



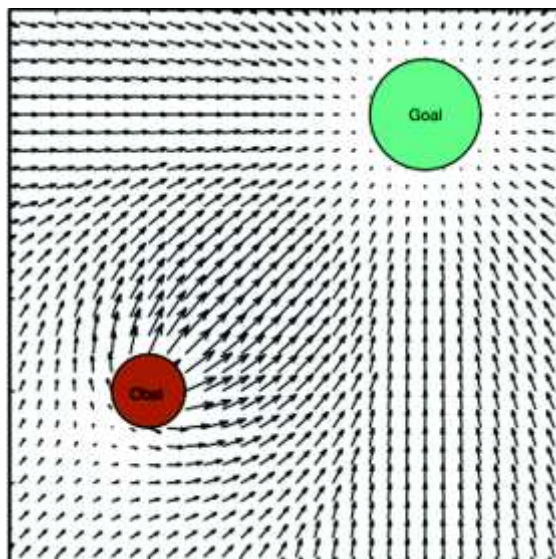
در این مینی پروژه قصد داریم با ربات turtlebot در محیط gazebo و روی بستر ROS کار کنیم. توضیحات مقدماتی در مورد نحوه کار با این ربات در محیط gazebo در ویدیوهای آموزشی آورده شده است. تمام پکیج‌های مورد نیاز برای انجام این مینی پروژه شامل مدل ربات در gazebo و فضای پیرامون آن و نحوه راه‌اندازی آنها در اختیار دانشجویان قرار گرفته است و برای انجام این مینی پروژه به هیچ عنوان نیازی به ساختن مدل ربات و یا فضای پیرامون آن در gazebo وجود ندارد.

در این مینی پروژه به پیاده‌سازی الگوریتم potential field برای motion planning ربات turtlebot می‌پردازیم. در این الگوریتم توابعی برای ایجاد میدان‌های پتانسیل مصنوعی (شبه میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی) در هر نقطه از فضا در نظر گرفته می‌شوند. برای یک goal نوع تابع پتانسیل و برای موانع یک نوع تابع پتانسیل در نظر می‌گیریم. این توابع به گونه‌ای عمل می‌کنند که goal خاصیت جذب (پتانسیل صفر) داشته و موانع خاصیت دافعه (پتانسیل بالا) دارند. این توابع باید به گونه‌ای باشند که پتانسیل در goal صفر بوده و هرچه از آن دور می‌شویم، پتانسیل بیشتر شود. همچنین هرچه فاصله تا موانع کمتر شود، پتانسیل بیشتر شود.

در صورتی که این موارد رعایت شود و ربات را در فضا قرار دهیم، ربات در هر نقطه از فضا که قرار بگیرد، بسته به فاصله‌اش تا goal و موانع، جهت مشخصی را برای حرکت انتخاب می‌کند و به نقطه‌ی دیگر از فضا می‌رود. به همین ترتیب این کار تکرار می‌شود به صورتی که ربات ضمن فاصله گرفتن از موانع تا حد امکان، به goal نیز برسد.

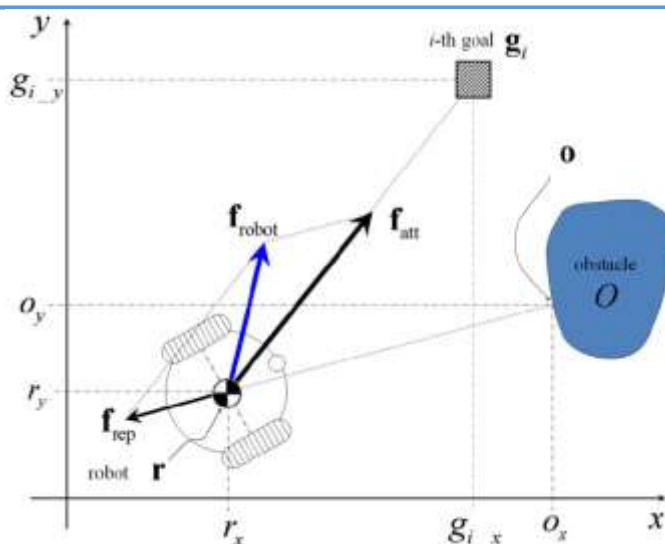


در تصویر زیر نمایی از میدان‌های پتانسیل مصنوعی بین goal و مانع را مشاهده میکنید. ربات در این فضا قرار گرفته و تحت تاثیر این میدان‌ها مسیر خود به سمت goal را طی میکند.



شکل 1 میدان پتانسیل مصنوعی

در شکل زیر اعمال برداری را مشاهده میکنید که تحت تاثیر آن ربات مسیر خود را در هر نقطه از فضا پیدا میکند. جهت حرکت ربات از حاصل جمع بردارهای جاذبه و دافعه‌ی goal و موانع در آن نقطه از فضا بدست می‌آید.



شکل 2 بردارهای میدان پتانسیل مصنوعی،

جهت کسب اطلاعات بیشتر درمورد الگوریتم potential field میتوانید به منابع زیر مراجعه کنید.

مقاله‌ی اصلی این الگوریتم نیز همراه با این صورت پروژه ارسال شده است.

<https://medium.com/@rymshasiddiqui/path-planning-using-potential-field-algorithm-a30ad12bdb08>

[https://www.cs.cmu.edu/~motionplanning/lecture/Chap4-Potential-Field howie.pdf](https://www.cs.cmu.edu/~motionplanning/lecture/Chap4-Potential-Field%20howie.pdf)

[/https://www.cs.mcgill.ca/~hsafad/robotics](https://www.cs.mcgill.ca/~hsafad/robotics)



در این پروژه پتانسیلی که goal ایجاد میکند را به صورت

$$\frac{1}{2} \alpha \sqrt{(x - x_{goal})^2 + (y - y_{goal})^2}$$

که در آن  $x_{goal}$  و  $y_{goal}$  به ترتیب موقعیت goal در راستای محوره‌های  $x$  و  $y$  بوده و  $x$  و  $y$  به ترتیب موقعیت فعلی ربات در راستای محوره‌های  $x$  و  $y$  هستند.  $\alpha$  نیز سهم این تابع جاذب در بین توابع جاذب و دافع است.

پتانسیل ایجاد شده توسط موانع را نیز به صورت

$$\begin{cases} \infty & ; d < r \\ \frac{1}{2} \beta (s + r - d) & ; r < d < s \\ 0 & ; d > s \end{cases}$$

که در آن  $d$  فاصله‌ی موقعیت فعلی ربات تا مرکز مانع،  $r$  شعاع مانع و  $s$  شعاعی بیرون موانع را در نظر میگیرد که در آن ناحیه پتانسیل مانع مربوطه روی ربات تاثیر میگذارد و محدوده‌ای را تشکیل میدهد که مانع از آن میشود که ربات به مانع نزدیک شود.  $\beta$  نیز سهم این تابع در بین توابع جاذب و دافع میباشد.

نقشه‌ی محیط را با استفاده از فایل sdf بارگذاری شده خوانده و موقعیت‌ها و شعاع‌های استوانه‌هایی که به عنوان مانع استفاده شده‌اند را از این طریق بدست آورید. موقعیت اولیه‌ی ربات را  $(-1.7, 0)$  در نظر گرفته و ربات را در ابتدا در محیط gazebo در این مکان قرار دهید. الگوریتم particle filter را با پارامترهای  $\alpha=5$ ،  $\beta=100$ ،  $s=0.4$  و رزولوشن معادل 0.05 پیاده‌سازی کنید. رزولوشن معادل 0.05 به این معنی است که بعد مربع‌هایی که فضا را به ناحیه‌های مختلف تقسیم کرده‌اند



برابر با 0.05 است. برای هر کدام از این ناحیه‌های بدست آمده به صورت جداگانه پتانسیل محاسبه میشود و ربات هنگام حرکت خود بین این نقاط جابه‌جا میشود. ربات در هر ناحیه از محیط که قرار داشته باشد، میتواند به 8 ناحیه‌ی دیگری که آن را محاصره کرده‌اند برود (ناحیه‌های شمال، جنوب، شرق، غرب، شمال شرقی، شمال غربی، جنوب شرقی و جنوب غربی). از بین این 8 ناحیه، ربات ناحیه‌ای را انتخاب میکند که پتانسیل کمتری داشته و به آن ناحیه میرود. برای دادن دستور حرکت به ربات، مقادیر سرعت خطی و زاویه‌ای را روی تاپیک `cmd_vel` پابلیش کنید.

موارد خواسته شده‌ی زیر را در گزارش خود بیاورید.

- 1) ابتدا نقشه‌ی محیط را در محیط پایتون رسم کنید. سپس مقدار پتانسیل نواحی مختلف را روی نقشه با استفاده از توابعی مانند `pcolor` در پایتون رسم کنید.
- 2) مسیر پیدا شده توسط الگوریتم برای حرکت ربات از نقطه‌ی شروع تا نقطه  $(1.7, 1)$  را بدست آورده و روی نمودار قسمت قبل رسم کنید.
- 3) حال ربات را در `gazebo` در مسیر پیدا شده در قسمت قبل به حرکت درآورید. فیلمی از این مسیر طی شده توسط ربات ارائه دهید.
- 4) حال مقادیر  $\alpha$  و  $\beta$  را تغییر داده و مراحل 1 تا 3 را برای مقادیر مختلف تکرار کنید (در این قسمت لازم نیست از حرکت ربات فیلم تهیه کنید). چه نتیجه‌ای میگیرید؟ بهترین مقادیر پارامترهای  $\alpha$  و  $\beta$  را بدست آورده و فیلمی از مسیر طی شده توسط ربات با این مقادیر ارائه دهید.



5) حال goal را نقطه‌ی  $(-0.5, 0)$  در نظر گرفته و مراحل 1 تا 3 را به ازای  $\alpha=5$ ،  $\beta=100$  طی کنید. توضیح دهید که چه اتفاقی می‌افتد؟

#### نکات مهم:

- 1- فایل‌های خود شامل گزارشی با فرمت pdf، موارد خواسته شده در بخش‌های مختلف مینی پروژه و کدهای خود را به صورت یکجا و با فرمت zip به صورت " zip.شماره دانشجویی \_نام" در Elearn آپلود نمایید.
- 2- در گزارش خود توضیحات کامل درمورد پیاده‌سازی‌های خود بدهید.
- 3- توضیحی درمورد نحوه‌ی اجرای کدهای خود در گزارش خود بیاورید.
- 4- برای تاخیرهای کمتر از 24 ساعت نمره‌ای کسر نخواهد شد. برای تاخیر کمتر از 2 روز 10 درصد نمره تمرین، برای تاخیر کمتر از 5 روز 50 درصد و برای تاخیر بیشتر از 5 روز نمره تمرین صفر در نظر گرفته خواهد شد.