

بسمه تعالی



تمرین پنجم

رده بند بیز و فیلتر کالمن

استاد درس: دکتر آرش عبدی هجراندوست

تدریس‌یاران آموزشی: آرمین توکلی، فرید داودی

✓ نکات تمرین :

- ❖ مهلت تحویل ۱۴۰۱/۰۵/۲۳ ساعت ۲۳:۵۵
- ❖ مهلت ارسال به هیچ وجه قابل تغییر نیست .
- ❖ مواردی که بعد از تاریخ فوق ارسال شوند قابل قبول نبوده و نمره ای نخواهند داشت.
- ❖ انجام تمرین تک نفره است. لطفاً به تنهایی انجام شود، در غیر اینصورت نمره منفی در نظر گرفته خواهد شد .
- ❖ کل محتوای ارسالی زیپ شود و نام فایل زیپ ارسالی HW5_StudentNumber_YourName باشد .
- ❖ محتوای ارسالی دارای راهنما (read me) جهت تسهیل اجرا باشد .
- ❖ زبان برنامه نویسی دلخواه است. (پیشنهاد : پایتون)
- ❖ در صورت استفاده از زبان پایتون فایل کد ترجیحاً به فرمت ipynb بوده و فایل کد حتماً به صورت اجرا شده آپلود گردد و از وجود خروجی سلول‌ها اطمینان حاصل نمایید .
- ❖ موارد ارسال شده در تاریخی که بعداً مشخص خواهد شد و متعاقباً اعلام می‌گردد به صورت آنلاین نیز تحویل گرفته خواهند شد (صرفاً آنچه در LMS طبق تاریخ فوق تحویل داده شده است بعداً به صورت حضوری تست شده و توضیح داده می‌شود).
- ❖ تنها تکالیفی که به LMS و قبل از مهلت ارسال، فرستاده می‌شوند بررسی خواهند شد .
- ❖ در صورت داشتن هر گونه سوال می‌توانید سوال خود را در گروه تلگرامی درس مطرح کنید .
- ❖ حداقل یک ساعت قبل از مهلت ارسال را احتیاطاً هدف قرار دهید، تا مشکلات غیرقابل پیش بینی باعث عدم آپلود پاسخ‌ها در LMS و ارسال آنها از طریق ایمیل نشوند

شرح تمرین:

این تمرین شامل دو قسمت رده بند بیز و فیلتر کالمن خواهد بود.

بخش اول:

هدف از این تکلیف پیاده‌سازی یک الگوریتم طبقه‌بندی بیزی است. ابتدا از این [لینک](#) یک مجموعه داده به دلخواه انتخاب کنید و توضیحی در مورد این مجموعه داده را در گزارش خود بیاورید. مجموعه داده را به دو بخش آموزش و آزمون تقسیم کنید و ویژگی‌های ورودی را نرمالایز کنید. رده بند نیو بیز (Naïve Bayes) را پیاده‌سازی کنید و مقادیر Precision, Recall, F1-score و Accuracy را به دست آورید.

مقادیر مختلف پارامتر هموارسازی لاپلاس^۱ را آزمایش کنید و عملکرد طبقه‌بندی کننده را برای هر مقدار گزارش کنید و رسم کنید.

بخش دوم:

در این بخش، شما با یک شبکه بیزی کار خواهید کرد که نشان‌دهنده رابطه بین شرایط آب و هوایی، شرایط جاده و احتمال تصادف رانندگی است. شما باید از شبکه بیز برای پاسخ به برخی سؤالات در مورد احتمال تصادفات در شرایط مختلف استفاده کنید.

در این شبکه بیزی تصادفات رانندگی به شرایط جاده و شرایط جاده به شرایط آب و هوایی

وابسته است. شرایط آب و هوایی می‌تواند آفتابی یا بارانی باشد. شرایط جاده می‌تواند خشک یا خیس باشد. تصادف می‌تواند اتفاق افتاده باشد یا نباشد.

احتمالات شرطی به صورت زیر وجود دارند:

- احتمال آفتابی بودن هوا ۰.۷ و احتمال بارانی بودن هوا ۰.۳ است.

¹ Laplace smoothing Parameter

- احتمال خشک بودن جاده به شرط آفتابی بودن هوا ۰.۹ و به شرط بارانی بودن هوا ۰.۶ است.
- احتمال خیس بودن جاده به شرط آفتابی بودن هوا ۰.۱ و به شرط بارانی بودن هوا ۰.۴ است.
- احتمال وقوع تصادف به شرط خشک بودن جاده ۰.۰۵ و به شرط خیس بودن جاده ۰.۲۵ است.
- احتمال عدم وقوع تصادف به شرط خشک بودن جاده ۰.۹۵ و به شرط خیس بودن جاده ۰.۷۵ است.

در این قسمت، شما باید یک شبکه بیزی را پیاده سازی کنید تا به سوالات زیر پاسخ دهید. شما باید ساختار شبکه را تعریف کنید، توزیع احتمال شرطی را برای هر گره تنظیم کنید و از شبکه برای محاسبه احتمالات و احتمالات شرطی استفاده کنید.

۱ : محاسبه احتمال تصادف اتومبیل در زمانی که هوا آفتابی است و جاده خشک است.

۲ : محاسبه احتمال تصادف اتومبیل زمانی که هوا بارانی است و جاده خیس است.

۳ : توزیع احتمال شرطی تصادف با توجه به بارانی بودن هوا را محاسبه کنید.

شما می‌توانید از هر کتابخانه‌ای برای پیاده سازی شبکه بیزی مانند pgmpy ، Pomegranate ، BayesPy و scikit learn استفاده کنید.

بخش سوم:

برای انجام بخش سوم و چهارم از کتابخانه‌ای که در [این لینک](#) قرار دارد استفاده کنید.

در این تمرین موقعیت و سرعت یک قطار و موقعیت و سرعت یک شیء نوسان کننده را تخمین می‌زنیم. معادلات فیزیک برای یافتن مکان با کمک مکان قبلی و سرعت حرکت و نیز یافتن مکان با کمک مکان قبلی و سرعت و شتاب و نیز یافتن سرعت با کمک سرعت قبلی و شتاب را به یاد بیاورید.

قطاری با سرعت ثابت در مسیر مستقیم در حال حرکت است و حسگر صرفاً موقعیت قطار را به شکل نویزی ارائه می‌کند. موقعیت اولیه قطار را $X=0$ در نظر بگیرید. می‌خواهیم در یک بازه زمانی دلخواه و با فرض اینکه حسگر در هر ۰.۱ ثانیه موقعیت قطار را گزارش می‌کند، موقعیت قطار را تخمین بزنیم.

طبیعتاً خروجی نویزی حسگر دارای نوساناتی در طول زمان است و انتظار داریم خروجی فیلترینگ با توجه به استفاده از مدل انتقال وضعیت و فیلترینگ، با ثبات تر باشد.

به عنوان Ground Truth، حرکت قطار با سرعت ثابت دلخواه را شبیه سازی کنید و موقعیت در هر لحظه را به دست آورید. حسگر دارای نویز گاوسی با میانگین صفر و انحراف معیار σ است که در هر لحظه موقعیت قطار را با نویز ذکر شده گزارش میکند. متغیرهای وضعیت، مکان و سرعت فعلی قطار هستند.

روابط فیلتر کالمن را که در کلاس درس آموختید با دقت پیاده کنید و در یک حلقه تکرار، موقعیت و سرعت قطار در هر لحظه از حرکت را تخمین بزنید.

نمودارهایی برای مقایسه مقادیر تخمین زده شده با Ground Truth رسم کنید و خطای تخمین موقعیت و سرعت را محاسبه کنید.

پارامترهای مختلفی را که در اختیار دارید (مقداردهی های اولیه، سرعت قطار، موقعیت اولیه، سرعت اولیه در نظر گرفته شده و) را تغییر دهید و سعی کنید تخمین بهتری از وضعیت قطار ارائه کنید. نویز حسگر را شدیدتر کنید و تاثیر آن و نحوه مقابله با تاثیر آن را آزمایش کنید.

نتایج میانی در حین آزمایش های مختلف برای رسیدن به بهترین تخمین را نیز در گزارش بیاورید.

بخش چهارم:

فرض کنید شی ای متصل به فنر به صورت سینوسی بین دو موقعیت بیشینه و کمینه در حال نوسان است (اصطکاک صفر). موقعیت فعلی فنر حالتی است که فنر هیچ کشیدگی و فشردگی ندارد (حالت آزاد فنر) و بنابراین نوسان کاملاً متقارن حول یک نقطه مرکزی صورت می پذیرد. مانند بخش سوم، حسگر صرفاً موقعیت شیء را به شکل نویزی گزارش میکند.

اگر وضعیت را شامل مکان، سرعت و شتاب در نظر بگیریم، با توجه به اینکه شتاب، تابع نیرو و نیرو، در این مثال تابع موقعیت سر فنر است (که میزان فشردگی یا کشیدگی فنر را تعیین می کند)، ماتریس انتقال وضعیت چه خواهد بود.

Ground Truth را ایجاد کنید و موقعیت، سرعت و شتاب شیء را در هر لحظه گزارش کنید. تمام مراحل بخش سوم را در اینجا نیز تکرار کنید و تلاش کنید تخمین درستی از وضعیت شیء در نوسانهای متعدد داشته باشید.

آنچه باید تحویل داده شود:

(۱) کد اجرایی برنامه با توضیحات لازم برای اجرا

(۲) گزارش کاملی از مسیر انجام کار، چالش‌هایی که مواجه شده‌اید، اجراهایی که گرفتید و نتایجی که حاصل شده است. گزارش کار از اهمیت بالایی برخوردار است، حجم آن و فرمت استاندارد آن اهمیت ندارد، اما باید نشان دهنده مسیر انجام پروژه، چالش‌ها، راه حل‌ها و نتایج کار شما باشد.