



考量電池交換站的電動機車最短路徑問題－以 Gogoro 為例

指導老師:丁慶榮 教授 學生:陳宇任、林信成

研究背景與動機

台灣廣泛使用機車，而碳排問題備受國際關注。受限於電池續航力和充電設施不足，影響電動機車的續航里程。
為了解決這個問題，本研究透過結合導航系統與電池管理技術，運用 Dijkstra 及雙向演算法讓使用者能在最短時間抵達目的地。



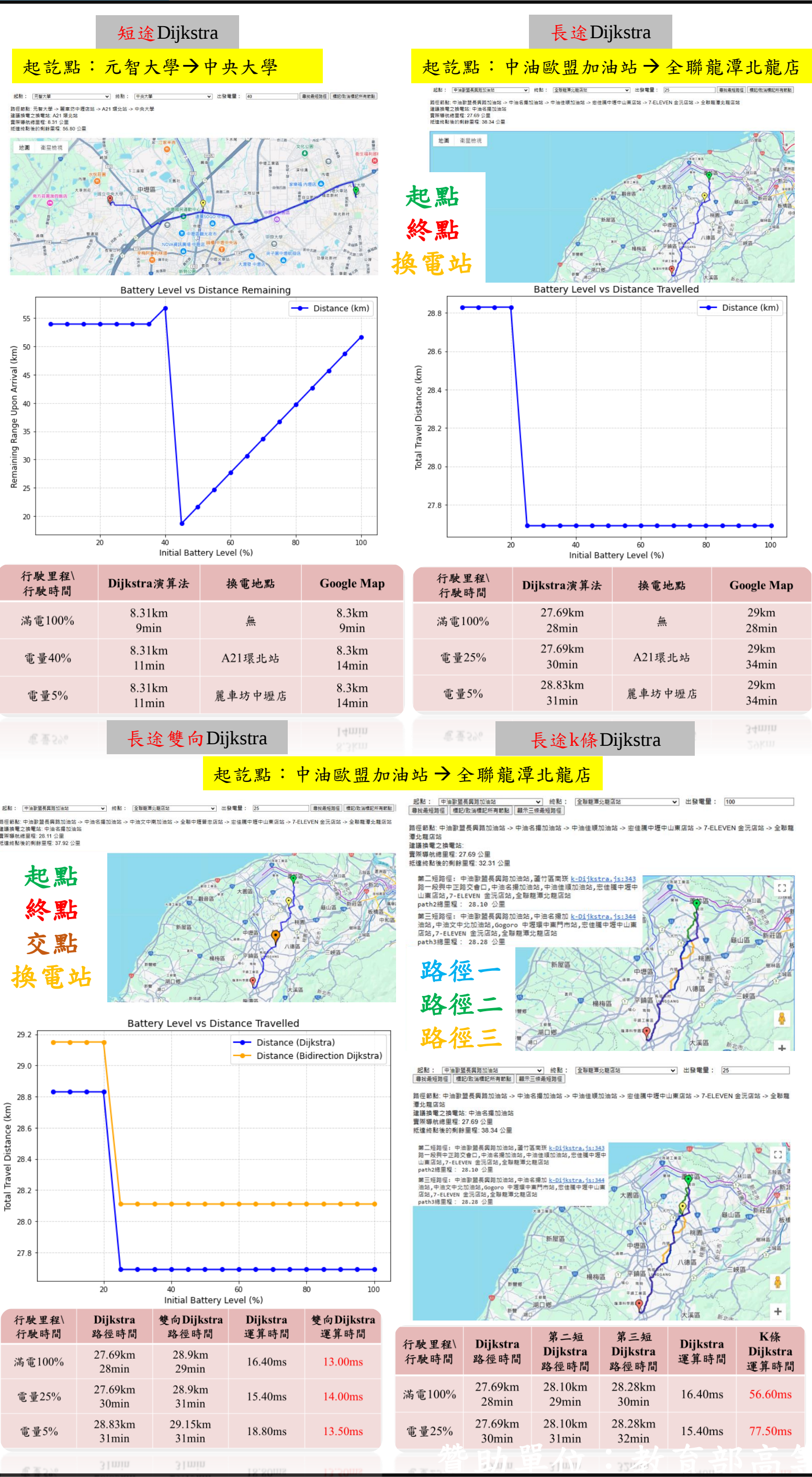
研究目的

本研究將建構數學模型，將考量電動機車使用者實際的使用習慣及遭遇問題等，改良 Dijkstra 及雙向 Dijkstra 演算法透過程式語言並使用 Google Platform 提供之 API 實現於網頁，以達下列目標：

- 1.減少繞路的行駛里程
- 2.減少額外搜索時間
- 3.最短時間抵達目的地



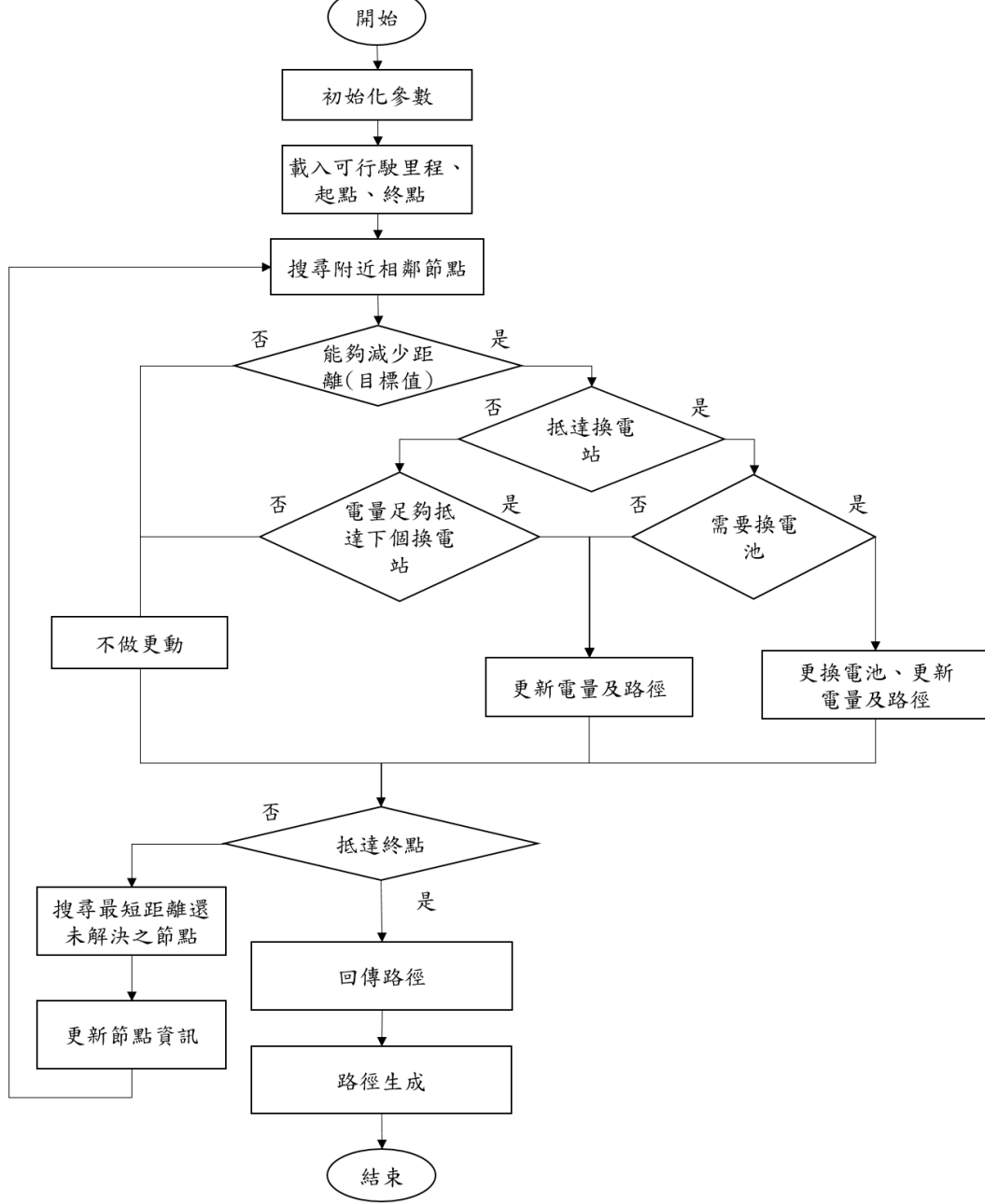
實驗測試結果



研究方法

- 換電式電動機車路徑優化問題模型：
本研究主題為最短路徑問題，在給定起訖點和已知交換站，找出最短路徑及換電時間。
•路徑網路：有向圖 $G=(V, E)$ ，其中 V 代表節點集合， E 代表節線集合。節點集合 $V=R \cup F$ 包含重要路口節點集合 $R=\{1,2,...,n\}$ 和電池換電站集合 $F=\{n+1,...,n+f\}$ 。
- 假設條件：
 - 1.每次交換電池電量100%
 - 2.兩節點間電池電量的消耗與行駛距離成正比
 - 3.任意節點與最近電池交換站之距離需小於電池容量上限
- 電動車電池與耗電規格：
 - 在定速60km/hr的情境下，電池續航力在60km。
- 數學模型
$$Min \sum_{i \in V} \sum_{j \in V} \frac{d_{ij} x_{ij}}{v} + \sum_{i \in R} \sum_{j \in V} x_{ij} T \quad (1)$$
$$S.T: \sum_{j \in V} x_{ij} - \sum_{j \in V} x_{ji} = \begin{cases} 1, & \text{if } i = s \\ -1, & \text{if } i = t \\ 0, & \text{else} \end{cases} \quad (2)$$
$$b_j \leq b_i - d_{ij} \times c + M \times (1 - x_{ij}) \quad \forall i \in F, j \in V \quad (3)$$
$$b_j \leq M - d_{ij} \times c + M \times (1 - x_{ij}) \quad \forall i \in R, j \in V \quad (4)$$
$$qM \leq b_i \leq M \quad \forall i \in V \quad (5)$$
$$x_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall i, j \in V \quad (6)$$

改良式 Dijkstra 演算法流程圖



結論與未來研究方向

- 結論
 - ✓ 解決不同電量下電量不足之狀況
 - ✓ 改良兩種最短路徑演算法
 - ✓ 改良後的演算法能避免因尋找換電站的成本
 - ✓ 改良後的演算法能減少繞路產生的成本
- 未來研究方向
 - ✓ 提升路口節點密度及範圍
 - ✓ 以問卷調查蒐集使用者實際使用習慣
 - ✓ 嘗試改良A*等等路徑演算法提升運算效率
 - ✓ 根據實際使用者狀況改良演算法，提升使用者滿意度
 - ✓ 考量動態環境、不同的時間軸換電站權重、路徑的差異性等參數提供更多路徑選擇