



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΘΕΜΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

“ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΟΥ ΠΑΙΧΝΙΔΙΟΥ

<<ΜΟΝΟΜΑΧΩΝ>>

ΒΑΣΙΣΜΕΝΟ ΣΕ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ”



ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΦΟΙΤΗΤΗ : **ΓΚΥΡΤΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ**

ΑΜ: 38341

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : Δρ. ΧΡΗΣΤΟΣ ΔΡΟΣΟΣ

ΑΙΓΑΛΕΩ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2024

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο / Η κάτωθι υπογεγραμμένος / ηΓΚΥΡΤΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ.....,

τουΔΗΜΗΤΡΙΟΥ....., με αριθμό μητρώου38341..... φοιτητής / τρια του Τμήματος **Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής**, του **Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής** πριν αναλάβω την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε.) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π.Ε., ο οποίος φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα σε περίπτωση που το Ίδρυμα του έχει απονείμει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφασης της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση της Π.Ε. με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε. πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού 6μήνου από την ημερομηνία ανάθεσης της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα στο άρθρο 18, παρ. 5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού.»

Ο Δηλών

ΓΚΥΡΤΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

Ημερομηνία

8/10/2024

ΓΚΥΡΤΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΑΘΗΝΑ 2024 – 2025

Copyright © ΓΚΥΡΤΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πίνακας εικόνων.....	5
Πρόλογος.....	6
Abstract.....	7
Εισαγωγή.....	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	9
1 Χρήση των αισθητηρίων στα διαδραστική ψυχαγωγία σήμερα.....	9
1.1 Αρένες Laser Tag / Photon.....	9
1.1.1 Γενικά.....	9
1.1.2 Βασική λειτουργία.....	9
1.1.3 Εξοπλισμός.....	9
1.1.4 Ασφάλεια.....	10
1.2 Συστήματα παιχνιδιών επαυξημένης πραγματικότητας/ Augmented Reality (AR).....	10
1.2.1 Γενικά.....	10
1.2.2 Η τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας στο τομέα των παιχνιδιών και της Ψυχαγωγίας.....	10
1.2.3 Λειτουργία του ARQuake.....	11
1.2.4 Εξελικτική πορεία του ARQuake.....	11
1.3 Παραδείγματα σύγχρονων εφαρμογών επαυξημένης/εικονικής πραγματικότητας (AR/VR).....	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	13
2 Σύλληψη της ιδέας	13
2.1 Μέρη από τα οποία αποτελείται η κατασκευή.....	13
2.2 Ηλεκτρονικά εξαρτήματα που χρησιμοποιήθηκαν.....	14
2.2.1 Ανάλυση επιλογής ηλεκτρονικών εξαρτημάτων.....	15
2.2.1.1 Μια προγραμματιζόμενη πλακέτα που αποτελεί τη μονάδα ελέγχου του συστήματος και φέρει πάνω της ελεγκτή.....	15
2.2.1.2 Αισθητήρες κρούσης (Knock sensors) για την αναγνώριση των χτυπημάτων.....	16
2.2.1.3 Η οθόνη lcd για την αποτύπωση των αποτελεσμάτων.....	17
2.2.1.4 Το ηχείο 0.5 watt , 8 ohm για την ηχητική ειδοποίηση κάθε χτυπήματος.....	18
2.2.1.5 Η μπαταρία.....	18
2.2.1.6 ΣΧΕΔΙΟ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ.....	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	20
3 Προγραμματιστικό περιβάλλον και το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε.....	20
3.1 Επεξήγηση του κώδικα της κατασκευής.....	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	25
4 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΟ ΜΕΛΛΟΝ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	25
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	26

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

1 .Όπλο Laser Tag.....	9
2. Γλέκο Laser Tag 1.....	10
3.ARQuake System.....	11
4.Η οπτική του παίκτη.....	11
5.Playstation VR and motion-sensor System.....	12
6. Nintendo Switch System.....	12
7.Θώρακας.....	13
8.Πίσω μέρος θώρακα.....	13
9.Προστατευτικό δεξιού χεριού.....	14
10.Προστατευτικό αριστερού χεριού.....	14
11.Περικάρπιο με οθόνη.....	14
12. Η πλακέτα με μικροελεγκτή Arduino.....	15
13. Εσωτερικό κύκλωμα του KY-031	16
14. Αισθητήρας κρούσης KY-031	16
15. LCD 20x4 Οθόνη	17
16. Μονάδα πλακέτας σειριακής διεπαφής I2C πρωτοκόλλου.....	17
17. Ηχείο 0.5w , 8Ω.....	18
18. Μπαταρία 9V.....	18
19. Κύκλωμα.....	19
20. Περιβάλλον λογισμικού προγραμματισμού του Arduino.....	20

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία παρουσιάζει την ανάλυση της λειτουργίας ενός πρότυπου διαδραστικού παιχνιδιού βασισμένο σε αισθητήρια . Ο σκοπός είναι στη τελική της μορφή να αναγνωρίζονται τα χτυπήματα που δέχεται και ανταποδίδει ο χρήστης σε κάθε σημείο της κατασκευής μέσω των αισθητηρίων, να ειδοποιείται ο χρήστης πως το χτύπημα ήταν επιτυχές μέσω ηχητικής ειδοποίησης και να αποτυπώνεται στην οθόνη που φέρει η κατασκευή τόσο το αποτέλεσμα του κάθε χτυπήματος που δέχεται με τη μορφή αφαίρεσης βαθμών αλλά και το συνολικό αποτέλεσμα της <<μάχης>> ή του παιχνιδιού εάν ο χρήστης ηττηθεί δηλαδή εάν οι αναγραφόμενοι πόντοι <<Ζωής>> της οθόνης γίνουν 0 (μηδέν) . Το παρόν βιβλίο της πτυχιακής εργασίας με τίτλο : "ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΟΥ ΠΑΙΧΝΙΔΙΟΥ <<ΜΟΝΟΜΑΧΩΝ>> ΒΑΣΙΣΜΕΝΟ ΣΕ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ" εκπονήθηκε από τον φοιτητή Γκυρτή Κωνσταντίνο , φοιτητή του τμήματος μηχανικών αυτοματισμού . Το βιβλίο αυτό σε συνδυασμό με το κατασκευαστικό κομμάτι που αποτελούν την πτυχιακή εργασία ολοκληρώθηκαν τον Οκτώβριο του 2024 υπό τον επιβλέποντα επίκουρο καθηγητή Δρ. Χρήστο Δρόσο .

ABSTRACT

This thesis presents the analysis of the operation of a model interactive game based on sensors. The purpose is, in its final form, to recognize the hits received and returned by the user at every point of the construction through the sensors, to notify the user that the hit was successful through an audio notification and to display the result on the screen of the construction of each hit received in the form of points deduction but also the overall result of the <<battle>> or the game if the user is defeated and the displayed <<Life>> points on the screen become 0 (zero). The present book of the thesis entitled: "DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF AN INTERACTIVE GAME<<DUELISTS>> BASED ON SENSORS" was prepared by the student Gkyrtis Konstantinos, a student of University of West Attica Department of Industrial Design and Production Engineering. This book together with the construction part that make up the thesis were completed in October 2024 under the supervision of assistant professor Dr. Christos Drosos.

Το θέμα που θα μας απασχολήσει και θα αναλύσουμε στην εργασία αυτή αφορά τα διαδραστικά παιχνίδια ψυχαγωγίας . Συγκεκριμένα, θα δείξουμε πώς μπορούμε να κατασκευάσουμε και να προγραμματίσουμε ένα τέτοιο παιχνίδι, όπως και το τι θα πρέπει να λάβουμε υπόψιν μας ώστε να έχει τη δυνατότητα η κατασκευή που θα υλοποιηθεί να μπορεί ανταποκρίνεται όσο το δυνατόν καλύτερα και ακριβέστερα . Θα αναλυθεί τόσο ο κατάλληλος προγραμματισμός όσο και τα κριτήρια με τα οποία γίνεται η σωστή επιλογή των αισθητηρίων που χρειάζονται.

Η ιδέα των ηλεκτρονικών arcade παιχνιδιών ξεκίνησε από τα τέλη της δεκαετίας του 1940 με τη πρώτη προσπάθεια από τον Thomas T.Goldsmith Jr και τη μηχανή ψυχαγωγίας οθόνης καθοδικού σωλήνα CRT (Cathode-ray tube amusement device) . Το πρώτο ωστόσο ηλεκτρονικό arcade βιντεοπαιχνίδι δημιουργήθηκε γύρω στα 1962 από τους φοιτητές και το ακαδημαϊκό προσωπικό του MIT χρησιμοποιώντας έναν PDP-1 κεντρικό υπολογιστή. Η συνέχεια είναι γνωστή με την δημιουργία εταιρειών όπως η Atari που έκαναν την το άλμα στο επόμενο επίπεδο διδιάστατων arcade βιντεοπαιχνιδιών και παιχνιδομηχανών καμπίνας με κεντρική κονσόλα κουμπιά και joysticks .

Μια κατηγορία αυτών των παιχνιδομηχανών καμπίνας ήταν τα παιχνίδια σκοποβολής που χρησιμοποιούσαν συσκευές όπλων φωτός (light-guns) όπου έφεραν πάνω τους αισθητήρα φωτός (φωτοδίοδο) και όταν πιεζόταν η σκανδάλη το όπλο λειτουργούσε σαν δέκτης λαμβάνοντας φως από την οθόνη . Αυτή η κατηγορία ουσιαστικά αποτέλεσε και την αρχή των διαδραστικών παιχνιδιών και παιχνιδομηχανών που βασίζονται σε αισθητήρες .

Υπάρχουν λόγοι που αξίζει να προσεγγίσουμε το θέμα αυτό τόσο υπό το πρίσμα της ψυχαγωγίας καθώς η βιομηχανία των βιντεοπαιχνιδιών εξελίσσεται πλέον στο πεδίο της επαυξημένης πραγματικότητας καθώς όσο και υπό το πρίσμα του αθλητισμού (όσον αφορά τα μαχητικά αθλήματα) αλλά και της εκπαίδευσης σε συνθήκες μάχης σώμα με σώμα (κυρίως από τα σώματα ασφαλείας).

Κεφάλαιο 1.

Χρήση των αισθητηρίων στα διαδραστική ψυχαγωγία σήμερα

1.1 Αρένες Laser Tag / Photon

1.1.1 Γενικά

Οι Αρένες Photon ή Laser Tag όπως μετονομάστηκαν αργότερα ήταν μια εφεύρεση του George Carter III. Η ιδέα για το Photon ήρθε στον Carter το 1977, εμπνευσμένη από τη δημοτικότητα των βιντεοπαιχνιδιών και την ταινία Star Wars και το Photon έκανε το ντεμπούτο του το 1984 .

Ήθελε να δημιουργήσει ένα παιχνίδι όπου οι άνθρωποι θα μπορούσαν να βιώσουν την αίσθηση της μάχης με λέιζερ σε πραγματικό χώρο, συνδυάζοντας βιντεοπαιχνίδια και εξελιγμένη τεχνολογία. Το Photon βασιζόταν στη χρήση υπέρυθρων ακτίνων και όχι αληθινών ακτίνων λέιζερ. Οι παίκτες φορούσαν ειδικά γιλέκα με αισθητήρες που μπορούσαν να ανιχνεύσουν τις ακτίνες όταν "πυροβολούνταν" από το ειδικό όπλο του παιχνιδιού. Το παιχνίδι πραγματοποιούνταν σε μεγάλους κλειστούς χώρους με φωτισμό νέον, εμπόδια, και εφέ που δημιουργούσαν ατμόσφαιρα επιστημονικής φαντασίας. Το Photon ξεκίνησε ως εμπορικός χώρος, όπου οι παίκτες μπορούσαν να αγοράσουν εισιτήριο για να παίξουν. Το παιχνίδι γρήγορα απέκτησε δημοτικότητα και επεκτάθηκε σε διάφορες περιοχές των ΗΠΑ και άλλων χωρών. Ακολούθησαν και άλλες εταιρείες με παρόμοια συστήματα laser tag, όπως το εξίσου γνωστό Laser Quest.

Αν και το Photon αντιμετώπισε διάφορα εμπόδια και η δημοτικότητά του άρχισε να φθίνει στα τέλη της δεκαετίας του 1980, θεωρείται ο πρόγονος όλων των σύγχρονων συστημάτων laser tag. Εισήγαγε την ιδέα του ανταγωνιστικού παιχνιδιού σε κλειστούς χώρους με τη χρήση ηλεκτρονικών συστημάτων εντοπισμού και καταγραφής των επιτυχιών των παικτών.

1.1.2 Βασική λειτουργία

Το laser tag βασίζεται σε τεχνολογία υπέρυθρων ακτίνων και ηλεκτρονικών αισθητήρων. Όταν το όπλο ενός παίκτη "πυροβολεί", εκπέμπει ένα παλμό υπέρυθρου φωτός. Ο αισθητήρας υπέρυθρων (IR sensor) στο γιλέκο ενός άλλου παίκτη ανιχνεύει αυτόν τον παλμό, επιβεβαιώνοντας ότι ο παίκτης έχει χτυπηθεί. Τα συστήματα laser tag μπορεί να είναι εξοπλισμένα με ειδικό λογισμικό που καταγράφει σε πραγματικό χρόνο τις επιτυχίες και τα χτυπήματα κάθε παίκτη, επιτρέποντας την άμεση βαθμολόγηση.

1.1.3 Εξοπλισμός

Το όπλο :



1.Όπλο Laser Tag

Το γιλέκο :



2. Γιλέκο Laser Tag 2

1.1.4 Ασφάλεια

Το laser tag είναι ένα ασφαλές παιχνίδι, καθώς δεν εμπλέκει φυσική επαφή ή επικίνδυνο εξοπλισμό. Η χρήση υπέρυθρων ακτινών είναι ακίνδυνη για τους ανθρώπους, και οι χώροι του παιχνιδιού είναι σχεδιασμένοι για να αποφεύγονται τραυματισμοί.

1.2 Συστήματα παιχνιδιών επαυξημένης πραγματικότητας/ Augmented Reality (AR) .

1.2.1 Γενικά

Το πρώτο σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας ήταν επινοήση του Ivan Sutherland 1968 όπου αποτελούνταν από μια HMD (Head-Mounted Display) συσκευή που ήταν συνδεδεμένη με ένα μηχανικό σύστημα στήριξης το οποίο κρεμόταν από την οροφή. Αυτό το μηχανικό σύστημα βοηθούσε στη σταθεροποίηση της βαριάς συσκευής που θα ήταν δύσκολο να φορέσει μόνος του ο χρήστης. Το HMD εμφάνιζε απλές τρισδιάστατες γραφικές εικόνες στους φακούς του, οι οποίες προσομοίωναν μια μορφή εικονικού κόσμου. Η απεικόνιση ήταν βασισμένη σε συρμάτινα μοντέλα (wireframe graphics), που είναι τα πιο βασικά σχήματα χωρίς υφές και χρώματα.

Ο όρος επαυξημένη πραγματικότητα ωστόσο δημιουργήθηκε από τον ερευνητή της Boeing Tom Caudell το 1990 και το πρώτο πλήρες σύστημα δημιουργήθηκε από τον Louis Rosenberg στα ερευνητικά εργαστήρια της πολεμικής αεροπορίας των Η.Π.Α και στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε κυρίως από τη NASA για πλοήγηση .

1.2.2 Η τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας στο τομέα των παιχνιδιών και της Ψυχαγωγίας

Το πρώτο AR παιχνίδι δημιουργήθηκε στα τέλη της δεκαετίας του 1990 από μια ομάδα ερευνητών στο University of South Australia και βασίστηκε στο κλασικό βιντεοπαιχνίδι Quake, το οποίο κυκλοφόρησε το 1996 από την id Software. Το ARQuake μετέφερε το περιβάλλον του Quake από τον υπολογιστή στον πραγματικό κόσμο, επιτρέποντας στους παίκτες να παίζουν σε ένα περιβάλλον όπου στοιχεία της πραγματικότητας συνδυάζονταν με εικονικά στοιχεία του παιχνιδιού. Ο βασικός στόχος του ARQuake ήταν να δημιουργήσει μια επαυξημένη πραγματικότητα όπου οι παίκτες θα μπορούσαν να δουν και να αλληλεπιδρούν με τρισδιάστατα αντικείμενα και χαρακτήρες από το παιχνίδι Quake στον πραγματικό κόσμο. Οι παίκτες μπορούσαν να κινηθούν σε περιβάλλοντα χώρο, με το σύστημα να τοποθετεί τους εικονικούς εχθρούς και τα αντικείμενα από το παιχνίδι στο περιβάλλον γύρω τους.

1.2.3 Λειτουργία του ARQuake

Το ARQuake αποτελούνταν από μια HMD (Head-Mounted Display) που χρησιμοποιήθηκε για να προβάλλει το περιβάλλον του παιχνιδιού και τους εικονικούς χαρακτήρες μπροστά από τα μάτια των παικτών. Αυτή η οθόνη επέτρεπε στον παίκτη να βλέπει τον πραγματικό κόσμο και ταυτόχρονα να βλέπει εικονικά αντικείμενα που είχαν τοποθετηθεί στο περιβάλλον.

Επίσης χρησιμοποιήθηκαν αισθητήρες παρακολούθησης θέσης (tracking sensors) , κλισιόμετρα , και τεχνολογίες αναγνώρισης μοτίβων για την παρακολούθηση των κινήσεων του παίκτη στον πραγματικό χώρο, ώστε να μεταφέρεται η θέση και η κατεύθυνση του παίκτη στο εικονικό περιβάλλον του παιχνιδιού. Τέλος οι παίκτες φορούσαν επίσης έναν φορητό υπολογιστή (wearable computer) που συνδεόταν με τους αισθητήρες και την HMD συσκευή κάνοντας το σύστημα φορητό και επιτρέποντας την ελεύθερη κίνηση στον πραγματικό χώρο.



3.ARQuake System



4.Η οπτική του παίκτη

1.2.4 Εξελικτική πορεία του ARQuake

Παρόλο που το ARQuake δεν γνώρισε εμπορική επιτυχία καθώς η τεχνολογία των υπολογιστών και των αισθητήρων στα τέλη της δεκαετίας του 1990 ήταν ακόμη σε πρώιμο στάδιο, και οι φορητοί υπολογιστές και τα HMD ήταν αρκετά βαριά και άβολα για τους παίκτες, η ιδέα ωστόσο του συνδυασμού πραγματικού κόσμου με ψηφιακά στοιχεία και εχθρούς ήταν πρωτοποριακή για την εποχή του και έβαλε τα θεμέλια για πολλά από τα σύγχρονα AR παιχνίδια και εφαρμογές όπως το Pokemon Go , το σύστημα VR Oculus , το σύστημα AR του Nintendo Wii κ.α .

1.3 Παραδείγματα σύγχρονων εφαρμογών επαυξημένης/εικονικής πραγματικότητας (AR/VR)



5. Playstation VR and motion-sensor System



6. Nintendo Switch System

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.

2. Σύλληψη της ιδέας

Καθότι ασχολούμαι αρκετά με τον χώρο των ηλεκτρονικών παιχνιδιών και ειδικά των arcade ηλεκτρονικών παιχνιδιών, πάντα είχα την επιθυμία να σχεδιάσω ένα δικό μου project. Επίσης όταν έκανα ερασιτεχνικά πυγμαχία χρησιμοποιούσαμε κατά τη διάρκεια της προπόνησης ένα ανδρείκελο το οποίο έφερε ένα σύστημα με τοποθετημένα led φώτα σε σημεία όπως το σαγόνι, το στέρνο, τα πλευρά όπου και έπρεπε να γίνονται λακτίσματα όταν άναβε το led στο εκάστοτε σημείο. Αυτά τα ερεθίσματα σε συνδυασμό με την συμμετοχή που είχα σε παιχνίδια Laser Tag και Airsoft μου έδωσαν την ιδέα για την κατασκευή αυτή.

2.1 Μέρη από τα οποία αποτελείται η κατασκευή

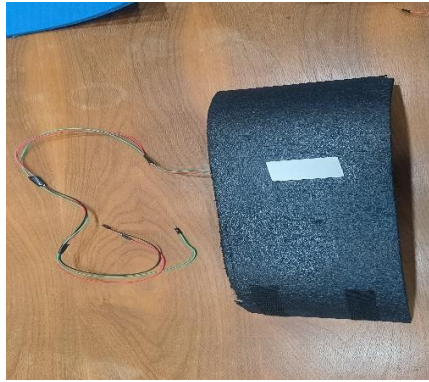
Λόγω της φύσης της κατασκευής καθώς αποτελεί πρωτότυπη ιδέα ήταν αρκετά δύσκολο να δημιουργηθεί μια ομοιόμορφη κατασκευή από συμπαγές υλικό όπως ανθρακόνημα ή πλαστικό pvc. Οπότε χρησιμοποιήθηκε στρώμα από αφρώδες υλικό TPE καθώς και ιμάντες από συνθετικό ύφασμα για τη δημιουργία του γιλέκου/θώρακα, των προστατευτικών των χεριών αλλά και για το περικάρπιο που φέρει την οθόνη καταγραφής των χτυπημάτων και των αποτελεσμάτων. Επίσης χρησιμοποιήθηκε θερμοσυστελλόμενος σωλήνας για την προστασία των καλωδίων σύνδεσης των επιμέρους εξαρτημάτων καθώς και ένα στεγανό κυτίο διακλάδωσης όπου μέσα βρίσκεται ο μικροϋπολογιστής, η μπαταρία, ο διακόπτης on/off του συστήματος και το ηχείο.



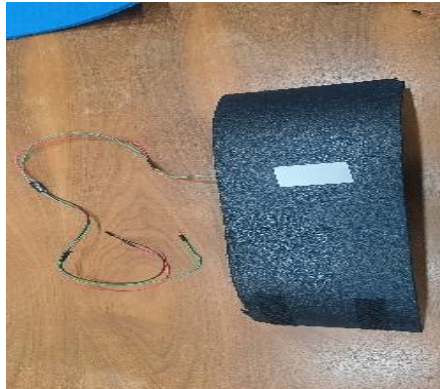
7.Θώρακας



8.Πίσω μέρος θώρακα



9.Προστατευτικό δεξιού χεριού



10.Προστατευτικό αριστερού χεριού



11.Περικάρπιο με οθόνη

2.2 Ηλεκτρονικά εξαρτήματα που χρησιμοποιήθηκαν

Τα ηλεκτρονικά εξαρτήματα που χρειάστηκαν για τις απαιτήσεις της ολοκλήρωσης του ελέγχου και τη σωστή λειτουργία της κατασκευής είναι τα ακόλουθα :

- Μια προγραμματιζόμενη πλακέτα που αποτελεί τη μονάδα ελέγχου του συστήματος και φέρει πάνω της ελεγκτή .
- Αισθητήρες κρούσης (Knock sensors) για την αναγνώριση των χτυπημάτων
- Μια οθόνη lcd 20x4 για την αποτύπωση των αποτελεσμάτων.
- Ένα ηχείο 0.5 watt , 8 ohm για την ηχητική ειδοποίηση κάθε χτυπήματος
- Μια μπαταρία 9V για την τροφοδοσία του κυκλώματος

2.2.1 Ανάλυση επιλογής ηλεκτρονικών εξαρτημάτων

2.2.1.1 Μια προγραμματιζόμενη πλακέτα που αποτελεί τη μονάδα ελέγχου του συστήματος και φέρει πάνω της ελεγκτή

Αρχικά χρειαζόμασταν μια προγραμματιζόμενη πλακέτα με έναν μικροεπεξεργαστή ως κέντρο ελέγχου της κατασκευής όπου θα μπορεί να δέχεται δεδομένα από μονάδες εισόδου να τα επεξεργάζεται και να τα στέλνει με κατάλληλες εντολές στις μονάδες εξόδου του. Οι μονάδες εισόδου θα πρέπει να αρκετές ώστε να μπορούμε να συνδέσουμε τα απαιτούμενα αισθητήρια για την σωστή λειτουργία της κατασκευής. Επίσης ο επεξεργαστής θα πρέπει να είναι αρκετά γρήγορος ώστε να μην υπάρχουν προβλήματα λόγω των καθυστερήσεων στους ελέγχους που θα πραγματοποιεί. Τέλος το μικρότερο δυνατό μέγεθος και βάρος συμβάλλουν στην δυνατότητα να μπορεί η κατασκευή να γίνεται ευέλικτη και λιγότερο κουραστική για τον χρήστη.

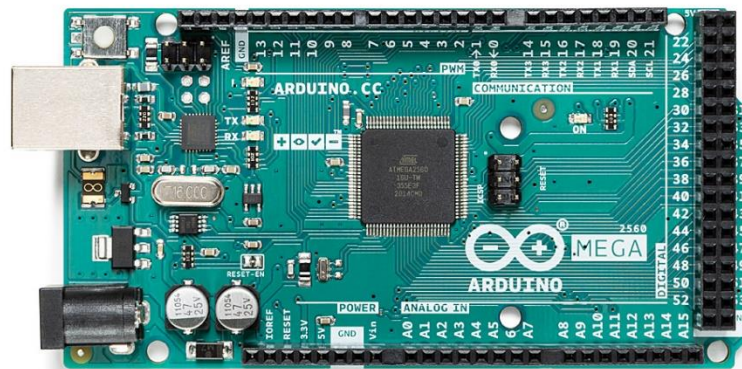
Με βάση αυτές τις απαιτήσεις λοιπόν επιλέχθηκε η πλακέτα με μικροελεγκτή Arduino Mega 2560 rev 3 με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά :

Έχει τον μικροεπεξεργαστή ATmega2560 και η τάση λειτουργίας του είναι στα 3.3V, 5V με τάση εισόδου από 7- 12V. Τα όρια της τάσης εισόδου είναι 6 - 20V. Παρέχει συνεχές ρεύμα ανά Είσοδο / Έξοδο καθενός Pin, με 20mA και DC ρεύμα για το Pin που δίνει 3.3V με 50mA. Βασίζεται σε ένα χαμηλής ενέργειας 8-bit AVR RISC αρχιτεκτονικής μικροελεγκτή.

Διαθέτει 54 ψηφιακές ακίδες εισόδου/εξόδου εκ των οποίων 15 μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως έξοδοι PWM, 16 αναλογικές εισόδους, 4 UARTs σειριακές θύρες για σύνδεση hardware, ένα ρολόι 16 MHz, USB θύρα, μια υποδοχή ρεύματος, μια κεφαλίδα ISCP, και ένα κουμπί reset. Η Flash Memory είναι στα 256 KB όπου τα 248 KB είναι διαθέσιμα για τις εφαρμογές των χρηστών και 8 KB SRAM.

Έχει μήκος 10,15 cm, πλάτος 5,33 cm και ζυγίζει μόλις 37 γραμμάρια.

Μπορεί να προγραμματιστεί με τη γλώσσα Wiring. Ουσιαστικά πρόκειται για τη C++ με κάποιες μετατροπές. Είναι ευέλικτος και εύκολος στη χρήση hardware και software. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη ανεξάρτητων διαδραστικών αντικειμένων αλλά και να συνδεθεί με υπολογιστή μέσω προγραμμάτων σε Processing, Max/MSP, Pure Data, SuperCollider.

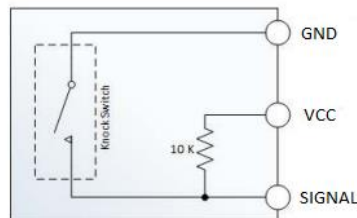


12. Η πλακέτα με μικροελεγκτή Arduino

Η ρομποτική είναι μια από τις πολλές εφαρμογές στις οποίες ο Arduino διαπρέπει. Βέβαια, δεν είναι ούτε ο μοναδικός, ούτε και ο καλύτερος δυνατός τρόπος για την δημιουργία μιας οποιασδήποτε διαδραστικής ηλεκτρονικής συσκευής. Όμως, το κύριο πλεονέκτημά του είναι η τεράστια κοινότητα που τον υποστηρίζει και η οποία έχει δημιουργήσει, συντηρεί και επεκτείνει μια ανάλογο μεγέθους online γνωσιακή βάση. Υπάρχουν πολλές διαφορετικές επίσημες εκδόσεις στις οποίες κυκλοφορεί ο Arduino. Όπως οι Duemilanove, Diecimila, Nano, Mega, Bluetooth, LilyPad, Mini, Mini USB, Pro, Pro Mini, Serial και Serial SS. Συνιστάται κυρίως η αγορά του Arduino Mega ή Duemilanove ή τουλάχιστον των Diecimila, επειδή διαθέτουν υποδοχή USB και είναι συμβατές με διάφορα shield επέκτασης των δυνατοτήτων τους.

2.2.1.2 Αισθητήρες κρούσης (Knock sensors) για την αναγνώριση των χτυπημάτων

Απαραίτητοι για την κύρια λειτουργία της κατασκευής την αναγνώριση δηλαδή των χτυπημάτων είναι οι αισθητήρες εκείνοι οι οποίοι θα πρέπει να εντοπίζουν την κρούση . Έτσι επιλέξαμε 6 αισθητήρες κρούσης KY-031. Πρόκειται για έναν αισθητήρα που αναγνωρίζει δόνηση, κρούση ή και στιγμιαία επαφή (tap) .Ο διακόπτης αποτελείται κυρίως από έναν ακροδέκτη που σχηματίζει έναν κεντρικό στύλο και έναν δεύτερο ακροδέκτη που είναι ένα ελατήριο που περιβάλλει τον κεντρικό στύλο. Όταν ασκηθεί μια επαρκής δύναμη στον αισθητήρα ο ακροδέκτης που αποτελεί το ελατήριο κινείται και βραχυκυκλώνει και τους δύο ακροδέκτες μαζί.



13. Εσωτερικό κύκλωμα του KY-031

Διαθέτει 3 pin σύνδεσης ένα pin που στέλνει το σήμα (S pin) ένα pin τροφοδοσίας (Vcc pin) και ένα pin γείωσης (GND Pin) . Η ονομαστική τάση τροφοδοσίας του είναι 3.3-5V , το σήμα εξόδου είναι ψηφιακό διαθέτει ενσωματωμένο ποτενσιόμετρο και οι διαστάσεις του είναι 32mm x 14mm x 8mm . Η απλή και αποτελεσματική του λειτουργία σε συνδυασμό με την εύκολη σύνδεση του σε οποιαδήποτε πλακέτα καθώς και το μικρό και ευέλικτο μέγεθος του τον καθιστά κατάλληλο για συστήματα ασφάλειας , διαδραστικές κατασκευές κ.α.



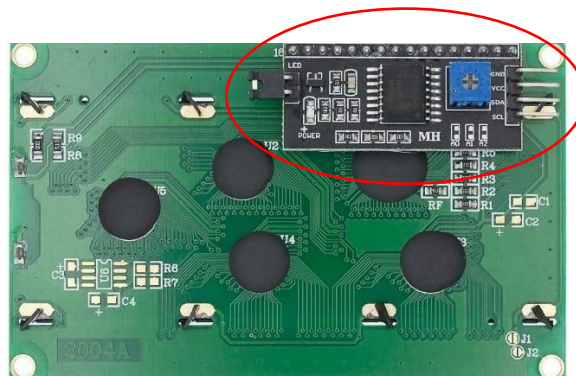
14. Αισθητήρας κρούσης KY-031

2.2.1.3 Η οθόνη lcd για την αποτύπωση των αποτελεσμάτων

Φυσικά για την αποτύπωση των αποτελεσμάτων του κάθε χτυπήματος και την ενημέρωση για την βαθμολογία των παικτών ήταν απαραίτητη η χρήση μιας μικρής LCD οθόνης χαρακτήρων. Πρόκειται για μια OEM mini LCD οθόνη 20x4 δηλαδή 4 γραμμών με δυνατότητα προβολής 20 χαρακτήρων σε κάθε γραμμή . Διαθέτει οπίσθιο φωτισμό με φόντο μπλε χρώματος ενώ οι χαρακτήρες αποτυπώνονται σε λευκό χρώμα .Επίσης φέρει πάνω της εγκατεστημένη μονάδα πλακέτας σειριακής διεπαφής I2C πρωτοκόλλου η οποία έχει ενσωματωμένο ποτενσιόμετρο για την αυξομείωση του οπίσθιου φωτισμού της οθόνης.



15. LCD 20x4 Οθόνη



16. Μονάδα πλακέτας σειριακής διεπαφής I2C πρωτοκόλλου

Το I2C (Inter-Integrated Circuit) είναι ένα σειριακό πρωτόκολλο επικοινωνίας διεπαφής που χρησιμοποιείται για την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ μικροελεγκτών και περιφερειακών συσκευών, όπως αισθητήρες, EEPROMs και οθόνες. Ακολουθεί Master-Slave αρχιτεκτονική δηλαδή υπάρχει μια κύρια συσκευή (Master) που ελέγχει την επικοινωνία και οι υπόλοιπες συσκευές λειτουργούν παθητικά σαν δούλοι (Slaves) και επιτρέπει τη σύνδεση πολλών συσκευών χρησιμοποιώντας μόνο 2 καλώδια το SDA και το SCL .

Το SDA (Serial Data Line) χρησιμοποιείται για τη μεταφορά δεδομένων μεταξύ των συσκευών και το SCL (Serial Clock Line) χρησιμοποιείται για τη συγχρονισμένη μεταφορά των δεδομένων μέσω ενός ρολογιού . Τα δεδομένα δηλαδή που μεταφέρονται από τη γραμμή SDA συγχρονίζονται από έναν υψηλό προς χαμηλό παλμό κάθε ρολογιού στη γραμμή SCL.

Το πρωτόκολλο I2C είναι ιδιαίτερα διαδεδομένο στις εφαρμογές ενσωματωμένων συστημάτων λόγω της απλότητάς του και της ικανότητάς του να υποστηρίζει πολλαπλές συσκευές πάνω στον ίδιο δίαυλο.

2.2.1.4 Το ηχείο 0.5 watt , 8 ohm για την ηχητική ειδοποίηση κάθε χτυπήματος

Για την ηχητική ειδοποίηση χρησιμοποιήθηκε ένα μικρό ηχείο με ονομαστική ισχύ 0.5 watt , και ονομαστική αντίσταση 8 Ω (ohm) . Είναι υψηλής συχνότητας με απόκριση 45kHz ,αναλογία θορύβου 92 +/- 3 DB και αρμονική παραμόρφωση 5% .



17. Ηχείο 0.5w , 8Ω

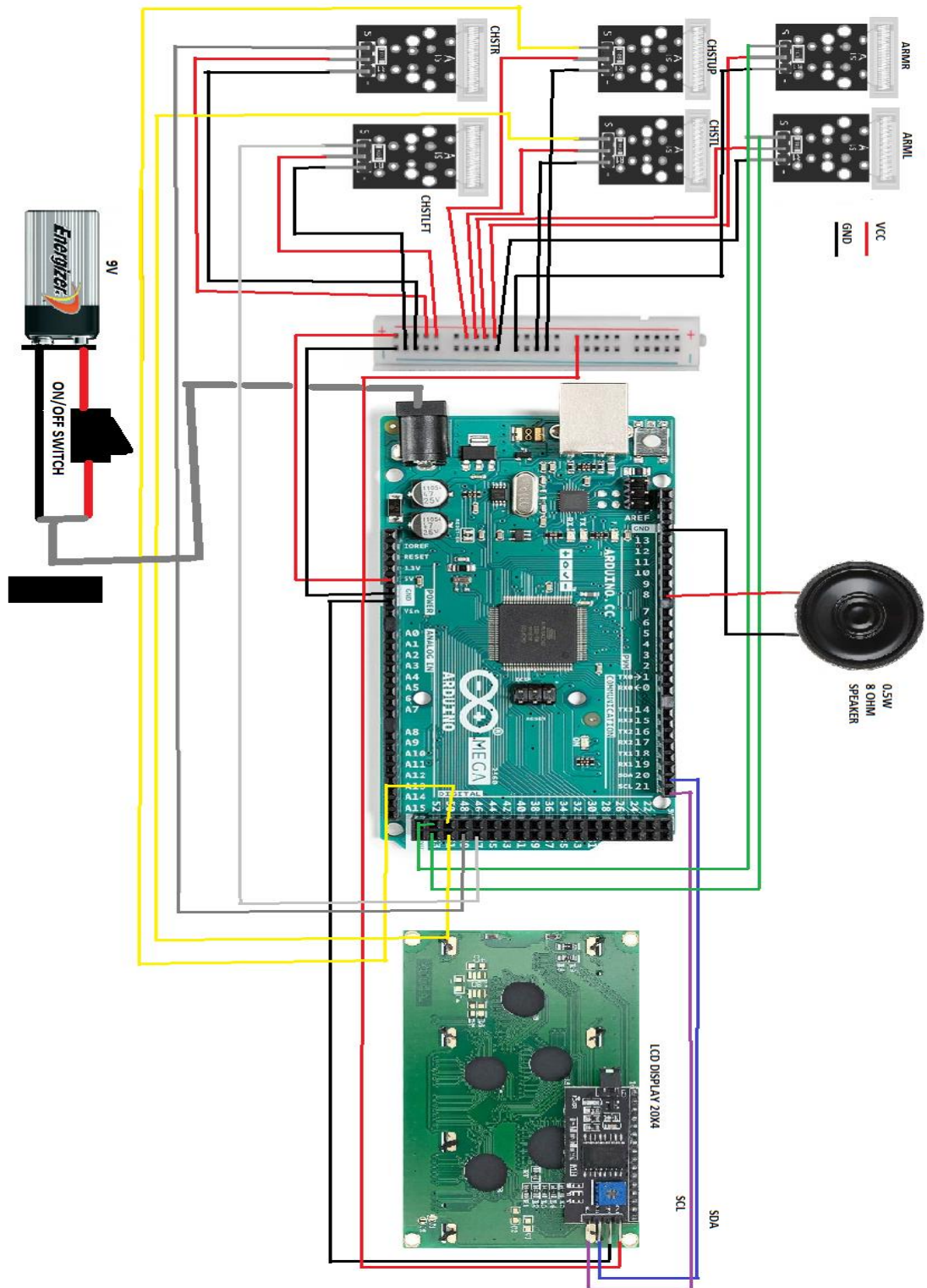
2.2.1.5 Η μπαταρία

Για πηγή τροφοδοσίας του κυκλώματος επιλέξαμε μια αλκαλική μπαταρία 9V .Οι μπαταρίες αυτής της κατηγορίας έχουν χωρητικότητα περίπου στα 500-600 mAh . Η κατανάλωση ρεύματος ενός Arduino Mega με βασικές συνδέσεις κυμαίνεται στα 70-100 mA και ο κάθε αισθητήρας καταναλώνει περίπου 5-10 mA ενώ τέλος η οθόνη lcd καταναλώνει γύρω στα 20-25 mA όταν είναι αναμμένη. Άρα η συνολική εκτιμώμενη κατανάλωση είναι γύρω στα 120 (min)-185(max) mA. Για να υπολογίσουμε τον χρόνο λειτουργίας αρκεί να διαιρέσουμε την χωρητικότητα της μπαταρίας με την εκτιμώμενη κατανάλωση του συστήματος όπου έχουμε 150 mA μέσο όρο κατανάλωσης και 550 mAh μέσο όρο χωρητικότητας της μπαταρίας άρα $550 \text{ mAh} / 150 \text{ mA} = 3.67$ ώρες λειτουργίας του συστήματος . Φυσικά, η πραγματική διάρκεια μπορεί να είναι μικρότερη λόγω της πτώσης τάσης της μπαταρίας κατά τη χρήση και της μείωσης της αποδοτικότητάς της . Εναλλακτικά σε μια πιο εξελιγμένη εκδοχή του συγκεκριμένου project θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί power bank για μεγαλύτερη διάρκεια αυτονομίας του συστήματος αλλά και σαν οικονομικότερη και πιο οικολογική λύση.



18. Μπαταρία 9V

2.2.1.6 ΣΧΕΔΙΟ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ



19. Κύκλωμα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3. Προγραμματιστικό περιβάλλον και το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε

Το ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης του Arduino (Integrated Development Environment-IDE) είναι γραμμένο σε Java και μπορεί να τρέξει σε πολλές πλατφόρμες. Περιλαμβάνει επεξεργαστή κώδικα (επεξεργαστή κειμένου με διάφορα εύχρηστα εργαλεία) και μεταγλωττιστή, επίσης έχει την ικανότητα να φορτώνει εύκολα το πρόγραμμα μέσω θύρας USB ή σειριακής θύρας από τον υπολογιστή στην πλακέτα. Υποστηρίζει τη γλώσσα προγραμματισμού Processing η οποία προέρχεται από την Wiring μια γλώσσα που μοιάζει πολύ με τη C ή C++ . Ουσιαστικά τα προγράμματα του Arduino είναι γραμμένα σε C ή C++



20. Περιβάλλον λογισμικού προγραμματισμού του Arduino

Στην αρχή κάθε κώδικα καλούμε τις απαραίτητες βιβλιοθήκες (Libraries) όπου αυτές οι βιβλιοθήκες περιέχουν συνήθως κάποιον προ-γραμμένο κώδικα που έχει σχεδιαστεί για να εκτελεί συγκεκριμένες εργασίες, όπως μαθηματικές πράξεις, χειρισμό αρχείων, διαχείριση μνήμης, δικτυακές λειτουργίες κ.α.

Ύστερα καλούμε δύο συναρτήσεις για να δημιουργήσουμε ένα πρόγραμμα κυκλικής εκτέλεσης .

Την **setup** η οποία τρέχει μια φορά στην αρχή του προγράμματος και μέσα στην οποία αρχικοποιούμε τις μεταβλητές που θα χρησιμοποιήσουμε με την εντολή **int** (integer) ή καλούμε βιβλιοθήκες και την **loop** της οποίας η εκτέλεση είναι επαναλαμβανόμενη και αποτελείται από το κύριο μέρος του κώδικα .

3.1 Επεξήγηση του κώδικα που δημιουργήθηκε

```
#include <Wire.h> // Επικοινωνία του Arduino με τις άλλες συσκευές
#include <LiquidCrystal_I2C.h> //ενεργοποιεί όλες τις παραμέτρους χρήσης της οθόνης
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4); // Επικοινωνία της οθόνης βάσει του I2C πρωτοκόλλου με τον Arduino

int health=50; // Αρχικοποιούμε τους συνολικούς πόντους ζωής του παίκτη ως 50
int ArmR=52; // Αρχικοποίηση Αισθητήρα δεξιού χεριού στο 52 digital Pin του Arduino
int ArmL=53; // Αρχικοποίηση Αισθητήρα αριστερού χεριού στο 53 digital Pin του Arduino
int ChestUpper=50; // Αρχικοποίηση Αισθητήρα άνω μέρους του στήθους στο 50 digital Pin του Arduino
int ChestLower=51; // Αρχικοποίηση Αισθητήρα κάτω μέρους του στήθους στο 51 digital Pin του Arduino
int ChestRight=49; // Αρχικοποίηση Αισθητήρα δεξιού μέρους του στήθους στο 49 digital Pin του Arduino
int ChestLeft=47; // Αρχικοποίηση Αισθητήρα αριστερού μέρους του στήθους στο 47 digital Pin του Arduino
int knock1; // Αρχικοποίηση κατάστασης χτυπήματος Αισθητήρων
int knock2;
int knock3;
int knock4;
int knock5;
int knock6;
int buzzer=8; // Αρχικοποίηση ηχείου στο Pin 8 των PWM θυρών του Arduino

void setup() {

    lcd.init();
    lcd.clear();
    lcd.backlight(); // βεβαιώνουμε ότι ανάβει το οπίσθιο φως της οθόνης

    lcd.setCursor(1,1); //Θέτουμε τον κέρσορα να εμφανίζει στον 1ο χαρακτήρα της γραμμής 1 της οθόνης
    lcd.print("PONTOI ZWHS"); // Εμφανίζεται το μήνυμα στην θέση που έχει τεθεί ο κέρσορας
    lcd.setCursor(1,2); //Μεταφέρουμε τον κέρσορα να εμφανίζει στον 1ο χαρακτήρα της γραμμής 2 της οθόνης
    lcd.print("50");

    pinMode(ArmR, INPUT); //Εδώ αρχικοποιούμε ως εισόδους τις μεταβλητές που έχουμε θέσει ως αισθητήρες
    pinMode(ArmL, INPUT);
    pinMode(ChestUpper, INPUT);
    pinMode(ChestLower, INPUT);
    pinMode(ChestRight, INPUT);
    pinMode(ChestLeft, INPUT);
    pinMode(buzzer, OUTPUT); // Εδώ αρχικοποιούμε ως έξοδο τη μεταβλητή που έχουμε θέσει ως ηχείο

}
```

```

void loop() {

if (health <= 0) { // αυτή τη συνάρτηση if ενεργοποιείται όταν οι πόντοι ζωής φτάσουν στο μηδέν
  tone(buzzer,1000); // ενεργοποιείται το ηχείο σε 1kHz συχνότητα
  delay(1000); //καθυστέρηση ήχου
  noTone(buzzer); // τέλος ήχου
  health = 0;
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(1, 1);
  lcd.print("PONTOI ZWHS");
  lcd.setCursor(1, 2);
  lcd.print(health);
  lcd.setCursor(1,3);
  lcd.print("EXASES");
  delay(1000);
  return;
}

knock1=digitalRead(ArmR); // Εδώ διαβάζεται η κατάσταση του αισθητήρας δεξιού χεριού που έχει default state HIGH
if (knock1 == LOW) { // Εάν ενεργοποιηθεί ο αισθητήρας ενεργοποιείται αυτή η συνάρτηση if
  tone(buzzer,1000); //ενεργοποιείται το ηχείο σε 1kHz συχνότητα
  delay(250); //στιγμιαία σχεδόν , με μικρή καθυστέρηση
  noTone(buzzer); // τέλος ήχου
  if (health > 0) { // Όσο οι πόντοι ζωής δεν είναι μηδέν
    health -= 5; // Μείωση της τιμής κατά 5 όταν ενεργοποιείται ο αισθητήρας δεξιού χεριού
    if (health < 0) health = 0; // Αποφυγή αρνητικών τιμών
  }

  lcd.clear(); // Ενημέρωση της οθόνης LCD

  lcd.setCursor(1, 1);
  lcd.print("PONTOI ZWHS");
  lcd.setCursor(1, 2);
  lcd.print(health); // Εμφανίζεται το νέο αποτέλεσμα πόντων ζωής μετά το χτύπημα

  delay(1000); // // Καθυστέρηση για αποφυγή πολλαπλών αναγνώσεων
}

knock2=digitalRead(ArmL);
if (knock2 == LOW) {
  tone(buzzer,1000);
  delay(250);
  noTone(buzzer);
  if (health > 0) {
    health -= 5; // Μείωση της τιμής κατά 5 όταν ενεργοποιείται ο αισθητήρας αριστερού χεριού
    if (health < 0) health = 0; // Αποφυγή αρνητικών τιμών
  }

  lcd.clear();
  lcd.setCursor(1, 1);
  lcd.print("PONTOI ZWHS");

```

```

lcd.setCursor(1, 2);
lcd.print(health);

delay(1000);
}
knock3=digitalRead(ChestUpper);
if (knock3 == LOW) {
tone(buzzer,1000);
delay(250);
noTone(buzzer);
if (health > 0) {
health -= 10; // Μείωση της τιμής κατά 10 όταν ενεργοποιείται ο αισθητήρας άνω στήθους
if (health < 0) health = 0;
}
lcd.clear();
lcd.setCursor(1, 1);
lcd.print("PONTOI ZWHS");
lcd.setCursor(1, 2);
lcd.print(health);

delay(1000);
}

knock4=digitalRead(ChestLower);
if (knock4 == LOW) {
tone(buzzer,1000);
delay(250);
noTone(buzzer);
if (health > 0) {
health -= 10; // Μείωση της τιμής κατά 10 όταν ενεργοποιείται ο αισθητήρας κάτω μέρους του στήθους
if (health < 0) health = 0;
}
}

lcd.clear();
lcd.setCursor(1, 1);
lcd.print("PONTOI ZWHS");
lcd.setCursor(1, 2);
lcd.print(health);

delay(1000);
}
knock5=digitalRead(ChestRight);
if (knock5 == LOW) {
tone(buzzer,1000);
delay(250);
noTone(buzzer);
if (health > 0) {
health -= 10; // Μείωση της τιμής κατά 10 όταν ενεργοποιείται ο αισθητήρας δεξιού μέρους του στήθους
if (health < 0) health = 0;
}
}

lcd.clear();

```

```

lcd.setCursor(1, 1);
lcd.print("PONTOI ZWHS");
lcd.setCursor(1, 2);
lcd.print(health);

delay(1000);
}
knock6=digitalRead(ChestLeft);
if (knock6 == LOW) {
  tone(buzzer,1000);
  delay(250);
  noTone(buzzer);
  if (health > 0) {
    health -= 10; // Μείωση της τιμής κατά 10 όταν ενεργοποιείται ο αισθητήρας αριστερού μέρους του στήθους
    if (health < 0) health = 0;
  }

  lcd.clear();
  lcd.setCursor(1, 1);
  lcd.print("PONTOI ZWHS");
  lcd.setCursor(1, 2);
  lcd.print(health);

  delay(1000);
}
}

```

•

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΟ ΜΕΛΛΟΝ– ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μια κατασκευή όπως αυτή που παρουσιάζεται σε αυτό το βιβλίο ή καλύτερα μια εξελιγμένη εκδοχή της θα μπορούσε να έχει έχει ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών τόσο στο σήμερα αλλά και στο μέλλον.

1. Στην ψυχαγωγία .

Είτε να διατεθεί στην αγορά με τη μορφή παιχνιδιού για μικρούς και μεγάλους , είτε στο πλαίσιο των Laser Tag Arenas σε ειδικά διαμορφωμένους χώρους ψυχαγωγίας. Επίσης στα παιχνίδια εικονικού πολέμου με όπλα αερίου ή μπαταρίας (Airsoft) όπου ως επί το πλείστο βασίζονται στην ευγενική άμιλλα και εντιμότητα των παικτών όπου παραδέχονται ότι «χτυπήθηκαν» σηκώνοντας το χέρι , χρησιμοποιώντας ένα ανάλογο σύστημα η διεξαγωγή τέτοιων αγώνων εξελίσσεται σημαντικά σε θέμα διαφάνειας και συναγωνισμού.

Ακόμα και σε συνδυασμό με υπάρχοντα συστήματα επαυξημένης ή εικονικής πραγματικότητας της βιομηχανίας των βιντεοπαιχνιδιών .

2. Στον αθλητισμό.

Στο πλαίσιο της προπόνησης ή και της διεξαγωγής αγώνων μεταξύ των αθλητών μαχητικών αθλημάτων κυρίως ή των αθλημάτων που απαιτούν σωματική επαφή όπως η ξιφασκία ή το ιαπωνικό kendo ως ένα μέσο βαθμολόγησης και αξιολόγησης των επιδόσεών τους .

3. Στην εκπαίδευση των σωμάτων ασφαλείας

Τα σώματα του στρατού και της αστυνομίας θα μπορούν να χρησιμοποιούν ένα τέτοιο σύστημα σαν προσομοίωση για την εκπαίδευσή τους στις μάχες σώμα με σώμα ή και με ψεύτικα (πλαστικά) πυρά με σκοπό την βελτίωση των αντανακλαστικών τους αλλά και ως ένα μέσο βαθμολόγησης και αξιολόγησης των επιδόσεών τους.

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε πως αυτή η κατασκευή βελτιωμένη και εξελιγμένη σε έναν μεγαλύτερο βαθμό έχει θέση στο τεχνολογικό φάσμα του σήμερα και αποτελεί έναν ενδιαφέρον αντικείμενο μελέτης σε συνδυασμό με εφαρμογές επαυξημένης και εικονικής πραγματικότητας .

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. <https://cacm.acm.org/research/arquake/> Άρθρο των Wayne Piekarski και Bruce Thomas για το ARQuake.
2. <https://www.tinmith.net/arquake/>
3. <https://courses.cs.washington.edu/courses/cse490h1/19wi/exhibit/ar-tech.html> Άρθρο από τον Jialiang Liu για την επαυξημένη πραγματικότητα.
4. https://en.wikipedia.org/wiki/Photon:_The_Ultimate_Game_on_Planet_Earth
5. https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_arcade_video_games
6. <https://www.sensortips.com/>
7. <https://grobotronics.com/arduino-mega-2560-rev3.html>
8. <https://docs.arduino.cc/>
9. <https://www.arduino.cc/>
10. <https://www.geeksforgeeks.org/i2c-communication-protocol/>