

工業工程專題

綠能的應用－ 電動車之實用性與電池交換站 之路線規劃：以澎湖為例

指導老師：廖崇碩 博士
組別：第四組
組員：9934012 高偉育
9934057 林紹傑
9934033 吳怡萱

前言

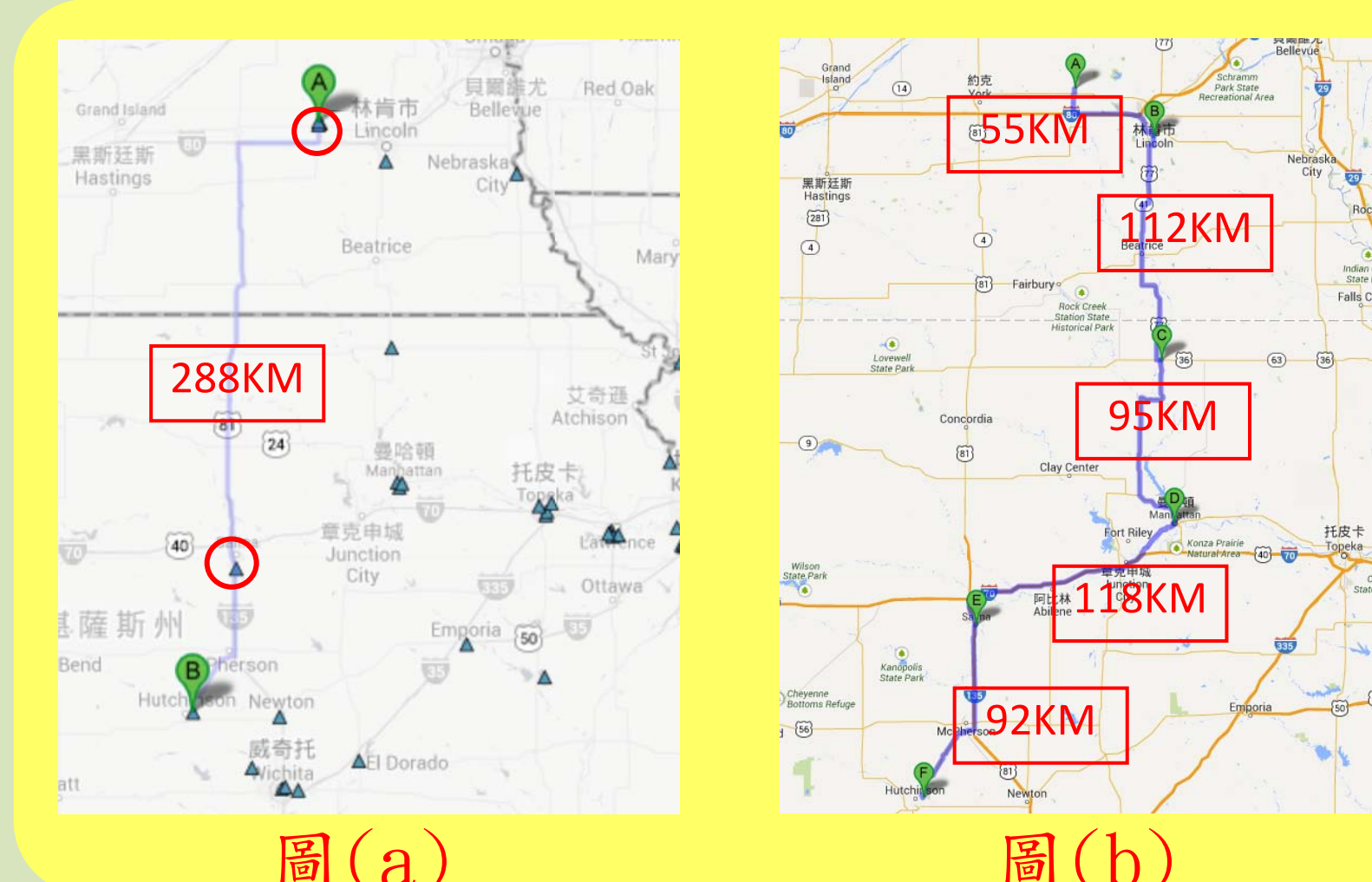
全球暖化的問題日益嚴重，節能減碳的觀念也逐漸深入人心，因此電動車產業成了一個新的趨勢。但是現今電動車的使用並不普及，造成此原因的問題主要有二：第一是能夠連續行駛距離不長，第二是充電必須耗費相當長的時間。為了解決此兩項問題，我們希望能設計出一套導航服務，彌補以上兩項缺點，使電動車可以更有效率的使用能源。



問題描述

● 現有導航服務不夠完善

圖(a)是由美國能源局(DOE)之導航服務所規劃出一條路徑，下方的紅色圓圈代表充電站，由A點到達充電站之距離明顯已超過電動汽車之最大行駛距離，圖(b)則是利用google map以相同的起點及終點所規劃出的另一條實際可行路徑，但是路線明顯比原先遠了許多。



● 電池交換系統的引進

Tesla Motors公司已開發出電池交換的系統，將原需數小時的充電時間縮短至數分鐘。我們將以此系統作為本研究之基礎進行路線規劃。

● 目標

設計出一個導航服務系統，並提供良好的使用者介面，讓使用者知道該在哪裏更換電池以使得行駛距離為最短。

演算法

我們利用**動態規劃**來求解這個問題。

$b(v)$ 代表在 v 點換電池所需要的時間， $w(v, t)$ 代表從 v 到終點 t 需要花的時間， U 代表電動車最大行駛距離。

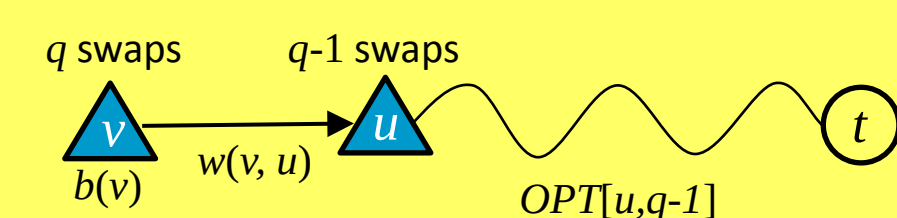
$OPT[v, 1]$ 為動態規畫的初始條件，代表在 v 電池交換站恰好換了1次電池到達終點所花的最短時間，再利用bottom up求得所有狀態的值，最後找出最佳解。下圖為演算法公式：

$$OPT[v, 1] = \begin{cases} b(v) + w(v, t), & \text{if } w(v, t) \leq U \\ \infty, & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$OPT[v, q] = \min\{OPT[u, q-1] + b(v) + w(v, u) \mid w(v, u) \leq U\}$$

Note that $v \in \{s\} \cup F$

Optimal solution: $\min\{OPT[s, j]\}$



● Revised DP

原始版本的演算法成功求得了在A、B兩點之間的最佳解。但是若希望行程能繼續從B出發往其他點，可能會有以下問題：剩餘電量不足以到達下個目的地，也不足以到達任何一個電池交換站。

因此我們修正初始條件為：

$$OPT[v, 1] = \begin{cases} b(v) + w(v, t), & \text{if } w(v, t) + \min\{w(t, u')\} \leq U \\ \infty, & \text{otherwise} \end{cases}$$

u' 代表距離目的地最近的電池交換站。

Revised版本確保到達B點後若要再出發往其他點，剩餘電量至少能夠到達離B點最近的電池交換站。

資訊服務平台

● 澎湖低碳島

政府為促進低碳社會型態的轉變，建設澎湖縣為台灣第一個再生能源生活圈之示範低碳島，即為「**澎湖低碳島**」政策，其中政府在當地每一家7-11設置了電池交換站提供電動機車使用，以促進觀光產業。

本資訊服務平台因應「澎湖低碳島」政策，以澎湖電動機車產業作為範例，提供電動機車相關資訊及電動機車導航服務，再透過Google Map JavaScript API第三版撰寫網頁來呈現計算後的視覺化結果。



● 資訊服務平台展示

✓ 主頁面

主頁面（圖一）包含電動車之基本介紹、與燃油機車之比較、演算法介紹、導航服務系統及推薦行程功能。

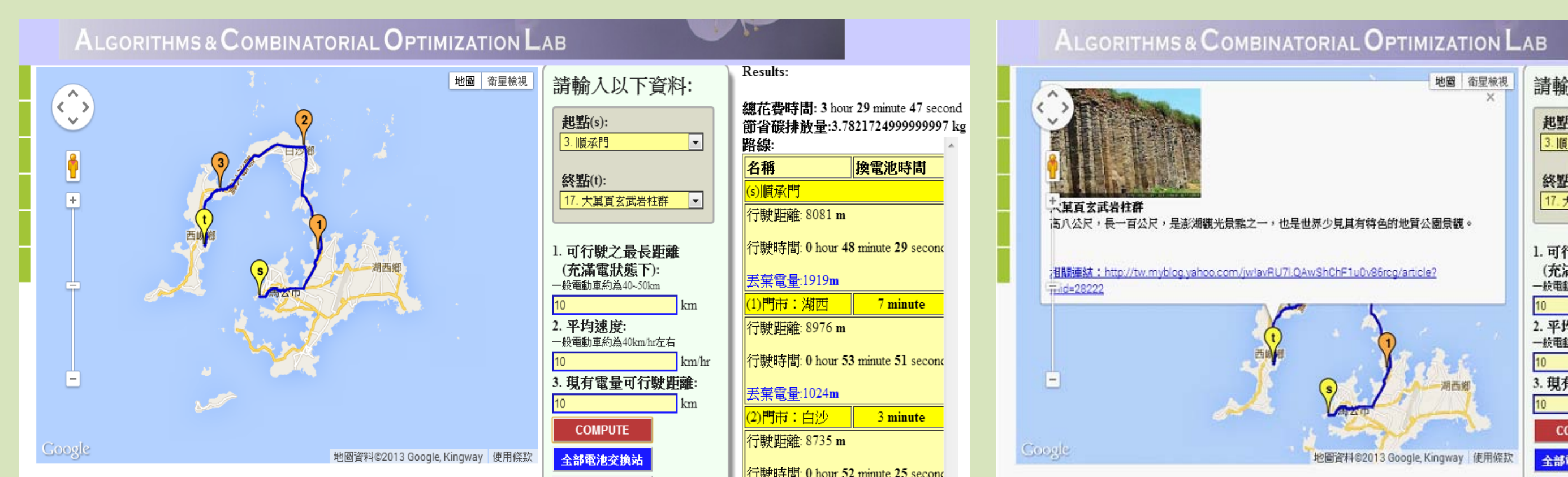


圖一、主頁面

✓ 導航服務系統

使用者選擇起點與終點後，再輸入電動車之基本資訊（最大電量可行駛距離、平均速度、起始電量可行駛距離），接著按下Compute，系統即會將最佳路徑顯示於Map，並於地圖右方呈現路徑之表格化資訊（如圖二）。

點擊Marker則可顯示景點及電池交換站之資訊（如圖三）。



圖二、導航服務系統

圖三、景點介紹

✓ 旅遊推薦行程服務

本服務參考澎湖觀光局資料，並利用我們設計出的Revised DP，規劃出澎湖二日遊行程。未來將陸續擴大範圍及提供更多推薦行程，以提供使用者一個更完善的電動機車資訊服務平台。



圖四、澎湖推薦行程功能

未來展望

- 目前的Revised DP僅是提供一組可行解，並不一定是最佳解，未來我們將繼續改善此演算法，使連續多點的路線規劃更加完善。
- 本研究與TGIC合作，未來此資訊服務平台將會整合至MAKOCI平台，提供更多人使用，進而提升電動機車使用率，達到綠能環保的效益。
- 本研究目前僅侷限於澎湖之電動機車，希望未來能擴展至台灣本島，甚至是其他更大的地區，以更彰顯本研究之效益。

MAKOCI
地理資訊雲端運算服務平台

GIS App Store

102年度 工業工程專題
清華大學工業工程與工程管理學系

