AI & SUSTAINABILITY IN VET EDUCATION

Όνομα συγγραφέα/ων: GR Team

Τίτλος WP: WP3 – AI-SAVES@ProjectHub

Αναφορά δραστηριότητας: 3.2 – Project template for AI-SAVES@ProjectHub

Λογότυπο:

Co-funded by the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Πίνακας Περιεχομένων

Table of Contents **2**

1. Project Title 3
2. Project Category 3
3. Project Description 3
4. Keywords 4
5. Target Audience 4
6. Project Objectives 4
7. Project Timeline 4
8. Resources Provided 5
9. Tools and Technologies Used 5
10. Step-by-Step Implementation Plan 5
11. Evaluation Criteria 9
12. Languages Available 9
13. Contributors 9
14. Feedback and Continuous Improvement 10

Submission Notes **10**

Co-funded by the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

AI-SAVES@PROJECTHUB

1. Τίτλος Project:

Robotic Arm για χειρισμό αντικειμένων

2. Κατηγορία Project:

AI & Robotics – STEM Maker Project

3. Περιγραφή Project:

Το project περιλαμβάνει την κατασκευή και τον προγραμματισμό ενός robotic arm που ελέγχεται από Arduino και servo motors. Το robotic arm μπορεί να κινείται σε πολλούς άξονες και να εκτελεί απλές εργασίες χειρισμού, όπως picking and placing αντικειμένων.
Οι μαθητές συναρμολογούν ένα μηχανικό robotic arm χρησιμοποιώντας 3D-printed parts, servo motors και microcontroller, και στη συνέχεια το προγραμματίζουν ώστε να ελέγχουν τις κινήσεις του. Το project εισάγει τους εκπαιδευόμενους σε robotics, automation, embedded programming και mechanical design.
Προαιρετικά, το σύστημα μπορεί να επεκταθεί με computer vision και AI-based object detection, ώστε να δημιουργηθεί ένα semi-autonomous robotic system.

Co-funded by the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

4. Λέξεις-κλειδιά:

robotics
servo motors
robot arm
automation
STEM education
AI robotics
maker learning

---

5. Κοινό-στόχος:

• *Μαθητές/σπουδαστές Vocational Education and Training (VET)*

• *Robotics και STEM clubs*

• *Αρχάριοι makers που ενδιαφέρονται για robotics*

---

6. Στόχοι του Project:

• Κατανόηση των βασικών αρχών του robotics και της μηχανικής κίνησης
• Εκμάθηση του τρόπου με τον οποίο ελέγχονται τα servo motors με Arduino
• Ανάπτυξη βασικών δεξιοτήτων programming
• Απόκτηση εμπειρίας στη συναρμολόγηση hardware και στα electronics
• Διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο το robotics μπορεί να συνδυαστεί με AI και computer vision

---

7. Χρονοδιάγραμμα Project:

Εισαγωγή στο robotics	1 ώρα
3D printing & προετοιμασία	2 ώρες
Mechanical assembly	2 ώρες
Electronics wiring	1 ώρα
Programming του robot	2 ώρες
Testing και βελτιώσεις	1–2 ώρες

Co-funded by the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

8. Παρεχόμενοι πόροι:

• STL files για 3D printed parts
• Arduino control code
• Wiring diagram
• Assembly guide
• Demonstration video του robotic arm

9. Εργαλεία και τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν:

• Servo motors (4–6 μονάδες)

• Robotic gripper (claw)

• 3D printed robotic arm parts

• Power supply (battery ή adapter)

• Jumper wires

10. Step-by-Step Implementation Plan:

Step 1: Ιστορία
Ιστορία
Ιστορία
Ιστορία
Ιστορία
Το αρχικό σχέδιο:

Ένα glove που καταγράφει τις κινήσεις του χεριού και στη συνέχεια τις στέλνει μέσω WiFi σε ένα Raspberry Pi, το οποίο εκτελεί ένα πρόγραμμα που εμφανίζει μια visualization και μεταδίδει τις κινήσεις του χεριού σε real time.

Ακριβής υλοποίηση:

Η ιδέα μας είναι να δημιουργήσουμε ένα glove που καταγράφει τις επιμέρους κινήσεις των δαχτύλων, καθώς και το pitch και το roll του χεριού. Τα δεδομένα αυτά αποστέλλονται στη συνέχεια στο Raspberry Pi/Laptop μέσω του Wemos D1 Mini, χρησιμοποιώντας WiFi connection με TCP. Σε αυτή τη σύνδεση, το Wemos D1 Mini βρίσκεται σε AP mode, δηλαδή φιλοξενεί το δικό του WiFi network, επειδή το σχολικό δίκτυο δεν επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ Raspberry Pi και Wemos. Ένα πλεονέκτημα αυτής της διάταξης είναι ότι μπορείτε να χρησιμοποιείτε το glove όπου θέλετε, χωρίς να εξαρτάστε από υπάρχουσες network connections. Τα δεδομένα που συλλέγονται επεξεργάζονται από ένα Python script, ώστε να σταλούν τα σωστά signals στα επιμέρους servo

Co-funded by the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

motors του arm και να υλοποιηθούν οι κινήσεις. Αυτό περιλαμβάνει τη μετατροπή των δεδομένων από το gyro sensor απευθείας στο Wemos D1 σε position data, τα οποία στη συνέχεια αποστέλλονται στο Python script μαζί με τις κινήσεις των επιμέρους δαχτύλων. Το script μετατρέπει κατόπιν τα position data στις θέσεις των επιμέρους servo motors, τα οποία ελέγχονται ανάλογα.

Καταμερισμός εργασιών:

Εγώ αναπτύσσω το hardware και τη visualization στο Unity.

Ο φίλος μου αναπτύσσει software για το arm σε Python, επεξεργάζεται τα δεδομένα από το gyroscope και τα ερμηνεύει σωστά, καθώς και όλες τις υπόλοιπες δραστηριότητες που σχετίζονται με τη σύνδεση του glove με το PC.

Πορεία ανάπτυξης:

Αρχικά εξετάσαμε πώς θα μπορούσαμε να καταγράψουμε τις κινήσεις των δαχτύλων, ώστε να τις χρησιμοποιήσουμε ως έναν κατάλληλο τρόπο ελέγχου για το gripping. Μια αρχικά οικονομική λύση φάνηκε να είναι οι pressure sensors, τους οποίους θα μπορούσαμε επίσης να κατασκευάσουμε μόνοι μας, αποφεύγοντας έτσι την περιττή δαπάνη για έτοιμη sensor technology.

Next up was an arm to translate the movement of the hand. A small 3D printed robotic arm seemed practical for this, on which I can freely indulge my passion as a passionate 3D printer fan. The arm was small and quickly printed, but very limited in its range of motion. The arm consisted of two joints, which not only interfered with each other, making it difficult to calculate the optimal position of the servo motors to reach a point in space, but were also very limited in their radius.
https://www.instructables.com/EEZYbotARM/

Αφού ολοκληρώσαμε —ή μάλλον αφού ολοκλήρωσε ο 3D printing Nerd— το arm, εντοπίσαμε ένα σημαντικό μειονέκτημα: λόγω του σχεδιασμού του είχε πολύ περιορισμένο range of motion, ενώ ήταν επίσης ανακριβές και αδύναμο εξαιτίας της χρήσης φθηνών servos. Έτσι αποφασίσαμε να περάσουμε σε μια έκδοση με μεγαλύτερα servos και μεγαλύτερη ελευθερία κίνησης (https://www.instructables.com/3D-Printed-ROBOTIC-ARM/). Αυτή η έκδοση ήταν πιο ισχυρή και επιπλέον αποφασίσαμε να αναπτύξουμε ένα circuit board.

Στη συνέχεια αντιμετωπίσαμε δυσκολίες στη συνεργασία μας λόγω του lockdown. Λύσαμε αυτό το πρόβλημα δημιουργώντας digital access στο Raspberry Pi μέσω ενός VNC client και μιας webcam, κάτι που επέτρεψε στον programmer να ελέγχει και να βλέπει το arm από το σπίτι του.

Παράλληλα με το robot arm, εργαζόμασταν συνεχώς και στο glove για τον έλεγχο του arm. Αφού πλέον γνωρίζαμε ότι το robot arm λειτουργούσε και έπρεπε να επικεντρωθούμε στο glove, ο 3D printing Nerd σχεδίασε PCBs (Printed Circuit Board) για το glove, με Wemos, gyroscope sensor, multiplexer, pressure sensors, καθώς και ένα header board για το Raspberry Pi που ελέγχει τα servo motors. Τα παραγγείλαμε από την JLCPCB.

Για το Raspberry Pi και την battery, την οποία χρειαζόμαστε επειδή το Raspberry Pi δεν παρέχει αρκετά amps, ο 3D printing Nerd εκτύπωσε ένα holder. Με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίσαμε ότι μπορεί να χρησιμοποιείται επανειλημμένα χωρίς να σπάει. Για παράδειγμα, υπάρχουν melted metal threads, ώστε οι βίδες να αφαιρούνται πάντα εύκολα, καθώς και ακριβώς προσαρμοσμένα σχήματα για την battery, ώστε να πιέζετε απλώς το battery box στη θέση του και όλα να συγκρατούνται σωστά.

Όταν έφτασαν τα boards, παρουσιάστηκαν μικρά προβλήματα με το layout των διαδρομών πάνω

Co-funded by the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

στο board, με αποτέλεσμα να χρειαστεί νέα παραγγελία. Το board για το Wemos D1 Mini είχε το πρόβλημα ότι ο multiplexer στο designer tool του EasyEDA δεν είχε την ίδια θέση στα pins (ο multiplexer είναι το μωβ board στην εικόνα). Αρχικά προσπαθήσαμε να solder ένα PCB επάνω στο οποίο θα μπορούσε να συνδεθεί ο multiplexer, αλλά επειδή η μετατόπιση ήταν πολύ μεγάλη, δεν υπήρχε αρκετός χώρος σε breadboard για να μετακινηθούν όλα. Έτσι αποφασίσαμε να παρακάμψουμε το πρόβλημα με απλά jumper wires, τα οποία είναι soldered στον multiplexer.

Όταν συνδέσαμε το board για το robot, διαπιστώσαμε ότι ο σχεδιασμός που χρησιμοποιούσαμε μέχρι τότε ήταν πολύ προβληματικός. Το arm βρισκόταν συνεχώς σε κεκλιμένη θέση, με αποτέλεσμα το motor να επιβαρύνεται υπερβολικά. Τα motors αυτά δεν ήταν ιδιαίτερα υψηλής ποιότητας και άντεχαν το πολύ 10 kg. Αυτό φάνηκε όταν έσπασε το χαμηλότερο motor, καθώς σχεδόν όλα τα gears στο servo καταστράφηκαν. Αυτό μας οδήγησε να σκεφτούμε τον σχεδιασμό ενός δικού μας robot arm με το Inventor. Επιπλέον, το robot arm δεν ήταν πολύ σταθερό και ταλαντευόταν αρκετά κατά τη χρήση. Είχε επίσης μια γενική κλίση προς τη δεξιά πλευρά, γεγονός που έκανε τον έλεγχο πολύ πιο δύσκολο.

Μετά από 2 εβδομάδες προσπαθειών να κατασκευάσουμε μόνοι μας αξιόπιστους pressure sensors, τα αποτελέσματα ήταν περιορισμένα, καθώς οι sensors μπορούσαν να διακρίνουν μόνο τρεις θέσεις. Έτσι αποφασίσαμε να παραγγείλουμε 5 pressure sensors για το glove. Για το glove, εκτυπώσαμε ένα holder για το circuit board, προσαρμοσμένο στη μικρή καμπυλότητα του πίσω μέρους του χεριού. Χάρη στο circuit board, χρειαζόμαστε μόνο μία 10kOhm resistor στο circuit για να διαβάζουμε όλα τα δεδομένα από τους flex sensors. Ένα μικρό μειονέκτημα του να είναι όλοι οι flex sensors συνδεδεμένοι σε ένα circuit είναι ότι εμφανίζεται ένα μικρό σφάλμα 15Ohm ανά sensor που κάμπτεται. Ωστόσο, αυτό είναι μικρό σφάλμα, επειδή το εύρος δεδομένων μας είναι από 0 έως 1024· δηλαδή, αν όλα τα δάχτυλα εκτός από ένα είναι λυγισμένα, το σφάλμα θα ήταν μόνο 60 ohms ή 5,8%.

Το πρώτο εμπόδιο για το νέο robot arm ήταν η ανάπτυξη μιας σταθερής base, καθώς η αρχική base ήταν τοποθετημένη απευθείας πάνω στο servo. Για τον σκοπό αυτό αναπτύξαμε ένα axial bearing με softair balls. Αντιμετωπίσαμε κάποιες δυσκολίες στον σχεδιασμό, επειδή ήταν ουσιαστικά το πρώτο ball bearing που σχεδιάσαμε. Η πρώτη ιδέα ήταν να κινήσουμε το thrust bearing με ένα μικρότερο gear, αλλά υπήρχε ένα σφάλμα στη σκέψη: όταν μεταφέρεις ισχύ από μικρότερο σε μεγαλύτερο gear, χάνεις διαδρομή και, επειδή το servo έχει περιορισμένη ακτίνα, καταλήξαμε να κινήσουμε το thrust bearing απευθείας με το servo. Είχαμε επίσης προβλήματα με τα κίτρινα softair balls, επειδή οι ανοχές τους ήταν πολύ μικρές, με αποτέλεσμα το thrust bearing να κολλάει συνεχώς.

Με αυτή τη διάταξη, ήταν σημαντικό για εμάς το robot arm μαζί με τον άξονα να στηρίζεται σε δύο ball bearings και, σε κάθε περίπτωση, να είναι πιο στιβαρό από το αρχικό εξάρτημα.

Στο αρχικό arm δεν υπήρχαν σταθεροί άξονες, δηλαδή όλοι οι άξονες ήταν απλώς τοποθετημένοι ο ένας πάνω στον άλλον, χωρίς να προστατεύονται τα υπόλοιπα μέρη από το να γλιστρήσουν προς τα έξω. Ένα ακόμη πλεονέκτημα είναι ότι εδώ μπορούσαμε να περάσουμε τα cables απευθείας μέσα από το σώμα. Αντί να βασιστούμε σε μακριές threaded rods όπως στο αρχικό σχέδιο, αναπτύξαμε απευθείας συμπαγή parts που γίνονται 3D print και στη συνέχεια απλώς κολλιούνται σε μια οπή. Αυτά τα parts δεν θα φύγουν ποτέ από τη θέση τους, επειδή το σχήμα για καθένα από τα τέσσερα σημεία στήριξης είναι trapezoid.

Αφού ολοκληρώσαμε τον σχεδιασμό, συνειδητοποιήσαμε ξανά πολύ αργά ότι το servo στο χαμηλότερο σημείο ήταν πιθανότατα υπερβολικά αδύναμο για να σηκώσει ολόκληρο το arm. Γι' αυτό αποφασίσαμε να παραγγείλουμε ένα νέο, ισχυρότερο servo με δύναμη 20kg, ώστε να μην καταστρέψουμε και δεύτερο servo. Το νέο servo διαθέτει ακόμη και aluminum arm για τη μετάδοση της δύναμης, αλλά οι βίδες δεν κρατούσαν πραγματικά καλά, οπότε χρειάστηκε να το στερεώσουμε με hot glue.

Με το glove εξακολουθούσαμε να έχουμε το πρόβλημα ότι δεν υπήρχε power, οπότε σχεδιάσαμε

Co-funded by the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

ένα μικρό powerbank holder που στερεώνεται με textile rubbers. Αυτό μπορεί να προσαρμοστεί στο πάχος του άνω βραχίονα και αφαιρείται πολύ εύκολα, επειδή έχει δύο μικρά ανοίγματα στη μέση. Στο power supply αντικαταστήσαμε ξανά το power bank, επειδή το παλιό δεν φόρτιζε πλέον.

Το τελευταίο βήμα είναι η μετατροπή των δεδομένων από το glove σε αναγνώσιμα signals. Αυτά αποστέλλονται στη συνέχεια στο Raspberry Pi, το οποίο τα ερμηνεύει και υπολογίζει coordinates.

Step 2: Δυσκολίες
Η ιδέα είναι ότι μια θέση στον χώρο υπολογίζεται από τα δεδομένα του gyro sensor. Η θέση αυτή περνά στη συνέχεια στο Raspberry, το οποίο πρέπει να κινήσει το arm έτσι ώστε να βρεθεί σε εκείνη τη θέση στον χώρο. Άρα το arm θα πρέπει να αντιστοιχεί στην κίνηση του ίδιου του χεριού. Για να βρεθεί πραγματικά το arm στη σωστή θέση, πρέπει κάθε επιμέρους joint να κινηθεί σωστά. Επειδή το arm έχει τέσσερις άξονες, αλλά κινείται σε 3D space, υπάρχουν άπειρες δυνατότητες για να φτάσει σε αυτή τη θέση. Επιπλέον, υπάρχει ο περιορισμός των 180° ανά άξονα, οπότε ο υπολογισμός της βέλτιστης θέσης για κάθε άξονα ήταν πολύ σύνθετος. Για αυτό είναι χρήσιμο να εφαρμοστεί ένας algorithm που βρίσκει αυτόματα ένα καλό optimum της θέσης. Αυτό ονομάζεται Gradient Descent. Η ιδέα είναι να πραγματοποιηθεί curve analysis της difference function, η οποία αναπαριστά τη διαφορά μεταξύ της τρέχουσας θέσης και της επιθυμητής. Στη συνέχεια αναζητείται ένα minimum. Το minimum αυτό αντιπροσωπεύει την ελάχιστη διαφορά ανάμεσα στη στιγμιαία θέση του arm και στην επιθυμητή. Επομένως, όταν η difference function βρίσκεται σε minimum, το arm βρίσκεται κοντά στη βέλτιστη θέση.
Το πρώτο robot arm ήταν πολύ μικρό, δεν είχε δύναμη, ήταν πολύ ανακριβές και είχε περιορισμένο range of motion. Το λύσαμε κατασκευάζοντας ένα μεγαλύτερο arm με ισχυρότερα και πιο ακριβή servos.
Το δεύτερο robot arm είχε σίγουρα περισσότερη δύναμη, ήταν πιο ακριβές και είχε πολύ μεγαλύτερο εύρος κίνησης, αλλά παρέμενε αρκετά ασταθές για τις ανάγκες μας.
Ανάπτυξη axial bearing χωρίς προηγούμενη εμπειρία
Στην αρχή χρησιμοποιήσαμε τα κίτρινα softair balls, αλλά αυτό είχε ως αποτέλεσμα το bearing να μη γυρίζει ομαλά, επειδή αυτά τα balls είχαν πολλές ανομοιομορφίες. Στη συνέχεια προμηθευτήκαμε επαγγελματικά balls ίδιου μεγέθους από την κατηγορία softair. Η τελική μας λύση, αν τα νέα balls δεν έκαναν διαφορά, θα ήταν να χρησιμοποιήσουμε Ballistol. Είναι ένα φυσικό lubricant που δεν καταστρέφει το πλαστικό όπως το WD-40. Τελικά δεν το χρειαστήκαμε, επειδή τα νέα balls κινούνταν τόσο καλά που δεν θέλαμε να αλλάξουμε τίποτα.
Ένα άλλο πρόβλημα ήταν ότι ο Markus ξέχασε πως η μεταφορά ισχύος από ένα μικρό gear σε ένα μεγάλο gear μειώνει σημαντικά τη διαδρομή. Η λύση ήταν τελικά απλώς να συνδέσουμε το servo απευθείας στο thrust bearing.
Το χαμηλότερο servo καταστράφηκε, επειδή το arm ήταν υπερβολικά βαρύ για αυτό και όλα τα gears στο servo gearbox έσπασαν. Έτσι αγοράσαμε ένα νέο, ισχυρότερο servo με 20 kg power και σχεδιάσαμε μια νέα base ώστε να ταιριάζει.
Με το glove υπήρξαν προβλήματα, επειδή το Wemos D1 Mini διαθέτει μόνο ένα analog pin, ενώ εμείς θέλαμε να διαβάζουμε 5 διαφορετικά analog signals. Αυτό σήμαινε ότι έπρεπε να συνδέσουμε έναν multiplexer. Ο multiplexer μπορεί να εναλλάσσεται μεταξύ των διαφορετικών analog signals. Αυτό είχε το πλεονέκτημα ότι χρειαζόταν να solder μόνο μία resistor, επειδή το signal των sensors βγαίνει πάντα από το ίδιο σημείο, ακόμη και όταν αλλάζουμε input.
Στο battery box η σύνδεση είχε loose contact, επειδή ο Markus πιθανότατα την είχε τοποθετήσει μόνο κατά 90% σωστά, με αποτέλεσμα τα servos να μην παίρνουν πλέον current. Εμείς όμως πιστέψαμε ότι έφταιγε το board, πήγαμε στον Markus για να πάρουμε νέο board και, όταν επιστρέψαμε, διαπιστώσαμε ότι το πρόβλημα ήταν τελικά στο power supply.
Ο υπολογισμός της θέσης του χεριού στον χώρο μόνο με δεδομένα από το gyroscope αποδείχθηκε πιο δύσκολος από ό,τι περιμέναμε. Το gyroscope sensor μας δίνει δεδομένα για τη δύναμη που ασκείται σε αυτό εκείνη τη στιγμή και για την κίνηση σε μοίρες γύρω από κάθε άξονα. Αν πρέπει να εξαγάγουμε θέση στον χώρο από αυτά τα δεδομένα, πρέπει να ολοκληρώσουμε τη δύναμη για να πάρουμε acceleration και στη συνέχεια να την ολοκληρώσουμε ξανά για να πάρουμε position. Ως αποτέλεσμα, τα measurement errors έχουν σημαντική επίδραση στην τελική θέση, επειδή ολοκληρώνονται δύο φορές. Τα δεδομένα από το gyroscope έχουν κατά προσέγγιση measurement error περίπου 5%, γεγονός που καθιστά αδύνατη όλη αυτή την προσέγγιση υπολογισμού. Ακόμη

Co-funded by the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

και ακριβά gyroscopes δεν μπορούν να προσδιορίσουν ακριβή θέση από τα συλλεγμένα δεδομένα. Επομένως, η μόνη λύση στο πρόβλημά μας είναι ο έλεγχος του arm μέσω gestures, αντί για την ακριβή μίμηση της κίνησης του arm.

Step 3: Τι χρειάζεστε
Τι χρειάζεστε
Τι χρειάζεστε
1* Raspberry Pi 3B+ ή νεότερο
3D Printer
λεπτά Cables
2* SG 90 Servo
3* MG995 Servo
1* DS3218 RC
Soft Air Balls (χρειάζεστε όμως υψηλής ποιότητας balls, όχι τα κίτρινα).
wood plate
Heat Inserts
Ένα standard skateboard bearing
Device data sheets:

Wemos D1 Mini: https://docs.platformio.org/en/latest/boards/espressif8266/d1.html
Raspberry Pi:
https://www.raspberrypi.org/documentation/hardware/raspberrypi/bcm2711/rpi_DATA_2711_1p0_preliminary.pdf
MG995 Servo: https://www.electronicoscaldas.com/datasheet/MG995_Tower-Pro.pdf
SG 90: http://www.ee.ic.ac.uk/pcheung/teaching/DE1_EE/stores/sg90_datasheet.pdf
cjmcu-4051 8- Channel Analog Mulitplexer
https://assets.nexperia.com/documents/data-sheet/74HC_HCT4051.pdf
MPU 6050: https://invensense.tdk.com/wp-content/uploads/2015/02/MPU-6000-Datasheet1.pdf
ZD 10 - 100 flexibler Biegesensor
DS3218 RC:
https://www.robotshop.com/media/files/pdf/servo-metal-gear-digital-servo-180-datasheet.pdf
Step 4: 3D Print
BearingBottom.stl

Alpha.stl icon
Alpha.stl
Προβολή σε 3D
Download
bearingAxial.stl icon
bearingAxial.stl
Προβολή σε 3D
Download
BearingMiddle.stl icon
BearingMiddle.stl
Προβολή σε 3D
Download
BearingTop.stl icon
BearingTop.stl
Προβολή σε 3D
Download
Beta.stl icon
Beta.stl
Προβολή σε 3D
Download
Προβολή 9 ακόμη

Co-funded by the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Step 5: Assembly
Assembly
Assembly
Assembly
Προβολή 3 ακόμη
Ξεκινάμε την κατασκευή

Base
Rotation
Gripper
Delta/Gamma
Beta
Alpha

Step 6: Base
Base
Base
Base
Προβολή 3 ακόμη
Η base για το Raspberry Pi και την battery στερεώνεται με 5 βίδες. Εδώ έχουν επίσης τοποθετηθεί 4 fusible threads, ώστε να μπορείτε να αφαιρείτε το Raspberry Pi χωρίς να καταστρέφετε το πλαστικό. Το cable της battery περνά κάτω από το Raspberry Pi και στη συνέχεια συνδέεται στο power port του board.

Step 7: Rotation
Rotation
Rotation
Rotation
Rotation
Προβολή 9 ακόμη
Το πρώτο βήμα είναι να στερεώσετε το mainbody σε μια wooden plate. Αυτό δίνει στο arm τη σταθερότητά του. Γι' αυτό υπάρχουν οι τρεις οπές. Στη συνέχεια εγκαθίσταται ένα από τα τρία MG995 servos για το rotation. Το servo στερεώνεται στο κέντρο του mainbody, ώστε το pivot point να βρίσκεται στη μέση. Έπειτα, το στρογγυλό μαύρο attachment που συνοδεύει το servo πιέζεται πάνω στον axle. Το BearingBottom στερεώνεται σε αυτό με τέσσερις M3 screws. Εδώ χρησιμοποιούμε ένα thrust bearing από softair balls, ώστε να ασφαλίσουμε σωστά το rotation. Το δεύτερο arm που είχαμε κατασκευάσει κρεμόταν απευθείας στον servo axis και δεν υποστηριζόταν καθόλου.

Τώρα πάρτε τα softair balls και τοποθετήστε τα προσεκτικά στον κυκλικό οδηγό. Βεβαιωθείτε ότι τα softair bullets είναι καλής ποιότητας και με χαμηλό tolerance range, διαφορετικά το thrust bearing θα τρίβεται. Όταν ο κύκλος γεμίσει με balls, μπορείτε να στερεώσετε το BearingMiddle στο MainBody με M3 screws. Δεν χρειάζεται να χρησιμοποιήσετε τόσες βίδες όσες χρησιμοποίησα εγώ· ήταν μάλλον υπερβολή. Από πάνω μπαίνει ακόμη μία σειρά από balls. Κάτω από την BearingTop plate υπάρχουν εσοχές για M3 nuts. Μπορείτε να τις κολλήσετε στη θέση τους με superglue ή hot glue. Χρησιμοποιήστε τις οπές στο BearingTop part για να το ασφαλίσετε στο BearingBottom part. Εδώ θα πρέπει να χρησιμοποιήσετε screws μήκους τουλάχιστον 2 cm. Τώρα το alpha part στερεώνεται με τρεις βίδες. Το Alpha εκτυπώνεται με support και έχει μικρές εσοχές στην κάτω πλευρά για τις κεφαλές των βιδών. Στη συνέχεια τοποθετούνται δύο standard skateboard ball bearings στο Alpha.

Step 8: Gripper
Gripper
Gripper
Gripper
Χρησιμοποιήσαμε αυτό το Gripper design επειδή ήταν αρκετά εύκολο στη συναρμολόγηση και

Co-funded by the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

απλό.

https://www.thingiverse.com/thing:2415

Step 9: Alpha
Alpha
Alpha
Alpha
Προβολή 12 ακόμη
Στο επόμενο βήμα παίρνουμε το side panel του Gamma και στερεώνουμε επάνω του ένα ακόμη MG995 servo. Για όλες αυτές τις βίδες χρησιμοποιούμε washers, ώστε τα nuts να μη χαλαρώσουν με τον χρόνο. Παίρνουμε το μαύρο εξάρτημα που συνοδεύει το servo και το τοποθετούμε πάνω στο servo.

Στη συνέχεια συναρμολογούμε το Delta. Εδώ, κατά το 3D printing, θα πρότεινα το part να τοποθετηθεί στην κάτω ακμή, για παράδειγμα με το PrusaSlicer. Έπειτα, ένα από τα δύο 90g servos στερεώνεται με δύο βίδες. Από την πλευρά με την οπή περνά μια βίδα μήκους 3 cm με washer. Η βίδα αυτή περνά στη συνέχεια από την άλλη πλευρά του Gamma και στερεώνεται ξανά με washer και δύο nuts σφιγμένα μεταξύ τους. Στη συνέχεια, το Gamma servo στερεώνεται στο Delta part. Τώρα όλα είναι λίγο ασταθή, αλλά το διορθώνουμε τοποθετώντας το GammaSpacer στις εσοχές στα πλαϊνά με superglue. Περιμένετε περίπου ένα λεπτό μέχρι να βεβαιωθείτε ότι η κόλλα έχει στεγνώσει.

Step 10: Beta
Beta
Beta
Beta
Προβολή 5 ακόμη
Τώρα πάρτε το servoCasing και πιέστε 4 M3 screws μέσα στις εσοχές. Περάστε μια βίδα 3 cm μέσα από την οπή και στερεώστε την πλευρά με δύο nuts βιδωμένα μεταξύ τους. Το Beta κολλιέται μαζί όπως και το Gamma. Εδώ πρέπει να προσέξετε ώστε το servo να περαστεί μέσα από την οπή πριν από την κόλληση. Την πρώτη φορά μπορεί να φαίνεται λάθος, αλλά το cable το αντέχει. Τώρα πάρτε το Beta, βάλτε τέσσερις βίδες στις κάτω οπές και βιδώστε τις στο servo casing με ένα μακρύ και λεπτό screwdriver, ακριβώς στα nuts που είχαμε πιέσει προηγουμένως. Τώρα μένει μόνο να στερεώσουμε το servo. Μέσα από τις οπές από τις οποίες μόλις στερεώσαμε τις κάτω βίδες, περνάμε ξανά βίδες και nuts και τα σφίγγουμε. Στη συνέχεια χρησιμοποιούμε ξανά ένα από τα μαύρα parts και δύο βίδες για να μεταδώσουμε τη δύναμη του servo. Ως τελευταίο βήμα, περνάμε τα cables μέσα από το torso.

Step 11: Gamma
Gamma
Gamma
Gamma
Gamma
Προβολή 9 ακόμη
Τώρα πάρτε το bearingAxial και το Srewholder. Περάστε ένα M3 threaded rod μέσα από αυτό και στερεώστε στο άλλο άκρο δύο nuts με washers, βιδωμένα αντίθετα μεταξύ τους. Το robot arm θα στηρίζεται στο bearingAxial part, επομένως το threaded rod δεν θα κινείται ουσιαστικά. Ξεβιδώστε ξανά λίγο το servo για το Alpha, χωρίς να πέσουν τα nuts. Στο κάτω Beta part ανοίγουμε τώρα δύο μικρές οπές, στις οποίες εισάγουμε M2 screws για να στερεώσουμε το metal arm του 20 kg servo. Εδώ χρησιμοποίησα ακόμη και hot glue, επειδή ήθελα να είμαι 100% σίγουρος ότι το arm θα κρατήσει. Τώρα απομένει μόνο να περάσουμε το cable του 20 kg servo από την πλευρά του Beta και να το βγάλουμε από κάτω. Εκεί έχω συγκεντρώσει όλα τα cables μαζί. Κάθε cable έχει label, ώστε σε περίπτωση ανάγκης να γνωρίζω πάντα ποιο cable ανήκει σε ποιο servo.

Step 12: PCB

Co-funded by the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

PCB
PCB
Μπορείτε είτε να συνδέσετε το Raspberry Pi με cables είτε να παραγγείλετε το board που σχεδίασα για πιο απλή καλωδίωση. Μπορείτε να βρείτε εδώ τα files για τα PCBs. Προτείνω να χρησιμοποιήσετε terminal connectors αντί για τα standard header pins. Είναι αρκετά εύκολο και κάνει το project να φαίνεται πιο επαγγελματικό.

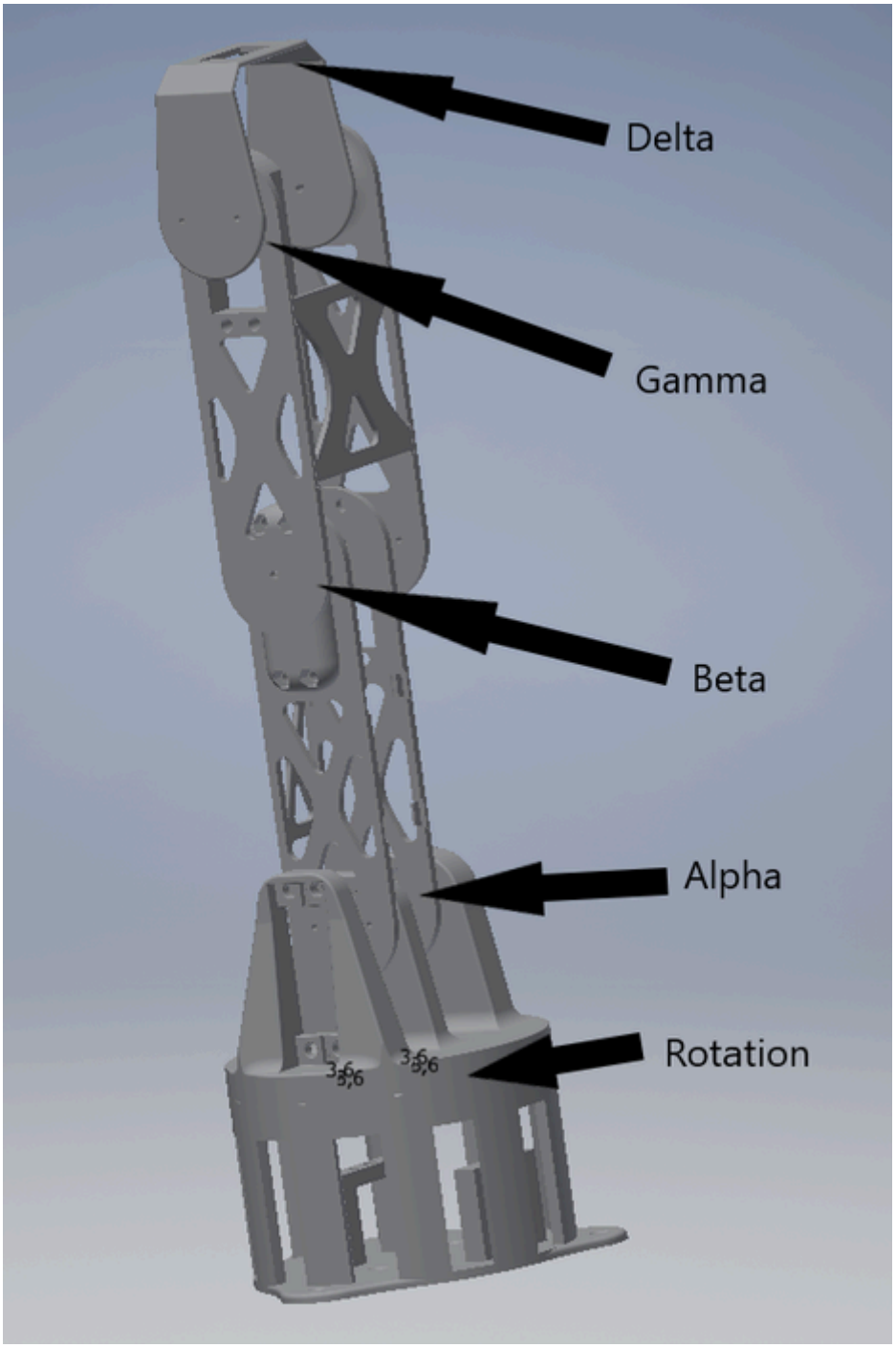
Step 13: Programming
Μπορείτε να βρείτε εδώ τον code για το Raspberry Pi. Πρέπει να κατεβάσετε τον code στο Raspberry Pi και στη συνέχεια να τον εκτελέσετε από την console. Το arm είναι programmed ώστε να ακολουθεί ένα συγκεκριμένο σημείο στον χώρο· έτσι μπορείτε να μετακινείτε ένα σημείο σε 3D Space και το arm θα κινείται προς αυτό το σημείο με την άκρη του gripper, ενώ όλα τα υπόλοιπα servos θα κινούνται ανάλογα.

Step 14: MPU Glove (Optional)
MPU Glove (Optional)
MPU Glove (Optional)
Εργάζομαι ακόμη στις οδηγίες για αυτό το glove. Θα μπορούσατε να χρησιμοποιήσετε αυτό το glove για να ελέγχετε το robot arm. Αν θέλετε πραγματικά να λειτουργήσει το glove πριν δημοσιεύσω τις οδηγίες:

the source code for a Unity example to show what the glove can measure
εδώ μπορείτε να βρείτε το PCB file.
Σε αυτό το βήμα πρόσθεσα επίσης το 3D file που χρειάζεστε
PCBHolder.stl

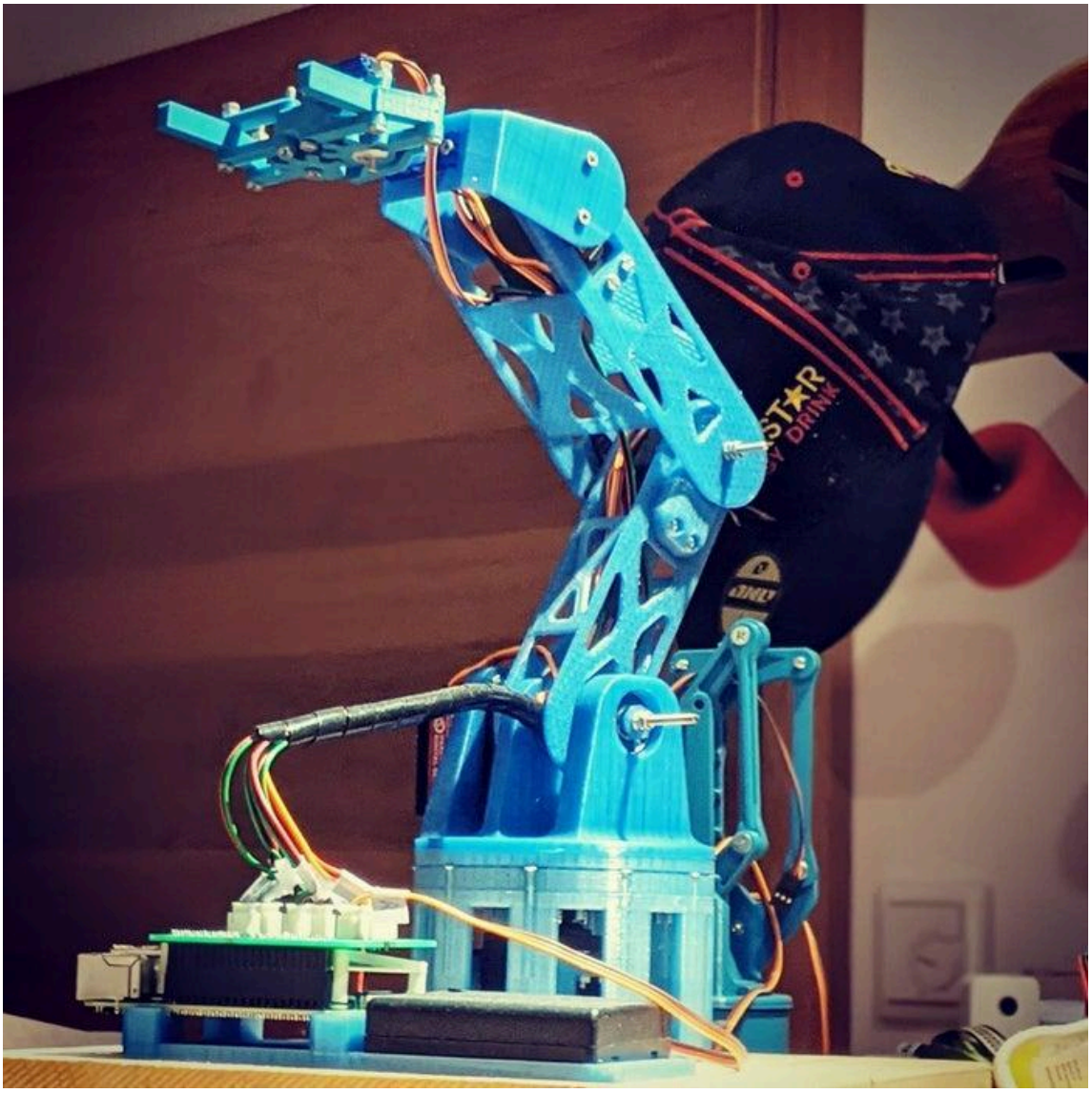
Co-funded by the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Co-funded by
the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



11. Κριτήρια αξιολόγησης:

Κριτήριο	Περιγραφή
Assembly accuracy	Σωστή mechanical assembly
Programming	Σωστός control code
Functionality	Το robot εκτελεί επιτυχώς κινήσεις
Creativity	Πρόσθετα features ή βελτιώσεις
Collaboration	Teamwork κατά τη διάρκεια του project

---

12. Διαθέσιμες γλώσσες:

Co-funded by the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Αγγλικά

---

13. Συντελεστές:

Co-funded by the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

17. Feedback και συνεχής βελτίωση:

Οι εκπαιδευτικοί και οι μαθητές ενθαρρύνονται να παρέχουν feedback σχετικά με:

- τη σαφήνεια των οδηγιών
- τον βαθμό τεχνικής δυσκολίας
- προτάσεις βελτίωσης
- νέες AI extensions

Μελλοντικές εκδόσεις μπορεί να περιλαμβάνουν:

- AI object detection
- mobile robot integration
- remote control μέσω smartphone

.

Σημειώσεις υποβολής:

Βεβαιωθείτε ότι όλα τα απαιτούμενα έγγραφα και οι πόροι έχουν επισυναφθεί στην υποβολή σας. Η ομάδα αξιολόγησης του AI-SAVES@ProjectHub θα αξιολογήσει την υποβολή με βάση τις πληροφορίες που παρέχονται. Μόλις εγκριθεί, το project θα δημοσιευθεί στο hub και οι partners θα ενημερωθούν.

Co-funded by the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.