



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ και Πληροφορικής

Εργασία εξαμήνου για το μάθημα
“Τηλεματική και νέες υπηρεσίες”

Θέμα :
“Τηλεϊατρική”

Μουχαρέμ Γιακούπ Α.Μ. 4315

Διδάσκων: Καθηγητής κ. Χρήστος Μπούρας

19 Ιουνίου 2015

Πίνακας περιεχομένων

Table of Contents

Κεφάλαιο 1. - Εισαγωγή.....	3
1.1 Ιστορική αναδρομή.....	3
1.2 Ορισμοί.....	4
1.3 Κατηγοριοποίηση της τηλεϊατρικής με βάση τον τρόπο επικοινωνίας.....	6
1.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της τηλεϊατρικής.....	8
Κεφάλαιο 2 - Κλάδοι της τηλεϊατρικής.....	10
2.1 Τηλεοφθαλμολογία.....	10
2.2 Τηλεψυχιατρική.....	11
2.3 Τηλεακτινολογία.....	11
2.4 Τηλεκαρδιολογία.....	12
2.5 Τηλεακουστική.....	15
2.6 Τηλεδερματολογία.....	16
2.7 Τηλεπαθολογοανατομία (telepathology).....	17
2.8 Τηλεχειρουργική.....	19
2.8.1 Η περίπτωση της εγχείρισης Lindberg.....	19
Κεφάλαιο 3. - Απαιτήσεις σε υλικό, λογισμικό, και επικοινωνιακό εξοπλισμό.....	21
3.1 Εισαγωγή.....	21
3.2 Ήχος.....	21
3.3 Δεδομένα.....	22
3.4 Τύποι βίντεο.....	22
3.4.1 MPEG :.....	23
3.4.2 MPEG 1:.....	23
.....	24
3.4.3 MPEG 2:.....	24
3.4.3 MPEG -4 :.....	24
3.5 Εικόνες.....	24
3.5.1 Ψηφιακές εικόνες.....	25
3.6 Fax.....	27
3.7 Φυσικά μέσα μετάδοσης.....	27
3.8 Δορυφόροι.....	29
3.9 Ασύρματες επικοινωνίες.....	30
3.10 Οθόνες.....	30

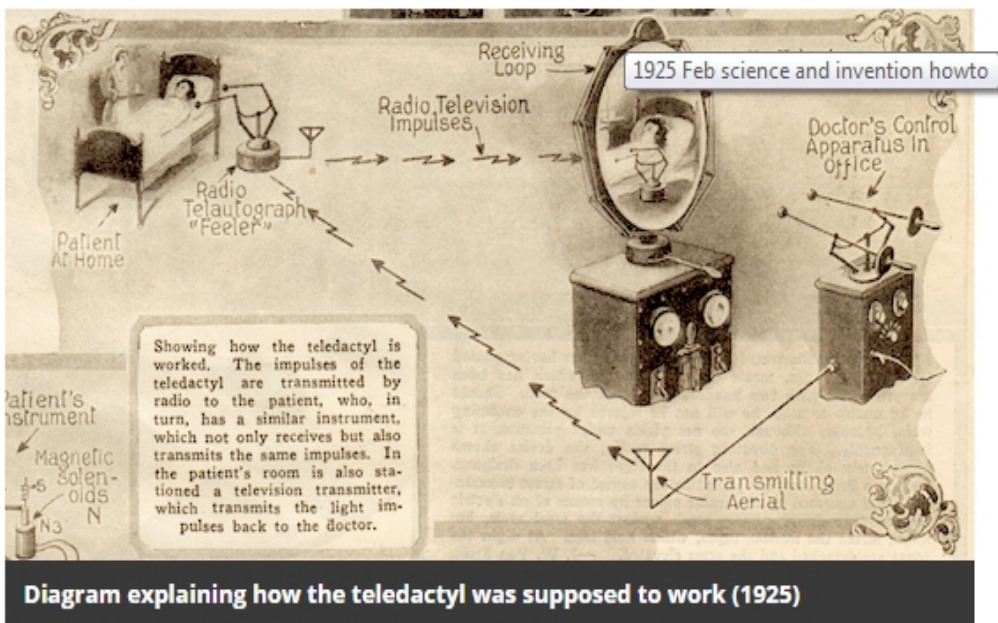
Αναφορές

Κεφάλαιο 1. - Εισαγωγή

1.1 Ιστορική αναδρομή

Στην ιστορική αναδρομή με τις χρονολογίες ακολουθεί μια σύντομη αναφορά στην εξέλιξη της χρησιμότητας των υπηρεσιών της τηλεϊατρικής στην καθημερινότητα μας τα τελευταία χρόνια. Για να φθάσουμε στις σύγχρονες και προηγμένες εφαρμογές της τηλεϊατρικής, η εξ αποστάσεως άσκηση της ιατρικής έκανε μια διαδρομή διάρκειας άνω των εκατό ετών. Οι κυριότεροι σταθμοί σε αυτή τη διαδρομή ήταν :

- Το 1906, όταν έγινε ιατρική διάγνωση εξ αποστάσεως μέσω τηλεφώνου, με μετάδοση φωνοκαρδιογραφήματος και ήχων αναπνοής, από τον Einthoven (εφευρέτη του ηλεκτροκαρδιογραφήματος).
- Το 1920, όταν εδόθησαν ιατρικές συμβουλές σε πλοία με σήματα Morse (Σουηδία, Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο του Göteborg).
- Το 1960, όταν έγινε τηλεμετρία βιοσημάτων αστροναυτών (NASA, ΗΠΑ)
- Το 1967, όταν έγινε η πρώτη εφαρμογή τηλεϊατρικής με αλληλεπίδραση ιατρού-ασθενή (Βοστώνη-ΗΠΑ), μεταφορά ακτινολογικής εικόνας σε video-monitor και συζήτηση κλινικού ιατρού και ακτινολόγου, μέσω τηλεφωνικής γραμμής (Αεροδρόμιο Logan- Γενικό Νοσοκομείο Μασαχουσέτης).
- Το 1976, όταν έγινε τηλεϊατρική παρακολούθηση βιοσημάτων σε ασθενή στο Βόρειο Οντάριο, μέσω του Καναδικού δορυφόρου Hermes.
- Το 1988, έτος κατά το οποίο ολοκληρώνεται το σύστημα τηλεϊατρικών υπηρεσιών, με την τηλεπαθολογία, τηλεακτινολογία και τηλεκπαίδευση.
- Το 2001 πραγματοποιήθηκε η πρώτη τηλε-εγχείρηση με τον ασθενή να βρίσκεται στο Στρασβούργο της Γαλλίας και τους χειρουργούς να βρίσκονται στη Νέα Υόρκη. Οι χειρουργοί έλεγχαν το ρομπότ μέσω του ρομποτικού συστήματος ZEUS και η επικοινωνία μεταξύ των δύο πόλεων πραγματοποιήθηκε με οπτικές ίνες υψηλής ταχύτητας. Σαν πρώτη εγχείρηση του είδους της ,της δόθηκε το όνομα Linbergh Operation.



Σχήμα 1.1 Το σύστημα απομακρυσμένης εξέτασης “Τηλεδάκτυλο” από άρθρο του πρωτοπόρου ερευνητή Hugo Gernsback στο περιοδικό “Science and invention” το 1925. Σε αυτό το άρθρο ο Gernsback προέβλεπε ότι το 1975 θα μπορούσε ο γιατρός να κάνει εξέταση με τα δάκτυλα εξ αποστάσεως χρησιμοποιώντας την κατάλληλη τεχνολογία. ([3])

1.2 Ορισμοί

Στην εργασία αυτή όταν λέμε “τηλεϊατρική” αναφερόμαστε στη μετάφραση από τα Αγγλικά του όρου “*telemedicine*”. Ο όρος αυτός πρωτοεμφανίστηκε τη δεκαετία του 1970 και έχει ελληνική ρίζα κατά το ήμισυ (από το πρόθεμα “τηλε-” που στα αρχαία σημαίνει “μακριά”). Δεν υπάρχει κάποιος ευρέως αποδεκτός ορισμός για την τηλεϊατρική, αλλά παραθέτουμε εδώ δύο ορισμούς που πιστεύουμε ότι περιγράφουν με απλό και ξεκάθαρο τρόπο το τι είναι η τηλεϊατρική :

“Τηλεϊατρική είναι η χρήση των ιατρικών πληροφοριών που ανταλλάσσονται μεταξύ δύο απομακρυσμένων μεταξύ τους τοποθεσιών μέσω κάποιου ηλεκτρονικού τρόπου επικοινωνίας και με σκοπό τη βελτίωση της κατάστασης υγείας του ασθενούς. Η τηλεϊατρική περιλαμβάνει μια συνεχώς αυξανόμενη ποικιλία από εφαρμογές και υπηρεσίες χρησιμοποιώντας αμφίδρομη βιντεοεπικοινωνία, email, έξυπνα κινητά, ασύρματα συστήματα επικοινωνίας και άλλες μορφές τηλεπικοινωνιακής τεχνολογίας. ([1], American Telemedicine Association)

Ένας άλλος ορισμός που δίνεται από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας ([2], World Health Organization) είναι ο εξής :

“Τηλεϊατρική είναι η παροχή υπηρεσιών υγείας, εκεί όπου η απόσταση παίζει καθοριστικό ρόλο, από επαγγελματίες του χώρου της υγείας κάνοντας χρήση

τεχνολογιών της πληροφορίας και των επικοινωνιών. Γίνεται ανταλλαγή έγκυρων πληροφοριών έτσι ώστε :

α) Να γίνει σωστά η διάγνωση, η θεραπεία και η πρόληψη ασθενειών και τραυματισμών,

β) Να δίνεται η δυνατότητα για έρευνα και σωστή εκτίμηση και

γ) Να δίνεται η δυνατότητα συνεχούς εκπαίδευσης των παρόχων υγείας.

Όλα τα παραπάνω έχουν βέβαια ως κύριο σκοπό την προαγωγή της υγείας των ατόμων.

Ουσιαστικά η σύγχρονη τηλεϊατρική ξεκίνησε πριν σαράντα χρόνια από πειραματικές εφαρμογές στους χώρους των νοσοκομείων παρέχοντας υπηρεσίες υγείας σε ασθενείς πολύ απομακρυσμένων τοποθεσιών. Σταδιακά άρχισε να εξαπλώνεται και σήμερα έχει εισαχθεί σε πολλές χειρουργικές αίθουσες νοσοκομείων, σε εξειδικευμένα τμήματα, σε οργανισμούς παροχής υγείας στο σπίτι, σε ιδιωτικά ιατρεία αλλά ακόμα και στους χώρους εργασίας και κατοικίας απλών ανθρώπων.

Να κάνουμε εδώ μια μικρή επισήμανση. Πολλές φορές συγχέεται ο όρος τηλεϊατρική με τον όρο τηλε-υγεία (telehealth), όπου ο δεύτερος δεν περιλαμβάνει πάντα την παροχή υπηρεσιών υγείας μόνο από ιατρικό προσωπικό αλλά και από επαγγελματίες του χώρου υγείας γενικότερα, όπως είναι για παράδειγμα οι φαρμακοποιοί και οι νοσηλευτές. ([2])

Εμείς για τις ανάγκες αυτής της εργασίας θα χρησιμοποιήσουμε και τους δύο όρους καλύπτοντας ευρύτερα την παροχή υπηρεσιών υγείας από απόσταση μέσω των μέσων πληροφορίας και επικοινωνίας που μας παρέχει η σημερινή τεχνολογία. Επίσης να επισημάνουμε τη στενή σχέση της τηλεϊατρικής με άλλους παρεμφερείς τομείς όπως είναι οι εξής : “ψηφιακή υγεία” (Digital Health), e-υγεία (eHealth), mobileHealth, τηλεφροντίδα (telecare). Δεν υπάρχουν διεθνώς προτυποποιημένοι ορισμοί ούτε για αυτές τις νέες τεχνολογίες όμως γενικότερα υπάρχει μία αλληλεπίδραση μεταξύ τους και κάποιοι κοινόι παρονομαστές με την τηλεϊατρική όπως είναι η χρήση νέων τεχνολογιών τηλεπικοινωνιών και πληροφορίας καθώς και νέων συσκευών software και προγραμμάτων software. Ένα παράδειγμα σύγχρονων τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται στην τηλεϊατρική και στους παρεμφερείς τομείς είναι τα εξής :

- Ασύρματα δίκτυα, αισθητήρες και συσκευές
- Κοινωνικά δίκτυα
- Ευρυζωνικές υπηρεσίες και κινητή δικτύωση (WiFi, 4/5G cellular, LTE)
- Προηγμένες συσκευές απεικόνισης (imaging)
- Πληροφοριακά συστήματα υγείας
- Το internet
- Υπολογιστική ισχύς και cloud computing

Η Τηλεϊατρική χρησιμοποιεί βασικές τεχνολογίες τηλεματικής, δηλαδή έναν συνδυασμό υπολογιστών και επικοινωνιών με βασικό στόχο εκ του

μακρώθεν υποστήριξη ιατρικών υπηρεσιών υγείας και πρόνοιας. Να αναφέρουμε εδώ ότι η τηλεϊατρική δεν είναι μια ξεχωριστή ιατρική ειδικότητα. Τα προϊόντα και οι υπηρεσίες που σχετίζονται με την τηλεϊατρική συνήθως αποτελούν τμήμα μιας μεγάλης επένδυσης από τους ιατρικούς οργανισμούς είτε σε τεχνολογίες πληροφορίας ή σε παροχή κλινικής φροντίδας.

Επίσης να αναφέρουμε ότι παρά την καινοτομία που εισάγεται με την τηλεϊατρική, ο στόχος δεν είναι να αντικατασταθεί η παραδοσιακή ιατρική διαδικασία αλλά να υποβοηθηθεί σε περιοχές που υπάρχουν αντικειμενικές δυσκολίες εφαρμογής της. Με γνώμονα λοιπόν τα όσα αναφέραμε προηγουμένως θα μπορούσε κανείς να θεωρήσει την Τηλεϊατρική ως “τις νέες τεχνολογικές διαδικασίες και τα νέα πρότυπα που εισάγονται, έτσι ώστε να υποστηρίζονται οι δραστηριότητες τις παραδοσιακής ιατρικής.”

Τέσσερα βασικά πράγματα σχετίζονται με την τηλεϊατρική :

- i) Ο στόχος για παροχή ιατρική υποστήριξη
- ii) Η δυνατότητα να ξεπερνάει τους γεωγραφικούς περιορισμούς συνδέοντας χρήστες που βρίσκονται μακριά μεταξύ τους
- iii) Η χρήση διαφόρων τύπων τεχνολογιών πληροφορίας και επικοινωνιών
- iv) Τελικός στόχος είναι η βελτίωση των περιστατικών υγείας

1.3 Κατηγοριοποίηση της τηλεϊατρικής με βάση τον τρόπο επικοινωνίας

Με βάση το πως γίνεται η επικοινωνία μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών (εξεταζομένων και μη εξειδικευμένου προσωπικού από τη μία και ιατρικού προσωπικού από την άλλη που βρίσκονται μακριά μεταξύ τους) σε ένα ανεπτυγμένο σύστημα τηλεϊατρικής μπορούμε να κάνουμε την εξής κατηγοριοποίηση : ([7],[8])

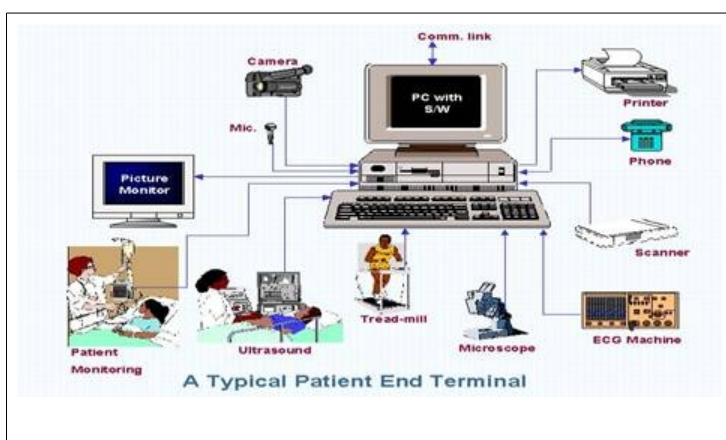
- Τηλεϊατρική με παροχή υπηρεσιών store-and-forward
- Τηλεϊατρική με παροχή υπηρεσιών απομακρυσμένης παρακολούθησης
- Τηλεϊατρική με παροχή υπηρεσιών πραγματικού χρόνου – αλληλεπίδρασης

Η παροχή υπηρεσιών **αποθήκευσης και προώθησης** είναι η κατηγορία εκείνη της τηλεϊατρικής που ασχολείται με απόκτηση ιατρικών δεδομένων (όπως ιατρικών εικόνων, καρδιογραφήματα κλπ) και στη συνέχεια αποστολή αυτών των αποτελεσμάτων σε ένα γιατρό ή ειδικό, σε όσο το δυνατό μικρό χρονικό διάστημα χωρίς να υπάρχει άμεση σύνδεση. Δεν απαιτεί την παρουσία του ιατρού και του ασθενή την ίδια στιγμή. Έχει άμεση εφαρμογή σε κλάδους της Ιατρικής όπως η Δερματολογία , η ακτινολογία και η παθολογία . Κατάλληλα διαρθρωμένος ιατρικός φάκελος κατά προτίμηση σε ηλεκτρονική μορφή πρέπει να είναι ένα στοιχείο του κατά τη μεταφορά. Όπως παρατηρούμε η πληροφορική με τη ραγδαία εξέλιξη της έχει αλλάξει την μορφή της ιατρικής

εξέτασης δηλαδή παραλείπει την υλική εξέταση όπως γινόταν παλιά. Η διαδικασία αποθήκευσης και προώθησης υποχρεώνει τον ειδικό για την διάγνωση να βασιστεί σε ιστορικό του ασθενή και πληροφοριών ήχου /βίντεο αντί για φυσική εξέταση.

Η παροχή υπηρεσιών απομακρυσμένης παρακολούθησης (remote monitoring), επιτρέπει σε επαγγελματίες γιατρούς να παρακολουθούν έναν ασθενή από απόσταση χρησιμοποιώντας διάφορες τεχνολογικές συσκευές. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται κυρίως για την διαχείριση χρόνιες παθήσεις η ειδικές συνθήκες, όπως διαβήτης, καρδιακές παθήσεις η άσθμα. Οι υπηρεσίες παρέχουν συγκρίσιμα υγειονομικά αποτελέσματα με την παραδοσιακή πρόσωπο με πρόσωπο παρακολούθηση του ασθενή, παρέχει μεγαλύτερη ικανοποίηση στους ασθενείς, και μπορεί να είναι οικονομικά αποδοτική.

Τέλος οι αλληλεπιδραστικές υπηρεσίες τηλεϊατρικής παρέχουν στους ασθενείς σε πραγματικό χρόνο αλληλεπιδράσεις μεταξύ ασθενούς και παροχής υπηρεσιών online επικοινωνία και εξέταση του ασθενούς. Συνηθισμένες ιατρικές πράξεις όπως η μελέτη του ιστορικού, η φυσική εξέταση, οι ψυχιατρικές αξιολογήσεις και εκτιμήσεις οφθαλμολογία μπορούν να διεξαχθούν με ένα τρόπο κοντά συγκριτικά με εκείνες που θα γίνονταν σε παραδοσιακές πρόσωπο με πρόσωπο επισκέψεις ιατρών.



Σχήμα 1.2 Το κομμάτι ενός συστήματος τηλεϊατρικής από την πλευρά του απομακρυσμένου σταθμού όπου βρίσκεται ο υπό εξέταση ασθενής. Φαίνονται κάποιες βασικές ιατρικές συσκευές όπως συσκευή υπερήχων, ηλεκτροκαρδιογράφημα, monitor παρακολούθησης, οθόνες, μικροσκόπιο και φυσικά το απαραίτητο hardware (υπολογιστής) ο οποίος επικοινωνεί με το νοσοκομείο μέσω κάποιου συνδέσμου είτε δορυφορικού, είτε internet είτε κάποιας άλλης σύνδεσης υψηλής ταχύτητας. (Indian Space Research Organization, [9])

1.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της τηλεϊατρικής

Ένας από τους βασικούς στόχους που επιδιώκει ο τομέας της τηλεϊατρικής είναι η αποτελεσματική αντιμετώπιση των επειγόντων περιστατικών σε όσο το λιγότερο χρόνο με αποτελεσματικότερο τρόπο, δηλαδή με καθοδήγηση του μη εξειδικευμένου προσωπικού, με χρήση της τεχνολογίας και μείωση των ανεπιθύμητων αποτελεσμάτων στις πρώτες βοήθειες. Επίσης έχει και εφαρμογή για την αντιμετώπιση χρόνιων περιστατικών παρέχοντας στον ασθενή μια οικονομικότερη λύση σε λιγότερο χρόνο ώστε να παρέχεται μια καλύτερη αντιμετώπιση του προβλήματος. Κάποια λοιπόν από τα βασικά πλεονεκτήματα είναι τα παρακάτω :

- Ουσιαστική εξοικονόμηση σε έξοδα εξέτασης ,μετακίνησης και διαχείρισης του συστήματος περίθαλψης.
- Μείωση της γεωγραφικής και φυσικής απομόνωσης ασθενών(απομακρυσμένες περιοχές,ανάπηροι ή ηλικιωμένοι).
- Μείωση του φαινομένου της εσωτερικής μετανάστευσης προς τα αστικά κέντρα για καλύτερη περίθαλψη.
- Μειώνει το πρόβλημα επανάληψης των επώδυνων εξετάσεων η λαθών στη θεραπεία.
- Βελτιώνει τον τρόπο διεξαγωγής της έρευνας σε επιστημονικό κομμάτι,παρέχει άμεση πρόσβαση σε νέες πληροφορίες και γνώσεις.
- Δραστική μείωση του χρόνου επικοινωνίας μεταξύ Νοσοκομείων και ιατρών.
- Ευρεία κάλυψη των ιατρικών περιστατικών.
- Εκσυγχρονισμός του περιβάλλοντος εργασίας ιατρικού προσωπικού με χρήση σύγχρονης τεχνολογίας (ηλεκτρονικοί ιατρικοί φάκελοι).

Σε ότι αφορά τις αρνητικές πλευρές τώρα, ένα από τα κύρια μειονεκτήματα της τηλεϊατρικής είναι το κόστος για την επικοινωνία μεταξύ των απομακρυσμένων μερών αλλά και για τα μηχανήματα διαχείρισης των δεδομένων. Ένας standard εξοπλισμός που απαιτείται για την υλοποίηση ενός πλήρους συστήματος τηλεϊατρικής περιλαμβάνει σύγχρονες ψηφιακές κάμερες πιθανώς τηλεχειριζόμενες, συσκευές ιατρικής απεικόνισης, δωμάτιο με καλό φωτισμό, συστήματα ασφάλειας και ήχου για τα διάφορα κλινικά περιστατικά κλπ. Ας αναφέρουμε εδώ ότι το ενδεικτικό κόστος για μία τέτοια μονάδα (βλέπε [6]) είναι περίπου 25.000 δολάρια (2013) χωρίς να περιλαμβάνεται σε αυτό το κόστος συντήρησης. Το επιπλέον αυτό κόστος μπορεί να είναι περίπου 400 δολάρια το μήνα (για 30 ασθενείς με χρόνο επίσκεψης κατά μέσο όρο μισή ώρα). Αν επιπλέον υπάρχει και υποστήριξη για τηλεακτινολογία τότε στο παραπάνω ποσό θα πρέπει να προσθέσουμε και άλλα 27.000 δολάρια για τον εξοπλισμό στο νοσοκομείο αλλά και την απομακρυσμένη περιοχή. Επιπλέον υπάρχει και το κόστος εκπαίδευσης του προσωπικού που θα χρησιμοποιεί τα μηχανήματα.

Ένα άλλο μειονέκτημα είναι ότι λόγω του εικονικού τρόπου ιατρικής εξέτασης και επικοινωνίας των εμπλεκόμενων μερών, υπάρχει κίνδυνος για

αυξημένο αριθμό σφαλμάτων μεταξύ των ατόμων που αλληλεπιδρούν ειδικά όταν δεν περιλαμβάνεται κάποιος επαγγελματίας του χώρου υγείας.

Επίσης υπάρχει αυξημένη πιθανότητα να μη γίνει σωστή διαχείριση της ιατρικής πληροφορίας είτε κατά την αποθήκευσή της είτε κατά την μετάδοσή της.

Τέλος υπάρχει μεγαλύτερη καθυστέρηση στην εκτέλεση ιατρικών πράξεων λόγω της δυσκολίας που υπεισέρχεται με τη χρήση των μηχανημάτων εξ αποστάσεως και πιθανώς μεγάλο χρονικό διάστημα μετάδοσης της πληροφορίας.

Κεφάλαιο 2 - Κλάδοι της τηλεϊατρικής

2.1 Τηλεοφθαλμολογία

Η τηλεοφθαλμολογία (teleophthalmology) αποτελεί ένα από τα παρακλάδια της τηλεϊατρικής. Με χρήση των κατάλληλων οφθαλμιατρικών εργαλείων μπορεί να γίνει με αποτελεσματικό τρόπο η διάγνωση πολλών οφθαλμικών ασθενειών αλλά και η αποτελεσματική πρόληψη και θεραπεία τους.

Οι υπηρεσίες παρέχονται γενικά με δύο τρόπους, σύγχρονα και ασύγχρονα. Στην πρώτη περίπτωση υπάρχει αλληλεπίδραση πραγματικού χρόνου (real-time interaction) μεταξύ των συμμετεχόντων χρησιμοποιώντας κάποιες τεχνολογίες βιντεοδιάσκεψης όπου μπορούν να γίνει επίβλεψη ιατρικών πράξεων στο μάτι όπως για παράδειγμα η αφαίρεση ξένου σώματος. Στην δεύτερη περίπτωση ακολουθείται μία “store-and-forward” μέθοδος όπου έχουμε αποστολή δεδομένων εικόνας ή βίντεο με ένα ασφαλή τρόπο (πχ μέσω ενός ιδιωτικού δικτύου δεδομένων ή μέσω internet) και η μελέτη τους γίνεται αργότερα από το ιατρικό προσωπικό.

Η εξέταση του οφθαλμού εξωτερικά μπορεί να γίνει με χρήση κάποιας απλής ψηφιακής κάμερας ενώ εσωτερικά είτε μέσω μιας slit lamp (για την εξέταση του anterior segment) είτε μέσω μιας ειδικής fundus camera (για το posterior segment). Σε περίπτωση που χρειάζεται κάτι πιο εξειδικευμένο μπορεί να γίνει ρήση τεχνικών στερεοσκοπίας και επιπλέον τεχνικών αυτόματης αναγνώρισης εικόνας.

Σε πάρα πολλές χώρες πλέον γίνεται χρήση της τηλεοφθαλμολογίας με ιδιαίτερα θετικά αποτελέσματα και μάλιστα σε κάποιες χώρες υπάρχει πλήρης ασφαλιστική κάλυψη από το αντίστοιχο εθνικό σύστημα υγείας.

Ας αναφέρουμε εδώ ένα σύγχρονο παράδειγμα εφαρμογής της τηλεοφθαλμολογίας από την περιοχή της Ινδίας, όπου λόγω των τεράστιων γεωγραφικών αποστάσεων αλλά και των προβλημάτων φτώχειας και έλλειψης ικανοποιητικών υποδομών στις αγροτικές περιοχές, η πρόσβαση στο σύστημα υγείας καθίσταται πολλές φορές από δύσκολη έως και αδύνατη.

Εκεί λοιπόν έχει ξεκινήσει πειραματικά ένα σύστημα τηλεοφθαλμολογίας για την πρόληψη από ασθένειες του ματιού που σχετίζονται με το διαβήτη.([5]) Χρησιμοποιούνται κάποια εξοπλισμένα φορητάκια που περιέχουν μία digital retinal camera με την οποία πραγματοποιείται η απεικόνιση του βυθού (retinal imaging) από εξειδικευμένο προσωπικό. Στη συνέχεια οι απεικονίσεις της κάμερας στέλνονται μέσω μιας μικρής συσκευής VSAT στον δορυφόρο του Ινδικού Οργανισμού Έρευνας και από εκεί στο νοσοκομείο βάσης που βρίσκεται αρκετά χιλιόμετρα μακριά. Στη συνέχεια μέσω βιντεοδιάσκεψης ο οφθαλμίατρος του νοσοκομείου επικοινωνεί με τους ασθενείς και δίνει τις κατευθύνσεις για θεραπεία ή περαιτέρω ενέργειες.

2.2 Τηλεψυχιατρική

Με τον όρο **τηλεψυχιατρική** εννοείται ένα σύστημα παροχής υπηρεσιών ψυχικής υγείας μέσω τηλεπικοινωνιών, στην οποία δίνεται η δυνατότητα σε εξεταστή και εξεταζόμενο να έχουν αμφίδρομη οπτική και λεκτική εξ αποστάσεως επαφή. Τηλεψυχιατρική είναι κλάδος της τηλεϊατρικής και λειτουργεί ως ένας εναλλακτικός τρόπος παροχής υπηρεσιών ψυχικής υγείας σε άτομα που βρίσκονται σε απομακρυσμένες και δυσπρόσιτες περιοχές.

Εκπαιδευμένοι επαγγελματίες της ψυχικής υγείας μπορούν να δώσουν λύση σε προβλήματα ψυχικής υγείας παρέχοντας τις ιατρικές τους γνώσεις με τη μορφή διάγνωσης, δεύτερης γνώμης, θεραπείας, συμβουλευτικής οδηγίας ή και αντιμετώπισης επειγόντων περιστατικών (παρέμβαση στη κρίση) κάνοντας χρήση του συστήματος της τηλεδιάσκεψης (videoconferencing).

Η τηλεψυχιατρική είναι ένας από τους πλέον δυναμικά αναπτυσσόμενους κλάδους της τηλεϊατρικής σήμερα. Σε παγκόσμιο επίπεδο, επίσημα, 31 προγράμματα Τηλεψυχιατρικής βρίσκονται εν ενεργεία εκ των οποίων 25 στις Η.Π.Α., 1 στον Καναδά, 1 στη Μεγάλη Βρετανία, 1 στη Νορβηγία, 1 στη Φινλανδία και 1 στην Αυστραλία. Όμως παρά την εξάπλωσή της παραμένει ακόμα πιο πίσω συγκριτικά με τους άλλους κλάδους της τηλεϊατρικής ίσως επειδή απαιτεί πιο πολύ έντονη χρήση της τηλεδιάσκεψης η οποία έχει μεγάλες απαιτήσεις σε bandwidth πράγμα που δεν είναι εύκολο να επιτευχθεί παντού, ειδικά σε περιοχές πολύ απομακρυσμένες χωρίς σύνδεση με οπτικές ίνες ή δορυφορικό link υψηλού ρυθμού μεταφοράς.

2.3 Τηλεακτινολογία

Η τηλεακτινολογία (teleradiology) είναι μέρος της τηλεϊατρικής, δηλαδή αυτής της εξειδικευμένης μεθόδου που προσφέρει υπηρεσίες κλινικής ιατρικής φροντίδας εξ αποστάσεως. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση τηλεπικοινωνιών και υπηρεσιών-τεχνολογιών πληροφορικής. Η τηλεακτινολογία περιλαμβάνει τη μετάδοση ιατρικών εικόνων ασθενών (απλές ακτινογραφίες, υπερηχογραφήματα, υπολογιστική τομογραφία, μαγνητική τομογραφία, εικόνες πυρηνικής ιατρικής κ.λπ.) από ένα τόπο σε ένα άλλο απομακρυσμένο μέρος. Επίσης μπορεί να περιλαμβάνει μετάδοση στοιχείων από τον ιατρικό φάκελο του ασθενούς, κειμένων γνωματεύσεων των ιατρικών εικόνων και τέλος, προσφέρει την σε πραγματικό χρόνο συζήτηση-τηλεδιάσκεψη των ιατρών και επιστημόνων που εμπλέκονται στη φροντίδα συγκεκριμένου ασθενούς, είτε μόνο με ήχο είτε με τη χρήση βίντεο. Επίσης, με την τηλεακτινολογία παρέχονται δυνατότητες εξ αποστάσεως διδασκαλίας και μάθησης. Είναι ήδη γνωστό ότι αρκετά νοσοκομεία της Βορείου Αμερικής και της Ευρώπης, αλλά και σε άλλες χώρες σποραδικά, για εξοικονόμηση πόρων, χρησιμοποιούν την τηλεακτινολογία για την εξ αποστάσεως διάγνωση των ακτινολογικών

εξετάσεων των ασθενών τους από εξειδικευμένες ακτινολογικές εταιρείες που είναι εγκατεστημένες σε χώρες με χαμηλό κόστος παροχής υπηρεσιών. Σήμερα (2015) η τηλεακτινολογία είναι η πιο εξαπλωμένη και υλοποιημένη πλευρά της τηλειατρικής παγκοσμίως με ένα ποσοστό γύρω στο 60% των κρατών που αναφέρονται στον παγκόσμιο οργανισμό υγείας να παρέχουν κάποιου είδους τέτοιων υπηρεσιών. ([2])

Προϋπόθεση για τη λειτουργία της τηλεακτινολογίας είναι η χρήση σύγχρονων συσκευών ψηφιακής απεικόνισης και τεχνολογιών δικτύωσης (μισθωμένα τηλεπικοινωνιακά δίκτυα ασύρματα ή οπτικών ινών, internet, τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι, τοπικά δίκτυα, cloud computing). Επίσης, είναι αναγκαία ειδικό λογισμικό για τη μετάδοση ψηφιακής εικόνας, επεξεργασία εικόνας και συμπίεσης του όγκου των ψηφιακών δεδομένων.

2.4 Τηλεκαρδιολογία

Τηλεκαρδιολογία είναι η άσκηση της Καρδιολογίας με τη χρήση πληροφοριακών και τηλεπικοινωνιακών μέσων, σε περιπτώσεις όπου ιατρός και ασθενής χωρίζονται από μεγάλη γεωγραφική απόσταση. Αυτό σημαίνει ότι ο ασθενής δηλαδή μπορεί οποιαδήποτε στιγμή να υποβάλλεται στους κατάλληλους ελέγχους και να καλείται αυτόματα βοήθεια στην περίπτωση επείγουσας κατάστασης. Η εφαρμογή της τηλεκαρδιολογίας χρησιμοποιείται για να μεταδίδει καρδιογραφήματα που λαμβάνονται από φορητούς και μη καρδιογράφους από όπου λαμβάνεται το σήμα. Οι σταθμοί στην συνέχεια εγγράφουν το σήμα αυτό και το αποστέλλουν μέσω κάποιου τηλεπικοινωνιακού δικτύου όπως το internet. Στην τηλεκαρδιολογία γίνεται χρήση ηχοκαρδιογραφημάτων, καταγραφή καρδιακών παλμών και άλλων ειδών ηχητικά μηνύματα και εικόνες που σχετίζονται με την καρδιακή λειτουργία.

Οι πρώτες εφαρμογές της τηλεκαρδιολογίας έκαναν την εμφάνισή τους πριν από 70 χρόνια. Τότε χρησιμοποιήθηκε το τηλεφωνικό δίκτυο για “τηλεακρόαση” καρδιακών ήχων και αναπνευστικών ακροαστικών ευρημάτων με ευαίσθητα μικρόφωνα, ενώ η χρήση του fax για τη μετάδοση καρδιογραφικών – εγκεφαλογραφικών εκτυπώσεων μέσω τηλεφωνικού δικτύου εφαρμόστηκε κατά την δεκαετία του 1960. Από την πρώτη μετάδοση ηλεκτροκαρδιογραφήματος, που πραγματοποιήθηκε το 1905 από τον Wilhelm Einthoven έως σήμερα, η παρακολούθηση ασθενών έχει εξελιχθεί αφού πλέον γίνεται χρήση του διαδικτύου, τοπικών ασύρματων δικτύων και εξελιγμένων τεχνικών συμπίεσης, επεξεργασίας σημάτων και αυτόματης διάγνωσης.

Οι εφαρμογές της τηλεκαρδιολογίας έχοντας ως κριτήριο το στόχο που πρέπει να επιτευχθεί είναι οι εξής:

(α) Προνοσοκομειακές, με κύριο στόχο την έγκαιρη διάγνωση οξέων συμβάντων, όπως του οξέος εμφράγματος ή επικίνδυνων αρρυθμιών, και τη μετάδοση αυτής της πληροφορίας στους ειδικούς πριν από την άφιξη του ασθενούς στο νοσοκομειακό κέντρο.

(β) Ενδονοσοκομειακές, με σκοπό τη συγχρονισμένη ενέργεια μεταξύ μικρών μονάδων υγείας και του κύριου νοσοκομειακού κέντρου για την εξειδικευμένη διαγνωστική και θεραπευτική προσέγγιση του ασθενούς, όπως την πραγματοποίηση επείγουσας τηλε-υπερηχογράφησης



Εικόνα 2.1 Εξέταση καρδιολογικού περιστατικού με χρήση βιντεοδιάσκεψης (courtesy of UC Davis Children's Hospital)

(γ) Μετανοσοκομειακές, που περιλαμβάνουν την τηλεδιάσκεψη μεταξύ γενικών ιατρών και των ειδικών καρδιολόγων και την κατ' οίκον ιατρική παρακολούθηση των χρόνιων καρδιακών παθήσεων, καθώς και των αρρυθμιών.

Η τηλεκαρδιολογία αποτελεί σημαντικό διαγνωστικό μέσο επειδή προσφέρει σε πραγματικό χρόνο πληροφορίες στον ειδικό για την επείγουσα αντιμετώπιση των οξέων καρδιολογικών συμβάντων και παράλληλα συνδράμει για την ασφαλή και συνεχή παρακολούθηση των χρόνιων καρδιολογικών παθήσεων. Ωστόσο, παραμένει απαραίτητη για την αξιολόγηση των εφαρμογών της Τηλεκαρδιολογίας η μεμονωμένη μελέτη και ο συσχετισμός της με την κάθε καρδιολογική πάθηση ξεχωριστά. Υπάρχουν πολλά παραδείγματα εφαρμογών της τηλεκαρδιολογίας όπου η βελτίωση της πρόληψης καρδιακών παθήσεων είναι ιδιαίτερα μεγάλη. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η χρήση της για την πρόληψη οξέων στεφανιαίων επεισοδίων. Η τηλεκαρδιολογία με πολλές μελέτες φαίνεται να μειώνει τις επιπτώσεις του ισχαιμικού επεισοδίου

στο μυοκαρδιακό ιστό και την καρδιακή λειτουργία, με τελικό στόχο την αύξηση της επιβίωσης των ασθενών αλλά και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των επιζώντων. Για μια ενδελεχή μελέτη εφαρμογών της τηλεκαρδιολογίας παραπέμπουμε στο [10].

Σύγχρονες εξελίξεις στην τελεκαρδιολογία επιτρέπουν την ταχύτατη και αξιόπιστη επεξεργασία και μελέτη ηλεκτροκαρδιογραφημάτων εξ αποστάσεως. Συνήθως γίνεται χρήση μιας εξειδικευμένης συσκευής χειρός ηλεκτροκαρδιογραφήματος ο χρήστης παίνει ένα ΗΚΓ 12 σημείων με το συνήθη τρόπο. Στη συνέχεια γίνεται κωδικοποίηση του σήματος σε ήχο και με το πάτημα ενός κουμπιού αυτός ο ήχος αναπαράγεται στο τηλέφωνο σε μια τηλεκαρδιολογική υπηρεσία. Αυτός ο ήχος στη συνέχεια κωδικοποιείται ηλεκτρονικά και εμφανίζεται στην οθόνη του τηλεκαρδιολογικού κέντρου στο νοσοκομείο ως ένα πλήρες ΗΚΓ 12 σημείων. Άμεσα γίνεται η εξέτασή τους από τους καρδιολόγους και μέσα σε λίγα λεπτά δίνονται οδηγίες από τους γιατρούς. Μια πλήρης γραπτή αναφορά μπορεί να αποσταλεί στη συνέχεια μέσω e-mail ή fax ενώ ταυτόχρονα το ΗΚΓ αποθηκεύεται με ασφαλή τρόπο στο πληροφοριακό σύστημα του καρδιολογικού κέντρου.

Υπάρχουν γενικότερα ισχυρές ενδείξεις ότι η παροχή υπηρεσιών τηλεκαρδιολογίας μειώνει δραστικά τον αριθμό των αχρείαστων εισαγωγών ασθενών σε νοσοκομεία. Σε μελέτες που έγιναν το 2002 από τους Molinari et al φάνηκε ότι με τη χρήση υπηρεσιών τηλεκαρδιολογίας 84 από τους 134 ασθενείς δεν είχαν συμπτώματα ανωμαλίας στο ΗΚΓ και έτσι αποφεύχθηκε η αχρείαστη μεταφορά και εισαγωγή τους στο νοσοκομείο. Βασιζόμενοι σε ένα μέσο χρόνο νοσηλείας τριών ημερών μέσα στην καρδιολογική κλινική το νοσοκομειακό κόστος μειώθηκε σε πολύ μεγάλο βαθμό.

2.5 Τηλεακουολογία

Η τηλε-ακουολογία είναι και αυτή μια σχετικά νέα επιστήμη που έχει αναπτυχθεί με τη βοήθεια της σύγχρονης τεχνολογίας. Κύριο καθήκον είναι να χρησιμοποιήσει επιστημονικές μεθόδους, προηγμένο εξοπλισμό και εργαλεία για την κλινική ανίχνευση των ασθενών με διαταραχές ακοής, την εκπαίδευση, την πρόληψη της ακοής, έτσι ώστε να βελτιωθεί η ακοή και την ποιότητα της ζωής των ασθενών. Όλα αυτά με τη βοήθεια των υπολογιστών από απόσταση. Η τηλε-ακουολογία με την αξιοποίηση τεχνολογιών τηλειατρικής, παρέχει ακουολογικές υπηρεσίες και είναι ικανή να περιλαμβάνει το πλήρες φάσμα της ακουολογικής πρακτικής.

Ο όρος αυτός χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον Dr. Gregg Givens το 1999 σε συνδυασμό με ένα σύστημα που αναπτύχθηκε σε πανεπιστήμιο στη βόρεια Καρολίνα, των ΗΠΑ. Η πρώτη δοκιμή της ακουολογίας μέσω του διαδικτύου ολοκληρώθηκε το 2000 από τον Givens, τον Blanch και τον Keller. Η πρώτη διατλαντική δοκιμή έγινε τον Απρίλιο του 2009, όταν ο Dr. James Hall εφάρμοσε την τεχνική από το Ντάλας, σε έναν ασθενή στη Νότια Αφρική. Αρκετές εφαρμογές της τηλεϊατρικής έχουν διερευνηθεί στον τομέα της ακουολογίας. Η Τηλε-ακουολογία (Teleaudiologia) δείχνει πολλά υποσχόμενη, αλλά είναι στα πρώτα στάδια της ανάπτυξης, που απαιτούν συστηματική έρευνα στους τομείς του κόστους, της αποδοχής και στις δοκιμές αποτελεσματικότητας.

Η Τηλε-ακουομέτρηση (teleaudiometria) είναι ένα σύστημα για την αξιολόγηση των ορίων της ακρόασης σε πραγματικό χρόνο (live) μέσω του Διαδικτύου. Με αυτό το σύστημα είναι δυνατό να εκτελέσει τη δοκιμή χωρίς ο ασθενής να χρειάζεται να λείπει από το σπίτι. Το μόνο που χρειάζεται είναι ένας υπολογιστής με τις απαραίτητες ρυθμίσεις που τον καθιστούν συμβατό με τα ανάλογα προγράμματα, καθώς και πρόσβαση-παροχή Internet.

2.6 Τηλεδερματολογία

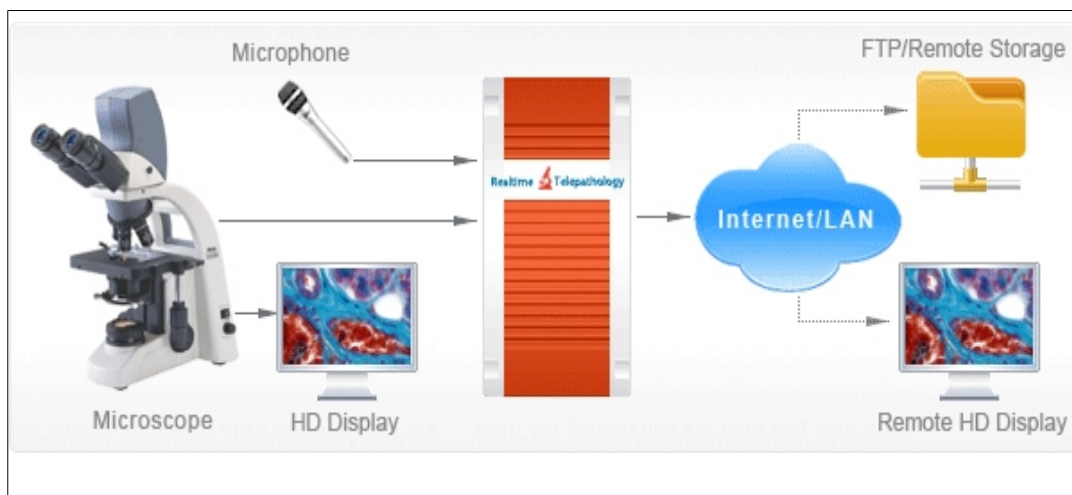
Οι συνήθεις εφαρμογές τηλεδερματολογίας αφορούν ένα ασθενή με δερματολογικό πρόβλημα που βρίσκεται σε μία απομακρυσμένη κλινική, που συνήθως στελεχώνεται από ένα γενικό ιατρό και τον ειδικευμένο δερματολόγο που βρίσκεται σε ένα κεντρικό νοσοκομείο. Στόχος της, είναι η παροχή ιατρικών υπηρεσιών με κύριο σκοπό την παροχή συμβουλών, διαγνωστικών και θεραπευτικών οδηγιών στον μη ειδικευμένο δερματολόγο. Δερματολογικές εικόνες, ιστορικό του ασθενούς, εργαστηριακές αναλύσεις, και οτιδήποτε άλλο σχετικό δεδομένο μεταδίδεται ηλεκτρονικά προς τον δερματολόγο, ο οποίος αξιολογεί τα κλινικά δεδομένα και προβαίνει σε διάγνωση. Για μια τηλεδερματολογική εξέταση απαιτούνται :

- Ένα μέσο σύλληψης της πληροφορίας (π.χ. φωτογραφική μηχανή ή βιντεοκάμερα).
- Ένα μέσο αποστολής της πληροφορίας (υπολογιστής, modem, δίκτυο).
- Ένα μέσο εμφάνισης της πληροφορίας(οθόνη).

Αν χρησιμοποιηθούν real-time αλληλεπιδραστικές τεχνικές τότε η video camera στο εξεταστήριο στέλνει εικόνα σε πραγματικό χρόνο στον ειδικό. Η φιλοσοφία της εξέτασης δε διαφέρει και πολύ από αυτή της πραγματικής εξέτασης. Η μόνη διαφορά είναι ότι η τηλε-δερματολογία απαιτεί μεγαλύτερο εύρος ζώνης (bandwith), επικοινωνίας και ακριβότερο εξοπλισμό.

2.7 Τηλεπαθολογοανατομία (telepathology)

Αντικείμενο της τηλεπαθολογίας είναι η χρήση τεχνολογίας πληροφοριών και επικοινωνιών για την εξ' αποστάσεως διευκόλυνση **παθολογοανατομικών** εξετάσεων, με δυνατότητα χρήσης από όλες τις ιατρικές ειδικότητες, που χρησιμοποιούν τα αποτελέσματα αυτών των εξετάσεων για να προβούν σε διάγνωση. Πιο συγκεκριμένα, ο ιστός προετοιμάζεται και μπαίνει κάτω από το μικροσκόπιο (microscopic images of cells) στη μια κλινική και ο γιατρός της άλλης κλινικής χειρίζεται το μικροσκόπιο και εξετάζει τις εικόνες μέσω ειδικής συσκευής ή κάποιου υπολογιστή. Ήδη από το 1968 είχε αναπτυχθεί μία πειραματική διάταξη ή οποία με την χρήση ασπρόμαυρης κάμερας συνδεδεμένης σε ένα μικροσκόπιο μετέδιδε παθολογοανατομικές εικόνες μέσω μιας μικροκυματικής ζεύξης. Παρότι η εφαρμογή δεν είχε κλινικό χαρακτήρα, πέτυχε να αναδείξει τις δυνατότητες ανάπτυξης τέτοιων τηλεϊατρικών εφαρμογών.

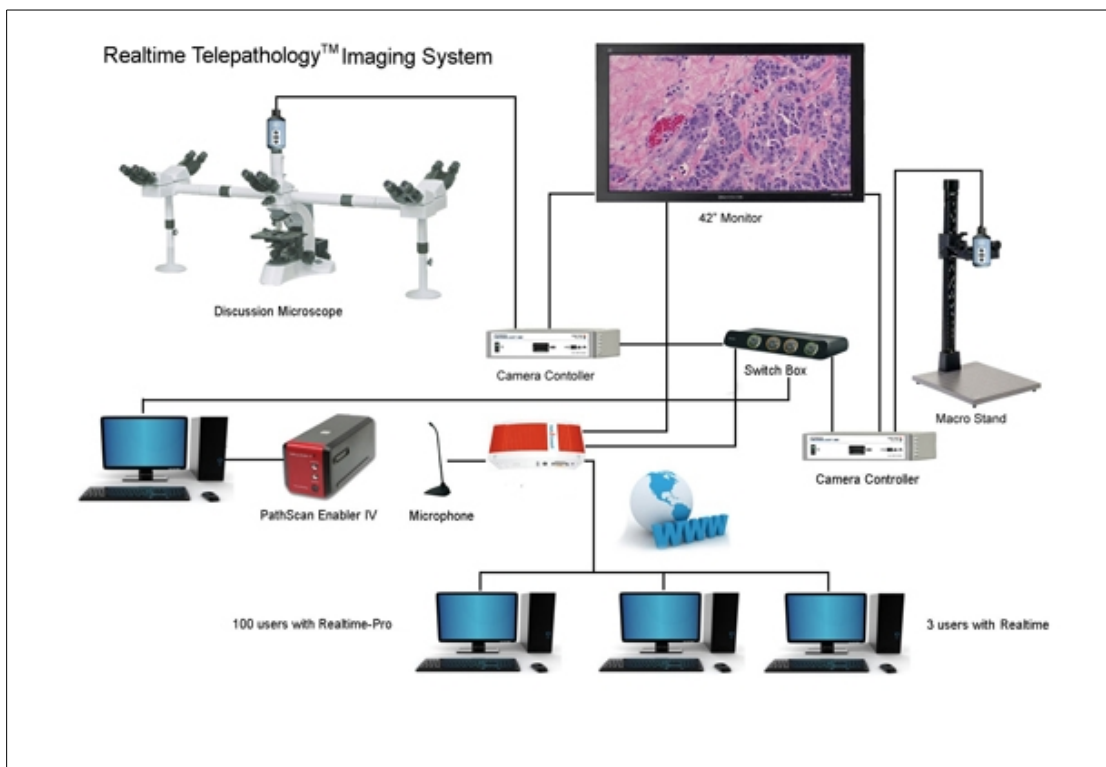


Εικόνα 2.2 Περίπτωση τηλεπαθολογοανατομίας με μικροσκόπιο και οθόνη υψηλής ευκρίνειας (Meyer Instruments)

Η τηλεπαθολογία διακρίνεται σε δυναμική και στατική. Στην περίπτωση της στατικής τηλεπαθολογίας, μία ή περισσότερες ακίνητες (στατικές) εικόνες συλλέγονται, αποθηκεύονται προσωρινά, και στη συνέχεια μεταδίδονται offline για διάγνωση. Στη δυναμική τηλεπαθολογία επιτυγχάνεται σε πραγματικό χρόνο (real time) μετάδοση κινούμενων εικόνων σε συνδυασμό με τον εξ' αποστάσεως μηχανικό έλεγχο του μικροσκοπίου. Και στις δύο περιπτώσεις τηλεπαθολογίας, ο τυπικός εξοπλισμός περιλαμβάνει μία υψηλής ευκρίνειας

κάμερα συνδεδεμένη σε ένα μικροσκόπιο, ένα υπολογιστικό σταθμό ψηφιοποίησης, κωδικοποίησης, και μετάδοσης εικόνας, ηλεκτρομηχανικά συστήματα για τον έλεγχο του μικροσκοπίου / κάμερας καθώς και το υπολογιστικό σύστημα λήψης, απεικόνισης και αποθήκευσης στην πλευρά του ειδικευμένου ιατρού.

Είναι σαφές ότι τα κρίσιμα χαρακτηριστικά είναι η διακριτική ικανότητα του συστήματος ψηφιοποίησης και απεικόνισης των δεδομένων (τόσο για την στατική όσο και τη δυναμική τηλεπαθολογία) και το εύρος ζώνης του τηλεπικοινωνιακού δικτύου για την περίπτωση της δυναμικής εφαρμογής.



Εικόνα 2.3 Ολοκληρωμένο σύστημα τηλεπαθολογοανατομίας (courtesy of Meyer Instruments)

Οι εφαρμογές της τηλεπαθολογοανατομίας, σύμφωνα με άλλη πηγή, μπορούν να χωριστούν στις παρακάτω κατηγορίες:

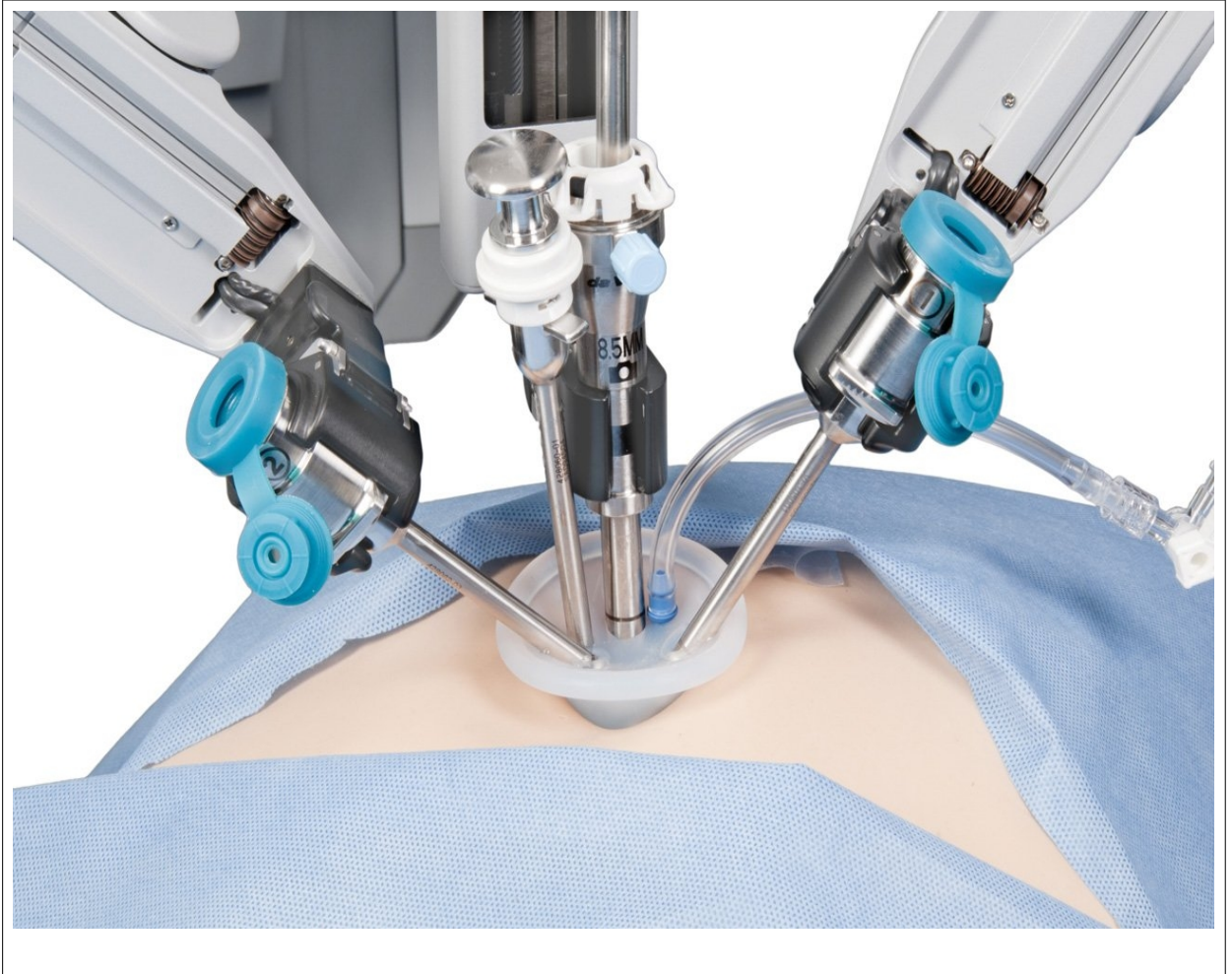
- α) Στατική τηλεπαθολογοανατομία η οποία διαθέτει εφαρμογές αποστολής στατικών εικόνων με διάφορους τρόπους.
- β) Κινητική τηλεπαθολογοανατομία η οποία διαθέτει τις περιπτώσεις χειρισμού του μικροσκοπίου από απόσταση.
- γ) Δυναμική τηλεπαθολογοανατομία η οποία εκτός από τις εφαρμογές της κινητικής συμπεριλαμβάνει την ικανότητα αποστολής έγχρωμων μη συμπιεσμένων εικόνων σε πραγματικό χρόνο.

2.8 Τηλεχειρουργική

Ο κλάδος της τηλεχειρουργικής (telesurgery, remote surgery or cybersurgery) είναι ίσως ο πιο εντυπωσιακός και ο πιο δύσκολος στην υλοποίησή του. Οι χειρουργοί χρησιμοποιούν χειρουργικές τεχνικές μέσω ενός τηλεχειριζόμενου ρομποτικού μηχανήματος (προϋπόθεση ένα πολύ ασφαλές και καλό τηλεπικοινωνιακό σύστημα) για την εκτέλεση ενός χειρουργείου σε ασθενείς που βρίσκονται μακριά από το νοσοκομείο.

2.8.1 Η περίπτωση της εγχείρισης Lindberg

Το Σεπτέμβριο του 2001 έγινε η πρώτη παγκοσμίως τηλε-εγχείριση σε γυναίκα ασθενή που βρισκόταν 7000 χιλιόμετρα μακριά. Ο ασθενής και το χειρουργικό σύστημα βρισκόταν σε μία αίθουσα χειρουργείου στο Στρασβούργο της Γαλλίας ενώ ο χειρουργός και η κονσόλα τηλεχειρισμού του ρομποτικού μηχανήματος βρισκόταν στο κέντρο της Νέας Υόρκης. Δίπλα στον ασθενή υπήρχε και πολυμελής ομάδα χειρουργών σε περίπτωση που κάτι πήγαινε στραβά. Στο καθαρά χειρουργικό κομμάτι η επέμβαση αφορούσε μια λαπαροσκοπική χολοκυστεκτομή και ολοκληρώθηκε με απόλυτη επιτυχία. Ο ασθενής βγήκε από το νοσοκομείο μετά από 48 ώρες. Η χρονική καθυστέρηση, που είναι και η πιο κρίσιμη παράμετρος για μια τέτοια εγχείριση, ήταν 135ms , εκπληκτικά μικρή αν αναλογιστούμε την τεράστια απόσταση αλλά και την τεχνολογία του 2001.



Εικόνα 2.4 Το ρομποτικό χειρουργικό σύστημα DaVinci (©[2015] Intuitive Surgical, Inc.)

Η τηλεχειρουργική βασίζεται στην ρομποτική χειρουργική με τη διαφορά ότι το ρομποτικό μηχάνημα μπορεί να ελέγχεται από κάποιον πολύ μακριά από το χώρο της εγχείρισης γιατί και το πιο σημαντικό πράγμα στην τηλεχειρουργική είναι η καθυστέρηση (lag) μετάδοσης της πληροφορίας/σήματος προς το ρομποτικό μηχάνημα. Επίσης πολύ σημαντικός παράγοντας είναι η ασφάλεια της επικοινωνίας έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται η πιθανότητα σφάλματος κατά τις κινήσεις.

Το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο ρομποτικό χειρουργικό σύστημα αποτελείται από ένα βραχίονα με ενσωματωμένη κάμερα καθώς και διάφορα χειρουργικά εργαλεία ενσωματωμένα πάνω σε αυτόν. Ο χειρουργός ελέγχει τα εργαλεία και το βραχίονα μέσω ενός ειδικού υπολογιστή με ειδική οθόνη. Η οθόνη δίνει στον χειρουργό μια πολύ υψηλής ευκρίνειας 3-D εικόνα του πεδίου της εγχείρισης. Το πιο γνωστό εμπορικά τέτοιο ρομποτικό σύστημα είναι το DaVinci το οποίο έχει πάρει έγκριση από τις αμερικανικές υπηρεσίες FDA ήδη από το 2000 και σήμερα χρησιμοποιείται σε εξελιγμένες μορφές του.

Κεφάλαιο 3. - Απαιτήσεις σε υλικό, λογισμικό, και επικοινωνιακό εξοπλισμό

3.1 Εισαγωγή

Για την ορθή λειτουργία των εφαρμογών της τηλεϊατρικής απαραίτητες είναι κάποιες τεχνικές προϋποθέσεις όσον αναφορά για την υποδομή του δικτύου που μεταδίδονται τα ιατρικά δεδομένα αλλά και σύγχρονο εξοπλισμό των πληροφοριακών συστημάτων.

Οι τύποι πληροφορίας είναι:

- Ήχος
- Δεδομένα
- Φαξ
- Εικόνες
- Βίντεο

Τα μέσα μετάδοσης πληροφορίας και χαρακτηριστικά του δικτύου είναι:

- Φυσικά μέσα μετάδοσης πληροφοριών
- Τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι
- Ασύρματες επικοινωνίες (ραδιοσυχνότητες, μικροκύματα κ.α.)

Απαραίτητη είναι η γνώση τεχνικών χαρακτηριστικών για ειδικές οθόνες που θα χρησιμοποιήσουμε, όπως για παράδειγμα οθόνες αναλογικές ή ψηφιακές, λέιζερ ή υγρών κρυστάλλων. Και φυσικά θα πρέπει να γνωρίζουμε τα αποθηκευτικά μέσα που είναι απαραίτητα.

3.2 Ήχος

Ένα από τα χρήσιμα εργαλεία στον τομέα της τηλεϊατρικής είναι ο ήχος. Ο ήχος εκτός από την καθημερινότητα μας μας διευκολύνει και σε άλλες εξεζητημένες εφαρμογές. Στο ραδιόφωνο, στο τηλέφωνο, στην τηλεόραση και στον υπολογιστή. Στους υπολογιστές υπάρχουν πολλές μορφές αρχείων για ανταλλαγή ήχου.

Κάποια από αυτά είναι:

- **AIF** : ο τύπος αρχείου παρόμοιος με τον WAV. Είναι ένα κλασικό αρχείο ήχου ψηφιακού δίσκου με sampling rate 44.1 KHZ, 16bit και δύο κανάλια.
- **WAV** : Η αποθήκευση των δεδομένων γίνεται σε κυματοειδή μορφή. Αποθηκεύει ήχο με διάφορα sampling και bit rate. Είναι παρόμοιος με τον AIF αλλά έχει πιο περίπλοκη μορφή και αποθηκεύει αρχεία με ποιότητα CD.
- **MP3** : είναι ένα συμπιεσμένο αρχείο που προσφέρει σχεδόν την

ίδια ποιότητα με ένα CD αλλά στο 1/10 του μεγέθους ενός AIF ή WAV. Η ποιότητά του εξαρτάται από τη συμπίεση του.

3.3 Δεδομένα

Το EDI (Electronic data interchange) είναι το πρότυπο ηλεκτρονικής ανταλλαγής δεδομένων και χρησιμοποιείται ευρέως σε πολλές εταιρίες. Χρησιμοποιείται για τη μεταφορά της πληροφορίας από ένα δικτυακό τόπο σε ένα άλλο δικτυακό τόπο. Το UN/EDIFACT χρησιμοποιείται για την ηλεκτρονική ανταλλαγή δεδομένων στη διοίκηση, το εμπόριο και τις μεταφορές. Υπάρχουν όμως πρότυπα που αφορούν την ιατρική:

- **MEDREQ:** είναι η εξυπηρέτηση αιτημάτων εργαστηριακών ελέγχων.
- **MEDRPT:** είναι τα εργαστηριακά αποτελέσματα στην ιστοπαθολογία, την μικροβιολογία, την κλινική χημεία και την κλινική ανοσολογία.
- **MEDPRE:** είναι η συντομογραφία

Η ανταλλαγή των δεδομένων γίνεται μέσω κάποιων συστημάτων. Στον τομέα τηλείατρικής κάποια από αυτά τα συστήματα είναι:

- **Πληροφοριακό σύστημα νοσοκομείου.** Παίζει το ρόλο για την συλλογή, αποθήκευση, επεξεργασία κ.α. δεδομένων που χρησιμοποιείται στην φροντίδα ενός ασθενή.
- **Σύστημα διαχείρισης εικόνων εγγράφων.** Χρησιμοποιείται για την αποθήκευση εικόνων.
- **Πληροφοριακό σύστημα Ward.** Συνήθως χρησιμοποιείτε από ιατρούς και νοσηλευτές για να ενημερώνουν τους ιατρικούς φακέλους των ασθενών σε ψηφιακή μορφή.
- **Πληροφορικά συστήματα υγείας και τηλεπικοινωνιακά συστήματα.** Μερικά από αυτά είναι οι ηλεκτρονικοί φάκελοι φροντίδας υγείας και οι ηλεκτρονικές κάρτες

3.4 Τύποι βίντεο

Η βιντεοτεχνολογία χωρίζεται σε 2 κατηγορίες:

- Το αναλογικό (ANALOGIC)
- Το ψηφιακό (DIGITAL)
 - **Το αναλογικό:** Ο τρόπος λειτουργίας του μοιάζει με τις κινηματογραφικές ταινίες, οι εικόνες η μία μετά την άλλη προβάλλονται στην οθόνη. Η ψευδαίσθηση της κίνησης των εικόνων

αυτόν οφείλεται στα μάτια μας. Πλέον αυτή η τεχνολογία έχει αντικατασταθεί με ψηφιακή τεχνολογία όπου έχουμε δείγματα αναλογικής εικόνας και με αλγόριθμους επεξεργασίας εικόνας αναπαρίστανται με βέλτιστο τρόπο.

◦ **Το ψηφιακό :**

Σύνολο ψηφιακών τεχνολογιών με τις οποίες είναι δυνατή η εξ αρχής παραγωγή, επεξεργασία, αποθήκευση και διαμοίραση ψηφιακών αρχείων οπτικοακουστικής πληροφορίας.

Υπάρχουν 2 τρόποι για να δημιουργήσει κανείς ψηφιακά αρχεία video:

- Με ψηφιοποίηση αναλογικού video. Η τεχνική αυτή είναι γνωστή ως «σύλληψη αναλογικού video» (analog video capturing)
- Με χρήση τεχνολογιών απευθείας καταγραφής σε ψηφιακή μορφή

3.4.1 MPEG :

Είναι ο αλγόριθμος συμπίεσης του πρότυπου MPEG περιέχει δύο κατηγορίες:

- η συμπίεση με απώλειες
- η συμπίεση χωρίς απώλειες
- Παρουσιάζει αρκετές ομοιότητες με τη συμπίεση JPEG. Η κύρια διαφορά του αλγορίθμου σχετίζεται με το γεγονός ότι μια ακολουθία εικόνων περιέχει υπηρεσία όχι μόνο στο χρόνο αλλά και στο χώρο.

3.4.2 MPEG 1:

Ανήκει στην κατηγορία αλγορίθμων κινούμενης εικόνας MPEG-1 αναπτύχθηκε βασιζόμενος στην τεχνική του JPEG και του προτύπου H.261. Η κύρια τεχνική συμπίεσης MPEG-1 βασίζεται στη δομή των μακροτμημάτων, στην αντιστάθμιση κίνησης και στην υποθετική αντικατάσταση των μακροτμημάτων. Σε αυτή τη διαδικασία η ακολουθία διαμοιράζεται σε ομάδες εικόνων, όπου σε κάθε εικόνα διακρίνουμε κάποια τμήματα.

Μια συλλογή τμημάτων δίνει τα μακροτμήματα. Η ακολουθία αποτελείται από τρία διαφορετικά είδη κωδικοποιημένων εικόνων:

- Intra-coded
- Predictive-coded
- Bidirectionally-predictive-coded

3.4.3 MPEG 2:

Κύριο στόχο είχε εφαρμογή στην ψηφιακή τηλεόραση. Η ανάλυση της εικόνας στη μέθοδο αυτή χρησιμοποιεί το τηλεοπτικό πρότυπο CCIR-601 δηλαδή 704x480 pixels (NTSC) ή 704x576 pixels . Ο ρυθμός μετάδοσης κυμαίνεται από 3 ως 10 Mbits/sec. Εφαρμόζονται στην καλωδιακή τηλεόραση στη δορυφορική αλλά αναμένεται να βρει άμεσες εφαρμογές και στην επίγεια τηλεόραση. Το κύριο σκοπό του MPEG-3 αρχικά ήταν η άμεση εφαρμογή στην τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας αλλά αργότερα ενσωματώθηκε στο MPEG-2.

3.4.3 MPEG -4 :

Αναπτύχθηκε κυρίως για την συμπίεση του ήχου και του βίντεο, παρέχοντας καλύτερη δυνατότητα για τη μεταφορά των δεδομένων στο δίκτυο με υψηλή ποιότητα. Θεωρείται ένα εργαλείο για τη δημιουργία αποκωδικοποιητών του περιεχομένου των πολυμέσων. Παρέχει ένα είδος πρότυπο πλαίσιο για διάφορες μορφές πολυμέσων:

- Κείμενο,
- Φωτογραφίες
- κινούμενα σχέδια
- δισδιάστατα και τρισδιάστατα αντικείμενα το οποίο παρουσιάζεται σε διάφορες εμπειρίες είτε ατομικές είτε ομαδικές.

Το κύριο χαρακτηριστικό της τεχνικής του MPEG-4 μεταφέρει εύκολα στο διαδίκτυο τις διάφορες εφαρμογές των πολυμέσων σε όχι απαραίτητα υψηλές ταχύτητες. Το προγράμματα, που εφαρμόζουν το MPEG-4 είναι ελεύθερα στο Διαδίκτυο για χρήση με κάποιους κανόνες και άδειες χρήσης.

3.5 Εικόνες

Πρωτεύοντα ρόλο στην τηλεϊατρική παίζουν οι εικόνες που έχουν ληφθεί από ιατρικές συσκευές να μεταδοθούν με βέλτιστο τρόπο και με υψηλή ευκρίνεια. Οι εικόνες στην τηλεϊατρική χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

- Αναλογικές
- Ψηφιακές

3.5.1 Ψηφιακές εικόνες

Το καθοριστικό ρόλο σε μία ψηφιακή εικόνα παίζει η ανάλυση της ώστε να δείξε με όσο καθαρό τρόπο γίνεται τις ιατρικές εξετάσεις και τα διαφορετικά χρώματα που μπορεί να αναπαραστήσει ,για την καλύτερη εμφάνιση των ιατρικών αποτελεσμάτων. Στην πραγματικότητα όμως όταν είναι να μεταδοθεί μία εικόνα στο διαδίκτυο για εξοικονόμηση πολλές φορές περνά από κάποια επεξεργασία (Συμπίεση)με αποτέλεσμα να χαθεί κάποια αρχική πληροφορία που παίζει σημαντικό ρόλο για την αναπαράσταση της εικόνας. Επίσης πρέπει να υποστηρίζει το μοντέλο RGB και βασίζεται σε τρία βασικά χρώματα ,το κόκκινο,το πράσινο και το μπλε.

Όλα τα υπόλοιπα χρώματα προκύπτουν από το συνδυασμό αυτών των χρωμάτων. Στις εικόνες έχουμε επίσης και το χρωματικό μοντέλο RGB και βασίζεται πάνω στα τρία βασικά χρώματα κόκκινο, πράσινο, μπλε. Για την συμπίεση της εικόνας χρησιμοποιούμε κάποιες τεχνικές συμπίεσης:

JPEG:

Στην ιστορία των υπολογιστών το πρότυπο JPEG άρχισε να χρησιμοποιείται το 1992 για επεξεργασία της ψηφιακής εικόνας. Σύντομα όμως λόγω περιορισμένων δυνατοτήτων αντικαταστάθηκε με το νέο πρότυπο το 1992 με το JPEG2000.

Οι δυνατότητες του JPEG2000 είναι:

- Όταν γίνεται η μετάδοση της εικόνας σε χαμηλούς ρυθμούς να μην επηρεαστεί τα χαρακτηριστικά της εικόνας σε υπερβολικό βαθμό.
- Να είναι δυνατή η επεξεργασία της εικόνας με διαφορετικά χαρακτηριστικά
- Να είναι δυνατή η τεχνική συμπίεσης της εικόνας χωρίς η με απώλειες.
- Ανάλογα με το μέγεθος της εικόνας να έχουμε να έχουμε σταδιακή μετάδοση
- Να είναι δυνατή η κωδικοποίηση κάθε μέρος της εικόνας με διαφορετική ανάλυση
- Να έχει ανοχή σε σφάλματα μετάδοσης.

Το JPEG έχει κατασκευαστεί ώστε να συμπιέζει έγχρωμες ή ασπρόμαυρες εικόνα κυρίως φωτογραφίες, εικόνες φυσικής τέχνης και παρόμοια είδη. Δεν μπορεί να συμπιέζει καλά όμως γραφή ή απλά και γραμμικά σχέδια.

Πλεονεκτήματα του JPEG:

- Οι συμπιεσμένες εικόνες μπορεί να έχουν μικρότερο μέγεθος,με αποτέλεσμα να είναι πιο εύκολη η μετάδοση τους στο Internet.

- Οι αποθήκευση εικόνας γίνεται σε 24 pixel ανα εικόνα(16 εκατ.χρώματα)συγκριτικά με άλλες τεχνικές έχει υψηλή ευκρίνεια.
- Η ανταλλαγή των δεδομένων μεταξύ των χρηστών που έχουν διαφορετικό υλικό είναι πιο εύκολη συγκριτικά με τις υπόλοιπες τεχνικές συμπίεσης.

Μειονεκτήματα του JPEG:

- Απαιτήση περισσότερου χρόνου συγκριτικά με άλλες τεχνικές,για την αποκωδικοποίηση και προβολή των δεδομένων.
- Στην περίπτωση έλλειψης του JPEG στο παραλήπτη ,δημιουργείται η ανάγκη μετατροπής σε άλλες γνωστές μεθόδους προβολής εικόνας.
- Η συνεχής εφαρμογή των τεχνικών της συμπίεσης και της αποσυμπίεσης οδηγεί στην απώλεια της απαραίτητης πληροφορίας.

DICOM:

Αποτελεί την συντομογραφία *Digital Imaging and Communications in Medicine* και είναι το πρότυπο που χρησιμοποιεί τεχνικές για την καλύτερη αποθήκευση ,επεξεργασία και αποστολή των ιατρικών εικόνων. Χάρη στο πρότυπο αυτό γίνονται η ανταλλαγή Ιατρικών αποτελεσμάτων των ασθενών στο Διαδίκτυο.

Μέχρι τη δεκαετία του 80 η αποκωδικοποίηση των μαγνητικών και αξονικών τομογράφων ήταν μία δύσκολη διαδικασία χωρίς ουσιώδες αποτέλεσμα. Μόνο εξειδικευμένα άτομα μπορούσαν να βγάλουν συμπεράσματα από αυτές τις εξετάσεις. Πράγμα το οποίο οδήγησε την ανάγκη της βελτίωσης με αποτέλεσμα το 1988 δημιουργήθηκε η δεύτερη μορφή του, κάτι το οποίο βοήθησε αρκετά την αποκωδικοποίησή των ιατρικών αποτελεσμάτων.

Οι ιδιαίτερες προχωρημένες τεχνικές ομαδοποίησης δεδομένων κάνει το πρότυπο να ξεχωρίζει από τις υπόλοιπες. Για παράδειγμα σε μία εικόνα περιέχονται και πληροφορίες για τον ασθενή και δεν μπορεί να διαχωριστούν τα στοιχεία του ασθενή από την εικόνα. Μια εικόνα DICOM μπορεί να συμπειστεί με πολλούς τρόπους.

FIF:

Ανήκει στην κατηγορία συμπίεση εικόνας με απώλεια. Χρησιμοποιείται για συμπίεση εικόνας και σημαίνει στα αγγλικά fractal image format. Η κύρια ιδέα του προτύπου είναι κάποια κομμάτια μιας εικόνας μοιάζει με άλλες εικόνες οπότε μπορούν να συμπεισθούν.

GIF:

έχει άμεση εφαρμογή συνήθως σε προγράμματα που χρησιμοποιούνται στο internet και είναι κατάλληλο για τύπου εικόνας που έχουν ειδική μορφή,π.χ επιφάνειες ομοιόμορφου χρώματος,για εικόνες μικρό αριθμό χρωμάτων και για ασπρόμαυρες εικόνες. Για την συμπίεση των εικόνων GIF χρησιμοποιείται

ο αλγόριθμος LZW.

PGN:

Αυτόν τον πρότυπο συμπίεσης χρησιμοποιείται σε εικόνες που θέλουμε μηδενική απώλεια PGN θεωρείται ότι εφαρμόζει πιο βελτιωμένη τεχνική κωδικοποίησης.

Photo CD:

Δημιουργήθηκε από την εταιρεία KODAK και χρησιμοποιείται για την αποθήκευση εικόνων σε CD.

3.6 Fax

Το φαξ είναι ένα μέσο μετάδοσης πληροφορίας που μπορεί και σαρώνει και κωδικοποιεί ένα έγγραφο. Έτσι προκύπτουν εικόνες που ακολουθούν κάποια πρότυπα.

- **CCITT-G3**
- **CCITT-G4**
- **JBIC**
- **JPEG**
- **SPIFF**

Από τα παραπάνω το φαξ της τρίτης ομάδας δεν έχουν υψηλή ανάλυση και είναι μίας διάστασης ενώ τα φαξ της τέταρτης ομάδας έχουν κωδικοποίηση δύο διαστάσεων και προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα. Εδικά για μετάδοση έγχρωμων εικόνων τα φαξ χρησιμοποιούν JBEG και SPIFF.

3.7 Φυσικά μέσα μετάδοσης

Η μετάδοση της πληροφορίας στο διαδίκτυο γίνεται με χρήση κάποιων φυσικών μέσων μετάδοσης. Μερικά από αυτά είναι τα παρακάτω:

- **Καλωδίωση συνεστραμμένων ζευγών.** Θεωρείται ένας από του κλασικούς μηχανισμούς μετάδοσης και χρησιμοποιείται συνήθως στις τηλεφωνικές γραμμές. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία αυτή τη κατηγορία καλωδίωσης. Ένα από αυτά είναι το UTP που δεν έχει θωράκιση γύρω από τα ζεύγη ενώ το STP το οποίο έχει θωράκιση γύρω από τα ζεύγη. Ένα άλλο χαρακτηριστικό που διαθέτει το FTP είναι ότι έχει θωρακισμένο με φύλλα αλουμινίου.
- Χρησιμοποιείται ευρύτερα σε δίκτυα των 100 Mbit/s, όπως το 100BASE-TX/Ethernet, αν και κατά το πρότυπο IEEE 802.3ab προσδιορίζεται και για δίκτυα 1000BASE-T/Gigabit Ethernet.

Υποείδη καλωδίων :

- **UTP (Unshielded Twisted Pair):**

Το καλώδιο UTP δεν έχει θωράκιση ούτε γύρω από τα ζεύγη ούτε και γύρω από τη δέσμη. Χρησιμοποιήθηκε ευρέως για την καλωδίωση δικτύων ηλεκτρονικών υπολογιστών και είναι κατάλληλο μέχρι 1 Gbps στην περίπτωση του CAT 5e, αλλά δεν θα είναι κατάλληλο για τα μελλοντικά δίκτυα 10 GB, τουλάχιστον όχι σε περίπτωση μεγάλων αποστάσεων.

- **FTP (Foiled Twisted Pair) :**

Το καλώδιο FTP είναι κατάλληλα θωρακισμένο, συνήθως με επάργυρο συνθετικό φύλλο που περιτυλίγεται γύρω από το κάθε ζεύγος. Το καλώδιο έχει μεγαλύτερη διάμετρο και είναι λιγότερο ελαστικό, έχει όμως πολύ καλύτερες ηλεκτρικές ιδιότητες.

- **S/FTP, F/FTP ή SF/FTP (Screened Foiled Twisted Pair):**

Το καλώδιο αυτό είναι τύπου FTP με επιπλέον μεταλλική θωράκιση γύρω από τη δέσμη. Το αγγλικό γράμμα F υποδεικνύει την χρήση συνθετικού φύλλου (αγγλ. foil), ενώ το γράμμα S υποδεικνύει την χρήση μεταλλικού πλέγματος.

S/UTP (Screened Unshielded Twisted Pair):

Το καλώδιο αυτό είναι τύπου UTP με επιπλέον μεταλλική θωράκιση γύρω από τη δέσμη. Το αγγλικό γράμμα S υποδεικνύει την χρήση μεταλλικού πλέγματος, ενώ στην περίπτωση που χρησιμοποιείται και συνθετικό φύλλο, τότε ο τύπος ονομάζεται SF/UTP.

Ομοαξονική καλωδίωση.

Στα τοπικά δίκτυα χρησιμοποιούσαν στην αρχή με ομοαξονικά καλώδια τα οποία με τα χρόνια αντικαταστάθηκαν με καλώδια συνεστραμμένων ζευγών. Παρόλου που στην αρχή παντού χρησιμοποιούσαν τη καλωδίωση συνεστραμμένων ζευγών, κυρίως στα τοπικά δίκτυα αντικαταστάθηκε με την τεχνική ομοαξονικής καλωδίωσης. Το χαρακτηριστικό του καλώδιο αυτού είναι ότι αποτελείται από χάλκινο αγωγό, το διηλεκτρικό υλικό το οποίο είναι ένα μονωτικό υλικό και από τη θωράκιση που αποτελείται από ένα φύλλο αλουμινίου γύρω από το διηλεκτρικό.

- Ο κεντρικός πυρήνας (center core) είναι συμπαγής κυλινδρικός αγωγός ή σύρμα με μικρή σχετικά διάμετρο (της τάξης του 1mm).
- Γύρω από το κεντρικό σύρμα υπάρχει πλαστικό μονωτικό (dielectric insulator).
- Πάνω στο μονωτικό αυτό υπάρχει ο δεύτερος αγωγός, η θώρακας (metallic shield), σε μορφή μεταλλικού πλέγματος ή λεπτού μεταλλικού σωλήνα.
- Ο θώρακας μονώνεται ηλεκτρικά από το περιβάλλον με έναν εξωτερικό πλαστικό μανδύα (plastic jacket). Το ομοαξονικό καλώδιο που συναντάμε πιο συχνά στην καθημερινή μας ζωή είναι το καλώδιο της κεραίας της τηλεόρασης.

- **Οπτικές ίνες.** Αποτελείται από πολύ λεπτά νήματα από πλαστικό ή γυαλί, όπου από μέσα τους, μεταδίδονται ψηφιακά δεδομένα, υπό μορφή φωτός. Ένα καλώδιο οπτικών ινών, περιέχει μέσα του 10άδες ή και 100άδες πολύ λεπτές τέτοιες οπτικές ίνες, σε διάμετρο, μικρότερη και από μία τρίχα!

Οι ταχύτητες μετάδοσης των δεδομένων μέσω των οπτικών ινών, αφού τα δεδομένα ταξιδεύουν υπό μορφή φωτός, είναι τεράστια (όσο η ταχύτητα του φωτός).

Πλεονεκτήματα οπτικών ινών:

- 1) Μπορούν να μεταφέρουν παράλληλα πολύ μεγαλύτερο όγκο δεδομένων σε σχέση με το χάλκινο καλώδιο
- 2) Η μεταφορά των δεδομένων γίνεται γρηγορότερα
- 3) Είναι λιγότερο ευάλωτα τα δεδομένα που ταξιδεύουν μέσα τους, σε παρεμβολές
- 4) Είναι πολύ πιο λεπτές και ελαφρύτερες από το χάλκινο καλώδιο.
- 5) Τα δεδομένα μεταδίδονται ψηφιακά: άρα πιο γρήγορη κωδικοποίηση αποκωδικοποίηση δεδομένων, σχεδόν καθόλου απώλειες δεδομένων

Μειονεκτήματα οπτικών ινών:

- 1) Είναι πιο ακριβές
- 2) Είναι πιο δύσκολη η εγκατάστασή τους
- 3) Είναι πιο εύθραυστες
- 4) Δεν μπορούμε να τις λυγίζουμε πολύ, θα πρέπει να τις εγκαθιστούμε με ελαφριά κλίση, γιατί αλλιώς θα έχουμε απώλειες.

3.8 Δορυφόροι

Με την τεχνική της καλωδίωσης πολλές φορές δεν είναι δυνατή η παροχή της δυνατότητας πρόσβασης στο διαδίκτυο από όλα τα σημεία. Υπάρχουν περιοχές που είτε λόγω κόστους είτε γεωγραφικών ιδιοτήτων δυσκολεύει την χρησιμοποίηση της τεχνικής καλωδίωσης. Σε μία τέτοια περίπτωση η δυνατότητα πρόσβασης παρέχεται μέσω ενός δορυφόρου.. Στις τηλεπικοινωνίες οι δορυφόροι βοηθούν στην μετάδοση πληροφοριών σε πολύ μεγάλες αποστάσεις. Οι δορυφόροι χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες. Τους τροχιακούς και τους γεωστατικούς.

Οι τροχιακοί δορυφόροι είναι οι:

- LEO (χαμηλής τροχιάς),
- MEO (μεσαίας τροχιάς),
- ICO (ενδιάμεσης κυκλικής τροχιάς),

- HEO (ελλειπτικής τροχιάς).

Οι δορυφόροι που βρίσκονται σε τροχιά χρησιμοποιούνται όταν καλύπτουν περιοχή της γης που υπάρχει κάποια κεραία. Οι LEO δορυφόροι επειδή βρίσκονται πολύ κοντά στη γή, επηρεάζονται από την έλξη της γής και για αυτό έχουν μεγάλη ταχύτητα. Οι τροχιακοί δορυφόροι χρησιμοποιούνται κυρίως για παρατήρηση και τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες.

Οι γεωστατικοί ή σταθεροί δορυφόροι έχουν σταθερή κίνηση πάνω από τη γη και βρίσκονται πάνω από τον ισημερινό. Αυτό σημαίνει ότι αυτοί οι δορυφόροι καλύπτουν την ίδια περιοχή της γης. Χρησιμοποιούνται κυρίως για την μετεωρολογία και τις επικοινωνίες.

3.9 Ασύρματες επικοινωνίες

ΡΑΔΙΟΜΕΤΑΔΟΣΗ : Η ραδιομετάδοση είναι η τεχνική που χρησιμοποιείται για τη μετάδοση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων χωρίς την χρήση του μέσου καλωδίωσης. Η μετάδοση ραδιοκυμάτων γίνεται σε χαμηλές συχνότητες (πιο χαμηλές από την ταχύτητα του φωτός), συνήθως σε εύρος συχνοτήτων 0-300MHZ

ΥΠΕΡΥΘΡΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ : Η υπέρυθρη ακτινοβολία βρίσκεται στο φάσμα ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Πήρε την ονομασία υπέρυθρη γιατί βρίσκεται στο ηλεκτρομαγνητικό φάσμα πριν το ορατό φως. Το εύρος συχνοτήτων είναι από 300GHZ-400THZ.

3.10 Οθόνες

Στην τηλεϊατρική παίζει σημαντικό ρόλο η ευκρίνεια μιας εικόνας, διότι η καλύτερη αναπαράσταση ιατρικών αποτελεσμάτων θα βοηθήσουν για την σωστή διάγνωση του εξειδικευμένου προσωπικού. Οι οθόνες σήμερα είναι οι περισσότερες υγρών κρυστάλλων και όχι καθοδικού σωλήνα όπως συνηθιζόταν παλιότερα.

- **Οθόνες καθοδικού σωλήνα (CRT – Cathode Ray Tube):** Τα χαρακτηριστικά της οθόνης καθοδικού σωλήνα αποτελούνται από έναν καθοδικό σωλήνα που στέλνει δέσμες ηλεκτρονίων στο πίσω μέρος της οθόνης. Το πίσω μέρος της οθόνης είναι καλυμμένο με μια φωσφορίζουσα ουσία η οποία μόλις πέσουν οι δέσμες ηλεκτρονίων πάνω της λάμπει και έτσι εμφανίζεται στην οθόνη μια φωτεινή κουκίδα που ονομάζεται εικονοστοιχείο. Ο συνδυασμός πολλών εικονοστοιχείων δημιουργούν την εικόνα.

Τα χαρακτηριστικά:

- Μεγάλος όγκος
- Υψηλή ακτινοβολία
- Χαμηλό κόστος

- Καθιερωμένη τεχνολογία
-
- **Οθόνες υγρών κρυστάλλων**(*Flat Panel Displays: Liquid Crystal Display, Thin Film Transistor*): Τα χαρακτηριστικά της οθόνης υγρών κρυστάλλων είναι επίπεδες γιατί δεν υπάρχει καθοδικός σωλήνας. Κυρίως χρησιμοποιείται ένας συνδυασμός δύο φίλτρων πόλωσης και από τους υγρούς κρυστάλλους. Οι υγροί κρύσταλλοι ελέγχονται από ένα ηλεκτρικό πεδίο το οποίο αλλάζει ή όχι την πόλωση του φωτός. Για το φως στην αρχή είχαμε λάμπες φθορισμού. Τώρα υπάρχουν οθόνες υγρών κρυστάλλων με LED. Η οθόνες αυτές χρησιμοποιούνται σήμερα στους υπολογιστές. Οι εικόνες σε αυτές τις οθόνες δεν τρεμοπαίζουν καθόλου γι' αυτό είναι κατάλληλες για την τηλεϊατρική. Με τη βοήθεια της τεχνολογίας υγρών κρυστάλλων έχουν δημιουργηθεί οι χειρουργικές οθόνες που είναι κατάλληλες για το περιβάλλον ενός χειρουργείου.

Τα χαρακτηριστικά:

- Μικρός όγκος
- Χαμηλή ακτινοβολία
- Υψηλό κόστος
- Σχετικά νέα τεχνολογία

Αναφορές

- [1] American Telemedicine Association, *What is Telemedicine*, <http://www.americantelemed.org>
- [2] World Health Organization, *Telemedicine: Opportunities and developments in member states, report on the second global survey on eHealth 2009*, WHO Library Cataloguing-in-Publication Data, 2010
- [3] Matt Novak, *Telemedicine predicted in 1925*, Article in Smisthonian.com, <http://www.smithsonianmag.com/history/telemedicine-predicted-in-1925-124140942/?no-ist>, March 14, 2012
- [4] Jochem van Gaalen, Phillip Azar, Adarsh Mani, Quan Peng, Daniel Aranki, Ed., Ruzena Bajcsy, Ed., *Expanded Tele-Health Platform for Android*, Technical Report No. UCB/EECS-2015-86, University of California Berkeley, March 2015, <http://www.eecs.berkeley.edu/Pubs/TechRpts/2015/EECS-2015-86.html>
- [5] Vijayaraghavan Prathiba and Mohan Rema, *Teleophthalmology: A Model for Eye Care Delivery in Rural and Underserved Areas of India*, International Journal of Family Medicine Volume 2011, Article ID 683267
- [6] Oklahoma State University Center for Health Sciences, *Services and Costs* Retrieved Oct. 5, 2012, from Telemedicine and Distance Learning, http://www.healthsciences.okstate.edu/telemedicine/services_cost.cfm
- [7] Neal Sikka, Michael Shu, *Telehealth in Emergency Medicine: A Primer*, American College of Emergency Physicians, Dallas, Texas, 2014
- [8] American Hospital Association *The Promise of Telehealth For Hospitals, Health Systems and Their Communities*, TrendWatch, produced by the American Hospital Association, highlights important trends in the hospital and health care field, January 2015
- [9] Indian Space Research Organization, Telemedicine Networks <http://www.sac.gov.in/DECUWeb/projects/tele.htm>
- [10] Α. Τσίπης, Ε. Πέτρου, Α. Καστανιά, Π. Κουρκοβέλη, Μ. Μπούτσικου, Ε. Μπούσουλα, Σ. Μαυρογένη, Σ. Κοσσίδα, *Τηλεκαρδιολογία και κλινικές εφαρμογές*, Αρχεία Ελληνικής Ιατρικής, 30(3), 2013