



**UNIVERSIDADE DE COIMBRA**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS DE TECNOLOGIA**

*Departamento de Engenharia Informática*

PÓLO II – Pinhal de Marrocos

3030-290 Coimbra - Portugal

**COMPUTAÇÃO ADAPTATIVA**  
**COMPUTAÇÃO NEURONAL E SISTEMAS DIFUSOS**

**TRABALHO PRÁTICO Nº 5**

**SISTEMAS NEURO-DIFUSOS PARA A MODELIZAÇÃO DE PROCESSOS**

Os sistemas neuro-difusos são muito utilizados na modelização de processos e sistemas. Tem-se um sistema qualquer, aplica-se-lhe uma entrada e regista-se a saída (Fig 1)

.

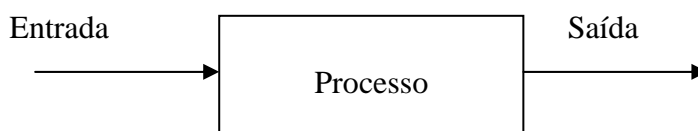


Figura 1.

Para sistemas dinâmicos, com memória, teremos em geral,

$$y(k) = f(y(k-1), y(k-2), \dots, u(k), u(k-1), \dots)$$

Se por exemplo for

$$y(k) = f(y(k-1), y(k-2), u(k-2))$$

Necessitaremos de regras difusas na forma (caso TSK de ordem zero):

IF  $y(k-1)$  is  $A_1$  AND  $y(k-2)$  is  $A_2$  AND  $u(k-2)$  is  $A_3$  THEN  $y(k)$  is  $\alpha$

A aprendizagem consistirá na determinação das funções de pertença dos antecedentes e na constante dos consequentes. Para isso usam-se os dados de entrada e de saída e

- um técnica de *clustering* para determinação das regras iniciais (por exemplo *clustering* subtractivo , *c-means*, ou *fuzzy c-means*).

- otimização (por um dos métodos estudados) da configuração com vista a minimizar o erro obtido (diferença entre a saída pretendida e a saída do sistema difuso).

A utilização do ANFIS facilita-nos a tarefa.

Para o TP5 cada grupo dispõe de dados de entrada e de saída para um dado sistema, identificado por Sys1 ou Sys2.

Para o Sys1 o mapeamento é (3 antecedentes)

$$y(k) = f(y(k-1), y(k-2), u(k))$$

E para o Sys 2 é (4 antecedentes)

$$y(k) = f(y(k-1), y(k-2), u(k-1), u(k-2))$$

A primeira tarefa será construir a matriz dos dados para o *clustering*. Cada linha desta matriz deve conter os antecedentes e o consequente de cada regra. Por isso para o Sys2 teremos uma matriz com 4 colunas e para o Sys2 com 5 colunas.

O ficheiro fornecido contém os dados para todos os grupos.

Depois , na linha de comando,

`>> findcluster`

Abre um interface para se fazer o *clustering* e visualizar graficamente os resultados. Quando há mais de duas dimensões, só se vêem duas, que se podem escolher no x-axis e y-axis.

Os parâmetros necessários para cada método escrevem-se nas respectivas janelas.

Para o subtractivo:

The `options` vector can be used for specifying clustering algorithm parameters to override the default values. These components of the vector `options` are specified as follows:

- `options(1) = quashFactor`: This factor is used to multiply the radii values that determine the neighborhood of a cluster center, so as to quash the potential for outlying points to be considered as part of that cluster. (default: 1.25)
- `options(2) = acceptRatio`: This factor sets the potential, as a fraction of the potential of the first cluster center, above which another data point is accepted as a cluster center. (default: 0.5)
- `options(3) = rejectRatio`: This factor sets the potential, as a fraction of the potential of the first cluster center, below which a data point is rejected as a cluster center. (default: 0.15)

Para o fcm:

- `options(1)`: exponent for the partition matrix  $U$  (default: 2.0)
- `options(2)`: maximum number of iterations (default: 100)
- `options(3)`: minimum amount of improvement (default: 1e-5)

A partir dos centros dos agrupamentos podem-se definir os conjuntos difusos dos antecedentes e a constante do consequente. O ANFIS faz isto automaticamente. Podem depois ver as regras no interface *fuzzy*, importando a estrutura *fis* criada pelo ANFIS.

Devem usar dois métodos de clustering e comparar os resultados, do ponto de vista da precisão do modelo difuso obtido.

Bom trabalho.

Coimbra 10 de Dezembro de 2010