



Μάθημα: **ΜΥΕ031-Ρομποτική**

Ακαδημαϊκό έτος: 2021-2022

Διδάσκων: Κ. Βλάχος

Ημερομηνία παράδοσης: **10 Ιουνίου 2022** (μπορεί να αλλάξει, ανάλογα με το πρόγραμμα εξετάσεων)

Εργασία

Ο στόχος είναι ο σχεδιασμός επιθυμητών τροχιών και ο προγραμματισμός της κίνησης ενός τροχοφόρου ρομπότ (Pioneer 3-DX, δες Σχήμα 1) σε περιβάλλον προσομοίωσης. Το περιβάλλον προσομοίωσης, θα δημιουργηθεί με την χρήση των λογισμικών πακέτων ROS, RViz ή/και Gazebo.



Σχήμα 1: Το τροχοφόρο ρομπότ Pioneer 3-DX

1. Εγκαταστήστε τα απαραίτητα πακέτα, τα οποία περιέχουν το μοντέλο προσομοίωσης, το πρωτόκολλα επικοινωνίας με το ρομπότ και γενικά ότι χρειάζεται για την προσομοίωση του ρομπότ στο ROS. Υπάρχουν διάφορα πακέτα προσομοίωσης του Pioneer 3-DX. Προτείνω να επιλέξετε μια από τις παρακάτω δυνατότητες:

(α') Εγκατάσταση των απαραίτητων πακέτων με την εντολή

```
sudo apt-get install ros-noetic-p2os-driver ros-noetic-p2os-teleop ros-  
-noetic-p2os-launch ros-noetic-p2os-urdf
```

Αν οι παραπάνω εντολές (υποθέτοντας ότι έχετε εγκαταστήσει την έκδοση noetic) έχουν εκτελεσθεί χωρίς σφάλματα, μπορείτε να δείτε το ρομπότ στο Gazebo με την εντολή

```
roslaunch p2os_urdf pioneer3dx.gazebo.launch
```



(β') Χρήση του πακέτου από

<https://github.com/BruceChanJianLe/p3dx>

Εκτελέστε τις παρακάτω εντολές στο **Terminal** (ενεργήστε ανάλογα με το τι όνομα έχετε δώσει στον σχετικό φάκελο):

```
$ cd ~/catkin_ws/src/  
$ git clone https://github.com/BruceChanJianLe/p3dx.git  
$ cd ..  
$ catkin_make
```

Αν οι παραπάνω εντολές έχουν εκτελεσθεί χωρίς σφάλματα, μπορείτε να δείτε το ρομπότ στο Gazebo με την εντολή

`roslaunch p3dx_gazebo p3dx_empty_world.launch`



Όποια δυνατότητα και αν επιλέξετε, βεβαιωθείτε ότι μπορείτε να κινήσετε το ρομπότ δίνοντας εντολές ταχύτητας μέσω του topic `*/cmd_vel` (ίσως υπάρχουν περισσότερα από ένα). Η θέση και ο προσανατολισμός του, καθώς και η ταχύτητά του, υπάρχουν στο topic `*/odom`.

Προσοχή : Ενώ υπάρχουν πολλά έτοιμα προγράμματα οδήγησης και ελέγχου του ρομπότ (το ROS δίνει αρκετές δυνατότητες), η εργασία θα υλοποιηθεί δίνοντας εντολές ταχύτητας στο ρομπότ μέσω του topic `cmd_vel` **αποκλειστικά**. Ο λόγος είναι ότι θα πρέπει εσείς να σχεδιάσετε και να γράψετε τον κώδικα κίνησης του ρομπότ. **Έτοιμοι controllers δεν γίνονται δεκτοί**.

2. Σχεδιάστε την τροχιά του ρομπότ, έτσι ώστε να ξεκινά από κάποια αρχική θέση και προσανατολισμό, να φτάνει σε μια ενδιάμεση θέση και να σταματά, και στη συνέχεια να συνεχίζει προς κάποια τελική θέση και προσανατολισμό. Χρησιμοποιήστε μια μέθοδο και αντίστοιχες παραμέτρους, σύμφωνα με τον Πίνακα 1 (όπου AM, εννοείται ο **μεγαλύτερος** της ομάδας). Επιλέξτε τη διάρκεια κάθε τμήματος, έτσι ώστε η ταχύτητα να μην υπερβαίνει την μέγιστη τιμή της.
3. Γράψτε πρόγραμμα, το οποίο να κινεί το ρομπότ σύμφωνα με την τροχιά που έχετε σχεδιάσει. Στον κώδικα που θα γράψετε, η κίνηση του ρομπότ θα υλοποιείται δίνοντας απευθείας εντολές ταχύτητας στο ρομπότ μέσω του topic `cmd_vel`. **Καμιά άλλη μέθοδος δεν θα γίνει δεκτή**.
Εκτυπώστε στην οθόνη του υπολογιστή τις επιθυμητές τροχιές θέσης και ταχύτητας που σχεδιάσατε, καθώς και αυτές που πραγματοποίησε το ρομπότ. Δοκιμάστε με διάφορα σημεία για να εξετάσετε την ορθότητα του κώδικα
4. Με την χρήση `turnin` (σύντομα θα υπάρξουν οδηγίες), θα παραδώσετε το πακέτο με όλους τους κώδικες ώστε να μπορεί να εκτελεστεί, καθώς και ένα αρχείο pdf με τις επιθυμητές τροχιές θέσης και ταχύτητας που σχεδιάσατε, καθώς και αυτές που πραγματοποίησε το ρομπότ. Τα διαγράμματα πρέπει να περιγράφονται αναλυτικά.
5. Όποιος θέλει, ύστερα από συνεννόηση με τον διδάσκοντα, μπορεί να εκτελέσει το πρόγραμμα που έχει αναπτύξει σε πραγματικό ρομπότ που υπάρχει στο εργαστήριο Ρομποτικής. **(Προαιρετικά)**

Για οποιαδήποτε απορία, επικοινωνήστε μαζί μου.



Πίνακας 1: Μέθοδοι και παράμετροι σχεδιασμού τροχιάς.

Μέθοδος/Παράμετρος	Τιμή
Κυβικά πολυώνυμα	Περιττός AM (ο μεγαλύτερος της ομάδας)
Γραμμικές συναρτήσεις με παραβολικά τμήματα	Άρτιος AM (ο μεγαλύτερος της ομάδας)
Αρχική θέση και προσανατολισμός	$\mathbf{q}_0 = \begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \\ \vartheta_0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \text{ m} \\ 0 \text{ m} \\ 0 \text{ rad} \end{bmatrix}$
Ενδιάμεση θέση	$\mathbf{q}_v = \begin{bmatrix} x_v \\ y_v \\ \vartheta_v \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{round}\left(\frac{AM}{200}\right) \text{ m} \\ \text{round}\left(\frac{AM/2}{200}\right) \text{ m} \\ \text{n/a} \end{bmatrix}$
Τελική θέση και προσανατολισμός	$\mathbf{q}_f = \begin{bmatrix} x_f \\ y_f \\ \vartheta_f \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{round}\left(\frac{AM}{200}\right) \text{ m} \\ -\text{round}\left(\frac{AM/2}{200}\right) \text{ m} \\ \left(\frac{AM/2}{1000}\right) \text{ rad} \end{bmatrix}$
Μέγιστη γραμμική ταχύτητα	0.2 m/s
Μέγιστη γωνιακή ταχύτητα	40°/s