



Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών
Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

Πτυχιακή Εργασία

**Σύστημα Αναγνώρισης Χειρονομιών της Νοηματικής
Γλώσσας με Χρήση Αισθητήρα Microsoft Kinect**

Ελένη Μπουζάκη 2662
Ιωάννα Σεϊτανίδη 2656

Επιβλέπων Καθηγητής: Τσαμπίκος Κουναλάκης

**Επιτροπή Αξιολόγησης: Βιδάκης Νικόλαος
Ακουμιανάκης Δημοσθένης
Τριανταφυλλίδης Γεώργιος**

Ηράκλειο Φεβρουάριος 2014

Ευχαριστίες

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε όλους όσους στάθηκαν στο πλευρό μας όλο αυτό το χρονικό διάστημα. Πρώτα απ' όλα τις οικογένειές μας που μας στάθηκαν οικονομικά και ψυχολογικά παρέχοντάς μας την κατάλληλη στήριξη στις σπουδές μας. Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε επίσης φίλους, συνάδελφους, διδάσκοντες που με τις γνώσεις τους και τη βοήθεια τους μας παρείχαν τα απαιτούμενα εφόδια για το μέλλον. Τέλος θα θέλαμε να αποδώσουμε τις ευχαριστίες μας στον εισηγητή και τον υπεύθυνο για την πτυχιακή μας εργασία κ. Τσαμπίκο Κουναλάκη για την ευκαιρία που μας έδωσε να ασχοληθούμε με το συγκεκριμένο θέμα.

Abstract

Greek Sing Language (GSL) has been the official language of the Greek Deaf since 2000. The deaf can be people who are either deaf from birth due to congenital causes or have acquired hearing loss and lack of speech later in their life. Nowadays, technology has been developed to such an extent offering its services to provide assistance to our fellows and mainly to people with special needs.

The main objective of our thesis is to design an application which will be able to recognize gestures in the Greek Sing Language using the written C# (programming language) and Microsoft Kinect sensor. The Kinect sensor enables advanced gesture recognition. Initially, the system has to be trained via the recording of an amount of gestures in order to achieve successfully the recognition of movements. Gestures are stored in files locally in our personal computer. Then, the system tries to detect the user's gestures in front of the Kinect and to identify them retrieving information from the stored files. One limitation of the system, in order to be successful, is that the gestures should be static. Specifically, the person is required to remain still. Finally, the system offers users the potential to communicate with others who do not know the Greek Sign Language.

Σύνοψη

Η Ελληνική Νοηματική Γλώσσα από το 2000 αποτελεί επίσημη γλώσσα της κοινότητας των Ελλήνων Κωφάλαλων. Οι κωφάλαλοι είναι άτομα με ειδικές ανάγκες, που πάσχουν από εκ γενετής ή επίκτητη απουσία της ικανότητας της ακοής και της ομιλίας. Στις μέρες μας η τεχνολογία έχει αναπτυχθεί πάρα πολύ και μπορεί να προσφέρει υπηρεσίες για την βοήθεια συνανθρώπων μας και κυρίως ατόμων με ειδικές ανάγκες.

Αντικείμενο της πτυχιακής εργασίας είναι η κατασκευή μιας εφαρμογής για την αναγνώριση χειρονομιών στην ελληνική νοηματική γλώσσα με την χρήση της γλώσσας προγραμματισμού C# και του αισθητήρα Microsoft Kinect. Ο αισθητήρας Kinect έχει τη δυνατότητα απεικόνισης του βάθους με το οποίο μπορούμε να κάνουμε την αναγνώριση των χειρονομιών. Αρχικά για να πραγματοποιηθεί η αναγνώριση πρέπει να προηγηθεί η εκπαίδευση του συστήματος μας μέσω της καταγραφής ενός συνόλου χειρονομιών. Οι χειρονομίες αποθηκεύονται σε αρχεία τοπικά στον υπολογιστή μας. Στη συνέχεια το σύστημα προσπαθεί να αναγνωρίσει την χειρονομία που κάνει ο χρήστης μπροστά στο Kinect και να την ταυτίσει με τις πληροφορίες που έχουν διαβαστεί από τα αρχεία. Σαν περιορισμός του συστήματος για την επιτυχή αναγνώριση των χειρονομιών είναι οι χειρονομίες να είναι στατικές δηλαδή να μην αλλάζουν στο χρόνο. Τέλος το σύστημα προσφέρει στους χρήστες την δυνατότητα επικοινωνίας με άλλους χρήστες που δεν γνωρίζουν την Ελληνική Νοηματική Γλώσσα.

Περιεχόμενα

1	Κεφάλαιο	1
1.1	Εισαγωγή	1
1.2	Σκοπός	1
1.3	Περίγραμμα Εργασίας	1
2	Κεφάλαιο	2
2.1	Άτομα με Ειδικές Ανάγκες	2
2.1.1	Κοινωνικός Αποκλεισμός και Άτομα με Αναπηρία	3
2.1.2	Μορφές Κοινωνικού Αποκλεισμού	3
2.1.3	Τεχνολογίες Υποστήριξης σε Άτομα με Ειδικές Ανάγκες	5
2.2	Κωφάλαλοι	6
2.3	Τεχνητή Όραση	8
2.3.1	Κατάσταση Προόδου	9
2.3.2	Εφαρμογές Τεχνητής Όρασης	10
2.4	Τεχνητή Νοημοσύνη	11
3	Κεφάλαιο	13
3.1	Ιστορική Αναδρομή της Ελληνικής Νοηματικής Γλώσσας	13
3.1.1	Η Εκπαίδευση των Κωφών στην Ελλάδα	16
3.1.2	Η Ανάπτυξη των Πρώτων Σχολείων Κωφών στην Ελλάδα	17
3.1.3	Νεότερες Εξελίξεις	19
3.1.4	Τα Σχολεία των Κωφών Σήμερα	21
3.2	Η Ελληνική Νοηματική Γλώσσα	22
3.2.1	Μελέτη και Λεξικογράφηση της Ελληνικής Νοηματικής Γλώσσας	24
3.2.2	Εφαρμογές της Πληροφορικής στη Νοηματική	24
3.2.3	Μέθοδοι Εκπαίδευσης	25
3.2.4	Συστήματα Επαγγελματικής Εκπαίδευσης των Κωφάλαλων	27
3.2.5	Η Κοινότητα των Κωφών	29
3.3	Ο κόσμος των Χειρονομιών	30
3.3.1	Ταξινόμηση Χειρονομιών	30
3.3.2	Αναγνώριση Ανθρώπινης Κίνησης	31
3.3.3	Αναγνώριση Χειρονομιών (Gesture Recognition)	31
3.3.4	Sign Language Recognition with Kinect	32
4	Κεφάλαιο	33
4.1	Αισθητήρας Βάθους	33
4.1.1	Stereo Camera	33
4.1.2	Lidar	34
4.1.3	RGB - D αισθητήρες (RGB - D sensor)	35
4.1.4	Τεχνολογίες καταγραφής κίνησης	36
4.2	Hardware Kinect	37

Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

4.2.1	Κάμερα Χρώματος (Color Sensor)	40
4.2.2	Υπέρυθρη Κάμερα (IR)	41
4.2.3	Μικρόφωνο	41
4.2.4	LED	42
4.2.5	Μηχανοκίνητη Βάση(Tilt Motor)	42
4.3	Software Kinect	43
4.3.1	Open Kinect	43
4.3.2	Open NI	43
4.3.3	Kinect Drivers and SDKs	44
4.3.4	Microsoft Kinect SDK for Windows	44
4.4	Εφαρμογές που χρησιμοποιούν το Kinect	45
4.4.1	Εικονική Πραγματικότητα (Virtual Reality)	46
4.4.2	Υγεία-Ιατρική (Health)	46
4.4.3	Εκπαίδευση	46
4.4.4	Kinect Hacks	47
4.5	Η αναγνώριση χειρονομιών	49
4.5.1	Λειτουργία Εντοπισμού Σκελετού	49
4.5.2	Παρακολούθηση σκελετού με το Kinect SDK (Skeleton Tracking)	51
4.5.3	Αρθρώσεις Σκελετού (Skeleton Joints)	52
4.6	Χρήση Kinect	53
4.6.1	Foreground Segmentation	54
4.6.2	The Stick Skeleton Model	54
4.6.3	Extended Distance Transform	54
4.6.4	Skin Segmentation	55
4.6.5	ARM Fitting	55
4.7	Kinect for Windows SDK	56
4.8	Αξιολόγηση του Kinect για Windows SDK(Evaluation)	57
4.9	Το Kinect για Windows Developer Toolkit	57
4.9.1	Στο Εσωτερικό του Kinect SDK	58
4.9.2	Χαρακτηριστικά του Kinect για Windows SDK	59
4.10	Καταγραφή Kinect Studio	60
4.11	Αλληλεπιδράσεις του συστήματος	61
4.11.1	Αλληλεπίδραση χρήστη συστήματος	61
4.11.2	Αλληλεπίδραση σε δύο χρήστες	61
5	Κεφάλαιο	63
5.1	Microsoft Visual Studio	63
5.2	XAML	63
5.3	C#	64
6	Κεφάλαιο	65
6.1	Αρχιτεκτονική του συστήματος	65
6.2	Γραφικό Περιβάλλον	67

Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

6.3	Χρήση Εφαρμογής	70
6.3.1	Εκπαίδευση του συστήματος	71
6.3.2	Αναγνώριση χειρονομιών	80
6.4	Δυναμικές κινήσεις	84
7	Κεφάλαιο	85
7.1	Συμπεράσματα	85
7.2	Μελλοντική δουλειά	85
7.3	Στοιχεία Καινοτομίας	86
Βιβλιογραφία		87

Εικόνες

Εικόνα 1: Η θέση της Τεχνητής Όρασης στην έρευνα και τεχνολογία	8
Εικόνα 2: Απεικόνιση του NASA's Mars Exploration Rover	11
Εικόνα 3: Ελληνικό Δακτυλικό Αλφάβητο	23
Εικόνα 4: Time of Flight	34
Εικόνα 5: Time of flight principle	34
Εικόνα 6: α) Αισθητήρας Lidar β) και γ) παραγόμενες τρισδιάστατες απεικονίσεις	35
Εικόνα 7: Αναπαράσταση του κόσμου όπως τον αντιλαμβάνεται ένα αυτόνομο αυτοκίνητο της Google	35
Εικόνα 8: RGB - Depth Image	36
Εικόνα 9: Depth Image καταγραφή από το Kinect με τη χρήση του Kinect SDK	36
Εικόνα 10: Αισθητήρας Microsoft Kinect	37
Εικόνα 11: Τρόπος Λειτουργίας	39
Εικόνα 12: Από το εσωτερικό εξοπλισμό του Kinect	39
Εικόνα 13: Στοιχεία του αισθητήρα Kinect	40
Εικόνα 14: Ορατή περιοχή της κάμερας του Kinect	41
Εικόνα 15: Υπέρυψη φωτογραφία που δείχνει τις κουκίδες laser που εκπέμπονται από το Kinect	41
Εικόνα 16: Η σειρά μικροφώνων του Kinect	42
Εικόνα 17: Tilt Motor	43
Εικόνα 18: Σύγκριση Των Συστημάτων Που Διασυνδέονται Με Το Kinect	44
Εικόνα 19: Microsoft Beta SDK Architecture 1. Kinect hardware 2. Microsoft Kinect Drivers 3. NUI API	45
Εικόνα 20: Ανθρώπινο σώμα όταν μοιάζει να εκπροσωπείται με δεδομένα βάθους	50
Εικόνα 21: Τμήματα του σώματος	50
Εικόνα 22: Εντοπισμός αρθρώσεων των διαφόρων τμημάτων του σώματος	51
Εικόνα 23: Τα 20 κοινά σημεία που μπορούν να παρακολουθούνται από το Kinect για Windows SDK	51
Εικόνα 24: Πλήρες αναγνωρισμένοι σκελετοί για δύο χρήστες	52
Εικόνα 25: Το καθιστό ανθρώπινο σώμα που επιστρέφει έως και 10 κοινά σημεία	52
Εικόνα 26: Οι αρθρώσεις του σκελετού σε ένα τρισδιάστατο (X,Y,Z) πλάνο	53
Εικόνα 27: Επισκόπηση του αλγορίθμου	53
Εικόνα 28: Extended Distance Transform of a foreground segmented depth image	55
Εικόνα 29: Εικονογράφηση του βραχίονα διαδικασία προσαρμογής	55
Εικόνα 30: Θετικά αποτελέσματα με σκελετό overlaid στην εικόνα RGB	56
Εικόνα 31: Αξιολόγηση του Kinect για Windows SDK	57
Εικόνα 32: Kinect for Windows Developer Toolkit	58
Εικόνα 33: Εσωτερικό του Kinect SDK	58
Εικόνα 34: Kinect Studio Capture	61
Εικόνα 35: Αρχιτεκτονική Συστήματος	65
Εικόνα 36: Αρχική Εικόνα Εφαρμογής	67
Εικόνα 37: File	68
Εικόνα 38: List of Words	68
Εικόνα 39: View	68
Εικόνα 40: Up Threshold	68
Εικόνα 41: Down Threshold	69
Εικόνα 42: Configuration	69
Εικόνα 43: The label in the recognition phase	69
Εικόνα 44: The label in the training phase	69
Εικόνα 45: Training	69
Εικόνα 46: Gesture Recognition	70
Εικόνα 47: Console	70

Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

Εικόνα 48:Εκπαίδευση Συστήματος	71
Εικόνα 49:Εντοπισμός Σκελετού	72
Εικόνα 50:Κοντινότερος Σκελετός	74
Εικόνα 51:Μετρητής	76
Εικόνα 52:Καταγραφή 1ης Κίνησης	76
Εικόνα 53:Καταγραφή 2ης Κίνησης	77
Εικόνα 54:Ολοκλήρωση Κίνησης	77
Εικόνα 55:Εντοπισμός ίδιου ονόματος	78
Εικόνα 56:Ολοκλήρωση Αποθήκευσης	79
Εικόνα 57:Αποθήκευση Κίνησης	80
Εικόνα 58:Φάση Αναγνώρισης	81
Εικόνα 59:Load	81
Εικόνα 60:Φόρτωμα των κινήσεων	82
Εικόνα 61:Recognized Απόφοιτος	83
Εικόνα 62:Recognized Ήλιος	84
Εικόνα 63:Recognized Καράβι	84

1 Κεφάλαιο

1.1 Εισαγωγή

Η σύγχρονη ζωή έχει φέρει τους υπολογιστές και τις εφαρμογές τους σε πρώτο πλάνο έτσι η τεχνολογία μπορεί να προσφέρει τις υπηρεσίες της για την βοήθεια συνανθρώπων μας και κυρίως ατόμων με ειδικές ανάγκες. Στο πλαίσιο αυτό θα κατασκευαστεί ένα σύστημα το οποίο θα μπορέσει να ερμηνεύει την ελληνική νοηματική γλώσσα. Η αλληλεπίδραση του συστήματος με τους χρήστες γίνεται μέσω του συστήματος Kinect, το οποίο αναγνωρίζει τις χειρονομίες του χρήστη προς εκτέλεση συγκεκριμένων διεργασιών. Για την υλοποίηση του συγκεκριμένου συστήματος χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο προγραμματισμού Microsoft Visual Studio C# και οι δυνατότητες του συστήματος Kinect. Αυτή η πτυχιακή εργασία, έχει ως στόχο, την ανάπτυξη ενός συστήματος που σκοπό θα έχει την επικοινωνία, με νοηματική γλώσσα, μεταξύ ανθρώπων.

1.2 Σκοπός

Αυτό το σύστημα αναπτύχθηκε με κύριο σκοπό την ανάπτυξη ενός συστήματος αναγνώρισης χειρονομιών της νοηματικής γλώσσας. Η επικοινωνία είναι ένα από τα σημαντικότερα δικαιώματα του ανθρώπου. Πρέπει να είναι τόσο έγκυρη όσο και άμεση. Με την πρόσφατη κυκλοφορία του συστήματος της Microsoft, Kinect και την δυνατότητα αναγνώρισης χειρονομιών που προσφέρει, αποφασίστηκε όπως γίνει η χρήση του για την αλληλεπίδραση με το σύστημα που θα αναπτυχθεί. Είναι μία διαφορετική προσέγγιση στην αλληλεπίδραση ανθρώπου - υπολογιστή όπου ο χρήστης αλληλεπιδρά στο φυσικό του περιβάλλον και αναμένεται το σύστημα αυτό να εξελιχθεί και να παρέχει πολύ περισσότερες δυνατότητες στο μέλλον.

1.3 Περιγραφή Εργασίας

Στη παρούσα πτυχιακή εργασία, παρουσιάζεται η διαδικασία υλοποίησης του συστήματος αναγνώρισης κίνησης. Στο κεφάλαιο 1, γίνεται εισαγωγή και παρουσιάζεται ο σκοπός της πτυχιακής εργασίας. Στο κεφάλαιο 2, γίνεται αναφορά στα άτομα με ειδικές ανάγκες και ειδικότερα στους κωφάλαλους. Το κεφάλαιο 3, αναφέρεται στη νοηματική γλώσσα. Ιστορική αναδρομή και περιγραφή της. Ακόμα περιλαμβάνει τον κόσμο των χειρονομιών. Στο κεφάλαιο 4, περιγράφεται αναλυτικά ο αισθητήρας Kinect, οι δυνατότητες του, οι εφαρμογές που μπορεί να χρησιμοποιηθεί και οι τρόποι αλληλεπίδρασης του συστήματος. Το κεφάλαιο 5, περιέχει τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν. Το κεφάλαιο 6, χωρίζεται σε τρεις υποενότητες. Στην πρώτη υπό-ενότητα γίνεται μία γενική περιγραφή του συστήματος. Στην δεύτερη, παρουσιάζεται το γραφικό περιβάλλον του συστήματος. Τέλος, στην τρίτη υπό-ενότητα, γίνεται λεπτομερής αναφορά στη υλοποίηση του συστήματος. Στο 7 και τελευταίο κεφάλαιο, αναφέρονται γενικά συμπεράσματα σχετικά με την πτυχιακή εργασία και η μελλοντική εργασία.

2 Κεφάλαιο

2.1 Άτομα με Ειδικές Ανάγκες

Για να προσδιοριστεί η έννοια των ατόμων με ειδικές ανάγκες απαραίτητο είναι να αποσαφηνιστεί το περιεχόμενο της αναπηρίας. Η αναπηρία είναι μια σύνθετη έννοια στην οποία δεν πρέπει να εντάξουμε μόνο τη διάσταση του ιατρικού προβλήματος αλλά ταυτόχρονα και τη κοινωνική της διάσταση με την έννοια των κοινωνικών συνεπειών που αυτή επιφέρει.

Ειδικότερα, υπό αυτό το πρίσμα ο ορισμός της Διακήρυξης των Δικαιωμάτων των Αναπήρων του Ο.Η.Ε. του 1975 χαρακτηρίζει ως ανάπηρο κάθε πρόσωπο που είναι ανίκανο να αναλάβει μόνο του όλες η μέρος των ατομικών και κοινωνικών φυσιολογικών αναγκών, λόγω μιας εκ γενετής ή όχι βλάβης των φυσικών ή διανοητικών ικανοτήτων του. Η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας επικεντρώθηκε και αυτή στις συνέπειες της αναπηρίας ορίζοντάς τη συμφωνά με τρεις βασικούς όρους:

I. Τη βλάβη, που καλύπτει οποιαδήποτε παράκληση από τη φυσιολογική δομή και τη λειτουργία του σώματος ή του πνεύματος.

II. Την ανικανότητα, που αναφέρεται στην απώλεια ή τη μείωση της ικανότητας άσκησης μιας δραστηριότητας, απαραίτητη στην καθημερινή ζωή λόγω κάποιας βλάβης.

III. Τη μειονεξία, νοητή ως ολική ή μερική αδυναμία εκπλήρωσης μιας λειτουργίας που κρίνεται φυσιολογική από ένα άτομο και απορρέει από μια βλάβη ή μια ανικανότητα.

Από τους παραπάνω ορισμούς επόμενος τα εννοιολογικά στοιχεία της αναπηρίας είναι η πάθηση ή βλάβη της υγείας, η οποία έχει μόνιμη ή προσωρινή διάρκεια και προκαλεί μείωση της ικανότητας του ατόμου να αντιμετωπίσει τις ατομικές και κοινωνικές του ανάγκες.

Στην Ελληνική έννομη τάξη, το άρθρο 32 του νόμου 1566/85 ορίζει ως άτομα με ειδικές ανάγκες <<όσους πάσχουν από ειδικές ανεπάρκειες η δυσλειτουργίες οφειλόμενες σε φυσικούς, διανοητικούς ή κοινωνικούς παράγοντες σε τέτοιο βαθμό, που είναι πολύ δύσκολο για αυτούς να συμμετάσχουν στη γενική και επαγγελματική κατάρτιση, να εξεύρουν εργασία ή να έχουν πλήρη συμμετοχή στη κοινωνία>>.

Τα άτομα αυτά μπορούμε να τα κατατάξουμε στις παρακάτω κατηγορίες :

Άτομα με :

- Διαταραχές της ομιλίας
- Δυσκολίες μάθησης
- Ελαφρά ή μέση νοητική υστέρηση
- Βαριά νοητική υστέρηση
- Σοβαρές συναισθηματικές διαταραχές
- Διάφορα οργανικά νοσήματα
- Σοβαρή απώλεια ακοής
- Πολλαπλές μειονεξίες
- Ορθοπεδικές βλάβες
- Κώφωση
- Ελλιπής όραση
- Κώφωση – Τύφλωση

Οι χρόνιες αυτές καταστάσεις έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στα άτομα αυτά και επηρεάζουν σημαντικά τη φυσική και νοητική τους εξέλιξη, την προσωπικότητά τους, τη μόρφωσή τους και την προσαρμογή τους στην κοινωνία. Επίσης επιφέρουν σοβαρές δυσκολίες στις οικογένειες τους δημιουργώντας διάφορα ψυχολογικά και οικονομικά προβλήματα. Η φροντίδα ενός παιδιού με χρόνιο νόσημα κοστίζει περισσότερο από ότι του υγιούς παιδιού.

Σύμφωνα με την απόφαση 93/136/ΕΟΚ του ευρωπαϊκού συμβούλιου άτομα με ειδικές ανάγκες χαρακτηρίζονται τα άτομα <<με σοβαρές ανεπάρκειες, ανικανότητες ή μειονεξίες που οφείλονται σε σωματικές βλάβες, συμπεριλαμβανόμενων των βλαβών των αισθήσεων, ή σε διανοητικές ή ψυχικές βλάβες, οι οποίες περιορίζουν ή αποκλείουν την εκτέλεση δραστηριότητας ή λειτουργίας, η οποία θεωρείτο κανονική για έναν άνθρωπο>>.

2.1.1 Κοινωνικός Αποκλεισμός και Άτομα με Αναπηρία

Ο κοινωνικός αποκλεισμός είναι ένα φαινόμενο που απασχολεί σήμερα μεγάλο μέρος του πληθυσμού. Μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί στην Ευρώπη έχουν δείξει τρεις βασικούς παράγοντες, οι οποίοι οδηγούν τα άτομα με αναπηρία ή και τις οικογένειές τους σε κοινωνικό αποκλεισμό. Αυτοί είναι:

I. Χαμηλότερο εισόδημα, λόγω ανεργίας, υποαπασχόλησης, αδυναμία εργασίας την περίοδο της αποκατάστασης, αδυναμία εργασίας του γονιού λόγω αναπηρίας του παιδιού που έχει ανάγκη τη φροντίδα του κ.ά..

II. Επιπρόσθετες οικονομικές δαπάνες λόγω αναπηρίας όπως για τεχνικά βοηθήματα, για εργονομική διευθέτηση κατοικίας, για προσωπικό βοηθό, για υπηρεσίες που δεν παρέχονται ή δεν καλύπτονται επαρκώς από την Πολιτεία ή τα ασφαλιστικά ταμεία κ.ά..

III. Εμπόδια: περιθωριοποίηση από έλλειψη ή ανεπάρκεια υπηρεσιών ή αποκλεισμός από υπηρεσίες ή και κοινωνικές δραστηριότητες

Αυτοί οι τρεις παράγοντες, αν και είναι διαφορετικοί, έχουν ένα κοινό βασικό γνώρισμα που είναι η διάκριση την οποία υφίσταται το άτομο με αναπηρία αλλά και οικογένειά του σε καθημερινή βάση.

Ωστόσο, παρά την επίδραση του κοινωνικού μοντέλου και την αντίστοιχη καθιέρωση εκπαιδευτικών και άλλων νομοθετικών ρυθμίσεων στη χώρα μας, τα άτομα με αναπηρία εξακολουθούν να αντιμετωπίζουν συχνά προβλήματα κοινωνικού και εκπαιδευτικού αποκλεισμού, στιγματισμού και αδιαφορίας, ή άνισης μεταχείρισης τόσο από το κοινωνικό τους περιβάλλον, όσο και από το κράτος, που εξακολουθεί να αμφισβητεί την ιδιότητά τους ως πολίτες. Αποτέλεσμα της πραγματικότητας αυτής, είναι να παραμένει η συμμετοχή τους σε όλους τους τομείς της κοινωνικής, πολιτισμικής και εκπαιδευτικής ζωής εξαιρετικά ελλιπής και σε κάποιες περιπτώσεις ανύπαρκτη. Σε σχέση με τη διαπίστωση αυτή μπορούν να διατυπωθούν οι παρακάτω επισημάνσεις:

I. Στον τομέα της εκπαίδευσης, τα άτομα με αναπηρία βιώνουν έντονες διακρίσεις, καθώς ένα μεγάλο ποσοστό παραμένει αποκλεισμένο από το συνταγματικά αναγνωρισμένο δικαίωμα για εκπαίδευση, επαγγελματική αποκατάσταση και ισότιμη κοινωνική ένταξη. Ας μη ξεχνάμε ότι δεν έχει θεσπιστεί ακόμη στη χώρα μας, η υποχρεωτικότητα της σχολικής φοίτησης των ατόμων με αναπηρία. Επιπροσθέτως, η ανυπαρξία μέτρων για την εκπαιδευτική υποστήριξή τους, τα οδηγεί σε αρκετές περιπτώσεις στον περιορισμό τους στο σπίτι με τελική κατάληξη τον αποκλεισμό των ίδιων και των οικογενειών τους, οι οποίες επωμίζονται ως επί το πλείστον το βάρος της εκπαίδευσης και της φροντίδας, καλύπτοντας με αυτόν τον τρόπο το κενό της κρατικής κοινωνικής και εκπαιδευτικής πολιτικής.

II. Στον τομέα της απασχόλησης, η συντριπτική πλειοψηφία των ατόμων με αναπηρία βρίσκονται εκτός του παραγωγικού δυναμικού.

III. Στον τομέα της υγείας, αντιμετωπίζουν ελλιπή εφαρμογή των μέτρων κοινωνικής προστασίας και ασφάλισης καθώς και προβλήματα πρόσβασης στις διάφορες υπηρεσίες, οι οποίες λειτουργούν μέσα σε συνθήκες ποιοτικής υποβάθμισης και έλλειψης εξειδικευμένου προσωπικού.

IV. Στον τομέα του πολιτισμού και της ψυχαγωγίας, τα εμπόδια πρόσβασης σε συνδυασμό με τις οικονομικές δυσκολίες που αντιμετωπίζουν τα άτομα με αναπηρία λειτουργούν ανασταλτικά στην ανάπτυξη ευκαιριών συμμετοχής σε αντίστοιχες δραστηριότητες, όπως παρακολούθηση θεατρικών έργων, επισκέψεις σε μουσεία, πραγματοποίηση τουριστικών επισκέψεων, κ.λπ.

2.1.2 Μορφές Κοινωνικού Αποκλεισμού

I. Εμπόδια στην απασχόληση

Τα άτομα με αναπηρία είναι δύο έως τρεις φορές πιθανότερο να βρεθούν σε κατάσταση ανεργίας και μάλιστα μακροχρόνιας. Ο αποκλεισμός των ατόμων με αναπηρία από την απασχόληση βρίσκεται σε άμεση σχέση με τον αποκλεισμό από την εκπαίδευση, την κατάρτιση, την πρόσβαση, την κοινωνία της πληροφορίας κ.α..

II. Εμπόδια στην εκπαίδευση

Η εκπαίδευση είναι ένας από τους τομείς που συνδέονται άμεσα με τον κοινωνικό αποκλεισμό, είτε λόγω αποστέρησης της εισόδου στην εκπαιδευτική διαδικασία, είτε λόγω εξόδου προκαλούμενης από

τις ίδιες τις ισχύουσες εκπαιδευτικές διαδικασίες. Παράγοντες όπως η περιοχή κατοικίας του ατόμου, η προσβασιμότητα και οι προτεραιότητες σε εθνικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο, συνδέονται άμεσα με τις πιθανότητες ένταξης ή αποκλεισμού από την εκπαίδευση. Η πρόσβαση στην εκπαίδευση αποτελεί παράγοντα – κλειδί προκειμένου τα άτομα με αναπηρία να έχουν, ως ενήλικες, ίσες ευκαιρίες στην αγορά εργασίας.

III. Εμπόδια στο δομημένο περιβάλλον

Μολονότι τα τελευταία χρόνια έχει σημειωθεί βελτίωση στο θέμα της εξάλειψης των εμποδίων από το δομημένο περιβάλλον (προσβάσιμα μέσα μαζικής μεταφοράς, προσβάσιμοι δημόσιοι χώροι κ.λπ.), πολύ συχνά τα άτομα με αναπηρία και οι οικογένειές τους αποκλείονται από υπηρεσίες και αγαθά λόγω εμποδίων στο φυσικό και δομημένο περιβάλλον. Αυτά τα εμπόδια, σε συνδυασμό με πιθανές οικονομικές δυσκολίες, λειτουργούν περιοριστικά στο να αναπτυχθούν ευκαιρίες συμμετοχής σε κοινωνικές, πολιτιστικές και ψυχαγωγικές δραστηριότητες (θέατρο, κινηματογράφος, άθληση, τουρισμός κ.ά.), αποτελώντας παράγοντες αποκλεισμού και απομόνωσης των ατόμων με αναπηρία.

IV. Εμπόδια στην Κοινωνία της Πληροφορίας

Κανείς πια δεν αμφισβητεί ότι ζούμε στην κοινωνία της πληροφορίας, η επιρροή της οποίας αυξάνεται συνεχώς, μεταβάλλοντας τη φύση και την εικόνα της κοινωνίας, της οικονομίας και της καθημερινής ζωής. Αναμφίβολα η τεχνολογία των πληροφοριών προαναγγέλλει μία νέα εποχή ελευθερίας σκέψης και εκφράσεως σε ολόκληρη την κοινωνία. Η ίση όμως πρόσβαση των ατόμων με αναπηρία στην κοινωνία της πληροφορίας αποτελεί καίριο ζήτημα.

Οι τεχνολογικές εξελίξεις μπορούν να εξασφαλίζουν μεγαλύτερη ανεξαρτησία, κινητικότητα και ποιότητα ζωής για τα άτομα με αναπηρία, μπορούν όμως ταυτόχρονα – με την άνιση προσφορά εξυπηρέτησης και πρόσβασης να οδηγήσουν σε επιπλέον απομόνωση και αποκλεισμό.

Μια γρήγορη ματιά στις ιστοσελίδες που υπάρχουν στο διαδίκτυο αρκεί για να μας δείξει ότι έχουν σχεδιαστεί μόνο για χρήστες χωρίς προβλήματα ακοής, όρασης κ.λπ., αγνοώντας τους πολυάριθμους χρήστες που δεν ανταποκρίνονται σ' αυτήν την περιγραφή, οι ιδιαιτερότητες των οποίων πρέπει να προβλέπονται κατά το σχεδιασμό. Τα άτομα με αναπηρία, πέρα από τον οικονομικό και κοινωνικό αποκλεισμό, αντιμετωπίζουν επιπρόσθετα προβλήματα εξαιτίας της τεχνολογικής προόδου.

Τα άτομα με αναπηρία που δε μπορούν να χρησιμοποιήσουν τις υπηρεσίες τηλεπικοινωνιών ή να έχουν πρόσβαση σε βάσεις δεδομένων, θα δυσκολευθούν να λάβουν πληροφορίες, να οργανώσουν δραστηριότητες, να διατηρήσουν και να προάγουν την πλήρη συμμετοχή τους στην κοινωνική, οικονομική, πολιτική και πολιτιστική ζωή.

Τα συστήματα ηλεκτρονικής εξυπηρέτησης και πληροφόρησης πρέπει να συμπληρώνουν τα υφιστάμενα εργαλεία πληροφόρησης, να ενισχύουν τη διαπροσωπική επικοινωνία και να αποτελέσουν τη μεγάλη ευκαιρία και για τα άτομα με αναπηρία.

V. Εμπόδια λόγω κοινωνικών συμπεριφορών

Το άτομο πολύ συχνά έρχεται αντιμέτωπο με αρνητικές κοινωνικές συμπεριφορές που επιδεινώνουν την κατάσταση, με ακραία περίπτωση την άσκηση σωματικής και ψυχολογικής βίας. Η περιθωριοποίηση μειώνει τις ευκαιρίες για ένα άτομο με αναπηρία να συμβάλλει παραγωγικά στο νοικοκυριό και στην κοινωνία γενικότερα και αυξάνει τον κίνδυνο το άτομο να πέσει στην παγίδα της φτώχειας.

VI. Αποκλεισμός λόγω έλλειψης δικτύου υπηρεσιών

Η έλλειψη παροχής υποστηρικτών υπηρεσιών μπορεί να οδηγήσει στον αποκλεισμό των ατόμων με αναπηρία και των οικογενειών τους, και σε αρκετές περιπτώσεις στον εγκλεισμό των ατόμων σε ιδρύματα κλειστής περίθαλψης. Στη χώρα μας και γενικά στις χώρες της Νότιας Ευρώπης, η οικογένεια έρχεται να καλύψει, χωρίς καμία υποστήριξη, το κενό της κρατικής κοινωνικής πολιτικής, επωμιζόμενη το βάρος που συνεπάγεται η φροντίδα ενός ατόμου με αναπηρία.

VII. Αποκλεισμός από τον πολιτισμό

Πέρα από την οικονομική φτώχεια και η «κοινωνική» φτώχεια που βιώνει το άτομο με αναπηρία. «Κοινωνική» φτώχεια είναι η στέρηση πρόσβασης σε βασικές δραστηριότητες της ζωής όπως είναι ο πολιτισμός, η ψυχαγωγία, ο τουρισμός, η άθληση κ.ά..

VIII. Ο αποκλεισμός της οικογένειας του ατόμου

Πέρα από τις διάφορες μορφές του αποκλεισμού που βιώνουν τα ίδια τα άτομα με αναπηρία, αποκλεισμό βιώνουν και οι οικογένειες των ατόμων είτε με τη μορφή κρίσης στις σχέσεις της οικογένειας, είτε με την αποστέρηση εισόδου ενός από τους γονείς, συχνότερα της μητέρας, στην

αγορά εργασίας. Η έλλειψη μόνιμων υποστηρικτών δομών για τις οικογένειες με παιδιά με βαριές και πολλαπλές αναπηρίες κάνουν αβάσταχτο το βάρος και συχνά παρατηρούνται ακραίες καταστάσεις όπως η κακοποίηση του παιδιού, η απομόνωση της οικογένειας, ο στιγματισμός, η διάσπαση της οικογένειας και ο χωρισμός, με καταστροφικές επιπτώσεις σε όλη την οικογένεια.

2.1.3 Τεχνολογίες Υποστήριξης σε Άτομα με Ειδικές Ανάγκες

Η μεγάλη εξέλιξη της τεχνολογίας βοηθάει τα άτομα με ειδικές ανάγκες σε πολλούς τομείς της ζωής τους. Στην καθημερινή τους ζωή, στην μόρφωση και εκπαίδευσή τους, στην επικοινωνία, στην εργασία τους.

Στην υπηρεσία ανθρώπων με κινητικά ή νοητικά προβλήματα τίθενται οι νέες τεχνολογίες, ανοίγοντάς τους το παράθυρο στον κόσμο, έξω από το στενό οικογενειακό και συγγενικό περιβάλλον ή το περιβάλλον ενός ιδρύματος. Οι νέες τεχνολογίες έρχονται να κάνουν τα αδύνατα δυνατά, για άτομα με ειδικές ανάγκες, που λόγω του αυξανόμενου πλέον αριθμού τους παγκοσμίως, εμφανίζονται ως μια υπολογίσιμη δύναμη που μπορεί να παίξει καθοριστικό ρόλο στο σχεδιασμό του «χάρτη προσβασιμότητας» στις πόλεις και δημόσιους χώρους αλλά και στην ανάπτυξη του τουρισμού, ενισχύοντας την τοπική οικονομία.

Παράθυρο στον κόσμο ανοίγουν οι τεχνολογίες για ΑΜΕΑ^[2]

Ένα σύστημα προ-ηχογραφημένων μηνυμάτων δίνει ομιλία σε άτομα με προβλήματα έκφρασης για να μπορούν να επικοινωνούν με το περιβάλλον τους και να εκφράζουν τις επιθυμίες ή τα συναισθήματά τους. Χρωματιστά πληκτρολόγια ηλεκτρονικού υπολογιστή για ανθρώπους με νοητικά προβλήματα, ποντίκι με μπίλια που μπορούν άτομα με σπαστικότητα να χειρίζονται ακόμη και με το μάγουλο ή το πηγούνι, οθόνη υπολογιστή touch screen για να σχηματίζουν προτάσεις και μια σειρά λογισμικών προγραμμάτων που προσαρμόζονται στους υπολογιστές για την εκπαίδευση των ΑΜΕΑ αλλά και τη διασκέδασή τους, είναι μερικά από τα «όπλα» που προσφέρουν οι νέες τεχνολογίες σε κινητικά ή νοητικά στερημένα άτομα, βγάζοντάς τους από την κοινωνική απομόνωση και εντάσσοντάς τους στον πραγματικό κόσμο.

Ο όρος «τεχνολογίες υποστήριξης»^[1] καλύπτει ένα ευρύ φάσμα υπηρεσιών, συσκευών και εφαρμογών λογισμικού που διευκολύνουν την επικοινωνία και την κίνηση ατόμων με αναπηρία. Οι εφαρμογές τεχνολογίας υποστήριξης είναι βασισμένες στις τεχνολογίες της ασύρματης επικοινωνίας, της ρομποτικής και της εικονικής πραγματικότητας. Παρακάτω αναφέρονται μερικές κατηγορίες εφαρμογών της τεχνολογίας υποστήριξης:

Εναλλακτικά Πληκτρολόγια

Πληκτρολόγια με διαφορετικού μεγέθους πλήκτρα, διαφορετική διάταξη πλήκτρων και πληκτρολόγια που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από ένα μόνο χέρι.

Ηλεκτρονικές συσκευές κατάδειξης (electronic pointing devices)

Επιτρέπουν τον έλεγχο του κέρσορα της οθόνης χωρίς τη χρήση χεριών. Μία κατηγορία συσκευών βασίζεται σε τεχνολογίες υπερήχων ή υπέρυθρων ακτινών και αναγνωρίζουν την κίνηση του ματιού, σήματα των νεύρων ή εγκεφαλικά κύματα. Άλλη κατηγορία είναι αυτή που ενεργοποιείται από την εισπνοή και εκπνοή.

Πληκτρολόγια οθόνης

Εφαρμογές που εμφανίζουν ένα πληκτρολόγιο στην οθόνη. Ο χρήστης μπορεί να το χειριστεί με ποντίκι, οθόνη αφής ή κάποια μη συμβατική συσκευή κατάδειξης.

Φίλτρα πληκτρολογίου

Προβλέπουν τις λέξεις που πρόκειται να πληκτρολογηθούν από τους πρώτους κιάλας χαρακτήρες και έτσι μειώνουν την ανάγκη χρήσης πληκτρολογίου στο ελάχιστο.

Φωνητικά Προγράμματα Πλοήγησης

Επιτρέπουν στο χρήστη την εκτέλεση εντολών και την εισαγωγή στοιχείων με απλή αναγνώριση της φωνής του και όχι με τη χρήση ποντικιού ή πληκτρολογίου. Ορισμένα προγράμματα λειτουργούν και μέσω τηλεφώνου.

Μεγεθυντικές συσκευές οθόνης

Διευρύνουν μέρος της οθόνης καθώς ο χρήστης κινεί την εστίαση. Μερικές επιτρέπουν στο χρήστη να μεγεθύνει μια συγκεκριμένη περιοχή της οθόνης.

Αναγνώστες Οθόνης

Εξειδικευμένο λογισμικό που «διαβάζει» εικόνες ή οπτικό υλικό (συμπεριλαμβανομένων των ονομάτων και των περιγραφών των κουμπιών ελέγχου, των καταλόγων επιλογής, του κειμένου, και της στίξης) και το μεταφράζει σε φωνητικό υλικό. Η χροιά της φωνής αλλάζει ανάλογα με τη φωτεινότητα της εικόνας ή το μέγεθος του αντικειμένου που περιγράφει.

Οθόνες Braille

Το περιεχόμενο της οθόνης αναγνωρίζεται γραμμή-γραμμή και αναπαρίσταται σε μορφή Braille με τη βοήθεια πλαστικών ή μεταλλικών βελόνων που εγείρονται ανάλογα. Ο χρήστης αναγνωρίζει με τα χέρια του τους χαρακτήρες Braille και στη συνέχεια επιλέγει την ανάγνωση της επόμενης γραμμής.

Μεγεθυнутές Κείμενο

Προγράμματα που εμφανίζουν το κείμενο που πληκτρολογείται με πολύ μεγάλους χαρακτήρες χωρίς να είναι απαραίτητη η αλλαγή της ανάλυσης της οθόνης.

Λεκτικοί Συνθέτες

Αναγνωρίζουν τους χαρακτήρες που πληκτρολογούνται από το χρήστη και στη συνέχεια «διαβάζουν» το κείμενο.

Οπτικοί Σαρωτές

Συσκευές οπτικής ανάγνωσης χαρακτήρων (OCR) χειρός που «διαβάζουν» ένα δακτυλογραφημένο κείμενο και το μεταφράζουν από γραπτό σε προφορικό λόγο.

Λογισμικό Μετάφρασης Από/Σε Braille

Μεταφράζει πληκτρολογημένα γράμματα στους ανάγλυφους χαρακτήρες Braille. Κυκλοφορεί σε 30 περίπου γλώσσες και περιλαμβάνει οδηγούς εκτυπωτών Braille για διάφορα λειτουργικά συστήματα Η/Υ.

Εκτυπωτές Braille

Εκτυπωτές που μετατρέπουν τα δεδομένα σε γραφή Braille και τα εκτυπώνουν με ανάγλυφο τρόπο.

Κείμενα Κλειστού Κυκλώματος

Μορφή υποτιτλισμού που χρησιμοποιείται στην τηλεόραση και σε περιορισμένες κινηματογραφικές αίθουσες και είναι ορατός μόνο σε άτομα που διαθέτουν την ειδική συσκευή αποκωδικοποίησης. Έχει προταθεί και για το Internet, καθώς αυξάνεται ο όγκος του οπτικοακουστικού υλικού που διατίθεται στο Διαδίκτυο.

Αμφίδρομοι Βομβητές

Μικρές φορητές συσκευές που χρησιμοποιούνται από τους κωφάλαλους ως κινητά τηλέφωνα αντί για την υπηρεσία σύντομων μηνυμάτων (SMS). Μεταδίδουν μηνύματα από/προς άλλους βομβητές, καθώς και από/προς ηλεκτρονικούς υπολογιστές.

2.2 Κωφάλαλοι

Άτομα με ειδικές ανάγκες, πάσχοντα από εκ γενετής ή επίκτητη απουσία της ικανότητας της ακοής και της ομιλίας. Στην ελληνική και στη ρωμαϊκή αρχαιότητα, οι κ. ζούσαν στο περιθώριο της ζωής και της κοινωνίας. Κατά τη Δωδεκάδελο δεν είχαν δικαιοπρακτική ικανότητα και συγκαταλέγονταν μεταξύ των «μαινόμενων», ως στερημένοι της ικανότητας νόησης και βούλησης. Κατά τον Μεσαίωνα θεωρούνταν στιγματισμένοι, δηλαδή ότι εξέτιναν μια ποινή που έχει επιβληθεί από τη θεία Δίκη. Ο άγιος Αυγουστίνος πρότεινε να μη γίνονται δεκτοί στα μυστήρια της Εκκλησίας, διότι «η πίστις εξ ακοής».

Ανάλογη αντίληψη συναντάται στο έδικτον (διάταγμα) του Ροτάρι, δούκα της Μπρέσια (643), το οποίο εξομοίωνε τους κ. με τις γυναίκες και δεν τους αναγνώριζε κανένα δικαίωμα. Πραγματικό ενδιαφέρον για τους κ. άρχισε να εκδηλώνεται μόνο κατά τον 16ο αιώνα. Ο Πέντρο Πόνθε δε Λεόν, ένας Ισπανός βενεδικτίνος μοναχός, επινόησε μια μέθοδο (τη λεγόμενη προφορική) η εκμάθηση της οποίας επέτρεπε στους κ. να μιλούν και να γράφουν. Η μέθοδος αυτή συνίσταται στην προσέλευση της προσοχής πρώτα στη γραφή λέξεων και έπειτα στις εικόνες οι οποίες αντιστοιχούν σε αυτές. Την αρχική αυτή φάση ακολουθεί η φάση της προφοράς αρχικά των γραμμάτων του αλφαβήτου, στη συνέχεια των συλλαβών και τέλος των λέξεων. Η μέθοδος αυτή διατυπώθηκε θεωρητικά από τον Χουάν Πάμπλο Μπονέτ στο έργο του Η αγωγή των γραμμάτων και η τέχνη της διδασκαλίας των αλάλων (1620). Στην πράξη όμως ο Μπονέτ ακολούθησε τη δακτυλογία, σύστημα το οποίο

χρησιμοποιεί δακτυλικά σημεία για την έκφραση των γραμμάτων του αλφαβήτου, έτσι ώστε να σχηματίζονται λέξεις και φράσεις. Η προφορική μέθοδος, η οποία διαδόθηκε ευρέως σε όλη την Ευρώπη, τελειοποιήθηκε από τον Ελβετό γιατρό Γιόχαν Κόνραντ Άμαν (1669-1730) με το βιβλίο του Ο κουφός που μιλά (Surdus loquens) και κυρίως από τον Γερμανό Μόριτς Χιλ (1805-1874), ο οποίος θεωρείται ο μεγαλύτερος παιδαγωγός όλων των εποχών στον τομέα αυτό. Αργότερα ο Περέρ, στη Γαλλία, προσέθεσε στο προφορικό σύστημα και στο δακτυλικό αλφάβητο τη χειλική ανάγνωση (σύστημα με το οποίο οι κ. κατορθώνουν να καταλαβαίνουν τα γράμματα που αντιστοιχούν στην κίνηση των χειλιών του συνομιλητή τους). Η πρώτη μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε ήταν η μιμική, δηλαδή η γλώσσα των χειρονομιών και των νευμάτων, η οποία ωστόσο εγκαταλείφθηκε γιατί είχε το βασικό μειονέκτημα ότι περιορίζει τον κ. στον κύκλο των ομοιοπαθών του.

Κατά το συνέδριο του Μιλάνου (1880) καθιερώθηκε η προφορική μέθοδος ως μοναδική για την αγωγή των κ., η οποία χρησιμοποιείται σήμερα σχεδόν σε όλα τα ειδικά σχολεία της Ευρώπης και της Αμερικής. Στην Ελλάδα η πρώτη ουσιαστική μέριμνα υπέρ των κ. εκδηλώθηκε το 1923 με την ίδρυση του πρώτου ειδικού σχολείου, στη Σύρο, από την αμερικανική οργάνωση Περίθαλψη Εγγύς Ανατολής (Near East Relief), όπου συγκεντρώθηκαν κυρίως τα ορφανά της Μικρασιατικής Καταστροφής. Αργότερα ιδρύθηκε από το κράτος (1932) το φιλανθρωπικό ίδρυμα Εθνικός Οίκος Κωφαλάλων, στο σχολείο του οποίου, στην Καλλιθέα, συγχωνεύτηκε και το σχολείο της Σύρου. Το 1937 με τον νόμο 726 ιδρύθηκε το Εθνικό Ίδρυμα Προστασίας Κωφαλάλων, νομικό πρόσωπο ιδιωτικού δικαίου υπό την εποπτεία του Υπουργείου Κοινωνικών Υπηρεσιών. Σκοπός του ιδρύματος ήταν η ίδρυση και λειτουργία σχολείων, η διδασκαλία βιοποριστικής τέχνης στους κ. και η μέριμνα για τη βελτίωση της θέσης τους στην κοινωνία. Υπό την αιγίδα του ιδρύματος λειτούργησαν σχολεία-οικοτροφεία στην Αθήνα, στην Πάτρα, στη Θεσσαλονίκη, στον Βόλο, στις Σέρρες και στα Χανιά. Στα σχολεία του ιδρύματος, ισότιμα προς τα δημόσια δημοτικά, φοιτούσαν δωρεάν παιδιά 6-15 ετών.

Η μέθοδος διδασκαλίας που ακολουθείται είναι η προφορική και αποτελείται από τρία σκέλη, την άρθρωση, τη χειλεανάγνωση και την ακουστική αγωγή. Με την άρθρωση, αποκτούν την ικανότητα να προφέρουν φθόγγους, να τους συναρμολογούν σε συλλαβές και τελικά να μιλούν. Το επίτευγμα οφείλεται στη διέγερση του φωνητικού συστήματος, το οποίο είναι απόλυτα φυσιολογικό, και στη μίμηση των οπτικών και απτικών φαινομένων του έναρθρου λόγου. Η χειλεανάγνωση επιδιώκει να καταστήσει τους κ. ικανούς να κατανοούν εκείνους που μιλούν. Αυτό γίνεται με την παρακολούθηση των οπτικών εικόνων που συνθέτει ο έναρθρος λόγος στα γλωσσοφωνητικά όργανα και κυρίως στα χείλη εκείνου που μιλά. Τέλος, η ακουστική αγωγή εκμεταλλεύεται τις τυχόν υπάρχουσες νησίδες ακοής, με τη χρήση ακουστικών ηλεκτρονικών συσκευών. Οι ενήλικοι κ. έχουν ιδρύσει λέσχες και οργανώσεις, όπως η Ένωση Κωφαλάλων Ελλάδας, η Αδελφότητα Κωφαλάλων Θεσσαλονίκης, η Ένωση Κωφαλάλων Βόρειας Ελλάδας, ο Αθλητικός Όμιλος Κωφαλάλων κ.ά. που υπάγονται στην Ομοσπονδία Κωφών Ελλάδας και εκδίδουν εφημερίδα, τον Κόσμο της Σιωπής. (Νομ.)

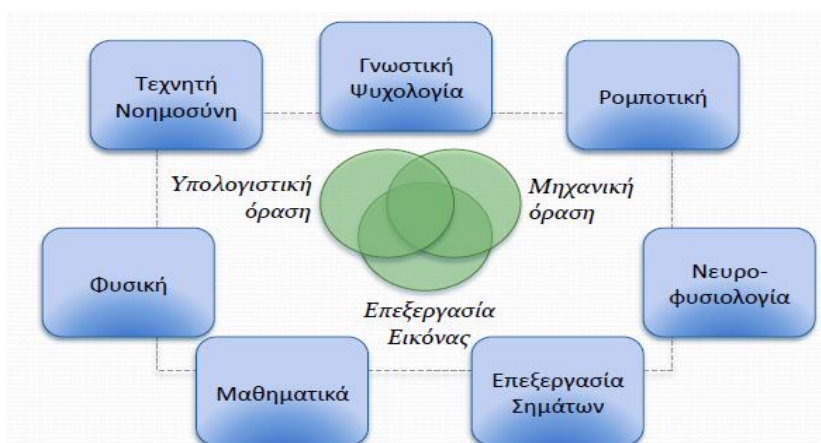
Η νομοθεσία για τους κ. αναφέρεται σε εκείνους οι οποίοι εκ γενετής ή από τη νηπιακή ηλικία, πριν ακόμη μάθουν να μιλούν, έχουν στερηθεί την ακοή και κατά συνέπεια τη λαλιά και όχι σε εκείνους που τις στερήθηκαν από κάποια πάθηση. Σύμφωνα με την επικρατούσα άποψη, η ακοή παίζει σπουδαίο ρόλο στην ανάπτυξη της διάνοιας και στην όλη ψυχική ωριμότητα. Η διανοητική και ψυχική ανάπτυξη του κ. εξαρτάται από τη μέθοδο διδασκαλίας του και τη δυνατότητα εφαρμογής κάποιας μεθόδου στην περίπτωση του. Γι' αυτό και το ποινικό δίκαιο δεν κατατάσσει σε μία κατηγορία γενικά όλους τους κ. εγκληματίες. Καθιερώνει όμως το ακαταλόγιστο στον κ., μόνο αν κριθεί ότι κατά την ενέργεια μιας εγκληματικής πράξης δεν είχε την απαιτούμενη πνευματική ικανότητα να αντιληφθεί το άδικο της πράξης του ή να ενεργήσει σύμφωνα με την αντίληψή του γι' αυτό. Αν δεν συντρέχουν οι προϋποθέσεις αυτές, ο κ. τιμωρείται, αλλά με ποινή ελαττωμένη, μπορεί όμως να του επιβληθεί και περιορισμός σε ψυχιατρικό κατάστημα ή ανάλογο παράρτημα των φυλακών στην περίπτωση των τελείως ακαταλόγιστων κ. Εάν κριθεί ότι υπάρχει κίνδυνος για τη δημόσια ασφάλεια και έχει διαπραχθεί κακούργημα ή σοβαρό πλημμέλημα, μπορεί να διαταχθεί ο εγκλεισμός σε δημόσιο θεραπευτικό κατάστημα.

Για τους ανήλικους κ. προβλέπεται ειδική διαδικασία για την εφαρμογή θεραπευτικών μέτρων τα οποία μπορούν να συνδυαστούν και με αναμορφωτικά. Ειδικές διατάξεις υπάρχουν και στη δικονομία κάθε κλάδου δικαίου για την εξέταση των κ. από το δικαστήριο, είτε ως μαρτύρων είτε ως κατηγορουμένων είτε ως διαδίκων. Η επικοινωνία γίνεται κατά βάση με τη γραφή ή με ειδικούς διερμηνείς. Φυσικά, αν ο κ. αδυνατεί να επιμεληθεί τον εαυτό του και την περιουσία του, υπόκειται σε δικαστική απαγόρευση. Οι άρρενες κ., τέλος, δεν καλούνται σε υποχρεωτική στρατιωτική θητεία.

2.3 Τεχνητή Όραση

Η τεχνητή όραση^[8] είναι η επιστήμη και τεχνολογία δημιουργίας συστημάτων ανάλυσης και επεξεργασίας πληροφορίας από οπτικά σήματα και μηχανές με σκοπό την πρακτική εφαρμογή τους. Πιο συγκεκριμένα όραση υπολογιστών είναι ένα πεδίο που περιλαμβάνει μεθόδους για την απόκτηση, την επεξεργασία, την ανάλυση και κατανοητές εικόνες και, σε γενικές γραμμές, μεγάλων διαστάσεων δεδομένα από τον πραγματικό κόσμο, ώστε να προκαλούν αριθμητικές ή συμβολικές πληροφορίες. Ένα θέμα για την ανάπτυξη του εν λόγω τομέα είναι να επαναλάβει τις δυνατότητες της ανθρώπινης όρασης με ηλεκτρονική αντίληψη και κατανόηση μιας εικόνας. Αυτή η κατανόηση της εικόνας μπορεί να θεωρηθεί ως ο διαχωρισμός των συμβολικών πληροφοριών από τα δεδομένα της εικόνας χρησιμοποιώντας μοντέλα που κατασκευάζονται με τη βοήθεια της γεωμετρίας, φυσικής, στατιστικής, και θεωρία της μάθησης. Η τεχνητή όραση έχει επίσης περιγραφεί ως η επιχείρηση της αυτοματοποίησης και της ενσωμάτωσης σε ένα ευρύ φάσμα των διαδικασιών και των παραστάσεων για την αντίληψη της όρασης.

Οι εφαρμογές κυμαίνονται από τους στόχους όπως τα βιομηχανικά συστήματα μηχανικής όρασης που επιθεωρούν, για παράδειγμα, τα μπουκάλια που επιταχύνουν κοντά σε μια γραμμή παραγωγής, στην έρευνα στην τεχνητή νοημοσύνη και τους υπολογιστές ή τα ρομπότ που μπορούν να κατανοήσουν τον κόσμο γύρω από αυτά. Οι τομείς όρασης υπολογιστών και μηχανικής όρασης έχουν τη σημαντική επικάλυψη. Η όραση υπολογιστών καλύπτει τη βασική τεχνολογία της αυτοματοποιημένης ανάλυσης εικόνας που χρησιμοποιείται σε πολλούς τομείς. Η μηχανική όραση αναφέρεται συνήθως σε μια διαδικασία την αυτοματοποιημένη ανάλυση εικόνας με άλλες μεθόδους και τις τεχνολογίες για να παρέχει τις αυτοματοποιημένες οδηγίες επιθεώρησης και ρομπότ στις βιομηχανικές εφαρμογές.



Εικόνα 1: Η θέση της Τεχνητής Όρασης στην έρευνα και τεχνολογία

Σαν επιστημονικό κλάδο, η όραση υπολογιστών ενδιαφέρεται για τη θεωρία πίσω από τα τεχνητά συστήματα που εξάγουν τις πληροφορίες από τις εικόνες. Τα στοιχεία εικόνας μπορούν να λάβουν πολλές μορφές, όπως οι τηλεοπτικές ακολουθίες, οι απόψεις από τις πολλαπλάσιες κάμερες, ή τα πολυδιάστατα στοιχεία από έναν ιατρικό ανιχνευτή. Σαν τεχνολογική πειθαρχία, η όραση υπολογιστών επιδιώκει να εφαρμόσει τις θεωρίες και τα πρότυπά της στην κατασκευή των συστημάτων όρασης υπολογιστών. Τα παραδείγματα των εφαρμογών της όρασης υπολογιστών περιλαμβάνουν τα συστήματα για:

- Ελεγχόμενες διαδικασίες, π.χ., ένα βιομηχανικό ρομπότ.
- Ναυσιπλοΐα, π.χ., με ένα αυτόνομο όχημα ή ένα κινητό ρομπότ.
- Ανιχνεύοντας τα γεγονότα, π.χ., για την οπτική επιτήρηση ή τον υπολογισμό ανθρώπων.
- Οργάνωση των πληροφοριών, π.χ., για την ευρετηρίαση των βάσεων δεδομένων των εικόνων και των ακολουθιών εικόνας.
- Διαμόρφωση των αντικειμένων ή των περιβαλλόντων, π.χ., ιατρική ανάλυση εικόνας ή τοπογραφική διαμόρφωση.

- Αλληλεπίδραση, π.χ., ως εισαγωγή σε μια συσκευή για την computer-human αλληλεπίδραση.
- Αυτόματη επιθεώρηση, π.χ., στις εφαρμογές κατασκευής.

Οι υπό-περιοχές της όρασης υπολογιστών περιλαμβάνουν την αναδημιουργία σκηνής, την ανίχνευση γεγονότος, την τηλεοπτική καταδίωξη, την αναγνώριση αντικειμένου, την εκμάθηση, την ευρετηρίαση, την εκτίμηση κινήσεων, και την αποκατάσταση εικόνας.

Στις περισσότερες πρακτικές εφαρμογές όρασης υπολογιστών, οι υπολογιστές προγραμματίζονται εκ των προτέρων για να λύσουν έναν ιδιαίτερο στόχο, αλλά οι μέθοδοι βασισμένες στην εκμάθηση γίνονται τώρα όλο και περισσότερο κοινές.

2.3.1 Κατάσταση Προόδου

Γύρω στη δεκαετία του 70' άρχισαν κάποιες μελέτες όταν μπόρεσαν να διαχειριστούν οι υπολογιστές την επεξεργασία των μεγάλων συνόλων στοιχείων όπως οι εικόνες. Εντούτοις, αυτές οι μελέτες προήλθαν συνήθως από τους διάφορους άλλους τομείς, και συνεπώς δεν υπάρχει καμία τυποποιημένη διατύπωση του "προβλήματος όρασης υπολογιστών". Επίσης, και σε μια ακόμα μεγαλύτερη έκταση, δεν υπάρχει καμία τυποποιημένη διατύπωση για το πώς τα προβλήματα όρασης υπολογιστών πρέπει να λυθούν. Αντί' αυτού, υπάρχει μια αφθονία μεθόδων για τους διάφορους καθορισμένους με σαφήνεια στόχους όρασης υπολογιστών, όπου οι μέθοδοι έχουν συγκεκριμένους στόχους και μπορούν σπάνια να γενικευτούν πέρα από ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών. Πολλές από τις μεθόδους και τις εφαρμογές είναι ακόμα στην κατάσταση της βασικής έρευνας, αλλά όλο και περισσότερες μέθοδοι έχουν βρει τον τρόπο τους στα εμπορικά προϊόντα, όπου αποτελούν συχνά ένα μέρος ενός μεγαλύτερου συστήματος που μπορεί να λύσει τους σύνθετους στόχους (π.χ. στον τομέα των ιατρικών εικόνων, ή ποιοτικός έλεγχος και μετρήσεις στις βιομηχανικές διαδικασίες).

Η όραση υπολογιστών είναι για μερικούς που βλέπουνε όπως το subfield στην τεχνητή νοημοσύνη όπου το στοιχείο εικόνας τροφοδοτείται ένα σύστημα ως εναλλακτική λύση βασισμένης της στο κείμενο εισαγωγής για τον έλεγχο της συμπεριφοράς ενός συστήματος. Μερικές από τις μεθόδους εκμάθησης που χρησιμοποιούνται στην όραση υπολογιστών είναι βασισμένες στις τεχνικές εκμάθησης που αναπτύσσονται μέσα τεχνητή νοημοσύνη.

Δεδομένου ότι μια φωτογραφική μηχανή μπορεί να δει ως ελαφρύς αισθητήρας, υπάρχουν διάφορες μέθοδοι στην όραση υπολογιστών βασισμένες στις αλληλογραφίες μεταξύ ενός φυσικού φαινομένου σχετικού με το φως και των εικόνων εκείνου του φαινομένου. Επίσης, subfield μέσα στην όραση υπολογιστών εξετάζει τη φυσική διαδικασία που μια σκηνή των αντικειμένων, πηγές φωτός, και οι φακοί φωτογραφικών μηχανών διαμορφώνουν την εικόνα σε μια φωτογραφική μηχανή. Συνεπώς, η όραση υπολογιστών μπορεί επίσης να δει ως επέκταση φυσική.

Ένας τρίτος τομέας που διαδραματίζει έναν σημαντικό ρόλο είναι η βιολογία, συγκεκριμένα η μελέτη του βιολογικού συστήματος εικόνας. Κατά τη διάρκεια του τελευταίου αιώνα, έχει υπάρξει μια εκτενής μελέτη των ματιών, νευρώνες, και οι δομές εγκεφάλου που αφιερώνονται στην επεξεργασία των οπτικών ερεθισμάτων και στους ανθρώπους και στα διάφορα ζώα. Αυτό έχει οδηγήσει σε έναν χονδροειδή, ακόμα πιο περίπλοκο, που περιγράφει για το πώς τα "πραγματικά" συστήματα εικόνας λειτουργούν προκειμένου να λυθούν ορισμένοι σχετικοί με το όραμα στόχοι. Αυτά τα αποτελέσματα έχουν οδηγήσει subfield μέσα στην όραση υπολογιστών όπου τα τεχνητά συστήματα σχεδιάζονται για να μιμηθούν την επεξεργασία και τη συμπεριφορά των βιολογικών συστημάτων, σε διαφορετικά επίπεδα πολυπλοκότητας. Επίσης, μερικές από τις μαθαίνω-βασισμένες μεθόδους που αναπτύσσονται μέσα στην όραση υπολογιστών έχουν το υπόβαθρό τους στη βιολογία.

Ακόμα ένας τομέας σχετικός με την όραση υπολογιστών είναι επεξεργασία σήματος. Πολλές υπάρχουσες μέθοδοι για την επεξεργασία των μεταβλητών σημάτων, χαρακτηριστικά χρονικά σήματα, μπορέστε να επεκταθείτε με έναν φυσικό τρόπο στην επεξεργασία των δύο-μεταβλητών σημάτων ή των πολυμεταβλητών σημάτων στην όραση υπολογιστών. Εντούτοις, λόγω της συγκεκριμένης φύσης των εικόνων υπάρχουν πολλές μέθοδοι που αναπτύσσονται μέσα στην όραση υπολογιστών που δεν έχουν κανένα αντίστοιχο στην επεξεργασία των μεταβλητών σημάτων. Ένας ευδιάκριτος χαρακτήρας αυτών των μεθόδων είναι το γεγονός ότι είναι μη γραμμικοί που, μαζί με την πολύ-διαστατικότητα του σήματος, καθορίζει subfield στην επεξεργασία σήματος ως μέρος της όρασης υπολογιστών.

Εκτός από τις προαναφερθείσες απόψεις σχετικά με την όραση υπολογιστών, πολλά από τα σχετικά ερευνητικά θέματα μπορούν επίσης να μελετηθούν από μαθηματική άποψη. Παραδείγματος χάριν, πολλές μέθοδοι στην όραση υπολογιστών είναι βασισμένες στατιστικές, βελτιστοποίηση ή γεωμετρία. Τέλος, ένα σημαντικό μέρος του τομέα αφιερώνεται στην πτυχή εφαρμογής της όρασης υπολογιστών πώς οι υπάρχουσες μέθοδοι μπορούν να πραγματοποιηθούν σε διάφορους συνδυασμούς λογισμικού και υλικού, ή πώς αυτές οι μέθοδοι μπορούν να τροποποιηθούν προκειμένου να κερδηθεί η ταχύτητα επεξεργασίας χωρίς απώλεια πάρα πολλής απόδοσης.

Όραση υπολογιστών και (ψηφιακής) επεξεργασίας εικόνας είναι σχετικοί τομείς. Η διάκριση μεταξύ των δύο δεν είναι πολύ σαφής, π.χ. η όραση υπολογιστών χρησιμοποιεί πολλές μεθόδους που ανήκουν παραδοσιακά στην επεξεργασία εικόνας. Μια επίσημη διάκριση θα ήταν να ειπωθεί ότι η επεξεργασία εικόνας εξετάζει το μετασχηματισμό των εικόνων, παραγωγή μιας εικόνας από άλλη, ή με την παραγωγή του χαμηλού επιπέδου πληροφοριών για μια εικόνα, όπως οι άκρες ή οι γραμμές. Κανένας από αυτούς τους στόχους δεν παρέχει, ή απαιτεί, μια ερμηνεία για αυτό που η εικόνα περιέχει από την άποψη των αντικειμένων ή των γεγονότων. Όραση υπολογιστών, αφ' ετέρου, χρησιμοποιεί τα πρότυπα και τις υποθέσεις για τον πραγματικό κόσμο που απεικονίζεται στις εικόνες για να εξαγάγει τις πληροφορίες που, π.χ. μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ελέγξει τις ενέργειες στα αντικείμενα σε μια σκηνή. Στα πιο προηγμένα συστήματα, αυτά τα πρότυπα μπορούν να μαθευτούν παρά να προγραμματιστούν.

2.3.2 Εφαρμογές Τεχνητής Όρασης

Ένας από τους πιο προεξέχοντες τομείς εφαρμογής είναι ιατρική όραση υπολογιστών ή ιατρική επεξεργασία εικόνας. Αυτή η περιοχή χαρακτηρίζεται από την εξαγωγή των πληροφοριών από τα στοιχεία εικόνας με σκοπό την παραγωγή μιας ιατρικής διάγνωσης ενός ασθενή. Γενικά, το στοιχείο εικόνας είναι υπό μορφή εικόνων μικροσκοπησης, εικόνων ακτίνας X, εικόνων αγγειογραφίας, υπερηχητικών εικόνων, και εικόνων τομογραφίας. Ένα παράδειγμα των πληροφοριών που μπορεί να εξαχθεί από τέτοια στοιχεία εικόνας είναι ανίχνευση των όγκων, arteriosclerosis ή άλλων επιζήμιων αλλαγών. Μπορεί επίσης να είναι μετρήσεις των διαστάσεων οργάνων, της ροής αίματος, κ.λπ. Αυτός ο τομέας εφαρμογής υποστηρίζει επίσης τη ιατρική έρευνα με την παροχή των νέων πληροφοριών, π.χ. για τη δομή του εγκεφάλου, ή για την ποιότητα των ιατρικών περιθάλψεων.

Ένας δεύτερος τομέας εφαρμογής στην όραση υπολογιστών είναι στη βιομηχανία, αποκαλούμενη μερικές φορές μηχανική όραση, όπου οι πληροφορίες εξάγονται με σκοπό την υποστήριξη μιας διαδικασίας παραγωγής. Ένα παράδειγμα είναι ποιοτικός έλεγχος όπου οι λεπτομέρειες ή τα τελικά προϊόντα αυτόματα επιθεωρούνται προκειμένου να βρεθούν οι ατέλειες. Ένα άλλο παράδειγμα είναι μέτρηση της θέσης και του προσανατολισμού των λεπτομερειών που παίρνονται από έναν βραχίονα ρομπότ. Η μηχανική όραση είναι επίσης βαριά - χρησιμοποιημένος στη γεωργική διαδικασία για να αφαιρέσει την ανεπιθύμητη ουσία τροφίμων από το μαζικό υλικό, μια διαδικασία αποκαλούμενη οπτική ταξινόμηση

Οι στρατιωτικές εφαρμογές είναι πιθανώς μια από τις μεγαλύτερες περιοχές για την όραση υπολογιστών. Τα προφανή παραδείγματα είναι ανίχνευση των εχθρικών στρατιωτών ή των οχημάτων και της καθοδήγησης βλημάτων. Τα πιο προηγμένα συστήματα για την καθοδήγηση βλημάτων στέλνουν το βλήμα σε μια περιοχή παρά έναν συγκεκριμένο στόχο, και η επιλογή στόχων γίνεται όταν φθάνει το βλήμα στην περιοχή βασισμένη στα τοπικά επίκτητα στοιχεία εικόνας. Οι σύγχρονες στρατιωτικές έννοιες, όπως η «συνειδητοποίηση πεδίων μαχών», υπονοούν ότι οι διάφοροι αισθητήρες, συμπεριλαμβανομένων των αισθητήρων εικόνας, παρέχουν ένα πλούσιο σύνολο πληροφοριών για μια σκηνή αγώνα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να υποστηρίξει τις στρατηγικές αποφάσεις. Σε αυτήν την περίπτωση, η αυτόματη επεξεργασία των στοιχείων χρησιμοποιείται για να μειώσει την πολυπλοκότητα και για να λιώσει τις πληροφορίες από τους πολλαπλάσιους αισθητήρες για να αυξήσει την αξιοπιστία.

Ένας από τους νεότερους τομείς εφαρμογής είναι αυτόνομοι φορείς, οι οποίοι περιλαμβάνουν τα υποβρύχια σκάφη, τα χερσαία οχήματα (μικρά ρομπότ με τις ρόδες, τα αυτοκίνητα ή τα φορτηγά), τα εναέρια οχήματα, και τα τηλεκατευθυνόμενα εναέρια οχήματα (UAV). Το επίπεδο αυτονομίας κυμαίνεται από τα πλήρως αυτόνομα (τηλεκατευθυνόμενα) οχήματα ως τα οχήματα όπου τα βασισμένα συστήματα όρασης υπολογιστών υποστηρίζουν έναν οδηγό ή έναν πιλότο στις διάφορες

καταστάσεις. Τα πλήρως αυτόνομα οχήματα χρησιμοποιούν χαρακτηριστικά την όραση υπολογιστών για τη ναυσιπλοΐα, δηλ. για τη γνώση όπου είναι, ή για την παραγωγή ενός χάρτη του περιβάλλοντός του (BPONTOΣ) και για την ανίχνευση των εμποδίων. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την ανίχνευση ορισμένων συγκεκριμένων γεγονότων στόχου, π.χ. UAV ψάχνοντας τις δασικές πυρκαγιές. Τα παραδείγματα τα συστήματα είναι συστήματα προειδοποίησης εμποδίων στα αυτοκίνητα, και συστήματα για την αυτόνομη προσγείωση των αεροσκαφών. Διάφοροι κατασκευαστές αυτοκινήτων έχουν καταδείξει τα συστήματα για την αυτόνομη οδήγηση των αυτοκινήτων, αλλά αυτή η τεχνολογία ακόμα δεν έχει φθάσει σε ένα επίπεδο όπου μπορεί να τεθεί στην αγορά. Υπάρχουν άφθονα παραδείγματα των στρατιωτικών αυτόνομων οχημάτων που κυμαίνονται από τα προηγμένα βλήματα, UAVs για recon τις αποστολές ή την καθοδήγηση βλημάτων. Η εξερεύνηση του διαστήματος γίνεται ήδη με τα αυτόνομα οχήματα χρησιμοποιώντας την όραση υπολογιστών, π.χ. την εξερεύνηση Rover (βλέπε εικόνα 2) του Άρη της NASA^[37] και ExoMars Rover του ESA.



Εικόνα 2:Απεικόνιση του NASA's Mars Exploration Rover

2.4 Τεχνητή Νοημοσύνη

Ο όρος τεχνητή νοημοσύνη^[48] (TN, εκ του Artificial Intelligence) αναφέρεται στον κλάδο της πληροφορικής ο οποίος ασχολείται με τη σχεδίαση και την υλοποίηση υπολογιστικών συστημάτων που μιμούνται στοιχεία της ανθρώπινης συμπεριφοράς τα οποία υπονοούν έστω και στοιχειώδη ευφυΐα: μάθηση, προσαρμοστικότητα, εξαγωγή συμπερασμάτων, κατανόηση από συμφραζόμενα, επίλυση προβλημάτων κλπ. Ο Τζον Μακάρθι όρισε τον τομέα αυτόν ως «επιστήμη και μεθοδολογία της δημιουργίας νοούντων μηχανών».

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. Διαίρεται στη συμβολική τεχνητή νοημοσύνη, η οποία επιχειρεί να εξομοιώσει την ανθρώπινη νοημοσύνη αλγοριθμικά χρησιμοποιώντας 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 TN.

Η διάκριση σε συμβολικές και υποσυμβολικές προσεγγίσεις αφορά τον χαρακτήρα των χρησιμοποιούμενων εργαλείων, ενώ δεν είναι σπάνια η σύζευξη πολλαπλών προσεγγίσεων (διαφορετικών συμβολικών, υποσυμβολικών, ή ακόμα συμβολικών και υποσυμβολικών μεθόδων) κατά την προσπάθεια αντιμετώπισης ενός προβλήματος. Με βάση τον επιθυμητό επιστημονικό στόχο

η TN κατηγοριοποιείται σε άλλου τύπου ευρείς τομείς, όπως επίλυση προβλημάτων, μηχανική μάθηση, ανακάλυψη γνώσης, συστήματα γνώσης κλπ. Επίσης υπάρχει επικάλυψη με συναφή επιστημονικά πεδία όπως η μηχανική όραση, η επεξεργασία φυσικής γλώσσας ή η ρομποτική, τα οποία μπορούν να τοποθετηθούν μες στο ευρύτερο πλαίσιο της σύγχρονης τεχνητής νοημοσύνης ως ανεξάρτητα πεδία της.

Η λογοτεχνία και ο κινηματογράφος επιστημονικής φαντασίας από τη δεκαετία του 1920 μέχρι σήμερα έχουν δώσει στο ευρύ κοινό την αίσθηση ότι η TN αφορά την προσπάθεια κατασκευής μηχανικών ανδροειδών ή αυτοσυνείδητων προγραμμάτων υπολογιστή (*ισχυρή TN*), επηρεάζοντας μάλιστα ακόμα και τους πρώτους ερευνητές του τομέα. Στην πραγματικότητα οι περισσότεροι επιστήμονες της τεχνητής νοημοσύνης προσπαθούν να κατασκευάσουν λογισμικό ή πλήρεις μηχανές οι οποίες να επιλύουν με αποδεκτά αποτελέσματα ρεαλιστικά υπολογιστικά προβλήματα οποιουδήποτε τύπου (*ασθενής TN*), αν και πολλοί πιστεύουν ότι η εξομοίωση ή η προσομοίωση της πραγματικής ευφυΐας, η ισχυρή TN, πρέπει να είναι ο τελικός στόχος.

Η σύγχρονη τεχνητή νοημοσύνη αποτελεί ένα από τα πλέον «μαθηματικοποιημένα» και ταχέως εξελισσόμενα πεδία της πληροφορικής. Σήμερα, ο τομέας αξιοποιεί περισσότερο υποσυμβολικές μεθόδους και εργαλεία καταγόμενα από τα εφαρμοσμένα μαθηματικά και τις επιστήμες μηχανικών, παρά από τη θεωρητική πληροφορική και τη μαθηματική λογική όπως συνέβαινε πριν το 1990. Σε ακαδημαϊκό επίπεδο η τεχνητή νοημοσύνη μελετάται επίσης από την ηλεκτρονική μηχανική, ενώ συνιστά ένα από τα σημαντικότερα θεμελιακά συστατικά του διεπιστημονικού γνωστικού πεδίου της γνωσιακής επιστήμης.

3 Κεφάλαιο

3.1 Ιστορική Αναδρομή της Ελληνικής Νοηματικής Γλώσσας

Οι Κωφοί, όπως και γενικότερα οι άνθρωποι με ειδικές ανάγκες από τους αρχαίους χρόνους ως την αναγέννηση, δεν είχαν την αποδοχή της κοινωνίας και ζούσαν στο περιθώριο χωρίς δικαιώματα και εκπαίδευση. Το πρόβλημα της «κωφαλαλίας», όπως ονομαζόταν παλαιότερα, απασχόλησε τους αρχαίους Έλληνες συγγραφείς. Ο Ηρόδοτος αναφέρεται στην περίπτωση του κωφού παιδιού του Κροίσου, βασιλιά της Λυδίας («Κλειώ»). Ο Πλάτωνας στον «Θεαίτητο» και ο Αριστοτέλης επισημαίνουν τη σχέση που υπάρχει μεταξύ κώφωσης και αλαλίας. Τον 2ο μΧ. αιώνα ο περιπατητικός φιλόσοφος Αλέξανδρος ο Αφροδισιεύς χαρακτηρίζει την αλαλία ως ψυχολογικό επακόλουθο της κώφωσης. Κατά την Ελληνική και Ρωμαϊκή αρχαιότητα και όλο σχεδόν τον Μεσαίωνα πίστευαν ότι οι «κωφάλαλοι» ήταν άχρηστα άτομα στη ζωή.

Η αγωγή των «κωφαλάλων» άρχισε στην Ισπανία και την Ιταλία τον 16ο–17ο αιώνα. Το πρώτο ιδιαίτερο ενδιαφέρον εκδηλώθηκε από κληρικούς για το πρόβλημα των κωφών και «κωφαλάλων». Ειδικότερα οι Κωφοί, λόγω του ότι δεν μιλούσαν και δεν χρησιμοποιούσαν τη γλώσσα της γενικότερης κοινωνίας στην οποία ζούσαν, θεωρούνταν καθυστερημένοι και μη εκπαιδεύσιμοι. Οι αντιλήψεις αυτές άρχισαν να αλλάζουν γύρω στον 16ο αιώνα. Οι θεωρητικές απόψεις του Ιταλού γιατρού και φιλοσόφου Girolamo Cardano, σύμφωνα με τις οποίες η γλώσσα και η σκέψη μπορεί να υπάρχουν χωρίς την παρουσία της ομιλίας και της ακοής συνέβαλαν στην αλλαγή αυτή.

Οι πρώτες προσπάθειες εκπαίδευσης κωφών, σύμφωνα με γραπτές μαρτυρίες, άρχισαν στην Ισπανία τον 16ο αιώνα. Ο μοναχός Pedro Ponce de Leon (1520-1584), είναι γνωστός σαν ο πρώτος δάσκαλος των κωφών. Οι μαθητές του de Leon ήταν παιδιά που προέρχονταν από την αριστοκρατία της Ισπανικής κοινωνίας. Από μερικές μαρτυρίες που σώζονται συμπεραίνουμε ότι ο Ponce de Leon χρησιμοποιούσε τη γραφή και την ανάγνωση στην αρχή, για να διδάξει ομιλία αργότερα. Επίσης χρησιμοποιούσε και δακτυλικό αλφάβητο στην διδασκαλία του (Moores).

Στη Μεγάλη Βρετανία οι John Wallis (1616-1703) και Williams Holder (1616-1698) άρχισαν να εκπαιδεύουν κωφούς μαθητές, ακολουθώντας τις μεθόδους των Ισπανών στη διδασκαλία τους. Δηλαδή δίδασκαν γραπτή γλώσσα και δακτυλογράφηση πρώτα και συνέχιζαν αργότερα με ομιλία και χειλεανάγνωση. Δίδασκαν γλώσσα με συστηματικό και δομημένο τρόπο, αρχίζοντας με κατηγοριοποιήσεις ουσιαστικών και ρημάτων, για να συνεχίσουν με τα άλλα μέρη και τους κανόνες της γλώσσας. Πάντως, από τα λιγοστά γραπτά κείμενα αυτής της εποχής (16ος και 17ος αιώνες), συμπεραίνουμε ότι οι δάσκαλοι που στην πλειοψηφία τους ήταν ιερείς, δούλευαν μεμονωμένα και δεν είχαν καμία επαφή μεταξύ τους. Όμως οι συνθήκες διδασκαλίας ήταν πολύ καλές. Κάθε δάσκαλος είχε λίγα παιδιά, προερχόμενα από ανώτερες κοινωνικό-εκπαιδευτικές τάξεις. Οι αμοιβές των δασκάλων ήταν υψηλές, αλλά οι δάσκαλοι αφιέρωναν όλο το χρόνο τους στα παιδιά αυτά.

Τον 17ο και ειδικά τον 18ο αιώνα η εκπαίδευση των κωφών παιδιών άρχισε να αναπτύσσεται συστηματικά σε πολλές χώρες της Ευρώπης. Στη Μεγάλη Βρετανία ο Thomas Braidwood (1715-1806) είναι ο πιο γνωστός από τους εκπαιδευτικούς της εποχής εκείνης. Ίδρυσε σχολείο κωφών στο Εδιμβούργο της Σκωτίας το 1767. Παρόλο που ο Braidwood προσπάθησε να κρατήσει τη μέθοδο διδασκαλίας του μυστική, σύμφωνα με μαρτυρίες, φαίνεται ότι χρησιμοποιούσε νεύματα και δακτυλικό αλφάβητο, όπως και ανάγνωση και γραφή για να φθάσει στην ομιλία. Η μέθοδος του Braidwood όμως, και των μετέπειτα εκπαιδευτικών της Μεγάλης Βρετανίας είναι γνωστή σαν Προφορική μέθοδος.

Στη Γαλλία την ίδια περίπου εποχή, άρχισαν και εκεί συστηματικές προσπάθειες για την εκπαίδευση των κωφών. Ο δικηγόρος και ιερέας Abbé Charles Michel de l'Épée (1712-1789) είναι ένας από τους πιο γνωστούς δασκάλους κωφών στη χώρα αυτή, γιατί ίδρυσε το πρώτο στον κόσμο δημόσιο σχολείο κωφών στο Παρίσι το 1755 (Moores). Ο de l'Épée έμαθε τη Νοηματική γλώσσα των Κωφών στο Παρίσι και την προσάρμοσε στη διδασκαλία του, χρησιμοποιώντας τη δομή της Γαλλικής γλώσσας. Το σύστημα αυτό το ονόμασε «μεθοδικά νοήματα». Ανέπτυξε και εξέδωσε λεξικό νοηματικής και έδινε έμφαση κυρίως στην ανάπτυξη της γλώσσας. Χρησιμοποιούσε δραματοποίηση στη διδασκαλία του, γραφή ύστερα από δραστηριότητες και διήγηση με νοηματική. Ο de l'Épée έδινε

δευτερεύουσα σημασία στην εκμάθηση της ομιλίας, γιατί τη θεωρούσε αρκετά αργή διαδικασία, αφού είχε να εκπαιδεύσει ένα πολύ μεγάλο αριθμό μαθητών στο δημόσιο σχολείο του. Ο κύριος στόχος του επίσης ήταν η γνωστική ανάπτυξη των μαθητών του (Moore). Σε αντίθεση με τους άλλους εκπαιδευτικούς κωφών παιδιών της εποχής του, δεν κράτησε την μεθόδό του κρυφή. Διέδωσε τη γαλλική μέθοδο και δίδαξε πολλούς δασκάλους κωφών από όλο τον κόσμο. Τη Νοηματική ο de l'Épée τη θεωρούσε φυσική γλώσσα των κωφών και στο σχολείο του χρησιμοποιούσε αρκετούς Κωφούς δασκάλους, πρώην μαθητές του. Ένας από αυτούς, ο Laurent Clerc, ίδρυσε αργότερα μαζί με τον Gallaudet το πρώτο σχολείο Κωφών στις Η.Π.Α.

Στην Γερμανία, ο Samuel Heinicke (1729-1784) ίδρυσε σχολείο κωφών το 1778 και παρόλο που κράτησε τη μέθοδο που δίδασκε τα κωφά παιδιά μυστική, υποστήριξε τη διδασκαλία της ομιλίας μόνο, μέσα από ασκήσεις άρθρωσης. Ο ίδιος πολέμησε με φανατισμό τη μέθοδο του de l'Épée. Η διαμάχη αυτή μεταξύ της γερμανικής μεθόδου και της γαλλικής συνεχίστηκε και τον 19ο αιώνα και είναι γνωστή σαν ο πόλεμος των 200 χρόνων. Στη Γερμανία ο John Baptist Graser (1766-1841) και ο Frederick Martiz Hill (1805-1874) συνέχισαν να χρησιμοποιούν και να υποστηρίζουν τη γερμανική μέθοδο (προφορική), πολεμώντας με φανατισμό τη χρήση των νοημάτων. Ο Graser υποστήριξε ότι οι μεγαλύτερες αδυναμίες της εκπαίδευσης των κωφών ήταν η χρήση νοημάτων και η απομόνωση των κωφών στα ειδικά σχολεία και ιδρύματα. Με τις απόψεις του αυτές, κατάφερε το 1821 να εντάξει πολλά κωφά παιδιά σε δημόσια σχολεία εφαρμόζοντας προγράμματα ενσωμάτωσης. Τα προγράμματα όμως αυτά σταμάτησαν ύστερα από μερικά χρόνια, λόγω των δυσκολιών που είχαν τα κωφά παιδιά να παρακολουθήσουν τα μαθήματα στα σχολεία ακουόντων και τα φτωχά αποτελέσματά τους ως προς την ακαδημαϊκή πρόοδο.

Ο Frederick Hill εφαρμόζοντας τις αρχές του Πεσταλότσι υποστήριξε ότι τα κωφά παιδιά θα πρέπει να μάθουν τη γλώσσα με τον ίδιο τρόπο που την μαθαίνουν τα ακούοντα παιδιά, δηλαδή μέσα από τη χρήση της. Οι δάσκαλοι θα πρέπει να χρησιμοποιούν φυσικούς τρόπους και καθημερινές δραστηριότητες και να μην διδάσκουν τη γλώσσα μέσα από δομημένα μαθήματα και γραμματική. Ο Hill ήταν πολύ δραστήριος, εκπαίδευσε πολλούς δασκάλους κωφών και μετέδωσε την προφορική μέθοδο σε άλλες χώρες της Ευρώπης και στις Η.Π.Α.

Η εκπαίδευση των κωφών είχε επίσης αναπτυχθεί στην Ιταλία, την Αυστρία, τη Ρωσία, τη Σουηδία, το Βέλγιο και την Ολλανδία. Στην Ολλανδία για παράδειγμα, ο γιατρός Johann Konrad Amman (1669-1724) ασχολήθηκε με τη διδασκαλία της ομιλίας στα κωφά παιδιά, τα οποία δεν μπορούσε να θεραπεύσει και ανέπτυξε τη δική του μέθοδο. Ο ίδιος χρησιμοποιούσε καθρέφτη στη διδασκαλία της άρθρωσης και της ομιλίας με τον ίδιο τρόπο που χρησιμοποιείται ακόμα και σήμερα και εφάρμοσε τη μεθόδό του γενικότερα και σε παιδιά με προβλήματα άρθρωσης, σε αφασικά κλπ. Πολλοί πιστεύουν ότι ο Amman έβαλε τις βάσεις για την ανάπτυξη της ειδικότητας της Λογοπαθολογίας.

Η εκπαίδευση των κωφών στις Η.Π.Α. άρχισε επίσημα με την ίδρυση από τον Thomas Hopkins Gallaudet (1787-1851) του πρώτου σχολείου κωφών στο Hartford του Connecticut το 1817. Ο Gallaudet είχε διδαχθεί τη Γαλλική μέθοδο στο σχολείο του de l'Épée στο Παρίσι, όπου έμεινε και σπούδασε τέσσερις μήνες. Γυρίζοντας στην Αμερική με έναν Κωφό δάσκαλο από το σχολείο του de l'Épée, τον Laurent Clerc, υιοθέτησαν και διέδωσαν τη μέθοδο του de l'Épée στη διδασκαλία τους με τα κωφά παιδιά. Αργότερα ιδρύθηκαν και άλλα σχολεία κωφών που υποστήριζαν την προφορική μέθοδο, επηρεασμένα από Ευρωπαίους δασκάλους. Έτσι η διαμάχη για τη μέθοδο επικοινωνίας και τους τρόπους εκπαίδευσης των κωφών μεταδόθηκε και στις Η.Π.Α. Δύο εξέχουσες προσωπικότητες στο χώρο της εκπαίδευσης των κωφών στις Η.Π.Α., ο Edward Miner Gallaudet (1837-1917) γιος του Thomas Gallaudet και ο Alexander Graham Bell (1847-1922) αντιπροσώπευσαν τις δύο διαφορετικές και αντικρουόμενες απόψεις. Ο Gallaudet πρόεδρος του πρώτου στον κόσμο κολεγίου για κωφούς (γνωστού σήμερα ως Πανεπιστημίου Gallaudet) το οποίο ιδρύθηκε το 1864 στην Ουάσιγκτον, υπήρξε υπέρμαχος της επικοινωνίας με ομιλία και νοήματα. Αντίθετα ο Bell, ο οποίος είναι γνωστός ως ο εφευρέτης του τηλεφώνου και του ακουομετρητή, υποστήριξε σθεναρά την καθαρά προφορική μέθοδο και πολέμησε τη νοηματική γλώσσα.

Το 1880 πραγματοποιήθηκε παγκόσμιο συνέδριο εκπαιδευτικών για κωφά παιδιά στο Μιλάνο. Στο περίφημο αυτό συνέδριο υποστηρίχτηκε η προφορική μέθοδος, η οποία και υπερίσχυσε. Η Νοηματική θεωρήθηκε ότι εμποδίζει τα παιδιά να εξασκηθούν στην ομιλία, λόγω του ότι διευκολύνονται με τα νοήματα και έτσι δεν υποχρεώνονται να καταβάλουν προσπάθειες για ομιλία. Επίσης υποστηρίχτηκε ότι για να μπορέσει ο κωφός να ενταχθεί «στον κόσμο των ακουόντων» πρέπει

να μάθει να μιλάει καθαρά και να διαβάζει τα χείλη. Έτσι η έμφαση της εκπαίδευσης θα έπρεπε να δοθεί από τους δασκάλους στους δύο αυτούς τομείς.

Ύστερα από τη νίκη της προφορικής μεθόδου στο συνέδριο αυτό, τα περισσότερα σχολεία κωφών υιοθέτησαν σαν την πιο ενδεδειγμένη μέθοδο επικοινωνίας και διδασκαλίας την προφορική, δηλαδή την ανάπτυξη ομιλίας μέσα από ασκήσεις άρθρωσης και την ανάπτυξη της χειλεαναγνωστικής ικανότητας με ειδικές ασκήσεις. Παράλληλα απαγορεύτηκε η χρήση της Νοηματικής στο σχολείο.

Τον 19ο αιώνα έως τα μέσα σχεδόν του 20ου αιώνα τα περισσότερα σχολεία κωφών χρησιμοποιούσαν σαν σύστημα επικοινωνίας κυρίως την προφορική μέθοδο και απαγόρευαν τη χρήση της Νοηματικής γλώσσας. Παρόλα αυτά, πολύ λίγα παιδιά κατόρθωναν να αναπτύξουν ομιλία σε ικανοποιητικό βαθμό. Ακόμα, η πλειοψηφία των μαθητών αυτών αποφοιτούσε από τα σχολεία κωφών με ελάχιστες σχολικές γνώσεις και με φτωχή γραπτή και προφορική γλώσσα. Το γεγονός αυτό έγινε αντικείμενο μελετών και συζητήσεων από τους ερευνητές και τους εκπαιδευτικούς κωφών παιδιών στα συνέδρια που πραγματοποιήθηκαν στη δεκαετία του 1960.

Ειδικότερα, οι περιορισμοί της προφορικής μεθόδου άρχισαν να εξετάζονται κάτω από το φως ορισμένων καινούργιων ερευνητικών δεδομένων και γεγονότων, με αποτέλεσμα να αρχίσει να αμφισβητείται η αποτελεσματικότητά της. Στις Η.Π.Α. για παράδειγμα, η αμφισβήτηση αυτή έγινε έντονη από το 1960 και έπειτα. Τα παρακάτω γεγονότα είναι χαρακτηριστικά αυτής της αμφισβήτησης και της αλλαγής της νοοτροπίας των εκπαιδευτικών για την μέθοδο επικοινωνίας στο σχολείο.

Γλωσσολόγοι, όπως ο Stokoe στις αρχές του 1960 και αργότερα οι Klima και Bellugi 1979, ερεύνησαν την Αμερικάνικη Νοηματική Γλώσσα (ΑΝΓ) και απέδειξαν ότι είναι μια ολοκληρωμένη και πλούσια γλώσσα με τη δική της σύνταξη και γραμματική που μπορεί να εκφράσει οποιεσδήποτε έννοιες ακόμα και αφηρημένες.

Το 1972 ο γνωστός γλωσσολόγος Chomsky άσκησε δριμύτατη κριτική στο εκπαιδευτικό σύστημα κωφών της Μασαχουσέτης, το οποίο περιέγραψε σαν βάρβαρο, επειδή δεν επέτρεπε στα κωφά παιδιά να χρησιμοποιούν τη Νοηματική Γλώσσα στην επικοινωνία τους.

Τα αποτελέσματα από έρευνες των Stevenson (1964), Brasel και Quigley (1977), Meadow (1980) κ.α., έθεσαν σε αμφισβήτηση την αποτελεσματικότητα της προφορικής μεθόδου στην διδασκαλία του κωφού παιδιού, αφού στις έρευνες αυτές φάνηκε ότι τα κωφά παιδιά Κωφών γονέων που γνωρίζουν Νοηματική, υπερτερούν σε σύγκριση με τα κωφά παιδιά ακουόντων γονέων, σε όλους του τομείς, ακόμα και στην ομιλία. Τέλος, οι Tervoort και Verbeck (1967) σε έρευνες που έκαναν, έδειξαν ότι η χρήση της Νοηματικής Γλώσσας και του Δακτυλικού Αλφαβήτου δεν καθυστερεί την ανάπτυξη της προφορικής γλώσσας, αντίθετα την διευκολύνει.

Ο Lenneberg, στο Διεθνές Συνέδριο Προφορικής Εκπαίδευσης για τους κωφούς που πραγματοποιήθηκε στις Η.Π.Α. το 1967, τόνισε στους εκπαιδευτικούς, ότι ο κύριος στόχος της εκπαίδευσης πρέπει να είναι η γλώσσα και όχι τα μέρη της (ομιλία, άρθρωση κ.α.). Άσκησε κριτική στους εκπαιδευτικούς, που δεν βλέπουν την διαφορά μεταξύ γλώσσας και ομιλίας και πρότεινε ότι στο κωφό παιδί πρέπει να δώσουμε όσο το δυνατόν περισσότερα παραδείγματα γλώσσας, χρησιμοποιώντας όχι μόνο ομιλία, αλλά και Νοηματική, δακτυλικό κ.α.

Έτσι τα τελευταία χρόνια, άρχισε να διαμορφώνεται μια νέα αντίληψη για την εκπαίδευση των κωφών με αποτέλεσμα τα περισσότερα σχολεία κωφών του κόσμου να υιοθετούν πιο ευέλικτους τρόπους επικοινωνίας με τα κωφά παιδιά και να προσαρμόζουν τα προγράμματά τους στα νέα δεδομένα των ερευνών, από χώρους όπως η γλωσσολογία, η ψυχολογία και η κοινωνιολογία. Το κίνημα για την ενσωμάτωση όλων των μαθητών με ειδικές ανάγκες στα δημόσια σχολεία της γενικής εκπαίδευσης είχε επίσης την επίδραση του στην εκπαίδευση των κωφών παιδιών παγκόσμια. Άρχισαν να δημιουργούνται ειδικές τάξεις σε σχολεία ακουόντων και προγράμματα ένταξης μέσα σε ενιαίες τάξεις διδασκαλίας. Αποτέλεσμα αυτής της τάσης ήταν να μειωθεί ο αριθμός των κωφών που φοιτούν σε σχολεία-οικοτροφεία ή ημερήσια ειδικά σχολεία κωφών. Η τάση για συνεκπαίδευση κωφών και ακουόντων σε μια τάξη με κοινό πρόγραμμα, που έχει δημιουργηθεί σε ορισμένες χώρες τελευταία (κυρίως στις Η.Π.Α.), έχει γίνει αφορμή για νέες αντιπαραθέσεις και διαφωνίες μεταξύ των ειδικών στο χώρο της εκπαίδευσης των κωφών. Έχει δημιουργήσει επίσης μια σειρά από νέα προβλήματα, νέες ευθύνες και προκλήσεις.

Η αναζήτηση, η δημιουργία και υλοποίηση εξατομικευμένων προγραμμάτων διδασκαλίας, που να καλύπτουν τις ανάγκες κάθε παιδιού ξεχωριστά βάσει συνεχούς αξιολόγησης, με στόχο την

παροχή ποιοτικής εκπαίδευσης σε κάθε παιδί, είναι ένα σοβαρό θέμα που αντιμετωπίζεται πλέον με επιτυχία σε αρκετά σχολεία κωφών του εξωτερικού. Η προσαρμογή των σχολείων κωφών για παροχή ποιοτικής εκπαίδευσης σε κωφά παιδιά με επιπλέον προβλήματα, αποτελεί μια επίσης καινούργια πρόκληση για τους εκπαιδευτικούς που εργάζονται σε σχολεία κωφών. Ο πληθυσμός των κωφών με επιπλέον προβλήματα ή πολλαπλές αναπηρίες έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια στα σχολεία κωφών, λόγω και της πολιτικής της ενσωμάτωσης.

Η αποδοχή της πολιτισμικής και γλωσσικής υπόστασης της κοινότητας των Κωφών, αλλά και η γνώση των ερευνητικών δεδομένων, σύμφωνα με τα οποία η Νοηματική γλώσσα είναι πιο πρόσφορη για έγκαιρη πρόσβαση των κωφών παιδιών στη γλώσσα, αποτελούν το θεωρητικό υπόβαθρο πολλών προγραμμάτων διαφόρων χωρών, που εφαρμόζουν δίγλωσση εκπαίδευση με κωφούς μαθητές. Τα προγράμματα αυτά, αλλά και τα προγράμματα ένταξης απαιτούν έγκαιρη, σωστή παρέμβαση και συμβουλευτική γονέων. Τέλος, όλα τα παραπάνω έχουν δημιουργήσει νέες απαιτήσεις για την εκπαίδευση και εξειδίκευση των κωφών και ακουόντων δασκάλων. Η απαίτηση για αναβάθμιση της εκπαίδευσης των κωφών και η παροχή συνεχιζόμενης και δια βίου εκπαίδευσης είναι επίσης θέματα και υποχρεώσεις των καιρών μας.

Τέλος, μελετώντας την ιστορία της εκπαίδευσης των κωφών από την αρχή ως τις μέρες μας, βλέπουμε ότι τα κυριότερα θέματα που απασχολούσαν τους εκπαιδευτικούς από τις πρώτες προσπάθειες εκπαίδευσης κωφών, τους απασχολούν ακόμα και σήμερα. Για παράδειγμα, οι μέθοδοι επικοινωνίας, το θέμα της εκπαίδευσης σε ειδικά σχολεία ή σε σχολεία ακουόντων, το περιεχόμενο της εκπαίδευσης, η ανάπτυξη της ομιλούμενης γλώσσας, η διδασκαλία της ανάγνωσης και γραφής, η συμβουλευτική γονέων και η έγκαιρη παρέμβαση είναι θέματα επίκαιρα. Οι πρώτοι δάσκαλοι κωφών, πολλοί από τους οποίους ήταν ιερείς, μοναχοί ή γιατροί, κρατούσαν συνήθως τις μεθόδους τους μυστικές και εκτός μερικών εξαιρέσεων συνέβαλαν στη διαμόρφωση μιας ιατροκεντρικής άποψης για την εκπαίδευση των κωφών, δίνοντας έμφαση κυρίως στην ανάπτυξη της ομιλίας. Η άποψη αυτή άρχισε να αλλάζει σιγά-σιγά μόνο μετά το 1960, με την ανάπτυξη της επιστήμης της ειδικής αγωγής των κωφών και την επίδραση νέων ερευνητικών δεδομένων από επιστήμες, όπως η γλωσσολογία και η γνωστική ψυχολογία. Το γεγονός ότι οι Κωφοί κατάφεραν να διατηρήσουν τη γλώσσα τους, παρά τις αντιρρήσεις και τα εμπόδια που τους επέβαλαν οι ακούοντες εκπαιδευτικοί και γονείς, αλλά και η επιμονή και η απαίτησή τους να αναγνωριστεί η γλώσσα τους και να χρησιμοποιείται επίσημα στο σχολείο, συνέβαλε επίσης σημαντικά στην αλλαγή της νοοτροπίας του σχολείου για τους κωφούς και την εκπαίδευσή τους.

3.1.1 Η Εκπαίδευση των Κωφών στην Ελλάδα

Οι πρώτες γραπτές μαρτυρίες για την ύπαρξη των Κωφών στην Ελλάδα και για την θέση τους στην αρχαία Ελληνική κοινωνία βρίσκονται στα έργα, κυρίως του Αριστοτέλη και του Πλάτωνα.

Η άποψη που επικρατούσε στους αρχαίους χρόνους ήταν, ότι οι κωφοί δεν μπορούσαν να εκπαιδευτούν. Η θέση όμως των Κωφών στην αρχαία Ελλάδα, με εξαίρεση την Σπάρτη, δεν ήταν τόσο άσχημη όσο έχει θεωρηθεί από μερικούς νεώτερους εκπαιδευτικούς και άλλους επιστήμονες που ασχολούνται με το κωφό παιδί. Σύμφωνα με μερικές αναφορές, όλοι οι ανάπηροι της εποχής εκείνης στην αθηναϊκή κοινωνία έπαιρναν κάποιο επίδομα από την πολιτεία. Το επίδομα αυτό φυσικά δεν το έπαιρναν οι σκλάβοι ανάπηροι.

Ο Αριστοτέλης είναι από τους πιο γνωστούς φιλοσόφους που ασχολήθηκε με την κώφωση. Στο έργο του «Προβλήματα» θεωρεί την ακοή πιο σημαντική από τις άλλες αισθήσεις, γιατί όπως αναφέρει, η ακοή βοηθάει αποφασιστικά στη νοητική ανάπτυξη του ανθρώπου. Ο ίδιος πίστευε ότι το κύριο όργανο μάθησης για τον άνθρωπο είναι η ακοή. Επίσης πίστευε ότι η κώφωση είναι συνδεδεμένη με την αλαλία και ότι η βλάβη στα όργανα της ακοής επεκτείνεται και στα όργανα της ομιλίας. Στο έργο του «Περί αισθήσεων», θεωρεί ότι οι τυφλοί είναι σε πλεονεκτικότερη θέση απ' ότι οι Κωφοί σχετικά με τη νοητική ανάπτυξη, επειδή οι τυφλοί μπορούν να επικοινωνήσουν με το περιβάλλον τους.

Οι ιδέες του Αριστοτέλη όπως είναι φυσικό επηρέασαν τους γιατρούς και τους εκπαιδευτικούς της εποχής του, αλλά και τους μεταγενέστερους, που παρερμηνεύοντάς τον θεώρησαν ότι οι Κωφοί δεν είναι εκπαιδεύσιμοι, αφού το όργανο μάθησης (η ακοή) είναι κατεστραμμένο. Μερικοί μάλιστα νεώτεροι εκπαιδευτικοί και ιστορικοί της εκπαίδευσης των κωφών θεωρούν τον

Αριστοτέλη υπεύθυνο, γιατί με τις ιδέες του κράτησε τους Κωφούς στην αμάθεια για περισσότερα από 2.000 χρόνια. Η αλήθεια είναι ότι ο Αριστοτέλης έχει αρκετά παρερμηνευθεί και παρεξηγηθεί, αφού ο ίδιος δεν αναφέρθηκε καθόλου στην εκπαίδευση των κωφών και δεν υποστήριξε ποτέ ότι οι Κωφοί δεν μπορούν να εκπαιδευτούν. Απλά υπογράμμισε το ρόλο της αίσθησης της ακοής στη διαδικασία της μάθησης, κάτι που είναι γενικά σωστό. Ακόμα υποστήριξε ότι ένα κωφό εκ γενετής παιδί δεν θα μάθει να μιλάει, που επίσης αληθεύει σε μεγάλο βαθμό.

Στους Πλατωνικούς διάλογους υπάρχουν αναφορές στους Κωφούς. Ειδικά στον «Κρατύλο», ο Σωκράτης, ο Ερμογένης και ο Κρατύλος μιλάνε για τη σχέση λέξης-αντικειμένου και τον φυσικό ή αυθαίρετο συμβολισμό των λέξεων. Εδώ ο Σωκράτης αναφέρεται και στη Νοηματική γλώσσα, την οποία θεωρεί σαν απαραίτητο μέσο επικοινωνίας των Κωφών, αφού, όπως υποστηρίζει, ακόμα και οι ακούντες εάν χάσουν την ομιλία τους θα χρησιμοποιήσουν νοήματα. Αυτή η αναφορά του Πλάτωνα είναι η πρώτη γραπτή μαρτυρία για την ύπαρξη της Ελληνικής Νοηματικής Γλώσσας και για τους Κωφούς της εποχής εκείνης.

Σε έναν άλλο Πλατωνικό διάλογο, ο Σωκράτης υποστηρίζει την άποψη ότι η σκέψη εκφράζεται με την ομιλία, «εκτός αν κάποιος είναι Κωφός ή άλαλος». Εδώ ο φιλόσοφος γνωρίζει ότι οι Κωφοί δεν μιλάνε. Επίσης βλέπουμε ότι διαχωρίζει την κώφωση από την αλαλία.

Από τους Πλατωνικούς διάλογους συμπεραίνουμε ότι και η Νοηματική Γλώσσα και οι Κωφοί ήταν αποδεκτοί στην Αθηναϊκή κοινωνία. Αυτό μάλλον δεν ίσχυε και στην κοινωνία της Σπάρτης. Στη Σπάρτη, σύμφωνα με τον Πλούταρχο, όλα τα νεογέννητα περνούσαν από εξέταση μετά τη γέννησή τους και τα ανάπηρα τα εγκατέλειπαν στους Αποθέτες (Καιάδας) του Ταυγέτου (Πλούταρχος, Λυκούργος). Μερικοί συγγραφείς έχουν αμφισβητήσει τη μαρτυρία αυτή του Πλουτάρχου, παρ' όλα αυτά όμως η θέση των αναπήρων στη μιλιταριστική κοινωνία της Σπάρτης με την αυστηρή πειθαρχία και το πρότυπο του γενναίου πολεμιστή δεν πρέπει να ήταν τόσο καλή, όσο σε άλλες Ελληνικές πόλεις της εποχής αυτής.

Πάντως δεν υπάρχουν μαρτυρίες για την θέση των Κωφών στην αρχαία Σπάρτη, ούτε και για την τύχη των κωφών παιδιών, μια και η κώφωση δεν μπορεί να διαπιστωθεί αμέσως μετά τη γέννηση, ακόμα και σήμερα, χωρίς τα κατάλληλα διαγνωστικά τεστ.

Στους Βυζαντινούς χρόνους υπήρχαν αρκετά κοινωνικά προγράμματα για παιδιά που είχαν ανάγκη από φροντίδα και προστασία. Έτσι την εποχή εκείνη δημιουργήθηκαν διάφορα άσυλα και ορφανοτροφεία για το σκοπό αυτό. Αρκετά κωφά παιδιά πρέπει να ωφελήθηκαν από αυτά τα προγράμματα, τα οποία όμως δεν ήταν εκπαιδευτικά.

3.1.2 Η Ανάπτυξη των Πρώτων Σχολείων Κωφών στην Ελλάδα

Η εκπαίδευση των κωφών παιδιών στην Ελλάδα^[3] άρχισε αρκετά αργά σε σύγκριση με άλλες Ευρωπαϊκές χώρες. Τα τετρακόσια χρόνια σκλαβιάς από τους Τούρκους και οι κοινωνικοπολιτικές και οικονομικές προτεραιότητες του ανεξάρτητου Ελληνικού Κράτους μετά την επανάσταση του 1821, ίσως να συντέλεσαν στην καθυστέρηση αυτής της ανάπτυξης.

Το 1907 ένας πλούσιος κτηματίας, ο Χαράλαμπος Σπηλιόπουλος, πήρε την πρωτοβουλία να δημιουργήσει ίδρυμα για κωφά παιδιά στην Αθήνα και στις 14 Μαΐου του 1907 πήρε τη σχετική άδεια για την δημιουργία ιδρύματος, με το όνομα «Εθνικός Οίκος Κωφαλάων Χαραλάμπους και Ελένης Σπηλιοπούλου». Διάφοροι όμως λόγοι, κυρίως γραφειοκρατικοί σχετικά με τη διαθήκη του Σπηλιόπουλου, εμπόδισαν την άμεση ίδρυση και λειτουργία του Ιδρύματος ως το 1937, μετά από το θάνατό του και της μοναδικής κληρονόμου και συζύγου του Ελένης.

Εν τω μεταξύ, το 1922 μετά τη μικρασιατική καταστροφή, η «Near East Relief», που ανέλαβε την προστασία και περίθαλψη των ορφανών της μικρασιατικής καταστροφής, ενδιαφέρθηκε για την εκπαίδευση δέκα κωφών ορφανών της Μικράς Ασίας και για τον σκοπό αυτό έστειλε τον ίδιο χρόνο στην Αμερική την Ελένη Παλατίδου, δασκάλα απ' τη Μικρά Ασία, για να εκπαιδευτεί στην αγωγή των κωφών παιδιών. Η Ελένη Παλατίδου εκπαιδεύτηκε για ένα χρόνο (1922-1923) στο «Clark School for the Deaf». Όταν επέστρεψε από την Αμερική, άρχισε να εκπαιδεύει τα κωφά ορφανά, τα οποία μεταφέρθηκαν από την Σύρο σε ένα μικρό σχολείο στους Στύλους του Ολυμπίου Διός στην Αθήνα. Πολύ σύντομα τα αποτελέσματα της δουλειάς της έγιναν γνωστά και έτσι οι μαθητές της πλήθυναν και το σχολείο μεγάλωσε. Προστέθηκαν και άλλες δασκάλες και το σχολείο μεταφέρθηκε στην Καλλιθέα σε μεγαλύτερο κτίριο. Μερικές από τις πρώτες αυτές δασκάλες πήγαν στην Αμερική

για ειδίκευση στο Clark School. Η Ελένη Παλατίδου και όσες από τις μεταγενέστερες δασκάλες πήγαν στην Αμερική για ειδίκευση, εκπαιδεύσαν και τις άλλες δασκάλες του σχολείου κωφών. Έτσι δημιουργήθηκε σιγά-σιγά μια ειδίκευση δασκάλων διάρκειας ενός χρόνου στο σχολείο αυτό για τις νέες δασκάλες. Η μέθοδος επικοινωνίας και ο τρόπος διδασκαλίας που ακολούθησε η Ελένη Παλατίδου και οι δασκάλες κωφών που την ακολούθησαν, ήταν η προφορική μέθοδος διδασκαλίας. Κύριος στόχος της εκπαίδευσης ήταν η ανάπτυξη της ομιλίας με ασκήσεις άρθρωσης πρώτα ενώ αργότερα τα παιδιά διδάσκονταν ανάγνωση και γραφή. Η επίδραση του γνωστού για την αυστηρή εφαρμογή της προφορικής μεθόδου επικοινωνίας σχολείου της Μασαχουσέτης, όπου εκπαιδεύτηκε η Παλατίδου και αρκετές άλλες δασκάλες μετά από αυτή, ήταν φυσικά φανερό. Η μέθοδος μεταδόθηκε και στις άλλες δασκάλες και επικράτησε στην Ελλάδα σε όλα τα σχολεία μέχρι το 1984.

Το 1937, το παραπάνω σχολείο συγχωνεύτηκε με το κληροδότημα του Σπηλιοπούλου, που δεν είχε λειτουργήσει ακόμα, κάτω από την ονομασία «Εθνικό Ίδρυμα Προστασίας Κωφολάλων» δωρεά Χαραλάμπους και Ελένης Σπηλιοπούλου. Το 1938 το σχολείο μεταφέρθηκε σε καινούργιο, ιδιόκτητο κτίριο στους Αμπελοκήπους, όπου λειτούργησε ως τον δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο. Τότε μεταφέρθηκε και πάλι σε ένα μικρό κτίριο στην Ακρόπολη λόγω του ότι το κτίριο των Αμπελοκήπων επιτάχθηκε και χρησιμοποιήθηκε ως το 1960 σαν Γενικό Νοσοκομείο. Γύρω στα 1960 το «Εθνικό Ίδρυμα Προστασίας Κωφολάλων» (Ε.Ι.Π.Κ.) εγκαταστάθηκε πάλι στο ιδιόκτητο κτίριο του και άρχισε πάλι να αναπτύσσεται. Από το 1956 ως το 1970 το Ίδρυμα δημιούργησε παραρτήματα στην Πάτρα, τη Θεσσαλονίκη, τις Σέρρες, το Βόλο και την Κρήτη.

Σήμερα το ίδρυμα, το οποίο ανήκει στο Υπουργείο Υγείας και Πρόνοιας, παρέχει δωρεάν εκπαίδευση σε παιδιά ηλικίας από 0-15 περίπου χρόνων. Περιλαμβάνει οικοτροφείο για παιδιά που προέρχονται από μακρινές περιοχές και δημοτικό σχολείο σε όλα τα παραρτήματά του. Στα μεγαλύτερα παραρτήματα της Αθήνας, Θεσσαλονίκης και Πάτρας το ίδρυμα έχει και Βρεφοσυμβουλευτικούς σταθμούς. Ακόμα στην Αθήνα λειτουργεί ιατροπαιδαγωγικό κέντρο, ακουσολογική μονάδα και άλλες υποστηρικτικές υπηρεσίες. Στην Αθήνα και Θεσσαλονίκη λειτουργούν επίσης περιοδικά και κάποια προγράμματα επαγγελματικής κατάρτισης. Στα ιδρύματα της Αθήνας, Θεσσαλονίκης και Πάτρας φιλοξενούνται τα τελευταία χρόνια και άλλες ΣΜΕΑ Κωφών του ΥΠ.Ε.Π.Θ. (π.χ. Νηπιαγωγείο, Γυμνάσιο, Λύκειο).

Μερικές δασκάλες έχουν παίξει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη του Ε.Ι.Π.Κ. Μια από τις πιο σημαντικές προσωπικότητες, εκτός από την Ελένη Παλατίδου, σύμφωνα με τις μαρτυρίες των κωφών αποφοίτων της σχολής, ήταν η Ελένη Βαρυτιμίδου. Η Βαρυτιμίδου ήταν και αυτή πρόσφυγας από τη Μικρά Ασία, με ευρεία μόρφωση και πολλή αγάπη στον άνθρωπο. Εκπαιδεύτηκε στην Αμερική το 1945-46 και δίδασκε με μεγάλη επιτυχία τους κωφούς μαθητές της. Εκπαίδευσε πολλές γενιές δασκάλων του Ίδρυματος και ήταν διευθύντρια του σχολείου και του οικοτροφείου αρκετά χρόνια. Σημαντική ήταν η συμβολή της στην οργάνωση της Κοινότητας των Κωφών στην Ελλάδα. Το 1948 βοήθησε τους αποφοίτους Κωφούς να οργανωθούν και έτσι δημιουργήθηκε η «Ένωση Κωφολάων Ελλάδας». Γενικά, η Βαρυτιμίδου αφιέρωσε τη ζωή της στη δουλειά της και στους κωφούς μαθητές της. Αρκετές από τις πρώτες δασκάλες κωφών, σύμφωνα με μαρτυρίες των ίδιων των Κωφών αποφοίτων, πρόσφεραν σημαντικό έργο και κατάφεραν να οργανώσουν ένα πρότυπο σχολείο κωφών για την εποχή τους.

Μια άλλη προσωπικότητα με σημαντική παρουσία και συμβολή στο Ε.Ι.Π.Κ. αλλά και γενικότερα στην εκπαίδευση των κωφών, είναι ο Βασίλης Λαζανάς. Ο Λαζανάς ήταν διοικητικός διευθυντής του Ίδρυματος από το 1955 έως το 1979. Δεν είχε ο ίδιος σχέση με την εκπαίδευση, αλλά σαν μελετητής και συγγραφέας ενδιαφέρθηκε, λόγω και της θέσης του στο Ίδρυμα, για την εκπαίδευση των κωφών και μελέτησε διεξοδικά την ξένη βιβλιογραφία σχετικά με τους Κωφούς. Έγραψε πολλά άρθρα για το σύστημα εκπαίδευσης των κωφών και τις υπάρχουσες τάσεις της εποχής του στην Ευρώπη. Ακόμα μελέτησε και άφησε σημαντικό έργο σχετικά με τη θέση των Κωφών στην ελληνική κοινωνία, αρχίζοντας από την αρχαία ελληνική εποχή μέχρι τη σύγχρονη. Ο Βασίλης Λαζανάς είναι ο πρώτος Έλληνας μελετητής που ασχολήθηκε διεξοδικά με τους Κωφούς. Το έργο του έχει εκδοθεί σε τόμο με τίτλο «Το πρόβλημα των Κωφολάλων».

Εν τω μεταξύ ένα άλλο σημαντικό γεγονός επηρέασε την ανάπτυξη της εκπαίδευσης των κωφών παιδιών στην Ελλάδα. Ο Ανδρέας Κοκκέβης, βουλευτής, πατέρας κωφού παιδιού, ενδιαφέρθηκε για την εκπαίδευση των κωφών. Από τη θέση του βουλευτή και αργότερα του υφυπουργού Πρόνοιας και υπουργού Υγείας (1964,1974) βοήθησε σημαντικά και σε νομοθετικού περιεχομένου δραστηριότητες για την εκπαίδευση και αποκατάσταση των κωφών. Σύμφωνα με την

προσθήκη που πρότεινε το 1956 στη Βουλή στο νόμο περί τελών, ένα ποσό από τα προβλεπόμενα τέλη θα δινόταν σε βοήθεια (νοσηλεία) σε σχολεία για κωφά παιδιά. Η προσθήκη έγινε δεκτή από τη Βουλή και έτσι ψηφίστηκε ο πρώτος νόμος που αφορούσε κατά κάποιο τρόπο την εκπαίδευση των κωφών παιδιών⁶. Ο Κοκκέβης μαζί με τη σύζυγό του Ηρώ ίδρυσαν το 1956 το πρώτο ιδιωτικό σχολείο κωφών παιδιών στο Ελληνικό της Γλυφάδας. Το σχολείο αυτό αναγνωρίστηκε σαν ισότιμο με τα δημόσια σχολεία. Η Αμαλία Μαρτίνου, δασκάλα του Ε.Ι.Π.Κ, ήταν η πρώτη δασκάλα του ιδιωτικού αυτού σχολείου, η οποία αργότερα έγινε διευθύντρια και ιδιοκτήτριά του.

Η Αμαλία Μαρτίνου, δυναμικός άνθρωπος και σπουδαία δασκάλα, πρόσφερε σημαντικό έργο στην εκπαίδευση των κωφών στη χώρα μας. Η ίδια, επηρεασμένη από τη μέθοδο που χρησιμοποιούσαν στο Ίδρυμα Κωφών, αλλά και από την προφορική μέθοδο των σχολείων κωφών της Αγγλίας που επισκεπτόταν συχνά, καθιέρωσε στο σχολείο της την καθαρά προφορική μέθοδο, την οποία προσπάθησε να εφαρμόσει με αρκετά συστηματικό τρόπο. Το Πρότυπο Ειδικό Εκπαιδευτήριο της Αμαλίας Μαρτίνου, όπως ονομαζόταν, ενώ είχε στην αρχή οικοτροφείο, σύντομα έγινε ημερήσιο σχολείο χωρίς οικοτροφείο και περιλάμβανε Νηπιαγωγείο, Δημοτικό και αργότερα, το 1966, Γυμνάσιο. Το 1986 το σχολείο αυτό δημοσιοποιήθηκε και αποτέλεσε τη βάση για τα σχολεία του ΥΠ.Ε.Π.Θ. Κωφών και Βαρήκων Αργυρούπολης. Στα αυτοτελή αυτά σχολεία περιλαμβάνονται τα εξής: Νηπιαγωγείο, Δημοτικό, Γυμνάσιο και Λύκειο.

Στις αρχές του 1970 δημιουργήθηκε ένα άλλο ιδιωτικό, μη κερδοσκοπικό σχολείο και πάλι με ενέργειες γονέων, κυρίως της Σοφίας Σταρόγιανη, μητέρας δύο κωφών παιδιών. Συγκεκριμένα ο Σύλλογος Προνοίας Κωφών και Βαρήκων Ελλάδος, ένας σύλλογος που είχε ιδρυθεί από το 1964 με πρωτοβουλία της Ηρώς Κοκκέβη και της Σοφίας Σταρόγιανη, δημιούργησε στη Φιλοθέη στις αρχές του 1970 έναν παιδικό σταθμό και Νηπιαγωγείο για κωφά παιδιά. Σύντομα, το 1973, ιδρύθηκε επίσημα Νηπιαγωγείο, Δημοτικό και Γυμνάσιο με το όνομα «Ίδρυμα Προνοίας Κωφών και Βαρήκων Ελλάδος». Το ίδρυμα αυτό που περιλάμβανε εκτός από τα παραπάνω σχολεία και οικοτροφείο, μεταφέρθηκε στην Εκάλη και λειτούργησε ως το 1984, οπότε δημοσιοποιήθηκαν τα σχολεία και έμεινε μόνο το οικοτροφείο στο Ίδρυμα Πρόνοιας. Διευθύντρια των σχολείων αυτών που χρησιμοποιούσαν αυτή την προφορική μέθοδο διδασκαλίας ήταν η Βικτώρια Δαούση, καθηγήτρια φιλόλογος, σπουδαία παιδαγωγός με αφοσίωση και επιτυχία στο έργο της. Τα περισσότερα παιδιά από τα σχολεία αυτά αποτέλεσαν τη βάση για τα σημερινά σχολεία του ΥΠ.Ε.Π.Θ., όπως το «Ειδικό Νηπιαγωγείο και Δημοτικό Σχολείο Κωφών και Βαρήκων Φιλοθέης» και το «Ειδικό Γυμνάσιο και Λύκειο Κωφών και Βαρήκων Αγίας Παρασκευής».

3.1.3 Νεότερες Εξελίξεις

Όπως είδαμε παραπάνω η πρωτοβουλία για τη δημιουργία και την ανάπτυξη των πρώτων σχολείων κωφών στην Ελλάδα ανήκει σε διάφορους ιδιώτες και φιλανθρωπικές οργανώσεις. Η πολιτεία ενδιαφέρθηκε ελάχιστα για την εκπαίδευση των κωφών.

Η πίεση των οργανώσεων γονέων και αναπήρων, τα τελευταία κυρίως χρόνια και ειδικά γύρω στη δεκαετία του 1980, ανάγκασαν την κυβέρνηση να αναλάβει κάποιες ευθύνες για την εκπαίδευση των παιδιών με ειδικές ανάγκες, συμπεριλαμβανομένων και των κωφών. Μερικές οργανώσεις έπαιξαν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη της εκπαίδευσης των κωφών παιδιών. Η Ένωση Κωφαλάλων Ελλάδος, η πρώτη οργάνωση των Κωφών που δημιουργήθηκε το 1948, άρχισε το 1956 να εκδίδει εφημερίδα. Μέσα από τις στήλες της εφημερίδας αυτής που ονομαζόταν «Εφημερίς των Κωφαλάλων», το πρόβλημα της εκπαίδευσης των κωφών παιδιών έμπαινε σαν το κυριότερο πρόβλημα όλων των Κωφών. Με την δημιουργία και άλλων οργανώσεων Κωφών στη συνέχεια, τόσο στην Αθήνα όσο και στην επαρχία, η φωνή των Κωφών έγινε δυνατότερη.

Το 1968 δημιουργήθηκε η Ομοσπονδία Κωφών Ελλάδος (ΟΜ.Κ.Ε.), η οποία αντιπροσωπεύει όλες τις οργανώσεις Κωφών, αλλά και τους Κωφούς της Ελλάδας. Ένας από τους στόχους της Ομοσπονδίας ήταν και είναι η αναβάθμιση της παρεχόμενης εκπαίδευσης των κωφών παιδιών. Για το σκοπό αυτό η ομοσπονδία έχει συστήσει μόνιμη εκπαιδευτική επιτροπή, έχει οργανώσει μια σειρά από συνέδρια και συνδιασκέψεις για το θέμα και έχει υποβάλει σειρά προτάσεων και υπομημάτων στα υπουργεία. Από το 1986, μετά από συνεχείς προσπάθειες και πιέσεις, η ΟΜ.Κ.Ε. εκπροσωπείται επίσημα στο Δ.Σ. του Εθνικού Ιδρύματος Προστασίας Κωφών με έναν εκπρόσωπο.

Παράλληλα με τους Κωφούς και οι γονείς άρχισαν να οργανώνονται. Το 1954, οι δύο μητέρες, όπως αναφέραμε παραπάνω, η Ηρώ Κοκκέβη και η Σοφία Σταρόγιαννη ίδρυσαν το Σύλλογο Προνοίας Κωφών και Βαρήκοων Ελλάδος. Ο σύλλογος αυτός είχε πλούσια δράση και ανέπτυξε δραστηριότητες που στόχο είχαν την καλύτερη συνθηκών εκπαίδευσης και διαβίωσης των Κωφών στην Ελλάδα. Επίσης, ο σύλλογος αυτός βοήθησε πολύ τις οργανώσεις ενηλίκων Κωφών, κυρίως την Ένωση Κωφαλάλων Ελλάδος. Το 1965 ιδρύθηκε ο Σύλλογος Γονέων και Κηδεμόνων του Εθνικού Ιδρύματος Κωφαλάλων και το 1980 ο Πανελλήνιος Σύλλογος Γονέων Κωφών και Βαρήκοων Παιδιών του σχολείου της Αμαλίας Μαρτίνου. Οι οργανώσεις αυτές των γονέων μαζί με τις οργανώσεις των Κωφών, αποτέλεσαν έναν αρκετά σημαντικό πόλο πίεσης για την κυβέρνηση ώστε να αναγκαστεί να πάρει μέτρα για την εκπαίδευση των κωφών παιδιών. Παρόλα' αυτά, επίσημα η πολιτεία, όπως γνωρίζουμε, άρχισε να ενδιαφέρεται για την εκπαίδευση των παιδιών με ειδικές ανάγκες μόλις τις δύο τελευταίες δεκαετίες.

Είναι χαρακτηριστικό ότι μόνο από το 1975 άρχισαν οι πρώτες επίσημες ενέργειες από την πολιτεία για την οργάνωση της Ειδικής Αγωγής στην Ελλάδα. Τότε δημιουργήθηκε το τμήμα της Ειδικής Αγωγής στο Μαράσλειο Διδασκαλείο για την μετεκπαίδευση των δασκάλων. Στη συνέχεια, το 1976, δημιουργήθηκε Διεύθυνση Ειδικής Αγωγής στο Υπουργείο Παιδείας και το 1979 ψηφίστηκε ο νόμος για την επαγγελματική αποκατάσταση των αναπήρων.

Ο πρώτος νόμος για την εκπαίδευση και αποκατάσταση των παιδιών με ειδικές ανάγκες, όμως, ψηφίστηκε το 1981 και αντικαταστάθηκε με τον ισχύοντα νόμο 1566 του 1985. Το 1982 ιδρύθηκαν τα πρώτα σχολεία Κωφών του ΥΠ.Ε.Π.Θ. Έτσι για πρώτη φορά στην Ελλάδα το 1982, το Υπουργείο Παιδείας αναλαμβάνει ουσιαστικά την ευθύνη για την εκπαίδευση των κωφών παιδιών, ενώ σε άλλες χώρες αυτό έχει κατοχυρωθεί πάνω από 200 χρόνια.

Στη δεκαετία του 1980, μερικές εξελίξεις φαίνεται ότι επηρέασαν αρκετά την εκπαίδευση των κωφών παιδιών. Το 1982 ο Σύλλογος Γονέων και Κηδεμόνων του Ε.Ι.Π.Κ. με πρόεδρο έναν δραστήριο γονέα, τον Χρήστο Νάσιο, οργάνωσε στην Αθήνα συνέδριο με θέμα την εκπαίδευση του κωφού παιδιού. Στο συνέδριο πήραν μέρος επιστήμονες από το εξωτερικό και το θέμα της Νοηματικής Γλώσσας θίχτηκε για πρώτη φορά από γνωστούς καθηγητές Πανεπιστημίων των Η.Π.Α. Η χρήση της νοηματικής Γλώσσας στην εκπαίδευση και τα θετικά αποτελέσματα από τη χρήση της αναφέρθηκαν στο συνέδριο. Επίσης για πρώτη φορά Έλληνες εκπαιδευτικοί, γονείς και Κωφοί είχαν την ευκαιρία να συναντήσουν Κωφούς καθηγητές Πανεπιστημίων και ν' ακούσουν τις απόψεις και τα συμπεράσματα των ερευνών τους σχετικά με τον τρόπο κατάκτησης της γλώσσας από το κωφό παιδί. Για πρώτη φορά έκαναν την εμφάνισή τους επίσημα και οι διερμηνείς της Ελληνικής Νοηματικής Γλώσσας. Το συνέδριο αυτό είχε αρκετή απήχηση σε Κωφούς, γονείς και αρκετούς εκπαιδευτικούς που το παρακολουθούσαν.

Οι πρώτες έρευνες σχετικά με την εκπαίδευση των κωφών παιδιών άρχισαν να εκπονούνται την εποχή εκείνη, παρέχοντας πληροφορίες για την ελληνική πραγματικότητα. Το 1986, δημιουργήθηκαν στο ΕΠΚ Βρέφο-συμβουλευτικοί σταθμοί, στην Αθήνα, Θεσσαλονίκη και Πάτρα. Οι σταθμοί αυτοί εξυπηρετούν σήμερα οικογένειες κωφών βρεφών και νηπίων ηλικίας από 0-3,5 χρόνων περίπου, παρέχοντας για πρώτη φορά στη χώρα μας προγράμματα έγκαιρης παρέμβασης και συμβουλευτικής γονέων. Επίσης την περίοδο αυτή, οργανώθηκαν αρκετά σεμινάρια για δασκάλους σε συνεργασία με το Υπουργείο Παιδείας και εκδόθηκε αναλυτικό πρόγραμμα γραπτής γλώσσας με τον τίτλο «Έλα να γράψουμε». Τέλος, δημιουργήθηκαν προγράμματα ταχύρυθμης επαγγελματικής εκπαίδευσης για Κωφούς στο Δήμο Αργυρούπολης στα κομπιούτερ, στις γραφικές τέχνες, στη διερμηνεία και τη διδασκαλία της Νοηματικής Γλώσσας κλπ. Παράλληλα το 1988 άρχισαν να διδάσκονται στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Πατρών για πρώτη φορά στην Ελλάδα μαθήματα γύρω από την Εκπαίδευση των Κωφών Παιδιών σε μελλοντικούς δασκάλους. Έτσι, αρχίζει να δημιουργείται υποδομή για πανεπιστημιακή εκπαίδευση δασκάλων κωφών παιδιών στη χώρα μας. Σήμερα στο Πανεπιστήμιο Πατρών, εκτός από τα οργανωμένα μαθήματα ειδίκευσης, έχει δημιουργηθεί ερευνητική μονάδα μελετών για τους Κωφούς και την εκπαίδευσή τους.

3.1.4 Τα Σχολεία των Κωφών Σήμερα

Από το 1982, όπως αναφέραμε, άρχισε το Υπουργείο Παιδείας^[10] να δημιουργεί σχολεία για κωφά παιδιά. Αφού δημοσιοποιήθηκαν τα δύο ιδιωτικά σχολεία που προϋπήρχαν στην Αθήνα, άρχισαν σταδιακά να δημιουργούνται και νέες μονάδες σε άλλες πόλεις της Ελλάδας. Έτσι σήμερα η παρεχόμενη ειδική εκπαίδευση για κωφά παιδιά πραγματοποιείται είτε σε σχολεία του Εθνικού Ιδρύματος Προστασίας Κωφών που ανήκουν στο Υπουργείο Υγείας και Πρόνοιας και εποπτεύονται από το Υπουργείο Παιδείας, είτε στα ειδικά σχολεία και τις ειδικές τάξεις του Υπουργείου Παιδείας.

Το Εθνικό Ίδρυμα Προστασίας Κωφών (Ε.Ι.Π.Κ.) διοικείται από Δ.Σ. και έχει δημοτικά σχολεία και οικοτροφεία στην Αθήνα, την Θεσσαλονίκη, την Πάτρα, την Κρήτη, τις Σέρρες. Συνολικά, σύμφωνα με στοιχεία που συλλέξαμε πρόσφατα, φοιτούν στα σχολεία του ιδρύματος 129 κωφά παιδιά, μερικά από τα οποία είναι οικοτρόφα. Επίσης, φοιτούν συνολικά στους Βρεφο-συμβουλευτικούς σταθμούς του Ε.Ι.Π.Κ. Αθήνας, Θεσσαλονίκης και Πάτρας, 24 βρέφη ηλικίας από 0-3,5 χρόνων. Στα σχολεία του Ιδρύματος εργάζονται περίπου 36 δάσκαλοι, οι οποίοι στην πλειοψηφία τους έχουν ειδικευτεί στο Ίδρυμα για ένα χρόνο, πριν την πρόσληψή τους. Όλοι επίσης έχουν παρακολουθήσει σειρά από σεμινάρια που διοργανώνονται τακτικά από το Ίδρυμα. Δύο από τους δασκάλους του Ιδρύματος είναι Κωφοί.

Στα σχολεία του Ιδρύματος προσφέρουν υπηρεσίες βοηθοί δασκάλων (5 στα σχολεία της Αθήνας, 2 στις Θεσσαλονίκης, 2 στην Πάτρα) και άλλοι ειδικοί (κοινωνικοί λειτουργοί, δάσκαλοι Νοηματικής, λογοθεραπευτές, ψυχολόγοι, γιατροί, ηλεκτρονικοί ακουστικών).

Τα σχολεία του Ιδρύματος Κωφών έχουν υιοθετήσει από το 1984, μετά από απόφαση των δασκάλων και αργότερα του Δ.Σ., επίσημα την ολική μέθοδο επικοινωνίας. Αρκετοί δάσκαλοι και άλλοι ειδικοί που εργάζονται στο Ίδρυμα, στην καθημερινή τους επικοινωνία με τους Κωφούς χρησιμοποιούν ομιλία και νοήματα. Μερικοί δάσκαλοι, που γνωρίζουν αρκετά νοήματα, χρησιμοποιούν ταυτόχρονα νοήματα και ομιλία.

Τα σχολεία του Υπουργείου Παιδείας, αποτελούνται από:

I. Εφτά νηπιαγωγεία, τρία από αυτά βρίσκονται στην Αθήνα (Αμπελοκήπους, Αργυρούπολη, Φιλοθέη), ένα στη Πάτρα, ένα στη Θεσσαλονίκη, ένα στο Ηράκλειο Κρήτης και ένα στη Χαλκίδα. Τα Νηπιαγωγεία των Αμπελοκήπων Αθηνών, της Θεσσαλονίκης και της Πάτρας στεγάζονται στο Εθνικό Ίδρυμα Προστασίας Κωφών. Επιπλέον, υπάρχουν δύο ειδικές τάξεις κωφών-Βαρήκων σε νηπιαγωγεία ακουόντων (μια στην Κατερίνη και μια στη Θεσσαλονίκη). Συνολικά φοιτούν στα νηπιαγωγεία του Υπουργείου Παιδείας 44 νήπια.

II. Δώδεκα δημοτικά, από τα οποία τα δυο μεγαλύτερα βρίσκονται στην Αθήνα, ένα στην Αργυρούπολη και ένα στη Φιλοθέη και τα μικρότερα δέκα που είναι συνήθως μονοθέσια ή ολιγοθέσια, λειτουργούν είτε σαν ειδικές τάξεις μέσα στα σχολεία ακουόντων (δύο τάξεις στη Θεσσαλονίκη, μία στην Κατερίνη, μία στην Καλαμάτα), είτε λειτουργούν σαν αυτόνομες μονάδες, όπως τα σχολεία της Θεσσαλονίκης, των Ιωαννίνων, της Ρόδου, της Χαλκίδας, του Βόλου και του Ηρακλείου Κρήτης. Συνολικά φοιτούν, στα Δημοτικά Σχολεία Κωφών-Βαρήκων του Υπουργείου Παιδείας, 143 παιδιά.

III. Τρία γυμνάσια-λύκεια. Δύο από τα γυμνάσια-λύκεια βρίσκονται στην Αθήνα (ένα στην Αγία Παρασκευή και ένα στην Αργυρούπολη) και ένα γυμνάσιο-λύκειο βρίσκεται στη Θεσσαλονίκη. Επιπλέον, λειτουργούν επτά ειδικές τάξεις κωφών-Βαρήκων, από τις οποίες πέντε είναι μέσα σε γυμνάσια ακουόντων (μια στη Θεσ/νίκη, μία στην Πάτρα, μία στα Χανιά, μία στο Ηράκλειο και μια στην Καλαμάτα) και δύο σε λύκειο ακουόντων (μια στη Θεσσαλονίκη και μια στην Πάτρα). Συνολικά φοιτούν στα γυμνάσια-λύκεια, σύμφωνα με πρόσφατα στοιχεία μας, περίπου 240 κωφοί μαθητές. Επιπλέον, λειτουργούν δύο Τ.Ε.Σ.Ε.Α. – Τεχνικές Επαγγελματικές Σχολές Ειδικής Αγωγής (μια στην Αθήνα και μια στη Θεσ/νίκη) με 26 μαθητές.

Συνολικά, σύμφωνα με τα στοιχεία του Υπουργείου Παιδείας, φοιτούν στα Σχολεία Κωφών του Υπουργείου Παιδείας 453 μαθητές. Επίσης εργάζονται σε αυτά 11 νηπιαγωγοί, 40 δάσκαλοι και 120 καθηγητές. Έξι καθηγητές και δύο δάσκαλοι είναι Κωφοί. Τα περισσότερα από τα σχολεία κωφών δεν διαθέτουν ειδικό προσωπικό ή βοηθούς δασκάλων. Τα μόνα σχολεία που διαθέτουν ειδικό προσωπικό (κυρίως κοινωνικούς λειτουργούς και ψυχολόγους ή λογοθεραπευτές) είναι τα Δημοτικά Σχολεία της Αργυρούπολης, Φιλοθέης, Θεσσαλονίκης, Χαλκίδας και Ιωαννίνων, τα Γυμνάσια-Λύκεια Αργυρούπολης, Αγίας Παρασκευής και Θεσσαλονίκης. Στο δεύτερο μέρος αυτού του πακέτου, που

είναι η συλλογή των άρθρων, θα βρείτε συγκεντρωτικό πίνακα με τα σχολεία και τις μονάδες κωφών (διευθύνσεις, τηλέφωνα) από όλη την Ελλάδα.

Η μέθοδος επικοινωνίας που ακολουθείται στα σχολεία του Υπουργείου Παιδείας δεν έχει ακόμα επίσημα καθοριστεί. Οι περισσότεροι όμως δάσκαλοι και καθηγητές, εκτός μερικών εξαιρέσεων, χρησιμοποιούν κατά κάποιο τρόπο κυρίως την ομιλία. Πολύ λίγοι νηπιαγωγοί, δάσκαλοι και καθηγητές ξέρουν την Ελληνική Νοηματική Γλώσσα. Επίσης, πολλοί λίγοι γνωρίζουν καλά Νοηματική, για να χρησιμοποιούν νοήματα ταυτόχρονα με ομιλία. Έτσι, η πιθανότητα να χρησιμοποιήσουν ολική επικοινωνία, έστω και ανεπίσημα, είναι μικρή. Οι περισσότεροι νηπιαγωγοί και δάσκαλοι που εργάζονται στα δημόσια σχολεία κωφών έχουν αποφοιτήσει από το τμήμα της μετεκπαίδευσης στην Ειδική Αγωγή του Μαρασλείου Διδασκαλείου, ενώ οι υπόλοιποι δεν έχουν καμία ειδίκευση. Το τμήμα της μετεκπαίδευσης του Μαρασλείου Διδασκαλείου παρ' όλο που παρέχει μια γενική κατάρτιση στην ειδική αγωγή, δεν δίνει τη δυνατότητα εξειδίκευσης στην εκπαίδευση των κωφών, με αποτέλεσμα οι δάσκαλοι που αποφοιτούν από το τμήμα αυτό μετά από δυο χρόνια σπουδών, να διαθέτουν ελάχιστα εφόδια και γνώσεις για τη διδασκαλία του κωφού παιδιού.

Πολλοί λίγοι δάσκαλοι ή καθηγητές έχουν ειδικευτεί με μεταπτυχιακές σπουδές στην εκπαίδευση του κωφού παιδιού. Επίσης, πολλοί λίγοι εκπαιδευτικοί έχουν παρακολουθήσει σεμινάρια και μαθήματα σχετικά με το αντικείμενο σε Πανεπιστήμια του εξωτερικού. Αρκετοί όμως από τους υπηρετούντες εκπαιδευτικούς έχουν παρακολουθήσει σεμινάρια που έχουν οργανώσει το Ε.Ι.Π.Κ. ή το Υπουργείο Παιδείας. Οι περισσότεροι από τους εκπαιδευτικούς που εργάζονται στα δημόσια σχολεία κωφών διαθέτουν ελάχιστη πείρα με τα κωφά παιδιά (η πλειοψηφία από 1-3 χρόνια ή 3-5 χρόνια). Αυτό είναι φυσικό αφού τα σχολεία του Υπουργείου Παιδείας έχουν δημιουργηθεί αρκετά πρόσφατα. Τέλος, συνολικά φοιτούν σε όλα τα σχολεία κωφών (και του Ε.Ι.Π.Κ.) 606 μαθητές (352 αγόρια, 254 κορίτσια) και υπηρετούν περίπου 207 εκπαιδευτικοί. Η αναλογία μαθητών-δασκάλων είναι περίπου 1 προς 3, αρκετά καλή αναλογία, η οποία προβλέπεται από το νόμο 1566/85 (ο μεγαλύτερος αριθμός μαθητών ανά δάσκαλο είναι οκτώ μαθητές). Στα σχολεία κωφών φοιτούν συνήθως παιδιά κωφά χωρίς άλλες αναπηρίες. Πολύ λίγα παιδιά, περίπου 59 από τα 606 που φοιτούν στα Ειδικά Σχολεία Κωφών έχουν κάποια άλλη αναπηρία (ελαφριά συνήθως) εκτός από την κώφωση. Διαπιστώνουμε λοιπόν ότι η πλειοψηφία των κωφών παιδιών με πολλαπλές αναπηρίες παραμένουν ανεκπαίδευτα στα σπίτια τους, γιατί δεν υπάρχει συνήθως το κατάλληλο εκπαιδευτικό πλαίσιο για αυτά τα παιδιά.

3.2 Η Ελληνική Νοηματική Γλώσσα

Η Ελληνική Νοηματική Γλώσσα^[7] από το 2000 αποτελεί επίσημη γλώσσα της κοινότητας των Ελλήνων Κωφάλαων. Η Ελληνική Νοηματική Γλώσσα, όπως και κάθε άλλη γλώσσα είναι ένα αυτόνομο γλωσσικό σύστημα που μπορεί να αναλυθεί και να μελετηθεί μεμονωμένα. Η ιδιαιτερότητα της νοηματικής γλώσσας είναι πως είναι οπτικό-κινητική και όχι προφορική. Δεν εκφράζεται δηλαδή με τη γλώσσα όπως η ομιλούμενη αλλά με τη κίνηση των χεριών, την έκφραση του προσώπου και τις κινήσεις του σώματος τα οποία αποτελούν αναπόσπαστα εργαλεία για την απόδοση του λόγου και την ολοκληρωμένη επικοινωνία. Έχει τους δικούς της γραμματικούς και συντακτικούς κανόνες που τη διαφοροποιούν σε μεγάλο βαθμό από την ομιλούμενη. Η χρήση της νοηματικής αποτελεί βασική προϋπόθεση για την ένταξη οποιουδήποτε ατόμου στη κοινότητα των Κωφάλαων.

Οι περισσότεροι άνθρωποι, που δεν έχουν προσωπικές ή κοινωνικές επαφές με κωφούς, έχουν την τάση να πιστεύουν ότι οι νοηματικές γλώσσες είναι ένα είδος παντομίμας ή αναπαράστασης κάποιας από τις φωνούμενες γλώσσες που μιλάνε οι ίδιοι. Η αλήθεια όμως είναι πολύ διαφορετική από την ευρέως διαδεδομένη αυτή αντίληψη. Οι νοηματικές γλώσσες (που, σημειωτέον, είναι πολλές και εντελώς διαφορετικές μεταξύ τους), διαφέρουν από τις υπόλοιπες φυσικές γλώσσες ως προς το ότι μας είναι λιγότερο γνωστές, όχι όμως και ως προς τις γλωσσολογικές αρχές που διέπουν την επικοινωνιακή τους λειτουργία.

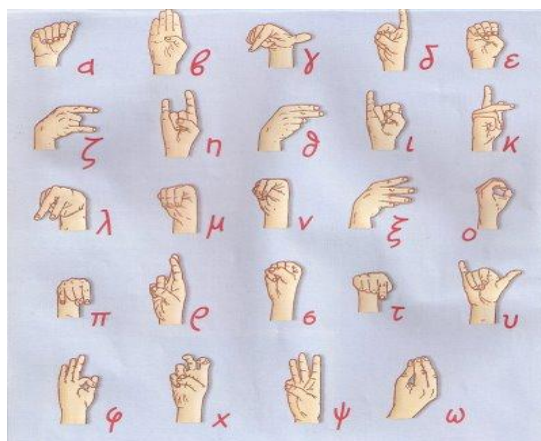
Η Ελληνική Νοηματική Γλώσσα (ΕΝΓ) είναι η φυσική γλώσσα της κοινότητας των Κωφών^[32] στην Ελλάδα. Όπως συμβαίνει και με τις υπόλοιπες νοηματικές, η ιδιαιτερότητά της σε σχέση με αυτό που ο περισσότερος κόσμος έχει συνηθίσει να ονομάζει "γλώσσα" είναι ότι η γραμματική της, δηλαδή το σύστημα των κανόνων βάσει των οποίων διαρθρώνεται ο λόγος και

Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

επιτυγχάνεται η επικοινωνία, δεν είναι προφορικό αλλά οπτικό- κινήσιακό. Η ΕΝΓ λέγεται "ελληνική" γιατί χρησιμοποιείται στην Ελλάδα από Έλληνες νοηματιστές, αυτό όμως δεν σημαίνει σε καμία περίπτωση ότι απεικονίζει την ελληνική γλώσσα ή ότι προέρχεται από αυτήν. Αντίθετα, πρόκειται για ένα αυτόνομο γλωσσικό σύστημα που μπορεί να μελετηθεί και να αναλυθεί όπως και κάθε άλλη φυσική γλώσσα.

Τα γλωσσικά μέσα που χρησιμοποιεί η ΕΝΓ (όπως και οι άλλες νοηματικές γλώσσες) για να διατυπώσει τις έννοιες και για να δημιουργήσει μορφολογία και σύνταξη, βασίζονται στην κίνηση των χεριών, στην στάση ή στην κίνηση του σώματος, και στην έκφραση του προσώπου. Οι βασικές μονάδες του λόγου (τις οποίες η επιστήμη της γλωσσολογίας ονομάζει γλωσσικά σημεία) της ΕΝΓ ονομάζονται νοήματα. Τα νοήματα μπορούν να έχουν λεξική ή γραμματική σημασία, ακριβώς όπως τα μορφήματα και οι λέξεις στις φυσικές γλώσσες.

Τα νοήματα^[46] δεν πρέπει να συγχέονται με το δακτυλικό αλφάβητο, το οποίο είναι απλώς ένας τρόπος μεταγραφής του ελληνικού αλφαβήτου (βλέπε εικόνα 3). Οι νοηματιστές, ως φυσικοί ομιλητές της ΕΝΓ, χρησιμοποιούν το δακτυλικό αλφάβητο με δύο τρόπους: είτε για να αποδώσουν τα ακρώνυμα και τα κύρια ονόματα, είτε για να σχηματίσουν νοήματα στα οποία τα στοιχεία του δακτυλικού αλφαβήτου χρησιμοποιούνται ως χειρομορφές. Για παράδειγμα, το νόημα που σημαίνει "κοινωνία" σχηματίζεται από το "κ" του δακτυλικού αλφαβήτου σε συνδυασμό με κίνηση.



Εικόνα 3: Ελληνικό Δακτυλικό Αλφάβητο

Στην Ε.Ν.Γ η διατύπωση των λέξεων και των νοημάτων γίνεται σε δύο επίπεδα. Το πρώτο αποτελείται από το βασικότερο γλωσσικό σημείο, τη χειρομορφή, τη θέση δηλαδή, και το σχήμα της παλάμης. Η χειρομορφή όμως, από μόνη της δεν αποτελεί λέξη και ούτε μπορεί να αποκτήσει σημασία. Έτσι, σε ένα δεύτερο επίπεδο έρχονται να ενταχθούν οι εκφράσεις, η κίνηση, ο προσανατολισμός και η στάση του κεφαλιού, των χεριών και του σώματος, προκειμένου να διατυπωθούν οι λέξεις και να ολοκληρωθεί ο λόγος. Αναλυτικότερα :

I. Τον "προσανατολισμό" της παλάμης, δηλαδή την κατεύθυνση προς την οποία στρέφεται η χειρομορφή κατά το σχηματισμό του νοήματος: ο δείκτης που δείχνει προς τα πάνω ή στρέφεται προς τα δεξιά αποτελεί τμήμα διαφορετικών νοημάτων.

II. Τη θέση της χειρομορφής στο χώρο ή επάνω στο σώμα: τα νοήματα παράγονται σε καθορισμένο χώρο που λέγεται χώρος νοηματισμού. Ο χώρος αυτός αντιστοιχεί περίπου σε ένα τετράγωνο που ορίζεται από την κορυφή της κεφαλής ως τον άνω κορμό και εκτείνεται σε 20-30 εκατοστά δεξιά και αριστερά από τα μπράτσα. Αν χρησιμοποιήσουμε μία χειρομορφή έξω από το χώρο αυτό, π.χ. με τα μπράτσα κρεμασμένα δίπλα στο σώμα, το αποτέλεσμα δεν είναι αναγνωρίσιμο ως νόημα.

III. Την κίνηση του χεριού, χωρίς την οποία δεν μπορεί να ολοκληρωθεί ένα νόημα: ο δείκτης που δείχνει προς τα πάνω ή στρέφεται προς τα δεξιά χωρίς να κινείται δεν είναι ολοκληρωμένο νόημα, δεν αντιστοιχεί δηλαδή σε ορισμένη σημασία. Εκτός από τη συμμετοχή της στο σχηματισμό του νοήματος, η κίνηση μπορεί να είναι και φορέας άλλων σημασιών, για παράδειγμα να δηλώνει τον αριθμό (ενικό ή πληθυντικό), το μέγεθος ενός αντικειμένου (μικρότερο ή μεγαλύτερο), ακόμα και τη συχνότητα μίας ενέργειας.

IV. Την στάση (ή κίνηση) του σώματος ή και την έκφραση του προσώπου, που αποτελούν επίσης συστατικά του νοήματος με την έννοια ότι λειτουργούν για να μεταφέρουν πληροφορία όπως αυτή που δηλώνεται από τον τόνο της φωνής στις ομιλούμενες γλώσσες. Για παράδειγμα, η έννοια του μέλλοντος διατυπώνεται στην ΕΝΓ συνδυάζοντας το νόημα με μία ελαφρά κλίση του σώματος προς τα εμπρός.

Τέλος η Ελληνική νοηματική γλώσσα δεν είναι διεθνής όπως λανθασμένα πιστεύεται. Η κάθε χώρα αναπτύσσει τη δική της νοηματική γλώσσα με διαφορετικά κατά βάση νοήματα και διαφορετικό αλφάβητο. Υπάρχουν κοινά χαρακτηριστικά αλλά πολλές διαφορές σε μορφολογικό επίπεδο. Παρόλα αυτά οι κωφάλαλοι διαφορετικών κρατών μπορούν να συνεννοούνται άνετα μέσω της Διεθνούς Νοηματικής Γλώσσας, η οποία είναι στην ουσία ένας κώδικας που εξυπηρετεί σε απλές καθημερινές ανάγκες επικοινωνίας. Θα πρέπει να τονισθεί, πως αν και η ελληνική νοηματική γλώσσα δεν απεικονίζει την Ελληνική Γλώσσα ή προέρχεται από αυτήν, μπορεί να αποδώσει, όπως κάθε ξεχωριστή γλώσσα, την οποιαδήποτε έκφραση ή ακόμα και αργκό της Ελληνικής ομιλούμενης γλώσσας.

3.2.1 Μελέτη και Λεξικογράφηση της Ελληνικής Νοηματικής Γλώσσας

Η μεγαλύτερη δυσκολία που εμφανίζεται όταν κάποιος θέλει να μελετήσει μία νοηματική γλώσσα^[6], είναι "τεχνικού" χαρακτήρα, με την έννοια ότι δεν υπάρχει γραφή ή μεταγραφή κάποιου είδους. Το αποτέλεσμα αυτής της κατάστασης μπορεί να συγκριθεί με αυτό που συμβαίνει σε πολλές προφορικές γλώσσες: η καταγραφή της γλώσσας είναι εξαιρετικά ελλιπής και η μελέτη της ιδιαίτερα περιορισμένη. Είναι προφανές ότι το πρόβλημα είναι εντονότερο στην περίπτωση της Ελληνικής Νοηματικής Γλώσσας, για την οποία η καταγραφή οποιασδήποτε πληροφορίας γινόταν μέχρι τώρα μόνο με φωτογραφίες ή σκίτσα, από τα οποία έλειπε ένα βασικό συστατικό των νοημάτων: η κίνηση. Επιπλέον, οι διάφορες γλωσσικές και κοινωνικές προκαταλήψεις, όπως για παράδειγμα ότι η νοηματική δεν είναι "ακριβώς" γλώσσα, έχουν εμποδίσει την ευρύτερη διάδοσή της.

Στην πραγματικότητα, το μεγαλύτερο μέρος του υλικού που έχουμε στη διάθεσή μας αποτελείται από πρώιμες προσπάθειες λεξικογράφησης της ΕΝΓ, οι οποίες αφορούν πάντα δίγλωσσα λεξικά (ελληνικής - ΕΝΓ). Παράλληλα, η διδασκαλία της ΕΝΓ βασίζεται σε αποσπασματικές προσπάθειες, συχνά ιδιωτικές, ενώ λείπει εντελώς από την εκπαίδευση ένα βιβλίο γραμματικής, ένα συστηματικό εγχειρίδιο περιγραφής και ερμηνείας των κανόνων που την διέπουν. Οι ελλείψεις αυτές γίνονται εντονότερες μετά την αναγνώριση της ΕΝΓ από το ελληνικό κοινοβούλιο με τον νόμο 2817 (ΦΕΚ 78/14-3-00).

3.2.2 Εφαρμογές της Πληροφορικής στη Νοηματική

Η ανάπτυξη ανθρωποειδών με δυνατότητα εμφύχωσής τους (animated humanoids) σε πραγματικό χρόνο έχει ως ένα από τα πιο σημαντικά πεδία εφαρμογής την βελτίωση των παρεχόμενων υπηρεσιών στους κωφούς πολίτες, μέσω της νοηματικής γλώσσας και πιο συγκεκριμένα της Ελληνικής Νοηματικής Γλώσσας. Δύο πεδία της καθημερινότητας των κωφών στα οποία θα ήταν ευεργετική η χρήση μοντέλων μεταφραστών της νοηματικής γλώσσας είναι η αυτόματη μετάφραση και οι διαδραστικές υπηρεσίες σε δημόσιους και ιδιωτικούς χώρους.

Αυτόματη Μετάφραση Τηλεοπτικών Ειδήσεων σε Πραγματικό Χρόνο

Γίνονται πολλές έρευνες προκειμένου να διαπιστωθεί το κατά πόσο είναι δυνατό να υπάρχουν νοηματικοί υπότιτλοι στην τηλεόραση, και πιο συγκεκριμένα στα δελτία ειδήσεων. Σε ένα δελτίο ειδήσεων το κείμενο είναι προκαθορισμένο, οπότε δεν είναι αναγκαία η μετατροπή λόγου σε κείμενο σε πραγματικό χρόνο. Έτσι λοιπόν δεν είναι αναγκαία μία διαδικασία αναγνώρισης φωνής που εν γένει δεν είναι 100% επιτυχής και έχει επιπλέον μεγάλο υπολογιστικό φόρτο.

Μια τέτοια εφαρμογή είναι δυνατή μόνο μέσα από τις υπηρεσίες της ψηφιακής τηλεόρασης και όχι της αναλογικής. Ο λόγος είναι ότι το αναλογικό σήμα δεν περιέχει ξεχωριστά την πληροφορία για τους υπότιτλους, αλλά αυτοί είναι απλά μέρος της εικόνας. Σε αντίθεση, στο ψηφιακό σήμα οι υπότιτλοι είναι ένα ξεχωριστό αντικείμενο το οποίο μπορεί να ανακτηθεί αυτόνομα και να επεξεργαστεί. Την δυνατότητα αυτή την δίνει το πρότυπο MPEG 4, το οποίο διατηρεί την πληροφορία για κάθε ένα αντικείμενο που εμφανίζεται στην οθόνη. Η επεξεργασία των υποτίτλων γίνεται από τον

τηλεοπτικό δέκτη ή από ένα επιπρόσθετο σύστημα (set top box) και μετατρέπονται στην νοηματική γλώσσα. Με αυτή την πρακτική, είναι δυνατή η αλληλεπίδραση του χρήστη με το σύστημα, καθώς μπορεί να επηρεάσει την ταχύτητα των νοηματικών παραστάσεων, πράγμα που σε αντιστοιχία είναι η δυνατότητα ενός μη κωφού ατόμου να μεταβάλλει τον ήχο του τηλεοπτικού δέκτη του. Επειδή συνήθως η ταχύτητα των νοημάτων δεν είναι αρκετά μεγάλη για να μπορεί να ακολουθεί την τηλεοπτική εικόνα, είναι απαραίτητη η συμπίεση των νοημάτων. Αυτή είναι μία τακτική που εφαρμόζεται γενικότερα σε διερμηνεία από φυσική γλώσσα σε νοηματική, μιας και η νοηματική είναι από την φύση της γλώσσα πολύ περιεκτική. Οπότε κατά την επεξεργασία των υπότιτλων γίνεται και επεξεργασία του συνολικού νοήματος με σκοπό τον εντοπισμό των λέξεων και φράσεων με την μικρότερη προτεραιότητα ή και σημασία. Αυτές μπορούν έπειτα να παραλειφθούν στην παρουσίαση των νοημάτων εάν διαπιστωθεί ότι υπάρχει καθυστέρηση σε σχέση με την εικόνα.

Για κάθε λέξη γίνεται χρήση ενός είδους λεξικού, το οποίο αντιστοιχίζει την λέξη με το νόημα της νοηματικής γλώσσας. Με χρήση γραμμικής παρεμβολής συνδέονται η τελική θέση του μοντέλου ανθρωποειδούς που περιγράφει την μία λέξη με την αρχική θέση της επόμενης λέξης, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται μια όσο το δυνατόν πιο ομαλή και φυσιολογική κίνηση. Σε αυτό το σημείο γίνεται καθαρή η υπεροχή της χρήσης ενός ανθρωποειδούς σε αντιδιαστολή με αποθηκευμένα βίντεο. Είναι δυνατή η έμμεση επέμβαση στην κίνηση του ανθρωποειδούς, κάτι που είναι πρακτικά αδύνατο όταν έχουμε να κάνουμε με ακολουθίες βίντεο.

✚ Δια δραστικές υπηρεσίες σε ιδιωτικούς και δημόσιους χώρους

Πολύ συχνά είναι αναγκαία η επικοινωνία μεταξύ ενός κωφού ατόμου και κάποιου ο οποίος δεν γνωρίζει την ΕΝΓ. Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί ένα απλό σύστημα μετάφρασης με χρήση ανθρωποειδών μοντέλων να δώσει την λύση. Για παράδειγμα ας θεωρήσουμε τα ταμεία εισιτηρίων σε έναν σιδηροδρομικό σταθμό ή στην πύλη εισόδου (check in) σε ένα αεροδρόμιο. Εάν ο υπάλληλος χρησιμοποιεί ένα περιορισμένο σχετικά λεξιλόγιο, τότε μπορεί ένα σύστημα να μετουσιώνει μέσω μίας οθόνης τον λόγο σε νοηματική γλώσσα κατανοητή από τον κωφό. Καταρχήν οι προτάσεις και οι φράσεις του υπαλλήλου αναγνωρίζονται από ένα σύστημα αναγνώρισης φωνής. Η αναγνώριση δεν είναι αναγκαίο να είναι πλήρης, αλλά αρκεί να εντοπίζει λέξεις κλειδιά (όπως ημερομηνίες, προορισμοί, νούμερα κλπ), οπότε έτσι απλοποιείται σημαντικά η όλη διαδικασία. Από την άλλη, ο κωφός θα μπορεί με το πάτημα ορισμένων κουμπιών ή ακόμα και με την χρήση ενός πληκτρολογίου να μεταφέρει στον υπάλληλο την επιθυμία του ή τις ερωτήσεις του.

✚ Υπεροχή σε σχέση με υπάρχουσες τεχνολογίες

Στα δύο παραπάνω παραδείγματα, καλό είναι να γίνει μία ποιοτική σύγκριση της προτεινόμενης τεχνολογίας σε σχέση με την ως σήμερα χρησιμοποιούμενη που λειτουργούσε αποκλειστικά με βιντεοσκόπηση ανθρώπων μεταφραστών. Γενικά οι υπάρχουσες ιστοσελίδες και διαδικτυακές εφαρμογές που ασχολούνται με την Νοηματική (Ελληνική αλλά κυρίως Αμερικάνικη - την American Sign Language), χρησιμοποιούν προβιντεοσκοπημένα αρχεία, γεγονός το οποίο δημιουργεί μεγάλες ανάγκες σε αποθηκευτικό χώρο (συνήθως της τάξης των μερικών GB). Συνήθως οι εφαρμογές αυτές είναι λεξικά μίας φυσικής γλώσσας προς την Νοηματική και είναι χρήσιμο και βολικό να υπάρχουν τέτοιου είδους λεξικά σε μία πλατφόρμα στο διαδίκτυο, έτσι ώστε να παρέχεται εύκολη πρόσβαση σε αυτά.

Δεδομένου ότι το διαθέσιμο εύρος ζώνης προς τον τελικό χρήστη αυξάνει πολύ πιο αργά από την διαθέσιμη υπολογιστική ισχύ (τετραπλασιάζεται κάθε τρία χρόνια), η λύση είναι να μην μεταφέρονται αρχεία βίντεο που έχουν μεγάλο μέγεθος, αλλά αντί' αυτού να μεταφέρονται πληροφορίες που καθοδηγούν ένα ανθρωποειδές στην εμφύχωσή του. Τις πληροφορίες αυτές τις επεξεργάζεται το τοπικό μηχάνημα και αποδίδει (render) την ακολουθία της εμφύχωσης (animation sequence), εξοικονομώντας πολύτιμο εύρος ζώνης εις βάρος υπολογιστικής ισχύος, που όπως προαναφέρθηκε είναι αρκετή για τέτοιες εφαρμογές. Έτσι, γίνεται δυνατή η εξ αποστάσεως χρήση μέσω του διαδικτύου, η μεταφορά σε ένα CD κλπ. Η χρήση δεν περιορίζεται μόνο σε υπολογιστές γραφείου, αλλά μπορεί να επεκταθεί και σε υπολογιστές παλάμης, κινητά τηλέφωνα κλπ.

3.2.3 Μέθοδοι Εκπαίδευσης

Ιστορικά έχουν αναφανεί μέχρι σήμερα τέσσερες συστηματικές μέθοδοι εκπαίδευσης των κωφών. Παρακάτω αναφέρονται αναλυτικά:

Η πρώτη είναι η προφορική μέθοδος, η οποία στηρίχθηκε στην παραδοχή ότι οι κωφοί μπορούν να εκπαιδευτούν, μόνο αν κατακτήσουν τον φωνούμενο λόγο του ευρύτερου κοινωνικού τους περιβάλλοντος. Η μέθοδος αυτή πρωτοεμφανίστηκε στην Ολλανδία και στην Γερμανία στις αρχές του δεκάτου όγδοου αιώνα και εξακολουθεί να εφαρμόζεται μέχρι σήμερα με δευτερεύουσες μικροπαραλλαγές στο μεγαλύτερο μέρος της Δύσης.

Η δεύτερη είναι η μέθοδος των μεθοδικών νοημάτων, η οποία στηρίχθηκε στην παραδοχή ότι η κατάκτηση του φωνούμενου λόγου από το κωφό παιδί μπορεί να επιτευχθεί μόνο με την υποστήριξη μέσω ειδικά τροποποιημένων και μεθοδικά αξιοποιημένων στοιχείων από την αυθόρμητη φυσική επικοινωνία μεταξύ κωφών. Η μέθοδος αυτή πρωτοεμφανίστηκε στην Γαλλία κατά τα μέσα του δεκάτου όγδοου αιώνα, αλλά μεταλαμπαδεύτηκε και εφαρμόστηκε σε μεγαλύτερη έκταση στις ΗΠΑ κατά την διάρκεια του δεκάτου ένατου αιώνα.

Η τρίτη είναι η ολική επικοινωνία, η οποία στηρίχθηκε στην παραδοχή ότι κάθε πρόσφορο επικοινωνιακό μέσον είναι απαραίτητο στο κωφό παιδί, ώστε να επιτύχει η ανάπτυξή του μέσα από την εκπαιδευτική του πορεία. Η μέθοδος αυτή έχει ιστορικές ρίζες στις ΗΠΑ του δεκάτου ένατου αιώνα, αλλά εφαρμόστηκε συστηματικά για πρώτη φορά κατά τα μέσα του εικοστού αιώνα και σήμερα εφαρμόζεται σε αρκετά ευρεία κλίμακα όχι μόνο στις ΗΠΑ και στην Ευρώπη, αλλά και σε άλλες περιοχές του πλανήτη.

Η τέταρτη είναι η δίγλωσση εκπαίδευση, η οποία στηρίχθηκε στην διαπίστωση ότι, για να επιτύχει η εκπαίδευση των κωφών, οφείλει να αναγνωρίσει και να συμπεριλάβει στην διεξαγωγή της ισότιμα και τις δύο γλώσσες που διαδραματίζουν αποφασιστικό ρόλο στην προσωπική και στην κοινωνική ζωή των κωφών, δηλαδή αφ' ενός την νοηματική γλώσσα ως φυσική πρώτη γλώσσα τους και αφ' ετέρου την ομιλούμενη γλώσσα ως δεύτερη γλώσσα τους, η οποία επικρατεί στο ευρύτερο κοινωνικό περιβάλλον. Η μέθοδος αυτή πρωτοεμφανίστηκε στις Σκανδιναβικές χώρες πριν από τριάντα περίπου χρόνια.

Σήμερα η δίγλωσση εκπαίδευση εξαπλώνεται ραγδαία σε όλο τον κόσμο, κερδίζοντας συνεχώς έδαφος σε βάρος των τριών άλλων μεθόδων, διότι δείχνει έμπρακτη αποτελεσματικότητα σε συντριπτικά μεγαλύτερο ποσοστό κωφών μαθητών.

Δίγλωσση Εκπαίδευση

Κατά τις τελευταίες δεκαετίες η διεπιστημονική συνεργασία της παιδαγωγικής με την γλωσσολογία, την ψυχολογία και την κοινωνιολογία έχει συμβάλει στην ανάδυση και εδραίωση μίας νέας παιδαγωγικής προσέγγισης των κωφών, η οποία είναι διεθνώς γνωστή ως δίγλωσση εκπαίδευση. Η δίγλωσση εκπαίδευση εφαρμόζεται γενικώς σε περιπτώσεις όπου τα διαπαιδαγωγούμενα άτομα έχουν ως πρώτη γλώσσα τους μία γλώσσα που διαφέρει από την επίσημη γλώσσα του ευρύτερου κοινωνικού συνόλου. Τέτοιες περιπτώσεις είναι κατά κανόνα άνθρωποι που ανήκουν σε διαφοροποιημένες γλωσσικές κοινότητες, όπως μετανάστες, μέλη εθνικών μειονοτήτων, καθώς επίσης και μέλη γλωσσικών μειονοτήτων εγκατεστημένων στην επικράτεια ευρύτερων εθνικών κοινοτήτων.

Σύμφωνα με την δίγλωσση εκπαίδευση αναγνωρίζεται η πρώτη γλώσσα των διαπαιδαγωγούμενων ατόμων ως πρωταρχικό και θεμελιακό παιδαγωγικό υπόβαθρο, πάνω στο οποίο σμιλεύεται η ατομική και κοινωνική ταυτότητά τους, παρέχονται γνώσεις και προωθείται η πρωτογενής ένταξη των ατόμων στο σύνολο της γλωσσικής μειονότητας, στην οποία ανήκουν. Η πρώτη γλώσσα καλλιεργείται και καθίσταται πλέον συνειδητή, οπότε συνακόλουθα χρησιμοποιείται ως σημείο αναφοράς για την μετέπειτα στοχοθετημένη διδασκαλία και εκμάθηση της γλώσσας που επικρατεί στο ευρύτερο κοινωνικό σύνολο ως δεύτερης γλώσσας. Τα μέχρι σήμερα παρατηρηθέντα αποτελέσματα από την εφαρμογή της δίγλωσσης εκπαίδευσης, ιδιαίτερα στις Σκανδιναβικές χώρες, στην Γερμανία, στην Μεγάλη Βρετανία και στις ΗΠΑ, είναι θεαματικά και καταδεικνύουν την παιδαγωγική και κοινωνική χρησιμότητα και αποτελεσματικότητα αυτού του τρόπου προσέγγισης.

Η δίγλωσση εκπαίδευση αναδεικνύει σημαντικές διαφορές έναντι της μονόγλωσσης, και ως προς τις αρχές και ως προς την μεθοδολογία. Αυτό το παρατηρούμε στον μεγαλύτερο βαθμό, όταν θεωρούμε την δίγλωσση εκπαίδευση των κωφών. Ως φυσική πρώτη γλώσσα των περισσότερων κωφών παιδιών θεωρείται αξιωματικά μία νοηματική γλώσσα, η οποία γίνεται αντιληπτή και εκφράσιμη μέσω του οπτικοκινητικού διαύλου επικοινωνίας. Η διαφορετική τροπικότητά της έναντι της συνήθως επικρατούσας ομιλούμενης γλώσσας (φογγογλώσσας) στο ευρύτερο κοινωνικό σύνολο συνεπάγεται μία ολωσδιόλου διαφορετική γραμματική δομή. Λόγω επιπρόσθετα του γεγονότος ότι οι κωφοί αδυνατούν να αντιληφθούν ακουστικά την ομιλούμενη γλώσσα, στην περίπτωση της γλωσσικής διδασκαλίας των κωφών προέχουσα θέση κατέχει η γραφή, η οποία γίνεται αβίαστα και

απρόσκοπτα αντιληπτή, επειδή η γραφή λειτουργεί μέσα στον οπτικοκινητικό επικοινωνιακό δίαυλο. Δίγλωσση εκπαίδευση των κωφών σημαίνει λοιπόν σε πρώτη φάση άμεση χρήση και καλλιέργεια της νοηματικής γλώσσας στην προσχολική και στην πρώιμη σχολική περίοδο και σε δεύτερη φάση εφαρμογή της νοηματικής γλώσσας στην στοχοθετημένη απόκτηση του γραπτού λόγου και κατ' επέκταση του φωνούμενου.

Θεμελιακή προϋπόθεση για την κατανόηση και την παραγωγή γραπτού κειμένου σε μία γλώσσα αποτελεί η ενσυνείδητη γνώση της γραμματικής αυτής της γλώσσας. Ο βασικός λόγος, για τον οποίο μέχρι πρόσφατα οι περισσότεροι κωφοί αδυνατούσαν να αντεπεξέλθουν στις επικοινωνιακές απαιτήσεις επαρκούς κατανόησης και παραγωγής γραπτών κειμένων, είναι ότι δεν είχαν επίγνωση της γραμματικής της γλώσσας στην οποία έγραφαν. Επειδή δε οι κωφοί, αντίθετα από τους μη κωφούς, δεν έχουν αυθόρμητη πρόσβαση στην ομιλούμενη γλώσσα που προηγείται γλωσσογενετικά της γραπτής, η εκμάθηση και η εμπέδωση της γραμματικής της γραπτής γλώσσας μπορεί να γίνει μόνο πάνω στον άξονα της δίγλωσσης εκπαίδευσης, όπου ως γλώσσα αφετηρίας θεωρείται η νοηματική και ως στοχοθετημένη γλώσσα θεωρείται η γραπτή φθογγόγλωσσα.

Η χρήση της νοηματικής γλώσσας ως γλώσσας αφετηρίας επιφέρει και ένα σπουδαιότατο αποτέλεσμα ψυχολογολογικής φύσεως: προάγει το συναίσθημα αυτοπεποίθησης των κωφών ως προς τις δεξιότητές τους στην γραπτή γλώσσα, ανατροφοδοτώντας την προσπάθεια σταδιακής κατανόησης των διαφόρων γραμματικών πλευρών της γραπτής γλώσσας. Επομένως με την βοήθεια της νοηματικής γλώσσας οι κωφοί είναι σε θέση όχι μόνο να απομνημονεύουν αλλά κάποιους κανόνες γραμματικής της γραπτής γλώσσας, αλλά και να χειρίζονται δημιουργικά την ίδια την γραπτή γλώσσα, συναισθανόμενοι την σιγουριά που παρέχει η γλωσσική αυτοπεποίθηση. Όταν χρησιμοποιείται εν προκειμένω η ελληνική νοηματική γλώσσα ως γλώσσα αφετηρίας και η ελληνική γραπτή γλώσσα ως υπό διδασκαλία γλώσσα, η ενδεδειγμένη προσέγγιση απαιτεί εκκίνηση από σημασιολογικό και συντακτικό υπόβαθρο, το οποίο θεωρείται δεδομένο. Στην ελληνική γλώσσα η κατανόηση των γραμματικών λειτουργιών προϋποθέτει την γνώση των γραμματικών κατηγοριών, οι οποίες επέχουν θέση τυπολογικού ηθμού των σημασιολογικών κατηγοριών.

3.2.4 Συστήματα Επαγγελματικής Εκπαίδευσης των Κωφαλάων

Το πρώτο σύστημα το οποίο εφαρμόστηκε για την επαγγελματική κατάρτιση των κωφαλάων και το οποίο ακόμη εξακολουθεί να εφαρμόζεται είναι το εξής: Οι μαθητές μετά την αποφοίτηση από τα σχολεία βασικής αγωγής, την επιμέλεια των σχολίων, των κηδεμόνων και των γονέων, τοποθετούνται σε διάφορα βιοτεχνικά καταστήματα και εκεί υπό την καθοδήγηση του τεχνίτη ειδικεύονται σε διάφορες βιοτεχνικές ειδικότητες. Το σύστημα αυτό παρουσιάζει το πλεονέκτημα ότι οι κωφοί εκπαιδεύονται μέσα σε ομαλό περιβάλλον, ακουόντων δηλαδή, και εξοικειώνονται με την ατμόσφαιρα στην οποία αργότερα θα εργαστούν. Και τα μειονεκτήματα τα οποία έχει είναι οφθαλμοφανή:

- I. Η ειδικευση την οποία λαμβάνουν είναι ασυστηματοποίητη, ατελής και εμπειρική.
- II. Συνήθως οι μαθητευόμενοι πέφτουν θύματα εκμετάλλευσης από τον εργοδότη.

Το δεύτερο μειονέκτημα μετριάσθηκε στις χώρες στις οποίες εξακολουθεί να εφαρμόζεται, από την συστηματοποίηση της εποπτείας των γονέων, των κηδεμόνων και των σχολείων. Γι' αυτό η ατελής και εμπειρική κατάρτιση είναι τόσο σοβαρό μειονέκτημα ώστε το σύστημα αυτό άρχισε βαθμιαίως να εγκαταλείπεται και να εφαρμόζεται μόνο στις υποανάπτυκτες χώρες όπου λόγω των παρουσών συνθηκών ούτε εργαστήρια προσαρτημένα στα σχολεία είναι δυνατόν να υπάρχουν ούτε αυτοτελής επαγγελματικές σχολές κατά κύριο λόγο.

Το δεύτερο σύστημα το οποίο εφαρμόστηκε για την επαγγελματική κατάρτιση των κωφαλάων, το οποίο άλλωστε και σήμερα εφαρμόστηκε σε μεγάλη κλίμακα, τουλάχιστον στην Ευρώπη είναι η κατάρτιση των κωφαλάων στα εργαστήρια, τα οποία είναι προσαρτημένα στα σχολεία βασικής αγωγής των κωφαλάων και τα οποία λειτουργούν παράλληλα με την ίδια διεύθυνση. Ο μαθητής φοίτα στο σχολείο όπου εκπαιδεύεται στην άρθρωση, την ανάγνωση και τη στοιχειώδη γνώση του δημοτικού σχολείου, ενώ παράλληλα καταρτίζεται και επαγγελματικά στα προσαρτημένα εργαστήρια. Το σύστημα απέδωσε μέχρι σήμερα ικανοποιητικούς καρπούς δεδομένου ότι σε στερείται από ορισμένα πλεονεκτήματα. Συγκεκριμένα:

I. Από μικρές ακόμα ηλικίες δίνεται η ευκαιρία να επισημανθούν οι κλίνες και οι ικανότητες των μαθητών έτσι ώστε να προσανατολιστούν σωστά.

II. Παράλληλα με την τεχνική κατάρτιση ασκείται ο κωφάλαλος στην άρθρωση και στην ανάγνωση αποθησαυρίζοντας ιδικά εκείνο το λεξικό το οποίο είναι απαραίτητο και για την αφομοίωση των τεχνικών μαθημάτων και για την άσκηση στο μέλλον την ειδικότητας που επέλεξαν. Γι' αυτό και το σύστημα αυτό δεν έχει σοβαρά μειονεκτήματα πράγμα το οποίο συντέλεσε ώστε εδώ και πολλά χρόνια να εγκαταλείπεται σταδιακά και η επαγγελματική εκπαίδευση να προσαρμόζεται σε άλλες λύσεις.

Τα μειονεκτήματα του συστήματος αυτού, όπως απέδειξε η πορεία του μέχρι τώρα, είναι τα εξής:

I. Η διεύθυνση κυρίως με τη γενική εκπαίδευση των μαθητών και ιδίως ασχολείται με τα επαγγελματικά εργαστήρια.

II. Λόγω της γενικής κατεύθυνσης των σχολείων, τα εργαστήρια δεν είναι καλά εξοπλισμένα και οι εγκαταστάσεις τους υστερούν.

III. Τα εργαστήρια είναι περιορισμένα σε αριθμό έτσι ώστε η επιλογή της επαγγελματικής κατεύθυνσης να περιορίζεται σε μικρό αριθμό βιοτεχνικών ιδιοκτητών.

IV. Οι βιομηχανικές ειδικότητες δεν διδάσκονται πράγμα το οποίο αποτελεί σοβαρό μειονέκτημα ιδικά σε εξελιγμένες οικονομικά χώρες, όπου η βιοτεχνία φθίνει συνεχώς, εκτοπισμένη από τη βιομηχανία.

V. Η τεχνική εκπαίδευση αρχίζει σε μικρή ηλικία, σε εποχή δηλαδή όπου ο κωφάλαλος δεν είναι πνευματικά ώριμος ώστε να αφομοιώσει τα θεωρητικά τεχνολογικά μαθήματα, ούτε και οι σωματικές του δυνάμεις είναι ανεπτυγμένες επαρκώς ώστε να εξασκηθεί πρακτικά.

Το τρίτο σύστημα το οποίο άρχισε να καθιερώνεται τα τελευταία χρόνια και κυρίως στις πιο ανεπτυγμένες χώρες της Ευρώπης και της Αμερικής είναι το ακόλουθο: οι κωφάλαλοι αφού απόκτησαν τη γενική στα σχολεία βασικής αγωγής κωφάλαλων εκπαιδεύονται επαγγελματικά σε αυτοτελής επαγγελματικές σχολές. Το σύστημα αυτό παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με το προηγούμενο. Συγκεκριμένα:

I. Η εκπαίδευση αρχίζει μετά την αποφοίτηση από τα σχολεία βασικής αγωγής και σε ηλικία κατά την οποία έχουν ωριμάσει οι πνευματικές, οι ψυχικές και οι σωματικές ικανότητες των κωφάλαλων.

II. Οι επαγγελματικές σχολές εφόσον αποκλειστικά στην τεχνική κατάρτιση είναι μεθοδικά και συστηματικά οργανωμένες από όλες τις πλευρές παρόλα τα προσαρτημένα εργαστήρια.

III. Καταρτίζουν τους μαθητές ως επί το πλείστον σε βιοτεχνικές ειδικότητες, να παρακολουθούν και να ερευνούν συνεχώς για νέους βιοτεχνικούς τομείς, στους οποίους θα είναι δυνατόν να επιδοθούν οι κωφάλαλοι.

Οι σχολές αυτές υπάρχουν περισσότερο στα μικτά σχολεία. Ακόμα παρουσιάζουν και αυτό το σοβαρό μειονέκτημα: Η κατάρτιση των μαθητών δεν επεκτείνεται και στις βιομηχανικές ειδικότητες, πράγμα το οποίο δεν είναι λιγότερης σημασίας από τις ανεπτυγμένες χώρες, λόγω του συνεχούς εκτοπισμού της βιοτεχνίας από τη βιομηχανία, όπως αναφέρθηκε παραπάνω.

Το τέταρτο σύστημα το οποίο άρχισε να εφαρμόζεται πρόσφατα με τάσεις συνεχής επεκτάσεως στις εξελιγμένες χώρες, είναι το εξής: Οι μαθητές αφού αποφοιτήσουν από τα ειδικά σχολεία εκπαιδεύονται εντός των βιοτεχνικών εργαστηρίων και των εργοστασίων, ενώ εργάζονται σύγχρονος. Το σύστημα αυτό υπερέρχει προφανώς όλων των προηγούμενων γιατί

I. Ο μαθητής προσαρμόζεται από την αρχή με το περιβάλλον στο οποίο αργότερα θα ασκήσει το επάγγελμα του, πράγμα το οποίο είναι σημαντικό, γιατί παρατηρήθηκε στα περισσότερα ψυχολογικά προβλήματα προβλήματα που αντιμετώπιζαν οι κωφάλαλοι για να προσαρμοστούν στο χώρο της μελλοντικής εργασίας τους μετά την αποφοίτηση τους από τα εργαστήρια των επαγγελματικών σχολών.

II. Λύνει το πρόβλημα της απασχόλησης των κωφάλαλων μαθητών αφού συμπληρώσουν την εκπαίδευση τους.

Και αυτό δεν έχει μικρή σημασία. Στην αγορά εργασίας οι αγώνες των αποφοίτων κωφάλαλων για την εύρεση εργασίας είναι ιδιαίτερος σκληροί. Το σύστημα αυτό είναι το πλέον κατάλληλο, όπως προκύπτει από τα παραπάνω, εφαρμόστηκε πρώτο στην Σοβιετική Ένωση και στην Αμερική, και επεκτάθηκε βαθμιαία στις Ανατολικές χώρες της Ευρώπης και ήδη παρουσιάζει τάσεις καθολικής προώθησης και επιβολής.

Τέλος πρέπει να αναφέρουμε και ένα ακόμη σύστημα, παρότι δεν πρόκειται περί συστήματος ειδικά για την επιλογή της εκπαίδευσης των κωφάλαλων, αλλά περί συστήματος επιβληθέντος εξ ανάγκης. Γίνεται συγκεκριμένα το εξής: Στις χώρες τις οποίες δεν υπάρχουν ούτε επαγγελματικά εργαστήρια ούτε αυτοτελής επαγγελματικές σχολές, οι κωφάλαλοι εκπαιδεύονται στις κοινές επαγγελματικές σχολές μαζί με τις ομάδες ομαλών ατόμων. Το σύστημα αυτό έχει και την καλή πλευρά ότι οι μαθητές εκπαιδεύονται μέσα σε ομαλό περιβάλλον. Όμως τα μειονεκτήματα είναι προφανή. Συγκεκριμένα:

I. Η πρόοδος που σημειώνουν οι ακούοντες δεν εφάπτεται με αυτή των κωφάλαλων, πράγμα το οποίο δημιουργεί αισθήματα μειονεκτικότητας στους κωφάλαλους.

II. Οι εκπαιδευτικοί αδυνατούν να πλησιάσουν πνευματικά και ψυχικά τους κωφάλαλους μαθητές τους, τους εγκαταλείπουν, όπως τουλάχιστον απέδειξε η μέχρι τώρα πείρα του, σε σημείο ώστε οι κωφάλαλοι να αποκτούν μόνο τις στοιχειώδη γνώσεις της ειδικότητας για την οποία προορίζονται.

Το σύστημα αυτό εφαρμόζεται, όπως είπαμε, στις υπανάπτυκτες χώρες της Ασίας και της Αφρικής, όπου δεν υπάρχουν ούτε επαγγελματικά εργαστήρια ούτε αυτοτελής επαγγελματικές σχολές. Κατ' εξαίρεση όμως εφαρμόζεται πείραμα στις πιο εξελιγμένες χώρες όπως η Σουηδία, οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής και άλλες. Εκεί η εκπαίδευση των μαθητών είναι τόσο άρτια, η πρόοδος των αποφοίτων στην άρθρωση και στην ανάγνωση είναι τόσο πλήρη, ώστε να είναι σε θέση οι κωφάλαλοι να παρακολουθούν άνετα, ακόμα και μαζί με ομάδες ομαλών ατόμων, τεχνικά μαθήματα στις κοινές επαγγελματικές σχολές.

3.2.5 Η Κοινότητα των Κωφών

Οι κωφοί άνθρωποι στις διάφορες χώρες του κόσμου συνδέονται μεταξύ τους με κοινωνικούς δεσμούς που αναφέρονται στα κοινά ενδιαφέροντα, στην επιδίωξη κοινών στόχων, στην διαμόρφωση κοινών πολιτισμικών γνωρισμάτων, στην εφαρμογή κοινών τρόπων ζωής και καθημερινής διαβίωσης και – το κυριότερο – στην ανάπτυξη και διαμόρφωση κατά το δυνατόν ενιαίας κοινωνικής ταυτότητας. Τα σχολεία κωφών ανά τον κόσμο απετέλεσαν και αποτελούν αποφασιστική διάσταση στην εκδήλωση και εφαρμογή των ανωτέρω κοινωνικών δεσμών μεταξύ των κωφών. Μέσα από αυτή την οπτική η κοινωνιολογία κάνει λόγο για κοινότητες των κωφών.

Λόγω της μεγάλης ετερογένειας και εσωτερικής ποικιλομορφίας και διαφοροποίησης, οι κοινότητες των κωφών έχουν πάντοτε αποτελέσει μεγάλη πρόκληση για την κοινωνιολογία και τους συναφείς με αυτήν κλάδους της επιστήμης. Αν και η απώλεια της ακοής προβάλλει ακόμα και σήμερα ως το χαρακτηριστικό τυπικό γνώρισμα που η ευρύτερη κοινωνία αποδίδει στις κοινότητες των κωφών εν γένει – και βάσει αυτού θεσπίζει ανάλογα νομοθετήματα ως προς την εκπαίδευση, την κοινωνική πρόνοια και την επαγγελματική αποκατάσταση των κωφών -, η κοινωνιολογική προσέγγιση καταλήγει σε πολύ διαφορετικά συμπεράσματα ως προς την ειδοποιό διαφορά των κοινοτήτων των κωφών σε σχέση με την ευρύτερη κοινωνία.

Στην σύγχρονη εποχή μας η κοινωνιολογία χαρακτηρίζει τις κοινότητες των κωφών ως διαφοροποιημένες γλωσσικές κοινότητες ή γλωσσικές μειονότητες. Ο κεντρικός πυρήνας μίας κοινότητας κωφών χαρακτηρίζεται από την γνώση και χρήση μίας νοηματικής γλώσσας, η οποία αποτελεί κοινωνικό υπόβαθρο για την ανάπτυξη και ενδογενή εξέλιξη της αντίστοιχης κοινότητας, όπου σμιλεύονται τα ιδιαίτερα πολιτισμικά της γνωρίσματα και – το κυριότερο – εδραιώνεται η κοινωνική ενσυνειδητότητα και ταυτότητα των μελών της κοινότητας. Βλέπουμε, λοιπόν, ότι η πλέον αξιόπιστη κοινωνιολογική προσέγγιση των κοινοτήτων των κωφών είναι κατά βάση κοινωνιογλωσσολογική. Καταλήγουμε πάλι στο ίδιο γενικό συμπέρασμα, όπου η σχέση γλώσσας και πολιτισμού διαμορφώνει και προωθεί τις αντίστοιχες κοινότητες. Η αποδοχή και η συμμόρφωση προς αυτό το συμπέρασμα εκ μέρους των σχολείων κωφών, στα οποία η εκπαίδευση αναδεικνύεται ως όχημα καλλιέργειας και σεβασμού της διαφορετικότητας με στόχο την ένταξη των κωφών στο ευρύτερο κοινωνικό σύνολο με όρους αλληλαποδοχής, αποτελεί την αναγκαία και ικανή συνθήκη για μία αξιόπιστη και επιτυχημένη εκπαιδευτική και παιδαγωγική προσέγγιση.

Είναι ενδιαφέρον να παρατηρήσουμε την μεγάλη διαφορά στην κοινωνιολογική προσέγγιση των κοινοτήτων των κωφών πριν από 30 και πλέον χρόνια σε σύγκριση με σήμερα, ώστε να διαπιστώσουμε την μεγάλη στροφή της κοινωνιολογίας προς την κοινωνιογλωσσολογική και την

πολιτισμική προσέγγιση: Το 1980 δημοσιεύτηκε η μονογραφία του Paul Higgins: «Outsiders in a Hearing World: A Sociology of Deafness» (Λονδίνο, Sage, 1980), η οποία αντιμετώπιζε τους κωφούς ως άτομα στο περιθώριο της κοινωνικής ζωής. Το 2003 δημοσιεύτηκε μία εκ διαμέτρου αντίθετη μονογραφία του Paddy Ladd: «Understanding Deaf Culture: In Search of Deafhood» (Λονδίνο, Multilingual Matters, 2003), η οποία αντιμετωπίζει τους κωφούς ως ενεργά και δημιουργικά μέλη ζωντανών κοινοτήτων που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και μεταξύ αυτών και του ευρύτερου κοινωνικού συνόλου, προβάλλοντας τα ιδιαίτερα πολιτισμικά χαρακτηριστικά που επάγονται από την γνώση και χρήση των νοηματικών γλωσσών. Μάλιστα δε, σύμφωνα με τις πλέον πρόσφατες τάσεις στην κοινωνιολογική αντιμετώπιση και μελέτη των κοινοτήτων των κωφών, προτείνεται και η έννοια της εθνότητας ως μεθοδολογικό εργαλείο για την διερεύνηση των ιδιαίτερων γνωρισμάτων των κοινοτήτων των κωφών.

3.3 Ο κόσμος των Χειρονομιών

Οι χειρονομίες είναι ο βασικότερος τρόπος αλληλεπίδρασης του χρήστη με το σύστημα. Με τον όρο χειρονομίες εννοούμε ένα σύνολο απο κινήσεις του σώματος με στόχο να μπορέσουμε να στείλουμε κάποια μηνύματα. Οι χειρονομίες που μπορούν να αναγνωριστούν απο το σύστημα είναι κινήσεις με τα χέρια. Χρησιμοποιώντας τις μεθόδους που μας παρέχει το Kinect SDK μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τις αρθρώσεις που εντοπίζει το Kinect προς εκτέλεση συγκεκριμένων ενεργειών.

Οι κινήσεις και οι χειρονομίες^[43] αποτελούν βασικό κομμάτι της επικοινωνίας των ανθρώπων. Οι χειρονομίες χρησιμοποιούνται ως τρόπος έκφρασης σε καθημερινή βάση, από όλους τους ανθρώπους ανεξαρτήτως ηλικίας, εθνικότητας ή μορφωτικού επιπέδου. Είναι μια από τις κυριότερες και πιο διαδεδομένες μορφές επικοινωνίας και γι' αυτό παίζει πολύ σημαντικό πόλο στον τομέα της αλληλεπίδρασης ανθρώπου υπολογιστή.

Όταν λέμε «χειρονομία» αναφερόμαστε σε εκφραστικές κινήσεις του σώματος που περιλαμβάνουν φυσικές κινήσεις των δαχτύλων, των χεριών, του κεφαλιού, του προσώπου ή του σώματος με σκοπό: 1) την μεταφορά κάποια πληροφορία με νόημα 2) την αλληλεπίδραση με το περιβάλλον. Η Αναγνώριση Χειρονομιών (Gesture Recognition) στην επιστήμη των υπολογιστών αφορά στην αναγνώριση και ερμηνεία ανθρώπινων κινήσεων μέσω μαθηματικών αλγορίθμων.

Η μελέτη και χαρτογράφηση των χειρονομιών αποτελεί μια πολύ δύσκολη διαδικασία, καθώς, σε αντίθεση με τις γλώσσες ομιλίας, δεν υπάρχουν σαφείς κανόνες και ορισμοί για το σύνολο των χειρονομιών. Η χρήση και το είδος των χειρονομιών διαφέρουν σε κάθε άτομο, αλλά ακόμη και στο ίδιο άτομο ο τρόπος και ο χρόνος που επιλέγει να χρησιμοποιήσει μια χειρονομία διαφέρει ανάλογα την περίπτωση.

3.3.1 Ταξινόμηση Χειρονομιών

Αρχικά οι χειρονομίες μπορούν να χωριστούν σε στατικές, όπου ο χρήστης παίρνει μια συγκεκριμένη θέση ή μορφή, και σε δυναμικές. Ένα παράδειγμα στατικής χειρονομίας είναι όταν δείχνουμε κάτι με το δάχτυλο ή όταν κάνουμε το σήμα «stop» με την παλάμη. Παράδειγμα δυναμικών χειρονομιών είναι το γνέψιμο του κεφαλιού, ή το κούνημα του χεριού.

Η νοηματική γλώσσα, αποτελεί ο πιο σαφώς ορισμένο και το πιο εύκολο στην αναγνώριση σύνολο χειρονομιών, αφού ακολουθούνται συγκεκριμένοι κανόνες γραμματικής και λεξιλογίου για την κάθε χειρονομία.

Μια ταξινόμηση των χειρονομιών μπορεί να γίνει με βάση το μέλος του σώματος που τις παράγει. Αυτή η ταξινόμηση, οδηγεί και στην διαφοροποίηση των τομέων που ασχολούνται με την αναγνώριση κινήσεων στην επικοινωνία ανθρώπου υπολογιστή:

Χειρονομίες παλάμης και χεριού (hand and arm gestures)

Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει αναγνώριση κινήσεων με την παλάμη (hand recognition), δείξιμο με τα δάχτυλα (pointing recognition), αναγνώριση κινήσεων ολόκληρου του χεριού, αναγνώριση νοηματικής γλώσσας κλπ.

✚ Χειρονομίες κεφαλιού και προσώπου (head and face gestures)

Μερικά παραδείγματα τέτοιων χειρονομιών είναι το κούνημα του κεφαλιού, το γνέψιμο, το σήκωμα των φρυδιών, το άνοιγμα του στόματος, η κατεύθυνση του βλέμματος, αλλά και οι εκφράσεις συναισθημάτων όπως φόβου, έκπληξης, χαράς κλπ. Κάποιοι τομείς αναγνώρισης που ασχολούνται με αυτή την κατηγορία χειρονομιών είναι το facial recognition, όπου αναγνωρίζονται οι εκφράσεις του προσώπου ή οι κινήσεις του στόματος, των φρυδιών κλπ, το eye-tracking.

✚ Χειρονομίες σώματος (body gestures)

Αυτή η κατηγορία αφορά κινήσεις του σώματος στο σύνολο του, όπως ο βηματισμός, το πήδημα, η περιστροφή του σώματος, η κλωτσιά, το σκύψιμο του σώματος κλπ. Παράδειγμα αναγνώρισης τέτοιων χειρονομιών είναι οι συσκευές full body 3 Dimensional Recognition, όπως το Kinect της Microsoft.

3.3.2 Αναγνώριση Ανθρώπινης Κίνησης

Η φύση των ανθρώπινων κινήσεων και χειρονομιών, πράγμα απαραίτητο για την σωστή σχεδίαση ενός συστήματος αναγνώρισης χειρονομιών. Η αναγνώριση και η ερμηνεία της κίνησης του ανθρώπινου σώματος είναι ένα δύσκολο αλλά συναρπαστικό πρόβλημα. Υπάρχουν πολλές μορφές κίνησης του ανθρώπινου σώματος, όπως κινήσεις που συνδέονται με τον τρόπο που περπατάμε, επικοινωνούμε, και εκτελούμε κάποια εργασία. Μέσα στις κινήσεις αυτές του ανθρώπινου σώματος, υπάρχουν κρυμμένες πληροφορίες για την πρόθεση, τη διάθεση, τις ιδέες και ακόμη και την προσωπικότητα των ανθρώπων. Ακόμα είναι δυνατό να αναγνωριστεί ένα άτομο, ή το γένος του, από τον βηματισμό ή τη γενική στάση σώματος του, όταν περπατάει.

Οι κινήσεις του ανθρώπινου σώματος μπορεί να ταξινομηθούν γενικά σε βηματισμό ή στάση, δράση, χειρονομία και σε πιο συγκεκριμένες κινήσεις, όπως είναι κινήσεις για την παραγωγή κάποιας νοηματικής γλώσσας. Η χειρονομία είναι μια υποσυνείδητη μορφή επικοινωνίας, η οποία συμπληρώνει τη δυνατότητα για επικοινωνία που έχει ένα άτομο. Η νοηματική γλώσσα είναι μια συνειδητή μορφή επικοινωνιακής γλώσσας μεταξύ των ανθρώπων. Όλες αυτές οι μορφές κίνησης του σώματος μπορούν να ερμηνευθούν ως εκδηλώσεις της ανθρώπινης συμπεριφοράς. Υπάρχουν εφαρμογές που περιλαμβάνουν την αυτόματη αναγνώριση νοηματικής γλώσσας, τις διεπαφές ανθρώπου – υπολογιστή και τα εργαλεία επίβλεψης ή εκπαίδευσης.

Το ιδανικό θα ήταν η δημιουργία ενός συστήματος που θα αναγνωρίζει τις χειρονομίες που γίνονται σε πραγματικό χρόνο αλλά κάτι τέτοιο περιορίζει σημαντικά το χρόνο υπολογισμού που έχει στην διάθεση του ο υπολογιστής για να διεκπεραιώσει την διαδικασία αναγνώρισης.

Ένα ακόμα ζήτημα που έχει να κάνει με την αναγνώριση χειρονομίας είναι η επιλογή των τεχνικών βιντεοσκόπησης που θα χρησιμοποιηθούν για την καταγραφή της ανθρώπινης κίνησης. Η κίνηση λαμβάνει χώρα, ως γνωστόν, σε τρεις διαστάσεις. Το πρόβλημα είναι ότι οι πιο κοινές τεχνικές χρησιμοποιούν δισδιάστατες ακολουθίες εικόνων. Δημιουργούνται έτσι προβλήματα που έχουν να κάνουν με το κλείσιμο και την αντίληψη του βάθους της εικόνας. Συμπεραίνουμε πως το πρόβλημα της ευφυούς ερμηνείας της ανθρώπινης συμπεριφοράς μπορεί αν χωριστεί σε τρία στάδια: την εξαγωγή και την αναπαράσταση των χαρακτηριστικών των κινήσεων, τον εντοπισμό της τροχιάς και το τελικό στάδιο της αναγνώρισης.

3.3.3 Αναγνώριση Χειρονομιών (Gesture Recognition)

Η αναγνώριση των χειρονομιών^[36] είναι ένα θέμα της επιστήμης των υπολογιστών και της τεχνολογίας της γλώσσας με στόχο την ερμηνεία των ανθρώπινων χειρονομιών μέσω μαθηματικών αλγορίθμων. Χειρονομίες μπορεί να προέρχονται από οποιαδήποτε σωματική κίνηση ή κατάσταση, αλλά συνήθως προέρχονται από το πρόσωπο ή το χέρι. Επικεντρώνεται στον τομέα που περιλαμβάνει την αναγνώριση συναισθημάτων από το πρόσωπο και την αναγνώριση χειρονομιών. Πολλές προσεγγίσεις έχουν γίνει χρησιμοποιώντας κάμερες και αλγορίθμους υπολογιστικής όρασης που ερμηνεύει τη νοηματική γλώσσα. Εντούτοις, ο προσδιορισμός και η αναγνώριση της στάσης, του βηματισμού, του proxemics, και των ανθρώπινων συμπεριφορών αποτελούν επίσης το αντικείμενο των τεχνικών αναγνώρισης χειρονομίας.

Η αναγνώριση χειρονομιών μπορεί να θεωρηθεί ως ένας τρόπος για τους υπολογιστές για να αρχίσουμε να καταλαβαίνουμε τη γλώσσα του σώματος, δημιουργώντας έτσι μια πιο πλούσια γέφυρα μεταξύ μηχανών και ανθρώπων από πρωτόγονες user interfaces, κείμενο ή ακόμα και GUIs (γραφικά περιβάλλοντα), τα οποία εξακολουθούν να περιορίζουν την πλειοψηφία της εισόδου πληκτρολογίου και το ποντίκι.

Επίσης η αναγνώριση χειρονομιών επιτρέπει στους ανθρώπους να επικοινωνούν με τη μηχανή (HMI) και να αλληλεπιδρούν φυσικά χωρίς μηχανικές συσκευές. Χρησιμοποιώντας την έννοια της αναγνώρισης χειρονομιών, είναι δυνατόν να επισημανθεί ένα δάχτυλο στην οθόνη του υπολογιστή, έτσι ώστε ο κέρσορας θα κινηθεί ανάλογα. Αυτό θα μπορούσε ενδεχομένως να προκαλέσει συμβατικές συσκευές εισόδου, όπως ποντίκια, πληκτρολόγια, ακόμα και οθόνες αφής περιττές.

Αναγνώριση χειρονομιών μπορεί να διεξαχθεί με τεχνικές από το όραμα του υπολογιστή και την επεξεργασία εικόνας. Ακόμα η αναγνώριση χειρονομιών είναι χρήσιμη για την επεξεργασία πληροφοριών από ανθρώπους που δεν επικοινωνούν μέσω του προφορικού ή γραπτού λόγου. Όπως επίσης, υπάρχουν διάφοροι τύποι χειρονομιών που μπορούν να αναγνωριστούν από τους υπολογιστές.

3.3.4 Sign Language Recognition with Kinect

Μια χρήση είναι στην αναγνώριση της νοηματικής γλώσσας. Ακριβώς όπως η λεκτική αναγνώριση μπορεί να μεταγράψει την ομιλία στο κείμενο, ορισμένοι τύποι λογισμικών αναγνώρισης χειρονομίας μπορούν να μεταγράψουν τα σύμβολα που αντιπροσωπεύουν τη νοηματική γλώσσα σε κείμενο.

Το Kinect είναι σε θέση να παρακολουθεί ολόκληρο το σώμα του χρήστη, φαίνεται φυσικό να οικοδομήσουμε ένα πλαίσιο για την αναγνώριση της νοηματικής γλώσσας. Σε νοηματικές γλώσσες, τα χειρωνακτικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα χρησιμοποιούνται μαζί με εκφράσεις του προσώπου και διάφορες στάσεις του σώματος, προκειμένου να εκφράσουν τις λέξεις και τα γραμματικά χαρακτηριστικά.

4 Κεφάλαιο

4.1 Αισθητήρας Βάθους

Η Ανίχνευση κίνησης είναι μια διαδικασία που επιβεβαιώνει την αλλαγή στη θέση ενός αντικείμενου σε σχέση με το περιβάλλον του ή την αλλαγή στον περιβάλλοντα χώρο σε σχέση με ένα αντικείμενο. Αυτή η ανίχνευση μπορεί να επιτευχθεί και από μηχανικές (πλήκτρα σε πληκτρολόγιο) αλλά και από ηλεκτρονικές (κάμερα, μικρόφωνο, υπέρυθρες, Laser) μεθόδους. Η ανίχνευση κίνησης μπορεί είτε να πάρει διακριτές τιμές, δηλαδή εφόσον υπήρχε κίνηση ή όχι (1 ή 0), ή μπορεί να αποτελείται από ανίχνευση μεγέθους που μπορεί να μετρήσει και να ποσοτικοποιήσει τη δύναμη ή την ταχύτητα της κίνησης αυτής ή το αντικείμενο που το δημιούργησε. Κίνηση μπορεί να ανιχνευθεί από: ήχο (ακουστική αισθητήρες), αδιαφάνεια (οπτικά και υπέρυθρους αισθητήρες και επεξεργαστές εικόνας βίντεο), γεωμαγνητισμό (μαγνητικούς αισθητήρες, μαγνητόμετρα), αντανάκλαση της μεταφερόμενης ενέργειας (υπέρυθρο λέιζερ ραντάρ, αισθητήρες υπερήχων και αισθητήρες ραντάρ μικροκυμάτων), ηλεκτρομαγνητική επαγωγή (ανιχνευτές επαγωγικού βρόχου), και τους κραδασμούς (*triboelectric*, σεισμικά).

Οι πρώτες ολοκληρωμένες λύσεις για ανίχνευση κίνησης σε διαδραστικά παιχνίδια ξεκινούν από το 1998 όταν η Sega ξεκίνησε την ανάπτυξη του Dreameye για το Dreamcast, με σκοπό να βγάλει και αρκετά παιχνίδια με αυτή την νέα τεχνολογία, αλλά το Dreameye τελικά κυκλοφόρησε το 2000 μόνο στην Ιαπωνία. Το 1999 η Sony ξεκίνησε την ανάπτυξη του eyeToy για την κονσόλα Playstation το οποίο κυκλοφόρησε στην αγορά το 2003 με αρκετή επιτυχία, αφού μέχρι το 2008 που σταμάτησε η κυκλοφορία του είχε πουλήσει 10,5 εκατομμύρια κομμάτια. Το 2006 η Microsoft έβγαλε σε κυκλοφορία το Xbox live vision για την κονσόλα Xbox, ενώ το 2007 η Sony έβγαλε σε κυκλοφορία το εξελιγμένο μοντέλο του eyeToy, το Playstation eye, το οποίο εκτός από καλύτερη απόκριση σε σχέση με το προηγούμενο μοντέλο, περιλάμβανε και μικρόφωνο για εντοπισμό θέσης ήχου, και διάφορες άλλες εφαρμογές.

Το 2010 η Microsoft έβγαλε σε κυκλοφορία το *kinect* το οποίο είναι η πιο εξελιγμένη συσκευή μέχρι σήμερα, καθώς δεν περιορίζεται στο να καταγράφει δισδιάστατες εικόνες και να προσπαθεί να τις ερμηνεύσει, αλλά χρησιμοποιώντας μια RGB camera, μία υπέρυθρη κάμερα (έναν μονόχρωμο αισθητήρα Cmos) και έναν προβολέα υπέρυθρων μπορεί να παρακολουθείτε την κίνηση των αντικείμενων και τα άτομα σε τρεις διαστάσεις. Επίσης περιλαμβάνει και μικρόφωνα για τον εντοπισμό ήχου στο χώρο.

4.1.1 Stereo Camera

Η Stereo κάμερα^[51] (βλέπε εικόνα 4) είναι ένας τύπος φωτογραφικής μηχανής με δύο ή περισσότερους φακούς, με ένα χωριστό πλαίσιο αισθητήρων ή ταινιών εικόνας για κάθε φακό. Αυτό επιτρέπει στην κάμερα να μιμηθεί την ανθρώπινη όραση διοφθαλμική, και ως εκ τούτου δίνει τη δυνατότητα να συλλάβει τρισδιάστατες εικόνες, μια διαδικασία γνωστή ως στερεοφωνική φωτογραφία. Οι Stereo κάμερες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή των στερεοφωνικών απόψεων και των τρισδιάστατων εικόνων για ταινίες, ή για την απεικόνιση φάσματος. Η απόσταση μεταξύ των φακών σε μία τυπική στερεοφωνική κάμερα (η δια-αξονική απόσταση) είναι περίπου η απόσταση μεταξύ των ματιών κάποιου (γνωστή ως ενδοφθάλμια απόσταση) και είναι περίπου 6,35 cm.

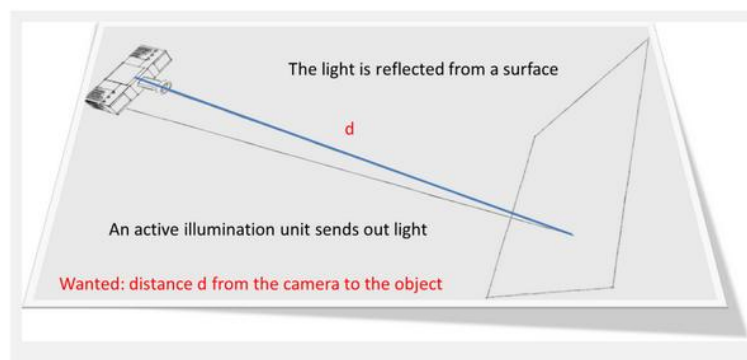
Ένα στερεοφωνικό σύστημα καμερών (Stereo Camera) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό του βάθους στα σημεία στη σκηνή. Για παράδειγμα, από το κεντρικό σημείο της γραμμής μεταξύ των σημείων εστίασής τους. Προκειμένου να λυθεί το πρόβλημα μέτρησης βάθους που χρησιμοποιεί ένα στερεοφωνικό σύστημα καμερών είναι απαραίτητο να βρούμε πρώτα τα αντίστοιχα σημεία στις διαφορετικές εικόνες. Η επίλυση του προβλήματος της αντιστοίχισης είναι ένα από τα κύρια προβλήματα κατά τη χρησιμοποίηση αυτού του τύπου τεχνικής. Για παράδειγμα, είναι δύσκολο να λυθεί το πρόβλημα αντιστοίχισης για τα σημεία εικόνας που βρίσκονται μέσα στις

περιοχές της ομοιογενούς έντασης ή του χρώματος. Κατά συνέπεια, το εύρος της απεικόνισης βασίζεται σε στερεοφωνικό τριγωνισμό που συνήθως μπορεί να παραγάγει τις αξιόπιστες εκτιμήσεις βάθους μόνο για ένα υποσύνολο όλων των σημείων που είναι ορατά στις πολλαπλάσιες κάμερες.



Εικόνα 4: Time of Flight

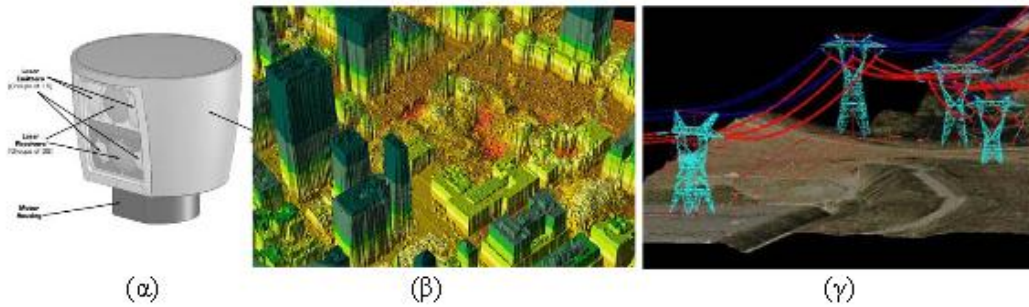
Οι κάμερες Time-of-flight είναι αισθητήρες οι οποίοι παρέχουν δύο είδη πληροφοριών για κάθε pixel: την ένταση (γκρι-value) και την απόσταση από την κάμερα (βάθος). Μία κάμερα Time of Flight αποτελείται από τρία βασικά συστατικά: μια δραστηκή μονάδα φωτισμού, ένα φακό, και ένα αισθητήρα απεικόνισης. Το παρακάτω σχήμα (βλέπε εικόνα 5) απεικονίζει την βασική αρχή λειτουργίας: Η ενεργός μονάδα φωτισμού εκπέμπει το μεταβαλλόμενο ως προς την ένταση φως στο εγγύς υπέρυθρο φάσμα. Το φως που χτυπά σε ένα αντικείμενο ή σε μια επιφάνεια αντανακλάται πίσω από την κάμερα. Το ανακλώμενο φως προβάλλεται πάνω στον αισθητήρα απεικόνισης χρησιμοποιώντας το φακό.



Εικόνα 5: Time of flight principle

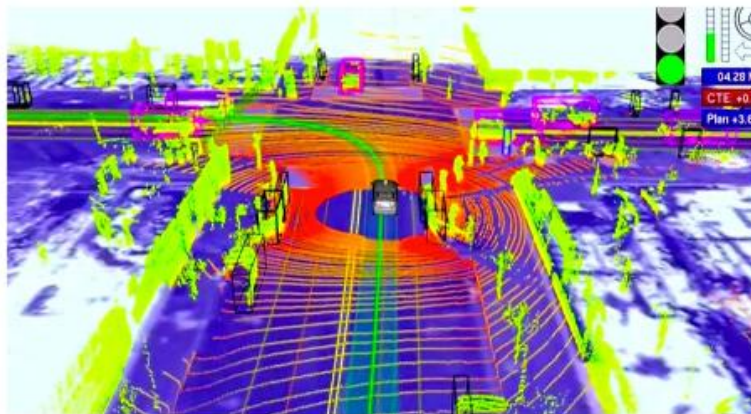
4.1.2 Lidar

Ο αισθητήρας LIDAR^[54] (Light Detection και And Ranging) βασίζεται στην εκπομπή παλμικής ακτινοβολίας λέιζερ ή φωτός και ακολούθως, στην καταγραφή της οπισθοσκεδαζόμενης ακτινοβολίας. Το LIDAR (βλέπε εικόνα 6) μπορεί να μετρήσει την απόσταση, την μορφολογία ή άλλες ιδιότητες ενός στόχου και μπορεί να χρησιμοποιηθεί με ένα ευρύ φάσμα στόχων, συμπεριλαμβανομένων μη-μεταλλικών αντικειμένων, πετρών, βροχής, χημικών ενώσεων, αερολυμάτων, σύννεφων ή ακόμα και μεμονωμένων μορίων.



Εικόνα 6:α) Αισθητήρας Lidar β) και γ) παραγόμενες τρισδιάστατες απεικονίσεις

Στην περίπτωση των αυτόνομων αυτοκινήτων της google το LIDAR χρησιμοποιεί ακτίνες λέιζερ και μπορεί να χαρτογραφεί τον τρισδιάστατο περιβάλλοντα χώρο με πολύ υψηλή ανάλυση (βλέπε εικόνα 7).



Εικόνα 7:Αναπαράσταση του κόσμου όπως τον αντιλαμβάνεται ένα αυτόνομο αυτοκίνητο της Google

4.1.3 RGB - D αισθητήρες (RGB - D sensor)

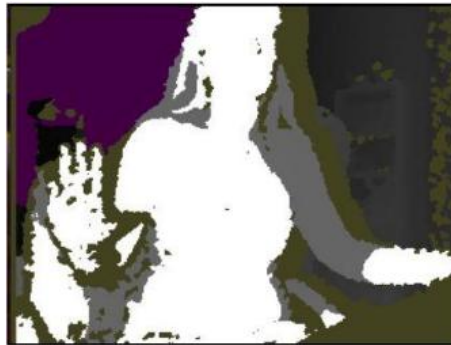
Ο τρισδιάστατος αισθητήρας βάθους αποτελείται από έναν υπέρυθρο προβολέα λέιζερ που συλλαμβάνει δεδομένα βίντεο σε τρισδιάστατη μορφή κάτω από οποιεσδήποτε συνθήκες φωτισμού. Το λέιζερ προβάλλεται στο δωμάτιο. Ο αισθητήρας είναι σε θέση να ανιχνεύσει τις πληροφορίες που βασίζονται σε ότι απεικονίζεται πίσω από αυτό. Μαζί, ο προβολέας και ο αισθητήρας δημιουργούν έναν χάρτη βάθους. Κατά συνέπεια, η τρισδιάστατη κάμερα βάθους παρέχει τις λεπτομερείς πληροφορίες για το τρισδιάστατο περιβάλλον. Εκτός από αυτό, το Kinect κωδικοποιεί τα δεδομένα στο υπέρυθρο φως καθώς εκπέμπεται και αναλύει τις αλλαγές στο σήμα αφού επιστρέψουν, ώστε να προσφέρει μια πιο λεπτομερή τρισδιάστατη εικόνα της σκηνής. Αυτή η τρισδιάστατη εικόνα στη συνέχεια επεξεργάζεται σε ένα λογισμικό για να εκτελέσει τον εντοπισμό του σκελετού. Απλά εν λόγω, καθορίζει πόσο μακριά είναι ένα αντικείμενο από τη κάμερα. Έχει ένα όριο που κυμαίνεται από 1.2-3.5m απόσταση όταν χρησιμοποιείται με το λογισμικό Xbox.



Εικόνα 8: RGB - Depth Image

Depth Imaging

Η τεχνολογία του Depth Imaging (βλέπε εικόνα 8) είναι μια τεχνολογία η οποία εξελίσσεται ραγδαία τα τελευταία χρόνια. Σκοπός του depth imaging είναι η τρισδιάστατη καταγραφή και αναπαράσταση του χώρου. Αυτό πραγματοποιείται με την δημιουργία ενός χάρτη βάθους (depth map) ο οποίος πρόκειται ουσιαστικά για μία εικόνα που αναπαριστά με διαφορετικά χρώματα ότι καταγράφεται από μια κάμερα. Το διαφορετικό βάθος στην εικόνα αναπαριστάται με διαφορετικό χρώμα. Έτσι υπάρχει μια τρισδιάστατη αναπαράσταση του χώρου (βλέπε εικόνα 10).



Εικόνα 9:Depth Image καταγραφή από το Kinect με τη χρήση του Kinect SDK

Η ανίχνευση του βάθους υλοποιείται με την χρήση ειδικών καμερών, όπως το time-of-flight cameras ή με ειδικούς αισθητήρες. Οι time-of-flight cameras για να ανιχνεύσουν την απόσταση ενός αντικείμενου μετράνε τον χρόνο που χρειάζεται μια δέσμη φωτός να φτάσει στο αντικείμενο και να επιστρέψει μετά την αντανάκλαση στην επιφάνεια του. Η μέθοδος αυτή όμως έχει το μειονέκτημα της καθυστέρησης στην μέτρηση μέχρι το φως να ανακλαστεί και να γυρίσει στην κάμερα.

4.1.4 Τεχνολογίες καταγραφής κίνησης

Στις μέρες μας οι τεχνολογίες καταγραφής κίνησης^[28] εξελίσσονται με ταχύτατο ρυθμό. Η χρήση τους καλύπτει ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών, από τομείς που αφορούν την διασκέδαση και την ψυχαγωγία, ως την εκπαίδευση και σε ευρύτερη κλίμακα την επιστήμη των υπολογιστών. Για την πραγμάτωση της διαδικασίας αυτής, υπάρχουν τρεις βασικές τεχνολογίες:

1. Καταγραφή της κίνησης με οπτικά συστήματα:

Η συγκεκριμένη τεχνολογία είναι η πιο ακριβής τεχνική καταγραφής της κίνησης, αλλά έχει αρκετά υψηλό κόστος. Η περιοχή η οποία καταγράφεται περιβάλλεται από κάμερες και ανακλαστικούς δείκτες, οι οποίοι μαγνητοσκοπούν το σώμα που βρίσκεται μέσα σε αυτή. Οι δείκτες αυτοί παρακολουθούνται από τις κάμερες που περιβάλλουν το χώρο και η θέση τους σε ένα τρισδιάστατο περιβάλλον έχει την δυνατότητα να εντοπιστεί με την ακρίβεια χιλιοστού.

2. Καταγραφή της κίνησης με αδρανειακούς αισθητήρες

Οι αδρανειακοί αισθητήρες συνδέονται με τα άκρα και έχουν την δυνατότητα να καταγράφουν τις γωνίες μεταξύ των τμημάτων του σώματος. Αυτό το σύστημα είναι λιγότερο ακριβές

από το σύστημα της οπτικής καταγραφής της κίνησης, αλλά είναι πολύ σταθερό και δεν χρειάζεται κάμερες ή συγκεκριμένες συνθήκες φωτισμού γύρω από την περιοχή καταγραφής. Επιπλέον, δεδομένου ότι δεν συνδέεται με την όραση, είναι το μόνο σύστημα που είναι σε θέση να καταγράφει την κίνηση του σώματος ακόμα και κάτω από κάποια ένδυση. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το σύστημα της Animazoo το οποίο είναι ένα κοστούμι που εφαρμόζει στο σώμα και όσον αφορά τα χέρια σταματάει στους καρπούς. Όσον αφορά την ακριβή καταγραφή των χεριών και των δακτύλων έχει κυκλοφορήσει ένα καινούριο προϊόν, ένα γάντι, από την ίδια εταιρία που επιτρέπει την καταγραφή αυτών των κινήσεων.

3. Κάμερες Βάθους

Οι κάμερες βάθους μπορούν να παρακολουθούν ολόκληρη την σιλουέτα του σώματος και επιπλέον έχουν την δυνατότητα να εξάγουν το σκελετικό μοντέλο. Αυτό το σύστημα είναι πολύ χαμηλού κόστους, αλλά τα δεδομένα που καταγράφονται παρουσιάζουν θόρυβο και κάποιες περιστροφές ή κάποια μέρη του σώματος δεν μπορούν να καταγραφούν. Επίσης, οι κάμερες βάθους, χωρίζονται σε δυο βασικές κατηγορίες : τις κάμερες κοντινής λήψης και τις κάμερες μακρινής λήψης.

Στην πρώτη κατηγορία όπου ανήκουν οι κάμερες κοντινής λήψης, δίνεται η δυνατότητα καταγραφής λεπτομερειών, όπως είναι οι κινήσεις των χεριών και των δακτύλων, όπως επίσης και οι κινήσεις του προσώπου. Επίσης σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν και οι κάμερες τύπου Time of Flight, όπου ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η κάμερα της PMD, CamBoard nano.

Η βασική αρχή της τρισδιάστατης κάμερας Time-of-Flight είναι ότι χρησιμοποιεί φως ορισμένων συχνοτήτων. Το τσιπ CMOS μετατρέπει τα οπτικά σήματα σε ηλεκτρικά και παρακολουθεί τη μετατόπιση φάσης της διαμόρφωσης της φωτεινής πηγής ως δική του και μετρά το πλάτος των σημάτων. Το πόσο μακριά βρίσκονται κάποια αντικείμενα σε μια ορισμένη σκηνή μπορεί να υπολογίζεται με βάση τις ιδιότητες του φωτός και της μετατόπισης της φάσης. Ο αισθητήρας βάθους υλοποιείται σε ένα μόνο τσιπ χρησιμοποιώντας μια συνηθισμένη διαδικασία CMOS. Αυτή η κάμερα παρέχει την ένταση των εικόνων και το εύρος των δεδομένων με τα εικονοστοιχεία βάθους, ταυτόχρονα. Η TOF κάμερα μπορεί να προσφέρει 2D εικόνες καλής ποιότητας και επιπλέον μπορεί να προσφέρει καλή όραση σε σκηνές με 3D αίσθηση, μαζί με πληροφορίες παρακολούθησης της κίνησης.

Στην δεύτερη κατηγορία ανήκουν οι κάμερες οι οποίες προσφέρουν δυνατότητα καταγραφής της κίνησης ολόκληρου του σώματος. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιας κάμερας είναι η Microsoft Kinect. Η συγκεκριμένη κάμερα έχει ευρεία εφαρμογή σε τομείς ψυχαγωγίας μέσω της χρήσης της από την κονσόλα Microsoft XBOX, για την οποία είχε δημιουργηθεί αρχικά, αλλά και σε τομείς της εκπαίδευσης, με την χρήση ειδικών λογισμικών μέσω ηλεκτρονικών υπολογιστών.

4.2 Hardware Kinect



Εικόνα 10: Αισθητήρας Microsoft Kinect

Το Kinect^[16] για Xbox 360 (βλέπε εικόνα 10) είναι «ένας νέος τρόπος να ελεγχθούν τα παιχνίδια μέσω της ομιλίας σας, των χειρονομιών, και του πλήρους σώματός σας», όπως δηλώθηκε στη E3 τηλεοπτική διάσκεψη παιχνιδιών την 1η Ιουνίου 2009, από το κ. Shane Kim, ο εταιρικός αντιπρόεδρος για τη στρατηγική και τη ανάπτυξη επιχείρησης στο τμήμα παιχνιδιών της Microsoft.

Το Kinect είναι μια κάμερα περιφερειακή από τη MICROSOFT για το Xbox 360 τηλεοπτική κονσόλα παιχνιδιών. Είναι ένα σύστημα ελέγχου κινήσεων που συλλαμβάνει τις μετακινήσεις του χρήστη και τις μεταφράζει στις ενέργειες ελέγχου για Xbox 360, χωρίς την ανάγκη ενός ελεγκτή, αλλά μέσω ενός φυσικού ενδιάμεσου με τον χρήστη (NUI), χρησιμοποιώντας ακριβώς τις χειρονομίες και τις προφορικές εντολές

Παλαιότερα γνωστό ως "Project Natal", το Kinect πρώτο-ανακοινώθηκε την 1η Ιουνίου 2009, στην E3. Το Natal στα λατινικά σημαίνει «να γεννηθούν» και αυτό επιλέχτηκε επειδή αυτό απεικονίζει την άποψη της Microsoft του προγράμματος ως «γέννηση της επόμενης γενιάς της σπιτικής ψυχαγωγίας». Κατόπιν, στις 13 Ιουνίου 2010 αναγγέλθηκε ότι το σύστημα επίσημα καλείται Kinect ένα μείγμα από τις λέξεις "κινητική" και "σύνδεση" οι οποίες περιγράφουν τις βασικές πτυχές της πρωτοβουλίας. Στις 4 Νοέμβριο 2010, το Kinect ξεκίνησε στην Βόρεια Αμερική, ενώ στην Ευρώπη ήρθε στις 10 Νοεμβρίου 2010.

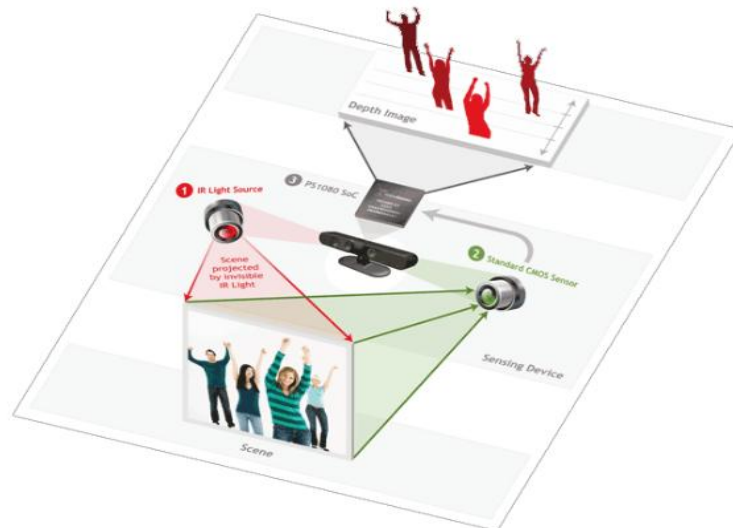
Το Kinect κατέχει το παγκόσμιο ρεκόρ Γκίνες ως «η πιο γρήγορη ηλεκτρονική συσκευή σε πωλήσεις καταναλωτών», μετά την πώληση συνολικά 8 εκατομμύρια συσκευές στις πρώτες 60 ημέρες του, από τις 4 Νοεμβρίου 2010 έως τις 3 Ιανουαρίου 2011. Ο Gaz Deaves, εκδότης παιχνιδιών για το Guinness World Records, δήλωσε ότι, "Σύμφωνα με ανεξάρτητες έρευνες, καμία άλλη ηλεκτρονική συσκευή ευρείας κατανάλωσης δεν πωλήθηκε ταχύτερα μέσα σε χρονικό διάστημα 60 ημερών, το οποίο είναι ένα απίστευτο επίτευγμα αυτού του τομέα".

Το Kinect για Windows SDK, που λειτουργεί για τα Windows 7, περιλαμβάνει drivers, πλούσια APIs για ακατέργαστες ροές δεδομένων, natural user interface, αρχεία εγκατάστασης και ενημερωτικό υλικό. Το SDK παρέχει τις δυνατότητες του Kinect στους προγραμματιστές για να αναπτύξουν εφαρμογές με C++, C# ή Visual Basic χρησιμοποιώντας Microsoft® Visual Studio® 2010.

Αυτό που είναι επαναστατικό για το Kinect είναι ότι είναι το παγκόσμιο πρώτο πρόγραμμα που συνδύασε το πλήρη σώμα που η τρισδιάστατη κίνηση συλλαμβάνει, το πρόσωπο και την αναγνώριση φωνής, με ιδιαίτερο λογισμικό, όλα σε μια συσκευή. Ο πραγματικός συνδυασμός υλικού και λογισμικού είναι ένας νέος τρόπος να ελέγξει και να αλληλεπιδράσει. Δεν είναι ανάγκη να κρατάτε οποιεσδήποτε περιφερειακές μονάδες (κανένα κουμπί ή τηλεχειριστήριο) πρέπει ακριβώς να σταθείτε μπροστά από τη συσκευή Kinect και να χρησιμοποιήσετε το σώμα και τις φυσικές μετακινήσεις σας, όπως ομιλία και χειρονομίες.

Το Kinect μπορεί να αναγνωρίσει ταυτόχρονα μέχρι έξι ανθρώπους, μεταξύ των οποίων δύο ενεργοί χρήστες και να παρακολουθούνται 20 αρθρώσεις ανά χρήστη σε πραγματικό χρόνο. Ωστόσο, η πρωταρχική αίσθηση, που ανέπτυξε τους τρισδιάστατους αισθητήρες βάθους, δηλώνει ότι ο αριθμός των ανθρώπων που η κάθε συσκευή μπορεί «να δει» είναι περιορισμένη στο πόσοι θα υπάρχουν στο οπτικό πεδίο της κάμερας (βλέπε εικόνα 11).

Ο σκελετός παράγεται «χρησιμοποιώντας μια ενσωματωμένη βάση δεδομένων 20 εκατομμυρίων εικόνων με 200 ευδιάκριτα πόζες», είπε ο Δρ Ian Spillinger, Αντιπρόεδρος του υλικού και διαδραστική τεχνολογία για Επιχειρήσεις ψυχαγωγίας της Microsoft. Επίσης πρόσθεσε ότι το Kinect «είναι σε θέση να κάνει λογικές εικασίες για το πού είναι όλα τα μέρη του σώματος σας», αλλά οι ώμοι και τα μακριά μαλλιά μπορεί να εξακολουθούν να εμποδίζουν την παραγωγή του σκελετού.



Εικόνα 11: Τρόπος Λειτουργίας

Η περιοχή που απαιτείται για να χρησιμοποιηθεί το Kinect είναι περίπου $6m^2$, αν και ο αισθητήρας μπορεί να διατηρεί την παρακολούθηση κατευθείαν μέσω ενός εκτεταμένου φάσματος από 0.7m έως 6m. Στο εγχειρίδιο του Kinect διευκρινίζεται ότι ο αισθητήρας μπορεί να ανιχνεύσει τους χρήστες που βρίσκονται περίπου 2 μέτρα μακριά από τον αισθητήρα. Ενώ για δύο ανθρώπους, ο χρήστης πρέπει να μείνει περίπου 2.5 μέτρα μακριά από τον αισθητήρα.

Επειδή ο αισθητήρας Kinect έχει μηχανοκίνητο μηχανισμό ανάκλισης απαιτεί περισσότερη ενέργεια από αυτή που μπορεί να του παρέχει μια USB θύρα. Για το λόγο αυτό η συσκευή κάνει χρήση ενός ειδικού καλωδίου τροφοδοσίας (περιλαμβάνεται με τον αισθητήρα), το οποίο χωρίζει τη σύνδεση σε ξεχωριστές συνδέσεις USB και ισχύος. Ενέργεια παρέχεται από το ηλεκτρικό δίκτυο μέσω ενός μετασχηματιστή.

Η αρχική προοριζόμενη χρήση από το Kinect ήταν να παραδώσει τον έλεγχο της ελεύθερης ψυχαγωγίας μέσω της τεχνολογίας NUI. Η συσκευή αισθητήρα Kinect ήταν εύχρηστη, όχι μόνο για τους κανονικούς χρήστες, αλλά και για τα παιδιά με διαφορετικές ειδικές ανάγκες ή να πάσχουν από αυτισμό, εγκεφαλική παράλυση ή το υδροκεφαλία. Παραδείγματος χάριν, ένας χρήστης που κάθεται σε μια αναπηρική καρέκλα θα ανιχνευθεί αμέσως ως κοντύτερο πρόσωπο.

Στη συνέχεια, οι ερευνητές και οι ακαδημαϊκές κοινότητες άρχισαν να εκμεταλλεύονται ενδιαφέρουσες νέες χρήσεις του Kinect, όχι μόνο για την διασκέδαση και την ψυχαγωγία. Έτσι, οι υπεύθυνοι για την ανάπτυξη δημιούργησαν τους ανοικτούς οδηγούς πηγής που θέτουν σε λειτουργία το Kinect και σε άλλες συσκευές



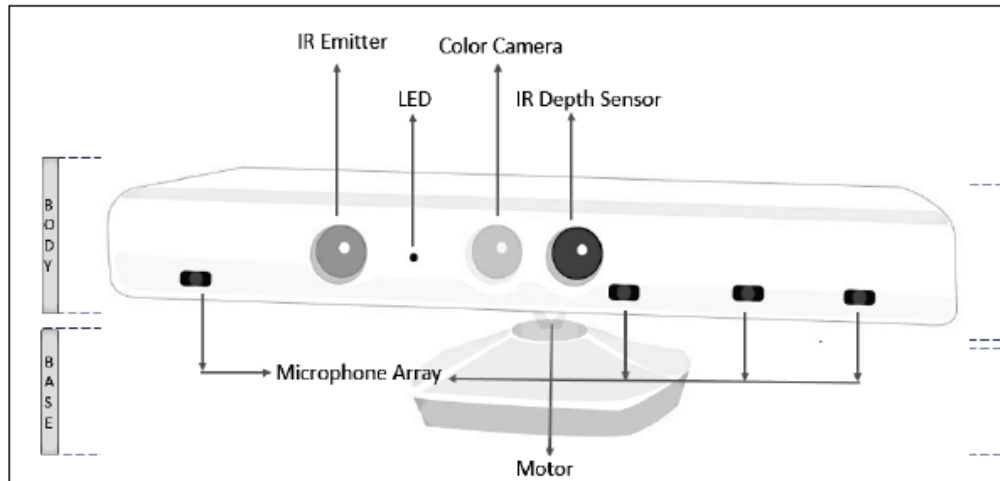
Εικόνα 12: Από το εσωτερικό εξοπλισμό του Kinect

Ο αισθητήρας Kinect είναι μια συσκευή που αποτελείται από μια οριζόντια διάταξη που συνδέεται με μια μικρή βάση με μηχανοκίνητο άξονα και έχει σχεδιαστεί για να τοποθετείται κατά

Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

μήκος πάνω ή κάτω από την οθόνη που προβάλλει το λογισμικό που το χρησιμοποιεί. Η πλατφόρμα Kinect καλύπτει ως τεχνολογία μια RGB κάμερα, έναν τρισδιάστατου βάθους αισθητήρα, μια υπέρυθη κάμερα (IR), ένα μικρόφωνο, μια μηχανοκίνητη βάση, και μια λυχνία Led που αναφέρονται παρακάτω.

Εκτός από τα προαναφερθέντα συστατικά, η συσκευή Kinect διαθέτει επίσης ένα τροφοδοτικό για το εξωτερική τροφοδοσία και έναν προσαρμογέα USB για σύνδεση με υπολογιστή. Η εικόνα που ακολουθεί (βλέπε εικόνα 13) δείχνει τα διάφορα συστατικά στοιχεία ενός αισθητήρα Kinect.

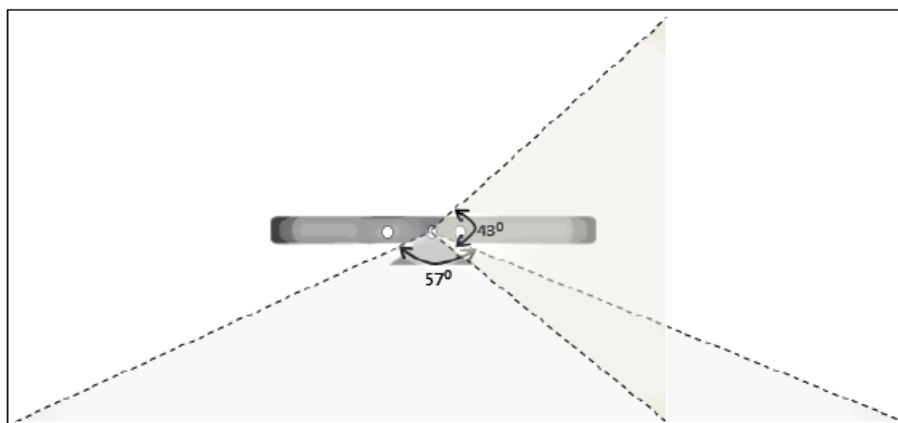


Εικόνα 13: Στοιχεία του αισθητήρα Kinect

Από το εξωτερικό, ο αισθητήρας Kinect φαίνεται να είναι μια πλαστική θήκη με τρεις ορατές κάμερες, αλλά έχει πολύ εξελιγμένα εξαρτήματα, κυκλώματα, και αλγόριθμους ενσωματωμένους. Αν αφαιρέσουμε το μαύρο πλαστικό κάλυμμα από τη συσκευή Kinect, τι θα δούμε; Τα στοιχεία υλικού που κάνουν το έργο του αισθητήρα Kinect. Η παρακάτω εικόνα δείχνει μια εμπρόσθια όψη ενός αισθητήρα Kinect που είναι ακάλυπτο από μαύρη θήκη. Δείτε από αριστερά προς τα δεξιά τον IR πομπό του, την έγχρωμη κάμερα και τον αισθητήρα υπερύθρων βάθους.

4.2.1 Κάμερα Χρώματος (Color Sensor)

Η έγχρωμη κάμερα είναι υπεύθυνη για τη συγκέντρωση και μετάδοση των δεδομένων του έγχρωμου βίντεο. Η λειτουργία του είναι να ανιχνεύσει το κόκκινο, μπλε και πράσινο χρώμα από την πηγή. Η ροή των δεδομένων που επιστρέφονται από την κάμερα είναι μια διαδοχή πλαισίων εικόνας. Το Kinect στη ροή χρώματος υποστηρίζει την ταχύτητα των 30 καρέ ανά δευτερόλεπτο (FPS) με ανάλυση 640 x 480 pixels, και μέγιστη ανάλυση 1280 x 960 pixels σε ποσοστό μέχρι και 12 FPS. Η αξία των καρέ ανά δευτερόλεπτο μπορεί να ποικίλει ανάλογα με την ανάλυση που χρησιμοποιείται για το πλαίσιο της εικόνας. Το ορατό φάσμα για τις κάμερες του Kinect είναι 43 μοίρες κάθετη και κατά 57 μοίρες οριζόντια. Η παρακάτω εικόνα (βλέπε εικόνα 14) δείχνει ένα παράδειγμα της ορατής περιοχής της κάμερας του Kinect.



Εικόνα 14:Ορατή περιοχή της κάμερας του Kinect

4.2.2 Υπέρυθρη Κάμερα (IR)

Μία άλλη τεχνολογία που χρησιμοποιείται σε depth sensors (αισθητήρας βάθους) και δεν έχει αυτό το μειονέκτημα, είναι η τεχνολογία light coding την οποία χρησιμοποιεί και το Kinect της Microsoft. Η υπέρυθρη κάμερα (IR) χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση της κίνησης και του βάθους. Σε συνδυασμό με έναν πομπό IR, η κάμερα IR κάνει το δωμάτιο αόρατο με υπέρυθρο φως. Κατά συνέπεια, το μάτι δεν βλέπει το υπέρυθρο φως, και η φωτεινότητα δεν είναι ζήτημα του αισθητήρα. Στους αισθητήρες που χρησιμοποιούνται light coding, υπάρχει μια πηγή laser που παράγει συνεχώς αόρατο φως(σχεδόν στο μήκος κύματος των υπέρυθρων), το οποίο μέσω ενός ειδικού φίλτρου διασπάται σε πολύ μικρές κουκίδες (βλέπε εικόνα 15). Οι κουκίδες αυτές προβάλλονται στο περιβάλλον μπροστά από τον αισθητήρα. Στη συνέχεια με ειδικούς υπολογισμούς υπολογίζεται η απόσταση κάθε κουκίδας από τον αισθητήρα. Η τεχνική αυτή δίνει το πλεονέκτημα ότι η ανίχνευση αντικειμένων μπορεί να γίνει από οποιαδήποτε συνθήκη φωτισμού.



Εικόνα 15:Υπέρυθρη φωτογραφία που δείχνει τις κουκίδες laser που εκπέμπονται από το Kinect

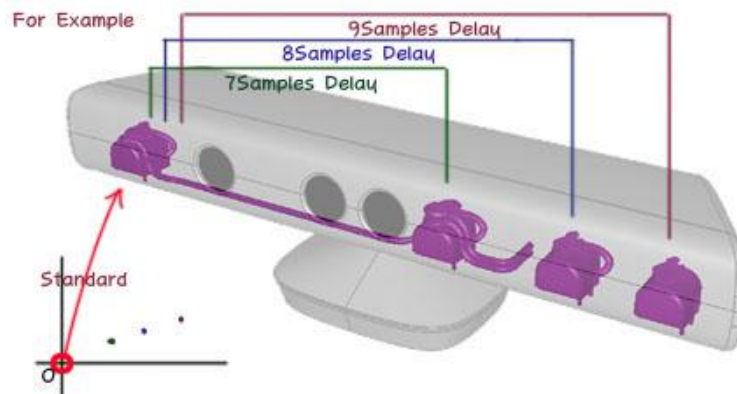
Αφού έχει καταγραφεί η τρισδιάστατη εικόνα και έχει δημιουργηθεί ο depth map, μετά είναι εύκολη η ανίχνευση κίνησης. Με την τεχνική καταγραφής frame-by-frame(καρέ-καρέ) καταγράφεται ένας αριθμός καρέ το δευτερόλεπτο και στη συνέχεια με κατάλληλους αλγορίθμους συγκρίνονται οι διαφορετικοί depth map των frames και ανιχνεύεται οποιαδήποτε αλλαγή στο περιβάλλον.

4.2.3 Μικρόφωνο

Η συσκευή Kinect παρουσιάζει μεγάλη υποστήριξη στον ήχο με τη βοήθεια μιας συστοιχίας μικροφώνων. Η συστοιχία μικροφώνων (βλέπε εικόνα 16) αποτελείται από τέσσερα διαφορετικά μικρόφωνα που τοποθετούνται σε μία γραμμική σειρά τρία από αυτά απλώνονται στη δεξιά πλευρά

Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

και το άλλο τοποθετείται στην αριστερή πλευρά, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα, στο κάτω μέρος του αισθητήρα Kinect. Η σειρά μικροφώνων λειτουργεί με κάθε κανάλι που επεξεργάζεται το 16-bit ήχο σε ένα ποσοστό δειγματοληψίας 16 KHz.



Εικόνα 16: Η σειρά μικροφώνων του Kinect

Ο σκοπός της διάταξης των μικροφώνων δεν είναι μόνο να αφήσει τη συσκευή Kinect να συλλάβει τον ήχο, αλλά για να εντοπίσει και την κατεύθυνση του ηχητικού κύματος. Τα κύρια πλεονεκτήματα της σειράς των μικροφώνων είναι ότι η σύλληψη και η αναγνώριση της φωνής γίνεται πιο αποτελεσματικά με αυξημένη καταστολή του θορύβου, ακύρωση της ηχούς και σχηματισμού δέσμης τεχνολογίας. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στο Kinect να είναι ένα εξαιρετικά αμφίδρομο μικρόφωνο που μπορεί να εντοπίσει την πηγή του ήχου και να αναγνωρίσει τη φωνή, ανεξάρτητα από το θόρυβο και την ηχώ που υπάρχουν στο περιβάλλον.

4.2.4 LED

Ένα LED τοποθετείται ανάμεσα στην κάμερα και το IR προβολέα. Χρησιμοποιείται για την ένδειξη της κατάστασης της συσκευής Kinect. Το πράσινο χρώμα του LED δείχνει ότι τα προγράμματα οδήγησης συσκευών στο Kinect έχουν τοποθετηθεί σωστά. Εάν συνδέσετε το Kinect σε έναν υπολογιστή, η λυχνία LED θα ξεκινήσει με ένα πράσινο φως μόλις το σύστημά σας εντοπίσει τη συσκευή. Ωστόσο για την πλήρη λειτουργικότητα της συσκευής σας, θα πρέπει να συνδέσετε τη συσκευή σε μια εξωτερική πηγή ενέργειας.

4.2.5 Μηχανοκίνητη Βάση (Tilt Motor)

Το τμήμα βάσεως και το σώμα του αισθητήρα συνδέονται με ένα μικροσκοπικό κινητήρα (βλέπε εικόνα 17). Αυτό χρησιμοποιείται για να αλλάξει την κάμερα και τις γωνίες του αισθητήρα, για να πάρει τη σωστή θέση του ανθρώπινου σκελετού μέσα στο δωμάτιο. Η παρακάτω εικόνα δείχνει τον κινητήρα μαζί με τα τρία εργαλεία που επιτρέπουν στον αισθητήρα να γείρει σε ένα καθορισμένο εύρος γωνιών:



Εικόνα 17:Tilt Motor

Ο κινητήρας μπορεί να γέρνει κατακόρυφα έως 27 μοίρες, πράγμα που σημαίνει ότι οι γωνίες του αισθητήρα Kinect μπορεί να μετατοπιστεί προς τα πάνω ή προς τα κάτω κατά 27 μοίρες.

4.3 Software Kinect

Αρκετά εντελώς διαφορετικά προγράμματα οδήγησης λογισμικού για το Kinect έχουν προκύψει μετά την αρχική κυκλοφορία του. Οι παραλλαγές υπάρχουν σε υποστηριζόμενες λειτουργίες απεικόνισης, του τύπου δεδομένων των ανακτημένων εικόνων, και της υποστήριξης του λειτουργικού συστήματος. Κάθε οδηγός διαφέρει επιπλέον στο επίπεδο της αφαίρεσης της συσκευής, η οποία επηρεάζει άμεσα την πρόσβαση σε χαμηλού επιπέδου χαρακτηριστικά υλικού.

4.3.1 Open Kinect

Ο οδηγός OpenKinect^[14], που ήταν γνωστός με το όνομα της βιβλιοθήκης του libfreenect, ήταν ο πρώτος διαθέσιμος οδηγός Kinect για γενική χρήση και είναι open source, cross-platform και προέρχεται αποκλειστικά από την αντίστροφη μηχανική προσπάθεια libfreenect που υλοποιεί χαμηλού επιπέδου πρόσβαση στο υλικό με απευθείας επικοινωνία με το USB του Kinect. Υπάρχει υποστήριξη των πρώτων ακατέργαστων πλαισίων της κάμερας όταν αλλάζει η κατάσταση της θέσης LED γίνεται αναγνώριση της μηχανοκίνητης βάσης (tilt motor) και καταγράφει στη θέση αυτή. Το ακουστικό υποσύστημα του Kinect, εντούτοις, απαιτεί το upload ενός firmware μιας εικόνας στο χρόνο εκτέλεσης, η οποία περιορίζει τη δυνατότητα πρόσβασης και τη χρησιμότητά της με libfreenect. Ζητούνται πλαίσια που περιλαμβάνουν κάμερα Bayer με κωδικοποιημένες έγχρωμες εικόνες, 11-bit uncalibrated εικόνες βάθους, 10-bit υπέρυθρες εικόνες, καθώς και διάφορες άλλες κωδικοποιήσεις ή συμπιέσεις αυτών. Το libfreenect δεν παρέχει σκελετική υποστήριξη εντοπισμού δεδομένου ότι η λειτουργία δεν πραγματοποιείται επί του Kinect.

4.3.2 Open NI

Το OpenNI^[41] είναι μια συνεργασία μεταξύ διαφόρων εταιρειών, συμπεριλαμβανομένης της PrimeSense, για να αναπτύξει το λογισμικό και τις συσκευές "φυσικής αλληλεπίδρασης". Το OpenNI είναι η αρχιτεκτονική του λογισμικού είναι open-source, cross-platform, και αφηρημένη λειτουργία υψηλού επιπέδου, όπως η σκελετική αναγνώριση και η αναγνώριση χειρονομίας, από το χαμηλό επίπεδο των δεδομένων της συσκευής λήψης. Συγκεκριμένα, το OpenNI εφαρμόζει ένα πλαίσιο στο οποίο ο αισθητήρας Kinect, η ενότητα διεπαφών OpenNI Kinect που βασίζεται στο λογισμικό PrimeSense, ενσωματώνονται. Ως αποτέλεσμα αυτού του σχεδιασμού, το πλαίσιο OpenNI δεν επιτρέπει χαμηλού επιπέδου πρόσβαση στο Kinect και, κατά συνέπεια, παρέχει πρόσβαση να χρωματίσει μόνο το βαθμονομημένο βάθος και τις υπέρυθρες εικόνες. Εν τούτοις, η χρησιμότητα των βαθμολογημένων εικόνων βάθους και η μικρότερη σημασία των βοηθητικών αισθητήρων και των

ενεργοποιητών του Kinect οδηγούν στην προτίμηση για OpenNI πέρα από το libfreenect στην ακολουθία του Willow Garage's ROS του λογισμικού της σουίτας . Το OpenNI επιπλέον ενσωματώνει με το NITE PrimeSense του λογισμικού (<http://www.primesense.com/πεπερασμένη>), το οποίο παρέχει τις ανεξάρτητες συσκευές σκελετικής αναγνώρισης και την αναγνώριση χειρονομίας στο οικείο σύστημα.

4.3.3 Kinect Drivers and SDKs

Το Kinect διανεμήθηκε αρχικά μόνο για τη χρήση με το Xbox 360 και παιχνίδια που αναπτύσσονται από τη Microsoft για αυτήν την πλατφόρμα. Εντούτοις, δεδομένου ότι οι εγκαταστάσεις θεραπείας δεν είναι πιθανό να έχουν ένα Xbox 360, στη διάθεσή τους, μια εφαρμογή που αναπτύχθηκε για έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή ήταν πιο πρακτικό. Συγκεκριμένα, ο στόχος ήταν να γραφτεί ένα εργαλείο για μια πλατφόρμα Windows, κατά προτίμηση σε γλώσσα προγραμματισμού C sharp (C#), για να καταστεί δυνατή η ευκολότερη ενσωμάτωση με το υπάρχον λογισμικό του Wii balance board για την αποκατάσταση ατόμων μετά από προβλήματα υγείας. Οι Drivers και APIs χρειάστηκαν για να επιτρέψουν αυτό το πρόγραμμα για τη διασύνδεση με έναν υπολογιστή αντί ενός Xbox.

Με βάση τις αναφορές της LaBelle η Microsoft αρχικά δεν επέτρεπε να κυκλοφορήσουν οι Drivers ή το SDK για να μπορέσει το Kinect να χρησιμοποιείται μαζί με έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή και μάλιστα στην αρχή η εταιρία αποθάρρυνε τις προσπάθειες της κοινότητας της πληροφορικής να αποδεχτεί κάτι τέτοιο. Αργότερα η Microsoft τροποποίησε τη δήλωσή της και ανακοίνωσε ότι η θύρα USB που χρησιμοποιείται για να συνδεθεί η συσκευή στο Xbox 360 έμεινε "σκόπιμα ανοιχτή" και πολλοί κατασκευαστές άρχισαν να σχεδιάζουν προγράμματα ανοικτών πηγών (open source) για την ανάπτυξη οδηγών , όπως SDK και API, για τη χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών. Δεδομένου ότι το λογισμικό βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στην παρακολούθηση των αρθρώσεων και η ανάπτυξη ήταν επόμενο να γίνει σε μια πλατφόρμα των Windows οπότε η προφανής επιλογή ήταν το OpenNI. Αυτό το πρόγραμμα παρέχει τους αλγορίθμους που επεξεργάζονται τα δεδομένα βάθους που εντοπίζουν τις αρθρώσεις, οι οποίοι θα ήταν πολύ δύσκολο να αναπτυχθούν αυτόνομα.

4.3.4 Microsoft Kinect SDK for Windows

Το πολυαναμενόμενο SDK^[12] για τη χρήση του Kinect με έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή που κυκλοφόρησε από τη Microsoft, τον Ιούνιο του 2011. Προσφέρει αρκετά σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τα εργαλεία ανοικτού κώδικα που συζητήθηκε παραπάνω. Μία σύγκριση των δυνατοτήτων του εργαλείου OpenNI και του Microsoft SDK παρουσιάζεται παρακάτω (βλέπε εικόνα 18).

	OpenNI	Microsoft
Raw depth and image data	Yes	Yes
Joint position tracking	Yes	Yes
API-supported gesture recognition	Yes	No
Save raw data stream to disk	Yes	No
Joint tracking without calibration	No	Yes
Development in C#	No	Yes
Audio processing including speech recognition	No	Yes
Easy installation	No	Yes
Number of joints available	15	20
Quality of documentation	Adequate	Excellent

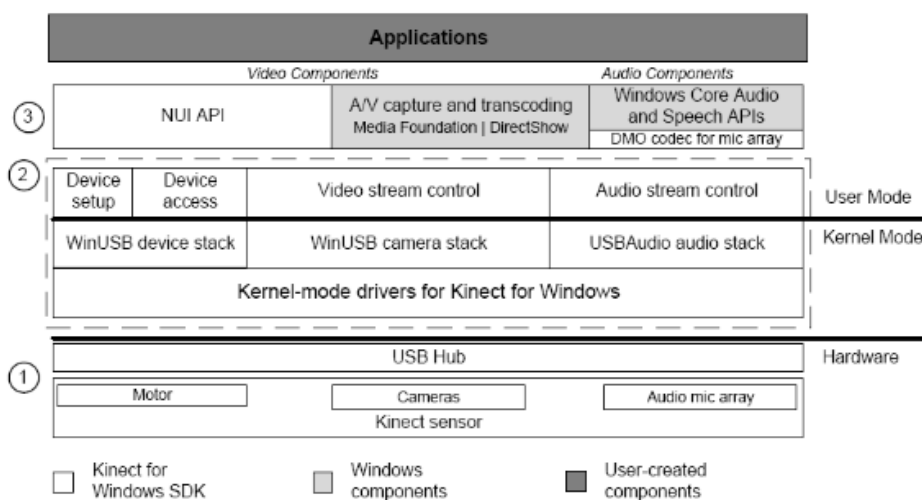
Εικόνα 18: Σύγκριση Των Συστημάτων Που Διασυνδέονται Με Το Kinect

Για το έργο αυτό, ένα από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα του Microsoft SDK ήταν η κοινή παρακολούθηση χωρίς βαθμονόμηση. Κάθε βαθμονόμηση που απαιτεί από έναν άνθρωπο να κρατήσει μια συγκεκριμένη πόζα θα μπορούσε να είναι προβληματική για πολλά άτομα με

Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

προβλήματα υγείας. Επίσης επειδή η Microsoft SDK ήταν ένα επαγγελματικά αναπτυγμένο προϊόν μπορεί να παράγει υψηλότερης ποιότητας παρακολούθηση από την open source OpenNI SDK. Η ανάπτυξη σε C # ήταν ένα σημαντικό πλεονέκτημα για το έργο αυτό, καθώς δεδομένου ότι γίνεται δυνατή η ολοκλήρωση με τον υπάρχοντα πίνακα ισορροπίας λογισμικού. Ήταν, επίσης σημαντικά ταχύτερο και λιγότερο επίπονο να αναπτυχθεί με αυτό το εργαλείο, δεδομένου ότι η εγκατάσταση ήταν απλή και η τεκμηρίωση API και τα δείγματα ήταν πολύ πιο σαφές και περιεκτικά.

Το Microsoft SDK APIs περιέχει και Drivers για το Kinect. Στην εικόνα που ακολουθεί (βλέπε εικόνα 19) δείχνει την αρχιτεκτονική του SDK.



Εικόνα 19: Microsoft Beta SDK Architecture 1. Kinect hardware 2. Microsoft Kinect Drivers 3. NUI API

Ο αριθμός αυτός περιλαμβάνει επίσης μερικά Microsoft ανεπτυγμένα στοιχεία που δεν αποτελούν μέρος του SDK, αλλά την ενίσχυση των δυνατοτήτων της, όπως τα Windows 7 APIs.

Οι εικόνες RGB είναι διαθέσιμες είτε σε κωδικοποίηση RGB είτε σε κωδικοποίηση YUV, αλλά αμφότερα τα ρεύματα αντιπροσωπεύουν την ίδια εικόνα. Στην απλούστερη μορφή τους, οι χάρτες βάθους δίνονται στα 640x480, 320x420, ή 80x60 εικονοστοιχεία (pixel) (ανάλογα ποιο ρεύμα επιλέγεται), και κάθε εικονοστοιχείο προσδιορίζει την απόσταση σε χιλιοστά από τον αισθητήρα του πλησιέστερου αντικειμένου στην σκηνή. Τα δεδομένα βάθους μπορούν επίσης να ληφθούν με πληροφορίες τμηματοποίησης του παίκτη που σημαίνει ότι κάθε εικονοστοιχείο θα περιέχει επίσης μια ένδειξη αν ο παίκτης είναι παρόν σε αυτή τη θέση στη σκηνή.

4.4 Εφαρμογές που χρησιμοποιούν το Kinect

Οι εφαρμογές για Kinect μπορούν να χωριστούν σε τρεις διαφορετικές κατηγορίες. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν οι εφαρμογές που αναπτύσσονται από τους προγραμματιστές για εκμάθηση. Σε αυτή τη κατηγορία οι προγραμματιστές προσπαθούν να χρησιμοποιήσουν τις δυνατότητες που προσφέρονται από το σύστημα Kinect έτσι ώστε να μπορέσουν να εμβαθύνουν και να αποκτήσουν γνώση για ανάπτυξη πύο σύνθετων εφαρμογών.

Η εφαρμογή "Skeletal Viewer" είναι ένα δείγμα που παρέχεται μαζί με το Kinect SDK. Αυτή η εφαρμογή εμφανίζει τρία διαφορετικά παράθυρα. Στο πρώτο παράθυρο στα αριστερά είναι το εξερχόμενο βίντεο που δημιουργείται από τον αισθητήρα βάθους, ενώ το δεξί παράθυρο είναι το εξερχόμενο βίντεο που δημιουργείται από την RGB κάμερα. Τέλος, στο παράθυρο στο κέντρο εμφανίζονται οι σκελετοί των ατόμων που βρίσκονται στην εμβέλεια της συσκευής.

Η εφαρμογή "Audio Fundamentals" είναι επίσης ένα δείγμα που παρέχεται μαζί με το Kinect SDK. Η συγκεκριμένη εφαρμογή επιτρέπει την καταγραφή δεδομένων ήχου από τη σειρά μικροφώνων του συστήματος Kinect, και την αναπαραγωγή τους. Επίσης κάνει χρήση της αναγνώρισης ομιλίας χρησιμοποιώντας το Microsoft Speech API.

Η δεύτερη κατηγορία στην οποία ανήκουν και οι περισσότερες εφαρμογές είναι τα παιχνίδια. Ο λόγος είναι ότι αρχικά η συσκευή αυτή χρησιμοποιήθηκε για την πλατφόρμα Xbox 360, αλλά κυρίως διότι είναι διασκεδαστικό για τον χρήστη να λαμβάνει μέρος ο ίδιος στο παιχνίδι, αντί με κάποιο χειριστήριο.

Το γνωστό σε όλους μας παιχνίδι "Brick Breaker" υλοποιήθηκε από μία ομάδα φοιτητών του πανεπιστημίου μας στο πλαίσιο του μαθήματος "Υπολογιστικής Όρασης". Στο παιχνίδι αυτό ο παίκτης πρέπει να καταστρέψει ένα τοίχο από τούβλα με την αναπήδηση μίας μπάλας στη συγκεκριμένη επιφάνεια. Η επιφάνεια αυτή μπορεί να κινηθεί οριζόντια δεξιά και αριστερά, και η κίνηση αυτή γίνεται με συγκεκριμένες χειρονομίες του χρήστη.

Άλλο ένα παιχνίδι έχει αναπτυχθεί από μία άλλη ομάδα φοιτητών του πανεπιστημίου μας και πάλι στο πλαίσιο του μαθήματος "Υπολογιστικής Όρασης". Στο παιχνίδι αυτό ο παίκτης με τις χειρονομίες του ελέγχει τις κινήσεις ενός αυτοκινήτου με σκοπό να αποφύγει τα εμπόδια που εμφανίζονται στο δρόμο του.

Τέλος, η τρίτη κατηγορία είναι οι εφαρμογές στην εκπαίδευση. Αυτές οι εφαρμογές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να συμπληρώνουν τη διδασκαλία στην τάξη. Είναι ένας διασκεδαστικός τρόπος για τα παιδιά τα οποία μπορούν να συνδιάσουν την εκπαίδευση με το παιχνίδι.

Η εφαρμογή "Using gesture and speech with Kinect for education" έχει ως στόχο να βοηθήσει μικρά παιδιά να αναπτύξουν διάφορες ικανότητες, όπως να αναγνωρίζουν τα χρώματα, τα σχήματα και τα ζώα. Η αλληλεπίδραση γίνεται με χειρονομίες του χρήστη αλλά και με φωνητικές εντολές. Συγκεκριμένα στο στιγμιότυπο που βλέπουμε, το παιδί πρέπει να μετακινήσει τον κέρσορα στα ρόζ κουτιά και να δώσει την εντολή "This" για να το επιλέξει.

Η κυκλοφορία του Microsoft Kinect SDK για το Kinect παρέχει στους λάτρεις της ανάπτυξης λογισμικού τη δυνατότητα να σχεδιάσουν το δικό τους συμβατό, με το Kinect, λογισμικό για PC. Πολλοί προγραμματιστές έχουν ήδη σχεδιάσει καινοτόμες εφαρμογές για το Kinect. Από την κυκλοφορία του μέχρι σήμερα, το Kinect έχει χρησιμοποιηθεί σε διάφορους κλάδους, όπως αναφέρεται παρακάτω.

4.4.1 Εικονική Πραγματικότητα (Virtual Reality)

Η Microsoft με το Kinect το τελευταίο διάστημα έχει εισέλθει δυναμικά στο χώρο της εικονικής πραγματικότητας. Τα ηλεκτρονικά παιχνίδια εικονικής πραγματικότητας είναι σε πρώιμο στάδιο, όμως η συσκευή αυτή ανοίγει νέους ορίζοντες για τα παιχνίδια αυτά, θέτοντας τις βάσεις για εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας.

Ήδη η Microsoft εργάζεται πάνω σε ένα πρόγραμμα χρησιμοποιώντας την κάμερα βάθους του Kinect, ώστε να μετατρέψει το σπίτι σε έναν φανταστικό κόσμο παιχνιδιού. Η συσκευή μπορεί να υπολογίσει τη θέση του παίκτη με την εκπομπή υπέρυθρων ακτινών. Επίσης μελετάται το ενδεχόμενο αυτή η τεχνολογία να λειτουργήσει και με ειδικά γυαλιά, τα οποία θα φορά ο χρήστης, και θα αναγνωρίζει τις κινήσεις των ματιών του. Έτσι θα μπορεί να γυρνά η κάμερα μόνο με την κίνηση του βλέμματος.

4.4.2 Υγεία-Ιατρική (Health)

Αυτό που ξεκίνησε σαν μια συσκευή παιχνιδιού στο σαλόνι εξελίχθηκε σε κάτι πολύ περισσότερο μέσα σε έναν χρόνο. Μηχανικοί, αλλά και απλοί φανατικοί της τεχνολογίας, εξερευνούν μια πληθώρα χρήσεων για το Kinect, όπως μέσα στο χειρουργείο. Αρκετοί εφευρέτες εκτός Microsoft χρησιμοποιούν το Kinect για τη δημιουργία εφαρμογών σε ιατρικές χρήσεις. Επίσης, Η Microsoft μαθαίνει καθημερινά για νέες, ενδιαφέρουσες εφαρμογές του Kinect, είτε βλέποντας τις εφαρμογές για Kinect που δημοσιεύει ο κόσμος στο Ίντερνετ, είτε μαθαίνοντας γι' αυτές από ανθρώπους που έρχονται σε απευθείας επικοινωνία με τη Microsoft

4.4.3 Εκπαίδευση

Από μικρή ηλικία τα παιδιά, πριν ακόμη ξεκινήσουν το σχολείο, είναι εξοικειωμένα με ηλεκτρονικά παιχνίδια και με ηλεκτρονικά μέσα μάθησης. Έτσι οι μαθητές φτάνουν στο σχολείο

περιμένοντας συναρπαστικές μαθησιακές εμπειρίες. Γρήγορα, όμως, απογοητεύονται όταν συνειδητοποιούν πόσο βαρετή είναι η παραδοσιακή εκπαιδευτική μέθοδος, η οποία έχει βάση την παθητική ακρόαση και αποστηθίζοντας πληροφορίες που βασίζονται στην «παπαγαλία». Έρευνες έχουν δείξει ότι η ενασχόληση των παιδιών με εκπαιδευτικά παιχνίδια και βίντεο τα βοηθάει πολύ για την μετέπειτα εκπαίδευσή τους.

Τα εκπαιδευτικά παιχνίδια έχουν χρησιμοποιηθεί στις αίθουσες διδασκαλίας για να ενθαρρυνθεί η ενεργός μάθηση από τους μαθητές. Τώρα, αυτού του είδους η μάθηση γίνεται όλο και εντονότερη, καθώς η τεχνολογία, όπως αυτή του Kinect, μετατρέπει τα παιχνίδια σε μαθησιακές εμπειρίες με υψηλή συμμετοχή από τους συμμετέχοντες. Αυτό το είδος μάθησης προετοιμάζει τους μαθητές για αλληλεπίδραση με επιχειρησιακά συστήματα που ενσωματώνουν μηχανισμούς παιχνιδιών και φυσικές διεπαφές χρήστη. Μερικά από αυτά τα συστήματα είναι ήδη σε εξέλιξη και περιλαμβάνουν 3D τηλεδιασκέψεις, αστικοποίηση δεδομένων, ανάλυση κίνησης για φυσιοθεραπεία κ.α.

Υπάρχει μία σειρά εφαρμογών, η οποία δεν απαιτεί προηγμένες τεχνικές δεξιότητες και είναι εύκολη στην εγκατάστασή της. Πολλές από αυτές τις εφαρμογές μπορούν να προσφέρουν ευκαιρίες για συμμετοχή των μαθητών στην εκπαίδευσή. Οι εκπαιδευτικοί εκτός από το να μεταδώσουν τις γνώσεις τους πρέπει να αντιμετωπίσουν και μία άλλη μεγάλη πρόκληση, να καταφέρουν να έχουν την προσοχή των μαθητών τους. Σε αυτό βοηθά αρκετά το MS Kinect, το οποίο μπορεί να θέσει στο επίκεντρο του μαθήματος τον μαθητή αντί τον δάσκαλο. Με τη χρήση των φυσικών διεπαφών χρήστη και προσεκτικά επιλεγμένων παιχνιδιών μάθησης, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να κάνουν τη μάθηση πιο ελκυστική, για την καλύτερη εξυπηρέτηση των μαθητών σε ειδικά εκπαιδευτικά προγράμματα, και να προσφέρουν νέες σωματικές και πνευματικές δραστηριότητες. Οι μαθητές μαθαίνουν καλύτερα όταν χρησιμοποιούν ενεργά όλες τις αισθήσεις τους και μπορούν να εμβαθύνουν περισσότερο στη μάθησή τους

4.4.4 Kinect Hacks

Χάρη στην ολοένα αυξανόμενη Kinect Community, υπάρχουν πολλά μεγάλα προγράμματα Kinect/hacks που βγαίνουν κάθε μέρα. Οι καλλιτέχνες, προγραμματιστές και οι τεχνολόγοι που ανήκουν στην Community Kinect παίρνουν τα προγράμματά, όχι μόνο εντός της κοινότητας, αλλά και για τον υπόλοιπο κόσμο.

Τα ακόλουθα προγράμματα^[50] έχουν επιλεγεί για την ώθηση της τεχνολογίας του Kinect, ως μοναδική δημιουργικότητα και στόχο τη βελτίωση της καθημερινής ρουτίνας και τα καθήκοντα.

1. Kinect Fitnect - Interactive Γκαρνταρόμπα

Η έννοια της εικονικής τοποθέτησης δωματίου έχει φτάσει σε ένα νέο αποκορύφωμα της επιτυχίας. Το Kinect Fitnect είναι ένα διαδραστικό καμαρίνι το οποίο έχει ενισχυθεί με τα χαρακτηριστικά της ιδέας και σίγουρα πλησιάζει την πρακτική και εμπορική χρήση. Είναι ένα διαδραστικό καμαρίνι από αμέτρητες εξελίξεις, που η έννοια του γίνεται όλο και πιο βιώσιμη. Ο χρήστης θεωρείται να αλληλεπιδρά με NUI ενώ στέκεται μπροστά από το Kinect. Ο χρήστης στη συνέχεια αρχίζει να δοκιμάζει διαφορετικά ρούχα με την επιλογή τους μέσω του πίνακα ελέγχου. Τα ρούχα, στη συνέχεια, περιβάλλουν το χρήστη μέσω παρακολούθησης του σώματος του Kinect. Ο χρήστης εμφανίζεται σαν σκιά κάνοντας πιο πειστική την απεικόνιση ενός διαδραστικού καμαρινιού.

2. Kinect Kiwibank Interactive Wall

Παίξτε παιχνίδια, περιηγηθείτε στο διαδίκτυο και πάρτε τις απαραίτητες πληροφορίες μέσω του δικού σας Interactive Wall. Το Kinect Kiwibank Interactive Wall είναι ένα διαδραστικό Wall πολύ-χαρακτηριστικό το οποίο προσφέρει την κορυφή της γραμμής των υπολογιστών για τους χρήστες του. Ένας χρήστης αλληλεπιδρά με την προβλεπόμενη διεπαφή στο Interactive Wall. Οι χειρονομίες βοηθούν τους χρήστες να παίζουν διαδικτυακά επιτραπέζια παιχνίδια, να περιηγηθούν μέσα από το διαδίκτυο και κάνουν έρευνα σχετικά με σημαντικές πληροφορίες.

3. Float Hybrid Entertainment με τον John Gaeta

Οπτικά εφέ για σχεδιαστές, είναι καθ' οδών για την ανάπτυξη του Kinect train. Η Float Hybrid Entertainment είναι μια εταιρεία που δημιουργήθηκε από τον Matrix και τον Speed Racer οπτικούς σχεδιαστές, σε μια προσπάθεια να ωθήσουν τον κόσμο της διαδραστικής ψυχαγωγίας. Διάφορα παιχνίδια που προσφέρονται από την εταιρία FLOAT Hybrid Entertainment, όπως το World Builder,

Infiltrator και Sound Flower. Κάθε παιχνίδι χρησιμοποιεί το Kinect μαζί με μεγάλα gameplay και γραφικά, προκειμένου να δημιουργηθεί μια νέα εμπειρία gaming. Πέρα από αυτά, η εταιρεία έχει επίσης τη δυνατότητα να δικτυώνει πολλαπλά Kinects σε ένα χρόνο. Με ταλαντούχος οπτικών εφέ σχεδιαστών επικεφαλής μιας ομάδας αφοσιωμένων μυαλών για το Kinect, Float Hybrid Entertainment σίγουρα θα είναι ένας σημαντικός παράγοντας στη βιομηχανία του Kinect.

4. Kinect JediBot

Το Kinect JediBot δίνει στους χρήστες την αίσθηση ενός μεγάλου αγώνα lightsaber από την επίθεση και την άμυνα έναντι των χρηστών. Αυτή η δημιουργία από τον Ken Oslund και τον Tim Jenkins δίνει στο ρομπότ saber-wielding αμυντικές αλλά και επιθετικές δυνατότητες χάρη στον αισθητήρα του Kinect. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα μια μονομαχία του lightsaber veryintuitive μεταξύ ρομπότ και ανθρώπου.

5. Kinect Augmented Urban Μοντέλο

Η αστική ανάπτυξη παίρνει ένα λάκτισμα Kinect και τα αποτελέσματα είναι απλά εκπληκτικά. Το Kinect Augmented Urban μοντέλο επιτρέπει στους χρήστες να προσομοιώσουν τις αστικές γραμμές του χρόνου μέσω τοποθετημένο στο πάνω μέρος Kinect και ένα διαδραστικό πίνακα. Με αυτά τα προγράμματα και Kinect hacks, η αστική ανάπτυξη σίγουρα θα φτάσει σε μια νέα φάση της αποτελεσματικότητας.

6. Kinect MultiTouch Επιφάνεια με Grasshopper (για Αρχιτέκτονες)

Οι αρχιτέκτονες θα μπορούν σύντομα να αγοράζουν τις δικές τους συσκευές Kinect για την επαγγελματική τους δουλειά. Το Surface Kinect MultiTouch με Grasshopper είναι μια εγκατάσταση του Kinect που χτίστηκε για να εξυπηρετήσει το σκοπό που επικοινωνούν και συνεργάζονται σχέδια του αρχιτέκτονα και των αλγορίθμων. Ο δικτυακός τόπος εξηγεί το πρόγραμμα ως το καλύτερο και οι αρχιτέκτονες θα ωφεληθούν σε μεγάλο βαθμό από αυτό το πρόγραμμα.

7. Kinect Real Hacking χρησιμοποιώντας Metasploit

Αυτό βάζει την τέχνη του hacking υπολογιστή σε ένα εντελώς νέο ενδιαφέρον έδαφος. Το Kinect Real Hacking χρησιμοποιώντας Εικονικό Περιβάλλον που επιτρέπει στους χρήστες να παρακάμψουν τα συστήματα και σημαντικά firewalls που στην πραγματικότητα καταστρέφει το περιβάλλον μέσα στο παιχνίδι. Κάτι τέτοιο θα οδηγήσει το χρήστη να έχει πλήρη έλεγχο ή hack ενός υπολογιστή.

8. Kinect Turntable Scanner

Αυτή η φθηνή και προσιτή εγκατάσταση φέρνει 3d σάρωση σε όλους τους χρήστες Kinect. Το Kinect Turntable 3D Scanner είναι μια έξυπνη ρύθμιση με τη συσκευή της Microsoft που περιστρέφει τη σύλληψη αντικειμένων και επιτρέπει μία πλήρες 3d εικόνα. Το Kinect είναι υπεύθυνο για τη σύλληψη της λεπτομέρειας αντικειμένου. Το αποτέλεσμα είναι μια πλήρως λεπτομερείς 3D σάρωση του αντικειμένου για διάφορες χρήσεις.

9. Kinect 3d αντικειμένων και οι ανθρώπινη σάρωση

Για Second Life και για αρχαιολογικές ανασκαφές, το Kinect μπορεί να δημιουργήσει 3d αναπαραστάσεις των σαρωμένων στοιχεία και των λαών. Το Kinect 3d Αντικείμενο και οι ανθρώπινη σάρωση δίνει στους χρήστες την τεχνολογία για να σαρώσει τα αντικείμενα και τους ανθρώπους τους και να δημιουργήσουν μια εικονική αναπαραστάση 3d. Συλλαμβάνεται το βάθος και η υφή του αντικειμένου, δίνοντας μια πιο λεπτομερή σάρωση. Μια άλλη χρήση προβλέπεται για τις αρχαιολογικές ανασκαφές, σάρωση αρχαίων αντικειμένων / κειμήλιων που πρέπει να μελετηθούν σε 3d από ιστορικούς που βρίσκονται μίλια μακριά.

10. Παρακολούθηση Kinect Head

Ο θρόνος του εγκεφάλου μας έχει μπει στην λίστα των ανιχνεύσιμων μερών του σώματος από το Kinect. Το Kinect Head Tracking αποτελεί απόδειξη ότι ακόμη και ο επικεφαλής του χρήστη μπορεί πλέον να χρησιμοποιηθεί για την παροχή διαδραστικών εντολών στους υπολογιστές και τα μηχανήματα. Με αυτό το hack μπορούμε να δούμε ότι το Kinect είναι πλέον σε θέση να διαβάσει την κίνηση της κεφαλής του χρήστη. Με αυτό το πρόσθετο τρόπο για έλεγχο από το Kinect, μπορούμε να δούμε προσομοιώσεις εικονικής πραγματικότητας να αλλάξουμε POVs απλά γέρνοντας το κεφάλι.

4.5 Η αναγνώριση χειρονομιών

Ο αισθητήρας Kinect επιστρέφει τα ανεπεξέργαστα δεδομένα βάθους, όπου κάθε εικονοστοιχείο περιέχει μια τιμή που αντιπροσωπεύει την απόσταση μεταξύ του αισθητήρα και του αντικειμένου. Διερευνήθηκαν σε βάθος τεχνικές επεξεργασίας εικόνας, πώς οι αισθητήρες βάθους εργασίας μπορούν να μετρούν τις αποστάσεις, και πώς κάθε τιμή pixel αντιπροσωπεύει τις πληροφορίες αναπαραγωγής. Τα δεδομένα βάθους μας δίνουν απεριόριστες δυνατότητες για να παίζουμε με το Kinect. Για να οικοδομήσουμε μια διαδραστική εφαρμογή και να καταστεί δυνατή μια πλούσια εμπειρία του χρήστη, θα πρέπει να αποκτήσει τον έλεγχο πάνω στην εφαρμογή που χρησιμοποιεί την κίνηση του σώματος μας. Όταν μιλάμε για το πώς να οικοδομήσουμε μια εφαρμογή που αλληλοεπιδρά με την ανθρώπινη κίνηση του σώματος, πρώτα απ' όλα θα πρέπει να συλλάβουμε πληροφορίες σχετικά με τους χρήστες που στέκονται μπροστά από το Kinect, και τότε η παρακολούθηση του σκελετού έρχεται στο προσκήνιο.

Ο πλήρης σκελετός παρακολούθησης είναι χτισμένο στην επεξεργασία βάθους των δεδομένων, την εσωτερική μηχανική μάθηση, και αλγορίθμους έγχρωμης όρασης. Χρησιμοποιώντας την αναγνώριση σκελετού, ο αισθητήρας Kinect μπορεί να παρακολουθεί το ανθρώπινο σώμα με διάφορα κοινά σημεία. Χρησιμοποιώντας το Kinect για Windows SDK, μπορούμε να παρακολουθήσουμε έως και έξι παίκτες και μέχρι 20 αρθρώσεις για κάθε σκελετό. Μόνο δύο χρήστες μπορούν να παρακολουθούνται λεπτομερώς, το οποίο σημαίνει ότι ο αισθητήρας μπορεί να επιστρέψει το σύνολο των είκοσι εντοπισμένων κοινών πληροφοριών για τα σημεία. Λαμβάνοντας υπόψη ότι, για την επαναφορά τους οι χρήστες, δίνουν απλά τη συνολική θέση. Αυτό είναι επειδή θα απαιτούσε πολλή επεξεργασία για την παρακολούθηση των κοινών πληροφοριών για όλους τους έξι χρήστες.

Θα ξεκινήσουμε με τις βασικές αρχές του εντοπισμού του σκελετού, τα γεγονότα, και το μοντέλο αντικειμένου του σκελετού. Θα μάθουμε πώς να συνεργαστούμε με τις αρθρώσεις του σκελετού και των οστών. Λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με καθένα από τα θέματα που αναφέρονται παρακάτω θα πρέπει να παρέχονται. Στο τέλος, θα έχουμε μια ολοκληρωμένη λύση που παρουσιάζει διαφορετικά χαρακτηριστικά του εντοπισμού του σκελετού.

4.5.1 Λειτουργία Εντοπισμού Σκελετού

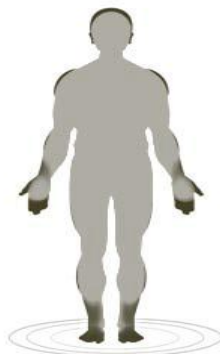
Ο αισθητήρας Kinect επιστρέφει ανεπεξέργαστα δεδομένα βάθους^[45] από τα οποία μπορούμε εύκολα να εντοπίσουμε τα pixel που αντιπροσωπεύουν τους χρήστες. Η παρακολούθηση του σκελετού δεν είναι μόνο σχετικά με την παρακολούθηση των αρθρώσεων από την ανάγνωση των πληροφοριών των χρηστών αλλά από κομμάτια από την πλήρη κίνηση του σώματος. Σε πραγματικό χρόνο η ανθρώπινη αναγνώριση είναι δύσκολη και μη έγκυρη λόγω των διαφορετικών σωμάτων, των μεγεθών, τα ρούχα, τα ύψη και ούτω καθεξής.

Για να ξεπεραστούν αυτά τα προβλήματα και να παρακολουθήσουμε διαφορετικές αρθρώσεις, ανεξάρτητα από το σώμα, το Kinect χρησιμοποιεί έναν αγωγό παροχής όπου ταιριάζει με τα εισερχόμενα στοιχεία (πρωτογενή δεδομένα από τον αισθητήρα βάθους) με ένα δείγμα εκπαιδευμένων δεδομένων. Η ανθρώπινη φιγούρα στον αλγόριθμο αναγνώρισης χρησιμοποιείται σε διάφορα μοντέλα ως χαρακτήρας βάσης που μεταβάλλεται σε διαφορετικά ύψη, μεγέθη, ρούχα, και διάφορους άλλους παράγοντες. Το μηχάνημα που αντλεί δεδομένα που συλλέγονται από τους χαρακτήρες βάσης με διαφορετικούς τύπους φιγούρας, τους τύπους μαλλιών, και τα είδη ένδυσης, και σε διαφορετικές περιστροφές και απόψεις. Το μηχάνημα που αντλεί δεδομένα σημαίνεται με επιμέρους τμήματα του σώματος και συνδυάζει τα εισερχόμενα δεδομένα σε βάθος για να προσδιορίσει σε ποιο μέρος του σώματος ανήκει. Ο αγωγός απόδοσης επεξεργάζεται τα δεδομένα σε διάφορα στάδια για να παρακολουθεί τα μέρη του ανθρώπινου σώματος από το βάθος των δεδομένων.

Ο αισθητήρας Kinect μπορεί να προσδιορίσει το εύρος pixel ενός χρήστη από το βάθος των δεδομένων. Στα αρχικά στάδια της διαδικασίας του αγωγού απόδοσης, ο αισθητήρας προσδιορίζει το αντικείμενο του ανθρώπινου σώματος, το οποίο δεν είναι τίποτα, αλλά το βάθος των πρώτων δεδομένων που είναι παρόμοιο με ένα άλλο αντικείμενο συλλαμβάνεται από τον αισθητήρα. Ελλείψει οποιασδήποτε άλλης λογικής, ο αισθητήρας δεν θα γνωρίζει εάν αυτό είναι ένα ανθρώπινο σώμα ή

Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

κάτι άλλο. Η παρακάτω εικόνα (βλέπε εικόνα 20) δείχνει ένα ανθρώπινο σώμα όταν μοιάζει να εκπροσωπείται με δεδομένα βάθους. Ο αισθητήρας το αναγνωρίζει ως ένα μεγάλο αντικείμενο:

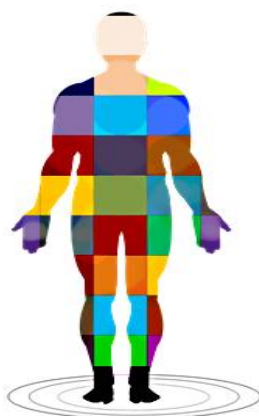


Εικόνα 20: Ανθρώπινο σώμα όταν μοιάζει να εκπροσωπείται με δεδομένα βάθους

Για να αρχίσουν να αναγνωρίζουν ένα ανθρώπινο σώμα, οι αισθητήρες αρχίζουν ταιριάζουν κάθε επιμέρους pixel των εισερχόμενων δεδομένων βάθους με τα δεδομένα που η μηχανή έχει μάθει. Αυτός ο αγώνας γίνεται στο πλαίσιο του αισθητήρα με πολύ υψηλή ταχύτητα επεξεργασίας. Τα στοιχεία κάθε μεμονωμένης μηχανής έχει μάθει να τα επισημαίνει και να έχει κάποιες αντίστοιχες τιμές για να τα ταιριάζει με τα εισερχόμενα δεδομένα. Αυτό το πλήρες ταίριασμα βασίζεται στην πιθανότητα ότι τα εισερχόμενα δεδομένα ταιριάζουν με τα δεδομένα που η μηχανή έχει μάθει.

Το αμέσως επόμενο βήμα αναγνώρισης της φιγούρας είναι να ονομάσει τα μέρη του σώματος με τη δημιουργία τμημάτων. Η δημιουργία τμημάτων γίνεται με το ταίριασμα παρόμοιων πιθανών δεδομένων. Το Kinect χρησιμοποιεί έναν εκπαιδευμένο δέντρο δομής (γνωστό ως ένα δέντρο απόφασης) για να ταιριάζει με τα δεδομένα ένα συγκεκριμένο τύπο του ανθρώπινου σώματος. Αυτό το δέντρο είναι γνωστό ως Decision Forrest.

Όλοι οι κόμβοι σε αυτό το δέντρο έχουν διαφορετικά δεδομένα χαρακτήρα προτύπου που επισημαίνονται με τα ονόματα μέρους του σώματος. Τελικά, κάθε pixel δεδομένων περνά μέσα από αυτό το δέντρο για να ταιριάζει με τα μέρη του σώματος. Η πλήρης διαδικασία της αντιστοίχισης δεδομένων τρέχει ξανά και ξανά. Όποτε υπάρχουν συμφωνημένα δεδομένα, ο αισθητήρας ξεκινά τη σήμανση τους και ξεκινάει την δημιουργία τμημάτων του σώματος, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα (βλέπε εικόνα 21):

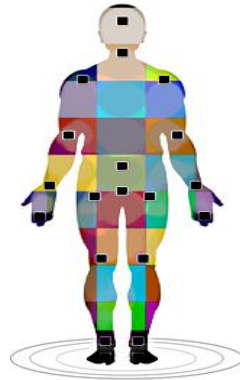


Εικόνα 21: Τμήματα του σώματος

Μόλις προσδιοριστούν τα διάφορα μέρη του σώματος, ο αισθητήρας τοποθετεί τα κοινά σημεία με τα υψηλότερα πιθανά συμφωνημένα δεδομένα. Όταν προσδιορίζονται τα κοινά σημεία και η κίνηση των αρθρώσεων, ο αισθητήρας μπορεί να παρακολουθεί την κίνηση ολόκληρου του

Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

σώματος. Η παρακάτω εικόνα (βλέπε εικόνα 22) δείχνει τις εντοπισμένες αρθρώσεις των διαφόρων τμημάτων του σώματος:



Εικόνα 22: Εντοπισμός αρθρώσεων των διαφόρων τμημάτων του σώματος

Οι κοινές θέσεις μετρώνται με τρεις συντεταγμένες (X, Y, και Z), όπου X και Y καθορίζουν τη θέση της άρθρωσης και το Z αντιπροσωπεύει την απόσταση από τον αισθητήρα. Για να πάρετε τις σωστές συντεταγμένες, ο αισθητήρας υπολογίζει τις τρεις προβολές της ίδιας εικόνας: την εμπρόσθια όψη, την αριστερή άποψη και κάτωψη, με την οποία ο αισθητήρας καθορίζει τη 3D όψη του σώματος.

4.5.2 Παρακολούθηση σκελετού με το Kinect SDK (Skeleton Tracking)

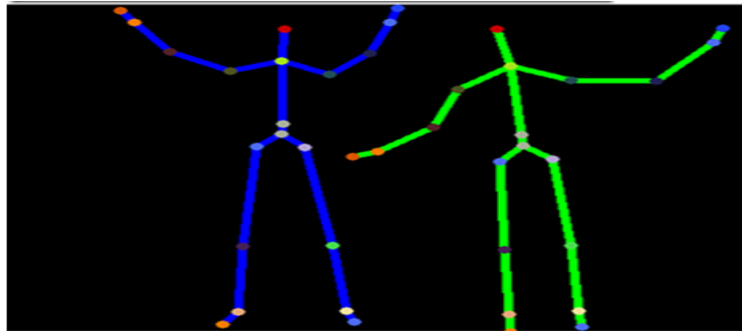
Το Kinect για Windows SDK μας παρέχει ένα σύνολο από APIs που επιτρέπουν την εύκολη πρόσβαση στις αρθρώσεις του σκελετού. Το SDK υποστηρίζει την παρακολούθηση έως και 20 σημεία των αρθρώσεων. Κάθε ένας και κάθε κοινή θέση ταυτίζεται με το όνομά του (το κεφάλι, τους ώμους, τους αγκώνες, τους καρπούς, τα χέρια, τη σπονδυλική στήλη, τα ισχία, τα γόνατα, τους αστραγάλους, και ούτω καθεξής), και η στάση του σκελετού παρακολούθησης, καθορίζεται είτε με Tracked, Not Tracked, or Position Only. Το SDK χρησιμοποιεί πολλαπλά κανάλια για την ανίχνευση του σκελετού. Το προεπιλεγμένο κανάλι παρακολουθεί και τις 20 σκελετικές κοινές θέσεις που βρίσκονται σε Tracked, Not Tracked, or Inferred tracking κατάσταση. Το παρακάτω διάγραμμα (βλέπε εικόνα 23) αντιπροσωπεύει ένα πλήρες ανθρώπινο σκελετό που αντιμετωπίζει ο αισθητήρας Kinect, σε σχήμα με 20 κοινά σημεία που μπορούν να παρακολουθούνται από το Kinect για Windows SDK:



Εικόνα 23: Τα 20 κοινά σημεία που μπορούν να παρακολουθούνται από το Kinect για Windows SDK

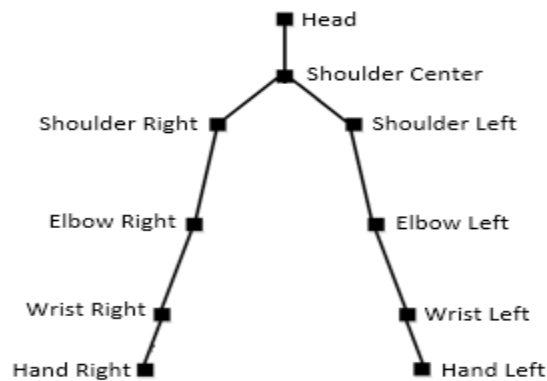
Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

Το Kinect μπορεί πλήρως να ακολουθήσει μέχρι δύο χρήστες, και μπορεί να ανιχνεύσει μέγιστο έξι χρήστες εντός της ορατής περιοχής. Οι άλλες τέσσερις είναι γνωστοί ως προτεινόμενοι σκελετοί. Μπορεί να πάρει μόνο τις πλήρεις 20 αρθρώσεις για τους πλήρως αναγνωρισμένους σκελετούς. Για τα άλλα τέσσερα άτομα, θα πάρει πληροφορίες μόνο σχετικά με το κοινό κέντρο του ισχίου. Μεταξύ των δύο αναγνωρισμένων σκελετών, θα είναι ενεργή και οι άλλοι τέσσερις που θα πρέπει να αντιμετωπίζονται ως παθητικοί με βάση το πώς χρησιμοποιούμε τα στοιχεία του σκελετού. Αν ένας σκελετός παρακολουθείται πλήρως, στα επόμενα διαδοχικά καρέ θα επιστρέφει τα πλήρη στοιχεία του σκελετού, ενώ για τους παθητικά αναγνωρισμένους σκελετούς, θα πάρει μόνο τις προτεινόμενες θέσεις. Η παρακάτω εικόνα (βλέπε εικόνα 24) δείχνει τους πλήρως αναγνωρισμένους σκελετούς για δύο χρήστες:



Εικόνα 24: Πλήρως αναγνωρισμένοι σκελετοί για δύο χρήστες

Το Kinect για Windows SDK υποστηρίζει επίσης την παρακολούθηση ενός καθισμένου σκελετού. Μπορείτε να αλλάξετε τη λειτουργία παρακολούθησης για την ανίχνευση σε καθιστό ανθρώπινο σώμα που επιστρέφει έως και 10 κοινά σημεία, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα (βλέπε εικόνα 25):

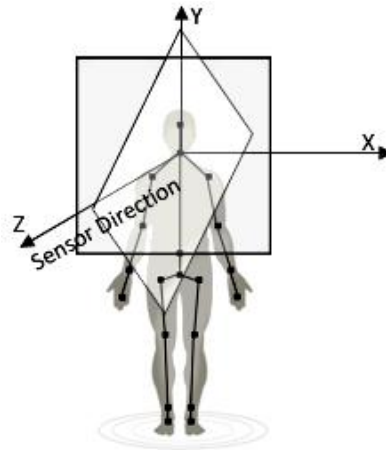


Εικόνα 25: Το καθιστό ανθρώπινο σώμα που επιστρέφει έως και 10 κοινά σημεία

Μέχρι στιγμής έχουμε καλύψει το πώς λειτουργεί η παρακολούθηση του σκελετού και των διαφόρων τύπων αρθρώσεων που επιστρέφονται από την παρακολούθηση του σκελετού. Απώτερος στόχος μας είναι να είναι σε θέση να γράψει μια εφαρμογή που ανιχνεύει έναν άνθρωπο που στέκεται μπροστά από το Kinect και να καταγράφει τις κινήσεις των αρθρώσεων.

4.5.3 Αρθρώσεις Σκελετού (Skeleton Joints)

Σε κάθε σκελετός οι αρθρώσεις μετρώνται σε ένα τρισδιάστατο (X, Y, Z) πλάνο. Οι συντεταγμένες X και Y καθορίζουν τη θέση της άρθρωσης στο πλάνο, και ο χρήστης που αντιμετωπίζει ο αισθητήρας Kinect είναι στην κατεύθυνση Z (βλέπε εικόνα 26).



Εικόνα 26:Οι αρθρώσεις του σκελετού σε ένα τρισδιάστατο (X,Y,Z) πλάνο

Όταν μια άρθρωση αντιπροσωπεύεται με X , Y , και Z συντεταγμένες σε ένα τρισδιάστατο πλάνο, οι συντεταγμένες X και Y στην πραγματικότητα δείχνουν την θέση της άρθρωσης στο πλάνο, και το Z δείχνει πόσο μακριά είναι η άρθρωση από τον αισθητήρα. Εάν οι αρθρώσεις κινούνται από την δεξιά πλευρά προς την αριστερή πλευρά ή αντιστρόφως, ο άξονας X του κοινού θα αλλάξει.

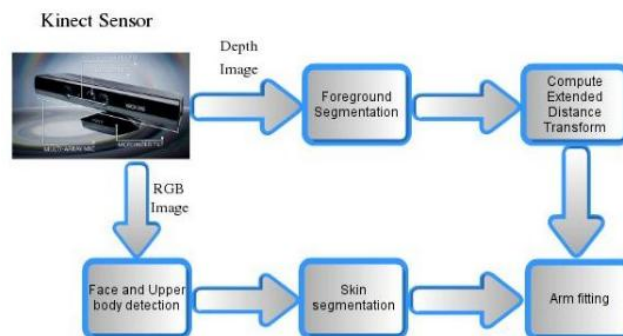
Ομοίως, για τη μετακίνηση των αρθρώσεων σε προς τα πάνω ή από πάνω προς τα κάτω, η τιμή του άξονα Y θα αλλάξει. Αλλαγές στον άξονα Z θα αντικατοπτρίζονται εάν οι αρθρώσεις κινούνται προς τα εμπρός ή προς τα πίσω από τον αισθητήρα.

Οι υπολογισμοί για τις βασικές χειρονομίες μπορούν να γίνουν με ένα από τα παρακάτω:

- Υπολογισμός της απόστασης μεταξύ των διαφόρων αρθρώσεων
- Συγκρίνοντας τις θέσεις των αρθρώσεων και την απόκλιση μεταξύ της θέσης των αρθρώσεων.

4.6 Χρήση Kinect

Σε αυτό τον αλγόριθμο υποθέτουμε ότι το ανθρώπινο πρόσωπο και το πάνω μέρος του σώματος είναι απολύτως ορατά και δεν έχουν καμία απόφραξη. Ο αισθητήρας Kinect είναι στατικός και η μετακίνηση του θέματος κατά μήκος του άξονα της κάμερας περιορίζεται σε μία περιοχή. Ένα διάγραμμα της ακολουθούμενης μεθόδου δίνεται στην παρακάτω εικόνα (βλέπε εικόνα 27). Οι παρακάτω ενότητες καθώς και το σχήμα εξηγούν το κάθε στάδιο της διαδικασίας με κάποιες λεπτομέρειες.



Εικόνα 27:Επισκόπηση του αλγορίθμου

4.6.1 Foreground Segmentation

Χρησιμοποιούμε καταφλίσωση σχετικά με την εικόνα βάθους για να εξαχθεί το πλάνο από την εικόνα. Ο θόρυβος έχει αφαιρεθεί χρησιμοποιώντας μορφολογικές λειτουργίες της διάβρωσης και της διαστολής. Η περαιτέρω μικρή αφαίρεση σταγόνων γίνεται για να πάρει μια καθαρή τετμημένη foreground εικόνα. Αυτό μας βοηθά να επικεντρωθούμε σε ένα μόνο θέμα στην εικόνα και να υπολογίσουμε την εκτεταμένη μετατροπή απόστασης (Extended Distance Transform).

4.6.2 The Stick Skeleton Model

Αντιπροσωπεύουν το ανθρώπινο σκελετικό μοντέλο με 7 μέρη του σώματος που περιλαμβάνουν 8 σημεία. Επίσης χρησιμοποιούμε ανθρωπομετρικά δεδομένα από την ανθρωπομετρική πηγή στοιχείων της NASA για να εκτιμηθεί το μέγεθος των τμημάτων του σώματος. Έχουμε καθορίσει το κεφάλι και το λαιμό σε σημεία, όπως το κέντρο βάρους και το μέσο σημείο της γραμμής βάσης του ορθογωνίου ανίχνευσης προσώπου. Καθορίζονται τα σημεία των ώμων στα μισά της απόστασης μεταξύ των γραμμών βάσεων ορθογωνίων ανίχνευσης προσώπου και ανίχνευσης κορμών με το πλάτος ώμων, που τίθεται ως δύο φορές πλάτος προσώπου. Τα μήκη των βραχιόνων καθορίζονται σε 1,12 φορές από το πλάτος του πρόσωπο του θέματος με βάση τα ανθρωπομετρικά δεδομένα.

4.6.3 Extended Distance Transform

Η μετατροπή της απόστασης (βλέπε εικόνα 29) σε μία δυαδική εικόνα

$$DT(p) = \min \{d(p,q) \mid I_d(q) = 0\}$$

ορίζεται ως η ταυτότητα που είναι το πρώτο πλάνο μιας κατακερματισμένης εικόνας βάθους. Μετασχηματίζει ουσιαστικά την εικόνα με την τιμή του pixel σε μια συντεταγμένη που ορίζεται ως η απόσταση από το πλησιέστερο μηδενικό σημείο έντασης. Ο παραδοσιακός μετασχηματισμός απόστασης χρησιμοποιεί βασικές οριζόντιες και κάθετες μετατοπίσεις. Η απόσταση που χρησιμοποιείται είναι η Ευκλείδεια απόσταση,

$$d(p, q) = \sqrt{(p_x - q_x)^2 + (p_y - q_y)^2}$$

δεδομένου ότι δίνει μια καλή προσέγγιση και παίρνει λιγότερο χρόνο. Η απόσταση μετασχηματισμού αλγόριθμος έχει ευρέως χρησιμοποιείται ως αλγόριθμος skeletonisation καθώς υπολογίζει βασικά ένα μεσαίο άξονα μετασχηματισμού της εικόνας.

Εάν οι μετακινήσεις των άκρων είναι έξω από το επίπεδο, ο μετασχηματισμός απόστασης αδυνατεί να συλλάβει ολόκληρη την εικόνα. Πολλαπλασιάζεται η αξία μετασχηματισμού της απόστασης με βάση το συντελεστή που θα λαμβάνει υπόψη τα προβλεπόμενα μήκη των άκρων. Ορίζουμε στο Extended Distance Transform ένα σημείο p όπου γράφει ένα σημείο αναφοράς a ως εξής:

$$EDT(p, a) = DT(p) \cdot \left(1 + \frac{|I_d(p) - I_d(a)|}{I_d(a)}\right) \quad \forall I_d(a) \neq 0$$

όπου:

- $DT(p)$ = Απόσταση τιμής μετασχηματισμού στο σημείο p
- I_d = Foreground διαστήματα εικόνας βάθους

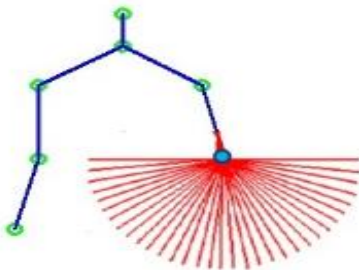
- a = Το σημείο αναφοράς για τον υπολογισμό της EDT – από τον ώμο μέχρι τον αγκώνα και από τον αγκώνα μέχρι τον καρπό



Εικόνα 28: Extended Distance Transform of a foreground segmented depth image

4.6.4 Skin Segmentation

Διαχωρίζουμε το χρώμα του δέρματος στο προσκήνιο κατά διαστήματα της εικόνας RGB που λαμβάνονται από το Kinect για να βοηθήσει το χέρι στη διαδικασία της τοποθέτησης. Για την κατάτμηση του δέρματος, προβάλλουμε την είσοδο RGB εικόνα σε χρωματικό χώρο HSV και τις τιμές pixels μεταξύ δύο ορίων hsv_{max} και hsv_{min} έχουν οριστεί σε 255, ενώ τα υπόλοιπα pixel έχουν οριστεί σε 0. Αυτό μας δίνει μια δυαδική μάσκα με τις περιοχές του δέρματος του θέματος ως θετικά pixel. Κάνουμε την ανάλυση σταγόνων σε αυτήν την εικόνα και αφαιρούμε τις μικρές θορυβώδεις σταγόνες και έτσι παίρνουμε μια καθαρή μάσκα δερμάτων για την εικόνα.



Εικόνα 29: Εικονογράφηση του βραχίονα διαδικασία προσαρμογής

4.6.5 ARM Fitting

Τα δύο προηγούμενα βήματα τα χρησιμοποιούμε για να χωρέσουμε τα χέρια που κάνουν χρήση Extended Distance Transform και επίσης να υπολογίσουμε τη μάσκα κατάτμησης του δέρματος. Έχουμε ξεκινήσει μια γωνιακή αναζήτηση γύρω από το σημείο περιστροφής (από τον ώμο στον αγκώνα και από τον αγκώνα στον καρπό) σε σταθερή συχνότητα δειγματοληψίας για να υπολογίσουμε τις αθροισμένες τιμές EDT σύμφωνα με εκείνες τις γραμμές. Σημειώστε ότι το μήκος της γραμμής προσαρμόζεται στο μέγεθος που λαμβάνεται από τις ανθρωπομετρικές αναλογίες. Επαναλαμβάνουμε πέρα από τις υπολογισμένες τιμές μετασχηματισμού απόστασης τις διαφορετικές γραμμές υπολογίζοντας την αξία μασκών δερμάτων στο σημείο αγκώνα / καρπού της γραμμής κατά την εξέταση. Τελικά επιλέγουμε την κατεύθυνση με τη μέγιστη αξία EDT και την αξία μασκών δερμάτων τελικού σημείου ως 255. Απορρίπτουμε την κατεύθυνση με τη μέγιστη τιμή της EDT καθώς αντιστοιχεί πάντοτε προς την κατεύθυνση από τον κορμό στον ώμο, από τον ώμο στον αγκώνα και από τον αγκώνα στον καρπό. Οι χρονικές πληροφορίες χρησιμοποιούνται για να ψάξουν σε μια

τοπική γωνιακή γειτονιά της προηγούμενης θέσης του σημείου για να επιταχύνουν τον υπολογισμό. Ο ρυθμός δειγματοληψίας είναι ρυθμιζόμενος και έχει επιπτώσεις στο χρόνο υπολογισμού.



Εικόνα 30:Θετικά αποτελέσματα με σκελετό overlaid στην εικόνα RGB

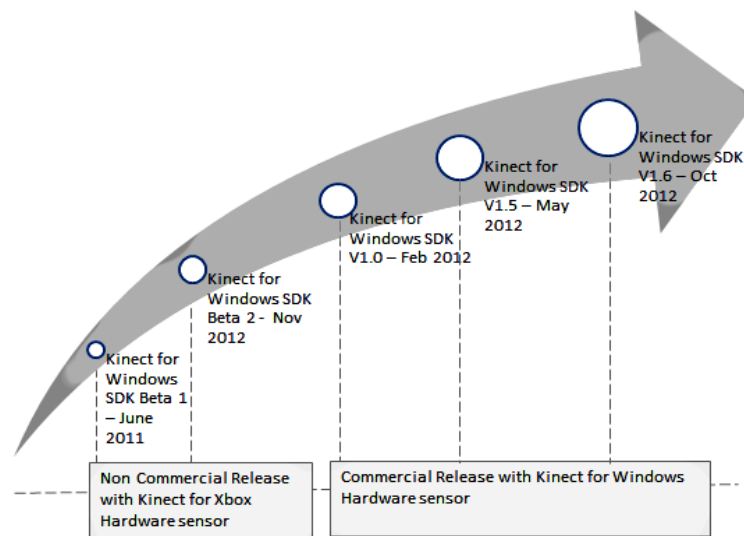
4.7 Kinect for Windows SDK

Το Kinect για Windows SDK είναι ένα σύνολο εργαλείων για την ανάπτυξη εφαρμογών για Kinect συσκευές. Η ανάπτυξη εφαρμογών με χρήση Kinect SDK είναι αρκετά εύκολη και απλή. Το SDK παρέχει μια διεπαφή για να αλληλεπιδράει με το Kinect μέσω των οδηγιών του συστήματος. Το SDK περιλαμβάνει προγράμματα οδήγησης για τον αισθητήρα Kinect, τα οποία αλληλεπιδρούν με τη συσκευή και το λειτουργικό σύστημα (OS) και τα APIs αλληλεπιδρούν με τη συσκευή μέσω του προγράμματος. Συνολικά, το SDK παρέχει μια ευκαιρία στους προγραμματιστές να δημιουργήσουν μια εφαρμογή χρησιμοποιώντας είτε διαχειριζόμενο κώδικα (C # και VB.NET) ή διαχειριζόμενο κώδικα (C + +) χρησιμοποιώντας το Visual Studio 2010 ή νεότερες εκδόσεις, που λειτουργούν με Windows 7 ή Windows 8.

Το Kinect Developer Toolkit για Windows είναι ένα πρόσθετο πρόγραμμα εγκατάστασης που έρχεται με ένα εκτεταμένο σύνολο στοιχείων, όπως Face Tracking SDK, το οποίο βοηθά να παρακολουθούνται τα ανθρώπινα πρόσωπα, και το Kinect Studio για εγγραφή και αναπαραγωγή του βάθους και τη ροή δεδομένων χρώματος. Το Toolkit Developer περιλαμβάνει επίσης δείγματα και τεκμηρίωση για να μας δώσει μια γρήγορη έμπρακτη (hands - on) αναφορά.

Ενώ η ανάπτυξη εφαρμογών με το Kinect SDK είναι συναρπαστική και απλή, υπάρχουν ορισμένα πράγματα που πρέπει να ληφθούν κατά την διάρκεια της εγκατάστασης SDK, της διαμόρφωσης και καθιέρωσης του SDK περιβάλλοντος ανάπτυξης μας.

4.8 Αξιολόγηση του Kinect για Windows SDK(Evaluation)



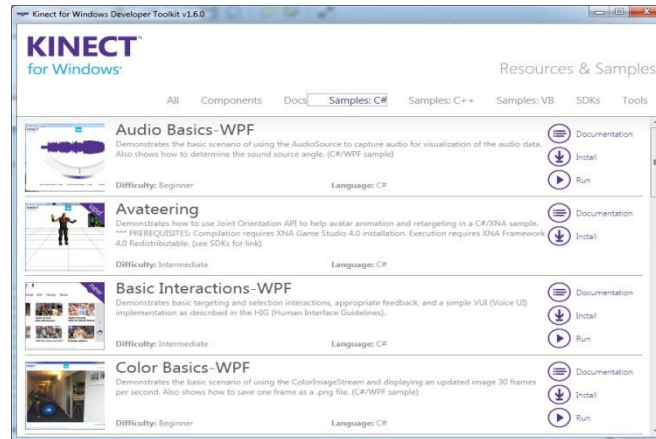
Εικόνα 31:Αξιολόγηση του Kinect για Windows SDK

Αν και ο αισθητήρας Kinect του Xbox είναι στην αγορά εδώ και αρκετό καιρό, το Kinect για Windows SDK είναι ακόμα αρκετά νέα στο πρότυπο για την ανάπτυξη, και είναι σε εξέλιξη. Το Kinect για Windows SDK ξεκίνησε για πρώτη φορά ως Beta 1 έκδοση τον Ιούνιο του 2011 (βλέπε εικόνα 31), και μετά από μια βροντερή απάντηση από την κοινότητα των προγραμματιστών, η ενημερωμένη έκδοση του Kinect για Windows SDK έκδοση Beta 2, ξεκίνησε το Νοέμβριο του 2011. Αρχικά, και οι δύο εκδόσεις SDK ήταν μια μη-εμπορική απελευθέρωση και προορίζονταν μόνο για χομπίστες (hobbyists). Η πρώτη εμπορική έκδοση του Kinect για Windows SDK v1.0 ξεκίνησε τον Φεβρουάριο του 2012 μαζί με μια ξεχωριστή εμπορική συσκευή υλικού. Το SDK v1.5 που κυκλοφόρησε το Μάιο του 2012, από νέα χαρακτηριστικά, και η τρέχουσα έκδοση του Kinect για Windows SDK v1.6 ξεκίνησε τον Οκτώβριο του 2012. Το υλικό δεν έχει αλλάξει από την πρώτη κυκλοφορία του. Αρχικά περιοριζόταν σε μόνο 12 χώρες σε όλο τον κόσμο. Τώρα, το νέο Kinect για τον αισθητήρα Windows είναι διαθέσιμο σε περισσότερες από 40 χώρες. Η τρέχουσα έκδοση του SDK έχει επίσης την υποστήριξη της αναγνώρισης ομιλίας για πολλές γλώσσες.

4.9 Το Kinect για Windows Developer Toolkit

Το Kinect για Windows Developer Toolkit είναι ένα πρόσθετο σύνολο των στοιχείων που μας βοηθάει να οικοδομήσουμε εξελιγμένες εφαρμογές εύκολα, παρέχοντας πρόσβαση σε περισσότερα εργαλεία και APIs. Αυτή η δέσμη εργαλείων έχει μια σειρά δειγμάτων, τεκμηρίωση SDK βιβλιοθήκης API, το εργαλείο Studio Kinect (ένα εργαλείο που μπορεί να μας βοηθήσει να καταγράψουμε και να παίξουμε με το Kinect και τα δεδομένα του κατά τη διάρκεια του debugging), καθώς και το Face Tracking SDK.

Μετά την εγκατάσταση του Developer Toolkit, θα πάρουμε ένα αυτόνομο εκτελέσιμο σύνολο εργαλείων που είναι εγκατεστημένο στον κατάλογο. Όταν εκτελέσετε την εφαρμογή θα εμφανιστεί στην οθόνη, το παρακάτω screenshot (βλέπε εικόνα 32). Μπορείτε να περιηγηθείτε μέσα από αυτό για τους πόρους και τα δείγματα.



Εικόνα 32:Kinect for Windows Developer Toolkit

4.9.1 Στο Εσωτερικό του Kinect SDK

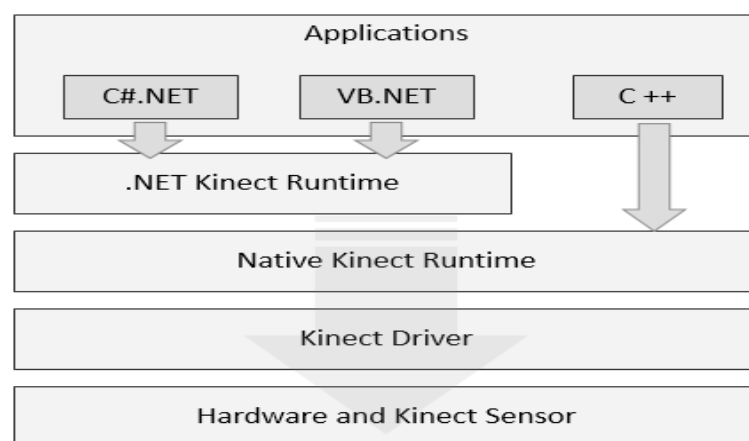
Το Kinect SDK παρέχει τόσο τη διαχείριση όσο και διαχειριζόμενες βιβλιοθήκες. Αν αναπτύσσεται μια εφαρμογή χρησιμοποιώντας είτε C # είτε VB.NET, μπορούμε άμεσα να επικαλεσθούμε το .NET Kinect Runtime APIs και για C++ εφαρμογές, θα πρέπει να αλληλεπιδρούν με το Native Kinect Runtime APIs. Και οι δύο τύποι των APIs μπορούν να μιλήσουν στους οδηγούς του Kinect που έχουν εγκατασταθεί ως μέρος της εγκατάστασης SDK.

Για το διαχειριζόμενο κώδικα, το Kinect για Windows SDK παρέχει βιβλιοθήκη δυναμικής σύνδεσης (DLL) σαν ένα συγκρότημα (Microsoft.Kinect.dll), το οποίο μπορεί να προστεθεί σε οποιαδήποτε εφαρμογή που θέλει να χρησιμοποιήσει την συσκευή Kinect.

Ο οδηγός Kinect μπορεί να ελέγχει την κάμερα, τον αισθητήρα βάθους, τον ήχο συστοιχία μικροφώνων, και τη μηχανοκίνητη βάση (motor tilt). Το δεδομένο περνά μεταξύ του αισθητήρα και της εφαρμογής με τη μορφή ροών δεδομένων των ακόλουθων τύπων:

- Χρώμα ροής δεδομένων
- Βάθος ροής δεδομένων
- Ροή δεδομένων ήχου

Το επόμενο διάγραμμα (βλέπε εικόνα 33) απεικονίζει σε στρώσεις στοιχεία για το Kinect SDK, και δείχνει πώς μια εφαρμογή αλληλεπιδρά με διαφορετικά στρώματα των συστατικών:



Εικόνα 33:Εσωτερικό του Kinect SDK

4.9.2 Χαρακτηριστικά του Kinect για Windows SDK

Έχουμε συζητήσει τα συστατικά του Kinect SDK^[23], τις απαιτήσεις του συστήματος, την εγκατάσταση του SDK, και τη δημιουργία των συσκευών. Τώρα ήρθε η ώρα να ρίξουμε μια γρήγορη ματιά στις top-level δυνατότητες του Kinect για Windows SDK. Το Kinect SDK παρέχει μια βιβλιοθήκη για να αλληλεπιδρούν άμεσα με τους αισθητήρες της κάμερας, τη συστοιχία μικροφώνων, και τον κινητήρα. Μπορούμε να επεκταθούμε ακόμη και σε μια αίτηση για την αναγνώριση χειρονομίας με κίνηση του σώματος μας, και επιτρέπει επίσης μια εφαρμογή με δυνατότητα αναγνώρισης ομιλίας. Παρακάτω είναι η λίστα των εργασιών που μπορείτε να εκτελέσετε με το Kinect SDK.

1. Τη συγκέντρωση και επεξεργασία της ροής δεδομένων χρώματος της εικόνας

Η έγχρωμη κάμερα επιστρέφει 32-bit RGB εικόνες με ανάλυση που κυμαίνονται από 640 x 480 pixels έως 1280 x 960 pixels. Ο αισθητήρας Kinect για Windows υποστηρίζει έως και 30 FPS σε περίπτωση ανάλυσης 640 x 480 pixels και 10 FPS για 1280 x 960 pixel. Το SDK υποστηρίζει επίσης την ανάκτηση των YUV εικόνων με ανάλυση 640 x 480 pixels στα 15 FPS.

Χρησιμοποιώντας το SDK, μπορείτε να συλλάβετε το live stream δεδομένων εικόνας σε διαφορετικές αναλύσεις. Ενώ μιλάμε για το χρωματισμό δεδομένων ως ροή εικόνας, τεχνικά είναι σαν μια διαδοχή των πλαισίων έγχρωμης εικόνας αποστέλλόμενα από τον αισθητήρα. Το SDK είναι επίσης ικανό να στείλει ένα πλαίσιο εικόνας όταν ζητηθεί από τον αισθητήρα.

2. Επεξεργασία του βάθους ροής δεδομένων εικόνας

Ο αισθητήρας Kinect επιστρέφει 16-bit των πρώτων δεδομένων βάθους. Κάθε ένα από τα pixels εντός των δεδομένων αντιπροσωπεύει την απόσταση μεταξύ του αντικειμένου και του αισθητήρα. Οι Kinect SDK APIs ροές δεδομένων υποστηρίζουν βάθος ανάλυσης 640 x 480 pixels, 320 x 240 pixels και 80 x 60 pixels.

3. Καταγραφή της υπέρυθρης ροής

Μπορεί επίσης να συλλαμβάνει τις εικόνες σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού, με την ανάγνωση της υπέρυθρης ροής από τον αισθητήρα Kinect. Ο αισθητήρας Kinect επιστρέφει 16 bits ανά pixel υπέρυθρα δεδομένα με ανάλυση 640 x 480 pixels ως μορφή εικόνας, και υποστηρίζει έως και 30 FPS.

4. Παρακολούθηση ανθρώπινου σκελετού και κοινές κινήσεις

Ένα από τα πιο ενδιαφέροντα τμήματα του Kinect SDK είναι η υποστήριξη για την παρακολούθηση του ανθρώπινου σκελετού. Μπορεί να ανιχνεύσει την κίνηση του ανθρώπινου σκελετού που στέκεται μπροστά από μια συσκευή Kinect. Το Kinect για Windows μπορεί να ακολουθήσει μέχρι 20 αρθρώσεις σε ένα ενιαίο σκελετό. Θα μπορούν να παρακολουθούν μέχρι και έξι σκελετούς, το οποίο σημαίνει ότι μπορεί να ανιχνεύσει έως και έξι άτομα που στέκονται μπροστά από έναν αισθητήρα, αλλά μπορεί να επιστρέψει τις λεπτομέρειες του πλήρη σκελετού (κοινές θέσεις) για δύο από τους εντοπισμένους μόνο σκελετούς.

Το SDK υποστηρίζει επίσης την παρακολούθηση του σκελετού ενός ανθρώπινου σώματος που εδράζεται. Η συσκευή Kinect μπορεί να παρακολουθεί τις αρθρώσεις σας, ακόμη και αν κάθεστε, αλλά μέχρι και 10 κοινά μόνο σημεία (άνω μέρος του σώματος).

5. Ανθρώπινη αναγνώριση χειρονομιών

Μια χειρονομία δεν είναι παρά μια δράση που αποσκοπεί να επικοινωνούν τα συναισθήματα ή οι προθέσεις της συσκευής. Η αναγνώριση χειρονομιών έχει μια προνομιακή περιοχή έρευνας για μεγάλο χρονικό διάστημα. Ωστόσο, κατά την τελευταία δεκαετία, ένα φαινομενικό ποσό του χρόνου, η προσπάθεια, και οι πόροι έχουν αφιερωθεί σε αυτό τον τομέα στον απόηχο της ανάπτυξης των συσκευών. Αναγνώριση χειρονομιών επιτρέπει στους ανθρώπους για τη διασύνδεση με μια συσκευή και να αλληλεπιδρούν φυσικά με την κίνηση του σώματος, όπως και με το πρόσωπο, χωρίς οποιαδήποτε συσκευή που είναι συνδεδεμένη με το ανθρώπινο σώμα.

Στο Kinect για Windows SDK, δεν υπάρχει άμεση υποστήριξη για ένα API για να αναγνωρίσει και να αντιμετωπίσει τις ανθρώπινες χειρονομίες. Ωστόσο, χρησιμοποιώντας την παρακολούθηση σκελετού και το βάθος επεξεργασίας δεδομένων, μπορείτε να δημιουργήσετε τη δική σας API χειρονομία, η οποία μπορεί να αλληλεπιδράσει με την αίτησή σας.

6. Σύλληψη τη ροή ήχου

Το Kinect έχει τέσσερα μικρόφωνα σε μια γραμμική διαμόρφωση. Το SDK παρέχει υψηλής ποιότητας δυνατότητες επεξεργασίας ήχου, χρησιμοποιώντας τον εσωτερικό αγωγό επεξεργασίας του

ήχου. Το SDK σας επιτρέπει όχι μόνο να συλλάβετε ηχητικά δεδομένα, αλλά και υψηλής ποιότητας επεξεργασίας ήχου επιτρέποντας την καταστολή του θορύβου και τα χαρακτηριστικά ακύρωσης ηχούς. Μπορείτε επίσης να ελέγξετε την κατεύθυνση της δέσμης της συστοιχίας μικροφώνων με τη βοήθεια του SDK.

7. Ενεργοποίηση της αναγνώρισης ομιλίας

Μπορείτε να επωφεληθείτε από το Kinect τη συστοιχία μικροφώνων και Windows APIs αναγνώρισης ομιλίας για να αναγνωρίζει τη φωνή σας και την ανάπτυξη σχετικών εφαρμογών. Μπορείτε να χτίσετε το δικό σας λεξιλόγιο και να τις περάσετε στον κινητήρα του λόγου, και να σχεδιάσουν τις δικές σας φωνητικές εντολές για τον έλεγχο της εφαρμογής. Εάν ένας χρήστης λέει κάτι με κάποιες χειρονομίες, ας πούμε, ενώ κινείται το χέρι, η αίτηση μπορεί να αναπτυχθεί για να εκτελέσει κάποια εργασία που πρέπει να γίνει ανάλογα με τις χειρονομίες και την ομιλία του χρήστη.

8. Ρύθμιση της γωνίας του αισθητήρα Kinect

Το SDK παρέχει άμεση πρόσβαση για τον έλεγχο του κινητήρα του αισθητήρα. Με την αλλαγή των γωνιών ανύψωσης των αισθητήρων, μπορείτε να ρυθμίσετε τη γωνία θέασης για το Kinect αισθητήρα σύμφωνα με τις ανάγκες σας. Η μέγιστη και η ελάχιστη τιμή της γωνίας ανύψωσης περιορίζεται σε +27 ° και -27 μοίρες, στο SDK. Αν προσπαθήσετε να αλλάξετε τη γωνία του αισθητήρα περισσότερο ή λιγότερο από αυτές τις καθορισμένες περιοχές, η αίτησή σας θα ρίξει μια εξαίρεση εσφαλμένης λειτουργίας.

9. Λήψη δεδομένων από το επιταχυνσιόμετρο

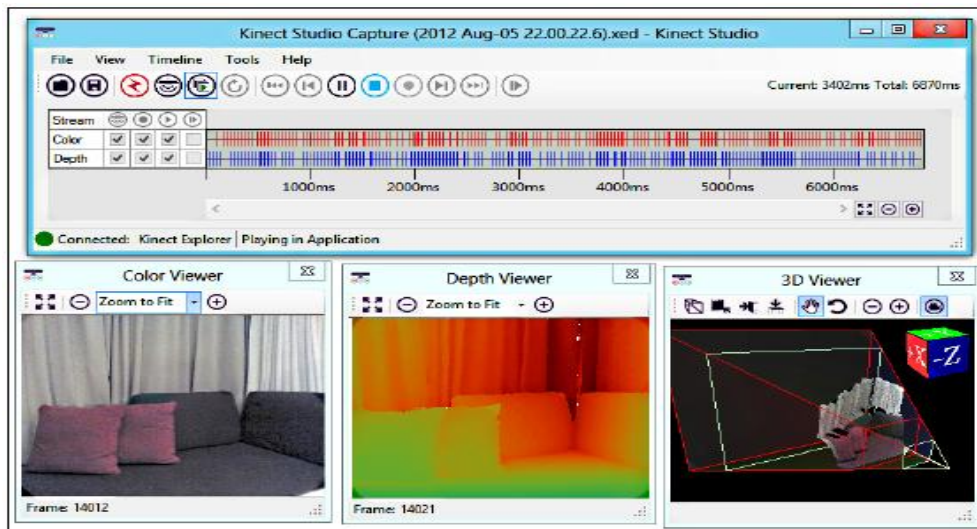
Το Kinect αντιμετωπίζει τη γωνία ανύψωσης, όπως είναι σε σχέση με τη σοβαρότητα και όχι τη βάση του, καθώς χρησιμοποιεί επιταχυνσιόμετρα του για να ελέγχει την περιστροφή. Το Kinect SDK εκθέτει το API για να διαβάσει τα δεδομένα επιταχυνσιόμετρου απευθείας από τον αισθητήρα. Μπορεί να ανιχνεύσει τον αισθητήρα προσανατολισμού με την ανάγνωση των δεδομένων από το επιταχυνσιόμετρο του αισθητήρα.

10. Έλεγχος του πομπού υπέρυθρων

Ο έλεγχος του πομπού υπέρυθρων είναι ένα πολύ μικρό, αλλά πολύ χρήσιμο χαρακτηριστικό του Kinect SDK, όπου μπορείτε να γυρίσετε δυναμικά το υπέρυθρο πομπό σε κατάσταση off. Αυτό είναι απαραίτητο, ενώ ασχολείται με τα δεδομένα από πολλαπλούς αισθητήρες, και όταν θέλετε να συλλάβετε τα δεδομένα από συγκεκριμένους αισθητήρες από την απενεργοποίηση του IR πομπού σε άλλους αισθητήρες.

4.10 Καταγραφή Kinect Studio

Σε αυτό το παράθυρο διαλόγου, Μπορούμε να καθορίσουμε ποια εφαρμογή του Kinect θέλουμε να συνδέσουμε. Η σύνδεση σε μια εφαρμογή επιτρέπει στο Kinect Studio να συλλάβει τα δεδομένα που έρχονται σε εφαρμογή από τη μονάδα του Kinect. Με βάση τα διαθέσιμα παράθυρα, το Kinect Studio συλλαμβάνει τις τροφοδοσίες δεδομένων από τη ροή χρώματος και τη ροή βάθους. Με την εκτέλεση της εφαρμογής και όταν το Kinect Studio συνδεθεί, μπορούμε να συλλάβουμε τα δεδομένα. Στο κύριο παράθυρο του Kinect Studio, κάνουμε κλικ στο κουμπί Record (ή πατάμε Ctrl + R) για να ξεκινήσει η συλλογή δεδομένων. Στη συνέχεια, έχουμε την κίνηση δοκιμής μέσα από το σενάριο που θέλουμε να ελέγξουμε. Όταν το σενάριο είναι πλήρες, κάνουμε κλικ στο πλήκτρο Stop (ή πατάμε Shift + F5). Έπειτα το Kinect Studio αποθηκεύει τα δεδομένα στη μνήμη. Μόλις γίνει η επεξεργασία των δεδομένων στο Kinect Studio, το χρονοδιάγραμμα για το κύριο παράθυρο συμπληρώνεται, όπως άλλωστε και η κάμερα χρώματος, η εικόνα βάθους και η 3D προβολή, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (βλέπε εικόνα 34).



Εικόνα 34:Kinect Studio Capture

4.11 Αλληλεπιδράσεις του συστήματος

Το σύστημά μας εξυπηρετεί ανθρώπους με προβλήματα ακοής και ομιλίας. Επίσης βοηθάει άτομα ομαλά, δηλαδή που δεν είναι κωφάλαλοι, σε διάφορους τομείς.

4.11.1 Αλληλεπίδραση χρήστη συστήματος

Η εφαρμογή μας μπορεί να χρησιμοποιηθεί από ένα μόνο άτομο ή και από ομάδα ατόμων. Στην περίπτωση που έχουμε χρήση από ένα χρήστη έχουμε τα εξής:

✚ Χρήση από άτομο κωφάλαλο

Το σύστημα αυτό μπορεί να το χρησιμοποιήσει κάποιος κωφάλαλος και μπορεί να τον εξυπηρετήσει στην καθημερινή του ζωή. Για παράδειγμα μπορεί να χρησιμοποιήσει μια ηλεκτρική συσκευή στον προσωπικό του χώρο. Να συνδεθεί με μια τηλεόραση και ο χρήστης να κάνει την κίνηση αλλαγής καναλιού, αυξομείωση φωνής και τα λοιπά στον αισθητήρα και αυτός με τη σειρά του να αντιλαμβάνεται και να εκτελεί τις κινήσεις του ατόμου. Ακόμα ένα παράδειγμα είναι να μπορεί να κάνει μια δακτυλογράφηση σε κάποιον υπολογιστή. Να δείχνει με κινήσεις νοηματικής γλώσσας το κείμενο που θέλει στον αισθητήρα και αυτόματα να περνάνε οι λέξεις στον κειμενογράφο του υπολογιστή του.

✚ Μη κωφάλαλος χρήστης γνώστης ή μη γνώστης νοηματικής γλώσσας

Το σύστημα μας μπορεί να χρησιμοποιηθεί και από άτομα που δεν είναι κωφάλαλα. Ένας μη κωφάλαλος χρήστης που γνωρίζει τη νοηματική γλώσσα μπορεί να εκπαιδεύσει το σύστημα κατάλληλα έτσι ώστε να έχει την ευκαιρία ένας μη γνώστης της νοηματικής γλώσσας να την κατανοήσει και να τη μάθει μονός του. Ακόμα κάποιος που γνωρίζει τη νοηματική μπορεί να ετοιμάσει κάποια παρουσίαση ή βίντεο που θα προβληθεί σε άτομα με προβλήματα ακοής και ομιλίας από κάποιον που δεν γνωρίζει τη νοηματική γλώσσα.

4.11.2 Αλληλεπίδραση σε δύο χρήστες

Η εφαρμογή μας επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για περισσότερους από ένα χρήστες κωφάλαλους ή μη κωφάλαλους. Βοηθάει στη μεταξύ τους επικοινωνία αλλά έχει και σε άλλες λειτουργίες.

✚ Δύο χρήστες κωφάλαλοι

Δύο χρήστες που έχουν ακριβώς το ίδιο πρόβλημα, δηλαδή είναι και οι δύο κωφάλαλοι, μπορούν να αξιοποιήσουν την εφαρμογή μας σε μια παιχνιδιομηχανή. Να μπορέσουν δηλαδή να

παίζουν ένα παιχνίδι μαζί. Ακόμα μπορούν να επικοινωνήσουν δύο κωφάλαλοι που κατάγονται από διαφορετικές χώρες. Όπως έχουμε αναφέρει παραπάνω η νοηματική γλώσσα αλλάζει από χώρα σε χώρα ανάλογα με την ομιλούμενη γλώσσα κάθε χώρας. Έτσι δύο άνθρωποι που έχουν διδαχτεί διαφορετική νοηματική γλώσσα μπορούν να συνεννοηθούν με μια κατάλληλα εκπαιδευμένη συσκευή. Αυτό ισχύει και για δύο άτομα που ο ένας είναι κωφάλαλος και ο άλλος μη κωφάλαλος, γνώστης της νοηματικής γλώσσας, που όμως κατάγεται από άλλη χώρα.

✚ Δύο χρήστες : ένας κωφάλαλος και ένας με κωφάλαλο μη γνώστης νοηματικής γλώσσας

Πολύ σημαντική είναι η χρησιμότητα της εφαρμογής σε δύο η περισσότερους χρήστες που είναι δύσκολη η επικοινωνία μεταξύ τους, όπως όταν έχουμε ένα κωφάλαλο και έναν ή πολλούς μη κωφάλαλους από το οικογενειακό ή από το φιλικό περιβάλλον ή ακόμα και στο ευρύ κοινό που όμως δεν γνωρίζουν τη νοηματική γλώσσα. Βοηθάμε με την εφαρμογή αυτούς τους ανθρώπους να επικοινωνούν μεταξύ τους. Ακόμα μπορεί να κάνει πιο εύκολη την επικοινωνία ενός κωφάλαλου στο εργασιακό του περιβάλλον. Έτσι αποφεύγουμε με κάποιο τρόπο τον κοινωνικό αποκλεισμό αυτών των ατόμων από θέσεις εργασίας που μπορεί να τους είχαν απορρίψει. Για παράδειγμα μπορεί να συμμετέχει από τη δουλειά του ενεργά σε μια παρουσίαση δουλειάς σε ένα συνεδριακό κέντρο. Το κοινό μπορεί να αποτελείται από κωφάλαλους και μη. Όταν λοιπόν χρειαστεί να πάρει το λόγο κάποιος κωφάλαλος θα μπορέσει εύκολα και με τη βοήθεια αυτής της εφαρμογής να παρουσιάσει και να εξηγήσει τη δουλειά του και οι μη κωφάλαλοι, μη γνώστες νοηματικής γλώσσας, να έχουν τη δυνατότητα μέσω κάποιου video wall να διαβάζουν οτιδήποτε δείχνει ο κωφάλαλος.

Το δικό μας σύστημα θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για απλές λέξεις προς το παρόν. Αναπτύσσοντάς το και ενσωματώνοντας και άλλα υπολογιστικά συστήματα για να έχουμε ακρίβεια στα δάχτυλα και στο πρόσωπο, θα μπορούσε να γίνει ένας κανονικός λόγος που να είναι η ερμηνεία της νοηματικής γλώσσας σε πραγματικό χρόνο.

Ένα ακόμα παράδειγμα είναι να μπορούν δύο χρήστες να επικοινωνούν μέσω ιντερνέτ από μέσα κοινωνικής δικτύωσης (facebook, skype, oono και άλλα). Μπορεί να υπάρξει δηλαδή και κάποιο μέσω μετάφρασης μέσω υπολογιστή και να μπορούν αν επικοινωνούν άτομα από απόσταση.

5 Κεφάλαιο

Σε αυτό το κεφάλαιο αναφέρονται τα εργαλεία και οι βιβλιοθήκες που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια της υλοποίησης της εφαρμογής. Για τη ανάπτυξη της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκε το Microsoft Visual Studio WPF το οποίο παράγει XAML για την δημιουργία του γραφικού περιβάλλοντος του χρήστη. Για την υλοποίηση των λειτουργιών χρησιμοποιήθηκε η γλώσσα C#. Ακολουθεί αναφορά για το κάθε ένα από αυτά στη συνέχεια.

5.1 Microsoft Visual Studio

Το Microsoft Visual Studio είναι ένα από τα πιο δημοφιλή περιβάλλοντα ανάπτυξης εφαρμογών της Microsoft. Απευθύνεται κυρίως σε χρήστες ικανούς και με εμπειρία να προγραμματίζουν εφαρμογές για ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Οι εφαρμογές που αναπτύσσονται μπορούν να τρέξουν σε οποιαδήποτε πλατφόρμα υποστηρίζει Microsoft .Net Framework. Το Microsoft Visual Studio υποστηρίζει αρκετές γλώσσες προγραμματισμού όπως Visual Basic .Net, Visual C++ και Visual C#. Επίσης, περιλαμβάνει μία σειρά από οπτικά σχεδίασης έτσι ώστε να βοηθήσουν στην ανάπτυξη εφαρμογών. Αυτά τα εργαλεία περιλαμβάνουν Windows Forms, Windows Presentation Foundation και ASP .Net.

Στα πλαίσια αυτής της εργασίας έγινε χρήση του Microsoft Visual Studio 2010 το οποίο παρέχει ένα ευέλικτο περιβάλλον ανάπτυξης λογισμικού για την δημιουργία εφαρμογής για Windows με τη γλώσσα C# και φυσικά υποστηρίζει το Kinect Software Development Kit. Επιλέγηκε να αναπτυχθεί μια εφαρμογή WPF λόγω του ότι το συγκεκριμένο εργαλείο παρέχει πολύ καλές δυνατότητες για χρήση της συσκευής Kinect, καθώς υποστηρίζει το Software Development Kit για Kinect.

5.2 XAML

Το WPF είναι ένα υποσύνολο του .Net Framework και το μεγαλύτερο του μέρος βρίσκεται στο System.Windows namespace. Το WPF κάνει χρήση της markup language (XAML) για την ανάπτυξη του περιβάλλοντος του χρήστη, δημιουργώντας διάφορα στοιχεία. Το κάθε στοιχείο μπορεί να ρυθμιστεί έχοντας τα δικά του χαρακτηριστικά, όμως η συμπεριφορά του υλοποιείται με κώδικα που συνδέεται με αυτή τη markup language και ονομάζεται codebehind. Δεδομένου ότι η XAML είναι βασισμένη σε XML, τα περιβάλλοντα που μπορούν να δημιουργηθούν αποτελούν μία ιεραρχία από φωλιασμένα στοιχεία. Κατά το χρόνο εκτέλεσης της εφαρμογής, το WPF μετατρέπει αυτά τα στοιχεία σε αντικείμενα της κλάσης που ορίζεται. Στο παράδειγμα παρουσιάζεται ο ορισμός ενός παραθύρου το οποίο έχει φωλιασμένο ένα κουμπί, γραμμένο σε XAML και code-behind.

Ένα από τα πλεονεκτήματα του WPF είναι η χρησιμοποίηση του XAML (eXtensible Application Markup Language) και του code-behind. Το XAML έχει σχεδιαστεί ως μια πιο αποτελεσματική μέθοδος για την ανάπτυξη εφαρμογών για το γραφικό περιβάλλον του χρήστη και βασίζεται στο XML. Το κύριο πλεονέκτημα του XAML στο WPF είναι ότι είναι μία πλήρως δηλωτική γλώσσα, που επιτρέπει στον προγραμματιστή να περιγράψει τη συμπεριφορά και την ενσωμάτωση στοιχείων χωρίς τη χρήση προγραμματιστικού κώδικα. Επίσης, χρησιμοποιώντας το για την ανάπτυξη του γραφικού περιβάλλοντος του χρήστη επιτρέπει το διαχωρισμό του προγραμματιστικού κώδικα με το γραφικό περιβάλλον.

5.3 C#

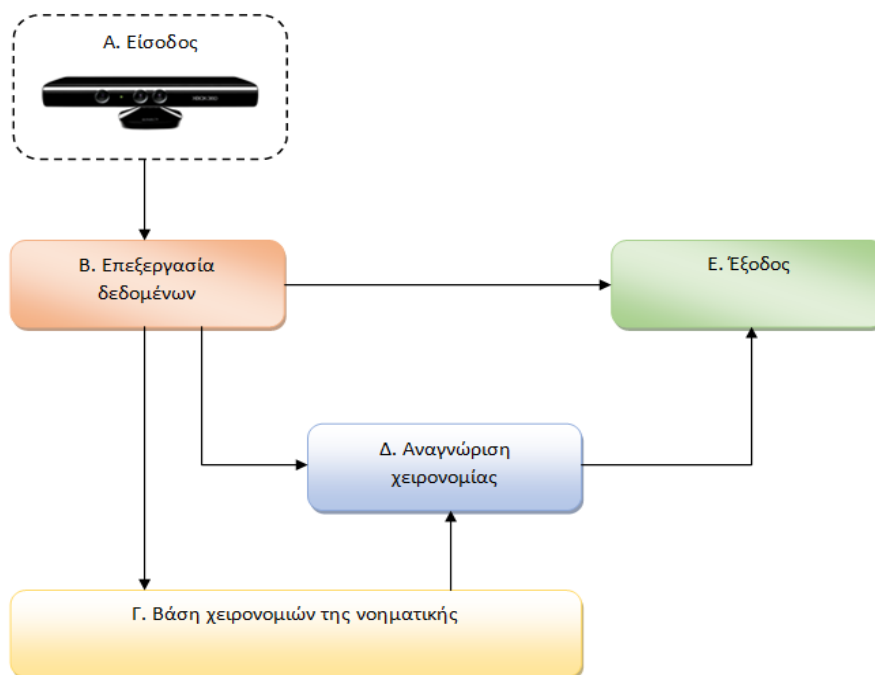
Η C# είναι κατά κύριο λόγο μια αντικειμενοστρεφής γλώσσα προγραμματισμού που ενσωματώνει ωστόσο μερικά χαρακτηριστικά διαφόρων προγραμματιστικών προτύπων. Αναπτύχθηκε στη Microsoft, από μια ομάδα κάτω από την ηγεσία του Anders Hejlsberg, σαν μέρος του .NET Framework. Η C# είναι μια συνεχώς εξελισσόμενη γλώσσα και με κάθε νέα της έκδοση προστίθενται νέα χαρακτηριστικά και συντακτικό, με μόνιμο στόχο να κάνει τα απλά πράγματα εύκολα, τα δύσκολα πράγματα εφικτά και τα άσχημα πράγματα δύσκολα. Επίσης, η C# είναι μια απλή γλώσσα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς εντατική εκμάθηση, ενώ ταυτόχρονα είναι εναρμονισμένη με σύγχρονες προγραμματιστικές πρακτικές. Οι θεμελιώδεις αρχές της γλώσσας μπορούν να κατανοηθούν γρήγορα κάτι που σημαίνει ότι οι προγραμματιστές θα είναι παραγωγικοί σε σύντομο χρονικό διάστημα. Τέλος, η C# παρέχει μια ξεκάθαρη και αποδοτική αντικειμενοστρεφή πλατφόρμα παρέχοντας στους προγραμματιστές μια συλλογή βιβλιοθηκών.

6 Κεφάλαιο

Σε αυτό το κεφάλαιο θα παρουσιάσουμε τις δυνατότητες της εφαρμογής “Σύστημα Αναγνώρισης Χειρονομιών στη Νοηματική Γλώσσα” που υλοποιήθηκε στα πλαίσια της πτυχιακής εργασίας. Η εφαρμογή είναι υλοποιημένη σε C# η οποία βασίζεται στην ανάπτυξη ενός συστήματος αναγνώρισης χειρονομιών που συναντιούνται στην νοηματική γλώσσα. Για την αναγνώριση θα χρησιμοποιηθεί ο αισθητήρας Microsoft Kinect ο οποίος έχει την ικανότητα αναγνώρισης χειρονομιών. Η υλοποίηση του συστήματος έχει χωριστεί σε δύο επιμέρους μέρη έτσι ώστε να υλοποιηθεί ευκολότερα.

6.1 Αρχιτεκτονική του συστήματος

Στο παρακάτω διάγραμμα (βλέπε εικόνα 35) φαίνεται η αρχιτεκτονική του προτεινόμενου συστήματος μας για την αναγνώριση χειρονομιών της νοηματικής γλώσσας.



Εικόνα 35: Αρχιτεκτονική Συστήματος

Ως είσοδος του συστήματος (**Α. Είσοδος**) θεωρούμε τα δεδομένα που αναγνωρίζει και καταγράφει ο αισθητήρας Kinect. Πιο συγκεκριμένα, κάθε φορά που οι εσωτερικοί μηχανισμοί του Kinect αναγνωρίζουν τις αρθρώσεις (joints) του ανθρώπινου σκελετού (Skeleton frame), το σύστημά μας, έχοντας δηλώσει το αντίστοιχο ενδιαφέρον, δέχεται πληροφορίες που αναφέρουν τις θέσεις στο τρισδιάστατο χώρο καθώς και την ποιότητα της αναγνώρισης. Η ποιότητα της αναγνώρισης μιας άρθρωσης ορίζεται αυτόματα από το Kinect ανάλογα με το εάν η άρθρωση ήταν εμφανής στον αισθητήρα ή όχι. Αν μια άρθρωση δεν είναι εμφανής τότε το Kinect προσδιορίζει κατά προσέγγιση την θέση της λαμβάνοντας υπόψιν τις θέσεις των γειτονικών αρθρώσεων. Το σύστημα μας έχει δηλώσει επίσης το ενδιαφέρον του για την RGB εικόνα που βλέπει το Kinect (Color Frame) την οποία δέχεται και αναπαράγει στην έξοδο (Ε. Έξοδος) σε συνδυασμό με το Skeleton Frame.

Στο κομμάτι της επεξεργασίας δεδομένων (**Β. Επεξεργασία δεδομένων**) το σύστημα μας λαμβάνει το Skeleton Frame το οποίο όπως αναφέραμε προηγουμένως περιέχει πληροφορίες θέσης για τις

αρθρώσεις του ανθρώπινου σκελετού. Όμως ο αισθητήρας Kinect είναι σε θέση να αναγνωρίσει ταυτόχρονα μέχρι και έξι άτομα και να εξάγει πληροφορίες αρθρώσεων για το πολύ δύο. Γι αυτό το λόγο, η πρώτη ενέργεια που κάνει το σύστημα μας είναι να ξεχωρίσει τον πλησιέστερο προς τον αισθητήρα Kinect ανθρώπινο σκελετό και να χρησιμοποιήσει τις πληροφορίες θέσης των αρθρώσεων του για τις μετέπειτα διαδικασίες.

Στη συνέχεια τα δεδομένα υφίστανται επεξεργασία σε δυο φάσεις. Στην πρώτη φάση, τα δεδομένα φιλτράρονται και το σύστημα μας κρατάει μόνο τις πληροφορίες για τις αρθρώσεις που αφορούν τα άνω άκρα. Σε δεύτερη φάση, τα δεδομένα επεξεργάζονται με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να ανεξαρτητοποιηθούν της απόστασης και της θέσης του ατόμου από τον αισθητήρα. Τα αποτελέσματα αυτής της διαδικασίας εμφανίζονται στην έξοδο για την επαλήθευσή τους εκ μέρους μας και σε μελλοντικές εκδόσεις του συστήματός μας μπορούν να παραλειφθούν.

Για την ανεξαρτητοποίηση από την απόσταση (δηλαδή να μην παίζει ρόλο το πόσο μπροστά/κοντά ή πόσο πίσω βρίσκεται ο χρήστης) υπολογίζεται η ευκλείδεια απόσταση μεταξύ των θέσεων του δεξιού και αριστερού ώμου και κατόπιν χρησιμοποιείται ως λόγος της διαίρεσης για την κανονικοποίηση των θέσεων όλων των αρθρώσεων. Για την ανεξαρτητοποίηση από την θέση (δηλαδή να μην παίζει ρόλο το πόσο αριστερά ή δεξιά του αισθητήρα βρίσκεται ο χρήστης), το σύστημα μετακινεί όλες τη θέση όλων των αρθρώσεων (και στους 3 άξονες X,Y,Z) κατά τόσο όσο η μέση θέση των ώμων.

Τα δεδομένα που αφορούν το εκάστοτε Skeleton Frame αποθηκεύονται προσωρινά σε ένα πίνακα (Frame Buffer) του οποίου η χωρητικότητα του ρυθμίζεται ανάλογα. Για τις δοκιμές του συστήματός μας και επειδή ο αισθητήρας Kinect λειτουργεί max στα 30 fps, ορίσαμε το μέγεθος του Buffer στα 32. Ως εκ τούτου υποθέτουμε ότι μια χειρονομία της νοηματικής διαρκεί περίπου ένα δευτερόλεπτο. Αν ο πίνακας είναι ήδη γεμάτος τότε το παλαιότερο χρονικά Skeleton Frame αφαιρείται παραχωρώντας τη θέση του στο νεότερο. Τα περιεχόμενα (Skeleton Frames) του πίνακα Buffer χρησιμοποιούνται για δυο περιπτώσεις. Στην πρώτη περίπτωση και αφού έχει επιλεγεί η λειτουργία της καταγραφής (ή αλλιώς της εκπαίδευσης του συστήματος) τα δεδομένα που περιέχει ο πίνακας Buffer προωθούνται στην βάση δεδομένων (**Γ. Βάση χειρονομιών της νοηματικής**), για την αποθήκευσή τους σε συνδυασμό με ένα μοναδικό αναγνωριστικό π.χ. περιγραφή χειρονομίας της νοηματικής (θα αναφερθεί/επεξηγηθεί αργότερα). Στην δεύτερη περίπτωση και εφόσον έχουν γεμίσει όλες οι θέσεις του πίνακα Buffer με Skeleton Frames, τα δεδομένα του προωθούνται στο υποσύστημα αναγνώρισης (**Δ. Αναγνώριση χειρονομίας**).

Στο υποσύστημα της βάσης χειρονομιών (**Γ. Βάση χειρονομιών της νοηματικής**) τα δεδομένα (Skeleton Frames) του πίνακα Buffer χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση μιας χειρονομίας της νοηματικής (Gesture) σε συνδυασμό με ένα μοναδικό αναγνωριστικό το οποίο μπορεί να είναι η λέξη της νοηματικής στην οποία αντιστοιχεί η χειρονομία. Δύο είναι οι κύριες λειτουργίες που επιτελούνται: 1^η) Αποθήκευση ενός Gesture στο σύστημα αρχείων του υπολογιστή ως ενιαίο αρχείο με κατάληξη (file extension) «.g» και 2^η) Ανάκτηση μιας χειρονομίας από αρχείο με κατάληξη «.g». Ο συγκεκριμένος τρόπος υιοθετήθηκε για να διευκολύνει την ανταλλαγή αρχείων χειρονομιών που όλα μαζί αποτελούν το «λεξικό» της νοηματικής που εισάγεται στο σύστημα. Για την εύκολη αποθήκευση και ανάκτηση των χειρονομιών της νοηματικής χρησιμοποιήθηκε ο μηχανισμός του serializing/deserializing όπου με τη σειριοποίηση (serializing) και την αποσειριοποίηση (deserializing) τα δεδομένα μετατρέπονται ουσιαστικά σε byte strings τα οποία απο/ανα-συντίθενται όποτε χρειάζεται.

Στο υποσύστημα της αναγνώρισης χειρονομιών (**Δ. Αναγνώριση χειρονομίας**) προσδιορίζεται η ομοιότητα της χειρονομίας που προωθήθηκε από το υποσύστημα (**Β. Επεξεργασία δεδομένων**) με τις χειρονομίες που βρίσκονται αποθηκευμένες στη βάση χειρονομιών (**Γ. Βάση χειρονομιών της νοηματικής**). Πιο συγκεκριμένα, το υποσύστημα αυτό δέχεται τα περιεχόμενα (Skeleton Frames) του πίνακα Buffer και υπολογίζει την μέση ευκλείδεια απόσταση με τα αντίστοιχα Skeleton Frames της κάθε αποθηκευμένης χειρονομίας σημειώνοντας ταυτόχρονα την χειρονομία στην οποία παρατηρήθηκε η ελάχιστη απόσταση.

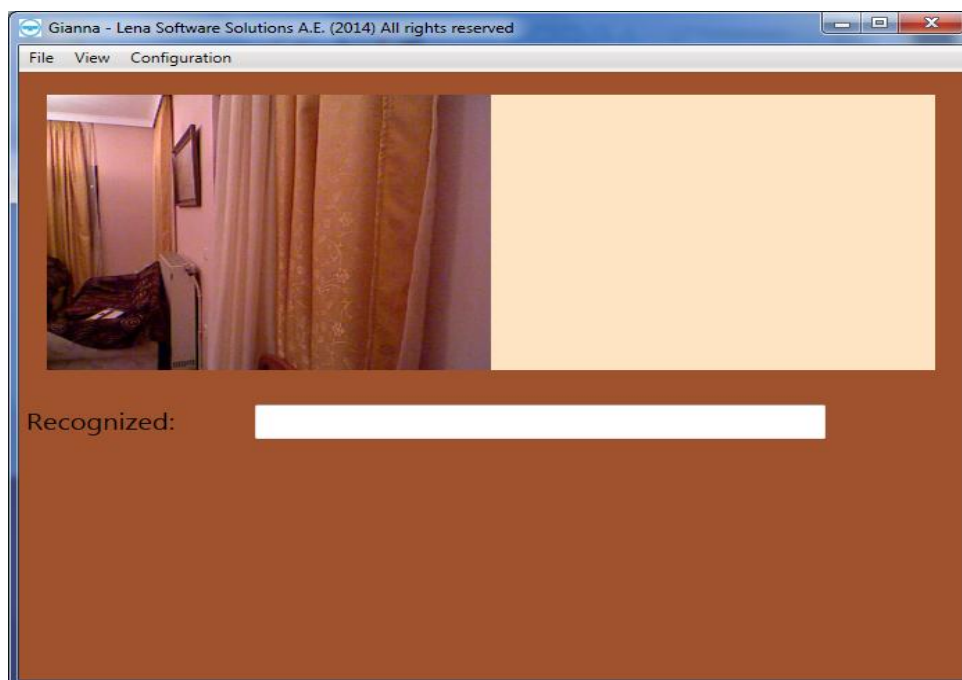
Αναλυτικότερα, υπολογίζεται η ευκλείδεια απόσταση μεταξύ της θέσης κάθε άρθρωσης που περιέχεται σε ένα Skeleton Frame με την θέση της αντίστοιχης άρθρωσης που περιέχεται στο Skeleton Frame της εκάστοτε χειρονομίας από την βάση χειρονομιών. Το άθροισμα των επιμέρους αποστάσεων διαιρείται με το πλήθος των Skeleton Frames (περίπου 32 για διάρκεια χειρονομίας ίση

με ένα δευτερόλεπτο) για να υπολογιστεί η προαναφερθείσα μέση ευκλείδεια απόσταση με κάθε αποθηκευμένη χειρονομία υπολογίζοντας ταυτόχρονα την ελάχιστη από αυτές.

Εάν αυτή η ελάχιστη τιμή δεν ξεπερνά μια ορισμένη τιμή-κατώφλι τότε το υποσύστημα αναφέρει ως υπήρχε επιτυχής αναγνώριση και εμφανίζει στην έξοδο το μοναδικό αναγνωριστικό που συνόδευε την χειρονομία στη βάση χειρονομιών. Στην ιδανική περίπτωση όπου η χειρονομία επαναληφθεί ακριβώς όπως κατεγράφη κατά την εκπαίδευση (και βρίσκεται αποθηκευμένη στη βάση χειρονομιών), η ελάχιστη απόσταση δεν μπορεί να είναι μηδενική εξαιτίας άλλων παραγόντων όπως η ευαισθησία/θόρυβος του αισθητήρα Kinect. Γι αυτό το λόγο και έπειτα από εξαντλητικές δοκιμές αποφανθήκαμε πως η ελάχιστη τιμή κατωφλίου όπου με σιγουριά έχουμε επιτυχή και «εύκολη» αναγνώριση είναι αυτή του 0.7. Ο λόγος για τον οποίο ο υπολογισμός της απόστασης δεν σταματά την πρώτη φορά που βρεθεί απόσταση μικρότερη του κατωφλίου είναι επειδή υπάρχει το ενδεχόμενο να έχουν καταγραφεί και αποθηκευτεί στην βάση χειρονομιών δύο οι περισσότερες χειρονομίες οι οποίες διαφέρουν πολύ ελάχιστα μεταξύ τους.

6.2 Γραφικό Περιβάλλον

Το γραφικό περιβάλλον (GUI) του χρήστη, που δημιουργήθηκε με τη χρήση του XAML, της εφαρμογής που φτιάξαμε είναι όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα (βλέπε εικόνα 36):



Εικόνα 36: Αρχική Εικόνα Εφαρμογής

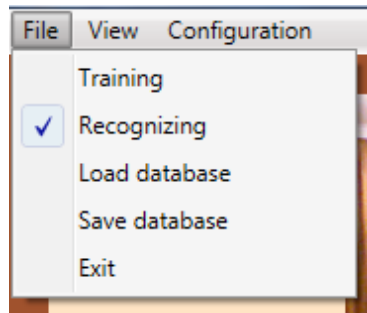
Στο επάνω μέρος χρησιμοποιούμε ένα μενού με τις παρακάτω επιλογές:

File:

Με την επιλογή Training ενεργοποιούμε την κατάσταση εκπαίδευσης του συστήματος. Επίσης με την επιλογή Recognizing ενεργοποιούμε την κατάσταση αναγνώρισης του συστήματος. Όταν είναι ενεργοποιημένη η μια από τις δύο επιλογές (Training - Recognizing) τότε πάντα η άλλη αυτόματα απενεργοποιείται. Στην έναρξη της εφαρμογής μας είναι ενεργοποιημένο το Recognizing. Άλλη μια επιλογή που χρησιμοποιούμε στο μενού File είναι η Load database, όπου μπορούμε να φορτώσουμε στην εφαρμογή τις κινήσεις που έχουμε καταγράψει και αποθηκεύσει στον υπολογιστή μας σε κάποια βάση δεδομένων που έχουμε επιλέξει. Με το Save database μπορούμε να αποθηκεύσουμε στη βάση δεδομένων μας την κάθε

Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

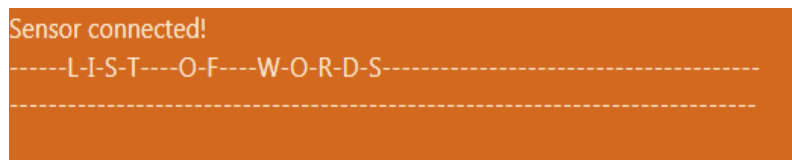
κίνηση που καταγράψαμε με τον αισθητήρα Kinect. Τέλος με την επιλογή Exit τερματίζουμε την εφαρμογή οποιαδήποτε στιγμή θελήσουμε.



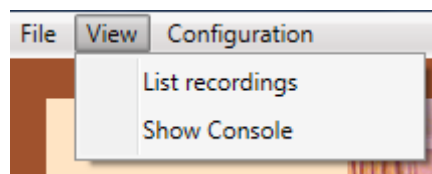
Εικόνα 37:File

✚ View :

List recording: Με αυτή την επιλογή εμφανίζουμε τις κινήσεις, που έχουμε αποθηκευμένες στη βάση δεδομένων, στην κονσόλα. Δηλαδή όταν πατήσω το List recordings στο μενού μου εμφανίζει στην κονσόλα το μήνυμα "-----L-I-S-T---O-F---W-O-R-D-S-----" και από κάτω βλέπουμε τη λίστα με τις ήδη καταγεγραμμένες και αποθηκευμένες κινήσεις. Show Console: Με αυτή την επιλογή εμφανίζουμε την κονσόλα στην κεντρική οθόνη της εφαρμογής.



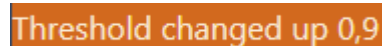
Εικόνα 38:List of Words



Εικόνα 39:View

✚ Configuration:

Το κατώφλι το έχουμε ορίσει στο σύστημα μας 0,7. Η τιμή αυτή προέκυψε μετά από αρκετές δοκιμές που κάναμε για να έχουμε ένα επιθυμητό αποτέλεσμα στην αναγνώριση της κίνησης από τον αισθητήρα. Όταν πατάω το Increase Threshold στο μενού τότε μου αυξάνει την τιμή του κατωφλίου κατά 0.2 μονάδες.

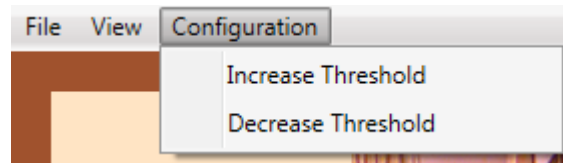


Εικόνα 40:Up Threshold

Και όταν πατάω το Decrease Threshold στο μενού τότε μου μειώνει την τιμή του κατωφλίου κατά 0.2 μονάδες, έτσι η αναγνώριση γίνεται λίγο πιο δύσκολη αφού πάντα έχω θόρυβο και σίγουρα διαφορές από την αρχική καταγραφή.

Threshold changed down 0,5

Εικόνα 41:Down Threshold



Εικόνα 42:Configuration

Στο δεύτερο μέρος βρίσκονται δυο παράθυρα τα οποία είναι ταξινομημένα με Grid, μια γραμμή και δυο στήλες, όπου: Αριστερά έχουμε το πρώτο παράθυρο που απεικονίζονται, στην πραγματικότητα, δυο εικόνες. Η μια είναι η φυσική εικόνα που βλέπει η έγχρωμη κάμερα του αισθητήρα και η δεύτερη, η οποία είναι διάφανη και εφάπτεται στην πρώτη, είναι τεχνητή εικόνα στην οποία εμφανίζεται ο σκελετός του ατόμου που εντόπισε ο αισθητήρας. Δεξιά βρίσκεται το δεύτερο παράθυρο που απεικονίζεται ο αναγνωρισμένος σκελετός του ατόμου από τη μέση και πάνω. Ο σκελετός είναι κανονικοποιημένος βάση της Ευκλείδειας Απόστασης.

Στο τρίτο μέρος βρίσκεται ένα label όπου εμφανίζονται κάποια στοιχεία ανάλογα με τις επιλογές που έχω κάνει από το πρώτο μέρος (Μενού).



Εικόνα 43:The label in the recognition phase

Εδώ φαίνεται τι εμφανίζεται στο label στην αρχική φάση της εφαρμογής και στη φάση της αναγνώρισης. Δηλαδή όταν πατήσω το recognizing απενεργοποιείται το training και στο Label εμφανίζεται η λέξη "Recognized: ", και το TextBox. Αν πατηθεί από το Μενού File->Training εμφανίζεται το παρακάτω.



Εικόνα 44:The label in the training phase

Όταν πατήσω το training απενεργοποιείται το recognizing και στο Label εμφανίζεται η φράση "Phrase or Word: ", μέσα στο TextBox αναγράφεται η φράση "Enter a new word here!" όπου περιμένει το όνομα τις κίνησης που θα καταγραφεί και εμφανίζεται το κουμπί Record. Ακόμα στη φάση της εκπαίδευσης βλέπουμε το εξής,



Εικόνα 45:Training

Έχουμε βάλει στο TextBox το όνομα της κίνησης που θέλουμε να καταγράψει. Επίσης το κουμπί στα δεξιά από Record αλλάζει σε Stop. Όταν πατηθεί το κουμπί Stop η ενέργεια της καταγραφής σταματάει και η καταγραφή χάνεται. Άλλη μια κατάσταση αλλαγής του label όταν γίνεται η αναγνώριση.



Εικόνα 46:Gesture Recognition

Είναι εμφανές ότι το κουμπί που υπήρχε στα δεξιά φεύγει, αριστερά εμφανίζεται το "Recognized" και μέσα στο TextBox μας εμφανίζεται το όνομα της κίνησης που αναγνώρισε από τις αποθηκευμένες.

Τέλος, στο τέταρτο και τελευταίο μέρος βρίσκεται η κονσόλα όπου εμφανίζεται ανά πάσα στιγμή κατάσταση στην οποία βρίσκεται η εφαρμογή.



Εικόνα 47:Console

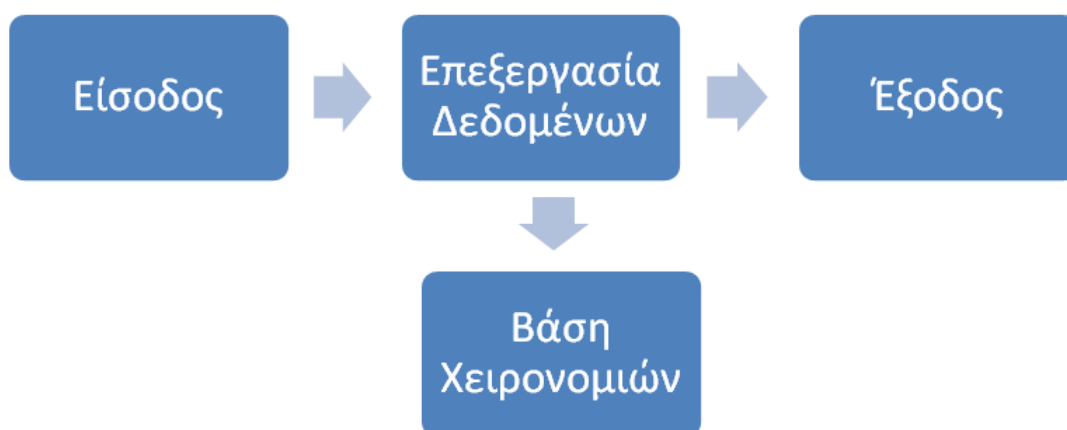
6.3 Χρήση Εφαρμογής

Η διαδικασία αναγνώρισης μιας χειρονομίας ισοδυναμεί με την ταύτιση της με μια από αυτές που έχουν εισαχθεί στο σύστημα κατά την διαδικασία της εκπαίδευσης. Η διαδικασία της εκπαίδευσης περιλαμβάνει την εκτέλεση μιας χειρονομίας και την ταυτόχρονη εγγραφή της σε μια εικονική βάση δεδομένων. Μια χειρονομία (κλάση Gesture) αποτελείται από μια ακολουθία θέσεων των αρθρώσεων του ανθρώπινου σκελετού συνήθως 32 στο πλήθος. Ο αισθητήρας βάθους (Kinect) που χρησιμοποιούμε είναι σε θέση να μας δίνει τις θέσεις των αρθρώσεων με ρυθμό 32 καρτέ το δευτερόλεπτο. Με βάση αυτόν τον περιορισμό επιλέξαμε η προαναφερόμενη ακολουθία θέσεων να αποτελείται από 32 καρτέ το οποίο πρακτικά σημαίνει ότι η διάρκεια μιας χειρονομίας αντιστοιχεί σε 1 δευτερόλεπτο. Από τις ρυθμίσεις του αισθητήρα επιλέξαμε το Seated Mode εφόσον στις χειρονομίες που συναντάμε στην νοηματική γλώσσα δεν χρησιμοποιούνται τα πόδια. Κατόπιν της εγγραφής μιας χειρονομίας μπορούμε να της δώσουμε ένα όνομα το οποίο αντιστοιχεί στην λέξη που υποδηλώνει η χειρονομία. Η κάθε χειρονομία καθώς και οι πληροφορίες που την αντιπροσωπεύουν (όπως το όνομα/λέξη και η ακολουθία από θέσεις αρθρώσεων) αντιστοιχεί σε ένα στιγμιότυπο της κλάσης Gesture. Για να λύσουμε το πρόβλημα της επανάληψης της διαδικασίας της εκπαίδευσης κάθε φορά που εκτελούμε το σύστημα μας αποφασίσαμε να κατασκευάσουμε μια εικονική βάση δεδομένων από την οποία να μπορεί το σύστημα να διαβάζει τις χειρονομίες που έσωσε κατά την διαδικασία της εκπαίδευσης. Για να μην χρησιμοποιήσουμε σχεσιακή βάση δεδομένων (SQL server) επιλέξαμε να κάνουμε serialization του στιγμιότυπου της κλάσης σε δυαδική μορφή και αποθήκευση ως αρχείο στο σκληρό δίσκο. Για να το κάνουμε αυτό υλοποιήσαμε το interface ISerializable που μας δίνεται στο .Net Framework. Από δική μας σύμβαση επιλέξαμε η κατάληξη του δυαδικού αρχείου να είναι .g χωρίς να έχει καμία επίπτωση στο σύστημα μας. Με βάση αυτή την προσέγγιση, την επόμενη φορά που θα εκκινήσει το πρόγραμμα μας είναι σε θέση να φορτώσει αυτά τα δυαδικά αρχεία που περιέχουν τις εγγραφές και να είναι έτοιμο για χρήση χωρίς να χρειάζεται εκ νέου η εκπαίδευση του.

Κατά τη φάση της αναγνώρισης ή αλλιώς ταύτισης το σύστημα μας προσπαθεί να ελέγξει η live ακολουθία θέσεων των αρθρώσεων ενός χρήστη με ποια αντιστοιχεί απο αυτές που βρίσκονται αποθηκευμένες στην μνήμη. Υπενθυμίζουμε ότι αυτές στην μνήμη βρέθηκαν εκεί είτε γιατί κάναμε εγγραφή είτε γιατί τις διαβάσαμε από το σκληρό δίσκο (αρχεία .g). Η σύγκριση ομοιότητας πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας απλά μαθηματικά όπως την ευκλείδεια απόσταση. Ιδανικά, αν η ακολουθία θέσεων είναι ακριβώς ίδια με μία ήδη καταγεγραμμένη τότε η μεταξύ τους ευκλείδεια απόσταση είναι θεωρητικά μηδέν. Αυτό όμως στην πράξη δεν μπορεί να επιτευχθεί αφού ο ίδιος ο αισθητήρας δεν είναι απόλυτα σταθερός και εισάγει κάποιο θόρυβο ακόμα και για μία ακίνητη κούκλα. Αυτό συνεπάγεται ευθέως την αποδοχή από το σύστημα μας μιας μικρής απόκλισης κάτι που ονομάζουμε στον κώδικά μας threshold. Όσο μεγαλύτερο είναι το threshold τόσο πιο ανεκτικό γίνεται το σύστημα μας αλλά ταυτόχρονα αυξάνεται η πιθανότητα λάθους αφού ίσως έχουν εγγραφεί στην βάση χειρονομιών 2 ή περισσότερες κινήσεις κάπως όμοιες μεταξύ τους. Στην πράξη και μετά από μια πληθώρα πειραμάτων συμπεράναμε πως το threshold θα μπορούσε να έχει την τιμή 0.7 δίνοντας μας πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα χωρίς λάθη κατά την αναγνώριση μιας χειρονομίας.

6.3.1 Εκπαίδευση του συστήματος

Έχουμε υλοποιήσει την εφαρμογή μας για να δουλεύει σε 2 φάσεις. Στην αρχική φάση γίνεται η διαδικασία της εκπαίδευσης όπου καταγράφονται οι οποίες χειρονομίες θέλουμε και πιο συγκεκριμένα η θέση xyz όλων των joints των χεριών. Αυτές οι πληροφορίες αποθηκεύονται σε αρχεία τοπικά στον υπολογιστή. Στο παρακάτω σχήμα (βλέπε εικόνα 48) φαίνεται η φάση της εκπαίδευσης του συστήματος μας. Αρχικά έχουμε την Είσοδο όπου ο αισθητήρας Kinect ενεργοποιείται και ξεκινάει η εφαρμογή μας. Η κάμερα RGB του αισθητήρα Kinect ξεκινάει να σκανάρει τον πιο κοντινό σκελετό που έχει απέναντι της. Μόλις τον αναγνωρίσει αρχίζει να τον παρακολουθεί και τον ζωγραφίζει στο κανονικοποιημένο παράθυρο σε καθιστή θέση. Όταν ο χρήστης επιλέξει κάνει έναρξη της καταγραφής (Εκπαίδευση) της κίνησης που επιθυμεί. Η κίνηση καταγράφεται και ο χρήστης αν επιθυμεί την αποθηκεύει σε μια Βάση Δεδομένων. Αν δεν θέλει να την αποθηκεύσει ή σταματήσει την καταγραφή πριν ολοκληρωθεί η καταγραφή χάνεται και μπορεί να καταγράψει μία νέα κίνηση. Αποθηκεύει την κατάλληλη για μελλοντική χρήση (Save). Έτσι, αυτή η φάση οδηγείται στην έξοδο για να συνεχίσουμε στη φάση της αναγνώρισης. Όλα τα παραπάνω αναφέρονται στις ενότητες που ακολουθούν.



Εικόνα 48: Εκπαίδευση Συστήματος

6.3.1.1 Είσοδος

Χρησιμοποιούμε σαν είσοδο τον αισθητήρα Kinect. Αρχικά στην εφαρμογή αρχικοποιούμε διάφορες μεταβλητές για να μπορέσουμε στη συνέχεια να τις χρησιμοποιήσουμε όπως:

- το πλάτος και το ύψος του παραθύρου,
- το πάχος των γραμμών που θα σχεδιάσουμε,
- το πάχος της έλλειψης. Η έλλειψη χρησιμοποιείται για να εντοπίσουμε την ακριβή θέση των αρθρώσεων,
- και τα χρώματα που θα φαίνονται ανάλογα αν έχει εντοπιστεί ο σκελετός ή αν ο σκελετός παρακολουθείται.

6.3.1.2 Επεξεργασία Δεδομένων



Εικόνα 49: Εντοπισμός Σκελετού

Στην παραπάνω φωτογραφία απεικονίζονται τα δυο παράθυρα της εφαρμογής όπου φαίνονται τα εξής:

Αριστερά:

Βλέπουμε την εικόνα που δείχνει η έγχρωμη κάμερα του αισθητήρα. Επίσης βλέπουμε ένα ακόμα διάφανο παράθυρο πάνω στην έγχρωμη κάμερα με τη σχεδίαση του ανθρώπινου σκελετού. Εάν δεν αναγνωρίσει καμία άρθρωση τότε δεν ζωγραφίζει κανένα σκελετό. Αν όμως ανάμεσα σε δυο αρθρώσεις αναγνωρίσει τη μια και την άλλη δεν την αναγνωρίσει πλήρως ο αισθητήρας τότε ζωγραφίζει μια λεπτή γραμμή ανάμεσα στις δυο αρθρώσεις πιο λεπτή και διαφορετικού χρώματος. Εάν δεν αναγνωρίσει πλήρως και τις δυο αρθρώσεις τότε πάλι δεν τις ενώνει μεταξύ τους. Τέλος, εάν αναγνωρίσει κανονικά και τις δυο αρθρώσεις που θέλει να ενώσει τότε βάζει μεταξύ τους μια κανονική γραμμή με το επιθυμητό χρώμα.

Δεξιά:

Σε αυτό το παράθυρο είναι σχεδιασμένος ο πλέον αναγνωρισμένος πλήρως σκελετός σε καθιστή στάση, δηλαδή φαίνονται μόνο τα πάνω άκρα του ατόμου που έχει αναγνωρίσει η έγχρωμη κάμερα του αισθητήρα. Αυτό είναι ένα αποτέλεσμα της χρήσης της Ευκλείδειας Απόστασης που χρησιμοποιήσαμε. .

✚ Παρακολούθηση Σκελετού Κοντά στην Περιοχή Βάθους

Ξεκινώντας από το Kinect για Windows SDK 1.5, οι σκελετοί μπορούν να παρακολουθούνται πλήρως, όταν ο αισθητήρας βάθους βρίσκεται στην εγγύς περιοχή. Μια εφαρμογή μπορεί να λάβει τις πλήρεις κοινές πληροφορίες όταν παρακολουθεί τους χρήστες κοντά στον αισθητήρα από 0.4 μέτρα μέχρι 3.0 μέτρα. Η σκελετική παρακολούθηση για την κοντινή απόσταση παρέχεται και στους δύο τρόπους: καθιστή και προεπιλογή. Η Δεδομένου ότι το οπτικό πεδίο είναι περιορισμένο όταν ο χρήστης βρίσκεται πολύ κοντά, ο καθιστός τρόπος χρησιμοποιείται συχνότερα στην εξής περίπτωση: οι εφαρμογές που θέλουν να παρακολουθούν μόνο το κεφάλι, τον κορμό, και τους ώμους του χρήστη.

```
this.sensor.DepthStream.Range = DepthRange.Near;
this.sensor.SkeletonStream.EnableTrackingInNearRange = true;
this.sensor.SkeletonStream.TrackingMode = SkeletonTrackingMode.Seated;
```

✚ Filter for Joints

Οι αρθρώσεις του σκελετού που παρακολουθούνται μπορούν να ρυθμιστούν σε διαφορετικά πλαίσια για να ελαχιστοποιήσουν και να σταθεροποιήσουν τις θέσεις τους σε κάθε χρονική περίπτωση.

Πολύ πιθανό να παρατηρείται νευρικότητα στις κινήσεις των αρθρώσεων και αυτό να επηρεάζει τη χρήση τους στην εφαρμογή, έτσι χρησιμοποιώντας το "Transform Smooth Parameters" μπορούμε να εξομαλύνουμε τις κινήσεις αυτές ενεργοποιώντας αρχικά το TransformSmooth χαρακτηριστικό και στη συνέχεια προσαρμόζοντας τις ρυθμίσεις σε κάθε μία από τις παραμέτρους έτσι ώστε να μπορεί να δουλεύει καλύτερα η εφαρμογή μας.

Το Kinect για τα παράθυρα SDK παρέχει έναν μηχανισμό για να ρυθμίσει τις θέσεις των αρθρώσεων. Οι εφαρμογές μπορούν να ενεργοποιήσουν την εξομάλυνση και το Kinect θα ρυθμίσει τη θέση των αρθρώσεων που υπολογίζονται σε αυτό το frame σύμφωνα με την επιθυμητή συμπεριφορά εξομάλυνσης. Το φίλτρο μπορεί να ελεγχθεί μέσω πέντε παραμέτρων εξομάλυνσης :

```
TransformSmoothParameters smoothingParam1 = new TransformSmoothParameters();
{
    smoothingParam1.Smoothing = 0.5f;
    smoothingParam1.Correction = 0.1f;
    smoothingParam1.Prediction = 0.5f;
    smoothingParam1.JitterRadius = 0.1f;
    smoothingParam1.MaxDeviationRadius = 0.1f;
};
```

- Εξομάλυνση (Smoothing): Αυξάνοντας την τιμή της παραμέτρου εξομάλυνσης οδηγούμαστε σε πιο υψηλές τιμές εξομάλυνσης της θέσης του σκελετού. Η φύση της εξομάλυνσης, δεδομένου ότι η αξία της εξομάλυνσης αυξάνεται, στην ανταπόκριση στα νέα δεδομένα μειώνεται. Έτσι, η αυξημένη εξομάλυνση οδηγεί σε αυξημένο λανθάνοντα χρόνο στις τιμές που επιστρέφονται από το σκελετό. Οι τιμές πρέπει να είναι στο εύρος 0 έως 1,0 . Παίρνει 0 για να επιστραφούν τα νέα δεδομένα.

- Διόρθωση (Correction): Οι χαμηλότερες τιμές είναι πιο αργές να διορθώσουν τα νέα δεδομένα και να εμφανιστούν πιο ομαλά, ενώ οι υψηλότερες τιμές θα διορθώσουν τα νέα δεδομένα πιο γρήγορα. Οι τιμές πρέπει να είναι στο εύρος 0 έως 1,0.

- Πρόβλεψη (Prediction): Ο αριθμός των frames για να πρόβλεψη του μέλλοντος. Οι τιμές θα πρέπει να είναι μεγαλύτερες ή ίσες με το μηδέν. Τιμές μεγαλύτερες από 0,5 θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε υπέρβαση όταν κινούνται γρήγορα. Αυτό το αποτέλεσμα μπορεί να μειώνεται με τις μικρές τιμές του fMaxDeviationRadius.

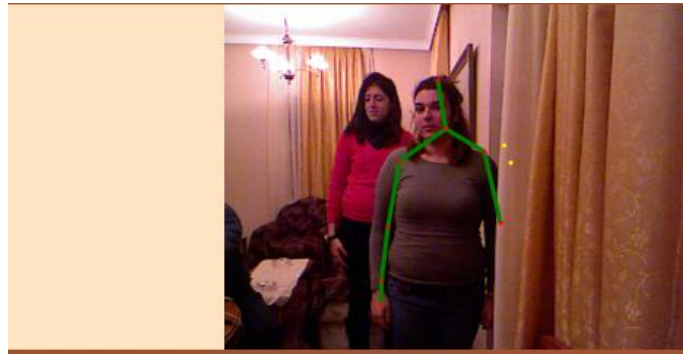
- Jitter Radius: Η ακτίνα είναι σε μέτρα για τη μείωση του jitter. Κάθε jitter εκτός της ακτίνας εφάπτεται σε αυτήν.

- Μέγιστη Απόκλιση Ακτίνας (MaxDeviationRadius): Η μέγιστη ακτίνα σε μέτρα που φιλτράρεται στις θέσεις επιτρέπει να αποκλίνουν τα νέα δεδομένα.

✚ Παρακολουθεί τον πιο Κοντινό Σκελετό

Ορίζουμε μία λίστα από frames όπου καταγράφονται στη σειρά οι συντεταγμένες για να μπορέσει να οριστεί μία χειρονομία. Το μέγεθος των frames που μπορούν να αποθηκευτούν είναι 32 και μετά η κίνηση αποθηκεύεται σε μία άλλη λίστα.

Δίνουμε στον αισθητήρα την εντολή να εντοπίσει και να παρακολουθεί τον άνθρωπο που βρίσκεται πιο κοντά στον αισθητήρα για να μην έχουμε προβλήματα με τους σκελετούς που βρίσκονται στο πλάνο μας.



Εικόνα 50:Κοντινότερος Σκελετός

```
foreach (Skeleton skel in skeletons)
{
    if (skel.TrackingState != SkeletonTrackingState.Tracked)
        continue;
    if (nearSkel == null)
    {
        nearSkel = skel;
        continue;
    }
    if (skel.Position.Z < nearSkel.Position.Z)
        nearSkel = skel;
}
```

Στον παραπάνω κώδικα φτιάχνουμε αυτόν τον περιορισμό με μια σειρά από εντολές. Παίρνει δηλαδή το πιο κοντινό σκελετό μόνο και τα αλλά τα αγνοεί. Κάνει έλεγχο αν εντόπισε κάποιο σκελετό και αν έχει εντοπίσει ζωγραφίζει το σκελετό. Στη συνέχεια κανονικοποιεί το σκελετό χρησιμοποιώντας μια μέθοδο και ζωγραφίζει, από τη μέση και πάνω του σκελετού, τα κανονικοποιημένα τμήματα του. Τέλος προσθέτει τα κανονικοποιημένα τμήματα στον πίνακα frames.

✚ Σχεδιασμός Σκελετού/Κεντρικοποίηση

Αφού ετοιμαστεί ο αισθητήρας αρχίζει να σχεδιάζει το σκελετό, δηλαδή σχεδιάζει τον κορμό του σκελετού, δεξί και αριστερό χέρι καθώς δεξί και αριστερό πόδι. Μετά ελέγχει όλες τις αρθρώσεις του ανθρώπινου σκελετού και ανάλογα με το αν παρακολουθείται πλήρως ή όχι πλήρως ζωγραφίζει την έλλειψη με το κατάλληλο χρώμα. Επίσης ελέγχει εάν ένα Skeleton Point βρίσκεται εντός των ορίων απόδοσης του χώρου μας και το μετατρέπει σε σημείο. Μετά τις αρθρώσεις που εντοπίστηκαν τις ενώνει μεταξύ τους με μια γραμμή ανάλογου πάχους και χρώματος.

Δημιουργεί το Drawing Group όπου μέσα βάζουμε τις έτοιμες (ζωγραφισμένες) αρθρώσεις. Το Drawing Group είναι ένα group από σχέδια. Κάθε φορά που θέλουμε να σχεδιάσουμε τις αρθρώσεις γεμίζουμε το Drawing Group με σχήματα, δηλαδή με γραμμές και κουκίδες. Αυτόματα (επειδή έχουμε κάνει αρχικοποίηση) ζωγραφίζει το set που έχουμε δώσει, στο παράθυρο. Επίσης φτιάχνουμε και ένα δεύτερο Drawing Group για το κανονικοποιημένο σκελετό. Άλλη μία μεταβλητή είναι η Image Source που σχεδιάζει την εικόνα του σκελετού που θα εμφανιστεί και η Image Source2 που σχεδιάζει την εικόνα του κανονικοποιημένου σκελετού. Παράλληλα τοποθετεί τα σύνολα από τις αρθρώσεις στα δυο παράθυρα.

```
this.drawingGroup = new DrawingGroup();
this.drawingGroup2 = new DrawingGroup();
this.imageSource = new DrawingImage(this.drawingGroup);
this.imageSource2 = new DrawingImage(this.drawingGroup2);
SkeletonImage.Source = this.imageSource;
NormalizedSkeletonImage.Source = this.imageSource2;
```

Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

Τοποθετούμε τις θέσεις των αρθρώσεων, κάθε μια ξεχωριστά, σε ένα πίνακα οχτώ θέσεων. Στην πρώτη θέση του πίνακα τοποθετούμε την θέση του αριστερού χεριού. Στη δεύτερη θέση τοποθετούμε τη θέση του αριστερού ώμου. Στη συνέχεια προσθέτουμε τη θέση του αριστερού αγκώνα και τη θέση του δεξιού αγκώνα. Μετά τη θέση του δεξιού ώμου, τη θέση του δεξιού χεριού. Τέλος προσθέτουμε τη θέση του αριστερού και δεξιού ώμου.

Παίρνω πρώτα του δύο ώμους του σκελετού και τους τοποθετώ στο παράθυρο στη σωστή θέση και αργότερα τοποθετούνται και οι υπόλοιπες αρθρώσεις οι θέσεις των οποίων εξαρτώνται από τη θέση των ώμων. Μπαίνουν δηλαδή στο κέντρο του παραθύρου με τη βοήθεια της Ευκλείδειας Απόστασης που χρησιμοποιούμε.

```
SkeletonPoint shoulderLeft = skel.Joints[JointType.ShoulderLeft].Position;
SkeletonPoint shoulderRight = skel.Joints[JointType.ShoulderRight].Position;

float shoulderDist = (float)Math.Sqrt(Math.Pow((shoulderLeft.X - shoulderRight.X), 2)
    + Math.Pow((shoulderLeft.Y - shoulderRight.Y), 2));

SkeletonPoint center = new SkeletonPoint();
center.X = (shoulderLeft.X + shoulderRight.X)/2;
center.Y = (shoulderLeft.Y + shoulderRight.Y)/2;
center.Z = (shoulderLeft.Z + shoulderRight.Z)/2;
    for (int i = 0; i < table.Length; i++)
    {
        table[i].X -= center.X;
        table[i].Y -= center.Y;
        table[i].Z -= center.Z;
    }

shoulderDist = (float) Math.Sqrt(Math.Pow((shoulderLeft.X - shoulderRight.X), 2)
    + Math.Pow((shoulderLeft.Y - shoulderRight.Y), 2));

    for (int i = 0; i < table.Length; i++)
    {
        table[i].X /= shoulderDist;
        table[i].Y /= shoulderDist;
        table[i].Z /= shoulderDist;
    }
return table;
```

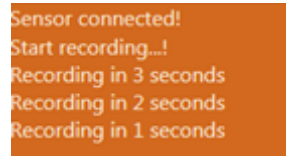
Σχεδιάσαμε τα βασικά συστατικά λειτουργίας του συστήματος μας κάνοντας την παραδοχή να αγνοήσουμε την θέση ή και τις εκφράσεις του προσώπου του χρήστη και λαμβάνοντας υπόψη μόνο τα χέρια του.

6.3.1.3 Εκπαίδευση Συστήματος

Όταν η εφαρμογή ξεκινά δεν είναι εκπαιδευμένη είναι όμως επιλεγμένη από τον κατασκευαστή η φάση της αναγνώρισης, έτσι από το κεντρικό μενού επιλέγουμε File->Training και έτσι φέραμε την εφαρμογή στη φάση της εκπαίδευσης. Αφού επιλέξω τη φάση της εκπαίδευσης αυτόματα απενεργοποιείται η αναγνώριση και το ίδιο γίνεται και αντίστροφα, δηλαδή όταν έχω επιλεγμένη την αναγνώριση τότε αυτόματα απενεργοποιείται η εκπαίδευση. Σε αυτό το σημείο εμφανίζεται και το κουμπί Record. Για να ξεκινήσω την καταγραφή της κίνησης που επιθυμώ πατάω το κουμπί και αρχίζει μια αντίστροφη μέτρηση μέχρι να ετοιμαστεί ο αισθητήρας για να καταγράψει την κίνηση. Έτσι όταν τελειώσει η διαδικασία αυτή η εφαρμογή γράφει σε 32 frames την κίνηση που ο χρήστης επιθυμεί και έδειξε στον αισθητήρα.

Μετρητής Εκκίνησης

Ενεργοποιούμε ένα μετρητή όπου με το πάτημα του κουμπιού Record ξεκινά να μετρά αντίστροφα. Όταν τα δευτερόλεπτα γίνουν 0 ξεκινά η καταγραφή.



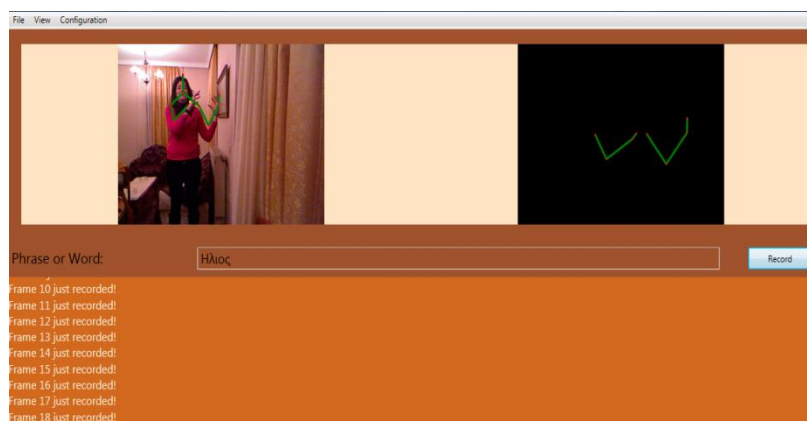
Εικόνα 51:Μετρητής

```
private int seconds = 4;
private void recordingTimer_Elapsed(object sender, ElapsedEventArgs e)
{
    seconds--;
    Application.Current.Dispatcher.BeginInvoke(new Action(delegate()
    {
        AddTextToConsole("Recording in " + seconds + " seconds");
    }), System.Windows.Threading.DispatcherPriority.Normal);
    if (seconds == 0)
    {
        this.recordingTimer.Enabled = false;
        StartRecording();
    }
}
```

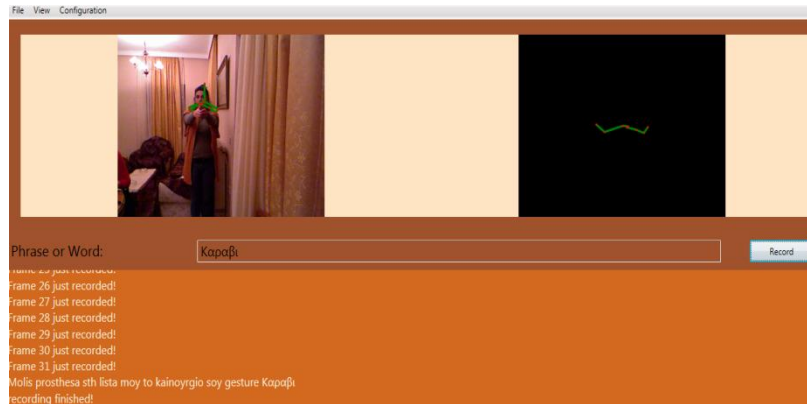
Καταγραφή

Πατάω το κουμπί Record εάν δεν έχω δώσει όνομα στην κίνηση που θα καταγράψω μου εμφανίζει μήνυμα στην κονσόλα ότι πρέπει να δώσω όνομα. Αν δώσω κανονικά όνομα και δεν υπάρχει κάποιο άλλο πρόβλημα τότε ξεκινά η καταγραφή κάνει την αντίστροφη μέτρηση μέχρι να ξεκινήσει η καταγραφή, το κουμπί Record γίνεται Stop. Μόλις τελειώσει η καταγραφή εμφανίζεται στην κονσόλα το μήνυμα ότι ολοκληρώθηκε η καταγραφή, το κουμπί Stop γίνεται Record.

Ένα παράδειγμα καταγραφής φαίνεται στα παρακάτω Screenshot για τις λέξεις "Ήλιος" και "Καράβι". Ο χρήστης κάθεται μπροστά στον αισθητήρα, ο αισθητήρας με τη σειρά τον αναγνωρίζει και τον παρακολουθεί, όπως έχουμε αναφέρει παραπάνω. Ύστερα ο χρήστης βάζει το σώμα και τα χέρια του στη σωστή στάση, που ορίζεται από τους κανόνες της νοηματικής γλώσσας, και ετοιμάζεται για την καταγραφή.



Εικόνα 52:Καταγραφή 1ης Κίνησης



Εικόνα 53:Καταγραφή 2ης Κίνησης

Στον παρακάτω κώδικα και στα Screenshot φαίνεται αναλυτικά πως με τις κατάλληλες εντολές δημιουργήσαμε την κατάσταση της καταγραφής μιας κίνησης της νοηματικής γλώσσας.

```
private void recordButton_Click(object sender, RoutedEventArgs e)
{
    String buttonLabel = recordButton.Content as String;
    if (phraseTextBox1.Text == "")
    {
        AddTextToConsole("Prepei na oriseis ena onomataki prwtou ksekinisei h eggraphh!!");
        return;
    }
    if (buttonLabel == "Record")
    {
        AddTextToConsole("Start recording...!");
        recordButton.Content = "Stop";
        seconds = 4;
        this.recordingTimer.Enabled = true;
    }
    else
    {
        this.recordingTimer.Enabled = false;
        AddTextToConsole("recording finished!");
        capturing = false;
        frames.Clear();
        recordButton.Content = "Record";
    }
}
```



Εικόνα 54:Ολοκλήρωση Κίνησης

Λίστα Καταχώρησης Gesture

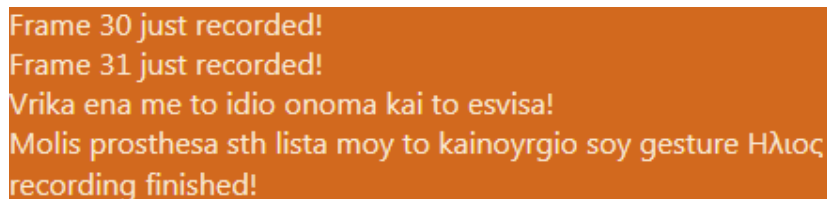
Χρησιμοποιούμε ένα buffer μεγέθους 32 frames. Όταν ο buffer γεμίσει από frames διαγράφει το πρώτο στοιχείο και καταχωρεί το πιο πρόσφατο όπως φαίνεται στον παρακάτω κώδικα.

Εάν η καταγραφή για τον οπουδήποτε λόγο σταματήσει, για παράδειγμα αν πατήσω το κουμπί Stop ή εάν σταματήσει ο αισθητήρας να λειτουργεί, η καταγραφή χάνεται και η λίστα μου έχει ελλιπές γέμισμα.

```
if (capturing == false)
{
    if (frames.Count == BufferSize && enableRecognition == true)
    {
        String s = Recognize();
        ShowTextToPhraseTextBox(s);
    }
}
```

Αν ο buffer έχει και τα 32 frames προσπαθεί να τα ταιριάξει (για να έχει μια ολοκληρωμένη καταγραφή κίνησης). Όταν καταγράφει και τα 32 frames δημιουργεί ένα νέο gesture. Όμως αν βρει καταγραφή με το ίδιο όνομα τη διαγράφει και κρατάει τη νεότερη και προσθέτει την καινούργια καταγραφή στη λίστα.

```
if (frames.Count >= BufferSize)
{
    Gesture newGesture = new Gesture(this.phraseTextBox1.Text, new List<SkeletonPoint[]>(frames));
    for (int i = 0; i < gestures.Count; i++)
    {
        if (gestures[i].Name.Equals(newGesture.Name))
        {
            gestures.RemoveAt(i);
            AddTextToConsole("Vrika ena me to idio onoma kai to esvisa!");
            break;
        }
    }
    gestures.Add(newGesture);
    AddTextToConsole("Molis prosthese sth lista moy to kainoyrgio soy gesture " + newGesture.Name);
    recordButton_Click(null, null);
}
```



```
Frame 30 just recorded!
Frame 31 just recorded!
Vrika ena me to idio onoma kai to esvisa!
Molis prosthese sth lista moy to kainoyrgio soy gesture Ηλιος
recording finished!
```

Εικόνα 55:Εντοπισμός ίδιου ονόματος

Μόλις πατήσεις το κουμπί “Stop” σταματάει η καταγραφή, η καταγραφή χάνεται και η εφαρμογή οδηγείται στην Έξοδο. Αν ολοκληρωθεί επιτυχώς εμφανίζει στην κονσόλα πόσα frames καταγραφήκαν. Τέλος, προσθέσαμε και τον περιορισμό να μην μπορεί ο σκελετός που ζωγραφίσαμε να βγει έξω από τα όρια του παραθύρου.

Στην κονσόλα υπάρχει η εντολή, η οποία δημιουργήθηκε με τον παρακάτω κώδικα, να εμφανίζεται πάντα το τελευταίο στοιχείο που προστίθεται για ευκολία εύρεσης και ανάγνωσής του.

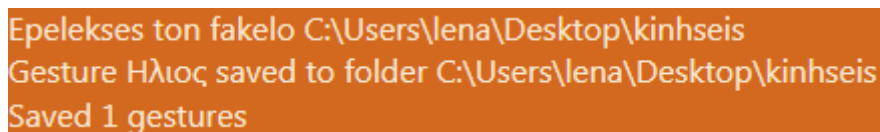
```
private void AddTextToConsole(string txt)
{
    this.textBlock1.Inlines.Add(txt + "\n");
    this.scrollView1.ScrollToEnd();
}
```

6.3.1.4 Βάση χειρονομιών της νοηματικής

Όταν έρχεται στιγμή που ο χρήστης θελήσει να τερματίσει μια εφαρμογή θα πρέπει να γράψει τις πληροφορίες σε ένα αρχείο σε κάποιο σημείο, γιατί θέλει να αποθηκεύσει οποιαδήποτε πληροφορία ήταν στη μνήμη. Σήμερα χρησιμοποιείται, για αυτό το σκοπό, ένα χαρακτηριστικό που βρίσκεται ενσωματωμένο στο .NET που ονομάζεται *Serialization* και κάνει το γράψιμο και την ανάγνωση των δομών δεδομένων προς και από ένα αρχείο εξαιρετικά εύκολα.

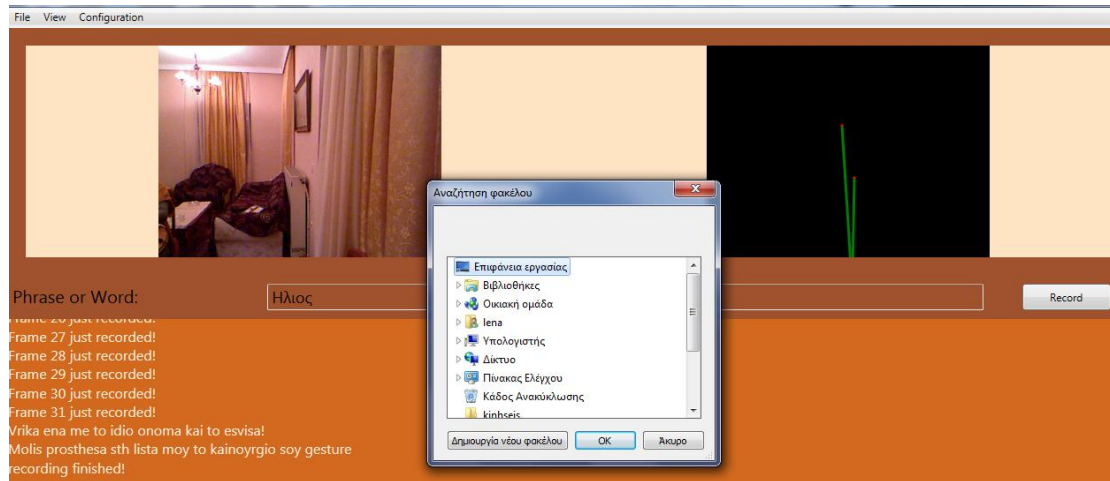
Σε αυτή την πτυχιακή εργασία χρησιμοποιούμε αυτό το χαρακτηριστικό. Δημιουργήσαμε ένα πρόγραμμα που παρακολουθεί σκελετούς και καταγράφει τις κινήσεις τους. Η καταγραφή της κίνησης (*gesture*) μας σώζει κάποιες πληροφορίες για το ποια κίνηση θέλουμε να αποθηκεύσουμε για μελλοντική χρήση και να μην επιστρέφουμε στην εκπαίδευση του συστήματος για κινήσεις που έχουμε ήδη καταγράψει. Δεδομένου ότι έχουμε τη δυνατότητα να κρατήσουμε παραπάνω από ένα *gesture*, θα χρειαστεί να δημιουργήσουμε στον υπολογιστή μας μια λίστα από αυτά. Όταν καταγράψουμε την κίνηση δημιουργούμε μια λίστα από *frames* που μπορούμε να τα σειριοποιήσουμε. Αποθηκεύουμε τα δεδομένα σε αρχεία, άρα δημιουργούμε ένα αντικείμενο ειδικό για να κρατήσει όλα τα πράγματα που θέλω για το *serialize*. Η κατηγορία αυτή κατέχει μια αναφορά σε κάθε αντικείμενο που κρατήσαμε για *serialize*. Στην περίπτωση αυτή, το μόνο πράγμα που θέλουμε να σώσουμε είναι η λίστα των *frames* και αφήνουμε να δημιουργηθούν οι λειτουργίες που θα εκτελέσουν την *serialize* και *deserialization* του αντικειμένου μας. Πριν από τη λειτουργία *Serialize* μπορεί να κληθεί το *ObjectToSerialize* και θα πρέπει να περιλαμβάνει το *Serializable* χαρακτηριστικό. Τώρα, για να αποθηκεύσουμε τη λίστα των αντικειμένων σε ένα αρχείο, το μόνο που χρειάζεται να γίνει είναι να καλέσετε τις *Serialize* και *deserialization* λειτουργίες. Αυτό είναι το μόνο που απαιτείται για να αποθηκεύσετε και να φορτώσετε C# αντικείμενα σε ένα δυαδικό αρχείο.

Όταν η φάση της εκπαίδευσης του συστήματος ολοκληρωθεί, τότε ο χρήστης έχει τη δυνατότητα αποθήκευσης (*File->Save database*) της κίνησης στη βάση δεδομένων, σκληρό δίσκο, του υπολογιστή σε αρχείο “.g”. Αυτό βοηθάει στον να διευκολύνει το χρήστη κάθε φορά να μπορεί να κρατάει σε ένα αρχείο τις κινήσεις του ώστε εύκολα να μπορεί να μεταβεί κατευθείαν στη φάση της αναγνώρισης χωρίς να χρειαστεί εκ νέου να καταγράψει τις ίδιες κινήσεις. Τα .g files (βγαίνει από το .gesture) είναι αρχεία τα οποία το πρόγραμμα αποθηκεύει σε δυαδική μορφή τις πληροφορίες που κατέγραψε ο χρήστης. Δηλαδή τα *gestures* τα οποία έκανε record. Μία τέτοια καταγραφή περιλαμβάνει μια αλληλουχία των 32 *frames* από τις θέσεις στο χώρο XYZ των *joints* που αποτελούν ένα σκελετό. Αυτές οι πληροφορίες αποθηκεύονται σε ένα στιγμιότυπο της κλάσης *gesture*. Η τελευταία γίνεται *serialized* σε αρχείο .g χρησιμοποιώντας ήδη υπάρχουσες συναρτήσεις των βιβλιοθηκών που συναντάμε σε C#.



Epelekses ton fakelo C:\Users\lena\Desktop\kinhseis
Gesture Ηλιος saved to folder C:\Users\lena\Desktop\kinhseis
Saved 1 gestures

Εικόνα 56:Ολοκλήρωση Αποθήκευσης



Εικόνα 57:Αποθήκευση Κίνησης

Στον παρακάτω κώδικα φαίνονται αναλυτικά οι εντολές που χρησιμοποιήσαμε για την επιλογή κατά την οποία ο χρήστης χρησιμοποιεί όταν θελήσει να αποθηκεύσει στη βάση δεδομένων του υπολογιστή του την κίνηση που κατέγραψε την συγκεκριμένη χρονική στιγμή.

```
private void MenuItem_Click_2(object sender, RoutedEventArgs e)
{
    System.Windows.Forms.FolderBrowserDialog dialog = new System.Windows.Forms.FolderBrowserDialog();
    System.Windows.Forms.DialogResult result = dialog.ShowDialog();

    if (result == System.Windows.Forms.DialogResult.OK)
    {
        string folder = dialog.SelectedPath;
        AddTextToConsole("Epelekses ton fakelo " + folder);

        foreach (Gesture g in gestures)
        {
            String filename = folder + "\\Gesture_" + MakeValidFileName(g.Name) + ".g";
            Gesture.SerializeObject(filename, g);
            AddTextToConsole("Gesture " + g.Name + " saved to folder " + folder);
        }

        AddTextToConsole("Saved " + this.gestures.Count + " gestures");
    }
}
```

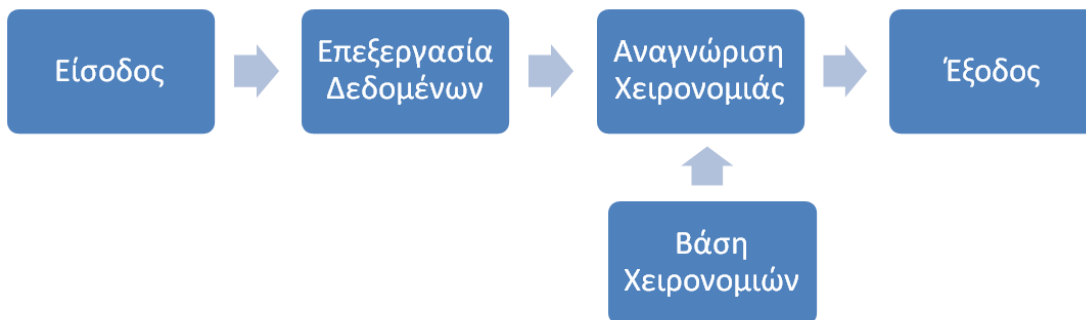
Όταν πατάω το Save στο μενού μου εμφανίζει στην κονσόλα το μήνυμα "You pressed save button", βγαίνει το παράθυρο των windows όπου θα αναζητήσω το φάκελο για να αποθηκεύσω την κίνηση. Όταν επιλέξω το φάκελο μου εμφανίζει στην κονσόλα το μήνυμα "Epelekses ton fakelo " μαζί με το όνομα του φακέλου. Μετά βάζω το όνομα που θέλω να αποθηκεύσω την κίνηση και φτιάχνει μόνο του το εξής μονοπάτι: το φάκελο που επέλεξα + "\\Gesture_" + το όνομα που έβαλα στην κίνηση + ".g" (κατάληξη). Έτσι δημιουργεί την κίνηση με το όνομα που δώσαμε. Μου εμφανίζει στην κονσόλα "Gesture " + το όνομα + " saved to folder " + το φάκελο αποθήκευσης. Και τέλος βλέπω ότι αποθηκεύτηκε η κίνηση: "Saved " + το όνομα + " gestures".

6.3.2 Αναγνώριση χειρονομιών

Η δεύτερη φάση είναι αυτή της αναγνώρισης (βλέπε εικόνα 59) όπου το σύστημα μας προσπαθεί να αναγνωρίσει την χειρονομία που κάνει ο χρήστης μπροστά στο Kinect και να την

Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

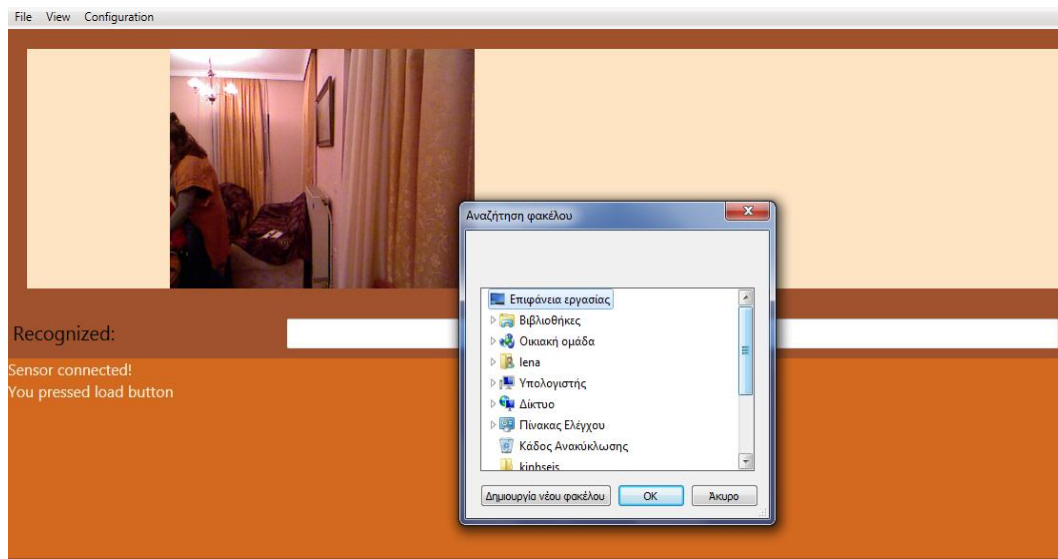
ταυτίζει με τις πληροφορίες που έχουν διαβαστεί από τα αρχεία. Το σύστημα προσπαθεί να ταυτίσει μια ακολουθία από κινήσεις των χεριών με αυτές που έχουν καταγραφεί ήδη στα διάφορα αρχεία και σε περίπτωση επιτυχίας να εμφανίζει την αντίστοιχη λέξη. Σε αυτή τη φάση πηγαίνουμε είτε ξεκινώντας πάλι από την είσοδο αν δεν έχουμε κάποια κίνηση αποθηκευμένη στη Βάση Δεδομένων είτε συνεχίζοντας από την προηγούμενη φάση, δηλαδή τη φάση της εκπαίδευσης. Στη φάση της αναγνώρισης ο χρήστης φορτώνει τις υπάρχουσες κινήσεις από το σύστημα. Στη συνέχεια, κάνει μία κίνηση μπροστά στον αισθητήρα, τότε ο αισθητήρας ανατρέχει στις φορτωμένες κινήσεις και προσπαθεί να ταυτίσει την κίνηση του χρήστη με την ίδια υπάρχουσα κίνηση. Σε αυτή τη φάση έχουμε ορίσει και ένα κατώφλι. Αν η κίνηση που κάνει ο χρήστης έχει μεγάλη διαφορά με αυτή που έχει φορτωθεί για πιο εύκολη αναγνώριση μπορεί να αυξήσει το κατώφλι. Παρακάτω αναφέρονται αναλυτικά.



Εικόνα 58:Φάση Αναγνώρισης

6.3.2.1 Αναγνώριση χειρονομίας

Εδώ ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να φορτώσει (File -> Load Database) τις ήδη καταγεγραμμένες και αποθηκευμένες κινήσεις μέσα από τον υπολογιστή του για να προχωρήσει στην αναγνώριση.



Εικόνα 59:Load

Στον παρακάτω κώδικα φαίνονται αναλυτικά οι εντολές που χρησιμοποιήσαμε για την επιλογή κατά την οποία ο χρήστης χρησιμοποιεί όταν θελήσει να φορτώσει στην εφαρμογή τις κινήσεις που κατέγραψε και ύστερα αποθήκευσε στη βάση δεδομένων.

Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

```
private void MenuItem_Click_1(object sender, RoutedEventArgs e)
{
    AddTextToConsole("You pressed load button");

    System.Windows.Forms.FolderBrowserDialog dialog = new System.Windows.Forms.FolderBrowserDialog();
    System.Windows.Forms.DialogResult result = dialog.ShowDialog();

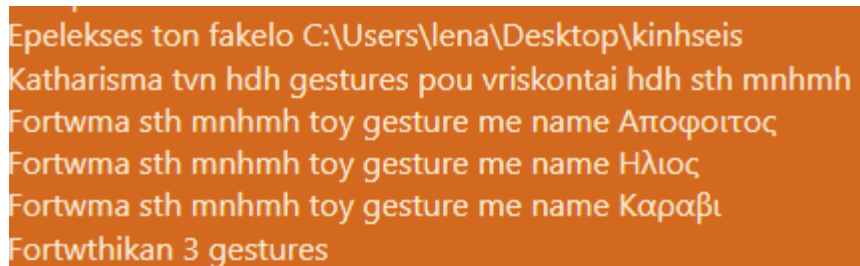
    if (result == System.Windows.Forms.DialogResult.OK)
    {
        string folder = dialog.SelectedPath;
        AddTextToConsole("Epelekses ton fakelo " + folder);

        //try reading...
        string[] files = System.IO.Directory.GetFiles(folder, "*.g");
        this.gestures.Clear();
        AddTextToConsole("Katharisma tvn hdh gestures pou vriskontai hdh sth mnhmh");

        foreach (string filename in files)
        {
            Gesture gesture = Gesture.DeSerializeObject(filename);
            this.gestures.Add(gesture);
            AddTextToConsole("Fortwma sth mnhmh toy gesture me name " + gesture.Name);
        }

        AddTextToConsole("Fortwthikan " + this.gestures.Count + " gestures");
    }
}
```

Όταν πατάω το Load στο μενού μου εμφανίζει στην κονσόλα το μήνυμα "You pressed load button", βγαίνει το παράθυρο των windows όπου θα αναζητήσω την αποθηκευμένη κίνηση. Όταν επιλέξω φάκελο μου βγάζει στην κονσόλα "Epelekses ton fakelo " μαζί με το όνομα του φακέλου. Βρίσκει τα αρχεία με κατάληξη '.g' και όταν επιλέξω αυτό που θέλω μου καθαρίζει στην υπάρχουσα λίστα και μου βάζει αυτό που επέλεξα. Μου εμφανίζει στην κονσόλα "Fortwma sth mnhmh toy gesture me name " και το όνομα την κίνησης που επέλεξα. Και τέλος μου εμφανίζει στην κονσόλα τον αριθμό των κινήσεων που φόρτωσα "Fortwthikan " αριθμός "gestures".



```
Epelekses ton fakelo C:\Users\Iena\Desktop\kinhseis
Katharisma tvn hdh gestures pou vriskontai hdh sth mnhmh
Fortwma sth mnhmh toy gesture me name Αποφοιτος
Fortwma sth mnhmh toy gesture me name Ηλιος
Fortwma sth mnhmh toy gesture me name Καραβι
Fortwthikan 3 gestures
```

Εικόνα 60:Φόρτωμα των κινήσεων

Επιλέγουμε από το μενού την αναγνώριση (File->Recognizing) και η εφαρμογή αυτόματα απενεργοποιεί την φάση της εκπαίδευσης. Όταν, λοιπόν, ο χρήστης προσπαθήσει να υποδείξει στον αισθητήρα κάποια κίνηση τότε ο αισθητήρας με τη σειρά του θα ανατρέξει στις φορτωμένες, στην εφαρμογή, κινήσεις και θα προσπαθήσει να ταυτοποιήσει την κίνηση του χρήστη με την πιο κατάλληλη που υπάρχει στο σύστημα. Όταν ταυτοποιηθεί επιτυχώς τότε στο TextBox, που είναι διάφανο, θα εμφανιστεί το όνομα της κίνησης του χρήστη.

Αρχίζει η αναγνώριση: ορίζουμε μια απόσταση (minDist) στο συν άπειρο, η εφαρμογή αρχίζει και ελέγχει όλες τις αποθηκευμένες κινήσεις και υπολογίζει το μέσο ορό της απόστασης κάθε frame και βρίσκει τη συνολική απόσταση από την κίνηση που δείχνει ο χρήστης, αν είναι μικρότερη από την προηγούμενη τότε τη αποθηκεύει στην μεταβλητή minDist. Εάν βρει κίνηση με μεγαλύτερη απόσταση με την προηγούμενη τότε μέσα στη μεταβλητή κρατάει την μικρότερη τιμή. Όταν ελέγξει

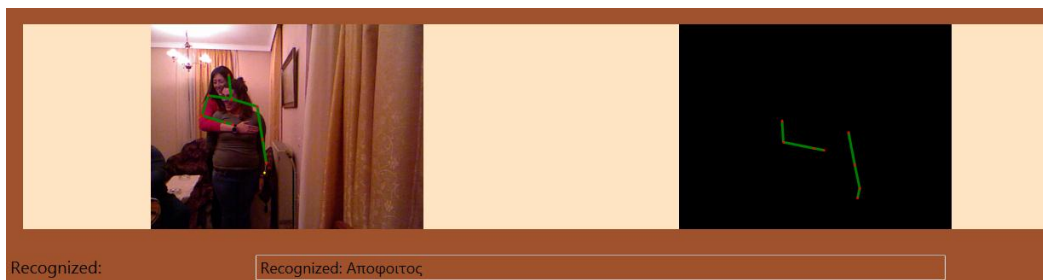
όλες τις κινήσεις και καταλήξει στη μικρότερη, κοιτάει αν είναι μικρότερη από το κατώφλι που έχουμε ορίσει, αν ναι τότε έχουμε βρει την επιθυμητή κίνηση να ταιριάζει με αυτή που δείχνει ο χρήστης στον αισθητήρα, αν δεν είναι μικρότερη η απόσταση από το κατώφλι τότε δεν μπορεί να ταιριάζει κάποια κίνηση από τη λίστα.

```
private String Recognize()
{
    double minDist = double.PositiveInfinity;
    String classification = "__UNKNOWN";
    foreach (Gesture g in gestures)
    {
        double distance = 0;

        for (int i = 0; i < BufferSize; i++)
        {
            distance = distance + Dist2(g.Points[i], frames[i]);
        }
        distance = distance / BufferSize;
        Console.WriteLine("Gesture " + g.Name + " had distance me ta trexwn frames ish me " + distance);
        if (distance < threshold)
        {
            if (minDist > distance)
            {
                minDist = distance;
                classification = g.Name;
            }
        }
    }
    return classification;
}
```

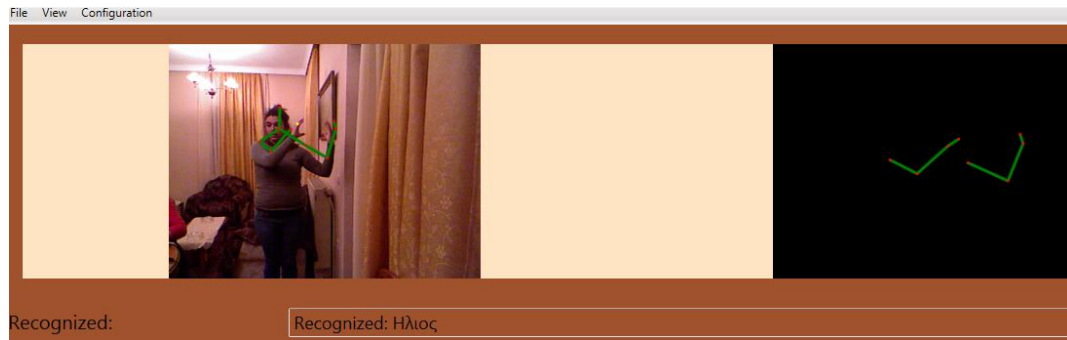
6.3.2.2 Έξοδος

Στην έξοδο καταλήγει μια επιτυχής αναγνώριση ή μια καταγραφή που σταμάτησε. Επιτυχής αναγνώριση είναι όταν κάνω μια καταγραφή, την αποθηκεύσω, την φορτώσω στην εφαρμογή και γίνει η αναγνώριση κανονικά όπως φαίνεται στα παρακάτω παραδείγματα από τις καταγραφές μας παραπάνω:

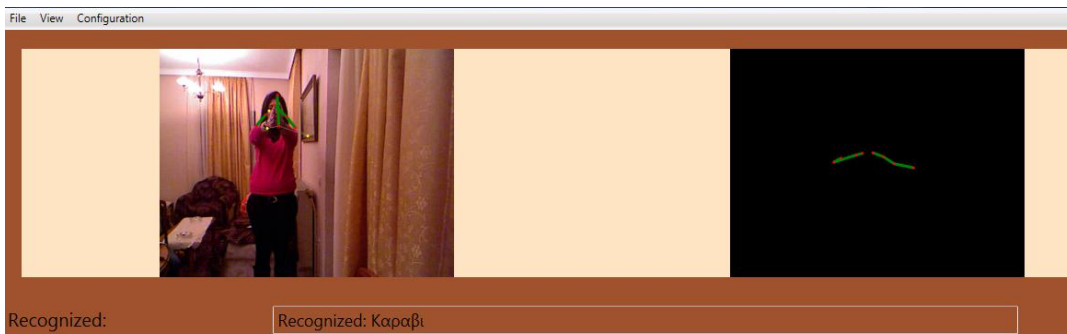


Εικόνα 61:Recognized Απόφοιτος

Σε πραγματικό χρόνο η ανθρώπινη αναγνώριση είναι δύσκολη και μη έγκυρη λόγω των διαφορετικών σωμάτων, των μεγεθών, τα ρούχα, τα ύψη και ούτω καθεξής. Το Kinect χρησιμοποιεί έναν αγωγό παροχής όπου ταιριάζει με τα εισερχόμενα στοιχεία. Έτσι όταν ένας χρήστης κάνει την καταγραφή και κάποιος άλλος προσπαθήσει να κάνει την αναγνώριση ίσως να μην γίνεται τόσο εύκολα. Γι' αυτό το λόγο χρησιμοποιήσαμε και το κατώφλι ώστε να μπορέσουμε να μην έχουμε μεγάλες αποκλείσεις ανάμεσα στις κινήσεις.



Εικόνα 62: Recognized Ηλιος



Εικόνα 63: Recognized Καραβι

Εάν βρίσκομαι στη φάση της καταγραφής και για οποιοδήποτε λόγο πατήσω το κουμπί "Stop" η καταγραφή θα σταματήσει και θα μεταβεί στην έξοδο.

6.4 Δυναμικές κινήσεις

Αρχικά έχουμε αναφέρει ότι το σύστημα μας καταγράφει και αναγνωρίζει στατικές κινήσεις. Η νοηματική γλώσσα όμως, αποτελείται και από στατικές αλλά και από δυναμικές κινήσεις. Έτσι δοκιμάσαμε κάποια παραδείγματα δυναμικών κινήσεων, αφού οι στατικές κινήσεις είχαν επιτυχία, και καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι η εφαρμογή καταγράφει και δυναμικές κινήσεις αλλά είναι πιο δύσκολες στην αναγνώριση τους. Δηλαδή η εφαρμογή καταγράφει οτιδήποτε κάνει ο χρήστης μέσα σε αυτά τα 32 frames. Όταν όμως προσπαθήσει να κάνει την αναγνώριση υπάρχει δυσκολία μεγάλη στη ταχύτητα που έγινε η κίνηση, ανάλογα με το ποσό γρήγορα ή ποσό αργά γίνεται η κίνηση. Σε αυτό θα μπορέσει να βοηθήσει το κατώφλι που έχουμε ορίσει. Θα μπορέσουμε δηλαδή να αυξήσουμε την τιμή του κατωφλίου παραπάνω από το 0.7 για να μπορέσουμε να γίνει πιο εύκολα η αναγνώριση.

7 Κεφάλαιο

Σε αυτό το τελευταίο κεφάλαιο ανακεφαλαιώνονται τα σημαντικότερα σημεία της πτυχιακής εργασίας. Προτείνονται επίσης ορισμένες χρήσιμες πιθανές επεκτάσεις του συστήματος αυτού, αλλά και γενικότερες κατευθύνσεις για μελλοντική έρευνα πάνω στο πρόβλημα της αναγνώρισης ανθρώπινων χειρονομιών στη νοηματική.

7.1 Συμπεράσματα

Στόχος της συγκεκριμένης πτυχιακής ήταν η ανάπτυξη ενός συστήματος αναγνώρισης χειρονομιών με χρήση του αισθητήρα Kinect. Η τεχνολογία Kinect αποτελεί ένα σημαντικό βήμα στον τομέα της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή, η οποία προσφέρεται για περαιτέρω και πιο ευρεία αξιοποίηση από αυτήν που τυγχάνει σήμερα. Αυτό γιατί εξάγει πληροφορίες από δεδομένα με πολύ πιο εύκολο τρόπο και λιγότερες προϋποθέσεις από άλλες ανάλογες τεχνολογίες.

Η εφαρμογή χρησιμοποιεί ως είσοδο τον αισθητήρα Kinect που έχει την ικανότητα αναγνώρισης ανθρώπινων χειρονομιών. Επίσης, προσφέρει στο χρήστη τη δυνατότητα να καταγράφει χειρονομίες της νοηματικής γλώσσας και στην συνέχεια να μπορέσει μέσα από μια βάση δεδομένων να επικοινωνεί με άτομα που δεν είναι γνώστες της νοηματικής γλώσσας. Προϋπόθεση όμως για την επιτυχή έξοδο του συστήματος είναι η χειρονομία να μην αλλάζει στο χρόνο δηλαδή να είναι στατική και ο χρήστης να βρίσκεται στην περιοχή που ορίζεται από τις προδιαγραφές του αισθητήρα Kinect. Τέλος η εφαρμογή μας βρίσκεται σε αρχικό στάδιο επικοινωνίας κωφαλάλων και αποτελεί μία βάση για την ανάπτυξη νέων εφαρμογών στα άτομα με ειδικές ανάγκες και ειδικότερα σε άτομα με υστέρηση ακοής και ομιλίας.

7.2 Μελλοντική δουλειά

Όπως κάθε εργασία έτσι και αυτή έχει αρκετά περιθώρια βελτίωσης και περαιτέρω επεκτάσεων. Σαν μελλοντική εργασία θα μπορούσαμε να αντικαταστήσουμε την ευκλείδεια απόσταση για τον υπολογισμό της διαφοράς μιας ακολουθίας με μια άλλη με το DTW. Με αυτόν τον τρόπο το σύστημα μας θα μπορούσε να αναγνωρίσει και χειρονομίες οι οποίες περιέχουν κίνηση και ως εκ τούτου η ίδια χειρονομία μπορεί να διαφέρει από χρήστη σε χρήστη όσο αφορά την επιτάχυνση και την επιβράδυνση της. Το DTW χρησιμοποιείται σε πολλές περιπτώσεις όπως για την αναγνώριση ομιλίας όπου η ταχύτητα λόγου δεν είναι σταθερή από άνθρωπο σε άνθρωπο.

Επιπλέον θα μπορούσαμε στο μέλλον να επεκτείνουμε κι άλλο τις δυνατότητες του συστήματος μας ενσωματώνοντας τεχνολογίας που σχετίζονται με την αναγνώριση και παρακολούθηση προσώπου όπως και με την αναγνώριση και παρακολούθηση των δακτύλων του χρήστη. Όσο αφορά το 1ο και όπως μελετήσαμε την σχετική βιβλιογραφία η σχετική δουλειά στο χώρο δεν επαρκεί για τις ανάγκες ενός συστήματος αναγνώρισης λέξεων στην νοηματική γλώσσα που βασίζονται σε μορφασμούς που παίρνει το ανθρώπινο πρόσωπο. Πιο συγκεκριμένα, μελετήσαμε το FaceTracking example του Kinect SDK χωρίς ωστόσο να μείνουμε ικανοποιημένοι από την ποιότητα της αναγνώρισης της πληροφορίας. Σε γενικές γραμμές θα μπορούσαμε να πούμε ότι το FaceTracking example του Kinect SDK έχει ικανοποιητικά αποτελέσματα για τον υπολογισμό της θέσης και περιστροφής του ανθρωπίνου κεφαλιού στους 3 άξονες (jaw, roll και pitch) και ενώ γίνεται μια προσπάθεια αναγνώρισης ενός υποσυνόλου από Animation Units στην πράξη αυτό δεν είναι τόσο ώριμο για να χρησιμοποιηθεί ακόμα στην αναγνώριση νοηματικής γλώσσας. Για το 2ο όσο και αν ψάξαμε στην βιβλιογραφία δεν βρήκαμε κάτι το οποίο θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε άμεσα παρά μόνο την βιβλιοθήκη 3D Hand Tracking η οποία όμως δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί με το Kinect SDK αλλά με το OpenNI. Οι απαιτήσεις του συστήματος (Windows7 64bit or Ubuntu 12.04 64bit workstation. NVidia GPU with CUDA and OpenGL 3.3 support) σίγουρα απομακρύνει το

συνηθισμένο καταναλωτικό κοινό. Οι τρέχον απαιτήσεις του δικούς μας συστήματος με τους περιορισμούς που ήδη αναφέρονται δεν είναι περισσότερες από αυτές που μπορεί να καλύψει ένας συνηθισμένος υπολογιστής (ακόμα και φορητός).

Ακόμα μια σημαντική βελτίωση που χρειάζεται να γίνει είναι στην αλληλεπίδραση του συστήματος και ειδικά όταν στο οπτικό πεδίο του συστήματος Kinect βρίσκονται περισσότερα άτομα. Σε αυτό το στάδιο η αλληλεπίδραση είναι ιδανική όταν στο οπτικό πεδίο του συστήματος Kinect βρίσκεται μόνο ένας χρήστης. Σε περίπτωση που περισσότεροι χρήστες εμφανιστούν τότε αρχίζουν να δημιουργούνται παρεμβολές στην αλληλεπίδραση.

Τέλος θα είναι πολύ χρήσιμο, μια τέτοιου είδους εφαρμογή, να χρησιμοποιηθεί στην εκπαίδευση. Με τη βοήθειά της ο κάθε κωφάλαλος έχει τη δυνατότητα να συμμετέχει ενεργά σε αυτό το επάγγελμα, του εκπαιδευτικού, χωρίς κανένα απόλυτο πρόβλημα. Θα μπορεί να διδάσκει το μάθημα που είναι επαγγελματικά καταρτισμένος μπροστά από έναν αισθητήρα Kinect και το μαθητικό κοινό να παρακολουθεί τις διαλέξεις διαβάζοντας. Ίσως όμως να μην είναι τόσο εύκολη λύση για όλες τις ειδικότητες της εκπαίδευσης, π.χ. τα Μαθηματικά, αλλά με την εξέλιξη της τεχνολογίας όλα γίνονται εύκολα.

7.3 Στοιχεία Καινοτομίας

Ολόκληρη η πτυχιακή εργασία αυτή αποτελεί ένα καινοτόμο σύστημα διότι η αλληλεπίδραση του χρήστη με αυτό γίνεται μέσω του συστήματος Kinect που κυκλοφόρησε πρόσφατα. Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, το σύστημα Kinect αποτελεί τεχνολογικό επίτευγμα όσον αφορά την υπολογιστική όραση. Η κυκλοφορία του Kinect SDK επιτρέπει στους προγραμματιστές να αναπτύξουν αρκετές εφαρμογές.

Το σύστημα αυτό παρόλο που σκοπός του είναι η αναγνώριση χειρονομιών της νοηματικής γλώσσας, δίνει εξίσου έμφαση στην αλληλεπίδραση των χρηστών η οποία γίνεται με χειρονομίες. Καινοτόμο μπορεί να χαρακτηριστεί και ως προς τις διάφορες δυνατότητες επικοινωνίας που προσφέρει στους χρήστες. Προσφέρει δυνατότητες, στους κωφάλαλους, οι οποίες είναι πολύ βοηθητικές για αυτούς στις καθημερινές ανάγκες.

Βιβλιογραφία

1. Τεχνολογίες Υποστήριξης : http://www.e-yliko.gr/htmls/amea/amea_tools.aspx
2. Νέες τεχνολογίες στην υπηρεσία ΑμεΑ:
<http://www.elftheria.gr/index.asp?cat=12&aid=15514#.UZUI40oo74Q>
3. Η Ανάπτυξη των Πρώτων Σχολείων Κωφών στην Ελλάδα:
http://www.sholeiokofon.gr/?section=631&language=el_GR
4. Σχεδιάζοντας πολιτική σε θέματα αναπηρίας:
http://www.esaea.gr/files/documents/Egheiridio_Ekpedevomenou.pdf
5. <http://www.infokey.gr/el/sentieye>
6. Ελληνική Νοηματική Γλώσσα : <http://www.translatum.gr/journal/2/greek-sign-language.htm>
7. Ιστορική αναδρομή Ελληνικής Νοηματικής Γλώσσας:
<http://www.kengekfrasi.gr/i%CF%83%CF%84%CE%BF%CF%81%CE%B9%CE%BAh-%CE%B5%CE%BE%CE%BB%CE%B9%CE%BE%CE%B7/>
8. Τεχνητή Όραση: http://wikipedia.qwika.com/en2el/Computer_vision
9. Τεχνητή Όραση : http://en.wikipedia.org/wiki/Computer_vision
10. http://lyk-ekv-ag-parask.att.sch.gr/public_html/sxoleio.html
11. Εκπαίδευση και Άτομα με Αναπηρία : <http://www.e-yliko.gr/htmls/amea/amea.aspx>
12. Biginning Kinect Programming with the Microsoft Kinect SDK:
http://www.bluishfish.com/wordpress/wp-content/uploads/2012/06/Apress.Beginning.Kinect.Programming.with_the_Microsoft.Kinect.SDK_Mar_2012.pdf
13. Kinect for windows: <http://www.microsoft.com/en-us/kinectforwindows/>
14. OpenKinect : http://openkinect.org/wiki/Main_Page
15. Kinect : <http://blogs.msdn.com/b/pakistan/archive/2013/01/26/part-1-introduction-to-microsoft-kinect.aspx>
16. Kinect : <http://en.wikipedia.org/wiki/Kinect>
17. <http://repository.lib.ncsu.edu/ir/bitstream/1840.16/7690/1/etd.pdf>
18. Kinect SDK : <http://www.renauddumont.be/post/2012/04/19/Kinect-SDK-10-3-Track-bodies-with-the-SkeletonStream>
19. EVALUATION OF POINTING STRATEGIES FOR MICROSOFT KINECT SENSOR DEVICE :
http://diuf.unifr.ch/main/diva/sites/diuf.unifr.ch.main.diva/files/REPORT_DARIA.pdf
20. A History of Sign Language : <http://linguistics.byu.edu/classes/ling450ch/reports/sign-language.html>
21. Η ιστορία των κωφών:
<http://www.enet.gr/?i=news.el.article&id=132964>
22. Ανίχνευση κίνησης:
http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%BD%CE%AF%CF%87%CE%BD%CE%B5%CF%85%CF%83%CE%B7_%CE%BA%CE%AF%CE%BD%CE%B7%CF%83%CE%B7%CF%82
23. Τα χαρακτηριστικά του Microsoft Kinect : <http://www.techgear.gr/microsoft-kinect-specs-by-play-5462/>
24. Έκδοση SDK : <http://e-pcmag.gr/news/ananeomeni-ekdosi-tou-sdk-tou-kinect-gia-akomi-pio-sunarpastikes-empeiries-ton-xriston>
25. Kinect Sensor : <http://www.stephenhobley.com/blog/2010/12/04/what-the-kinect-sensor-actually-does/>
26. Microsoft Kinect : http://www.roborealm.com/help/Microsoft_Kinect.php
27. Kinect – Getting Started : <http://www.codeproject.com/Articles/213034/Kinect-Getting-Started-Become-The-Incredible-Hulk>
28. Gesture_recognition : http://en.wikipedia.org/wiki/Gesture_recognition

29. Kinect For Windows Gets A Gesture Recognition SDK: <http://www.webpronews.com/kinect-for-windows-gets-a-gesture-recognition-sdk-2012-04>
30. Kinect SDK 1 - Skeletons : <http://www.i-programmer.info/ebooks/practical-windows-kinect-in-c/3911-kinect-sdk-1-skeletons.html?start=2>
31. Working with Kinect Studio : <http://msdn.microsoft.com/en-us/magazine/jj650892.aspx>
32. Εφημερίδες Ομοσπονδίας Κωφών Ο Κόσμος της Σιωπής, 1986
33. Moores, D. (1978,1987,1996). Educating the Deaf. Psychology Principles and Practices Boston: Houghton Mifflin Company.
34. Λαζανάς Β., Τα προβλήματα των Κωφάλλων, Αθήνα, 1984
35. LaBelle K., 2011. *Evaluation of Kinect joint tracking and in-home stroke rehabilitation tools*. Undergraduate Program in computer science, Notre Dame University, Indiana.
36. Sushmita Mitra and Tinku Acharya, "Gesture Recognition: A Survey, IEEE transactions on systems, man and cybernetics, part C: Applications and reviews, Vol. 37, No. 3, May 2007.
37. NASA. Anthropometric Source Book, Vol 2 1978
38. Azriel Rosenfeld and John L. Pfaltz. Distance functions on digital pictures. Pattern Recognition 1(1):33{61, 1968.
39. Boyes Braem P.: *_Einführung in die Gebärdensprache und ihre Erforschung_*, ISBN: 978-3-92773-110-3, 1st edition, SIGNUM-Verlag, IN: Internationale Arbeiten zur Gebärdensprache und Kommunikation Gehörloser, No. 11, 1990
40. "Protocol documentation" OpenKinect.org, 2011, reverse-engineered USB protocol for the Kinect. [Online]. Available: [http://openkinect.org/wiki/ Protocol_Documentation](http://openkinect.org/wiki/Protocol_Documentation) [Accessed: 18 Feb 2012]
41. "Introducing OpenNI," OpenNI, 2011, website of OpenNI organization.[Online] .Available: <http://www.openni.org/>[Accessed: 18 Feb 2012]
42. S. Gedikli, P. Mihelich, and R. B. Rusu. (2011) *openni_camera*. ROS.org. Documentation for ROS's OpenNI-based Kinect implementation.[Online] Available:http://www.ros.org/wiki/openni_camera [Accessed: 18 Feb 2012]
43. Gesture : <http://en.wikipedia.org/wiki/Gesture>
44. "Microsoft Kinect Sensor and Its Effect" Wenjun Zeng.
45. "Skeletal Tracking using Microsoft Kinect" Abhishek Kar.
46. "Μαθαίνω τα Νοήματα" Ελένη Ευθυμίου, Ευίτα Φωτεινά.
47. "Hand Gesture Recognition and Interaction with 3D stereo Camera" Jianming Guo
48. "Τεχνητή Νοημοσύνη" Βλαχάβας Ιωάννης, Κεφάλας Πέτρος, Βασιλειάδης Νικόλαος, Ρεφανίδης Ιωάννης, Κόκκορας Φώτιος, Σακελλαρίου Ηλίας
49. Open Kinect : <http://openkinect.org/>
50. Kinect Hacks : <http://www.kinecthacks.com/top-10-best-kinect-hacks/>
51. Stereo Camera : http://en.wikipedia.org/wiki/Stereo_camera
52. Range Imaging : http://en.wikipedia.org/wiki/Range_imaging
53. Time of Flight Cameras : <http://www.metrilus.de/range-imaging/time-of-flight-cameras/>
54. Lidar : <http://en.wikipedia.org/wiki/LIDAR>