

# 應用基因演算法於教師介聘多角調作業之探討

## —以台閩地區公立幼稚園教師外縣市介聘為例

王 修

國立高雄師範大學  
資訊教育研究所  
[hsiu@ks.edu.tw](mailto:hsiu@ks.edu.tw)

劉東官

國立高雄第一科技大學  
機械與自動化工程系  
[tkliu@ccms.nkfust.edu.tw](mailto:tkliu@ccms.nkfust.edu.tw)

楊中皇

國立高雄師範大學  
資訊教育研究所  
[chyang@computer.org](mailto:chyang@computer.org)

### 摘要

本研究旨在應用基因演算法 (Genetic Algorithm, GA) 於教師介聘之多角調作業，提出一有效突破現階段作業方式限制之方法，以增進介聘成功人數。經以 93 至 96 年「台閩地區公立國民中小學暨幼稚園教師申請介聘外縣市服務作業」單調未成功之幼稚園教師進行實驗，結果發現本研究所提出之方法，能有效增進介聘成功人數最高達 25%。

現階段教師介聘之多角調作業，係基於每位教師之服務學校與選填志願學校之間的彼此對應關係，依序進行由高分者發起藉由交換彼此服務學校之互調、三角調、四角調與五角調的媒合作業，解空間限制為  $N!/(N-M)!$ ，其中  $N$  為作業人數， $M$  為  $M$  角調，屬於 NP-Hard 問題，傳統的決定的 (Determinative) 或是數學推論 (Inference) 的方法，均難以有效解決。

基因演算法為一全域解最佳化搜尋方法，經多年發展，在物理、工程、醫學……等諸多領域已有成功應用。本研究應用 GA 之全域解搜尋能力，採用字串編碼與單點交配、相鄰搜尋突變、基因修補以及多樣性維持等操作，輔以田口實驗法進行 GA 參數設計，經實驗證明，可突破現階段作業解空間之限制，有效求得逼近最佳解。

為提供使用者更為便捷之作業環境，本研究採用 Web Base 架構建置應用系統，透過瀏覽器執行，大幅提昇介聘作業效率。

**關鍵詞：**教師介聘、教師遷調、多角調、進化演算、多樣性維持

# 應用基因演算法於教師介聘多角調作業之探討

## —以台閩地區公立幼稚園教師外縣市介聘為例

### 摘要

本研究旨在應用基因演算法 (Genetic Algorithm, GA) 於教師介聘之多角調作業，提出一有效突破現階段作業方式限制之方法，以增進介聘成功人數。經以 93 至 96 年「台閩地區公立國民中小學暨幼稚園教師申請介聘外縣市服務作業」單調未成功之幼稚園教師進行實驗，結果發現本研究提出之方法，能有效增進介聘成功人數最高達 25%。

現階段教師介聘之多角調作業，係基於每位教師之服務學校與選填志願學校之間的彼此對應關係，依序進行由高分者發起藉由交換彼此服務學校之互調、三角調、四角調與五角調的媒合作業，解空間限制為  $N!/(N-M)!$ ，其中  $N$  為作業人數， $M$  為  $M$  角調，屬於 NP-Hard 問題，傳統的決定的 (Determinative) 或是數學推論 (Inference) 的方法，均難以有效解決。

基因演算法為一全域解最佳化搜尋方法，經多年發展，在物理、工程、醫學……等諸多領域已有成功應用。本研究應用 GA 之全域解搜尋能力，採用字串編碼與單點交配、相鄰搜尋突變、基因修補以及多樣性維持等操作，輔以田口實驗法進行 GA 參數設計，經實驗證明，可突破現階段作業解空間之限制，有效求得逼近最佳解。

為提供使用者更為便捷之作業環境，本研究採用 Web Base 架構建置應用系統，透過瀏覽器執行，大幅提昇介聘作業效率。

**關鍵詞：**教師介聘、教師遷調、多角調、進化演算、多樣性維持

### 1. 前言

「台閩地區公立國民中小學暨幼稚園教師申請介聘外縣市服務作業」為每年教育主管機關之例行大事，其目的在於服務全國各縣市基於個人生涯規劃 (進修) 與生活不便 (交通、照顧家人) 等因素，

而興起遷調念頭之國民中小學與幼稚園教師，使能順利介聘至理想之學校服務，以謀教育工作之順遂推行[4]。

現階段台閩地區介聘作業將教師介聘程序劃分為二個階段：單調與多角調[5]，分述如下：

「單調」係以缺額為主、依教師之積分高低與志願順序所辦理之介聘作業；缺額，即學校所提出之員額需求。在單調作業階段，積分高者絕對優先。

「多角調」係單調作業結束後，尚未介聘成功之教師，基於其服務學校與選填志願學校之間的彼此對應關係，依序進行由高分者發起藉由交換彼此服務學校之互調、三角調、四角調與五角調的媒合作業。

多角調作業牽連甚廣，雖由高分者發動，但並未完全符合積分高者優先之公平原則，如要完全預防高分低調之情形發生，唯一的方法就是：捨棄多角調作業，完全採用單調作業。

台閩地區介聘作業之精神，在於考量教師之實際需求，提供更多作業方式，使能介聘至理想之學校服務，在推行教育工作之餘，便於就近照顧家人與進修研習，故於「調動公平性」與「調動成功率」二者權衡之下，訂定了多角調作業。惟現階段多角調作業，應用傳統的決定的 (Determinative) 方法，基於時效之考量，將作業程序劃分為：互調、三角調、四角調與五角調，雖可縮短作業時間，卻也大幅限制了解空間，無法求得全域最佳解。

本研究應用基因演算法 (Genetic Algorithm, GA) 於教師介聘之多角調作業，提出一有效突破現階段作業方式限制之方法，並以 93 至 96 年「台閩地區公立國民中小學暨幼稚園教師申請介聘外縣市服務作業」單調未成功之幼稚園教師為例，進行增進多角調作業成功人數之探討。

本文將於第二節針對台閩地區介聘作業與 GA 進行文獻探討；關於本研究所探討之問題則於第三節說明，第四節則為本研究應用 GA 增進多角調作

業成功人數之研究方法與模型；本研究之實驗與結果則於第五節詳述；第六節為本文結論；文末將列出本研究所參考之文獻來源。

## 2. 文獻探討

### 2.1. 台閩地區介聘

政府鑑於國民學校人事之安定，攸關國民教育之正常發展，台灣省政府教育廳乃於民國 54 年訂頒「台灣省國民學校教育人員儲備遴用遷調辦法」，明訂教師遷調作業之辦理方式，並於民國 55 年辦理教師遷調作業[4]。

為增加教師遷調機會，自民國 58 年起，教師得申請兩個相鄰之（第一、第二）志願縣市，並增列許多優先遷調之作業順序與條件，例如：指名互調之雙方，如為兄弟姊妹或父母子女之關係者，可優先互調；雙方如為翁（婆）媳或夫妻之關係者，可申請指名互調[4]。

隨著台北市與高雄市分別升格為院轄市後，教育部為了促進省市教育人員之流通，於民國 71 年訂定「國民中小學教育人員甄選儲訓及遷調辦法」，除為省市政府訂定有關教師遷調辦法之依據外，也將國民中小學與幼稚園教師介聘大致區分為：台閩地區介聘與縣（市）內介聘等二類[4]。

民國 76 年起，台閩地區介聘採用電腦化作業，先後辦理互調、單調與多角調。此後，即以單調、互調與多角調為主要之作業方式[4]。

為解決因第一、二志願縣市積分不同所造成之低分調成、高分卻調不成的問題，並提高教師選填志願學校之彈性，自民國 92 年起，取消第一、二志願縣市之限制，教師依然得選填二個志願縣市，但已無第一或第二之分別，可依實際需求混合選填二個志願縣市之學校，作業方式為：1.單調、2.互調、3.三角調、4.四角調與 5.五角調[5]。民國 96 年規定教師必須選填 10 所（含）以上志願學校，或所申請介聘縣市委辦學校總數未滿 20 所但選填志願學校數達委辦學校總數二分之一者，始得參加互調與多角調作業，可選填之志願學校總數，由原來的 100 個志願，增加為 120 個志願[5]。

根據民國 96 年「台閩地區公立國民中小學暨幼稚園教師申請介聘他縣市服務作業要點」，介聘作業流程如下[5]：

1. 召開介聘作業籌備會議
2. 發佈介聘作業要點
3. 辦理各縣市電腦作業人員研習
4. 各縣市上網登錄學校名單及確認管制名單
5. 參加介聘教師上網填報資料
6. 縣市委員會辦理申請人積分審查
7. 各縣市上網登錄單調缺額
8. 召開介聘作業協調會議
9. 各縣市將介聘作業結果通知各學校
10. 介聘學校召開教評會審查並將介聘名單傳送聯合委員會
11. 召開介聘確認會議
12. 調入縣市轉知介聘學校通知教師報到
13. 召開介聘作業檢討會

有關台閩地區介聘之電腦化作業，多年來均由教育部國教司委請彰化縣陽明國中辦理。民國 90 至 96 年，改由教育部電算中心負責，並委託高雄縣教育網路中心辦理。

#### 2.1.1. 影響介聘因素

對教師而言，影響介聘成功與否之因素有：志願學校、任教地區限制、應聘科（類）別與積分。任教地區限制係為教師證書備註欄中之任教地區註記，此註記代表該教師可任教之學校地區類型，無註記時，表示可至任何地區之學校任教，其關係如表 1 所示[5]。應聘科（類）別係教師依據其合格教師證書所申請介聘之科（類）別，最多可申請原服務同一教育階段之三種介聘科（類）別，例如：國中的「國文」與「數學」，國小與幼稚園的「普通」與「身心障礙」；其中第一種科（類）別須為原校之應聘科（類）別。

對學校而言，影響介聘成功與否的因素有：學校的缺額科（類）別種類與地區類型。舉例來說：某國民中學，地區類型為一般地區，有一個數學科缺額，則欲介聘至該校之教師，必須符合下列條件：

1. 該校為其志願學校

2. 應聘科（類）別中含有數學科
3. 沒有任教地區限制（一般地區）

表 1：任教地區限制與可任教地區學校之關係

註記 \ 學校	一般	特殊	偏遠	特偏
沒有註記	O	O	O	O
特殊地區	X	O	O	O
偏遠地區	X	X	O	O

資料來源：96 年台閩地區公立國民中小學暨幼稚園教師外縣市介聘網站，<http://exc.ks.edu.tw/>

### 2.1.2. 單調作業

單調作業之先決條件是要有「缺額」。如果沒有缺額，或所提供之缺額，均非所有教師之志願學校時，單調作業就無法發生任何作用。

簡言之，當某校有缺額可供教師調入時，會先找出符合前述介聘至該校條件之教師，再依積分高低陸續介聘至該校，直到缺額用盡為止。符合條件之教師包含尚未介聘成功之教師，與已經介聘成功但所介聘之學校志願順序排在該校之後的教師。

介聘成功之教師，原服務學校或先前已介聘成功之學校必須連帶釋出缺額，經判斷為「可能有效之缺額」，則納入下一輪單調作業。已介聘成功之教師，如非介聘至第一志願學校，可繼續參加每一輪單調作業。如此循環，直到所有缺額均非所有教師之志願學校為止，此一作業方式稱之為「單調」。

### 2.1.3. 多角調作業

單調作業結束後，尚未介聘成功且符合參加多角調作業條件之教師，按積分高低排序，依序由高分者依其志願學校順序發起互調作業。舉例而言，在高分者 A 的志願學校中，發現 B 選填其服務學校為志願學校，且  $A \rightarrow B$  與  $B \rightarrow A$  之任教地區限制與應聘科（類）別均相符時，則 A、B 兩人互相介聘至對方之服務學校，此一作業方式稱之為「互調」。

互調作業結束後，尚未介聘成功之教師，按積分高低排序，依序由高分者依其志願學校順序發起三角調作業。如果在高分者 A 的志願學校中，發現了 B 並在 B 的志願學校中，同時也發現 C 選填 A 之服務學校為志願學校，且  $A \rightarrow B$ 、 $B \rightarrow C$  與  $C \rightarrow A$

之任教地區限制與應聘科（類）別均相符時，則 A、B、C 三人分別介聘至 B、C、A 之服務學校，此一作業方式稱之為「三角調」。四角調與五角調之作業方式，可依三角調之作業方式類推。

多角調作業屬於 NP-Hard 問題，運算極為耗時，基於時效之考量，除了分階段進行外，作業範圍也僅止於五角調。此作法雖可縮短作業時間，但卻排除六角調、七角調、... M 角調。以 N 位教師 M 角調為例，解空間為  $N!/(N-M)!$ 。

此外，分階段進行之作業方式，也可能會因為階段在前之互調成功，造成階段在後且可達成三角調、四角調或五角調之關聯消失，因而降低介聘成功人數。以圖 1 為例，三位教師之間存在可達成三角調之三角關聯（虛線所示），但因多角調之作業程序是先進行互調，因此，當積分最高的王五依其志願學校順序發起互調作業時，即與張三五調成功（實線所示），原三角關聯則隨之消失。

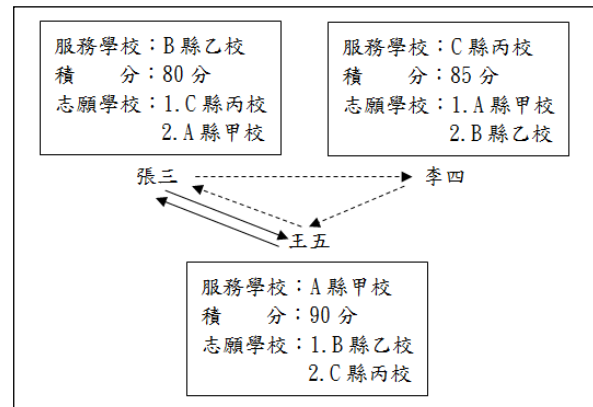


圖 1：三角關聯因互調成功而消失

資料來源：本研究整理

## 2.2. 基因演算法

基因演算法係由密西根大學 John Holland 教授與其學生於 1970 年首先提出，乃源自於自然界中「物競天擇，適者生存」之特性，模擬生物間之競爭觀念，類似基因演化之循環過程而成[6]，包含下列 5 項基本元件[8]：

1. 問題解法之基因表示式
2. 建立初始世代之方法
3. 計算適應值之適應函數
4. 複製子代時修改其成分之基因操作

### 5. 基因演算法之參數值

所謂基因演算法，簡言之就是「利用基因遺傳的原則寫出來的程式」[3]。由於基因具有複製（Reproduction）、交配（Crossover）與突變（Mutation）等能力，因此會自然淘汰劣質基因，留下優良基因。應用 GA 求解時，如何將問題的解法進行編碼成為染色體（Chromosome），是非常重要的關鍵[8]，因為 GA 之複製、交配、突變等基因操作，係針對此表示問題解法之染色體進行，設計不良，將會嚴重影響結果。其次，就是要針對問題之特性，定義出合宜的適應函數，使能挑選出更好、更優秀的子代。

GA 經過多年發展，在物理、工程、醫學...等諸多領域已有成功應用[3]，諸如模具生產[2]、排課問題[1, 7]等與排程有關之研究[9, 10, 12]，幾乎都應用了 GA。此外，提升 GA 效率之改良方法，例如：結合傳統 GA (Traditional GA, TGA) 與田口實驗法 (Taguchi method) 的 ITGA (Intelligent Taguchi-Genetic Algorithm) [9] 與 HTGA (Hybrid Taguchi-Genetic Algorithm) [10, 11] 等方法也已提出，此均顯示 GA 確實為一全域解最佳化搜尋方法。

### 3. 問題探討

假設有  $N$  位教師進入多角調，即可視為有  $N$  所學校以該教師原應聘之科（類）別為缺額，供  $N$  位教師進行介聘作業，解空間為  $N!$ 。教師  $T$  與其所介聘之學校  $S$  會有以下三種結果：

- A. 完全符合下列條件時，即表示介聘成功，為正確且良好之結果：
  - (1)  $S$  為  $T$  之志願學校
  - (2)  $T$  之應聘科（類）別包含  $S$  之缺額科（類）別
  - (3)  $T$  之任教地區限制符合  $S$  之地區類型
- B.  $S$  為  $T$  之原任學校時，即表示介聘失敗（留任原校），為正確但非良好之結果。
- C.  $S$  與  $T$  未符合上述二者時，即表示介聘錯誤，為錯誤結果。

對介聘作業而言，A 與 B 雖有差異，但同屬可接受之正確結果，惟在 A 中須進一步考慮其積分高

低、志願學校與應聘科（類）別順序，使能達到更佳之結果，C 則為不可接受之錯誤結果。簡言之，在  $N$  位教師中，每位教師與其所介聘之學校的關係，均須為 A 或 B，介聘作業方為成功，否則都屬失敗。

## 4. 研究方法與模型

### 4.1. 染色體結構

本研究表示問題解法之染色體結構如圖 2 所示。染色體中含有  $N$  個基因，代表共有  $N$  位教師參加多角調作業。每個基因代表每位參加介聘之教師，基因之位置則代表其所介聘之學校，每一染色體即表示一種可能之介聘結果。

### 4.2. 目標函數 (Objective Function)

對本研究而言，染色體中的每個基因（教師）依據其所在之位置（介聘之學校），會有不同之結果，其評估值也各有不同，目標函數為各評估值之總和。本研究對目標函數值的期望為越小越好，針對前述三種不同結果，各評估值定義如下：

1. 「介聘成功」：屬於正確、良好之結果，評估值最佳。在此結果下，為使能繼續進化，評估值必須考量教師積分  $y_a$  之高低、志願學校順序  $y_b$  與應聘科（類）別順序  $y_c$ ，評估值為  $y_s = 1/y_a + y_b + y_c$ 。
2. 「介聘失敗」：屬於正確、但非良好之結果，評估值次之，須稍高於第一種結果。評估值為大於  $y_s$  之常數  $y_f$ 。
3. 「介聘錯誤」：屬於錯誤結果，評估值最差，必須加上懲罰值，使其自然淘汰。評估值為遠大於  $y_s$  之常數  $y_e$ 。

因此，染色體之目標函數值如下：

$$Y = \sum_{i=1}^N y_i, \quad (1)$$

$$\text{其中, } y_i = \begin{cases} y_s & \text{if } Success \\ y_f & \text{if } Fail \\ y_e & \text{if } Error \end{cases}.$$

教師 1	教師 2	教師 3	...	教師 N
學校 1	學校 2	學校 3	...	學校 N

圖 2：表示問題解法之染色體結構

資料來源：本研究整理

### 4.3. 基因操作 (Genetic Operations)

#### 4.3.1. 複製 (Reproduction)

本研究採用輪盤選擇法 (Roulette Wheel Selection) 來進行複製。此法係於每一代之演算過程中，依據每一染色體之適應函數值，決定其在輪盤上所佔的面積。適應函數值越佳，所佔之面積則較大；反之，所佔之面積則較小。此面積之大小比率即表示染色體被挑選至下一代的機率。

#### 4.3.2. 交配 (Crossover)

本研究採用單點交配法來進行交配。此法係在選取之兩個染色體中，隨機選擇一交配點，兩個染色體位於交配點右方之基因互相關換並進行修復，產生新的可用之染色體，交配方式如圖 3 所示。

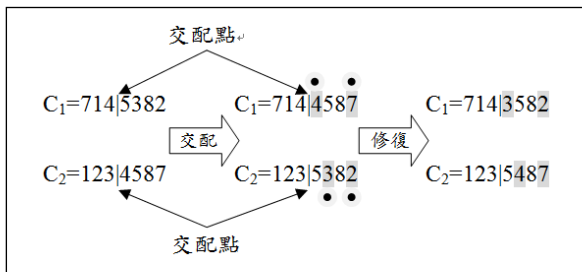


圖 3：單點交配法

資料來源：本研究整理

#### 4.3.3. 突變 (Mutation)

本研究採用  $P_m^k$  種組合之相鄰搜尋突變法 (Neighbor Search Mutation, NSM) [12] 進行突變。此法係於染色體  $m$  個基因中隨機選取  $k$  個基因，進行排列組合產生候選染色體，經計算所有染色體之適應函數值後，挑選最佳之染色體，圖 4 舉例  $k=3$  之相鄰搜尋突變法。

#### 4.3.4. 修補 (Repair)

本研究為了加速演化收斂，針對突變後染色體

中造成介聘錯誤之基因進行修補。此法係於造成介聘錯誤之基因中，隨機選取二個進行互換產生新染色體，經計算其適應函數值，如較原染色體為佳則替換之，否則即予丟棄，修補方式如圖 5 所示。

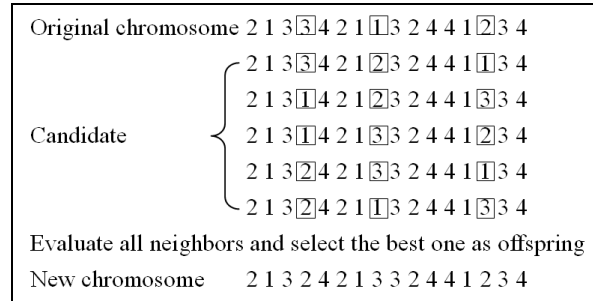


圖 4：相鄰搜尋突變法

資料來源：Gen M. and Cheng R., 1997

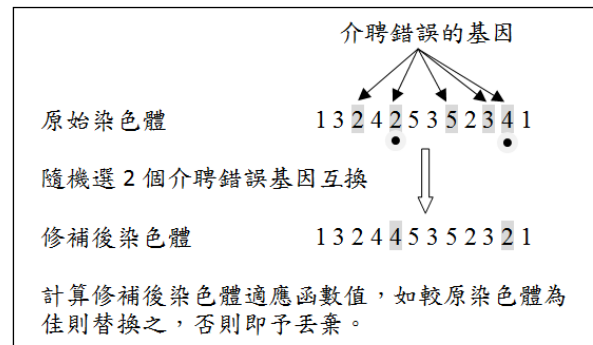


圖 5：修補

資料來源：本研究整理

#### 4.3.5. 多樣性維持 (Diversity Maintenance)

為了維護 GA 之搜尋空間，與維持大量之族群差異，當某一世代演化完成後，在新的子代中由上而下、逐一檢查每一染色體，如發現該染色體與上一染色體之適應函數值相同時，則從適應函數值較差的染色體中隨機挑選其一置換之。

### 4.4. 演化流程

首先，自 93 至 96 年「台閩地區公立幼稚園教師外縣市介聘電腦作業系統」資料庫中，過濾出單調作業未成功並符合參加多角調作業條件之幼稚園教師資料，經排除服務學校並非其他介聘教師之志願學校的教師資料後，進行染色體編碼並建立下列初始化資料檔：

1. 學校：編號、地區類型、應聘科 (類) 別

2. 教師：服務學校、應聘科（類）別、任教地區限制、志願學校、積分

接下來，於載入上述初始化資料檔後，隨機產生初始世代並計算適應函數值。之後，再依序進行「複製」、「交配」、「突變」、「修補」等操作產生新世代並計算其適應函數值，如此循環。本研究所指定之終止條件為演化世代數，如上述作業滿足終止條件時，演化即告結束，演化流程如圖 6 所示。

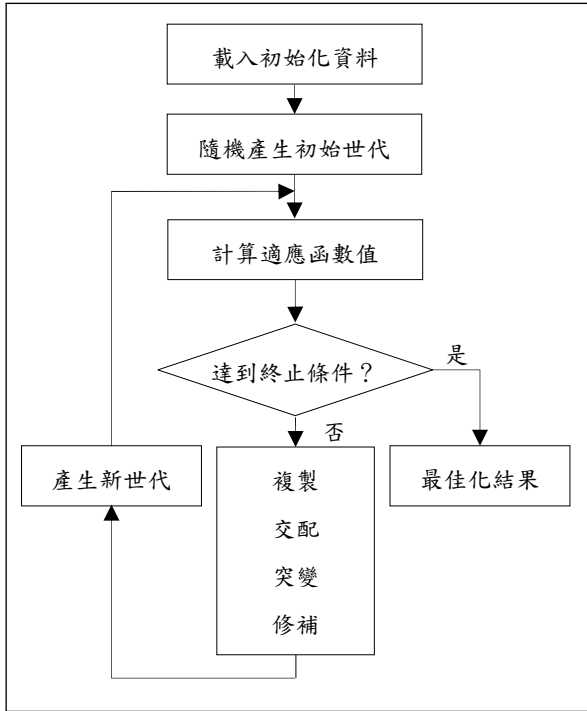


圖 6：演化流程

資料來源：本研究整理

表 2： $L_9(3^4)$ 直交表

NO	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	1	1	1	2	2	2	3	3	3
B	1	2	3	1	2	3	1	2	3
C	1	2	3	2	3	1	3	1	2
D	1	2	3	3	1	2	2	3	1

資料來源：吳宗益，2002

#### 4.5. 設定參數

對 GA 而言，發現並選具有效率之參數值（族群大小、演化世代、交配率與突變率），是一件非常重要的事[8]。本研究透過田口實驗法（Taguchi method）使用  $L_9(3^4)$ 直交表（表 2），進行 3 水準 4 控制因子（表 3）共 9 次實驗，利用 ANOVA 得到

各參數之貢獻度並於調整參數值後，再進行 3 次確認實驗，以取得兼具效率與效能之參數值[2]。

表 3：控制因子參數表

控制因子	水準 1	水準 2	水準 3
A 族群大小	100	200	300
B 交配率	0.1	0.5	0.9
C 突變率	0.1	0.5	0.9
D 演化世代	1000	2000	3000

資料來源：本研究整理

## 5. 實驗與結果

### 5.1. 應用系統

本研究採用 Web Base 架構，以 Apache 為網頁伺服器，使用 PHP 伺服器端腳本語言撰寫應用系統，透過瀏覽器執行，圖 7、8 為系統執行畫面。

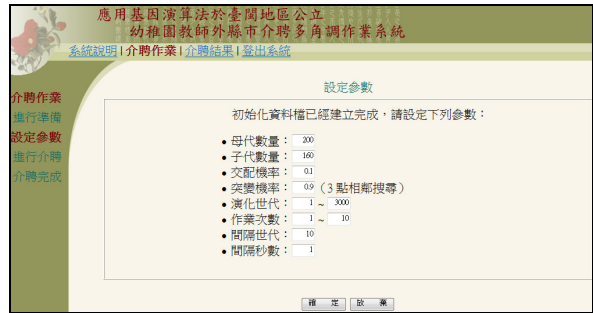


圖 7：設定參數

資料來源：本研究整理

序	ID	原任學校	應聘科類別	身份類型	積分	新任學校
1	B220*****	桃園縣青溪附幼	1.普通 - 2. - 3.	一般地區	147.0	臺中縣山陽附幼 - 普通
2	F220*****	臺北市康寧附幼	1.普通 - 2. - 3.	一般地區	137.5	臺北縣丹鳳附幼 - 普通
3	T220*****	屏東縣民生附幼	1.普通 - 2. - 3.	一般地區	131.0	新竹縣東安附幼 - 普通
4	J220*****	苗栗縣永貞附幼	1.普通 - 2. - 3.	一般地區	128.0	桃園縣大同附幼 - 普通
5	H221*****	臺北縣鶯歌中幼	1.普通 - 2. - 3.	一般地區	126.5	桃園縣大崗附幼 - 普通
6	A222*****	金門縣卓環附幼	1.普通 - 2. - 3.	一般地區	123.0	臺北市大直附幼 - 普通
7	D221*****	臺南市第一北門	1.普通 - 2. - 3.	一般地區	117.5	桃園縣青溪附幼 - 普通
8	D221*****	臺南市第一	1.普通 - 2. - 3.	一般地區	117.0	高雄市博愛附幼 - 普通
9	U220*****	桃園縣大同附幼	1.普通 - 2. - 3.	一般地區	103.5	新竹市東園附幼 - 普通
10	A223*****	新竹市東園附幼	1.普通 - 2. - 3.	一般地區	96.5	臺北市康寧附幼 - 普通

圖 8：演化結果

資料來源：本研究整理

### 5.2. 參數分析

由於民國 96 年台閩地區介聘作業增定參加多角調作業之條件，故本研究乃根據 96 年之資料進行 GA 參數分析。表 4 為  $L_9(3^4)$ 之實驗數據，根據

其 S/N 比所製成之回應表 (表 5) 可得 A2、B3、C3、D3 為最佳參數，經計算其 S/N 比為 -81.18 dB。

表 4：L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>) 實驗結果表

L <sub>9</sub> (3 <sup>4</sup> )	實驗次數					平均值 y	MSD	S/N 比 η(dB)
	y1	y2	y3	y4	y5			
1	25291	25359	26117	25142	25863	25554	653165236.8	-88.15
2	15475	14996	15271	16252	14763	15351	235926551.0	-83.73
3	11246	10053	12702	12970	12041	11802	140416542.0	-81.47
4	13686	12678	12439	12872	12918	12918	167066021.8	-82.23
5	16006	13882	14447	14442	14751	14705	216756226.8	-83.36
6	15867	16770	18019	17674	18625	17391	303387970.2	-84.82
7	13147	13259	12756	11443	11181	12357	153463447.2	-81.86
8	17635	16761	18608	17095	15822	17184	296151343.8	-84.72
9	15032	17782	16138	15841	17494	16457	271914581.8	-84.34

資料來源：本研究整理

表 5：回應表

	A	B	C	D
1	-84.45	-84.08	-85.90	-85.28
2	-83.47	-83.93	-83.43	-83.47
3	-83.64	-83.55	-82.23	-82.81
max-min	0.98	0.53	3.66	2.48

資料來源：本研究整理

針對表 4 之 S/N 比進行 ANOVA (表 6)，發現交配率之貢獻度最低，可斷定為非主要控制因子。為縮短演化時間，將交配率調整為 B1 (0.1)，以 A2、B1、C3、D3 為參數進行 3 次確認實驗。實驗結果 (表 7) 之 S/N 比為 -81.03 dB，在容許範圍內，即實驗之重現性佳，故以 A2、B1、C3、D3 為參數值。

### 5.3. 結果與比較

為驗證本研究所提出之方法的有效性，除了 96 年之資料外，連同 93 至 95 年之資料，均根據上述 A2、B1、C3、D3 參數進行介聘作業，計算之結果與原結果之比較如表 8 所示，成功率最高可增加 25%，成功方式最高可達 11 角調 (表 9)。由於 93 至 95 年並無參加多角調作業之限制條件，多數請調教師僅選填 1 個志願學校，此為其增進成功率不如 96 年之主因。圖 10 為 96 年演化作業之介聘錯誤人數

的收斂圖，X 軸代表演化世代，Y 軸代表人數。從演化作業之收斂過程發現，雖於第 796 世代演化成功，因尚未達到終止條件，故持續進行演化，並於第 1072 世代得到最佳結果，表示其具有持續進化之能力，93 至 95 年亦有類似之收斂趨勢。

表 6：變異數分析表

因子	變動 S	自由度 f	變異 V	純變動	變異比	貢獻度%
A	1.6493	2	0.8247	1.6482	---	5.0110
B	0.4564	2	0.2282	0.4553	---	1.3868
C	20.9278	2	10.4639	20.9267	---	63.5847
D	9.8797	2	4.9399	9.8786	---	30.0175
e(誤差)	0.0000	0	0.0000	0.0000	---	0.0000
e <sub>T</sub> (誤差調和)	0.0000	0	0.0000	0.0000	---	0.0000
T(總和)	32.9133	8	---	32.9133	---	100.0000

資料來源：本研究整理

表 7：確認實驗結果表

確認實驗數據			y(平均)	MSD	η (db)
y1	y2	y3			
10675	10856	12192	11241	126817741.7	-81.03

資料來源：本研究整理

表 8：演化結果比較表

年度	成功人數			最高成功方式	
	原結果	GA	增益	原結果	GA
93	33	33	---	3 角	3 角
94	55	56	1.8%	4 角	4 角
95	57	59	3.5%	4 角	7 角
96	20	25	25.0%	3 角	11 角

資料來源：本研究整理

## 6. 結論

本研究應用 GA 於教師介聘之多角調作業，所提出突破現階段作業方式限制之方法，經以 93 至 96 年「台閩地區公立國民中小學暨幼稚園教師申請介聘外縣市服務作業」單調未成功之幼稚園教師進行實驗，結果發現確能有效突破原作業方式解空間之限制，增進介聘成功人數最高可達 25%。

GA 為一可廣泛應用之全域解最佳化搜尋方法，經本研究實驗證明，可應用於教師介聘之多角



調作業。未來，將可以國中小教師介聘為例，進行更進一步之研究探討。

表9：11角調關聯表

序	ID	原任學校	積分	新任學校
1	S2***	臺中縣神岡附幼	40.5	高雄縣甲仙附幼
2	P2***	高雄縣甲仙附幼	37.0	臺北縣明志中幼
3	E2***	臺北縣明志中幼	128.5	桃園縣青溪附幼
4	B2***	桃園縣青溪附幼	147.0	臺中縣山陽附幼
5	H2***	臺中縣山陽附幼	60.5	臺北縣鶯歌中幼
6	H2***	臺北縣鶯歌中幼	126.5	桃園縣大崗附幼
7	G2***	桃園縣大崗附幼	49.0	臺北縣自強中幼
8	F2***	臺北縣自強中幼	71.0	臺中縣車籠埔附
9	K2***	臺中縣車籠埔附	67.5	新竹市東園附幼
10	A2***	新竹市東園附幼	96.5	臺北市大直附幼
11	Q2***	臺北市大直附幼	92.5	臺中縣神岡附幼

資料來源：本研究整理

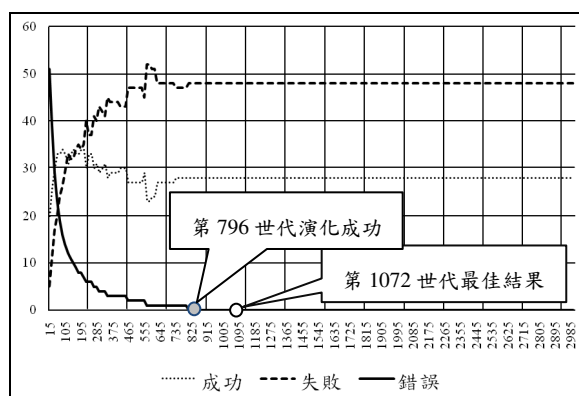


圖 10：介聘錯誤人數收斂過程

資料來源：本研究整理

## 參考文獻

- [1] 王富民，基因演算法於排課問題上之研究，國立台灣師範大學資訊教育研究所碩士論文，2002。
- [2] 吳宗益，應用基因演算法及田口實驗法於模具生產排程系統之研究，國立高雄第一科技大學機械與自動化工程系碩士論文，2002。
- [3] 周鵬程，遺傳演算法原理與應用-活用Matlab，

全華科技圖書股份有限公司，2001，台北。

- [4] 郭妙霓，中澳美小學教師遷調制度之比較研究，暨南國際大學比較教育研究所碩士論文，2002。
- [5] 高雄縣教育網路中心，96年台閩地區公立國民中小學暨幼稚園教師外縣市介聘網站，<http://exc.ks.edu.tw/>。
- [6] 劉東官，中山資工人工智慧教材，國立高雄第一科技大學機械與自動化工程系，2007。
- [7] 謝正瑜、楊俊傑，利用遺傳基因演算法提高教學排課滿意度之研究，2002年電腦與網路科技在教育上的應用研討會，國立新竹師範學院，新竹市，民國九十一年十一月，第286-291頁。
- [8] Gen M. and Cheng R., *GENETIC ALGORITHMS AND ENGINEERING DESIGN*, Wiley, 1997, New York.
- [9] Liu T.-K., Tsai J.-T., Chou J.-H., and Lai C.-H., "Job-shop scheduling problems by using an improved genetic algorithm", *Proc. of the 2005 SICE Annual Conference*, Okayama, Japan, August 2005, pp.944-949.
- [10] Liu T.-K., Tsai J.-T., and Chou J.-H., "Improved genetic algorithm for the job-shop scheduling problem", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 27, No. 9-10, February 2006, pp. 1021-1029.
- [11] Tsai J.-T., Liu T.-K., and Chou J.-H., "Hybrid Taguchi-Genetic Algorithm for Global Numerical Optimization", *IEEE TRANSACTIONS ON EVOLUTIONARY COMPUTATION*, Vol. 8, No. 4, August 2004, pp.365-377.
- [12] Tsujimura Y., Mafune Y., and Gen M., "Effects of Symbiotic Evolution in Genetic Algorithms for Job-shop Scheduling", *Proc. of the IEEE 34th International Conference on System Sciences*, Hawaii, 2001, pp. 1-7.