

國立交通大學

運輸科技與管理學系

碩士論文

分析與預測波羅的海運價指數波動之趨勢

--應用模糊時間序列法



Analyze and Forecast the Fluctuation Trend of BDI

(Baltic Dry Index) by Fuzzy Time Series Method

研究生：陳彥廷

指導教授：謝尚行 副教授

中華民國九十七年六月

分析與預測波羅的海運價指數波動之趨勢

--應用模糊時間序列法

Analyze and Forecast the Fluctuation Trend of BDI

(Baltic Dry Index) by Fuzzy Time Series Method

研究生：陳彥廷

Student：Yen-Ting Chen

指導教授：謝尚行

Advisor：Shang-Hsing Hsieh



A Thesis

Submitted to Institute of Transportation Technology and Management

College of Management

National Chiao Tung University

In partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master

In

Transportation Technology and Management

June 2008

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十七年六月

分析與預測波羅的海運價指數波動之趨勢

—應用模糊時間序列法

學生：陳彥廷

指導教授：謝尚行

國立交通大學運輸科技與管理學系碩士班

摘 要

不定期國際散裝海運市場接近於完全競爭市場，運價波動劇烈，市場價格由市場供給與需求間所形成之均衡狀況而決定，使得散裝海運企業面臨著極大經營風險與不確定性；企業期望尋求避險之策略，波羅的海運價指數 BDI(Baltic Dry Index)因應而生。根據不同船型以及航線在航運市場上的重要程度和所占權重構成的綜合性指數，可藉由 BDI 的變化，看出散裝航運市場景氣之起伏。

過往研究多使用傳統時間序列模式，如灰色理論模式以及 ARIMA 模式預測 BDI 走勢；本研究提出以模糊時間序列模式對時變性 BDI 進行預測，針對歷史資料的模糊性和模糊相關性的問題進行探討，將誤差項視為隸屬於相同的模糊語意變數但隸屬度不同所造成的結果，進而建構短期預測模式，希冀能提供不同以往的預測方式。

影響模糊時間序列的預測準確度有多種屬性，論域界定、區間分隔、模糊集合定義、資料模糊化、模糊關係建立、預測轉換、反模糊化函數之選定，都是預測模式中須注意之處；本研究結合以及修改文獻中較合理的屬性選定，建立單變量以及 Type-2 模式，用於預測 BDI 之走勢，進而分析本研究模式之準確度以及模式穩定性，發現屬性修改可得到良好的結果，值得後續研究。

關鍵詞：波羅的海運價指數 BDI；模糊邏輯關係；模糊時間序列；模糊語意變數

Analyze and Forecast the Fluctuation Trend of BDI (Baltic Dry Index) by Fuzzy Time Series Method

Student : Yen-Ting Chen

Advisors : Shang-Hsing Hsieh

Institute of Transportation Technology and Management
National Chiao Tung University

Abstract

International tramp bulk marine market is a perfectly competitive market. The market price depends on the equilibrium of supply and demand of the market. It makes the enterprise to confront enormous operation risk and uncertainty. Baltic Dry Index (BDI) provides a channel for hedge, which according to the important degrees and weight of different ship size and route. It is a comprehensive index. We could see the variation of bulk marine market condition by BDI.

Past research use ARIMA model or gray theory model to forecast the tendency of BDI. We propose a fuzzy time series model to forecast the time-variant BDI. We discuss the fuzziness and the fuzzy relation of history data. Finally, we construct two short-term models. We hope it could be a different forecast method from past research.

There are many attributions could affect accuracy in fuzzy time series model: define the universe of discourse, partition interval, define fuzzy sets, fuzzify data, establish fuzzy logical relationship and defuzzify forecast data. We combine the reasonable attributions from reference and build one-variable model and Type-2 model. We find the accuracy and robustness are improved. The method is worth further study.

Keywords: Baltic Dry Index (BDI), Fuzzy Logical Relationship (FLR), Fuzzy Time Series, Fuzzy Linguistic Variable.

致 謝

時光飛逝，不經意的畢業季節悄悄又到來，如今真的要正式離開單純的學生生涯，到外面社會好好的打拼一番了；求學旅途中，不論是基礎學問、專業科目或是品德教育，對於我的一生都有著重要的意義；但是歷程中學習如何突破困難，學習合作或是獨立自主才是我覺得學到最可貴的。

研究所期間，謝老師的教學方針讓學生非常的自由，讓我能自主的研究有興趣的議題，並且能很享受於研究的過程之中，使我的研究能力不受侷限並且能夠有所長進；老師亦師亦友的態度，也讓我不會深感壓力，對於生活以及學業上的建議以及協助，亦讓我深感溫馨；另也相當感謝口試委員高凱副教授、王賢崙副教授能撥冗參與口試審查，能讓我的論文更臻完備。

謝 lab 的成員，在老師的風格帶領下，都相當和善，金樺和大鈞不僅僅是研究中提供意見以及互相扶持的朋友，也是壘球系隊中，重要的夥伴；學樺和善親切的態度也不會讓人有壓力，學妹認真盡責的做事，讓我也輕鬆不少，總之，研究所能在謝 lab 度過，讓我真的沒有遺憾。

系壘跟啦啦隊是我大學以及研究所期間投入最多的課外活動，也是我最引以為傲的團體；不論是曾經加入過，或是跟我奮戰到最後的隊友，我都非常感謝你，因為你帶給我的不只是曾經相處的時光，或是美好的回憶；而是對我人格上的薰陶以及個性上的琢磨，讓我能勇於突破難關，永遠正面積極的面對挑戰。

歆璇，可愛又愛耍寶的女友，感謝你對我付出的一切，我很慶幸能及時的發現你的好，也很努力要珍惜著你，將來請多多包含囉。

家人是我精神大最大的支柱，雖然已經在外求學很久了，也已經獨立自主，但是遇到難關或是心情低落時，想到家人都會讓我有著安全感；爸、媽，感謝你們多年的照顧，將來換我照顧你們了。

陳彥廷 謹致
交大 2008 夏

目錄

中文摘要	.....	i
英文摘要	.....	ii
誌謝	.....	iii
目錄	.....	iv
表目錄	.....	v
圖目錄	.....	vii
第一章	緒論	1
1.1	研究背景與動機.....	1
1.2	研究目的.....	1
1.3	研究範圍.....	3
1.4	研究重要性.....	3
1.5	研究方法與流程.....	3
第二章	文獻回顧	6
2.1	海運運價市場分析.....	6
2.2	模糊時間序列文獻回顧.....	8
第三章	研究方法與理論基礎	11
3.1	模糊理論概念.....	11
3.2	模糊時間序列基礎定義.....	14
3.3	模糊時間序列預測步驟流程.....	15
第四章	數值試驗	22
4.1	波羅的海運價指數發展過程與計算方式.....	22
4.2	預測結果.....	23
4.3	模型穩定性測試.....	48
4.4	比較分析.....	53
第五章	結論與建議	56
5.1	研究成果與結論.....	56
5.2	未來研究方向與建議.....	56
參考文獻	.....	58
附錄一	2006年起BDI月資料.....	60
附錄二	2006年起BDI周資料.....	61
附錄三	單變量預測BDI月資料.....	65
附錄四	單變量預測BDI周資料.....	67
附錄五	Type-2預測BDI月資料.....	71
附錄六	Type-2預測BDI周資料.....	73
簡歷		

表目錄

表 1 Base mapping table.....	16
表 2 Base table.....	17
表 3 單變量月資料之區間分隔表.....	25
表 4 單變量月資料之模糊化對照表.....	26
表 5 單變量月資料之模糊關係群聚表.....	27
表 6 單變量月資料之門檻啟發式模糊關係群聚表.....	28
表 7 單變量月資料之預測語意變數表.....	29
表 8 單變量月資料之預測值.....	30
表 9 單變量月資料之指標數值.....	31
表 10 修正單變量月資料之區間分隔表.....	32
表 11 修正單變量月資料之模糊化對照表.....	33
表 12 修正單變量月資料之模糊關係群聚表.....	34
表 13 修正單變量月資料之門檻啟發式模糊關係群聚表.....	34
表 14 修正單變量月資料之預測語意變數表.....	35
表 15 修正單變量月資料之預測值.....	36
表 16 修正單變量月資料之指標數值.....	36
表 17 單變量周資料之區間分隔表.....	38
表 18 單變量周資料之模糊化對照表.....	39
表 19 單變量周資料之模糊關係群聚表.....	40
表 20 單變量周資料之門檻啟發式模糊關係群聚表.....	41
表 21 單變量周資料之預測語意變數表.....	42
表 22 單變量周資料之預測值.....	43
表 23 單變量周資料之指標數值.....	43
表 24 Type-2 月資料之區間分隔表.....	45
表 25 Type-2 月資料之模糊化對照表.....	46
表 26 Type-2 月資料之模糊關係群聚表.....	47
表 27 Type-2 月資料之門檻啟發式模糊關係群聚表.....	48
表 28 Type-2 月資料之預測語意變數表.....	49
表 29 Type-2 月資料之預測值.....	50
表 30 Type-2 月資料之指標數值.....	51
表 31 修正 Type-2 月資料之指標數值.....	51
表 32 Type-2 周資料之指標數值.....	51
表 33 穩定性測試調整之月資料.....	51
表 34 穩定性測試調整之周資料.....	52
表 35 單變數穩定性測試指標數值.....	53
表 36 Type-2 穩定性測試指標數值.....	53

表 37 整合兩模式預測指標數值.....54
表 38 整合兩模式穩定性預測指標數值.....55



圖目錄

圖 1 2006 年起 BDI 月走勢圖.....	2
圖 2 2006 年起 BDI 周走勢圖.....	2
圖 3 一般化之模糊時間序列預測流程圖.....	4
圖 4 研究流程圖.....	5
圖 5 Distribution based 累積分布圖.....	16
圖 6 Ratio based 累積分布圖.....	18
圖 7 三角隸屬函數圖.....	19
圖 8 梯形隸屬函數圖	19
圖 9 單變量月資料之 Ratio base 累積分布圖.....	24
圖 10 修正單變量月資料之 Ratio base 累積分布圖.....	31
圖 11 單變量周資料之 Ratio base 累積分布圖.....	37



第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

全球經濟已無法抵擋全球化的趨勢，產業全球化分工的態勢也愈趨明顯，使得全球貿易近年來不論是貨櫃船或散裝船的運載量皆不斷成長；再加上近年巴西、俄羅斯、印度和中國「金磚四國」(BRICs)等新興國家成為世界經濟體系中一股強大的力量，其因土地遼闊、腹地廣大，且具有低廉的勞力資源、富饒的礦產資源，市場的潛力逐漸擴展，成為具有吸引力的投資地區，也激起經濟活動的發展。

不定期國際散裝海運市場接近於完全競爭市場，運價波動劇烈，市場價格由市場供給與需求間所形成之均衡狀況而決定；散裝船噸需求面受到全球經濟景氣循環、季節性、長假期、天候與政治等影響；船噸供給方面則受到新船訂單數與逾齡船解體數間增減量影響，因此，市場供給與需求平衡條件隨時發生變動，市場價格也隨時呈現上下波動。散裝航運市場運價波動不易預測與掌控的特性，使散裝海運企業面臨極大經營風險與不確定性，因此散裝航運企業迫切需要有一套可供避險交易平台，波羅的海乾散貨指數 BDI(Baltic Dry Index)因應而生，期間經過不斷改制跟新，根據不同船型跟路線依其在航運市場上的重要程度所占權重構成的綜合性指數，藉由 BDI 的變化，即可看出散裝航運市場景氣之變化。

自 2003 年以來，波羅的海乾散貨指數因受到全球化以及金磚四國經濟起飛的帶動，2004 年年初達到第一波高點，期間雖因海運季節性景氣循環以及中國宏觀調控使運價下跌；2007 年年初又因澳洲塞港問題，供給不及需求，運價驟升，4 月時已回升至前波高點水準，雖然又因為美國次級房貸等因素干擾回檔，但 2008 年的北京奧運及 2010 年的上海世博會，使得鐵礦砂需求增強，指數不如往常的季節性下滑，船噸供給嚴重不足，使得 BDI 自 2007 年 6 月回檔後，上升幅度驚人(圖 1、圖 2)。

短期內海運市場看好，不定期散裝市場更是供不應求；BDI 能提供給船東、租傭船人作為經營高風險之不定期船市場決策之參考，若能準確預測指數變化，就能降低風險，達到避險之措施，為企業帶來更高利潤。

1.2 研究目的

準確的預測方法，能提供更為穩定的判斷，在高風險性及不確定性高的不定期國際散裝海運市場，若能準確的預測 BDI 變化，完成完善的避險策略，定能降低企業風險，並提升企業利潤。

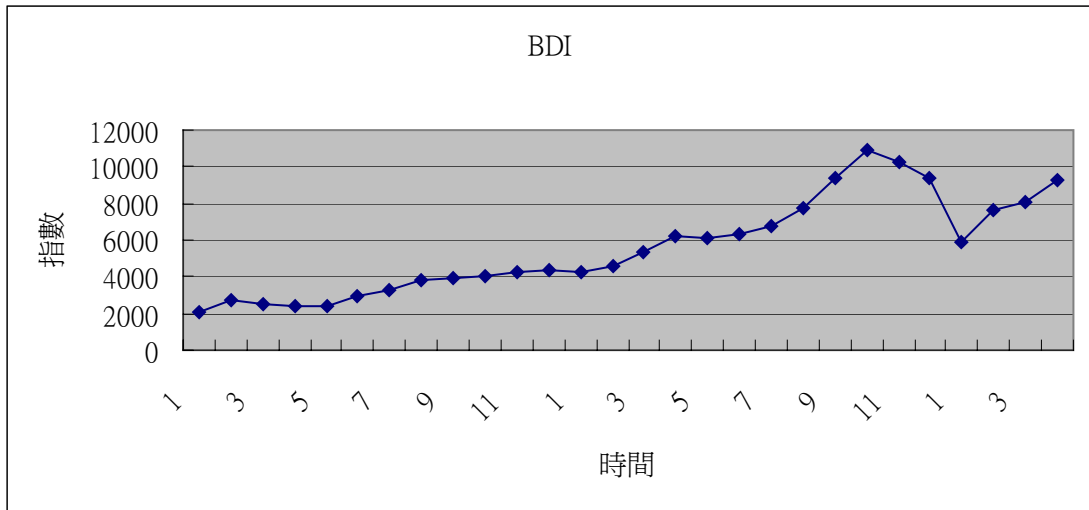


圖 1 2006 年起 BDI 月走勢圖

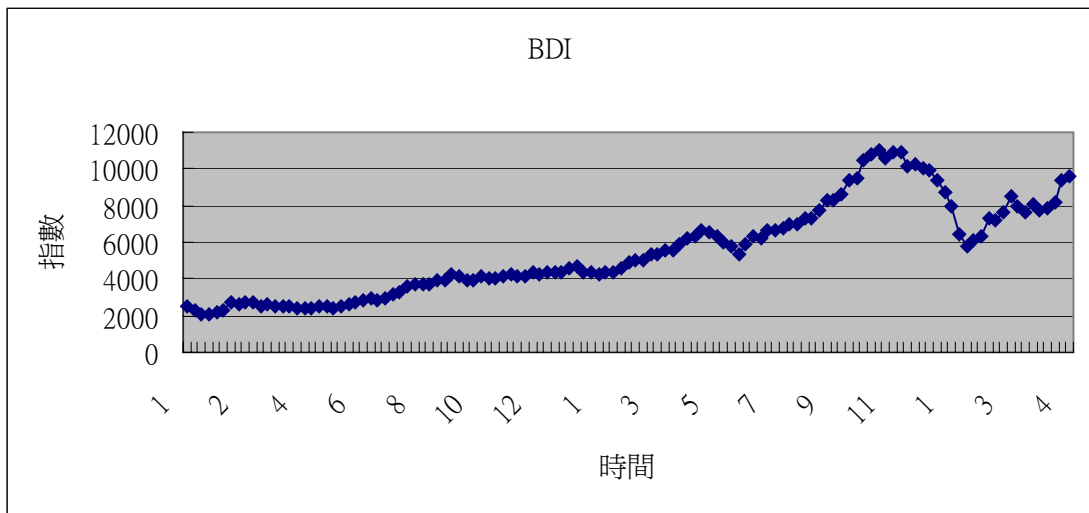


圖 2 2006 年起 BDI 周走勢圖

過往研究預測 BDI 已有利用灰色理論模式以及 ARIMA 模式預測其走勢變化；亦有關於季節性波動之研究。傳統時間序列建構上雖已經解決許多面向的困難點，也證明了數學建構上的理論，但多重的限制式，無法反應現實情況，資料的模糊性和模糊相關性的問題皆為傳統時間序列無法解決的問題，而且追求精確數字的資料展現，其背後卻有過度解釋的重大危險；倘若結合較穩健性與符合實際狀況的模糊統計分析，可避免隱藏這些問題。Zadeh【20】首先提出模糊集合論，成功的解決了傳統集合 0-1 值邏輯無法解決的問題，也成功的將模糊概念帶入了決策分析、人工智慧、經濟以及控制等方面的領域；直到 Q Song 與 B.S Chissom【21】建構以模糊關係預測模糊時間序列的模式，將模糊理論套入了預測的領域，其針對歷史性的時間序列資料提出新的預測方法，定義了模糊時間序列模型的基本架構，一般化預測模式建構的流程與方法，資料處理及模糊相關矩陣的計算準則，證明了有較佳的預測能力。

本研究冀望能運用模糊時間序列模型的優點，建構完整且符合現實的模式供預測之用，進而探討 BDI 走勢變化，對其未來走勢作出預測，希冀對船東、租僱船人提供營運上之參考。

1.3 研究範圍

國際海運運價大體可分為不定期船運價和定期船運價，前者的費率水準隨航運市場的供需關係而波動，在市場繁榮時期，不定期船運費率就會上漲；在市場不景氣時，就會隨之下跌。後者由貨櫃公會和經營人確定，多與經營成本密切相關，在一定時期內保持相對穩定。本研究針對不定期國際散裝海運市場運價進行分析，蒐集 2006 年後 BDI 最新改制過的週、月之開、收盤資料以及周期間最高點以及最低點，以供預測之用。

1.4 研究重要性

海運業因期初沉沒成本極高、回收期長，導致進入此行業之門檻很高；而且對已經在營運的不定期散裝海運企業，又面對著相當競爭的跨國性市場，無運價表，完全由市場供需決定運價及租金，且又具備運輸的不可儲存性，以及再加上海運產業經濟直接受到整個世界經濟景氣週期興衰起伏的影響，具有高風險及不確定性。

傳統上不定期船航商所採用之避險方式多為買賣船舶或是合約簽訂，但其缺乏彈性又不完全可靠；自 1985 年設立了波羅的海國際運費期貨交易所，運費期貨成為了不定期航運的新避險工具。經過期間不斷的改制跟新，BDI 根據不同船型與路線依其在航運市場上的重要程度與所占權重構成的綜合性指數，藉由 BDI 的變化，即可看出散裝航運市場景氣之變化。

準確的預測 BDI 走勢變化是不定期船海運業者營運中重要的決策依據；過往預測 BDI 指數都無法反應現實情況，資料的模糊性和模糊相關性的問題皆無法解決。本研究使用模糊時間序列模式預測短期 BDI 走勢，將誤差項視為歸屬於相同的模糊語意變數但隸屬度不同所造成的結果，運用 BDI 歷史資料進行模擬預測，希冀能提供船東、租僱船人營運之參考。

1.5 研究方法與流程

本研究採用以下研究方法

1.文獻研析法：

藉由分析國內外有關模糊時間序列的相關文獻，經由回顧評析，藉以比較分析其內容合理性與優缺點，並找出其對模糊時間序列預測步驟內重要屬性的貢獻，以作為本研究的參考。

2. 模式分析法：

本研究將建構BDI短期預測模式，藉此預測未來BDI趨勢變化，除了進行單變量模式預測外，亦加入Type-2模式進行預測比較；將以In sample資料組準確度評量模式配適度，Out sample資料組準確度判定模式優劣，並以隨機數值調整測試模式穩定性。

3. 模糊時間序列分析法：

本研究採用模糊時間序列來預測BDI，自Q Song 與B.S Chissom【21】定義了模糊時間序列模式的基本架構，並且一般化預測模式建構的流程與方法後，後續研究者皆以此架構進行各屬性研究，預測流程如下圖3：

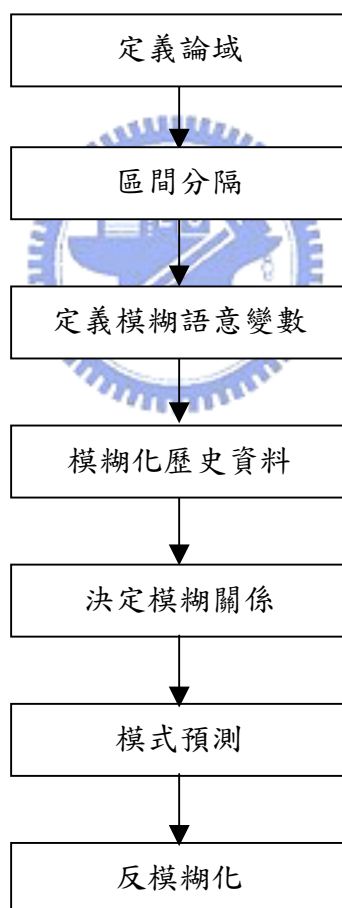


圖3 一般化之模糊時間序列預測流程圖

- A. 根據歷史資料定義論域：將歷史資料中之最大值以及最小值各加減一適當之正數，界定成模式所討論的論域U。
- B. 區間分隔：將論域合理的分割為數個區間。

- C. 定義模糊語意變數：將各區間定義為一語意變數。
- D. 模糊化歷史資料：將歷史數值經由隸屬函數模糊化後，隸屬到所屬之語意變數。
- E. 決定模糊關係：將各期之歷史數值模糊化後之語意變數間，建立模糊關係。
- F. 預測：利用轉換後之語意變數與模糊關係預測未來之語意變數。
- G. 反模糊化資料：將所預測之語意變數反模糊化成確定性數值。

本研究將結合文獻中各步驟屬性優良的部分進行修改，進而建構一完整的模式進行預測。

本研究之研究流程如下：

- A. 研究範圍界定：本研究針對不定期國際散裝海運市場進行分析，以模糊時間序列對 BDI 進行分析預測。
- B. 資料蒐集：針對研究範圍，蒐集 BDI 週、月之開、收盤資料以及周期間最高點以及最低點，以供預測之用。
- C. 針對模糊理論以及模糊時間序列文獻進行研讀，並對其使用基礎，理論架構以及定義進行研究。
- D. 模式建立：將歷史精確數值資料轉換為模糊時間序列進而建構時變性模型。
- E. 實證預測分析：檢驗模式準確度以及穩定性，比較本研究兩模式之優劣。
- F. 結論與建議：總結本研究之成果以及貢獻，並提出後續研究走向建議。

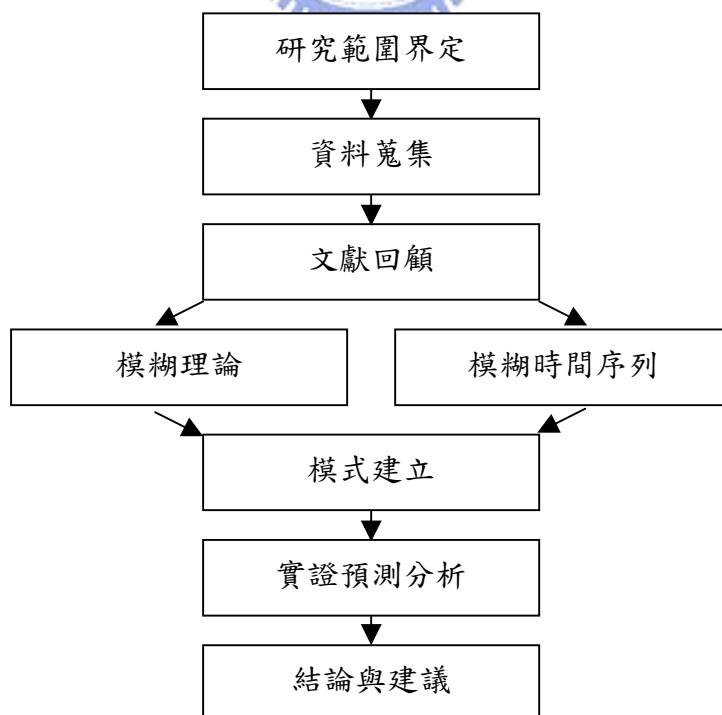


圖 4 研究流程圖

第二章 文獻回顧

影響航運經營管理之關鍵因素，除海上風險之外，最主要有(1)海運市場風險(Freight market risk)、(2)燃料價格風險(Bunker price risk)、(3)利率風險(Interest rate risk)與(4)幣值風險(Currency risk)等四項。成功的船東須了解收益之不確定性較成本之不確定性重要，能掌握不確定因素者即是贏家，然而航運市場風險是風險最重要的部分。運費與租金深受航運市場船貨供需之影響，極度不易掌握，若可預先安排與估算，並有效分析航運市場與運價之變化，當可增加航次利潤。

傳統時間序列模式太強調精確數字的預測資料展現，並有太多不合實際的假設；而模糊時間序列模式針對歷史資料多種屬性進行探討，證明了有較佳的預測能力，能提供更為穩定的判斷。

2.1 海運運價市場分析

Bendall and Stent【13】指出，航運公司須面對高度競爭的環境，通常是在不確定情況下進行策略性決策。同時航運是服務性產業，會隨全球貿易需求與型態而變動。由於市場之不確定性，航運間或取決於不可預知的變動因素，對其航運收益必有重大影響。當景氣繁榮時，運價連帶上升；反之，當景氣蕭條時，船東須面對運價下挫局面。因此，航運事業之經營，有必要作好策略性規劃，管理的意義即是在不確定性下作決策。

溫珮伶【4】先探討海運市場運價決定機制及影響因素，其後以 GARCH(1,1)模型結合自我迴歸項，進行海運價格間的交互影響效果實證分析，以及分析海運價格與其他影響海運價格的重要經濟變數之間的交互影響。研究結果發現，油價、煤價及鋼價等原物料價格皆會影響到海運市場 BPI、BCI 的價格，原物料價格上漲時，運價也會隨之上揚，此意謂原物料的需求會推動海運需求量。從研究實證中得知，海運價格 BPI、BCI 的不確定性高，且運價的變動率均會受自身前期影響，此說明了儘管影響海運市場價格之因素雖無法正確預測，然前期運價在經營者制定決策時亦為一重要的經濟因素。

陳永順【2】提出散裝乾貨船無固定航線或限定區域，且營運大多形成單向有貨、回程無貨的現象，貨載流向長期易受新興工業化國家發展、新礦區開發及主要原料供需國家政策改變等產生結構變動。影響因素可能有重疊出現或甚至交互效應影響，導致引發投資人心理作用，過度反應。由於船噸供給與需求量不易以模型量化來估計預測，故迄今仍無法找到合適的計量模型供市場預測價格，市場投資者大多以簡單相對程度判定市場可能走勢與上漲或下跌程度來協助擬定投資決策。雖然依貨載型態需求將市場區分為三種大小型態船舶，包括海岬型船

市場、巴拿馬極限型船市場與超極限型船市場，此三型船市場價格行情變動相差某一定程度時，彼此會產生替代效果，因此價格變動受到牽制或拉引作用。

海運市場依船舶營運型態分類可分為：定期船運輸與不定期船運輸。定期船運輸是指船舶運輸有固定航線、固定靠泊港口、固定費率表，以提供眾多託運人服務，運輸服務業者扮演公共運送人角色，目前多半是指貨櫃船運輸型態。不定期船運輸是指在船東以追求市場最高利潤為導向下，不限定航線或貨載而選擇出最佳營運操作與最佳船舶配置，一般將船舶當作商品化並視現在及未來市場的條件，在船舶租傭船市場訂定私人合約，在此情況下，不定期船運輸型態具有多元化且高度彈性，營運管理與經營策略與定期船運輸截然不同，也因市場價格差異的特性，而導致業務行銷與交易型態不同。

散裝船是以租約為主要經營模式，方式有空船租賃、論時傭船、論程傭船及長期合約四種為主。空船租賃是租船人擁有絕對的控制權，須負擔所有費用，但基於風險考量，船東一般不願意，因此現在較少看到。論時傭船是指船東在一定期間內，將船舶出租，報價方式是依船舶大小以每日若干美元計算。論程傭船是船東將船舶的全部或部分空間出租，來運送承租人所託運的貨物，報價方式是依貨物種類，以每噸若干美元計價。長期合約是船東與租船人雙方事先簽訂長期合約，期間為1年或1年以上，甚至可長達3年，依不同的租約方式而有所不同，簡易分為現貨價及合約價。

陳澄隆【3】曾彙整歸納定期海運及散裝海運業有以下相同的經營特性：

1. 資本密集性：龐大的沉沒成本，固定成本高且回收期長，故進入障礙高，公司負債比率高，利率之波動亦會影響航商之獲利。
2. 全球性產業：為跨國性產業，國際性色彩濃厚，各海運公司競爭激烈，全球經濟景氣興衰、原物料價格之高低、天候、匯率及船噸供需等因素均與航商之營運息息相關。
3. 完全競爭：國際性的物流服務業，相同航線上有多家同業競爭，且面臨空運、陸運業者的競爭，使得海運業者均為價格接受者，無單一訂價能力。且在散裝海運市場中，所運送之貨物多為低價的初級產品，託運人對運價的負擔能力低。
4. 景氣循環：海運產業通常會循不景氣、衰退、持平、向榮、過熱之軌跡反覆演變，大致二至三年為一小週期，五至七年為一大週期。其週期常受天候、戰爭、政治及經濟等影響。
5. 季節性：散裝海運貨物以煤、鐵礦砂以及穀物等原物料為主。由於北半球主要穀物出口國收割季節在春、秋兩季，而南美洲與澳洲的穀物、煤集中於3月出口，因此傳統海運旺季為每年10月至次年4月。定期海運貨物以半成品、成品為主，其運量的季節性變化亦相當大，貨源的不穩定性影響了海運業者的經

營狀況。

6. 產品不可儲存性：提供的運送服務具有艙位不可儲存性，啟航後若有多餘之艙位則立即失去價值，故航商無不希望其船隊艙位能充分的利用。
7. 去回貨載不平衡：貨櫃運輸因貨物本身種類及貨物質量輕重不同，且各國國際分工方式不一，使遠洋洲際航線上，貨櫃供需數量不平衡，如在越太平洋航線上，東向貨物大多為勞力密集產品，以紡織品及鞋類為大宗，其貨櫃量往往較大，西向貨物常為高價商品，其貨櫃量較小，造成兩端貨櫃數量不易調配使用。

而目前海運產業發展的有以下趨勢

1. 船隊規模擴大：Clarkson Research Studies 市場研究部預測市場上的散裝船船噸將快速增加。雖然交付船噸增加，短期仍然供不應求，以致新船、二手船價格節節高升，高齡船舶可暫時紓緩供需緊張，因此船東拆解船舶之意願不高。全球對船噸需求的增加，航商為了降低海運成本及考量船舶航次之規模經濟，船舶大型化趨勢日益明顯。大型船舶因運載能力增加，人事成本減少，且每單位(噸)分擔的港埠費用相對降低，對航商而言較具成本競爭優勢。
2. 港口擁擠問題日益嚴重：造船技術進步加上貨運量增加迅速，海運市場在規模經濟的驅動下，紛紛採用大型化的船舶以增加船噸供給，然而全球港埠碼頭基礎設施卻因場地狹小而無法配合大量貨物的裝卸，以致於全球港口擁擠問題日益嚴重，造成船期延誤，船噸供應更顯不足，進一步使得運價高漲。為解決港埠擁擠的關鍵是重視港埠碼頭硬體設施的建設，但港埠硬體設施建設成本高昂且需要長時間建造，在短期內港口擁擠問題對海運業者仍是一大隱憂。

BDI是衡量國際不定期海運之乾散貨船運的權威性指數，指數值計算由目前市場上海峽型、巴拿馬極限型、輕便極限型，三種散裝貨船型主要航行路線所洽定之運價，作權重運算所得之數值，在乾散貨船運市場上供其他同業在洽約定價之參考定價，為呈現市場景氣重要指標之一。

2. 2 模糊時間序列文獻回顧

自 Zadeh【20】提出模糊集合論作為測試不明確隸屬度的工具以來，許多的模糊領域的研究都以此方法當為理論架構，成功的解決了傳統集合 0-1 值邏輯無法解決的問題(式 1)，亦成功的將模糊概念帶入了決策分析、人工智慧、經濟、心理學以及控制等方面的領域；直到 Q Song, B.S Chissom【21】建構以模糊關係預測模糊時間序列的模式，將模糊理論套入了預測的領域。

$$X_A(x) = \begin{cases} 1, & x \in A \\ 0, & x \notin A \end{cases} \dots\dots\dots(1)$$

Q Song, B.S Chissom【21】以 Zadeh【20】之模糊理論為基礎，針對歷史性

的時間序列資料提出新的預測方法，定義了模糊時間序列模型的基本架構，並以美國 Alabama 大學註冊資料為例，說明預測模式建構的流程與方法；並提出針對非時變性【22】以及時變性【23】資料的模糊相關性矩陣的建立步驟，並提出了高階次影響因素觀念和反模糊化的運算方式。

S.M Chen【24】簡化 Q Song, B.S Chissom【21】【22】【23】所提出的模糊相關性矩陣的建立步驟，改以簡單的數學計算式代替複雜的 Max-Min 組成運算式，並提出模糊邏輯關係群聚(fuzzy logical relationship group)的觀念，證實模式準確度優於 Q Song, B.S Chissom【23】所建立的模式。

J.R Hwang, S.M Chen, C.H Lee【14】提出先以差分方式使歷史資料穩定的方法，先預測未來變動量而非直接預測值，再將預測之變動量與前期值相加後得預測值；建構之模糊相關性矩陣區分為 window basis 以及 operation matrix，使模糊相關性矩陣更為合理化，且運算時間更有效率，預測準確度也優於文獻模式【23】【24】。

K Huarng【15】提出兩種啟發式模式改良 S.M Chen【24】的模式，由歷史資料的上升以及下降關係建立啟發式的模糊邏輯關係群聚；一為單純由上升以及下降的關係建立兩個前後期模糊邏輯關係群聚；今一加入了門檻值設定，上升以及下降的程度必須要超過門檻值才認定顯著，進而建立三個前後期模糊邏輯關係群聚。並針對過往文獻對於區間分隔過於武斷而提出兩種有效的分區方式【16】：Distribution based 和 Average based，說明區間分隔太大會造成無波動趨勢性的模糊時間序列，無法得知歷史資料的變動趨勢，使預測準確度下降；而區間分隔太小會導致與模糊時間序列的本意有抵觸，且預測結果說明，區間分隔越小，預測準確度會越趨準確的說法並不成立。

H.K Yu【12】認為歷史資料中重複出現的模糊邏輯關係應進行加權的處理，並根據模糊邏輯關係出現的頻次以及順序給於適當的權重，讓在反模糊化資料時能充分表現出歷史資料所提供的資訊，並使用 K Huarng【16】所提出的兩種區間分隔方法建構模式。

C.H Cheng, J.R Chang, C.A Yeh【6】認為文獻中對於區間分隔等長的設定無法有說服力，且使用模糊時間序列文獻中從未使用的梯形隸屬函數去模糊化歷史資料；提出 Minimize entropy principle approach(MEPA)用於找出適當的區間分隔中點，形成不等長的區間分隔；Trapezoid fuzzification approach(TFA)為不同於以往文獻皆使用三角隸屬函數的方式，使各區間分隔內不僅僅一值的隸屬度為 1；K Huarng, Tiffany H.K Yu【19】亦提出一種使區間分隔不等長的方式，將區間長度隨一比例逐漸增大，認定同一變動值在不同區間範圍內的效力不相等。

K Huarng, Tiffany H.K Yu 【18】 引入類神經網路到模糊時間序列的預測模式中，使用類神經網路非線性的結構，運用回朔繁殖的方式進行預測，資料模糊關係皆為一對一，中間的隱藏層僅僅分兩點。

S.T Li, Y.C Cheng 【26】 認為 S.M Chen 【24】 所提出的模糊邏輯關係群聚是造成預測的不確定性因素，因而提出使用回朔追蹤系統去建立唯一且確定的模糊邏輯關係，證明了歷史資料如要架構確定性模糊時間序列模式的最高階次以及最小階次；且異於 K Huarng 【16】 的結論，此模式之區間分隔越小，預測準確度會越趨準確。

C.H Cheng, T.L Chen, H.J Teoh, C.H Chiang 【7】 導入修正模式的概念以修正模糊時間序列的缺點。延續了 C.H Wang, L.C Hsu 【8】 以及 H.K Yu 【12】 的概念，對區間分隔後分區進行再分區處理以及對模糊邏輯關係出現的頻次給於適當的權重；重點是結合了非線性以及線性概念，在非線性的模糊邏輯關係推倒後，反模糊化後再進行線性的修正，將預測值與上期實際值的差給於適當的權重，再重新計算新預測值。

S.M Chen, J.R Hwang 【25】 首次將模糊時間序列的預測引入雙變數，結合 J.R Hwang, S.M Chen, C.H Lee 【14】 模糊相關性矩陣概念，進行矩陣運算時，加入第二變數經模糊化後的模糊集合，藉由其他變數輔助預測主要變數；另一方面 K Huarng, H.K Yu 【17】 認為 type-1 模式中，經由隸屬函數決定的隸屬度為一明確的值有缺陷，所以提出隸屬度有一模糊區間的概念；將此概念運用於同一變數因時間等因素有不同面向值時，將其他面向值視為 type-2，輔助預測。

F.M Tseng, G.H Tzeng, H.C Yu, Benjamin J.C. Yuan【9】和 F.M Tseng, G.H Tzeng 【10】 使用不同於模糊時間序列的預測方式，而使用模糊 ARIMA 以及模糊迴歸的方式進行季節性預測，先建立傳統 ARIMA 或迴歸方程式，再進行參數的隸屬度模糊化，而後求解各區間最小化模糊，各參數將得到一區間的數值，而預測值也將是一區間的預測值。

模糊時間序列已經應用於許多領域的預測，新生註冊人數、股市、旅遊、交通事故量、IT 產業成本、貨櫃量、機械工業產值以及財務方面，本研究將運用於預測 BDI 的走勢。

第三章 研究方法與理論基礎

3.1 模糊理論概念

模糊理論是由加州柏克萊分校 Zadeh 教授於 1965 年在 Information and Control 期刊中發表了“Fuzzy Sets”【20】一文而誕生。現實生活中原本就存在著許多模糊不清的事物，然而一般傳統數學是無法解釋模糊性和模糊相關性；模糊理論就是把人類語言中的不確定性加以量化處理的一門學問，如此即可將模糊的事物利用明確嚴謹的數學加以描述出來，彌補傳統集合(式 1)中二元值(0-1)的缺點。

傳統古典數學以明確集合來表示集合的概念，只考慮所要討論的要素是否屬於此集合。設 U 為討論之論域，稱為宇集合， A 是 U 的子集合，由隸屬函數 $X_A(x)$ 來表示元素 x 是否屬於明確集合 A ，表示式為 $X_A(x) \in \{0,1\}$ 。

明確集合即是明確地分辨元素屬於哪一個集合，可在“是”與“否”之間做出清楚的判斷，通常以 0 與 1 兩數值作表示；但實務語意表達上通常難以做明確的區分，即是含有模糊、不明確的敘述。模糊集合，如同人類的思維模式，將二值邏輯擴展成多值邏輯，除了以 0 和 1 來表示所隸屬程度外，並延展至介於 0 與 1 之間的數值來表示。

隸屬函數將明確值 0 與 1 二值的特徵函數擴展成 $[0,1]$ 區間的連續值函數， μ_A 為模糊集合 \tilde{A} 的隸屬函數，隸屬函數的值 $\mu_A(x)$ 為表示元素 x 隸屬於集合 \tilde{A} 的程度， $0 \leq \mu_A \leq 1$ 。模糊集合的表示方式如下。

$$\mu_A(x) \in [0,1]$$
$$\tilde{A} = \frac{\mu_A(x_1)}{x_1} + \frac{\mu_A(x_2)}{x_2} + \dots = \sum_i \frac{\mu_A(x_i)}{x_i}$$

模糊集合的運算也有別明確集合：設 \tilde{A} 、 \tilde{B} 為兩個模糊集合，其歸屬函數為 μ_A 及 μ_B 。

$$1. \text{聯集} : \overline{A \cup B} \rightarrow \mu_{\overline{A \cup B}}(x) = \mu_{\overline{A}}(x) \vee \mu_{\overline{B}}(x) = \max(\mu_{\overline{A}}(x), \mu_{\overline{B}}(x))$$

$$2. \text{交集} : \overline{A \cap B} \rightarrow \mu_{\overline{A \cap B}}(x) = \mu_{\overline{A}}(x) \wedge \mu_{\overline{B}}(x) = \min(\mu_{\overline{A}}(x), \mu_{\overline{B}}(x))$$

$$3. \text{補集} : \overline{A} \rightarrow \mu_{\overline{A}}(x) = 1 - \mu_A(x)$$

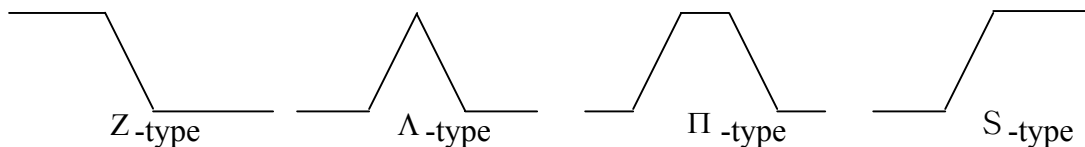
常用的隸屬函數有四種，及 Z-type、 Λ -type、 Π -type 和 S-type；而正規化函數，表示此函數的隸屬度最大值為 1，最小值為 0，定義如下：

$$\text{Z-type} : \mu_A(x) \begin{cases} 1, & \text{若 } x \leq r \\ \frac{x-b}{r-b}, & \text{若 } r < x \leq b \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$$

$$\Lambda\text{-type} : \mu_A(x) \begin{cases} \frac{x-a}{r-a}, & \text{若 } a \leq x < r \\ 1, & \text{若 } x=r \\ \frac{x-b}{r-b}, & \text{若 } r < x \leq b \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$$

$$\Pi\text{-type} : \mu_A(x) \begin{cases} \frac{x-a}{r_1-a}, & \text{若 } a \leq x < r_1 \\ 1, & \text{若 } r_1 \leq x \leq r_2 \\ \frac{x-b}{r_2-b}, & \text{若 } r_2 < x \leq b \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$$

$$\text{S-type} : \mu_A(x) \begin{cases} \frac{x-a}{r-a}, & \text{若 } a \leq x < r \\ 1, & \text{若 } x \geq r \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$$



這些隸屬函數優點為屬於簡單的函數，並且能滿足大部分的邏輯系統設計，且容易理解，所以在實際應用上，可使計算效率提高很多。

模糊關係為假設 R 為 $X \rightarrow Y$ 之模糊關係，其表示法為 $X \xrightarrow{R} Y$ ， S 為 $Y \rightarrow Z$ 的模糊關係，其表示法為 $Y \xrightarrow{S} Z$ ， R 與 S 的合成為 $T(T=R \circ S)$ ， T 則成為 $X \rightarrow Z$ 的

模糊關係其合成運算有多為下列兩種常用型式。

1. Max-min composition

$$X_T(x, z) = \bigvee_{y \in Y} (X_R(x, y) \wedge X_s(y, z))$$

2. Max-product (or max-dot) composition

$$X_T(x, z) = \bigvee_{y \in Y} (X_R(x, y) \cdot X_s(y, z))$$

反模糊化就是將模糊集合轉成一明確值，其方法有很多種，一般常用的方法有下列幾種：

1. Max-membership principle →

以模糊數中最大的隸屬值作為反模糊化之值，先決條件是模糊數一定要是尖峰形。

$$\mu_c^*(z) \geq \mu_c(z) \text{ for all } z \in Z$$

2. Centroid method →

將模糊數所形成的面積，以積分的方式求出所有面積和，再計算此面積的重心，作為反模糊化值。

$$z^* = \frac{\int \mu_c(z) \cdot z dz}{\int \mu_c(z) dz}$$



3. Weighted average method →

利用所有的隸屬值當作權重，再以所有隸屬值的加總取平均值。

$$z^* = \frac{\sum \mu_c(\bar{z}) \cdot \bar{z}}{\sum \mu_c(\bar{z})}$$

4. Mean-max membership →

針對最大面積的模糊數，挑出最大的兩個隸屬值取平均，即為反模糊化值。

$$z^* = \frac{a+b}{2}$$

5. Center of sums →

將各塊面積與面積中點值之隸屬值相乘並積分後，除以個別面積和之積分

值，即為反模糊化值。

6.Center of largest area→

類似 Centroid method，差別在於只計算最大面積的重心，即為反模糊化值。

7.First (or last) of maxima→

找出最大面積的模糊數，以形成此面積的第一個最大值(最後一個最大值)，作為反模糊化的值。

3 · 2 模糊時間序列基礎定義

模糊集合的理論架構被 Zadeh 【20】提出後，它在理論和應用上均有顯著的成就。人們開始利用這個理論架構創造新的研究方法，希望藉此理論的特性來處理一些較無法量化的資料。

將模糊理論的概念應用到時間序列分析上，即為模糊時間序列，其將傳統時間序列中以明確值表示的方式，改為以模糊集合表示的運算數值。定義如下：

定義 1：

令 $\{Y(t) \in R, t=1, 2, \dots, n\}$ 為一個時間數列， U 為其論域，給定 U 的一個次序分割

集合， $\{f_i, i=1, 2, \dots, r\}$ ， $\bigcup_{i=1}^r f_i = U$ ，其相對於語意變數為 $\{A_i, i=1, 2, \dots, r\}$ ，若在

$\{A_i, i=1, 2, \dots, r\}$ 上相對於 $Y(t)$ 的模糊集合 $F(t)$ 有隸屬函數為

$\{\mu_1(Y(t)), \mu_2(Y(t)), \dots, \mu_r(Y(t))\}$ ， $0 \leq \mu_i(Y(t)) \leq 1, i=1, 2, \dots, r$ ，則稱 $\{F(t)\}$ 。 $F(t)$ 的集

合為佈於 $Y(t)$ 上的一個模糊時間數列， $F(t) = \frac{\mu_1(Y_t)}{A_1} + \frac{\mu_2(Y_t)}{A_2} + \dots + \frac{\mu_r(Y_t)}{A_r}$ 。

定義 2：

如果模糊時間序列前後期 $F(t)$ 、 $F(t-1)$ 存在著一模糊邏輯關係 $R(t-1, t)$ ，則存在一關係式 $F(t) = F(t-1) \times R(t-1, t)$ ；表示 $F(t-1) \rightarrow F(t)$ 。

定義 3：

令 $F(t-1) = A_i$ ， $F(t) = A_j$ ，則此兩期的模糊邏輯關係可以表示為 $A_i \rightarrow A_j$ ， A_i 稱為

LHS， A_j 稱為 RHS。

定義 4：

將所有的歷史資料模糊化後所隸屬的語意變數分群聚集，將相同的 LHS 和不同的 RHS 整理成一個群聚，而形成模糊邏輯關係群聚； $A_i \rightarrow A_j, A_k$ 。

定義 5：

如果 $F(t)$ 只受 $F(t-1)$ 影響，且 $R(t-1, t)$ 和時間 t 是獨立的，則表示 $F(t)$ 是非時變性模糊時間序列，否則皆為時變性模糊時間序列。

定義 6：

如果 $F(t)$ 受到 $F(t-1)$ and $F(t-2)$ $F(t-n)$ 的影響，則模糊邏輯關係表示為 $F(t-1), F(t-2)$ $F(t-n) \rightarrow F(t)$ ，稱之為 n 階模糊時間序列模式。

3.3 模糊時間序列預測步驟流程

Q Song, B.S Chissom 【21】以 Zadeh 【20】之模糊理論為基礎，針對歷史性的時間序列資料提出新的預測方法，定義了模糊時間序列模型的基本架構，並以美國 Alabama 大學註冊資料為例，一般化預測模式建構的流程與方法，後續研究者皆以此架構進行各屬性研究，預測流程如圖三，以下將詳述本研究整理文獻中較為合理的。

1. 定義論域： $(D_{Min} - D1, D_{Max} + D2)$

其中 D_{Min} 、 D_{Max} 為歷史資料中或是經差分後穩定序列數值的最小值以及最大值； $D1$ 、 $D2$ 為主觀認定的適當正整數，可使論域較容易分隔區間；亦或可以根據步驟 2 區間分隔所選取的方式，再根據其方法規定決定 $D1$ 和 $D2$ 。

例 1: 有一排序過之序列， $\{1, 2, 3, 3, 4, 4, 5, 6, 8, 9\}$ ， $D_{Min}=1$ 、 $D_{Max}=9$ ，現設定 $D1$ 、 $D2$ 皆為 1，則論域可定義為 $(1-1, 9+1) \rightarrow (0, 10)$ 。

2. 區間分隔：

根據文獻得知區間分割的求得方式整理為下列四種。

(1). 主觀認定

由研究者主觀認定將其論域分隔為適當之等長區間。如例 1，可將論域等分為五個區間， $\{(0, 2), (2, 4), (4, 6), (6, 8), (8, 10)\}$

(2). Distribution based

根據 K Huarng【16】所建立的 Base mapping table 進行演算法決定區間分割。

表 1 Base mapping table

Range	Base
0.1-1.0	0.1
1.1-10	1
11-100	10
101-1000	100

Distribution based 演算法

1. 計算所有歷史資料一階差分的絕對值，並計算其平均值。
2. 根據平均值，從 Base mapping table 決定 base for length。
3. 根據步驟 2 的 base for length，畫出一階差分的絕對值的累積分布圖。
4. 找出分布圖中最大的長度，此長度的累積數剛好大於資料筆數的一半。

例 2：有一經差分過且取絕對值後排序之序列， $\{1,2,3,4,5,6,7\}$ ，平均值為 4，從 Base mapping table 決定以”1”當作 base 往上累加，由圖 5 之累積分布圖可得長度”3”剛好是超過筆數一半的最大值，所以用長度”3”作為此例題的區間分隔長度。

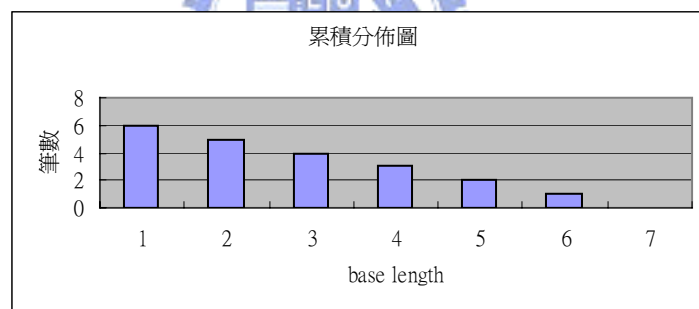


圖 5 Distribution based 累積分布圖

(3). Average based

根據 K Huarng【16】所建立的 Base mapping table 進行演算法決定區間分割。

Distribution based 演算法

1. 計算所有歷史資料一階差分的絕對值，並計算其平均值。
2. 根據平均值，將其值取一半。
3. 根據步驟 2 的值，從 Base mapping table 決定 base for length。
4. 將根據步驟 2 的值 round down 到最適當的 base length 當作最終決定區間分隔長度。

以例 2 為例，平均值為 4，取其半為 2，從 Base mapping table 決定以”1”當

作 base，所以 2 以”1”去 round down 還是 2，所以用長度”2”作為此例題的區間分隔長度。

(4) Ratio based

根據 K Huarng, Tiffany H.K Yu 【19】提出之區間分隔方式，不同於(1)(2)(3)之處，此分隔法將形成不等長的區間長度，會依循一比例逐漸將區間長度增大。

Ratio based 演算法

1. 計算所有歷史資料一階差分的絕對值。
2. 計算前後期變動率 r 。
3. 根據步驟 2 中最小值，從 Base table 決定 base of ratio。
4. 畫出變動率的累積分布圖。
5. 找出分布圖中最小的 ratio，此 ratio 的累積數剛好小於資料筆數的一半。
6. 將歷史資料中最小值保留前兩位數，後面值全部無條件捨去，區間長度以所選取的 ratio 逐漸增大，到最大值能被內包含為止。

表 2 Base table

Range	Base
$r < 0.05\%$	0.01%
$0.05\% < r < 0.5\%$	0.1%
$0.5\% < r < 5.0\%$	1%
$5.0\% < r < 50\%$	10%

例 3：有一排序過之變動率， $\{0.21, 0.25, 0.32, 0.5, 0.78, 0.8, 0.9\}$ ， r 的最小值為 0.21%，從 Base table 決定以 0.1% 為 base of ratio 往上累加，畫出變動率的累積分布圖圖 6；可得 ratio”0.41%”剛好是小於筆數一半的最小值，所以用 ratio”0.41%”作為此例題的 ratio 增長基準；若此例題歷史值最小為 2378，將保留 2300，無條件捨去 78，第一區間將為 $(2300, 2300 * 1.041)$ ，第二區間將為 $(2300 * 1.041, 2300 * 1.041^2)$ ，以此類推，到歷史最大值能在最後一區間內即可

3. 定義模糊語意變數：

模糊語意值主要是表示區間值的程度，例如：變化很多，變化不多，或是沒有變化...等，如此即可依照資料值的程度，定義其隸屬的模糊集合，即

$\{A_i, i=1, 2, \dots, r\}$ 為不同語意變數的模糊集合。模糊語意變數的定義如下：

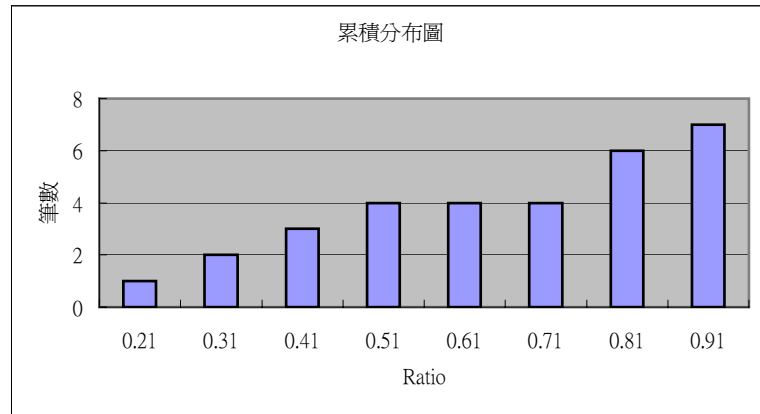


圖 6 Ratio based 累積分布圖

$$A_i = f_{A_i}(u_1)/u_1 + f_{A_i}(u_2)/u_2 + \dots + f_{A_i}(u_r)/u_r \dots\dots\dots(2)$$

$$f_{A_i}(u_l)/u_l \in [0,1]$$

$$A_1 = 1.0/u_1 + 0.5/u_2 + 0/u_3 \dots + 0/u_r$$

$$A_2 = 0.5/u_1 + 1.0/u_2 + 0.5/u_3 + 0/u_4 \dots + 0/u_r$$

$$A_3 = 0/u_1 + 0.5/u_2 + 1.0/u_3 + 0.5/u_4 + 0/u_5 \dots + 0/u_r$$

.....

$$A_r = 0/u_1 + 0/u_2 \dots + 0.5/u_{r-1} + 1.0/u_r$$

可根據研究議題，自行定義語意變數之意涵

4.模糊化歷史資料：

將歷史數值模糊化後，隸屬到所屬之語意變數；實際值若隸屬值最大在 u_k 範圍之內，則屬於 A_k 之模糊集合；資料模糊化後，即可獲得每個模糊時間序列 ($F(t)$) 隸屬的模糊集合，再利用模糊集合代入模糊預測模式。

根據文獻得知模糊化歷史資料的求得方式整理為下列兩種：

三角隸屬函數=>使用三角形決定值的隸屬度

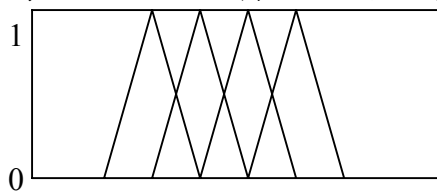


圖 7 三角隸屬函數圖

梯形隸屬函數=>使用梯形決定值的隸屬度

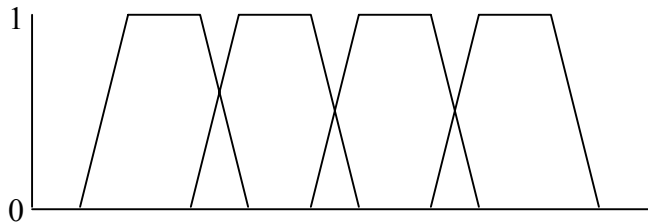


圖 8 梯形隸屬函數圖

5. 決定模糊關係：

將各期之歷史數值模糊化後之語意變數間，建立模糊關係，文獻中求得模糊關係的求得方式整理為下列兩種。

(1) 模糊邏輯關係群聚

將相同的 LHS 模糊邏輯群聚，得到一關係式 $A_i \rightarrow A_i, A_j, A_k \dots (i, j, k=1, 2, \dots, r)$ ，視 $F(t-1)$ 隸屬哪一個語意變數，選取所屬之關係式。

(2) 高階次 window based and operator matrix

利用最相關的 w 階設定其模糊邏輯關係，而 w 值必須設定在 2 階以上，才能符合模糊邏輯關係之合成運算；以 $C(t)$ 代表模糊時間數列 $F(t-1)$ 的基準矩陣， $O^w(t)$ 代表 w 階的運算矩陣，兩者再作合成運算，即可求得模糊關係 $R(t)$ 之值。

$$C(t)=F(t-1)=[C_1.C_2.....C_r]$$

$$O^w(t)=\begin{bmatrix} F(t-2) \\ F(t-3) \\ M \\ F(t-w) \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} O_{11}..O_{12}..\wedge..O_{1r} \\ O_{21}..O_{22}..\wedge..O_{2r} \\ M..M..M..M \\ O_{(w-1)1}O_{(w-1)2} \wedge O_{(w-1)r} \end{bmatrix}$$

$$R(t) = O^w(t) \otimes C(t) = \begin{pmatrix} O_{11} \times C_1 & \cdots & O_{1n} \times C_r \\ O_{21} \times C_1 & \cdots & O_{2n} \times C_r \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ O_{(w-1)1} \times C_1 & \cdots & O_{(w-1)n} \times C_r \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_{11} & \cdots & R_{1r} \\ R_{21} & \cdots & R_{2r} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ R_{(w-1)1} & \cdots & R_{(w-1)r} \end{pmatrix}$$

由上述公式即可得到的模糊邏輯關係式 $R(t)$

6. 預測：

利用轉換後之語意變數與模糊關係預測未來之語意變數，根據文獻得知模糊關係的求得方式整理為下列兩種。

(1) 模糊邏輯關係群聚預測

根據模糊邏輯群聚，從關係式 $A_i \rightarrow A_i, A_j, A_k \dots$ 以前期的語言變數預測出下期的語言變數集。

如果是啟發式求解，求解前必須先決定 LHS 在哪些條件下會造成哪些 RHS，將規則訂好後，亦可加入些門檻值讓變化更多元。

(2) 高階次 window based and operator matrix 預測

將 $R(t) = O^w(t) \otimes C(t)$ 每 column 的最大值求出，即可得到一模糊間時數列 $F(t)$ ，則隸屬度最大的為預測之語言變數。

$$F(t) = \left[\max(R_{11}, R_{21}, \dots, R_{(w-1)1}), \max(R_{12}, R_{22}, \dots, R_{(w-1)2}), \dots, \max(R_{1r}, R_{2r}, \dots, R_{(w-1)r}) \right]$$

7. 反模糊化資料：

將所預測之語意變數反模糊化成確定性數值，根據文獻得知模糊關係的求得方式整理為下列兩種。

(1) 基礎法則

1. 若預測出之語言變數為 none，則以前一期的語言變數當作預測語言變數，預測值為該語言變數之中點值。
2. 若預測出之語言變數 only one，則以此一語言變數當作預測語言變數，預測值為該語言變數之中點值。
3. 若預測出之語言變數 more than one，則以該些語言變數當作預測語言變數，預測值為該些語言變數之中點值平均。

通式：在 $F(t)$ 中，若有 k 個最大值落在區間 u_1, u_2, \dots, u_k ，且 u_1, u_2, \dots, u_k 區間中點值分別為 m_1, m_2, \dots, m_k ，則預測值如下。

$$Y(t) = \frac{(m_1 + m_2 + \dots + m_k)}{k} \dots\dots\dots(3)$$

(2) 權重修正

1. 語言變數加權重：可依據出現的頻次以及順序於反模糊化時加上權重，反應出重要性

$$Y(t) = \frac{(f_1 m_1 + f_2 m_2 + \dots + f_k m_k)}{k}$$

2. 適應修正：可於初反模糊化後，進行修正動作，將預測值與上期實際值的差值乘上一參數，再和上期實際值相加，參數由歷史資料中模擬學習得出

$$F(t) = P(t-1) + h * (F(t_1) - P(t-1))$$

$F(t)$ 為最後預測值； $P(t-1)$ 為上期實際值； h 為參數； $F(t_1)$ 為初預測值。

以上為一般化模糊時間序列之預測流程，研究者可依循研究議題之特性，整合及修改屬性。



第四章 數值試驗

4.1 波羅的海運價指數發展過程與計算方式

散裝航運市場運價波動不易預測與掌控，使散裝海運企業面臨極大經營風險與不確定性，因此英國波羅的海海運交易所(Baltic Freight Exchange Ltd)仿美國芝加哥商品期貨交易制度，於 1985 年創立波羅的海海運現貨指數(Baltic Freight Index; BFI)，於 1999 年被波羅的海乾散貨指數(Baltic Dry Index; 以下簡稱 BDI)所取代。該指數是由若干條傳統乾散貨船航線的運價，按照各自在航運市場上的重要程度和所占比重構成的綜合性指數，納入三項乾散貨船指數：波羅的海海岬型指數(Baltic Capesize Index, 以下簡稱 BCI)、波羅的海巴拿馬極限型指數(Baltic Panamax Index, 以下簡稱 BPI)與波羅的海超極限型指數(Baltic Supramax Index, 以下簡稱 BSI)加權計算而來。各指數分別代表不同船型，所包含不同路線於簽訂運送契約時市場之參考運價，故藉由 BDI 的變化，即可看出散裝航運市場景氣之變化。

波羅的海交易中心於 1985 年 1 月 4 日開始發佈每日運費指數，稱為波羅的海運費指數(BFI)，是由全球主要十三條論程傭船路線(Voyage Charter routes)所組成，並未包含論時傭船路線(Time Charter routes)。BFI 即迅速獲得全球航運業界之接受，作為乾散貨運費市場最為可靠之總體指標。

發展階段：

一. 第一階段(1985 年 1 月 4 日至 1988 年 11 月 3 日)：

BFI 包含三條海岬型船航線(15%)、五條巴拿馬極限型船航線(65%)與五條輕便型船航線(20%)，合計十三條運費航線所組成。

二. 第二階段(1988 年 11 月 4 日至 1991 年 2 月 5 日)：

在 1988 年 11 月 4 日將 BFI 組合航線中剔除一條輕便型船航線，之後 BFI 由十二條運費航線所組成。接著在 1990 年 8 月 6 日將三條租金航線納入 BFI 組合航線中，使 BFI 組合航線達十五條。最後在 1991 年 2 月 5 日又將其中巴拿馬極限型航線由新的海岬型船航線取代，以及再引入一條新的巴拿馬極限型租金航線。

三. 第三階段(1993 年 2 月 5 日至 1993 年 11 月 4 日)：

1993 年 2 月 5 日再引入一條海岬型船租金航線，又於 1993 年 11 月 4 日將輕便型船航線全部從 BFI 組合中剔除，自此之後 BFI 僅由海岬型船與巴拿馬極限型船計十一條運費及租金航線組合而成。

四.第四階段(1998年12月至1999年11月)：

1998年12月將BFI組合中的巴拿馬極限型與海岬型船航線各自分立，巴拿馬極限型計七條運費及租金航線組成為BPI，之後在1999年4月推出海岬型船計九條運費及租金航線(在2004年4月增加一條航線，成為現在十條航線的組合)，同時也在1999年11月推出輕便極限型船六條租金航線組成BHMI，自此綜合指數BDI即告建立，BFI也於1999年11月終止使用。

BDI為BCI、BPI及BHMI三船型指數各占1/3比例組成，波羅的海交易所確保1999年將BFI轉換為BDI後之連續性，建構乘數 α 作為BDI之調整($\alpha=0.99800799$)，建構乘數 β 作為BHMI納入BDI計算時之數值調整($\beta=0.112183226$)，以作為全球乾散貨市場的運價指標。

2005年前BDI之計算公式為：

$$\text{BDI} = \frac{(\text{BCI} + \text{BPI} + \text{BHMI} \times \beta)}{3} \times \alpha$$

五.第五階段(2006年～)

波羅的海交易所公布，2006年將以超輕便極限型指數(Baltic Supramax Index，以下簡稱BSI)取代BHMI納入BDI作計算。在波羅的海交易所決定將BSI取代BHMI納入BDI之計算的同時，BSI與BHMI兩指數並行半年，且建構一乘數使得BHMI在被替代的同時，不至於改變BDI計算的基礎，以確保指數的延續性。

至2006年後，BDI之計算公式改為：

$$\text{BDI} = \frac{(\text{BSI} + \text{BPI} + \text{BCI})}{3} \times 0.99800799$$

BDI是衡量國際不定期海運之乾散貨船運的權威性指數，指數值計算由目前市場上海峽型、巴拿馬極限型、輕便極限型，三種散裝貨船型主要航行路線所洽定之運價，作權重運算所得之數值，在乾散貨船運市場上供其他同業在洽約定價之參考定價，為呈現市場景氣重要指標之一。

4.2 預測結果

本研究蒐集2006年後BDI最新改制的週、月之開、收盤資料以及周期間最高點以及最低點(附錄一、二)，再結合文獻【12】、【15】、【17】、【19】、【24】進行修改，進而建構一完整的模式進行預測，模式都將針對收盤指數進行預測。

預測資料分為樣本內(2006/01-2007/12)及樣本外(2008/01-2008/05/02)，用以將檢驗準確度以及穩定性；並以RMSE以及MAPE做為指標。公式如下：

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (actual(t) - forecast(t))^2}{n}}$$

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|actual(t) - forecast(t)|}{actual(t)}}{n} \times 100\%$$

(一) 單變量模式

(1) 月資料測試

A. 定義論域：

根據樣本內資料， $D_{Min}=2081$ and $D_{Max}=10886$ ，但本研究所採用Ratio base的區間分隔有決定論域最低點的規則，所以最低點為 D_{Min} 保留前兩位數，後面值全部無條件捨去，值為”2000”，而最高點必須視採Ratio base所形成的最後一個區間上值而定，所以論域先定為{2000,10886+}。

B. 區間分隔：

本模式採用Ratio base決定區間長度，首先根據樣本內資料的變動率最小值為1.6%，再由Base table決定以1%為base of ratio，以1.6%累加1%做累積分布圖如下：

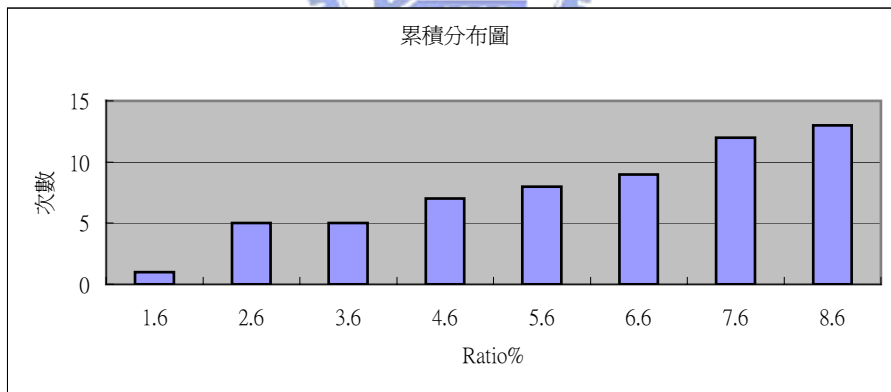


圖9 單變量月資料之Ratio base累積分布圖

因為樣本內資料的變動率筆數共23筆，所以根據圖9，可得ratio”6.6%”對應9筆，剛好是小於筆數一半的最小值，將以6.6%當作此模式的增長基準。

因此區間分隔第一區間定義為{2000,2000*1.066}={2000,2132}；第二區間區域定義為{2132,2000*(1.066^2)}={2132,2273}，以此類推，因為BDI為一整數，所以運算後之數值會經過四捨五入以符合實際情況；經運算共須27個區間，最後一區間有包含樣本內資料最大值，分群如下表：

表3 單變量月資料之區間分隔表

區間	下值	上值
1	2000	2132
2	2132	2273
3	2273	2423
4	2423	2583
5	2583	2753
6	2753	2935
7	2935	3128
8	3128	3335
9	3335	3555
10	3555	3790
11	3790	4040
12	4040	4306
13	4306	4591
14	4591	4894
15	4894	5217
16	5217	5561
17	5561	5928
18	5928	6319
19	6319	6736
20	6736	7181
21	7181	7655
22	7655	8160
23	8160	8699
24	8699	9273
25	9273	9885
26	9885	10537
27	10537	11232

此時可將論域確實定為{2000,11232}，可發現區間長度越漸增長。

C.定義模糊語意變數：

根據式 2，將步驟 2 的所有區間都定義為一個語意變數

$\{A_i, i=1,2,\dots,27\}$ 。

D.模糊化歷史資料：

將樣本內、外資料模糊化後，隸屬到所屬之語意變數；本研究使用三角隸屬度作為模糊化的函數，理論應將數值對所有三角隸屬函數進行運算，求得模糊集合後，以最大度隸屬的區間作為所隸屬之語意變數；其實等同於數值落於哪個區間內，即可直接將當期數值歸屬到所對應之語意變數，模糊後之對照表如下：

表4 單變量月資料之模糊化對照表

年份	月份	指數	隸屬語意 A
2006	1	2081	A1
2006	2	2680	A5
2006	3	2496	A4
2006	4	2368	A3
2006	5	2416	A3
2006	6	2935	A7
2006	7	3260	A8
2006	8	3795	A11
2006	9	3944	A11
2006	10	4006	A11
2006	11	4298	A12
2006	12	4397	A13
2007	1	4225	A12
2007	2	4609	A14
2007	3	5388	A16
2007	4	6230	A18
2007	5	6123	A18
2007	6	6278	A18
2007	7	6720	A19
2007	8	7702	A22
2007	9	9370	A25
2007	10	10886	A27
2007	11	10210	A26
2007	12	9392	A25
2008	1	5900	A17
2008	2	7613	A21
2008	3	8069	A22
2008	4	9273	A25

舉一例：2006/01之指數為2081，落於區間1={2000,2132}內，所以當期模糊化後隻語意變數歸屬為”A1”，以此類推而得表4。

E.決定模糊關係：

將表4樣本內前後期語意變數間，建構一階模糊關係，如2006/01-2006/02為A1→A5，2006/02-2006/03為A5→A4，以此類推；可將樣本內之所有一階模糊關係的相同LHS群聚，RHS則完全展示出，可得表5。

表5 單變量月資料之模糊關係群聚表

LHS	RHS
A1	A5
A3	A3, A7
A4	A3
A5	A4
A7	A8
A8	A11
A11	A11, A11, A12
A12	A13, A14
A13	A12
A14	A16
A16	A18
A18	A18, A18, A19
A19	A22
A22	A25
A25	A27
A26	A25
A27	A26

本研究另結合門檻啟發式法，所以還須考慮一門檻值來代表前後期變動是否顯著，決定以步驟2之ratio=6.6%值作為門檻值，若前後期變動率在正、負6.6%內表示模糊關係群聚無改變，若變動率之絕對值大於6.6%，則模糊關係群聚RHS將改變；當下期之語意變數為比原語意變數大時，則模糊關係群聚RHS將改成對應比當期語意變數大的語意變數（包含原語意變數）；反之當下期之語意變數為比原語意變數小時，則模糊關係群聚RHS將改成對應比當期語意變數小的語意變數（包含原語意變數），舉A12和A18為例

→A13,A14 if $|r|>6.6\%$,and 下期之語意變數為比A12大
 A12 →A13,A14 if $|r|<6.6\%$
 →A12 if $|r|>6.6\%$,and 下期之語意變數為比A12小

→ A18,A18,A19 if $|r|>6.6\%$,and 下期之語意變數為比A18大
 A18 → A18 A18,A19 if $|r|<6.6\%$
 → A18,A18 if $|r|>6.6\%$,and 下期之語意變數為比A18小

根據以上做法可將表5修改成下表6:

表6 單變量月資料之門檻啟發式模糊關係群聚表

LHS	RHS	LHS	RHS	LHS	RHS
	A5 ↑		A11, A11, A12		A22
A1	A5 --	A11	A11, A11, A12	A19	A22
	A1 ↓		A11A11		A19
	A3, A7		A13, A14		A25
A3	A3, A7	A12	A13, A14	A22	A25
	A3		A12		A22
	A4		A13		A27
A4	A3	A13	A12	A25	A27
	A3		A12		A25
	A5		A16		A26
A5	A4	A14	A16	A26	A25
	A4		A14		A25
	A8		A18		A27
A7	A8	A16	A18	A27	A26
	A7		A16		A26
	A11		A18, A18, A19		
A8	A11	A18	A18, A18, A19		
	A8		A18, A18		

F.預測：

利用表4之當期語意變數以及表6之模糊關係群聚表加上前後期變動率，可得表7之預測語意變數

表7 單變量月資料之預測語意變數表

年份	月份	隸屬語意	年份	月份	預測語意
2006	1	A1	2006	2	A5
2006	2	A5	2006	3	A4
2006	3	A4	2006	4	A3
2006	4	A3	2006	5	A3, A7
2006	5	A3	2006	6	A3, A7
2006	6	A7	2006	7	A8
2006	7	A8	2006	8	A11
2006	8	A11	2006	9	A11, A11, A12
2006	9	A11	2006	10	A11, A11, A12
2006	10	A11	2006	11	A11, A11, A12
2006	11	A12	2006	12	A13, A14
2006	12	A13	2007	1	A12
2007	1	A12	2007	2	A13, A14
2007	2	A14	2007	3	A16
2007	3	A16	2007	4	A18
2007	4	A18	2007	5	A18, A18, A19
2007	5	A18	2007	6	A18, A18, A19
2007	6	A18	2007	7	A18, A18, A19
2007	7	A19	2007	8	A22
2007	8	A22	2007	9	A25
2007	9	A25	2007	10	A27
2007	10	A27	2007	11	A26
2007	11	A26	2007	12	A25
2007	12	A25	2008	1	A25
2008	1	A17	2008	2	A17
2008	2	A21	2008	3	A21
2008	3	A22	2008	4	A25

舉2006/01、2006/04以及2008/01為例，2006/01所對應之語意變數為A1，對照表6以及2006/01和2006/02兩期間的變動率絕對值為28.74%大於門檻值6.6%，且下期之語意變數A5大於A1，所以預測2006/02之語意變數為{A5}；

2006/04所對應之語意變數亦為A3，對照表6以及2006/04和2006/05兩期間的變動率絕對值為2.03%小於門檻值6.6%，所以預測2006/05之語意變數為{A3, A7}；2008/01所對應之語意變數為A17，但從表6中無法對應出A17的下期預測語意變數，所以以{A17}當作2008/02之預測語意變數，根據以上邏輯即可完成表7推算。

G. 反模糊化資料：

本研究使用基礎法則即可，因為在模糊關係群聚處理時，已經將重複出現過的模糊關係重複表現出；根據式3，可將預測之語意變數反模糊化為表8。

表8 單變量月資料之預測值

年份	月份	收盤	預測值
2006	2	2680	<u>2668</u>
2006	3	2496	<u>2503</u>
2006	4	2368	<u>2348</u>
2006	5	2416	<u>2690</u>
2006	6	2935	<u>2690</u>
2006	7	3260	<u>3232</u>
2006	8	3795	<u>3915</u>
2006	9	3944	<u>4001</u>
2006	10	4006	<u>4001</u>
2006	11	4298	<u>4001</u>
2006	12	4397	<u>4595</u>
2007	1	4225	<u>4173</u>
2007	2	4609	<u>4595</u>
2007	3	5388	<u>5389</u>
2007	4	6230	<u>6124</u>
2007	5	6123	<u>6258</u>
2007	6	6278	<u>6258</u>
2007	7	6720	<u>6258</u>
2007	8	7702	<u>7907</u>
2007	9	9370	<u>9579</u>
2007	10	10886	<u>10885</u>
2007	11	10210	<u>10211</u>
2007	12	9392	<u>9579</u>
2008	1	5900	<u>9579</u>
2008	2	7613	<u>5744</u>
2008	3	8069	<u>7418</u>
2008	4	9273	<u>9579</u>

舉 2006/02、2006/05 以及 2008/02 為例；因其所對應之預測語意變數為 {A5}、{A3, A7}、{A17}。所以計算各區間中點分別為 2668； $(2348+3032)/2=2690$ 以及第 17 區中點為 5744，以上述做法可得表 8(注:資料呈現皆為整數，但實際運算過程中可能有小數情況，最後才以四捨五入法以符合實際狀況。

H. 分析：模式結果測試如下表9

表9 單變量月資料之指標數值

	MAPE	RMSE	最小誤差	最大誤差
樣本內	2.51%	167.9	0.01%	11.33%
樣本外	24.57%	2094.12	3.30%	62.35%

結果顯示樣本內模式配適良好，但樣本外卻準確度差，發現是因為有離群值之故，以修正數值將2007/9,10,11,12離群值刪去，對上述步驟重新求解一次。

a定義論域：

根據修正樣本內資料， $D_{Min}=2081$ and $D_{Max}=7702$ ，所以論域先定為 {2000,7702+}。

b區間分隔：

修正樣本內資料的變動率最小值為1.6%，由Base table決定以1%為base of ratio，以1.6%累加1%做累積分布圖如下：

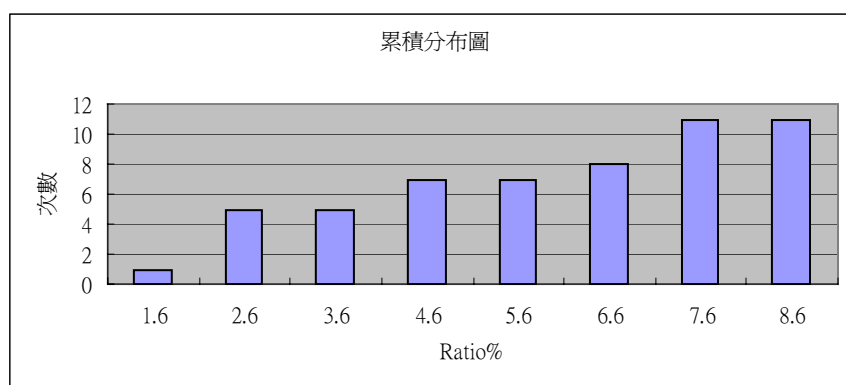


圖10 修正單變量月資料之Ratio base累積分布圖

因為修正樣本內資料的變動率筆數共19筆，所以根據圖10，可得ratio "6.6%"對應9筆，剛好是小於筆數一半的最小值，將以6.6%當作此模式

的增長基準。

區間分隔分群如下表 10，可將論域確實定為{2000,8160}。

表10 修正單變量月資料之區間分隔表

區間	下值	上值
1	2000	2132
2	2132	2273
3	2273	2423
4	2423	2583
5	2583	2753
6	2753	2935
7	2935	3128
8	3128	3335
9	3335	3555
10	3555	3790
11	3790	4040
12	4040	4306
13	4306	4591
14	4591	4894
15	4894	5217
16	5217	5561
17	5561	5928
18	5928	6319
19	6319	6736
20	6736	7181
21	7181	7655
22	7655	8160

c定義模糊語意變數：

根據式 2，將步驟 2 的所有區間都定義為一個語意變數

$\{A_i, i=1,2,\dots,22\}$ 。

d模糊化歷史資料：

將修正樣本內、外資料模糊化，隸屬到所屬之語意變數；數值落於哪個區間內，即可直接將當期數值歸屬到所對應之語意變數，模糊後之對照表如

下：

值得注意的一點是，2008/03,04的指數已經超過論域的範圍，所以以論域的最大語意變數當成其語意變數。

表11 修正單變量月資料之模糊化對照表

年份	月份	指數	隸屬語意 A
2006	1	2081	A1
2006	2	2680	A5
2006	3	2496	A4
2006	4	2368	A3
2006	5	2416	A3
2006	6	2935	A7
2006	7	3260	A8
2006	8	3795	A11
2006	9	3944	A11
2006	10	4006	A11
2006	11	4298	A12
2006	12	4397	A13
2007	1	4225	A12
2007	2	4609	A14
2007	3	5388	A16
2007	4	6230	A18
2007	5	6123	A18
2007	6	6278	A18
2007	7	6720	A19
2007	8	7702	A22
2008	1	5900	A17
2008	2	7613	A21
2008	3	8069	<u>A22</u>
2008	4	9273	<u>A22</u>

e決定模糊關係：

將表11樣本內前後期語意變數間，建構一階模糊關係，可得表12。

再結合門檻啟發式法，以步驟2之ratio=8.2%值作為門檻值，將表12轉換成表13。

表12 修正單變量月資料之模糊關係群聚表

LHS	RHS
A1	A5
A3	A3, A7
A4	A3
A5	A4
A7	A8
A8	A11
A11	A11, A11, A12
A12	A13, A14
A13	A12
A14	A16
A16	A18
A18	A18, A18, A19
A19	A22

表13 修正單變量月資料之門檻啟發式模糊關係群聚表

LHS	RHS	LHS	RHS	LHS	RHS
A1	A5	A11	A11, A11, A12	A19	A22
	A5		A11, A11, A12		A22
	A1		A11A11		A19
A3	A3, A7	A12	A13, A14		
	A3, A7		A13, A14		
	A3		A12		
A4	A4	A13	A13		
	A3		A12		
	A3		A12		
A5	A5	A14	A16		
	A4		A16		
	A4		A14		
A7	A8	A16	A18		
	A8		A18		
	A7		A16		

f預測：

利用表11之當期語意變數以及表13之模糊關係群聚表加上前後期變動率，可得表14之預測語意變數

表14 修正單變量月資料之預測語意變數表

年份	月份	隸屬語意	年份	月份	預測語意
2006	1	A1	2006	2	A5
2006	2	A5	2006	3	A4
2006	3	A4	2006	4	A3
2006	4	A3	2006	5	A3, A7
2006	5	A3	2006	6	A3, A7
2006	6	A7	2006	7	A8
2006	7	A8	2006	8	A11
2006	8	A11	2006	9	A11, A11, A12
2006	9	A11	2006	10	A11, A11, A12
2006	10	A11	2006	11	A11, A11, A12
2006	11	A12	2006	12	A13, A14
2006	12	A13	2007	1	A12
2007	1	A12	2007	2	A13, A14
2007	2	A14	2007	3	A16
2007	3	A16	2007	4	A18
2007	4	A18	2007	5	A18, A18, A19
2007	5	A18	2007	6	A18, A18, A19
2007	6	A18	2007	7	A18, A18, A19
2007	7	A19	2007	8	A22
2007	8	A22	2008	1	A22
2008	1	A17	2008	2	A17
2008	2	A21	2008	3	A21
2008	3	A22	2008	4	A22

g反模糊化資料：

根據式3，將表14所預測之語意變數反模糊化為表15。

表15 修正單變量月資料之預測值

年份	月份	收盤	預測值
2006	2	2680	<u>2668</u>
2006	3	2496	<u>2503</u>
2006	4	2368	<u>2348</u>
2006	5	2416	<u>2690</u>
2006	6	2935	<u>2690</u>
2006	7	3260	<u>3232</u>
2006	8	3795	<u>3915</u>
2006	9	3944	<u>4001</u>
2006	10	4006	<u>4001</u>
2006	11	4298	<u>4001</u>
2006	12	4397	<u>4595</u>
2007	1	4225	<u>4173</u>
2007	2	4609	<u>4595</u>
2007	3	5388	<u>5389</u>
2007	4	6230	<u>6124</u>
2007	5	6123	<u>6258</u>
2007	6	6278	<u>6258</u>
2007	7	6720	<u>6258</u>
2007	8	7702	<u>7907</u>
2008	1	5900	<u>7907</u>
2008	2	7613	<u>5744</u>
2008	3	8069	<u>7418</u>
2008	4	9273	<u>7907</u>

h分析：模式結果測試如下表16

表16 修正單變量月資料之指標數值

	MAPE	RMSE	最小誤差	最大誤差
樣本內	2.82%	173.2	0.01%	11.33%
樣本外	20.34%	1566.06	8.07%	34.02%

結果顯示樣本內模式配適良好，樣本外較修正前改進許多，但平均誤差依然差過10%，分析發現是因為剛好離群值是原樣本內的最後四筆，刪除後內外樣本銜接上有落差，使得樣本內模糊關係無法對樣本外之資料做良好預測，但預估預測筆數增加後，預測準確度可提高。

(2) 周資料測試

A. 定義論域：

根據樣本內資料， $D_{Min}=2057$ and $D_{Max}=11025$ ，所以最低點為 D_{Min} 保留前兩位數，後面值全部無條件捨去，值為“2000”，而最高點必須視採Ratio base所形成的最後一個區間上值而定，所以論域先定為{2000,11025+}。

B. 區間分隔：

本模式採用Ratio base決定區間長度，首先根據樣本內資料的變動率最小值為0.1%，再由Base table決定以0.1%為base of ratio，以0.1%累加0.1%做累積分布圖如下：

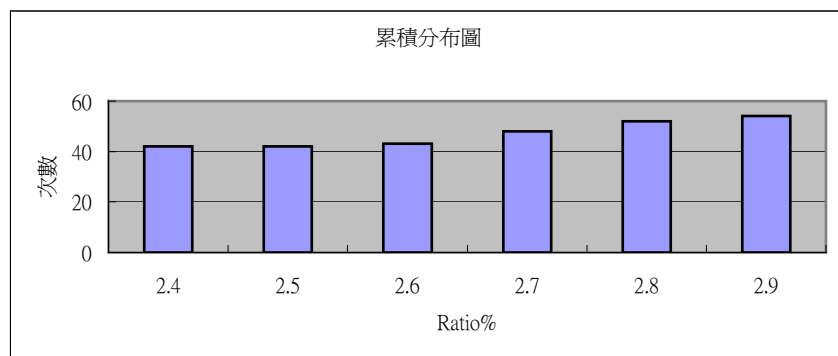


圖11 單變量周資料之Ratio base累積分布圖

因為樣本內資料的變動率筆數共102筆，所以根據圖11，可得ratio“2.7%”對應48筆，剛好是小於筆數一半的最小值，將以2.7%當作此模式的增長基準。

因此區間分隔第一區間定義為{2000,2000*1.027}={2000,2054}；第二區間區域定義為{2054,2000*(1.027^2)}={2054,2109}，以此類推，因為BDI為一整數，所以運算後之數值會經過四捨五入以符合實際情況；經運算共須65個區間，最後一區間有包含樣本內資料最大值，分群如下表17：

此時可將論域確實定為{2000,11301}，可發現區間長度越漸增長。

C. 定義模糊語意變數：

根據式2，將步驟2的所有區間都定義為一個語意變數

$$\{A_i, i=1,2,\dots,65\}。$$

表17 單變量周資料之區間分隔表

區間	下值	上值
1	2000	2054
2	2054	2109
3	2109	2166
...
26	3893	3998
27	3998	4106
28	4106	4217
...
50	7379	7578
51	7578	7783
52	7783	7993
...
63	10433	10714
64	10714	11004
65	11004	11301

D.模糊化歷史資料：

將樣本內、外資料模糊化，隸屬到所屬之語意變數；模糊後之如表18：

E.決定模糊關係：

將表 18 之前後期語意變數間，建構一階模糊關係，如 2006/01/03-2006/01/09為A9→A6，2006/07/03-2006/07/10為A14→A15，以此類推；可將樣本內之所有一階模糊關係的相同LHS群聚，RHS則完全展示出，可得表19。

結合門檻啟發式法，所以還須考慮一門檻值來代表前後期變動是否顯著，決定以步驟2之ratio=2.7%值作為門檻值，若前後期變動率在正、負2.17%內表示模糊關係群聚無改變，若變動率之絕對值大於2.7%，則模糊關係群聚RHS將改變；當下期之語意變數為比原語意變數大時，則模糊關係群聚RHS將改成對應比當期語意變數大的語意變數（包含原語意變數）；反之當下期之語意變數為比原語意變數小時，則模糊關係群聚RHS將改成對應比當期語意變數小的語意變數（包含原語意變數）

表18 單變量周資料之模糊化對照表

年份	月份	日	指數	隸屬語意 A
2006	1	3	2497	A9
2006	1	9	2341	A6
2006	1	16	2121	A3
2006	1	23	2057	A2
...
2006	7	3	2870	A14
2006	7	10	2968	A15
2006	7	17	3191	A18
2006	7	24	3260	A19
...
2007	3	5	5000	A35
2007	3	12	5071	A35
2007	3	19	5330	A37
2007	3	26	5388	A38
...
2007	9	3	8270	A54
2007	9	10	8302	A54
2007	9	18	8619	A55
...
2008	1	2	8702	A56
2008	1	7	7949	A52
2008	1	14	6462	A45
2008	1	21	5780	A40
...
2008	4	7	7889	A52
2008	4	14	8203	A53
2008	4	21	9329	A58
2008	4	28	9581	A59

舉A11和A46為例

- A12,A12 if $|r| > 2.7\%$,and 下期之語意變數為比A11大
- A11 → A12, A12 if $|r| < 2.7\%$
- A11 if $|r| > 2.7\%$,and 下期之語意變數為比A11小

- A48 if $|r| > 2.7\%$, and 下期之語意變數為比A46大
- A46 → A45, A45, A48 if $|r| < 2.7\%$
- A45, A45 if $|r| > 2.7\%$, and 下期之語意變數為比A46小

根據以上做法可將表19修改成下表20:

表19 單變量周資料之模糊關係群聚表

LHS	RHS
A2	A3
A3	A2, A6
...	...
A29	A28, A29, A29, A30, A30
A30	A29, A29, A30, A30, A31, A31
A31	A32, A34
...	...
A63	A64, A64
A64	A61, A64, A65
A65	A63

F. 預測：

利用表18之當期語意變數以及表20之模糊關係群聚表加上前後期變動率，可得表21之預測語意變數。

舉2006/01/03、2007/03/26以及2008/04/14為例，2006/01/03所對應之語意變數為A9，對照表20以及2006/01/03和2006/01/09兩期間的變動率絕對值為6.2%大於門檻值2.7%，且下期之語意變數A6小於A9，所以預測2006/01/09之語意變數為{A6, A8, A8, A9, A9, A9}；2007/03/26所對應之語意變數為A38，對照表20以及2007/03/26和2007/04/02兩期間的變動率絕對值為2.6%小於門檻值2.7%，所以預測2007/04/02之語意變數為{A39}；2008/04/14所對應之語意變數為A53，但從表20中無法對應出A53的下期預測語意變數，所以以{A53}當作2008/04/21之預測語意變數，根據以上邏輯即可完成表21推算。

表20 單變量周資料之門檻啟發式模糊關係群聚表

LHS	RHS		LHS	RHS	LHS	RHS
	A3	↑		A46		A65
A2	A3	--	A44	A42, A46	A65	A63
	A2	↓		A42		A63
...
	A6			A46		
A3	A2, A6		A45	A44, A46		
	A2			A44		
...
	A26			A48		
A25	A26		A46	A45, A45, A48		
	A25			A45, A45		
...
	A26, A28, A28, A29			A64, A64		
A26	A26, A28, A28, A29		A63	A64, A64		
	A26			A63		
...
	A27			A64, A65		
A27	A26		A64	A61, A64, A65		
	A26			A61, A64		
...

G.反模糊化資料：

本研究使用基礎法則即可，因為在模糊關係群聚處理時，已經將重複出現過的模糊關係重複表現出；根據式3，可將預測之語意變數反模糊化為表22。

舉2006/01/09、2007/04/02以及2008/04/21為例；因其所對應之預測語意變數為 {A6,A8,A8,A9,A9,A9}、{A39}、{A53}。所以計算分別為 $2316+2443*2+2509*3/6=2454$ ；5579以及第53區中點為8101，以上述做法可得表22(注:資料呈現皆為整數，但實際運算過程中可能有小數情況，最後才以四捨五入法以符合實際狀況

表21 單變量周資料之預測語意變數表

年份	月	日	隸屬語意	年份	月	日	預測語意
2006	1	3	A9	2006	1	9	A6,A8,A8,A9,A9,A9
2006	1	9	A6	2006	1	16	A3
2006	1	16	A3	2006	1	23	A2
2006	1	23	A2	2006	1	30	A3
...
2006	7	3	A14	2006	7	10	A15
2006	7	10	A15	2006	7	17	A18
2006	7	17	A18	2006	7	24	A19
2006	7	24	A19	2006	7	31	A23
...
2007	3	5	A35	2007	3	12	A35, A37
2007	3	12	A35	2007	3	19	A35, A37
2007	3	19	A37	2007	3	26	A38, A41
2007	3	26	A38	2007	4	2	A39
...
2007	9	3	A54	2007	9	10	A54, A55
2007	9	10	A54	2007	9	18	A54, A55
2007	9	18	A55	2007	9	24	A58
...
2008	1	2	A56	2008	1	7	A56
2008	1	7	A52	2008	1	14	A52
2008	1	14	A45	2008	1	21	A44
2008	1	21	A40	2008	1	28	A40
...
2008	4	7	A52	2008	4	14	A52
2008	4	14	A53	2008	4	21	A53
2008	4	21	A58	2008	4	28	A59

H.分析：模式結果測試如下表23

結果顯示樣本內模式配適良好，樣本外準確度亦在10%以內，樣本外18筆預測資料中只有4筆誤差率超過10%，準確度比例很高。

表22 單變量周資料之預測值

年份	月	日	收盤	預測值
2006	1	9	2341	2454
2006	1	16	2121	2138
2006	1	23	2057	2082
2006	1	30	2145	2138
...
2006	7	10	2968	2943
2006	7	17	3191	3188
2006	7	24	3260	3274
2006	7	31	3617	3643
...
2007	3	12	5071	5152
2007	3	19	5330	5152
2007	3	26	5388	5658
2007	4	2	5532	5579
...
2007	9	10	8302	8432
2007	9	18	8619	8432
2007	9	24	9370	9255
...
2008	1	7	7949	8775
2008	1	14	6462	7888
2008	1	21	5780	6374
2008	1	28	6134	5729
...
2008	4	14	8203	7888
2008	4	21	9329	8101
2008	4	28	9581	9505
...

表23 單變量周資料之指標數值

	MAPE	RMSE	最小誤差	最大誤差
樣本內	1.62%	114.52	0.05%	5.01%
樣本外	6.54%	614.41	0.8%	22.06%

(二) Type-2 模式

Type-2 的概念就是因為認定變數在一區間時段內沒有明確的值，值是會變動的；如股市指數一天內會有高低點，學生註冊人數會因為轉學、退學、休學等因素使得一年內的人數不固定；本模式就是藉由同一變數於同一時段內會有不同面向的資料呈現的特性，輔助預測所選定研究的 type-1 變數。

本研究的 type-1 變數為 BDI 收盤，type-2 變數為 BDI 開盤、BDI 最高點以及 BDI 最低點；預測步驟大底和單變數相同，差別在於步驟 F 預測上，必須求得 type-1 變數和 type-2 變數預測之交、聯集，詳細步驟如下：

(1)月資料測試

A. 定義論域：

根據樣本內 type-1 變數 and type-2 變數資料， $D_{Min} = 2081$ and $D_{Max} = 10886$ ，最低點為 D_{Min} 保留前兩位數，後面值全部無條件捨去，值為“2000”，而最高點必須視採 Ratio base 所形成的最後一個區間上值而定，所以論域先定為 $\{2000, 10886+\}$ 。

B. 區間分隔：

本模式採用 Ratio base 決定區間長度，首先根據 type-1 變數樣本內資料的變動率最小值為 1.6%，再由 Base table 決定以 1% 為 base of ratio，以 1.6% 累加 1% 做累積分布圖，可得 ratio “6.6%” 作此模式的增長基準，經運算共須 27 個區間，最後一區間有包含樣本內資料最大值，分群如表 24：此時可將論域確實定為 $\{2000, 11232\}$ ，可發現區間長度越漸增長。

C. 定義模糊語意變數：

根據式 2，將步驟 2 的所有區間都定義為一個語意變數

$$\{A_i, i = 1, 2, \dots, 27\}。$$

D. 模糊化歷史資料：

將 type-1 變數 and type-2 變數樣本內、外資料模糊化，模糊後之對照表如表 25：

E. 決定模糊關係：

將表 25 之 Type-1 樣本內前後期語意變數間，建構一階模糊關係可得表 26。

表24 Type-2月資料之區間分隔表

區間	下值	上值
1	2000	2132
2	2132	2273
3	2273	2423
--	-	-
5	2583	2753
6	2753	2935
7	2935	3128
8	3128	3335
9	3335	3555
10	3555	3790
11	3790	4040
12	4040	4306
13	4306	4591
14	4591	4894
15	4894	5217
16	5217	5561
17	5561	5928
18	5928	6319
--	--	--
25	9273	9885
26	9885	10537
27	10537	11232

結合門檻啟發式法，以步驟2之ratio=6.6%值作為門檻值，根據以上做法可將表26修改成下表27:

F.預測：

Type-2模式和單變量模式最大不同之處就在預測步驟，單變量模式只須以一個面向模糊關係去決定預測之語意變數，Type-2模式必須結合type-1 and type-2變數來預測；基本架構為type-1 and type-2變數都以type-1變數所決定的模糊關係去預測下期語意變數，而非各自建立其資料組的模糊關係，因為Type-2模式就是認定type-2的變數都是與type-1變數在隸屬度上不同而已，其模糊關係應使用相同的集合，所以就必許使用所針對的type-1變數所決定的模糊關係；當同期之預測語意變數已經決定，則個別取其交集以及聯集，不必考慮不同面向的LHS不同。

表25 Type-2月資料之模糊化對照表

年份	月份	開盤	隸屬語意	高點	隸屬語意	低點	隸屬語意	收盤	隸屬語意
2006	1	2438	A4	2497	A4	2033	A1	2081	<u>A1</u>
2006	2	2087	A1	2798	A6	2087	A1	2680	<u>A5</u>
2006	3	2708	A5	2708	A5	2493	A4	2496	<u>A4</u>
2006	4	2508	A4	2516	A4	2368	A3	2368	<u>A3</u>
2006	5	2364	A3	2502	A4	2364	A3	2416	<u>A3</u>
2006	6	2478	A4	2935	A7	2478	A4	2935	<u>A7</u>
2006	7	2983	A7	3260	A8	2849	A6	3260	<u>A8</u>
2006	8	3337	A9	3841	A11	3337	A9	3795	<u>A11</u>
2006	9	3875	A11	4279	A12	3875	A11	3944	<u>A11</u>
2006	10	3956	A11	4182	A12	3931	A11	4006	<u>A11</u>
2006	11	4100	A12	4298	A12	4100	A12	4298	<u>A12</u>
2006	12	4369	A13	4407	A13	4270	A12	4397	<u>A13</u>
2007	1	4421	A13	4647	A14	4225	A12	4225	<u>A12</u>
2007	2	4219	A12	4609	A14	4219	A12	4609	<u>A14</u>
2007	3	4818	A14	5388	A16	4818	A14	5388	<u>A16</u>
2007	4	5417	A16	6230	A18	5417	A16	6230	<u>A18</u>
2007	5	6255	A18	6688	A19	6123	A18	6123	<u>A18</u>
2007	6	5983	A18	6278	A18	5254	A16	6278	<u>A18</u>
2007	7	6304	A18	6720	A19	6201	A18	6720	<u>A19</u>
2007	8	6993	A20	7702	A22	6917	A20	7702	<u>A22</u>
2007	9	7783	A22	9370	A25	7783	A22	9370	<u>A25</u>
2007	10	9566	A25	11033	A27	9513	A25	10886	<u>A27</u>
2007	11	10581	A27	11039	A27	9897	A26	10210	<u>A26</u>
2007	12	10270	A26	10285	A26	9392	A25	9392	<u>A25</u>
2008	1	8891	A24	8891	A24	5615	A17	5900	<u>A17</u>
2008	2	6134	A18	7613	A21	6002	A18	7613	<u>A21</u>
2008	3	7878	A22	8624	A23	7619	A21	8069	<u>A22</u>
2008	4	7890	A22	9344	A25	7655	A22	9273	<u>A25</u>

舉2006/01和2008/01為例，2006/01的type-1and type-2語意變數分別為A1, A4, A4, A1，皆以表27的關係式加上下期的語意變數以及門檻值限制，個別預測下期之語意變數為{A5},{A3},{A4},{A5}，取交集為{}，所以以原type-1之語意變數為下期預測之語意變數{A1}，取聯集為{A3, A4, A5}；2008/01的type-1and type-2語意變數分別為A17, A24, A24, A17，個別預測下期之語意變數為{A17},{A24},{A24},{A17}，取交集為{}，所以以原type-1之語意變

數為下期預測之語意變數{A17}，取聯集為{A17, A24}；以此類推可得表28。

表26 Type-2月資料之模糊關係群聚表

LHS	RHS
A1	A5
A3	A3, A7
A4	A3
A5	A4
A7	A8
A8	A11
A11	A11, A11, A12
A12	A13, A14
A13	A12
A14	A16
A16	A18
A18	A18, A18, A19
A19	A22
A22	A25
A25	A27
A26	A25
A27	A26

G.反模糊化資料：

本研究使用基礎法則即可，因為在模糊關係群聚處理時，已經將重複出現過的模糊關係重複表現出；根據式3，將表28中所預測之交集以及聯集算出，再將兩值平均得所求之預設值，可將預測之語意變數反模糊化為表29。

H.分析：

模式結果測試如下表30，結果顯示樣本內模式配適普通，且樣本外也準確度非常差，發現是因為有離群值之故，修正數值將2007/9,10,11,12離群值刪去，對上述步驟重新求解一次，可得表31，但是改善成效不佳，應該是資料組內type-1 和type-2變數變異太大，所以當個別預測時，所取之交、聯集落差太大，無法正確反應出預測之趨勢。

(2)周資料測試

依照上述步驟對周資料進行Type-2模式求解，以下簡述重要數值。

a. 定義論域：{2000,11025}。

表27 Type-2月資料之門檻啟發式模糊關係群聚表

LHS	RHS	LHS	RHS	LHS	RHS
A1	A5	A11	A11, A11, A12	A19	A22
	A5		A11, A11, A12		A22
	A1		A11A11		A19
A3	A3, A7	A12	A13, A14	A22	A25
	A3, A7		A13, A14		A25
	A3		A12		A22
A4	A4	A13	A13	A25	A27
	A3		A12		A27
	A3		A12		A25
A5	A5	A14	A16	A26	A26
	A4		A16		A26
	A4		A14		A25
A7	A8	A16	A18	A27	A27
	A8		A18		A27
	A7		A16		A26
A8	A11	A18	A18, A18, A19	A27	A27
	A11		A18, A18, A19		A26
	A8		A18, A18		A26

b. 區間分隔：Ratio base=2.7%，分隔65個區間。

c. 分析：模式結果測試如下表32

測值結果相當良好，不僅僅樣本內配適佳，且樣本外之準確度也達到良好水準。

4.3 模型穩定性測試

本節將套用文獻中檢驗模式穩定性的方式，將歷史資料中隨機抽取數筆資料，將資料加減幾個%，希冀讓新的歷史資料於模糊化後，能與原本的模糊序列

有所不同，造成不同的模糊關係；檢驗本研究所提出的模式在資料被扭曲時，是否依舊能保持預測準確度水準。

表28 Type-2月資料之預測語意變數表

年份	月份	預測語意 (開盤)	預測語意 (高點)	預測語意 (低點)	預測語意 (收盤)	交集	聯集
2006	2	A3	A4	A5	A5	A1	A3,A4,A5
2006	3	A5	A6	A5	A4	A5	A4,A5,A6
2006	4	A4	A4	A3	A3	A4	A3,A4
2006	5	A3	A3	A3,A7	A3,A7	A3	A3,A7
2006	6	A3,A7	A4	A3,A7	A3,A7	A3	A3,A4,A7
2006	7	A4	A8	A4	A8	A7	A4,A8
2006	8	A8	A11	A6	A11	A8	A6,A8,11
2006	9	A9	A11,A11,A12	A9	A11,A11,A12	A11	A9,A11,A11,A12
2006	10	A11,A11,A12	A13,A14	A11,A11,A12	A11,A11,A12	A11	A11,A11,A12,A13,A14
2006	11	A11,A11,A12	A13,A14	A11,A11,A12	A11,A11,A12	A11	A11,A11,A12,A13,A14
2006	12	A13,A14	A13,A14	A13,A14	A13,A14	A13,A14	A13,A14
2007	1	A12	A13	A13,A14	A12	A13	A12,A13,A14
2007	2	A12	A16	A13,A14	A13,A14	A12	A12,A13,A14,A16
2007	3	A13,A14	A16	A13,A14	A16	A14	A13,A14,A16
2007	4	A16	A18	A16	A18	A16	A16,A18
2007	5	A18	A18,A18,A19	A18	A18,A18,A19	A18	A18,A18,A19
2007	6	A18,A18,A19	A19	A18,A18	A18,A18,A19	A18	A18,A18,A19
2007	7	A18,A18,A19	A18,A18,A19	A18	A18,A18,A19	A18	A18,A18,A19
2007	8	A18,A18,A19	A22	A18,A18,A19	A22	A19	A18,A18,A19,A22
2007	9	A20	A25	A20	A25	A22	A20,A25
2007	10	A25	A27	A25	A27	A25	A25,A27
2007	11	A27	A26	A27	A26	A27	A26,A27
2007	12	A26	A26	A25	A25	A26	A25,A26
2008	1	A25	A25	A25	A25	A25	A25
2008	2	A24	A24	A17	A17	A17	A17,A24
2008	3	A18,A18,A19	A21	A18,A18,A19	A21	A21	A18,A18,A19,A21
2008	4	A25	A23	A21	A25	A22	A21,A23,A25

首先將月資料之2006/04、12、2007/08數值增加5%；2006/08、2007/04、12數值減少5%；以及周資料之2006/1/23、3/20、5/15、7/10、9/4、10/30、12/27、2007/2/19、4/16、6/11、8/6、10/2、11/26數值增加2%；2006/2/20、4/18、6/12、

8/7、10/2、11/27、2007/1/22、3/19、5/14、7/9、9/3、10/29數值減少2%，改變後數值如表33、表34。

表29 Type-2月資料之預測值

年份	月份	收盤	交集	聯集	平均
2006	2	2680	2066	2506	<u>2286</u>
2006	3	2496	2668	2671	<u>2670</u>
2006	4	2368	2503	2425	<u>2464</u>
2006	5	2416	2348	2690	<u>2519</u>
2006	6	2935	2348	2627	<u>2488</u>
2006	7	3260	3032	2867	<u>2949</u>
2006	8	3795	3232	3330	<u>3281</u>
2006	9	3944	3915	3862	<u>3888</u>
2006	10	4006	3915	4239	<u>4077</u>
2006	11	4298	3915	4239	<u>4077</u>
2006	12	4397	4595	4595	<u>4595</u>
2007	1	4225	4449	4455	<u>4452</u>
2007	2	4609	4173	4688	<u>4431</u>
2007	3	5388	4742	4860	<u>4801</u>
2007	4	6230	5389	5756	<u>5572</u>
2007	5	6123	6124	6258	<u>6191</u>
2007	6	6278	6124	6258	<u>6191</u>
2007	7	6720	6124	6258	<u>6191</u>
2007	8	7702	6528	6671	<u>6599</u>
2007	9	9370	7907	8269	<u>8088</u>
2007	10	10886	9579	10232	<u>9905</u>
2007	11	10210	10885	10548	<u>10716</u>
2007	12	9392	10211	9895	<u>10053</u>
2008	1	5900	9579	9579	<u>9579</u>
2008	2	7613	5744	7365	<u>6555</u>
2008	3	8069	7418	6548	<u>6983</u>
2008	4	9273	7907	8475	<u>8191</u>

表30 Type-2月資料之指標數值

	MAPE	RMSE	最小誤差	最大誤差
樣本內	7.44%	532.82	1.11%	15.25%
樣本外	25.34%	2061.67	11.67%	25.34%

表 31 修正 Type-2 月資料之指標數值

	MAPE	RMSE	最小誤差	最大誤差
樣本內	7.18%	412.38	1.11%	15.25%
樣本外	19.24%	1439.65	13.46%	30%

表 32 Type-2 周資料之指標數值

	MAPE	RMSE	最小誤差	最大誤差
樣本內	2.74%	187.92	0.03%	12.15%
樣本外	7.73%	722.408	0.66%	25.95%

表 33 穩定性測試調整之月資料

年	月	開盤	高點	低點	收盤
2006	4	2633	2642	2486	2486
2006	8	3170	3649	3170	3605
2006	12	4587	4627	4484	4617
2007	4	5146	5919	5146	5919
2007	8	7343	8087	7263	8087
2007	12	9757	9771	8922	8922

很明顯的新資料之論域可能改變，Ratio base 的增長基準選定可能也會有所變化；但是重點在於當前面這些條件改變時，資料群組經模糊化後，與原本的語意變數不同而形成不同的模糊邏輯關係時，模式的預測準確度是否能呈現一定的水準，根據此類的做法，可以驗證模式的穩定預測能力以及模式非單純配適於單一資料群組，測試結果如表 35、36。

表 34 穩定性測試調整之周資料

年	月	日	開盤	高點	低點	收盤
2006	1	23	2126	2126	2074	2098
2006	2	20	2742	2742	2570	2570
2006	3	20	2543	2616	2543	2616
2006	4	18	2445	2445	2385	2385
2006	5	15	2551	2552	2529	2529
2006	6	12	2619	2671	2619	2671
2006	7	10	2921	3027	2906	3027
2006	8	7	3581	3640	3581	3640
2006	9	4	3960	3992	3955	3992
2006	10	2	3877	3885	3852	3885
2006	10	30	4086	4272	4086	4272
2006	11	27	4124	4282	4124	4282
2006	12	27	4485	4485	4485	4485
2007	1	22	4253	4297	4253	4280
2007	2	19	4442	4636	4442	4636
2007	3	19	5021	5223	5021	5223
2007	4	16	5673	5967	5673	5967
2007	5	14	6551	6554	6423	6423
2007	6	11	5774	5774	5408	5408
2007	7	9	6096	6523	6096	6523
2007	8	6	7130	7151	7055	7151
2007	9	3	7627	8105	7627	8105
2007	10	2	9757	9757	9703	9726
2007	10	29	10812	10812	10337	10337
2007	11	26	10203	10414	10095	10414

表 35 單變數穩定性測試指標數值

	月		月修正		周	
	樣本內	樣本外	樣本內	樣本外	樣本內	樣本外
論域	{2000,11232}		{2000,8160}		{2000,11301}	
Ratio	6.6%		6.6%		2.7%	
區間數	27		22		65	
MAPE	4.42%	25.21%	2.01%	11.46%	1.44%	6.86%
RMSE	282.99	1961.41	166.2	1032.17	122.82	607.93
最大誤差率	10.53%	49.51%	11.18%	28.28%	6.28%	18.82%
最小誤差率	0.2%	10.37%	0.36%	0.27%	0.02%	1.58%

表 36 Type-2 穩定性測試指標數值

	月		月修正		周	
	樣本內	樣本外	樣本內	樣本外	樣本內	樣本外
論域	{2000,11232}		{2000,8160}		{2000,11301}	
Ratio	6.6%		6.6%		2.7%	
區間數	27		22		65	
MAPE	5.86%	16.93%	5.29%	11.05%	2.15%	5.70%
RMSE	376.66	1360.61	280.83	946.06	164.48	496.29
最大誤差率	18.16%	35.41%	20.58%	17.53%	9.03%	11.34%
最小誤差率	0.58%	6.52%	0.33%	0.27%	0.00%	0.7%

4.4 比較分析

本節將針對兩模式之個別預測能力、兩模式比較以及個別模式穩定性進行分析(表 37、表 38)：

單變量模式用於預測月資料時，樣本內的配適情況良好，但用於樣本外時因為樣本內有離群值的狀況，所以使得預測準確度不良，最大誤差率超過 60%；檢視此筆資料發現，因為離群值波動相當大，使得預測期前一筆資料的語意變數無相對應的模糊邏輯關係，且預測期的數值剛好大幅度回檔修正，所以造成極大誤差；但是若將此數據剔除，預測指標將接近可接受的 12%，且越近期的預測準確度提高很多，若預測筆數增加，預測指標將可達到接受範圍內。

單變量模式用於預測周資料時，樣本內的配適情況良好，且樣本外的準確度也有達到水準；最大誤差率達到 22.06%，檢視此筆資料發現，和月資料相同，也是因為前一筆資料的語意變數無相對應的模糊邏輯關係，且預測期的數值剛好

大幅度回檔修正，所以造成較大誤差；若將此模式的其他相同原因的誤差向剔除，預測指標 MAPE 將下降至.5.6%，說明若能將數值穩定化並且將離群值刪去，此模式將達到準確的成效。

Type-2 模式用於預測月資料時，樣本內的配適情況良好，但不如單變數模式優良，樣本外則與單變數模式一樣準確度不良，形成原因相同，可以發現若樣本內的模糊邏輯關係沒有大的變動以及預測期內 type-1 變數和 type-2 變數的落差不要太大都可能到較為準確的預測值；若 type-1 變數和 type-2 變數的落差太大，容易造成極大誤差的產生，所以選定 type-2 變數極為重要。

Type-2 模式用於預測周資料時，樣本內的配適情況良好，且樣本外的準確度也有達到水準；發現當預測期變多，對於模糊邏輯關係的完善程度將提高，使得樣本外的最大誤差也較單變數模式改善許多，說明 Type-2 模式在完善的資訊下能有較好的平衡誤差的能力。

表 37 整合兩模式預測指標數值

	單變量			Type-2		
	周	月	月(修正後)	周	月	月(修正後)
樣本內						
min 誤差	0.05%	0.01%	0.01%	0.03%	1.11%	1.11%
max 誤差	5.01%	11.33%	11.33%	12.15%	15.25%	15.25%
MAPE	1.62%	2.51%	2.82%	2.74%	7.44%	7.18%
RMSE	114.52	167.9	173.2	187.92	532.82	412.38
樣本外						
min 誤差	0.80%	3.30%	8.07%	0.66%	11.67%	13.46%
max 誤差	22.06%	62.35%	34.02%	25.95%	62.35%	30.00%
MAPE	6.54%	24.57%	20.34%	7.73%	25.34%	19.24%
RMSE	614.41	2094.12	1566.06	722.08	2061.67	1439.65

比較兩模式發現，在有離群值產生的情況下，都容易產生極大誤差的預測，但 Type-2 模式較有平衡誤差的能力；若增加樣本內的筆數，使模糊邏輯關係的完善程度提高，對兩模式都有極大幫助，尤其 Type-2 模式將有充分的資訊能平衡誤差。

模式穩定性的比較方面，可發現兩模式的指標數值都有品質變差的現象，但是此乃因為把樣本內的數值調動過後，波動性更加劇烈，易造成樣本內外的模糊邏輯關係有所差異，但是品質落差的程度很小，說明兩模式的預測穩定性相當不錯。

表 38 整合兩模式穩定性預測指標數值

	單變量			Type-2		
	周	月	月(修正後)	周	月	月(修正後)
樣本內						
min 誤差	0.02%	0.20%	0.36%	0.00%	0.58%	0.33%
max 誤差	6.28%	10.53%	11.18%	9.03%	18.16%	20.58%
MAPE	1.44%	4.42%	2.01%	2.15%	5.86%	5.29%
RMSE	122.82	282.99	166.2	164.48	376.66	280.83
樣本外						
min 誤差	1.58%	3.96%	0.27%	0.70%	6.52%	0.27%
max 誤差	18.82%	49.51%	28.28%	11.34%	35.41%	17.53%
MAPE	6.86%	20.96%	12.49%	5.70%	16.93%	11.05%
RMSE	607.93	1767.63	1159.95	496.29	1360.61	946.06



第五章 結論與建議

準確的預測模式，能提供更為穩定的判斷；但預測模式不宜過度配適，選定適當的屬性以及將資料合理前處理，用以建構合理且適合此數列的模式，此乃模式架構的重要觀念。以下將以第四章所建構之模式預測成果以及分析所得結論條列，並將此論文不完善之處，提供後續研究者研究方向之建議。

5.1 研究成果與結論

研究成果:

1. 單變量以及 Type-2 模式應用於月資料的預測不夠理想，原因在於離群值以及波動性大。
2. 單變量以及 Type-2 模式應用於周資料的預測夠理想，但會因為離群值以及波動性造成大誤差。
3. 單變量以及 Type-2 模式用於預測 BDI 的穩定度相當良好。

結論:

- A. 運用 Ratio based 演算法能得到合理的區間分隔，能讓模糊邏輯關係展現出合適的前後期模糊關係。
- B. 應用啟發式解法，對於求解時間的簡化有明顯成效。
- C. 應用加權的反預測有提升準確度的效果。
- D. 適當的 type-2 變數，能有效平衡誤差。

5.2 未來研究方向與建議

由於本研究大抵參考文獻中較為合理的屬性進行修改，但仍有許多面向的因素會影響預測準確度，將研究過程中發現之問題整理，供後續研究者建議。

1. 季節性因素:

BDI 明顯為隨季節性變動之指數，若能將季節性因素搭配模糊時間序列法，應可得到更佳之預測結果。

2. 序列穩定化及離群值刪去

數列不穩定容易造成模糊邏輯關係的誤差，進而造成樣本外的預測誤差，將資料適當的前處理能解決這問題；找出離群值並刪去不僅能讓模糊邏輯關係的建構更為完善，並且不會因為離群值附近期間的誤差，降低了模式的預測指標數值。

3. 實際套利操作

因為 BDI 本身即為一供避險之平台，若能實際上進行套利策略，獲得實際上對企業的營收數值，將能提升研究的價值。

4. 多變量的預測模式

近期許多研究者都著手進行多變量的研究，但所選定變數的與 type-2 變數相同，不適當的變數將會大大降低預測準確度。

5. 動態預測

針對新的資料加入 m ，立即更新所有步驟屬性內容，可掌握較正確資訊，預測較準確之預測值。



參考文獻

1. 梁容禎，「波羅的海乾散貨指數影響因素之分析與預測」，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國 95 年。
2. 陳永順，「散裝海運經濟學理論與實務」，文笙書局，民國 94 年。
3. 陳澄隆，「國內定期海運公司營運績效之研究－應用資料包絡分析法 (DEA)」，國立交通大學交通運輸研究所，民國 89 年。
4. 溫珮伶，「散裝海運市場運價決定機制及影響因素分析」，中原大學國際貿易學系碩士論文，民國 94 年。
5. 楊秋癸，「趨勢型模糊時間數列預測之研究」，私立義守大學工業工程與管理學系碩士論文，民國 92 年。
6. C.H Cheng, J.R Chang, C.A Yeh, "Entropy-based and trapezoid fuzzification-based fuzzy time series approaches for forecasting IT project cost", *Technological Forecasting and Social Change* 73(2006), pp.524-542.
7. C.H Cheng, T.L Chen, H.J Teoh, C.H Chiang, "Fuzzy time-series based on adaptive expectation model for TAIEX forecasting", *Expert Systems with Applications* 34(2008), pp.1126-1132.
8. C.H Wang, L.C Hsu, "Constructing and applying an improved fuzzy time series model: Taking the tourism industry for example", *Expert Systems with Applications* (2007).
9. F.M Tseng, G.H Tzeng, H.C Yu, Benjamin J.C. Yuan, "Fuzzy ARIMA model for forecasting the foreign exchange marker", *Fuzzy Sets and Systems* 118 (2001), pp.9-19.
10. F.M Tseng, G.H Tzeng, "A fuzzy seasonal ARIMA model for forecasting", *Fuzzy Sets and Systems* 126(2002), pp.367-376.
11. G.P Box, G.M Jenkins, "Time Series Analysis: Forecasting and Control", Holden-day Inc, San Francisco, CA, 1976.
12. H.K Yu, "Weighted fuzzy time series models for TAIEX forecasting", *Physica A* 349(2005), pp.609-624.
13. H Bendall, A.F Stent, "Investment strategy in market uncertainty", *Maritime Policy and Management* 30(4)(2003), pp.293-303.
14. J.R Hwang, S.M Chen, C.H Lee, "Handling forecasting problems using fuzzy time series", *Fuzzy Sets and Systems* 100(1998), pp.217-228.
15. K Huarng, "Heuristic models of fuzzy time series for forecasting", *Fuzzy Sets and Systems* 123(2001), pp.369-386.
16. K Huarng, "Effective lengths of intervals to improve forecasting in fuzzy time series", *Fuzzy Sets and Systems* 123(2001), pp.387-394.
17. K Huarng, H.K Yu, "A type-2 fuzzy time series model for stock index

- forecasting” *Physica A* 353(2005), pp.445-462.
18. K Huarng, Tiffany H.K Yu, ”The application of neural network to forecasting fuzzy time series”, *Physica A* 363(2006), pp.481-491.
 19. K Huarng, Tiffany H.K Yu, “Ratio-Based lengths of intervals to improve fuzzy time series forecasting”, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part B: Cybernetics* 36(2)(2006), pp.328-340.
 20. L.A Zadeh, “Fuzzy sets”, *Inform. And Control* 8(1965), pp.338-353.
 21. Q Song, B.S Chissom, “Fuzzy time series and its models”, *Fuzzy Sets and Systems* 54(1993), pp.269-277.
 22. Q Song, B.S Chissom, “Forecasting enrollments with fuzzy time series-part 1”, *Fuzzy Sets and Systems* 54(1993), pp.1-9.
 23. Q Song, B.S Chissom, “Forecasting enrollments with fuzzy time series-part 2”, *Fuzzy Sets and Systems* 62(1994), pp.1-8.
 24. S.M Chen, “Forecasting enrollments based on fuzzy time series”, *Fuzzy Sets and Systems* 81(1996), pp.311-319.
 25. S.M Chen, J.R Hwang, “Temperature Prediction Using Fuzzy Time Series”, *IEEE Transactions on Systems, Man, And Cybernetics- Part B: Cybernetics* 30(2)(2000), pp.263-275.
 26. S.T Li, Y.C Cheng, ”Deterministic fuzzy time series model for forecasting enrollments”, *An International Journal Computer and mathematics with applications* 53(2007), pp.1904-1920.
 27. S.M Chen, C.C Hsu, “A new method to forecast enrollments using fuzzy time series”, *International Journal of Applied Science and Engineering* (2004), pp.234-244.

附錄一

2006 年起 BDI 月資料

年	月	開盤	高點	低點	收盤
2006	1	2438	2497	2033	2081
2006	2	2087	2798	2087	2680
2006	3	2708	2708	2493	2496
2006	4	2508	2516	2368	2368
2006	5	2364	2502	2364	2416
2006	6	2478	2935	2478	2935
2006	7	2983	3260	2849	3260
2006	8	3337	3841	3337	3795
2006	9	3875	4279	3875	3944
2006	10	3956	4182	3931	4006
2006	11	4100	4298	4100	4298
2006	12	4369	4407	4270	4397
2007	1	4421	4647	4225	4225
2007	2	4219	4609	4219	4609
2007	3	4818	5388	4818	5388
2007	4	5417	6230	5417	6230
2007	5	6255	6688	6123	6123
2007	6	5983	6278	5254	6278
2007	7	6304	6720	6201	6720
2007	8	6993	7702	6917	7702
2007	9	7783	9370	7783	9370
2007	10	9566	11033	9513	10886
2007	11	10581	11039	9897	10210
2007	12	10270	10285	9392	9392
2008	1	8891	8891	5615	5900
2008	2	6134	7613	6002	7613
2008	3	7878	8624	7619	8069
2008	4	7890	9344	7655	9273

附錄二

2006 年起 BDI 周資料

年	月	日	開盤	高點	低點	收盤
2006	1	3	2438	2497	2438	2497
2006	1	9	2493	2493	2341	2341
2006	1	16	2307	2307	2121	2121
2006	1	23	2084	2084	2033	2057
2006	1	30	2069	2145	2069	2145
2006	2	6	2167	2297	2167	2297
2006	2	13	2328	2740	2328	2740
2006	2	20	2798	2798	2622	2622
2006	2	27	2644	2708	2644	2682
2006	3	6	2674	2704	2667	2704
2006	3	13	2697	2697	2502	2502
2006	3	20	2493	2565	2493	2565
2006	3	27	2569	2569	2496	2496
2006	4	3	2508	2514	2504	2514
2006	4	10	2516	2516	2503	2503
2006	4	18	2495	2495	2434	2434
2006	4	24	2421	2421	2368	2368
2006	5	2	2364	2383	2364	2383
2006	5	8	2399	2491	2399	2491
2006	5	15	2501	2502	2479	2479
2006	5	22	2476	2476	2432	2432
2006	5	30	2416	2478	2416	2478
2006	6	5	2551	2653	2551	2653
2006	6	12	2672	2725	2672	2725
2006	6	19	2728	2808	2728	2808
2006	6	26	2829	2964	2829	2964
2006	7	3	2983	2983	2870	2870
2006	7	10	2864	2968	2849	2968
2006	7	17	3004	3191	3004	3191
2006	7	24	3202	3260	3202	3260
2006	7	31	3285	3617	3285	3617
2006	8	7	3654	3714	3654	3714
2006	8	14	3755	3841	3755	3755

2006	8	21	3720	3720	3633	3690
2006	8	30	3795	3875	3795	3875
2006	9	4	3882	3914	3877	3914
2006	9	11	3948	4258	3948	4258
2006	9	18	4279	4279	4136	4136
2006	9	25	4069	4069	3911	3944
2006	10	2	3956	3964	3931	3964
2006	10	9	4015	4126	4015	4126
2006	10	16	4182	4182	4017	4017
2006	10	23	3996	3996	3955	3982
2006	10	30	4006	4188	4006	4188
2006	11	6	4214	4256	4210	4210
2006	11	13	4180	4180	4121	4129
2006	11	20	4137	4185	4137	4185
2006	11	27	4208	4369	4208	4369
2006	12	4	4400	4407	4294	4294
2006	12	11	4275	4318	4270	4318
2006	12	18	4324	4397	4324	4397
2006	12	27	4397	4397	4397	4397
2007	1	2	4421	4539	4421	4539
2007	1	8	4579	4647	4579	4642
2007	1	15	4629	4629	4362	4362
2007	1	22	4340	4385	4340	4367
2007	1	29	4343	4343	4219	4243
2007	2	5	4265	4328	4265	4328
2007	2	12	4348	4366	4348	4355
2007	2	19	4355	4545	4355	4545
2007	2	26	4609	4872	4609	4872
2007	3	5	4908	5000	4908	5000
2007	3	12	5041	5077	5041	5071
2007	3	19	5123	5330	5123	5330
2007	3	26	5357	5388	5355	5388
2007	4	2	5417	5532	5417	5532
2007	4	9	5532	5552	5532	5552
2007	4	16	5562	5850	5562	5850
2007	4	23	5922	6230	5922	6230
2007	4	30	6248	6321	6248	6321

2007	5	8	6395	6648	6395	6648
2007	5	14	6685	6688	6554	6554
2007	5	21	6521	6521	6304	6304
2007	5	29	6123	6123	5971	5971
2007	6	4	6011	6023	5736	5736
2007	6	11	5661	5661	5302	5302
2007	6	18	5254	5922	5254	5922
2007	6	25	6038	6278	6038	6278
2007	7	2	6304	6304	6201	6201
2007	7	9	6220	6656	6220	6656
2007	7	16	6692	6692	6567	6601
2007	7	23	6659	6720	6659	6720
2007	7	30	6936	7007	6936	7007
2007	8	6	6990	7011	6917	7011
2007	8	13	7066	7319	7066	7313
2007	8	20	7289	7289	7211	7277
2007	8	28	7381	7702	7381	7702
2007	9	3	7783	8270	7783	8270
2007	9	10	8477	8477	8302	8302
2007	9	18	8313	8619	8313	8619
2007	9	24	9082	9370	9082	9370
2007	10	2	9566	9566	9513	9535
2007	10	8	9665	10513	9665	10513
2007	10	15	10756	10798	10724	10798
2007	10	22	10853	11025	10853	11025
2007	10	29	11033	11033	10548	10548
2007	11	5	10539	10867	10539	10867
2007	11	12	10995	11039	10870	10870
2007	11	19	10780	10780	10148	10148
2007	11	26	10003	10210	9897	10210
2007	12	3	10270	10285	10068	10068
2007	12	10	9992	9992	9918	9918
2007	12	17	9848	9848	9392	9392
2008	1	2	8891	8891	8702	8702
2008	1	7	8732	8732	7949	7949
2008	1	14	7654	7654	6462	6462
2008	1	21	6513	6513	5780	5780

2008	1	28	5692	6134	5615	6134
2008	2	4	6121	6353	6002	6353
2008	2	11	6520	7355	6520	7355
2008	2	18	7381	7318	6998	7187
2008	2	25	7296	7613	7296	7613
2008	3	3	7878	8536	7878	8536
2008	3	10	8624	8624	7972	7972
2008	3	17	7913	7913	7684	7684
2008	3	25	7619	8069	7619	8069
2008	3	31	8081	8081	7655	7737
2008	4	7	7741	7889	7741	7889
2008	4	14	7961	8203	7957	8203
2008	4	21	8350	9329	8350	9329
2008	4	28	9344	9581	9273	9581



附錄三

單變量預測 BDI 月資料(有離群值)

年份	月份	收盤	預測值
2006	1	2081	
2006	2	2680	2668
2006	3	2496	2503
2006	4	2368	2348
2006	5	2416	2690
2006	6	2935	2690
2006	7	3260	3232
2006	8	3795	3915
2006	9	3944	4001
2006	10	4006	4001
2006	11	4298	4001
2006	12	4397	4595
2007	1	4225	4173
2007	2	4609	4595
2007	3	5388	5389
2007	4	6230	6124
2007	5	6123	6258
2007	6	6278	6258
2007	7	6720	6258
2007	8	7702	7907
2007	9	9370	9579
2007	10	10886	10885
2007	11	10210	10211
2007	12	9392	9579
2008	1	5900	9579
2008	2	7613	5744
2008	3	8069	7418
2008	4	9273	9579

單變量預測 BDI 月資料(無離群值)

年份	月份	收盤	預測值
2006	1	9579	
2006	2	5744	2668
2006	3	7418	2503
2006	4	9579	2348
2006	5	9579	2690
2006	6	5744	2690
2006	7	7418	3232
2006	8	9579	3915
2006	9	9579	4001
2006	10	5744	4001
2006	11	7418	4001
2006	12	9579	4595
2007	1	9579	4173
2007	2	5744	4595
2007	3	7418	5389
2007	4	9579	6124
2007	5	9579	6258
2007	6	5744	6258
2007	7	7418	6258
2007	8	9579	7907
2008	1	5900	7907
2008	2	7613	5744
2008	3	8069	7418
2008	4	9273	7907

附錄四

單變量預測 BDI 周資料

年	月	日	收盤	預測值
2006	1	3	2497	
2006	1	9	2341	2454
2006	1	16	2121	2138
2006	1	23	2057	2082
2006	1	30	2145	2138
2006	2	6	2297	2316
2006	2	13	2740	2717
2006	2	20	2622	2624
2006	2	27	2682	2717
2006	3	6	2704	2666
2006	3	13	2502	2624
2006	3	20	2565	2494
2006	3	27	2496	2509
2006	4	3	2514	2494
2006	4	10	2503	2494
2006	4	18	2434	2454
2006	4	24	2368	2378
2006	5	2	2383	2443
2006	5	8	2491	2443
2006	5	15	2479	2494
2006	5	22	2432	2494
2006	5	30	2478	2443
2006	6	5	2653	2550
2006	6	12	2725	2717
2006	6	19	2808	2754
2006	6	26	2964	2943
2006	7	3	2870	2866
2006	7	10	2968	2943
2006	7	17	3191	3188
2006	7	24	3260	3274
2006	7	31	3617	3643

2006	8	7	3714	3791
2006	8	14	3755	3692
2006	8	21	3690	3692
2006	8	30	3875	3791
2006	9	4	3914	3946
2006	9	11	4258	4136
2006	9	18	4136	4236
2006	9	25	3944	4096
2006	10	2	3964	4136
2006	10	9	4126	4136
2006	10	16	4017	4145
2006	10	23	3982	3946
2006	10	30	4188	4136
2006	11	6	4210	4145
2006	11	13	4129	4145
2006	11	20	4185	4145
2006	11	27	4369	4218
2006	12	4	4294	4390
2006	12	11	4318	4298
2006	12	18	4397	4298
2006	12	27	4397	4390
2007	1	2	4539	4449
2007	1	8	4642	4756
2007	1	15	4362	4389
2007	1	22	4367	4390
2007	1	29	4243	4332
2007	2	5	4328	4298
2007	2	12	4355	4298
2007	2	19	4545	4449
2007	2	26	4872	4756
2007	3	5	5000	5015
2007	3	12	5071	5152
2007	3	19	5330	5152
2007	3	26	5388	5658
2007	4	2	5532	5579

2007	4	9	5552	5731
2007	4	16	5850	5731
2007	4	23	6230	6206
2007	4	30	6321	6434
2007	5	8	6648	6722
2007	5	14	6554	6727
2007	5	21	6304	6374
2007	5	29	5971	6043
2007	6	4	5736	5729
2007	6	11	5302	5289
2007	6	18	5922	5658
2007	6	25	6278	6206
2007	7	2	6201	6434
2007	7	9	6656	6434
2007	7	16	6601	6727
2007	7	23	6720	6548
2007	7	30	7007	7090
2007	8	6	7011	7186
2007	8	13	7313	7186
2007	8	20	7277	7481
2007	8	28	7702	7481
2007	9	3	8270	8319
2007	9	10	8302	8432
2007	9	18	8619	8432
2007	9	24	9370	9255
2007	10	2	9535	9505
2007	10	8	10513	10574
2007	10	15	10798	10859
2007	10	22	11025	10679
2007	10	29	10548	10574
2007	11	5	10867	10859
2007	11	12	10870	10679
2007	11	19	10148	10442
2007	11	26	10210	10160
2007	12	3	10068	10025

2007	12	10	9918	9942
2007	12	17	9392	9765
2008	1	2	8702	9505
2008	1	7	7949	8775
2008	1	14	6462	7888
2008	1	21	5780	6374
2008	1	28	6134	5729
2008	2	4	6353	6434
2008	2	11	7355	6722
2008	2	18	7187	7481
2008	2	25	7613	7481
2008	3	3	8536	8319
2008	3	10	7972	8544
2008	3	17	7684	7888
2008	3	25	8069	8319
2008	3	31	7737	8101
2008	4	7	7889	8319
2008	4	14	8203	7888
2008	4	21	9329	8101
2008	4	28	9581	9505

附錄五

Type-2 預測 BDI 月資料(有離群值)

年	月	收盤	預測值
2006	1	2081	
2006	2	2680	2286
2006	3	2496	2670
2006	4	2368	2464
2006	5	2416	2519
2006	6	2935	2488
2006	7	3260	2949
2006	8	3795	3281
2006	9	3944	3888
2006	10	4006	4077
2006	11	4298	4077
2006	12	4397	4595
2007	1	4225	4452
2007	2	4609	4431
2007	3	5388	4801
2007	4	6230	5572
2007	5	6123	6191
2007	6	6278	6191
2007	7	6720	6191
2007	8	7702	6599
2007	9	9370	8088
2007	10	10886	9905
2007	11	10210	10716
2007	12	9392	10211
2008	1	5900	9579
2008	2	7613	6555
2008	3	8069	6983
2008	4	9273	9027

Type-2 預測 BDI 月資料(無離群值)

年	月	收盤	預測值
2006	1	2081	
2006	2	2680	2286
2006	3	2496	2670
2006	4	2368	2464
2006	5	2416	2519
2006	6	2935	2488
2006	7	3260	2949
2006	8	3795	3281
2006	9	3944	3888
2006	10	4006	4077
2006	11	4298	4077
2006	12	4397	4595
2007	1	4225	4452
2007	2	4609	4431
2007	3	5388	4801
2007	4	6230	5572
2007	5	6123	6191
2007	6	6278	6191
2007	7	6720	6191
2007	8	7702	6599
2008	1	5900	7670
2008	2	7613	6285
2008	3	8069	6983
2008	4	9273	7785

附錄六

Type-2 預測 BDI 周資料

年	月	日	收盤	預測值
2006	1	3	2497	
2006	1	9	2341	2482
2006	1	16	2121	2349
2006	1	23	2057	2142
2006	1	30	2145	2075
2006	2	6	2297	2186
2006	2	13	2740	2407
2006	2	20	2622	2671
2006	2	27	2682	2695
2006	3	6	2704	2691
2006	3	13	2502	2688
2006	3	20	2565	2489
2006	3	27	2496	2515
2006	4	3	2514	2495
2006	4	10	2503	2489
2006	4	18	2434	2463
2006	4	24	2368	2427
2006	5	2	2383	2412
2006	5	8	2491	2437
2006	5	15	2479	2482
2006	5	22	2432	2490
2006	5	30	2478	2482
2006	6	5	2653	2521
2006	6	12	2725	2648
2006	6	19	2808	2723
2006	6	26	2964	2819
2006	7	3	2870	2970
2006	7	10	2968	2923
2006	7	17	3191	3002
2006	7	24	3260	3161
2006	7	31	3617	3349
2006	8	7	3714	3635
2006	8	14	3755	3731

2006	8	21	3690	3770
2006	8	30	3875	3718
2006	9	4	3914	3823
2006	9	11	4258	4015
2006	9	18	4136	4150
2006	9	25	3944	4055
2006	10	2	3964	4004
2006	10	9	4126	4099
2006	10	16	4017	4027
2006	10	23	3982	4140
2006	10	30	4188	4056
2006	11	6	4210	4173
2006	11	13	4129	4173
2006	11	20	4185	4150
2006	11	27	4369	4152
2006	12	4	4294	4361
2006	12	11	4318	4294
2006	12	18	4397	4356
2006	12	27	4397	4384
2007	1	2	4539	4384
2007	1	8	4642	4594
2007	1	15	4362	4618
2007	1	22	4367	4372
2007	1	29	4243	4357
2007	2	5	4328	4348
2007	2	12	4355	4356
2007	2	19	4545	4403
2007	2	26	4872	4500
2007	3	5	5000	4840
2007	3	12	5071	5080
2007	3	19	5330	5205
2007	3	26	5388	5350
2007	4	2	5532	5424
2007	4	9	5552	5481
2007	4	16	5850	5655
2007	4	23	6230	5927
2007	4	30	6321	6406

2007	5	8	6648	6540
2007	5	14	6554	6591
2007	5	21	6304	6591
2007	5	29	5971	6275
2007	6	4	5736	5926
2007	6	11	5302	5698
2007	6	18	5922	5449
2007	6	25	6278	6051
2007	7	2	6201	6276
2007	7	9	6656	6442
2007	7	16	6601	6546
2007	7	23	6720	6637
2007	7	30	7007	6747
2007	8	6	7011	7058
2007	8	13	7313	7058
2007	8	20	7277	7333
2007	8	28	7702	7358
2007	9	3	8270	7701
2007	9	10	8302	8280
2007	9	18	8619	8392
2007	9	24	9370	8723
2007	10	2	9535	9361
2007	10	8	10513	10438
2007	10	15	10798	10548
2007	10	22	11025	10938
2007	10	29	10548	10887
2007	11	5	10867	10713
2007	11	12	10870	10774
2007	11	19	10148	10734
2007	11	26	10210	10297
2007	12	3	10068	10118
2007	12	10	9918	9947
2007	12	17	9392	9710
2008	1	2	8702	9507
2008	1	7	7949	8702
2008	1	14	6462	8139

2008	1	21	5780	6764
2008	1	28	6134	6002
2008	2	4	6353	5978
2008	2	11	7355	6340
2008	2	18	7187	7240
2008	2	25	7613	7238
2008	3	3	8536	7701
2008	3	10	7972	8310
2008	3	17	7684	8139
2008	3	25	8069	7889
2008	3	31	7737	8176
2008	4	7	7889	7941
2008	4	14	8203	7925
2008	4	21	9329	8092
2008	4	28	9581	9131



簡歷

資本資料				
中文姓名	陳彥廷	性別	男	
英文姓名	Chen Yen-Ting	生日	71.07.01	
聯絡地址	台北市中正區網溪里廈門街112-4號2樓			
E-mail	tim.tem89@nctu.edu.tw			
學歷	交通大學運輸科技與管理學系研究所---民國97年6月 交通大學運輸科技與管理學系-----民國93年6月 台北市松山高級中學-----民國89年6月			

