

以限制規劃程式構建投資組合決策支援系統之研究

陳柏榮

交通大學運輸科技與管理學系

陳怡璋

屏東商業技術學院資訊管理研究所

陳安斌

交通大學資訊管理研究所

韓復華

交通大學運輸科技與管理學系

摘要

本研究應用限制規劃方法來建立投資組合模式，適當地納入技術面、總經面與股市連動關係的專家知識，使之能依據環境的變化，對投資組合操作策略做出適當之調整。此外，本研究以投資組合限制規劃模式為核心，開發出一套「智慧型投資組合決策輔助系統」，提供使用者彈性處理實務投資操作邏輯規則的機制。該系統可藉由技術指標與總經指標的狀況，動態調整風險承受程度、個股資金分配、現金部位，打破傳統投資組合模式靜態的操作方式。

本研究以民國 90 年台灣股票市場之歷史資料作測試，每半個月為一期共分成 24 個測試期，並以「大盤指數」與「投資標的股票指數」為績效比較之測試標竿。實證結果發現，利用投資組合限制規劃模式求解產生之投資組合在保守考慮 2% 的交易成本下之年報酬為 62.4%，遠高於大盤指數的 22.8% 與投資標的股票指數的 34.8%；若以夏普比率做基準，投資組合在 24 個測試期中有 20 期皆能打敗測試標竿。整體而言，投資組合具有在低風險下尋求高報酬之特性，證實本研究提出之創新概念確實能有效提升投資組合之績效。

關鍵詞：限制規劃、投資組合模式、專家知識、技術指標、總經指標



Development of a Decision Support System for Portfolio Selection Based on Expert Knowledge: A Constraint Programming Approach

Chen, Po-Jung

Department of Transportation Engineering and Management, National Chiao Tung University

Chen, Yi-Chang

Department of Information Management, National Pingtung Institute of Commerce

Chen, An-Pin

Institute of Information Management, National Chiao Tung University

Han, Fu-Wha

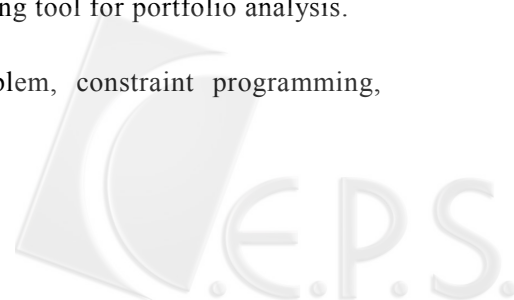
Department of Transportation Engineering and Management, National Chiao Tung University

Abstract

Traditional MP-based optimization portfolio models are difficult to incorporate many critical macroeconomic and technical factors in quick changing investment environment. This research took the portfolio selection as a constraint satisfaction problem (CSP), and developed a constraint programming model to take expert knowledge into considerations. In addition, a decision support system is also developed to provide users a friendly interface to do preference setting and obtain the portfolio solution after processing by ILOG OPL Studio.

Stock market data of Taiwan in 2001 were applied to test the proposed portfolio constraint programming model. Taiwan Stock Weighted Index and target stock index are adopted as benchmark for comparison. Our proposed model yielded an annual return of 62.4%, which is much higher than that of Taiwan Stock Weighted Index, 22.8%, and is also higher than that of the target stock index, 34.8%. The results showed that the portfolio constraint programming model provides an effective planning tool for portfolio analysis.

Key words: portfolio model, constraint satisfaction problem, constraint programming, expert knowledge, decision support system



壹、前言

在全球金融市場發展的帶動下，國人對於投資理財的觀念越來越重視，投資信託公司或資產管理公司也在該趨勢下蓬勃成長。然而就國內市場而言，市場開放的上百檔基金中，能穩定維持優良投資績效之基金卻寥寥無幾。實際上，作為一個共同基金經理人，其累積對市場的敏感度，以及投資操作的知識與經驗，絕對有能力為投資者建立起良好的投資組合。然而許多基金經理人卻經常因為績效壓力，或是受到某一突發事件影響投資者恐慌性大舉贖回之動作，而失去理性及專業之判斷能力，胡亂跟隨市場殺進殺出，造成投資績效不彰，無法顯現其專業價值。倘若能將這些基金經理人之經驗與知識萃取出來，轉換為理性的規則，無論在面臨各種壓力之下，經理人皆遵守該理性規則作資金調配的動作，則基金之操作績效將可望因而有效提升。

傳統投資組合的方法，大部分是建立在數學規劃求解的基礎上，然而，面對巨大的解答空間，過多的假設與問題簡化，使得問題與事實越離越遠。因此，尋找一個兼具效率與效能的求解工具來處理投資組合問題，便成為財金領域相當重要的研究方向。結合人工智慧 (Artificial Intelligence, AI) 與作業研究 (Operation Research, OR) 兩大領域發展出來的限制規劃 (Constraint Programming, CP) 方法，對於組合問題的求解相當有效率，除了利用 AI 領域中的 Consistency 技術，可於龐大的解空間中，快速過濾掉不可行解之外，對於限制條件的處理也相當有彈性，不但可以表達一般的數學關係式，限制規劃最大的特色在於支援了邏輯關係的處理，該特點也因此奠定了傳統數學規劃方法所望塵莫及之優勢。由於實務上投資組合的研究中，許多規則是經驗與知識的累積，傳統數學的表示方法恐怕難以處理這樣的情形，必須改以邏輯的方式來表達，因此限制規劃相當適合作為處理投資組合問題時的求解工具。

此外，對於投資組合問題而言，使用對的工具進行求解固然重要，如何將之推廣到實務上供投資者使用更重要。因此根據 Markowitz(1952)所提出的投資組合理論，本研究除了利用限制規劃方法進行投資組合問題之求解外，亦以此模式為核心，根據使用者需求導向，發展一套視窗介面之「智慧型投資組合決策輔助系統」，將此概念推展為實務上可操作之系統，為其貢獻加值。

貳、限制規劃

限制規劃(Constraint Programming, CP)是一種「空間搜尋」的技術，其緣起主要來自於 Brailsford, Potts 和 Smith(1999)等人在其研究中所提到關於人工智慧在電腦程式語言的發展。一般而言，正如 Van Hentenryck(1995,1999)提到限制規劃是指應用電腦演算法之執行來求解限制滿足問題 (Constraint Satisfaction Problem, CSP)。所謂「限制滿足問題」係指在給定一組變數及各變數相對之有限值域下，尋找滿足所有限制式之解。不同於最佳化問題，限制滿足問題之解題架構中並沒有目標函式的存在，而是由一群限制式圍成可行解區域，從中尋得一組或多組可行解。許多實務問題之特性即

屬於限制滿足問題。結合人工智慧與作業研究兩大領域所發展出之限制規劃方法，具有以下兩個特性：

一、空間搜尋能力強

限制規劃將人工智慧的技術導入傳統數學規劃方法的搜尋策略中，可有效過濾掉不可行解的空間，加快搜尋速度。

二、彈性之限制條件處理

除了一般數學的線性或非線性限制式外，限制規劃還支援了邏輯限制式的處理，因此很容易將專家知識導入模式中。

整體而言，限制規劃特別適合應用在組合問題(Combinatorial Problem)的求解上，而投資組合正是一種組合問題之應用。近年來已有越來越多人工智慧方法（例如：林萍珍(2000)之基因演算法應用、Jane, Lai & Parng(1993)之類神經網路應用、陳安斌(1999)與 Tanaka(2000)之模糊理論應用）應用在投資組合的研究，卻尚未見到限制規劃於該領域之相關發展，然而實務之投資組合問題，理應含有許多專家知識，亦即邏輯的關係，限制規劃正是處理這類問題的最佳工具。因此基於研究創新，本研究嘗試以限制規劃的方法討論其應用於投資組合之效果。

參、投資組合限制規劃模式之建立

本研究之投資組合模式最大的特色在於導入專家知識的概念，以期能提升投資組合模式之績效，因此本節主要說明專家知識的選取及其邏輯規則與模式之基本數學限制式。

一、專家邏輯規則

為瞭解哪些股市相關資訊或經濟指標與股市行為具有連動關係，本研究由相關文獻之回顧，從中萃取一些易於量化之知識，作為投資組合限制規劃模式之邏輯限制式部分。根據陳宗益(2001)所提，由於影響股價的因素包含：總經、產業、基本、技術、籌碼、消息等六大構面，錯綜複雜的因果邏輯並非一朝一夕間就能解開的，然而為了驗證結合專家知識之投資組合模式效果，因此本研究根據相關研究如高梓森(1994)、嘉實資訊(2000)、鍾淳豐(2001)、Lo, Mamaysky & Wang (2000)等，採用一些較為淺層之知識來測試，分別為移動平均線(Moving Average, MA)、指數平滑異同移動平均線(Exponential Moving Average Convergence-Divergence, MACD)、貨幣供給額 M1B 年增率等三項指標之狀態，作為調整風險承受程度、個股資金分配以及現金部位之判斷依據，並將其關係轉換為可量化之邏輯限制式，形成本研究投資組合模式中最核心的

專家知識。專家知識共分為三部分，歸納相關邏輯如下：

1. 由價量之移動平均線調整風險承受程度

定義: IF (大盤指數移動平均線走勢狀態) 且 (成交量移動平均線走勢狀態)

THEN (可承擔之風險提高倍數)。

邏輯 1：

IF 大盤指數移動平均線走勢呈多頭排列，且成交量移動平均線走勢也呈多頭排列，THEN 可承擔之風險提高為 1.3 倍。

邏輯 2：

IF 大盤指數移動平均線走勢呈多頭排列，但成交量移動平均線走勢並未呈多頭排列，THEN 可承擔之風險提高為 1.1 倍。

邏輯 3：

IF 大盤指數移動平均線走勢呈空頭排列，且成交量移動平均線走勢也呈空頭排列，THEN 可承擔之風險減少為 0.7 倍。

邏輯 4：

IF 大盤指數移動平均線走勢呈空頭排列，但成交量移動平均線走勢並未呈空頭排列，THEN 可承擔之風險減少為 0.9 倍。

2. 由 MACD 調整個股資金配置

定義: IF (個股 OSC 狀態)，且 (其值變化程度)，且(DIF 與 MACD 狀態)，
THEN (調整該股投資下限程度)。

邏輯 5：

IF 個股 OSC > 0，且其值愈來愈大，同時 DIF 與 MACD 在 0 線之上，THEN 將該股投資下限提升 5%。

邏輯 6：

IF 個股 OSC > 0，且其值愈來愈大，同時 DIF 與 MACD 在 0 線之下，THEN 將該股投資下限提升 2%。

邏輯 7：

IF 個股 OSC < 0，且其值愈來愈小，同時 DIF 與 MACD 在 0 線之下，THEN 將該股投資上限降低 8%。

邏輯 8：

IF 個股 OSC < 0，且其值愈來愈小，同時 DIF 與 MACD 在 0 線之上，THEN 將該股投資上限降低 5%。

3. 由貨幣供給額 M1b 年增率調整現金部位

定義: IF (M1b 年增率情形)，且 (其值變化程度)，
THEN (調整現金部位上限程度)。

邏輯 9：

IF M1b 年增率持續攀高，且幅度愈來愈大，THEN 將現金部位上限降低 40%。

邏輯 10：

IF M1b 年增率持續攀高，但幅度愈來愈小，THEN 將現金部位上限降低 20%。

邏輯 11：

IF M1b 年增率持續萎縮，且幅度愈來愈大，THEN 將現金部位下限提升 30%。

邏輯 12：

IF M1b 年增率持續萎縮，但幅度愈來愈小，THEN 將現金部位下限提升 15%。

由於實務上不同使用者對於專家知識中之調整參數值認知不同，因此本研究僅以市場上普遍認為合理之參數代入，斜體部分代表該參數可由使用者自行定義。此外，移動平均線呈多頭排列或空頭排列如何判定亦會因使用者而異，本研究則採用 6 日均線與 12 日均線之線形來判斷。

二、模式建立

在本研究所建立之投資組合限制規劃模式中，各個變數所代表之意義為個股或現金部位佔整體投資金額之比重；限制式的部分除了 3.1 節所歸納之邏輯限制式外，亦考慮基本之數學限制式。以下針對數學限制式部分作說明（斜體仍代表可由使用者自行定義之參數）。

限制 1：各標的權重加總為 100%。

限制 2：滿足使用者要求之報酬（求解期間大盤指數之報酬率）及風險（3%）水準。

限制 3：滿足投資組合中最少之投資個股數（12 支）。

限制 4：符合個股之投資上下限要求（上限：15%，下限：0%）。

限制 5：符合現金部位之投資上下限要求（上限：80%，下限：10%）。

肆、實證測試

為驗證加入專家知識後之投資組合模式效果，本研究採用台灣股票市場之實際歷史資料作為實證測試之依據。

一、實驗設計

實驗模型考慮的個股部分，主要針對台灣股票市場上市、櫃公司中，由各產業挑選共 30 檔較具代表性之個股作為研究對象（表 1）。投資組合模式除考慮該 30 支個股外，亦考慮現金部位佔整體投資金額之比例。



表 1：實驗模型之 30 檔個股

編號	股票代碼	股票名稱	所屬產業
1	2303	聯電	IC 代工
2	2330	台積電	IC 代工
3	2337	旺宏	快閃記憶體
4	2324	仁寶	筆記型電腦、監視器
5	2382	廣達	筆記型電腦
6	2317	鴻海	連接器、零組件
7	2392	正崴	連接器、電源模組
8	2428	興勤	被動元件
9	2379	瑞昱	IC 設計
10	2401	凌陽	IC 設計
11	2480	敦陽	伺服器、電子通路、資訊服務
12	2357	華碩	主機板、筆記型電腦
13	2386	國碁	寬頻設備、電源供應系統
14	2332	友訊	網路設備
15	2345	智邦	網路設備
16	5371	中光電	LCD 監視器、LCD 投影機、LCD 背光板
17	5462	亞光	光學產品
18	2409	友達	TFT-LCD
19	2418	雅新	電源供應器、印刷電路板
20	5346	力晶	DRAM
21	2349	錫德	CD-R
22	4901	台灣大	電信
23	1733	五鼎	生技醫療
24	2815	中信銀	銀行
25	2844	台新銀	銀行
26	6007	富邦證	證券
27	2430	燦坤	家電
28	2105	正新	輪胎
29	1520	復盛	電機
30	2908	特力	貿易

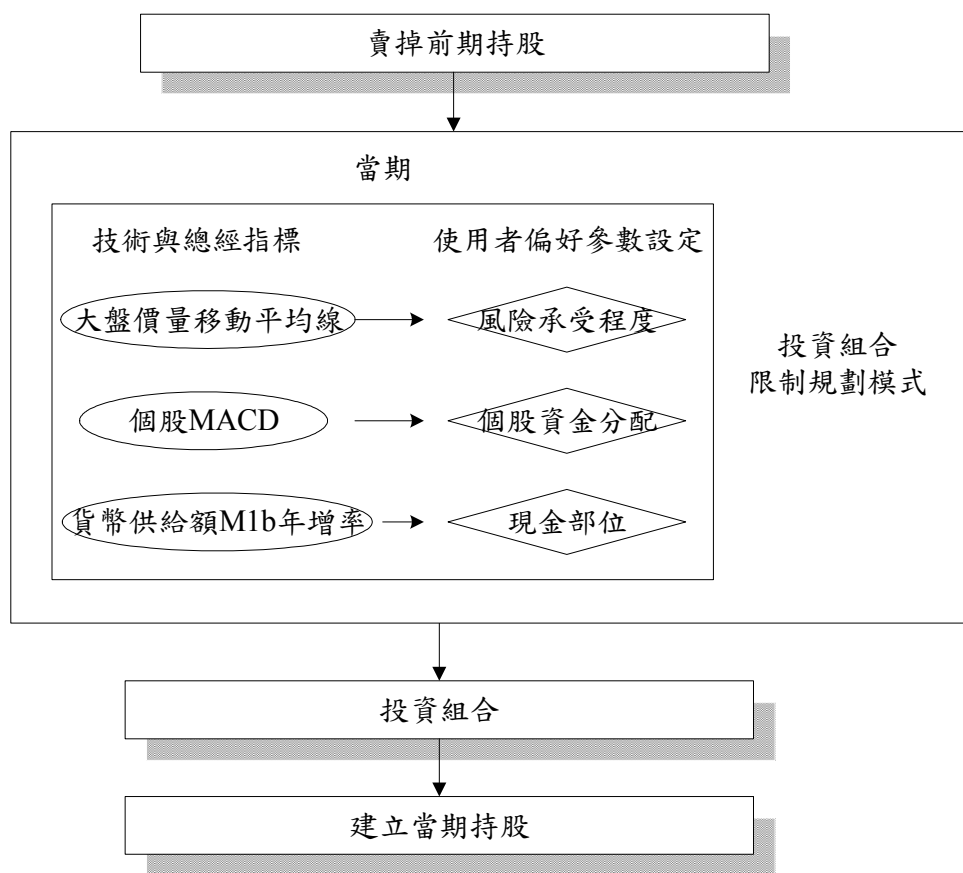


圖 1：測試執行示意圖

實驗方法即根據上述說明之研究對象及本研究所設計之投資組合限制規劃模式進行求解，於民國 90 年 1 月至 12 月之測試期間內，以每半月為一個測試期，共分為 1-1、1-2、2-1、2-2 … 12-1、12-2 等 24 期，並採移動時窗（Moving Window）方式，於每個測試期的第一天重新求算投資組合，作為該期之持股依據。投資組合之求解則根據前一個月之歷史資料，搜尋符合數學與邏輯限制條件之適當投資組合。測試執行之架構如圖 1 所示。在每個測試期，本研究假設賣掉前期之所有持股，並根據投資組合限制規劃模式求解產生該期之投資組合，模式中會根據當期之技術指標與總經指標狀況來調整風險承受程度、個股資金分配、現金部位以搜尋適當之投資組合，並建立相對之持股。

由於實務投資的操作上較為複雜，本研究為了方便測試作業，因此作了如下之假設：

1. 暫時不考慮零股之限制。
2. 假設對於欲建立之持股及部位，均能以買進日之收盤價成交。

3. 績效比較時，暫時不考慮交易成本。
4. 目前基金之操作受限於法規不能進行信用交易，故本研究也不考慮信用交易之情形。

二、測試結果與分析

本研究以 OPL (Optimization Programming Language) 高階語法，撰寫前節所設計實驗模型之程式，並利用 ILOG 公司所出之 OPL Studio 軟體進行雛型系統開發而進行最後求解動作以及結果呈現。績效比較部分，則以「大盤指數」和「實驗模型中所有股票所形成之指數」為測試標竿，測試結果如表 2 所示。

表 2：測試績效綜合評比

測試期	報酬 (%)			風險 (%)			夏普比率			整體績效最優者
	投資組合	大盤指數	標的物指數	投資組合	大盤指數	標的物指數	投資組合	大盤指數	標的物指數	
1-1	13.78	14.74	22.53	11.41	15.26	34.01	4.08	3.77	3.86	投資組合
1-2	5.4	4.15	7.21	2.09	2.24	4.88	3.74	2.77	3.26	投資組合
2-1	4.98	2.5	3.65	2.75	4.65	13.84	3	1.16	0.98	投資組合
2-2	-2.45	-9.03	-4.57	0.72	7.13	1.46	-	-	-	投資組合
3-1	5.76	5.17	9.13	3.48	2.29	9.72	3.08	3.42	2.93	大盤指數
3-2	15.84	1.43	7.46	8.91	2.59	3.14	5.31	0.89	4.21	投資組合
4-1	2.73	-3.13	3.11	3.58	0.97	5.45	1.44	-	1.33	投資組合
4-2	-0.72	-0.93	-3.21	1.96	2.11	3.04	-	-	-	投資組合
5-1	-1.2	-4.19	-9.24	1.21	2.47	10.61	-	-	-	投資組合
5-2	0.54	-1.34	2.17	0.6	2.53	6.14	0.7	-	0.88	標的物指數
6-1	3.4	2.89	1.56	2.65	2.98	3.1	2.09	1.67	0.89	投資組合
6-2	-0.08	-3.69	-4.07	0.29	3.88	7.29	-	-	-	投資組合
7-1	-5.12	-10.6	-10.54	1.63	6.97	6.29	-	-	-	投資組合
7-2	0.03	-0.32	-4.16	0.82	5.47	11.83	0.03	-	-	投資組合
8-1	5.19	7.64	-5.76	1.32	3.22	15.56	4.52	4.26	-	投資組合
8-2	-0.8	-3.8	-12.19	1.29	3.72	11.62	-	-	-	投資組合
9-1	-6	-15.27	-17.06	3.42	26.08	37.69	-	-	-	投資組合
9-2	1.68	-3.81	3.75	0.91	2.82	12.85	1.76	-	1.05	投資組合
10-1	3.31	8.67	9.29	2.21	14.08	15.97	2.23	2.31	2.32	標的物指數
10-2	5.82	3.55	5.78	2.67	4.61	7.22	3.56	1.65	2.15	投資組合
11-1	9.1	13.15	12.2	5.89	11.21	8.76	3.75	3.93	4.12	標的物指數
11-2	4.95	-0.12	5.06	4.25	1.7	5.2	2.4	-	2.22	投資組合
12-1	8.08	18.08	10.49	4.04	26.69	9.73	4.02	3.5	3.36	投資組合
12-2	4.73	1.74	6.74	5.69	4.48	12.78	1.98	0.82	1.89	投資組合

根據測試結果，本研究假設若於民國 90 年初，投入 10,000,000 元於台灣股票市場中，投資組合之交易成本保守採用買進金額之 2%，則一年後之投資資產總值變化可參考表 3 與圖 2 所示。由該結果可發現，以投資組合的年報酬表現最佳，且其價值波動相較測試標竿而言非常小，投資人不但承受很小的風險，也獲得了優異的報酬，證實本研究之投資組合限制規劃模式確實具有實用價值。

表 3：投資報酬年成長

採用策略	一年後投資資產總值	投資報酬率
投資組合	16,240,233 元	62.4%
大盤指數	12,277,355 元	22.77%
標的物指數	13,480,958 元	34.81%

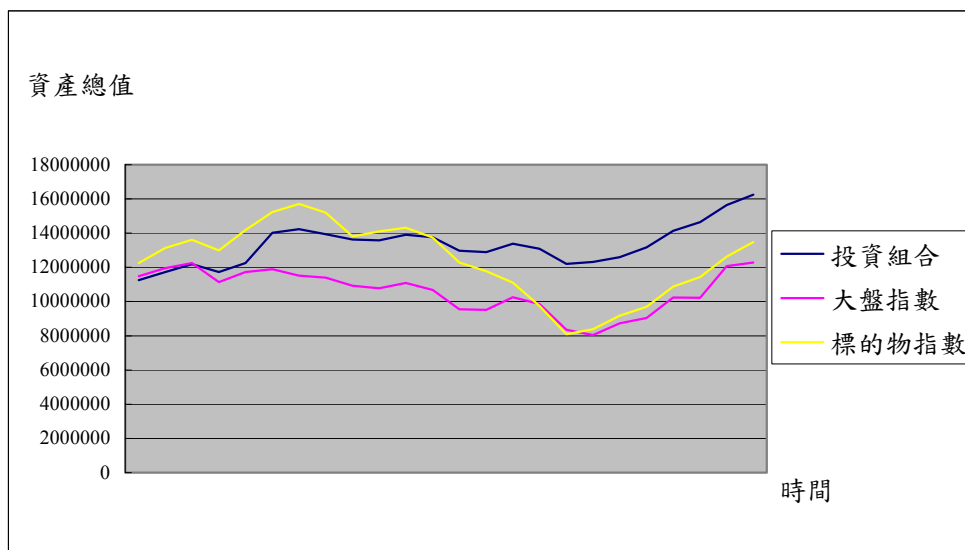


圖 2：投資資組總值變化走勢圖

若依投資環境背景將測試期分為「上漲」、「下跌」、「盤整」三種情況（表 4）來分析，則測試結果會有以下之現象：

表 4：上漲、下跌、盤整時期分類表

時期	判斷條件
上漲	大盤報酬率 $\geq 7\%$ 。 $7\% \geq$ 大盤報酬率 $\geq 3.5\%$ ，且該期有超過 2/3 個交易日大盤收盤指數高於前一個交易日之收盤指數。
下跌	大盤報酬率 $\leq -7\%$ 。 $-7\% \leq$ 大盤報酬率 $\leq -3.5\%$ ，且該期有超過 2/3 個交易日大盤收盤指數低於前一個交易日之收盤指數。
盤整	除上漲或下跌情形外之時期。

1、上漲時期

包含 1-1、1-2、8-1、10-1、10-2、11-1、12-1 等 7 期（表 5）。在報酬方面，投資組合的表現並不算好，僅在 10-2 期同時打敗兩個測試標竿，然而在風險方面，投資組合的表現則相當優異，在上漲時期的 7 個測試期皆同時打敗兩個測試標竿。比較夏普比率後發現，投資組合有 5 期的整體績效表現同時優於兩個測試標竿，而另外 2 期則同時遜於兩個測試標竿。

觀察上漲時期之求解結果可得到一個結論，投資組合的表現是在低風險的情況下，盡量提升報酬率，因此其報酬表現不見得最好，但整體績效卻相對穩定且優良。

表 5：測試績效綜合評比—上漲時期

測試期	報酬 (%)			風險 (%)			夏普比率			整體績效最優者
	投資組合	大盤指數	標的物指數	投資組合	大盤指數	標的物指數	投資組合	大盤指數	標的物指數	
1-1	13.78	14.74	22.53	11.41	15.26	34.01	4.08	3.77	3.86	投資組合
1-2	5.4	4.15	7.21	2.09	2.24	4.88	3.74	2.77	3.26	投資組合
8-1	5.19	7.64	-5.76	1.32	3.22	15.56	4.52	4.26	-	投資組合
10-1	3.31	8.67	9.29	2.21	14.08	15.97	2.23	2.31	2.32	標的物指數
10-2	5.82	3.55	5.78	2.67	4.61	7.22	3.56	1.65	2.15	投資組合
11-1	9.1	13.15	12.2	5.89	11.21	8.76	3.75	3.93	4.12	標的物指數
12-1	8.08	18.08	10.49	4.04	26.69	9.73	4.02	3.5	3.36	投資組合

2、下跌時期

包含 2-2、6-2、7-1、9-1、9-2 等 5 期（表 6）。投資組合在下跌時期無論在報酬或風險的表現上，皆可謂相當優異，5 個測試期中有 4 期，投資組合於報酬與風險同時打敗兩個測試標竿，而另外 1 期也在風險部分同時打敗兩個測試標竿，報酬部分則優於大盤指數，遜於實驗模型中所有股票所形成之指數。

觀察下跌時期之求解結果可得到一個結論，投資組合不但在風險上持續維持穩定之表現，更在報酬上創造優異之績效，當大環境處於一路下跌的情況時，投資組合仍能將損失壓制到最小，甚至獲得正報酬，因此在下跌時期，投資組合具有相當強勢之績效表現。

表 6：測試績效綜合評比—下跌時期

測試期	報酬 (%)			風險 (%)			夏普比率			整體績效最優者
	投資組合	大盤指數	標的物指數	投資組合	大盤指數	標的物指數	投資組合	大盤指數	標的物指數	
2-2	-2.45	-9.03	-4.57	0.72	7.13	1.46	-	-	-	投資組合
6-2	-0.08	-3.69	-4.07	0.29	3.88	7.29	-	-	-	投資組合
7-1	-5.12	-10.6	-10.54	1.63	6.97	6.29	-	-	-	投資組合
9-1	-6	-15.27	-17.06	3.42	26.08	37.69	-	-	-	投資組合
9-2	1.68	-3.81	3.75	0.91	2.82	12.85	1.76	-	1.05	投資組合

3、盤整時期

包含 2-1、3-1、3-2、4-1、4-2、5-1、5-2、6-1、7-2、8-2、11-1、12-2 等 12 期（表 7）。在報酬方面，投資組合有 7 期同時打敗兩個測試標竿，而風險方面，也有 7 期同時打敗兩個測試標竿。計算夏普比率後之結果，投資組合有 10 期之整體績效表現同時優於兩個測試標竿。

觀察盤整時期之求解結果可得到一個結論，若純粹由報酬或風險來看，投資組合的表現並非特別突出，然而以夏普比率來評量的話，則投資組合之整體績效表現仍相對優勢。

表 7：測試績效綜合評比—盤整時期

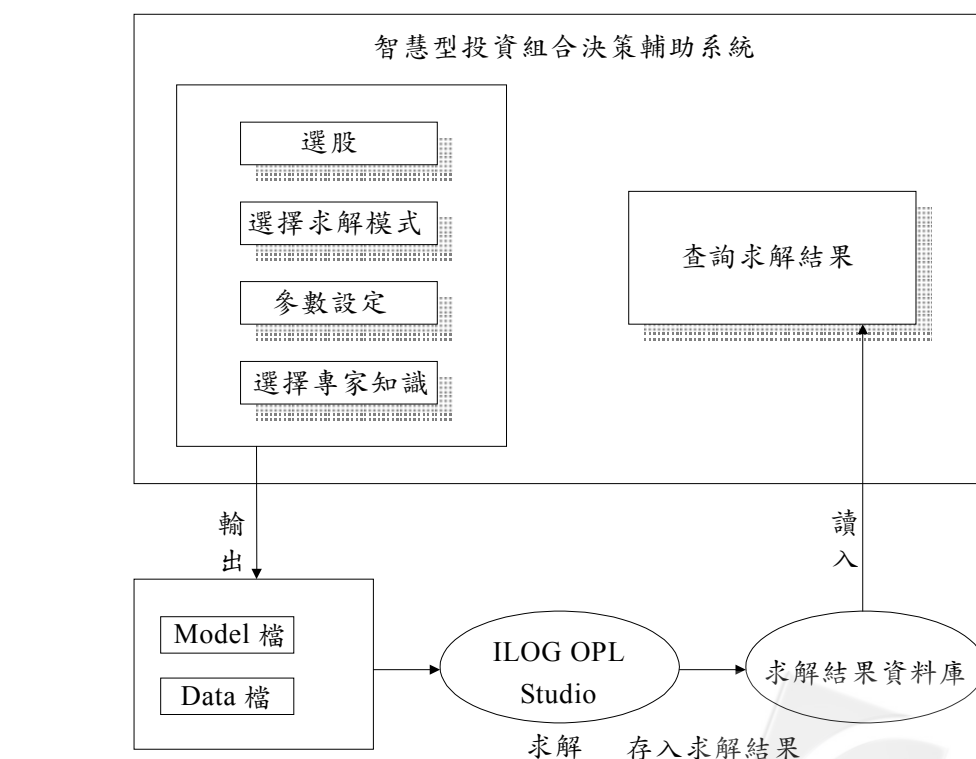
測試期	報酬 (%)			風險 (%)			夏普比率			整體績效最優者
	投資組合	大盤指數	標的物指數	投資組合	大盤指數	標的物指數	投資組合	大盤指數	標的物指數	
2-1	4.98	2.5	3.65	2.75	4.65	13.84	3	1.16	0.98	投資組合
3-1	5.76	5.17	9.13	3.48	2.29	9.72	3.08	3.42	2.93	大盤指數
3-2	15.84	1.43	7.46	8.91	2.59	3.14	5.31	0.89	4.21	投資組合
4-1	2.73	-3.13	3.11	3.58	0.97	5.45	1.44	-	1.33	投資組合
4-2	-0.72	-0.93	-3.21	1.96	2.11	3.04	-	-	-	投資組合
5-1	-1.2	-4.19	-9.24	1.21	2.47	10.61	-	-	-	投資組合
5-2	0.54	-1.34	2.17	0.6	2.53	6.14	0.7	-	0.88	標的物指數
6-1	3.4	2.89	1.56	2.65	2.98	3.1	2.09	1.67	0.89	投資組合
7-2	0.03	-0.32	-4.16	0.82	5.47	11.83	0.03	-	-	投資組合
8-2	-0.8	-3.8	-12.19	1.29	3.72	11.62	-	-	-	投資組合
11-2	4.95	-0.12	5.06	4.25	1.7	5.2	2.4	-	2.22	投資組合
12-2	4.73	1.74	6.74	5.69	4.48	12.78	1.98	0.82	1.89	投資組合

整體而言，本研究求解產生之投資組合具有「在低風險下尋求高報酬」之特性，且在 24 個測試期中有 20 期能在整體績效上同時打標兩個測試標竿，因此，就測試期間而言，本研究所設計之投資組合限制規劃模式確實有用，可為投資人帶來明顯優秀之績效成績。

伍、智慧型投資組合決策輔助系統

考慮到使用者的觀點，本研究以前述之投資組合限制規劃模式為核心開發出「智慧型投資組合決策輔助系統」，透過系統簡易之操作介面，使用者可以迅速將其偏好的個股、報酬要求程度、風險承受程度等反應於投資組合限制規劃模式中，並透過專業求解套裝軟體 ILOG OPL Studio 之運算，求算適合該投資人之投資組合。系統人機互動與求解之架構可參考圖 3。

智慧型投資組合決策輔助系統之操作介面主要包括有：主畫面（圖 4）、專家知識選取畫面（圖 5）、求解結果查詢畫面（圖 6）。主畫面提供使用者選股、選擇求解模式、設定投資偏好相關參數等功能；專家知識選取畫面則提供使用者選擇偏好之邏輯規則；求解結果查詢畫面允許使用者檢視求解結果及歷史績效。



ILOG OPL Studio 可識別之格式

圖 3：智慧型投資組合決策輔助系統架構

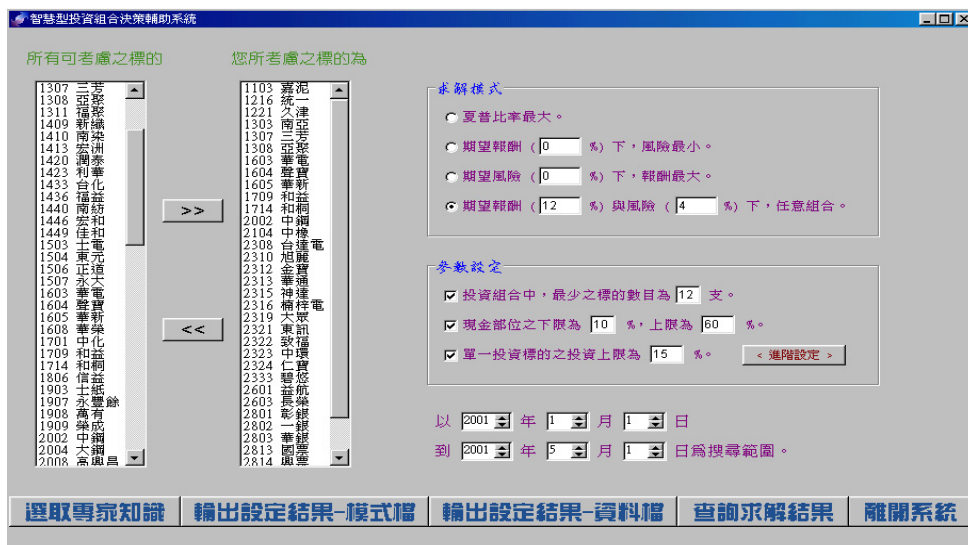


圖 4：系統主畫面

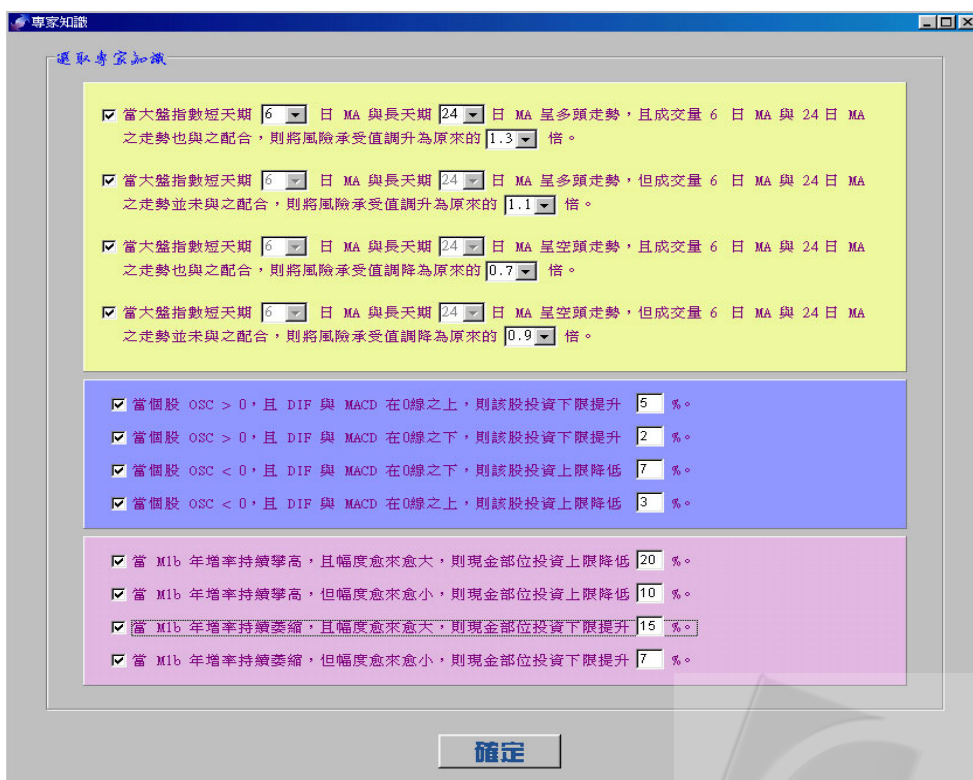


圖 5：系統專家知識選取畫面

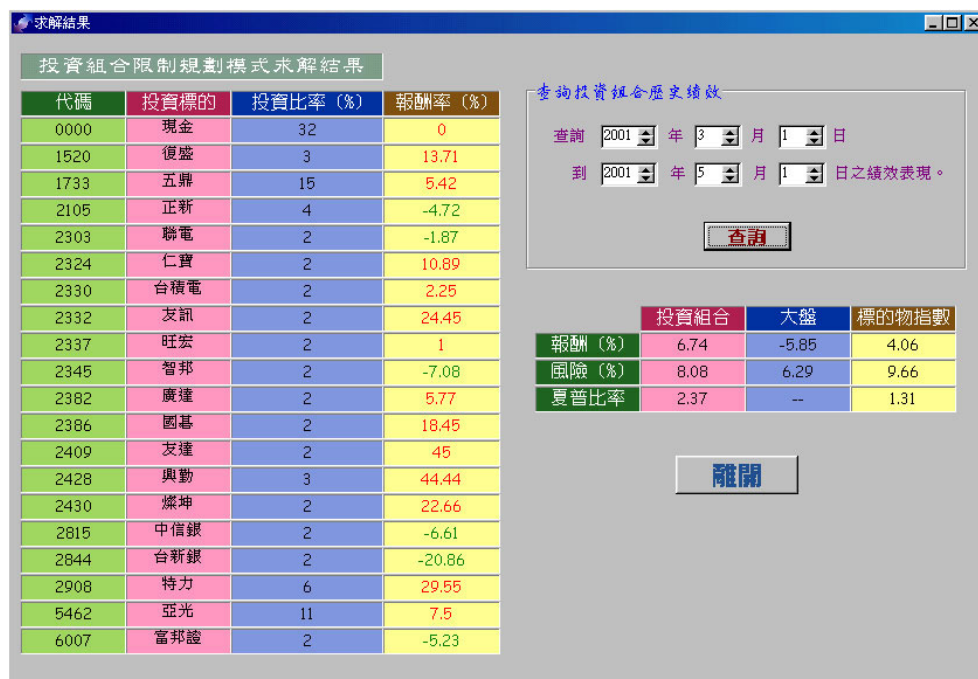


圖 6：系統求解結果查詢畫面

陸、結論

本研究以實務觀點出發，提出許多創新概念，為投資組合領域開創新的研究方向。歸納本研究之具體研究成果如下：

1. 本研究為國內首次應用限制規劃來求解投資組合問題之論文，透過與專家知識結合之投資組合限制規劃模式，使其在面臨投資環境改變時，能於模式中對風險承受程度、個股資金分配、現金部位等作出適當調整，並將投資組合問題視為限制滿足問題來求解，使投資人不再侷限單一的解答，而能同時獲得多組答案。
2. 經歷史資料測試結果發現，無論市場走勢處於上漲、下跌或盤整情況，本研究提出之投資組合限制規劃模式皆能創造優異之績效表現，具有在低風險下尋求高報酬之特性。
3. 本研究以投資組合限制規劃模式為核心，發展一套「智慧型投資組合決策輔助系統」，提供了簡單方便的操作介面，將可行的概念付諸為實用的系統。

參考文獻

1. 林萍珍、陳稼興、林文修，2000，『遺傳演算法在使用者導向的投資組合選擇之應用』，資訊管理學報，第七卷，第一期，pp. 155-171。
2. 高梓森，民 83，台灣股市技術分析之實證研究，國立台灣大學財務金融學系碩士論文。
3. 陳安斌、王信文，1999，『最佳化模糊多目標投資組合之建構』，寶來金融創新雙月刊，第五期。
4. 陳安斌，2002，財務金融資訊管理與投資決策，寶基資訊股份有限公司。
5. 陳宗益，民 90，利用總經變數掌握台股趨勢，國立台灣大學會計學研究所碩士論文。
6. 葉日武，2000，現代投資學：原理、技巧與應用，前程企管。
7. 嘉實資訊，2000，VIP 看盤室投資寶典，嘉實資訊股份有限公司。
8. 鍾淳豐，民 90，配合價量關係技術型態在台灣股票市場的應用，國立政治大學財務管理學系碩士論文。
9. Brailsford, S. C., Potts, C. N., and Smith, B. M., "Constraint Satisfaction Problems: Algorithms and Applications," *European Journal of Operational Research*, Vol. 119, 1999, pp. 557-581.
10. Jang, G. S., F. Lai, and T. M. Parng, "Intelligent Stock Trading Decision Support System Using Dual Adaptive-Structure Neural Networks," *Journal of Information Science and Engineering*, 1993, pp. 271-297.
11. Lo, A. W., Mamaysky, H., and Wang, J., "Foundations of Technical Analysis: Computational Algorithms, Statistical Inference, and Empirical Implementation," *Journal of Finance*, Vol. 55, 2000, pp. 1705-1770.
12. Markowitz, H. M., "Portfolio Selection," *Journal of Finance*, Vol. 7, 1952, pp. 77-91.
13. Tanaka, H., Guo, P., and Turksen, I. B., "Portfolio Selection Based on Fuzzy Probabilities and Possibility Distributions," *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 111, 2000, pp. 387-397.
14. Van Hentenryck, P., *The OPL Optimization Programming Language*, the MIT press, Cambridge, Massachusetts, 1999.
15. Van Hentenryck, P., "Constraint Solving for Combinatorial Search Problems: A Tutorial," *Proceedings of The Seventh National Conference on Principles & Practice of CP*, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 976. Springer, Berlin, 1995, pp. 564-587.

