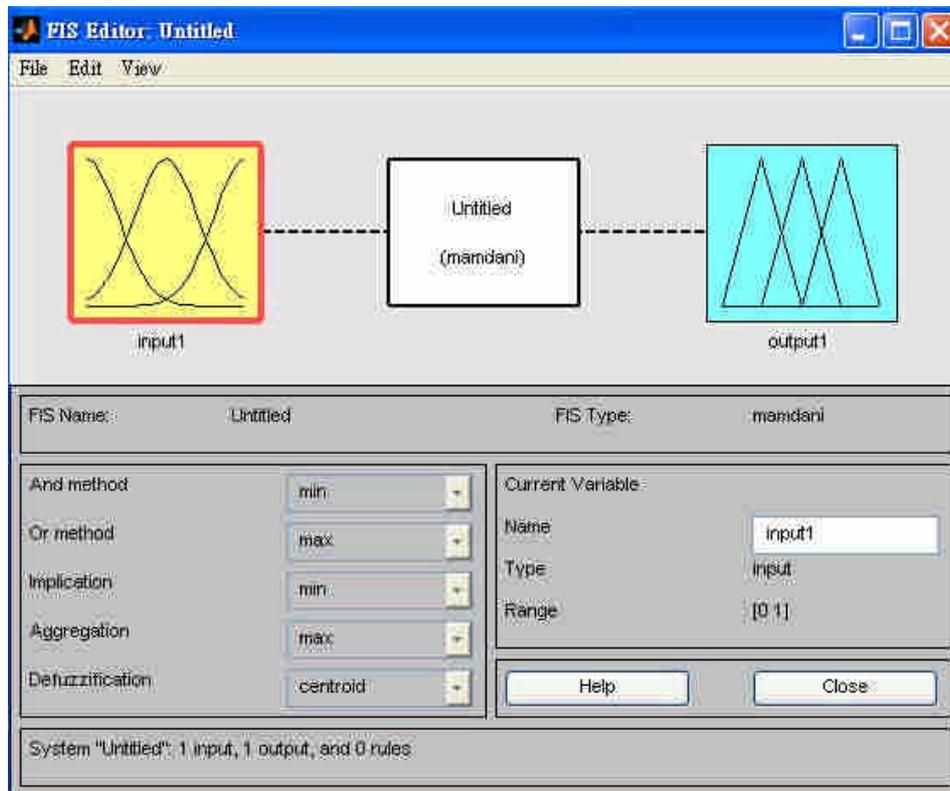
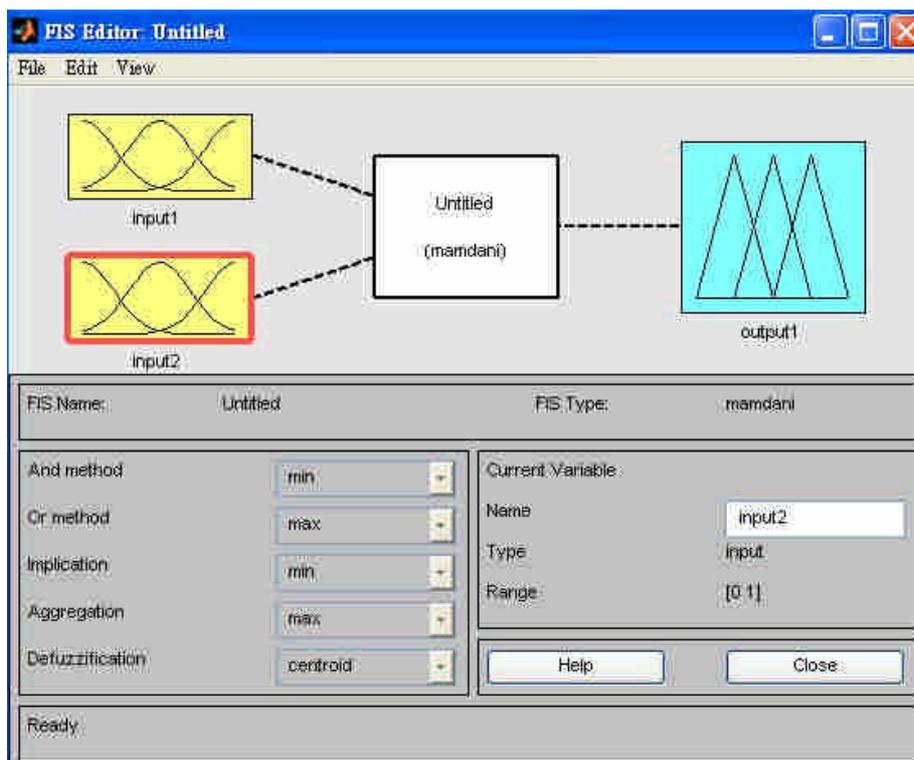


Step1. >> fuzzy 【啓動 FIS(Fuzzy Inference System) Editor】 (下圖稱主畫面，可見預設是採 Mamdani (Max-Min) 推論)

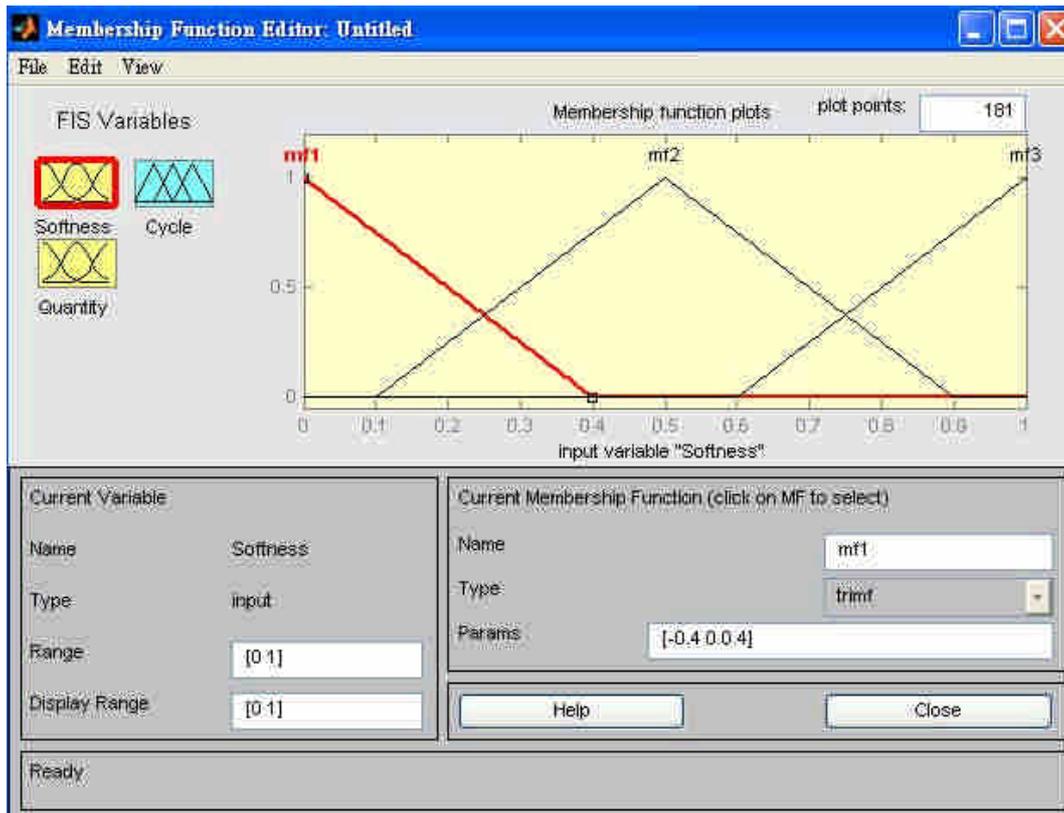


Step2. 【Edit】 / 【Add Variables】 / 【Input】 (上圖原本 input 只有一個變數，下圖增加成兩個，若再 repeat 此步驟，可變出 3 個喔！)



* 可更改 Variable Name: input1=> Softness ; input2=> Quantity; output1=> Cycle

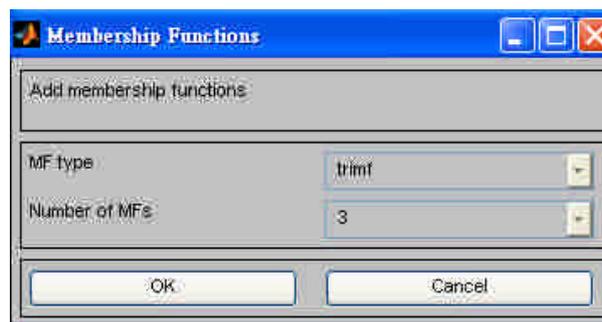
Step3. 【Edit】 / 【Membership functions】（在上圖先選擇變數，以下以 Softness 為例）
 （以 Softness 為例，或直接在上圖 Softness 圖上，點二下即可）



可直接在圖上點選欲編輯的 MF（會呈紅色），做以下修改：

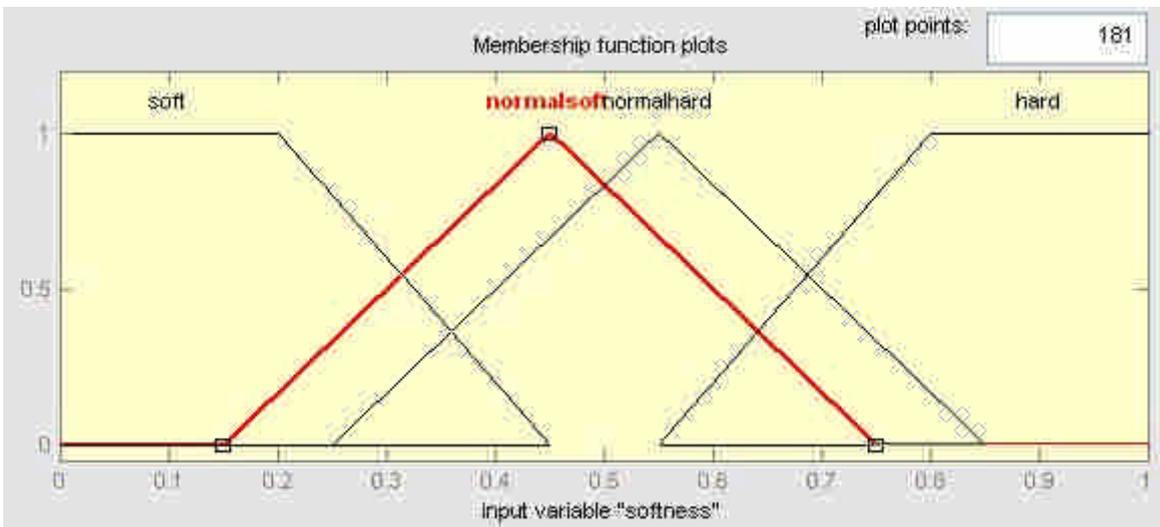
1. Name: 可設定每一 MF 的名字
2. Range: 模糊變數的範圍； Display Range: 模糊變數顯示範圍
3. Type: MF 形狀，例如 trimf 是如上的三角形； trapmf 是梯形； gaussmf 是高斯分布
4. Params: 表 MF 的參數，例如 trimf 的 [a b c] 表 [左 頂 右] 值； gaussmf 的 [a b] 表 [變異數 (標準差?) 平均值]（亦可直接在圖上利用滑鼠拖曳來設定 MF 參數喔！）

Step 4. 若需再加入 MF: 【Edit】 / 【Add MFs】



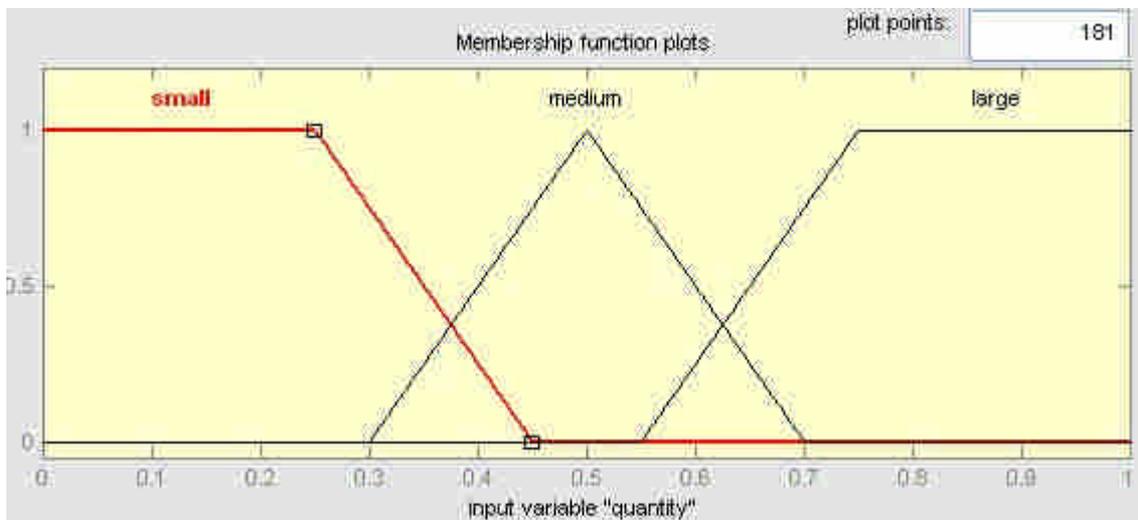
Step 5. 設定好 I/O variables MFs.

輸入變數 1. Laundry Softness

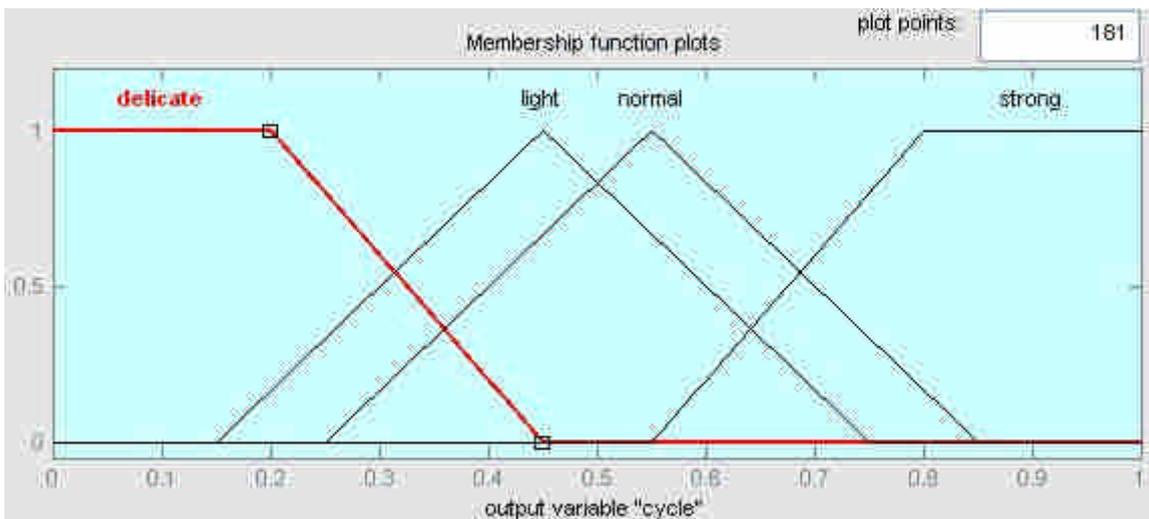


【上圖的 'soft' 及 'hard' 是 trapmf 形狀，參數有 4 個喔！】

輸入變數 2. Laundry Quantity



定義輸出變數的 MFs：Washing Cycle



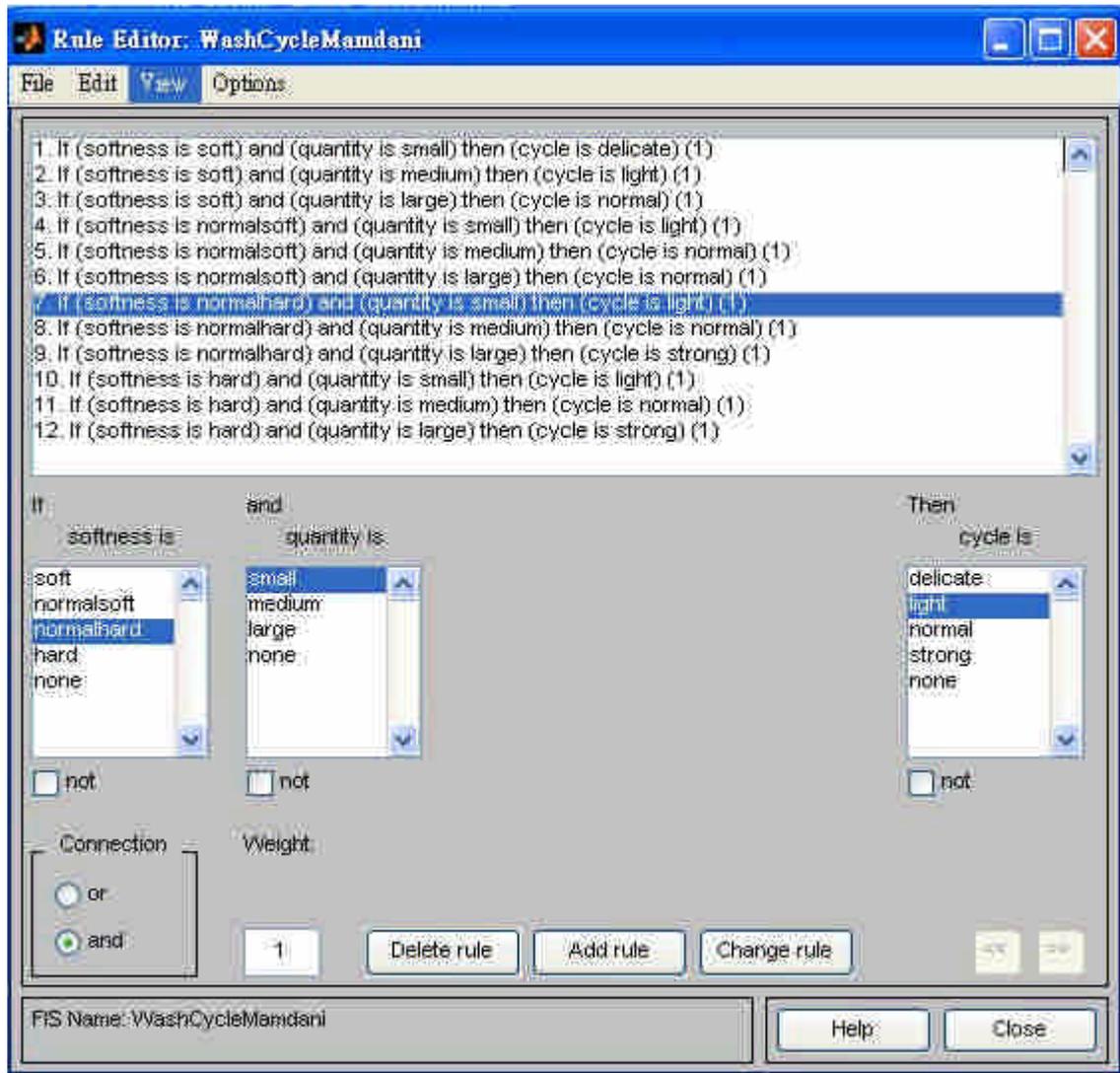
Step 6. (點選 close) 回 step 2 主畫面

Step 7. 到主畫面的中間方塊，連點二下。或【Edit】/【Rules ...】定義模糊法則

可依以下 Fuzzy Rules 設定之，每設定一個 rule 後，點選「Add Rule」鈕，即可加入

Laundry Quantity	Small	Medium	Large
Laundry Softness			
Soft	Delicate (精緻)	Light	Normal
Normal Soft	Light	Normal	Normal
Normal Hard	Light	Normal	Strong
Hard	Light	Normal	Strong

【以上 12 rules，若小於 12 rules 亦可！】



* 【Options】 / 【Format】 下，可設定以下 3 種不同的格式喔！（以下舉兩 rules 為例）

➤ **verbose**（用字多、冗長）

1. if (softness is soft) and (quantity is small) then (cycle is delicate) (1)
2. if (softness is soft) and (quantity is medium) then (cycle is light) (1)

➤ **symbolic**

1. (softness==soft) & (quantity==small) => (cycle==delicate) (1)
2. (softness==soft) & (quantity==medium) => (cycle==light) (1)

➤ **indexed** 【儲存 .fis 檔的格式】

1 1, 1 (1) : 1 【以逗點隔開輸入及輸出，若是兩個輸出，例如：2 1, 2 3 (1):1】

1 2, 2 (1) : 1 【後面 (1):1 是固定的】

Step 8. Save file *.fis 【File】 / 【Export】 / 【To Disk】

■ 製作 Decision Table (需要每筆資料都做推論嗎?)

1. 首先 softness=0.37 quantity=0.6 的推論結果? 可知輸出 cycle=0.575 (見以下補充資料)
(Note: 實做時, 需要每筆資料都臨時做推論嗎?)
2. Decision Table: 事先針對以下表格的欄位值, 計算推論結果

Laundry Quantity Laundry Softness	-0.1	0	0.1	0.2	略	0.9	1	1.1
0								
0.1								
略								
0.9								
1								

如果模糊法則沒有學習的功能, 則當模糊法則設計好後, 我們會事先針對在輸入變數範圍內的值作好模糊推論, 將結果紀錄在 Decision Table 中。如果不是恰好落在 Decision Table 上的值, 可以利用「內插」等方式求得, 如此就不需要每次去作模糊推論了, 畢竟同樣的輸入值, 不同時間去作推論, 答案都一樣, 所以不如事先做好推論, 將結果紀錄下來即可。將此 Decision Table 存入晶片, 就完成模糊控制的設計了。(想想 Fuzzy 冷氣機, Fuzzy 洗衣機, 內部的晶片設計? 哈)

Note: 本例範圍 [0, 1], 以上故意[-0.1, 1.1], 看推論結果如何?

■ 快速建立 Decision Table 的方法

■ 基本指令說明	■ 一次搞定														
<pre>>> a=readfis('WashCycleMamdani.fis') a = name: 'WashCycleMamdani' type: 'mamdani' (以下略) >> z=evalfis([0.37,0.6],a) z = 0.5748 >> z=evalfis([0.8,0.2],a) z = 0.4500</pre> <p>【寫一個迴圈, 利用 fprintf 指令, 不就可以輸出漂亮的 Decision Table?】</p> <p>Note: >> z=evalfis([1.37, 0.6], a) % 輸入 Data 在 Range 外, 亦可推論喔!</p>	<pre>Table1.m a=readfis('WashCycleMamdani.fis') fprintf('A / B %s\n', ' 0 0.2 0.4 0.6 0.8 1') for S= 0:0.2:1 % 實際範圍自定 fprintf('%2.1f ',S) for Q= 0:0.2:1 % 實際範圍自定 z=evalfis([S,Q],a); fprintf('\t %3.3f',z) end fprintf('\n') end end</pre> <p>結果:</p> <table border="1"> <tr> <td>A / B</td> <td>0</td> <td>0.2</td> <td>0.4</td> <td>0.6</td> <td>0.8</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0.0</td> <td>0.168</td> <td>0.168</td> <td>0.387</td> <td>0.481</td> <td>0.550</td> <td>0.550</td> </tr> </table>	A / B	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1	0.0	0.168	0.168	0.387	0.481	0.550	0.550
A / B	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1									
0.0	0.168	0.168	0.387	0.481	0.550	0.550									

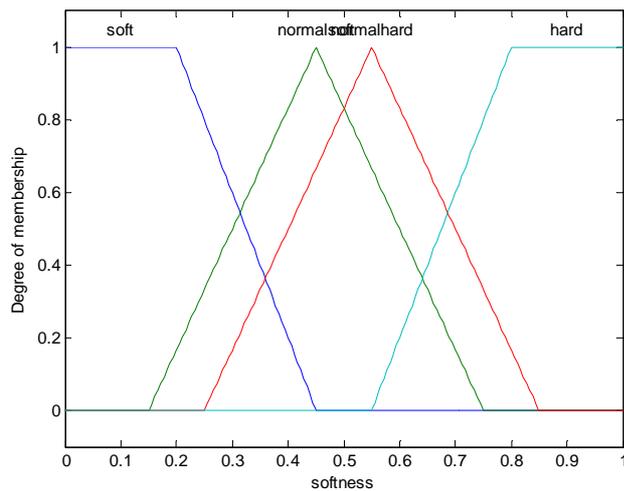
Warning: Some input values are outside of the specified input range. > In evalfis at 73 z = 0.6322	0.2	0.221	0.221	0.409	0.481	0.550	0.550
	0.4	0.409	0.409	0.463	0.587	0.645	0.645
	0.6	0.450	0.450	0.519	0.613	0.707	0.707
	0.8	0.450	0.450	0.519	0.613	0.832	0.832
	1.0	0.450	0.450	0.519	0.613	0.832	0.832

■ Matlab 其他指令

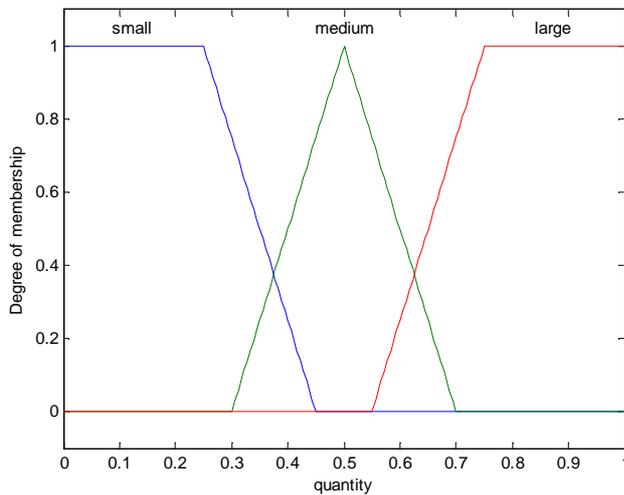
Sol. >> a=readfis('WashCycleMamdani.fis')

>> plotfis(a) % 可得以下模糊推論系統圖

>> figure; plotmf(a,'input',1)



>> figure; plotmf(a,'input',2)



Fuzzy Control 課程 補充資料

南台科大電機系 授課教師 趙春棠 2007. 3. 26

[WashCycleMamdani.fis](#) (可用記事本編輯或打開)

%【copy 自

<http://ist.psu.edu/yen/FLtext/matlab/index.html>

, **Fuzzy Logic: Intelligence, Control, and Information, John Yen and Reza Langari, Prentic-Hall. P.37**】

[System]

Name='WashCycleMamdani'

Type='mamdani'

NumInputs=2

NumOutputs=1

NumRules=12

AndMethod='min'

OrMethod='max'

ImpMethod='min'

AggMethod='max'

DefuzzMethod='centroid'

[Input1]

Name='softness'

Range=[0 1]

NumMFs=4

MF1='soft':'trapmf',[-0.45 -0.2 0.2 0.45]

MF2='normalsoft':'trimf',[0.15 0.45 0.75]

MF3='normalhard':'trimf',[0.25 0.55 0.85]

MF4='hard':'trapmf',[0.55 0.8 1.2 1.45]

[Input2]

Name='quantity'

Range=[0 1]

NumMFs=3

MF1='small':'trapmf',[-0.45 -0.25 0.25 0.45]

MF2='medium':'trimf',[0.3 0.5 0.7]

MF3='large':'trapmf',[0.55 0.75 1.25 1.45]

[Output1]

Name='cycle'

Range=[0 1]

NumMFs=4

MF1='delicate':'trapmf',[-0.45 -0.2 0.2 0.45]

MF2='light':'trimf',[0.15 0.45 0.75]

MF3='normal':'trimf',[0.25 0.55 0.85]

MF4='strong':'trapmf',[0.55 0.8 1.2 1.45]

[Rules]

1 1, 1 (1) : 1

1 2, 2 (1) : 1

1 3, 3 (1) : 1

2 1, 2 (1) : 1

2 2, 3 (1) : 1

2 3, 3 (1) : 1

3 1, 2 (1) : 1

3 2, 3 (1) : 1

3 3, 4 (1) : 1

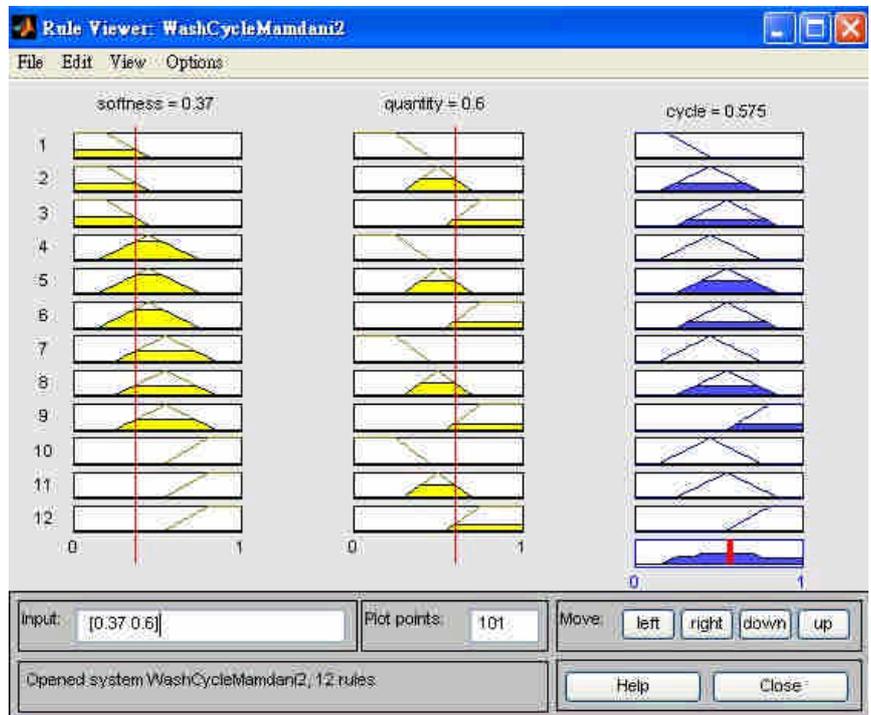
4 1, 2 (1) : 1

4 2, 3 (1) : 1

4 3, 4 (1) : 1

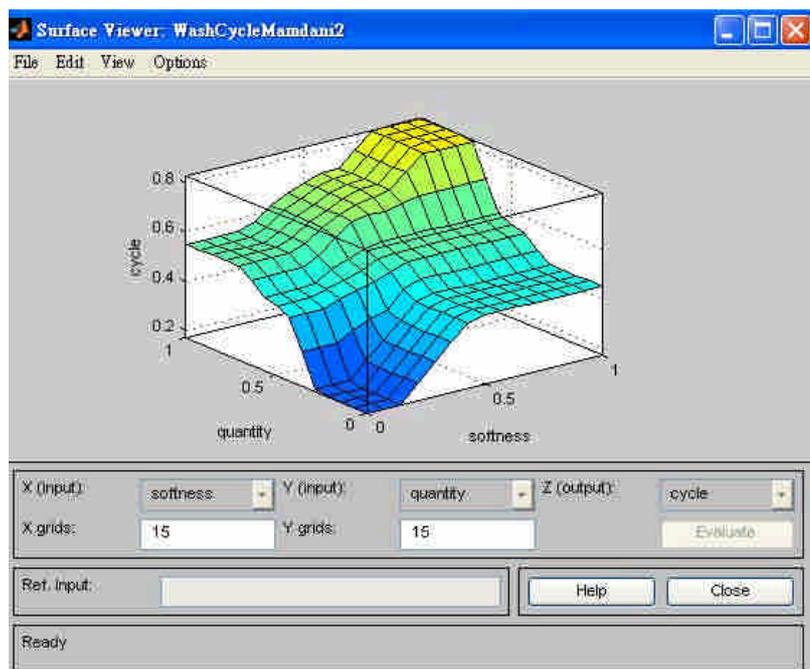
※ 左列 .fis 檔，在 FIS(Fuzzy Inference System) Editor 中，利用【File】/【Import】/【from Disk】即可讀入 FIS 中

※ 在 FIS(Fuzzy Inference System) Editor 中，建立 Fuzzy rules 後，點選【View】/【Rules】，可得以下介面



※ 以上是 softness=0.37 quantity=0.6 (可在 input 欄位中輸入值，亦可直接拖曳紅線) 的推論結果，可知輸出 cycle=0.575 (由上圖，可看出每一 rule，被‘激發’的情形)

※ 利用【View】/【Surfaces】，可得以下結果



Homework: 設定一主題，設計一 Fuzzy Controller，需簡單說明 Fuzzy Rules 的建立理由，最後必須完成一簡要的 Decision Table.

