



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΟΠΤΙΚΗΣ & ΟΠΤΟΜΕΤΡΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Η ΟΠΤΙΚΗ ΣΕ ΕΠΙΠΕΔΟ 4D

Σπουδαστές:

ΚΑΤΕΓΙΑΝΝΗ ΓΕΩΡΓΙΑ Α.Μ 628

ΜΠΙΝΙΩΡΗ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ Α.Μ 653

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: κ. ΑΝΔΡΙΚΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΔΡΕΑΣ

Αίγιο, Σεπτέμβριος 2016

Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΟΠΤΙΚΗ	3
1.1 Ορισμός.....	3
1.2.Κατηγορίες Οπτικής.....	3
1.3 Ανάλυση Φυσιολογικής Οπτικής.....	3
1.4 Οπτική Οξύτητα και Οπτικοί Φακοί	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: Τεχνολογίες απεικόνισης οφθαλμών και βοηθήματα χαμηλής όρασης	9
2.1. Τεχνολογικά μέσα (μηχανήματα).....	9
2.1.1. Σχισμοειδής λυχνία.....	9
2.1.2. Τοπογράφος – Δίσκος του Placido	10
2.1.3. Κάμερα βυθού.....	11
2.1.4. Οπτική τομογραφία οφθαλμού – OCT.....	12
2.1.5. Τονόμετρο.....	13
2.1.6. Σκιασκόπιο	15
2.1.7.Αυτόματα Διαθλασίμετρα.....	16
2.1.8. Οφθαλμόμετρο (Javal).....	17
2.2. Βοηθήματα Χαμηλής όρασης.....	19
2.2.1. Τηλεσκοπικά συστήματα	19
2.2.2. Μεγεθυντικοί φακοί.....	21
2.2.3. Μεγεθυντικά γυαλιά.....	24
2.2.4. Ηλεκτρονικά συστήματα μεγέθυνσης	25
2.2.5. Απορροφητικοί φακοί.....	27
2.2.6. Το σύστημα Brighteye της Optelec.....	28
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο:ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ	30
3.1 Ορισμός Τεχνητής Νοημοσύνης.....	30
3.1.1 Ιστορική Αναδρομή.....	30
3.1.2 Σημαντικοί Σταθμοί της Τεχνητής Νοημοσύνης	32
3.2. Μέθοδοι – Αντικείμενα της τεχνητής νοημοσύνης.....	33
3.2.1. Έμπειρα ή εξειδικευμένα συστήματα.....	33
3.2.2. Ρομποτική.....	34
3.2.3. Επίλυση Προβλημάτων ή Λογική κατά περίπτωση	34
3.2.4. Σχεδιασμός νευρωνικών δικτύων.....	35
3.2.5. Τα συστήματα Μάθησης.....	37

3.2.6. Συστήματα Προοπτικής (Perspective systems)	38
3.2.7. Συστήματα αναγνώρισης της ανθρώπινης ομιλίας.....	38
3.2.8. Συγκεχυμένη λογική (Fuzzy Logic)	39
3.2.9. Τα Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων.....	39
3.2.10. Αναγνώριση Μορφών	39
3.2.11. Μηχανική Όραση	40
3.2.12. Ευφυής Πράκτορας.....	40
3.3. Τεχνητή νοημοσύνη και ιατρική	41
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4° :ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ 3D	43
4.1.Ορισμός εικονικής πραγματικότητας.....	43
4.1.1 Ιστορική αναδρομή	43
4.2 Κατηγορίες συστημάτων εικονικής πραγματικότητας.....	44
4.3 Εξοπλισμός για τη δημιουργία εφαρμογών εικονικής πραγματικότητας	44
4.4. Εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας.....	51
4.2. Τεχνολογίες 3D.....	53
4.2.1. Ορισμός και Ιστορική Αναδρομή	53
4.2.2. Στάδια Δημιουργίας 3D Animation	54
4.2.3. Μοντελοποίηση	54
4.2.4. Απόδοση Σχεδιοκίνησης.....	55
4.2.5. Φωτορεαλιστική απεικόνιση.....	56
4.3. Η 3D Τεχνολογία και η Ανθρώπινη Όραση.....	56
4.4. Τα 3D Γυαλιά	57
4.5. Το 3D στην Ιατρική	57
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5°: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ 4D	59
5.1 Ιστορική αναδρομή.....	59
5.2. Λειτουργίες 4D.....	61
5.2.1.Εφαρμογή του 4D	62
5.3. Οι επιδράσεις του 4D	63
Κεφάλαιο 6° :Συμπεράσματα	67
Βιβλιογραφία	68

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε στο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πατρών, στο τμήμα Οπτικής και Οπτομετρίας στην πόλη του Αιγίου. Η εκπόνησή της μας έδωσε την ευκαιρία μετά από ενδελεχή έρευνα να εμβαθύνουμε στην επιστήμη μας και να αποκτήσουμε γερές βάσεις και εμπειρία. Επιπλέον, μέσα από αυτή την εργασία μπορούμε να προσφέρουμε στους επόμενους σπουδαστές του τμήματος μας το κίνητρο για νέες μελέτες πάνω στην τεχνολογία 4D η οποία από ότι φαίνεται δεν θα σταματήσει να εξελίσσεται και να προσφέρει σημαντικά καινοτόμα πράγματα σε πολλούς τομείς.

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον επιβλέπων καθηγητή μας κύριο Ανδρικόπουλο Ανδρέα, ο οποίος βοήθησε στην διεκπεραίωση αυτής της εργασίας. Τον ευχαριστούμε πολύ για όλα όσα μας δίδαξε, για το επιστημονικό υλικό που μας προσέφερε, τις συμβουλές, την συμπαράσταση του και το χρόνο που μας αφιέρωσε.

Σεβασμό και ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλουμε στους καθηγητές μας για το χρόνο τους να την διαβάσουν και να την αξιολογήσουν.

Τέλος, ευχαριστούμε τις οικογένειες μας και τους φίλους μας για την στήριξη τους όλον αυτόν τον καιρό.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η τεχνολογία 4D είναι ένας ιδιαίτερος κλάδος της επιστήμης τον οποίο θα μελετήσουμε και θα αναλύσουμε διεξοδικά. Αρχικά θα μιλήσουμε για θέματα που αφορούν την οπτική. Έπειτα θα αναφερθούμε σε τεχνολογίες απεικόνισης οφθαλμών και στα βοηθήματα χαμηλής όρασης. Στην συνέχεια θα ασχοληθούμε με την τεχνητή νοημοσύνη αρχίζοντας με μια ιστορική αναδρομή της, θα ακολουθήσουν σημαντικοί σταθμοί της, αντικείμενα με τα οποία έχει ασχοληθεί και θα κλείσουμε με τα κατορθώματα της στον τομέα της Ιατρικής. Επιπρόσθετα θα μιλήσουμε για κάποια σημαντικά κομμάτια που αφορούν την εικονική πραγματικότητα και τις τεχνολογίες 3D όπως και εφαρμογές αυτών στον τομέα της υγείας αλλά και όχι μόνο. Στο τέλος θα αναλύσουμε την τεχνολογία 4D ξεκινώντας με μία ιστορική αναδρομή της. Στην συνέχεια θα παρουσιάσουμε τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί, κλάδους στους οποίους βρίσκει εφαρμογή και επιδράσεις.

ABSTRACT

4D technology is a special field of science that we will study and analyze thoroughly. First of all, we will discuss subjects regarding optics. Later on we will refer to eye imaging technologies and low vision aids. Furthermore, we are going to talk about artificial intelligence, starting with its historical retrospect, followed by its milestones and the subjects it has been involved with, and closing we will refer to the accomplishments concerning the Medical field. In addition we will discuss about a number of important facts referring to virtual reality and 3D technologies, as well as their practices on the Medical field and many others. Finally, we will analyze 4D technology, again starting with a historical retrospect. Also, we will present the way it works, the fields that it applies to and its impact.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η τεχνολογία είναι το αποτέλεσμα της εφαρμογής της(θεωρητικής) επιστημονικής γνώσης με στόχο τη δημιουργία ενός αντικειμένου με πρακτικό όφελος. Η οπτική σε επίπεδο 4D είναι μια καινούργια τεχνολογία η οποία έχει φέρει την επανάσταση σε πολλούς σημαντικούς τομείς.Πριν αναφερθούμε όμως σε αυτή την τεχνολογία, η οποία είναι και το θέμα της πτυχιακής, θα παρουσιάσουμε τα προηγούμενα κεφάλαια που θα μας οδηγήσουν πιο ομαλά σε αυτή.

Στο πρώτο κεφάλαιο, γίνεται μια εισαγωγή στην οπτική ξεκινώντας με τον ορισμό της γενικά και πιο ειδικά στο αντικείμενό μας. Στη συνέχεια κάνουμε μια κατηγοριοποίησή της, ανάλογα με το μοντέλο της φύσης του φωτός που χρησιμοποιείται κάθε φορά και ακολουθεί η ανάλυση της φυσιολογικής οπτικής μέχρι να φτάσει η πληροφορία στον ινιακό λοβό του εγκεφάλου. Τέλος, αναφέρουμε την οπτική οξύτητα λέγοντας τι είναι, πως μετρείται και καταλήγουμε στην περιγραφή των οπτικών φακών που βοηθούν ώστε να υπάρχει καλή οπτική οξύτητα.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται αναφορά, σε μηχανήματα που απεικονίζεται ο οφθαλμός. Τα οποία αναλύονται και παρατίθενται με μια εκτενή περιγραφή στο κεφάλαιο. Στη συνέχεια, αναφέρονται κάποια βοηθήματα χαμηλής όρασης, τα οποία μπορούν να βελτιώσουν την όραση των ασθενών και να αλλάξουν την καθημερινότητά τους.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται ο ορισμός της τεχνητής νοημοσύνης και γίνεται μία σύντομη ιστορική αναδρομή των ιδρυτών του όρου αλλά και των σημαντικότερων σταθμών στη γενικότερη εξέλιξη του τομέα. Εν συνεχεία παρουσιάζονται και αναλύονται μερικές από τις εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης. Τέλος, αναφέρεται η εξέλιξη της τεχνητής νοημοσύνης στον τομέα της ιατρικής και που αυτή χρησιμοποιείται πάνω σε αυτόν τον τομέα.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, ορίζεται η εικονική πραγματικότητα και ακολουθεί μια ιστορική αναδρομή για την καλύτερη κατανόηση του όρου. Έπειτα, γίνεται κατηγοριοποίηση των συστημάτων του όρου και μια μικρή ανάλυση του εξοπλισμού που χρειάζεται ώστε να γίνει μια επιτυχημένη εμπύθιση στον κόσμο της εικονικής πραγματικότητας. Βέβαια, αναφέρεται και η εφαρμογή που μπορεί να γίνει της εικονικής πραγματικότητας. Εν συνεχεία, δίνεται ο ορισμός και μια σύντομη ιστορική αναδρομή της τεχνολογίας 3D.Γίνεται ανάλυση των σταδίων δημιουργίας του 3D Animation, και εξηγείται με ποιο τρόπο η ανθρώπινη όραση μπορεί να δει τρισδιάστατα. Τέλος, αναφέρεται η εφαρμογή του 3D στην ιατρική.

Η τεχνολογία 4D,αποτελεί το πέμπτο κεφάλαιο, το οποίο ξεκινάει με την ιστορική αναδρομή μιας εταιρείας και εφεύρεσής τους και συνεχίζει με μια μικρή αναδρομή των λειτουργιών του 4D.Για να γίνει όμως πιο κατανοητό, αναλύεται ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η εφαρμογή της τεχνολογίας αυτής πάνω στις κινήσεις των ανθρώπων και πως δημιουργείται η αναπαράσταση των κινήσεων αυτών. Στο τέλος του

κεφαλαίου, παρουσιάζονται οι επιδράσεις του 4D και στην ιατρική αλλά και σε άλλους τομείς όπως ο κινηματογράφος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΟΠΤΙΚΗ

1.1 Ορισμός

Γενικά ως οπτική ονομάζεται ο κλάδος της Φυσικής που μελετά τη συμπεριφορά και τις ιδιότητες του φωτός ενώ επιπλέον περιγράφει και τα φαινόμενα που διέπουν την αλληλεπίδραση του φωτός με την ύλη. Η οπτική λοιπόν εξηγεί μια μεγάλη ποικιλία από απλά φαινόμενα όπως την ανάκλαση από ένα κάτοπτρο ή τη διάθλαση από ένα φακό, αλλά και σύνθετα, όπως τις σύγχρονες οπτικές επικοινωνίες και τη λειτουργία μιας ψηφιακής φωτογραφικής μηχανής.

Ειδικότερα στο αντικείμενό μας η οπτική εξηγεί ένα βασικό σκέλος στη λειτουργία της όρασης, το πώς σχηματίζεται δηλαδή, το αμφιβληστροειδικό είδωλο και το πώς γίνεται αυτό αντιληπτό από τους φωτουποδοχείς του οφθαλμού.

1.2.Κατηγορίες Οπτικής

Ανάλογα με το μοντέλο της φύσης του φωτός που χρησιμοποιείται κάθε φορά η Οπτική χωρίζεται στις ακόλουθες κατηγορίες.

Στη Γεωμετρική Οπτική, η οποία ασχολείται κυρίως με την περιγραφή των περισσότερων φαινομένων που έχουν σχέση με το φως και τις ποσοτικές σχέσεις αυτών χωρίς να εμβαθύνει στην ερμηνεία της φύσεως αυτών των φαινομένων. Τα κύρια φαινόμενα που εξετάζει είναι αυτά της ανάκλασης και της διάθλασης, όπου είναι αυτά που καθορίζουν μια μεγάλη ποικιλία εφαρμογών αλλά και καθημερινών εμπειριών όπως είναι η λειτουργία των κατόπτρων και των φακών, την αρχή λειτουργίας των οπτικών ινών αλλά και τα φαινόμενα του αντικατοπτρισμού. Είναι η βασική θεωρία πίσω από την εφαρμογή της οπτικής στα οπτικά απεικονιστικά όργανα. Θα πρέπει να είναι γνωστό ότι το φως μπορεί να ταξιδέψει ευθύγραμμα μόνο αν δε συναντήσει κάποιο εμπόδιο, στην πραγματικότητα όμως αυτό είναι δύσκολο. Αυτό που συμβαίνει όταν το φως συναντήσει κάποιο εμπόδιο είναι ότι ένα μέρος του φωτός θα περάσει το εμπόδιο, δηλαδή θα διαθλαστεί, εκτρεπόμενο από την αρχική του πορεία, και ένα άλλο μέρος του θα διαδοθεί προς μια άλλη διεύθυνση μέσα στο πρώτο μέσο, δηλαδή θα ανακλαστεί. Γενικώς, το φως βιάζεται και κάθε φορά αλλάζει διεύθυνση ώστε να κάνει το μικρότερο δυνατό χρόνο. Αυτή είναι η αρχή του ελαχίστου χρόνου η οποία εξηγεί όλα τα φαινόμενα διάδοσης του φωτός.

Στην Κυματική Οπτική, η οποία αντίθετα ασχολείται με τη φύση των φαινομένων που έχουν σχέση με το φως θεωρώντας το ως ένα κύμα. Δίνοντάς του τα χαρακτηριστικά ενός κύματος. Ως κύμα θεωρούμε τη διάδοση μιας διαταραχής, δηλαδή θα πρέπει να υπάρχει μια πηγή για να δημιουργήσει αυτή τη διαταραχή. Ένα κύμα μεταφέρει ενέργεια και ορμή αλλά όχι μάζα.

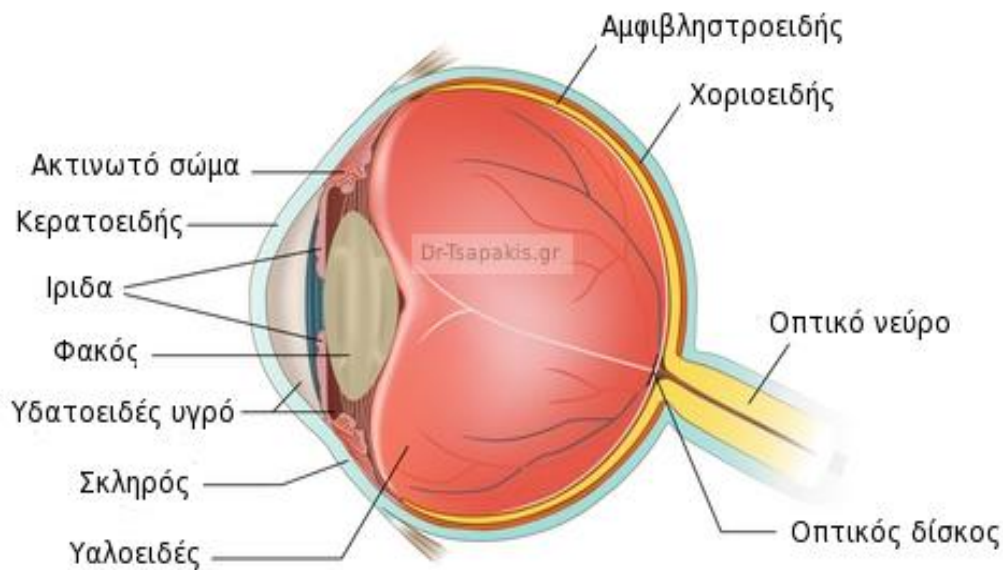
Στη Κβαντική Οπτική, η οποία αποτελεί την εφαρμογή της κβαντομηχανικής θεωρίας ειδικότερα στα φαινόμενα που σχετίζονται με το φως και την αλληλεπίδρασή του με την ύλη.

Τέλος, χωρίζεται στη Φυσιολογική Οπτική, που ασχολείται με τη λειτουργία του οφθαλμού και τις κυριότερες βλάβες του. Ασχολείται λοιπόν με τα φυσικά φαινόμενα σχηματισμού του ειδώλου στον αμφιβληστροειδή.

1.3 Ανάλυση Φυσιολογικής Οπτικής

Η όραση ξεκινά τη στιγμή όπου οι ακτίνες από το αντικείμενο συναντήσουν τις διαθλαστικές επιφάνειες του οφθαλμού. Το μάτι του ανθρώπου είναι σχεδόν σφαιρικό και αποτελείται από τρεις χιτώνες . Από έξω προς τα μέσα ο πρώτος

χιτώνας που συναντούν οι ακτίνες είναι ο κερατοειδής, ο οποίος είναι μια σκληρή διαφανής μεμβράνη, η οποία προκαλεί την πρώτη διάθλαση των ακτινών. Στη συνέχεια οι ακτίνες περνούν μέσα από ένα διάφραγμα με μια κυκλική οπή στο κέντρο του, που ονομάζεται κόρη. Το διάφραγμα είναι το μπροστινό μέρος του δεύτερου χιτώνα και ονομάζεται ίριδα. Η ίριδα λοιπόν, μπορεί να συστέλλεται και να διαστέλλεται ρυθμίζοντας με αυτό τον τρόπο την ποσότητα του φωτός που εισέρχεται στο μάτι. Το φως μετά τον κερατοειδή χιτώνα περνά μέσα από το υδατοειδές υγρό και φτάνει στο φακό του ματιού. Πίσω από το φακό βρίσκεται το μεγαλύτερο τμήμα του ματιού, το οποίο είναι γεμάτο με το υαλοειδές σώμα, δηλαδή ένα διαφανές πυκνό υγρό, που βοηθάει το μάτι να διατηρεί το σχήμα του. Στο πίσω μέρος του ματιού είναι ο τρίτος χιτώνας, ο αμφιβληστροειδής. Ο αμφιβληστροειδής λοιπόν καταλαμβάνει το 65% της εσωτερικής επιφάνειάς του ματιού και αποτελεί τη φωτοευαίσθητη επιφάνεια του φακού. Η περιοχή αυτή δηλαδή καταγράφει τις εικόνες και τις στέλνει μέσω του οπτικού νεύρου, το οποίο αποτελεί τη συνέχεια του αμφιβληστροειδή, στον εγκέφαλο όπου γίνεται και η ερμηνεία τους. Η πορεία που ακολουθεί το φωτεινό ερέθισμα από την πρόσπτωσή του στον αμφιβληστροειδή, μέχρι την τελική του επεξεργασία και την αναπαραγωγή εικόνας στον ινιακό λοβό του εγκεφάλου ονομάζεται οπτική οδός. Ο ινιακός λοβός βρίσκεται, στο οπίσθιο τμήμα του εγκεφάλου όπου "αποκωδικοποιούνται" τα σήματα αυτά και με αυτό τον τρόπο ολοκληρώνεται η όραση.



Εικόνα 1: Τα οπτικά όργανα του ματιού

(Πηγή: <http://dr-tsapakis.gr/images>)

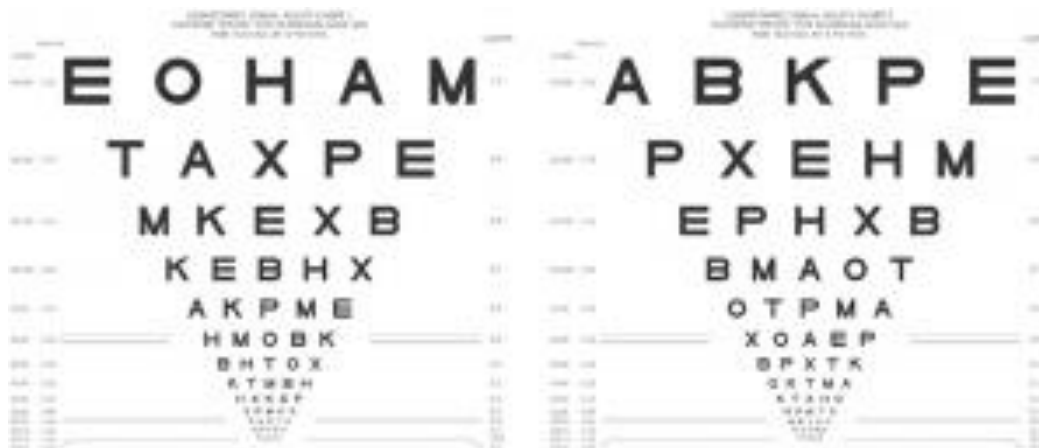
Από τη στιγμή που ο άνθρωπος όμως έχει δύο μάτια θα πρέπει αυτά να συνεργάζονται μεταξύ τους, για να υπάρχει ενιαία διόφθαλμη όραση. Απαιτείται δηλαδή η συνδυασμένη χρήση των δύο οφθαλμών προκειμένου να δημιουργηθεί μία μοναδική και ενιαία εγκεφαλική εντύπωση. Η ενιαία διόφθαλμη όραση λειτουργεί ως εξής: όταν προσηλώνουμε σε ένα αντικείμενο που βρίσκεται μπροστά μας και η προσήλωση είναι διόφθαλμη, δηλαδή κοιτάμε και με τα δύο μάτια, το αντικείμενο σχηματίζει από ένα είδωλο στο κεντρικό βοθρίο του κάθε αμφιβληστροειδούς, που σημαίνει ότι σχηματίζουν δύο εικόνες μία σε κάθε οφθαλμό. Οι δύο αυτές εικόνες μεταφερόμενες από τις οπτικές οδούς στον εγκεφαλικό φλοιό ενοποιούνται

αισθητηριακά και γίνονται αντιληπτές σαν μία. Η ικανότητα αυτή αναπτύσσεται και ασκείται κατά τα πρώτα στάδια ζωής του ανθρώπου με σκοπό να μπορεί να γίνεται αντιληπτό το βάθος και ο όγκος των αντικειμένων που βρίσκονται στον περιβάλλοντα χώρο, με άλλα λόγια να υπάρχει στερεοσκοπική όραση και ακόμα έχει τη δυνατότητα να μεγαλώνει το οπτικό πεδίο οράσεως .

1.4 Οπτική Οξύτητα και Οπτικοί Φακοί

Για να υπάρχει όμως σωστή όραση είναι απαραίτητο να υπάρχει εκτός από διόφθαλμη και στερεοσκοπική όραση και σωστή οπτική οξύτητα. Με τον όρο οπτική οξύτητα εννοούμε το πόσο καλά διακρίνουμε λεπτομέρειες σ' ένα μακρινό αντικείμενο και εδώ εννοούμε τη μακρινή οπτική οξύτητα. Αλλά και το πόσο καλά διαβάζουμε κάποια μικρά γράμματα σ' ένα βιβλίο όπου εδώ εννοούμε την κοντινή οπτική οξύτητα. Επομένως η οπτική οξύτητα έχει άμεση σχέση με τη διακριτική ικανότητα του οπτικού συστήματος του οφθαλμού αλλά και από τη σωστή ή μη λειτουργία της προσαρμογής στην περίπτωση της κοντινής οπτικής οξύτητας. Με λίγα λόγια είναι ένα μέτρο της ποιότητας της όρασης.

Η οπτική οξύτητα μετριέται με τους πίνακες οπτικής οξύτητας. Η εξέταση γίνεται με τον ασθενή να φοράει τα γυαλιά του, αν φοράει, και να κοιτάει ένα φωτισμένο πίνακα με γράμματα ή σύμβολα σε συγκεκριμένη απόσταση από τον ίδιο και να αναφέρει μέχρι ποιο γράμμα μπορεί να διακρίνει. Ανάλογα με τις απαντήσεις του ασθενή καταλαβαίνουμε αν το μάτι βλέπει φυσιολογικά ή όχι.



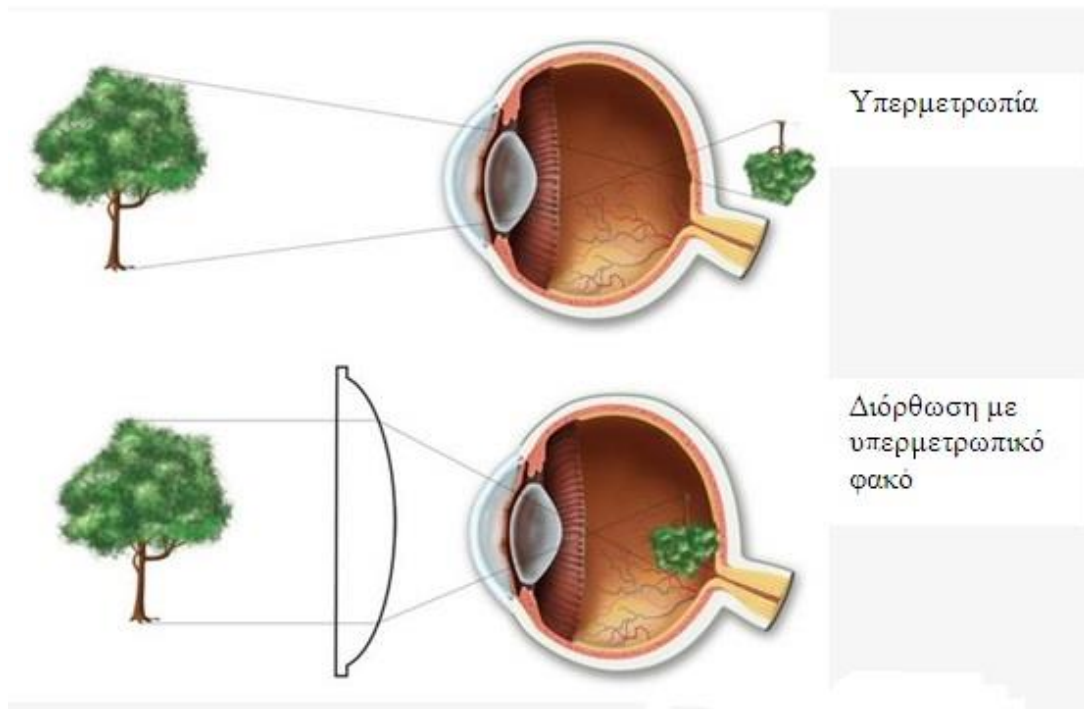
Εικόνα 2: Πίνακας Οπτικής Οξύτητας με Γράμματα

(Πηγή: <http://peoo.gr>)

Τα μάτια λοιπόν δεν είναι σ' όλους τους ανθρώπους ανατομικά ίδια. Ακόμα και στον ίδιο άνθρωπο μπορεί ο ένας οφθαλμός να είναι πιο ισχυρός από τον άλλον και να υπάρχει διαφορά στην οπτική οξύτητα των δύο ματιών. Για το λόγο αυτό, υπάρχουν διάφορα είδη φακών που μπορεί να βοηθήσουν ένα μάτι να γίνει πιο ισχυρό ή αντίθετα πιο ασθενές.

Υπάρχουν δύο βασικές μορφές φακών , η μία είναι οι συγκλίνοντες φακοί, οι οποίοι είναι παχύτεροι στο κέντρο απ' ότι στα άκρα και χρησιμοποιούνται περισσότερο σε περιπτώσεις υπερμετρωπίας. όταν το αντικείμενο δηλαδή σχηματίζεται πίσω από τον αμφιβληστροειδή. Αυτό μπορεί να οφείλεται είτε επειδή η απόσταση από τον κρυσταλοειδή φακό μέχρι τον αμφιβληστροειδή έχει μικρότερο αξονικό μήκος από το φυσιολογικό είτε επειδή έχει μικρότερη διαθλαστική ισχύ από τη φυσιολογική. Σε

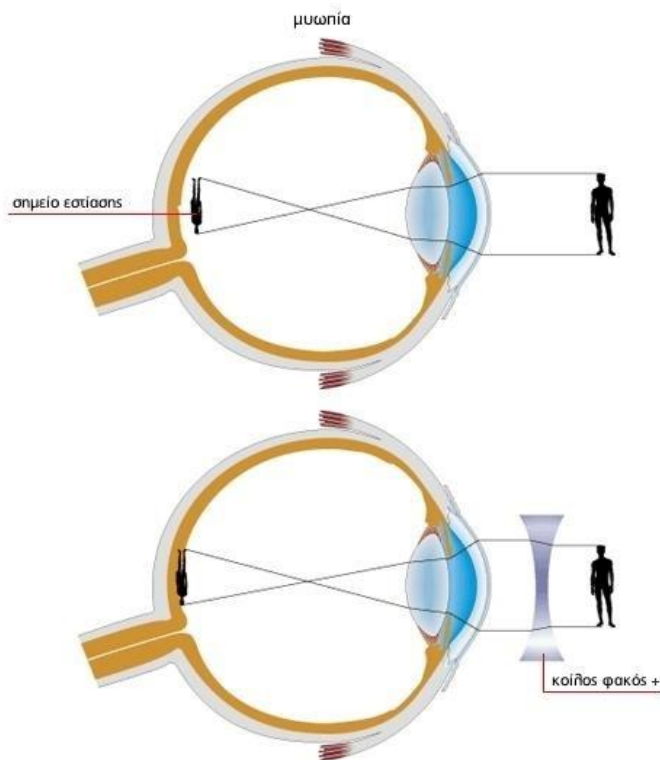
κάθε περίπτωση το αποτέλεσμα είναι ότι το μάτι αυτό έχει μικρότερη διαθλαστική ισχύ από αυτή που χρειάζεται, γι αυτό το λόγο χρησιμοποιούμε συγκλίνοντες φακούς ή θετικούς όπως αλλιώς λέγονται.



Εικόνα 3: Όραση με υπερμετροπία χωρίς διόρθωση και με διόρθωση

(Πηγή: <http://www.ofthalmiatroschania.gr>)

Η δεύτερη βασική μορφή φακών είναι οι αποκλίνοντες φακοί, οι οποίοι είναι λεπτότεροι στο κέντρο απ' ότι στα άκρα και χρησιμοποιούνται περισσότερο σε περιπτώσεις μυωπίας, όταν δηλαδή το αντικείμενο σχηματίζεται μπροστά από τον αμφιβληστροειδή. Αυτό μπορεί να οφείλεται είτε επειδή η απόσταση από τον κρυσταλοειδή φακό μέχρι τον αμφιβληστροειδή έχει μεγαλύτερο αξονικό μήκος από το φυσιολογικό είτε επειδή έχει μεγαλύτερη διαθλαστική ισχύ από τη φυσιολογική. Σε κάθε περίπτωση το μάτι έχει μεγαλύτερη διαθλαστική ισχύ από αυτή που χρειάζεται, γι αυτό το λόγο για να μειώσουμε δηλαδή την ισχύ αυτή χρησιμοποιούμε αποκλίνοντες φακούς ή αρνητικούς όπως αλλιώς λέγονται.

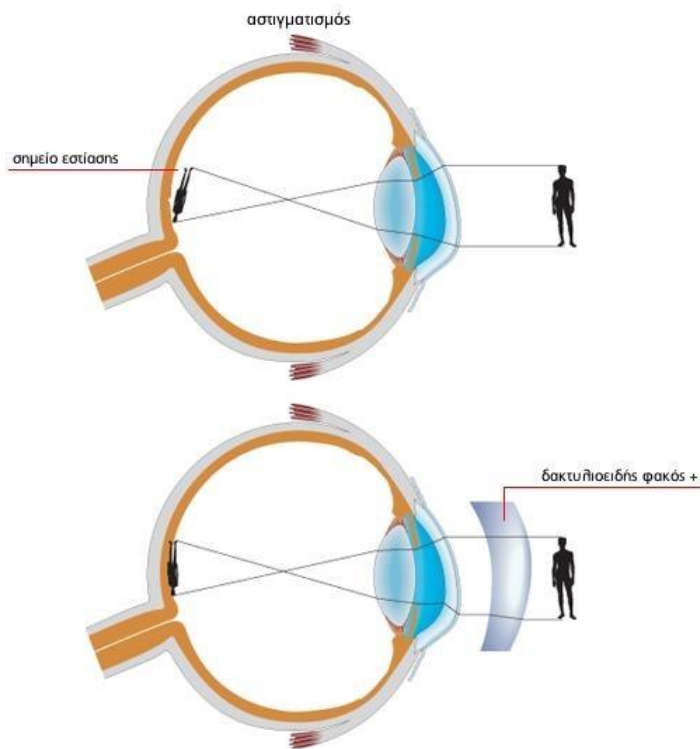


Εικόνα 4: Όραση με μυωπία χωρίς διόρθωση και με διόρθωση

(Πηγή: <http://4.bp.blogspot.com>)

Βέβαια υπάρχουν και οι σύνθετοι φακοί όπου είναι ο συνδυασμός των δύο παραπάνω φακών σε σειρά και σε επαφή μεταξύ τους, αυτούς τους φακούς τους συναντάμε στη διόρθωση του αστιγματισμού. Στην περίπτωση αυτή, ο φακός δεν έχει αξονική συμμετρία με αποτέλεσμα να σχηματίζεται ένα είδωλο κωνοειδούς σχήματος, είτε μπροστά είτε πίσω από τον αμφιβληστροειδή, και οι άκρες του οποίου είναι γραμμές κάθετες μεταξύ τους. Ο οφθαλμός δηλαδή έχει διαφορετική διαθλαστική ισχύ για κάθε κατεύθυνση με την οποία εισέρχεται το φως, αλλιώς διαθλάται το φως που μπαίνει κάθετα και αλλιώς το φως που μπαίνει οριζόντια. Το αποτέλεσμα λοιπόν είναι μια παραμόρφωση των αντικειμένων και για να διορθωθεί αυτό χρησιμοποιούνται

κυλινδρικοί φακοί σε συγκεκριμένο άξονα μπροστά στον οφθαλμό.



Εικόνα 5: Όραση με αστιγματισμό χωρίς διόρθωση, με διόρθωση

(Πηγή: <http://3.bp.blogspot.com>)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2°: Τεχνολογίες απεικόνισης οφθαλμών και βοηθήματα χαμηλής όρασης

2.1. Τεχνολογικά μέσα (μηχανήματα)

2.1.1. Σχισμοειδής λυχνία

Η σχισμοειδής λυχνία είναι ένα ουσιαστικό εργαλείο για την λεπτομερή εξέταση του πρόσθιου τμήματος – ημιμορίου του οφθαλμού όπως και του βυθού του. Αποτελείται από δύο μέρη, το σύστημα φωτισμού και το σύστημα παρατήρησης. Το σύστημα φωτισμού περιλαμβάνει την λάμπα Tungsten ή Halogen καθώς και διάφορα φίλτρα. Τα φίλτρα είναι το πράσινο με το οποίο γίνεται η ανίχνευση αγγείων, το μπλε κοβαλτίου το οποίο χρησιμοποιείται στην εκτίμηση της εφαρμογής ημισκληρών και σκληρικών φακών επαφής, το λευκό ή πολωτικό το οποίο μειώνει τις αντανάκλασεις και είναι για μία γενική παρατήρηση. Τέλος το λευκό χαμηλής έντασης ή ουδέτερης πυκνότητας το οποίο μειώνει την ένταση του φωτός και είναι και αυτό για μία γενική παρατήρηση. Όσο αφορά το σύστημα παρατήρησης αν θέλουμε να κάνουμε μια γενική εξέταση με σάρωση χρησιμοποιούμε μεγέθυνση χαμηλή (10X έως 16X) και μεσαία μεγέθυνση (20X έως 25X) αν θέλουμε να κάνουμε έλεγχο μολύνσεων, λοιμώξεων, διηθήσεων και παρατήρηση χρώσης κερατοειδούς. Επιπλέον για παρατήρηση και εκτίμηση νέο-αγγειώσεων, ενδοθηλίου, μικροκυστών και αποπτώσεων χρησιμοποιείται υψηλή μεγέθυνση (30X έως 50X).

Η σχισμοειδή λυχνία έχει δύο τρόπους φωτισμού, τον άμεσο και τον έμμεσο. Ο άμεσος χρησιμοποιείται για να αναδειχθούν μεγάλες ανατομικές δομές και οι παθολογικές τους καταστάσεις. Εδώ ισχύει πάντα ο κοινός άξονας περιστροφής μεταξύ του συστήματος φωτισμού και του συστήματος παρατήρησης. Ο άμεσος περιλαμβάνει τρία είδη: τον παραλληλεπίπεδο φωτισμό, την οπτική τομή και την κατοπτρική ανάκλαση. Ο έμμεσος χρησιμοποιείται για να αναδειχθούν μικρές ανατομικές δομές και οι παθολογικές τους καταστάσεις. Περιλαμβάνει τέσσερα είδη: την σκληρική σκέδαση, τον αντίστροφο φωτισμό, την τεχνική Transillumination και την κωνική δέσμη φωτός.



Εικόνα 6: Σχιμοειδή Λυχνία

(Πηγή: <http://www.midimedical.gr>)

2.1.2. Τοπογράφος – Δίσκος του Placido

Το όργανο αυτό είναι μια επίπεδη, μαύρη, κυκλική πλάκα πάνω στην οποία υπάρχει μια σειρά ομόκεντρων μαύρων κύκλων σε άσπρο φόντο. Είδωλα από τους ομόκεντρους κύκλους παρακολουθούνται από τον οπτομέτρη μετά από την αντανάκλαση τους στον κερατοειδή διαμέσου του θετικού φακού. Έτσι κάθε ανωμαλία του κερατοειδούς εμφανίζεται σαν παραμόρφωση των ομόκεντρων κύκλων. Η εξέταση αυτή προσφέρει τη δυνατότητα λεπτομερούς μελέτης του σχήματος του κερατοειδούς με τη βοήθεια υπολογιστή. Η τοπογραφία είναι πολύ χρήσιμη στη διαδικασία εφαρμογής φακών επαφής και στη διαθλαστική χειρουργική. Ουσιαστικά είναι μία χαρτογράφηση της συνολικής επιφάνειας του κερατοειδούς με χρωματικό κώδικα. Τα θερμά χρώματα (κόκκινα και πορτοκαλί) απεικονίζουν τις πιο κυρτές περιοχές ενώ τα ψυχρά χρώματα (μωβ και μπλε) τις πιο επίπεδες. Στον φυσιολογικό κερατοειδή η κεντρική περιοχή απεικονίζεται πιο κυρτή από την περιφέρεια, λόγω του ασφαιρικού του σχήματος.

Οι έγχρωμες περιοχές συσχετίζονται με διοπτρικές δυνάμεις και έτσι μπορεί να εκτιμηθεί η διοπτρική ισχύς κάθε σημείου του κερατοειδούς. Η τοπογραφία του κερατοειδούς έχει αποδειχθεί ιδιαίτερα χρήσιμη στη διάγνωση και παρακολούθηση της εξέλιξης του κερατόκωνου, στη διαπίστωση παραμόρφωσης του κερατοειδούς από την χρήση φακών επαφής και στη διαπίστωση μετεγχειρητικής παραμόρφωσης

του κερατοειδούς. Τέλος στην προεγχειρητική μελέτη και μετεγχειρητική παρακολούθηση ασθενών υποβαλλομένων σε διαθλαστική χειρουργική.



Εικόνα 7:Τοπογράφος

(Πηγή: <http://www.ofthalmologikokentro.gr>)

2.1.3. Κάμερα βυθού

Ο αμφιβληστροειδής είναι στην ουσία το "φωτογραφικό φιλμ" του οφθαλμού. Οι εικόνες περνάνε μέσα από τον κερατοειδή χιτώνα και το φακό και εστιάζονται στον αμφιβληστροειδή χιτώνα. Αυτός με την σειρά του τις μετατρέπει σε ηλεκτρικά ερεθίσματα, τα οποία οδηγούνται στον εγκέφαλο, ενεργοποιούν το κέντρο της όρασης και προσφέρουν στον άνθρωπο τη δυνατότητα τρισδιάστατης αντίληψης του κόσμου. Η απεικόνιση του αμφιβληστροειδούς, των αγγείων και διαφόρων άλλων δομών (οπτικός δίσκος, ωχρά κηλίδα) που περιέχει, με σκοπό την έγκαιρη διάγνωση τυχόν αλλοιώσεων, πραγματοποιείται με ειδικευμένα όργανα τις λεγόμενες κάμερες βυθού. Με τις κάμερες βυθού πραγματοποιείται άμεση καταγραφή της κατάστασης του αμφιβληστροειδή, γιατί με την συγκεκριμένη εξέταση η κόρη του ματιού χρησιμοποιείται σαν είσοδος αλλά και σαν έξοδος των φωτεινών ακτίνων. Η κάμερα βυθού είναι ένα μικροσκόπιο χαμηλής ισχύος, στο άνω άκρο του οποίου προσαρμόζεται μια κάμερα.

Σήμερα με την εξέλιξη της ψηφιακής τεχνολογίας χρησιμοποιούνται CCD κάμερες, οι οποίες επικοινωνούν με ηλεκτρονικό υπολογιστή στον οποίο στέλνουν τα δεδομένα για απεικόνιση και περαιτέρω επεξεργασία, με χρήση κατάλληλου λογισμικού. Η συσκευή χαρακτηρίζεται από την γωνία σάρωσης, η οποία καθορίζει τη μεγέθυνση που μπορεί να επιτευχθεί. Γωνία σάρωσης 30° δημιουργεί εικόνες με μεγέθυνση της τάξης του 2.5, αντίθετα γωνίες 45° - 140° προκαλούν σμίκρυνση των απεικονιζόμενων δομών. Τα εσωτερικά εξαρτήματα της κάμερας βυθού καθώς και η διαδικασία που γίνεται για να πάρουμε την εικόνα του αμφιβληστροειδή είναι η εξής: Μια λυχνία ακτινοβολεί φως το οποίο κατευθύνεται σε ένα σύνολο οπτικών φίλτρων και στη συνέχεια σε ένα κυκλικό κάτοπτρο. Το κάτοπτρο αντανακλά τις φωτεινές ακτίνες σε μια σειρά φακών, οι οποίοι εστιάζουν την ακτινοβολία σε μια ειδική μάσκα. Η μάσκα αποκόπτει το φως που πέφτει σε έναν κυκλικό δίσκο στην κεντρική της περιοχή και ανακλά το υπόλοιπο σε ένα κυκλικό κάτοπτρο που φέρει μια οπή στο κέντρο του. Το τελευταίο οδηγεί το φως στον αντικειμενικό φακό της κάμερας, από όπου εξέρχεται της συσκευής και εισέρχεται στον οφθαλμό από την κόρη.

Υποθέτοντας ότι το σύστημα φωτισμού είναι κατάλληλα εστιασμένο, η εικόνα του αμφιβληστροειδή μεταδίδεται διαμέσου της κόρης στον κεντρικό μη φωτιζόμενο κυκλικό δίσκο της μάσκας από όπου οδηγείται σε μια σειρά διορθωτικούς φακούς και από εκεί στο φακό της κάμερας.



Εικόνα 8:Κάμερα Βυθού

(Πηγή: <https://www.optykrozmus.pl>)

2.1.4. Οπτική τομογραφία οφθαλμού – OCT

Η οπτική τομογραφία συνοχής - OCT είναι μια πολύ γρήγορη, ανώδυνη , μη επεμβατική απεικονιστική και διαγνωστική εξέταση. Επιτρέπει τη λήψη τομών πολύ υψηλής ανάλυσης σε όλα τα τμήματα του οφθαλμού. Αντίθετα με την αξονική τομογραφία που χρησιμοποιείται για τη λήψη τομών στα άλλα μέρη του σώματος, αυτή η εξέταση δεν χρησιμοποιεί επιβλαβή ακτινοβολία αλλά μια μονοχρωματική δέσμη φωτός. Πρόκειται για μια τεχνολογία που έφερε πραγματική επανάσταση στο χώρο της οφθαλμολογικής διάγνωσης και αποτελεί, στον τομέα αυτό, τη σημαντικότερη ανακάλυψη του αιώνα μας. Ειδικά για τη μελέτη του αμφιβληστροειδούς επιτρέπει την καταγραφή και μέτρηση όλων των στιβάδων του αμφιβληστροειδούς και αποτελεί το σημαντικότερο εργαλείο για την έγκαιρη διάγνωση αλλά και την παρακολούθηση πολλών σημαντικών παθήσεων. Η εξέταση αυτή γίνεται με ειδικά μηχανήματα και διαρκεί περίπου πέντε λεπτά η λήψη των τομογραφιών. Σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να απαιτηθεί η χρήση σταγόνων για να γίνει μυδρίαση. Είναι ανώδυνη και μη επεμβατική σαν να φωτογραφίζεται το μάτι. Επίσης είναι χρήσιμη για την διάγνωση πάρα πολλών παθήσεων του αμφιβληστροειδούς και την ωχράς κηλίδας. Τέλος ,η οπτική τομογραφία συνοχής συμβάλλει σημαντικά και στη μελέτη του πρόσθιου τμήματος του οφθαλμού , του κερατοειδή χιτώνα, της γωνίας πρόσθιου θαλάμου και πολλών άλλων δομών.



Εικόνα 9:Οπτικός Τομογράφος

(Πηγή: <http://ophthalmiatros-koutsogianni.gr>)

2.1.5. Τονόμετρο

Τονομέτρηση είναι η τεχνική μέτρησης της ενδοφθάλμιας πίεσης. Υπάρχουν δύο τύποι: α) τονόμετρο επιπέδωσης και β) τονόμετρο αέρος.

α)Το τονόμετρο αυτό χρησιμοποιεί μία σχισμοειδή λυχνία για να φωτίσει το μάτι και για να κάνει ορατή την απλανητική (χωρίς δηλαδή σφάλμα σφαιρικότητας) περιοχή του κερατοειδούς. Ο μοχλός ελέγχου της σχισμοειδής λυχνίας χρησιμοποιείται για να φέρει την κεφαλή του τονόμετρου σε απαλή επαφή με το μάτι. Πριν από αυτό βέβαια κάνουμε αναισθησία και χρώση των δακρύων με φλουορεσκεΐνη και μετά τοποθετούμε την κεφαλή του τονόμετρου σε επαφή με τον κερατοειδή. Με στροφή του κοχλία του μικρομετρικού τυμπάνου, η πίεση του ματιού αυξάνεται ώσπου να δημιουργηθούν δύο ομοιόμορφα παλλόμενα ημικύκλια φλουορεσκεΐνης, σημείο ότι ο κερατοειδής εμφανίζει ομοιόμορφη επιπέδωση στο σημείο επαφής. Με παρατήρηση στη λυχνία ο εξεταστής φέρνει σε επαφή με περιστροφή τυμπάνου μετρήσεως τα εσωτερικά άκρα των δύο ημικυκλίων φλουορεσκεΐνη και διαβάζει απευθείας την ενδοφθάλμια πίεση σε mmHg.



Εικόνα 10: Τονόμετρο επιπεδώσεως

(Πηγή: <http://www.angelusmedical.com>)

β) Το τονόμετρο αέρος έχει μηχανισμό που κάνει αυτόματη εστίαση στα κέντρα των οφθαλμών με αποτέλεσμα να παίρνουμε γρήγορες μετρήσεις. Με το πάτημα ενός πλήκτρου το μηχάνημα αυτόματα ευθυγραμμίζει, εστιάζει και μετράει και τα δύο μάτια. Κατά την διάρκεια της εξέτασης απαλή ροή δέσμης αέρα έρχεται σε επαφή με τον ασθενή. Η ροή αυτή ρυθμίζεται αυτόματα μετά την πρώτη μέτρηση εάν χρειαστεί. Το μηχάνημα αυτό διαθέτει αισθητήρα ασφαλείας για την αποφυγή οποιασδήποτε επαφής μεταξύ του μηχανήματος και του εξεταζόμενου καθώς και ειδικό λογισμικό για να εισάγετε τις τιμές του πάχους του κερατοειδή του εξεταζόμενου, ώστε να λάβετε ακριβή στοιχεία μέτρησης της πίεσης του οφθαλμού. Το μενού είναι εύχρηστο σχεδιασμένο με εικονίδια και περιλαμβάνει μηχανικά ρυθμιζόμενο υποσιγώνιο.



Εικόνα 11: Τονόμετρο αέρος

(Πηγή: <http://www.ommalite.gr>)

2.1.6. Σκιασκόπιο

Η σκιασκοπία είναι μια απλή και αρκετά ακριβής μέθοδος αντικειμενικής διάθλασης. Ιδιαίτερα χρήσιμη και πρακτική μπορεί να φανεί σε περιπτώσεις όπου η εξέταση γίνεται σε βρέφη, μικρά παιδιά, πνευματικά καθυστερημένα άτομα, αναλφάβητους, και μη συνεργαζόμενους ασθενείς. Ο σκοπός της σκιασκοπίας είναι να διαπιστωθεί το είδος και το μέγεθος της αμετρωπίας του εξεταζόμενου. Η αρχή λειτουργίας βασίζεται στην πολύ απλή αρχή της αντίστροφης πορείας του φωτός. Μέσω του σκιασκοπίου ο εξεταστής στέλνει μια δέσμη φωτός στο βυθό του εξεταζόμενου οφθαλμού. Μετακινώντας, ή δίνοντας ελαφρά κλίση δεξιά – αριστερά και πάνω – κάτω, το σκιασκόπιο, και άρα την εισερχόμενη δέσμη κατά συγκεκριμένη φορά, ο εξεταστής παρατηρεί την ανακλώμενη από τον βυθό δέσμη, και συγκεκριμένα τη φορά με την οποία μετακινείται η ανάκλαση, σε σχέση με την φορά που κινεί το όργανο. Ανάλογα με την αντίδραση της ανακλώμενης δέσμης στις κινήσεις του, ο εξεταστής διερεύνα το διαθλαστικό σφάλμα του οφθαλμού και είναι σε θέση να διαπιστώσει το είδος και το μέγεθος της αμετρωπίας του εξεταζόμενου. Τα σκιασκόπια διαχωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τα τύπου ταινίας (streak) και τα τύπου δίσκου (spot). Η διαφορά τους έγκειται στα χαρακτηριστικά της φωτεινής δέσμης που χρησιμοποιούν και συνεπαγόμενα στην τελική μορφή της αντανάκλασης. Τα πρώτα διαθέτουν λαμπτήρα με ταινιοειδές νήμα και ο εξεταστής θα παρατηρήσει ανάκλαση με μορφή ταινίας (γραμμής). Ενώ τα δεύτερα διαθέτουν λαμπτήρα με πιο σημειακή πηγή και ο εξεταστής θα παρατηρήσει ανάκλαση με τη μορφή δίσκου (κύκλου).

Το σκιασκόπιο είναι απλό όργανο και η απόσταση εργασίας είναι περίπου εξήντα εκατοστά (όσο το μήκος ενός μέσου ανθρώπινου χεριού) που διοπτρικά αντιστοιχεί σε 1.50 dpt. Στη λαβή του υπάρχει η μπαταρία που παρέχει ισχύ στο λαμπτήρα, ενώ στο κυρίως σώμα βρίσκεται ο λαμπτήρας. Ο λαμπτήρας είναι προσαρμοσμένος σε βάση που μπορεί να μετακινείται πάνω- κάτω και ταυτόχρονα να περιστρέφεται. Ο εξεταστής απλά κρατά το σκιασκόπιο από την λαβή και με τον αντίχειρα χειρίζεται τη θέση και τη στροφή του λαμπτήρα. Πιο πάνω υπάρχει ένα κάτοπτρο, το οποίο στρέφει τη δέσμη φωτός έξω από το όργανο προς τον οφθαλμό του εξεταζόμενου και στη μέση διαθέτει μια οπή έτσι ώστε ο εξεταστής να μπορεί να βλέπει μέσα από αυτή. Από την άλλη πλευρά του εξεταστή υπάρχει άλλο ένα διάφραγμα, συνήθως δύο διαμέτρων.

Κατά την σκιασκοπία, ο εξεταστής προσπαθεί να κάνει οπτικά συζυγή το βυθό του εξεταζόμενου με το βυθό του δικού του οφθαλμού. Για το σκοπό αυτό φωτίζοντας με το φως του σκιασκοπίου το βυθό του εξεταζόμενου, παρατηρεί την ανάκλαση του φωτός αυτού, εναλλάσσοντας φακούς μπροστά από τον εξεταζόμενο οφθαλμό μέχρι να επιτευχθεί η οπτική συζυγία. Αυτό είναι το ουδέτερο σημείο της εξέτασης. Η διαδικασία εύρεσης του ουδέτερου σημείου λέγεται και εξουδετέρωση. Για να καταλήξει στο είδος της αμετρωπίας ο εξεταστής πρέπει να ερμηνεύσει το εύρος της αντανάκλασης, τη φωτεινότητα της αντανάκλασης, την ταχύτητα της κίνησης της αντανάκλασης καθώς κινεί το σκιασκόπιο και τη φορά της κίνησης της αντανάκλασης σε σχέση με την κίνηση του σκιασκοπίου. Ενώ ο εξεταστής εκτιμά την κίνηση ταυτόχρονα αλλάζει φακούς μπροστά από τους οφθαλμούς του εξεταζόμενου είτε με το φορόπτερο είτε με ράβδους φακών. Στόχος των εναλλαγών να μετασχηματίσει την πορεία της δέσμης με τον κατάλληλο φακό. Ο εξεταστής θα έχει βρει το ουδέτερο

σημείο όταν θα έχει αποκτήσει την μέγιστη φωτεινότητα, καλύπτει πλέον όλο το κορικό πεδίο η αντανάκλαση και η αντίληψη του εξεταστή είναι ότι η αντανάκλαση δεν κινείται, επειδή έχει γεμίσει όλο το κορικό πεδίο δηλαδή η ταχύτητα της αντανάκλασης έχει γίνει άπειρη.



Εικόνα 12:Σκιασκόπιο

(Πηγή: <http://apostolos.giakoumelos.gr>)

2.1.7.Αυτόματα Διαθλασίμετρα

Η σύγχρονη ηλεκτρονική τεχνολογία και η επιστήμη των υπολογιστών επέτρεψε την κατασκευή μηχανημάτων αυτόματης μέτρησης των διαθλαστικών ανωμαλιών. Η ευρεία διάδοση αυτών των μηχανημάτων οφείλεται στην απλούστατη χρήση τους, που μπορεί να γίνει ακόμα και από ένα σχετικά άπειρο τεχνικό και στη συντόμευση του χρόνου της εξέτασης που αντισταθμίζει το σημαντικό κόστος αγοράς τους. Μολονότι η βοήθεια που προσφέρουν στην αντικειμενική διάθλαση είναι αναμφισβήτητα σημαντική, οι δυνατότητες τους συχνά υπερτονίζονται. Έτσι η κατανόηση των δυνατοτήτων τους και η γνώση των περιορισμών τους είναι απαραίτητες προϋποθέσεις για τη σωστή χρήση τους. Συνοπτικά αναφέρουμε ότι:

α) Η ακρίβεια των αυτόματων διαθλασίμετρων είναι μεγάλη και φθάνει αυτήν της σκιασκοπίας. Ωστόσο, σε καμία περίπτωση τα αποτελέσματά τους δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται για την απευθείας συνταγογράφηση γυαλιών χωρίς υποκειμενική επιβεβαίωση και τελική λεπτή ρύθμιση του σφαιρώματος και του κυλίνδρου.

β) Μολονότι διαθέτουν ενσωματωμένα οπτικά συστήματα που δημιουργούν τεχνητές συνθήκες μακρινής όρασης, πλήρης χαλάρωση της προσαρμογής συχνά δεν επιτυγχάνεται. Το οποίο έχει σαν αποτέλεσμα υπερδιόρθωση της μυωπίας ή υποδιόρθωση της υπερμετρωπίας (ιδίως σε νέα άτομα).

γ) Η χρήση τους σε παιδιά μπορεί να δώσει τελείως λανθασμένα αποτελέσματα αν δεν γίνει κυκλοπληγία.

δ) Στα βρέφη και τα μη συνεργαζόμενα μικρά παιδιά η χρήση τους είναι πρακτικά αδύνατη και είναι απαραίτητη η εκτέλεση σκιασκοπίας.

ε) Η εύκολη λύση του αυτόματου διαθλασίμετρου δεν θα πρέπει να απομακρύνει τους νέους οφθαλμιάτρους από την εκμάθηση συμβατικών τεχνικών διάθλασης για τι έτσι θα στερηθούν τις σημαντικές δυνατότητες που προσφέρουν αυτές οι τεχνικές. Το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα εξασφαλίζεται από την συνδυασμένη χρήση των διαθέσιμων τεχνικών και την επιλογή της καταλληλότερης για κάθε περίπτωση.



Εικόνα 13: Αυτόματο Διαθλασίμετρο

(Πηγή: <http://www.ommalite.gr>)

2.1.8. Οφθαλμόμετρο (Javal)

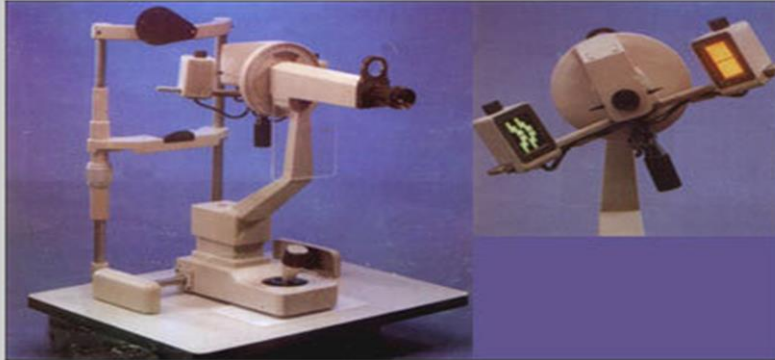
Το οφθαλμόμετρο μπορεί να χρησιμοποιηθεί με δύο τρόπους: α) για την απευθείας μέτρηση του κερατοειδικού αστιγματισμού και β) για τη μέτρηση των ακτίνων καμπυλότητας του κερατοειδούς.

α) Για την μέτρηση του αστιγματισμού με το οφθαλμόμετρο του Javal ακολουθούμε την εξής διαδικασία:

Αφού πρώτα ο χειριστής ρυθμίσει τον προσοφθάλμιο φακό του οργάνου, θα πρέπει να χρησιμοποιήσει τις δυο ακίδες που βρίσκονται εκατέρωθεν από το κεντρικό σώμα του οργάνου, για να το φέρει σχεδόν στο ίδιο ύψος με το κέντρο του κερατοειδή του εξεταζόμενου. Στην συνέχεια τοποθετεί το κερατόμετρο απέναντι από τον προς μέτρηση κερατοειδή και εστιάζει το όργανο, κοιτώντας μέσα από τον προσοφθάλμιο, μέχρι τα δύο είδωλα των στόχων να γίνουν ευκρινή. Εφόσον εστιάσουμε τα ανακλώμενα από τον κερατοειδή είδωλα του οργάνου, τα φέρνουμε σε επαφή και περιστρέφοντας το όργανο ευθυγραμμίζουμε τις δύο μαύρες γραμμές που έχουν στο μέσο τους. Η θέση στην οποία οι δύο γραμμές ευθυγραμμίζονται αντιστοιχεί στον ένα κύριο άξονα του αστιγματισμού. Αφού βεβαιωθούμε ότι τα είδωλα είναι ακριβώς σε επαφή και δεν επιπτεύει το ένα το άλλο, περιστρέφουμε το όργανο κατά 90° . Αν τα είδωλα παραμένουν σε επαφή δεν υπάρχει κερατοειδικός αστιγματισμός. Αν επιπτεύσει το ένα το άλλο ή αν απομακρυνθούν μεταξύ τους υπάρχει αστιγματισμός. Στην περίπτωση που στη δεύτερη θέση παρατηρείται απομάκρυνση των ειδώλων, τα φέρνουμε ξανά σε επαφή στη θέση αυτή και περιστρέφουμε το όργανο αντίστροφα κατά 90° ώστε να γυρίσει στην αρχική του θέση. Στη θέση αυτή τα είδωλα θα επιπτεύσουν. Το ένα από τα δύο είδωλα του οφθαλμόμετρου έχει μορφή κλίμακας. Ο αριθμός των σκαλοπατιών της κλίμακας που καλύπτονται στην θέση εφίπτευσης ισούται με το βαθμό του κερατοειδικού αστιγματισμού (σε D). Την σωστή τοποθέτηση του άξονα του διορθωτικού κυλίνδρου αρκεί να θυμάται κανείς ότι ο άξονας του θετικού κυλίνδρου τοποθετείται στη θέση όπου παρατηρήθηκε εφίπτευση των ειδώλων και ο άξονας του αρνητικού στον κάθετο προς αυτόν. Όταν τα είδωλα επιπτεύουν στον κάθετο άξονα, ο αστιγματισμός είναι σύμφωνος με τον κανόνα. Ενώ όταν τα είδωλα επιπτεύουν στον οριζόντιο άξονα, ο αστιγματισμός είναι παρά τον κανόνα.

β) Για την μέτρηση των ακτίνων καμπυλότητας του κερατοειδούς με το οφθαλμόμετρο του Javal ακολουθείται η εξής διαδικασία:

Φέρνουμε τα είδωλα σε επαφή και ευθυγραμμίζουμε τις δύο μαύρες γραμμές. Η θέση αυτή αντιστοιχεί στον ένα κύριο άξονα. Η ακτίνα καμπυλότητας (σε mm) , ή η διαθλαστική δύναμη σε (σε D) αυτού του άξονα διαβάζονται απευθείας στις αντίστοιχες κλίμακες του οργάνου. Στη συνέχεια, στρέφουμε το όργανο κατά 90° και με την ίδια διαδικασία μετράμε και τον δεύτερο κύριο άξονα. Ο κερατοειδικός αστιγματισμός ισούται με τη διαφορά των διαθλαστικών δυνάμεων των δύο κύριων αξόνων.



Εικόνα 14: Οφθαλμόμετρο (Javal)

(Πηγή: <http://img.tradeindia.com>)

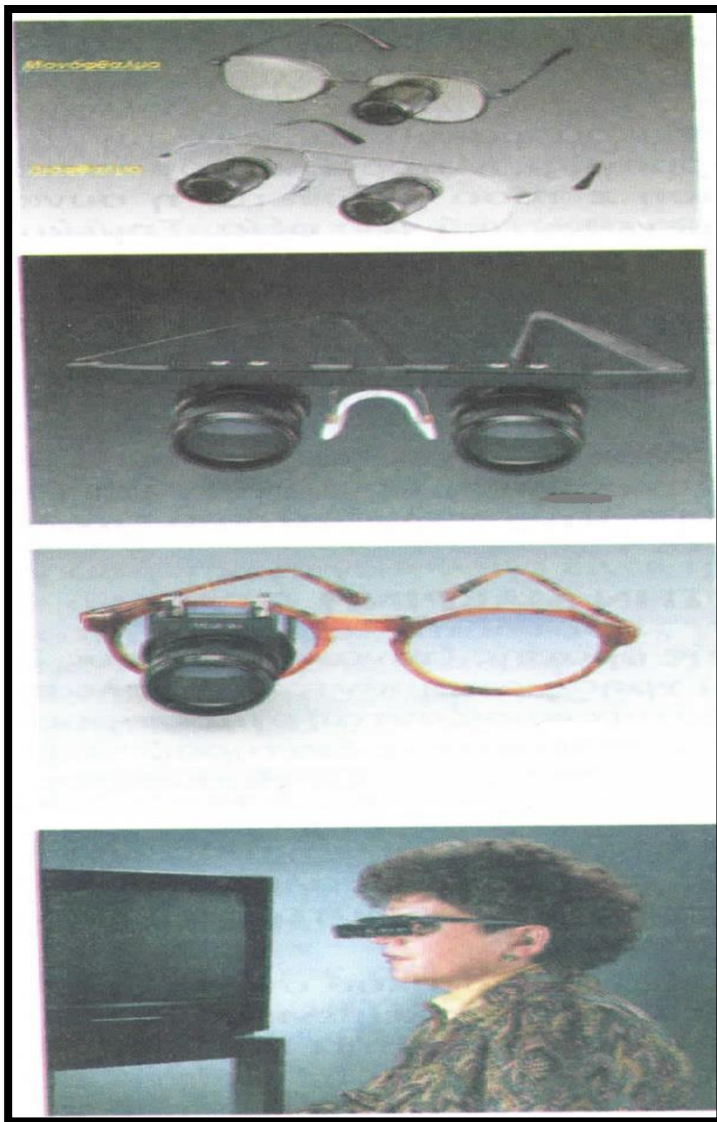
2.2. Βοηθήματα Χαμηλής όρασης

Τα βοηθήματα χαμηλής όρασης είναι τα " όπλα " μας για την αποκατάσταση της όρασης σε ικανοποιητικά επίπεδα τις περισσότερες φορές και την βελτίωση της ποιότητας ζωής του ασθενούς. Τα βοηθήματα τα ταξινομούμε σε μη οπτικά και σε οπτικά. Στα μη οπτικά ανήκουν αντικείμενα καθημερινής χρήσης σε μέγεθος μεγαλύτερο των κανονικών προκειμένου να είναι πιο εύκολη η διάκριση των χαρακτηριστικών τους. Στα οπτικά ανήκουν όλα εκείνα τα βοηθήματα που αφορούν άμεσα την ειδικότητα του οπτικού- οπτομέτρη και τα πιο χαρακτηριστικά είναι οι μεγεθυντικοί φακοί, τα τηλεσκοπικά συστήματα, τα μεγεθυντικά γυαλιά, τα ηλεκτρονικά συστήματα μεγέθυνσης και οι απορροφητικοί φακοί.

2.2.1. Τηλεσκοπικά συστήματα

Το τηλεσκόπιο είναι το μόνο οπτικό όργανο που βελτιώνει την ευκρίνεια ενός μακρινού αντικειμένου, μεγεθύνοντας την εικόνα του και ουσιαστικά φέρνοντας το αντικείμενο κοντύτερα. Υπάρχουν δύο τύποι τηλεσκοπικών συστημάτων για τη χαμηλή όραση όπου το ένα είναι το τηλεσκόπιο του Γαλιλαίου και το άλλο το αστρονομικό (του Kepler ή πρισματικό). Το τηλεσκόπιο του Γαλιλαίου είναι σύστημα θετικού αντικειμενικού φακού και αρνητικού προσοφθάλμιου φακού το οποίο δίνει πραγματικό, ορθό είδωλο ενώ το αστρονομικό τηλεσκόπιο είναι συνδυασμός θετικών φακών μεταξύ των οποίων παρεμβάλλεται ένα σύστημα πρισμάτων το οποίο κάνει ανόρθωση του ανεστραμμένου ειδώλου. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά τους είναι ότι του Γαλιλαίου δίνει μεγέθυνση $\times 2$ έως $\times 4$, έχει μικρό εύρος αποστάσεων και σαν

μηχανήματα είναι μικρά και ελαφριά. Ενώ το αστρονομικό δίνει μεγέθυνση $\times 2$ έως $\times 16$, έχει μεγάλο εύρος αποστάσεων και είναι ογκώδη και βαριά. Τα τηλεσκόπια διακρίνονται σε μονόφθαλμα ή διόφθαλμα, χειρός ή προσαρμοσμένα σε σκελετό. Είναι τα μόνα οπτικά συστήματα που δίνουν μεγέθυνση για μακριά αλλά έχουν μειωμένο οπτικό πεδίο, προκαλούν δακτυλιοειδές σκότωμα όταν φέρονται στο άνω τμήμα του σκελετού, είναι δύσκολο οι ασθενείς να εντοπίσουν γρήγορα τα αντικείμενα, απαιτούν ιδιαίτερη εκπαίδευση και δεν αποδίδουν σε ασθενείς με στένωση των οπτικών πεδίων.



Εικόνα 15: Σύγχρονες μορφές τηλεσκοπίων

(Πηγή: Βιβλίο Εγχειρίδιο για τη χαμηλή όραση, Εκδόσεις Έλλην)

Τα τηλεσκόπια όμως χρησιμοποιούνται και για ενδιάμεση και κοντινή απόσταση. Πρόκειται για τηλεσκόπια απόστασης όπου η προσθήκη επιπλέον διοπτριών είτε στον προσοφθάλμιο είτε στον αντικειμενικό φακό να επιτρέπει να χρησιμοποιηθούν για ενδιάμεση ή κοντινή. Επιτυγχάνουν καλύτερα προσαρμοσμένη απόσταση εργασίας και βοηθούν περισσότερο από τα γυαλιά σε ορισμένες δραστηριότητες

αλλά έχουν μειωμένο οπτικό πεδίο και απαιτείται ειδική εκπαίδευση των ασθενών. Κάποιοι νέοι τύποι παρ' όλα αυτά έχουν δώσει ικανοποιητικά αποτελέσματα και από άποψης εύρους οπτικού πεδίου. Συνήθως τα μικροτηλεσκόπια εφαρμόζονται σε σκελετούς ώστε να μπορούν, λόγω του βάρους τους, να συγκρατώνται σταθερά. Υπάρχουν μικροτηλεσκόπια δίοφθαλμα (όπως του Γαλιλαίου) όσο και μονόφθαλμα.

2.2.2. Μεγεθυντικοί φακοί

Τους μεγεθυντικούς φακούς του ταξινομούμε σε μεγεθυντικούς φακούς χειρός και σε σταθερούς μεγεθυντικούς φακούς.

A) Οι μεγεθυντικοί φακοί χειρός είναι στην πραγματικότητα σφαιρικοί, ασφαιρικοί ή σύνθετοι θετικοί φακοί δύναμης από +2.00 ως και +80.00 διοπτρίες με μία πλαστική ή νικέλινη χειρολαβή στην άκρη τους. Ορισμένοι έχουν και ενσωματωμένο φωτισμό, μεταφέρονται εύκολα, έχουν χαμηλό κόστος και υπάρχει μεγάλη ποικιλία. Η διάμετρος των φακών ποικίλλει ανάλογα με την δύναμη των φακών και γίνεται μικρότερο όσο η ισχύς του φακού ανεβαίνει. Η πραγματική εικόνα που σχηματίζουν φαίνεται να προέρχεται από το άπειρο (απόκλιση μηδέν) αν το αντικείμενο βρίσκεται στο εστιακό επίπεδο του φακού. Έτσι ούτε προσαρμογή απαιτείται και επιτυγχάνεται η μέγιστη μεγέθυνση.

Η απόσταση οφθαλμού – φακού είναι ανεξάρτητη από την ισχύ του φακού, αρκεί ο φακός να βρίσκεται στην εστιακή του απόσταση από το αντικείμενο. Η θέση όμως του οφθαλμού επηρεάζει το πεδίο διαβάσματος, δηλαδή όσο πιο μακριά βρίσκεται ο οφθαλμός από το φακό, τόσο μικρότερο είναι το οπτικό πεδίο. Ενώ όσο πιο κοντά βρίσκεται ο φακός στη σελίδα διαβάσματος (δηλαδή λιγότερο από την εστιακή του απόσταση) τόσο μικρότερη είναι η μεγέθυνση. Τα πλεονεκτήματα των μεγεθυντικών φακών χειρός είναι ότι έχουν μεγαλύτερο εύρος εργασίας (η απόσταση οφθαλμού-φακού είναι μεγαλύτερη από εκείνη των γυαλιών και μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με την επιθυμία του ασθενούς), είναι πιο εύχρηστοι από ασθενείς που βλέπουν έκκεντρα, είναι χρήσιμοι για εργασίες βραχείας διάρκειας και αποτελούν συμβατικό και οικείο βοήθημα. Επιπλέον μπορούν να χρησιμοποιηθούν παράλληλα με γυαλιά ή χωρίς γυαλιά και είναι η πρώτη επιλογή σε ασθενείς που έχουν δυσχέρεια στη χρήση μεγέθυνσης.

Τα μειονεκτήματα των μεγεθυντικών φακών χειρός είναι ότι έχουν μικρότερο πεδίο από το αντίστοιχο των γυαλιών, γίνεται χρήση και των δύο χεριών και ελαττώνουν την ταχύτητα διαβάσματος. Επίσης χρησιμοποιούνται δύσκολα αν ο ασθενής παρουσιάζει τρόμο και πρέπει να βρίσκονται στην σωστή εστιακή απόσταση για την επίτευξη της μέγιστης ισχύος.



Εικόνα 16:Μεγεθυντικοί φακοί χειρός

(Πηγή: Βιβλίο Εγχειρίδιο για τη χαμηλή όραση, Εκδόσεις Έλλην)

Β) Οι σταθεροί μεγεθυντικοί φακοί είναι μεγεθυντικοί φακοί με σταθερό στήριγμα και διακρίνονται σε φακούς σε απόσταση από τον οφθαλμό και σε φακούς κοντά στον οφθαλμό.

α) Το κύριο πλεονέκτημα των φακών σε απόσταση είναι ότι ο εργασιακός χώρος τηρείται ακούραστα. Απαιτούν όμως την χρήση της προσαρμογής ή κάποιων πρεσβυωπικών γυαλιών η ισχύς των οποίων μπορεί να μεταβάλλεται ανάλογα με την απόσταση φακού – ματιού που τηρεί κάθε φορά ο ασθενής. Επιπλέον πολλοί από αυτούς είναι αρκετά ογκώδεις και λίγο βαριοί. Διατίθενται σε φωτιζόμενους (με δική τους λυχνία) και απλούς μη φωτιζόμενους, καθώς και σε πολλές μορφές και σχέδια. Τα πλεονεκτήματα τους συνίστανται στο ότι έχουν καθορισμένη εστία και στήριγμα, η απόσταση διαβάσματος είναι σχετικά φυσιολογική, είναι χρήσιμοι για εργασίες βραχείας διάρκειας και για ανθρώπους που δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν μεγεθυντικό φακό χείρως και έχουν στένωση των οπτικών πεδίων. Τα μειονεκτήματα τους είναι αρχικά ότι έχουν μειωμένο οπτικό πεδίο, η θέση του ασθενή κουράζει, υπάρχει φακική εκτροπή αν ο ασθενής βλέπει λοξά και δεν διατίθενται πέραν των 20 D. Τέλος κυκλοφορούν οι φακοί paperweight οι οποίοι τοποθετούνται πάνω στο κείμενο και έχουν ως σκοπό να βοηθούν παιδιά με περιφερική στένωση του οπτικού τους πεδίου όπως και οι φακοί Fresnel.



Εικόνα 17: Σταθεροί μεγεθυντικοί φακοί με απόσταση από τον οφθαλμό

(Πηγή: <http://img-fotki.yandex.ru>)

β) Οι φακοί με στήριγμα κοντά στον οφθαλμό έχουν μεγαλύτερη διοπτρική ισχύ και προορίζονται για ασθενείς που δεν ανέχονται τη μεγάλη απόσταση διαβάσματος. Διακρίνονται σε εκείνους που έχουν μεταβλητή εστιακή απόσταση και σε εκείνους που έχουν σταθερή εστιακή απόσταση. Τα πλεονεκτήματα τους συνίστανται στο ότι δεν χρειάζεται προσαρμογή και είναι χρήσιμοι σε ασθενείς που απέρριψαν τους μεγεθυντικούς φακούς και τα γυαλιά επειδή είχαν δυσκολία στη διατήρηση της εστιακής απόστασης. Ενώ τα μειονεκτήματα τους είναι η σωματική κόπωση κατά το σκύψιμο και το μειωμένο οπτικό πεδίο τους.



Εικόνα 18: Σταθεροί μεγεθυντικοί φακοί κοντά στα μάτια

(Πηγή: <http://images.quebarato.com.br>)

2.2.3. Μεγεθυντικά γυαλιά

Το γυαλί χαμηλής όρασης είναι ένας συγκλίνων φακός για διάβασμα προσαρτημένος σε πλήρη ή μισό σκελετό ή σαν λούπια, που μπορεί να είναι μονόφθαλμος ή διόφθαλμος. Οπτικά ο συγκλίνων φακός είναι ένα απλό συγκλίνον σύστημα το οποίο μετατρέπει την αποκλίνουσα δέσμη των κοντινών αντικειμένων σε παράλληλη, με μεγέθυνση της αμφιβληστροειδικής εικόνας και χωρίς να απαιτείται προσπάθεια προσαρμογής. Τα μονόφθαλμα βοηθήματα μπορεί να είναι συγκλίνοντα σφαιρώματα, ασφαιρικά σφαιρώματα, ασφαιρικά φακοειδή, ασφαιρικά ζεύγη (σύστημα δύο ασφαιρικών φακών ο ένας μπροστά στον άλλον), διπλοεστιακά και λούπες. Τα διόφθαλμα βοηθήματα είναι πρισματικά γυαλιά με τη βάση προς τα μέσα ή συμβατικά διπλοεστιακά γυαλιά με έκκεντρη προσθήκη των επί πλέον διοπτριών (περιθλαστικοί φακοί).

Τα πλεονεκτήματα των γυαλιών συνίστανται στο ότι οι ασθενείς δέχονται περισσότερο ψυχολογικά την χρήση γυαλιών, έχουν ελεύθερα και τα δύο τους χέρια (ιδιαίτερα όταν συνυπάρχει τρόμος χεριών), το οπτικό πεδίο είναι σχετικά ευρύ και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για παρατεταμένο διάβασμα. Τα μειονεκτήματά τους είναι ότι η απόσταση του διαβάσματος είναι σταθερή συνάρτηση της ισχύος του φακού, έχουν σταθερό οπτικό κέντρο (μειονέκτημα για ασθενείς που έχουν έκκεντρες περιοχές όρασης) και το γράψιμο είναι δύσκολο όταν ο φακός έχει ισχύ πέραν των 10 διοπτριών. Επίσης η μεγάλης ισχύος φακοί ελαττώνουν το οπτικό πεδίο και την ταχύτητα διαβάσματος και η μικρή απόσταση διαβάσματος αποκλείει την δυνατότητα φωτισμού.



Εικόνα 19:Μεγεθυντικά γυαλιά

(Πηγή: <http://img-fotki.yandex.ru>)

2.2.4. Ηλεκτρονικά συστήματα μεγέθυνσης

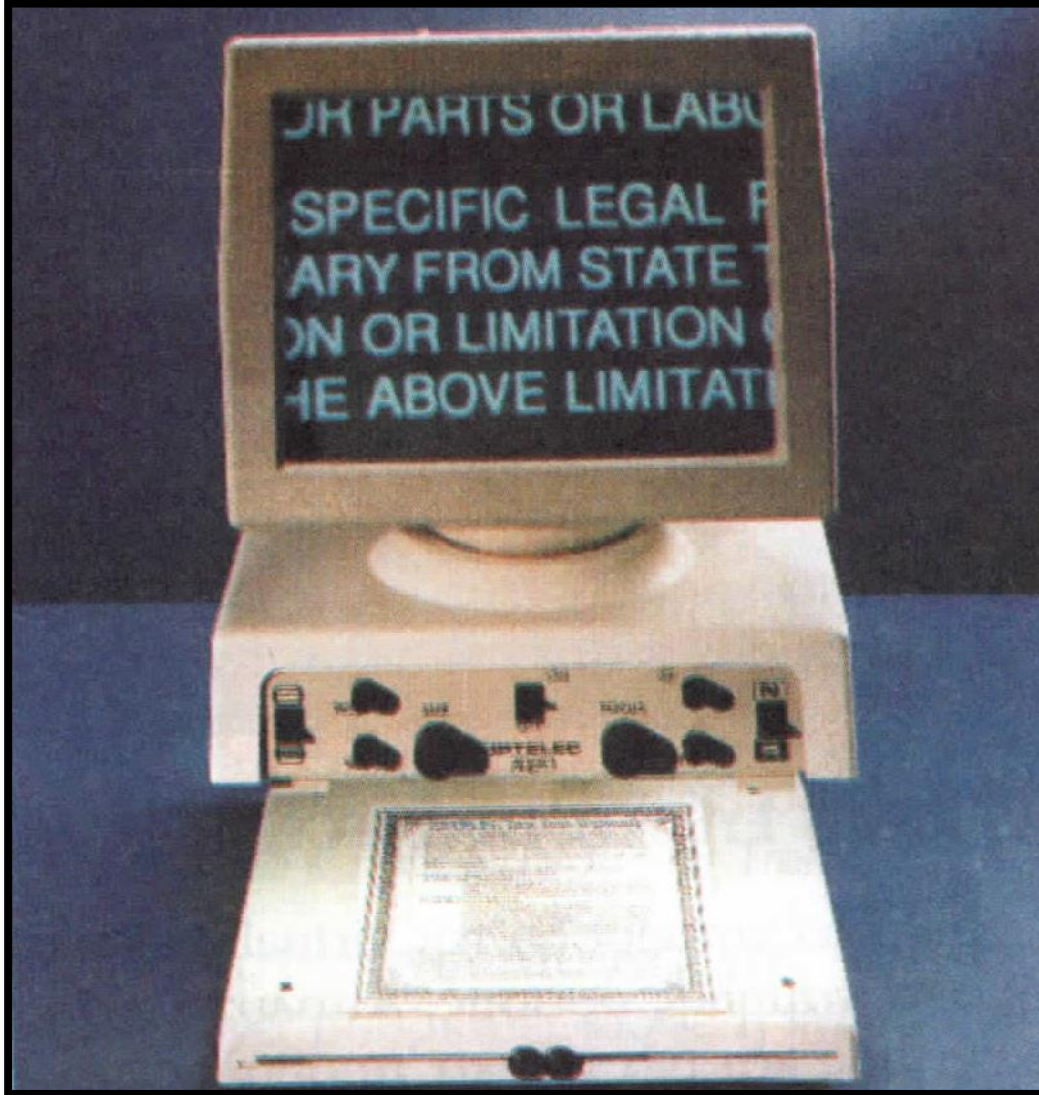
Τα οπτικά συστήματα, ανεξάρτητα από την ποιότητα τους είναι αδύνατον πρακτικά να μας δώσουν χρήσιμη μεγέθυνση πέραν των 20× και η αύξηση στην μεγέθυνση συνήθως αποβαίνει εις βάρος του χώρου εργασίας. Έτσι σε περιπτώσεις που απαιτείται ευρύς χώρος εργασίας σε συνδυασμό με μεγάλες μεγεθύνσεις, χρησιμοποιούνται συστήματα ηλεκτρονικής μεγέθυνσης. Οι συσκευές αυτές έχουν δυνατότητα μεγέθυνσης έως 70× αν και συνήθως χρησιμοποιούνται στο φάσμα των μεγεθύνσεων που παράγονται και από οπτικά συστήματα. Οι μεγεθυντές οθόνης κατά βάση αποτελούνται από μία οθόνη, μία κάμερα και μία πλατφόρμα Χ-Ψ στην οποία τοποθετούνται τα προς μεγέθυνση αντικείμενα (κυρίως έντυπο υλικό). Ο χρήστης της συσκευής κινεί την πλατφόρμα κάθετα (μπρος- πίσω) ή οριζόντια (δεξιά-αριστερά) για να κινήσει το κείμενο στην οθόνη ανάλογα.

Τα πλεονεκτήματα των μεγεθυντών οθόνης είναι ότι προσφέρουν στον χρήστη μεγάλο εύρος πεδίου και σε μεγάλες μεγεθύνσεις. Επίσης οι πολλαπλές ρυθμίσεις παραμέτρων ως προς την εμφάνιση της εικόνας επιτρέπουν μεγάλο εύρος μεγεθύνσεων και ευρύ χώρο εργασίας. Όσο αφορά τώρα τα μειονεκτήματα τους είναι η ακριβή τιμή τους και ότι δεν είναι εύκολα φορητές συσκευές. Σίγουρα όμως τα νέα και φθηνότερα είδη με τις μίνι κάμερες αποτελούν μια πολύ ικανοποιητική εναλλακτική αν και δεν διαθέτουν απόλυτα την ποιότητα εικόνας που προσφέρουν τα συμβατικά C.C.T.V. Επιπλέον οι πολλοί διακόπτες και οι πολλαπλές ρυθμίσεις εικόνας μπορεί να κάνουν την προσαρμογή των ηλικιωμένων χρηστών δύσκολη διότι δεν είναι συνηθισμένοι σε προϊόντα υψηλής τεχνολογίας κάτι που τους νεότερους δεν θα τους προβλημάτιζε.

Οι συνηθέστερα χρησιμοποιούμενοι μεγεθυντές οθόνης είναι:

- α) Κλειστό κύκλωμα τηλεόρασης (Close circuit television systems, c.c.t.v.)

Οι σύγχρονες αυτές συσκευές έχουν το πλεονέκτημα του να παρέχουν μεγέθυνση στον χρήστη μέχρι και 70× και μπορούν να είναι ασπρόμαυρες ή έγχρωμες. Όμως δεν έχουν την δυνατότητα μερικές από αυτές να εφαρμοστούν σε μικρό – κομπιούτερ και έτσι να μεταφέρονται πιο εύκολα ενώ το βασικό τους μειονέκτημα είναι το υψηλό κόστος τους.



Εικόνα 20:Μεγεθυντής Οθόνης(CCTV)

(Πηγή: Βιβλίο Εγχειρίδιο για τη χαμηλή όραση, Εκδόσεις Έλλην)

β) Συστήματα υποστηριζόμενα από τον χρήστη ηλεκτρονικών υπολογιστών

Τα συστήματα αυτά έχουν ειδικά προγράμματα που τοποθετούνται στον προσωπικό υπολογιστή του χρήστη με χαμηλή όραση και έχουν την δυνατότητα να μεγεθύνουν τα γράμματα μέχρι και 25×.



Εικόνα 21: Σύστημα μεγεθυντικού φακού υποστηριζόμενο από ηλεκτρονικό υπολογιστή

(Πηγή: <http://www.sparshproducts.com>)

γ) Συσκευές που μετατρέπουν τον γραπτό λόγο σε προφορικό (synthesized speech)

Η χρήση των συσκευών αυτών απευθύνεται σε άτομα με πολύ σοβαρή απώλεια όρασης.

δ) Μεγεθυντές με minicamera

Οι μεγεθυντές αυτοί έχουν το μέγεθος ενός computer mouse και μπορούν να συνδεθούν με την τηλεόραση του χρήστη οπότε δεν χρειάζονται δικό τους monitor. Ο χρήστης απλά κινεί το mouse πάνω από το κείμενο που επιθυμεί να διαβάσει και αυτό εμφανίζεται μεγεθυμένο ως και 40× στην οθόνη της τηλεοπτικής του συσκευής.

ε) Μεγεθυντής Horizon της Mentor

Το μηχάνημα αυτό μοιάζει με έναν προσωπικό υπολογιστή στην λειτουργία του και δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να διαβάσει κείμενο το οποίο κινείται με την χρήση μιας trackball. Επίσης παρουσιάζεται στην οθόνη ως μια συνεχώς ή μη κινούμενη ευθεία γραμμή κειμένου με ταχύτητα η οποία ρυθμίζεται από τον αναγνώστη.

2.2.5. Απορροφητικοί φακοί

Οι απορροφητικοί φακοί είναι ουσιαστικά φίλτρα τα οποία κάνουν την εικόνα να φαίνεται φωτεινότερη ή σκοτεινότερη. Ελαττώνουν την ένταση ορισμένων χρωμάτων και αυξάνουν τις αντιθέσεις χωρίς να αλλοιώνουν το χρώμα. Για τους ασθενείς με

χαμηλή όραση οι απορροφητικοί φακοί μπορούν να ελαττώνουν το θάμβος, να βελτιώσουν την προσαρμογή στις αλλαγές του φωτισμού και να τονίσουν τις αντιθέσεις. Όμως το αρνητικό των περισσότερων είναι ότι ελαττώνουν την οπτική οξύτητα και αλλοιώνουν την αντίληψη των χρωμάτων.

2.2.6. Το σύστημα Brighteye της Optelec

Το σύστημα αυτό αποτελεί την είσοδο της εικονικής πραγματικότητας στα βοηθήματα χαμηλής όρασης. Το μηχάνημα είναι απόλυτα φορητό και αποτελείται από ένα miniscanner χειρός και μια μάσκα προβολής της εικόνας η οποία φοριέται εμπρός από τα μάτια. Οι δύο αυτές μονάδες συνδέονται με τον μετασχηματιστή και μια μικρή μονάδα ελέγχου που χωρά σε μια μικρή προσωπική τσάντα. Με το scanner (σαρωτής εικόνας) σαρώνουμε το αντικείμενο που θέλουμε να δούμε και η εικόνα του προβάλλεται μπροστά στα μάτια μας με κόκκινα γράμματα σε πολύ σκούρο μαύρο φόντο. Το εύρος πεδίου είναι πολύ καλό, σαν να δουλεύαμε σε μόνιτορ 12 ιντσών, ενώ και το κοντράστ είναι κορυφαίο. Οι μεγεθύνσεις που επιτυγχάνονται είναι της τάξης 5x-10x περίπου. Επίσης, η εικόνα μπορεί να ρυθμισθεί ώστε η προβολή της να γίνεται στο άπειρο, οπότε δεν υφίσταται και ανάγκη για χρήση της προσαρμογής του ματιού. Όσο αφορά το κόκκινο χρώμα των γραμμάτων δεν είναι το ιδανικότερο για τους ασθενείς με χαμηλή όραση, όμως εξαιτίας τεχνικών περιορισμών δεν επέτρεψαν την χρήση λευκών γραμμάτων σε μαύρο φόντο. Τελευταία, όμως, αναπτύσσονται συστήματα που χρησιμοποιούν ασπρόμαυρη προβολή ενώ έχει αναπτυχθεί και μια πιο εξελιγμένη συσκευή που μοιάζει με το Bright Eye όμως αντί για το μικρό scanner χειρός διαθέτει στην μάσκα 3 mini κάμερες, μία εμπρός από κάθε μάτι και μία στο κέντρο το οποίο έχει σαν αποτέλεσμα να εμφανίζεται το κείμενο πάντα σε μορφή μια συνεχόμενης γραμμής, όπως στον μεγεθυντή της Horizon της Mentor που προαναφέρθηκε.



Εικόνα 22: Σύστημα Bright της Optelec

(Πηγή: Βιβλίο Εγχειρίδιο για τη χαμηλή όραση, Εκδόσεις Έλλην)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο:ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ

3.1 Ορισμός Τεχνητής Νοημοσύνης

Η τεχνητή νοημοσύνη είναι από τα πιο νέα ερευνητικά πεδία. Υπάρχουν αρκετοί ορισμοί, σύμφωνα με τους οποίους στόχος της τεχνητής νοημοσύνης είναι να φτιάξει συστήματα τα οποία σκέφτονται και συμπεριφέρονται σαν τον άνθρωπο, σκέφτονται λογικά, αντιδρούν λογικά.

Συμπεραίνεται απ όλους τους ορισμούς που υπάρχουν, ότι είναι ο τομέας της επιστήμης των υπολογιστών, που ασχολείται με τη σχεδίαση ευφυών(νοημόνων) υπολογιστικών συστημάτων, δηλαδή συστημάτων που επιδεικνύουν χαρακτηριστικά που σχετίζουμε με τη νοημοσύνη στην ανθρώπινη συμπεριφορά.

Η τεχνητή νοημοσύνη αποτελεί σημείο τομής μεταξύ πολλαπλών επιστημών όπως της πληροφορικής, της ψυχολογίας, της φιλοσοφίας, της νευρολογίας, της γλωσσολογίας και της επιστήμης μηχανικών, με στόχο τη σύνθεση ευφυούς συμπεριφοράς με στοιχεία συλλογιστικής, μάθησης και προσαρμογής στο περιβάλλον, ενώ συνήθως εφαρμόζεται σε μηχανές ή υπολογιστές ειδικής κατασκευής. Διαιρείται στη συμβολική τεχνητή νοημοσύνη, η οποία βασίζεται στην κατανόηση των νοητικών διεργασιών και ασχολείται με τη προσομοίωση της ανθρώπινης νοημοσύνης προσεγγίζοντάς την με αλγορίθμους και συστήματα που βασίζονται στη γνώση χρησιμοποιώντας ως δομικές μονάδες τα σύμβολα και λογικούς κανόνες υψηλού επιπέδου, και στην υποσυμβολική τεχνητή νοημοσύνη, η οποία προσπαθεί να αναπαράγει την ανθρώπινη ευφυΐα χρησιμοποιώντας στοιχειώδη αριθμητικά μοντέλα που συνθέτουν επαγωγικά νοήμονες συμπεριφορές με τη διαδοχική αυτοοργάνωση απλούστερων δομικών συστατικών(<<συμπεριφορική τεχνητή νοημοσύνη>>), προσομοιώνουν πραγματικές βιολογικές διαδικασίες όπως η εξέλιξη των ειδών και η λειτουργία του εγκεφάλου(<<υπολογιστική νοημοσύνη>>), ή αποτελούν εφαρμογή στατιστικών μεθοδολογιών σε προβλήματα τεχνητής νοημοσύνης.

3.1.1 Ιστορική Αναδρομή

Ας ξεκινήσουμε να βλέπουμε ιστορικά πως ξεκίνησε ο όρος τεχνητή νοημοσύνη και ποιος ή ποιοι ήταν οι ιδρυτές του όρου. Ήδη από την αρχαιότητα ο Αριστοτέλης με τους "συλλογισμούς" του παρείχε πρότυπα εκφράσεων που έδιναν πάντα σωστά συμπεράσματα από σωστές υποθέσεις (Αριστοτέλεια συλλογιστική). Έπειτα από τότε βέβαια υπήρξαν και άλλοι επιστήμονες, ειδικότερα στα μέσα του 19^{ου} αιώνα, όπου έθεσαν τις βάσεις της προτασιακής λογικής και του κατηγορηματικού λογισμού.

Το 1950 ήρθε ο Alan Turing, Βρετανός μαθηματικός, καθηγητής της λογικής και κρυπτογράφος. Θεωρείται και πατέρας της τεχνητής νοημοσύνης, όπου εμπνεύστηκε ένα τεστ (Turing test) για την αναγνώριση ευφυών μηχανών. Η λογική του Turing Test είναι ότι υπάρχει κάποιος άνθρωπος-κριτής όπου υποβάλλει μια σειρά ερωτήσεων σ' έναν άνθρωπο και μια μηχανή, χωρίς να ξέρει εκ των προτέρων ποιος είναι ποιος. Αν στο τέλος των ερωτήσεων δεν καταφέρει να εκτιμήσει ποιος είναι ο άνθρωπος και ποιος η μηχανή τότε η μηχανή έχει περάσει το test και θεωρείται ευφυής. Σήμερα, η τεχνητή νοημοσύνη υποστηρίζει ότι για να περάσει το συγκεκριμένο test ένας υπολογιστής, απαιτείται η συμμετοχή αρκετών επιστημονικών πεδίων, όπως: επεξεργασία φυσικής γλώσσας, αναπαράσταση γνώσης, αυτοματοποιημένη συλλογιστική, μηχανική μάθηση. Όμως η πλήρη δοκιμασία Turing περιλαμβάνει και οπτικό σήμα, ώστε να μπορεί ο άνθρωπος-κριτής να εξετάζει τις αντιληπτικές ικανότητες του αντικειμένου. Για να περάσει λοιπόν την

πλήρη δοκιμασία ο υπολογιστής θα πρέπει να έχει: μηχανική όραση και ρομποτική. Το πρώτο λογισμικό λοιπόν που κατάφερε να περάσει το test ήταν το 1991 ένα πρόγραμμα λογισμικού (RC Therapist) του Γιόζεφ Βαϊντραουμπ το οποίο πέρασε το test με ποσοστό επιτυχίας 50% στο ξεγέλασμα των κριτών που μίλησαν μαζί του μέσω της οθόνης. Το 2011 το λογισμικό "Cleverbot" του Ρόλο Κάρπεντερ έκανε κάτι ανάλογο με ακόμη μεγαλύτερη επιτυχία αφού παραπλάνησε ποσοστό 59% των κριτών ότι ήταν άνθρωπος.

Έπειτα από τον Alan Turing ήρθε, ο John McCarthy, Αμερικανός επιστήμονας υπολογιστών πρωτοπόρος και εφευρέτης. Ανέπτυξε τη Lisp μια οικογένεια προγραμματισμού πάνω στην οποία επηρεάστηκε σημαντικά η Algol μια άλλη γλώσσα προγραμματισμού, η οποία συνεχίζει να χρησιμοποιείται μέχρι σήμερα. Ακόμη πρότεινε ένα υποθετικό πρόγραμμα (advice taker) το οποίο ίσως να ήταν η πρώτη πρόταση να χρησιμοποιηθεί η λογική για να εκπροσωπηθούν οι πληροφορίες σ' έναν υπολογιστή, όμως αφορούσε γενικά, καθημερινά προβλήματα. Επίσης ήταν εκείνος που συνέβαλε την ιδέα του time-sharing ή δικτύωσης του υπολογιστή, το οποίο επιτρέπει στους χρήστες να μοιράζονται δεδομένα με τη σύνδεση σ' έναν κεντρικό υπολογιστή. Στόχος του λοιπόν ήταν να διερευνήσει τρόπους για να δημιουργήσει μια μηχανή όπου θα μπορούσε να έχει λόγο όπως ο άνθρωπος, να είναι ικανή για αφηρημένη σκέψη, την επίλυση προβλημάτων και την αυτό-βελτίωση. Πίστευε ότι << κάθε πτυχή της μάθησης ή οποιοδήποτε άλλο χαρακτηριστικό της νοημοσύνης, όπου μπορεί να περιγραφεί με ακρίβεια, μπορεί να μιμηθεί από μια μηχανή.>>

Συνεχίζουμε μ' έναν ακόμα γνωστό επιστήμονα στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης το Marvin Minsky, Αμερικανός μαθηματικός, επιστήμονας υπολογιστών. Τα πρώτα του επιτεύγματα αφορούσαν την κατασκευή ρομποτικών βραχιόνων και γάντζων, συστήματα όρασης υπολογιστών και το πρώτο ηλεκτρονικό σύστημα εκμάθησης, μια συσκευή η οποία ονομάζεται Snarc και προσομοιώνεται στη λειτουργία ενός απλού νευρωνικού δικτύου και τροφοδοτεί οπτικά ερεθίσματα. Το συνεστιακό μικροσκόπιο το οποίο χρησιμοποιείτε μέχρι σήμερα ευρέως στην ιατρική και στην επιστημονική έρευνα είναι μία ακόμη δική του εφεύρεση. Το συνεστιακό μικροσκόπιο ή ομοεστιακό μικροσκόπιο σάρωσης με λέιζερ, είναι μια τεχνική οπτικής απεικόνισης για την αύξηση της οπτικής ανάλυσης και την αντίθεση μιας μικρογραφίας μέσω της προσθήκης ενός λέιζερ το οποίο τοποθετείται στο συνεστιακό επίπεδο του φακού για την εξάλειψη του φωτός από τα μη εστιασμένα σημεία του αντικειμένου. Επιτρέπει την ανακατασκευή λοιπόν της τρισδιάστατης δομής του αντικειμένου από τις εικόνες που λαμβάνονται. Εμπνευσμένος οπότε από τις μαθηματικές εργασίες στη λογική και τον υπολογισμό, πίστευε ότι το ανθρώπινο μυαλό δεν ήταν διαφορετικό από έναν υπολογιστή και επέλεξε να επικεντρωθεί στη μηχανική στις ευφυείς μηχανές.

Ο Claude Shannon ήταν Αμερικανός μαθηματικός, ηλεκτρολόγος, μηχανικός και κρυπτογράφος, γνωστός ως «πατέρας της θεωρίας πληροφορίας». Ο Shannon καθιέρωσε τη δεκαετία του '40 τη θεωρία πληροφοριών με στόχο τη μελέτη των τηλεπικοινωνιών, αναδεικνύοντας την πληροφορία σε μετρήσιμο και αυστηρά ορισμένο μέγεθος. Έθεσε με αυτό τον τρόπο τα θεμέλια για τα σύγχρονα τηλεπικοινωνιακά δίκτυα και βοήθησε να αναπτυχθεί η σημερινή κοινωνία της πληροφορίας. Είχε επίσης σημαντική συνεισφορά στην ανάπτυξη των ηλεκτρονικών υπολογιστών αφού πρώτος έδειξε ότι με βάση την άλγεβρα Boole είναι δυνατή η δημιουργία ψηφιακών ηλεκτρικών κυκλωμάτων για την επίλυση μαθηματικών

εξισώσεων. Η εργασία του ωστόσο στη θεωρία πληροφορίας έχει βρει εφαρμογή και σε άλλους τομείς όπως η γλωσσολογία, η φωνητική, η θεωρία του Χάους, η τεχνητή νοημοσύνη και η κρυπτογραφία. Το έργο του λοιπόν υπήρξε αρκετά επηρεαστικό για τις τότε αναδυόμενες επιστήμες της ηλεκτρονικής μηχανικής και της πληροφορικής.

Ο Rochester έγραψε τη συμβολική γλώσσα, μία διάταξη γλώσσας, η οποία είναι μία γλώσσα χαμηλού επιπέδου προγραμματισμού για έναν υπολογιστή ή άλλη προγραμματιζόμενη συσκευή και ακόμη συμμετείχε στην ίδρυση του τομέα της τεχνητής νοημοσύνης.

Το 1956 διοργανώνεται το συνέδριο που είναι καθοριστικό για τη γέννηση της τεχνητής νοημοσύνης. Διοργανώθηκε από τους John Mc Cathy, Marvin Minsky, Claude Shannon και Nathaniel Rochester, στο Dartmouth, το οποίο είχε διάρκεια δύο μήνες. Η συνάντηση αφορούσε τη θεωρία αυτομάτων, τα νευρωνικά δίκτυα και τη μελέτη της ευφυΐας. Πρέπει να σημειωθεί ότι είχε μόνο 10 συμμετέχοντες. Οι Allen Newell και Herbert Simon παρουσίασαν το πρόγραμμα Logic Theorist(LT) που ήταν σε θέση να αποδεικνύει απλά μαθηματικά θεωρήματα. Το κυριότερο αποτέλεσμα που προέκυψε απ' αυτή τη συνάντηση ήταν η αποδοχή του ονόματος που πρότεινε ο John Mc Cathy για τη νέα ερευνητική περιοχή: Τεχνητή Νοημοσύνη(TN).

3.1.2 Σημαντικοί Σταθμοί της Τεχνητής Νοημοσύνης

Έπειτα από το συνέδριο το 1956, ήρθαν γενικότερες εξελίξεις στον τομέα τεχνητή νοημοσύνη. Οι οποίες ξεκινούν το 1958 από το McCarthy, ο οποίος ορίζει τη συναρτησιακή γλώσσα Lisp και πρότεινε ένα υποθετικό σύστημα το οποίο χρησιμοποιούσε γνώση αλλά αφορούσε γενικά, καθημερινά, προβλήματα. Το 1958 έρχεται ο Friedberg που προτείνει μια τεχνική, τη μηχανική εξέλιξη ή όπως ονομάζεται τώρα γενετικοί αλγόριθμοι. Τη δεκαετία του '60 στο Stanford υλοποιήθηκε το πρώτο ρομπότ, το Shakey robot, το οποίο είναι το πρώτο έργο στο οποίο συγχωνεύονται λογική σκέψη και φυσική δράση. Το 1968 ο Tom Evans δημιουργεί το πρόγραμμα Analogy όπου έλυσε προβλήματα γεωμετρικής αναλογίας που χρησιμοποιούνταν σε τεστ ευφυΐας. Το 1962 υπάρχουν βελτιώσεις της μεθόδου μάθησης των νευρωνικών δικτύων του Hebb από τον Rosenblatt με τα perceptrons. Το 1965 το πρόγραμμα Eliza του Weizenbaum είχε τη δυνατότητα να κάνει συζήτηση για οποιαδήποτε θέμα, χρησιμοποιώντας και παραφράζοντας τις προτάσεις που έδινε σαν ερώτηση ο χρήστης.

Όπως σε κάθε καινούργιο τομέα έτσι και εδώ, τη δεκαετία του '70 έρχεται η εποχή της κριτικής, ότι τα συστήματα ήταν κατάλληλα μόνο για παιχνίδια. Το χαρακτηριστικό των συστημάτων της εποχής εκείνης ήταν ότι περιείχαν ελάχιστη ή καθόλου γνώση για το πεδίο του προβλήματος. Επίσης υπήρχε πρόβλημα συνδυαστικής έκρηξης και μικρό εύρος εφαρμογών των νευρωνικών δικτύων. Όμως παρά την κριτική αυτή τη δεκαετία αναπτύχθηκαν συστήματα που περιείχαν την απαιτούμενη γνώση ώστε να συμπεριφέρονται όπως οι άνθρωποι ειδικοί σε διάφορα θέματα. Τα συστήματα αυτά ονομάστηκαν Έμπειρα Συστήματα ή Συστήματα Γνώσης. Αρχές της δεκαετίας προτάθηκε η γλώσσα προγραμματισμού Prolog και το 1975 προτάθηκαν από το Minsky τα πλαίσια(frames).

Την επόμενη δεκαετία έρχονται οι Ιάπωνες οι οποίοι το 1981 ανακοίνωσαν το πρόγραμμα της 5^{ης} γενιάς, ένα δεκαετές πρόγραμμα για την κατασκευή υπολογιστών με γλώσσα μηχανής την Prolog. Στόχος τους ήταν να κατασκευαστούν ευφυή συστήματα, τα οποία εκτός των άλλων, θα ήταν σε θέση να επικοινωνούν πλήρως με τον άνθρωπο σε φυσική γλώσσα. Στα μέσα της δεκαετίας επανεμφανίστηκαν τα

νευρωνικά δίκτυα και ο αλγόριθμος μάθησης με οπισθοδρόμηση και εφαρμόστηκε σε πολλά προβλήματα με μεγάλη επιτυχία.

Σήμερα η τεχνητή νοημοσύνη έχει εξελιχθεί τόσο ώστε να καλείται να παίξει σημαντικό ρόλο σε ένα νέο πληροφοριακό περιβάλλον με κύρια χαρακτηριστικά την εξάπλωση του διαδικτύου και τη διείσδυση των υπολογιστικών συστημάτων σε κάθε είδους συσκευές ευρείας και καθημερινής χρήσης. Η έρευνα λοιπόν επικεντρώνεται στους τομείς ανάπτυξης ευφυών και προσαρμοστικών διεπαφών μεταξύ ανθρώπου και τέτοιων συσκευών, στην ασφάλεια των προσωπικών δεδομένων που προκύπτουν από τη χρήση τέτοιων συσκευών, στην ευφυή ανάλυση δεδομένων για βελτίωση της λειτουργίας τους και τέλος στην απρόσκοπτη διαλειτουργικότητα και αυτονομία τους. Αυτή τη στιγμή υπάρχουν συστήματα τα οποία βοηθούν το χρήστη στο να χρησιμοποιήσει ορισμένα προγράμματα, να αναζητήσει πληροφορία στο διαδίκτυο, να στείλει email, να τηρήσει ραντεβού, να συγκρίνει τιμές προϊόντων και πολλά άλλα. Σε ορισμένες περιπτώσεις μάλιστα είναι σε θέση ακόμη και να μιλούν και να αστειεύονται. Ακόμη υπάρχουν συστήματα αναγνώρισης φωνής τα οποία κλείνουν αεροπορικές θέσεις τηλεφωνικά, βρίσκοντας τις βέλτιστες πτήσεις ή δίνουν διάφορες πληροφορίες γενικού ενδιαφέροντος, έμπειρα συστήματα πραγματικού χρόνου που επεξεργάζονται τα δεδομένα που μεταδίδονται από τα διαστημόπλοια, ρομποτικά συστήματα που οδηγούν αυτοκίνητα σε αυτοκινητόδρομο χρησιμοποιώντας video κάμερες και sonar, συστήματα που διεξάγουν ιατρικές διαγνώσεις, συστήματα που ελέγχουν και ρυθμίζουν την κυκλοφορία αυτοκινήτων και πολλά άλλα βέβαια.

3.2. Μέθοδοι – Αντικείμενα της τεχνητής νοημοσύνης

Τα τελευταία χρόνια οι απαιτήσεις των εφαρμογών γίνονται όλο και πιο σύνθετες και δύσκολα θα βρούμε μεμονωμένες κατηγορίες μεθόδων ή ερευνητικών αντικειμένων της τεχνητής νοημοσύνης επειδή αποκτούν την συνεργασία πολλών. Μερικές από τις εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης είναι: τα έμπειρα συστήματα, η ρομποτική, η επίλυση προβλημάτων, ο σχεδιασμός νευρωνικών δικτύων, η μηχανική όραση, συστήματα μάθησης, συστήματα προοπτικής, συστήματα αναγνώρισης της ανθρώπινης ομιλίας, συγκεχυμένη λογική(Fuzzy Logic), συστήματα υποστήριξης αποφάσεων, αναγνώριση μορφών και ευφυείς πράκτορες.

3.2.1. Έμπειρα ή εξειδικευμένα συστήματα

Έμπειρο σύστημα είναι ένα σύστημα βάσης γνώσης, το οποίο μοντελοποιεί εκτενώς την εμπειρογνωμοσύνη ενός ή περισσότερων εμπείρων του σχετικού (εξειδικευμένου) τομέα. Η απόδοση του συστήματος στην επίλυση των εν λόγω ρεαλιστικών προβλημάτων πρέπει να είναι συγκρίσιμη με αυτήν των εμπείρων. Η κεντρική αρχή της τεχνολογίας της είναι η (ευρεία) εξάπλωση της εν λόγω εμπειρογνωμοσύνης για κοινωνικούς, οικονομικούς ή άλλους λόγους. Ο τυπικός χρήστης ενός έμπειρου συστήματος αναμένεται μεν να ανήκει στο σχετικό γνωστικό πεδίο, αλλά να μην είναι ο ίδιος έμπειρος. Το έμπειρο σύστημα βοηθά αυτό το χρήστη να αποδίδει σε βαθμό ικανότητας συγκρίσιμο με αυτόν του έμπειρου. Ακόμα και ο έμπειρος μπορεί να χρησιμοποιήσει το σύστημα με σημαντικά οφέλη.

Στην τεχνητή νοημοσύνη, ένα έμπειρο σύστημα είναι ένα υπολογιστικό σύστημα το οποίο μιμείται την ικανότητα ενός εμπειρογνώμονα στη λήψη αποφάσεων. Τα έμπειρα συστήματα σχεδιάστηκαν για να λύνουν πολύπλοκα προβλήματα

συλλογιζόμενα με βάση την γνώση, όπως κάνει ένας εμπειρογνώμονας, και όχι ακολουθώντας τη διαδικασία επίλυσης ενός προγραμματιστή (developer), όπως στην περίπτωση του συμβατικού προγραμματισμού. Τα πρώτα έμπειρα συστήματα δημιουργήθηκαν τη δεκαετία του 1970 και έπειτα αναπτύχθηκαν ραγδαία τη δεκαετία του 1980. Επίσης τα έμπειρα συστήματα ήταν ανάμεσα στις πρώτες πραγματικά επιτυχημένες μορφές του λογισμικού της τεχνητής νοημοσύνης.

Το έμπειρο σύστημα δεν έχει καμία σχέση με τα παραδοσιακά προγράμματα διότι έχει μοναδική δομή. Διαιρείται σε δύο μέρη, όπου το ένα είναι σταθερό ανεξάρτητο από το έμπειρο σύστημα και το άλλο μεταβλητό. Το σταθερό είναι η μηχανή εξαγωγής συμπερασμάτων και το μεταβλητό η βάση γνώσης. Για να τρέξει ένα έμπειρο σύστημα, η μηχανή σκέφτεται λογικά στηριζόμενη στη βάση γνώσης όπως ο άνθρωπος. Τη δεκαετία του 1980 εμφανίστηκε ένα τρίτο μέρος, το οποίο ήταν ένα περιβάλλον διαλόγου (interface) για να συνδιαλέγεται με τους χρήστες. Αυτή η ικανότητα να έρχεται σε επαφή με τους χρήστες ονομάστηκε αργότερα επικοινωνιακή.

3.2.2. Ρομποτική

Σύμφωνα με το Robot Institute of America, ως ρομπότ αρχικά μπορούμε να ορίσουμε ένα μηχανισμό σχεδιασμένο έτσι ώστε να μεταφέρει υλικά, τεμάχια, εργαλεία ή ειδικευμένες συσκευές. Αυτό μέσω προγραμματιζόμενων κινήσεων και με σκοπό την επιτέλεση ποικιλίας εργασιών. Όσο αφορά την ρομποτική είναι ένας κλάδος της μηχανικής που περιλαμβάνει τη σύλληψη, το σχεδιασμό, την κατασκευή και τη λειτουργία του ρομπότ. Αποτελείται από συσκευές οι οποίες μιμούνται τις κινητήριες ενέργειες του ανθρώπου. Η ρομποτική χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο στη βιομηχανία, σε εργασίες ρουτίνας, μηχανικής συναρμολόγησης προϊόντων και έχει επιτύχει μεγάλη αύξηση της παραγωγικότητας με παράλληλη μείωση του κόστους. Αυτό το πεδίο συμπίπτει με την ηλεκτρονική επιστήμη των υπολογιστών, της τεχνητής νοημοσύνης, της μηχανικής, της νανοτεχνολογίας και της βιοτεχνίας.

Στη ρομποτική υπάρχουν κάποιοι νόμοι οι οποίοι λέγονται « Νόμοι του Ασίμφ » και λένε το εξής: 1. Ρομπότ δεν πρέπει ποτέ να βλάψουν τα ανθρώπινα όντα. 2. Ρομπότ πρέπει να ακολουθήσουν τις οδηγίες από ανθρώπους χωρίς να παραβιάζουν τον κανόνα. 3. Ρομπότ πρέπει να προστατεύσουν τον εαυτό τους χωρίς να παραβιάζονται οι άλλοι κανόνες.

3.2.3. Επίλυση Προβλημάτων ή Λογική κατά περίπτωση

Ένα πρόβλημα είναι ένα σύνολο αντικειμένων, ιδιοτήτων και σχέσεων το οποίο ορίζεται από μία αρχική κατάσταση και τις επιτρεπτές ενέργειες στα αντικείμενα του προβλήματος. Στόχος είναι, ξεκινώντας από την αρχική κατάσταση, να γίνει μία κατάλληλη ακολουθία ενεργειών η οποία να καταλήγει στην τελική κατάσταση. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται επίλυση του προβλήματος. Η επίλυση προβλημάτων θεωρείται κεντρικό χαρακτηριστικό ευφυΐας. Βασικό στοιχείο στην επίλυση προβλημάτων είναι η αναπαράσταση τους και για αυτό το σκοπό υπάρχουν δυο μεθοδολογίες: η αναπαράσταση με χώρο καταστάσεων και η αναπαράσταση με αναγωγή. Στη μέθοδο της αναγωγής δομική μονάδα περιγραφής του προβλήματος είναι η ίδια η περιγραφή αναλυόμενη σε πολλαπλές απλούστερες εκδοχές. Αυτή η

ανάλυση συμβαίνει διαδοχικά ώσπου να καταλήξει σε αρχέγονα προβλήματα επιλυόμενα με προφανή τρόπο. Προγραμματιστικά η αναγωγή υλοποιείται με αναδρομή και κεντρική έννοια σε αυτήν αποτελούν οι τελεστές αναγωγής, διαδικασίες οι οποίες ανάγουν ένα πρόβλημα σε υποπροβλήματα.

Τη μέθοδο χώρου καταστάσεων βασική δομική μονάδα είναι η κατάσταση, το σύνολο δηλαδή των αντικειμένων που εμπλέκονται στο πρόβλημα συν τις ιδιότητες τους και τις μεταξύ τους σχέσεις. Η κατάσταση ορίζεται σε ένα απλουστευμένο, αφαιρετικό μοντέλο του κόσμου και το σύνολο των καταστάσεων στις οποίες μπορεί να βρεθεί αυτός ο κόσμος του προβλήματος ονομάζεται χώρος καταστάσεων. Το ίδιο το πρόβλημα ορίζεται με βάση την αρχική κατάσταση από την οποία ξεκινάμε, την επιθυμητή τελική κατάσταση στην οποία πρέπει να καταλήξουμε και το σύνολο των τελεστών μετάβασης, επιτρεπτών πράξεων δηλαδή που μπορούν να εκτελεστούν στα αντικείμενα μίας κατάστασης οδηγώντας σε μια άλλη. Λύση του προβλήματος είναι μια ακολουθία διαδοχικών τελεστών μετάβασης και καταστάσεων που ξεκινά από μία αρχική κατάσταση και καταλήγει σε μία τελική.

Για τη γραφική αναπαράσταση του προβλήματος ο πιο κατάλληλος τρόπος είναι ένας δένδρικός γράφος με ρίζα την αρχική κατάσταση, φύλλα τις τελικές καταστάσεις και τα αδιέξοδα, κόμβους τις ενδιάμεσες καταστάσεις και κλαδιά τους τελεστές μετάβασης. Επέκταση ενός κόμβου ονομάζεται η εύρεση όλων των παιδιών του στο δένδρο μέσω της εφαρμογής σε αυτόν όλων των πιθανών τελεστών. Οι λύσεις του προβλήματος είναι μονοπάτια από τη ρίζα σε κάποιο φύλλο του δένδρου που αντιστοιχεί σε τελική κατάσταση. Σε πραγματικά προβλήματα το μέγεθος αυτού του δένδρου γίνεται εξαιρετικά μεγάλο μετά την επέκταση λίγων μόλις κόμβων και επομένως η αναζήτηση λύσεων σε ένα τέτοιο δένδρο καθίσταται εξαιρετικά χρονοβόρα. Αυτό το ζήτημα στη βιβλιογραφία της τεχνητής νοημοσύνης αναφέρεται ως συνδυαστική έκρηξη.

3.2.4. Σχεδιασμός νευρωνικών δικτύων

Τα νευρωνικά δίκτυα είναι ένα υψηλά απλοποιημένο μοντέλο του ανθρώπινου νευρικού συστήματος. Η δομή του εγκεφάλου είναι τέτοια ώστε να επιτρέπει την παράλληλη επεξεργασία δεδομένων και τη δυνατότητα συνεχούς μάθησης μέσω της αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον. Τα δύο αυτά βασικά χαρακτηριστικά συμβάλλουν στην ικανότητα από την μια μεριά να εκτελεί δύσκολα καθήκοντα όπως ταχύτατη αναγνώριση μορφών, ταξινόμηση και διάφορα άλλα. Από την άλλη να εξελίσσεται συνεχώς, μαθαίνοντας από το περιβάλλον του κατά την αλληλεπίδραση του με αυτό.

Η δομή του τεχνητού νευρωνικού δικτύου μιμείται κατά το δυνατό εκείνη του βιολογικού νευρωνικού δικτύου, ώστε να εμφανίζει παρόμοιες ιδιότητες. Κατά αναλογία επομένως ένα δίκτυο νευρώνων εγκεφάλου, ένα τεχνητό δίκτυο αποτελείται από ένα σύνολο τεχνητών νευρώνων που αλληλεπιδρούν, συνδεδεμένοι μεταξύ τους με τις λεγόμενες συνάψεις. Ο βαθμός αλληλεπίδρασης είναι διαφορετικός για κάθε ζεύγος νευρώνων και καθορίζεται από τα λεγόμενα συναπτικά βάρη (synaptic weights). Συγκεκριμένα, καθώς το νευρωνικό δίκτυο αλληλεπιδρά με το περιβάλλον και μαθαίνει από αυτό, τα συναπτικά βάρη μεταβάλλονται συνεχώς, ενδυναμώνοντας ή αποδυναμώνοντας την ισχύ του κάθε δεσμού. Έτσι το νευρωνικό δίκτυο όλη την εμπειρική γνώση που αποκτά από το περιβάλλον κωδικοποιείται στα συναπτικά

βάρη. Αυτά αποτελούν το χαρακτηριστικό εκείνο που δίνει στο δίκτυο την ικανότητα για εξέλιξη και προσαρμογή στο περιβάλλον.

Το βασικό πλεονέκτημα των νευρωνικών δικτύων είναι ότι μπορούν να αποθηκεύσουν γνώση και εμπειρία από το περιβάλλον, την οποία μπορεί στη συνέχεια να ανακαλέσει. Επιπλέον, έχει τη δυνατότητα να γενικεύσει, δηλαδή να εξάγει τα βασικά χαρακτηριστικά ενός συστήματος, ακόμα και όταν αυτά είναι κρυμμένα σε θορυβώδη δεδομένα.

Όσο αφορά την δομή του νευρώνα, ο τεχνητός νευρώνας, σε αναλογία με το βιολογικό νευρώνα του εγκεφάλου, είναι η δομική μονάδα του τεχνητού νευρωνικού δικτύου. Σε αυτόν συντελείται όλη η επεξεργασία της πληροφορίας. Κάθε νευρώνας δέχεται πληροφορία, την επεξεργάζεται και δίνει μία τιμή εξόδου. Οι εισοδοί του είναι είτε οι έξοδοι άλλων νευρώνων, είτε το πρωταρχικό σήμα εισόδου του δικτύου. Υπάρχουν διάφορα είδη νευρώνα. Το είδος που θα επιλεγεί για να δομηθεί ένα συγκεκριμένο τεχνητό νευρωνικό δίκτυο, εξαρτάται από την φύση του εκάστοτε προβλήματος που εξετάζουμε. Σε πολλές περιπτώσεις χρησιμοποιείται συνδυασμός διαφορετικών ειδών νευρώνα. Η πιο απλή μορφή ενός νευρωνικού δικτύου είναι αυτή του απλού αισθητήρα (perceptron), ο οποίος ήταν το πρώτο τεχνητό νευρωνικό δίκτυο το οποίο εισηγήθηκε ο Rosenblatt το 1958.

Μέθοδοι με τις οποίες μπορούμε να εκπαιδύσουμε ένα τεχνητό νευρωνικό δίκτυο υπάρχουν πολλές. Η κάθε μία από αυτές έχει σαφή πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Καμία από αυτές δεν είναι πανάκεια, αν και, αυτή που χρησιμοποιείται συνηθέστερα σε πολυεπίπεδους αισθητήρες είναι ο αλγόριθμος οπισθοδιάδοσης του σφάλματος, είτε αυτούσιος, είτε με κάποιες παραλλαγές ή προσθήκες. Γενικά, επιλέγουμε την κατάλληλη μέθοδο, ανάλογα με τη φύση του εκάστοτε προβλήματος και με τη δομή του συγκεκριμένου δικτύου, που διαλέξαμε για να το μελετήσουμε. Πολλές φορές χρησιμοποιούμε περισσότερες από μία μεθόδους μαζί για να πετύχουμε τη βέλτιστη επίδοση του δικτύου.

Εφαρμογές των τεχνητών νευρωνικών δικτύων βλέπουμε στην ιατρική με την ανάλυση καρκινικών κυττάρων, ηλεκτροεγκεφαλογραφήματος και ηλεκτροκαρδιογραφήματος. Σε γεωλογικές έρευνες έχουμε εφαρμογή στον εντοπισμό πετρελαίου και φυσικού αερίου. Στην ρομποτική παρατηρούμε εφαρμογή στον έλεγχο της τροχιάς και το σύστημα όρασης ρομπότ. Μία ακόμη εφαρμογή που έχει υπάρξει είναι όσο αφορά την επεξεργασία της φωνής που εκεί παρατηρούμε αναγνώριση φωνής, συμπίεση φωνής και σύνθεση φωνής από κείμενο. Ακόμα στις χρηματιστηριακές εφαρμογές βλέπουμε ότι μπορεί να κάνει ανάλυση της αγοράς και να προβλέψει τιμές στις μετοχές.

Ερευνητές στις ΗΠΑ πραγματοποίησαν ένα μικρό αλλά σημαντικό βήμα στο πεδίο της τεχνητής νοημοσύνης, παρουσιάζοντας ένα απλό λειτουργικό τεχνητό νευρωνικό κύκλωμα. Για πρώτη φορά, ένα τέτοιο κύκλωμα, που προσπαθεί να μιμηθεί τον ανθρώπινο εγκέφαλο, αποτελείται από περίπου 100 τεχνητές συνάψεις και είναι λειτουργικό, καθώς μπορεί να εκτελέσει μία απλή ανθρώπινη εγκεφαλική λειτουργία: την ταξινόμηση μίας εικόνας. Τη δημοσίευση αυτή την έκαναν οι μηχανικοί του Πανεπιστημίου της Καλιφόρνια-Σάντα Μπάρμπαρα, με επικεφαλής τον καθηγητή Ντμίτρι Στρούκοφ του Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Η/Υ. Στη σχετική δημοσίευση στο περιοδικό «Nature», ανακοίνωσαν ότι το λεγόμενο

«ολοκληρωμένο νευρομορφικό δίκτυο» μπορεί σταδιακά, με περαιτέρω εξέλιξη, να επεκταθεί και να μοιάσει σιγά σιγά στον ανθρώπινο εγκέφαλο. Κάτι το οποίο δεν είναι καθόλου εύκολο, με δεδομένο ότι ο εγκέφαλος μας διαθέτει ένα τετράκις εκατομμύριο συναπτικές συνδέσεις νευρώνων(εγκεφαλικών κυττάρων).

Το πρωτοποριακό νευρομορφικό κύκλωμα βασίζεται, στα λεγόμενα «memristor» όπου είναι συνδυασμός των λέξεων μνήμη (memory) και αντίσταση (resistor), τα οποία αντικαθιστούν τα συμβατικά τρανζίστορ. Τα memristor είναι ηλεκτρονικά εξαρτήματα που βασίζονται στην κίνηση όχι των ηλεκτρονίων αλλά των ιόντων. Ακόμα μιμούνται τον τρόπο που τα ανθρώπινα νευρικά κύτταρα γεννούν και μεταδίδουν τα ηλεκτρικά σήματα.

Για να μπορέσει όμως η τεχνητή νοημοσύνη να προσεγγίσει κάπως την βιολογική ανθρώπινη νοημοσύνη θα χρειασθούν πολύ περισσότερα memristor να ενσωματωθούν στα νευρομορφικά δίκτυα. Οι Αμερικανοί ερευνητές αισιοδοξούν ότι τα μελλοντικά «τσιπάκια» θα ενσωματώνουν τέτοια τεχνητά νευρομορφικά κυκλώματα αυξάνοντας έτσι κατακόρυφα τις δυνατότητες των υπολογιστών. Όμως για να γίνει αυτό, πρέπει να καταφέρουν να ενσωματώσουν αποδοτικά ένα νευρομορφικό δίκτυο από memristor στην υπάρχουσα συμβατική τεχνολογία δημιουργίας ημιαγωγών (τσιπ).

3.2.5. Τα συστήματα Μάθησης

Ο τομέας έρευνας της τεχνητής νοημοσύνης που ασχολείται κυρίως με τις τεχνικές που δίνουν την ικανότητα στον υπολογιστή να βγάζει συμπεράσματα, να αυξάνει τις γνώσεις του και να μαθαίνει από τα λάθη του, είναι τα συστήματα μάθησης. Τα συστήματα αυτά είναι προϋπόθεση για οποιαδήποτε προχωρημένη μορφή νοημοσύνης. Δεν υπάρχουν μηχανές που μπορεί να σκέπτονται, αλλά υπάρχουν μηχανές που μπορούν να μάθουν να σκέπτονται. Η βασική μέθοδος μάθησης, είναι η μέθοδος δοκιμής και λάθους, που επιδεικνύεται με το μηχανικό ποντίκι.

Το μηχανικό ποντίκι όταν τοποθετηθεί στο εσωτερικό ενός λαβύρινθου που έχει διαμορφωθεί από διαδοχικούς συνδυασμούς δεξιόστροφων και αριστερόστροφων στροφών, προσπαθεί να ανακαλύψει μετά από προσπάθειες τον σωστό συνδυασμό εξόδου από το λαβύρινθο. Στην συνέχεια τον απομνημονεύει και τον χρησιμοποιεί σε οποιαδήποτε μελλοντική του προσπάθεια. Σε αυτές τις προσπάθειες του το ποντίκι μαθαίνει από τα λάθη του, ώστε να μην κάνει ένα συγκεκριμένο λάθος παραπάνω από μία φορά. Επίσης μαθαίνει αποτυπώνοντας ενέργειες που οδηγούν σε ικανοποιητικά αποτελέσματα και διαγράφοντας τις άλλες. Μπορεί ακόμα να αντιμετωπίζει νέες καταστάσεις βασιζόμενο στην προηγούμενη εμπειρία του και να γίνεται «εξυπνότερο», με όσες περισσότερες καταστάσεις αντιμετωπίζει επιτυχώς.

Με παρόμοιο τρόπο οι υπολογιστές, όπως και οι άνθρωποι, αντιμετωπίζουν τις νέες καταστάσεις βασιζόμενοι στην «εμπειρία» που έχουν αποκτήσει παλαιότερα επιλύοντας πολλές ανάλογες εφαρμογές. Οι τεχνικές μάθησης χρησιμοποιούνται και στα συστήματα εμπειρογνωμόνων καθώς και στα συστήματα ασφαλείας ώστε να μπορούν να ανιχνεύσουν και να αντιμετωπίζουν αυτόματα τα σχετικά προβλήματα που ανακύπτουν.

3.2.6. Συστήματα Προοπτικής (Perspective systems)

Τα συστήματα αυτά είναι συνηθισμένες εικόνες και ακουστικά σήματα που καθοδηγούν τους υπολογιστές με άλλες συσκευές.

3.2.7. Συστήματα αναγνώρισης της ανθρώπινης ομιλίας

Η επικοινωνία των ανθρώπων με τα κομπιούτερ είναι μια άλλη περιοχή εφαρμογής της τεχνητής νοημοσύνης. Οι παραδοσιακές εφαρμογές επεξεργασίες την ανθρώπινης ομιλίας γίνονται με τον γραπτό λόγο. Τα έγγραφα και οι σε ψηφιακή μορφή φράσεις πληκτρολογούνται άμεσα στον υπολογιστή. Αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούνται σε ασθενείς που δεν μιλούν ή δεν καταλαβαίνουν την μεταξύ τους γλώσσα, οπότε η τροφοδοσία του συστήματος με κείμενα σε μία γλώσσα, παράγει κείμενα σε άλλη γλώσσα. Οι μελλοντικές εφαρμογές επεξεργασίες επιτρέπουν την προφορική υπαγόρευση πληροφοριών με τη φυσική γλώσσα του χρήστη και την μετατροπή τους στην συνέχεια σε κείμενο ψηφιακής μορφής. Τα προγράμματα των εφαρμογών αυτών μπορούν να δέχονται λέξεις ή προτάσεις με συνεχή λόγο ενός ή περισσοτέρων χρηστών. Ακόμα με τα συστήματα ο χρήστης μπορεί να υποβάλει ερωτήματα στη φυσική του γλώσσα και να πάρει απαντήσεις από τον υπολογιστή, αφού προηγουμένως μεταφερθούν σε κατάλληλη βάση δεδομένων. Το πληκτρολόγιο χρησιμοποιείται προφανώς για τις διορθώσεις των κειμένων που εμφανίζονται στην οθόνη του υπολογιστή.

Στην Ιατρική διατίθενται συστήματα για ορισμένες φυσικές γλώσσες και για ορισμένες ιατρικές ειδικότητες. Οι ακτινολόγοι, οι παθολόγοι, οι κυτταρολόγοι, οι χειρουργοί, οι εργαστηριακοί ιατροί μπορούν με τα συστήματα αυτά μεταφέρουν προφορικά τα διαγνωστικά ή απεικονιστικά τους ευρήματα και να δημιουργήσουν γρηγορότερα το αντίστοιχο γραπτό κείμενο.

Η αναγνώριση ομιλίας συμπληρώνεται με την σύνθεση ομιλίας με την οποία το σύστημα δίνει λεκτική απάντηση, σε μία μορφή που μοιάζει με την ανθρώπινη ομιλία. Η απάντηση του υπολογιστή στη σύνθεση ομιλίας μπορεί ακόμα να ηχεί χαρούμενη, λυπημένη ή και οργισμένη. Οι τεχνολογίες αναγνώρισης- σύνθεσης της ανθρώπινης ομιλίας υπάρχουν στο εμπόριο σε CD-ROM, DVD ή και μέσω του Ίντερνετ. Βέβαια είναι πιο δύσκολο να κάνουμε τις μηχανές να καταλαβαίνουν τι τους λέμε από το να τις κάνουμε να μιλάνε. Αυτό συμβαίνει γιατί χρειάζεται να συνεννοούμαστε με ανθρώπους που μιλάνε με διαφορετικές ταχύτητες και με διαφορετική προφορά. Πρέπει επίσης να αντιλαμβάνονται προτάσεις ανολοκλήρωτες ή με γραμματικά λάθη.

Το πρώτο σύστημα αναγνώρισης φωνής έπρεπε να «εκπαιδευτεί» για να αναγνωρίζει τη φωνή ενός συγκεκριμένου ανθρώπου. Πιο προηγμένα συστήματα μπορούν να αναγνωρίσουν οποιαδήποτε φωνή χωρίς εκπαίδευση. Το Ινστιτούτο Τεχνολογίας στην Μασαχουσέτη των ΗΠΑ έχει δημιουργήσει ένα σύστημα που μπορεί να απαντά σε προφορικές ερωτήσεις πάνω σε συγκεκριμένα ιατρικά θέματα. Το σύστημα το οποίο αποκαλείται Galaxy, καταλαβαίνει τι του λέμε και απαντά. Μιλάει αγγλικά, ισπανικά και κινέζικα. Φορτώνει τις πληροφορίες που χρειάζεται από το Ίντερνέτ και τις μετατρέπει σε ομιλία.

Οι λέξεις που χρησιμοποιούμε μπορούν να διαιρεθούν σε απλούς ήχους, οι οποίοι λέγονται φωνήματα. Ένας τύπος συστήματος αναγνώρισης φωνής αναζητεί τα

φωνήματα στην ομιλία. Στην συνέχεια ψάχνει για ομάδες φωνημάτων που μεταξύ τους σχηματίζουν λέξεις. Επίσης είναι προγραμματισμένος με τους κανόνες της γλώσσας. Χρησιμοποιώντας αυτούς τους κανόνες που και εμείς χρησιμοποιούμε για να σχηματίσουμε προτάσεις με νόημα, μαντεύει ποια θα μπορούσε να είναι η κάθε πρόταση, καταλήγοντας ίσως σε διαφορετικές πιθανές απαντήσεις. Τέλος το σύστημα αντιμετωπίζει προβλήματα με τις μικρές προτάσεις επειδή δεν υπάρχουν αρκετά στοιχεία στις λέξεις για να καταλάβει ο υπολογιστής τι αφορά η πρόταση.

3.2.8. Συγκεχυμένη λογική (Fuzzy Logic)

Οι υπολογιστές συνήθως χρησιμοποιούν πληροφορίες σε δύο εκδοχές: ανοικτό ή κλειστό, αληθές ή ψευδές, μαύρο ή άσπρο, ζεστό ή κρύο. Όμως στην πραγματικότητα τα πράγματα δεν είναι πάντα στο ένα άκρο ή στο άλλο. Οι εγκέφαλοι των ρομπότ πρέπει να έχουν την ικανότητα να χειρίζονται τέτοιου είδους πληροφορίες της «αληθινής ζωής». Μια λύση σε αυτό το θέμα μας δίνει η συγκεχυμένη λογική. Το Fuzzy Logic είναι μία τεχνική βασισμένη στην τεχνολογία κανόνων, οι οποίοι κανόνες αναπτύχθηκαν μετά τη θεωρία fuzzy το 1965 από τον L.A. Zaden. Η θεωρία αυτή αναφέρει ότι οι ιατρικές και διαχειριστικές αποφάσεις πρέπει να βασίζονται σε μερικώς πραγματικά δεδομένα, αντιλήψεις ή καταστάσεις οι οποίες μπορεί να μην είναι πάντα σωστές ή λάθος. Στην ουσία ο βαθμός ή η πιθανότητα αλήθειας μπορεί να κυμαίνονται ανάμεσα σε ναί και όχι από το μηδέν έως το ένα. Επίσης καταστάσεις, γεγονότα και ενότητες μπορούν να προσδιοριστούν σε περισσότερες από μία ομάδες. Έτσι εκεί που τα έξυπνα συστήματα βασίζονται σε ορισμένους κανόνες και αναγνωρίζουν την κάθε προσδοκία του κανόνα, η συγκεχυμένη λογική μπορεί να δεχτεί τα πιθανά σπάνια γεγονότα αν η τεράστια πλειοψηφία των άλλων γεγονότων είναι μέσα στα όρια. Ο συνδυασμός αυτών των συγκεχυμένων πληροφοριών, μπορεί να δώσει σε έναν υπολογιστή ή ένα ρομπότ μια «αίσθηση» του πραγματικού κόσμου.

3.2.9. Τα Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων

Τα συστήματα υποστήριξης αποφάσεων (DSS- Decision Support Systems) είναι τα προγράμματα που χρησιμοποιούν την γνώση των εμπειρογνομένων για να δώσουν συμβουλές που θα υποστηρίξουν διαγνωστικές και θεραπευτικές κυρίως αποφάσεις. Ο ρόλος τους είναι χρήσιμος και στην προληπτική ιατρικά, όπως για παράδειγμα τα συστήματα υποστήριξης αποφάσεων για την ανίχνευση των πρώτων σταδίων του καρκίνου. Τα συστήματα αυτά βρίσκουν επίσης ανταπόκριση στον ιατρικό κόσμο και θεωρούνται από πολλούς ιατρούς συνώνυμα της τεχνητής νοημοσύνης.. Χρησιμοποιούνται ιδιαίτερα σε μέρη που δεν υπάρχουν ειδικοί εμπειρογνώμονες ή σε μέρη στα οποία υπάρχουν λίγοι ιατροί που αντιμετωπίζουν μόνοι τους πολλές ασθένειες και διάφορες επιδημίες.

3.2.10. Αναγνώριση Μορφών

Η αναγνώριση μορφών (Pattern Recognition) είναι ο τομέας της τεχνητής νοημοσύνης που ασχολείται με τις τεχνικές που τακτοποιούν ένα σύνολο αντικειμένων σε διακεκριμένες τάξεις ομοίων αντικειμένων. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πλήθος εφαρμογών όπως για παράδειγμα στις Ρομποτικές συσκευές, στα Τεχνητά νευρωνικά δίκτυα, στην Καρδιολογία (ανίχνευση ασθενειών στεφανιαίας, μέσω ηλεκτροκαρδιογραφημάτων), στην Ογκολογία (ανίχνευση

καρκινωμάτων, με την μελέτη κυττάρων), στην Νευρολογία (ανίχνευση νευρολογικών συνθηκών, μέσω εγκεφαλογραφημάτων), στην Φαρμακολογία (έλεγχος συνταγών και φαρμάκων), στην Διαγνωστική και αλλού.

Οι εφαρμογές επεξεργασίας και αναγνώρισης εικόνας, όπου η εικόνα με σάρωση μετασχηματίζεται σε ψηφιακούς παλμούς που συγκρίνονται με τους αποθηκευμένους στη μνήμη του μηχανήματος παλμούς, οι τεχνολογίες που μπορούν να εντοπίζουν αυτόματα τις σημαντικές αποκλίσεις από ένα συνηθισμένο περιβάλλον. Επίσης η ταυτοποίηση προσώπων που βασίζεται σε βιομετρικές τεχνικές και σε βιολογικά χαρακτηριστικά που θεωρούνται μοναδικά για κάθε άνθρωπο είναι ορισμένες ερευνητικές κατευθύνσεις στην Αναγνώριση Μορφών με μεγαλύτερες μελλοντικές προοπτικές.

3.2.11. Μηχανική Όραση

Η μηχανική όραση ή τεχνητή όραση είναι ένα επιστημονικό πεδίο της τεχνητής νοημοσύνης το οποίο επιχειρεί να αναπαράγει αλγοριθμικά την αίσθηση της όρασης, συνήθως σε ηλεκτρονικό υπολογιστή ή ρομπότ. Ακόμα σχετίζεται με τη θεωρία και την τεχνολογία που εμπλέκονται στη σχεδίαση και κατασκευή συστημάτων που λαμβάνουν και αναλύουν δεδομένα από ψηφιακές εικόνες. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να είναι φωτογραφίες, βίντεο, πολυδιάστατες εικόνες από ιατρικό σαρωτή και άλλα.

Γενικά, επιδιώκει να εφαρμόσει θεωρίες και μοντέλα στην κατασκευή μηχανικών συστημάτων με δυνατότητα όρασης. Κάποια παραδείγματα εφαρμογών τέτοιων συστημάτων είναι ο έλεγχος διαδικασιών, η ανίχνευση συμβάντων, η οργάνωση πληροφοριών, η αλληλεπίδραση χρηστών με υπολογιστικά συστήματα και τέλος η εξομοίωση αντικειμένων και περιβαλλόντων.

Η μηχανική όραση μπορεί επίσης να περιγραφεί ως συμπλήρωμα (αλλά όχι απαραίτητα αντίθετο) της βιολογικής όρασης. Στην βιολογική όραση μελετώνται η οπτική αντίληψη στους ανθρώπους και τα ζώα έτσι ώστε να δουν πως αυτά λειτουργούν υπό το πρίσμα των φυσιολογικών διαδικασιών. Η μηχανική όραση από την άλλη μελετά και περιγράφει τεχνητά συστήματα όρασης που εφαρμόζονται σε λογισμικό ή και σε υλικό υπολογιστών. Η διεπιστημονική ανταλλαγή μεταξύ της βιολογικής και υπολογιστικής όρασης αποδεικνύεται όλο και περισσότερο καρποφόρα και για τους δύο τομείς.

3.2.12. Ευφυής Πράκτορας

Στην τεχνητή νοημοσύνη, ευφυής πράκτορας είναι μια αυτόνομη οντότητα που αντιλαμβάνεται το περιβάλλον της μέσω αισθητήρων και ενεργεί σε αυτό μέσω ενεργοποιητών. Ένας ευφυής πράκτορας εστιάζει τη δραστηριότητα του στην επίτευξη συγκεκριμένων στόχων (είναι δηλαδή ορθολογικός). Μπορεί επίσης να μάθει ή να χρησιμοποιεί γνώση για την επίτευξη των στόχων του. Οι πράκτορες μπορεί να είναι από πολύ απλοί μέχρι πολύ σύνθετοι. Ένα παράδειγμα απλού είναι μια αναδραστική μηχανή όπως ένας θερμοστάτης και ένα σύνθετου είναι ένα ανθρώπινο όν αλλά και μια κοινωνία ανθρώπων που συνεργάζονται για την επίτευξη ενός στόχου.

3.3. Τεχνητή νοημοσύνη και ιατρική

Οι επιστήμονες από τα πρώτα χρόνια κίόλας της εξέλιξης της τεχνητής νοημοσύνης είχαν καταλάβει τη σημαντικό ρόλο θα μπορούσε να έχει ο τομέας αυτός όταν εφαρμοστεί στην Ιατρική. Έτσι με τα χρόνια δημιουργήθηκε μια κοινότητα επιστημόνων τόσο από τον τομέα των υπολογιστών όσο και από της υγείας. Η κοινότητα αυτή ξεκίνησε την προσπάθεια για ένα νέο τομέα με την ονομασία «Τεχνητή Νοημοσύνη στην Ιατρική». Σήμερα η τεχνητή νοημοσύνη χρησιμοποιείται πιο πολύ στη συνταγογράφηση φαρμάκων, σε κλινικά εργαστήρια καθώς σε μονάδες εντατικής θεραπείας.

Οι εξελίξεις στους τομείς των υπολογιστών και της τεχνητής νοημοσύνης έχουν επιτρέψει την ανάπτυξη υπολογιστικών συστημάτων τα οποία έχουν ως σκοπό την υποβοήθηση κλινικών αποφάσεων διαγνωστικού ή θεραπευτικού χαρακτήρα με βάση εξατομικευμένα δεδομένα του ασθενούς. Τα Συστήματα Υποστήριξης ενισχύουν τη διαγνωστική δυνατότητα των ιατρών και μειώνουν το χρόνο που απαιτείται για ορθή διάγνωση. Επίσης πιο σύγχρονες εξελίξεις σε υλισμικό και λογισμικό επιτρέπουν πλέον την ανάπτυξη σύνθετων Συστημάτων Υποστήριξης Θεραπείας, τα οποία κάνοντας χρήση εξελιγμένων τεχνικών προσομοίωσης και θεωρητικών μοντέλων αξιοποιούν διαθέσιμα δεδομένα. Έτσι οδηγούνται πιο γρήγορα σε μια εξατομικευμένη θεραπευτική αγωγή, η οποία μπορεί να είναι η εφαρμογή κατάλληλης διαίτας, φαρμακευτικού σχήματος ή ακόμα και ακτινοθεραπευτικού σχήματος.

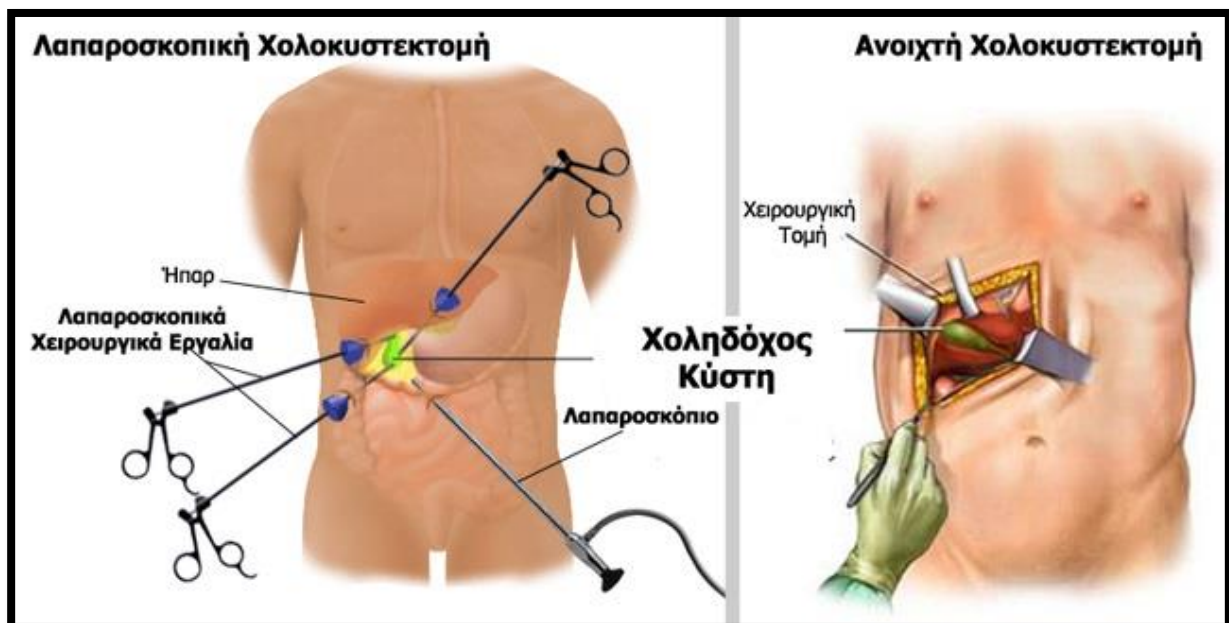
Τα νευρωνικά δίκτυα τώρα έχουν χρησιμοποιηθεί για την αναγνώριση και ταξινόμηση ηλεκτροκαρδιογραφικών σημάτων δίνοντας έτσι πιο αξιόπιστα αποτελέσματα σε σχέση με τις κλασικές μεθόδους ταξινόμησης. Στον τομέα της επεξεργασίας και ανάλυσης ιατρικών εικόνων τα νευρωνικά δίκτυα έχουν χρησιμοποιηθεί για να την απομόνωση και ταξινόμηση δομών ενδιαφέροντος, με στόχο την έγκαιρη, αξιόπιστη και κατά το δυνατόν λιγότερο επεμβατική διάγνωση. Στη βιοϊατρική τεχνολογία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εργαλεία μοντελοποίησης φυσιολογικών φαινομένων για την εκπαίδευση ασθενών, όπως είναι οι διαβητικοί, για την ανάπτυξη συστημάτων μη επεμβατικού προσδιορισμού μεγεθών όπως είναι η συγκέντρωση της γλυκόζης, με στόχο τη μείωση του αριθμού των in vivo πειραμάτων.

Σύμφωνα με μια είδηση που δημοσιεύθηκε 2016 στο ONMED.GR ένα μηχάνημα με τεχνητή νοημοσύνη μπορεί ίσως να ανακαλύψει κρυφές μέχρι σήμερα σχέσεις ανάμεσα σε περιστατικά καρκίνου, οι οποίες έχουν ξεφύγει από τους ιατρούς. Την ιδέα έχουν βάλει σε εφαρμογή για πρώτη φορά ερευνητές του Αντικαρκινικού Κέντρου Memorial Sloan Kettering της Νέας Υόρκης. Αυτοί τροφοδοτούν ένα νέο πρόγραμμα τεχνητής νοημοσύνης με εκατοντάδες χιλιάδες κλινικές σημειώσεις και άλλα στοιχεία πάνω σε πραγματικά περιστατικά ασθενών. Το πρόγραμμα αυτό «εκπαιδεύεται» σταδιακά να διαβάζει τον τεράστιο όγκο ιατρικών δεδομένων και προσπαθεί να βρει ομοιότητες σε περιστατικά τα οποία με μια πρώτη ματιά φαίνονται άσχετα μεταξύ τους.

Στόχος τους είναι να αναπτύξουν υπολογιστικά μοντέλα που θα αναλύουν την πορεία της ασθένειας κάθε ασθενούς, τη σχέση της πάθησης του με άλλους ασθενείς και την πιθανή εξέλιξη της στο μέλλον. Μέχρι στιγμής, ο αλγόριθμος των ερευνητών

έχει διαβάσει ανώνυμες ιατρικές σημειώσεις και άλλα δεδομένα για περίπου 200.000 καρκινοπαθείς. Οι γιατροί με αυτόν τον τρόπο θέλουν να βρουν περιπτώσεις με κοινό γενετικό υπόβαθρο ελπίζοντας έτσι η μηχανή της τεχνητής να διακρίνει κρυφές ομοιότητες στα ιατρικά ιστορικά.

Μια επανάσταση τον 21^ο αιώνα υπήρξε στη Χειρουργική. Καθιερωμένες και δοκιμασμένες τεχνικές πέρασαν ομαλά από την ανοικτή στην ελάχιστα επεμβατική χειρουργική, τη Λαπαροσκοπική χειρουργική. Ο χειρουργός κατά την Λαπαροσκοπική χειρουργική χειρίζεται τους ιστούς, όχι υπό άμεση όραση, αλλά μέσω μια οθόνης και με τη βοήθεια ειδικών εργαλείων. Η πρώτη γενιά χειρουργικών ρομπότ χρησιμοποιείται ήδη σε αρκετά χειρουργεία ανά τον κόσμο. Δεν πρόκειται βέβαια για αυτόνομα ρομπότ αλλά για μηχανικά βοηθήματα των γιατρών. Τα μηχανήματα αυτά απαιτούν φυσικά χειρισμό από ανθρώπους χειρουργούς και δέχονται εντολές από αυτούς. Ο έλεγχος αυτών των χειρουργικών ρομπότ γίνεται με τηλεχειρισμό και ενεργοποίηση μέσω φωνής. Η ρομποτική χρησιμοποιείται πλέον στην ιατρική διότι παρέχει τη δυνατότητα ελέγχου και ακρίβειας των χειρουργικών εργαλείων σε ελάχιστα παρεμβατικές διαδικασίες.



Εικόνα 23:Αναπαράσταση Λαπαροσκοπικής χειρουργικής και κανονικής.

(Πηγή: <http://www.i-surgery.gr>)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο :ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ 3D

4.1.Ορισμός εικονικής πραγματικότητας

Όταν αναφέρουμε τον όρο εικονική πραγματικότητα εννοούμε τη προσομοίωση ενός περιβάλλοντος από τον υπολογιστή. Δεν υπάρχει συγκεκριμένος ορισμός για τον όρο αυτό, ο πατέρας του όρου Jaron Lanier το 1989 έδωσε έναν ορισμό ότι είναι: «Ένα αλληλεπιδραστικό, τρισδιάστατο περιβάλλον, φτιαγμένο από υπολογιστή, στο οποίο μπορεί κάποιος να εμβυθιστεί.»Από εκεί και έπειτα έχουν δοθεί αρκετοί ορισμοί, με το νεότερο να έχει δοθεί το 2003 από τους Sherman, W.R.,Craig,A.,B.,όπου αναφέρει ότι είναι «Ένα μέσο το οποίο αποτελείται από αλληλεπιδραστικές εξομοιώσεις με υπολογιστή, οι οποίες ‘αισθάνονται’ τη θέση και τις ενέργειες του χρήστη, και αντικαθιστούν ή επαυξάνουν την ανάδραση σε μία ή παραπάνω αισθήσεις, δίνοντας το αίσθημα της πνευματικής εμβύθισης ή παρουσίας στην εξομοίωση(ένας εικονικός κόσμος).»

Η έννοια λοιπόν της εικονικής πραγματικότητας ορίζεται μέσα από την εμπειρία που βιώνει ο χρήστης της. Συγκεκριμένα, οι βασικές πτυχές που αναδεικνύουν την εικονική πραγματικότητα σε ένα περιβάλλον προσομοίωσης είναι: η (χωρική) εμβύθιση στο περιβάλλον, που δημιουργεί στο χρήστη την αίσθηση ότι βρίσκεται αυτοπροσώπως στον τρισδιάστατο εικονικό χώρο, η αλληλεπίδραση, που υποδηλώνει ότι τα αντικείμενα του εικονικού κόσμου αντιδρούν στις ενέργειες του χρήστη και μπορεί να έχουν επίδραση πάνω του, η φαντασία, η ικανότητα δηλαδή του ανθρώπινου μυαλού να συνθέτει νοητικές εικόνες καταστάσεων που δεν υφίστανται στην πραγματικότητα, αλλά εκφράζουν συγκεκριμένες επιθυμίες ή στόχους του υποκειμένου.

4.1.1 Ιστορική αναδρομή

Θα μπορούσε να πει κάποιος ότι η ιστορία της εικονικής πραγματικότητας ουσιαστικά ξεκινάει το 14^ο αιώνα, στην πόλη της Φλωρεντίας, όπου ο Giotto di Bondone ανακάλυψε τυχαία ένα διαισθητικό τρόπο για την προβολή 3D προοπτικής σε μια 2D επιφάνεια, όπως ένας καμβάς. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην οργάνωση των αντικειμένων και των σχέσεων τους σαν να υπάρχει ένα και μοναδικό σημείο θέασης, πράγμα που δημιουργεί μία αίσθηση βάθους.

Από κει και έπειτα γίνεται κατανοητό ότι το επίπεδο συνεργασίας μεταξύ ανθρώπου-υπολογιστή είναι το κίνητρο για την ανάπτυξη όλο και περισσότερων συστημάτων φιλικά προς το χρήστη. Για τους ειδικούς λοιπόν που ασχολούνται με την «επικοινωνία ανθρώπου-υπολογιστή» το θέμα δεν είναι να κατανοήσει ο άνθρωπος με ποιο τρόπο δουλεύει ο υπολογιστής, αλλά να σχεδιαστεί ο υπολογιστής με τέτοιο τρόπο ώστε να ανταποκρίνεται στις ανθρώπινες ανάγκες.

Το 1963, λοιπόν ο Ivan Sutherland,εισάγει τα αλληλεπιδραστικά γραφικά μέσω υπολογιστή με την εφαρμογή Sketchpad.Η εφαρμογή αυτή χρησιμοποιεί ένα ελαφρύ στυλό για την επιλογή αντικειμένων, παράλληλα με τη χρήση του πληκτρολογίου. Ύστερα το 1965, κάνει τα πρώτα βήματα για να συνδυάσει υπολογιστές και δημιουργία εικονικών κόσμων, με την ανάπτυξη της θεωρίας του για το «ultimate display», ένα δωμάτιο δηλαδή μέσα στο οποίο υπάρχουν σύνθετα αντικείμενα τα οποία θα πρέπει να διεγείρουν τις ανθρώπινες αισθήσεις ως πραγματικά. Το 1967, ο Fred Brooks επηρεασμένος από το Sutherland, ξεκινάει ένα project το Grove, το οποίο έχει ως στόχο να εξερευνήσει τη χρήση απτικής αλληλεπίδρασης για να βοηθήσει τους βιοχημικούς να “αισθανθούν” τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μορίων πρωτεΐνης. Το 1968 και πάλι ο Sutherland κατασκευάζει το Sword of

Damocles(Σπαθί του Δαμοκλή), ένα HMD το οποίο πήρε το όνομά του από το γεγονός ότι κρεμόταν από το ταβάνι. Χρησιμοποιούσε καθοδικές λυχνίες, είχε μηχανική ανίχνευση της κίνησης του κεφαλιού και πρόβαλλε εικόνες πάνω στον πραγματικό κόσμο, το εύρος πεδίου του ήταν 40 μοίρες και ο χρήστης του μπορούσε να δει σε πραγματικό χρόνο.

Το 1974, ο Myron Krueger δημιουργεί τα πρωτοποριακά έργα Metaplay και Videoplace, όπου εξερευνά τις δυνατότητες της αλληλεπίδρασης με τη βοήθεια του υπολογιστή. Δημιουργούνται έτσι αλληλεπιδραστικά καλλιτεχνικά περιβάλλοντα, σχεδιασμένα με τέτοιο τρόπο ώστε οι χρήστες τους να έχουν τη ελευθερία επιλογής και προσωπικής έκφρασης. Το 1976 κατασκευάζεται το Grope II, από τους P.J.Kilpatrick και Fred Brooks, το οποίο εξασφάλιζε ανάδραση δύναμης και χρησιμοποιούσε μηχανικούς βραχίονες για να μπορούν να μεταφερθούν οι κινήσεις των χεριών των μηχανικών που χρησιμοποιούσαν το σύστημα, στα άτομα φαρμάκων και να μεταβάλλουν με αυτό τον τρόπο τη συμπεριφορά τους.

4.2 Κατηγορίες συστημάτων εικονικής πραγματικότητας

Ανάλογα με τη συσκευή οπτικής απεικόνισης που χρησιμοποιούμε και συνεπώς το βαθμό εμπύθισης, μπορούμε να διακρίνουμε διαφορετικές κατηγορίες συστημάτων εικονικής πραγματικότητας. Αυτές είναι:

Η εμπυθισμένη εικονική πραγματικότητα, όταν δηλαδή ο χρήστης εμπυθίζεται πλήρως στο περιβάλλον μέσω ενός ειδικού κράνους και δε δέχεται ερεθίσματα από το φυσικό κόσμο προσφέροντας έτσι ρεαλιστική αλληλεπίδραση με τον εικονικό κόσμο.

Η επιτραπέζια εικονική πραγματικότητα, όπου στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα συστήματα που προβάλλουν τον εικονικό κόσμο μέσα από μια τυπική οθόνη επιτραπέζιου υπολογιστή. Η τρισδιάστατη απεικόνιση επιτυγχάνεται μέσω της χρήσης ειδικών γυαλιών με αποτέλεσμα να μη γίνεται εμπύθιση. Το μειονέκτημα σε αυτή την κατηγορία είναι ότι δεν προσφέρει περιφερειακή όραση, με αποτέλεσμα να οδηγεί σε χαμηλότερο επίπεδο εμπύθισης. Δε χρειάζεται κάποιο ιδιαίτερο εξοπλισμό γι αυτό έχει και χαμηλό κόστος και είναι η πιο διαδεδομένη κατηγορία. Η κατηγορία αυτή είναι ευρέως διαδεδομένη στα ηλεκτρονικά παιχνίδια.

Η προβολική εικονική πραγματικότητα, η οποία αντιστοιχεί σε μερική εμπύθιση χρησιμοποιεί οθόνες οι οποίες προβάλλονται σε ένα φυσικό κόσμο δηλαδή σε ένα δωμάτιο ή σε μια επιφάνεια εργασίας. Οι οποίες οθόνες κυκλώνουν το χρήστη και του δίνουν την αίσθηση ότι κατά κάποιο τρόπο βρίσκεται μέσα στον εικονικό κόσμο.

Και τέλος είναι οι κατοπτρικοί εικονικοί κόσμοι, όπου σε αυτή την περίπτωση ο χρήστης βλέπει μια αναπαράσταση του εαυτού του μέσα στον εικονικό κόσμο, με την οποία αλληλεπιδρά σε πραγματικό χρόνο.

4.3 Εξοπλισμός για τη δημιουργία εφαρμογών εικονικής πραγματικότητας

Για να είναι πετυχημένη η εμπύθιση όμως ενός χρήστη σ' ένα περιβάλλον εικονικής πραγματικότητας θα πρέπει ο χρήστης αλλά και οι αισθήσεις του να απομονωθούν από τον πραγματικό κόσμο. Τα ερεθίσματα του πραγματικού κόσμου να επικαλυφθούν από τα αντίστοιχα εικονικά, να δημιουργείται στερεοσκοπική εικόνα, δηλαδή δύο εικόνες από διαφορετική οπτική γωνία, μια για κάθε μάτι, έτσι ώστε να δημιουργηθεί η αίσθηση του βάθους στο χώρο. Εκτός από τη σωστή εικόνα όμως, θα πρέπει να υπάρχει και στερεοσκοπικός ήχος, για να βοηθάει το χρήστη να κατανοεί τι

συμβαίνει στον εικονικό χώρο αλλά και κατάλληλες συσκευές για να παρέχεται η αίσθηση της αφής και η ανίχνευση των κινήσεων του χρήστη με το συνδυασμό όλων των παραπάνω.

Για τη συμμετοχή του χρήστη, λοιπόν σ ένα περιβάλλον όπου θα ήταν αδύνατο ή πάρα πολύ δύσκολο να βρεθεί κάτω από φυσιολογικές συνθήκες, απαιτούνται κάποιες συσκευές. Υπάρχουν συσκευές οι οποίες έχουν ως σκοπό να εισάγουν τις ενέργειες του χρήστη στο σύστημα και στο σύνολό τους αναφέρονται ως συσκευές εισόδου. Αυτές είναι:

Τα γάντια δεδομένων, στόχος τους είναι η ανίχνευση της κίνησης των δακτύλων του χρήστη και της κατεύθυνσης της κίνησης του χεριού, στέλνοντας πληροφορίες στον υπολογιστή. Γι αυτό χρησιμοποιούνται αισθητήρες για την ανίχνευση των κινήσεων αυτών και τα δεδομένα που προκύπτουν από την ανίχνευση χρησιμοποιούνται για την κατασκευή της εικονικής αναπαράστασης του χεριού και των κινήσεων του μέσα στο εικονικό περιβάλλον. Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση της κλίσης των δακτύλων είναι κυρίως δύο: η ηλεκτρομαγνητική, όπου οι σύνδεσμοι στερεωμένοι στα δάκτυλα μετρούν την κλίση τους και η οπτική, στην οποία ένας βρόγχος οπτικής ίνας περνάει από κάθε δάκτυλο. Καθώς τα δάκτυλα λυγίζουν ποσότητες φωτός αντανακλώνται στα τοιχώματα της ίνας δίνοντας έτσι τη δυνατότητα μέτρησης της κάμψης των δακτύλων. Στην καλύτερη περίπτωση κατά την οποία δεν υπάρχει καθυστέρηση μεταξύ της πραγματικής και εικονικής κίνησης, ενισχύεται κατά πολύ η αίσθηση παρουσίας του χρήστη στο εικονικό περιβάλλον.



Εικόνα 24:Γάντι δεδομένων

(Πηγή: <http://www.inmojo.com>)

Τα τριών διαστάσεων ποντίκια, στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα ποντίκια τα οποία πέρα από την ανίχνευση κίνησης σε δύο διαστάσεις μπορούν να ανιχνεύσουν και την

κίνηση κατά ύψος καθώς και περιστροφές, με το συνδυασμό της κίνησης και των κουμπιών του ποντικιού. Στην ίδια κατηγορία κατατάσσουμε και την τρισδιάστατη μπίλια. Η χρήση των ποντικιών αυτών αλλά και των συνηθισμένων ποντικιών σε συνδυασμό με το πληκτρολόγιο , επιτρέπουν στο χρήστη να μετακινείται και να περιστρέφεται στο χώρο.



Εικόνα 25: Τρισδιάστατο ποντίκι

(Πηγή: <http://blog.pcnews.ro>)

Τα joysticks τα οποία είναι χειριστήρια συνήθως δισδιάστατα αν και έχουν κυκλοφορήσει και τρισδιάστατα. Κινώντας το μοχλό που έχει αριστερά ή δεξιά μεταφέρεται ένα σήμα κίνησης κατά μήκος του άξονα X. Αντίστοιχα κινώντας πάνω-κάτω το μοχλό υπάρχει σήμα κίνησης για τον άξονα Y.



Εικόνα 26: Joystick

(Πηγή: <https://upload.wikimedia.org>)

Οι ειδικές φόρμες που υπάρχουν είναι ολόσωμες και εξοπλισμένες με κατευθυντήριους αισθητήρες σε ολόκληρη την επιφάνειά τους. Με σκοπό να καταγράφουν τη στάση του σώματος και τις κινήσεις του χρήστη και να τις μεταφέρουν στην κεντρική μονάδα. Τα ηλεκτρικά σήματα των αισθητήρων

μετατρέπονται σε ψηφιακά και οδηγούν τις κινήσεις του avatar(θέση ρεαλισμού στο χρήστη) στο σύστημα προβολής.



Εικόνα 27:Ειδικές ολόσωμες φόρμες

(Πηγή: <https://img-new.cgtrader.com>)

Εκτός από τις συσκευές εισόδου υπάρχουν και οι συσκευές εξόδου οι οποίες είναι υπεύθυνες για την παρουσίαση στον εικονικό κόσμο και συμβάλλουν σημαντικά στην ανάπτυξη της αίσθησης της εμπύθισης. Οι συσκευές αυτές αφορούν τις περισσότερες αισθήσεις με κυριότερες την όραση, την ακοή και την αφή. Οι κυριότερες είναι:

Τα γυαλιά τρισδιάστατης απεικόνισης, συνδέονται με τον υπολογιστή και δημιουργούν την παραίσθηση του τρισδιάστατου κόσμου. Περιλαμβάνουν υγρό κρύσταλλο και ένα φίλτρο πόλωσης έχοντας με αυτό τον τρόπο την ιδιότητα να γίνονται σκοτεινά όταν εφαρμόζεται ηλεκτρική τάση και στην αντίθετη περίπτωση να γίνονται διαφανή. Υπάρχουν όμως και οπτικοί δείκτες που όταν εφαρμόζονται σε γυαλιά 3D, μπορούν να εντοπίζουν τη θέση και τον προσανατολισμό αυτού που τα φοράει.



Εικόνα 28: Τρισδιάστατα Γυαλιά

(Πηγή: <https://images-na.ssl-images-amazon.com>)

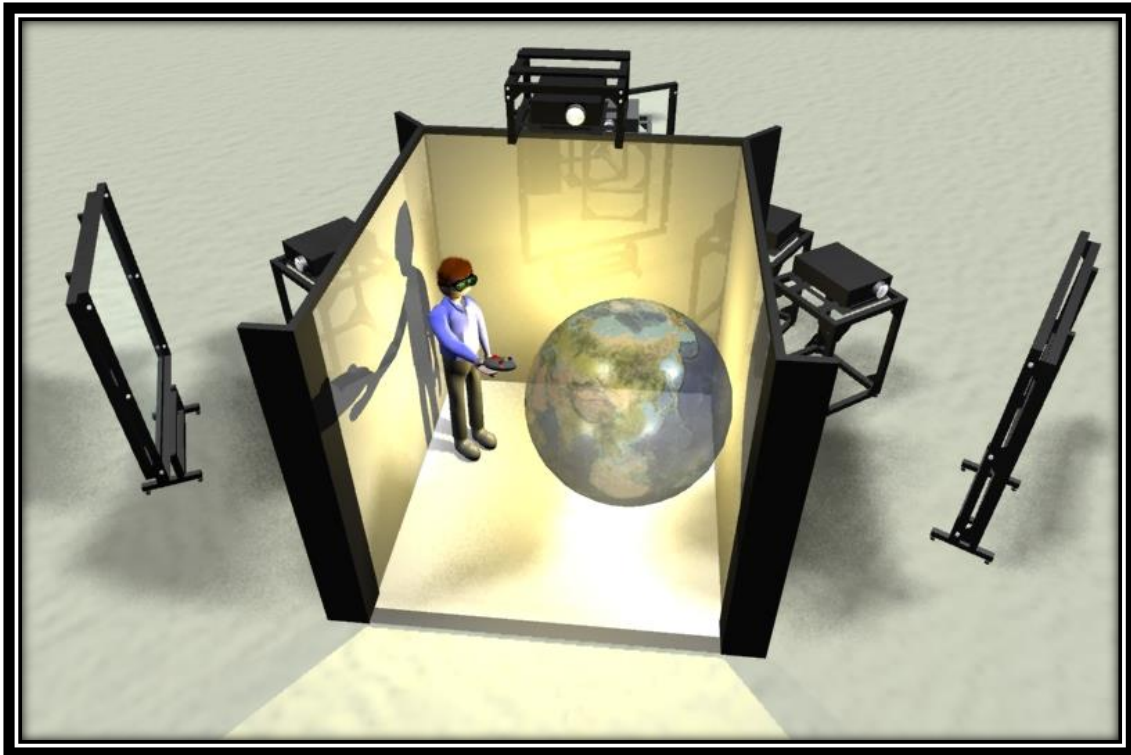
Τα κράνη εικονικής πραγματικότητας, είναι συσκευές που έχουν ως σκοπό την απεικόνιση του εικονικού κόσμου στα μάτια του χρήστη. Η συσκευή αυτή έχει δύο ξεχωριστές οθόνες μία σε κάθε μάτι, οι οποίες παρουσιάζουν διαφορετικές εικόνες από το εικονικό περιβάλλον με τη σωστή παράλλαξη. Επίσης διαθέτει ανιχνευτές κίνησης των τριών γωνιών περιστροφής του κεφαλιού, με αποτέλεσμα την προσαρμογή της εικόνας προς την κατεύθυνση που κοιτάει ο χρήστης τη δεδομένη στιγμή. Το θετικό της συσκευής αυτής είναι ότι ο χρήστης είναι ελεύθερος να κινηθεί στο χώρο.



Εικόνα 29:Κράνη εικονικής πραγματικότητας

(Πηγή: <http://www.gameslife.gr>)

Το Σύστημα Αυτόματου Εικονικού Περιβάλλοντος Σπηλαίου(CAVE) , χρησιμοποιεί οθόνες προβολής. Το σύστημα αυτό προβάλλει στερεοσκοπικές εικόνες στους τοίχους και στο πάτωμα ενός κύβου που έχει τις διαστάσεις ενός δωματίου μέσα στο οποίο βρίσκεται και ο χρήστης. Έτσι ο χρήστης περιβάλλεται από το εικονικό περιβάλλον που δημιουργεί ο υπολογιστής. Με αυτό τον τρόπο ο χρήστης ή και μια ομάδα χρηστών η οποία φοράει τρισδιάστατα γυαλιά για την ενίσχυση της εντύπωσης του βάθους μπορεί να κινηθεί ελεύθερα στο CAVE ενώ υπάρχουν και αισθητήρες κίνησης όπου συνεχώς αναπροσαρμόζουν τη στερεοσκοπική προβολή του διευθύνοντος ατόμου.



Εικόνα 30:Δωμάτιο CAVE

(Πηγή: <http://cfs7.blog.daum.net>)

Η Πανκατευθυντική Διοπτρική Οθόνη(Boom), αποτελεί μια προσαρμοσμένη στο κεφάλι στερεοσκοπική συσκευή αναπαραγωγής. Οι οθόνες και το οπτικό σύστημα τοποθετούνται σ ένα κουτί το οποίο είναι συνδεδεμένο με ένα πολυσύνδετο χέρι(βραχίονας).Ο χρήστης βλέπει τον εικονικό κόσμο κοιτώντας μέσα στο κουτί και μπορεί να καθοδηγήσει το κουτί σε οποιαδήποτε θέση μέσα στον όγκο λειτουργίας της συσκευής. Οι αισθητήρες κίνησης βρίσκονται στους συνδέσμους του βραχίονα που κρατάει το κουτί.



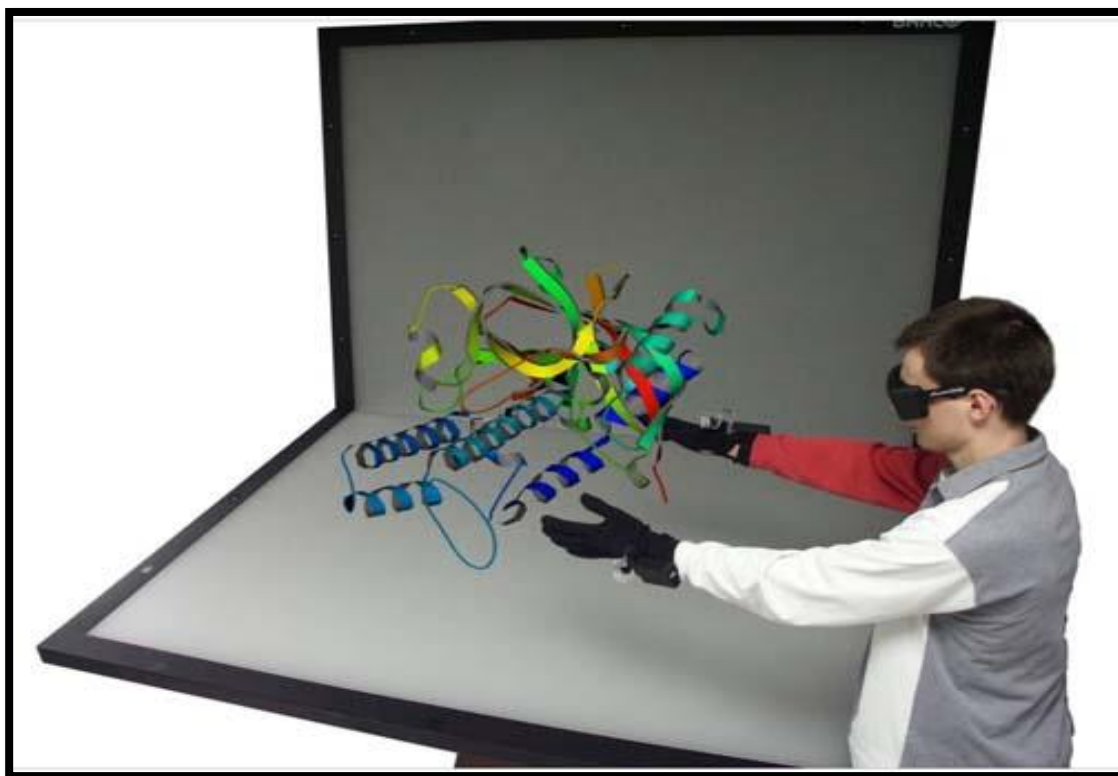
Εικόνα 31:Πανκατευθυντική Διοπτρική Οθόνη

(Πηγή: <http://www.geocities.ws>)

4.4. Εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας

Η τεχνολογία της εικονικής πραγματικότητας εξελίσσεται συνεχώς και διεισδύει σε πολλούς τομείς τόσο της επιστήμης όσο και της καθημερινής ζωής. Αναμένεται η εικονική πραγματικότητα να αναδιαμορφώσει τη σχέση μεταξύ ανθρώπου και πληροφορικής τεχνολογίας προσφέροντας νέους τρόπους επικοινωνίας και πληροφόρησης, απεικόνισης και δημιουργικής έκφρασης ιδεών. Παρακάτω αναφέρονται μερικοί από τους τομείς στους οποίους έχει ήδη εισέλθει δυναμικά η εικονική πραγματικότητα.

Στον τομέα της Χημείας προσφέρει τρισδιάστατη απεικόνιση των χημικών ενώσεων και αντιδράσεων προσφέροντας μια αίσθηση ασφάλειας στους χημικούς. Με τη μοριακή μοντελοποίηση των μορίων γίνεται περισσότερο κατανοητή η δομή τους. Επομένως ο τρόπος αυτός, όχι μόνο βοηθά στην αντίληψή τους αλλά και στην ανίχνευση καινούργιων ενώσεων. Πιο συγκεκριμένα, η τρισδιάστατη εικόνα των μοριακών ενώσεων προβάλλεται σε μία οθόνη ενώ ο χρήστης αλληλεπιδρά με τα μόρια μέσω ενός αρθρωτού βραχίονα, ο οποίος κατευθύνει τις κινήσεις των μορίων αλλά παρέχει και απτική αντίδραση στο χέρι του χρήστη. Οι δυνάμεις λοιπόν αυτές που αναπτύσσονται μεταξύ των ατόμων ,αναπαρίστανται μέσω της απτικής αντίδρασης του βραχίονα, διαπιστώνοντας ποιες ενώσεις είναι εφικτές και ποιες όχι, συμβάλλοντας σημαντικά στην ανακάλυψη νέων ενώσεων.



Εικόνα 32: Τρισδιάστατη απεικόνιση χημικών ενώσεων

(Πηγή: <http://www.chemistryland.com>)

Στον τομέα της Ιατρικής έχει βοηθήσει αρκετά τους επιστήμονες του ιατρικού χώρου τόσο στην εκπαίδευσή τους όσο και σε περιπτώσεις χειρουργικών επεμβάσεων. Ως προς την εκπαίδευση , έχει κατασκευαστεί ένα τρισδιάστατο μοντέλο ανθρώπινου σώματος το οποίο έχει κανονικά δέρμα, μυϊκούς ιστούς, αιμοφόρα αγγεία και οστά, το

οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους φοιτητές για την εκπαίδευσή τους πάνω στην ανατομία. Ακόμη τα εικονικά συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για την εκπαίδευση νέων τηλεχειρουργικών τεχνικών όπως στην περίπτωση της ενδοσκόπησης και λαπαροσκόπησης, οι οποίες απαιτούν νέες μορφές χειρουργικών ικανοτήτων, οι οποίες μπορούν να αποκτηθούν με τη χρήση προσομοιωτών χειρουργικής επέμβασης, χωρίς τον κίνδυνο αποτυχίας. Με αυτό τον τρόπο αποφεύγονται και τα διάφορα πειράματα στα ζώα, ελαττώνοντας παράλληλα και το χρόνο. Στην περίπτωση των χειρουργικών επεμβάσεων, εικονικά αντικείμενα αναπαριστούν μέλη του σώματος του ασθενή, προβάλλονται με ακρίβεια στο σώμα του δείχνοντας το σημείο στο οποίο ο χειρουργός πρέπει να επέμβει. Η απεικόνιση των εικονικών αντικειμένων γίνεται με τη χρήση ενός ψηφιακού προβολέα και ο χρήστης-ιατρός είναι απαλλαγμένος από τη μεταφορά οποιασδήποτε μορφής εξοπλισμού πάνω του.



Εικόνα 33:Μοντέλο 3D Ανθρώπινου Σώματος

(Πηγή: <https://modusvivendipilates.files.wordpress.com>)

Στον τομέα της Αρχαιολογίας, η εικονική πραγματικότητα δίνει τη δυνατότητα αναπαράστασης χώρων πολιτιστικής κληρονομιάς με εξαιρετική ακρίβεια. Πλέον υπάρχει η δυνατότητα κάποιος χρήστης να δει τα εκθέματα ενός μουσείου και να έχει πρόσβαση σε αυτά χωρίς να χρειάζεται να βρίσκεται στο φυσικό χώρο του μουσείου. Δίνεται η δυνατότητα και στους υπεύθυνους ενός μουσείου να προσθέσουν ή να αφαιρέσουν εκθέματα από το «εικονικό μουσείο». Επίσης ο χρήστης μπορεί να επισκεφθεί αρχικές περιοχές οι οποίες είτε είναι απρόσιτες ή λόγω της κακής κατάστασης της διατήρησής τους είναι δύσκολο να προβληθούν αλλά και δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να ξαναχτίσουν ερείπια, κτήρια, τοπία ή ακόμα και αρχαίους χαρακτήρες, όπως υπήρχαν στην αρχαιότητα.

Σε Στρατιωτικές εφαρμογές, η εικονική πραγματικότητα χρησιμοποιείται στα συστήματα προσομοίωσης πτήσης, τα οποία χρησιμοποιούνται για την εκπαίδευση των πιλότων σε διάφορες καταστάσεις που δεν απέχουν πολύ από τις πραγματικές συνθήκες. Ακόμα διάφορα συστήματα εικονικής πραγματικότητας μπορούν να εκπαιδεύσουν τους ανθρώπους και σε πραγματικές συνθήκες μάχης, έχοντας και ως

εχθρό έναν άλλο εκπαιδευόμενο που συμμετέχει εκείνη την ώρα στην εκπαίδευση, και όχι έναν υπολογιστή που σκέφτεται τυποποιημένα.

Στην Αρχιτεκτονική, η εικονική πραγματικότητα επιτρέπει σε αρχιτέκτονες και μελλοντικούς χρήστες να μπορούν να περιηγηθούν στα μελλοντικά κτήρια και στο γύρω περιβάλλον τους, πριν ακόμα μπουν τα θεμέλια, και να γίνεται αξιολόγηση του κτηρίου και διόρθωση τυχόν λαθών. Προσφέρει τη δυνατότητα να εντοπιστούν τυχόν προβλήματα στη δομή πριν από την ενσωμάτωση, αλλά και στον πελάτη δίνεται η δυνατότητα να αλλάξει το σχεδιασμό στα αρχικά και κρίσιμα στάδια της σχεδίασης. Τέτοιες αποφάσεις κατά τη διάρκεια της κατασκευής θα ήταν δύσκολο να παρθούν γιατί ή που δε θα ήταν πραγματοποιήσιμες ή θα κόστιζαν ακριβά. Έτσι με αυτό τον τρόπο έχουμε και εξοικονόμηση χρήματος αλλά και χρόνου.

Στη Βιομηχανία, η χρήση συστημάτων εικονικής πραγματικότητας γίνεται στις διαδικασίες σχεδιασμού και πλέον έχει αρχίσει να θεωρείται δεδομένη και υποχρεωτική. Επειδή το κόστος για την κατασκευή ενός προϊόντος είναι υψηλό, η αποφυγή λαθών στο σχεδιασμό αποτελεί βασικό συστατικό για την επιτυχία του προϊόντος στην αγορά. Η χρήση λοιπόν ψηφιακού πρωτοτύπου αντί πραγματικού κοστίζει πολύ λιγότερο και επιτρέπει τη διεξαγωγή ελέγχων κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού και όχι μόνο μετά την ολοκλήρωσή του. Οπότε η χρήση ψηφιακών μοντέλων για αξιολόγηση εργονομίας και αισθητικής μπορεί να βοηθήσει το σχεδιασμό οποιονδήποτε αντικειμένων ή μηχανημάτων πριν τη μαζική τους παραγωγή.

4.2. Τεχνολογίες 3D

4.2.1. Ορισμός και Ιστορική Αναδρομή

Με τον όρο 3D μοντελοποίηση ονομάζεται η διαδικασία κατά την οποία αναπτύσσεται μια μαθηματική εκπροσώπηση κάθε τρισδιάστατης επιφάνειας άψυχων ή έμψυχων αντικειμένων μέσω εξειδικευμένου λογισμικού, παράγοντας ένα 3D μοντέλο. Τα 3D γραφικά υπολογιστή τώρα είναι γραφικά που χρησιμοποιούν μία αναπαράσταση γεωμετρικών δεδομένων σε τρεις διαστάσεις.

Το πρώτο τρισδιάστατο γραφικό σχεδιάστηκε το 1964 από τον William Fetter και αναπαρίστανε με την χρήση διανυσματικών γραφικών μια ανθρώπινη φιγούρα. Όμως, τα πρώτα τρισδιάστατα γραφικά δεν ήταν καθόλου ρεαλιστικά, για τι δεν απέδιδαν χαρακτηριστικά υψής και σκίασης. Οι πρώτοι αλγόριθμοι σκίασης τρισδιάστατων αντικειμένων σχεδιάστηκαν στις αρχές της δεκαετίας του 1970. Ο Henry Gouraud ήταν πρωτοπόρος στην ανάπτυξη αλγορίθμων σκίασης και ο αλγόριθμος Gouraud Shading χρησιμοποιείται ακόμη και σήμερα. Ένας άλλος αλγόριθμος που χρησιμοποιείται είναι ο Phong Shading. Μαζί με τους αλγορίθμους σκίασης εμφανίστηκαν και τα πρώτα ρεαλιστικά τρισδιάστατα γραφικά (Δημητριάδης, Πομπόρτσας, Τριανταφύλλου, 2004).

Την ίδια εποχή ανακαλύφθηκε η μέθοδος της χαρτογράφησης υψής από τον Ed Catmull, η οποία χρησιμοποιείται για την απόδοση της υψής στα τρισδιάστατα αντικείμενα. Το 1978 ο James Blinn δημιούργησε τη μέθοδο της ανάγλυφης απεικόνισης στηριζόμενος στις βασικές αρχές της χαρτογράφησης της υψής. Τα επόμενα χρόνια και μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του '90, οι τεχνικές αυτές χρησιμοποιούνταν μόνο για την απόδοση τρισδιάστατων στατικών εικόνων. Το

πρώτο τρισδιάστατο παιχνίδι που έκανε χρήση αυτών των τεχνικών με στόχο την απόδοση ενός τρισδιάστατου κόσμου ήταν το Wolfenstein 3D εταιρείας ID Software και ακολούθησαν και άλλα παιχνίδια (Δημητριάδης, Πομπόρτσας, Τριανταφύλλου, 2004).

Όσο αφορά το 3D με τον κινηματογράφο και την τηλεόραση, η ιστορία ξεκινά κάπου στο 1894 όπου ο Γουίλιαμ Φριζ Γκριν καταθέτει την πρώτη 3D πατέντα με δύο παράλληλες οθόνες που βλέπεις μέσα από ένα ειδικό κράνος. Το 1920 έχουμε την πρώτη 3D ταινία που προβάλλεται σε κοινό στο Λ.Α., η χαμένη πια «The Power of Love» του Ρόμπερτ Φ. Ελντερ. Το 1922, οι Λόρενς Χάμοντ και Γουίλιαμ Κάσιντι παρουσιάζουν το «The Man From Mars» με δύο συγχρονισμένους προτζέκτορες και το 1923 ο Φρέντερικ Γιουτζίν Ιβς πατεντάρει το σύστημα Parallax Sterogrammm και ο Τζόζεφ Λίβανθαλ παρουσιάζει 3D στερεοσκοπικά φιλμάκια για την Pathe Films. Συνεχίζουμε τώρα στο 1936 όπου το σύστημα Audioscopic της MGM βραβεύεται από την Ακαδημία Κινηματογράφου των Η.Π.Α.. Το 1952-1955 τα μεγάλα στούντιο παράγουν 3D ταινίες για να ανταγωνιστούν την τηλεόραση μαζί με τα Technicolor, Vistavision, Cinemascope και Cinerama. Το 1973 οι Αντι Γουόλχολ και Πολ Μόρισεϊ αναβιώνουν το είδος με το θρίλερ «Flesh for Frankenstein» χώνοντας μια σφαγμένη καρδιά στα μούτρα του κοινού. Συνεχίζουμε με το 1979-1985, όπου οι υπολογιστές βγαίνουν στην παραγωγή και έτσι το σινεμά ξαναζωντανεύει πεθαμένες ταινίες σε στίλ «Παρασκευή και 13» σε 3D έκδοση. Το 2003 στο ντοκιμαντέρ του «Ghost of the Abyss» ο Τζέιμς Κάμερον πρωτοαναπτύσσει την τεχνολογία του Avatar. Τέλος το 2004 γυρίζεται το πρώτο 3D σε high definition και η 3D εκδοχή του «Πολικού εξπρές» για IMAX ανοίγει τη σύγχρονη εποχή του 3D.

4.2.2. Στάδια Δημιουργίας 3D Animation

Η δημιουργία 3D Animation χωρίζεται σε τρία βασικά στάδια: τη μοντελοποίηση, την απόδοση σχεδιοκίνησης και τη φωτορεαλιστική απεικόνιση.

4.2.3. Μοντελοποίηση

Είναι η διαδικασία κατά την οποία αναπτύσσεται μια μαθηματική εκπροσώπηση κάθε τρισδιάστατης επιφάνειας άψυχων ή έμψυχων αντικειμένων μέσω εξειδικευμένου λογισμικού, παράγοντας ένα 3D μοντέλο. Τα 3D μοντέλα αντιπροσωπεύουν ένα 3D αντικείμενο χρησιμοποιώντας μια συλλογή σημείων και άλλων πληροφοριών, στο τρισδιάστατο χώρο, τα οποία συνδέονται μεταξύ τους με διάφορες γεωμετρικές οντότητες. Τα μοντέλα μπορούν να δημιουργηθούν είτε χειροκίνητα είτε με αλγοριθμικές διαδικασίες ή μέσω σάρωσης.

Τα 3D μοντέλα χωρίζονται στις εξής κατηγορίες: τα στερεά (solid) και τα όρια (Shell/Boundary). Τα στερεά χρησιμοποιούνται κυρίως για τις μη γραφικές προσομοιώσεις όπως για παράδειγμα ιατρικές ή μηχανικές, για CAD και για εξειδικευμένες οπτικές εφαρμογές όπως την ανίχνευση ακτίνων. Τα μοντέλα αυτά καθορίζουν τον όγκο του αντικειμένου που αντιπροσωπεύουν. Τα όρια τώρα αναπαριστούν την επιφάνεια και όχι τον όγκο του αντικειμένου. Επίσης είναι ευκολότερα στη χρήση από τα στερεά μοντέλα. Τέλος, σχεδόν όλα τα οπτικά μοντέλα που χρησιμοποιούνται σε παιχνίδια και ταινίες είναι μοντέλα shell.

Υπάρχουν τρεις δημοφιλείς τρόποι αναπαράστασης ενός μοντέλου: ο πολυγωνικός σχεδιασμός, ο καμπυλωτός και η ψηφιακή γλυπτική. Στον πολυγωνικό σχεδιασμό σημεία, κορυφές σε 3D χώρο συνδέονται με γραμμικά τμήματα σχηματίζοντας πολύγωνα. Η φιλοσοφία των περισσότερων 3D μοντέλων σήμερα είναι χτισμένη πάνω σε πολυγωνικά μοντέλα επειδή είναι ευέλικτα και επειδή οι υπολογιστές μπορούν να τα επεξεργαστούν γραφικά σε πολύ μικρό χρόνο. Επειδή βέβαια, τα πολύγωνα είναι επίπεδες επιφάνειες, οι σύνθετες κυρτές επιφάνειες μοντελοποιούνται μόνο κατά προσέγγιση με τη χρήση πολλών πολυγώνων.

Όσο αφορά τον καμπυλωτό σχεδιασμό, οι επιφάνειες NURBS ορίζονται από spline καμπύλες. Αυτές οι καμπύλες επηρεάζονται από σταθμισμένα σημεία ελέγχου (weighted control points). Η αύξηση του βάρους για ένα σημείο θα τραβήξει την καμπύλη πιο κοντά στο σημείο αυτό. Τα NURBS είναι πραγματικά λείες επιφάνειες και όχι απλές προσεγγίσεις χρησιμοποιώντας μικρές επίπεδες επιφάνειες και έτσι είναι ιδιαίτερα κατάλληλο για οργανικές μοντελοποιήσεις.

Τέλος, όσο αφορά την ψηφιακή γλυπτική, πρόκειται για μία πολύ νέα μέθοδο μοντελισμού η οποία έγινε πολύ δημοφιλής λίγα χρόνια μετά την επινόηση της. Υπάρχουν συνολικά τρεις τύποι ψηφιακού σχεδιασμού: η εκτόπιση (η πιο δημοφιλής από όλες), η ογκομετρική και η δυναμική διακόσμηση σε ψηφιδωτό στυλ.

4.2.4. Απόδοση Σχεδιοκίνησης

Οι βασικοί μέθοδοι σχεδιοκίνησης είναι οι εξής: η μέθοδος key frames, η μέθοδος παραμετρικών key frames, η μέθοδος του διαδικαστικού. Η μέθοδος key frames χρησιμοποιείται στα περισσότερα προγράμματα κατασκευής 3D. Τα μοντέλα τοποθετούνται σε σημαντικά χρονικά σημεία σε συγκεκριμένες θέσεις του κόσμου και το πρόγραμμα αναλαμβάνει να συμπληρώσει τα ενδιάμεσα καρέ βάσει της τροχιάς της κίνησης που έχει οριστεί. Η μέθοδος παραμετρικών key frames έχει την ίδια λογική με την προηγούμενη μέθοδο μόνο που εδώ η κάθε οντότητα (αντικείμενο, κάμερα, φως) χαρακτηρίζεται από παραμέτρους. Η μέθοδος του διαδικαστικού είναι μια αλγοριθμική μέθοδος στην οποία χρησιμοποιούνται χωρικές και χρονικές μετατροπές, οι οποίες μπορούν να αλλάξουν κατά την διάρκεια του Animation.

Γενικότερα έχουν αναπτυχθεί διάφορες τεχνικές τρισδιάστατης σχεδιοκίνησης όπως: η κινηματική, η δυναμική και η σύλληψη κίνησης. Η κινηματική αφορά τις ιδιότητες των αντικειμένων όπως τη θέση, την ταχύτητα και την επιτάχυνση. Σε περιπτώσεις όπου το αντικείμενο είναι τεμαχισμένο σε περισσότερα κομμάτια τότε τα κομμάτια αυτά συνδέονται μεταξύ τους δημιουργώντας μια δένδρική ιεραρχία. Η δυναμική τώρα είναι αυτή που θα δώσει στο αντικείμενο τις φυσικές του ιδιότητες λαμβάνοντας της υπόψη τους νόμους της φυσικής και προσθέτοντας στην κίνηση του αντικειμένου χαρακτηριστικά ρεαλιστικότητας. Εδώ λαμβάνονται υπόψη στοιχεία όπως το υλικό, το βάρος, το μέγεθος, η πυκνότητα και διάφορα άλλα. Τέλος, στην σύλληψη κίνησης χρησιμοποιούνται ειδικοί αισθητήρες για να καταγράψουν την κίνηση ενός πραγματικού ανθρώπου ή ζώου. Τα δεδομένα εξάγονται από τους αισθητήρες αυτούς και χρησιμοποιούνται σε ειδικά Animation για να δημιουργήσουν την κίνηση των εικονικών χαρακτήρων.

4.2.5. Φωτορεαλιστική απεικόνιση

Φωτορεαλιστική απεικόνιση είναι η διαδικασία ρεαλιστικής απόδοσης των μοντέλων και περιβαλλόντων με τη χρήση χρωμάτων, υφών, φωτισμού και σκιάσεων. Ο απαιτούμενος χρόνος ολοκλήρωσης του μοντέλου-χώρου αυξάνεται όσο αυξάνεται και η περιπλοκότητα του. Το πρόγραμμα που είναι υπεύθυνο για να παράγει την τελική φωτορεαλιστικά απεικονισμένη σκηνή ονομάζεται *renderer*. Η διαδικασία παραγωγής της τελικής φωτορεαλιστικής απεικονισμένης σκηνής αποτελεί μια αρκετά σύνθετη διαδικασία μιας και οι παράμετροι που πρέπει να ληφθούν υπόψη, προκειμένου να παραχθεί ένα ικανοποιητικό αποτέλεσμα που να προσεγγίζει αρκετά ρεαλιστικά την πραγματικότητα, είναι πολλές. Όσο αφορά την διαδικασία της φωτορεαλιστικής απεικόνισης μπορεί να διαρκέσει κλάσματα του δευτερολέπτου ως και μία ολόκληρη μέρα προκειμένου να παραχθεί μία ενιαία εικόνα ανά кадр.

Τα τρισδιάστατα μοντέλα πρέπει να δημιουργηθούν και να τοποθετηθούν μέσα σε κάποιο σκηνικό συμπληρώνοντας όλες τις λεπτομέρειες όπως ο ρουχισμός των ηρώων και η φωνή τους, η μουσική υπόκρουση, η θέση της κάμερας, τα ειδικά εφέ. Το τελικό αποτέλεσμα είναι σε μία πλατφόρμα τρισδιάστατη με εικόνες με βάθος, φως και σκίαση και πολλαπλή προοπτική. Με την βοήθεια διαφόρων λογισμικών στην αγορά για την δημιουργία τρισδιάστατων εικόνων, ο δημιουργός έχει το πλεονέκτημα ότι με 3D Animation μπορεί να κάνει ευκολότερα τις αλλαγές που χρειάζονται, να χρησιμοποιήσει μία μεγάλη γκάμα οπτικής τεχνολογίας και βεβαίως να περιορίσει τις εργατικές ώρες. Ενώ στα δισδιάστατα κινούμενα σχέδια η «ζωγραφιά» ή η κίνηση γίνεται σε επίπεδη επιφάνεια με οριζόντιες και κάθετες γραμμές, στα τρισδιάστατα το εικονικό περιβάλλον ελέγχεται από τον υπολογιστή και το αποτέλεσμα είναι εφικτό με την προϋπόθεση ότι ο προγραμματιστής θα δώσει τις σωστές εντολές στο πρόγραμμά του.

4.3. Η 3D Τεχνολογία και η Ανθρώπινη Όραση

Η ψευδαίσθηση της τρισδιάστατης εικόνας δημιουργείται με την ταυτόχρονη εμφάνιση δύο πλήρους μεγέθους, αλλά ελαφρώς διαφορετικών εικόνων της ίδιας σκηνής- μίας για το αριστερό μάτι και μίας για το δεξί. Οι διαφορές στις δύο εικόνες προορίζονται στο να δημιουργηθεί μία απομίμηση του τρόπου, με τον οποίο το σύστημα της ανθρώπινης όρασης βλέπει ένα αντικείμενο. Η απόσταση που χωρίζει τα μάτια ενός ανθρώπου κάνει το κάθε μάτι να βλέπει τα αντικείμενα από μία ελαφρώς διαφορετική γωνία, με αποτέλεσμα δύο ελαφρώς διαφορετικές παραλλαγές της ίδιας εικόνας. Ο εγκέφαλος επεξεργάζεται τις διαφορές αυτές ως πληροφορίες για τις τρεις διαστάσεις του αντικειμένου και έτσι δημιουργεί την αντίληψη του βάθους.

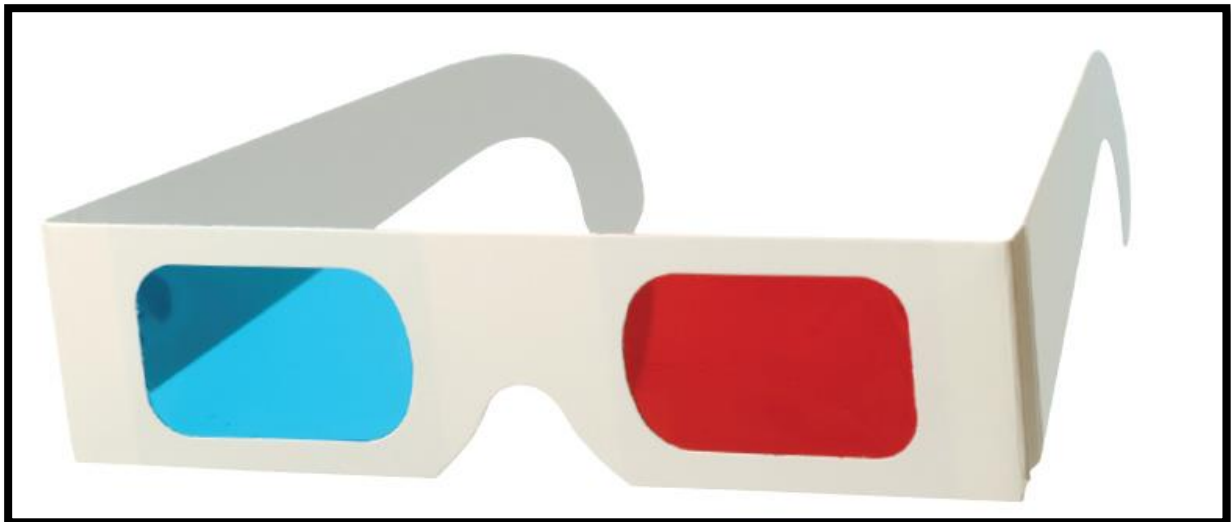
Γενικά, όταν κοιτάμε ένα αντικείμενο στο χώρο, δύο ειδών μυς των ματιών αναλαμβάνουν δράση. Οι μυς της σύγκλισης που διευθύνουν το αριστερό και το δεξί μάτι προς το ίδιο σημείο του χώρου και οι μυς που κάνουν τον βολβό του ματιού να εστιάσει στην εικόνα του αντικειμένου. Ο εγκέφαλος κατευθύνει τα δύο αυτά είδη μυών στο ίδιο σημείο του χώρου. Η 3D τεχνολογία όμως ασχολείται μόνο με το θέμα της σύγκλισης, με αποτέλεσμα η λειτουργία της σύγκλισης και η λειτουργία της εστίασης να αφορούν τελικά σε δύο διαφορετικά σημεία στο χώρο. Το σημείο εστίασης είναι σταθερά η οθόνη, ενώ το σημείο σύγκλισης αλλάζει διαρκώς, ανάλογα με τη διαφορά μεταξύ των δύο εικόνων 2D που συγκλίνουν τεχνητά. Αυτή η διαφορά μεταξύ της σύγκλισης και της εστίασης οδηγεί σε διάφορες ανεπιθύμητες

παρενέργειες κατά τη διάρκεια μιας 3D προβολής, όπως αίσθηση αποπροσανατολισμού και πονοκέφαλος.

4.4. Τα 3D Γυαλιά

Τις 3D εικόνες είναι δυνατόν να τις δει το ανθρώπινο μάτι μόνο με ειδικά γυαλιά που ο κάθε τους φακός είναι ξεχωριστού χρώματος (κόκκινο- μπλε). Οι εικόνες, χωρίς τα τρισδιάστατα γυαλιά οράματος, φαίνονται θολωμένες. Όταν όμως χρησιμοποιούμε τα γυαλιά, τα φίλτρα τους αποκωδικοποιούν την εικόνα. Έτσι το αριστερό μάτι βλέπει μόνο ότι ο αριστερός φακός της κάμερας (μπλε φίλτρο) και το δεξί μάτι βλέπει μόνο ότι ο δεξιός φακός (κόκκινο φίλτρο). Ο εγκέφαλος σας συνδυάζει τις εικόνες για να δει το αληθινό βάθος και να το κάνει να φανεί πραγματικό. Η εικόνα αυτή καλείται ανάγλυφο.

Το μάτι που καλύπτεται από το κόκκινο φίλτρο βλέπει το κόκκινο τμήμα της εικόνας ως «λευκό», και το μπλε τμήμα ως «μαύρο». Το μάτι που καλύπτεται από το μπλε φίλτρο αντιλαμβάνεται το αντίθετο αποτέλεσμα. Σε ένα κόκκινο- μπλε ανάγλυφο, για παράδειγμα, το μάτι που καλύπτεται από το κόκκινο φίλτρο βλέπει τα κόκκινα μέρη της εικόνας ως «λευκά», και τα μπλε μέρη ως «μαύρα». Ο εγκέφαλος συνδυάζει την εικόνα που λαμβάνει από κάθε μάτι, και ερμηνεύει τις διαφορές ως το αποτέλεσμα των διαφορετικών αποστάσεων. Αυτό δημιουργεί μια κανονική τρισδιάστατη εικόνα.



Εικόνα 34: 3D Γυαλιά

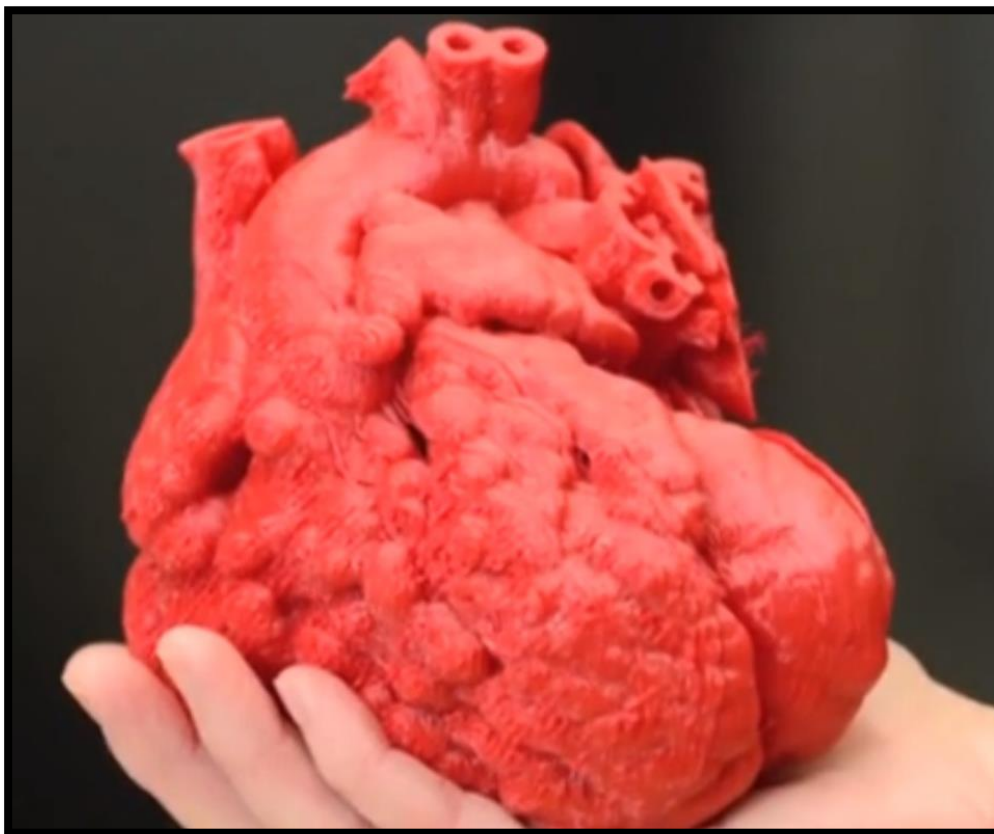
(Πηγή: <http://optix.gr>)

4.5. Το 3D στην Ιατρική

Η σχετική τεχνολογία έχει εφαρμογή και επιτεύγματα σε ένα πολύ ευρύ φάσμα της ιατρικής, αλλά το μεγαλύτερο συναντάται προς το παρόν στο χειρουργικό πεδίο, όπου αλλάζει ή και σώζει ζωές. Καταρχήν τα ανατομικά αντίγραφα είναι κατάλληλα μέσα απεικόνισης και επικοινωνίας ενός σύνθετου προβλήματος, όπως για παράδειγμα ένα συντριπτικό κάταγμα, δίνοντας μια ολοκληρωμένη εικόνα της κατάστασης στην χειρουργική ομάδα. Είναι επίσης τα κατάλληλα εργαλεία για τον

προεγχειρητικό σχεδιασμό και την πειραματική εξάσκηση των διαδικασιών. Για παράδειγμα, για μια επανορθωτική επέμβαση, οι οστεοτομές προγραμματίζονται και οι μετατοπίσεις οστών σχεδιάζονται εκ των προτέρων πάνω στο αντίγραφο. Έτσι, οι γιατροί γνωρίζουν ακριβώς τι πρέπει να κάνουν πριν καν ακουμπήσουν τον ασθενή. Με αυτόν τον τρόπο κερδίζουν σημαντικό χειρουργικό χρόνο, μειώνουν την ταλαιπωρία του ασθενή, αυξάνουν την αποτελεσματικότητα της επέμβασης και μειώνουν τον κίνδυνο επιπλοκών. Η μεταμόσχευση προσώπου δεν θα μπορούσε να επιτευχθεί χωρίς αυτή την τεχνολογία.

Γενικότερα, η δυνατότητα κατασκευής εξατομικευμένων εμφυτευμάτων, προσθέσεων και χειρουργικών εργαλείων είναι ένα ακόμα πολύ μεγάλο επίτευγμα που θα ήταν επίσης αδύνατον να γίνει χωρίς την σχετική τεχνολογία. Εφόσον γίνει η αξονική τομογραφία, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την ανατομία που απεικονίζεται, να σχεδιάσουμε πάνω σε αυτή ότι εμφύτευμα είναι αναγκαίο και τελικά να το εκτυπώσουμε έτοιμο για χρήση. Παρομοίως, μπορούν να αναπτυχθούν και εργαλεία προσαρμοσμένα στην ανάγκη και στον συγκεκριμένο ασθενή, όπως χειρουργικοί οδηγοί για να μεταφέρουν ένα προεγχειρητικό σχέδιο με ακρίβεια στη χειρουργική επέμβαση. Για παράδειγμα την ακριβή θέση τοποθέτησης μια πλάκας και βιδών οστεοσύνθεσης.



Εικόνα 35:Εκτυπωμένη 3D καρδιά

(Πηγή: <http://im.ziffdavisinternational.com>)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ 4D

5.1 Ιστορική αναδρομή

Το 1955 οι Dr. James Millerd και Neal Brock, της εταιρείας 4D Thecnology Corp στο Tucson, άρχισαν να ερευνούν μεθόδους για τη χημική χαρτογράφηση των συστατικών της φλόγας. Παλιότερα είχαν δουλέψει σε πολλές μικρές επιχορηγούμενες καινοτόμες επιχειρήσεις στο MetroLaser, όπου προσπάθησαν να αποτυπώσουν σε πραγματικό χρόνο ολογραφικά υλικά για να αποτυπώσουν ολογράμματα καταγεγραμμένα σε δύο ή περισσότερα λέιζερ μήκη κύματος. Τα ολογράμματα αυτά πίστευαν ότι θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν και σε άλλες εφαρμογές όπως στις μετρήσεις των συστατικών καύσης ή σε δονήσεις των πτερυγίων τουρμπίνας ή για την αποτύπωση του περιγράμματος των ανθρώπινων δοντιών.

Ενώ εργάζονταν πάνω σε αυτά τα πειράματα, συνειδητοποίησαν ότι χρειαζόνταν μια μέθοδο για την εξαγωγή όχι μόνο ενός ενιαίου συμβολογραφήματος από τα ολογραφικά υλικά, αλλά θα χρειαζόνταν και αρκετά συμβολογραφήματα μετατόπισης φάσης. Έχοντας επίγνωση της δουλειάς που γίνεται από τους Smythe και Moore χρησιμοποιώντας πολλαπλές κάμερες, βρήκαν τη μέθοδό τους να είναι πολύ περίπλοκη όσον αφορά την ευθυγράμμιση και το συγχρονισμό από τις κάμερες. Έτσι οι Millerd και Brock ανέπτυξαν ένα σύστημα για την επίλυση των προβλημάτων απόκτησης πολλαπλής παρεμβολής με μία φωτογραφική μηχανή. Το σύστημα αυτό έγινε ο πυρήνας του πρώτου προϊόντος τους, το οποίο ονομάστηκε PhaseCam.

Η τεχνολογία που οδηγεί τη PhaseCam είναι μια μέθοδος για τη σύλληψη πολλών συμβολογραφημάτων φάσης - μετατοπισμένα σε μια ενιαία κάμερα. Η αρχική PhaseCam χρησιμοποιεί πόλωση Twyman -Πράσινο συμβολόμετρο με ένα δυο διαστάσεων κιγκλίδωμα στην κόρη εξόδου. Το κιγκλίδωμα αυτό παράγει τέσσερις εικόνες στο μαθητή σε ένα μόνο υψηλής ανάλυσης ανιχνευτή. Με μια μάσκα φάσης όπου τοποθετείται στο επίπεδο εικόνας, παράγει την απαιτούμενη κατά 90 ° μετατόπιση φάσης για κάθε εικόνα .

Οι μεγάλες προκλήσεις που Millerd και Brock αντιμετωπίζουν στη δημιουργία της PhaseCam, ήταν μια phasemask που έπρεπε να φτιάξουν με μικρές ραφές και παραγωγή υψηλής απόδοσης και με χαμηλή παραμόρφωση κιγκλίδωμα . Ήταν μόνο σε θέση να δείξει μια " απόδειξη της αρχής " , γιατί στο MetroLaser η ποιότητα του στα οπτικά στοιχεία δεν ήταν επαρκή για μια εμπορική ή υψηλής ακρίβειας όργανο. Ο Dr Phil Stahl , της NASA Marshall ,ήταν ένας από τους πρώτους ανθρώπους όπου άρχισε να βλέπει τη breadboard και ενθάρρυνε τους Millerd και Brock, να το εφαρμόσουν στη μέτρηση των μεγάλων κατόπτρων του τηλεσκοπίου .

Τον Ιανουάριο του 2000 , οι Millerd και Brock σχηματίζουν τη 4D Vision Technology με την πρόθεση για εμπορευματοποίηση της PhaseCam . Είχαν άδεια της αρχικής τεχνολογίας από τη MetroLaser, και με επιτυχία ανέπτυξαν τα εξαρτήματα υψηλής ποιότητας που απαιτούνται για ένα εμπορικά βιώσιμο μέσο. Η πρώτη αληθινή PhaseCam πρωτότυπο δημιουργήθηκε στο 4D Όραμα και αργότερα παραδόθηκε στη NASA Marshall.

Στη συνέχεια, ο Δρ John Hayes, ένα ερευνητικός καθηγητής στο Πανεπιστήμιο της Αριζόνα, είχε εισαγάγει τους Millerd και Brock και τη PhaseCam μέσω μιας σύνδεσης της NASA .Ο Hayes είδε αμέσως τη δυναμική της τεχνολογία και συζήτησε το ενδιαφέρον του με το Δρ James Wyatt , τον τρέχοντα κοσμήτορα του Κολεγίου Οπτικών Επιστημών του Πανεπιστημίου. Ήταν τόσο ενθουσιασμένοι για να δουν την τεχνική interferometric, η οποία θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί χωρίς τοποθέτηση ή να πρέπει δονητικά ή θερμικά να απομονώσει το οπτικό ον που μετριέται. Οι Hayes και Wyatt πλησίασαν τη 4D Vision για να διαπραγματευτούν μια εταιρική σχέση που θα φέρει την εταιρεία στο προσκήνιο της αγοράς συμβολομετρίας . Αυτοί έγιναν οι πρωτογενείς χρηματοδότες, απέκτησαν 4D Όραμα και μετονόμασαν την εταιρεία σε 4D τεχνολογία Corp.

Το 2002, επανεντόπισαν την επιχείρηση στο Tucson και άρχισαν να αναδιαρθρώνουν τη διαχείριση για να ενισχύσουν το 4D's πυρήνα. Πριν από την κίνηση, η επιχείρηση εξασφάλισε διαταγή για τρία σύνθετα interferometric συστήματα που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σα μέτρο μεγάλων οπτικών μέσων σε μια κενή αίθουσα. Αυτή η διαταγή εξασφάλισε 4D οικονομικά δεδομένου ότι αυτοί ανέπτυξαν ένα σχέδιο για να γίνει ηγέτης μέσα στην οπτική αγορά στον τομέα της μετρολογίας .

Το πρώτο σχέδιο δράσης ήταν να φέρει μια νέα ομάδα εργαζομένων οι οποίοι θα συμπληρώνουν τους υφιστάμενους μηχανικούς και θα συμπληρώσουν τα απαραίτητα κενά για να κάνουν την επιχείρηση να πληρεί τις δυνατότητές της στην αγορά. Ευτυχώς για το 4D, υπήρχαν τρομερά ικανοί άνθρωποι μέσα στο Tucson ,ως προηγούμενο εργατικό δυναμικό άλλων οργανισμών που υπήρχαν όπως το Veeco Μετρολογίας (πρώην Wyko Corp.) ,Raytheon και το Κέντρο Οπτικών Επιστημών στο Πανεπιστήμιο της Αριζόνα.

Η αρχική ομάδα, πολλοί από τους οποίους ήταν προηγούμενοι υπάλληλοι της WYKO, περιέλαβαν έναν πρεσβύτερο σε πωλήσεις και εμπορικό ανώτερο υπάλληλο (Steve Martinek), έναν κύριο οπτικό μηχανικό οδήγησης (James Semrad) και δύο ιδιαίτερα ταλαντούχους προγραμματιστές για να παραγάγουν την οδήγηση των λογισμικό ακρών (Larry Denneau και Mark Schmucker). Η τελική προσθήκη της ομάδας θεωρήθηκε εξίσου σημαντική σε Hayes, και αυτό ήταν η Catherine Ornstein ως διευθυντή της χρηματοδότησης. Τα χρήματα που διατίθενται αρχικά μπορεί να είχαν έλλειμμα σε οποιοδήποτε νέα επιχείρηση, ειδικά σε μια υψηλή τεχνολογία επιχείρηση που οδηγείται από τους επιστήμονες και τους μηχανικούς. Η Ornstein λοιπόν ήταν αρμόδια για όλη την οικονομική υποβολή έκθεσης και προγραμματισμού, και για να παρακολουθεί στενά τα διαθέσιμα κεφάλαια για την επιχείρηση.

Η ομάδα 4D πήρε τη φιλοσοφία της PhaseCam και ξεκίνησε μια σειρά από άλλα προϊόντα συμβολόμετρου, συμπεριλαμβανομένων της FizCam (Fizeau Συμβολόμετρο),WaveCam (Wavefront συμβολόμετρο) και η SpeckleCam (Electronic Speckle Συμβολόμετρο). Επίσης η πείρα ανάπτυξης λογισμικού για τη δημιουργία Πρόγραμματος 4Sight Wavefront, όπου αυτή η ανάλυση μπορεί να αρπάξει τα δεδομένα με μεγάλη ταχύτητα για να δημιουργήσει μετώπο κύματος ταινίες, μια μοναδική ικανότητα 4D's γραμμή interformers. Το 4Sight πρόγραμμα έχει αποδειχθεί τόσο δημοφιλές που το 4D έχει εγκαινιάσει ένα ακόμα πρόγραμμα για να

επιτρέπει στους ιδιοκτήτες της παλαιότερης φάσης που μετατοπίζουν τα παρεμβαλλόμετρα για αναβάθμιση σε 4Sight .

Από την ίδρυσή της, η 4D Τεχνολογία Corp έχει αυξήσει το προσωπικό της πάνω από 25 εργαζομένους , έχει αυξήσει το χώρο εργασίας της περισσότερο από 10.000 τετραγωνικά ft ., και έχει πάνω από μισή ντουζίνα διπλώματα ευρεσιτεχνίας που εκκρεμούν. Επιπλέον, η εταιρεία έχει κερδίσει μια σειρά βραβεία ,μεταξύ των οποίων δύο κύριους βραβεία το R & D100. Τα συστήματά τους μπορούν να μετρήσουν εξαρτήματα από την υπο- χιλιοστού, σε μεγαλύτερο από οκτώ μέτρα διάμετρο. Τα 4D προϊόντα που πωλούνται σε πολλές αγορές σε όλο τον κόσμο, συμπεριλαμβάνουν το αεροδιάστημα , την αποθήκευση δεδομένων και την επίπεδη οθόνη σε βιομηχανίες επίδειξης .



Εικόνα 36:PhaseCam

(Πηγή: <http://www.bpress.cn>)

5.2. Λειτουργίες 4D

Το 4D, λοιπόν αν θα μπορούσαμε να δώσουμε έναν απλό ορισμό, θα λέγαμε ότι είναι το 3D και η διάσταση του χώρου. Όμως στα μαθηματικά ορίζεται ως ένας γεωμετρικός χώρος με τέσσερις διαστάσεις και συνήθως αναφέρεται στο τετραδιάστατο Ευκλείδειο χώρο. Ενώ στην περίπτωση της σύγχρονης φυσικής δε θεωρείται ως ένας Ευκλείδειος χώρος, το 4D, θεωρείται μια ενιαία ύπαρξη, του χώρου και του χρόνου σε ένα τετραδιάστατο συνεχές πιο γνωστό ως χωροχρόνο. Παρά το γεγονός ,ότι υπάρχει αυτή η διαφορά στους ορισμούς, το 4D είναι κάτι πιο προχωρημένο από το 3D.Έτσι αν το 3D έχει το X, Y και Z, το 4D έχει έναν επιπλέον άξονα που είναι ορθογώνιος προς τους άλλους τρεις άξονες.

Όστόσο είναι σημαντικό να θυμόμαστε την αντίληψη των διαστάσεων, η οποία δε διαφέρει και πολύ απ αυτό που έχουν οι περισσότεροι άνθρωποι στο μυαλό τους. Έτσι, για τους ανθρώπους οι οποίοι είναι τρισδιάστατα πλάσματα, τα πάντα γίνονται αντιληπτά σε 2D.Οι άνθρωποι μπορούν να δουν μόνο μία πλευρά των πραγμάτων. Τα 3D πλάσματα πρέπει να μετακινηθούν σε άλλη θέση για να μπορέσουν να δουν και τις άλλες πλευρές ενός αντικειμένου 3D.Αν υπήρχε ένα πλάσμα 4D θα μπορούσε να δει όλες τις πλευρές ενός αντικειμένου 3D, χωρίς να χρειαστεί να μετακινηθεί από

τη θέση του για να δει μια νέα οπτική γωνία του 3D αντικειμένου. Με λίγα λόγια, τα 3D πλάσματα (οι άνθρωποι για παράδειγμα) μπορούν να δουν μόνο 2D, ενώ μόνο τα υποθετικά 4D πλάσματα θα μπορούσαν να εκτιμήσουν τα 3D αντικείμενα στο σύνολό τους, και κατά επέκταση μόνο τα υποθετικά 5D πλάσματα θα μπορούσαν να εκτιμήσουν τα 4D αντικείμενα στο σύνολό τους.

Η τεχνολογία λοιπόν 4D, λειτουργεί ακριβώς όπως και η 3D τεχνολογία. Η 4D τεχνολογία δηλαδή περιλαμβάνει την υπάρχουσα 3D τεχνολογία με μια πρόσθετη διάσταση. Μέχρι στιγμής όμως, ένα πραγματικό 4D αντικείμενο όπως ορίζεται πιο πάνω από τα μαθηματικά και τη σύγχρονη φυσική, δεν υπάρχει ακόμα. Ας πούμε το 4D στο σινεμά είναι απλά το 3D συν μια επιπλέον διάσταση ή στοιχείο. Αυτό το πρόσθετο στοιχείο μπορεί να είναι μια προσομοίωση ή ομάδα προσομοιώσεων των περιβαλλοντικών περιστατικών με βάση αυτό που προβάλλεται. Τέτοια παραδείγματα μπορεί να είναι ο άνεμος, η βροχή και οι πίδακες νερού, ο καπνός, ο φωτισμός strobe, φουσαλίδες αέρα, μυρωδιές και κραδασμοί. Βέβαια δεν υπάρχει ακόμα ένα εγκατεστημένο ή συνεπές πρότυπο ως προς τη σημασία του 4D στον κινηματογράφο.

5.2.1.Εφαρμογή του 4D

Η ανθρώπινη δράση και η αναγνώριση γεγονότος από το βίντεο είχε αρκετά ερευνηθεί στον τομέα των υπολογιστών λόγω της θεμελιώδους σημασίας της στην τηλεοπτική ανάλυση περιεχομένου εφαρμογών. Όμως, το πρόβλημα με τις ανθρώπινες ενέργειες μέσω βίντεο που λαμβάνονται από αυθαίρετες λήψεις είναι ότι η ίδια δράση μπορεί να φανεί αρκετά διαφορετική όταν παρατηρείται από διαφορετικές γωνίες. Επίσης, προκαλούνται παραλλαγές εξαιτίας της προσωπικής διαφοράς δράσης του κάθε ανθρώπου. Η επίλυση του ανωτέρου προβλήματος περιλαμβάνει αφενός την απόφαση για το ποια είναι τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της κάθε δράσης και αφετέρου η δημιουργία μιας σταθερής άποψης για την περιγραφή της δράσης ώστε να είναι εύκολο να μαθευτεί και να αναγνωριστεί.

Μέσω του μοντέλου 4D αρχικά, κωδικοποιούνται μορφές και κινήσεις των δραστών που παρατηρούνται από τις πολλαπλές λήψεις και αναπτύσσεται το 4D πρότυπο για την αντιπροσώπευση και την αναγνώριση των ενεργειών από τις αυθαίρετες απόψεις, με την αναδημιουργία τρισδιάστατων οπτικών περιγραμμάτων των δραστών κάθε στιγμή.

Αυτά τα βίντεο αποτελούν για την προσέγγισή μας πρότυπα βίντεο, τα οποία καταγράφονται με τη χρησιμοποίηση των πολλαπλών καμερών γύρω από τους δράστες. Κάθε στιγμή μια τρισδιάστατη μορφή αναδημιουργείται υπολογίζοντας τα οπτικά περιγράμματα μέσω της οπίσθιας πολλαπλής προβολής της δισδιάστατης σιλουέτας στον τρισδιάστατο χώρο.

Για να προχωρήσει η ανάλυσή μας, ορίζουμε κάποιες συγκεκριμένες δράσεις, όπως για παράδειγμα το κοίταγμα του ρολογιού, το τέντωμα των χεριών, το ξύσιμο του κεφαλιού, το κάθισμα, το σήκωμα, η μεταβολή, το περπάτημα, το σφίξιμο των χεριών, η μπουνιά, η κλωτσιά, το σήκωμα ενός αντικειμένου. Χωροχρονικά τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της κάθε δράσης υπολογίζονται μέσω της ανάλυσης(STV) των διαφορετικών γεωμετρικών ιδιοτήτων του όγκου (της σιλουέτας του δράστη) που παράγεται κατά τη διάρκεια της δράσης. Το πρώτο βήμα στην προσέγγιση λοιπόν, είναι να παραχθεί αυτόματα το STV από μια ακολουθία περιγραμμάτων. Μόλις παραχθεί το STV ένα σύνολο από χαρακτηριστικά που

περιγράφουν αλλαγές στην κατεύθυνση, στην ταχύτητα, και στη μορφή των μερών του περιγράμματος υπολογίζονται. Αυτό είναι το λεγόμενο σκίτσο δράσης.

Συγκρίνοντας, την αναγνώριση της άποψης από μεμονωμένες λήψεις με την αναγνώριση από πολλαπλές λήψεις καταλήξαμε στο ότι η λειτουργία της αναγνώρισης μπορεί να βελτιωθεί όταν υπάρχουν διαθέσιμα βίντεο πολλαπλών λήψεων.

Μία λίγο διαφοροποιημένη εφαρμογή του 4D, είναι το πλαίσιο για τη δημιουργία 4D ρεαλιστικών εικονικών χαρακτήρων μέσω μιας τεσσάρων διαστάσεων μαγνητοσκοπημένης παράστασης(4DPC). Τα δεδομένα της παράστασης αυτής, μπορούν να αποσταλούν μέσω ίντερνετ και να ελέγχονται διαδραστικά μέσω ενός προγράμματος περιήγησης. Αφού παραχθεί το ψηφιακό αρχείο, κατόπιν επεξεργασίας μπορούν να παραχθούν συμπαγείς αναπαραστάσεις σε ότι αφορά τη γεωμετρία και τη δυναμική αναπαράσταση.

Σε σύγκριση με τις παλιές τεχνικές κινούμενων σχεδίων, αυτή η τεχνική(4DPC) επιτρέπει την αποτύπωση της φυσιολογικής κίνησης και εμφάνισης χωρίς να σπαταλούνται εκατοντάδες ώρες ανθρώπινης εργασίας από εξειδικευμένους ηθοποιούς. Ειδικό αλγόριθμοι μέσω του υπολογιστή καθιστούν δυνατή την απόκτηση γεωμετρίας τριών διαστάσεων με ακρίβεια χιλιοστού και συνδυάζοντας τους αλγόριθμους αυτούς με τις πρόσφατες εξελίξεις στη γεωμετρία, επιτρέπεται η δημιουργία ενός σταθερού πλέγματος χαρακτηριστικών παρόλο που όλα τα δεδομένα έχουν εξαχθεί από ανεξάρτητες και ανακατασκευασμένες λήψεις. Αυτό, σε ότι αφορά τη γεωμετρία έχει ως αποτέλεσμα, μία συμπαγή αναπαράσταση στο χρόνο.

Το παραγόμενο ψηφιακό αρχείο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε παραγωγές ταινιών, παιχνιδιών και μετεωρολογικών δελτίων.

5.3. Οι επιδράσεις του 4D

Το Κέντρο για Όραση Μηχανών (CMV) αναλαμβάνει πρωταγωνιστικό ρόλο στην ανάπτυξη της τεχνολογίας αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή για εφαρμογή στον πραγματικό κόσμο. Οι μαθητές και το προσωπικό του UWE του Bristol κάνουν χρήση όρασης μηχανών για να αντιμετωπίσουν ένα τεράστιο φάσμα προκλήσεων. Μπορεί να μετρήσει την ανάπτυξη των καρκίνων του δέρματος, να βρει κρυμμένα όπλα και επιτρέπει στους υπολογιστές να ανιχνεύσουν αλλαγές στο ανθρώπινα συναισθήματα. Η φωτομετρική στέρεο τεχνολογία που χρησιμοποιείται στην όραση μηχανών δημιουργεί 3D και 4D εικόνες που λαμβάνονται με το φως που εκπέμπεται από πολλές διαφορετικές πηγές ταυτόχρονα, προκειμένου να επιτευχθεί βαθύτερη γνώση. Το Κέντρο Όρασης Μηχανών του, τμήμα του Εργαστηρίου Ρομποτικής του Bristol, είναι ένα από μόνο μια χούφτα κέντρα στον κόσμο αφοσιωμένα στην εξερεύνηση των δυνατοτήτων της όρασης μηχανών. Έχει λάβει σημαντικές χρηματοδοτήσεις από το Διοικητικό Συμβούλιο Στρατηγικής της Τεχνολογίας, το EPSRC, το Συμβούλιο Ιατρικής Έρευνας και του Υπουργείου Άμυνας.

Το Κέντρο έχει εφεύρει μια συσκευή Photoface που καταγράφει μια 3D εικόνα του προσώπου τους, καθώς περπατούν μέσα από αυτή. Το πρόγραμμα έχει δημιουργήσει μια βάση δεδομένων με πάνω από 450 πρόσωπα που καταγράφηκαν σε 3.000 συνεδρίες με φωτομετρική στέρεο τεχνολογία. Ο επιστημονικός συνεργάτης Dr Mark Hansen είπε, "Αυτή η βάση δεδομένων μας επιτρέπει να πειραματιστούμε με

τη μείωση του ποσού των μετρήσεων που πρέπει να πάρει ένας υπολογιστής για να αναγνωρίσει ένα πρόσωπο. "Επί του παρόντος, η αυτόματη αναγνώριση προσώπου είναι μια αργή και δαπανηρή διαδικασία, αλλά γνωρίζουμε ότι οι άνθρωποι είναι πολύ καλοί στο να αναγνωρίζουν πρόσωπα από λίγες λεπτομέρειες, όπως από τις εικόνες χαμηλής ανάλυσης και τις γελοιογραφίες. Χρησιμοποιώντας νέες μεθόδους εμπνευσμένες από την ψυχολογία, μπορούμε να επιτύχουμε τα ποσοστά αναγνώρισης ύψους 95,75% σε πολύ μεγαλύτερες ταχύτητες.

"Αυτό το είδος της αυτόματης αναγνώρισης προσώπου θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την ταυτοποίηση ανθρώπων που τους επιτρέπεται να έχουν πρόσβαση σε περιοχές ασφαλείας και είναι πολύ λιγότερο παρεμβατική από ό,τι άλλες βιομετρικές τεχνικές. Βλέποντας τι κρύβεται κάτω από την επιφάνεια, η χρήση φωτομετρικής στέρεο τεχνολογίας μπορεί επίσης να ανιχνεύσει κρυμμένα όπλα ή να αναγνωρίσει τα άτομα που προσπάθησαν να αποκρύψουν τα χαρακτηριστικά τους.

Το πρόγραμμα της 4D Όρασης του Κέντρου πάει την υπάρχουσα 3D φωτομετρική στέρεο τεχνολογία στο επόμενο επίπεδο. Νέες μέθοδοι εξαγωγής χαρακτηριστικών και ταξινόμησης επιτρέπουν ταχεία ανίχνευση των μικροσκοπικών μικρό-κινήσεων από κινούμενα 3D πρόσωπα.

Εργασίες έχουν ξεκινήσει επίσης για ένα πρόγραμμα με το Πανεπιστήμιο της Σχολής Πειραματικής Ψυχολογίας του Μπρίστολ για τον εντοπισμό υποκείμενων αλλαγών στη διάθεση. Για παράδειγμα, οι άνθρωποι που πάσχουν από κατάθλιψη φαίνεται να εμφανίζουν ορισμένα χαρακτηριστικά του προσώπου που μπορούν να μετρηθούν. Αυτό θα μπορούσε επίσης να έχει σημαντικά οφέλη για τη φροντίδα των ηλικιωμένων ή των ασθενών στα σπίτια τους.

Ήδη, διαφημιστικά σχετικά με τα ενδιαφέροντά μας ξεπροβάλλουν στις οθόνες των κινητών και των υπολογιστών μας. Σύντομα, η στοχευμένη υπαίθρια διαφήμιση θα είναι επίσης διαθέσιμη. Οι ψηφιακές διαφημιστικές πινακίδες με φωτομετρικό στέρεο τεχνολογικό εξοπλισμό ενσωματωμένο δοκιμάζονται από το Κέντρο και την Aralia Systems Ltd. Οι πινακίδες μπορούν να ανιχνεύσουν γενικές πληροφορίες για τους ανθρώπους που κοιτάνε τις διαφημίσεις, όπως η ηλικία, το φύλο και το χρονικό διάστημα που κοιτούν τη διαφήμιση. Αυτή η πληροφορία δεν αποθηκεύεται, αλλά χρησιμοποιείται για να αλλάξει η οθόνη και να εμφανίζονται οι διαφημίσεις που σχετίζονται με τα δημογραφικά στοιχεία των ανθρώπων που τη βλέπουν. Μια οικογενειακή ομάδα μπορεί να δει πληροφορίες για τα τοπικά αξιοθέατα για ημερήσιες εξόδους, ενώ μια ομάδα νέων ανθρώπων, θα δει μια διαφήμιση για ένα νυχτερινό κέντρο διασκέδασης.

Ο Καθηγητής Melvyn Smith, διευθυντής του CMV, είπε, "Η Αυτόματη αναγνώριση προσώπου είναι μια πολύ ενεργή περιοχή έρευνας για καλούς λόγους. Η αλληλεπίδραση μέσω μιας οθόνης αφής, της φωνής ή του πληκτρολόγιου δεν είναι ο μόνος τρόπος για τους ανθρώπους να επικοινωνούν με τους υπολογιστές." Η Έρευνα στο Κέντρο του UWE για Όραση Μηχανών βρίσκεται στο επίκεντρο του πώς η τεχνολογία του μέλλοντος θα ανακαλύψει τι θέλουν οι άνθρωποι και πώς να αλληλεπιδρά μαζί τους. "Οι άνθρωποι είναι σε θέση να αναγνωρίζουν τους ανθρώπους από τις εικόνες χαμηλής ανάλυσης και τις γελοιογραφίες.

Επανάσταση στον τομέα των τεχνολογιών απεικόνισης που εφαρμόζονται στην Ιατρική φέρνει το νέο λογισμικό της General Electric Healthcare, το οποίο

πραγματοποιεί την απεικόνιση των οργάνων του ανθρώπινου οργανισμού σε «extreme 4D». Το σύστημα cSound, όπως ονομάζεται, προσφέρει εξωπραγματικές εικόνες της καρδιάς οι οποίες θα ήταν ορατές μόνο σε περίπτωση που ο ασθενής υποβαλλόταν σε επέμβαση ανοιχτής καρδιάς. Ο καρδιολόγος δρ Μπιτζόι Καντέρια, από το Ιατρικό Κέντρο Aurora St Luke's στο Μιλγουόκι, δοκίμασε αυτό το επαναστατικό λογισμικό με τους συνεργάτες του. Μετά την δοκιμή εξήγησε πως ο υπέρηχος επιτρέπει στους γιατρούς να δουν την καρδιά αλλά όχι με την λεπτομέρεια που θα ήθελαν και πως το λογισμικό αυτό χρησιμοποιώντας το σήμα του υπέρηχου για την απεικόνιση της καρδιάς στρώμα - στρώμα συναρμολογεί όλα τα στρώματα σχηματίζοντας την ολοκληρωμένη εικόνα της καρδιάς.

Μία νέα τεχνολογία υπερήχων 3D /4D βλέπουμε επιπλέον να κάνει την εμφάνιση της σε Northshore Κέντρα Υγείας. Τα 3D /4D υπερηχογραφήματα χρησιμοποιούν ηχητικά κύματα σε ένα γήπεδο πολύ υψηλότερο από ότι εσείς ή το μωρό σας μπορεί να ακούσει. Το μηχάνημα αυτό υπερήχων στέλνει αυτά τα κύματα σε διαφορετικές γωνίες, αναλύει τις ηχώ και σχηματίζει μια εικόνα 3D. Το τμήμα 4D του υπερήχου είναι ένα απόσπασμα της ταινίας του μωρού σας σε 3D, όπου η τέταρτη διάσταση είναι ο χρόνος.



Εικόνα 37:Υπερηχογράφημα 4D

(Πηγή: <http://embryomitriki.gr>)

Θαύματα στον τομέα της πλαστικής χειρουργικής κάνει η «έξυπνη» λιποαναρρόφηση, η οποία στη νέα εξελιγμένη μορφή 4D έχει τη δυνατότητα να αφαιρεί το λίπος χωρίς να προκαλεί τραύματα στους ιστούς, δημιουργώντας μώδη αθλητικό σώμα. Ο πλαστικός χειρουργός Δρ. Αθανάσιος Αθανασίου αναφέρει ότι η εξέλιξη της σε σχέση με τη 3D λιποαναρρόφηση είναι ότι πλέον έχουμε τη δυνατότητα να αφαιρούμε το λίπος δημιουργώντας παράλληλα γραμμώσεις και σύσφιξη όχι μόνο στην κοιλιακή χώρα, αλλά και στους βραχίονες, το στήθος, τους γλουτούς, τους μηρούς, τα ισχία και την πλάτη μεταμορφώνοντας και βελτιώνοντας το σώμα σε μόνιμη βάση. Σύμφωνα με τους πλαστικούς χειρουργούς ο τρόπος αυτός λιποαναρρόφησης επιτρέπει τη φυσική προβολή των μυών και την φυσική κίνηση

των μυϊκών ομάδων. «Επίσης το λίπος αφαιρείται προσεκτικά, το σώμα σμιλεύεται με λιπογλυπτική, εγγέροντας λίπος όπου είναι απαραίτητο. Έτσι μπορούμε να προσθέσουμε όγκο και να τονίσουμε το υφιστάμενο μυϊκό σύστημα ώστε να διαμορφώσουμε γράμμωση και το σχήμα που θέλουμε» διευκρινίζει ο Δρ. Αθανάσιος Αθανασίου. Η 4D είναι το μέλλον την λιποαναρρόφησης και λιπογλυπτικής, καθώς έχει τη δυνατότητα αφαίρεσης λίπους από δύσκολες περιοχές του ανθρώπινου σώματος, χωρίς να προκαλεί τραυματισμούς και ουλές.

Ενδιαφέρον θα λέγαμε ότι είναι και η έλευση του 4D σινεμά. Ο 4D κινηματογράφος περιλαμβάνει πέρα από τις δυο διαστάσεις της οθόνης και της τρίτης μέσω των γυαλιών, και την τέταρτη που θέλει να παίξει με άλλες αισθήσεις μας πέρα από τα μάτια. Έτσι η καρέκλα μας στον 4D κινηματογράφο δονείται, σταγόνες νερού πετάγονται πάνω μας όταν νερό πλατσουρίζει στην οθόνη, το κάθισμα μας μας ασκεί πίεση όταν κάποιος πρωταγωνιστής είναι σε πίεση, ενώ αέρας, μυρωδιές, κρύο και ζέστη μπορούν να είναι ακόμα μέσα στο παιχνίδι της τέταρτης διάστασης.

Τα VR ακουστικά όπως Oculus Rift και PlayStation VR συχνά αναφέρονται ως HMDs και όλα αυτά που σημαίνει ότι το κεφάλι τοποθετεί εικόνες. Ο στόχος του υλικού είναι να δημιουργήσει ότι φαίνεται να είναι ένα φυσικό μέγεθος, 3D εικονικό περιβάλλον, χωρίς τα όρια που συνήθως συνδέουμε με τις οθόνες της τηλεόρασης ή του υπολογιστή. Έτσι η οθόνη τοποθετημένη στο πρόσωπο σας ακολουθεί. Βίντεο αποστέλλεται από την κονσόλα ή τον υπολογιστή στο ακουστικό μέσω ενός καλωδίου HDMI στην περίπτωση των ακουστικών. Τα VR ακουστικά χρησιμοποιούν είτε δύο feeds αποστέλλονται σε μια οθόνη ή δύο LCD οθόνες , μια για κάθε μάτι. Υπάρχουν επίσης φακοί που τοποθετούνται ανάμεσα στα μάτια σας και τα pixels τα οποία είναι ο λόγος που οι συσκευές συχνά αποκαλούνται γυαλιά. Ουσιαστικά με αυτά τα γυαλιά μπορούν οι χρήστες να «μεταφερθούν» στο παιχνίδι που παίζουν ή σε ένα σινεμά βλέποντας μια 3D ταινία.

Κεφάλαιο 6° :Συμπεράσματα

Στη σύγχρονη κοινωνία στην οποία ζούμε, η τεχνολογία προοδεύει και βλέπουμε πως παίζει σημαντικό ρόλο στις ζωές των ανθρώπων. Έτσι λοιπόν αποφασίσαμε να ασχοληθούμε με μία νέα τεχνολογία η οποία έχει φέρει την επανάσταση στον χώρο της υγείας, του κινηματογράφου καθώς και σε άλλες επιστήμες. Στην πτυχιακή μας εργασία αναφερόμαστε αρχικά σε θέματα οπτικής, σε τεχνολογίες απεικόνισης οφθαλμών και σε βοηθήματα χαμηλής όρασης. Στη συνέχεια, μελετάμε κάποιες τεχνολογίες οι οποίες έχουν προηγηθεί του 4D όπως η τεχνητή νοημοσύνη, η εικονική πραγματικότητα και το 3D οι οποίες και αυτές με την σειρά τους έχουν καταφέρει πολλά ενδιαφέροντα πράγματα. Τέλος κάνουμε μία ιστορική αναδρομή στο 4D, στη συνέχεια αναφερόμαστε σε λειτουργίες, εφαρμογές του και στις επιδράσεις του σε διάφορους τομείς.

Είναι μία νέα τεχνολογία που έχει αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο βλέπουμε και αντιλαμβανόμαστε τα πράγματα γύρο μας. Αν κάτσει κάποιος να ασχοληθεί με αυτή την τεχνολογία θα δει πως έχει πολύ ενδιαφέρον. Είναι πραγματικά απίστευτο για παράδειγμα το πώς ένα ζευγάρι γυαλιά όπως είναι αυτά του 4D μπορούν να σε «μεταφέρουν» σε ένα άλλο μέρος. Όπως επίσης το πώς έχει καταφέρει αυτή η τεχνολογία να προσφέρει εξωπραγματικές εικόνες της καρδιάς οι οποίες θα ήταν ορατές μόνο σε περίπτωση που ο ασθενής υποβαλλόταν σε επέμβαση ανοιχτής καρδιάς. Ουσιαστικά περιλαμβάνει την υπάρχουσα τεχνολογία 3D με μια επιπλέον διάσταση. Είναι πραγματικά μια πολύ ενδιαφέρουσα τεχνολογία η οποία στο μέλλον φαίνεται πως θα εξελιχθεί και άλλο. Πραγματικά πιστεύουμε πως στο μέλλον μας περιμένουν ακόμα πιο εντυπωσιακά πράγματα να δούμε ακόμα και από αυτά που αναφέρονται στην πτυχιακή μας. Γενικά σαν θέμα θα μπορούσαμε να πούμε πως μας δυσκόλεψε γιατί είναι μία τεχνολογία άγνωστη για εμάς και καινούργια αλλά πιστεύουμε πως παρ' όλες τις δυσκολίες καταφέραμε να βγάλουμε ένα πολύ καλό αποτέλεσμα.

Βιβλιογραφία

Βιβλία:

- Αλέξανδρος Γ. Δαμανάκις: "Διάθλαση" Εκδόσεις: Π.Χ.Πασχαλίδης
- Κατσούλος Κ., Ασημέλης Γ.: " Η Σύγχρονη Διαθλαστική Εξέταση " Εκδόσεις: Σύγχρονη σκέψη
- Φωτεινάκης Β., Πατέρας Ε., Χανδρινός Αρ.: " Η Κλινική Διάθλαση " Εκδόσεις: Έλλην
- Ασημέλλης Γ.: " Οπτική και Υπερόραση " Εκδόσεις: Σύγχρονη Γνώση
- Κόκκοτας Β.: " Η τέχνη και η τεχνική της σκιασκοπίας από τη διάθλαση στις νευροεπιστήμες " Εκδόσεις: Π.Χ. Πασχαλίδης
- Richard S.Snell, Michael A.Lemp: " Κλινική Ανατομία Οφθαλμού " Εκδόσεις: Π.Χ. Πασχαλίδης
- Σημειώσεις καθηγήτριας Τόγιας

Διαδικτυακές Πηγές:

- cgi.di.uoa.gr/~ys02/dialekseis2011/intro1spp
- https://en.wikipedia.org/wiki/Head-mounted_graphical_display
- www.tmth.gr/home/59-applications/851-techniti-noymosyni
- <http://users.sch.gr/jenyk/index.php/artificialintelligence/ai-historicalreview/5-historicalroute>
- aibook.csd.auth.gr/include/slides/Chap01.pdf
- <http://users.sch.gr/jenyk/index.php/artificialintelligence/ai-historicalreview/5-historicalroute>
- http://apothetirio.teiep.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/197/tlp_000133A.pdf?sequence=1
- http://index.lib.teithe.gr:8080/bitstream/handle/10184/11240/Kitsantas_Paraskevas.pdf?sequence=1
- <https://www.pcsteps.gr/113807-%CE%B5%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CF%80%CF%81%CE%B1%CE%B3%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1-virtual-reality-vr/>
- [http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/891/1/Nimertis_Zagouras\(el\).pdf](http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/891/1/Nimertis_Zagouras(el).pdf)
- <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/epp/2010/CharalampakiEirini/attached-document-1297761731-612669-25756/Charalampaki2010.pdf>

[-http://www.ebusiness-lab.gr/files/dmdocuments/Ptyxiakes/PDFs/Atsalou_Sygxrones_Methodoi_Allhlepidrashes_metaksy_Anthrwpoy-Ypologisth.pdf](http://www.ebusiness-lab.gr/files/dmdocuments/Ptyxiakes/PDFs/Atsalou_Sygxrones_Methodoi_Allhlepidrashes_metaksy_Anthrwpoy-Ypologisth.pdf)

[-http://www.m3.tuc.gr/antoniadis/14.NATIONAL%20CONFERENCES/14.19.pdf](http://www.m3.tuc.gr/antoniadis/14.NATIONAL%20CONFERENCES/14.19.pdf)

https://en.wikipedia.org/wiki/Multiview_Video_Coding

[-http://techtheday.com/4d-technology-will-affect-future](http://techtheday.com/4d-technology-will-affect-future)

[-http://www.surrey.ac.uk/cvssp/people/adrian_hilton](http://www.surrey.ac.uk/cvssp/people/adrian_hilton)

[-http://www.electrosonic.co.uk/content/3d-and-4d](http://www.electrosonic.co.uk/content/3d-and-4d)

[-http://www.stratasys.com/industries/education/research/4d-printing-project](http://www.stratasys.com/industries/education/research/4d-printing-project)

[-http://www.vita.gr/science-forum/article/33332/3d-printing/](http://www.vita.gr/science-forum/article/33332/3d-printing/)

[-http://fetus.gr](http://fetus.gr)

[- http://www.drliakakos.gr](http://www.drliakakos.gr)

[-http://gr.askmen.com/ugeia/1100092/article/aute-e-kardia-tupotheke-se-3d-printer-ki-esose-te-zoe-enos-p](http://gr.askmen.com/ugeia/1100092/article/aute-e-kardia-tupotheke-se-3d-printer-ki-esose-te-zoe-enos-p)

[-http://academy.plaisio.gr/?q=el/node/96](http://academy.plaisio.gr/?q=el/node/96)

[-http://docplayer.gr/1561431-Ptyhiaki-ergasia-syghrona-systimata-trisdiastaton-apeikoniseon-mia-efarmogi-sto-logismiko-3d-studio-max.html](http://docplayer.gr/1561431-Ptyhiaki-ergasia-syghrona-systimata-trisdiastaton-apeikoniseon-mia-efarmogi-sto-logismiko-3d-studio-max.html)

[-http://www.wearable.com/vr/how-does-vr-work-explained](http://www.wearable.com/vr/how-does-vr-work-explained)

[-http://4dimmersive.com/portfolio/sedgemoor-care-home](http://4dimmersive.com/portfolio/sedgemoor-care-home)

[-http://www.northshorehealth.org/3d4d-ultrasound/](http://www.northshorehealth.org/3d4d-ultrasound/)

[-http://www.onmed.gr](http://www.onmed.gr)

[-http://techtheday.com/4d-technology-will-affect-future/](http://techtheday.com/4d-technology-will-affect-future/)

[-www.ehow.com](http://www.ehow.com)

[-http://www.surrey.ac.uk/cvssp/people/adrian_hilton](http://www.surrey.ac.uk/cvssp/people/adrian_hilton)