

3. 實證分析與結果

3.1 資料分析

爲了方便簡化預測模式，實證方面嘗試著僅使用單一石油價格變量，考慮它在自己的時間數列上進行自己的數列趨勢走向，並採用一階的模式，也就是探討單變量一階自迴歸模糊時間數列模式的理論架構。資料來源以收集世界最大的石油交易場所--紐約商品交易所 (NYMEX: New York Mercantile Exchange) 的每日輕甜原油 (WTI: West Texas Intermediate) 收盤價 X_t (美元/每桶) 單變量因素當成原始資料。

從 2005 年 11 月 1 日至 2005 年 12 月 20 日，共有 $n = 34$ 筆資料， $\{X_t | t = 1, 2, \dots, 34\} = \{59.85, 59.75, 61.78, 60.58, 59.47, 59.71, 58.93, 57.80, 57.53, 57.69, 56.98, 57.88, 56.34, 56.14, 57.70, 58.84, 58.71, 57.36, 56.50, 57.32, 58.47, 59.32, 59.91, 59.94, 59.21, 60.66, 59.39, 61.30, 61.37, 60.85, 59.99, 58.06, 57.34, 57.98\}$ 。

首先依照定義 2.1 檢定此時間數列是否達到資料穩定的狀態。給定顯著水準 $\alpha = 0.05$ ，算出平均數 $|\bar{X}| = \left| \frac{1}{34} \sum_{t=1}^{34} X_t \right| = 58.84 \geq 0.05$ ，資料不穩定。

做第一次差分， $\{X'_t | t = 2, 3, \dots, 34\} = \{-0.10, 2.03, -1.20, -1.11, 0.24, -0.78, -1.13, -0.27, 0.16, -0.71, 0.90, -1.54, -0.20, 1.56, 1.14, -0.13, -1.35, -0.86, 0.82, 1.15, 0.85, 0.59, 0.03, -0.73, 1.45, -1.27, 1.91, 0.07, -0.52, -0.86, -1.93, -0.72, 0.64\}$ ，算出平均數 $|\bar{X}'| = \left| \frac{1}{33} \sum_{t=2}^{34} X'_t \right| = 0.06 \geq 0.05$ ，資料不穩定。

做第二次差分， $\{X''_t | t = 3, 4, \dots, 34\} = \{2.13, -3.23, 0.09, 1.35, -1.02, -0.35, 0.86, 0.43, -0.87, 1.61, -2.44, 1.34, 1.76, -0.42, -1.27, -1.22, 0.49, 1.68, 0.33, -0.30, -0.26, -0.56, -0.76, 2.18, -2.72, 3.18, -1.84, -0.59, -0.34, -1.07, 1.21, 1.36\}$ ，算出平均數 $|\bar{X}''| = \left| \frac{1}{32} \sum_{t=3}^{34} X''_t \right| = 0.02 \leq 0.05$ ，資料達到穩定。

在此， $\{X''_t | t = 3, 4, \dots, 34\}$ 就是我們要分析的時間數列。最小值爲 -3.23，最大值爲 3.18，全域爲 6.41，論域爲 $[-3.23, 3.18]$ 。

求取八分位數以做為次序分割集合的基礎。八分之一位數為-1.56，八分之二位數為-0.95，八分之三位數為-0.49，八分之四位數為-0.28，八分之五位數為 0.46，八分之六位數為 1.35，八分之七位數為 1.72。

設分割數為 5，令次序分割集合為：

$P_1 = [\text{最小值}, \text{八分之一位數}] = [-3.23, -1.56)$ ，取典型值為最小值，即 $m_1 = -3.23$ ；

$P_2 = [\text{八分之一位數}, \text{八分之三位數}] = [-1.56, -0.49)$ ，取典型值為八分之二位數，即 $m_2 = -0.95$ ；

$P_3 = [\text{八分之三位數}, \text{八分之五位數}] = [-0.49, 0.46)$ ，取典型值為八分之四位數，即 $m_3 = -0.28$ ；

$P_4 = [\text{八分之五位數}, \text{八分之七位數}] = [0.46, 1.72)$ ，取典型值為八分之六位數，即 $m_4 = 1.35$ ；

$P_5 = [\text{八分之七位數}, \text{最大值}] = [1.72, 3.18]$ ，取典型值為最大值，即 $m_5 = 3.18$ 。

設語言變數為 $L_1 = \text{"很低"}$ ， $L_2 = \text{"低"}$ ， $L_3 = \text{"中等"}$ ， $L_4 = \text{"高"}$ ， $L_5 = \text{"很高"}$ 。

依照定義 2.2 使用三角形隸屬度分佈函數將資料模糊化，再依照定義 2.7 將隸屬度轉換為語言向量指標，在此，對真實值模糊數我們取隸屬度最大值 ($c = 1$)。

	$(\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4, \mu_5)$	$(I_1, I_2, I_3, I_4, I_5)$	語言變數
3	(0.00, 0.00, 0.00, 0.57, 0.43)	(0, 0, 0, 1, 0)	高
4	(1.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00)	(1, 0, 0, 0, 0)	很低
5	(0.00, 0.00, 0.77, 0.23, 0.00)	(0, 0, 1, 0, 0)	中等
6	(0.00, 0.00, 0.00, 1.00, 0.00)	(0, 0, 0, 1, 0)	高
7	(0.03, 0.97, 0.00, 0.00, 0.00)	(0, 1, 0, 0, 0)	低
8	(0.00, 0.11, 0.89, 0.00, 0.00)	(0, 0, 1, 0, 0)	中等
9	(0.00, 0.00, 0.30, 0.70, 0.00)	(0, 0, 0, 1, 0)	高
10	(0.00, 0.00, 0.56, 0.44, 0.00)	(0, 0, 1, 0, 0)	中等
11	(0.00, 0.89, 0.11, 0.00, 0.00)	(0, 1, 0, 0, 0)	低
12	(0.00, 0.00, 0.00, 0.86, 0.14)	(0, 0, 0, 1, 0)	高
13	(0.65, 0.35, 0.00, 0.00, 0.00)	(1, 0, 0, 0, 0)	很低

14	(0.00, 0.00, 0.00, 1.00, 0.00)	(0, 0, 0, 1, 0)	高
15	(0.00, 0.00, 0.00, 0.77, 0.23)	(0, 0, 0, 1, 0)	高
16	(0.00, 0.21, 0.79, 0.00, 0.00)	(0, 0, 1, 0, 0)	中等
17	(0.14, 0.86, 0.00, 0.00, 0.00)	(0, 1, 0, 0, 0)	低
18	(0.12, 0.88, 0.00, 0.00, 0.00)	(0, 1, 0, 0, 0)	低
19	(0.00, 0.00, 0.53, 0.47, 0.00)	(0, 0, 1, 0, 0)	中等
20	(0.00, 0.00, 0.00, 0.82, 0.18)	(0, 0, 0, 1, 0)	高
21	(0.00, 0.00, 0.62, 0.38, 0.00)	(0, 0, 1, 0, 0)	中等
22	(0.00, 0.03, 0.97, 0.00, 0.00)	(0, 0, 1, 0, 0)	中等
23	(0.00, 0.00, 0.99, 0.01, 0.00)	(0, 0, 1, 0, 0)	中等
24	(0.00, 0.42, 0.58, 0.00, 0.00)	(0, 0, 1, 0, 0)	中等
25	(0.00, 0.72, 0.28, 0.00, 0.00)	(0, 1, 0, 0, 0)	低
26	(0.00, 0.00, 0.00, 0.54, 0.46)	(0, 0, 0, 1, 0)	高
27	(0.78, 0.22, 0.00, 0.00, 0.00)	(1, 0, 0, 0, 0)	很低
28	(0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 1.00)	(0, 0, 0, 0, 1)	很高
29	(0.39, 0.61, 0.00, 0.00, 0.00)	(0, 1, 0, 0, 0)	低
30	(0.00, 0.47, 0.53, 0.00, 0.00)	(0, 0, 1, 0, 0)	中等
31	(0.00, 0.09, 0.91, 0.00, 0.00)	(0, 0, 1, 0, 0)	中等
32	(0.05, 0.95, 0.00, 0.00, 0.00)	(0, 1, 0, 0, 0)	低
33	(0.00, 0.00, 0.08, 0.92, 0.00)	(0, 0, 0, 1, 0)	高
34	(0.00, 0.00, 0.00, 0.99, 0.01)	(0, 0, 0, 1, 0)	高

3.2 模糊時間數列模式建構

依照定義 2.5，單變量一階模糊關係矩陣為：

一、普通矩陣乘法：

$$[R]_{ij} = \sum_{t=4}^{34} \{ [\mu_i(X_{t-1})] \times [\mu_j(X_t)] \}, \quad i=1, \dots, 5, \quad j=1, \dots, 5。$$

$$R = \begin{bmatrix} 0.02 & 0.31 & 1.08 & 0.99 & 0.78 \\ 0.14 & 1.75 & 2.33 & 2.85 & 0.68 \\ 0.16 & 2.94 & 3.28 & 2.30 & 0.24 \\ 1.59 & 1.95 & 1.94 & 2.91 & 0.00 \\ 1.27 & 0.81 & 0.29 & 0.07 & 0.00 \end{bmatrix}$$

二、最大-最小法 (max-min)：

$$[R]_{ij} = \max_{4 \leq t \leq 34} \left\{ \min \left[\mu_i(X_{t-1}), \mu_j(X_t) \right] \right\}, \quad i=1, \dots, 5, \quad j=1, \dots, 5 \circ$$

$$R = \begin{bmatrix} 0.12 & 0.39 & 0.77 & 0.65 & 0.78 \\ 0.14 & 0.86 & 0.89 & 0.92 & 0.46 \\ 0.14 & 0.91 & 0.97 & 0.77 & 0.28 \\ 0.65 & 0.97 & 0.77 & 0.92 & 0.23 \\ 0.46 & 0.61 & 0.23 & 0.18 & 0.00 \end{bmatrix}$$

三、平均倍數法：

$$[T]_{ij} = \{ t \mid \mu_i(X_{t-1}) \cdot \mu_j(X_t) > 0, t=4, \dots, 34 \},$$

$$[M_t]_{ij} = \begin{cases} \mu_j(X_t) / \mu_i(X_{t-1}), & \text{if } t \in [T]_{ij} \\ 0, & \text{if } t \in \{4, \dots, 34\} \setminus [T]_{ij} \end{cases},$$

$$[R]_{ij} = \begin{cases} \sum_{t \in [T]_{ij}} [M_t]_{ij} / |[T]_{ij}|, & \text{if } |[T]_{ij}| > 0 \\ 0, & \text{if } |[T]_{ij}| = 0 \end{cases}, \quad i=1, \dots, 5, \quad j=1, \dots, 5 \circ$$

$$R = \begin{bmatrix} 0.85 & 3.53 & 5.88 & 5.61 & 1.29 \\ 0.47 & 2.62 & 4.53 & 1.88 & 1.76 \\ 0.12 & 0.80 & 0.97 & 30.90 & 12.81 \\ 0.99 & 5.48 & 8.74 & 1.51 & 0.16 \\ 4.20 & 71.88 & 3.46 & 2.06 & 0.00 \end{bmatrix}$$

四、相關係數(負數取0)法：

$$[R]_{ij} = \max \left\{ \frac{\sum_{t=4}^{34} \left[\left(\mu_i(X_{t-1}) - \frac{1}{31} \sum_{t=4}^{34} \mu_i(X_{t-1}) \right) \cdot \left(\mu_j(X_t) - \frac{1}{31} \sum_{t=4}^{34} \mu_j(X_t) \right) \right]}{\sqrt{\sum_{t=4}^{34} \left[\mu_i(X_{t-1}) - \frac{1}{31} \sum_{t=4}^{34} \mu_i(X_{t-1}) \right]^2} \cdot \sqrt{\sum_{t=4}^{34} \left[\mu_j(X_t) - \frac{1}{31} \sum_{t=4}^{34} \mu_j(X_t) \right]^2}}, 0 \right\},$$

$i=1, \dots, 5, \quad j=1, \dots, 5 \circ$

$$R = \begin{bmatrix} 0.00 & 0.00 & 0.06 & 0.02 & 0.38 \\ 0.00 & 0.00 & 0.03 & 0.14 & 0.08 \\ 0.00 & 0.18 & 0.18 & 0.00 & 0.00 \\ 0.25 & 0.00 & 0.00 & 0.08 & 0.00 \\ 0.65 & 0.09 & 0.00 & 0.00 & 0.00 \end{bmatrix}$$

五、相關係數(負數取正)法：

$$[R_{ab}(\ell)]_{ij} = \frac{\left| \sum_{t=4}^{34} \left[\left(\mu_i(X_{t-1}) - \frac{1}{31} \sum_{t=4}^{34} \mu_i(X_{t-1}) \right) \cdot \left(\mu_j(X_t) - \frac{1}{31} \sum_{t=4}^{34} \mu_j(X_t) \right) \right] \right|}{\sqrt{\sum_{t=4}^{34} \left[\mu_i(X_{t-1}) - \frac{1}{31} \sum_{t=4}^{34} \mu_i(X_{t-1}) \right]^2} \cdot \sqrt{\sum_{t=4}^{34} \left[\mu_j(X_t) - \frac{1}{31} \sum_{t=4}^{34} \mu_j(X_t) \right]^2}},$$

$i = 1, \dots, 5$, $j = 1, \dots, 5$ 。

$$R = \begin{bmatrix} 0.16 & 0.18 & 0.06 & 0.02 & 0.38 \\ 0.25 & 0.05 & 0.03 & 0.14 & 0.08 \\ 0.27 & 0.18 & 0.18 & 0.08 & 0.16 \\ 0.25 & 0.06 & 0.14 & 0.08 & 0.11 \\ 0.65 & 0.09 & 0.18 & 0.27 & 0.13 \end{bmatrix}$$

3.3 預測結果的比較與分析

依照定義 2.4，單變量一階自迴歸模糊時間數列模式為：

$F\hat{X}_t = FX_{t-1} \cdot R$, $t = 4, 5, \dots, 34$ 其中 R 為一 5×5 矩陣。分別計算模式輸出值隸屬

度、進行隸屬度標準化、依照定義 2.7 將隸屬度轉換為語言向量指標，在此，對模式輸出值我們取最大及次大值($\hat{c} = 2$)，依照定義 2.8 判斷是否模糊命中，定義 2.9 計算模式配適度，定義 2.10 計算誤差率，定義 2.11 計算平均預測秩階準確度，得出結果如下：

一、普通矩陣乘法：

t	$(\hat{\mu}_1, \hat{\mu}_2, \hat{\mu}_3, \hat{\mu}_4, \hat{\mu}_5)$	$(\hat{I}_1, \hat{I}_2, \hat{I}_3, \hat{I}_4, \hat{I}_5)$	S	E
	輸出值標準化隸屬度	輸出值語言指標	模糊命中	誤差率
4	(0.25, 0.25, 0.21, 0.29, 0.00)	(0, 1, 0, 1, 0)	0	50%
5	(0.01, 0.10, 0.34, 0.31, 0.25)	(0, 0, 1, 1, 0)	1	13%
6	(0.06, 0.31, 0.34, 0.28, 0.02)	(0, 1, 1, 0, 0)	0	38%
7	(0.19, 0.23, 0.23, 0.35, 0.00)	(0, 1, 0, 1, 0)	1	25%
8	(0.02, 0.22, 0.30, 0.37, 0.09)	(0, 0, 1, 1, 0)	1	13%
9	(0.02, 0.32, 0.36, 0.27, 0.03)	(0, 1, 1, 0, 0)	0	38%
10	(0.14, 0.26, 0.27, 0.32, 0.01)	(0, 0, 1, 1, 0)	1	13%
11	(0.09, 0.29, 0.31, 0.30, 0.02)	(0, 0, 1, 1, 0)	0	38%
12	(0.02, 0.24, 0.31, 0.35, 0.08)	(0, 0, 1, 1, 0)	1	13%

13	(0.20, 0.24, 0.23, 0.33, 0.00)	(0, 1, 0, 1, 0)	0	50%
14	(0.01, 0.17, 0.32, 0.34, 0.16)	(0, 0, 1, 1, 0)	1	13%
15	(0.19, 0.23, 0.23, 0.35, 0.00)	(0, 1, 0, 1, 0)	1	25%
16	(0.22, 0.24, 0.22, 0.32, 0.00)	(0, 1, 0, 1, 0)	0	0%
17	(0.02, 0.31, 0.36, 0.28, 0.04)	(0, 1, 1, 0, 0)	1	13%
18	(0.02, 0.22, 0.30, 0.36, 0.10)	(0, 0, 1, 1, 0)	0	38%
19	(0.02, 0.22, 0.30, 0.36, 0.10)	(0, 0, 1, 1, 0)	1	13%
20	(0.10, 0.29, 0.31, 0.30, 0.01)	(0, 0, 1, 1, 0)	1	13%
21	(0.21, 0.24, 0.22, 0.33, 0.00)	(0, 1, 0, 1, 0)	0	0%
22	(0.08, 0.29, 0.32, 0.29, 0.02)	(0, 1, 1, 0, 0)	1	13%
23	(0.02, 0.33, 0.37, 0.26, 0.03)	(0, 1, 1, 0, 0)	1	13%
24	(0.02, 0.33, 0.37, 0.26, 0.03)	(0, 1, 1, 0, 0)	1	13%
25	(0.02, 0.29, 0.34, 0.30, 0.05)	(0, 0, 1, 1, 0)	0	38%
26	(0.02, 0.26, 0.32, 0.33, 0.07)	(0, 0, 1, 1, 0)	1	13%
27	(0.25, 0.25, 0.21, 0.28, 0.00)	(1, 0, 0, 1, 0)	1	38%
28	(0.01, 0.15, 0.32, 0.33, 0.18)	(0, 0, 1, 1, 0)	0	38%
29	(0.52, 0.33, 0.12, 0.03, 0.00)	(1, 1, 0, 0, 0)	1	13%
30	(0.02, 0.20, 0.31, 0.36, 0.12)	(0, 0, 1, 1, 0)	1	13%
31	(0.02, 0.28, 0.34, 0.31, 0.05)	(0, 0, 1, 1, 0)	1	13%
32	(0.02, 0.32, 0.36, 0.27, 0.03)	(0, 1, 1, 0, 0)	1	13%
33	(0.02, 0.22, 0.30, 0.37, 0.09)	(0, 0, 1, 1, 0)	1	13%
34	(0.17, 0.24, 0.24, 0.34, 0.00)	(0, 0, 1, 1, 0)	1	13%
		平均	68%	21%

此模式配適度 68%，平均誤差率 21%，平均預測秩階準確度 68%

二、最大-最小法 (max-min)：

t	$(\hat{\mu}_1, \hat{\mu}_2, \hat{\mu}_3, \hat{\mu}_4, \hat{\mu}_5)$	$(\hat{I}_1, \hat{I}_2, \hat{I}_3, \hat{I}_4, \hat{I}_5)$	S	E
	輸出值標準化隸屬度	輸出值語言指標	模糊命中	誤差率
4	(0.21, 0.31, 0.20, 0.23, 0.05)	(0, 1, 0, 1, 0)	0	50%
5	(0.04, 0.14, 0.28, 0.24, 0.29)	(0, 0, 1, 0, 1)	1	25%
6	(0.08, 0.29, 0.29, 0.25, 0.08)	(0, 1, 1, 0, 0)	0	38%
7	(0.18, 0.27, 0.22, 0.26, 0.06)	(0, 1, 0, 1, 0)	1	25%
8	(0.04, 0.26, 0.27, 0.28, 0.14)	(0, 0, 1, 1, 0)	1	13%
9	(0.05, 0.29, 0.31, 0.25, 0.10)	(0, 1, 1, 0, 0)	0	38%
10	(0.15, 0.28, 0.24, 0.26, 0.07)	(0, 1, 0, 1, 0)	0	0%
11	(0.11, 0.29, 0.27, 0.26, 0.08)	(0, 1, 1, 0, 0)	1	13%

12	(0.04, 0.27, 0.28, 0.28, 0.14)	(0, 0, 1, 1, 0)	1	13%
13	(0.19, 0.28, 0.21, 0.25, 0.06)	(0, 1, 0, 1, 0)	0	50%
14	(0.04, 0.19, 0.28, 0.26, 0.23)	(0, 0, 1, 1, 0)	1	13%
15	(0.18, 0.27, 0.22, 0.26, 0.07)	(0, 1, 0, 1, 0)	1	25%
16	(0.20, 0.29, 0.21, 0.24, 0.06)	(0, 1, 0, 1, 0)	0	0%
17	(0.04, 0.29, 0.31, 0.26, 0.10)	(0, 1, 1, 0, 0)	1	13%
18	(0.04, 0.25, 0.27, 0.28, 0.16)	(0, 0, 1, 1, 0)	0	38%
19	(0.04, 0.25, 0.27, 0.28, 0.16)	(0, 0, 1, 1, 0)	1	13%
20	(0.12, 0.28, 0.27, 0.26, 0.08)	(0, 1, 1, 0, 0)	0	38%
21	(0.19, 0.29, 0.21, 0.25, 0.06)	(0, 1, 0, 1, 0)	0	0%
22	(0.10, 0.29, 0.28, 0.25, 0.08)	(0, 1, 1, 0, 0)	1	13%
23	(0.05, 0.30, 0.31, 0.25, 0.09)	(0, 1, 1, 0, 0)	1	13%
24	(0.05, 0.30, 0.31, 0.25, 0.09)	(0, 1, 1, 0, 0)	1	13%
25	(0.04, 0.28, 0.30, 0.26, 0.11)	(0, 1, 1, 0, 0)	1	13%
26	(0.04, 0.27, 0.28, 0.27, 0.13)	(0, 0, 1, 1, 0)	1	13%
27	(0.22, 0.31, 0.20, 0.22, 0.05)	(0, 1, 0, 1, 0)	0	50%
28	(0.04, 0.17, 0.28, 0.25, 0.25)	(0, 0, 1, 1, 0)	0	38%
29	(0.31, 0.41, 0.16, 0.12, 0.00)	(1, 1, 0, 0, 0)	1	13%
30	(0.04, 0.22, 0.28, 0.27, 0.19)	(0, 0, 1, 1, 0)	1	13%
31	(0.04, 0.28, 0.29, 0.27, 0.12)	(0, 1, 1, 0, 0)	1	13%
32	(0.05, 0.29, 0.31, 0.25, 0.10)	(0, 1, 1, 0, 0)	1	13%
33	(0.04, 0.26, 0.27, 0.28, 0.15)	(0, 0, 1, 1, 0)	1	13%
34	(0.17, 0.28, 0.22, 0.26, 0.07)	(0, 1, 0, 1, 0)	1	25%
		平均	65%	21%

此模式配適度 65%，平均誤差率 21%，平均預測秩階準確度 65%

三、平均倍數法：

t	$(\hat{\mu}_1, \hat{\mu}_2, \hat{\mu}_3, \hat{\mu}_4, \hat{\mu}_5)$	$(\hat{I}_1, \hat{I}_2, \hat{I}_3, \hat{I}_4, \hat{I}_5)$	S	E
	輸出值標準化隸屬度	輸出值語言指標	模糊命中	誤差率
4	(0.05, 0.76, 0.15, 0.04, 0.00)	(0, 1, 1, 0, 0)	0	38%
5	(0.05, 0.21, 0.34, 0.33, 0.08)	(0, 0, 1, 1, 0)	1	13%
6	(0.01, 0.05, 0.07, 0.62, 0.25)	(0, 0, 0, 1, 1)	1	13%
7	(0.06, 0.33, 0.51, 0.09, 0.01)	(0, 1, 1, 0, 0)	1	13%
8	(0.04, 0.23, 0.40, 0.17, 0.15)	(0, 1, 1, 0, 0)	1	13%
9	(0.00, 0.02, 0.03, 0.66, 0.28)	(0, 0, 0, 1, 1)	1	13%
10	(0.03, 0.16, 0.25, 0.40, 0.15)	(0, 0, 1, 1, 0)	1	13%

11	(0.02, 0.09, 0.13, 0.55, 0.22)	(0, 0, 0, 1, 1)	0	63%
12	(0.03, 0.16, 0.27, 0.34, 0.20)	(0, 0, 1, 1, 0)	1	13%
13	(0.06, 0.57, 0.30, 0.06, 0.01)	(0, 1, 1, 0, 0)	0	38%
14	(0.05, 0.21, 0.36, 0.29, 0.10)	(0, 0, 1, 1, 0)	1	13%
15	(0.06, 0.32, 0.51, 0.09, 0.01)	(0, 1, 1, 0, 0)	0	38%
16	(0.05, 0.65, 0.24, 0.05, 0.00)	(0, 1, 1, 0, 0)	1	13%
17	(0.01, 0.03, 0.04, 0.65, 0.27)	(0, 0, 0, 1, 1)	0	63%
18	(0.04, 0.23, 0.39, 0.20, 0.14)	(0, 1, 1, 0, 0)	1	13%
19	(0.04, 0.23, 0.39, 0.19, 0.14)	(0, 1, 1, 0, 0)	1	13%
20	(0.02, 0.09, 0.15, 0.53, 0.21)	(0, 0, 0, 1, 1)	1	13%
21	(0.05, 0.61, 0.27, 0.06, 0.00)	(0, 1, 1, 0, 0)	1	13%
22	(0.01, 0.07, 0.11, 0.57, 0.23)	(0, 0, 0, 1, 1)	0	38%
23	(0.00, 0.02, 0.02, 0.67, 0.28)	(0, 0, 0, 1, 1)	0	38%
24	(0.00, 0.02, 0.02, 0.67, 0.28)	(0, 0, 0, 1, 1)	0	38%
25	(0.01, 0.05, 0.08, 0.60, 0.26)	(0, 0, 0, 1, 1)	0	63%
26	(0.02, 0.10, 0.17, 0.48, 0.23)	(0, 0, 0, 1, 1)	1	13%
27	(0.05, 0.77, 0.14, 0.04, 0.00)	(0, 1, 1, 0, 0)	0	38%
28	(0.05, 0.21, 0.35, 0.30, 0.09)	(0, 0, 1, 1, 0)	0	38%
29	(0.05, 0.88, 0.04, 0.03, 0.00)	(1, 1, 0, 0, 0)	1	13%
30	(0.05, 0.22, 0.37, 0.25, 0.12)	(0, 0, 1, 1, 0)	1	13%
31	(0.01, 0.06, 0.09, 0.59, 0.26)	(0, 0, 0, 1, 1)	0	38%
32	(0.00, 0.02, 0.03, 0.67, 0.28)	(0, 0, 0, 1, 1)	0	63%
33	(0.04, 0.23, 0.40, 0.18, 0.15)	(0, 1, 1, 0, 0)	0	38%
34	(0.05, 0.26, 0.42, 0.21, 0.06)	(0, 1, 1, 0, 0)	0	38%
		平均	52%	28%

此模式配適度 52%，平均誤差率 28%，平均預測秩階準確度 39%

四、相關係數(負數取 0)法：

t	$(\hat{\mu}_1, \hat{\mu}_2, \hat{\mu}_3, \hat{\mu}_4, \hat{\mu}_5)$	$(\hat{I}_1, \hat{I}_2, \hat{I}_3, \hat{I}_4, \hat{I}_5)$	S	E
	輸出值標準化隸屬度	輸出值語言指標	模糊命中	誤差率
4	(0.83, 0.08, 0.00, 0.09, 0.00)	(1, 0, 0, 1, 0)	1	38%
5	(0.00, 0.00, 0.13, 0.04, 0.83)	(0, 0, 1, 0, 1)	1	25%
6	(0.16, 0.39, 0.39, 0.05, 0.00)	(0, 1, 1, 0, 0)	0	38%
7	(0.76, 0.00, 0.00, 0.24, 0.00)	(1, 0, 0, 1, 0)	0	13%
8	(0.00, 0.00, 0.12, 0.53, 0.35)	(0, 0, 0, 1, 1)	0	38%
9	(0.00, 0.46, 0.47, 0.04, 0.02)	(0, 1, 1, 0, 0)	0	38%

10	(0.52, 0.16, 0.16, 0.17, 0.00)	(1, 0, 0, 1, 0)	0	13%
11	(0.31, 0.29, 0.29, 0.10, 0.00)	(1, 1, 1, 0, 0)	1	0%
12	(0.00, 0.08, 0.18, 0.47, 0.27)	(0, 0, 0, 1, 1)	1	13%
13	(0.79, 0.03, 0.00, 0.18, 0.00)	(1, 0, 0, 1, 0)	1	38%
14	(0.00, 0.00, 0.13, 0.16, 0.71)	(0, 0, 0, 1, 1)	1	13%
15	(0.76, 0.00, 0.00, 0.24, 0.00)	(1, 0, 0, 1, 0)	1	38%
16	(0.81, 0.05, 0.00, 0.15, 0.00)	(1, 0, 0, 1, 0)	0	13%
17	(0.00, 0.42, 0.44, 0.09, 0.05)	(0, 1, 1, 0, 0)	1	13%
18	(0.00, 0.00, 0.12, 0.44, 0.44)	(0, 0, 0, 1, 1)	0	63%
19	(0.00, 0.00, 0.12, 0.46, 0.42)	(0, 0, 0, 1, 1)	0	38%
20	(0.34, 0.27, 0.27, 0.11, 0.00)	(1, 1, 1, 0, 0)	0	50%
21	(0.80, 0.04, 0.00, 0.16, 0.00)	(1, 0, 0, 1, 0)	0	13%
22	(0.27, 0.32, 0.32, 0.09, 0.00)	(0, 1, 1, 0, 0)	1	13%
23	(0.00, 0.49, 0.49, 0.01, 0.01)	(0, 1, 1, 0, 0)	1	13%
24	(0.01, 0.49, 0.49, 0.00, 0.00)	(0, 1, 1, 0, 0)	1	13%
25	(0.00, 0.33, 0.37, 0.19, 0.11)	(0, 1, 1, 0, 0)	1	13%
26	(0.00, 0.18, 0.26, 0.36, 0.21)	(0, 0, 1, 1, 0)	1	13%
27	(0.84, 0.08, 0.00, 0.08, 0.00)	(1, 0, 0, 1, 0)	1	38%
28	(0.00, 0.00, 0.13, 0.11, 0.76)	(0, 0, 1, 0, 1)	1	25%
29	(0.88, 0.12, 0.00, 0.00, 0.00)	(1, 1, 0, 0, 0)	1	13%
30	(0.00, 0.00, 0.13, 0.28, 0.59)	(0, 0, 0, 1, 1)	0	38%
31	(0.00, 0.31, 0.36, 0.21, 0.12)	(0, 1, 1, 0, 0)	1	13%
32	(0.00, 0.47, 0.48, 0.04, 0.02)	(0, 1, 1, 0, 0)	1	13%
33	(0.00, 0.00, 0.12, 0.51, 0.37)	(0, 0, 0, 1, 1)	1	13%
34	(0.69, 0.04, 0.04, 0.22, 0.00)	(1, 0, 0, 1, 0)	1	38%
		平均	65%	24%

此模式配適度 65%，平均誤差率 24%，平均預測秩階準確度 61%

五、相關係數(負數取正)法：

t	$(\hat{\mu}_1, \hat{\mu}_2, \hat{\mu}_3, \hat{\mu}_4, \hat{\mu}_5)$	$(\hat{I}_1, \hat{I}_2, \hat{I}_3, \hat{I}_4, \hat{I}_5)$	S	E
	輸出值標準化隸屬度	輸出值語言指標	模糊命中	誤差率
4	(0.45, 0.08, 0.17, 0.17, 0.13)	(1, 0, 0, 1, 0)	1	38%
5	(0.20, 0.23, 0.08, 0.03, 0.48)	(0, 1, 0, 0, 1)	0	13%
6	(0.32, 0.19, 0.21, 0.10, 0.18)	(1, 0, 1, 0, 0)	0	50%
7	(0.39, 0.09, 0.22, 0.13, 0.17)	(1, 0, 1, 0, 0)	0	0%
8	(0.44, 0.10, 0.06, 0.24, 0.16)	(1, 0, 0, 1, 0)	0	13%

9	(0.32, 0.20, 0.20, 0.10, 0.18)	(1, 1, 0, 0, 0)	0	63%
10	(0.36, 0.14, 0.21, 0.11, 0.18)	(1, 0, 1, 0, 0)	1	25%
11	(0.34, 0.17, 0.21, 0.10, 0.18)	(1, 0, 1, 0, 0)	0	0%
12	(0.43, 0.11, 0.08, 0.23, 0.15)	(1, 0, 0, 1, 0)	1	38%
13	(0.42, 0.09, 0.20, 0.15, 0.15)	(1, 0, 1, 0, 0)	1	25%
14	(0.27, 0.19, 0.07, 0.09, 0.39)	(1, 0, 0, 0, 1)	0	25%
15	(0.39, 0.09, 0.22, 0.12, 0.17)	(1, 0, 1, 0, 0)	0	50%
16	(0.43, 0.08, 0.19, 0.15, 0.14)	(1, 0, 1, 0, 0)	1	25%
17	(0.33, 0.19, 0.18, 0.12, 0.18)	(1, 1, 0, 0, 0)	1	13%
18	(0.41, 0.12, 0.06, 0.21, 0.21)	(1, 0, 0, 1, 0)	0	13%
19	(0.41, 0.11, 0.06, 0.22, 0.20)	(1, 0, 0, 1, 0)	0	13%
20	(0.34, 0.16, 0.21, 0.11, 0.18)	(1, 0, 1, 0, 0)	0	50%
21	(0.42, 0.09, 0.19, 0.15, 0.15)	(1, 0, 1, 0, 0)	1	25%
22	(0.33, 0.17, 0.21, 0.10, 0.18)	(1, 0, 1, 0, 0)	1	25%
23	(0.31, 0.20, 0.20, 0.10, 0.18)	(1, 1, 0, 0, 0)	0	38%
24	(0.31, 0.21, 0.21, 0.09, 0.18)	(1, 0, 1, 0, 0)	1	25%
25	(0.36, 0.17, 0.16, 0.14, 0.17)	(1, 0, 0, 0, 1)	0	25%
26	(0.40, 0.13, 0.11, 0.19, 0.16)	(1, 0, 0, 1, 0)	1	38%
27	(0.46, 0.08, 0.17, 0.18, 0.13)	(1, 0, 0, 1, 0)	1	38%
28	(0.24, 0.20, 0.07, 0.06, 0.42)	(1, 0, 0, 0, 1)	1	50%
29	(0.49, 0.07, 0.14, 0.20, 0.10)	(1, 0, 0, 1, 0)	0	13%
30	(0.33, 0.16, 0.06, 0.14, 0.30)	(1, 0, 0, 0, 1)	0	0%
31	(0.36, 0.17, 0.15, 0.15, 0.17)	(1, 0, 0, 0, 1)	0	0%
32	(0.32, 0.20, 0.20, 0.10, 0.18)	(1, 1, 0, 0, 0)	1	13%
33	(0.43, 0.10, 0.06, 0.24, 0.17)	(1, 0, 0, 1, 0)	1	38%
34	(0.38, 0.11, 0.22, 0.12, 0.17)	(1, 0, 1, 0, 0)	0	50%
		平均	45%	27%

此模式配適度 45%，平均誤差率 27%，平均預測秩階準確度 35%

繼續以相同的方法計算真實值隸屬度與輸出值隸屬度分別嚐試以不同的前幾大值(c, \hat{c} 值)代入，我們得到下面的結果：

一、普通矩陣乘法：

真實值只取最大 $c = 1$ ：

輸出值取前幾大 $\hat{c} =$	1	2	3	4	5
配適度	35%	68%	97%	100%	100%

平均誤差率	23%	21%	17%	22%	19%
平均預測秩階準確度	10%	68%	97%	100%	100%

真實值取最大及次大 $c = 2$:

輸出值取前幾大 $\hat{c} =$	1	2	3	4	5

配適度	58%	87%	100%	100%	100%
平均誤差率	27%	22%	23%	24%	25%
平均預測秩階準確度	39%	87%	100%	100%	100%

二、最大-最小法 (max-min) :

真實值只取最大 $c = 1$:

輸出值取前幾大 $\hat{c} =$	1	2	3	4	5

配適度	29%	65%	97%	100%	100%
平均誤差率	23%	21%	17%	21%	19%
平均預測秩階準確度	10%	65%	97%	100%	100%

真實值取最大及次大 $c = 2$:

輸出值取前幾大 $\hat{c} =$	1	2	3	4	5

配適度	55%	84%	100%	100%	100%
平均誤差率	27%	22%	23%	23%	25%
平均預測秩階準確度	39%	84%	100%	100%	100%

三、平均倍數法 :

真實值只取最大 $c = 1$:

輸出值取前幾大 $\hat{c} =$	1	2	3	4	5

配適度	32%	52%	81%	100%	100%
平均誤差率	21%	28%	20%	21%	19%
平均預測秩階準確度	16%	39%	81%	100%	100%

真實值取最大及次大 $c = 2$:

輸出值取前幾大 $\hat{c} =$	1	2	3	4	5

配適度	55%	65%	90%	100%	100%
平均誤差率	25%	27%	25%	23%	25%
平均預測秩階準確度	45%	58%	90%	100%	100%

四、相關係數(負數取0)法：

真實值只取最大 $c=1$ ：

輸出值取前幾大 $\hat{c} =$	1	2	3	4	5

配適度	35%	65%	84%	100%	100%
平均誤差率	27%	24%	22%	23%	19%
平均預測秩階準確度	-3%	61%	84%	100%	100%

真實值取最大及次大 $c=2$ ：

輸出值取前幾大 $\hat{c} =$	1	2	3	4	5

配適度	52%	81%	90%	100%	100%
平均誤差率	31%	26%	26%	26%	25%
平均預測秩階準確度	19%	77%	90%	100%	100%

五、相關係數(負數取正)法：

真實值只取最大 $c=1$ ：

輸出值取前幾大 $\hat{c} =$	1	2	3	4	5

配適度	13%	45%	52%	74%	100%
平均誤差率	44%	27%	22%	22%	19%
平均預測秩階準確度	-74%	35%	52%	74%	100%

真實值取最大及次大 $c=2$ ：

輸出值取前幾大 $\hat{c} =$	1	2	3	4	5

配適度	29%	61%	87%	100%	100%
平均誤差率	44%	28%	25%	26%	25%
平均預測秩階準確度	-29%	61%	87%	100%	100%

六、隨機選取：

真實值只取最大 $c=1$:

輸出值取前幾大 $\hat{c} =$	1	2	3	4	5

配適度	20%	40%	60%	80%	100%

真實值取最大及次大 $c=2$:

輸出值取前幾大 $\hat{c} =$	1	2	3	4	5

配適度	40%	70%	90%	100%	100%

有興趣的讀者可以依照定義 2.6 做未來幾期的預測，例如使用普通矩陣乘法、最大-最小法 (max-min)、平均倍數法計算未來 5 期預測值，在 $c=1, \hat{c}=2$ 的情況下可得到 60% 的命中率。茲列出如下：

普通矩陣乘法：

真實值只取最大 $c=1$ ，輸出值取前二大 $\hat{c}=2$ ：

t	X^r	$(I_1, I_2, I_3, I_4, I_5)$	$(\hat{I}_1, \hat{I}_2, \hat{I}_3, \hat{I}_4, \hat{I}_5)$	S	E
	真實值	真實值語言指標	輸出值語言指標	模糊命中	誤差率
35	-0.06	(0, 0, 1, 0, 0)	(0, 1, 0, 1, 0)	0	0%
36	-0.86	(0, 1, 0, 0, 0)	(0, 0, 1, 1, 0)	0	38%
37	0.43	(0, 0, 1, 0, 0)	(0, 0, 1, 1, 0)	1	13%
38	-0.42	(0, 0, 1, 0, 0)	(0, 0, 1, 1, 0)	1	13%
39	1.93	(0, 0, 0, 1, 0)	(0, 0, 1, 1, 0)	1	13%
				平均命中率	60%

最大-最小法 (max-min)：

真實值只取最大 $c=1$ ，輸出值取前二大 $\hat{c}=2$ ：

t	X^r	$(I_1, I_2, I_3, I_4, I_5)$	$(\hat{I}_1, \hat{I}_2, \hat{I}_3, \hat{I}_4, \hat{I}_5)$	S	E
	真實值	真實值語言指標	輸出值語言指標	模糊命中	誤差率
35	-0.06	(0, 0, 1, 0, 0)	(0, 1, 0, 1, 0)	0	0%
36	-0.86	(0, 1, 0, 0, 0)	(0, 1, 1, 0, 0)	1	13%
37	0.43	(0, 0, 1, 0, 0)	(0, 1, 1, 0, 0)	1	13%
38	-0.42	(0, 0, 1, 0, 0)	(0, 1, 1, 0, 0)	1	13%

39 1.93 (0, 0, 0, 1, 0) (0, 1, 1, 0, 0) 0 38%

 平均命中率 60%

平均倍數法：

真實值只取最大 $c=1$ ，輸出值取前二大 $\hat{c}=2$ ：

t	X''	$(I_1, I_2, I_3, I_4, I_5)$	$(\hat{I}_1, \hat{I}_2, \hat{I}_3, \hat{I}_4, \hat{I}_5)$	S	E
	真實值	真實值語言指標	輸出值語言指標	模糊命中	誤差率
35	-0.06	(0, 0, 1, 0, 0)	(0, 1, 1, 0, 0)	1	13%
36	-0.86	(0, 1, 0, 0, 0)	(0, 0, 0, 1, 1)	0	63%
37	0.43	(0, 0, 1, 0, 0)	(0, 1, 1, 0, 0)	1	13%
38	-0.42	(0, 0, 1, 0, 0)	(0, 1, 0, 1, 0)	0	0%
39	1.93	(0, 0, 0, 1, 0)	(0, 1, 0, 1, 0)	1	25%

 平均命中率 60%