίο υποτίθεται ότι πλήττεται από ξηρασία. Επιπρόσθετα το παιχνίδι εξέτασε την περίπτωση οι χρήστες που το χρησιμοποιούσαν αν ήταν δυνατόν να αλλάξουν την στάση και τη σκέψη τους απέναντι σε ανθρώπους που τους είχαν ανάγκη.

- **Παιχνίδι SIREN:**

Το παιχνίδι αυτό δημιουργήθηκε για να βοηθήσει τους δασκάλους σε σχολεία με αυξημένη βία μεταξύ των μαθητών. Οι καθηγητές χρειάζονται το συγκεκριμένο παιχνίδι για να μάθουν πώς να διαχειρίζονται τις βίαιες συμπεριφορές και να βοηθήσουν τους μαθητές να κατανοήσουν ότι αυτές οι συμπεριφορές είναι λανθασμένες. Βασικός στόχος του παιχνιδιού είναι να προσφέρει στα παιδιά εποικοδομητικούς και διασκεδαστικούς τρόπους να περάσουν το χρόνο τους στο σχολείο, υποστηρίζοντας παράλληλα τους μαθησιακούς τους στόχους.

4

Προκλήσεις και Κίνδυνοι για τους Φορείς και τους Ασθενείς

Οι μείζονες προκλήσεις της έξυπνης υγειονομικής περίθαλψης περιλαμβάνουν:

- Τη διαλειτουργικότητα των αισθητήρων, ώστε να μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους και με τις συσκευές που τους χρησιμοποιούν.
- Την επικοινωνία των συσκευών, ώστε να μπορούν να ανταλλάσσουν δεδομένα μεταξύ τους.
- Την ασφάλεια και το απόρρητο των δεδομένων, ώστε να προστατεύονται από μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση.
- Τη διαχείριση των συσκευών, ώστε να διασφαλίζεται η σωστή λειτουργία τους.
- Τη διαχείριση των πληροφοριών, ώστε να μπορούν να αξιοποιούνται αποτελεσματικά.
- Την αποτελεσματική χρήση της τεχνητής νοημοσύνης, ώστε να μπορεί να γίνει ανάλυση των δεδομένων και να ληφθούν τεκμηριωμένες αποφάσεις.

Σε ορισμένα περιβάλλοντα υγειονομικής περίθαλψης, οι συσκευές IoMT (Internet of Medical Things) και τα δεδομένα που συλλέγονται από τους αισθητήρες μπορεί επίσης να αντιμετωπίζουν μια ποικιλία προβλημάτων, όπως:

- Δυσλειτουργίες υλικού, όπως βλάβες σε αισθητήρες ή συσκευές.
- Αποφορτισμένες μπαταρίες, που μπορεί να οδηγήσουν σε διακοπή λειτουργίας των συσκευών.
- Προβλήματα συνδεσιμότητας, όπως παρεμβολές ή αδύναμο σήμα.

Τα παραπάνω προβλήματα δείχνουν ότι υπάρχουν αρκετές προκλήσεις στην έξυπνη υγειονομική περίθαλψη.

4.1 Ανάλυση των Προκλήσεων & Κινδύνων Στην Έξυπνη Υγειονομική Περίθαλψη

4.1.1 Αισθητήρες & Ασφάλεια

Οι φορητοί αισθητήρες είναι συσκευές που φοριούνται στο σώμα και χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση ανθρώπινων ζωτικών σημείων. Είναι εξοπλισμένοι με μπαταρίες, δυνατότητα συνδεσιμότητας (π.χ. Bluetooth) και κατάλληλο υλικό για να εφάπτονται με το ανθρώπινο δέρμα. Σημαντικός παράγοντας ασφάλειας για τον άνθρωπο που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά το σχεδιασμό των φορητών αισθητήρων είναι η τοξικότητα, τα εύφλεκτα υλικά και άλλοι παράγοντες, όπως για παράδειγμα ότι οι φορητοί αισθητήρες που περιορίζουν την κίνηση του σώματος, όπως μια ζώνη που φοριέται στη μέση ή στον αστράγαλο, μπορεί να είναι άβολοι, ειδικά για τους ηλικιωμένους και τα παιδιά. Η δημιουργία φορητών αισθητήρων που είναι άνετοι για τον χρήστη και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη συνεχή παρακολούθηση των ανθρώπινων ζωτικών σημείων αποτελεί μια μεγάλη πρόκληση [27].

Ο αριθμός των συνδεδεμένων αισθητήρων, συσκευών σε οποιοδήποτε έξυπνο σύστημα αυξάνεται συνεχώς. Για να λειτουργήσει ένα μεγάλο δίκτυο υγειονομικής περίθαλψης, πρέπει να έχει τη δυνατότητα ανίχνευσης και παραγωγής σημαντικού όγκου πληροφοριών ο οποίος θα πρέπει να αναλυθεί. Επιπλέον, οι διασυνδεδεμένες οντότητες πρέπει να διαθέτουν συμβατό μοντέλο δεδομένων και μοντέλο αναπαράστασης γνώσεων.

4.1.2 Μηχανισμοί Αναγνώρισης και Εξουσιοδοτημένη Πρόσβαση

Όταν δεν υπάρχει εξουσιοδοτημένη πρόσβαση σε συσκευές IoT υπάρχει υψηλός κίνδυνος απειλών για την προσωπική υγεία αλλά και τις πληροφορίες των ασθενών. Η διαλειτουργικότητα των IoTs και η εταιρική σχέση μεταξύ των εθνών είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη υποδομών ψηφιακής υγείας. Το Shibboleth είναι ένα εργαλείο που επιτρέπει τον έλεγχο ταυτότητας ατόμων σε διαφορετικά συστήματα. Ο χρήστης επιβεβαιώνει την ταυτότητά του σε έναν πάροχο αναγνωριστικών και στη συνέχεια κατευθύνεται σε μια τοποθεσία που φιλοξενείται από έναν πάροχο υπηρεσιών. Με αυτή τη μέθοδο, το Shibboleth παρέχει στους ψηφιακούς οργανισμούς υγείας μια ενιαία δυνατότητα σύνδεσης [32].

4.1.3 Ασφάλεια στους Οργανισμούς Υγείας

Οι κίνδυνοι ασφαλείας από κενά ασφαλείας συσκευών και υλικού αποτελούν μεγάλο πρόβλημα, το οποίο αυξάνεται καθώς το διαδίκτυο συνδέει συνέχεια περισσότερους χρήστες. Η μη ασφαλής πρόσβαση στο περιβάλλον εργασίας χρήστη αυξάνει περισσότερο την ένταση της απειλής.

Στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, οι συσκευές ασύρματης δικτύωσης (π.χ. Wi-Fi, BLE και ZigBee,) χρησιμοποιούνται όλο και πιο συχνά για τη σύνδεση ιατρικών εξοπλισμών με διάφορους αισθητήρες. Αυτές οι συσκευές είναι ευάλωτες σε διάφορες απειλές υποκλοπών, όπως:

- Επίθεση Sybil: Ο επιτιθέμενος δημιουργεί πολλαπλές ταυτότητες σε ένα δίκτυο ή σύστημα, προσποιούμενος ότι είναι διαφορετικοί χρήστες ή κόμβοι.
- Επίθεση Pinhole: Ο επιτιθέμενος προσπαθεί να εντοπίσει ευπαθείς σημεία εισόδου σε ένα δίκτυο ή σύστημα, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να προκαλέσουν πιθανές παραβιάσεις ασφαλείας.
- Επίθεση Sleep Loss: Ο επιτιθέμενος προσπαθεί να εξαντλήσει τους πόρους ενός συστήματος, κρατώντας το δίκτυο ή τον υπολογιστή σε λειτουργία και απαιτώντας συνεχώς πόρους.

Η προστασία από κακόβουλες των προσωπικών στοιχείων, δεδομένων και των ηλεκτρονικών ιατρικών εγγράφων είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της ιδιωτικότητας. Η πρόοδος των ασύρματων δικτύων επόμενης γενιάς δημιουργεί σημαντικές προοπτικές για την έξυπνη υγειονομική περίθαλψη. Τα δίκτυα 5G και πέρα από τα 5G, με την υψηλή ταχύτητα και χαμηλή καθυστέρηση που παρέχουν, διευκολύνουν την απομακρυσμένη παροχή υγειονομικής περίθαλψης, αυξάνοντας την ευκολία πρόσβασης και την ποιότητα των υπηρεσιών. Επιπλέον, η υπολογιστική στις άκρες του δικτύου επιτρέπει την επεξεργασία δεδομένων κοντά στον ασθενή, βελτιώνοντας την απόδοση και την ασφάλεια των εφαρμογών έξυπνης υγειονομικής περίθαλψης.

4.2 Ασφάλεια & Ιδιωτικότητα Στην Υγεία Που Βασίζεται Στο ΙΟΜΤ

Η ιδιωτικότητα των ιατρικών δεδομένων είναι βασικής σημασίας, καθώς η παραβίαση αυτών μπορεί να έχει σοβαρές επιπτώσεις. Για παράδειγμα, ένας ασθενής στον οποίο έχουν παραβιαστεί τα ιατρικά του δεδομένα μπορεί να αντιμετωπίσει προβλήματα ψυχικής υγείας, όπως άγχος, κατάθλιψη ή ακόμη και αυτοκτονικές σκέψεις. Στον αθλητισμό, η ιδιωτικοποίηση των προσωπικών ιατρικών δεδομένων είναι επίσης σημαντική, καθώς σε περίπτωση παραβίασης και διαρροής αυτών, οι αντίπαλες ομάδες θα μπορούσαν να τα χρησιμοποιήσουν για να πάρουν πλεονέκτημα.

Μια πρόσφατη μελέτη παρουσίασε μια ταξινόμηση της ασφάλειας και της ιδιωτικής ζωής στο ΙΟΜΤ. Η ταξινόμηση αυτή βασίζεται σε τέσσερις παράγοντες:

- **Επίπεδα ΙΟΜΤ όπου η μελέτη διακρίνει πέντε επίπεδα :**

- **Επίπεδο αντίληψης:** Φορητές συσκευές όπως ιχνηλάτες φυσικής κατάστασης, αισθητήρες πίεσης αίματος και αναπνευστικούς αισθητήρες, εμφυτεύσιμες συσκευές όπως κάμερες κάψουλας, συσκευές περιβάλλοντος όπως αισθητήρες θυρών και αισθητήρες φωτός της ημέρας και σταθερές συσκευές όπως αξονικοί τομογράφοι.
 - **Επίπεδο δικτύου:** Το δίκτυο που συνδέει τις συσκευές IoMT.
 - **Επίπεδο ενδιάμεσου λογισμικού:** Το λογισμικό που διαχειρίζεται τις επικοινωνίες μεταξύ των συσκευών και των εφαρμογών.
 - **Επίπεδο εφαρμογής:** Οι εφαρμογές που χρησιμοποιούν δεδομένα από συσκευές IoMT.
 - **Επίπεδο επιχείρησης:** Η επιχείρηση ή ο οργανισμός που χρησιμοποιεί τις συσκευές IoMT.
- **Τύποι εισβολέων οι οποίοι μπορούν να χωριστούν σε τρεις κατηγορίες:**
 - **Ατομικοί εισβολείς:** Ιδιώτες που επιτίθενται σε συσκευές IoMT για προσωπικό κέρδος ή σατιρική σκοπιμότητα.
 - **Οργανωμένες ομάδες:** Ομάδες που επιτίθενται σε συσκευές IoMT για οικονομικό κέρδος ή για να υποστηρίξουν πολιτικές ή θρησκευτικές πεποιθήσεις.
 - **Κρατικές ομάδες:** Κρατικές υπηρεσίες που επιτίθενται σε συσκευές IoMT για συλλογή πληροφοριών.
- **Αντίκτυπος. Οι επιθέσεις στο IoMT μπορούν να έχουν διάφορους αντίκτυπο, όπως:**
 - **Κίνδυνος για τη ζωή:** Οι επιθέσεις μπορούν να οδηγήσουν σε τραυματισμό ή θάνατο, ειδικά σε περίπτωση επιθέσεων σε συσκευές υγειονομικής περίθαλψης.
 - **Απώλεια αξίας επωνυμίας:** Οι επιθέσεις μπορούν να βλάψουν τη φήμη μιας επιχείρησης ή ενός οργανισμού.
 - **Γνωστοποίηση δεδομένων:** Οι επιθέσεις μπορούν να οδηγήσουν στη γνωστοποίηση ευαίσθητων δεδομένων, όπως προσωπικές πληροφορίες ή πληροφορίες υγείας.

- **Μέθοδοι επίθεσης.** Οι επιθέσεις στο IoMT μπορούν να πραγματοποιηθούν με διάφορους τρόπους, όπως:
 - **Κοινωνική μηχανική:** Οι επιτιθέμενοι μπορούν να εξαπατήσουν τους χρήστες ώστε να αποκαλύψουν τα διαπιστευτήριά τους ή να εγκαταστήσουν κακόβουλο λογισμικό.
 - **Επίπεδο εφαρμογής:** Οι επιτιθέμενοι μπορούν να εκμεταλλευτούν ευπάθειες στις εφαρμογές που χρησιμοποιούν συσκευές IoMT.
 - **Σφάλματα λογισμικού ή υλικού υπολογιστών:** Οι επιτιθέμενοι μπορούν να εκμεταλλευτούν σφάλματα λογισμικού ή υλικού σε συσκευές IoMT.
 - **Κακόβουλο λογισμικό:** Οι επιτιθέμενοι μπορούν να εγκαταστήσουν κακόβουλο λογισμικό σε συσκευές IoMT για να αποκτήσουν πρόσβαση ή να διαχειριστούν τα δεδομένα.

Η ταξινόμηση αυτή παρέχει μια χρήσιμη βάση για την κατανόηση των κινδύνων ασφάλειας και ιδιωτικής ζωής στο IoMT. Οι επιχειρήσεις και οι οργανισμοί που χρησιμοποιούν συσκευές IoMT μπορούν να χρησιμοποιήσουν αυτήν την ταξινόμηση για να αναπτύξουν μέτρα ασφαλείας για την προστασία των συστημάτων τους [33].

4.3 Απειλές Ασφάλειας Εφαρμογών Υγείας

Έως το 2025, ο αριθμός των συσκευών IoT ανά δευτερόλεπτο θα αυξηθεί σε 200 χιλιάδες. Τα δίκτυα Wi-Fi 6 και 5G θα παρέχουν υψηλότερους ρυθμούς δεδομένων και μεγαλύτερη χωρητικότητα δικτύου, βελτιώνοντας την ταχύτητα, την καθυστέρηση και την επεκτασιμότητα. Αυτό θα φέρει μεγαλύτερη απόδοση αλλά θα αυξήσει και τα ζητήματα ασφαλείας.

Ωστόσο, οι συσκευές IoT αντιμετωπίζουν διάφορα ζητήματα ασφαλείας, όπως:

- Η φύση και η ευαισθησία των δεδομένων που κοινοποιούνται από τις συσκευές IoT.
- Ζητήματα πολυπλοκότητας και συμβατότητας δεδομένων.
- Κατασκευαστικά θέματα ασφαλείας των συσκευών IoT.



Εικόνα 18: Ασφάλεια των Συσκευών Επικοινωνίας [15].

Η επικοινωνία των συσκευών IoT είναι ευάλωτη σε επιθέσεις στις ακόλουθες τρεις πτυχές:

- **Εμπιστευτικότητα:** Τα δεδομένα που ανταλλάσσονται μεταξύ των συσκευών IoT πρέπει να είναι προστατευμένα από μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση. Αυτό είναι σημαντικό για την προστασία της ιδιωτικότητας και της ασφάλειας των χρηστών.
- **Ακεραιότητα:** Τα δεδομένα που ανταλλάσσονται μεταξύ των συσκευών IoT πρέπει να είναι ακριβή και να μην έχουν τροποποιηθεί. Αυτό είναι σημαντικό για την προστασία της ακεραιότητας των συστημάτων και των εφαρμογών.
- **Διαθεσιμότητα:** Οι συσκευές IoT πρέπει να είναι διαθέσιμες για επικοινωνία όταν χρειάζεται. Αυτό είναι σημαντικό για τη λειτουργία των συστημάτων και των εφαρμογών που βασίζονται στις συσκευές IoT.

Επομένως, το επίπεδο επικοινωνίας δεν είναι πλήρως ασφαλές και οι συσκευές IoT μπορεί να υποστούν διάφορους τύπους φυσικών επιθέσεων, όπως [31]:

- **Παραβίαση κόμβων:** Ο επιτιθέμενος αποκτά φυσική πρόσβαση στη συσκευή και την παραβιάζει.
- **Εισαγωγή κόμβων σε ασύρματα δίκτυα αισθητήρων:** Ο επιτιθέμενος εισάγει μη εξουσιοδοτημένες συσκευές σε ένα ασύρματο δίκτυο αισθητήρων.
- **Υλικές ζημιές:** Ο επιτιθέμενος προκαλεί υλικές ζημιές στη συσκευή.

- **Επίθεση DOS (Άρνηση Υπηρεσιών):** Ο επιτιθέμενος αποστέλλει μεγάλο αριθμό αιτημάτων σε μια συσκευή, καθιστώντας την ανίκανη να εξυπηρετήσει τους χρήστες.
- **Έγχυση κακόβουλου κώδικα:** Ο επιτιθέμενος εισάγει κακόβουλο κώδικα στη συσκευή, ο οποίος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κλοπή δεδομένων ή την προσβολή της συσκευής.
- **Επίθεση επανάληψης μέσω πλαστογράφησης:** Ο επιτιθέμενος στέλνει πλαστά αιτήματα σε μια συσκευή, χρησιμοποιώντας αυθεντικοποίηση που έχει κλαπεί από άλλη συσκευή.
- **Επίθεση καταγραφής κόμβου:** Ο επιτιθέμενος αποκτά πρόσβαση σε μια συσκευή και καταγράφει όλες τις πληροφορίες που αποστέλλονται ή λαμβάνονται από αυτήν.
- **Επίθεση τύπου man-in-the-middle (MITM):** Σε αυτήν την επίθεση, ο εισβολέας τοποθετείται μεταξύ δύο συσκευών IoT και υποκλέπτει ή τροποποιεί τα δεδομένα που ανταλλάσσονται.
- **Αποσυγχρονισμός:** Σε αυτήν την επίθεση, ο εισβολέας αλλάζει τις παραμέτρους επικοινωνίας μεταξύ δύο συσκευών IoT, προκαλώντας προβλήματα στην επικοινωνία.
- **Επιλεκτική προώθηση:** Σε αυτήν την επίθεση, ο εισβολέας παρεμβαίνει στη ροή δεδομένων μεταξύ δύο συσκευών IoT, κλέβοντας ή καταστρέφοντας δεδομένα.
- **Επιθέσεις ηλεκτρονικού ψαρέματος:** Οι επιθέσεις ηλεκτρονικού ψαρέματος είναι μια μορφή απάτης που προσπαθεί να εξαπατήσει τους χρήστες να αποκαλύψουν ευαίσθητες πληροφορίες, όπως κωδικούς πρόσβασης.
- **Επιθέσεις ιών και ιών τύπου worm:** Οι ιοί είναι κακόβουλα προγράμματα που μπορούν να μολύνουν συσκευές IoT και να διαδώσουν κώδικα σε άλλες συσκευές. Οι ιοί τύπου worm μπορούν να αυτό-αναπαραχθούν και να εξαπλωθούν στο διαδίκτυο χωρίς την ανθρώπινη παρέμβαση.
- **Επιθέσεις Δούρειου ίππου:** Ένας δούρειος ίππος είναι ένα κακόβουλο πρόγραμμα που μοιάζει με νόμιμο λογισμικό. Οι εισβολείς χρησιμοποιούν δούρειους ίππους για να αποκτήσουν πρόσβαση σε συσκευές IoT και να εκτελέσουν κώδικα χωρίς τη γνώση του χρήστη.
- **Επιθέσεις Λογισμικού υποκλοπής (spyware):** Το λογισμικό υποκλοπής είναι ένα κακόβουλο πρόγραμμα που συλλέγει δεδομένα από συσκευές IoT, όπως κωδικούς πρόσβασης και δεδομένα τοποθεσίας.

- **Επιθέσεις κρυπτογράφησης:** Οι επιθέσεις κρυπτογράφησης προσπαθούν να σπάσουν τον κρυπτογράφηση που χρησιμοποιείται για την προστασία των δεδομένων σε συσκευές IoT. Οι επιθέσεις πλευρικού καναλιού είναι ένας τύπος επίθεσης κρυπτογράφησης που προσπαθεί να αποκτήσει πρόσβαση σε πληροφορίες που δεν είναι ορατές στο κανονικό κανάλι επικοινωνίας.

Επομένως τα ζητήματα ασφαλείας στις συσκευές IoT αποτελούν σοβαρή απειλή. Οι οργανισμοί πρέπει να λαμβάνουν μέτρα για την προστασία των συσκευών IoT τους, όπως η χρήση ισχυρής κρυπτογράφησης και η εφαρμογή πολιτικών ασφαλείας.

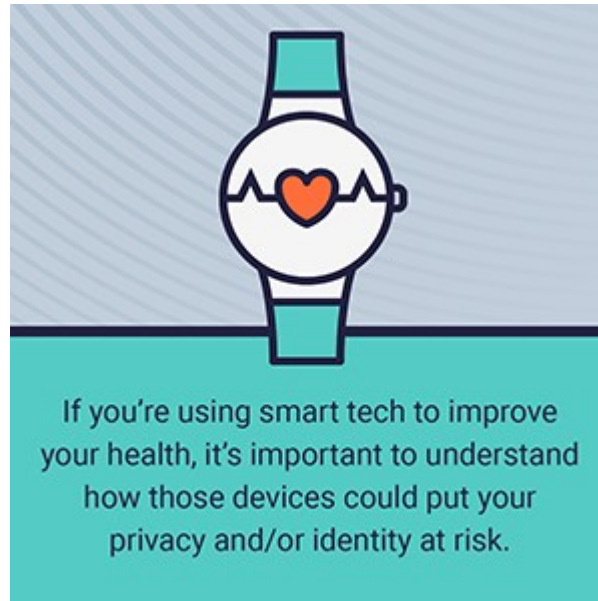
4.4 Ασφαλές Σύστημα Ανταλλαγής Δεδομένων

Επιστήμονες ανέπτυξαν ένα ασφαλές σύστημα ανταλλαγής δεδομένων για συσκευές IoMT [29]. Τα πλεονεκτήματα αυτού του συστήματος είναι ότι εγγυάται την προστασία και την ελεγχόμενη πρόσβαση σε αμοιβαίες πληροφορίες. Επιπλέον, το σύστημα μπορεί να πραγματοποιήσει αποτελεσματικές δοκιμές ακεραιότητας πριν ο πελάτης αποκτήσει πρόσβαση σε δεδομένα για την αποφυγή σφάλματος.

Επίσης, στον κυβερνοχώρο εντοπίστηκαν αρκετές απειλές για συσκευές IoMT. Επειδή οι συσκευές IoMT έχουν περιορισμένη διάρκεια ζωής μπαταρίας, έχουν μόνο περιορισμένη δυνατότητα κρυπτογράφησης και ως εκ τούτου διατρέχουν κίνδυνο όσον αφορά την ακεραιότητα, την εμπιστευτικότητα και το απόρρητο. Προσωπικά δεδομένα ασθενών ενδέχεται να διαρρεύσουν και οι επιθέσεις άρνησης υπηρεσίας μπορεί να αυξηθούν με στόχο την εξάντληση της μπαταρίας. Η λύση είναι οι συσκευές IoMT να κρυπτογραφούν όλα τα δεδομένα των ασθενών χρησιμοποιώντας ελαφριές κρυπτογραφικές μεθόδους και να αποθηκεύουν τα δεδομένα των ασθενών σε ένα σύστημα που βασίζεται στο υπολογιστικό νέφος. Μόνο εγκεκριμένες οντότητες που διαθέτουν επαληθεύσιμο πιστοποιητικό μπορούν να έχουν πρόσβαση σε αυτά τα δεδομένα.

Έτσι, ένα πλαίσιο εργασίας για την ασφάλεια στον κυβερνοχώρο για συσκευές IoMT σε έξυπνα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης δημιουργήθηκε με πέντε χαρακτηριστικά: αναγνώριση, προστασία, ανίχνευση, απόκριση και ανάκτηση.

- **Αναγνώριση:** Η ικανότητα εντοπισμού και παρακολούθησης των συσκευών IoMT.
- **Προστασία:** Η ικανότητα προστασίας των συσκευών IoMT από επιθέσεις.
- **Ανίχνευση:** Η ικανότητα ανίχνευσης επιθέσεων στις συσκευές IoMT.
- **Απόκριση:** Η ικανότητα αντιμετώπισης επιθέσεων στις συσκευές IoMT.
- **Ανάκτηση:** Η ικανότητα ανάκτησης από επιθέσεις στις συσκευές IoMT.



Εικόνα 16: Ιδιωτικότητα ασθενών στην έξυπνη υγειονομική περίθαλψη [13].

4.5 Δυνατότητες και Εξέλιξη των Εφαρμογών Υγείας

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) αποτελεί μια επαναστατική τεχνολογία που έχει τη δυνατότητα να αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο ζούμε και εργαζόμαστε. Τα υπάρχοντα προϊόντα IoT εστιάζουν κυρίως σε εφαρμογές φυσικής κατάστασης, ενώ δεν είναι τόσο εξελιγμένα σε ό,τι αφορά την παρακολούθηση της καρδιακής λειτουργίας και τις κλινικές εφαρμογές. Αυτό αποτελεί πρόβλημα, καθώς π.χ. οι καρδιακές παθήσεις είναι η κύρια αιτία θανάτου στον κόσμο.

Για να αξιοποιηθεί πλήρως το δυναμικό του IoT στην υγειονομική περίθαλψη, είναι απαραίτητη η ικανότητα:

- **Πρόσβασης σε δεδομένα ανά πάσα στιγμή και οπουδήποτε.** Αυτό θα απαιτήσει την ανάπτυξη κατάλληλων φορητών ανιχνευτών που μπορούν να μεταφέρουν δεδομένα στο υπολογιστικό νέφος για επεξεργασία και ανάλυση.
- **Χωροχρονικής μοντελοποίησης.** Η ανθρώπινη καρδιά για παράδειγμα είναι ένα τρισδιάστατο όργανο, επομένως τα συστήματα ανίχνευσης πρέπει να είναι σε θέση να συλλέγουν δεδομένα από διαφορετικές γωνίες και σε πραγματικό χρόνο.
- **Αξιοποίησης του πλεονεκτήματος της μεγάλης κλίμακας του IoT και των big data** για τη δημιουργία αποτελεσματικών συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων. Αυτά τα συστήματα θα μπορούσαν να βοηθήσουν τους κλινικούς ιατρούς να εντοπίσουν και να διαχειριστούν τυχόν υποκείμενα καρδιακά προβλήματα.

- **Ανάπτυξης δυνατοτήτων επεξεργασίας πληροφοριών** που θα επιτρέπουν στους γιατρούς να έχουν πρόσβαση σε ιατρικά σήματα σε πραγματικό χρόνο. Αυτό θα τους επιτρέψει να παρέχουν έγκαιρη και αποτελεσματική θεραπεία σε απειλητικές για τη ζωή διαταραχές [30].

Η ανάπτυξη συστημάτων IoT που πληρούν αυτές τις απαιτήσεις θα μπορούσε να οδηγήσει σε σημαντικές βελτιώσεις στην πρόληψη, τη διάγνωση και τη θεραπεία των καρδιακών παθήσεων.



Εικόνα 17: Συνδεσιμότητα εφαρμογών υγείας [14].

Η ανάπτυξη των τεχνολογιών του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT) στον τομέα της υγείας ανοίγει νέες δυνατότητες για την παρακολούθηση και τη βελτίωση της υγείας των ασθενών. Ωστόσο, η χρήση αυτών των τεχνολογιών συνεπάγεται και νέους κινδύνους για την ασφάλεια των δεδομένων των ασθενών. Για να διασφαλιστεί η ασφάλεια των δεδομένων υγείας των ασθενών, είναι απαραίτητο να ληφθούν μέτρα για την αντιμετώπιση των ακόλουθων τρωτών σημείων:

- **Τρωτά σημεία του συστήματος:** Οι επιτιθέμενοι μπορούν να εκμεταλλευτούν τα τρωτά σημεία του συστήματος για να αποκτήσουν πρόσβαση στα δεδομένα των ασθενών. Για να μειωθεί αυτός ο κίνδυνος, είναι σημαντικό να πραγματοποιούνται συνεχείς έλεγχοι ασφαλείας και να εφαρμόζονται ενημερωμένες πολιτικές ασφαλείας.
- **Επιτιθέμενοι εντός του συστήματος:** Οι επιτιθέμενοι που βρίσκονται εντός του συστήματος, όπως οι εργαζόμενοι του νοσοκομείου, έχουν πρόσβαση στα δεδομένα των ασθενών και μπορούν να τα χρησιμοποιήσουν για κακόβουλους σκοπούς. Για να εντοπιστούν και να αποτραπούν αυτοί οι επιτιθέμενοι, είναι σημαντικό να υπάρχει ένα αποτελεσματικό σύστημα παρακολούθησης και ελέγχου πρόσβασης.

- **Επιτιθέμενοι εκτός του συστήματος:** Οι επιτιθέμενοι που βρίσκονται εκτός του συστήματος και μπορούν να αποκτήσουν πρόσβαση στα δεδομένα των ασθενών μέσω του Διαδικτύου. Για να αποτραπεί αυτός ο κίνδυνος, είναι σημαντικό να χρησιμοποιούνται ασφαλείς συνδέσεις και να εφαρμόζονται μέτρα ασφαλείας για την προστασία των δεδομένων από κακόβουλο λογισμικό.

Η εφαρμογή αυτών των μέτρων θα βοηθήσει στην προστασία των δεδομένων υγείας των ασθενών και στην εξασφάλιση της ασφάλειας και της εμπιστευτικότητας των πληροφοριών αυτών.

4.6 Προκλήσεις Εφαρμογών Υγείας

Οι εφαρμογές υγείας παρέχουν ειδικές υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης μέσω της οπτικοποίησης εξατομικευμένων δεδομένων, αλλά με έμφαση σε μία μόνο ιατρική κατάσταση, όπως η αναπνευστική ανεπάρκεια ή ο σακχαρώδης διαβήτης. Τα συστήματα αυτά δεν μπορούν να παρακολουθήσουν την συνολική κατάσταση υγείας του ασθενούς. Επίσης, ενώ το περιβάλλον IoT έχει εγκατασταθεί σε εξατομικευμένα πλαίσια και τα συστήματα αυτά παρέχουν βοήθεια, όπως εγκαταστάσεις υποβοηθούμενης διαβίωσης, έξυπνα σπίτια και μονάδες για άτομα με γνωστικές αναπηρίες, αλλά δεν μπορούν να παρακολουθήσουν την συνολική κατάσταση της υγείας των ασθενών.

Τα ερευνητικά κενά στις ολοκληρωμένες απαιτήσεις εξατομικευμένων υπηρεσιών υγειονομικής περίθαλψης καθορίζουν τις ερευνητικές προκλήσεις που σχετίζονται με διαφορετικά επίπεδα της αρχιτεκτονικής του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT) και τις αντίστοιχες βασικές απαιτήσεις της υγειονομικής περίθαλψης [22]. Οι τρέχουσες συσκευές και εφαρμογές HIoT ελέγχουν μόνο μία ιατρική κατάσταση του ασθενούς. Για το λόγο αυτό, δεν είναι αξιόπιστες όταν ένας ασθενής πάσχει από πολλές παθήσεις. Οι εφαρμογές αυτές δεν παρέχουν συνολική και εξατομικευμένη υγειονομική περίθαλψη, κυρίως λόγω των ακόλουθων προβλημάτων:

- **Έλλειψη συντονισμού:** Οι εφαρμογές δεν μπορούν να αλληλεπιδράσουν μεταξύ τους με ασφάλεια, καθώς χρησιμοποιούν διαφορετικό λογισμικό και υλικό.
- **Έλλειψη κατανόησης του πλαισίου υγείας:** Δεν υπάρχει πλήρη κατανόηση της επίδρασης και της σχέσης μεταξύ των διαφορετικών συνθηκών υγείας ενός ασθενή.

Επίσης σημαντικές προκλήσεις - στόχους των IoT συστημάτων υγείας αποτελούν:

- **Αξιοπιστία:** Τα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης που βασίζονται στο IoT πρέπει να είναι αξιόπιστα για να διασφαλίσουν την ασφάλεια και την υγεία των ασθενών.

- **Ανθεκτικότητα:** Τα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης που βασίζονται στο IoT πρέπει να είναι ανθεκτικά σε αποτυχίες τόσο των συσκευών επικοινωνίας όσο και του δικτύου επικοινωνίας.

4.7 Τρόποι Αντιμετώπισης των Προκλήσεων των Εφαρμογών Υγείας

4.7.1 Η πλευρά του δικτύου διασύνδεσης

Η πλευρά του δικτύου διασύνδεσης είναι ένας σημαντικός παράγοντας για την επιτυχημένη εφαρμογή συστημάτων υγειονομικής περίθαλψης που βασίζονται στο IoT. Η τεχνολογία 5G στοχεύει στην υποστήριξη αξιόπιστης επικοινωνίας σε περιβάλλοντα IoT, με χαμηλό λανθάνοντα χρόνο, υψηλό εύρος ζώνης, αξιοπιστία και ποιότητα εξυπηρέτησης. Επιπλέον, αναπτύσσονται προσεγγίσεις που βασίζονται σε AI / ML για την παροχή πιο αξιόπιστων επικοινωνιών.

- **Ανθεκτικότητα**

Η ανθεκτικότητα του επιπέδου επικοινωνίας είναι η ικανότητα των συστημάτων επικοινωνίας να συνεχίσουν τις βασικές τους λειτουργίες και να αντιμετωπίσουν απροσδόκητες καταστάσεις. Η υποστήριξη της ανθεκτικότητας σε πραγματικό χρόνο για συστήματα υγειονομικής περίθαλψης που βασίζονται στο IoT είναι μια πρόκληση, λόγω των πολλών πιθανών πηγών αποτυχίας. Οι αποτυχίες μπορούν να προκληθούν από συσκευές επικοινωνίας (π.χ. δρομολογητές) ή από το δίκτυο επικοινωνίας (π.χ. ασύρματα μέσα).

Οι αποτυχίες συσκευών επικοινωνίας μπορούν να αντιμετωπιστούν μερικώς μέσω αναδιαμόρφωσης του δικτύου. Οι αποτυχίες δικτύου, ωστόσο, μπορούν να είναι πιο δύσκολες να αντιμετωπιστούν. Για παράδειγμα, η παρεμβολή σε ασύρματα μέσα ή μια ευπάθεια στο πρωτόκολλο επικοινωνίας μπορεί να οδηγήσει σε μη ανακτήσιμη αποτυχία.

Υπάρχουν διάφοροι μηχανισμοί που βασίζονται στην υπολογιστική άκρων και το υπολογιστικό νέφος για την υποστήριξη της ανθεκτικότητας σε δίκτυα IoT. Αυτοί οι μηχανισμοί μπορούν να βοηθήσουν στην αντιμετώπιση διαφόρων αποτυχιών δικτύου, συμπεριλαμβανομένων των επιθέσεων DoS. Ωστόσο, είναι σχεδιασμένοι για να υποστηρίξουν μόνο αποτυχίες δικτύου επικοινωνίας και δεν μπορούν να αντιμετωπίσουν λειτουργικές αποτυχίες συσκευών επικοινωνίας.

Τέλος, συνεχίζονται συνειδητά οι προσπάθειες εισαγωγής ανθεκτικής αρχιτεκτονικής επικάλυσης για την αντιμετώπιση βλαβών σε συσκευές ενόψει απειλών για την ασφάλεια.

- **Εξατομίκευση**

Το επίπεδο επικοινωνίας υποστηρίζει την εξατομίκευση μέσω ειδικών δικτύων επικοινωνίας (π.χ. WPAN, WBAN και IoMT). Αυτά τα δίκτυα μπορούν να συνδέσουν ιατρικές συσκευές ενός μεμονωμένου ασθενούς, παρέχοντας εξατομικευμένη παρακολούθηση και θεραπεία.

Τα ειδικά δίκτυα επικοινωνίας μπορούν να προστατεύσουν τα δεδομένα και την επικοινωνία μεταξύ των προσωπικών συσκευών. Ωστόσο, μπορεί να είναι πιο δύσκολο να προστατεύσουν τα δεδομένα όταν αυτά τα δίκτυα αλληλεπιδρούν με εξωτερικά δίκτυα (π.χ. Διαδίκτυο).

Συμπερασματικά, η πλευρά του δικτύου διασύνδεσης είναι ένας σημαντικός παράγοντας για την επιτυχημένη εφαρμογή συστημάτων υγειονομικής περίθαλψης που βασίζονται στο IoT. Η τεχνολογία 5G, οι προσεγγίσεις AI / ML και τα ειδικά δίκτυα επικοινωνίας μπορούν να βοηθήσουν στη βελτίωση της αξιοπιστίας, της ανθεκτικότητας και της εξατομίκευσης των επικοινωνιών.

4.7.2 Η πλευρά των εφαρμογών υγείας

Η αξιοπιστία του επιπέδου εφαρμογής μπορεί να οριστεί ως η ικανότητα ενός συστήματος να εκτελεί τις απαιτούμενες λειτουργίες του χωρίς λάθη ή διακοπές, υπό καθορισμένες συνθήκες και για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.

- **Καλές Εργασιακές πρακτικές:** Οι εργασιακές πρακτικές που ενισχύουν την αξιοπιστία συμβάλλουν στη βελτίωση της απόδοσης του συστήματος μειώνοντας τα σφάλματα. Για παράδειγμα, η χρήση δοκιμών και ελέγχου ποιότητας μπορεί να βοηθήσει στην ανίχνευση και την αντιμετώπιση σφαλμάτων πριν αυτά προκαλέσουν προβλήματα κατά την χρήση του συστήματος.
- **Blockchain και μηχανική μάθηση:** Η συνδυαστική χρήση της αποκέντρωμένης βάσης δεδομένων και της τεχνολογίας Blockchain με τη μηχανική μάθηση μπορεί να οδηγήσει σε βελτιωμένα αποτελέσματα όσον αφορά την ασφάλεια και την αξιοπιστία των εφαρμογών υγείας. Για παράδειγμα, το Blockchain μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αποθήκευση δεδομένων υγείας με ασφαλή και ιδιωτικό τρόπο, ενώ η μηχανική μάθηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανίχνευση και την πρόληψη απειλών.
- **Συγκλίσεις IoT και AI:** Η σύγκλιση του IoT και του AI έχει τη δυνατότητα να οδηγήσει σε νέες εφαρμογές υγείας που είναι πιο αξιόπιστες και αποτελεσματικές. Για παράδειγμα, η χρήση AI και αισθητήρων IoT για τη συλλογή και επεξεργασία δεδομένων υγείας μπορεί να βοηθήσει στην έγκαιρη ανίχνευση και αντιμετώπιση προβλημάτων υγείας.

Συμπερασματικά, η αξιοπιστία είναι ένα σημαντικό χαρακτηριστικό όλων των εφαρμογών, αλλά είναι ιδιαίτερα σημαντική στις εφαρμογές υγείας. Οι εφαρμογές υγείας χρησιμοποιούνται για τη διάγνωση, τη θεραπεία και την παρακολούθηση ασθενών, επομένως είναι ζωτικής σημασίας να είναι αξιόπιστες για να εξασφαλιστεί η ασφάλεια και η αποτελεσματικότητά τους. Η βελτίωση της αξιοπιστίας μπορεί να επιτευχθεί μέσω της εφαρμογής τεχνολογιών και μεθόδων που

ενισχύουν την ασφάλεια, τη διαφάνεια και την αυτοματοποίηση όπως είναι η χρήση καλών εργασιακών πρακτικών, της τεχνολογίας Blockchain και της μηχανικής μάθησης, καθώς και της σύγκλισης του IoT και του AI. Η βελτίωση της αξιοπιστίας είναι μια συνεχής διαδικασία. Με τη χρήση των παραπάνω μεθόδων, οι οργανισμοί υγείας μπορούν να βελτιώσουν την αξιοπιστία των συστημάτων και των διαδικασιών τους, μειώνοντας τον κίνδυνο σφαλμάτων.

5

Ψηφιοποίηση του Κλάδου της Υγείας στην Ελλάδα και το Εξωτερικό

Η ψηφιοποίηση του κλάδου της υγείας είναι μια παγκόσμια τάση που επιταχύνεται τα τελευταία χρόνια. Σε διάφορες χώρες έχουν ήδη σημειωθεί σημαντικά βήματα προς αυτή την κατεύθυνση. Στην Ελλάδα, η ψηφιοποίηση του κλάδου της υγείας βρίσκεται σε πρώιμο στάδιο, αλλά υπάρχουν ήδη πρωτοβουλίες για την ανάπτυξη νέων ψηφιακών υπηρεσιών και εφαρμογών.

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (World Health Organization) υποστηρίζει ότι η ψηφιοποίηση του κλάδου της υγείας είναι ζωτικής σημασίας για τη βελτίωση της υγείας και της ευημερίας των πληθυσμών. Σε γενικές γραμμές, οι ψηφιακές τεχνολογίες μπορούν να βελτιώσουν την αποτελεσματικότητα και την αποδοτικότητα των υπηρεσιών υγείας, καθώς και να αυξήσουν την προσβασιμότητα και την ποιότητα της φροντίδας. Ωστόσο, υπάρχουν και ορισμένες προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπιστούν, όπως η προστασία των δεδομένων των ασθενών και η διαλειτουργικότητα των ψηφιακών συστημάτων [24].



Εικόνα 19: World Health Organization [16].

5.1 Δράσεις για Ψηφιοποίηση της Υγείας από τις Χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης & του Κόσμου

Τα τελευταία χρόνια, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει δεσμευτεί να υποστηρίξει την ανάπτυξη της ψηφιακής υγείας στην Ευρώπη, μέσω χρηματοδότησης και της παροχής συγκεκριμένων πλατφορμών. Στόχος είναι οι χώρες της ΕΕ να μπορούν να συνεργάζονται αποτελεσματικά σε θέματα ηλεκτρονικής υγείας. Ωστόσο, εξακολουθούν να υπάρχουν ζητήματα διαλειτουργικότητας, δηλαδή της δυνατότητας των διαφορετικών συστημάτων υγείας να επικοινωνούν και να μοιράζονται δεδομένα μεταξύ τους. Αυτά τα ζητήματα πρόκειται να αντιμετωπιστούν σε ευρωπαϊκό επίπεδο μέσω συντονισμένης δράσης των αρμόδιων φορέων [37].

5.1.1 Δράσεις και Εφαρμογές της Ευρωπαϊκής Ένωσης για μία Ψηφιοποιημένη Υγεία

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει λάβει σειρά δράσεων και έχει αναπτύξει διάφορες πλατφόρμες υγείας για την προώθηση της ψηφιοποίησης στον τομέα της υγείας. Οι ενέργειες αυτές έχουν ως στόχο τη βελτίωση της πρόσβασης, της ποιότητας και της αποδοτικότητας της υγειονομικής περίθαλψης στην Ευρώπη.

- **Δίκτυο ηλεκτρονικής υγείας (eHealth):** Το δίκτυο ηλεκτρονικής υγείας αποτελεί έναν μηχανισμό συνεργασίας μεταξύ των εθνικών αρχών που είναι αρμόδιες για την ηλεκτρονική υγεία. Στόχος του δικτύου είναι να προωθήσει τη διαλειτουργικότητα των ψηφιακών συστημάτων υγείας στην Ευρώπη, ώστε οι πολίτες και οι επαγγελματίες υγείας να μπορούν να ανταλλάσσουν δεδομένα και πληροφορίες ανεξάρτητα από τη χώρα στην οποία βρίσκονται.
- **Κοινή δράση για την στήριξη του δικτύου ηλεκτρονικής υγείας (eHAction):** Η κοινή δράση eHAction παρέχει τεχνική και επιστημονική υποστήριξη στο δίκτυο ηλεκτρονικής υγείας. Στόχος της δράσης είναι να διευκολύνει τη διασυννοριακή υγειονομική περίθαλψη και να παρέχει ψηφιακές υπηρεσίες ηλεκτρονικής υγείας (eHDSI) στους πολίτες και τους επαγγελματίες υγείας.

Η δράση eHAction βασίζεται σε τέσσερις βασικούς τομείς προτεραιότητας:

- **Ενδυνάμωση των πολιτών:** Η δράση στοχεύει στη βελτίωση της πρόσβασης των πολιτών στις ψηφιακές υπηρεσίες υγείας. Για το σκοπό αυτό, η δράση υποστηρίζει την ανάπτυξη ψηφιακών εφαρμογών και υπηρεσιών που επιτρέπουν στους πολίτες να έχουν πρόσβαση στα δεδομένα υγείας τους, να προγραμματίζουν ραντεβού με επαγγελματίες υγείας και να λαμβάνουν συμβουλές για την υγεία τους.

- **Υπεύθυνη χρήση των δεδομένων υγείας:** Η δράση στοχεύει στη διασφάλιση της ασφαλούς και υπεύθυνης χρήσης των δεδομένων υγείας. Για το σκοπό αυτό, η δράση υποστηρίζει την ανάπτυξη τεχνικών και διαδικασιών για την προστασία της ιδιωτικότητας και της ασφάλειας των δεδομένων υγείας.
- **Ενίσχυση της υπάρχουσας περίθαλψης:** Η δράση στοχεύει στη βελτίωση της ποιότητας και της αποτελεσματικότητας της υγειονομικής περίθαλψης. Για το σκοπό αυτό, η δράση υποστηρίζει την ανάπτυξη νέων ψηφιακών εργαλείων και υπηρεσιών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους επαγγελματίες υγείας για τη διάγνωση, τη θεραπεία και την παρακολούθηση ασθενών.
- **Πρόληψη και αντιμετώπιση προκλήσεων:** Η δράση στοχεύει στην αντιμετώπιση των προκλήσεων που σχετίζονται με την ψηφιοποίηση του τομέα της υγείας. Για το σκοπό αυτό, η δράση υποστηρίζει την ανάπτυξη νέων πολιτικών και στρατηγικών για την αντιμετώπιση των προκλήσεων αυτών.
- **Η ομάδα ενδιαφερομένων για την ηλεκτρονική υγεία (eHSG)** είναι μια ομάδα που αποτελείται από άτομα που εκπροσωπούν ασθενείς, επαγγελματίες και προμηθευτές της Ευρωπαϊκής Ένωσης που δραστηριοποιούνται στον τομέα της ηλεκτρονικής υγείας. Βασικός στόχος της ομάδας είναι να συμβάλλει στην ανάπτυξη της πολιτικής που σχετίζεται με την ηλεκτρονική υγεία στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Για να επιτύχει τους στόχους της, η ομάδα συνεργάζεται με τους εκπροσώπους της Ε.Ε. για να δώσει μεγαλύτερη αξία στην ψηφιακή υγεία σε συγκεκριμένους επιχειρησιακούς τομείς.

Πιο συγκεκριμένα, η ομάδα έχει ως εξής στόχους:

- **Να δημιουργήσει υποδομές ψηφιακών υπηρεσιών ηλεκτρονικής υγείας** που θα επιτρέπουν την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Αυτό θα διευκολύνει τις μετακινήσεις των πολιτών της ΕΕ, καθώς θα μπορούν να λαμβάνουν υγειονομική περίθαλψη σε οποιαδήποτε χώρα της ΕΕ, ανεξάρτητα από τη χώρα καταγωγής τους.
- **Να δημιουργήσει έναν ευρωπαϊκό χώρο δεδομένων για την υγεία.** Αυτός ο χώρος θα διασφαλίζει ότι τα δεδομένα των ασθενών μπορούν να χρησιμοποιούνται με ασφάλεια και αποτελεσματικότητα σε όλη την Ευρώπη.

Η ομάδα eHSG είναι ένα σημαντικό βήμα για την προώθηση της ηλεκτρονικής υγείας στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Οι στόχοι της θα βοηθήσουν να βελτιωθεί η ποιότητα της υγειονομικής περίθαλψης για τους πολίτες της ΕΕ και να διευκολυνθούν οι μετακινήσεις τους.

- **Η κοινή δράση για τον ευρωπαϊκό χώρο δεδομένων για την υγεία (TEHDAS - Towards the European Health Data Space - Προς τον ευρωπαϊκό χώρο δεδομένων υγείας)** είναι μια πρωτοβουλία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής που στοχεύει στη δημιουργία ενός ενιαίου και ασφαλούς πλαισίου για την ανταλλαγή και την επεξεργασία δεδομένων υγείας σε ολόκληρη την Ευρωπαϊκή Ένωση. Η δράση αυτή συμμετέχουν 26 ευρωπαϊκές χώρες, εκ των οποίων 22 είναι κράτη μέλη της ΕΕ και οι υπόλοιπες τέσσερις είναι υποψήφιες προς ένταξη στην ΕΕ ή συνεργαζόμενες χώρες.

Οι κύριοι στόχοι της TEHDAS είναι οι εξής:

- **Να διευκολυνθεί η συνεργασία** μεταξύ των σχετικών φορέων που χρησιμοποιούν δεδομένα υγείας στην ΕΕ. Αυτό θα επιτευχθεί μέσω της ανάπτυξης κοινών προτύπων και πρακτικών για την ανταλλαγή και την επεξεργασία δεδομένων υγείας.
- **Να δημιουργηθούν βέλτιστες πρακτικές** για τη χρήση δεδομένων υγείας. Αυτό θα επιτευχθεί μέσω της υποστήριξης της έρευνας και της καινοτομίας στον τομέα της ψηφιακής υγείας.
- **Να δημιουργηθούν εννοιολογικά πλαίσια** για τη σωστή χρήση δεδομένων υγείας. Αυτό θα επιτευχθεί μέσω της ανάπτυξης κοινών ορισμών και ταξινομιών για δεδομένα υγείας.

Με λίγα λόγια, οι στόχοι της TEHDAS επικεντρώνονται στην ποιότητα των δεδομένων υγείας και στις υποδομές που θα υποστηρίζουν τη σωστή χρήση των δεδομένων υγείας στην Ε.Ε.



Εικόνα 22: Η έξυπνη υγειονομική περίθαλψη Παγκοσμίως [19].

5.1.2 Ανάπτυξη ψηφιακών ικανοτήτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Η Ευρωπαϊκή Ένωση παρέχει χρηματοδότηση για την ανάπτυξη της ηλεκτρονικής υγείας στην Ευρώπη. Αυτή η χρηματοδότηση έχει ως στόχο να διευκολύνει την υιοθέτηση ψηφιακών τεχνολογιών στον τομέα της υγείας, με σκοπό τη βελτίωση της ποιότητας και της αποτελεσματικότητας της υγειονομικής περίθαλψης.

- **Προγράμματα χρηματοδότησης:** Η Ευρωπαϊκή Ένωση παρέχει χρηματοδότηση για την ηλεκτρονική υγεία μέσω των ακόλουθων προγραμμάτων:
- **Μηχανισμός Συνδέοντας την Ευρώπη (CEF - Connecting Europe Facility):** Ο μηχανισμός αυτός χρηματοδοτεί έργα και υποδομές στους τομείς μεταφορών, τηλεπικοινωνιών και ενέργειας. Μέρος αυτής της χρηματοδότησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη υποδομών ψηφιακής υγείας, όπως δίκτυα υψηλής ταχύτητας και συστήματα ηλεκτρονικής υγείας.
- **Πρόγραμμα Ψηφιακή Ευρώπη:** Το πρόγραμμα αυτό επενδύει σε στρατηγικές με βασικές ψηφιακές ικανότητες, με σκοπό να συμπληρώσει κάθε μέσο ψηφιακού μετασχηματισμού. Μέρος αυτής της χρηματοδότησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη ψηφιακών ικανοτήτων στον τομέα της υγείας, όπως η εκπαίδευση επαγγελματιών υγείας στις ψηφιακές τεχνολογίες.
- **Πρόγραμμα HORIZON 2020:** Το πρόγραμμα αυτό επενδύει και στην έρευνα για την ηλεκτρονική υγεία. Το επόμενο πρόγραμμα, το οποίο ονομάζεται Horizon Europe, θα συνεχίσει να χρηματοδοτεί την έρευνα για την ηλεκτρονική υγεία.
- **Πρόγραμμα για την υγεία (EU4Health):** Το πρόγραμμα αυτό παρέχει χρηματοδότηση για την ανάπτυξη της ηλεκτρονικής υγείας στην Ευρώπη. Το πρόγραμμα αυτό θα συνεχίσει να στηρίζει κάθε ενέργεια η οποία αποσκοπεί στην ανάπτυξη της ηλεκτρονικής υγείας στην Ευρώπη με σκοπό την κλιμάκωση και την εξέλιξή της έως το 2027.

Οι στόχοι της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την ανάπτυξη της ηλεκτρονικής υγείας περιλαμβάνουν:

- **Βελτίωση της ποιότητας και της αποτελεσματικότητας** της υγειονομικής περίθαλψης: Η ηλεκτρονική υγεία μπορεί να βοηθήσει στη βελτίωση της ποιότητας και της αποτελεσματικότητας της υγειονομικής περίθαλψης με διάφορους τρόπους, όπως η βελτίωση της επικοινωνίας μεταξύ επαγγελματιών υγείας, η παροχή πρόσβασης σε πληροφορίες υγείας στους ασθενείς και η παροχή εξατομικευμένης περίθαλψης.
- **Αύξηση της αποδοτικότητας του συστήματος υγείας:** Η ηλεκτρονική υγεία μπορεί να βοηθήσει στην αύξηση της αποδοτικότητας του συστήματος υγείας με διάφορους

τρόπους, όπως η μείωση των διοικητικών εργασιών, η βελτίωση της διαχείρισης των πόρων και η αύξηση της συμμετοχής των ασθενών στη λήψη αποφάσεων.

- **Κλιμάκωση της ηλεκτρονικής υγείας στην Ευρώπη:** Η Ευρωπαϊκή Ένωση επιδιώκει να κλιμακώσει την ηλεκτρονική υγεία στην Ευρώπη, ώστε να γίνει πιο προσιτή και διαθέσιμη σε όλους τους Ευρωπαίους.

Συμπερασματικά, η Ευρωπαϊκή Ένωση παρέχει σημαντική χρηματοδότηση για την ανάπτυξη της ηλεκτρονικής υγείας στην Ευρώπη. Αυτή η χρηματοδότηση είναι απαραίτητη για την επίτευξη των στόχων της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την ηλεκτρονική υγεία.

5.1.3 Διασυνοριακές υπηρεσίες στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Τα τελευταία χρόνια, ο αριθμός των πολιτών της Ευρωπαϊκής Ένωσης που μετακινούνται σε άλλα κράτη μέλη έχει αυξηθεί σημαντικά. Αυτό οφείλεται σε διάφορους παράγοντες, όπως η οικονομική μετανάστευση, η εκπαίδευση και η τουρισμός. Ωστόσο, η μετακίνηση σε άλλο κράτος μέλος μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα στην πρόσβαση σε ιατρική περίθαλψη, καθώς τα ιατρικά δεδομένα των πολιτών μπορεί να μην είναι διαθέσιμα στο άλλο κράτος μέλος.

Αυτό μπορεί να αποτελέσει κίνδυνο για τους πολίτες, καθώς μπορεί να καθυστερήσει ή να εμποδίσει την παροχή απαραίτητης ιατρικής φροντίδας. Για να αντιμετωπιστεί αυτό το πρόβλημα, είναι απαραίτητο να δημιουργηθεί μια συντονισμένη πολιτική υγείας και συγκεκριμένα συστήματα σε όλη την Ευρωπαϊκή Ένωση. Η Οδηγία ΕΕ 24/2011, η οποία ασχολείται με τα δικαιώματα των πολιτών όσον αφορά τη διασυνοριακή υγειονομική περίθαλψη, αποτελεί μια βασική αρχή για την ανταλλαγή δεδομένων και βασικών πληροφοριών μεταξύ των κρατών μελών. Η Εσθονία και η Φινλανδία ήταν οι πρώτες ευρωπαϊκές χώρες που κατάφεραν να εξασφαλίσουν σε μεγάλο βαθμό τη διασυνοριακή χρήση ηλεκτρονικών συνταγών. Αυτό σημαίνει ότι οι ασθενείς της Φινλανδίας μπορούν να μεταβούν στην Εσθονία και να προμηθευτούν φάρμακα που έχουν συνταγογραφηθεί ηλεκτρονικά από τον γιατρό τους στη Φινλανδία.

Για να βελτιωθεί γενικά η πρόσβαση σε διασυνοριακές υπηρεσίες υγείας, είναι απαραίτητο να ληφθούν κάποιες ενέργειες, όπως:

- **Συντονισμός της πολιτικής υγείας:** Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πρέπει να συντονίζει τις πολιτικές υγείας των κρατών μελών για να διασφαλίσει ότι οι πολίτες έχουν πρόσβαση σε ποιοτική ιατρική περίθαλψη σε ολόκληρη την Ε.Ε.
- **Δημιουργία συστημάτων ανταλλαγής δεδομένων:** Τα κράτη μέλη πρέπει να δημιουργήσουν συστήματα ανταλλαγής δεδομένων για να διασφαλίσουν ότι τα ιατρικά δεδομένα των πολιτών είναι διαθέσιμα σε όλα τα κράτη μέλη.
- **Ενθάρρυνση της χρήσης ηλεκτρονικών υπηρεσιών:** Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πρέπει να ενθαρρύνει τη χρήση ηλεκτρονικών υπηρεσιών για την πρόσβαση σε ιατρική περίθαλψη.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση εργάζεται για την ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου συστήματος διασυνοριακών υπηρεσιών υγείας που θα προσφέρει στους πολίτες πρόσβαση στην υγειονομική περίθαλψη σε οποιαδήποτε χώρα της ΕΕ. Η ολοκλήρωση αυτών των υπηρεσιών θα έχει σημαντικές επιπτώσεις για την υγεία των Ευρωπαίων πολιτών, βελτιώνοντας την πρόσβαση στην υγειονομική περίθαλψη και την ποιότητα της υγειονομικής περίθαλψης.

Παρακάτω αναφέρονται παραδείγματα διασυνοριακών υπηρεσιών οι οποίες εισάγονται σιγά-σιγά στα κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης:

- Το **ePrescription (και το eDispensation)**: Είναι ένα σύστημα ηλεκτρονικής συνταγογράφησης και διανομής φαρμάκων που επιτρέπει σε κάθε ασθενή να προμηθευτεί τα φάρμακά του από το φαρμακείο της χώρας της Ευρωπαϊκής Ένωσης στην οποία βρίσκεται, ακόμα και αν αυτή δεν είναι η χώρα προέλευσης του.
Πιο συγκεκριμένα, μέσω της ηλεκτρονικής μεταφοράς των συνταγών, όλες οι χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης θα είναι σε θέση να ανταλλάσσουν τα δεδομένα των ασθενών που βρίσκονται σε αυτές. Αυτό σημαίνει ότι ο γιατρός μιας χώρας μπορεί να συνταγογραφήσει φάρμακα σε έναν ασθενή που βρίσκεται σε άλλη χώρα, και το φαρμακείο της άλλης χώρας θα είναι σε θέση να εκδώσει τα φάρμακα αυτά, αφού πρώτα επιβεβαιώσει την ταυτότητα του ασθενούς. Σκοπός αυτής της ενέργειας είναι να διευκολυνθεί η πρόσβαση των ασθενών στα φάρμακά τους, ανεξάρτητα από τη χώρα στην οποία βρίσκονται. Για παράδειγμα, ένας ασθενής που ταξιδεύει σε άλλη χώρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης θα μπορεί να προμηθευτεί τα φάρμακά του από το τοπικό φαρμακείο, χωρίς να χρειάζεται να επισκεφθεί έναν γιατρό στην άλλη χώρα.
 - **Ενδεικτικό παράδειγμα:** Ένας ασθενής από την Ελλάδα ταξιδεύει στη Γαλλία για διακοπές. Ενώ βρίσκεται στη Γαλλία, ο ασθενής χρειάζεται να προμηθευτεί ένα φάρμακο που του έχει συνταγογραφήσει ο γιατρός του στην Ελλάδα. Ο ασθενής μπορεί να επισκεφθεί ένα φαρμακείο στη Γαλλία και να παρουσιάσει την ηλεκτρονική συνταγή του από την Ελλάδα. Το φαρμακείο θα είναι σε θέση να εκδώσει τα φάρμακα αυτά, αφού πρώτα επιβεβαιώσει την ταυτότητα του ασθενούς.
- Το **Patient Summary (Συνοπτικό Ιστορικό Ασθενή)** : Είναι ένα ηλεκτρονικό έγγραφο που περιέχει βασικές πληροφορίες για την υγεία ενός ασθενή, όπως:
 - Προσωπικά στοιχεία (όνομα, ημερομηνία γέννησης, διεύθυνση, κ.λπ.)
 - Ιατρικές παθήσεις και ιστορικό
 - Φάρμακα που λαμβάνει
 - Αλλαγές στη θεραπεία ή στη διάγνωση

Το Συνοπτικό Ιστορικό Ασθενή είναι διαθέσιμο σε όλες τις επίσημες γλώσσες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Αυτό επιτρέπει σε ιατρούς από διαφορετικές χώρες να έχουν πρόσβαση στις πληροφορίες υγείας ενός ασθενή, ανεξάρτητα από τη γλώσσα που μιλούν. Το Συνοπτικό Ιστορικό Ασθενή αποτελεί βασικό στοιχείο για την ανταλλαγή ηλεκτρονικών φακέλων υγείας μεταξύ των κρατών-μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η ανταλλαγή αυτή θα επιτρέψει στους ιατρούς να παρέχουν την καλύτερη δυνατή φροντίδα στους ασθενείς, ανεξάρτητα από το πού βρίσκονται.

- **MyHealth@EU:** Στην υποδομή my Health Europe όλα τα ιατρικά αρχεία ενός ασθενή μπορούν να μεταφραστούν στη γλώσσα του εκάστοτε επαγγελματία υγείας. Με αυτόν τον τρόπο και μέσω των Εθνικών Σημείων Επαφής (ΕΣΚ) τα οποία θα δημιουργηθούν σιγά-σιγά σε όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, θα υπάρχει δυνατότητα να πραγματοποιηθεί σωστή ανταλλαγή ιατρικών δεδομένων όλων των ευρωπαίων πολιτών σε οποιαδήποτε χώρα της Ε.Ε. και αν βρίσκονται.
- **HealthData@EU:** Η υποδομή HealthData@EU δημιουργήθηκε με σκοπό να διευκολύνει την πρόσβαση σε ηλεκτρονικές πληροφορίες υγείας, για σκοπούς έρευνας και καινοτομίας. Στόχος είναι να δοθεί η δυνατότητα να αξιοποιηθεί σωστότερα μεγαλύτερη ποικιλία δεδομένων υγείας, προκειμένου να βελτιωθεί η παροχή υγειονομικής περίθαλψης.

Για να διασφαλιστεί η προστασία των δεδομένων των ασθενών, κάθε ερευνητής και ίδρυμα θα πρέπει να ζητήσει άδεια από τον ειδικό φορέα πρόσβασης. Κάθε κράτος μέλος θα έχει επίσης τη δυνατότητα να διατηρήσει τα δικά του προσωπικά δεδομένα, αφού δεν θα δημιουργηθεί κεντρική ευρωπαϊκή βάση δεδομένων. Χαρακτηριστικά παραδείγματα υπηρεσιών της υποδομής αυτής είναι:

- Η ηλεκτρονική συνταγογράφηση, η οποία είναι ήδη διαθέσιμη σε 10 ευρωπαϊκές χώρες.
- Η ηλεκτρονική πρόσβαση στα αποτελέσματα εργαστηριακών εξετάσεων.
- Η ηλεκτρονική παρακολούθηση των ασθενών με χρόνια νοσήματα.

Η νέα έκδοση του HealthData@EU: Ο γαλλικός φορέας Health data hub έχει ως στόχο να δημιουργήσει μία νέα έκδοση του HealthData@EU, βασισμένη σε μία αρχιτεκτονική η οποία θέτει υψηλά πρότυπα ασφαλείας και απορρήτου. Συγκεκριμένα, δηλώνεται ότι κανένας υπάλληλος δεν θα έχει τη δυνατότητα της άμεσης πρόσβασης σε οποιαδήποτε δεδομένα υγείας. Τα δεδομένα αυτά θα κρυπτογραφηθούν με σκοπό να διατηρηθεί η ασφάλεια και η ιδιωτικότητα των ασθενών.

Η Φινλανδία συμμετέχει επίσης στην κοινοπραξία για τη δημιουργία της νέας εκδοχής του HealthData@EU. Η Findata, η εθνική αρχή δεδομένων της υγειονομικής περίθαλψης της Φινλανδίας, δηλώνει πως όλα τα δεδομένα των ασθενών τα οποία μπορεί να ζητηθούν δίνονται με ψευδώνυμο. Αυτό σημαίνει ότι αποφεύγεται να δοθούν αναγνωριστικά στοιχεία όπως όνομα, αριθμός κοινωνικής ασφάλισης και οποιαδήποτε μεταβλητή είναι ικανή να ταυτοποιήσει έναν ασθενή.

Συμπεράσματικά, η υποδομή HealthData@EU αποτελεί ένα σημαντικό βήμα για την αξιοποίηση των δεδομένων υγείας για σκοπούς έρευνας και καινοτομίας. Η νέα εκδοχή της υποδομής, με υψηλότερα πρότυπα ασφαλείας και απορρήτου, αναμένεται να ενισχύσει περαιτέρω την προστασία των δεδομένων των ασθενών.

- Το επόμενο βήμα για την ηλεκτρονική ανταλλαγή δεδομένων ασθενών μεταξύ των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι η υποδομή ψηφιακών υπηρεσιών ηλεκτρονικής υγείας (eHDSI). Η eHDSI έχει ως στόχο να συνδέσει τις εθνικές υπηρεσίες ηλεκτρονικής υγείας μεταξύ τους, ώστε οι ασθενείς να μπορούν να έχουν πρόσβαση στα δεδομένα τους σε οποιαδήποτε χώρα της Ε.Ε. [39].

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή αυτή τη στιγμή 22 κράτη-μέλη συμμετέχουν ενεργά και αποτελούν μέρος της ψηφιακής υποδομής ηλεκτρονικής υγείας και αναμένεται σύντομα να είναι σε θέση να ανταλλάξουν ιστορικό ασθενούς αλλά και ηλεκτρονικές συνταγές.

5.1.4 Παραδείγματα ψηφιοποίησης της υγείας από χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Η πανδημία του κορονοϊού λειτούργησε ως καταλύτης για την ψηφιοποίηση της υγείας στην Ευρώπη. Δύο από τις χώρες που πρωτοστατούν στην ανάπτυξη της ψηφιοποίησης της υγείας είναι η Γερμανία και η Ισπανία. Σύμφωνα με έρευνες, το 55% των Ισπανών πολιτών θεωρούν την τηλεϊατρική σημαντική στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό για τους Γερμανούς και τους Αμερικανούς είναι 16% και 43%, αντίστοιχα.

Στην Ισπανία, το 57% των πολιτών έχουν χρησιμοποιήσει βιντεοκλήση με τον ιατρό τους, ενώ στην Αμερική μόλις το 47%. Σημαντικό ρόλο παίζει και η ηλικία των ασθενών, καθώς μικρό ποσοστό ατόμων άνω των εξήντα ετών έχει τη δυνατότητα να πραγματοποιήσει οποιαδήποτε συζήτηση μέσω κάμερας με τον ιατρό που τους παρακολουθεί. Όσον αφορά τα ηλεκτρονικά ραντεβού, στην Ισπανία γίνονται χρήση από το 15% των ερωτηθέντων, ενώ στην Αμερική από το 55% και στη Γερμανία από το 8% [36].

5.1.4.1 Ψηφιοποίηση της υγείας στην Γερμανία

Σύμφωνα με το ισχύον ιατρικό δίκτυο στη Γερμανία, η διενέργεια ιατρικών γνωματεύσεων ηλεκτρονικά επιτρέπεται μόνο σε συγκεκριμένες εξαιρετικές περιπτώσεις ή εάν έχει προηγηθεί

συνάντηση ανάμεσα στον γιατρό και τον ασθενή, και η εξέταση έχει πραγματοποιηθεί από κοντά στο ιατρείο. Στη Γερμανία, η χρήση της τηλεϊατρικής παρατηρείται σε λίγες σχετικά περιπτώσεις. Παρ' όλα αυτά, υπάρχει γενική συναίνεση ότι η εισαγωγή της τηλεϊατρικής θα βελτιώσει τους χρόνους εξυπηρέτησης και την ποιότητα των ιατρικών διαγνώσεων.

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της χρήσης είναι το πρόγραμμα "DocDirect," μέσω του οποίου ο γιατρός μπορεί να παρακολουθεί τους ασθενείς του, να παρακολουθεί την πρόοδο της θεραπείας τους και να προβαίνει σε διαγνώσεις. Το πρόγραμμα αυτό δημιουργήθηκε στη Βάδη-Βυρτεμβέργη και εφαρμόζεται μόνο σε ασθενείς με τραύματα ή δερματολογικά προβλήματα. Σύμφωνα με τον Φρανκ Ούρλιχ Μοντγκόμερι, η Γερμανία θα πρέπει να εξετάσει την ανάγκη αλλαγής και ενίσχυσης των ιατρικών κανόνων της, τόσο σε επίπεδο ομοσπονδιακού όσο και σε επίπεδο κρατικών νομοθεσιών, εάν επιθυμεί να ενσωματώσει ευρύτερα την τηλεϊατρική στην ιατρική πρακτική της [37].

Αυτή η αλλαγή στην ιατρική πρακτική θα μπορούσε να φέρει πολλά οφέλη, όπως την επιτάχυνση των διαγνώσεων και την βελτίωση της ποιότητας της υγειονομικής περίθαλψης, ενώ θα πρέπει να ληφθούν υπόψη και οι ανάγκες για προστασία της ιδιωτικότητας των ασθενών κατά την χρήση της τηλεϊατρικής.

5.1.4.2 Ψηφιοποίηση της υγείας στην Ισπανία

Το 1990 στην Ισπανία εισήχθη ένα καινοτόμο πρόγραμμα με την ονομασία REVISA. Αυτό το πρόγραμμα υλοποιήθηκε αρχικά στα Κανάρια νησιά, όπου εφοδιάστηκαν όλα τα νοσοκομεία με τις απαραίτητες τηλεϊατρικές δυνατότητες. Πιο συγκεκριμένα, παρασχέθηκαν βιντεοκάμερες υψηλής ανάλυσης για την εποχή, οι οποίες χρησιμοποιούνταν για τη διεξαγωγή Ιατρικών Συμβουλίων μεταξύ ιατρών. Το 1991 στα Κανάρια νησιά πραγματοποιήθηκε μια σημαντική καινοτομία με την ποσοτικοποίηση του DNA χρησιμοποιώντας τηλε-εικόνες. Αυτό αποτέλεσε έναν σημαντικό βήμα προόδου στον τομέα της ιατρικής, καθώς επέτρεψε την ανάλυση του γενετικού υλικού από απόσταση με χρήση της τηλεϊατρικής τεχνολογίας.

Στην Ισπανία της σύγχρονης εποχής, η τηλεϊατρική έχει εξαπλωθεί εκτενώς, ειδικότερα στη Γαλικία και την Καταλονία. Παρατηρείται μια σημαντική εξέλιξη στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, η οποία οφείλεται στην ενεργή χρήση της τηλεϊατρικής τεχνολογίας. Αυτό έχει επιτρέψει στους επαγγελματίες της υγείας να παρέχουν αποτελεσματική φροντίδα στους ασθενείς, ακόμη και όταν αυτοί βρίσκονται σε απομακρυσμένες περιοχές ή δυσπρόσιτα νησιά, βελτιώνοντας έτσι την ποιότητα της ιατρικής περίθαλψης σε ολόκληρη τη χώρα.

5.1.4.3 Ψηφιοποίηση της υγείας στην Εσθονία

Η ψηφιοποίηση της υγείας στην Εσθονία αποτελεί ένα εξαιρετικό παράδειγμα προηγμένων υπηρεσιών υγείας που βασίζονται στην τεχνολογία. Ποιο αναλυτικά στην χώρα αυτή παρέχονται οι παρακάτω υπηρεσίες:

- **Ε-ασθενοφόρο (Ε-ασθενοφόρο):** Στην Εσθονία, οι ομάδες έκτακτης ανάγκης έχουν πρόσβαση σε ηλεκτρονικά ιστορικά ασθενών. Αυτό σημαίνει ότι μπορούν να πληροφορηθούν για το ιατρικό ιστορικό των ασθενών κατά την άφιξή τους σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης. Αυτή η δυνατότητα επιτρέπει στο προσωπικό έκτακτης ανάγκης να λαμβάνει γρήγορες και αποτελεσματικές αποφάσεις σε επείγουσες καταστάσεις.
- **Ψηφιακή Συνταγογράφηση:** Στην Εσθονία, οι ιατροί και τα φαρμακεία έχουν υιοθετήσει την ψηφιακή συνταγογράφηση. Αυτό σημαίνει ότι οι ιατροί μπορούν να συνταγογραφήσουν ηλεκτρονικές συνταγές προς τα φαρμακεία. Επιπλέον, το σύστημα μπορεί να ελέγχει τη συμβατότητα των φαρμάκων για κάθε ασθενή, αποτρέποντας πιθανές αντιφάσεις ή αντενδείξεις.
- **Ηλεκτρονικό Σύστημα Ραντεβού και Ιατρικές Παραπομπές:** Επιπλέον, στην Εσθονία, υπάρχει ένα σύστημα καταχώρησης ραντεβού για ασθενείς που λειτουργεί ηλεκτρονικά. Αυτό επιτρέπει στους ασθενείς να κλείνουν διαδικτυακά ραντεβού με ιατρούς και άλλους επαγγελματίες υγείας, γεγονός που βελτιώνει την προσβασιμότητα στην υγειονομική φροντίδα. Επιπλέον, κάθε ιατρική παραπομπή προς τους ασθενείς καταχωρείται ηλεκτρονικά, εξασφαλίζοντας την ασφαλή ανταλλαγή ιατρικών πληροφοριών.

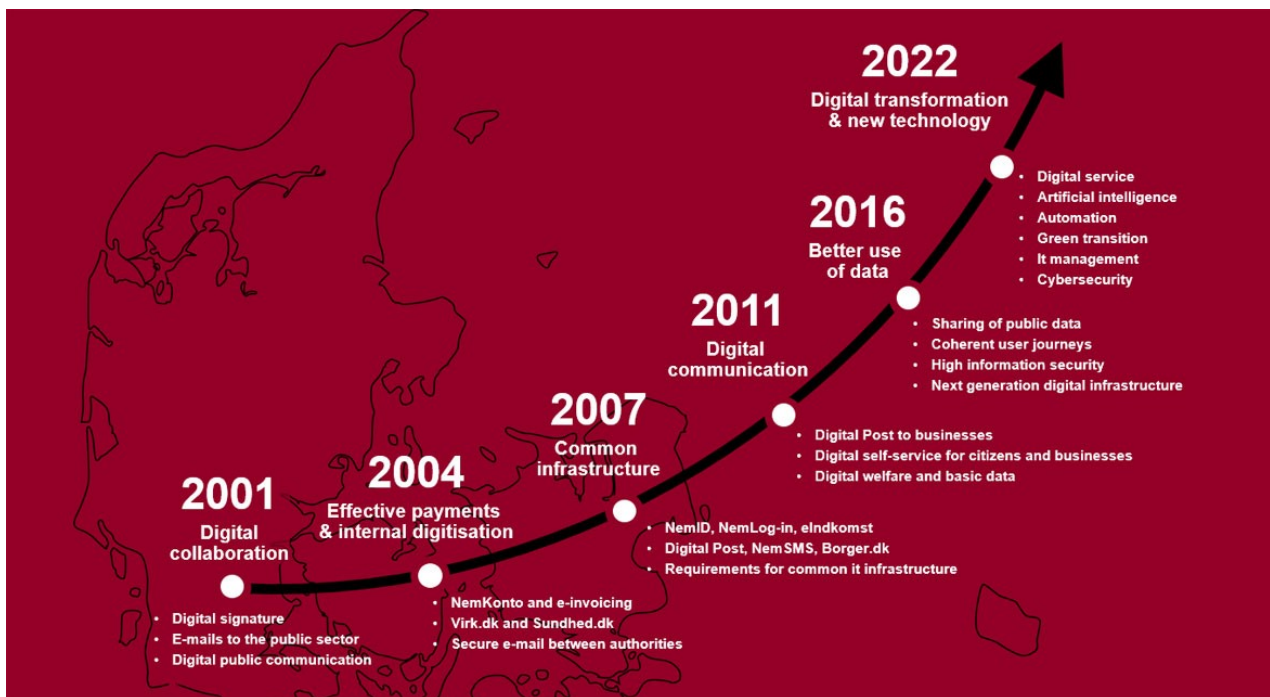
Ο συνδυασμός αυτών των τεχνολογικών εξελίξεων έχει δημιουργήσει ένα σύστημα υγείας που είναι αποτελεσματικό, προσβάσιμο και ασφαλές για τους ασθενείς και το ιατρικό προσωπικό.

5.1.4.4 Ψηφιοποίηση της υγείας στην Δανία

Η Δανία ετοιμάζεται να κάνει σημαντικές επενδύσεις ύψους πολλών δισεκατομμυρίων δολαρίων προς την κατεύθυνση της ανάπτυξης νέων νοσοκομείων μέχρι το τέλος του 2023. Ένα σημαντικό μέρος αυτών των επενδύσεων θα επικεντρωθεί στην ανάπτυξη ψηφιακών τεχνολογιών και ιατρικών συσκευών. Τα νέα νοσοκομεία θα εξοπλιστούν με ψηφιακές τεχνολογίες και προηγμένες υγειονομικές λύσεις, βασισμένες σε προηγμένη πληροφορική.

Τα νοσοκομεία αυτά θα αποτελέσουν πλέον "έξυπνα νοσοκομεία" και θα είναι σε θέση να προσφέρουν ευκαιρίες στις εταιρείες τεχνολογίας υγείας για την παροχή βελτιωμένων λύσεων στον τομέα της ψηφιακής περίθαλψης. Ειδικά, η εταιρεία Cisco προσφέρει τεχνολογικές λύσεις που επιτρέπουν την απομακρυσμένη παρακολούθηση ασθενών και παρέχει νέες πλατφόρμες επικοινωνίας, εντός συγκεκριμένων νοσοκομειακών προγραμμάτων.

Επιπλέον, η κυβέρνηση της Δανίας σχεδιάζει τη δημιουργία μιας πλατφόρμας εφαρμογών που ονομάζεται "World-Class Digital Service". Μέσω αυτής της πλατφόρμας, οι πολίτες θα έχουν πρόσβαση σε δημόσια δεδομένα με στόχο την ψηφιοποίηση του τομέα της υγείας. Αυτό θα επιτρέψει την βελτίωση των υπηρεσιών υγείας και την ευκολότερη πρόσβαση των πολιτών σε πληροφορίες και υπηρεσίες υγείας μέσω της τεχνολογίας.



Εικόνα 20: Το Ψηφιακό Ταξίδι της Δανίας [17].

5.1.4.5 Ψηφιοποίηση της υγείας στην Σλοβενία

Στη Σλοβενία, η ψηφιοποίηση της υγείας έχει επιφέρει αξιοσημείωτες αλλαγές στον τρόπο που διαχειρίζονται και παρέχουν υπηρεσίες υγείας στους πολίτες. Κεντρικό στοιχείο αυτής της διαδικασίας είναι η κάρτα ασφάλισης, ένα έγγραφο που παρέχεται δωρεάν σε κάθε άτομο σύμφωνα με τον κανονισμό για υποχρεωτική ασφάλιση υγείας στη Σλοβενία. Η κάρτα ασφάλισης λειτουργεί ως ένα ενιαίο μέσο για την αποθήκευση και τη διαχείριση των δεδομένων υγείας των ασφαλισμένων. Τα δεδομένα αυτά καταγράφονται και ανανεώνονται αυτόματα στην κάρτα, παρέχοντας έναν εύκολο και ασφαλή τρόπο για τη μεταφορά των πληροφοριών υγείας των ασφαλισμένων. Επιπρόσθετα, τα προσωπικά δεδομένα των ασθενών προστατεύονται για να διασφαλιστεί η ιδιωτικότητά τους. Αυτό είναι ένα σημαντικό βήμα για την προστασία της ευαίσθητης πληροφορίας των ασθενών και συμβάλλει στη βελτίωση της ποιότητας της περίθαλψης και στην αποτελεσματική αντιμετώπιση των υγειονομικών προβλημάτων.

Τα τελευταία χρόνια, η κάρτα ασφάλισης υγείας στη Σλοβενία έχει ανανεωθεί και λειτουργεί μέσω ασφαλούς επικοινωνίας στο διαδίκτυο. Επιπρόσθετα, η νέα κάρτα παρέχει πρόσβαση στα προσωπικά δεδομένα του κάθε χρήστη, τα οποία αποθηκεύονται σε κεντρικούς διακομιστές.

Το Κεντρικό Μητρώο Δεδομένων Ασθενών αποτελεί θεμελιώδες συστατικό του Σλοβενικού συστήματος υγείας, διευκολύνοντας έτσι την ανταλλαγή ηλεκτρονικών ιατρικών αρχείων σε εθνικό επίπεδο. Σήμερα, το Κεντρικό Μητρώο Δεδομένων Ασθενών περιλαμβάνει μια τεράστια συλλογή εγγραφών, η οποία αντιπροσωπεύει πάνω από το 90% του συνολικού πληθυσμού.

5.1.4.6 Ψηφιοποίηση της υγείας στην Σουηδία

Στη Σουηδία, έχουν προσπαθήσει να δημιουργήσουν μια νέα κεντρική βάση δεδομένων που θα αποθηκεύει όλες τις πληροφορίες σχετικά με τα φάρμακα που χρησιμοποιούνται. Αυτή η βάση δεδομένων επιτρέπει στους γιατρούς να εκδίδουν ηλεκτρονικές συνταγές προς οποιοδήποτε φαρμακείο στη Σουηδία. Με την εισαγωγή της ηλεκτρονικής συνταγής, ο γιατρός μπορεί να την αποστείλει είτε σε ένα συγκεκριμένο φαρμακείο είτε στο Εθνικό ταχυδρομικό κουτί. Το Εθνικό ταχυδρομικό κουτί είναι διαθέσιμο σε 900 φαρμακεία στη Σουηδία, προσφέροντας έναν βολικό τρόπο για τους ασθενείς να λαμβάνουν τα φάρμακά τους χωρίς να χρειάζεται να εξηγούν τη φαρμακευτική θεραπεία τους σε κάθε φαρμακοποιό. Συνοψίζοντας, ο ασθενής επιλέγει το φαρμακείο από το οποίο θέλει να προμηθευτεί τα φάρμακά του, ενώ ο γιατρός αποστέλλει την ηλεκτρονική συνταγή στο επιλεγμένο φαρμακείο και ενημερώνει για τη θεραπεία του ασθενούς. Τα οφέλη της χρήσης ηλεκτρονικής συνταγής είναι πολλαπλά και σημαντικά για τον τομέα της υγείας και τη φαρμακευτική περίθαλψη στη Σουηδία. Ας εξετάσουμε πιο αναλυτικά κάθε ένα από αυτά τα οφέλη:

Μείωση των σφαλμάτων στη συνταγογράφηση: Η ηλεκτρονική συνταγογράφηση επιτρέπει στους γιατρούς να καταγράφουν συνταγές με μεγαλύτερη ακρίβεια και ευκολία. Αυτό μειώνει σημαντικά τον κίνδυνο για σφάλματα στη συνταγογράφηση, όπως λάθη στη δοσολογία ή τη σύγκριση με αντενδείξεις και αλληλεπιδράσεις φαρμάκων.

- **Ασφάλεια ασθενών:** Η ηλεκτρονική συνταγογράφηση προστατεύει την υγεία των ασθενών, διότι είναι δύσκολο να πλαστογραφηθούν ή να νοθευθούν οι ηλεκτρονικές συνταγές. Αυτό αποτρέπει την παράνομη πρόσβαση σε φαρμακευτικά προϊόντα και διασφαλίζει ότι οι ασθενείς λαμβάνουν τα κατάλληλα φάρμακα για τις ανάγκες τους.
- **Ευελιξία για τους ασθενείς:** Οι ασθενείς επωφελούνται από μεγαλύτερη ευελιξία, καθώς μπορούν να επιλέξουν οποιοδήποτε φαρμακείο στη Σουηδία για να προμηθευτούν τα φάρμακά τους. Αυτό διευκολύνει την πρόσβαση στη θεραπεία και μειώνει τον χρόνο αναμονής των ασθενών.
- **Εξοικονόμηση χρόνου για τους φαρμακοποιούς:** Η ηλεκτρονική συνταγογράφηση εξοικονομεί χρόνο για τους φαρμακοποιούς, καθώς δεν απαιτείται πλέον η συνεχής επικοινωνία με τους γιατρούς για την επιβεβαίωση των συνταγών. Αυτό επιτρέπει στους φαρμακοποιούς να εστιάσουν περισσότερο στην παροχή ποιοτικής φαρμακευτικής φροντίδας στους πελάτες τους.

Συνολικά, η ηλεκτρονική συνταγογράφηση συνιστά έναν αναγκαίο και αποτελεσματικό μηχανισμό για τη βελτίωση της ποιότητας της φαρμακευτικής περίθαλψης και την προστασία της υγείας των ασθενών στη Σουηδία.

5.1.4.7 Ψηφιοποίηση της υγείας στην Φινλανδία

Η Φινλανδία είναι μια από τις πρωτοπόρες χώρες στην ανάπτυξη της ηλεκτρονικής υγειονομικής περίθαλψης. Η ψηφιοποίηση του συστήματος υγείας ξεκίνησε τη δεκαετία του 1990 και σήμερα η Φινλανδία διαθέτει ένα από τα πιο προηγμένα συστήματα ηλεκτρονικής υγειονομικής περίθαλψης στον κόσμο. Η περιοχή της Ουσιμάα είναι πρωτοπόρα στην ανάπτυξη της ηλεκτρονικής υγειονομικής περίθαλψης στη Φινλανδία. Η περιοχή διαθέτει ένα ολοκληρωμένο σύστημα ηλεκτρονικής υγειονομικής περίθαλψης που συνδέει τα νοσοκομεία, τα κέντρα υγείας και άλλους παρόχους υπηρεσιών υγείας.

Το σύστημα ηλεκτρονικής υγειονομικής περίθαλψης στην Ουσιμάα επιτρέπει στους ασθενείς να:

- Βλέπουν το ιατρικό τους ιστορικό και τα αποτελέσματα των εξετάσεων τους
- Κλείνουν ραντεβού με το γιατρό τους
- Αποκτούν συνταγές για φάρμακα
- Ανανεώνουν συνταγές για φάρμακα
- Επικοινωνούν με τους επαγγελματίες υγείας τους

Συμπερασματικά, η ηλεκτρονική υγειονομική περίθαλψη στη Φινλανδία και την περιοχή της Ουσιμάα έχει εξελιχθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια. Το σύστημα ηλεκτρονικής υγειονομικής περίθαλψης στη Φινλανδία είναι ένα από τα πιο προηγμένα στον κόσμο και έχει οδηγήσει σε μια σειρά από οφέλη, όπως τη βελτίωση της ποιότητας της φροντίδας υγείας, τη μείωση του κόστους και τη βελτίωση της έρευνας.

5.1.4.8 Ψηφιοποίηση της υγείας στην Γαλλία

Η Γαλλία έχει επενδύσει σημαντικά στην ανάπτυξη της ηλεκτρονικής υγείας τα τελευταία χρόνια. Στόχος της επένδυσης αυτής είναι η βελτίωση της ποιότητας και της αποτελεσματικότητας της περίθαλψης των ασθενών, καθώς και η μείωση του κόστους. Πιο συγκεκριμένα, η χώρα έχει υλοποιήσει τα ακόλουθα προγράμματα:

- **Elios και Promethee:** Αυτά τα δύο προγράμματα του Ινστιτούτου Curie στο Παρίσι παρέχουν ηλεκτρονικά εργαλεία αναζήτησης για τους γιατρούς. Το **Elios** είναι ένα βασικό αρχείο ασθενών που περιλαμβάνει πληροφορίες για τον ασθενή, τους γιατρούς του και άλλα σχετικά στοιχεία. Το **Promethee** παρέχει πρόσβαση σε μια ευρεία βάση δεδομένων ιατρικών πληροφοριών.

- **WebSurg:** Αυτό το πρόγραμμα τηλεεκπαίδευσης χειρουργικής έχει βάση το Στρασβούργο της Γαλλίας. Εκπαιδεύει χειρουργούς από όλο τον κόσμο σε σύγχρονες τεχνικές χειρουργικής και ρομποτικής μέσω της προσομοίωσης.
- **TELIF NETWORK:** Αυτό το πρόγραμμα τηλεϊατρικής έχει ως στόχο τη διαχείριση επειγόντων νευρολογικών περιστατικών στο Παρίσι. Μεταδίδει ιατρικές εικόνες από ασθενείς σε 34 εξειδικευμένα νοσοκομεία και κέντρα υγείας, με σκοπό να αποφευχθούν άσκοπες εισαγωγές σε νοσοκομεία.

Τα οφέλη της ηλεκτρονικής υγείας στη Γαλλία περιλαμβάνουν:

- **Βελτίωση της επικοινωνίας μεταξύ γιατρών και ασθενών:** Τα ηλεκτρονικά εργαλεία επιτρέπουν στους γιατρούς να έχουν πρόσβαση σε πληροφορίες για τους ασθενείς τους γρήγορα και εύκολα. Αυτό μπορεί να βοηθήσει στην καλύτερη κατανόηση των αναγκών των ασθενών και στην παροχή πιο αποτελεσματικής περίθαλψης.
- **Μείωση του κόστους:** Η ηλεκτρονική υγεία μπορεί να βοηθήσει στη μείωση του κόστους της περίθαλψης μειώνοντας την ανάγκη για αρχεία σε χαρτί.
- **Αύξηση της πρόσβασης στην υγειονομική περίθαλψη:** Τα ηλεκτρονικά εργαλεία μπορούν να βοηθήσουν στη βελτίωση της πρόσβασης στην υγειονομική περίθαλψη για τους ασθενείς που ζουν σε απομακρυσμένες περιοχές ή που έχουν δυσκολίες στη μετακίνηση.

Η Γαλλία είναι μια από τις πρωτοπόρες χώρες στον τομέα της ηλεκτρονικής υγείας. Η επένδυση της χώρας σε αυτόν τον τομέα έχει οδηγήσει σε σημαντικά οφέλη για τους ασθενείς, τους γιατρούς και το σύστημα υγείας συνολικά.

5.1.4.9 Ψηφιοποίηση της υγείας στην Κύπρο

Το DITIS είναι ένα διαδικτυακό σύστημα που επιτρέπει την ανταλλαγή μηνυμάτων και ηλεκτρονικής συνταγογράφησης μεταξύ επαγγελματιών υγείας και ασθενών, σε οποιοδήποτε μέρος της Κύπρου. Το δίκτυο αυτό διευκολύνει την συνεργασία ιατρού και ασθενή, παρέχοντας πρόσβαση σε μια ομάδα επαγγελματιών υγείας, όπως νοσοκόμους, ιατρούς, ψυχολόγους, κοινωνικούς λειτουργούς και άλλους φορείς της υγείας. Οι επαγγελματίες υγείας μπορούν να επικοινωνούν με τον ασθενή μέσω του δικτύου, να συζητούν και να αντιμετωπίζουν οποιοδήποτε πρόβλημα τον απασχολεί.

Το DITIS προσφέρει επίσης εργαλεία που αποσκοπούν στην ελαχιστοποίηση σφαλμάτων, όπως ένα ημερολόγιο στο οποίο ο ασθενής μπορεί να καταγράφει συμπτώματα της πάθησής του ή τη φαρμακευτική του αγωγή. Η ηλεκτρονική συνταγογράφηση που παρέχεται από το δίκτυο, επιτρέπει στον ασθενή να παραλαμβάνει τα φάρμακά του από το σπίτι του, χωρίς να χρειάζεται να μετακινηθεί σε κεντρικά νοσοκομεία της χώρας. Οφέλη χρήσης του δικτύου:

- **Αύξηση της αποτελεσματικότητας της επικοινωνίας γιατρού και ασθενούς:** Το DITIS διευκολύνει την επικοινωνία μεταξύ επαγγελματιών υγείας και ασθενών, παρέχοντας μια ασφαλή και αξιόπιστη πλατφόρμα για την ανταλλαγή πληροφοριών. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε καλύτερη κατανόηση της κατάστασης του ασθενούς και πιο αποτελεσματική φροντίδα.
- **Καλύτερη ποιότητα ζωής για ασθενείς που πάσχουν από χρόνιες παθήσεις:** Το DITIS μπορεί να βοηθήσει τους ασθενείς με χρόνιες παθήσεις να παραμείνουν στο σπίτι τους και να διατηρήσουν την ποιότητα ζωής τους. Η ηλεκτρονική συνταγογράφηση και η πρόσβαση σε μια ομάδα επαγγελματιών υγείας, μπορούν να βοηθήσουν τους ασθενείς να διαχειριστούν καλύτερα την ασθένειά τους και να αποφύγουν τις επισκέψεις στο νοσοκομείο.
- **Εξοικονόμηση χρημάτων λόγω μείωσης των μετακινήσεων:** Η ηλεκτρονική συνταγογράφηση και η πρόσβαση σε μια ομάδα επαγγελματιών υγείας, μπορούν να βοηθήσουν τους ασθενείς να αποφύγουν τις μετακινήσεις σε κεντρικά νοσοκομεία της χώρας. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε εξοικονόμηση χρημάτων για τους ασθενείς και το σύστημα υγείας.
- **Ελαχιστοποίηση της γραφειοκρατίας:** Το DITIS μπορεί να βοηθήσει στη μείωση της γραφειοκρατίας που συνδέεται με την υγειονομική περίθαλψη. Για παράδειγμα, η ηλεκτρονική συνταγογράφηση μπορεί να βοηθήσει στην επιτάχυνση της διαδικασίας συνταγογράφησης και στην αποφυγή λαθών.

Συμπερασματικά, το DITIS είναι ένα καινοτόμο σύστημα που μπορεί να προσφέρει σημαντικά οφέλη για τους ασθενείς, τους επαγγελματίες υγείας και το σύστημα υγείας της Κύπρου.

5.1.4.10 Ψηφιοποίηση της υγείας στην Τσεχία

Το σύστημα IZIP είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα ηλεκτρονικών φακέλων υγείας που εισήχθη στην Τσεχία στις αρχές του 2003. Το σύστημα καταγράφει πληροφορίες από το ιατρικό προσωπικό, καθώς και από άλλους εργαζόμενους στον τομέα της υγείας, όπως εργαστήρια, φαρμακεία, κλινικές αποκατάστασης, νοσοκομεία και άλλους παρόμοιους οργανισμούς. Το σύστημα λειτουργεί αντικαθιστώντας τα παλιά έντυπα αρχεία των ασθενών με ηλεκτρονικούς φακέλους στο διαδίκτυο. Οι ίδιοι οι πολίτες συμμετέχουν ενεργά στη διαδικασία δημιουργίας και ενημέρωσης των ηλεκτρονικών τους φακέλων.

Ο σκοπός του συστήματος IZIP είναι να προσφέρει διαδικτυακή πρόσβαση σε ηλεκτρονικούς φακέλους υγείας για όλους τους ασθενείς. Με αυτόν τον τρόπο, το σύστημα βελτιώνει την πρόσβαση σε υγειονομικά δεδομένα και ενισχύει τη συμμετοχή των ασθενών στην διαχείριση της υγείας τους.

Για να δημιουργήσει ένας πολίτης ηλεκτρονικό φάκελο στο σύστημα IZIP, πρέπει να υποβάλει αίτηση εξουσιοδότησης στον θεράποντα ιατρό του. Μετά την επεξεργασία των παρεχόμενων

δεδομένων, όπως το όνομα και οι κωδικοί, δημιουργείται ο ηλεκτρονικός φάκελος και αποστέλλεται στον αντίστοιχο πολίτη. Στη συνέχεια, ο πολίτης μπορεί να ενεργοποιήσει τον λογαριασμό του.

Οι ηλεκτρονικοί φάκελοι του συστήματος IZIP περιλαμβάνουν:

- Ιστορικό ασθενών
- Αποτελέσματα εξετάσεων ασθενών
- Συνταγογράφηση φαρμάκων
- Εισαγωγές σε νοσοκομείο
- Ιστορικό εμβολιασμών
- Οποιαδήποτε αγωγή πρέπει να ακολουθήσει ο χρήστης

Το σύστημα IZIP προσφέρει μια σειρά από οφέλη για τους ασθενείς, τους επαγγελματίες υγείας και το σύστημα υγείας γενικότερα.

- Για τους ασθενείς:
 - Οι ασθενείς έχουν καλύτερη πρόσβαση στις πληροφορίες για την υγεία τους.
 - Η επικοινωνία με τους γιατρούς τους είναι πιο αποτελεσματική.
 - Μειώνεται ο κίνδυνος λανθασμένων διαγνώσεων και θεραπειών.
 - Βελτιώνεται η ποιότητα της υγειονομικής περίθαλψης.
- Για τους επαγγελματίες υγείας:
 - Η πρόσβαση στις πληροφορίες των ασθενών είναι πιο εύκολη και γρήγορη.
 - Μειώνεται ο χρόνος που απαιτείται για τη διάγνωση και τη θεραπεία των ασθενών.
 - Βελτιώνεται η ποιότητα της ιατρικής φροντίδας.
 - Μειώνεται το κόστος της υγειονομικής περίθαλψης.
 - Βελτιώνεται η αποτελεσματικότητα του συστήματος υγείας.

Συμπερασματικά, το σύστημα IZIP είναι ένα σημαντικό εργαλείο που βελτιώνει την ποιότητα της υγειονομικής περίθαλψης στην Τσεχία. Το σύστημα προσφέρει μια σειρά από οφέλη για τους ασθενείς, τους επαγγελματίες υγείας και το σύστημα υγείας γενικότερα.

5.1.4.11 Ψηφιοποίηση της υγείας στην Βέλγιο

Το **Flow** είναι ένα εθνικό δίκτυο που επιτρέπει σε όλους τους επαγγελματίες του τομέα της υγειονομικής περίθαλψης στο Βέλγιο να έχουν πρόσβαση σε κοινά αρχεία ασθενών. Αυτό κάνει τη ζωή των ασθενών ευκολότερη, καθώς μειώνει την ανάγκη για επανάληψη εξετάσεων και θεραπειών. Το Flow λειτουργεί αποθηκεύοντας όλα τα αποτελέσματα από τις θεραπείες των ασθενών σε ένα κεντρικό σύστημα. Αυτό το σύστημα είναι προσβάσιμο από όλους τους επαγγελματίες του τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, οι οποίοι μπορούν να χρησιμοποιήσουν τις πληροφορίες για να παρέχουν την καλύτερη δυνατή φροντίδα στους ασθενείς.

Το Flow έχει ήδη υιοθετηθεί από πολλά νοσοκομεία και κλινικές στο Βέλγιο. Ένα από αυτά είναι το νοσοκομείο Ambroise Pare στη Μονς, το οποίο ενσωμάτωσε το Flow χρησιμοποιώντας έναν τοπικό πάροχο υπηρεσιών πληροφορικής. Η διαδικασία ήταν σχετικά απλή και αποτελεσματική. Το ιατρικό προσωπικό του νοσοκομείου τώρα έχει πολύ πιο εύκολη και γρήγορη πρόσβαση σε όλους τους φακέλους των ασθενών.

5.1.4.12 Ψηφιοποίηση της υγείας στην Νορβηγία

Το Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο της Βόρειας Νορβηγίας είναι υπεύθυνο για το συντονισμό του ηλεκτρονικού δικτύου υγείας της χώρας, το οποίο καλύπτει περίπου 460.000 κατοίκους που ζουν σε απομακρυσμένες περιοχές. Οι κάτοικοι αυτοί δεν έχουν εύκολη πρόσβαση σε κεντρικά νοσοκομεία, γεγονός που καθιστά το ηλεκτρονικό δίκτυο ζωτικής σημασίας για την παροχή τους ποιοτικών υπηρεσιών υγείας. Το δίκτυο χρησιμοποιείται για την ανταλλαγή διαφόρων ιατρικών πληροφοριών, συμπεριλαμβανομένων δερματολογικών εικόνων, εργαστηριακών και ακτινολογικών αναλύσεων και αναφορών τηλεϊατρικής. Οι ασθενείς στη Βόρεια Νορβηγία έχουν τη δυνατότητα να κλείνουν ραντεβού, να παρακολουθούν τα αποτελέσματα των εξετάσεων τους και να λαμβάνουν ιατρικές συμβουλές μέσω του δικτύου.

Η χρήση του ηλεκτρονικού δικτύου υγείας έχει πολλά οφέλη για τους ασθενείς και τους επαγγελματίες υγείας. Για τους ασθενείς, το δίκτυο διευκολύνει την πρόσβαση στις υπηρεσίες υγείας και μειώνει την ανάγκη για άσκοπες μετακινήσεις. Για τους επαγγελματίες υγείας, το δίκτυο βελτιώνει την επικοινωνία και την συνεργασία, γεγονός που οδηγεί σε καλύτερη διάγνωση και θεραπεία. Συμπερασματικά, το ηλεκτρονικό δίκτυο υγείας της Βόρειας Νορβηγίας είναι ένα σημαντικό εργαλείο που βελτιώνει την πρόσβαση και την ποιότητα των υπηρεσιών υγείας για τους κατοίκους των απομακρυσμένων περιοχών.

5.2 Πρωτοβουλίες Ινδίας για την Ψηφιακή Υγεία

Στην Ινδία, το πρόγραμμα REMIND και η εφαρμογή MHEALTH φέρνουν την ψηφιοποίηση της υγείας στις αγροτικές περιοχές, με στόχο τη μείωση της μητρικής και βρεφικής θνησιμότητας. Η εφαρμογή MHEALTH δημιουργεί ένα προσιτό περιβάλλον για όλους τους χρήστες, συμπεριλαμβανομένων των μητέρων, των επαγγελματιών υγείας και των κυβερνητικών

αξιωματούχων. Για το προσωπικό του προγράμματος, η εφαρμογή παρέχει πρόσβαση σε σημαντικές πληροφορίες για τη συμβουλευτική των μητέρων.

Οι προϊστάμενοι μπορούν να χρησιμοποιούν την εφαρμογή για να παρακολουθούν την εργασία και την αποδοτικότητα του προσωπικού, καθώς και για να διασφαλίσουν ότι το προσωπικό εστιάζει στα σημαντικά θέματα που αντιμετωπίζουν οι μητέρες στην Ινδία. Κατά τη διάρκεια του προγράμματος, πραγματοποιούνται συναντήσεις μεταξύ προσωπικού, υφισταμένων και κυβερνητικών αξιωματούχων για την επίλυση προβλημάτων και τον έλεγχο της αποδοτικότητας του προγράμματος.

- Τα οφέλη της εφαρμογής MHEALTH περιλαμβάνουν τα εξής:
 - Αύξηση του ποσοστού των γυναικών που λαμβάνουν σωστή συμβουλευτική κατά 20%.
 - Αύξηση της κατανάλωσης του σιδηρο-φολικού οξέος κατά 12%.
 - Αύξηση της αναγνώρισης των επιπλοκών κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης.
 - Αύξηση των ιατρικών ελέγχων, όπως υπερηχογραφήματα, κοιλιακά τεστ και έλεγχοι αρτηριακής πίεσης.
 - Μείωση του ποσοστού του προσωπικού με χαμηλή απόδοση κατά 70%.
 - Αύξηση του αριθμού των επισκέψεων από το προσωπικό σε γυναίκες κατά 25%.

Το πρόγραμμα REMIND και η εφαρμογή MHEALTH αποτελούν ένα σημαντικό βήμα για τη βελτίωση της ιατρικής φροντίδας στις αγροτικές περιοχές της Ινδίας.



Εικόνα 21: Η εφαρμογή MHealth [18].

5.3 Πρωτοβουλίες Ισραήλ για την Ψηφιακή Υγεία

Το Ισραήλ είναι μια από τις πρωτοπόρες χώρες στον κόσμο στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης (AI). Η τεχνολογία AI χρησιμοποιείται ευρέως στην ιατρική περίθαλψη, με στόχο τη βελτίωση της ποιότητας και της αποτελεσματικότητας της φροντίδας των ασθενών. Μια από τις πιο δημοφιλείς εφαρμογές της AI στην ιατρική είναι η χρήση της για την αυτοματοποίηση της ανάλυσης ακτινογραφιών. Αυτό μπορεί να βοηθήσει στη μείωση του χρόνου που απαιτείται για τη διάγνωση ασθενειών και την παροχή φροντίδας.

Στο Ισραήλ, η AI χρησιμοποιείται επίσης για την διάγνωση εγκεφαλικών αιμορραγιών. Όταν το σύστημα AI εντοπίζει μια πιθανή εγκεφαλική αιμορραγία, το περιστατικό εμφανίζεται αυτόματα στον ακτινολόγο, ο οποίος μπορεί στη συνέχεια να το αξιολογήσει και να λάβει μέτρα, εάν απαιτείται.

Η χρήση AI στην ιατρική έχει πολλά οφέλη, όπως:

- **Μείωση σφαλμάτων:** Η AI μπορεί να βοηθήσει στη μείωση των σφαλμάτων που γίνονται από τους ανθρώπους στην ανάλυση ιατρικών εικόνων και δεδομένων.
- **Βελτίωση της απόδοσης:** Η AI μπορεί να βοηθήσει τους γιατρούς να διαγνώσουν και να θεραπεύσουν ασθενείς πιο γρήγορα και αποτελεσματικά.
- **Αύξηση της πρόσβασης στην περίθαλψη:** Η AI μπορεί να βοηθήσει στη βελτίωση της πρόσβασης στην περίθαλψη, παρέχοντας στους γιατρούς εργαλεία που τους επιτρέπουν να παρέχουν φροντίδα σε απομακρυσμένες περιοχές.

Συμπερασματικά, οι εφαρμογές AI που αναπτύσσονται στο Ισραήλ είναι πρωτοποριακές και έχουν τη δυνατότητα να βελτιώσουν σημαντικά την ποιότητα και την αποτελεσματικότητα της φροντίδας των ασθενών.

5.4 Πρωτοβουλίες των Η.Π.Α για την Ψηφιακή Υγεία

Οι πρώτες προσπάθειες τηλεϊατρικής στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής πραγματοποιήθηκαν τη δεκαετία του 1960. Το 1964, πραγματοποιήθηκε η πρώτη προσπάθεια τηλεϊατρικής μέσω της τηλεόρασης για παροχή φροντίδας υγειονομικής περίθαλψης. Η προσπάθεια αυτή αφορούσε ένα κλειστό κύκλωμα τηλεοπτικής σύνδεσης μεταξύ του ψυχιατρικού ιδρύματος Omaha Neb και του νοσοκομείου Norfolk, τα οποία είχαν μια απόσταση πάνω από 100 μίλια μακριά.

Το 1992, ιδρύθηκε ένα γραφείο διαχείρισης προηγμένης ιατρικής τεχνολογίας από τον στρατό των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής. Το γραφείο αυτό παρέχει υπηρεσίες τηλεϊατρικής στους στρατιωτικούς ασθενείς σε όλο τον κόσμο. Η δεκαετία του 1990 είδε μια σημαντική εξέλιξη στην τηλεϊατρική. Η ανάπτυξη της τεχνολογίας βίντεο και της ευρυζωνικής σύνδεσης έδωσε τη δυνατότητα για πιο προηγμένες υπηρεσίες τηλεϊατρικής. Το 1994, ιδρύθηκε η εταιρεία Wellcare

στη Βοστώνη. Η εταιρεία αυτή παρέχει δεύτερες γνώμες διαγνώσεων ασθενειών σε χώρες της Μέσης Ανατολής. Οι πληροφορίες μεταφέρονται μέσω απλών τηλεφωνικών γραμμών. Σήμερα, η τηλεϊατρική είναι μια ευρέως αποδεκτή μορφή παροχής ιατρικών υπηρεσιών στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής. Η τηλεϊατρική χρησιμοποιείται για μια ποικιλία σκοπών, συμπεριλαμβανομένης της παροχής πρωτοβάθμιας περίθαλψης, της διαχείρισης χρόνιων παθήσεων και της παροχής ιατρικών συμβουλών σε απομακρυσμένες περιοχές και αναμένεται να συνεχίσει να αναπτύσσεται τα επόμενα χρόνια. Η ανάπτυξη νέων τεχνολογιών, όπως η επαυξημένη πραγματικότητα και η τεχνητή νοημοσύνη, θα ανοίξει νέες δυνατότητες για την παροχή ιατρικών υπηρεσιών εξ αποστάσεως [38].

5.5 Πρωτοβουλίες στον Καναδά για την Ψηφιακή Υγεία

Η ηλεκτρονική υγειονομική περίθαλψη (e-health) στον Καναδά έχει σημειώσει σημαντική πρόοδο τα τελευταία χρόνια. Το 2023, το 99% των καναδικών νοσοκομείων και το 70% των καναδικών ιατρικών χρησιμοποιούν κάποιο είδος ηλεκτρονικού συστήματος υγειονομικής περίθαλψης.

Τα πληροφοριακά συστήματα έχουν υψηλή αναγνώριση από τους ίδιους τους πολίτες του Καναδά, ωστόσο απαιτούν από τα πληροφοριακά συστήματα να τους προσφέρουν εύκολη επικοινωνία γιατρού και ασθενούς καθώς και οι πληροφορίες που διαθέτουν να είναι ακριβείς και τα αποτελέσματα που παρέχουν να είναι όσο το δυνατόν πιο σωστά. Έτσι, τα ηλεκτρονικά συστήματα υγειονομικής περίθαλψης στον Καναδά βασίζονται σε δύο βασικές αρχές:

- **Διαλειτουργικότητα:** Τα συστήματα πρέπει να είναι σε θέση να επικοινωνούν μεταξύ τους, ώστε οι επαγγελματίες υγείας να μπορούν να έχουν πρόσβαση στο πλήρες ιατρικό ιστορικό ενός ασθενούς, ανεξάρτητα από το πού έχει υποβληθεί σε θεραπεία.
- **Ασφάλεια:** Τα συστήματα πρέπει να είναι ασφαλή για την προστασία των προσωπικών δεδομένων των ασθενών.

Τα ηλεκτρονικά συστήματα υγειονομικής περίθαλψης στον Καναδά έχουν προσφέρει μια σειρά από οφέλη, όπως:

- **Βελτίωση της ποιότητας της φροντίδας:** Τα ηλεκτρονικά συστήματα υγειονομικής περίθαλψης μπορούν να βοηθήσουν τους επαγγελματίες υγείας να λαμβάνουν καλύτερες αποφάσεις σχετικά με τη φροντίδα των ασθενών τους.
- **Μείωση του κόστους:** Τα ηλεκτρονικά συστήματα υγειονομικής περίθαλψης μπορούν να βοηθήσουν στη μείωση του κόστους της υγειονομικής περίθαλψης, εξαλείφοντας την ανάγκη για επαναλαμβανόμενες εξετάσεις και διαδικασίες.
- **Βελτίωση της εμπειρίας των ασθενών:** Τα ηλεκτρονικά συστήματα υγειονομικής περίθαλψης μπορούν να κάνουν τη διαδικασία της υγειονομικής περίθαλψης πιο εύκολη και αποτελεσματική για τους ασθενείς.

5.6 Υπάρχουσα Κατάσταση Της Ψηφιοποιημένης Υγείας στην Ελλάδα & Προτάσεις Εξέλιξης της

Σύμφωνα με έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί στην Ευρωπαϊκή Ένωση, η ψηφιοποίηση της υγείας στην Ελλάδα έχει σημειώσει σημαντική πρόοδο τα τελευταία χρόνια, αλλά εξακολουθεί να βρίσκεται πίσω από τις υπόλοιπες χώρες της Ε.Ε. Σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Παρατηρητήριο για την Ψηφιακή Υγεία, η Ελλάδα κατατάσσεται στην 19η θέση από τις 27 χώρες της Ε.Ε. στον τομέα της ψηφιοποίησης της υγείας, με σκορ 48,5 έναντι του μέσου όρου της Ε.Ε., που είναι 56,9.

Η Ελλάδα έχει βελτιώσει σημαντικά τις επιδόσεις της σε ορισμένους τομείς, όπως η ηλεκτρονική συνταγογράφηση και η ηλεκτρονική διαβίβαση ιατρικών αποτελεσμάτων. Ωστόσο, εξακολουθεί να αντιμετωπίζει σημαντικές προκλήσεις σε άλλους τομείς, όπως η διαλειτουργικότητα των συστημάτων υγείας και η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στην υγειονομική περίθαλψη.

Συγκεκριμένα, οι προκλήσεις που αντιμετωπίζει η Ελλάδα στην ψηφιοποίηση της υγείας περιλαμβάνουν τα εξής:

- **Ασυμβατότητα των συστημάτων υγείας:** Τα συστήματα υγείας στην Ελλάδα είναι συχνά ασύμβατα μεταξύ τους, γεγονός που δυσχεραίνει την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ των παρόχων υγειονομικής περίθαλψης.
- **Χαμηλός βαθμός υιοθέτησης της τεχνολογίας από τους επαγγελματίες υγείας:** Πολλοί επαγγελματίες υγείας στην Ελλάδα δεν είναι εξοικειωμένοι με τις νέες τεχνολογίες υγείας, γεγονός που μπορεί να εμποδίσει την αποτελεσματική χρήση τους.
- **Μειωμένη χρηματοδότηση:** Η χρηματοδότηση για την ψηφιοποίηση της υγείας στην Ελλάδα είναι περιορισμένη, γεγονός που μπορεί να καθυστερήσει την ανάπτυξη και την εφαρμογή νέων τεχνολογιών.

Για να ξεπεραστούν αυτές οι προκλήσεις, η Ελλάδα πρέπει να λάβει τα ακόλουθα μέτρα:

- **Να επενδύσει στην ανάπτυξη** και την εφαρμογή διαλειτουργικών συστημάτων υγείας.
- **Να αναπτύξει προγράμματα εκπαίδευσης** και επιμόρφωσης για τους επαγγελματίες υγείας σχετικά με τις νέες τεχνολογίες υγείας.
- **Να αυξήσει τη χρηματοδότηση** για την ψηφιοποίηση της υγείας.

Η ψηφιοποίηση της υγείας είναι απαραίτητη για την βελτίωση της ποιότητας και της αποτελεσματικότητας της υγειονομικής περίθαλψης στην Ελλάδα. Με την αντιμετώπιση των προκλήσεων που αντιμετωπίζει, η Ελλάδα μπορεί να επιταχύνει την ψηφιοποίησή της και να προσφέρει στους πολίτες της μια καλύτερη υγειονομική περίθαλψη [35].

5.7 Παραδείγματα Ψηφιοποίησης της Υγείας στην Ελλάδα

5.7.1 Βραχιόλι που αντιλαμβάνεται την συναισθηματική κατάσταση ενός ασθενή:

Το Feel είναι ένα έξυπνο βραχιόλι που αναπτύχθηκε από δύο Έλληνες επιστήμονες, τον Γιώργο Ελευθερίου και τον Χάρη Τσίρμπα. Το βραχιόλι χρησιμοποιεί αισθητήρες για να καταγράψει μια σειρά βιοσημάτων από τον χρήστη, όπως τον καρδιακό παλμό, τη θερμοκρασία και την εφίδρωση. Στη συνέχεια, χρησιμοποιεί αλγόριθμους μηχανικής μάθησης για να αναγνωρίσει τη συναισθηματική κατάσταση του χρήστη.

Το Feel έχει σχεδιαστεί για να βοηθήσει τους ανθρώπους να κατανοήσουν και να διαχειριστούν τα συναισθήματά τους. Το βραχιόλι παρέχει στους χρήστες πληροφορίες για τη συναισθηματική τους κατάσταση, καθώς και συμβουλές και υποστήριξη.

Το Feel έχει πολλά οφέλη για την ψυχική υγεία, όπως:

- **Βελτίωση της αυτογνωσίας:** Το βραχιόλι βοηθά τους χρήστες να κατανοήσουν καλύτερα τα συναισθήματά τους.
- **Προαγωγή της ψυχικής ευεξίας:** Το βραχιόλι παρέχει στους χρήστες συμβουλές και υποστήριξη για να βελτιώσουν τη συναισθηματική τους κατάσταση.
- **Πρόληψη των ψυχικών διαταραχών:** Το βραχιόλι μπορεί να βοηθήσει τους ανθρώπους να εντοπίσουν και να αντιμετωπίσουν τα πρώιμα σημάδια των ψυχικών διαταραχών.

Το Feel έχει εξελιχθεί σημαντικά από την πρώτη του κυκλοφορία το 2015. Οι κατασκευαστές του έχουν βελτιώσει την ακρίβεια του αλγόριθμου αναγνώρισης συναισθημάτων και έχουν προσθέσει νέες λειτουργίες, όπως:

- **Εξατομικευμένες συμβουλές:** Το βραχιόλι παρέχει πλέον εξατομικευμένες συμβουλές στους χρήστες, με βάση τα προσωπικά τους δεδομένα και τις προτιμήσεις τους.
- **Πρόγραμμα ψυχικής ευεξίας:** Το βραχιόλι προσφέρει ένα πρόγραμμα ψυχικής ευεξίας που βοηθά τους χρήστες να βελτιώσουν την ψυχική τους υγεία.
- **Εξατομικευμένες δραστηριότητες:** Το βραχιόλι προτείνει στους χρήστες εξατομικευμένες δραστηριότητες που μπορούν να τους βοηθήσουν να βελτιώσουν τη συναισθηματική τους κατάσταση [44].

5.7.2 Πλατφόρμα τεχνητής νοημοσύνης για την καθοδήγηση ιατρών ογκολόγων

Η εταιρεία IBM δημιούργησε μια πλατφόρμα που χρησιμοποιεί ένα σύστημα τεχνητής νοημοσύνης για την καθοδήγηση των ογκολόγων στη σωστότερη θεραπεία των ασθενών. Η πλατφόρμα αυτή αποτελεί ένα σύστημα τεχνητής νοημοσύνης που έχει ως στόχο να βοηθήσει στη θεραπεία των ασθενών που πάσχουν από καρκίνο του πνεύμονα, του μαστού και του παχέος εντέρου. Η πλατφόρμα μπορεί να εξελίσσεται συνεχώς μαθαίνοντας από μελέτες ασθενών, καθώς και από δεδομένα πραγματικού κόσμου από νοσοκομεία και κλινικές.

Επιπλέον, η πλατφόρμα αυτή έχει τη δυνατότητα να παρέχει μεγαλύτερο εύρος πληροφοριών στους ογκολόγους, όπως εξειδικευμένες γνώσεις ιατρών από όλο τον κόσμο και πολλές περισσότερες θεραπευτικές επιλογές, βασισμένες σε πρόσφατες έρευνες και δεδομένα.

Η πλατφόρμα έχει τη δυνατότητα να διαβάσει ένα μεγάλο όγκο πληροφοριών βασιζόμενο στην ιατρική βιβλιογραφία σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα και παρέχει σημαντικές πληροφορίες στο ιατρικό προσωπικό της Ελλάδας. Επίσης, ιεραρχεί τις επιλογές που διαθέτουν οι ιατροί με συγκεκριμένο τρόπο, βασισμένο στις καλύτερες διαθέσιμες πρακτικές. Πλέον ο ογκολόγος μπορεί να εισάγει στην πλατφόρμα όλα τα στοιχεία, τα δεδομένα και τα αποτελέσματα των εξετάσεων των ασθενών και να παίρνει μια δεύτερη γνώμη σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα, ώστε η θεραπεία που θα χρησιμοποιήσει να είναι πιο ολοκληρωμένη και στοχευμένη στον κάθε ασθενή. Οφέλη υπάρχουν και για τον ίδιο τον ασθενή, ο οποίος πλέον είναι πιο σίγουρος για τη θεραπεία του και δεν χρειάζεται να αναζητήσει δεύτερη γνώμη για την πάθηση του στο εξωτερικό, αφού όλες οι πληροφορίες είναι διαθέσιμες και του παρέχονται σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα στη χώρα του.

Σήμερα, η πλατφόρμα αυτή έχει πλέον εξελιχθεί και μπορεί να βοηθήσει στη θεραπεία ασθενών που πάσχουν από μια ευρύτερη γκάμα καρκίνων, συμπεριλαμβανομένου του καρκίνου του προστάτη, του καρκίνου του νεφρού και του καρκίνου του αιματοποιητικού συστήματος. Η πλατφόρμα έχει αξιοποιηθεί σε κλινικές μελέτες και έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα της θεραπείας και να μειώσει τις πιθανότητες υποτροπής.

Συμπερασματικά, η πλατφόρμα αυτή αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο για τους ογκολόγους και τους ασθενείς. Μπορεί να βοηθήσει στη βελτίωση της ποιότητας της φροντίδας και να αυξήσει τις πιθανότητες επιβίωσης [44].

5.7.3 Υπηρεσίες Τηλεϊατρικής σε απομακρυσμένες περιοχές της Ελλάδας

Το Ίδρυμα Vodafone και το Ιατρικό Κέντρο Αθηνών συνεργάζονται από το 2006 για την παροχή υπηρεσιών υγείας σε απομακρυσμένες περιοχές της Ελλάδας. Το πρόγραμμα τηλεϊατρικής που έχουν αναπτύξει, παρέχει δωρεάν προληπτικές και θεραπευτικές υπηρεσίες σε περισσότερους από 500.000 κατοίκους σε 100 περιοχές της ηπειρωτικής και νησιωτικής Ελλάδας.

Οι κάτοικοι των απομακρυσμένων περιοχών μπορούν να επισκέπτονται το τοπικό ιατρείο ή κέντρο υγείας, όπου εφαρμόζεται το πρόγραμμα, για να πραγματοποιήσουν δωρεάν βασικές εξετάσεις προληπτικής ιατρικής, όπως καρδιογράφημα, σπυρομέτρηση, μέτρηση πίεσης και σακχάρου, ολικής χοληστερόλης και τριγλυκεριδίων. Σε περίπτωση που ο ιατρός της περιοχής

χρειαστεί μια επιπλέον γνώμη για τα αποτελέσματα των εξετάσεων, μπορεί να τα στείλει μέσω του δικτύου της Vodafone σε αντίστοιχο ιατρικό προσωπικό του Ιατρικού Κέντρου Αθηνών. Οι ειδικοί της Αθήνας παρέχουν στη συνέχεια την συμβουλευτική τους γνωμάτευση άμεσα και γρήγορα.

Το πρόγραμμα τηλεϊατρικής περιλαμβάνει πλέον και τις ακόλουθες υπηρεσίες:

- ο Πρόληψη εμμηνόπαυσης και οστεοπόρωσης για γυναίκες άνω των 45 ετών
- ο Χρήση ερωτηματολογίων για την ανίχνευση συμπτωμάτων χρόνιων παθήσεων
- ο Δημιουργία ιατρικού φακέλου του ασθενούς
- ο Οφέλη του προγράμματος

Το πρόγραμμα συνεχίζει να εξελίσσεται και να προσαρμόζεται στις σύγχρονες ανάγκες και τα τελευταία χρόνια έχει ενσωματώσει τις ακόλουθες καινοτομίες:

- ο Χρήση φορητών συσκευών και εφαρμογών για την παροχή υπηρεσιών τηλεϊατρικής.
- ο Χρήση τεχνητής νοημοσύνης για την ανίχνευση και την πρόληψη ασθενειών.
- ο Επέκταση του προγράμματος σε νέες περιοχές της Ελλάδας.

Συμπερασματικά, το πρόγραμμα τηλεϊατρικής της Vodafone και του Ιατρικού Κέντρου Αθηνών είναι μια σημαντική πρωτοβουλία για την προώθηση της ισότιμης πρόσβασης σε υπηρεσίες υγείας στην Ελλάδα. Το πρόγραμμα έχει ήδη προσφέρει σημαντικά οφέλη στους κατοίκους απομακρυσμένων περιοχών, βελτιώνοντας την ποιότητα της ζωής τους και αυξάνοντας τις πιθανότητες επιβίωσης από σοβαρές ασθένειες [35].

5.7.4 Ένα ελληνικό έργο ρομποτικής για την υποστήριξη ηλικιωμένων

Στην Θεσσαλονίκη, σε συνεργασία του Ινστιτούτου Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΙΠΤΗΛ) και του Εθνικού Κέντρου Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης (ΕΚΕΤΑ), δημιουργήθηκε το 2013 το ερευνητικό έργο RAPP. Το έργο ολοκληρώθηκε το 2016 και είχε ως στόχο τη δημιουργία μιας ανοιχτής πλατφόρμας λογισμικού για την υποστήριξη της ανάπτυξης και διανομής ρομποτικών εφαρμογών. Η πλατφόρμα αυτή θα διευκόλυνε την ανάπτυξη εφαρμογών με παράλληλη μείωση του κόστους τους, βελτιώνοντας έτσι την λειτουργικότητα και τη χρησιμότητα των ρομπότ.

Στο πλαίσιο του έργου RAPP, αναπτύχθηκαν δύο πιλοτικές εφαρμογές:

- ο Το οικιακό ρομπότ "**RAPP-Home**", το οποίο ήταν σχεδιασμένο να βοηθά ηλικιωμένους να παραμένουν ενεργοί και ανεξάρτητοι στο σπίτι τους. Το ρομπότ αυτό μπορούσε να θυμίζει στους ηλικιωμένους να παίρνουν τα φάρμακά τους, να τους παρέχει συντροφιά και να τους βοηθά σε απλές εργασίες, όπως το σερβίρισμα φαγητού ή η λήψη τηλεφωνημάτων.

- Το ρομπότ "**RAPP-Move**", το οποίο ήταν σχεδιασμένο να βοηθά ηλικιωμένους σε κέντρα αποκατάστασης και φροντίδας. Το ρομπότ αυτό μπορούσε να βοηθήσει τους ηλικιωμένους να μετακινηθούν με ασφάλεια, να συμμετέχουν σε δραστηριότητες και να επικοινωνούν με τους οικείους τους.

Οι εφαρμογές RAPP απέδειξαν την αξία της ρομποτικής στην υποστήριξη των ηλικιωμένων. Τα ρομπότ αυτά μπορούσαν να βοηθήσουν τους ηλικιωμένους να παραμείνουν ενεργοί, ανεξάρτητοι και συνδεδεμένοι με τον κόσμο. Σήμερα, το έργο RAPP έχει ολοκληρωθεί, αλλά η τεχνολογία που αναπτύχθηκε συνεχίζει να χρησιμοποιείται και να εξελίσσεται. Οι ερευνητές του ΕΚΕΤΑ και του ΙΠΤΗΛ συνεχίζουν να εργάζονται για τη βελτίωση της τεχνολογίας RAPP, ώστε να γίνει ακόμη πιο χρήσιμη και προσβάσιμη για τους ηλικιωμένους. Η τεχνολογία RAPP έχει τη δυνατότητα να αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο οι ηλικιωμένοι ζουν και φροντίζονται [45].

5.7.5 Πρόγραμμα *Renewing Health*

Ο στόχος του προγράμματος *Renewing Health* ήταν η παροχή υπηρεσιών τηλεφροντίδας σε ασθενείς με χρόνια παθήσεις, οι οποίοι δεν μπορούν να μετακινηθούν εύκολα ή αντιμετωπίζουν δυσκολίες πρόσβασης στην υγειονομική περίθαλψη. Οι υπηρεσίες αυτές παρέχονται εξ αποστάσεως, μέσω τηλεφωνικών κλήσεων, βιντεοκλήσεων ή άλλων τεχνολογιών, και περιλαμβάνουν παρακολούθηση της υγείας του ασθενούς, παροχή συμβουλών και εκπαίδευσης, και υποστήριξη στην τήρηση της θεραπευτικής αγωγής.

Οι ασθενείς που πληρούν τα κριτήρια του προγράμματος επιλέγονται από τους θεράποντες ιατρούς τους. Στη συνέχεια, τους παρέχεται εξοπλισμός και εκπαίδευση για την χρήση των υπηρεσιών τηλεφροντίδας. Οι ασθενείς επικοινωνούν με τους επαγγελματίες υγείας μέσω τηλεφωνικών κλήσεων, βιντεοκλήσεων ή άλλων τεχνολογιών, ανάλογα με τις ανάγκες τους. Τα αποτελέσματα του προγράμματος *Renewing Health* έχουν δείξει ότι η τηλεφροντίδα μπορεί να προσφέρει μια σειρά από οφέλη για τους ασθενείς με χρόνια παθήσεις, όπως:

- Βελτίωση της ποιότητας ζωής
- Μείωση του κινδύνου επιπλοκών
- Μείωση των δαπανών υγειονομικής περίθαλψης

5.7.6 Δημιουργία εξελιγμένου πληροφοριακά νοσοκομείου στη Θεσσαλονίκη

Ο όμιλος ΟΤΕ και η εταιρεία Cisco συνεργάζονται στη Θεσσαλονίκη για τη δημιουργία ενός σύγχρονου νοσοκομείου με εξελιγμένες λύσεις βασισμένες στην πληροφορική.

- Αρχικά, προσφέρεται στο προσωπικό του νοσοκομείου η δυνατότητα πρόσβασης σε όλα τα πληροφοριακά συστήματα μέσω tablet ή κινητών συσκευών τους, χάρη σε ένα ασύρματο σύστημα μετάδοσης δεδομένων.

- Στη συνέχεια, εγκαταστάθηκε ένα νέο τηλεφωνικό κέντρο με IP τεχνολογία, που ενσωματώνεται με το υπάρχον, επιτρέποντας στο προσωπικό του νοσοκομείου να λαμβάνει κλήσεις στα κινητά τους και να έχει πρόσβαση στο διαδίκτυο για τους ασθενείς και τους δικούς τους ανθρώπους.
- Επιπλέον, εγκαταστάθηκαν οθόνες αφής παρόμοιες με tablet σε κάθε κρεβάτι του νοσοκομείου, προσφέροντας ψυχαγωγία στους ασθενείς και βοηθώντας το ιατρικό προσωπικό στις εργασίες τους.

Οφέλη από τη δημιουργία ενός Έξυπνου Νοσοκομείου:

- Βελτίωση της ποιότητας των υπηρεσιών προς τους ασθενείς, κερδίζοντας έτσι την εμπιστοσύνη τους.
- Διευκόλυνση και αύξηση της αποτελεσματικότητας του ιατρικού προσωπικού.
- Μείωση του χρόνου αναμονής των ασθενών για εξυπηρέτηση και περίθαλψη.
- Βελτίωση της εσωτερικής επικοινωνίας μεταξύ του ιατρικού προσωπικού, επιτρέποντας την γρηγορότερη και αποτελεσματικότερη λήψη αποφάσεων [45].

5.8 Προτάσεις Εξέλιξης Της Ψηφιοποιημένης Υγείας στην Ελλάδα

Η ψηφιοποίηση της υγείας στην Ελλάδα έχει σημειώσει σημαντική πρόοδο τα τελευταία χρόνια, αλλά υπάρχουν ακόμα πολλά περιθώρια βελτίωσης. Οι παρακάτω προτάσεις εξέλιξης βασίζονται στη σύγχρονη κατάσταση της ψηφιοποιημένης υγείας στην Ελλάδα και στοχεύουν στην περαιτέρω βελτίωση της ποιότητας και της αποτελεσματικότητας των υπηρεσιών υγείας.



Εικόνα 23: Ψηφιοποίηση του Εθνικού συστήματος υγείας [20].

- **Διαλειτουργικότητα πληροφοριακών συστημάτων:** Η διαλειτουργικότητα των πληροφοριακών συστημάτων υγείας είναι απαραίτητη για την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ διαφορετικών φορέων και επαγγελματιών υγείας. Αυτό θα επιτρέψει στους ασθενείς να έχουν πρόσβαση σε όλες τις πληροφορίες υγείας τους από οποιοδήποτε σημείο και θα διευκολύνει τους επαγγελματίες υγείας να παρέχουν πιο ολοκληρωμένη και αποτελεσματική φροντίδα.

Προτάσεις:

- Επένδυση σε υποδομές και τεχνολογίες που θα υποστηρίζουν τη διαλειτουργικότητα, όπως η χρήση κοινών προτύπων και πρωτοκόλλων.
- Ανάπτυξη εθνικής βάσης δεδομένων υγείας που θα συγκεντρώνει πληροφορίες από όλους τους φορείς υγείας.
- Εκπαίδευση των επαγγελματιών υγείας στη χρήση διαλειτουργικών συστημάτων.

- **Ανάπτυξη υποδομής πληροφορικής:** Η ανάπτυξη της υποδομής πληροφορικής υγείας είναι απαραίτητη για την υποστήριξη της ψηφιοποίησης της υγειονομικής περίθαλψης. Αυτό περιλαμβάνει την επέκταση της πρόσβασης στο διαδίκτυο και την παροχή σύγχρονων τεχνολογιών και λογισμικού σε όλους τους φορείς υγείας.

Προτάσεις:

- Επένδυση σε υποδομές που θα υποστηρίξουν την πρόσβαση στο διαδίκτυο σε απομακρυσμένες περιοχές.
- Χρηματοδότηση της αναβάθμισης των τεχνολογικών υποδομών και του λογισμικού στα νοσοκομεία και τα κέντρα υγείας.

- **Τηλεϊατρική:** Η τηλεϊατρική είναι μια σημαντική τεχνολογία που μπορεί να βοηθήσει στη βελτίωση της πρόσβασης στην υγειονομική περίθαλψη, ιδιαίτερα σε απομακρυσμένες περιοχές. Η τηλεϊατρική επιτρέπει στους επαγγελματίες υγείας να παρέχουν υπηρεσίες από απόσταση, χρησιμοποιώντας τεχνολογία επικοινωνίας και ψηφιακές συσκευές.

Προτάσεις:

- Ανάπτυξη εθνικού δικτύου τηλεϊατρικής που θα συνδέει όλους τους φορείς υγείας.
- Χρηματοδότηση της εκπαίδευσης των επαγγελματιών υγείας στην τηλεϊατρική.
- Προώθηση της χρήσης της τηλεϊατρικής από τους ασθενείς.

- **Ηλεκτρονική συνταγογράφηση:** Η ηλεκτρονική συνταγογράφηση είναι μια σημαντική τεχνολογία που μπορεί να βοηθήσει στη βελτίωση της ασφάλειας και της αποτελεσματικότητας της συνταγογράφησης φαρμάκων. Η ηλεκτρονική συνταγογράφηση επιτρέπει στους γιατρούς να συνταγογραφούν φάρμακα ηλεκτρονικά, τα οποία μπορούν στη συνέχεια να διακινηθούν απευθείας στα φαρμακεία.

Προτάσεις:

- Ενίσχυση της χρήσης της ηλεκτρονικής συνταγογράφησης από τους επαγγελματίες υγείας και τους ασθενείς.
- Δημιουργία εθνικού συστήματος ηλεκτρονικής συνταγογράφησης που θα είναι συμβατό με όλα τα φαρμακεία και τους επαγγελματίες υγείας.

- **Προστασία δεδομένων:** Η προστασία δεδομένων είναι ένα σημαντικό ζήτημα που πρέπει να ληφθεί υπόψη στην ψηφιοποίηση της υγείας. Τα δεδομένα υγείας είναι ευαίσθητα και η διαχείρισή τους πρέπει να γίνεται με ασφάλεια.

Προτάσεις:

- Εφαρμογή αυστηρών μέτρων ασφαλείας για την προστασία των δεδομένων υγείας.

- Εκπαίδευση των επαγγελματιών υγείας στην προστασία δεδομένων.
- Δημιουργία ανεξάρτητου φορέα εποπτείας για την προστασία των δεδομένων υγείας.

Αυτές οι προτάσεις είναι μόνο ένα πλαίσιο για την περαιτέρω ανάπτυξη της ψηφιοποιημένης υγείας στην Ελλάδα. Για να επιτευχθεί η πλήρης αξιοποίηση των πλεονεκτημάτων της ψηφιοποίησης, θα χρειαστεί μια συντονισμένη προσπάθεια από όλους τους εμπλεκόμενους φορείς, συμπεριλαμβανομένης της κυβέρνησης, των φορέων υγείας, των επαγγελματιών υγείας και των ασθενών.

6

Συμπεράσματα

Παρακάτω θα παρουσιαστούν τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Η ψηφιοποίηση όλων των υπηρεσιών της υγειονομικής περίθαλψης θα αποτελέσει τα επόμενα χρόνια έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες που έχει ως στόχο την εξέλιξη του κλάδου της υγείας. Το διαδίκτυο των πραγμάτων και η έξυπνη υγειονομική περίθαλψη έχουν στόχο να αντικαταστήσουν όλες τις γνωστές ιατρικές μεθόδους που ακολουθούνταν μέχρι τώρα. Η διαδικασία κατά την οποία θα πραγματοποιηθεί η μετάβαση από τα τωρινά δεδομένα στα μελλοντικά ψηφιοποιημένα δεδομένα για την περίθαλψη θα γίνει αργά και σταδιακά.

Ωστόσο παρατηρείται πώς οι ανάγκες και η ζήτηση έχουν αυξηθεί δημιουργώντας αρκετές προκλήσεις οι οποίες αφορούν κυρίως την προστασία της μετάδοσης των δεδομένων γεγονός που οι νέες τεχνολογίες στην ψηφιοποιημένη υγεία καλούνται να αντιμετωπίσουν και να μηδενίσουν. Οι νέες τεχνολογίες θεωρείται ότι έχουν την δυναμική να μηδενίσουν όλες τις προκλήσεις που εμφανίζονται στον κλάδο. Παραδείγματα σημαντικών προκλήσεων αποτελούν οι :

- Ρυθμιστικά εμπόδια
- Οικονομικοί περιορισμοί
- Δυσκολίες στην αποτελεσματική ψηφιοποίηση των δεδομένων των ασθενών.
- Γήρανση του πληθυσμού
- Περιορισμοί στις κυβερνητικές δαπάνες

Προκειμένου να επιτευχθεί σωστά η μετάβαση στον κλάδο της υγείας, ο ασθενής καλείται να έχει κεντρικό ρόλο και να είναι σε θέση να αναζητήσει μόνος του την δυνατότητα να μπορεί να ελέγχει και να διαχειρίζεται ο ίδιος την υγεία του. Ο ασθενής θα πρέπει να είναι σε θέση να διεκδικήσει μεγαλύτερη ταχύτητα, άνεση και αμεσότητα στις υπηρεσίες που του παρέχονται από τον κλάδο της υγείας.

Προς την κατεύθυνση αυτή, οι σημαντικές αλλαγές που αναμένονται είναι :

- Ο χώρος στον οποίον θα παρέχεται η φροντίδα και η πρόληψη στον ασθενή δεν θα είναι πια οι νοσοκομειακές μονάδες αφού η πρόληψη θα παρέχεται πλέον στο χώρο του ίδιου του ασθενούς με σκοπό να εκμηδενιστούν οι αποστάσεις και οτιδήποτε θα στεκόταν εμπόδιο στον ασθενή να παρευρεθεί στον ίδιο χώρο με τον ιατρό του.
- Η εικονική και απομακρυσμένη περίθαλψη θα έχουν πλέον πολύ σημαντικό ρόλο αφού θα καθιστούν ευκολότερη την πρόληψη μιας ασθένειας πριν αυτή κάνει αισθητή την παρουσία της και προκαλέσει προβλήματα τα οποία είναι δύσκολο να αντιμετωπιστούν.
- Εφόσον η περίθαλψη και η φροντίδα προς τον ασθενή μπορεί να γίνει μέσω του διαδικτύου επιτυγχάνεται μείωση του κόστους καθώς και ο ασθενής πλέον είναι σε θέση να εξοικονομήσει χρήματα αποφεύγοντας να φτάσει στην νοσοκομειακή μονάδα αλλά και ο θεράπων ιατρός είναι σε θέση πλέον άμεσα και γρήγορα να έχει καλύτερη γνώμη για το περιστατικό.
- Η χρήση των νέων ψηφιακών τεχνολογιών αποφέρει σημαντικά οφέλη πέρα από τους ασθενείς, στις μονάδες υγείας οι οποίες επιτυγχάνουν μεγαλύτερη αποδοτικότητα, αποτελεσματικότητα και αύξηση της παραγωγικότητάς τους.
- Σημαντικός παράγοντας για την ανάπτυξη του κλάδου της ψηφιακής υγείας αποτελεί η εκπαίδευση των υγειονομικών στο νοσοκομείο ώστε να είναι σε θέση να χρησιμοποιήσουν τις νέες τεχνολογίες με σκοπό να έχουν πιο έγκυρα αποτελέσματα στις διαγνώσεις τους καθώς η εκπαίδευση των ίδιων των ασθενών αφού καλούνται και οι ίδιοι να χρησιμοποιήσουν τις νέες τεχνολογίες για να έρθουν σε επαφή με το θεράποντα ιατρό τους.
- Επιπρόσθετα, μέσω των αλγορίθμων της τεχνητής νοημοσύνης οι ιατροί είναι σε θέση να ανιχνεύσουν πιο γρήγορα μία ασθένεια αλλά και να προβλέψουν πιθανές ασθένειες τις οποίες θα κληθούν να αντιμετωπίσουν στο μέλλον. Οι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης που χρησιμοποιούνται από το ιατρικό σύστημα δίνουν τη δυνατότητα για αποδοτικότερη επεξεργασία και συλλογή δεδομένων καθώς και καλύτερη ανάλυσή τους. Ωστόσο παρατηρούνται αρκετά προβλήματα τα οποία οφείλονται στο λογισμικό των αλγορίθμων της τεχνητής νοημοσύνης. Η τεχνητή νοημοσύνη είναι σε θέση να δώσει λύσεις και να κάνει ευκολότερο το έργο της ιατρικής μόνο εάν οι άνθρωποι που χειρίζονται τους

αλγόριθμους τεχνητής νοημοσύνης είναι κατάλληλα εκπαιδευμένοι ώστε να αποφύγουν μοιραία λάθη.

- Ένας από τους αποδοτικότερους τρόπους εκπαίδευσης του Ιατρικού προσωπικού προκειμένου να είναι σε θέση να δεχθούν τη μετάβαση στην ψηφιοποιημένη υγεία είναι τα παιχνίδια σοβαρού σκοπού. Τα παιχνίδια σοβαρού σκοπού είναι μία κατηγορία ηλεκτρονικών παιχνιδιών τα οποία έχουν ως βασικό τους στόχο να εκπαιδεύσουν το χρήστη και όχι τόσο να τον διασκεδάσουν όπως τα παιχνίδια που έχουμε συνηθίσει. Πιο συγκεκριμένα τα παιχνίδια σοβαρού σκοπού αποτελούν μία προσομοίωση γεγονότων που συμβαίνουν στην πραγματική ζωή έχοντας όμως την αίσθηση ότι ο χρήστης βρίσκεται σε ένα παιχνίδι. Σκοπός των παιχνιδιών αυτών είναι ο χρήστης να εκπαιδευτεί σε κάποιες συγκεκριμένες διαδικασίες έχοντας το κίνητρο να επαναλαμβάνει το παιχνίδι αφού η διαδικασία είναι ευχάριστη.

Η Ελλάδα έχει σημειώσει σημαντική πρόοδο στην υγειονομική περίθαλψη τα τελευταία χρόνια, αλλά εξακολουθεί να υστερεί σε σχέση με άλλες ευρωπαϊκές χώρες στην υιοθέτηση της έξυπνης υγειονομικής περίθαλψης. Η έξυπνη υγειονομική περίθαλψη χρησιμοποιεί νέες τεχνολογίες για να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα, την αποδοτικότητα και την ποιότητα της υγειονομικής περίθαλψης. Υπάρχουν ωστόσο αρκετές προκλήσεις που πρέπει να ξεπεραστούν για την υιοθέτηση της έξυπνης υγειονομικής περίθαλψης στην Ελλάδα. Αυτές περιλαμβάνουν:

- **Έλλειψη θεσμικού πλαισίου:** Η Ελλάδα δεν έχει ένα ολοκληρωμένο νομοθετικό πλαίσιο για την έξυπνη υγειονομική περίθαλψη. Αυτό καθιστά δύσκολο για τις επιχειρήσεις και τους οργανισμούς υγείας να αναπτύξουν και να εφαρμόσουν έξυπνες λύσεις υγειονομικής περίθαλψης.
- **Διαλειτουργικότητα:** Τα συστήματα πληροφορικής υγείας στην Ελλάδα δεν είναι πλήρως διαλειτουργικά. Αυτό καθιστά δύσκολη την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ διαφορετικών φορέων υγειονομικής περίθαλψης.
- **Εκπαίδευση:** Η εκπαίδευση του ιατρικού και νοσηλευτικού προσωπικού στις νέες τεχνολογίες είναι ελλιπής. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε λάθη και αστοχίες κατά την εφαρμογή έξυπνων λύσεων υγειονομικής περίθαλψης.

Η Ελλάδα επομένως χρειάζεται να λάβει άμεσα μέτρα για την ενσωμάτωση της έξυπνης υγειονομικής περίθαλψης στην καθημερινότητα της χώρας. Η εφαρμογή των παραπάνω αλλαγών θα επιτρέψει στην Ελλάδα να βελτιώσει την ποιότητα της υγειονομικής περίθαλψης, να μειώσει το κόστος και να βελτιώσει την εμπειρία των ασθενών.

7

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Generali. “Πώς η Ασφάλιση Υγείας Σας, Σας Φροντίζει Από Την Πρώτη Στιγμή,” February 23, 2021. Available: <https://www.generali.gr/el/pws-h-asfalish-ygeias-sas-sas-frontizei-apo-thn-prwth-stigmh/>
- [2] Panesar, Inder. “What Is the Internet of Things (IoT)? - Technology and Innovation to Bring Your Ideas to Market | We Are Your Virtual Partner.”, January 2, 2017. Available: <https://www.mesh-net.co.uk/what-is-the-internet-of-things-iot/>
- [3] Dr. Δημήτριος Κανέλλος, Η Τεχνητή Νοημοσύνη στον χώρο της έξυπνης υγειονομικής περίθαλψης, December 8, 2022. Available: <https://www.kanellos.gr/en/τεχνητή-νοημοσύνη-2/>
- [4] Borad, Anand. “Healthcare and Machine Learning: The Future with Possibilities.” Healthcare and Machine Learning: The Future with Possibilities, December 21, 2017. Available: <https://www.einfochips.com/blog/healthcare-and-machine-learning-the-future-with-possibilities/>
- [5] ΧΑΣΑΝΔΡΑΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ. “Επιβλεπόμενη Μάθηση - ΧΑΣΑΝΔΡΑΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ,” January 23, 2022. Available: <https://blogs.sch.gr/thchasand/2022/01/23/epivlepomeni-mathisi/>
- [6] Taimoor, Najma, and Semeen Rehman. "Reliable and resilient AI and IoT-based personalised healthcare services: A survey." IEEE Access 10 (2021): 535-563. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=9658494>
- [7] Kaur, Jasleen, Richa Verma, Nawaf Rasheed Alharbe, Alka Agrawal, and Raees Ahmad Khan. "Importance of fog computing in healthcare 4.0." Fog Computing for Healthcare 4.0 Environments: Technical, Societal, and Future Implications (2021): 79-101. Available: https://www.researchgate.net/figure/From-Healthcare-10-to-Healthcare-40_fig1_343382201
- [8] Lu, Yang, and Richard O. Sinnott. "Security and privacy solutions for smart healthcare systems." In Innovation in health informatics, pp. 189-216. Academic Press, 2020. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128190432000083>

- [9] Εθελοντικός, πιστοποιημένος, μη κερδοσκοπικός Οργανισμός «Νοσηλεία» “Νοσηλεία - Τι Προσφέρουμε,” n.d. Available: <https://nosilia.org.gr/programmata/>
- [10] Wen, H. Joseph, and Joseph Tan. "The evolving face of telemedicine & e-health: opening doors and closing gaps in e-health services opportunities & challenges." In 36th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 2003. Proceedings of the, pp. 12-pp. IEEE, 2003. Available: https://www.researchgate.net/figure/Stakeholders-in-the-e-health-marketplace_fig1_221184645
- [11] Παιχνίδια Σοβαρού Σκοπού Ασθενών, ID-GAMING Toolkit – Quality of Life Toolkit. “ID-GAMING Toolkit – Quality of Life Toolkit,” n.d. Available: <https://id-gaming-project.eu/toolkit/el/εκπαιδευτικό-υλικό/τι-είναι-τα-παιχνίδια-σοβαρού-σκοπού-κ/>
- [12] Κατηγορίες Παιχνιδιών Σοβαρού Σκοπού, Teaching in a Digital Age: Third Edition - General, Anthony William, Available: <https://pressbooks.bccampus.ca/teachinginadigitalagev3m/chapter/8-7-emerging-technologies/>
- [13] Ιδιωτικότητα ασθενών στην έξυπνη υγειονομική περίθαλψη, Smart Health Devices Need Privacy Protection, July 15, 2020, Available: <https://www.idx.us/knowledge-center/smart-health-devices-need-privacy-protection>
- [14] Συνδεσιμότητα εφαρμογών υγείας, The Application of e-Mental Health in Response to COVID-19: Scoping Review and Bibliometric Analysis, December 2021, Available: https://www.researchgate.net/figure/Electronic-mental-health-e-mental-health-technologies-18_fig1_357242449
- [15] Ασφάλεια των Συσκευών Υγείας, How to Secure Assets and Data in Realm of IoT, Archana Modawal August 1st, 2019
Available: <https://www.softwebsolutions.com/resources/secure-your-assets-using-iot-security.html>
- [16] Ευρωπαϊκή Ένωση & Health Care, Διαβούλευση σχετικά με το ευρωπαϊκό πλαίσιο δράσης του ΠΟΥ για την επίτευξη του υψηλότερου εφικτού επιπέδου υγείας για τα άτομα με αναπηρία 2022-2030, 10 MAY 2022, Available: <https://www.eud.eu/el/consultation-on-who-european-framework-for-action-to-achieve-the-highest-attainable-standard-of-health-for-persons-with-disabilities-2022-2030/>
- [17] Το Ψηφιακό Ταξίδι της Δανίας, The Danish Digital Journey, Available: <https://en.digst.dk/policy/the-danish-digital-journey/>
- [18] Η Εφαρμογή MHealth, How are mHealth Apps Changing the Face of the Healthcare Industry? Nitin Lahoti, April 15, 2020,

Available: <https://mobisoftinfotech.com/resources/blog/mhealth-apps-changing-the-face-of-the-healthcare-industry/>

- [19] Η έξυπνη υγειονομική περίθαλψη Παγκοσμίως, Thailand leveraging smart health to be APAC's new medical hub, Alita Sharon, December 23, 2020, Available: <https://opengovasia.com/thailand-leveraging-smart-health-to-be-apacs-new-medical-hub/>
- [20] Ψηφιοποίηση του Εθνικού συστήματος υγείας, Η Ηλεκτρονική Συνταγογράφηση ως Αφετηρία του eHealth, 24 JUNE 2010, Available: <https://www.slideshare.net/mkoutras/ehealth-4605318>
- [21] Προς ένα Ψηφιοποιημένο Σύστημα Υγείας στην Ελλάδα, Advancing eHealth in Greece, May 23, 2017, Available: <https://www.slideshare.net/eHealthForumAthens/advancing-ehealth-in-greece>
- [22] Reliable and Resilient AI and IoT-Based Personalised Healthcare Services: A Survey NAJMA TAIMOOR AND SEMEEN REHMAN Institute of Computer Technology, Technische Universität Wien (TU Wien), 1040 Wien, Austria, Ερευνητικά κενά για τις απαιτήσεις της CPHS, Available: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=9658494>
- [23] Naftemporiki, “Η τεχνολογία στην υπηρεσία της ιατρικής και τα φάρμακα του μέλλοντος” [Online]. Available: <https://www.naftemporiki.gr/afieromata/1154225/i-technologia-stin-ypiresia-tis-iatrikis-kai-ta-farmaka-tou-mellontos/>
- [24] Deloitte, “Ψηφιακός Μετασχηματισμός του Κλάδου Υγείας” Παρατηρητήριο Ψηφιακού Μετασχηματισμού ΣΕΒ (Σύγχρονες Επιχειρήσεις) [Online]. Available: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/gr/Documents/life-sciences-health-care/gr_health_4_0_noexp.pdf
- [25] Ullah, Kaleem, ‘Effective ways to use Internet of Things in the field of medical and smart health care’. 2016 International Conference on Intelligent Systems Engineering (ICISE), 2016, σσ. 372–79. IEEE Xplore, Available: <https://doi.org/10.1109/INTELSE.2016.7475151>.
- [26] Prabha Sundaravadivel, Elias Kougianos, Saraju P. Mohanty, Madhavi K. Ganapathiraju, “Everything You Wanted to Know about Smart Health Care: Evaluating the Different Technologies and Components of the Internet of Things for Better Health” . IEEE Consumer Electronics Magazine, τ. 7, τχ. 1, Ιανουάριος 2018, σσ. 18–28. IEEE Xplore, Available: <https://doi.org/10.1109/MCE.2017.2755378>.
- [27] Shalini, V. Baby, “Smart Health Care Monitoring System based on Internet of Things (IoT)”. 2021 International Conference on Artificial Intelligence and Smart Systems (ICAIS), 2021, σσ. 1449–53. IEEE Xplore, Available: <https://doi.org/10.1109/ICAIS50930.2021.9396019>.

- [28] Obaidulla Al-Mahmud, Kausar Khan, Rajdeep Roy, Fakir Mashuque Alamgir, 'Internet of Things (IoT) Based Smart Health Care Medical Box for Elderly People'. 2020 International Conference for Emerging Technology (INCET), 2020, σσ. 1–6. IEEE Xplore, Available: <https://doi.org/10.1109/INCET49848.2020.9153994>.
- [29] Vikas Vippalapalli, Snigdha Ananthula, 'Internet of things (IoT) based smart health care system'. 2016 International Conference on Signal Processing, Communication, Power and Embedded System (SCOPEs), 2016, σσ. 1229–33. IEEE Xplore, Available: <https://doi.org/10.1109/SCOPEs.2016.7955637>.
- [30] A REVIEW PAPER ON SMART HEALTH CARE SYSTEM USING INTERNET OF THINGS, Zankhana Mehul Kalarthi, Available: <https://ijret.org/volumes/2016v05/i03/IJRET20160503016.pdf>
- [31] Shariq Aziz Butt, Jorge Luis Diaz-Martinez, Tauseef Jamal, Arshad Ali, Emiro De-La-Hoz-Franco, Muhammad Shoaib, "IoT Smart Health Security Threats". 2019 19th International Conference on Computational Science and Its Applications (ICCSA), 2019, σσ. 26–31. IEEE Xplore, Available: <https://doi.org/10.1109/ICCSA.2019.000-8>.
- [32] Chen Kan, Yun Chen, Fabio Leonelli, Hui Yang, "Mobile sensing and network analytics for realizing smart automated systems towards health Internet of Things" . 2015 IEEE International Conference on Automation Science and Engineering (CASE), 2015, σσ. 1072–77. IEEE Xplore, Available: <https://doi.org/10.1109/CoASE.2015.7294241>
- [33] Subiksha Srinivasa Gopalan, Ali Raza, Wesam Almobaideen, " IoT Security in Healthcare using AI: A Survey ", 2020 International Conference on Communications, Signal Processing, and their Applications (ICCSPA), Sharjah, United Arab Emirates, 2021, σσ. 1-6, IEEE Xplore, Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9385711>
- [34] FATIMA ALSHEHRI, GHULAM MUHAMMAD, "A Comprehensive Survey of the Internet of Things (IoT) and AI-Based Smart Healthcare", IEEE Access, vol 9, σσ. 3661-3675, Available: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=9311140>
- [35] ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΥΓΕΙΑΣ, " Η Υγεία μου στην Ε.Ε. - Ψηφιακή ανταλλαγή δεδομένων Ιατρικών Συνταγών και Συνοπτικού Ιστορικού Ασθενή " [Online]. Available: <https://www.moh.gov.gr/articles/ehealth/6370-h-ygeia-moy-sthn-e-e-pshfiakh-antallagh-dedomenwn-iatrikwn-syntagwn-kai-synoptikoy-istorikoy-asthenh> [Accessed JUN, 2019]
- [36] ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ, "Ηλεκτρονική υγεία (eHealth): ψηφιακή υγεία και περίθαλψη - Συνεργασία σε επίπεδο ΕΕ " [Online]. Available: https://health.ec.europa.eu/ehealth-digital-health-and-care/eu-cooperation_el
- [37] Made for minds, "Ο «ψηφιακός» γιατρός στη Γερμανία " [Online]. Available: <https://www.dw.com/el/>

- [38] Δέσποινα Καραγιαννοπούλου, “ Ποιο ευρωπαϊκό κράτος "τρώει" τη Γερμανία και τις ΗΠΑ στην ψηφιοποίηση της υγείας ” [Online]. Available: <https://www.iatronet.gr/article/101654/poio-eyropaiko-kratos-troei-th-germania-kai-tis-hpa-sthn-pshfiopoihsh-ths-ygeias>
- [39] Claudio Rosmino, “MyHealth@EU, HealthData@EU: Οι δύο ψηφιακές υποδομές του Ευρωπαϊκού Χώρου Δεδομένων για την Υγεία ” [Online]. Available: <https://gr.euronews.com/next/2022/09/01/my-health-e8-healthdata-e8-oi-dio-psifiakes-ipodomes-tou-evropaikou-chorou-dedomenon-igias>
- [40] ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ, “Ηλεκτρονική υγεία (eHealth): ψηφιακή υγεία και περίθαλψη-Διαμόρφωση του ψηφιακού μέλλοντος της Ευρώπης” [Online]. Available: https://health.ec.europa.eu/ehealth-digital-health-and-care/overview_e [Accessed MAY, 2018].
- [41] Matthew Herper, Forbes Staff, “Τεχνητή νοημοσύνη Τηλεϊατρική Κβαντική πληροφορική”, [Online]. Available: <https://www.capital.gr/forbes/3287012/texniti-noimosuniteleiatriki-kbantiki-pliroforiki>
- [42] Η ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ, “ Η ιατρική στην εποχή της τεχνητής νοημοσύνης ”, [Online]. Available: <https://www.kathimerini.gr/economy/561500608/i-iatriki-stin-epochi-tis-technitis-noimosynis/>
- [43] Μαργιάννας Σπυροπούλου, “ ΤΟ ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΦΡΟΝΤΙΔΑΣ ΑΠΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗ (ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗ): ΕΘΝΙΚΗ, ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΚΑΙ ΔΙΕΘΝΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ”, σσ. 53-59. [Online]. Available: <https://dione.lib.unipi.gr/xmlui/bitstream/handle/unipi/14904/To%20θεσμικό%20πλαίσιο%20της%20παροχής%20ιατρικής%20φροντίδας%20από%20απόσταση%20%28τηλεϊατρική%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [44] Τσιαούση, Ματθίλδη, “Βέλτιστες πρακτικές ηλεκτρονικής υγείας στην Ελλάδα σε σύγκριση με αντίστοιχες πρακτικές άλλων ευρωπαϊκών χωρών.”, σσ. 92-111 [Online]. Available: <https://dspace.lib.uom.gr/handle/2159/16100>
- [45] Γιαβά Χρυσούλα, “ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥΣ ΤΑ ΤΕΛΕΥΤΑΙΑ ΧΡΟΝΙΑ”, σσ.107-109 [Online]. Available: https://dione.lib.unipi.gr/xmlui/bitstream/handle/unipi/9398/Giava_Chrysoula.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR2WQ5QEzglmFJRBCZGGS2r8HOtlnPp4-0MwfB-K1tHgJPsoO8gLSRBL4Jc

- [46] ΜΑΚΡΗΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ, “ΠΑΙΧΝΙΔΙΑ ΣΟΒΑΡΟΥ ΣΚΟΠΟΥ :«SERIOUS GAMES» “, σσ.10-26 [Online]. Available: https://core.ac.uk/download/pdf/132823814.pdf?fbclid=IwAR1NJq3_XPPZdkAurz8PnShFUM-IN77aaWrBCo8gSRrFN3DIlhu-O6Ot8j8
- [47] Μάριος Πιτσιαλή, “Τεχνητή Νοημοσύνη - Explainable AI στην Ιατρική”, σσ.4-24, [Online]. Available: <https://dms.cs.ucy.ac.cy/op/op.Download.php?documentid=16854&version=1>
- [48] FORIN, “Ο κλάδος υγείας στην εποχή της τεχνητής νοημοσύνης “, [Online]. Available: <https://www.forin.gr/articles/article/64331/ey-o-klados-ugeias-sthn-epoxh-ths-texnhths-nohmosunhs?fbclid=IwAR3b5TxErXSeW5SnUlyGPYBsqxiqKQGEjI36eBycJWLT8WN8McTnIDqfQal>
- [49] Κωνσταντίνος Τσιγκίνης, “Εφαρμογή Μηχανικής Μάθησης στην Ιατρική Πρόγνωση, Application of Machine Learning in Medical Prognosis “, [Online]. Available: <http://ikee.lib.auth.gr/record/324334/files/tsikkinis.pdf?fbclid=IwAR29VmTc7arIpvosWMBAOiBPQCUC5Ec1ik9RYaCAkik8ig1OO8wSzQbGn3s>
- [50] Θωμαΐδης Αναστάσιος, Χατζόγλου Ιωάννης “Τεχνολογίες Μηχανικής Μάθησης Στο Διαδίκτυο Των Πραγμάτων”, [Online]. Available: [Τεχνολογίες Μηχανικής Μάθησης Στο Διαδίκτυο Των Πραγμάτων \(uowm.gr\)](http://www.uowm.gr/tehnologia-mexanikis-mathesis-sto-diadiktyo-ton-pragmaton/)
- [51] Ολγα Κλώντζα "Internet of Things: Εθνικός χάρτης για το Διαδίκτυο των Πραγμάτων" [Online]. Available: <https://www.ot.gr/2023/01/25/tehnologia/internet-of-things-ethnikos-xartis-gia-to-diadiktyo-ton-pragmaton/>
- [52] Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο "Τι είναι η τεχνητή νοημοσύνη και πώς χρησιμοποιείται" Available: <https://www.europarl.europa.eu/news/el/headlines/society/20200827STO85804/ti-einai-i-techniti-noimosuni-kai-pos-chrisimopieitai>