

(Q1)

در فایل پی دی اف موجود است.

(Q2)

در فایل پی دی اف موجود است.(صفحه 2 و 3)

(Q3)

(الف)

-step 1:

after identifying relevant input output variables of the controller, we have to select meaningful *linguistic terms* for each variable and express them by appropriate fuzzy sets (usually fuzzy numbers)

-step2:

introducing a *fuzzification function* for each input variable to express the associated measurement uncertainty

-step3:

formulating the knowledge pertaining to the given control problem in terms of a set of *fuzzy inference rules* (either by eliciting from experienced human operators or by obtaining from empirical data)

-step4:

designing an *inference engine* which must properly combine measurements of input variables with relevant fuzzy information rules

-step5:

selecting a suitable *defuzzification method* to convert each conclusion obtained in terms of a fuzzy set, to a single real number

5

مرحله 1:

در ابتدا باید اهداف سیستم کنترلر و ورودی های سیستم و خروجی های آن مشخص شود. ورودی های سیستم از طریق سنسورها مشخص میشوند و خروجی ها روی مازول های سیستم اعمال میشوند. مثلا خروجی میتواند روی سرعت موتور اعمال شود.

مرحله 2:

در این مرحله باید متغیرهای زبانی سیستم تعریف شوند. سپس فضای این متغیرها به بازه های کوچک تر یعنی فازهای مختلف شکسته شود.

مرحله 3:

در این مرحله برای هر متغیر باید یک تابع فازی سازی معرفی شود تا ورودی های ضحیح یا اعشاری را تبدیل به یک term از متغیرهای زبانی کند.

مرحله 4:

سپس باید قواعد و قوانین inference فازی مشخص شود. به این کار Rule Base Defination هم میگویند. این کار معمولاً توسط متخصص انجام میشود. میتوان از نتایج تجربی و آمار هم برای تعریف قواعد استفاده کرد. از قوانین if-then میتوان برای این کار استفاده کرد.

مرحله 5:

ساخت موتور استنتاج. این موتور، قواعد فازی را با هم ترکیب میکند و به نتایج جدید در مورد متغیرهای سیستم فازی میرسد. با استفاده از نتایج به دست آمده، موتور استنتاج تعیین میکند که خروجی های سیستم چگونه تغییر کنند.

مرحله 6:

دیفازی کردن، در این مرحله باید خروجی های موتور استنتاجی که از جنس term های متغیرهای زبانی هستند را به اعداد حقیقی قابل ارزیابی تبدیل کرد. چون سیستم کنترلی نمیتواند با متغیرهای فازی کار کند و نیاز به اعداد حقیقی دارد.

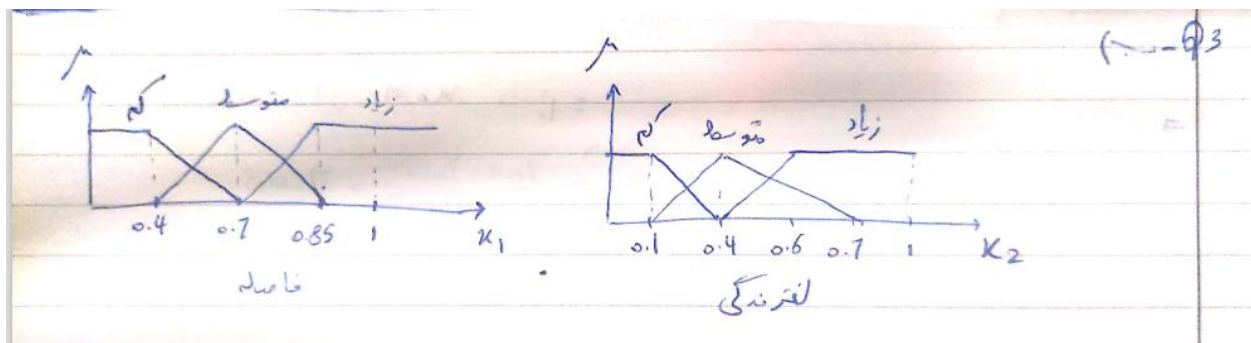
مرحله 7:

اقدام کنترلی، در این مرحله، خروجی های محاسبه شده حاصل از دیفازی کردن term ها، روی سیستم اعمال میشوند.

مرحله 8:

ثبت بازخورد، در این مرحله، بازخورد سیستم پس از اقدام کنترلی دریافت میشود و مجدداً اطلاعات جدید از سنسورها به دست میاید و مراحل قبل مجدداً تا رسیدن به نقطه مدنظر تکرار میشوند.

(ب)



(پ)

→ Q3

$$x_1 = 0.65 \quad x_2 = 0.5$$

$$\mu_{\text{کم}}(x_1) = \frac{-10}{3} \times 0.65 + \frac{7}{3} = \boxed{0.16} \quad \mu_{\text{کم}}(x_2) = 0$$

$$\mu_{\text{متوسط}}(x_1) = \frac{10}{3} \times 0.65 - \frac{4}{3} = \boxed{0.83} \quad \mu_{\text{متوسط}}(x_2) = \frac{-10}{3} \times 0.5 - \frac{7}{3} = 0.6$$

$$\mu_{\text{زیاد}}(x_1) = \boxed{0} \quad \mu_{\text{زیاد}}(x_2) = \frac{10}{2} \times 0.5 - 2 = 0.5$$

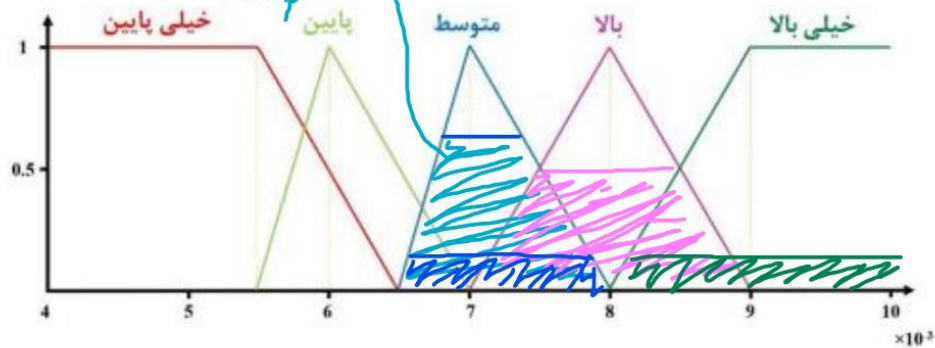
$$x_1 = \text{متوسط}, x_2 = \text{متوسط} \Rightarrow \text{نتیجه} = \min(0.83, 0.6) = 0.6$$

$$x_1 = \text{متوسط}, x_2 = \text{زیاد} \Rightarrow \text{نتیجه} = \min(0.83, 0.5) = 0.5$$

$$x_1 = \text{کم}, x_2 = \text{متوسط} \Rightarrow \text{نتیجه} = \min(0.16, 0.6) = 0.16$$

$$\text{کم}, x_2 = \text{زیاد} \Rightarrow \text{نتیجه} = \min(0.16, 0.5) = 0.16$$

maximal membership



با استفاده از MOM داریم:

$$Y_{max} = 7.3 \text{ و } Y_{min} = 6.83$$

$$Y^{MOM} = \frac{Y_{min} + Y_{max}}{2} = 7.08$$

مقدار  $Y_{max}$  و  $Y_{min}$  از روی شیب نمودارها محاسبه شد.

(Q4)

در زیر، مزایا و معایب هر یک از روش‌های دیفازی‌سازی (COS (Center of Sums), COG (Center of Gravity), CA (Center of Area) و MOM (Mean of Maxima) برای تبدیل مقادیر فازی به مقادیر کریسپ (عددی) شرح داده شده است:

Center of Sums (COS)

مزایا:

سادگی COS: یک روش ساده است و محاسبات نسبتاً سریعی دارد.

معایب:

حساسیت به توزیع COS: حساس به توزیع نسبی ارتفاع‌های فازها است و در صورت تغییرات زیاد در توزیع، ممکن است نتایج غیرقابل پیش‌بینی داشته باشد.

Center of Gravity (COG)

مزایا:

انعطاف پذیری COG: به خوبی با توزیع‌های غیریکنواخت کار می‌کند.

تاثیر چندین نقطه: می‌تواند از چندین نقطه مهم تاثیر بگذارد.

معایب:

پیچیدگی محاسبات COG: به محاسبات پیچیده‌تری نسبت به COS نیاز دارد.

Center of Area (CA)

مزایا:

مقاومت در برابر تغییرات CA: مقاوم در برابر تغییرات در توزیع فازها و احتمالی نویز است.

معایب:

محاسبات جمع‌آوری مقادیر: نیاز به جمع‌آوری مقادیر ممکن و محاسبات جلوگیری ناپذیر.

### Mean of Maxima (MOM)

مزایا:

مقاومت در برابر نویز MOM: مقاوم در برابر نویز و افت و خیزهای تصادفی است.

عملکرد خوب در مواقع بحرانی: در مواقع بحرانی یا شرایطی که یکی از فازها به نقاط بسیار بالا می‌رسد، عملکرد بهتری دارد.

معایب:

عدم مطابقت با تصمیم‌گیری انسانی: گاهی اوقات نتایج MOM با تصمیم‌گیری انسانی مطابقت ندارد و ممکن است نتایجی تولید کند که به نظر غیرمنطقی بیایند.

هر یک از این روش‌ها ممکن است با توجه به مشخصات و نیازهای خاص کنترل‌کننده و سیستم مورد نظر بهترین عملکرد را ارائه دهند. انتخاب روش مناسب به دقت در مواردی مانند نوع سیستم، توزیع فازی، و حساسیت به نویز بستگی دارد.

### Bisector Method

مزایا:

رفتار مناسب در مواردی که انحراف‌ها در توزیع فازی مهم نیستند.

معایب:

نمی‌تواند با توزیع‌های غیریکنواخت به خوبی مقابله کند.

### Weighted Average Method

مزایا:

امکان اعمال وزن به مقادیر فازی ورودی.

معایب:

وابسته به تعیین وزن‌های مناسب است.

مقایسه جدولی روش‌ها از نظر plauability و سادگی محاسبه و پیوستگی

	COG	COS	CA	MOM
plausability	yes	yes	yes	yes
Simplicity of calculation	no	yes	yes	yes
continuity	yes	yes	yes	no