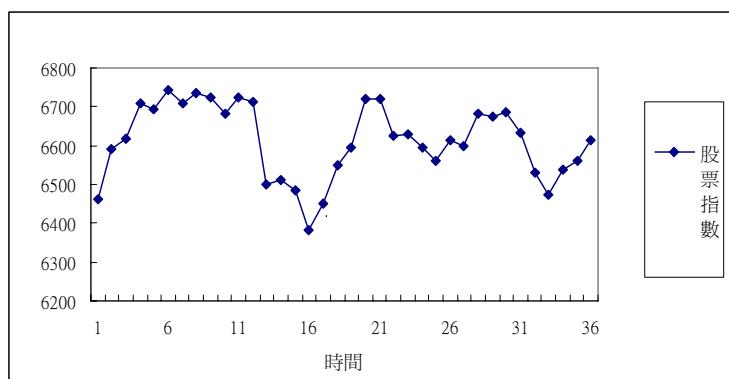


### 3. 實証分析 - 點估計

#### 3.1 資料分析

本資料為台灣加權股票指數，資料取自於 pchome 網站的股市大盤指數，原始網頁為 [http://pchome.syspower.com.tw/kchart/?stock\\_no=.9001](http://pchome.syspower.com.tw/kchart/?stock_no=.9001)，共蒐集自 2006 年 1 月 2 日至 3 月 1 日的收盤值，共 36 筆資料。下圖為時間範圍內的每日收盤值走勢圖。

圖 3.1 台灣每日收盤指數走勢圖



在此期間，收盤值最大值為 6742，最小值為 6382，因此定義論域為  $[6382, 6742]$ ，全論域長度為 360，採用 5 分割的方式，一個區間長度為 72，所以五個分割區域分別為  $L_1 = [6382, 6454]$ 、 $L_2 = [6454, 6526]$ 、 $L_3 = [6526, 6598]$ 、 $L_4 = [6598, 6670]$ 、 $L_5 = [6670, 6742]$ ，對應的語言分別為 F1=很低、F2=低、F3=普通、F4=高、F5=很高。各時間點收盤值的隸屬度則根據定義 2.4 來計算，所以將收盤值模糊化後，根據第二章的演算法則，表 3.1 列出收盤所屬於的語言指標。

表 3.1 台灣加權收盤價對應的指標

日期	收盤	指標									
2006/1/2	6462	F2	2006/1/13	6682	F5	2006/2/3	6595	F3	2006/2/16	6684	F5
2006/1/3	6592	F3	2006/1/16	6724	F5	2006/2/6	6720	F5	2006/2/17	6674	F5
2006/1/4	6616	F4	2006/1/17	6711	F5	2006/2/7	6720	F5	2006/2/20	6687	F5
2006/1/5	6710	F5	2006/1/18	6499	F2	2006/2/8	6624	F4	2006/2/21	6632	F4
2006/1/6	6695	F5	2006/1/19	6512	F2	2006/2/9	6630	F4	2006/2/22	6531	F3
2006/1/9	6742	F5	2006/1/20	6487	F2	2006/2/10	6595	F3	2006/2/23	6475	F2
2006/1/10	6707	F5	2006/1/23	6382	F1	2006/2/13	6562	F3	2006/2/24	6538	F3
2006/1/11	6736	F5	2006/1/24	6452	F1	2006/2/14	6613	F4	2006/2/27	6562	F3
2006/1/12	6726	F5	2006/1/25	6551	F3	2006/2/15	6598	F4	2006/3/1	6613	F4

接下來，依序列出模糊關係，以及計算所對應的模糊相關矩陣，列出模糊矩陣

[13,14,15]與本篇的新模糊矩陣，可初步看到之間的差異性。

### 3.2 計算模糊矩陣

由表 3.1 以及演算法則的 Step. 3 與 Step. 4，我們可以得到以下的模糊關係：

相差一期的模糊關係為

$F1 \rightarrow F1, F1 \rightarrow F3, F2 \rightarrow F1, F2 \rightarrow F2, F2 \rightarrow F3, F3 \rightarrow F2, F3 \rightarrow F3, F3 \rightarrow F4, F3 \rightarrow F5,$   
 $F4 \rightarrow F3, F4 \rightarrow F4, F4 \rightarrow F5, F5 \rightarrow F2, F5 \rightarrow F4, F5 \rightarrow F5.$

由以上的模糊關係，我們可以得到依序列的模糊矩陣如下：

$$R_1 = F1^t \times F1, R_2 = F1^t \times F3, R_3 = F2^t \times F1, R_4 = F2^t \times F2, R_5 = F2^t \times F3, \\ R_6 = F3^t \times F4, R_7 = F3^t \times F2, R_8 = F3^t \times F3, R_9 = F3^t \times F5, R_{10} = F4^t \times F3, \\ R_{11} = F4^t \times F4, R_{12} = F4^t \times F5, R_{13} = F5^t \times F2, R_{14} = F5^t \times F4, R_{15} = F5^t \times F5.$$

因此模糊相關矩陣為

$$R = \bigcup_{i=1}^{15} R_i = \begin{bmatrix} 1 & 0.5 & 1 & 0.5 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0.5 & 0.5 \\ 0.5 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0.5 & 0.5 & 1 & 1 & 1 \\ 0.5 & 1 & 0.5 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

同樣的作法，爲了方便，以下省略部分的過程敘述。

相差兩期的模糊關係爲

$F_1 \rightarrow F_1, F_1 \rightarrow F_3, F_2 \rightarrow F_1, F_2 \rightarrow F_2, F_2 \rightarrow F_3, F_3 \rightarrow F_2, F_3 \rightarrow F_3, F_3 \rightarrow F_4, F_3 \rightarrow F_5,$

$F_4 \rightarrow F_3, F_4 \rightarrow F_4, F_4 \rightarrow F_5, F_5 \rightarrow F_2, F_5 \rightarrow F_4, F_5 \rightarrow F_5, F_2 \rightarrow F_4, F_4 \rightarrow F_2, F_5 \rightarrow F_3.$

模糊相關矩陣爲

$$R = \bigcup_{i=1}^{18} R_i = \begin{bmatrix} 1 & 0.5 & 1 & 0.5 & 0.5 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0.5 \\ 0.5 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0.5 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0.5 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

從以上的模糊相關矩陣來看，Song 方法相差一期的模糊相關矩陣與相差二期的模糊相關矩陣差異性非常的小，而且矩陣裡面的元素幾乎都是 1，如果繼續做到相差三期的話，情況更爲明顯，若矩陣內的元素都等於 1 的話，那麼在最後計算輸出隸屬度函數的時候會有  $(FX_1, FX_2, FX_3, FX_4, FX_5) \circ R = (A, A, A, A, A)$ ，其中  $A$  是某個常數，將會得到不管本期股價指數的隸屬度函數是多少，都只有單一的預測值。這也讓我們得到一個結論，如果時間數列模式判定需要相差多期的模式，但在目前的情況，模式無法支援到多期的模式，也就是相差期數越高，預測值卻變成與任何狀況無關，都是相同的預測值，顯然已經不合邏輯，更別說要讓誤差變小了。因此我們需要新的計算模糊相關矩陣的方式，以下爲新的模糊關係與模糊相關矩陣的計算結果。

相差一期的新模糊關係爲

$F1 \rightarrow F1, F1 \rightarrow F3, F2 \rightarrow F1, (F2 \rightarrow F2)*2, (F2 \rightarrow F3)*2, F3 \rightarrow F2, (F3 \rightarrow F3)*3,$   
 $(F3 \rightarrow F4)*3, F3 \rightarrow F5, (F4 \rightarrow F3)*2, (F4 \rightarrow F4)*2, (F4 \rightarrow F5)*2, F5 \rightarrow F2, (F5 \rightarrow F4)*2,$   
 $(F5 \rightarrow F5)*11.$

模糊相關矩陣爲

$$R = \sum_{i=1}^{35} R_i = \begin{bmatrix} 2.5 & 3.5 & 3 & 1.5 & 0 \\ 3 & 6.5 & 7 & 5 & 2 \\ 2 & 6 & 9 & 9 & 4.5 \\ 1 & 3.5 & 8 & 14 & 11.5 \\ 0.5 & 2 & 3.5 & 10.5 & 14 \end{bmatrix}$$

相差二期的新模糊關係爲

$F1 \rightarrow F1, (F1 \rightarrow F3)*2, F1 \rightarrow F5, (F2 \rightarrow F1)*2, (F2 \rightarrow F2)*3, (F2 \rightarrow F3)*3, F2 \rightarrow F4,$   
 $F3 \rightarrow F2, (F3 \rightarrow F3)*5, (F3 \rightarrow F4)*6, (F3 \rightarrow F5)*3, F4 \rightarrow F2, (F4 \rightarrow F3)*4, (F4 \rightarrow F4)*2,$   
 $(F4 \rightarrow F5)*5, (F5 \rightarrow F2)*3, F5 \rightarrow F3, (F5 \rightarrow F4)*5, (F5 \rightarrow F5)*19.$

模糊相關矩陣爲

$$R = \sum_{i=1}^{69} R_i = \begin{bmatrix} 4 & 6.5 & 6.5 & 3.5 & 0.5 \\ 5.5 & 10.5 & 12 & 11 & 5.5 \\ 4 & 10 & 14.5 & 17.5 & 11 \\ 2.5 & 7.5 & 15.5 & 26 & 23 \\ 2 & 6 & 8.5 & 20.5 & 25 \end{bmatrix}$$

由以上新的模糊相關矩陣的計算結果，我們知道與之前的矩陣大不相同，新的方式可以將模糊相關矩陣推廣到相差  $n$  期，配合新的預測方法，如果預測結果能比之前的方法相近，甚至是更好，那麼本篇文章的方法將可取代[13,14,15]。

### 3.3 FAR(1)模式預測結果

將模糊關係與模糊關係矩陣  $R$  計算出來之後，最後根據 2.3 演算法則的 Step.5，分別計算本文方法與 Song 方法的輸出值，以及與真實值的誤差，利用

定義 2.9 及定義 2.10 計算誤差及命中率。以下取數個時間點當範例。

[2006/1/2→2006/1/3]：2006/1/2 的收盤值為 6462，對應的隸屬度函數  $f(t)$  為  $(0.3889, 0.6111, 0, 0, 0)$ ，Song 輸出的標準化隸屬度為  $(0.2157, 0.2157, 0.2157, 0.1765, 0.1765)$ ，沒有單一最大的隸屬度，所以輸出值取典型值與隸屬度函數的內積為 6554；本文模式輸出的標準化隸屬度為  $f(t) \times S = (0.1521, 0.2892, 0.2952, 0.1973, 0.0663)$ ，有單一最大隸屬度，所以輸出值取第三分割區間的典型值 6552。

[2006/1/3→2006/1/4]：2006/1/3 的收盤值為 6592，對應的隸屬度函數  $f(t)$  為  $(0, 0, 0.5895, 0.4105, 0)$ ，Song 輸出的標準化隸屬度為  $(0.1749, 0.2063, 0.2063, 0.2063, 0.2063)$ ，沒有單一最大的隸屬度，所以輸出值取典型值與隸屬度函數的內積為 6567；本文模式輸出的標準化隸屬度為  $f(t) \times S = (0.0473, 0.1481, 0.2558, 0.3292, 0.2196)$ ，有單一最大隸屬度，所以輸出值取第四分割區間的典型值 6629。

[2006/1/16→2006/1/17]：2006/1/16 的收盤值為 6724，對應的隸屬度函數  $f(t)$  為  $(0, 0, 0, 0, 1)$ ，Song 輸出的標準化隸屬度為  $(0.125, 0.25, 0.125, 0.25, 0.25)$ ，沒有單一最大的隸屬度，所以輸出值取典型值與隸屬度函數的內積為 6580；本文模式輸出的標準化隸屬度為  $f(t) \times S = (0.0164, 0.0656, 0.1148, 0.3443, 0.4590)$ ，有單一最大隸屬度，所以輸出值取第五分割區間的典型值 6706。

[2006/2/6→2006/2/7]：2006/2/6 的收盤值為 6720，對應的隸屬度函數  $f(t)$  為  $(0, 0, 0, 0, 1)$ ，Song 輸出的標準化隸屬度為  $(0.125, 0.25, 0.125, 0.25, 0.25)$ ，沒有單一最大的隸屬度，所以輸出值取典型值與隸屬度函數的內積為 6580；本文模式輸出的標準化隸屬度為  $f(t) \times S = (0.0164, 0.0656, 0.1148, 0.3443, 0.4590)$ ，有單一最大隸屬度，所以輸出值取第五分割區間的典型值 6706。

[2006/2/14→2006/2/15]：2006/2/14 的收盤值為 6613，對應的隸屬度函數  $f(t)$  為  $(0, 0, 0.2954, 0.7046, 0)$ ，Song 輸出的標準化隸屬度為  $(0.1606, 0.1606, 0.2263, 0.2263, 0.2263)$ ，沒有單一最大的隸屬度，所以輸出值取典型值與隸屬度函數的內積為 6576；本文模式輸出的標準化隸屬度為  $f(t) \times S = (0.0362, 0.1184, 0.2318, 0.35, 0.2636)$ ，有單一最大隸屬度，所以輸出值取第四分割區間的典型值 6629。

[2006/2/27→2006/3/1]：2006/2/27 的收盤值為 6562，對應的隸屬度函數  $f(t)$  為  $(0, 0.0076, 0.9924, 0, 0)$ ，Song 輸出的標準化隸屬度為  $(0.112, 0.222, 0.222, 0.222, 0.222)$ ，沒有單一最大的隸屬度，所以輸出值取典型值與隸屬度函數的內積為 6578；本文模式輸出的標準化隸屬度為  $f(t) \times S = (0.0659, 0.1972, 0.2951, 0.2946, 0.1472)$ ，有單一最大隸屬度，所以輸出值取第三分割區間的典型值 6552。

表 3.2 論域 5 分割 FAR(1)模式的配適值

日期	收盤	Song	本文	日期	收盤	Song	本文	日期	收盤	Song	本文
2006/1/3	6592	6554	6552	2006/1/19	6512	6540	6552	2006/2/14	6613	6578	6629
2006/1/4	6616	6567	6629	2006/1/20	6487	6549	6552	2006/2/15	6598	6576	6629
2006/1/5	6710	6579	6629	2006/1/23	6382	6537	6552	2006/2/16	6684	6563	6629
2006/1/6	6695	6580	6706	2006/1/24	6452	6514	6485	2006/2/17	6674	6571	6706
2006/1/9	6742	6576	6706	2006/1/25	6551	6559	6485	2006/2/20	6687	6565	6706
2006/1/10	6707	6580	6706	2006/2/3	6595	6575	6552	2006/2/21	6632	6572	6706
2006/1/11	6736	6580	6706	2006/2/6	6720	6565	6629	2006/2/22	6531	6588	6629
2006/1/12	6726	6580	6706	2006/2/7	6720	6580	6706	2006/2/23	6475	6566	6552
2006/1/13	6682	6580	6706	2006/2/8	6624	6580	6706	2006/2/24	6538	6544	6552
2006/1/16	6724	6570	6706	2006/2/9	6630	6584	6629	2006/2/27	6562	6570	6552
2006/1/17	6711	6580	6706	2006/2/10	6595	6587	6629	2006/3/1	6613	6578	6552
2006/1/18	6499	6580	6706	2006/2/13	6562	6565	6629				

[2006/1/3]：Song 的配適值分別為 6554 點，誤差平方為  $38^2$ ；配適值落於第三個分割區間，因此所屬於的語言指標為 F3，與真實值的指標 F4 不同，所以根據定義 2.10，結果為不命中。本文的配適值分別為 6552 點，誤差平方為  $40^2$ ；配適值落於第三個分割區間，因此所屬於的語言指標為 F3，與真實值的指標 F4 不同，所以根據定義 2.10，結果亦為不命中。

[2006/1/4]：Song 的配適值分別為 6567 點，誤差平方為  $49^2$ ；配適值落於第三個分割區間，因此所屬於的語言指標為 F3，與真實值的指標 F4 不同，所以根據定義 2.10，結果為不命中。本文的配適值分別為 6629 點，誤差平方為  $13^2$ ；配

適值落於第四個分割區間，因此所屬於的語言指標為 F4，與真實值的指標 F4 相同，所以根據定義 2.10，結果為命中。

[2006/1/17]：Song 的配適值分別為 6580 點，誤差平方為  $131^2$ ；配適值落於第三個分割區間，因此所屬於的語言指標為 F3，與真實值的指標 F5 不同，所以根據定義 2.10，結果為不命中。本文的配適值分別為 6706 點，誤差平方為  $5^2$ ；配適值落於第五個分割區間，因此所屬於的語言指標為 F5，與真實值的指標 F5 相同，所以根據定義 2.10，結果為命中。

[2006/2/7]：Song 的配適值分別為 6580 點，誤差平方為  $140^2$ ；配適值落於第三個分割區間，因此所屬於的語言指標為 F3，與真實值的指標 F5 不同，所以根據定義 2.10，結果為不命中。本文的配適值分別為 6706 點，誤差平方為  $14^2$ ；配適值落於第五個分割區間，因此所屬於的語言指標為 F5，與真實值的指標 F5 相同，所以根據定義 2.10，結果為命中。

[2006/2/15]：Song 的配適值分別為 6576 點，誤差平方為  $22^2$ ；配適值落於第三個分割區間，因此所屬於的語言指標為 F3，與真實值的指標 F4 不同，所以根據定義 2.10，結果為不命中。本文的配適值分別為 6629 點，誤差平方為  $31^2$ ；配適值落於第四個分割區間，因此所屬於的語言指標為 F4，與真實值的指標 F4 相同，所以根據定義 2.10，結果為命中。

[2006/3/1]：Song 的配適值分別為 6578 點，誤差平方為  $35^2$ ；配適值落於第三個分割區間，因此所屬於的語言指標為 F3，與真實值的指標 F4 不同，所以根據定義 2.10，結果為不命中。本文的配適值分別為 6552 點，誤差平方為  $61^2$ ；配適值落於第五個分割區間，因此所屬於的語言指標為 F3，與真實值的指標 F4 不同，所以根據定義 2.10，結果為不命中。

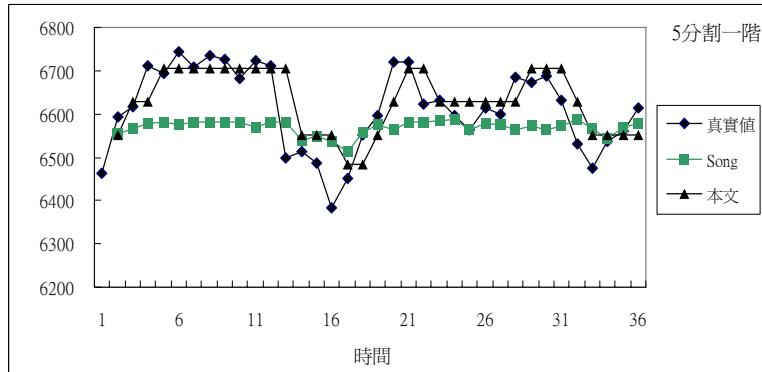
我們將這段期間內所有的誤差平方和以及命中期數列於下表。

表 3.3 FAR(1)配適值的誤差表

	Song	本文
SSE	320066	148435
命中	9	19

由上表可知，本文的方法比 Song 的方法的預測結果來得好，在誤差與命中率方面都明顯的改善，可見新的計算方法是可行的。我們將配適走勢圖呈現於下方。

圖 3.2 FAR(1)配適值走勢圖



從圖來看，更可明顯看出本文的預測走勢已經相當接近真實值。利用歷史資料建立模式的參數之後，利用此模式，繼續對未來幾期的股價作預測，來進一步討論新方法的可行性與準確性。我們實際預測未來 22 期的收盤值，同時也考慮將論域平均分成 7 等份的模式。

[2006/3/1→2006/3/2]：2006/3/1 的收盤值為 6613，對應的隸屬度函數  $f(t)$  為  $(0, 0, 0.2896, 0.7104, 0)$ ，Song 輸出的標準化隸屬度為  $(0.1597, 0.1597, 0.2269, 0.2269, 0.2269)$ ，沒有單一最大的隸屬度，所以輸出值取典型值與隸屬度函數的內積為 6576；本文模式輸出的標準化隸屬度為  $f(t) \times S = (0.036, 0.1179, 0.2314, 0.3503, 0.2644)$ ，有單一最大隸屬度，所以輸出值取第四分割區間的典型值 6629。

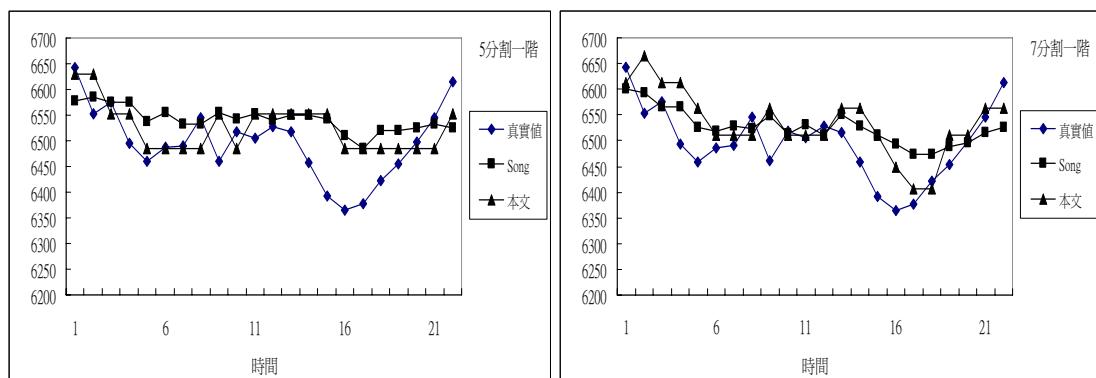
[2006/3/30→2006/3/31]：2006/3/30 的收盤值為 6546，對應的隸屬度函數  $f(t)$  為  $(0, 0, 0.6819, 0.03181, 0)$ ，Song 輸出的標準化隸屬度為  $(0.1642, 0.2239, 0.2239, 0.2239, 0.1642)$ ，沒有單一最大的隸屬度，所以輸出值取典型值與隸屬度函數的內積為 6525；本文模式輸出的標準化隸屬度為  $f(t) \times S = (0.0784, 0.2223, 0.2995, 0.2671, 0.1327)$ ，有單一最大隸屬度，所以輸出值取第三分割區間的典型值 6552。

表 3.4 FAR(1)預測值與誤差表

日期	收盤	Song		本文方法	
		5 分割	7 分割	5 分割	7 分割
2006/3/2	6642	6576	6599	6629	6614
2006/3/3	6553	6584	6592	6629	6665
2006/3/6	6575	6575	6566	6552	6614
2006/3/7	6494	6574	6565	6552	6614
2006/3/8	6459	6537	6524	6485	6562
2006/3/9	6486	6556	6519	6485	6511
2006/3/10	6490	6533	6528	6485	6511
2006/3/13	6544	6533	6523	6485	6511
2006/3/14	6460	6553	6547	6552	6562
2006/3/15	6518	6543	6514	6485	6511
2006/3/16	6504	6552	6531	6552	6511
2006/3/17	6528	6539	6510	6552	6511
2006/3/20	6516	6551	6550	6552	6562
2006/3/21	6458	6550	6528	6552	6562
2006/3/22	6391	6542	6511	6552	6511
2006/3/23	6364	6510	6494	6485	6449
2006/3/24	6376	6485	6474	6485	6407
2006/3/27	6421	6520	6474	6485	6407
2006/3/28	6453	6520	6489	6485	6511
2006/3/29	6498	6525	6495	6485	6511
2006/3/30	6546	6533	6515	6485	6562
2006/3/31	6613	6525	6525	6552	6562
SSE		124777	84453	101243	94376
命中		7	5	8	10

圖 3.4 FAR(1)配適值走勢圖 1

圖 3.5 FAR(1)配適值走勢圖 2



由上表可看到本文方法的 SSE 仍然比 Song 的方法來得小，再利用定義 2.10 的準確率函數來比較，預測期數為 22 期，Song 方法命中期數為 7 期，也就是準確率為  $7/22$ 。新方法的準確率為  $10/22$ ，以誤差來看，雖然沒有完全比 Song 的方法來得低，但從準確率來看，本文方法都比 Song 的方法來得高，照此結果看來，本文方法的可行性是很大的。

### 3.4 FAR(2)模式預測結果

在做時間數列分析的時候，我們無法肯定不會達到相差多期的模式。在前言部分，我們已經知道 Song 的方法無法應用在相差多期的模式，為了確認本文修改的模糊相關矩陣以及輸出的方式，是否能比以往的模式更好，我們將模糊時間數列延伸到 *FAR(2)*的模式。由於定義論域、語言指標、模糊關係與計算模糊矩陣，在前兩節已經做過，以模式 2.5 為例，以下從輸出值開始做起，取數個時間點當範例說明。

[2006/1/2、2006/1/3→2006/1/4]：2006/1/3 的收盤值為 6592，對應的隸屬度函數  $f(t)$  為  $(0, 0, 0.5895, 0.4105, 0)$ ，本文模式輸出的標準化隸屬度為  $f(t) \times S = (0.0527, 0.1398, 0.2323, 0.327, 0.2481)$ ，有單一最大隸屬度，所以輸出值取第四分割區間的典型值 6629。

[2006/1/9、2006/1/10→2006/1/11]：2006/1/10 的收盤值為 6707，對應的隸屬度函數  $f(t)$  為  $(0, 0, 0, 0, 1)$ ，本文模式輸出的標準化隸屬度為  $f(t) \times S = (0.0323, 0.0968, 0.1371, 0.3306, 0.4032)$ ，有單一最大隸屬度，所以輸出值取第五分割區間的典型值 6706。

[2006/2/24、2006/2/27→2006/3/1]：2006/2/27 的收盤值為 6562，對應的隸屬度函數  $f(t)$  為  $(0, 0.0076, 0.9924, 0, 0)$ ，本文模式輸出的標準化隸屬度為  $f(t) \times S = (0.0705, 0.1758, 0.2545, 0.3067, 0.1926)$ ，有單一最大隸屬度，所以輸出值取第四分割區間的典型值 6629。

表 3.5 模式 2.5 配適值

日期	收盤	5 分割	7 分割	日期	收盤	5 分割	7 分割
2006/1/4	6616	6629	6614	2006/2/6	6720	6629	6665
2006/1/5	6710	6629	6665	2006/2/7	6720	6706	6717
2006/1/6	6695	6706	6717	2006/2/8	6624	6706	6717
2006/1/9	6742	6706	6665	2006/2/9	6630	6629	6665
2006/1/10	6707	6706	6717	2006/2/10	6595	6629	6665
2006/1/11	6736	6706	6717	2006/2/13	6562	6629	6562
2006/1/12	6726	6706	6717	2006/2/14	6613	6629	6562
2006/1/13	6682	6706	6717	2006/2/15	6598	6629	6614
2006/1/16	6724	6706	6665	2006/2/16	6684	6629	6614
2006/1/17	6711	6706	6717	2006/2/17	6674	6706	6614
2006/1/18	6499	6706	6717	2006/2/20	6687	6706	6614
2006/1/19	6512	6552	6562	2006/2/21	6632	6706	6614
2006/1/20	6487	6629	6562	2006/2/22	6531	6629	6614
2006/1/23	6382	6552	6562	2006/2/23	6475	6552	6562
2006/1/24	6452	6485	6459	2006/2/24	6538	6552	6562
2006/1/25	6551	6552	6562	2006/2/27	6562	6629	6562
2006/2/3	6595	6629	6614	2006/3/1	6613	6629	6614

[2006/1/4]：本文的配適值為 6629 點，誤差平方為  $13^2$ ；配適值落於第四個分割區間，因此所屬於的語言指標為 F4，與真實值的指標 F4 相同，所以根據定義 2.10，結果為命中。

[2006/1/11]：本文的配適值為 6706 點，誤差平方為  $30^2$ ；配適值落於第五個分割區間，因此所屬於的語言指標為 F5，與真實值的指標 F5 相同，所以根據定義 2.10，結果為命中。

[2006/3/1]：本文的配適值為 6629 點，誤差平方為  $16^2$ ；配適值落於第四個分割區間，因此所屬於的語言指標為 F4，與真實值的指標 F4 相同，所以根據定義 2.10，結果為命中。

我們將這段期間內，各個模式以及兩種論域分割數的誤差平方和以及命中期數列於下表。

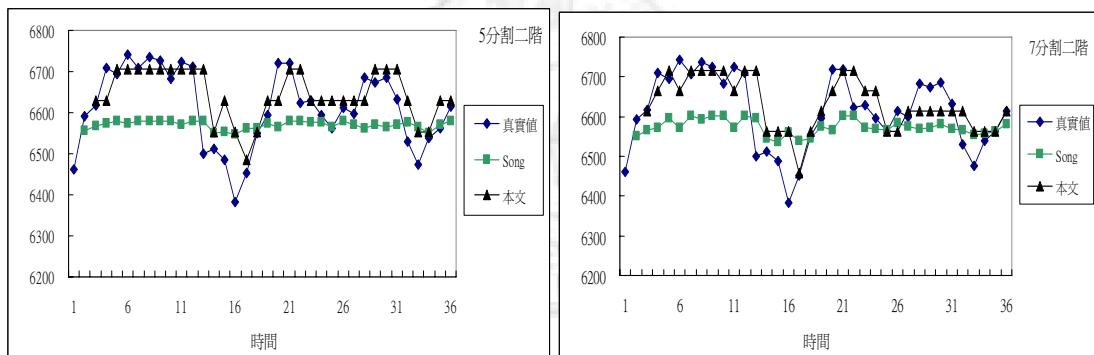
表 3.6 FAR(2)命中與誤差表

模式	5 分割					7 分割				
	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5
SSE	317388	328918	185873	191895	158834	280168	292904	233018	240562	152222
命中	7	7	19	15	18	9	8	15	11	17

由上表可知道模式 2.1 與模式 2.2 的預測結果相當接近，然而利用本文的模糊相關矩陣而修改的模式 2.3~2.5，很明顯的都比模式 2.1 與 2.2 的結果來得好，圖 3.6 與 3.7 為股票真實值與兩個模式的走勢圖。

圖 3.6 FAR(2)配適值走勢圖 1

圖 3.7 FAR(2)配適值走勢圖 2



在 FAR(2)的模式中，從走勢圖來看，發現 Song 方法的預測走勢已經相當接近一直線，這是因為模糊相關矩陣取法而產生的問題，雖然命中還有 7~9 期，但從圖來看，可以發現他的命中，只是因為股價的上下震盪，而通過中間那塊分割區，也就是說，其命中的參考價值不高。然而本文修正的新的方法，走勢圖比較接近真實的曲線，能有相當程度的參考價值。

### 3.5 VFAR(1,2)模式預測結果

在本節中，預測收盤值，除了考慮本身的自迴歸之外，另外考慮第二個變數為每日股市的成交量，為了確認變數之間是否有明顯的關係，利用迴歸的模式  $X_{t+1} = \beta + aX_t + bY_t$ ，檢定收盤值與成交量是否具有相關性，給定顯著水準  $\alpha = 0.05$ ，檢定的  $T_\alpha$  值為 1.96，表示每日股市的成交量與收盤值具有相關性。再利用式子 2.9，分別可以得到  $\phi_1 = 1$ ， $\phi_2 = 0.05$ ，將常數代回式子 2.8，得到預測收盤值的模式為

$$FX_{1,t+1} = FX_{1,t} \times S^{1,1}(1) + 0.05 \times FX_{2,t} \times S^{2,1}(1) \quad (3.1)$$

其中  $S^{1,1}(1)$  與單變量的矩陣相同，我們仍需定義兩個變數之間的模糊關係，以及計算相關矩陣  $S^{2,1}(1)$ 。

在此期間，成交量最大值為 181449，最小值為 73918，論域為 [73918, 181449]，全論域長度為 107531，採用 5 分割的方式，一個區間長度為 21506，所以五個分割區域分別為  $L_1 = [73918, 95424]$ 、 $L_2 = [95424, 116930]$ 、 $L_3 = [116930, 138437]$ 、 $L_4 = [138437, 159943]$ 、 $L_5 = [159943, 181449]$ ，對應的語言與收盤的語言相同，為了區別起見，將成交量的語言定為 G1=很低、G2=低、G3=普通、G4=高、G5=很高。對應的向量分別為

$$G1 = (1, 0.5, 0, 0, 0)$$

$$G2 = (0.5, 1, 0.5, 0, 0)$$

$$G3 = (0, 0.5, 1, 0.5, 0)$$

$$G4 = (0, 0, 0.5, 1, 0.5)$$

$$G5 = (0, 0, 0, 0.5, 1)$$

各時間點成交量的隸屬度則根據定義 2.4 來計算，所以將成交量模糊化後，將收盤值與成交量的指標列於下表。

表 3.7 收盤價以及成交量對應的指標

日期	收盤	指標	成交量	指標	日期	收盤	指標	成交量	指標
2006/1/2	6462	F2	116362	G2	2006/2/3	6595	F3	108886	G2
2006/1/3	6592	F3	154358	G4	2006/2/6	6720	F5	103247	G2
2006/1/4	6616	F4	181449	G5	2006/2/7	6720	F5	117560	G3
2006/1/5	6710	F5	166803	G5	2006/2/8	6624	F4	84641	G1
2006/1/6	6695	F5	170640	G5	2006/2/9	6630	F4	106414	G2
2006/1/9	6742	F5	139866	G4	2006/2/10	6595	F3	101799	G2
2006/1/10	6707	F5	115249	G2	2006/2/13	6562	F3	82184	G1
2006/1/11	6736	F5	135428	G3	2006/2/14	6613	F4	85630	G1
2006/1/12	6726	F5	144764	G4	2006/2/15	6598	F4	105064	G2
2006/1/13	6682	F5	97705	G2	2006/2/16	6684	F5	104756	G2
2006/1/16	6724	F5	89125	G1	2006/2/17	6674	F5	94765	G1
2006/1/17	6711	F5	119008	G3	2006/2/20	6687	F5	73918	G1
2006/1/18	6499	F2	133678	G3	2006/2/21	6632	F4	76065	G1
2006/1/19	6512	F2	116796	G2	2006/2/22	6531	F3	96525	G2
2006/1/20	6487	F2	81834	G1	2006/2/23	6475	F2	87825	G1
2006/1/23	6382	F1	74734	G1	2006/2/24	6538	F3	82251	G1
2006/1/24	6452	F1	74790	G1	2006/2/27	6562	F3	79694	G1
2006/1/25	6551	F3	79611	G1	2006/3/1	6613	F4	107144	G2

因為  $S^{1,1}(1)$  與單變量的矩陣相同，從 3.2 節中，可以得到模糊相關矩陣

$$S^{1,1}(1) = \begin{bmatrix} 2.5 & 3.5 & 3 & 1.5 & 0 \\ 3 & 6.5 & 7 & 5 & 2 \\ 2 & 6 & 9 & 9 & 4.5 \\ 1 & 3.5 & 8 & 14 & 11.5 \\ 0.5 & 2 & 3.5 & 10.5 & 14 \end{bmatrix}$$

從表中，可以得到成交量對收盤的模糊關係，例如

[2006/1/2→2006/1/3] : G2→F3 , [2006/1/3→2006/1/4] : G4→F4 ,

[2006/1/10→2006/1/11] : G2→F5 , [2006/2/7→2006/2/8] : G3→F4 , …等，我們將這段時間的模糊關係列於下表。

表 3.8 成交量對收盤值的模糊關係

日期	關係	日期	關係
2006/1/2→2006/1/3	G2→F3	2006/2/3→2006/2/6	G2→F5
2006/1/3→2006/1/4	G4→F4	2006/2/6→2006/2/7	G2→F5
2006/1/4→2006/1/5	G5→F5	2006/2/7→2006/2/8	G3→F4
2006/1/5→2006/1/6	G5→F5	2006/2/8→2006/2/9	G1→F4
2006/1/6→2006/1/9	G5→F5	2006/2/9→2006/2/10	G2→F3
2006/1/9→2006/1/10	G4→F5	2006/2/10→2006/2/13	G2→F3
2006/1/10→2006/1/11	G2→F5	2006/2/13→2006/2/14	G1→F4
2006/1/11→2006/1/12	G3→F5	2006/2/14→2006/2/15	G1→F4
2006/1/12→2006/1/13	G4→F5	2006/2/15→2006/2/16	G2→F5
2006/1/13→2006/1/16	G2→F5	2006/2/16→2006/2/17	G2→F5
2006/1/16→2006/1/17	G1→F5	2006/2/17→2006/2/20	G1→F5
2006/1/17→2006/1/18	G3→F2	2006/2/20→2006/2/21	G1→F4
2006/1/18→2006/1/19	G3→F2	2006/2/21→2006/2/22	G1→F3
2006/1/19→2006/1/20	G2→F2	2006/2/22→2006/2/23	G2→F2
2006/1/20→2006/1/23	G1→F1	2006/2/23→2006/2/24	G1→F3
2006/1/23→2006/1/24	G1→F1	2006/2/24→2006/2/27	G1→F3
2006/1/24→2006/1/25	G1→F3	2006/2/27→2006/3/1	G1→F4
2006/1/25→2006/2/3	G1→F3		

經過計算之後，得到成交量對收盤價的模糊相關矩陣為

$$S^{2,1}(1) = \begin{bmatrix} 3 & 6 & 10 & 13 & 7.5 \\ 3 & 8 & 10.5 & 11.5 & 10.5 \\ 2 & 4.5 & 4.5 & 7.5 & 6 \\ 1 & 1 & 2 & 4.5 & 5 \\ 0 & 0 & 0.5 & 3 & 4.5 \end{bmatrix}$$

[2006/1/2→2006/1/3]：因為 2006/1/2 收盤為 6462，隸屬度為(0.3889, 0.6111, 0, 0, 0)，成交量是 116362，對應的隸屬度為(0, 0.5264, 0.4736, 0, 0, 0)，所以根據式子 (3.1)，輸出模式為

$$(0.3889, 0.6111, 0, 0, 0) \times S^{1,1}(1) + 0.05 * (0, 0.5264, 0.4736, 0, 0, 0) \times S^{2,1}(1)$$

標準化後的隸屬度是(0.1445, 0.279, 0.2881, 0.2051, 0.0833)，有單一最大隸屬度，所以輸出值取第三分割區間的典型值 6552。

[2006/1/23→2006/1/24]：因為 2006/1/23 收盤為 6382，隸屬度為(1, 0, 0, 0, 0) ，成交量是 74734，對應的隸屬度為(1, 0, 0, 0, 0) ，所以根據式子(3.1)，輸出模式為

$$(1, 0, 0, 0, 0) \times S^{1,1}(1) + 0.05 * (1, 0, 0, 0, 0) \times S^{2,1}(1)$$

標準化後的隸屬度是(0.2094, 0.3012, 0.28, 0.1758, 0.0336) ，有單一最大隸屬度，所以輸出值取第二分割區間的典型值 6487 。

[2006/2/8→2006/2/9]：因為 2006/2/8 收盤為 6624，隸屬度為(0, 0, 0.1409, 0.8591, 0) ，成交量是 84641，對應的隸屬度為(1, 0, 0, 0, 0) ，所以根據式子(3.1)，輸出模式為

$$(0, 0, 0.1409, 0.8591, 0) \times S^{1,1}(1) + 0.05 * (1, 0, 0, 0, 0) \times S^{2,1}(1)$$

標準化後的隸屬度是(0.0335, 0.107, 0.2222, 0.3581, 0.2791) ，有單一最大隸屬度，所以輸出值取第四分割區間的典型值 6629 。

[2006/2/27→2006/3/1]：因為 2006/2/27 收盤為 6562，隸屬度為(0, 0.0076, 0.9924, 0, 0) ，成交量是 79694，對應的隸屬度為(1, 0, 0, 0, 0) ，所以根據式子(3.1)，輸出模式為

$$(0, 0.0076, 0.9924, 0, 0) \times S^{1,1}(1) + 0.05 * (1, 0, 0, 0, 0) \times S^{2,1}(1)$$

標準化後的隸屬度是(0.0666, 0.1941, 0.2922, 0.2970, 0.1501) ，有單一最大隸屬度，所以輸出值取第四分割區間的典型值 6629 。

同樣的，我們將這段時間的配適值與誤差列於下表。

表 3.9  $VFAR(1,2)$ 配適值與誤差表

日期	收盤	$VFAR(1,2)$	日期	收盤	$VFAR(1,2)$
2006/1/3	6592	6552	2006/2/7	6720	6706
2006/1/4	6616	6629	2006/2/8	6624	6706
2006/1/5	6710	6629	2006/2/9	6630	6629
2006/1/6	6695	6706	2006/2/10	6595	6629
2006/1/9	6742	6706	2006/2/13	6562	6629
2006/1/10	6707	6706	2006/2/14	6613	6629
2006/1/11	6736	6706	2006/2/15	6598	6629
2006/1/12	6726	6706	2006/2/16	6684	6629
2006/1/13	6682	6706	2006/2/17	6674	6706
2006/1/16	6724	6706	2006/2/20	6687	6706
2006/1/17	6711	6706	2006/2/21	6632	6706
2006/1/18	6499	6706	2006/2/22	6531	6629
2006/1/19	6512	6552	2006/2/23	6475	6552
2006/1/20	6487	6552	2006/2/24	6538	6552
2006/1/23	6382	6552	2006/2/27	6562	6552
2006/1/24	6452	6485	2006/3/1	6613	6629
2006/1/25	6551	6552			
2006/2/3	6595	6552	SSE		140605
2006/2/6	6720	6629	命中		21

相較於單變量模式，預測效果最好的是  $FAR(1)$  模式，其 SSE 為 148435，命中 19 期。考慮多變量模式，從預測結果來看，SSE 降到 140605，命中增加到 21 期，比單變量的情況來得好，所以合理的考慮多變量模式的情況下，確實可能降低誤差及增加命中率，達到改善預測效率的結果。本文選取的第二個變數為成交量，我們知道影響股價的因素還有很多，也許選擇其他變數，可能會有更好的預測效果，例如美國道瓊指數、杜拜原油價格、外幣對台幣的匯率等等，有興趣者可以嘗試。