



FCTUC DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA INFORMÁTICA
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

MESTRADO EM ENGENHARIA INFORMÁTICA
MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA
APRENDIZAGEM COMPUTACIONAL - COMPUTAÇÃO ADAPTATIVA
COMPUTAÇÃO NEURONAL E DIFUSA

2014-2015

Trabalho prático nº 4

CONTROLO DIFUSO

Neste trabalho nº 4 iremos implementar no ambiente Simulink um controlador difuso de TIPO Mamdani e um controlador difuso de tipo Sugeno.

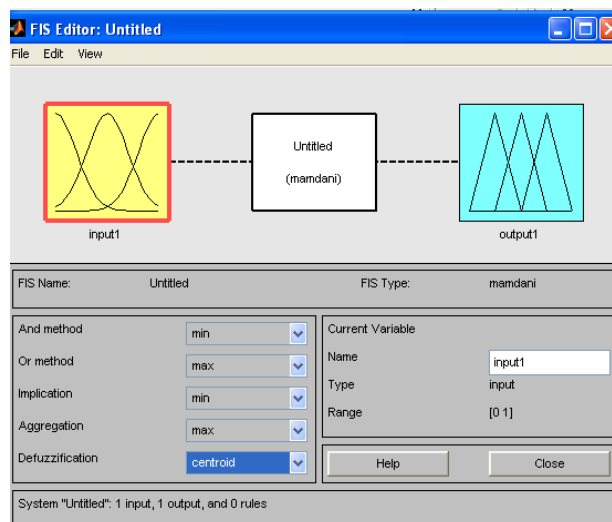
A matéria teórica envolvida é constituída pelos Capítulos 8. Recomenda-se que leiam antes a nota introdutória aos conceitos básicos de controlo disponível na página da cadeira.

Cada grupo usará um sistema representativo de um hipotético processo real, dado pela sua função de transferência num bloco do Simulink.

Usando o *fiseditor*, que se abre escrevendo na linha de comando do Matlab

> fuzzy

abre-se esta aplicação muito prática para projetar um sistema difuso baseado em regras, seja do tipo Mamdani, seja do tipo Sugeno.



Janela de entrada do *fiseditor*

Os diversos menus do *fiseditor* permitem

- criar o número de entradas e de saídas (edit > add/remove variable)
- criar as funções de pertença para cada entrada (edit> membership functions)
- escrever as regras usando as funções de pertença criadas (edit> rules)

Os diversos operadores de conjunção/disjunção dos antecedentes (And/Or method), de implicação, de agregação das saídas, estudados na aula teórica, escolhem-se na janela mostrada. O método de desfuzificação escolhe-se aí também.

Depois de criado, deve guardar-se a estrutura fis em ficheiro (exportando-a em file> export > to file), para uso posterior, e deve-se também exportar para o espaço de trabalho (file > export > to workspace). Para usar um controlador anteriormente desenvolvido, importa-se (file>import>from file) e depois exporta-se para o espaço de trabalho. Se se executar load meuControlador.fis na linha de comando, dá erro, porque toma o ficheiro como ASCII. **A importação de uma estrutura *.fis de uma diretoria para o espaço de trabalho tem que ser feita através do fiseditor.**

Processos a usar: ver tabela anexa.

Controladores a implementar

- Mamdani de 9 regras
- Sugeno de 9 regras

Se o desempenho não for suficiente devem implementar controladores de 25 regras.

Alguns conselhos:

- 1- Tenham algum cuidado com a escolha dos fatores de escala. Para isso familiarizem-se com o vosso processo, aplicando-lhe entradas diversas e observando os valores e a forma da saída. É provável que tenham que fazer várias tentativas para acertarem com esses fatores. O controlador deve funcionar sempre na escala [-1 1].
- 2- A visualização do erro, sua derivada, e controlo (ação), ajuda a verificar se as regras estão a funcionar bem.
- 3- Devem aplicar uma referência que varie de vez em quando, por exemplo uma onda quadrada, e verificar como o sistema a segue. Quando maior for a amplitude da referência maior deve ser a ação de controlo, e por isso é necessário ajustar os fatores de escala.
- 4- Façam o estudo de desempenho do controlador em relação aos 3 objetivos: seguir a referência, compensar a perturbação na carga e compensar a perturbação no atuador.
- 5- É também interessante verificar o que acontece quando a referência é um seno.

- 6- O desempenho pode ser calculado no Simulink, calculando o quadrado do erro em cada instante e integrando. Pode-se ver a evolução em tempo real no registo tipo Display (tal como está implementado no diapositivo da aula teórica).

Relatório:

- 1- ficheiro descrevendo os controladores usados e o seu desempenho
- 2- ficheiros *.fis com os controladores.

Anexo: funções de transferência a usar.

Grupo 1 P1 $\frac{3}{s^3 + 7s^2 + 16s + 12}$	Grupo 2 P1 $\frac{4}{s^3 + 2s^2 + 2.5s + 1.25}$	Grupo 3 P1 $\frac{3}{s^2 + 2s + 1}$	Grupo 4 P1 $\frac{10}{s^3 + 3s^2 + 4s + 2}$
Grupo 5 P1 $\frac{6}{s^3 + 1s^2 + 2s + 1}$	Grupo 6 P1 $\frac{2(s+3)}{s^4 + 5s^3 + 10s^2 + 10s + 4}$	Grupo 7 P1 $\frac{5}{s^2 + 4s + 1}$	Grupo 8 P1 $\frac{3(s+1)}{s(s+2)(s+4)}$
Grupo 9 P1 $\frac{5}{s(s+2)(s+3)}$	Grupo 10 P1 $\frac{2(s+2)}{s^4 + 5s^3 + 10s^2 + 10s + 4}$	Grupo 11 P1 $\frac{3(s+4)}{s^3 + 7s^2 + 16s + 12}$	Grupo 12 P1 $\frac{3(s+1)}{s(s+3)(s+7)}$
Grupo 13 P1 $\frac{120(s+1)}{(s+3)(s+5)(s+8)}$	Grupo 1 P2 $\frac{2(s+0.5)}{s^3 + 2s^2 + 2.5s + 1.5}$	Grupo 2 P2 $\frac{2(s+3)}{s^3 + 2s^2 + 2s + 1}$	Grupo 3 P2 $\frac{20(s+2)}{s(s+5)(s+9)}$
Grupo 4 P2 $\frac{1(s+0.5)(s+3)}{s^3 + 2s^2 + 2.5s + 1.5}$	Grupo 1 P3 $\frac{2(s+3)(s+0.5)}{s^4 + 5s^3 + 10s^2 + 10s + 4}$	Grupo 2 P3 $\frac{6}{s^3 + 7s^2 + 16s + 12}$	Grupo 3 P3 $\frac{4(s+2)}{s^3 + 3s^2 + 4s + 2}$
Grupo 4 P3 $\frac{15(s+1)}{s(s+2)(s+8)}$	Grupo 5 P3 $\frac{2(s+3)}{s^4 + 5s^3 + 10s^2 + 12s + 5}$		