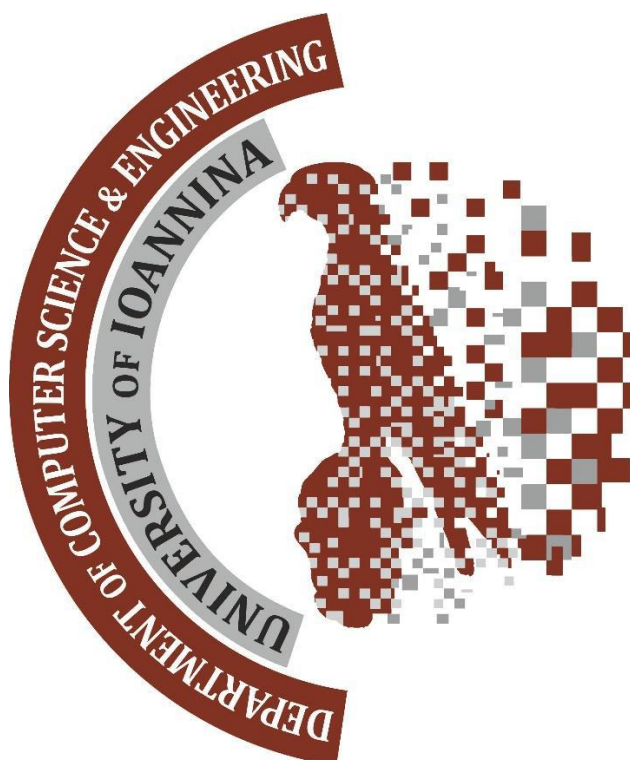


Τμήμα Μηχανικών Η/Υ & Πληροφορικής

Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Αναφορά Εργασίας

Ρομποτική



Ομάδα :

- Γεωργάκης Βασίλειος Α.Μ. : 3197
- Αριστοτέλης Γκούβας Α.Μ. : 4009
- Μπουκουβάλας Μιχάλης Α.Μ. : 3293

Σύντομη περιγραφή της εργασίας

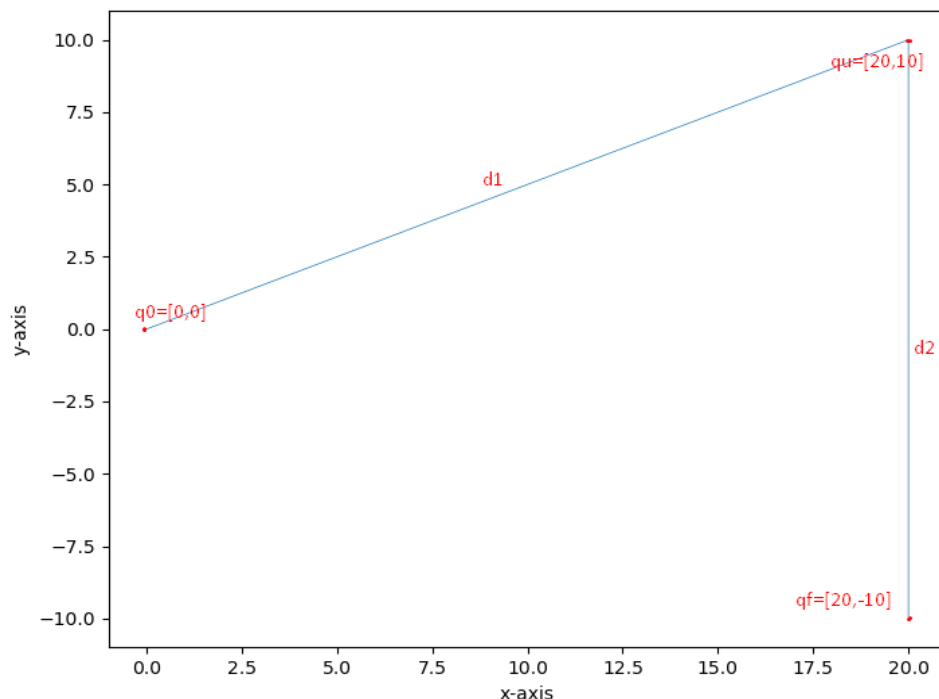
Στόχος της εργασίας είναι η κίνηση του τροχοφόρου ρομπότ TurtleBot3 σε περιβάλλον προσομοίωσης. Η κίνηση αυτή βασίζεται στον σχεδιασμό τροχιάς που πραγματοποιείται από την ομάδα, αρχικά με χρήση της μεθόδου: Κυβικά πολυώνυμα και σχεδιασμό αυτής στο χαρτί. Ύστερα κάνοντας χρήση της pythοn και του λογισμικού Ros-Noetic έχουμε την δημιουργία ενός αρχείου κώδικα που προσομοιώνει αυτή την κίνηση στο περιβάλλον προσομοίωσης Gazebo.

Σχεδιασμός τροχιάς του ρομπότ

Για τον υπολογισμό των σημείων της τροχιάς που θα ακολουθήσει το ρομπότ, σύμφωνα με την εκφώνηση της εργασίας, επιλέγουμε το μεγαλύτερο Α.Μ. της ομάδας το οποίο είναι το 4009.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 1 της εκφώνησης τα σημεία είναι:

- Αρχική θέση και προσανατολισμός : $q_0 = [x_0 \ y_0 \ z_0]^T = [0m \ 0m \ 0rad]^T$
- Ενδιάμεση θέση : $q_u = [x_u \ y_u \ z_u]^T = [20m \ 10m \ \phi_1 \ rad]^T$
- Τελική θέση και προσανατολισμός : $q_f = [x_f \ y_f \ z_f]^T = [20m \ -10m \ 2.0045rad]^T$



Διάγραμμα 1.

Από το Διάγραμμα 1 βρίσκουμε τα παρακάτω:

- Απόσταση από q_0 σε q_u : $d_1 = 22.36\text{m}$
- Απόσταση από q_u σε q_f : $d_2 = 20\text{m}$
- Γωνία της ευθείας d_1 με τον άξονα x δηλαδή ο προσανατολισμός που πρέπει να έχει το ρομπότ για να πάει από το αρχικό σημείο q_0 στο ενδιάμεσο σημείο q_u είναι $\phi_1 = 25.62^\circ = 0.4473 \text{ rad}$.
- Γωνία της επέκτασης d_1 με την d_2 δηλαδή ο προσανατολισμός που πρέπει να έχει το ρομπότ για να πάει από το ενδιάμεσο σημείο q_u στο τελικό σημείο q_f είναι $\phi = 115.62^\circ = 2.0179 \text{ rad}$.
- Γωνία τελικής περιστροφής για να επιτύχουμε τον τελικό προσανατολισμό του ρομπότ $\phi = 204.84^\circ = 3.5751 \text{ rad}$.

Η μέθοδος που χρησιμοποιούμε είναι τα κυβικά πολυώνυμα, επομένως οι εξισώσεις που χρησιμοποιούμε είναι:

- $\Theta(t) = \alpha_0 + \alpha_1 t + \alpha_2 t^2 + \alpha_3 t^3$
- $\Theta'(t) = \alpha_1 + 2\alpha_2 t + 3\alpha_3 t^2$
- $\Theta''(t) = 2\alpha_2 + 6\alpha_3 t$

Με

- $\alpha_0 = q_0$
- $\alpha_1 = \Theta'_0$
- $\alpha_2 = \frac{3}{t_f^3}(\Theta_f - \Theta_0) - \frac{2}{t_f} \Theta'_0 - \frac{1}{t_f} \Theta'_f$
- $\alpha_3 = -\frac{2}{t_f^3}(\Theta_f - \Theta_0) + \frac{1}{t_f}(\Theta'_0 - \Theta'_f)$

Σύμφωνα με την εκφώνηση οι ταχύτητες στο αρχικό, ενδιάμεσο και τελικό σημείο είναι 0 επομένως έχουμε :

$$\Theta'(t) = \frac{6}{t_f^2}(\Theta_f - \Theta_0) \cdot t - \frac{6}{t_f^3}(\Theta_f - \Theta_0) \cdot t^2 \quad (1)$$

$$\Theta''(t) = \frac{6}{t_f^2}(\Theta_f - \Theta_0) - \frac{12}{t_f^3}(\Theta_f - \Theta_0) \cdot t \quad (2)$$

Οι κινήσεις που θα ακολουθήσει το ρομπότ είναι :

1η περιστροφή : Από $\phi_0 = 0^\circ$ σε $\phi_1 = 25.62^\circ$ έχουμε απόσταση $d\phi_{01} = 25.62^\circ$

Για την γωνιακή επιτάχυνση στο τμήμα 01 έχουμε :

Θέτουμε $\theta''_{01} = 25 \text{deg/sec}^2$ (με περιστροφή αντίθετη του ρολογιού)

Θέτουμε τον συνολικό χρόνο της 1ης περιστροφικής κίνησης $td\phi_{01} = 2 \text{ sec}$.

Από την σχέση (2) προκύπτει ότι $ta_{11} = 0.349 \text{ sec}$ το οποίο θα είναι ίδιο και για την επιτάχυνση και για την επιβράδυνση . Ο χρόνος της ομαλής κίνησης είναι $t_{01} = td\phi_{01} - 2ta_{11} = 1.302 \text{ sec}$. Οπότε από τη σχέση (1) η ταχύτητα είναι 17.46 deg/sec .

1η γραμμική : Από $q_0 = [0,0]$ σε $q_u = [20,10]$ έχουμε απόσταση $d1 = 22.36\text{m}$

Για την γωνιακή επιτάχυνση στο τμήμα ου έχουμε :

Θέτουμε $\theta''_{ou} = 0.005\text{m/sec}^2$

Θέτουμε τον συνολικό χρόνο της 1ης γραμμικής κίνησης $tdou = 115 \text{ sec}$.

Από την σχέση (2) προκύπτει ότι $ta_{12} = 1.552 \text{ sec}$ το οποίο θα είναι ίδιο και για την επιτάχυνση και για την επιβράδυνση . Ο χρόνος της ομαλής κίνησης είναι $t_{ou} = tdou - 2ta_{12} = 111.896 \text{ sec}$. Οπότε από τη σχέση (1) η ταχύτητα είναι 0.16m/sec .

2η περιστροφή : Από $\phi_1 = 25.62^\circ$ σε $\phi_2 = 115.62^\circ$ έχουμε απόσταση $d\phi_{12} = 115.62^\circ$

Για την γωνιακή επιτάχυνση στο τμήμα 12 έχουμε :

Θέτουμε $\theta''_{12} = 25 \text{deg/sec}^2$ (με περιστροφή αντίθετη του ρολογιού)

Θέτουμε τον συνολικό χρόνο της 1ης περιστροφικής κίνησης $td\phi_{12} = 4 \text{ sec}$.

Από την σχέση (2) προκύπτει ότι $ta_{21} = 0.385 \text{ sec}$ το οποίο θα είναι ίδιο και για την επιτάχυνση και για την επιβράδυνση . Ο χρόνος της ομαλής κίνησης είναι $t_{12} = td\phi_{12} - 2ta_{21} = 3.284 \text{ sec}$. Οπότε από τη σχέση (1) η ταχύτητα είναι 26.95 deg/sec .

2η γραμμική : Από $q_0 = [20,10]$ σε $q_u = [20,-10]$ έχουμε απόσταση $d2 = 20\text{m}$

Για την γωνιακή επιτάχυνση στο τμήμα uf έχουμε :

Θέτουμε $\theta''_{uf} = 0.002\text{m/sec}^2$

Θέτουμε τον συνολικό χρόνο της 1ης γραμμικής κίνησης $td_{uf} = 105 \text{ sec}$.

Από την σχέση (2) προκύπτει ότι $ta_{22} = 42.85 \text{ sec}$ το οποίο θα είναι ίδιο και για την επιτάχυνση και για την επιβράδυνση . Ο χρόνος της ομαλής κίνησης είναι $t_{uf} = td_{uf} - 2ta_{22} = 19.3 \text{ sec}$. Οπότε από τη σχέση (1) η ταχύτητα είναι 0.17m/sec .

3η περιστροφή : Από $\phi_1 = 270^\circ$ σε $\phi_2 = 114.85^\circ$ έχουμε απόσταση $d\phi_{23} = 204.84^\circ$

Για την γωνιακή επιτάχυνση στο τμήμα 23 έχουμε :

Θέτουμε $\theta''_{23} = 25 \text{ deg/sec}^2$ (με περιστροφή αντίθετη του ρολογιού)

Θέτουμε τον συνολικό χρόνο της 1ης περιστροφικής κίνησης $t_{d\phi_{23}} = 6 \text{ sec}$.

Από την σχέση (2) προκύπτει ότι $t_{a31} = 0.363 \text{ sec}$ το οποίο θα είναι ίδιο και για την επιτάχυνση και για την επιβράδυνση . Ο χρόνος της ομαλής κίνησης είναι $t_{23} = t_{d\phi_{23}} - 2t_{a31} = 5.274 \text{ sec}$. Οπότε από τη σχέση (1) η ταχύτητα είναι 21.78 deg/sec .

Ακολουθούν πίνακες για τις τιμές όλων των κινήσεων.

Αναλυτικός πίνακας τιμών για τις 3 περιστροφικές κινήσεις:

Περιστροφικές κινήσεις.

Περιστροφική Κίνηση	Τμήμα 01	Τμήμα 12	Τμήμα 23
Επιτάχυνση/Επιβράδυνση	$\theta''_{01} = 25 \text{ deg/sec}^2$	$\theta''_{12} = 35 \text{ deg/sec}^2$	$\theta''_{23} = 30 \text{ deg/sec}^2$
Συνολικός Χρόνος	$t_{d\phi_{01}} = 2 \text{ sec}$	$t_{d\phi_{12}} = 4 \text{ sec}$	$t_{d\phi_{23}} = 6 \text{ sec}$
Χρόνος Επιτάχυνσης/Επιβράδυνσης	$t_{a11} = 0.349 \text{ sec}$	$t_{a21} = 0.385 \text{ sec}$	$t_{a31} = 0.363 \text{ sec}$
Γωνιακή ταχύτητα	$\theta'_{01} = 17.46 \text{ deg/sec}$	$\theta'_{12} = 26.95 \text{ deg/sec}$	$\theta'_{23} = 21.78 \text{ deg/sec}$
Χρόνος ομαλής κίνησης	$t_{01} = 1.302 \text{ sec}$	$t_{12} = 3.284 \text{ sec}$	$t_{23} = 5.274 \text{ sec}$

Αναλυτικός πίνακας τιμών για τις 2 γραμμικές κινήσεις:

Γραμμικές κινήσεις.

Γραμμική Κίνηση	Τμήμα ου	Τμήμα uf
Επιτάχυνση/Επιβράδυνση	$\theta''_{ou}=0.005\text{m/sec}^2$	$\theta''_{uf} = 0.002\text{m/sec}^2$
Συνολικός Χρόνος	$t_{dou} = 115 \text{ sec}$	$t_{duf} = 105 \text{ sec}$
Χρόνος Επιτάχυνσης/Επιβράδυνσης	$t_{a12} = 1.552 \text{ sec}$	$t_{a22} = 42.85 \text{ sec}$
Γραμμική ταχύτητα	$\theta'_{ou} = 0.16\text{m/sec}$	$\theta'_{uf} = 0.17\text{m/sec}$
Χρόνος ομαλής κίνησης	$t_{ou} = 111.84 \text{ sec}$	$t_{uf} = 19.3 \text{ sec}$

Στη συνέχεια είναι οι γραφικές παραστάσεις των ταχυτήτων και επιταχύνσεων που περιγράψαμε παραπάνω.

