

به نام خدا



دانشکده مهندسی کامپیوتر

درس شبکه‌های عصبی

دکتر ناصر مزینی

تمرین سری ششم

دستیاران آموزشی:

پوریا محمدی نسب

ایمان براتی

تاریخ تحویل:

۱۴۰۱/۱۱/۰۱

نکات تکمیلی:

۱. پاسخ سوالات را به صورت کامل در یک فایل PDF و به همراه کدها در فرمت ipynb. در یک فایل فشرده به شکل HW6_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 کدها و نتایج حاصله باید در فایل PDF آورده شوند و به کد بدون گزارش نمره ای تعلق نخواهد گرفت.
 ۳. در مجموع تمام تمرین ها، تنها ۷۲ ساعت تاخیر در ارسال پاسخ ها مجاز است و پس از آن به ازای هر روز تاخیر ۱۰ درصد از نمره کسر می گردد.
 ۴. چنانچه دانشجویی تمرین را زودتر از موعد ارسال کند و ۷۰ درصد از نمره را کسب کند، تا سقف ۴۸ ساعت به ساعات مجاز تاخیر دانشجو اضافه می گردد.
 ۵. لطفا منابع استفاده شده در حل هر سوال را ذکر کنید.
 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.
 ۸. لطفا برای انجام تمرین زمان مناسب اختصاص دهید و انجام آن را به روزهای پایانی موکول نکنید.
 ۹. سوالات خود را می توانید در گروه مربوطه مطرح نمایید (لطفا از پرسیدن سوالات درسی به صورت شخصی خودداری فرمایید، زیرا سوالات بقیه ی دانشجویان هم می تواند مشابه سوالات شما باشد و پرسیدن در فضای عمومی مفیدتر واقع می شود).
- موفق باشید.

۱- سوال اول (۴۰ امتیاز)

در این سوال قصد داریم یک کنترل کننده فازی برای محاسبه دوز داروی شیمی درمانی طراحی کنیم. عوامل بسیاری در تعیین دوز دارو موثر هستند اما برای سادگی طراحی، از دو ورودی استفاده می‌کنیم. ورودی‌های این مسئله تراکم سلول‌های سالم (x_1) و تراکم سلول‌های سرطانی (x_2) است. خروجی این سیستم دوز دارو است (y). دو ورودی x_1 و x_2 سه حالت مختلف دارند که عبارتند از کم، متوسط و زیاد. بازه مقادیر دو ورودی نرمال‌سازی شده است و بین صفر و یک قرار دارد. خروجی این مسئله (y) بازه ای بین 0.004 و 0.01 دارد که شامل ۵ حالت خیلی پایین، پایین، متوسط، بالا و خیلی بالا است. توابع عضویت دو ورودی به صورت رابطه ریاضی و تابع عضویت خروجی به صورت نمودار داده شده است.

$$\mu_{\text{کم}}(x_1) = \begin{cases} 1; & x_1 \leq 0.4 \\ -\frac{10}{3}x_1 + \frac{7}{3}; & 0.4 \leq x_1 \leq 0.7 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{متوسط}}(x_1) = \begin{cases} \frac{10}{3}x_1 - \frac{4}{3}; & 0.4 \leq x_1 \leq 0.7 \\ -\frac{100}{15}x_1 + \frac{17}{3}; & 0.7 \leq x_1 \leq 0.85 \end{cases}$$

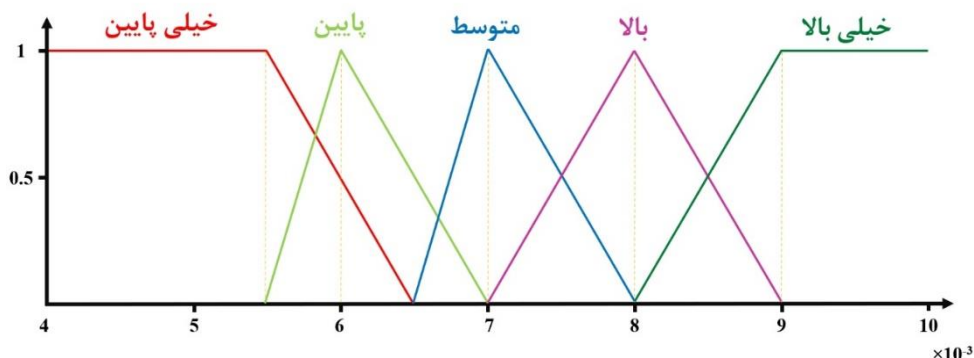
$$\mu_{\text{زیاد}}(x_1) = \begin{cases} \frac{100}{15}x_1 - \frac{14}{3}; & 0.7 \leq x_1 \leq 0.85 \\ 1; & x_1 \geq 0.85 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{کم}}(x_2) = \begin{cases} 1; & x_2 \leq 0.1 \\ -\frac{10}{3}x_2 + \frac{4}{3}; & 0.1 \leq x_2 \leq 0.4 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{متوسط}}(x_2) = \begin{cases} \frac{10}{3}x_2 - \frac{1}{3}; & 0.1 \leq x_2 \leq 0.4 \\ -\frac{10}{3}x_2 + \frac{7}{3}; & 0.4 \leq x_2 \leq 0.7 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{زیاد}}(x_2) = \begin{cases} \frac{10}{2}x_2 - 2; & 0.4 \leq x_2 \leq 0.6 \\ 1; & x_2 \geq 0.6 \end{cases}$$

تابع عضویت دوز داروی شیمی درمانی (y)



همچنین با توجه به این که اطلاعات دقیقی از تاثیر داروی شیمی درمانی در دسترس نیست، قوانین فازی این سیستم در جدول زیر داده شده است.

		X_1 تراکم سلول های سالم		
		کم	متوسط	زیاد
X_2 تراکم سلول های سرطانی	کم	پایین	پایین	خیلی پایین
	متوسط	متوسط	متوسط	پایین
	زیاد	خیلی بالا	بالا	متوسط

الف. به طور کلی مراحل طراحی یک کنترل کننده فازی را توضیح دهید. (۱۰ امتیاز)

ب. تابع عضویت دو متغیر ورودی X_1 و X_2 را رسم کنید. (۱۰ امتیاز)

پ. اگر آزمایشات یک بیمار نشان دهد که تراکم سلول های سالم 0.65 و تراکم سلول های سرطانی 0.5 باشد، کنترل کننده فازی طراحی شده چه دوز دارویی برای بیمار تجویز می کند؟ (مراحل محاسبه را با جزئیات توضیح دهید.) (۲۰ امتیاز)

۲- سوال دوم (۴۰ امتیاز)

در این سوال هدف پیاده سازی یک سیستم کنترلی فازی ساده با استفاده از پایتون است. برای این سوال از کتابخانه `scikit-fuzzy` استفاده خواهیم کرد. در این [لینک](#) یک مثال ساده از این کتابخانه برای مسئله انعام دادن آورده شده است. لطفا لینک را با دقت بررسی بفرمایید.

الف. یک سیستم کنترلی فازی برای مسئله‌ای که در سوال قبل آورده شده است، طراحی کنید. لازم است که برای این سوال گزارش تهیه کنید و قسمت های مختلف کد خود را شرح دهید. (۳۰ امتیاز)

ب. خروجی سیستم را برای دو حالت زیر محاسبه کنید. (۱۰ امتیاز)

- تراکم سلول سالم 0.65 و تراکم سلول سرطانی 0.5

- تراکم سلول سالم 0.5 و تراکم سلول سرطانی 0.65

۳- سوال سوم (۵۰ امتیاز)

در این سوال قصد داریم یک سیستم کنترلی پیچیده تر را طراحی کنیم. برای این مسئله از محیط MountainCarContinuous-v0 استفاده خواهیم کرد. برای آشنایی بیشتر با این محیط به این [لینک](#) مراجعه کنید. این محیط، یک محیط گرافیکی است که در آن یک ماشین یک بعدی بین دو تپه قرار دارد. هدف این است که ماشین به بالای تپه سمت راست برسد اما موتور آن به اندازه کافی قدرت ندارد که با یک بار حرکت این کار را انجام دهد. بنابراین باید با عقب و جلو کردن ماشین کاری کرد که ماشین به بالای تپه سمت راست برسد. کار اول شما در این مسئله این است که این محیط گرافیکی را اجرا کنید و بتوانید پنجره حرکت ماشین را نشان دهید. (در محیط Google Colab برای اجرای این مسئله و اجرا کردن محیط گرافیکی آن به مشکل بر می خورید. برای راحتی کار بر روی کامپیوتر خود و در Jupyter Notebook اجرا بگیرید. می توانید این تمرین را به صورت سورس py. نیز ارسال کنید.)

تعدادی کتابخانه برای حل سوال مورد نیاز است. دستورات زیر را برای نصب آن ها در خط فرمان (command line) اجرا کنید:

```
pip install gym==0.17.3
pip install scikit-fuzzy
pip install pygame
```

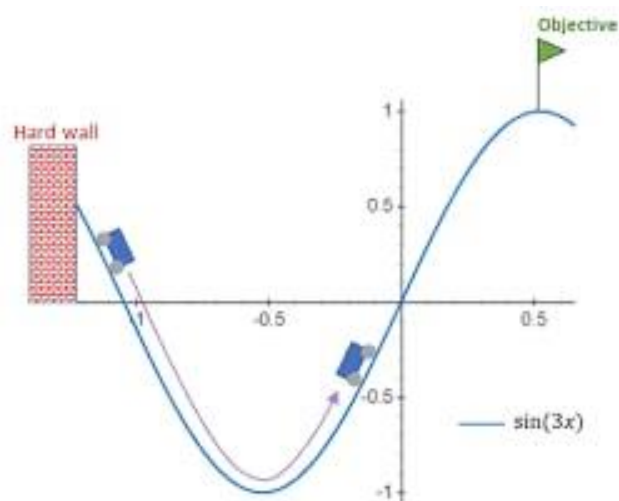
بعد از اینکه از محیط گرافیکی اجرا گرفتید باید آن را با یک سیستم فازی کنترل کنید که ماشین به بالای تپه سمت راست برسد. ماشین شما در هر state دو ویژگی دارد. ویژگی اول مکان ماشین است که از 1.2- تا 0.6 متغیر است. ویژگی دوم سرعت ماشین است که از 0.07- تا 0.07 متغیر است. این دو ویژگی state ماشین شما را در هر مرحله نشان می دهد. هدف این است که مکان ماشین بیشتر از 0.45 شود. در هر مرحله شما باید با توجه به state ای که در آن قرار دارید یک Action انتخاب کنید. Action در اینجا یک عدد بین 1- تا 1+ است که میزان نیروی است که شما به ماشین وارد خواهد کرد. انتخاب این اکشن باید بر اساس یک سیستم کنترل فازی باشد. برای طراحی این سیستم شما باید مراحل زیر را طی کنید.

- ورودی شما در اینجا مکان ماشین و سرعت ماشین است.
- خروجی شما در اینجا نیروی وارده بر ماشین است که Action شماست که باید برای این خروجی نیز بازه هایی تعریف کنید و پیاده سازی کنید.
- قوانینی را طراحی کنید که بتواند ماشین را به بالای تپه سمت راست برساند. سپس این قوانین را با استفاده از کتابخانه پیاده سازی کنید.
- در نهایت از سیستم پیاده سازی شده برای انتخاب Action برای کنترل ماشین در محیط اجرا شده استفاده کنید.

در اینجا دو شرط خاتمه داریم. اول اینکه ماشین به هدف مورد نظر رسیده باشد. دوم اینکه تعداد مراحل به ۵۰۰ رسیده باشد. یعنی سیستم طراحی شده توسط شما باید قبل از ۵۰۰ مرحله یا step ماشین 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. در گزارش خود باید متغیرهای زبانی و نحوه‌ی بازه بندی آنها و نحوه تعریف قوانین را شرح دهید. نمودار پاداش های دریافتی نیز را تحلیل کنید.

راهنمایی: برای طراحی بهتر قوانین از شکل زیر که راهنمای محیط است استفاده کنید (برخلاف انتظار دره در مکان 0.5- قرار دارد).



۴- سوال چهارم (۵۰ امتیاز)

همانطور که در درس نیز گفته شد، منطق فازی را می توان در جاهای مختلف به کار گرفت و آن را با سایر الگوریتمها ترکیب کرد. الگوریتم fuzzy c-means (FCM) از منطق فازی در خوشه بندی بهره گرفته است.

الف. در ابتدا این الگوریتم را مورد مطالعه قرار دهید و به طور مختصر شرح دهید. برای این منظور می توانید از این [لینک](#) کمک بگیرید. (۲۰ امتیاز)

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 می کنیم. برای آشنایی کار با این کتابخانه برای استفاده از این الگوریتم از این [لینک](#) کمک بگیرید. (۳۰ امتیاز)

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 credit_card.csv که در کنار این فایل قابل مشاهده است را با کتابخانه ی pandas بخوانید.

۲. ویژگی های BILL_AMT1 تا BILL_AMT6 را برای هر داده با هم جمع کنید و ویژگی جدیدی به نام BILL_TOTAL در دیتاست اضافه کنید، در ادامه تنها دو ویژگی LIMIT_BAL و BILL_TOTAL را مورد استفاده قرار خواهیم داد.

۳. دیتاست جدیدی تنها با دو ویژگی داده شده بسازید و برای این دو ویژگی از عملیات نرمالسازی یا استاندارد سازی استفاده کنید.

۴. 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.

۵. برخی از داده ها تعلقشان به یک خوشه زیاد نمی باشد و نمی توان به طور قطعی به آن خوشه نسبت داد. داده هایی که تعلقشان به یک خوشه زیاد(این معیار برای بررسی زیاد بودن و نبودن را توضیح دهید که بر چه اساس تعیین کردید) نیست را به عنوان داده های مشکوک در نظر گرفته و با رنگ های مختلف روی نمودار نشان دهید. (برای هر یک از مقادیر C یک نمودار مجزا می بایست رسم شود)

۶. 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 خوشه ی مربوط به هر داده را مشخص کنید و در ستونی در دیتاست اضافه کنید. (داده هایی را که می توان به چند خوشه نسبت داد نیز چند خوشه به عنوان خوشه مربوطه در نظر بگیرید و تمام نوع خوشه های نسبت داده شده را نمایش دهید. (برای مثال فرض کنید بهترین C برابر ۳ بوده است، برخی از داده ها به خوشه ی ۱، برخی به خوشه ۲ و برخی به خوشه ۳ نسبت داده شده اند، برخی نیز مابین خوشه ۱ و ۲ و برخی مابین خوشه ۱ و ۳ و برخی مابین خوشه ۲ و ۳ و برخی بین هر سه خوشه) برحسب درجه عضویتشان برای هر خوشه) و در این حالت ۷ نوع خوشه به عنوان خروجی باید وجود داشته باشد))

۷. آیا رابطه ای بین خوشه های نسبت داده شده و default payment next month وجود دارد؟ مورد بررسی قرار دهید و نتایج آن را تحلیل کنید.