

# ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ



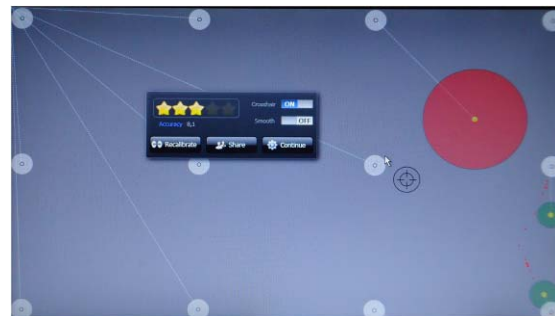
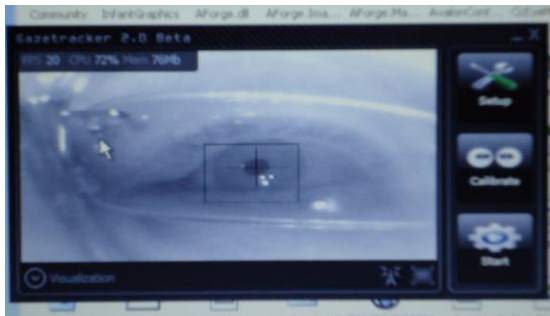
Τμήμα Μηχανικών Σχεδίασης Προϊόντων και Συστημάτων

**Μάθημα: Προηγμένες Διεπαφές Χρήστη [9800]**

**Διδάσκοντες:** Παναγιώτης Κουτσαμπάσης, Μόδεστος Σταυράκης

## ΕΡΓΑΣΙΑ :

**Κατασκευή συσκευής γυαλιών καταδίωξης βλέμματος  
(headmounted eye tracking glasses)**



Ντουφεξής Κώστας dpsd08088

Ερμούπολη ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2012

## Κατασκευή γυαλιών καταδίωξης βλέμματος (headmounted eye tracking glasses)

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε με βάση τις οδηγίες του άρθρου του Kowalick, M. 2010: «How to build low cost eye tracking glasses for head mounted system, white paper».

Παρακάτω περιγράφεται πως με έναν απλό τρόπο μπορούμε να κατασκευάσουμε ένα σύστημα παρακολούθησης βλέμματος που είναι προσαρμοσμένο σε προστατευτικά γυαλιά. Περιλαμβάνει κατάλογο των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν και τις τροποποιήσεις που πρέπει να γίνουν σε μερικά από αυτά και τον τρόπο προσαρμογής της κάμερας για να λειτουργήσει στην περιοχή των υπέρυθρων (ωχρή κηλίδας). Η αξιολόγηση του συστήματος γίνεται με το πρόγραμμα ανοικτού κώδικα *ITU Gaze Tracker 2.0*.

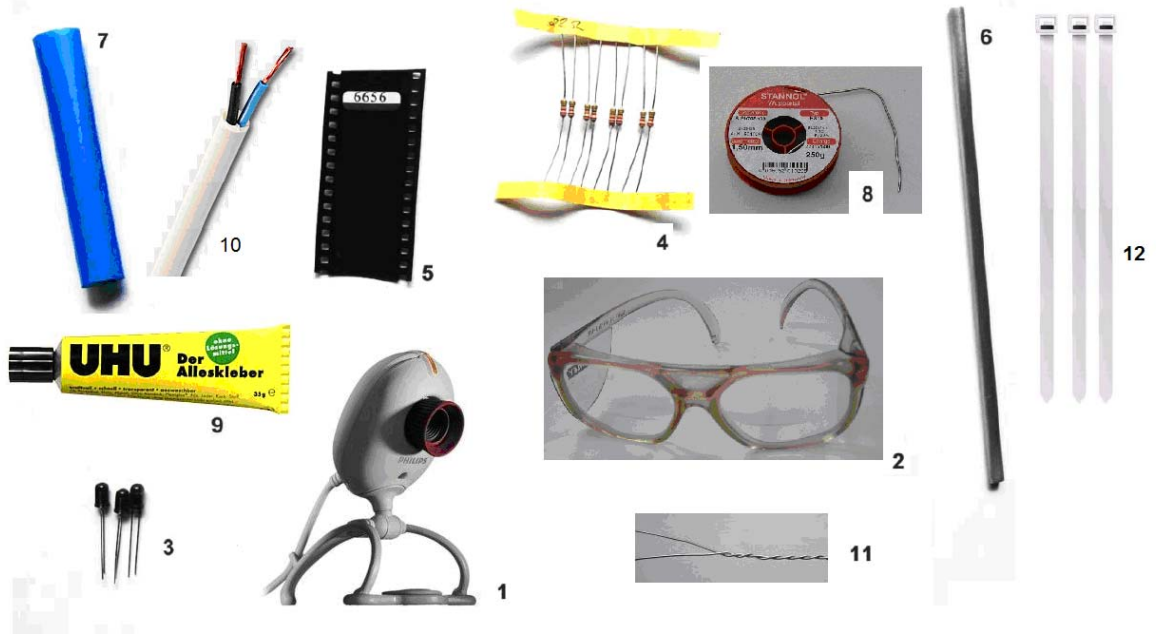
### Υλικά και εργαλεία που απαιτούνται

Τα υλικά που θα χρειαστούμε είναι διαθέσιμα στην αγορά και είναι τα παρακάτω:

A/A	Υλικά	Ποσότητα
1	Webcam Philips <i>PCVC720K</i>	1
2	Προστατευτικά Γυαλιά	1
3	IR LED	3
4	Αντίσταση 1/4W 22R	1
5	Αρνητικό φωτογραφικό φιλμ	1cm x 1 cm
6	Καλώδιο αλουμινίου $\varnothing$ 5mm	30 cm
7	Θερμοσυρρικνώμενη σωλήνα $\varnothing$ 10mm	15 cm
8	Καλάι $\varnothing$ 1 mm	5 cm
9	Κόλα	1
10	Καλώδιο πολύκλωνο 0,75 mm	2 x 10 cm
11	Σύρμα σύσφιξης αντικειμένων	10 cm
12	Δεματικό καλωδίων	3

*Παρατήρηση:* Στο άρθρο του Kowalick αναφέρεται η Webcam Microsoft *LifeCam VX-100*, η οποία στην εργασία μας αντικαταστάθηκε με την Philips *PCVC720K*, διότι οι προσπάθειες εξεύρεσης της στην Σύρο και στην Αθήνα δεν καρποφόρησαν.

Στην εικόνα 1 που ακολουθεί εμφανίζονται τα υλικά που χρησιμοποιήσαμε. Ακολουθείται η αρίθμηση του παραπάνω πίνακα.



Εικόνα 1: Απαραίτητα Υλικά

Επιπλέον τα εργαλεία που θα πρέπει να έχουμε για να μπορέσουμε να κάνουμε όλες τις προσαρμογές είναι τα ακόλουθα:

Εργαλεία	Ποσότητα
Κατσαβίδι TORX T6	1
Κολλητήρι 20W	1
Λεπίδα	1
Πένσα	1
Φλόγιστρο ή Γκαζάκι	1
Ψαλίδι	1

### Κατασκευή συσκευής γυαλιών κατάδειξης βλέμματος

Το λογισμικό ITU Gaze Tracker αναπτύχθηκε με αλγορίθμους, οι οποίοι αξιοποιούν το υπέρυθρο φάσμα φωτός, ενώ οι συνηθισμένες webcams λειτουργούν στο ορατό φάσμα.



Εικόνα: 2α



Εικόνα: 2β



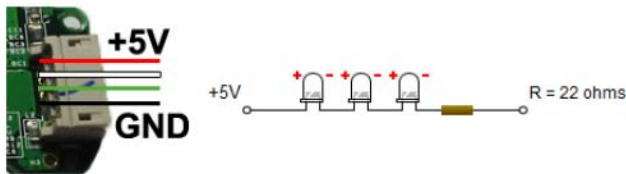
Εικόνα: 2γ

Είναι απαραίτητο να τροποποιηθεί η κάμερα με την προσθήκη ενός κατάλληλου φίλτρου που να επιτρέπει τη λήψη εικόνων στο υπέρυθρο φάσμα φωτός. Για αυτό θα πρέπει να αποσυναρμολογηθεί η κάμερα. Τα βήματα που ακολουθούμε είναι :

- Αποσυναρμολόγηση του εξωτερικού περιβλήματος: αυτό γίνεται ξεβιδώνοντας την τοιχ βίδα που υπάρχει στο κάτω μέρος της κάμερας (εικόνα 2α ).
- Αφαίρεση του εξωτερικού πίσω πλαστικού καλύμματος (εικόνα 2β)
- Για να αναιρέσουμε το εμπρόσθιο πλαστικό κάλυμμα, πρέπει να ξεβιδώσουμε τις δυο αντιδιαμετρικές τοιχ βίδες που υπάρχουν επάνω στην πλακέτα. (εικόνα 2γ)

### Δημιουργία του υπέρυθρου φωτισμού

Για την δημιουργία του υπέρυθρου φωτισμού χρησιμοποιήθηκαν 3 IR LED. Τα 3 LED ενώθηκαν σε σειρά και κατόπιν με μια αντίσταση  $R=22\ \text{ohms}$  επίσης σε σειρά. Για να μην χρειαστούμε επί πλέον τροφοδοσία τα συνδέσαμε παράλληλα επάνω στην τροφοδοσία της κάμερας, δηλαδή μέσω του καλωδίου usb, ενώνοντας τα επάνω στα κόκκινο/+5V και μαύρο/



Εικόνα: 3α



Εικόνα: 3β



Εικόνα: 3γ



Εικόνα: 3δ



Εικόνα: 3ε



Εικόνα: 3στ



Εικόνα: 3ζ

GND καλώδια. Ο τρόπος συνδεσμολογίας τους φαίνεται στην παρακάτω εικόνα 3α

Οι τροποποιήσεις που πρέπει να γίνουν στην κάμερα, ώστε να μπορεί να λειτουργεί στο υπέρυθρο φάσμα φωτός είναι:

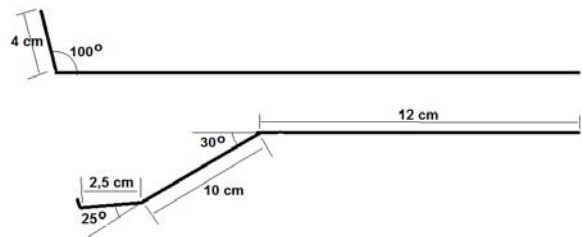
- Στο εμπρόσθιο κάλυμμα κάνουμε 3 τρύπες διαμέτρου  $\varnothing$  5mm. με το κολλητήρι (εικόνα 3β).
- Διευρύνουμε τις οπές, ώστε να επιτύχουμε το κατάλληλο μέγεθος με την χρήση καταβιδιού, ελέγχοντας πάντα με δοκιμή των LED (εικόνα 3γ).
- Αφού έχουμε κάνει και τις 3 οπές στο κάλυμμα, εφαρμόζουμε τα LED και ξεκινάμε την σύνδεση μεταξύ τους, τοποθετώντας τα σε σειρά με πολικότητες το αρνητικό του ενός με το θετικό του άλλου (όπως φαίνεται και στο σχήμα). Κατόπιν στο αρνητικό του τρίτου στην σειρά LED συνδέουμε την αντίσταση (εικόνα 3δ) και τέλος, τα συνδέουμε με την τροφοδοσία (το θετικό του 1<sup>ου</sup> LED στο +5 V και το ελεύθερο άκρο της αντίστασης στο GND) (εικόνες 3ε και 3στ).
- Στην κάμερα, ο φακός πρέπει να έχει εγκατεστημένο φίλτρο που να σταματά τις ακτίνες του ορατού φωτός και να διαβιβάζει μόνο τις υπέρυθρες ακτίνες. Γι' αυτό με λίγη κόλλα εφαρμόζουμε στην κάμερά μας το κομμάτι του αρνητικού φωτογραφικού φιλμ (εικόνα ), παράλληλα δε αφαιρούμε το φίλτρο του ορατού φωτός που υπάρχει προσαρμοσμένο στον φακό της κάμερας (εικόνα 3ζ).

## Συναρμολόγηση των γυαλιών

Αφού πλέον έχουμε επανασυναρμολογήσει την κάμερά μας (εικόνα ) πρέπει πλέον να την προσαρμόσουμε επάνω στα γυαλιά.

Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση ενός γυμνού αγωγού αλουμινίου (στην περίπτωση μας χρησιμοποιήσαμε τον εσωτερικό αγωγό από ένα κομμάτι πολύκλωνου καλωδίου από αυτά που χρησιμοποιεί η ΔΕΗ στο δίκτυό της)

Πρώτα μορφοποιούμε τον βραχίονα αλουμινίου σύμφωνα με τις διαστάσεις και το σχήμα που εμφανίζονται στην εικόνα 4. Οι διαστάσεις αυτές προέκυψαν κατόπιν δοκιμών που έγιναν .

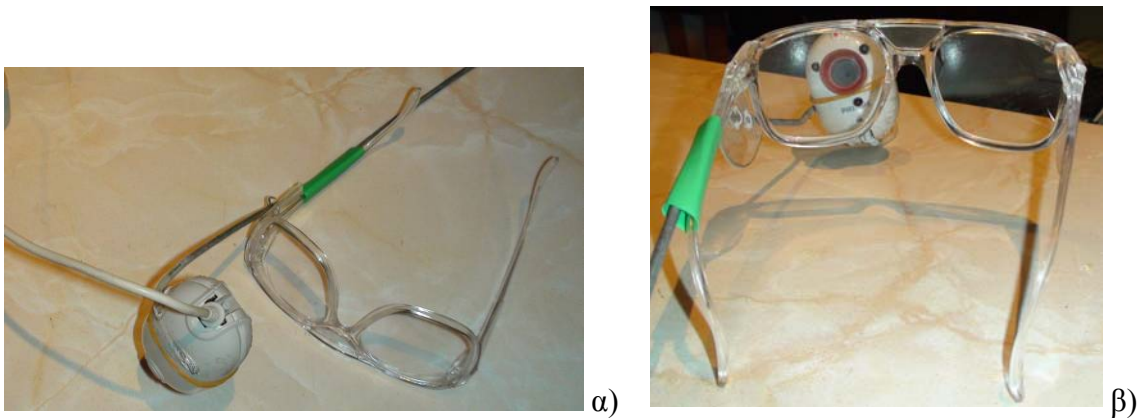


Εικόνα 4: Σκαρίφημα διαστασιολόγησης βραχίονα αλουμινίου

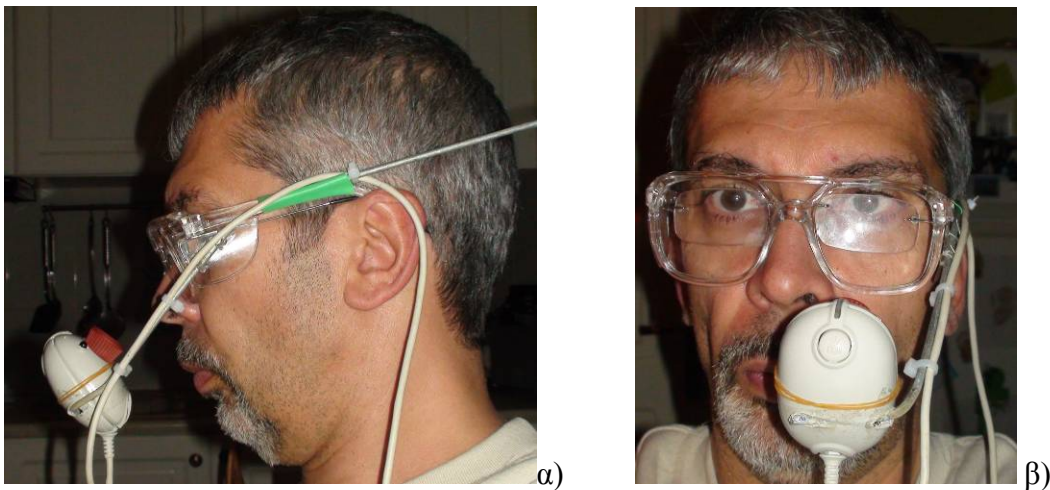
Κατόπιν προσαρμόζουμε την κάμερα επάνω στον βραχίονα. Αυτό το επιτυγχάνουμε θερμαίνοντας τον βραχίονα και κατόπιν “τρυπώντας” το πίσω κάλυμμα με αυτόν

(προσεκτικά για να μην αγγίζουμε την κλακέτα και επίσης, δεν πρέπει να τον κουνήσουμε μέχρι να στερεοποιηθεί το πλαστικό κάλυμμα, ώστε να ενσωματωθούν κάλυμμα και βραχίονας). Ο βραχίονας και το κάλυμμα σχηματίζουν γωνία  $90^\circ$  μεταξύ τους.

Αφού έχουμε προσαρμόσει την κάμερα με τον βραχίονα τα τοποθετούμε επάνω στα γυαλιά, και αφού προσέξουμε να έχουν μια απόσταση από το πρόσωπό μας γύρω στα 5 cm, προσπαθούμε μέσα από την εφαρμογή να επιτύχουμε τη βέλτιστη ποιότητα εικόνας (ρυθμίζοντας τον φακό της κάμερας και αυξομειώνοντας ταυτόχρονα την απόσταση της κάμερας από τα γυαλιά). Η τοποθέτηση γίνεται με τη βοήθεια θερμοσυρικνώμενης σωλήνας και με την χρήση δεματικού σύρματος. Στις εικόνες 5α) και 5β) φαίνονται διάφορες απόψεις



Εικόνα 5: Απόψεις της τελικής μορφής της συσκευής



Εικόνα 6: Απόψεις τρόπου χρήσης της συσκευής

της συσκευής. Στις εικόνες 6α) και 6β) φαίνονται απόψεις του τρόπου χρήσης της συσκευής.

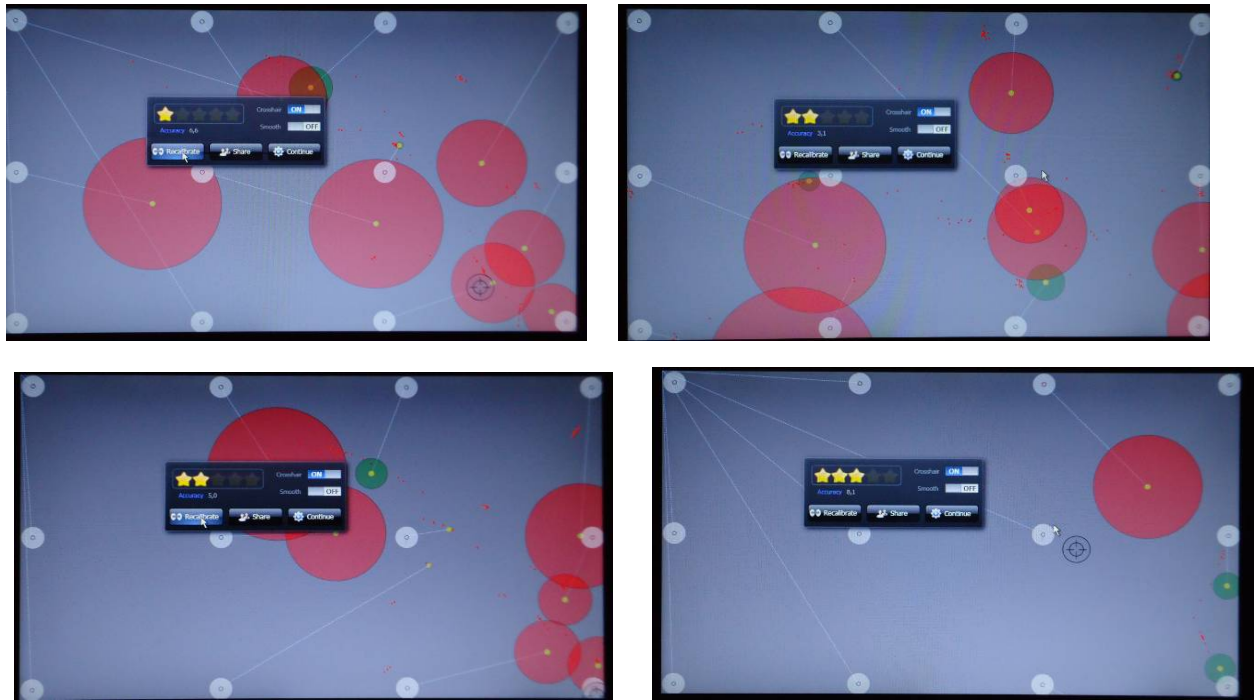
## Εξοπλισμός-Προγράμματα

Για την κατασκευή και τη δοκιμαστική λειτουργία της κατασκευαζόμενης συσκευής κατάδειξης βλέμματος χρησιμοποιήσαμε έναν υπολογιστή NetBook με CPU N270 στα 1,6 GHz, με Ram 1GB με λειτουργικό XP home Edition ver. 2002 και Service Pack 3. Το πρόγραμμα εφαρμογής κατάδειξης βλέμματος είναι το *ITU Gaze Tracker 2.0* για 32 bit. Η κάμερα που χρησιμοποιήθηκε είναι η Philips PCVC720K, η οποία υποστηρίζει ανάλυση σε video 352 pixels x288 pixels

## Βελτιστοποίηση συσκευής κατάδειξης βλέμματος

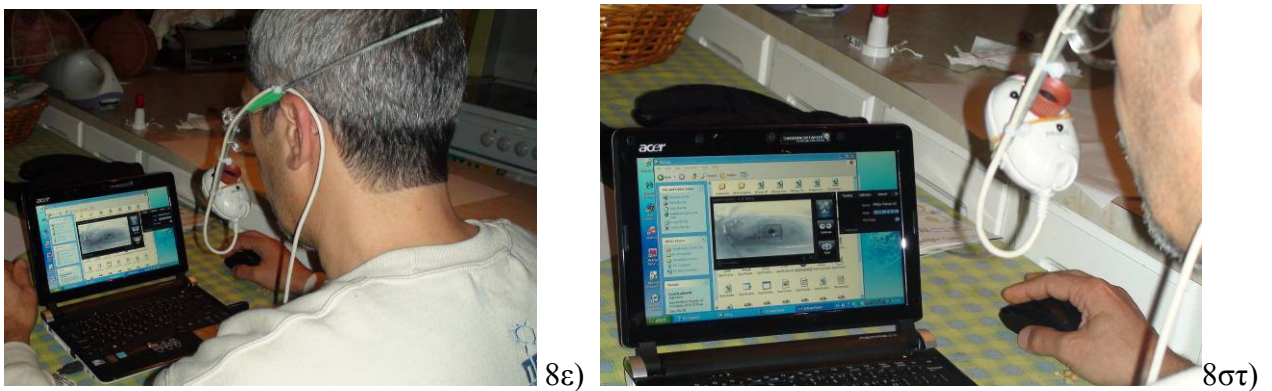
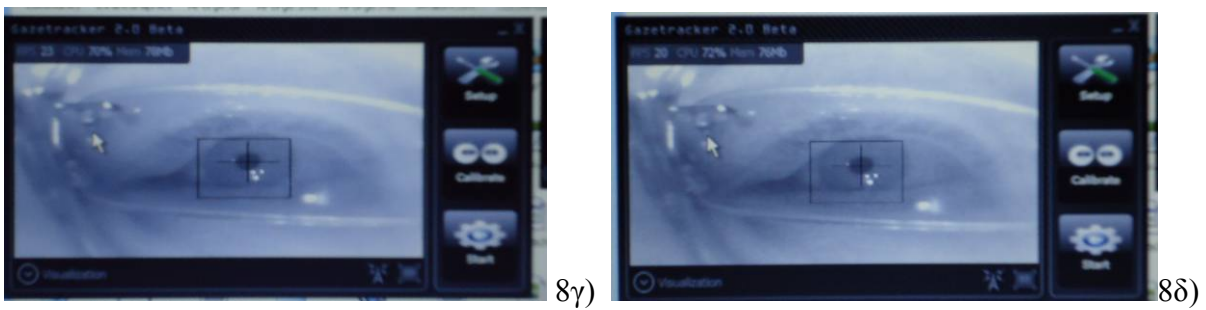
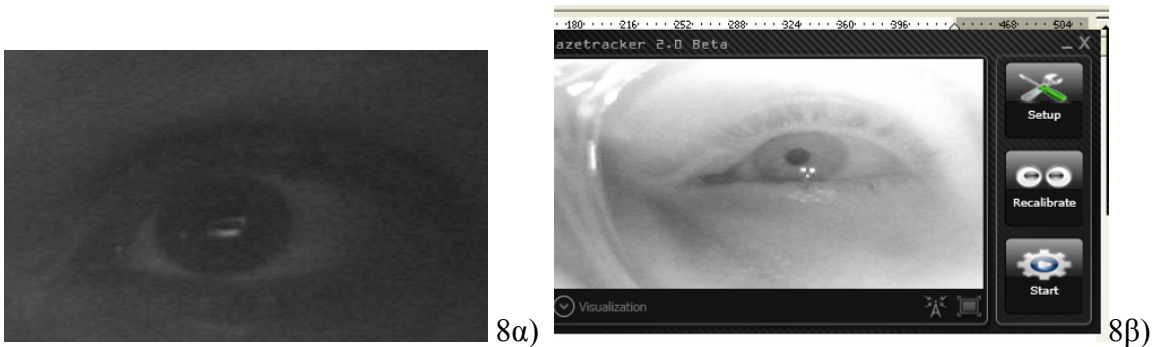
Αφού έχουμε πλέον συναρμολογήσει τα γυαλιά, με τη χρήση της εφαρμογής *Gaze Tracker 2.0* προσπαθούμε να βελτιστοποιήσουμε (optimization) τη συσκευή με τη χρήση της εντολής *calibrate*. Οι προσπάθειες μας αρχικώς έγιναν με την χρήση 9 σημείων και τελικώς καταλήξαμε στα 12 σημεία (Εικόνες 7). Δεν προβήκαμε σε δοκιμή με 16 σημεία ελέγχου γιατί θεωρήσαμε ότι θα ήταν άωφελο μιας και η εφαρμογή δεν αναγνώριζε σωστά τα λιγότερα σημεία ελέγχου. .

Αυτό αποδείχτηκε ότι είναι μια αρκετά επίπονη προσπάθεια, γιατί πρέπει να κάνουμε συνέχεια μικροδιορθώσεις-μικρορυθμίσεις, π.χ. στις κλίσεις του βραχίονα, στο νετάρισμα του φακού της κάμερας, κ.α. Κατά τις επαναληπτικές προσπάθειες βελτιστοποίησης που κάναμε, διαπιστώσαμε ότι υπήρχε πρόβλημα ως προς το τι αναγνώριζε η εφαρμογή ως οφθαλμό, επειδή τα 3 LED αντικατοπτρίζονταν πάνω στον φακό των γυαλιών και τα εκλάμβανε ως κόρη οφθαλμού. Για το λόγο αυτό προβήκαμε στην αφαίρεση του φακού και το πρόβλημα λύθηκε. Παρακάτω παραθέτουμε (εικόνες 7) μερικές απόψεις των οθονών με



Εικόνες 7: Διάφορες προσπάθειες βελτιστοποίησης της ποιότητας κατάδειξης βλέμματος της συσκευής μέσα από την εφαρμογή

τα αποτελέσματα βελτιστοποίησης και απόψεις της βασικής οθόνης εφαρμογής (εικόνες 8).



Εικόνα : αποτύπωση οφθαλμού μέσα από την εφαρμογή *Gaze Tracker 2.0*

8α) κανονική, 8β) στο Υπέρυθρο φάσμα

8γ) και 8δ) Βασική οθόνη κατάδειξης οφθαλμού κατόπιν διαφόρων προσπαθειών βελτιστοποίησης.

8ε) και 8στ) Απόψεις χρήσης της συσκευής.



## Συμπεράσματα

Παρ' όλες τις προσπάθειες βελτιστοποίησης που κάναμε, δεν καταφέραμε να ξεπεράσουμε το όριο των 3/5, με αποτέλεσμα να μην μπορούμε να προχωρήσουμε παραπέρα, στην κατάδειξη δηλαδή των σημείων ενδιαφέροντος με το βλέμμα και όχι με το ποντίκι.

Αυτό μπορεί να οφείλεται σε διάφορους λόγους, μερικοί από τους οποίους μπορεί να είναι :

- Ο φωτισμός με τα 3 IR LED να μην είναι αρκετός και να περιορίζει την ποιότητα απόδοσης της εικόνας του οφθαλμού. Αξίζει να σημειωθεί ότι έγιναν προσπάθειες αύξησης του επιπέδου φωτισμού με τη λειτουργία της βιντεοκάμερας σε IR mode αλλά και αυτές δεν έφεραν το επιθυμητό αποτέλεσμα.
- Το chip της κάμερας να μην έχει την απαραίτητη φωτοευαισθησία και ανάλυση (υποστηρίζει video 352 pixels x288 pixels) για να διακρίνει ευκρινώς τα χαρακτηριστικά του οφθαλμού.
- Τα οπτικά χαρακτηριστικά της κάμερας (φακός) να μην υποστηρίζουν τόσο μικρή απόσταση τοποθέτησής της.
- Το αρνητικό φωτογραφικό φιλμ που χρησιμοποιήσαμε ως φίλτρο IR να μην αποδίδει τόσο καλά όσο αναφέρεται στο άρθρο του Kowalick.
- Η οθόνη να είναι αρκετά μικρή (10") και για αυτό να μην είναι εύκολο στην εφαρμογή να προσδιορίσει με ακρίβεια την κίνηση του οφθαλμού και τέλος,
- Μπορεί να οφείλεται αθροιστικά σε κάποιους ή και σε όλους τους ανωτέρω λόγους.

Συμπερασματικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι η κάμερα Philips PCVC720K δεν είναι κατάλληλη για την συσκευή κατάδειξης βλέμματος

Μελλοντικά θα μπορούσαν να γίνουν προσπάθειες κατασκευής συσκευής κατάδειξης βλέμματος με κάποιες άλλες κάμερες, οι οποίες και θα υποστηρίζουν καλύτερη ανάλυση.