

應用蟻群最佳化演算法規劃旅遊路線之研究： 以南部三縣市為例

林朝興
國立台南大學
資訊工程系所
副教授

mikelin@mail.nutn.edu.tw

劉智偉
南台科技大學
資訊管理系所
在職專班碩士研究生

n9590016@webmail.stut.edu.tw

王鼎超
南台科技大學
資訊管理系所
助理教授

zh9@mail.stut.edu.tw

摘要

自政府宣佈週休二日，國內旅遊風氣逐漸興起，甚至近日來國人提倡節能減碳口號，騎乘腳踏車蔚為休閒活動項目之一，短期的旅遊可舒解平日所累積的壓力，國民旅遊已被全民所重視。但民間的旅遊網站或政府提供的旅遊資訊網，皆是針對套裝行程或景點介紹為主，使用者喜歡的景點不一定都在同一套裝裡，且旅遊景點資訊搜尋費時費工。對一趟旅遊而言，行程規劃為主要核心，也是旅遊成敗的關鍵因素之一，如果旅遊出發前，能為使用者提供客製化的行程規劃，對旅遊者行前準備的幫助是相當大的。本論文應用蟻群最佳化演算法 (Ant Colony Optimization, ACO) 可尋求最佳路線的特性，為使用者旅遊動機所選的景點作路徑規劃，幫助使用者迅速找到心儀且適合的旅遊行程規劃，並將研究結果實作出能提供客製化的整合旅遊網頁服務網站呈現。

關鍵詞：蟻群最佳化演算法、旅遊動機、行程規劃、旅行銷售員問題

Abstract

Since the two-day weekend system implemented in Taiwan, the tourism-related sector has been receiving increasing attention. In addition, recent trends to conserve power consumption and decrease carbon emission have made cycling one of the major leisure activities for the public. Moreover, traveling has been much welcomed by the general public since short-term traveling relieves different kinds of pressure. However, commercial tourist websites and governmental tourist portals focus only on tourist packages and presenting information about scenic sites. Users' desired destinations are not necessarily included in one particular package and the tourist information collection process is quite

time-consuming. Itinerary planning is crucial for a trip and is critical for a satisfying tour. Customized itinerary planning before setting off is therefore very helpful for users intended to engage in traveling. This study intends to investigate how to apply "Ant Colony Optimization" (ACO) algorithm to search for the best itinerary solution based on users' choices of destinations, so a satisfying trip can be planned. Finally, this project construct an integrated tourist service website offering customized information services.

Keywords: ACO、tourism motivation、trip planning、TSP

1. 前言

台灣擁有豐富多元的自然遊憩景點，政治穩定、治安良好、交通便利、物價穩定，造就了台灣獨一無二的旅遊環境。花蓮的大理石環境、綠島的海岸溫泉、東港的櫻花蝦等等，都是台灣相當獨特的旅遊資源。但環顧國內民間旅遊網站普遍缺乏自助旅行的事前行程規劃服務，以圖 1 的雄獅旅行社為例 [19]，大多注重套裝行程之販售與推薦，使用者在無從選擇下不得不依其套裝行程內容旅遊，而套裝行程內容未必全為使用者所嚮往之景點。

地方政府提供之旅遊網站皆以介紹當地景點、文化為主，亦無提供客製化旅遊資訊服務，使用者初至當地會有不知從何開始玩起的感覺。閱讀旅遊雜誌，內容介紹的景點大同小異，上網搜尋旅遊資訊又花費使用者相當多的時間和精力，所有的旅遊行程必須由使用者在紙上自行規劃，若非專業玩家，很難規劃出一套完善的旅遊行程，常會發生繞遠路或走重複路徑而浪費時間，或是選了並不是很滿意的景點，這些都是使用者在旅遊路徑規劃上可事先避免。



圖 1.雄獅旅遊網站

		線。
10	高雄旅遊網 khh.travel.tw	會員制，提供詳細高雄各旅遊景點、餐飲介紹和套裝行程推薦，無客製化旅遊路線。

表一列出了數個民間提供的旅遊網站，內容皆相當豐富，對於景點也詳細描述，但都有共同的問題，就是各家都在推銷自家的旅遊套裝行程，行程小則半天，大到出國旅遊數天皆有，但都無法依使用者的喜好，提供客製化的旅遊路線，消費者只能依套裝行程走，如要加減景點又得跟業者溝通，來回費工費時。

表一.列舉民間旅遊資訊網

編號	民間旅遊網站名稱	網站特色簡介
1	繽紛旅遊網 www.befuntravel.com.tw	會員制，主要提供使用者旅遊發表和意見交換平台，無客製化旅遊路線。
2	360 度實景看台灣 trip.wts.com.tw	提供各景點資訊和 360 度實景拍攝，無客製化旅遊路線。
3	大台灣旅遊網 www.travel-web.com.tw	提供詳細景點資訊、住宿資訊和餐飲資訊，無客製化旅遊路線。
4	ezTravel 易遊網 www.eztravel.com.tw	會員制，提供全省和國外旅遊套裝行程和線上訂房服務，無客製化旅遊路線。
5	四方通行 www.easytravel.com.tw	會員制，提供全省和國外旅遊套裝行程和線上訂房服務，無客製化旅遊路線。
6	美美美旅遊聯盟-旅遊網 emmm.tw	會員制，以提供餐飲和住宿資訊為主題，無客製化旅遊路線。
7	HiNet 旅遊網 travel.hinet.net	會員制，提供全省和國外旅遊套裝行程和線上訂房服務，無客製化旅遊路線。
8	雄獅旅遊 www.liontravel.com	會員制，提供全省和國外旅遊套裝行程和線上訂房服務，無客製化旅遊路線。
9	STTF 南台灣 墾丁旅遊網 www.sttf.idv.tw	提供墾丁詳細景點、食、宿資訊，亦設有討論區，無客製化旅遊路

表二.當地政府提供旅遊資訊網

編號	地方政府旅遊網站名稱	網站特色簡介
1	台南縣政府觀光旅遊處 tour.tainan.gov.tw	提供台南縣境內各旅遊景點資訊和節慶活動介紹，推薦數條套裝旅遊路線，無客製化旅遊路線。
2	台南市政府旅遊網 tour.tncc.gov.tw	提供台南市境內各旅遊景點資訊和套裝旅遊路線，無客製化旅遊路線。
3	高雄市政府旅遊網 www.kcg.gov.tw/jsf/Travel.jsf	提供高雄市各旅遊景點簡介和各交通工具時刻表，無客製化旅遊路線。
4	高雄縣政府文化觀光網站 cultural.kccc.gov.tw	提供高雄縣境內各旅遊景點資訊和四條不同主題的套裝旅遊路線，無客製化旅遊路線。
5	屏東觀光旅遊資訊網 travel.pthg.gov.tw	提供最詳實的屏東旅遊資訊，有提供主題旅遊路線，亦有以旅遊天數分類的旅遊路線推薦，無客製化旅遊路線。

表二為地方政府提供之旅遊資訊，畫面精緻，如圖 2 的屏東政府旅遊網站為例[18]，內容充實，將各地的特色詳盡描寫，節省了使用者搜尋景點資訊的時間，但各地方政府僅提供各自的旅遊景點，提供了點、線、面的旅遊資訊，但使用者欠缺的是垂直串聯的旅遊資訊。如果可提供使用者全面性的旅遊資訊，包含景點特色、門票收費、開放時間、建議駐留時間、地點位置圖等等，可節省使用者一一查詢的時間和工作，進而再將選擇的景點作有系統的排

序，使用者可避免掉開錯路線、繞遠路、重覆路線等等，浪費寶貴的旅遊時間和金錢。

以往使用者在規劃旅遊路線，大多以自己的經驗法則來規劃，如今旅遊資訊在網路上打關鍵字搜尋，即可獲取大量旅遊資訊，但這些資訊到了使用者手上卻變成資料，並非全是使用者所需的，使用者還得一筆一筆過濾篩選，因此，對於旅遊的路線規劃，應有新的思維，為此，此研究以蟻群最佳化演算法的理論模擬，設計出最適合使用者的旅遊路線規劃資訊服務網。



圖 2.屏東縣政府旅遊網

台南縣內有水庫旅遊資源、泥漿溫泉等特殊自然景觀；台南市是座隨處皆可看到古蹟的城市，有句諺語：一府二鹿三孟甲，說明了台灣繁榮的發展史，其中一府指的就是台南市，可想其歷史觀光資源的豐富性；高雄縣擁有南橫的天然觀光路線，橫越中央山脈，甚至海拔可高至三千多公尺，與平地截然不同的風情；高雄市有著世界名列前茅的高雄港，海岸的旅遊資源相當多，還有著聞名世界的觀光夜市；因為國片「海角七號」成功的將屏東最驕傲的海洋觀光資源推廣到世界舞台。這三縣市包含有三千公尺高的山林旅遊，亦有可從事海上活動的景點，更有著正在推展的港都人文氣息，成為台灣旅遊相當特別的三縣市，將其旅遊資源做有系統的規劃，就可形成台灣獨特的旅遊地區。

從研究文獻中和民眾一般認知裡，可知出遊的動機和旅遊滿意度存在正向關係[5]，也就是說當使用者出遊的目標越明確，目的地越明朗，所得到的旅遊滿意度就會越高，以此，出遊的景點如果是使用者自行挑選最有興趣的，則該次旅遊滿意度應可達到最高。使用者初次到欲前往某地遊覽，但不知從何處開始，本系統亦提供其他使用者推薦的景點。本研究

以使用者為觀點出發，建構一可由使用者自行挑選最有興趣的旅遊景點，由系統自動規劃其遊覽路徑順序，採會員管理制，系統會依使用者輸入的出遊基本資訊進行分析，如出遊人數、出遊隊員年齡層、出遊天數、預算金額、天氣概況[14]如圖 3 所示，以期使用者得到最大的旅遊樂趣。

中央氣象局台灣各地1週天氣預報

發布時間:2008/12/3 16:30
有效期限:2008/12/4~2008/12/9

單位	12/4 星期三	12/5 星期四	12/6 星期五	12/7 星期六	12/8 星期日	12/9 星期一	12/9 星期二
台北市	14~22	15~20	15~20	15~23	17~25	16~23	15~20
北部地區 (台北、桃園、新竹、苗栗)	12~22	13~20	13~20	13~23	17~25	14~23	13~20
中部地區 (台中、彰化、南投、雲林、嘉義)	10~25	11~24	12~24	13~26	15~27	14~26	14~25
南部地區 (台南、高雄、屏東)	14~26	15~25	16~26	17~27	18~28	17~27	17~26
東北部地區 (基隆、宜蘭)	14~20	15~20	15~20	16~21	17~26	15~23	13~20
東部地區 (花蓮)	16~22	16~22	16~21	17~24	18~27	18~26	17~25

圖 3.中央氣象區台灣各地一週天氣預報

本系統中的旅遊動機和旅遊景點亦可由使用者彼此共同新增維護，以增加本系統資訊的可用性和可靠性，最後使用者選定好適合自己的路線之後，系統透過後端 web service 的方式，可將使用者所選擇的路徑、餐飲和住宿等資料進一步提供給旅遊業者，進而幫助訂房、訂票、訂餐或估價之後續電子商務工作，而使用者選擇的路徑亦會留在系統中，方便日後進行資料分析或資料探勘使用。使用者結束行程之後，亦可回線上進行旅遊景點評分，以供其他使用者參考。當使用者依自己喜好的旅遊動機而選出欲前往旅遊的數個景點時，所有景點的遊玩排序就形成旅行推銷員問題(Traveling Salesman Problem; TSP)[4][6][8][10]，其定義為：一位推銷員計畫拜訪 N 個城市，而推銷員從某一個城市出發，每個城市皆需被拜訪一次，並符合最短總旅行距離下，最後再回到原出發的城市。旅行推銷員問題為組合最佳化最具代表性的問題之一，而蟻群最佳化演算法在 TSPLIB 國際列題進行比較，被證實在求解此類旅行推銷員問題效益優於基因演算法(Genetic Algorithm ;GA)與模擬退火法(Simulated Annealing;SA)。推銷員如何規劃訪問各城市的順序，則呼應本文主旨所探討的使用者選擇遊憩路徑時，應為合理的最短路徑之研究。

本研究應用 Microsoft 公司開發的 .net framework 平台軟體建構蟻群演算法系統模

式，進行旅遊路線規劃之研究，共分為五章：第一章為前提，述說現有的旅遊資訊愧搜查不易、費時費工，和旅遊推銷員問題之簡介，最後是旅遊路線對旅遊的重要性。第二章為文獻探討，探討螞蟻搜尋食物的行為模式，繼而介紹蟻群演算法之原理。第三章為蟻群演算法應用於旅遊路線推薦，介紹蟻群最佳化演算流程及旅遊路線規劃和旅遊模式理論分析。第四章為系統建構與系統實作及操作方式，首先探討蟻群演算法相關的參數最佳化，再實際列舉一路線為例作最佳路線模式分析。第五章為結論和未來研究，針對本文提出研究成果和未來可修正的研究方向。

2. 文獻探討

2.1 旅遊路線規劃

影響旅客選擇旅遊路線模式可歸納出旅遊特性、路徑特性及目的地特性等三個主要關鍵點，而旅遊特性可包括客源地、旅遊目的之數量、旅遊目的類型、旅遊天數、旅伴數量、旅伴類型等；路徑特性有旅遊距離以及旅遊工具等；目的地特性包括目的地之數量、目的地類型、膳宿類型、空間結構、旅遊時間、旅遊費用、旅遊資訊、促銷及旅遊安全等因素[3]。以往旅客的路線安排可發現都是以經驗法則為基礎來規劃，本研究以使用者的角度切入，利用蟻群最佳化演算法來進行旅遊路線的規劃，並將使用者可控制的變數因子代入蟻群演算法的參數中，期以科學方法建立一套適合大眾使用之旅遊路線推薦系統。

2.2 自然界螞蟻尋找食物之行為模式

以圖為例說明螞蟻尋找食物時的行為：圖 4(a)：如果食物與巢穴間無障礙物，則螞蟻會在走過的路徑上留下費洛蒙，而後面的螞蟻會依循此路徑前往食物地點，當時間拉長，則所有螞蟻行徑的路線會如黑虛線所示，成一直線；圖 4(b).螞蟻經由黑虛線碰到障礙物時，若螞蟻轉向綠線和轉向紅線繞過障礙物的機率是相等的，就會形成一長路徑和一短路徑，就如圖中的綠線和紅線所示；圖 4(c).經過一段時間，假設每隻螞蟻行走的速度一樣、施放費洛蒙的量也一樣，則較短路徑能以較短的時間來回於食物與蟻穴之間，因此費洛蒙累積的速度較快，兩條路徑的費洛蒙量差異增大，因此圖中紅粗線的路徑會吸引越來越多的螞蟻，最後所有的螞蟻都會選擇紅粗虛線的路徑，而捨棄綠虛線路徑。

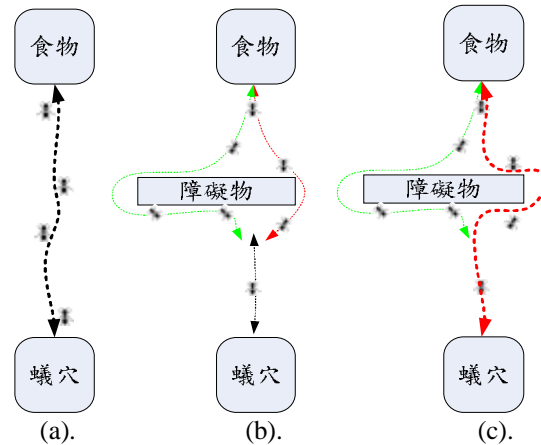


圖 4.螞蟻尋找食物之行為模式

2.3 蟻群最佳化

本研究以蟻群最佳化演算法為主要建構模式。蟻群演算法最早是由 Dorigo 模擬蟻群覓食實際行為所提出螞蟻系統 (Ant System; AS) [7]理論，之後根據不同問題特性，衍生出各種演算法，如蟻群系統(Ant Colony System; ACS)、極大-極小螞蟻系統(MAX-MIN Ant System; MMAS)[13]、螞蟻精英系統(Ant system elitist; ASe)、排序螞蟻系統(Rank-Based Version of Ant System; ASrank)等，直到 Dorigo(1999) [9]等學者群，將螞蟻系統(AS)、蟻群系統(ACS)等求解的行為，整理成有系統之演算法，稱為蟻群最佳化(ACO)。蟻群最佳化為一種求解組合最佳化問題的概念[7][9]，蟻群最佳化演算法從 1992 年迄今已成功求解許多組合最佳化問題 [11][12]。

2.4 蟻群演算法流程

蟻群演算法中，在任何一個節點的螞蟻都必須依循轉換規則(transition rule)公式法則，來選擇下一個節點來移動。而選擇每一個節點的機率，除了會受到螞蟻先前遺留的費洛蒙的影響以外，也會受到能見度(visibility) η 的影響。能見度一般的計算方法為兩個節點之間距離的倒數(1/d)。步驟如下：

- 步驟 1：參數初始化：包含總迭代數(Tn)、費洛蒙初始值(τ_0)、費洛蒙殘留係數(ρ)、總螞蟻數(A_n)、費洛蒙強度(τ)、費洛蒙因子(α)、能見度因子(β)之重要性的參數，和決定螞蟻路線選取的參數(q_0)。
- 步驟 2：將 m 隻螞蟻隨機置於 n 個節點上($m \geq n$)，並建立路徑。
- 步驟 3：每隻螞蟻走到下一個節點的機率是隨機選取的[1]，依系統產生之亂數 q 與系統參數 q_0 做比較，如果 $q > q_0$ ，則採

取探索法則(exploration), 反之, 則利用法則(exploitation)來選取下一節點, 接下來就可進行路徑更新。

步驟 4: 當每隻螞蟻跑完一個節點, 就要進行即時的區域路徑更新。

步驟 5: 所有的螞蟻皆跑完一次所有的節點之後, 要對該次最佳路徑作全域最佳化路徑更新。

步驟 6: 當所有的螞蟻跑完迭代數(Tn)所指定的參數之後, 即可在全域最佳化路徑裡找出最佳路徑。

將以上步驟以圖 5 表示之。

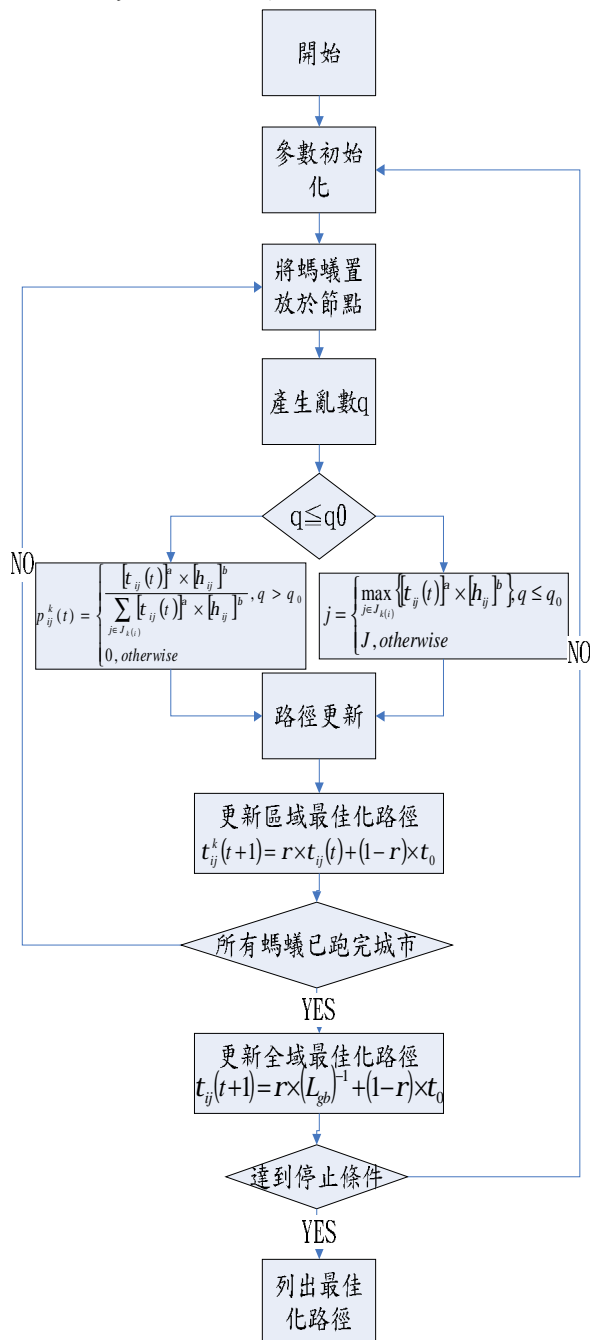


圖 5. 螞蟻演算法流程圖

3. 螞蟻演算法應用於旅遊路線推薦

3.1 螞蟻演算法運算規則

螞蟻最佳化演算方法主要有三大主軸:

(1). 轉換規則(transition rule)

在模擬螞蟻覓食行為, 電子螞蟻是否由 i 點移動至 j 點, 係由一介於 0 和 1 之間的隨機亂數決定。當隨機亂數 q 大於系統設定值 q0, 在一般情況下, 費洛蒙濃度較高或是節點距離較短應較容易被挑選為下一前往之節點, 但因此演算法是以隨機亂數方式進行選擇, 所以電子螞蟻仍有機會選擇到其他節點, 稱之為探索法則

(exploration), 如公式(1)所示:

$$p_{ij}^k(t) = \begin{cases} \frac{[\tau_{ij}(t)]^\alpha \times [h_{ij}]^\beta}{\sum_{j \in J_k(i)} [\tau_{ij}(t)]^\alpha \times [h_{ij}]^\beta}, & q > q_0 \\ 0, & otherwise \end{cases} \quad (1)$$

q 為介於 1 至 0 間的隨機亂數。

q0 為系統設定參數, 介於 1 至 0。

τ_{ij} 為節點 i 至節點 j 之費洛蒙數量。

η_{ij} 為節點 i 至節點 j 距離之倒數。

$J_{k(i)}$ 為節點 i 上的第 k 隻螞蟻尚未拜訪過節點之集合。

α 、 β 分別為費洛蒙強度與能見度之權重參數。

若隨機亂數 q 小於或等於 q0 時, 電子螞蟻就會直接選取費洛蒙濃度較高和節點距離較短的節點, 此稱此為利用法則

(exploitation), 其如公式(2)所示:

$$j = \begin{cases} \max_{j \in J_k(i)} \{[\tau_{ij}(t)]^\alpha \times [h_{ij}]^\beta\}, & q \leq q_0 \\ J, & otherwise \end{cases} \quad (2)$$

(2). 區域更新法則(local update rule)

當螞蟻完成一可行解之後, 就要進行區域費洛蒙更新。費洛蒙濃度會依據此螞蟻的路徑執行即時更新, 目的是避免讓其他隻螞蟻陷入局部最佳解, 而過早收斂結果。

公式(3):

$$t_{ij}^k(t+1) = r \times t_{ij}^k(t) + (1-r) \times t_0 \quad (3)$$

ρ 為費洛蒙蒸發率。

(3). 全域更新法則(global update rule)

當所有的螞蟻皆走完所有節點時, 而發現最佳解的螞蟻, 在其所走的路徑上留下費洛蒙, 將以全域更新法則更新其路徑上費洛蒙量, 全域更新法公式(4)如下所示:

$$t_{ij}^k(t+1) = r \times (L_{gb})^{-1} + (1-r) \times t_0 \quad (4)$$

L_{gb} 為所有螞蟻完成的路徑當中，最佳路徑長度。

3.2 蟻群演算法於旅遊路線推薦系統之分析

本研究以使用者的角度，利用蟻群最佳化演算法來進行旅遊路線規劃，並將使用者可控制的變數因子代入蟻群演算法的參數中，以科學方法建立一套旅遊路線推薦系統，改善傳統以經驗法則及紙上路線規劃的使用習慣。使用者所輸入之出遊人數關係到景點區的入場費用，系統會區分為孩童票，成人票，年長票三種票價，依票價和出遊人數去計算所需基本花費；出遊年齡層可分析出遊景點是否有年齡限制或適合該年齡層，例如比較高山或比較不易行走而危險的景點，就不適合孩童或年長者前往，在選擇時就應提醒使用者避開；遊憩時段則由系統內定為早上八點出發，至晚上六點止，其間如遇中午用餐時間，系統會自動提供最接近當時遊戲地點附近之用餐地點以供選擇，相同的，如遇晚上六時，系統亦會自動提供最接近景點的用餐地點以供選擇。如果晚餐定點選擇之後，旅遊天數尚有額度的話，系統會自動提供距離當天最後一旅遊景點最近的住宿位置，供使用者勾選，系統會以出遊天數列表，將每天的建議行程詳細列出，方便使用者參考；預算金額則為此次規劃旅遊所要花費的金額上限，以不超過為原則，如果選取的景點花費已超過預算金額，則系統會自動提醒使用者更換或減少景點；天氣概況會依氣象局提供的當地預計氣象為參考，如果得到的出遊當天天氣資訊為雨天，系統會建議以室內景點應為優先考慮。以國內最大旅遊資訊網之旅遊主題做為本文的關鍵因素之一旅遊動機為例[17]來分類，如圖 6 所示，



圖 6. 易遊網旅遊資訊網

將旅遊動機細分為 16 項目：1. 親子假期、2. 田園山林、3. 情人渡假、4. 節慶祭典、5. 四季賞花、

6. 自然生態、7. 親水活動、8. spa 泡湯、9. 美食饗宴、10. 主題樂園、11. 租車假期、12. 鐵道旅行、13. 地方風情、14. 原民文化、15. 都會時尚等種類之外，再加入目前正風行的 16. 鐵馬路線，以增加旅遊動機種類。

同性質的旅遊動機景點被選越多者，會影響到蟻群演算法中的 α 參數，讓使用者更快前往想去的景點；而住宿和用餐地點亦會影響蟻群演算法的 β 參數，目的在讓使用者能最短的距離找到用餐或住宿的地點，利用蟻群演算法這兩大影響特性參數，為使用者規劃出一條最適合的旅遊路線，一套完整的旅遊路線推薦系統，除了可讓使用者節算許多成本與時間，並可讓遊憩活動安排能更加完善，而蟻群最佳化演算法在目前的應用最為廣泛而且效益佳，因此本研究以蟻群最佳化演算法為使用者建立台灣南部三縣市旅遊路線推薦模式，蟻群最佳化演算法執行時，在初始階段需設定相關參數之初始值，包含總迭代數(T_n)、費洛蒙初始值(τ_0)、費洛蒙殘留係數(ρ)、總螞蟻數(A_n)、費洛蒙強度(τ)、費洛蒙因子(α)、能見度因子(β)之重要性的參數，和決定螞蟻路線選取的參數(q_0)。

在建立路徑階段，由於蟻群演算法是以隨機方式進行，由系統產生隨時亂數值 q ，再和輸入參數 q_0 值做比對，如此每一條路徑都有機會被選擇，才不會發生過早收斂的狀況。費洛蒙強度 α 與能見度 β 之權重大小將影響轉換法則的結果；若 $\alpha=0$ ，則形成貪婪演算法，所有螞蟻皆會選擇路徑最短之節點；若 $\beta=0$ ，則所有螞蟻皆會選擇費洛蒙較多的路徑移動，就會發生過早收斂結果的情形。在本研究中，將使用者所選旅遊動機的旅遊景點加入影響 α 之值，當使用者所選擇相同旅遊動機的景點越多時，對 α 值進行微調的加成效果越大，目的在於讓蟻群對旅遊動機強的景點，較能優先被選擇，讓使用者的旅遊滿意度邊際效益達到最大；當使用者在選擇住宿或餐飲地點時，則將餐飲和住宿景點之 β 值加入蟻群演算法中，此時系統會對 β 值進行微調的加成，目的在於能讓使用者選擇離目前景點最近的旅館或餐廳。為提高本研究分析結果的可靠性，在研究中所輸入的參數，採用 Dorigo(1997)、Stutzle 與 Hoos(2000)等三人所提出的參考數值：螞蟻數(Ant number)設定為 20， α 為 1、 β 為 2、 ρ 為 0.1、 τ_0 為 0.1、 q_0 為 0.98 及迭代數為 1000 為作為演算參數設定條件[13]，但如果使用者所選擇的景點太少時，則系統內定的螞蟻數會

自動降低至與景點數相同。

在最後階段，區域更新法指的是對第 k 隻螞蟻而言，螞蟻會經由上一次所走過的路徑總和來作為費洛蒙的依據。全域更新法和區域更改法不同的是全域更新法考量到螞蟻的整體經驗，而不是上一隻螞蟻的個別經驗。而在系統實作上，全域更新法是在執行完一個回合後，由全部的螞蟻一齊更改費洛蒙值。

經由上面三個階段，進行所有節點的費洛蒙數量更新，以引導下一輪迴的求解方向，直到滿足終止條件為止，終止條件就是系統設定值總迭代數(Tn)，滿足終止條件之後，再找出各路徑費洛蒙值最高的路程，即可得到最佳化路徑。

4. 旅遊路線推薦系統建置

4.1 系統平台

本研究開發之系統軟硬體如下，Intel Pentium XEON 2.66GHz CPU；1GB DDR333 記憶體；RAID5 280GB SATA HD；搭配 Microsoft Windows 2003 Enterprise Edition Service Pack 2 IIS6.0；Microsoft SQL Server 2000 資料庫來建構為資訊基礎平台。本研究利用 .net 平台，除了具備強大的運算能力，也提供圖形化介面工具與開發工具，各領域的工程人員皆適合開發軟體的設計環境。經由 .net 平台，結合蟻群最佳化演算法，對獨特的南部三縣市旅遊景點作最佳化的旅遊路徑規劃，讓使用者亦可以參考其他使用者的旅遊經驗，而規劃出最適合自己的旅遊路線。

4.2 旅遊推薦系統流程

流程圖說明系統流程步驟如下：

- (1) 使用者登入，載入使用者個人基本資料。
- (2) 使用者輸入出遊資訊，包含旅遊人數、成人人數、孩童人數、年長者人數、出遊日期、結束旅遊日期、花費預算。
- (3) 依使用者旅遊動機挑選喜好的旅遊景點，系統也會提供有相同旅遊動機而被推薦的景點。
- (4) 選定好旅遊景點之後，系統自動判決旅遊當天天氣狀況，如果是室外景點遇上天候不佳，則系統提醒改選室內景點。
- (5) 選定的景點是否適合年齡層，如需攀爬或需有危險性的景點，系統也會提醒改選其他景點。
- (6) 選定景點的花費是否在預算之內，如超過預算，則系統自動提醒更換或刪減景點選

擇。

- (7) 如果選擇的景點遊玩時間遇到中午 12 點或晚上 6 點，則系統會提醒要選擇用餐地點，系統會提供最接近最後旅遊景點的餐館以供選擇。
- (8) 晚上 6 點之後，如未超過旅遊行期，系統會提醒選擇離晚餐用餐地點最近的住宿地點。
- (9) 選擇結束之後進行蟻群最佳化演算法，以算出最佳的三條路線。
- (10) 選定線線之後，可將結果輸出為 Web Service，以進行電子商務部份。

系統流程圖如圖 7 所示：

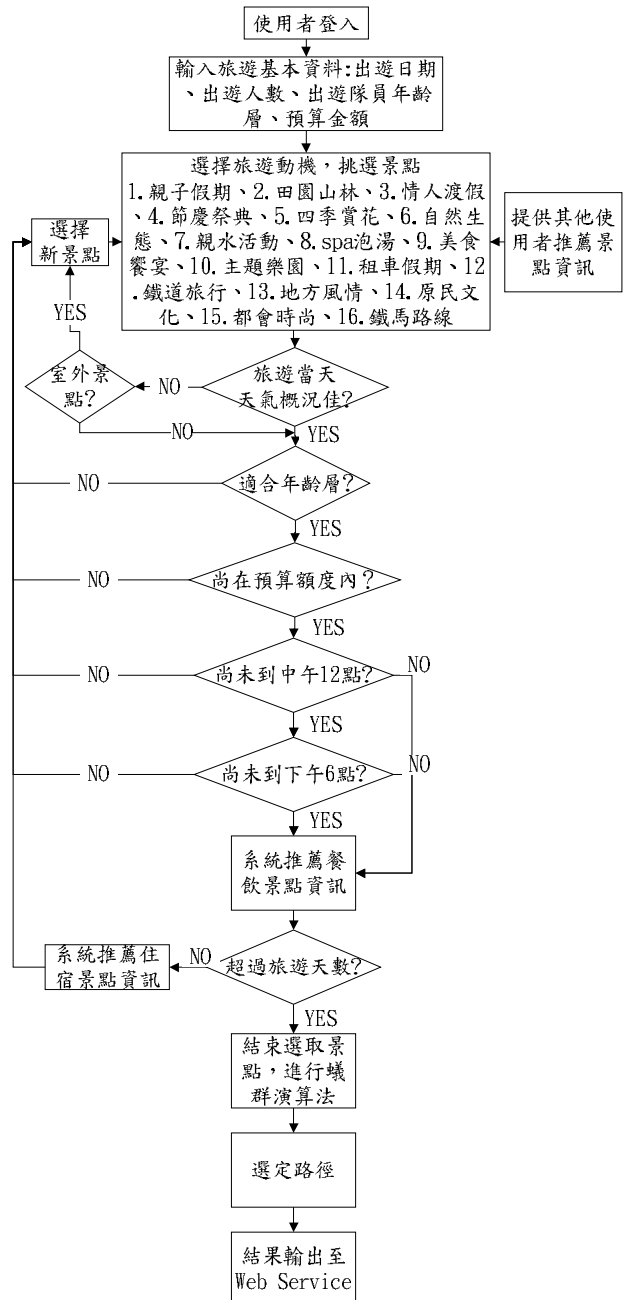


圖 7. 系統流程圖

4.3 系統資料庫建置規劃

系統資料庫分為三部份：

- (1)本系統採會員制，會員資料表記載使用者帳號、密碼、聯絡方式及最後登入時間等基本資料，未來可寄有相同偏好旅遊動機的旅遊資訊予使用者。
- (2)景點資料表記錄各景點之資訊，如旅遊動機形式、編號、景點所在縣市代號、位置方位、開放時間、結束時間、 α 值、 β 值、成人票價、優待票價、景點介紹、使用者推薦標示等等。
- (3)評分資料記錄是為使用者旅遊之後，對該景點進行評分，滿意度最高為 5 分，最低為 1 分，將來可做為資料探勘或使用者偏好分析。

4.4 系統實作

本系統設計分為：使用者輸入及路徑搜尋狀況結果顯示及最後結果輸出成 Web Service 等三部份，其程式執行進入畫面。其步驟如下：

- (1)使用者登入畫面，載入使用者個人資料，本網頁中亦有推薦其他優質網站，方便使用者搜尋旅遊資訊。如圖 8 所示。
- (2)使用者輸入出遊人數，包含成人人數，孩童人數，年長者人數，孩童年齡為 12 歲以下，年長者為 65 歲以上，因各景點票價不同，且景點是否適合年齡層，皆依此判斷；出遊日期為出發當日日期和結束旅遊當日日期，系統自動計算天數，預算為各景點票價、住宿費用花費為限，如超額，系統會提醒使用者更換景點或減少景點的選擇，如圖 9 所示。
- (3)旅遊動機為本研究排列景點之重要依據，當使用者選定旅遊動機後，系統會列出屬該動機之旅遊景點，供使用者參考，亦會加入其他使用者推薦的景點(依該景點平均評分為 4 分以上)，如圖 10 所示，如按下景點名稱超連結，則出現如圖 11，透過 google map 介面對景點的位置圖和景點文字介紹，讓使用者了解該景點之特色。等景點選定之後，即可進入下一頁。
- (4)經蟻群演算法代入各系統參數和使用者輸入資訊，排列各旅遊景點之後，會呈現如圖 12 所示，三條最佳路徑供使用者選擇，圖中有各景點停留時間、建議前往旅遊日期，旅遊時間等資訊。
- (5)如行程遇到中午或晚餐用餐時間(系統內定午餐時間為中午 12 點，晚餐為下午 6 點)，

則系統會保留 2 個小時的用餐時間，並讓使用者再勾選用餐地點，如圖 13 所示，而用餐地點會以最後一個旅遊景點附近可用餐之景點為優先；選擇完用餐地點之後，如果旅遊的時間還有剩餘的情形下，則系統亦會要求使用者選擇住宿地點，住宿情況亦以離最後用餐地點最近之住宿地點為推薦點，系統會列出建議住宿點供選擇。

- (6)選定好路線，亦選擇完用餐和住宿地點，系統則排入旅遊行程中，即可進入下一步驟。如圖 14 所示。
- (7)系統會將以上選擇之景點路徑做一完整的列表，包含旅遊景點名稱、旅遊時間、預算花費，供使用者參考，並將資料寫入使用者旅遊路徑歷史資料，如圖 15 所示。
- (8)選定好的路線，以 web service 的方式提供給後端，如旅行社，可以此路徑進行訂票、訂餐、訂房等等後續的電子商務流程。如圖 16 所示。

5. 結論與未來研究

本研究利用蟻群演算法搜索最佳路徑的能力，應用於南部三縣市旅遊路徑規劃，建構出方便、易用且實際之網站，文中亦列舉一例進行模式驗證。可得下列結論：

- (1) 本文應用蟻群最佳化演算法於網路資訊技術下建構一旅遊路徑規劃網站。
- (2) 可促進旅遊產業發展。
- (3) 本文中列舉一例進行驗證，突破現有旅遊網站和政府旅遊網之不足之處，達成旅遊行程自行規劃，餐飲和住宿亦由使用者自行挑選，再經由後端電子商務處理之功能。
- (4) 提高各景點曝光率，有機會使不常介紹之景點亦有被推薦的機會。

旅遊路徑規劃為 TSP 問題，當選擇景點越多時，與計算時間成正比，使用者等待結果時間越長，將來可以改善此狀況為目標；本研究無考慮使用者旅遊中所搭乘的交通工具，將來可以再加入如火車、高鐵、捷運、租車等交通工具為改善方向，以得到更精確的旅遊時間；本研究景點以 2D 平面計算兩點路徑長度(歐基理德距離)，未來可加入高度因子，以 3D 模式計算，將海拔高度列入路徑考慮因素之一，以得到更接近實際生活之旅遊規畫；本研究僅以台南市、台南縣、高雄縣、高雄市、屏東縣、屏東市之景點為例，將來可再加入全省景點規劃；本研究可於系統實作網站加入一討論區，讓有所同好者能有一園地進行意見交換，亦可

加入 blog 功能，讓使用者除了規劃路徑之外，亦可將旅遊心得提供給其他使用者參考。

參考文獻 (References)

- [1]王正傑，”應用演化式演算法求解機率旅行推銷員問題”，國立暨南國際大學土木工程學系碩士論文，2006。
- [2]吳桂芳，伍紅華，”求解 TSP 問題的蟻群演算法”，廣西民族大學學報，第 13 卷第 2 期，p64-67。
- [3]陳雅雯，”蟻群最佳化演算法於生態旅遊路線規劃之研究”，立德管理學院資源環境研究所碩士論文，2007。
- [4]梁韻嘉，羅敏華，劉宜婷，張閔翔，”應用蟻群最佳化演算法於團隊越野競賽問題之研究”，元智大學工業工程與管理學系大專生專題研究計劃結案報告，2007/7/1-2008/2/28。
- [5]黃耀昆，”旅遊動機、旅遊意象與滿意度關係之研究-以田尾公路花園為例”，國立嘉義大學農學院林業暨自然資源研究所碩士論文，2006。
- [6]Carlton,W. and Barners, J. (1996). Solving the traveling-salesman problem with time windows using tabu search, IIE Transaction, p617-629.
- [7]Dorigo,M.,Maniezzo V.and Colorni,A.(1996). The ant system: Optimization by a colony of cooperation agents,IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics Part B,1996,Vol.26,No.1,p29-41.
- [8]Dorigo, M. and Gambardella, L.M., “Ant Colonies for the Traveling Salesman Problem,” Biosystems, Vol. 43, pp. 73-81, 1997.
- [9]Dorigo, M., Maniezzo, V. & Colorni, A. (1991 a). The ant system: an autocatalytic optimizing process. Technical Report, No.91-016, Dipartimento di Elettronica, Politecnico di Milano, Italy.
- [10]Dorigo,.M.and Gambardella,L.(1997).Ant colony system: A Cooperative Learning approach to the Traveling Salesman Problem IEEE Transactions on Evolutionary Computation, Vol.1,No.1,p29-66.
- [11]Dorigo, M. and Di Caro, G. (1999). The Ant Colony Optimization Meta-heuristic, New Ideas in Optimization. McGraw-Hill, pp.11-32
- [12]Dorigo, M., Caro G. and Gambardella,L. (1999).Ant System for Discrete Optimization, Artificial Life, Vol.15,No.3,p137-172.
- [13]Stutzle, T. and HOOS, H.(2000).MAX-MIN ant system, Journal of Future Generation Computer Systems, Vol.10, No. 2., p889-914.
- [14]中央氣象局南區氣象服務，
<http://south.cwb.gov.tw/>
- [15]台南市政府文化觀光處，
<http://culture.tncg.gov.tw/>
- [16]交通部觀光局西拉雅國家風景區，
<http://www.siraya-nsa.gov.tw/>
- [17]易遊網，<http://www.eztravel.com.tw>
- [18]屏東觀光旅遊資訊網，
<http://travel.pthg.gov.tw/>
- [19]雄獅旅行社，<http://www.liontravel.com/>
- [20]高雄縣政府觀光交通處－觀光指南，
<http://traffic.kscg.gov.tw/>



圖 8.使用者登入畫面

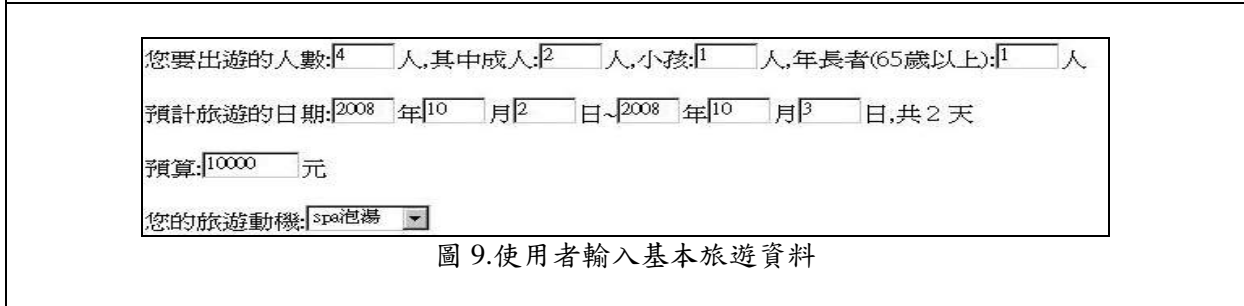


圖 9.使用者輸入基本旅遊資料

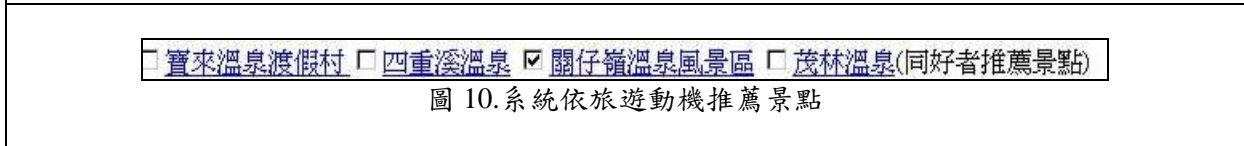


圖 10.系統依旅遊動機推薦景點



圖 11.景點位置與特色介紹

○ 路徑規劃2	高雄愛河風景區1H	LO2	15:00~16:00	
	高雄澄清湖2H	LO2	16:00~18:00	推薦晚餐地點 推薦住宿地點
	高雄六合夜市2H	LO2	18:00~20:00	已超過系統旅遊時間,是否要排進此點? <input type="radio"/> 是 <input type="radio"/> 否
	屏東三地門風景區2H	LO3	8:00~10:00	
	墾丁海生館3H	LO3	10:00~13:00	推薦午餐地點
	墾丁白沙灣1H	LO3	14:00~15:00	
	海角七號-阿嘉的家0.5H	LO3	15:00~15:30	
	台南安平古堡1H	LO2	8:00~9:00	
	台南新天地1H	LO2	9:00~10:00	
	台南孔廟1H	LO2	10:00~11:00	
○ 路徑規劃3	台南關仔嶺溫泉風景區1H	LO2	11:00~12:00	推薦午餐地點
	高雄西子灣 1H	LO2	14:00~15:00	
	高雄愛河風景區1H	LO2	15:00~16:00	
	高雄澄清湖2H	LO2	16:00~18:00	推薦晚餐地點 推薦住宿地點
	高雄六合夜市2H	LO2	18:00~20:00	已超過系統旅遊時間,是否要排進此點? <input type="radio"/> 是 <input type="radio"/> 否
	屏東三地門風景區2H	LO3	8:00~10:00	
	墾丁海生館3H	LO3	10:00~13:00	推薦午餐地點
	墾丁白沙灣1H	LO3	14:00~15:00	
	海角七號-阿嘉的家0.5H	LO3	15:00~15:30	

我確定這些點,請進入下一頁

圖 12.系統選出三條最佳路徑供使用者選擇

湘園(老街山產美食)

湘園(老街山產美食) 服務業 為主要服務項目目前逐步朝向科技化設立網站為開端 更貼近現代人生活的趨勢 湘園(老街山產美食) 更廣為人知 為更多廣大的消費者服務 誠懇歡迎您@#湘園(老街山產美食) 服務業為主要服務項目餐飲服務業誠懇歡迎您@#依照店家公告@#準備中@#開車南二高下白河交流道循關子嶺方向前進從國道三號轉二高白河交流道下,向東接172線即可達經中山高惠...

瑛頂山野味餐廳(蓮城關子嶺)

位於瑛頂公園、溫泉展示館的瑛頂山野味餐廳有一個非常有名的招牌菜就是原始烤雞,這是用龍眼木來烤雞,直接用火烤哦!肉質鮮甜好吃又Q,真是讓正在減肥的我肚子都脹起來了!如果您來關仔嶺泡溫泉,一定要來吃一隻土雞,不然真的太對不起自己了! 歡迎團體來電訂桌唷~ @#好漢坡指的是位於舊關嶺國小下方的山坡階梯,是日本人為了復健、鍛鍊傷兵而建的。原先有三百階左右,後因馬路拓寬,下層數十階被...

老街山產美食

歡迎團體預約專線:06-6823369@#時時山菜山產野味清香酥炸快意涼拌醬醬飯麵招牌熱炒火烤鐵板養生湯品山土雞錦現撈活魚@#2500元/桌 3500元/桌 4500元/桌 歡迎來電洽詢@#暖泉山菜火紅熱炒後雜飯食隨意涼拌精緻湯品@#下國道三號->往關子嶺溫泉區->老街山產美食就在熱泉溫泉館的對面。...

總出

圖 13.系統建議用餐景點或住宿地點

○ 路徑規劃3	台南安平古堡1H	LO2	8:00~9:00	
	台南新天地1H	LO2	9:00~10:00	
	台南孔廟1H	LO2	10:00~11:00	
	台南關仔嶺溫泉風景區1H	LO2	11:00~12:00	湘園(老街山產美食)
	高雄西子灣 1H	LO2	14:00~15:00	
	高雄愛河風景區1H	LO2	15:00~16:00	
	高雄澄清湖2H	LO2	16:00~18:00	澄清湖導月樓 澄清汽車旅館
	高雄六合夜市2H	LO2	18:00~20:00	已超過系統旅遊時間,是否要排進此點? <input type="radio"/> 是 <input type="radio"/> 否
	屏東三地門風景區2H	LO3	8:00~10:00	
	墾丁海生館3H	LO3	10:00~13:00	藍色海邊咖啡屋
墾丁白沙灣1H	LO3	14:00~15:00		
海角七號-阿嘉的家0.5H	LO3	15:00~15:30		

我確定這些點,請進入下一頁

圖 14.選定用餐和住宿地點後系統呈現

建議旅遊路線	台南安平古堡1H	LO2	8:00-9:00	50x2+26x2 = 152
	台南新天地1H	LO2	9:00-10:00	0
	台南孔廟1H	LO2	10:00-11:00	25x4=100
	台南關子嶼溫泉風景區1H	LO2	11:00-12:00	0
	瀨蘭(老街山產美食)	LO2	12:00-14:00	0
	高雄門子灘 1H	LO2	14:00-15:00	0
	高雄愛河風景區1H	LO2	15:00-16:00	0
	高雄澄清湖2H	LO2	16:00-18:00	100x2+50x2=300
	澄清湖博月樓	LO2	18:00-20:00	0
	高雄六合夜市2H	LO2	12:00-22:00	0
	澄清汽車旅館	LO2	22:00~	2000
	屏東三地門風景區2H	LO3	8:00-10:00	0
	墾丁萬生館3H	LO3	10:00-13:00	450x3+250x1=1600
	藍色海邊咖啡館	LO3	13:00-14:00	0
	墾丁白沙灣1H	LO3	14:00-15:00	0
海角七號-阿嘉的家0.5H	LO3	15:00-15:30	0	

此旅程預計花費4152元

[路徑結果輸出至web service](#)

圖 15.加入用餐和住宿地點後路徑呈現

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
- <wsdl:definitions xmlns:soap="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/soap/"
  xmlns:tns="http://microsoft.com/wsdl/mime/textMatching/" xmlns:soapenc="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/"
  xmlns:mime="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/mime/" xmlns:tns="http://210.71.12.200:8800"
  xmlns:s="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" xmlns:soap12="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/soap12/"
  xmlns:http="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/http/" targetNamespace="http://210.71.12.200:8800"
  xmlns:wsdl="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/">
- <wsdl:types>
- <xs:schema elementFormDefault="qualified" targetNamespace="http://210.71.12.200:8800">
  - <xs:element name="PID">
    - <xs:complexType>
      - <xs:sequence>
        <xs:element minOccurs="0" maxOccurs="1" name="id" type="s:string" />
        <xs:element minOccurs="0" maxOccurs="1" name="pwd" type="s:string" />
      </s:sequence>
    </xs:complexType>
  </xs:element>
  - <xs:element name="PIDResponse">
    - <xs:complexType>
      - <xs:sequence>
        <xs:element minOccurs="0" maxOccurs="1" name="PIDResult" type="s:string" />
      </s:sequence>
    </xs:complexType>
  </xs:element>
</xs:schema>
</wsdl:types>
- <wsdl:message name="PIDSoapIn">
  <wsdl:part name="parameters" element="tns:PID" />
</wsdl:message>
- <wsdl:message name="PIDSoapOut">
  <wsdl:part name="parameters" element="tns:PIDResponse" />
</wsdl:message>
- <wsdl:portType name="Service1Soap">
  - <wsdl:operation name="PID">
    <wsdl:input message="tns:PIDSoapIn" />
  
```

圖 16.web service 提供後端平台