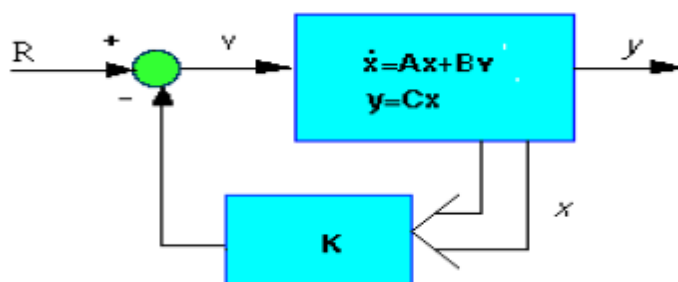


به نام خدا

جهت کنترل سیستم های غیرخطی معمولا از منطق فازی استفاده می شود. از روش های معمول در منطق فازی استفاده از کنترلرهای PID می باشد. سیستم کنترل در سیستم های خطی با استفاده از تابع تبدیل یا معادلات حالت تعریف می شود در حالیکه برای کنترل بهینه به دلیل غیر خطی بودن سیستم فقط از فضای حالت می توان استفاده نمود. کنترل بهینه در فضای حالت از معادلات ریگاتی و توابع متغیر برای حل مساله استفاده می کند. در اینجا هدف توصیف روشی برای جستجوی توابع کنترل جهت حل معادلات به صورت گرافیکی می باشد.

همانطور که می دانیم با استفاده از فیدبک در سیستم، می توان موقعیت قطب ها را نسبت به محور موهومی بهبود داد. اگر قطب ها به اندازه کافی از محور موهومی فاصله داشته باشند، سرعت سیستم خیلی زیاد خواهد بود، ولی توان ورودی سیستم نیز بالا خواهد رفت. در این مساله خاص، جهت محدود کردن توان از کنترلر استفاده می گردد.

همانطور که در شکل زیر آورده شده است، با استفاده از سیستم فیدبک دار و با نوشتن معادلات در فضای حالت و استفاده از ماتریس کنترل و سایر پارامترها در نهایت به معادله زیر می رسیم.



شکل ۱

$$\begin{bmatrix} a1 \\ a2 \end{bmatrix} = [f1 \quad f2] \begin{bmatrix} P11x1 & P12x2 \\ P21x1 & P22x2 \end{bmatrix} - [x1 \quad x2] \begin{bmatrix} P11f1 & P12f2 \\ P21f1 & P22f2 \end{bmatrix}$$

در معادله بالا ابتدا با طراحی سیستم مقادیر x و f را به دست آورده و سپس با انتخاب ماتریس P سیستم را بهینه می کنیم. در این مساله، مقدار ماتریس p به صورت های زیر انتخاب شده است.

$$p = \begin{bmatrix} 1 & .8 \\ .8 & 1 \end{bmatrix}, p = \begin{bmatrix} 1 & .6 \\ .6 & 1 \end{bmatrix}, p = \begin{bmatrix} 1 & .9 \\ .9 & 1 \end{bmatrix}$$

روند اجرای برنامه

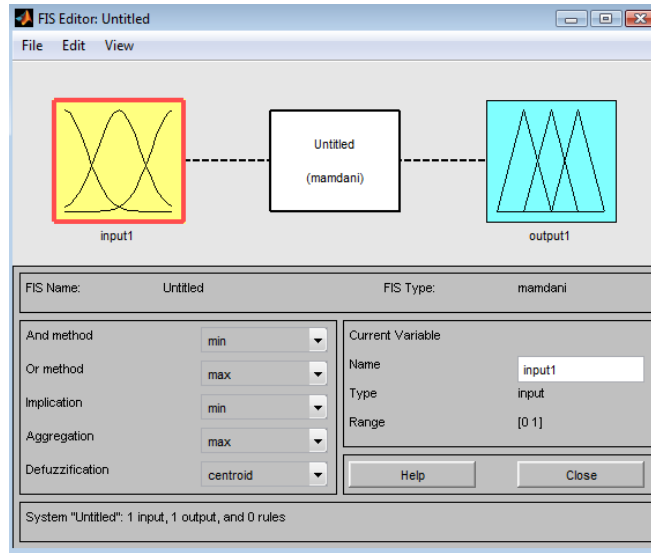
مرحله اول

ابتدا فایل `main.m` را اجرا نمایید. در این فایل:

- ✓ ابتدا متغیرهای `V` و `C` که نشان دهنده ولتاژ و میزان تمرکز گاز می باشد طبق مقادیر داده شده در مقاله وارد می شود.
 - ✓ برای آموزش سیستم نیاز به تعداد `epoch` داریم. اگر تعداد `epoch` زیاد انتخاب شود، زمان آموزش سیستم بالا خواهد رفت.
 - ✓ در مرحله بعد، باید ساختار `Fis` ایجاد شود. برای ایجاد ساختار `Fis`، متغیرهای `v` و `C` به عنوان داده های ورودی، تعداد `MF` (اعضا) برابر با ۵ و از نوع `gbell` برای هر `MF` استفاده شده است.
 - ✓ بعد از ایجاد ساختار `Fis` باید داده ها آموزش داده شوند. برای این منظور دستور `anfis` بکار می رود، که داده های اولیه، ساختار ایجاد شده و تعداد `epoch` به عنوان ورودی به آن داده می شود.
- بنابراین متغیر `in_fis` نشان دهنده داده های اصلی و متغیر `out_fis` نشان دهنده داده های آموزش دیده می باشد.
- ✓ در مرحله بعد، داده ها همراه با داده های آموزش دیده با استفاده از دستور `plot` رسم می گردد.
 - ✓ برای رسم `MF` ها از دستور `plotmf` استفاده می شود (شکل ۴ در مقاله).

مرحله دوم

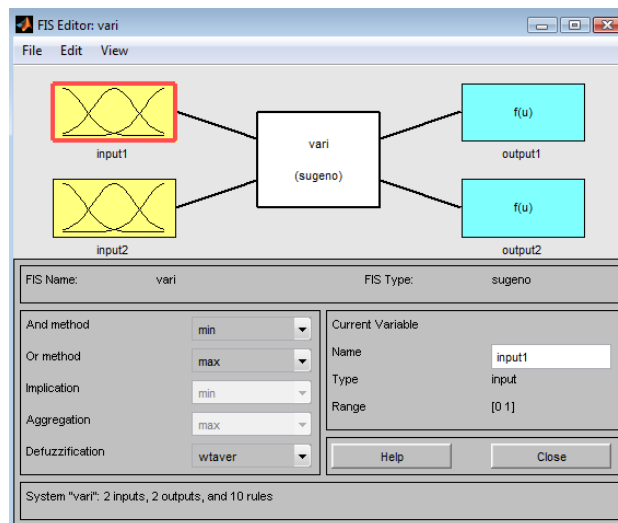
بعد از ایجاد ساختار `Fis` و آموزش داده ها، باید ساختاری با دو ورودی و دو خروجی ایجاد گردد. برای اینکار ابتدا دستور `Fuzzy` را در پنجره `command` متلب تایپ می کنیم، که یک صفحه گرافیکی به صورت زیر باز می شود.



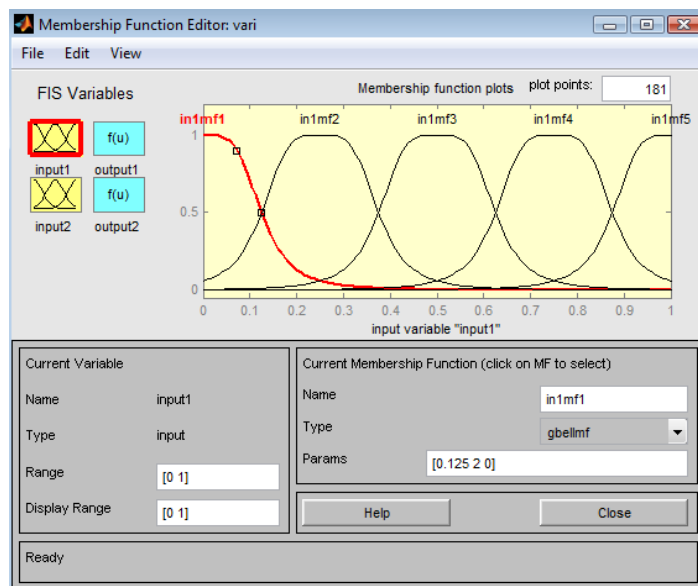
شکل ۲. ساختار GUI در منطق فازی

در این پنجره با انتخاب `file/Import/from workspace` دو متغیر `in_fis` و `out_fis` را وارد می‌کنیم. با انتخاب گزینه‌های `edit/Add variable/Input` و `Edit/Add variable/output` تعداد ورودی و خروجی‌ها را به ۲ افزایش می‌دهیم. این ساختار در آخر با نام `vari` ذخیره خواهد شد. ورودی دو ساختار `in_fis` و `out_fis` به عنوان ورودی‌های ساختار `vari` وارد می‌شود. برای تنظیم مقادیر خروجی از جدول صفحه ۵ مقاله استفاده شده است.

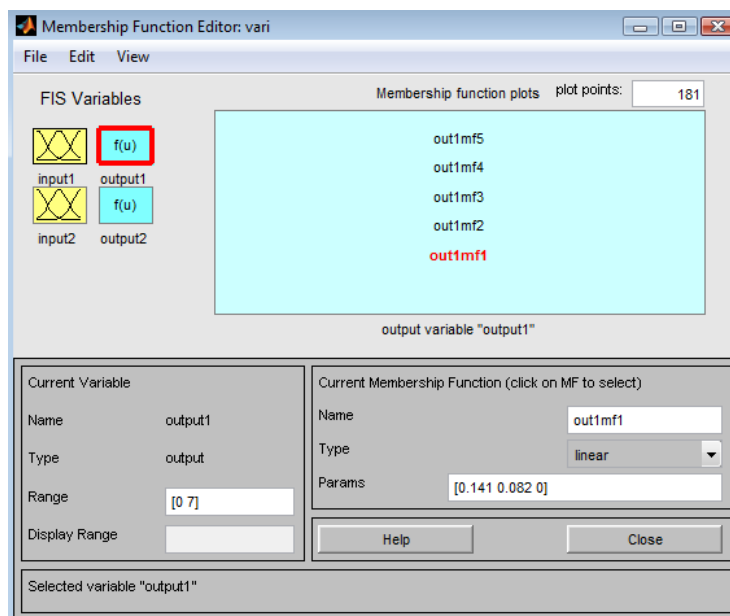
نمایی از ورودی‌ها، خروجی‌ها و روابط بین ورودی و خروجی‌های زیر آورده شده است.



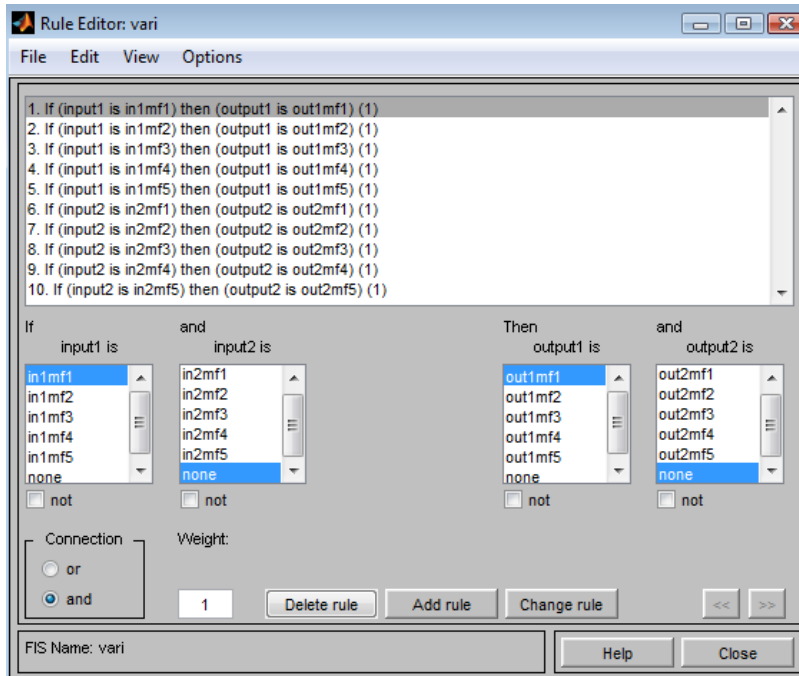
شکل ۳. ساختار `vari` با ۲ ورودی و ۲ خروجی با استفاده از روش `sugeno`



شکل ۴. توابع ورودی با استفاده از نوع gbell



شکل ۵. متغیرهای خروجی



شکل ۶. روابط بین ورودی و خروجی

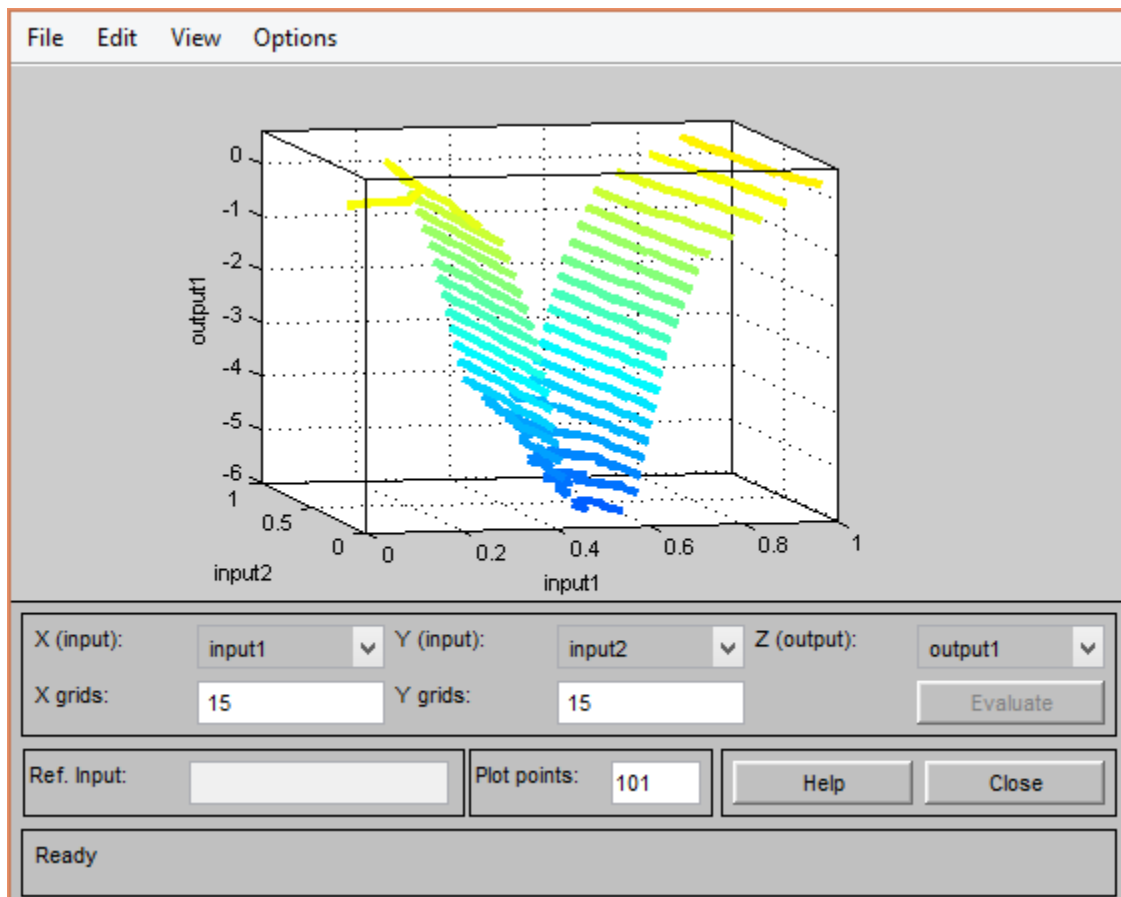
بعد از انجام تنظیمات فوق با انتخاب `file/Export/to workspace and to file` می توان ساختار ایجاد شده را در متغیر `vari.fis` ذخیره نمود.

تذکر: مراحل بالا انجام شده و در متغیر `vari.fis` ذخیره شده است و نیاز به انجام مجدد مراحل نمی باشد.

نکته: برای نمایش شکل ۵ مقاله می توان به صورت زیر عمل نمود:

انتخاب گزینه `view/surface` در پنجره `fis Editor:vari`

در پنجره باز شده برای نمایش شکل به صورت کانتور گزینه های `option/plot/contour` را انتخاب می کنیم.



شکل ۷. نمایش خروجی ۱ برحسب ورودی ۱ و ۲ (شکل ۵ مقاله)

لازم به ذکر است که با تغییر رنج ورودی و مقادیر خروجی می توان حدود محورها را در شکل بالا تغییر داد.

مرحله سوم

بعد از ایجاد ساختار `vari` با دو ورودی و دو خروجی مرحله بعد، ایجاد توابع `f1` و `f2` و ماتریس `p` می باشد.

فایل `Fuzricati.m` را اجرا نمائید. در این فایل داریم:

✓ ابتدا با استفاده از دستور `readfis` ساختار ایجاد شده را می خوانیم.

✓ برای نمایش ساختار، دستور `plotfis` به کار می رود.

- ✓ در صورتی که نیاز باشد ساختار را ویرایش نمائیم می توان از دستور **mfedit** استفاده کرد. (در اینجا لازم نمی باشد به همین دلیل به صورت کامنت در آمده است).
 - ✓ برای ایجاد تابع **f1** و **f2** از دستور **gensurf** استفاده شده است. تابع **f1** بر روی خروجی ۱ و تابع **f2** بر روی خروجی ۲ ایجاد شده است.
 - ✓ ماتریس **p** طبق مقادیر داده شده در مقاله وارد می شود.
 - ✓ مرحله بعد پیاده سازی معادله ۱۹ طبق فرمول داده شده می باشد. با توجه به قوانین ضرب ماتریس ها، مقادیر **q** و **r** محاسبه و سپس از هم کم می شود.
 - ✓ مرحله قبل برای دو ماتریس **p** پیاده سازی می شود.
- نکته: در شکل نشان داده شده، پنجره بالایی نمایش سیستم غیر بهینه و پنجره پائین نشان دهنده سیستم بهینه شده با مقدار **p** می باشد. مقدار بهینه سیستم در رنج ۰,۶-۰,۴ قرار دارد.