



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

**ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ
ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Εργαλείο Συλλογής και Επεξεργασίας Δεδομένων
από Κάμερα Βάθους»**

Γιώργος Λαζαί

Επιβλέπων καθηγητής : Σπύρου Ευάγγελος

**ΛΑΜΙΑ
ΙΟΥΛΙΟΣ 2019**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
«Εργαλείο Συλλογής και Επεξεργασίας Δεδομένων
από Κάμερα Βάθους»

Λαζάι Γιώργος

AM : 2113105

Επιβλέπων : Επίκουρος Καθηγητής, κ. Σπύρου Ευάγγελος

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

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

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

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

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

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

Περίληψη

Στην σύγχρονη εποχή που διανύουμε η τεχνολογία έχει αναπτυχθεί και συνεχίζει να αναπτύσσεται με ραγδαίους ρυθμούς. Είναι ξεκάθαρο πλέον πως για να επιβιώσουμε θα πρέπει να προσαρμοστούμε σε αυτού του είδους την εξέλιξη. Πυρήνας της εξέλιξης αυτής είναι η Τεχνητή νοημοσύνη, ένας κλάδος της πληροφορικής που μπορεί σαν έννοια να είναι αρκετά παλιά, αλλά άρχισε να κορυφώνεται σταδιακά απο τη δεκαετία του 2000.

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η ανάπτυξη ενός γραφικού περιβάλλοντος για την συλλογή και επεξεργασία δεδομένων με χρήση του αισθητήρα Kinect. Η εφαρμογή που αναπτύξαμε είναι κυρίως ένα χρήσιμο εργαλείο για όσους θέλουν να ασχοληθούν με κάμερες βάθους αλλά και επεξεργασίας των δεδομένων που τραβάμε απο την κάμερα.

Ύστερα απο μια εισαγωγή βασικών εννοιών, παραθέτουμε τα τεχνικά χαρακτηριστικά του αισθητήρα Kinect όπου αντιλαμβανόμαστε πως λειτουργεί η κάμερα. Στη συνέχεια γίνεται ανάλυση των τεχνολογιών που χρησιμοποιήθηκαν για την διαικπεραιώση της εφαρμογής. Τέλος δημιουργούμε έναν οδηγό εγκατάστασης των προαπαιτούμενων ώστε να μπορεί η εφαρμογή να λειτουργήσει σε οποιοδήποτε μηχάνημα με λειτουργικό σύστημα Windows και ένα manual του προγράμματος. Η πτυχιακή κλείνει με τα συμπεράσματα που προέκυψαν και πιθανές μελλοντικές επεκτάσεις.

Θεματική περιοχή : Αναγνώριση κίνησης, Γραφικά με τη Γλώσσα Python

Λέξεις κλειδιά : Αναγνώριση Χειρονομιών, Kinect, Σκελετικές Αρθρώσεις, Αλληλεπίδραση Ανθρώπου Μηχανής, GUI

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια της απόκτησης του πτυχίου μου από το Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην Λαμία υπό την επίβλεψη του καθηγητή κυρίου Ευάγγελου Σπύρου.

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους εκείνους που συνέβαλαν και βοήθησαν στην πραγματοποίηση αυτής της πτυχιακής εργασίας

Ιδιαίτερα, αποδίδω πολλές ευχαριστίες στον επιβλέποντα επίκουρο καθηγητή του ΤΕΙ Στερεάς Ελλάδας κ. Ευάγγελο Σπύρου, για την βοήθεια διαικπεραίωσης αυτής της εργασίας καθώς και για το θέμα που μου πρότεινε, το οποίο διεύρυνε τις γνώσεις μου γύρω απο το θέμα της γλώσσας προγραμματισμού Python και τις διάφορες τεχνικές συλλογής δεδομένων απο την κάμερα βάθους, Kinect. Τέλος ευχαριστώ τους συμφοιτητές, Θοδωρή Ψαλλιδά και Αλέξανδρο Μήτσου για την βοήθεια που μου προσφέρανε. Να σημειώσω πως τα Kinect παραχωρήθηκαν από το εργαστήριο Υπολογιστικής ευφυίας του Ινστιτούτου Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών του ΕΚΕΦΕ- "Δημόκριτος".

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή και βασικές έννοιες	7
1.1 Εισαγωγή	7
1.2 Σκοπός της εργασίας	8
1.3 Βασικές έννοιες και ορισμοί	8
1.3.1 Γραφικό περιβάλλον χρήστη(Graphical User Interface)	8
1.3.2 Φυσική διεπαφή χρήστη(Narural User Interface)	9
1.4 Δομή εργασίας	9
2. Ο αισθητήρας Kinect	10
2.1 Εισαγωγή και ιστορική αναδρομή	10
2.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά Kinect 360	11
2.3 Τεχνικά χαρακτηριστικά Kinect One	13
2.4 Εφαρμογές και χρήσεις του Kinect	13
2.5 Σύνδεσιμότητα και εγκατάσταση	14
3. Υλοποίηση της εφαρμογής	15
3.1 Εισαγωγή	15
3.2 Τεχνολογίες και προγραμματιστικά εργαλεία	15
3.2.1 Python	15
3.3 Βιβλιοθήκες της Python	16
3.3.1 Sys	17
3.3.2 NumPy	17
3.3.3 OpenCV	17
3.3.4 PyKinect	18
3.3.5 PyKinect2	19
3.3.6 PyGame	19
3.3.7 PyQt5	20
3.3.8 OS	20
3.3.9 Pandas	20
3.3.10 Thread	20
3.3.11 Itertools	20
3.3.12 Ctypes	21
3.3.13 Datetime	21
3.3.14 RE(regular expression)	21
4. Οδηγός Εγκατάστασης και Χρήσης Εφαρμογής	22
4.1 Εισαγωγή	22
4.2 Εγκατάσταση Python	22

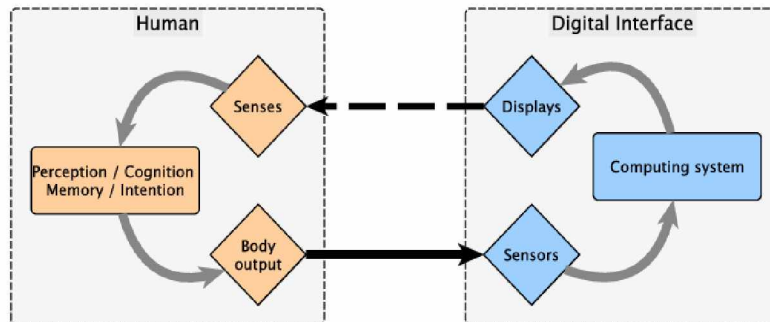
4.3 Εγκατάσταση Kinect SDK και Developer Kit	24
4.4 Εγκατάσταση βιβλιοθηκών	26
4.5 Οδηγός Χρήσης Εφαρμογής	26
4.5.1 Εισαγωγή	26
4.5.2 Η εφαρμογή	26
4.5.3 Επιλογή Kinect 360	27
4.5.4 Επιλογή Kinect One	29
4.5.5 Επιλογή Convert to video	29
4.5.6 Επιλογή Exit	30
5. Μελλοντικές Εργασίες και Συμπεράσματα	31
Βιβλιογραφία	32

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1 : Ατελής βρόχος στην αλληλεπίδραση ανθρώπου-μηχανής	7
Εικόνα 2 : Γραφικό περιβάλλον χρήστη της Microsoft (Windows 10)	8
Εικόνα 3 : Αλληλεπίδραση ανθρώπου-μηχανής	9
Εικόνα 4 : Ο αισθητήρας Kinect 360	10
Εικόνα 5 : Τα επιμέρους μέρη του Kinect 360	11
Εικόνα 6 : Από αριστερά προς τα δεξιά : α) RGB εικόνα, β) εικόνα βάθους, γ) εικόνα βάθους με σκελετετική απεικόνιση	12
Εικόνα 7 : Το Kinect για το Xbox One	13
Εικόνα 8 : Ο αντάπτορας για χρήση του kinect στον υπολογιστή	15
Εικόνα 9 : Το λογότυπο της Python	16
Εικόνα 10 : Το λογότυπο του NumPy	17
Εικόνα 11 : Το λογότυπο του OpenCV	18
Εικόνα 12 : Το λογότυπο του PyGame	19
Εικόνα 13 : Βήμα 1ο εγκατάστασης της Python	22
Εικόνα 14 : Βήμα 2ο εγκατάστασης της Python	23
Εικόνα 15 : Βήμα 3ο εγκατάστασης της Python	23
Εικόνα 16 : Επαλήθευση σωστής εγκατάστασης της Python	24
Εικόνα 17 : Εγκατάσταση του Kinect SDK	25
Εικόνα 18 : Κεντρικό μενού της εφαρμογής	27
Εικόνα 19 : Επιλογές Kinect 360 Sensor	28
Εικόνα 20 : Απεικόνιση λειτουργίας REC FRAMES	29
Εικόνα 21 : Το παράθυρο επιλογής των στιγμιότυπων	30

1. Εισαγωγή και βασικές έννοιες

1.1 Εισαγωγή



Εικόνα 1 : Ατελής βρόχος στην αλληλεπίδραση ανθρώπου-μηχανής

Η ανθρώπινη επικοινωνία (σπηλαιογραφίες, γλώσσα) αναπτύχθηκε πριν από εκατομμύρια χρόνια καθώς οι άνθρωποι ένιωθαν από νωρίς αυτήν την ανάγκη. Σήμερα η επικοινωνία διαδραματίζει μεγάλο ρόλο στη ζωή μας αφού ολόκληρη η καθημερινότητά μας εξαρτάται από αυτήν. Η συνεννόηση μεταξύ μας μπορεί να γίνει με νοήματα, με λέξεις και με γράμματα δηλαδή μπορεί να είναι νοηματική, προφορική ή γραπτή αντίστοιχα. Η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας συμβάλλει σημαντικά στην επικοινωνία μεταξύ των ανθρώπων καθώς και την διεπαφή ανθρώπου-υπολογιστή.

Πιο συγκεκριμένα η επικοινωνία ανθρώπου-μηχανής είναι το επιστημονικό πεδίο της πληροφορικής που μελετά την αλληλεπίδραση μεταξύ των ανθρώπων(χρηστών) και υπολογιστών. Θεωρείται ως το σημείο τομής μεταξύ της πληροφορικής, της γνωστικής ψυχολογίας, της κοινωνικής ψυχολογίας, της γλωσσολογίας, του βιομηχανικού σχεδιασμού και ακόμα περισσότερων ίσως γνωστικών πεδίων. Η αλληλεπίδραση μεταξύ χρηστών και υπολογιστή γίνεται στο επίπεδο της διεπαφής χρήστη(user interface), μέσω κατάλληλου λογισμικού και υλικού.

Ένας βασικός στόχος του τομέα αυτού είναι να βελτιώσει την επικοινωνία χρήστη-υπολογιστή, μέσω της ορθής σχεδίασης εύχρηστων και εργονομικών εφαρμογών προσανατολισμένων στις ανθρώπινες ανάγκες. Ο προγραμματιστής-σχεδιαστής από την μεριά του πρέπει να κατασκευάσει την εφαρμογή του έτσι ώστε να ανταποκρίνεται σωστά στις ανάγκες του ανθρώπου καθώς και να είναι φιλική, παρέχοντας ένα περιβάλλον εύχρηστο και κατανοητό χωρίς να δημιουργεί σύγχυση στον χρήστη.

1.2 Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η ανάπτυξη μιας εφαρμογής όπου κύριος στόχος είναι η συλλογή και επεξεργασία δεδομένων από κάμερα βάθους. Η εφαρμογή αναπτύχθηκε στη γλώσσα προγραμματισμού Python και χρησιμοποιεί τις κάμερες βάθους Kinect 360¹, Kinect One² για την εξαγωγή αυτών των δεδομένων.

Πιο συγκεκριμένα παρέχεται στον χρήστη μια διεπαφή γραφικών στην οποία θα μπορεί να αξιοποιεί τις δυνατότητες της κάμερας εύκολα και απλά, σε λίγα μόλις click. Ειδικότερα, θα μπορεί να συλλέγει δεδομένα όπως απεικονίσεις RGB και Depth(3D). Επίσης, με βάση τις προηγούμενες απεικονίσεις, θα μπορεί να σχεδιαστεί η σκελετική άρθρωση και να γίνει αναγνώριση συγκεκριμένων κινήσεων. Η σκελετική απεικόνιση εγγράφεται αργότερα σε αρχείο .csv για περαιτέρω επεξεργασία.

1.3 Βασικές έννοιες και ορισμοί

1.3.1 Γραφικό περιβάλλον χρήστη(Graphical User Interface)



Εικόνα 2 : Γραφικό περιβάλλον χρήστη της Microsoft (Windows 10)

Γραφικό περιβάλλον χρήστη ή γραφική διασύνδεση/διεπαφή χρήστη καλείται στην πληροφορική ένα σύνολο εικονικών στοιχείων, τα οποία εμφανίζονται στην οθόνη μιας ψηφιακής συσκευής (π.χ ηλεκτρονικού υπολογιστή) και χρησιμοποιούνται για να διευκολύνουν και να επιταχύνουν την αλληλεπίδραση μεταξύ του χρήστη και της συσκευής. Παρέχουν στον τελευταίο, μέσω εικόνων, ενδείξεις και «εργαλεία» προκειμένου αυτός, με σχετικά απλές ενέργειες, να εκτελέσει συγκεκριμένες εργασίες. Για τον λόγο αυτό «αποδέχονται» «ενέργειες» του χρήστη και «αντιδρούν» ανάλογα στα συμβάντα που αυτός

1 <https://support.xbox.com/el-GR/xbox-360/accessories/kinect-sensor-setup>

2 <https://support.xbox.com/el-GR/xbox-one/accessories/kinect-adapter>

προκαλεί, μέσω κάποιας συσκευής εισόδου (π.χ πληκτρολόγιο, ποντίκι).

1.3.2 Φυσική διεπαφή χρήστη(Natural User Interface)

Στην επιστήμη των υπολογιστών όταν μιλάμε για μια φυσική Διεπαφή Χρήστη, εννοούμε ένα σύστημα αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή μέσω φυσικών κινήσεων που σχετίζονται με την καθημερινή ανθρώπινη συμπεριφορά. Η φυσική διεπαφή χρήστη είναι ουσιαστικά «αόρατη», ή γίνεται αόρατη με τις διαδοχικές αλληλεπιδράσεις με τους χρήστες. Ουσιαστικά ένα τέτοιο σύστημα στηρίζεται στην ανθρώπινη αντίληψη και στην επικοινωνιακή του ικανότητα. Ο όρος «φυσική» αναφέρεται στην ικανότητα του ανθρώπου να αλληλεπιδράσει με το σύστημα μέσω αυτής της τεχνολογίας με φυσικό τρόπο παρά το γεγονός ότι η ίδια η διασύνδεση είναι φυσική.

Ένα NUI³ είναι η εξέλιξη των προαναφερόμενων GUI⁴ τα οποία με την σειρά τους διαδέχθηκαν τα CLI(command line interface), όπως απεικονίζονται στην παρακάτω εικόνα. Ένα τέτοιο παράδειγμα διεπαφής είναι το εργαλείο που ασχολούμαστε στην παρούσα πτυχιακή εργασία, δηλαδή το Kinect. Υπάρχουν βέβαια και άλλες εφαρμογές τέτοιας τεχνολογίας όπως για παράδειγμα τα Perceptive Pixel, Microsoft PixelSense, 3D Immersive Touch και άλλα πολλά.



Εικόνα 3 : Αλληλεπίδραση ανθρώπου μηχανής

1.4 Δομή εργασίας

Η παρούσα εργασία δομείται ως εξής: Στο κεφάλαιο 2 αναφέρονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά των αισθητήρων Kinect. Στο κεφάλαιο 3 περιγράφονται οι τεχνολογίες και τα προγραμματιστικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη της εφαρμογής. Στο κεφάλαιο 4 βρίσκεται ένας οδηγός εγκατάστασης τόσο των εργαλείων όσο και των κατάλληλων βιβλιοθηκών. Επίσης δίνεται και ένας οδηγός χρήσης του προγράμματος που εξηγεί με εικόνες τη χρήση του. Τέλος στο κεφάλαιο 5 γίνεται ανασκόπηση της εργασίας και καταγράφονται συμπεράσματα που προέκυψαν κατά την υλοποίηση και μια αναφορά σε μελλοντικές επεκτάσεις.

3 https://en.wikipedia.org/wiki/Natural_user_interface

4 https://en.wikipedia.org/wiki/Graphical_user_interface

2. Ο αισθητήρας Kinect

2.1 Εισαγωγή και ιστορική αναδρομή



Εικόνα 4 : Ο αισθητήρας Kinect 360

Η ανίχνευση κίνησης είναι μια διαδικασία που επιβεβαιώνει την αλλαγή στη θέση ενός αντικειμένου 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 (πληκτρολόγιο) αλλά και από ηλεκτρονικές (κάμερα, μικρόφωνο, υπέρυθρες) μεθόδους. Η ανίχνευση κίνησης μπορεί να πάρει είτε 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 δημιουργήσει. Κίνηση μπορεί να ανιχνευθεί από: ήχο (ακουστικοί αισθητήρες), αδιαφάνεια (οπτικά και υπέρυθρους αισθητήρες και επεξεργαστές εικόνας- βίντεο), γεωμαγνητισμό (μαγνητικούς αισθητήρες, μαγνητόμετρα), αντανάκλαση της μεταφερόμενης ενέργειας (υπέρυθρο λέιζερ ραντάρ, αισθητήρες και αισθητήρες ραντάρ μικροκυμάτων), ηλεκτρομαγνητική επαγωγή (ανιχνευτές επαγωγικού βρόχου), και τους κραδασμούς (σεισμικά).

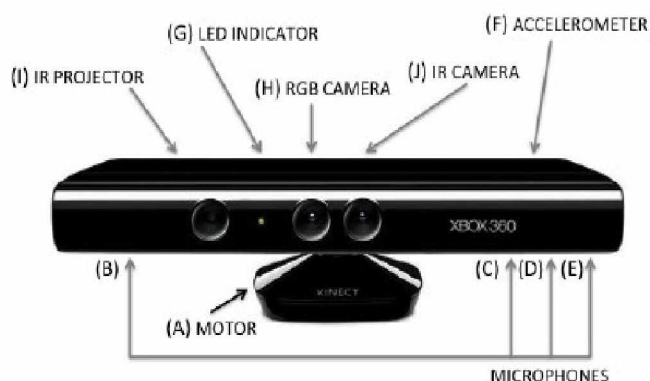
Οι πρώτες ολοκληρωμένες λύσεις για ανίχνευση κίνησης σε διαδραστικά παιχνίδια ξεκινούν από το 1998 όταν η Sega ξεκίνησε την ανάπτυξη του Dreameye⁵ για το Dreamcast, με σκοπό να βγάλει και αρκετά παιχνίδια με αυτή την νέα τεχνολογία, αλλά το Dreameye τελικά κυκλοφόρησε το 2000 μόνο στην Ιαπωνία. Το 1999 η Sony ξεκίνησε την ανάπτυξη του eyeToy⁶ για την κονσόλα 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, περιελάμβανε και μικρόφωνο για εντοπισμό θέσης ήχου, και διάφορες άλλες εφαρμογές.

5 <https://en.wikipedia.org/wiki/Dreameye>

6 <https://en.wikipedia.org/wiki/EyeToy>

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 κάμερα, μία υπέρυθρη κάμερα (έναν μονόχρωμο αισθητήρα Cmos) και έναν προβολέα υπέρυθρων μπορεί να παρακολουθεί την κίνηση των αντικειμένων και τα άτομα σε τρεις διαστάσεις. Επίσης διαθέτει και μικρόφωνα για τον εντοπισμό ήχου στο χώρο. Αρχικά το Kinect αναπτύχθηκε ως αξεσουάρ παιχνιδιών για κονσόλες παιχνιδιών Xbox 360 και Xbox One αλλά και για υπολογιστές με Microsoft Windows. Το Kinect βασίζεται σε τεχνολογία λογισμικού η οποία έχει αναπτυχθεί από την Rare, θυγατρική της Microsoft. Η τεχνολογία της κάμερας αναπτύχθηκε από την ισραηλινή εταιρία PrimeSense, η οποία ανέπτυξε ένα σύστημα που μπορεί να ερμηνεύσει συγκεκριμένες χειρονομίες, καθιστώντας δυνατό τον έλεγχο ηλεκτρονικών συσκευών χωρίς κάποια άλλη συσκευή εισόδου, αλλά μόνο χειρονομίες σώματος.

2.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά Kinect(Xbox 360)



Εικόνα 5 : Τα επιμέρους μέρη του Kinect 360

Για να γίνουν όσα αναφέραμε παραπάνω, το kinect απαρτίζεται από τις ακόλουθες συσκευές :

- **RBG κάμερα :**

Αυτή η κάμερα βοηθά στην αναγνώριση προσώπου και η ανίχνευση της λειτουργεί με βάση τα τρία έγχρωμα στοιχεία: Κόκκινο, Πράσινο και Μπλε. Τα δεδομένα που αποθηκεύει ανέρχονται σε ανάλυση 640 x 480 και τρέχουν στα 30 FPS (Frames Per Second), δηλαδή με 30 καρέ ανά δευτερόλεπτο. Σύμφωνα με την Microsoft, η εταιρία προτείνει να υπάρχει μια απόσταση περίπου 2 μέτρων (1,8 μέτρα για την ακρίβεια) μεταξύ του χρήστη και του αισθητήρα. Υπάρχει επίσης δυνατότητα να ανέβει η ανάλυση στα 1280 x 960 με λιγότερα καρέ ανά δευτερόλεπτο.

- **Αισθητήρας Βάθους και πομπός υπέρυθρων :**

Ο αισθητήρας βάθους αποτελείται από ένα υπέρυθρο προβολέα λείζερ σε συνδυασμό με ένα μονόχρωμο αισθητήρα CMOS, ο οποίος καταγράφει δεδομένα βίντεο σε 3D κάτω από οποιοσδήποτε συνθήκες φωτισμού. Αυτό το σύστημα 3D scanner που ονομάζεται Light Coding χρησιμοποιεί μια παραλλαγή εικόνας (Χάρτης Βάθους) η οποία μπορεί να αναπαρασταθεί σε τρισδιάστατο χώρο. Ο πομπός εκπέμπει μια σειρά από υπέρυθρες δέσμες φωτός οι οποίες προβάλλονται στο χώρο ως σημεία. Ο αισθητήρας βάθους με την σειρά του, τα δέχεται ως ανακλώμενες δέσμες φωτός. Οι ανακλώμενες δέσμες μετατρέπονται σε πληροφορίες βάθους οι οποίες μετρούν την απόσταση μεταξύ ενός αντικειμένου και του αισθητήρα. Η ενεργή περιοχή ανίχνευσης βάθους του αισθητήρα είναι ρυθμιζόμενη, με το λογισμικό Kinect να μπορεί να βαθμονομεί αυτόματα τον αισθητήρα βάσει των συνθηκών παιχνιδιού και περιβάλλοντος, όπως για παράδειγμα, η παρουσία καναπέδων. Ο μονόχρωμος αυτός αισθητήρας αποθηκεύει τα δεδομένα σε ανάλυση 640 x 480 ενώ μπορεί να ανέβει η ανάλυση στα 1280 x 960 με λιγότερα καρέ ανά δευτερόλεπτο.

- **Μικρόφωνο πολλαπλών συστοιχιών :**

Η συστοιχία μικροφώνων διαθέτει τέσσερα μικρόφωνα που μπορούν να καταγράψουν τον ήχο. Έχουν επίσης την δυνατότητα εύρεσης της τοποθεσίας προέλευσης της ηχητικής πηγής ενώ μπορούν να απομονώσουν τις φωνές του χρήστη από άλλους θορύβους επιτρέποντας στους χρήστες να χρησιμοποιούν τις φωνές τους ως πρόσθετο χαρακτηριστικό αναγνώρισης συγκεκριμένου ήχου. Η συχνότητα δειγματοληψίας είναι ορισμένη στα 16 KHz και ο φορέας της παλμοκωδικής διαμόρφωσης στα 24bit.

- **Επιταχυνσιόμετρο :**

Είναι μία ενσωματωμένη συσκευή η οποία μετράει την επιτάχυνση. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δώσει τον προσανατολισμό του Kinect. Είναι φτιαγμένο για 2G εύρος, με G να δηλώνει τη βαρυτική επιτάχυνση. Το επιταχυνσιόμετρο επιστρέφει τις 3D συνταγμένες υπό μορφή 4Δ, εισάγοντας με την τιμή της 4ης συντεταγμένης ορισμένη πάντα στο 0.00.

- **Περιστρεφόμενη βάση :**

Η βάση όπου είναι τοποθετημένος όλος ο μηχανισμός είναι στιβαρή και έχει τη δυνατότητα να ρυθμίζει την κλίση του Kinect με εύρος $\pm 27^\circ$.



Εικόνα 6 : Από αριστερά προς τα δεξιά : α) RGB εικόνα, β) εικόνα βάθους, γ) εικόνα βάθους με σκελετική απεικόνιση

2.3 Kinect για το Xbox One



Εικόνα 7 : Το Kinect για το Xbox One

Η Microsoft στις 22 Νοεμβρίου του 2013 βγάζει στην αγορά την επόμενη έκδοση του αισθητήρα Kinect για το Xbox One. Οι διαφορές με την πρώτη έκδοση δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλες. Ο νέος αισθητήρας όμως, διαθέτει ένα ριζικά διαφορετικό σχεδιασμό υλικού.

Πιο αναλυτικά, το πρώτο πράγμα που παρατηρούμε είναι η περιστρεφόμενη βάση που λείπει σε αυτή την έκδοση. Ριζικές αλλαγές έγιναν και στα τεχνικά χαρακτηριστικά, στα οποία υπάρχει μια βελτίωση στις δυνατότητες ανάλυσης, όπου πλέον η RGB κάμερα τραβάει σε ανάλυση 1920 x 1080 καρέ ανά δευτερόλεπτο, συνήθως αποκαλείται και ανάλυση HD (High Definition). Οι χάρτες βάθους είναι αρκετά πιο καθαροί και ο αισθητήρας παρέχει ένα ευρύτερο οπτικό πεδίο βάθους και χρώματος.

Το νέο Kinect έχει μεγαλύτερη ακρίβεια με την τριπλάσια πιστότητα έναντι του προκατόχου του και μπορεί να παρακολουθεί χωρίς ορατό φως χρησιμοποιώντας ενεργό αισθητήρα IR. Το οπτικό πεδίο αυξάνεται κατά 60% και μπορεί να εντοπίσει έως 6 σκελετούς ταυτόχρονα, σε αντίθεση με την πρώτη έκδοση που εντόπιζε μόνο μέχρι 2 σκελετούς. Ο σκελετός πλέον περιγράφεται ως ένας δομημένος γράφος 25 αρθρώσεων έναντι των 20 του Kinect 360.

Παρά τις αλλαγές αυτές ο αισθητήρας για το Xbox One θεωρήθηκε ως αποτυχία, με τους επικριτές να ενδιαφέρονται για την προστασία της ιδιωτικής τους ζωής, με αποτέλεσμα να μειωθούν τα παιχνίδια και οι εφαρμογές που το χρησιμοποιούν.

2.4 Εφαρμογές και χρήσεις του Kinect

Παρά το γεγονός πως ο αισθητήρας Kinect αναπτύχθηκε περισσότερο για χρήση παιχνιδιών για τη κονσόλα Xbox, αρκετοί προγραμματιστές αξιοποίησαν και εξέλιξαν τις δυνατότητες της κάμερας. Μετά την κυκλοφορία του SDK (Software Development Kit) για το Kinect από την Microsoft, ερευνητές κατάφεραν να ενσωματώσουν την κάμερα πέρα

από τον κλάδο των παιχνιδιών και σε επιστήμες όπως η ιατρική και η ρομποτική αλλά και στην εικονική πραγματικότητα. Μάλιστα πολλοί αυτοαποκαλούμενοι “hackers” χρησιμοποιούν τις ικανότητες του αισθητήρα για να κάνουν την καθημερινότητα τους πιο εύκολη.

Μερικές από αυτές τις εφαρμογές είναι :

- Αποκατάσταση εγκεφαλικού : Οι χρήστες που έχουν υποστεί εγκεφαλικό επεισόδιο καταφέρνουν μέσα από μια σειρά δραστηριοτήτων να βελτιώσουν κάποιες λειτουργίες του εγκεφάλου. Οι κινήσεις του χρήστη παρακολουθούνται μέσω της κάμερας και με την βοήθεια κατάλληλου λογισμικού σημειώνεται η πρόοδος του. Αυτό επιτρέπει στους ασθενείς να ανακάμψουν στην άνεση των σπιτιών τους μακριά από νοσοκομεία.
- Μετάφραση νοηματικής γλώσσας: Ερευνητές από την Κίνα σε συνεργασία με την Microsoft ανέπτυξαν ένα σύστημα που μπορεί να μεταφράσει τη νοηματική γλώσσα σε προφορική και γραπτή σε σχεδόν πραγματικό χρόνο.
- Διαδραστικός πίνακας: Η Ubi Interactive, ανέπτυξε το λογισμικό Ubi, το οποίο σε συνδυασμό με υπολογιστή που έχει Windows 8, τον αισθητήρα και έναν προτζέκτορα δημιουργεί έναν διαδραστικό πίνακα σε οποιαδήποτε επιφάνεια. Ο πίνακας αυτός χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο για εκπαιδευτικούς σκοπούς.

2.5 Συνδεσιμότητα και εγκατάσταση

Η σύνδεση του Kinect με ένα υπολογιστικό σύστημα μπορεί να δυσκολέψει αρκετούς καθώς η εγκατάσταση του δεν είναι και ιδιαίτερα εύκολη. Παρακάτω θα δώσουμε οδηγίες για να καταφέρει κάποιος να καταφέρει να συνδέσει σωστά τον αισθητήρα.

- **Βήμα 1ο** : Ελέγξτε ποιο Kinect βρίσκεται μπροστά σας.
- **Βήμα 2ο** : Όλες οι εκδόσεις του Kinect για να συνδεθούν με τον υπολογιστή, είναι απαραίτητη η χρήση καλωδίου τροφοδοσίας-USB το οποίο αγοράζεται ξεχωριστά.
- **Βήμα 3ο** : Αφαίρεση λογισμικού που πιθανώς υπάρχει με το λογότυπο Kinect, πριν την εγκατάσταση
- **Βήμα 4ο** : Εγκατάσταση των αντίστοιχων SDK και Developer Tool Kit (v1.8 για Kinect 360, v2.0 για Kinect One). Τα λογισμικά παρέχονται δωρεάν και είναι απαραίτητοι για την εγκατάσταση των οδηγών.
- **Βήμα 5ο** : Τοποθέτηση του καλωδίου τροφοδοσίας στην πρίζα και εισαγωγή της άλλης άκρης του καλωδίου σε θύρα USB.
- **Βήμα 6ο** : Αφού ακολουθηθούν οι παραπάνω οδηγίες, οι οδηγοί (drivers) του Kinect θα εγκατασταθούν αυτόματα και είναι πλέον δυνατή η εξερεύνηση του Kinect Toolkit.



Εικόνα 8 : Ο ανάπτορας για χρήση του kinect στον υπολογιστή

3. Υλοποίηση της Εφαρμογής

3.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιάσουμε τις τεχνολογίες και τα προγραμματιστικά εργαλεία που χρησιμοποιήσαμε για την ανάπτυξη της εφαρμογής. Πιο συγκεκριμένα, θα αναφερθούμε στη γλώσσα προγραμματισμού που επιλέξαμε, στις επιμέρους βιβλιοθήκες που χρειάστηκαν, καθώς και στα βήματα που ακολουθήσαμε για την υλοποίηση του συνολικού προγράμματος.

3.2 Τεχνολογίες και προγραμματικά εργαλεία

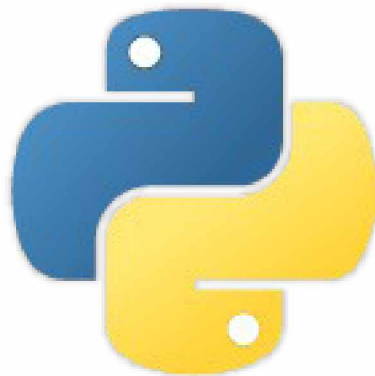
3.2.1 Python

Η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιήσαμε για την ανάπτυξη της εφαρμογής είναι η Python. Η Python είναι μία διερμηνευόμενη, γενικού σκοπού και υψηλού επιπέδου γλώσσα προγραμματισμού. Δημιουργήθηκε από τον Guido van Rossum και κυκλοφόρησε για πρώτη φορά το 1991. Ανήκει στις γλώσσες προστακτικού προγραμματισμού και υποστηρίζει τόσο το διαδικαστικό όσο και το αντικειμενοστραφές προγραμματιστικό υπόδειγμα. Είναι δυναμική γλώσσα προγραμματισμού και υποστηρίζει συλλογή απορριμάτων.

Ο κύριος στόχος της είναι η αναγνωσιμότητα του κώδικα της και η ευκολία χρήσης της. Το συντακτικό της επιτρέπει στους προγραμματιστές να εκφράσουν έννοιες σε λιγότερες γραμμές κώδικα από ότι θα ήταν δυνατόν σε γλώσσες όπως η C++ ή η Java. Διακρίνεται λόγω του ότι έχει πολλές βιβλιοθήκες που διευκολύνουν ιδιαίτερα αρκετές συνηθισμένες εργασίες και για την ταχύτητα εκμάθησής της.

Η γλώσσα Python αναπτύσσεται ως ανοιχτό λογισμικό και η διαχείριση της γίνεται από τον μη κερδοσκοπικό οργανισμό Python Software Foundation. Ο κώδικας διανέμεται με την άδεια Python Software Foundation License η οποία είναι συμβατή με την GPL. Το όνομα της γλώσσας προέρχεται από την ομάδα των Άγγλων κωμικών Μόντυ Πάιθον και

δεν έχει καμία σχέση με το φίδι πύθωνα, παρότι το λογότυπό της παραπέμπει σε κάτι τέτοιο.



Εικόνα 9 : Το λογότυπο της Python

Στις 16 Οκτωβρίου του 2000 η εταιρεία κυκλοφόρησε την Python 2.0 με πολλά νέα σημαντικά χαρακτηριστικά συμπεριλαμβανομένου ενός νέου συλλέκτη απορριμάτων για διαχείριση μνήμης και υποστήριξη για το πρότυπο Unicode. Σήμερα, κυκλοφορεί η έκδοση 2.7.16 που είναι η τελευταία μέχρι στιγμής, την οποία χρησιμοποιούμε για την παρούσα εργασία.

Στο σύστημα όπου αναπτύχθηκε η εφαρμογή, έχουμε εγκαταστήσει και την έκδοση 3.7.3 για το λόγο ότι πολλές βιβλιοθήκες δεν υποστηρίζονται στην έκδοση 2. Η Python 3.0 κυκλοφόρησε στις 3 Δεκεμβρίου του 2008 και σχεδιάστηκε κυρίως για να διορθώσει θεμελιώδεις ατέλειες στο σχεδιασμό της γλώσσας.

3.3 Βιβλιοθήκες της Python

Όπως κάθε γλώσσα προγραμματισμού, έτσι και η Python έχει μια συλλογή από βιβλιοθήκες. Με απλά λόγια, μία βιβλιοθήκη περιλαμβάνει έναν αριθμό λειτουργιών και μεθόδων που μας επιτρέπει να εκτελέσουμε πολλές ενέργειες χωρίς να γράψουμε δικό μας κώδικα. Οι συγκεκριμένες μέθοδοι συχνά αναφέρονται και σαν `modules` και στην ουσία είναι ένα αρχείο σε κατάληξη `.py` που ορίζει μία ή περισσότερες λειτουργίες και η ιδιότητά του είναι η επαναχρησιμοποίηση του σε διαφορετικούς κώδικες του προγράμματός σας. Παρακάτω παρουσιάζονται επιγραμματικά οι βιβλιοθήκες και τα `modules` που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση της εφαρμογής.

3.3.1 Sys⁷

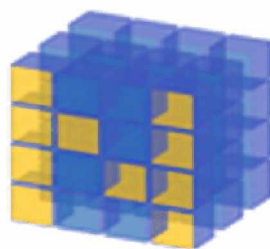
Το module sys παρέχει πρόσβαση σε ορισμένες μεταβλητές που χρησιμοποιούνται ή διατηρούνται από τον διερμηνέα και από συναρτήσεις που αλληλεπιδρούν έντονα με αυτόν. Στην εφαρμογή μας, χρησιμοποιούμε τις συναρτήσεις `sys.argv()` και την `sys.exit()`, όπου η πρώτη είναι μία λίστα με τις παραμέτρους που διαβιβάστηκαν στο αρχείο μέσω της γραμμής εντολών, ενώ η δεύτερη τερματίζει το πρόγραμμα.

3.3.2 NumPy⁸

Το NumPy είναι το θεμελιώδες πακέτο πάνω στο οποίο κατασκευάζονται όλα τα εργαλεία υψηλότερου επιπέδου για την επιστημονική Python. Μερικές από τις λειτουργίες που παρέχει είναι :

- Έναν N-Διαστάσεων πίνακα με γρήγορη και αποδοτική μνήμη που παρέχει αριθμητικές πράξεις
- Εφαρμογή τυποποιημένων μαθηματικών πράξεων σε πίνακες ολόκληρων δεδομένων χωρίς να γραφτούν βρόχοι.
- Εργαλεία για την ενσωμάτωση C/C++ και Fortran κώδικα.
- Μετασχηματισμοί Fourier και γεννήτρια τυχαίων αριθμών.
- Είναι πολύ εύκολο να μεταφερθούν δεδομένα σε εξωτερικές βιβλιοθήκες γραμμένες σε γλώσσα χαμηλού επιπέδου και επίσης για εξωτερικές βιβλιοθήκες να επιστρέφουν δεδομένα σε Python ως Numpy arrays.

Εκτός από τις προφανείς επιστημονικές του χρήσεις, το NumPy μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένας πολυδιάστατος πίνακας γενικών δεδομένων. Βέβαια μπορούν να οριστούν και αυθαίρετοι τύποι δεδομένων. Αυτό επιτρέπει στο NumPy να ενσωματώνεται γρήγορα και χωρίς προβλήματα με μια μεγάλη ποικιλία βάσεων δεδομένων.



Εικόνα 10 : Το λογότυπο της NumPy

3.3.3 OpenCV⁹

7 <https://docs.python.org/3/library/sys.html>

8 <https://www.numpy.org/>

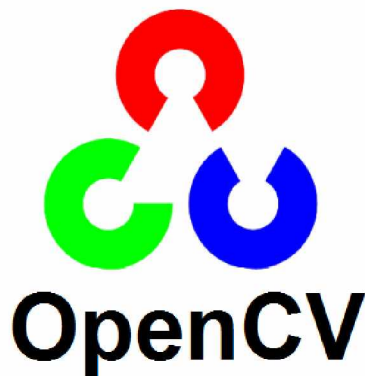
9 <https://opencv.org/>

Η OpenCV ή αλλιώς βιβλιοθήκη υπολογιστικής όρασης είναι μια βιβλιοθήκη ανοιχτού κώδικα που περιέχει συναρτήσεις υπολογιστικής όρασης και μηχανικής μάθησης. Το OpenCV δημιουργήθηκε για να παρέχει μια κοινή υποδομή για εφαρμογές υπολογιστικής όρασης και να επιταχύνει τη χρήση της μηχανικής μάθησης σε εμπορικά προϊόντα. Η βιβλιοθήκη έχει περισσότερους από 2500 βελτιστοποιημένους αλγόριθμους και περιλαμβάνει ένα ολοκληρωμένο σύνολο κλασικών και σύγχρονων υπολογιστικών όρων και αλγορίθμων μηχανικής μάθησης.

Μερικοί από αυτούς τους αλγόριθμους μπορούν να χρησιμοποιηθούν για :

- Ανίχνευση και αναγνώριση προσώπων,
- Εντοπισμό αντικειμένων,
- Ταξινόμηση ανθρώπινων ενεργειών σε βίντεο,
- Εξαγωγή τρισδιάστατων μοντέλων αντικειμένων,
- Παραγωγή πινάκων 3D από στερεωφωνικές κάμερες,
- Παρακολούθηση των κινήσεων του ματιού

Και άλλα πολλά.



Εικόνα 11 : Το λογότυπο του OpenCV

3.3.4 PyKinect¹⁰

Το PyKinect είναι μια βιβλιοθήκη που παρέχει πρόσβαση στη συσκευή Kinect. Το πακέτο περιλαμβάνει τα υποπακέτα «NUI» και «Audio», όπου το πρώτο παρέχει αλληλεπιδράσεις με τις κάμερες Kinect, όπως παρακολούθηση σκελετικού ιστού καθώς και κάμερα βάθους. Το δεύτερο πακέτο παρέχει πρόσβαση στα μικρόφωνα των συσκευών Kinect.

¹⁰ <https://github.com/microsoft/PTVS/wiki/PyKinect>

Για να λειτουργήσει αυτή η βιβλιοθήκη πρέπει να πληρούνται κάποιες προϋποθέσεις, οι οποίες είναι :

- Η βιβλιοθήκη PyGame
- Kinect SDK
- Λογισμικό υποστήριξη ομιλίας απο Microsoft
- Το Kinect
- Ο αντάπτορας καλωδίου τροφοδοσίας-USB

Η βιβλιοθήκη είναι απαραίτητη για την υλοποίηση της εφαρμογής και η εγκατάσταση της είναι απλή καθώς με την εντολή «pip install pykinect» είναι έτοιμη για χρήση.

3.3.5 PyKinect2¹¹

Η PyKinect2 είναι η βιβλιοθήκη που παρέχει πρόσβαση στη συσκευή Kinect One. Έχει τις ίδιες λειτουργίες με την πρώτη έκδοση και μας επιτρέπει να γράφουμε εφαρμογές, παιχνίδια με την χρήση της γλώσσας προγραμματισμού Python.

3.3.6 PyGame¹²

Το PyGame είναι ένα λογισμικό που έχει τη δυνατότητα να εκτελείται σε διάφορα λειτουργικά συστήματα ή πλατφόρμες υλικού. Αποτελείται από ένα πλήθος αρθρωμάτων της Python που έχουν σχεδιαστεί για τη δημιουργία video games. Περιλαμβάνει βιβλιοθήκες σχετικές με τα γραφικά υπολογιστών και ήχου. Το PyGame χρησιμοποιεί τη βιβλιοθήκη Simple DirectMedia Layer (SDL) με σκοπό να επιτρέψει την ανάπτυξη παιχνιδιών σε πραγματικό χρόνο χωρίς τη χρήση της γλώσσας προγραμματισμού C ή άλλων παράγωγων της. Αυτό βασίζεται στην υπόθεση ότι οι πιο «ακριβές» λειτουργίες μέσα στα παιχνίδια μπορούν να αντληθούν από τη λογική του παιχνιδιού, καθιστώντας δυνατή τη χρήση μιας γλώσσας προγραμματισμού υψηλού επιπέδου, όπως είναι η Python, για τη δομή του παιχνιδιού.

Στην παρούσα εργασία το λογισμικό PyGame χρησιμοποιήθηκε κυρίως για την απεικόνιση των εικόνων απο τον αισθητήρα Kinect παρά για την ανάπτυξη γραφικών, όπου θα δούμε παρακάτω πως έγινε.

11 <https://github.com/Kinect/PyKinect2>

12 <https://www.pygame.org>



Εικόνα 12 : Το λογότυπο της βιβλιοθήκης PyGame

3.3.7 PyQt5¹³

Το PyQt είναι μία βιβλιοθήκη που μας επιτρέπει να χρησιμοποιήσουμε το πλαίσιο Qt GUI με τη γλώσσα Python. Το ίδιο το Qt είναι γραμμένο σε C++, αλλά αν το χρησιμοποιήσουμε με Python μπορούμε να δημιουργήσουμε εφαρμογές πολύ πιο γρήγορα χωρίς να θυσιάσουμε μεγάλο μέρος της ταχύτητας της C++.

Το PyQt έχει αναπτυχθεί από την Riverbank Computing Limited και υπάρχουν οι εκδόσεις 4.X και 5.X. Στο συγκεκριμένο σύστημα που αναπτύσσουμε την εφαρμογή του Kinect, χρησιμοποιούμε την έκδοση 5. Ο λόγος που διαλέξαμε το PyQt είναι επειδή είναι από τα πιο ανανεωμένα GUI frameworks και είναι αρκετά εύκολο στη χρήση και τον προγραμματισμό.

3.3.8 OS¹⁴

Η βιβλιοθήκη OS αρχικά από την λέξη operating system, δηλαδή λειτουργικό σύστημα, είναι μια βιβλιοθήκη που παρέχει έναν φορητό τρόπο χρήσης λειτουργιών που εξαρτώνται από το λειτουργικό σύστημα. Στην παρούσα εργασία την χρησιμοποιούμε για να υπάρχει σωστή λειτουργία της αποθήκευσης στιγμιοτύπων στους κατάλληλους φακέλους και καταλόγους.

3.3.9 Pandas¹⁵

Το pandas είναι μία βιβλιοθήκη ανοιχτού κώδικα που παρέχει δομές δεδομένων υψηλής απόδοσης αλλά και εύκολα στη χρήση μαζί με εργαλεία ανάλυσης δεδομένων για τη γλώσσα προγραμματισμού Python. Ο ρόλος της στην εφαρμογή είναι να αποθηκεύει τις συντεταγμένες του σκελετού σε .csv αρχείο με έναν όμορφο και κατανοητό τρόπο.

3.3.10 Thread¹⁶

13 <https://riverbankcomputing.com/software/pyqt/intro>

14 <https://docs.python.org/3/library/os.html>

15 <https://pandas.pydata.org/>

16 <https://docs.python.org/2/library/thread.html>

Αυτό το module παρέχει χαμηλού επιπέδου αρχιτεκτονικές και επιτρέπει την παράλληλη επεξεργασία δεδομένων με την βοήθεια των νημάτων. Είναι μια πολύ σημαντική βιβλιοθήκη καθώς ο παραλληλισμός βοηθάει στη γρήγορη εκτέλεση του κώδικα αλλά και στην εύκολη εναλλαγή της RGB και της Depth απεικόνισης του Kinect.

3.3.11 Itertools¹⁷

Είναι ένα βασικό σύνολο εργαλείων ταχείας απόδοσης μνήμης που υλοποιεί έναν αριθμό δομικών στοιχείων που ονομάζονται «iterators».

3.3.12 Ctypes¹⁸

Η Ctypes είναι μια βιβλιοθήκη που παρέχει συμβατούς τύπους δεδομένων και επιτρέπει κλήσεις σε λειτουργίες DLL ή απο κοινές βιβλιοθήκες με τη γλώσσα προγραμματισμού C. Χρησιμοποιείται για την αναδίπλωση αυτών των βιβλιοθηκών σε καθαρή Python.

3.3.13 Datetime¹⁹

Το datetime module παρέχει αρχεία για τον χειρισμό ημερομηνιών και ώρας με απλούς αλλά και πολύπλοκους τρόπους. Ενώ υποστηρίζεται η αριθμητική του χρόνου, η εστίαση της βιβλιοθήκης είναι στην αποδοτική εξαγωγή χαρακτηριστικών για μορφοποίηση και χειρισμό ονομασίας αρχείων εξόδου. Την χρησιμοποιούμε για την ονομασία αρχείων με την εκάστοτε κλήση της βιβλιοθήκης.

3.3.14 RE(regular expression)²⁰

Αυτή η βιβλιοθήκη παρέχει λειτουργίες ταυτοποίησης κανονικών εκφράσεων. Μια κανονική εκφράση καθορίζει ένα σύνολο συμβολοσειρών που ταιριάζει με αυτό. Οι λειτουργίες σε αυτό το module μας επιτρέπουν να ελέγχουμε αν μια συγκεκριμένη συμβολοσειρά ταιριάζει με μια δεδομένη κανονική έκφραση.

17 <https://docs.python.org/3/library/itertools.html>

18 <https://docs.python.org/3/library/ctypes.html>

19 <https://docs.python.org/3/library/datetime.html>

20 <https://docs.python.org/3/library/re.html>

4. Οδηγός Εγκατάστασης και Χρήσης Εφαρμογής

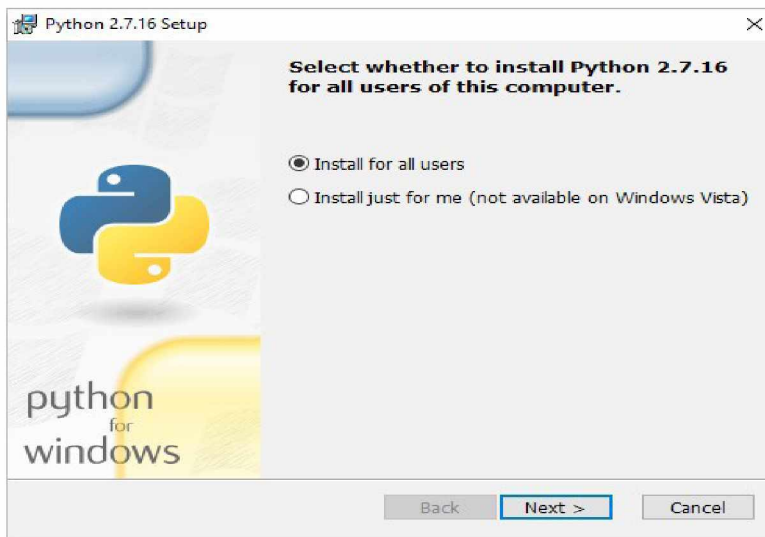
4.1 Εισαγωγή

Στο προηγούμενο κεφάλαιο αναλύσαμε τις τεχνολογίες που χρησιμοποιήσαμε για την υλοποίηση της εφαρμογής. Στο κεφάλαιο αυτό θα προβάλλουμε έναν οδηγό για την εγκατάσταση των απαραίτητων εργαλείων που χρησιμοποιήσαμε για την υλοποίηση της εφαρμογής με απλά βήματα, όπου και κάποιος αρχάριος μελετώντας το παρών κεφαλαίο να μπορεί να χρησιμοποιήσει την εφαρμογή χωρίς δυσκολίες. Ο οδηγός είναι αρκετά κατανοητός και συνοδεύεται με φωτογραφίες και ιστογραφία.

4.2 Εγκατάσταση Python

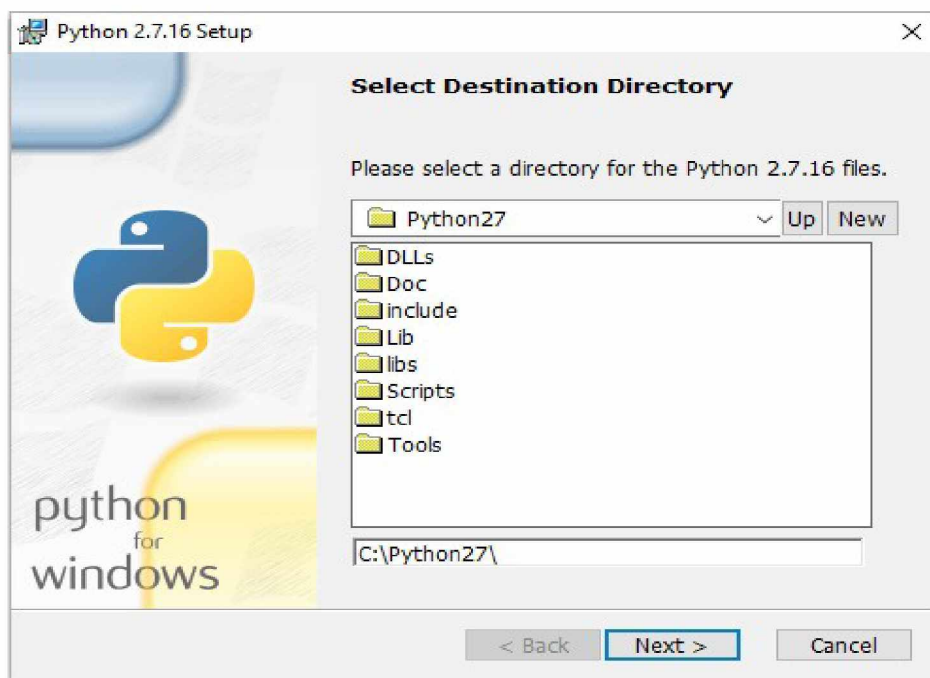
Η εγκατάσταση της Python είναι αρκετά απλή και το μόνο που χρειαζόμαστε είναι να ανοίξουμε τον browser μας και να πληκτρολογήσουμε την σελίδα <https://www.python.org/downloads/> όπου υπάρχουν όλες οι εκδόσεις της γλώσσας. Στην προκειμένη περίπτωση χρησιμοποιούμε την έκδοση 2.7.16 την οποία και θα κατεβάσουμε. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δώσουμε στην έκδοση του λειτουργικού μας συστήματος ώστε να είναι συμβατή με την Python. Για χρήστες του λειτουργικού συστήματος Windows αρκεί η επιλογή του x86-64 MSI Installer για Windows 64-bit ή διαφορετικά του x86 MSI Installer για Windows 32-bit.

Επόμενο βήμα αφού κατέβει το αρχείο είναι να το τρέξουμε και θα μας ανοίξει το παρακάτω παράθυρο.



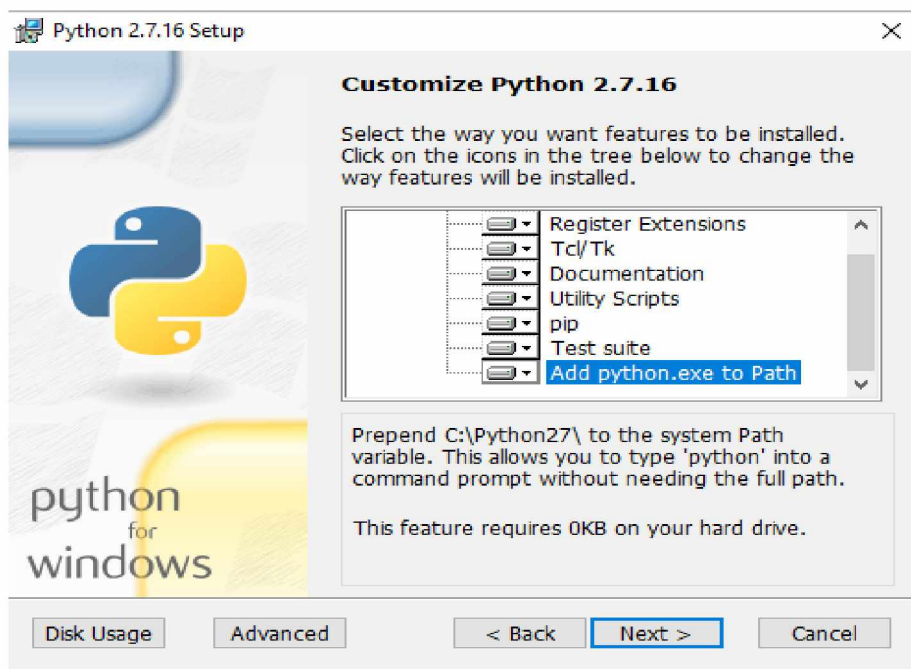
Εικόνα 13 : Βήμα 1ο εγκατάστασης της Python

Πατάμε το κουμπί Next, όπως επίσης και στο επόμενο παράθυρο.



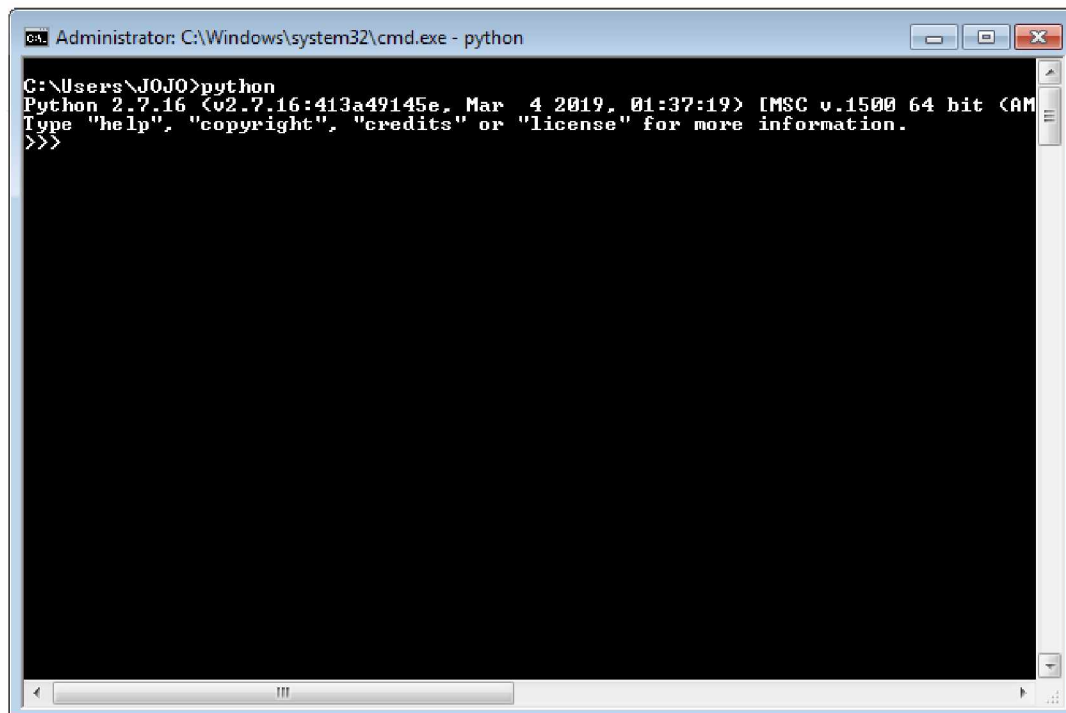
Εικόνα 14 : Βήμα 2ο εγκατάστασης της Python

Στη συνέχεια πρέπει να δείξουμε προσοχή στο να επιλέξουμε την επιλογή "Add python.exe to Path"



Εικόνα 15 : Βήμα 3ο εγκατάστασης της Python

Η εγκατάσταση είναι έτοιμη και το μόνο που μένει είναι να ελέγξουμε αν λειτουργεί σωστά και θα το κάνουμε πατώντας τα κουμπια Ctrl+R, όπου γράφουμε την λέξη cmd και στη συνέχεια την λέξη python. Εφόσον η εγκατάσταση έχει γίνει αποτελεσματικά, θα πρέπει να έχουμε το παρακάτω αποτέλεσμα.

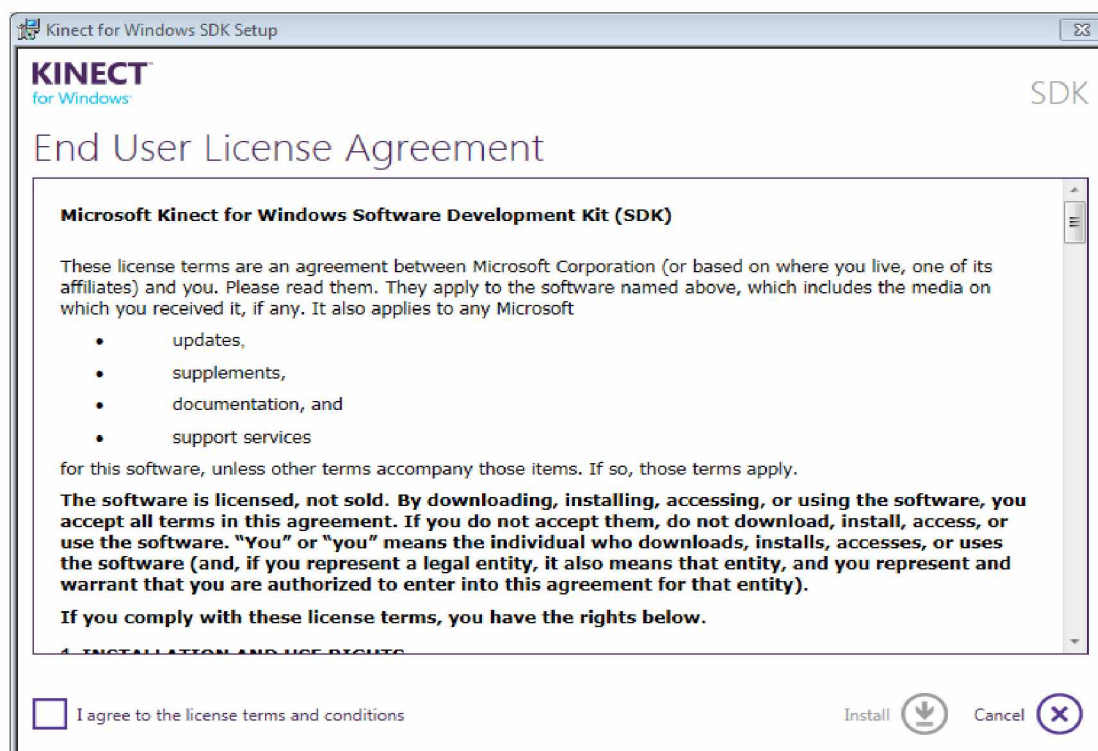


Εικόνα 16 : Επαλήθευση σωστής εγκατάστασης της Python

4.3 Εγκατάσταση Kinect SDK και Developer Kit

Για να μπορέσει ο υπολογιστής να αναγνωρίζει τον αισθητήρα Kinect θα πρέπει πρώτα να εγκαταστήσουμε τους απαραίτητους οδηγούς. Οι οδηγοί αυτοί παρέχονται από την επίσημη ιστοσελίδα της Microsoft. Παρακάτω ακολουθούν τα βήματα για την εγκατάσταση των οδηγών του Kinect 360.

Πρώτα πρέπει να μεταβούμε στην σελίδα <https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=40278>, όπου και πατάμε το κουμπί που λέει **Download**. Έτσι θα αρχίσει το κατέβασμα του προγράμματος αυτόματα και μόλις κατέβει το τρέχουμε. Έπειτα το μόνο που αρκεί να κάνουμε είναι να συμφωνήσουμε με τους όρους και να πατήσουμε το κουμπί που λέει **Install**. Όταν τελειώσει η εγκατάσταση θα μας παροτρύνει να κατεβάσουμε το **Developer Kit**, το οποίο περιέχει ενημερωμένα και νέα δείγματα πηγαίου κώδικα καθώς και άλλα εργαλεία για την απλοποίηση της ανάπτυξης εφαρμογών για το λειτουργικό σύστημα Windows. Ακολουθούμε την ίδια διαδικασία με πριν και αφού τελειώσει η εγκατάσταση το Kinect είναι έτοιμο προς σύνδεση με τον υπολογιστή. Για την σύνδεση του Kinect με τον υπολογιστή βέβαια χρειαζόμαστε τους κατάλληλους αντάπτορες που αναφέραμε σε προηγούμενο κεφάλαιο



Εικόνα 17 : Εγκατάσταση του Kinect SDK

Για την εγκατάσταση των οδηγών για το Kinect One ακολουθούμε την ίδια διαδικασία, όπου βέβαια χρησιμοποιούμε τους κατάλληλους οδηγούς που παρέχονται από την ιστοσελίδα <https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=44561>. Αξίζει να αναφέρουμε πως για να χρησιμοποιήσουμε αυτόν τον αισθητήρα αλλάζουν λίγο οι απαιτήσεις του συστήματος οι οποίες είναι :

- 64-bit επεξεργαστής με ταχύτητα ρολογίου 3.1 Ghz ή παραπάνω
- 4 GB μνήμης
- Θύρα USB 3.0
- Κάρτα γραφικών με εγκατεστημένο το DX11(DirectX 11)
- Ο κατάλληλος αντάπτορας

Τέλος να αναφέρουμε πως ενδεχομένως επειδή έχουμε εγκαταστήσει την 64-bit Python μπορεί να προκύψει κάποιο σφάλμα το οποίο αντιμετωπίζεται με τον εξής τρόπο :

Κατεβάζουμε τα αρχεία του Pykinect2 από το github στην ιστοσελίδα :<https://github.com/Kinect/PyKinect2/tree/master/pykinect2> και τα κάνουμε αντιγραφή-επικόλληση στο μονοπάτι της Python, Python->Lib->site-packages->pykinect2.

4.4 Εγκατάσταση βιβλιοθηκών

Όπως αναφέραμε στο προηγούμενο κεφάλαιο, το πρόγραμμα για να λειτουργήσει θα πρέπει να έχουμε εγκαταστήσει τις απαραίτητες βιβλιοθήκες. Για την εγκατάσταση τους αρκούν να γράψουμε μερικές εντολές στη γραμμή εντολών(cmd).

Για την εγκατάσταση του PyGame γράφουμε την εντολή : *pip install pygame*

Για την εγκατάσταση του PyQt5 γράφουμε την εντολή : *pip install python-qt5*

Για την εγκατάσταση του NumPy γράφουμε την εντολή : *pip install numpy*

Για την εγκατάσταση του PyKinect γράφουμε την εντολή : *pip install pykinect*

Για την εγκατάσταση του OpenCV γράφουμε την εντολή : *pip install opencv-python*

Για την εγκατάσταση του Pandas γράφουμε την εντολή : *pip install pandas*

Οι περισσότερες βιβλιοθήκες είναι διαθέσιμες στην ιστοσελίδα <https://pypi.org/>, ενώ οι υπόλοιπες βιβλιοθήκες που αναφέραμε στο προηγούμενο κεφάλαιο δεν χρειάζονται να γίνουν εγκατάσταση καθώς παρέχονται από την Python και αρκεί να τις καλέσουμε μέσα στο πρόγραμμα για να τις αξιοποιήσουμε.

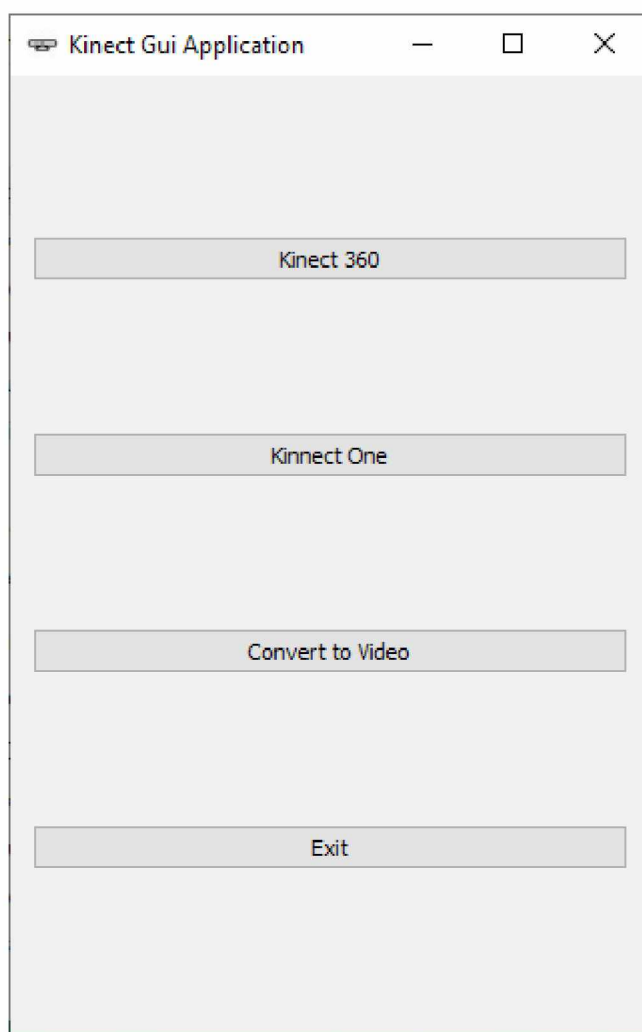
4.5 Οδηγός Χρήσης Εφαρμογής

4.5.1 Εισαγωγή

Σε αυτή την ενότητα θα περιγράψουμε τον τρόπο με τον οποίο δουλεύει η εφαρμογή και θα αναλύσουμε πως φτάσαμε μέχρι την υλοποίησή της. Θα χρησιμοποιήσουμε κύριως εικόνες για να δείξουμε τα στάδια που περάσαμε και θα εξηγήσουμε όσο καλύτερα μπορούμε για να γίνονται κατανοητά από όλους.

4.5.2 Η εφαρμογή

Για να ανοίξει η εφαρμογή το μόνο που θα χρειαστεί να κάνουμε είναι να ανοίξουμε την γραμμή εντολών στον φάκελο που βρίσκονται τα αρχεία μας και να τρέξουμε το αρχείο `main.py` με την εντολή `python main.py`. Εφόσον έχουμε ακολουθήσει όλα τα βήματα που περιγράψαμε στην προηγούμενη ενότητα και τρέχοντας το αρχείο `main.py`, τότε θα πρέπει να ανοίξει το παρακάτω παράθυρο :



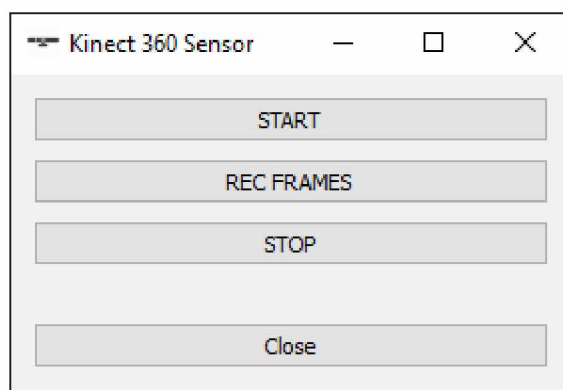
Εικόνα 18 : Κεντρικό μενού της εφαρμογής

Στην παραπάνω εικόνα βλέπουμε το κεντρικό μενού της εφαρμογής όπου υπάρχουν

τέσσερις επιλογές Kinect 360, Kinect One, Convert to Video και Exit.

4.5.3 Επιλογή Kinect 360

Επιλέγοντας το πρώτο κουμπί, το Kinect 360, όπως λέει και το όνομά του, περιλαμβάνει τις ενέργειες που αφορούν τον αισθητήρα Kinect 360. Οι ενέργειες αυτές είναι οι εξής :

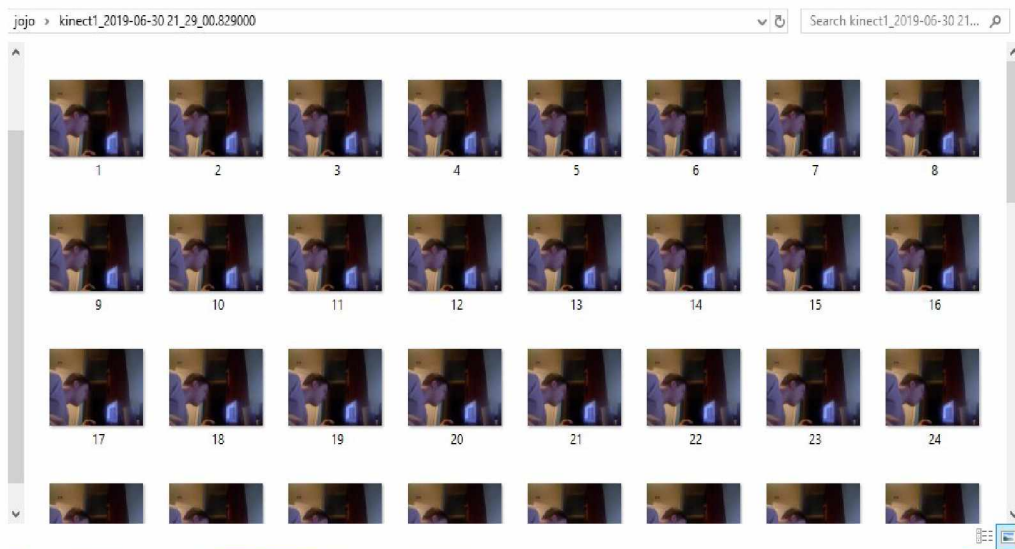


Εικόνα 19 : Επιλογές Kinect 360 Sensor

- **START** : Πατώντας το κουμπί START, η κάμερα του Kinect ανοίγει και εμφανίζεται ένα παράθυρο απεικόνισης. Η πρώτη απεικόνιση είναι η RGB, ενώ αν θέλουμε την Depth απεικόνιση πρέπει να πατήσουμε το κουμπί D απο το πληκτρολόγιο μας. Για να επανέλθουμε στην RGB πατάμε το κουμπί V. Αν και εφόσον ο αισθητήρας ανιχνεύσει σκελετό τότε τον ζωγραφίζει πάνω στο παράθυρο και ακολουθεί τον χρήστη σε οποιαδήποτε κίνηση κάνει. Στην ανίχνευση του σκελετού βοηθάνε και οι λειτουργίες αύξησης ή μείωσης της γωνίας ανύψωσης της περιστρεφόμενης βάσης με τα κουμπιά U και J αντίστοιχα.
- **REC FRAMES** : Με την επιλογή REC FRAMES και εφόσον έχουμε πατήσει START, η εφαρμογή αρχίζει την καταγραφή όλων των στιγμιότυπων. Τα στιγμιότυπα είναι τα λεγόμενα καρτέ και αποθηκεύονται σε έναν φάκελο που δημιουργείται αυτόματα με το πάτημα του κουμπιού. Η ονομασία του φακέλου καθορίζεται με βάση την εκάστοτε ημερομηνία και χρονική στιγμή που ο χρήστης δίνει την εντολή. Η εντολή αποθηκεύει 30 καρτέ ανά δευτερόλεπτο και τοποθετούνται με αριθμητική σειρά σε μορφή .JPG. Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε αυτό που αναφέραμε. Να αναφέρω πως αποθηκεύουμε μόνο τις RGB εικόνες και όχι τις Depth. Πέρα από την αποθήκευση των στιγμιότυπων, γίνεται ταυτόχρονα η αποθήκευση των συντεταγμένων του σκελετού σε άξονες x,y,z,w. Οι συντεταγμένες τοποθετούνται σε ένα αρχείο .csv με την ίδια ονομασία όπως και τα καρτέ.
- **STOP** : Η λειτουργία του κουμπιού όπως δηλώνει και το όνομα του, σταματάει την

καταγραφή στιγμιοτύπων και συντεταγμένων και δουλεύει μόνο εάν είχαμε πατήσει προηγουμένως την επιλογή REC FRAMES.

- **CLOSE** : Αυτή η επιλογή σταματάει την λειτουργία της απεικόνισης, της καταγραφής καρτέ και κλείνει το παράθυρο του Kinect 360 Sensor.



Εικόνα 20 : Απεικόνιση λειτουργίας REC FRAMES

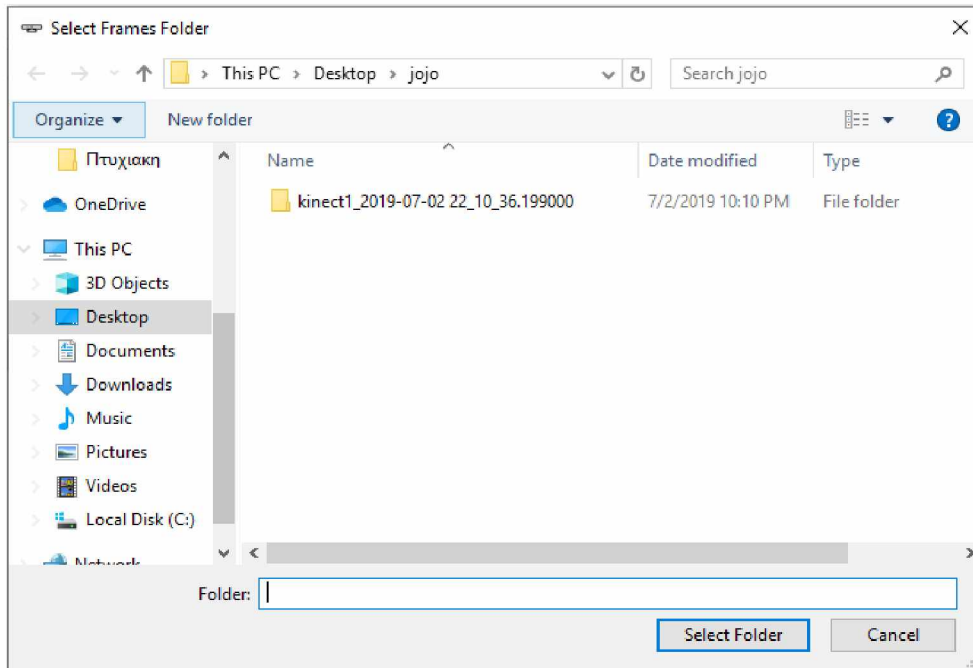
4.5.4 Επιλογή Kinect One

Επιλέγοντας το δεύτερο κουμπί, το Kinect One, θα δούμε πως περιέχει ακριβώς τις ίδιες ενέργειες που είδαμε στην επιλογή Kinect 360. Η μοναδική διαφορά που υπάρχει είναι κατά την απεικόνιση των RGB και Depth που όπως αναλύσαμε και στο κεφάλαιο 2, για τα τεχνικά χαρακτηριστικά. Κατά τα άλλα οι λειτουργίες είναι πανομοιότυπες.

4.5.5 Επιλογή Convert to video

Η κύρια λειτουργία της επιλογής convert to video είναι να μετατρέπει τα καρτέ που αποθηκεύσαμε προηγουμένως σε βίντεο. Το βίντεο δημιουργείται ενώνοντας τα στιγμιότυπα με την σωστή σειρά και αποθηκεύεται στη μορφή .avi. Πατώντας το κουμπί,

μας παραπέμπει σε ένα καινούριο παράθυρο όπου επιλέγουμε ποιά καρτέ θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε για την μετατροπή σε βίντεο. Το βίντεο ονομάζεται με βάση τον φάκελο που επιλέξαμε για να μην δημιουργείται σύγχυση κατά την επεξεργασία αργότερα.



Εικόνα 21 : Το παράθυρο επιλογής των στιγμιότυπων

4.5.6 Επιλογή Exit

Ως τελευταία επιλογή προτιμήσαμε να βάλουμε, όπως άλλωστε σχεδόν όλα τα προγράμματα και οι εφαρμογές, την έξοδο από το πρόγραμμά μας. Βέβαια το Exit υπερισχύει όλων των υπόλοιπων λειτουργιών, δηλαδή σε οποιοδήποτε σημείο της εφαρμογής και αν βρισκόμαστε, πατώντας το κουμπί, το πρόγραμμα θα κλείσει μαζί με οποιοδήποτε παράθυρο που έχει μείνει ανοιχτό πέρα απο την επιλογή του φακέλου των καρτέ.

5. Μελλοντικές εργασίες και συμπεράσματα

Το λογισμικό που αναπτύξαμε στα πλαίσια αυτής της εργασίας αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων από τους αισθητήρες Kinect. Πέρα από τις διαθέσιμες λειτουργίες που περιγράψαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο, αυτό που ουσιαστικά κυριαρχεί είναι το γραφικό περιβάλλον καθώς χειροζόμεστε τα δεδομένα απλά με τη χρήση του ποντικιού. Αυτός βασικά ήταν και ο σκοπός της πτυχιακής εργασίας. Θα μπορούσε κανείς να θεωρήσει πως το GUI αποτελεί την βάση για μελλοντική ανάπτυξη άλλων παρόμοιων εφαρμογών. Οι μελλοντικές επεκτάσεις είναι θεωρητικά πάρα πολλές. Μερικές από αυτές είναι:

- Σύστημα παρακολούθησης και χρήση του Kinect ως αισθητήρα συναγερμού
- Αναγνώριση συγκεκριμένων χειρονομιών
- Εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας
- Σύνδεση με 3D εκτυπωτή
- 3D Scanner με βοήθεια Raspberry Pi2
- Ανάπτυξη ρομπότ με ενσωματωμένες κάμερες Kinect

Τέλος, θα μπορούσαμε να μετατρέψουμε την εφαρμογή σε διαδικτυακή και να φτιάξουμε μια πλατφόρμα όπου θα διαχειρίζεται κανείς τα δεδομένα που τραβάει από τις κάμερες και να τα μοιράζεται με φίλους. Οι δυνατότητες επέκτασης είναι πάρα πολλές και σε γενικές γραμμές εφικτές.

Βιβλιογραφία

1. Capers Jones(2013) "Technical and Social History of Software Engineering"
2. Αβούρης, Νικόλαος, Κατσάνος Χρήστος, Τσέλιος Νικόλαος, Μουστάκας Κωσταντίνος(2015). "Εισαγωγή στην αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή"
3. Γεωργία Γιαννούλα(2009). "Η εξέλιξη της τεχνολογίας και η επίδραση της στην υγεία και την ψυχική ισορροπία των νέων"
4. Stuart K. Card, Allen Newell, Thomas P. Moran(1983). "The Psychology of Human-Computer Interaction."
5. Muhamad Risqi Utama Saputra, Syukron Abu, Kuntoro Adi Nugro(2018). "Kinect-based Application for Dyslexia Using Multisensory Approach and Natural User Interface"
6. Soumi Paul, Subhadip Basu, Mita Nasipuri(2015). "Microsoft Kinect in Gesture Recognition: A Short Review"
7. Robinson Jiménez Moreno, Fabio Espinosa Varcacel(2014), "Understanding Microsoft Kinect for application in 3-D vision processes"
8. Zhengyou Zhang(2012). "Microsoft Kinect Sensor and Its Effect"
9. Pramit Maraththa, Albert Sweigart(2012). "Making Games with Python & Pygame"
10. Te Oliphant(2007). "Python for scientific computing"
11. S Van Der Walt(2011). "The NumPy array: a structure for efficient numerical computation"
12. G Bradski, A. Kaehler(2008). "Learning OpenCv: Computer vision with the OpenCV library"

13.JM Zelle(2004), "Python programming: an introduction to computer science"

14.W McKinney(2012), "Python for data analysis: Data wrangling with Pandas,NumPy and Ipython"

15.M Summerfield(2007), "Rapid GUI programming with Python and Qt: the definitive guide to PyQt programming"

16.Georgios Paraskevopoulos,Evangelos Spyrou,Dimitrios Sgouropoulos (2018), "An Approach for Real-Time Arm Gesture Recognition using 3D Skeleton Joint Data "