

## 時間序列法與類神經網路於股票漲跌預測比較之研究 The Study of Predicting the Stock Price Based on the Time Series and Neural Network

陳振東<sup>1</sup>

Chen-Tung Chen

張羽欣<sup>2</sup>

Yu-Xin Zhang

蘇子瑋<sup>3</sup>

Tzu-Wei Su

莊斯茜<sup>4</sup>

Ssu-Chien Chuang

詹茗淇<sup>5</sup>

Ming-Qi Zhan

### 摘要

在股票市場上許多投資人致力於股價的預測，但股票價格常常受到許多人為因素、政治因素、經濟因素、突發事件或是其他未知因素的影響，使得建立一個準確的預測模型相當不易。本研究利用時間序列法進行股價預測，並以平均絕對百分比誤差（mean absolute percent error；MAPE）進行預測的效能分析。然而，雖然利用時間序列法的預測誤差較小，但對於股價漲跌的預測準確度卻不高。為此，本研究以倒傳遞類神經網路(Back Propagation Neural Network；BPNN) 為基礎，結合多個技術指標進行股價漲跌的預測。最後，本研究針對「台中銀行」、「台積電」、「大立光」、「鴻海」和「力旺」五家公司的股價資料進行實證分析。研究結果顯示，倒傳遞類神經網路對於股價漲跌的預測正確率有不錯的效果。

關鍵字：股票漲跌預測、倒傳遞類神經網路、時間序列預測法

### Abstract

Many investors in the stock market are committed to predict the stock price. However, the stock price could be affected by many artificial factors, political factors, economic factors, sudden accidents or other unknown factors, making it difficult to establish an accurate prediction model. At first, the time series method is used to forecast the stock price in this study. The mean absolute percent error (MAPE) is applied to evaluate the prediction performance. Although the prediction error is smaller by using the time series method, the prediction result of the stock price fluctuation is not accurate enough. As a result, this study combines the Back Propagation Neural Network (BPNN) with multiple technical indicators to forecast stock price ups and downs. Finally, the empirical analysis is implemented in this paper by using the stock price data of Taichung Commercial Bank, Taiwan Semiconductor Manufacturing Company and Limited and Precision Co.,Ltd, Foxconn Technology Group and eMemory Technology Inc. The results

<sup>1</sup>國立聯合大學資訊管理學系教授 ctchen@nuu.edu.tw \*通訊作者

<sup>2</sup>國立聯合大學資訊管理學系 smile2752oi@gmail.com

<sup>3</sup>國立聯合大學資訊管理學系 angela19960115@gmail.com

<sup>4</sup>國立聯合大學資訊管理學系 yoyo8428@gmail.com

<sup>5</sup>國立聯合大學資訊管理學系 haga01115@gmail.com

show that the BPNN has a good effect on the prediction accuracy of stock price ups and downs.

**Keywords:** Predict of stock price, Back-propagation neural network, Time series method

## 1. 背景與目的

在貨幣逐年通貨膨脹的情況下，通過存款儲蓄方式所產生的利息對於投資人來說獲利較低，因此想要透過其他投資活動進而賺取更多的報酬，因股票較容易入門，所以是一個很好的選擇。然而，投資股票並不是一件容易的事情，影響股票漲跌的因素相當多且複雜，盲目的投資絕對不是一個好的獲利方式。近年來國內各類投資活動蓬勃發展，而各種技術分析方法均被廣泛地使用，但是投資人若只使用一種技術分析方法，並不能準確地預測股價漲跌。因此，整合多項技術指標建構適合的股價預測的方法乃是重要的課題。

Wong (1991)使用時間序列與類神經網路方法預測股票市場，結果顯示優於其他的預測方法。Guresen et al. (2011) 使用混合神經網路以預測納斯達克證券交易所指數的每日收盤價值，並比較其他模型的均方差 (MSE) 和平均絕對偏差 (MAD)，結果顯示多層感知器有最好的結果。Liu 與 Xin (2012)使用改進的倒傳遞類神經網路建立股票市場預測模型，結果顯示該方法對股票價格有較好的預測效果。陳執中 (2006)利用迴歸分析、時間序列分析和類神經網路三種方法建構九組預測模式，探討各模式對台股加權指數之預測結果。連偉志 (2011)應用時間序列法分析工具探討台股加權指數並建立其模型，探討各國指數與台股之間的相互關係。Laboissiere et. al. (2015)利用類神經網路對聖保羅證券交易所的巴西配電公司股價進行預測，並以平均絕對誤差(MAE)、平均絕對百分比誤差(MAPE)和均方根誤差(RMSE)進行效能評估。

事實上，類神經網路模式已被廣泛應用在投資預測的領域。許多研究皆顯示出倒傳遞類神經網路模式應用於股價之預測能力，皆顯示肯定之態度(邱一薰，2005; 蘇木春、張孝德，2007; 蘇偉庭，2011; 李中永，2014)。因此，本研究使用倒傳遞類神經網路與時間序列方法針對五家公司的股價資料進行比較與分析。

## 2. 文獻探討

### 2.1 股價預測

股票市場有許多不確定的因素，故股票預測對投資人來說相當困難。簡辰丞 (2001)以技術指標預測，針對各個指標之不同特性進行指標模糊化動作。由研究結果得知，運用類神經模糊系統所建構而成的模型所獲得之投資績效均顯著高於其他投資決策。徐松奕 (2003)以技術指標進行臺灣加權股價指數期貨資料之模擬交易績效評估。邱一薰 (2005)應用倒傳遞類神經網路預測台灣 50(ETF50)。經過訓練後、模擬 ETF50 股價指數，選出 5 個平均誤差最小者，計算投資報酬。陳志龍 (2006)經由類神經網路搭配技術指標的規則，預測台灣 50 指數 ETF 的漲跌，進行買賣的模擬交易與同時間的台灣加權指數的比較，有較佳的獲益。林澤利 (2006)將個股股價變動的模式利用濾網方式加以分類處理，透過股價不同的變動方式，檢驗交易策略是否具備穩定的獲利能力。陳柏宇 (2009)利用改良之案例式推論系統整合類神經網路建立虛擬股市分析，以各種股票技術指標和公司財務危機因素為特徵值，決定股票之較佳買賣策略。陳鄺貞 (2011)結合財務指標與技術指標，並採用倒傳遞類神經網路建立股價預測模型，研究結果顯示以類神經網路建構的模型準確性較佳。陳玟志 (2013)結合相對

強弱指標(RSI)與威廉指標(WMS%R)進行買賣策略，結果顯示大跌期間報酬率皆明顯優於加權指數報酬率。黃思綺(2014)使用機械式投資策略—價值平均法和布林通道進行模擬操作，結果顯示在長期投資下，價值平均法結合布林通道的改良策略可獲得較佳的投資報酬。本研究將相關的技術指標彙整如表 1 所示。

表 1.技術指標的彙整

技術指標名稱	文獻編號	A	B	C	D	E	F	G	H	I
威廉指標(WMS%R)		✓	✓	✓		✓			✓	✓
相對強弱指標(RSI)		✓	✓	✓		✓			✓	✓
聚散指標(MACD)		✓	✓	✓		✓		✓	✓	
快速隨機指標(K)			✓	✓	✓	✓		✓	✓	
慢速隨機指標(D)			✓	✓	✓	✓		✓	✓	
6 日乖離率(BIAS)		✓	✓						✓	
12 日乖離率(BIAS)			✓	✓					✓	
24 日乖離率(BIAS)			✓	✓					✓	
60 日乖離率(BIAS)								✓		
布林格帶狀(BBands)							✓			
2 日移動平均線(MA)					✓					
3 日移動平均線(MA)					✓					
5 日移動平均線(MA)					✓					
6 日移動平均線(MA)		✓								
10 日移動平均線(MA)			✓		✓					
12 日移動平均線(MA)		✓							✓	
20 日移動平均線(MA)			✓						✓	
22 日移動平均線(MA)			✓		✓					
60 日移動平均線(MA)			✓							
開盤價					✓					
收盤價		✓			✓					
心理線(PSY)				✓					✓	
漲跌比率(ADI)				✓						
能量潮(OBV)				✓	✓					
動量指標(MTM)		✓								
趨向指標(DMI)				✓		✓				
逆勢操作系統(CDP)										
騰落指標(ADL)				✓						
券資比								✓		
融資使用率								✓		
外資持股比率								✓		
投信持股比率								✓		
自營商持股比率								✓		
最高價					✓					
最低價					✓					
交易量				✓	✓					
DIF			✓	✓						
平均交易量				✓						

A：邱一薰(2005)；B：陳志龍(2006)；C：簡辰丞(2001)；D：徐松奕(2003)；E：林澤利(2006)；F：黃思綺(2014)；G：陳鄭貞(2011)；H：陳柏宇(2009)；I：陳玟志(2013)。

資料來源：本研究整理

## 2.2 技術指標分析

### 2.2.1 威廉指標(Williams' Oscillator, WMS%R)

威廉指標是用擺動原理來判斷股市是否處於超買或超賣的現象，並測量股市週期循環的高點或低點，以提出有效的買賣訊號。計算如下(陳玟志，2013)：

$$N \text{ 日 } WMS\%R = \left( \frac{(N \text{ 日內最高價} - N \text{ 日收盤價})}{(N \text{ 日內最高價} - N \text{ 日內最低價})} \right) * 100 \quad (1)$$

其中，當 WMS%R 低於 20 表示行情落在超買區處於強勢階段，應出脫股票。當 WMS%R 高於 80 表示行情落在超賣區處於弱勢階段，應買進股票。

### 2.2.2 相對強弱指標(relative strength index, RSI)

相對強弱指標是利用常態分配的原理來研判股市的超買或超賣現象。計算如下(劉子貴, 1995)：

$$N \text{ 日 RSI} = \frac{\text{指數上漲點數的累計總和}}{\text{下跌點數累計總和} + \text{上漲點數累計總和}} \quad (2)$$

當 RSI 在 50 為買賣均衡點，30 到 70 為正常交易；當 RSI 大於 80 時，進入超買區，應分批賣出；當 RSI 小於 20 時，進入超賣區，應分批買進。

### 2.2.3 聚散指標(moving average convergence and divergence, MACD)

聚散指標是顯示長期與短期的移動平均線發散或收斂的徵兆以用來確定波段漲幅以找到買賣點。EMA 為指數移動平均值，DIF 為差離值。計算如下(吳宗正, 1998)：

$$DI(\text{每日需求指數}) = (\text{最高價} + \text{最低價} + \text{收盤} * 2) / 4 \quad (3)$$

$$n\text{EMA}(\text{快速線}) = (\text{前一日 } n\text{EMA} * (n-1) + \text{今日收盤價} * 2) / (n+1) \quad (4)$$

$$m\text{EMA}(\text{慢速線}) = (\text{前一日 } m\text{EMA} * (m-1) + \text{今日收盤價} * 2) / (m+1) \quad (5)$$

$$DIF(\text{差離值}) = n\text{EMA} - m\text{EMA} \quad (6)$$

$$n\text{MACD} = (\text{前一日 } n\text{MACD} * (n-1) + DIF * 2) / (n+1) \quad (7)$$

其中，首日  $n\text{EMA} = n \text{ 日 } DI \text{ 和 } /n$ ，首日  $m\text{EMA} = m \text{ 日 } DI \text{ 和 } /m$

當 DIF 值由負轉正，且穿越 MACD 為買進訊號；當 DIF 值由正轉負，且突破 MACD 為賣出訊號。

### 2.2.4 隨機指標(stochastics, KD)

隨機指標是用來判斷股價強弱找出反轉點。計算如下(吳宗正, 1998)：

$$RSV = \frac{\text{第 } N \text{ 天收盤價} - \text{最近 } N \text{ 天內最低價}}{\text{最近 } N \text{ 天內最高價} - \text{最近 } N \text{ 天內最低價}} \times 100 \quad (8)$$

其中， $K \text{ 值}(\%K) = \frac{2}{3} \text{ 前一日 } K \text{ 值} + \frac{1}{3} RSV$ ， $D \text{ 值}(\%D) = \frac{2}{3} \text{ 前一日 } D \text{ 值} + \frac{1}{3} \text{ 當日 } K \text{ 值}$ 。當 K 值大於 D 值時視為漲勢；當 K 值小於 D 值時視為跌勢。

### 2.2.5 乖離率(Bias Ratio, BIAS)

乖離率代表當日股票收盤價與移動平均線的差距，以分析股價偏離的程度。計算如下(陳柏宇, 2009)：

$$n \text{ 日 BIAS} = \frac{\text{當日股價} - \text{最近 } N \text{ 日平均股價}}{\text{最近 } N \text{ 日平均股價}} \times 100\% \quad (9)$$

當乖離率達到-3.0%以下是買進時機；當乖離率達到+3.5%以上是賣出時機。

### 2.2.6 布林格帶狀(Bollinger Bands, BBands)

此指標結合了移動平均線和統計學標準差的概念。其中，中軌為股價的平均成本，上軌和下軌可分別為股價的壓力線和支撐線。計算如下(黃思綺, 2014)：

$$\text{中軌} = N \text{ 時間段的簡單移動平均線} \quad (10)$$

$$\text{上軌} = \text{中軌} + K \times N \text{ 時間段的標準差} \quad (11)$$

$$\text{下軌} = \text{中軌} - K \times N \text{ 時間段的標準差} \quad (12)$$

### 2.2.7 %b 指標(Percent b, %b)

%b 是顯示目前價格與布林格帶狀之間的位置關係而延伸出來的技術指標。計算如下(黃思綺, 2014):

$$\%b = \frac{\text{目前價格} - \text{布林帶下軌}}{\text{布林帶上軌} - \text{布林帶下軌}} \quad (13)$$

### 2.2.8 帶寬指標 (Bandwidth, BW)

帶寬指標是由布林格帶狀中軌及上、下軌衍生出的指標，利用股價波動範圍以判斷趨勢的強度與轉折。帶寬指標值越高，代表幅度相對平均成本比率越大；值越低，代表幅度相對平均成本比率越小。計算如下(黃思綺, 2014):

$$\text{帶寬指標} = \frac{\text{布林帶上軌值} - \text{布林帶下軌值}}{\text{布林帶中軌值}} \quad (14)$$

### 2.2.9 能量潮 (On Balance Volume, OBV)

能量潮是依據行情的漲跌，以累算的成交值作為市場行情變化的指標。當能量潮線處於高點時應賣出股票；當能量潮線處於低點時應買進股票。計算如下(徐松奕 2003):

$$\text{當日大盤上漲: 本日 OBV 值} = \text{昨日 OBV 值} + \text{今日成交股} \quad (15)$$

$$\text{當日大盤下跌: 本日 OBV 值} = \text{昨日 OBV 值} - \text{今日成交股數} \quad (16)$$

$$\text{當日大盤平盤: 本日 OBV 值} = \text{昨日 OBV 值} \quad (17)$$

## 2.3 時間序列法

### 2.3.1 指數平滑法(Exponential Smoothing, ES)

指數平滑法是利用前一個預測值為基礎，再加上預測誤差的值來進行預測。計算如下(何應欽 譯, 2015):

$$F_{t+1} = F_t + \alpha(A_t - F_t) \quad (18)$$

其中， $F_t$  為第  $t$  期的預測值， $A_t$  為第  $t$  期的真實值， $\alpha$  為平滑係數。

### 2.3.2 加權移動平均線(Weighted Moving Averages, WMA)

加權移動計算方式是以過去某個特定時間內的值取其平均值，時間愈近期的價格權重愈大。計算如下(何應欽 譯, 2015):

$$F_{t+1} = W_1 A_1 + W_2 A_2 + \dots + W_n A_{t-n+1} \quad (19)$$

### 2.3.3 移動平均線(moving average, MA)

移動平均線是代表在一段期間內買入股票投資者的平均成本，可反映出股價在一定時期內的強弱趨勢。計算如下(吳宗正, 1998):

$$N \text{ 日 } MA = \frac{\text{近 } N \text{ 日 收盤股價之和}}{N \text{ 日}} \quad (20)$$

## 2.4 誤差的計算

平均絕對百分比誤差(mean absolute percent error, MAPE)是絕對百分比誤差的平均值。MAPE 的計算如下(何應欽 譯, 2015):

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n \left[ \frac{|e_i|}{A_i} * 100\% \right]}{n} \quad (21)$$

## 2.5 變異係數

由於資料的變異程度會影響預測的效果，因此進行預測時應該考慮資料的變異程度。資料的變異程度可利用變異係數(Coefficient of Variation; CV)衡量。假設資料的標準差為  $s$ ，平均數為  $\bar{x}$ ，則變異係數的計算公式如下(Anderson et.al., 2014)：

$$CV = \frac{s}{\bar{x}} \quad (22)$$

## 2.6 類別資料預測的效能評估

在預測結果有多種分類的情況下，為了評估不同演算法的效能，應用採用多分類的混亂矩陣，如表 2 所示(Deng et.al., 2016)。

表 2. 多分類的混亂矩陣

		預測值		
		$A_1$	$A_j$	$A_n$
真實值	$A_1$	$N_{11}$	$N_{1j}$	$N_{1n}$
	$A_i$	$N_{i1}$	$N_{ij}$	$N_{in}$
	$A_n$	$N_{n1}$	$N_{nj}$	$N_{nn}$

整體預測的準確度(Accuracy)的計算公式如下：

$$Accuracy = \frac{\sum_{i=1}^n N_{ii}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n N_{ij}} \quad (25)$$

其中， $N_{ii}$ 代表真實值為第  $i$  類且預測值為第  $i$  類的個數， $N_{ij}$ 代表真實值為第  $i$  類，而預測值為第  $j$  類的個數。第  $i$  類的預測精確度(Precision)及召回率(Recall)的計算方式為：

$$Precision_i = \frac{N_{ii}}{\sum_{k=1}^n N_{ki}} \quad (26)$$

$$Recall_i = \frac{N_{ii}}{\sum_{k=1}^n N_{ik}} \quad (27)$$

其中， $N_{ki}$ 代表真實值為第  $k$  類而預測值為第  $i$  類的個數， $N_{ik}$ 代表真實值為第  $i$  類而預測值為第  $k$  類的個數。

為了同時衡量系統對於第  $i$  類的預測精度(Precision)與召回率(Recall)，故使用  $F - measure_i$ 來衡量，其計算公式如下(Deng et.al., 2016)：

$$F - measure_i = \frac{2 * Precision_i * Recall_i}{Precision_i + Recall_i} \quad (28)$$

## 3. 倒傳遞類神經網路

Refenes 與 Yves (1997)透過人工神經元從外界環境或其它神經元取得所需資訊，經過簡單的運算之後，將結果輸出到外界環境或其它神經元，這些資訊可作進階使用。倒傳遞類神經網路屬於監督式學習，因而適合診斷及預測等應用，是目前類神經網路學習模式中最具代表性為應用最普遍的模式之一(鄒杰夫, 2008)。倒傳遞類神經網路的架構主要分為輸入層，隱藏層以及輸出層，如圖 1 所示。

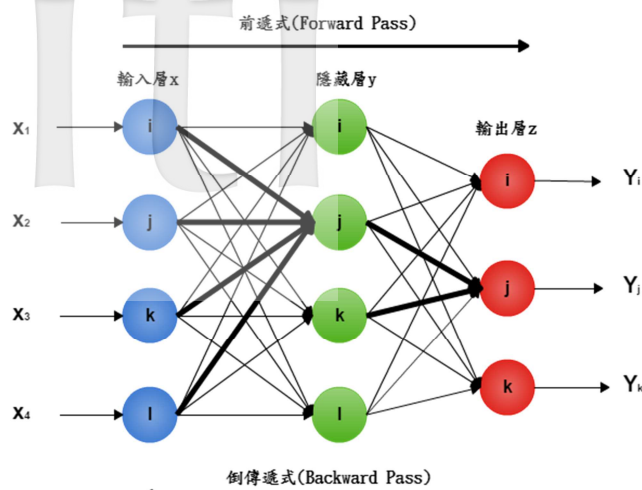


圖 1.倒傳遞類神經網路架構(吳旻芳，2011)

## 4. 資料分析

### 4.1 資料的標準化

對原始資料執行線性轉換，假設 $\min_A$ 與 $\max_A$ 分別為指標 A 的最小值與最大值。將指標 A 的 $v_i$ 值轉換到 $[\text{new\_min}_A, \text{new\_max}_A]$ 區間內的 $v'_i$ 值，其計算方式如下(Han.et.al.,2011)：

$$v'_i = \frac{v_i - \min_A}{\max_A - \min_A} (\text{new\_max}_A - \text{new\_min}_A) + \text{new\_min}_A \quad (29)$$

本研究將資料標準化後的範圍設為  $\text{new\_min}_A = -1$  及  $\text{new\_max}_A = 1$ 。

### 4.2 時間序列方法的預測結果

利用時間序列法進行預測所使用的參數設定如表 3 所示。使用移動平均線、加權移動平均線、指數平滑法來預測「台中銀行」、「台積電」、「大立光」、「鴻海」和「力旺」股票的股價，並計算出 MAPE。五家公司的資料為 2013/10/28 到 2016/10/21 的收盤價資料。五家公司資料的變異係數如表 4 所示。每家公司的 MAPE 如表 5 所示。結果顯示，變異程度較大的公司，預測誤差值也較大。本研究分別針對五家公司以時間序列方法預測結果，進行漲跌預測正確性的判斷。假設 10/26 的實際收盤價從 2555 元變為 10/27 的 2530 元，實際的情形是跌，但 10/27 預測價格為 2555 元，預測的漲跌為「持平」，因而股價漲跌的預測是錯誤的結果。所以利用時間序列法的預測正確率均低於 60%，如表 6 所示。

表 3.使用參數

移動平均線(MA)	3 日、5 日、7 日、10 日
加權移動平均線(WMA)	3 日、4 日、5 日
指數平滑法(ES)	$\alpha=0.1$ 、0.3、0.5、0.7

表 4.變異係數之計算

	台中銀行	台積電	大立光	鴻海	力旺
標準差	0.9113	20.4234	718.5732	8.1673	92.7337
平均值	9.8820	137.5926	2459.6282	87.5502	300.1855
變異係數	9.22%	14.84%	29.21%	9.33%	30.89%

表 5.平均絕對百分比誤差(MAPE)

	台中銀行	台積電	大立光	鴻海	力旺
3MA	0.58%	1.35%	2.49%	1.21%	2.78%
5MA	0.69%	1.54%	2.88%	1.45%	3.36%
7MA	0.78%	1.71%	3.19%	1.62%	3.85%
10MA	0.91%	1.95%	3.67%	1.88%	4.44%
3WMA	0.69%	1.57%	2.93%	1.43%	3.35%
4WMA	0.73%	1.64%	3.08%	1.54%	3.58%
5WMA	0.80%	1.77%	3.34%	1.68%	3.96%
ES $\alpha=0.1$	1.34%	2.35%	4.67%	2.68%	5.64%
ES $\alpha=0.3$	0.65%	1.45%	2.69%	1.36%	3.13%
ES $\alpha=0.5$	0.54%	1.24%	2.28%	1.12%	2.52%
ES $\alpha=0.7$	0.49%	1.15%	2.13%	1.01%	2.26%

表 6.五家公司股票漲跌預測之正確率

	台中銀行	台積電	大立光	鴻海	力旺
3MA	40.74%	46.36%	53.22%	48.97%	46.09%
5MA	40.33%	47.46%	50.89%	48.97%	48.15%
7MA	41.84%	47.87%	51.85%	48.97%	50.62%
10MA	39.09%	46.91%	51.58%	47.87%	50.75%
3WMA	40.47%	45.95%	52.40%	49.93%	46.09%
4WMA	39.51%	47.60%	51.03%	48.29%	46.78%
5WMA	40.33%	48.97%	51.58%	49.11%	50.62%
ES $\alpha=0.1$	38.68%	46.50%	50.75%	45.13%	48.15%
ES $\alpha=0.3$	40.33%	48.56%	52.95%	49.79%	47.87%
ES $\alpha=0.5$	41.56%	49.11%	53.09%	48.83%	47.46%
ES $\alpha=0.7$	41.43%	48.56%	54.05%	48.70%	45.95%

#### 4.3 倒傳遞類神經網路的預測結果

本研究收集五家公司股價資料，從 2013/10/28 到 2016/10/21 的收盤價共 729 筆，其中 583 筆作為訓練資料，146 筆作為測試資料。利用九個指標分別是隨機指標、威廉指標、相對強弱指數、六日乖離率、十二日乖離率、聚散指標、能量潮、心理線，當作倒傳遞類神經網路的輸入層進行股價漲跌的預測。利用倒傳遞類神經預測股價漲跌所設定之三種參數值如表 7 所示。每家公司在三種組合下，預測正確率最高的結果，如表 8~12 所示。

表 7.五家股票公司使用的 BPNN 參數值

測試組合	組合一	組合二	組合三
隱藏層	6	6	6
門檻值	0.02	0.01	0.01
學習速率	0.01	0.01	0.08

表 8.大立光股票組合三的預測結果

實際 \ 預測	隱藏層 6 門檻值 0.01 學習速率 0.08				
	上漲	持平	下跌	總計	Recall
上漲	71	5	2	78	91.03%
持平	6	1	2	9	11.11%
下跌	4	4	51	59	86.44%
總計	81	10	55	84.25%	
Precision	87.65%	10.00%	92.73%		
F-measure	89.31%	10.53%	89.47%		



表 9. 台積電股票組合一的預測結果

預測 實際	隱藏層 6 門檻值 0.02 學習速率 0.01				
	上漲	持平	下跌	總計	Recall
上漲	59	18	2	79	74.68%
持平	2	9	1	12	75.00%
下跌	4	6	45	55	81.82%
總計	65	33	48	77.40%	
Precision	90.77%	27.27%	93.75%		
F-measure	81.94%	40.00%	87.38%		

表 10. 台中銀行股票組合二的預測結果

預測 實際	隱藏層 6 門檻值 0.01 學習速率 0.01				
	上漲	持平	下跌	總計	Recall
上漲	46	9	1	56	82.14%
持平	1	25	4	30	83.33%
下跌	2	9	49	60	81.67%
總計	49	43	54	82.19%	
Precision	93.88%	58.14%	90.74%		
F-measure	87.62%	68.49%	85.96%		

表 11. 鴻海股票組合一的預測結果

預測 實際	隱藏層 6 門檻值 0.02 學習速率 0.01				
	上漲	持平	下跌	總計	Recall
上漲	66	10	1	77	85.71%
持平	3	6	1	10	60.00%
下跌	1	19	39	59	66.10%
總計	70	35	41	76.03%	
Precision	94.29%	17.14%	95.12%		
F-measure	89.80%	26.67%	78.00%		

表 12. 力旺股票組合三的預測結果

預測 實際	隱藏層 6 門檻值 0.01 學習速率 0.08				
	上漲	持平	下跌	總計	Recall
上漲	57	14	1	72	79.17%
持平	0	5	1	6	83.33%
下跌	2	22	44	68	64.71%
總計	59	41	46	72.60%	
Precision	96.61%	12.20%	95.65%		
F-measure	87.02%	21.28%	77.19%		

## 5. 結論

本研究使用倒傳遞類神經與時間序列法兩種方法來預測股價之漲跌，以五家上市公司為例，進行比較分析。首先，本研究以時間序列法進行預測，發現漲跌預測的正確率均低於 60%，且變異係數較低者預測誤差也較小，變異係數較高者預測誤差也較大，可看出變異係數與預測誤差兩者有正向關係。然而，以倒傳遞類神經預測股價漲跌的準確率均高於 70%，故本研究認為倒傳遞類神經能夠有效預測股價的漲跌。未來研究將繼續蒐集相關影響指標，並考慮加入其他方法與類神經網路進行比較與分析，並建置分析系統，期望能預測出更精準的結果，提供投資者更完善的資訊做為決策分析之參考。

## 參考文獻

1. 吳宗正，1998，投資技術分析，華泰文化事業股份有限公司。
2. 吳旻芳，2011，匯率預測模式之探討-整合灰關聯與倒傳遞類神經網路之應用，國立宜蘭大學經營管理研究所碩士論文。
3. 李中永，2014，使用類神經網路結合模糊理論預測標準普爾 500 指數，國立高雄海洋科技大學電訊工程研究所碩士論文。
4. 林澤利，2006，從技術指標探討台灣股市效率之研究—以台灣五十指數成份股為例，東吳大學經濟學系碩士論文。
5. 邱一薰，2005，類神經網路預測台灣 50 股價指數之研究，國立彰化師範大學，資訊管理研究所碩士論文。
6. 連偉志，2011，台灣股價指數時間序列之研究，國立交通大學管理學院碩士在職專班財務金融組碩士論文。
7. 陳志龍，2006，運用類神經網路與技術指標預測股票型基金漲跌及交易時機之研究—以臺灣 50 指數股票型基金為例，朝陽科技大學資訊管理系碩士論文。
8. 陳玟志，2013，RSI 與威廉指標於台灣加權指數操作績效實證，天主教輔仁大學金融與國際企業學系金融碩士在職專班碩士論文。
9. 陳柏宇，2009，應用案例式推論與類神經網路建立智慧型股票買賣策略預測系統，國立中山大學資訊工程學系碩士論文。
10. 陳執中，2006，台股加權指數隔月收盤價預測之研究，國立成功大學統計學系碩士論文。
11. 陳鄺貞，2011，以財務指標及技術指標建構股價預測模型—類神經網路模型之應用，國立臺北大學國際財務金融碩士在職專班碩士論文。
12. 黃思綺，2014，應用價值平均法與布林通道對 ETF 交易策略之研究，僑光科技大學財務金融系碩士論文。
13. 鄒杰夫，2008，台灣上市類股股價預測模型之研究-倒傳遞類神經網路模型之應用，玄奘大學財務金融學系碩士論文。
14. 劉子貴，1995，股市分析與預測，漢宇出版有限公司。
15. 簡辰丞，2001，結合 MACD 與類神經模糊技術之股票預測模型—以臺灣金融股為例，靜宜大學企業管理研究所碩士論文。
16. 蘇木春、張孝德，2007，機器學習:類神經網路、模糊系統以及基因演算法則，全華圖書股份有限公司。
17. 蘇偉庭，2011，以類神經網路分析財報預測台灣上市公司股價之變動，中國文化大學商學院資訊管理研究所碩士論文。
18. 何應欽 譯，2015，作業管理第十二版，美商麥格羅希爾國際股份有限公司台灣分公司。
19. “台灣經濟新報資料庫系統”，October 2016(<http://www.tej.com.tw/twsite/Default.aspx?TabId=164>)。
20. Anderson, D. R., Sweeney, D. J., Williams, T. A., Camm, J. D., & Cochran, J. J. 2014. “Statistics for business and economics 12e”, Annotated Education.
21. Deboeck, G. 1994. “Trading on the edge: neural, genetic, and fuzzy systems for chaotic financial markets.”, (39). John Wiley & Sons.
22. Deng, K., Yu, L., Zheng, X., Zhang, K., Wang, W., Dong, P., ... & Ren, M. 2016. Target of Rapamycin is a key player for auxin signaling transduction in Arabidopsis. *Frontiers in plant science*, 7. DOI: 10.3389/fpls.2016.00291

23. Guresen, E., Kayakutlu, G., and Daim, T. U. 2011. "Using artificial neural network models in stock market index prediction." *Expert Systems with Applications*, (38:8), pp.10389-10397. DOI: 10.1016/j.eswa.2011.02.068
24. Han, J., Pei, J., and Kamber, M. *Data mining: concepts and techniques*(3nd ed.), Elsevier, 2011.
25. Kumar, P. N., Seshadri, G. R., Hariharan, A., Mohandas, V. P., and Balasubramanian, P. 2011. "Financial Market Prediction Using Feed Forward Neural Network.", *ICTSM*, (145), pp.77-84. DOI: 10.1007/978-3-642-20209-4\_11
26. Laboissiere, L. A., Fernandes, R. A., & Lage, G. G. 2015. Maximum and minimum stock price forecasting of Brazilian power distribution companies based on artificial neural networks. *Applied Soft Computing*, 35, pp.66-74. DOI: 10.1016/j.asoc.2015.06.005
27. Liu, X. W., Xin, M. 2012. "Based on BP neural network stock prediction." *Journal of Curriculum and Teaching* ,(1:1), pp.45. DOI: 10.5430/jct.v1n1p45
28. Refenes, A. P., Burgess, A. N., and Bentz, Y. 1997. "Neural networks in financial engineering: A study in methodology." *IEEE transactions on Neural networks*, (8:6), pp. 1222-1267. DOI: 10.1109/72.641449
29. Wong, F. S. 1991. "Time series forecasting using backpropagation neural networks." *Neurocomputing*, (2:4) , pp.147-159. DOI: 10.1016/0925-2312(91)90045-D