

# 發明專利申請書

- 一、 專利名稱：基於基因演算法之賽事時程表之最佳化
- 二、 論文名稱：以基因演算法應用於賽事時程表之最佳化問題
- 三、 論文作者：張哲軒
- 四、 論文出處：[臺灣博碩士論文知識加值系統](#)
- 五、 學生姓名：林庭均
- 六、 學生座號：110516023

# 發明摘要

## 【中文發明名稱】

基於基因演算法之賽事時程表之最佳化

## 【英文發明名稱】

OPTIMIZATION FOR TOURNAMENT SCHEDULING BASED ON GENETIC ALGORITHM

## 【中文】

本發明針對賽事時程表的編排問題，參考實際賽事的編排結果及編排人員的編排方式，設計一套能編排各種規模賽事時程表的最佳化演算法。以賽程中的輪次為單位，透過編排賽程輪次進行的順序，接著利用編碼的方式決定每場比賽進行的時間與場地，降低編排賽事時程表的複雜度。利用基因演算法作為最佳化演算法，搭配改善後的複製及交配方法與啟發式的突變方法，從數量眾多的賽事時程表編排組合中，找出最符合主辦單位需求及賽事時程表編排問題之編排結果。

## 【英文】

Aiming at the problem of scheduling schedules of events, this invention designs an optimized algorithm that can arrange schedules of events of various sizes with reference to the scheduling results of actual events and the arrangement methods used by experienced scheduling personnel. Taking the rounds in the schedule as the unit, by arranging the sequence of the rounds of the schedule, and then using some coding methods to determine the time and venue of each game to reduce the complexity of

scheduling the schedule. Using Genetic Algorithm as the optimization algorithm, with improved replication and mating methods and heuristic mutation methods, the scheduling algorithm can find the most suitable schedules for the needs of the organizers and the result of the scheduling of the event schedule from a large number of competition schedule arrangements.

### **【代表圖】**

**【本案指定代表圖】：**圖1

**【本代表圖之符號簡單說明】：**

硬性限制10

軟性限制20

目標函數30

初始化初始族群40

複製50

交配60

突變70

計算目標函數值80

# 發明專利說明書

## 【中文發明名稱】

基於基因演算法之賽事時程表之最佳化

## 【英文發明名稱】

OPTIMIZATION FOR TOURNAMENT SCHEDULING BASED ON GENETIC ALGORITHM

## 【技術領域】

【0001】 本發明係一種基於基因演算法之賽事時程表之最佳化。

## 【先前技術】

【0002】 基因演算法（Genetic Algorithm，簡稱GA）為數學中用於解決最佳化問題之全域搜索演算法，基因演算法經由初始母體的演化、迭代的過程，保留較優秀的子代。

【0003】 基因演算法流程：一開始隨機產生n個染色體；利用適應函數計算所有染色體的適應值；利用適應函數計算所有染色體的適應值；利用適應函數計算所有染色體的適應值；重覆前述「評估適應函數」、「選擇、複製」、「交配」、「突變」等步驟2至4次，執行完前述步驟2至4次的動作稱為1次迭代，直到收斂，其中，收斂的條件在於，迭代次數到達一定次數或是所有染色體都非常相似。

【0004】 編排一個賽事時程表需要考慮諸多條件，如：賽事進行之日期、比賽時間、可用場地總數，且須避免參賽選手需要連續進行比賽之狀況，以確保比賽之公平性。現今主辦單位如要舉辦賽事，多由編排人員

以人工進行處理，且愈大型之賽事愈多賽程數目，導致編排過程須注意更多細節，使得大型賽事之時程表編排比起小型賽事之時程表編排難上數倍，導致曠日廢時之情形。

## **【發明內容】**

**【0005】** 為解決上述課題，本發明提供一套能編排各種規模賽事時程表之系統，讓主辦單位事先設定賽事的相關限制，如：賽事天數、場館數目、賽程資料等等限制條件，系統會透過最佳化基因演算法與設定好的賽事限制條件，編排出類似或優於人工編排之效果。

**【0006】** 本發明之一項實施例提供一種基於基因演算法之賽事時程表之最佳化，其包含下列步驟：接收賽程編排的硬性限制與軟性限制，針對硬性限制與軟性限制進行編碼，轉為目標函數輸入；將賽程場館染色體進行初始化直到所有賽程群組都有對應的場館編號，接著賽程順序染色體會依據賽程場館染色體，再將各場館所屬的賽程基因隨機組合在一起，最後將各段基因依照場館編號組合在一起；將所述之染色體組合與目標函數比對，產生不可行解時，將所述之染色體組合進行基因運算的複製、交配、突變，以產生新族群；將所述之新族群與目標函數比對，當新族群符合目標函數，則將新族群視為最佳化解。

**【0007】** 於其中一項實施例中，編碼過程包含兩種編碼方式：第一種為將賽賽程轉換成染色體基因的編碼方式，第二種為將染色體基因轉換至賽事時程表的編碼方式。

**【0008】** 於其中一項實施例中，在第一種編碼方式中，每一組染色體都是由兩種染色體組成，前面是賽程順序染色體，後面是賽程場館染色

體。

【0009】 於其中一項實施例中，賽程順序染色體的交配方法係保序交配演算法。

【0010】 於其中一項實施例中，賽程順序染色體的突變方法係啟發式突變方法。

【0011】 藉由上述，本發明利用基因演算法搭配改善後的複製及交配方法與啟發式的突變方法，得以計算出最佳化解。

### 【圖式簡單說明】

【0012】

圖1係本發明之流程方塊示意圖

表2係賽事進行時間表

表3係四人組單循環賽範例

式4係出場機率定義

式5係目標函數定義

### 【實施方式】

【0013】 請參閱圖示，本發明提供一種基於基因演算法之賽事時程表之最佳化，其包含下列步驟：

【0014】 首先，輸入硬性條件10與軟性條件20。在進行賽事時程表編排的過程中，將必須滿足的限制條件當成硬性限制10；盡量能滿足的條件當成軟性限制20，所有硬、軟性限制如下所述。

【0015】 賽程編排的硬性限制10：同一時段、同一場地只能有一場比賽進行H1。每個時段的比賽數目不可大於該時段可使用的場地總數H2。

比賽需編排在賽事限制的時間與場地中H3。每場比賽只會出現在賽事時程表中一次H4。

【0016】 賽程編排的軟性限制20：參賽選手同一時段只能進行一場比賽S1。 參賽選手進行完比賽後需要休息後，才能進行下一場比賽S2。在淘汰賽制中，同一輪比賽編排在一起S3。 當賽事使用多個場館時，避免將參賽選手的比賽編排在不同場館進行S4。

【0017】 接著，初始化初始族群，在初始化步驟中，首先會初始化賽程場館染色體，每個賽程群組隨機選擇場館編號，但當選擇的場館剩餘可容納的比賽數目少於賽程群組的比賽總數時，將重新選擇場館編號，依此循環直到所有賽程群組都有對應的場館編號。接著賽程順序染色體會依據賽程場館染色體先將各場館所屬的賽程基因隨機組合在一起，最後再將各段基因依照場館編號組合在一起。

【0018】 其中，在編碼過程中包含兩種的編碼方式，第一種為將賽程轉換成染色體基因的編碼方式，第二種為將染色體基因轉換至賽事時程表的編碼方式。在第一種編碼方式中，每一組染色體都是由兩種染色體組成，前面是賽程順序染色體，後面是賽程場館染色體。賽程順序染色體是指各賽程編排在賽事時程表上的順序，而各賽程會因為其不同的賽制進行不同的編碼。在基因演算法中每一組染色體都代表著一組賽事時程表的解。

【0019】 賽程場館染色體是指各賽程群組所在的場館，並非以賽程為單位進行場館分配，除了能有效減少染色體的長度外，主要原因為參賽選手在報名賽程時，大多會選擇同一類型賽程群組的賽程。

【0020】 第二種將染色體基因轉換至賽事時程表的編碼方式，在進行編碼前，淘汰賽制及混合賽制中的淘汰賽會有比賽進行的順序問題，循環賽制比賽順序則不會有影響。

【0021】 接著，根據賽程順序染色體中各基因的順序，先對應基因所屬的場館，再將該基因對應的比賽從該場館第一個空閒的時間與場地根據比賽編號依序進行分配，而轉換過程中，如同時段內有相同的賽程但不同輪次的比賽，則將起始的插入位置往下一時段的空閒位置移動，依此循環直到將所有染色體基因轉換至賽事時程表中。

【0022】 接著，定義目標函式，其中，導致延誤狀況的比賽可以分成兩種，第一種為參賽選手於同一時段中被編排兩場以上的比賽，第二種為參賽選手需要連續進行兩場以上的比賽，使得參賽選手沒有得到應有的休息時間。

【0023】 在目標函數定義中，將上述兩種評估參數：同一位參賽選手於同一時段中被編排兩場以上的比賽數目定義如式(5.7)，與同一位參賽選手需要連續進行兩場以上的比賽數目定義如式(5.8)，做為最佳化基因演算法的目標函數定義如式(5.9)，其各項定義如式5。

【0024】 然而，當任何染色體組皆無法滿足目標函數30，即產生不可行解時，便將所述之染色體組進行基因演算法之步驟，其中基因演算法係將各染色體組進行複製50、交配60及突變70運算，以產生新族群。其中，在複製的過程中，會從母群體(總數為  $n$ )中選擇相同數量的子群體(總數為  $n$ )，做為下一世代的母群體。在交配與突變的過程中，會從當前世代中挑選染色體進行交配與突變，賽程順序染色體會進行交配與突變，但



賽程場館染色體則只會進行突變。

【0025】 賽程順序染色體的交配方法參考 Preserving Order Based Crossover (POX)。

【0026】 在突變演算法中，賽程順序染色體利用啟發式突變方法，針對表現較差的基因進行調整。

【0027】 舉例說明：每場賽事開始編排前都需要先規劃每場比賽進行時間、賽事進行天數、場館數目、各場館場地數目及每天比賽的起始時間和結束時間，將上述條件結合後便能得到一個表示賽事進行的時間表，如表2所示。除此之外，賽事中各賽程所使用的賽制也會有所不同，本舉例說明主要針對常見的四人組單循環賽制。

【0028】 首先，四人組單循環賽範例如表3所示，其中左方與上方為參賽選手，中間代表參賽選手的比賽，灰色區域則不用進行比賽。

【0029】 在循環賽制中，參賽選手需要參與每場比賽，所以參賽選手  $i$  的出場機率皆設為 1，其出場機率定義如式4。

【0030】 最佳化基因演算法目標在於取得最小化目標函數  $f(\text{Delay Num})$  如式(5.9)；式(5.1)~(5.5)中，定義各項變數的名稱；式(5.6)中，定義每天各場館可進行的最大時段總數  $R_{s,d}$ ，由該場館的結束時間減去開始時間，再乘上每小時可進行的比賽數目；式(5.7)中，定義同一位參賽選手於同一時段中被編排兩場以上的比賽數目  $\text{OneRoundDelay}$  的算法， $\text{PlayerRate}(i)$  為參賽選手  $i$  (式4.1)在該時段比賽的出場機率集合且限制參賽選手  $i$  出現 2 次以上；式(5.8)中，定義同一位參賽選手需要連續進行兩場以上的比賽數目  $\text{TwoRoundDelay}$  的算法， $\text{PlayerRate}(i)$  為參

賽選手  $i$  在該時段比賽的出場機率集合， $PlayerNextRate(i)$  為參賽選手  $i$  在下一個時段比賽的出場機率集合，且限制參賽選手  $i$  出現在  $PlayerRate(i)$  與  $PlayerNextRate(i)$  集合中；式(5.9)中，定義目標函數  $f(Delay Num)$  的算法。

【0031】 在循環賽制的賽程中，為了避免選手在同一時段被安排兩場比賽，我們根據循環賽小組的最大人數進行設計，將選手的比賽錯開人數為 2 人會有 1 個；人數在 3 至 4 人會有 3 個；人數在 5 人以上則會有 5 個，每一個基因分別代表各循環小組中對應的比賽編號。如一個單循環賽程 a 如下表3，由於人數為 4 人會有 3 個基因，分別為 a\_R1、a\_R2、a\_R3，底線前的文字表示此基因所代表的賽程，底線後的字母 R 表示此基因所代表的賽程賽制為單循環賽制，數字則代表它屬於循環賽中的哪幾場比賽，如基因 a\_R1 代表圖 3 中編號 1 與編號 2 比賽；a\_R2 代表編號 3 與編號 4 比賽；a\_R3 代表編號 5 與編號 6 比賽。

#### 【符號說明】

【0032】

硬性限制10

軟性限制20

目標函數30

初始化初始族群40

複製50

交配60

突變70

計算目標函數值80

# 申請專利範圍

【請求項 1】 一種基於基因演算法之賽事時程表之最佳化，其包含下列步驟：接收賽程編排的硬性限制與軟性限制，針對硬性限制與軟性限制進行編碼，轉為目標函數輸入；將賽程場館染色體進行初始化直到所有賽程群組都有對應的場館編號，接著賽程順序染色體會依據賽程場館染色體，再將各場館所屬的賽程基因隨機組合在一起，最後將各段基因依照場館編號組合在一起；將所述之染色體組合與目標函數比對，產生不可行解時，將所述之染色體組合進行基因運算的複製、交配、突變，以產生新族群；將所述之新族群與目標函數比對，當新族群符合目標函數，則將新族群視為最佳化解。

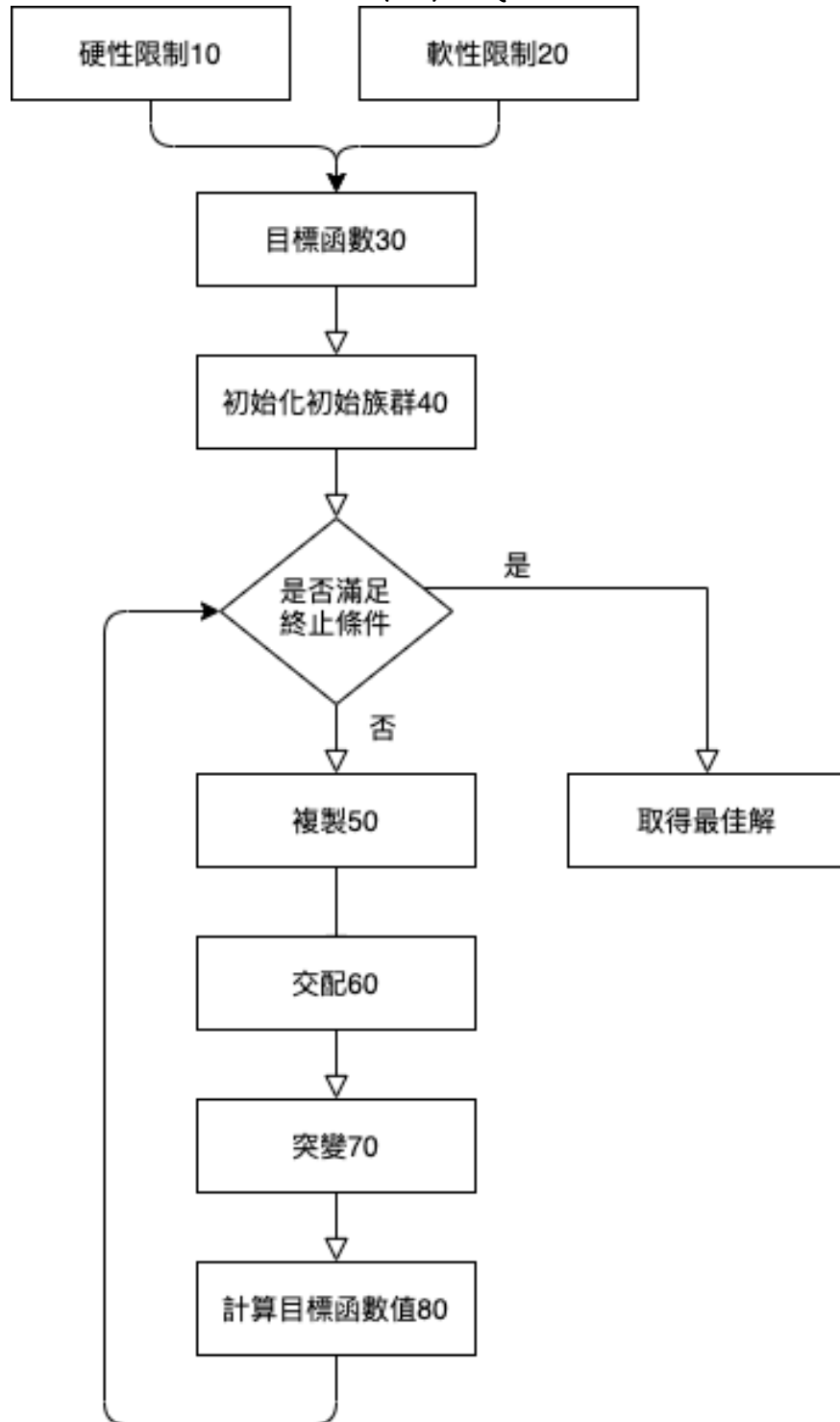
【請求項 2】如請求項 1 所述之基於基因演算法之賽事時程表之最佳化，其中，編碼過程包含兩種編碼方式：第一種為將賽賽程轉換成染色體基因的編碼方式，第二種為將染色體基因轉換至賽事時程表的編碼方式。

【請求項 3】如請求項 1 所述之基於基因演算法之賽事時程表之最佳化，其中，第一種編碼方式中每一組染色體都是由兩種染色體組成，前面是賽程順序染色體，後面是賽程場館染色體。

【請求項 4】如請求項 1 所述之基於基因演算法之賽事時程表之最佳化，其中，賽程順序染色體的交配方法係保序交配演算法。

【請求項 5】如請求項 1 所述之基於基因演算法之賽事時程表之最佳化，其中，於其中一項實施例中，賽程順序染色體的突變方法係啟發式突變方法

# 圖式



【圖 1】

第一場館				
時間	第一場地	第二場地	第三場地	第四場地

【表 2】

	A	B	C	D
A		#6	#3	#1
B			#2	#4
C				#5
D				

【表 3】

$$i: \text{ 參賽選手} \tag{4.1}$$

$$N_R: \text{ 參賽選手總數} \tag{4.2}$$

$$PlayerRate_k(i) = 1, i = 1, 2, \dots, N_R \tag{4.3}$$

【式 4】

$$S: \text{賽事使用的場館總數} \quad (5.1)$$

$$D_s: \text{場館}s \text{使用的總天數} \quad (5.2)$$

$$StartTime_{s,d} = \text{場館 } s \text{ 於第 } d \text{ 天的比賽結束時間(小時)} \quad (5.3)$$

$$EndTime_{s,d} = \text{場館 } s \text{ 於第 } d \text{ 天的比賽結束時間(小時)} \quad (5.4)$$

$$GameDuration: \text{每場比賽進行時間} \quad (5.5)$$

$$R_{s,d} = (EndTime_{s,d} - StartTime_{s,d}) * (60/GameDuration) \quad (5.6)$$

$$OneRoundDelay(s, d, t) \quad (5.7)$$

$$= \sum_p^{P_n} \max(PlayerRate(p)), \text{if } count(PlayerRate(p)) \geq 2$$

$$TwoRoundDelay(s, d, t) \quad (5.8)$$

$$= \sum_p^{P_n} \max(\max(PlayerRate(p)), \max(PlayerNextRate(p))),$$

$$\text{if } count(PlayerRate(p)) \geq 1 \text{ and } count(PlayerNextRate(p)) \geq 1$$

$$f(DelayNum) \quad (5.9)$$

$$= \sum_s^S \sum_d^{D_s} \left( \sum_t^{R_{s,d}} OneRoundDelay(s, d, t) \right. \\ \left. + \sum_t^{R_{s,d-1}} TwoRoundDelay(s, d, t) \right)$$

【式 5】