



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΗΣ

Διπλωματική Εργασία

**“Προσομοίωση αναπηρικού αμαξιδίου που κινείται
μεσω εγκεφαλογραφήματος”**

Φοιτητής
Αλεξιάκης Γεώργιος
15006

Επιβλέπων Καθηγητής
Ασβεστάς Παντελής

ΑΘΗΝΑ, 2021

Η Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Ο Επιβλέπων Καθηγητής

Π. Ασβεστάς

Αναπλ. Καθηγητής

[ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ]

Δ. Γκλώτσος

Αναπλ. Καθηγητής

[ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ]

Σ. Κωστόπουλος

Αναπλ. Καθηγητής

[ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ]

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο υπογράφων Γεώργιος Αλεξιάκης του Στυλιανού, με αριθμό μητρώου 15006 φοιτητής/τρια του Τμήματος Μηχανικών Βιοιατρικής της Σχολής Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και 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 διπλώματός μου».

Ημερομηνία

11/3/2022

Ο Δηλών

Γεώργιος Αλεξιάκης



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η συγκεκριμένη διπλωματική έχει σκοπό να αναδείξει την εφαρμογή της τεχνολογίας BCI στην ιατρική, σε συσκευές για άτομα με κινητικά προβλήματα. Η τεχνολογία διεπαφής υπολογιστή εγκεφάλου (BCI) καθιστά δυνατή τη χειραγώγηση ενός ενσωματωμένου συστήματος ή υπολογιστή χρησιμοποιώντας σήματα που παράγονται από εγκεφαλικά κύματα. Το θέμα της διπλωματικής είναι ένα αυτοκινητάκι το οποίο θα κινείται μέσω της συσκευής mindwave της εταιρείας Neugrosky. Στην κατασκευή θα γίνει χρήση από ένα αυτοκινητάκι, το οποίο θα προσομοιάζει ένα αναπηρικό αμαξίδιο. Κάνοντας μια τροποποίηση στην πλακέτα του, θα συνδέσουμε το κοντρόλ του με την πλακέτα Arduino που θα χρησιμοποιήσουμε. Στην συνέχεια θα συνδεθεί η συσκευή mindwave. Όταν η συχνότητα από το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα θα ξεπεράσει κάποιο όριο, που προκύπτει ουσιαστικά από το ποσοστό συγκέντρωσης του χρήστη, το αυτοκινητάκι θα αρχίσει να κινείται. Η χρήση της συγκεκριμένης τεχνολογίας στα αναπηρικά αμαξίδια θα ήταν αρκετά σημαντική γιατί θα μπορούσε να δώσει μεγάλη ευκολία στις μετακινήσεις των ατόμων με υψηλή αναπηρία. Μεσα στην εργασία θα δούμε και άλλα παραδείγματα από παρόμοια project, αλλά και τρόπους βελτίωσης που θα μπορούσαν να επεκτείνουν τις λειτουργίες του συγκεκριμένου συστήματος.

Η διπλωματική εργασία χωρίζεται σε πέντε κεφάλαια. Αρχικά θα γίνει ανάλυση του πιο γενικού κλάδου που αφορά την διπλωματική, δηλαδή του τομέα της ρομποτικής και της τεχνολογίας BCI. Στην συνέχεια θα ακολουθεί ανάλυση του κύριου εξαρτήματος της εργασίας, δηλαδή του Arduino mkr1010, αλλά και μια πιο γενική εικόνα της χρήσης των Arduino. Το τρίτο κεφάλαιο αναφέρεται στα υπόλοιπα εξαρτήματα της κατασκευής που είναι το αμαξίδιο και η συσκευή που λαμβάνουμε το εγκεφαλογράφημα, mindwave, καθώς επίσης το κομμάτι της κατασκευής. Ο προγραμματισμός αποτελεί το τέταρτο κεφάλαιο της διπλωματικής, ενώ το τελευταίο κεφάλαιο αφορά γενικά συμπεράσματα και περιγραφή των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων της χρήσης της συγκεκριμένης τεχνολογίας.

Λέξεις κλειδιά : Mindwave, BCI, Arduino mkr1010, αναπηρικό αμαξίδιο, ρομποτική, κατασκευή.

ABSTRACT

This thesis has been reported to refer to the application of the BCI technique in medicine, in devices for people with mobility problems. The Brain Computer Interface (BCI) technical logic makes it possible to manipulate an embedded system, or use less signals generated by brain waves. The subject of diplomacy is a little car that will move through the mindwave device of the company Neyrosky. The construction will use a car, which will simulate a wheelchair. Making a modification to its board, we will connect its control to the Arduino board that we will use. The mindwave device will then be connected. When the frequency of the Electroencephalogram exceeds a certain limit, which arises essentially from the user's concentration center, the car will start moving. The use of this technology in wheelchairs would be very important to be able to give great ease to the movements of people with high disabilities. In the work we will see other examples from similar projects, but also ways of improvement that could extend the functions of this system.

The dissertation is divided into five chapters. Initially, an analysis will be made of the most general branch related to diplomacy, ie the field of robotics and BCI technology. The frequency will be followed by an analysis of the main component of the work, ie the Arduino mkr1010, but also a more general picture of the use of the Arduino. The third chapter refers to the other components of the construction which are the wheelchair and the device that receives the encephalogram, mindwave, as well as the part of the construction. Programming is the fourth chapter of diplomacy, while the last chapter deals with general conclusions and description of the advantages and disadvantages of using this technology.

Keywords: Mindwave, BCI, Arduino mkr1010, wheelchair, robotics, construction.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	4
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	6
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	8
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	9
1 ΚΕΦΑΛΑΙΟ	
1.1 Τεχνολογία BCI.....	12
1.2 Εισαγωγή Στην Ρομποτική	13
1.3 Βασικά Στοιχεία Και Αρχές Ρομπότ.....	17
1.4 Η Χρήση Των Ρομπότ.....	18
1.5 Τηλεχειριστήρια.....	19
1.6 Αιτίες Χρήσης Ρομπότ.....	21
1.7 Πλεονεκτήματα/Μειονεκτήματα Των Ρομπότ.....	23
1.8 Ρομποτική Στην Εκπαίδευση.....	24
1.9 Ρομποτική Και Θέματα βιοηθικής.....	26
1.10 Τεχνολογία Και Οικονομία.....	28
2 ΚΕΦΑΛΑΙΟ	
Μικροελεκτήs Arduino Mkr 1010	
2.1 Μικροεπεξεργαστές	
2.1.1 Εξέλιξη Μικροεπεξεργαστών Και Μικροελεγκτών	31
2.1.2 Μικροεπεξεργαστές.....	32
2.1.2 Βασικά Στοιχεία Μικροεπεξεργαστών	33
2.1.4 Διαδεδομενες Κατηγορίες Μικροελεγκτών.....	34
2.2 Arduino	
2.2.1 Arduino.....	35
2.2.2 Εκδόσεις Arduino.....	36
2.2.4 Arduino Mkr 1010 Wifi.....	39
3 ΚΕΦΑΛΑΙΟ	
Mindwave Και Αναπηρικά Αμαξίδια	
3.1 Συσκευή Mindwave.....	41
3.1.2 Σύγκριση Mindwave Με άλλες κατασκευές και συσκευές BCI...42	
3.1.3 Προγράματα Επεξεργασίας EEG.....	43
3.1.4 Παρόμοια Project.....	44
3.1.5 Αρχή Λειτουργίας Mindwave.....	45
3.1.6 Αναπηρικά αμαξίδια.....	46
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	
3.2.1 Αρχικός Σχεδιασμός.....	47
3.2.2 Υλικά Κατασκευής.....	47
3.2.3 Κατασκευή.....	48
3.2.4 Τελικό Αποτέλεσμα	49
4 ΚΕΦΑΛΑΙΟ	
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ	
4.1 Προγραμματισμός Arduino και βασικές εντολές.....	55
4.2 Δήλωση μεταβλητών	56
4.3 Συναρτήσεις διαχείρισης θυρών εισόδου εξόδου.....	56

4.4 Συνάρτηση καθυστέρησης	57
4.5 Σειριακή θύρα επικοινωνίας.....	57
4.6 Δομή επιλογής και δομής επανάληψης.....	58
4.7 Δομή επανάληψης (for).....	58
4.8 Τελικός Πρόγραμμα για Arduino.....	58
4.9 Τελικό Πρόγραμμα για Mindwave.....	59
5 ΚΕΦΑΛΑΙΟ	
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	63
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	65
ΠΗΓΕΣ.....	66

Ευχαριστίες

Ευχαριστίες αρχικά στον επιβλέπων καθηγητή της διπλωματικής εργασίας, Παντελή Ασβεστά. Καθόλη την διάρκεια της εργασίας ήταν πάντα πρόθυμος να βοηθήσει σε οποιοδήποτε πρόβλημα παρουσιάστηκε. Πέρα απο την βοήθειά του στο κομμάτι της διπλωματικής, όλα τα μαθήματα του ήταν απαραίτητα, για την συνέχεια μας , μετά την σχολή ως μηχανικοί Βιοιατρικής. Εύχαριστίες επίσης σε όλους τους καθηγητές του τμήματος, στον καθένα ξεχωριστά για τις γνώσεις που μας παρείχαν μέσω των μαθημάτων τους. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την ψυχολογική αλλά και οικονομική στήριξη που μου παρείχαν σε όλη την διάρκεια της φοιτητικής μου ζωής.

I.ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1	σελ.12
Εικόνα 2	σελ.13
Εικόνα 3	σελ.14
Εικόνα 4	σελ.15
Εικόνα 5	σελ.16
Εικόνα 6	σελ.17
Εικόνα 7	σελ.19
Εικόνα 8	σελ.20
Εικόνα 9	σελ.22
Εικόνα 10	σελ.24
Εικόνα 11	σελ.25
Εικόνα 12	σελ.28
Εικόνα 13	σελ.29
Εικόνα 14	σελ.31
Εικόνα 15	σελ.32
Εικόνα 16	σελ.34
Εικόνα 17	σελ.35
Εικόνα 18	σελ.35
Εικόνα 19	σελ.36
Εικόνα 20	σελ.36
Εικόνα 21	σελ.37
Εικόνα 22	σελ.37
Εικόνα 23	σελ.38
Εικόνα 24	σελ.38

ικόνα 25	σελ.39
Εικόνα 26	σελ.41
Εικόνα 27	σελ.42
Εικόνα 28	σελ.43
Εικόνα 29	σελ.44
Εικόνα 30	σελ.45
Εικόνα 31	σελ.46
Εικόνα 32	σελ.47
Εικόνα 33	σελ.48
Εικόνα 34	σελ.48
Εικόνα 35	σελ.48
Εικόνα 36	σελ.49
Εικόνα 37	σελ.51
Εικόνα 38	σελ.51
Εικόνα 39	σελ.52
Εικόνα 40	σελ.52
Εικόνα 41	σελ.53
Εικόνα 42	σελ.53
Εικόνα 43	σελ.55

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

1.1 Τεχνολογία BCI

Η τεχνολογία διεπαφής υπολογιστή εγκεφάλου (BCI) καθιστά δυνατή τη χειραγώγηση ενός ενσωματωμένου συστήματος ή υπολογιστή χρησιμοποιώντας σήματα που παράγονται από εγκεφαλικά κύματα. Τα συστήματα BCI έχουν εφαρμογή σε διάφορους τομείς όπως είναι τα πρόσθετα τεχνητά μέλη, τα video games, διάφορα συστήματα ρομποτικής αλλά και σε αυτόνομα οχήματα [13]. Τα BCI επεξεργάζονται το εγκεφαλογράφημα που λαμβάνουν από νευρωνικές δραστηριότητες, μπορούν να αναγνωρίσουν διαφορετικά μοτίβα νευρωνικής δραστηριότητας, και μέσα από τα παραπάνω να ελέγξουν άλλες συσκευές. Από την άποψη του τρόπου απόκτησης του σήματος, ένα σύστημα BCI μπορεί να ταξινομηθεί ως επεμβατικό και μη επεμβατικό, ανάλογα με τον τρόπο τοποθέτησης των βιοαισθητήρων EEG. Μη επεμβατικοί ΔΜΣ, τυπικά οι διεπαφές εγκεφάλου - υπολογιστή (BCI) βασίζονται στην ηλεκτροεγκεφαλογραφία (ΗΕΓ) για την καταγραφή του εγκεφαλικάς δραστηριότητες χρησιμοποιώντας μια σειρά βιοαισθητήρων που βρίσκονται στο τριχωτό της κεφαλής και μπορούν να μετρήσουν τις δυνατότητες που παράγεται από ηλεκτρική δραστηριότητα δισεκατομμυρίων φλοιωδών νευρώνων. Η μελέτη μας επικεντρώνεται στη μη επεμβατική BCI [14]. Η συσκευή που θα χρησιμοποιηθεί στην κατασκευή είναι της εταιρείας Neugosky και κοστίζει περίπου 100 δολάρια. Είναι από τις πιο απλές συσκευές που υπάρχουν, εφόσον διαθέτει μόλις ένα ηλεκτρόδιο για την καταγραφή του εγκεφαλογραφήματος, όμως η δυνατότητες της είναι αρκετές αφού μπορούμε να έχουμε αρκετά αποτελέσματα σε μεγάλο όγκο εφαρμογών. Πιο αναλυτικά θα δούμε περισσότερα πράγματα σε επόμενο κεφάλαιο, όπου θα δούμε αναύτικα τον τρόπο λειτουργίας της συσκευής, θα αναφέρουμε κατασκευές παρόμοιες που έχουν διαφορετικές δυνατότητες, και θα γίνει και σύγκριση της συγκεκριμένης συσκευής με άλλες συσκευές που υπάρχουν.



Εικόνα 1: BCI Driver

Πηγή: <https://autonomos.inf.fu-berlin.de/projects/past-projects/braindriver/>

1.2 Εισαγωγή στην Ρομποτική

Η Ρομποτική αποτελεί έναν από τους ταχύτερα αναπτυσσόμενους κλάδους της εποχής μας, καθώς οι πιο αναπτυσσόμενες χώρες του κόσμου έχουν τεράστια οικονομικά οφέλη αλλά και άλλα πλεονεκτήματα όπως ο εκσυγχρονισμός της παραγωγής. Ο άνθρωπος πλέον καταλαβαίνοντας τις περιορισμένες δυνατότητες που έχει, στο να κάνει διάφορες περίπλοκες για εκείνον εργασίες, όπως για παράδειγμα χιλιάδες πράξεις το δευτερόλεπτο, καταφέρνει με την χρήση της μηχανικής, σε συνδυασμό με μαθηματικά, αλγορίθμους, συστήματα αυτοματισμού, τεχνητή νοημοσύνη και ηλεκτρονική, να δημιουργήσει αποτελεσματικά ρομπότ που μπορούν να κάνουν τα πάντα, πολύ πιο γρήγορα, αποτελεσματικά και με φοβερά μεγαλύτερη ακρίβεια σε σχέση με τον άνθρωπο. Τα ρομπότ πλέον αποτελούν ένα πάρα πολύ μεγάλο κομμάτι της ζωής μας, αφού κάθε άνθρωπος τα χρησιμοποιεί καθημερινά στην προσωπική του ζωή παρέχοντάς του μεγάλες ευκολίες, ενώ ταυτόχρονα έχουν γίνει σημαντικό κομμάτι και άλλων κλάδων όπως η βιομηχανία και η ιατρική. Τα ρομπότ πλέον μπορούν να χειρουργούν, να κατασκευάζουν αυτοκίνητα αλλά και να παίζουν μουσική. Τα ρομποτικά συστήματα χρησιμοποιούνται πλέον για την εκτέλεση χειρουργικών επεμβάσεων ακριβείας, στη φυσικοθεραπεία και την εργοθεραπεία, επιτρέποντας μεγαλύτερης έντασης θεραπευτικές αγωγές, ενώ χρησιμοποιούνται σε κλινικό και οικιακό περιβάλλον για την παρακολούθηση και τη βοήθεια των ασθενών. Οι τεχνολογικές εξελίξεις στη ρομποτική έχουν τη δυνατότητα να ενθαρρύνουν την ανάπτυξη νέων θεραπειών για μια ευρεία ποικιλία ασθενειών και διαταραχών, να βελτιώσουν τόσο το πρότυπο όσο και την προσβασιμότητα της περίθαλψης και να ενισχύσουν τα αποτελέσματα της υγείας των ασθενών. Η διαρκώς αναπτυσσόμενη εξέλιξη της ρομποτικής έχει προσφέρει πάρα πολλές δυνατότητες στον άνθρωπο, αλλά ταυτόχρονα θέτει και κάποια σημαντικά θέματα βιοηθικής που θα εξετάσουμε παρακάτω.



Εικόνα 2: Εισαγωγή στην Ρομποτική

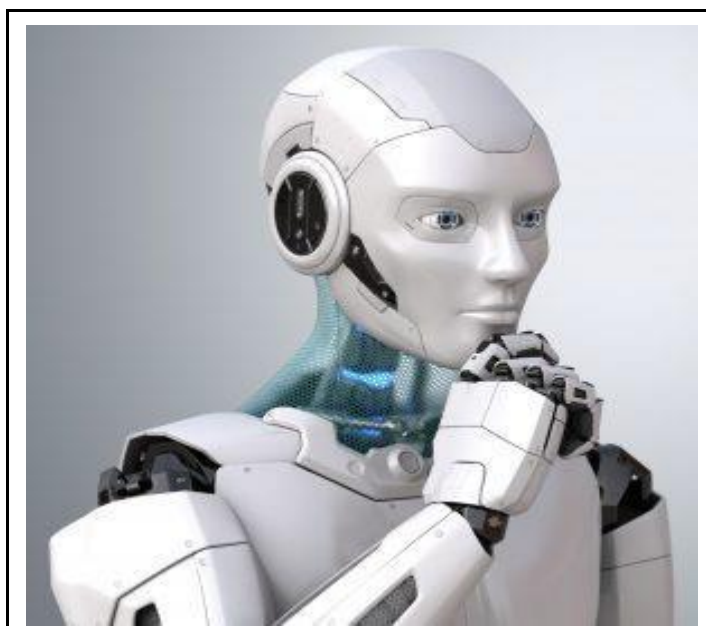
Πηγή: <https://www.intelrealsense.com/robotic-automation/>

Ορισμός Ρομποτικής

Η ρομποτική είναι ένας διεπιστημονικός τομέας που ενσωματώνει την επιστήμη των υπολογιστών και τη μηχανική. Η ρομποτική περιλαμβάνει σχεδιασμό, κατασκευή, λειτουργία και χρήση ρομπότ . Ο στόχος της ρομποτικής είναι να σχεδιάσει μηχανές που μπορούν να βοηθήσουν και να βοηθήσουν τους ανθρώπους. Η ρομποτική ενσωματώνει στους τομείς της μηχανολογίας, ηλεκτρολογίας, της μηχανικής πληροφορίας, μηχανοηλεκτρονική, ηλεκτρονικά είδη, βιοτεχνολογίας , της μηχανικής υπολογιστών , της μηχανικής ελέγχου , τεχνολογία λογισμικού, μαθηματικά, μεταξύ άλλων [1].

Ρομπότ

Το «Robot» εφαρμόστηκε για πρώτη φορά ως όρος για τεχνητά αυτόματα στο έργο RUR του 1920 από τον Τσέχο συγγραφέα, Karel Čapek . Ωστόσο, ο Josef pearek ονομάστηκε από τον αδελφό του Karel ως τον πραγματικό εφευρέτη του όρου ρομπότ. Η ίδια η λέξη «ρομπότ» δεν ήταν καινούργια, αφού ήταν στη σλαβική γλώσσα ως robota (καταναγκαστική εργασία), όρος που εφαρμόζεται στους αγρότες που υποχρεούνται στην υποχρεωτική υπηρεσία υπό το φεουδαρχικό σύστημα . Η φανταστική ιστορία του pearek υποθέτει την τεχνολογική δημιουργία τεχνητών ανθρώπινων σωμάτων χωρίς ψυχές και το παλιό θέμα του φεουδαρχικού ρομπότα η τάξη ταιριάζει εύγλωττα στη φαντασία μιας νέας κατηγορίας κατασκευασμένων, τεχνητών εργατών. [1].



Εικόνα 3: Ανθρωπομορφικό Ρομπότ

Πηγή:<https://blogs.3ds.com/northamerica/future-robots-and-ensuring-human-safety/>

Ιστορική αναδρομή

Πολλές αρχαίες μυθολογίες και οι περισσότερες σύγχρονες θρησκείες περιλαμβάνουν τεχνητούς ανθρώπους, όπως τους μηχανικούς υπηρέτες που έχτισε ο Έλληνας θεός Ηφαιστος, τα πήλινα γκόλεμ του εβραϊκού μύθου και το μυθικό άγαλμα του Πυγμαλίωνα που ζωντάνεψε . Από το 400 π.Χ. περίπου, οι μύθοι της Κρήτης περιλαμβάνουν τον Τάλως , έναν χάλκινο άνθρωπο που φύλαγε το νησί από τους πειρατές. Στην αρχαία Ελλάδα, ο Έλληνας μηχανικός Κτησίβιος το 270 π.Χ. δημιούργησε ρολογια νερού. Τον 4ο αιώνα π.Χ., ο Έλληνας μαθηματικός Αρχύτας δημιούργησε ένα μηχανικό πτηνό που λειτουργούσε με ατμό και το ονόμασε "Το Περιστέρι".

Στην αρχαία Ελλάδα έχουμε αναφορές όπου η προέλευση τους είναι άγνωστη έως σήμερα για αυτοματισμούς. Υπάρχουν αναφορές για μηχανικούς σκύλους που προστάτευαν το παλάτι του βασιλιά Αλκίνοου. Οι μηχανικοί σκύλοι αποτελούσαν ένα δώρο των θεών προς τον βασιλιά Αλκίνοο. Υπάρχουν αναφορές απο τον 11ο αιώνα που αναφέρουν οτι μηχανικά ρομπότ τα οποία προστάτευαν τα λείψανα του Βούδα, ενώ επίσης υπάρχουν αναφορές οι οποίες περιγράφουν την ύπαρξη ξύλινων πτηνών που μπορούσαν να πετάξουν με επιτυχία.

Ο Όμηρος σε κείμενα του περιγράφει οτι υπήρχαν κούκλες οι οποίες μπορούσαν να μιλήσουν και τις είχε φτιάξει ο Δαίδαλος για τα παιδιά του Μίνωα. Ο συγκεκριμένος μηχανισμός φαίνεται οτι χρησιμοποιήθηκε και σε ρομπότ φύλακες που κινούνταν με υδράργυρο μέσα στον λαβύρινθο.

Όλες αυτές οι αναφορές, μπορούν να μας δείξουν οτι ανεξάρτητα απο την ύπαρξη η όχι των παραπάνω εφευρέσεων, υπήρχε σίγουρα η ιδέα της δημιουργίας ρομπότ που θα έκαναν εργασίες δύσκολες για τον άνθρωπο, ή θα χρησιμοποιούνταν για διασκέδαση όπως οι κούκλες για τα παιδιά του Μίνωα, η γενικά για πολλές άλλες χρήσεις που υπάρχουν σήμερα. Εκτός όμως απο τις αναφορές, υπάρχουν και κάποιοι μηχανισμοί που έχουν βρεθεί, όπως ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων, που αποτελεί τον αρχαιότερο μηχανισμό που έχει βρεθεί μέχρι σήμερα. Φαίνεται να δημιουργήθηκε το 100 με 150 π.Χ. και ο ρόλος του ήταν να προβλέπει θέσεις πλανητών [2].



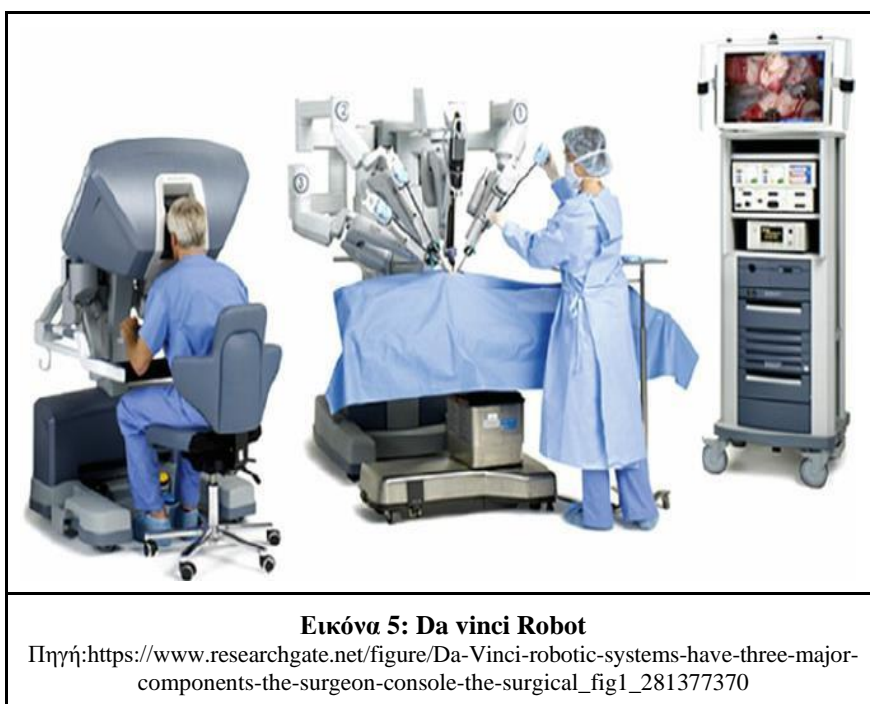
Εικόνα 4: Μηχανισμός των Αντικυθήρων

Πηγή:

<http://users.sch.gr/mfanarioti/MHXANES/calculatingmahines/mixanimos1.html>

Η εξέλιξη των θετικών επιστημών, και η εφαρμογή του σε διάφορους τομείς, έχουν καταφέρει να δημιουργήσουν ένα τελειώς διαφορετικό περιβάλλον για τον άνθρωπο. Τα ρομπότ πλέον εκτελούν αρκετά δύσκολες εργασίες για τον άνθρωπο. Κάποιες ανακαλύψεις που έχουν ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη της ρομποτικής είναι η δημιουργία του πρώτου υπολογιστή που ονομάστηκε IBM 360 το 1964, η παραγωγή του πρώτου τανζίστορ το 1947, καθώς και η δημιουργία του δορυφόρου Sputnik απο την Σοβιετική Ένωση το 1957.

Η εξέλιξη των τεχνολογιών είναι μεγάλη τα τελευταία χρόνια, και η ζωή του ανθρώπου αποκτά όλο και περισσότερες ευκολίες. Αυτό γίνεται σε όλους τους τομείς της ζωής μας. Υπάρχουν πολλά νέα συστήματα και στον τομέα της υγείας. Πλέον υπάρχει δυνατότητα με την χρήση του Da Vinci Robot να γίνει ένα χειρουργείο απο απόσταση , με μεγάλη ακρίβεια. Η ακρίβεια είναι πολύ σημαντικός παράγοντας στον τομέα των ιατρικών μηχανημάτων. Αυτό μας δείχνει οτι λόγω της σημαντικότητας του σαν κλάδος , η εξέλιξη της τεχνολογίας θα φέρει μεγάλες εξελίξεις στον τομέα της υγείας.



Οι τρεις νόμοι της ρομποτικής

Τα πρώτα ρομπότ αποτελούσαν μια κακή εικόνα για τους ανθρώπους, καθώς φοβόντουσαν οτι θα είχαν την μορφή κακών ανθρωπόμορφων μηχανών. Ο Isaac Asimov την δεκαετία του '50 εισήγαγε την λέξη Droids δηλαδή την ιδέα των καλών ρομπότ και έκανε διάσημη την λέξη Ρομπότα. Τα Droids έγιναν γνωστά μέσω των Star Wars το 1977. Υπάρχουν κάποιοι νόμοι που πρέπει να τηρούνται πριν την δημιουργία των ρομπότ, που αφορούν την ασφάλεια του ανθρώπου. Αυτοι οι τρεις νόμοι είναι οι εξεις :

1. Ένα ρομπότ δεν μπορεί να προκαλέσει τον τραυματισμό ενός ανθρώπου ή εξαιτίας ανδράνειας του να επιτρέψει τον τραυματισμό του.
2. Τα ρομπότ θα πρέπει να εκτελούν κάθε εντολή του ανθρώπου, εκτός και αν παραβιάζουν τον πρώτο νόμο των ρομπότ.
3. Τέλος τα ρομπότ μπορούν να προστατεύουν την ύπαρξη τους με μόνη διαφορά να μη έρχονται σε αντίθεση με τους δύο παραπάνω νόμους.

1.3 Βασικά στοιχεία και αρχές ρομπότ

Ένα ρομπότ αποτελείται από δύο βασικά συστήματα. Ένα μηχανικό και ένα ηλεκτρικό. Το πρώτο αφορά την κίνηση του ρομπότ ενώ το δεύτερο περιλαμβάνει την επαναπρογραμματιζόμενη μνήμη του. Μπορούμε να τοποθετήσουμε τα ρομπότ σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με πολλά κριτήρια. Υπάρχει μια κατηγορία που χωρίζει τα ρομπότ ανάλογα με τρεις διαφορετικές γενιές. Τα ρομπότ πρώτης γενιάς είναι τα ρομπότ χαμηλής ευελιξίας αποτελούν ρομπότ που εξαρτώνται πολύ από τον ανθρώπινο παράγοντα. Χρειάζονται τον άνθρωπο ως χειριστή. Για παράδειγμα ένα τηλεκοντόλ μιας τηλεόρασης δεν μπορεί να κάνει πράγματα μόνο του, χωρίς να έχει έναν άνθρωπο να το χειριστεί. Η δεύτερη κατηγορία που είναι δεύτερης γενιάς, αποτελείται από ρομπότ τα οποία χρησιμοποιούν αλγόριθμους για να λειτουργήσουν, και εκτελούν κάποιο σταθερό πρόγραμμα δράσης, για παράδειγμα μηχανές σε εργοστάσια που κάνουν τυποποιημένες κινήσεις. Στην τρίτη και πιο προηγμένη γενιά, ανήκουν τα ρομπότ που έχουν έξτρα συστήματα όπως αισθητήρες ή διάταξη επεξεργασίας των πληροφοριών ή κινητήριο διάγραμμα εκτέλεσης εργασιών, όπως τα αυτοκίνητα με αυτόματο πιλότο [1].



Εικόνα 6: Ρομπότ τρίτης γενιάς

Πηγή: <https://auto.economictimes.indiatimes.com/news/auto-technology/tesla-autopilot-a-distant-second-to-gms-super-cruise-in-hands-free-test/78925706?redirect=1>

1.4 Η χρήση των ρομπότ

Τα ρομπότ χρησιμοποιούνται καθημερινά σε όλο και περισσότερους κλάδους της ζωής μας. Την τελευταία δεκαετία έχει αρχίσει και γίνεται όλο και μεγαλύτερη χρήση των ρομπότ σε διάφορους τομείς της ζωής μας. Όλοι οι άνθρωποι πλέον διαθέτουν smartphones τα οποία προσφέρουν πολλές επιπλέον λειτουργίες μέσω διαφόρων εφαρμογών. Υπάρχουν εφαρμογές που χρησιμοποιούνται για πλοήγηση, άλλες για να βγάλουν προγράμματα που αφορούν την σωματική μας κατάσταση ή την διατροφή μας. Υπάρχουν ψηφιακά βιβλία, ταινίες και οτιδήποτε άλλο μπορεί να σκεφτεί κανείς για το κομμάτι της ψυχαγωγίας. Εκτός από τα smartphones έχουν δημιουργηθεί και άλλες smart συσκευές όπως τα smartwatch. Βλέπουμε ότι στα αρχαία χρόνια είχαν τις κλεψύδρες, στην συνέχεια αντικαταστάθηκαν με τα απλά ρολόγια και σήμερα έχουμε smartwatch τα οποία εξελίσσονται σε μια κινούμενη κλινική σιγά σιγά, προσφέροντας λειτουργίες που έχουν να κάνουν κυρίως με την δραστηριότητα και την υγεία.

Τα τελευταία χρόνια έχουν κάνει την εμφάνιση τους τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα, θα μπορούσαμε να τα πούμε και smartcars, τα οποία προσφέρουν εξελιγμένες λειτουργίες όπως η αυτόματη οδήγηση, κάτι που πριν λίγα χρόνια φαινόταν ακατόρθωτο. Έχουν εμφανιστεί νέες εταιρείες όπως η Tesla που επενδύει στο να δημιουργήσει μια νέα διάσταση στον τομέα του αυτοκινήτου, χρησιμοποιώντας περίπλοκους αλγορίθμους για αυτόματη οδήγηση, ενώ πλέον εκτός από την Αμερική, η Κίνα έχει κάποιες νέες εταιρείες όπως η Nio και η Xpeng. Η Nio έχει δημιουργήσει κάποιες σημαντικές για τον κλάδο τεχνολογίες, όπως για παράδειγμα μέσω της χρήσης ρομπότ, η τεχνολογία battery swipe αλλάζει την μπαταρία ενός αυτοκινήτου σε λίγα μόλις λεπτά, με μια νέα μπαταρία, με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί μια νέα λύση στα προβλήματα του μεγάλου χρόνου φόρτισης που χρειάζονται τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα.

Εκτός από την χρήση των ρομπότ στην καθημερινότητα μας, τα ρομπότ δημιουργούν πλεονέκτημα και στον τομέα της παραγωγής. Μακροπρόθεσμα δημιουργούν κέρδος στις επιχειρήσεις έφοσον κάνουν απόσβεσης του αρχικού κεφαλαίου που χρησιμοποιεί η επιχείρηση για την απόκτηση τους, και το μόνο κόστος που χρειάζονται είναι η ενέργεια που καταναλώνουν, σε αντίθεση με τους ανθρώπους που χρειάζονται συνέχεια μισθό. Εκτός από αυτό, προσφέρουν πιο γρήγορη παραγωγή, πιο ποιοτικά προϊόντα και μπορούν να λειτουργούν ακόμα και σε δύσκολες συνθήκες. Όλα αυτά δημιουργούν μια αυξημένη παραγωγή της επιχείρησης που έχει ως αποτέλεσμα την επίτευξη πιο ανταγωνιστικών τιμών στην αγορά.

Στον τομέα της ιατρικής η ρομποτική έχει κάνει πάρα πολύ μεγάλο άλμα τα τελευταία χρόνια καθώς έχουν δημιουργηθεί πάρα πολλά μηχανήματα τα οποία χρησιμοποιούνται για διάγνωση αλλά και για θεραπεία. Για παράδειγμα η Ge έχει δημιουργήσει το V-scan Air το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μια μικρού όγκου συσκευή, φορητή σαν κινητό και ο γιατρός να βγάζει υπερηχογράφημα του ασθενή, εύκολα και γρήγορα στο σπίτι του ασθενή.



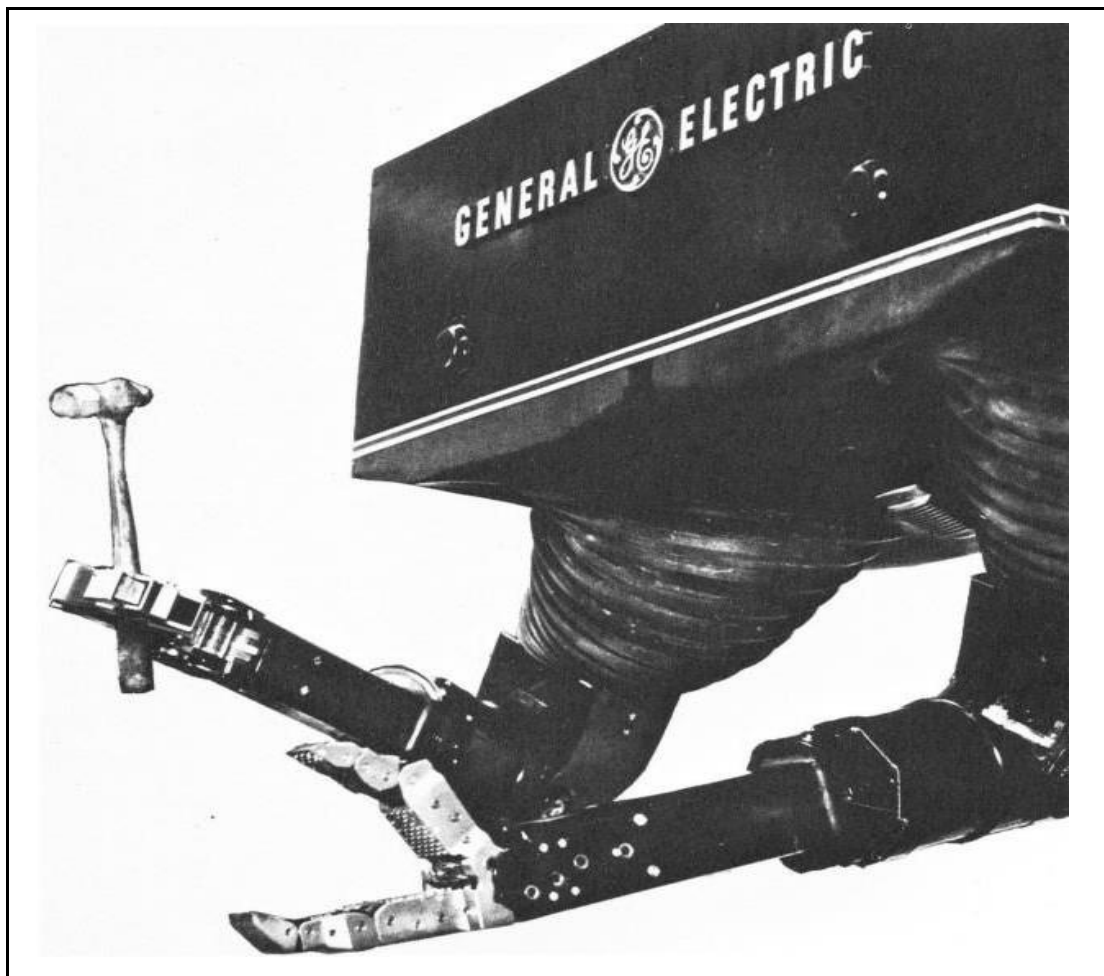
1.5 Τηλεχειριστήρια

Οι ρομποτικοί χειριστές έκαναν την εμφάνιση τους στην πυρηνική εποχή. Οι πρώτοι ρομποτικοί χειριστές επέτρεπαν στον χρήστη να χρησιμοποιεί το ρομπότ από ασφαλή απόσταση, όπως για παράδειγμα να διαχειρίζονται ραδιενεργά υλικά. Η χρήση των τηλεχειστηρίων είναι ιδιαίτερα χρήσιμη αν σκεφτεί κανείς σε πόσους κλάδους αποτελούν σήμερα ένα απαραίτητο κομμάτι. Διαστημικές αποστολές που γίνονται στέλνουν ρομπότ σε άλλους πλανήτες όπως για παράδειγμα έκανα η NASA με την Space X στον Άρη, και μπορούν να ελέγξουν αυτά τα ρομπότ από την Γή. Έτσι καταφέρουν να συλλέξουν με ασφάλεια χρήσιμες πληροφορίες για τους άλλους πλανήτες, να φτιάξουν ένα περιβάλλον που να μπορεί να επιβιώσει ο άνθρωπος και να μπορούν σε επόμενες διαστημικές αποστολές να στείλουν ανθρώπους εκεί.

Το 1894, το πρώτο παράδειγμα ασύρματου ελέγχου από απόσταση ήταν κατά τη διάρκεια μιας επίδειξης του Βρετανού φυσικού Oliver Lodge , στην οποία έκανε χρήση του συμπλέκτη του Branly για να κάνει το γαλβανόμετρο καθρέφτη να μετακινήσει μια δέσμη φωτός όταν ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα δημιουργήθηκε τεχνητά. Οι Guglielmo Marconi και William Preece , στις 12 Δεκεμβρίου 1896, στο Toybee Hall έκαναν ένα κουδούνι να χτυπήσει πατώντας ένα κουμπί σε ένα κουτί που δεν συνδέθηκε με κανένα καλώδιο. Το 1897 ένας Βρετανός μηχανικός και καθηγητής στο Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών στο King's College του Λονδίνου, ο Ernest Wilson, είχε εφεύρει ένα τηλεχειριστήριο από τορπίλες και υποβρύχια που ελέγχονταν από το κύμα "Hertzian". Το 1898, ο Νίκολα Τέσλα παρουσίασε μια συσκευή για τον έλεγχο του μηχανισμού κίνησης οχημάτων, με ραδιοέλεγχο μιας βάρκας . Ο Τέσλα αποκάλεσε το σκάφος του "ηλεκτροαυτόματο".

Ο πρώτος αυτόματος τηλεχειριστής με ηλεκτροφοδότηση αναπτύχθηκε το 1947 και είχε σχεδιαστεί με σκοπό να επιτρέπει στον χειριστή να έχει τον έλεγχο της συσκευής μέσω μιας μονάδας "κυρίου", δηλαδή επαναλάμβανε τις κινήσεις του

χρήστη. Δεν διέθεται force back (ανατροφοδότηση δύναμης) οπότε κινήσεις όπως η περιστροφή ενός γαλλικού κλειδιού ήταν δύσκολο να εκτελεστούν. Το 1948, η Ge δημιούργησε τον πρώτο τηλεχειριστή με force back που ονομάστηκε Handy Man ο οποίος έδινε την δυνατότητα στον χρήστη να μετακινεί μεγάλα και βαριά αντικείμενα [1].



Εικόνα 8 :HandyMan General Electric

Πηγή:<http://cyberneticzoo.com/man-amplifiers/1958-9-ge-handyman-ralph-mosher-american/>

Μία από τις αρχικές εφαρμογές των χειριστών υπήρξε η εγκατάσταση υποθαλάσσιων καλωδίων, με χρήση μηχανικών βραχιόνων προσαρτημένων σε υποβρύχιο όχημα. Το 1972, οι Bolles και PIIIII χρησιμοποίησαν ρομπότ για συναρμολόγηση μιας αντλίας νερού αυτοκινήτου, χρησιμοποιώντας οπτική ανάδραση και ανάδραση δύναμης. Την ίδια χρονιά, ο Will στην IBM ανέπτυξε έναν βραχίονα, με αισθητήρες δύναμης και αφής για τη συναρμολόγηση μιας γραφομηχανής, που αποτελούταν από 20 κομμάτια. Η Ιαπωνική κυβέρνηση στήριξε πολύ την ανάπτυξη της Ρομποτικής καθώς υπάρχουν εταιρείες που αποτελούν το 55% της αγοράς .

Σημαντικό κομμάτι των στρατιωτικών δυνάμεων κατέχουν πλέον τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη. Αρχικά τα Drones ξεκίνησαν ως βόμβες που κατευθύνονταν μέσω τηλεχειριστήριου πάνω σε ένα στόχο. Σημαντικό ρόλο έπαιξαν κατά την διάρκεια του Πρώτου παγκοσμίου πολέμου. Τα Drones σήμερα έχουν

εξελιχθεί με τέτοιο τρόπο, που όχι μόνο επαναχρησιμοποιούνται, εφόσον δεν αποτελούν πλέον τηλεκατευθυνόμενες βόμβες, αλλά η χρήση τους έχει πολλαπλή μορφή, καθώς μπορούν να εντοπίσουν θέσεις αντιπάλων με τις κάμερες που διαθέτουν, ενώ παράλληλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σαν τηλεκατευθυνόμενα πολεμικά αεροπλάνα που θα μάχονται στον αέρα με επανδρωμένα αεροσκάφη .

1.6 Αιτίες για τη χρήση ρομπότ

Το 1961 έγινε η εφαρμογή ενός βιομηχανικού ρομπότ για μια αρκετά δυσάρεστη εργασία για τον άνθρωπο, δηλαδή την φόρτωση και εκφόρτωση μίας μηχανής χυτηρίου. Πολλές από τις πρώτες ρομποτικές εγκαταστάσεις, αφορούσαν εφαρμογές, όπου υπήρχε μεγάλη δυσφορία ή κίνδυνος για τον άνθρωπο, όπως για παράδειγμα, ηλεκτροσυγκολλήσεις. Τα πρώτα αυτά ρομπότ για την χρήση τους, αποτελούσαν έναν πιο ακριβό μέσο για την εργασία, αλλά το κριτήριο του ότι ο άνθρωπος απέφευγε δύσκολες για αυτόν εργασίες, αποτέλεσε το κύριο λόγο για την χρήση τους. Ο Elon Musk, CEO και ιδιοκτήτης της Tesla, ανακοίνωσε την δημιουργία ενός νέου Robot, το οποίο θα είναι ανθρωπόμορφο και θα είναι έτοιμο να καλύψει μεγάλο εύρος χειρωνακτικών εργασιών, οι οποίες είναι τυποποιημένες, βαρετές και δυσάρεστες για τον άνθρωπο. Προσωπικά θεωρεί ότι ο άνθρωπος έχει καθυστερήσει πολύ να φέρει αυτή την τεχνολογία στην ζωή του.

Τα τέσσερα αυτά πλεονεκτήματα -μειωμένο κόστος μακροπρόθεσμα, η αύξηση της παραγωγικότητας αλλά και το πιο ποιοτικό αποτέλεσμα, αποτελούν σημαντικούς λόγους για την χρήση των ρομπότ στα σημερινά εργοστάσια. Ένα πρόσθετο πλεονέκτημα αφορά την μεγαλύτερη ευελιξία η οποία αναμένεται να παίξει ουσιαστικό ρόλο στην χρήση ρομπότ. Καθώς τα ευέλικτα συστήματα παραγωγής γίνονται πραγματικότητα, η ικανότητα προσαρμογής του ρομπότ σε μεγάλες αλλαγές αποτελούν σημαντικό πλεονέκτημα για την χρήση τους σε εργοστάσια παραγωγής που συνεχώς αυξάνουν το επίπεδο δυσκολίας και τον όγκο της παραγωγής τους[1].



Εικόνα 9 :Tesla Robot

Πηγή:<https://mindlifetv.com/entrepreneurs/tesla-bot-the-intelligent-human-shaped-robot-that-elon-musk-wants-to-create/>

1.7 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της χρήσης Ρομπότ

Ο παρακάτω πίνακας αναφέρει τα πιο συχνά αναφερόμενα ως πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των ρομπότ, όπως έχουν καταγραφεί σε άρθρα περιοδικών και σε βιβλία [1].

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑ
<ul style="list-style-type: none"> ● Ασφάλεια εργαζομένων <ul style="list-style-type: none"> ○ Επικίνδυνες εργασίες <ul style="list-style-type: none"> ■ Φόρτωση/εκφόρτωση επικίνδυνων εργαλειών ○ Δύσκολα περιβάλλοντα για τον άνθρωπο <ul style="list-style-type: none"> ■ Ραδιενέργεια ■ Τοξικά Αέρια ■ Υψηλές θερμοκρασίες 	<ul style="list-style-type: none"> ● Δυσκολία προγραμματισμού ανάλογα με την εφαρμογή
<ul style="list-style-type: none"> ● Μεγαλύτερη παραγωγή <ul style="list-style-type: none"> ○ 24ωρη λειτουργία ○ Μεγάλες ταχύτητες ○ Μειομένα σφάλματα ○ Καλύτερη ποιότητα προϊόντων 	<ul style="list-style-type: none"> ● Σχετικά μικρή ταχύτητα λειτουργίας
<ul style="list-style-type: none"> ● Ευελιξία παραγωγικής μονάδας <ul style="list-style-type: none"> ○ Λιγότερος χρόνος προσαρμογής ○ Εύκολη αντιμετώπιση αλλαγών 	<ul style="list-style-type: none"> ● Κόστος εγκατάστασης και συντήρηση εξοπλισμού
<ul style="list-style-type: none"> ● Δυνατότητα εργασίας σε αντίξοες συνθήκες <ul style="list-style-type: none"> ○ Υποθαλάσσιες έρευνες ○ Ηφαίστεια, σήραγγες 	<ul style="list-style-type: none"> ● Εκμάθηση της χρήσης του εξοπλισμού



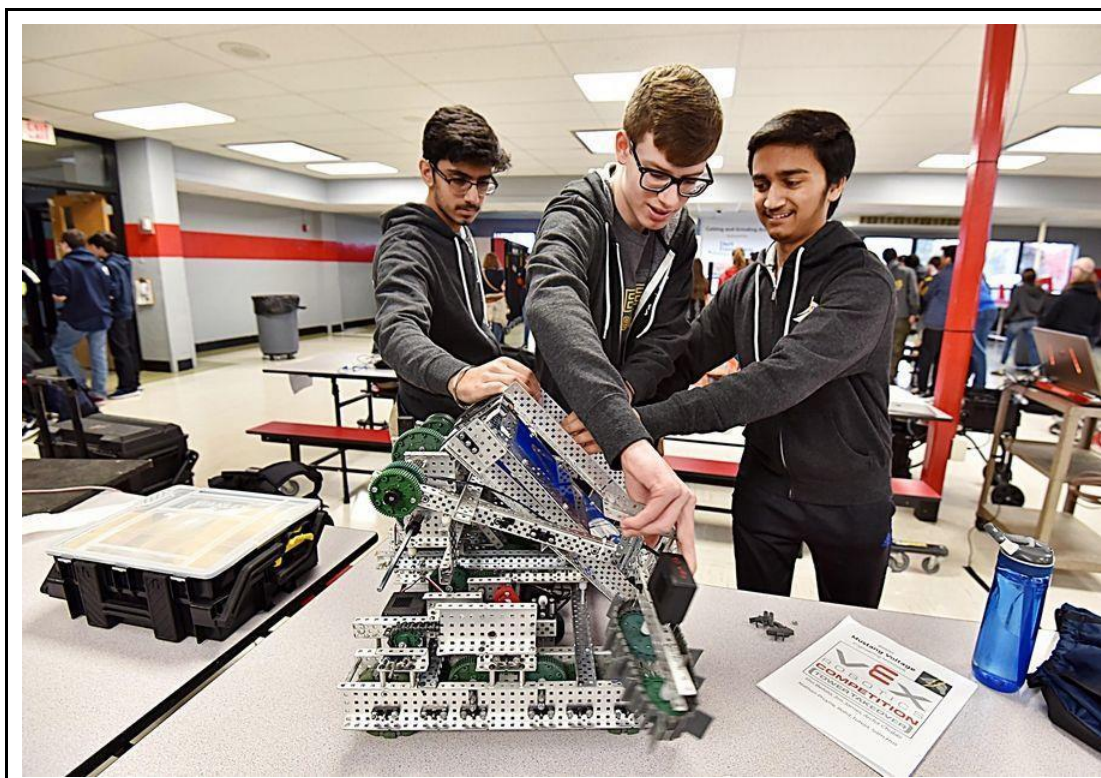
Εικόνα 10: Αντικατάσταση των ανθρωπων από ρομποτ σε εργοστάσια

Πηγή: <https://www.autonews.com/article/20170528/OEM06/170529829/turning-auto-plants-into-wall-e-worlds>

1.8 Ρομποτική στην εκπαίδευση

Το εκπαιδευτικό σύστημα έχει αναπτυχθεί αρκετά τα τελευταία χρόνια, σε σχέση πάντα με προηγούμενα χρόνια αν σκεφτεί κανείς ότι κάθε παιδί πρέπει πλέον να κατέχει κάποιο πτυχίο σε ένα εξειδικευμένο κομμάτι, σε σχέση με παλαιότερα χρόνια που τέλειωναν απλά το σχολείο. Η εξέλιξη των γνώσεων των μαθητών στις θετικές επιστήμες μπορούν να αναπτυχθούν και άλλο και να δημιουργήσουν ένα πιο διασκεδαστικό και ωραίο περιβάλλον, αν οι μαθητές έρθουν σε επαφή με την εφαρμογή των θετικών επιστημών στην καθημερινότητα μας. Η ρομποτική αποτελεί αποτέλεσμα του συνδυασμού πολλών κλάδων όπως ο προγραμματισμός, τα ηλεκτρονικά, τα μαθηματικά και η φυσική. Έτσι με την εισαγωγή την ρομποτική ως μάθημα τα παιδιά όχι μόνο καταλαβαίνουν την σημαντικότητα των υπόλοιπων μαθημάτων που ήδη διδάσκονται, αλλά αναπτύσσουν επίσης τις δεξιότητες τους σε νέες τεχνολογίες, αναπτύσσουν στοιχεία του χαρακτήρα του όπως η συνεργασία, μαθαίνουν να αναλύουν καλύτερα τα δεδομένα, να δημιουργούν και να καινοτομούν. Πάνω από όλα μαθαίνουν να εφαρμόζουν τις γνώσεις τους, που είναι παρα πολύ σημαντικό. Όσες γνώσεις και αν έχει ένα άτομο πάνω σε ένα τομέα, είναι σχεδόν μηδενικές αν δεν ξέρει να τις εφαρμόζει. Ο στόχος της ρομποτικής στην εκπαίδευση είναι, οι μαθητές να αναπτύξουν αυτές τις δεξιότητες οι οποίες στα πλαίσια της παγκοσμιοποίησης αποτελούν βασική ανάγκη για την προετοιμασία πολιτών του κόσμου, που μπορούν να συνεισφέρουν θετικά σε παγκόσμια κλίμακα. Σήμερα, η ρομποτική θεωρείται ένα ευέλικτο μέσο για την εκμάθηση, προσφέροντας ευκαιρίες που αφορούν τον σχεδιασμό και την κατασκευή. Τα Arduino αποτελούν έναν έξυπνο εργαλείο για να διδάσκονται οι μαθητές βασικές γνώσεις προγραμματισμού και ηλεκτρονικών. Θα γίνει ανάλυση των Arduino σε παρακάτω κεφάλαιο.

Ωστόσο, για την εισαγωγή στα σχολεία δεν αποτελεί μόνο δυσκολία η εισαγωγή νέων τεχνολογιών.Σημαντικός παράγοντας αποτελεί και ο τρόπος που διδάσκει ο καθηγητής το συγκεκριμένο μάθημα, εφόσον ο καθηγητής θα είναι αυτός που θα κινήσει το ενδιαφέρον των μαθητών. Θα μπορούσε το σχολείο να προβάλει πρότυπα τα οποία θα μεγάλωναν το ενδιαφέρον των μαθητών για την ενασχόληση τους με τις θετικές επιστήμες. Ίσως στις πρώτες σχολικές τάξεις που τα παιδιά βρίσκονται σε πιο μικρή ηλικία, θα μπορούσε να γίνει προβολή ταινιών που αφορούν την ζωή σπουδαίων επιστημόνων όπως ο Tesla, ο Edison , τα αδελφια Ράιτ. Η έρευνα στον τομέα της εκπαιδευτικής ρομποτικής εδώ και χρόνια έδωσε έμφαση στην αλληλεπίδραση μεταξύ της δημιουργίας νέων τεχνολογιών και την ανάπτυξη καινοτόμων τρόπων μάθησης. Πολύ σημαντικό κομμάτι για την ρομποτική στην εκπαίδευση αποτελούν οι διαγωνισμοί ρομποτικής. Εκεί οι μαθητές προσπαθούν να αναπτύξουν όσο γίνεται τις καινοτομίες τους , για να κερδίσουν τους διαγωνισμούς. Αυτό όμως έχει μόνο θετικό πρόσημο για όλους εφόσον κανείς δεν φεύγει χαμένος απο αυτούς του διαγωνισμούς. Οι μαθητές που κερδίζουν τον διαγωνισμό έχουν την χαρά της νίκης του διαγωνισμού αλλά όλοι οι συμμετέχοντες φεύγουν κερδισμένοι απο τις εμπειρίες και τις γνώσεις που έχουν αποκτήσει απο την προετοιμασία τους για τον διαγωνισμό αλλά και απο τον ίδιο τον διαγωνισμό, ενώ παράλληλα έχουν γνωρίσει πολλά ακόμα άτομα που μπορεί να συνεργαστούν μελλοντικά, και έχουν πάρει νέες ιδέες για να συνεχίζουν να προσπαθούν και να αναπτύσσονται σε μελλοντικές καινοτομίες στον τομέα της ρομποτικής[12].



Εικόνα 11: Σχολικοί διαγωνισμοί ρομποτικής

Πηγή:<https://www.dailyherald.com/news/20191026/students-learn-life-skills-in-robot-competition-at-mundelein-high-school>

1.9 Ρομποτική και θέματα βιοηθικής

Ο Homo Sapiens αποτελεί ένα είδος το οποίο έχει καταφέρει τα τελευταία χρόνια να ελέγχει τα πάντα γύρω του, ενώ σύμφωνα με το πρώτο βιβλίων του συγγραφέα φαίνεται να έχει εξαφανίσει ένα πάρα πολύ μεγάλο ποσοστό των ζώων που υπήρχαν στον πλανήτη μας [5]. Ο συγγραφέας παρατηρώντας την πορεία του Sapiens στο χρόνο προσπαθεί να περιγράψει το μέλλον. Σε αυτό θεωρεί ότι ο Sapiens θα εξαφανίσει τον εαυτό του και θα δημιουργήσει ένα νέο είδος το οποίο θα ονομάζεται homo deus [6]. Αυτό που έχει κάνει τον Sapiens αυτο που είναι σήμερα είναι η ανάγκη του να βελτιώνει συνεχώς τον τρόπο ζωής του και να μην επαναπαύεται ποτε σε αυτο που ήδη έχει. Η εξέλιξη είναι αυτή που δημιουργεί την ευτυχία στον άνθρωπο. Κανείς δεν μπορεί να φανταστεί ένα μέλλον χωρίς νέες τεχνολογίες. Ο συγγραφέας πιστεύει ότι ο άνθρωπος σε λίγα χρόνια θα κερδίσει μέχρι και τον ίδιο τον θάνατο, εφόσον πλέον ο μέσος όρος ζωής έχει ανέβει πολύ σε σχέση με προηγούμενα χρόνια, ενώ παράλληλα έχει καταφέρει να αντιμετωπίσει πάρα πολλές ασθένειες. Η εξέλιξη της ρομποτικής αλλά και της γενετικής σιγά σιγά μπορεί να φέρουν το τέλος του sapiens όμως. Φανταστείτε ένα μηχανικό πόδι που να μπορεί να κάνει 100 φορές καλύτερα ότι κάνει ένα κανονικό πόδι. Φυσικά τα πρόσθετα μέλη δημιουργήθηκαν για τα άτομα που τα χρειάζονται, αλλά αν σε κάποια χρόνια τα πρόσθετα μέλη είναι πολύ καλύτερα, ίσως κάθε άνθρωπος θέλει κάτι τέτοιο. Ενα μηχανικό σώμα μπορεί να μη κουράζεται ποτέ, να μη πονάει ποτέ και να έχει πολύ μεγαλύτερη δύναμη από ένα κανονικό ανθρώπινο σώμα. Η εξέλιξη επίσης της γενετικής μπορεί επίσης να έχει φοβερά αποτελέσματα. Κάθε άνθρωπος ξοδεύει πολλές ώρες από την ζωή του για να αποκτήσει γνώσεις. Πως θα ήταν άραγε αν μπορούσε να εισάγει απευθείας όλες αυτές τις γνώσεις, με χρήση μιας κάρτας μνήμης που να επεμβαίνει ακόμα και στο ίδιο του το μυαλό. Ο άνθρωπος εκτος απο την δημιουργία νέας τεχνολογίας πρέπει ίσως σιγά σιγά να δημιουργήσει και όρια στο πως η τεχνολογία επεμβαίνει στην ζωή του. Αν δεν γίνει ποτέ αυτο, ίσως ο άνθρωπος, αντί να χρησιμοποιεί ρομπότ για να κάνει καλύτερη την ζωή του, να γίνει ο ίδιος ρομπότ [6][7].

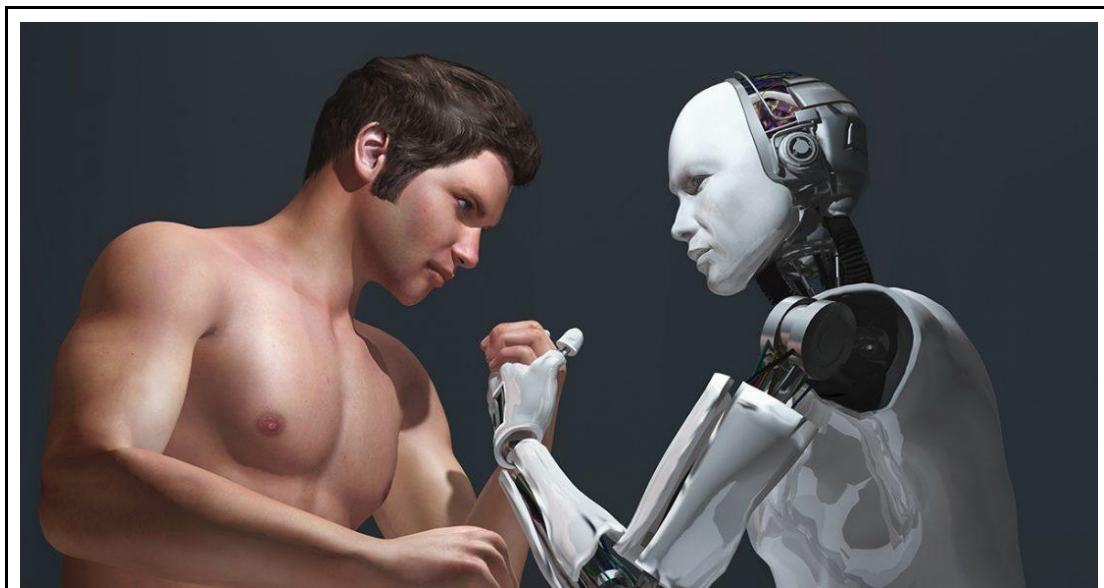
Ο χρόνος που οι άνθρωποι έχουμε όλες αυτές τις σημερινές ανέσεις ,σε σχέση με πόσα χρόνια υπάρχει το ανθρώπινο είδος, είναι ελάχιστος. Η εξέλιξη γίνεται όλο και πιο γρήγορη ,αν σκεφτεί κανείς την τρομερή εξέλιξη όλων των τεχνολογιών που έχουν δημιουργηθεί την τελευταία δεκαετία .Πριν λίγα χρόνια ο άνθρωπος χρησιμοποιούσε τα άλογα για την μετακίνηση του.Τα άλογα έχουν αντικατασταθεί από τα αυτοκίνητα. Τα τελευταία χρόνια λόγω της ανάγκης για να να δημιουργήσουμε μια νέα σχέση φιλίας με τον πλανήτη μας, έχουν κάνει την εμφάνιση τους τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα, τα οποία έχουν εξελίξει τον τρόπο που χρησιμοποιούμε το αυτοκίνητο. Η αυτόματη οδήγηση πολλών εταιρειών όπως η tesla και η xpeng, προσθέτει μια νέα διάσταση στον τομέα της οδήγησης. Παρα πολλά τρακαρίσματα και θάνατοι από τροχαία προκαλούνται μέσω της ανθρώπινης απροσεξίας ,του αλκοόλ. Τα ποσοστά θανάτου από αυτοκινητιστικό δυστύχημα σε έναν χρόνο είναι κατα πολύ μεγαλύτερα από τους θανάτους που προκαλούνται σε έναν παγκόσμιο πόλεμο. Κάθε φορά που ένας οδηγός οδηγεί ένα αυτοκίνητο το περιθώριο για να γίνει ένα ατύχημα κρίνεται από δύο τουλάχιστον παράγοντες, τους οδηγούς. Με την χρήση ενός συστήματος αυτόματης οδήγησης ο παράγοντας που θα εξαρτάται το ατύχημα θα ναι ένας ,δηλαδή ο αλγόριθμος της αυτόματης οδήγησης που μπορεί να είναι πιο ακριβής απο

τον άνθρωπο. Η χρήση της αυτόματης οδήγησης μπορεί να σώσει πολλές ζωές, χάρη στην ανάπτυξη ενός και μόνο αλγορίθμου.

Με την εξέλιξη όλων των θετικών επιστημών, καταλαβαίνουμε ότι ο άνθρωπος αποτελείται ένα πολύ περίπλοκο αλγόριθμο ο οποίος κρίνεται απο χιλιάδες μεταβλητές . Κάθε ουσία που υπάρχει στον οργανισμό μας έχει τον δικό της ρόλο. Σημαντικό κομμάτι έχουν και για την ίδια μας την ψυχολογία [11]. Το βιβλίο κάτω απο το κατώφλι αναλύει τον ρόλο του υποσυνείδητου νού και το πώς χωρίς να το καταλάβουμε οι αποφάσεις μας επηρεάζονται άμεσα μαζί του. Για παράδειγμα όταν κάνουμε γυμναστική που τα επίπεδα αδρεναλίνης έχουν ανέβει στον οργανισμό μας, μπορεί να αντιμετωπίσουμε μια συζήτηση με πολύ μεγαλύτερη ένταση από ότι θα είχαμε σε διαφορετική περίπτωση που θα ήμασταν ήρεμοι. Η ρύθμιση του ύπνου αποτελεί ένα πολύ καλο παράδειγμα στο να καταλάβουμε τον εαυτό μας. Ο ύπνος ρυθμίζεται απο δύο διαφορετικούς παράγοντες, την υπνική ορμή και τον κιρκάδιο ρυθμό. Η υπνική ορμή ρυθμίζεται απο τα επίπεδα αδενόσίνης στον εγκέφαλος, ενώ ο κιρκάδιο ρυθμός ρυθμίζεται απο την μελατονίνη. Η μελατονίνη ρυθμίζεται απο το φως της μέρας. Η αδενίνη βρίσκεται σε χαμηλά σημεία στον οργανισμό μας οταν ξυπνάμε και στην διάρκεια της μέρας αυξάνεται όσο είμαστε ξύπνιοι. Η υπνική ορμή και ο κιρκάδιος ρυθμός απεικονόνται με μια κυματομορφή. Όταν τα δύο κύμματα βρίσκονται στην μεγαλύτερη απόσταση μεταξύ τους τότε έχουμε παρα πολύ έντονη επιθυμία για ύπνο ενώ οταν είναι στην ελάχιστη απόσταση συνήθως ξυπνάμε [12].

Το πιο σημαντικό εργαλείο για τα ρομπότ αποτελεί ο αλγόριθμος. Πριν λίγα χρόνια κανείς δεν μπορούσε να πιστέψει ότι ένα ρομπότ θα μπορούσε να κερδίσει τον καλύτερο παίκτη σκάκι στον κόσμο . Το 1980 ένα ρομπότ ο Ντιπ Μπλου κατάφερε να το κάνει κερδίζοντας Γκάρι Κασπάροφ [6]. Το 2015 ένα πρόγραμμα της google έμαθε να παίζει σαράντα εννέα κλασικά παιχνίδια ατάρι, ενώ ένα άλλο πρόγραμμα το άλφαγκο κατάφερε να μάθει μόνο του να παίζει ένα κινέζικο παιχνίδι στρατηγικής πολύ πιο περίπλοκο απο το σκάκι. Τα ρομπότ πλέον γίνονται πολύ καλύτερα από τον άνθρωπο σε όλους τους τομείς, εφόσον και ο άνθρωπος και τα ρομπότ κρίνονται από τον δικό τους ξεχωριστο αλγόριθμο με την διαφορά ότι τα ρομπότ επειδή δεν έχουν μεταβλητές όπως είναι τα ανθρώπινα συναισθήματα καταφέρνουν να είναι πολύ πιο αποτελεσματικά [6]. Ο ανθρώπινος εγκέφαλος μπορεί να κάνει αρκετές σκέψεις το δευτερόλεπτο, όμως δεν μπορεί να ελέγξει το υποσυνείδητο του που αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος αυτών των σκέψεων [11].

Φυσικά ο φόβος για την τεχνολογική επανάσταση και τα ρομπότ που θα αντικαταστήσουν τον άνθρωπο υπάρχει πολλά χρόνια αλλα καθε φορα που ένα επάγγελμα αντικαθίσταται από ένα ρομπότ, δημιουργείται ένα τουλάχιστον νέο επάγγελμα στην θέση του. Υπάρχει όμως κάποιος που να ελέγχει ποιά θα είναι τελικά η κατεύθυνση του ανθρώπου ;



Εικόνα 12: Ρομπότ εναντίον ανθρώπου

Πηγή:<https://www.techslang.com/human-robot-interaction-the-future/>

1.10 Τεχνολογία και Οικονομία

Οι τεχνολογικές εταιρείες εξελίσσονται ταχύτατα στις μέρες μας, και η τεχνολογία έχει μπει με γρήγορους ρυθμούς στην ζωή μας. Το περίεργο όμως με τον τεχνολογικό τομέα είναι πως η τιμές των προϊόντων πέφτουν συνεχώς αντι να αυξάνονται. Ας σκεφτούμε ένα αυτοκίνητο του 2010 που έκανε 20 χιλιάδες ευρώ. Το ίδιο αυτοκίνητο αυτή την στιγμή κοστίζει ίσως και 5 χιλιάδες ευρώ, όχι μόνο για τον λόγο ότι είναι μεταχειρισμένο αλλά επειδή ένα αυτοκίνητο της φετινής χρονιάς με 20 χιλιάδες ευρώ έχει πολύ καλύτερη τεχνολογία και δυνατότητες. Ας σκεφτούμε ένα αυτοκίνητο του 2000, όπου όλα ήταν αναλογικά χωρίς κανέναν αυτοματισμό σχεδόν. Το 2010 το αυτοκίνητο πέρασε στην ψηφιακή εποχή, προστέθηκαν οθόνες, GPS, διάφοροι αυτοματισμοί, ενώ φέτος μια δεκαετία αργότερα, τα αυτοκίνητα είναι σχεδόν αυτόνομα, έχουν δυνατότητες AutoParking, AutoPilot και πάρα πολλούς αυτοματισμούς. Το παραπάνω παράδειγμα το έφερα για να δείξω πως η εξέλιξη της τεχνολογίας λειτουργεί αποπληθωριστικά.

Οι τιμές των προϊόντων και των υπηρεσιών ρυθμίζονται ανάλογα με την προσφορά και την ζήτηση. Για παράδειγμα, ο χρυσός είναι ένα προϊόν το οποίο έχει αρκετά μεγάλη ζήτηση ενώ η προσφορά του, δηλαδή η ποσότητα που υπάρχει είναι συγκεκριμένη και αυξάνεται λίγο κάθε χρόνο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η τιμή του χρυσού να αυξάνεται σταδιακά χρόνο με τον χρόνο. Αυτό δείχνει πληθωρισμό στη τιμή του χρυσού, δηλαδή συμβαίνει ακριβώς το ανάποδο από αυτό που γίνεται στο κομμάτι της τεχνολογίας.

Τι θετικό όμως έχει ο αποπληθωρισμός στον κάθε άνθρωπο και τι αρνητικό; Ο μέσος άνθρωπος μπορεί να έχει πρόσβαση σε μεγάλο εύρος τεχνολογίας και να έχει ανέσεις που παλιά θα τις είχε μόνο ένας πλούσιος. Στο τομέα των αυτοκινήτων. Πριν κάποια χρόνια είχαν αυτοκίνητο μόνο όσοι είχαν μεγάλη οικονομική δυνατότητα, ενώ τώρα βλέπουμε ότι κάθε σπίτι μπορεί ίσως να έχει και ένα αυτοκίνητο κάθε μέλος της οικογενείας. Το αρνητικό που έχει ο αποπληθωρισμός στο κομμάτι της

τεχνολογίας αφορά το ψυχολογικό κομμάτι. Βλέπουμε άτομα τα οποία επιζητούν την ευτυχία σε υλικά αγαθά και κυνηγάνε κάθε φορά οτι πιο σύγχρονο υπάρχει. Αυτό όμως δημιουργεί μια όλο και συνεχόμενη τάση προς τον καταναλωτισμό, οι καταναλωτές βομβαρδίζονται συνεχώς με διαφημιστικά μηνύματα και νιώθουν ψυχολογικής πίεση για να προλάβουν τις εξελίξεις. Βέβαια αυτό συμβάλει στην ταχεία εξέλιξη της τεχνολογίας εφόσον το χρήμα κινείται πιο γρήγορα, επανεπενδύεται και δημιουργεί πιο καλή τεχνολογία. Για παράδειγμα η Apple βγάζει το νέο μοντέλο κινητού της iphone 13. Σε ένα χρόνο ο καταναλωτής θα θελήσει να αγοράσει το iphone 14. Ίσως όχι όλοι αλλα τουλάχιστον μεγάλο κομμάτι της αγοράς.



Εικόνα 13: Πληθωρισμός και Αποπληθωρισμός

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

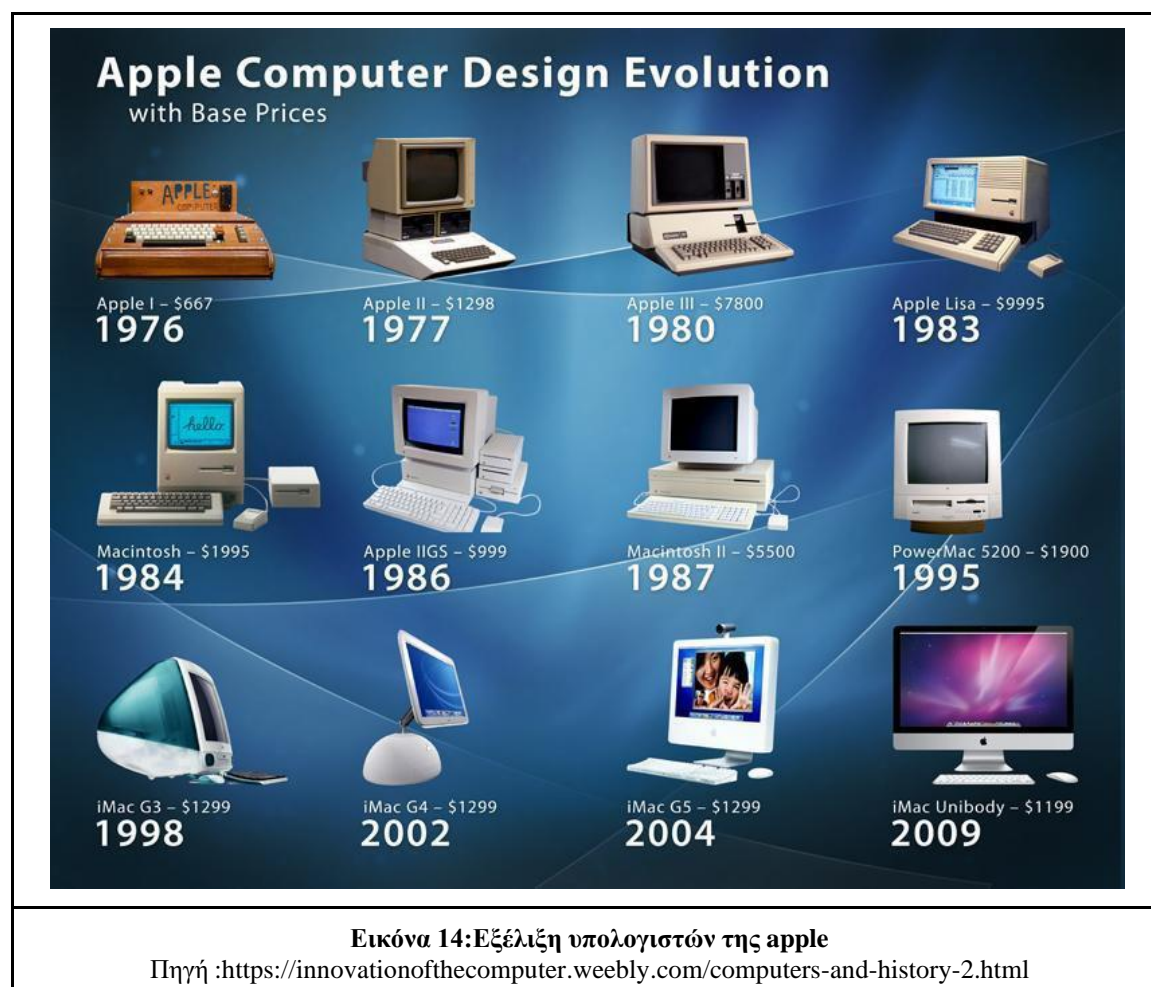
ΜΙΚΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΤΕΣ, ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΕΣ, ARDUINO

2.1.1 Εξέλιξη Μικροεπεξεργαστών και Μικροελεγκτών

Πριν μιλήσουμε σχετικά με τους μικροεπεξεργαστές και τους μικροελεγκτές θα ήταν χρήσιμο να αναφέρουμε τον ρόλο του επεξεργαστή. Ο επεξεργαστής αποτελεί ένα πολύ σημαντικό κομμάτι κάθε υπολογιστή, θα μπορούσαμε να το παρομοιάσουμε σαν τον εγκέφαλο στον ανθρώπινο σώμα. Ο επεξεργαστής λαμβάνει αρχικά τις πληροφορίες, τις επεξεργάζεται, με χρήση εντολών που του έχουν δοθεί και τέλος δίνει το αποτέλεσμα που προκύπτει από τις εντολές που έχει λάβει.

Οι πρώτοι επεξεργαστές ήταν αρκετά μεγάλοι σε μέγεθος. Αυτός ήταν και ένας κύριος λόγος για το αρκετά μεγάλο μέγεθος των πρώτων υπολογιστών. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας το μέγεθος τους μειώθηκε σημαντικά, οι δυνατότητες τους εξελίχθηκαν και το μέγεθος των υπολογιστών έγινε και αυτό με την σειρά του μικρότερο. Στους πρώτους υπολογιστές, η μονάδα CPU, ήταν υπεύθυνη για την επεξεργασία όλων των εντολών και των δεδομένων. Η CPU αποτελούταν από πάρα πολλά ολοκληρωμένα που αυτό είχε ως αποτέλεσμα έναν αρκετά μεγάλο όγκο. Ο μικροεπεξεργαστής ονομάστηκε έτσι επειδή περιέχει σχεδόν όλες τις δυνατότητες της κεντρικής μονάδας CPU, με την διαφορά ότι έχει ένα πολύ μικρότερο μέγεθος.

Ο μικροελεγκτής ουσιαστικά διαφέρει ελάχιστα με έναν μικροεπεξεργαστή. Η διαφορά μεταξύ μικροελεγκτή και μικροεπεξεργαστή είναι ότι ο μικροελεγκτής διαθέτει πολλά ενσωματωμένα συστήματα μέσα σε αυτόν και έτσι μπορεί να λειτουργήσει με ελάχιστα εξωτερικά συστήματα [3].



Εικόνα 14: Εξέλιξη υπολογιστών της apple

Πηγή : <https://innovationofthecomputer.weebly.com/computers-and-history-2.html>

2.1.2 Μικροεπεξεργαστές

Μετά την ανάπτυξη των τσιπ ολοκληρωμένων κυκλωμάτων MOS στις αρχές της δεκαετίας του 1960, τα τσιπ MOS έφτασαν σε υψηλότερη πυκνότητα τρανζίστορ και χαμηλότερο κόστος κατασκευής από τα διπολικά ολοκληρωμένα κυκλώματα έως το 1964. Τα τσιπ MOS αυξήθηκαν ακόμη περισσότερο στην πολυπλοκότητα, οδηγώντας σε ολοκλήρωση μεγάλης κλίμακας (LSI) με εκατοντάδες τρανζίστορ σε ένα μόνο τσιπ MOS στα τέλη της δεκαετίας του 1960. Η εφαρμογή των τσιπ MOS LSI στον υπολογισμό ήταν η βάση για τους πρώτους μικροεπεξεργαστές, καθώς οι μηχανικοί άρχισαν να αναγνωρίζουν ότι ένας πλήρης επεξεργαστής υπολογιστή θα μπορούσε να περιέχεται σε πολλά τσιπ MOS LSI. Οι σχεδιαστές στα τέλη της δεκαετίας του 1960 προσπαθούσαν να ενσωματώσουν τις λειτουργίες της κεντρικής μονάδας επεξεργασίας (CPU) ενός υπολογιστή σε μια χούφτα τσιπ MOS LSI, που ονομάζονται chipsets μονάδας μικροεπεξεργαστή (MPU). Το 1971 Η Intel παρουσίασε τον πρώτο μικροεπεξεργαστή, τον 4004. Είναι 4 bit, αποτελείται από 2300 τρανζίστορς και διαθέτει συχνότητα λειτουργίας 108 kHz. Το 1974 κάνει την εμφάνιση του ο πρώτος μικροεπεξεργαστής με 8 bit της Intel 8080 ως αποτέλεσμα της εξέλιξης του 4004. Με συχνότητα λειτουργίας 2 MHz και κατασκευή από 6.000 τρανζίστορς. Το 1978 δημιουργείτε ο πρώτος 16-bit μικροεπεξεργαστές (δηλαδή ο δίαυλος δεδομένων τους έχει πλάτος 16 bit). Η Intel παρουσιάζει τον 8086/8088, του οποίου η συχνότητα λειτουργίας στα 10 MHz και κατασκευή με 29.000 τρανζίστορς. Η Motorola εμφανίζει τον 68000 με συχνότητα λειτουργίας στα 8 MHz, ο οποίος αποτελείτε 68.000 τρανζίστορς (από αυτό το γεγονός πήρε και το όνομά του). Μετά από κάποια χρόνια που κάθε σχεδόν χρονιά οι εταιρείες δημιουργούσαν επεξεργαστές με περισσότερα bit περισσότερα τρανζίστορ και μεγαλύτερες συχνότητες λειτουργίας η Intel το 1997 παρουσιάζει τον Pentium II. Η συχνότητα λειτουργίας του στα 300 MHz και το ολοκληρωμένο κύκλωμά του αποτελείται από 7.700.000 τρανζίστορς. Όπως φαίνεται ο συγκεκριμένος επεξεργαστής έχει τρομερή διαφορά με τον 4004 σε όλα τα επίπεδα. Οι σημερινοί επεξεργαστές έχουν εξελιχθεί ακόμα πιο πολύ, για παράδειγμα ο επεξεργαστής της Intel 11gen core 9 έχει συχνότητα λειτουργίας στα 3,6 GHz ενώ παράλληλα διαθέτει πολλές επιπλέον λειτουργίες.



Εικόνα 15: Πρώτος μικροεπεξεργαστής
Πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/Intel_4004

2.1.3 Βασικά στοιχεία μικροεπεξεργαστών

Οι περισσότεροι σύγχρονοι μικροεπεξεργαστές ακολουθούν απλοποιημένη μορφή της αρχιτεκτονικής Φον Νόιμαν. Συνδυάζουν την Αριθμητική και Λογική μονάδα με την μονάδα ελέγχου, δημιουργώντας την ΚΜΕ, και τις μονάδες εισόδου και εξόδου σε μια μονάδα εισόδου/εξόδου (E/E)

Η ΚΜΕ (δηλαδή ο μικροεπεξεργαστής) αποτελείται από τρία κύρια τμήματα :

- **Καταχωρητές** (Registers): Χρησιμοποιούνται για προσωρινή αποθήκευση, καθώς τα δεδομένα αυτά ίσως επεξεργαστούν

- **Αριθμητική και Λογική Μονάδα** (Arithmetic and Logical Unit, ALU):

Η μονάδα ελέγχου, όπως περιγράφηκε παραπάνω, διαβάζει τις οδηγίες και παράγει τα απαραίτητα ψηφιακά σήματα για τη λειτουργία των άλλων εξαρτημάτων. Μια εντολή για να προσθέσετε δύο αριθμούς μαζί θα προκαλέσει για παράδειγμα τη μονάδα ελέγχου να ενεργοποιήσει τη μονάδα προσθήκης.

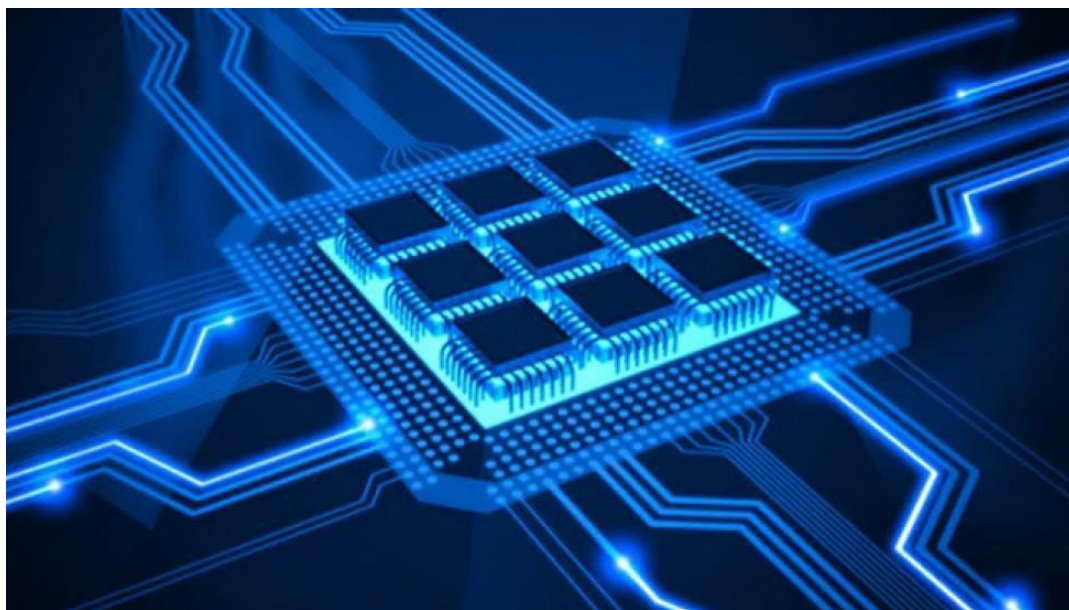
Η Αριθμητική Λογική Μονάδα ή ALU είναι το τμήμα του μικροεπεξεργαστή που εκτελεί αριθμητικές πράξεις. Οι ALU μπορούν συνήθως να προσθέσουν, να αφαιρέσουν, να διαιρέσουν, να πολλαπλασιάσουν και να εκτελέσουν λογικές πράξεις δύο αριθμών

- **Μονάδα Ελέγχου**(Control Unit):

Η μονάδα ελέγχου, διαβάζει τις οδηγίες και παράγει τα απαραίτητα ψηφιακά σήματα για τη λειτουργία των άλλων εξαρτημάτων. Μια εντολή για να προσθέσετε δύο αριθμούς μαζί θα προκαλέσει για παράδειγμα τη μονάδα ελέγχου να ενεργοποιήσει τη μονάδα προσθήκης

- **Μονάδες I/O**

Ο επεξεργαστής πρέπει να είναι σε θέση να επικοινωνεί με το υπόλοιπο σύστημα υπολογιστή. Αυτή η επικοινωνία πραγματοποιείται μέσω των θυρών εισόδου/εξόδου. Οι θύρες εισόδου/εξόδου θα διασυνδέονται με τη μνήμη συστήματος (RAM), καθώς και με τα άλλα περιφερειακά ενός υπολογιστή.



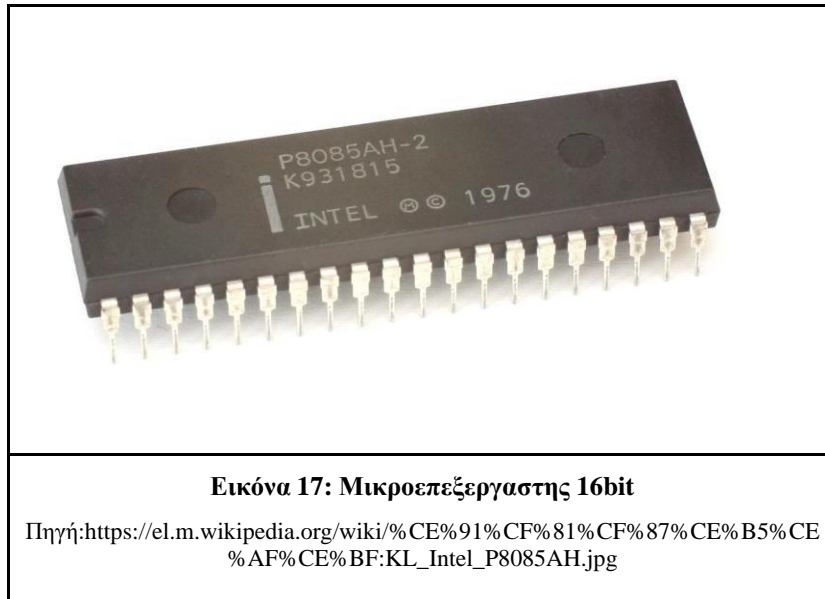
Εικόνα 16: Μικροεπεξεργαστής

Πηγή:<https://www.skai.gr/mikroepksergastis-me-ilektronia-kai-fotonia-sto-idio-tsipaki>

2.1.4 Διαδεδομένες κατηγορίες μικροελεγκτών

Λόγω της ενσωμάτωσης μικροελεγκτών σε κάθε ηλεκτρονική συσκευή οι βιομηχανία μικροελεγκτών έχει δημιουργήσει κάποιες κατηγορίες μικροελεγκτών για πιο εξειδικευμένες εφαρμογές.

- Μικροελεγκτές χαμηλού κόστους των 4 ή 8 bit. Είναι δύσκολο να γίνει αντιγραφή στο εσωτερικό λογισμικό τους. Διαθέτουν λίγους ακροδέκτες και συνήθως δεν μπορεί να γίνει επέκταση της μνήμης τους
- Ακολουθούν οι Μικροελεγκτές 32 bit ,16 bit και 8bit , οι οποίοι διαθέτουν επίσης λίγους ακροδέκτες. Αποτελούν μικροελεγκτές χαμηλού κόστους και διαθέτουν αρκετά περιφερειακά όπως μετατροπέα Analog to Digital και θύρες CAN.
- Στην συνέχεια έχουμε τους μικροελεγκτές των 32 bit. Οι συγκεκριμένοι μικροελεγκτές έχουν αρκετά μεγάλες ταχύτητες και δυνατότητες εσωτερικής και εξωτερικής μνήμης, και αποτελούν μια λύση μέτριου κόστους.
- Τέλος έχουμε τους εξειδικευμένων εφαρμογών μικροελεγκτές που χρησιμοποιούνται για παράδειγμα στα μόντεμ. Ενσωματώνουν κάποιο εξειδικευμένο πρωτόκολλο επικοινωνίας το οποίο πραγματοποιείται πάντα σε Hardware.



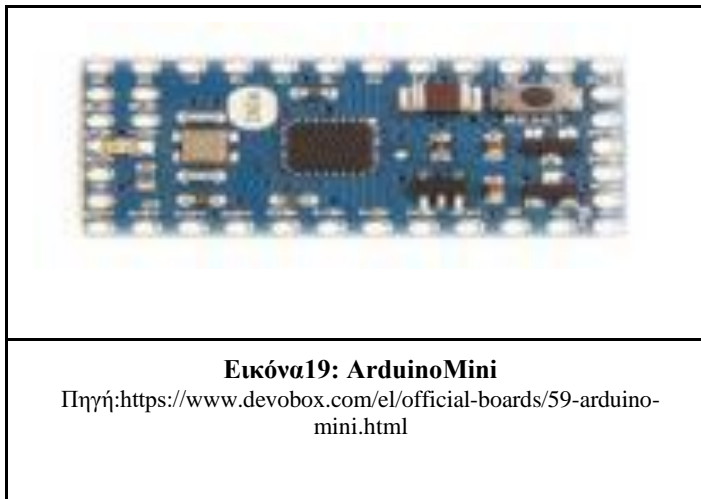
2.2.1 Arduino

Ο Massimo Banzi και ο David Cueartielles αποφάσισαν να δημιουργήσουν μία φθηνή ηλεκτρονική συσκευή που θα μπορέσει να χρησιμοποιηθεί στην εκπαίδευση για απλά προγράμματα που ασχολούνται με την ρομποτική, έως και πιο προηγμένα προγράμματα. Έδωσαν το όνομα Arduino από τον Αρντουινο Ιβρεας στην περιοχή Πεδεμόντιο της Ιταλίας. Με έναν τροποποιημένο κώδικα C++ που ονομάστηκε Wiring ήθελαν να δημιουργήσουν έναν μικρο-ελεγκτή που θα μπορεί να χρησιμοποιείται σε διάφορα Projects. Η συγκεκριμένη ιδέα αναπτύχθηκε χρόνο με τον χρόνο, με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν πολλές διαφορετικές εκδόσεις Arduino, που οι περισσότερες από αυτές είναι ήδη συναρμολογημένες ανάλογα με τις ανάγκες του χρήστη. Έτσι με απλές γνώσεις προγραμματισμού και ηλεκτρονικών ο καθένας μπορεί να τρέξει οποιοδήποτε project θέλει [9].

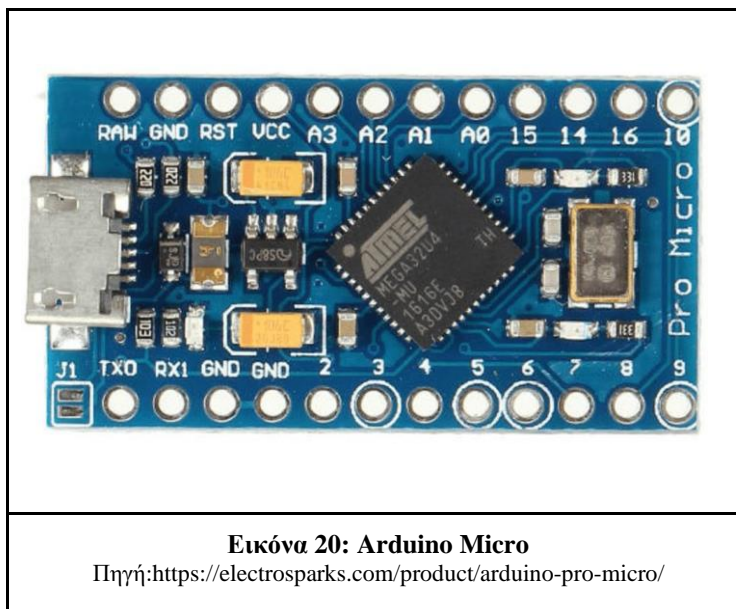


2.2.2 Εκδόσεις Arduino

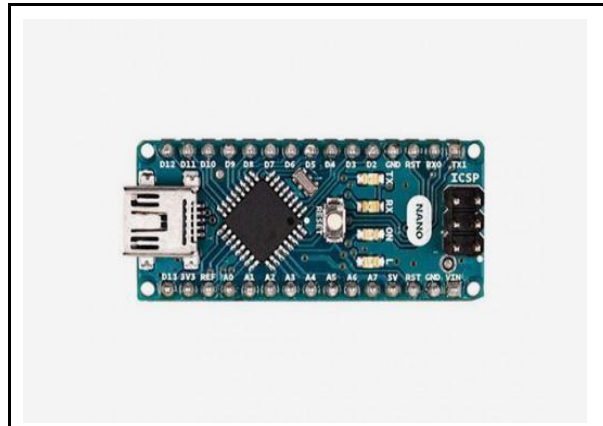
- Το Arduino Mini αποτελεί μια από τις εκδόσεις Arduino και διαθέτει 8 αναλογικές θύρες, και 14 ψηφιακές. Είναι η μικρότερη έκδοση σε μέγεθος με τον Atmega328 [20].



- Το Arduino Micro διαθέτει 20 ψηφιακές ακίδες εισόδου/εξόδου (εκ των οποίων οι 7 μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως έξοδοι PWM και 12 ως αναλογικές εισόδου), ένας ταλαντωτής κρυστάλλων 16 MHz, σύνδεση micro USB, κεφαλίδα ICSP και κουμπί επαναφοράς. Περιέχει όλα όσα χρειάζονται για την υποστήριξη του μικροελεγκτή [20].



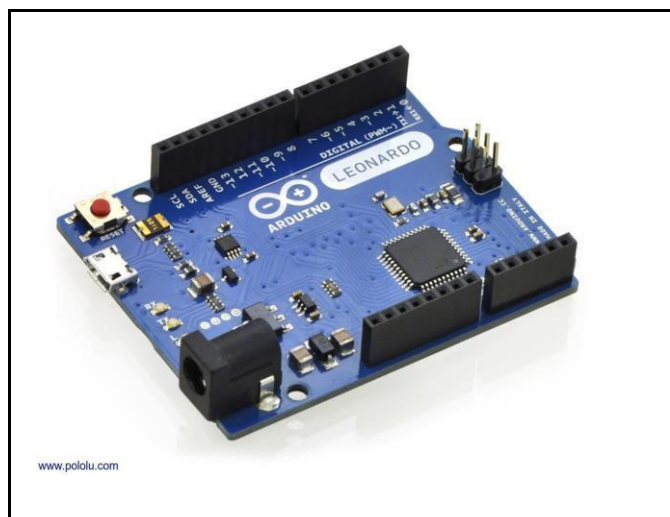
- Το Arduino Nano είναι ένας μικρός, πλήρης και φιλικός προς το breadboard πίνακας βασισμένος στο ATmega328P που κυκλοφόρησε το 2008. Προσφέρει την ίδια συνδεσιμότητα και προδιαγραφές του πίνακα Arduino Uno σε μικρότερο συντελεστή μορφής Συνδέεται μέσω Mini-B USB [20].



Εικόνα 21: Arduino Nano

Πηγή:<https://store.arduino.cc/arduino-nano>

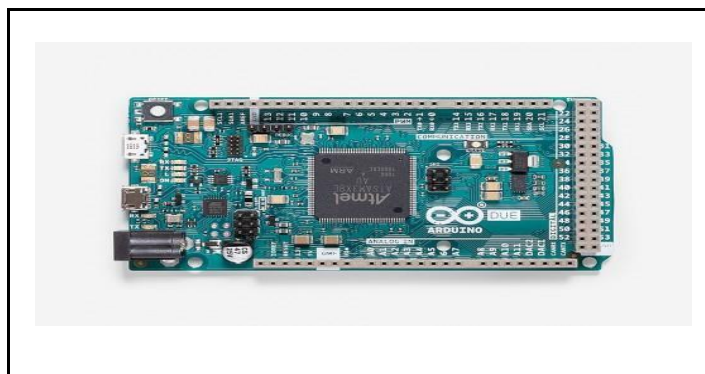
- Το Arduino Leonardo είναι ένας πίνακας μικροελεγκτών που βασίζεται στο ATmega32u4. Διαθέτει 20 ψηφιακές ακίδες εισόδου/εξόδου (εκ των οποίων οι 7 μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως έξοδοι PWM και 12 ως αναλογικές εισοδοι), ένας ταλαντωτής κρυστάλλων 16 MHz, σύνδεση micro USB, υποδοχή τροφοδοσίας, κεφαλίδα ICSP και κουμπί επαναφοράς. Το Leonardo διαφέρει από όλους τους προηγούμενους πίνακες στο ότι το ATmega32u4 διαθέτει ενσωματωμένη επικοινωνία USB, εξαλείφοντας την ανάγκη για έναν δευτερεύοντα επεξεργαστή. Αυτό επιτρέπει στο Leonardo να εμφανίζεται σε συνδεδεμένο υπολογιστή ως ποντίκι και πληκτρολόγιο, εκτός από μια εικονική (CDC) σειριακή / θύρα COM [20].



Εικόνα 22: Arduino Leonardo

Πηγή:<https://kuongshun.com/products/for-arduino-leonardo-r3-microcontroller-atmega32u4>

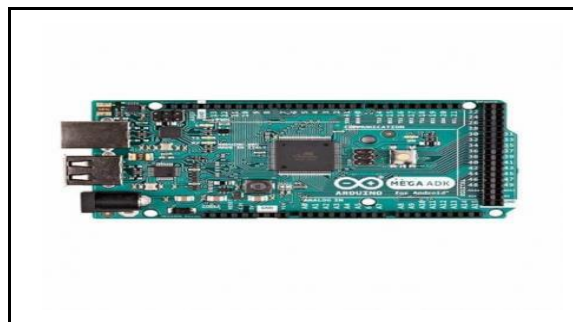
- Το Due είναι ο πρώτος πίνακας ανάπτυξης του Arduino που βασίζεται σε ARM. Αυτός ο πίνακας βασίζεται σε έναν ισχυρό μικροελεγκτή CortexM3 ARM 32bit που μπορεί να προγραμματιστεί μέσω του γνωστού Arduino IDE. Αυξάνει την υπολογιστική ισχύ που διατίθεται στους χρήστες του Arduino διατηρώντας τη γλώσσα όσο το δυνατόν πιο συμβατή, έτσι ώστε πολλά προγράμματα να μετεγκατασταθούν σε λίγα λεπτά. Διαθέτει 54 ψηφιακές ακίδες εισόδου/εξόδου (εκ των οποίων οι 12 μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως έξοδοι PWM), 12 αναλογικές εισοδοί, 4 UARTs (σειριακές θύρες υλικού), ρολόι 84 MHz, δυνατότητα σύνδεσης USB-OTG, 2 DAC (ψηφιακό σε αναλογικό), 2 TWI, μια πρίζα, μια κεφαλίδα SPI, μια κεφαλίδα JTAG, ένα κουμπί επαναφοράς και ένα κουμπί διαγραφής. Υπάρχουν επίσης μερικές εξαιρετικές δυνατότητες όπως DAC, Audio, DMA, μια πειραματική βιβλιοθήκη πολλαπλών εργασιών και άλλα. [20].



Εικόνα 23:Arduino Due

Πηγή:<https://www.hellasdigital.gr/go-create/arduino/arduino-due-a000062/>

- Το Arduino ADK είναι ένας πίνακας μικροελεγκτών που βασίζεται στο ATmega2560 (φύλλο δεδομένων). Διαθέτει διεπαφή κεντρικού υπολογιστή USB για σύνδεση με τηλέφωνα Android, με βάση το IC MAX3421e. Διαθέτει 54 ψηφιακές ακίδες εισόδου/εξόδου (εκ των οποίων οι 14 μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως έξοδοι PWM), 16 αναλογικές εισοδοί, 4 UARTs (σειριακές θύρες υλικού), ένας ταλαντωτής κρυστάλλων 16 MHz, μια σύνδεση USB, μια πρίζα, μια κεφαλίδα ICSP, και κουμπί επαναφοράς [20].



Εικόνα 24:Arduino ADK

Πηγή:<https://www.devobox.com/el/official-boards/307-arduino-mega-adk-rev3.html>

2.2.3 Arduino mkr1010

Το Arduino MKR 1010 WIFI αποτελεί την εξέλιξη του Arduino MKR 1000. Περιέχει την μονάδα ESP32 και στόχος της συγκεκριμένης έκδοσης Arduino είναι η επιτάχυνση και η απλοποίηση των εφαρμογών IoT που έχουν ως βάση το Wifi. Με την χρήση της μονάδας ESP32 επιτυγχάνεται χαμηλή κατανάλωση ενέργεια που είναι αρκετά σημαντικό. Το Arduino Mkr 1010 wifi αποτελείται απο :

- SAMD21 Cortex-M0+ 32bit ARM MCU χαμηλής ισχύος
- Σειρά U-BLOX NINA-W10 χαμηλής ισχύος 2,4GHz IEEE® 802,11 b/g/n Wi-Fi
- ECC508 CryptoAuthentication

Ο σχεδιασμός περιλαμβάνει κύκλωμα φόρτισης Li-Po που επιτρέπει στο Arduino MKR WIFI 1010 να λειτουργεί με μπαταρία ή εξωτερικά 5V, φορτίζοντας την μπαταρία Li-Po ενώ λειτουργεί με εξωτερική τροφοδοσία. Η μετάβαση από τη μία πηγή στην άλλη γίνεται αυτόματα.

Μια καλή υπολογιστική ισχύς 32 bit, το συνηθισμένο πλούσιο σύνολο διεπαφών I/O, Wi-Fi χαμηλής ισχύος με Cryptochip για ασφαλή επικοινωνία και η ευκολία χρήσης του Arduino Software (IDE) για ανάπτυξη κώδικα και προγραμματισμό. Όλα αυτά τα χαρακτηριστικά καθιστούν το Arduino mkr1010 wifi την προτιμώμενη επιλογή για τα αναδυόμενα έργα IoT με μπαταρία σε συμπαγή συντελεστή. Η θύρα USB μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παροχή ισχύος (5V). Το Arduino MKR WIFI 1010 μπορεί να λειτουργεί με ή χωρίς συνδεδεμένη μπαταρία Li-Po και έχει περιορισμένη κατανάλωση ενέργειας [20].



Εικόνα 25:Arduino mkr1010

Πηγή:<https://grobotronics.com/arduino-mkr-wifi-1010.html?sl=en>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

MINDWAVE-ΑΝΑΠΗΡΙΚΑ ΑΜΑΞΙΔΙΑ

3.1.1 Συσκευή Mindwave

Οι συσκευές που χρησιμοποιούν στα νοσοκομεία για την καταγραφή σημάτων EEG αποτελούν μια ακριβή λύση για τους περισσότερους ανθρώπους. Κάποιες εταιρείες που θα δούμε παρακάτω έχουν καταφέρει να μας παρέχουν συσκευές που με χαμηλό κόστος θα μπορούμε να καταγράψουμε εγκεφαλογραφήματα ακόμα και στο σπίτι μας. Κάποιες από αυτές τις εταιρείες είναι :

1. Avatar EEG Solutions
2. Neurosky
3. OCZ Technology
4. InteraXon
5. PLX Devices
6. Emotiv Systems .

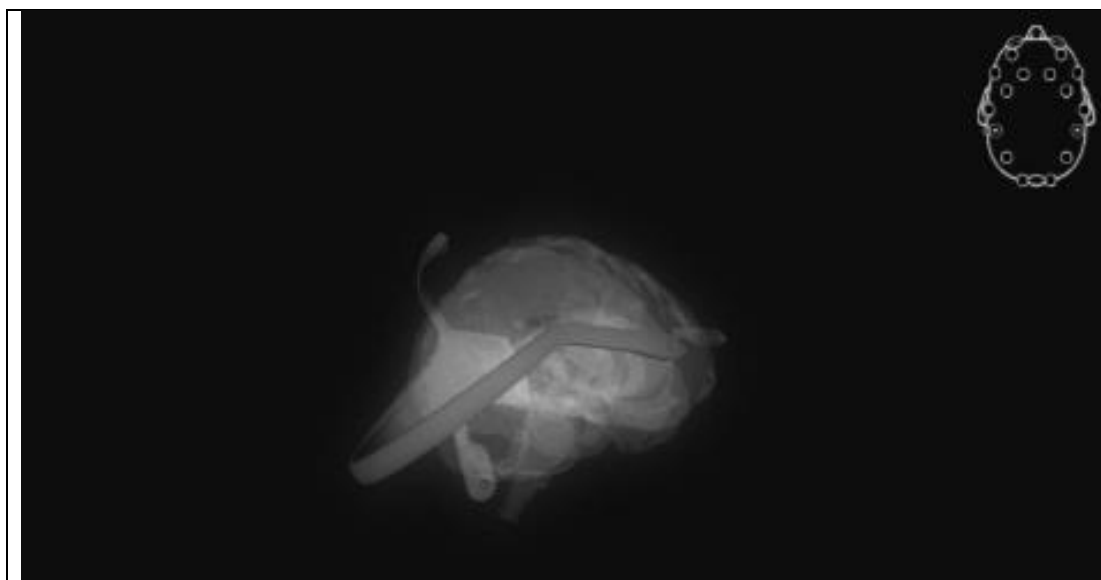
Στο συγκεκριμένο Project θα γίνει χρήση μιας τέτοιας συσκευής, της αμερικάνικης εταιρείας Neurosky. Το κόστος απόκτησης αυτής της συσκευής είναι περίπου τα 100 δολάρια. Παρέχει ένα ηλεκτρόδιο για την καταγραφή δεδομένων και αποτελείται από :

1. Βραχίονα αισθητήρων (Sensor Tip / Arm)
2. Ρυθμιζόμενο κεφαλόδεσμο (Adjustable Head Band)
3. Διακόπτη λειτουργίας (Power Switch)
4. Περιοχή Μπαταρίας (Battery Area)
5. Ευέλικτο Βραχίονα Αυτιού (Flexible Ear Arm)
6. Κλιπ αυτιού (Ear Clip) [18].



3.1.2 Σύγκριση Mindwane με άλλες κατασκευές και συσκευές BCI

Μια συσκευή BCI που έχει μεγαλύτερες δυνατότητες απο το mindwane που χρησιμοποιείται στη διπλωματική, ανήκει στην εταιρεία emotive-systems που παρέχει 5 βιοαισθητήρες. Διαθέτει application για τρισδιάστατη απεικόνιση χαρτογραφίας (cartography) ολόκληρης της νευρικής δραστηριότητας σύμφωνα με τις τέσσερις κύριες ζώνες συχνοτήτων εγκεφαλικών κυμάτων Delta, Theta, Alpha , Beta (Delta = 1-4Hz, Theta =4-7 Hz, Alpha =7-14 Hz, Beta=14-31 Hz) [15]. Έτσι με περισσότερους αισθητήρες θα μπορούσαμε να ελέγξουμε καλύτερα την συσκευή μας. Για παράδειγμα σε ένα project που είχε γίνει στο εργαστήριο ASPEN (Advanced Signal Processing in Engineering and Neuroscience) στο Old Dominion University, δημιούργησαν ένα αναπηρικό αμαξίδιο που όχι μονο μπορούσε να κινηθεί, αλλα ταυτόχρονα μπορούσαν να ελέγξουν την κατεύθυνση του αμαξιδίου τοποθετώντας ένα Smartphone μπροστά απο το άτομο που φόραγε το BCI. Με το smartphone να έχει τέσσερα οπτικά ερεθίσματα που ταλαντώνονται με διαφορετικές συχνότητες, όταν ο χρήστης συγκεντρώνεται σε ένα απο αυτά τα ερεθίσματα, τα θεμελιώδη και αρμονικά ταλαντωτικά συστατικά που ταιριάζουν με το ερέθισμα στόχο εμπλέκονται στα εγκεφαλικά σήματα του χρήστη. Με αυτό τον τρόπο τα σήματα EEG (καταγεγραμμένη ηλεκτροεγκεφαλογραφία) στο κεφάλι αποκωδικοποιούνται σε πραγματικό χρόνο και μεταφράζονται σε εντολές κίνησης που αποστέλλονται στο αναπηρικό αμαξίδιο. Τα τέσσερα ερεθίσματα αντιπροσωπεύουν εντολές κίνησης προς τα εμπρός, προς τα πίσω, αριστερά και δεξιά για το αναπηρικό αμαξίδιο.[16]

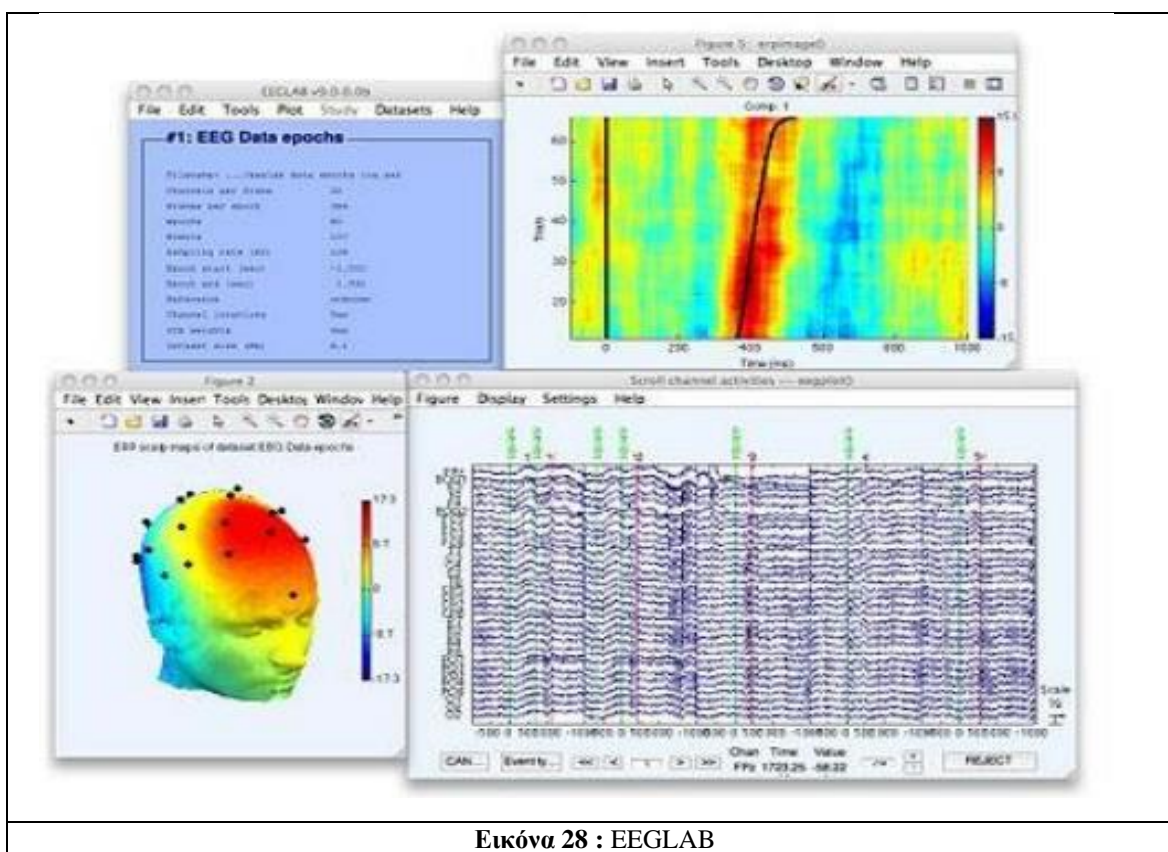


Εικόνα 27: EMOTIV 3d Brain Visualizer

3.1.3 Προγράμματα Επεξεργασίας EEG

EEGLAB

Είναι μια ανοιχτή πλατφόρμα εργαλείων Matlab για την επεξεργασία ηλεκτροεγκεφαλογραφίας (HEΓ) και μαγνητοεγκεφαλογραφία (MEG) σήματα και άλλα ηλεκτροφυσιολογικά δεδομένα που σχετίζονται με συμβάντα. Η εργαλειοθήκη έχει αναπτυχθεί από τους Arnaud Delorme και Scott Makeig στο Swartz Center για Υπολογιστική Νευροεπιστήμη, Ινστιτούτο Νευρωνικών Υπολογισμών στο Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας San Diego βασίζεται σε ένα σύνολο συναρτήσεων Matlab για επεξεργασία και απεικόνιση δεδομένων HEΓ που αναπτύχθηκαν στο 1997. Το EEGLAB παρέχει μια αυτόνομη γραφική διεπαφή χρήστη (GUI) που επιτρέπει στον χρήστη να αλληλεπιδρά με δεδομένα HEΓ χωρίς να απαιτείται εκτέλεση σύνταξης Matlab [16]. Η γραφική διεπαφή χρήστη ενσωματώνει ισχυρά εργαλεία που παρέχει μεγάλο αριθμό λειτουργιών τοποθετημένων σε τρία μεμονωμένα επίπεδα για επεξεργασία σημάτων EEG (απόρριψη τεχνουργήματος, φιλτράρισμα, επιλογή εποχής και μέσος όρος) για ανάλυση στο χρόνο ή σε συχνότητα δεδομένων EEG, για ανεξάρτητη ανάλυση στοιχείων (ICA), για γεγονότα που σχετίζονται στατιστικά στοιχεία και για οπτικοποίηση δεδομένων (κύλιση, χάρτης τριχωτού της κεφαλής και σχεδίαση διπολικού μοντέλου, συν πολλαπλή δοκιμή). Το EEGLAB παρέχει ένα περιβάλλον προγραμματισμού που επιτρέπει στον χρήστη να αποθηκεύει, να έχει πρόσβαση, να μετρά και να χειρίζεται τα δεδομένα μιας μόνο δοκιμαστικής και/ή μέσου όρου EEG και ιεραρχημένη σύμφωνα με τον αριθμό των καναλιών επικοινωνίας EEG που παρέχονται από το BCI εξοπλισμός.



Εικόνα 28 : EEGLAB

BCI2000

Το BCI2000 είναι μια πλατφόρμα ανάπτυξης ανοιχτού κώδικα για συστήματα BCI που έχουν σχεδιαστεί για χρήση για έρευνα ή εκπαιδευτικούς σκοπούς με δυνατότητα εφαρμογής στον τομέα της βιοϊατρικής μηχανικής που προβλέπεται από το 2000 από τον Gerwin Schalk και Dennis McFarland στο Wadsworth Center του State Department της Νέας Υόρκης Υγεία στο Όλμπανι [17]. Το BCI2000 χρησιμοποιεί τεχνικές αντικειμενοστρεφή σχεδιασμό λογισμικού σε C ++ και για το λόγο αυτό μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιαδήποτε γλώσσα προγραμματισμού και σε αυτήν προσφέρει υποστήριξη για οποιοδήποτε περιβάλλον ανάπτυξης (π.χ. Matlab ή LabView) [16]. Το BCI2000 παρουσιάζει μια σειρά βασικών λειτουργιών: δυνατότητα πραγματικού χρόνου - απόκτηση και επεξεργασία εγκεφαλικά σήματα με υψηλό ρυθμό δειγματοληψίας με ελάχιστη καθυστέρηση, εγγραφή δεδομένων ΗΕΓ, αφαίρεση τεχνουργημάτων και πηγές θορύβου (π.χ. παρεμβολές που δημιουργούνται από αναβοσβήνει ή κίνηση των ματιών), χωρικό φιλτράρισμα, εκτός σύνδεσης αναλύσεις δεδομένων.

3.1.4 Παρόμοια Project

Στο International Review on Modelling and Simulations (Φεβρουάριος 2021) ο Mazen Abuzaher και Jamil Al-Azzeh δημιούργησαν ένα άρθρο με θέμα μια Mindwave WheelChair και πραγματοποίησαν πείραμα σε άτομα μεταξύ 20 και 60 χρονών. Ο λόγος που χρησιμοποιήθηκαν αυτές οι ηλικίες είναι ότι η εγκεφαλική δραστηριότητα παρουσιάζει κάποιες διαφορές σε ηλικίες μικρότερες και μεγαλύτερες απο αυτές τις ηλικίες σύμφωνα με τους συγγραφείς του άρθρου. Τοποθέτησαν τους υποψήφιους σε ένα αναπηρικό αμαξίδιο και χρησιμοποίησαν την ίδια συσκευή της εταιρείας Neurosky που χρησιμοποιείται και στην συγκεκριμένη διπλωματική εργασία. Στη συγκεκριμένη κατασκευή χρησιμοποιήθηκε το Arduino Mega, έναντι του Arduino MKR 1010 που χρησιμοποιήθηκε στην συγκεκριμένη διπλωματική εργασία. Κάθε υποψήφιος έπρεπε με την χρήση της συσκευής να διανύσει μια συγκεκριμένη διαδρομή αποτελούμενη απο και είχε 20 συνολικές προσπάθειες και βαθμολογούταν απο το 1 μεχρι το 10 ανάλογα με την ακρίβεια της κίνησης του στο μονοπάτι. Τα αποτελέσματα του πειράματος φαίνονται στον παρακάτω πίνακα. Παρατηρήθηκε ότι όσο περισσότερος ήταν ο χρόνος χρήσης της συγκεκριμένης τεχνολογίας, τόσο μεγαλύτερη ήταν η ακρίβεια των χρηστών στις κινήσεις που έπρεπε να εκτελέσουν. Τέλος οι δημιουργοί του συγκεκριμένου άρθρου αναφέρουν ότι θα προσπαθήσουν να προσθέσουν νέες δυνατότητες όπως η επιλογή περισσότερων κατευθύνσεων [21].

Testing subjects	Age	Gender	Accuracy
1	35	Male	10
2	32	Female	9
3	65	Female	10
4	64	Male	8
5	20	Male	7
6	30	Female	8
7	45	Male	9
8	50	Female	6
9	38	Male	7

Εικόνα 29 : Πίνακας αποτελεσμάτων [21]

3.1.5 Αρχή λειτουργίας Mindwave

Η συσκευή που θα χρησιμοποιήσουμε διαθέτει ένα ηλεκτρόδιο το οποίο της παρέχει τις πληροφορίες για τα ηλεκτροεγκεφαλογραφήματα που επεξεργάζεται. Ο εγκέφαλος μας αποτελείται από πολλούς νευρώνες οι οποίοι αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και δημιουργούν διαφορετικές καταστάσεις. Αυτές οι καταστάσεις αποτελούν διαφορετικά μοτίβο, όπου εμείς τα ερμηνεύουμε ως κύματα με διαφορετικά πλάτη και συχνότητα. Υπάρχουν κάποιες βασικές ζώνες συχνότητων που μας ενδιαφέρουν. Delta, Theta, Alpha, Beta (Delta = 1-4Hz, Theta = 4-7 Hz, Alpha = 7-14 Hz, Beta=14-31 Hz). Ουσιαστικά οι ζώνες που βρίσκονται κάτω από 12 Hz αφορούν μια κατάσταση χαλάρωσης, ενώ αυτές που ξεπερνούν τα 12 Hz περιγράφουν μια κατάσταση συγκέντρωσης. Όταν το Mindwave λάβει μια τιμή στο επίπεδο της συγκέντρωσης, δηλαδή πάνω από 12 Hz τότε το mindwave στην δικιά μας κατασκευή στέλνει σήμα στο Arduino που είναι έτοιμο με την σειρά του να τρέξει τον κώδικα με τις εντολές που του έχουμε δώσει.



3.1.6 Αναπηρικά αμαξίδια

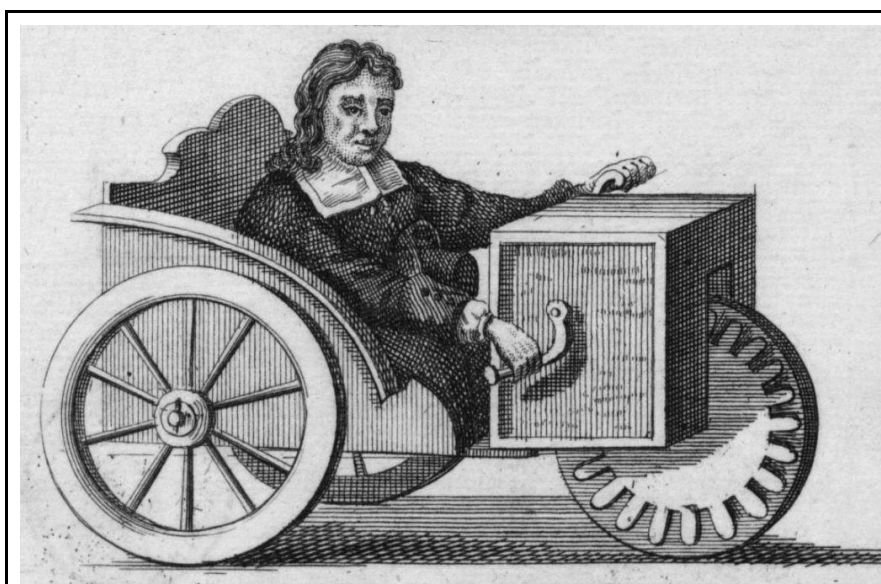
Τα αναπηρικά αμαξίδια αποτελούν πιο διαδεδομένο τρόπο μετακίνησης ανθρώπων με αναπηρία. Για πρώτη φορά εμφανίστηκαν στην Ελλάδα και την Κίνα το 525 μ.Χ. Πιο συγκεκριμένα, σε ένα αρχαιοελληνικό αγγείο, που χρονολογείται μεταξύ 5ου και 6ου αιώνα π.Χ, απεικονίζεται ένα παιδικό κρεβάτι με τροχούς, ενώ στην Κίνα έχει βρεθεί ανάλογη επιγραφή σε πέτρινη πλάκα. Λίγο αργότερα, περίπου το 525 π.Χ έκαναν την εμφάνιση τους οι πρώτες τροχήλατες καρέκλες, που σκοπούσαν την μεταφορά βαριών αντικειμένων ή ατόμων με κινητικές δυσκολίες. Έως τότε δεν υπήρχε σαφής διάκριση μεταξύ των παραπάνω λειτουργιών, κάτι που συνεχίστηκε για πολλά χρόνια, μέχρι την εμφάνιση εικόνων τροχοφόρων καρεκλών ειδικά για την μεταφορά ανθρώπων στη κινεζική τέχνη.

Έως το 1595 δεν υπήρχε κάποια συγκεκριμένη μέθοδος μεταφοράς στην Ευρώπη εως ότου το 1595 δημιουργήθηκε ένα είδος αναπηρικής καρέκλας για τον Φίλιππο ΙΙ. Αν και ήταν μια περίτεχνη κατασκευή ,παρουσίαζε ελλείψεις αφού δεν διέθετε μηχανισμό προώθησης, με αποτέλεσμα να χρειάζεται βοήθεια άλλων ατόμων για την αποτελεσματική μετακίνησή του. Παρόλα αυτά διέθετε πλάτη, μπράτσα και υποπόδια.

Το 1655 ο Stephan Farffler ,κατασκεύασε το πρώτο αυτοπροωθούμενο αναπηρικό αμαξίδιο, με σύστημα που περιελάμβανε μανιβέλα και γρανάζια. Ωστόσο, η κατασκευή έμοιαζε περισσότερο με ποδήλατο χειρός παρά με αναπηρικό αμαξίδιο.

Τα θεμέλια για τον σύγχρονο αναπηρικό αμαξίδιο έθεσε ο John Dawson. Η κατασκευή ονομάστηκε Bathchair απο τον τόπο καταγωγής του John Dawson που ήταν το Bath. Είχε δύο μεγάλους τροχούς πίσω και ένα μικρότερο μπροστά. Μπορούσε να κινηθεί είτε από το ίδιο το άτομο μέσω μίας άκαμπτης λαβής, είτε να προωθηθεί από κάποιο ζώο, καθιστώντας το ιδιαίτερα ευέλικτο. Το κόστος ήταν αρκετά υψηλό αλλά όχι και απαγορευτικό για να το αποκτήσει κάποιος.

Η εξέλιξη των αναπηρικών αμαξιδίων σήμερα έχει δημιουργήσει δύο κύριες ομάδες αναπηρικών αμαξιδίων. Η πρώτη κατηγορία αφορά τα χειροκίνητα αμαξίδια που χωρίζονται και αυτά με την σειρά τους σε διάφορες κατηγορίες. Σε αυτά που διαθέτουν μεγάλους πίσω τροχούς, τα οποία προσφέρουν αυτόνομη μετακίνηση, σε αυτά που έχουν μικρούς πίσω τροχούς, τα οποία είναι κατάλληλα για χρήση σε εσωτερικούς χώρους, αλλά χρειάζονται συνοδό. Η δεύτερη κατηγορία αφορά τα ηλεκτρικά αναπηρικά αμαξίδια, τα οποία είναι πιο ακριβά και χρησιμοποιούν μοτέρ για την κίνηση τους. Σημαντικός παράγοντας στην τιμή και την ποιότητα των αναπηρικών αμαξιδίων, έχουν τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν, γλυκά τα οποία θα προσφέρουν ένα πιο ελαφρύ αποτέλεσμα , που σημαίνει και πιο εύκολη μετακίνηση του χρήστη, κυρίως στα χειροκίνητα αμαξίδια, σημαίνει και μεγαλύτερη τιμής απόκτησης τους.



Εικόνα 31 : Αναπηρικό αμαξίδιο farfler 1655

Πηγή : <https://blog.sciencemuseum.org.uk/history-of-the-wheelchair/>

3.2.1 Αρχικός σχεδιασμός

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο στόχος της διπλωματικής εργασίας είναι να αναδείξει την τεχνολογία που ένας άνθρωπος με κάποιο αναπηρικό πρόβλημα θα μπορεί με την χρήση του μυαλού του και μέσω εγκεφαλογραφήματος να ελέγξει διάφορα πράγματα όπως π.χ ένα αναπηρικό καροτσάκι. Ο σχεδιασμός είναι απλός. Το αμαξίδιο λαμβάνει σήμα για τον τρόπο με τον οποίο θα κινηθεί από τον τηλεχειριστήριο του. Τροποποιώντας τον τρόπο που λαμβάνει το σήμα, δηλαδή αντί των κουμπιών, χρησιμοποιώντας το mindwave, πετυχαίνουμε κίνηση στο αμαξίδιο μέσω της σκέψης του ατόμου που φοράει το mindwave. Όταν το άτομο αυτό, περάσει το όριο συχνότητας των 12 Hz στο εγκεφαλογράφημα, δηλαδή περάσει το όριο χαλάρωσης και μπει στο επίπεδο από 12 με 30 Hz που αφορά την συγκέντρωση, το mindwave στέλνει σήμα στο Arduino mkr1010 και εκείνο με την σειρά του δίνει σήμα στο αυτοκίνητο για να κινηθεί.

3.2.2 Υλικά κατασκευής

- Τηλεκατευθυνόμενο αυτοκίνητο
- Πολύμετρο
- Αισθητήρα MindWave
- Arduino MKR1000
- Breadboard
- 4x 100uF πυκνωτές
- 4x 220Ω αντιστάσεις
- 12x καλώδια Jumper
- 6 κροκοδειλάκια



Εικόνα 32: Τηλεκατευθυνόμενο αυτοκινητάκι

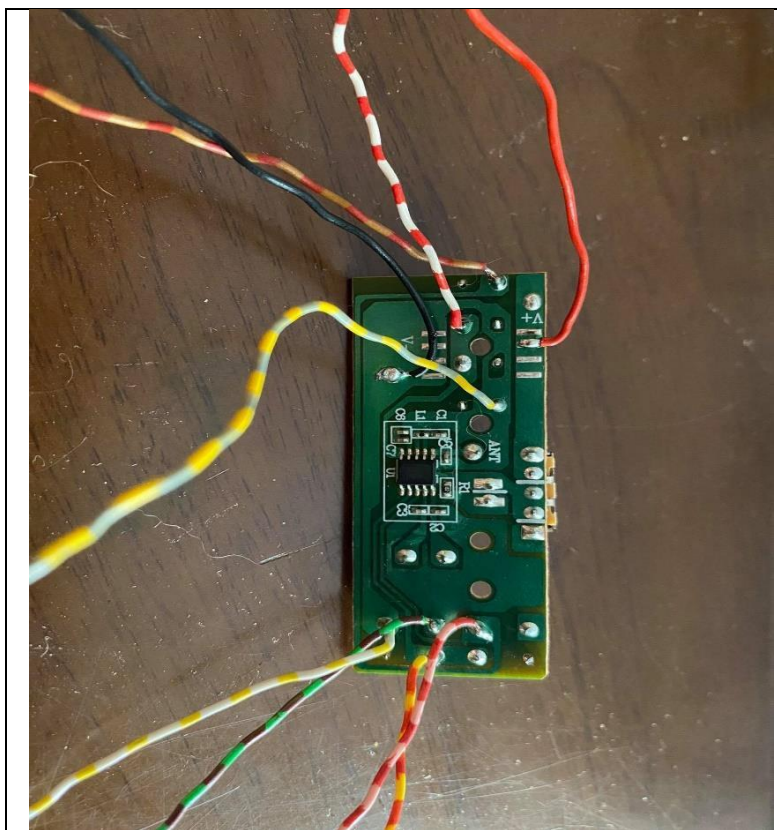
3.2.3 Κατασκευή

1. Αρχικά ανοίγουμε το τηλεχειριστήριο του τηλεκατευθυνόμενου αυτοκινήτου και ξεσυνδέουμε την πλακέτα του κοντρόλ . Βλέπουμε οτι η κίνηση ρυθμίζεται απο 4 κουμπιά. Κάθε ένα απο αυτα εχει 4 ποδαράκια κολλημένα στην πλακέτα . Τα δυο απο αυτά είναι ελεύθερα ενώ απο τα άλλα δυο το ένα συνδέεται με τον επεξεργαστή , και το άλλο συνδέεται με την γείωση.

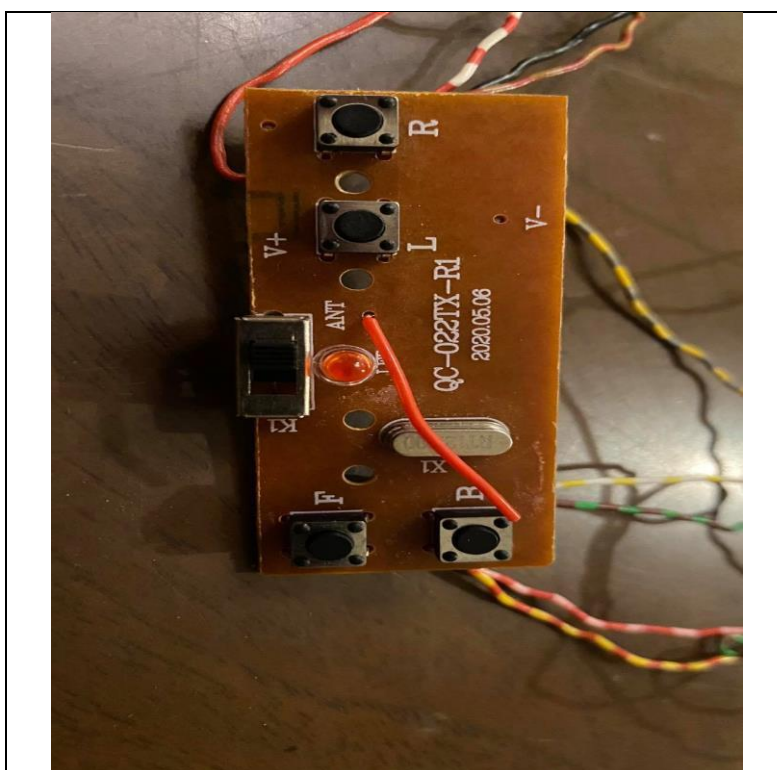


Εικόνα 33: Τηλεχειριστήριο

2. Σε κάθε ένα απο τα δύο τελευταία καλώδια κάνουμε κόλληση ενός ελεύθερου καλωδίου το οποίο στην συνέχεια θα το τοποθετήσουμε στην νέα μας πλακέτα ώστε να συνδέσουμε το τηλεχειριστήριο με το Arduino mkr1010

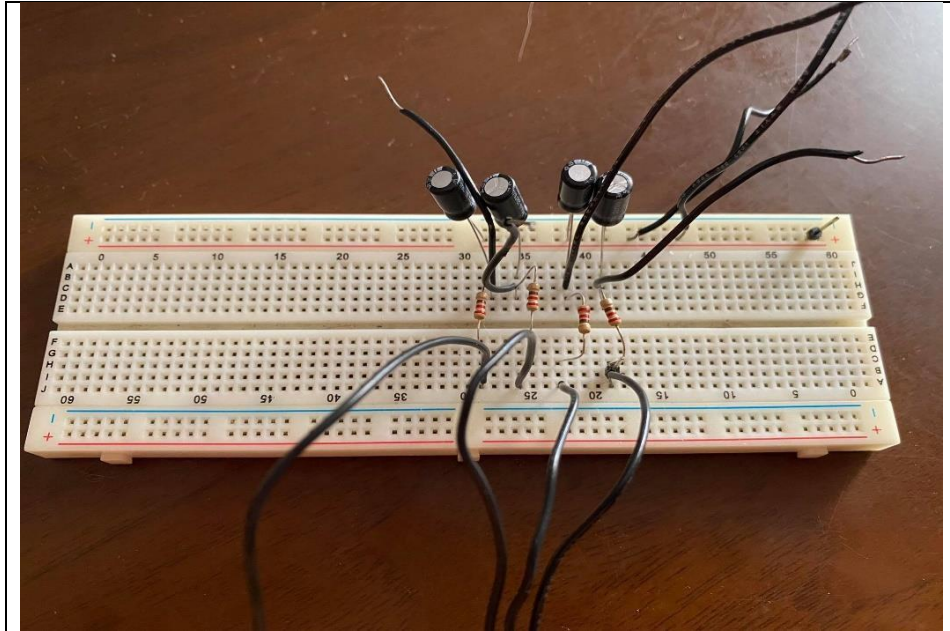


Εικόνα 34 Πρόσθεση καλωδίων στα κουμπιά κίνησης



Εικόνα 35 Μπροστα όψη της πλακέτας

3. Όταν χρησιμοποιούμε το Analogwrite με το Arduino η πλακέτα του τηλεχειστηρίου δεν θα λαμβάνει σταθερή τάση. Με την δημιουργία πλακέτας arduino mkr 1010 με lowpass φίλτρο πετυχένουμε την σταθερή τάση που χρειαζόμαστε. Η εντολή Analogwrite στέλνει ουσιαστικά έναν παλμό PWM σε μια από τις διαθέσιμες εξόδους του Arduino. Ο παλμός αυτός έχει συνήθως συχνότητα 490Hz και λειτουργεί μέχρι την επόμενη κλήση των εντολών Analogwrite, digitalWrite, digitalread.

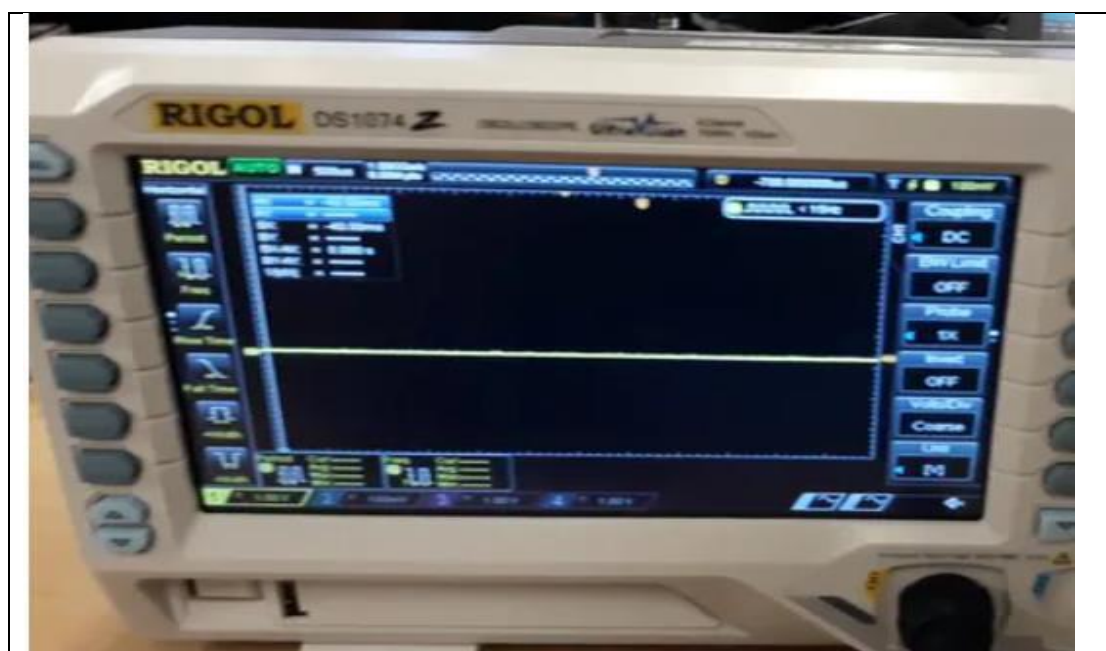


Εικόνα 36: Lowpass Φίλτρο

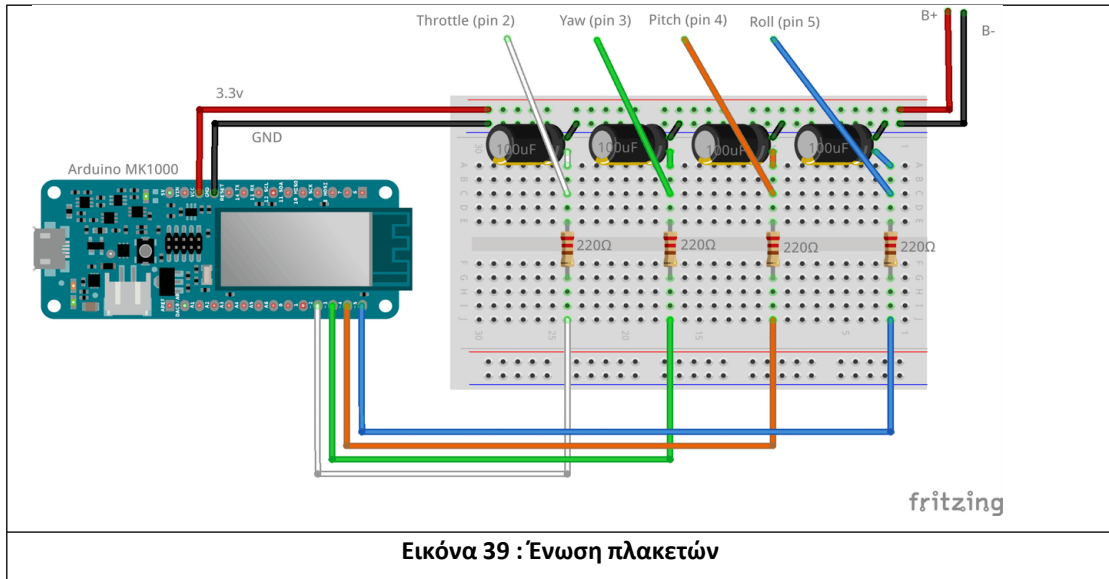
4. Στην συνέχεια συνδέουμε τις δύο πλακέτες μεταξύ τους με εφαρμογή κυκλώματος (Εικ.35)
5. Σύνδεση των δύο πλακετών μεταξύ τους με κροκοδειλάκια.
6. Στην συνέχεια έχουμε περάσει το κατάλληλο πρόγραμμα στο Arduino και το Mindwave. Έχουν συνδεθεί και τα δύο στον υπολογιστή και το πρόγραμμα είναι έτοιμο να τρέξει



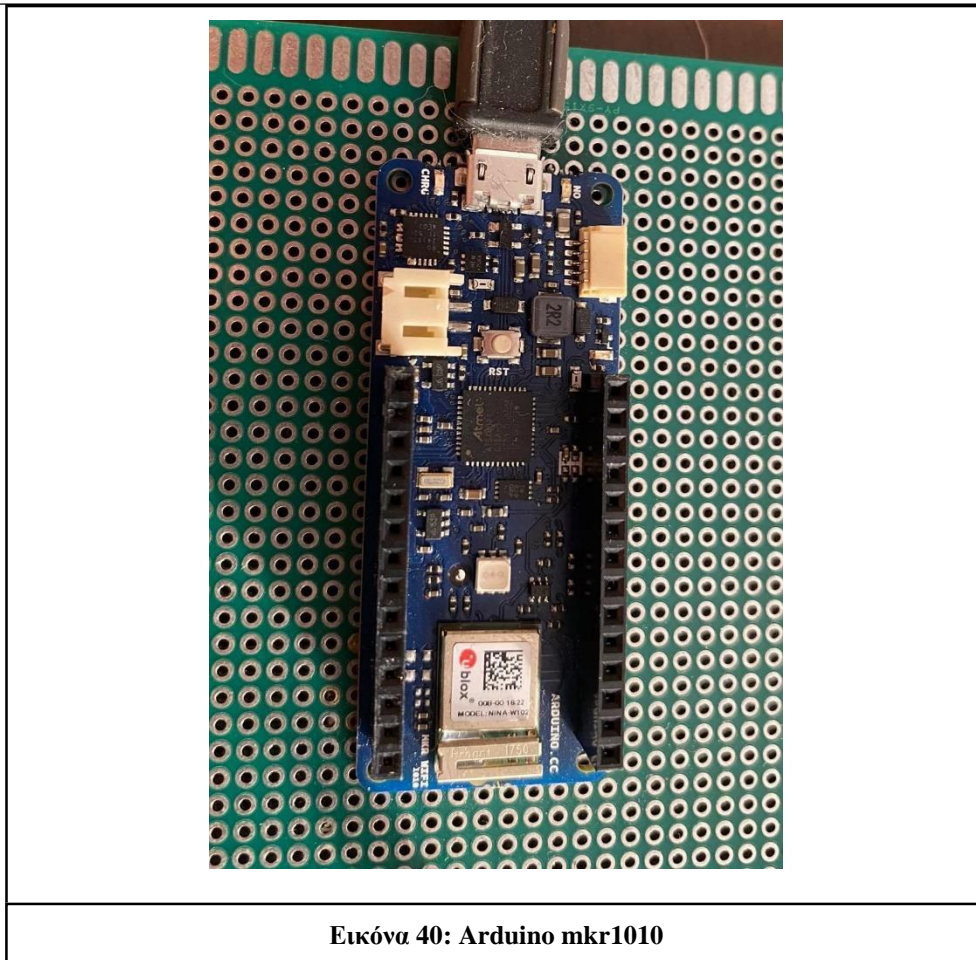
Εικόνα 37 : Εικόνα παλμογράφου πριν την εφαρμογή του φίλτρου



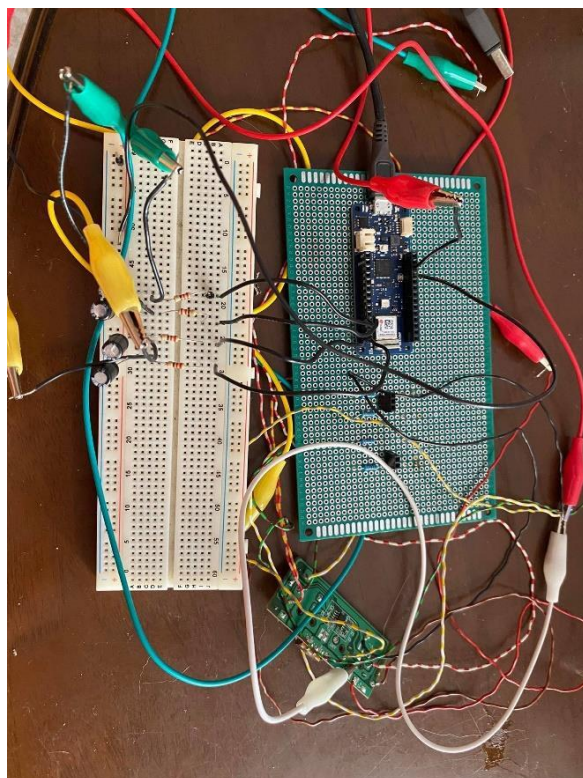
Εικόνα 38 : Εικόνα μετά την χρήση του φίλτρου



Εικόνα 39 : Ένωση πλακετών



Εικόνα 40: Arduino mkr1010



Εικόνα 41: Τελική σύνδεση πλακετών



Εικόνα 42: Τελική σύνδεση πλακετών

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

4.1 Προγραμματισμός Arduino και βασικές εντολές

Το Arduino διαθέτει δικό του περιβάλλον προγραμματισμού στο οποίο μπορούμε να γράψουμε κώδικα ο οποίος βασίζεται σε γλώσσα προγραμματισμού C και C++. Όταν ετοιμάσουμε τον κώδικα μας το μεταγλωττίζουμε και τον μεταμορφώνουμε στην μονάδα μας.



Εικόνα 43 : Προγραμματισμός Arduino

Ο κώδικας που γράφεται στην πλατφόρμα Arduino αποτελείται από δύο κύριες συναρτήσεις. Η πρώτη είναι η **setup()** ενώ η δεύτερη είναι η **loop()**. Στην πρώτη εντολή, δηλαδή την **setup()** δηλώνουμε τις αρχικές τιμές των μεταβλητών που θα χρησιμοποιήσουμε, και δηλώνουμε και τα Pin, δηλαδή αν κάποιο Pin θα αποτελέσει είσοδο ή έξοδο. Η χρήση της συγκεκριμένης συνάρτησης αφορά τις εντολές οι οποίες θα τρέξουν μία φορά όταν δώσουμε ρεύμα στην μονάδα μας ή όταν γίνει χρήση του reset. Η δεύτερη κύρια συνάρτηση αφορά το κύριο κομμάτι του προγράμματος καθώς εκεί γράφονται όλες οι εντολές που θα λειτουργούν καθόλη την διάρκεια που τρέχει το πρόγραμμα. Ξεκινά να τρέχει από την στιγμή που λάβει τις τιμές από την **setup()** έως ότου σταματήσει η τροφοδοσία της συσκευής. Η δομή των δύο αυτών εντολών είναι η εξής:

```
void setup() {  
    εντολές  
}
```

```
void loop() {  
    εντολές  
}
```

4.2 Δήλωση μεταβλητών

Το Arduino όπως και όλες οι υπόλοιπες γλώσσες προγραμματισμού χρειάζεται την δήλωση μεταβλητών, η οποία αποτελεί βασικό στοιχείο κάθε γλώσσας προγραμματισμού. Κάποιοι τύποι δήλωσης μεταβλητών είναι οι παρακάτω:

- **boolean**: True or False με τιμές 0 και 1
- **byte**: τιμές απο το 0 εως το 255
- **int**: ακέραιες τιμές από -32768 έως 32767
- **long**: ακέραιες τιμές από -2147483648 έως 2147483647
- **float**: δεκαδικοί αριθμοί
- **char**: χαρακτήρες
- **string**: πίνακας με χαρακτήρες

4.3 Συναρτήσεις διαχείρισης θυρών Εισόδου - Εξόδου

Όπως προαναφέραμε στην συνάρτηση setup() γίνεται η δήλωση των Pins, αν θα αποτελουν είσοδο η έξοδο. Αυτη η διαδικασία, το να μπορεί να ελέγχει ο μικροελεγκτής τις θύρες του, αποτελεί μια απο τις πιο κύριες λειτουργίες των μικροελεγκτών. Αυτή η διαδικασία που θέτουμε ποιιά θύρα θα αποτελεί είσοδο και ποιιά έξοδο γίνεται με την εντολή **pinMode(a,b)**. Το a δηλώνει τον αριθμό της θύρας ενώ το b δηλώνει με input η output, αν η θύρα θα αποτελέσει είσοδο η έξοδο.

Παράδειγμα χρήσης pinMode:

```
pinMode(9,OUTPUT);  
pinMode(A3,INPUT);
```

Ψηφιακή Είσοδος - Έξοδος

Τα Arduino διαθέτου ψηφιακές και αναλογικές θύρες. Αυτές οι θύρες αποτελούν εισόδους ή εξόδους δηλαδή είτε διαβάζουν ή δίνουν τιμές απο 0 εως 5V. Οι συναρτήσεις που χρησιμοποιούμε για να θέσουμε μια ψηφιακή θύρα ως είσοδο είναι η digitalRead(Pin) και για έξοδο η digitalWrite(Pin,Value). Στο Pin θέτουμε τον

αριθμό της θύρας ενώ στο Value την τάση που θέλουμε με High η Low, ανάλογα αν θέλουμε 0 η 5V. Ακολουθεί παράδειγμα των συγκεκριμένων εντολών.

```
Val = digitalRead(6);  
digitalWrite(7, LOW);
```

Αναλογική Είσοδος - Έξοδος

Ακριβώς ίδια διαδικασία χρησιμοποιούμε και στις αναλογικές θύρες. Συνήθως είναι 6 και έχουν σύμβολα A0 εως A5. Για να διαβάσουμε σαν είσοδο μια αναλογική θύρα χρησιμοποιούμε την εντολή **analogRead(Pin)**, και η τιμή εισόδου είναι μεταξύ 0 και 1023. Για να θέσουμε μια αναλογική θύρα ως έξοδο χρησιμοποιούμε την συνάρτηση **analogWrite(Pin,Value)**, και οι τιμές value κυμαίνονται ανάμεσα στο 0 και το 255 σαν τιμές απο 0 έως 5V. Παρακάτω θα δούμε παραδείγματα σύνταξης των δύο αυτών εντολών.

```
int r = analogRead(A0);  
analogWrite(ledPin, 200);
```

4.4 Συνάρτηση καθυστέρησης - delay()

Μια ακόμα σημαντική εντολή αποτελεί η συνάρτηση delay(). Ουσιαστικά θέτει σε ms μια καθυστέρηση στον χρόνο εκτέλεσης τους προγράμματος. Απο την στιγμή που θα γίνει η χρήση της συγκεκριμένης συνάρτησης, το πρόγραμμα θα σταματήσει για ορισμένα ms που έχουμε θέσει. Για παράδειγμα αν δώσουμε την εντολή delay(1000) το πρόγραμμα θα σταματήσει για 1000ms.

4.5 Σειριακή Θύρα Επικοινωνίας (SERIAL)

Το Arduino διαθέτει επίσης, για την επικοινωνία μεταξύ υπολογιστή και πλακέτας, μια σειριακή θύρα. Για να ενεργοποιηθεί η συγκεκριμένη θύρα, γίνεται χρήση της εντολής Serial.begin(Baudrate). Το Baudrate εκφράζει τον ρυθμό μετάδοσης των bits. Για παράδειγμα

```
Serial.begin(9500);
```

Επίσης μπορεί να γίνει και χρήση της συγκεκριμένης θύρας για να λάβουμε η να στείλουμε δεδομένα, για παράδειγμα μέσω αυτής μπορούμε να δούμε τι τιμές έχουν οι μεταβλητές μας η τι τιμές δίνουν οι μετρητές. Με την χρήση της εντολής serial.print() μπορούμε να δούμε τα αποτελέσματα. Παράδειγμα χρήσης της serial.Print()

```
Serial.print("Η επικοινωνία ξεκίνησε");
```

4.6 Δομή Επιλογής (IF)

Μια απαραίτητη εντολή για όλες τις γλώσσες προγραμματισμού είναι η IF. Με την χρήση αυτής της εντολής επιλέγουμε ανάμεσα σε δύο οι περισσότερες εντολές ανάλογα με κάποιες συνθήκες. Υπάρχουν πολλές περιπτώσεις που θα πρέπει να γίνει επιλογή αν θα γίνει εκτέλεση κάποιου τμήμα του κώδικα ή αν θα γίνει εκτέλεση κάποιου άλλου. Αυτή η διαδικασία επιτυγχάνεται μέσω την δομής επιλογής. Για παράδειγμα

```
if <συνθήκη> { <εντολές 1> }  
else { <εντολές 2> }
```

Ως συνθήκη έχουμε θέσει τι θέλουμε να γίνει, και στις εντολές εκτελούνται οι εντολές που θέλουμε σε κάθε περίπτωση.

4.7 Δομή Επανάληψης (FOR)

Μια ακόμα σημαντική εντολή είναι η επαναληπτική δομή FOR. Με την χρήση της συγκεκριμένης εντολής μπορούμε να επαναλάβουμε μια ομάδα εντολών, εκτελώντας μια συνθήκη που ελέγχουμε κάθε φορά ή μετρώντας μια σειρά επαναλήψεων. Για παράδειγμα

```
for (<αρχική τιμή>; <συνθήκη_τερματισμού>;<βήμα>)  
{ <εντολές> }
```

όπου:

Αρχική τιμή, για παράδειγμα $i = 1$

Ως βήμα θέτουμε την αλλαγή κάθε επανάληψης, π.χ. $i+2$

Τέλος ως συνθήκη θέτουμε την συνθήκη που θέλουμε, ώστε να τελειώσει η δομή επανάληψης.

4.9 Τελικό πρόγραμμα Arduino

```
//Θέτω αρχικές τιμές
```

```
int throttle = 0;  
int yaw = 255/2; // 3.3v / 2  
int pitch = 255/2; // 3.3v / 2  
int roll = 255/2; // 3.3v / 2
```

```
int throttlePin = 2; // PWM  
int yawPin = 3; // PWM
```

```
int pitchPin    = 4; // PWM
int rollPin     = 5; // PWM

void setup() {

  // Begin Serial communication at 115200 baud
  Serial.begin( 115200 );

  // Set pinModes
  pinMode( throttlePin, OUTPUT );
  pinMode( yawPin,     OUTPUT );
  pinMode( pitchPin,   OUTPUT );
  pinMode( rollPin,    OUTPUT );
}

void loop() {
  if ( Serial.available() > 0 ) {
    throttle = Serial.parseInt(); // Πρώτη ακέραια τιμη απο τον serial buffer
    yaw      = Serial.parseInt(); // Δεύτερη ακέραια τιμη απο τον Serial buffer
    pitch    = Serial.parseInt(); // Τρίτη ακέραια τιμη απο τον Serial buffer
    roll     = Serial.parseInt(); // Τέταρτη ακέραια τιμη απο τον from Serial buffer
  }

  analogWrite( throttlePin, throttle );
  analogWrite( yawPin,     yaw      );
  analogWrite( pitchPin,   pitch    );
  analogWrite( rollPin,    roll     );
}
```

4.10 Τελικό πρόγραμμα για mindwave

```
// import Serial library
import processing.serial.*;

// Define receiver Serial
Serial receiver ;

// Import MindSet library
import pt.citar.diablu.processing.mindset.*;
MindSet mindSet;

// Set inital values
```

```
int throttle = 0;
int yaw     = 127;
int pitch   = 127;
int roll    = 127;
void setup() {
size(150, 500);
  // Initiate Serial communication at COM10
  receiver = new Serial(this, "COM10", 115200);
  // Initiate MindSet communication
  // The MindSet uses Bluetooth Serial communication,
  // Check the COM-pot in the ThinkGear Connector in your Device Manager
  mindSet = new MindSet(this, "COM5");
  // Enable anti-aliasing
  smooth();
  // Set stroke properties
  strokeWeight(5);
  stroke(255);
  strokeCap(SQUARE);
  // Set line colour
  fill(255);

} // setup()
void draw()
{
  // Start with a black background
  background(0);
  // Draw horizontal line to at 40% from bottom
  // This line indicates the minimum (40%) attention needed
  line( 0, height*0.60, width, height*.60);

  // Draw a line from the horizontal center upwards
  // This line gives an indication of your attention
  // The height is mapped in reverse to get a percentage from top
```

```
// Example: by 40% (0.4) attention the height value is (100 - 40) 60% (0.6) from
top
line( width*.5, height, width*.5, height*map( float( attentionLevel ) / 100, 0, 1, 1,
0 ) );
// Push the attention level to the throttle variable
// 40 = minimum attention needed to do something
// 100 = maximum attention
// 30 = 8-bit min value for Arduino
// 255 = 8-bit max value for Arduino
throttle = int( map( attentionLevel, 40, 100, 30, 255 ) );
// Constrain values to 8 bit values to prevent errors
throttle = constrain( throttle, 0, 255);
pitch = constrain( pitch, 0, 255);
roll = constrain( roll, 0, 255);
yaw = constrain( yaw, 0, 255);
// When there is communication possible send the values to the Arduino receiver
if ( receiver .available() > 0)
{
  println( "attentionLevel: "+attentionLevel+" throttle: "+throttle+" yaw: "+yaw+"
pitch: "+pitch+" roll: "+roll );
  receiver .write( "throttle: "+throttle+" yaw: "+yaw+" pitch: "+pitch+" roll: "+roll
);
}

} // draw()
// Killswitch, press K to reset and close the program
void keyPressed() {
  if (key == 'k' || key == ESC) {
    if ( receiver .available() > 0)
    {
      receiver .write("throttle: "+0+" yaw: "+127+" pitch: "+127+" roll: "+127);
      exit();
    }
  }
}
```



```
// MindSet variables and functions
int signalStrenght = 0;
int attentionLevel = 0;
public void attentionEvent( int attentionLevel_val )
{
    attentionLevel = attentionLevel_val;
}

// This function is activated when the connection with the MindSet is not optimal
public void poorSignalEvent( int signalNoise )
{
    // MindSet is adjusting
    if ( signalNoise == 200 ) {
        println( "Mindset is not touching your skin!" );
    }
    // Map the signal strenght to a percentage
    signalStrenght = int( map( ( 200-signalNoise ), 200, 0, 100, 0 ) );
    println( "Signal strength: " + signalStrenght + "%" );
}
```

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

5.1 Συμπεράσματα

Η τεχνολογία που χρησιμοποιείτε στην διπλωματική εργασία θεωρώ ότι είναι ακόμα σε κάποιο αρχικό στάδιο. Είναι αρκετά δύσκολο να ελέγξει κανείς κάτι μέσω εγκεφαλογραφήματος και η ανάπτυξη της συγκεκριμένης τεχνολογίας χρειάζεται αρκετή έρευνα. Στην διπλωματική εργασία, ο χρήστης δίνει σήμα στον αναπηρικό αμαξίδιο για να μπορεί να κινηθεί, δεν μπορεί όμως να ελέγξει τις κινήσεις του. Ουσιαστικά όπως προαναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο το mindwave στέλνει σήμα στην πλακέτα Arduino mkr1010 όταν η συχνότητα του εγκεφαλογραφήματος ξεπεράσει τα 12Hz , δηλαδή περάσει το όριο χαλάρωσης και μπει στο επίπεδο συγκέντρωσης. Το επίπεδο συγκέντρωσης είναι από τα 12 έως τα 30 Hz.

Καταλαβαίνουμε όμως πως για παράδειγμα αν υπήρχε ένα αναπηρικό αμαξίδιο που θα λειτουργούσε έτσι , θα χρειαζόταν επίσης και κάποιες έξτρα δυνατότητες για να είναι εύχρηστο. Αρχικά το πλεονέκτημα του θα ήταν ότι ο χρήστης δεν θα χρειαζόταν να χρησιμοποιήσει τα χέρια του για να κινηθεί. Θα ήταν δύσκολο όμως να το σταματήσει αν σκέφτεται ταυτόχρονα και άλλα πράγματα. Θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν οπτικά ερεθίσματα όπως και σε άλλο project που αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο , με το οποίο θα μπορεί να ελέγξει την κατεύθυνση του αμαξιδίου. Ένας έξυπνος τρόπος για να γίνει ακόμα πιο εύχρηστο το σύστημα μας θα ήταν να χρησιμοποιηθούν γυαλιά VR τα οποία θα συνδυάζονται με την τεχνολογία BCI για ένα πιο καλό αποτέλεσμα. Δεν θα ήταν προφανώς ο χειριστής του αμαξιδίου σε μια εικονική πραγματικότητα αλλά θα μπορούσαν να υπάρχουν κάποια οπτικά ερεθίσματα που θα εμφανίζονται δεξιά αριστερά πάνω και κάτω, τα οποία θα επηρέαζαν το εγκεφαλογράφημα, και ο χειριστής θα μπορούσε με μεγαλύτερη ακρίβεια να κινηθεί.

Στην διπλωματική επίσης χρησιμοποιούμε τον υπολογιστή ως διαμεσολαβητή στην επικοινωνία μεταξύ πλακέτας και mindwave. Θα ήταν πολύ πιο εύκολο να υπήρχε σύνδεση με Bluetooth μεταξύ των δύο συσκευών. Τέλος θα ήταν καλύτερο να υπήρχε χρήση λιγότερων καλωδίων και η δημιουργία μόνο μία πλακέτας που θα περιλαμβάνει το φίλτρο, την πλακέτα αλλά και το Arduino μαζί. Η εξέλιξη και ο συνδυασμός της τεχνολογίας BCI με άλλες τεχνολογίες μπορούν να χαρίσουν συσκευές, που η χρησιμότητας του θα είναι πολύ σημαντική για τα άτομα με κάποιου είδους κινητικά προβλήματα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Εμίρης Δ.Μ., Κουλουριώτης Δ.Ε., (2015), *Ρομποτική*, Τεκδοτική/ΣΕΛΚΑ-4Μ ΕΠΕ, 3η έκδοση/5η Ανατύπωση, Αθήνα
- [2] Πογαρίδης Δ., (2015), *Ενσωματωμένα Συστήματα, οι Μικροελεγκτές AVR και Arduino*, Δίσιγμα, Αθήνα
- [3] Παπάζογλου Π., (2016), *Μικροεπεξεργαστές Αρχές και Εφαρμογές*, Τζιόλα, Αθήνα
- [4] Siciliano B., Sciavicco L., Oriolo G., *Ρομποτική Μοντελοποίηση Σχεδιασμός και Έλεγχος*, Fountas
- [5] Hariri Y.N., (2014), *Sapiens Μια σύντομη ιστορία του Ανθρώπου*, εκδόσεις Αλεξάνδρεια
- [6] Hariri Y.N., (2015), *Homo Deus Μια σύντομη ιστορία του Μέλλοντος*, εκδόσεις Αλεξάνδρεια
- [7] Hariri Y.N., (2018), *21 Μαθήματα για τον 21ο αιώνα*, εκδόσεις Αλεξάνδρεια
- [8] Monk S., (2011), *Programming Arduino Getting Started with Sketches*
- [9] Banzhi M., (2011), *Getting Started with Arduino*, 2η έκδοση
- [10] Αποσπόρης Ι.Π., Μιχαήλ Φ., Μαρκάτης Κ., (2020), *Το βιβλίο των Drones*, Παπαζήσης
- [11] Leonard Mlodinow (2019), *Κάτω από το κατώφλι*
- [12] Matthew Walker (2019) , *WHY WE SLEEP* , Εκδόσεις Πεδίο
- [13] Rao R and Scherer R 2010 Brain-computer interfacing, *IEEE Signal Processing Magazine* 27(4) 150-152

[14] Millan J and Carmena J 2010 Invasive or noninvasive: understanding Brain-Machine Interface Technology, IEEE Eng. in Med. and Biol. Magazine 29(1) 16-22

[15] Aravind M and Babu S S 2016 Embedded implementation of brain computer interface using FPGA, International Conference on Emerging Technological Trends (ICETT), Kollam, 1- 5

[16] Schalk G, McFarland D J, Hinterberger T, Birbaumer N and Wolpaw J R 2004 BCI2000: a general-purpose brain-computer interface (BCI) system, IEEE Trans Biomed Eng. 51(6) 1034–1043

[17] Schalk G and Mellinger J 2010 A practical guide to brain–computer interfacing with BCI2000 General-purpose software for brain-computer interface research, data acquisition, stimulus presentation, and brain monitoring, Ed. Springer Science & Business Media

ΠΗΓΕΣ

[18] <https://www.youtube.com/watch?v=qhK572LJhSc>

[19] <https://en.wikipedia.org/wiki/Microprocessor#History>

[20] <https://store.arduino.cc/>

[21] https://www.researchgate.net/publication/349918124_Mind-Wave_Wheelchair_System