

# Ρομποτικός βραχίονας 4 βαθμών ελευθερίας Κατασκευή και εφαρμογή στον εντοπισμό και μετακίνηση αντικειμένων

IEEE Robotics Chapter Team of AUTH  
Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών Μηχανικών Υπολογιστών ΑΠΘ  
<http://robotics.ee.auth.gr>  
[robochapter@ee.auth.gr](mailto:robochapter@ee.auth.gr)

## Περίληψη

Στην εργασία αυτή περιγράφονται οι τεχνικές λεπτομέρειες και ο τρόπος υλοποίησης ενός ρομποτικού βραχίονα 4 βαθμών ελευθερία και η εφαρμογή του στον εντοπισμό αντικειμένου συγκεκριμένου χρώματος και στην μετακίνησή του.

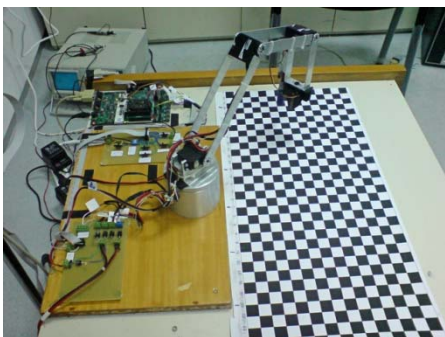
**Θεματική περιοχή:** Σήματα, Έλεγχος και Ρομποτική

**Λέξεις-κλειδιά:** ρομποτικός βραχίονας, κάμερα, κινηματικό μοντέλο

## 1. Εισαγωγή

Στην εργασία αυτή περιγράφεται η κατασκευή ενός ρομποτικού βραχίονα τεσσάρων βαθμών ελευθερίας (εικόνα 1) με δυνατότητες αναγνώρισης, σύλληψης και μεταφοράς αντικειμένου. Στόχος του βραχίονα είναι ο εντοπισμός ενός αντικειμένου συγκεκριμένου χρώματος πάνω σε μία επιφάνεια εργασίας (επιφάνεια μωσαϊκού εικόνα 1), και η μετακίνηση και τοποθέτησή του σε άλλο σημείο.

Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση του έργου είναι απόρροια της προσωπικής εργασίας των μελών της ομάδας ρομποτικής και σκοπός του έργου ήταν η εξοικείωση της ομάδας με το τομέα της ρομποτικής. Το έργο έγινε με την υποστήριξη των καθηγητών κ. Ζωή Δουλγέρη και κ. Λουκά Πέτρου.



Εικόνα 1

## 2. Περιγραφή του ρομποτικού συστήματος

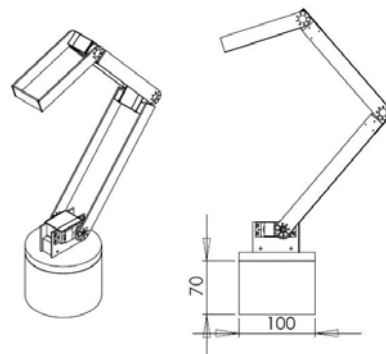
### 2.1. Περιγραφή κατασκευής

Η μηχανολογική κατασκευή του βραχίονα με τέσσερις βαθμούς ελευθερίας που αντιστοιχούν σε περιστροφικές αρθρώσεις, αποτελείται από συνδέσμους κατασκευασμένους από αλουμινένια πλαίσια. (εικόνα 2). Η πρώτη άρθρωση είναι γύρω από άξονα κάθετο στο επίπεδο στήριξης και οι τρεις αρθρώσεις με παράλληλους άξονες αντίστοιχα για ώμο, αγκώνα και καρπό.

Ο σχεδιασμός έγινε λαμβάνοντας σοβαρά υπ' όψη παράγοντες όπως:

- η στιβαρότητα
- η ευλυγισία
- η ικανότητα να επιτυγχάνει υψηλές ταχύτητες
- η λογική τιμή
- και τέλος να μην ξεπερνά σε βάρος μία αντίστοιχη κατασκευή από πλαστικό.

Με σκοπό την διατήρηση της στιβαρότητας σε αρκετά υψηλά επίπεδα, για την περιστροφή της βάσης χρησιμοποιήθηκε ένα βιομηχανικό ρουλεμάν γενικής χρήσης, το οποίο μπορεί και να αντικατασταθεί σε περίπτωση ειδικής χρήσης του βραχίονα που απαιτεί λιγότερο βάρος.



Εικόνα 2

Τέλος η δαγκάνα του βραχίονα η οποία φαίνεται στην *εικόνα 1* είναι κατασκευασμένη από πλαστικό και έχει τη δυνατότητα να συλλαμβάνει αντικείμενα μέγιστου μήκους μέχρι τρία εκατοστά.

## 2.2 Κινητήρες

Για την κίνηση κάθε άρθρωσης, χρησιμοποιήθηκαν ψηφιακοί σερβοκινητήρες της Hitec, για ρομποτικές εφαρμογές. Οι κινητήρες αυτοί, λόγω της σχεδίασης τους, διευκόλυναν στη συναρμολόγηση των συνδέσμων μεταξύ τους (*εικόνα 3*) με τρόπο τέτοιο ώστε να ελαχιστοποιείται η χρήση του αλουμινίου.

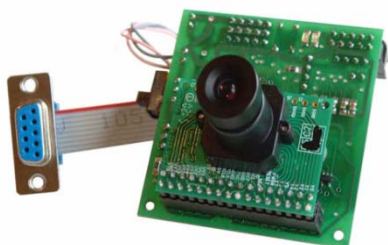


*Εικόνα 3*

Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν δύο τύποι σερβοκινητήρων, HS-5995TG και HSR-8498HB. Ο πρώτος που διακρίνεται για την μεγάλη του ροπή (39kg.cm), βρίσκεται στη βάση όπου ασκείται και η περισσότερη ροπή ενώ στις υπόλοιπες αρθρώσεις χρησιμοποιήθηκαν οι HSR-8498HB με μέγιστη ροπή 9.0kg.cm αλλά χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας. Έτσι επιτυγχάνεται ένας βραχίονας με αρκετή δύναμη για το μέγεθος του, ενώ παράλληλα να καταναλώνει σχετικά μικρά ποσά ενέργειας.

## 2.3 Περιγραφή Αισθητήρων

Ο αισθητήρας που χρησιμοποιήσαμε για τον εντοπισμό του αντικειμένου είναι μια κάμερα η οποία ανιχνεύει το κέντρο μάζας του. Πρόκειται για την CMUCAM2 ver.1.2 c6 προϊόν του Carnegie Mellon University (*εικόνα 4*).



*Εικόνα 4*

Η κάμερα είναι τοποθετημένη με μία βάση σε τυχαίο άλλα σταθερό σημείο πάνω από το χώρο εργασίας του βραχίονα (*εικόνα 5*).



*Εικόνα 5*

## 2.4 Μικροελεγκτές και υλικό

Το σύστημα περιλαμβάνει ένα μικροελεγκτή για την οδήγηση του ρομποτικού συστήματος και ένα PC για το χειρισμό από γραφικό περιβάλλον. Για την οδήγηση του ρομποτικού μας συστήματος, απαιτείται ένας μικροεπεξεργαστής, ο οποίος θα δέχεται δεδομένα από μία συσκευή που στην περίπτωση μας είναι η κάμερα και ο μικροελεγκτής θα τα επεξεργάζεται και θα παράγει εξόδους οι οποίες θα οδηγούν τους κινητήρες του βραχίονα. Στη δική μας κατασκευή χρησιμοποιήσαμε τον AVR ATmega128. Ο συγκεκριμένος μικροελεγκτής βασίζεται στην αρχιτεκτονική RISC του AVR και είναι της τάξεως των 8-bit. Η υπολογιστική του ισχύς μπορεί να φτάσει τα 1 MIPS ανά MHz με τη μέγιστη κατανάλωση ενέργειας. Η επιλογή του συγκεκριμένου μικροελεγκτή έγινε λόγω του μεγάλου αριθμού των περιφερειακών συσκευών του όπως 4 timers, 2 σειριακές θήρες A/D converter καθώς και 128K bytes εσωτερικά προγραμματιζόμενη μνήμη flash.

## 2.5 Επικοινωνία με άλλες συσκευές

Για την επικοινωνία του βραχίονα με την κάμερα καθώς και με τον υπολογιστή χρησιμοποιήσαμε την μονάδα Σύγχρονης και Ασύγχρονης Σειριακής Επικοινωνίας (USART : Universal Synchronous and Asynchronous serial Receiver and Transmitter) του AVR. Ο AVR 128 περιλαμβάνει δύο τέτοιες μονάδες την USART0 και την USART1 οι οποίες έχουν διαφορετικούς καταχωρητές Εισόδου/Εξόδου (I/O registers). Η USART0 χρησιμοποιήθηκε για την επικοινωνία με το γραφικό περιβάλλον του υπολογιστή δίνοντας την δυνατότητα στον χρήστη για χειροκίνητη οδήγηση του ρομποτικού βραχίονα. Η USART1 χρησιμοποιήθηκε για την λήψη των δεδομένων από την κάμερα δηλαδή των καρτεσιανών συντεταγμένων του αντικειμένου προς αραγή. Η χρησιμοποίηση της

USART περιλαμβάνει τη ρύθμιση του ρυθμού μετάδοσης δεδομένων (Baud rate), τη ρύθμιση της μορφής του σειριακού πλαισίου μεταφοράς δεδομένων καθώς και την ενεργοποίηση του πομπού ή του δέκτη ανάλογα με τη χρήση που θέλουμε να κάνουμε.

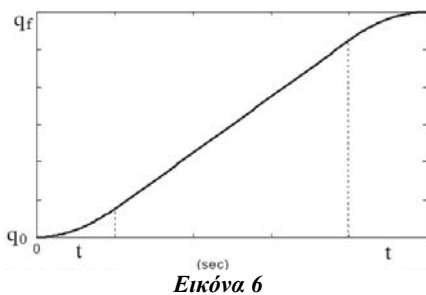
## 2.6 Περιβάλλον προγραμματισμού

Για την συγγραφή κώδικα χρησιμοποιήσαμε το AVR Studio 4 με το οποίο μπορούμε και να γράψουμε εντολές σε assembly και να προγραμματίσουμε τον AVR. Εάν το πρόγραμμα που έχουμε να γράψουμε είναι μικρό και λιτό η διαδικασία είναι απλή, εάν όμως θέλουμε τη σύνταξη ενός περίπλοκου προγράμματος μπορούμε να κάνουμε χρήση εναλλακτικά του CodeVision. Πλεονεκτήματα του CodeVision είναι η δυνατότητα εισαγωγής κώδικα assembly στον πηγαίο κώδικα γραμμένο σε C, πολύ ικανοποιητική διαχείριση RAM, η βελτιστοποίηση βρόγχων επανάληψης (loop), η βελτιστοποίηση διακλαδώσεων κώδικα και η βελτιστοποίηση κλήσης υπορουτίνας

## 3. Κινηματική ανάλυση και οδήγηση κινητήρων

### 3.1 Κινηματική ανάλυση

Για την μετακίνηση του άκρου του βραχίονα από την παρούσα θέση του στην επιθυμητή είναι απαραίτητη η γνώση των γωνιών των αρθρώσεων που αντιστοιχούν στη επιθυμητή θέση. Οι γωνίες αυτές υπολογίζονται επιλύοντας το αντίστροφο κινηματικό πρόβλημα. Η μετάβαση μεταξύ δύο διαδοχικών καταστάσεων του βραχίονα γίνεται μέσω ευθύγραμμης τροχιάς με παραβολική μείξη στο επίπεδο των αρθρώσεων ώστε να επιτυγχάνεται τόσο η ομαλή κίνηση της κατασκευής όσο και η ταυτόχρονη έναρξη και λήξη της κίνησης όλων των κινητήρων. Στο παρακάτω διάγραμμα (εικόνα 6) φαίνεται η μορφή της τροχιάς του κάθε κινητήρα κατά την διάρκεια της κίνησης:



Οι κινητήρες που κινούν τον βραχίονα είναι κατασκευασμένοι ώστε να δέχονται σαν είσοδο ένα σήμα που αντιστοιχεί σε συγκεκριμένη γωνία και κινούνται προς εκείνη την θέση με την μεγαλύτερη δυνατή

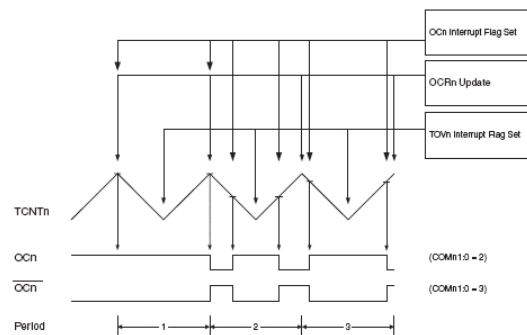
ταχύτητα. Είναι προφανές ότι αυτό δεν διευκολύνει την συγχρονισμένη κίνηση των αρθρώσεων που απαιτείται για την ομαλή κίνησή του. Για να προσεγγίσουμε την απαιτούμενη κίνηση υπολογίζεται περιοδικά από τον μικροελεγκτή η απόσταση που θα έπρεπε να έχει διανυθεί στο διάστημα ενός κύκλου επεξεργασίας βάσει του κινηματικού μοντέλου και η τιμή αυτή τροφοδοτείται στους κινητήρες. Όσο ελαττώνεται η περίοδος επεξεργασίας η πραγματική κίνηση προσεγγίζει την επιθυμητή. Πρακτικοί περιορισμοί που προκύπτουν από αυτήν την υλοποίηση είναι η μέγιστη ταχύτητα και επιτάχυνση με τις οποίες κινείται ο κινητήρας και οι οποίες δεν μπορούν να ξεπεραστούν, καθώς και η περίοδος επεξεργασίας που δεν μπορεί να ελαττωθεί κάτω από συγκεκριμένο αριθμό κύκλων μηχανής, ανάλογα με το μοντέλο κίνησης που ακολουθείται.

### 3.2 Οδήγηση των κινητήρων

Για την οδήγηση των τεσσάρων servo κινητήρων του βραχίονα, χρησιμοποιήθηκαν οι 2 timers του avr για την παραγωγή παλμών PWM (διαμόρφωση εύρους παλμού). Για την οδήγηση των τεσσάρων κινητήρων χρησιμοποιήθηκε η λειτουργία παραγωγής παλμικών κυματομορφών με ορθή διαμόρφωση φάσης και συχνότητας. Το διάγραμμα της εικόνας 7 δείχνει τον PWM με τους καταχωρητές OCRnA ή ICRn να καθορίζουν το top του μετρητή. Η συχνότητα παραγωγής των παλμών PWM είναι

$$F_{pwm} = \frac{F_{avr}}{N(1+TOP)} \quad (1)$$

όπου  $F_{avr}$  είναι η συχνότητα του μικροελεγκτή,  $N$  ένας διαιρέτης συχνότητας και  $TOP$  η μέγιστη τιμή μέτρησης του Timer.



Για την οδήγηση των κινητήρων του ρομποτικού βραχίονα απαιτήθηκε παραγωγή παλμών PWM με σταθερή περίοδο 20 ms και Top του παλμού 1,5 ms για την θέση ισορροπίας. Η αύξηση του παλμού Top οδηγεί

στην αριστερόστροφη κίνηση των κινητήρων από την θέση ισορροπίας ενώ η μείωση σε δεξιόστροφη περιστροφή. Με αυτόν τον τρόπο πετύχαμε με εφαρμογή παλμού με  $1,1 < \text{Ton} < 1,9$  κίνηση από  $-90$  μοίρες έως  $90$ . Η μεταβολή της συνολικής περιόδου του PWM και του Ton ρυθμίζεται με βάση δυο καταχωρητές του αντ.

#### 4. Χειρισμός

Ο χειρισμός του βραχίονα γίνεται μέσω γραφικής διασύνδεσης χρήστη (Graphical User Interface, GUI) γραμμένη με MFC/C++ το οποίο έχει σκοπό να μεταβιβάζει στον μικροελεγκτή του συστήματος το επιθυμητό τρόπο λειτουργίας του βραχίονα.

Οι τρόποι λειτουργίας του βραχίονα είναι:

1. Μεταβιβάζονται οι συντεταγμένες που επιθυμεί να ακολουθήσει διαδοχικά ο βραχίονας από τον χειριστή.
2. Ο βραχίονας μπαίνει σε κατάσταση αναμονής μέχρι την είσοδο ενός αντικειμένου συγκεκριμένου χρώματος, το οποίο έχει ήδη καθορίσει ο χειριστής, στο χώρο δράσης του. Με την είσοδο του το αντικείμενο αναγνωρίζεται, συλλαμβάνεται και απομακρύνεται από την επιφάνεια εργασίας του βραχίονα.
3. Ο βραχίονας συλλαμβάνει από το χώρο δράσης του μόνο αντικείμενα συγκεκριμένου χρώματος που έχει ορίσει ο χειριστής ενώ υπάρχει και η δυνατότητα αναδιάταξης αντικειμένων διαφορετικού χρώματος σε σειρά που έχει ορίσει και πάλι ο χειριστής.

Να σημειωθεί ότι δεν γίνεται κανένας υπολογισμός πάνω στον υπολογιστή που τρέχει το γραφικό περιβάλλον που να σχετίζεται με την κίνηση του βραχίονα και την αναγνώριση των αντικειμένων, αλλά όλα γίνονται πάνω στον μικροελεγκτή.

#### 5 Διαδικασία Αναγνώρισης αντικειμένου

##### 5.1 Επεξεργασία εικόνας

Μόλις δοθεί εντολή από τον μικροελεγκτή η κάμερα λαμβάνει ένα frame του χώρου εργασίας του βραχίονα. Κατόπιν εντοπίζει στο frame αυτό αν υπάρχει αντικείμενο με το χρώμα που του δίνει ο χρήστης από το hyper terminal του PC. Ο αλγόριθμος επεξεργασίας εικόνας που ακολουθείται είναι ο εξής:

Ως είσοδος στο πρόγραμμα δίνονται το εύρος των χρωμάτων R, G, B, (min, max τιμές των Red, Green, Blue). Το πρόγραμμα ψάχνει να βρει το μεγαλύτερο σύνολο των pixel που βρίσκονται εντός του χρωματικού εύρους. Δημιουργεί ένα ορθογώνιο παραλληλόγραμμα που περιβάλλει αυτό το σύνολο (εικόνα 8).

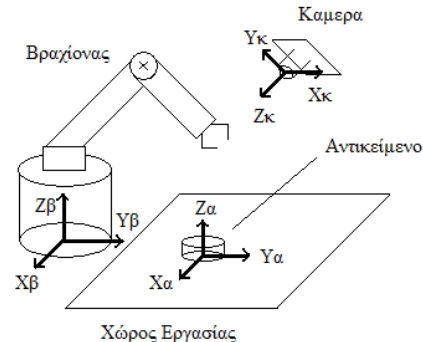


Εικόνα 8

Τέλος βρίσκει το pixel που αντιστοιχεί στο κέντρο βάρους του παραλληλογράμμου, το οποίο αποτελεί και το βαρύκεντρο του αντικειμένου.

##### 5.2 Μετατροπή συστήματος συντεταγμένων

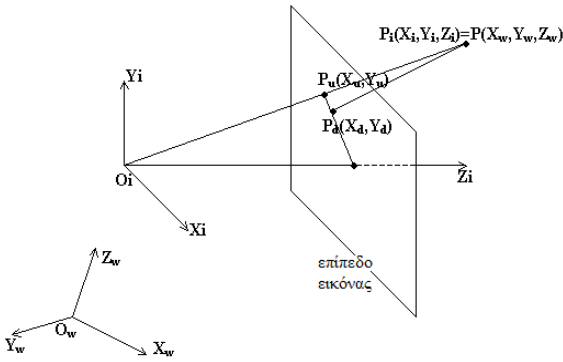
Οι συντεταγμένες του pixel  $(X_k, Y_k, Z_k)$  ως προς την αρχή συντεταγμένων της κάμερας που αποτελεί το κέντρο βάρους του αντικειμένου, στέλνονται μέσω TTL serial στον μικροελεγκτή όπου και μετατρέπονται στις πραγματικές συντεταγμένες που έχει το αντικείμενο ως προς το σύστημα συντεταγμένων του χώρου εργασίας του βραχίονα  $(X_\beta, Y_\beta, Z_\beta)$ , που βρίσκεται στο κέντρο της βάσης του (εικόνα 9).



Εικόνα 9

Αυτό επιτυγχάνεται μέσω του αλγορίθμου TSAI με βάση τον οποίο η κάμερα αρχικά παραμετροποιήθηκε. Ο TSAI λειτουργεί ως εξής:

Έστω  $f$  η εστιακή απόσταση της κάμερας,  $k$  ο συντελεστής παραμόρφωσης ακτινικού φακού,  $C_x, C_y$  οι συντεταγμένες του κέντρου του συντελεστή παραμόρφωσης,  $S_x$  παράγοντας μεγέθους αβεβαιότητας του υλικού της κάμερας,  $R_x, R_y, R_z$  οι γωνίες Euler της στροφής και  $T_x, T_y, T_z$  οι συνιστώσες μεταφοράς για το μετασχηματισμό από το πραγματικό κόσμο  $(X_w, Y_w, Z_w)$ , στο κόσμο της κάμερας  $(X_i, Y_i, Z_i)$ .



Εικόνα 10

Ο μετασχηματισμός από τον κόσμο  $(X_w, Y_w, Z_w)$  στην κάμερα  $(X_i, Y_i, Z_i)$  δίνεται από τη σχέση

$$\begin{bmatrix} X_i \\ Y_i \\ Z_i \end{bmatrix} = R \cdot \begin{bmatrix} X_w \\ Y_w \\ Z_w \end{bmatrix} + T \quad (2)$$

όπου

$$T = \begin{bmatrix} T_x \\ T_y \\ T_z \end{bmatrix}, R = \begin{bmatrix} r_1 & r_2 & r_3 \\ r_4 & r_5 & r_6 \\ r_7 & r_8 & r_9 \end{bmatrix} \quad (3)$$

με

$$\begin{aligned} r_1 &= \cos(R_y) \cos(R_z) \\ r_2 &= \cos(R_z) \sin(R_x) \sin(R_y) - \cos(R_x) \sin(R_z) \\ r_3 &= \sin(R_x) \sin(R_z) + \cos(R_x) \cos(R_z) \sin(R_y) \\ r_4 &= \cos(R_y) \sin(R_z) \\ r_5 &= \sin(R_x) \sin(R_y) \sin(R_z) + \cos(R_x) \cos(R_z) \\ r_6 &= \cos(R_x) \sin(R_y) \sin(R_z) - \cos(R_z) \sin(R_x) \\ r_7 &= -\sin(R_y) \\ r_8 &= \cos(R_y) \sin(R_x) \\ r_9 &= \cos(R_x) \cos(R_z) \end{aligned} \quad (4)$$

Έπειτα ακολουθούνται μία σειρά μετασχηματισμών για να φτάσουμε στις συντεταγμένες εικόνας που βλέπει η κάμερα (εικόνα 10):

Αρχικά έχουμε το μετασχηματισμό από τις συντεταγμένες  $(X_i, Y_i)$  στις μη παραμορφωμένες συντεταγμένες εικόνας  $(X_u, Y_u)$

$$X_u = f \frac{X_i}{Z_i}, Y_u = f \frac{Y_i}{Z_i} \quad (5)$$

Έπειτα το μετασχηματισμό από τις μη παραμορφωμένες συντεταγμένες εικόνας  $(X_u, Y_u)$ ,

στις διορθωμένες συντεταγμένες εικόνας  $(X_d, Y_d)$

$$X_u = X_d(1 + kr^2), Y_u = Y_d(1 + kr^2) \quad (6)$$

Όπου

$$r = \sqrt{X_d^2 + Y_d^2} \quad (7)$$

Τέλος έχουμε το μετασχηματισμό από τις διορθωμένες συντεταγμένες εικόνας  $(X_d, Y_d)$ , στις τελικές συντεταγμένες εικόνας  $(X_f, Y_f)$

$$X_f = \frac{S_x X_d}{d_x} + C_x, Y_f = \frac{Y_d}{d_y} + C_y \quad (8)$$

όπου  $(d_x, d_y)$  η απόσταση μεταξύ γειτονικών στοιχείων του αισθητήρα κατά  $x$  και  $y$ , σταθερές και συγκεκριμένες για κάθε κάμερα ανάλογα με το μέγεθος του CCD και την ευκρίνεια.

## 6. Συμπεράσματα

Κατά τον σχεδιασμό και την υλοποίηση του έργου παρουσιάστηκαν προβλήματα σε όλα σχεδόν τα επίπεδα. Προβλήματα των οποίων οι διαδικασίες επίλυσης τους μας οδήγησαν σε χρήσιμα συμπεράσματα τόσο σε τεχνικό επίπεδο όσο και στο τρόπο αντίληψης και ανάλυσης ενός τεχνικού προβλήματος.

Βασικοί παράγοντες που επηρέασαν καθοριστικά το έργο ήταν οι τεχνικοί περιορισμοί που παρουσιάστηκαν στις δυνατότητες των σερβοκινητήρων που διαθέταμε καθώς και για την πλήρη και αποκλειστική λειτουργία του συστήματος πάνω στο μικροελεγκτή και όχι σε ηλεκτρονικό υπολογιστή. Οι παραπάνω οφείλονται σε πολύ μεγάλο βαθμό στο περιορισμό ότι κατά την εκκίνηση της ομάδας υπήρχε πολύ μικρή εμπειρία έως μηδαμινή στο κάθε αντικείμενο που χρειάστηκε να αντιμετωπίσουμε για την υλοποίηση του έργου.

Έχοντας αποκτήσει ικανοποιητική τεχνογνωσία με την επτάμηνη εργασία μας για τη υλοποίηση του έργου, διαπιστώσαμε ότι υπάρχουν προοπτικές ανάπτυξης που απαιτούν όμως τον επανασχεδιασμό και εκ νέου υλοποίηση του έργου προσθέτοντας του τη δυνατότητα σύλληψης κινούμενων αντικειμένων, ταχύτερης απόκρισης και μεγαλύτερης ακρίβειας.

Με τις δυνατότητες που διαθέτει ο βραχίονας μπορεί να αξιοποιηθεί στην εκπαιδευτική διαδικασία για την επίδειξη του σε φοιτητές ή ακόμα και μαθητές ώστε να γίνει ποιο κατανοητή η επίλυση ρομποτικών προβλημάτων όπως του αντίστροφου κινηματικού και άλλων ενώ δεν μπορεί να αποκλειστεί η αξιοποίησή του στη εκτέλεση εργαστηριακού πειράματος.

## 7. Σχετικά με την ομάδα

Η ομάδα ρομποτικής του Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών (ΤΗΜΜΥ) ιδρύθηκε το 2005 στα πλαίσια της IEEE. Λειτουργεί σε συνεργασία με τα εργαστήρια αυτοματοποίησης και ρομποτικής και αρχιτεκτονικής υπολογιστικών συστημάτων του ΤΗΜΜΥ. Επιβλέποντες καθηγητές είναι οι καθ. κ. Βασίλης Πετρίδης, αναπληρώτρια καθηγήτρια κ. Ζωή Δουλγέρη και αναπληρωτής καθηγητής κ. Λουκάς Πέτρου. Αποτελείται από 17

προπτυχιακούς και μεταπτυχιακούς φοιτητές του ΑΠΘ, κυρίως του ΤΗΜΜΥ, αλλά και της σχολής θετικών επιστημών.

Οι στόχοι της ομάδας χωρίζονται σε τέσσερις βασικές κατηγορίες

- Η απόκτηση γνώσεων πάνω στη ρομποτική και γενικά στο χώρο της ηλεκτρονικής και υπολογιστών.
- Η εφαρμογή των γνώσεων που έχουμε αποκτήσει από την σχολή στη πράξη.
- Η συμμετοχή της ομάδας σε εθνικούς και διεθνείς διαγωνισμούς.
- Η συσσώρευση της τεχνογνωσίας ώστε να εξασφαλίσουμε τη συνεχή βελτίωση της ομάδας στα επόμενα χρόνια.

Στα επιτεύγματά μας, στο σύντομο αυτό διάστημα εργασιών, συγκαταλέγεται η ανάπτυξη ενός πειραματικού ρομποτικού βραχίονα και η συγκέντρωση και οργάνωση τεχνογνωσίας σχετική με τον τομέα της ρομποτικής. Στη παρούσα φάση διεκδικούμε την συμμετοχή μας στον διεθνή διαγωνισμό Roborescue με το δικό μας ρομποτικό όχημα.

Τα άτομα που συμμετείχαν στην υλοποίηση του παρόντος έργου είναι τα παρακάτω:

**Παπαδόπουλος Χαράλαμπος**-Διαχείριση Έργου  
babisnet@gmail.com

**Μαλλιάκας Παναγιώτης**-Αναγνώριση Αντικειμένου  
pmaliak@hotmail.com

**Φούντας Ζαφείρης**-Μηχανολογικά  
zfountas@hotmail.com

**Λάμαρης Κωνσταντίνος**-Αναγνώριση Αντικειμένου  
ironlam@gmail.com

**Παπάζογλου Ανέστης**-Κινηματικό μοντέλο  
mourgos23@gmail.com

**Ζολώτας Χριστόφορος**-Σχεδιασμός GUI  
imgchris@ath.forthnet.gr

**Ζαπάρτας Παναγιώτης**-Μικροελεγκτές και υλικό  
pazapart@gmail.com

**Αθανασιάδης Γιάννης**- Κινηματικό μοντέλο  
johnny.ath@gmail.com

**Κουφός Δημήτριος**-Αναγνώριση Αντικειμένου  
d\_th\_koufos@yahoo.gr

**Συμονίδης Δημήτριος**-Μικροελεγκτές και υλικό  
mitso\_23@hotmail.com

**Τσαλίδης Πάρης**-Κινηματικό μοντέλο  
rainfugi@gmail.com

**Φελεκίδης Νικόλαος**-Μικροελεγκτές και υλικό  
nfelekidis@gmail.com

**Παπαστεφανάκη Ειρήνη**-Μικροελεγκτές και υλικό  
epapaste@auth.gr

## 8. Βιβλιογραφία

[1] Ζ. Δουλγέρη, *ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ κινηματική, δυναμική και έλεγχος αρθρωτών βραχιόνων*, εκδόσεις Κριτική, Θεσσαλονίκη, 2007

[2] D.V. Gadre, *Προγραμματίζοντας τον Μικροελεγκτή AVR*, εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη, 2007

[3] Tsai, R. *A versatile camera calibration technique for high-accuracy 3D machine vision metrology using o<sup>o</sup>-the-shelf TV cameras and lenses*, IEEE Journal of Robotics and Automation. Vol. RA-3, No. 4., pp: 323-244, August 1987

[4] Berthold K.P. Horn, "Tsai's camera calibration method revisited", 2000

[5] CMUcam2 Vision Sensor User Guide