

天主教輔仁大學資訊管理學系碩士論文

指導教授：林文修 博士

模糊基因表達規劃法

在台指期貨投資策略探勘之研究

The Mining Study of Investment Strategy on TXF

Using Fuzzy Gene Expression Programming

研究生：戴榮泯撰

中華民國一〇三年七月

論文題目：模糊基因表達規劃法在台指期貨投資策略探勘之研究

校（院）系所組別：輔仁大學資訊管理學系碩士班

研究生：戴榮泯

指導教授：林文修

論文頁數：146

關鍵詞：模糊理論、基因表達規劃法、台指期貨、投資策略

論文提要內容：

本研究主要目的，乃結合模糊理論（Fuzzy Theory）和基因表達規劃法（Gene Expression Programming, GEP）建構一個有效的台指期貨投資策略模型。藉由模糊理論促使技術指標模糊化，期望提升交易策略設計的彈性與可用性，並配合GEP的搜尋與規劃能力，演化出具有風險溢酬的交易策略、資金配置與風險控管的投資模型。此外，還藉由動態技術指標的時間週期，改善固定天期容易造成技術指標鈍化現象。總之，經由本研究創新的投資策略模型，在變幻無常的期貨市場中，能夠藉由特殊的交易策略、資金配置與風險控管機制，因而提升投資獲利能力。

實驗結果顯示，技術指標模糊化和動態天期技術指標的設計，能夠捕捉到正確的交易訊號，進而提升交易獲利；其次，GEP編碼設計的資金配置策略，比傳統的凱利公式更能決定正確的交易口數，進而提升交易的勝率、獲利和風險報酬；最後，本研究提出的加減碼以及停損停利策略，較未使用此方法之模型能夠提升交易獲利。

The Mining Study of Investment Strategy on TXF

Using Fuzzy Expression Programming

Keywords : Fuzzy Theory, Gene Expression Programming, TAIEX Futures, Investment Strategy

This study combine Fuzzy Theory with Gene Expression Programming to construct an effective investment strategy in TAIEX Futures. By using fuzzification of indicators, it can enhance flexibility and availability in trading strategy. And evolved an investment model that includes risk premium of trading strategies, capital allocation and risk control with the abilities of search and planning of Gene Expression Programming. In addition, through the dynamic technical indicators that can improve fixed-day period is likely to generate a passivation phenomenon. All in all the innovative model of the study can adapt variable market to gain more profit.

According to experimental results, fuzzification of indicators and indicators of dynamic-day period can capture more correct trading signals to enhance profitability. Moreover, the encoding of Gene Expression Programming yield capital allocation strategy is able to obtain more winning percentage, profitability and risk premium than Kelly formula. Finally, this research proposes overweight-underweight strategy and stop-loss strategy compared with the model of these approach are not used can enhance trading profits.

謝 詞

時光匆匆飛逝，此時此刻的我正即將邁入人生的另一個階段。回想起在校園的日子，過去的總總就如同幻燈片般投射在我的腦海中，那種感覺真是五味雜陳。大學時期的我就是輔大的學生，之後在決定就讀研究所時，也順利地以推甄方式再次進入了輔大，碩士的兩年生活對我來說便是格外親切。一樣的校園，一樣的師長，唯一不同的就是不一樣的同學，這意味著我再次受到學校以及師長們的幫助，同時認識了一群志同道合的同學。

今日能順利的完成論文，首先要感謝我的指導教授 林文修老師，從大學的專題就是我的指導老師，到現今論文指導教授，一路走來給予諸多的叮嚀與照顧，從老師的身上我學到了面對人生的態度、待人處事的道理以及專業的領域知識，我一定會將所學發揚光大，據以不愧對老師對我的諄諄教誨。接著感謝同門的涵宇和秉洲，兩年間彼此互相扶持、討論與成長，以致於有今天亮眼的成果。還要感謝同年級同學們，一起經歷一次又一次的聚餐與活動，有困難時，也能挺身幫忙，因為有你們為我的碩士生活增添不少色彩。在課業與升學的問題上，系辦的秘書和助教也幫了許多忙，在此要謝謝你們。最後要感謝我的父母，有你們的支持，背後就好像有一股力量促使著我繼續邁進，謝謝你們成為我最強而有力的靠山。

人生就像乘著火車旅行，在名為「碩士」的站名我停下來欣賞這裡的風光，同時也遇到生命中的貴人。此時的我正準備離開這塊寶地，往下一站前進，在離別同時，祝福那些曾經幫助我的人們在人生的道路上都能夠順心。

戴榮泯謹致

輔仁大學資訊管理研究所

中華民國一〇三年七月

目 錄

頁次

表次	vi
圖次	x
第壹章 緒 論	1
第一節 研究背景與動機	1
第二節 研究問題與目的	5
第三節 論文架構與流程	8
第貳章 文獻探討	9
第一節 台灣加權股價指數期貨	9
第二節 指標型分析	13
第三節 模糊理論 (Fuzzy Theory)	16
第四節 基因表達規劃法	27
第五節 文獻探討彙總	43
第參章 研究方法	45
第一節 研究架構	45
第二節 變數選擇與定義	47
第三節 Fuzzy 指標模糊化模組設計	49
第四節 GEP 投資策略探勘模組設計	55
第五節 混合式模型流程	66
第六節 投資策略模擬	68
第七節 實驗設計	69
第八節 模型績效評估	75
第肆章 實驗結果與分析	79
第一節 指標模糊化測試(實驗一)	79
第二節 動態天期指標測試(實驗二)	90
第三節 GEP 資金配置效果測試(實驗三)	100
第四節 籌碼指標避險效果測試(實驗四)	110
第五節 停損停利策略效果測試(實驗五)	120
第六節 實驗綜合分析	130

第七節 研究模型分析	136
第伍章 結論與建議	139
第一節 結論	139
第二節 研究貢獻	140
第三節 研究限制	141
第四節 未來研究與建議	141
參考文獻	143



表 次

	頁次
表 1-1 傳統財務理論、交易策略與指標分析對應關.....	4
表 2-1 各產業之加權股價指數.....	10
表 2-2 過去文獻使用與顯著之技術指標.....	15
表 2-3 標準歸屬函數.....	19
表 2-4 GEP 函數節點釋例.....	30
表 2-5 GEP 終端節點釋例.....	30
表 2-6 決策樹編碼屬性節點與終端節點釋例.....	35
表 2-7 決策樹結合 RNCS 編碼屬性節點與終端節點釋例.....	37
表 3-1 籌碼分析指標.....	47
表 3-2 技術面指標.....	47
表 3-3 指標模糊化模組各階段使用方法.....	54
表 3-4 基因一屬性節點與終端節點.....	56
表 3-5 基因一參數設定.....	56
表 3-6 基因二參數設定.....	59
表 3-7 基因三屬性節點與終端節點.....	60
表 3-8 基因三參數設定.....	61
表 3-9 基因四參數設定.....	62
表 3-10 基因五參數設定.....	63

表 3-11 各移動視窗資料區間.....	70
表 3-12 硬體環境.....	71
表 3-13 軟體環境.....	71
表 3-14 各評估指標權重值.....	77
表 3-15 模型比較釋例.....	77
表 3-16 模型穩定度說明.....	78
表 4-1 實驗一參數設定.....	80
表 4-2 實驗一結果.....	82
表 4-3 實驗一交易次數比較表.....	84
表 4-4 實驗一勝率比較表.....	85
表 4-5 實驗一總獲利點數比較表.....	86
表 4-6 實驗一平均獲利點數比較表.....	87
表 4-7 實驗一風險報酬比較表.....	88
表 4-8 實驗一 24 期移動視窗的平均值和標準差.....	89
表 4-9 實驗二參數設定.....	90
表 4-10 實驗二結果.....	92
表 4-11 實驗二交易次數比較表.....	94
表 4-12 實驗二勝率比較表.....	95
表 4-13 實驗二總獲利點數比較表.....	96
表 4-14 實驗二平均獲利點數比較表.....	97

表 4-15 實驗二風險報酬比較表	98
表 4-16 實驗二 24 期移動視窗的平均值和標準差	99
表 4-17 實驗三參數設定	100
表 4-18 實驗三結果	102
表 4-19 實驗三交易次數比較表	104
表 4-20 實驗三勝率比較表	105
表 4-21 實驗三總獲利點數比較表	106
表 4-22 實驗三平均獲利點數比較表	107
表 4-23 實驗三風險報酬比較表	108
表 4-24 實驗三 24 期移動視窗平均值和標準差	109
表 4-25 實驗四參數設定	110
表 4-27 實驗四交易次數比較表	114
表 4-28 實驗四勝率比較表	115
表 4-29 實驗四總獲利點數比較表	116
表 4-30 實驗四平均獲利點數比較表	117
表 4-31 實驗四風險報酬比較表	118
表 4-32 實驗四 24 期移動視窗平均值和標準差	119
表 4-33 實驗五參數設定	120
表 4-35 實驗五交易次數比較表	124
表 4-36 實驗五勝率比較表	125

表 4-37 實驗五總獲利點數比較表	126
表 4-38 實驗五平均獲利點數比較表	127
表 4-39 實驗五風險報酬比較表	128
表 4-40 實驗五 24 期移動視窗平均值和標準差	129
表 4-41 各模型說明	130
表 4-42 各模型交易次數比較表	130
表 4-43 各模型勝率比較表	131
表 4-44 各模型總獲利點數比較表	132
表 4-45 各模型平均獲利點數比較表	133
表 4-46 各模型風險報酬比較表	134
表 4-47 模型綜合分析表	135
表 4-48 染色體釋例	136
表 4-49 基因一釋例	136
表 4-50 基因二釋例	137
表 4-51 基因三釋例	137
表 4-52 基因四釋例	137
表 4-53 基因五釋例	138
表 4-54 模型應用方式	138

圖 次

	頁次
圖 1-1 臺灣期貨市場總交易量與日均量.....	2
圖 1-2 臺灣期貨市場歷年市場總開戶數.....	2
圖 1-3 傳統財務理論、交易策略與指標分析前後關係.....	4
圖 1-4 研究流程圖.....	8
圖 2-1 氣溫高低之明確集合.....	17
圖 2-2 氣溫高低之模糊集合.....	18
圖 2-3 模糊化釋例.....	21
圖 2-4 規則評估釋例.....	22
圖 2-5 規則聚合釋例.....	23
圖 2-6 規則聚合釋例.....	23
圖 2-7 重心法計算釋例.....	24
圖 2-8 模糊控制系統架構.....	24
圖 2-10 GEP 基因型與表現型釋例.....	27
圖 2-11 GEP 演化流程.....	29
圖 2-12 單基因染色體編碼釋例.....	31
圖 2-13 多基因染色體編碼釋例.....	32
圖 2-14 RNCS 染色體編碼釋例.....	33
圖 2-15 決策樹與規則釋例.....	34

圖 2-16 演化式決策樹編碼釋例	36
圖 2-17 決策樹釋例	36
圖 2-18 演化式決策樹結合 RNCS 編碼釋例	38
圖 2-19 決策樹釋例	38
圖 2-20 多基因家族 (MGFS) 釋例	39
圖 2-21 MGFS 解決旅行銷售員問題釋例	40
圖 3-1 研究架構圖	46
圖 3-2 RSI 相對強弱指標之歸屬函數	49
圖 3-3 KD 隨機指標之歸屬函數	50
圖 3-4 W%R 威廉指標之歸屬函數	51
圖 3-5 PSY 心理線之歸屬函數	51
圖 3-6 BIAS 乖離率之歸屬函數	52
圖 3-7 交易訊號之歸屬函數	52
圖 3-8 技術指標模糊化釋例	53
圖 3-9 建立規則庫釋例圖	53
圖 3-10 多基因染色體釋例	55
圖 3-11 基因一編碼與釋例	57
圖 3-12 基因二編碼與釋例	59
圖 3-13 基因三編碼與釋例	61
圖 3-14 基因四編碼與釋例	63

圖 3-15 基因五編碼與釋例	64
圖 3-16 混合式模型訓練期流程圖	66
圖 3-17 混合式模型測試期流程圖	67
圖 3-18 投資策略模擬流程圖	68
圖 3-19 移動式窗	70
圖 3-20 實驗一設計	72
圖 3-21 實驗二設計	73
圖 3-22 實驗三設計	73
圖 3-23 實驗四設計	74
圖 3-24 實驗五設計	74
圖 4-1 實驗一交易次數比較圖	84
圖 4-2 實驗一勝率比較圖	85
圖 4-3 實驗一總獲利點數比較圖	86
圖 4-4 實驗一平均獲利點數比較圖	87
圖 4-5 實驗一風險報酬比較圖	88
圖 4-6 實驗二交易次數比較圖	94
圖 4-7 實驗二勝率比較圖	95
圖 4-8 實驗二總獲利點數比較圖	96
圖 4-9 實驗二平均獲利點數比較圖	97
圖 4-10 實驗二風險報酬比較圖	98

圖 4-11 實驗三交易次數比較圖	104
圖 4-12 實驗三勝率比較圖	105
圖 4-13 實驗三總獲利點數比較圖	106
圖 4-14 實驗三平均獲利點數比較圖	107
圖 4-15 實驗三風險報酬比較圖	108
圖 4-16 實驗四交易次數比較圖	114
圖 4-17 實驗四勝率比較圖	115
圖 4-18 實驗四總獲利點數比較圖	116
圖 4-19 實驗四平均獲利點數比較圖	117
圖 4-20 實驗四風險報酬比較圖	118
圖 4-21 實驗五交易次數比較圖	124
圖 4-22 實驗五勝率較圖	125
圖 4-23 實驗五總獲利點數比較圖	126
圖 4-24 實驗五平均獲利點數比較圖	127
圖 4-25 實驗五風險報酬比較圖	128
圖 4-26 各模型交易次數比較長條圖	131
圖 4-27 各模型勝率比較長條圖	132
圖 4-28 各模型總獲利點數比較長條圖	132
圖 4-29 各模型平均獲利點數比較長條圖	133
圖 4-30 各模型風險報酬比較長條圖	134

第壹章 緒 論

第一節 研究背景與動機

現今的金融市場千變萬化，影響的因素錯綜複雜，可以交易的金融商品五花八門，對於一般的投資人來說，難以去選擇交易的金融商品與預測市場的未來走勢。目前的市場也普遍存在著雜訊，例如：外資放出假消息、內線交易和不實的財務報表等等，皆會影響投資人的判斷結果。再加上資訊的發達，大部分的投資人能輕易地在市場中獲取消息，投資人要透過資訊的不對稱性獲利更是難上加難。以上種種因素，皆提高了一般投資人要在金融市場中獲取超額報酬的門檻。藍子軒（2011）在計量交易一書中提到，在遵循一套嚴謹的架構下，使用程式交易更能夠在市場中獲得成功。本研究試圖發展一個系統，藉由電腦的運算能力以及結合人工智慧的方式，幫助投資人進行投資策略之探勘，以期待在金融市場中獲取超額報酬。

近年來，期貨市場的法規日趨成熟，對於投資人的保障大幅提升。此外期貨市場對於投資人來說也是一個避險的管道。因此，轉向期貨市場的投資人日益增加。根據圖 1-1 和圖 1-2 的統計資料指出，台灣期貨市場的交易量以及開戶數逐年上升，顯示出期貨商品在金融市場中的熱絡性和重要性。在眾多期貨商品中，又以台灣加權股價指數期貨（台指期貨）為交易的大宗。例如：台指期貨交易所指出，在 2011 年底台指期貨總交易量已達 125,767,624 口，占期貨市場總成交量 68.73%。綜合以上觀點，期貨商品日益受到投資人的青睞，其中又以台指期貨為交易大宗。因此，本研究將以期貨商品中的台指期貨作為研究對象。

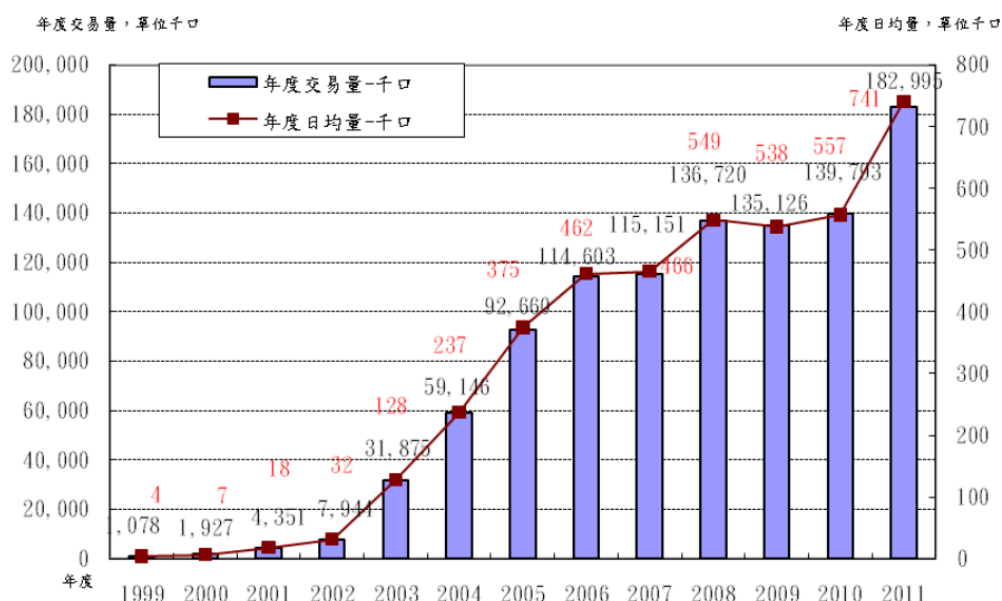


圖 1-1 臺灣期貨市場總交易量與日均量

資料來源：台灣期貨交易所（2014）

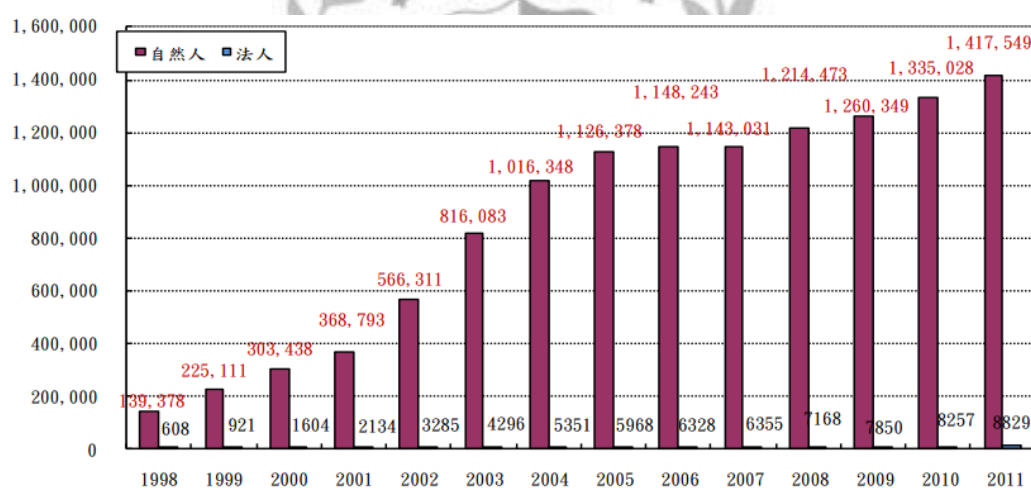


圖 1-2 臺灣期貨市場歷年市場總開戶數

資料來源：台灣期貨交易所（2014）

指標型分析經常被應用在金融商品的投資上。其指的是，根據歷史資料組合出一個個的指標公式，根據指標值的高低，來探討一家公司的好壞、產業和總體經濟環境的狀況，或者用來預測市場的未來走勢。其包含了兩種方法：（1）基本指標：透過公開的信息或報表來瞭解一家公司的好壞與大環境的發展。比如說：基本指標包含了獲利能力指標、財務經營能力指標和總體經濟指標。（2）技術指

標：根據金融商品在目前市場中的歷史價格和成交量，來預測商品未來的價格走勢，比如說：技術指標包含了動量指標（OBV）、隨機指標（KD）、心理線（PSY）、乖離率（BIAS）和移動平均線（MACD）等常用指標。

傳統的財務理論，將金融市場的投資分成四個層面。包含：（1）基本分析：分析整體的經濟與產業環境以及公司的財務報表，據以瞭解大環境的景氣與個別公司的好壞，從中找出良好的投資標的；（2）技術分析：分析市場中的價格和成交量，從中發現市場的未來走勢；（3）心理分析：市場狀態對投資人造成的投資心理，可以知道大部分投資人未來的投資動向；（4）資金管理：有效率地運用資金與風險控管，盡可能提升投資報酬與降低投資風險。根據傳統的財務理論，投資人只要對四個層面做徹底地分析，就能在金融市場中獲取穩定的利潤。

要如何在金融市場中獲取穩定的報酬？許多學者提出了各種投資策略。一個完整的投資策略包含：（1）選股策略：要選擇哪些市場或投資標的？（2）擇時策略：要何時進出場交易？（3）資金配置策略：要分配多少資金在投資標的上？良好的交易策略包含了客觀性和穩定性，客觀性是只要投資人遵從交易策略去進行買賣就能夠獲取利潤，而穩定性是每次的投資結果都能獲得固定資金比例的利潤。因此，投資人只要找到屬於自己的投資策略，並且兼具客觀性與穩定性，就能夠在市場中佔有一席之地。

綜合上述提到的投資理論，即指標型分析、傳統財務理論和完整的投資策略。不管是其概念和目的，三者之間存在著諸多相似的地方，而最終的目標都是要在金融市場中獲取利潤。我們可以發現，傳統財務理論和指標型分析乃是形成投資策略的前置動作，而投資策略就是最後的產出結果，投資策略會根據進出場訊號去實際地進行金融商品的買賣。投資觀點對應關係與前後關係整理如表 1-1 和圖 1-3。根據上述三個理論，本研究以台指期貨作為投資標的，故選股策略不在本研究的討論範圍內。本研究著重在使用技術指標，並藉由人工智慧的能力，來探勘出台指期貨的投資策略。

表 1-1 傳統財務理論、交易策略與指標分析對應關

指標型分析	傳統財務理論	投資策略
基本指標	基本分析	選股策略
技術指標	技術分析	擇時策略
	心理分析	
	資金管理	資金配置策略

資料來源：本研究整理

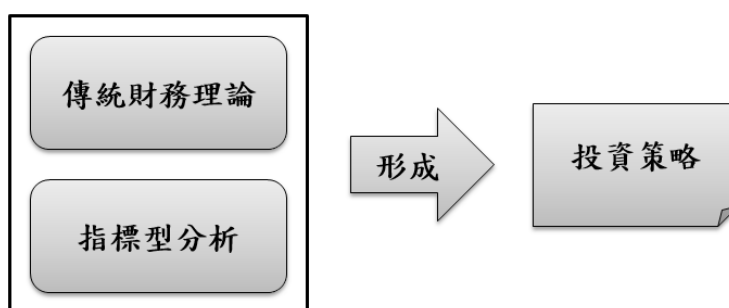


圖 1-3 傳統財務理論、交易策略與指標分析前後關係

資料來源：本研究整理

目前人工智慧在金融市場的應用上相當成熟。根據過去的研究顯示，對於股票、期貨或選擇權等金融商品走勢的預測都有相當顯著的成果。例如：顏志杰(2005)利用遺傳演算法 (Genetic Algorithm, GA) 來建立股票投資組合，透過降低風險的方式，來提高投資報酬率；陳志龍(2006)結合類神經網路 (Neural Network) 與技術指標來預測台灣 50 指數漲跌並建議交易時機，可讓投資者有較佳的獲利結果；Olatunji et al. (2011) 利用類神經網路來預測股市價格，根據回測資料結果，最後預測的價格貼近於實際股市價格。而在人工智慧的使用上，不同的演算法有其不同的優缺點，許多學者致力於結合不同演算法的優點，使之成為一個混合式模型 (Hybrid Model)，試圖讓模型的執行效率和預測結果更為改善。例如：Hemanth et al. (2012) 結合類神經網路和模糊理論 (Fuzzy Theory) 建立一個混合式模型，並應用於股票市場的預測，結果顯示，混合式模型較單一模型有較高的報酬。本研

究將會結合多個演算法來產生混合式模型，試圖提升模型預測的準確度。

第二節 研究問題與目的

根據過去的研究指出，探討金融市場或是演算法的論文，普遍存在著諸多問題。本研究根據其現象或存在的問題提出本研究目的。

問題與目的一：混合式演算法興起，透過結合多個演算法優點，期望改善單一演算法解決問題的能力，促使有效提升模型的準確度。

在早期的研究中，大部分的研究皆以單一演算法的方式來解決金融市場的問題。但是近年來，混合式演算法的研究興起，並將之應用於包括金融市場的各個領域，透過結合數個演算法的優點，來提升模型的執行效率或預測準確度。

金融市場的趨勢預測屬於 NP-Hard 問題，基因表達規劃法（Gene Expression Programming, GEP）為演化式家族中較新的一員，其改善傳統的遺傳演算法（Genetic Algorithm, GA）和遺傳程式規劃法（Genetic Programming, GP）的缺點，可以用來解決較複雜的問題，如上述提到的 NP-Hard 問題。本研究希望藉由 GEP 來探勘出台指期貨市場中最佳的投資策略。

以往交易策略在執行時，必須完全符合交易規則才去進行真正的買賣。比如說：當 RSI 小於 10 必須買進，但是有時可能在 RSI 小於 11 的時候就必須買進，如果完全根據交易規則去進行買賣，很有可能錯失最佳的買賣時機，而導致利潤減少或損失增加。因此，本研究在模型中加入模糊理論，透過指標的模糊化，使得交易規則在執行上較為彈性，如上述例子，RSI 在等於 11 時，就有可能會進行買進。如此一來，使得投資模型更能應付金融市場當中的變動。

問題與目的二：固定天期指標容易造成指標鈍化，期望藉由動態天期指標增加指標多樣性，避免指標鈍化。

過去指標最佳化的研究大多採用固定天期指標，指標單一化的結果容易造成指標鈍化，失去判斷趨勢的參考價值。例如：指標鈍化最常出現在 KD 和 RSI 等指標。在技術指標上，指標的平均高低點皆在 0 至 100 間，但是若行情持續過熱或過冷，指標就會在 80 以上的高檔區或 20 以下的低檔區出現「股價大漲（跌），指標卻不動」的鈍化現象，失去參考價值。本研究採用動態天期增加指標的多樣性，試圖應付變化多端的市場趨勢。

問題與目的三：凱利公式經常被作為期貨交易資金配置的參考。期貨日報（2013）指出，在期貨交易中，凱利公式普遍存在一個盲點。對於此盲點，期望藉由 GEP 模型探勘出符合市場趨勢的資金配置。

傳統的數學模型經常須建立在特別的假設前提下，凱利公式就是如此。在賭局的應用中，凱利公式可以用來決定下一次賭注所投入的資金比例，因此每次最多只會損失所投入的資金，並不會涉及到本金。在期貨的交易中，比如說：當你投入 20% 的資金在此次的買賣，突然期貨大跌，你就必須追加保證金來維持此次的交易，因此期貨交易的損失可能涉及到本金，對於期貨交易的適用性就大打折扣。本研究希望藉由 GEP 演化式計算的能力，GEP 能根據市場趨勢，找出最符合當前市場的資金配置比例。

問題與目的四：過去的研究大多使用單一種類的指標來產生投資策略，本研究試圖使用多種技術指標來提升模型對於市場的獲利能力。

根據過去文獻顯示，許多學者大多使用單一種類的指標來預測金融市場。在台指期貨的市場中，藉由分析籌碼的分布，也能有效的預測股價指數的未來走勢。本研究使用金融市場常用的技術指標，如：隨機指標（KD）、心理線（PSY）和乖離率（BIAS），來作為交易訊號產生的依據。並加入籌碼指標，即三大法人的交易量和未平倉量，以作為此次交易加減碼的判斷，期望透過避險的方式來增加模型

的獲利能力。

問題與目的五：本研究根據理財專家的建議，加入停損停利機制到投資策略中，期望降低交易風險，進而提升交易獲利。

Elder 是一位美國著名的專業交易人、技術分析專家。在他的投資理財書《Come Into My Trading Room》一書中有提到，要從投資市場中獲得利潤，就必須設置停損停利點來防止巨額的虧損。從其他的理財網站或專書中也可以瞭解到風險控管的重要性。因此本研究透過 GEP 演算法，根據市場的波動，探勘出最適當的停損停利點，以期待能降低交易的風險。

本研究論文題目為「模糊基因表達規劃法在台指期貨投資策略探勘之研究」。「台指期貨」顧名思義為本研究的研究對象。「模糊」二字為應用模糊理論進行指標模糊化動作，「基因表達規劃法」則進行投資策略之探勘，本研究將同時使用模糊理論和基因表達規劃法來建立模型，以期待在市場中有更佳的表现（本研究目的一）。一般的「交易策略」指的是「進出場策略」，即決定買進和賣出的時機點，而「投資策略」除了包含「進出場策略」外，還包含「資金配置策略」和「風險控管策略」，因此可以知道「投資策略」的涵蓋範圍較廣，而本研究的目的為建立模型進行「投資策略」之探勘。以下為本研究根據投資策略的各個子層面進行改善，以往「進出場策略」的固定天期指標會有指標鈍化問題，本研究期望透過動態天期指標來改善指標鈍化問題（本研究目的二）。凱利公式經常作為「資金配置策略」之參考，但是存在假設的缺失，因此本研究期望透過 GEP 演算法找出符合當前市場最佳資金配置（本研究目的三）。以往多數的研究只著重在「進出場策略」和「資金配置策略」之探討，「風險控管策略」少有學者進行研究，本研究提出籌碼避險策略（本研究目的四）和停損停利策略（本研究目的五）作為風險控管策略，期望增加在市場中的獲利績效。

第三節 論文架構與流程

第一章先說明本研究的背景動機與問題目的；第二章進行文獻探討，包含了領域知識和演算法知識的探討。領域知識包含台指期貨和指標分析，而演算法的部分包含模糊理論（Fuzzy Theory）和基因表達規劃法（GEP）的探討。第三章研究方法，首先，先進行變數選擇，包含技術指標和籌碼指標；接著，進行混合式模型（Hybrid Model）的設計，其中包含指標模糊化模組設計（Fuzzy）和投資策略探勘模組設計（GEP）；最後，說明本研究的實驗設計。第四章進行實驗結果說明與分析。第五章進行研究結果與討論，並說明本研究貢獻、限制與建議方向。本研究論文架構與研究流程如圖 1-4 所示：

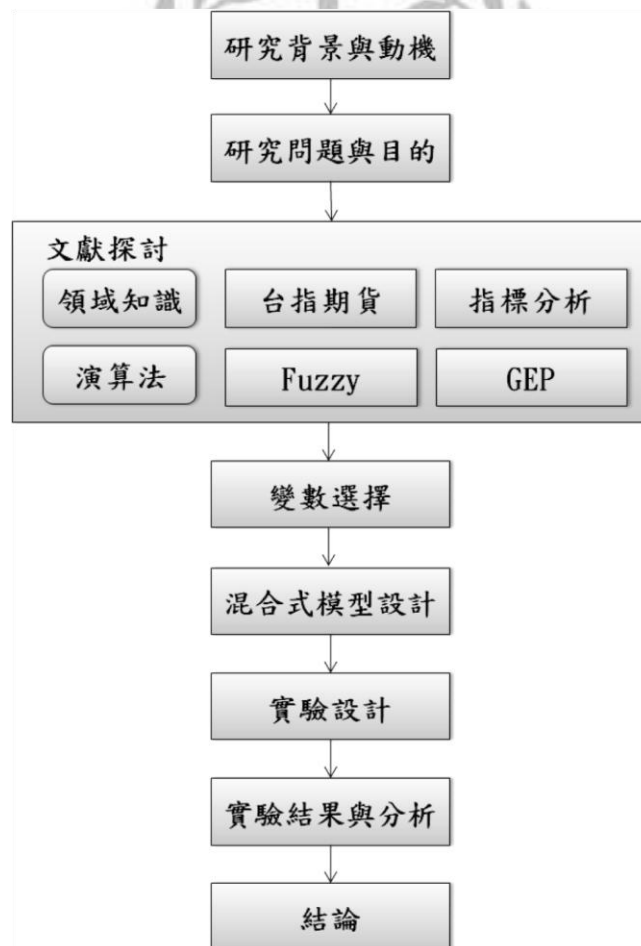


圖 1-4 研究流程圖

資料來源：本研究整理

第貳章 文獻探討

第一節 台灣加權股價指數期貨

一、期貨交易

根據台灣期貨交易所（2014）定義期貨契約是買、賣雙方約定於未來某一特定時點，以交易當時約定之價格交付某特定商品的一種標準化合約。所謂標準化，就是將交易標的物之品質、數量、交割日期與地點等要件均在契約中訂清楚，以增加交易的方便性與時效性。交易人可於契約到期前作相反方向的買賣以沖銷原來交易中所產生的履約義務（買方交錢、賣方交貨），則不須再交錢或交貨。合法期貨交易係指交易人透過政府核准之期貨交易所進行期貨買賣。

從事期貨交易僅須支付契約價值一定百分比之保證金即可，換句話說，如果保證金是契約價值的百分之十，等於拿一塊錢便可以交易價值十塊錢的商品。因此，期貨交易具有以小搏大的高槓桿特性。高槓桿可使獲利放大，同時也可能造成損失倍增，為控制風險，遂有每天計算保證金是否足夠之規定（此為期貨交易之另一個特性，稱為「每日結算」）。如果一經洗價後發現保證金不足，交易人必須於期貨商規定的時間內補足保證金，否則期貨商有權結清交易人的部位。保證金分為「原始保證金」與「維持保證金」兩個層次，交易人必須於交易前繳交原始保證金至期貨商指定之銀行帳戶，如果行情不利於交易人，致使保證金水位低於維持保證金，則交易人必須補足保證金至原始保證金水準。

二、股價指數

「發行量加權股價指數」計算方式係以民國五十五年之股票市場市值為基期（設定為 100 點），除特別股、全額交割股及上市未滿一個月之股票外，其餘皆包含在其採樣中。臺灣發行量加權股價指數是以各上市股票之發行量為權數計算指數值，換句話說，股本較大的股票對指數的影響會大於股本較小的股票，其計算公式如下：

$$\frac{\text{計算期之個股市價} \times \text{各股上市股數}}{\text{基數之個股市價} \times \text{各股上市股數}} \times 100\%$$

截至 2013/10/02，目前發行量加權股價指數之產業分類及其比重如下：

表 2-1 各產業之加權股價指數

電子類	48.5443%	橡膠工業	1.8405%
金融保險類	13.8957%	貿易百貨	1.7409%
塑膠工業	7.4266%	電機機械	1.5932%
油電燃氣業	3.4245%	水泥工業	1.4037%
其他	3.3504%	化學工業	1.3394%
鋼鐵工業	2.5564%	生技醫療業	0.9674%
建材營造	2.1706%	觀光事業	0.605%
食品工業	2.0955%	電器電纜	0.3958%
紡織纖維	2.0951%	玻璃陶瓷	0.3549%
汽車工業	1.9555%	造紙工業	0.3378%
航運業	1.9068%		

資料來源：台灣期貨交易所（2014）

三、股價指數期貨

股價指數期貨是 1980 年代發展出的新衍生性金融商品，由於低交易成本、高財務槓桿、高流動性的交易環境，它提供了股票投資人、基金經理人一個良好的避險管道，使其能更廣泛地參與股票市場。

股價指數期貨是以特定股票市場未來某時點的指數（例如三個月或六個月後的發行量加權股價指數）為交易標的物之期貨合約，交易人買賣指數的盈虧是由進場到出場兩個時點的指數差來衡量。由於股價指數是反映股票組合價值的指標，因此交易人買賣一張（口）股價指數期貨合約，相當於買賣由計算指數的股票所組成的投資組合。

期貨合約均有特定的到期日，契約到期後買賣雙方必須進行標的物交割，然而股價指數並非商品，要如何交割呢？理論上，賣方可用指數所含的成分股交予買方，但實務上指數所含的成分股可能很多，交割有其執行上的困難，因此股價指數期貨之交割係以現金為之，契約中均規定指數衡量單位的現金價值，例如臺股期貨每點 200 元，交割時是以每點的現金價值乘上臺股期貨指數漲跌之點數來計算買賣雙方應付或應得的金額，直接以現金結算。

四、相關研究

李金英（2007）探討台指期貨與台指選擇權市場是否存在套利機會和套利利潤，進而研究台指期貨與台指選擇權市場是否為效率市場。實證結果顯示，無論有無考慮交易成本，台指期貨與台指選擇權皆有套利機會存在。台指期貨與台指選擇權套利利潤，隨交易成本增加，總套利利潤反而減少。

劉家銘（2007）期望希望找出有效的大戶情緒指標，並檢測大戶在台指期貨市場是否佔有優勢。藉此來檢測投資人跟隨大戶操作台指期貨是否能夠獲利。實證研究結果顯示：情緒指標與台指期貨報酬有很顯著的正相關，表示追隨大戶情緒指標操作可以預期台指期貨報酬。

林官賢（2008）探討交易成本假說在台灣期貨市場的適用性，交易成本假說認為交易成本越低的市場，有助於吸引資訊交易者進場投資，進而提升該市場的價格發現能力。研究結果顯示，交易成本較低的台指期貨在價格發現的過程中，扮演主要的角色。以及推動台指期貨和小型台指期貨價格的交易人，分別為機構投資人與散戶，顯示機構投資人具有較佳的價格發現能力。

蔡啟榮（2009）使用 MA、MACD、BIAS、WMS%R、KD、RSI、CMO、BOLL 等八種技術指標，形成不同交易策略，並運用於台指期貨市場之投機交易。藉由實驗找出最佳之技術指標以及其投資策略組合。實驗結果顯示，最佳技術指標的投資策略組合可獲得較佳的報酬，但是不同期間最佳技術指標組合並不穩定。

林俊騰（2011）建立三種模型來預測台指期貨市場隔日的漲跌，其分別為決策樹、類神經網路和結合兩者。研究結果顯示，結合決策樹和類神經網路的模型三最具有預測能力，準確度高達 85.89%。

五、文獻解析

根據過去的研究顯示，對於台指期貨的研究大多著重在：（1）台指期貨與不同投資標的之間的套利關係。（2）台指期貨與大戶之間的投資關係。（3）台指期貨價格之發現。（4）基本指標和技術指標對於台指期貨投資的有效性。（5）建立一模型來預測台指期未來價格之走勢。本研究傾向於建立一模型，此模型會使用技術指標來產生投資策略，並會驗證此模型所產生之投資策略在台指期貨市場交易之有效性。

第二節 指標型分析

一、籌碼分析

根據理財寶（2014）定義，籌碼分析為在證券的市場中，有許多大戶能夠輕易地左右市場的趨勢，當大戶將資金投入某投資標的中，其自然而然就會看漲；反之，當大戶賣出投資標的時，則會下跌。籌碼分析就像是選邊站的概念，當你選對邊時，股價容易呈現易漲難跌的狀況；當你選錯邊時，則容易陷入股價跌破底的窘境。比如說，外資是同時擁有分析能力和雄厚資金的法人，當外資正在持續買超，就應該選擇與外資站在同一邊，不應該去放空此檔個股；若遇到外資正在持續賣超的個股，也不用急著馬上進場，可以等到外資停止賣超，再伺機進場會相對安全。籌碼分析常用的指標有外資、投信、自營商、融資和融券。

二、技術分析

根據維基百科（2014）進行整理，技術分析是指根據過去金融市場的資訊來預測價格的趨勢以及決定投資的策略。其利基點是建立在歷史會不斷重演，並且試圖藉由大量的統計資料來預測行情走勢。技術分析被交易者和金融專家們廣為使用，有些研究表示，在外匯市場裡，技術分析的使用要比「基本分析」要來得廣泛。

技術分析經常會和基本分析相衝突。單純的技術分析者表示，價格在投資者認知到它們之前就已經反應了所有的影響因素，因此只需研究價格本身的作用。有些交易者只使用技術分析或只使用基本分析，而有些人則同時使用這兩者來做決定如何交易。

三、相關研究

（一）籌碼分析

廖仁杰（2010）指出台灣獨特的投資環境，三大法人(外資、投信和自營商)

為影響臺灣股市的重要指標，透過分析三大法人的交易量和未平倉量，能有效的預測台指期貨未來的走勢。

林育如（2012）利用雙變量 diagonal-vech-GJR-GARCH 模型，並加入外資買賣超、基差、買賣價差、交易量、波動率指數與最高最低價波動率到其中一模型中。實證結果發現，在剔除避險比率異常年度後，加入外資資訊到模型中，確實能提升避險績效。

李建楷（2013）使用技術指標，並考量外資期貨籌碼-淨未平倉量，來探討台指期外來之趨勢。研究結果顯示，本研究所建構之臺股指數期貨交易策略能從台股期貨交易中獲取報酬，且外資期貨籌碼-淨未平倉量達到一定口數時確實能使交易策略勝率提高。

（二）技術分析

徐松奕（2003）採用不同天期 MA、OBV 和 KD 等十二種技術分析，並應用於台指期貨的投資上。實證結果顯示，5KD 和 9KD、22 日 MA 及 22 日 OBV，因穩定性和交易成本較低，所獲取的報酬最佳。

林重光（2009）以 MACD、KD、RSI 三種技術指標為分析工具，利用模擬的方式，檢驗技術指標的運用在台股期貨市場所獲得的平均報酬是否會顯著大於零，亦即台股期貨市場是否具有弱式效率性。實證結果顯示，在有交易成本下的一般操作策略，所有三種指標平均報酬率皆無法顯著大於零。但 RSI 搭配 1%、5% 停損策略的績效具有顯著水準。

蔡啟榮（2009）使用 MA、MACD、BIAS、W%R、KD、RSI、CMO、BOLL 等八種技術指標，形成不同交易策略，並運用於台指期貨市場之投機交易。藉由實驗找出最佳之技術指標以及其投資策略組合。實驗結果顯示，最佳技術指標的投資策略組合可獲得較佳的報酬，但是不同期間最佳技術指標組合並不穩定。

黃怡祥（2013）運用 MA、MACD、DMI、KD 和 RSI 共五種技術指標來產生一預測模型，並加入停損點來降低投資風險。以檢驗此預測模型在台指期貨市場

是否有好的表現。研究結果發現，運用五種技術指標及加入停損策略所產生的預測模型，來預測台指期貨的買賣訊號，準確度相當高。

(三) 文獻解析

根據過去研究指出，籌碼分析不管在期貨的避險方面還是趨勢的預測上，都有顯著的效果。因此，本研究將使用籌碼分析來形成台指期貨的避險策略，而其中三大法人為影響臺灣股市的重要指標，本研究加入三大法人成交量與未平倉量兩個變數到模型中，試圖提升模型避險之績效。

在過去研究中，有許多學者使用技術分析來預測台指期貨的走勢。在眾多的指標中，並非所有的指標在期貨市場都有好的表現。過去文獻所使用之技術指標以及顯著之技術指標，整理如下：

表 2-2 過去文獻使用與顯著之技術指標

技術分析文獻	使用之技術指標	顯著之技術指標
徐松奕（2003）	MA、OBV 和 KD	KD 和 OBV
林重光（2007）	MACD、KD 和 RSI	RSI
蔡啟榮（2009）	MA、MACD、BIAS、W%R、KD、RSI、CMO 和 BOLL	MA、MACD、BIAS、W%R、KD 和 RSI
黃怡祥（2013）	MA、MACD、DMI、KD 和 RSI	MA、MACD、DMI、KD 和 RSI

資料來源：本研究整理

根據過去文獻所使用之技術指標，本研究將使用 KD、RSI、BIAS 和 W%R 等技術指標，並考慮了投資人的心理狀態加入心理線（PSY）指標。期望藉由這些技術指標來產生交易策略，以作為投資台指期貨的進出場時機與資金配置的判斷。

第三節 模糊理論 (Fuzzy Theory)

一、模糊理論介紹

陳嘉文 (1999) 提到，在真實世界中，人類的思維概念、語意表達以及感覺判斷等都存在著模糊 (fuzzy) 的現象。什麼是模糊現象呢？一般來說就是不精確、模稜兩可、多重意義、不確定性的意思。比如有人說“今天天氣很熱”、“那個人很年輕”等敘述。但是溫度多高算熱呢？年齡多少才算年輕呢？每個人對它們的定義都不同，也就是說這些語意或事物的狀態，大都和人主觀的感覺判斷有密切的關係，人們無法清楚的了解他人的感受，只能從其語意做大概的判斷了解，甚至對於個人而言也會因某種身理或心理的變化而產生判斷的差異。雖然只能從其不明確的言語猜測其意義，但是之間的差距並不大，而能達到彼此溝通的目的。

模糊理論是由美國加州大學柏克萊分校 Zadeh 教授所提出。Zadeh (1965) 探討人類主觀或思考過程中定量化處理的方法時首先提出「模糊集合 (Fuzzy Sets)」，模糊理論是依照大概的資訊對人類主觀表現的概念作大略的定量化處理。在傳統控制中必須建立精確嚴謹的數學模型來達成控制，但如果要控制複雜的系統必定要花費相當多的時間、人力去建立數學模型，才有可能達到所需的動作。然而我們不可能把整個控制系統的所有變數列出來，只能去控制一些影響系統較大的因素。要去控制這些因素又必須有明確的控制量被決定，但在實際上，有些情形是無法明確的決定其數值，也就是很難去建立系統的數學模型。基於以上所述的種種問題，使得 Zadeh 教授提倡模糊理論嘗試以人類的思維方式去簡化問題的複雜度，而且能達到與傳統控制方法相同的目的。

二、模糊集合

(一) 明確集合 (Crisp Set)

傳統的明確集合是屬於二值邏輯，集合中的元素對某一集合的關係只有“不屬

於”與“屬於”兩種，通常以 0 和 1 進行表示。以下一特徵函數 (2.1) 可以用來描述此種關係：

$$\lambda_A(x) = \begin{cases} 1, & x \in A \\ 0, & x \notin A \end{cases} \quad (2.1)$$

其中 U 為整個集合， A 為集合中的一個明確集合， x 為集合中的元素， $\lambda_A(x)$ 為特徵函數。

例如判斷氣溫的高低，使用明確集合定義如下：

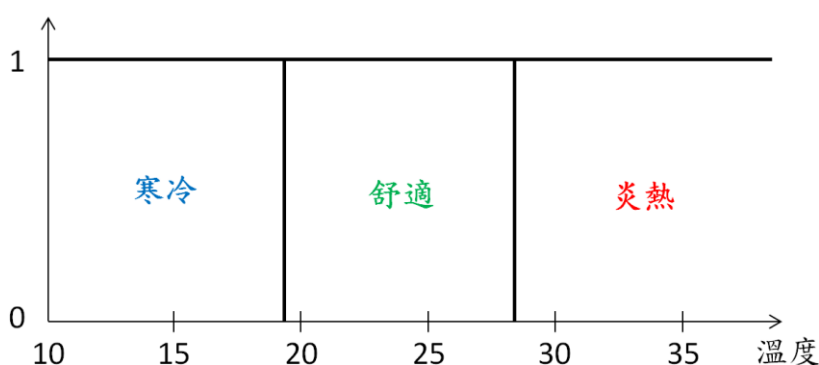


圖 2-1 氣溫高低之明確集合

資料來源：本研究整理

其中，“寒冷”定義在溫度 19°C 以下，“舒適”定義在溫度 $19\sim 28^{\circ}\text{C}$ ，“悶熱”則定義在溫度 28°C 以上。當溫度在 18°C 時，若以明確集合來作判斷，從圖 2-1 中可以看出 18°C 將會被歸類於“寒冷”，而不屬於“舒適”。但對於不同人來說，此溫度只是感覺比舒適的程度稍冷一點，並非不舒適。

(二) 模糊集合 (fuzzy set)

模糊集合是明確集合的一種擴展。集合中每一個元素可以從二值邏輯擴展成多值邏輯，除了以 0 和 1 來表示之外，擴展至以介於 0 和 1 之間的數值來表示某集合之歸屬程度。以下函數 (2.2) 可以用來描述某一模糊集合 A 之歸屬程度：

$$A = \{ (x, \mu_A(x)) \mid x \in U \} \quad (2.2)$$

其中 $\mu_A(\cdot)$ 是模糊集合 A 的歸屬函數， $\mu_A(x)$ 代表元素 x 對模糊集合 A 的歸屬

程度。一般來說， $\mu_A(x)$ 設定為 $[0,1]$ 。

例如同明確集合判斷氣溫高低之例子，但使用模糊集合定義如下：

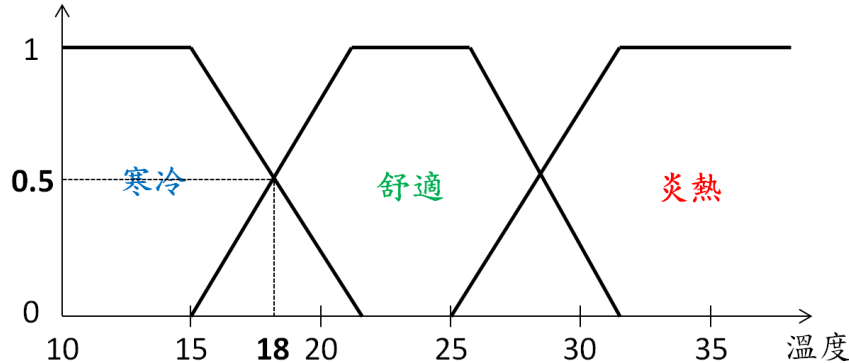


圖 2-2 氣溫高低之模糊集合

資料來源：本研究整理

這裡使用 Z 型、Pi 型和 S 型來分別作為“寒冷”、“舒適”和“炎熱”的歸屬函數。當溫度在 18°C 時，若以模糊集合來作判斷，從圖 2-2 中可以看出 18°C 將會被歸類於“寒冷”和“舒適”兩個集合。而在寒冷集合中，歸屬度為 0.5；在舒適集合中，歸屬度亦為 0.5。由於每個人對於溫度的感受程度不同，此種區分溫度的方式，更能符合人類的思維。

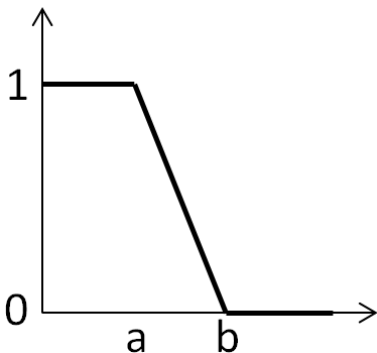
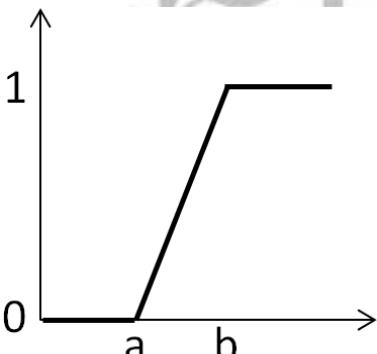
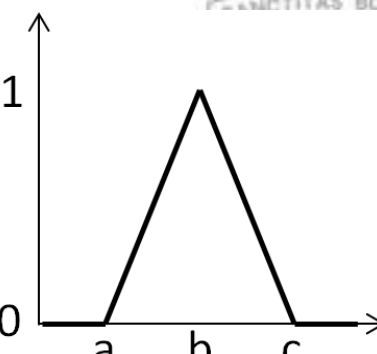
(三) 歸屬函數 (Membership Function)

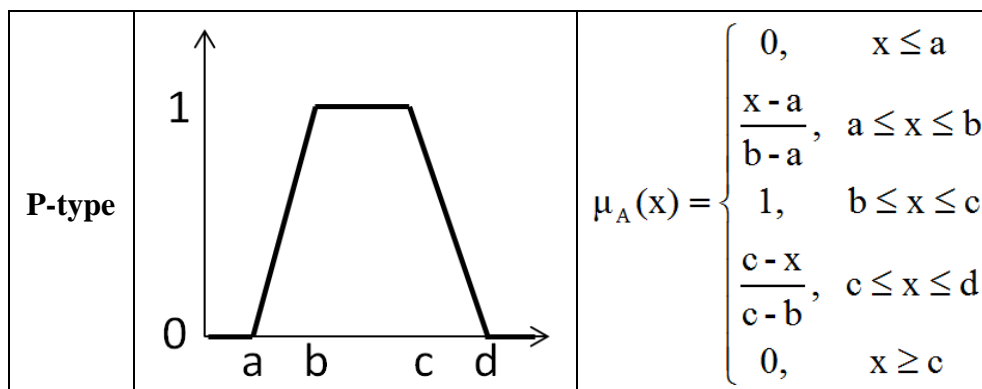
歸屬函數的作用為給予集合中每一個元素對某一模糊集合的歸屬程度，其為介於 0 到 1 之間的數值，當數值越大代表某元素對於某一模糊集合的歸屬程度越大。例如：當身高為 170 公分時，對於“高”這個模糊集合的歸屬程度為 0.3；然而當身高為 178 公分時，對於“高”這個模糊集合的歸屬程度為 0.9。可想而知，當歸屬程度 0.9 大於 0.3 代表身高 178 公分比身高 170 公分較能屬於“高”這個模糊集合。

Mendel(1995)指出歸屬函數的制定可能會因為個人的感覺、習慣和判斷而有所不同，但在大多數的實際應用中，會輔以專家的經驗與知識，再透過標準化的歸屬函數來進行制定。一般常用的標準歸屬函數有 Z 型 (Z-type)、S 型 (S-type)、L 型 (L-type, Lambda) 和 P 型 (P-type, Pi)。而標準歸屬函數屬於簡單的線性函數，

因此能滿足大多數的系統設計，並且容易理解以及減少數學運算時間。

表 2-3 標準歸屬函數

類型	圖示	歸屬函數
Z-type		$\mu_A(x) = \begin{cases} 1, & x \leq a \\ \frac{b-x}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 0, & x \geq b \end{cases}$
S-type		$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & x \geq b \end{cases}$
L-type		$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c \\ 0, & x \geq c \end{cases}$



資料來源：本研究整理

三、模糊推論 (Fuzzy Inference)

在傳統邏輯學中，對於所有事實的判斷，所得的結論不是完全正確就是完全不正確。事實的正確與否使用二值邏輯來進行表示，即 0(代表“假”)或 1(代表“真”)。例如：3 這個數字是否為質數？答案是肯定的，因此以 1 來表示為“真”。但是在人們日常生活中，對於事物或問題的判斷並非都是百分之百確定，對其正確與否都存在某些程度上的懷疑。而利用模糊集合的邏輯觀念來作判斷，其允許事實的正確程度介於 0 和 1 之間，讓事實的結論有程度上區分。比如說：疾病的診斷，如果單純使用“有”或“沒有”來進行推斷的話，就有可能發生誤診的情況。但是，如果使用模糊邏輯推斷，就可以讓疾病的診斷以概率的方式呈現。當符合越多危險因子，罹患機率越大；反之，則越小。因此可以看出模糊邏輯所作的推論較符合人性，也較為人所接受。而對於以模糊邏輯所作的推斷，就稱之為「模糊推論 (Fuzzy Inference)」。

模糊推論的方法中最常使用的是 Mamdani 推論法。Mamdani (1975) 應用了一群有經驗的機械操作員所提供的模糊規則，建立起第一個模糊系統，其用來控制蒸汽機和鍋爐。Mamdani 推論法包含以下四個步驟：

(一) 模糊化：透過歸屬函數，將輸入變數的明確數值轉換成模糊集合中的歸屬度。

例如：在圖 2-1 中，變數 X 存在 A1、A2 和 A3 三個歸屬函數，變數 Y 存在 B1、

和 B2 兩個歸屬函數。當輸入一個明確的數值 x_1 ，可以知道在模糊集合 A1 中歸屬度為 0.5，在模糊集合 A2 中歸屬度為 0.2；當輸入另一個明確的數值 y_1 ，可以知道在模糊集合 B1 中歸屬度為 0.1，在模糊集合 B2 中歸屬度為 0.7。

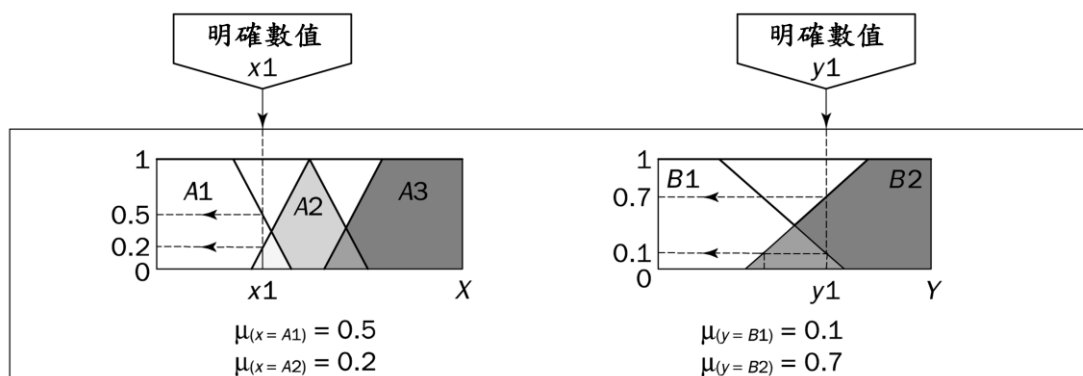


圖 2-3 模糊化釋例

資料來源：聖約翰大學（2009）

(二) 規則評估：透過模糊規則前項的數入變數，取得後項輸出變數之歸屬度。一條模糊規則包含前項和後項兩個部分，當有多個前項必須使用模糊操作（AND 或 OR）來連結多個前項。

$$\begin{aligned} \text{Rule1 : IF } \underbrace{x \text{ is } A1}_{\text{前項}} \text{ THEN } \underbrace{Z \text{ is } C3}_{\text{後項}} \\ \text{Rule2 : IF } \underbrace{x \text{ is } A3}_{\text{前項1}} \text{ OR } \underbrace{y \text{ is } B1}_{\text{前項2}} \text{ THEN } \underbrace{Z \text{ is } C1}_{\text{後項}} \end{aligned}$$

當模糊規則包含多個前項必須根據模糊操作（AND 或 OR）來表示前項的評估結果。其中模糊操作 OR 使用模糊集合中的聯集運算，即取最大值（max）；模糊操作 AND 使用模糊集合中的交集運算，即取最小值（min）。

模糊集合的聯集運算 (2.3)：

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x)) \quad (2.3)$$

模糊集合的交集運算 (2.4)：

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x)) \quad (2.4)$$

例如：在圖 2-4 中，有三條模糊規則 Rule1、Rule2 和 Rule3。根據圖 2-3 模糊化結果，Rule1 中 x 在 $A3$ 的歸屬度為 0.0， y 在 $B1$ 的歸屬度為 0.1， x 和 y 的模糊操作為 OR，取 max， z 在 $C1$ 的歸屬度為 0.1；在 Rule2 中， x 在 $A2$ 的歸屬度為 0.2， y 在 $B2$ 的歸屬度為 0.7， x 和 y 的模糊操作為 AND，取 min， z 在 $C1$ 的歸屬度為 0.2；最後，在 Rule3 中， x 在 $A1$ 的歸屬度為 0.5，因為不存在模糊操作， z 在 $C3$ 的歸屬度同樣為 0.5。

再取出後項之歸屬度之後，要使用一種叫作剪切的方式，使後項和前項的明確值的準位一致。在圖 2-4 中，深灰色部分為剪切結果。

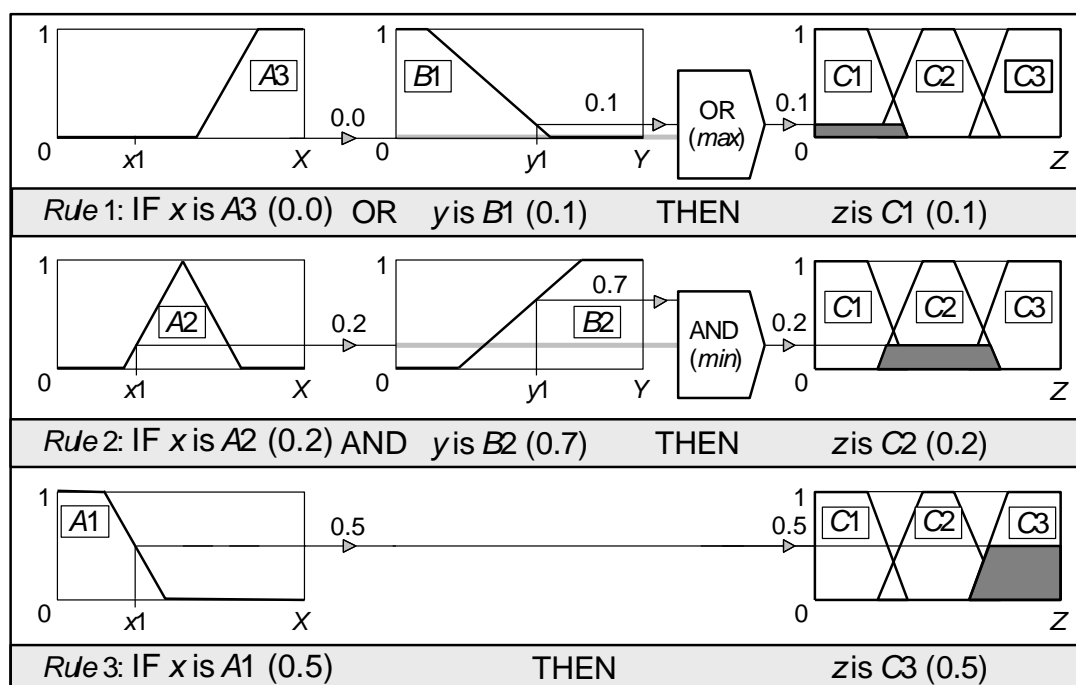


圖 2-4 規則評估釋例

資料來源：聖約翰大學（2009）

(三) 規則聚合：規則聚合是將所有規則的輸出進行單一化的過程。即經過剪切的所有規則後項的歸屬函數將它們合併到一個模糊集中。

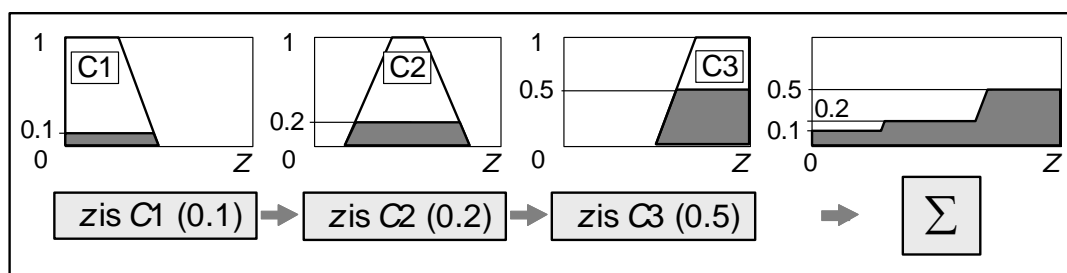


圖 2-5 規則聚合釋例

資料來源：聖約翰大學（2009）

(四) 解模糊化：模糊推論的最後一個步驟是解模糊化。模糊系統的最終輸出必須是一個明確的數值，解模糊化能夠取得此單一的數值。在解模糊化的方法中，最常使用的是重心法。此技術在於尋找一個點，這個點所在的垂直線能夠將聚合的模糊集分割成兩個相等的部分。重心法（COG）數學公式表示為公式（2.5）：

$$COG = \frac{\int_a^b \mu_A(x) x dx}{\int_a^b \mu_A(x) dx} \quad (2.5)$$

此式子的目的為在 ab 區間找到表示模糊集 A 的重心。如下圖所示，倒三角形處為重心。

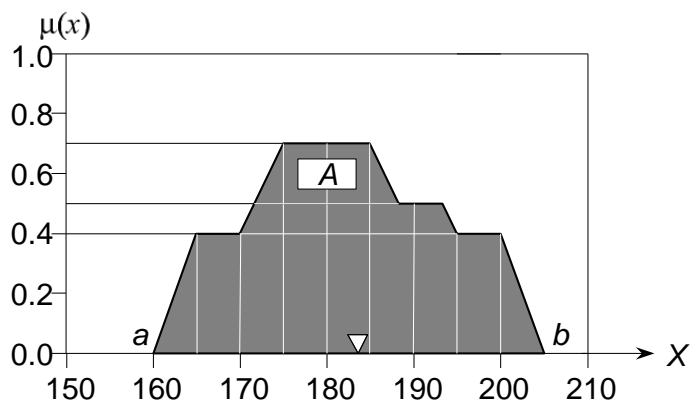
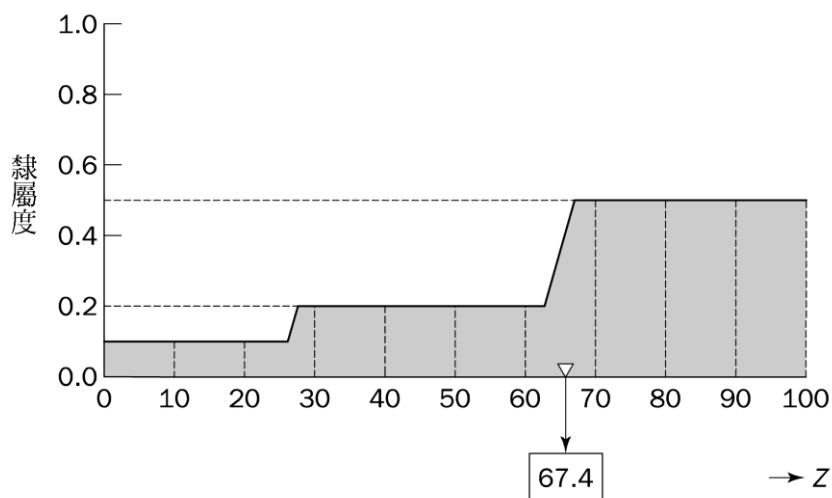


圖 2-6 規則聚合釋例

資料來源：聖約翰大學（2009）

呈圖 2-5 之例子，最後聚合的模糊集透過重心法計算如下：



$$\text{COG} = \frac{(0+10+20) \times 0.1 + (30+40+50+60) \times 0.2 + (70+80+90+100) \times 0.5}{0.1+0.1+0.1+0.2+0.2+0.2+0.2+0.5+0.5+0.5+0.5} = 67.4$$

圖 2-7 重心法計算釋例

資料來源：聖約翰大學（2009）

四、模糊控制（Fuzzy Control）

最早利用模糊理論來作控制的學者是倫敦大學的 Mamdani 教授，在 1974 年研究發表中以研究室所製作的蒸汽引擎模型為對象去驗證模糊控制。引發 Mamdani 教授嘗試模糊控制的動機是 Zadeh 教授在 1973 年發表的關於系統之語言性分析的論文。一般所用的模糊控制法則大都依據 Mamdani 教授方式利用“IF-THEN”條件命題式的「語言性控制（linguistic control）」法則。模糊控制系統架構如下所示：

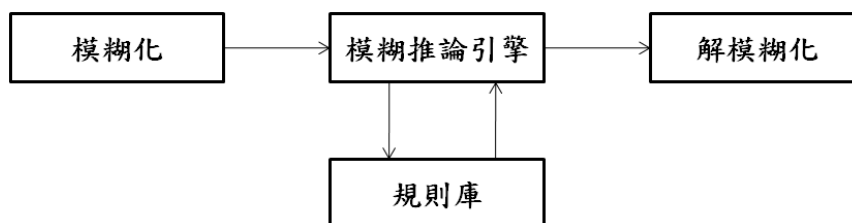


圖 2-8 模糊控制系統架構

資料來源：本研究整理

五、相關研究

(一) 國內文獻

郭張成（1992）指出，股價趨勢的漲跌存有模糊性和不確定性。此研究利用了模糊理論中的歸屬函數來表現帶有模糊性質的股價趨勢，並授予系統模糊思維的判斷能力，使得系統能依模糊的概念來識別股價趨勢。實驗結果顯示，模糊系統在股價趨勢的識別能力有不錯的表現。

錢善生（1996）利用模糊理論與模糊聚類分析來預測台灣股市最佳的買賣時機。此研究包含三個子系統，第一個子系統用來決定技術指標天期；第二個子系統用來決定各個技術指標的歸屬函數，並使用模糊推論技術，進行買賣時機的預測；最後一個系統根據上個系統得到的重心與相關參數，進行模糊聚類分析，決定買賣時機。在進行實際地模擬操作時，操作結果皆還不錯。

余尚武和郭至軒（2004）利用人工智慧方法，結合遺傳演算法與模糊理論，發展最佳交易策略，其包含買進和賣出兩部分。為了使交易策略能夠適應市場的多變性，模糊系統中的規則庫以及歸屬函數皆透過遺傳演算法來動態調整。實驗結果發現，使用人工智慧方法進行交易，能夠為投資人帶來較高的報酬。

(二) 國外文獻

Boushehri（2000）指出，股票市場相當複雜，走勢變化充滿戲劇性，這代表著一般的投資人難以去預測股票的漲跌，以及傳統的統計工具也很難以在其中發揮效用。因此，本研究建立一模糊系統，藉由歷史的股價資料來預測未來的股價。實驗結果顯示，模型的準確度高達 87%，對於未來的股價能夠準確的預測。

Fazel-Zarandi（2009）建立一個以模糊規則（fuzzy rule）為基的專家系統（expert system），其目的是用來預測未來的股票價格。模糊邏輯系統允許規則本身存在著不確定性，這對於股票市場而言是不謀而合的。經由實驗的測試，本研究模型能夠成功地預測出股票價格。

Hemanth et al. (2012) 結合類神經網路 (neural network) 和模糊系統 (fuzzy system) 形成 Neuro Fuzzy 方法，其用來預測股票在未來 15 天內的價格。研究結果顯示，股價漲跌的行為屬於非線性的趨勢，使用非線性的模型來進行預測，即本研究所使用的 Neuro Fuzzy 方法，可以有效的降低預測價格的誤差。

(三) 文獻解析

根據過去國內外文獻指出，對於股票市場中的不確定性，即所謂非線性的價格走勢，模糊理論能有效地應付市場中的不確定性，因此在股票市場的預測上都有不錯的表現；而模糊理論也適合與其他演算法進行結合，使得所形成的預測模型更加彈性，更能適應市場中不同的情況，即能夠有效的改善模型預測的準確度。因此，本研究希望在模型中加入模糊理論，讓模型預測的結果更為良好。



第四節 基因表達規劃法

一、基因表達規劃法介紹

Ferreira (2001) 提出基因表達規劃法 (Gene Expression Programming, GEP), 其將問題的解答比喻為生物個體, 再透過達爾文所提出「適者生存, 不適者淘汰」的生物演化機制, 逐漸淘汰掉無法適應環境的生物個體, 即不好的解答, 來找出問題的最適解。GEP 是一個新的概念, 與傳統的遺傳演算法 (Genetic Algorithm, GA) 和遺傳程式規劃 (Genetic Programming, GP) 皆屬於演化式計算家族的一員, GEP 結合了 GA 和 GP 的優點, 基因型 (Genotype) 使用 GA 的線性編碼, 演化效率較高; 而表現型 (Phenotype) 使用 GP 的樹狀結構編碼, 可以解決較複雜的問題。

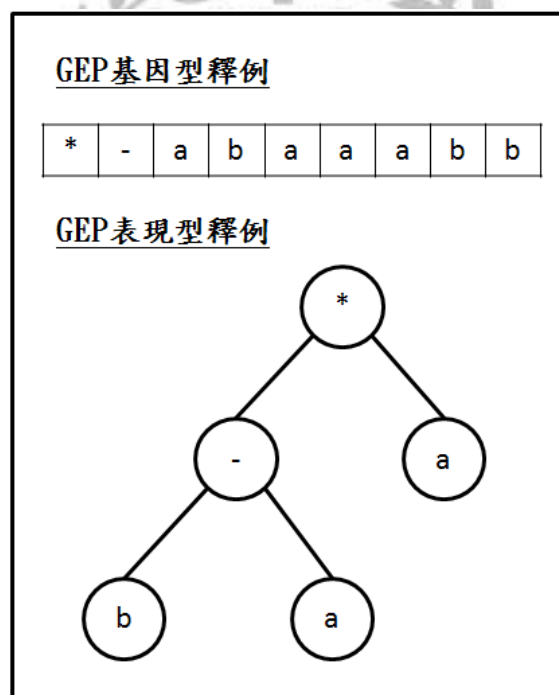


圖 2-10 GEP 基因型與表現型釋例

資料來源：本研究整理

二、演算法流程

基因表達規劃法 (GEP) 之演算法流程大致分為 13 個步驟。

1. 產生初始族群 (Create Initial Population): 一開始, 以隨機的方式產生第 0 代初始族群, 一個族群中包含多個染色體。
2. 表示染色體 (Express Chromosomes): 將族群中的染色體轉換成表示樹, 一個表示樹代表一個問題的可能解。
3. 執行染色體 (Execute Each Program): 根據問題領域, 將表示樹拿去做實際的應用與測試。
4. 評估適應值 (Evaluate Fitness): 根據適應函數評估每個染色體的適應值, 適應值越高代表染色體的解答品質越好。
5. 是否達到終止條件 (Terminate?): 若達到終止條件, 則跳到第 13 步驟; 反之, 則繼續進行第 6 步驟。
6. 選擇 (Selection): 透過精英法 (Elitism) 或輪盤法 (Roulette-wheel) 來選擇出要進行再製 (Reproduction) 的染色體。
7. 複製 (Replication): 根據選擇結果, 將染色體複製到下一代族群中。
8. 突變 (Mutation): 演化的運算子 (Operators) 之一, 目的是讓染色體有機會往好的解發展。
9. 反轉 (Inversion): 同上。
10. 轉位 (Transposition): 同上。
11. 重組 (Recombination): 同上。
12. 產生新子代 (Create Next Generation): 在進行完再製的動作之後, 會產生一個新的子代, 之後跳到第 2 步驟, 繼續評估新的染色體。
13. 取得最適解 (Gain Best Fitness): 取得問題的最適解, 結束演化流程。

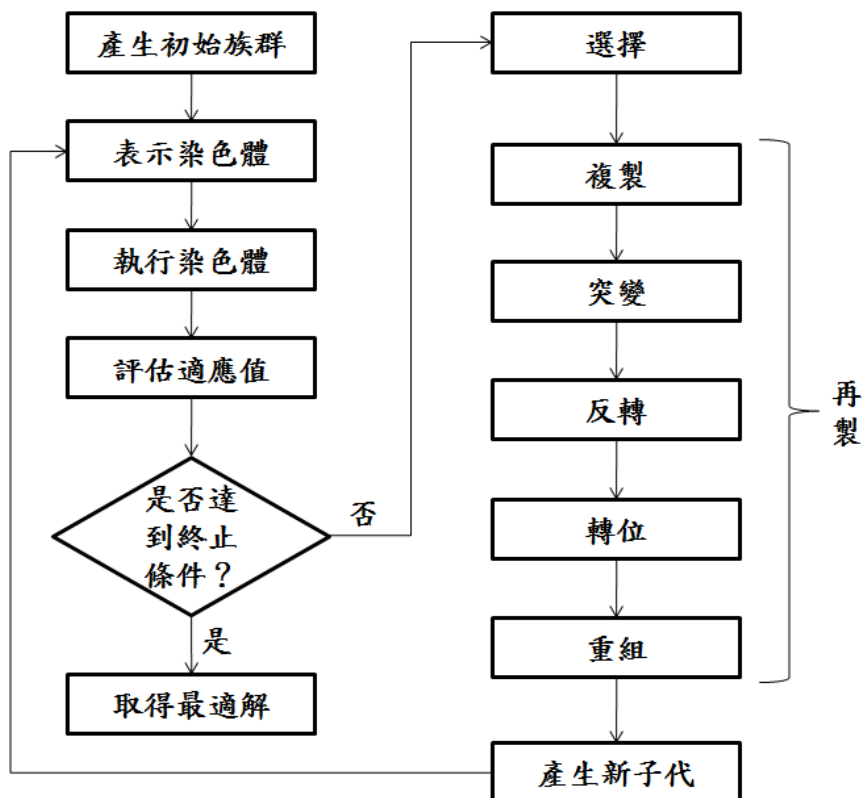


圖 2-11 GEP 演化流程

資料來源：本研究整理

三、基本原則

(一) 染色體編碼

1. 單基因染色體 (unigenic chromosomes)

GEP 染色體採線性編碼方式，每條染色體長度固定不變。最簡單的編碼為單基因染色體編碼，染色體中只包含了一個基因片段，基因由頭部 (Head) 和尾部 (Tail) 組成，頭部可以包含函數節點 (Function set) 和終端節點 (Terminal set)，尾部只能包含終端節點。函數節點是指算術、比較和邏輯等運算子符號，而終端節點通常為常數和變數。

表 2-4 GEP 函數節點釋例

函數節點	釋例
算術運算子	+、-、×、÷、√
比較運算子	<、>、=、≠、≤、≥
邏輯運算子	AND、OR、NOT

資料來源：本研究整理

表 2-5 GEP 終端節點釋例

終端節點	釋例
常數	2、10、533、3.14
變數	a、b、c、height、weight

資料來源：本研究整理

GEP 基因的長度，必須先定義出頭部長度，再根據公式計算出尾部長度。頭部長度根據要解決的問題而定，尾部長度根據以下公式算出：

$$t = h \times (N_{\max} - 1) + 1$$

其中，t 為尾部長度，h 為頭部長度， N_{\max} 為函數節點中運算子的最大分支度。比如說，當 h 設定為 4，函數節點中只有 + 和 √ 兩個運算子，+ 為 2 元運算子，√ 為 1 元運算子，因此 $N_{\max} = 2$ ，藉由公式算出 $t = 5$ ，基因總長度為 $h + t = 9$ 。

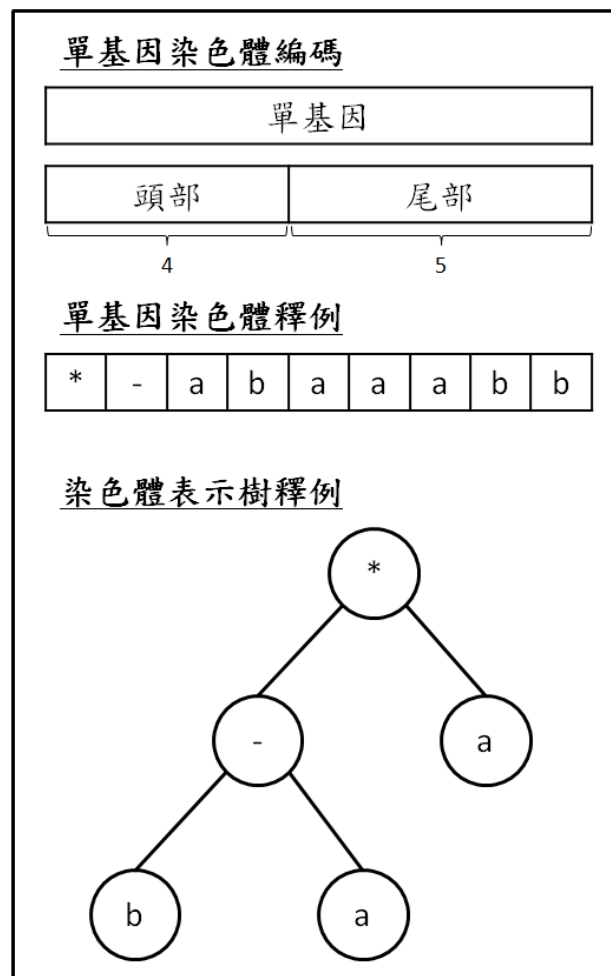


圖 2-12 單基因染色體編碼釋例

資料來源：本研究整理

2. 多基因染色體 (multi-genic chromosomes)

GEP 染色體可以包含多個基因片段。每個基因各自擁有自己的頭部和尾部，且分別能代表成一棵表示樹。例如：圖 2-13 為一個多基因染色體編碼範例，染色體由 3 個基因片段組成，每個基因頭部長度為 4，尾部長度為 5，因此，一個基因長度為 9，各基因能分別描述成一棵表示樹。

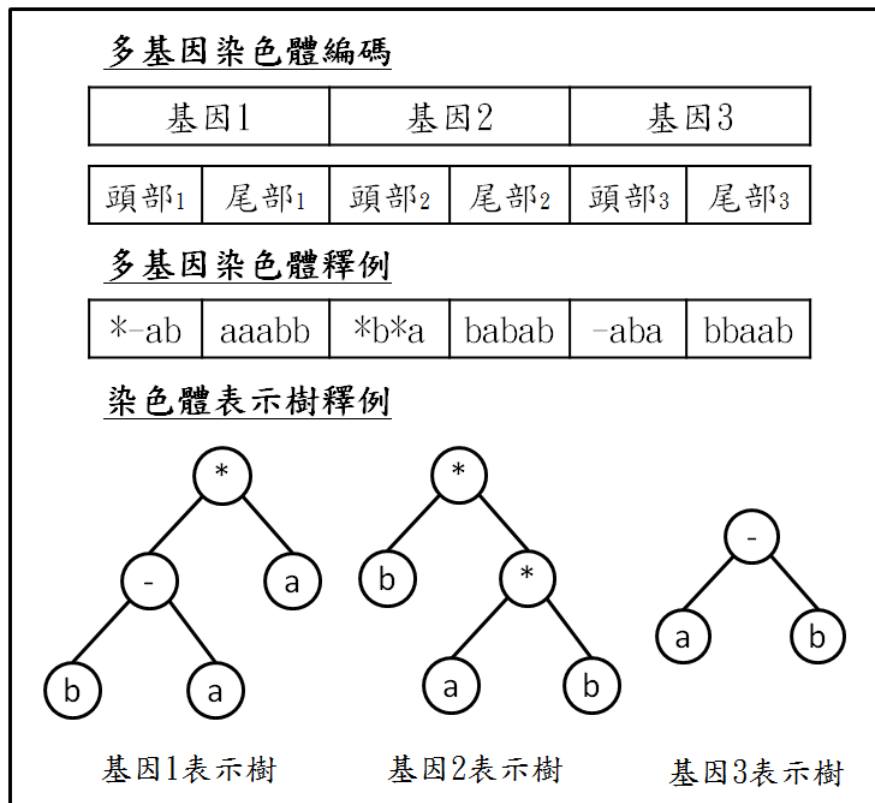


圖 2-13 多基因染色體編碼釋例

資料來源：本研究整理

3. 隨機數值常數 (Random Numerical Constants, RNCs)

Ferreira (2001) 將隨機產生的常數加入 GEP 模型中，其能夠增加解答的多樣性，讓數學模型進行微調的動作，而產生出更好的解答。此技術在染色體編碼時，必須額外新增四個部分：

- (1) 終端節點 (terminal)：通常以？符號表示，一個？符號對應一個隨機常數基因片段上的數值，對應方式由左而右。當編碼中出現？符號時，必須根據隨機常數基因片段中的位置，找出位於隨機常數矩陣中的隨機常數，並取代之。
- (2) 隨機常數基因片段 (Dc-specific)：Dc-specific 長度與尾部長度相等，其用來指定隨機常數在隨機常數矩陣中的位置。
- (3) 隨機常數矩陣 (Dc)：其用來放置多個隨機的數值常數。Dc 中的位置次序從 0 開始。例如：Dc 長度為 5，Dc 次序為 01234，可以放入 5 個隨機常數。

(4) 演化運算子 (operators)：除了原始 GEP 的突變率、反轉率、轉位率和重組率，還必須新增 Dc-specific 的突變率、反轉率和轉位率，以及 Dc 的突變率。

例如：在圖 2-14 中，在轉換成表示樹時，出現兩個?符號。依據 Dc-specific 的位置順序，第一個?位置為 2，對應到 Dc 中第 2 個位置為 3.89，並取代之；第二個?位置為 4，對應到 Dc 中第 4 個位置為 2.24，然後也取代之。

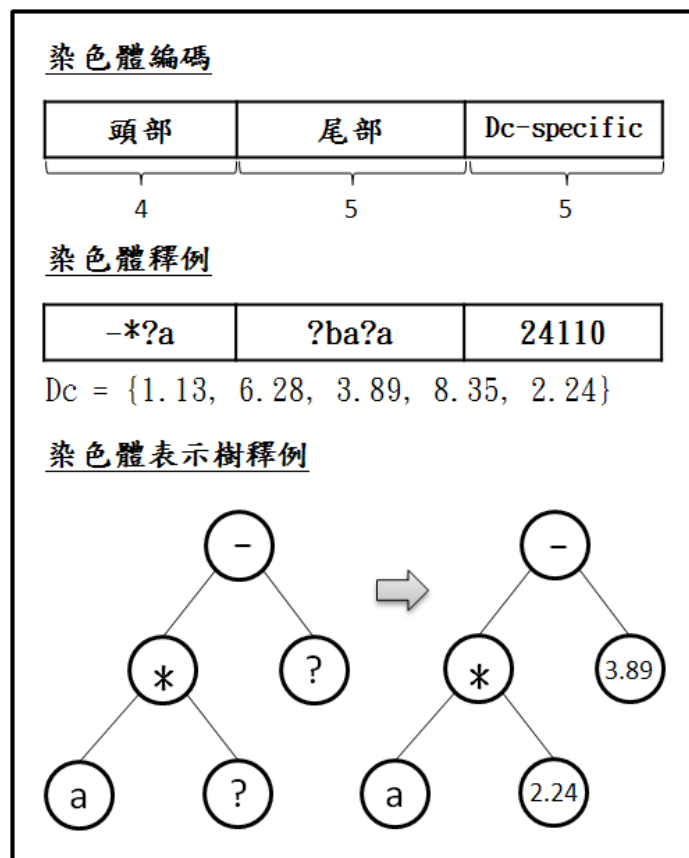


圖 2-14 RNCs 染色體編碼釋例

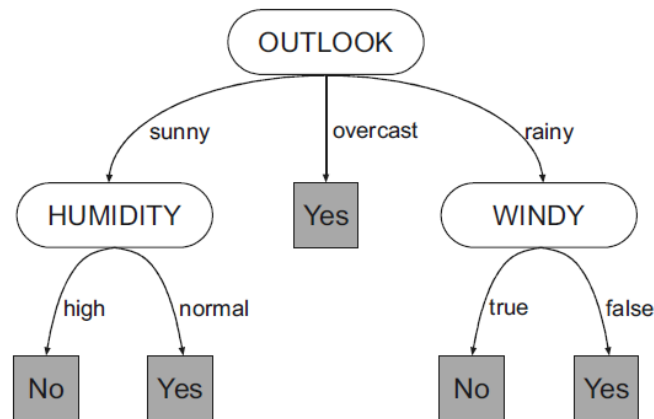
資料來源：本研究整理

4. 決策樹 (Decision Tree)

決策樹 (Decision Tree) 經常用來解決真實世界中分類 (Classification) 的問題。傳統的決策樹，從樹根開始，藉由屬性挑選的方法 (例如：Gini coefficient) 決定每次的分支點，逐漸生長成一棵完整的決策樹。其缺點就是決策樹有時會長得過於龐大，造成在實際分類時效果不佳。因此，必須藉由人工的方式事先決定樹的高度或是事後的剪枝 (Pruning) 動作，來控制決策樹的大小。然而，GEP 正

好也能用來生成一棵決策樹。透過編碼的方式以及演算法本身的運作，過程中，並不需要人為的介入，就能夠直接創造出一棵完整的決策樹，而且最後會是一棵精簡的（refined）決策樹。

決策樹是若干規則的集合體，便於轉換成 IF...THEN...形式的法則。如圖 2-15 所示，此決策樹根據外頭的天氣狀況評估是否適合進行網球運動？其可以轉換成 5 條 IF...THEN...的規則。



1. IF OUTLOOK = sunny AND HUMIDITY = high THEN PLAY = No;
2. IF OUTLOOK = sunny AND HUMIDITY = normal THEN PLAY = Yes;
3. IF OUTLOOK = overcast THEN PLAY = Yes;
4. IF OUTLOOK = rainy AND WINDY = true THEN PLAY = No;
5. IF OUTLOOK = rainy AND WINDY = false THEN PLAY = Yes.

圖 2-15 決策樹與規則釋例

資料來源：Ferreira（2006）

決策樹編碼根據內部節點的不同分成兩種編碼方式。當內部節點為類別型屬性（nominal attributes）時，使用可演化決策樹（evolvable decision trees）；當內部節點為數值型屬性（numeric attributes）或混合類別型和數值型屬性（mixed attributes）時，使用可演化決策樹結合隨機數值常數（RNCs）。

(1) 演化式決策樹編碼

- a. 決定屬性節點：即為決策樹的內部節點。
- b. 決定終端節點：即為決策樹的分類結果。

- c. 基因表達方式：為確保決策樹格式正確，頭部可以包含屬性節點與終端節點；尾部只能包含終端節點。頭部長度（h）自行定義，但必須大於屬性節點個數；尾部長度（t）藉由頭部長度（h）和最大屬性節點分支度（ N_{\max} ）算出，即 $t=h \times (N_{\max}-1)+1$ 之公式。

以下為一個演化式決策樹編碼的範例，目的是根據外頭的天氣狀況評估是否適合進行網球運動？其中包含了屬性節點與終端節點，以及編碼和所形成之決策樹。

表 2-6 決策樹編碼屬性節點與終端節點釋例

節點	屬性	表示符號	值域
屬性節點	OUTLOOK	O	sunny, overcast, rainy
	TEMPERATURE	T	hot, mild, cool
	HUMIDITY	H	high, normal
	WINDY	W	true, false
終端節點	PLAY	a, b	YES, NO

資料來源：Ferreira（2006）



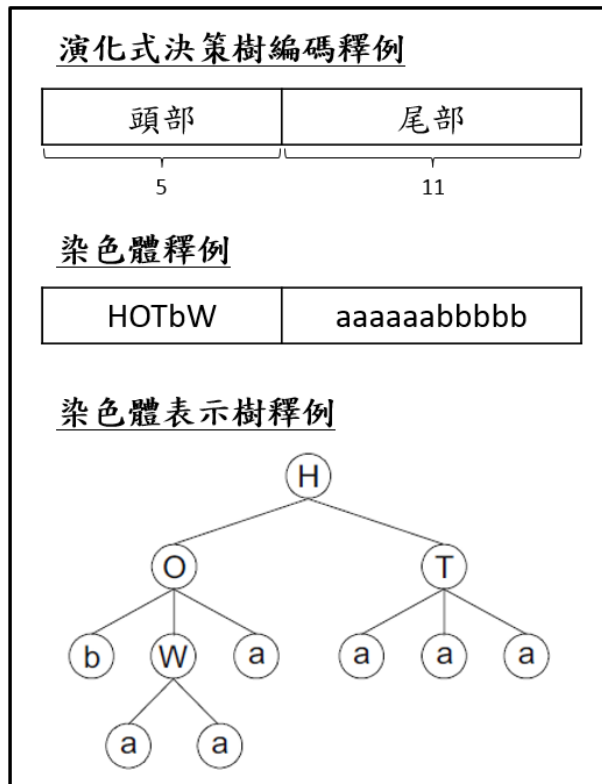


圖 2-16 演化式決策樹編碼釋例

資料來源：Ferreira (2006)

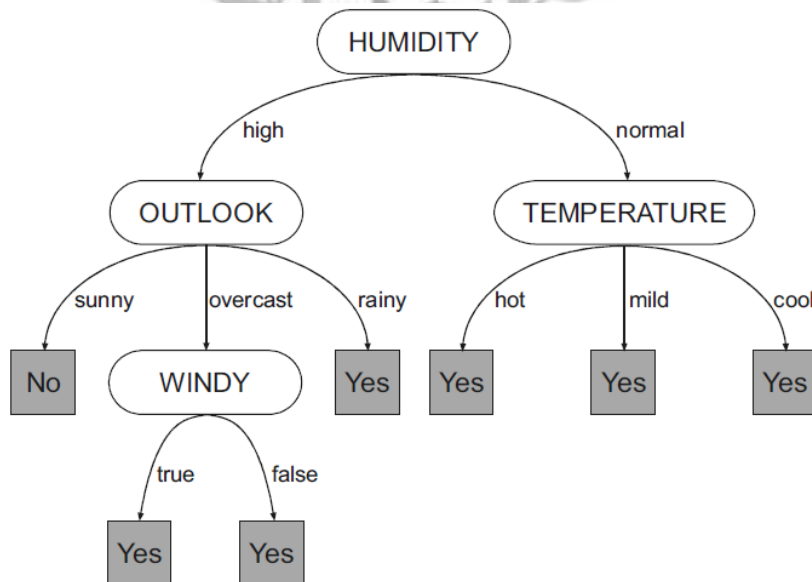


圖 2-17 決策樹釋例

資料來源：Ferreira (2006)

(2) 演化式決策樹結合 RNCs 編碼

其作法大致上與演化式決策樹相同，但是為了應付數值型屬性的內部節點，加入了 RNCs 的概念。傳統的決策樹在碰到數值型屬性時，必須決定其分支點。比如說，氣溫就是一個數值型屬性，決定好以 35 度 C 作為分支點， ≤ 35 度 C 會被分成一群， > 35 度 C 會被分成另一群。在演化式決策樹編碼中，加入了 RNCs 的概念，其能用來指定決策樹的分支點，作法大致為，Dc-specific 長度設定要與頭部長度相同，Dc-specific 中的位置由左而右分別對應到頭部中的各個節點，再根據 Dc-specific 位置到 Dc 矩陣中尋找分支點即可。在轉換成決策樹時，如果節點為類別型屬性或終端節點則忽略分支點，只需表示出數值型屬性的分支點。

同表 2-6 之例子，不同的是 TEMPERATURE 和 HUMIDITY 變成了數值型屬性，因此，此例子混合了類別型與數值型屬性。編碼和所形成之決策樹如表 2-7 和圖 2-18 所示。

表 2-7 決策樹結合 RNCs 編碼屬性節點與終端節點釋例

節點	屬性	表示符號	值域
屬性節點	OUTLOOK	O	sunny,overcast,rainy
	TEMPERATURE	T	0~99
	HUMIDITY	H	0~99
	WINDY	W	true, false
終端節點	PLAY	a, b	YES, NO

資料來源：Ferreira (2006)

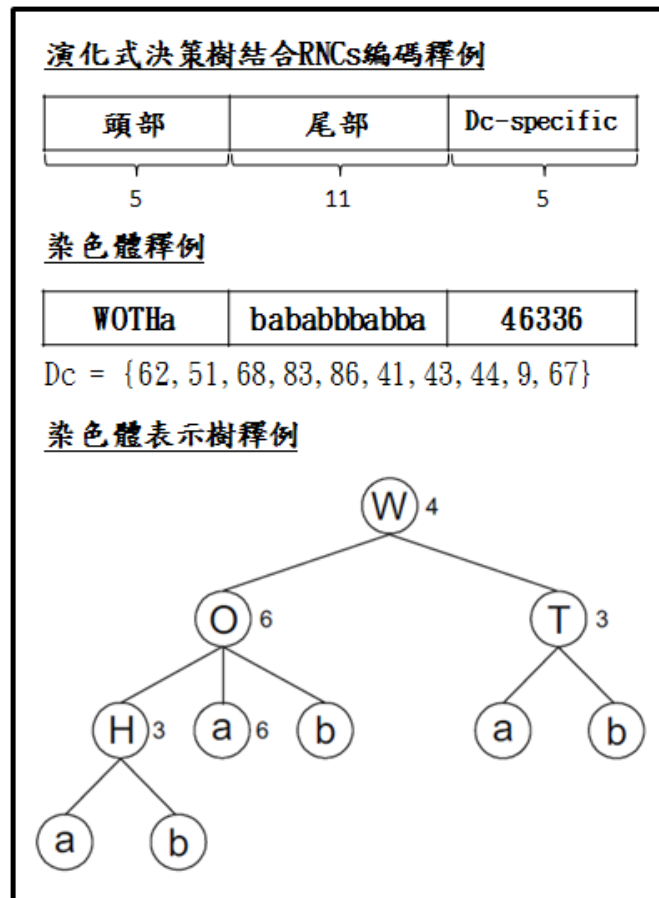


圖 2-18 演化式決策樹結合 RNCs 編碼釋例

資料來源：Ferreira (2006)

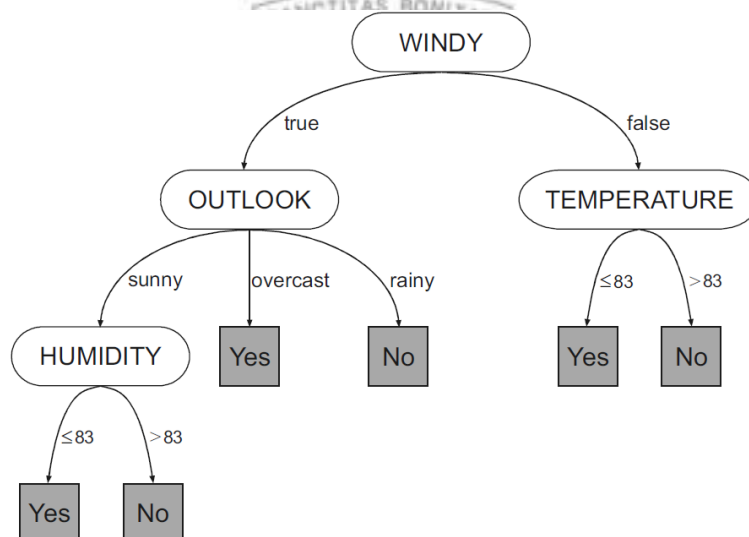


圖 2-19 決策樹釋例

資料來源：Ferreira (2006)

5. 多基因家族 (Multi-Gene Families, MGFs)

多基因家族(MGFs)編碼為 Ferreira 教授在 2006 年所提出一個新的編碼概念，在 GEP 中，最簡單的編碼為單基因染色體且基因中只包含一個終端節點，意思即此基因頭部長度為 0，尾部長度為 1，整個基因長度為 1。當有多個此種基因組合起來，可以形成一個多基因家族 (Multi-Gene Families, MGFs)，每個基因可以表示為一個特定的終端節點。

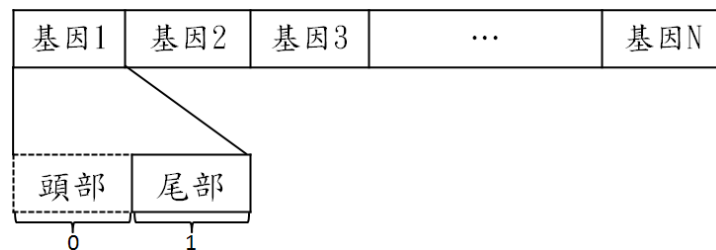


圖 2-20 多基因家族 (MGFs) 釋例

資料來源：本研究整理

比如說，如圖 2-21 所示，此 MGFs 擁有 9 個基因片段，因此包含了 9 個終端節點，每個終端節點代表一個城市，如此一來，就能用來解決旅行銷售員問題 (Traveling Salesperson Problem, TSP)，即找出一條城市之間的最短路徑。

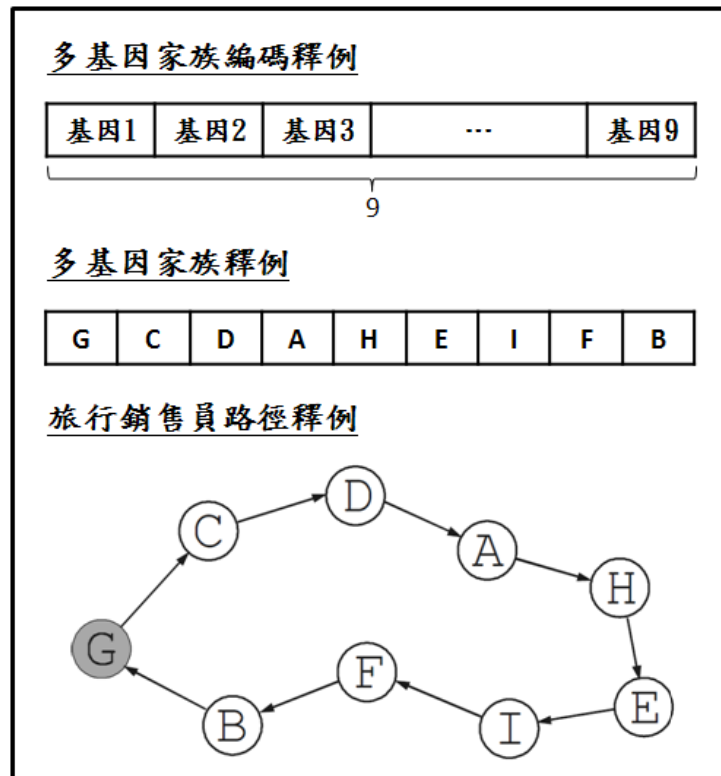


圖 2-21 MGFs 解決旅行銷售員問題釋例

資料來源：Ferreira (2006)

四、相關研究

(一) 國內文獻

朱菊如 (2011) 使用基因表達規劃法 (GEP) 來預測信用卡之逾期用戶，並以 14 個逾期用戶的基本資料作為數入變數。研究結果顯示，14 個解釋變數中找出「逾期天數」、「逾期金額」及「近三個月聯徵查詢次數」為主要影響持卡人逾期之攸關變數。在演算法編碼中，以 GEP 多基因染色體編碼方式建立的模型較穩定，且在演化初期加入隨機數值常數有助於提升預測之正確率。

蘇渝翔 (2012) 指出，時間序列問題的架構，尤其在使用多基因染色體時，容易造成的不穩定現象。本研究提出一個新的 GEP 演化概念-特徵再利用 (Feature Reuse)，結合隨機常數等演化機制，將過去演化常用之特徵萃取出並保留下來，而這些特徵式能重新加入其它新的演化過程，如此反覆不斷互相演進，藉此提高

演化效能與穩定度。本研究利用太陽黑子、啤酒銷量與臭氧層濃度做為實驗對象，特徵再利用的概念，在演化過程中有發揮其作用，確實提高了演化過程的穩定度。

陳帝豪（2012）使用基因表達規劃法（GEP）來建立擇時交易策略，以多基因表示多個技術指標並加入隨機數值常數進行編碼，最後再以最佳計算資源配置（OCBA）找出 GEP 最佳的演化參數。實驗結果顯示，OCBA 參數最佳化模組，能夠有效的計算最佳的參數組合；本研究提出之相對、絕對報酬模型，均有良好的投資報酬率。

（二）國外文獻

Zuo et al.（2004）提出了兩個嶄新的方法。第一個是，GEP 移動視窗預測（GEP-Sliding Window Prediction），其能夠根據歷史的資料來預測未來的資訊；第二個方法是，GEP 微分方程預測（GEP-Differential Equation Prediction），其能夠根據特定的初始條件來預測未來趨勢。本研究使用此兩種方法，並透過實際的資料集來預測太陽黑子的變動，研究結果顯示，其能夠比現存的方法有更佳的表現。

Chen et al.（2007）指出，使用計算智慧於股票市場的預測發展相當多樣，例如：類神經網路（ANN）和遺傳規劃法（GP）等，在過去的研究中，大多假設在靜態（static）的環境下進行研究，因此本研究建立一個動態的預測模型，結合免疫演算法（IP）和基因表達規劃法（GEP）。研究結果顯示，此模型有較高的準確率與預測能力。

Dehuri（2008）指出，分類規則的建立屬於一個多目標（multi-objective）的問題。藉由 GEP 演算法產生的決策樹，再將決策樹轉換成 IF-THEN 的方式表達，可增加對規則的理解性。實驗結果顯示，GEP 演算法所建立的決策樹能夠有良好的分類結果，並將決策樹轉換成 IF-THEN 的規則形式，能有效增加對問題的理解性。

（三）文獻解析

基因表達規劃法（GEP）在 Ferreira 教授 2001 年提出至今，被應用於各個領域。根據過去研究指出，GEP 具有以下兩項優點：（1）演算法本身兼具解答的搜

尋能力和執行效率；(2) 解決問題的彈性相當高，可以用來解決預測、分類問題，以及建立規則庫。因此，本研究決定以 GEP 作為模型的基礎，用以產生台指期貨的投資策略。

在 GEP 的實作中，許多研究致力於改良 GEP 演算法以及編碼方式，結論整理如下：(1) 在 GEP 編碼中，結合隨機數值常數 (RNCs)，能夠有效提升模型的準確度。(2) 使用多基因編碼方式，能夠提升模型的穩定性。(3) GEP 也能用來生成一棵決策樹，其能夠轉換成 IF-THEN 的方式表示，如此一來便能產生規則庫。本研究將使用多基因編碼來產生 GEP 模型中的染色體，並結合隨機數值常數，在過去研究中，鮮少發現在基因編碼時，使用 MGFs 編碼，本研究使用 MGFs 編碼來進行組合最佳化，來探討出資金配置比例、加減碼比例和停損停利點；並使用決策樹編碼來生成一棵決策樹，並將之轉換成 IF-THEN 的形式，用以產生台指期貨的交易策略。



第五節 文獻探討彙總

綜合本章節的文獻得知：

許多學者致力於投入期貨商品的研究。舉凡台指期貨與不同投資標的之間的套利關係、大戶的籌碼對期貨投資之影響、台指期貨價格之發現、基本指標和技術指標對於台指期貨投資的有效性以及建立一模型來預測台指期未來價格之走勢。以上這些研究議題，在實驗的結果都有相當不錯的成效。

在指標型研究中，籌碼分析不管在期貨的避險方面還是趨勢的預測上，都有顯著的效果。而技術分析則是用來預測台指期貨的走勢或是形成投資策略，在進行實際驗證後，可以從中找出影響台指期之顯著指標以及指標組合之投資策略。在過去研究中，顯著之技術指標有 KD、RSI、BIAS 和 W%R。

對於股票市場中的不確定性，即所謂非線性的價格走勢，模糊理論能有效地應付市場中的不確定性，因此其在股票市場的預測上都有不錯的表現；而模糊理論也適合與其他演算法進行結合，使得所形成的預測模型更加彈性，更能適應市場中不同的情況，使模型預測的準確度更為提升。

在基因表達規劃法（GEP）的研究中，GEP 普遍存在兩項優點：（1）演算法本身兼具解答的搜尋能力和執行效率；（2）GEP 能用來解決相當多複雜的問題，如分類、預測和建立規則 GEP 都適用。在 GEP 的編碼上：（1）使用多基因編碼方式，能夠有效提升模型的穩定性；（2）結合隨機數值常數（RNCs），能夠有效提升模型的準確度；（3）透過編碼的設計，GEP 也能夠生成一棵決策樹。

許多學者在設計模型時，也試圖以加入多個演算法的方式，使之成為一個混合式模型(hybrid model)。透過結合各個演算法的優點，以期待能夠有更好的效益。研究結果顯示，多個演算法所形成的模型比單一演算法模型有更高的效益。

綜合以上研究現象與結果，本研究決定以 GEP 作為模型的基礎，以籌碼分析作為台指期之避險策略，加入三大法人交易量和未平倉量等變數到模型中，據以

提升模型避險之績效；並以技術分析作為台指期之進出場策略與資金配置策略之產生，過去研究之顯著指標，有 KD、RSI、BIAS 和 W%R，並加入心理線（PSY）指標成為第 5 個指標。此外，在模型中也會加入模糊理論，據以增加模型的獲利能力。模糊理論用來使得指標模糊化，讓投資策略更為彈性。最後，GEP 染色體編碼採用多基因染色體編碼，並結合隨機數值常數（RNCs），基因的編碼則會使用決策樹編碼或多基因家族編碼（MGFs）。



第參章 研究方法

第一節 研究架構

本研究使用台指期貨歷史資料作為模型探勘投資策以及回測 (backtesting) 之用。混合式模型中以基因表達規劃法來產生投資策略，此若干條交易規則會作為模糊系統中的規則庫。在證券市場中，交易策略扮演重要的角色，其中技術指標的條件值都是固定不變的，例如：當 $RSI > 90$ 則賣出，當 $RSI < 90$ 則不動作，可以發現 RSI 的條件值固定在 90，但有時候，市場的反應卻是在 $RSI > 88$ ，就必須賣出，以獲取更高的投資報酬率，藉由模糊理論的操作，可以讓 RSI 在 88 時也有機會進行賣出，讓整個交易策略更能應付市場的變化。最後，本研究使用多種分析指標，包含籌碼指標和技術指標，並透過混合式模型來產生投資策略，投資策略包含了擇時和資金配置策略。以台指期貨為例，擇時策略即要何時進出場交易，而資金配置策略則是要買賣多少期貨口數以及進行一些風險控管的機制（加碼減碼和停損停利機制）。

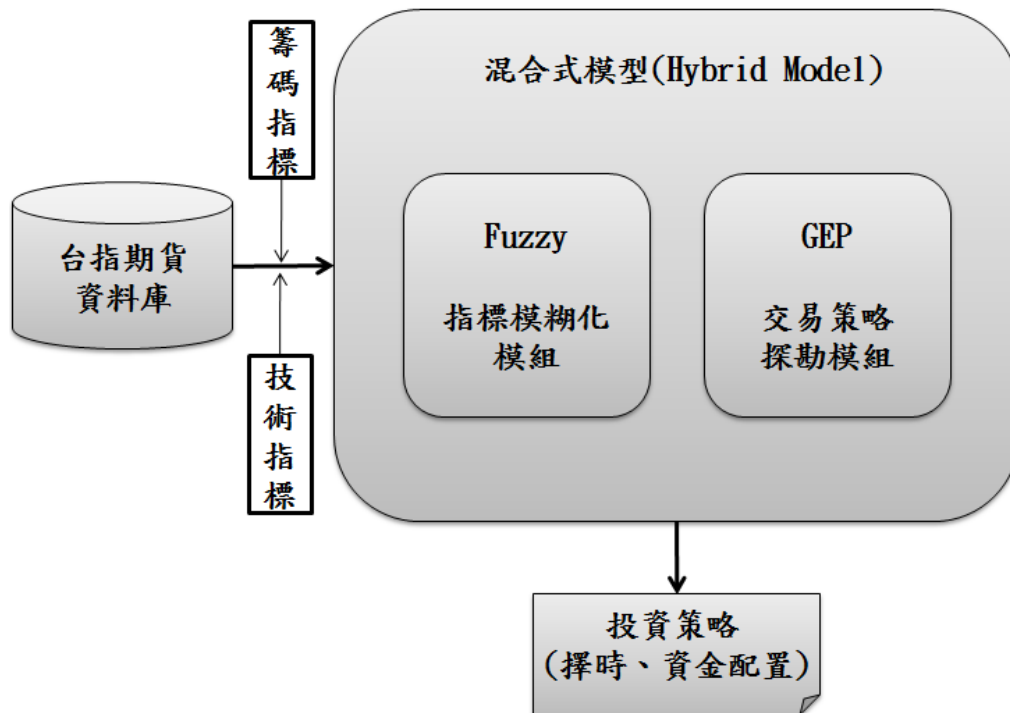


圖 3-1 研究架構圖

資料來源：本研究整理



第二節 變數選擇與定義

本研究將使用多種指標來產生投資策略，包含籌碼指標和技術指標。

一、籌碼指標

廖仁杰（2010）指出台灣獨特的投資環境，三大法人（外資、投信和自營商）為影響臺灣股市的重要指標，透過分析三大法人的交易量和未平倉量，能有效的預測台指期貨未來的走勢。因此，本研究以三大法人的交易量和未平倉量作為籌碼分析指標，據以在買賣期貨時，作為加碼與減碼的依據。本研究使用的籌碼分析指標如下：

表 3-1 籌碼分析指標

X1	三大法人交易量
X2	三大法人未平倉量

資料來源：廖仁杰（2010）

二、技術指標

用來決定交易策略進出場點和資金配置多寡。根據過去研究指出，KD、RSI、BIAS 和 W%R 指標能有效預測台指期貨市場，其中的 KD 指標 K 值與 D 值是分開計算，因此算做兩個指標，心理線（PSY）能瞭解到投資人的投資心理，本研究加入心理線指標成為第六個指標，最後本研究會驗證各個指標在台指期貨市場中的有效性。使用的技術面指標如下表整理：

表 3-2 技術面指標

Y1	K 隨機指標	Y2	D 隨機指標
Y3	RSI 相對強弱指標	Y4	BIAS 乖離率
Y5	W%R 威廉指標	Y6	PSY 心理線

資料來源：本研究整理

各指標公式如下(ezChart)：

1. RSI 相對強弱指標：計算某一段時間內買賣雙方力量，可作為超買、超賣的參考。

UP = 過去 n 日內上漲點數總和

DN = 過去 n 日內下跌點數總和

RS = UP / DN

n 日 RSI = $100 - 100 / (1 + RS)$

2. KD 隨機指標：反映出近期收盤價在該段日子中價格區間的相對位置。

Ln = 過去 n 日內最低價

Hn = 過去 n 日內最高價

RSV = (第 n 天收盤價 - Ln) / (Hn - Ln) * 100

K 值 = $2/3$ 前一日 K 值 + $1/3$ RSV

D 值 = $2/3$ 前一日 D 值 + $1/3$ 當日 K 值

若無前一日的 K 值與 D 值，則分別用 50 代入計算。

3. W%R 威廉指標：運用股市的擺動點找出其超買超賣現象。

Ln = 過去 n 日內最低價

Hn = 過去 n 日內最高價

n 日 W%R = $100 - (Hn - \text{第 } n \text{ 天收盤價}) / (Hn - Ln) * 100$

4. BIAS 乖離率：測量當日股價與移動平均線的偏離程度。當股價偏離平均線時，最終應該都會回歸平均線的平衡狀態。

TD = 當日股價

AD = 最近 n 日平均股價

n 日 BIAS = $(TD - AD) / AD$

5. PSY 心理線：探討某段期間內投資人趨向於買方或賣方的心理，來做為買賣股票的依據。

UPD = n 日內的上漲天數

n 日 PSY = UPD / n * 100

第三節 Fuzzy 指標模糊化模組設計

此模組的設計總共包含定義語意變數和建立歸屬函數、模糊化、建立規則庫、模糊推論、解模糊化等五個部份，分別說明如下：

一、定義語意變數和建立歸屬函數

Mendel (1995) 指出歸屬函數的制定可能會因為個人的感覺、習慣和判斷而有所不同，但在大多數的實際應用中，會輔以專家的經驗與知識，再透過標準化的歸屬函數來進行制定。一般常用的標準歸屬函數有 Z 型、S 型和 L 型和 P 型。

本研究將技術面指標值分成低、中和高三個集合，再根據過去的投資法則（參考 ezChart 網站）和標準歸屬函數分別定義出不同技術指標之歸屬函數。各個指標詳細定義如下：

1. RSI 相對強弱指標

當 RSI 值在 80 以上為超買，在 90 以上為賣點；在 20 以下為超賣，在 10 以下為買點。其低、中和高三個集合分別使用 Z 型、P 形、S 型三種歸屬函數型態以及歸屬函數的範圍值設定如下圖。

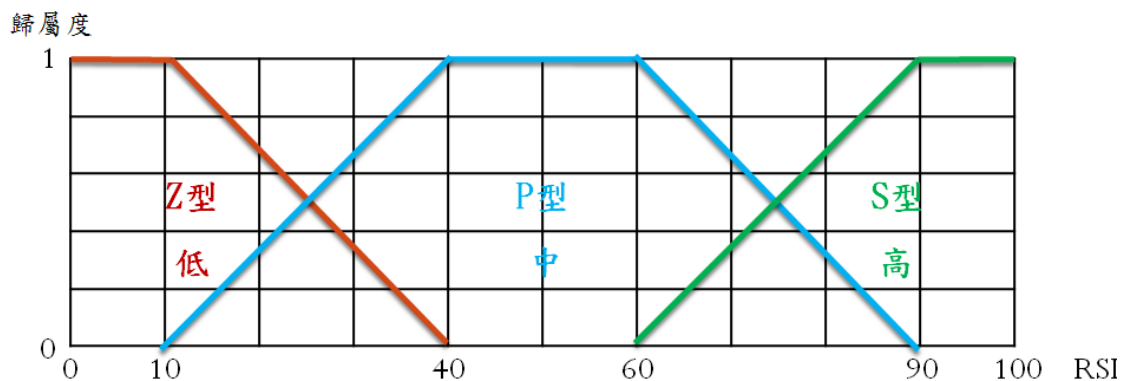


圖 3-2 RSI 相對強弱指標之歸屬函數

資料來源：本研究整理

2. KD 隨機指標

當 K 值在 80 以上，D 值在 70 以上，J 值大於 90 時為超買；K 值在 20 以下，D 值在 30 以下，J 值在 10 以下時為超賣。其低、中和高三個集合分別使用 Z 型、P 型、S 型三種歸屬函數型態以及歸屬函數的範圍值如下圖設定。

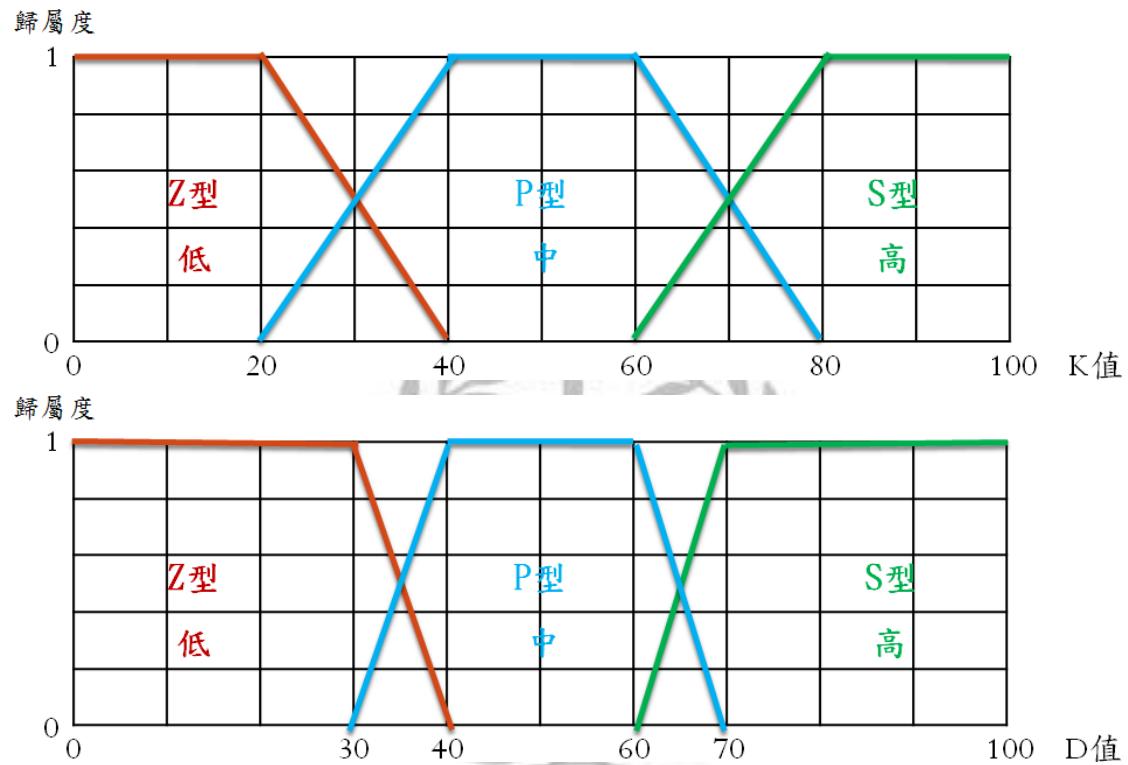


圖 3-3 KD 隨機指標之歸屬函數

資料來源：本研究整理

3. W%R 威廉指標

當 W%R 在 80% 以上為超賣；W%R 在 20% 以下為超買。其低、中和高三個集合分別使用 Z 型、梯形、S 型三種歸屬函數型態以及歸屬函數的範圍值如下圖設定。

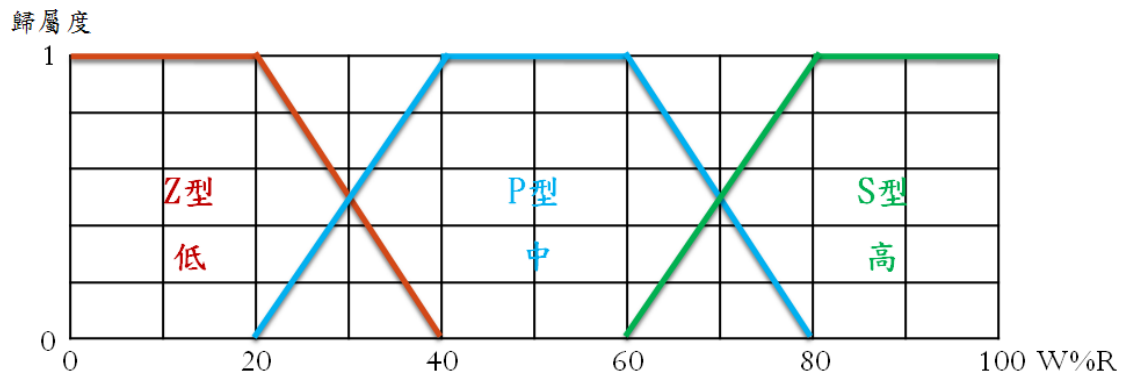


圖 3-4 W%R 威廉指標之歸屬函數

資料來源：本研究整理

4. PSY 心理線

PSY 的常態分布在 25% 至 75% 之間，當低於 10% 或高於 90% 時為超賣超買現象。其低、中和高三個集合分別使用 Z 型、梯形、S 型三種歸屬函數型態以及歸屬函數的範圍值如下圖設定。

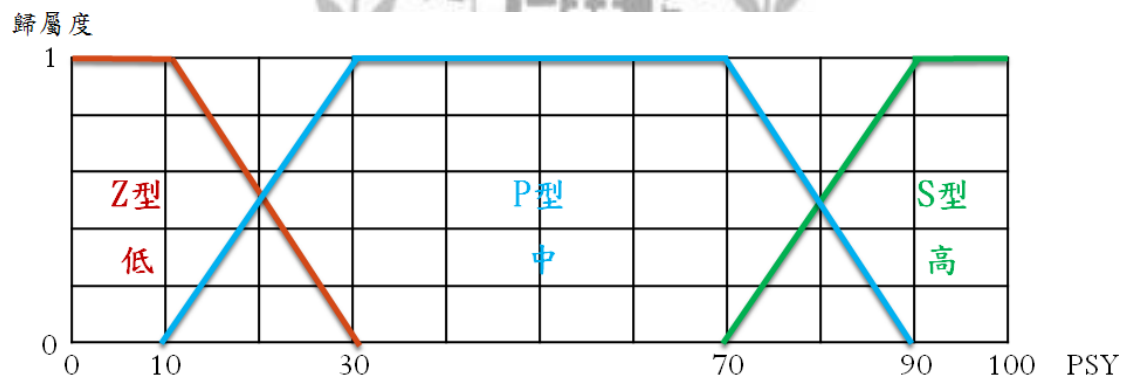


圖 3-5 PSY 心理線之歸屬函數

資料來源：本研究整理

5. BIAS 乖離率

當 BIAS 負值越大表示賣超，此時適合買進；正值越大表示買超，此時適合賣出。隨著指標天期越大，買進或賣出的時機 BIAS 值必須越大。例如：10 日乖離率達到 -4.5% 以下是買進時機，+5.0% 以上是賣出時機。25 日乖離率達到 -7.0% 以下是買進時機，+8.0% 以上是賣出時機。72 日乖離率達到 -11.0% 以下是買進時機，+14.0% 以上是賣出時機。其低、中和高三個集合皆使用三角型歸屬函數型態以及

歸屬函數的範圍值如下圖設定。

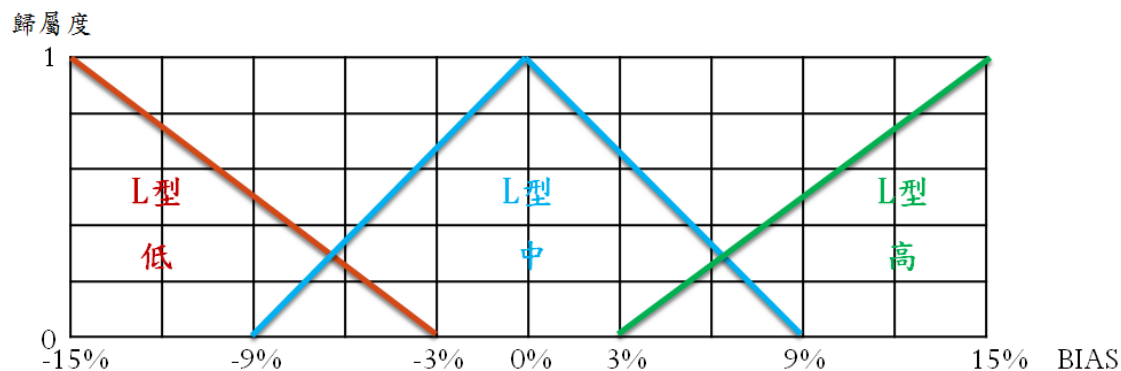


圖 3-6 BIAS 乖離率之歸屬函數

資料來源：本研究整理

本研究交易訊號將分成賣出、不動作和買入三個集合，其函數型態以及歸屬函數的範圍值設定如下圖。

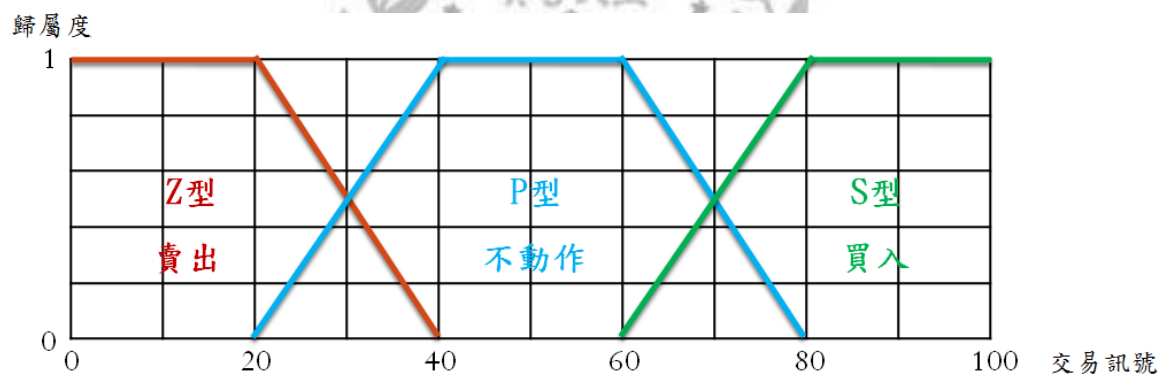


圖 3-7 交易訊號之歸屬函數

資料來源：本研究整理

二、模糊化

根據前一部分建立的歸屬函數，將輸入的技術指標進行模糊化的動作，計算出個別指標所屬集合以及歸屬度。

例如：根據歷史的資料計算出 $RSI=75$ ，根據圖 3-8 之歸屬函數可以得出， $RSI=75$ 同時屬於 $RSI=中 (0.5)$ 和 $RSI=高 (0.5)$ 兩個模糊集合。

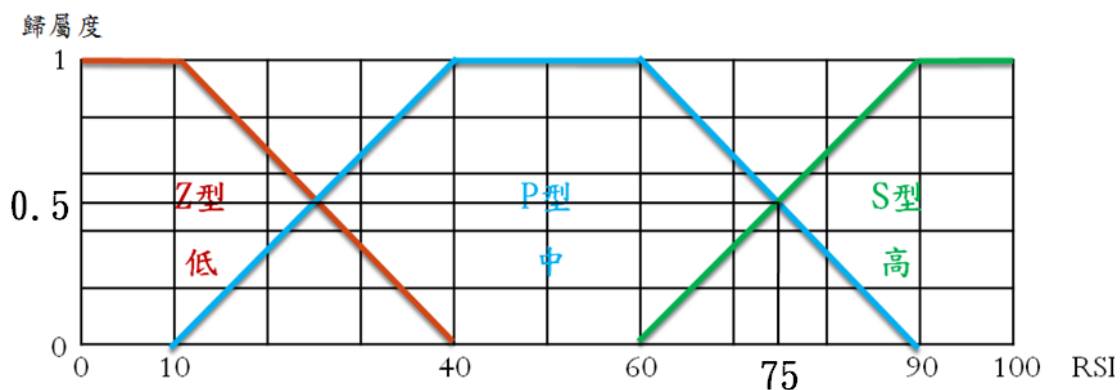


圖 3-8 技術指標模糊化釋例

資料來源：本研究整理

三、建立規則庫

此部分主要透過基因表達規劃法 (GEP) 模組所產生的交易策略作為此模糊系統的規則庫。

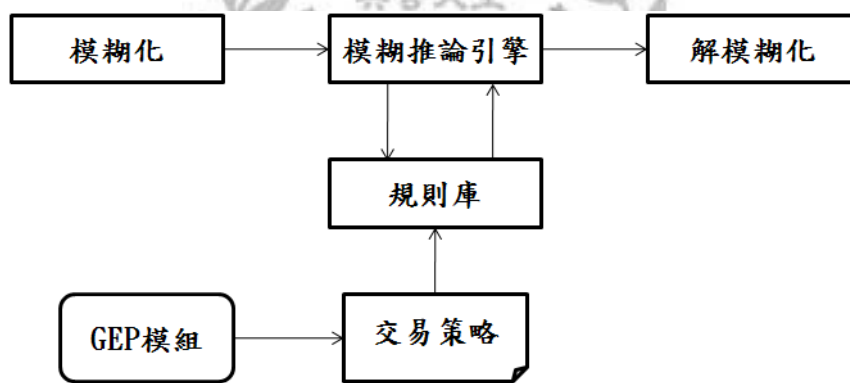


圖 3-9 建立規則庫釋例圖

資料來源：本研究整理

四、模糊推論

模糊推論指的是，將模糊化的技術指標與規則庫中的規則作比較，取得一個近似的推論。而模糊推論常用的方法有兩種，Mandani (1975) 提出第一種方法，當時此方法應用於控制蒸氣機和鍋爐；Sugeno (1985) 提出第二種方法，他使用單態函數作為規則後項的歸屬函數，改善了在推論的過程繁複的運算。

Mandani 推論法更接近、更直接以人類的思維描述專家的知識，但是，推論時的計算量龐大；Sugeno 推論法計算效率高，適合使用於即時系統中。本研究傾向

於使用 Mandani 推論法，讓交易規則在買賣的過程中，也能進行合理的解釋，再加上模型使用長時間歷史資料訓練，當模型訓練完畢後，就不需要進行更動，因此本研究模型屬於非即時的系統，計算量龐大的問題就不是那麼重要。

五、解模糊化

使得模糊推論的結果成為一個單一的明確值，以便決定最終的交易訊號。以本研究為例，當最後輸出的明確值 ≤ 20 則賣出，明確值 ≥ 80 則買進，其餘則不動作。本研究採用經常使用的重心法，雖然計算較耗時，但是能得到較準確的輸出結果。

六、總結

指標模糊化模組各階段使用的方法整理如下表：

表 3-3 指標模糊化模組各階段使用方法

執行階段	使用方法
建立歸屬函數	根據專家規則
模糊化	根據歸屬函數
建立規則庫	根據 GEP 模組產出的交易規則
模糊推論	Mandani 推論法
解模糊化	重心法

資料來源：本研究整理

第四節 GEP 投資策略探勘模組設計

此模組設計包含染色體編碼和適應函數兩個部分，分別說明如下：

一、染色體編碼

本研究採用多基因染色體編碼，共包含五個基因片段，各基因片段完成任務和編碼方式如下所示：

基因一	基因二	基因三	基因四	基因五
-----	-----	-----	-----	-----

圖 3-10 多基因染色體釋例

資料來源：本研究整理

(一) 基因一：進出場策略基因

採用決策樹編碼方式，目的是生成一棵具備交易規則的決策樹。基因一包含頭部、尾部和 Dc 三個部分，以及一個 RNC 陣列。頭部可以包含屬性節點和終端節點，尾部只能包含終端節點，Dc 中的值代表 RNC 陣列的位置值，RNC 陣列中的值為技術指標的天期。基因一使用之屬性節點有 6 個（6 個技術指標），終端節點有 3 個（分別為賣出、不動作和買入 3 種交易動作）。頭部包含屬性節點，屬性節點分支度皆為 3（低、中、高）。Elder 在《Come Into My Trading Room》一書中有提到，在投資市場中，技術指標的多寡不是問題，重要的是找到兩三個能在市場中獲利的技術指標。因此頭部長度設定為 4，可以限制樹的高度最高為 2，意思即產生的交易規則最多包含兩個技術指標，如：15 天期 R = 低 & 11 天期 W = 高則買進，當兩個指標同時成立則會進行買進動作。知道頭部長度後，可以透過 $t = h(N_{\max} - 1) + 1$ 公式求解出尾部長度為 9；而 Dc 長度必須與頭部長度相同，因此 Dc 長度為 4；RNC 陣列長度沒有限制，本研究設定為 15。其中頭部和尾部用來生成交易規則，Dc 和 RNC 陣列用來決定技術指標天期。

基因一使用的屬性節點與終端節點如下表所示：

表 3-4 基因一屬性節點與終端節點

屬性節點	值域	表示符號
K 隨機指標	低、中、高	K
D 隨機指標	低、中、高	D
RSI 相對強弱指標	低、中、高	R
W%R 威廉指標	低、中、高	W
PSY 心理線	低、中、高	P
BIAS 乖離率	低、中、高	B
終端節點	值域	表示符號
交易訊號	賣出、不動作、買進	s, n, b

資料來源：本研究整理

基因一參數設定如下表所示：

表 3-5 基因一參數設定

參數設定	值
頭部長度	4
尾部長度	9
Dc 長度	4
基因總長度	17
RNC 陣列長度	15
RNC 型態	整數
RNC 值域	[3, 20]

資料來源：本研究整理

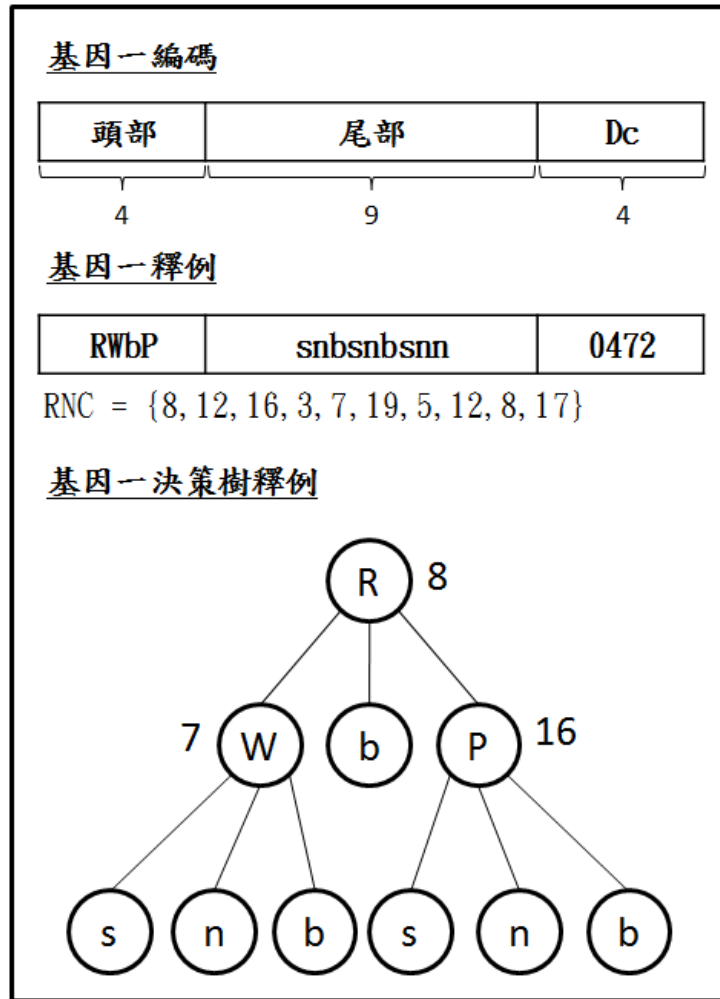


圖 3-11 基因一編碼與釋例

資料來源：本研究整理

為了方便說明，圖 3-11 的 RNC 陣列長度設定為 10（與本研究的設定不同）。以下說明決策樹之建立方式：大致上為由左而右讀取基因片段的各個節點，然後根據讀取的節點由上而下、由左而右依序建立出決策樹。比如說，根據圖 3-11 基因釋例：一開始，先讀取基因的第 1 個節點 R 作為決策樹的樹根（Root），第一個節點必定為屬性節點（若非屬性節點則決策樹無法向下分支），本研究的屬性節點分支度皆為 3，接下來，根據以下規則進行分支，當碰到屬性節點則繼續分支，向基因讀取 3 個節點作為下一個分支點；當碰到終端節點則停止分支。樹根 R 為屬性節點，因此 R 向下分支 3 個節點，此三個節點由左而右分別為 WbP，接著，再根據剛剛分支的三個節點 WbP 繼續向下分支，W 為屬性節點繼續向下分支 snb，b

為終端節點則停止分支，P 為屬性節點繼續向下分支 snb。以此類推，當所有的分支點皆為終端節點則停止分支，決策樹建立完成。

基因片段後方的 Dc 片段是用來指定技術指標的天期，頭部與 Dc 片段長度皆為 6，因此 Dc 片段中的數值依序對應到頭部的各個節點，當碰到屬性節點才去對應天期；反之，當碰到終端節點則不用去對應天期。比如說，圖 3-11 中的頭部有 RWbP，分別對應到 Dc 片段中 0472，而其中 RWP 為屬性節點，分別對應 042 數值。而 Dc 片段中的數值代表 RNC 陣列中位置的值，陣列的起始位置由 0 開始。比如說，圖 3-11 中的 W 對應到 Dc 片段中的 4，再根據 4 去找 RNC 陣列中第 4 個位置的值，即數值 7，因此可以知道 W 這個技術指標的天期為 7。

規則取得的方式為：(1) 由樹根開始搜尋到終端節點便能產生一條規則。因此在圖 3-11 中有 7 個終端節點便會產生 7 條規則。(2) 由樹根開始向下搜尋時，當碰到屬性節點時，能得知該屬性節點的技術指標與天期；接著，屬性節點向下分支時，當分支往左邊時代表低，往中間時代表中，往右邊時則代表高。(3) 最後，碰到終端節點則較簡單，s, n, b 符號分別代表賣出、不動作和買進等交易訊號。基因一釋例產生之交易規則如下：

規則 1：當 8 日 RSI = 低 & 7 日 W%R = 低 則賣出。

規則 2：當 8 日 RSI = 低 & 7 日 W%R = 中 則不動作。

規則 3：當 8 日 RSI = 低 & 7 日 W%R = 高 則買進。

規則 4：當 8 日 RSI = 中 則買進。

規則 5：當 8 日 RSI = 高 & 16 日 PSY = 低 則賣出。

規則 6：當 8 日 RSI = 高 & 16 日 PSY = 中 則不動作。

規則 7：當 8 日 RSI = 高 & 16 日 PSY = 高 則買進。

(二) 基因二：資金配置基因

採用 MGFs 編碼，即頭部長度為 0 的編碼方式，整個基因片段只剩下尾部的部分。基因二包含尾部和 Dc 兩個部分，以及一個 RNC 陣列。尾部長度為 1，放置 1 個?符號，Dc 長度同樣為 1，Dc 中的值用來指定 ? 的值。基因二用來決定，當交易訊號成立時，買進的期貨口數，Dc 中 ? 並結合 RNC 來決定買入口數。基因二參數設定如下表所示：

表 3-6 基因二參數設定

參數設定	值
頭部長度	0
尾部長度	1
Dc 長度	1
基因總長度	2
RNC 陣列長度	5
RNC 型態	整數
RNC 值域	[5, 10]

資料來源：本研究整理

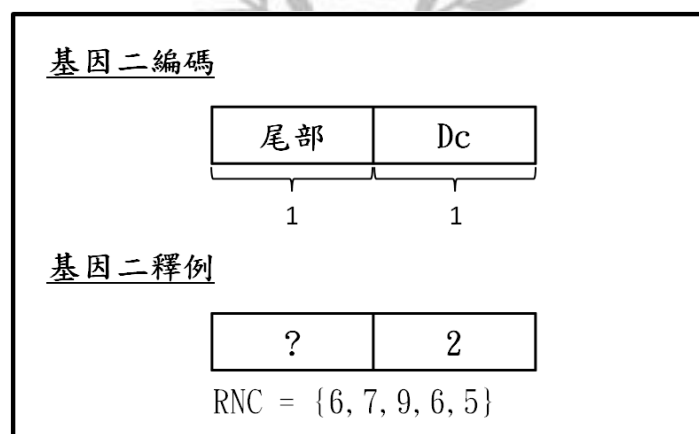


圖 3-12 基因二編碼與釋例

資料來源：本研究整理

本研究的資金配置策略已經假設為：

規則：當交易訊號為買進時，買進?口期貨。

Dc 片段中的值會對應到尾部中的？，Dc 片段中的值代表在 RNC 陣列中位置的值，根據 Dc 片段中的值可以在 RNC 陣列中找出取代？的值。比如說，在圖 3-12 中，Dc 片段中數值 2 對應到？，再根據數值 2 找出 RNC 陣列中第 2 個位置的值，即數值 9，因此資金配置策略的？由 9 取代之。

因此基因二釋例產生之交易規則如下：

規則：當交易訊號為買進時，買進 9 口期貨。

(三) 基因三：加減碼策略基因

採用決策樹編碼方式，目的是生成一棵能判斷加碼和減碼的決策樹。基因三包含頭部、尾部和 Dc 三個部分，以及一個 RNC 陣列。頭部可以包含屬性節點和終端節點，尾部只能包含終端節點，Dc 中的值代表 RNC 陣列的位置值，RNC 陣列中的值為籌碼指標的門檻值。基因三使用的屬性節點有 2 個(2 個籌碼指標)，終端節點有 2 個(分別為加碼和減碼 2 個動作)。頭部包含屬性節點，屬性節點分支度皆為 2 (低、高)，頭部長度設定為 3，可以限制樹的高度最高為 2，意思即最後生成的規則最多包含 2 個籌碼指標，如：A ≤ 2316 & B > 5421 則加碼等規則；知道頭部長度後，可以透過 $t = h(N_{max} - 1) + 1$ 公式求解出尾部長度為 4；而 Dc 長度必須與頭部長度相同，因此 Dc 長度為 3；RNC 陣列長度沒有限制，本研究設定為 10。其中頭部和尾部用來生成加減碼規則，Dc 和 RNC 陣列用來決定籌碼指標的門檻值。

基因三使用的屬性節點與終端節點如下表：

表 3-7 基因三屬性節點與終端節點

屬性節點	值域	表示符號
三大法人交易量	低、高	A
三大法人未平倉量	低、高	B
終端節點	值域	表示符號
加減碼訊號	減碼、加碼	d, i

資料來源：本研究整理

基因三參數設定如下表所示：

表 3-8 基因三參數設定

參數設定	值
頭部長度	3
尾部長度	4
Dc 長度	3
基因總長度	10
RNC 陣列長度	10
RNC 型態	整數
RNC 值域	[-10000, 10000]

資料來源：本研究整理

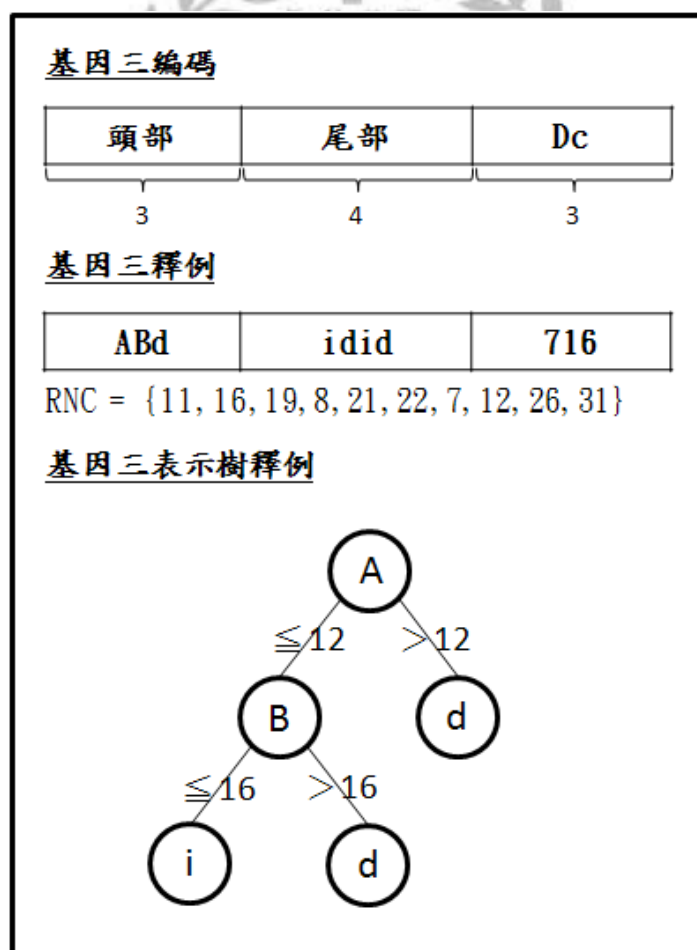


圖 3-13 基因三編碼與釋例

資料來源：本研究整理

為了方便說明，圖 3-13 的 RNC 陣列採用較小的值域(實際上範圍為-10000~10000)。而基因三與基因一採用相同的編碼方式，樹的生成與規則轉換同基因一方法，唯一的不同是，基因三的 Dc 與 RNC 陣列是用來決定籌碼指標的門檻值。基因三釋例產生之交易規則如下：

規則 1：當交易量 ≤ 12 & 未平倉量 ≤ 16 則加碼

規則 2：當交易量 ≤ 12 & 未平倉量 > 16 則減碼

規則 3：當交易量 > 12 則減碼

(四) 基因四：加減碼資金比例基因

採用 MGFs 編碼，即頭部長度為 0 的編碼方式，整個基因片段只剩下尾部的部分。基因四包含尾部和 Dc 兩個部分，以及一個 RNC 陣列。尾部長度為 2，放置 2 個 ? 符號，Dc 長度同樣為 2，Dc 中的值分別用來指定 2 個 ? 的值。基因四用來決定，當加減碼策略成立時，所必須加減碼的資金比例，其中 1 個 ? 用來決定加碼資金比例，另一個 ? 用來決定減碼資金比例。

基因四參數設定如下表所示：

表 3-9 基因四參數設定

參數設定	值
頭部長度	0
尾部長度	2
Dc 長度	2
基因總長度	4
RNC 陣列長度	5
RNC 型態	整數
RNC 值域	[20, 50]

資料來源：本研究整理

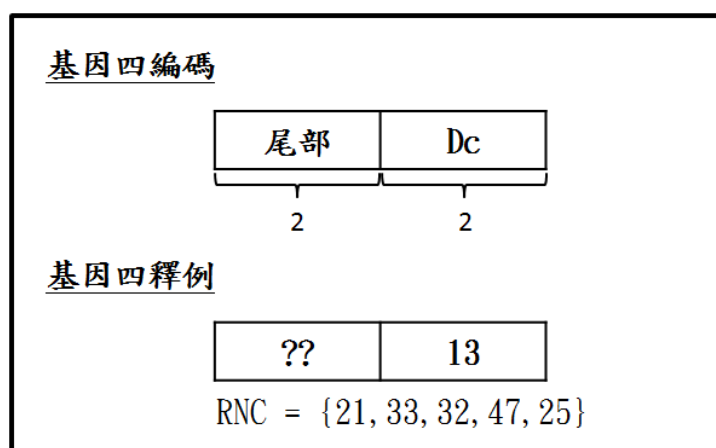


圖 3-14 基因四編碼與釋例

資料來源：本研究整理

基因四規則轉換與基因二採用相同方式，Dc 中的值分別對應一個問號，基因四釋例產生之交易規則如下：

規則 1：當加碼訊號成立時，加碼 33% 資金。

規則 2：當減碼訊號成立時，減碼 47% 資金。

(五) 基因五：停損停利基因

採用 MGFs 編碼，即頭部長度為 0 的編碼方式，整個基因片段只剩下尾部的部分。基因五包含尾部和 Dc 兩個部分，以及一個 RNC 陣列。尾部長度為 2，放置 2 個 ? 符號，Dc 長度同樣為 2，Dc 中的值分別用來指定 2 個 ? 的值。基因五用來決定停利點和停損點，其中 1 個 ? 用來決定停利點，另一個 ? 用來決定停損點。

基因五參數設定如下表所示：

表 3-10 基因五參數設定

參數設定	值
頭部長度	0
尾部長度	2
Dc 長度	2

基因總長度	4
RNC 陣列長度	5
RNC 型態	整數
RNC 值域	[120, 200]

資料來源：本研究整理

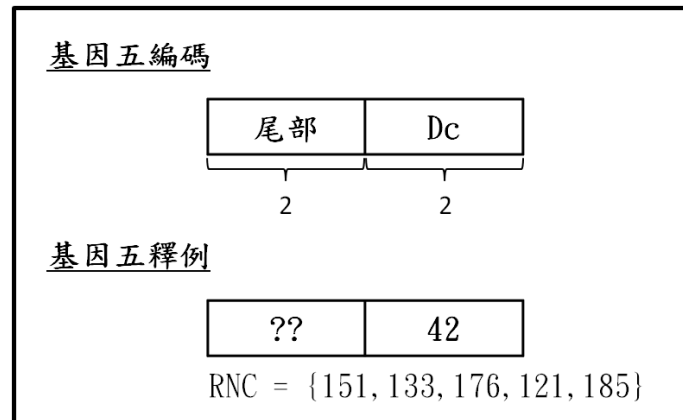


圖 3-15 基因五編碼與釋例

資料來源：本研究整理

基因五規則轉換與基因二採用相同方式，基因五釋例產生之交易規則如下：

規則 1：當獲取 185 點獲利點數時（停利點），則進行出場動作。

規則 2：當損失 176 點獲利點數時（停損點），則進行出場動作。

二、適應函數

（一）交易成本

台指期貨(大台指)的交易成本包含了交易稅和交易手續費，說明如下：

(1) 交易稅 = 每口契約價值 * 稅率

每口契約價值 = 8000 點(台指期平均成交價) * 200 = 1600000

交易稅 = 1600000 * 0.00004(稅率) = 64

(2) 交易手續費：根據券商價格平均為 50

(3) 每口交易成本 = (交易稅 + 交易手續費) * 2(買和賣分別算一次)

$$\text{每口交易成本} = (64 + 50) * 2 = 228$$

(4) 如果使用網路下單的話，手續費還會有折扣，因此交易成本折衷為 200。

(二) 獲利點數

在台指期貨的交易中，從買入到賣出期間所獲取之指數漲跌幅度，並乘以買進時的期貨口數，稱之為獲利點數。並考量交易成本，每口期貨的交易成本為 200 元整，約等於 1 點的獲利點數，當買進 7 口期貨，就產生了 7 點的成本。因此，考量交易成本的獲利點數公式如下(當中扣除的買進口數就是較易成本)：

$$\text{獲利點數} = (\text{賣出成交價} - \text{買進成交價}) * \text{買進口數} - \text{買進口數}$$

比如說：當台股指數為 8300 點時買入 3 口期貨，當台股指數漲到 8350 點進行賣出，如此一來，就賺取了 $(8350 - 8300) * 3 - 3 = 147$ 點的獲利點數。而大台指每點價值為新台幣 200 元整，將獲利點數乘以 200 就是實質的獲利金額，如上例子，147 點獲利點數等於 $147 * 200 = 29400$ 獲利金額。

(三) 風險報酬

一個好的交易策略，不僅僅能夠獲取高額報酬，同時也必須盡可能降低交易的風險，意思即每次的獲利結果皆能維持在一個穩定的狀態下。因此，本研究使用標準差來衡量交易的風險，而加 1 是為了防止標準差等於 0。因此，考量風險的報酬公式如下：

$$\text{風險報酬} = \text{獲利點數} / (\text{報酬之標準差} + 1)$$

(四) 結論

本研究採用風險報酬作為 GEP 模組的適應函數，藉此來衡量染色體的優劣，期望找出兼具高報酬和低風險的投資策略。

第五節 混合式模型流程

一、訓練期

一開始，GEP 模組會產生初始族群，初始族群中交易策略（基因一）會作為 Fuzzy 模組的規則庫。接著，Fuzzy 模組會將期貨歷史資料的技術指標模糊化，再根據規則庫進行模糊推論，最後解模糊化來決定買進或賣出期貨。投資策略模擬會應用到 GEP 模組基因二到基因五的部分，包含資金配置、加減碼以及停損停利。投資策略模擬完畢後，就能評估族群的適應值，皆著判斷是否達到終止條件，本研究的終止條件為演化代數（例如 50 代），若達到終止條件則取得最佳的投資策略，若無則繼續進行一連串族群染色體演化的動作，即選擇、複製、突變、反轉、轉換和重組，經過這些動作後會產生新一代族群，再去進行上述提到的模糊推論、投資策略模擬以及評估適應值，直到達到終止條件為止。

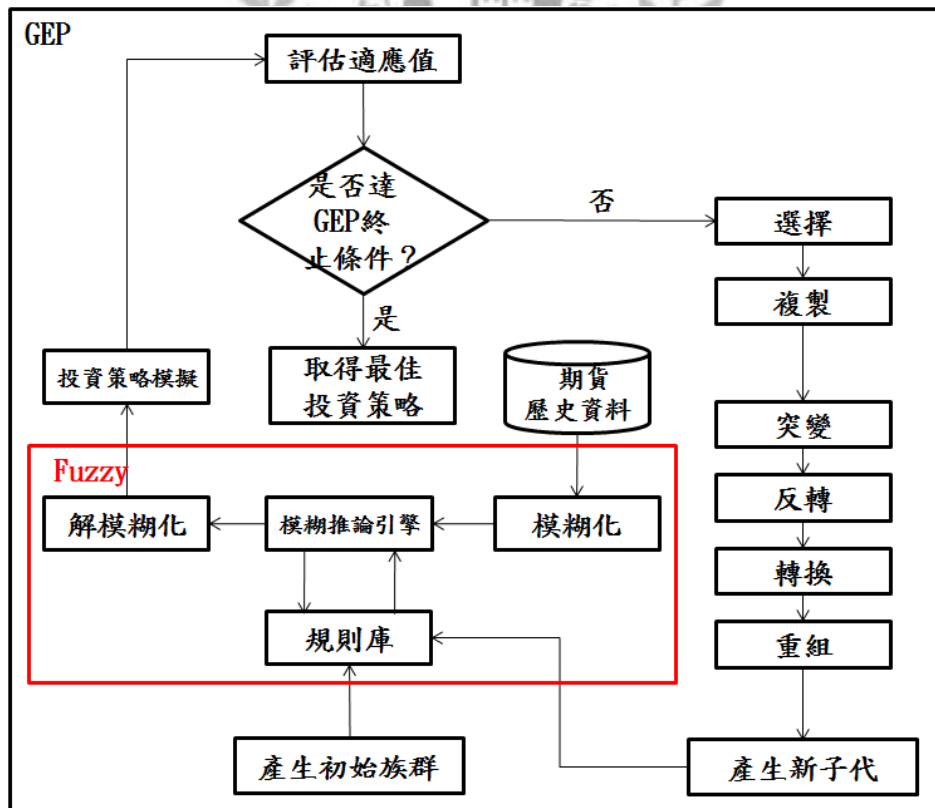


圖 3-16 混合式模型訓練期流程圖

資料來源：本研究整理

二、測試期

當訓練完後，GEP 模組會產生一組最佳的投資策略，即一個最佳的染色體。基因一的進出場策略會作為 Fuzzy 模組的規則庫；基因二至基因五則是在進行投資策略模擬時會使用到，基因二決定買進口數、基因三和基因四決定加減碼口數以及基因五決定停損停利點。

接著，會將期貨測試資料的技術指標計算好後，透過 Fuzzy 模組將指標模糊化，再根據模糊推論和解模糊化決定買進或賣出期貨，投資策略模擬會進行資金配置、加減碼以及停損停利，當投資策略模擬完畢後，取得測試結果。

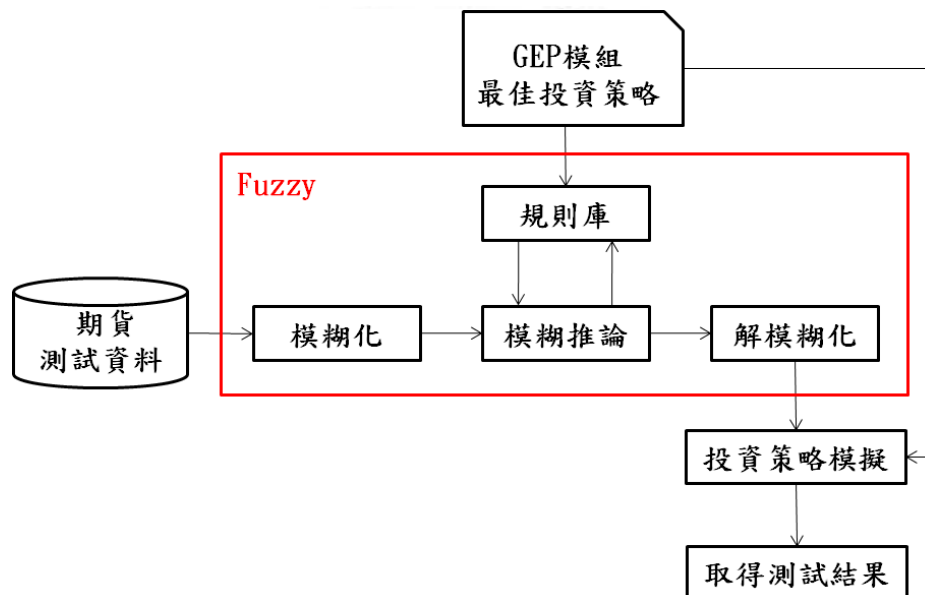


圖 3-17 混合式模型測試期流程圖

資料來源：本研究整理

第六節 投資策略模擬

此章節會對投資策略模擬的部分進行詳細解說。本研究同時採用做多做空的交易方式，並保持手上只有多單或空單其中一種單子。比如說：你手上擁有多單，當交易訊號為賣出時，你會賣出此多單，然後等待下一個交易訊號產生，再來決定買進多單或賣出空單。流程圖主要在說明每根 K 棒會執行的交易動作，流程圖如下所示（當中的 COG 指的是重心）：

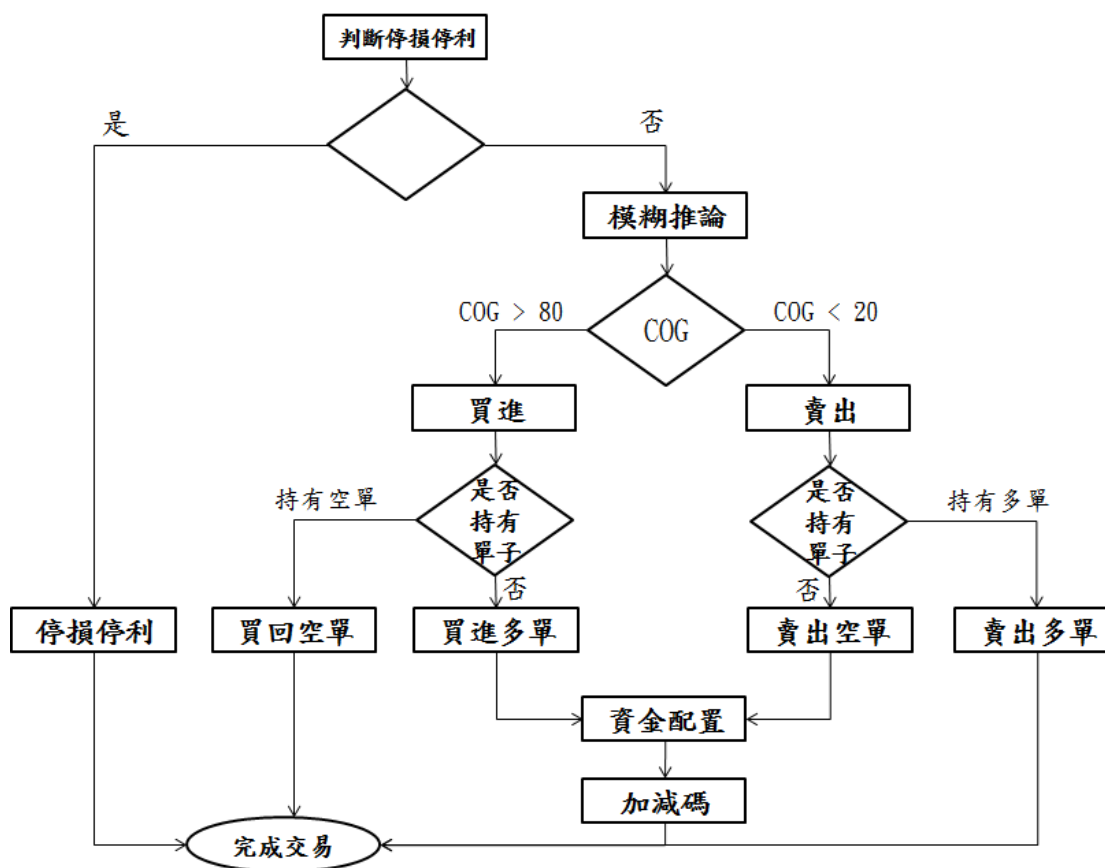


圖 3-18 投資策略模擬流程圖

資料來源：本研究整理

第七節 實驗設計

一、研究對象

台灣指數期貨分為大台指和小台指，兩者不同之處在於小台指的漲跌價值和保證金為大台指的四分之一，其餘皆相同。比如說：大台指漲跌一點價值為 200，而小台指為 50；至於保證金部分，維持一口大台指的保證金為 64000，而小台指為 16000。因此本研究提出的交易模型能同時應用於兩者，只要根據投資人資金的多寡就能去決定投資大台指或小台指。最後，本研究將以大台指的為例，進行實驗的結果分析。

二、移動視窗

期貨的價格屬於時間序列（Time Series）資料，Zuo et al.（2004）提出移動式窗（Sliding Window）的方法，目的是為了解決時間序列的問題。研究結果顯示，使用此方法比以往資料訓練的方法，更能解決時間序列的問題。

本研究將採用移動視窗的方式訓練資料。資料的期間為七年，為 2007/07/01 到 2014/03/31 的期貨交易資料。訓練期為九個月，測試期為三個月，一次移動三個月，總共能移動 23 次，共計 24 個資料期間。移動式窗方式如圖 3-19 所示，以及各視窗訓練期和測試期資料區間如表 3-11 所示。

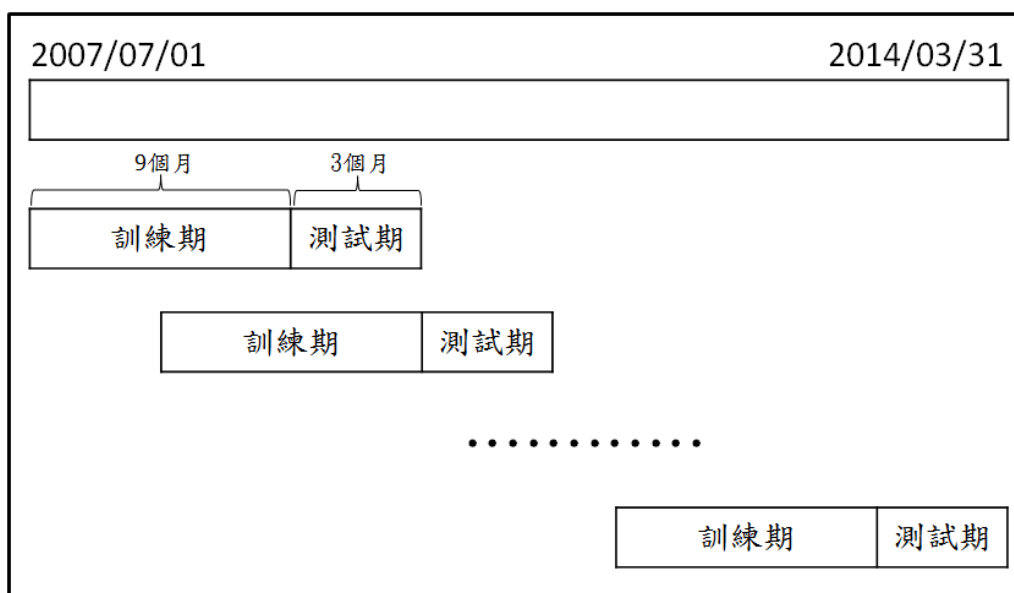


圖 3-19 移動式窗

資料來源：本研究整理

表 3-11 各移動視窗資料區間

視窗	訓練期	測試期
1	2007/07/01–2008/03/31	2008/04/01–2008/06/30
2	2007/10/01–2008/06/30	2008/07/01–2008/09/30
3	2008/01/01–2008/09/30	2008/10/01–2008/12/31
4	2008/04/01–2008/12/31	2009/01/01–2009/03/31
5	2008/07/01–2009/03/31	2009/04/01–2009/06/30
6	2008/10/01–2009/06/30	2009/07/01–2009/09/30
7	2009/01/01–2009/09/30	2009/10/01–2009/12/31
8	2009/04/01–2009/12/31	2010/01/01–2010/03/31
9	2009/07/01–2010/03/31	2010/04/01–2010/06/30
10	2009/10/01–2010/06/30	2010/07/01–2010/09/30
11	2010/01/01–2010/09/30	2010/10/01–2010/12/31
12	2010/04/01–2010/12/31	2011/01/01–2011/03/31
13	2010/07/01–2011/03/31	2011/04/01–2011/06/30
14	2010/10/01–2011/06/30	2011/07/01–2011/09/30
15	2011/01/01–2011/09/30	2011/10/01–2011/12/31
16	2011/04/01–2011/12/31	2012/01/01–2012/03/31

17	2011/07/01–2012/03/31	2012/04/01–2012/06/30
18	2011/10/01–2012/06/30	2012/07/01–2012/09/30
19	2012/01/01–2012/09/30	2012/10/01–2012/12/31
20	2012/04/01–2012/12/31	2013/01/01–2013/03/31
21	2012/07/01–2013/03/31	2013/04/01–2013/06/30
22	2012/10/01–2013/06/30	2013/07/01–2013/09/30
23	2013/01/01–2013/09/30	2013/10/01–2013/12/31
24	2013/04/01–2013/12/31	2014/01/01–2014/03/31

資料來源：本研究整理

三、實驗環境

(一) 硬體環境

本研究實驗平台之硬體設備，實驗之進行皆在此硬體設備下完成。
如表 3-12 所示。

表 3-12 硬體環境

硬體環境	
中央處理器	Intel(R) Core(TM) i5 CPU 750 @2.67GHz 四核心
記憶體	4GB
硬碟	1TB

資料來源：本研究整理

(二) 軟體環境

本研究將使用 MultiCharts.net 程式交易平台自行開發交易策略模型，其使用程式語言為 C#。最後實驗結果將使用 Microsoft Excel 進行分析。整體軟體環境如表 3-13 所示。

表 3-13 軟體環境

軟體環境	
作業系統	Microsoft Window 7
程式開發工具	Visual Studio 2012 MultiCharts.net

程式語言	C#
分析工具	Microsoft Excel 2010

資料來源：本研究整理

四、實驗設計

本研究的 K 棒長度設定為 15 分鐘，據以探討在短期交易下投資策略的有效性；資金配置口數最多設定為 15 口(GEP 會從 3-15 口中挑選出一個最佳的配置口數)。實驗設計的部分，將會驗證本研究提出方法之有效性，包含指標模糊化、動態天期指標、加減碼策略和停損停利策略的應用。以下會詳細說明各個實驗的內容與執行方式。

(一) 實驗一：模糊理論能讓交易策略的成立更為彈性，例如：當 RSI 指標大於 90 必須賣出，藉由模糊理論，能讓 RSI 指標大於 86 就賣出。如圖 3-20，模型 A 結合了模糊理論，而模型 B 只有 GEP 模型本身，藉由模型 A 和模型 B 的比較來瞭解指標模糊化在期貨市場的有效性。

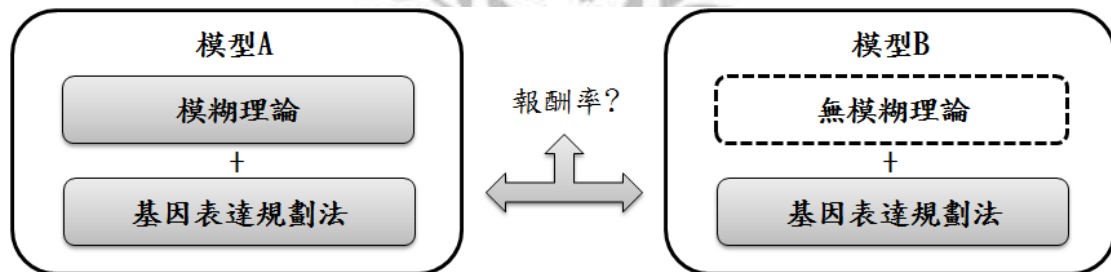


圖 3-20 實驗一設計

資料來源：本研究整理

(二) 實驗二：動態天期指標能讓指標更為多樣化，進而避免指標鈍化。比如說，動態天期指標設定為 3 至 20 天期，而固定天期指標則固定為 5、10、15 和 20 天期。如圖 3-21，模型 A 使用動態天期指標，而模型 B 使用固定天期指標，藉由模型 A 和模型 B 的比較來瞭解動態天期在期貨市場的有效性。

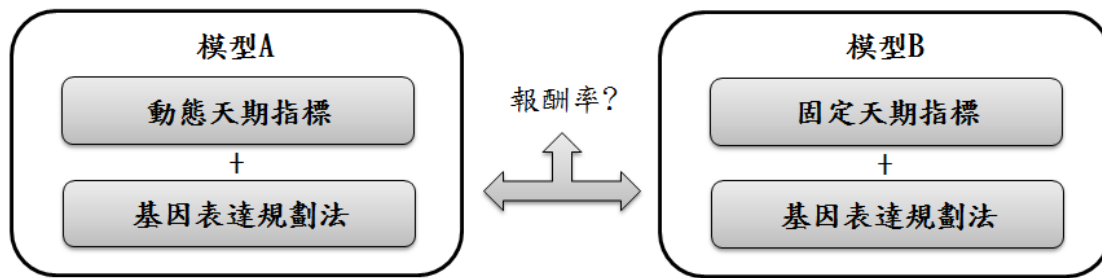


圖 3-21 實驗二設計

資料來源：本研究整理

(三) 實驗三：GEP 模型能根據市場趨勢產生最適的資金配置，而凱利公式能根據過去的勝率計算出資金配置。如圖 3-22，模型 A 使用 GEP 演算法產生的資金配置去進行交易，而模型 B 使用凱利公式產生的資金配置去進行交易，藉由模型 A 和模型 B 的比較來瞭解 GEP 和凱利公式資金配置在期貨市場的有效性。

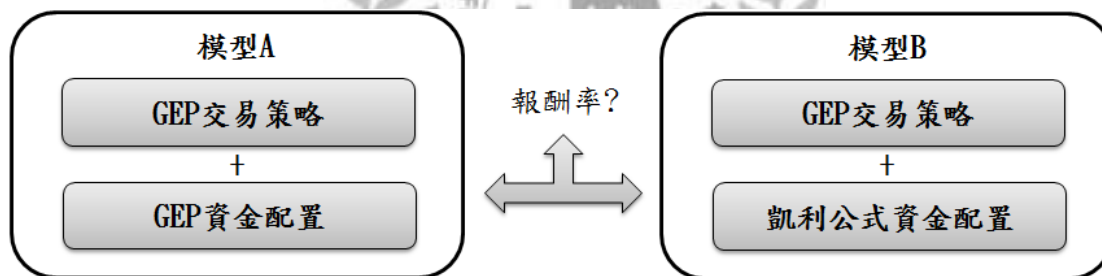


圖 3-22 實驗三設計

資料來源：本研究整理

(四) 實驗四：根據過去研究顯示，使用多種指標比單一指標在期貨市場的分析能有較佳的表現。如圖 3-23，技術指標皆用來產生基本的交易策略，在模型 A 中，會使用籌碼指標來產生避險策略，而模型 B 則沒有使用避險策略，藉由模型 A 和模型 B 的比較來瞭解籌碼指標在期貨市場中避險的有效性。

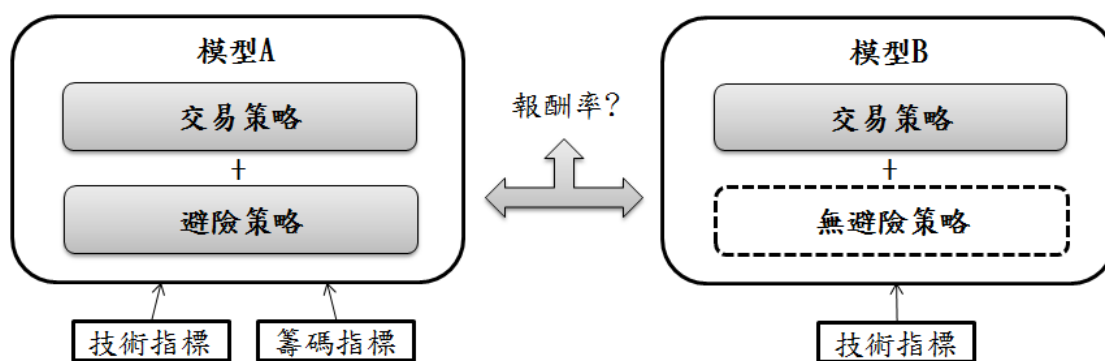


圖 3-23 實驗四設計

資料來源：本研究整理

(五) 實驗五：本研究加入了停損停利策略到投資策略中，此實驗會試圖驗證停損停利策略的有效性。如圖 3-24，模型 A 的投資策略會包含停損停利策略，而模型 B 則沒有包含停損停利策略，藉由模型 A 和模型 B 的比較來瞭解停損停利策略在期貨市場中的有效性。

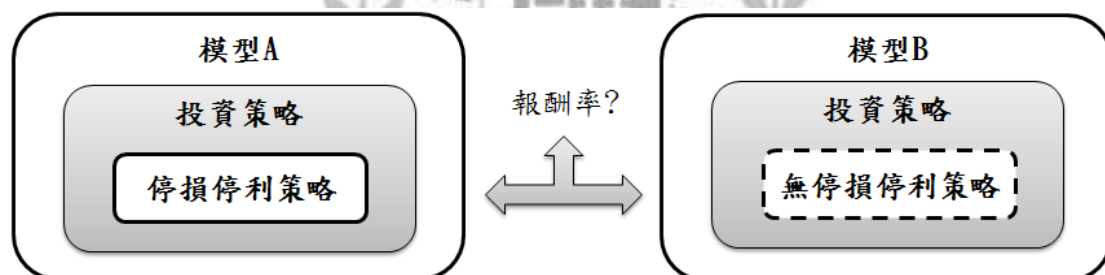


圖 3-24 實驗五設計

資料來源：本研究整理

第八節 模型績效評估

一、效果分析

各模型將使用交易次數、勝率、總獲利點數、平均獲利點數和風險報酬等指標進行模型之間的比較，用以說明本研究的模型產生的投資策略具有獲利能力和避險能力。本研究使用的效果分析指標說明如下：

(一) 交易次數：一次交易包含了買進和賣出，例如：先買進 7 口期貨，之後再賣出 7 口期貨，算一次交易。而交易次數為在某交易期間所進行買賣的次數，例如：在 2008/03/01-2008/05/31 期間共買賣了 56 次，交易次數為 56。交易次數能用來衡量投資策略對於市場的反應能力。

(二) 勝率：交易次數當中又包含了獲勝次數和落敗次數，獲勝次數為在此次交易獲取正的報酬，反之，落敗次數為負報酬。因此，將獲勝次數除以交易次數就能取得勝率，可以瞭解投資策略在某交易期間獲勝的機率。勝率當然越高越好，但是有時候勝率高並不代表獲利就高，比如說：獲勝時，都是贏小錢；落敗時，都是輸大錢。如此一來，獲利就不是那麼明顯。通常勝率會與獲利共同分析，以正確的評估投資策略的好壞。

$$\text{勝率} = \text{獲勝次數} / \text{交易次數}$$

(三) 總獲利點數：每次交易時，都會獲取正報酬或負報酬。在台指期貨中，每次交易的漲跌的點數就如同交易報酬。因此，將某交易期間所有交易的漲跌的點數加總就是所謂的總獲利點數。

$$\text{總獲利點數} = \text{交易}_1 \text{漲跌點數} + \text{交易}_2 \text{漲跌點數} + \dots + \text{交易}_n \text{漲跌點數}$$

(四) 平均獲利點數：將總獲利點數除以交易次數就能取得平均獲利點數，藉以瞭解每次交易平均可以獲取多少獲利點數。

$$\text{平均獲利點數} = \text{總獲利點數} / \text{交易次數}$$

(五) 風險報酬：在考量風險的情況下，每次交易的獲利可能有高有低，當變動越

大代表風險越高。比如說：有兩個策略分別進行五次交易，策略一獲利結果為 23、35、11、22、5，策略二為 26、22、28、21、25。可以看出，策略一獲利變動很大，而策略二獲利很穩定。因此，策略二風險較低。台指期的風險報酬算法如下：

風險報酬 = 總獲利點數 / 標準差

$$\text{標準差} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

X_i = 每次交易獲利點數

\bar{X} = 平均獲利點數

n = 總交易次數

本研究試圖在上述五個評估指標加入權重的概念，將五個評估指標的值轉換成一個明確值，藉以比較模型之間的優劣。一個好的模型不僅能夠獲取高報酬，也能夠穩定的獲利，因此風險報酬权重設定為 0.4。平均獲利點數這個指標，意思即每次交易平均能賺取到多少報酬，裡頭多少隱含穩定獲利的概念，本研究設定為 0.3。而勝率和總獲利點數兩個指標，大部分的情況下，勝率高代表高報酬，但有時候，勝率雖然高，獲勝時都是贏小錢，落敗時都是輸大錢，此時勝率就不值得參考；總獲利點數，代表的是絕對報酬的概念，在完全不考慮風險的情況下，可能會導致不斷地追繳保證金或被斷頭出場，這兩個指標多少存在一定風險，因此权重設定為 0.15。最後，本研究不給予交易次數权重分配，它是一個特別的指標，必須與其他指標進行綜合分析，才能知道交易次數高低的好壞，本研究保留交易次數資訊來進行模型綜合分析與討論。

評估指標權重的設定，可能根據投資人不同的偏好進行更改。比如說，某位投資人不在乎風險，以絕對報酬為獲利目標，此時就能將總獲利點數权重調高，以達到模型驗證的準確性。根據本研究觀點，各評估指標权重設定如表 3-14 所示：

表 3-14 各評估指標權重值

評估指標	權重
勝率	0.15
總獲利點數	0.15
平均獲利點數	0.3
風險報酬	0.4

資料來源：本研究整理

表 3-15 為一說明例子。一開始，會計算出各評估指標在 24 期移動視窗的平均值；接著，以勝率為例，將模型 A(本研究提出模型)的平均值除以模型 B 的平均值得到單一指標的改善程度 15%，其他評估指標以此類推；最後，將各評估指標的改善程度乘以各指標權重就能獲得總改善程度。如表 3-8 釋例，模型 A 較模型 B 得到 3.35% 的改善。

表 3-15 模型比較釋例

評估指標	比較模型	平均	改善程度	總改善程度
交易次數	模型 A	235.18		3.35%
	模型 B	196.22		
勝率	模型 A	0.71	15%	
	模型 B	0.65		
總獲利點數	模型 A	7912	-14%	
	模型 B	9214		
平均獲利點數	模型 A	33.64	-28%	
	模型 B	46.96		
風險報酬	模型 A	71.12	29%	
	模型 B	55.18		

資料來源：本研究整理

二、穩定度分析

一個好的模型不僅要擁有高的預測準確率，也必須保持每次預測結果的一致性，即模型的穩定性。在模型穩定度方面，本研究移動視窗長度為 12 個月，一次移動 3 個月，後一個移動視窗會涵蓋前一個移動視窗 9 個月的資料，可知模型對於每個移動視窗的預測結果都會差不多，因此本研究會探討模型在 24 個移動式窗下的標準差，藉以檢視模型在每個移動視窗求解的穩定性。如表 3-16 所示，以 5 期的移動式窗為例，模型一分別在 5 期移動式窗的報酬率為 20.2、19.1、22.2、19.9、21.2，之間的差異不大，其標準差為 1.06；而模型二在 5 期移動式窗的報酬率為 15.3、21.4、23.2、12.5、19.9，最小報酬率為 12.5，最大為 23.2，之間的差異頗大，其標準差為 3.97。模型一的標準差小於模型二，因此可以知道模型一的穩定度較高。

表 3-16 模型穩定度說明

移動視窗	第一期	第二期	第三期	第四期	第五期	標準差
模型一	20.5	19.1	22.2	19.9	21.2	1.06
模型二	15.3	21.4	23.2	12.5	19.9	3.97

資料來源：本研究整理

第肆章 實驗結果與分析

第一節 指標模糊化測試(實驗一)

一、實驗說明

模型 A 先透過歸屬函數將指標模糊化，GEP 模組產生的交易規則會作為模糊推論的規則庫，最後再根據 Mandani 推論法和重心法取得一個明確的輸出，例如：當推論出來的結果小於 20 則賣出，大於 80 則買進，其他則不動作。模型 B 未使用模糊理論，直接將 GEP 產生的模糊規則轉換為明確規則，再根據明確規則直接去進行交易，例如：一開始，GEP 產生一個模糊規則如：「當 8 天期 RSI = 低 & 21 天期 W%R = 低 則賣出。」，將它轉換為明確規則如：「當 8 天期 $RSI < 10$ & 21 天期 $W\%R < 20$ 則賣出。」，當中的 $RSI = 低$ 轉換為 $RSI < 10$ 、 $W\%R = 低$ 轉換為 $W\%R < 20$ ，而明確數值的轉換會參考專家知識。因此模型 B 是否買賣期貨直接根據明確規則來進行。

二、實驗參數設定

模型 A 和模型 B 參數設定大致相同，僅差在模型 A 有使用模糊理論，而模型 B 則無。

表 4-1 實驗一參數設定

模組	參數	模型 A(模糊化)	模型 B(未模糊化)
GEP(演化)	演化代數	50	
	族群大小	50	
	突變率	0.2	
	反轉率	0.1	
	IS 轉換率	0.15	
	RIS 轉換率	0.15	
	單點重組率	0.1	
	雙點重組率	0.1	
	Dc 突變率	0.2	
	Dc 反轉率	0.2	
	Dc 轉換率	0.2	
	RNC 突變率	0.25	
GEP(基因一)	屬性節點	K,D,R,W,P,B	
	終端節點	s,n,b	
	RNC 陣列長度	15	
	RNC 型態	整數	
	RNC 值域	[3,20]	
	最大分支度	3	
	頭部長度	4	
	尾部長度	9	
	Dc 長度	4	
GEP(基因二)	RNC 陣列長度	5	
	RNC 型態	整數	
	RNC 值域	[5,10]	
	頭部長度	0	
	尾部長度	1	
	Dc 長度	1	

GEP(基因三)	屬性節點	A,B	
	終端節點	d,i	
	RNC 陣列長度	10	
	RNC 型態	整數	
	RNC 值域	[-10000,10000]	
	最大分支度	2	
	頭部長度	3	
	尾部長度	4	
	Dc 長度	3	
GEP(基因四)	RNC 陣列長度	5	
	RNC 型態	整數	
	RNC 值域	[20,50]	
	頭部長度	0	
	尾部長度	2	
	Dc 長度	2	
GEP(基因五)	RNC 陣列長度	5	
	RNC 型態	整數	
	RNC 值域	[120,200]	
	頭部長度	0	
	尾部長度	2	
	Dc 長度	2	
Fuzzy	歸屬函數	專家知識	
	規則庫	GEP 模組產生	
	模糊推論	Mandani 推論法	
	解模糊化	重心法	

資料來源：本研究整理

三、效果分析

本研究總共包含 24 個移動視窗，每個視窗會記錄模糊化與未模糊化模型的交易次數、勝率、總獲利點數、平均獲利點數和風險報酬等結果，並計算出 24 個移動視窗的平均值和標準差。最後，再根據這些結果進行比較分析。

表 4-2 實驗一結果

視窗	指標是否模糊化	交易次數	勝率	總獲利	平均獲利	風險報酬
1	模糊化	263	0.76	11084	42.14	122.58
	未模糊化	244	0.57	1808	7.41	19.07
2	模糊化	237	0.78	14982	63.22	94.12
	未模糊化	184	0.7	11970	65.05	60.19
3	模糊化	223	0.75	10180	45.65	69.76
	未模糊化	101	0.62	2218	21.96	8.96
4	模糊化	247	0.67	5364	21.72	37.11
	未模糊化	203	0.66	3792	18.68	22.68
5	模糊化	192	0.77	5875	30.60	29.73
	未模糊化	216	0.79	7541	34.91	40.42
6	模糊化	164	0.77	5126	31.26	45.76
	未模糊化	201	0.79	6966	34.66	71.21
7	模糊化	254	0.70	9508	37.43	67.91
	未模糊化	287	0.69	4280	14.91	30.41
8	模糊化	199	0.75	8462	42.52	70.83
	未模糊化	204	0.72	9502	46.58	83.43
9	模糊化	255	0.75	13083	51.31	95.93
	未模糊化	249	0.63	7953	31.94	57.30
10	模糊化	231	0.74	6921	29.96	77.26
	未模糊化	190	0.73	4698	24.73	43.55
11	模糊化	195	0.77	10344	53.05	96.69
	未模糊化	155	0.62	2316	14.94	28.91
12	模糊化	190	0.76	8120	42.74	97.21
	未模糊化	195	0.75	8396	43.06	108.33
13	模糊化	237	0.75	12908	54.46	85.05
	未模糊化	149	0.64	3528	23.68	16.81

14	模糊化	247	0.72	8300	33.60	42.41
	未模糊化	138	0.56	5408	39.19	17.39
15	模糊化	256	0.72	6867	26.82	48.45
	未模糊化	260	0.67	3759	14.46	26.98
16	模糊化	214	0.73	4612	21.55	36.35
	未模糊化	132	0.75	3912	29.64	23.38
17	模糊化	151	0.70	9267	61.37	33.98
	未模糊化	122	0.65	5126	35.12	26.12
18	模糊化	174	0.75	3892	22.37	39.19
	未模糊化	72	0.43	-1842	-25.58	-10.96
19	模糊化	202	0.70	8988	44.50	44.63
	未模糊化	106	0.51	2422	22.85	8.87
20	模糊化	107	0.76	2850	26.64	25.44
	未模糊化	134	0.71	2425	18.10	24.75
21	模糊化	189	0.72	5794	30.66	45.45
	未模糊化	206	0.79	9587	46.54	71.56
22	模糊化	161	0.73	5399	33.53	57.32
	未模糊化	49	0.55	244	4.98	1.18
23	模糊化	166	0.76	7216	43.47	64.51
	未模糊化	55	0.55	-768	-13.96	-3.69
24	模糊化	173	0.68	4998	28.89	29.37
	未模糊化	193	0.70	8163	42.30	54.07
平均	模糊化	205.29	0.74	7923	38.31	60.71
	未模糊化	168.54	0.66	4725	24.84	34.62
標準差	模糊化	39.77	0.03	3040	11.94	26.34
	未模糊化	62.88	0.09	3397	19.29	38.55

資料來源：本研究整理

圖 4-1 說明模糊化與未模糊化模型的在 24 個移動視窗的交易次數結果。橫軸代表移動視窗期數，縱軸代表交易次數。

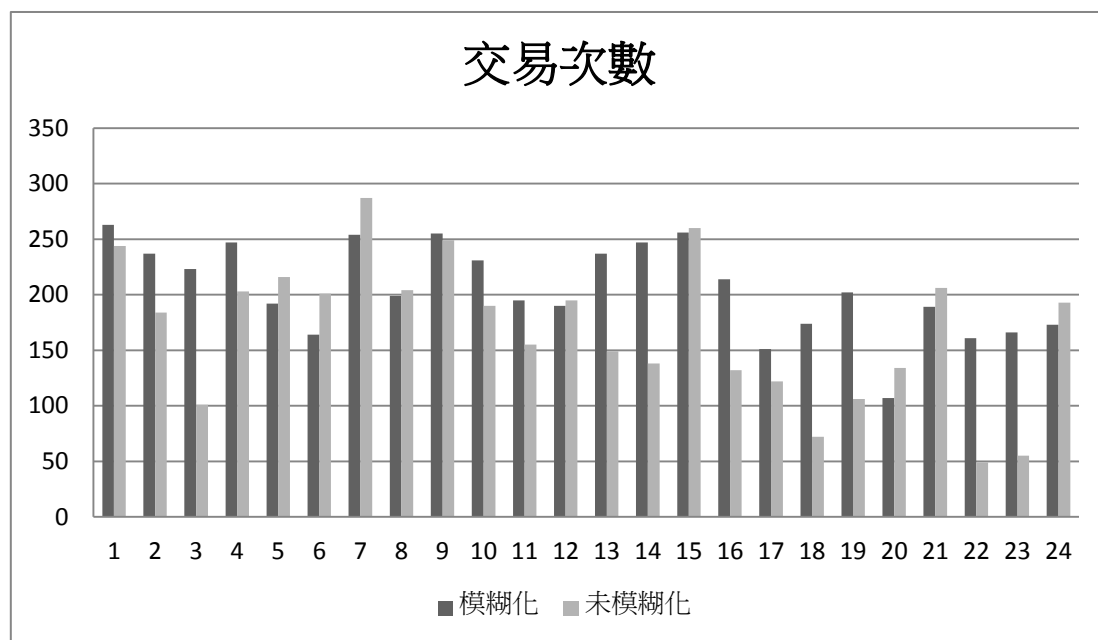


圖 4-1 實驗一交易次數比較圖

將圖 4-1 整理成表 4-3。可以發現，在 24 期移動視窗中，模糊化模型的交易次數大於未模糊化模型有 15 期 (獲勝期數)，小於未模糊化模型只有 9 期 (落敗期數)。其中，在第 3 期的移動視窗，模糊化模型的交易次數最多高於未模糊化模型整整有 122 次 (最大獲勝值)；反之，在第 6 期的移動視窗，最多低於 37 次 (最大落敗值)。模糊化的獲勝期數和最大獲勝值皆大於為模糊化。由此可知，模糊化模型較能根據市場的波動，捕捉交易訊號。

表 4-3 實驗一交易次數比較表

評估指標	指標模糊化？	獲勝期數	落敗期數	最大獲勝值	最大落敗值
交易次數	模糊化	15	9	3：122	6：37
	未模糊化	9	15	6：37	3：122

圖 4-2 說明模糊化與未模糊化模型的在 24 個移動視窗的勝率結果。橫軸代表移動視窗期數，縱軸代表勝率。

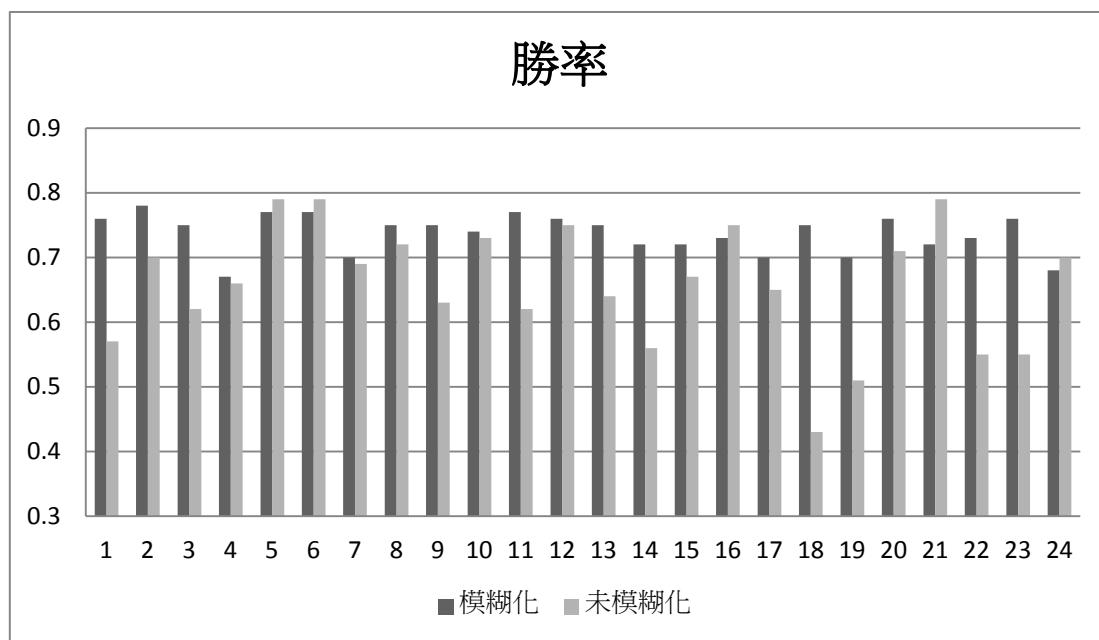


圖 4-2 實驗一勝率比較圖

將圖 4-2 整理成表 4-4。可以發現，在 24 期移動視窗中，模糊化模型的勝率大於未模糊化模型有 19 期，小於未模糊化模型只有 5 期。其中，在第 18 期的移動視窗，模糊化模型的勝率最多高於未模糊化模型整整有 0.32；反之，在第 21 期的移動視窗最多低於未模糊化模型只有 0.07。模糊化的獲勝期數和最大獲勝值皆優於未模糊化。由此可知，模糊化模型較能夠提升交易的勝率。

表 4-4 實驗一勝率比較表

評估指標	指標模糊化？	獲勝期數	落敗期數	最大獲勝值	最大落敗值
勝率	模糊化	19	5	18：0.32	21：0.07
	未模糊化	5	19	21：0.07	18：0.32

圖 4-3 說明模糊化與未模糊化模型的在 24 個移動視窗的總獲利點數結果。橫軸代表移動視窗期數，縱軸代表總獲利點數。

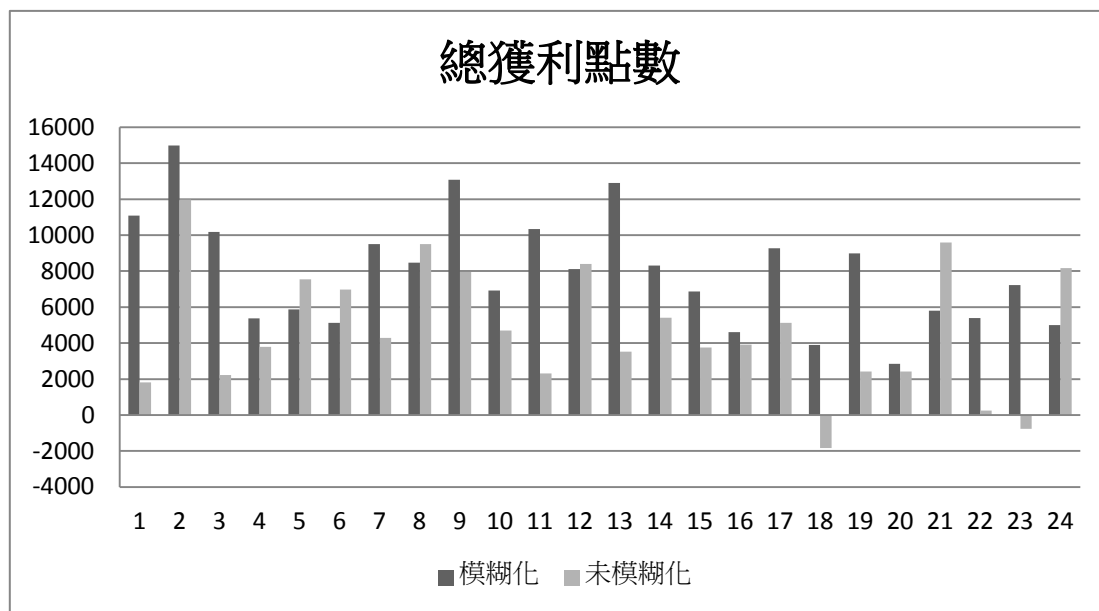


圖 4-3 實驗一總獲利點數比較圖

將圖 4-3 整理成表 4-5。可以發現，在 24 期移動視窗中，模糊化模型的總獲利點數大於未模糊化模型有 18 期，小於未模糊化模型只有 6 期。其中，在第 13 期的移動視窗，模糊化模型的總獲利點數最多高於未模糊化模型有 9308 點；在第 21 期的移動視窗，最多低於未模糊化模型 3793 點。模糊化的獲勝期數和最大獲勝值皆優於未模糊化。再加上，未模糊化模型在第 18 和 23 期產生負的總獲利點數。由此可知，模糊化模型較未模糊化模型能夠提升交易的總獲利點數。

表 4-5 實驗一總獲利點數比較表

評估指標	指標模糊化？	獲勝期數	落敗期數	最大獲勝值	最大落敗值
總獲利點數	模糊化	18	6	13：9308	21：3793
	未模糊化	6	18	21：3793	13：9308

圖 4-4 說明模糊化與未模糊化模型的在 24 個移動視窗的平均獲利點數結果。

橫軸代表移動視窗期數，縱軸代表平均獲利點數。

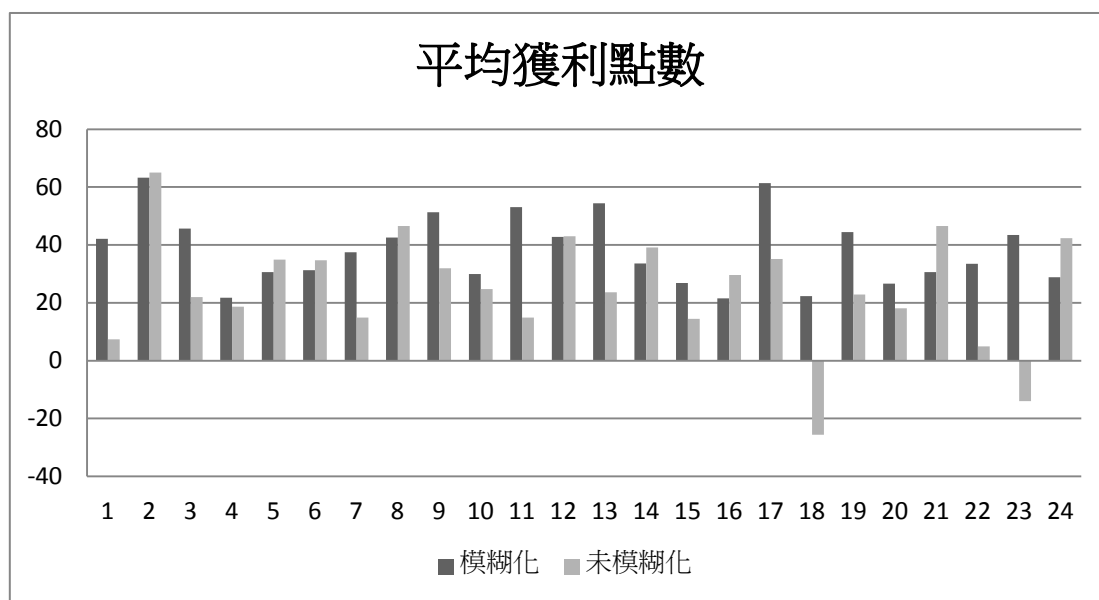


圖 4-4 實驗一平均獲利點數比較圖

將圖 4-4 整理成表 4-6。可以發現，在 24 期移動視窗中，模糊化模型的平均獲利點數大於未模糊化模型有 15 期，小於未模糊化模型有 9 期。其中，在第 23 期的移動視窗中，模糊化模型的平均獲利點數最多高於未模糊化模型有 57.43 點；在第 21 期的移動視窗中最多輸未模糊化模型有 15.88 點。模糊化的獲勝期數和最大獲勝值皆優於未模糊化。再加上，未模糊化模型在第 18 和 23 期也產生負的平均獲利點數。由此可知，在平均獲利點數這項指標，模糊化模型優於未模糊化模型。

表 4-6 實驗一平均獲利點數比較表

評估指標	指標模糊化？	獲勝期數	落敗期數	最大獲勝值	最大落敗值
平均獲利點數	模糊化	15	9	23：57.43	21：15.88
	未模糊化	9	15	21：15.88	23：57.43

圖 4-5 說明模糊化與未模糊化模型的在 24 個移動視窗的風險報酬結果。橫軸代表移動視窗期數，縱軸代表風險報酬。

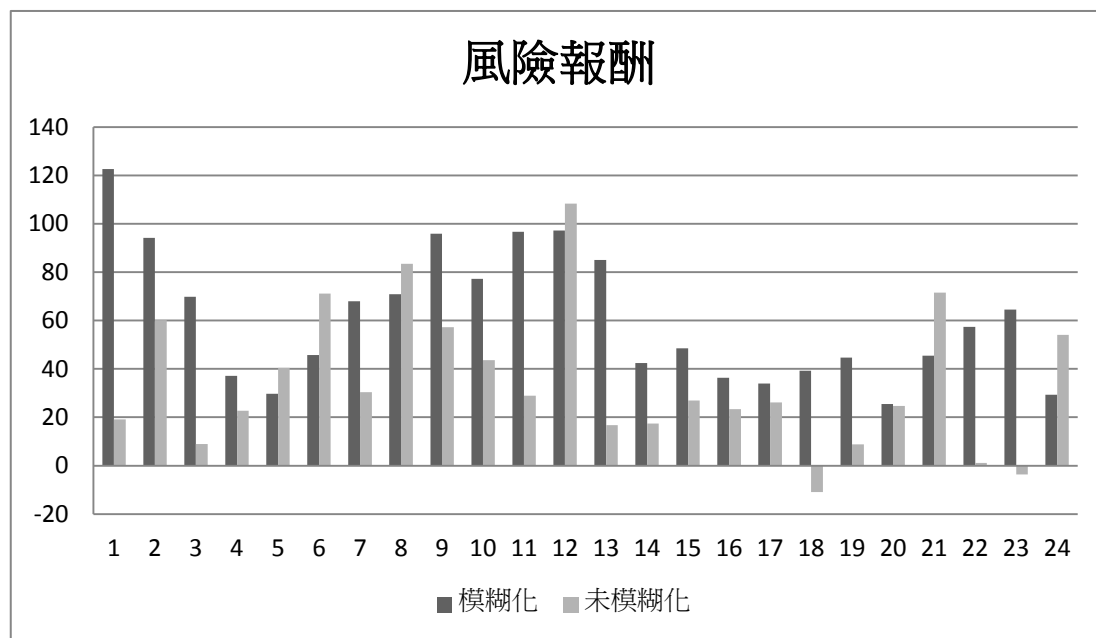


圖 4-5 實驗一風險報酬比較圖

將圖 4-5 整理成表 4-7。可以發現，在 24 期移動視窗中，模糊化模型的風險報酬大於未模糊化模型有 18 期，小於未模糊化模型只有 6 期。其中，在第 1 期的移動視窗中，模糊化模型的風險報酬最多高於未模糊化模型有 103.51 點；在第 21 期的移動視窗中最多輸未模糊化模型 26.11 點。模糊化的獲勝期數和最大獲勝值皆優於未模糊化。再加上，未模糊化模型在第 18 和 23 期產生負的風險報酬。由此可知，模糊化模型較能提升交易的風險報酬，意思即在考量風險的情況下，模糊化模型能夠獲得穩定的報酬。在台指期貨市場中，穩定的報酬能夠避免追繳保證金或者被斷頭出場。

表 4-7 實驗一風險報酬比較表

評估指標	指標模糊化？	獲勝期數	落敗期數	最大獲勝值	最大落敗值
平均獲利點數	模糊化	18	6	1：103.51	21：26.11
	未模糊化	6	18	21：26.11	1：103.51

四、綜合分析

表 4-8 紀錄 24 期移動視窗各評估指標的平均值和標準差。平均值指的是 24 期移動視窗的平均結果，平均值越高代表該項指標整體有較佳的表現；標準差指的是 24 期移動視窗結果的一致性程度，代表模型能夠適應每期的資料，產生穩定的結果，標準差越低代表結果一致性越高、模型越穩定。

在表 4-8 中，將模糊化和未模糊模型進行一個綜合的比較，平均值較高的部分會以底線標註，而標準差較低的部分也會以底線標註，標註底線的部分代表模型在該項指標有較佳的表現。在所有的評估指標中，模糊化模型的平均值和標準差皆優於未模糊化模型，意思即模糊化模型有較佳的表現，並且能產生穩定的結果。根據指標加權計算，模糊化較未模糊化模型改善 58.38%。

表 4-8 實驗一 24 期移動視窗的平均值和標準差

評估指標	指標是否模糊化	平均	改善程度	標準差
交易次數 (次)	模糊化	<u>205.29</u>		<u>39.77</u>
	未模糊化	168.54		62.88
勝率 (%)	模糊化	<u>74</u>	12.12%	<u>0.03</u>
	未模糊化	66		0.09
總獲利點數 (點)	模糊化	<u>7923</u>	67.68%	<u>3040</u>
	未模糊化	4725		3397
平均獲利點數 (點)	模糊化	<u>38.31</u>	54.23%	<u>11.94</u>
	未模糊化	24.84		19.29
風險報酬 (點)	模糊化	<u>60.71</u>	75.36%	<u>26.34</u>
	未模糊化	34.62		28.55
模糊化較未模糊化模型總改善程度			<u>58.38%</u>	

第二節 動態天期指標測試(實驗二)

一、實驗說明

模型 A 指標設定為動態天期，天期介於 3 至 20 天期；而模型 B 指標設定為固定天期，天期固定為 5, 10, 15, 20 四種天期。

二、實驗參數設定

模型 A 和模型 B 參數設定大致相同，僅差在模型 A 基因一 RNC 值域設定 3 至 20(3 至 20 天期)，而模型 B 基因一 RNC 值域固定為 5,10,15,20 (5,10,15,20 四種天期)。

表 4-9 實驗二參數設定

模組	參數	模型 A(動態天期)	模型 B(固定天期)
GEP(演化)	演化代數	50	
	族群大小	50	
	突變率	0.2	
	反轉率	0.1	
	IS 轉換率	0.15	
	RIS 轉換率	0.15	
	單點重組率	0.1	
	雙點重組率	0.1	
	Dc 突變率	0.2	
	Dc 反轉率	0.2	
	Dc 轉換率	0.2	
	RNC 突變率	0.25	
GEP(基因一)	屬性節點	K,D,R,W,P,B	
	終端節點	s,n,b	
	RNC 陣列長度	15	
	RNC 型態	整數	
	RNC 值域	[3,20]	[5,10,15,20]

	最大分支度	3
	頭部長度	4
	尾部長度	9
	Dc 長度	4
GEP(基因二)	RNC 陣列長度	5
	RNC 型態	整數
	RNC 值域	[5,10]
	頭部長度	0
	尾部長度	1
	Dc 長度	1
GEP(基因三)	屬性節點	A,B
	終端節點	d,i
	RNC 陣列長度	10
	RNC 型態	整數
	RNC 值域	[-10000,10000]
	最大分支度	2
	頭部長度	3
	尾部長度	4
	Dc 長度	3
GEP(基因四)	RNC 陣列長度	5
	RNC 型態	整數
	RNC 值域	[20,50]
	頭部長度	0
	尾部長度	2
	Dc 長度	2
GEP(基因五)	RNC 陣列長度	5
	RNC 型態	整數
	RNC 值域	[120,200]
	頭部長度	0
	尾部長度	2
	Dc 長度	2
Fuzzy	歸屬函數	專家知識
	規則庫	GEP 模組產生
	模糊推論	Mandani 推論
	解模糊化	重心法

三、效果分析

本研究總共包含 24 個移動視窗，每個視窗會記錄動態天期與固定天期指標的交易次數、勝率、總獲利點數、平均獲利點數和風險報酬等結果，並計算出 24 個移動視窗的平均值和標準差。最後，再根據這些結果進行比較分析。

表 4-10 實驗二結果

視窗	動態/固定天期	交易次數	勝率	總獲利	平均獲利	風險報酬
1	動態天期	263	0.76	11084	42.14	122.58
	固定天期	262	0.70	18282	69.78	73.97
2	動態天期	237	0.78	14982	63.22	94.12
	固定天期	215	0.79	12039	56.00	65.18
3	動態天期	223	0.75	10180	45.65	69.76
	固定天期	276	0.74	14583	52.84	70.22
4	動態天期	247	0.67	5364	21.72	37.11
	固定天期	224	0.75	7119	31.78	64.11
5	動態天期	192	0.77	5875	30.60	29.73
	固定天期	212	0.75	6208	29.28	28.57
6	動態天期	164	0.77	5126	31.26	45.76
	固定天期	220	0.80	6549	29.77	44.99
7	動態天期	254	0.70	9508	37.43	67.91
	固定天期	239	0.70	9444	39.51	64.67
8	動態天期	199	0.75	8462	42.52	70.83
	固定天期	181	0.75	9145	50.52	69.75
9	動態天期	255	0.75	13083	51.31	95.93
	固定天期	216	0.82	12276	56.83	88.99
10	動態天期	231	0.74	6921	29.96	77.26
	固定天期	190	0.71	4191	22.06	39.89
11	動態天期	195	0.77	10344	53.05	96.69
	固定天期	166	0.65	1574	9.48	23.43
12	動態天期	190	0.76	8120	42.74	97.21
	固定天期	201	0.75	9596	47.74	50.00
13	動態天期	237	0.75	12908	54.46	85.05
	固定天期	250	0.68	18827	72.91	37.25

14	動態天期	247	0.72	8300	33.60	42.41
	固定天期	237	0.74	12608	53.20	50.43
15	動態天期	256	0.72	6867	26.82	48.45
	固定天期	181	0.78	6056	33.46	57.51
16	動態天期	214	0.73	4612	21.55	36.35
	固定天期	154	0.68	2735	17.76	38.75
17	動態天期	151	0.70	9267	61.37	33.98
	固定天期	198	0.74	9596	48.46	57.11
18	動態天期	174	0.75	3892	22.37	39.19
	固定天期	183	0.72	4960	27.10	38.10
19	動態天期	202	0.70	8988	44.50	44.63
	固定天期	152	0.74	5390	35.46	55.60
20	動態天期	107	0.76	2850	26.64	25.44
	固定天期	161	0.76	6603	41.01	81.43
21	動態天期	189	0.72	5794	30.66	45.45
	固定天期	173	0.62	4796	27.72	24.75
22	動態天期	161	0.73	5399	33.53	57.32
	固定天期	188	0.77	7796	41.47	82.01
23	動態天期	166	0.76	7216	43.47	64.51
	固定天期	175	0.68	4846	27.69	51.85
24	動態天期	173	0.68	4998	28.89	29.37
	固定天期	166	0.69	4848	29.20	33.32
平均值	動態天期	205.29	0.74	7923	38.31	60.71
	固定天期	200.83	0.73	8336	39.63	53.83
標準差	動態天期	39.77	0.030	3040	11.94	26.34
	固定天期	33.83	0.047	4423	15.51	18.23

資料來源：本研究整理

圖 4-6 說明動態天期和固定天期模型的在 24 個移動視窗的交易次數結果。橫軸代表移動視窗期數，縱軸代表交易次數。

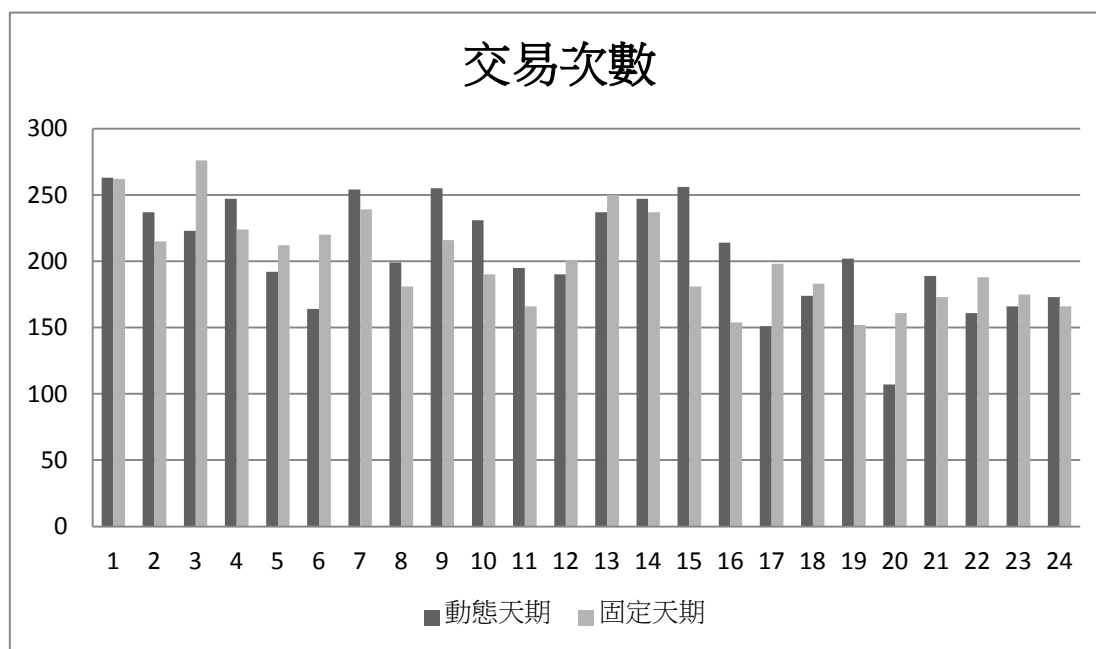


圖 4-6 實驗二交易次數比較圖

將圖 4-6 整理成表 4-11。可以發現，在 24 期移動視窗中，動態天期模型的平均獲利點數大於固定天期模型有 13 期，小於固定天期模型有 11 期。其中，在第 15 期的移動視窗中，動態天期模型的交易次數最多高於固定天期模型有 75 次；在第 6 期的移動視窗中，最多低於固定天期模型有 56 次。動態天期的獲勝期數和最大獲勝值皆略優於固定天期。由此可知，動態天期能夠些微地提升交易次數，即較能夠捕捉到交易訊號。

表 4-11 實驗二交易次數比較表

評估指標	動態/固定天期	獲勝期數	落敗期數	最大獲勝值	最大落敗值
交易次數	動態天期	13	11	15：75	6：56
	固定天期	11	13	6：56	15：75

圖 4-7 說明動態天期和固定天期模型的在 24 個移動視窗的勝率結果。橫軸代表移動視窗期數，縱軸代表勝率。

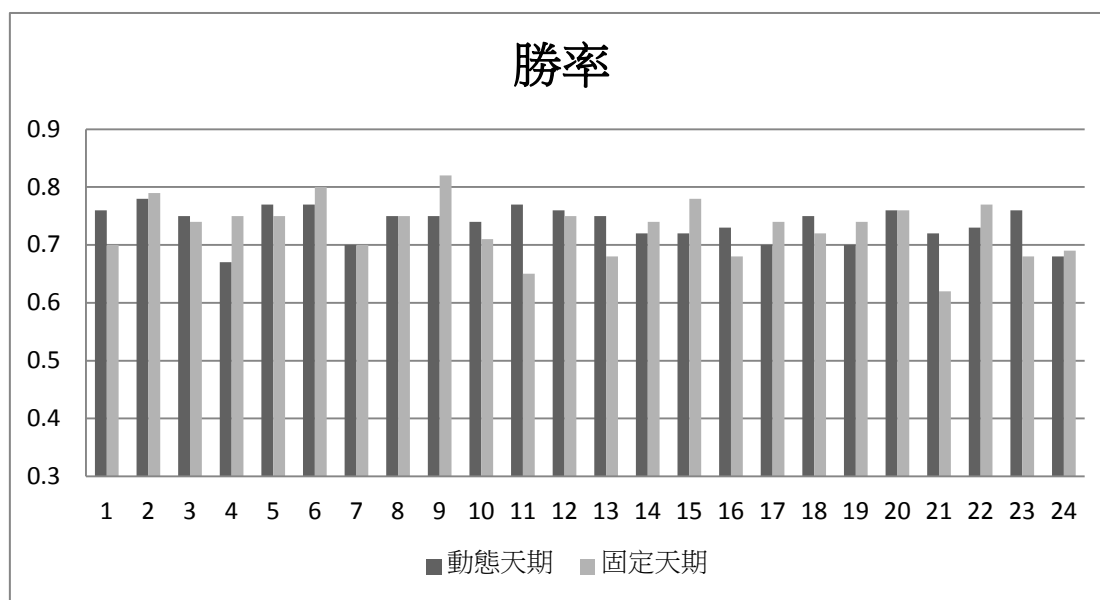


圖 4-7 實驗二勝率比較圖

將圖 4-7 整理成表 4-12。可以發現，在 24 期移動視窗中，動態天期模型的勝率大於固定天期模型有 11 期，小於固定天期模型有 10 期，其中有 3 期平手。在第 11 期的移動視窗中，動態天期模型的勝率最多高於固定天期模型 0.12；在第 4 期的移動視窗中，最多低於固定天期模型 0.08。動態天期的獲勝期數和最大獲勝值皆略勝於固定天期。由此可知，動態天期較固定天期能夠些微地提升交易勝率。

表 4-12 實驗二勝率比較表

評估指標	動態/固定天期	獲勝期數	落敗期數	最大獲勝值	最大落敗值
勝率	動態天期	11	10	11 : 0.12	4 : 0.08
	固定天期	10	11	4 : 0.08	11 : 0.12

圖 4-8 說明動態天期和固定天期模型的在 24 個移動視窗的總獲利點數結果。

橫軸代表移動視窗期數，縱軸代表總獲利點數。

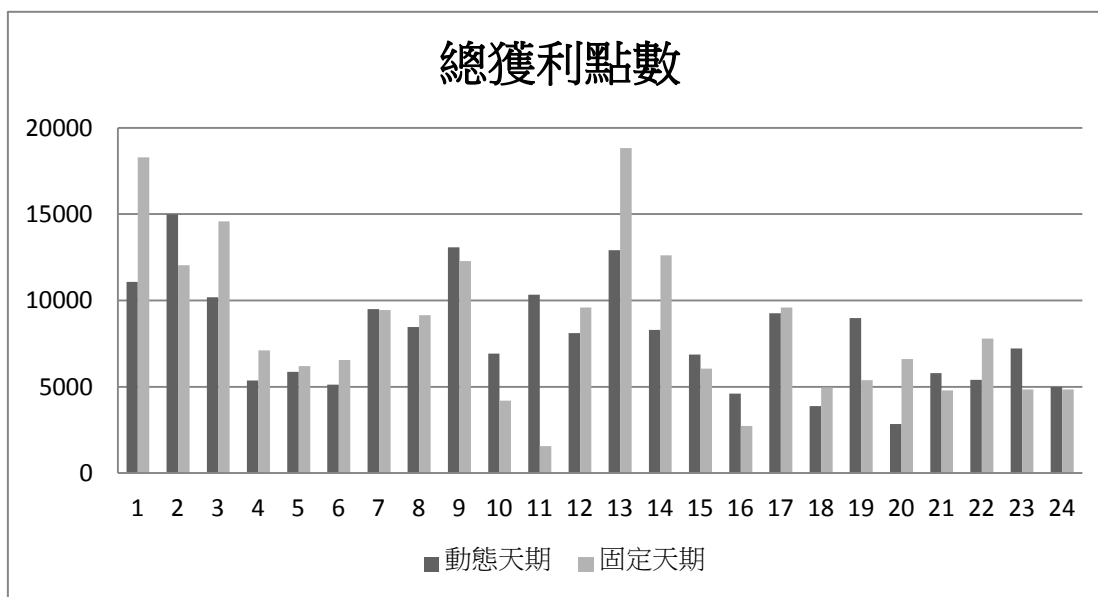


圖 4-8 實驗二總獲利點數比較圖

將圖 4-8 整理成表 4-13。可以發現，在 24 期移動視窗中，動態天期模型的總獲利點數大於固定天期模型有 10 期，小於固定天期模型有 13 期，其中有 1 期平手。在第 11 期的移動視窗中，動態天期模型的總獲利點數最多高於固定天期模型 8770 點；在第 1 期的移動視窗中，最多低於固定天期模型 7198 點。在最大獲勝值比較下，動態天期小贏 1572 點；但在獲勝期數下，動態天期輸了 3 期。由此可知，動態與固定天期在總獲利點數的表現上各有優缺點，但是總獲利點數這項指標並沒有考慮到風險因素，後續會結合其他指標進行一個綜合的分析，藉以說明動態天期指標的有效性。

表 4-13 實驗二總獲利點數比較表

評估指標	動態/固定天期	獲勝期數	落敗期數	最大獲勝值	最大落敗值
總獲利點數	動態天期	10	13	11：8770	1：7198
	固定天期	13	10	1：7198	11：8770

圖 4-9 說明動態天期和固定天期模型的在 24 個移動視窗的平均獲利點數結果。

橫軸代表移動視窗期數，縱軸代表平均獲利點數。

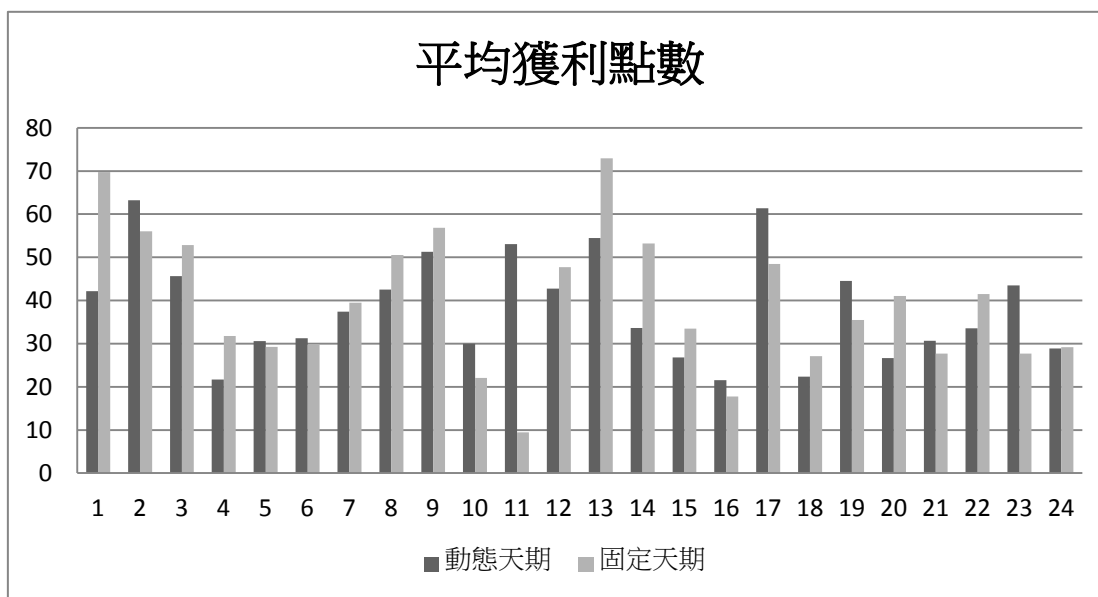


圖 4-9 實驗二平均獲利點數比較圖

將圖 4-9 整理成表 4-14。可以發現，在 24 期移動視窗中，動態天期模型的平均獲利點數大於固定天期模型有 10 期，小於固定天期模型有 14 期。在第 11 期的移動視窗中，動態天期模型的平均獲利點數最多高於固定天期模型 43.57 點；在第 1 期的移動視窗中，最多低於固定天期模型 27.61 點。在最大獲勝值比較下，動態天期贏了 15.93 點；但是在獲勝期數下，動態天期輸了 4 期。由此可知，動態與固定天期在平均獲利點數的表現上各有優缺點，同總獲利點數這項指標，後續會繼續藉由其他指標的分析，來說明動態天期指標的有效性。

表 4-14 實驗二平均獲利點數比較表

評估指標	動態/固定天期	獲勝期數	落敗期數	最大獲勝值	最大落敗值
平均獲利點數	動態天期	10	14	11 : 43.57	1 : 27.64
	固定天期	14	10	1 : 27.64	11 : 43.57

圖 4-10 說明動態天期和固定天期模型的在 24 個移動視窗的風險報酬結果。橫軸代表移動視窗期數，縱軸代表風險報酬。

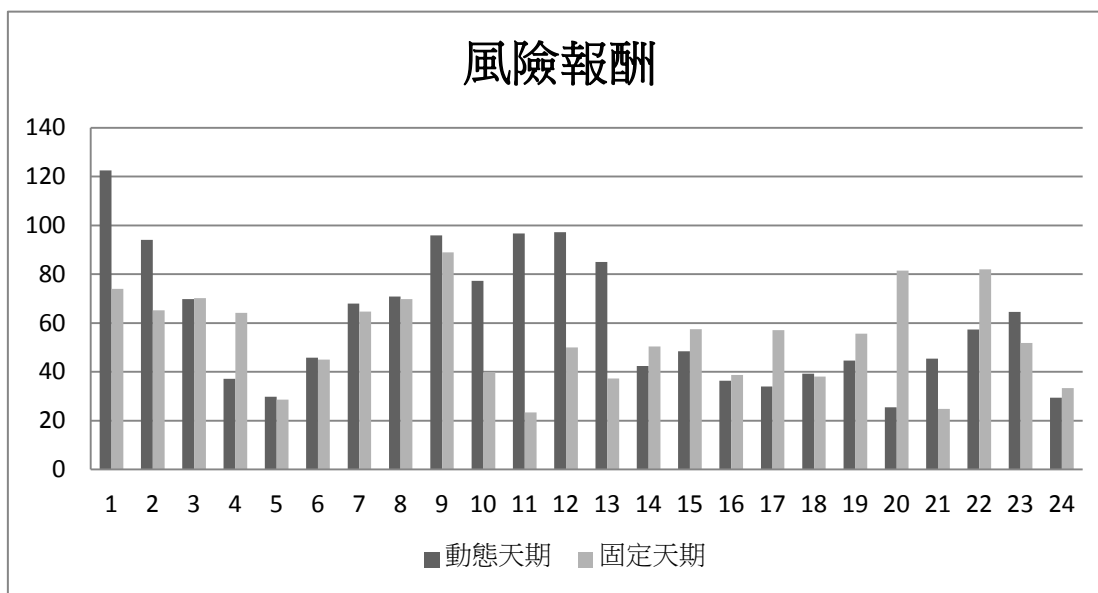


圖 4-10 實驗二風險報酬比較圖

將圖 4-10 整理成表 4-15。可以發現，在 24 期移動視窗中，動態天期模型的風險報酬大於固定天期模型有 14 期，小於固定天期模型有 10 期。在第 11 期的移動視窗中，動態天期模型的風險報酬最多高於固定天期模型 73.26 點；在第 20 期的移動視窗中，最多低於固定天期模型 55.99 點。動態天期的獲勝期數和最大獲勝值皆優於固定天期。由此可知，動態天期有較佳的風險控管能力，據以獲得穩定的報酬。

表 4-15 實驗二風險報酬比較表

評估指標	動態/固定天期	獲勝期數	落敗期數	最大獲勝值	最大落敗值
風險報酬	動態天期	14	10	11：73.26	20：55.99
	固定天期	10	14	20：55.99	11：73.26

四、綜合分析

從表 4-16 中可以得知，在平均值中，除了總獲利點數和平均獲利點數兩項指標動態天期輸給了固定天期，其他三項指標皆贏了固定天期。固定天期的總獲利點數和平均獲利點數較高，但風險報酬較低，這代表的是固定天期指標產生的交易訊號風險較高；反之，動態天期指標產生的交易訊號風險較低。至於標準差的部分，在交易次數和風險報酬兩項指標，動態天期分別輸了 15% 和 31%；然而在勝率、總獲利點數和平均獲利點數三項指標中，動態天期分別贏了 57%、46% 和 30%。整體而言，動態天期還是較有穩定的表現。根據指標加權計算，整體而言動態天期較固定天期模型改善 3.58%。

表 4-16 實驗二 24 期移動視窗的平均值和標準差

評估指標	動態/固定天期	平均	改善程度	標準差
交易次數 (次)	動態天期	<u>205.29</u>		39.77
	固定天期	200.83		<u>33.83</u>
勝率 (%)	動態天期	<u>74</u>	1.37%	<u>0.030</u>
	固定天期	73		0.047
總獲利點數 (點)	動態天期	7923	-4.95%	<u>3040</u>
	固定天期	<u>8336</u>		4423
平均獲利點數 (點)	動態天期	38.31	-3.33%	<u>11.94</u>
	固定天期	<u>39.63</u>		15.51
風險報酬 (點)	動態天期	<u>60.71</u>	12.78%	26.34
	固定天期	53.83		<u>18.23</u>
動態天期較固定天期模型總改善程度			<u>3.58%</u>	

第三節 GEP 資金配置效果測試(實驗三)

一、實驗說明

模型 A 直接使用 GEP 演算法產生的資金配置策略決定買入口數；而模型 B 會使用凱利公式去決定買入口數。

二、實驗參數設定

模型 A 和模型 B 參數設定大致相同，僅差在模型 A 使用基因二決定交易口數，而模型 B 則無基因二片段，改用凱利公式決定交易口數。

表 4-17 實驗三參數設定

模組	參數	模型 A(GEP 資金配置)	模型 B(凱利公式)
GEP(演化)	演化代數	50	
	族群大小	50	
	突變率	0.2	
	反轉率	0.1	
	IS 轉換率	0.15	
	RIS 轉換率	0.15	
	單點重組率	0.1	
	雙點重組率	0.1	
	Dc 突變率	0.2	
	Dc 反轉率	0.2	
	Dc 轉換率	0.2	
	RNC 突變率	0.25	
GEP(基因一)	屬性節點	K,D,R,W,P,B	
	終端節點	s,n,b	
	RNC 陣列長度	15	
	RNC 型態	整數	
	RNC 值域	[3,20]	
	最大分支度	3	
	頭部長度	4	

	尾部長度	9	
	Dc 長度	4	
GEP(基因二)	RNC 陣列長度	5	
	RNC 型態	整數	
	RNC 值域	[5,10]	
	頭部長度	0	
	尾部長度	1	
	Dc 長度	1	
GEP(基因三)	屬性節點	A,B	
	終端節點	d,i	
	RNC 陣列長度	10	
	RNC 型態	整數	
	RNC 值域	[-10000,10000]	
	最大分支度	2	
	頭部長度	3	
	尾部長度	4	
	Dc 長度	3	
GEP(基因四)	RNC 陣列長度	5	
	RNC 型態	整數	
	RNC 值域	[20,50]	
	頭部長度	0	
	尾部長度	2	
	Dc 長度	2	
GEP(基因五)	RNC 陣列長度	5	
	RNC 型態	整數	
	RNC 值域	[120,200]	
	頭部長度	0	
	尾部長度	2	
	Dc 長度	2	
Fuzzy	歸屬函數	專家知識	
	規則庫	GEP 模組產生	
	模糊推論	Mandani 推論	
	解模糊化	重心法	

資料來源：本研究整理

三、效果分析

本研究總共包含 24 個移動視窗，每個視窗會記錄 GEP 資金配置與凱利公式資金配置的交易次數、勝率、總獲利點數、平均獲利點數和風險報酬等結果，並計算出 24 個移動視窗的平均值和標準差。最後，再根據這些結果進行比較分析。

表 4-18 實驗三結果

視窗	資金配置方法	交易次數	勝率	總獲利	平均獲利	風險報酬
1	GEP 資金配置	263	0.76	11084	42.14	122.58
	凱利公式	302	0.79	19268	63.80	118.66
2	GEP 資金配置	237	0.78	14982	63.22	94.12
	凱利公式	271	0.71	13070	48.23	52.98
3	GEP 資金配置	223	0.75	10180	45.65	69.76
	凱利公式	263	0.75	15704	59.71	62.72
4	GEP 資金配置	247	0.67	5364	21.72	37.11
	凱利公式	268	0.65	7044	26.28	35.01
5	GEP 資金配置	192	0.77	5875	30.60	29.73
	凱利公式	239	0.61	-2295	-9.60	-6.48
6	GEP 資金配置	164	0.77	5126	31.26	45.76
	凱利公式	183	0.77	7434	40.62	47.78
7	GEP 資金配置	254	0.70	9508	37.43	67.91
	凱利公式	280	0.65	10124	36.16	50.83
8	GEP 資金配置	199	0.75	8462	42.52	70.83
	凱利公式	228	0.72	10018	43.94	46.33
9	GEP 資金配置	255	0.75	13083	51.31	95.93
	凱利公式	266	0.76	15024	56.48	90.22
10	GEP 資金配置	231	0.74	6921	29.96	77.26
	凱利公式	253	0.76	9785	38.68	67.28
11	GEP 資金配置	195	0.77	10344	53.05	96.69
	凱利公式	227	0.70	7609	33.52	41.26
12	GEP 資金配置	190	0.76	8120	42.74	97.21
	凱利公式	202	0.69	7233	35.81	45.96
13	GEP 資金配置	237	0.75	12908	54.46	85.05
	凱利公式	276	0.76	20300	73.55	84.26

14	GEP 資金配置	247	0.72	8300	33.60	42.41
	凱利公式	265	0.73	11240	42.42	47.91
15	GEP 資金配置	256	0.72	6867	26.82	48.45
	凱利公式	265	0.63	8327	31.42	45.23
16	GEP 資金配置	214	0.73	4612	21.55	36.35
	凱利公式	233	0.69	5034	21.61	30.28
17	GEP 資金配置	151	0.70	9267	61.37	33.98
	凱利公式	203	0.65	7121	35.08	20.76
18	GEP 資金配置	174	0.75	3892	22.37	39.19
	凱利公式	186	0.75	5148	27.68	32.29
19	GEP 資金配置	202	0.70	8988	44.50	44.63
	凱利公式	221	0.66	8475	38.35	33.55
20	GEP 資金配置	107	0.76	2850	26.64	25.44
	凱利公式	139	0.64	1404	10.10	6.73
21	GEP 資金配置	189	0.72	5794	30.66	45.45
	凱利公式	202	0.75	8191	40.55	47.16
22	GEP 資金配置	161	0.73	5399	33.53	57.32
	凱利公式	172	0.75	6826	39.69	55.51
23	GEP 資金配置	166	0.76	7216	43.47	64.51
	凱利公式	174	0.73	7365	42.33	51.97
24	GEP 資金配置	173	0.68	4998	28.89	29.37
	凱利公式	187	0.63	3356	17.95	12.72
平均值	GEP 資金配置	205.29	0.74	7923	38.31	60.71
	凱利公式	229.38	0.71	8867	37.27	46.71
標準差	GEP 資金配置	39.77	0.030	3040	11.94	26.34
	凱利公式	41.60	0.052	5041	17.03	26.14

資料來源：本研究整理

圖 4-11 說明 GEP 資金配置和凱利公式模型的在 24 個移動視窗的交易次數結果。橫軸代表移動視窗期數，縱軸代表交易次數。

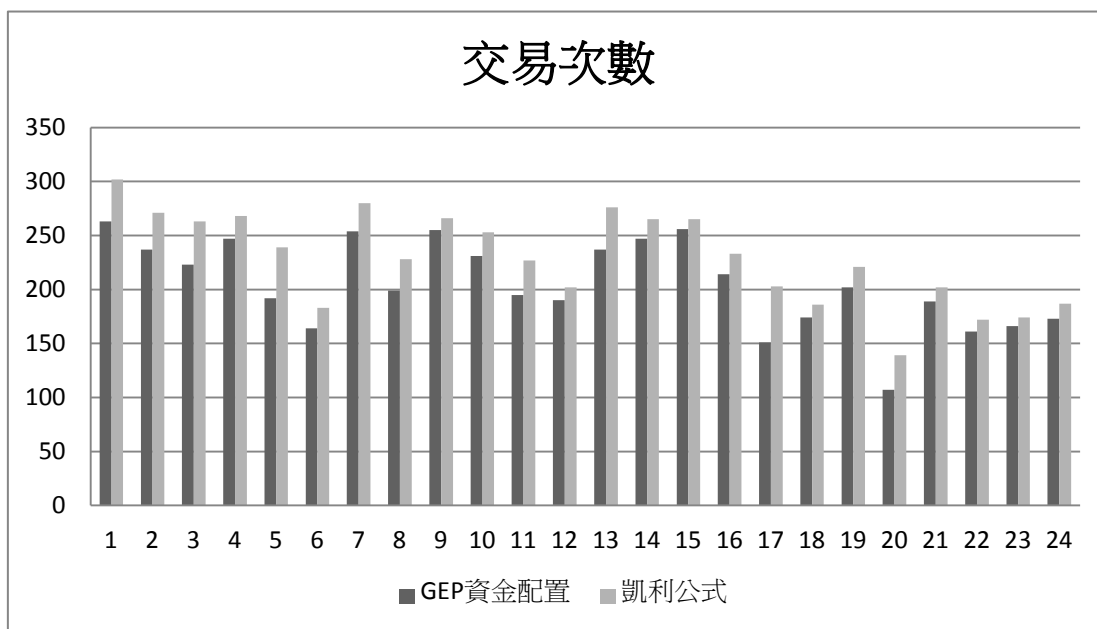


圖 4-11 實驗三交易次數比較圖

將圖 4-11 整理成表 4-19。可以發現，在 24 期移動視窗中，凱利公式的交易次數皆大於 GEP 資金配置；且在第 17 期的移動視窗中，出現最多高於 52 次的交易次數。這是一個有趣的發現，目前單單只看交易次數看不出什麼端倪，後續將會與其他評估指標做一個綜合分析，據以找出其中的原因。

表 4-19 實驗三交易次數比較表

評估指標	資金配置方法	獲勝期數	落敗期數	最大獲勝值	最大落敗值
交易次數	GEP 資金配置	0	24	0	17 : 52
	凱利公式	24	0	17 : 52	0

圖 4-12 說明 GEP 資金配置和凱利公式模型的在 24 個移動視窗的勝率結果。

橫軸代表移動視窗期數，縱軸代表勝率。

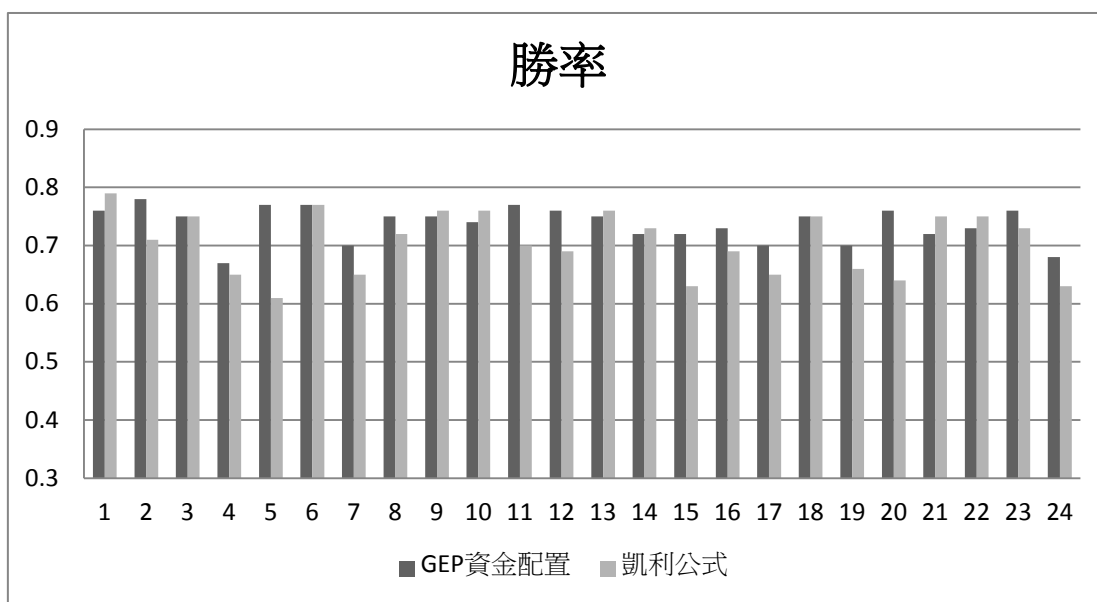


圖 4-12 實驗三勝率比較圖

將圖 4-12 整理成表 4-20。可以發現，在 24 期移動視窗中，GEP 資金配置模型的勝率大於凱利公式模型有 14 期，小於凱利公式模型有 7 期。在第 5 期的移動視窗中，GEP 資金配置模型的勝率最多高於凱利公式模型 0.16；在第 1 期的移動視窗中，最多低於凱利公式模型 0.03。在勝率這個評估指標中，GEP 資金配置模型的獲勝期數和最大獲勝值皆優於凱利公式。因此 GEP 資金配置模型能獲得較佳的勝率。

表 4-20 實驗三勝率比較表

評估指標	資金配置方法	獲勝期數	落敗期數	最大獲勝值	最大落敗值
勝率	GEP 資金配置	14	7	5 : 0.16	1 : 0.03
	凱利公式	7	14	1 : 0.03	5 : 0.16

圖 4-13 說明 GEP 資金配置和凱利公式模型的在 24 個移動視窗的總獲利點數結果。橫軸代表移動視窗期數，縱軸代表總獲利點數。

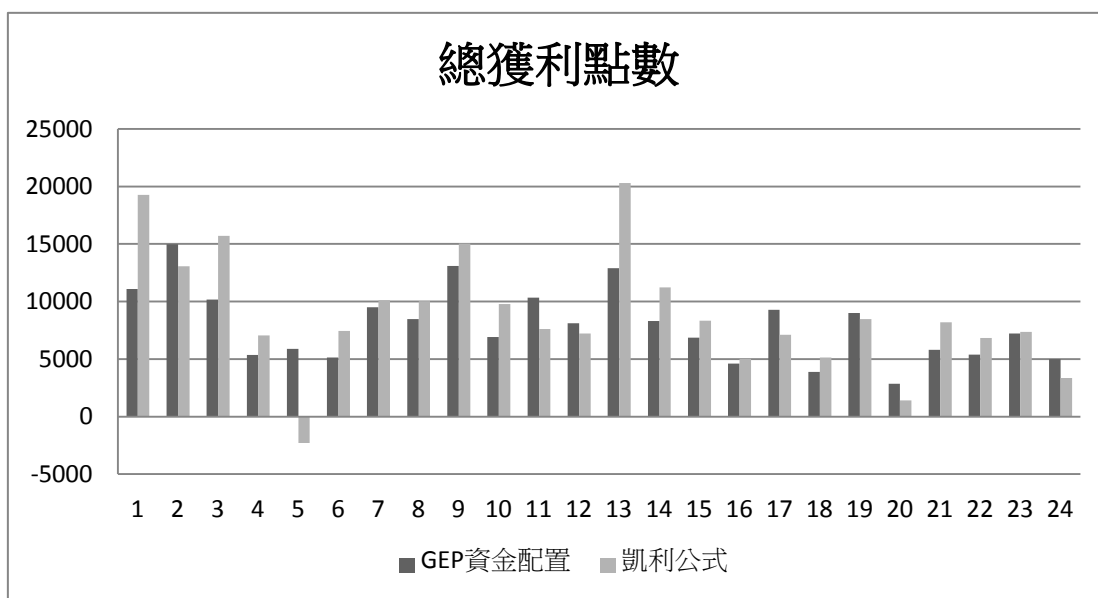


圖 4-13 實驗三總獲利點數比較圖

將圖 4-13 整理成表 4-21。可以發現，在 24 期移動視窗中，GEP 資金配置模型的總獲利點數大於凱利公式模型有 8 期，小於凱利公式模型有 16 期。在第 11 期的移動視窗中，GEP 資金配置模型的總獲利點數最多高於凱利公式模型 8170 點；在第 1 期的移動視窗中最多低於凱利公式模型 8184 點。在總獲利點數這個評估指標中，凱利公式模型的獲勝期數和最大獲勝值皆優於 GEP 資金配置模型。但是在期貨市場中，不能單純只看獲利點數，還必須考慮風險因素，後續將會與其他指標進行一個綜合地比較分析。

表 4-21 實驗三總獲利點數比較表

評估指標	資金配置方法	獲勝期數	落敗期數	最大獲勝值	最大落敗值
總獲利點數	GEP 資金配置	8	16	11：8170	1：8184
	凱利公式	16	8	1：8184	11：8170

圖 4-14 說明 GEP 資金配置和凱利公式模型的在 24 個移動視窗的平均獲利點數結果。橫軸代表移動視窗期數，縱軸代表平均獲利點數。

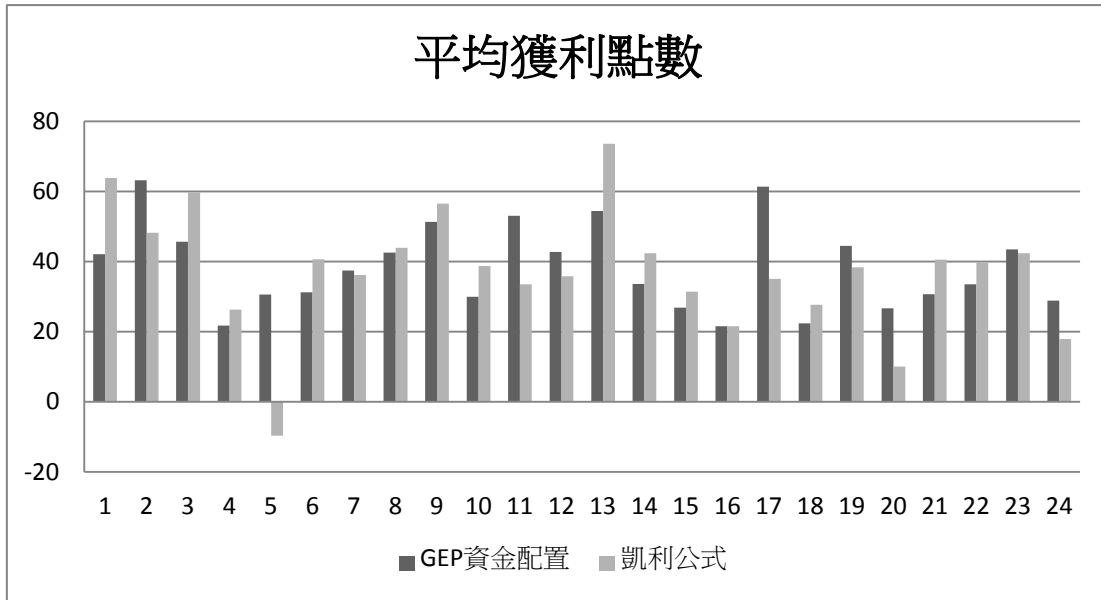


圖 4-14 實驗三平均獲利點數比較圖

將圖 4-14 整理成表 4-22。可以發現，在 24 期移動視窗中，GEP 資金配置模型的平均獲利點數大於凱利公式模型有 10 期，小於凱利公式模型有 13 期，其中 1 期平手。在第 5 期的移動視窗中，GEP 資金配置模型的平均獲利點數最多高於凱利公式模型 40.2 點；在第 1 期的移動視窗中，最多低於凱利公式模型 21.66 點。雖然 GEP 資金配置的獲勝期數劣於凱利公式模型，但是最大獲勝值卻優於凱利公式模型。因此 GEP 資金配置和凱利公式模型各有優劣，後續還會與其他指標進行綜合的分析比較。

表 4-22 實驗三平均獲利點數比較表

評估指標	資金配置方法	獲勝期數	落敗期數	最大獲勝值	最大落敗值
平均獲利點數	GEP 資金配置	10	13	5：40.2	1：21.66
	凱利公式	13	10	1：21.66	5：40.2

圖 4-15 說明 GEP 資金配置和凱利公式模型的在 24 個移動視窗的風險報酬結果。橫軸代表移動視窗期數，縱軸代表風險報酬。

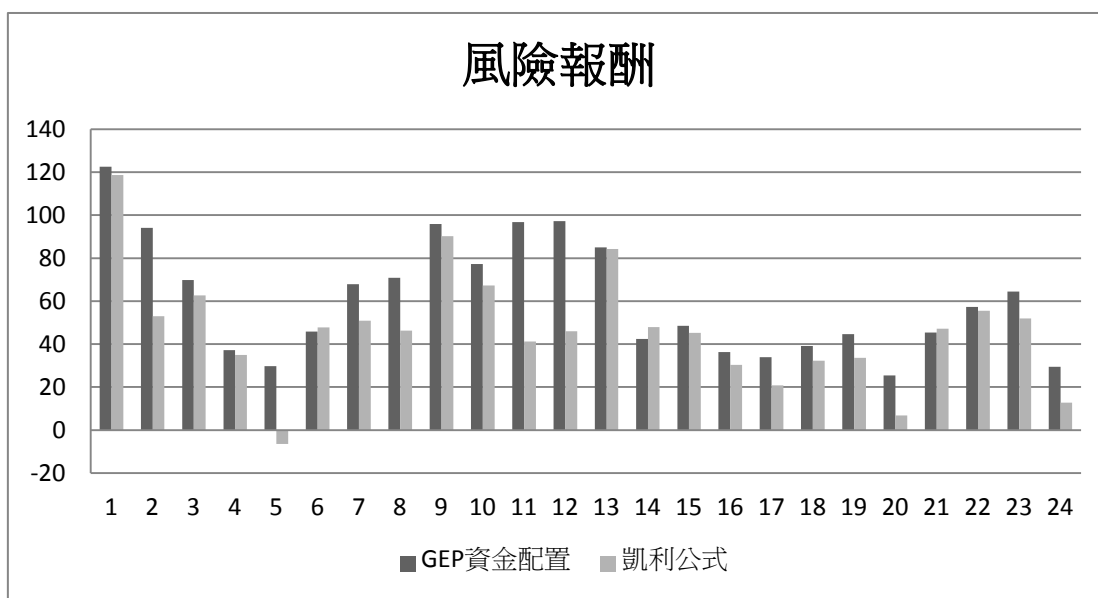


圖 4-15 實驗三風險報酬比較圖

將圖 4-15 整理成表 4-23。可以發現，在 24 期移動視窗中，GEP 資金配置模型的風險報酬大於凱利公式模型有 21 期，小於凱利公式模型只有 3 期。在第 11 期的移動視窗中，GEP 資金配置模型的風險報酬最多高於凱利公式模型 55.43 點；在第 14 期的移動視窗中最多低於凱利公式模型 5.5 點。GEP 資金配置模型的獲勝期數和最大獲勝值皆大勝凱利公式模型。此結果顯示出，GEP 資金配置模型有較佳的風險控管能力，進而提升交易的風險報酬。

表 4-23 實驗三風險報酬比較表

評估指標	資金配置方法	獲勝期數	落敗期數	最大獲勝值	最大落敗值
風險報酬	GEP 資金配置	21	3	11 : 55.43	14 : 5.5
	凱利公式	3	21	14 : 5.5	11 : 55.43

四、綜合分析

從表 4-24 中可以得知，在交易次數和總獲利點數兩項指標中的平均值，凱利公式贏過 GEP 資金配置；而在勝率、平均獲利點數和風險報酬三項指標中的平均值，GEP 資金配置贏過凱利公式。雖然凱利公式的交易次數較高，但是在勝率和風險報酬的表現上不敵 GEP 資金配置，這代表凱利公式每次的交易都必須承擔一定程度的風險；反觀 GEP 資金配置雖然交易次數較少，但是它能獲得較高的勝率以及穩定的報酬。至於標準差的部分，GEP 資金配置在前四項指標表現得比凱利公式穩定，第五項指標也相差不大，由此可知，GEP 資金配置在 24 期的移動視窗較能得到一個穩定的結果。根據指標加權計算，GEP 資金配置較凱利公式模型改善 11.86%。

表 4-24 實驗三 24 期移動視窗平均值和標準差

評估指標	資金配置方法	平均	改善程度	標準差
交易次數 (次)	GEP 資金配置	205.29		<u>39.77</u>
	凱利公式	<u>229.38</u>		41.60
勝率 (%)	GEP 資金配置	<u>0.74</u>	4.23%	<u>0.030</u>
	凱利公式	0.71		0.052
總獲利點數 (點)	GEP 資金配置	7923	-10.65%	<u>3040</u>
	凱利公式	<u>8867</u>		5041
平均獲利點數 (點)	GEP 資金配置	<u>38.31</u>	2.79%	<u>11.94</u>
	凱利公式	37.27		17.03
風險報酬 (點)	GEP 資金配置	<u>60.71</u>	29.97%	26.34
	凱利公式	46.71		<u>26.14</u>
GEP 資金配置較凱利公式模型總改善程度			<u>11.86%</u>	

第四節 籌碼指標避險效果測試(實驗四)

一、實驗說明

模型 A 使用籌碼指標去進行期貨交易口數的加減碼，期望達到避險效果；而模型 B 則沒有使用籌碼指標進行避險。

二、實驗參數設定

模型 A 和模型 B 參數設定大致相同，僅差在模型 A 使用基因三和基因四決定加減碼策略以及加減碼口數，而模型 B 則無基因三和基因四片段，沒有使用籌碼指標進行避險。

表 4-25 實驗四參數設定

模組	參數	模型 A(有籌碼指標)	模型 B(無籌碼指標)
GEP(演化)	演化代數	50	
	族群大小	50	
	突變率	0.2	
	反轉率	0.1	
	IS 轉換率	0.15	
	RIS 轉換率	0.15	
	單點重組率	0.1	
	雙點重組率	0.1	
	Dc 突變率	0.2	
	Dc 反轉率	0.2	
	Dc 轉換率	0.2	
	RNC 突變率	0.25	
GEP(基因一)	屬性節點	K,D,R,W,P,B	
	終端節點	s,n,b	
	RNC 陣列長度	15	
	RNC 型態	整數	
	RNC 值域	[3,20]	

	最大分支度	3	
	頭部長度	4	
	尾部長度	9	
	Dc 長度	4	
GEP(基因二)	RNC 陣列長度	5	
	RNC 型態	整數	
	RNC 值域	[5,10]	
	頭部長度	0	
	尾部長度	1	
	Dc 長度	1	
GEP(基因三)	屬性節點	A,B	
	終端節點	d,i	
	RNC 陣列長度	10	
	RNC 型態	整數	
	RNC 值域	[-10000,10000]	
	最大分支度	2	
	頭部長度	3	
	尾部長度	4	
	Dc 長度	3	
GEP(基因四)	RNC 陣列長度	5	
	RNC 型態	整數	
	RNC 值域	[20,50]	
	頭部長度	0	
	尾部長度	2	
	Dc 長度	2	
GEP(基因五)	RNC 陣列長度	5	
	RNC 型態	整數	
	RNC 值域	[120,200]	
	頭部長度	0	
	尾部長度	2	
	Dc 長度	2	
Fuzzy	歸屬函數	專家知識	
	規則庫	GEP 模組產生	
	模糊推論	Mandani 推論	
	解模糊化	重心法	

三、效果分析

本研究總共包含 24 個移動視窗，每個視窗會記錄有籌碼指標避險與無籌碼指標避險的交易次數、勝率、總獲利點數、平均獲利點數和風險報酬等結果，並計算出 24 個移動視窗的平均值和標準差。最後，再根據這些結果進行比較分析。表

4-26 實驗四結果

視窗	有/無籌碼避險	交易次數	勝率	總獲利	平均獲利	風險報酬
1	有籌碼避險	263	0.76	11084	42.14	122.58
	無籌碼避險	317	0.77	21020	66.31	104.39
2	有籌碼避險	237	0.78	14982	63.22	94.12
	無籌碼避險	291	0.68	12102	41.59	43.20
3	有籌碼避險	223	0.75	10180	45.65	69.76
	無籌碼避險	301	0.64	9576	31.81	26.46
4	有籌碼避險	247	0.67	5364	21.72	37.11
	無籌碼避險	268	0.65	7044	26.28	35.01
5	有籌碼避險	192	0.77	5875	30.60	29.73
	無籌碼避險	242	0.61	-1842	-7.61	-5.19
6	有籌碼避險	164	0.77	5126	31.26	45.76
	無籌碼避險	263	0.62	-266	-1.01	-0.86
7	有籌碼避險	254	0.70	9508	37.43	67.91
	無籌碼避險	318	0.64	5410	17.01	18.01
8	有籌碼避險	199	0.75	8462	42.52	70.83
	無籌碼避險	226	0.71	9520	42.12	47.78
9	有籌碼避險	255	0.75	13083	51.31	95.93
	無籌碼避險	286	0.75	18300	63.99	74.83
10	有籌碼避險	231	0.74	6921	29.96	77.26
	無籌碼避險	268	0.76	10914	40.72	65.19
11	有籌碼避險	195	0.77	10344	53.05	96.69
	無籌碼避險	205	0.74	10410	50.78	77.19
12	有籌碼避險	190	0.76	8120	42.74	97.21
	無籌碼避險	246	0.71	10356	42.10	46.01
13	有籌碼避險	237	0.75	12908	54.46	85.05
	無籌碼避險	245	0.76	15055	61.45	81.69

14	有籌碼避險	247	0.72	8300	33.60	42.41
	無籌碼避險	276	0.72	13530	49.02	49.17
15	有籌碼避險	256	0.72	6867	26.82	48.45
	無籌碼避險	320	0.63	1314	4.11	3.86
16	有籌碼避險	214	0.73	4612	21.55	36.35
	無籌碼避險	255	0.72	5481	21.49	22.64
17	有籌碼避險	151	0.70	9267	61.37	33.98
	無籌碼避險	194	0.66	8856	45.65	32.42
18	有籌碼避險	174	0.75	3892	22.37	39.19
	無籌碼避險	186	0.75	4905	26.37	31.08
19	有籌碼避險	202	0.70	8988	44.50	44.63
	無籌碼避險	182	0.68	6265	34.42	43.53
20	有籌碼避險	107	0.76	2850	26.64	25.44
	無籌碼避險	120	0.73	3380	28.17	22.82
21	有籌碼避險	189	0.72	5794	30.66	45.45
	無籌碼避險	212	0.75	9485	44.74	49.22
22	有籌碼避險	161	0.73	5399	33.53	57.32
	無籌碼避險	186	0.72	9066	48.74	53.38
23	有籌碼避險	166	0.76	7216	43.47	64.51
	無籌碼避險	190	0.67	5159	27.15	26.74
24	有籌碼避險	173	0.68	4998	28.89	29.37
	無籌碼避險	164	0.65	2200	13.41	17.38
平均值	有籌碼避險	205.29	0.74	7923	38.31	60.71
	無籌碼避險	240.04	0.70	8218	34.11	40.25
標準差	有籌碼避險	39.77	0.030	3040	11.94	26.34
	無籌碼避險	52.73	0.049	5400	19.18	26.39

資料來源：本研究整理

圖 4-16 說明有籌碼避險和無籌碼避險模型的在 24 個移動視窗的交易次數結果。

橫軸代表移動視窗期數，縱軸代表交易次數。

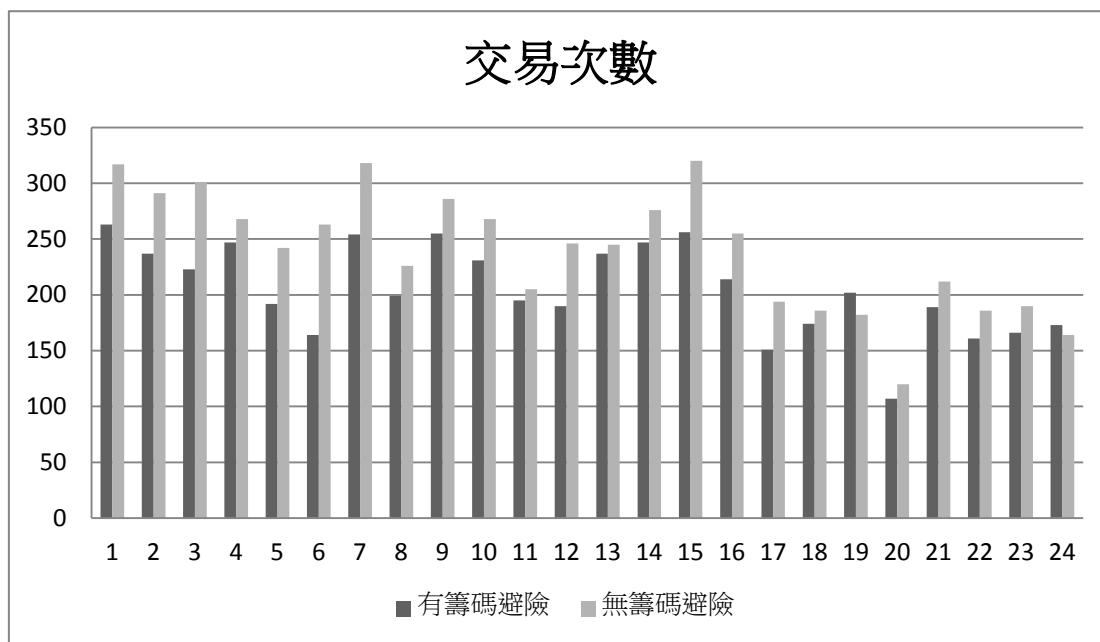


圖 4-16 實驗四交易次數比較圖

將圖 4-16 整理成表 4-27。可以發現，在 24 期移動視窗中，有籌碼避險模型的交易次數大於無籌碼避險模型只有 2 期，小於無籌碼避險模型整整有 22 期。在第 19 期的移動視窗中，有籌碼避險模型的交易次數最多高於無籌碼避險模型 20 次；在第 6 期的移動視窗中最多低於無籌碼避險模型 99 次。由此可知，無籌碼避險會造成較高的交易次數，但是高交易次數的好壞，後續還會與其他指標進行一個綜合的分析與說明。

表 4-27 實驗四交易次數比較表

評估指標	有/無籌碼避險	獲勝期數	落敗期數	最大獲勝值	最大落敗值
交易次數	有籌碼避險	2	22	19：20	6：99
	無籌碼避險	22	2	6：99	19：20

圖 4-17 說明有籌碼避險和無籌碼避險模型的在 24 個移動視窗的勝率結果。橫軸代表移動視窗期數，縱軸代表勝率。

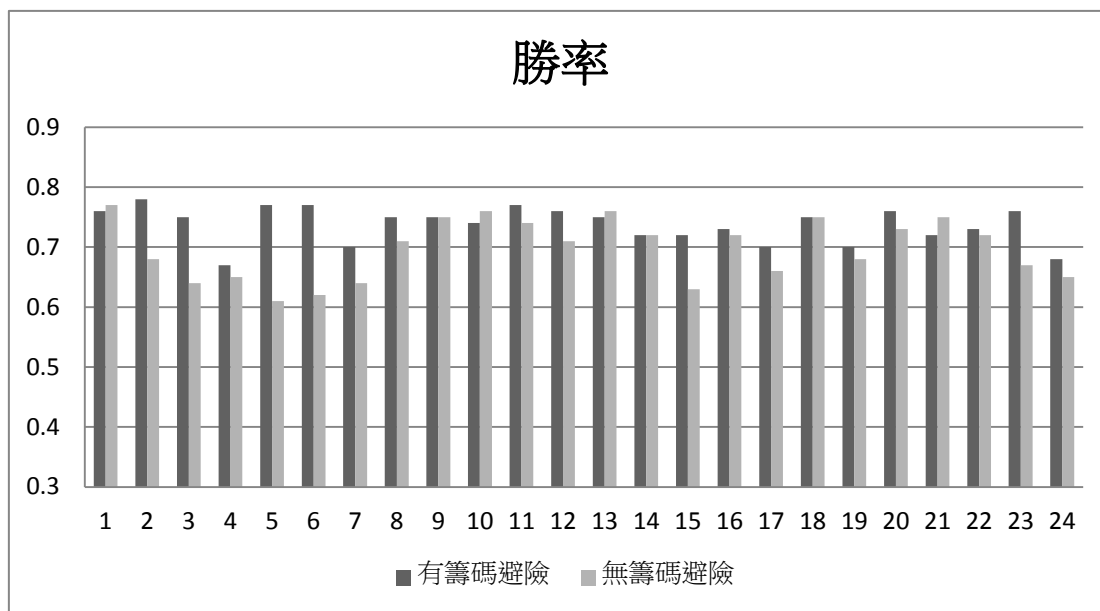


圖 4-17 實驗四勝率比較圖

將圖 4-17 整理成表 4-28。可以發現，在 24 期移動視窗中，有籌碼避險模型的勝率大於無籌碼避險模型有 17 期，小於無籌碼避險模型只有 4 期，其中有 3 期平手。在第 5 期的移動視窗中，有籌碼避險模型的勝率最多高於無籌碼避險模型 0.16；在第 21 期的移動視窗中，最多低於無籌碼避險模型只有 0.03。由此可知，有籌碼避險能有效地提升交易勝率。

表 4-28 實驗四勝率比較表

評估指標	有/無籌碼避險	獲勝期數	落敗期數	最大獲勝值	最大落敗值
勝率	有籌碼避險	17	4	5 : 0.16	21 : 0.03
	無籌碼避險	4	17	21 : 0.03	5 : 0.16

圖 4-18 說明有籌碼避險和無籌碼避險模型的在 24 個移動視窗的總獲利點數結果。橫軸代表移動視窗期數，縱軸代表總獲利點數。

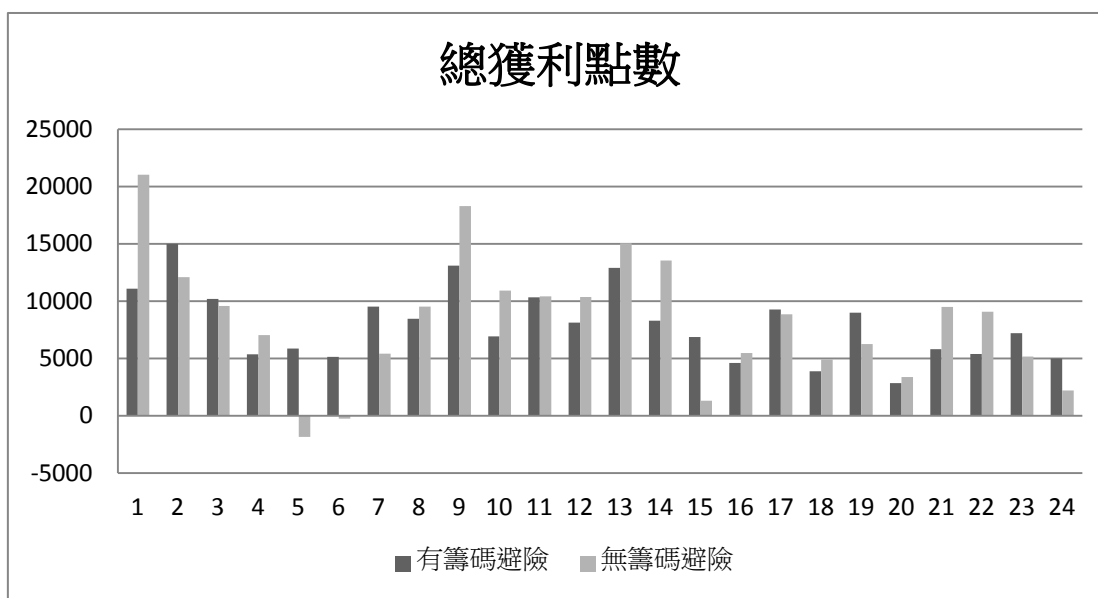


圖 4-18 實驗四總獲利點數比較圖

將圖 4-18 整理成表 4-29。可以發現，在 24 期移動視窗中，有籌碼避險模型的總獲利點數大於無籌碼避險模型有 10 期，小於無籌碼避險模型有 14 期。在第 5 期的移動視窗中，有籌碼避險模型的總獲利點數最多高於無籌碼避險模型 7717 點；在第 1 期的移動視窗中最多低於無籌碼避險模型有 9936 點。由此可知，在單純只考慮總獲利點數的情況下，無籌碼避險能獲得較高的總獲利點數，但卻可能產生負報酬，因此無籌碼避險有一定程度的風險性。後續還會與其他指標進行綜合比較，來說明籌碼避險的有效性。

表 4-29 實驗四總獲利點數比較表

評估指標	有/無籌碼避險	獲勝期數	落敗期數	最大獲勝值	最大落敗值
總獲利點數	有籌碼避險	10	14	5 : 7717	1 : 9936
	無籌碼避險	14	10	1 : 9936	5 : 7717

圖 4-19 說明有籌碼避險和無籌碼避險模型的在 24 個移動視窗的平均獲利點數結果。橫軸代表移動視窗期數，縱軸代表平均獲利點數。

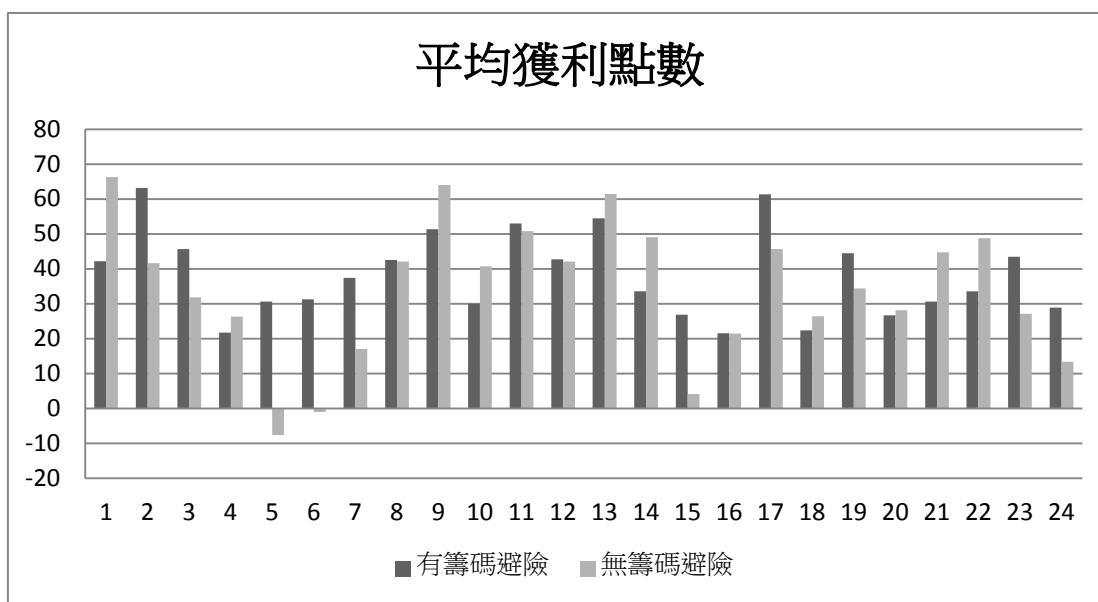


圖 4-19 實驗四平均獲利點數比較圖

將圖 4-19 整理成表 4-30。可以發現，在 24 期移動視窗中，有籌碼避險模型的平均獲利點數大於無籌碼避險模型有 13 期，小於無籌碼避險模型有 10 期，其中有 1 期平手。在第 5 期的移動視窗中，有籌碼避險模型的平均獲利點數最多高於無籌碼避險模型 37.7 點；在第 1 期的移動視窗中，最多低於無籌碼避險模型 24.17 點。有籌碼避險的獲勝期數和最大獲勝值皆大於無籌碼避險。由此可知，有籌碼避險能有效地提升交易的平均獲利點數。

表 4-30 實驗四平均獲利點數比較表

評估指標	有/無籌碼避險	獲勝期數	落敗期數	最大獲勝值	最大落敗值
平均獲利點數	有籌碼避險	13	10	5 : 37.7	1 : 24.17
	無籌碼避險	10	13	1 : 24.17	5 : 37.7

圖 4-20 說明有籌碼避險和無籌碼避險模型的在 24 個移動視窗的風險報酬結果。

橫軸代表移動視窗期數，縱軸代表風險報酬。

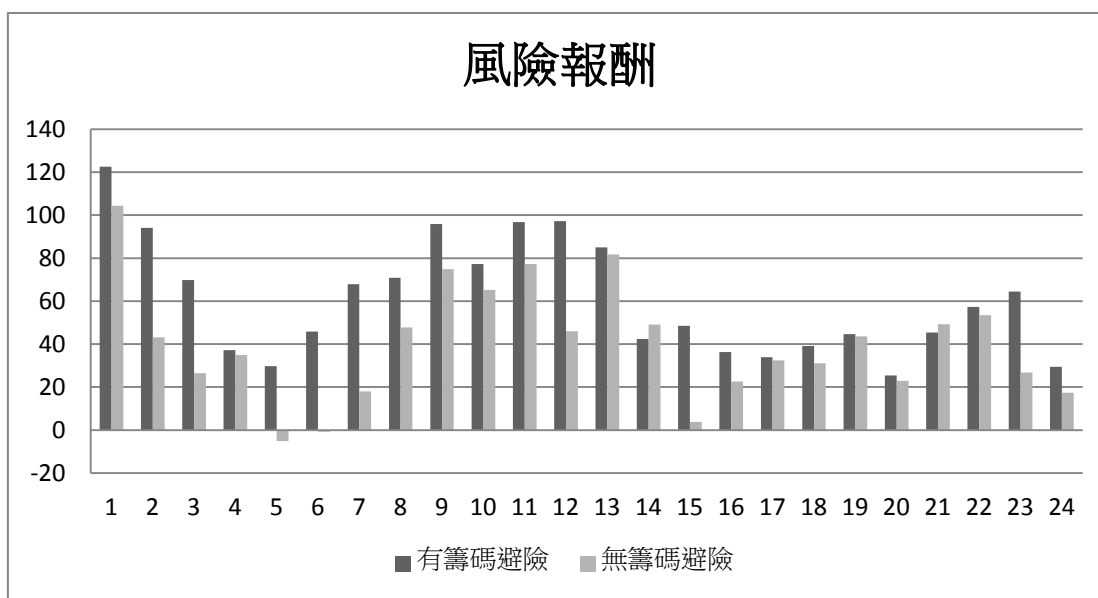


圖 4-20 實驗四風險報酬比較圖

將圖 4-20 整理成表 4-31。可以發現，在 24 期移動視窗中，有籌碼避險模型的風險報酬大於無籌碼避險模型有 23 期，小於無籌碼避險模型只有 1 期。在第 12 期的移動視窗中，有籌碼避險模型的風險報酬最多高於無籌碼避險模型 51.2 點；在第 14 期的移動視窗中，最多低於無籌碼避險模型只有 6.76 點。有籌碼避險的獲勝期數和最大獲勝值皆大於無籌碼避險。由此可知，有籌碼避險確實能進行風險控管，有效地提升交易的風險報酬。

表 4-31 實驗四風險報酬比較表

評估指標	有/無籌碼避險	獲勝期數	落敗期數	最大獲勝值	最大落敗值
風險報酬	有籌碼避險	23	1	12：51.2	14：6.76
	無籌碼避險	1	23	14：6.76	12：51.2

三、綜合分析

從表 4-32 中可以得知，在交易次數和總獲利點數兩項指標中的平均值，無籌碼避險贏過有籌碼避險；然而在勝率、平均獲利點數和風險報酬三項指標中的平均值，有籌碼避險贏過無籌碼避險。雖然無籌碼避險的交易次數較高，但是在勝率和風險報酬的表現上不敵有籌碼避險，這代表無籌碼避險每次的交易的風險較高；反觀有籌碼避險雖然交易次數較少，但是它能獲得較高的勝率和穩定的報酬。至於標準差的部分，有籌碼避險五項指標的標準差皆小於無籌碼避險，這代表的是有籌碼避險在 24 期的移動視窗擁有較穩定的表現。根據指標加權計算，有籌碼避險模型較無籌碼避險模型改善 24.34%。

表 4-32 實驗四 24 期移動視窗平均值和標準差

評估指標	有/無籌碼避險	平均	改善程度	標準差
交易次數 (次)	有籌碼避險	205.29		<u>39.77</u>
	無籌碼避險	<u>240.04</u>		52.73
勝率 (%)	有籌碼避險	<u>0.74</u>	5.71%	<u>0.030</u>
	無籌碼避險	0.70		0.049
總獲利點數 (點)	有籌碼避險	7923	-3.59%	<u>3040</u>
	無籌碼避險	<u>8218</u>		5400
平均獲利點數 (點)	有籌碼避險	<u>38.31</u>	12.31%	<u>11.94</u>
	無籌碼避險	34.11		19.18
風險報酬 (點)	有籌碼避險	<u>60.71</u>	50.83%	<u>26.34</u>
	無籌碼避險	40.25		26.39
有籌碼避險模型較無籌碼避險模型 總改善程度			<u>24.34%</u>	

第五節 停損停利策略效果測試(實驗五)

一、實驗說明

模型 A 中的投資策略會包含停損停利策略，而模型 B 中的投資策略沒有包含停損停利策略。

二、實驗參數設定

模型 A 和模型 B 參數設定大致相同，僅差在模型 A 使用基因五決定停損停利點，而模型 B 則無基因五片段，沒有使用停損停利策略。

表 4-33 實驗五參數設定

模組	參數	模型 A(動態天期)	模型 B(固定天期)
GEP(演化)	演化代數	50	
	族群大小	50	
	突變率	0.2	
	反轉率	0.1	
	IS 轉換率	0.15	
	RIS 轉換率	0.15	
	單點重組率	0.1	
	雙點重組率	0.1	
	Dc 突變率	0.2	
	Dc 反轉率	0.2	
	Dc 轉換率	0.2	
	RNC 突變率	0.25	
GEP(基因一)	屬性節點	K,D,R,W,P,B	
	終端節點	s,n,b	
	RNC 陣列長度	15	
	RNC 型態	整數	
	RNC 值域	[3,20]	
	最大分支度	3	
	頭部長度	4	

	尾部長度	9	
	Dc 長度	4	
GEP(基因二)	RNC 陣列長度	5	
	RNC 型態	整數	
	RNC 值域	[5,10]	
	頭部長度	0	
	尾部長度	1	
	Dc 長度	1	
GEP(基因三)	屬性節點	A,B	
	終端節點	d,i	
	RNC 陣列長度	10	
	RNC 型態	整數	
	RNC 值域	[-10000,10000]	
	最大分支度	2	
	頭部長度	3	
	尾部長度	4	
	Dc 長度	3	
GEP(基因四)	RNC 陣列長度	5	
	RNC 型態	整數	
	RNC 值域	[20,50]	
	頭部長度	0	
	尾部長度	2	
	Dc 長度	2	
GEP(基因五)	RNC 陣列長度	5	
	RNC 型態	整數	
	RNC 值域	[120,200]	
	頭部長度	0	
	尾部長度	2	
	Dc 長度	2	
Fuzzy	歸屬函數	專家知識	
	規則庫	GEP 模組產生	
	模糊推論	Mandani 推論	
	解模糊化	重心法	

資料來源：本研究整理

三、效果分析

本研究總共包含 24 個移動視窗，每個視窗會記錄有停損停利與無停損停利策略的交易次數、勝率、總獲利點數、平均獲利點數和風險報酬等結果，並計算出 24 個移動視窗的平均值和標準差。最後，再根據這些結果進行比較分析。表 4-34 實

驗五結果

視窗	有無停損停利	交易次數	勝率	總獲利	平均獲利	風險報酬
1	有停損停利	263	0.76	11084	42.14	122.58
	無停損停利	237	0.66	-1096	-4.62	-10.23
2	有停損停利	237	0.78	14982	63.22	94.12
	無停損停利	173	0.65	-240	-1.39	-1.07
3	有停損停利	223	0.75	10180	45.65	69.76
	無停損停利	176	0.64	-4554	-26.17	-21.34
4	有停損停利	247	0.67	5364	21.72	37.11
	無停損停利	208	0.63	36	0.17	0.23
5	有停損停利	192	0.77	5875	30.60	29.73
	無停損停利	139	0.68	-3623	-26.06	-13.09
6	有停損停利	164	0.77	5126	31.26	45.76
	無停損停利	137	0.66	-432	-3.15	-3.72
7	有停損停利	254	0.70	9508	37.43	67.91
	無停損停利	218	0.61	-680	-3.12	-4.21
8	有停損停利	199	0.75	8462	42.52	70.83
	無停損停利	167	0.62	-659	-3.95	-5.05
9	有停損停利	255	0.75	13083	51.31	95.93
	無停損停利	213	0.61	-2433	-11.42	-14.79
10	有停損停利	231	0.74	6921	29.96	77.26
	無停損停利	198	0.65	-3	-0.02	-0.03
11	有停損停利	195	0.77	10344	53.05	96.69
	無停損停利	157	0.60	956	6.09	7.23
12	有停損停利	190	0.76	8120	42.74	97.21
	無停損停利	164	0.62	-600	-3.66	-6.24
13	有停損停利	237	0.75	12908	54.46	85.05
	無停損停利	198	0.67	3056	15.43	18.69

14	有停損停利	247	0.72	8300	33.60	42.41
	無停損停利	165	0.61	-4928	-29.87	-17.22
15	有停損停利	256	0.72	6867	26.82	48.45
	無停損停利	221	0.62	1212	5.48	8.17
16	有停損停利	214	0.73	4612	21.55	36.35
	無停損停利	187	0.71	5428	29.03	39.79
17	有停損停利	151	0.70	9267	61.37	33.98
	無停損停利	84	0.54	-1657	-19.73	-5.72
18	有停損停利	174	0.75	3892	22.37	39.19
	無停損停利	151	0.68	-361	-2.39	-3.47
19	有停損停利	202	0.70	8988	44.50	44.63
	無停損停利	150	0.62	-3376	-22.51	-12.75
20	有停損停利	107	0.76	2850	26.64	25.44
	無停損停利	87	0.61	631	7.25	4.68
21	有停損停利	189	0.72	5794	30.66	45.45
	無停損停利	161	0.63	83	0.52	0.54
22	有停損停利	161	0.73	5399	33.53	57.32
	無停損停利	136	0.62	-607	-4.46	-5.16
23	有停損停利	166	0.76	7216	43.47	64.51
	無停損停利	137	0.64	2152	15.71	17.30
24	有停損停利	173	0.68	4998	28.89	29.37
	無停損停利	138	0.61	-3144	-22.78	-10.66
平均值	有停損停利	205.29	0.74	7923	38.31	60.71
	無停損停利	166.75	0.63	-618	-4.04	-1.59
標準差	有停損停利	39.77	0.030	3040	11.94	26.34
	無停損停利	38.20	0.034	2313	14.26	12.92

資料來源：本研究整理

圖 4-21 說明有停損停利和無停損停利模型的在 24 個移動視窗的交易次數結果。

橫軸代表移動視窗期數，縱軸代表交易次數。

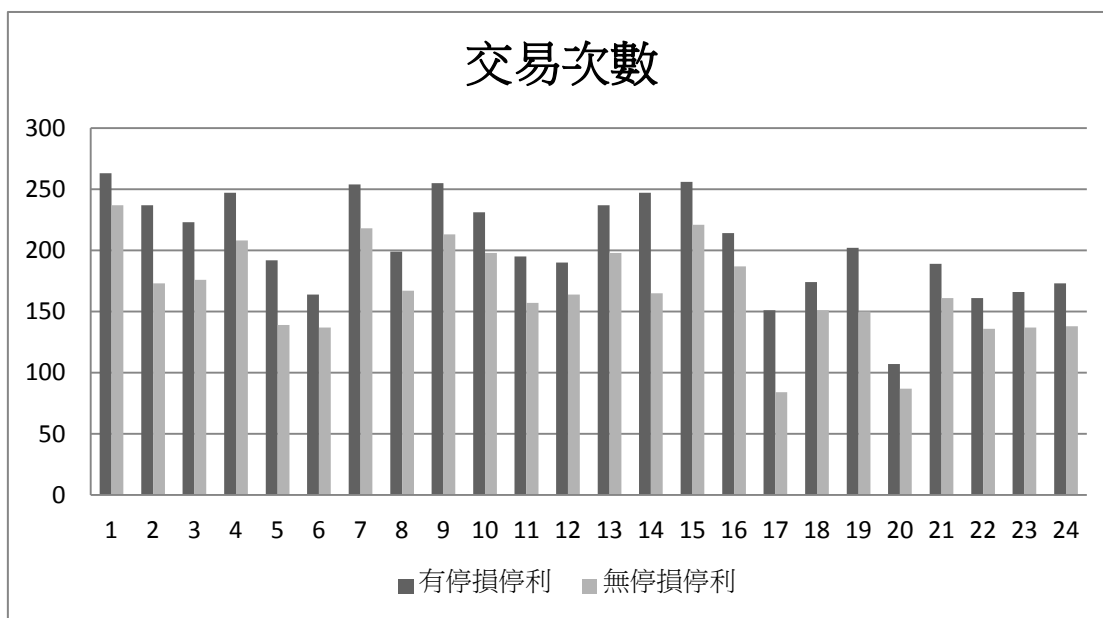


圖 4-21 實驗五交易次數比較圖

將圖 4-21 整理成表 4-35。可以發現，在 24 期移動視窗中，有停損停利模型的交易次數皆大於無停損停利模型。在第 14 期的移動視窗中，有停損停利模型的交易次數最多高於無停損停利模型 82 次。停損停利機制能夠避免嚴重的損失，當目前持有的單子已經達到停損停利條件，此單子就會在賣出的交易訊號產生前脫手，此時交易次數就會加一，因此當使用停損停利機制的時候，自然而然就會增加所謂的交易次數，圖 4-21 剛好能驗證此結果。

表 4-35 實驗五交易次數比較表

評估指標	有/無籌碼避險	獲勝期數	落敗期數	最大獲勝值	最大落敗值
交易次數	有籌碼避險	24	0	14：82	0
	無籌碼避險	0	24	0	14：82

圖 4-22 說明有停損停利和無停損停利模型的在 24 個移動視窗的勝率結果。橫軸代表移動視窗期數，縱軸代表勝率。

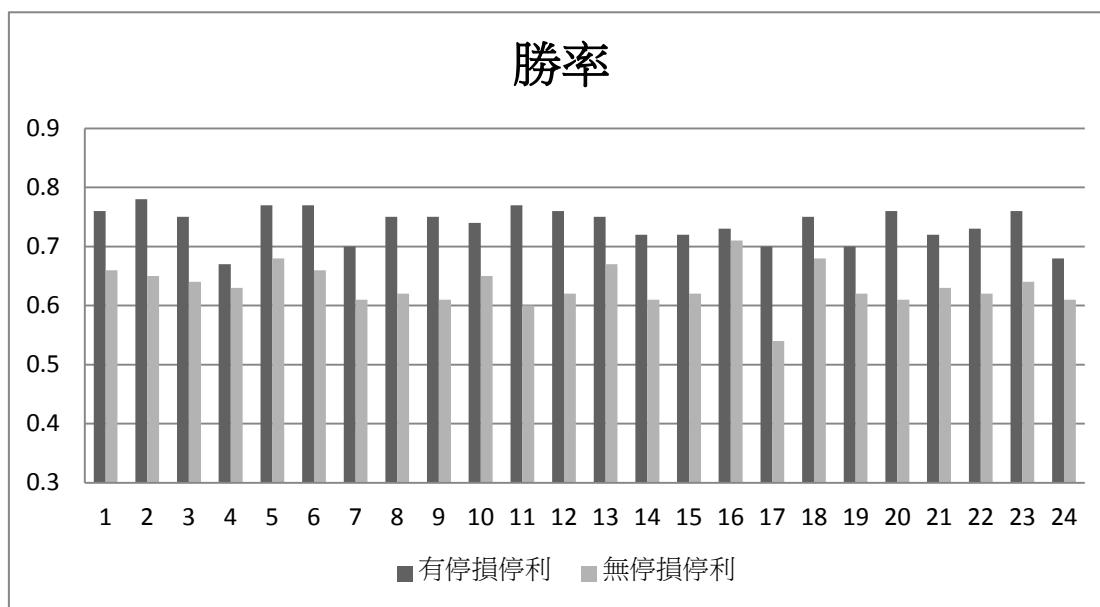


圖 4-22 實驗五勝率較圖

將圖 4-22 整理成表 4-36。可以發現，在 24 期移動視窗中，有停損停利模型的勝率皆大於無停損停利模型。在第 14 期的移動視窗中，有停損停利模型的勝率最多高於無停損停利模型有 0.17。由此可知，由籌碼避險能有效地提升交易的勝率。

表 4-36 實驗五勝率比較表

評估指標	有/無籌碼避險	獲勝期數	落敗期數	最大獲勝值	最大落敗值
勝率	有籌碼避險	24	0	11 : 0.17	0
	無籌碼避險	0	24	0	11 : 0.17

圖 4-23 說明有停損停利和無停損停利模型的在 24 個移動視窗的總獲利點數結果。橫軸代表移動視窗期數，縱軸代表總獲利點數。

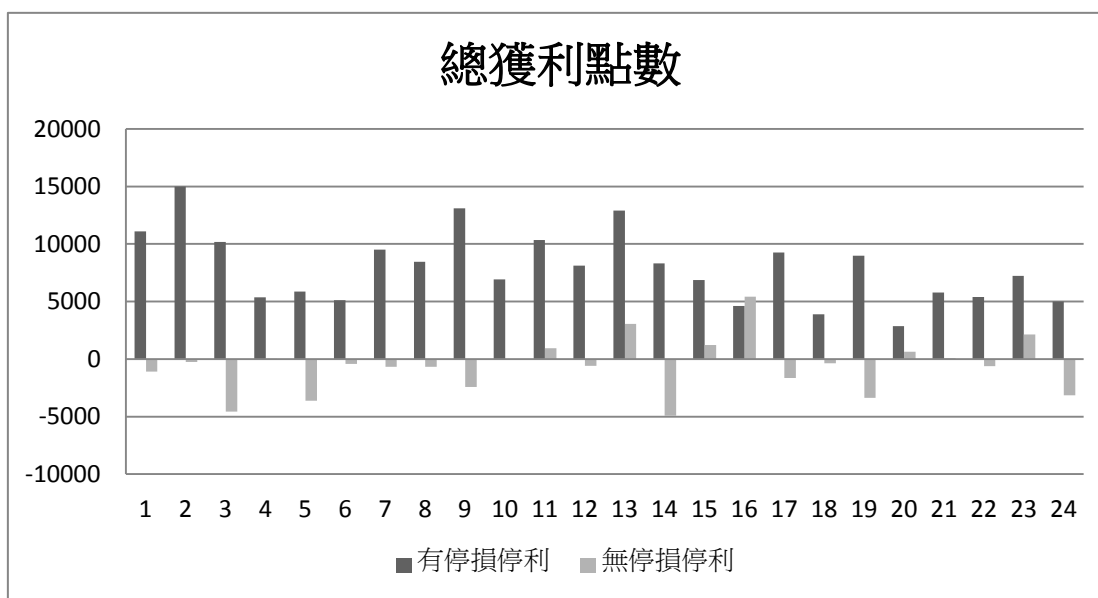


圖 4-23 實驗五總獲利點數比較圖

將圖 4-23 整理成表 4-37。可以發現，在 24 期移動視窗中，有停損停利模型的總獲利點數大於無停損停利模型有 23 期，小於無停損停利模型只有 1 期。在第 9 期的移動視窗中，有停損停利模型的總獲利點數最多高於無停損停利模型有 15516 點；在第 16 期的移動視窗中，最多低於無停損停利模型 816 點。再加上無停損停利模型在 24 期移動視窗中產生了 15 期負報酬。由此可知，有停損停利能有效地提升交易的總獲利點數。

表 4-37 實驗五總獲利點數比較表

評估指標	有/無籌碼避險	獲勝期數	落敗期數	最大獲勝值	最大落敗值
總獲利點數	有籌碼避險	23	1	9 : 15516	16 : 816
	無籌碼避險	1	23	16 : 816	9 : 15516

圖 4-24 說明有停損停利和無停損停利模型的在 24 個移動視窗的平均獲利點數結果。橫軸代表移動視窗期數，縱軸代表平均獲利點數。

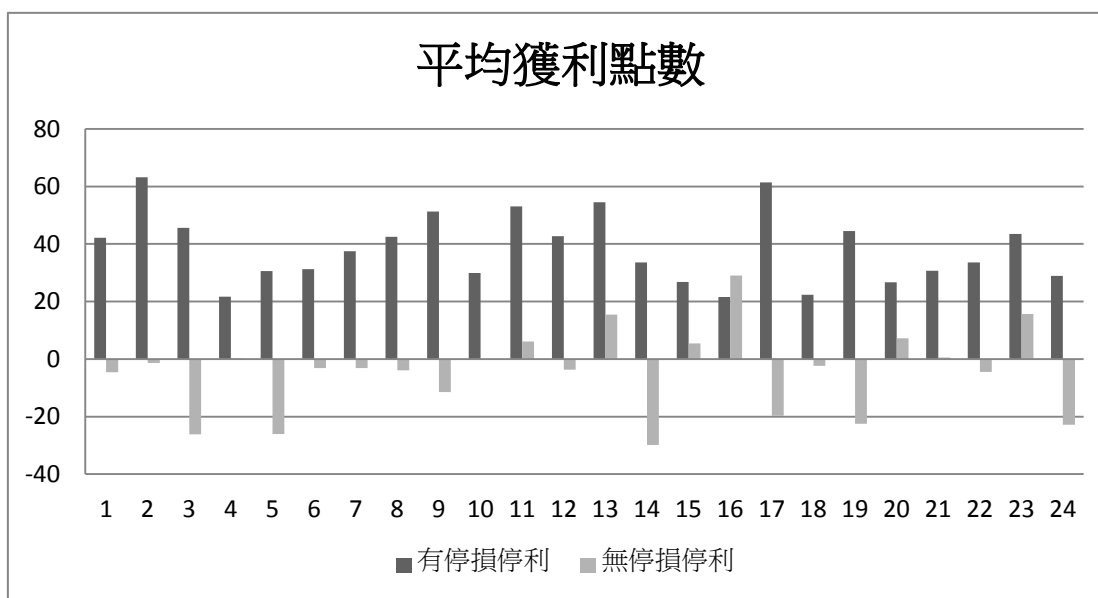


圖 4-24 實驗五平均獲利點數比較圖

將圖 4-24 整理成表 4-38。可以發現，在 24 期移動視窗中，有停損停利模型的平均獲利點數大於無停損停利模型有 23 期，小於無停損停利模型只有 1 期。在第 17 期的移動視窗中，有停損停利模型的平均獲利點數最多高於無停損停利模型有 81.1 點；在第 16 期的移動視窗中，最多低於無停損停利模型 7.48 點。再加上無停損停利模型在 24 期移動視窗中產生了 15 期負報酬。由此可知，有停損停利能有效地提升模型交易的平均獲利點數。

表 4-38 實驗五平均獲利點數比較表

評估指標	有/無籌碼避險	獲勝期數	落敗期數	最大獲勝值	最大落敗值
平均獲利點數	有籌碼避險	23	1	17：81.1	16：7.48
	無籌碼避險	1	23	16：7.48	17：81.1

圖 4-25 說明有停損停利和無停損停利模型的在 24 個移動視窗的風險報酬結果。

橫軸代表移動視窗期數，縱軸代表風險報酬。

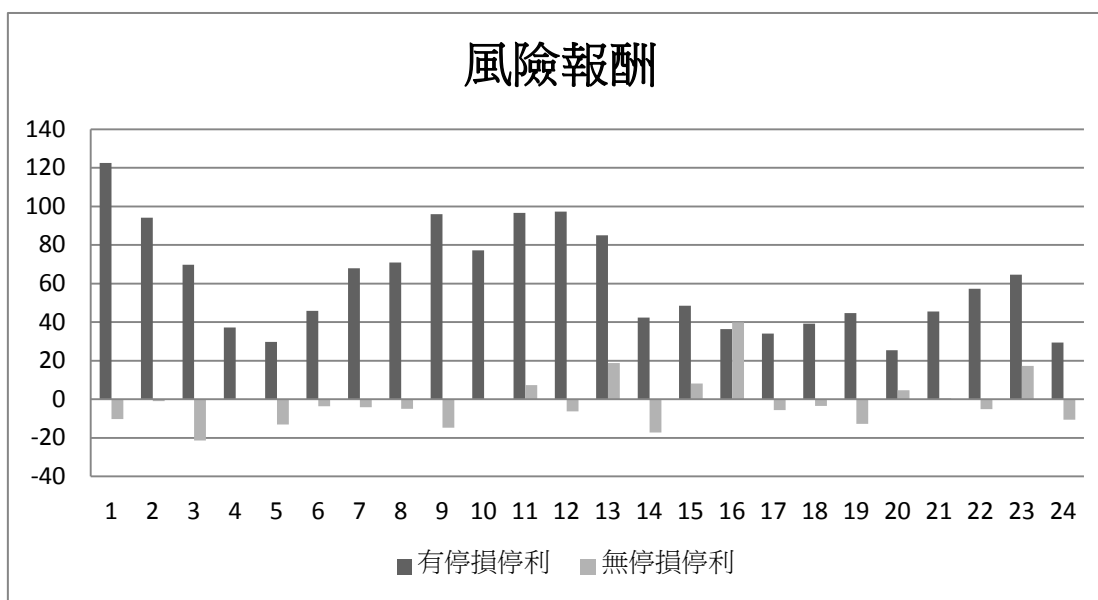


圖 4-25 實驗五風險報酬比較圖

將圖 4-25 整理成表 4-39。可以發現，在 24 期移動視窗中，有停損停利模型的風險報酬大於無停損停利模型有 23 期，小於無停損停利模型只有 1 期。在第 1 期的移動視窗中，有停損停利模型的風險報酬最多高於無停損停利模型有 132.81 點；在第 16 期的移動視窗中，最多低於無停損停利模型 3.44 點。再加上無停損停利模型在 24 期移動視窗中產生了 15 期負報酬。由此可知，有停損停利能確實能有效地提升模型避險能力，進而增加風險報酬。

表 4-39 實驗五風險報酬比較表

評估指標	有/無籌碼避險	獲勝期數	落敗期數	最大獲勝值	最大落敗值
風險報酬	有籌碼避險	23	1	1：132.81	16：3.44
	無籌碼避險	1	23	16：3.44	1：132.81

四、綜合分析

從表 4-40 中可以得知，在平均值的部分，有停損停利的伍想指標皆優於無停損停利，可見停損停利在投資策略中的重要性。至於標準差的部分，雖然無停損停利的交易是數、總獲利點數和風險報酬都優於有停損停利，但是在無停損停利的條件下所獲取的都是負報酬，穩定的損失似乎也不是一件好事；而有停損停利策略能在承擔一定風險的情況下，所獲取的都是正報酬，與無停損停利的穩定的負報酬比較起來，還是有一定的效益的。根據指標加權計算，總改善程度已經大於 100%，原因在於無停損停利模型有三個評估指標出現負數，且與有停損停利模型差異頗大，因此造成改善幅度大於 100% 的情況。

表 4-40 實驗五 24 期移動視窗平均值和標準差

評估指標	有/無停損停利	平均	改善程度	標準差
交易次數	有停損停利	<u>205.29</u>		39.77
	無停損停利	166.75		<u>38.20</u>
勝率	有停損停利	<u>0.74</u>	17.46%	<u>0.030</u>
	無停損停利	0.63		0.034
總獲利點數	有停損停利	<u>7923</u>	1382%	3040
	無停損停利	-618		<u>2313</u>
平均獲利點數	有停損停利	<u>38.31</u>	1048%	<u>11.94</u>
	無停損停利	-4.04		14.26
風險報酬	有停損停利	<u>60.71</u>	3918%	26.34
	無停損停利	-1.59		<u>12.92</u>
有停損停利模型較無停損停利模型 總改善程度			<u>>100%</u>	

第六節 實驗綜合分析

從實驗一到實驗五可以發現，各個實驗的模型 A 就是本研究提出的模型，其包含指標模糊化、動態天期指標、資金配置、籌碼避險和停損停利所有運用。而各個實驗的模型 B 皆只改變一個因子，來進行各實驗之比較。比如說，實驗一的模型 B 捨棄指標模糊化，使用明確指標、實驗二的模型 B 使用固定天期指標、實驗三的模型 B 使用凱利公式進行資金配置、實驗四的模型 B 無使用籌碼避險、以及實驗五的模型 B 無停損停利。此小節試圖以不同的面向進行分析，分析本研究模型和各實驗模型 B 在不同評估指標下的表現。

表 4-41 各模型說明

比較模型	說明
本研究模型(各實驗模型 A)	本研究提出模型
無模糊化模型(實驗一模型 B)	明確技術指標模型
固定天期模型(實驗二模型 B)	固定天期技術指標模型
凱利公式模型(實驗三模型 B)	凱利公式資金配置模型
無籌碼避險模型(實驗四模型 B)	無籌碼指標避險模型
無停損停利模型(實驗五模型 B)	無停損停利策略模型

一、交易次數(次)

在交易次數評估指標中，無籌碼避險模型產生最高的交易次數，而無停損停利模型產生最低的交易次數。至於，本研究模型則擁有中庸的交易次數。交易次數這項指標必須與其他指標進行綜合分析，才能得知高低的好壞。

表 4-42 各模型交易次數比較表

比較模型	平均
本研究模型	205.29
無模糊化模型	168.54
固定天期模型	200.83
凱利公式模型	229.38
無籌碼避險模型	<u>240.04</u>

無停損停利模型	166.75
---------	--------

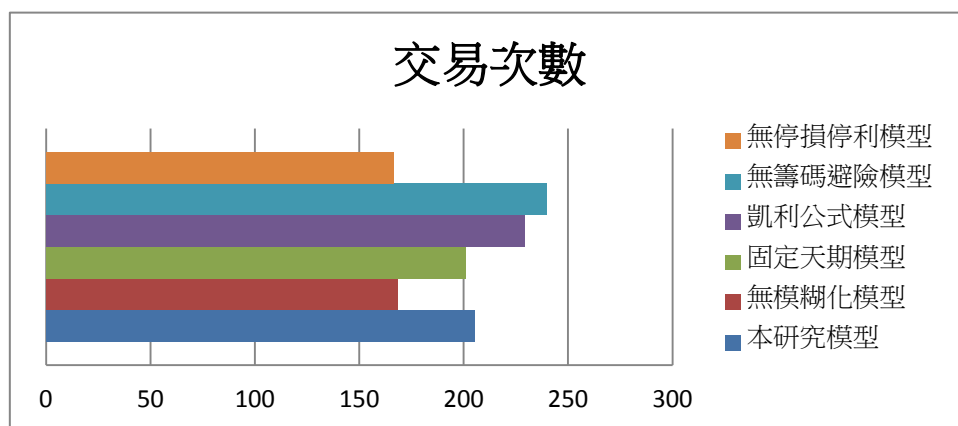


圖 4-26 各模型交易次數比較長條圖

二、勝率(%)

在勝率評估指標中，本研究模型產生最高的交易勝率，勝率為 74%；而無停損停利模型擁有最低的勝率，勝率只有 63%。

表 4-43 各模型勝率比較表

比較模型	平均
本研究模型	74
無模糊化模型	66
固定天期模型	73
凱利公式模型	71
無籌碼避險模型	70
無停損停利模型	63

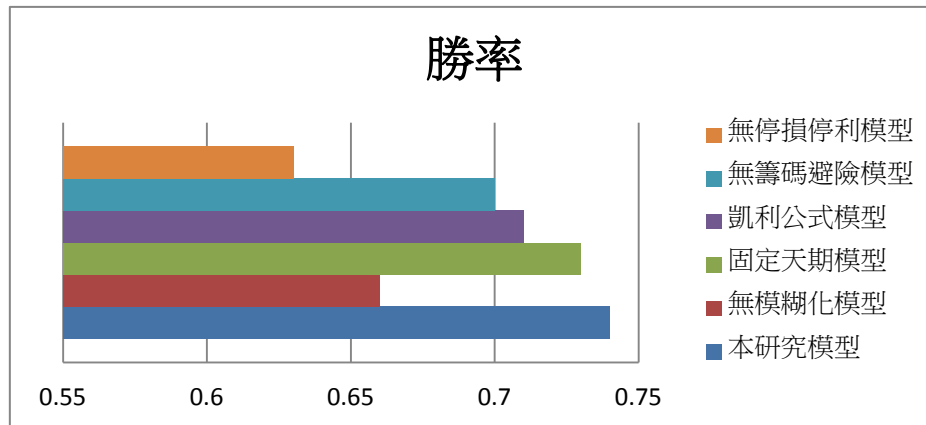


圖 4-27 各模型勝率比較長條圖

三、總獲利點數(點)

在總獲利點數評估指標中，凱利公式模型擁有最高的總獲利點數，高達 8867 點；而無停損停利模型擁有最低的總獲利點數，平均為-618 點。至於本研究模型總獲利點數有 7923 點，與第一名表現只相差 944 點，算是還擁有前段班的表現。

表 4-44 各模型總獲利點數比較表

比較模型	平均
本研究模型	7923
無模糊化模型	4725
固定天期模型	8336
凱利公式模型	8867
無籌碼避險模型	8218
無停損停利模型	-618

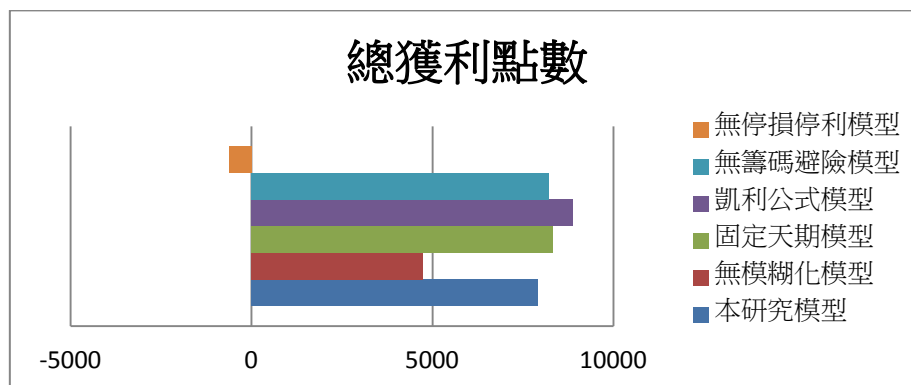


圖 4-28 各模型總獲利點數比較長條圖

四、平均獲利點數(點)

在平均獲利點數評估指標中，固定天期模型擁有最高的平均獲利點數，平均為 39.63 點；而無停損停利模型產生最低的平均獲利點數，平均為-4.04 點。至於本研究模型在該項評估指標中排名第二高，高達 38.31 點，相較於固定天期模型只相差了 1.32 點。

表 4-45 各模型平均獲利點數比較表

比較模型	平均
本研究模型	38.31
無模糊化模型	24.84
固定天期模型	39.63
凱利公式模型	37.27
無籌碼避險模型	34.11
無停損停利模型	-4.04

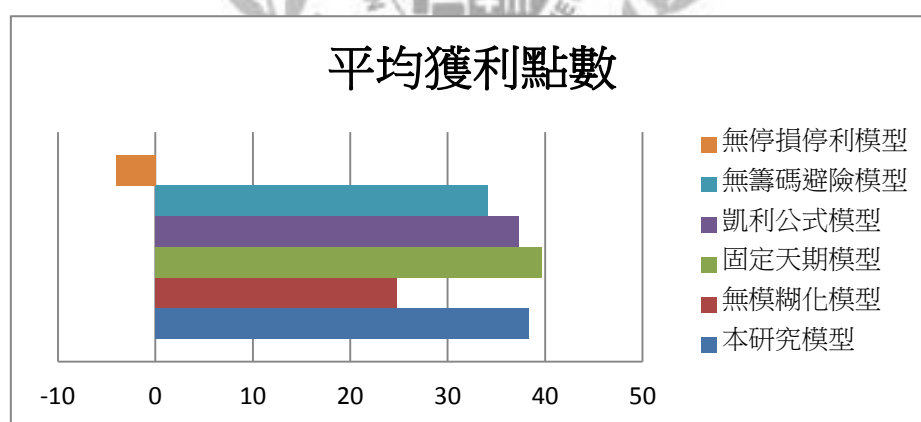


圖 4-29 各模型平均獲利點數比較長條圖

五、風險報酬(點)

在風險報酬方面，本研究模型擁有最高的風險報酬，高達 60.71 點；而無停損停利模型擁有最低的風險報酬，為-1.59 點。

表 4-46 各模型風險報酬比較表

比較模型	平均
本研究模型	60.71
無模糊化模型	34.62
固定天期模型	53.83
凱利公式模型	46.71
無籌碼避險模型	40.25
無停損停利模型	-1.59

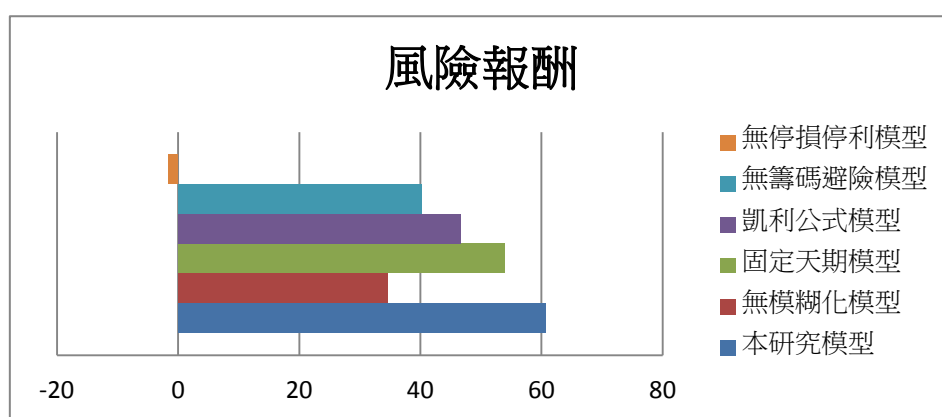


圖 4-30 各模型風險報酬比較長條圖

六、綜合分析

從表 4-47 得知，本研究的模型擁有最高的勝率和風險報酬；雖然總獲利點數和平均獲利點數分別拿到第四名和第二名的名次，但是與最佳的模型相差 11% 和 3%，差異相當小；從交易次數和勝率兩項指標來看，本研究的模型能在有限的交易次數中尋求最高的勝率，這代表本研究模型較能夠捕捉到正確的交易訊號。然後從總獲利點數、平均獲利點數和風險報酬三項指標中可以得知，本研究模型雖然沒有最佳的絕對報酬，但擁有最佳的風險控管能力，能夠提供投資人穩定的獲利。無停損停利模型在五項評估指標中擁有最低的表現，在獲利方面的表現還獲得了負報酬；如果只看正報酬中最低的表現，無模糊化模型擁有最低的表現；由

此可知，有停損停利和指標模糊化有顯著提升獲利的效果，從改善程度來看，有停損停利又比指標模糊化效果顯著。

表 4-47 模型綜合分析表

評估指標	本研究模型	最低	正報酬最低
交易次數	第三名	無停損停利模型	
勝率	第一名	無停損停利模型	
總獲利點數	第四名	無停損停利模型	無模糊化模型
平均獲利點數	第二名	無停損停利模型	無模糊化模型
風險報酬	第一名	無停損停利模型	無模糊化模型



第七節 研究模型分析

此章節旨在說明本研究提出之投資策略探勘模組基因型(Genotype)和表現型(Phenotype)之探討。並結合指標模糊化模組決定最後的交易動作和資金配置策略。以下釋例為本研究於實驗中產生的一組最佳解(染色體)，此染色體的勝率為75%、平均獲利點數為234.48點，藉以說明於期貨市場中的應用方式。

表 4-48 染色體釋例

	投資策略探勘模組
染色體	W,b,b,R,n,b,s,s,n,b,n,s,n,1,7,13,13,?,?,1,1,A,A,A,d,i,d,d,1,1,3,?,?,1,0,?,?,4,0
R	3,3,13,20,19,19,20,12,17,15,13,12,3,13,12,10,7,8,11,11,906,-5824,-5300,6804,1
N	557,7314,-9557,7550,-7189,-5056,38,38,46,32,43,185,146,145,122,122
C	

為了方便說明，將上述染色體拆成基因一至基因五，以及所對應的 RNC 如下表所示：

表 4-49 基因一釋例

基因一	W,b,b,R,n,b,s,s,n,b,n,s,n,1,7,13,13
RNC	3,3,13,20,19,19,20,12,17,15,13,12,3,13,12
表示樹	
規則	<p>規則 1：當 3 天期 W%R = 低 則買進</p> <p>規則 2：當 3 天期 W%R = 中 則買進</p> <p>規則 3：當 3 天期 W%R = 高 & 3 天期 RSI = 低 則不動作</p> <p>規則 4：當 3 天期 W%R = 高 & 3 天期 RSI = 中 則買進</p> <p>規則 5：當 3 天期 W%R = 高 & 3 天期 RSI = 高 則賣出</p>

表 4-50 基因二釋例

基因二	?,?,1,1
RNC	10,7,8,11,11
表現型	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">? =7</div>
規則	規則 1：交易訊號為買進時，買進 7 口期貨。

表 4-51 基因三釋例

基因三	A,i,B,d,i,d,1,1,3	
RNC	906,-5824,-5300,6804,1557,7314,-9557,7550,-7189,-5056	
表示樹	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <pre> graph TD A((A)) -- "≤ -5824" --> i1((i)) A -- "> -5824" --> B((B)) B -- "≤ 6804" --> d((d)) B -- "> 6804" --> i2((i)) </pre> </div> <div style="text-align: center;"> <p>交易量</p> <p>≤ -5824 > -5824</p> <p>加碼 未平倉量</p> <p>≤ 6804 > 6804</p> <p>減碼 加碼</p> </div> </div>	
規則	<p>規則 1：當交易量 ≤ -5824 則加碼</p> <p>規則 2：當交易量 > -5824 & 未平倉量 ≤ 6804 則減碼</p> <p>規則 3：當交易量 > -5824 & 未平倉量 > 6804 則加碼</p>	

表 4-52 基因四釋例

基因四	?,?,1,0
RNC	38,38,46,32,43
表現型	<div style="display: flex; gap: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">? =38</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">? =38</div> </div>
規則	<p>規則1：當加碼訊號成立時，加碼38%資金。</p> <p>規則2：當減碼訊號成立時，減碼38%資金。</p>

表 4-53 基因五釋例

基因五	?,?,4,0	
RNC	185,146,145,122,122	
表現型	? =122	? =185
規則	規則 1：當獲取 122 點獲利點數時，則進行出場動作。 規則 2：當損失 185 點獲利點數時，則進行出場動作。	

本研究提出模型於期貨市場中的應用方式，說明如下表：

表 4-54 模型應用方式

本研究模型	
流程一	基因一產生的規則會作為指標模糊化模組的規則庫來決定買賣動作。
流程二	當買進時，會根據基因二的資金配置進行買進；賣出則採全部賣出。
流程三	如果本次交易為買進時，還會根據基因三和基因四的加減碼動作。
例外流程	當獲利達到停損停利點時，則會根據基因五產生的規則進行出場動作。



第伍章 結論與建議

第一節 結論

混合式演算法興起，透過結合多個演算法來提升模型的預測能力。本研究試圖結合模糊理論和基因表達規劃法來產生一個台指期貨的投資策略模型，藉由模糊理論方法使得技術指標模糊化，期望提升交易策略的彈性；並藉由基因表達規劃法染色體編碼的能力，除了產生原本的交易策略之外，提出了資金配置策略、加減碼策略和停損停利策略等方法到投資策略當中，期望透過一個完整的投資策略，增加獲利能力。實驗進行的部分會驗證本研究提出方法之有效性，根據第四章實驗結果與分析得到的結論如下所示：

一、指標模糊化確實較能夠增加交易的彈性，也能夠捕捉到正確的交易訊號，進而提升勝率、獲利和風險報酬。

二、動態天期指標確實能夠改善固定天期指標的缺點，使得交易的時間點更為準確，而提升交易獲利。

三、透過 GEP 編碼產生資金配置策略，比傳統的凱利公式較能決定正確的交易口數，進而提升交易的勝率、獲利和風險報酬。

四、本研究提出的籌碼避險方法確實能夠提升台指期貨交易的勝率和獲利，以及降低交易的風險。

五、停損停利策略能夠避免掉嚴重的損失（大漲或大跌），比起沒有使用停損停利的模型明顯地提升交易獲利與降低交易風險。

第二節 研究貢獻

一、學術上貢獻

目前交易策略探勘的研究已經相當成熟，並且過去也有不少研究使用單一或混合式演算法去探勘交易策略。基因表達規劃法算是一個新穎的演算法，將它應用於交易策略探勘的文獻甚少，以往的研究，不外乎使用基因表達規劃法中的普通編碼，並結合 ADF 或 RNC。本研究嘗試基因表達規劃法中較新穎的決策樹編碼與 MGFs 編碼，期望探勘出一個能夠獲得超額報酬的投資策略。

本研究除了使用基因表達規劃法外，還加入了模糊理論技術，透過將指標模糊化的方式，使得交易訊號的產生較能應付台指期貨市場上的變動。實驗結果顯示，指標模糊化確實能夠提升交易勝率和獲利，並降低交易風險。

本研究除了產生以往常用的擇時策略(決定買賣點)和資金配置策略(決定買賣口數)外，還加入了一些新穎的避險策略，包含加減碼策略(決定加減碼口數)和停損停利策略(決定停損停利點)，試圖創造一個兼具獲利和風險控管的投資策略，以期望在台指期貨的投資上能獲得好的結果。實驗結果顯示，本研究提出的策略確實能夠有效地提升獲利，並降低交易風險。

二、實務上貢獻

本研究提出的投資策略系統，能夠輔助投信或自營商台指期貨的判斷買賣時機點和決定買進口數，以及提供一些規避風險的方法，藉以提升交易的報酬率。

本研究的投資策略模型策略模型使用 MultiCharts .NET 平台開發，它是一個程式交易平台，如果投信或自營商本身擁有程式撰寫能力，能夠調整本研究的模型成為自己的模型，在台指期貨市場中，執行自動化的程式交易。

第三節 研究限制

- 一、本研究使用的技術指標只有 6 個，或許在文獻探討時有漏網之魚，可能有其他技術指標在台指期貨市場中也有顯著的表現。
- 二、本研究一些實驗的假設，例如 K 棒設定為 15 分鐘、資金配置口數最多 15 口。可能不符合現實投資設定。

第四節 未來研究與建議

- 一、未來可以再納入其他演算法，增加模型的準確性與穩定性。例如：使用組合最佳化演算法(如：Particle Swarm Optimization , PSO)，來決定其他演算法的最佳參數。
- 二、可以選擇其他類型的投資標的，例如：股票或選擇權。來驗證本研究提出方法之有效性。
- 三、在模型評估方面可以納入更多的評估指標，試圖解釋提出方法之合理性與有效性。





參考文獻

1. ezChart，技術指標公式，無日期，2014/06/06，取至：
<http://www.ezchart.com.tw/>。
2. 台灣期貨交易所，台股期貨，2014，2014/06/12，取至：
<http://www.taifex.com.tw/chinese/2/TX.asp>。
3. 朱菊如，基因表達規劃法應用於信用卡逾期流入預測之研究，輔仁大學資訊管理學系碩士論文，2011。
4. 余尚武，郭至軒，運用基因演算法與模糊理論於台股指數期貨投資策略之研究，台灣科技大學資訊管理研究所，中華管理評論學報，第7卷，第2期，2004。
5. 李金英，買權賣權平價理論之套利研究-台指期貨與台指選擇權套利實證，國立中山大學財務管理學系碩士論文，2007。
6. 李建楷，台股指數期貨交易策略之研究-考量技術指標與外資期貨籌碼，朝陽科技大學財務金融系碩士論文，2013。
7. 林重光，台股指數期貨市場弱勢效率性之研究-以MACD、KD、RSI三種指標驗證，國立臺北大學國際財務金融碩士在職專班碩士論文，2007。
8. 林育如，加入外資買賣超、市場交易資訊、波動率指標對期貨避險績效之影響，國立中正大學財務金融研究所碩士論文，2012。
9. 林官賢，價格發現過程-以台指期貨和小型台指期貨為例，國立中央大學財務金融研究所碩士論文，2008。
10. 林俊騰，應用決策樹與類神經預測台指期貨隔日漲跌之研究，國立彰化師範大學資訊管理學系碩士論文，2011。
11. 徐松奕，以技術指標對台灣加權股價期貨指數報酬之研究，國立東華大學企業管理學系碩士論文，2003。

12. 理財寶，籌碼分析，2014，2014/06/13，取至：
<http://www.cmoney.tw/app/ItemContent.aspx?id=1267>。
13. 郭張成，*模糊集合理論在台灣股價趨勢分析的應用*，交通大學資訊管理研究所碩士論文，1992。
14. 陳嘉文，*模糊邏輯在機械設計之應用*，元智大學機械工程研究所碩士論文，1999。
15. 陳帝豪，*基因表達規劃法為基的集成擇時交易策略之探勘*，輔仁大學資訊管理學系碩士論文，2012。
16. 期貨日報，凱利公式在投資中的應用，2013/09/30，2014/06/15，取至：
<http://futures.hexun.com.tw/2013-09-30/158451724.html>。
17. 黃怡祥，*台指期貨買賣訊號預測模型之研究*，世新大學資訊管理學研究所碩士論文，2013。
18. 聖約翰大學，模糊控制，2009，2014/06/06，取至：
<http://www.me.sju.edu.tw/jimrong/FuzzyControl/B1/>。
19. 維基百科，技術分析，2014，2014/06/13，取至：
<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%8A%80%E6%9C%AF%E5%88%86%E6%9E%90>
20. 廖仁杰，*三大法人未平倉量與成交量對台股期貨報酬之研究*，淡江大學財務金融學系碩士論文，2010。
21. 蔡啟榮，*不同技術指標操作策略的有效性分析-以台指期貨為例*，國立高雄應用科技大學金融資訊研究所碩士論文，2009。
22. 劉家銘，*跟隨大戶是有利的嗎？台指期貨市場之實證結果*，中興大學高階經理人碩士在職專班碩士論文，2007。
23. 錢善生，*模糊理論與專家系統在台灣股市之應用*，台灣大學資訊管理研究所碩士論文，1996。

24. 羅耀宗譯，Elder, A.著，*走進我的交易室*，新北市，大牌出版股份有限公司，2012。
25. 藍子軒譯，Chan, E. P.，*計量交易*，台北市，寰宇出版股份有限公司，2011。
26. 蘇渝翔，*特徵再利用基因表達規劃法之設計-以時間序列為例*，輔仁大學資訊管理學系碩士論文，2012。
27. Boushehri & Ghodsi, A., *Applying fuzzy logic to stock price prediction*, Concordia University Computer Science and Software Engineering, 2000.
28. Chen, Y., Wu, Q. & Chen, F., An IP and GEP Based Dynamic Decision Model for Stock Market Forecasting, *Lecture Notes in Computer Science Volume 4491*, 2007, pp.473-479.
29. Dehuri, S., Multi-objective Classification Rule Mining Using Gene Expression Programming, *Convergence and Hybrid Information Technology*, 2008, pp.754-760.
30. Fazel-Zarandi, M.H., Rezaee, B., Turksen, I.B. & Neshata, E., A type-2 fuzzy rule-based expert system model for stock price analysis, *Expert Systems with Applications, Volume 36, Issue 1*, 2009, pp.139-154.
31. Ferreira, C., Gene Expression Programming: a New Adaptive Algorithm for Solving Problems, *Complex Systems Volume 13, Issue 2*, 2001, pp.87-129.
32. Ferreira, C., *Gene Expression Programming : Mathematical Modeling by an Artificial Intelligence, 2nd*, Springer-Verlag, 2006.
33. Hemanth K. P., Prashanth, K. B., Nirmala, T. V. & Basavaraj, S., Neuro Fuzzy based Techniques for Predicting Stock Trends, *IJCSI International Journal of Computer Science Issues, Volume 9, Issue 4, No 3*, 2012, pp.385-391.
34. Mendel, J.M., Fuzzy Logic Systems for Engineering: A Tutorial, *Proceedings of the IEEE, Volume 83, No 3*, 1995, pp.345-377.

35. Olatunji, S.O., Al-Ahmadi, M.S., Elshafei, M., Fallatah, Y.A., Saudi Arabia stock prices forecasting using artificial neural networks, *Applications of Digital Information and Web Technologies, 2011 Fourth International Conference*, 2011, pp.81-86.
36. Sugeno, M., Fuzzy identification of systems and its applications to modeling and control, *IEEE Transactions*, Volume 15, Issue 1, 1985, pp.116-132.
37. Zuo, J., Tang, C., Li, C., Yuan, C. & Chen, A., Time Series Prediction Based on Gene Expression Programming, *Lecture Notes in Computer Science Volume 3129*, 2004, pp.55-64.
38. Zadeh, L.A., Fuzzy Sets, *Informat Control Volume 8*, 1965, pp.338-353.

