

Problem Set 1

یک ربات در یک اتاق

برای یک ربات بسیار مهم است که بتواند چیدمان محیط خود و همچنین موقعیت خود را در داخل محیط برای اهداف ناوبری تعیین کند. در این مسئله ما یک سناریوی ساده را در نظر می گیریم: یک ربات ابتدا محیط را اسکن می کند تا شکل (مرزهای) یک اتاق و موقعیت آن را در این اتاق تعیین کند. سپس ربات مساحت اتاق را محاسبه می کند تا برای وظایفی برنامه ریزی کند. (این کارها می توانند تمیز کردن سطح یا شاید بازرسی سطح برای وجود نقص یا آلودگی باشند.) در شکل ۱ ربات واقعی مجهز به فاصله یاب مادون قرمز (IR) نشان داده شده است که برای تعیین فاصله (تا موانع) و در نتیجه شکل اتاق کار می کند. (در واقع، ربات به چندین فاصله یاب مجهز است، اما در اینجا داده های به دست آمده از یک سنسور را در نظر می گیریم.) در زیر محدوده IR را با جزئیات بیشتری توضیح خواهیم داد. توجه داشته باشید که IR Range-Finder روی یک برجک نصب شده است که نسبت به ربات می چرخد و از این رو ربات می تواند در حالی که ساکن است، محیط اطراف را اسکن کند.

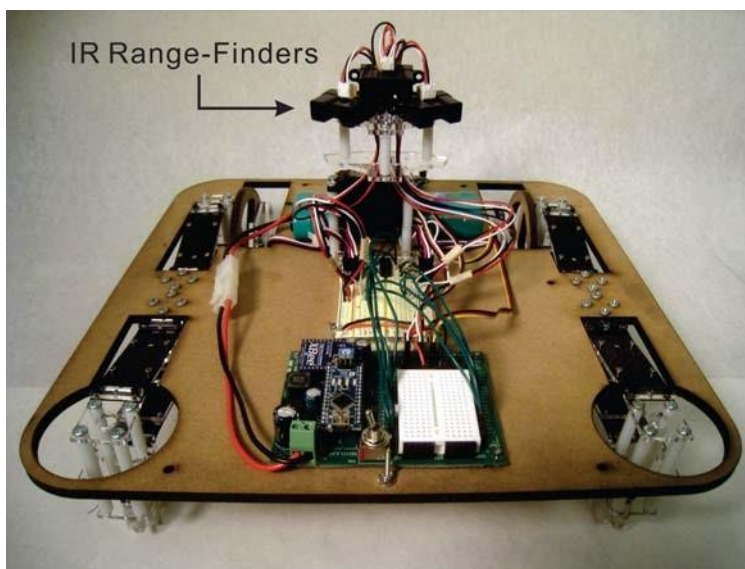


Figure 1: Robot equipped with an Infrared (IR) Range-Finder.

در شکل ۲ شماتیک ربات در اتاق نشان داده شده است. با توجه به اینکه صفحه دو بعدی هستیم از این رو می توانیم مرز اتاق را به صورت $(X(\theta), Y(\theta))$ برای $0 \leq \theta \leq 2\pi$ توصیف کنیم. توجه داشته باشید که سیستم مختصات بر روی ربات IR Range-Finder متمرکز شده است و علاوه بر این فرض می کنیم که $\theta = 0$ با جهت x مثبت تراز شده است.

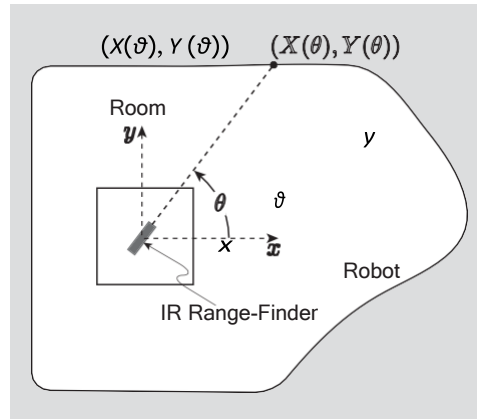
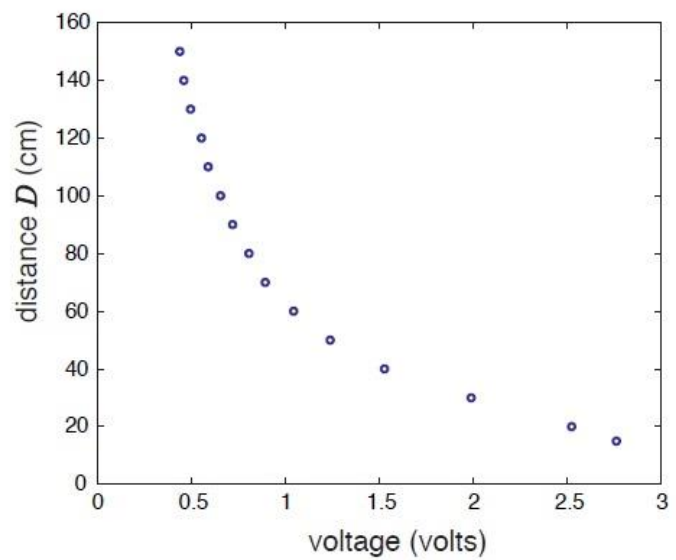
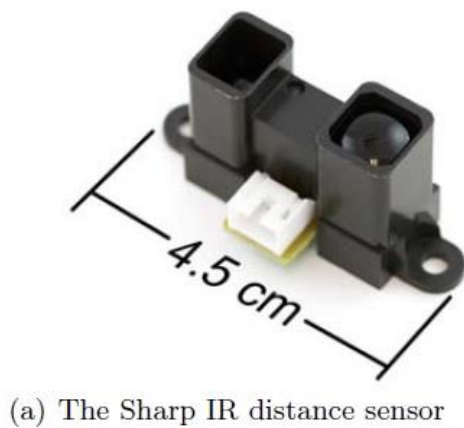


Figure 2: Schematic of the robot in the room.



(b) Calibration curve

Figure 3: (a) Sharp GP2Y0A02YK0F infrared distance sensor and (b) associated calibration curve.

محدوده یاب مادون قرمز (IR Range-Finder)

فاصله یاب های مادون قرمز سنسورهای فاصله نسبتاً ارزانی هستند که با این وجود سرعت و دقت عملکرد قابل قبولی نسبت به روش های بسیار گران تر دارند.

ربات مجهز به سنسور فاصله مادون قرمز شارپ BP2Y0A02YK0F است که در شکل ۳ (الف) نشان داده شده است. در شکل ۳ (ب) داده های کالیبراسیون نشان داده شده است. فاصله D (اندازه گیری شده بر حسب سانتی متر) تا سطح در

مقابل ولتاژ ثبت شده توسط مبدل. توجه داشته باشید که این داده‌های کالیبراسیون گسسته است، زیرا مجبوریم فقط تعداد محدودی از موقعیت‌ها را برای دیوار کالیبراسیون خود در نظر بگیریم .

دستورالعمل ها

آرایه های سطری تک شاخص RefDistance و RefVoltage است که داده های کالیبراسیون شکل ۳(b) است به شما داده شده است.

```
RefDistance[]={150,140,130,120,110,100,90,80,70,60,50,40,30,20,15}  
RefVoltage[]={0.4399,0.4615,0.4976,0.5553,0.5913,0.6563,0.7212,0.8077,0.8942,  
1.0457,1.2404,1.5289,1.9904,2.5240,2.7620}
```

همچنین آرایه های سطری تک شاخص RoomVoltage و RoomTheta_Deg برای داده های اتاق واقعی است: RoomVoltage(i) ولتاژ اندازه گیری شده در زاویه RoomTheta_Deg(i) توجه داشته باشید که زوایای متمایز و مثبت هستند و به صورت کاملاً افزایشی (در خلاف جهت عقربه های ساعت) مرتب شده اند. توجه داشته باشید که $\theta = 0$ را شامل می شویم، اما $\theta = 360$ را شامل نمی شویم (آخرین زاویه کمتر از ۳۶۰ است).

```
RoomTheta_Deg[]={0,30,60,90,120,150,180,210,240,270,300,330,360}
```

```
RoomVoltage[]={1.5340,1.2522,1.0802,1.2421,1.1975,2.1366,2.3675,2.0854,2.2532,  
2.3363,2.1619,1.3673}
```

داده های RoomTheta_Deg به جای رادیان بر حسب درجه است، بنابراین باید فوراً یک بردار جدید RoomTheta را به رادیان تبدیل کنید تا از هرگونه خطای بعدی جلوگیری کنید.

مساله:

۱. برنامه ای بنویسید که یک آرایه سطری تک شاخصی از ولتاژهای آزمایش TestVoltage را به یک آرایه سطری تک شاخصی از فواصل TestDistance بر اساس درونیابی خطی با توجه به داده های کالیبراسیون فاصله-ولتاژ RefDistance، RefVoltage ایجاد کند.

نمونه درونیابی (رگرسیون خطی)

<https://www.tutorialspoint.com/c-program-to-compute-linear-regression>

جواب شامل:

(i) کد زبان C (کپی شده در داکيومنت)، و

(ii) جدولی که خروجی کد شما را برای Test Distance با محاسبه دستی همان مقدار برای مورد خاص TestVoltage [1,1.5,2] = مقایسه می کند.

بخش دوم تأیید این است که کد شما به درستی کار می کند.

۲. اکنون کد خود را با $\text{TestVoltage} = \text{RoomVoltage}$ اجرا کنید تا RoomDistance را تعیین کنید. سپس آرایه RoomDistance را پردازش کنید که از مختصات قطبی به کارتزین برای بدست آوردن $\hat{X}(\theta_i), \hat{Y}(\theta_i)$ تبدیل می شود که تقریب تجربی/مبتنی بر داده ها به مرز اتاق واقعی $X(\theta_i), Y(\theta_i)$ می باشد. $\hat{X}(\theta_i), \hat{Y}(\theta_i)$ را به عنوان دو آرایه سطری تک شاخص جداگانه $\mathbf{Yvec}$ و $\mathbf{Xvec}$ ، به ترتیب ذخیره کنید و طول و عرض اتاق را تخمین بزنید جواب شامل: طول و عرض تقریبی اتاق است.

۳. مساحت و محیط اتاق را بدون در نظر گرفتن خطاها تخمین بزنید (با کد نویسی)؟
توجه: در کدن نویسی از حداقل ۳ تابع استفاده کنید.