

بسمه تعالی



دانشکده مهندسی کامپیوتر

مبانی هوش محاسباتی

نام استاد: دکتر مزینی

تمرین چهارم

آرمان حیدری

شماره دانشجویی: ۹۷۵۲۱۲۵۲

آذر ۱۴۰۰

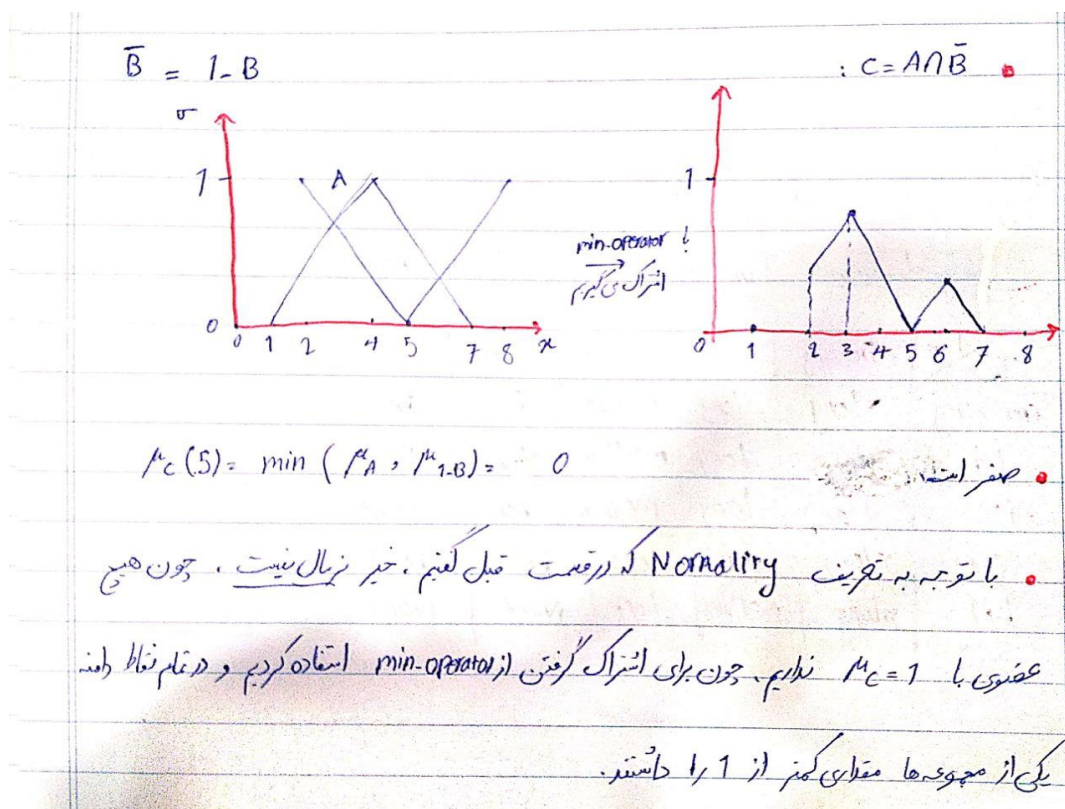
پاسخ سوال اول

(۱.۱)

- Normality: اگر مجموعه فازی A ، core داشته باشد. یعنی $\text{core}(A)$ تهی \emptyset نباشد، یک مجموعه فازی normal است. درواقع باید عضوی با تعلق ۱ حتما داشته باشد.
- Support: تمام اعضای مجموعه فازی که تعلقشان بیش از صفر است و درواقع تعلق دارند را گوییم.

$$\text{Support}(A) = \{x \in X \mid \mu_A(x) > 0\}$$
- Core: اعضای از مجموعه فازی A که میزان تعلقشان برابر ۱ است، core های مجموعه فازی A هستند.
- α - cut: اعضای از مجموعه فازی A که میزان تعلقشان بیش از مقدار α است، این مجموعه را تشکیل می‌دهند.

(۲.۱)



مقدار Z را با استفاده از این رابطه می توانیم حساب کنیم:

$$Z = \frac{\beta_1(x+y+1) + \beta_2(2x+y+1) + \beta_3(2x+3y) + \beta_4(2x+5)}{\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \beta_4} \quad (*)$$

که مقادیر β_i با توجه به گزاره های داده شده به این صورت محاسبه می شوند: (and) \wedge محاسبه می شود)

$$\beta_1 = \mu_{A_1}(x) \wedge \mu_{B_1}(y) = \min(0.1, 1) = 0.1$$

$$\beta_2 = \mu_{A_2}(x) \wedge \mu_{B_1}(y) = \min(0.9, 1) = 0.9$$

$$\beta_3 = \mu_{A_1}(x) \wedge \mu_{B_2}(y) = \min(0.1, 0.1) = 0.1$$

$$\beta_4 = \mu_{A_2}(x) \wedge \mu_{B_2}(y) = \min(0.9, 0.1) = 0.1$$

$$Z = \frac{(0.1 \times 6) + (0.9 \times 7) + (0.1 \times 14) + (0.1 \times 7)}{0.1 + 0.9 + 0.1 + 0.1} = \frac{0.6 + 6.3 + 1.4 + 0.7}{1.2} \quad (*)$$

$$= \frac{9}{1.2} = \boxed{7.5}$$

برای نرخ آموزش یک متغیر فازی با ۳ حالت زیاد، متوسط و کم را در نظر میگیریم. همچنین متغیرهای فازی موثر بر آن را میزان خطای شبکه، epoch ای که در آن قرار داریم میگیریم و هر کدام از آن ها را هم با سه توزیع مثلثی نشان میدهیم.

نرخ آموزش ← مثلثی با راس ۰.۱ به معنی زیاد، مثلثی به راس ۰.۰۱ به معنی متوسط، مثلثی با راس ۰.۰۰۱ کم

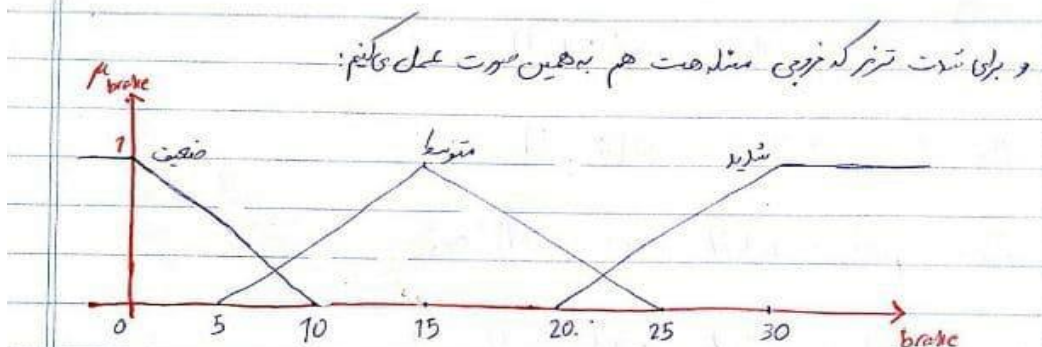
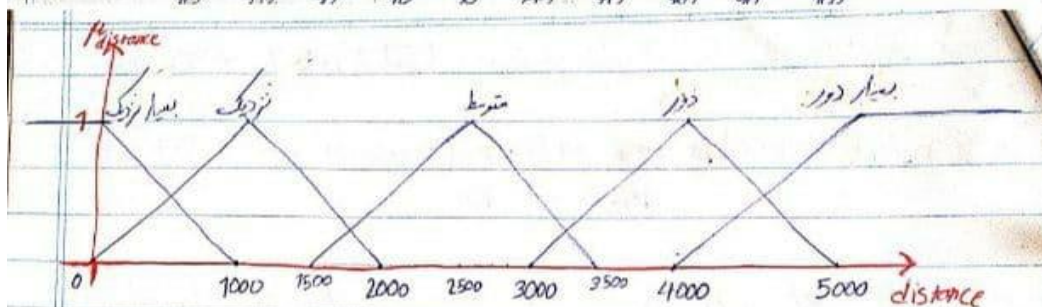
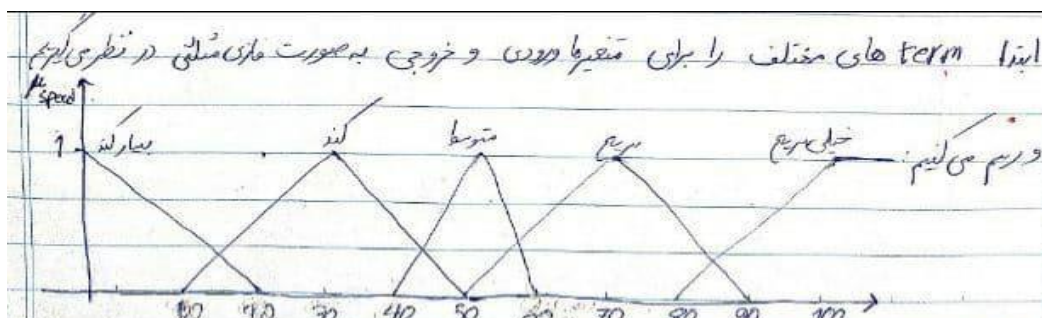
Epoch ← مثلثی با راس ۱۵۰ به معنی زیاد، مثلثی به راس ۱۰۰ به معنی متوسط، مثلثی با راس ۵۰ کم

میزان خطا ← مثلثی با راس ۰.۵ به معنی زیاد، مثلثی به راس ۰.۳ به معنی متوسط، مثلثی با راس ۰.۱ کم

در همه ی آن ها بازه ها و درواقع شعاع مثلث ها را طوری میگیریم که coverage داشته باشند. همچنین مقادیر منفی را با تعلق صفر و مقادیر بیشتر از بزرگترین متغیر فازی را هم برابر حداکثر میگیریم. به این صورت کنترلر دچار مشکل اجرایی نمی شود و در هر بازه ای از متغیرهای فازی ورودی میتواند خروجی ای (نرخ آموزشی) محاسبه کند.

تعدادی قانون هم تعریف میکنیم (چون مثلا در این سوال expert ما هستیم):

- اگر خطا کم باشد، نرخ آموزش باید کم باشد.
- اگر خطا زیاد باشد، نرخ آموزش باید زیاد باشد.
- اگر خطا متوسط باشد و epoch کم باشد، آنگاه نرخ آموزش زیاد باشد.
- اگر خطا متوسط باشد و epoch متوسط باشد، آنگاه نرخ آموزش متوسط باشد.
- اگر خطا متوسط باشد و epoch اجرا زیاد باشد، آنگاه نرخ آموزش متوسط باشد.



خوانین را در جدولی خلاصه می کنیم که مقادیر هر خانه شدت ترمز با دوری های مطرح و سترن جدول را نشان

| ملاحظات | بسیار دور | دور | متوسط | نزدیک | بسیار نزدیک |
|-----------|-----------|-------|-------|-------|-------------|
| بسیار کند | ضعیف | ضعیف | ضعیف | ضعیف | بسیار کند |
| کند | ضعیف | ضعیف | متوسط | متوسط | کند |
| متوسط | ضعیف | ضعیف | متوسط | متوسط | متوسط |
| سریع | متوسط | متوسط | شدید | شدید | سریع |
| خیلی سریع | شدید | شدید | شدید | شدید | خیلی سریع |

توجه کنید تاکنون term ها با لیدر را طوری انجام دادیم که coverage داشته باشند. همچنین به دلیل این که

مسئله پیچیدگی خیلی خوبی ندارد استفاده از فازی مثلثی کفایت می کند. حال با این مسئله کمتر کاری با هر دوری و توانیم طبق روش Mamdani، شدت ترمز را بگیریم.

در این قسمت که مقادیر فاصله 2500 و سرعت 75 را داریم باید در محادله نمودارهای

مثلثی قبلی قرار دهیم تا μ_{speed} و μ_{distance} را برایمان محاسبه کنیم.

$$\mu_{\text{speed} = \text{fast}} = \begin{cases} \frac{x}{20} - 2.5 & 50 \leq x \leq 70 \\ 4.5 - \frac{x}{20} & 70 \leq x \leq 90 \end{cases} \Rightarrow \mu_{\text{fast}}(75) = 0.75$$

$$\mu_{\text{distance} = \text{متوسط}} = \begin{cases} \frac{x}{1000} - 1.5 & 1500 \leq x \leq 2500 \\ 3.5 - \frac{x}{1000} & 2500 \leq x \leq 3500 \end{cases} \Rightarrow \mu_{\text{medium}}(2500) = 1$$

اگر اعداد داده شده برای سرعت و فاصله در term های دیگری هم صدق می کردند باید μ را برای آن ها

هم محاسبه می کردیم و در جدول زیر حالات بیشتری را لحاظ می کردیم. اما طبق بانوهای که در وقت قبل سوال

پرسیدیم این اعداد در "سرعت" و "فاصله متوسط" قرار گرفتند و میزان تعلیقشان هم که بدست آوردیم.

| | سرعت | فاصله | Minimum |
|--------|-------------|-----------|---------|
| Rule 1 | 0.75 : سریع | 1 : متوسط | 0.75 |

از روش Mean Max برای defuzzification استفاده می کنیم. طبق جدول قسمت قبل که از قوانین بدست آمده بود می فهمیم که شدت ترنر شدید باید باشد. حالا که 0.75 را داریم در نمودار شدت ترنر قرار می دهیم.

$$\mu_{\text{شدت ترنر} = \text{شدید}} = \begin{cases} \frac{x}{10} - 2 & 20 \leq x \leq 30 \\ 1 & 30 < x \end{cases} \Rightarrow 0.75 = \frac{x}{10} - 2 \Rightarrow x = 27.5$$

این باز اگر چندین مقدار در نمودار شدید 0.75 صدق می کرد، باید میانگین می گرفتیم که در اینجا این طور نشد.

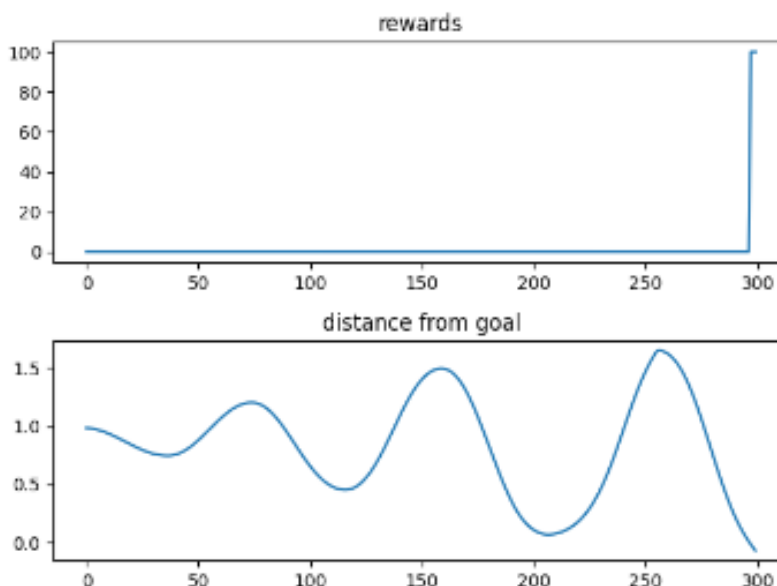
پاسخ سوال چهارم

دو متغیر فازی سرعت (velocity) و مکان (position) را به صورت فازی در بازه های گفته شده سوال تعریف میکنیم. سپس برای آن ها سه حالت زیاد، متوسط و کم را در نظر میگیریم. این کار را برای متغیر فازی خروجی یعنی ضریب توان (power_coefficient) هم انجام میدهیم.

سپس باید قوانینی تعریف کنیم، در واقع به عنوان expert که این ماشین را به خوبی از تپه عبور دهد و به پرچم برساند. منطق ما این است که از تپه عقبی برای افزایش شیب استفاده میکنیم. یعنی در آنجا به سمت مکان کمتر سعی میکنیم حرکت کنیم. در مکان های مثبت هم سعی میکنیم توان را بیشتر کنیم. همچنین باید وقتی مقصد را رد میکنیم سعی کنیم ضریب توان را منفی کنیم و به آن برگردیم. پس با این ۵ قانون میتوانیم کنترلر منطقی داشته باشیم:

```
self.velocity["low"], self.power_coefficient["low"]),
self.velocity["mid"], self.power_coefficient["mid"]),
self.velocity["high"] & self.position["low"], self.power_coefficient["high"]),
self.velocity["high"] & self.position["mid"], self.power_coefficient["high"]),
self.velocity["high"] & self.position["high"], self.power_coefficient["low"]),
```

و در نهایت با اجرا میبینیم که ماشین به پرچم میرسد. نمودار خروجی های خواسته شده هم به این صورت شد:



که نوسان فاصله از مقصد به علت حرکت نوسانی ماشین هنگام بالا و پایین رفتن از دو تپه است. و مقدار reward که مسئله میدهد هم تا زمانی که به مقصد نرسیدیم عددی کم و پس از رد کردن تپه مناسب بوده است.

محور افقی در هر دو نمودار نشاندهنده دفعه ی اجراست که چون HORIZON=300 بود اعداد ۰ تا ۳۰۰ است.