

Σκοπός

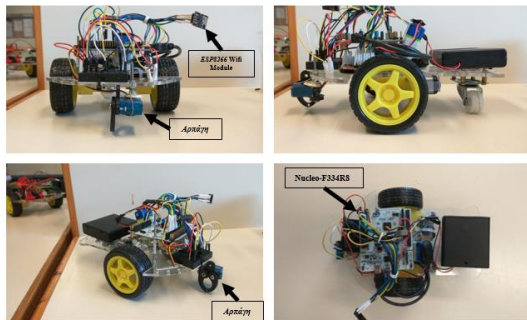
Συντονισμός δύο ή τριών κινητών ρομπότ για τη μετακίνηση ενός υφάσματος σε τραπέζι, έτσι ώστε:

1. Να μην προκαλούνται πτυχώσεις στο ύφασμα
2. Να μην καταπονείται το ύφασμα από σημαντικά εφελκυστικά φορτία

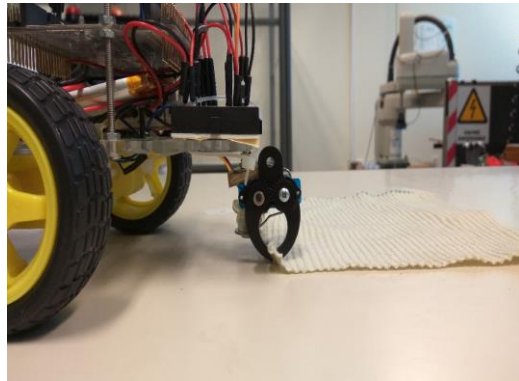
Κύριοι τομείς ενασχόλησης:

- Ανάλυση σχεδιασμού κίνησης σε σχηματισμό για δύο και τρία κινητά ρομπότ αντίστοιχα
- Έλεγχος κίνησης των κινητών ρομπότ

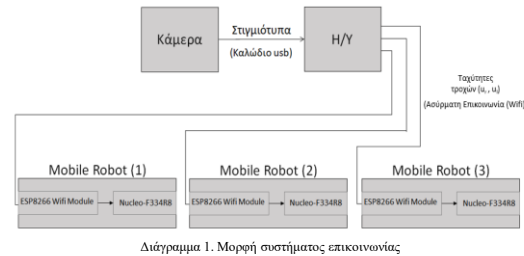
Κινητό Ρομπότ



Αρπάγη για Σύλληψη Υφάσματος



Σύστημα Ασύρματης Επικοινωνίας Ρομπότ-Η/Υ

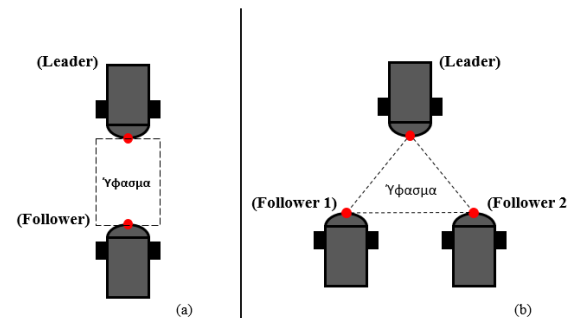


Διάγραμμα 1. Μορφή συστήματος επικοινωνίας

Ροή Διαδικασίας:

- Δημιουργία τοπικού σέρβερ στον Η/Υ, σύμφωνα με το πρωτόκολλο TCP/IP, στον οποίο συνδέονται τα κινητά ρομπότ.
- Λήψη στιγμιότυπου από την κάμερα και μεταφορά του μέσω καλωδίου usb στον Η/Υ.
- Αναγνώριση κινητών ρομπότ στην εικόνα.
- Εξαγωγή κατάλληλων ταχυτήτων (u_x , u_y) για τον έλεγχο κίνησης των ρομπότ.
- Αποστολή δεδομένων μέσω του σέρβερ στο ESP8266 Wifi Module του κάθε κινητού ρομπότ ξεχωριστά.
- Διάβασμα και εφαρμογή των ταχυτήτων από τους μικροελεγκτές στους κινητήρες.

Περιγραφή Διατάξεων Ηγέτη – Ακόλουθου



Εικόνα 2. Προσεγγίσεις διάταξης με χρήση δύο (α), και τριών κινητών ρομπότ (β)

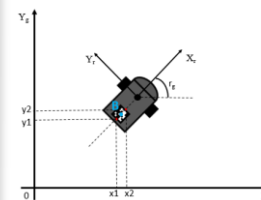
Συμπεράσματα

- ✓ Η μετακίνηση του υφάσματος συντονίζοντας μια ομάδα κινητών ρομπότ έτσι ώστε να μην δημιουργούνται πτυχώσεις και εφελκυστικά φορτία στο ύφασμα, επιτεύχθηκε σύμφωνα με τα αποτελέσματα της πειραματικής διαδικασίας.
- ✓ Η ροή των δεδομένων στο σύστημα επικοινωνίας και ως προς τις δύο κατευθύνσεις είναι εύρωστη και αξιόπιστη καθώς δεν παρατηρούνται χαμένα ή κατεστραμμένα πακέτα δεδομένων.
- ✓ Η χρήση του PID ελεγκτή και η επιλογή των κερδών που παρατίθενται παραπάνω κρίθηκε ικανοποιητική, καθώς η κίνηση των ρομπότ είναι ομαλή με εξαιρετικά μικρά σφάλματα.
- ✓ Σημαντική βελτίωση στην σύλληψη και μεταφορά του υφάσματος, θα αποτελέσει η τοποθέτηση στα κινητά ρομπότ μιας αρπάγης ειδικά κατασκευασμένης για διαχείριση υφασμάτων.

Μέθοδος Αναγνώρισης Κινητών Ρομπότ



Χρήση Aruco Marker τοποθετημένου στο πίσω μέρος του κινητού ρομπότ για την αναγνώριση της θέσης και του προσανατολισμού



Εικόνα 1. Υπολογισμός θέσης και προσανατολισμού κινητού ρομπότ

Εξίσωση υπολογισμού θέσης:

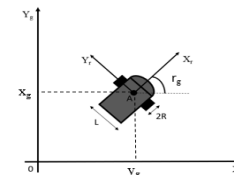
$$x_B = (x1+x2)/2$$

$$y_B = (y1+y2)/2$$

Εξίσωση υπολογισμού προσανατολισμού:

$$r_g = atan2((y2-y1), (x2-x1))$$

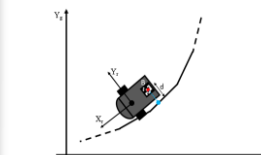
Έλεγχος Κίνησης



Εικόνα 3. Συστήματα συντεταγμένων βάση των οποίων γίνεται η ανάλυση του κινηματικού προβλήματος

Λύση αντίστροφου κινηματικού προβλήματος:

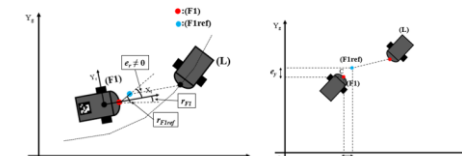
$$\begin{bmatrix} u_r \\ u_l \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{R} & \frac{L}{2R} \\ \frac{1}{R} & -\frac{L}{2R} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v \\ \omega \end{bmatrix}$$



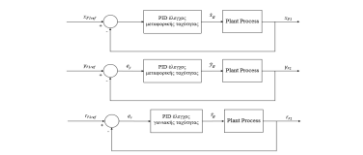
Εικόνα 4. Απόσταση (d) Ηγέτη – τροχιάς



Διάγραμμα 2. Δομικό διάγραμμα ελέγχου της κίνησης ηγέτη



Εικόνα 5. Σφάλματα θέσης και προσανατολισμού ακολούθων



Διάγραμμα 3. Δομικό διάγραμμα ελέγχου της κίνησης ακολούθων

Πειράματα

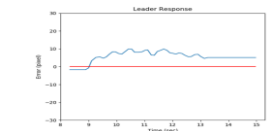
➤ Προδιαγραφές υφασμάτων προς μετακίνηση

Σχήμα υφάσματος	Ελάχιστη διάσταση (cm)	Μέγιστη διάσταση (cm)
Τετραγωνικό (μήκος, πλάτος)	40, 10	80, 40
Τριγωνικό (βάση, ύψος)	40, 10	80, 40
Κυκλικό (ακτίνα)	5	25

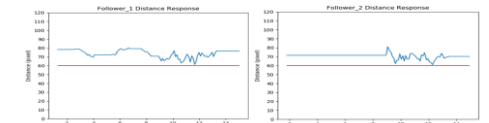
➤ Κέρδη PID ελεγκτή

Κέρδη/Ιδιότητα Ρομπότ	Ηγέτης	Ακόλουθοι		
	Γωνιακή ταχύτητα ($\dot{\theta}_i$)	Μεταφορική ταχύτητα ($\dot{x}_i$)	Μεταφορική ταχύτητα ($\dot{y}_i$)	Γωνιακή ταχύτητα ($\dot{\theta}_i$)
P	0,022	0,25	0,25	0,27
I	0,003	0	0	0,15
D	0,0045	0	0	0

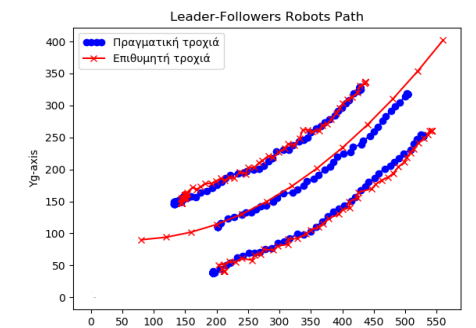
Πειράματα με χρήση 3 κινητών ρομπότ:



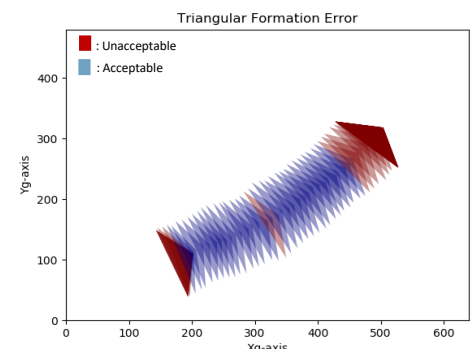
Εικόνα 6. Απόκριση ηγέτη



Εικόνα 7. Απόκριση θέσης ακολούθων



Εικόνα 8. Επιθυμητή και Πραγματική τροχιά κινητών ρομπότ στο επίπεδο Xg-Yg



Εικόνα 9. Σφάλμα τριγωνικής διάταξης