

سوالات گروهی سری اول

لطفاً تنها موارد مطرح شده در هر سوال در گزارش ها آورده شود و از طولانی کردن بی‌مورد آن بپرهیزید. در صورت رعایت نکردن این موارد، نمره‌ی سوال را از دست خواهید داد. این تمرین دارای قسمت اراعه نمی‌باشد. در پایان باید یک گزارش به همراه ۵ ویدیو از محیط شبیه سازی ارسال کنید. نیازی به طولانی یا زیاد بودن کیفیت ویدیو ها نیست ولی باید به درستی نام‌گذاری شوند و قسمت های لازم را به طور کامل نمایش دهند. می توانید از امکان دوبرابر کردن سرعت سیمولیشن استفاده کنید.

سینماتیک ربات های دیفرانسیلی سیار:

۱- مدل سینماتیک مستقیم ربات دیفرانسیلی سیار را شبیه سازی نمایید. برای این منظور، از ربات e-puck در محیط شبیه ساز استفاده نمایید. امضای تابع‌هایی که باید شبیه سازی شوند در قسمت زیر لیست شده است: (کد توابع به همراه مستند نویسی مربوط به آن‌ها را داخل فایل متنی گزارش قرار دهید. همچنین معادلات را نیز بنویسید.)

$$\begin{bmatrix} \text{linear_velocity} \\ \text{angular_velocity} \end{bmatrix}_{\text{Robot}} = \text{Forward_Kinematic} \left(\begin{bmatrix} \text{angular_velocity_wheel_1} \\ \text{angular_velocity_wheel_2} \\ \text{chasis_length} \\ \text{wheel_radius} \end{bmatrix} \right)$$

$$\text{linear_velocity}_{\text{Global}} = \text{CCW_Rotation}(\text{linear_velocity}_{\text{Robot}}, \text{robot_heading})$$

یکی از راه‌های یافتن مکان لحظه‌ای ربات در شبیه‌ساز ویب‌اتز، اتصال یک جی پی اس بدون خطا به آن است که در هر لحظه مکان آن را در مرجع جهانی نشان می‌دهد. (استفاده از pen device شبیه‌ساز مجاز نمی‌باشد) بعد از قرار دادن توابع بالا در کنترل‌کننده‌ی ربات، با دادن ورودی‌های زیر به توابع و تنظیم سرعت موتورهای ربات بر اساس آن، نمودار حرکت ربات و نمودار جهت گیری آن را ترسیم نمایید و به گزارش اضافه نمایید. (بنابراین ۴ گروه دوتایی از نمودارها باید در گزارش قرار داده شود. هر گروه شامل یک نمودار X-Y که مسیر حرکت آن است و یک نمودار θ -t که جهت سر ربات بر حسب زمان می‌باشد از اندازه‌ی شاسی و شعاع ربات e-puck برای مقدار دهی این مقادیر استفاده نمایید، اطلاعات مربوط به آن را می‌توانید در مستندات شبیه‌ساز بیابید. (از شبیه‌سازی های انجام شده فیلم های کوتاهی بگیرید و به همراه گزارش ارسال نمایید، برای این کار حتماً دوربین شبیه‌ساز را در حالت Top View قرار دهید.)

- 1- $\dot{\phi}_1(t) = \dot{\phi}_2(t) = \text{const}$
- 2- $\dot{\phi}_1(t) = -\dot{\phi}_2(t) = \text{const}$
- 3- $\dot{\phi}_1(t) = 0, \dot{\phi}_2(t) = \text{const}$
- 4- $\dot{\phi}_1(t) < \dot{\phi}_2(t)$

۲- مدل سینماتیک معکوس ربات دیفرانسیلی سیار را بدست آورید. (کد آن را به همراه مستند نویسی مناسب در داخل فایل گزارش قرار داده شود. همچنین معادلات را نیز بنویسید.)

$$\begin{bmatrix} \text{angular_velocity_wheel_1} \\ \text{angular_velocity_wheel_2} \end{bmatrix} = \text{Inverse_Kinematic} \left(\begin{bmatrix} \text{linear_velocity} \\ \text{angular_velocity} \\ \text{chasis_length} \\ \text{wheel_radius} \end{bmatrix}_{\text{Global}} \right)$$

بعد از قرار دادن مدل بالا در کنترل‌کننده‌ی ربات خود، ورودی‌های زیر را به آن اعمال نموده و مسیر حرکت ربات را ترسیم نمایید. (مسیر حرکت ربات را در دستگاه X-Y رسم کنید و در گزارش قرار بدید)

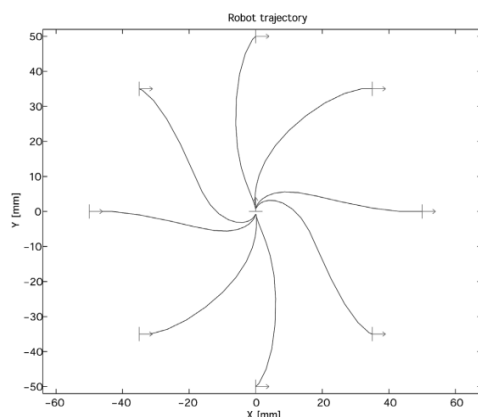
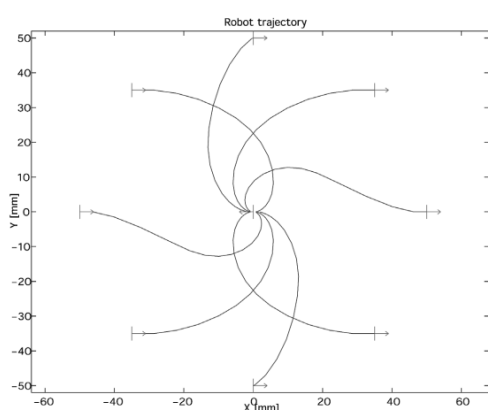
- 1- Linear_velocity = const, angular_velocity = 0, with initial heading angle
- 2- Linear_velocity = 0, angular_velocity = const, with initial heading angle

۳- سعی کنید با یافتن تابع های غیر ثابت $\dot{\phi}_1(t), \dot{\phi}_2(t)$ ، مسیر حرکت های زیر را بدست بیاورید. سپس نمودار مسیر حرکت ربات را ترسیم نمایید. توابع زیر را به کنترل کننده ربات بیفزایید. (معادلات در نظر گرفته شده که $\dot{\phi}_1(t), \dot{\phi}_2(t)$ را بر حسب زمان تعریف می کند را در گزارش قرار دهید، همچنین نمودار مسیر حرکت را به گزارش اضافه کنید. مختصات استفاده شده دلخواه است و می تواند قطبی یا دکارتی باشد)

- ربات یک دایره با شعاع R را بپیماید.
 - ربات یک چرخ ارشمیدسی را بپیماید.
 - ربات یک سهمی را بپیماید. (به حرکت سقوط آزاد توجه نمایید.)
- (برای انجام این قسمت حق استفاده از کنترل کننده ای که در سوال بعدی می سازید را ندارید!)

کنترل ربات های دیفرانسیلی سیار:

۴- با استفاده از مطالب آموخته شده در کلاس و دستگاه مختصات قطبی و در اختیار داشتن معادلات سینماتیک ربات، کنترل گر P آموزش داده شده در کتاب مرجع را که در صفحه ی ۹۲ به بعد آورده شده است پیاده سازی نمایید. نوشتن توضیحی مناسب درباره ی دستگاه مختصات جدید، ماتریس کنترل و مقدار و اندازه ی پارامترهای کنترلی در نظر گرفته شده در داخل گزارش الزامی می باشد. همچنین مسیر های قرار داده شده در شکل ۳-۲۰ کتاب مرجع را به کمک کنترل کننده طراحی شده ترسیم نمایید. (مسیر های مورد انتظار با قرمز رسم شوند و مسیر های پیموده شده با نقطه چین های آبی بر روی آن ترسیم شود. تنها دو نمودار قرار همانند شکل زیر قرار دهید.) این شکل ها مسیر تولید شده توسط کنترل کننده از نقطه ی مرکزی به نقاط روی دایره و برعکس را نشان می دهند، توجه کنید که نمودار های داده شده در ابعاد میلی متر ترسیم شده اند. (قرار دادن کد قسمت های توسعه داده شده به همراه کامنت گذاری در داخل فایل گزارش فراموش نشود.)



۵- با قراردادن توابع نوشته شده ی بالا در کنترل کننده ی ربات، یک خط مستقیم را در محیط شبیه ساز به کمک آن پیموده و نمودار مسیر حرکت آن را ترسیم نمایید. (مسیر مورد انتظار با قرمز و مسیر پیموده شده با نقطه چین های آبی در یک نمودار ترسیم شوند.) توجه کنید که طول مسیر پیموده شده لازم نیست طولانی باشد. (از شبیه سازی انجام شده فیلم کوتاهی بگیرید و به همراه گزارش ارسال نمایید، برای این کار حتما دوربین شبیه ساز را در حالت Top View قرار دهید.)

۶-تابعی بنویسید که با دریافت معادله‌ی یک مسیر در مختصات دکارتی، آن را به کمک کنترل‌کننده‌ی نوشته شده در **سوال ۳** پییماید. انتظار داریم که تابع نوشته شده بتواند مسیرهای داده شده را به صورت **piece-wise-linear** پییماید. نمودار حرکت ربات را بعد از شبیه سازی با مسیر های اولیه مقایسه کنید (صرفا آن ها را در یک نمودار رسم کنید. مسیر مورد انتظار با رنگ قرمز و مسیر پیموده شده با نقطه چین آبی از یکدیگر متمایز شده باشند). مسیرهای مورد انتظار همان مسیر های سوال سوم می باشند. برای ترسیم مسیر ها، فرض کنید که کاربر نمونه های زمانی را به شما بدهد. بنابراین باید بتوانید مسیر های سوال سوم را ابتدا بر حسب زمان پارامتری کرده و بعد از نمونه گیری آن ها را به تابع خود بدهید.

سوال امتیازی:

۷- با در اختیار داشتن معادلات حرکت ربات، می خواهیم کنترل کننده‌ی PID بسازیم که سرعت آن را کنترل نمایید. با ساختن و **tune** کردن کنترل گر بالا، نمودار سرعت زمان ربات دیفرانسیلی سیار را ترسیم نمایید. (همانند قسمت های بالا، سرعت مطلوب با قرمز و سرعت بدست آمده با کنترل کننده را با نقطه چین آبی در یک نمودار رسم نمایید.) توجه کنید که باید توابع مناسب را برای قسمت کنترل کننده قرار دهید که با استفاده از خطای سرعت های زاویه ای و خطی، مقدار مناسب برای متغیرهای کنترلی که در اینجا $\dot{\psi}_1$ و $\dot{\psi}_2$ می باشد تولید نماید. استفاده از امکانات **Simulink** در این قسمت مجاز است.

تابع های در نظر گرفته شده برای سرعت مطلوب به شرح زیر می باشند:

- $v(t) = const$
- $v(t) = periodic\ step\ fuction$