

# 遺傳演算法應用於因子投資之績效表現

劉泰福\*

## 壹、前言

隨著股票市場瞬息萬變的情況，投資人對於自己的資產難免會有所恐慌，例如在 2000 年的網路泡沫以及 2008 年次級房貸所造成的金融海嘯現象，皆使大部分投資人在股票市場遭受嚴重的損失，因此如何創造打敗市場報酬的投資組合，以及權重分配的方式對於投資人而言也愈加重要。過去投資人通常使用等權重的方式來分配投資人的資產，不過等權重的方式並不能完全滿足不同型態的投資人，因此本文藉由因子的特性篩選出股票，使投資人能以客觀之角度投資，並建構穩定之投資模型，尋找在台灣股票市場中異常報酬之因子，幫助投資人藉由因子投資獲取市場上之超額報酬，最後透過遺傳演算法的方式來滿足各種不同投資人的需求。遺傳演算法是數學中用於解決最佳化的搜尋演算法，也是進化演算法的一種，可以替投資人找出最適合自己的投資權重分配，使投資人可以利用因子選出獲得市場超額報酬的個股，並且搭配遺傳演算法的權重分配創造出更優於等權重分配的市場報酬。

## 貳、因子指標之相關研究文獻

本文回測 8 個因子作為解釋市場異常報酬變數之能力，並根據各因子本身之特性分為三大類別，分別是：公司股價指標類型、風險指標類型及財務指標類型。公司股價指標因子包

含：淨值市價比率、特質波動率、彩券型需求、公司規模；風險指標因子包含：流動性缺乏因子；財務指標因子包含：毛利占總資產比率、資本支出占總資產比率及股東權益報酬率。除了上述的因子的類別分類之外，陳廣謙（2018）於台灣市場建立 18 項因子指標進行回測，並且發現在台灣市場表現較優異的因子，例如：BM、GP、IA、ILLIQ、IVOL、MAX、ROE 及 SIZE 因子在台灣市場有顯著優於大盤的表現。

### 因子簡介

淨值市價比（Book-to-Market Ratio，BM）：定義為公司上一期會計季度之股東權益總額與當期市值之比率，對股票報酬有正面之影響。Fama and French（1992）發現，淨值市價比率越高之公司代表其價值被市場所低估，可預期股票未來有好的報酬。De Bont 和 Thaler（1985）認為 BM 效應的出現是由於投資者對公司基本面過度反應造成的。高 BM 值的公司通常是基本面不佳的公司，因此投資者對高 BM 公司的股票價值非理性地低估；低 BM 公司則是基本面較好的公司，因此投資者對低 BM 公司的股票價值非理性地高估。因此投資者通常對基本面不佳的公司過度悲觀，對基本面優良的公司過度樂觀。當過度反應得到糾正後，高 BM 公司將比低 BM 公司具有更高的收益。

\*台灣經濟新報研究員。

毛利占總資產比率（Gross Profitability, GP）：定義為銷售淨額減去銷貨費用後占總資產之比率，對股票報酬率有正面之影響。Novy-Marx（2013）發現，GP 高之公司相較於 GP 低的公司擁有更多異常市場超額報酬。Novy-Marx 認為 GP 是衡量經濟盈利能力最透明的會計指標，因為基於風險的解釋，盈利能力較強的公司比不盈利的公司更不容易陷入困境，並且營運槓桿比率會較低。

資本支出占總資產比率（Investment to Assets, IA）：定義為前一期會計年度房地產、廠房及機器設備和存貨之變化量占總資產之比率，對股票報酬率有負面之影響。Titman et al.（2004）發現當企業資本投資異常增加時，之後五年的股票報酬率會隨之下降，並且顯著低於其比較公司，因為對於先前投資成長率所產生的投資組合有錯誤定價的現象，並發現當價格未能準確反應所有可用訊息時，過去投資比率較高的公司表現不如投資比率較低的公司，因此，IA 越高的公司未來會有越低的報酬率。

流動性缺乏因子（Illiquidity, ILLIQ）：定義為當月所有交易日之股票日報酬絕對值除以當日成交值之平均，與股票報酬呈正向關係。Amihud（2002）利用股票的交易量與報酬之間的關係，指出當股票的流動性越低時，投資人在選擇該檔股票時會要求較多的風險溢酬，使該檔股票具有較高的超額報酬，並稱此現象為流動性溢酬，因此，ILLIQ 值越低的公司未來會有較高的報酬。

特質波動率（Idiosyncratic Volatility,

IVOL）：定義為近一年股票報酬率與 Fama and French（1993）三因子迴歸分析之殘差標準差。不同於一般市場投資人認為高風險資產需要高報酬作為風險溢酬，Ang et al.（2006）文獻中發現，在 1963 年至 2000 年美國股市資料中有低波動度異常的現象，代表低波動度的股票比高波動度的股票擁有較高的報酬率。根據 Tzue-man et al.（2014）指出低波動的投資策略因為有現金流穩定的特性，可以提供投資人類似於債券的特性，可以獲得存續期間的溢酬，所以相較於高波動的股票能得到較高的報酬。

彩券型需求（Lottery Demand, MAX）：定義為股票過 1 個月內日報酬率最大五筆之平均。Kumar（2009）和 Bali et al.（2011）之研究表示，彩票型投資者對股票價格在短時間內很大機率上漲的股票產生需求，而這種現象主要是由於股票對整體市場貝他值的敏感性。因此，這些股票的價格短期上漲，造成高貝他值的股票施加上漲的壓力，進而反轉使得未來的報酬減少，故預期 MAX 與股票未來報酬為反向之關係。

股東權益報酬率（Return on Equity, ROE）：定義為公司前一期會計季度獲利與股東權益總額之比率，對股票未來報酬有正向之影響。與總資產報酬率相似，Fama and French（2006）及 Chen et al.（2011）認為，ROE 可以衡量企業與權益相關的盈利能力，並且衡量公司利用投資創造營收增長的程度，因此，通常 ROE 越高之公司代表其獲利越佳，預期未來有好的報酬。



公司規模（Market Capitalization, SIZE）：定義為公司當期流通在外股數乘以股價。Fama and French（1992）發現，交易小型股會產生較大之交易成本，故投資人會要求較高之報酬，同時也須承擔較大之風險。另一個則是小型股效應（Size Effect），公司的經濟成長會影響其股票表現，而公司規模較小的公司比大規模的公司更容易成長，所以投資 Size 較小之公司，預期未來會有較高的報酬。

### 參、資料來源與研究方法

本文實證研究期間為 1998 年 01 月 01 日至 2019 年 09 月 30 日台灣曾經上市或上櫃之公司，因金融和營建業認列營業收入會計項目有別於其他一般產業，以及台灣存託憑證資訊揭露過於簡略、財報資料真實性難以掌握，故本研究樣本包含此期間所有曾經上市櫃公司，排除金融業、營建業和台灣存託憑證。考慮上市櫃公司因財務困境或未依規定時間公告財報資訊被列為全額交割股票，刪除個別公司被列為全額交割股票之期間。

本文研究資料取自台灣經濟新報資料庫（Taiwan Economic Journal, TEJ），所需資料為報酬率、成交值、全額交割起訖日、固定資產、流動資產、流動負債、長期負債、負債總額、股東權益總額、資產總額、普通股股本、特別股股本、少數股權、營業收入、營業成本、總資產報酬率、股東權益報酬率、總資產成長率、稅後淨利、現金及約當現金、存貨、短期借款、應付所得稅、一年內到期長期負債、市場風險溢酬、規模溢酬及淨值市價比溢酬。

另從中華民國統計資訊網取得消費者物價指數之歷史資料，資料期間取自 1998 年 01 月 01 日至 2019 年 09 月 30 日，共 21 年又 6 個月。因 TEJ 財報資料於 1999 年以前僅提供年報資訊，2000 年至 2007 年僅提供半年報資訊，若該季度無財報資訊則以最近之前一期財報資訊預估，故同一季度內之財報資訊皆相同。另外，因財報資料無法於當月即時取得，故本研究將所有財報資訊延後三個月計算，舉例說明如：台灣證券交易所規定第一季之財報資訊須於 5 月 15 日前公布，因此將第一季資料延後於 6 月做因子計算，以下各季以此類推，而因子總樣本數為 28 萬筆資料。

#### 一、變數定義與資料篩選

本研究在計算上述 8 個因子時需要一年之日資料，即期間須至少有 200 天之交易資料。在計算 MAX、IVOL 和 ILLIQ 因子時需要一個月之日資料，考慮台灣農曆新年連續假期導致二月份交易天數有時過少，要求計算期間至少有 10 天之交易資料。在計算 BM、GP、IA 和 ROE 因子時需使用財報資料，要求股票需具備所有財報資訊。若在第  $t$  月計算第  $i$  檔股票之因子時未符合上述所有需求，則在實證分析中將第  $i$  檔股票於第  $t$  月樣本股票中剔除。以報酬率計算之因子 IVOL 和 MAX，其計算單位為百分比。

（1）淨值市價比率（Book-to-Market Ratio, BM）：

第  $t$  月 BM 為公司第  $t-3$  月之股東權益總額，除以第  $t$  月之市值後對其取自然對數。計算公式如下：

$$BM_{i,t} = \log \left( \frac{BV_{i,t-3}}{MKT CAP_{i,t}} \right)$$

其中，

$BV_{i,t-3}$ ：第  $i$  檔股票第  $t-3$  月之股東權益總額；

$MKTCAP_{i,t}$ ：第  $i$  檔股票第  $t$  月底之市值。

(2) 毛利占總資產比率 (Gross Profitability, GP)：

第  $t$  月 GP 為股票第  $t-3$  月之銷貨收入減去銷貨成本後除以總資產。計算公式如下：

$$GP_{i,t} = \frac{NS_{t-3} - COGS_{t-3}}{TA_{t-3}}$$

其中，

$NS_{t-3}$ ：第  $i$  檔股票第  $t-3$  月之銷貨收入；

$COGS_{t-3}$ ：第  $i$  檔股票第  $t-3$  月之銷貨成本；

$TA_{t-3}$ ：第  $i$  檔股票第  $t-3$  月之總資產。

(3) 資本支出占總資產比率 (Investment to Assets, IA)：

第  $t$  月 IA 為股票第  $t-3$  月存貨及固定資產近一年之變動量總和後，除以第  $t-3$  月之總資產。計算公式如下：

$$IA_{i,t} = \frac{\Delta FA_{i,t-3} + \Delta Inv_{i,t-3}}{TA_{t-3}}$$

其中，

$\Delta FA_{i,t-3}$ ：第  $i$  檔股票第  $t-3$  月之固定資產減去第  $t-15$  月之固定資產；

$\Delta Inv_{i,t-3}$ ：第  $i$  檔股票第  $t-3$  月之存貨減去第  $t-15$  月之存貨；

$TA_{t-3}$ ：第  $i$  檔股票第  $t-3$  月之總資產。

(4) 流動性缺乏因子 (Illiquidity, ILLIQ)：

ILLIQ 為當月股票日報酬取絕對值後除以日成交值之平均，若當日成交值為零時，則以

當年度絕對報酬率對成交值比率之第九十九百分位數取代之。計算公式如下：

$$ILLIQ_i = \frac{\sum_{d=1}^n \frac{|R_{i,d}|}{\$V_{i,d}}}{n}$$

其中，

$R_{i,d}$ ：第  $i$  檔股票第  $d$  日之報酬率；

$n$ ：第  $i$  檔股票第  $t$  月之交易天數；

$\$V_{i,d}$ ：第  $i$  檔股票第  $d$  日之日成交值（百萬）。

(5) 特質波動率 (Idiosyncratic Volatility, IVOL)：

IVOL 為股票日報酬與當月 Fama and French 三因子市場風險溢酬、規模溢酬及淨值市價比溢酬，計算迴歸分析之殘差標準差。計算公式如下：

$$R_{i,d} - R_f = \alpha + \beta_1 MKTRF_d + \beta_2 SMB_d + \beta_3 HML_d + \varepsilon_{i,d}$$

其中，

$R_{i,d}$ ：第  $i$  檔股票第  $d$  日之報酬率；

$MKTRF_d$ ：第  $d$  日之市場風險溢酬；

$SMB_d$ ：第  $d$  日之規模溢酬；

$HML_d$ ：第  $d$  日之淨值市價比溢酬；

$\varepsilon_{i,d}$ ：第  $i$  檔股票日報酬與 Fama and French 三因子迴歸分析之殘差。

(6) 彩券型需求 (Lottery Demand, MAX)：

MAX 為當月最大 5 筆日報酬之平均。計算公式如下：

$$MAX_i = \frac{\sum \max_{1 \sim 5}(R_{i,d})}{5}$$

其中，

$R_{i,d}$ ：第  $i$  檔股票第  $d$  日之報酬率；

$\max_{1 \sim 5}$ ：前五筆最大值。

(7) 股東權益報酬率 (Return on Equity, ROE) :

第  $t$  月 ROE 為股票第  $t-3$  月之稅後淨利，除以第  $t-3$  月之股東權益總額。計算公式如下：

$$ROE_{i,t} = \frac{NI_{i,t-3}}{TE_{i,t-3}}$$

其中，

$NI_{i,t-3}$ ：第  $i$  檔股票第  $t-3$  月之稅後淨利；

$TE_{i,t-3}$ ：第  $i$  檔股票第  $t-3$  月之股東權益總額。

(8) 公司規模 (Market Capitalization, SIZE) :

第  $t$  月 SIZE 為當月月底未調整收盤價，乘以流通在外股數後對其取自然對數。計算公式如下：

$$SIZE_{i,t} = \log (P_{i,t} \times N_{i,t})$$

其中，

$P_{i,t}$ ：第  $i$  檔股票第  $t$  月底之未調整收盤價；

$N_{i,t}$ ：第  $i$  檔股票第  $t$  月底之流通在外股數。

## 二、遺傳演算法基本架構及步驟

遺傳演算法是 John Holland 在 1975 年首先提出，是基於自然選擇過程的一種最佳化搜尋方法。其理論主要是參照達爾文 (Charles Darwin) 的進化論提到的「物競天擇，適者生存」，它能夠選擇物種中具有較好特性的上一母代，並且隨機性的互相交換彼此的基因 (Gene)，以期能產生較上一母代更優秀的子代，如此重複下去以產生適應性最強的最佳物種。為了模擬此自然進化法則，遺傳演算法使用三個主要程序，為複製 (Reproduction)、交換 (Crossover) 和突變 (Mutation)。以下為遺傳演算法求解最佳化問題的流程。

流程。

首先將欲搜尋的問題解答編碼成染色體 (Chromosomes)，染色體又被稱之為個體 (Individual)，遺傳演算法隨機產生個體初始值 (Initialization)，這些個體的集合稱之為個體群 (Population)。使用者需定義一些可量化的評估準則來模擬生物進化環境，在個體群中的每一個染色體在解碼之後，經由這些可量化的準則評估，而給予一個數字，代表該個體在模擬生物進化環境中的適應程度 (Fitness)。然後根據 Fitness 值，個體會被選取和複製，Fitness 值高的個體有更多被選取的機會，反之，Fitness 值較低的個體有可能消失。之後，再利用交換機率 (Crossover Rate) 決定是否將選擇出的隨機配對個體，染色體中的基因進行交換配對。而突變程序則是依據突變機率 (Mutation Rate)，通常此機率的值很小，隨機改變或重新產生基因。在經過遺傳演算法的三個操作程序後，會產生新的個體群，稱之為一代 (Generation)。這些在隨機產生個體群之後的步驟將會一直重覆，直到符合結束的條件出現為止，通常會設定固定完成幾代為最常使用的結束條件之一。本文研究中設定遺傳演算法執行 200 代之後就達成結束條件。遺傳演算法演算步驟：

圖一為遺傳演算法演化流程圖，運用其求解最佳化問題時，可以分為以下幾個步驟：

### 1. 編碼 (Encoding)

為了有效率的搜尋參數空間，首先要確認每個參數的搜索範圍，再將每個參數以固定長度的字串加以編碼。遺傳演算法的編碼資料型



態可以包含二進位編碼、整數編碼、實數編碼、文字編碼及符號編碼等多種型態。而遺傳演算法與其他演算法主要不同之處，在於最佳化方式不直接以參數本身進行，而是在參數經過編碼後的字串上。最簡單也最廣為使用的編碼方式為二進位編碼（Binary Coding），主要使用 0 和 1 來表示每個參數值，例如參數值為 31，則經過編碼後為 11111。

### 2.適應度函數（Fitness Function）

適應函數是遺傳演算法的性能指標（Performance Index），在自然界中越適應環境之物種越有機會存活下來。應用於遺傳演算法時，各染色體對應於求解問題之目標值越高，則越有機會繁衍新一代。

### 3.複製（Reproduction）

將染色體挑選並存放於配對池即為複製之過程，適應值之高低決定了各染色體被挑選入配對池的機率，其中 Goldberg（1989）提出俄羅斯輪盤法（Roulette Wheel Selection）是被廣為應用的挑選方法，具體流程如下：

- （1）將所有染色體之適應值加總。
- （2）各染色體之適應值所佔的比重，即代表輪盤上所佔的面積。
- （3）隨機挑選輪盤上之一點，決定選出的染色體。

每個染色體都會有其適應值的等級分數，根據這些分數，我們會將染色體複製，複製的方法會透過輪盤法來複製，分數越高的就會在輪盤面積比較大的位置，所以就會有比較大的機率選中。

### 4.交配（Crossover）

依上述方法挑選出兩個染色體字串，稱之為雙親（Parent），然後隨機地在雙親字串的 N 個基因中挑選任一點，稱之為交換點（Crossover Point），再依據交配率彼此交換切割，產生新的一組染色體字串，而常用的交配的方法又可分為單點交配、兩點交配、均勻交配。

#### （1）單點交配（One-Point Crossover）：

從雙親的基因中各自隨機挑選一個交配點，將交配點的基因進行互相交換，並且創造出新的基因序列。

#### （2）雙點交配（Two-point Crossover）：

在每個染色體中隨機挑選兩個交配點，並且在兩個交配點之間進行基因互相調換，產生新的基因序列。

#### （3）均勻交配（Uniform Crossover）：

均勻交配是由 Syswerda（1989）所提出的交配方法，即每個點都是交配點，並且交配機率是獨立且均等，由每一個點之交配率決定該點之基因是否進行交配，而且均勻交配的收斂速度優於另外兩個方法。

### 5.突變（Mutation）

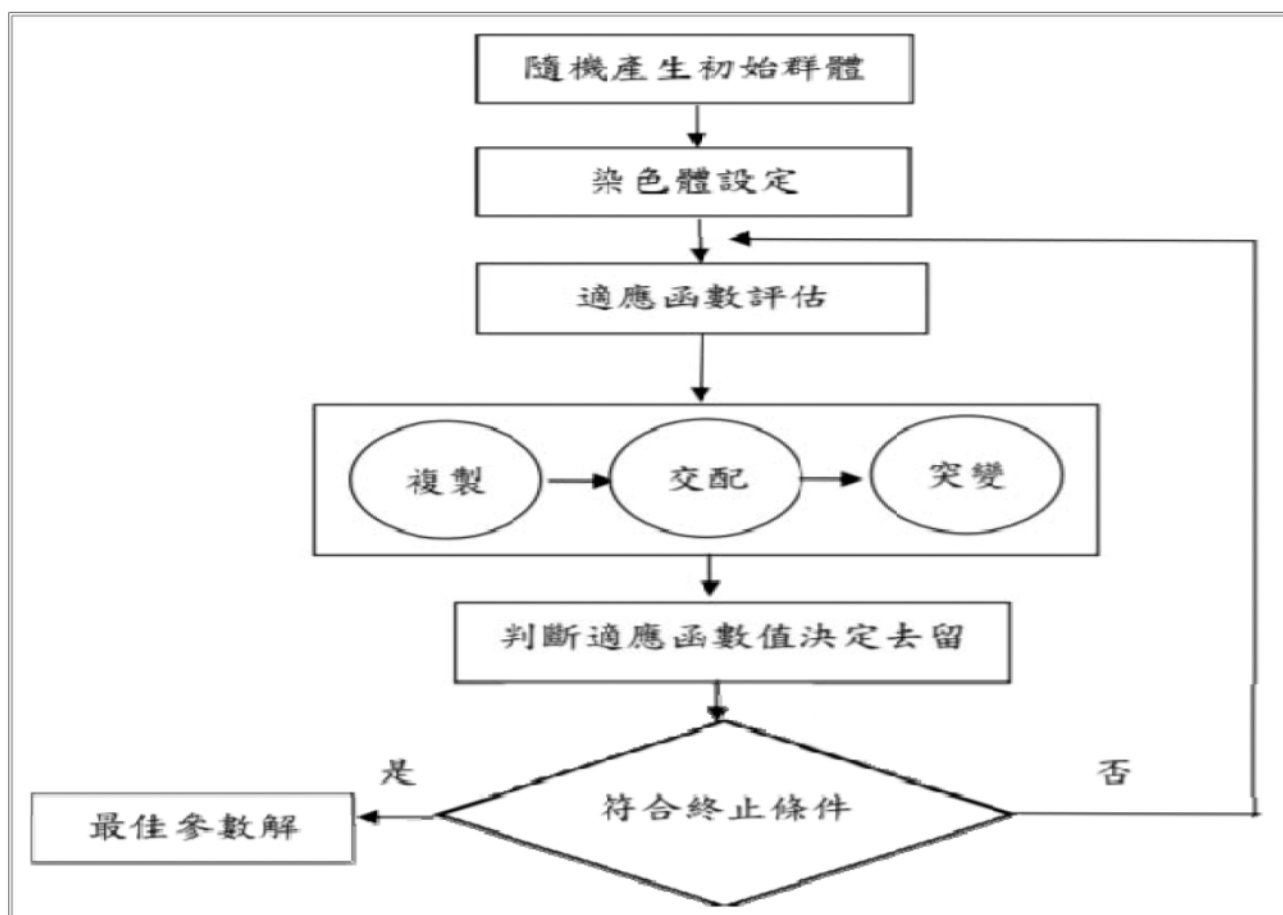
單純依靠交配和複製的操作程序，並不能夠演化出一個全新特色的個體，因為這些個體僅繼承並且混合親代的特性，很難發展出具有特色的新個體，而且演化的速度也會過於緩慢，因此容易使演化的結果，侷限在特定的少數點上。而突變機制會使染色體內的基因有一定的機率任意變換，目的為避免求解過程染色體變化不足而限於區域最佳解。

## 6.停止準則（Stop Criteria）

遺傳演算法通常會限制演化代數之上限，

或適應值無顯著改善時停止，在本研究限制演化代數為 200 代，因為經過 200 代的演化之後，數值有明顯收斂情況。

圖一：遺傳演算法演化流程圖



## 肆、實證結果

### 一、樣本描述

本研究旨在運用因子挑選股票，因此為確保樣本公司有足夠資訊計算當期因子，各公司於篩選時必須滿足過去一年有 200 筆以上交易日資料，而且過去 12 個月當中每個月皆有 10 筆以上交易日資料，方可納為投組的樣本公司，本研究於單因子投資策略採用買進最佳組

別之 10 檔股票，故並無檔數不足之疑慮，並且搭配遺傳演算法進行投組的權重分配。本文在分組報酬測試中以 Jensen.alpha 模型作檢定，根據陳廣謙（2018）利用 Fama and French 三因子模型，檢測出在台灣市場具有統計顯著性，以及異常報酬率較高的因子，例如：BM、GP、IA、ILLIQ、IVOL、MAX、ROE 以及 SIZE。並且依據上述因子組成單因子的投資組合，搭配遺傳演算法的權重分配進行績效的計算，比較是否會有好的績效表現。

## 二、投組目標函數及權重設定

### 1. 極大化夏普指數權重分配

Sharpe (1966) 提出之夏普指數能反映資產每單位風險所能獲得之超額報酬，當夏普指數大於零時，代表資產之報酬表現優於無風險利率；反之則否。目前已經成為計算風險調整回報最廣泛使用的方法，現代投資組合理論指出，將資產添加到具有低相關性的多元化投資組合，可以在不犧牲回報的情況下，降低投資組合風險，並且有效地提高夏普指數。然而，夏普比率可用於評估投資組合的過去績效表現，投資者可以使用預期的投資組合表現和無風險利率，來計算估計的夏普比率。

因此，將目標函數設為極大化投資組合的夏普指數，滿足追求夏普指數的投資人，並且控制相對應的風險，所以投資組合的權重會依據過去四季的股票資料進行夏普指數計算，分配投組權重期許能達到整體夏普指數極大化的目標，目標函數的公式如下：

$$\text{Max} \quad \text{Sharpe ratio}(R_p)$$

$$\text{min} \quad \text{Var}(R_p)$$

其中，

$R_p$ ：投資組合報酬率。

### 2. 遺傳演算法單因子分組報酬

本文研究發現藉由因子選股，並且搭配遺傳演算法的方式，針對不同的目標函數制定出投資組合的權重分配，期許能同時符合遺傳演算法的目標函數，並勝過等權重分配的投資組

合。可以發現從回測期間 1998 年 01 月至 2019 年 6 月共 21 年又 6 個月的區間，投資組合買進 10 檔，並且於買進後的每三個月重新分配權重和選股公司，與台灣加權股價指數 (TSE) 同期間報酬表現互相比較。

表一為夏普比率最佳 10 檔投資組合績效表現，當策略追求夏普指數極大化時，代表投資人十分重視投組報酬和風險之間的比率，在承受同一單位的風險情況下，投資人偏好更高的報酬，可以發現 8 個因子當中，透過遺傳演算法權重分配的方式，使每個因子的夏普指數高於台灣加權指數的夏普指數，也代表這個投資組合策略，可以更符合投資人追求夏普指數極大化的需求，從年化報酬率的方面來探討，可以發現所有的因子皆顯著大於大盤的年化報酬率，並且所有的因子年化報酬率有達到 10% 以上水準，而從顯著性檢定來探討，GP、IA、ILLIQ、IVOL、MAX、ROE、SIZE 單因子投資組合表現較好且超額報酬顯著，而其中表現最好的因子為 IVOL，IVOL 因子在 Jensen.alpha 超額報酬之 p-value 為 0.0008，小於 0.01 據統計顯著性，夏普指數及 Sortino 指數優於其他因子表現。

表二為夏普比率最佳 10 檔投資組合各年度績效表現，可以發現當遇到 2000 年網路泡沫以及 2008 年金融海嘯的事件時，因子組成投資組合雖不能有效防止資產的損失，但仍有數個因子的投資組合損失小於大盤。另當大盤報酬率為正數時，因子投組普遍創造出較高的超額報酬，也使其平均年化報酬率可以達到 10% 以上，有效替投資人創造較高的獲利。



表一：夏普指數最佳 10 檔投資組合績效表現

	TSE	BM	GP	IA	ILLIQ	IVOL	MAX	ROE	SIZE
平均報酬	4.7%	17.6%	21.2%	15.3%	18.0%	16.9%	14.1%	21.9%	21.6%
最大漲幅	78.3%	144.7%	127.6%	132.5%	132.9%	51.1%	42.8%	150.7%	123.6%
最大跌幅	-46.0%	-49.2%	-52.0%	-48.2%	-37.3%	-25.9%	-32.4%	-57.5%	-57.2%
中位數	8.8%	12.1%	16.4%	11.4%	11.7%	19.7%	19.0%	19.9%	24.0%
年標準差	26.6%	46.5%	38.9%	37.8%	34.5%	20.4%	21.8%	42.4%	38.6%
下檔風險	17.1%	18.6%	15.4%	15.3%	11.3%	7.0%	11.3%	17.5%	17.5%
累積報酬	32.3%	644.3%	2142.9%	697.5%	1621.2%	2125.7%	1063.4%	1937.1%	2159.0%
年化報酬	1.4%	10.6%	16.8%	10.9%	15.3%	16.8%	13.1%	16.3%	16.9%
下跌機率	31.8%	40.9%	18.2%	31.8%	22.7%	27.3%	22.7%	27.3%	22.7%
變異係數	0.18	0.38	0.55	0.41	0.52	0.83	0.65	0.52	0.56
夏普指數(2%)	0.10	0.34	0.50	0.35	0.46	0.73	0.55	0.47	0.51
Sortino(2%)	0.16	0.84	1.25	0.87	1.42	2.13	1.07	1.14	1.12
Jensen.alpha	NA	12.4%	15.8%	10.2%	13.8%	13.6%	10.7%	16.2%	17.1%
Jensen.alpha.p	NA	0.1090	0.0011**	0.0423*	0.0274*	0.0008***	0.0086**	0.0016**	0.0150*

註：本表為各單因子買進 10 檔之投資組合與 TSE 績效表現之比較表，期間為 1998 年 01 月至 2019 年 6 月，共 20 年又 6 個月。除累積報酬外，其餘項目皆以年為單位計算，其中下跌機率為投資組合下跌之年數除以總年數；累積報酬為以複利計算之 20 年又六個月總報酬；年化報酬為累積報酬之幾何平均；夏普指數、索提諾指數與詹森指數之無風險利率皆為 2%。其中 \* 表示在 5% 水準下顯著，\*\* 表示在 1% 水準下顯著，\*\*\* 表示在 0.1% 水準下顯著。

表二：夏普比率最佳 10 檔投資組合各年度績效表現

Year	TSE	BM	GP	IA	ILLIQ	IVOL	MAX	ROE	SIZE
1998	-21.6%	-16.7%	-10.3%	-7.5%	4.9%	-8.9%	-17.1%	3.0%	38.7%
1999	31.6%	-29.0%	62.9%	-1.2%	-37.3%	-5.2%	-21.2%	30.5%	-35.7%
2000	-43.9%	-49.2%	-52.0%	-48.2%	-16.7%	-25.9%	-32.4%	-47.2%	-57.2%
2001	17.1%	-26.4%	34.7%	44.3%	-9.5%	-1.9%	34.1%	37.2%	33.6%
2002	-19.8%	81.7%	0.9%	19.9%	37.9%	8.2%	10.1%	-3.9%	38.0%
2003	32.3%	96.5%	14.2%	38.0%	41.5%	20.7%	31.8%	27.9%	53.1%
2004	4.2%	13.0%	0.7%	48.8%	6.4%	18.7%	17.7%	-15.1%	-4.2%
2005	6.7%	-1.2%	66.1%	22.7%	20.3%	14.6%	10.8%	55.5%	17.0%
2006	19.5%	53.0%	54.5%	66.5%	54.6%	43.8%	40.2%	59.1%	85.8%
2007	8.7%	18.0%	18.6%	1.0%	15.5%	51.1%	27.6%	9.7%	12.1%
2008	-46.0%	-42.6%	-40.7%	-33.6%	-24.8%	-6.9%	-23.9%	-57.5%	-26.8%
2009	78.3%	144.7%	127.6%	132.5%	132.9%	47.8%	33.3%	150.7%	123.6%
2010	9.6%	37.1%	28.4%	15.2%	38.3%	22.3%	26.2%	45.2%	24.6%
2011	-21.2%	-20.8%	-4.7%	-2.5%	14.2%	16.9%	7.5%	-7.4%	17.6%
2012	8.9%	18.0%	28.8%	7.9%	9.1%	35.6%	42.8%	48.7%	20.5%

續表二：夏普比率最佳 10 檔投資組合各年度績效表現

Year	TSE	BM	GP	IA	ILLIQ	IVOL	MAX	ROE	SIZE
2013	11.8%	33.0%	69.5%	24.2%	41.5%	37.7%	28.5%	59.6%	37.3%
2014	8.1%	10.0%	9.0%	4.5%	8.1%	21.4%	20.3%	5.1%	24.6%
2015	-10.4%	-11.1%	1.9%	-27.4%	-5.5%	-10.2%	-6.9%	15.0%	31.0%
2016	11.0%	31.7%	0.9%	30.7%	8.9%	26.7%	24.4%	10.1%	24.8%
2017	15.0%	36.2%	23.4%	14.8%	17.4%	27.8%	32.4%	31.9%	23.5%
2018	-8.6%	-0.2%	7.1%	-13.4%	2.9%	13.5%	8.1%	-0.7%	-23.2%
2019	11.3%	11.3%	25.9%	0.4%	35.9%	24.8%	15.3%	24.7%	17.0%

## 伍、結論

本研究經由文獻探討得知，投資組合在建構時最主要的三件事：選股、擇時和權重分配，常常是投資人最在意也是最難以同時完成的目標。首先，不同於以往的等權重分配或等市值分配的方式，本文利用遺傳演算法的方法，提供投資人在權重分配方面，有更符合自身目標函數的策略，而且遺傳演算法特別適用

於，當搜尋目標函數的空間很大、非線性、複雜並且可能有雜訊時的數據，其能夠進行大量並且縝密的計算，在搜尋最佳解的過程中也是相對有效率的方式，使投資人可以運用演算法的策略以及方法，大幅度縮短權重分配的時間，並且建構出優於等權重分配投組的績效表現。另研究發現在 1998 年到 2019 年上半年的區間內，相對台灣加權股價指數有較好的績效。

## 參考資料

1. 陳廣謙，（2018），因子投資於台灣股票市場之績效表現，國立中興大學碩士論文。
2. Amihud, Y. (2002). Illiquidity and stock returns: cross-section and time-series effects. *Journal of Financial Markets*, 5 (1), 31-56.
3. Ang, A., Chen, J., & Xing, Y. (2006). Downside risk. *Review of Financial Studies*, 19 (4), 1191-1239.
4. Bali, T. G., Brown, S., Murray, S., & Tang, Y. (2014). Betting against beta or demand for lottery. *Georgetown McDonough School of Business Research Paper*, 2408146.
5. Bondt, W. F., & Thaler, R. (1985). Does the stock market overreact? *Journal of Finance*, 40 (3), 793-805.
6. Chen, L., Novy-Marx, R., & Zhang, L. (2011). An alternative three-factor model. *Unpublished working paper*, University of Rochester.

7. Chow, T., J. Hsu, L. Kuo,&F. Li. (2014) . A Study of Low-Volatility Portfolio Construction Methods. *Journal of Portfolio Management* , 40 ( 4 ) , 89 – 105.
8. Fama, E. F.,&French, K. R. ( 1992 ) . The cross-section of expected stock returns. *Journal of Finance*, 47 ( 2 ) , 427-465. 22.
9. Fama, E. F.,&French, K. R. ( 1993 ) . Common risk factors in the returns on stocks and bonds. *Journal of Financial Economics* , 33 ( 1 ) , 3-56.
10. Fama, E. F.,&French, K. R. ( 2006 ) . Profitability, investment and average returns. *Journal of Financial Economics* , 82 ( 3 ) , 491-518.
11. Jensen, M. C. ( 1968 ) . The performance of mutual funds in the period 1945 – 1964. *Journal of Finance* , 23 ( 2 ) , 389-416.
12. Kumar, A. ( 2009 ) . Who gambles in the stock market? *Journal of Finance*, 64 ( 4 ) , 1889-1933.
13. Markowitz, H. M. ( 1952 ) . Portfolio Selection, *Journal of Finance* , 7, 77-91.
14. Markowitz, H. M. ( 1999 ) .The Early History of Portfolio Theory : 1600-1960, *Financial Analysts Journal* , 5-16.
15. Novy-Marx, R. ( 2013 ) . The other side of value : Good growth and the gross profitability premium. *Journal of Financial Economics* , 108 ( 1 ) , 1-28.
16. Sharpe, W. F. ( 1964 ) . Capital asset prices : A theory of market equilibrium under conditions of risk. *Journal of Finance* , 19 ( 3 ) , 425-442.
17. Sharpe, W. F. ( 1966 ) . Mutual fund performance. *Journal of Business* , 39 ( 1 ) , 119-138.
18. Titman, S., Wei, K. J.,&Xie, F. ( 2004 ) . Capital investments and stock returns. *Journal Of financial and Quantitative Analysis*, 39 ( 4 ) , 677-700.

