

انجام این تمرین به صورت انفرادی می باشد

## هدف از انجام این تمرین

هدف این تمرین مرور مطالب آموخته شده مرتبط با سنسور و تعامل اولیه ربات با محیط می باشد. در بخش عملی این تمرین، شما علاوه بر topic از مفهوم سرویس در ros استفاده خواهید کرد و با کمک سنسور LiDAR و با الگوریتم wall following ربات را در محیط حرکت می دهید.

## بخش های تئوری

۱. دو نمونه از سنسور های active و دو نمونه از سنسور های passive نام ببرید. آیا GPS یک سنسور active است یا passive؟ جواب خود را تشریح کنید. (۵ امتیاز)

۲. برای مکان یابی در داخل ساختمان کدام یک از سنسورهای زیر کارایی مناسبی ندارد؟ گزینه صحیح را انتخاب و دلیل را شرح دهید. (۵ امتیاز)

GPS

IMU

Odometry

Wireless Beacon

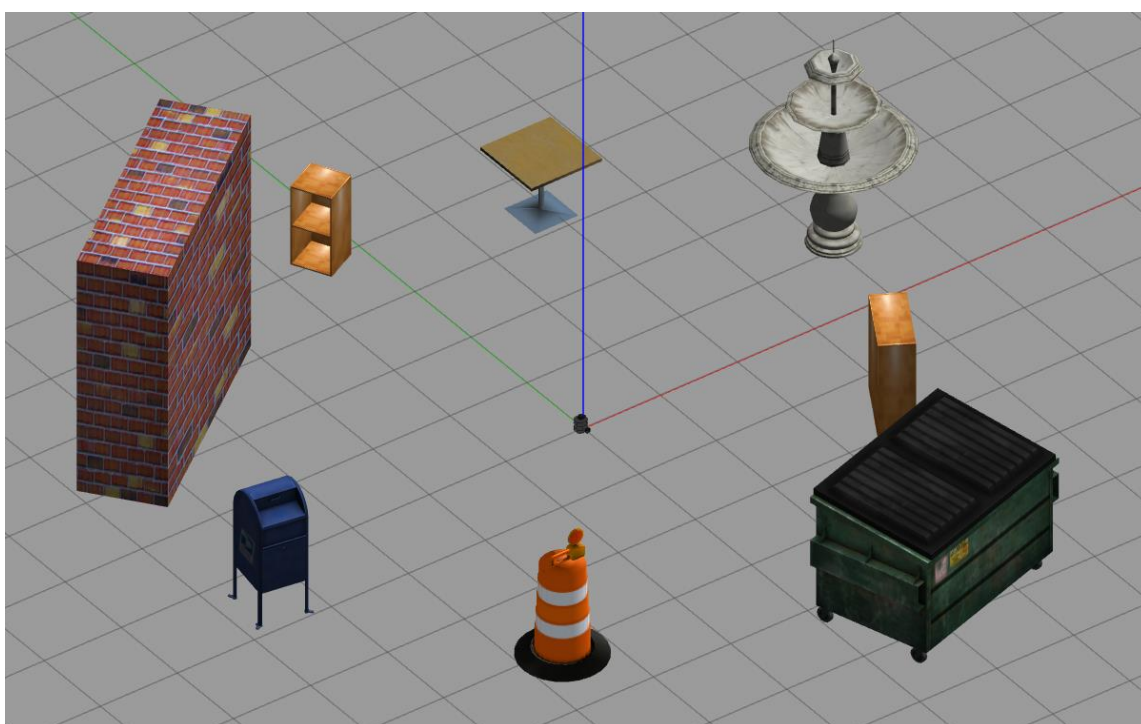
۳. در ناوبری کور (dead reckoning) برای تشخیص heading چه سنسوری و چگونه مورد استفاده قرار می گیرد؟ (۵ امتیاز)

۴. قطب نما در ناوبری کور چگونه می تواند به تشخیص heading کمک کند؟ (۵ امتیاز)

### سناریوی ۱. نزدیک ترین مانع

ابتدا ربات را در دنیای داده شده که فایل آن ضمیمه شده است (detect\_obstacles.world)، قرار دهید. در این دنیا در اطراف ربات تعدادی مانع موجود است. موقعیت مرکز و نام هر کدام از موانع در اختیار شما داده می‌شود (obstacle\_positions.txt). با استفاده از پکیج turtlebot3\_teleop و دستور اجرایی زیر شما می‌توانید ربات را با کلیدهای کیبورد در محیط حرکت دهید.

**roslaunch turtlebot3\_teleop turtlebot3\_teleop\_key.launch**



الف) (۱۰ امتیاز) در این بخش می‌بایست یک نود تشکیل دهید که بتواند فاصله ربات تا مرکز هر کدام از موانع را بیابد و سپس نزدیکترین مانع و فاصله ربات تا آن مانع را روی تاپیکای منتشر کند. بدین منظور ربات موقعیت فعلی خود را از طریق تاپیک “odom” دریافت (subscribe) می‌نماید. سپس با داشتن موقعیت فعلی و مرکز هر کدام از موانع (در فایل obstacle\_positions.txt) اقدام به محاسبه‌ی فاصله‌ی خود تا این موانع می‌نماید. در انتها کم‌ترین مقدار فاصله و نام مانع مربوطه (نزدیکترین مانع به ربات) را یافته و به صورتی پیامی بر روی تاپیک “ClosestObstacle” منتشر می‌نماید. فرمت پیام به صورت زیر باشد: (نام مانع، فاصله تا مرکز نزدیکترین مانع)

string obstacle\_name

float64 distance

توجه: اطلاعات مربوط به موانع را در هر node که نیاز بود می‌توانید بصورت دستی در خود کد وارد کنید.

ب) (۱۵ امتیاز) هدف از این بخش بازنویسی بخش الف با استفاده از سرویس‌هاست (به هندزان ۴ مراجعه کنید). ابتدا یک node دیگر ایجاد کنید. در این node یک سرویس به اسم GetDistance بسازید که به عنوان ورودی نام مانع را به صورت یک رشته دریافت کرده و در خروجی فاصله تا مرکز آن مانع را بصورت float بر می‌گرداند. حال node قسمت الف را با استفاده از این سرویس بازنویسی کنید.

ورودی سرویس:

string obstacle\_name

خروجی سرویس:

float64 distance

ج) (۱۰ امتیاز) هدف از این بخش آشنایی با سنسور LiDAR و استفاده از تاپیک LaserScan است. ابتدا نودی جدید تشکیل داده و ربات را مشابه با قسمت‌های قبل از طریق کیبورد حرکت دهید. در این نود، به صورت مداوم فاصله تا نزدیکترین مانع را از طریق تاپیک "ClosestObstacle" دریافت (subscribe) کنید. حال می‌خواهیم در صورتیکه فاصله نزدیکترین مانع تا ربات کمتر از ۱/۵ متر بود، ربات بایستد و سپس زاویه‌ای مناسب بچرخد تا مسیر حرکتش خلاف موقعیت مانع شود. بدین منظور از سنسور LiDAR استفاده می‌نماییم. این سنسور فاصله اطراف ربات را با رزولوشن یک درجه در اختیار شما قرار می‌دهد. با استفاده از این سنسور می‌خواهیم زاویه چرخش مناسب ربات برای فاصله گرفتن از نزدیکترین مانع را محاسبه کنیم. (راهنمایی: به عنوان مثال اگر کمترین مقدار فاصله متعلق به ایندکس ۳۰م آرایه‌ی ranges (خوانده شده از LiDAR) باشد، ربات باید ۱۵۰ درجه به سمت راست خود بچرخد)

## سناریوی ۲. دنبال کردن دیوار

در این سوال باید یک الگوریتم دنبال کردن دیوار (wall following) را با کمک سنسور LaserScan پیاده سازی کنید. این الگوریتم ساده برای حرکت ابتدایی در یک محیط ناشناخته مناسب می‌باشد. **بدین منظور هندزان سوم را حتما مطالعه کنید.**

بر اساس این الگوریتم، ربات همواره در کنار دیوار حرکت می‌کند. ربات می‌تواند دنبالگر دیوار راست یا چپ باشد. دنبالگر دیوار راست، در هر لحظه دیوار را در سمت راست خود می‌بیند و حرکت می‌کند. به این صورت که هنگامی که ربات مستقیم حرکت کرده و دیوار را پیدا نمود، به سمت چپ می‌پیچد تا دیوار در سمت راست آن قرار بگیرد. اگر در ادامه مسیر ربات در مقابلش به دیوار برسد، و همچنان در راست خود دیوار باشد، به چپ می‌پیچد. اما هنگامی که دیوار سمت راست پایان می‌یابد، به راست گردش می‌کند تا دوباره دیوار در سمت راست خود قرار

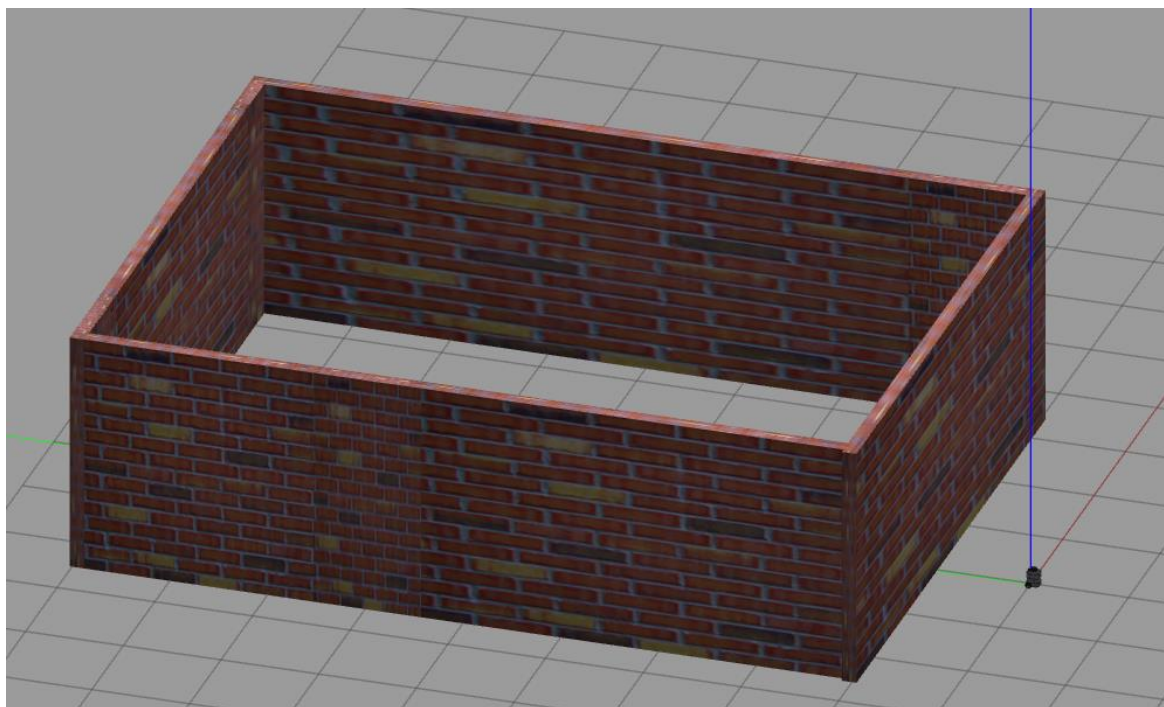
گیرد و سپس حرکت می‌کند. ربات دنبالگر چپ نیز بر خلاف این دنبالگر همواره دیوار سمت چپ خودش را دنبال می‌کند.

در این قسمت شما می‌توانید دنبالگر راست، و یا چپ را پیاده سازی نمایید. ربات همواره یک فاصله مشخصی را با دیوار حفظ کرده و آن را دنبال می‌کند. این فاصله را خودتان تعیین کنید. ربات می‌تواند با سرعت خطی حرکت داشته باشد و زمانی که نیاز به چرخش باشد، بایستد، و بچرخد. دقت کنید چرخش ربات لزوماً ۹۰ درجه نمی‌باشد و وابسته به فاصله ای که ربات با دیوار دارد می‌باشد. یعنی چرخش تا زمانی که با دیوار فاصله مشخص داشته باشد، ادامه می‌یابد.

الف) (۱۰ امتیاز) ابتدا ربات را در دنیای square.world به سمت دیوار قرار دهید. ربات باید یک مسیر مستقیم را طی کند تا به یک دیوار برسد. سپس دیوار را دنبال نماید و کل مسیر مربعی را طی کند. مسیر حرکت ربات را بر روی rviz رسم کرده و در گزارش خود، تصویری از آنرا قرار دهید.

نقطه اولیه: (صفر و صفر)

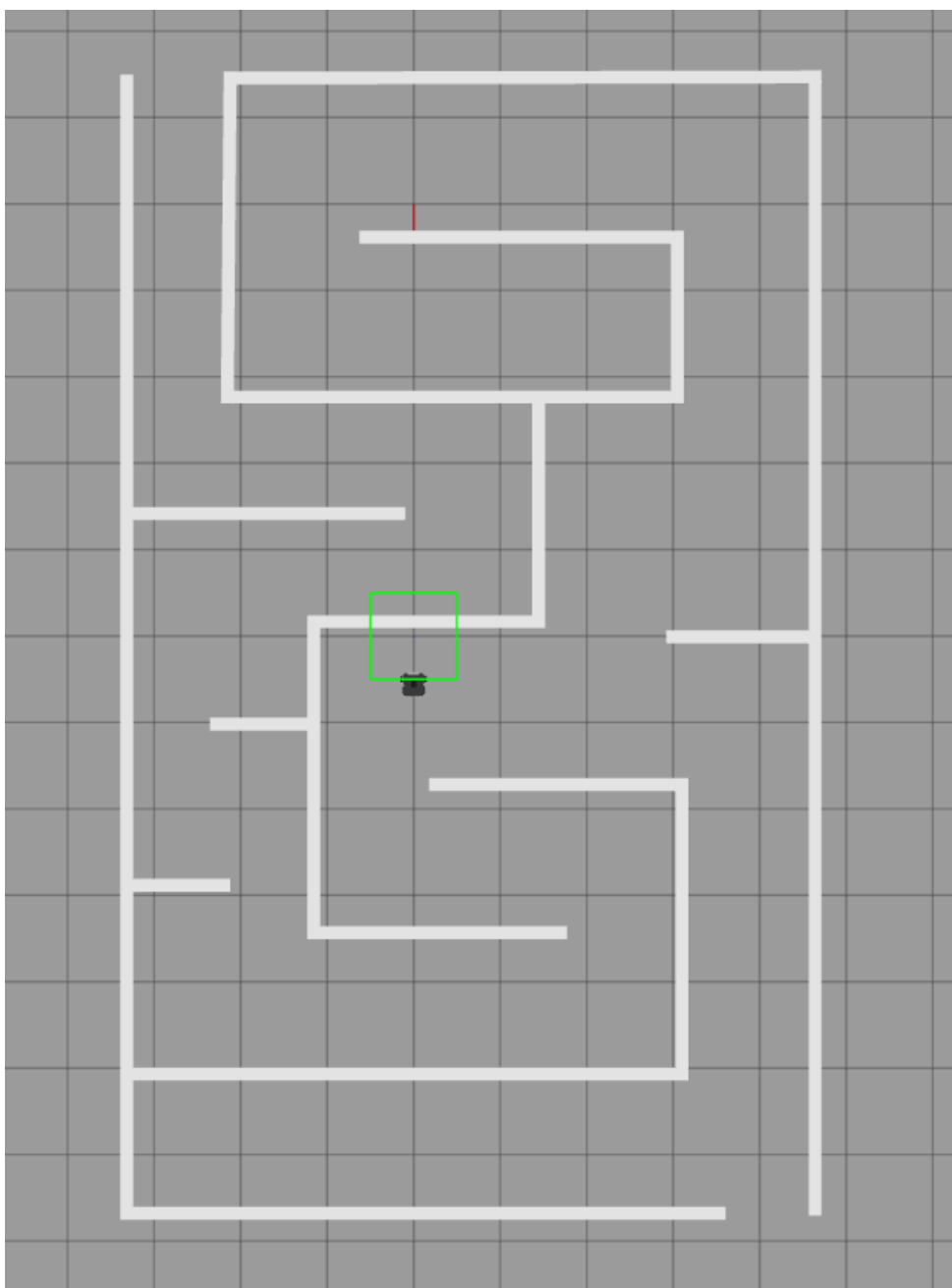
زاویه اولیه: ۹۰ درجه یعنی 1.57 rad



ب) (۱۵ امتیاز) حال دنیای maze.world را باز کنید. در این قسمت ربات شما باید با استفاده از دنبال کردن دیوار، خروجی هزار تو را پیدا کند و از آن خارج شود. ربات داخل هزار تو ظاهر می‌شود و سپس مسیر مستقیمی را طی می‌کند تا دیوار را پیدا کند. سپس همان دیوار را مانند بخش قبلی دنبال می‌کند تا هزار تو را پیمایش کند و در نهایت از یکی از خروجی‌ها خارج شود.

نقطه اولیه:  $(-0.5, 0)$

مسیر حرکت ربات را بر روی rviz رسم کرده و در گزارش خود، تصویری از آنرا قرار دهید.

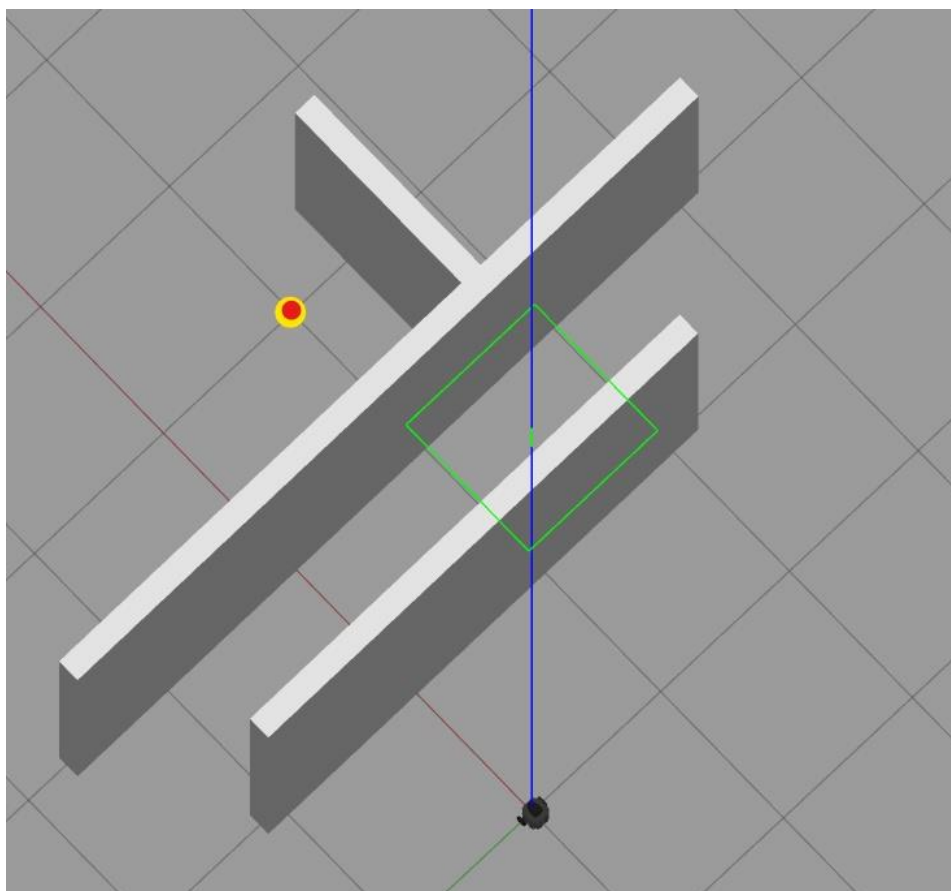


ج) (۲۰ امتیاز) در دنیای `path_to_goal.world` هدف این است که به نقطه هدف مشخص شده برسید. در مسیر حرکت موانعی موجود می‌باشد. ربات شما در ابتدا و هر زمان که ممکن بود باید به صورت مستقیم به سمت نقطه هدف حرکت کند. هنگامی که در جلوی خود مانع مشاهده نمود، ربات باید از الگوریتم دنبال کردن دیوار استفاده کند و تا زمانی که حرکت مستقیم به سمت هدف میسر نمی‌باشد، دیوار مانع را دنبال کند. این قسمت یک تفاوت اصلی با دو قسمت قبل دارد. در دو قسمت قبل، پس از یافتن دیوار توسط ربات همواره آن را دنبال می‌کند و هر زمان که دیوار تمام بشود، آنقدر به سمت دیوار می‌چرخد تا دوباره دیوار را در همان طرف خود پیدا کند. اما در این بخش، ربات تنها هنگامی که نمی‌تواند مستقیماً به سمت هدف حرکت کند، دیوار را دنبال می‌کند. در غیر این صورت، یعنی در صورتی که مانعی در مسیر حرکت ربات نباشد، ربات دیوار را رها کرده و مسیر مستقیم تا هدف را با سرعت خطی پیمایش می‌کند.

مسیر حرکت ربات را بر روی `rviz` رسم کرده و در گزارش خود، تصویری از آنرا قرار دهید.

نقطه اولیه: (صفر و صفر)

نقطه هدف: (-1, 3)



## نکات تکمیلی در باب تحویل تمرین

۱. تحویل بخش تئوری تمرین در یک فایل pdf مطابق با تمپلیت قرار گرفته در سایت کورسز و با نام‌گذاری HW3\_StudentNumber می باشد.
۲. تحلیل بخش پیاده سازی نیز مشمول گزارش فوق بوده و میبایست به تفکیک هر سناریو و در همان فایل گزارش (در قالب مربوطه) صورت گیرد.
۳. نکات نگارشی:
  - a. تحویل هر دو بخش تئوری و شبیه سازی می‌بایست در یک فایل زیپ شامل یک pdf (گزارش هر دو بخش تئوری و شبیه‌سازی) و یک پوشه Codes در سامانه صورت گیرد. گزارش شما در بخش شبیه سازی باید کامل، به همراه توضیحاتی از کد و نتیجه کسب شده و دارای اسکرین شات از تمامی بخش ها باشد.
  - b. در نهایت ۱۰ درصد از نمره‌ی هر تمرین متعلق برای رعایت نکات فوق است. توجه فرمایید که عدم رعایت حتی یکی از موارد فوق ممکن است منجر به کسر تمام امتیاز بخش نگارش شود. (لذا نکات نگارشی را مطابق با موارد مذکور رعایت فرمایید).
۴. در صورت احراز مشابهت در گزارش یا در کد توسط تدریس‌یاران، نمره هر دو فرد بدون هیچ‌گونه اغماضی -۱۰۰ لحاظ خواهد شد.
۵. استفاده از منابع و مراجع و کتابخانه‌های آماده در اینترنت به‌جز مواردی که به صراحت بر عدم امکان این استفاده ذکر می‌شود بلامانع است. تنها نکته‌ای که وجود دارد این است که دانشجویان مرجع خود را ذکر کنند.
۶. هر بخش شبیه‌سازی در قالب یک ویدیو ضبط می‌شود و در صورت گروهی بودن اعضا، هر دو عضو ملزم هستند که در همه‌ی بخش‌ها شرکت داشته و توضیح مختصری در رابطه با نحوه شبیه‌سازی و کدنویسی و نهایتاً خروجی گرفته شده به صورت مستند تصویری ارائه کنند. در صورتیکه یک عضو در یک بخش توضیح ارائه نکند، نمره‌ی فرد مذکور برای آن بخش صفر لحاظ خواهد شد.
۷. تحویل کد به همراه تمرین لازم است و در صورت تحویل ندادن کد و اکتفا به ویدیوهای ضبط شده، نمره‌ی آن بخش به طور کامل کسر می‌شود.
۸. تاریخ تحویل تمرین ۳۰ اردیبهشت ۱۴۰۱ می‌باشد و سیاست‌های تأخیر مطابق با موارد ذکر شده در شیوه‌نامه لحاظ خواهد شد. خواهشمندیم برای کسب اطلاع شیوه‌نامه‌ی آموزشی تمرینات را به طور کامل مطالعه فرمایید.
۹. در صورت وجود هرگونه ابهام یا سوال با مسئول تمرین جناب آقای ستاک و جناب آقای رحیمی از طریق ایمیل زیر در ارتباط باشید.

[mh.setak38@gmail.com](mailto:mh.setak38@gmail.com)

[arshiarahimi78@gmail.com](mailto:arshiarahimi78@gmail.com)

موفق باشید