



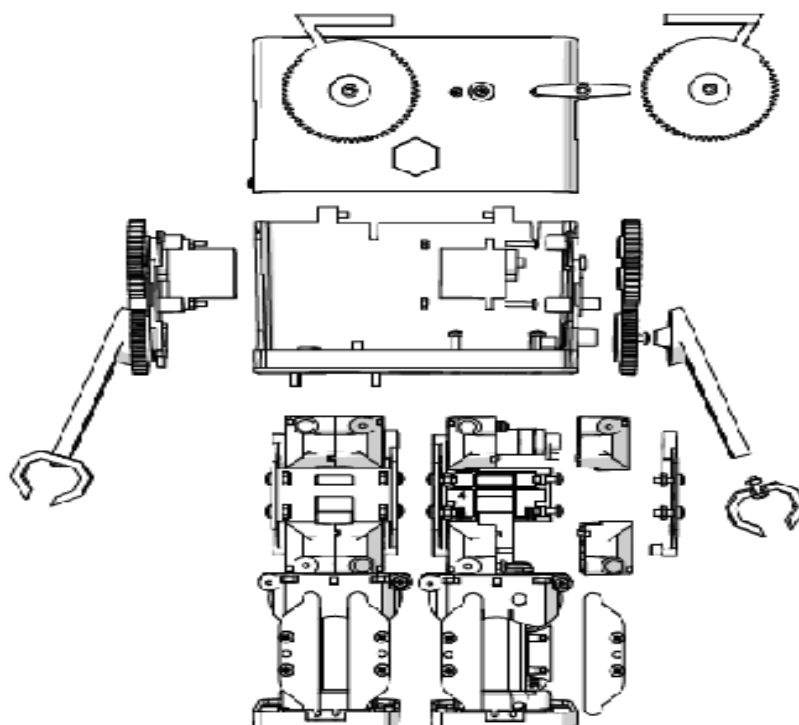
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ &
ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΘΕΜΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

“ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΑΝΘΡΩΠΟΜΟΡΦΟΥ ΡΟΜΠΟΤ”



ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΗ :

ΚΟΥΡΕΝΤΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ :

ΑΒΡΑΑΜ ΧΑΤΖΟΠΟΥΛΟΣ

ΑΙΓΑΛΕΩ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2022

Η παρούσα διπλωματική εργασία εγκρίθηκε ομόφωνα από την τριμελή εξεταστική επιτροπή, η οποία ορίστηκε από την Γενική Συνέλευση του «Τμήματος Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής», σύμφωνα με το νόμο και τον εγκεκριμένο Οδηγό Σπουδών του τμήματος.

Επιβλέπων : Χατζόπουλος Αβραάμ
Λέκτορας Εφαρμογών

Επιτροπή Αξιολόγησης :

.....

Χατζόπουλος Αβραάμ
Λέκτορας Εφαρμογών

.....

Σκλαβούνου Ελένη Ορσαλία
Λέκτορας Εφαρμογών

.....

Δρόσος Χρήστος
ΕΔΙΠ

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Κούρεντας Δημήτριος του Βασιλείου , με αριθμό μητρώου 71446944 φοιτητής του «Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής», δηλώνω υπεύθυνα ότι:

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

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

Ο Δηλών



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αισθάνομαι την ανάγκη στο σημείο αυτό να δώσω τις θερμές ευχαριστίες μου σε όλους όσους συμμετείχαν για την ολοκλήρωση αυτής μου προσπάθειας.

Πρώτα απ' όλα στον εισηγητή και επιβλέπων καθηγητή της διπλωματικής μου εργασίας κύριο Χατζόπουλο Αβραάμ για την καθοδήγηση του σε όλα τα επίπεδα της φοίτησης μου μέχρι και την εκπόνηση της παρούσας εργασίας. Επίσης, όλους τους καθηγητές του Πανεπιστημίου για τις πολύτιμες γνώσεις που μου πρόσφεραν όλα αυτά τα χρόνια διδασκόμενος κοντά τους.

Ευχαριστώ επίσης ειλικρινά τους φίλους που με στήριξαν σε κάθε μου βήμα και τους αγαπημένους ανθρώπους που είχα το προνόμιο να γνωρίσω και να συναντήσω από κοντά κατά τη διάρκεια των φοιτητικών μου χρόνων.

Τέλος , θα ήθελα να δώσω ένα τεράστιο ευχαριστώ σε όλη μου την οικογένεια για την άνευ όρων υποστήριξη, αγάπη και συμπαράσταση καθ' όλη την πορεία μου μέχρι τώρα, χωρίς αυτούς δεν θα είχα καταφέρει τίποτα. Η παρούσα διπλωματική είναι αφιερωμένη στην οικογένειά μου.

*« Το ανθρώπινο πόδι ... ένα
θαύμα της Μηχανικής! »*

*Λεονάρντο Ντα Βίντσι,
1452 – 1519, Ιταλός
Φιλόσοφος*

*« Έχω μετατραπεί σε ένα
είδος μηχανής που αλέθει
δεδομένα και βγάζει
συμπεράσματα. »*

*Κάρολος Δαρβίνος, 1809 –
1882, Βρετανός φυσιοδίφης*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Διπλωματική αυτή εργασία απαρτίζει ένα κομμάτι για την ολοκλήρωση των σπουδών μου στο «Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής του Τμήματος Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής». Σε αυτή την εργασία έχω ασχοληθεί με **τον προγραμματισμό και την κατασκευή ενός ανθρωπόμορφου ρομπότ humanoid** που στην όψη του μοιάζει με άνθρωπο. Όπου ο σχεδιασμός του μπορεί να είναι για λειτουργικούς σκοπούς, όπως η αλληλεπίδραση με ανθρώπινα εργαλεία και περιβάλλοντα ή για πειραματικούς σκοπούς, όπως η μελέτη της κίνησης με τα δύο πόδια ώστε να μπορεί να κρατάει ισορροπία, να κάνει κάποιες ορισμένες κινήσεις με τα χέρια και να μπορεί να περπατάει. Ο κύριος σκοπός της εργασίας είναι η μελέτη, σχεδίαση και κατασκευή ενός ανθρωπόμορφου ρομπότ (humanoid) για εφαρμογές στην Εκπαίδευση STEM και Εκπαιδευτική Ρομποτική. Στην διπλωματική αυτή εργασία οι στόχοι είναι η βιβλιογραφική ανασκόπηση των ανθρωποειδών ρομπότ, με τον σκοπό στην μελέτη της κινηματικής, τη σχεδίαση και τη κατασκευή τους. Η κατασκευή έχει γίνει αποκλειστικά με τρισδιάστατη εκτύπωση των σχεδίων μέσω του 3D εκτυπωτή. Επίσης το ρομπότ έχει προγραμματιστεί για να εκτελεί βασικές κινήσεις εμπρός/πίσω, αριστερά/δεξιά, στάση ανάπαυσης και ισορροπίας και η σχεδίαση του βασίζεται σε πλατφόρμα συμβατή με Arduino και σε τεχνολογίες ανοικτού λογισμικού / υλισμικού.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Ρομπότ, Arduino, Προγραμματισμός, Ανθρωποειδές, Συναρμολόγηση, Ρομποτική 3D εκτυπωτής

A

BSTRACT

This Diploma thesis forms a part for the completion of my studies at the «University of West Attica, Department of Industrial Design and Production Engineering». In this work I have dealt **with the programming and construction of an anthropomorphic humanoid robot** that looks like a human. Where its design may be for functional purposes, such as interacting with human tools and environments, or for experimental purposes, such as studying bipedal locomotion so that it can keep balance, make some hand movements, and be able to walk. The main purpose of the work is to study, design and build a humanoid robot for applications in STEM Education and Educational Robotics. The objectives of the thesis are the bibliographic review of humanoid robots, with the aim of studying their kinematics, design and construction. The construction has been done exclusively with 3D printing of the designs through the 3D printer. Also the robot is programmed to perform basic forward/backward, left/right, rest and balance movements and its design is based on Arduino compatible platform and open software / hardware technologies.

K

KEYWORDS

Robot, Arduino, Programming, Humanoid, Assembly, Robotics, 3D printer

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΘΕΜΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	i
ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	iii
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	iv
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	vi
ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ	vi
ABSTRACT	vii
KEYWORDS	vii
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	viii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	ix
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	x
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ	xi
ΑΠΟΔΟΣΗ ΟΡΩΝ	xi
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	2
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	4
2.1 Η έννοια και οι νόμοι του ρομπότ	4
2. Τα είδη των ρομπότ	5
2.3 Τεχνητή νοημοσύνη και εξέλιξη των ρομπότ	6
2.4 Ανθρωπόμορφα ρομπότ (Humanoid)	7
2.5 Κινηματική	10
2.6 Τα βασικά μέρη του ρομπότ	11
2.6.1 Μικροελεγκτής – Πλακέτα Arduino	11
2.6.2 Σερβοκινητήρες (Servo motors)	13
2.6.3 3D Εκτυπωμένα μέρη του Ρομπότ	14
ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΡΟΜΠΟΤ	16
3.1 Λειτουργικά Μέρη Κατασκευής	16
3.2 Μηχανολογικό σχέδιο	16
3.3 Ηλεκτρονικό κύκλωμα	28
3.4 Λίστα υλικών - Οικονομικός προϋπολογισμός	30

ΠΡΟΓΡΑΜΑΤΙΣΜΟΣ ΡΟΜΠΟΤ.....	32
4.1 Διάγραμμα Ροής.....	32
4.2 Κώδικας του Προγράμματος.....	33
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	37
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	38

KΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Ο **Κατάλογος Διαγραμμάτων** συγκεντρώνει όλα τα διαγράμματα – εικόνες – σχήματα της διπλωματικής

Εικόνα 1- Isaac Asimov science fiction writer with fictional robot.....	5
Εικόνα 2 – Ανθρωπόμορφο Ρομπότ (Humanoid).....	7
Εικόνα 3 - ΤΑΛΩΣ, ΤΟ ΜΥΘΙΚΟ ΧΑΛΚΙΝΟ ΡΟΜΠΟΤ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ.....	8
Εικόνα 4 - Λεονάρντο Ντα Βίντσι « Ο μηχανικός Ιππότης».....	8
Εικόνα 5 - WABOT 1 (1972).....	9
Εικόνα 6 - WABOT 2 (1984).....	9
Εικόνα 7 - Arduino Board Uno R3 Μικροελεγκτής.....	11
Εικόνα 8 - Servo motor connected to arduino board.....	12
Εικόνα 9 - Servo motor analysis parts.....	13
Εικόνα 10 – 3D εκτυπωτής (3D Printer).....	14
Εικόνα 11 - 3D Εκτυπωμένα μέρη για την κατασκευή του Ρομπότ.....	14
Εικόνα 12 - Τα πόδια του ρομπότ.....	25
Εικόνα 13 - Ο βασικός κορμός (Κεφάλι) του ρομπότ.....	25
Εικόνα 14 - Σε πειραματικό στάδιο λειτουργίας των ποδιών.....	26
Εικόνα 15 - Πλήρης συναρμολογημένο και έτοιμο για προγραμματισμό.....	26
Εικόνα 16 - Σε κατάσταση λειτουργίας και κίνησης.....	27
Εικόνα 17 - Ηλεκτρονικό κύκλωμα φαίνεται ο τρόπος συνδεσμολογίας των εξαρτημάτων με ηλεκτρονικά σύμβολα.....	28
Εικόνα 18 - Εδώ φαίνεται ο τρόπος συνδεσμολογίας των εξαρτημάτων σε φυσική μορφή (ουσιαστικά αποτελεί ένα βοήθημα για όσους δεν γνωρίζουν τα ηλεκτρονικά σύμβολα).	29
Εικόνα 19 - Διάγραμμα Ροής λειτουργίας του ρομπότ για κίνηση εμπρός.....	32

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1 - Όλα τα 3D μέρη του ρομπότ	16
Σχήμα 2 - Μπροστινή όψη του ρομπότ.....	17
Σχήμα 3 - Συναρμολόγηση το γόνατο του ποδιού	18
Σχήμα 4 - Συναρμολόγηση του κεφαλιού του ρομπότ	18
Σχήμα 6 - Ολοκλήρωση του ποδιού.....	19
Σχήμα 5 - Χτίσιμο του ποδιού από κάτω προς τα πάνω	19
Σχήμα 7 - Τα βασικά μέρη του ρομπότ.....	20
Σχήμα 8 - Σύνδεση μεταξύ τους τα κύρια μέρη.....	21
Σχήμα 9 - Τα μέρη όπου βρίσκονται οι σερβοκινητήρες.....	22
Σχήμα 10 - Προοπτικό της ολοκληρωμένης κατασκευής του humanoid ρομπότ	23
Σχήμα 11 - Πίσω όψη του 3D σχεδίου	24

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

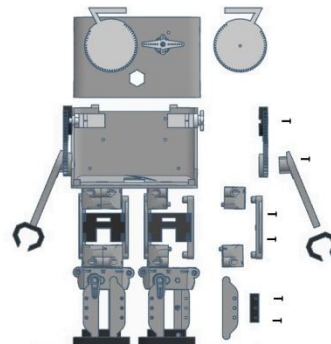
μΕ	μικρο-Ελεγκτής
PLA	Poly lactide
Li-ion	Lithium ions
USB	Universal Serial Bus
DC	Direct Current
R.U.R.	Rossum's Universal Robots

ΑΠΟΔΟΣΗ ΟΡΩΝ

Data	Δεδομένα
Metadata	Μεταδεδομένα
Poly lactide	θερμοπλαστικός πολυεστέρας
Servo motor	Σερβοκινητήρες
Battery Li-ion	Μπαταρία ιόντων λιθίου
Universal Serial Bus	Ενιαίος Σειριακός Δίαυλος
Direct Current	Συνεχές Ρεύμα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ



ΕΙΣΑΓΩΓΗ

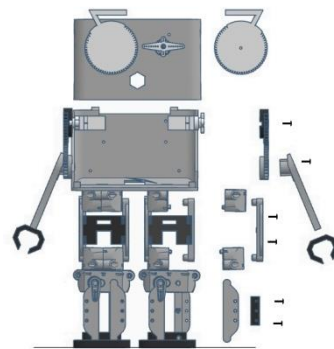
Στην σημερινή εποχή μας απασχολεί έντονα η ανάγκη για αυτοματοποίηση πολλών διαδικασιών. Αρχικά τα ρομπότ – μηχανές σχεδιάζονται και κατασκευάζονται για τη βιομηχανία, τις υπηρεσίες, τις οικιακές συσκευές αλλά και για πολεμικούς σκοπούς.

Σημαντικό είναι τα ρομπότ – μηχανές να έχουν αναπτύξει ένα δικό τους τρόπο πλοήγησης, απόφασης και δράσης. Αναφορές για αυτόματες μηχανές γίνονται είδη από τους αρχαίους χρόνους. Η πρώτη αναφορά του όρου “αυτόματα” γίνεται στα ομηρικά έπη, ο όρος περιγράφει τη μηχανή που κινείται από μόνη της, με τη χρήση κάποιας εσωτερικής ενέργειας όπως είναι τα ζώα και οι άνθρωποι. Η τεχνητή νοημοσύνη εφαρμόζεται πλέον σε πολλούς τομείς της καθημερινής ζωής δίνοντας άμεσες λύσεις στις ανάγκες και τα θέλω μας. Η τεχνητή νοημοσύνη επιτρέπει σε ένα άλλο μέσο (το ρομπότ) να μπορεί να αναγνωρίζει κινήσεις, αισθήσεις και τη φωνή.

Στην παρούσα εργασία έχω πειραματιστεί με το πρόβλημα της σχεδίασης, της κατασκευής και του προγραμματισμού ενός ανθρωπόμορφου ρομπότ (humanoid). Ο σχεδιασμός και η κατασκευή του έχει γίνει για λειτουργικούς σκοπούς όπως η αλληλεπίδραση με ανθρώπινα εργαλεία και περιβάλλοντα και για πειραματικούς όπως η μελέτη της κίνησης με τα δύο πόδια. Στόχος της διπλωματικής μου εργασίας είναι η βιβλιογραφική ανασκόπηση των ανθρωποειδών ρομπότ, με σκοπό τη μελέτη της κινηματικής, τη σχεδίαση και τη κατασκευή. Η κατασκευή του ρομπότ έχει γίνει αποκλειστικά με τρισδιάστατη εκτύπωση των σχεδίων μέσω του 3D εκτυπωτή. Τέλος το ρομπότ έχει προγραμματιστεί να εκτελεί βασικές κινήσεις και να βασίζεται σε μια πλατφόρμα με Arduino και σε τεχνολογίες ανοικτού λογισμικού / υλισμικού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ





ΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

2.1 Η έννοια και οι νόμοι του ρομπότ

Οι μηχανικές συσκευές οι οποίες έχουν τη δυνατότητα και την ικανότητα να αντικαθιστούν τα άτομα σε πολλές δουλειές ονομάζονται **Ρομπότ**. Είναι σχεδιασμένες έτσι ώστε να επιτελούν μια σειρά από προγραμματισμένες κινήσεις. Η λειτουργία τους μπορεί να γίνει είτε απευθείας υπό τον έλεγχο και επίβλεψη ενός χειριστή είτε ανεξάρτητα μέσω υπολογιστή ο οποίος έχει προγραμματιστεί [1].

Την ονομασία ρομπότ την πήρε από το σλαβικό «robot» που προσδιορίζει την εργασία. Όπου επινοήθηκε ως έννοια το 1921 από τον Karel Čapek θεατρικό συγγραφέα της Τσεχίας στο έργο του 'R.U.R'. Στο έργο του διακωμωδεί τον εθισμό των ανθρώπων από τα ρομπότ ως επακόλουθο της ραγδαίας ανάπτυξης της τεχνολογίας που έχει ως συνέπεια την εξολόθρευση των εφευρετών του [2].

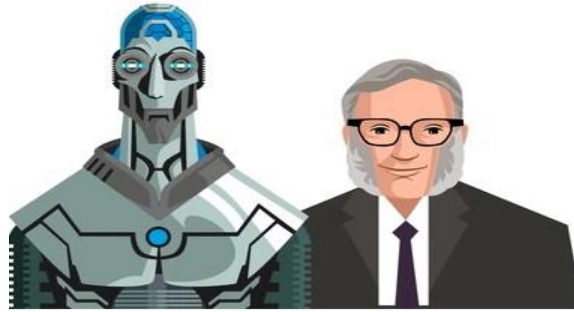
Η ρομποτική είναι η επιστήμη που ασχολείται με την μελέτη τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη των ρομπότ. Είναι μια επιστήμη που αποσκοπεί συνονθύλευμα πολλών άλλων επιστημών, συγκεκριμένα της μηχανολογίας, της ηλεκτρονικής και της πληροφορικής [3].

Η ορολογία ρομπότ στου οποίου οφείλει το όνομα του ο κλάδος της ρομποτικής ήρθε από ένα έργο του θεάτρου που το έγραψε ο Ισαάκ Ασίμοφ. Η αξία του έργου δεν έγκειται στο υλισμικό των ρομπότ αλλά επικεντρώνεται στη συμπεριφορά και στο λογισμικό. Κορυφαίο επίτευγμα αυτού του έργου είναι η θέσπιση των 3 νόμων, που υπακούν τα περισσότερα ρομπότ.

Το 1942 εισήχθησαν οι τρεις νόμοι του **Isaak Asimov** ή τρεις νόμοι της Ρομποτικής όπως αποκαλούνται σήμερα. Οι οποίοι είναι οι παρακάτω :

- 1) Τα ρομπότ δεν θα κάνουν κακό σε ανθρώπους, ούτε με την αδράνειά τους θα επιτρέψουν να προκληθούν βλάβες σε ανθρώπινο είδος.
- 2) Τα ρομπότ πρέπει να υπακούουν τις εντολές που τους δίνουν οι άνθρωποι, εκτός εάν αυτές οι εντολές έρχονται σε αντίθεση με τον 1^ο νόμο.
- 3) Τα ρομπότ οφείλουν να προστατεύουν την ύπαρξη τους, εφόσον δεν συγκρούονται με τον 1^ο και τον 2^ο νόμο.

Αν και λογοτεχνικό το έργο του Ασίμωφ, στηρίχθηκε στην θεωρητική βάση του κλάδου της ρομποτικής, όσον προς την “ηθική.” [4].



Εικόνα 1- Isaac Asimov science fiction writer with fictional robot

2.Τα είδη των ρομπότ

Με την εξέλιξη της ρομποτικής προέκυψαν διαφορετικά είδη ρομπότ που διαφέρουν μεν στην εξωτερική τους εμφάνιση, συγκροτούνται όμως από όμοια υποσυστήματα.

Τα σημαντικότερα είδη ρομπότ είναι τα εξής:

- **Ρομπότ σταθερής βάσης:** πρόκειται για ρομπότ που αποτελούνται από στερεούς συνδέσμους και ενώνονται μέσω αρθρώσεων σχηματίζοντας μια κινηματική αλυσίδα. Το ρομπότ έχει την κλασική όψη ενός βιομηχανικού βραχίονα, που συμπεριλαμβάνει το εργαλείο το βραχίονα και το καρπό.
- **Κινούμενα ρομπότ:** Τα ρομπότ που έχουν την ικανότητα να μετακινούν τα σημεία του μηχανισμού τους ονομάζονται κινητά ρομπότ. Η διαδικασία αυτή γίνεται μέσα από ειδικευμένα συστήματα προώθησης και μπορεί να είναι είτε απλά είτε πιο σύνθετα. Τα κινούμενα ρομπότ μπορούν να διακριθούν σε υποκατηγορίες αντίστοιχα με το βαθμό αυτονομίας τους.

Υπάρχουν τα:

- **AGVs:** Τα αυτοματοποιημένα οχήματα καθοδήγησης (Automatic Guided Vehicles) είναι προκαθορισμένα μέσω των καλωδίων στο έδαφος ή των πομπών στο περιβάλλοντα χώρο. Η αυτονομία της κίνησης τους είναι περιορισμένη.
- **Αυτόνομα Έντροφα ρομπότ:** Απεναντίας με τα AGVs έχουν μεγάλη αυτονομία. Ειδικότερα έχουν τη δυνατότητα να λειτουργούν χωρίς συνεχόμενη επίβλεψη και μπορούν να κάνουν εργασίες μόνα τους δέχοντας μόνο ορισμένες υψηλόβαθμες εντολές.

- **Βαδίζοντα ρομπότ:** Η κίνηση αυτών των ρομπότ γίνεται μέσω μηχανικών ποδιών. Τα συγκεκριμένα μπορούν να αποφεύγουν εμπόδια και έχουν την δεξιότητα να σκαρφαλώνει σε ανώμαλα εδάφη και μη επίπεδες επιφάνειες.
- **ROVs:** Remotely Operated Vehicles έχουν σχήμα κουτιού και η κίνηση τους είναι χαμηλή. Είναι μη επανδρωμένα υποβρύχια ρομπότ και είναι συνδεδεμένα με το μητρική.
- **AUVs:** Autonomous Underwater Vehicles είναι αυτόνομα και δεν χρειάζεται καλώδιο. Έχουν καλούπι τορπιλών και έχουν την ικανότητα να αναπτύσσουν αυξημένη ταχύτητα.
- **Εναέρια ρομπότ:** Τα συγκεκριμένα ρομπότ είναι μη επανδρωμένα π.χ. αεροπλάνα, drones. Χρησιμοποιούνται για στρατιωτικούς σκοπούς λόγω της χαμηλής σταθερότητας και ασφάλειας και οι εφαρμογές του συνεχώς πληθαίνουν [5].

2.3 Τεχνητή νοημοσύνη και εξέλιξη των ρομπότ

Πατέρας της επιστήμης των υπολογιστών θεωρείται ο **Άλλαν Τούρινγκ** εξαιτίας της μεγάλης συνεισφοράς του στο πεδίο γνώσης στη θεωρία του υπολογισμού κατά την δεκαετία του 1930. Το 1936 εισήγαγε την έννοια του θεωρητικού υπολογιστή που ονομάστηκε **μηχανή Τούρινγκ** και το 1950 πρότεινε τη **τεχνητή νοημοσύνη**, το λεγόμενο τεστ του Τούρινγκ. Πρόκειται για ένα τεστ που αποδεικνύεται μέσω πειραμάτων αν μια μηχανή διαθέτει γνωστικές ικανότητες και μπορεί να σκεφθεί [6].

Η πρόοδος των ρομπότ είναι εξαρτώμενη από την πρόοδο των ηλεκτρονικών υπολογιστών και έχει διαβεί από πολλά επίπεδα, αναλόγως με τη τεχνολογία ήταν διαθέσιμη για την πραγματοποίησή τους. Τα επίπεδα αυτά χαρακτηρίζονται ως «γενιές».

- ✚ Τα ρομπότ **της πρώτης γενιάς** είναι αρκετά απλά με περιορισμένες ικανότητες, χωρίς να έχουν την ικανότητα υπολογισμού και αίσθησης. Με αποτέλεσμα να απαιτείται η λειτουργία τους από κάποιο χειριστή.
- ✚ Τα ρομπότ **δεύτερης γενιάς** έχουν αν και περιορισμένη κάποια υπολογιστική ικανότητα, διαθέτουν αισθητήρες για την συλλογή πληροφοριών σχετικά με την λειτουργία τους, ακόμη για τον προγραμματισμό τους χρησιμοποιούν γλώσσες προγραμματισμού υψηλού επιπέδου.
- ✚ Τέλος τα ρομπότ **τρίτης γενιάς** διαθέτουν νοημοσύνη με την έννοια ότι έχουν υπολογιστική ισχύ ώστε να μπορούν να παίρνουν αποφάσεις κατά τη διάρκεια εκτέλεσης εργασίας μέσω του προγραμματισμού με χρήση τεχνικών της τεχνικής νοημοσύνης και εξελιγμένων αισθητήρων [7].

2.4 Ανθρωπόμορφα ρομπότ (Humanoid)

Είναι χαρακτηριστικό, ότι η τεράστια ανάπτυξη που παρατηρείται στον χώρο της ρομποτικής, δεν αφορά μόνο στην πρόοδο των δεξιοτήτων τους, αλλά και στην ομοιότητά τους με τους ανθρώπους. Τα ανθρωπόμορφα ρομπότ (Humanoid) δημιουργήθηκαν για να μοιάζουν αισθητικά με τον άνθρωπο.

Ως humanoid «ανθρωπόμορφα ρομπότ» προσδιορίζονται τα ρομπότ που φέρουν εμφάνιση παρόμοια της ανθρώπινης και το σχήμα τους παραπέμπει στο ανθρώπινο σώμα με σκοπό την αλληλεπίδραση με ανθρώπινα εργαλεία ή περιβάλλοντα. Ο βασικός σχεδιασμός τους αποτελείται από ένα κεφάλι με δύο χέρια και δύο πόδια. Αυτό ορισμένες φορές μπορεί να αλλάζει και να αποτελείται από κάποια μέρη του σώματος, όπως για παράδειγμα από τη μέση και πάνω.

Τα ανδροειδές ρομπότ είναι ανθρωπόμορφα ρομπότ, τα οποία δημιουργήθηκαν για να μοιάζουν εμφανισιακά με έναν άνδρα.



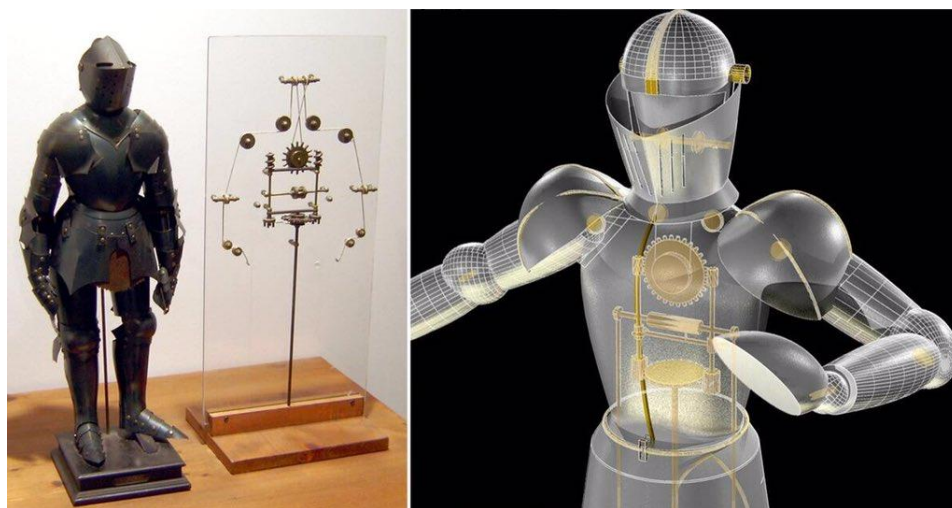
Εικόνα 2 – Ανθρωπόμορφο Ρομπότ (Humanoid)

Στην αρχαία εποχή ο **Τάλως** ήταν η πιο γνωστή ανθρωπόμορφη αυτόματη μηχανή. Η δημιουργία του σύμφωνα με τη μυθολογία οφείλετε στο θεό Ήφαιστο υπό την εντολή του Δία, ο οποίος τη δώρισε στον βασιλιά Μίνωα για την προστασία της Κρήτης. Η μορφή του ήταν χάλκινη και εξωτερικά έμοιαζε με μεγαλόσωμο άντρα [8].



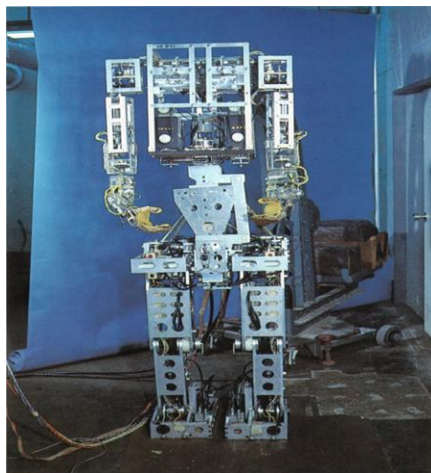
Εικόνα 3 - ΤΑΛΩΣ, ΤΟ ΜΥΘΙΚΟ ΧΑΛΚΙΝΟ ΡΟΜΠΟΤ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ

Στη δεκαετία του 15^{ου} αιώνα, συγκεκριμένα το 1495 ο Λεονάρντο Ντα Βίντσι παρουσίασε τη κατασκευή ενός ρομπότ το οποίο ήταν βαλμένο μέσα σε μια πανοπλία του μεσαίωνα . Οι δεξιότητες που είχε το συγκεκριμένο ρομπότ ήταν να κινεί τα πόδια του, να κάθεται και να σηκώνεται όρθιο όπως ένας άνθρωπος και να σηκώνει το μηχανισμό του κράνους του [9].



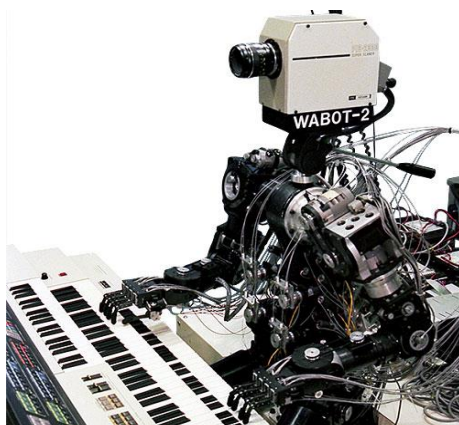
Εικόνα 4 - Λεονάρντο Ντα Βίντσι « Ο μηχανικός Ιππότης »

Το πρώτο κινητό ρομπότ ικανό να αντιλαμβάνεται και να ανταποκρίνεται στο περιβάλλον του κατασκευάστηκε το 1970 στο Stanford Research Institute και το ονόμασαν «Shakey». ενώ άλλα ρομπότ πρέπει να καθοδηγούνται Βήμα προς βήμα για την επιτυχία ενός στόχου, ο ‘Shakey’ μπορεί να επεξεργαστεί τις αρχικές του εντολές και να εκτελέσει ο ίδιος την εργασία. Για την υλοποίηση αυτού του ρομποτικού έργου, έχει διεξαχθεί εκτεταμένη έρευνα στους τομείς της ρομποτικής, της όρασης υπολογιστή και της επικοινωνίας ανθρώπου-ρομπότ. Επομένως, το τελικό αποτέλεσμα είναι μια δομή που συνδυάζει τη λογική σκέψη και τη σωματική συμπεριφορά [10].



Εικόνα 5 - WABOT 1 (1972)

Από το 1970, η Ιαπωνία κατέχει επίσημα τον τομέα της ρομποτικής. Συγκεκριμένα, το Πανεπιστήμιο Waseda ξεκίνησε το λεγόμενο έργο WABOT το 1967, τελειοποιήθηκε το 1972 και τελικά ονομάστηκε WABOT-1, το οποίο είναι το πρώτο ευφυές ρομπότ πλήρους κλίμακας στον κόσμο. Διαθέτει κατάλληλο σύστημα ελέγχου και είναι σε θέση να περπατά, να κρατά και να μεταφέρει αντικείμενα με τα προσαρτημένα άκρα του. Ακολούθησε το βελτιωμένο WABOT-2 το 1984, το οποίο είχε δέκα δάχτυλα και δύο πόδια και ήταν ικανό να παίζει μουσική, να συνοδεύει και να διαβάζει παρτιτούρες [11].



Εικόνα 6 - WABOT 2 (1984)

2.5 Κινηματική

Της μηχανικής κλάδος είναι η **κινηματική** «*Kinematics*, απ'το ελληνικό *κινεῖν*» που εξηγεί αναλυτικά την κίνηση ενός αντικειμένου ανεξάρτητα από τη μάζα του ή τις αιτίες, τις δυνάμεις και τις δυνάμεις που το προξενούν να κινηθεί. Αντίθετα, η δυναμική λαμβάνει υπόψη τη μάζα και τις δυνάμεις που δρουν σε ένα αντικείμενο και τις αλληλεπιδράσεις τους, προκαλώντας τελικά την κίνηση του σώματος και τον τρόπο με τον οποίο κινείται η ύλη.

Σε γενικές γραμμές, η φυσική είναι η επιστήμη που ερευνά την εξέλιξη των φυσικών φαινομένων. Σε αυτή τη μελέτη και έρευνα κυριαρχούν οι δύο γεωμετρικές έννοιες «θέση» και «μήκος». Αν προστεθεί και η έννοια του «χρόνου», η όλη έρευνα γίνεται αντικείμενο «κινητικής». Η κινηματική λοιπόν είναι η γεωμετρία της κίνησης. Υπάρχουν όμως και διεργασίες που δεν μπορούν να γίνουν άμεσα αντιληπτές, όπως ηλεκτρόνια, πλανήτες, ηλεκτρικά φορτία, κίνηση μορίων αερίου που προκαλεί πίεση κ.λπ.

Σε αυτές τις τελευταίες περιπτώσεις, η δυναμική είναι επίσης ένας κλάδος της μηχανικής που, εκτός από τις βασικές έννοιες που αναφέρθηκαν παραπάνω, εξετάζει τις έννοιες της δύναμης και της μάζας για να δικαιολογήσει την κίνηση του σώματος. Οι θέσεις μετρώνται σε σχέση με ένα σύστημα συντεταγμένων. Η ταχύτητα είναι ο ρυθμός με τον οποίο αλλάζει η θέση του αντικειμένου. Η επιτάχυνση είναι ο ρυθμός μεταβολής της ταχύτητας. Η ταχύτητα και η επιτάχυνση είναι δύο θεμελιώδεις ποσότητες που περιγράφουν πώς αλλάζει η θέση του σώματος.

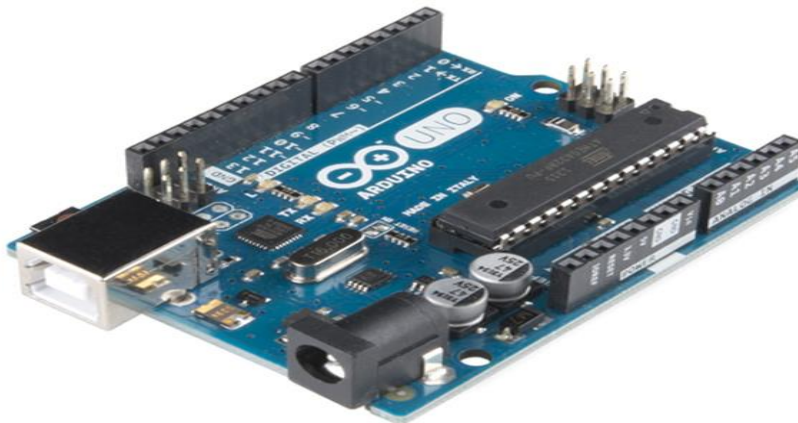
Η απλούστερη εφαρμογή της κινηματικής είναι η διερεύνηση της μεταφορικής κίνησης ενός σημειακού σώματος «γραμμική κινηματική». Η αναλυτική εξήγηση της περιστροφής «περιστροφική κινηματική» είναι πιο περίπλοκη. Η επεξήγηση της μηχανικής κίνησης των στερεών γίνεται με τη χρήση γραμμικής και περιστροφικής κινηματικής (*kinematics of solids*). Μια πιο σύνθετη περίπτωση είναι η έρευνα της κίνησης συστημάτων αντικειμένων που μπορεί να συνδέονται μεταξύ τους με μηχανικούς δεσμούς [12].

2.6 Τα βασικά μέρη του ρομπότ

2.6.1 Μικροελεγκτής – Πλακέτα Arduino

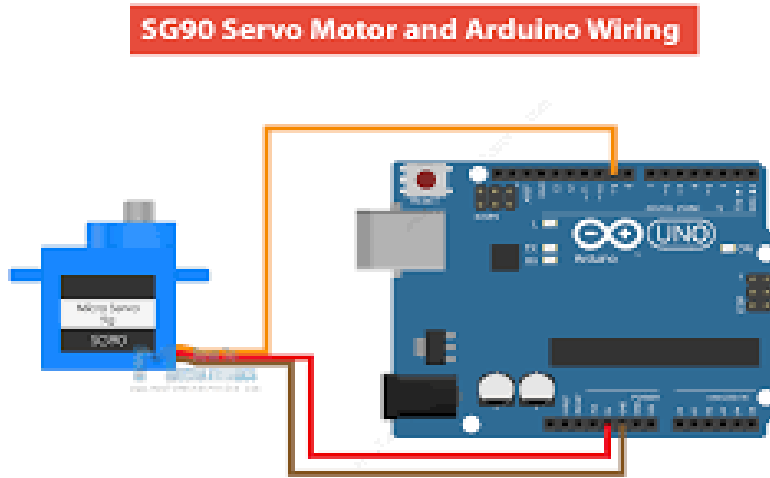
Το στοιχείο που ελέγχει τον τρόπο λειτουργίας του ρομποτικού συστήματος είναι **ο ελεγκτής**. Το βασικό καθήκον κάθε ελεγκτή είναι να εξισορροπεί την έξοδο στην επιθυμητή τιμή, χωρίς να επηρεάζεται αυτόνομα από τυχόν εμπόδια που προκύπτουν στη διαδικασία. Ο ελεγκτής αποτελείται από μια μονάδα ελέγχου και έναν ανιχνευτή σφαλμάτων, ο οποίος είναι μια συσκευή που εκτιμά το σφάλμα και μειώνει τη μετρούμενη μεταβλητή από ένα σημείο εκκίνησης. Η μονάδα σφάλματος χρησιμοποιεί αυτό το σήμα για τη δημιουργία ενεργειών ελέγχου [13].

Ο μικροελεγκτής είναι ένας μικρός υπολογιστής ενσωματωμένος σε ένα ενιαίο ολοκληρωμένο κύκλωμα που περιλαμβάνει τον επεξεργαστή, την μνήμη και προγραμματιζόμενα περιφερειακά εισόδου και εξόδου.



Εικόνα 7 - Arduino Board Uno R3 Μικροελεγκτής

To Arduino είναι μια υπολογιστική πλατφόρμα, ένας μΕ μιας πλακέτας, δηλαδή μια απλή μητρική πλακέτα open source (ανοιχτού κώδικα) που ενσωματώνει μικροελεγκτές εισόδου και εξόδου. Ο πυρήνας του αναπτύχθηκε στην Ιταλία. Προγραμματίζεται χρησιμοποιώντας τη γλώσσα Wiring, μια γλώσσα προγραμματισμού C/C++. Η πλακέτα είναι ένα βοηθητικό πρόγραμμα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή πρωτοτύπων συσκευών καθώς και για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Διάφοροι τύποι εξαρτημάτων μπορούν να προσαρτηθούν στην πλατφόρμα, όπως αισθητήρες θερμοκρασίας, αισθητήρες πίεσης, βηματικοί κινητήρες και οθόνες. Ουσιαστικά ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα που βασίζεται σε έναν τεράστιο μικροελεγκτή AT mega από την Atmel, του οποίου όλα τα σχέδια καθώς και το λογισμικό που χρειάζεται για τη λειτουργία του, παραχωρούνται ελεύθερα και δωρεάν, ώστε να μπορεί να κατασκευασθεί από τον οποιοδήποτε. Διαθέτει πολλαπλές μονάδες I/O και προγραμματίζει τον μΕ ώστε να δεχτεί δεδομένα από τις μονάδες εισόδου, να τα επεξεργαστεί και να τα στείλει στις μονάδες εξόδου [14].



Εικόνα 8 - Servo motor connected to arduino board

2.6.2 Σερβοκινητήρες (Servo motors)

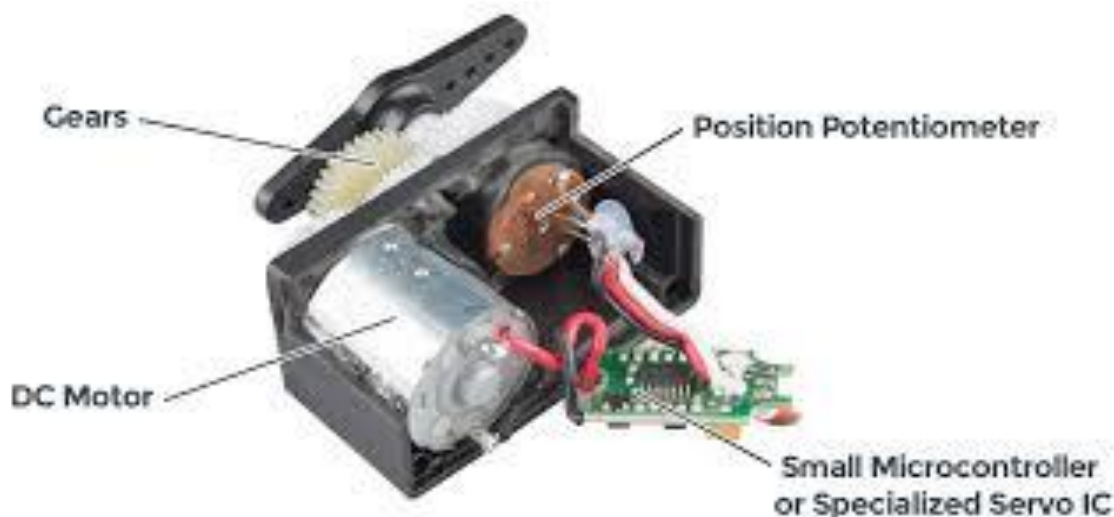
Πρόκειται για **μικρούς κινητήρες DC** με ενσωματωμένο σύστημα γραναζιών και κύκλωμα ελέγχου ανάδρασης. Βασικές λειτουργίες του είναι ο έλεγχος του προσανατολισμού ή της ταχύτητας επιστροφής ενός άξονα ο οποίος ενδέχεται να είναι ένας βραχίονας, ένας τροχός ή κάποιο άλλο εξάρτημα που συνδέεται με τον σερβοκινητήρα.

Διακρίνονται για την απόδοση και τη μεγάλη δύναμη που μπορούν να δημιουργήσουν αναλογικά με το μέγεθος τους. Για αυτό χρησιμοποιούνται και στη ρομποτική, στην οποία υπάρχει η ανάγκη αυτοματοποιημένης κίνησης ακριβής και επανειλημμένης.

Οι περισσότεροι σερβοκινητήρες περιστρέφονται από 90 έως 180 μοίρες.

Ο πιο συνηθισμένος τύπος servo, ο οποίος είναι αρκετά οικονομικός και εύκολα διαθέσιμος είναι αυτός του **ελέγχου θέσης**.

Ακόμη υπάρχουν σερβοκινητήρες οι οποίοι βασίζονται σε πνευματικά, υδραυλικά ή και μαγνητικά συστήματα [15] [16].



Εικόνα 9 - Servo motor analysis parts

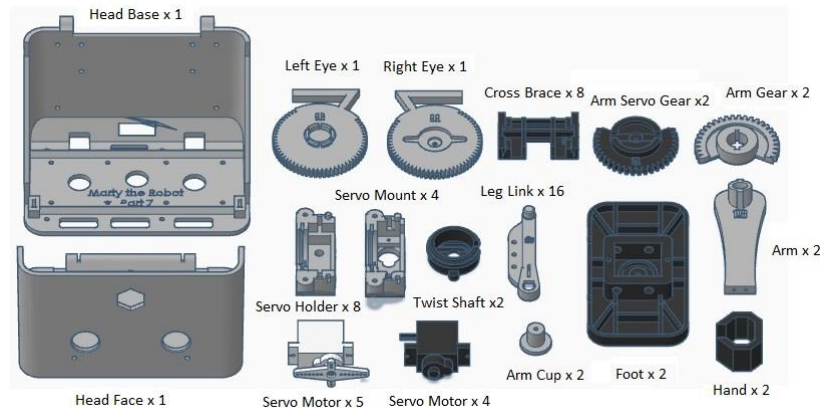
2.6.3 3D Εκτυπωμένα μέρη του Ρομπότ

Η τρισδιάστατη εκτύπωση (3D Print) είναι μια πρόσθετη διαδικασία κατασκευής κατά την οποία κατασκευάζονται διάφορα αντικείμενα προσθέτοντας διαδοχικά στρώματα υλικού. Διάφοροι τύποι υλικών μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τρισδιάστατη εκτύπωση, κυρίως κεραμικά και πολυμερή. Οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές είναι γενικά πιο γρήγοροι, φθηνότεροι και πιο εύχρηστοι από άλλες τεχνολογίες και εξοπλισμό κατασκευής πρόσθετων. Εξαιτίας αυτού, πολλοί άνθρωποι πιστεύουν ότι η παγκόσμια παραγωγή εμπορευμάτων θα γυρίσει προς αυτή την κατεύθυνση τα επόμενα χρόνια, αλλάζοντας με τον καιρό τις κλασικές τεχνολογίες, και θα αποτελεί μια «νέα βιομηχανική επανάσταση» [17].



Εικόνα 10 – 3D εκτυπωτής (3D Printer)

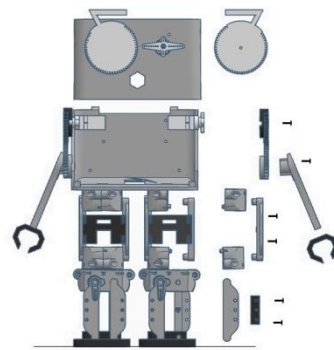
Τρισδιάστατη εκτύπωση ονομάζεται η διαδικασία της προσθετικής κατασκευής (Additive manufacturing) κατά την οποία παρασκευάζονται αντικείμενα. Οι 3D εκτυπώσεις πραγματοποιούνται μέσω των 3D εκτυπωτών. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία εκτυπωτών ανάλογα με το υλικό και τη ποιότητα εκτύπωσης. Στη παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε ο 3D εκτυπωτής για να τυπώσει όλα τα κατασκευαστικά μέρη του ρομπότ. Όπου είναι τα εξής κομμάτια : [17]



Εικόνα 11 - 3D Εκτυπωμένα μέρη για την κατασκευή του Ρομπότ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΡΟΜΠΟΤ



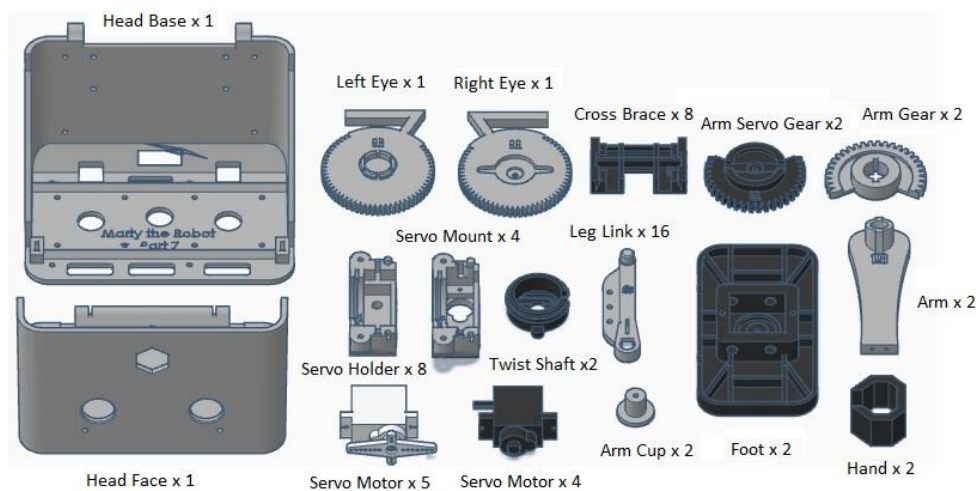
ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΡΟΜΠΟΤ

3.1 Λειτουργικά Μέρη Κατασκευής

Τα λειτουργικά μέρη της κατασκευής όπως θα δούμε και παρακάτω στο μηχανολογικό σχέδιο βρίσκονται στα πόδια από τρεις βαθμούς ελευθερίας όπου συνδυαστικά με τον κατάλληλο προγραμματισμό των κινητήρων μπορούμε να δημιουργήσουμε στο να κάνει κάποιες κινήσεις όπως στο να μπορεί να κρατάει ισορροπία και να μπορεί να περπατήσει . Επίσης λειτουργικά μέρη είναι και τα μάτια όπου αναλόγως με την θέση τους μπορούν να αλλάξουν την έκφραση του προσώπου του ρομπότ. Το ίδιο και τα χέρια είναι εξίσου λειτουργικά ώστε να μπορεί να κάνει κάποιες κινήσεις , μέχρι και στο να σηκώνει αντικείμενα .

3.2 Μηχανολογικό σχέδιο

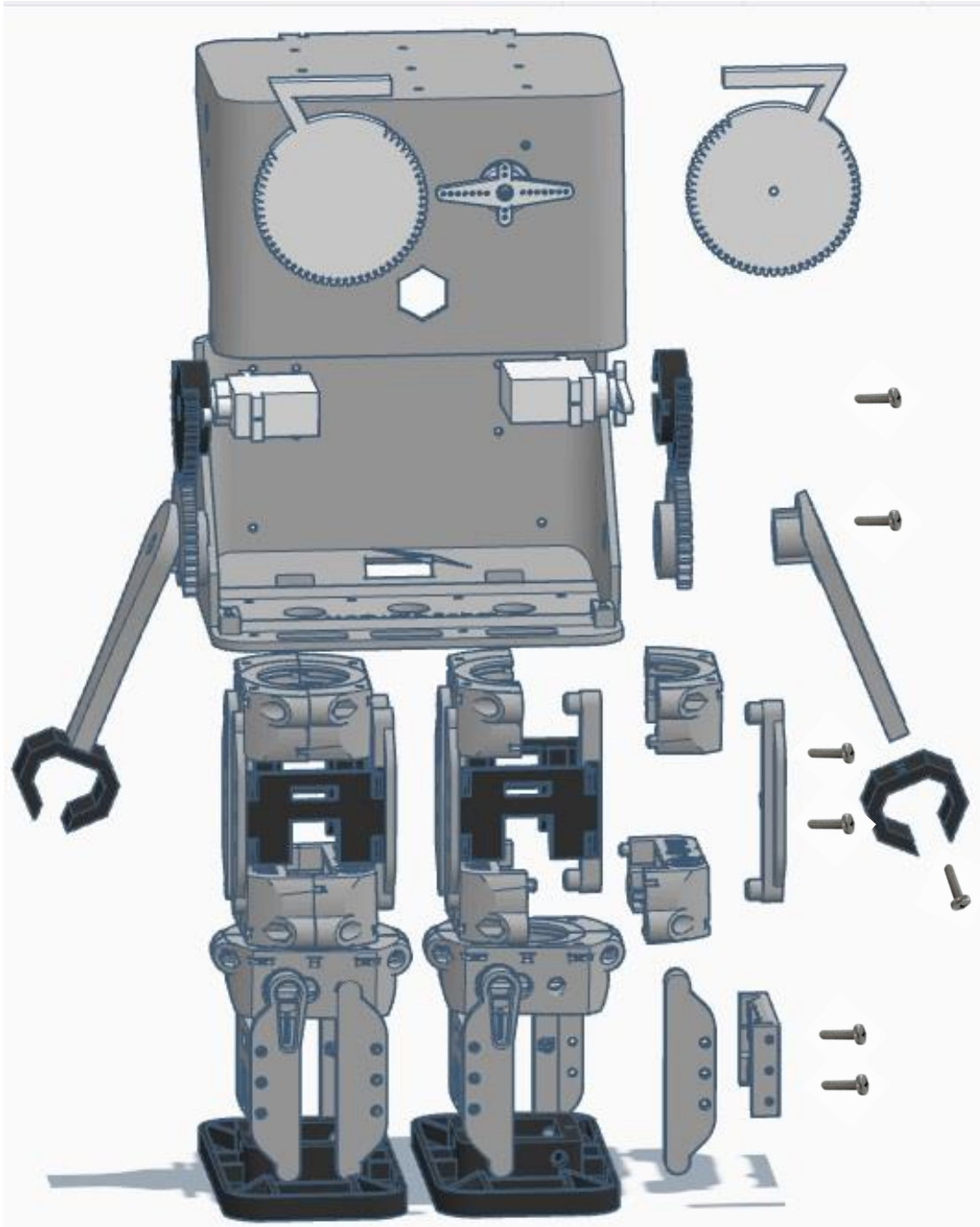
Στο μηχανολογικό σχέδιο παρουσιάζονται με σαφήνεια τα καθοριστικά εξαρτήματα της κατασκευής (ενεργοποιητές, μικροελεγκτής, μηχανισμοί, γρανάζια, κλπ.) και πως αυτά συνδέονται στο κυρίως σώμα της κατασκευής. Για τον σχεδιασμό του 3D μοντέλου χρησιμοποίησα το πρόγραμμα tinkercad..



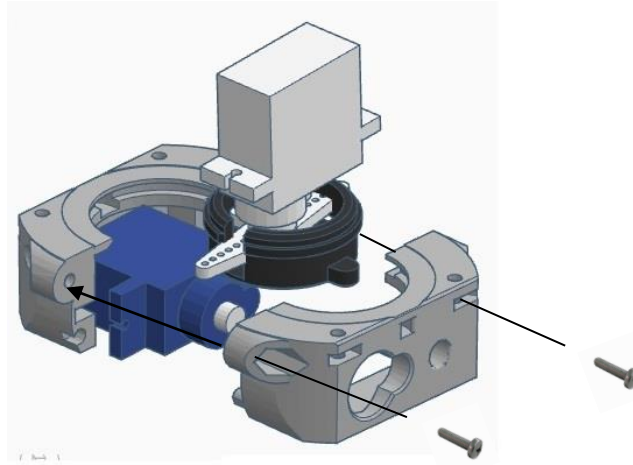
Σχήμα 1- Όλα τα 3D μέρη του ρομπότ

ROBOT

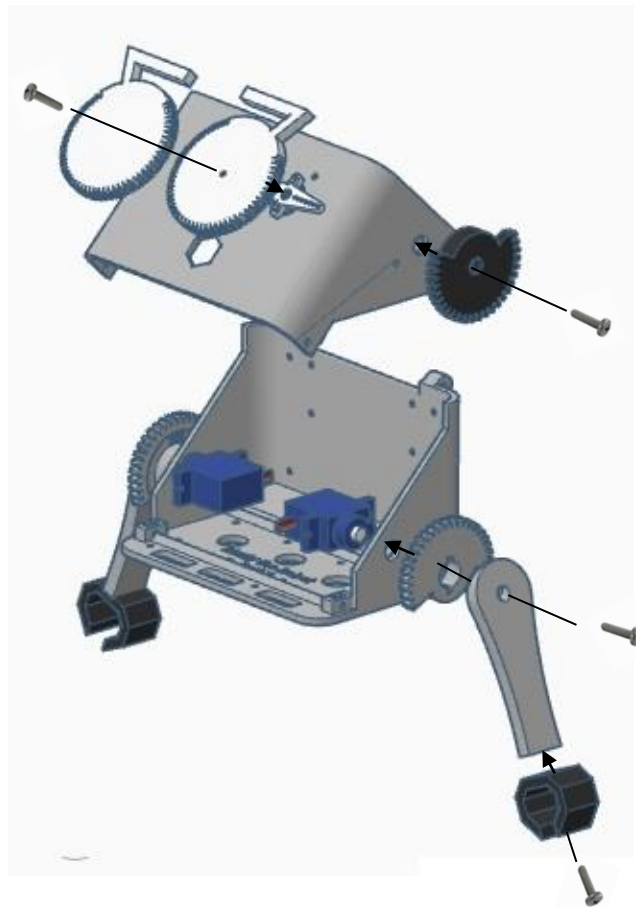
----- BUILD GUID -----



Σχήμα 2 - Μπροσινή όψη του ρομπότ

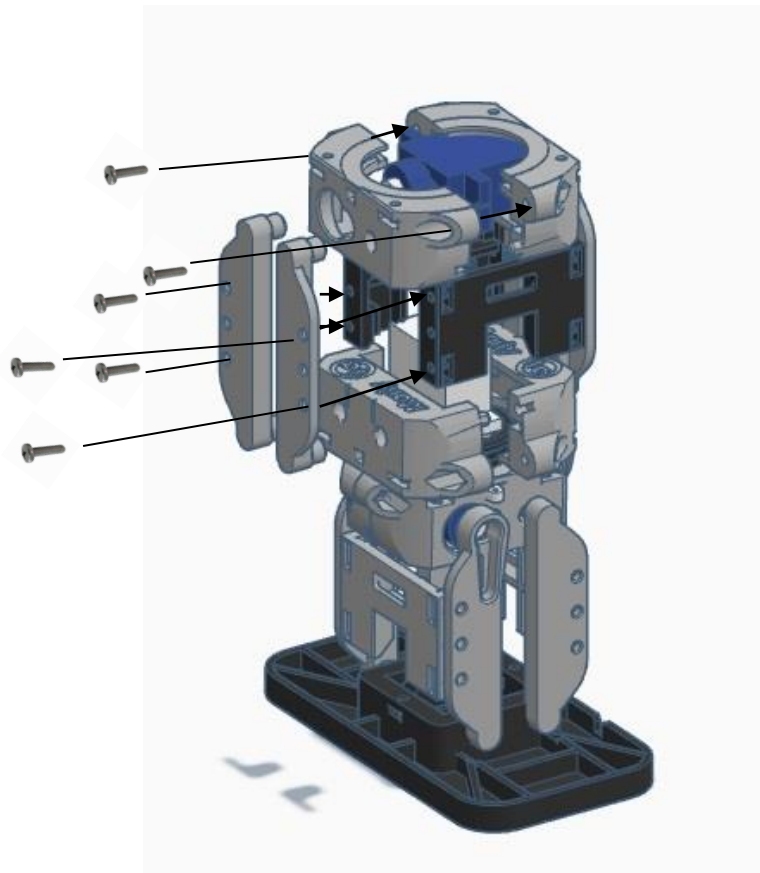
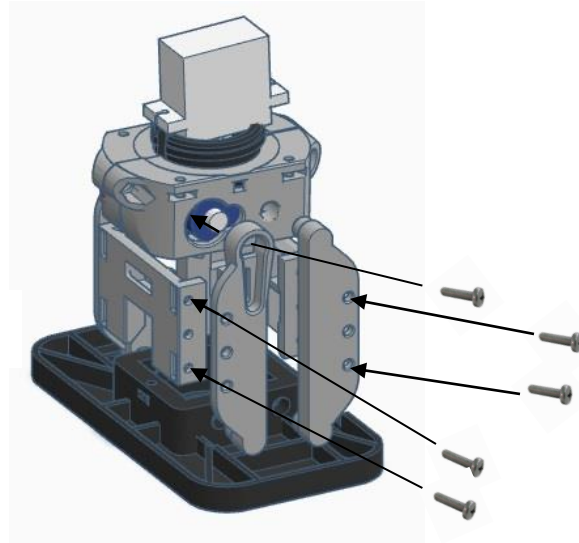


Σχήμα 3 - Συναρμολόγηση το γόνατο του ποδιού



Σχήμα 4 - Συναρμολόγηση του κεφαλιού του ρομπότ

Σχήμα 5 - Χτίσιμο του ποδιού από κάτω προς τα πάνω

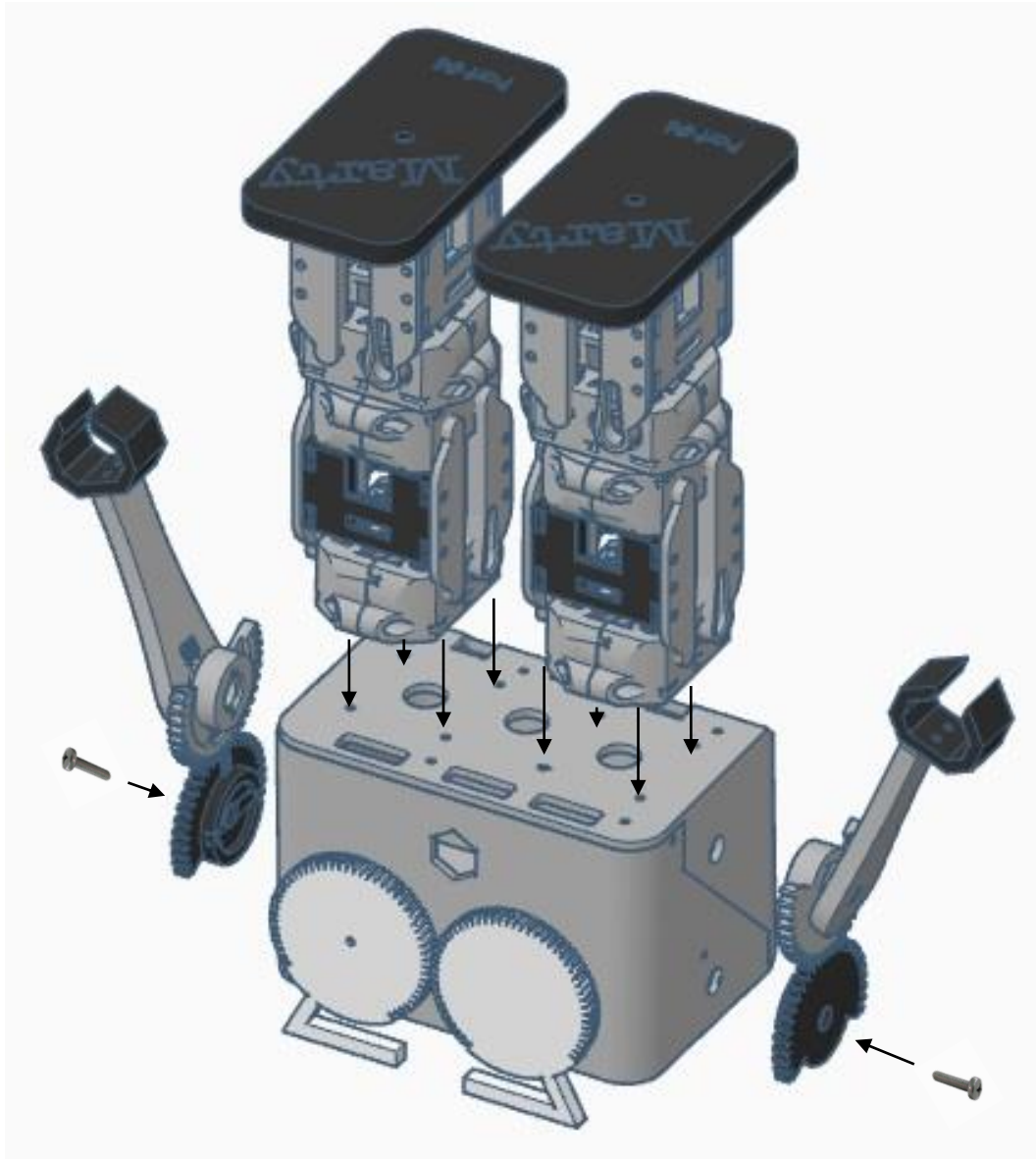


Σχήμα 6 - Ολοκλήρωση του ποδιού

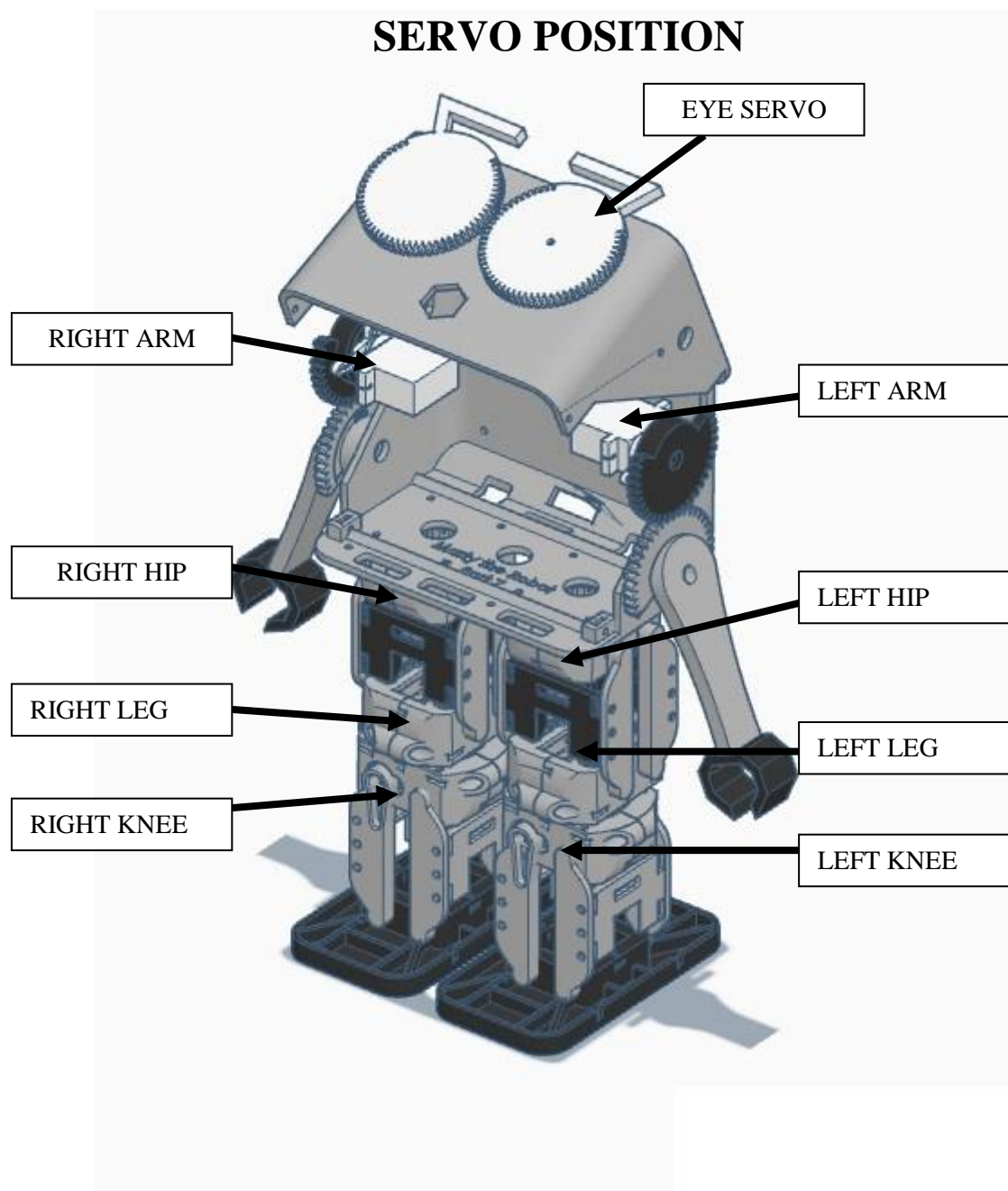
ASSEMBLED ALL 6 PARTS OF ROBOT



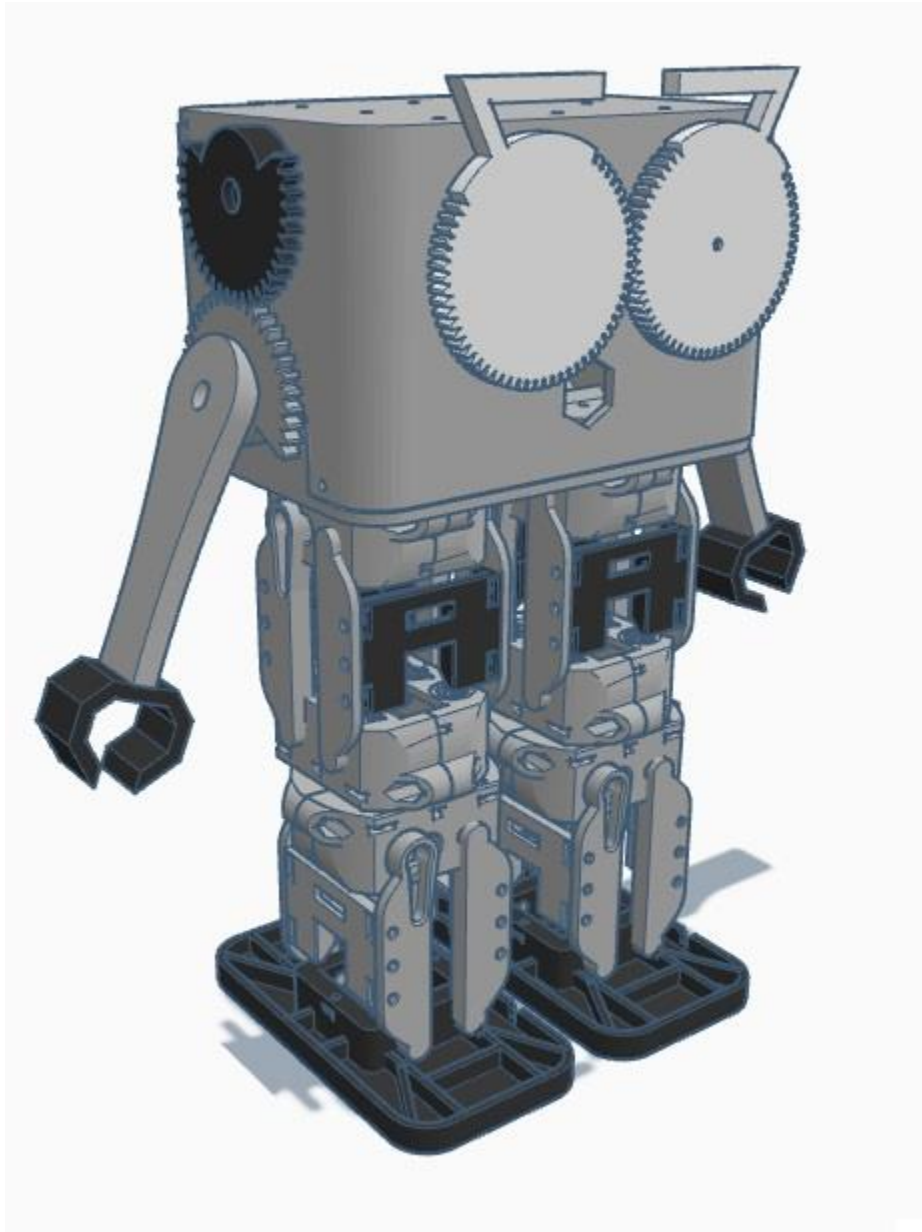
Σχήμα 7 - Τα βασικά μέρη του ρομπότ



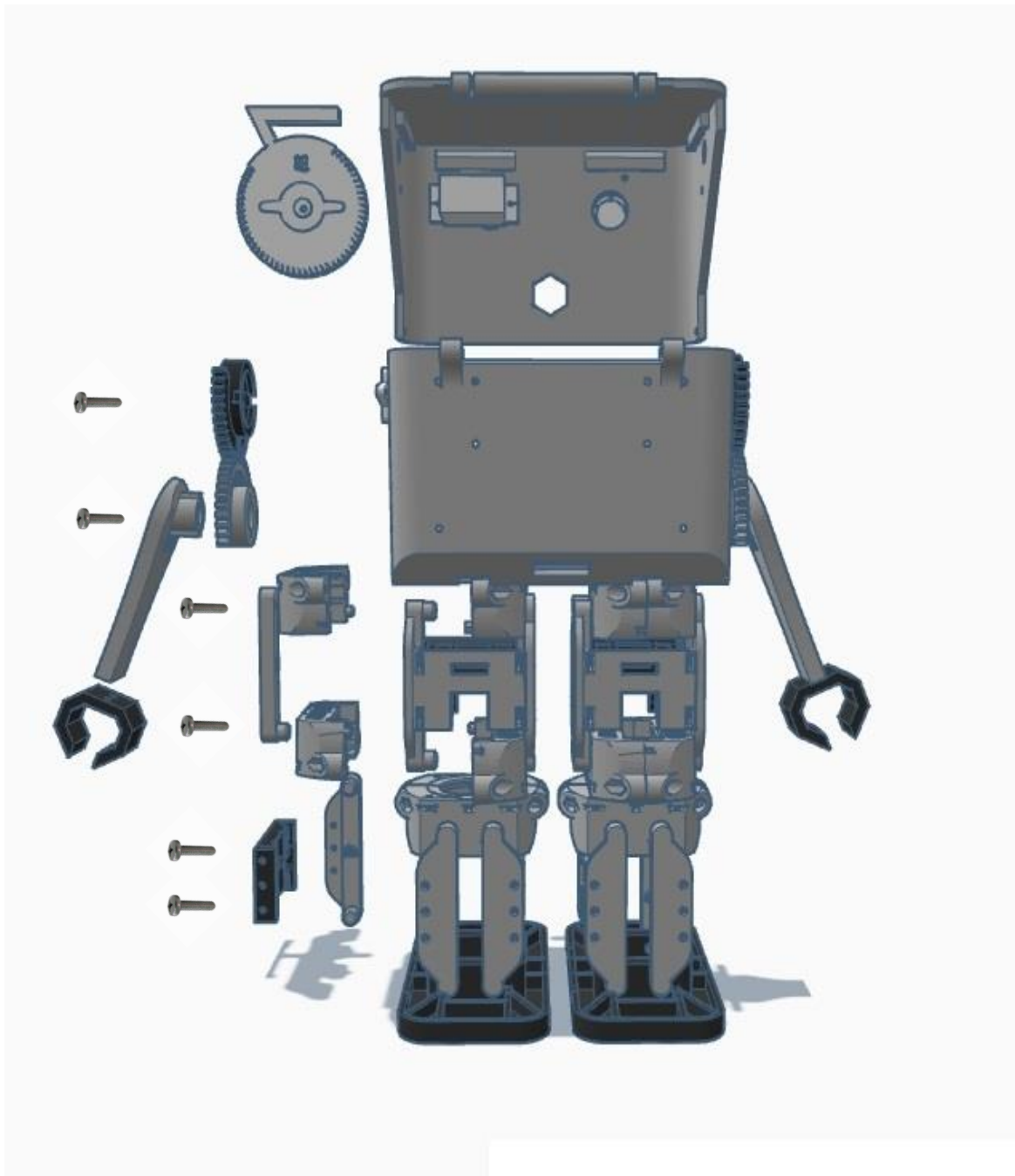
Σχήμα 8 - Σύνδεση μεταξύ τους τα κύρια μέρη



Σχήμα 9 - Τα μέρη όπου βρίσκονται οι σερβοκινητήρες

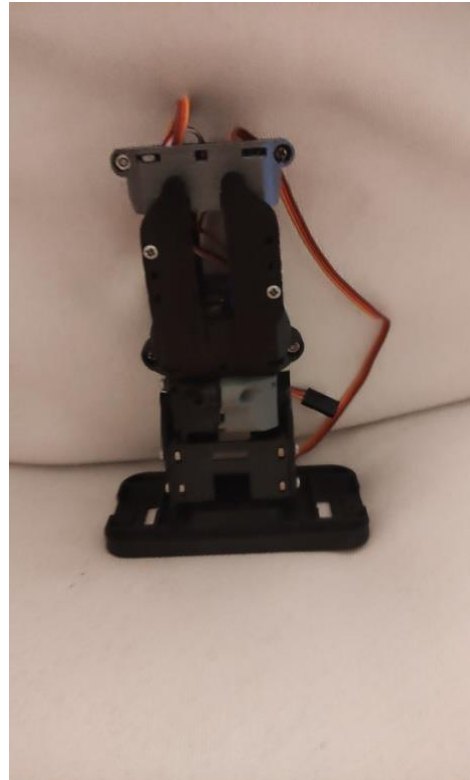
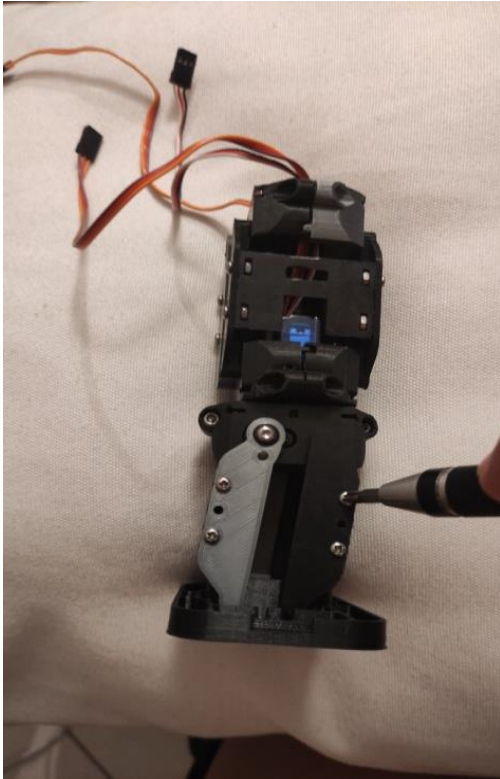


Σχήμα 10 - Προοπτικό της ολοκληρωμένης κατασκευής του humanoid ρομπότ

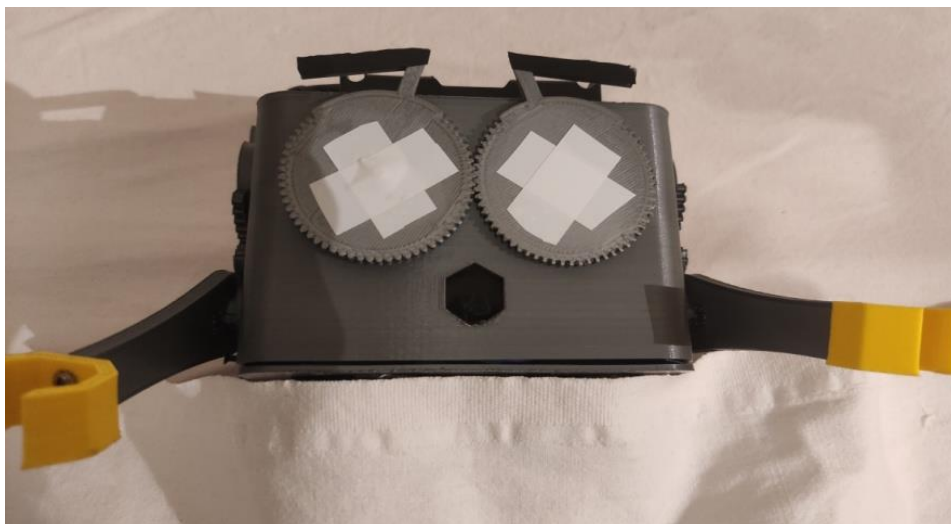


Σχήμα 11 - Πίσω όψη του 3D σχεδίου

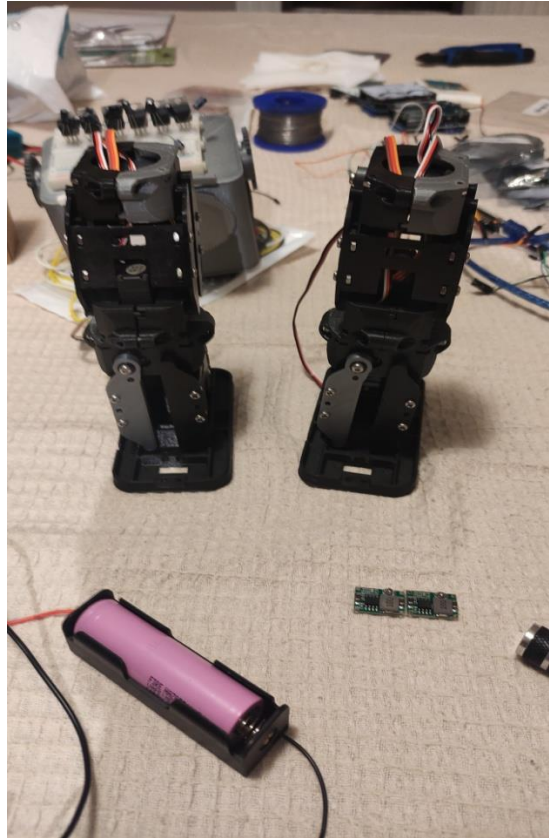
ΕΙΚΟΝΕΣ ΤΟΥ ΡΟΜΠΟΤ



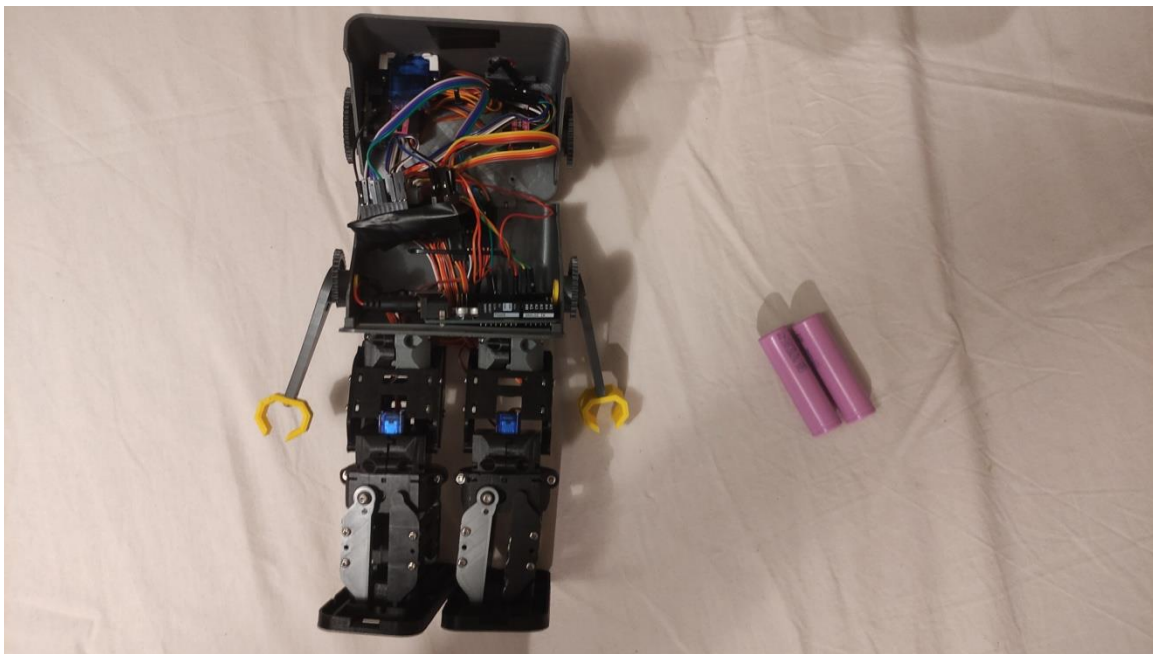
Εικόνα 12 - Τα πόδια του ρομπότ



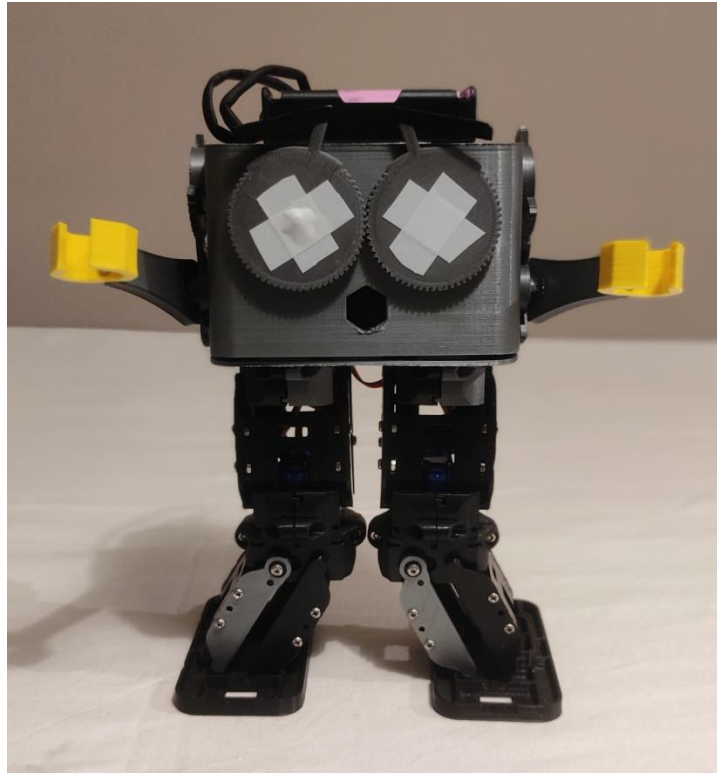
Εικόνα 13 - Ο βασικός κορμός (Κεφάλι) του ρομπότ



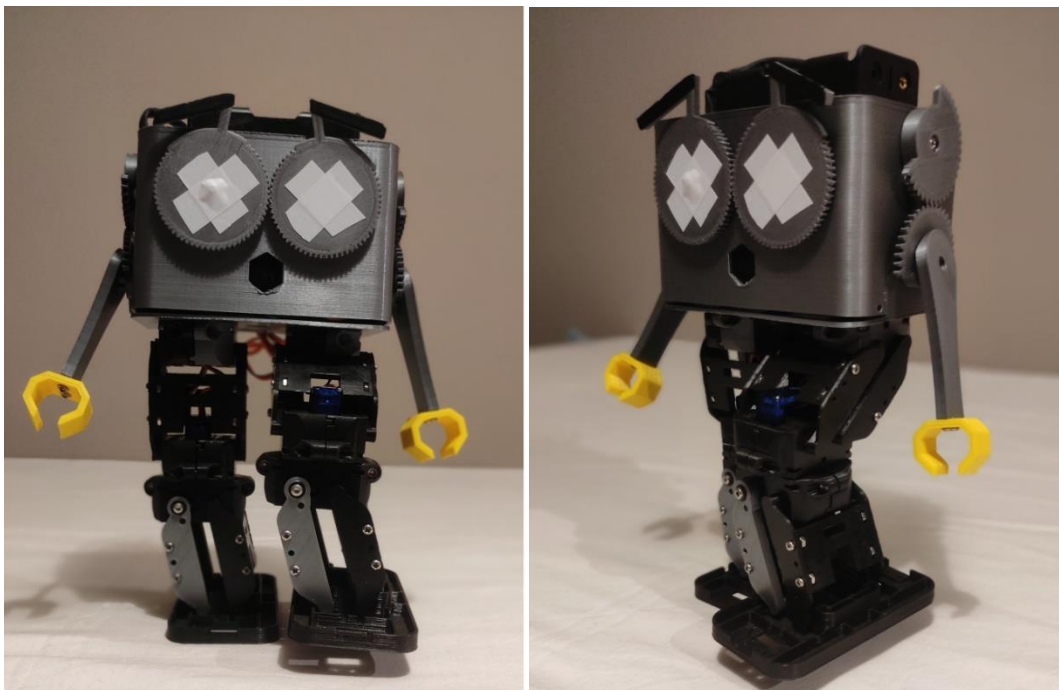
Εικόνα 14 - Σε πειραματικό στάδιο λειτουργίας των ποδιών



Εικόνα 15 - Πλήρης συναρμολογημένο και έτοιμο για προγραμματισμό



Εικόνα 16 - Σε κατάσταση λειτουργίας και κίνησης

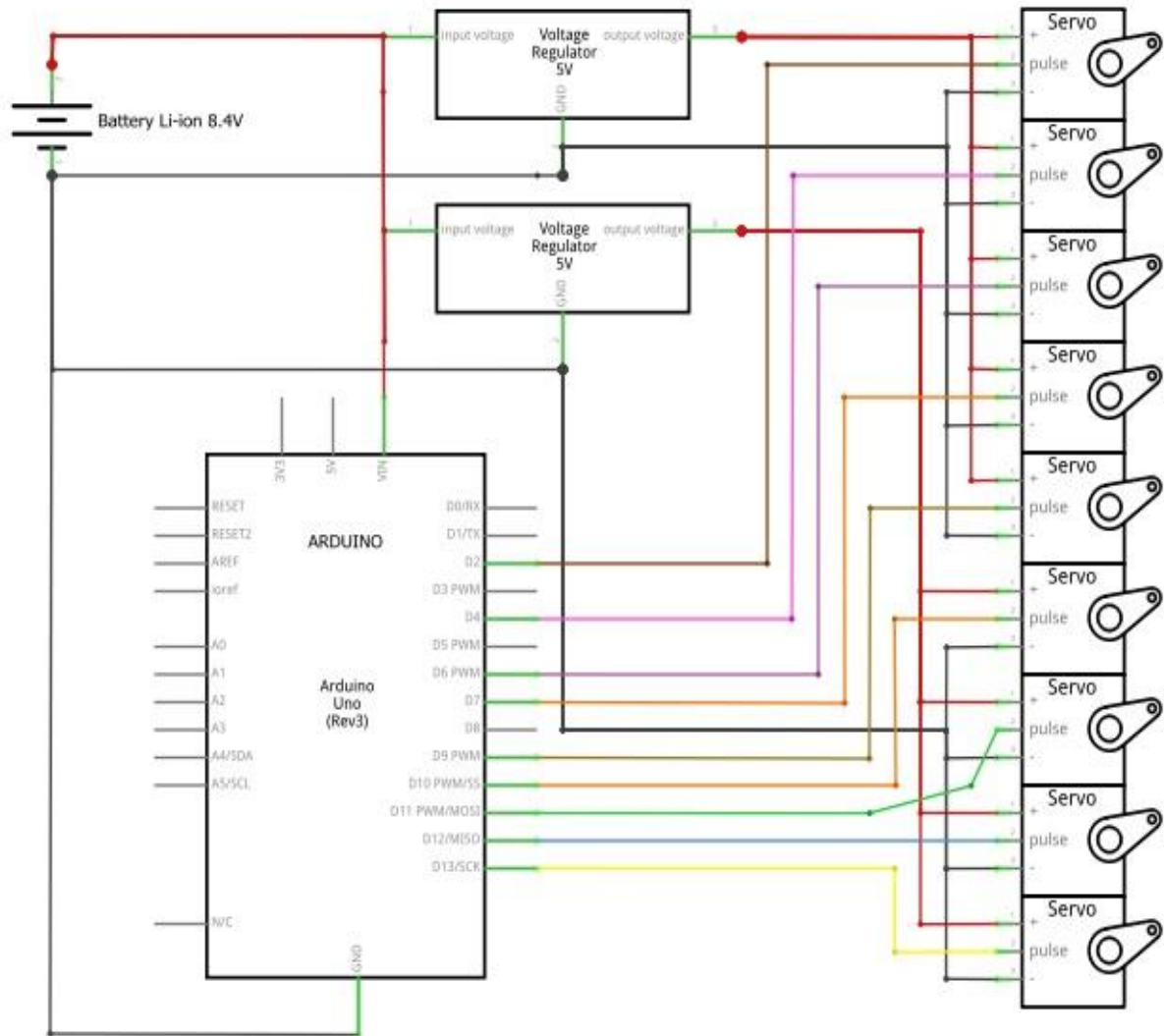


3.3 Ηλεκτρονικό κύκλωμα

Στο **ηλεκτρονικό κύκλωμα** της κατασκευής φαίνονται όλα τα ηλεκτρονικά εξαρτήματα όπου χρησιμοποιούνται, όπως: ο μικροελεγκτής (Arduino), οι ενεργοποιητές (κινητήρες DC), η πηγή (Μπαταρίες) και οι μετατροπείς του ρεύματος (Regular voltage).

Στο ηλεκτρονικό κύκλωμα περιλαμβάνεται αφενός ο σχεδιασμός του **κυκλώματος ελέγχου** της κατασκευής (κύκλωμα μικροελεγκτή) και αφετέρου το ηλεκτρονικό σχέδιο του **κυκλώματος ισχύος** των ενεργοποιητών (κινητήρων).

Για το σχεδιασμό του ηλεκτρονικού κυκλώματος χρησιμοποίησα το πρόγραμμα Fritzing (Εικόνα 17).

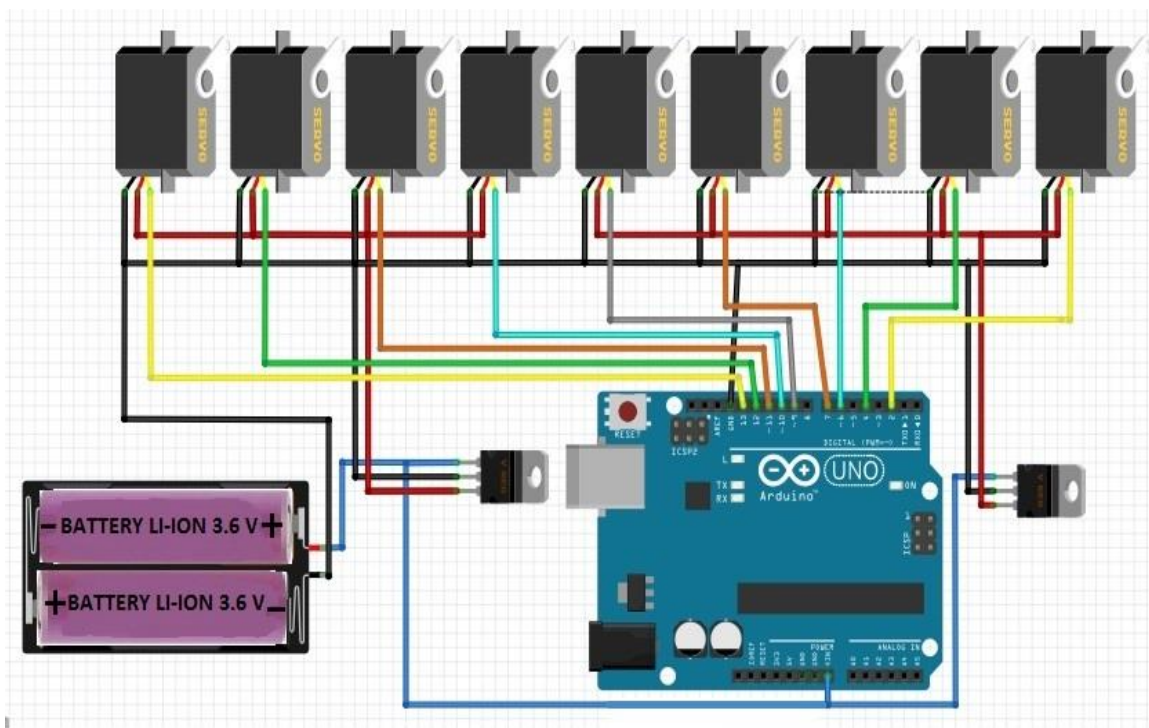


Εικόνα 17 - Ηλεκτρονικό κύκλωμα φαίνεται ο τρόπος συνδεσμολογίας των εξαρτημάτων με ηλεκτρονικά σύμβολα.

Τα ηλεκτρονικά κυκλώματα αποτελούνται από μεμονωμένα ηλεκτρονικά εξαρτήματα, όπως αντιστάσεις, τρανζίστορ, πυκνωτές, επαγωγής και διόδους, συνδεδεμένα με καλώδια ή ίχνη μέσω των οποίων μπορεί να ρέει ρεύμα. Για να ονομάζεται ηλεκτρονικό και όχι ηλεκτρικό, συνήθως πρέπει να υπάρχει τουλάχιστον ένα δραστικό συστατικό. Ο συνδυασμός εξαρτημάτων και καλωδίων επιτρέπει την εκτέλεση μιας ποικιλίας απλών και πολύπλοκων λειτουργιών: μπορούν να ενισχυθούν τα σήματα, μπορούν να γίνουν υπολογισμοί, τα δεδομένα μπορούν να μετακινηθούν από το ένα μέρος στο άλλο.

Τα κυκλώματα μπορούν να κατασκευαστούν από διακριτά εξαρτήματα που συνδέονται με ξεχωριστά καλώδια, αλλά σήμερα είναι πιο συνηθισμένο να δημιουργούνται διασυνδέσεις σε ένα πολυστρωματικό υπόστρωμα (πλακέτα τυπωμένου κυκλώματος ή PCB) με φωτολιθογραφία και συγκόλληση εξαρτημάτων σε αυτές τις διασυνδέσεις για τη δημιουργία ενός κυκλώματος τελικού προϊόντος. κύκλωμα ή IC, εξαρτήματα και διασυνδέσεις σχηματίζονται στο ίδιο υπόστρωμα, συνήθως σε έναν ημιαγωγό όπως εμποτισμένο πυρίτιο ή (λιγότερο συχνά) αρσενίδιο του γαλλίου.

Τα ηλεκτρονικά κυκλώματα μπορούν γενικά να ταξινομηθούν ως αναλογικά κυκλώματα, ψηφιακά κυκλώματα ή κυκλώματα μικτού σήματος (συνδυασμός αναλογικών και ψηφιακών κυκλωμάτων). Η πιο κοινή συσκευή ημιαγωγών στα ηλεκτρονικά κυκλώματα είναι το MOSFET [18].



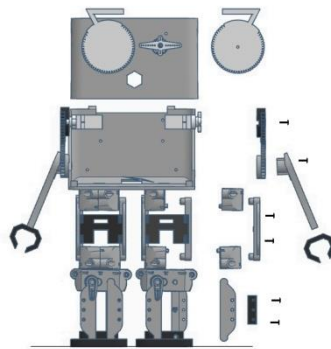
Εικόνα 18 - Εδώ φαίνεται ο τρόπος συνδεσμολογίας των εξαρτημάτων σε φυσική μορφή (ουσιαστικά αποτελεί ένα βοήθημα για όσους δεν γνωρίζουν τα ηλεκτρονικά σύμβολα).

3.4 Λίστα υλικών - Οικονομικός προϋπολογισμός

ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΛΙΚΩΝ			
	ΥΛΙΚΑ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΚΟΣΤΟΣ
1	Servo motor (SG90)	x 5	25€
2	Servo motor (HobbyKing 939 MG)	x 4	30€
3	Μικρο-ελεγκτής (Arduino)	x 1	22€
4	Φορτιστής μπαταριών	x 1	16€
5	Battery Li-ion (18650)	x 2	12€
6	Θήκη μπαταριών (18650)	x 2	3€
7	LM7806 (Regulator Voltage)	x 2	1€
8	Cable 0.5 (Black)	x 2m	1.5€
9	Cable 0.5 (Red)	x 2m	1.5€
10	θερμοπλαστικός πολυεστέρας (PLA)	x 1kg	30€
11	Διακόπτης (ON/OFF)	x 1	3€
12	Ελατήριο	x 2	2€
13	Βίδες :		
	i. M2.5 Bolt (2.5x8mm)	x 60	
	ii. M2 Bolt (2x10mm)	x 10	
	iii. M2.5 Nut (2.5mm)	x 60	3€
	iv. M2 Nut (2mm)	x 10	
	ΣΥΝΟΛΟ		150€

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΠΡΟΓΡΑΜΑΤΙΣΜΟΣ ΡΟΜΠΟΤ

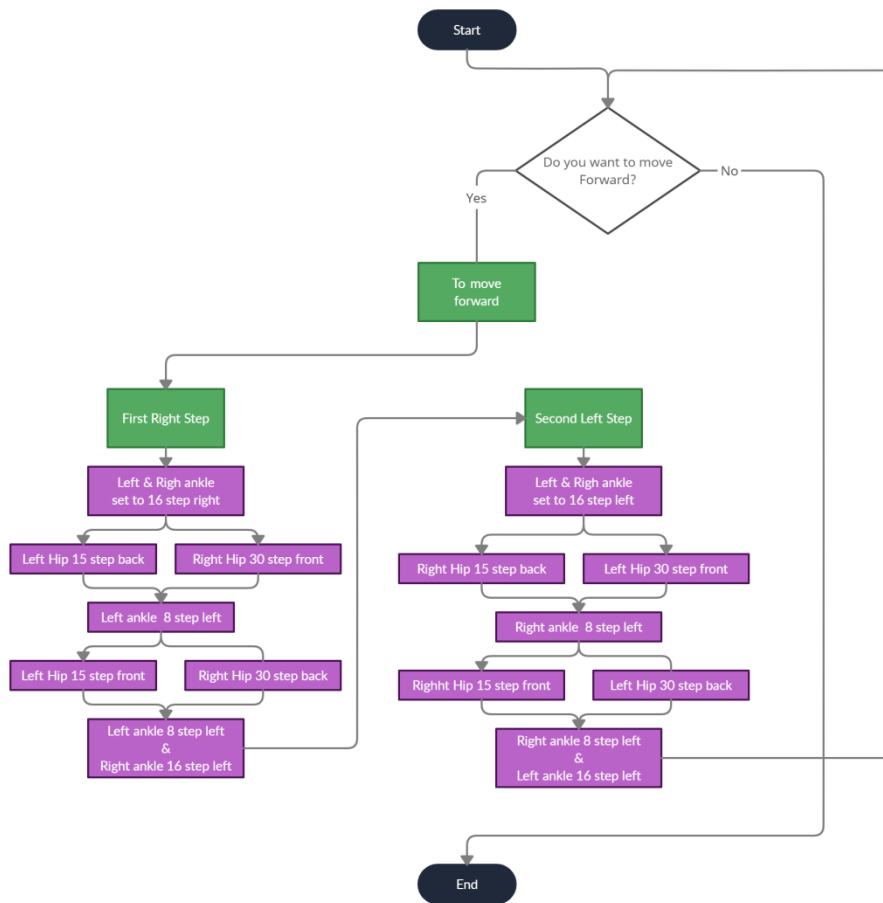


ΠΡΟΓΡΑΜΑΤΙΣΜΟΣ ΡΟΜΠΟΤ

4.1 Διάγραμμα Ροής

Το **διάγραμμα ροής** ή **flow chart** (Εικόνα 13) είναι ο σχεδιασμός του προγράμματος που θα φέρει ο μΕ της εργασίας και αποτυπώνει τη βασική δομή του "τρόπου σκέψης" του. Είναι όσο το δυνατόν αναλυτικότερο ώστε να περιγράφει με ακρίβεια την κίνηση του ρομπότ και να περιλαμβάνει όλες τις λειτουργίες της κατασκευής, χωρίς ωστόσο να εισέρχεται σε εξειδικευμένες λεπτομέρειες. Αυτές αποτυπώνονται πλήρως από τον κώδικα του προγράμματος.

Για το σχεδιασμό του διαγράμματος ροής χρησιμοποιήσα πρόγραμμα ζωγραφικής.



Εικόνα 19 - Διάγραμμα Ροής λειτουργίας του ρομπότ για κίνηση εμπρός

4.2 Κώδικας του Προγράμματος

Ο κώδικας προγράμματος που έφτιαξα γράφτηκε για το σύστημα Arduino. Τα σύγχρονα συστήματα μικροελεγκτών χρησιμοποιούν τη γλώσσα C, η οποία σχετίζεται στενά με δημοφιλή πρότυπα όπως τα ANSI-C, C99 ή C11. Επιπλέον, η βασική γλώσσα προγραμματισμού συνοδεύεται από μεγάλο αριθμό κλήσεων βιβλιοθήκης για να εκμεταλλευτείτε τα εξειδικευμένα κυκλώματα και τις λειτουργίες του μικροελεγκτή. Επίσης, είναι συχνά πλούσιο σε στοιχεία αντικειμενοστρεφούς προγραμματισμού, τη γλώσσα C++ (σύστημα Arduino). Τυπικά παραδείγματα είναι περιβάλλοντα ανάπτυξης εφαρμογών για μικροελεγκτές AVR, PIC ή ST και πολλά παρόμοια συστήματα.

```

/***** Robot move forward
* Purpose
*   The mC (Arduino) control servo motors , with
*   variable duty cycle that is set by a mathematic process
*   to move forward and keep balance.
* Hardware
*   The nine servo motors powered from
*   an external battery 9 volt  with
*   a voltage regulator to 6 volt (typical
*   variable 1 - 180 degrees)the wiper of
*   servo motors connect to a digital pin
*   (2,4,6,7,9,10,11,12,13) and GND
*   physical pin (GND on the Arduino board)
* Software
*   Uses Arduino standard library calls write(), attach().
* Reference
*   v1.8.19, D. Kourentas , Oct. 2022.
*****/

#include <Servo.h>

Servo rbotservo; // create servo object to control a servo for Right knee leg
Servo rtopservo; // create servo object to control a servo for Right hip leg
Servo lbotservo; // create servo object to control a servo for Left knee leg
Servo ltopservo; // create servo object to control a servo for Right hip leg
Servo eyeservo; // create servo object to control a servo for Eyes

```

```

Servo leftarm;    // create servo object to control a servo for Left arm
Servo rightarm;  // create servo object to control a servo for Right arm
Servo ltwistservo;// create servo object to control a servo for Left twist leg
Servo rtwistservo;// create servo object to control a servo for Right twist leg

// . . . . .

int rbot = 96;    // variable to store the servo position
int rtop = 86;    // variable to store the servo position
int lbot = 96;    // variable to store the servo position
int ltop = 82;    // variable to store the servo position
int start = rbot; // variable to store the servo position
int eye1 = 5;     // variable to store the servo position
int rarm = 80;    // variable to store the servo position
int larm = 80;    // variable to store the servo position
int eyetimi = 5;  // variable to store the servo position
int rtwist = 90;  // variable to store the servo position
int ltwist = 90;  // variable to store the servo position

// . . . . .

void setup() {
  rbotservo.attach(9);    // attaches the servo on pin 9 to the servo object
  rtopservo.attach(10);   // attaches the servo on pin 10 to the servo object
  lbotservo.attach(11);   // attaches the servo on pin 11 to the servo object
  ltopservo.attach(6);    // attaches the servo on pin 6 to the servo object
  eyeservo.attach(2);     // attaches the servo on pin 2 to the servo object
  leftarm.attach(4);      // attaches the servo on pin 4 to the servo object
  rightarm.attach(7);     // attaches the servo on pin 7 to the servo object
  rtwistservo.attach(12); // attaches the servo on pin 12 to the servo object
  ltwistservo.attach(13); // attaches the servo on pin 13 to the servo object

/* . . . . .
   Set all servo to home position
*/ . . . . .

  rbotservo.write(rbot);
  rtopservo.write(rtop);
  lbotservo.write(lbot);
  ltopservo.write(ltop);
  eyeservo.write(eye1);

```

```
leftarm.write(rarm);
rightarm.write(larm);
rtwistservo.write(rtwist);
ltwistservo.write(ltwist);
}

void loop()
{
  for (rbot = start; rbot <= 109; rbot += 1) // goes from home position to 109
degrees right and left knee
  {
    rbotservo.write(rbot);          // tell servo to go to position in variable
    if(rbot >=lbot)
    {
      lbotservo.write(rbot);        // tell servo to go to position in variable
    }
    delay(30);                      // waits 30ms for the servo to reach the position
  }
  for (rtop = 86; rtop <= 116; rtop += 1) //right hip move from 86 degrees to
116 degrees
  {
    rtopservo.write(rtop);          // tell servo to go to position in variable
    if (rtop % 2 == 0)
    {
      ltop -= 1;
    }
    ltopservo.write(ltop);          // tell servo to go to position in variable
    delay(25);                      // waits 25ms for the servo to reach the position
  }
  for (rbot = 109; rbot >= 100; rbot -= 1)
  {
    rbotservo.write(rbot);          // tell servo to go to position in variable
    delay(30);                      // waits 30ms for the servo to reach the position
  }
  for (rtop = 116; rtop >= 86; rtop -= 1)
  {
    rtopservo.write(rtop);          // tell servo to go to position in variable
    if (rtop % 2 == 0)
    {
      ltop +=1 ;
    }
  }
}
```

```
ltopservo.write(ltop);          // tell servo to go to position in variable
delay(25);                      // waits 25ms for the servo to reach the position
}

for (rbot = 109; rbot >= 76; rbot -= 1)
{
  if (rbot <= 100)
  {
    rbotservo.write(rbot);      // tell servo to go to position in variable
  }
  lbotservo.write(rbot);        // tell servo to go to position in variable
  delay(30);                   // waits 30ms for the servo to reach the position
}
for (ltop = 82; ltop <= 110; ltop += 1)
{
  ltopservo.write(ltop);        // tell servo to go to position in variable
  if (ltop % 2 == 0)
  {
    rtop -= 1;
  }
  rtopservo.write(rtop);        // tell servo to go to position in variable
  delay(25);                   // waits 25ms for the servo to reach the position
}
for (lbot = 76; lbot <= 86; lbot += 1)
{
  lbotservo.write(lbot);        // tell servo to go to position in variable
  delay(30);                   // waits 30ms for the servo to reach the position
}
for (ltop = 110; ltop >= 82; ltop -= 1)
{
  ltopservo.write(ltop);        // tell servo to go to position in variable
  if (ltop % 2 == 0)
  {
    rtop += 1;
  }
  rtopservo.write(rtop);        // tell servo to go to position in variable
  delay(25);                   // waits 25ms for the servo to reach the position
}
start = rbot;
}
```

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε ένα ανθρωπόμορφο ρομπότ (Humanoid) για την επίτευξη βασικών κινήσεων εμπρός/πίσω, αριστερά/δεξιά, στάση ανάπαυσης και ισορροπίας. Ακόμα μπορεί να είναι για λειτουργικούς σκοπούς, όπως η αλληλεπίδραση με ανθρώπινα εργαλεία και περιβάλλοντα ή για πειραματικούς σκοπούς. Επιπρόσθετα η εργασία αυτή έγινε για την αλληλεπίδραση του ανθρώπου με τα ρομπότ και για εφαρμογές στην Εκπαίδευση STEM και Εκπαιδευτική Ρομποτική. Δηλαδή ο Σκοπός της εκπαίδευσης STEM είναι να συνδέσει τη μάθηση των θεωρητικών γνώσεων με την πραγματικότητα στην πρακτική εφαρμογή, ώστε να μας φέρει πιο κοντά στις ανάγκες της σύγχρονης κοινωνίας.

Το μεγαλύτερο μέρος αυτού του ρομπότ έχει κατασκευαστεί σε 3D printer όπου η συνολική του τιμή δεν υπερβαίνει τα 150 € και θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί τόσο για την συμβουλή στην πρωτοβάθμια, δευτεροβάθμια αλλά και τριτοβάθμια εκπαίδευση με εναλλακτικούς μεθόδους μάθησης όσο για ερευνητικούς σκοπούς στο εργαστήριο τεχνητής νοημοσύνης εφαρμόζοντας καινοτόμες τεχνολογίες για την επίτευξη νεωτεριστικών εφαρμογών.

Συμπερασματικά, θα πρότεινα για μελλοντική βελτίωση του ανθρωπόμορφου ρομπότ, να γινόταν σε μια κλίμακα λίγο μεγαλύτερο ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν μεγαλύτεροι σερβοκινητήρες που να σηκώνει περισσότερα κιλά για να έχει πιο πολλές χρησιμότητες. Επίσης θα είχε και περισσότερο χώρο και θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε αισθητήρια όρασης που θα μπορούν να εφαρμοστούν μαζί με την εκμάθηση αποφυγής εμποδίων και αναγνώρισης ανθρώπων, αντικειμένων, ακόμη και κειμένου. Επιπλέον, μπορεί να αναπτυχθεί μια διαδραστική μέθοδος αλληλεπίδρασης μέσω τις ομιλίας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Wikipedia, «Ρομπότ,» 12 Οκτωβρίου 2021. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A1%CE%BF%CE%BC%CF%80%CF%8C%CF%84>. [Πρόσβαση 1 9 2022].
- [2] N. S. Foundation, «Robotics Academy,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://ase.tufts.edu/roboticsacademy/Robotics.htm>. [Πρόσβαση 1 9 2022].
- [3] Π. Κουτσίκου, «Εργαστήριο Ρομποτικής,» 2012. [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://users.sch.gr/jenyk/index.php/robotics/11-robotics/17-whatisroboticswhatisrobot>. [Πρόσβαση 1 9 2022].
- [4] Arduinobots, «Οι 3 νόμοι του Isaak Asimov,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://arduinobots.wordpress.com/%CF%81%CE%BF%CE%BC%CF%80%CE%BF%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE/%CE%BF%CE%B9-3-%CE%BD%CF%8C%CE%BC%CE%BF%CE%B9-%CF%84%CE%BF%CF%85-isaak-asimov/>. [Πρόσβαση 1 9 2022].
- [5] Arduinobots, «Είδη ρομπότ,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://arduinobots.wordpress.com/%CF%81%CE%BF%CE%BC%CF%80%CE%BF%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE/%CE%B5%CE%AF%CE%B4%CE%B7-%CF%81%CE%BF%CE%BC%CF%80%CF%8C%CF%84/>. [Πρόσβαση 1 9 2022].
- [6] Naftemporiki., «Το τεστ του Τούρινγκ και η τεχνητή νοημοσύνη,» 11 6 2014. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.naftemporiki.gr/story/819245/to-test-tou-touringkai-i-texniti-noimosuni>. [Πρόσβαση 1 9 2022].
- [7] Ε. Ρομποτικής, «Εξέλιξη των ρομπότ,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://users.sch.gr/jenyk/index.php/robotics>. [Πρόσβαση 1 9 2022].
- [8] Explorecrete, «Ο Τάλως,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.explorecrete.com/mythology/GR-talos.html>. [Πρόσβαση 1 9 2022].
- [9] Wikipedia, «Λεονάρντο Ντα Βίντσι,» 19 5 2022. [Ηλεκτρονικό]. Available: https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A1%CE%BF%CE%BC%CF%80%CF%8C%CF%84_%CF%84%CE%BF%CF%85_%CE%9B%CE%B5%CE%BF%CE%BD%CE%AC%CF%8

- 1%CE%BD%CF%84%CE%BF_%CE%BD%CF%84%CE%B1_%CE%92%CE%AF%CE%BD%CF%84%CF%83%CE%B9. [Πρόσβαση 1 9 2022].
- [10] C. C. A.-S. L. 3.0, «Shakey the robot,» 27 4 2022. [Ηλεκτρονικό]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Shakey_the_robot. [Πρόσβαση 1 9 2022].
- [11] C. C. A.-S. L. 3.0, «Wabot Wiki,» 15 3 2022. [Ηλεκτρονικό]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Humanoid_robot. [Πρόσβαση 1 9 2022].
- [12] C. C. A.-S. License, «Κινηματική,» 22 8 2022. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CE%B9%CE%BD%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE>. [Πρόσβαση 1 9 2022].
- [13] A. laboratory, «Μικροελεγκτής, η καρδιά του Arduino,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://arduinolaboratory.weebly.com/piepsilonrhoiota-arduino.html>. [Πρόσβαση 1 9 2022].
- [14] Arduino.cc, «Arduino Reference,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/digital-io/digitalread/>. [Πρόσβαση 3 12 2018].
- [15] A. Γιάννης, «Έλεγχος σερβοκινητήρα,» [Ηλεκτρονικό]. Available: http://users.sch.gr/jabatzo/files/yliko/live%20ebooks/robotiki_G_2018_final/_0.html. [Πρόσβαση 1 9 2022].
- [16] ΜΠΟΖΝΟΣ, «ΤΙ ΕΙΝΑΙ Ο ΣΕΡΒΟΚΙΝΗΤΗΡΑΣ,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.boznos.gr/etaireia/nea/item/48-servokinitires>. [Πρόσβαση 1 9 2022].
- [17] C. C. A.-S. License, «Τρισδιάστατη εκτύπωση,» 9 3 2022. [Ηλεκτρονικό]. Available: https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CF%81%CE%B9%CF%83%CE%B4%CE%B9%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%84%CE%B7_%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%8D%CF%80%CF%89%CF%83%CE%B7. [Πρόσβαση 1 9 2022].
- [18] C. C. A.-S. License, «Ηλεκτρονικό κύκλωμα,» 25 5 2022. [Ηλεκτρονικό]. Available: https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%97%CE%BB%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%81%CE%BF%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CF%8C_%CE%BA%CF%8D%CE%BA%CE%B%CF%89%CE%BC%CE%B1. [Πρόσβαση 1 9 2022].
- [19] M. Planchard, «West Virginia University wins NASA Robot Competition,» solidworks.com, 22 6 2015. [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.google.gr/url?sa=i&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjG5M7_yY3fAhULUIAKHW01B7MQjRx6BAGBEAU&url=https%3A%2F%2Fblogs.solidworks.com%2Fteacher%2F2015%2F06%2Fwest-virginia-university-wins-nasa-robot-competition.html&psig=AOvVaw1Z8LeN5wSR. [Πρόσβαση 7 12 2018].

- [20] «SPOOKY TEDDY - ARDUINO POWERED SELF-ROCKING CHAIR & ROTATING HEAD,» 7 11 2018. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.instructables.com/id/Spooky-Teddy-Arduino-Powered-Self-rocking-Chair-Ro/>.
- [21] [Ηλεκτρονικό]. Available: http://users.sch.gr/jabatzo/files/yliko/live%20ebooks/robotiki_G_2018_final/_0.html. [Πρόσβαση 1 9 2022].