

به نام خدا



درس مبانی هوش محاسباتی

دکتر ناصر مزینی

تمرین سری چهارم

طراحان تمرین:

مهدی خورشیا

پریسا علی پور

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 (۲۰ امتیاز)

فرض کنید مجموعه‌های فازی A و B و C را با توابع عضویت $\mu_A(x)$ و $\mu_B(x)$ و $\mu_C(x)$ به صورت زیر داریم:

$$A = \{(1, 0.5), (2, 0.6), (3, 0.5), (4, 0.7), (5, 0.9)\}$$

$$B = \{(1, 0.9), (2, 0.7), (3, 0.5), (4, 0.7), (5, 0.1)\}$$

$$C = \{(1, 0.8), (2, 0.1), (3, 0.4), (4, 0.2), (5, 0.3)\}$$

اگر فرض کنیم که NOT عملگر نقیض فازی به صورت $1 - \mu(x)$ ، AND عملگر اشتراک فازی به صورت $\mu_A(x) \times \mu_B(x)$ و OR عملگر اجتماع فازی به صورت $\min(1, \mu_A(x) + \mu_B(x))$ باشند، درستی قوانین دمورگان زیر را بر روی مجموعه‌های فوق آزمایش کنید:

$$NOT((A \text{ AND } B) \text{ OR } C) = (NOT(A) \text{ OR } NOT(B)) \text{ AND } NOT(C)$$

$$NOT((A \text{ OR } B) \text{ AND } C) = (NOT(A) \text{ AND } NOT(B)) \text{ OR } NOT(C)$$

سوال ۲ (۲۰ امتیاز)

قاعده فازی زیر را در نظر بگیرید:

«اگر حجم خیلی کم باشد، آنگاه فشار خیلی زیاد است.»

بنابراین رابطه زیر را می‌توان برای این قاعده در نظر داشت:

$R(\text{volume}, \text{pressure}) = \text{if volume is } A \text{ then pressure is } B.$

$R(v, p) = A(v) \rightarrow B(p); \quad A(v): v \text{ is } A; \quad B(p): p \text{ is } B.$

همچنین توابع عضویت برای ترم کم متغیر زبانی حجم و ترم زیاد متغیر زبانی فشار به ترتیب به صورت زیر می‌باشند:

p	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰
$\mu_A(p)$	۰.۲	۰.۴	۰.۷	۰.۹

v	۳۰	۵۰	۸۰	۹۰
$\mu_B(v)$	۰.۱	۰.۳	۰.۸	۱

تحقیق کنید اگر حجم تقریباً کم (*fairly less*) نباشد، آنگاه درجه‌های عضویت را برای ترم زیاد متغیر فشار بنویسید.

سوال ۳ (۵۰ امتیاز)

در این سوال قصد داریم یک کنترل کننده فازی را برای محاسبه میزان فشار وارده بر پدال گاز در یک خودروی خودران طراحی کنیم. عوامل بسیاری در تعیین میزان فشار وارده بر پدال گاز موثر هستند اما برای سادگی طراحی، از دو ورودی استفاده می‌کنیم. ورودی‌های این مسئله، فاصله از ماشین جلویی (x_1) و میزان لغزندگی جاده (x_2) است. خروجی این سیستم میزان فشار وارده بر پدال گاز 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 میزان فشار وارده بر پدال گاز (Y)

همچنین قوانین فازی این سیستم در جدول زیر داده شده است:

		فاصله از ماشین جلویی (X_1)		
		کم	متوسط	زیاد
میزان لغزندگی جاده (X_2)	کم	پایین	پایین	خیلی پایین
	متوسط	متوسط	متوسط	پایین
	زیاد	خیلی بالا	بالا	متوسط

الف) بطور کلی مراحل یک کنترل کننده فازی را شرح دهید.

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

پ) اگر فاصله از ماشین جلویی ۰.۶۵ و میزان لغزندگی جاده ۰.۵ باشد، کنترل کننده فازی طراحی شده چه میزان فشار را بر پدال گاز وارد می کند؟ (مراحل محاسبه را با جزئیات توضیح دهید.)

سوال ۴ (۱۰ امتیاز)

هر کدام از روش های defuzzification چه مزایا و معایبی دارند؟