

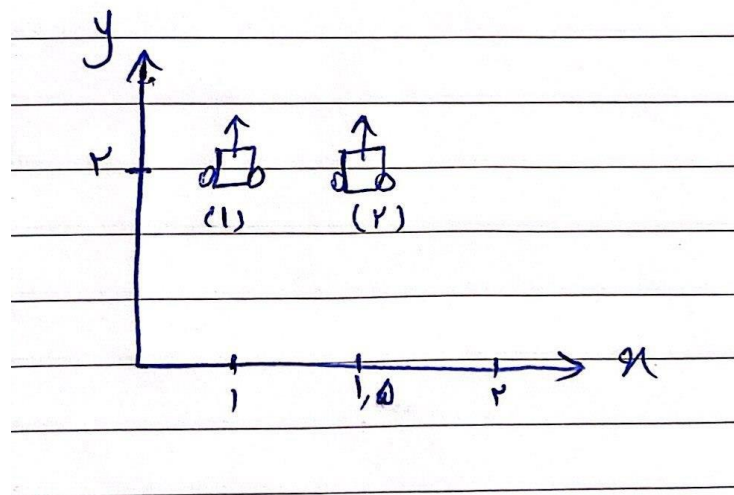
به نام خدا

تمرین سری اول درس رباتیکز

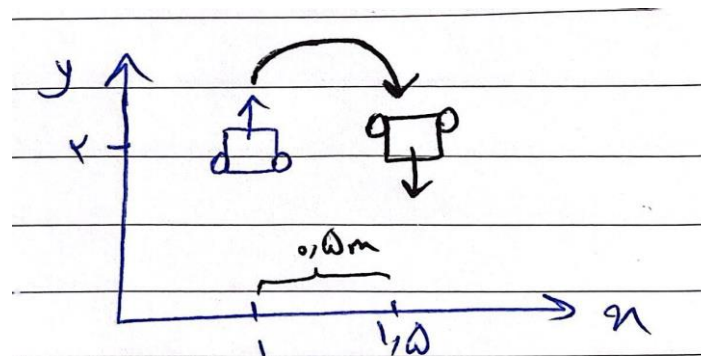
گروه ۱۲: امیررضا افتخاری - ۹۹۲۴۳۰۱۴، امیدرضا برزوئی ۹۹۲۴۳۰۲۰، آرمان غفاری ۹۹۲۴۳۰۵۶

سوال ۱:

در شکل زیر موقعیت اولیه ربات (۱) و موقعیت نهایی (۲) را مشاهده میکنیم:



۱. کمترین تعداد دستورات مورد نیاز برای رساندن ربات به موقعیت نهایی، برابر ۲ است؛ بدین شکل که ابتدا یک نیم‌دایره را به قطر ۰.۵m مطابق تصویر زیر طی مینماید:



همانطور که مشاهده میشود، پس از اجرای این دستور، جهت ربات به سمت پایین ($\frac{3\pi}{2}$) است. در دستور بعدی، ربات درجا میزند و جهت خود را به $\frac{\pi}{2}$ تغییر میدهد که همان زاویه مدنظر است.

پس در نهایت با اجرای این دو دستور، به موقعیت نهایی رسیدیم.

۲. طول کوتاه‌ترین مسیر با توجه به توضیحات بالا، برابر یک نیم‌دایره است:

$$\text{طول کوتاه‌ترین مسیر} : \frac{2\pi r}{2} = 0.25 \pi$$

۳. میتوان با سه دستور ربات را به موقعیت نهایی رساند؛ ابتدا باید جهت ربات را به گونه‌ای تغییر می‌دهیم که هم‌راستا با محور X شود:

$$\dot{\xi}_R = \begin{bmatrix} -\frac{v_1}{2} + \frac{v_2}{2} \\ 0 \\ -\frac{v_1}{l} - \frac{v_2}{l} \end{bmatrix}$$

در این حالت با توجه به اینکه ماکسیمم سرعت هر چرخ برابر v است، \dot{x} صفر میشود تا ربات جابجایی نداشته باشد؛ از آن طرف سرعت زاویه‌ای ماکسیمم میشود و در جهت ساعتگرد است.

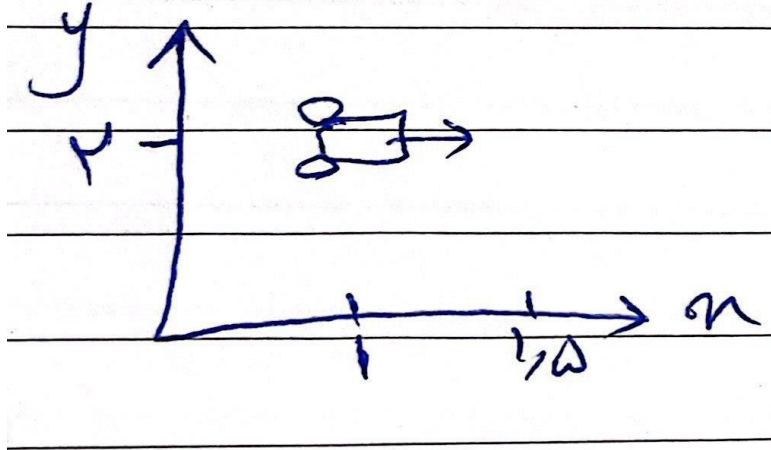
اکنون سرعت چرخ‌ها مشخص شد و باید t را تعیین کنیم؛ با توجه به اینکه فقط سر ربات تغییر کند، مقدار جابجایی سر ربات $\frac{\pi}{2}$ را به سرعت زاویه‌ای تقسیم کنیم که به صورت زیر است:

$$t = \frac{\frac{\pi}{2}}{\frac{2v}{l}} = \frac{\pi l}{4v}$$

پس دستور اول به صورت زیر به ربات داده میشود:

$$c_1 = (\dot{\phi}_1 = -\frac{v}{r} \text{ rad/s}, \dot{\phi}_2 = \frac{v}{r} \text{ rad/s}, t = \frac{\pi l}{4v} \text{ s})$$

پس از اجرای این دستور، شکل ربات به صورت زیر است:



سپس باید به نقطه ۱.۵ در محور X ها برسیم:

$$\dot{\xi}_R = \begin{bmatrix} \frac{v_1}{2} + \frac{v_2}{2} \\ 0 \\ \frac{v_1}{l} - \frac{v_2}{l} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{v_1}{2} + \frac{v_2}{2} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

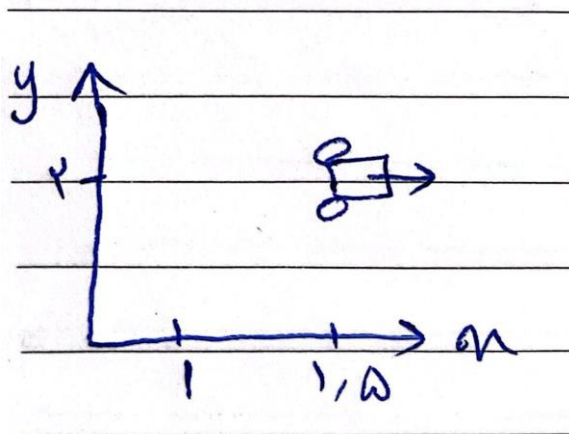
اکنون سرعت چرخ‌ها مشخص شد و باید t را تعیین کنیم؛ با توجه به اینکه فقط در راستای X جابجایی داریم و سرعت چرخ چپ و راست با هم برابر است، مدت زمان به صورت زیر بدست می‌آید:

$$t = \frac{0.5}{v}$$

پس دستور دوم به صورت زیر به ربات داده می‌شود:

$$c_2 = (\dot{\phi}_1 = \frac{v}{r} \text{ rad/s}, \dot{\phi}_2 = \frac{v}{r} \text{ rad/s}, t = \frac{0.5}{v} \text{ s})$$

ضمناً با توجه به برابر بودن v چرخ‌ها، $\dot{\theta}$ صفر میشود؛ به این معنی که زاویه سر ربات پس از اجرای این دستور، تغییری نمیکند:



در آخر نیز باید جهت ربات به $\frac{\pi}{2}$ تغییر میکند:

$$\dot{\xi}_R = \begin{bmatrix} \frac{v_1}{2} - \frac{v_2}{2} \\ 0 \\ \frac{v_1}{l} + \frac{v_2}{l} \end{bmatrix}$$

در این حالت با توجه به اینکه ماکسیمم سرعت هر چرخ برابر v است، \dot{x} صفر میشود تا ربات جابجایی نداشته باشد؛ از آن طرف سرعت زاویه‌ای ماکسیمم میشود و در جهت پادساعتگرد است.

اکنون سرعت چرخ‌ها مشخص شد و باید t را تعیین کنیم؛ همانند دستور اول، مدت زمان به صورت زیر بدست می‌آید:

$$t = \frac{\frac{\pi}{2}}{\frac{2v}{l}} = \frac{\pi l}{4v}$$

پس دستور سوم به صورت زیر به ربات داده میشود:

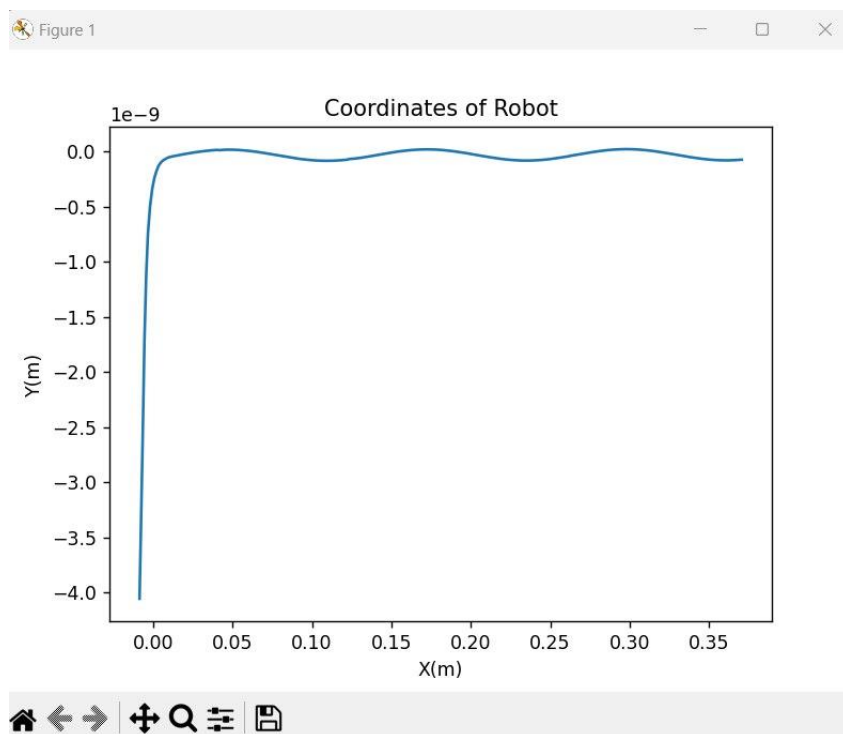
$$c_3 = (\dot{\phi}_1 = \frac{v}{r} \text{ rad/s}, \dot{\phi}_2 = -\frac{v}{r} \text{ rad/s}, t = \frac{\pi l}{4v} \text{ s})$$

پس از اجرای این دستور، شکل ربات به موقعیت نهایی خود میرسد.

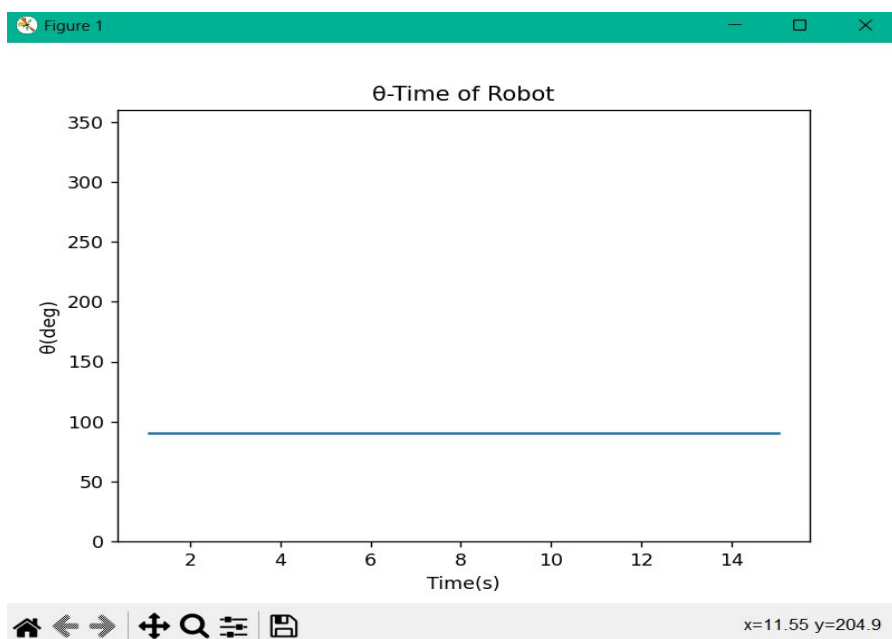
۴. همانطور که در نمودارهای بالا دیده میشود، طول مسیر برابر 0.5m می‌باشد.

سوال ۲:

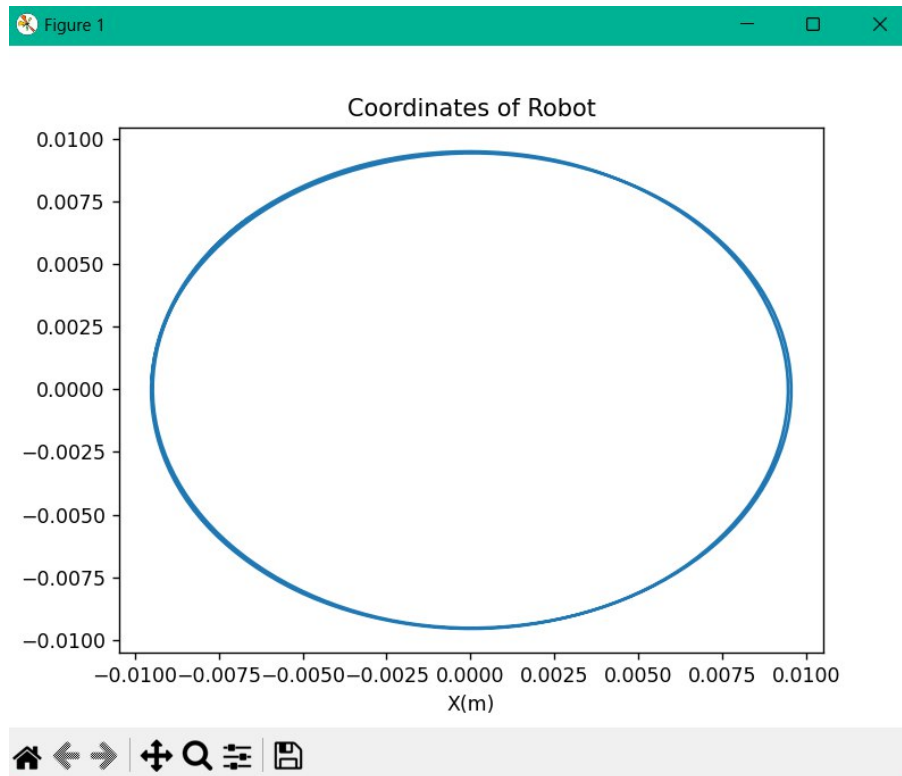
۱. نمودار مسیر حرکت به صورت زیر است:



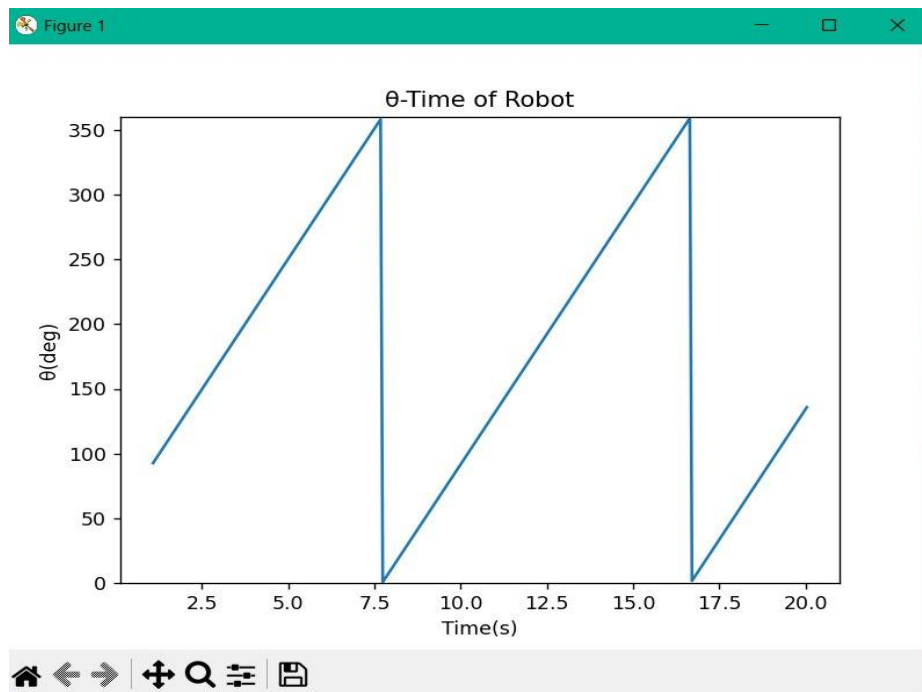
نمودار جهت سر ربات نسبت به زمان نیز به صورت زیر است:



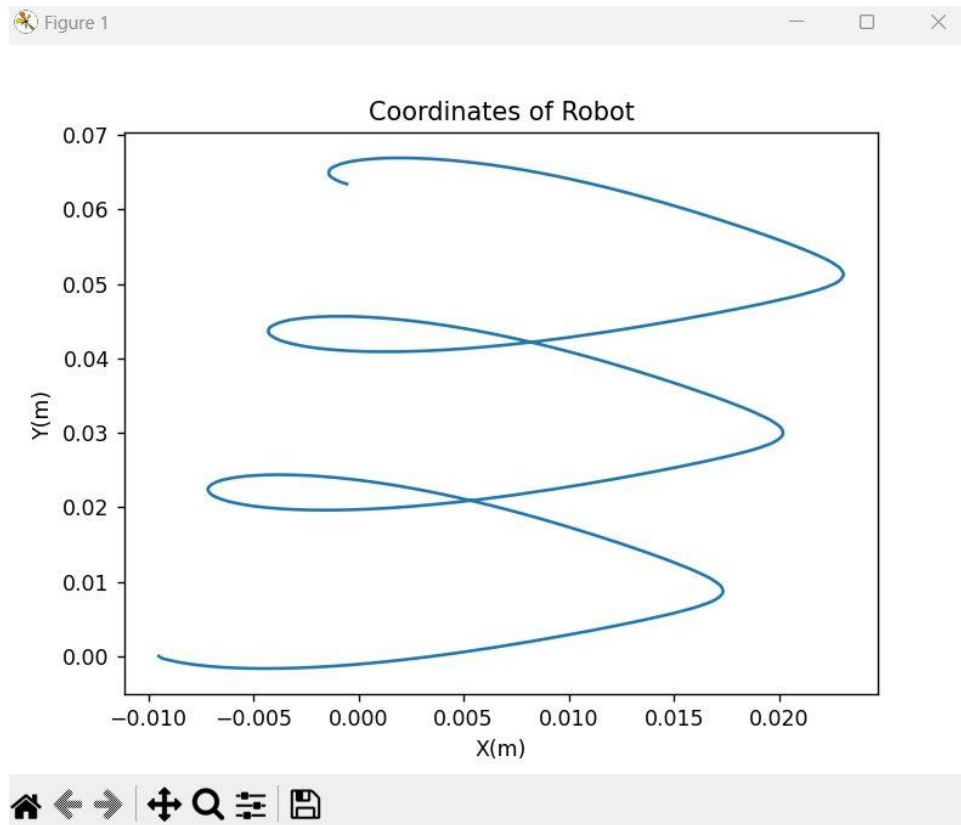
۲. نمودار مسیر حرکت به صورت زیر است:



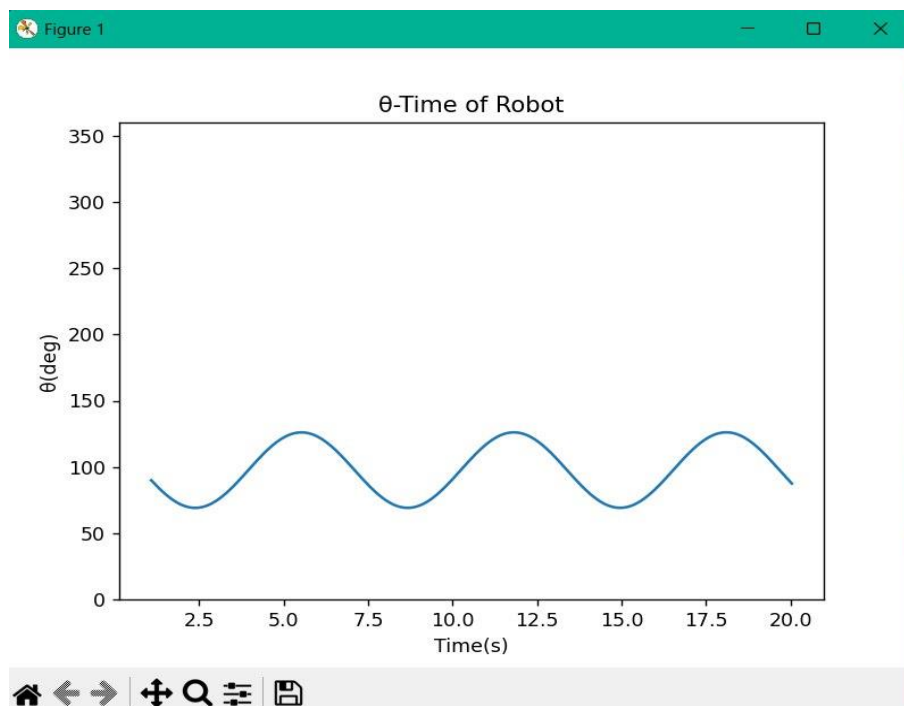
نمودار جهت ربات نسبت به زمان به صورت زیر است:



۳. نمودار مسیر حرکت ربات به صورت زیر است:



نمودار جهت ربات نسبت به زمان به صورت زیر است:



سوال ۳:

دنباله دستورات داده شده را به تابع خود می‌دهیم که نتایج به صورت زیر است:

```
After Order 1:
Xn = 1.5, Yn = 2.9, TETAn = 90.0
After Order 2:
Xn = 1.5, Yn = 2.9, TETAn = 112.91831180523293
After Order 3:
Xn = 1.4221163315382699, Yn = 3.084212198800577, TETAn = 158.75493541569878

Process finished with exit code 0
```

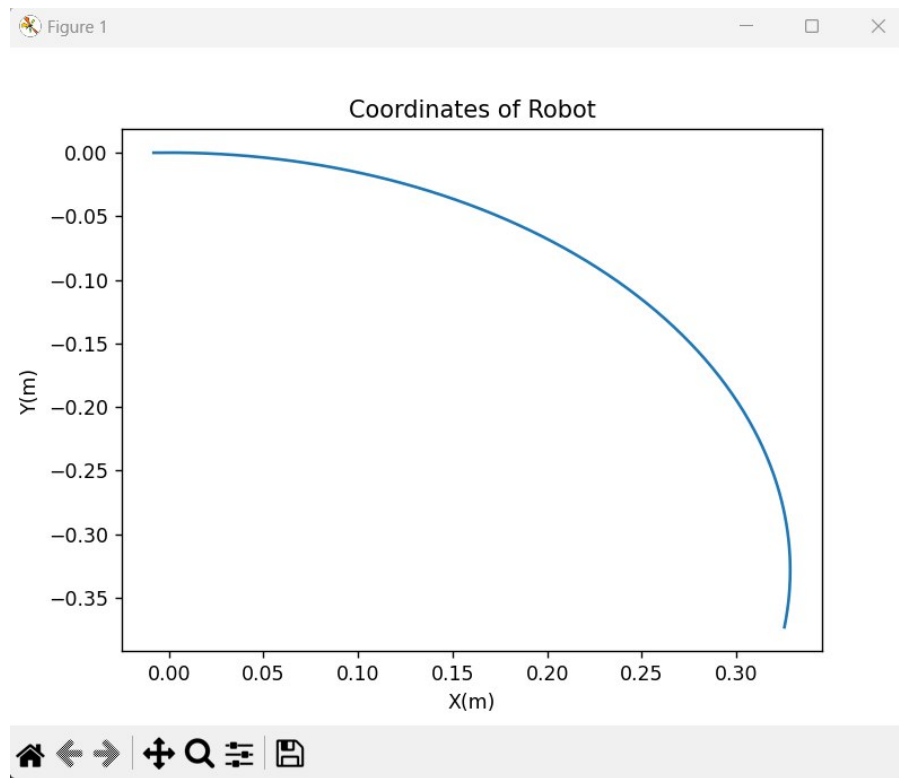
کد این سوال در فایل q3.py قرار دارد.

سوال ۴:

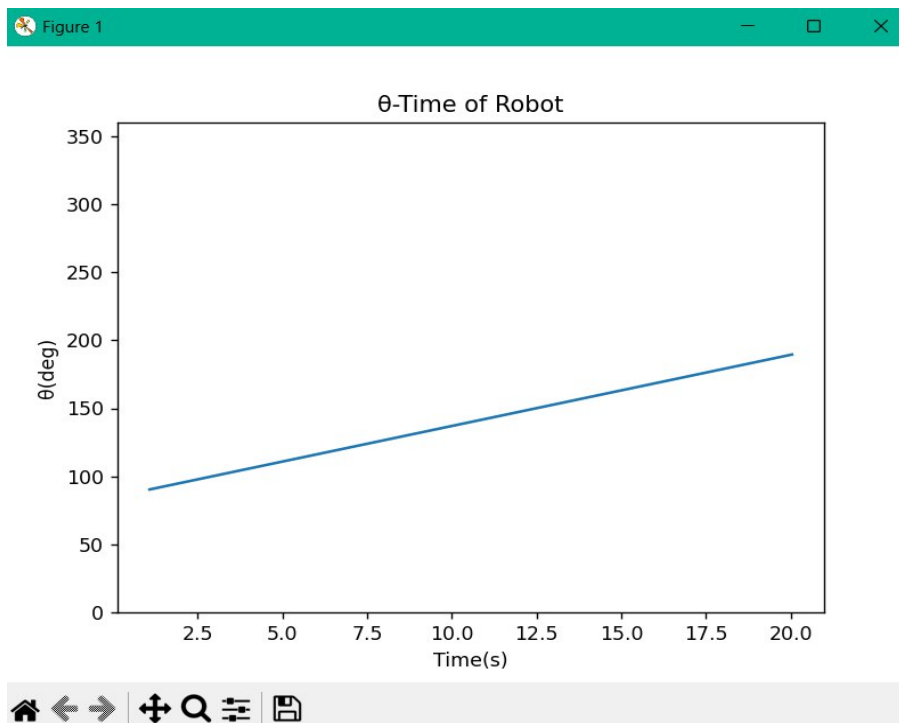
تابعی که با دریافت سرعت خطی و سرعت زاویه‌ای، سرعت چرخش هر چرخ ربات را بدست می‌آورد به صورت زیر است:

```
2
3 def phis(v,w,r=0.02,l=0.026):
4     sum_phis = (2*v) / r
5     dif_phis = (2*l*w) / r
6
7     phi1 = (sum_phis + dif_phis) / 2
8     phi2 = (sum_phis - dif_phis) / 2
9
10    return phi1,phi2
```

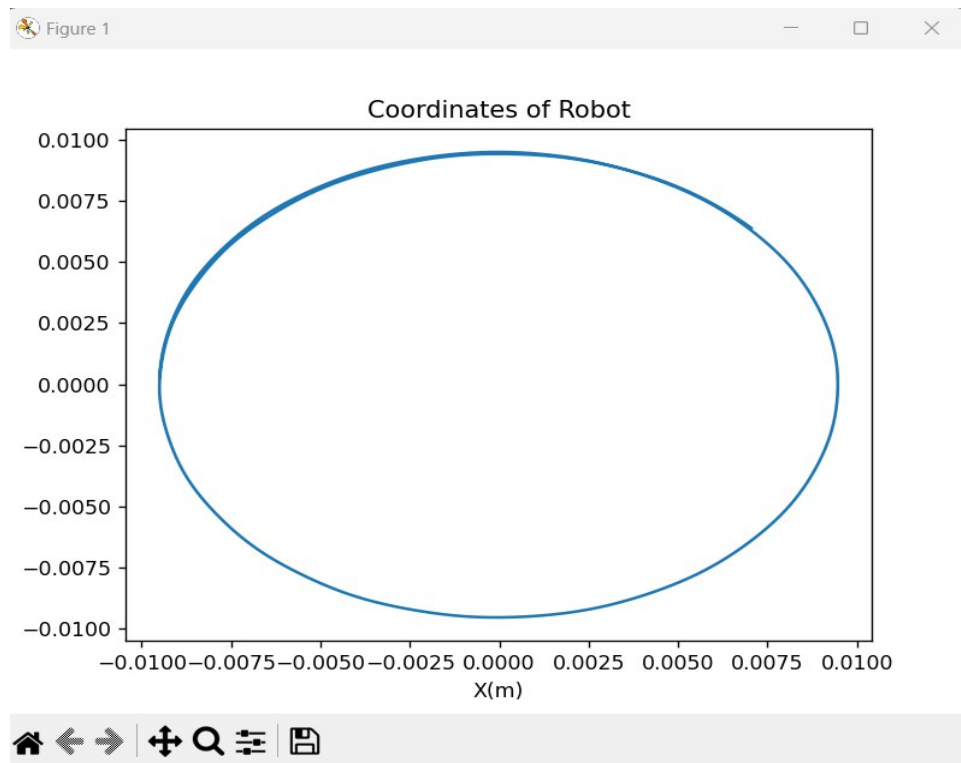

۱. نمودار مسیر حرکت ربات به صورت زیر است:



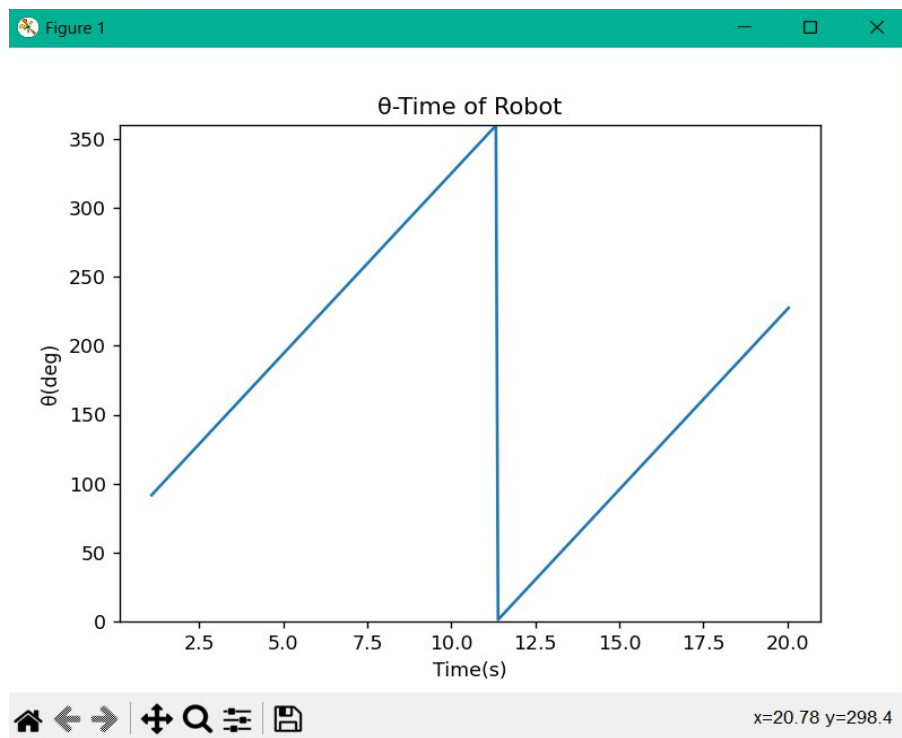
نمودار جهت سر ربات نسبت به زمان به صورت زیر است:



۲. نمودار مسیر حرکت ربات به صورت زیر است:



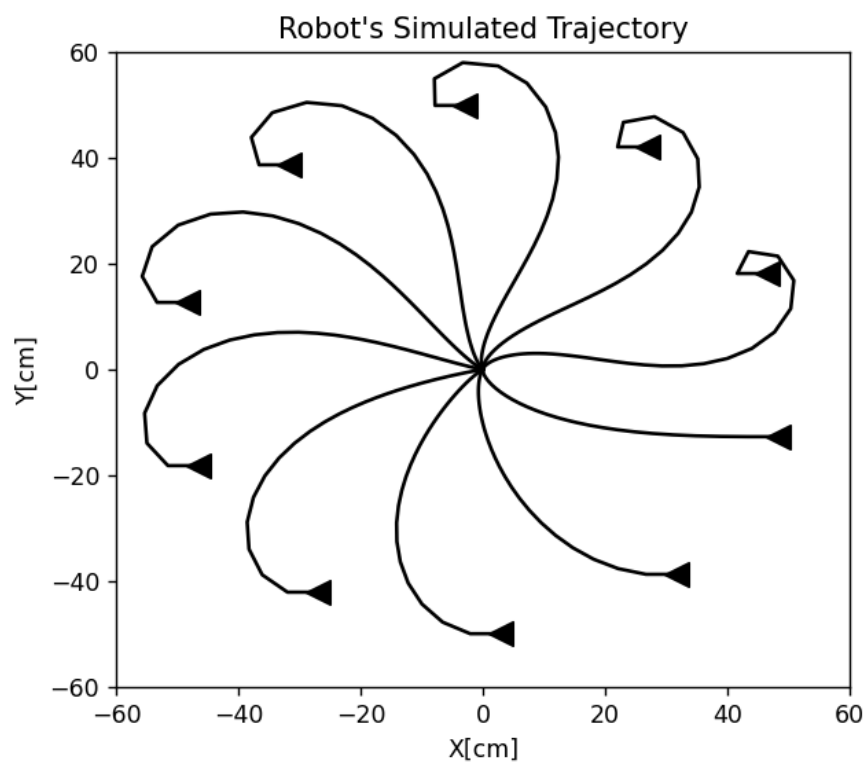
نمودار جهت سر ربات نسبت به زمان به صورت زیر است:



سوال ۵:

کد این سوال در فایل q5.py قرار دارد.

نمودار مسیرهای پیموده شده به ازای موقعیت‌های اولیه متفاوت به صورت زیر است:



نمودار مسیرهای مورد انتظار برای موقعیت‌های اولیه بالا به صورت زیر است:

