

به نام خدا



درس مبانی هوش محاسباتی

دکتر ناصر مزینی

تمرین سری پنجم

طراحان تمرین:

علیرضا صدیقی مقدم

محمدامین چینی فروشان

مهلت تحویل:

۷ دی ۱۴۰۲

نکات تکمیلی

۱. پاسخ سوالات را به صورت کامل در یک فایل PDF و به همراه کدهای سوالات در فرمت ipynb. در یک فایل فشرده به شکل HW#_StudentID.zip قرار داده و تا زمان تعیین شده بارگذاری نمایید.
۲. برای پیاده سازی ها زبان پایتون پیشنهاد می شود، لازم به ذکر است توضیح کد ها و نتایج بدست آمده، باید در فایل PDF آورده شوند و به کد بدون گزارش نمره ای تعلق نخواهد گرفت.
۳. در مجموع ۱۴۴ ساعت (۶ شبانه روز) برای هر دانشجو تاخیر مجاز لحاظ شده است و برای هر تمرین ۴۸ ساعت زمان مازاد بر مهلت آن، روی سامانه در نظر گرفته خواهد شد. در صورت تجاوز از تاخیر کل، نمره تمرین را از دست خواهید داد.
۴. لطفا برای انجام تمرین زمان مناسب اختصاص داده شود و انجام آن را به روزهای پایانی موکول نکنید.
۵. لطفا منابع استفاده شده در حل هر سوال را ذکر کنید. در صورت عدم ذکر منابع استفاده شده، نمره سوال را از دست خواهید داد.
۶. تمرین ها باید به صورت انفرادی انجام شوند و حل گروهی تمرین مجاز نیست.
۷. ارزیابی تمرین ها بر اساس صحیح بودن راه حل، گزارش های کامل و دقیق، بهینه بودن کدها و کپی نبودن می باشد.

موفق باشید

سوال ۱ ✓

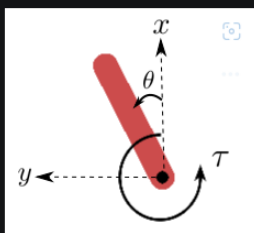
در این سوال قصد داریم یک سیستم کنترلی فازی برای حل مسئله Pendulum طراحی کنیم. برای آشنایی بیشتر با این محیط به این لینک مراجعه کنید. سیستم این مسئله شامل یک بازویی است که یک انتهای آن به یک نقطه ثابت متصل شده و انتهای دیگر آن آزاد است. هر ایزود از یک موقعیت تصادفی شروع می‌شود و هدف اعمال گشتاور به انتهای آزاد بازو است تا آن را به وضعیت عمودی برسانیم و مرکز جاذبه آن را به سمت نقطه ثابت بیاوریم.

مرحله اول

شما باید این محیط گرافیکی را اجرا کنید و بتوانید پنجره حرکت این بازو را نشان دهید. (دقت کنید که در محیط Google Colab برای اجرای این مسئله و اجرا کردن محیط گرافیکی آن به مشکل بر می‌خورید و برای راحتی کار بر روی کامپیوتر خود و در Jupyter Notebook اجرا بگیرید. می‌توانید این تمرین را به صورت سورس py. نیز ارسال کنید). (۱۰ نمره)

مرحله دوم

بعد از اینکه محیط گرافیکی را اجرا کردید، باید با استفاده از کتابخانه scikit-fuzzy یک سیستم کنترل فازی طراحی کنید که بتواند این بازو را به مکان هدف برساند و به عبارت دیگر مسئله را حل کند. در هر مرحله شما باید با توجه به state ای که در آن قرار دارید یک action که در این مسئله نشان‌دهنده گشتاور اعمال شده به انتهای آزاد بازو است انتخاب کنید که یک عدد بین -۲ تا ۲ می‌باشد. (۲۰ نمره)



- `x-y`: cartesian coordinates of the pendulum's end in meters.
- `theta`: angle in radians.
- `tau`: torque in N m . Defined as positive counter-clockwise.

• ورودی شما در این مسئله عبارت است از:

○ مختصات `x` سر آزاد بازو ($x = \cos(\text{angle})$) - [1.0, -1.0]

○ مختصات `y` سر آزاد بازو ($y = \sin(\text{angle})$) - [1.0, -1.0]

○ سرعت زاویه‌ای بازو - [8.0, -8.0]

• خروجی شما در اینجا گشتاور اعمال شده به انتهای آزاد بازو است که باید برای این خروجی نیز بازه‌هایی تعریف کنید و پیاده‌سازی کنید.

• قوانینی را طراحی کنید که بتواند بازو را به مکان هدف برساند. سپس این قوانین را با استفاده از کتابخانه پیاده‌سازی کنید.

- در نهایت از سیستم پیاده سازی شده برای انتخاب action برای کنترل بازو در محیط اجرا شده استفاده کنید.

در اینجا دو شرط خاتمه داریم. اول اینکه به هدف مورد نظر رسیده باشیم. دوم اینکه تعداد مراحل به ۵۰۰ رسیده باشد. یعنی سیستم طراحی شده توسط شما باید قبل از ۵۰۰ مرحله یا step بازو را به هدف خود برساند و اجازه ندارید که از تعداد مراحل بیشتر از ۵۰۰ استفاده کنید.

برای این سوال شما باید یک گزارش بنویسید که باید شامل: (۱۰ نمره)

مهم

- تعریف متغیرهای زبانی و نحوه بازه بندی آنها

- نحوه تعریف قوانین

- نمودار پاداش های دریافتی

- تحلیل نمودار پاداش های دریافتی

x در سوال اول تمرین پنجم برای اینکه کارتون برای حل مسئله آسونتر باشه اگر مختصات رو به بالای 0.99 برسونید در حالیکه قدر مطلق سرعت بازو کمتر از 1.5 باشه، مسئله رو حل شده در نظر بگیرید.

به عبارت دیگه:

```
if x > 0.99 and abs(velocity) < 1.5:  
    print("You win!!!")
```

سوال ۲

پس از مطرح شدن مباحث تئوری حوزه منطق فازی ایده‌های مطرح شده در سایر بخش‌های علوم کامپیوتر و به الگوریتم‌ها و مسائل مختلف بکار گرفته شدند. به عنوان مثال می‌توان به حل مسائل دسته‌بندی^۱ به کمک الگوریتم‌های مبتنی بر منطق فازی و تعریف شدن شبکه‌های عصبی فازی که بر طبق قوانین منطق فازی عمل می‌کنند، اشاره کرد. در این تمرین قصد داریم به سراغ الگوریتم خوشه‌بندی^۲ K-Means بریم و نسخه فازی آنرا که Fuzzy C-Means نام دارد مورد استفاده قرار دهیم. برای آشنایی با الگوریتم K-Means می‌توانید به این لینک مراجعه کنید.

الف) در مورد نحوه عملکرد الگوریتم Fuzzy C-Means تحقیق کنید (می‌توانید از این لینک استفاده کنید) و آنرا به همراه تفاوت آن با نسخه کلاسیک آن یعنی K-Means شرح دهید. (۱۰ نمره)

ب) در این قسمت قصد داریم تا با نحوه ی کارکرد این الگوریتم آشنا شویم، برای این منظور لزومی به نوشتن از پایه این الگوریتم نداشته و از کتابخانه skfuzzy استفاده میکنیم. برای آشنایی کار با این کتابخانه برای استفاده از این الگوریتم از این لینک کمک بگیرید.

در ادامه کافی است مراحل زیر را در یک فایل نوت بوک انجام دهید و موارد خواسته شده را مورد تحلیل و بررسی قرار داده و نظر خود را درباره آن مطرح کنید و گزارش مختصری نیز تهیه کنید.

۱. در ابتدا فایل data1.csv که در کنار این فایل قابل مشاهده است را با کتابخانه ی pandas بخوانید. (۲ نمره)

۲. برای هر دو ویژگی از عملیات نرمالسازی یا استاندارد سازی استفاده کنید. (۳ نمره)

۳. از الگوریتم FCM برای خوشه بندی دیتاست جدید استفاده کنید و C را برابر ۲ تا ۱۰ قرار دهید و برای هر یک از مقادیر C ابتدا داده ها را بر حسب خوشه ای که بیشترین تعلق به آن خوشه دارد را به آن خوشه نسبت داده و روی نمودار با رنگ های مختلف نشان دهید. (۱۲ نمره)

۴. با استفاده از معیار FPC بهترین تعداد خوشه را مشخص کنید (ابتدا یک توضیح کوتاهی درباره این معیار دهید) و نحوه ی این انتخاب را توضیح دهید و برای بهترین مقدار C خوشه‌ی مربوط به هر داده را مشخص کنید. (۸ نمره)

تمامی مراحل را برای data2.csv نیز تکرار کنید. (۵ نمره)

¹ Classification

² Clustering

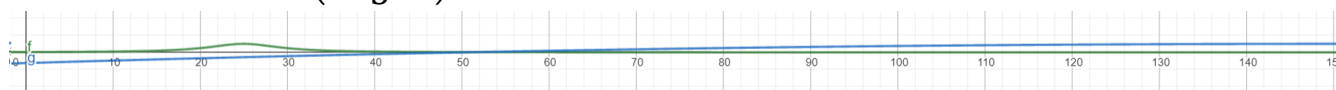
سوال ۳

اگر متغیر زبانی وزن و سن با ترم‌های زیر تعریف شده باشند و دو نفر با وزن‌های ۵۵ و ۹۵ کیلوگرم و سن ۴۵ و ۶۰ سال داشته باشیم، درمورد میزان درستی عبارات داده‌شده چه می‌توان گفت؟

$$\mu_{thin} = \begin{cases} 1 & \mu \in [0, 25] \\ \left(1 + \left(\frac{u - 25}{5}\right)^2\right)^{-1} & \mu \in [25, 150] \end{cases}$$

$$\mu_{fat} = \begin{cases} 0 & \mu \in [0, 50] \\ 1 - \left(\frac{u - 150}{100}\right)^2 & \mu \in [50, 150] \end{cases}$$

$$\mu_{young} = \begin{cases} 1 & \mu \in [0, 25] \\ \left(1 + \left(\frac{u - 25}{5}\right)^2\right)^{-1} & \mu \in [25, 100] \end{cases}$$



الف) نفر دوم نسبتاً چاق‌تر و جوان‌تر از نفر اول است. (۱۰ نمره)

ب) اگر نفر اول خیلی لاغر باشد آنگاه نفر دوم نسبتاً جوان است. (۱۰ نمره)