

# 基因演算法應用於顧客旅遊行程路徑最適化 模式之研究

## Employing Genetic Algorithm into Constructing the Adaptive Customer's Tour Scheduling Suggestion Model

謝昆霖 Kun-Lin Hsieh\*

沈進成 Ching-Cheng Shen

周君妍 Chun-Yen Chou

鄭丞君 Chen-Chun Cheng

(2004/9/2 收稿, 2005/1/4 接受刊出)

### 摘要

在週休二日，政府提倡國民旅遊卡的使用以及彈性放假的驅使下，國民非常重視休閒旅遊，對國內各家休旅飯店而言，這實是一大利多的訊息。在這樣的議題中，各休閒飯店的服務必成為消費者選擇住宿的因素之一，當消費者住進飯店或是休旅中心，服務人員可能會被詢問到顧客想去玩的旅遊景點應如何安排較適當？怎麼進行是最省錢？這些類型的問題就要考慮到前往各個景點旅行時間或者旅行費用（成本）的最適性問題。本研究應用最適化問題求解的基因演算法來規劃出旅遊行程最適解之決策輔助資訊，求出顧客欲前往的各個景點總旅行時間最少的最佳路徑、旅行總成本最少的最佳路徑、以及總旅行時間與搭車總旅行成本同時為最少的最佳組合路徑，提供顧客旅遊行程規劃參考，除可滿足顧客在休旅過程中的實需外，亦可結合後續的顧客關係管理，擬定各種適性的行銷策略，以提升飯店或是休旅中心在市場環境的服務競爭力。

**關鍵字：**旅遊行程、基因演算法、最適化

---

\* 台東大學資訊管理系助理教授

南華大學旅遊事業管理研究所副教授兼所長，聯絡地址：嘉義縣大林鎮中坑 32 號

南華大學旅遊事業管理研究所碩士在職專班研究生

南華大學資訊管理研究所研究生

## ABSTRACT

Due to the rapid development of social economic and the plenty of the vacation time, the living styles of people in Taiwan have been improved and the people pay more attention to the leisure tour. Such trends have led more hotels to address such issue for the opportunity to earn high profits. Since addressing such issue, the hotel service will be one important factor to decide if the customer would like to stay or not. For most situations, the attendant will be frequently asked about how to arrange their tour scheduling? How to travel conveniently by public transits? How to travel with the less cost? Such cases will focus on the optimization problems of the adaptive tour scheduling with the time or the cost limitations. In this study, we will apply genetic algorithm (GA), an approach for optimization problem, to search out the adaptive solutions for it. The suggestions of adaptive tour scheduling with the minimum tour's moving time, minimum tour's moving cost or simultaneously minimum tour's moving time and moving cost can be obtained by the proposed GA approach. Not only the customers' requirement can be achieved, but the necessary market strategies can also be created in the subsequent customer relationship management (CRM). The service competence for hotel can be then promoted.

Keywords: Leisure Tour, Genetic Algorithm, Optimization.

## 一、研究動機與目的

近年來，政府積極推行觀光產業，國人也愈來愈重視休閒旅遊活動，為妥善安排旅遊行程，對旅遊資訊的蒐集，無論在質與量上，有日益受到遊客重視的趨勢。在旅遊活動中，基地型的旅遊型態日趨明顯，在一個遊憩區從事旅遊活動，遊程規劃的良善與否，影響遊客旅遊品質甚鉅。再加上遊客消費自主意識的提升，許多遊客不會考慮現有既有固定的遊程，而是傾向按自己個人的需求來進行遊程規劃。而然遊客在遊憩區，各景點遊程該如何規劃，才能省時、省錢，並滿足遊客之需求。在遊憩區的旅遊業者或飯店或政府機關，若能提供最適遊程資訊給顧客，對於旅遊服務品質的提升，將有莫大助益。故如何能建構一套資訊系統，能針對遊客的行程規劃需求，快速有效提供相關遊程規劃方案以滿足遊客之需要，便成為亟待研究之重要課題。

在休遊行銷管理範疇中，幾乎沒有直接探討應用新式最佳化技術（例如：基因遺傳演算法、禁忌搜尋法等）的參考文獻，僅有少部分是針對與行銷管理非直接相關領域之應用研究，例如，Canestrelli 和 Costa (1991) 應用了最佳化方法來探討抵達城市目的地之最適觀光人數容量研究、Kottke (1988) 則是利用最佳化技術來探討在一個區域中最佳的觀光發展水準、van der Knijff 和 Oosterhaven (1990) 則探討了在一個區域中要讓觀光休旅業有最大的發展時，政府發展策略的必要工具之最適組合；在進行文獻蒐集與歸納整理時，我們發現到最佳化的技術應用在觀光的航空問題上是有較多的研究，包含了個人排程研究 (Barnhart *et al.* (1995); Graves *et al.* (1993); Brusco *et al.* (1995); Hoffman and Padberg (1993))、航空網路的設計以及飛機頻度的決定 (Teodorovic *et al.* (1994))；綜觀這些研究中，線性規劃法是最常被使用的工具 (Barnhart *et al.* (1995); Hoffman and Padberg (1993); Teodorovic *et al.* 1994))，而 Graves *et al.* (1993) 則是利用了整數規劃法來進行相關的研究，

惟這些相關研究均與休旅行銷管理非直接相關。Hurley *et al.* (1998) 在他們的研究上針對行銷管理範疇中的旅遊景點位置的決策議題進行探討，並且採用基因遺傳演算法 (Genetic Algorithm, GA) 來和傳統的方法進行剖析比較，經由他們的研究發現到應用基因遺傳演算法的技術較傳統方法在這最佳化的議題上呈現較佳的應用性，只是他們的研究並未從成本以及時間的角度來進行解析。由於最適遊程規劃問題，為一 0-1 整數規劃問題，在求解上較為困難。同時，如果考量遊客之旅行時間、旅行成本及個人偏好等目標，將使求問題，益形困難。基因演算法基本理論是由 John Holland (1975) 所提出，它是基於自然選擇過程的一種最佳化搜尋機制，在求解整數規劃問題有其獨到之處。有鑑於此，本研究乃以基因演算法應用於顧客旅遊行程最適化問題為研究主題，研究內容及所欲達成的目的包括：1.以旅遊行程景點間旅行時間最小化及旅行成本最小化為目標，建構多目標顧客旅遊行程最適化模式。2.採用基因演算法構建求解準則，來求解多目標顧客旅遊行程最適化模式。3.進行實例分析，針對不同遊客需求限制條件下，來驗證以基因演算法求解多目標顧客旅遊行程最適化模式之可行性。

## 二、文獻回顧

### 2.1 旅遊行程規劃

旅遊行程最佳化問題的解決，一般而言，可採用所謂的最佳化設計，最佳化的設計法則可分為兩類，第一類是特定型最佳化法則，由於是針對某些特定的系統特性所發展出來，因此在問題結構上必須滿足某些特性，如線性、非時變、可微分等，其中微分法及梯度法則屬於此類；第二類是廣義型最佳化法則，不論系統的特性為何，皆不用修改設計法則，隨機搜尋及基因演算法皆屬此類(蘇木春、張孝德, 1997)。表 1 是針對特定型最佳化法則及廣義型最佳化法則的比較，其中廣義型最佳化效率低的問題，可由電腦速度的提升獲得解決，考量實際面上的一些狀態是非理想性，也就是說不應受到先前條件的限制，故本研究以廣義型最佳化法則中的基因演算法解決旅遊行程路徑最佳化的問題。

表 1 特定型最佳化法則及廣義型最佳化法則的比較

法則 型態	特定型最佳化	廣義型最佳化
效率	高	低
應用範圍	處理特定系統	廣

資料來源：蘇木春、張春德(1997)

目前相關的研究中，陳垂呈 (2002) 論文中使用資料挖掘 (Data Mining) 的分群分析法 (Clustering Analysis) 與次序相關分析法 (Sequential Pattern Analysis)，幫助消費者選擇最佳的旅遊景點。惟其僅提供顧客下一最適旅遊景點資訊，對於那些想規劃一系列旅遊行程的顧客來說，可提供的資訊有限。陳肇男 (1999) 論文中以 ECT (Efficient City Tour)、EST (Efficient Spot Tour) 和 ELM (Efficient Leading & Meal) 三種演算法，用來解決城市路徑、景點路徑及住宿餐費的安排問題。

## 2.2 基因演算法

達爾文 (Darwin Charles) 於 1859 年, 在他的著作物種源起 (The Origin of Species) 中, 提出生物進化的理論「物競天擇, 適者生存」, 說明大自然的生物為了適應環境的變化, 透過複製 (Reproduction) 交配 (Crossover) 與突變 (Mutation) 來繁衍適合生存的下一代。基因演算法基本理論是由 John Holland 於 1975 年首先提出【12】, 它是基於自然選擇過程的一種最佳化搜尋機制。其基本精神在於仿效生物界中物競天擇、優勝劣敗的自然進化法則, 它能夠選擇在母代上具有較好特性的物種, 並且隨機性的相互交換彼此的位元 (基因) 資訊, 以期能產生較上一代更優秀的子代, 如此重覆下去以產生適應性最強的最佳物種, 它是增加個體對環境的適應性來解決問題的演算法。

基因演算法基本的精神為針對所產生的問題, 設計適應函數 (fitness function), 所謂的適應函數如同一般數理分析中的應變數 (Response variable), 一開始設定一個集合, 此集合叫作母體或叫作族群 (population), 集合內有 N 個染色體, 每個染色體由許多基因 (自變數) 組成, N 個染色體個數可由使用者自定且隨機產生, 在每個染色體中, 染色體的自變數會先經過編碼, 因為每個染色體即是一組編碼, 而每一組編碼對應一個應變數, 即每一個應變數會對應一個染色體, 然後選取適應函數的最佳值即應變數最佳值的染色體放入交配池 (Gene groups) 中; 此過程為複製過程, 再經由交配 (Crossover) 及突變 (Mutation) 的過程即完成一個世代的基因演算法則, 此過程重覆直到滿足終止條件, 以產生最適性的子代, 即找到滿足應變數的染色體 (編碼)。

在基因演算法領域中, 有一些專有名詞需先做說明:

- 1、基因 (Gene): 相當於決策的自變數 (independent variable) 中, 編碼的最小單位, 實際數值因編碼方式不同而異。
- 2、染色體 (Chromosome String): 是由基因所組成的集合, 它代表尋找最佳解過程中的一個解。
- 3、母體或族群 (Population): 是由許多染色體所構成的集合, 此集合存在尋找最佳解過程中暫時的解, 母體或族群的大小可以由使用者自訂。
- 4、世代 (Generation): 從隨機產生母體或族群並計算適合度 (fitness), 再經由複製、交配、突變過程即完成一世代。
- 5、適應函數 (fitness function): 它是一個評估函數, 目的是為了賦於每個染色體一個評估值, 這個評估值即代表該染色體是否適合繼續生存的量度。
- 6、適應度: 即適應函數 (fitness function) 所產生的值。

引用基因演算法的參數設定說明如後:

- 1、編碼型態 (Encoding): 編碼型態隨著問題的不同而有所不同, 常見的編碼方式有二進位型式 (Binary) 及非二進位 (Non-Binary) 型式, 可依問題的特性結構選擇。
- 2、族群大小 (Population Size): 設定的族群大小, 較難達到預期成果, 收斂較早; 族群太大, 則會消耗較長的計算時間, 通常族群的大小為 30 至 200。
- 3、交配機率 (Crossover Rate): 控制染色體交配的機率, 此參數可由使用者自行調整, 其值界於 0, 1 之間, 它的功能為控制新物種進入族群的速度, 設定太低, 收斂太快; 設定太高, 則會消耗較長的計算時間才能收斂。
- 4、突變機率 (Mutation Rate): 突變的頻率視突變機率的大小而定, 一般來說, 突變機率都定得很低, 因為定得太高則與隨機搜尋無異, 其功能是為了防止某些新物種沒機會進入族群。

- 1、適應函數的設計 (Fitness Function)：適應函數設計的原則是根據求解的條件來設計，須能反應出不同物種間適應程度的差異，也須能將次佳物種快速地淘汰，以加速搜尋最佳解的過程。
- 2、終止條件 (Stopping Conditions)：為了結束基因演算法搜尋最佳解的循環，所設定的停止條件，常見的停止條件包括達到使用者設定的演化世代數、設定固定演化時間及設定無法達到更優解的次數。

### 三、基因演算法演算程序

#### 3.1 基因演算法演算程序

複製 (Reproduction) 是依據每一物種的適應程度來決定下一子代是否被複製或被保留的一個運作的過程，如果物種適應程度較高，物種將大量被複製在下一子代中；如果物種適應程度較低，物種將會在下一子代中消失而被淘汰。而適應程度是由適應函數的計算而獲得。複製過程已知有三種型式可供使用：(a) 輪盤法 (Roulette Wheel Selection)、(b) 競爭法 (Tournament Selection) 及 (c) 等級輪盤法 (Rank Based Wheel Selection) (陳昭吉, 2003)，經由複製過程將物種的基因放入交配池準備交配。交配 (Crossover)，此過程是隨機地選取交配池中兩個母代的物種字串 (即染色體)，彼此交換基因的資訊，進而組合產生另外兩個新物種的染色體，交配的過程是為了累積前代的優秀的染色體，期望能產生更優秀的子代染色體。交配過程已知有六種型式可供使用 (陳昭吉, 2003)：(a) 單點交配 (One-Point Crossover)、(b) 雙點交配 (Two-Point Crossover)、(c) 均勻交配 (Uniform Crossover)、(d) 部份對應交配 (Partially Matched Crossover, PMX)、(e) 順序交配法 (Order Crossover) 及 (f) 循環交配法 (Cycle Crossover)。

突變 (Mutation)，此過程是隨機的選取一染色體且隨機地選取突變點並改變染色體中的基因，突變過程已知有五種型式可供使用 (陳昭吉, 2003)：(a) 順序導向突變 (Order Based Mutation)、(b) 反轉突變 (Inversion Mutation)、(c) 位置導向突變 (Position Based Mutation)、(d) 結合突變 (Splice) 及 (e) Last-will-be-First (Lwbf) Mutation，突變過程為了防止收斂過早，開發新的搜尋區域，防止收斂於局部最佳解。基因演算法應用流程，詳如圖一所示。

#### 3.2 以基因演算法求解旅遊行程最佳化問題之步驟

當顧客住進飯店，欲前往飯店附近的旅遊景點遊玩之前，通常會詢問飯店櫃台人員一些有關旅遊行程規劃的問題。例如：如何安排行程規劃？怎麼的行程規劃才是最省時、最經濟的？雖然這些問題是一般服務人員經常性面臨的問題，但這些有關旅遊最適性的議題，對於飯店業服務人員來說，將會是一個不易提供及時性資訊的狀況。一般來說，休旅飯店或中心通常只能提供附近旅遊景點的點對點間旅行時間預估表及搭公車前往旅遊景點的兩旅遊景點旅行費用。但是顧客的需求即有可能是 (a) 怎樣的行程規劃才能從飯店出發用最少的旅行時間到達各景點遊玩再回到飯店休息？(b) 怎樣的行程規劃才能從飯店出發用最少的旅行費用到達各景點遊玩再回到飯店休息？(c) 怎樣的行程規劃才能從飯店出發用較少旅行時間及較少旅行費用到達各景點遊玩再回到飯店休息？如果飯店或是休旅中心能夠提供針對上述顧客要求的最佳旅遊行程路徑，必能提升飯店對顧客的服務品質。為了解決這種最適性化行程規劃之問題，我們嘗試引入基因遺傳演算法，並提供一個整合性的問題解析程序，說明如圖二所示：

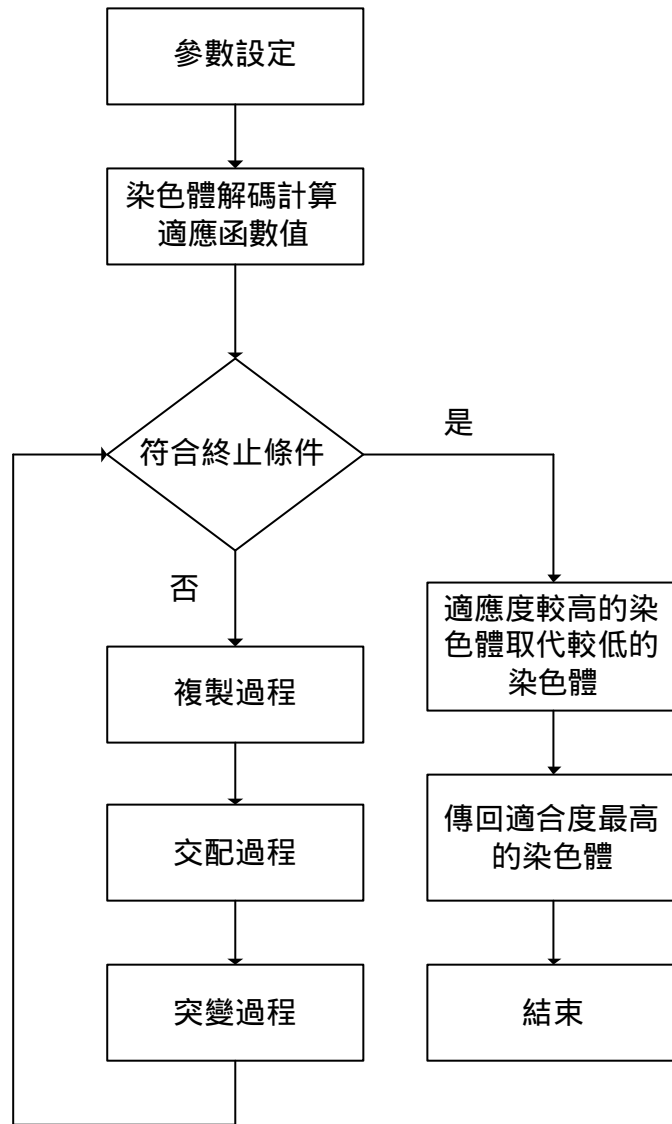


圖 1 基因演算法流程示意圖

- 步驟一：定義最佳化旅遊行程路徑問題，如旅行時間或旅行成本的問題。
- 步驟二：根據步驟一所定義的問題收集相關資料，如兩景點間旅行時間或成本。
- 步驟三：將步驟二所收集可用的資料輸入基因遺傳演算法流程。
- 步驟四：由基因遺傳演算法流程輸出最佳染色體（編碼，即最佳旅遊行程徑路）中計算適應度（如旅行總時間、旅行總成本），提供顧客參考。

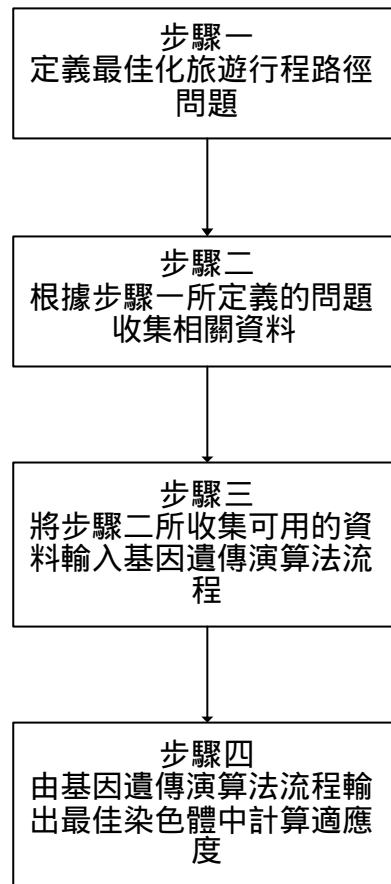


圖 2 問題解析程序步驟

## 四、模式之建立

### 4.1 模式之建立

(1) 式為旅遊行程景點間總旅行時間目標最小化，分別由所選取旅遊行程之路徑 ( $x_{ij}$ ) 乘以路徑旅行時間 ( $T_{ij}$ ) 加總而得。(2) 式為旅遊行程景點間總旅行成本目標最小化，分別由所選取旅遊行程之路徑 ( $x_{ij}$ ) 乘以路徑旅行成本 ( $C_{ij}$ ) 加總而得。(3) 式表示任一個景點  $i$  只能選擇一條路徑到下一個景點。(4) 式表示任一個景點  $j$  只能選擇一條路徑到達。(5) 及 (6) 式表示旅遊行程行程限制，屬於旅遊遊程路徑所成的集合  $A$  之路徑為 1，其餘為 0。

其中：

$x_{ij}$ ：路徑變數，為 0,1 整數變數

$A$ ：旅遊遊程路徑所成的集合

$T$ ：旅遊遊程景點間之總旅行時間

$C$ ：旅遊遊程景點間之總旅行成本

$T_{ij}$ ：旅遊遊程景點  $i$  到景點  $j$  間旅行時間

$C_{ij}$ ：旅遊遊程景點  $i$  到景點  $j$  間旅行成本

$$\text{MIN} \quad T(x_{ij}) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1, i \neq j}^n T_{ij} \cdot x_{ij} \quad (1)$$

$$\text{MIN} \quad C(x_{ij}) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1, i \neq j}^n C_{ij} \cdot x_{ij} \quad (2)$$

s. t.

$$\sum_{j=1, i \neq j}^n x_{ij} = 1 \quad \forall i = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

$$\sum_{i=1, i \neq j}^n x_{ij} = 1 \quad \forall j = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

$$x_{ij} = 1 \quad \forall ij \in A \quad (5)$$

$$x_{ij} = 0 \quad \forall ij \notin A \quad (6)$$

## 4.2 求解模式之建立

為求解多目標顧客旅遊行程最適化模式，乃透過權重及標準化將多目標轉為單目標來求解，如(7)式所示。旅遊行程景點間旅行時間標準化由旅遊遊程景點間之旅行時間除以最大旅行時間而得，如(8)式所示。旅遊行程景點間旅行成本標準化由旅遊遊程景點間之旅行成本除以最大旅行成本而得，如(9)式所示。

其中：

- $n_1$  : 旅行時間標準化目標值
- $n_2$  : 旅行成本標準化目標值
- $T_m$  : 最大旅行時間
- $C_m$  : 最大旅行成本
- $W_1$  : 旅行時間目標權重
- $W_2$  : 旅行成本目標權重
- $x_{ij}$  : 路徑變數，為 0, 1 整數變數
- A : 旅遊遊程路徑所成的集合
- T : 旅遊遊程景點間之總旅行時間
- C : 旅遊遊程景點間之總旅行成本
- $T_{ij}$  : 旅遊遊程景點 i 到景點 j 間旅行時間
- $C_{ij}$  : 旅遊遊程景點 i 到景點 j 間旅行成本



$$\text{Min} \quad W_1 \cdot \mathbf{m}_1 + W_2 \cdot \mathbf{m}_2 \quad (7)$$

s. t.

$$\mathbf{m}_1 = \frac{T(x_{ij})}{T_m} \quad (8)$$

$$\mathbf{m}_2 = \frac{C(x_{ij})}{C_m} \quad (9)$$

$$T(x_{ij}) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1, i \neq j}^n T_{ij} \cdot x_{ij} \quad (10)$$

$$C(x_{ij}) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1, i \neq j}^n C_{ij} \cdot x_{ij} \quad (11)$$

$$\sum_{j=1, i \neq j}^n x_{ij} = 1 \quad \forall i = 1, 2, \dots, n \quad (12)$$

$$\sum_{i=1, i \neq j}^n x_{ij} = 1 \quad \forall j = 1, 2, \dots, n \quad (13)$$

$$x_{ij} = 1 \quad \forall ij \in A \quad (14)$$

$$x_{ij} = 0 \quad \forall ij \notin A \quad (15)$$

## 五、實例分析說明

### 5.1 問題描述

假設在某一遊憩地區某一家休旅飯店業者週邊有五個知名觀光景點如表 1 所示。各景點間的車程時間如表 2 所示，各景點間旅行所需之成本如表 4 所示。我們應用所發展的程序為此休旅飯店提供基本型（無其它限制性條件）與進階型（有限制性條件）等兩種最適行程規劃。

表 1 飯店附近旅遊景點

景點編號	1	2	3	4	5	6
景點名稱	飯店	市集	海灣	觀海點	公園	文物館

表 2 飯店預估兩旅遊景點之間的旅行時間 (分鐘)

景點編號	1	2	3	4	5	6
1	0	70	65	30	20	75
2	70	0	20	25	40	55
3	65	20	0	20	20	45
4	30	25	20	0	30	40
5	20	40	20	30	0	35
6	75	55	45	40	35	0

表 3 兩旅遊景點旅行成本 (元)

景點編號	1	2	3	4	5	6
1	0	40	40	20	15	45
2	40	0	15	20	30	35
3	40	15	0	17	17	37
4	20	20	17	0	28	33
5	15	30	17	28	0	35
6	45	35	37	33	35	0

## 5.2 旅遊行程最適化問題求解步驟解析

首先以旅遊遊程景點間之總旅行時間最小化為目標，從飯店出發，用最少的車程時間，到達各景點遊玩，再回到飯店休息，來展示最適旅遊行程規劃之解析。

步驟一：首先設定族群大小、交配機率、突變機率、終止條件、編碼（染色體），而編碼採非二進位（Non-Binary）型式，其形態為：

2	3	4	5	6
---	---	---	---	---

步驟二：適應函數（fitness function）設計為：染色體最前及最後加入固定值 1，代表從飯店出發最後回到飯店休息

1	2	3	4	5	6	1
---	---	---	---	---	---	---

其順序性為 {1,2}、{2,3}、{3,4}、{4,5}、{5,6}、{6,1}，對應表 2，即 {1,2} 為 70 代表景點編號 1 至景點編號 2 車程為 70 分鐘，而 {1,2}、{2,3}、{3,4}、{4,5}、{5,6}、{6,1}  $(70) + (20) + (20) + (30) + (35) + (75) = 250$ ，即總車程時間需 250 分鐘，在此適應函數為從飯店出發到達各景點遊玩再回到飯店休息總車程時間，其最適性是要要求總車程時間最小。

步驟三：再透過基因演算法的機制，複製、交配、突變等過程來修改染色體及染色體的順序性而使得總車程時間最小化，最後染色體已達終止條件的收斂結果可能如下：

4	2	3	6	5
---	---	---	---	---

而順序性為：

1	4	2	3	6	5	1
---	---	---	---	---	---	---

而{1,4}、{4,2}、{2,3}、{3,6}、{6,5}、{5,1}所計算出的總車程時間為 175 分鐘，也就是說只要走“1423651”此順序，就可以用最短車程時間遊玩各個旅遊景點，可提供顧客作參考。

### 5.3 參數設定

- (1) 編碼型態：非二進位 (Binary) 型式，基因數：5 (因為除了飯店外有 5 個旅遊景點要遊玩，如表二)，隨機從 2、3、4、5、6 數字作排序即編碼動作，可能產生 2、3、4、5、6 或 3、2、4、6、5 等染色體 (編碼)。
- (2) 族群大小 (Population Size)：30
- (3) 交配機率 (Crossover Rate)：0.5
- (4) 突變機率 (Mutation Rate)：0.1
- (5) 適應函數的設計 (Fitness Function)：
  1. 問題設計為總車程時間最小化。
  2. 問題設計為總公車費用 (成本) 最小化。
  3. 問題設計為總車程時間較少及總公車費用 (成本) 較少之最小化。
- (6) 終止條件 (Stopping Conditions)：執行 100 世代，即停止運作。

在基因演算法運算子設定選取上，以一般應用實例所提取之運算子為其選擇：

- (1)、使用等級輪盤法 (Rank Based Wheel Selection) 複製，
- (2)、使用順序交配法 (Order Crossover) 交配，
- (3)、使用順序導向突變 (Order Based Mutation) 突變。

### 5.4 實例求解結果

針對顧客可能的要求，設計十種顧客需求情境，來求得最適旅遊行程規劃，結果如表 3 所示。分述如下：

情境一：怎樣的行程規劃才能從飯店出發用最少的旅行時間到達各景點遊玩再回到飯店休息。最優的染色體是 56324，其對應的順序性即旅遊景點的順序為 1563241，對應表 1，即飯店 公園 文物館 海灣 市集 觀海點 飯店，此旅遊行程是顧客花費最小的時間到達各個景點，但旅遊成本需花費 142 元。

情境二：怎樣的行程規劃才能從飯店出發用最少的旅行費用到達各景點遊玩再回到飯店休息？顧客可以旅遊成本最小之 135 元，玩遍每一景點，但須要花 185 分的車程時間。最優旅遊行程為 1462351，其對應旅遊景點的順序為飯店 公園 市集 海灣 文物館 觀海點 飯店。

情境三：怎樣的行程規劃才能從飯店出發，使得總旅行時間及總旅行成本之總和最小化，到達各景點遊玩再回到飯店休息？顧客旅遊成本為 137 元，旅遊車程時間為 180 分，玩遍每一景點，回到飯店。最優旅遊行程為 1432651，其對應旅遊景點的順序為飯店 公園 文物館 海灣 市集 觀海點 飯店。

情境四：顧客要求行程的第一站需至某一景點。假設第一站為景點 6。總旅遊行程時間最小化目標，旅遊車程時間為 200 分，總旅行成本為 145 元，最優行程為 1642351。總旅遊旅行成本最小化目標，旅行時間為 200 分，總旅行成本為 145 元，最優行程為 1642351。使得總旅行時間及總旅行成本之總和最小化，旅遊旅行時間為 200 分，總旅行成本為 145 元，最優行程為 1642351。

表 3 不同顧客需求情境下最適旅遊行程求解結果表

顧客需求情境	目標函數	染色體 (編碼)	順序性	總旅行時間	總旅行成本
情境一：總旅行時間最小化	Min $n_1$	56324	1563241	175 分	142 元
情境二：總旅行成本最小化	Min $n_2$	46235	1462351	185 分	135 元
情境三：總旅行時間及總旅行成本最小化	Min $n_1 + n_2$	43265	1432651	180 分	137 元
情境四：(第一站至景點 6)	Min $n_1$	64235	1642351	200 分	145 元
	Min $n_2$	64235	1642351	200 分	145 元
	Min $n_1 + n_2$	64235	1642351	200 分	145 元
情境五：總旅行時間限制(240分)	Min $n_2$	43526	1435261*	240 分	164 元
		45236	1452361		175 元
		25634	1256341		179 元
		52643	1526431		170 元
		54362	1543621		172 元
情境六：總旅行成本限制(成本) = 160 元	Min $n_1$	23564	1235641	215 分	160 元
		63245	1632451	215 分	160 元
		46532	1465321	215 分	160 元
		54236	1542361	215 分	160 元
情境七：指定必到景點 (346)	Min $n_1$	436	14361	170 分	119 元
情境八：選擇四個景點	Min $n_1$	5324	153241*	115 分	87 元
情境九：選擇三個景點	Min $n_1$	534	15341*	90 分	69 元
情境十：目標權重 $W_1=0.2, W_2=0.8$ $W_1=0.5, W_2=0.5$ $W_1=0.8, W_2=0.2$	Min $0.2n_1 + 0.8n_2$	53264	1532641*	185 分鐘	135 元
		42365	1423651	180 分鐘	142 元
		56324	1563241	180 分鐘	142 元
	Min $0.5n_1 + 0.5n_2$	56234	1562341	180 分鐘	137 元
		43265	1432651	180 分鐘	137 元
	Min $0.8n_1 + 0.2n_2$	56324	1563241	175 分鐘	142 元
		42365	1423651	175 分鐘	142 元

註：\*表示建議之最適性行程規劃

情境五：總旅行時間限制條件下（如 240 分以內），有六種旅遊行程可供選擇。若再要求總旅行成本最小化目標，總旅遊成本為 164 元，優行程為 1435261，其對應旅遊景點的順序為飯店 觀海點 海灣 公園 市集 文物館 飯店。

情境六：總旅行成本限制條件下（如 160 元以內），有六種旅遊行程可供選擇。若再要求總旅行時間最小化目標，有二種旅遊行程供選擇，總旅遊時間為 215 分，優行程為 1235641 及 1632451，其對應旅遊行程分別為飯店 市集 海灣 公園 文物館 觀海點 飯店 飯店 文物館 海灣 市集 觀海點 公園 飯店。

情境七：指定必到景點（如景點 346 必到），同時達到總旅行時間最小化目標。旅遊車程時間為 119 分，總旅行成本為 170 元，最優行程為 14361，其對應旅遊景點的順序為飯店 觀海點 海灣 文物館 飯店。

情境八：選擇四個景點，同時達到總旅行時間最小化目標。旅遊車程時間為 115 分，總旅行成本為 87 元，最優行程為 153241，其對應旅遊景點的順序為飯店 公園 海灣 市集 觀海點 飯店。

情境九：選擇三個景點，同時達到總旅行時間最小化目標。旅遊車程時間為 90 分，總旅行成本為 69 元，最優行程為 15341，其對應旅遊景點的順序為飯店 公園 海灣 觀海點 飯店。

情境十：不同目標加上權重，使得總旅行時間及總旅行成本之加權總和最小化。當權重  $W_1=0.5, W_2=0.5$ ，旅遊車程時間為 180 分，總旅行成本為 137 元，最優行程為 1562341，其對應旅遊景點的順序為飯店 公園 文物館 海灣 市集 觀海點 飯店。當權重  $W_1=0.8, W_2=0.2$ ，旅遊車程時間為 175 分，總旅行成本為 142 元，最優行程為 1423651，其對應旅遊景點的順序為飯店 觀海點 市集 海灣 文物館 公園 飯店。當權重  $W_1=0.2, W_2=0.8$ ，旅遊車程時間為 185 分，總旅行成本為 135 元，最優行程為 1462351，其對應旅遊景點的順序為飯店 觀海點 文物館 市集 海灣 公園 飯店。

## 六、討論與建議

飯店業者之間的競爭已隨著國人休旅風潮的盛行而愈來愈激烈，尤其是在現階段微利導向時代，如何創造利基，如何透過顧客關係管理來提升顧客滿意度、忠誠度，這將是業界求生存、創利潤所需面對的重要議題。本研究提供一個利用 IT 技術滿足顧客服務的解析程序，並以（a）怎樣的行程規劃才能從飯店出發用最少的旅行時間到達各景點遊玩再回到飯店休息？（b）怎樣的行程規劃才能從飯店出發用最少的旅行費用到達各景點遊玩再回到飯店休息？（c）怎樣的行程規劃才能從飯店出發用較少旅行時間及較少旅行費用到達各景點遊玩再回到飯店休息？（d）在顧客要求行程中需包含至某景點？（e）在顧客能接受的時間或成本或兩者同時的限制條件下，作最適性行程規劃建議？以及另一種當顧客選擇特定旅遊行程（半日遊、一日遊等）時，考量可接受的旅行時間以及旅遊景點數等常見的客服問題為例來加以說明。透過範例的展示，可以顯示休旅飯店有機會可以致力於研發應用新資訊技術來提升自己的顧客服務水準，強化市場的競爭優勢，提供更客製化的服務。未來也可利用基因演算法在旅行社的行程規劃上，如五天四夜的巴里島行程，可根據業者的各項成本的限制，求得最大、最少利潤或最接近使用者所設定的利潤，以推出不同的行銷方案來招攬顧客。此外，如何將這個思維引入系統實作面，例如：一個可支援客服人員的線上決策支援系統（On-line Decision Supporting System）的建置，

這也是本研究將持續投入研發的課題。

本研究所建立的模式係假設在不同顧客需求情境下，顧客會考量景點間旅行時間及旅行成本作為行程規劃的基礎，同時假定顧客對不同的目標的權重值為已知。然而顧客在規劃行程時，可能會考量其他目標，譬如顧客對景點的偏好度，或是整個遊程的總時間等等，而對不同的目標其權重值可能不明確。上述問題是本研究所建構模式應用上的限制，也是本研究後續研究努力的方向。針對顧客考量整個遊程的總時間的問題，除了在後續研究構建新的模式外，也可以本研究所求出之解，加上各個景點停留之時間，推算整個遊程時間，並根據顧客之意見加以修訂成為符合顧客需求之行程。而有關顧客對各個目標權重值不明確的問題，未來可考量運用其他多目標求解方法，如模糊多目標規劃法，來進行求解。

## 參考文獻

1. Barnhart, C., L. Hatay and E. L. Johnson, "Deadhead Selection for the Long-Haul Crew Pairing Problem" Operations Research, Vol. 43, 1995, pp. 491-499.
2. Brusco, M. J., L. W. Jacobs, R. J. Bongiorno, D. V. Lyons and B. X. Tang, "Improving Personnel Scheduling at Airline Stations" Operations Research, Vol. 43, 1995, pp. 741-751.
3. Canestrilli, E., and P. Costa, "Tourist Carrying Capacity: A Fuzzy Approach" Annals of Tourism Research, Vol. 18, 1991, pp. 295-311.
4. Graves, G. W., R. D. McBride, I. Gershkoff, D. Anderson and D. Mahidhara, "Flight Crew Scheduling" Management Science, Vol. 39, 1993, pp. 736-745.
5. Hoffman, K. L., and M. Padberg, "Solving Airline Crew Scheduling Problems by Branch-and-Cut" Management Science, Vol. 39, 1993, pp. 657-682.
6. Hurley, S., Moutinho, L and Witt, S. F., "Genetic Algorithms for Tourism Marketing" Annals of Tourism Research, Vol. 25, No. 2, 1998, pp. 498-514.
7. Kottke, M., "Estimating Economic Impacts of Tourism" Annals of Tourism Research, Vol. 15, 1988, pp. 122-133.
8. Teodorovic, D., M. Kalic and G. Pavkovic, "The Potential for Using Fuzzy Set Theory in Airline Network Design" Transportation Research Part B-Methodological, Vol. 28, 1994, pp. 103-121.
9. Van der Knijff, E. C., and J. Oosterhaven, "Optimizing Tourism Policy: A Linear Programming Approach" Regional Studies, Vol. 24, 1990, pp.55-64.
10. 陳垂呈，應用資料探勘技術推薦消費者最適性之旅遊景點，觀光休閒暨餐旅產業永續經營學術研討會，第二集，2002，第 273-282 頁。
11. 陳肇男，旅遊行程安排及探勘分析之實作，國立雲林科技大學電子工程與資訊工程研究所，1999，碩士論文。
12. 蘇木春、張孝德，機器學習：類神經網路、模糊系統以及基因演算法則，全華科技圖書股份有限公司，1997。
13. Michael J.A.Berry,Gordon Linoff、彭文正譯，資料探礦-顧客關係管理暨電子行銷之運用，維科圖書有限公司，2001。
14. 陳昭吉，應用遺傳基因演算法於晶圓製造場之設施佈置問題，元智大學工業工程與管理研究所，2003，碩士論文。
15. 邱元泰，遺傳演算法在排課問題之運用，國立中正大學數學研究所，2002，碩士論文。
16. 周宏馨，利用基因演算法在無線廣播中之研究，南華大學資訊管理學系(所)，2002，碩士論文。