



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
UNIVERSITY OF WEST ATTICA

Σχολή Μηχανικών

Τμήμα Μηχανικών Βιοϊατρικής

Διπλωματική Εργασία

GlouAid: Ένα γάντι βοήθειας για τους τυφλούς

Βασιλική Μπενέα

Επιβλέπων

Παντελεήμων Ασβεστάς (Αναπληρωτής Καθηγητής)

Αθήνα, 2021

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής

Παντελεήμων Ασβεστάς (Αναπληρωτής Καθηγητής)

Δημήτριος Γκλώτσος (Αναπληρωτής Καθηγητής)

Σπυρίδων Κωστόπουλος (Επίκουρος Καθηγητής)

Δήλωση Συγγραφέα Διπλωματικής Εργασίας

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Μπενέα Βασιλική του Γεωργίου, με αριθμό μητρώου 48013067 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Μηχανικών Βιοϊατρικής, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Η Δηλούσα

Μπενέα Βασιλική

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή της διπλωματικής εργασίας μου κ. Παντελή Ασβεστά για την πολύτιμη βοήθεια, καθοδήγηση και υποστήριξη που μου προσέφερε, καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησής της.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και τους φίλους μου για την στήριξή τους, καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Αφιερώνω τη διπλωματική αυτή εργασία σε όλους αυτούς τους ανθρώπους που ίσως τους φανεί χρήσιμη.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η δημιουργία του GlovAid, ενός γαντιού, που όπως δηλώνει και το όνομά του προσφέρει βοήθεια στην καθημερινότητα ανθρώπων με τύφλωση.

Έχει τη δυνατότητα να ανιχνεύει την απόσταση από φυσικά αντικείμενα ή εμπόδια δείχνοντας τη σωστή κατεύθυνση για την αποφυγή τους.

Για την υλοποίηση του GlovAid, τρία κύρια υλικά χρησιμοποιήθηκαν. Μία πλακέτα Arduino Pro Mini, δηλαδή ένας μικροελεγκτής που αναπτύχθηκε από το Arduino.cc και βασίζεται στον Atmega328, δύο υπερηχητικοί αισθητήρες οι οποίοι έχουν την ικανότητα να μετρούν αποστάσεις μεγάλου εύρους και τρεις κινητήρες δόνησης, μικρού μεγέθους, κατάλληλους για υπόδειξη αλλαγής κατάστασης στο χρήστη με πρόκληση διαβαθμισμένης δόνησης.

Στο πλαίσιο της διπλωματικής, μελετήθηκαν επακριβώς η χρήση και η λειτουργία αυτών για τον ορθό χειρισμό τους.

Επιπλέον, μελετήθηκαν η έννοια της όρασης και η λειτουργία της, η έννοια της τύφλωσης και ο ρόλος της στη ζωή του ανθρώπου, καθώς και διάφορες τεχνικές μέθοδοι που έχουν ήδη εφευρεθεί και βοηθούν τους τυφλούς στην καθημερινή τους ζωή.

Στις κύριες ενότητες παρουσιάστηκαν το υλικό, με αναφορές σε όλα τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν καθώς και σε όλα τα στάδια που ακολουθήθηκαν για τη δημιουργία του GlovAid, και το λογισμικό με αναφορά στο αναπτυξιακό περιβάλλον του μικροελεγκτή και σε κομμάτια του κώδικα που αναπτύχθηκε.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το GlovAid λειτουργεί σύμφωνα με τον κώδικα που δημιουργήθηκε. Σε απόσταση *10cm* από τη συσκευή παρατηρείται η μέγιστη δόνηση, η οποία και φθίνει σταδιακά όσο η απόσταση από αυτήν, το GlovAid, αυξάνει φτάνοντας έως τα *150cm*, οπότε και η δόνηση παύει να υφίσταται.

ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ: Τύφλωση, GlovAid, Arduino Pro Mini, Υπερηχητικός Αισθητήρας, Κινητήρας Δόνησης, Φυσικά αντικείμενα, Εμπόδια, Βοήθεια, Απόσταση

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to create GlovAid, a glove that, as its name implies offers help in the daily life of people with blindness.

It has the ability to detect the distance from natural objects or obstacles showing the right direction to avoid them.

For the implementation of GlovAid, three main materials used. An Arduino Pro Mini, a microcontroller board developed by Arduino.cc and based on the Atmega328, two ultrasonic range finders capable of measuring long-range distances and three small vibration motors suitable for indicating a change of status to the user with induction of graded vibration.

In the context of this thesis, their use and function for their proper handling were carefully studied.

In addition, the meaning of vision and its function, the meaning of blindness and its role in human life were studied, as well as various technical methods that have already been invented and help blind people in their daily lives.

The main sections presented the Hardware, with references to all the materials used as well as all the steps followed to create GlovAid, and the Software with references to Arduino Software and to pieces of code that were developed.

The results showed that GlovAid works according to the generated code. At a distance of *10cm* from the device the maximum vibration is observed, which gradually decreases as the distance from it, GlovAid, increases reaching up to *150cm*, at which time the vibration ceases to exist.

KEYWORDS: Blindness, GlovAid, Arduino Pro Mini, Ultrasonic Range Finder, Vibration Motor, Natural Objects, Obstacles, Help, Distance

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η διπλωματική αυτή αποτελεί την κορύφωση των σπουδών μου στο Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, στο τμήμα Μηχανικών Βιοϊατρικής. Είναι μία εργασία έρευνας και δημιουργίας ενός συστήματος που σκοπός του είναι η προσφορά μίας ποιοτικής ζωής σε άτομα με τύφλωση.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μία αναφορά στο τι είναι όραση και ποια είναι η λειτουργία της. Επίσης, στην έννοια της τύφλωσης, τα επίπεδά της, τα αίτια που την προκαλούν, καθώς και το ρόλο της στην καθημερινότητα του ανθρώπου. Ακόμα, αναφέρονται τεχνολογικές λύσεις που ήδη υπάρχουν για τη ζωή των τυφλών, ενώ παράλληλα παραθέτονται και κάποια επιστημονικά άρθρα για αυτές. Τέλος, γίνεται μικρή αναφορά στο σκοπό της διπλωματικής.

Στο δεύτερο κεφάλαιο δίνεται η αναλυτική περιγραφή της κατασκευής. Παρουσιάζονται τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν και επιπλέον, με αναλυτικό τρόπο, οι συνδέσεις των υλικών αυτών, ώστε να φτάσει το GlonAid στο τελικό του στάδιο.

Στο τρίτο κεφάλαιο παραθέτεται το λογισμικό της κατασκευής, δηλαδή τα προγράμματα και οι κώδικες που έχουν δημιουργηθεί για τη σωστή λειτουργία της.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας και παραθέτονται επιπλέον κάποιες προοπτικές για μελλοντική εκμετάλλευση της συγκεκριμένης εφεύρεσης.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ABSTRACT	6
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	7
1 ΚΕΦΑΛΑΙΟ-ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 Όραση	1
1.2 Τύφλωση	2
1.3 Τεχνικά Βοηθήματα και Εφαρμογές.....	6
1.4 Υπάρχουσες Εφαρμογές για άτομα με προβλήματα όρασης.....	8
1.4.1 Επιστημονικά άρθρα.....	8
1.4.2 Διαδικτυακές πηγές	10
1.5 Σκοπός Διπλωματικής Εργασίας.....	14
2 ΚΕΦΑΛΑΙΟ-ΥΛΙΚΑ	15
2.1 GlonAid.....	15
2.2 Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν	15
2.2.1 Arduino Pro Mini-328	15
2.2.2 Υπερηχητικός Αισθητήρας-Ultrasonic Range Finder HC-SR04	21
2.2.3 Κινητήρας Δόνησης-Vibration Motor ROB-08449	24
2.3 Κατασκευαστικό μέρος.....	26
2.3.1 Βήμα πρώτο: Προγραμματισμός του μικροελεγκτή Arduino Pro Mini	26
2.3.2 Βήμα δεύτερο: Τοποθέτηση του μικροελεγκτή Arduino Pro Mini στο breadboard	28
2.3.3 Βήμα τρίτο: Σύνδεση των Υπερηχητικών Αισθητήρων	29
2.3.4 Βήμα τέταρτο: Σύνδεση των Κινητήρων Δόνησης.....	32
2.3.5 Βήμα πέμπτο: Προσθήκη τροφοδοσίας	34
2.3.6 Συνοπτική παρουσίαση της συνδεσμολογίας	34
3 ΚΕΦΑΛΑΙΟ-ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ	36
3.1 Λογισμικό Περιβάλλον- IDE (Integrated Drive Electronics)	36
3.2 Παράθεση και αναλυτική περιγραφή του κώδικα.....	40
3.2.1 Δήλωση μεταβλητών και σταθερών	40
3.2.2 Αρχικοποίηση τιμών και χαρακτηρισμός τους	41
3.2.3 Κυρίως πρόγραμμα.....	42
4 ΚΕΦΑΛΑΙΟ-ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ, ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ	46

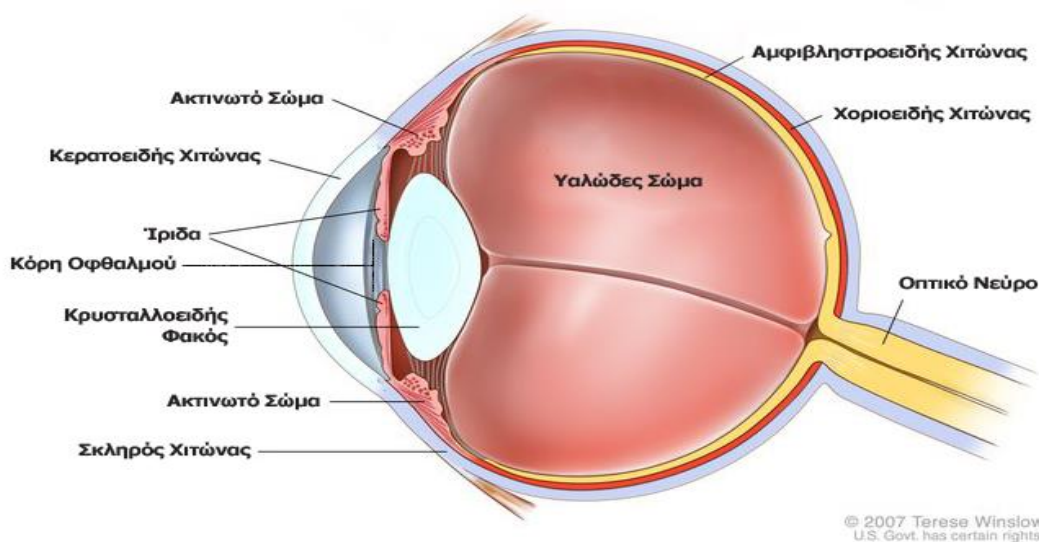
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	50
ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΕΙΚΟΝΩΝ	55
ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΠΙΝΑΚΩΝ	56

1 ΚΕΦΑΛΑΙΟ-ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Όραση

Η όραση είναι μία από τις πέντε αισθήσεις που διαθέτει ο άνθρωπος. Θεωρείται η πιο σημαντική από τις υπόλοιπες, διότι αποτελεί μέσο επιβίωσης, δίνοντας στον άνθρωπο τη δυνατότητα να αντιλαμβάνεται καλύτερα το περιβάλλον γύρω του από όσο τού επιτρέπουν όλες οι υπόλοιπες αισθήσεις μαζί. Επιπλέον, οι εικόνες που προσλαμβάνονται μέσω της όρασης εμπλουτίζουν τη ζωή «λέγοντας» πράγματα που ούτε οι ίδιες οι λέξεις δεν μπορούν να περιγράψουν. Επομένως, είναι λογικό να θεωρείται τόσο θαυμαστή, ώστε η απώλεια ή ακόμα και η ελάττωσή της (τύφλωση) να προκαλεί προβλήματα στη ζωή και στην καθημερινότητα του ανθρώπου (1).

Το μάτι αποτελεί το αισθητήριο όργανο της όρασης. Είναι ένας βολβός που αποτελείται από τρεις χιτώνες, τον σκληρό χιτώνα, μπροστά από τον οποίο βρίσκεται ο κερατοειδής, τον χοριοειδή χιτώνα και τον αμφιβληστροειδή χιτώνα. Το μέρος του ματιού που διαθέτει χρώμα ονομάζεται ίριδα. Στη μέση της ίριδας υπάρχει μία μαύρη οπή, η κόρη του ματιού. Κύρια λειτουργία της είναι η διαστολή και η συστολή της, με αποτέλεσμα να αυξάνει ή να μειώνει την ποσότητα του φωτός που εισέρχεται στο μάτι (2).



Εικόνα 1-1: Ανατομία ματιού (Πηγή 1)

Για να είναι εφικτή η όραση όμως πρέπει να υπάρχει φως, είτε αυτό παράγεται με φυσικά είτε με τεχνητά μέσα. Οι φωτεινές ακτίνες του περιβάλλοντος προσπίπτουν σε διάφορα αντικείμενα και στη συνέχεια μέρος τους φτάνει στο μάτι. Εκεί, προσανατολίζονται κατάλληλα ώστε αφού περάσουν από τον κερατοειδή χιτώνα και την κόρη, να συγκεντρωθούν πίσω από τον αμφιβληστροειδή και να προβληθεί η

εικόνα του περιβάλλοντος. Ο αμφιβληστροειδής χιτώνας είναι γεμάτος νευρικά κύτταρα και οπτικά νεύρα τα οποία με τη σειρά τους στέλνουν ηλεκτρικά ερεθίσματα στον εγκέφαλο. Τα ερεθίσματα αυτά διαμορφώνουν μία εικόνα, η οποία όμως είναι ανάποδα, αφού έτσι αποτυπώνεται στον αμφιβληστροειδή. Ρόλος, λοιπόν, του εγκεφάλου είναι να γυρίσει την εικόνα αυτή κανονικά. Τέλος, οι εικόνες που έρχονται από τα δύο μάτια διαφέρουν ελαφρώς και αυτό βοηθά στην τρισδιάστατη όραση (3).

Όπως προαναφέρθηκε στην αρχή του κεφαλαίου, η όραση είναι η πιο σημαντική από όλες τις υπόλοιπες αισθήσεις για τη ζωή. Για το λόγο αυτό, τα μάτια πρέπει να προστατεύονται. Η ίδια η φύση, από τη μία πλευρά, έχει προνοήσει για αυτό, με τα μάτια να βρίσκονται μέσα στις οφθαλμικές κοιλότητες του κρανίου, και γύρω από αυτές να υπάρχουν εξογκώματα, με τις βλεφαρίδες και τα φρύδια να εμποδίζουν τα ξένα σώματα, όπως για παράδειγμα τη σκόνη ή μικρά έντομα, και τον ιδρώτα αντίστοιχα να εισχωρήσουν στο μάτι, αλλά και τα δάκρυα τα οποία καθαρίζουν το μάτι και εμποδίζουν τον πολλαπλασιασμό των μικροβίων. Ο άνθρωπος από την άλλη πλευρά, πρέπει να διατηρεί καθαρά τα μάτια του, να μην τα τρίβει με τα χέρια του, ειδικά αν δεν είναι καθαρά, να προσέχει όταν χρησιμοποιεί αιχμηρά αντικείμενα ή έρχεται σε επαφή με επικίνδυνες ουσίες, να αποφεύγει καπνούς και σκόνη, να μη μοιράζεται προϊόντα υγιεινής, όπως για παράδειγμα πετσέτες προσώπου, προϊόντα μακιγιάζ, να φοράει γυαλιά ηλίου στο πολύ έντονο φως, να διατηρεί τη σωστή στάση σώματος όταν χρησιμοποιεί ηλεκτρονικό υπολογιστή ή βλέπει τηλεόραση κ.ά. (3).

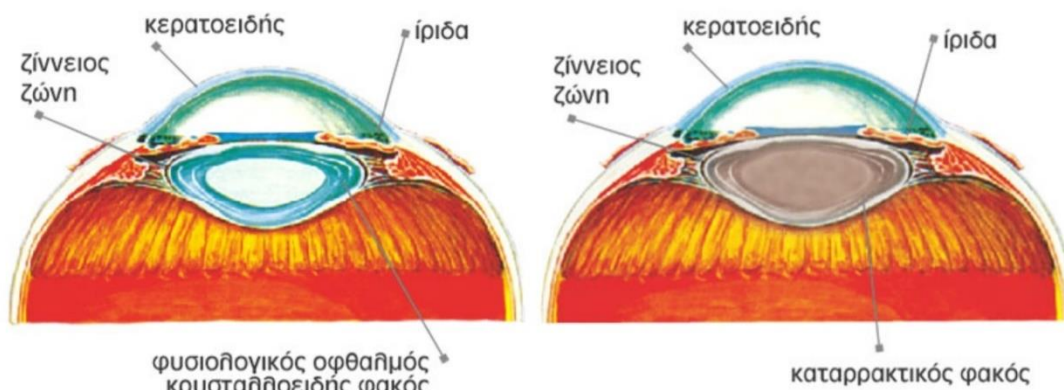
1.2 Τύφλωση

Με τον όρο τύφλωση περιγράφεται η κατάσταση στην οποία ένα άτομο έχει χάσει την αίσθηση της όρασης εξαιτίας ψυχολογικών ή νευρολογικών-σωματικών παραγόντων. Δύο κλίμακες έχουν δημιουργηθεί, προκειμένου να εκτιμάται ο βαθμός της νόσου (μερική, ολική). Με τον όρο μερική τύφλωση εννοείται η περιορισμένη όραση. Άνθρωποι με μερική τύφλωση μπορούν να διαβάσουν χρησιμοποιώντας μεγεθυντικούς φακούς ή κείμενα με μεγάλα γράμματα. Με τον όρο ολική τύφλωση εννοείται ότι ο παθών δεν μπορεί να δει καθόλου. Η τύφλωση ως όρος χρησιμοποιείται για να περιγράψει όχι μόνο την πλήρη απώλεια όρασης, αλλά και τη μερική. Προκαλείται από ασθένειες του οφθαλμικού φακού, παθήσεις του αμφιβληστροειδούς, βλάβες του οπτικού νεύρου και του εγκεφαλικού φλοιού (4).

Τα αίτια της τύφλωσης είναι πολλά και διαφέρουν ανάλογα την ηλικία εμφάνισης των προβλημάτων και το βιοτικό επίπεδο μίας χώρας. Τα κυριότερα από αυτά είναι:

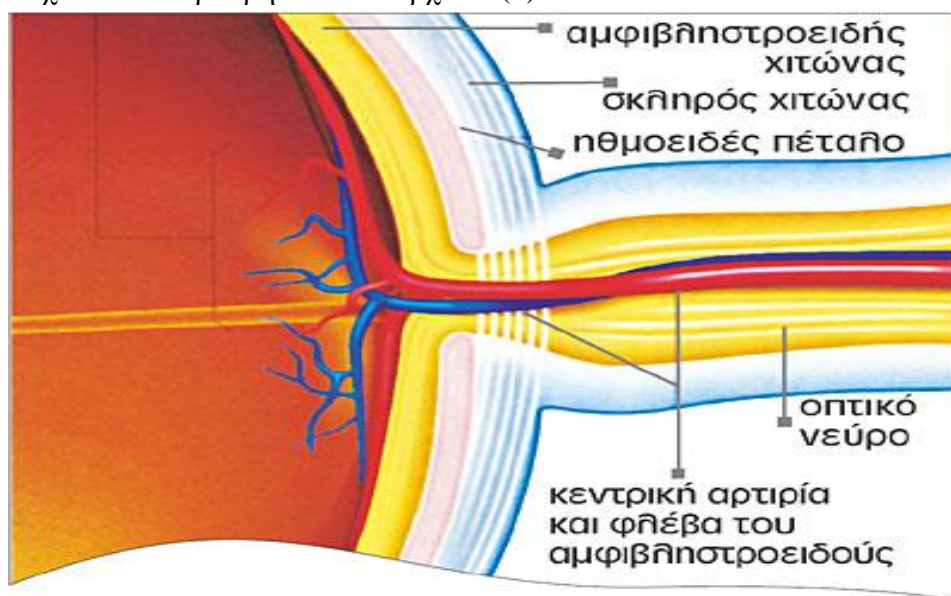
- **Ο καταρράκτης.** Έτσι ονομάζεται η θόλωση του κρυσταλλοειδούς φακού. Ο κρυσταλλοειδής φακός φυσιολογικά είναι διαυγής. Βρίσκεται πίσω από την ίριδα και μέσα από αυτόν περνάει το φως ώστε να φτάσει στον αμφιβληστροειδή χιτώνα. Εκδηλώνεται στα πλαίσια της φυσιολογικής γήρανσης του οργανισμού, όπου ο φακός θολώνει χάνοντας την αρχική του σύσταση. Η ασθένεια αυτή, βέβαια, είναι δυνατό να εμφανισθεί και σε νεότερα άτομα και να προκληθεί και από άλλα αίτια όπως, νοσήματα,

φάρμακα, τραυματισμός και ακτινοβολίες, ενώ σπάνια υπάρχει και εκ γενετής (συγγενής καταρράκτης). Αντιμετωπίζεται μόνο με χειρουργική επέμβαση, με αντικατάσταση του θολωμένου φακού με τεχνητό (5).



Εικόνα 1-2: Καταρράκτης (Πηγή 2)

- Το γλαύκωμα.** Είναι μία ομάδα παθήσεων του οφθαλμού με κοινό τους παράγοντα την προοδευτική και μη αναστρέψιμη βλάβη του οπτικού νεύρου. Το οπτικό νεύρο, αποτελείται από νευρικές ίνες, και μεταφέρει τα οπτικά ερεθίσματα στον εγκέφαλο. Αν προκληθεί βλάβη σε μία ομάδα αυτών των ινών, το αποτέλεσμα θα είναι η ελάττωση ή η απώλεια της όρασης, στο τμήμα εκείνο που έχει προκληθεί η αντίστοιχη βλάβη. Κατά κανόνα η ασθένεια είναι ασυμπτωματική και δυστυχώς οι νευρικές ίνες που θα καταστραφούν δεν αναγεννώνται και το τμήμα του οπτικού πεδίου που έχει υποστεί βλάβη δεν επανέρχεται (6).

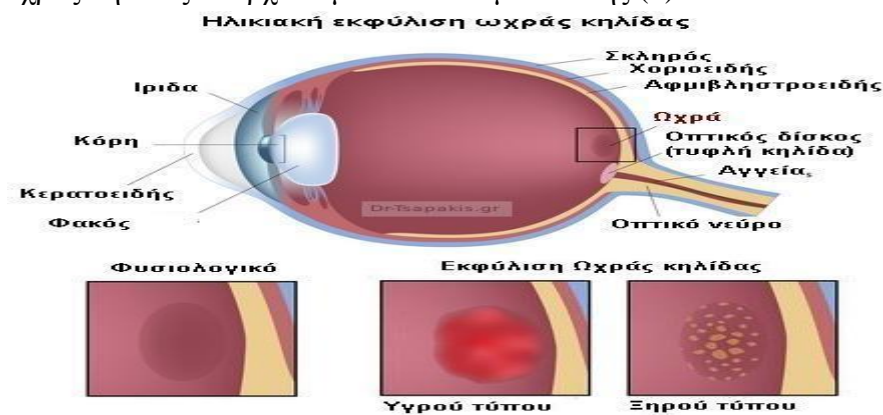


Εικόνα 1-3: Γλαύκωμα (Πηγή 3)

- Ηλιακή εκφύλιση της Ωχράς Κηλίδας.** Με τον όρο ωχρά κηλίδα εννοούμε την κεντρική περιοχή του αμφιβληστροειδούς, ο οποίος προσλαμβάνει τα οπτικά ερεθίσματα. Η ασθένεια αναφέρεται στην εκφύλιση αυτής της περιοχής, η οποία επιτρέπει στον άνθρωπο να διακρίνει λεπτομέρειες,

χρώματα και να αναγνωρίζει πρόσωπα. Λόγω της αλληλεπίδρασης του ανθρώπου λοιπόν με το οξυγόνο, παράγονται κάποιες βλαβερές ουσίες, ελεύθερες ρίζες, οι οποίες παίζουν σημαντικό ρόλο στην παθογένεια της ηλιακής εκφύλισης της ωχράς (7).

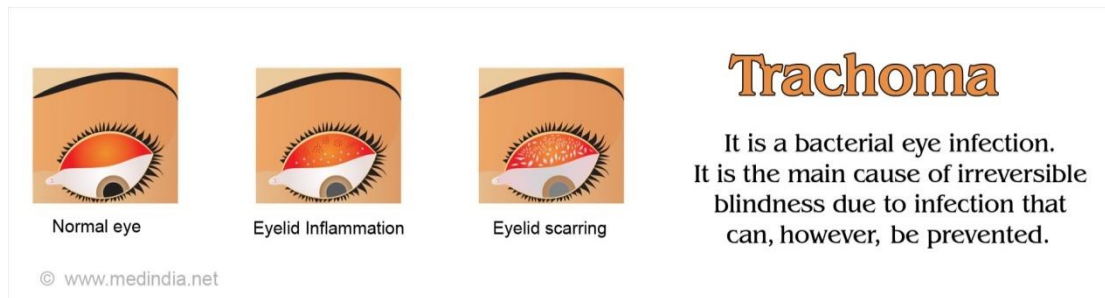
Η ωχροπάθεια διακρίνεται σε δύο μορφές, στην ξηρού και υγρού τύπου. Η ξηρού τύπου (90% των παθήσεων) οφείλεται στην ατροφία και σταδιακή απώλεια κυττάρων που περιέχουν μελανίνη και απορροφούν το φως που δε δεσμεύεται από τον αμφιβληστροειδή. Η υγρού τύπου (10% των παθήσεων) οφείλεται στην ανάπτυξη εξιδρωματικού υγρού και νέων αιμοφόρων αγγείων. Στην πρώτη περίπτωση, παρατηρείται σταδιακή απώλεια όρασης, ενώ στη δεύτερη, αιφνίδια παραμόρφωση της εικόνας και ραγδαία μείωση της κεντρικής όρασης. Δυστυχώς, μόνο για την υγρού τύπου ηλιακή εκφύλιση της ωχράς κηλίδας υπάρχουν μέθοδοι αντιμετώπισης (8).



Εικόνα 1-4: Εκφύλιση Ωχράς Κηλίδας (Πηγή 4)

- **Το Τράχωμα.** Είναι μία βακτηριακή λοίμωξη στην περιοχή των ματιών και το υπεύθυνο μικρόβιο ονομάζεται *chlamydia trachomatis*. Πρόκειται για μία μεταδοτική ασθένεια και προσβάλλει τα άτομα μέσω της επαφής με άλλα μολυσμένα άτομα και επίσης, μέσω της επαφής με τη μύτη, τα μάτια, τον ιδρώτα, τις εκκρίσεις του λαιμού και διάφορα αντικείμενα προσωπικής χρήσης. Η νόσος εμφανίζεται κυρίως σε χώρες με φτωχές και ελλιπείς συνθήκες υγιεινής και κατά κύριο λόγο ταλαιπωρεί παιδιά, καθώς αυτά έρχονται σε επαφή με περισσότερα αντικείμενα.

Εάν η μόλυνση δεν αντιμετωπιστεί εγκαίρως, μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρή αναπηρία. Αν όμως αντιμετωπιστεί από την εκδήλωση των πρώτων συμπτωμάτων της, είναι δυνατό να αποφευχθούν η ολική και μόνιμη τύφλωση. Η θεραπεία αφορά φαρμακευτική/αντιβιοτική αγωγή, ενώ κάποια περιστατικά αντιμετωπίζονται με χειρουργική επέμβαση σε συνδυασμό με την αγωγή (9).

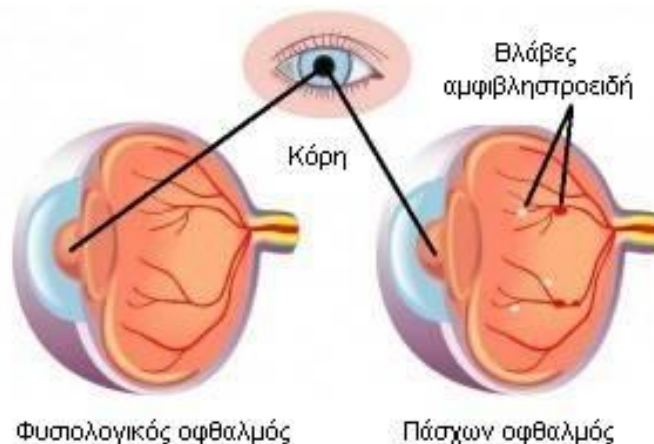


Εικόνα 1-5: Τράχωμα (Πηγή 5)

- Σακχαρώδης Διαβήτης-Διαβητική αμφιβληστροειδοπάθεια.** Ο σακχαρώδης διαβήτης αποτελεί μία ομάδα μεταβολικών νοσημάτων, στην οποία παρατηρούνται υψηλά επίπεδα σακχάρου στο αίμα για αρκετό χρονικό διάστημα. Η εμφάνισή του οφείλεται σε ανεπάρκεια της ινσουλίνης, ορμόνη που εκκρίνεται από το πάγκρεας, ή σε κύτταρα του οργανισμού και στη δράση τους με την ορμόνη. Ο διαβήτης διακρίνεται σε τρεις τύπους. Ο διαβήτης τύπου 1 (5-10% των περιπτώσεων) εμφανίζεται κυρίως στην παιδική ηλικία, ο διαβήτης τύπου 2 (90% των περιπτώσεων) εμφανίζεται σε ενήλικες και κυρίως υπέρβαρους, ενώ ο τρίτος τύπος διαβήτη ονομάζεται διαβήτης κύησης και εμφανίζεται εκείνη τη συγκεκριμένη περίοδο της γυναίκας (10).

Η διαβητική αμφιβληστροειδοπάθεια είναι μία επιπλοκή του σακχαρώδη διαβήτη, η οποία προσβάλλει το εσωτερικό των ματιών. Είναι μία προοδευτική νόσος, που οφείλεται στη βλαβερή επίδραση της συνεχόμενης υπεργλυκαιμίας στα αγγεία του αμφιβληστροειδή. Αν αντιμετωπιστεί εγκαίρως είναι δυνατό ο ασθενής να διαφύγει τον κίνδυνο και να διαφυλάξει την όρασή του, ενώ σε άλλη περίπτωση οι συνέπειες είναι δραματικές και θα τον επηρεάζουν για την υπόλοιπη ζωή του. Η θεραπεία απαιτεί συνεχή ρύθμιση του σακχάρου και χορήγηση αντιαγγειογενετικών παραγόντων με ένεση στο βολβό του ματιού, ανά τακτά χρονικά διαστήματα (11).

Διαβητική Αμφιβληστροειδοπάθεια



Εικόνα 1-6: Διαβητική Αμφιβληστροειδοπάθεια (Πηγή 6)

- Ογκοκέρκωση.** Ονομάζεται αλλιώς και τύφλωση των ποταμών. Είναι μία παρασιτική νόσος που μπορεί να προκαλέσει έντονο κνησμό, αποχρωματισμό

του δέρματος, εξανθήματα και μόλυνση στα μάτια. Οφείλεται σε ένα παρασιτικό σκώληκα που μεταδίδεται από τη μαύρη μύγα *Simulium damnosum*. Όσον αφορά στη μόλυνση των ματιών, το παράσιτο προκαλεί εμβολή στην κεντρική αρτηρία του αμφιβληστροειδούς, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε μόνιμη τύφλωση (12).

Γενετικά προβλήματα, όπως η *μελαγχρωστική αμφιβληστροειδοπάθεια* και η *νόσος του Stargadt*, αποτελούν επιπλέον αίτια τύφλωσης. Η πρώτη, είναι η κύρια εκφυλιστική πάθηση του αμφιβληστροειδούς χιτώνα του ματιού. Συναντάται σε διάφορες μορφές που χαρακτηριστικό τους είναι η εκφύλιση και εν συνεχεία η καταστροφή των φωτοϋποδοχέων του ματιού, που οδηγούν στην απώλεια της όρασης (13). Η νόσος του Stargadt, είναι η νεανική μορφή εκφύλισης της ωχράς κηλίδας. Αν δύο γονείς φέρουν το γονίδιο, που την προκαλεί, μεταλλαγμένο τότε το παιδί γεννιέται με αυτήν. Χαρακτηριστικό της πάθησης είναι η δυσκολία στο διάβασμα και στο γράψιμο, όπως επίσης και η δυσκολία προσαρμογής από ένα φωτεινό σε ένα σκοτεινότερο χώρο. Δυστυχώς η κεντρική όραση μειώνεται συνεχώς όσο περνάει ο καιρός (14). Επιπρόσθετα αίτια τύφλωσης είναι *τα τραύματα στα μάτια*, παραδείγματος χάριν κόψιμο και πληγές από αιχμηρά αντικείμενα όπως μεταλλικά ξένα σώματα ή γωνίες τραπεζιών και *οι επιπλοκές από κάποια χειρουργική επέμβαση στα μάτια*. Τέλος, η *έλλειψη βιταμίνης Α* αποτελεί και αυτή επίπτωση της πάθησης, αφού συμμετέχει στο σχηματισμό της ροδοψίνης, μίας χρωστικής των οφθαλμών που εμπλέκεται στη νυχτερινή όραση.

1.3 Τεχνικά Βοηθήματα και Εφαρμογές

Σε ορισμένες περιπτώσεις, η όραση μπορεί να αποκατασταθεί με τη βοήθεια μίας χειρουργικής επέμβασης ή μίας φαρμακευτικής αγωγής ή του συνδυασμού τους. Σε περιπτώσεις όμως που δεν είναι δυνατή η αποκατάσταση, η αντιμετώπιση της τύφλωσης απαιτεί από τον παθόντα μία διαφορετική προσέγγιση της ζωής του, η οποία επιτυγχάνεται με την καλλιέργεια νέων δεξιοτήτων βασιζόμενων κυρίως σε τεχνικά βοηθήματα. Τεχνικά βοηθήματα είναι όλα εκείνα τα αντικείμενα που καθιστούν την καθημερινότητα ενός ατόμου με μερική ή ολική τύφλωση πιο εύκολη, πιο άνετη και κυρίως πιο ασφαλή και αυτόνομη (15).

Κάποιες από τις δυνατές λύσεις που είναι διαθέσιμες για άτομα με ολική ή μερική απώλεια όρασης και έχουν σχέση με την εκπαίδευση και την ψυχαγωγία παραθέτονται παρακάτω:

- **Μεγεθοντικός φακός *Magnifier***. Αποτελεί ένα βοηθητικό πρόγραμμα οθόνης συνδεδεμένο με Ηλεκτρονικό Υπολογιστή (H/Y). Διευκολύνει την ανάγνωση της οθόνης μεγεθύνοντας τμήμα της και αλλάζοντας συνδυασμούς χρωμάτων για καλύτερη ορατότητα σε ένα δεύτερο παράθυρο. Αφορά άτομα με μερική τύφλωση (16).
- **Αφηγητής *Narrator***. Είναι ένα βοηθητικό πρόγραμμα ανάγνωσης κειμένου συνδεδεμένο με H/Y. Λειτουργεί με το Σημειωματάριο, το Έγγραφο Word, τα

προγράμματα του Πίνακα Ελέγχου, τον Microsoft Internet Explorer, την επιφάνεια εργασίας και το πρόγραμμα Εγκατάστασης των Windows. Παρακολουθεί αυτά που γράφονται από τον χειριστή και στη συνέχεια αποτυπώνει λεκτικά αυτά που έχουν γραφτεί (16).

- **Λογισμικό Οπτικής Αναγνώρισης Χαρακτήρων (OCR-Optical Character Recognition Software)**. Είναι και αυτά προγράμματα συνδεδεμένα με Η/Υ. Έχουν τη δυνατότητα να μετατρέπουν μία σαρωμένη εικόνα σε κείμενο για την ανάγνωση και επεξεργασία της (16).
- **Συστήματα κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης CCTV (Closed-Circuit TeleVision)**. Είναι σύστημα που βοηθά στη μεγέθυνση εικόνας στον Η/Υ μέσω μίας βιντεοκάμερας και ενός συστήματος φακών. Το βιβλίο ή οποιοδήποτε κείμενο, τοποθετείται σε μία μεταλλική επιφάνεια και με τη χρήση μεγεθυντικού φακού γίνεται εστίαση του κειμένου για μεγέθυνση και εμφάνισή του στην οθόνη του υπολογιστή (17).
- **Σύστημα Braille/Μεταφραστής Braille/Εκτυπωτής Braille**. Όσον αφορά στο σύστημα, γίνεται χρήση ανάγλυφων κουκίδων αντί γραμμάτων. Ο μεταφραστής έχει την ικανότητα να «μεταφράζει» οποιοδήποτε κείμενο σε μορφή Braille, ενώ ο εκτυπωτής εκτυπώνει σε αυτήν τη συγκεκριμένη μορφή (18).
- **Βιβλία DAISY-«Ομιλούντα» βιβλία**. Αποτελούνται από ψηφιακά αρχεία ήχου που παρέχουν την ευκαιρία στα άτομα με οπτική αναπηρία να απολαμβάνουν και λογοτεχνικά βιβλία. Πιο συγκεκριμένα, αντί να διαβάζουν ακούνε αυτά που γράφει το βιβλίο και έχουν τη δυνατότητα να πλοηγηθούν σε οποιοδήποτε κεφάλαιο θέλουν, να κρατήσουν σημειώσεις και να ρυθμίσουν την ένταση και την ταχύτητα ανάγνωσης (19).
- **Παραθυρικό Λογισμικό Ανάγνωσης και Καθοδήγησης Οθόνης (HAL, JAWS)**. Αποτελεί ένα λογισμικό με δυνατότητα ανάγνωσης και αναπαραγωγής σε ομιλία του περιεχομένου της οθόνης, όποιο και αν είναι αυτό, καθοδηγώντας το χρήστη για τις επόμενες ενέργειές του, δηλώνοντας σε ποιο σημείο βρίσκεται ο δείκτης του ποντικιού (20).
- **Ειδικά σχεδιασμένο πληκτρολόγιο-Computer Keyboard Solution**. Ειδικά σχεδιασμένο πληκτρολόγιο με μεγεθυμένα και χρωματιστά πλήκτρα για άτομα με μερική τύφλωση (20).
- **Επιτραπέζια παιχνίδια**. Παιχνίδια ειδικά σχεδιασμένα, με ανάγλυφες επιφάνειες, όπως σκάκι, τάβλι, ντάμα και ηλεκτρονικά παιχνίδια που στόχο έχουν την εξοικείωση του τυφλού με τον υπολογιστή, την ψυχαγωγία του και συνάμα την εκπαίδευσή του (21).

Επιπρόσθετα, υπάρχουν βοηθήματα για την ασφαλή μετακίνηση των τυφλών. Κάποια από αυτά είναι τα εξής:

- **Λευκό μαστούνι**. Χρησιμοποιείται από τους τυφλούς για μία πιο ανεξάρτητη διαβίωση και για τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν στην καθημερινή τους μετακίνηση. Η ιστορία του ξεκινά ήδη από τον Α' Παγκόσμιο πόλεμο στην

Αμερική, όπου ο οφθαλμίατρος Richard Hoover χρησιμοποίησε ένα μακρύ καλάμι για την επανένταξη και αποκατάσταση των τυφλών βετεράνων του πολέμου (22).

- **Λωρίδες κυκλοφορίας τυφλών.** Η πολιτεία έχει τοποθετήσει στο δρόμο ειδικές λωρίδες, ανάγλυφες και αντλιοσθητικές, για την ευκολότερη μετακίνησή τους.
- **Σκύλοι οδηγοί.** Άριστα εκπαιδευμένοι σκύλοι προκειμένου να καθοδηγούν άτομα με μερική ή ολική απώλεια όρασης, με ασφάλεια. Η πρόσβασή τους επιτρέπεται σε οποιαδήποτε χώρο και προστατεύονται από την ελληνική νομοθεσία και τους διεθνείς κανονισμούς. Για να ξεχωρίζουν φορούν ένα ειδικό σαμάρι (23).
- **Τηλεχειριστήρια φαναριών.** Ενημερώνουν για την κατάσταση των φαναριών, σε διάβαση πεζών, ώστε να γνωρίζουν οι χρήστες πότε έχουν δυνατότητα διέλευσης (15).

Επίσης, τεχνικά βοηθήματα διατίθενται για την υγεία, όπως *ομιλούντα πιεσόμετρα, θερμόμετρα και ζυγαριές σώματος*, ενώ για την καθημερινότητα στο σπίτι υπάρχουν *ζυγαριές κουζίνας, μεζούρες κ.ά.* (15).

Τέλος, όσον αφορά στο σπίτι, οι χώροι του διαμορφώνονται με τέτοιο τρόπο ώστε ο τυφλός να γνωρίζει ακριβώς που βρίσκεται το κάθε τι, για την άνετη μετακίνησή του και εύκολη εύρεση των πραγμάτων που αναζητά.

1.4 Υπάρχουσες Εφαρμογές για άτομα με προβλήματα όρασης

1.4.1 Επιστημονικά άρθρα

Πραγματοποιήθηκε έρευνα σε επιστημονικά άρθρα που αφορούν τεχνολογικές λύσεις και τεχνολογικά επιτεύγματα για άτομα με μερική ή ολική απώλεια όρασης. Παρακάτω παραθέτονται ορισμένα από αυτά με μία σύντομη περίληψη για το καθένα:

- Στο άρθρο των *Mascetti, Ahmetovic, Gerino* και *Bernareggi* παρουσιάζεται μία αξιόπιστη, ακριβής και αποτελεσματική συσκευή, η οποία αναγνωρίζει τις διαβάσεις πεζών και τις διασταυρώσεις στο δρόμο από κάμερα κινητής τηλεφωνίας. Αφαιρεί την παραμόρφωση της προβολής από την εικόνα που παίρνει και επιτρέπει τον ακριβή υπολογισμό της διάβασης ή της διασταύρωσης σε σχέση με το χρήστη (24).
- Οι *Başçiftçi* και *Eldem* παρουσιάζουν μία νέα, ανανεωμένη και πολύ-λειτουργική συσκευή Braille. Οι τυφλοί μπορούν να διαβάσουν βιβλία με τα ίδια τους τα χέρια και να ακούσουν αυτά που γράφονται σε αυτά, χρησιμοποιώντας αυτή τη συσκευή. Τα αποτελέσματα από την έρευνα που διεξήχθη, για τη λειτουργικότητά της, έδειξαν ότι η συσκευή είχε βαθμό χρησιμότητας *97,16%*, ότι βοηθάει ακόμα και άτομα που δε γνωρίζουν το

αλφάβητο Braille και ότι είναι 35% φθηνότερη από άλλες. Εκτός αυτού, μπορεί να συνδεθεί μέσω USB για τη μετάδοση δεδομένων (25).

- Οι *Huang, Lin* και *Cai*, στην παρούσα δημοσίευσή τους, παρουσιάζουν μία βοηθητική φορητή συσκευή φώτων οδικής ασφάλειας, σχεδιασμένη για άτομα με προβλήματα όρασης. Αναπτύχθηκε ώστε να βοηθά αυτά τα άτομα στην καθημερινότητά τους και συγκεκριμένα στην ασφαλή διέλευση του δρόμου. Λειτουργεί μέσω απτικών σημάτων. Σύμφωνα με μελέτες που έγιναν για τη λειτουργικότητά της, παρατηρήθηκε ότι το ποσοστό σωστής αναγνώρισης των απτικών σημάτων, από τους συμμετέχοντες των ερευνών, έφτασε στο 96,7% (26).
- Στα άρθρα τους οι *Shepherd, Shivdasani, Nayagam, Williams, Blamey* και οι *Memon* και *Rizzo III*, κάνουν λόγο για εμφυτεύματα και οπτικές προσθέσεις, οι οποίες έχουν ως στόχο την παροχή τεχνητής όρασης σε τυφλούς ασθενείς. Ύστερα από πολλά χρόνια εργαστηριακών μελετών, περνούν στην κλινική ιατρική. Κόλλημα στην έρευνα αποτελούσε το γεγονός, τα εμφυτεύματα αυτά να δημιουργούν οράματα. Οι οπτικές προσθέσεις αλληλεπιδρούν με την οπτική οδό σε πολλαπλές θέσεις. Με την ηλεκτρική διέγερση συγκεκριμένων νευρών στον αμφιβληστροειδή ή στον οπτικό φλοιό, επιτυγχάνεται η αποκατάσταση της όρασης. Το μόνο που μένει είναι να μελετηθεί η αντίδραση του εγκεφάλου σε αυτά τα εμφυτεύματα και στα νέα δεδομένα (27) & (28).
- Το άρθρο των *Neto* και *Fonseca* κάνει λόγο για μία εφαρμογή κινητών τηλεφώνων, την Κάμερα Αναγνώρισης, η οποία έχει την ικανότητα να διαβάζει αυτό που φωτογραφίζει, ώστε να το μεταφέρει στο χρήστη ακουστικά. Αυτό επιτυγχάνεται με την ενσωμάτωση, στην κινητή τηλεφωνία, ενός λογισμικού Οπτικής Αναγνώρισης Χαρακτήρων (OCR) και ενός Σύνθεσης Κειμένου σε Ομιλία (TTS) (29).
- Στην παρούσα δημοσίευση των *Mekhalfi, Melgani, Zeggada, De Natale, Salem* και *Khamis* γίνεται λόγος για ένα πρωτότυπο το οποίο βοηθά τους τυφλούς σε εσωτερικά περιβάλλοντα. Περιλαμβάνει λειτουργίες αναγνώρισης, καθοδήγησης και επιπλέον διαθέτει ένα περιβάλλον φωνής-χρήστη. Είναι μία συσκευή που τοποθετείται στο στήθος του ατόμου με προβλήματα όρασης, προσφέροντας στο χρήστη τη δυνατότητα να μετακινηθεί στο χώρο, αποφεύγοντας τα στατικά και κινητά εμπόδια και επιπλέον, μέσω της φωνητικής αλληλεπίδρασής τους, να απαριθμήσει, σε αυτόν, τα αντικείμενα που βρίσκονται μπροστά του. Το μόνο που απαιτείται, είναι το περιβάλλον να είναι «φιλικό προς τους τυφλούς» και οποιαδήποτε πληροφορία για το χώρο να φορτώνεται στη συσκευή εκ των προτέρων (30).
- Το άρθρο, των *Prattico, Cera* και *Petroni*, αφορά στη δημιουργία ενός υπέρυθρου-υπερηχητικού βοηθήματος ταξιδιού για τα άτομα με προβλήματα όρασης. Αποτελείται από υπέρυθρους και υπερηχητικούς αισθητήρες, αισθητήρες απόστασης, έναν μικροελεγκτή και κινητήρες δόνησης, οι οποίοι ειδοποιούν το χρήστη για τυχόν εμπόδιο που βρίσκεται μπροστά του. Επιπλέον, η συσκευή διαθέτει φίλτρα για το θόρυβο που προέρχεται από το

περιβάλλον. Τέλος, όλο το σύστημα ενσωματώνεται σε μία ζώνη, που είναι εύκολο να φορεθεί και να μετακινηθεί (31).

- Η εφεύρεση του *Tang* αναφέρεται κυρίως σε μαθητές που είναι τυφλοί, με μικρή ή καθόλου γνώση του συστήματος Braille. Η δημιουργία λοιπόν μίας πλατφόρμας, *OntoBraille@RFID* (OBR), που υιοθετεί την οντολογική θεωρία για την ανάκτηση γνώσεων του συστήματος Braille και διαθέτει ένα σύστημα ταυτοποίησης μέσω ραδιοσυχνοτήτων-RFID (Radio Frequency Identification) για την αναγνώριση χαρακτήρων Braille, έδωσε πνοή τόσο στους εκπαιδευτικούς, όσο και στους μαθητές για τη διευκόλυνση της μάθησης. Το σύστημα διαθέτει συσκευή ήχου-φωνής για αυτόνομη εκμάθηση, ενώ τέλος είναι εξοπλισμένο με διοικητικές λειτουργίες, ώστε οι γονείς να μπορούν να παρακολουθούν την πρόοδο των παιδιών τους. Τα αποτελέσματα της εφεύρεσης δείχνουν ότι είναι ικανή να βελτιώσει σημαντικά το μαθησιακό επίπεδο των τυφλών μαθητών. Η εφεύρεση έχει αποκτήσει Δίπλωμα Ευρεσιτεχνίας (Κίνα) (32).

1.4.2 Διαδικτυακές πηγές

Εκτός από έρευνα σε επιστημονικά άρθρα, πραγματοποιήθηκε έρευνα και σε διαδικτυακές πηγές ώστε να παρουσιαστούν επιπλέον τεχνολογικές λύσεις και τεχνολογικά επιτεύγματα για άτομα με μερική ή ολική απώλεια όρασης. Παρακάτω παραθέτονται ορισμένες από αυτές:

- Οι *Hungry Boys*, ένα από τα μεγαλύτερα ψηφιακά πρακτορεία της Ρωσίας, δημιούργησαν μία παγκόσμια εφαρμογή η οποία βοηθά στη μετακίνηση ανθρώπων με προβλήματα όρασης εντός της κυκλοφοριακής ζώνης μίας πόλης. Το *SeeLight* είναι μία εφαρμογή η οποία διαθέτει δεδομένα για τους φωτεινούς σηματοδότες και τις διαβάσεις πόλεων από όλον τον κόσμο. Η εφαρμογή προσδιορίζει την κατεύθυνση, το μήκος της διάβασης, το χρόνο που το φανάρι είναι πράσινο και το χρόνο που απαιτεί η διέλευση του δρόμου. Τα δεδομένα της εφαρμογής μπορούν να διατεθούν από το ίδιο το κράτος, στην περίπτωση που αυτό διαθέτει ένα σύγχρονο κεντρικό σύστημα διαχείρισης της κυκλοφορίας του δρόμου, ή από τον οποιονδήποτε θέλει να βοηθήσει σε αυτό το έργο (33).



Εικόνα 1-7: *SeeLight* ([Πηγή 7](#))

- Το *Design Research Lab*, το οποίο εδρεύει στη Γερμανία, δημιούργησε το *Mobile Lorm Glove*, ένα γάντι υψηλής τεχνολογίας που έχει την ικανότητα να βοηθά στην επικοινωνία ατόμων τα οποία είναι τυφλά και κωφά με οποιοδήποτε άλλο άτομο, είτε αυτό βρίσκεται στον ίδιο χώρο μαζί του είτε πιο απομακρυσμένα. Το κάτω μέρος του γαντιού, δηλαδή η παλάμη, είναι καλυμμένο με απτικούς αισθητήρες οι οποίοι ανάλογα με την κίνηση της παλάμης και των δαχτύλων και σε συνδυασμό με το ειδικά σχεδιασμένο για την εφαρμογή Αλφάβητο, σαρώνουν τις κινήσεις αυτές και τις αντιστοιχίζουν με γράμματα. Το γάντι είναι συνδεδεμένο με Bluetooth, το οποίο στέλνει το μήνυμα στο τηλέφωνο του χρήστη και στη συνέχεια το στείλει στον παραλήπτη, και επιπλέον λαμβάνει μηνύματα τα οποία αυτόματα αποστέλλονται σε ένα σύστημα κινητήρων δόνησης για αποκωδικοποίηση και κατανόηση του μηνύματος από το χρήστη (34).



Εικόνα 1-8: *Mobile Lorm Glove* ([Πηγή 8](#))

- Ο *Daniel Hänßgen* για τη διπλωματική του εργασία ανέπτυξε το *HaptOSM*, δηλαδή απτικές χάρτες για άτομα με προβλήματα όρασης. Μέσω δύο εφαρμογών-ιστοσελίδων, το *OpenStreetMap-Project* το οποίο παρέχει δεδομένα χαρτών και το *OpenStreetMap-wikipage* «OSM for the blind» το οποίο παρέχει δεδομένα χαρτών ειδικά σχεδιασμένα για τους ανθρώπους με τύφλωση, ανέπτυξε σε ανάγλυφο χαρτί με γραφή Braille χάρτες που μπορούν να διαβάσουν άνθρωποι με αυτήν την αναπηρία (35).



Εικόνα 1-9: *HaptOSM* ([Πηγή 9](#))

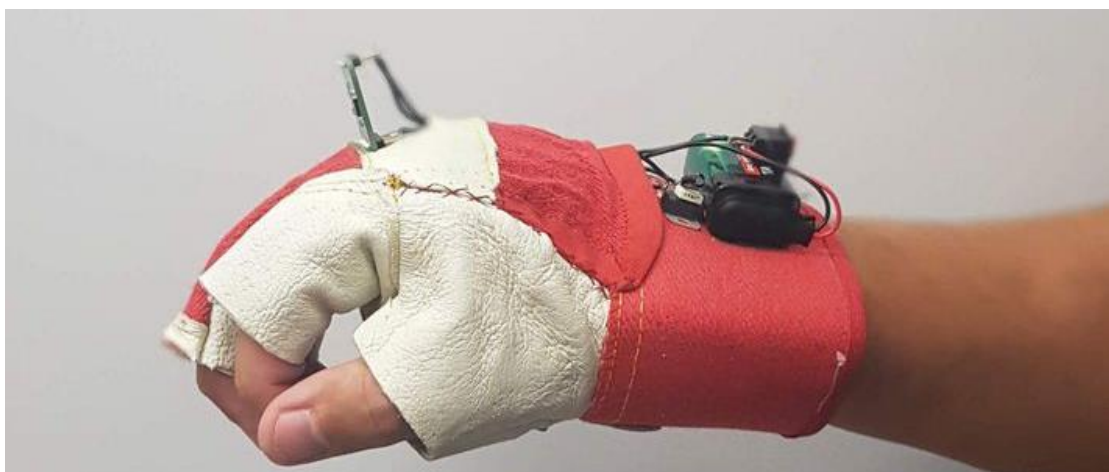
- Η *AGD Systems* σε συνεργασία με την εταιρεία *Radix*, στο Ηνωμένο Βασίλειο, ανέπτυξε μία κατασκευή η οποία προσφέρει την ασφαλή μετακίνηση ανθρώπων με προβλήματα όρασης σε δρόμους όπου υπάρχει

σηματοδοτημένη διάβαση. Η κατασκευή αποτελείται από ένα κουτί αλουμινίου και ένα περιστρεφόμενο κώνο από πλαστικό ή αλουμίνιο, τα οποία συνδέονται με το σηματοδότη. Ο πεζός μέσω απτικής ανάδρασης με τον κώνο καταλαβαίνει πότε αυτός περιστρέφεται. Όταν περιστραφεί σημαίνει πως είναι ασφαλής η διάβαση του δρόμου (36).



Εικόνα 1-10: Απτική λύση από τις AGD Systems και Radix (Πηγή 10)

- Ο *Nikola Krstic* δημιούργησε το *Anora*, ένα γάντι για άτομα με τύφλωση. Είναι ένα γάντι με αισθητήρες υπερήχων, κινητήρες δόνησης και μικρόφωνο και φωνητικές ενδείξεις που παρέχουν ένα μεγάλο εύρος εφαρμογών. Το *Anora* έχει τη δυνατότητα να αντιλαμβάνεται εμπόδια, να αναγνωρίζει χρώματα, να ανιχνεύει την ένταση του φωτός και να αναγνωρίζει χρήματα. Επιπλέον, έχει την ικανότητα να αναφέρει την ημερομηνία και την ώρα στο χρήστη μέσω ηχητικών ενδείξεων, καθώς επίσης και τα συναισθήματα ενός ατόμου με το οποίο βρίσκεται σε επικοινωνία ο χρήστης. Τέλος, διαθέτει κουμπί πανικού το οποίο μέσω εφαρμογής στέλνει ειδοποίηση σε κοντινό πρόσωπο του χρήστη, που ο ίδιος έχει επιλέξει, στην περίπτωση που χαθεί (37).



Εικόνα 1-11: Anora (Πηγή 11)

1.5 Σκοπός Διπλωματικής Εργασίας

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής είναι η ανάπτυξη του GlovAid, ενός γαντιού που έχει ως στόχο να βοηθά ανθρώπους με μερική ή ολική όραση στην καθημερινότητά τους, να τους προσφέρει μία πιο άνετη και αυτόνομη ζωή.

Περαιτέρω πληροφορίες για τη δημιουργία (υλικό, λογισμικό) και τις λειτουργίες, τα αποτελέσματα και συμπεράσματα, καθώς και μελλοντικές επεκτάσεις του γαντιού παραθέτονται στα επόμενα κεφάλαια.

2 ΚΕΦΑΛΑΙΟ-ΥΛΙΚΑ

2.1 GlovAid

Το GlovAid δεν είναι ένα οποιοδήποτε γάντι. Είναι ένα γάντι... βοήθειας για τους τυφλούς. Έχει την ικανότητα να ανιχνεύει την απόσταση από φυσικά αντικείμενα και εμπόδια, δείχνοντας τη σωστή κατεύθυνση για την αποφυγή τους και προσφέροντας μία πιο άνετη μετακίνηση στο χώρο.

Η λειτουργία πλοήγησης, επιτυγχάνεται μέσω των δύο αισθητήρων εύρους ζώνης υπερήχων και των κινητήρων δόνησης, οι οποίοι παρέχουν ανάδραση με βάση το πόσο κοντά βρίσκεται το ανιχνευμένο αντικείμενο και φυσικά μέσω του μικροελεγκτή Arduino Pro Mini. Με το συνδυασμό αυτών των τριών βασικών υλικών σε κύκλωμα παίρνει σώμα ο μηχανισμός λειτουργίας του GlovAid.

2.2 Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν

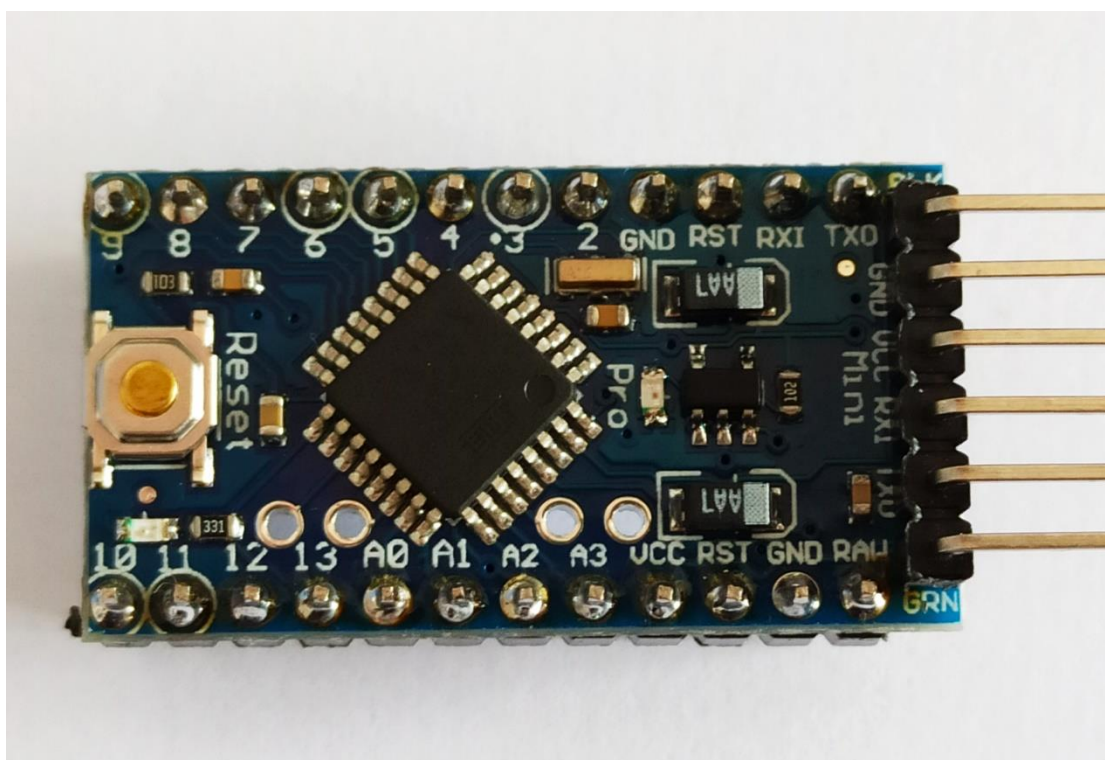
Η λίστα με τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για τη διεκπεραίωση της κατασκευής παρατίθεται παρακάτω:

- Μικροελεγκτής Arduino Pro Mini-328 (x1)
- Υπερηχητικός Αισθητήρας-Ultrasonic Range Finder HC-SR04 (x2)
- Κινητήρας Δόνησης-Vibration Motor ROB-08449 (x3)
- Μπαταρία $V=9V$ (x1)
- FTDI καλώδιο (x1)
- Καλώδιο-σύρμα

2.2.1 Arduino Pro Mini-328

Το Arduino Pro Mini είναι ένας μικροελεγκτής, δηλαδή μία ηλεκτρονική συσκευή η οποία έχει την ικανότητα να εκτελεί διάφορες εργασίες σε συστήματα αυτομάτου ελέγχου, που αναπτύχθηκε από το Arduino.cc και βασίζεται στον μικροελεγκτή Atmega328. Το Arduino Pro Mini είναι ένα εξάρτημα που μπορεί εύκολα, και εξαιτίας του μικρού του μεγέθους, να χρησιμοποιηθεί σε ποικίλες εφαρμογές και προτιμάτε από ανθρώπους οι οποίοι θέλουν εύκολα να δημιουργήσουν κατασκευές χωρίς να έχουν κάποιο ιδιαίτερο τεχνολογικό υπόβαθρο. Η πλακέτα διαθέτει 14 ψηφιακές εισόδους/εξόδους, 6 από τις οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως Διαμορφωτές Πλάτους Παλμών-*PWM* (Pulse Width Modulation) έξοδοι, 8 αναλογικές εισόδους, ένα ενσωματωμένο ηχείο, ένα κουμπί Επαναφοράς-*RESET*, το οποίο όταν μπει σε κατάσταση *LOW* επαναφέρει τον μικροελεγκτή, ένα *LED*, το οποίο είναι ενσωματωμένο στον ψηφιακό ακροδέκτη 13 και ανάβει όταν αυτός χαρακτηρίζεται ως *HIGH*, και οπές για τοποθέτηση ακροδεκτών, δηλαδή μία προγραμματιστική κεφαλίδα.

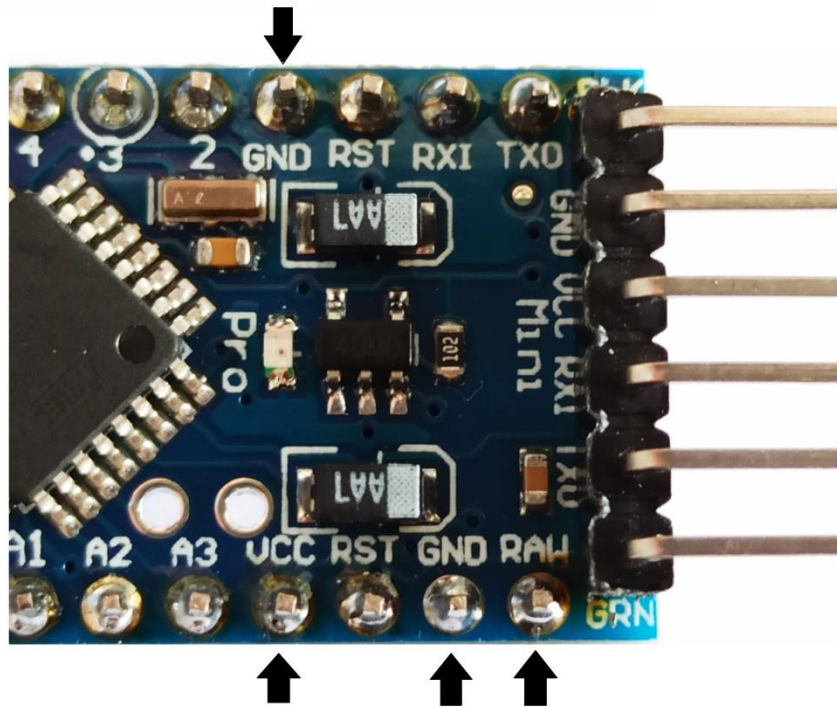
Στο Arduino Pro Mini υπάρχει ένας ρυθμιστής τάσης, σε αντίθεση με άλλες πλακέτες Arduino. Κυκλοφορεί σε δύο εκδόσεις, με την πρώτη να τρέχει στα $3.3V$ και $8MHz$ και τη δεύτερη στα $5V$ και $16MHz$. Δε διαθέτει θύρα USB και για αυτό το λόγο προγραμματίζεται διαφορετικά με δύο τρόπους, με τη χρήση δύο διαφορετικών καλωδίων FTDI (Future Technology Devices International Limited), αντίστοιχα, εκτός πλακέτας. Το Arduino Pro Mini συνδέεται με το καλώδιο αυτό και γίνεται έλεγχος ώστε οι ακίδες να έχουν ενωθεί σωστά και να έχουν ευθυγραμμιστεί.



Εικόνα 2-1: Μικροελεγκτής Arduino Pro Mini

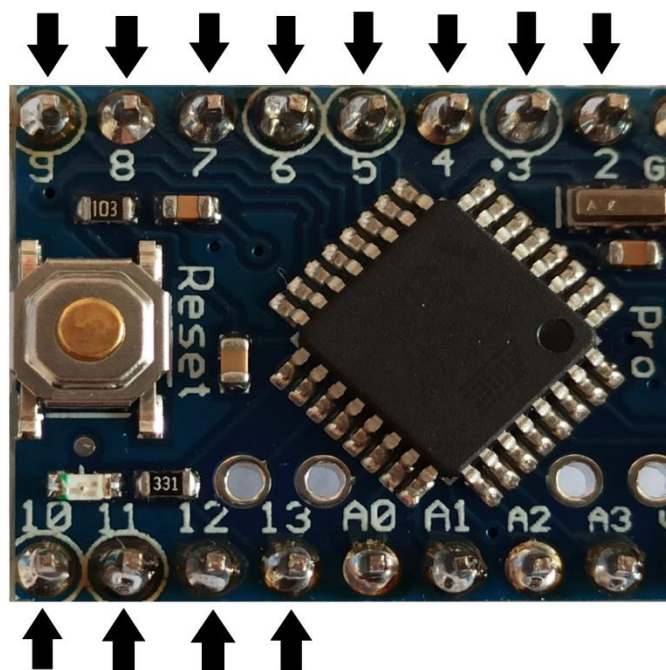
Οι ακροδέκτες της πλακέτας του Arduino Pro Mini ανά μονάδα ή ανά ομάδες έρχονται με κάποιες λειτουργίες.

Ως πηγές ενέργειας χαρακτηρίζονται οι ακροδέκτες V_{cc} , GND , RAW . Το V_{cc} αντιπροσωπεύει την τάση η οποία ρυθμίζεται είτε στα $3.3V$, είτε στα $5V$. Το GND είναι η γείωση και η πλακέτα διαθέτει περισσότερους ακροδέκτες από έναν για τη συγκεκριμένη λειτουργία. Το RAW χρησιμοποιείται για παροχή μίας ακατέργαστης ρυθμιζόμενης τάσης ($5V-12V$).



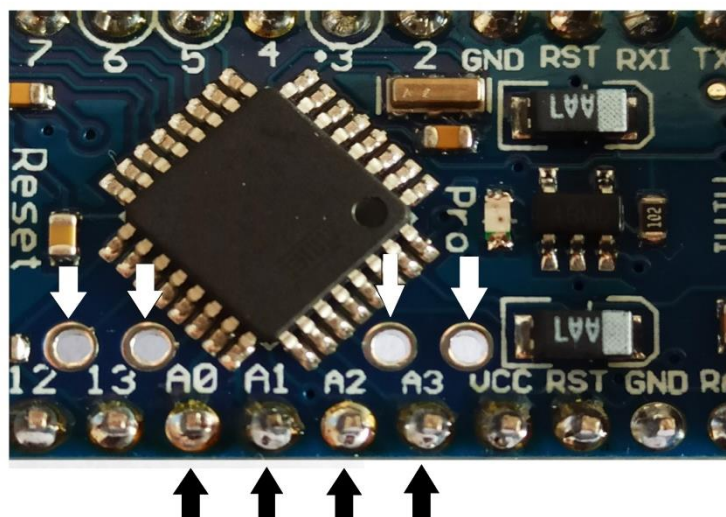
Εικόνα 2-2: Οι πηγές ενέργειας του Arduino Pro Mini

Οι ψηφιακές εισοδοί/έξοδοι αφορούν στους ακροδέκτες 2-13. Οι 2 και 3 λειτουργούν ως εξωτερικά interrupt, δηλαδή ως ψηφιακές εισοδοί στις οποίες όταν συμβαίνουν αλλαγές η κανονική ροή διακόπτεται και εκτελούνται αυτές. Οι 3, 5, 6, 9, 10, 11 λειτουργούν ως ψευδοαναλογικές έξοδοι. Έχουν τη δυνατότητα να παρέχουν έξοδο παλμού *PWM* με ανάλυση *8bit*. Τέλος, οι 10 (*SS*), 11 (*MOSI*), 12 (*MISO*), 13 (*SCK*) χρησιμοποιούνται επίσης και ως Σειριακές Περιφερειακές Διεπαφές-*SPI* (Serial Peripheral Interface) ακροδέκτες, δηλαδή ως ακροδέκτες για τη μετάδοση δεδομένων μεταξύ μικροελεγκτή και άλλων περιφερειακών στοιχείων.



Εικόνα 2-3: Οι ψηφιακές εισοδοί/έξοδοι του μικροελεγκτή

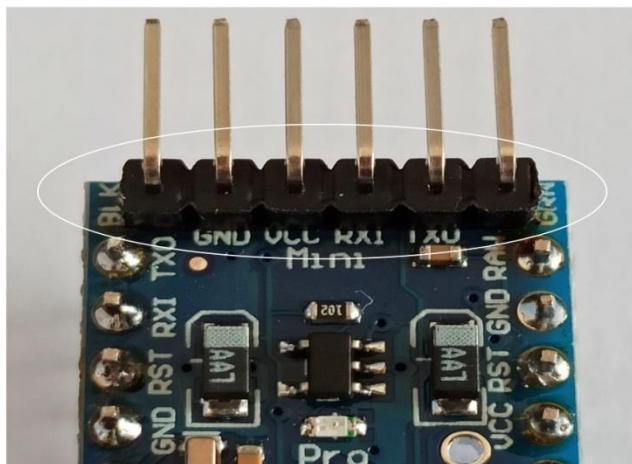
Οι αναλογικές εισοδοί από την άλλη πλευρά, αναπαρίστανται στους ακροδέκτες $A0-A7$. Οι $A4$ (SDA) και $A5$ (SCL) χρησιμοποιούνται επίσης και ως Διεπαφές Δύο Καλωδίων- TWI (Two Wire Interface), δηλαδή για τη σύνδεση περιφερειακών στοιχείων μικρής ταχύτητας σε μητρικές πλακέτες. Το $A4$ κρατά τα δεδομένα και το $A3$ παρέχει συγχρονισμό δεδομένων.



Εικόνα 2-4: Οι αναλογικές εισοδοί του μικροελεγκτή

Τέλος, η πλακέτα διαθέτει ακροδέκτες που αποτελούν την προγραμματιστική κεφαλίδα και αφορούν στο κομμάτι του προγραμματισμού του Arduino Pro Mini με το καλώδιο $FTDI$. Οι ακροδέκτες που συνιστούν την κεφαλίδα προγραμματισμού είναι τέσσερις και απαρτίζονται από τους ακροδέκτες V_{cc} και GND και τους ακροδέκτες για σειριακή επικοινωνία, TX και RX , οι οποίες χρησιμοποιούνται για τη

λήψη σειριακών δεδομένων. Συγκεκριμένα, ο ακροδέκτης TX χρησιμοποιείται για τη μετάδοση σειριακών δεδομένων και ο RX για τη λήψη (38), (39).



Εικόνα 2-5: Προγραμματιστική κεφαλίδα του Arduino Pro Mini

Παρακάτω παραθέτονται συνοπτικά πίνακες με τα χαρακτηριστικά και τη διαμόρφωση των pins του Arduino:

Πίνακας 1: Χαρακτηριστικά Arduino Pro Mini

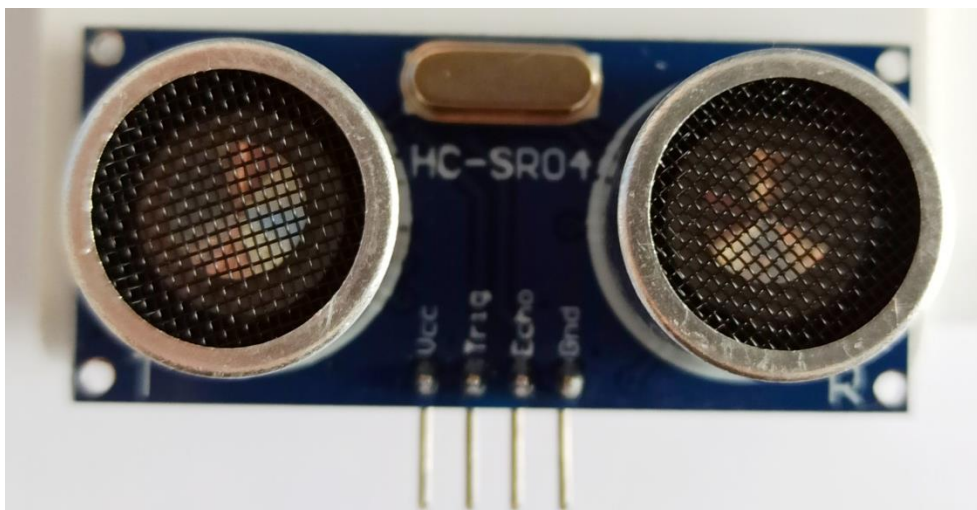
Μικροελεγκτής	ATmega328
Τάση λειτουργίας	3.3V και 5V
Τάση εισόδου	<ul style="list-style-type: none"> • 3.3V-12V • 5V-12V
Ψηφιακές εισοδοι/έξοδοι	14
Αναλογικές εισοδοι	8
Μέγιστο ρεύμα ανά εισοδο/έξοδο	40mA
Μέγιστο συνολικό ρεύμα από κάθε chip	200mA
Μνήμη flash	32KB
EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory)	1KB
Εσωτερική μνήμη RAM	2KB
Συχνότητα ρολογιού	<ul style="list-style-type: none"> • 8-10MHz • 16MHz
Θερμοκρασία λειτουργίας	-40°C έως +105°C

Πίνακας 2: Χαρακτηρισμός pins Arduino Pro Mini

Κατηγορία	Όνομα	Περιγραφή
Πηγή ενέργειας	V_{CC} , GND , RAW	<ul style="list-style-type: none"> • V_{CC}: 5V ή 3.3V • GND: Γείωση • RAW: Για παροχή μιας ακατέργαστης ρυθμιζόμενης τάσης (5V-12V)
Σειριακή επικοινωνία	0 και 1 (RX , TX)	Χρησιμοποιούνται για τη λήψη σειριακών δεδομένων TTL .
Ψηφιακές εισοδοί/έξοδοι	1, 2 και 3 2, 3, 5, 6, 9, 10, 11 3, 10, 11, 12, 13 (SS , $MOSI$, $MISO$, SCK)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Λειτουργούν ως εξωτερικά <i>interrupt</i>, δηλαδή ως ψηφιακές εισοδοί στις οποίες όταν συμβαίνουν αλλαγές, η κανονική ροή σταματάει και εκτελούνται αυτές. 2. Λειτουργούν ως ψευδοαναλογικές έξοδοι. Έχουν τη δυνατότητα να παρέχουν έξοδο PWM με ανάλυση $8bit$. 3. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν και ως SPI pins (Serial Peripheral Interface).
Αναλογικές εισοδοί	1. $A0-A3$ 2. $A4, A5$ (SDA , SCL) 3. $A6, A7$	<ol style="list-style-type: none"> 1. και 3. Αναλογικές εισοδοί 2. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν και ως TWI (Two Wire Interface).
Reset	$RESET$	Όταν γειωθεί, γίνεται επανεκκίνηση.

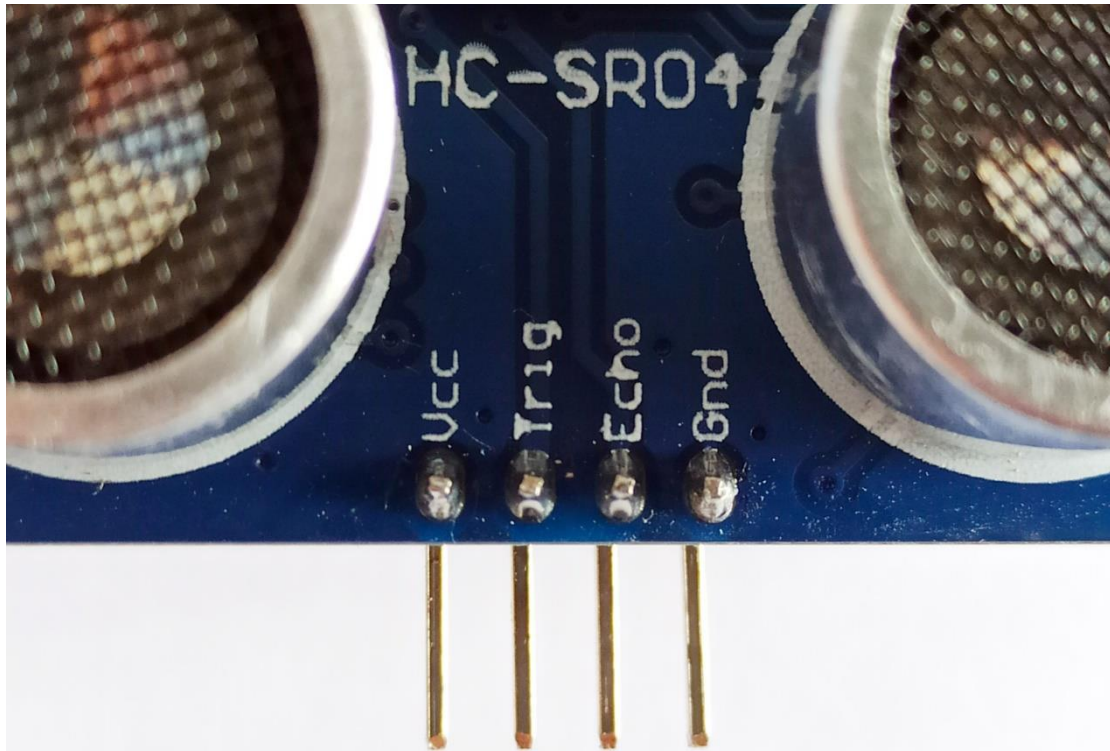
2.2.2 Υπερηχητικός Αισθητήρας-Ultrasonic Range Finder HC-SR04

Ο HC-SR04 είναι ένας υπερηχητικός αισθητήρας που αποτελείται από δύο μορφοτροπείς, δηλαδή συσκευές οι οποίες μετατρέπουν μία μορφή ενέργειας σε μία άλλη. Με τη βοήθεια ηχητικών κυμάτων υψηλής συχνότητας μετράει αποστάσεις και βοηθά στην αποφυγή φυσικών εμποδίων ή αντικειμένων. Τους δύο μορφοτροπείς συνιστούν ένα ηχείο που στέλνει ένα ηχητικό κύμα, μετατρέποντας το ηλεκτρικό σήμα σε παλμούς υπερήχων 40KHz , και ένα μικρόφωνο που λαμβάνει τους παλμούς και μετράει το χρόνο που περνά για να επανέλθει το ηχητικό κύμα. Όσοι περισσότεροι χρόνος χρειάζεται για την επιστροφή του κύματος, τόσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση του ανιχνευτή με το εμπόδιο/αντικείμενο. Ο αισθητήρας είναι αρκετά μικρός και διαθέτει πολύ καλή ανίχνευση εύρους μεταξύ $2\text{-}400\text{cm}$, με ακρίβεια 3mm , ενώ ρεαλιστικά η ακρίβεια είναι στο 1cm . Λειτουργεί με τάση 5V και ρεύμα 15mA , ενώ η γωνία μέτρησής του είναι στις 15 μοίρες.



Εικόνα 2-6: Υπερηχητικός Αισθητήρας HC-SR04

Όσον αφορά στους ακροδέκτες του αισθητήρα διαθέτει τέσσερις, τους V_{cc} , GND , $Trig$ και $Echo$. Ο ακροδέκτης V_{cc} συνιστά την τροφοδοσία του αισθητήρα, η οποία συνδέεται με την τροφοδοσία κάποιου άλλου εξαρτήματος. Ο ακροδέκτης GND συνιστά τη γείωση και συνδέεται με τη γείωση όλου εξαρτήματος, όπως ακριβώς συμβαίνει και με το V_{cc} . Το $Trig$ αναφέρεται στον ακροδέκτη ο οποίος είναι υπεύθυνος για την ενεργοποίηση των υπερηχητικών παλμών, ενώ τέλος το $Echo$ λαμβάνει και παράγει παλμό μετρώντας το χρόνο που περνά για να επανέλθει το ηχητικό κύμα, ο οποίος είναι ανάλογος με το μήκος και την απόσταση του ανιχνευτή από το φυσικό εμπόδιο/αντικείμενο.



Εικόνα 2-7: Οι τέσσερις ακροδέκτες του αισθητήρα

Η λειτουργία του υπερηχητικού αισθητήρα βασίζεται στην ενεργοποίηση ενός παλμού, στον ακροδέκτη *Trig*, διάρκειας τουλάχιστον $10\mu s$, ο οποίος κάνει τον αισθητήρα να παράγει με τη σειρά του οχτώ παλμούς στα $40KHz$. Οι παλμοί αυτοί αρχίζουν να κινούνται και να ανακλούνται και ως συνέπεια ο ακροδέκτης *Echo* χαρακτηρίζεται ως *HIGH* ώστε να παράξει με τη σειρά του παλμό και να μετρήσει απόσταση. Στην περίπτωση που οι οχτώ παλμοί δεν ανακλαστούν, ο παλμός που θα παραχθεί από τον ακροδέκτη *Echo* θα λήξει σε $38ms$ και θα χαρακτηριστεί ως *LOW*, ενώ στην περίπτωση που οι παλμοί ανακλώνονται, ο *Echo* χαρακτηρίζεται απευθείας ως *LOW* παράγοντας έναν παλμό πλάτους $150\mu s-25ms$ ανάλογα με το χρόνο που περνά για να επανέλθει το ηχητικό κύμα, με σκοπό τον υπολογισμό της απόστασης του ανιχνευτή με το εμπόδιο.

Μπορεί ο υπερηχητικός αισθητήρας HC-SR04 να είναι ένα εξάρτημα αρκετά μικρό, βολικό και εξαιρετικά χρήσιμο, παρουσιάζει όμως κάποιους περιορισμούς:

- Ο αισθητήρας έχει τη δυνατότητα/ικανότητα να μετρά αποστάσεις έως $400cm$. Για μεγαλύτερες αποστάσεις δεν παρουσιάζεται καμία αλληλεπίδραση.
- Δεν έχει τη δυνατότητα να μετρά φυσικά εμπόδια ή αντικείμενα που σχηματίζουν με αυτόν γωνία μεγαλύτερη των 45 μοιρών , διότι με αυτόν τον τρόπο δε δημιουργείται ανάκλαση στον αισθητήρα.
- Το εξάρτημα δεν είναι σάφρον να συνδεθεί απευθείας με ηλεκτρική πηγή διότι θα επηρεαστεί η λειτουργία του.

- Δεν μπορεί να μετρήσει φυσικά εμπόδια ή αντικείμενα που έχουν μικρό μέγεθος.
- Ο αισθητήρας δεν μπορεί να ανιχνεύσει αντικείμενα με μαλακές και ακανόνιστες επιφάνειες.
- Ο υπερηχητικός αισθητήρας δεν πρέπει να τοποθετείται κοντά στο πάτωμα, από ότι υλικό και αν είναι φτιαγμένο, ώστε να μην παραπληροφορείται με ψεύτικες ενδείξεις-ήχους που ανακλούν στο δάπεδο.
- Ο χρήστης πρέπει να προβεί σε περαιτέρω υπολογισμούς για την εύρεση της απόστασης στην περίπτωση που ο HC-SR04 είναι τοποθετημένος σε πολύ υψηλές ή πολύ χαμηλές θερμοκρασίες (40), (41).

Παρακάτω παραθέτεται συνοπτικός πίνακας για τα χαρακτηριστικά λειτουργίας του υπερηχητικού αισθητήρα HC-SR04:

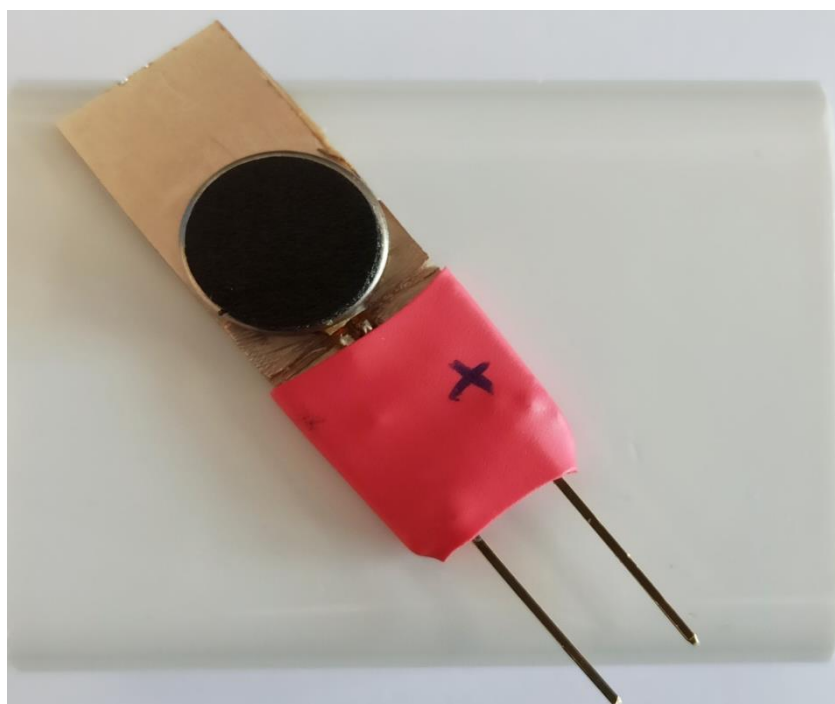
Πίνακας 3: Χαρακτηριστικά λειτουργίας του HC-SR04

Τάση λειτουργίας	5V
Ρεύμα λειτουργίας	15mA
Συχνότητα παλμών λειτουργίας	40KHz
Μέγιστη εμβέλεια	400cm
Ελάχιστη εμβέλεια	2cm
Ακρίβεια λειτουργίας	3mm
Ρεαλιστική ακρίβεια λειτουργίας	1cm
Γωνία μέτρησης	15 μοίρες
Σήμα ενεργοποίησης από Trigg	10μs
Παραγόμενο σήμα από Echo	<ul style="list-style-type: none"> • 38ms, χωρίς ανάκλαση παλμών • 150μs-25ms, με ανάκλαση παλμών
Διαστάσεις	45x20x15mm

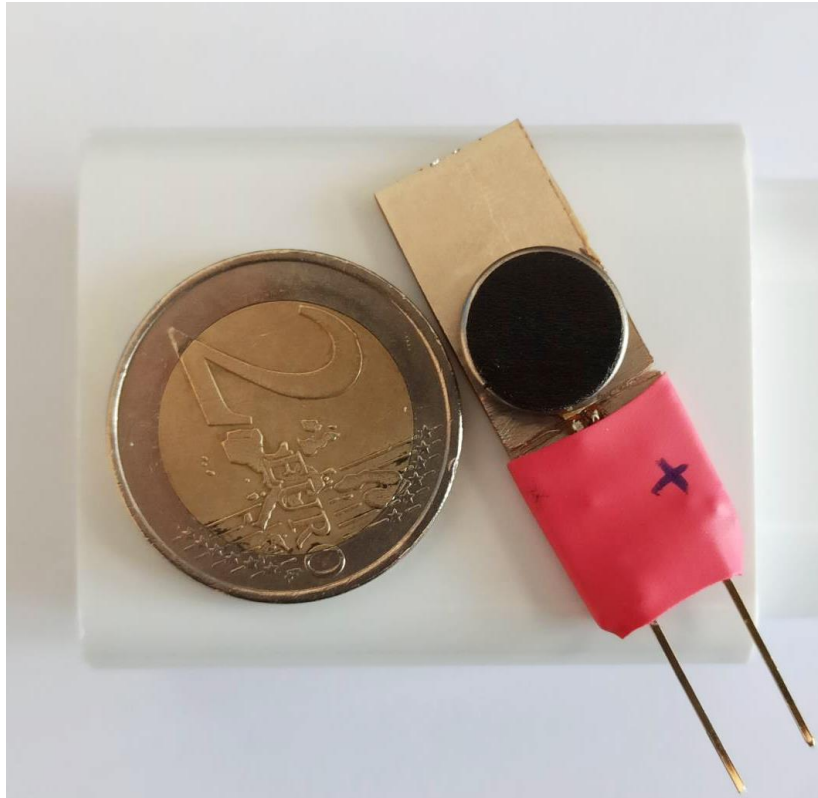
2.2.3 Κινητήρας Δόνησης-Vibration Motor ROB-08449

Ο ROB-08449 είναι ένας μικροσκοπικός κινητήρας δόνησης μεγέθους $10mm$ και βάρους $1.2gr$. Είναι ιδανικός για μη ηχητικές ενδείξεις και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οποιαδήποτε εφαρμογή για υπόδειξη αλλαγής κατάστασης στο χρήστη. Είναι ένας μετατροπέας ηλεκτρικού ρεύματος. Διαθέτει τέσσερις μαγνητικούς πόλους και είναι μονοφασικός. Η ονομαστική τιμή τάσης του είναι στα $3V$, ενώ η τάση λειτουργίας του κυμαίνεται από $2.3-3.6V$. Η εκκίνηση τάσης του πραγματοποιείται στα $2V$. Στα $3V$ παρουσιάζεται η μέγιστη δόνηση που μπορεί να αποδώσει ο κινητήρας. Οι δονήσεις δημιουργούνται από ηλεκτρομαγνητικές δυνάμεις ανάμεσα στον κινητήρα δόνησης και σε έναν Συνεχούς Ρεύματος-DC κινητήρα. Το μέγιστο ρεύμα στο οποίο λειτουργεί είναι τα $60mA$, ενώ κινείται με $13000\pm 3000rpm/min$.

Λειτουργεί σε περιβάλλον με θερμοκρασίες από $-30^{\circ}C$ έως $60^{\circ}C$. Τα φυσικά εμπόδια ή αντικείμενα τα οποία έχει την ικανότητα να μετρήσει πρέπει να έχουν θερμοκρασία $25\pm 2^{\circ}C$ με σχετική υγρασία $45-85\%$. Από τεστ που έχουν πραγματοποιηθεί για την αξιοπιστία της λειτουργίας του έχει παρατηρηθεί πως υπάρχει δόνηση διάρκειας $2s$ ανά $2s$ με ενδιάμεση παύση επίσης $2s$. Διαθέτει δύο ακροδέκτες, ένας για γείωση και ένας για τη σύνδεση με οποιοδήποτε άλλο εξάρτημα, ώστε να παίρνει τάση και να εκτελεί τη λειτουργία για την οποία έχει δημιουργηθεί, δηλαδή να παράγει δονήσεις υποδεικνύοντας αλλαγή κατάστασης (42).



Εικόνα 2-8: Ο Κινητήρας Δόνησης ROB-08449



Εικόνα 2-9: Σύγκριση μεγεθών

Παρακάτω παραθέτεται συνοπτικός πίνακας για τα χαρακτηριστικά λειτουργίας του κινητήρα δόνησης ROB-08449:

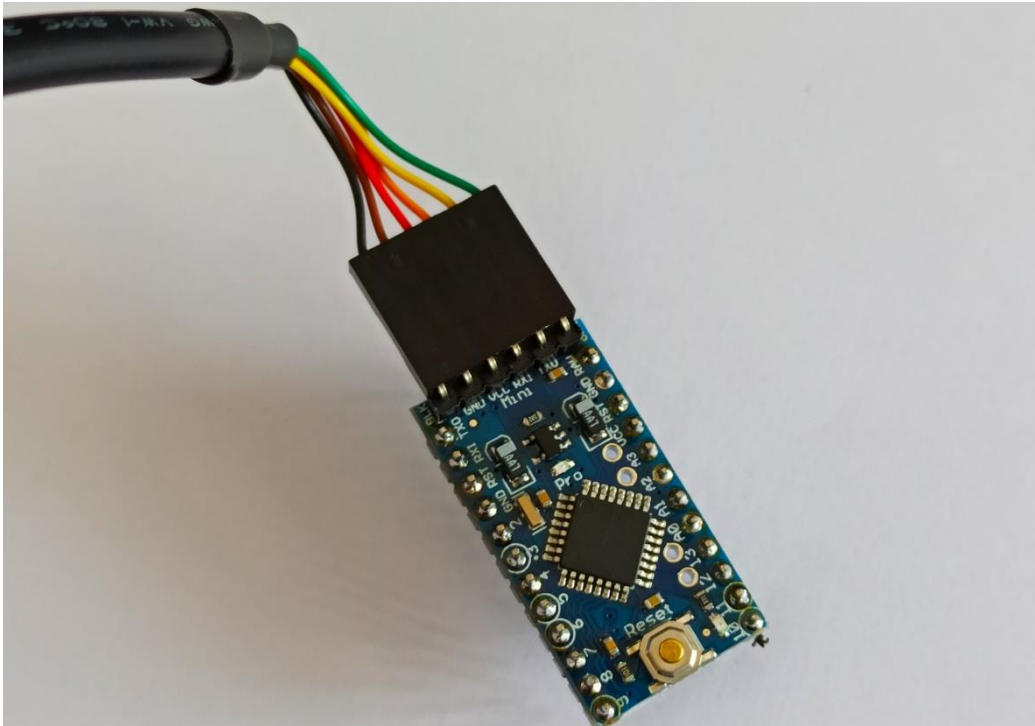
Πίνακας 4: Χαρακτηριστικά λειτουργίας του ROB-08449

Ονομαστική τιμή τάσης	<i>3V</i>
Τάση λειτουργίας	<i>2.3-3.6V</i>
Τάση εκκίνησης	<i>2V</i>
Μέγιστο ρεύμα λειτουργίας	<i>60mA</i>
Στροφές ανά λεπτό	<i>13000±3000</i>
Θερμοκρασία λειτουργίας	<i>-30°C έως 60°C</i>
Αντίσταση	<i>33/65±20% Ω</i>
Διάρκεια δόνησης	<i>2s</i>
Μέγεθος	<i>10mm</i>
Βάρος	<i>12gr</i>

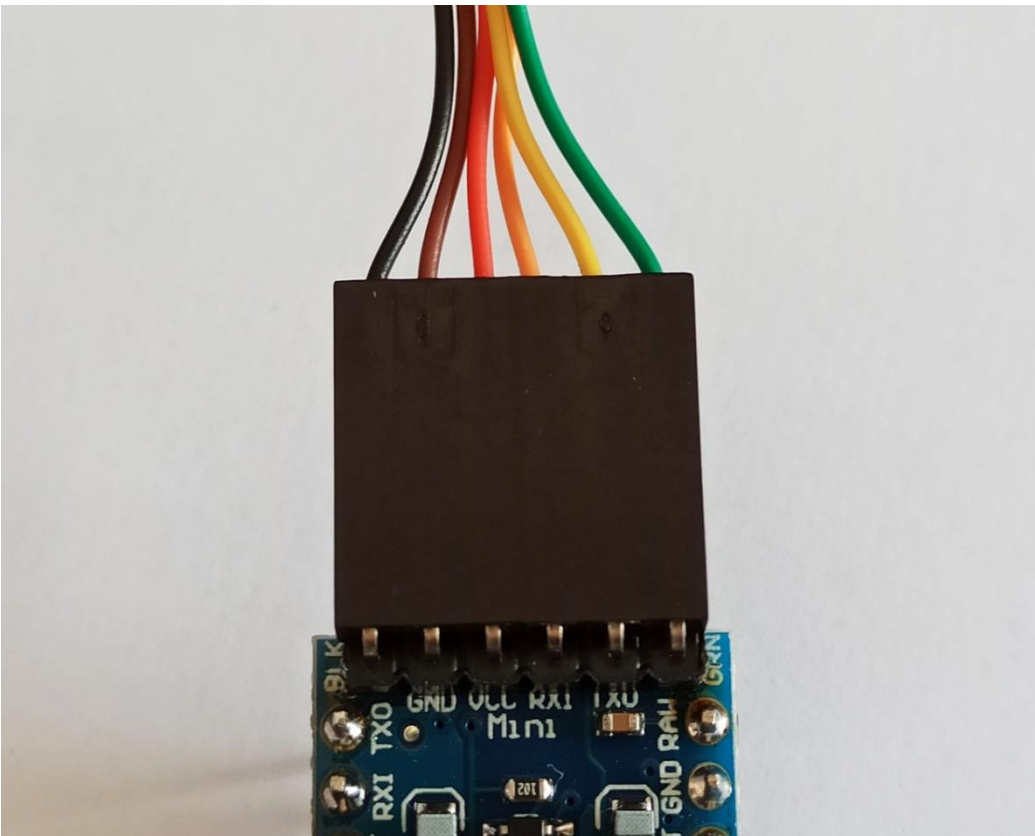
2.3 Κατασκευαστικό μέρος

2.3.1 Βήμα πρώτο: Προγραμματισμός του μικροελεγκτή Arduino Pro Mini

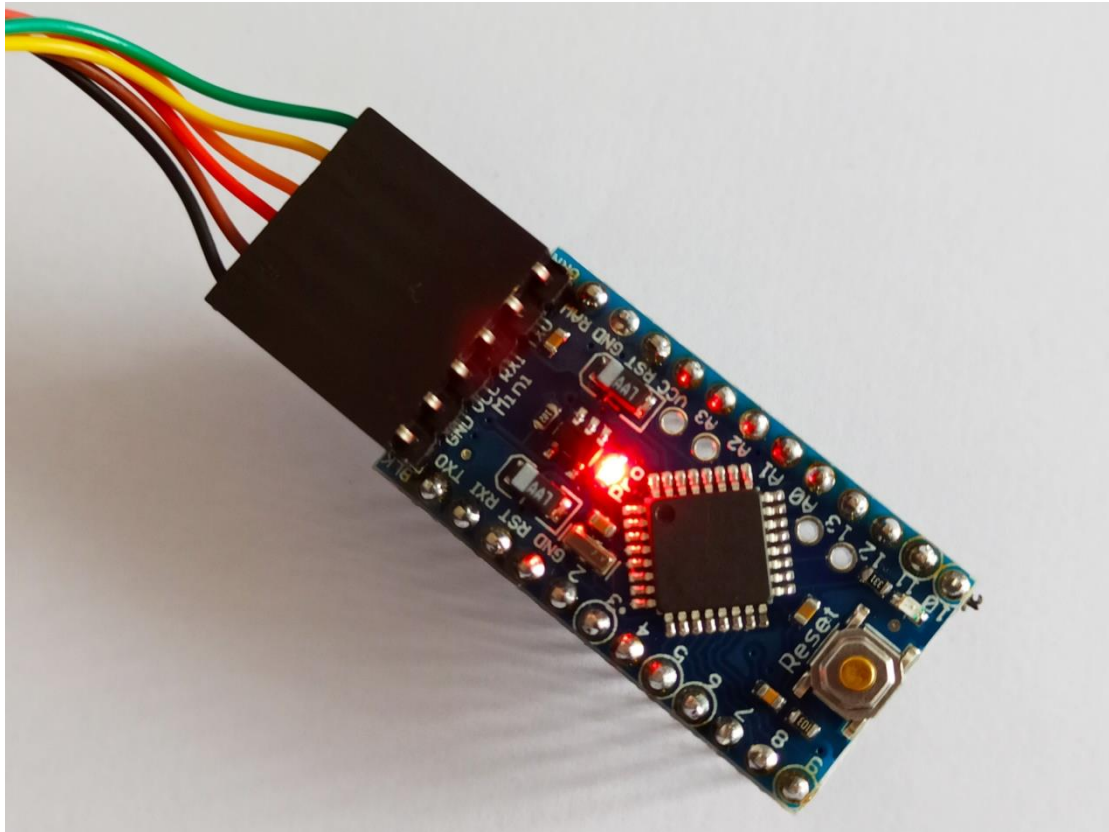
Σε πρώτο στάδιο πραγματοποιείται ο προγραμματισμός του Arduino Pro Mini, ώστε να είναι έτοιμος για περαιτέρω εργασίες. Όπως έχει προαναφερθεί, ο παραπάνω μικροελεγκτής δε διαθέτει θύρα USB, επομένως ο προγραμματισμός του γίνεται με καλώδιο FTDI εκτός πλακέτας. Συγκεκριμένα για τον προγραμματισμό του χρησιμοποιήθηκε ένα *FTDI TTL-232R-3V3 USB - TTL Level Serial Converter Cable*. Το καλώδιο FTDI TTL-232R (Future Technology Devices International Limited Transistor-Transistor Logic) αποτελεί ένα γρήγορο και εύκολο τρόπο για τη σύνδεση μίας συσκευής, στη συγκεκριμένη περίπτωση του Arduino, με τον υπολογιστή ώστε να παρέχετε σειριακή επικοινωνία μεταξύ τους. Οι δύο άκρες του καλωδίου εξυπηρετούν δύο διαφορετικές εφαρμογές. Στη μία άκρη του βρίσκεται ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα ενσωματωμένο στο USB, ενώ στο άλλο του άκρο υπάρχουν 6 καλώδια, διαφορετικού χρώματος, υπεύθυνα για την υποστήριξη ποικίλων εφαρμογών. Το καλώδιο διατίθεται στο εμπόριο με σήματα Τρανζίστορ-Τρανζίστορ Λογικής-*TTL* επιπέδου στα *3.3V* και στα *5V*. Το κύκλωμα που βρίσκεται ενσωματωμένο στο USB τροφοδοτείται από αυτό πάντα με τάση *5V*. Κάθε καλώδιο διαθέτει μοναδικό σειριακό αριθμό για τη μοναδική μεταφορά των αρχείων (σειριακή επικοινωνία) και για λόγους ασφάλειας, ενώ η ταχύτητα μεταφοράς των δεδομένων φτάνει μέχρι τα *3Mbps* (43). Από τα 6 καλώδια που διαθέτει το καλώδιο FTDI, το πράσινο καλώδιο συνδέεται με το *GRN* που υπάρχει στην κεφαλίδα προγραμματισμού του μικροελεγκτή και το μαύρο καλώδιο στον ακροδέκτη *BLK* αντίστοιχα. Το καλώδιο στην άλλη του άκρη διαθέτει USB και με αυτόν τον τρόπο γίνεται απευθείας η σύνδεση με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Γίνεται έλεγχος ώστε τα καλώδια του FTDI να είναι σωστά προσανατολισμένα και ευθυγραμμισμένα, με τις ακίδες του μικροελεγκτή ώστε να μην υπάρξουν προβλήματα επικοινωνίας με τον υπολογιστή. Στη συνέχεια, συνδέεται και ο υπολογιστής αναγνωρίζει τη συσκευή με αποτέλεσμα την ενεργοποίηση του μικροελεγκτή. Η ενεργοποίηση του μικροελεγκτή είναι φανερή από τις φωτεινές ενδείξεις στην πλακέτα του Arduino. Δημιουργώντας ένα απλό πρόγραμμα γίνεται ο προγραμματισμός του Arduino Pro Mini μετά την επιτυχή εκτέλεσή του. Το πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε για τον προγραμματισμό του διατίθεται στη βιβλιοθήκη του λογισμικού περιβάλλοντος του μικροελεγκτή και είναι αυτό με το άναμμα και σβήσιμο του *LED* στην πλακέτα του Arduino (blink). Τέλος, προγραμματίζεται ο μικροελεγκτής με το πρόγραμμα που έχει δημιουργηθεί για τη λειτουργία του GlovAid και ελέγχεται για το αν τρέχει.



Εικόνα 2-10: Σύνδεση του Arduino με το καλώδιο FTDI



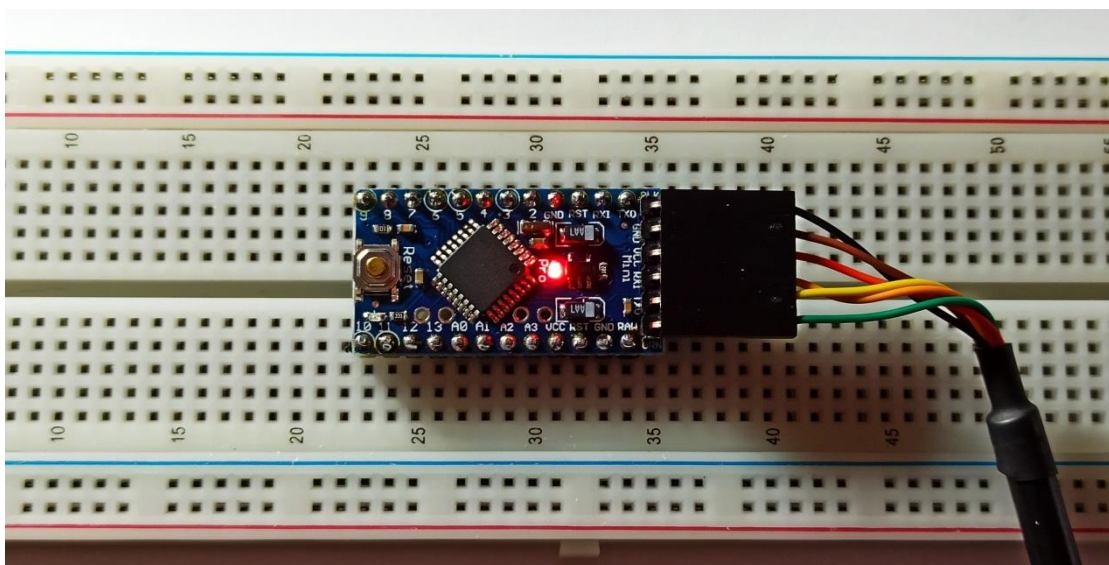
Εικόνα 2-11: Το FTDI και η προγραμματιστική κεφαλίδα του μικροελεγκτή



Εικόνα 2-12: Ενεργοποίηση και επιτυχής προγραμματισμός του Arduino

2.3.2 Βήμα δεύτερο: Τοποθέτηση του μικροελεγκτή Arduino Pro Mini στο breadboard

Μετά τον προγραμματισμό του Arduino, αυτό είναι έτοιμο να χρησιμοποιηθεί για περαιτέρω εργασίες. Σε δεύτερο στάδιο, λοιπόν, γίνεται τοποθέτηση του Arduino Pro Mini πάνω στο breadboard. Τοποθετείται με τις ακίδες του να βρίσκονται πάνω και κάτω από το κενό που βρίσκεται στο κέντρο του breadboard.

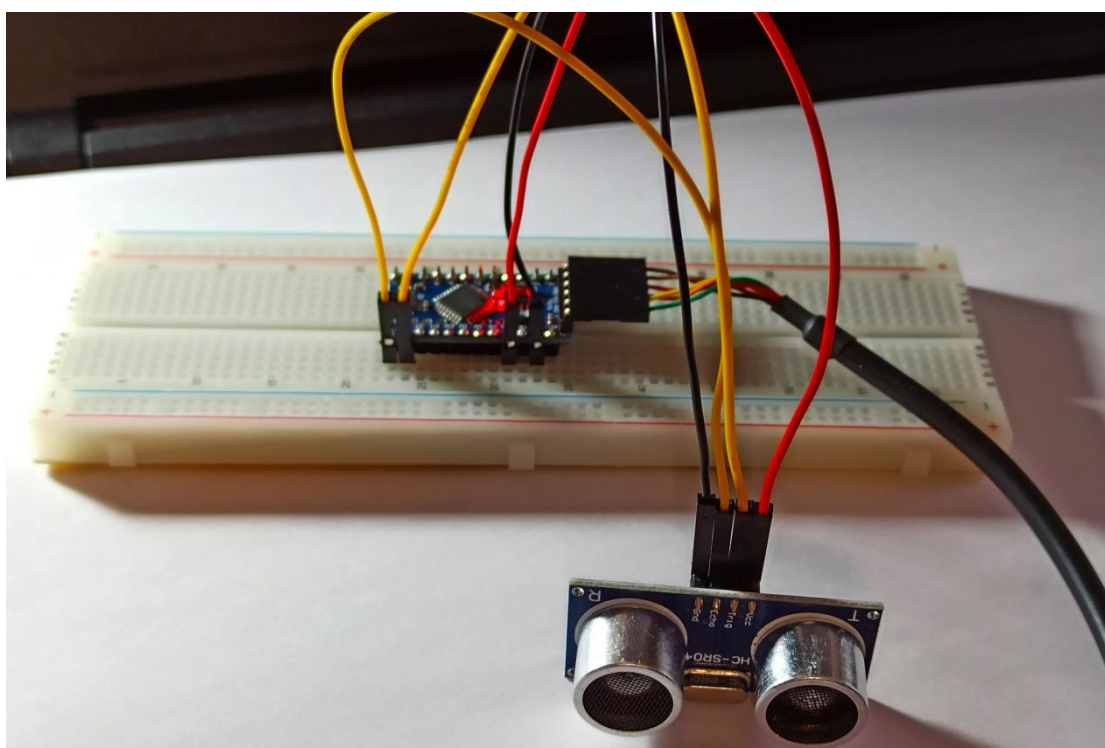


Εικόνα 2-13: Τοποθέτηση του Arduino στο breadboard

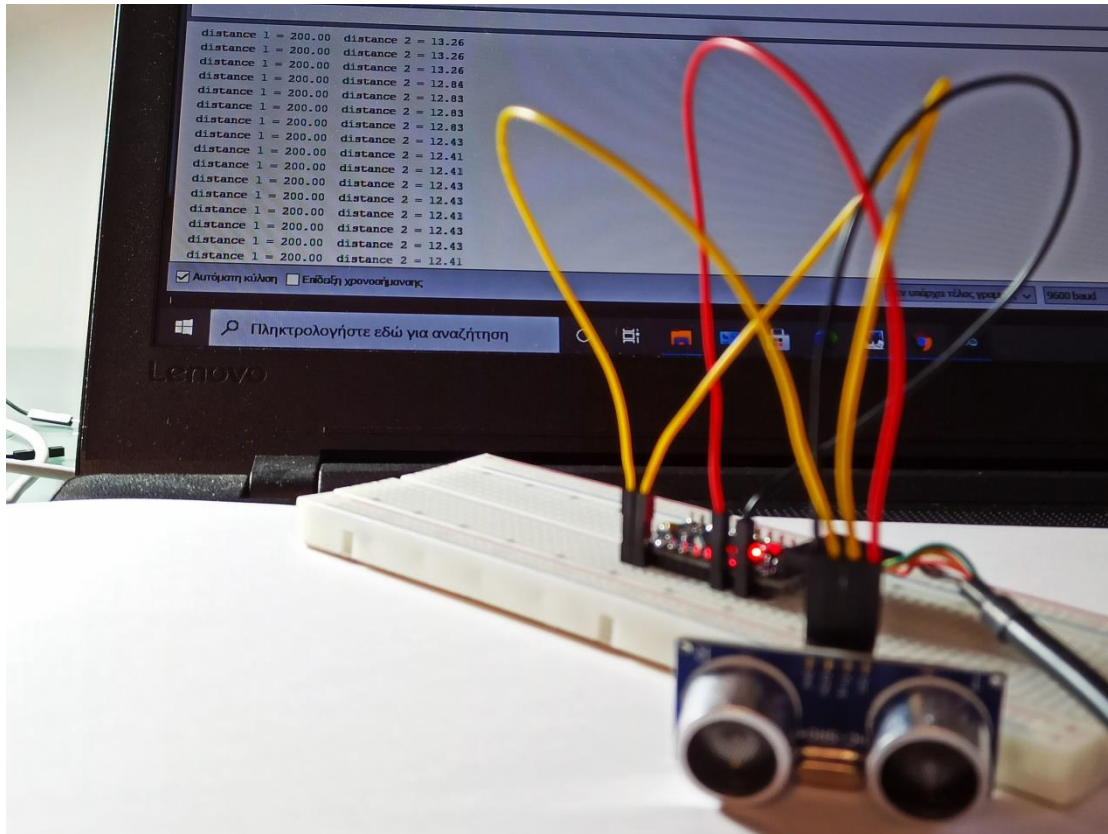
2.3.3 Βήμα τρίτο: Σύνδεση των Υπερηχητικών Αισθητήρων

Τοποθέτηση των υπερηχητικών αισθητήρων και σύνδεση με τους ακροδέκτες ισχύος και τροφοδοσίας τους προς τα επάνω και με τους αισθητήρες ήχου προς τα εμπρός.

Η τοποθέτηση των υπερηχητικών αισθητήρων γίνεται διαδοχικά στο κύκλωμα. Αρχικά τοποθετείται ο πρώτος υπερηχητικός αισθητήρας με τους τέσσερις ακροδέκτες του να κοιτούν προς τα επάνω και τα ηχεία του προς τα εμπρός. Ο ακροδέκτης V_{cc} συνδέεται με τον ακροδέκτη V_{cc} του μικροελεγκτή και ο ακροδέκτης GND επίσης με τον ακροδέκτη του μικροελεγκτή GND . Ο ακροδέκτης $Trig$ συνδέεται με τον ακροδέκτη 11 του Arduino και ο ακροδέκτης $Echo$ με τον ακροδέκτη 10 . Γίνεται έλεγχος του αν ο υπερηχητικός αισθητήρας λειτουργεί σωστά και ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του προγράμματος.

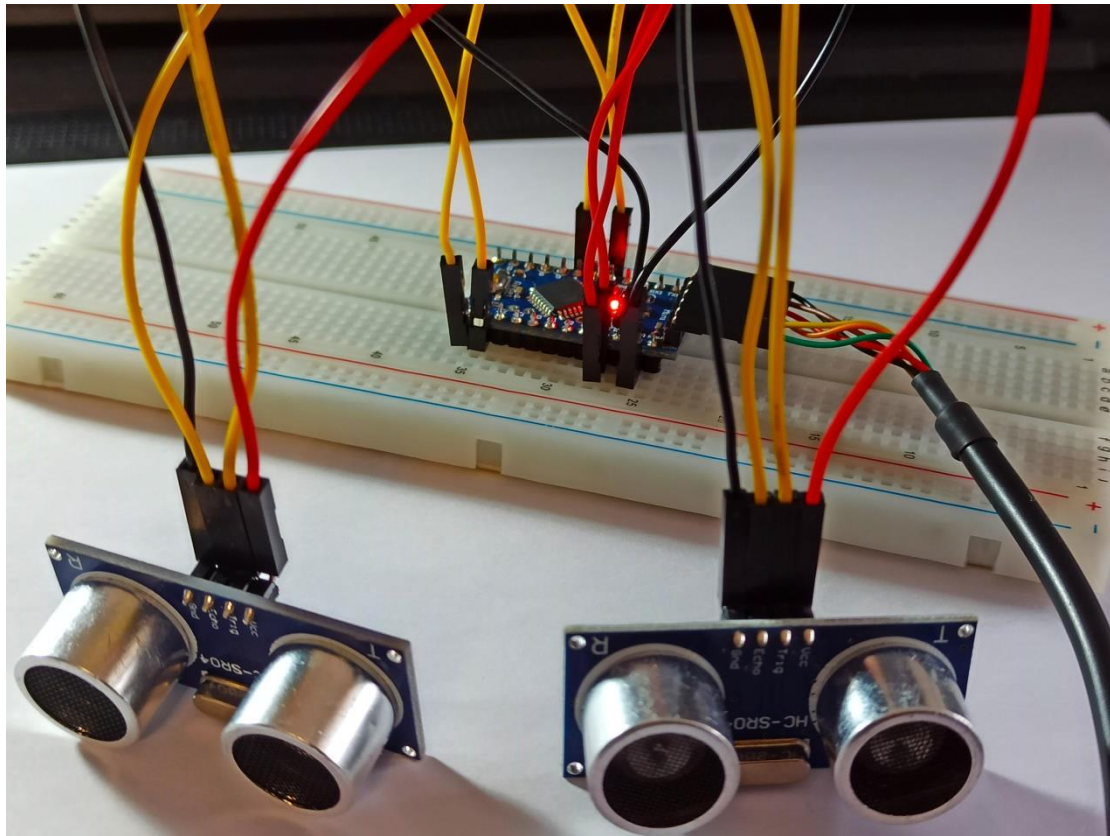


Εικόνα 2-14: Σύνδεση του υπερηχητικού αισθητήρα με το Arduino

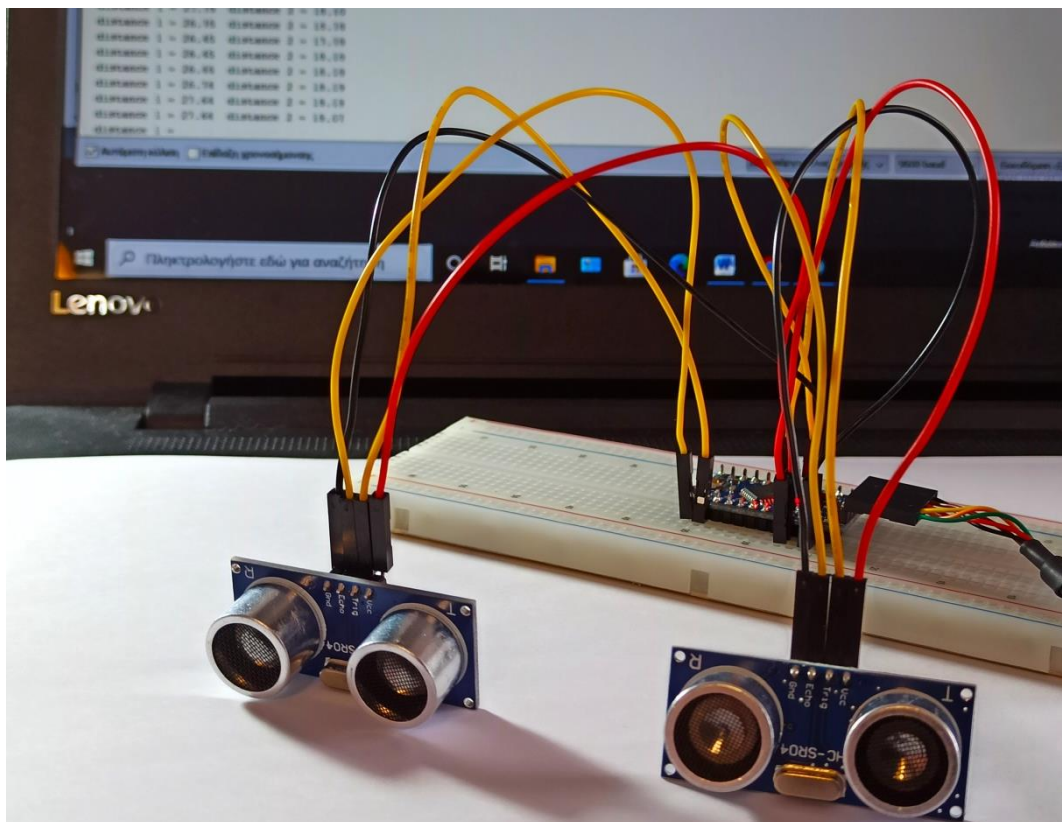


Εικόνα 2-15: Επιτυχής λειτουργία του υπερηχητικού αισθητήρα

Στη συνέχεια και αφού έχει διαπιστωθεί η σωστή λειτουργία του προγράμματος, μέσω του λογισμικού περιβάλλοντος του Arduino, τοποθετείται και ο δεύτερος υπερηχητικός αισθητήρας στο breadboard. Οι ακροδέκτες V_{cc} και GND συνδέονται με τους αντίστοιχους ακροδέκτες του μικροελεγκτή, όπως προηγουμένως, ενώ οι ακροδέκτες $Trig$ και $Echo$ συνδέονται με τους ακροδέκτες του Arduino 4 και 2 αντίστοιχα. Γίνεται, τέλος, έλεγχος του αν οι υπερηχητικοί αισθητήρες, ως ομάδα πλέον, λειτουργούν σωστά και ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις του κώδικα. Ουσιαστικά, ελέγχεται το αν οι αισθητήρες λαμβάνουν σωστά παλμούς και μετρούν ορθά τη μεταξύ τους απόσταση με κάποιο φυσικό εμπόδιο ή αντικείμενο.



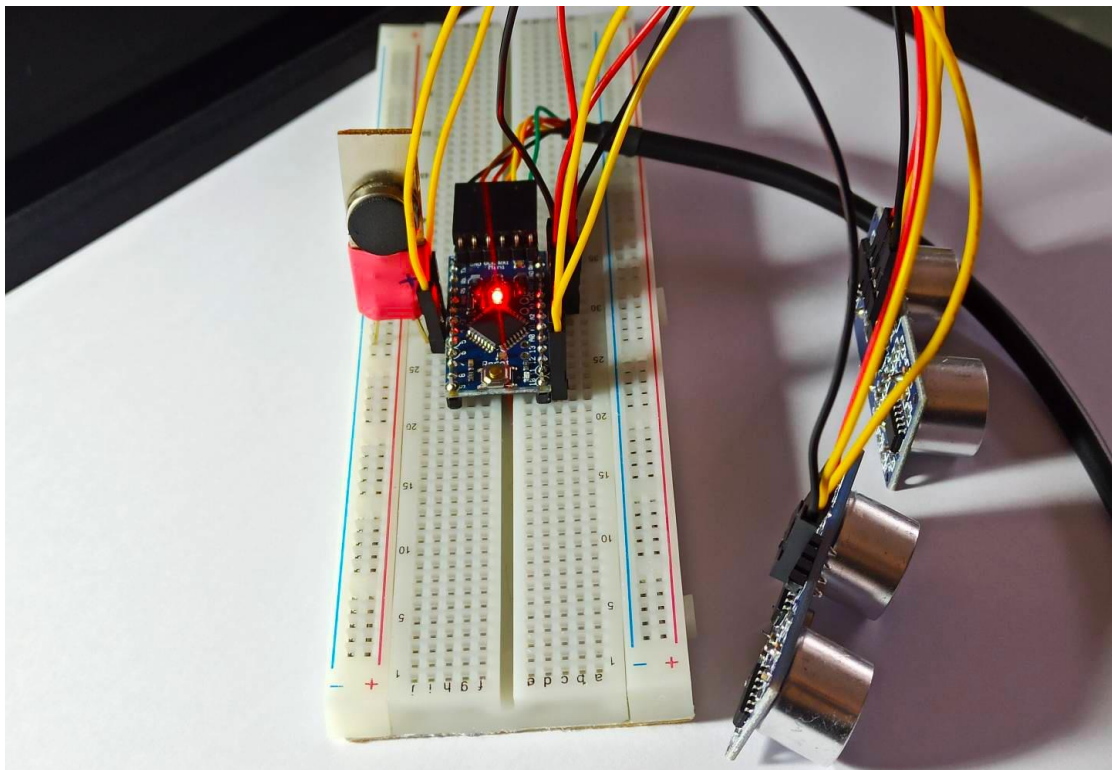
Εικόνα 2-16: Προσθήκη και του δεύτερου υπερηχητικού αισθητήρα στο κύκλωμα



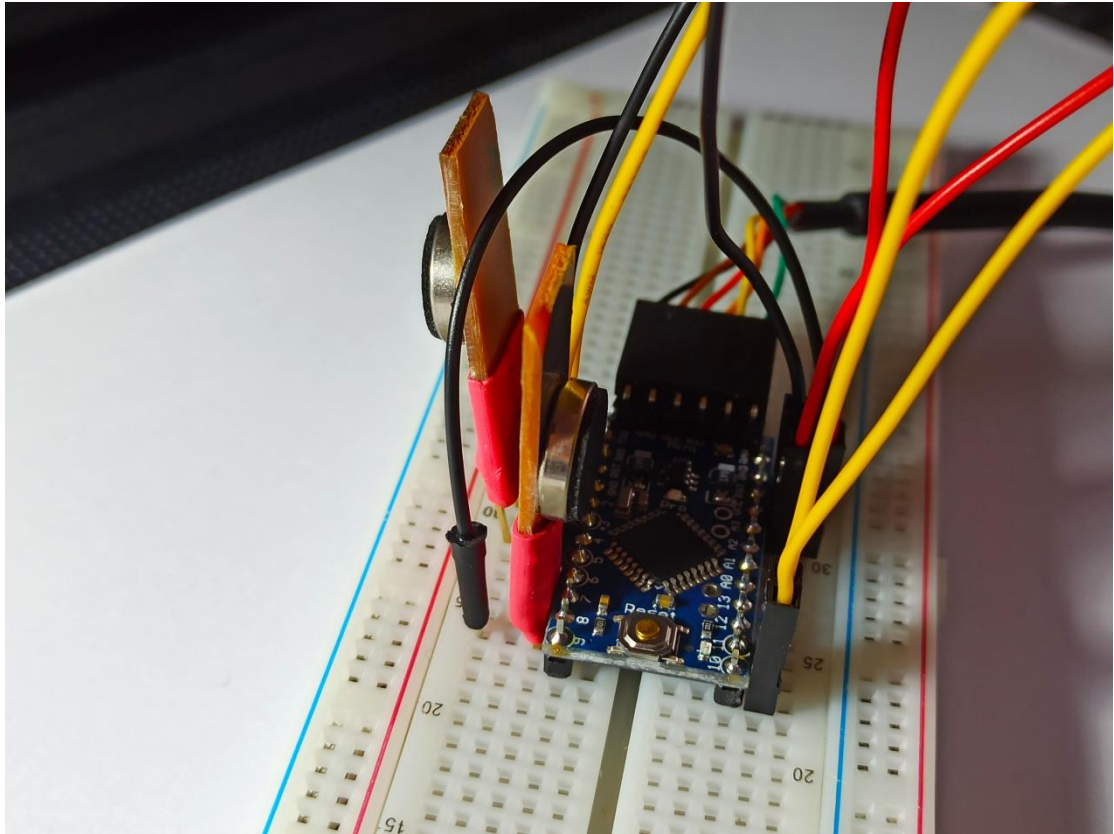
Εικόνα 2-17: Επιτυχής λειτουργία του συστήματος μεταξύ των δύο υπερήχων και του Arduino

2.3.4 Βήμα τέταρτο: Σύνδεση των Κινητήρων Δόνησης

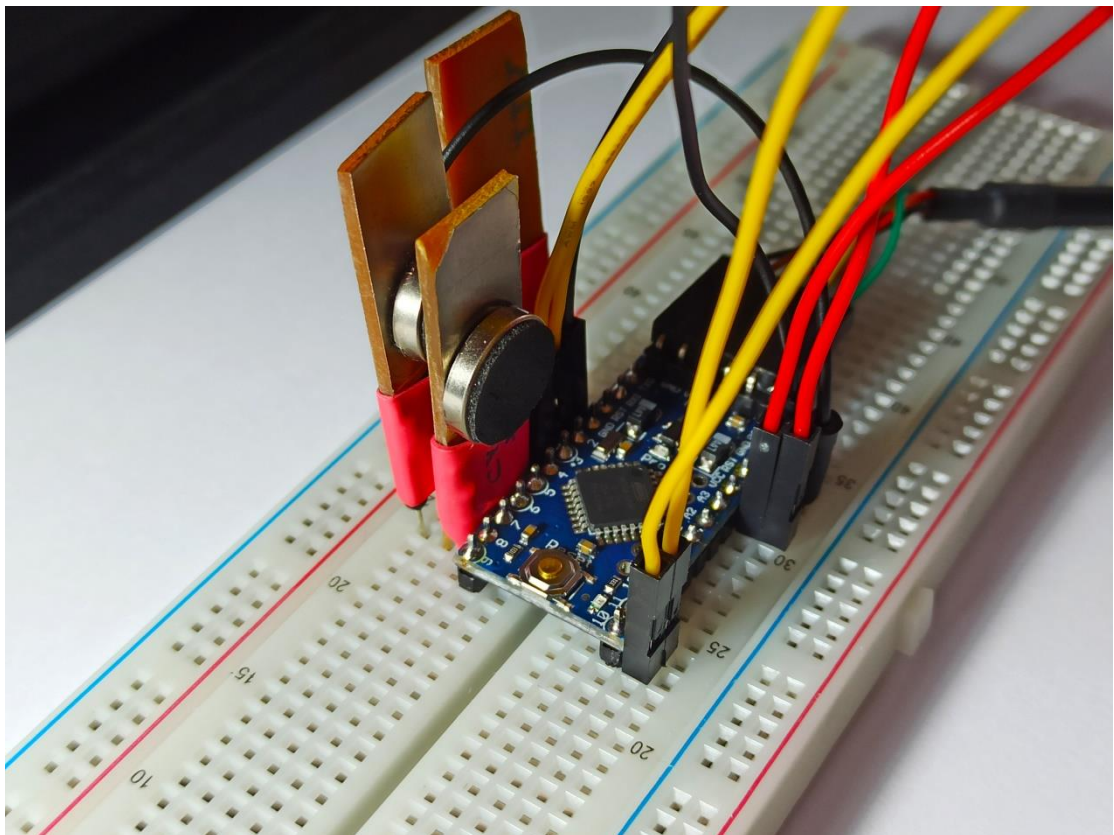
Σε αυτό το βήμα γίνεται η σύνδεση των κινητήρων δόνησης. Γίνεται η σύνδεση των τριών κινητήρων διαδοχικά. Οι ακροδέκτες των κινητήρων που αφορούν στη γείωση συνδέονται με τη γείωση που υπάρχει στο breadboard. Η γείωση αυτή, συνδέεται με καλώδιο με το *GND* του Arduino ώστε να υπάρχει επικοινωνία. Από δεξιά προς τα αριστερά οι τρεις ακροδέκτες των κινητήρων δόνησης συνδέονται με τους ακροδέκτες του μικροελεγκτή 3, 5, και 6 αντίστοιχα, ακροδέκτες που αφορούν ψηφιακούς ακροδέκτες. Με την τοποθέτησή τους πραγματοποιείται έλεγχος του αν λειτουργούν ορθά σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προγράμματος που έχει δημιουργηθεί, δηλαδή αν υπάρχει δόνηση και σε τι βαθμό ανάλογα την απόσταση μεταξύ των υπερηχητικών αισθητήρων και των φυσικών εμποδίων ή αντικειμένων που βρίσκονται μπροστά τους.



Εικόνα 2-18: Προσθήκη του πρώτου κινητήρα δόνησης



Εικόνα 2-19: Τοποθέτηση και του δεύτερου κινητήρα δόνησης



Εικόνα 2-20: Επιτυχής τοποθέτηση και των τριών κινητήρων δόνησης

2.3.5 Βήμα πέμπτο: Προσθήκη τροφοδοσίας

Σε τελευταίο στάδιο γίνεται προσθήκη τροφοδοσίας. Την τροφοδοσία συνιστά μία μπαταρία τάσης 9V. Το μαύρο καλώδιο της μπαταρίας συνδέεται με το *GND* στην πλακέτα του μικροελεγκτή και το κόκκινο καλώδιο στο *RAW*, στο οποίο γίνεται παροχή ακατέργαστης ρυθμιζόμενης τάσης. Επιπλέον, με μαύρα καλώδια γειώνουμε όλο μας το σύστημα από τους ακροδέκτες *GND* και την μπαταρία.

Η μπαταρία προστίθεται για την περίπτωση που το κύκλωμά και συγκεκριμένα το Arduino, δε θα είναι συνδεδεμένο με τον υπολογιστή.

2.3.6 Συνοπτική παρουσίαση της συνδεσμολογίας

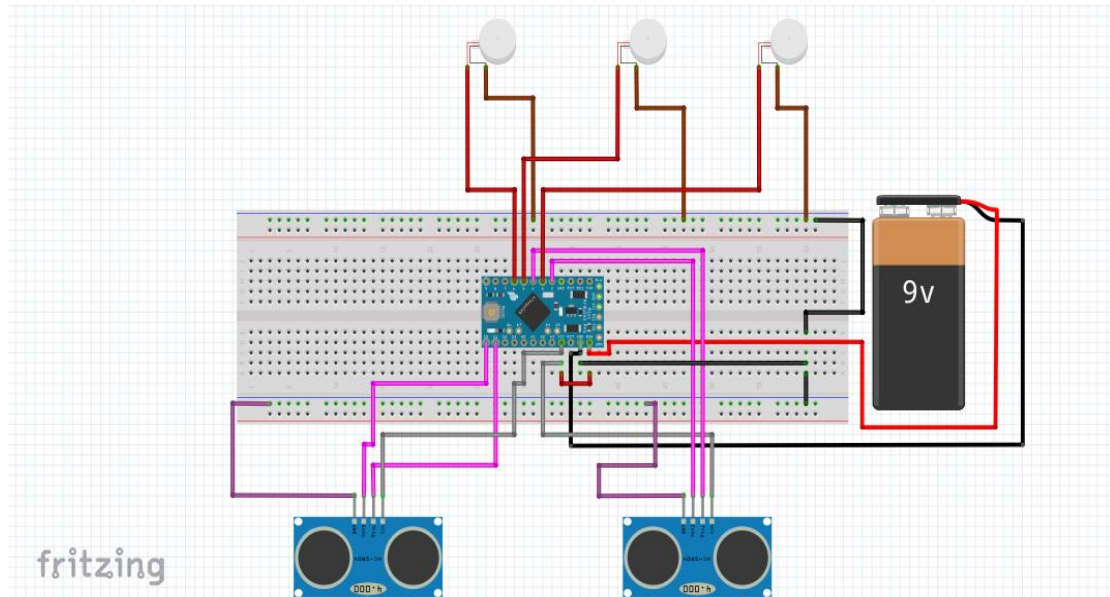
Η συνδεσμολογία των ακροδεκτών παρουσιάζεται συνοπτικά στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 5: Συνδεσμολογία των ακροδεκτών του κυκλώματος

Γείωση Κινητήρων Δόνησης (Καφέ καλώδια)	<i>GND</i>
Τάση Κινητήρων Δόνησης (Κόκκινα καλώδια)	<ul style="list-style-type: none">• 3• 5• 6
Vcc Υπερηχητικών Αισθητήρων (Γκρι καλώδιο)	<i>Vcc</i>
GND Υπερηχητικών Αισθητήρων (Μοβ καλώδιο)	<i>GND</i>
Trig Υπερηχητικών Αισθητήρων (Ροζ καλώδιο)	<ul style="list-style-type: none">• 11• 4
Echo Υπερηχητικών Αισθητήρων (Ροζ)	<ul style="list-style-type: none">• 10• 2
Τάση Μπαταρίας (Κόκκινο καλώδιο)	<i>RAW</i>
Γείωση Μπαταρίας (Μαύρο καλώδιο)	<i>GND</i>

Τα χρώματα καλωδίων που αναφέρονται στον παραπάνω πίνακα, αφορούν στα χρώματα που χρησιμοποιήθηκαν για την προσομοίωση του κυκλώματος στο Fritzing.

Στην παρακάτω εικόνα δίνεται η προσομοίωση του κυκλώματος που δημιουργήθηκε για τη λειτουργία του GlovAid στο Fritzing:



Εικόνα 2-21: Προσομοίωση αναλογικού κυκλώματος μέσω Fritzing

3 ΚΕΦΑΛΑΙΟ-ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται αναφορά στο λογισμικό περιβάλλον του Arduino Pro Mini και παραθέτονται κομμάτια του κώδικα που δημιουργήθηκε για τη λειτουργία του GlonAid. Στις παρακάτω ενότητες ακολουθεί αναλυτική περιγραφή τους για την καλύτερη κατανόηση του κώδικα.

3.1 Λογισμικό Περιβάλλον- IDE (Integrated Drive Electronics)

Το λογισμικό περιβάλλον του Arduino είναι έτσι σχεδιασμένο ώστε να μπορεί εύκολα να χρησιμοποιηθεί από οποιονδήποτε χρήστη ακόμα και αν αυτός δεν κατέχει εμπειρία στο αντικείμενο. Αποτελείται από ένα πρόγραμμα επεξεργασίας κειμένου, μία περιοχή μηνυμάτων η οποία ονομάζεται κονσόλα, ένα μενού και μία γραμμή εργαλείων. Τα προγράμματά του ονομάζονται σκίτσα-sketches και δημιουργούνται σε ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης, το IDE, το οποίο συνδέεται με το υλικό κομμάτι του Arduino, τρέχει τον κώδικα και παρέχει μία επικοινωνία μεταξύ τους.

Οι κώδικες γράφονται στο πρόγραμμα επεξεργασίας κειμένου, το οποίο επιτρέπει, εκτός από την εγγραφή, την τροποποίηση του προγράμματος με τη συγγραφή του. Κάτω από τον επεξεργαστή υπάρχει ένας μακρύς, ορθογώνιος χώρος ο οποίος συνιστά την κονσόλα μηνυμάτων. Σε αυτήν εμφανίζονται τυχόν σφάλματα, σχόλια και ενδείξεις ότι το σκίτσο τηρεί τις προϋποθέσεις για την ορθή λειτουργία του. Η γραμμή εργαλείων επιτρέπει την επικύρωση, το ανέβασμα, την αποθήκευση και το άνοιγμα της σειριακής οθόνης επάνω δεξιά. Το μενού επιτρέπει την επιλογή μικροελεγκτή-πλακέτας, επεξεργαστή και θύρας επικοινωνίας. Επιπλέον, επιτρέπει τη δημιουργία νέου σκίτσου, παρέχει βιβλιοθήκες για εργασία ή χειρισμό δεδομένων και προσφέρει βοήθεια καθώς επίσης και άλλες ποικίλες λειτουργίες.



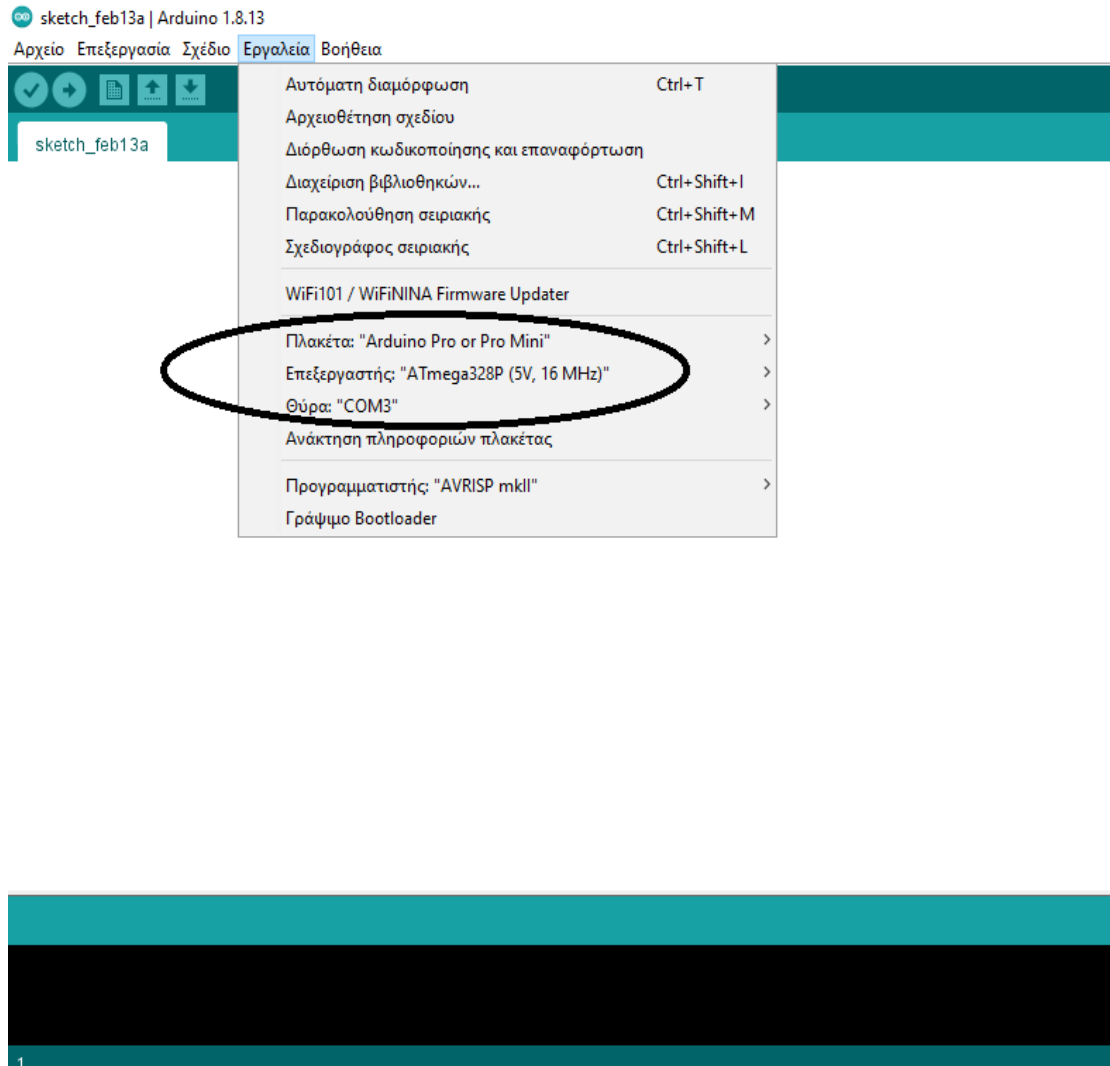
Πρόγραμμα επεξεργασίας κειμένου

Κονσόλα μηνυμάτων



Εικόνα 3-1: Τα μέρη του λογισμικού περιβάλλοντος του Arduino

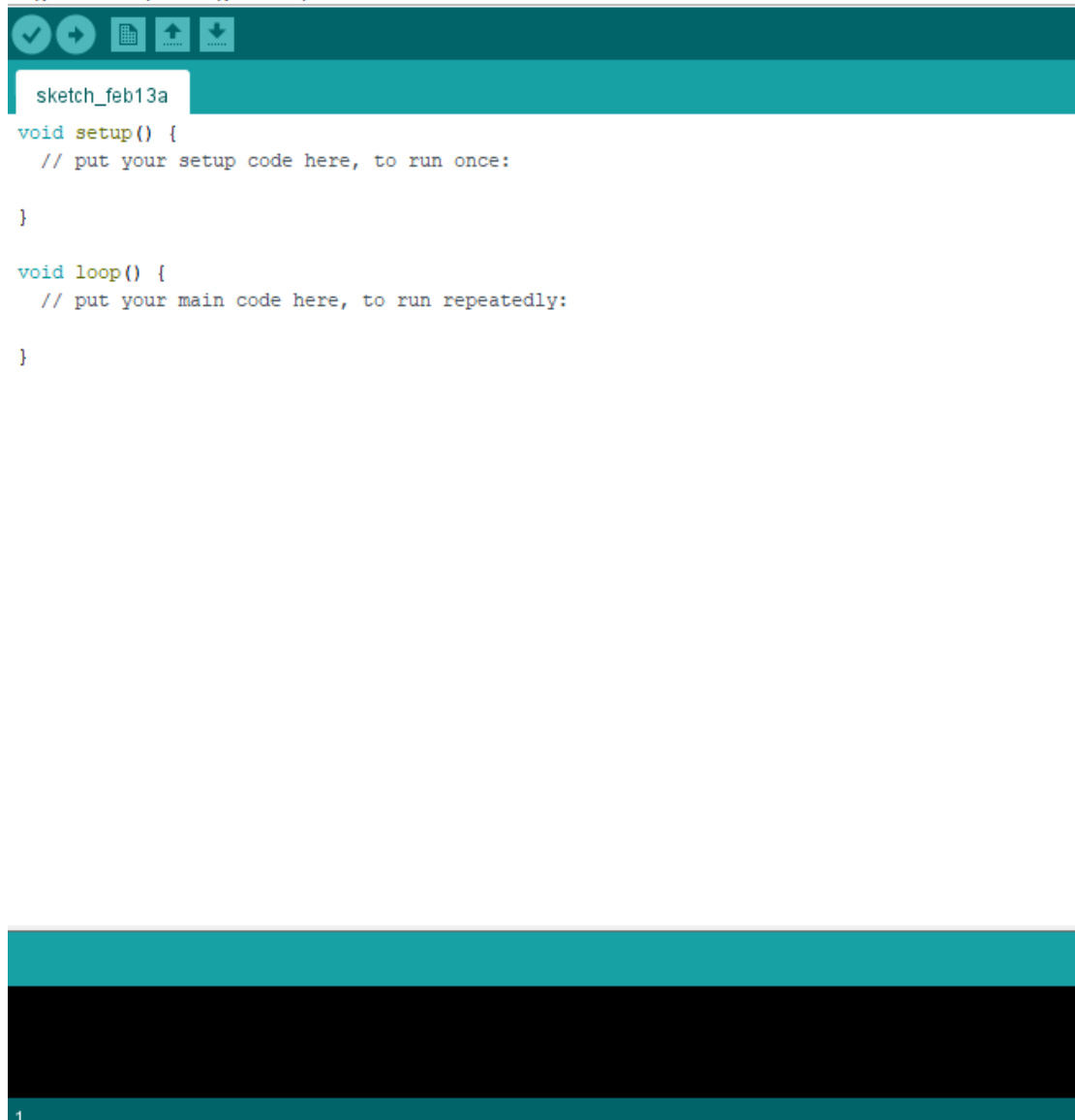
Σε πρώτο στάδιο, αυτό που πρέπει να συμβεί είναι η λήψη του λογισμικού IDE από τον υπολογιστή. Το αναπτυξιακό περιβάλλον του Arduino διατίθεται δωρεάν στο διαδίκτυο και πολύ εύκολα και άμεσα μπορεί να πραγματοποιηθεί η λήψη του. Αμέσως μετά τη λήψη του λογισμικού γίνεται η σύνδεση της πλακέτας του μικροελεγκτή με τον υπολογιστή. Σε δεύτερο στάδιο και πριν από οποιαδήποτε μεταφόρτωση κάποιου σκίτσου, από το μενού εργαλείων πρέπει να γίνουν κάποιες απαραίτητες διαδικασίες. Αρχικά, πρέπει να γίνει η επιλογή της πλακέτας Arduino η οποία θα χρησιμοποιηθεί για την υλοποίηση του έργου. Στη συνέχεια, επιλέγεται η σειριακή θύρα για επικοινωνία με τον υπολογιστή. Όσον αφορά στα Windows, οι επιλογές είναι ανάμεσα σε COM_1 - COM_x και αναλόγως το μέγεθος του μικροελεγκτή γίνεται η επιλογή της σωστής θύρας. Τέλος, γίνεται η επιλογή του επεξεργαστή στον οποίο βασίζεται το πρόγραμμα. Για το συγκεκριμένο έργο χρησιμοποιήθηκαν η πλακέτα Arduino Pro Mini με επεξεργαστή Atmega328P και η σειριακή θύρα COM_3 . Αφού επιλεχθούν τα συγκεκριμένα στοιχεία, το αναπτυξιακό περιβάλλον είναι έτοιμο για τη μεταφόρτωση του σκίτσου. Είναι σημαντικό πριν από οποιαδήποτε νέα εργασία να ελέγχονται αυτές οι παράμετροι. Μόλις ολοκληρωθεί η μεταφόρτωση, το λογισμικό του Arduino θα εμφανίσει μήνυμα ή σφάλμα στην κονσόλα μηνυμάτων (44), (39).



Εικόνα 3-2: Επιλογή πλακέτας, επεξεργαστή, θύρας

Τα προγράμματα που γράφονται στο αναπτυξιακό περιβάλλον του Arduino έχουν όλα μία συγκεκριμένη δομή:

- Τη δήλωση μεταβλητών και σταθερών
- Την αρχικοποίηση τιμών και τον χαρακτηρισμό τους
- Το κυρίως πρόγραμμα



```
sketch_feb13a
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
}
```

Εικόνα 3-3: Η δομή του λογισμικού περιβάλλοντος του Arduino

Τα σκίτσα του Arduino βασίζονται σε μία γλώσσα προγραμματισμού η οποία ονομάζεται *Wiring*. Η γλώσσα *Wiring* αποτελεί παραλλαγή της *C/C++* και είναι κατάλληλη για επεξεργαστές, όπως ο Atmega. Υποστηρίζει όλες τις βασικές δομές της γλώσσας *C* και επιπλέον κάποια χαρακτηριστικά της *C++*. Λόγω της ομοιότητας αυτών των γλωσσών είναι εφικτό στο λογισμικό περιβάλλον του Arduino να χρησιμοποιούνται οι ίδιες βασικές εντολές και συναρτήσεις με τον ίδιο ακριβώς τρόπο που χρησιμοποιούνται και στη γλώσσα *C*. Πέρα από αυτό όμως η γλώσσα *Wiring* διαθέτει και επιπλέον δικές τις ειδικές εντολές, συναρτήσεις και σταθερές που βοηθούν στη διαχείριση και επικοινωνία του λογισμικού του μικροελεγκτή με το υλικό (45).

Στα επόμενα υποκεφάλαια θα γίνει περιγραφή και ανάλυση κάποιων από των εντολών και συναρτήσεων της γλώσσας *Wiring*.

3.2 Παράθεση και αναλυτική περιγραφή του κώδικα

3.2.1 Δήλωση μεταβλητών και σταθερών

Η δήλωση μεταβλητών και σταθερών αποτελεί το πρώτο βήμα για τη σύνταξη του κώδικα που δημιουργείται. Παίζουν καθοριστικό ρόλο στην πορεία του προγράμματος αφού αλλάζοντας τις τιμές τους επιτυγχάνονται διάφορες λειτουργίες. Στη μεταβλητή αποθηκεύεται μία τιμή για μεταγενέστερη χρήση. Η δήλωση μίας μεταβλητής ορίζει τον τύπο της, δηλαδή αν είναι χαρακτήρας, ακέραιος αριθμός, λογική τιμή κ.ά. και κάποιες φορές και την τιμή της. Το όνομα κάθε μεταβλητής ή σταθεράς είναι μοναδικό και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για κάτι επιπλέον. Πρέπει να συντάσσεται με αγγλικούς χαρακτήρες και δεν μπορεί να ξεκινά με αριθμό. Κάποιοι από τους βασικότερους τύπους μεταβλητών είναι οι εξής:

- *int*, ακέραια τιμή που κυμαίνεται από -32.768 έως 32.767
- *float*, δεκαδική τιμή που κυμαίνεται από $-3.4028235E + 38$ έως $3.4028235E + 38$
- *char*, τιμή χαρακτήρα (π.χ. *A*)

Όσον αφορά στις σταθερές πριν από τον τύπο και το όνομα μεταβλητής μπαίνει η εντολή *const*. Στη δήλωση σταθερών υποχρεωτικά δηλώνεται εκτός από τον τύπο και το όνομα και η τιμή της, ενώ όσον αφορά στις μεταβλητές ο ορισμός της τιμής τους μπορεί να γίνει και μεταγενέστερα στο πρόγραμμα (46).

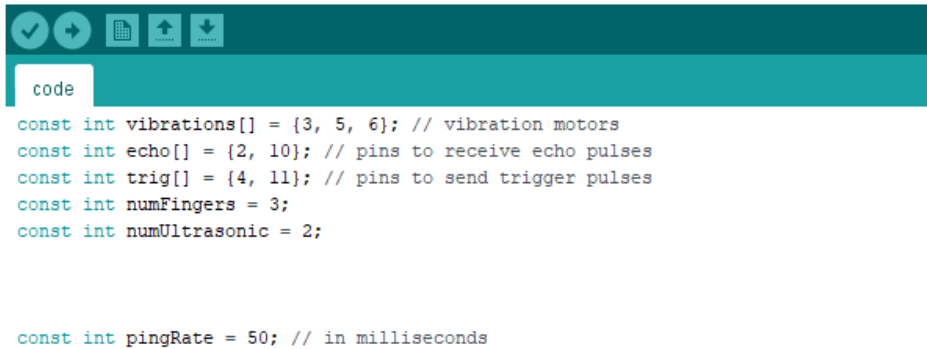
Στον κώδικα που δημιουργήθηκε για τη λειτουργία του *GlonAid* χρησιμοποιήθηκαν μεταβλητές και σταθερές τύπου *int*. Ως σταθερές δηλώθηκαν οι θέσεις των κινητήρων δόνησης, των υπερηχητικών αισθητήρων, τα σύνολα που τους απαρτίζουν αντίστοιχα και το *pingRate* το οποίο δηλώνει καθυστέρηση. Είναι στην ουσία ο χρόνος που απαιτείται για τη μετάδοση και επιστροφή του αιτήματος με το αποτέλεσμα (47). Ως μεταβλητές δηλώθηκαν στοιχεία τα οποία πολύ πιθανόν να αλλάξουν τιμές στην πορεία του προγράμματος, όπως η μέγιστη απόσταση, το πλάτος καθυστέρησης, η τιμή ενός πίνακα ακεραίων και οι χρόνοι για τους ακροδέκτες *trigger* και *echo*.

```
int readings[] = {1023, 1023, 1023, 1023, 1023};

int lastPing = 0;

int triggerPullDown = 2;           // in microseconds
int pingWidth = 10;                // in microseconds
int maxDist = 200;                 // in cm
int echoTimeout = maxDist * 2 * 29; // in microseconds
```

Εικόνα 3-4: Δήλωση μεταβλητών



```
code
const int vibrations[] = {3, 5, 6}; // vibration motors
const int echo[] = {2, 10}; // pins to receive echo pulses
const int trig[] = {4, 11}; // pins to send trigger pulses
const int numFingers = 3;
const int numUltrasonic = 2;

const int pingRate = 50; // in milliseconds
```

Εικόνα 3-5: Δήλωση σταθερών

3.2.2 Αρχικοποίηση τιμών και χαρακτηρισμός τους

Η αρχικοποίηση τιμών και ο χαρακτηρισμός τους αποτελεί το δεύτερο βήμα για τη σύνταξη του κώδικα σύμφωνα με τη δομή που πρέπει να έχει. Η αρχικοποίηση και ο χαρακτηρισμός γίνονται κάτω από τη συνάρτηση *void setup*. Η *void* χρησιμοποιείται για τη δήλωση συνάρτησης και υποδεικνύει ότι η συνάρτηση δε θα επιστρέψει πληροφορία (48). Εδώ, δηλώνει τη συνάρτηση *setup* η οποία καλείται όταν τρέχει ο κώδικας για πρώτη φορά. Στη συνάρτηση *void setup* γράφονται όλες οι εντολές που πρέπει να τρέξουν όταν ενεργοποιείται η μονάδα (49). Η *setup* εκτελείται μόνο μία φορά μετά την ενεργοποίηση και μετά από Επαναφορά-*RESET* του Arduino.

Στον κώδικα που δημιουργήθηκε για το GlovAid, μέσα στη *void setup* υπάρχει η συνθήκη *for*. Αυτή χρησιμοποιείται για κάθε λειτουργία που χρειάζεται επανάληψη υπό συγκεκριμένες συνθήκες. Οι εντολές που πρέπει να επαναλαμβάνονται βρίσκονται εντός των αγκυλών, εντός του βρόγχου δηλαδή όπως ονομάζεται. Η συνθήκη *for* είναι της μορφής:

```
For (αρχικοποίηση; κατάσταση; αύξηση) {
//εντολές;
}
```

Η αρχικοποίηση είναι ο πρώτος όρος της συνθήκης που γίνεται και λαμβάνει χώρα μία φορά. Κάθε φορά που τρέχει η συνθήκη η κατάσταση ελέγχεται. Αν η κατάσταση είναι *ΑΛΗΘΗΣ*, εκτελούνται οι υπόλοιπες εντολές εντός του βρόγχου *for* ξανά και ξανά, μέχρι η κατάσταση να είναι *ΨΕΥΔΗΣ*. Σε αυτήν την περίπτωση ο βρόγχος τερματίζεται και εκτελούνται οι εντολές μετά από αυτόν (50).

Στον κώδικα για το GlovAid στην αρχικοποίηση τιμών εντός της συνάρτησης *void setup* εκτελείται μία συνθήκη *for* και στην περίπτωση που η συνθήκη βγει *ΑΛΗΘΗΣ*, εκτελούνται κάποιες συναρτήσεις. Πιο συγκεκριμένα εκτελείται η συνάρτηση *pinMode(pin, mode)*; δύο φορές. Η *pinMode* είναι υπεύθυνη για το χαρακτηρισμό των ακροδεκτών, δηλαδή για το αν ο ακροδέκτης στον οποίο αναφέρεται αποτελεί είσοδο (*INPUT*) ή έξοδο (*OUTPUT*) (51). Ακόμα πιο συγκεκριμένα για αυτόν τον

κώδικα, η σταθερά *echo* που αφορά στο ηχείο του υπερηχητικού αισθητήρα χαρακτηρίστηκε ως είσοδος και η σταθερά *trig* του ίδιου αισθητήρα χαρακτηρίστηκε ως έξοδος. Αυτό συνέβη διότι το ηχείο στέλνει το σήμα που θα ληφθεί από το μικρόφωνο και στη συνέχεια το δεύτερο θα ανιχνεύσει την απόσταση. Αν από την άλλη πλευρά η συνθήκη *for* βγει *ΨΕΥΔΗΣ*, ο βρόγχος κλείνει και εκτελείται η εντολή που είναι εκτός αυτού. Η εντολή αυτή είναι η *Serial.begin(9600)*; η οποία ενεργοποιεί τη σειριακή θύρα επικοινωνίας ώστε να υπάρξει επικοινωνία μεταξύ του υπολογιστή και της πλακέτας του Arduino. Ο αριθμός στο εσωτερικό των παρενθέσεων δείχνει το ρυθμό αποστολής των δεδομένων σε *bits* ανά δευτερόλεπτο (52).

```
code

void setup() {
  for (int i = 0; i < numFingers; i++)
  {
    pinMode(vibrations[i], OUTPUT);
  }
  //setup distance sensors
  for (int i = 0; i < numUltrasonic; i++)
  {
    pinMode(echo[i], INPUT);
    pinMode(trig[i], OUTPUT);
  }
  Serial.begin(9600);
}
```

Εικόνα 3-6: Αρχικοποίηση τιμών μεταβλητών και χαρακτηρισμός εισόδων/εξόδων

3.2.3 Κυρίως πρόγραμμα

Η συγγραφή του κυρίως προγράμματος αποτελεί το τρίτο και τελευταίο βήμα για τη σύνταξη του κώδικα στο αναπτυξιακό περιβάλλον του Arduino. Η συγγραφή αυτού του κομματιού γίνεται μέσα στη συνάρτηση *void loop*. Αυτή τη φορά η *void* χρησιμοποιείται για τη δήλωση της συνάρτησης *loop*. Μετά την κλήση της *setup* και την αρχικοποίηση και το χαρακτηρισμό τιμών καλείται η *loop*. Η συνάρτηση *loop* από την πρώτη στιγμή που θα κληθεί θα καλείται και θα τρέχει συνεχώς από την αρχή έως ότου απενεργοποιηθεί η πλακέτα του Arduino ή πατηθεί το κουμπί *RESET* για επαναφορά. Μέσα στη *void loop* συντάσσονται όλες οι εντολές και οι συναρτήσεις που είναι απαραίτητες για τη λειτουργία του υλικού (53).

Όσον αφορά στον κώδικα που δημιουργήθηκε για το GlovAid, εντός της συνάρτησης *void loop* έγινε αρχικά δήλωση μίας μεταβλητής που θα χρησιμοποιηθεί παρακάτω, ενώ μετέπειτα παρουσιάζονται οι συνθήκες *if* και *for* οι οποίες αφού τρέξουν εκτελούνται και κάποιες άλλες εντολές ή συναρτήσεις που βρίσκονται εντός των βρόγχων τους. Η συνθήκη *for*, όπως έχει προαναφερθεί, χρησιμοποιείται για λειτουργίες που χρειάζονται συνεχώς επανάληψη εάν καλύπτουν κάποιες

προϋποθέσεις. Η συνθήκη *if* από την άλλη χρησιμοποιείται για έλεγχο μίας συνθήκης και είναι της μορφής:

```
If (προϋπόθεση) {
```

```
//δήλωση;
```

```
}
```

Η προϋπόθεση αφορά στον πρώτο όρο της συνθήκης και ελέγχεται μία φορά. Κάθε φορά που τρέχει η συνθήκη γίνεται έλεγχος της προϋπόθεσης. Αν η προϋπόθεση χαρακτηριστεί ως *ΑΛΗΘΗΣ*, τότε θα εκτελεστούν οι δηλώσεις που βρίσκονται εντός των αγκυλών της συνθήκης *if*, ενώ αν η προϋπόθεση χαρακτηριστεί ως *ΨΕΥΔΗΣ*, τότε αγνοείται ο κώδικας και εκτελούνται οι εντολές που υπάρχουν εκτός της συνθήκης, εάν υπάρχουν. Η συνθήκη *if* χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με τελεστές σύγκρισης ώστε να γίνεται ο έλεγχος της προϋπόθεσης. Οι τελεστές σύγκρισης δίνονται παρακάτω:

- ==, σύμβολο ισότητας
- !=, σύμβολο ανισότητας
- <, σύμβολο που δείχνει πως το αριστερά στοιχείο είναι μικρότερο από το στοιχείο στα δεξιά
- >, σύμβολο που δείχνει πως το αριστερά στοιχείο είναι μεγαλύτερο από το στοιχείο στα δεξιά
- <=, σύμβολο που δείχνει πως το αριστερά στοιχείο είναι μικρότερο ή ίσο σε σχέση με το στοιχείο δεξιά
- >=, σύμβολο που δείχνει πως το αριστερά στοιχείο είναι μεγαλύτερο ή ίσο σε σχέση με το στοιχείο δεξιά (54).

Πιο συγκεκριμένα για τον κώδικα, στην αρχή της *void loop*, γίνεται η δήλωση της μεταβλητής *now=millis()*; η οποία χρησιμοποιείται παρακάτω. Η εντολή *millis* επιστρέφει το χρόνο σε χιλιοστά του δευτερολέπτου που πέρασε από τη στιγμή που άρχισε να τρέχει το πρόγραμμα (55). Στη συνέχεια εκτελείται η συνθήκη *if* για την οποία εάν η προϋπόθεση βγει *ΑΛΗΘΗΣ*, εκτελούνται οι εντολές εντός του βρόγχου της. Αρχικά, εκτελείται μία συνθήκη *for* η οποία για όσο είναι *ΑΛΗΘΗΣ* εκτελούνται οι εντολές *digitalWrite* και *delayMicroseconds* που βρίσκονται εντός του βρόγχου της. Με την εντολή *digitalWrite* χαρακτηρίζεται μία τιμή σε έναν ψηφιακό ακροδέκτη ως *HIGH* ή *LOW*. Η τιμή που χαρακτηρίζεται ως *HIGH* ή *LOW* είναι η *trig*, η οποία προηγουμένως έχει χαρακτηριστεί ως *OUTPUT*, δηλαδή ως έξοδος. Μία μεταβλητή που έχει τεθεί ως *OUTPUT*, όταν χαρακτηριστεί ως *HIGH* σημαίνει ότι ο ακροδέκτης στον οποίο συνδέεται έχει τάση *5V* για πλακέτες *5V*, ενώ όταν χαρακτηριστεί ως *LOW* σημαίνει ότι ο ακροδέκτης έχει τάση *0V* (56). Η συγκεκριμένη εντολή εκτελείται τρεις φορές διαδοχικά από *LOW* σε *HIGH* και πάλι σε *LOW* σε συνδυασμό με την εντολή *delayMicroseconds*, η οποία έχει την

ικανότητα να ορίζει μία καθυστέρηση, σε χιλιοστά του δευτερολέπτου, η οποία έχει διάρκεια που ορίζεται από τον προγραμματιστή (57).



```
void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  navLoop();
}

void navLoop()
{
  int now = millis();

  if (now - lastPing > pingRate)
  {
    for (int i = 0; i < numUltrasonic; i++)
    {
      // Send a ping
      digitalWrite(trig[i], LOW);
      delayMicroseconds(triggerPullDown);
      digitalWrite(trig[i], HIGH);
      delayMicroseconds(pingWidth);
      digitalWrite(trig[i], LOW);
    }
  }
}
```

Εικόνα 3-7: Η συνάρτηση *void loop*, η συνθήκη *if* και οι εντολές *millis*, *digitalWrite*, *delayMicroseconds*

Έπειτα, στο κυρίως πρόγραμμα και εντός των βρόγχων *for* και *if* γίνεται η δήλωση ακόμα μίας μεταβλητής, τύπου *float*, η οποία υπολογίζεται με την εντολή *pulseIn* η οποία διαβάζει έναν παλμό, είτε είναι *HIGH* είτε *LOW* και μετρά το χρόνο που χρειάζεται ώστε να γίνει αλλαγή κατάστασης στο συγκεκριμένο ακροδέκτη (από *HIGH* σε *LOW* και το αντίθετο) (58). Στη συνέχεια, γίνεται η μετατροπή της τιμής της απόστασης σε εκατοστά και σε αυτό το σημείο, εντός της συνθήκης *for*, προστίθεται μία ακόμα συνθήκη *if* η οποία έχει τη δική της προϋπόθεση και έχει σκοπό να ελέγξει την απόσταση. Τελευταία εντολή της συνθήκης *for* είναι η συνάρτηση *Serial.print()*; μέσω της οποίας εκτυπώνονται δεδομένα στη σειριακή θύρα ως κείμενο *ASCII* αναγνώσιμο από τον άνθρωπο. Οι αριθμοί εκτυπώνονται χρησιμοποιώντας έναν χαρακτήρα *ASCII* για κάθε ψηφίο και τα *byte* αποστέλλονται ως ένας μόνο χαρακτήρας (59).

```

// Listen for echo and compute distance
float dist = pulseIn(echo[i], HIGH, echoTimeout);
dist = dist / 58; // convert to centimeters
if (dist <= 0) dist = maxDist;

readings[numFingers + i] = dist;
Serial.print(" distance "); Serial.print(i+1); Serial.print(" = "); Serial.print(dist);

}

```

Εικόνα 3-8: Οι εντολές *float*, *pulseIn*, η συνθήκη *if* και η συνάρτηση *Serial.print*

Πρώτη εντολή εκτός του βρόγχου *for*, στην αρχή της *void loop*, είναι η *Serial.println()*; η οποία επιστρέφει τον αριθμό των *byte* που γράφτηκαν και διαθέτει χαρακτήρα επιστροφής μεταφοράς και χαρακτήρα νέας γραμμής (60). Στο τελευταίο κομμάτι του σκίτσου για το *GlouAid* συντάσσεται μία ακόμα συνθήκη *for*, εντός του βρόγχου *if*, σύμφωνα με την οποία εάν η κατάσταση της βγει *ΑΛΗΘΗΣ*, δηλώνεται μία μεταβλητή και στη συνέχεια γίνεται έλεγχος τιμής σε μία γραμμή, δηλαδή:

v = (συνθήκη)? επιστρέφει_αυτό_αν_η_συνθήκη_της_παρένθεσης_είναι_αληθής; αλλιώς_επιστρέφει_αυτό;

Τελευταία εντολή εκτός του βρόγχου *for* είναι η *analogWrite*, σύμφωνα με την οποία γράφεται μία αναλογική τιμή (κύμα *PWM*) σε έναν ακροδέκτη. Στη συγκεκριμένη περίπτωση χρησιμοποιείται για την κίνηση των κινητήρων δόνησης σε διάφορες ταχύτητες, με μέγιστη δόνηση στα *10cm* και απουσία δόνησης στα *150cm*. Η εντολή δημιουργεί ένα σταθερό τετραγωνικό κύμα καθορισμένου κύκλου λειτουργίας μέχρι την επόμενη κλήση της εντολής *analogWrite* (61). Τέλος και πριν τον τερματισμό του βρόγχου *if* και του κώδικα, δίνεται ξανά ο χρόνος σε χιλιοστά του δευτερολέπτου από τη στιγμή που ξεκίνησε να τρέχει το πρόγραμμα με την εντολή *millis*.

```

Serial.println();
//vibrate (1.5 meters = no vibration, 10cm = full intensity)
for (int i = 0; i < numUltrasonic; i++)
{
    int v = (readings[numFingers + i] - 10) / 150 * 256;
    v = v > 255 ? 255 : v;
    v = v < 0 ? 0 : v;
    analogWrite(vibrations[i * 2], 255 - v);
}

lastPing = millis();
}
}

```

Εικόνα 3-9: Η συνθήκη *for*, ο έλεγχος τιμής σε μία γραμμή και οι εντολές *analogWrite* και *millis*

4 ΚΕΦΑΛΑΙΟ-ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ, ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ

Όπως έχει αναφερθεί στα προηγούμενα κεφάλαια, το GlovAid είναι ένας μηχανισμός που δημιουργήθηκε για να προσφέρει βοήθεια στην καθημερινότητα ανθρώπων με προβλήματα όρασης. Έχει τη δυνατότητα να ανιχνεύει την απόσταση από φυσικά αντικείμενα ή εμπόδια δείχνοντας τη σωστή κατεύθυνση για την αποφυγή τους. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση υπερήχων, οι οποίοι με τη βοήθεια ηχητικών κυμάτων υψηλής συχνότητας μετρούν αποστάσεις και βοηθούν στην αποφυγή εμποδίων, και με τη χρήση κινητήρων δόνησης, οι οποίοι δημιουργούν δονήσεις διαφόρων εντάσεων, οι οποίες εξαρτώνται από την απόσταση και υποδηλώνουν αλλαγή κατάστασης στο χρήστη. Με το πρόγραμμα που δημιουργήθηκε στον μικροελεγκτή Arduino Pro Mini, η απόσταση στην οποία μπορεί το GlovAid να ανιχνεύσει εμπόδιο είναι μέχρι πριν τα *150cm*. Ουσιαστικά, στα *10cm* παρατηρείται μέγιστη δόνηση, ενώ στα *150cm* παρατηρείται απουσία δόνησης. Αυτό σημαίνει πώς όσο πιο κοντά βρίσκεται ο χρήστης στο εμπόδιο, τόσο πιο δυνατή θα είναι η δόνηση ώστε να προειδοποιεί για αλλαγή κατεύθυνσης. Σε πρακτικό επίπεδο και αφού το GlovAid τέθηκε σε λειτουργία προέκυψαν τα παρακάτω αποτελέσματα:

1. Σωστή λειτουργία υπερηχητικών αισθητήρων όταν αυτοί δεν αλληλεπιδρούν με κάποια επιφάνεια.
2. Απουσία δόνησης όταν δεν υπάρχει στην ακτίνα ανίχνευσης των αισθητήρων φυσικό εμπόδιο ή αντικείμενο.
3. Δόνηση διαβαθμισμένης έντασης όταν ανιχνεύεται στο πεδίο ανίχνευσης των αισθητήρων φυσικό εμπόδιο ή αντικείμενο εξαρτώμενη από την απόσταση.
4. Μέγιστη δόνηση στα *9-10cm*.
5. Απουσία δόνησης μετά τα *150cm*.

Συμπερασματικά και έπειτα από αρκετές δοκιμές για τη σωστή λειτουργία του GlovAid, παρατηρήθηκε πώς οι υπερηχητικοί αισθητήρες πρέπει να στερεωθούν με μία μικρή κλίση σε σημείο μακριά από κάποια επιφάνεια ώστε να μην παρέχουν ψεύτικες ενδείξεις οι οποίες θα προκαλούν δονήσεις στους κινητήρες δόνησης, που θα δημιουργούνται από ανακλάσεις πάνω στην επιφάνεια. Εάν τοποθετηθούν με αυτόν τον τρόπο παρέχουν σωστή λειτουργία στο μηχανισμό του GlovAid, το οποίο θα δονείται μόνο όταν το επιτρέπουν οι συνθήκες του κώδικα. Συγκεκριμένα, με αυτόν τον τρόπο αποτρέπεται η συνεχής δόνηση ή η ανούσια δόνηση της συσκευής όταν δεν υπάρχει κάποιο φυσικό εμπόδιο ή αντικείμενο στο εύρος ανίχνευσης των υπερηχητικών αισθητήρων, καθώς επίσης αποκλείονται οι ψευδενδείξεις. Παρατηρείται μέγιστη δόνηση στα *9-10cm* περίπου. Η μικρή απόκλιση από τον κώδικα στον οποίο έχει συνταχθεί η ύπαρξη μέγιστης δόνησης στα *10cm*, προκύπτει εξαιτίας της ακρίβειας του υπερηχητικού αισθητήρα που διαθέτει ανίχνευση εύρους με ακρίβεια στο *1cm*. Για τις αποστάσεις από τα *10cm* και μετά η ένταση της δόνησης φθίνει σταδιακά (διαβαθμισμένη ένταση) όσο η απόσταση ανάμεσα στο

GloVAid και το φυσικό εμπόδιο ή αντικείμενο αυξάνει φτάνοντας έως τα *150cm*, οπότε και η δόνηση παύει να υφίσταται, γεγονός αναμενόμενο αφού αυτή η εντολή έχει συνταχθεί στον κώδικα.

Όσον αφορά στις μελλοντικές επεκτάσεις, αρχικός στόχος είναι η προσθήκη ενός ακόμα κινητήρα δόνησης, η προσθήκη τεσσάρων αισθητήρων υπέρυθρης ακτινοβολίας-IR Reflectance Sensors στο κύκλωμα, ενός ηχείου, ενός κουμπιού-push button και μίας κάμερας και η μεταφορά του κυκλώματος που έχει δημιουργηθεί πάνω σε υφασμάτινο γάντι, ώστε να πάρει σώμα η ονομασία της κατασκευής. Σε πρώτο στάδιο, με τρισδιάστατο εκτυπωτή-3D printer γίνεται εκτύπωση θηκών για τους δύο υπερηχητικούς αισθητήρες, τους τέσσερις αισθητήρες υπέρυθρης ακτινοβολίας, τους τέσσερις κινητήρες δόνησης και τον υπόλοιπων εξαρτημάτων. Χρειαζόμαστε τέσσερις κινητήρες δόνησης και τέσσερις αισθητήρες υπέρυθρων, έναν για κάθε δάχτυλο του χεριού εκτός του αντίχειρα. Με αυτόν τον τρόπο στερεώνονται τα υλικά και δεν μπορούν να κουνηθούν όσο το γάντι βρίσκεται σε λειτουργία. Στη συνέχεια όλα τα μέρη του κυκλώματος ράβονται πάνω στο γάντι. Οι δύο υπερηχητικοί αισθητήρες τοποθετούνται στο πάνω μέρος του χεριού, όπως επίσης το ηχείο, ενώ οι κινητήρες δόνησης και οι αισθητήρες υπέρυθρης ακτινοβολίας στα ακροδάχτυλα (εκτός του αντίχειρα). Η κάμερα θα μπορούσε να τοποθετηθεί είτε στο σημείο της παλάμης είτε στο επάνω μέρος του γαντιού, ενώ το κουμπί πανικού στον καρπό. Πιο συγκεκριμένα για τους υπερηχητικούς αισθητήρες, τοποθετούνται και ράβονται με μία κλήση πάνω στο γάντι ώστε να διευρύνεται το οπτικό τους πεδίο. Ο λόγος για τον οποίο, επομένως, το κύκλωμα δεν προσαρμόστηκε επάνω στο γάντι όπως ήταν η αρχική σκέψη, ήταν το παραπάνω κόλλημα. Είναι πιθανό, σε δεύτερο στάδιο η δημιουργία ενός μεταλλικού γαντιού πάνω στο οποίο θα συγκολληθούν τα μέρη του κυκλώματος με πιο μόνιμο και στέρεο τρόπο, το οποίο θα παρέχει και μεγαλύτερη ανθεκτικότητα σε σχέση με το υφασμάτινο γάντι.

Όσον αφορά στις μελλοντικές επεκτάσεις-εφαρμογές που θα μπορούσε να έχει το GloVAid, εκτός του να ανιχνεύει την απόσταση από φυσικά αντικείμενα ή εμπόδια, με κάποιες προσαρμογές και προσθήκες στον υπάρχοντα κώδικα, θα ήταν εφικτό:

1. **Να βαθμονομηθεί.** Να δημιουργηθεί κώδικας σύμφωνα με τον οποίο κάθε τόνος του γκρι να αντιστοιχίζεται με μία διαφορετική δόνηση. Αυτό επιτυγχάνεται με τους κινητήρες δόνησης και τους αισθητήρες υπέρυθρης ακτινοβολίας, οι οποίοι λειτουργούν φωτίζοντας ένα LED Υπερύθρων (IR LED) και παρατηρώντας πόσο από αυτό το φως επιστρέφει, χρησιμοποιώντας ένα φωτοτρανζίστορ. Επειδή όταν το φως πέφτει σε σκούρα επιφάνεια ανακλάται λιγότερο φως από ότι σε μία ανοιχτόχρωμη, ο αισθητήρας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δείξει τη διαφορά ανάμεσα σε λευκές και μαύρες περιοχές.
2. **Να ανιχνεύει σχήματα.** Περιγράμματα σχημάτων με μαύρο χρώμα θα μπορούν να αναγνωριστούν με λίγη εξάσκηση και εύκολα όταν θα είναι σχεδιασμένα σε λευκό φόντο, εξαιτίας των διαφορετικών δονήσεων που

προσφέρει το γάντι για κάθε απόχρωση του γκρι και των υπέρυθρων αισθητήρων.

3. **Να αισθανθεί υφές.** Για τον ίδιο ακριβώς λόγο με την προηγούμενη εφαρμογή, θα είναι εφικτό να αναγνωρίσει υφές από διάφορα σχήματα ή εικόνες που θα αποτελούνται από αποχρώσεις του γκρι.
4. **Να ανιχνεύει την ένταση του φωτός.** Μέσω της λειτουργίας των υπέρυθρων αισθητήρων που περιγράφηκε παραπάνω θα μπορεί να ανιχνεύει αν ο χώρος στον οποίο βρίσκεται έχει φως ή είναι σκοτεινός.
5. **Να πληκτρολογεί.** Διαφορετική τοποθέτηση των δαχτύλων, και συνεπώς των αισθητήρων, πάνω σε λεία επιφάνεια να αντιστοιχίζεται με διαφορετικό γράμμα του αλφάβητου, έτσι ώστε με εκπαίδευση και εξάσκηση να είναι δυνατή η πληκτρολόγηση λέξεων ή φράσεων.
6. **Να διαθέτει κουμπί έκτακτης ανάγκης.** Με αυτό το κουμπί, ο χρήστης θα ειδοποιεί, μέσω ειδικού μηνύματος, το πρόσωπο που έχει επιλέξει για περίπτωση ανάγκης.
7. **Να λέει την ώρα.** Με την προσθήκη ενός ηχείου, το GlovAid θα έχει τη δυνατότητα να στέλνει ηχητικό μήνυμα λέγοντας τι ώρα είναι ακριβώς.
8. **Να αναγνωρίζει αντικείμενα.** Με την προσθήκη της κάμερας στο GlovAid ο χρήστης θα μπορεί να φωτογραφίζει κάποιο αντικείμενο και σε συνδυασμό με λογισμικά που θα μετατρέπουν τους χαρακτήρες της φωτογραφίας σε κείμενο και τη χρήση μικροφώνου, αυτός θα αντιλαμβάνεται τι αντικείμενο έχει μπροστά του.
9. **Να προσφέρει μασάζ.** Μία πιο διασκεδαστική τοποθέτηση. Το GlovAid θα έχει την ικανότητα να κάνει ελαφρύ μασάζ σε οποιαδήποτε περιοχή του σώματος από τη στιγμή που θα μεταδίδει στο σώμα τις δονήσεις που προκαλούνται από τους αισθητήρες στα ακροδάχτυλα.

Όλα αυτά μπορούν να πραγματοποιηθούν δημιουργώντας, παράλληλα με τα επιπρόσθετα κομμάτια κώδικα, μία εφαρμογή κατάλληλη για Smartphone, η οποία θα χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο της συσκευής και την οπτικοποίηση των μετρήσεων του αισθητήρα. Τα δεδομένα από τη συσκευή θα έχουν την ακόλουθη μορφή:

[κατάσταση]:[+/-/=] [διάβασμα τιμής]...[+/-/=][διάβασμα τιμής] [[κείμενο], όπου:

[κατάσταση]: Θα είναι ένας αριθμός από το 0-9 που θα δείχνει την τρέχουσα κατάσταση (από τις παραπάνω).

[+/-/=]: Θα υποδεικνύει τα όρια ανίχνευσης (τόνοι του γκρι, λευκό και μαύρο).

[διάβασμα τιμής]: Θα είναι ένας αριθμός που θα δείχνει την τάση από τους αισθητήρες υπέρυθρων και στη συνέχεια την απόσταση που μετράται από τους υπερηχητικούς αισθητήρες.

[κείμενο]: Η παράμετρος αυτή θα μπαίνει μόνο όταν γίνεται χρήση της λειτουργίας typing και θα δίνει τους χαρακτήρες.

Η εφαρμογή αυτή θα αναγνωρίζει τη λειτουργία, η οποία θα ενεργοποιείται (αριθμός από 0-9 που δείχνει την τρέχουσα κατάσταση) και θα τρέχει το αντίστοιχο κομμάτι κώδικα ώστε να εκτελείται η λειτουργία.

[E%B9%CF%82/%CF%89%CF%87%CF%81%CE%AC-%CE%BA%CE%B7%CE%BB%CE%AF%CE%B4%CE%B1/%CE%BD%CF%8C%CF%83%CE%BF%CF%82-%CF%84%CE%BF%CF%85-stargardt.](http://www.pstpekm.gr/fr/%CF%84%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AC-%CE%B2%CE%BF%CE%B7%CE%B8%CE%AE%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1-7)

15. **Πανελλήνιος Σύλλογος Τυφλών.** Πανελλήνιος Σύλλογος Τυφλών. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 21 Οκτώβριος 2020.] [http://www.pstpekm.gr/fr/%CF%84%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AC-%CE%B2%CE%BF%CE%B7%CE%B8%CE%AE%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1-7.](http://www.pstpekm.gr/fr/%CF%84%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AC-%CE%B2%CE%BF%CE%B7%CE%B8%CE%AE%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1-7)

16. **you are able.** you are able. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 21 Οκτώβριος 2020.] [https://sites.google.com/site/urablenow/possible-solutions/typhloi-atoma-me-meiomene-orase---eliana-konstantinou.](https://sites.google.com/site/urablenow/possible-solutions/typhloi-atoma-me-meiomene-orase---eliana-konstantinou)

17. **American Foundation for the Blind.** American Foundation for the Blind. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 21 Οκτώβριος 2020.] [https://www.afb.org/aw/6/5/14585.](https://www.afb.org/aw/6/5/14585)

18. **American Foundation for the Blind.** American Foundation for the Blind. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 21 Οκτώβριος 2020.] [https://www.afb.org/blindness-and-low-vision/braille/what-braille.](https://www.afb.org/blindness-and-low-vision/braille/what-braille)

19. **Blind-Low Vision NZ.** Blind-Low Vision NZ. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 21 Οκτώβριος 2020.] [https://blindlowvision.org.nz/how-we-can-help/library/daisy-player/.](https://blindlowvision.org.nz/how-we-can-help/library/daisy-player/)

20. **Πανεπιστήμιο Κύπρου.** Πανεπιστήμιο Κύπρου. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 21 Οκτώβριος 2020.] [http://library.ucy.ac.cy/el/services/users-with-disabilities/blind-partially-sighted.](http://library.ucy.ac.cy/el/services/users-with-disabilities/blind-partially-sighted)

21. **SC!FY.** SC!FY. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 13 Σεπτέμβριος 2020.] [http://www.scify.gr/site/el/projects/in-progress/leap.](http://www.scify.gr/site/el/projects/in-progress/leap)

22. **Στρέμπα, Σίσσυ.** infokids.cy. [Ηλεκτρονικό] 15 Οκτώβριος 2019. [Παραπομπή: 13 Σεπτέμβριος 2020.] [https://www.infokids.cy/ti-symvolizei-to-leyko-mpastouni-pou-k/.](https://www.infokids.cy/ti-symvolizei-to-leyko-mpastouni-pou-k/)

23. **λάρα.** λάρα Ελληνική Σχολή Σκύλων-Οδηγών Τυφλών. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 13 Σεπτέμβριος 2020.] [http://www.laraguidedogs.gr/guidedog.php.](http://www.laraguidedogs.gr/guidedog.php)

24. **Mascetti, Sergio, και συν., και συν.** ZebraRecognizer: Pedestrian crossing recognition for people with visual impairment or blindness. *Pattern Recognition*. 2016, σσ. 405-419.

25. **Başçiftçi, Fatih και Eldem, Ayşe.** An interactive and multi-functional refreshable Braille device for the visually impaired. 2016, σσ. 33-41.

26. **Huang, Hsinfu, Lin, Tai-Chun και Cai, Dengchuan.** Non-visual traffic signal information: An investigation of the recognition performance of blind users using the wearable tactile traffic lights assist device. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 2017, σσ. 1-9.

27. **Shepherd, Robert K., και συν., και συν.** Visual prostheses for the blind. *Trends in Biotechnology*. 2013, σσ. 562-571.

28. **Memon, Muhammad και Rizzo III, Joseph F.** Chapter 59 – The Development of Visual Prosthetic Devices to Restore Vision to the Blind. *Neuromodulation*. 2009, σσ. 723-742.
29. **Neto, Roberto και Fonseca, Nuno.** Camera reading for Blind People. *Procedia Technology*. 2014, σσ. 1200-1209.
30. **Mekhafi, Mohamed L., και συν., και συν.** Recovering the sight to blind people in indoor environments with smart technologies. *Expert Systems with Applications*. 2016, σ. 15.
31. **Prattico, Flavio, Cera, Carmelo και Petroni, Filippo.** A new hybrid infrared-ultrasonic electronic travel aids for blind people. *Sensors and Actuators A: Physical*. 2013, σσ. 363-370.
32. **Jenn, Tang.** Using ontology and RFID to develop a new Chinese Braille learning platform for blind students. *Expert Systems with Applications*. 2013, σσ. 2817-2827.
33. **Hungry Boys.** SeeLight. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 14 Φεβρουάριος 2021.] <https://seelight.possiblegroup.ru/en/#howitworks>.
34. **Scott Jung.** medgadget. [Ηλεκτρονικό] 18 Απρίλιος 2012. [Παραπομπή: 14 Φεβρουάριος 2021.] <https://www.medgadget.com/2012/04/lorm-glove-allows-deaf-blind-people-to-text-with-their-thumbs-and-fingers-and-palms-too.html>.
35. **Hänßgen, Daniel.** [Ηλεκτρονικό] 2015. [Παραπομπή: 14 Φεβρουάριος 2021.] https://serwiss.bib.hs-hannover.de/frontdoor/deliver/index/docId/880/file/Haen%c3%9fgen_HaptOSM_Creating_tactile_maps_for_blind_visually_impaired.pdf.
36. **RADIX.** RADIX. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 14 Φεβρουάριος 2021.] <https://www.radixtactile.com/2020/01/agd-tactile-solutions-help-sight-impaired-people-cross-the-road-safely/>.
37. **Banovic, Rebecca.** Forbes. [Ηλεκτρονικό] 20 Απρίλιος 2019. [Παραπομπή: 14 Φεβρουάριος 2021.] <https://www.forbes.com/sites/receccabanovic/2019/04/20/anora-the-smart-glove-helping-the-blind/?sh=f051fa9173e8>.
38. **Arduino.cc.** Arduino.cc. [Ηλεκτρονικό] 05 Φεβρουάριος 2018. [Παραπομπή: 10 Φεβρουάριος 2021.] <https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoProMini>.
39. **Margolis, Michael.** Arduino Cookbook. United States of America : O'Reilly Media, 2011.
40. **Last Minute Engineers.** Last Minute Engineers. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 10 Φεβρουάριος 2021.] <https://lastminuteengineers.com/arduino-sr04-ultrasonic-sensor-tutorial/>.
41. **Elecfreaks, SparkFun Electronics.** DataSheet: Ultrasonic Ranging Module HC - SR04. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 10 Φεβρουάριος 2021.] <https://www.mouser.com/datasheet/2/813/HCSR04-1022824.pdf>.
42. **YUESUI.** [Ηλεκτρονικό] 12 Ιανουάριος 2016. [Παραπομπή: 10 Φεβρουαρίου 2021.] YUESUI.

43. **Future Technology Devices International Ltd.** [Ηλεκτρονικό] 02 Σεπτέμβριος 2010. [Παραπομπή: 12 Φεβρουάριος 2021.] <https://docs.rs-online.com/588e/0900766b80d4cba6.pdf>.
44. **Arduino.cc.** Arduino.cc. [Ηλεκτρονικό] 05 Φεβρουάριος 2018. [Παραπομπή: 12 Φεβρουάριος 2021.] <https://www.arduino.cc/en/Guide/Environment>.
45. **ARDUinoautoMOTIVE.** ARDUinoautoMOTIVE. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 12 Φεβρουάριος 2021.] <https://www.ardumotive.com/arduino-ide-gr.html>.
46. **Arduino.cc.** Arduino.cc. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 13 Φεβρουάριος 2021.] <https://www.arduino.cc/en/Reference/VariableDeclaration>.
47. **Arduino Library List.** Arduino Library List. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 13 Φεβρουάριος 2021.] <https://www.arduinolibraries.info/libraries/ping-arduino>.
48. **Arduino.cc.** Arduino.cc. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 13 Φεβρουάριος 2021.] <https://www.arduino.cc/reference/en/language/variables/data-types/void/>.
49. —. Arduino.cc. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 13 Φεβρουάριος 2021.] <https://www.arduino.cc/reference/en/language/structure/sketch/setup/>.
50. —. Arduino.cc. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 13 Φεβρουάριος 2021.] <https://www.arduino.cc/reference/en/language/structure/control-structure/for/>.
51. —. Arduino.cc. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 13 Φεβρουάριος 2021.] <https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/digital-io/pinmode/>.
52. —. Arduino.cc. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 13 Φεβρουάριος 2021.] <https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/communication/serial/begin/>.
53. —. Arduino.cc. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 13 Φεβρουάριος 2021.] <https://www.arduino.cc/reference/en/language/structure/sketch/loop/>.
54. —. Arduino.cc. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 13 Φεβρουάριος 2021.] <https://www.arduino.cc/reference/en/language/structure/control-structure/if/>.
55. —. Arduino.cc. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 13 Φεβρουάριος 2021.] <https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/time/millis/>.
56. —. Arduino.cc. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 13 Φεβρουάριος 2021.] <https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/digital-io/digitalwrite/>.
57. —. Arduino.cc. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 13 Φεβρουάριος 2021.] <https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/time/delaymicroseconds/>.
58. —. Arduino.cc. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 13 Φεβρουάριος 2021.] <https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/advanced-io/pulsein/?setlang=it>.

59. —. Arduino.cc. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 13 Φεβρουάριος 2021.]
<https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/communication/serial/print/>.
60. —. Arduino.cc. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 13 Φεβρουάριος 2021.]
<https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/communication/serial/println/>.
61. —. Arduino.cc. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 13 Φεβρουάριος 2021.]
<https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/analog-io/analogwrite/>.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1-1: <i>Ανατομία ματιού</i> (Πηγή 1)	1
Εικόνα 1-2: <i>Καταρράκτης</i> (Πηγή 2)	3
Εικόνα 1-3: <i>Γλαύκωμα</i> (Πηγή 3)	3
Εικόνα 1-4: <i>Εκφύλιση Ωχράς Κηλίδας</i> (Πηγή 4)	4
Εικόνα 1-5: <i>Τράχωμα</i> (Πηγή 5)	5
Εικόνα 1-6: <i>Διαβητική Αμφιβληστροειδοπάθεια</i> (Πηγή 6)	5
Εικόνα 1-7: <i>SeeLight</i> (Πηγή 7)	11
Εικόνα 1-8: <i>Mobile Lorm Glove</i> (Πηγή 8)	12
Εικόνα 1-9: <i>HaptOSM</i> (Πηγή 9)	12
Εικόνα 1-10: <i>Απτική λύση από τις AGD Systems και Radix</i> (Πηγή 10)	13
Εικόνα 1-11: <i>Anora</i> (Πηγή 11)	13
Εικόνα 2-1: <i>Μικροελεγκτής Arduino Pro Mini</i>	16
Εικόνα 2-2: <i>Οι πηγές ενέργειας του Arduino Pro Mini</i>	17
Εικόνα 2-3: <i>Οι ψηφιακές εισοδοί/έξοδοι του μικροελεγκτή</i>	18
Εικόνα 2-4: <i>Οι αναλογικές εισοδοί του μικροελεγκτή</i>	18
Εικόνα 2-5: <i>Προγραμματιστική κεφαλίδα του Arduino Pro Mini</i>	19
Εικόνα 2-6: <i>Υπερηχητικός Αισθητήρας HC-SR04</i>	21
Εικόνα 2-7: <i>Οι τέσσερις ακροδέκτες του αισθητήρα</i>	22
Εικόνα 2-8: <i>Ο Κινητήρας Δόνησης ROB-08449</i>	24
Εικόνα 2-9: <i>Σύγκριση μεγεθών</i>	25
Εικόνα 2-10: <i>Σύνδεση του Arduino με το καλώδιο FTDI</i>	27
Εικόνα 2-11: <i>Το FTDI και η προγραμματιστική κεφαλίδα του μικροελεγκτή</i>	27
Εικόνα 2-12: <i>Ενεργοποίηση και επιτυχής προγραμματισμός του Arduino</i>	28
Εικόνα 2-13: <i>Τοποθέτηση του Arduino στο breadboard</i>	28
Εικόνα 2-14: <i>Σύνδεση του υπερηχητικού αισθητήρα με το Arduino</i>	29
Εικόνα 2-15: <i>Επιτυχής λειτουργία του υπερηχητικού αισθητήρα</i>	30
Εικόνα 2-16: <i>Προσθήκη και του δεύτερου υπερηχητικού αισθητήρα στο κύκλωμα</i>	31
Εικόνα 2-17: <i>Επιτυχής λειτουργία του συστήματος μεταξύ των δύο υπερήχων και του Arduino</i>	31
Εικόνα 2-18: <i>Προσθήκη του πρώτου κινητήρα δόνησης</i>	32
Εικόνα 2-19: <i>Τοποθέτηση και του δεύτερου κινητήρα δόνησης</i>	33
Εικόνα 2-20: <i>Επιτυχής τοποθέτηση και των τριών κινητήρων δόνησης</i>	33

Εικόνα 2-21: Προσομοίωση αναλογικού κυκλώματος μέσω Fritzing	35
Εικόνα 3-1: Τα μέρη του λογισμικού περιβάλλοντος του Arduino	36
Εικόνα 3-2: Επιλογή πλακέτας, επεξεργαστή, θύρας	38
Εικόνα 3-3: Η δομή του λογισμικού περιβάλλοντος του Arduino	39
Εικόνα 3-4: Δήλωση σταθερών	40
Εικόνα 3-5: Δήλωση μεταβλητών	41
Εικόνα 3-6: Αρχικοποίηση τιμών μεταβλητών και χαρακτηρισμός εισόδων/εξόδων	42
Εικόνα 3-7: Η συνάρτηση <code>void loop</code> , η συνθήκη <code>if</code> και οι εντολές <code>millis</code> , <code>digitalWrite</code> , <code>delayMicroseconds</code>	44
Εικόνα 3-8: Οι εντολές <code>float</code> , <code>pulseIn</code> , η συνθήκη <code>if</code> και η συνάρτηση <code>Serial.print</code>	45
Εικόνα 3-9: Η συνθήκη <code>for</code> , ο έλεγχος τιμής σε μία γραμμή και οι εντολές <code>analogWrite</code> και <code>millis</code>	45

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Χαρακτηριστικά Arduino Pro Mini	19
Πίνακας 2: Χαρακτηρισμός pins Arduino Pro Mini	20
Πίνακας 3: Χαρακτηριστικά λειτουργίας του HC-SR04	23
Πίνακας 4: Χαρακτηριστικά λειτουργίας του ROB-08449	25
Πίνακας 5: Συνδεσμολογία των ακροδεκτών του κυκλώματος	34