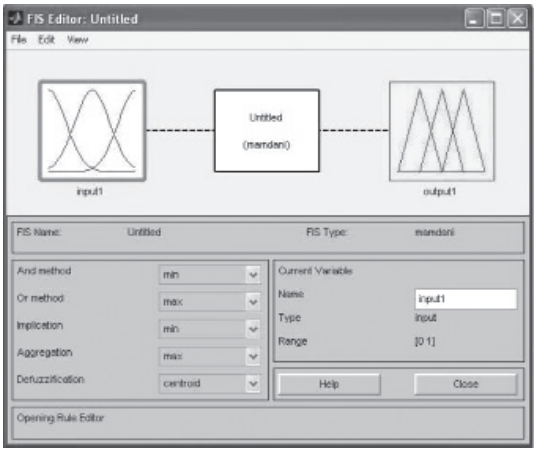
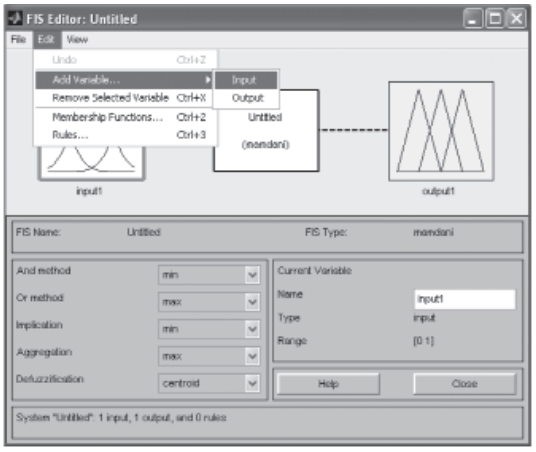
استفاده از کنترل کننده فازی برای کنترل یک سروموتور در محیط سیمولینک



شکل۱) پنجره طراحی منطق فازی



شکل۲) نحوه اضافه کردن ورودی و خروجی

در این شماره باچگونگی طراحی یک کنترل کننده فازی با Matlab برای کنترل یک سروموتور DC آشنا می شویم.

کنترل فازی از قوانین منطق فازی برای به‌دست‌آوردن کاربردهای کنترلی استفاده می‌شود. قوانین فازی برپایه قوانین کنترلی اســت. طراحی سیستم منطق فازی برپایه مدل ریاضی نیست. کنترل‌کننده‌های فازی با استفاده از منطق‌فازی، منطق بشری را پیاده کرده است‌که با توابع عضویت، قوانین فازی و قوانین عضویت برنامه‌ریزی شده است. کنترل‌کننده‌های فازی، خطا و تغییرات خطا را به‌عنوان تغییرات ورودی درنظر گرفته است. درابتدا، ساختار کنترل کننده فازی و انتخاب پارامترها لازم است. طراحی‌واجرای کنترل‌کننده منطق‌فازی اغلب به‌دانش وتجربه متخصصان و یا بینش و حرفه کارشناسان بستگی دارد. این رویکرد می‌تواند به ساخت یک مدل فازی یا مدلاولیه یک کنترل‌کننده فازی کمک کند. رویکرد بعدی کاربرد مهندسی‌کنترل وطراحی‌کنترل‌کننده فازی دربعضی‌جنبه‌ها شبیه طراحی‌های معمولی با انتخاب پارامترها بستگی به‌کارایی کنترل‌کننده دارد.

فرض کنید تابع تبدیل یک سروموتور DC به صورت زیراست:

$$G(s) = \frac{1}{s(s+1)}$$

قبل از این که وارد طراحی شویم ابتدا باید نحوه ایجاد کنترل کننده فازی در Matlab آموزش داده شود.برای این کار هم می توان از دســتورات Matlab اســتفاده کرد و هم می توان از جعبه ابزاری که در Matlab قرار دارد استفاده کرد که در اینجا کار جعبه ابزار Fuzzy Logic Design را آموزش می دهیم.برای وارد شدن به این جعبه ابزارابتدا دستور fuzzy را درمحیط command window بنویسید تا پنجره ای به صورت شکل (۱) ظاهر شود.

همان طور که در شکل (۱) مشاهده می کنید این صفحه از قسمت های زیر تشکیل شده است:

✓ **input**: در این قسمت ورودی های سیستم مشخص می شود که برای کار ما دو ورودی خطای سرعت و تغییرات خطای سرعت است.

✓ **Untitled**: در این قسمت قوانین نوشته می شود.

✓ **output** : در این قسمت خروجی های سیستم تعیین می شود که برای کار ما ولتاژ موتور است.

✓ Current Variable: در این قسمت اطلاعات مربوط به متغیری که انتخاب شده نشان داده می شود.سعی کنید برای هر متغیر نام مناسبی انتخاب کنید تا زمانی که قوانین را طراحی می کنیم دچار مشــکل نشویم.قسمت پایین سمت چپ که در این قسمت نحوه اســتدلال و استنتاج کردن قوانین و روابط فازی مشخص می شود.بهتر است این قسمت ها را تغییر ندهیم.برای اضافه کردن ورودی و خروجی می توان مانند شکل (۲) عمل کنیم.

ابتدا دو ورودی با نام های e وdeltaeو یک خروجی با نام Vســاخته می شود. سپس روی ورودی e دو بار کلیک کرده تا وارد صفحه ای به صورت شکل(۳) شوید.

ابتــدا با کلیک بر روی هر متغیر محدوده تغییرات آن (گوشــه پایین ســمت چپ) را مشخص می کنیم که برای این کار محدوده تغییرات هر سه متغیر [-۳,۳] انتخاب شده است.حال باید توابع عضویت ها طراحی شود.از قسمت Type توابع مختلفی را می توان انتخاب کرد (مثلثی ،ذوزنقه ای ،زنگوله ای و ...) ودرقسمت Params می توان پارامتر های یک تابع را مشــخص کرد (مثلا در مورد تابع مثلثی پارامترها عبارت اند از: نقطه شروع ،نقطه ارتفاع و نقطه انتهایی). برای طراحی ما روی mf۱ کلیک کرده و در قسمت Name حرف n را و از قسمت Type گزینهtrapmfرا انتخاب و در قسمتParamsاعداد [-Inf -۳ -۲ ۰] بنویسید.می توان توابع عضویت

دلخـــواه نیز ایجاد کرد.برای این کار از ســـربرگ Edit گزینه Add Custom MF را انتخاب کنید.به همین ترتیب توابع عضویت های دیگرp,z,any را تشکیل داده و همین کار را برای متغیرهای دیگر انجام دهید.حال باید قوانین طراحی شود ،برای این کار روی گزینه Untitled کلیک کرده و وارد صفحه مورد نظرشوید و سپس قوانین زیر را در آن ایجاد می کنیم:

1- If (e is n) and (deltae is any) then (output1 is n)
2- If (e is p) and (deltae is any) then (output1 is p)
3- If (e is z) and (deltae is any) then (output1 is n)
4- If (e is z) and (deltae is any) then (output1 is p)
5- If (e is z) and (deltae is any) then (output1 is z)

توجه کنید که پس از انتخاب هر کدام از پارامترها گزینه Add rule را زده تا قانون ثبت شود و برای حذف قانونی ،ابتدا روی آن کلیک کرده و سپس گزینه Delete rule را بزنید. برای مشاهده خروجی از سربرگ View گزینه Rule را انتخاب کنید و با تغییر دادن ورودی ها تغییرات خروجی را مشاهده کنید (شکل۵).

برای ذخیره فایل طراحی از سربرگ File گزینه Export To File را انتخاب کرده و فایل را با پسوندfisذخیره کنید. برای استفاده از این فایل در سیمولینک Matlabباید بلوک Fuzzy Logic Controller را از کتابخانه Fuzzy Logic Toolboxانتخاب کنید. شکل (۶) بلوک فازی به همراه پنجره تنظیمات آن را که باید فایل فازی با پسوند fis به آن اعمال شود را نشان می دهد.

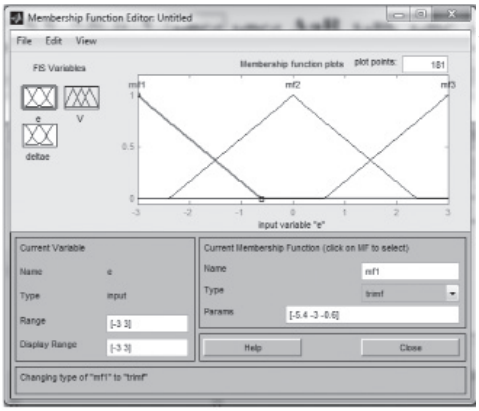
توجه کنید که چون فایلfis ما یک ساختار است باید نام فایل را داخل، ، قرار داد. شکل (۷) نحوه استفاده از بلوک کنترل فازی را نشان می دهد.

برای اینکه مقایسه ای بین کنترل کننده فازی با کنترل کننده PID انجام شود به شکل موج های (۸) توجه کنید. همان طور که مشخص است پاسخ کنترل کننده فازی سریع تر بوده است.

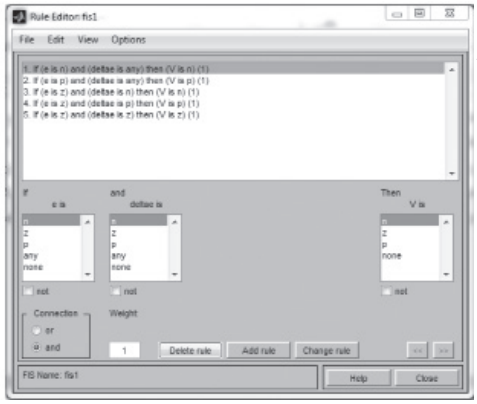
منابع

[1]- www.motodrive.ir

مهرداداحمدی‌کمرپشتی ، هدی‌کاظمی طراحی‌وتجزیه‌وتحلیل‌کنترل‌کننده منطق فازی‌برای‌کنترل‌فرکانس‌باردرسیستم‌های‌قدرت ، اولیـــن کنفرانس ملی ایده های نو در مهندسی برق

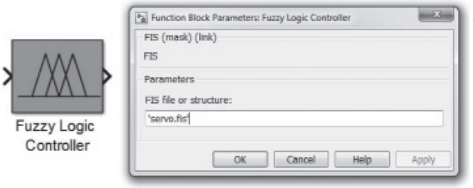


شکل۳) انتخاب توابع عضویت ورودی ها و خروجی

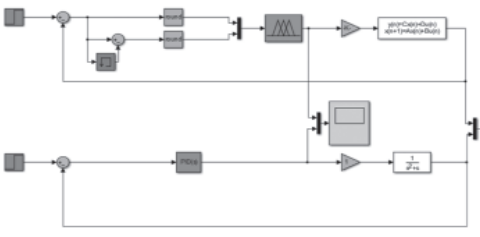


شکل٤) نحوه تعریف قوانین در پنجره ویرایشگر قوانین (Rule Editor)

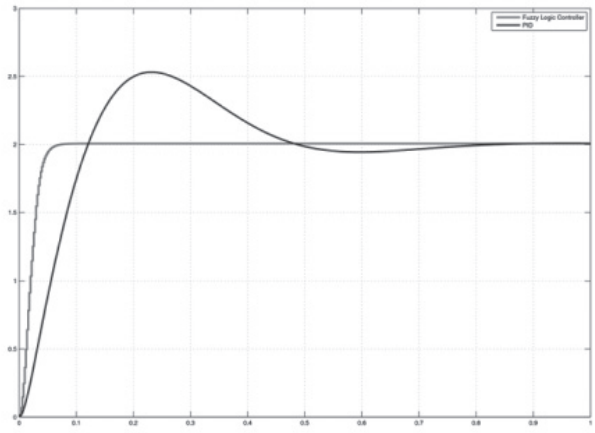
شکل۵) مشاهده تغییرات خروجی با تغییر مقادیر ورودی



شکل۶) بلوک فازی به همراه پنجره تنظیمات



شکل۷) استفاده از بلوک کنترل فازی جهت کنترل سیستم



شکل۸) خروجی کنترل کننده فازی و PID