

東 海 大 學

工業工程與經營資訊研究所

碩士論文

應用馬可夫決策過程進行
台股期貨日內交易策略之研究

On the Optimal Intraday Trading Strategy
Analysis for TAIMEX Index Future Using
Markov Decision Process

研 究 生：楊士賢
指 導 教 授：胡坤德
姚銘忠

中華民國九十二年六月

**On the Optimal Intraday Trading Strategy Analysis for
TAIMEX Index Future Using Markov Decision Process**

By
Shih-Hsien Yang

Advisor: Kung-Tei Hu
Ming-Jong Yao

A Thesis
Submitted to the Institute of Industrial Engineering and
Enterprise Information at Tunghai University
in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
in
Industrial Engineering and Enterprise Information

June 2003
Taichung , Taiwan , Republic of China

應用馬可夫決策過程進行台股期貨日內交易策略之研究

學生：楊士賢

指導教授：胡坤德
姚銘忠

東海大學工業工程與經營資訊研究所

摘要

本研究試圖運用「馬可夫決策過程」，建立面對日內期貨價格波動時，最佳動態決策的數學模式。亦即提供期貨市場日內交易者一個決策支援系統，協助其判斷價格變動時，交易者應該採取的最佳策略。如：買進、賣出或是觀望等。

從文獻中本研究發現：探討日內交易之文獻以研究其交易型態居多，鮮少針對日內交易策略提出探討者。再者運用馬可夫決策過程為決策輔助系統的研究，並沒有以實際「日內交易資料」當作其狀態變數者。

本研究根據日內交易型態呈現 U 字型態之特性和敘述統計分析資料，運用日內每五分鐘交易價格的相對變動比例為基準，定義出 10 個狀態變數；本研究再依歷史資料建立移轉機率矩陣，求算各個狀態變數下其各個決策之期望獲得，再運用線性規劃求解馬可夫決策過程數學模式的最佳動態決策。

為驗證該模式的效率，本研究以台指期貨為研究標的物，以實際資料進行模擬操作；模擬驗證所涵蓋的期間為 2002 年五月至 2003 年四月。在第一階段的數據實驗中，本研究發現有過度頻繁的交易次數，導致獲利均被交易時的保證金與手續費稀釋的現象；因此本研究針對最佳策略加入不同門檻值（Threshold）和移動平均線(Moving Averages Curve)的改善方法，來探討減少交易次數而獲得增進報酬的可行性。在加入改善方法後的第二階段數據實驗中，顯示該模式的效

率優於其他常見的交易策略；故本研究結論：馬可夫決策過程數學模式可以提供日內期貨交易者有效的決策支援。

關鍵字詞：日內交易、馬可夫決策過程、門檻值、移動平均線

On the Optimal Intraday Trading Strategy Analysis for TAIMEX Index Future Using Markov Decision Process

Student: Shih-Hsien Yang

Advisor : Kung-Tei Hu
Ming-Jong Yao

Department of Industrial Engineering and Enterprise Information
Tunghai University

ABSTRACT

In this study, we demonstrate how to derive a decision support system to maximize the dealer's expected profit in Taiwan stock index (TX) futures markets by solving a mathematical model based on Markov Decision Process (MDP). The MDP decision support system assists the intraday dealers to take an optimal trading strategy, *e.g.*, offset, holding, buy-in, or sell-out, as the price of future changes.

From the research of reference, we find that the most of investors much consider in the different kind of trading systems using in daily trading, they seldom discuss on the studying about the strategy of daily trading systems. The data of daily trading are not actual state variables in the use of decision procedure on the research of trading systems by MDP.

We define the ten state variables according to the intraday pattern appearing as a U-shaped pattern and the analytic data of descriptive statistical and basis on the daily five minutes trading price report of proportional changing. We establish the transition probability matrix by the historical data to calculate each trading decision under every state variable, and then we obtain the expected reward. In the use of linear program, we get the best mathematic model of the optimal moving decision.

In order to evaluate the effectiveness of the optimal trading strategy

from our decision support system, we simulate the MDP using the historical data of the future market (*i.e.*, from May of 2002 to April of 2003). In the first phase of our experiments, we discover that the optimal trading strategy has a problem of being too nervous in trading the future to earn reasonable profit. Therefore, we add the threshold rule and the moving averages curve to improve the efficiency of the MDP model. It shows that our optimal trading strategy out-performs other popular trading strategies after adding the improvement. Therefore, we conclude that our decision support system based on Markov Decision Process provides an efficient tool for dealers of daily trading in future market.

Keywords: *Intraday Trading, Markov Decision Process, Threshold, Moving Averages Curve*

誌 謝

隨著本論文的完成，正式為東海六年來的求學生涯劃下一休止符。在這段求學歷程中，最感謝的人莫過於恩師胡坤德教授與姚銘忠教授，在其殷勤地指導與不斷地鼓勵下，使學生得以順利提出論文，謹此致上最誠摯的謝意。而期間老師、師母給予的諄諄教誨，對於人生應有的處事之道，亦有更深層的體認。此外，研究室的劉仁傑教授與張書文博士兩位老師於研究期間給予的指導與指正，亦是論文內容更加完備的關鍵。

口試期間，十分感激陳源樹教授與邱南傑博士的費心審查，從理論與實務方面給予寶貴的意見與建議，使得論文更臻完善。同時，也要感謝研究室的國民、美玲、春福、錫章學長不吝指教，守義、泰成、中信、育佐、進芳、柏霖和昱鈞的相互鼓勵，以及腕純、曉琪、怡嫻、永珊、庭榕、永森、建柏、岳霖、曉婷等學弟妹的協助等大力協助之情，亦點滴在心。此外，系辦人員素卿、俊良、玟媛、雅惠等的照顧亦將銘記在心。

感謝雙親、哥哥一路上不曾間斷的關懷與鼓勵，是支撐我得以順利完成學業的重要力量，此恩此情，長存我心。而女朋友的關懷也是功不可沒。最後，願將此一小小成果獻給所有曾經關心與祝福過我的人。

楊士賢 謹誌於

東海大學工業工程與經營資訊研究所

中華民國九十二年六月

目 錄

中文摘要	i
英文摘要	iii
誌 謝	v
表目錄	ix
圖目錄	xi
第一章 緒論	1
1.1 研究背景與動機	1
1.2 研究目的	3
1.3 研究方法	3
1.4 研究範圍與限制	4
1.5 研究架構	5
第二章 文獻探討	7
2.1 股價指數期貨之交易與相關理論基本概念	7
2.1.1 股價指數期貨基本概念	7
2.1.1.1 股價指數期貨之起源及發展	7
2.1.1.2 股價指數期貨之意義	8
2.1.1.3 股價指數期貨與股票交易之比較	8
2.1.2 股價指數期貨之特性及功能	10
2.1.2.1 股價指數期貨之特性	10
2.1.2.2 股價指數期貨之功能	10
2.1.3 台股指數期貨	12
2.2 日內交易型態	12
2.2.1 相關理論文獻探討	12
2.2.2 相關實證文獻探討	13
2.3 應用馬可夫鏈於金融商品之文獻	16
2.4 馬可夫鏈理論	19

2.4.1 馬可夫鏈模式.....	19
2.4.1.1 移轉機率與矩陣.....	20
2.4.1.2 穩定型有限馬可夫鏈.....	20
2.4.2 馬可夫決策過程.....	21
2.4.2.1 馬可夫決策過程 (MDP.) 模式	22
2.4.2.1.1 符號說明.....	23
2.4.2.1.2 數學模式.....	23
2.4.2.2 以線性規劃法 (Linear Programming) 求解最佳策略	24
2.5 本研究的意義.....	26
第三章 研究方法	27
3.1 日內報酬率與波段報酬率的比較.....	27
3.1.1 日內報酬率與波段報酬率之定義與計算方式.....	27
3.1.2 日內報酬率與波段報酬率之數據資料分析.....	28
3.2 台股指數期貨敘述統計分析.....	29
3.3 資料描述與紀錄.....	31
3.3.1 各類資料的記錄方法與操作步驟.....	31
3.4 數學模式.....	36
3.4.1 狀態變數.....	36
3.4.2 移轉機率.....	36
3.4.3 決策變數.....	39
3.4.4 期望利潤.....	40
3.4.4.1 買進決策下各狀態變數的期望利潤.....	40
3.4.4.2 賣出決策下各狀態變數的期望利潤.....	42
3.5 最佳策略求解.....	43
第四章 實證分析	48
4.1 績效統計記錄方式.....	48
4.2 每月份最近期契約實證績效統計.....	49
4.3 實證期間每日平均績效統計.....	53
第五章 最佳策略之修正.....	54
5.1 以門檻值修正最佳策略.....	54

5.1.1 加入門檻值後每日平均績效的實證分析.....	56
5.1.2 加入門檻值後每月份最近期契約的績效統計.....	57
5.2 以移動平均線修正最佳策略.....	58
5.2.1 加入移動平均線後每日平均績效的實證分析.....	60
5.2.2 加入移動平均線、門檻值後每月份最近期契約的績效統計.....	60
5.3 四種技術分析方法的實證績效.....	61
第六章 結論與建議.....	63
6.1 研究結論.....	63
6.2 後續研究建議.....	64
參考文獻	66
附錄 A.....	70
附錄 B.....	76

表目錄

表 2-1、股價指數期貨與股票交易之比較.....	9
表 2.2、國內日內交易型態實證文獻摘要表.....	15
表 2.3、運用馬可夫之文獻摘要表.....	18
表 3.1、模擬交易報酬率表.....	28
表 3.2、台指期貨每日全距之敘述統計表.....	30
表 3.3、期貨指數紀錄表（以 2003/3/10 為例）.....	35
表 3.4、各狀態移轉統計樣本（以表 3.3 為例）.....	37
表 3.5、各狀態移轉機率（以表 3.3 為例）.....	37
表 3.6、歷史移轉機率矩陣.....	38
表 3.7、各狀態的條件機率表.....	41
表 3.8、各狀態下的期望利潤值.....	43
表 3.9、各限制式運用線性規劃求解分析值.....	46
表 3.10、最佳策略分析表.....	47
表 4-1、模擬交易績效表.....	50
表 4-2、模擬交易績效表（續表 4-1）.....	51
表 4-3、實證統計資料表.....	53
表 5.1、加入門檻值前後策略修正比較表.....	55
表 5.2、每日平均獲利.....	56

表 5.3、	不同策略的平均交易次數	57
表 5.4、	加入門檻值前後每月份最近期契約的績效表	57
表 5.5、	加入移動平均線前後策略修正比較表.....	59
表 5.6、	加入移動平均線後績效表	60
表 5.7、	四種技術分析方法的實證績效.....	61

圖目錄

圖 1.1、研究流程與架構	6
圖 3.1、模擬交易報酬率圖	29
圖 3.2、台指期貨每日全距之直方圖.....	30
圖 3.3、區間分割說明圖.....	32
圖 3.4、區間符號說明圖.....	34
圖 3.5、價格區間圖.....	40
圖 4-1、台指期貨 91/5/17 92/4/17 收盤價格走勢圖.....	48
圖 4-2、每月近期契約累積淨獲利圖.....	52
圖 4-3、每月近期契約美日交易次數.....	52
圖 4-4、交易筆數統計圖	53
圖 5.1、加入門檻值後累積淨獲利圖.....	58
圖 5.2、修正前後各策略累積淨獲利圖.....	60
圖 5.3、各項操作策略實證績效圖	62

第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

1982年二月美國堪薩斯交易所(KCBT)推出全球第一個股價指數期貨—價值股價指數期貨(Value Line Stock Index Futures),正式開始股價指數期貨之交易。在投資人對風險控管的重視、藉由指數期貨對市場總體形勢的投機,以及對有高度相關股票組合進行套利,使得股價指數期貨的交易量不斷擴大,甚至有股價指數期貨交易量高於股票市場之情況。由此可見,股價指數期貨的交易在國際各主要期貨市場已扮演了舉足輕重的地位。

近年來隨著國內金融市場的逐步開放,接踵而來是金融商品的琳瑯滿目,投資標的多的不勝枚舉。國內本土台灣期貨交易所在政府的推動下,於民國87年7月21日正式掛牌上市。至今市場亦已趨於成熟穩定。截至91年底,自然人開戶數為566,311戶,比87年139,378戶擴增約四倍。91年每日平均成交量為16,661口,比88年每日平均3,653口擴增約4.56倍。期貨商品儼然已成為投資人主要投資標的之一。

一般而言,期貨交易有高度槓桿性(Leverage),賺賠均以倍數方式實現,行情波動較快,且相關商品之交易策略複雜。因此,期盼能由期貨市場獲取超額利潤或規避風險之投資人,本身需擁有一套交易策略。有鑑於此,市場交易者多採技術分析指標建立其交易系統,然因為缺乏理論基礎,使得可靠度無從估計。

近年來,許多專家學者運用各種經濟預測、統計決策分析方法來作為投資決策的輔助工具,諸如:時間序列分析、類神經網路、類神經模糊系統、專家系統、馬可夫決策過程...等。這些系統除了具有詳實的理論背景基礎外,也均被證實擁有客觀的預測與分析能力。

經濟環境是經常變化的，對於不同的經濟環境，可以認為事物處於不同的狀態中，馬可夫決策過程（Markov Decision Process）的理論中，其對於事物不同的狀態的初始機率與狀態之間的移轉機率的研究，確定狀態變化趨勢，以預測事物的未來。此外，不同於其他常用的預測法，需要大量樣本資料來獲取事物的發展規律，馬可夫決策過程只需要最近與當前的動態資料，即未來可能出現某種情況的機率只會依據其現在的情況而定，不論過去曾發生過何種情況或怎樣演變為現在的情況，對未來的事象可能產生之演變並不發生直接的影響，此種特性稱為「無記憶（memory less）」特性。

而對應於現實環境中，期貨市場的交易亦有其相同的特性，即未來可能出現的價格變動只依據現在的情況而定，不論過去歷史價格的走勢變化如何，都應該即時且充分反應在過往的成交價格中，並不會直接影響到未來的變化。有鑑於此，本研究決定採用馬可夫決策過程來分析價格波動時的最佳動態決策。

然而從文獻中可以發現，在所有運用「馬可夫決策過程」為決策輔助系統的研究中，當其目標函數為求取最大投資利潤時，有的以每日融券餘額張數的增與減作為模式的狀態變數，有人則以加權股價指數的漲與跌作為狀態變數，而以實際波動的價格當作狀態變數之研究多以日資料和證券為研究對象進行探討，以日內價格波動為狀態變數的研究則探討其日內型態，並無以日內資料探討期貨指數交易策略之研究，因此本研究試圖探討以「日內五分鐘價格變動比率」為狀態變數的決策模式，來進一步分析最佳投資策略的可行性。

1.2 研究目的

本研究首先透過文獻探討推論建構出馬可夫決策過程之數學模型，並藉由台指期貨歷史數據資料作模擬交易，研判其績效，來驗證本研究所提出之交易決策輔助系統之優劣。

本研究試圖達成運用「馬可夫決策過程」(Markov Decision Process)，建立面對期貨價格波動時最佳動態決策的數學模式之目標。亦即提供期貨交易者一個決策支援系統，協助其判斷當價格變動時，投資人應該採取的最佳決策如：買進、放空或是平倉等。

1.3 研究方法

本研究可概分為數學模式建構與實證分析兩部分，在數學模式建構部分，採用歸納與啟發式解法，推導出實證分析之數學模型。在實證分析上，除驗證模式之績效外，亦提出兩種修正模式之方法。

在運用馬可夫決策過程作為投資人期貨交易的決策參考，其中的狀態變數 (state variable) 的定義將是一大關鍵。如果試圖以「每五分鐘收盤價」這類原始資料 (raw data) 當作狀態空間中的變數，而不將資料加以轉化的話，則可能造成狀態變數持續增加的可能性，因而導致求解過程中所運用的移轉機率矩陣(Transition probability matrix)勢必變得過於龐大，而造成求解的不便性與耗時性。且對於決策者而言，若需運用如此複雜的求解方式，則考慮到成本效益與進入障礙後，可能選擇放棄本研究方法。且實作後，績效未必良好。

為此本研究假設每日開盤價格對日內價格波動和收盤報酬率有顯著影響，以每日開盤價與敘述統計分析資料，定義出 10 個日內五分鐘收盤價記號作為狀態空間中的變數，並以此 10 個變數來建立移轉機率矩陣，克服了前述的瓶頸，並可以更明確的提供投資者一個有效決策的依據。

1.4 研究範圍與限制

本文係主要針對台灣期貨交易所所推出的台股期貨進行探討，使之應用於更貼近現實的操作環境中。但宥於研究者之能力與研究主題，因此有以下之範圍與限制條件：

1. 由於台股期貨以最近期之契約 (nearby contract) 交易最為熱絡，因此本研究之成交資料皆以最近期之期貨契約為研究對象。
2. 效率市場 (efficient market) 的表現是假設市場為無成本、沒有任何限制、沒有稅賦的情況下，資訊能迅速傳播，任何的投資人都無法藉由內線消息，而獲得超額報酬。換言之，若市場為一個效率市場，所有資產價格應該會反映市場現有擁有的資訊。所以本研究僅以價格變動比率為狀態變數，並不考慮任何市場面消息與經濟面的因素。
3. 在模式的最佳策略測試過程中，實際驗證時間為 2002 年 5 月 2 日至 2003 年 4 月 30 日的歷史資料，總計 11 個月的測試時間。
4. 現在的期貨價格是決定未來行情最重要的因素，而過去的價格對未來的行情影響不大，因此後者可忽略不計。
5. 研究中，在計算各狀態變數的移轉機率與期望利潤時，為了簡化模式同時使得移轉機率與期望利潤更符合現實環境，本文採用過去的每日五分鐘收盤價來加以計算。
6. 本研究希望在不影響現有期貨市場的交易結構下，來探討模式的可行性，因此在交易策略中，選擇以一次買進或賣出一口期貨契約的小量操作方式。
7. 本研究並不針對交易成本的多寡進行探討，因此投入大量交易成本的獲利分析，並不在本論文的研究範圍中。

1.5 研究架構

本文的研究流程與架構如圖 1.1 所示。在研究流程上共分為五個章節：

第二章進行文獻探討，並整理出以「日內型態」和「敘述統計分析」來建立狀態空間變數的可行方法。

第三章先探討波段報酬率與日內報酬率之差異，再著手建立「馬可夫決策過程」的動態規劃 (Dynamic programming) 模式，同時分析在求解馬可夫決策過程的三種方法中，本研究將以線性規劃法 (Linear Programming) 進行求解的有利條件，以及針對該方法所找出的最佳決策之探討。

第四章則實際以台指期貨之歷史資料進行效益分析，加以驗證模式的可行性。

第五章將針對第三階段中所找出的最佳策略，再加入門檻值 (Threshold) 和移動平均線 (Moving Averages Curve) 的限制來進行決策的探討，並比較修正前與修正後的最佳策略，在實際績效上的差異。

最後歸納本研究之結論，同時提出後續研究的方向。

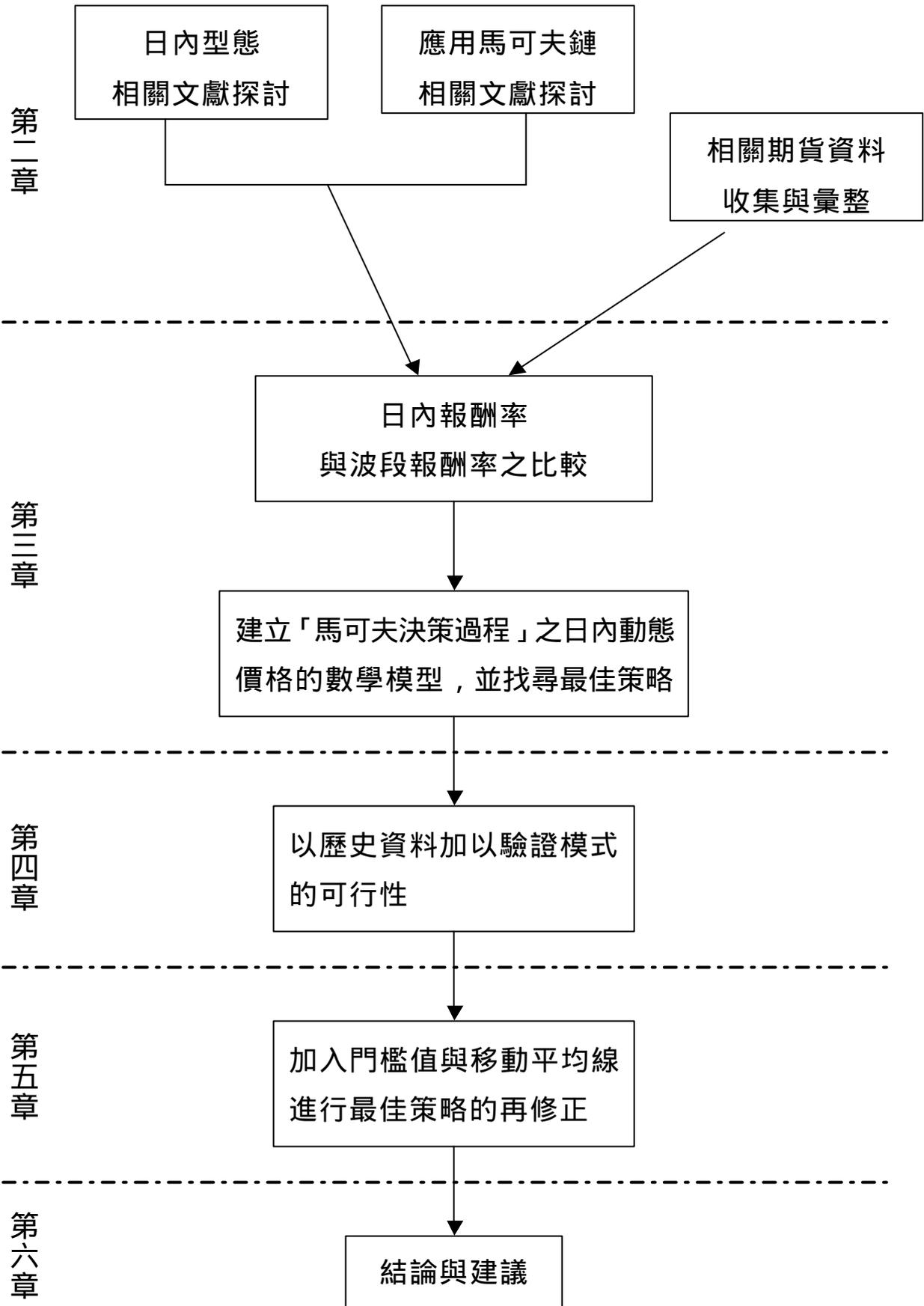


圖 1.1、研究流程與架構

第二章 文獻探討

本章的主要目的在於藉由股價指數期貨之相關理論 日內交易型態與馬可夫鏈等相關文獻的回顧與探討，導引出本研究的意義。

2.1 股價指數期貨之交易與相關理論基本概念

股價指數期貨具有靈活運用資金、移轉風險、規避系統風險、節省交易成本等價值，自從 1982 年 2 月美國推出股價指數期貨後，即廣受投資者之喜好，不久便成為交易最為活絡的期貨契約之一。投資者想藉由指數期貨進行避險、套利、投機等交易，就必須對指數期貨的市場特性有所了解。

2.1.1 股價指數期貨基本概念

2.1.1.1 股價指數期貨之起源及發展

期貨市場成立至今已經約一百六十多年了，期貨契約一開始之交易標的物為農產品，在農產品期貨推出後，金屬能源期貨也相繼產生，到了 1972 年 4 月 21 日美國芝加哥商品交易所(CME)推出外幣期貨契約，金融期貨才正式誕生。金融期貨基本上可分為三大類：外匯期貨（Currency Futures）、利率期貨（Interest-Rate Futures）和股價指數期貨（Stock Futures）。

而股價指數期貨自從推出以來，也是以驚人的速度成長，最早的股價指數期貨首推 1982 年美國堪薩斯市交易所(KCBT)的線形價值(Value Line)股價指數期貨，同年芝加哥商品交易所(CME)推出史坦普 500(S&P500)股價指數期貨，隨後，各地交易所相繼推出其本土的股價指數期貨。而國內期貨交易所也於 87 年七月二十一日正式推出台股加權 200 指數期貨(TIMEX)。

2.1.1.2 股價指數期貨之意義

股價指數是指由多種股票之價格依照某種計算方式所獲得之股票價值之指標。因為股價指數是由多種股票所共同形成的，所以僅代表這些被選用的股票之市場價值，與專指某種股票之價格有所不同。另外，股價指數係以某種計算方式將多種股票之價格予以計算而得，故指數之變動性質及定義，與指數之計算方式有關。

股價指數期貨是以特定股票市場的股價指數，在未來某時點的指數為交易標的物的期貨契約。投資人買賣指數的盈虧是由進場到出場兩個時點的指數差來計算。雖然股價指數期貨契約是在期貨市場進行買賣，但是與股票市場有著密不可分的關係。因股價指數無法進行實物交割，所以採取現金結算(Cash Settlement)方式為之，亦即當契約到期時以股票現貨市場的開盤價或收盤價作為結算的依據，交易契約之擁有人僅交付或收取期貨價格和股票現貨指數二者之現金差額，即完成交割手續。此種方式可避免由股市中以股票實體作為交割的複雜程序，也省下可觀的交易費用。

2.1.1.3 股價指數期貨與股票交易之比較

期貨交易不同於股票交易，高槓桿倍數是期貨指數的第一項重要特性，期貨合約除了有避險、套利...等別於股票市場的功能外，其交易方式和合約彈性也與股票市場有很大差異，將股價指數期貨與現貨股票市場的差異大致可以下表 2-1 之分析比較看出。

表 2-1、股價指數期貨與股票交易之比較

項目	股價指數期貨	現貨股票
創立目的	移轉風險	資本市場成立，以期資本證券化，證券大眾化
交易標的	股價指數	個別公司股票
發行量	無限	有限
市場規模	全球性	地域性
交易功能	衍生性避險、投機及價格發現等功能	直接投資、籌措資金等功能
交易方式	雙向交易，所有期貨商品皆可當日沖銷，可先買或先賣	單向交易（現股只能先買不能先賣，信用交易帳號才可進行當沖銷及融資券交易）
交易風險	以小搏大的槓桿交易，風險大	風險較小（除信用交易外，其最大損失僅限所投入之原始保證金）
交易成本	較低	較高
財務槓桿	僅須 5% 15%保證金交易，不需支付利息，財務槓桿高。	除融資與融券外，並須現金交易：無財務槓桿
股利股息	無	有
結算期間	逐日結算（Mark to Market）： 根據每日收盤結算價計算未實現損益並進行保證金補繳作業	無到期日
持有期間	在期貨契約到期日前須限反向平倉或到期進行交割	無特定到期日，可長期持有，非零合競賽。

資料來源：本研究整理

2.1.2 股價指數期貨之特性及功能

2.1.2.1 股價指數期貨之特性

(一) 高利潤高風險

由於期貨具有『以小搏大』的遊戲規則，可做保證金十倍至二十倍以上的交易，因此期貨的價格變動，對投資人的盈虧有很大的影響，有的人一夜致富，卻有的人血本無歸。

(二) 集中交易制度

期貨市場的買賣雙方雖散居世界各地，但買賣時，還是得經由期貨經紀商派駐市場的場內經紀人集中在市場交易。

(三) 標準化合約

由於買賣皆須由經紀商代為進場，為了使交易無糾紛並順利完成，便需將合約內容標準化，使參與者明瞭。合約標準化的項目包括：期貨合約到期時之現貨交割地點 交割月份 每單位所含商品數量等

(四) 到期實際交割少

大部分的投機者不會等到期貨到期才交割，而且期貨的標的物有的不能交割，如股價數期貨等。

2.1.2.2 股價指數期貨之功能

股價指數期貨最主要的功能是避險、套利、投機、差價及增加投資組合殖利率等功能，詳細內容說明如下：

(一) 避險

避險是期貨契約的最基本功能，提供在現貨市場面對未來不確定價格的風險規避者（hedger）藉由對沖（避險）交易將風險移轉至願意承擔風險的投機者（speculator）身上。避險的種類可分為兩種：一是空頭避險，另一是多頭避險，所謂空頭避險是指擁有現貨者擔心未來價格下跌的風險，而在期貨市場建立放空部位以規避現貨部位的風

險，由於現貨股市對放空股票有許多限制，因此股價指數期貨多作為空頭避險的重要管道，來替代現貨的賣出部位。而多頭避險則是指避險者擔心現貨價格上漲，以致未來將付出更高價才能擁有現貨，因此先以期貨替代現貨的買進部位。

（二）套利

若市場上指數期貨之價格與理論價格不同時，就會產生套利空間；因期貨契約在到期前的價格是由市場機能所決定，其中有許多包括交易成本等的不確定因素，使得理論上期貨價格並非與實際價格一致，所以就產生了套利空間。當期貨價格高於理論價格時，套利者就可出售指數期貨同時買入採樣之期貨現貨，並於期貨契約到期時，再將現貨股票出售，以賺取差價，反之若期貨價格低於理論價格時，套利者可買進指數期貨同時賣出採樣股票現貨，作反向的套利操作。

（三）投機

期貨市場的參與者除了避險者外，就是投機者。所謂投機者是指在現貨市場中並未持有部位，而其投入期貨交易的目的乃是希望在期貨價格的波動中獲取利潤的市場參與者。由於指數期貨易於放空、交易成本低、財務槓桿倍數高，這使得一些喜愛追逐價格波動的投機者來說，無異是項極為優越的投機商品，而市場也因有這些投機者的參與，提高期貨契約之流動性。

（四）價差

價差交易指的是投機者同時在市場上買進及賣出兩種（以上）不同相關的期貨契約的交易行為。由於不同月份、或不同市場間的期貨契約價格間的差價雖是高度相關，但卻仍有漲跌程度互異的波動情形，所以投資者可以藉由價格上波動之不同，以做為投資判斷依據。如此投資者可判斷兩個不同期貨價格間的關係是否合理，若不合理，

就可買進相對便宜的期貨，同時賣出另一個相對貴的期貨契約。實務上，許多機構法人也從事差價交易，而此差價交易也有助於各契約之價格趨於均衡與合理化。

2.1.3 台股指數期貨

茲將台灣期貨交易所股價指數期貨（簡稱台股指數期貨）之相關內容置於附錄（一）中說明。在此節不再加以介紹。

2.2 日內交易型態

2.2.1 相關理論文獻探討

許多研究發現日內的報酬、波動性、交易量與價差均呈現 U 型曲線之特性。學者則企圖解釋此種日內波動性之型態，所提出之相關理論包括訊息、交易機制和市場關門理論。

Amihud 和 Mendleson(1987)研究交易機制對價格之影響，比較 NYSE 的開盤報酬與收盤報酬，發現開盤（集合競價）較收盤（連續競價）有較大的波動性與顯著的負自我相關，因此推論交易機制確實是導致波動型態的主因。因此將市場開盤效應歸因於『交易機制』（trading mechanism）。

Brock 和 Kleidon(1992)則提出『市場創造者之權力論』，認為當流動性需求越高時，市場創造者會提高其價差。其他學者將此理論稱之為『市場關門理論』，而實證結果則顯示訊息與市場關門理論皆為導致 U 型曲線之原因。

Daigler(1997)延伸 Brock 和 Kleidon 的市場關門理論，提出『延伸之市場關門理論』（extended market closure theory）應用於期貨市場，其構想源自於 King 和 Washwani（1990），認為一個市場的交易會影響到相關市場，因為交易者會從原先市場所觀察到的價格行為來推論，而其實證結果則是部分支持訊息理論，而部分支持延伸之

市場關門理論。

到目前為止，究竟哪種理論足以說明日內交易型態仍無確定。然而，由於 U 型的日內型態以發現存在於各種不同交易機制的市場中，因此交易機制應非導致日內型態之主因。

2.2.2 相關實證文獻探討

實證研究中，發現日內的波動、交易呈現特定型態。例如：Harris (1986) 利用紐約證券交易所中所有股票之逐筆交易 (transaction-by-transaction) 資料來分析，發現 NYSE 的股票報酬率波動性在開盤與收盤時均顯著高於其他交易時段，而 Lockwood, Larry 和 Linn (1990) 研究道瓊工業指數亦發現報酬率呈現明顯的 U 型曲線。

Mclinish 和 Wood (1990) 對多倫多證券交易所 (TSE) 進行研究。結果發現在包含隔夜報酬率 (Overnight return) 之統計結果中，開盤後前十分鐘的報酬率顯著高於中間時段的報酬率，交易量方面開盤後前十分鐘與收盤前十分鐘的交易量顯著高於中間時段之交易。實證結果亦支持日內型態有特殊現象存在。

Wang, Lim & Chang (1999) 研究日經指數與期貨，發現日經指數與期貨在價格波動性上皆呈現 U 型曲線模式；但在買賣價差上並未呈現 U 型曲線模式。

而研究國內金融市場日內交易型態之文獻有黃玉娟和徐守德 (2000) 利用每五分鐘之交易資料進行分析，研究台指期貨與加權指數之日內交易型態，實證結果發現 (1) 加權指數及台指期貨的交易量與報酬波動性型態皆為 U 型曲線，而報酬型態則無一致的型態出現。(2) 開盤報酬收盤報酬顯示開盤的波動性高於收盤的波動性。

余明芳 (1999) 研究台灣加權股價指數、臺指期貨及摩臺指期之日內交易型態，採用 Granger causality 與 Levene 檢定，研究期間

自民國 87 年 1 月 1 日至 12 月 31 日止，研究發現加權指數及摩臺指期下午盤的交易量與報酬波動性型態皆為 U 型曲線模式。

余尚武、呂秋香（2000）檢測日本日經（Nikkei）225 及台指期貨市場之異常現象，實證結果發現隔夜效應及週末效應均顯著存在於日經 225 指數與臺指期貨市場，而日經 255 除了具隔夜 週末效應外，更具有日內效應，顯示每日報酬率之走勢呈現 U 字的型態。

吳瑞萱（2001）針對臺灣股市日內交易行為是否具 U 型曲線效果進行實證分析，實證結果發現不同時段之大盤指數波動率動態調整行為不一致。在開盤和收盤時段，大盤指數連續出現高波動狀態的機率最大，中盤則是以連續出現低波動狀態的機率最大，符合 U 型曲線理論，實證研究結果支持臺灣加權股價指數存在 U 型曲線效果。

陳群怡（2002）以台灣發行人加權股價指數期貨（台股期貨）、電子類股價指數期貨（電子期貨）、金融保險類股價指數期貨（金融期貨）及台灣發行人加權股價指數小型期貨（小型台指期貨）為實證研究標的，實證結果發現相同的時間區間下，台股期貨、電子期貨、金融期貨及小型台指期貨大致呈現相同的日內型態。台股期貨、電子期貨、金融期貨及小型台指期貨之報酬率、報酬率波動性、交易量及報酬率、報酬率波動性、交易量的自我相關型態，除報酬率波動性自我相關呈一 U 型型態外，其他均未呈現 U 型曲線。

阮蕙慈（2002）檢驗開盤 30 分鐘內的價格因素、非價格因素，及因素間不同的組合方式，是否會對當日報酬率有顯著影響。研究結果顯示開盤後三十分鐘內之價格因素對當日收盤報酬率的影響較開盤後三十分鐘內的指數變化對收盤報酬率有顯著影響，且以 9:05 的指數影響最大。開盤後三十分鐘內之價格因素對當日報酬率的影響較非價格因素顯著。

表 2.2、國內日內交易型態實證文獻摘要表

研究者	研究主題	研究對象	研究結論
余明芳 (1999)	臺股指數現貨與期貨日內交易型態的實證研究	台灣加權股價指數、台指期貨、摩台指期	加權指數及摩臺指期下午盤的交易量與報酬波動性型態皆為 U 型曲線模式。
余尚武 呂秋香 (2000)	股價指數期貨之時間攸關異常效應	日經 (Nikkei) 225 及台指期貨	隔夜效應及週末效應均存在於日經 225 指數與臺指期貨市場，而日經 255 更具有日內效應，顯示每日報酬率之走勢呈現 U 字的型態。
黃玉娟 徐守德 (2000)	台股指數現貨與期貨日內交易形態之比較	台灣加權股價指數 台指期貨	加權指數及台指期貨的交易量與報酬波動性型態皆為 U 型曲線，而報酬型態則無一致的型態出現。
吳瑞萱 (2001)	台灣加權股價指數日內動態行為之研究	台灣加權股價指數	實證研究結果支持臺灣加權股價指數存在 U 型曲線效果。
陳群怡 (2002)	台灣各類股價指數期貨日內交易型態與價量關係之研究	台股期貨、電子期貨、金融期貨、小型台指期貨	相同的時間區間下，台股期貨、電子期貨、金融期貨及小型台指期貨大致呈現相同的日內型態
阮蕙慈 (2002)	開盤資訊對當日收盤價格之動態研究-決策樹模型之應用	台灣加權股價指數	盤後三十分鐘內之價格因素對當日收盤報酬率的影響開盤後三十分鐘內的指數變化對收盤報酬率有顯著影響，且以 9:05 的指數影響最大。

資料來源：本研究整理

2.3 應用馬可夫鏈於金融商品之文獻

Wang, Lim & Chang (1999) 採用馬可夫鏈模型研究 1993 年 1 月 1 日至 1994 年 12 月 31 日之日經指數與期貨，發現日經指數與期貨在價格波動性上皆呈現 U 型曲線模式；在成交量方面，高波動率和高交易量之長期穩定狀態機率值很高；但在買賣價差上並未呈現 U 型曲線模式。

胡錫健、韓東與朱維寶 (1997) 以回歸-馬可夫鏈組合建立股票價格預測模型 利用多項式回歸擬合，計算出股票價格的時間序列(Z_t) 隨時間變化的基本變化趨勢曲線(Y_t)。再將兩序列差之區間劃分為若干小區間，取其為狀態變數。預測股票價格落於某區間的機率、穩定狀態與平均漲跌時間。

顏榮芳 (1999) 在股市預測中引入隨機過程模型，並建立其隨機過程模型。其隨機過程模型即為齊次馬可夫鏈，模型中狀態變數設定方式是將股指數區間作適當劃分，劃分依據是隨機變量股價指數的分佈函數。

許雙魁 (1999) 應用馬可夫過程於股市分析中。模型中狀態變數為漲跌幅的百分率，共分五個狀態變數。其實證分析結論為 (1) 滬股在 1997 年的 243 個交易日中，大部分時間落於狀態小幅震盪整理區間內，說明市場大部分時間為盤整。(2) 大跌到大漲平均需 6 個交易日，而大漲至大跌平均需 12.6 個交易日。說明指數上漲速率較快。(3) 完成一個短線週期平均需 18.58 個交易日，數字恰好接近市場用來預測股價指數運行週期的神秘數字，費波南茲(Fibonacci)數列的第 8 項 “21”。

李海濤 (2002) 運用馬可夫預測法預測股票價格。文中狀態變數設定採取兩種不同模式。一類為依據每日漲、跌或持平，另一類則依

據價格區分為四個狀態區間，實證分析滬股東北高速 2001 年 1 月 6 日至 3 月 1 日共 23 個交易日收盤價變動情形。兩模式之預測結果與實際股價變動相符。

汪宏毅 (2000) 將每日股價視為一隨機過程，藉由歷史資料之抉擇技巧來建立一決策模型，做為臺灣股市交易的決策依據。所建構的決策模型分成每日交易及非每日交易，利用每日融券張數的餘額去設計轉變機率同時也藉由每日融資餘額的多寡設計效用函數，用以討論愛冒風險者、風險中立者及規避風險者在投資決策上的差異。

吳瑞萱 (2001) 針對臺灣股市日內交易行為是否具 U 型曲線效果進行實證分析，運用馬可夫鏈原理，建立實證模型，並分割波動狀態，建立日內轉移機率矩陣、日內波動率與交易量機率矩陣、日內波動率與委買委賣量差機率矩陣、和日內每小時波動率與委買委賣量差機率矩陣，並運用馬可夫鏈理論個別計算長期穩定狀態機率，再利用卡方檢定確定其關係，分析實證結果。

江錦宗 (2002) 運用「馬可夫決策過程」，建立面對股價波動時最佳動態決策的數學模式。亦即提供股市投資者一個決策支援系統，協助其判斷當股價變動時，投資人應該採取的最佳決策。文中狀態變數是運用隔日股價之相對變動比例為基準而定義出。其結論發現有過度頻繁的交易次數，導致獲利均被交易時手續費與交易稅稀釋的現象的因此針對最佳策略加入不同門檻值 (Threshold) 的改善方法，來減少交易次數而獲得增進報酬率。

表 2.3、運用馬可夫之文獻摘要表

研究者	研究主題	研究對象	研究中狀態變數 設定方式
Wang Shiyun Lim Kian Guan Carolyn Chang (1999)	A new methodology for studying intraday dynamics of Nikkei index futures using Markov chains	日經指數期貨 日內五分資料	依日內波動率、交易量 委買委賣量差分割波動狀態,建立移轉機率矩陣
胡錫健、韓東 朱維寶 (1997)	股票價格的回歸—馬氏鏈分析與預測	大陸深發展 A 股票 日資料	由多項式回歸擬合,得兩序列,將其差之區間劃分為若干小區間,取其為狀態變數
顏榮芳 (1999)	股票市場預測的隨機過程模型	深圳綜合指數 日資料	將股指數區間作適當劃分,劃分依據是隨機變量股價指數的分佈函數。
許雙魁 (1999)	Markov 過程在股市分析中的應用	滬股綜合指數 日資料	狀態變數為漲跌幅的百分率,共分五個狀態變數
李海濤 (2002)	運用馬爾科夫預測法預測股票價格	滬股東北高速股票 日資料	狀態變數採兩種設定方式,(1)依每日漲、跌或持平;(2)將價格切分為四個狀態區間
汪宏毅(2000)	台灣股市交易之動態風險決策模型	台灣加權股價指數	利用每日融券張數的餘額去設計轉變機率
吳瑞萱(2001)	台灣加權股價指數日內動態行為之研究	台灣加權股價指數 日內五分資料 和小時資料	依日內波動率、交易量 委買委賣量差分割波動狀態,建立移轉機率矩陣
江錦宗(2002)	應用馬可夫決策過程進行台灣股市投資分析之研究	台灣上市、櫃公司 日資料	狀態變數是運用隔日股價之相對變動比例為基準而定義出

資料來源：本研究整理

2.4 馬可夫鏈理論

馬可夫鏈理論 (Theory of Markov chain) 之基本概念，起源於西元 1907 年，由俄國數學家馬可夫 (A.A. Markov, 1856 ~1922) 所提出，當時的馬可夫鏈理論首被應用於物理現象，但當時只探討有限型之馬可夫鏈，直到西元 1936 年 Kolmogrov 才將有限型之馬可夫鏈推廣至無限型之馬可夫鏈。爾後，Chung 在其書中對於離散型 (discrete) 及連續型 (continuous) 馬可夫鏈之理論均有深入之探討。

馬可夫鏈過程是一種預測方法，藉過去之事象以推測未來。而預測的方法很多，其中最普遍的方法為迴歸分析 (regression analysis)，即是選取若干適當的解釋變數，建立迴歸方程式作為預測之依據。但若一變量受很多因素之影響，且當變數無法量化時，則此預測方式並無有效。因此，若讓資料本身來決定自己變動的形態，而不用其他獨立變數去作解釋，此即為馬可夫分析法。

2.4.1 馬可夫鏈模式

馬可夫鏈 (Markov Chain) 是一隨機過程 (stochastic process)，當在隨機過程 $\{X_m, m > 0\}$ 中，若第 $m+1$ 時點的狀態僅與第 m 時點的狀態有關，而與過去其他 $m-1$ 個狀態無關，則稱為馬可夫鏈。

設 $P\{X_m = E_m | (X_{m-1} = E_{m-1}) \cap (X_{m-2} = E_{m-2}) \cap \dots \cap (X_0 = E_0)\}$ 為過去之 m 個狀態 E_0, E_1, \dots, E_{m-1} 以決定現有狀態 E_m 的條件機率。若是不關乎 E_0, E_1, \dots, E_{m-2} 所造成之影響，而只關係前一個時期之狀態 E_{m-1} 時的條件機率為 $P(X_m = E_m | X_{m-1} = E_{m-1})$ 。

若稱 X_0, X_1, \dots, X_m 具有馬可夫鏈關係，則條件機率為

$$\begin{aligned} & P\{X_m = E_m | (X_{m-1} = E_{m-1}) \cap (X_{m-2} = E_{m-2}) \cap \dots \cap (X_0 = E_0)\} \\ & = P(X_m = E_m | X_{m-1} = E_{m-1}) \end{aligned}$$

其意義為現有狀態 E_m 只由前一狀態 E_{m-1} 而決定之，並不在乎 E_0 ，

E_1, \dots, E_{m-2} 所造成之影響。即對於未來事件的條件機率與過去事件無關，僅和現在的狀態有關的這種性質稱之馬可夫性質。

2.4.1.1 移轉機率與矩陣

設馬可夫鏈 $\{X_m\}$ 之狀態空間 (state space) 為 S ，則取本期狀態為 i ，下期狀態為 j 時之條件機率為

$$P(X_{m+1} = j | X_m = i) = P_{ij} \quad (i, j \in S, m = 0, 1, 2, \dots)$$

依機率性質知 P_{ij} 必須滿足

$$(1) \quad P_{ij} \geq 0, \quad \forall i, j \in S$$

$$(2) \quad \sum_{j \in S} P_{ij} = 1, \quad \forall i \in S$$

稱此 P_{ij} 為由 i 狀態轉變至 j 狀態之移轉機率 (transition probability)。假設狀態空間 S 中的各個狀態可編碼為 $\{0, 1, 2, \dots\}$ ，則此移轉機率可表示為一矩陣形式，如下：

$$P = \begin{bmatrix} P_{00} & P_{01} & P_{02} & \Lambda \\ P_{10} & P_{11} & P_{12} & \Lambda \\ P_{20} & P_{21} & P_{22} & \Lambda \\ \text{M} & \text{M} & \text{M} & \end{bmatrix} = (P_{ij})$$

此矩陣 P 為一方陣 (square matrix)，其中 $P_{ij} \geq 0$ ，且列之和

$\sum_{j=0}^{\infty} P_{ij} = 1$ ，稱此矩陣為移轉機率矩陣 (transition probability matrix)。

2.4.1.2 穩定型有限馬可夫鏈

若馬可夫鏈中，在每一時點上所可能出現的狀態均來自一有限集合的狀態空間 $S = \{1, 2, \dots, k\}$ ($k < \infty$)，則稱為有限馬可夫鏈 (finite state Markov chain)。可將其移轉機率矩陣表現如下：

$$P_{ij} = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \Lambda & P_{1k} \\ P_{21} & P_{22} & \Lambda & P_{2k} \\ M & M & O & M \\ P_{k1} & P_{k2} & \Lambda & P_{kk} \end{bmatrix}$$

又若移轉機率 P_{ij} 並不隨時間而改變，即對於所有 i, j 及時間 m ， $P\{X_{m+1} = j | X_m = i\} = P\{X_1 = j | X_0 = i\} = P_{ij}$ ，則稱 $\{X_m, m \geq 0\}$ 為一穩定型有限馬可夫鏈（stationary finite state Markov chain）。

2.4.2 馬可夫決策過程

馬可夫過程，係將馬可夫所描繪的狀態加以規劃應用，使其表徵意義能與實務結合，讓許多系統可以建立成馬可夫鏈模式，以描述系統的特性，而評估它的績效，並可用來設計系統的運作以其績效最優

MDP 可用來描述一個動態系統，此系統在時間點 $t = 0, 1, 2, \dots$ ，可能包含 M 個有限數量的狀態及 K 個有限個數的可能性決策之對應關係。而狀態之間的移轉機率和各決策與狀態間對應的成本函數也是 MDP 中不可或缺的重要參數。

馬可夫決策過程對一個狀態變數龐大的系統而言，是一個有用且易找尋出最佳策略之工具。發展至今被廣泛的應用在等候理論（Queue Theory）、存貨（Inventory）、維修（Maintenance）等各類問題方面。其主要的目的是提供決策者在面對隨機變動的狀態時，如何從決策集中，挑選出其最佳的決策。也就是告知決策者每當面臨到某狀態 i 時，即選擇以 $d(i)$ 方案作為決策方法，就長期投資的角度而言，決策者將可依據此一決策模式而獲得最佳利潤。

從上述的觀點來看，可以發現當我們所面臨的是一個有限馬可夫鏈模式時，其狀態變數將是一個有限集合，根據馬可夫決策過程所計算而得的結論，我們可以得到一組固定不變的策略（stationary

policy), 而該組不變的策略是依據每個不同的狀態變數所計算而得的最佳決策方法。

2.4.2.1 馬可夫決策過程 (M.D.P.) 模式

馬可夫決策過程是由四組參數所構成的決策模式：

1. 狀態變數 (*State variable*)
2. 移轉機率 (*Transition probability*)
3. 決策變數 (*Decision variable*)
4. 期望利潤 (*Expected reward*)

其中的移轉機率將視目前的狀態和所選擇的決策方法而定, 與過去的狀態及過去所選擇的決策變數無關。同時在每一個決策時點, 模式將提供決策者選擇決策集中的任何一種方法, 因此在某一狀態下, 決策者選擇了其對應的決策方法後, 系統將會發生兩件事: 一是決策者將會得到該期應得的期望利潤, 二是系統在下一時點將進入一個新的狀態。

在馬可夫決策過程模式中, 所探討的時間週期通常為長時間或無限週期的狀況, 而模式所關心的重點不外是找尋最佳解, 亦即求得最大的利潤或最小的成本...等。

模式中, 由於需進行無限週期下的利潤或成本計算, 為避免加總的結果為無限大或無限小, 因此運用到折現利潤因子(Discount reward factor) 的概念。此方法是假設下一期每賺得的 1 (元), 在固定利率為 b 的條件下 ($0 < b < 1$), 其價值只同等於前一期中的 b (元), 而在第三期中所賺得的 1 (元), 相對於在第一期的角度來看, 只同等於第一期的 $1 \times b^2 = b^2$ (元)。依此類推, 當週期數為 n 時 (n 趨近無限大), 該週的期望利潤乘以 b^{n-1} 將近似於 0, 如此可以避免期望利潤無限加總的情形發生。

根據以上的定義，我們將馬可夫決策過程模型的重點摘要如下：

1. 在每次移轉之後，觀測此離散之馬可夫鏈的狀態 i ($i = 0, 1, 2, \dots, n$)。
2. 從有限的決策集合 S 中，選擇當期合適的操作策略 $d(i)$ 。
3. 在狀態 i 時，選擇策略 $d(i)$ ，則該期將發生一期望利潤 $r_{i,d(i)}$ 。
4. 狀態 i 時選擇策略 $d(i)$ 後，系統即決定狀態 i 下一次轉換的移轉機率，此移轉機率以 $p(j|i, d(i))$ 表示，其中 $j = 0, 1, 2, \dots, n$ 。
5. 各狀態的決策集合 $\mathbf{d} = \{d(0), d(1), \dots, d(n)\}$ 為馬可夫決策過程的固定不變策略。

2.4.2.1.1 符號說明

X_1 : 第1期一開始的狀態。

X_t : 第 t 期一開始的狀態 (X_2, X_3, \dots, X_n)。

d_t : 在第 t 期所下的決策 ($d \in D(i)$)。

r_{X_t, d_t} : 在第 t 期，當狀態為 X_t ，所下的決策為 d_t 時，所獲得的利潤。

\mathbf{d} : 當狀態為 i, j, k, \dots 時，

所作的一組固定不變的策略 (*stationary policy*)。

\mathbf{D} : 所有可能的策略 ($\mathbf{d} \in \mathbf{D}$)。

$V_d(i)$: 在起始狀態為 i ，所下的固定策略為 \mathbf{d} ，週期為無限時，

所期望獲得的折現總利潤。

b : 折現利率。

2.4.2.1.2 數學模式

在此我們將上述的符號 $V_d(i)$ 詳細定義如下：

$$V_d(i) = E_d \left(\sum_{t=1}^{t=\infty} b^{t-1} r_{X_t, d_t} \mid X_1 = i \right) \quad (1)$$

其中， $E_d(b^{t-1} r_{X_t, d_t} \mid X_1 = i)$ 代表在起始狀態為 i ，所下的固定策略

為 d 時，於第 t 期所獲得的期望利潤。同時根據(1)式，我們即可判別在所有可能的策略 Δ 中，找出其中一組策略 d^* ，可使得(1)式獲得最大值或最小值（最大或最小值依據目標函數而定），則該組策略即為馬可夫模式中所欲求得的最佳策略。

因此，模式中的目標函數可定義如下：

1. 最大值問題（利潤最大）

$$V(i) = \max_{d \in \Delta} V_d(i)$$

2. 最小值問題（成本最小）

$$V(i) = \min_{d \in \Delta} V_d(i)$$

若能找到 d^* (for all $i \in S$)，使得 $V(i) = V_{d^*}(i)$ ，則 d^* 即為模式的最佳策略。

2.4.2.2 以線性規劃法（Linear Programming）求解最佳策略

本研究運用線性規劃法（Linear Programming）來求解馬可夫決策過程最佳策略。

線性規劃法為 Ross（1983）所提出，若欲找尋模式中最大值（*maximization*）或最小值（*minimization*）問題的最佳策略，可透過如下的線性方程式求解：

一、最大值問題（*Maximization Problem*）

可運用其對偶函數來進行求解。

目標函數： $\min Z = V_1 + V_2 + \dots + V_N$

限制式： $st. \quad V_i - \mathbf{b} \sum_{j=1}^{j=N} p(j|i, d) V_j \geq r_{id}$

For each state i and each $d \in d(i)$

二、最小值問題（*Minimization Problem*）

其對偶函數如下。

目標函數： $\max Z = V_1 + V_2 + \dots + V_N$

限制式： $s.t. \quad V_i - \mathbf{b} \sum_{j=1}^{j=N} p(j|i,d) V_j \leq r_{id}$

For each state i and each $d \in d(i)$

其中 i, j ：狀態變數， d ：決策變數， r ：折現率

V ：總利潤， r ：週期利潤

透過 LINDO 或 MATLAB 的求解後，即可得到一組最佳策略。運用線性規劃法進行求解的特性為：

該方法在經過計算後，必可得到一組最佳解，且運算過程所需的時間相當短。

2.5 本研究的意義

從文獻回顧中，可以瞭解股價指數期貨之基本概念，其具有避險、套利、投機、價差等功能。因此，學者、投資人便針對這些功能提出許多交易策略。

『逢低買進、遇高賣出』乃是投機的基本策略，利潤的來源是價格的波動，而任何金融期貨的價格受利率、匯率、物價和各種政經因素的影響。這些會影響價格的因素，往往未能事先確定，因此，只能就手中持有的情報訊息對未來作一預期判斷，然後再決定買賣時機。而期貨價格、交易量、未平倉量等，是最易取得之資訊，且直接反應價格波動，因此，本研究取其期貨價格作探討。

再則從文獻探討中發現，如果日內型態存在有一定的規則可循，則套利機會就會存在。就長期投資而言，投資人可以利用基本分析或技術分析等工具選擇最有利的投資期間；然而就短期投資而言，一天內的投資時點很多，哪個時點下單，才能真正比較有利，值得我們深入探討。

由於先前的研究大多針對日內型態是否呈現特殊形態和造成特殊形態之原因探討；且運用馬可夫決策過程為工具之研究則以探討每日交易策略居多，鮮少探討日內交易策略者，而運用於期貨交易之研究則無。因此，本研究以台指期貨為對象，應用馬可夫決策過程進行期貨指數之日內交易策略探討。從促進金融市場健全角度來看，本研究具有應用研究上的實踐意義，以及提供交易者進行日內交易的參考。

第三章 研究方法

從文獻探討中，我們可以了解日內交易型態多呈現 U 字型態，即開盤及收盤時段的波動性異於其他時段。阮蕙慈(2002)發現開盤後三十分鐘內的指數變化對收盤報酬率有顯著影響，且以 9:05 的指數影響最大。此外，實務界中亦有應用開盤時段價格與成交量之變化，所推演出之技術分析，稱開盤八法。

因此，本研究以每日開盤價格來定義出「10 個狀態變數」，並以「期貨指數記錄表」記錄其狀態變數之變化。以此 10 個變數來涵蓋所有可能產生的任一價格，並將這些變數當作移轉機率矩陣中的變數，如此將狀態變數縮減到一定的數目內，以避免造成在移轉機率矩陣與線性規劃運算中的複雜性。同時在這些變數定義上，亦包含有管制圖的特性，可以更明確的提供交易者一個有效決策的依據。

3.1 日內報酬率與波段報酬率的比較

在進行日內交易策略探討之前，本研究為了驗證比較日內報酬率與波段報酬率之高低，假設在已知日內與波段間高低價格下，藉由事後模擬交易，計算求得其高低價差額並比較之。

3.1.1 日內報酬率與波段報酬率之定義與計算方式

本研究中波段之定義為最近期契約在到期前之存續其間，即取最近期新契約的開始交易日至最後結算日為一波段。

所採用之報酬率衡量方法如下：

(1) 日內報酬率

$$R_t = \frac{P_{Ht} - P_{Lt}}{P_{Lt}} \times 100\%$$

其中， R 代表報酬率， t 代表第 t 個交易日， P_{Ht} 表示日內最高價， P_{Lt} 表示該日內最低價，而 P 則表示台指期貨指數。

(2) 波段報酬率

$$R_t = \frac{P_{Ht} - P_{Lt}}{P_{Lt}} \times 100\%$$

其中， R 代表報酬率， t 代表第 t 個近期合約， P_H 表示該合約內最高價， P_L 表示該合約內最低價，而 P 則表示台指期貨指數。

3.1.2 日內報酬率與波段報酬率之數據資料分析

本研究根據 3.1.1 節的衡量方式，和以民國九十一年六月份至民國九十二年四月份最近期合約之歷史資料，計算分析。其詳細結果如表 3.1 和圖 3.1。其代表之意涵為若能找出一日內交易策略或法則，且能有效的描述日內波段之動態變化，進而擬定最佳買賣點，則日內報酬率將優於波段報酬率。

表 3.1 模擬

交易報

酬率表

契約月份	日內報酬率	波段報酬率
Jun-01	61.74%	13.17%
Jul-01	53.09%	11.78%
Aug-01	57.00%	11.78%
Sep-01	43.51%	13.83%
Oct-01	54.85%	20.01%
Nov-01	64.08%	16.51%
Dec-01	31.41%	6.74%
Jan-02	32.50%	16.14%
Feb-02	40.75%	14.27%
Mar-02	38.77%	10.68%
Apr-02	37.62%	9.15%

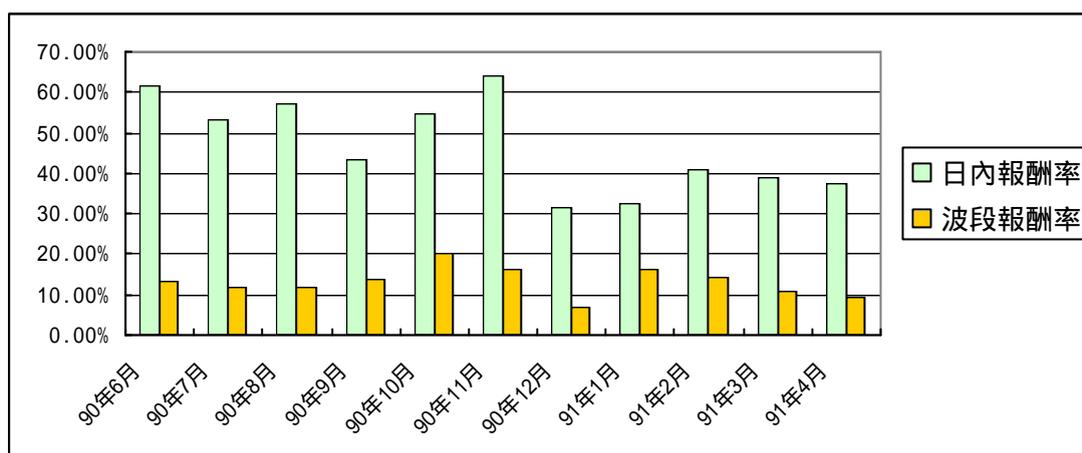


圖 3.1、模擬交易報酬率圖

此外，期貨乃高報酬與高風險之金融商品，常因政治或經濟因素之影響，造成隔日價格具有高度波動性。因此投資人最好能於當日內完成交易，不留倉過夜，以避免「隔夜風險」(Overnight Risk) 或突發因素所造成之損失。有鑑於以上之原因，本研究乃針對日內交易提出一系統化之交易策略。

3.2 台股指數期貨敘述統計分析

在進行深入研究之前，必須先瞭解期貨價格資料之特性，冀望所獲得之相關資訊能建構適當的實證數學模型。

本研究欲以價格為變數建構數學模型，因此僅針對價格變數作探討，而為適當建構馬可夫決策過程中之狀態變數，本小節以探討每日高低價差，即全距為主。

樣本資料取自 90 年 1 月 2 日至 93 年 4 月 30 日，共 569 筆日資料。而因配合現貨市場延長交易時間，自九十年一月一日起調整期貨市場之交易時間為每營業日之上午八時四十五分至下午一時四十五分止。因此，本研究樣本取樣自 90 年開始。

茲將台指期貨之敘述統計性質以表 3.2 與圖 3.2 列出。其中每日平均高低價差約為 117.5 點，顯示若能有效預測每日高低價，則日內交易能獲取超額報酬。而標準差約為 60.6 點，因此，若將高低間距等比例切分，以 20 點作切分為最適當。

表 3.2、台指期貨每日全距之敘述統計表

全距		
個數	有效的 遺漏值	569 0
平均數		117.4991
中位數		103.0000
眾數		79.00 ^a
標準差		60.5996
變異數		3672.3103
偏態		1.464
偏態的標準誤		.102
峰度		2.987
峰度的標準誤		.204
範圍		366.00
最小值		28.00
最大值		394.00

a. 存在多個眾數，顯示的為最小值。

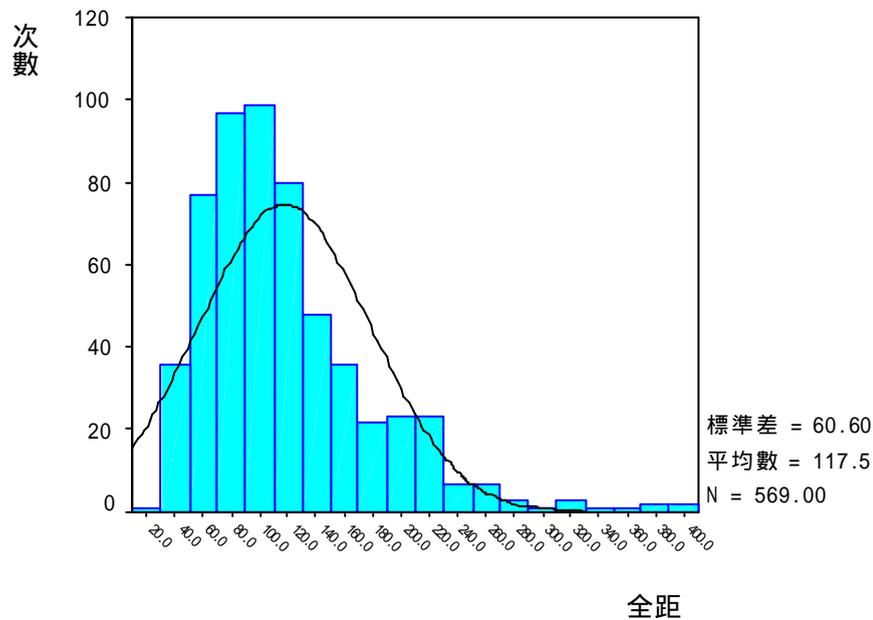


圖 3.2、台指期貨每日全距之直方圖

3.3 資料描述與紀錄

本研究係以台灣期貨交易所的台指期貨為對象，探討此類金融商品之日內交易策略。實證資料將取自長亨公司之天狐交易師股票系統中的五分鐘成交資料，包括交易時間、開盤價、收盤價，由於台股指數期貨以最近期之契約交易最為熱絡，因此本研究之期貨成交資料皆以最近期之期貨契約為主，研究期間選取上，由於考量日內交易資料量之龐大，取得成本昂貴，以及電腦處理空間有限，故本研究之研究期間限定為一年，樣本資料取自 91 年 5 月 2 日至 92 年 4 月 30 日，共 247 個交易日，14820 筆資料。

而目前台指指數期貨交易機制採電子交易系統，交易時間為臺灣證券交易所正常營業日上午八點四十五分至下午一點四十五分。

3.3.1 各類資料的記錄方法與操作步驟

表 3.3 即為「期貨指數記錄表」的表格，當中的數據為台指期貨民國 92 年 3 月 10 日的 44 筆實際交易五分鐘資料。底下我們來詳細說明期貨指數記錄表的紀錄操作方法。

在分析各類資料的記錄方法之前，我們先做個符號說明。

第一類資料：

此類資料為台指期貨的歷史交易日期與日內每五分鐘收盤價格和開盤價格，資料由股票軟體轉換而得。

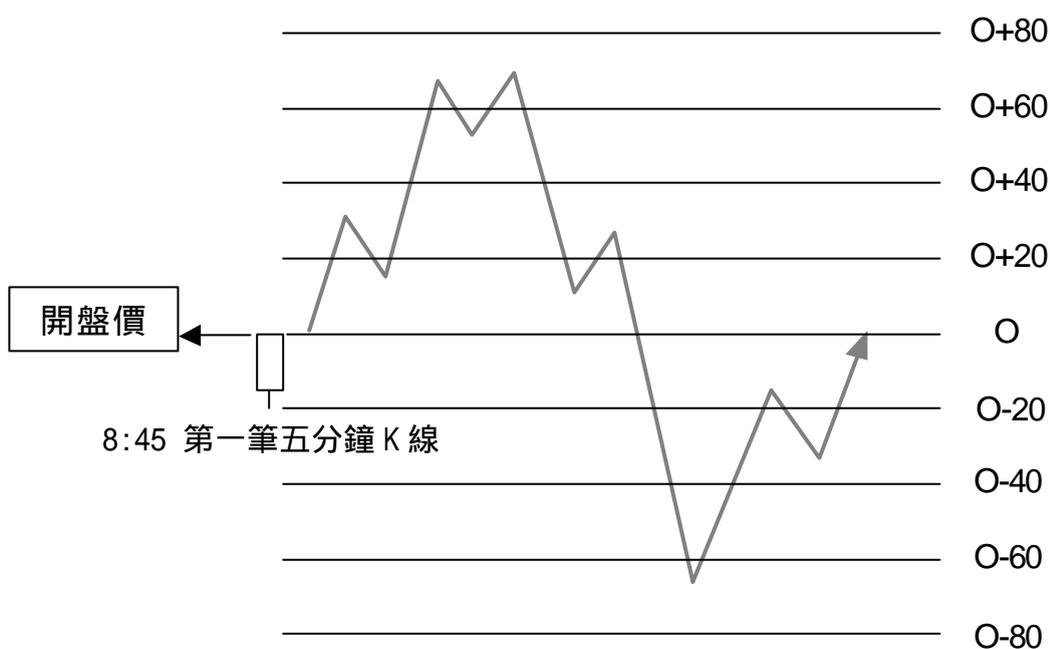
第二類資料：

第二類資料共計有九個欄位，而此九個欄位均依據每日的第一類資料而來。擷取今日第一類資料中的第一筆五分鐘開盤價格 (O)，即今日開盤價格，於第二類資料的九個欄位分別記錄為『開盤價格 (O) +80、 O +60、 O +40、 O +20、 O 、 O -20、 O -40、 O -60、 O -80』。(如圖 3.3 說明)

以表 3.3 第一筆資料為例，因為 3 月 10 日的第一類資料記錄在開盤價格 (O) 欄位，記錄值為 4380，因此第二類資料的九個欄位依序記錄為『446Q 444Q 442Q 440Q 438Q 436Q 434Q 432Q 430Q』。

依此類資料的記錄法則，我們可以了解一旦今日的開盤價格確定後，則今日的第二類資料九個欄位的數值隨即定義出來，因此在表 3.3 中，當 3 月 10 日的開盤價出現後，則第二類的資料也可以跟著計算出來。

實際上此類資料的用意，是希望藉由今日開盤價格，來定義今日每五分鐘收盤價落點區間，藉此提供交易者進一步了解今日期貨價格



是處於一個相對高檔價位或合理價位。

圖 3.3、區間分割說明圖

第三類資料：

本類資料需記錄的是每五分鐘收盤價落點區間，欄位中的數字則是依據第二類資料而來，當比對每五分鐘收盤價與第二類資料時，若符合下列十種情況，則分別記錄不同之符號：(如圖 3.4 說明)

1. 若第二類資料中第一欄位的數字 $<$ 每五分鐘收盤價，則記錄為『 H_1 』
2. 若第二類資料中第二欄位的數字 \leq 每五分鐘收盤價 $<$ 第二類資料中第一欄位的數字，則記錄為『 H_2 』。
3. 若第二類資料中第三欄位的數字 \leq 每五分鐘收盤價 $<$ 第二類資料中第二欄位的數字，則記錄為『 H_3 』。
4. 若第二類資料中第四欄位的數字 \leq 每五分鐘收盤價 $<$ 第二類資料中第三欄位的數字，則記錄為『 H_4 』。
5. 若第二類資料中第五欄位的數字 \leq 每五分鐘收盤價 $<$ 第二類資料中第四欄位的數字，則記錄為『 H_5 』。
6. 若第二類資料中第六欄位的數字 \leq 每五分鐘收盤價 $<$ 第二類資料中第五欄位的數字，則記錄為『 L_5 』。
7. 若第二類資料中第七欄位的數字 \leq 每五分鐘收盤價 $<$ 第二類資料中第六欄位的數字，則記錄為『 L_4 』。
8. 若第二類資料中第八欄位的數字 \leq 每五分鐘收盤價 $<$ 第二類資料中第七欄位的數字，則記錄為『 L_3 』。
9. 若第二類資料中第九欄位的數字 \leq 每五分鐘收盤價 $<$ 第二類資料中第八欄位的數字，則記錄為『 L_2 』。
10. 若每五分鐘收盤價 $<$ 第二類資料中第九欄位的數字，則記錄為『 L_1 』。

以表 3.3 第二筆資料為例，由於該五分鐘的收盤價為 4385，此值界於第二類資料之第四欄位與第五欄位數值之間，因此記錄為『 H_5 』。

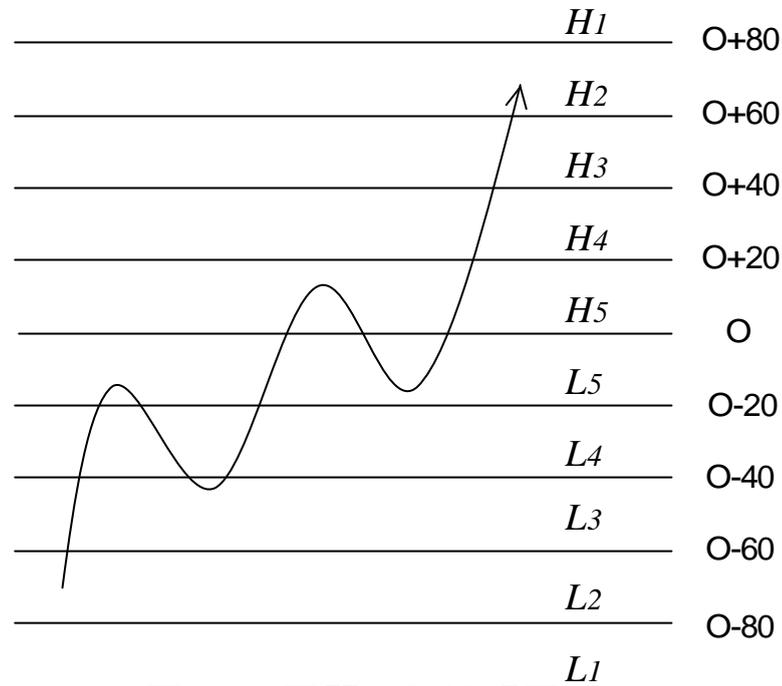


圖 3.4、區間符號說明圖

表 3.3、期貨指數紀錄表 (以 2003/3/10 為例)

第二類	0+80	0+60	0+40	0+20	0	0-20	0-40	0-60	0-80
	4460	4440	4420	4400	4380	4360	4340	4320	4300
第一類			第三類	第一類			第三類		
交易日 (民國 92)	開盤價	收盤價	收盤價 記號	交易日 (民國 92)	開盤價	收盤價	收盤價 記號		
3/10 08:50	4380	4375	L_5	3/10 10:40	4347	4345	L_4		
3/10 08:55	4375	4385	H_5	3/10 10:45	4343	4344	L_4		
3/10 09:00	4386	4379	L_5	3/10 10:50	4343	4341	L_4		
3/10 09:05	4377	4367	L_5	3/10 10:55	4340	4342	L_4		
3/10 09:10	4366	4365	L_5	3/10 11:00	4343	4331	L_3		
3/10 09:15	4364	4374	L_5	3/10 11:05	4328	4332	L_3		
3/10 09:20	4374	4368	L_5	3/10 11:10	4331	4328	L_3		
3/10 09:25	4369	4368	L_5	3/10 11:15	4327	4331	L_3		
3/10 09:30	4367	4364	L_5	3/10 11:20	4332	4335	L_3		
3/10 09:35	4364	4368	L_5	3/10 11:25	4333	4338	L_3		
3/10 09:40	4368	4358	L_4	3/10 11:30	4337	4336	L_3		
3/10 09:45	4358	4350	L_4	3/10 11:35	4335	4335	L_3		
3/10 09:50	4350	4345	L_4	3/10 11:40	4335	4331	L_3		
3/10 09:55	4345	4340	L_4	3/10 11:45	4331	4330	L_3		
3/10 10:00	4345	4348	L_4	3/10 11:50	4330	4333	L_3		
3/10 10:05	4347	4350	L_4	3/10 11:55	4332	4338	L_3		
3/10 10:10	4349	4351	L_4	3/10 12:00	4338	4335	L_3		
3/10 10:15	4351	4351	L_4	3/10 12:05	4335	4337	L_3		
3/10 10:20	4350	4355	L_4	3/10 12:10	4337	4340	L_3		
3/10 10:25	4354	4353	L_4	3/10 12:15	4338	4330	L_3		
3/10 10:30	4353	4348	L_4	3/10 12:20	4330	4332	L_3		
3/10 10:35	4347	4348	L_4	3/10 12:25	4329	4330	L_3		

3.4 數學模式

在求解「馬可夫決策過程」的最佳策略模式中，可將求解過程大致分為兩大階段，第一階段為建立馬可夫數學模式，第二階段為找尋最佳策略。若再將兩大階段的內容細分，則在第一階段中乃定義出馬可夫鏈中的四類參數：狀態變數、移轉機率、決策變數、期望利潤，並運用此四個參數來建立數學模式。而在第二階段中，本研究則透過線性規劃來求解最佳策略。本節中將詳述各類參數的定義方式。

3.4.1 狀態變數

狀態變數可透過 3.3 節介紹的「期貨指數記錄表」來加以定義。

3.4.2 移轉機率

本研究是利用台指指數期貨的歷史資料，來計算每個狀態變數的移轉機率。舉例而言，我們從民國 92 年 1 月 23 日開始記錄「期貨指數記錄表」，直到 92 年 3 月 7 日，從表中我們可以得到 25 日來每個交易日，日內五分鐘收盤價記號（即狀態變數的歷史資料）。而驗證時間是 92 年 3 月 10 日。因此 25 日的每日五分鐘資料即為建立數學模式的歷史資料。

以表 3.3 為例，92 年 3 月 10 日該日內 8 點 55 分至 12 點 25 共有 44 筆收盤價記號，經統計後可得到每個狀態變數由前一個五分鐘轉變為次一個五分鐘的狀態變化總次數，如表 3.4 所示。

表 3.4、各狀態移轉統計樣本 (以表 3.3 為例)

2003/3/10 8:55 10:50											
	H_1	H_2	H_3	H_4	H_5	L_5	L_4	L_3	L_2	L_1	<i>total</i>
H_1											0
H_2											0
H_3											0
H_4											0
H_5						1					1
L_5					1	7	1				9
L_4							15	1			16
L_3						1		17			18
L_2											0
L_1											0

表 3.4 中可統計出各個狀態移轉到任一狀態的累計樣本，將每一橫列加總後即可得各狀態的歷史累加資料，若以每一欄位內的樣本數除以每列的歷史累加資料，即可得到每一狀態的移轉機率值。如表 3.5 所示。

表 3.5、各狀態移轉機率 (以表 3.3 為例)

2003/3/10 8:55 10:50											
	H_1	H_2	H_3	H_4	H_5	L_5	L_4	L_3	L_2	L_1	<i>total</i>
H_1											0
H_2											0
H_3											0
H_4											0
H_5						1					1
L_5					0.11	0.77	0.11				9
L_4							0.938	0.063			16
L_3						0.056		0.944			18
L_2											0
L_1											0

由表 3.5 中可知該機率矩陣滿足馬可夫鏈的機率性質，即：

$$(1) \quad P_{ij} \geq 0, \quad i, j = 0, 1, 2, \dots, \infty$$

$$(2) \quad \sum_{j=0}^{\infty} P_{ij} = 1$$

其中 i 為本期狀態， j 為下期狀態，而 P_{ij} 為移轉機率。

若以自 92 年 1 月 23 日至 92 年 3 月 7 日的歷史資料來實際紀錄分析，則可得到如表 3.5 所示之歷史移轉機率矩陣。從表中我們可以看出總計分析資料有 1500 筆因狀態變數區間定義的價差間距，價格鮮少有劇烈之波動，而使某些欄位幾乎不會出現任何樣本點，亦即該移轉狀態存在機率極小。

表 3.6、歷史移轉機率矩陣

	2003/1/23					2003/3/7					
EXAMPLES:1499	H_1	H_2	H_3	H_4	H_5	L_5	L_4	L_3	L_2	L_1	total
H_1	0.8	0.15	0	0	0	0.05	0	0	0	0	40
H_2	0.167	0.571	0.214	0	0	0.047	0	0	0	0	42
H_3	0.023	0.286	0.5	0.190	0	0	0	0	0	0	42
H_4	0	0	0.085	0.709	0.179	0.026	0	0	0	0	117
H_5	0	0	0.007	0.089	0.711	0.193	0	0	0	0	280
L_5	0	0	0	0.003	0.141	0.736	0.117	0.003	0	0	383
L_4	0	0	0	0	0.014	0.165	0.674	0.147	0	0	218
L_3	0	0	0	0	0.006	0.013	0.156	0.75	0.069	0.006	160
L_2	0	0	0	0	0	0	0	0.14	0.52	0.34	50
L_1	0	0	0	0	0.012	0.012	0.006	0	0.078	0.892	167

3.4.3 決策變數

在本研究的數學模式中，所謂的決策變數即為期貨交易時的操作方法，在此為簡化模式，因此本研究僅採用買進與賣出兩種操作策略

我們可以透過線性規劃求解在每個狀態的最佳策略，並以此法則來進行模式的驗證。舉例來說，若求解後的最佳策略為：在 H_3, H_5, L_4, L_2 等四個狀態下適合買進，而其餘狀態下適合賣出，則每當該日內每五分鐘的「收盤價記號」經分析後為前四個狀態的其中一個，則於該筆以收盤價掛進買入。若分析後為餘下的六個適合賣出的狀態其中之一，則以該筆收盤價掛出。而掛進與掛出的規則如下：

買進策略：

1. 買進：每次只買進一口期貨。
2. 買進平倉：若前一筆為賣出狀態，當第一次出現買進狀態，則採取買進平倉。
3. 觀望：若第一次出現適於買進狀態時，且已買進一口期貨，而往後幾筆均出現適於買進的狀態時，則視為該口續抱，而不再增加契約口數，僅觀望。然最後一筆為觀望時，則依本研究不留倉之操作策略，改為採取買進平倉。

賣出策略：

1. 賣出：每次只賣出一口期貨。
2. 賣出平倉：若前一筆為買進狀態，當第一次出現賣出狀態，則採取賣出平倉。
3. 觀望：若第一次出現適於賣出狀態時，且已賣出一口期貨，而往後幾筆均出現適於賣出的狀態時，則視為該口續抱，而不再增加契約口數，僅觀望。然最後一筆為觀望時，則依本研究不留倉之操作策略，改為採取賣出平倉。

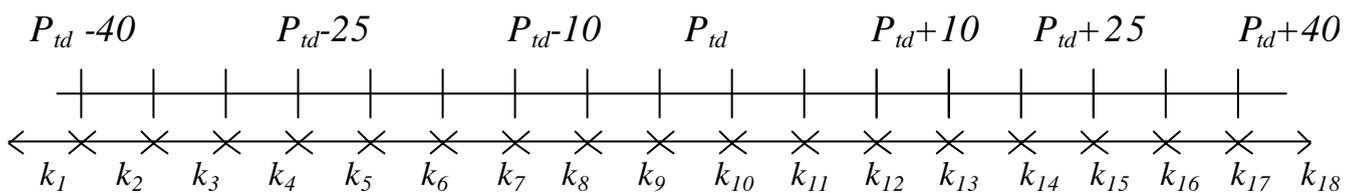
3.4.4 期望利潤

本研究中的決策週期是以每五分鐘為單位，亦即依循著每五分鐘的動態價格所產生的不同狀態變數，必須給予最恰當的解決方案。由於本研究所定義的狀態變數共有 10 個，且決策變數分為買進策略與賣出策略，因此在計算期望利潤時，必須考慮每個不同的狀態變數，在選擇買進或選擇賣出的情況下，隔一筆五分鐘的期望報酬為何？

在如此的思考模式前提下，我們以買進策略為例，來說明每個狀態在考慮某一五分鐘買進的決策中，隔一五分鐘的期望利潤計算方法。

3.4.4.1 買進決策下各狀態變數的期望利潤

- (1) 令某一筆五分鐘收盤價為 P_{td}
- (2) 因目前台股期貨指數約介於 4500 5500 點之間，依據目前期交稅和市場手續費計算，完整一筆交易成本約需 5 點。因此將 P_{td} 分別加減 5、10、15、...、35、40 點。
- (3) 將 $P_{td}-40$ $P_{td}+40$ 可切分為 18 個區間（圖 3.5），各區間以 k_1 、 k_2 、...、 k_{18} 來表示。



區間

圖 3.5、價格區間圖

- (4) 利用過去實際的五分鐘收盤價歷史資料，來統計次一五分鐘收盤價格會落入前一五分鐘 18 個價格等分區間當中任一區間的機率值。因此可以分別計算得出如表 3.7 的條件機率表：

表 3.7、各狀態的條件機率表

$P(P_j = k_1 P_i = P_{td}, S_i = H_1)$	$P(P_j = k_1 P_i = P_{td}, S_i = H_2)$	N	$P(P_j = k_1 P_i = P_{td}, S_i = L_1)$
$P(P_j = k_2 P_i = P_{td}, S_i = H_1)$	$P(P_j = k_2 P_i = P_{td}, S_i = H_2)$		$P(P_j = k_2 P_i = P_{td}, S_i = L_1)$
$P(P_j = k_3 P_i = P_{td}, S_i = H_1)$	$P(P_j = k_3 P_i = P_{td}, S_i = H_2)$		$P(P_j = k_3 P_i = P_{td}, S_i = L_1)$
N	N		N
$P(P_j = k_{18} P_i = P_{td}, S_i = H_1)$	$P(P_j = k_{18} P_i = P_{td}, S_i = H_2)$		$P(P_j = k_{18} P_i = P_{td}, S_i = L_1)$

上表中 P_i 為前一五分鐘收盤價， P_j 為次一五分鐘收盤價， S_i 為前一五分鐘的狀態

(5) 根據上表的條件機率值，即可計算出當策略為買進時，在各個不同狀態下的期望利潤值：

策略 狀態	買進
H_1	$r_{H_1, 買}$
H_2	$r_{H_2, 買}$
H_3	$r_{H_3, 買}$
H_4	$r_{H_4, 買}$
H_5	$r_{H_5, 買}$
L_5	$r_{L_5, 買}$
L_4	$r_{L_4, 買}$
L_3	$r_{L_3, 買}$
L_2	$r_{L_2, 買}$
L_1	$r_{L_1, 買}$

底下我們即以 H_3 狀態下進行買進策略為例，來說明各狀態的期望利潤值計算方法。

步驟一：

先令 -42.5 、 -37.5 、 -32.5 、 \dots 、 0 、 \dots 、 32.5 、 37.5 、 42.5 分別代表價格落於 $k_1, k_2, k_3, \dots, k_{18}$ 時之區間中值 其中當指數價格落於 k_9 和 k_{10} 區間時，依中間值計算應取 -2.5 與 2.5 ，但依目前指數界於 4500 5500 點，若考量手續費與交易稅，則成本約需 5 點，因此若兩筆差額小於 5 點，則視為觀望不動作。本研究因將落於此兩區間之狀態期望值皆取零計算。

步驟二：

將各區間的中點值乘以各區間的條件機率值，可算得各區間的期望利潤，最後將 18 個區間的期望利潤進行加總，即可得到該狀態下進行買入策略的隔一筆五分鐘期望利潤總值。

總期望利潤，其數學式如下說明：

$$r_{H_3, \text{買}} = P(P_j = k_1 | P_i = P_{td}, S_i = H_3) \times (-42.5) + \\ P(P_j = k_2 | P_i = P_{td}, S_i = H_3) \times (-40) + L + \\ P(P_j = k_{18} | P_i = P_{td}, S_i = H_3) \times 42.5$$

3.4.4.2 賣出決策下各狀態變數的期望利潤

由買進策略的期望利潤算式中，式子的涵義主要是在計算各個狀態下，當實際買進該口期貨契約後，其隔一筆五分鐘的價差為何？因此若經由歷史資料統計後的結果，顯示在某個狀態下其隔一筆五分鐘的期望利潤為正數，則買入該口期貨的隔一五分鐘報酬即為此一正的數值。反觀若沒有買入該口期貨或放空了該口期貨，則為損失了此一正的利潤值。

因此在本研究中，當所有狀態在買進策略的利潤值計算完後，相對的，我們也可以得到每個狀態在賣出策略下的期望利潤值，亦即將

所有買進策略下的利潤值加上負號即可得，如表 3.8 所示。表中的單位為（指數點數/一口），即在該狀態下每買進一口該期貨合約，下一個五分鐘應可得到如表中的獲利值。

表 3.8、各狀態下的期望利潤值

狀態 \ 策略	策略	
	買入	賣出
H_1	-0.7895	0.7895
H_2	-1.4024	1.4024
H_3	1.0119	-1.0119
H_4	-1.8966	1.8966
H_5	-1.1201	1.1201
L_5	-0.4867	0.4867
L_4	-0.7277	0.7277
L_3	-0.2373	0.2373
L_2	-2.6000	2.6000
L_1	-1.2270	1.2270

單位（指數點數/一口）

3.5 最佳策略求解

在 3.3 小節中，我們已經透過「期貨指數記錄表」來定義狀態空間變數，並運用啟發式解法找出馬可夫鏈中的四類型參數，本節將針對此四類參數所建立的數學模式進行最佳策略探討。

本研究欲藉由最佳策略的運用，使得模式可得到更好的獲利，因此可歸類為求解最大值問題，我們採用線性規劃法來進行求解，底下即針對線性規劃中對於最大化問題的求解步驟，逐一應用到本研究的模式中。

根據 Ross (1983) 所提出最大值 (*maximization*) 問題的最佳策略，可透過模式的對偶函數來進行求解，其線性方程式如下：

目標函數： $\min Z = V_1 + V_2 + \dots + V_N$

限制式： $s.t. \quad V_i - \mathbf{b} \sum_{j=1}^{j=N} p(j|i,d) V_j \geq r_{id}$

For each state i and each $d \in d(i)$

其中 i, j : 狀態變數 , d : 決策變數 , r : 折現率

V : 總利潤 , r : 週期利潤

由目標函數中可以看出 V_1 代表狀態 1 的利潤 , V_2 代表狀態 2 的利潤 , 依此類推 , 因而 Z 值為模式的總利潤 , 另外在本研究中定 值為 0.9。底下我們運用「表 3.4、歷史移轉機率矩陣」以及「表 3.6、各狀態下的期望利潤值」來說明。

目標函數 :

Min. $Z = V_{H_1} + V_{H_2} + V_{H_3} + V_{H_4} + V_{H_5} + V_{L_1} + V_{L_2} + V_{L_3} + V_{L_4} + V_{L_5}$

Subject to :

買進策略各狀態限制式

(狀態 : H_1 , 策略 : 買進).....(1)

$V_{H_1} - 0.9(0.8V_{H_1} + 0.15V_{H_2} + 0.05V_{L_5}) \geq -0.7895$

(狀態 : H_2 , 策略 : 買進).....(2)

$V_{H_2} - 0.9(0.167V_{H_1} + 0.571V_{H_2} + 0.214V_{H_3} + 0.047V_{L_5}) \geq -1.4024$

(狀態 : H_3 , 策略 : 買進)(3)

$V_{H_3} - 0.9(0.023V_{H_1} + 0.286V_{H_2} + 0.5V_{H_3} + 0.19V_{H_4}) \geq 1.0119$

(狀態 : H_4 , 策略 : 買進)(4)

$V_{H_4} - 0.9(0.085V_{H_3} + 0.709V_{H_4} + 0.179V_{H_5} + 0.026V_{L_5}) \geq -1.8966$

(狀態 : H_5 , 策略 : 買進)(5)

$V_{H_5} - 0.9(0.007V_{H_3} + 0.089V_{H_4} + 0.711V_{H_5} + 0.193V_{L_5}) \geq -1.1201$

(狀態： L_5 ，策略：買進)(6)

$$V_{L_5} - 0.9(0.003V_{H_4} + 0.14V_{H_5} + 0.73V_{L_5} + 0.117V_{L_4} + 0.003V_{L_3}) \geq -0.4867$$

(狀態： L_4 ，策略：買進)(7)

$$V_{L_4} - 0.9(0.014V_{H_5} + 0.165V_{L_5} + 0.674V_{L_4} + 0.147V_{L_3}) \geq -0.7277$$

(狀態： L_3 ，策略：買進)(8)

$$V_{L_3} - 0.9(0.006V_{H_5} + 0.013V_{L_5} + 0.156V_{L_4} + 0.75V_{L_3} + 0.069V_{L_2} + 0.006V_{L_1}) \geq -0.2373$$

(狀態： L_2 ，策略：買進)(9)

$$V_{L_2} - 0.9(0.14V_{L_3} + 0.52V_{L_2} + 0.34V_{L_1}) \geq -2.6$$

(狀態： L_1 ，策略：買進)(10)

$$V_{L_1} - 0.9(0.012V_{H_5} + 0.012V_{L_5} + 0.006V_{L_4} + 0.078V_{L_2} + 0.892V_{L_1}) \geq -1.227$$

賣出策略各狀態限制式

(狀態： H_1 ，策略：賣出)(11)

$$V_{H_1} - 0.9(0.8V_{H_1} + 0.15V_{H_2} + 0.05V_{L_5}) \geq 0.7895$$

(狀態： H_2 ，策略：賣出)(12)

$$V_{H_2} - 0.9(0.167V_{H_1} + 0.571V_{H_2} + 0.214V_{H_3} + 0.047V_{L_5}) \geq 1.4024$$

(狀態： H_3 ，策略：賣出)(13)

$$V_{H_3} - 0.9(0.023V_{H_1} + 0.286V_{H_2} + 0.5V_{H_3} + 0.19V_{H_4}) \geq -1.0119$$

(狀態： H_4 ，策略：賣出)(14)

$$V_{H_4} - 0.9(0.085V_{H_3} + 0.709V_{H_4} + 0.179V_{H_5} + 0.026V_{L_5}) \geq 1.8966$$

(狀態： H_5 ，策略：賣出)(15)

$$V_{H_5} - 0.9(0.007V_{H_3} + 0.089V_{H_4} + 0.711V_{H_5} + 0.193V_{L_5}) \geq 1.1201$$

(狀態： L_5 ，策略：賣出)(16)

$$V_{L_5} - 0.9(0.003V_{H_4} + 0.14V_{H_5} + 0.73V_{L_5} + 0.117V_{L_4} + 0.003V_{L_3}) \geq 0.4867$$

(狀態： L_4 ，策略：賣出)(17)

$$V_{L_4} - 0.9(0.014V_{H_5} + 0.165V_{L_5} + 0.674V_{L_4} + 0.147V_{L_3}) \geq 0.7277$$

(狀態： L_3 ，策略：賣出)(18)

$$V_{L_3} - 0.9(0.006V_{H_5} + 0.013V_{L_5} + 0.156V_{L_4} + 0.75V_{L_3} + 0.069V_{L_2} + 0.006V_{L_1}) \geq 0.2373$$

(狀態： L_2 ，策略：賣出)(19)

$$V_{L_2} - 0.9(0.14V_{L_3} + 0.52V_{L_2} + 0.34V_{L_1}) \geq 2.6$$

(狀態： L_1 ，策略：賣出)(20)

$$V_{L_1} - 0.9(0.012V_{H_5} + 0.012V_{L_5} + 0.006V_{L_4} + 0.078V_{L_2} + 0.892V_{L_1}) \geq 1.227$$

上述限制條件共計有 20 條限制式，將所有限制式輸入 LINGO 或 MATLAB 運算程式中，即可進行求解。

各限制式的求解值如表 3.9：

表 3.9、各限制式運用線性規劃求解分析值

(1)	0.0000	(6)	0.0000	(11)	9.5551	(16)	66.3921
(2)	0.0000	(7)	0.0000	(12)	9.8150	(17)	91.6543
(3)	9.6735	(8)	0.0000	(13)	0.0000	(18)	43.3007
(4)	0.0000	(9)	0.0000	(14)	16.0585	(19)	7.5149
(5)	0.0000	(10)	0.0000	(15)	37.1803	(20)	4.4013

求解後的結論為(3)、(11)、(12)、(14)、(15)、(16)、(17)、(18)、(19)、(20)為模式的主動限制式 (*active constraint*)，亦即在 H_3 此一狀態下進行買進策略，而 $H_1, H_2, H_4, H_5, L_1, L_2, L_3, L_4, L_5$ 等九個狀態下進行賣出策略，為該日最佳操作方法。運用上述的方法，即可進行最佳策略探討，求解後的結果可以記錄如表 3.10。

表 3.10、最佳策略分析表

EXAMPLES:1499	2003/1/23					2003/3/7					total
	H_1	H_2	H_3	H_4	H_5	L_5	L_4	L_3	L_2	L_1	
H_1	0.8	0.15	0	0	0	0.05	0	0	0	0	40
H_2	0.167	0.571	0.214	0	0	0.047	0	0	0	0	42
H_3	0.023	0.286	0.5	0.190	0	0	0	0	0	0	42
H_4	0	0	0.085	0.709	0.179	0.026	0	0	0	0	117
H_5	0	0	0.007	0.089	0.711	0.193	0	0	0	0	280
L_5	0	0	0	0.003	0.141	0.736	0.117	0.003	0	0	383
L_4	0	0	0	0	0.014	0.165	0.674	0.147	0	0	218
L_3	0	0	0	0	0.006	0.013	0.156	0.75	0.069	0.006	160
L_2	0	0	0	0	0	0	0	0.14	0.52	0.34	50
L_1	0	0	0	0	0.012	0.012	0.006	0	0.078	0.892	167
期望利潤											
買入	-0.7895	-1.4024	1.0119	-1.8966	-1.1201	-0.4867	-0.7277	-0.2373	-2.600	-1.2270	
賣出	0.7895	1.4024	1.0119	1.8966	1.1201	0.4867	0.7277	0.2373	2.600	1.2270	
最佳策略	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	

1：代表當該狀態出現時適於買進 -1：代表該狀態下適於賣出

第四章 實證分析

本章依據前章的研究設計，在研究範圍內進行實證分析，評比交易策略的績效，最後探討本研究的交易法則是否有良好的獲利成效。

本研究的實驗對象為自民國八十七年由台灣期貨交易所正式掛牌上市發行的台灣發行量加權股價指數 (TAIEX)。擷取由九十年四月一日至九一年四月十七日，此一年的資料當作原始資料，項目包括營業日每天日資料與日內每五分鐘的開盤價、最高價、最低價與收盤價，及每月契約的最後結算價等資料。

4.1 績效統計記錄方式

本小節說明在實證分析中，資料績效統計的計算方式。

1. 本研究選擇驗證區間是台指期貨 91 年 5 月 17 日至 92 年 4 月 17 日的資料 (見圖 4-1)，驗證此期間每日日內交易的累計績效、交易次數等。並依契約月份來區分，分別驗證和比較 91 年六月至 92 年 4 月份最近期合約該契約之績效。



圖 4-1、台指期貨 91/5/17 92/4/17 收盤價格走勢圖

2. 交易時機的決定乃依據 3.4.3 節中之買賣策略，擬定買入時機、作空時機及平倉時機。

3. 期貨交易成本的計算必須考量手續費、交易稅和保證金等。本研究之交易方式採不留倉，即於當日結算。因此，不考量保證金交易制度之影響。而手續費之計算為買賣各 250 元，交易稅之計算則為契約價值乘上 0.00025，即買賣各千分之 0.25 的交易稅。因此每次交易的實際獲利為：(以作多為例)

每次操作獲利 (損失) =

(買進契約價格 - 賣出契約價格) \times 200 \times 口 - 2*250 -

(買進契約價格 + 賣出契約價格) \times 200 \times 0.025%

4. 每個契約獲利交易百分率 =

每個契約中獲利天數 / 每個契約的總交易天數。

5. 每個契約累積淨獲利 = 每個契約交易日內每次操作獲利的加總。

獲利(虧損)交易最大獲利 (損失) 金額 = 每個契約中每日最大獲利 (損失) 金額。

獲利(虧損)交易平均獲利 (損失) 金額 = 每個契約中每日獲利 (損失) 金額總和 / 每個契約的獲利交易天數。

6. 每筆交易平均獲利 (或損失) 金額 =

每個契約中獲利(損失)金額總和 / 每個契約的獲利交易筆數。

7. 平均交易次數 = 每個契約中總交易次數 / 每個契約的天數

8. 總獲利 = 每次操作獲利的加總。

4.2 每月份最近期契約實證績效統計

本模型套用於台股指數指期貨 2002 年 6 月至 2003 年 4 月的期貨資料，模擬交易之結果如下：

表 4-1、模擬交易績效表

契約月份 評比項目	91 年 六月	91 年 七月	91 年 八月	91 年 九月	91 年 十月	91 年 十一月	91 年 十二月
獲利交易百分率 (獲利天數/該契約交易天數 %)	60.00%	25.00%	24.00%	36.84%	68.42%	24.00%	30.00%
累積淨獲利 (金額/契約月份)	76,924.65	-133,983.05	-149,018.10	12,705.55	72,643.80	-101,550.55	-45,508.25
獲利交易最大獲利金額 (金額/日)	38,466.35	28,563.15	27,618.15	25,249.05	23,712.65	29,386.25	12,839.45
虧損交易最大損失金額 (金額/日)	-17,633.05	-43,936.10	-32,002.45	-27,357.60	-24,943.35	-19,584.75	-15,728.20
獲利交易平均獲利金額 (獲利金額/獲利日)	10,799.88	19,392.70	16,090.52	13,276.89	10,143.28	11,027.33	6,134.94
虧損交易平均損失金額 (損失金額/虧損日)	-8,507.35	-15,396.44	-12,924.27	-6,686.06	-9,869.81	-8,827.08	-5,879.85
每筆交易平均獲利 (或損失) 金額	746.84	-985.17	-949.16	204.93	2,793.99	-590.41	-1,058.33
平均交易次數 (次數/每日)	4.12	6.80	6.28	3.26	1.37	6.88	2.15

表 4-2、模擬交易績效表 (續表 4-1)

契約月份 評比項目	92 年 一月	92 年 二月	92 年 三月	92 年 四月	總計
獲利交易百分率 (獲利天數/該契約交易天數 %)	47.37%	52.63%	42.11%	35.00%	40.00%
累積淨獲利 (金額/契約月份)	-45,675.40	-6,847.75	-35,155.50	2,687.60	-352,777.00
獲利交易最大獲利金額 (金額/日)	8,015.40	24,839.05	21,062.60	22,665.70	38,466.35
虧損交易最大損失金額 (金額/日)	-19,944.05	-25,174.25	-17,337.70	-14,937.80	-43,936.10
獲利交易平均獲利金額 (金額/日)	4,025.31	7,505.79	6,577.07	10,567.41	10,012.54
虧損交易平均損失金額 (金額/日)	-8,190.32	-9,100.62	-7,979.28	-5,483.40	-9,231.38
每筆交易平均獲利 (或損失) 金額	-761.26	-78.71	-764.25	67.19	-378.52
平均交易次數 (次數/契約月份)	3.16	4.58	2.42	2.00	4.05

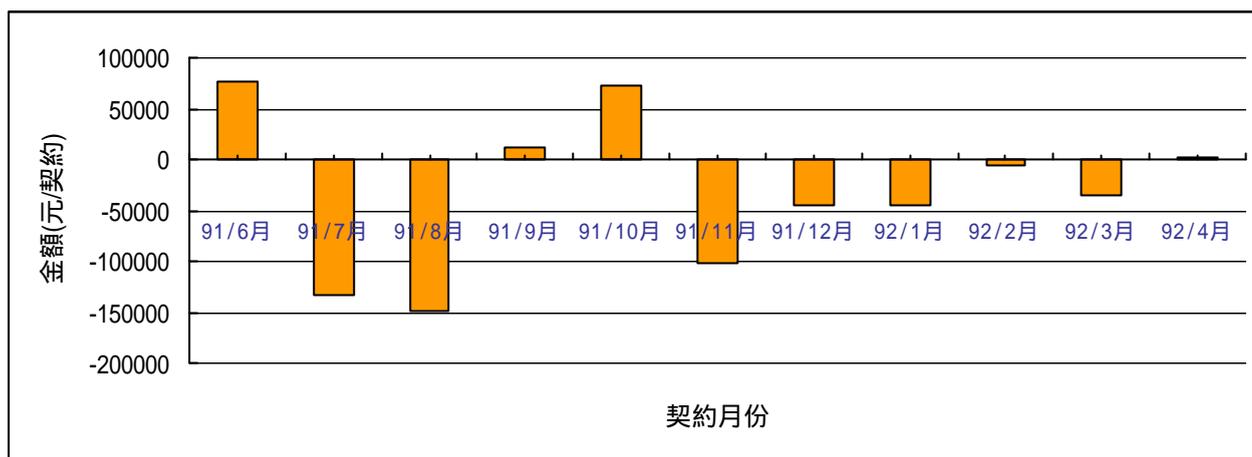


圖 4-2、每月近期契約累積淨獲利圖

由實證結果得知，除 91 年六月、91 年九月、91 年十月和 92 年四月此四個月份的契約之累積淨獲利為正外，其餘月份契約之獲利皆不佳。

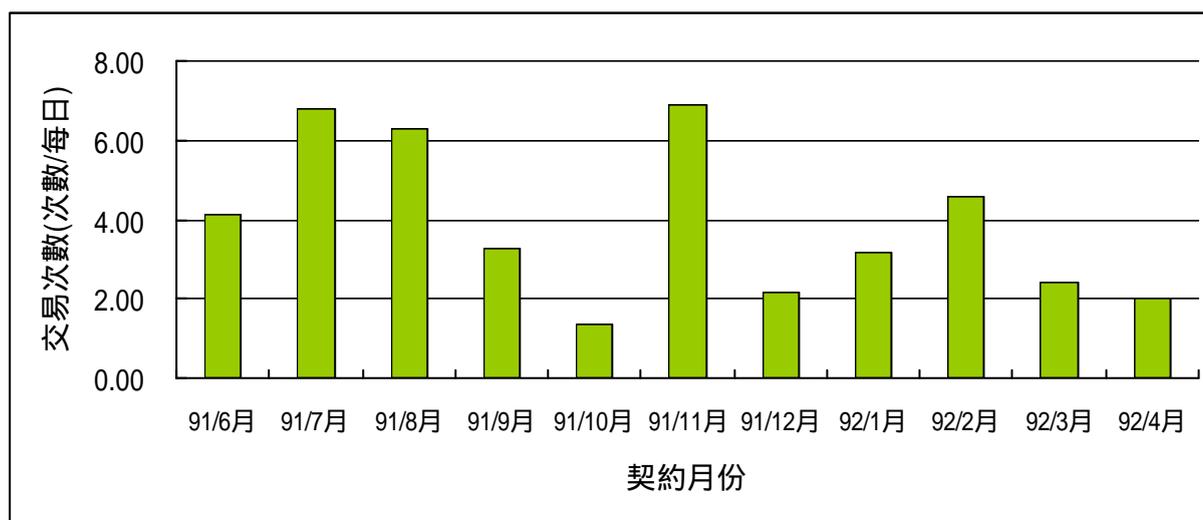


圖 4-3、每月近期契約美日交易次數

以獲利交易百分率結果而言，每月份契約平均每日勝率約 40.49%，即約有 4 成的獲勝率。而其中勝率小於 30% 的契約份為 91 年七月、91 年八月和 91 年十一月此三個月份，相對其累積淨獲利，可發現亦為虧損金額最多的三個月份的契約。此外，此三個月份的契約每日平均交易次數皆高達 6 次以上。

4.3 實證期間每日平均績效統計

4.1 節乃針對每月份契約的實證結果分析與比較，本節則以驗證期間內，每日績效、交易次數等各項數據的結果探討與總結。經實證分析統計後，其結果如下表 4-3，由表中可以看出總利潤均為負，因此運用本研究的交易法則並無法獲得良好的獲利成效。而圖 4-4 發現 230 個交易日內，每日交易筆數以一筆交易居多，但每日筆數超過 6 筆以上者，占交易日的三成以上。

表 4-3、實證統計資料表

	台指期貨
獲利交易百分率	40 %
累積淨獲利(元)	-356,712
總交易次數	931
平均交易次數 (次數/每日)	4.05

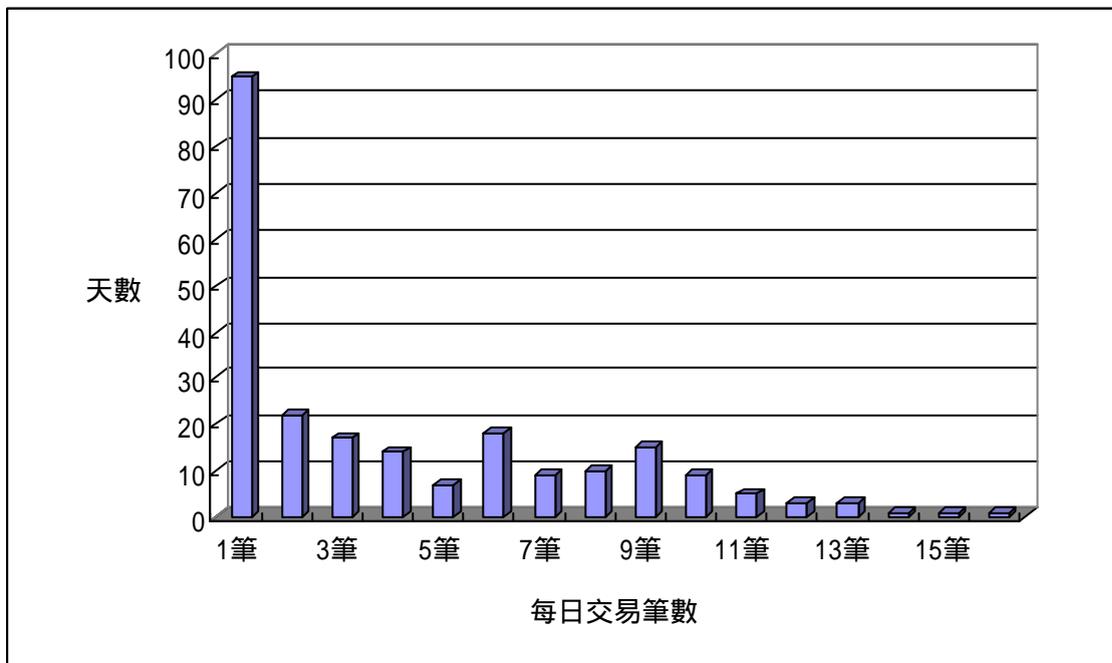


圖 4-4、交易筆數統計圖

第五章 最佳策略之修正

在第四章的實證結果中，我們可以看出在短短 11 個月份之契約的驗證期中，在這近 230 個交易日，每日平均約 4 筆的交易次數。但若再詳細分析，會發現每日交易次數超過 6 次以上者，共計 75 個交易日，而其相對的獲利績效均不佳。

因此詳細分析的結果，可以歸咎於頻繁的交易次數，導致獲利均被交易時的手續費與交易稅稀釋，因此本節將針對最佳策略加入不同門檻值（threshold）與移動平均線（Moving Averages Curve）的改善方法，來探討減少交易次數而獲得額外報酬的可行性。

5.1 以門檻值修正最佳策略

表 3.8 中，經由線性規劃法求算最佳策略的結果可以看出，在期望利潤值大於零的各個狀態，其最佳策略為買進，反觀期望利潤值小於零的狀態，最佳策略則為賣出。本節中，將經由設定不同的門檻值來改善操作的策略。其中，當期望利潤值界於門檻值的上界與下界中間時，則修改以往僅有買進和賣出的策略為：

1. 在已經持有該契約的狀況下，若遇到期望利潤值界於門檻值中的狀態時：選擇繼續持有
2. 在尚未買入該契約的狀況下，若遇到期望利潤值界於門檻值中的狀態時：選擇觀望

亦即當“下限值 < 期望利潤值 < 上限值”時，則選擇不採取任何動作。其中門檻值的最高上限值定為《0.5》，而最低下限值定為《-0.5》，同時以 0.1 為單位來調整不同的操作方法，舉例說明如下：

當門檻值的上界為 0.1 時，去測試【上界、下界】分別為（0.1, -0.1）、（0.1, -0.2）、（0.1, -0.3）、（0.1, -0.4）與（0.1, -0.5）等五種不

同的操作方法。由於門檻值的上、下限值不同，因此會導致處於不作任何動作的所有可能狀態的集合元素不同，所以操作後的績效自然會有所差異。底下舉出加入門檻值前後，策略改變的實例來作為說明(表 5.1)，其中門檻值的上、下限分別設為 (0.4,-0.5)。

表 5.1、加入門檻值前後策略修正比較表

	2003/1/23					2003/3/7					
EXAMPLES:1499	H_1	H_2	H_3	H_4	H_5	L_5	L_4	L_3	L_2	L_1	total
H_1	0.8	0.15	0	0	0	0.05	0	0	0	0	40
H_2	0.167	0.571	0.214	0	0	0.047	0	0	0	0	42
H_3	0.023	0.286	0.5	0.190	0	0	0	0	0	0	42
H_4	0	0	0.085	0.709	0.179	0.026	0	0	0	0	117
H_5	0	0	0.007	0.089	0.711	0.193	0	0	0	0	280
L_5	0	0	0	0.003	0.141	0.736	0.117	0.003	0	0	383
L_4	0	0	0	0	0.014	0.165	0.674	0.147	0	0	218
L_3	0	0	0	0	0.006	0.013	0.156	0.75	0.069	0.006	160
L_2	0	0	0	0	0	0	0	0.14	0.52	0.34	50
L_1	0	0	0	0	0.012	0.012	0.006	0	0.078	0.892	167
期望利潤	-0.7895	-1.4024	1.0119	-1.8966	-1.1201	-0.4867	-0.7277	-0.2373	-2.600	-1.2270	
買入	0.7895	1.4024	1.0119	1.8966	1.1201	0.4867	0.7277	0.2373	2.600	1.2270	
賣出	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
修正前最佳策略	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
修正後最佳策略	-1	-1	1	-1	-1	0	-1	0	-1	-1	

1：代表當該狀態出現時適於買進 -1：代表該狀態下適於賣出

0：代表該狀態出現時適於不採取任何動作

從表中可以看出修正前的策略為：1.當期望利潤值大於零時，該狀態即適於買進。2.當利潤值小於零時，則適於賣出。但修正後除了利潤大於 0.4 的狀態適於買進外，界於-0.5 與 0.4 之間的狀態均適於再觀望，而小於-0.5 利潤值以下的狀態則適於放空。

以下分兩部分來探討，首先比較修正策略後，實證分析驗證期間內，每日平均績效的差異處；再提出各月份契約的各項數據前後的差異。

5.1.1 加入門檻值後每日平均績效的實證分析

經由實際驗證最高上限值《0.5》、最低下限值《-0.5》中，所有可行的不同策略後，可得到表 5.2 的統計結果。

表 5.2、每日平均獲利

各操作方法的平均獲利值（單位：元/日）					
上界 下界	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
-0.1	-12,893.8	-11,943.4	-11,521.0	-11,178.5	-10,905.6
-0.2	-9,519.5	23.5	591.1	879.7	1,144.1
-0.3	-1,227.0	-289.6	500.1	696.4	945.1
-0.4	-1,264.4	-373.4	375.5	578.7	827.4
-0.5	-1,002.0	-45.0	586.5	789.7	1,127.4
未加門檻值之 獲利值	-1,550.9				

從表中可以明顯看出當上界值定為 0.5、下界值定為-0.2時，其平均獲利值遠優於其他下界值，此獲利與修正前有明顯差異。此外不同策略的平均操作次數如表 5.3 中所示。

由表 5.3 中也可以看出在不同門檻值的設定下，其平均交易次數的變動情況。相較於修改策略前平均 4.05 次的交易，修改後最佳獲利值的操作方法，其交易的平均次數僅有 2 次。

表 5.3、不同策略的平均交易次數

各操作方法的平均交易次數（單位：次數/日）					
上界 下界	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
-0.1	3.5	2.9	2.6	2.3	2.1
-0.2	3.4	2.8	2.5	2.3	2.0
-0.3	3.3	2.8	2.5	2.2	2.0
-0.4	3.2	2.7	2.5	2.2	1.9
-0.5	3.0	2.6	2.3	2.1	1.8
未加門檻值 之獲利值	4.05				

5.1.2 加入門檻值後每月份最近期契約的績效統計

由 5.1.1 小節得知，上限值定為 0.5，下限值定為-0.2 時的單次平均操作獲利均優於其他門檻值，且相對的其平均交易次數亦較低。因此，本小節以此門檻值來實證分析，加入門檻值前後每月份最近期契約的績效差異。經計算後可得到表 5.4 的統計結果。

表 5.4、加入門檻值前後每月份最近期契約的績效表

契約月份	修改策略 前之獲利	加入門檻值 後之獲利	契約月份	修改策略 前之獲利	加入門檻 值後之獲 利
92 年 4 月	2687.60	4750.35	91 年 10 月	72643.80	85440.60
92 年 3 月	-35155.50	-1315.65	91 年 9 月	12705.55	39773.95
92 年 2 月	-6847.75	50907.30	91 年 8 月	-149018.10	-12511.00
92 年 1 月	-45675.40	-9731.75	91 年 7 月	-133983.05	-21565.95
91 年 12 月	-45508.25	-3974.90	91 年 6 月	76924.65	109179.80
91 年 11 月	-101550.55	47852.45	總計	-352777.00	288805.20

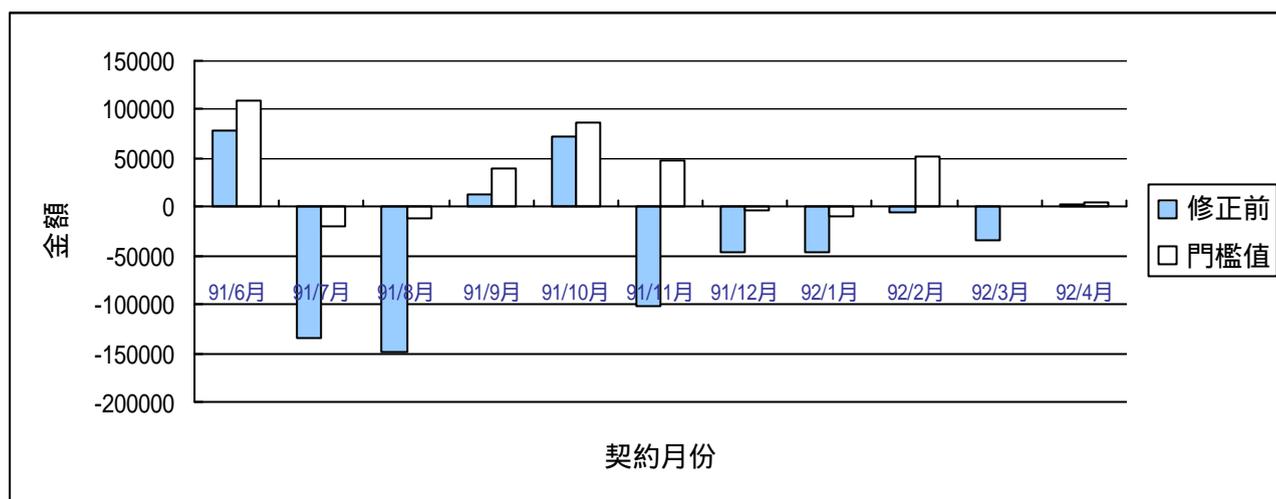


圖 5.1、加入門檻值後累積淨獲利圖

由圖 5.1 可比較加入門檻值前後之獲利變化。在未加入門檻值之前，獲利績效不佳之契約，經加入門檻值修正後，虧損金額顯著減少（如：92 年 1 月、91 年 12 月、91 年 8 月和 91 年 7 月等）或獲利績效轉為正（如：92 年 2 月和 91 年 11 月）。

5.2 以移動平均線修正最佳策略

移動平均線（Moving Averages Curve）在分析金融商品的技術指標中，是一普遍的技術分析方法，應用統計學的時間數列分析概念，求得平滑的曲線。使用移動平均線的好處是可以將極端值的影響降低，能消除短期變動，看出價格的長期趨勢，因而掌握其真正的走向。

當價格跌破移動平均線時，表示高價買入的投資人處於虧損狀態，由於持股成本直接影響心裡，所以大家開始願意用低於平均成本的價格賣出時，價格通常會加速下跌，導致移動平均線加速下彎。移動平均線的種類包括簡單移動平均線、指數平滑移動平均線與加權移動平均線，本研究基於研究的特性，採用簡單移動平均線，計算公式如下：

$$MA_t = \frac{1}{T} \sum_{i=0}^{T-1} P_{t-i} = \frac{1}{T} (P_t + P_{t-1} + \dots + P_{t-T+1})$$

上式中， P_t 為時間 t 的收盤價， T 為計算的總期數

本節中加入移動平均線具有代表不同週期間投資人的平均成本和表示價格趨勢的方向之特性，來改善操作的策略，降低誤判時之損失。本研究採五個不同周期的移動平均線作策測試，加入移動平均線後修改買進與賣出之策略為：

1. 當最佳策略為買進時，需再判斷收盤價格是否大於移動平均線，若兩條件皆兼具才作買進策略，否則策略修正為觀望。
2. 當最佳策略為賣出時，需再判斷收盤價格是否小於移動平均線，若兩條件皆兼具才作賣出策略，否則策略修正為觀望。

底下舉出加入移動平均線前後，策略改變的實例來作為說明（表 5.5），其中移動平均線取五日移動平均線。

表 5.5、加入移動平均線前後策略修正比較表

2003/3/10 9:00 9:55 為例				
時間	收盤價	5日移動平均線	修正前最佳策略	修正後最佳策略
3/10 9:00	4379	4363.2	-1	0
3/10 9:05	4367	4369.6	-1	-1
3/10 9:10	4365	4372.2	-1	-1
3/10 9:15	4374	4374.2	-1	-1
3/10 9:20	4368	4374	-1	-1
3/10 9:25	4368	4370.6	-1	-1
3/10 9:30	4364	4368.4	-1	-1
3/10 9:35	4368	4367.8	-1	0
3/10 9:40	4358	4368.4	-1	-1
3/10 9:45	4350	4365.2	-1	-1
3/10 9:50	4345	4361.6	-1	-1
3/10 9:55	4340	4357	-1	-1

-1：代表該狀態下適於賣出 0：代表該狀態出現時適於不採取任何動作

5.2.1 加入移動平均線後每日平均績效的實證分析

經由實際驗證 3 日、5 日、10 日、15 日和 20 日不同週期的移動平均線後，所有可行的不同策略後，可得到表 5.6 的統計結果。

表 5.6、加入移動平均線後績效表

移動平均線週期	3	5	10	15	20
平均獲利（元/日）	3,325.34	3,135.71	3,000.54	3,029.33	3,269.66
交易次數（次數/日）	2.98	2.77	2.39	2.17	2.06

由表 5.6，可得知當取 3 日移動平均線作修正策略時，其每日平均績效最佳，平均每日賺取 3,325 元，然相對的平均交易次數並非最少，此乃與門檻值所得之結果之差異處。

5.2.2 加入移動平均線、門檻值後每月份最近期契約的績效統計

由 5.1.1 和 5.2.1 小節得知，以移動平均線與門檻值修正最佳策略後，獲利績效提升、交易次數相對減少。為明確瞭解各策略間之績效表現，本小節分別以門檻值上限為 0.5 和下限為-0.2 和移動平均線週期為 3 時，計算並繪製 5.2 之圖。

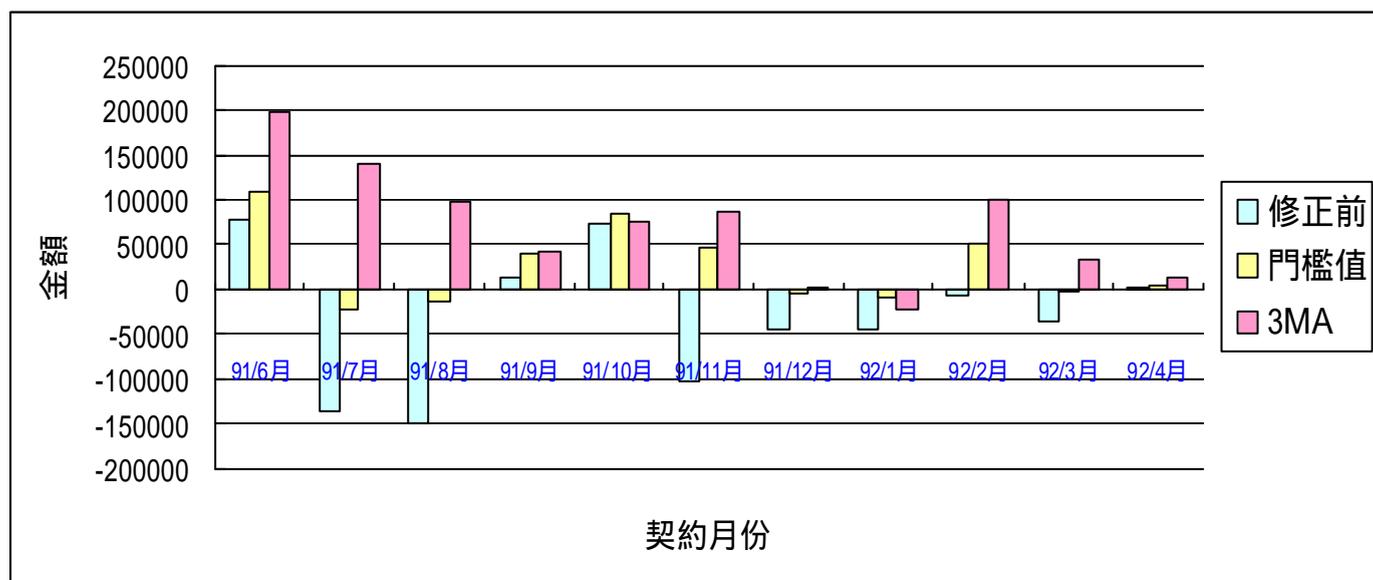


圖 5.2、修正前後各策略累積淨獲利圖

由圖 5.2 可比較兩種修正方式與尚未加入修正前之獲利變化。在加入移動平均線後，獲利績效有顯著的提升，優於加入門檻值修正後之績效。其中僅 92 年 1 月份的契約累積淨獲利為負外，其餘皆可獲取超額報酬。

5.3 四種技術分析方法的實證績效

本節中將針對一般投資大眾所運用的技術分析指標，來進行不同投資策略下的績效探討。在指標的選取上，我們採用 KD(隨機指標)、BOLL(布林線)、RSI(相對強弱指標)以及 MA(移動平均線)共四種方法，另外在操作策略上則依據各種指標所提示的買、賣時點來進行模擬交易，而其操作策略詳見附錄 B。

驗證時間為 92 年 6 月 21 日至 93 年 4 月 17 日的歷史資料，其結果如表 5.7 所示。由表中可以看出每種技術分析指標的平均獲利率均不盡理想，雖其每日平均交易次數均低於三次。而相較與本研究所提出之操作策略(圖、5.2)，本研究在未加入修正策略時，平均獲利率較四種技術分析方法為差，但加入修正策略後，其平均獲利率皆為正且優於四種技術分析方法。

表 5.7、四種技術分析方法的實證績效

交易系統	平均獲利(%)	平均交易次數
KD 隨機指標	-1.52 %	2.0
BOLL 布林線	-0.90%	0.5
RSI 相對強弱指標	-0.94%	0.4
MA 移動平均線	-0.40%	2.3

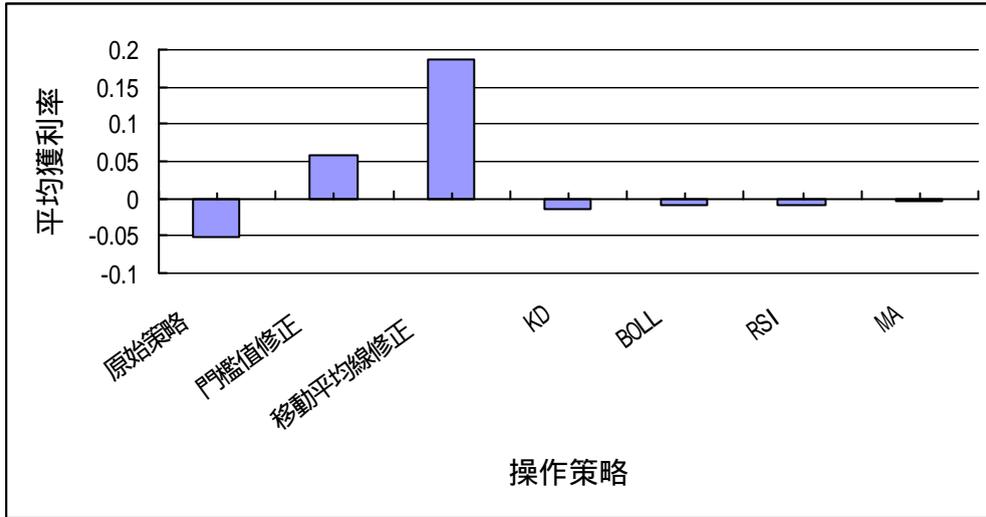


圖 5.3、各項操作策略實證績效圖

第六章 結論與建議

最後一章將針對前幾章探討的內容與實證結果做一總結，先陳述實證所得之結果，再探討可能的貢獻與應用層面，並檢討研究過程中遭受的研究限制，最後提出可供後續研究者的建議方向。

6.1 研究結論

本研究主要希望透過「馬可夫決策過程」的動態規劃決策模式，來探討在日內價格變動下，採取以線性規劃法所找出的最佳決策法則，來進行實際投資的可行性。

在決策的過程中，本研究並不考慮任何市場消息、基本面與景氣面的因素，單純以實際的價格變動為參考指標，而經由實際驗證分析後，可以得到以下的結論：

1. 過去運用「馬可夫決策過程」於金融市場的研究中，曾有學者以『每日股價』、『加權股價指數的漲與跌』等因素作為馬可夫鏈的狀態變數，而研究資料以日資料為主，並沒有實際以「日內價格變動比率」作為變數的研究，經由本研究實證的結果，確認該研究方法為一可行的研究領域。
2. 本研究狀態變數定義上，為能適當描述出價格波動的區間，透過文獻發現日內型態呈現 U 字型，因此，本研究以開盤價格與敘述統計資料來定義出 10 個狀態變數，來取代所有可能產生的價格，降低計算時的複雜性，及減少求解的時間，實證後，亦證實可以獲得不錯的績效。
3. 實證分析可以發現，當加入門檻值與移動平均線修正操作策略後，可有效減少交易次數，並增加總報酬率。同時加入移動平均線後，其獲利績效優於以門檻值方式修正操作策略。

4. 實證分析發現加入門檻值後，在所有可行的不同策略中，以取上界為 0.5 和下界為-0.2 時，平均獲利績效相較於其他門檻值的操作方法較佳。
5. 實證分析發現加入移動平均線後，在五種不同週期的移動平均線下可行的不同策略中，其中週期為三之移動平均線時，平均獲利績效優於其他週期之移動平均線。

6.2 後續研究建議

本研究雖力求完美，但受限於環境、時間和能力等因素，仍有部分課題尚待未來研究深入探討。茲提供下列幾點建議：

1. 在建立數學模式的過程中，本研究模型中的兩項參數：移轉機率與期望利潤，乃針對台指期貨設計，並採用過去的歷史資料來計算。因此，後續學者可針對不同金融指數期貨商品，修正與重新訂定此兩項參數，同時對於期望利潤求法，亦可修正其模式求其最佳策略。
2. 本研究的操作策略為了簡化數學模式，僅針對台指期貨進行交易，而交易策略的擬定並無加入更嚴謹進出場規則，未來的研究中可考慮同時投資於不同金融商品，且交易策略的制訂可更完整，使其交易策略包含『作多進場規則』、『最空出場規則』、『作多停損停利規則』以及『作空進場規則』、『作空出場規則』和『作空停損停利規則』此六個部分。
3. 影響期貨指數價格波動的因素眾多，本研究僅考慮最實質面的「價格變動比率」因素，同時在設定價格區間時，是考量日內型態，以及敘述統計分析之結果的概念來計算，亦即開盤價對當日價格波動具一定之影響，且統計資料中，平均振幅等比率切分為 20 點。

但後續的研究者可以不同的概念來設定價格區間。

4. 本研究驗證資料中，合約存續期間最長天數為 25 日，因此，在建立數學模式的過程中，以 25 天的每日每五分鐘歷史收盤價資料來建模，但並未針對不同時間序列的歷史資料，來探討其應用於馬可夫決策過程的合適性。因此後續的學者可加以驗證以不同時間序列資料，進行模式最佳化探討。
5. 本研究實證研究資料為日內每五分鐘收盤價格，探討每五分鐘之最佳交易策略，後續研究者可針對不同分鐘收盤價格進行探討，如：每 15 分鐘、每 30 分鐘的資料。
6. 本研究僅考量到價格變動的因素，但未來學者可以加入如成交量、未平倉口數、到期期間、最高價、最低價...等不同因素來設定其狀態變數，另外在驗證資料的選取上，亦可以考慮小型台指期貨、電子期貨和金融期貨為研究標的。
7. 在研究的後段加入門檻值來改善投資策略時，所設定的門檻值上限值與下限值，同時以 0.1 為單位來調整不同的操作方法，當中的上限值、下限值與跳動單位為經驗法則所研判之結果，因此後續研究者可針對不同的上、下界值與不同的調整單位來探討其最佳的投資策略。
8. 在研究中除加入門檻值外，亦加入移動平均線法則來改善投資策略，而移動平均線天數的選擇稍閒粗略，因此後續研究者可針對不同天數移動平均線，調整單位來探討其最佳的投資策略。此外，除移動平均線法則外，後續亦可於模式中加入不同交易法則，來優化其最佳交易策略。

參考文獻

1. Amihud, Y., and H. Mendelson, "Trading Mechanism and Stock Return : An Empirical Investigation," *Journal of Finance*, Vol. 42, No.3, pp. 533-533, 1987.
2. Brock, W. A., and A. W. Kleidon, "Periodic Market Closure and Trading Volume: A Model of Intraday Bids and Asks," *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol. 16, No.3, pp. 451-489, 1992.
3. Chan, K., Chan, K.C. and Karolyi, G.A., "Intraday Volatility in The Stock Index and Stock Index Futures Markets," *Review of Financial Studies*, Vol.5, No.4, pp.657-684, 1991.
4. Cheung, Y.W. and Ng, L.k., "The Dynamics of S&P 500 Index and S&P 500 Futures Intraday Price Volatilities," *Review of Futures Markets*, Vol.9, No.2, pp.458-486, 1990.
5. Chung, K. L., *Markov chains with stationary transition probabilities*, Second Ed., Berlin, 1967.
6. Diagler, R. T., "Intraday Futures Volatility and Theories of Market Behavior," *Journal of Futures Markets*, Vol. 17, No.1, pp. 45-74, 1997.
7. Freserick, S. H. and J. L. Gerald, *Introduction to Operations Research* , 1990 .
8. Harris, L., "A Transaction Data Study of Weekly and Intraday Patterns in Stock Returns," *Journal of Financial Economics*, Vol. 16, No.1, pp. 99-117, 1986.
9. Hartman, L. B. and M. H. Kees, "Application of Markov decision processes to search problems," *Decision Support Systems* , Vol. 14, pp. 283-298, 1995.
10. Hordijk, A. *Markov Decision Processes and Potential Theory*, MC Tracts, 1986.

11. Howard, M. T. and K. Samuel, *An Introduction to Stochastic Modeling*, Rev. Ed., Academic, New York, 1994.
12. Howard, R. A., *Dynamic Programming and Markov Processes*, MIT Press, Cambridge, MA, 1960.
13. Kallenberg, “Linear programming and finite Markovian control,” Ph.D. Dissertation, Mathematisch Centrum, Amsterdam, 1980.
14. King, M.A., and Wadhvani, S. W., “Transmission of Volatility Between Stock Markets,” *Review of Financial Studies*, Vol. 3, pp. 5-33, 1990.
15. Lockwood, L. J. and S. C. Linn, “An Examination of Stock Market Return Volatility During Overnight and Intraday Period,” *Journal of Finance*, Vol. 45, No.2, pp. 591-601, 1990.
16. McInish, Thomas H. and A. Wood Robert, “A Transaction Data Analysis of the Variability of Common Stock Returns During 1980~1984,” *Journal of Banking & Finance*, Vol. 14, No.1, pp. 99-112, 1990.
17. Ross, S. M. *Introduction to Stochastic Dynamic Programming*, Academic, New York, 1983.
18. Wang, S., K. G. Lim, and C. Chang, “A New Methodology for Studying Intraday Dynamics of Nikkei Index Futures Using Markov Chains,” *Journal of International Financial Markets, Institutions & Money*, Vol. 9, pp. 247-265, 1999.
19. Wayne, L. W., *Operation Research: Applications and Algorithms*, Second Ed., PWS-KENT, 1991.
20. White, D. J., “Dynamic Programming, Markov chains and method of successive approximations,” *Journal of Mathematical Analysis and Application*, Vol. 6, pp.373-376, 1963.
21. Joel Robbins 著，寰宇財務顧問公司譯，高績效期貨操作—名家

- 交易策略，麥格羅西爾，台北，1999。
22. Richard J. Bauer Jr. and Dahlquist Julie R.著，黃嘉斌譯，市場技術指標:分析與績效，寰宇，台北，1999。
 23. 朱浩民，期貨市場分析，修訂版，華泰，台北，1997。
 24. 江錦宗，「應用馬可夫決策過程進行台灣股市投資分析之研究」，私立東海大學工業工程與經營資訊研究所碩士論文，2002。
 25. 余尚武、呂秋香，「股價指數期貨之時間攸關異常效應」，中華管理評論，第三卷第四期，2000年9月，頁51-65。
 26. 余明芳，「臺股指數現貨與期貨日內交易型態的實證研究」，國立中山大學財務管理研究所碩士論文，1999。
 27. 吳瑞萱，「台灣加權股價指數日內動態行為之研究」，國立台北大學企業管理學系研究所碩士論文，2001。
 28. 李海濤，「運用馬爾科夫預測法預測股票價格」，統計與決策，第五期，頁25-26，2002。
 29. 杜金龍，技術指標在臺灣股市應用的訣竅初版，財訊，台北，2002。
 30. 汪宏毅，「台灣股市交易之動態風險決策模型」，國立台北大學統計系研究所博士論文，2000。
 31. 阮蕙慈，「開盤資訊對當日收盤價格之動態研究-決策樹模型之應用」，國立台北大學企業管理學系研究所碩士論文，2002。
 32. 胡錫健、韓冬、朱維寶，「股票價格的回歸—馬氏鏈分析與預測」，預測，第五期，1997。
 33. 許雙魁，「Markov 過程在股市分析中的應用」，西北大學學報，第二十九卷第四期，1999年8月，頁301-304。
 34. 陳群怡，「台灣各類股價指數期貨日內交易型態與價量關係之研

- 究」，國立台灣科技大學企業管理學研究所碩士論文，2002。
35. 陳義分、楊展耀、簡進嘉，作業研究，全華，台北，1998。
 36. 黃玉娟、徐守德，「臺股指數現貨與期貨日內交易形態之比較」，交大管理學報，第二十卷第二期，2000年12月，頁149-171。
 37. 楊士賢、陳志宏，「證券交易風險管理策略之探討」，東海大學工業工程與經營資訊系工工專題，2000。
 38. 劉宗勳，「台灣股市投資之連串動態評估」，國立台北大學統計系研究所碩士論文，2000。
 39. 鄭堯祥，數理統計學（下），初版，台北，1977。
 40. 謝劍平，現代投資學分析與管理，再版，智勝，台北，2000。
 41. 顏榮芳，「股票市場預測的隨機過程模型」，西北師範大學學報，第三十五卷第三期，1999年12月，頁44-46。
 42. 台灣期貨交易所網站，<http://www.taifex.com.tw>。
 43. 寶來期貨資訊網，<http://futures.polaris.com.tw/>。

附錄 A

茲將台灣期貨交易所股價指數期貨（簡稱：台股指數期貨）內容說明如下：

1. 交易標的

目前臺灣發行人加權股價指數契約之契約標的為「臺灣證券交易所發行人加權股價指數」，該指數以民國 55 年為基期，（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。臺灣發行人加權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：

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

發行人加權股價指數之產業分類及其比重表

電子類	52.70%	食品類	0.86%
金融類	19.15%	橡膠類	0.85%
塑膠類	7.49%	百貨貿易類	0.85%
鋼鐵類	3.23%	水泥類	0.80%
運輸類	2.49%	電器電纜類	0.76%
其他類	2.36%	營造建材類	0.65%
汽車類	1.96%	造紙類	0.45%
紡織纖維類	1.89%	玻璃陶瓷類	0.35%
化學工業類	1.52%	觀光類	0.16%
電機機械類	1.48%		

資料來源：臺灣期貨交易所，92年5月21日

2. 契約交割月份

臺灣發行情加權股價指數契約到期交割月份為自交易日起連續兩個月份，另加上 3 月、6 月、9 月、12 月最近連續三個季月。舉例來說：以 9 月份交易為例，期貨契約的交割月份就為 9 月、10 月、12 月、3 月、6 月共 5 個期貨契約，同時各別掛牌交易。契約交割月份的設計，若過多則有交易過於分散，期貨合約流動性不佳的顧慮。反之，設計過少則恐不符投資人交易所需。因此，臺灣期貨交易所設計契約交割月份考慮因素有二：一為配合市場交易特性，一般而言，較近到期交割契約（近月契約）相較於較遠到期交割契約（遠期契約）交易情況會較熱絡，所以近月契約規劃較多；第二為參酌國外制度，國外期貨交易所契約交割月份大多採季月循環，或自交易當月起連續若干月份加上季月循環為主。

3. 最後交易日

各契約最後交易日為各契約交割月份第三個星期三，其次一營業日為新契約的開始交易日。

4. 交易時間

臺灣期貨交易所之交易時間為週一至週五上午 8：45.13：45，與臺灣證券交易所交易時間 9：00.13：30 相較，臺灣期交所早出 15 分鐘及晚關 15 分鐘的交易時間。如此設計的目的為考量期貨商品最主要的功能即為提供一避險管道，因此當股票市場收盤時，投資人在股票市場買入或賣出股票而有避險需求時，即可以臺股指數期貨避險。簡言之，臺灣期交所共多出的 30 分鐘營業時間即為供投資人避險需求之考量。

5. 契約價值

臺灣發行情加權股價指數每一契約價值為新臺幣 200 元乘以臺

股期貨指數。以 89 年 12 月 21 日一月份臺股指數期貨為例其最後成交價為 4687 點，換言之該契約價值為 \$ 937,400 (\$ 200×4687 = 937,400)。

6. 漲跌幅限制

目前臺灣發行人加權股價指數期貨每日漲跌為前一營業日結算價上下 7%，主要係依據我國股票現貨市場個股每日 7% 漲跌停板限制所致。

7. 每日結算價

原則上為當日收盤時段（以收盤前 15 分鐘）13：30.13：45 之成交價或未成交委買與委賣價之加權平均。

8. 最後結算日

最後交易日之次一營業日為最後結算日。

9. 最後結算價

採單日指數法，即以結算日（最後交易日次一營業日）清晨的指數開盤報價為標價，此一指數因是由臺股指數成份股的正式開盤報價決定，所以有特別意義。亦即最後結算價為最後交易日次一營業日臺灣證券交易所第一次揭示之發行人加權股價指數計算之，小數點以下無條件捨去。

10. 交割方式

由於臺指期貨係屬股價指數期貨，其交割方式不採實物交割，因為若按指數組成比例的成份去交割股票，反而會造成作業上不必要的負擔。因此臺指期貨係採現金交割，交易人於最後結算日依據最後結算價之差額，以淨額採行現金收付。

臺灣期貨交易所自成立後即積極開發各種期貨商品，其契約規格，列示如下：

【臺灣證券交易所加權股價指數契約價格】

項 目	內 容
交易標的	臺灣證券交易所發行量加權股價指數
中文簡稱	臺股期貨
英文代碼	TX
交易時間	臺灣證券交易所正常營業日 上午 8:45~下午 1:45
契約價值	臺股期貨指數乘上新臺幣 200 元
契約到期交割月份	自交易當月起連續二個月份，另加上三月、六月、九月、十二月中三個接續的季月，總共有五個月份的契約在市場交易
每日結算價	每日結算價原則上為當日收盤時段之成交價，若收盤時段無成交價，則依本公司「 臺灣證券交易所股價指數期貨契約交易規則 」訂定之
每日漲跌幅	最大漲跌幅限制為前一營業日結算價上下 7%
升降單位	指數 1 點（相當於新臺幣 200 元）
最後交易日	各契約的最後交易日為各該契約交割月份第三個星期三，其次一營業日為新契約的開始交易日
最後結算日	最後結算日為最後交易日之次一營業日
最後結算價	以最後結算日臺灣證券交易所依本指數各成分股開盤十五分鐘為基礎，先計算出該段時間內各成分股之成交量加權平均價，再予以訂定最後結算價。
交割方式	以現金交割，交易人於最後結算日依最後結算價之差額，以淨額進行現金之交付或收受
部位限制	交易人於任何時間持有之各月份契約未平倉部位總和限制如下： 1. 自然人三百個契約 2. 法人機構一千個契約 3. 法人機構基於避險需求得向本公司申請豁免部位限制 4. 期貨自營商之持有部位不在此限
保證金	期貨商向交易人收取之交易保證金及保證金追繳標準，不得低於本公司公告之原始保證金及維持保證金水準 本公司公告之原始保證金及維持保證金，以「 臺灣期貨交易所結算保證金收取方式及標準 」計算之結算保證金為基準，按本公司訂定之成數加成計算之

資料來源：臺灣期貨交易所，民國92年5月21日

【電子期貨契約規格】

項 目	內 容
交易標的	臺灣證券交易所電子類股價指數
中文簡稱	電子期貨
英文代碼	TE
交易時間	臺灣證券交易所正常營業日 上午 8:45~下午 1:45
契約價值	電子期貨指數乘上新臺幣 4,000 元
契約到期交割月份	自交易當月起連續二個月份，另加上三、六、九、十二月中三個接續季月，總共五個月份的契約在市場交易
每日結算價	每日結算價原則上為當日收盤時段之成交價，若收盤時段無成交價，則依本公司「 臺灣證券交易所電子類股價指數期貨契約交易規則 」訂定之
每日漲跌幅	最大漲跌幅限制為前一營業日結算價上下 7%
升降單位	指數 0.05 點（相當於新臺幣 200 元）
最後交易日	各契約的最後交易日為各該契約交割月份第三個星期三，其次一營業日為新契約的開始交易日
最後結算日	最後交易日之次一營業日
最後結算價	以最後結算日臺灣證券交易所依本指數各成分股開盤十五分鐘為基礎，先計算出該段時間內各成分股之成交量加權平均價，再予以訂定最後結算價。
交割方式	以現金交割，交易人於最後結算日依最後結算價之差額，以淨額進行現金之交付或收受
部位限制	交易人於任何時間持有之各月份契約未平倉部位總和限制如下： <ol style="list-style-type: none"> 1. 自然人三百個契約 2. 法人機構一千個契約 3. 法人機構基於避險需求得向本公司申請豁免部位限制 4. 期貨自營商之持有部位不在此限
保證金	期貨商向交易人收取之交易保證金及保證金追繳標準，不得低於本公司公告之原始保證金及維持保證金水準 本公司公告之原始保證金及維持保證金，以「 臺灣期貨交易所結算保證金收取方式及標準 」計算之結算保證金為基準，按本公司訂定之成數加成計算之

資料來源：臺灣期貨交易所，民國92年5月21日

【金融期貨契約規格】

項 目	內 容
交易標的	臺灣證券交易所金融保險類股價指數
中文簡稱	金融期貨
英文代碼	TF
交易時間	臺灣證券交易所正常營業日 上午 8:45~下午 1:45
契約價值	金融期貨指數乘上新臺幣 1,000 元
契約到期交割月份	自交易當月起連續二個月份，另加上三、六、九、十二月中三個接續季月，總共五個月份的契約在市場交易
每日結算價	每日結算價原則上為當日收盤時段之成交價，若收盤時段無成交價，則依本公司「 臺灣證券交易所金融保險類股價指數期貨契約交易規則 」訂定之
每日漲跌幅	最大漲跌幅限制為前一營業日結算價上下 7%
升降單位	指數 0.2 點（相當於新臺幣 200 元）
最後交易日	各契約的最後交易日為各該契約交割月份第三個星期三，其次一營業日為新契約的開始交易日
最後結算日	最後交易日之次一營業日
最後結算價	以最後結算日臺灣證券交易所依本指數各成分股開盤十五分鐘為基礎，先計算出該段時間內各成分股之成交量加權平均價，再予以訂定最後結算價。
交割方式	現金交割，交易人於最後結算日依最後結算價之差額，以淨額進行現金之交付或收受
部位限制	交易人於任何時間持有之各月份契約未平倉部位總和限制如下： 1. 自然人三百個契約 . 法人機構一千個契約 . 法人機構基於避險需求得向本公司申請豁免部位限制 . 期貨自營商之持有部位不在此限
保證金	期貨商向交易人收取之交易保證金及保證金追繳標準，不得低於本公司公告之原始保證金及維持保證金水準 本公司公告之原始保證金及維持保證金，以「 臺灣期貨交易所結算保證金收取方式及標準 」計算之結算保證金為基準，按本公司訂定之成數加成計算之

資料來源：臺灣期貨交易所，民國92年5月21日

附錄 B

茲將 5.3 節中四種技術分析之操作策略說明如下：

1. 移動平均線交易系統

- (1) 買賣決策方式：當收盤價短期均線向上突破長期均線，視為買入信號；反之收盤價短期均線向下跌破長期均線，則為賣出信號。
- (2) 系統參數值：長短期均線週期分別以 10 和 5 計算。

2. KD 隨機指標交易系統

- (1) 買賣決策方式：當線 K 向上突破線 D，且 K 值在 20 以下，視為買進信號；而當線 K 向下跌破線 D，且 K 值在 80 以上，則為賣出信號。
- (2) 系統參數值：計算 KD 時用，一般為 9、3、3。

3. BOLL 布林帶交易系統

- (1) 買賣決策方式：收盤價向上突破下限，為買入信號；收盤價向上突破上限，為賣出信號
- (2) 系統參數值：在計算布林帶時用，以 26 為週期計算之。

4. RSI 相對強弱指標交易系統

- (1) 買賣決策方式：當 RSI 向上突破下限時為買入信號；RSI 向下跌破上限時，則為賣出信號
- (2) 系統參數值：RSI 計算週期為 6，而下限 20、上限 80。

簡 歷

姓 名：楊士賢

籍 貫：台灣省高雄縣

生 日：中華民國 66 年 7 月 15 日

學 歷：中華民國 90 年 6 月東海大學工業工程與經營資訊系畢業

聯絡處：高雄市苓雅區凱旋三路 365 號

電 話：(07) 722-7791

電子郵件：freeysh715@yahoo.com.tw