

運用免疫演算法於電動機車充電站設址問題之探討

林鄉邑^{1*} 謝益智²

^{1,2}國立虎尾科技大學工業工程與管理研究所(632 雲林縣虎尾鎮文化路 64 號)

* siangyi882@gmail.com

摘要

本研究探討電動機車充電站設址問題，是區位問題(Location Problem, LP)，其主要目標是在一特定區域內設置一處或多處位置，以使民眾前往電動機車充電站之距離更短更便利。本研究應用免疫演算法來求解區域內之電動機車充電站設址問題，以使區域內中位於節點之所有民眾，離充電站最遠之距離最小化，並劃分出區域內各電動機車充電站之服務範圍。本研究以台中潭子地區為例，數值結果顯示，免疫演算法能有效解決此充電站設站問題。

關鍵字: 設施區位問題、電動機車、免疫演算法

1. 前言

節約能源與降低二氧化碳排放已是全世界開發國家與開發中國家共同努力的目標，根據交通部統計，全台灣大約有 1247 萬輛機車，機車密度高居亞洲第一。考量機車的油耗和汙染排放的問題，近年來，政府鼓勵民眾汰換老舊機車，選購節能、低汙染的電動機車(交通部公路總局，2011)。

侯建章(2012)提出電動機車比一般機車較少耗損能源且排放較少的二氧化碳，台灣在三年多前，政府就推出電動機車補助方案，不過到目前為止，全台累積銷售量卻還不到 3 萬台。雖然根據試算，騎一公里可以省一塊錢，但由於充電不方便和時速太慢，令許多民眾卻步。經濟部工業局(2012)指出，如今油價大漲，各縣市政府陸續推出補助方案及增設電動機車充電站，例如新北市，中央加上地方補助，原本要價六萬多的電動機車，只要四萬一千元就可買到。但整體而言，全台電動機車仍不夠普遍，因此，環保消費觀念對台灣民眾而言，似乎仍是個新鮮名詞。目前，有關環保消費、電動機車產品這方面的研究雖有增加趨勢，但主要是以業界或一般消費者為研究對象。本研究將探討設置電動機車充電站以提升民眾便利性，冀望能克服充電不便利之困擾，以提升社會大眾購買電動機車的意願及減少機車廢氣排放。

2. 文獻探討

2.1 區位問題 (Location Problem)

最早的區位問題是由兩位十七世紀的數學家 Fermat 和 Torricelli 所提出，這兩位數學家提出的區位問題如下：已知平面上三個點的位置，試著找出第四點的位置，使其與其他三點之間的距離總和最小，此問題即是近代最早的區位問題(Revelle, 1995)。除此之外，(Webber, 1929)亦提出不同之區位問題如下：設置一個倉儲區位，使各個顧客到倉儲的距離最小化。隨後，依此問題的基本想法，後續有無數的研究者發展出許多不同種類的區位問題。本研究將針對一般設施區位問題進行探討。

一般設施區位問題係對於一般企業或公司來說，設施區位選擇是策略規劃中極為重要的考量因素之一。對於規劃者來說，設施區位的選擇會受限於空間及經濟資源分配，隨著人口的變動以及環境因素的改變下，規劃者必須針對現有設施加以評估，以決定是否進行設置以滿足顧客之需求。

區位問題展至今，已經由許多學者進行廣泛地探討與研究。根據(Current, 1990)、(Moon and Chaudhry, 1984)、(蕭再安, 1992)等學者之研究，區位問題大致可劃分為以下幾種特性：

(a) 設施性質：

- (1) 緊急類：緊急設施有時間上的迫切性與需照顧到偏遠地區的公平性，如消防站、醫院、警察局等。
- (2) 非緊急類：設施位址問題，如學校、郵局等。

(b) 設施數量：

- (1) 單一設施：主要考量新設施與需求點之間的關係。
- (2) 多設施：除了考慮每個新設施與每個需求點間之關係外，還要考慮到設施間彼此關係。

(c) 民眾喜好：

- (1) 喜愛：如郵局、車站等，大多希望這些類型的設施離住家愈近愈好，故以盡量靠近需求點為原則。
- (2) 不喜愛：如焚化爐、垃圾場等這些會影響健康或一般民眾不願接近的設施，設置原則大多希望盡量遠離需求點為原則。

(d) 距離量測：

- (1) 直線距離(Euclidean)：在都市裡，因道路限制的關係，通常以直角距離量測較接近實際的情況。
- (2) 直角距離(Rectangular)：在郊區，兩點間之距離則多可以直線距離來加以估計。

(e) 目標數目：

- (1) 單目標：考量之目標數僅有一個，如成本、距離或需求數量等。
- (2) 多目標：是同時考慮兩個或兩個以上的目標數。

(f) 決策目標

- (1) 成本導向：以相關總成本最小為目標，如運輸、設置成本。
- (2) 利潤導向：則是考慮總利潤或效益最大為目標，如市場佔有率、產出量等。
- (3) 需求導向：則是盡可能使各需求點之需求皆能被滿足為目標，如需求指派最大、總需求數最大等。
- (4) 環境導向：以環境保護為出發點，使環境影響最小為目標，如空氣品質破壞最小化。

(g) 目標函數：

- (1) 極大化(Max)與極小化(Min)。
- (2) 極大化總合(Maxisum)與極小化總合(Minisum)：極大化總合在使所有需求點至設施之間的加權距離總和最大，而極小化總合在使所有需求點至設施之間的加權距離總和最小。
- (3) 極小化最大值(Minimax)與極大化最小值(Maximin)：極小化最大值表示需求點與最近設施間之最大距離為最小，極大化最小值表示需求點與最近設施點之間的最小距離為最大。

應用設施區位模型，先確立研究問題所要追求的目標並建立目標函數，而後依各項限制條件、特性求得最佳解，因此依區位問題形態之不同，所建立之區位模式亦有所不同。Owen and Daskin (1998)研究中指出常見的衡量指標如下：

(a) 中位問題 (Median Problem)

中位問題的目標是在能夠滿足各需求點之需求量下，考慮使所有需求點至其最近設施之加權距離總和最小(Minisum)，並依據該原則來決定設施建置的位址。該類型之設施大多屬於服務性、非緊急之設施，如圖書館、郵局、公園等。若將目標改為極大化問題，即極大化總加權距離(Maxisum)，其目標在使設施點與需求點間加權距離總和最大，其意義為越排斥的設施，設置原則為盡量遠離，此類區位模式較適用於不受歡迎的設施，如污染性大的工廠區位。大多用於鄰避設施的區位問題。

(b) 中心問題 (Center Problem)

中心問題的目標是求其所有需求點至其最近設施中最大距離之最小化，較近似緊急服務性之設施區位問題，如醫院、消防局等。若將目標改為極大化設施與需求點的最小距離(Maximin)，其目標使需求點

與最近設施點間的距離為最大，此模式適用於不受人歡迎的工業區位選擇上，大多用於鄰避設施的區位問題上。

(c) 最大服務範圍之區位問題(Maximal Covering Location Problem)

在已限定服務設施數量及服務距離的情況下，選擇最合適之設施位址，使其能服務最多人數。其主要在使需求點能在合理有效的時間內接受服務，但不能保證每一個需求點均能被服務到。最大服務範圍其目的在於使平面或網路上的每一個需求點皆儘可能被該設施所服務，如車站等。

2.2 電動機車與充電站

2.2.1 電動機車

郭柏成(2010)回顧電動車的發展過程文章中可發現，電動車的歷史比我們現在最常見的內燃機驅動的汽車要早，世界上第一輛機動車就是電動車。但隨著石油的大量開採及由於內燃油車的技術大大提升，且電動車在能源技術和還有電動車的存行駛裡程的研製上長期未能取得突破，使得電動車的發展從此停滯，甚至人們幾乎忘記在。

每一年半世界電動車協會在世界不同國家和地區，舉辦專業電動車學術會議和展覽(Electric Vehicle Symposium and Exposition, EVS)。1990 年代開始，各個主要的汽車生產廠家開始關注電動車的未來發展，並且投入資金和技術在電動車領域。另外值得一提的是，在 2008 年北京奧運會期間，中國京華客車廠生產的純電動公交車，進行了一定規模地實際運行，最重要的是，它採用了充換電站模式。這一模式展示了未來充換電站逐步取代加油站的趨勢。在所有造車廠家主攻電動車的時候，未來電能的快速補給更顯得尤為突出。

近年來地球暖化議題及受能源油價高漲等因素之影響，在意識到石油資源並非無窮無盡的同時，便陸續開始研究替代能源的發展，全球各大車廠取代內燃機的各種研究更是從未停過，使得結合環保與高科技於一身的電動機車，已儼然成為各國政府積極推動之新興「綠色工業」。

台灣機車產業已逾半個世紀，更為全球最大的機車製造國，也是全球機車密度最高的國家。國內實施的機車污染法規是世界最嚴苛的機車法規，自 2009 年 1 月 1 日已全面實施五期環保法規，為符合第五期排放標準，機車引擎改以與汽車相同的噴射引擎、行車電腦系統，也因此使第五期排放標準機車的售價偏高許多，50cc 的燃油車價格在無法與 100cc 以上的車款競爭之下，國內車廠幾乎放棄 50cc 燃油車市場。為解決大量機車造成的污染的問題，單靠法規仍不是最有效解決污染源的方式，而發展零污染的電動機車，便成為未來的趨勢，更因環保與省能的議題也日益受到重視，具備省能、環保、安全，且機動性強的輕型電動機車將成為環保節能新寵兒。

電動機車係指由電池提供電力，驅動控制器控制馬達，再經由傳動系統驅動行駛的機車。因此電動機車是以電能為能源，利用充電裝置儲存電能於蓄電池，然後透過控制系統以馬達及傳動系統達到推動車輛的目的(郭柏成，2010)。電動機車主要是「以電代油」驅動動力系統之交通運輸工具，經由過去幾年來，在政府政策引導和廠商積極投入於技術研發，使得電動機車的性能更加大幅改善，其優點如下(郭柏成，2010)：

- (a) 省錢，減少對汽油的依賴。
- (b) 無廢氣，有效減少二氧化碳的排放。
- (c) 安靜，減少噪音對人體的損害。
- (d) 輕巧車身。
- (e) 可抽換式鋰電

(f) 小時的快速充電

目前各國對電動車輛的分類定義並未統一，依據各國的規定有不同的名稱及需求限制，以下表 1 將針對台灣電動車輛做分析：

表 1 台灣電動車輛分類定義表 (郭柏成，2010)

分類	定義
電動輔助自行車	非純電動驅動模式(採助力式先行踩踏再輔以電動模式)，時速低於 25 公里，車重 40 公斤(包含電池重量)免掛牌，須通過認證並貼合格標籤可上路，免考照。
電動自行車	純電動模式，時速低於 25 公里、車重 40 公斤以下(不包含電池重量)，免掛牌，須通過認證並合格貼標籤才可上路。
小型輕型電動機車	純電動驅動模式，限速 45km 以下、馬力低於 1.34 匹、車重低於 70 公斤，需掛牌保強制責任險，要考照，免牌照稅、免燃稅。
輕型電動機車	純電動模式，限速 45 公里以上、馬力大於 1.34 匹，需掛牌保強制責任險，需考照，免牌照稅，免燃稅。
電動代步車	純電動模式，限速 25km 以下，免考照免掛牌之四輪慢車，一般用於老人或殘障人員代步用車。

2.2.2 電動機車充電站

綠能趨勢網(2011)整理出，電動機車充電站和一般加油站相似，是一種「加電」的設備。是使用一種高效率的充電器，可以快速的供給手機、電動機車、電動汽車等充電。「電動機車充電站」可以像汽車加油站一樣，在沿街商店、街道社區、報刊亭旁、存車棚、彩票投注點等處設置。電動機車充電站是類似於手機充電的 ICM 階梯波六段式充電，具有較好的去硫化效果，可對電池首先啟動，然後進行維護式快速充電，具有定時、充滿警報、電腦快充、密碼控制、自識別電壓、多重保護、四路輸出等功能，配套萬能輸出介面，可對所有電動機車快速充電。

電動機車配套的充電器，一次充電經常需要 7~8 小時，一旦行駛途中沒有電能，將使機車騎士陷入麻煩的處境。根據調查，10 位電動機車用戶中至少就有 5 位車主曾經遭遇電動機車“拋錨”事件，即使電動機車有踏板，但由於電動機車的設計與自行車有別，踩起來很不自然，而且電動機車重量一般在 50 公斤左右，踩踏板很吃力。既然汽車和摩托車都有加油站，那麼電動機車騎在路上沒電了又該如何，經常看到有人推著沒電的電動機車在路上艱難的行走。隨著電動自行車與電動機車的普及，攸關電動機車充電站的問題就越受到重視。

電動機車車主為了給電動機車充電，必須從自家視窗扔下一根很長的臨時電源，不然得把電瓶取下來抬回家充電。而社區的物業方面，如果為車主設立免費的充電電源，那麼電費由誰來負擔，如果指派專人收費，人工工資不合算，而且會存在管理問題(比如當天收費多少，無法明確)。

電動機車投幣充電站，是由一台控制器外加九個兩孔插座構成，控制器內裝有數位電度錶及空氣開關，主機具有真假幣識別功能，識別率可達到 99.7%。出廠設置只識別一元硬幣(也能根據客戶需要定制可替代用幣的機型，還可實現投幣、刷卡兩用)。控制器有九路供電埠，每路通道都有其獨立的顯示視窗與控制按鍵，用戶在投入硬幣(或刷卡)後，按下控制按鍵，控制器就會給對應通道的插座供電，各通道的工作狀態與工作時間(倒計時)可以通過其對應的顯示視窗顯示出來。考慮為適應不同型號的電動機車，

控制器輸出的是 220V 電源，給電動機車充電時還是需要插上電動機車自帶的充電器。電動機車快速充電站，隨著充電站的普及，電動機車用戶將不再因半路沒電而下車推行而煩惱，不再因電量不足的問題而不敢遠行，也不會因為充電不易而使消費者打消購賣電動機車意願。

3. 問題描述與研究方法

3.1 問題描述

本研究假設在有限範圍的區域平面上，存在 N 個節點可供充電站選擇位址，今欲在該區域平面上尋找到一個或多個充電站設置點，以使區域內位於節點之所有民眾，離充電站最遠之距離最小化 (Minmax)，並劃分出區域內各電動機車充電站之服務範圍。

3.2 免疫演算法(Immune Algorithm, IA)

免疫機制意旨人體保護自身免於外來病原體感染、侵入的一種防護措施，免疫細胞除了可辨識非自身之抗體並釋放抗原與抗體結合來抵抗外來抗原的入侵之外，也會藉由不斷的無性繁殖與選擇來的產生新的抗體，並留下較優良的抗體儲存在記憶區當中，以便下次病原體入侵時可快速反應。人體免疫系統具有一些特性(黃泊晴，2009)：

- (a) 自體辨認性：能辨認自身或外來的抗原。
- (b) 專一性(specificity)：可區別不同的抗原。
- (c) 雜異性(diversity)：辨認抗原的不同構造以產生不同的反應。
- (d) 記憶性(memory)：第二次感染相同抗原之病原體很快即可產生免疫反應。

運用此四種特性並以無性(繁殖)複製逐代演化最佳解，可改善遺傳演算法較易收斂於局部解與多重解存在時無法提供多重最佳解的缺點(黃泊晴，2009)。

根據(Jerne,1973)對免疫演算法計算的流程定義，如圖 1 所示，其詳述如下：

步驟一：隨機產生初始族群。

步驟二：評量族群中的每一個個體。

步驟三：根據上述步驟之評量結果後，從族群中選擇最好的 n 個個體。

步驟四：將上述之最好的 n 個個體複製，而成為新的族群；亦即 n 個個體中，每一個體複製的數目隨著其評量結果的比例而決定。越好的個體其被複製的數目就越多，相反的就越少。此為生物免疫系統對抗外來抗原(如病毒等)時，其產生的抗體以消滅外來抗原之反應(吳俊忻，2004)。

步驟五：將由步驟四產生複製後的新族群進行基因運算，也就是交配的程序包括基因交換及突變的程序 (Michalewicz,1996)，因此經過基因運算後新的族群也隨之產生。

步驟六：將上一步驟所產生的新族群個體再重新評量而選擇出新族群個體中能改善在記憶區內既有族群之個體後，將之加入記憶區內的族群，而淘汰原記憶區內被取代的舊有個體。接著，部分結構相似性過高的個體也繼之被去除以保持有限空間的記憶區內保持個體的多樣性。

步驟七：檢查所預設的任何停止條件是否被達到？若答案為否定的則至步驟二，否則至步驟八。

步驟八：結束。由記憶區中輸出最佳解或近似最佳解。

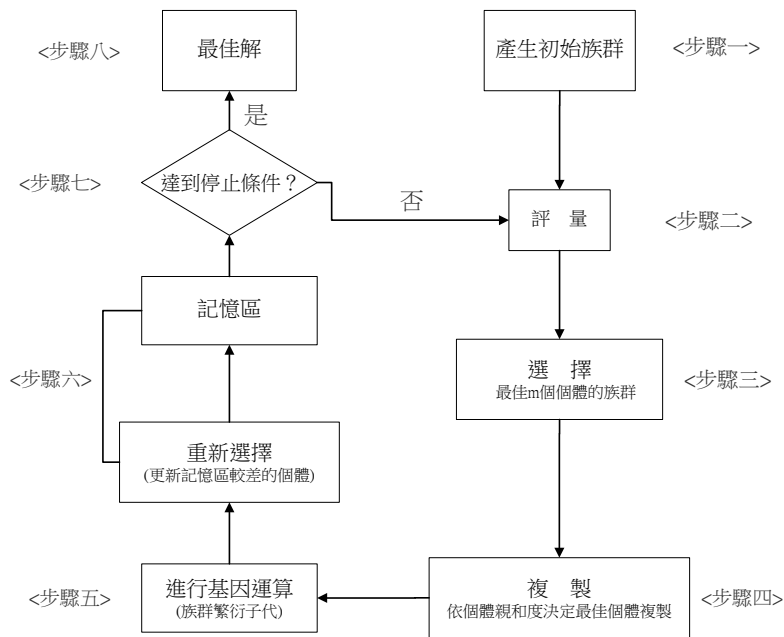


圖 1 免疫演算法流程圖 (黃泊晴, 2009)

3.3 例題

編碼部分，以充電站為基準，並以 0-1 方式隨機產生母體，假設此地區有 198 個點可設置為充電站，現以設置 1 個充電站為例題，來說明編碼方式：

步驟一：假設一個充電站時，0-1 編碼長度為 8，所以設置一個充電站時，0-1 編碼長度為 $8*1=8$ ，如下：

01101011

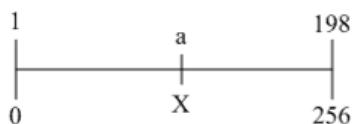
步驟二：將 0-1 編碼使用二進制轉換成一個整數 X，此整數代表著是 0-256 之間的數值，如下：

0	1	1	0	1	0	1	1
2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0

 \Rightarrow

2^6	2^5	2^3	2^1	2^0
=106 (即 X)				

步驟三：將此 0-256 之間的數字 X，轉換成為此地區 1-198 之間的的充電站 a，如下：



a：充電站位置；X：106

$$(106-0)/(a-1)=256/197 \Rightarrow a = 82.57 = 82 \text{ (取整數)}$$

步驟四：充電站之服務範圍

找出每個點與其最近之充電站與距離，最後劃分出每個充電站之服務範圍。

4. 測試問題與結果

4.1 測試問題

本研究之免疫演算法是以MATLAB R2009a所撰寫，在Intel[®] Core™ i7-2600 CPU3.4GHz與 3.16GB RAM的電腦環境下執行測試，在運算求解中，輸入的數據皆無捨去或刪除。

本研究以台中市潭子區的實際地區地圖為測試例題，其中包含單向道路(有箭頭道路)與雙向道路(無箭頭道路)，詳見圖 2 和圖 3。此測試問題之道路節點總數為 198 個。本研究將探討此測試地區上設置 2、3、4、5、6 個站充電站位址，以使區域內中位於節點之所有民眾，離充電站最遠之距離最小化，並劃分出區域內各電動機車充電站之服務範圍。

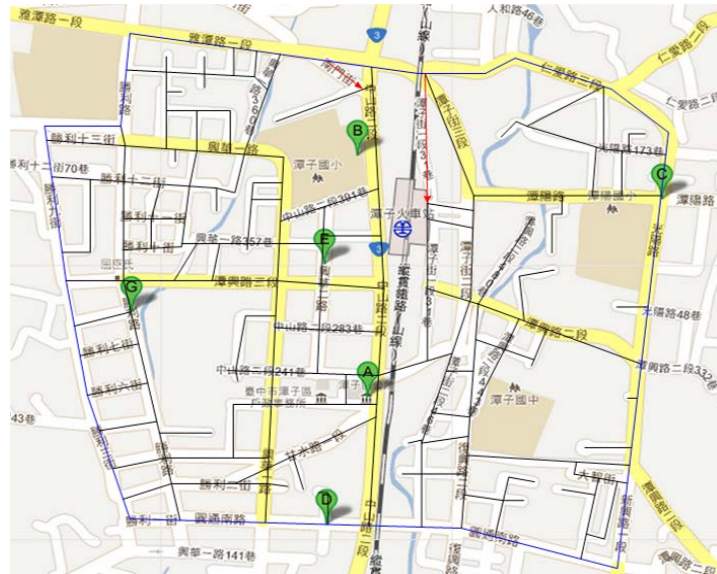


圖 2 潭子區地區道路圖(Google Map, 2012)

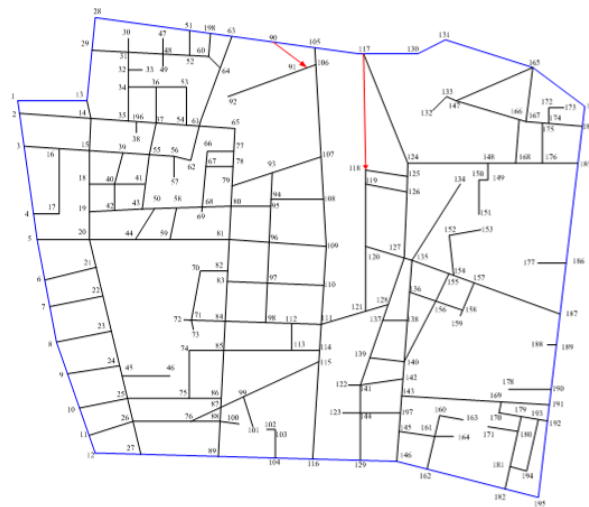


圖 3 潭子區地區道路簡易圖

本研究測試問題之參數設定為：初始群組 10、交換率 0.96、突變率 0.01、複製後被挑選的比例 0.85、最大演化代數為 500 代，終止條件為最佳演化代數，本研究執行測試共 500 次，並記錄其結果。

4.2 測試結果

電腦執行 500 次之所有站數設站點、目標值、平均數、標準差與 CPU 平均時間等結果整理於下表 2 中，其中「設站點」為充電站所要設置充電站位置，「目標值」為地圖內任一點距離各設站點之最小化最遠距離，「政府」為目前政府設站點。以下圖 4 至圖 8 分別為設置 2、3、4、5、6 座充電站之設置位置與其服務區域圖，圖 9 為目前政府已設置站之服務區域圖。

表 2 500 次測試結果表

站數	設站點	目標值			CPU 平均時間
		最佳值	平均數	標準差	
2	(135,81)	25.4	25.4	0	9.76
3	(81,156,117)	24.0	24.0	0	10.57
4	(140,93,148,22)	20.6	20.6	0	11.19
5	(117,183,20,143,98)	18.2	18.2	0	11.53
6	(137,18,189,176,85,64)	16.2	16.2	0	13.13
政府	(21,43,114,104,107,185)	29.6	---	--	--

4.3 測試結果討論

根據表 2 及圖 4-9 結果顯示：

- 當充電站設置越多，則最佳目標值會越小，主要因為設站數量變多將使得民眾前往充電站途程更短更便利。例如：當設置兩站充電站最佳目標值=25.4、充電站三站=24.0、充電站六站=16.2，由此可發現最佳目標值越來越小，代表民眾前往距離越來越短，充電更便利。
- 當設站點站數越少，演算法的平均 CPU 執行時間略低於當設站點站數較大時。例如：當充電站設站=6 站，演算法的平均 CPU 執行時間為 13.13，而當充電站設站=2 站，演算法的平均 CPU 執行時間為 9.76。
- 使用免疫演算法找出設站點位置，其最佳目標值優於目前政府所設置之充電站位置。例如：使用免疫演算法設置 6 站充電站，最佳目標值=16.2，而政府所設置 6 站充電站，最佳目標值=29.6，此顯示免疫演算法設站能有效解決此電動機車充電站設點規劃問題。

5.結論

本研究探討電動機車充電站設點規劃問題，此問題是屬於區位問題(Location Problem, LP)，其主要目標為在一特定區域內設置一處或多處位置，以使民眾前往電動機車充電站之距離更短更便利。本研究應用免疫演算法來求解區域內之電動機車充電站設址問題，以使區域內中位於節點之所有民眾，離充電站最遠之距離最小化，並劃分出區域內各電動機車充電站之服務範圍。本研究以台中潭子地區為例，數值結果顯示，本研究的免疫演算法能有效解決此充電站設站問題。未來研究方向，可以探討經費有限之電動機車充電站設點規劃問題與多期不同經費預算之設站問題，或探討更有效率之人工智慧演算法來求

解此類問題。

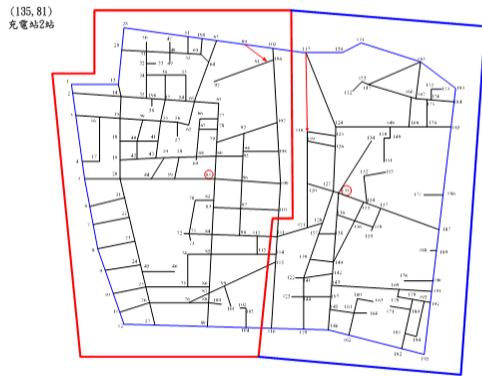


圖 4 充電站服務區域圖(設置 2 站)

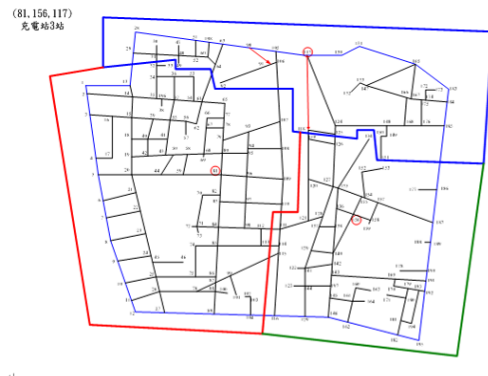


圖 5 充電站服務區域圖(設置 3 站)

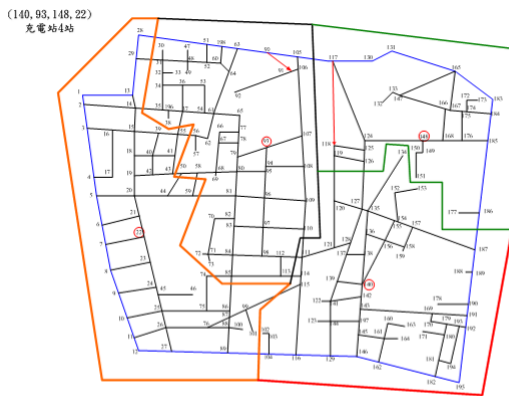


圖 6 充電站服務區域圖(設置 4 站)

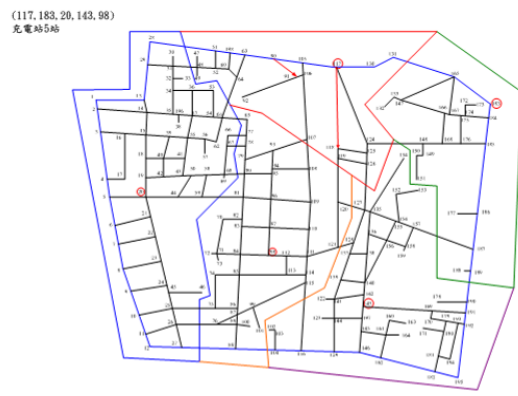


圖 7 充電站服務區域圖(設置 5 站)

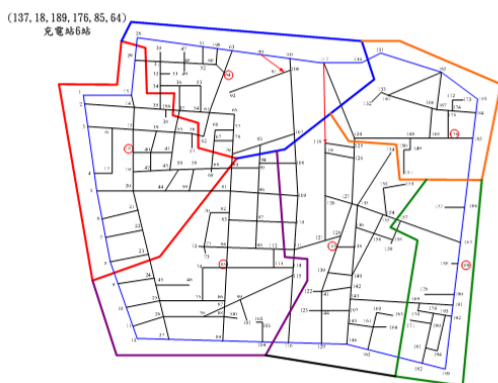


圖 8 充電站服務區域圖(設置 6 站)

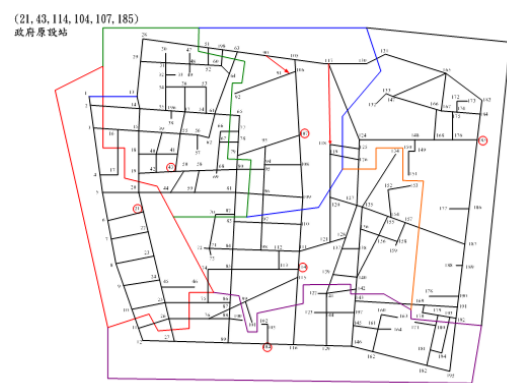


圖 9 目前政府已設置充電站區域圖(設置 6 站)

6. 參考文獻

交通部公路總局(2011),「99 年臺灣省機動車輛登記數統計年報」。

吳俊忻、王秀鑾、陳大正(2004),「利用免疫演算法於多重貿易商周律性市集問題之研究」,台灣作業研究學會學術研討會。

- 侯建章(2012),「澎湖電動機車二氧化碳排放量之研究」,島嶼觀光期刊,第五卷,第一期。
- 郭柏成(2010),「台灣電動機車的消費者購買行為之研究」,碩士論文,國立成功大學經營管理。
- 黃泊晴(2009),「免疫演算法於宅配配送路線規劃問題之探討」,碩士論文,國立虎尾科技大學工業工程與管理研究所。
- 經濟部工業局(2012),電動機車產業月報。
- 綠能趨勢網(2011),http://www.energytrend.com.tw/EV_20111104。
- 蕭再安(1992),「設施區位問題多目標決策之研究」,博士論文,國立交通大學交研所。
- 蕭再安、曾國雄(1992),「競爭性設施區位理論的回顧與展望」,科技發展月刊,第20卷,第6期,頁719-733。
- 謝復恩(2012),「免疫演算法應用於公路危險物品救援站區位指派之研究—以第三類易燃性液體為例」,碩士論文,淡江大學運輸管理所。
- Weber, A. (1929). Alfred Weber's Theory of the Location of Industries. Chicago: University of Chicago Press.
- Current, J. Min, H. & Schilling, D. (1990). Multiobjective Analysis of Facility Locations, European Journal of Operation Research, Vol. 49, pp. 295-307.
- Jerne, N. K. (1973). The Immune System. Scientific America, Vol. 229, no. 1, pp. 52-60.
- Michalewicz, Z. (1996). Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs. 3rd Edition, Springer-Verlag, NY.
- Moon, I. D. & Chaudhry, S. S. (1984). An Analysis of Network Location Problems with Distance Constraints. Management Science, Vol.30, no.3, pp. 290-307.
- Revelle, C. (1995). Integrated Fire and Ambulance Siting: A deterministic model, Socio-Economic Planning, Vol. 29, no.4, (pp. 261-271).
- Owen, S. H & Daskin, M. S. (1998). Strategic facility location : A review, European Journal of Operational Research, Vol. 111, pp. 423-447.

An Immune Algorithm for the Location Problem of Charging Stations of Electric Scooters

*Siang-Yi Lin and Yi-Chih Hsieh

National Formosa University Institute Of Industrial Engineering And Management (No.64,
Wunhua Rd., Huwei Township, Yunlin County 632, Taiwan)

* siangyi882@gmail.com

Abstract

This paper investigates the location problem of charging stations of electric scooters. The considered problems belongs to the location problem. The main objective of the problem is to set up one or multiple charging stations for electric scooters in a specific area such that people can go to the charging stations with shorter distance.. In this study, the immune algorithm is applied for solving the location problem of charging stations of electric scooters so as to minimize the largest distance among people in the nodes of the area. In addition, based upon the location of charging stations, we also show the service region of each charging station. An example of Tanzih area in Taichung is experimented. Numerical results show that the applied immune algorithm can effectively solve the location problem of charging stations of electric scooters.

Keywords: *Location Problem, Electric Scooter, Immune Algorithm*