



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧ/ΚΩΝ & ΜΗΧ/ΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ

Μάθημα: "Ρομποτική ΙΙ: Ευφυή Ρομποτικά Συστήματα"

(8^ο εξάμηνο, Ακαδ. Έτος: 2024-25)

Διδάσκων: Κων/νος Τζαφέστας

Μεταπτ. Συνεργάτης: Παρασκευάς Οικονόμου

Εξαμηνιαία Εργασία 2 (Μέρος Β):

Εκτίμηση θέσης και προσανατολισμού κινούμενου ρομπότ σε γνωστό χάρτη (Mobile robots: Localization)

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΡΟΜΠΟΤ

A. Το ρομπότ

Η ρομποτική διάταξη διαφορικής οδήγησης (differential drive), που αναπτύχθηκε σε περιβάλλον προσομοίωσης για τις ανάγκες της 2^{ης} εξαμηνιαίας εργασίας, εξοπλίστηκε καταλλήλως με τους ακόλουθους αισθητήρες: (1) 5 αισθητήρες υπερήχων σόναρ, οι οποίοι μετρούν απόσταση από εμπόδια, με μέγιστη δυνατότητα μέτρησης τα 2m, και θόρυβο που ακολουθεί **κανονική κατανομή με τυπική απόκλιση 0.01m**, καθώς και (2) ένα IMU (Inertial Measurement Unit) 9 βαθμών ελευθερίας, το οποίο μετράει στροφικές ταχύτητες, γραμμικές επιταχύνσεις, καθώς και περιστροφή γύρω από κάθε άξονα, με θόρυβο μέτρησης που ακολουθεί **κανονική κατανομή με τυπική απόκλιση 0.002m/s², 0.002rad/s, και 0.002rad**, αντιστοίχως.

Επισημαίνεται ότι, πληροφορίες σχετικές με τα φυσικά χαρακτηριστικά (μεγέθη, κλπ.) της συγκεκριμένης ρομποτικής διάταξης μπορούν να αντληθούν από την εκφώνηση του μέρους Α' της παρούσας εξαμηνιαίας εργασίας.

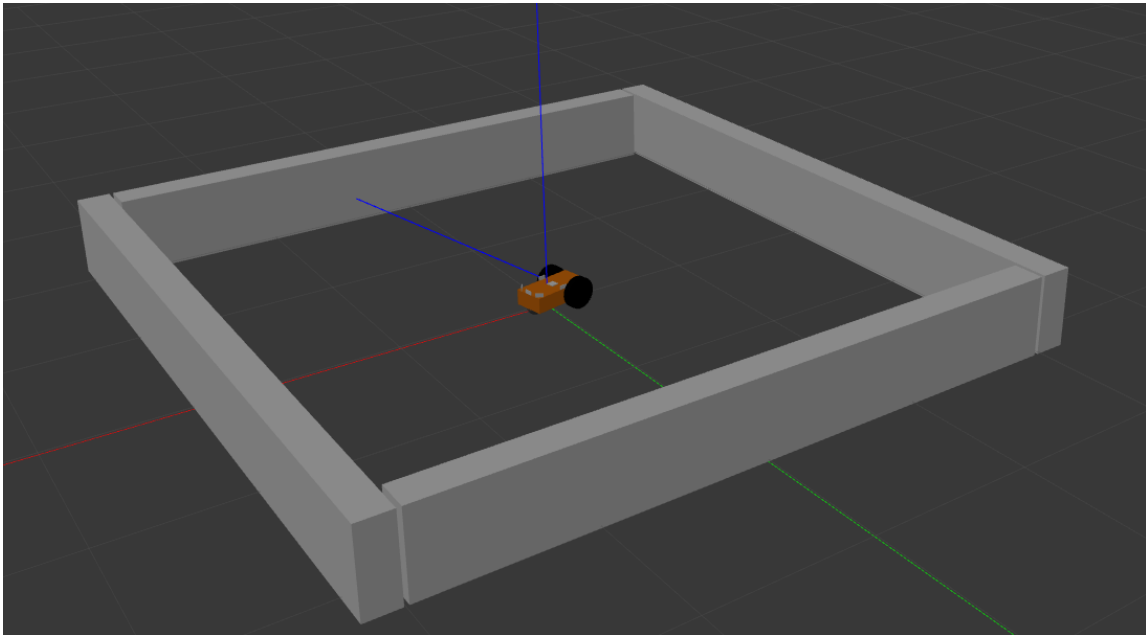
ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ

Στόχος της εργασίας είναι η υλοποίηση ενός αλγορίθμου για την εκτίμηση της θέσης και του προσανατολισμού του κινούμενου ρομπότ, το οποίο περιγράφηκε παραπάνω, μέσα σε ένα χώρο γνωστών διαστάσεων (4m x 4m) ο οποίος φαίνεται στην **Εικόνα 1**. Το ρομπότ θα εκτελεί τυχαία κίνηση περιπλάνησης (και αποφυγής εμποδίων-τοιχών) στον χώρο για χρονική διάρκεια τριών (3) λεπτών. Καλείστε να υλοποιήσετε έναν αλγόριθμο εκτίμησης θέσης και προσανατολισμού (*localization*) σε κάθε χρονικό βήμα της κίνησης, βασιζόμενο στην υλοποίηση ενός Επεκταμένου Φίλτρου Kalman (*Extended Kalman Filter*), κάνοντας χρήση του μοντέλου κίνησης διαφορικής οδήγησης με σύμμιξη αισθητηριακών πληροφοριών (*sonars, IMU*).

Η αρχική διάταξη του ρομπότ θα αρχίζει από την θέση $(x,y) = (0,0)$, η οποία θεωρείται ότι βρίσκεται στο κέντρο του χώρου κίνησης (στο μεσοδιάστημα της απόστασης μεταξύ των τοίχων που συνθέτουν την διάταξη του χώρου κίνησης). Κάθε ομάδα προτού εκτελέσει τον αλγόριθμο καλείται να μεταβάλλει τον αρχικό προσανατολισμό του ρομπότ ακολουθώντας τη διαδικασία που έχει περιγραφεί στην εκφώνηση του Μέρους Α' της εργασίας, μεταβάλλοντας το αρχείο *mymobibot_world_loc.launch*.

A. Θεωρητική Ανάλυση

Να περιγραφεί αναλυτικά ένας τρόπος εφαρμογής της θεωρητικής μεθοδολογίας για την εκτίμηση θέσης και προσανατολισμού του αυτοκινούμενου ρομπότ με χρήση των διαθέσιμων αισθητηριακών εισόδων.



Εικόνα 1 - The robot surrounded by walls (in Gazebo)

Β. Προσομοίωση

Να υλοποιηθεί η μέθοδος αυτή για το συγκεκριμένο πρόβλημα, και να γίνει η προσομοίωσή της. Εκτός της απεικόνισης του ρομπότ κατά την εκτέλεση της απαιτούμενης εργασίας, να γίνει καταγραφή στο χρόνο διαφόρων άλλων μεταβλητών τις οποίες κρίνετε σημαντικές για την καλύτερη αποτύπωση, επεξήγηση και αξιολόγηση της λειτουργίας του αλγορίθμου (όπως μετρήσεις ορισμένων αισθητήρων, ταχύτητες, κλπ.) ο σχολιασμός των οποίων θα γίνει εντός της αναφοράς.

ΠΑΡΑΔΟΤΕΑ

Να παραδοθούν (σε ένα αρχείο .zip):

- (α) Αναφορά (PDF) με τη θεωρητική ανάλυση του προβλήματος και της μεθοδολογίας ελέγχου, καθώς και επεξήγηση των διαγραμμάτων εξόδου της προσομοίωσης
- (β) το πακέτο ROS που υλοποιήθηκε.

Σημείωση: Για οποιαδήποτε απορία απευθυνθείτε στο σχετικό φόρουμ που υπάρχει στη σελίδα του μαθήματος στο <https://helios.ntua.gr/>, αφού πρώτα αναζητήσετε στο αρχείο προηγούμενων ετών ενδεχόμενη απάντηση/λύση στο πρόβλημά σας.

Η αποστολή των εργασιών γίνεται αποκλειστικά μέσω του **helios**.

Μεταπτυχιακοί Συνεργάτες:

- Πάρης Οικονόμου oikonpar@mail.ntua.gr