

بسم الله الرحمن الرحيم



تمرین سری سوم

درس هوش محاسباتی دکتر لاجوردی

مهلت تحویل تا سه شنبه ۱۲ تیر ساعت ۲۳:۵۹

طراح: محمدصادق پولایی، امیررضا ملکوتی فر

بهار ۱۴۰۳

فهرست مطالب

۲	.....	سوالات تئوری	۱
۲	.....	سوال اول	۱.۱
۳	.....	سوال دوم	۲.۱
۳	.....	سوالات عملی	۲
۳	.....	سوال سوم	۱.۲
۶	.....	سوال چهارم	۲.۲

۱ سوالات تئوری

۱.۱ سوال اول

می خواهیم با استفاده از منطق فازی یک ماشین ظرفشویی طراحی کنیم و اطلاعات زیر موجود است: دمای آب بین ۲۰ تا ۷۰ درجه می تواند باشد، وزن ظروف بین صفر تا ۵ کیلوگرم، کثیفی ظروف با یک سنسور چربی بین صفر (کمی کثیف) تا ۵۰ (خیلی کثیف) سنجیده می شود. سرعت چرخش موتور بین صفر تا ۶۰ دور در دقیقه و زمان شستشو بین ۱۰ دقیقه تا ۱۰۰ دقیقه است. برخی از قواعد تجربی که توسط یک متخصص ارائه شده است به قرار زیر است:

- اگر ظروف کمی کثیف و وزن سبک و آب سرد باشد باید سرعت موتور زیاد و زمان شستشو کوتاه باشد.
- اگر ظروف کمی کثیف و وزن متوسط و آب سرد باشد باید سرعت موتور خیلی زیاد و زمان شستشو متوسط باشد.
- اگر ظروف کمی کثیف و وزن زیاد و آب ولرم باشد باید سرعت موتور متوسط و زمان شستشو طولانی باشد.
- اگر ظروف کثیف و وزن سبک و آب سرد باشد باید سرعت موتور زیاد و زمان شستشو خیلی طولانی باشد.
- اگر ظروف خیلی کثیف و وزن زیاد و آب ولرم باشد باید سرعت موتور خیلی کم و زمان شستشو خیلی طولانی باشد.
- اگر ظروف کثیف و وزن زیاد و آب گرم باشد باید سرعت موتور کمی زیاد و زمان شستشو نسبتاً طولانی باشد.
- اگر ظروف خیلی کثیف و وزن زیاد و آب سرد باشد باید سرعت موتور خیلی زیاد و زمان شستشو خیلی طولانی باشد.

این کنترلر فازی را طراحی کنید و بگویید برای وضعیت ۴ کیلو ظروف با درجه چربی ۴۵ و دمای آب ۲۰ درجه، خروجی چه باید باشد؟

۲.۱ سوال دوم

اگر متغیر زبانی وزن و متغیر سن با ترمهای زیر تعریف شده باشد و دو نفر با وزنهاي ۵۵ و ۹۵ کیلوگرم و سن ۴۵ و ۶۰ سال موجود باشند، در خصوص میزان درستی عبارت زیر چه می توان گفت؟ اگر نفر اول خیلی لاغر باشد آنگاه نفر اول تقریباً جوانتر از نفر دوم است.

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

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

۲ سوالات عملی

۱.۲ سوال سوم

یک کنترل کننده فازی برای محاسبه دوز داروی شیمی درمانی نیاز داریم. 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 (۰) 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.

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

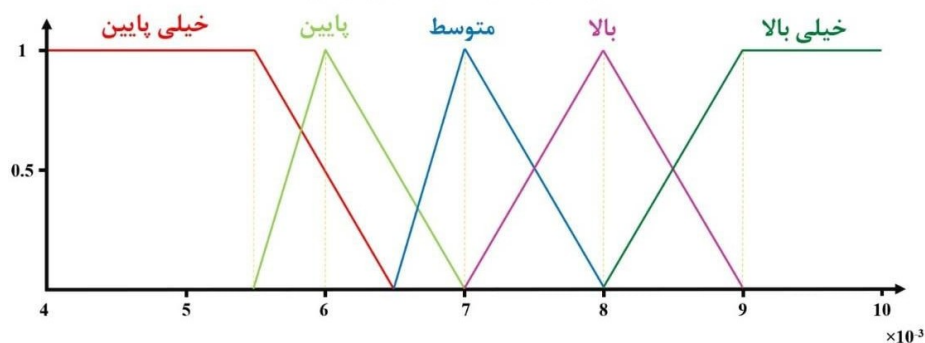
$$\mu_{mid}(x_1) = \begin{cases} \frac{10}{3}x_1 + \frac{-4}{3} & 0.4 \leq x_1 \leq 0.7 \\ \frac{-100}{15}x_1 + \frac{17}{3} & 0.7 \leq x_1 \leq 0.85 \end{cases}$$

$$\mu_{high}(x_1) = \begin{cases} \frac{100}{15}x_1 + \frac{-14}{3} & 0.7 \leq x_1 \leq 0.85 \\ 1 & 0.85 \leq x_1 \end{cases}$$

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

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

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



شکل ۱: تابع عضویت دوز دارای 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

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.

(آ) یک سیستم کنترلی فازی برای مسئله مطرح شده، طراحی کنید. لازم است که برای این سوال گزارش تهیه کنید و قسمت های مختلف کد خود را شرح دهید

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

- تراکم سلول سالم 0.65 و تراکم سلول سرطانی 0.5
- تراکم سلول سالم 0.5 و تراکم سلول سرطانی 0.6

۲.۲ سوال چهارم

در این سوال قصد داریم يك سیستم كنترلي پیچیده‌تر را طراحی کنیم. برای این مسئله از محیط Moun-tainCarContinuous v0 استفاده خواهیم کرد. برای آشنایی بیشتر با این محیط به این [لینک](#) مراجعه کنید. این محیط، يك محیط گرافیکی است که در آن يك ماشین يك بعدی بین دو تپه قرار دارد. هدف این است که ماشین به بالاي تپه سمت راست برسد اما موتور آن به اندازه كافي قدرت ندارد که با يك بار حرکت این کار را انجام دهد. بنابراین باید با عقب و جلو کردن ماشین کاری کرد که ماشین به بالاي 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 می‌خورید. برای راحتی کار بر روی کامپیوتر خود و در Jupyter Notebook اجرا بگیرید. می‌توانید این تمرین را به صورت سورس py. نیز ارسال کنید.) تعدادی کتابخانه برای حل سوال مورد نیاز است. دستورات زیر را برای نصب آن‌ها در خط فرمان (command line) اجرا کنید:

```
install packages
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 يك سیستم فازی کنترل کنید که ماشین به بالاي 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 می‌دهد. 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 يك Action انتخاب کنید. Action در اینجا يك عدد بین 1- تا 1+ است که میزان نیرویی است که شما به ماشین وارد خواهد کرد. انتخاب این اکشن باید بر اساس يك 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 پیاده‌سازی کنید. در نهایت از سیستم پیاده‌سازی 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 ندهد که از تعداد مراحل بیشتر از ۵۰۰ استفاده کنید. برای این سوال شما باید یک گزارش بنویسید. در گزارش خود باید متغیرهای زبانی و نحوهای بازه‌بندی آنها و نحوه تعریف قوانین را شرح دهید. نمودار پاداش‌های دریافتی نیز را تحلیل کنید. راهنمایی: برای طراحی بهتر قوانین از شکل زیر که راهنمای محیط است استفاده کنید (برخلاف انتظار دره در مکان ۰.۵- قرار دارد).

