

國立臺灣大學工學院工業工程學研究所

碩士論文

Graduate Institute of Industrial Engineering  
College of Engineering  
National Taiwan University  
Master Thesis



時窗限制下單一共用財調配問題

Time-Windowed Tool Relocation Problem  
of Public Tool Sharing System

金龍

Lung Chin

指導教授：楊烽正 博士

Advisor: Feng-Cheng Yang, Ph.D.

中華民國 106 年 7 月  
July 2017

國立臺灣大學碩士學位論文  
口試委員會審定書

論文中文題目：時窗限制下單一共用財調配問題

論文英文題目：Time-Windowed Tool Relocation  
Problem of Public Tool Sharing  
System

本論文係金龍君（學號 R04546032）在國立臺灣大學工業工程學  
研究所完成之碩士學位論文，於民國 106 年 07 月 12 日承下列考試委  
員審查通過及口試及格，特此證明

口試委員：

楊烽正

(指導教授)



黃奎隆



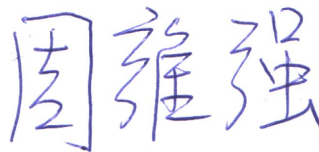
蔡瑞煌



歐陽超



系主任、所長：周雍強





## 致謝

回首二年碩士生涯，即便求學過程艱辛，但沿途有不同的老師教導以及同學、家人的陪伴才得以克服種種困難。其中最感謝的莫過於指導我二年的楊烽正老師，老師在這二年中交給我二個重要的概念，一個是學技術的人沒有形容詞，另一個是在論文寫作上應著重概念上的傳遞而非過多的描述而使他人誤解原意。而老師在學術上一絲不苟的態度也使我的論文得以完成，真的非常感謝老師。

此外，也很感謝口試當天特地請假的昭瑜和一大早坐高鐵上來的佳陽，因為有你們的協助，我們的口試才得以順利進行。最後在這二年的生活中最照顧我的莫過於父母親及黃榕，如果一路上沒有你們的支持及鼓勵，我沒辦法無後顧之憂地完成學業，一切榮耀屬於你們。

## 中文摘要



本研究首先定義時窗限制下單一共用財調配問題，再提出一具遺傳演算優化的共用財調配規劃系統，期望有效減少共用財服務系統中未滿足的服務。在已知各站點共用財的數量變化率下，研擬不同情境下站點的未滿足量求算方式。同時推導模擬卡車繞行各站時，各站點未滿足量的計算方法，及共用財真實調配數的設定法。本研究除了提出貪婪式的經驗求解法外，也使用遺傳演算法求解問題，並依問題的特性提出專用的急迫性及距離考量的啟發式交配法(Imminence & Distance Considered Crossover)及突變法提升遺傳演算的求解效能及品質。再將本研究的問題應用在單車共用系統並測試範例，結果顯示本研究提示的優化演算法能使卡車在給定的時窗限制內，有效改善單車共用系統的未滿足量。另一方面在測試不同染色體交配法的效能下，結果顯示採用本研究研擬的急迫性及距離考量的啟發式交配及突變法明顯優於泛用型的，也較貪婪式的經驗求解法求得最佳的繞行調配解。

**關鍵字：**共享經濟、遺傳演算法、公共自行車系統

## Abstract

This paper defines Time-Windowed Tool Relocation Problem of Public Tool Sharing System and uses genetic algorithm to construct a public tool rebalancing planning system. With this planning system we expect to reduce unfulfilled amount in public tool sharing system. We also discuss kinds of equation to calculate unfulfilled amount in different situation with public tool increasing/decreasing rate known. Besides, we simulate truck routing service station to calculate unfulfilled amount and determine pickup and delivery amount in service stations. Our research propose not only a greedy heuristic method but also genetic algorithm to solve this problem. By observing characteristic of this problem, we propose Imminence & Distance Considered crossover and mutation method to improve planning system performance. After applying this problem to bike sharing system and testing several benchmarks, the conclusion shows that our research can reduce unfulfilled amount in bike sharing system in timed windowed by rebalancing public tool effectively. Last but not least, Imminence & Distance Considered crossover and mutation method also has a better performance than canonical and greedy heuristic method.

*Keywords: Sharing Economic, Genetic Algorithm, Bike Sharing*

## 目錄



|                                 |      |
|---------------------------------|------|
| 致謝 .....                        | i    |
| 中文摘要 .....                      | ii   |
| Abstract .....                  | iii  |
| 圖目錄 .....                       | vii  |
| 表目錄 .....                       | viii |
| 1. 緒論 .....                     | 1    |
| 1.1 研究背景與動機 .....               | 1    |
| 1.2 研究目的 .....                  | 2    |
| 1.3 研究方法 .....                  | 2    |
| 2. 文獻探討 .....                   | 4    |
| 2.1 一般取卸貨問題 .....               | 4    |
| 2.2 PDP 與 PDPTW 問題 .....        | 5    |
| 2.3 Open VRP 問題 .....           | 5    |
| 2.4 VRPSD 問題 .....              | 5    |
| 2.5 卸貨後回程取貨車輛途程問題 .....         | 5    |
| 2.6 混合取卸貨車輛途程問題 .....           | 5    |
| 2.7 同步取卸貨車輛途程問題 .....           | 6    |
| 2.8 1-PDTSP 問題 .....            | 6    |
| 2.9 共用單車服務系統營運相關問題 .....        | 7    |
| 2.10 遺傳演算法 .....                | 8    |
| 2.11 小結 .....                   | 11   |
| 3. 時窗限制下單一共用車調配問題及遺傳演算求解法 ..... | 12   |

|                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.1 時窗限制下單一共用財調配問題 (Time-Windowed Tool Relocation Problem of a Public Tool Sharing System) ..... | 12 |
| 3.1.1 問題描述與假設 .....                                                                              | 12 |
| 3.2 TWTRP 問題的貪婪式經驗求解法 .....                                                                      | 27 |
| 3.3 TWTRP 問題模式的遺傳演算求解法 .....                                                                     | 28 |
| 3.3.1 繞行途程段及調配數量段的染色體編碼 .....                                                                    | 29 |
| 3.3.2 染色體的適應值 .....                                                                              | 29 |
| 3.3.3 遺傳演算的母體初始化 .....                                                                           | 29 |
| 3.3.4 繞行途程段的交配及突變運算 .....                                                                        | 30 |
| 3.3.5 調配量段的基因交配及突變法 .....                                                                        | 34 |
| 3.3.6 小結 .....                                                                                   | 36 |
| 4.時窗限制下單一共用財調配問題的應用及求解測試 .....                                                                   | 37 |
| 4.1 單車調配標竿問題 .....                                                                               | 37 |
| 4.2 單車調配優化問題求解系統 .....                                                                           | 43 |
| 4.3 範例測試及效能分析 .....                                                                              | 47 |
| 4.3.1 單車共用系統的 TWTRP 範例測試與效能分析 .....                                                              | 47 |
| 4.3.2 不同情境範例測試與分析 .....                                                                          | 54 |
| 4.3.3 小結 .....                                                                                   | 56 |
| 5.結論與未來研究建議 .....                                                                                | 57 |
| 5.1 結論 .....                                                                                     | 57 |
| 5.2 未來研究建議 .....                                                                                 | 57 |
| 參考文獻 .....                                                                                       | 59 |

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 附錄一 .....                  | 61  |
| Ubike262M 標竿問題 .....       | 61  |
| 附錄二 .....                  | 68  |
| Ubike262A 標竿問題 .....       | 68  |
| 附錄三 .....                  | 76  |
| Ubike262N 標竿問題 .....       | 76  |
| 附錄四 .....                  | 84  |
| Ubike372M 標竿問題 .....       | 84  |
| 附錄五 .....                  | 94  |
| Ubike372A 標竿問題 .....       | 94  |
| 附錄六 .....                  | 105 |
| Ubike372N 標竿問題 .....       | 105 |
| 附錄七 .....                  | 116 |
| CityBike217M 標竿問題 .....    | 116 |
| 附錄八 .....                  | 122 |
| CityBike217A 標竿問題 .....    | 122 |
| 附錄九 .....                  | 129 |
| CityBike217N 標竿問題 .....    | 129 |
| <i>Harversine</i> 公式 ..... | 135 |

## 圖目錄



|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| 圖 1-1 研究流程.....                                            | 3  |
| 圖 3-1 未派車時共用財服務系統的未滿足量計算情況.....                            | 14 |
| 圖 3-2 $r_i < 0$ 的站點在不同情境下的未滿足量計算.....                      | 18 |
| 圖 3-2 $r_i < 0$ 的站點在不同情境下的未滿足量計算(續).....                   | 19 |
| 圖 3-3 $r_i < 0$ 的站點的共用財減少率 $ r_i $ 大於調配添加速度 $1/\tau$ ..... | 20 |
| 圖 3-4 $r_i > 0$ 的站點在不同情境下的未滿足量計算情況.....                    | 21 |
| 圖 3-4 $r_i > 0$ 的站點在不同情境下的未滿足量計算情況(續).....                 | 22 |
| 圖 3-5 $r_i > 0$ 的站點的共用財增加率 $ r_i $ 大於調配速度 $1/\tau$ .....   | 23 |
| 圖 3-6 問題求解架構.....                                          | 28 |
| 圖 3-7 位置為基交配法.....                                         | 31 |
| 圖 3-8 順序為基交配法.....                                         | 32 |
| 圖 4-1 捷運科技大樓站二個整天的單車數變化折線圖.....                            | 38 |
| 圖 4-2 標竿問題檔案格式.....                                        | 39 |
| 圖 4-3 台北市單車共享系統站點分布.....                                   | 40 |
| 圖 4-4 新北市單車共享系統站點分布.....                                   | 41 |
| 圖 4-5 高雄市單車共享系統站點分布.....                                   | 42 |
| 圖 4-6 求解系統人機介面.....                                        | 44 |
| 圖 4-7 TWTRP Generation 分頁.....                             | 45 |

|                                               |    |
|-----------------------------------------------|----|
| 圖 4-8 So Far The Best Routing Result 分頁 ..... | 46 |
| 圖 4-9 Routing Path 分頁 .....                   | 46 |
| 圖 4-10 調配數量段不同的交配法求得的未滿足量比較 .....             | 48 |
| 圖 4-11 卡車途程段不同演算法未滿足量比較 .....                 | 50 |

## 表目錄

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| 表 3-1 模型參數 .....                                              | 26 |
| 表 4-1 台北市 Ubike 標竿問題分析 .....                                  | 40 |
| 表 4-2 新北市 Ubike 標竿問題分析 .....                                  | 42 |
| 表 4-3 高雄市 City bike 標竿問題分析 .....                              | 43 |
| 表 4-4 調配數量段不同交配法效能比較測試使用的遺傳演算參數設定                             | 47 |
| 表 4-5 Ubike262A 途程段使用 PBX 交配法搭配調配數量段不同交配法<br>未滿足量求解結果比較 ..... | 48 |
| 表 4-6 卡車途程段不同交配法效能比較測試時使用的演算法參數設定                             | 49 |
| 表 4-7 Ubike262A 卡車途程段不同演算法未滿足量比較 .....                        | 50 |
| 表 4-8 系統急迫性與未滿足量改善百分比關係測試結果 .....                             | 51 |
| 表 4-9 三個都市三個時段求解結果 .....                                      | 53 |
| 表 4-10 二種卡車容量 $C=14$ 及 $32$ 下各標竿問題求解結果比較 .....                | 54 |
| 表 4-11 Ubike262A 初始單車數配置方式不同的求解結果比較 .....                     | 56 |



## 1. 緒論

隨著共享經濟興起，出現了提供共用單車、汽機車、及電池等共用財服務系統。大型都市中對於這些共用財工具的使用日益提升，然各服務站點間借還數量不平衡的問題叢生。最常見的情況是顧客需要共用財時面臨無共用財可使用，以及需要歸還共用財時沒有儲位可以歸還。現今做法是當缺少共用財或儲位時，營運商耗用資源使用交通工具及人力在站點間進行共用財調配。繞行調配造成服務成本增加，同時也因調配不當使得需借用或歸還共用財的顧客未獲滿足而放棄。因此本研究假定在一時間區段內共用財服務系統的供需率固定不變，且在此時段內須決定執行共用財調配的卡車繞行路線及各服務站點調配共用財數量，以降低服務未滿足的情況。本研究即在定義此調配問題並提出求解方案。本章說明本研究的背景、目的、研究方法和流程。首先說明本研究提出問題的相關背景，並說明期望達到目的。最後簡述本研究的進行步驟與流程。

### 1.1 研究背景與動機

隨著共用財服務系統的擴增與廣泛使用，雖然帶給大眾許多便利，但也萌生許多問題。例如：各個服務站點因為共用財容量規劃不當、地點型態不同、或場域受限等因素，造成共用財供需不平衡。營運商往往需要派遣人力及交通設備繞行各站點取走多餘的或補給缺乏的共用財。若營運商能全面性地考量系統中所有卡車的路徑以及調配共用財數量的組合，將能有效地在繞行時完成更多的調配，減少流失的顧客。若能有效地降低流失的顧客，將增加在共用財服務系統中從事消費的顧客人數，創造更多的收益。

本研究定義上述的問題成一新型問題並命名為時窗限制下單一共用財調配問題。此問題存在於有站點容量限制、共用財增減率已知、卡車容量有限的單一共用財服務系統。問題起因於共用財服務系統中站點供需不平衡。一般而言，在上下班時間或是例假日會因為顧客對共用財需求增加，使得某些站點共用財供需不平衡，導致顧客面臨無共用財可租借，或無儲位可歸還的服務未滿足情況。對於此問題，文獻 Alvarez-Valdes et al. (2016)指出須做好三種層面規劃：(1)Strategy Level：營運

前決定好哪些地方要設服務站點、(2)Tactic Level：決定整個共用財服務系統的共用財數量、及(3)Operation Level：發展有系統的調配方式以解決各站點間供需不均的問題。本研究所要探討的問題屬於 Operation Level 層面，所欲解決的問題是尋找一個有系統的做法使卡車在時窗限制內有效繞行及調配以提升服務品質。

## 1.2 研究目的

本研究目的是在實際運轉狀況下對共用財服務系統定義卡車繞行調配問題並發展求解的經驗及遺傳演算法。同時並開發求解卡車繞行的共用財動態調配系統。本研究目的如下：

- (1) 探討實際服務系統應用情況，包含站點容量、卡車容量、及時窗下需求率固定等因素，建立時窗限制下單一共用財調配問題模型。
- (2) 研習遺傳演算法的求解概念與技術，利用其高應用性開發適合求解本問題的求解系統。並嘗試研擬本問題專用的遺傳演算改善演化效能提升求解品質。
- (3) 以台北市、新北市、及高雄市單車共用服務系統為測試範例。研習其系統架構建立標竿問題。開發能切合實際服務系統作業的模擬卡車繞行演算法，減少服務系統的未滿足情況。蒐集實際單車共用服務系統中不同時段的借還單車數據，制定標竿問題。進行範例測試，驗證本研究發展的求解機制效能和可行性。
- (4) 歸納求解方法的優劣並整理求解績效，提出對於此問題的建議及後續發展。

## 1.3 研究方法

本研究承襲 Holland (1975) 提出遺傳演算法(Genetic Algorithm, GA)的演化概念為基礎，提出專為求解時窗限制下單一共用財調配問題的系統。由於本研究問題是新定義的問題，過往並無文獻提及此問題，因此首先進行取卸貨問題的文獻蒐集，再整理單車共用服務系統相關營運問題的文獻。設計本問題專用的遺傳演算求解系統，更進一步針對遺傳演算法不足之處採用本研究提出的啟發式交配及突變法加強求解品質。再以 C#程式語言開發此問題的優化求解系統，並蒐集實際範例進行測試。分析與比較測試結果，最後將本研究整合並提出後續研究建議。本研究流程如圖 1-1 所示。

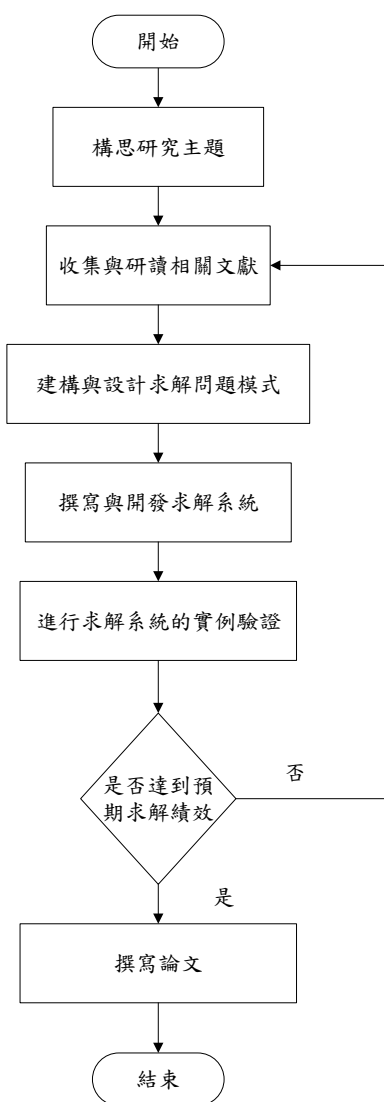


圖 1-1 研究流程

## 2. 文獻探討



本研究所提出的時窗限制下單一共用財調配問題是新定義的問題。因此本章將先介紹一般化取卸貨問題(The General Pickup and Delivery Problem, GPDP)，並探討相關文獻如：取卸貨問題(Pickup and Delivery Problem, PDP)、開放式車輛途程問題(Open VRP)、隨機需求車輛路線問題(Vehicle Routing Problem With Stochastic Demand, VRPSD)、具時窗限制的取貨問題(Pickup and Delivery Problem with Time Windows, PDPTW)、卸貨後回程取貨車輛途程問題(Delivery-first, Pickup-second VRPPD)、混合取卸貨車輛途程問題(Mixed Pickups and Delivery VRP)、同步取卸貨車輛途程問題(Simultaneous Pickups and Delivery VRP)、及單一貨品取卸貨問題(One Commodity Pickup and Delivery Problem)的定義與數學規劃模式中限制式間的差異，分析歸納問題的內涵和求解方法。此外，為將本研究問題應用在共享單車系統中，本研究也將探討共享單車營運上的相關文獻，並介紹遺傳演算法的基礎理論和求解步驟。

### 2.1 一般取卸貨問題

沿用 Parragh, Doerner, and Hartl (2008)等學者對取卸貨問題的定義，顧客搬運需求可分為取貨作業與卸貨作業。車隊在不違反車容量限制下，繞行顧客滿足所有需求。現實世界中，貨運車隊的路線規劃可以用一般化取卸貨問題描述。一般化取卸貨問題可由配送方式分為二大類型：車輛裝載貨物從倉儲中心出發後，前往所有貨運點完成卸貨，再到取貨點完成取貨後回到中心，此種將貨物從中心至中心配送方式的問題稱為回程取貨車輛途程問題(Vehicle Routing Problems with Backhauls, VRPB)。空車從倉儲中心出發，前往取貨點收取貨物，再將貨物運送到指定的卸貨點，這種將貨物向顧客收取後送到指定顧客手中的問題稱為取卸貨車輛途程問題(Vehicle Routing Problems with Pickup and Delivery, VRPPD)。

取卸貨車輛途程問題可以再依照貨物有無配對來區分。若運送的貨物皆相同，即從取貨點收取的貨物可以配送到任一卸貨點，此問題稱為取卸貨點間無配對之取卸貨問題(Pickup and Delivery Vehicle Routing Problem, PDVRP)。另一類貨物有配對的問題中，運送的不是貨物而是人的話，此問題稱為召撥問題(Dial-A-Ride

Problem, DARP)，而貨物因種類不同而配對時，此問題簡稱為取卸貨問題(Pickup and Delivery Problem, PDP)。



## 2.2 PDP 與 PDPTW 問題

在 PDP 問題中，兩顧客的需求是一組配對的取卸貨作業。須先到取貨點收取貨物後繞行到卸貨點卸貨。而取貨(Pickup)與卸貨(Delivery)服務可以交錯進行，只要不違反車輛的貨物容量限制即可。相對來說，PDPTW 比 PDP 多了作業點的服務時窗限制，即需要在某一特定的時間點內到達貨運點。

## 2.3 Open VRP 問題

Open VRP 問題和一般的 VRP 問題最大的差異就在於他並不要求每一輛卡車最後都要回到倉儲中心。Open VRP 取卸貨是具有順序性的，除此之外 Open VRP 問題中有二個目標式分別為極小化總繞行距離以及極小化卡車使用數，此種問題多建立在公司沒有自己的車隊上，例如：校車接送學生，Li, Golden, and Wasil (2007) 探討的是 Fixed fleet of heterogeneous vehicles，也有其他文獻探討 Homogeneous fleet of vehicle。Cao and Lai (2010)則是假設需求是模糊要求(fuzzy demands)。

## 2.4 VRPSD 問題

隨機車輛途程問題與常態的車輛途程問題不同處是隨機問題中的某個參數是隨機變數；不是已知且值固定。關於隨機車輛途程問題的求解方法，亦有學者設計出解法程序以使得解決確定型車輛途程問題之演算法可用於解決隨機車輛途程問題上。

## 2.5 卸貨後回程取貨車輛途程問題

將需求點區分為卸貨(Linehaul)與回程取貨(Backhaul)二類。貨車載滿送件貨品從倉儲中心出發，服務完所有的卸貨後再進行回程取貨，回程取貨之貨品須完全送回倉儲中心。因此屬於有多輛貨車的 TSPDB 問題。

## 2.6 混合取卸貨車輛途程問題

同上面問題，顧客分為卸貨及取貨二類。貨車載滿送件貨品從倉儲中心出發，



運滿取貨物品而回到貨物站。與上述問題不同的是在貨車允許的載貨量限制下，不用服務完所有的卸貨即可取貨。

## 2.7 同步取卸貨車輛途程問題

取貨與卸貨有可能在同一個貨運點發生，例如：羊奶廠商可送羊奶至各戶人家，並回收空瓶。貨車載滿送件貨品從倉儲中心出發，運滿取貨物品再回到中心。

## 2.8 1-PDTSP 問題

One-Commodity Pickup-and-Delivery Traveling Salesman Problem 由 Hernández-Pérez and Salazar-González (2003)等人提出，本節將描述問題並說明此問題的基本假設及過往求解方法。

在一個有向圖  $G=(V,A)$  中， $V$  是顧客集合  $V=\{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ 。其中  $v_1$  代表倉儲中心，而其他的則代表顧客。每個顧客  $v_i \in V$  有非零需求  $q_i$ ，若  $q_i > 0$  代表顧客  $i$  欲寄送貨物需由卡車取走後運輸；否則是收貨的需求。假設倉儲中心可以容納所有顧客寄送或供給顧客需要的貨物數量，因此  $v_1$  可被視為一個需求是  $q_1 = -\sum_{i=2}^n q_i$  的客戶。每一條有向弧  $arc(i, j) \in A (i, j \in V)$  是一個非負成本  $c_{ij}$  或已知的距離  $d_{ij}$ 。一台具有載貨量限制  $C$  的卡車從倉儲中心出發後須拜訪每一個顧客再回到中心，而 1-PDTSP 的目標式是極小化繞行成本。1-PDTSP 問題基本假設如下：(1)貨車從倉儲中心出發後必再返回中心；(2)每個顧客都要被服務到且僅能服務一次；(3)顧客區分為取、卸貨二種，且其間不具先後順序；(4)貨車有載貨量上限；(5)各顧客的貨物體積均相同且為同一貨物；(6)倉儲中心僅有一個，且具有無限的儲位及貨物；(7)每個顧客的需求量均為已知(deterministic demands)。

過往文獻對於 1-PDTSP 的求解方法有 Hernández-Pérez and Salazar-González (2003)所提出的 Branch-and-Cut 方法。除了一般傳統上的做法外，也有各式啟發式求解方法，例如 Zhao, Li, Sun, and Mei (2009)使用遺傳演算法來求解、Dib, Manier, Moalic, and Caminada (2017)則以遺傳演算法搭配 VNS 求解 1-PDTSP 問題。

## 2.9 共用單車服務系統營運相關問題

本研究將以 1-PDTSP 為基礎建構適用於本問題的模型，並以共用單車服務系統為實例作為此問題的應用。因此本節將探討共用單車調配問題相關文獻。根據 Alvarez-Valdes et al. (2016) 等人的研究，單車共用系統營運有三個層面，分別是：Strategy Level、Tactic Level、及 Operation Level。本節先說明服務系統的單車變化相關文獻，再介紹和分析與本研究相關的 Strategy Level 和 Operation Level 的文獻。

### 共用單車服務系統單車變化：

Vogel, Greiser, and Mattfeld (2011) 依據一個禮拜不同的時段探討顧客使用共用單車的行為。他們統計分析當地營運商所提供的借還單車數據，再依據借還單車的比例將各站點分群。研究指出站點周圍的設施(如：火車站、辦公大樓等)決定了顧客對站點的取卸行為及數量需求。除此之外，他們使用二年的營運資料搭配 Geo BI 方法得出站點單車的借還並非完全隨機，而是有跡可循。例如：在平日上下班時段服務站點的借還數量幾乎都處於高峰狀態；然而假日則是下午五時處於高使用的狀態。研究結果指出站點的單車增減率會受顧客的行為及站點周遭設施的影響，且顧客使用共用單車的時間不會超過一個小時。平均使用時間是 15 分鐘；至於某些站點突然出現大量借還單車的原因則多是觀光客造成。此文獻是使用資料庫以及統計方法對營運商的歷史資料作分析，再歸納顧客行為會造成站點的單車增減。

### 共用單車系統規劃：

Frade and Ribeiro (2015) 以政府的立場提出一單車系統規劃模型，並以政府的預算為限制，求解服務站點設置位置、站點最大和最小容量、站點數量以及服務系統總單車數，以極大化站點可涵蓋的顧客範圍。他們已將研究成果應用於站點設置及服務系統規模設定。此問題除了最大化涵蓋區域問題(The maximal covering location problem)的特性外，也加入政府預算及在期限內回收投資成本的限制條件。此研究先將都市依照行政區域劃分為不同的區域，以「最大化涵蓋區域問題」為基礎提出一混整數線性規劃數學模型求解。在政府預算限制內，依一天中該行政區域的顧客人數規劃各自設站點的位置，期望使站點涵蓋的顧客範圍最大化。此文獻提出的數學模型可應用於設置站點位置上的規劃，但模型假設一天開始及結束時各站點的單車數都要相同，且未詳盡考量顧客遇到無單車租借及儲位歸還的營運情

況。因此他們提出的問題是以符合政府的預算限制以及涵蓋顧客的範圍來決定站點設置的位子。

### Operation Level :

在單車調配問題中，過去的學者分別提出靜態與動態單車調配。首先靜態調配問題(Static Bike Rebalancing)是在單車服務系統結束營業後，系統內各站點內單車數不再受到需求改變時，營運商依據歷史資料利用卡車配置各站點最適的單車初始數量，此種情形稱之為「隔夜調配」，過往文獻如 Erdoğan, Battarra, and Wolfler Calvo (2015)、Chemla, Meunier, and Calvo (2013)等皆是在解決此問題。然而僅進行一次調配會降低系統的服務品質而影響顧客的使用意願，因此衍生出動態調配問題(Dynamic Bike Rebalancing)，也就是在營運期間當站點調配需求發生時，卡車也依照站點的單車數同步調整站內單車數，再前往需要調配的站點。Dell'Amico, Hadjicostantinou, Iori, and Novellani (2014)即是在解決此一問題。

Alvarez-Valdes et al. (2016) 等人根據 One Commodity Pickup and Delivery Problem 提出一極小化單車共用服務系統中的未滿足需求量(Unsatisfied Demand)的問題模型。他們使用營運商過往的歷史資料，並區分平日與假日，再預估一天中每一個服務站點每一個小時顧客對共用單車和儲位的需求量。得到各站點預估的未滿足需求量後，再求解各站點最適單車初始數量。此外，他們也以最小成本流量問題(Minimum Cost Flow Problem)為基礎求解卡車路徑規劃，以提供卡車繞行及取卸單車數建議。藉此觀察卡車透過路線導引後對於系統運轉狀況的影響。然而此求解法不適用在大型問題中，且假設站點的單車需求固定不變，較無法反映現實情形。

有別於過往文獻探討的單一貨物卡車取卸路徑規劃問題，本研究研擬能應用在共用財服務系統的時窗限制下單一共用財調配問題，在時窗、站點容量、共用財增減率、及卡車容量限制下，安排一台卡車繞行站點調配共用財，以最小化系統的未滿足量(Unfulfilled Amount)，給予卡車最佳的路徑導引及調配數量。

## 2.10 遺傳演算法

遺傳演算法由 Holland 提出，模仿達爾文主張的「適者生存、優勝劣汰」的生物演化原理，所規劃的最佳化求解程序。自然界生物為了適應當下環境，需不斷的

演化提高生存能力。適應力高的生物較不易被環境淘汰因而有較大的機會存留下來，反之則易被淘汰。而遺傳演算法的優化問題求解過程即模仿自然界生物的演化特性，以母體(population)架構為演化基礎，透過個體染色體間的交配(crossover)、突變(mutation)、和篩選(selection)步驟逐步朝優演化。遺傳演算法至今已廣為應用於求解各類優化問題，如裝箱問題、旅行推銷員等問題。

遺傳演算法的母體由多條染色體(chromosome)構成，染色體則由一序列的基因(gene)組成。通常一條染色體代表優化問題中的一個解，基因值會依問題特性而定義成不同的形態，常見型態有二元數值、實數、整數、和符號等。遺傳演算法將優化問題的解編碼(encoding)成適合的染色體型態後，反覆對這群染色體進行交配和突變演化使染色體中基因組成產生變化，並以篩選改善保留適應值高的染色體。使用遺傳演算法求解優化問題的主要作業有：將問題的解編碼成染色體、設定染色體母體大小(population size)、定義染色體的適應函數、設定交配和突變運算方式和子代篩選方法、設定演算法中的參數值包括交配率(crossover rate)、突變率(mutation rate)、和停止條件(stop criterion)。

遺傳演算法應用在最佳化求解問題的流程是先設定母體大小、演算法參數、以及染色體編碼方式。接著產生母體大小個數的染色體並初始化，計算各染色體的適應值(fitness value)。反覆執行依設定的交配率和突變率進行染色體交配和突變運算，並計算適應值以從中篩選出適應值高的染色體進入下一代次的母體演化直到符合停止條件為止。以下說明遺傳演算法的主要演算方法與內容。

### (1) 基因編碼

將優化問題的解編碼成遺傳演算中可以演化的染色體，即將問題的決策變數轉換成染色體的基因值。編碼方式必須根據問題特性選擇適合的編碼方式，並搭配染色體解碼(decoding)方式，將染色體解碼成優化問題的解。

本研究遺傳演算中的染色體編碼方式採用二段整數編碼。第一段是整數排列編碼，作法是將繞行站點索引依序存入基因值中，則染色體中的基因值順序即代表站點繞行順序。而另一段是整數編碼，依給定的卡車容量決定基因值的上下界範圍，使染色體在限制範圍內演化。



## (2) 母體初始化

首先決定母體大小。染色體數目多寡影響演算法的求解效益。當數目太小，難以達到廣泛搜尋效果，容易陷入區域最佳解；反之則會耗費過多的求解時間，降低求解效率。而母體初始化的方式常以亂數產生或依啟發式程序產生。

## (3) 適應值計算

藉由計算適應值衡量染色體的優劣，而適應值也代表染色體存活率，即被挑選進入下一代次演化的機率。適應值以大者為優，而當優化問題目標值望小時，需將問題的目標值反向轉換成望大的適應值。常見的作法是將問題目標值取倒數或是利用正值大數減去目標值作為適應值。而本研究為最小化問題，採用將問題的目標值取倒數作為適應值。

## (4) 交配運算

染色體交配運算以隨機方式從母體中選取兩親代作為交配對象，依交配方式交換親代染色體中部份基因值，產生兩條新的子代染色體。交配運算目的是透過親代染色體中的部份基因值產生變異，即針對親代染色體的組解進行搜尋，期望子代組合出具有更高適應值的染色體。而交配後產生的子代也可能較親代適應值差，但透過篩選法會淘汰適應值差的染色體。遺傳演算法透過代次的演化，優良的子代將能產生更好的子代，使演算法朝優演化。

常見的排序型整數交配法(Permutation Encoding)有部份相應交配法(Partial Mapped Crossover, PMX)、順序對應交配法(Order Crossover, OX)、循環對應交配法(Cycle Crossover, CX)、順序為基交配法(Order Based Crossover)、和位置為基交配法(Position Based Crossover) Goldberg (1989); Syswerda (1989)。而常見的實數交配法則有單點、雙點、多點、及均勻交配等。

## (5) 突變運算

染色體突變運算以隨機方式從母體中選取一親代作為突變對象，依突變方式變換親代中的部份基因值，產生一條新的子代染色體。突變運算的目的是導引染色體搜尋鄰近解。當遺傳演算因交配失敗陷入區域最佳解時須靠突變跳脫。

常見的整數突變法有反轉法(Inversion)、插入法(Insertion)、交換法(Reciprocal Exchange)、和取代法(Displacement)Gen and Cheng (1997)。而常見的實數突變法為內插法。



## (6) 篩選方法

遺傳演算法以染色體適應值評量存活率。篩選法以適應值高低選出母體大小個數的染色體進入下一世代演化。常見的篩選法有隨機(stochastic)、確定(deterministic)、和混合(mixed) Gen and Cheng (1997); Goldberg (1989)三種篩選法。最常使用的隨機篩選法是 Holland 提出的輪盤式篩選法(roulette wheel selection), 即適應值大小決定染色體在輪盤上所佔區域, 再隨機射飛鏢選取; 是一種比例式機率隨機篩選法。確定型選擇法直接選取適應值高者。混合型選擇法則結合確定和隨機法。典型的是 Goldberg 提出的對戰挑選(tournament selection), 此方法反覆隨機選取數個染色體中最佳者進入下一代, 直到選出足夠的染色體則停止。

## 2.11 小結

本節說明與本研究相關的文獻及演算求解方法, 其中與本研究最相關的是 1-PDTSP。本研究 and 1-PDTSP 假設不同之處有:(1)卡車僅能在一定的時窗限制內做服務, 若到時限卡車立即停止, 故並無規定每個站點都一定要被服務到, 且卡車也不需要返回倉儲中心, 和(2)假設站點的共用財隨著時間呈線性增減。此外, 本研究也歸納近年來單車營運的相關文獻, 並將本問題歸納為 Operation Level 層面的問題。

### 3. 時窗限制下單一共用財調配問題及遺傳演算求解法

本章說明本研究定義的時窗限制下單一共用財(tool)調配問題。首先說明問題和假設，並定義問題解評估用的「未滿足量」(unfulfilled amount)。詳細探討不同情境下服務站點的未滿足量計算方式後，再提出求解此問題的遺傳演算模式及演算程序。

#### 3.1 時窗限制下單一共用財調配問題 (Time-Windowed Tool Relocation Problem of a Public Tool Sharing System)

在共用財服務系統中顧客會遇到需要共用財時無法借用，以及需要歸還時無儲位歸還等服務未滿足的情形。本節將定義此問題並提出相關假設。

##### 3.1.1 問題描述與假設

本問題源於世界各地現有的共用財服務系統，例如：現在許多國家和城市設置的單車共用系統、電動車電池共用系統、小客車共用系統等。在這些共用財服務系統中，顧客可由任一個服務站點借用及歸還共用財。服務用的共用財在某時間點只能提供給一個顧客使用，必須歸回服務站點後再由其他顧客借用。因此每個共用財有三種狀態存在：(1)未被顧客借出存放在服務站點、(2)被顧客租借使用中、及(3)由卡車調配轉運中。整個共用財服務系統配置一定數量的服務站點，且每個服務站點配置一定數量的共用財儲放空間。初始已配置若干共用財供顧客借用。每個儲放空間僅能存放一個共用財。通常共用財服務站點會依使用密集度高低散在地理平面上不同地點。顧客密集度高的區域會有較多的服務站點；相對地，低者站點較少。當某一站點的共用財數量不是 0 時，顧客才得以借用。同樣地當站點沒有空閒儲放空間，則無法歸還共用財。當站點有共用財時，擬借用的顧客才得借出共用財，否則本研究假設顧客會立即離開，而未借得共用財的顧客數計入「未滿足量」(Unfulfilled Amount)中。使用完共用財後，顧客可選任一站點歸還，當站點有空閒的儲放空間就可以成功歸還。否則本研究假設顧客立即離開，未能完成歸還的顧客數也計入未滿足量中。在現實生活中，如果站點無共用財可借，顧客可能會排隊等候歸還共用財的顧客，依序借用他們歸還的共用財。同樣的如果顧客無法歸還共用財時，可能排隊等候來租借的顧客們取走共用財空出儲放空間。然而等候線的模擬及等待成本計算複雜，本研究使用未滿足量來概括計算無法即時租借和歸還共用

財的顧客數。當一個顧客在某站點無法即時租借和歸還共用財時，就計入未滿足量。

本問題假設服務站點的「共用財增減率」在給定的時窗內已知且固定。系統營運者須在給定的時窗內以具有容量限制的卡車在站點間繞行調配共用財。在極小化未滿足量的目標下設定卡車初始上載共用財量、規劃站點繞行順序，以及設定行經各站點的共用財轉置數量。因此本問題也可以被歸類為時窗限制下複雜的單一卡車單一貨物取卸問題。

本問題假設共用財服務系統設有  $n$  個服務站點，令  $i$  是站點的索引值； $i$  的範圍由 1 至  $n$ ，站點集合為  $S = \{1, 2, \dots, n\}$ 。服務系統中有一個倉儲中心，且有一台卡車從中心出發到各站點調配共用財。倉儲中心視為一個站點，索引值是 0，則集合  $\bar{S} = \{0, 1, \dots, n\} = S \cup \{0\}$  是包含中心的所有站點集合。每個站點位置的經緯度座標是  $(x_i, y_i), i \in \bar{S}$ ；則站點  $i$  與  $j$  間的路徑長  $d_{ij}$  可用幾何方式或地理資訊系統計算。通常幾何方式用 Euclidean distance  $d_{i,j} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}$  或 Manhattan distance  $d_{i,j} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j|$  計算。相對地，不同的地圖服務系統如 Google map, Bing map 均可用來計算地理上的實際距離。

令  $c_i$  是站點  $i$  安設的共用財儲位數  $i \in S$ ， $r_i$  是站點  $i$  共用財數量的增減率。注意在此  $c_i$  是非零正整數， $c_i > 0, c_i \in \mathbf{Z}$ ，而  $r_i$  是實數  $r_i \in \mathbf{R}$ ，在給定時限  $T$  下，假設每一個站點在時窗  $[0, T]$  內的共用財增減率固定不變（線性遞增或遞減）。令  $l_i(t)$  是時間點  $t$  時，站點  $i$  的共用財數量，則：

$$l_i(t) = l_i^0 + r_i \cdot t, 0 \leq t \leq T, \quad (1)$$

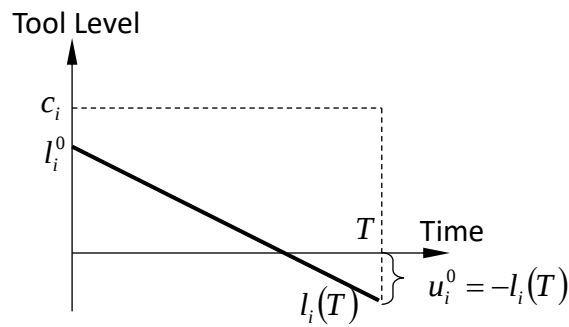
式中  $l_i^0$  是站點  $i$  在  $t=0$  的初始共用財數量。從物理限制上來看  $l_i(t)$  的值介於 0 和  $c_i$  間；然而為了評估在時窗內的系統服務品質， $l_i(t)$  超出值域外的數量計為站  $i$  的未滿足量。令  $U^0$  是未派車進行調配的未滿足量，則：

$$U^0 = \sum_{i=1}^n u_i^0, \quad (2)$$

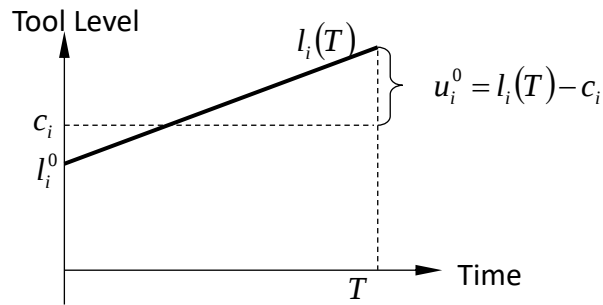


$$u_i^0 = \begin{cases} -l_i(T), & \text{if } l_i(T) < 0 \\ l_i(T) - c_i, & \text{else if } l_i(T) > c_i \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

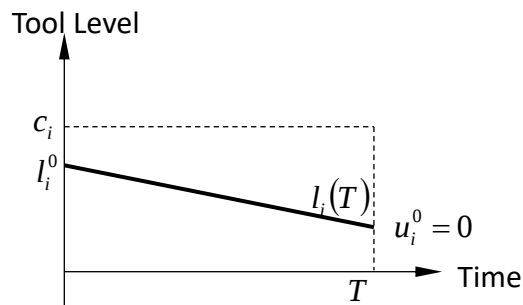
圖 3-1 顯示未派車進行調配時未滿足量的各種計算情況。各種標竿問題的 $U^0$ 都可在給定服務站點的初始共用財數量及增減率下計算得知。因此 $U^0$ 是未派車進行調配共用財與派車後降低未滿足量的成效比較標竿。



(a)



(b)



(c)

圖 3-1 未派車時共用財服務系統的未滿足量計算情況

本研究假設調配共用財的卡車一定從倉儲中心出發且能運送的數量有一上限  $C$ 。因此當卡車在繞行站點時，能轉置的共用財數量會受到容量  $C$  限制。此外也假設卡車的車速是  $v$  且繞行時車速固定。再者假設取卸一共用財花費時間是  $\tau$ 。當卡車繞行站點進行共用財調配時，在時間點  $t$  車上的共用財數量是  $\alpha(t)$ 。共用財數量會在到站和離站後增加或減少，但車上的共用財數量  $\alpha(t)$  的值域範圍保持為  $0 \leq \alpha(t) \leq C$ 。

卡車繞行站點的順序和調配共用財數量是本問題的解。一個可行解  $X = (H, Q)$  包含卡車的繞行站點途程和站點調配共用財數量。卡車繞行途程是一個站點排序的繞行序列  $H = [h_1 h_2 \cdots h_n]$ ， $(h_j \in S, j = 1, 2, \cdots, n)$ ，卡車會依此順序走訪站點。注意在此  $h_j$  是卡車第  $j$  個繞行的站點。我們限制每個站點最多走訪一次。因此在時窗限制下， $H$  中排列在後面的站點可能不會繞到。另一方面，陣列  $Q = [q_0 q_1 q_2 \cdots q_n]$ ， $q_i \in \mathbf{Z}, i \in \bar{S}$  是包含倉儲中心所有站點調配共用財數量。 $q_i > 0$  代表卡車卸下共用財給站點；因此站點的共用財將會增加；相反地  $q_i < 0$ ，取走站點的共用財上載到卡車轉置他站，因此站點的共用財將會減少。注意在此  $q_i$  是卡車到達站點  $i$  調配共用財的預計數量。卡車在站點  $i$  真正可以調配的共用財數量須依卡車途程  $H$  逐站繞行才能確定。如果站點  $i$  在時窗限制  $T$  之內未被卡車走訪過，則站點  $i$  的真實取卸共用財數量是 0。假設卡車在時間  $t'_i$  時抵達站點  $i$ ， $\tilde{q}_i$  是卡車在站點  $i$  的共用財真實調配數量，且設卡車在  $t''_i$  時結束調配離開站點。當卡車在  $t'_i$  抵達站點  $i$  時，共用財數量可以公式 (1) 求算當時的推算數量  $l_i(t)$ 。推算數量可能超過值域下界 0 和上界  $c_i$ ，意味有借用或歸還服務未滿足。此時立即以低於 0 及高於  $c_i$  的量結算未滿足量再設定為 0 或  $c_i$  的真實數量。令卡車抵達站點  $i$  時的真實共用財數量是  $l'_i$ ，則

$$l'_i = \begin{cases} 0, & \text{if } l_i(t'_i) < 0 \\ c_i, & \text{else if } l_i(t'_i) > c_i \\ l_i(t'_i), & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4)$$

對於預計調配  $q_i$  的卡車來說，真實調配數量  $\tilde{q}_i$  是依據站點的容量  $c_i$ 、卡車容量  $C$ 、

站點真實共用財數  $l'_i$ 、和卡車上的共用財數量  $\alpha(t'_i)$  在不違反物理現象下設定。在  $q_i \geq 0$  添加共用財的情況下，卡車卸給站點的共用財數量受到車上的共用財數量和站點剩餘儲放空間限制。相反的，在  $q_i < 0$  的情況下，取走站點共用財的數量受到卡車上剩餘儲位數及站點共用財數量的限制。因此真實調配數量

$$\tilde{q}_i = \begin{cases} \min(q_i, \alpha(t'_i), c_i - l'_i), & \text{if } q_i \geq 0 \\ -\min(-q_i, C - \alpha(t'_i), l'_i), & \text{otherwise} \end{cases} \quad (5)$$

確定真實調配數量後，卡車即在  $t'_i$  時開始調配站點的共用財，耗用  $\tilde{q}_i \cdot \tau$  時間，直到時間  $t''_i = t'_i + \tilde{q}_i \cdot \tau$  時離開站點並前往下一站。在調配期間，假設站點共用財的原增減率  $r_i$  仍維持不變。但因增加了調配變化率  $\pm 1/\tau$  的影響使整體的增減率改變。在調配結束後，站點共用財的增減率恢復到原本的  $r_i$ 。

計算一組解  $X$  的未滿足量時，須模擬卡車繞行及調配流程。每走訪一個站點，演算程序會計算卡車到站時間、推算站點的共用財數量、結算未滿足量、更新站點真實共用財數量、設定真實調配量、計算離開時間點、和設定離開時的共用財數量。模擬站點的共用財調配後，時間便推移至卡車離開的時間  $t''_i$ ，更新站點和卡車上的共用財數量前往下一個站點。演算過程到達時窗限制時，即時間  $T$  時，卡車可能正在前往下一個站點的路上，或是正在執行調配作業。本研究假設到達時窗限制後，卡車不需要返回倉儲中心，且服務完一個站點後，卡車旋即前往下一站點。

本研究定義的問題名稱是 Time-Windowed Tool Relocation Problem of a public tool sharing system，簡稱 TWTRP。屬於單目標優化問題，求解目標是在時窗  $[0, T]$  下極小化未滿足量

$$U(X) = \sum_{i=1}^n u_i \quad , \quad (6)$$

$$u_i = \begin{cases} u'_i + u_i^T, & \text{if } t'_i < T \\ u_i^0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (7)$$

卡車繞行過站點  $i$  的未滿足量  $u_i$  包含二個部分。第一個是卡車到站時立即結算的部



分  $u'_i$ 。第二個是到達時窗限制時，站點經調配後造成的未滿足量  $u_i^T$ 。第一個部分的未滿足量由卡車到達站點時間  $t'_i$  推算，即

$$u'_i = \begin{cases} -l_i(t'_i), & \text{if } l_i(t'_i) < 0 \\ l_i(t'_i) - c_i, & \text{else if } l_i(t'_i) > c_i \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (8)$$

第二部分的未滿足量是以到達時窗限制時站點  $i$  的共用財數量  $l_i^T$  計算，即

$$u_i^T = \begin{cases} -l_i^T, & \text{if } l_i^T < 0 \\ l_i^T - c_i, & \text{else if } l_i^T > c_i \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (9)$$

站點在時間  $T$  的共用財數量  $l_i^T$  是以調配後的共用財數量  $l_i''$  及原增減率  $r_i$  推算，

$$l_i^T = l_i'' + r_i(T - t_i'') \quad (10)$$

式中調配結束時間

$$t_i'' = \min(t'_i + |\tilde{q}_i| \tau, T) \quad (11)$$

調配後的共用財數量  $l_i''$  與原增減率和真實調配數  $\tilde{q}_i$  相關。 $l_i''$  是由  $t'_i$  時站點的真實共用財數量加上調配時間內，由調配共用財速率  $1/\tau$  和站點固定的增減率  $r_i$  結合所造成的共用財增減量，即

$$l_i'' = l'_i + (r_i + \text{sgn}(\tilde{q}_i)/\tau)(t_i'' - t'_i) \quad (12)$$

式中  $l'_i$  及  $\tilde{q}_i$  分別由公式(4)及(5)求得。當  $\tilde{q}_i > 0$  時額外的增減率是  $+\frac{1}{\tau}$ ；反之是  $-\frac{1}{\tau}$ 。

圖 3-2 列出了站點的增減率  $r_i$  是負值時，計算未滿足量的五種情境。在情境(a)站點的未滿足量不論是在卡車抵達時的  $u'_i$  還是到達時窗限制時的  $u_i^T$  都不是 0。情境(b)是卡車完成調配服務後，到時限時沒有任何未滿足量產生。情境(c)顯示卡車抵達站點時沒有未滿足量。但卡車完成調配後到時限時有未滿足量產生。情境(d)闡釋了到達時限  $T$  時卡車仍在進行共用財調配。情境(e)卡車調配前後站點都沒有

任何的未滿足量產生。

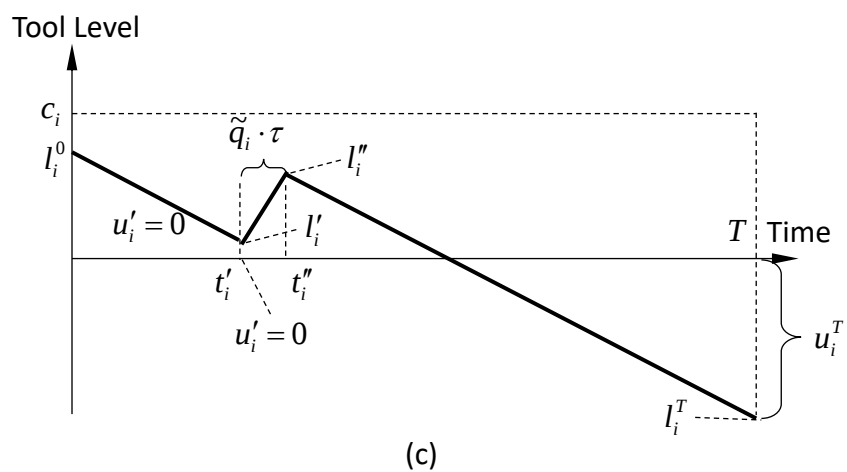
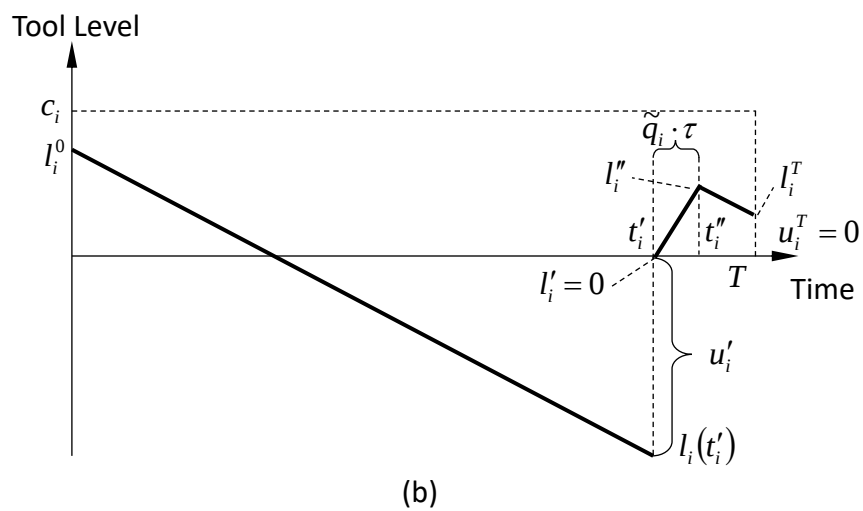
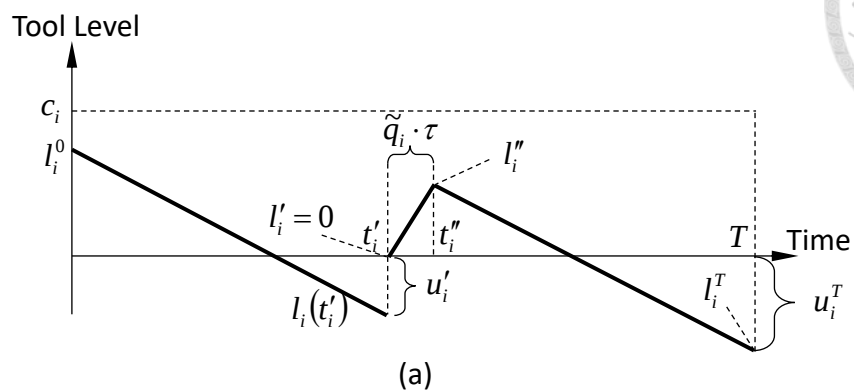


圖 3-2  $r_i < 0$  的站點在不同情境下的未滿足量計算

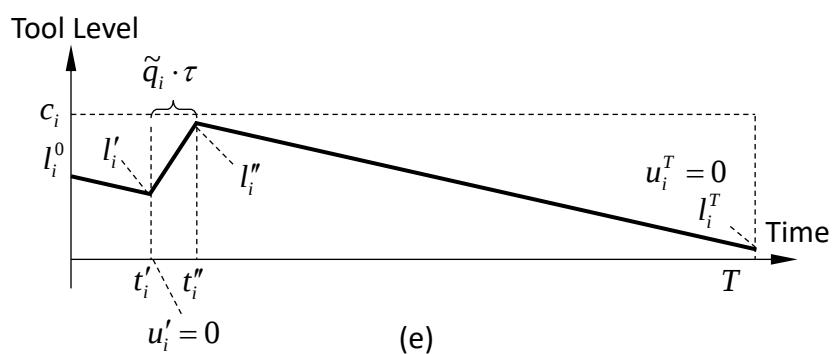
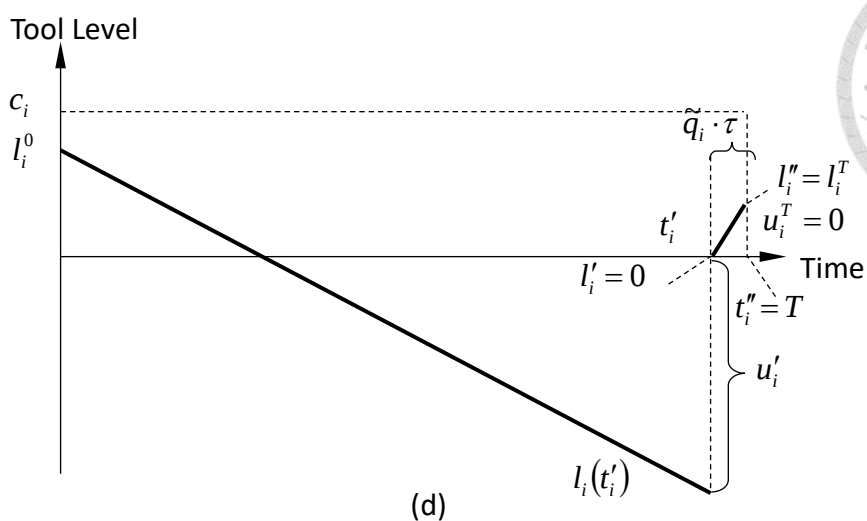


圖 3-2  $r_i < 0$  的站點在不同情境下的未滿足量計算(續)

前述的圖例顯示調配時共用財增加率  $1/\tau$  大於原減少率  $|r_i|$ ，因此調配期間的數量變化線斜率大於 0。圖 3-3 顯示當  $|r_i|$  大於調配添加率  $1/\tau$  時，調配後站點的共用財數量  $l_i''$  仍是負值。此情況下，公式(12)的  $(r_i + \text{sgn}(\tilde{q}_i)/\tau)$  仍是負值。儘管如此只要有調配共用財，均能緩和站點未滿足量的增加。

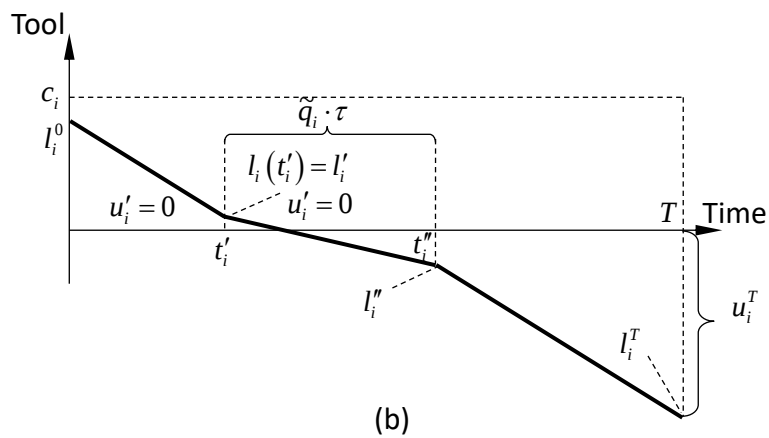
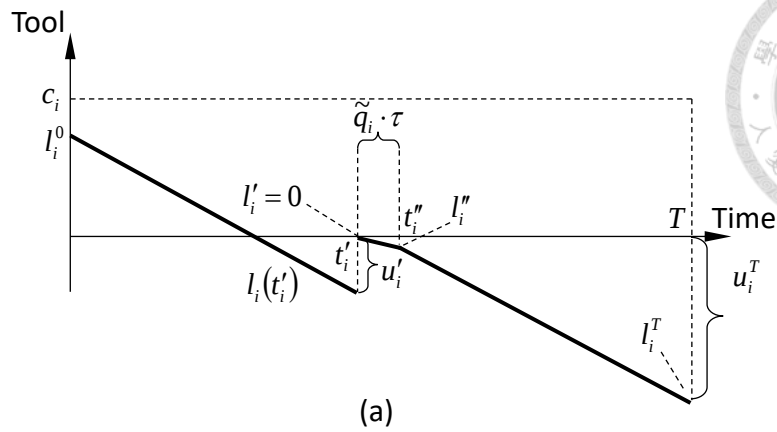


圖 3-3  $r_i < 0$  的站點的共用財減少率  $|r_i|$  大於調配添加速度  $1/\tau$

相對地，共用財數量增加型的站點即 ( $r_i > 0$ ) 的共用財變化及未滿足量計算如圖 3-4 所示。在情境(a)站點的未滿足量不論是在卡車抵達站點時結算的  $u_i'$  還是到達時限結算的  $u_i^T$  都不是 0。情境(b)卡車抵達站點時，結算未滿足量不是 0，但調配後沒有任何未滿足量產生。情境(c)的卡車抵達站點時沒有未滿足量，但調配後有未滿足量產生。情境(d)顯示到達時限 T 時卡車仍在進行共用財調配。情境(e)的站點在卡車抵達時及調配後的未滿足量都是 0。

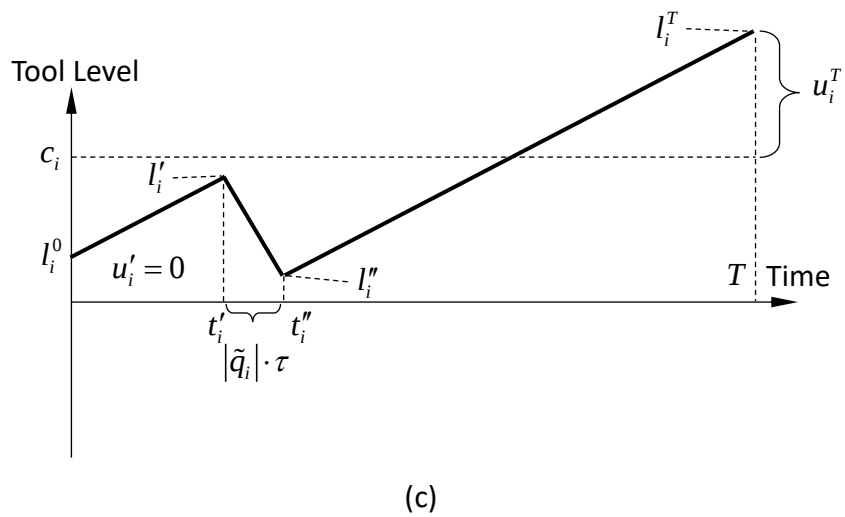
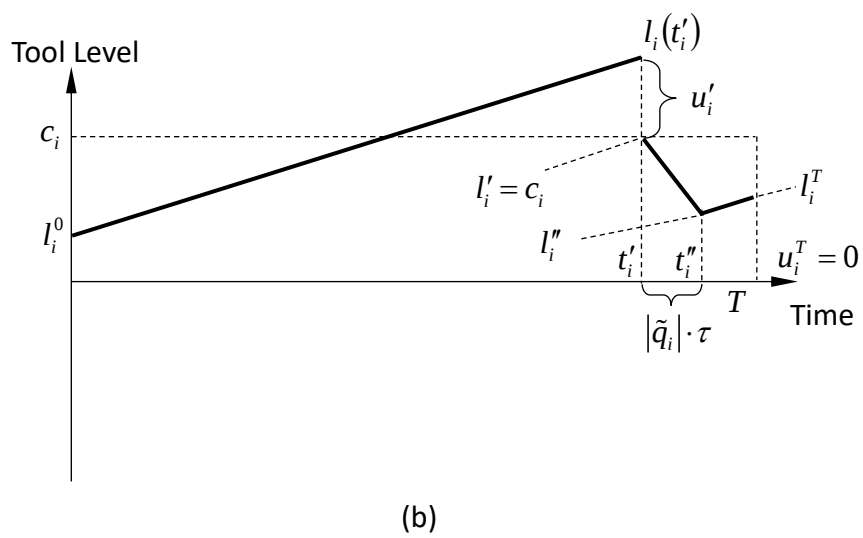
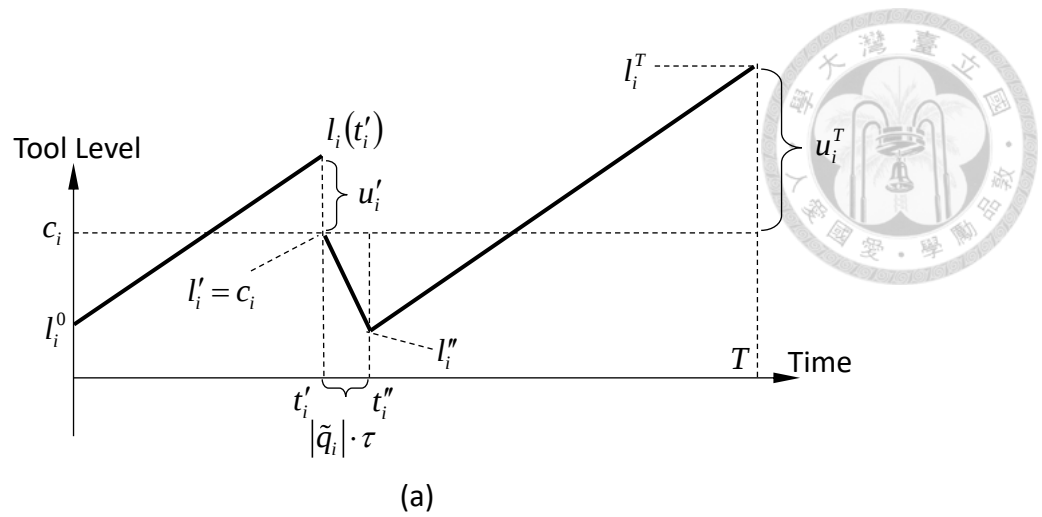


圖 3-4  $r_i > 0$  的站點在不同情境下的未滿足量計算情況

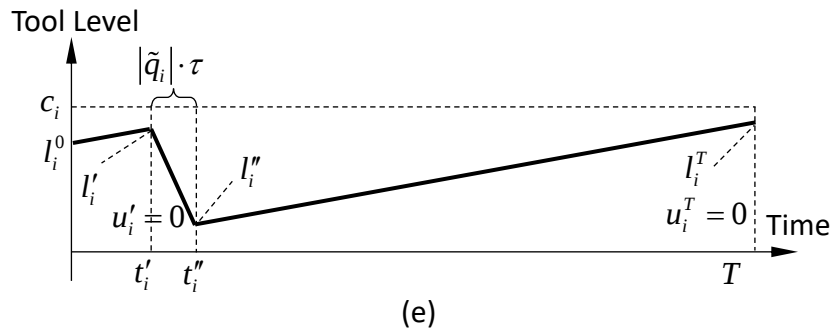
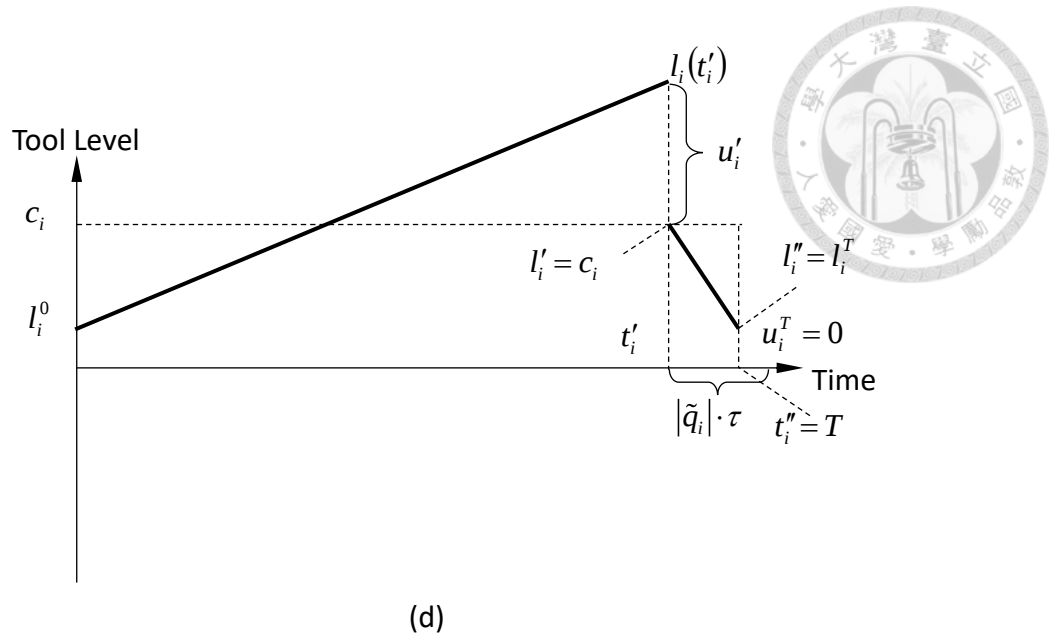


圖 3-4  $r_i > 0$  的站點在不同情境下的未滿足量計算情況(續)

上述的情境是取走共用財的調配率  $1/\tau$  比增加率  $r_i$  大，因此調配期間共用財的數量變化線段斜率是負值，有效防止數量超過上限。否則，共用財數量可能超出站點的容量限制。圖 3-5 所示即是共用財增加率  $|r_i|$  大於移出共用財的調配率  $1/\tau$  時的情境。調配過程變化線斜率仍為正值，調配結束時共用財數量  $l_i''$  依舊超出站點的容量限制。此時公式(12)的變化率  $(r_i + \text{sgn}(\tilde{q}_i)/\tau)$  仍大於 0。儘管如此，有調配取走共用財數，均能緩和站點滿塞現象，降低未滿足量。

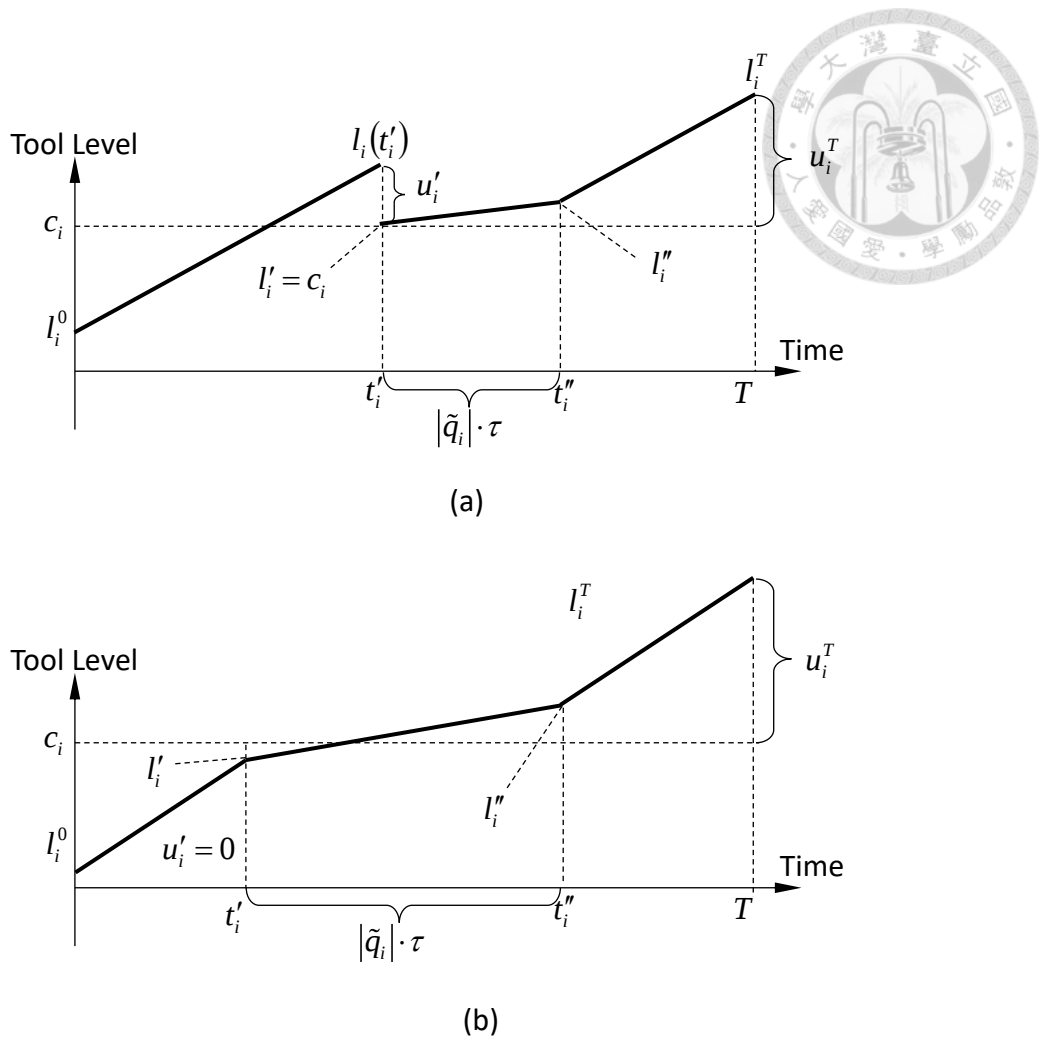


圖 3-5  $r_i > 0$  的站點的共用財增加率  $|r_i|$  大於調配速度  $1/\tau$

因此本問題即是在時窗  $[0, T]$ 、卡車容量限制  $0 \leq \alpha(t) \leq C$ 、及所有服務站點容量限制下，找到一組含卡車途程及調配數量的最佳解  $X^* = (H^*, Q^*)$  極小化共用財服務系統的未滿足量  $U(X^*)$ 。

如前所述，對每個站點  $i$  的卡車抵達時間  $t_i'$  和離開時間  $t_i''$  須先求算後才能評估一組解  $X = (H, Q)$  的未滿足量。然而  $t_i'$  和  $t_i''$  的設定須使用數列  $Q = [q_0 \ q_1 \ q_2 \ \cdots \ q_n]$  內的預計調配數，依照途程解  $H = [h_1 \ h_2 \ \cdots \ h_n]$  模擬繞行和調配後逐一完成。因此，模擬卡車在時間點 0 於倉儲中心開始上載  $q_0$  個共用財，然後前往繞行清單中第一個站點  $h_1$  執行共用財調配。依序繞行  $H$  內排定的站點並在時限  $T$  時停止。此時卡車可能在前往下一個站點的路上、正在調配站點的共用財、或已完成所有站點的繞行並停在最後一站。

假設卡車繞行的前一個站點  $\tilde{i} \in \bar{S}$  (包含倉儲中心)，令  $\tilde{t}$  是離開前一個站點的時間， $\tilde{\alpha}$  是卡車上的共用財數量。上述中的變數都會隨著模擬時間的推進更新。在時間點 0 時卡車開始上載  $q_0$  個共用財，並在時間  $q_0\tau$  離開中心前往站點  $h_1$ 。因此一開始我們令  $\tilde{i} \leftarrow 0$ ， $\tilde{\alpha} \leftarrow q_0$  和  $\tilde{t} \leftarrow q_0\tau$ 。在模擬過程中，假設卡車正在走訪繞行清單  $H$  中第  $j^{th}$  個站點  $h_j$ 。令站點  $i$  為此站點，也就是  $i = h_j$ 。則卡車到達站點  $i$  的時間是

$$t'_i = \tilde{t} + d_{\tilde{i},i}/v, \text{ if } t'_i \leq T, \quad (13)$$

式子中等號右邊第二項是卡車從前一個站點到下一個目標站點花費的時間，即由站點  $\tilde{i}$  到  $i$  的距離除以卡車車速。但若  $t'_i > T$ ，卡車就結束在由  $\tilde{i}$  到  $i$  的中途上，並且以公式(3)計算未被走訪站點  $\tilde{S} = \{h_j, h_{j+1}, \dots, h_n\}$  內的各站點未滿足量。不然則確定卡車抵達時間  $t'_i$  後，以公式(4)計算站點  $i$  的共用財數量  $l'_i$ ，再用公式(8)計算未滿足量  $u'_i$ 。注意此時的車上共用財數量是  $\alpha(t'_i) = \tilde{\alpha}$ ，預計調配的共用財數量是  $q_i$ 。然而站點  $i$  的真實調配共用財數量  $\tilde{q}_i$  則是由公式(5)計算，

$$\tilde{q}_i = \begin{cases} \min(q_i, \tilde{\alpha}, c_i - l'_i), & \text{if } q_i \geq 0 \\ -\min(-q_i, C - \tilde{\alpha}, l'_i), & \text{otherwise} \end{cases}. \quad (14)$$

因此真正花費在調配共用財的時間是  $|\tilde{q}_i| \cdot \tau$ ，而調配完成時間  $t''_i$  是經由公式(11)計算而得。完成調配時的站點共用財數量是經由公式(12)求算。若  $t''_i < T$ ，則站點  $i$  的調配作業可以完成。因此，公式(10)計算出站點共用財數量  $l_i^T$  後，預期在時限  $T$  時的未滿足量  $u_i^T$  即可由公式(9)計算。在前往下一個站點  $h_{j+1}$  前，更新卡車離開前一個站點的時間  $\tilde{t}$ ，卡車上的共用財數量  $\tilde{\alpha}$ ，以及前一個站點  $\tilde{i}$ ；即

$$\tilde{t} \leftarrow t''_i; \tilde{\alpha} \leftarrow \tilde{\alpha} - \tilde{q}_i; \tilde{i} \leftarrow h_j. \quad (15)$$

卡車繞行模擬也順位移往下一個站點， $i \leftarrow h_{j+1}$ 。如此逐站繞行演算，直到時限到或是卡車走訪完最後一個站點  $h_n$  為止。另一方面，若是  $t''_i = T$ ，站點  $i$  的共用財調配沒完成，結算站點在時限到時的共用財數量  $l_i^T = l'_i$  由公式(12)求得。未滿足量  $u_i^T$  由公式(9)求出。此時因卡車停在站點  $h_j$ ，因此剩餘未走訪的站點  $\{h_{j+1}, \dots, h_n\}$  的未滿足

量則直接由公式(3)計算。

總的來說，本研究在時窗  $[0, T]$  限制下尋求一卡車途程和共用財數量的解  $X = (H, Q)$ ，目標是極小化共用財服務系統的未滿足量  $U(X)$ 。共用財服務系統在未派車服務時的未滿足量  $U^0$  可逕以給定的標竿問題資料算出，因此本研究研擬相較未派車時的解  $X$  改善百分比  $P(X)$ ，

$$P(X) = \frac{(U^0 - U(X))}{U^0} \times 100 \% \quad (16)$$

同時為了衡量該解  $X$  派車後對站點  $i$  的未滿足量改善成效，本研究定義站點  $i$  的未滿足量改善百分比

$$\tilde{p}_i = \frac{u_i^0 - u_i}{u_i^0} \times 100 \% \quad (17)$$

除此之外，本研究定義派車結果站點未滿足量占總未滿足量的百分比為

$$\tilde{u}_i = \frac{u_i}{U(X)} \times 100 \% \quad (18)$$

本研究將未滿足量、站點共用財數量、以及卡車真實轉置共用財數量等，歸納成不同的公式及圖示以利計算不同情境下站點的未滿足量。在公式中用到的模型參數均整理成表 3-1。

表 3-1 模型參數



| 參數             | 描述                               |
|----------------|----------------------------------|
| $l_i^0$        | 站點 $i$ 在初始時間的共用財數量               |
| $l_i(t')$      | 卡車到達站點 $i$ 的共用財數量(未受物理限制)        |
| $l_i'$         | 卡車到達站點 $i$ 實際的共用財數量(受物理限制)       |
| $l_i''$        | 卡車結束服務時站點 $i$ 的共用財數量(未受物理限制)     |
| $r_i$          | 站點 $i$ 在單位時間下共用財淨增減的數量           |
| $\alpha(t'_i)$ | 卡車到達站點 $i$ 時，卡車上的共用財數量           |
| $c_i$          | 站點 $i$ 的容量                       |
| $q_i$          | 卡車到達站點 $i$ 時，所預先擬定要調配的數量         |
| $\tilde{q}_i$  | 卡車到達站點 $i$ 時，依據站點當時情況所調配的真实共用財數量 |
| $\tau$         | 卡車調配一個共用財耗費的時間                   |
| $v$            | 卡車速度                             |
| $C$            | 卡車容量                             |
| $T$            | 時窗限制                             |
| $t'_i$         | 卡車抵達站點 $i$ 的時間                   |
| $t''_i$        | 卡車離開站點 $i$ 的時間                   |
| $u_i^0$        | 未經卡車繞行過站點的未滿足量                   |
| $u'_i$         | 卡車抵達站點時，該站點的未滿足量                 |
| $u_i^T$        | 從卡車離開站點到時窗限制，該站點的未滿足量            |
| $U(X)$         | 共用財服務系統的未滿足量                     |



### 3.2 TWTRP 問題的貪婪式經驗求解法

TWTRP 問題是在一台卡車及時窗規範下，降低系統未滿足量。從營運商的角度來看，希望卡車在時窗內服務更多的站點，及每次調配時卡車上都留有共用財及儲位，卡車到站時才能有效調配，而不致花費繞行成本卻無法降低站點未滿足量。基於此想法，本研究研擬一由「走最短路徑」和「確保車上有共用財及儲位調配」的構想規劃的貪婪式經驗求解法 (Greedy Heuristic Method)。其想法是以貪婪法決定接續繞行的站點，並在倉儲中心時只上載卡車容量一半的共用財，保留一半的上載儲位。若到達單車增減率不是 0 的站點則調配共用財及儲位的數量上限是卡車容量的一半。但若站點共用財增減率是 0 則不會排入繞行站點。

在本貪婪法式經驗求解法下，卡車繞行時選取最近且共用財增減率不是 0 的站點作為下一站，以接續前一站點  $\tilde{i}$ 。因此選擇下一個候選站點  $i$  時，計算各候選站點的距離  $d_{i,i}$ ，直接選擇最小且增減率不是 0 者接續繞行。

建構卡車途程解  $H'$  時是先找距離倉儲中心較近且增減率不是 0 的站點作為起始繞行站點  $h'_1$ 。接下來設  $\tilde{i} \leftarrow h'_1, j \leftarrow 2$  並將起始站點併入已繞行站點集合  $\tilde{S} = \{h'_1\}$ 。將尚未被繞行過且增減率不是 0 的站點，組成候選站點集合  $\hat{S} = \{i | i \in S - \tilde{S} \wedge r_i \neq 0\}$ 。再計算每個候選站點  $i \in \hat{S}$  的距離  $d_{i,i}$ ，選擇最小者作為接續繞行的站點；即  $h'_j \leftarrow \arg \min_{i \in \hat{S}} d_{i,i}$ 。設定站點  $h'_j$  後，將站點  $h'_j$  加入已繞行站點集合， $\tilde{S} \leftarrow \tilde{S} \cup \{h'_j\}$  更新  $\tilde{i} \leftarrow h'_j, j \leftarrow j+1$ 。依此做法不斷重複直到候選站點集合  $\hat{S} = \{\}$ ，時將剩下的  $r_i = 0$  站點  $i \in S - \tilde{S}$ ，依序加入途程解即完成  $H'$  的建構。

建構  $Q'$  時會受到卡車繞行站點順序而有所改變，其作法是在倉儲中心上載卡車容量一半的共用財，即  $q_0 \leftarrow \lfloor 0.5C \rfloor$ 。在繞行站點時若  $r_{h'_i} > 0$ ，則  $q_i \leftarrow -\lfloor 0.5C \rfloor$  移出共用財；相反的，若  $r_{h'_i} < 0$ ，則  $q_i \leftarrow \lfloor 0.5C \rfloor$  添加共用財。對於預計調配  $q_i$  的卡車來說，真實調配數量  $\tilde{q}_i$  是依據站點的容量  $c_i$ 、卡車容量  $C$ 、站點真實共用財數  $l'_i$ 、和卡車上的共用財數量  $\alpha(t'_i)$  在不違反物理現象下設定。在  $q_i \geq 0$  添加共用財的情況下，卡車卸給站點的共用財數量受到車上的共用財數量和站點剩餘儲放空間限制。相反的，在  $q_i < 0$  的情況下，取走站點共用財的數量受到卡車上剩餘儲位數及



站點共用財數量的限制。因此真實調配數量是

$$\tilde{q}_i = \begin{cases} \min(q_i, \alpha(t'_i), c_i - l'_i), & \text{if } q_i \geq 0 \\ -\min(-q_i, C - \alpha(t'_i), l'_i), & \text{otherwise} \end{cases}。$$

### 3.3 TWTRP 問題模式的遺傳演算求解法

本研究研擬本研究定義的時窗限制下單一共用財調配問題的遺傳演算求解法。問題模式是求解在時窗下最佳的卡車繞行路徑及在站點調配共用財的數量，以最小化服務系統的未滿足量。本遺傳演算模式以一條染色體  $X = (H, Q)$  代表一個解，編碼分成二段：卡車途程  $H$ ，及共用財的調配數量  $Q$ 。透過前述的模擬繞行程序可以求得各染色體的目標值(未滿足量)，即  $U(X)$ 。遺傳演算主要步驟有：母體初始化、染色體交配、染色體突變及母體篩選。設定本問題的繞行順序及調配數量解後，即確定各站點的未滿足量。本研究認為，站點容量小增減率  $|r_i|$  大的站點最需要被服務，因它的未滿足量較它站高。相反地，站點容量大， $|r_i|$  小的站點最不需要被服務。因此在經驗法則引導下，提出考量服務急迫性的啟發式交配法和突變法以提升求解效能和品質。圖 3-6 展示在卡車容量、站點容量、及時窗限制下，輸入站點資訊、卡車資訊及參數設定以遺傳及模擬卡車繞行演算法求解，並輸出卡車總繞行距離、調配數量、及各站點未滿足量，而目標是極小化未滿足量。

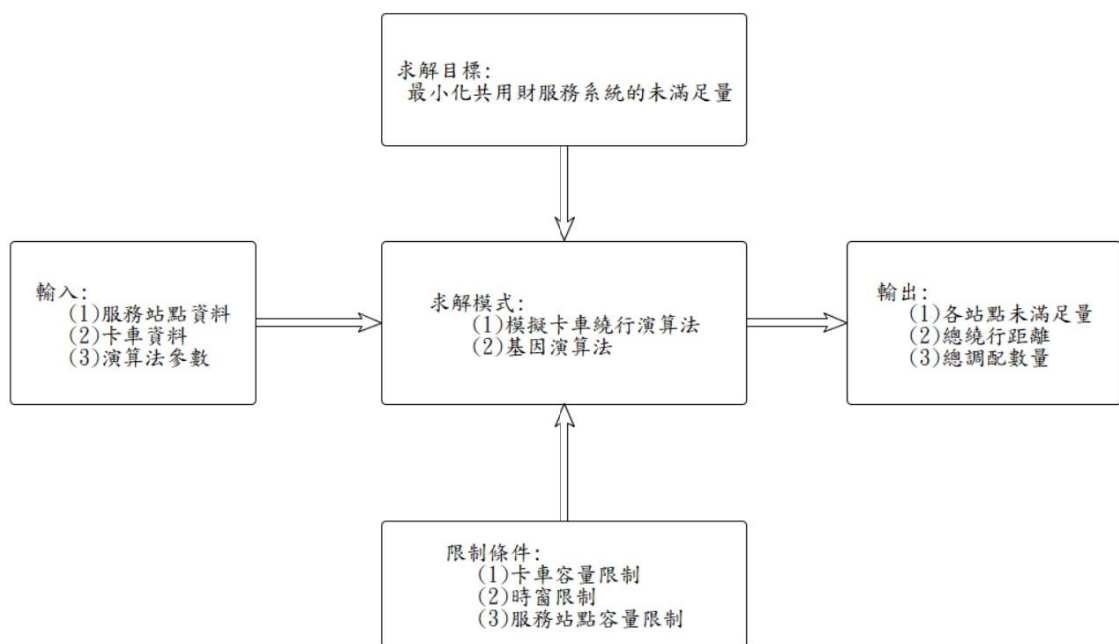


圖 3-6 問題求解架構

### 3.3.1 繞行途程段及調配數量段的染色體編碼

本研究研擬遺傳演算求解法求解 TWTRP 問題。本問題的一個解  $X = (H, Q)$  包含繞行途程和共用財預定調配數量，因此代表解的染色體由二段組成，即陣列  $H$  和  $Q$ ，且採不同的編碼方式。第一段  $H = [h_1 h_2 \cdots h_n]$  使用整數排列編碼 (Permutation)  $h_j \in S, j = 1, 2, \dots, n; h_j \neq h_{j'} \text{ if } j \neq j'$ 。注意在此  $h_j$  是卡車途中第  $j^{\text{th}}$  順位到訪的服務站點。另一方面，基因段  $Q = [q_0 q_1 q_2 \cdots q_n]$  是以整數編碼。正值代表供給站點共用財，負值是取走站點內的共用財。因此  $q_i$  的值代表卡車在站點  $i$  預計調配的共用財數量。如果共用財增減率  $r_i$  是正數，常理下調配就應是取走多餘的共用財。因此，若  $r_i > 0$  則  $q_i < 0$ ；相反地，若  $r_i < 0$  則  $q_i > 0$ 。調配共用財數量也會受限於卡車容量  $C$ 。因此  $Q$  內的整數編碼  $q_i \in \mathbb{Z}$  且

$$\begin{cases} 0 \leq q_0 \leq C \\ 1 \leq q_i \leq C, \text{ if } r_i < 0 \\ -C \leq q_i \leq -1, \text{ if } r_i > 0 \end{cases}, i = 1, 2, \dots, n. \quad (19)$$

式中  $q_0$  是卡車離開倉儲中心前，真實上載共用財的數量；在此也假設倉儲中心儲放的共用財數量大於卡車容量  $C$ 。

### 3.3.2 染色體的適應值

在遺傳演算中，適應值 (fitness) 大的染色體在演化過程中具有較大的機會存活到下一世代。本問題的目標是最小化共用財服務系統的未滿足量，因此染色體  $X$  的適應函數設為

$$F(X) = \frac{1}{U(X)} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \quad (20)$$

是目標函數值未滿足量的倒數。未滿足量越低者適應度越高。未滿足量的求算直接由染色體  $X$  依第 3.1.1 節內公式(6)模擬卡車繞行及共用財調配後求得。

### 3.3.3 遺傳演算的母體初始化

母體採亂數初始化的目的是增加解的多樣性。因為本問題除了需要決定卡車

繞行站點清單外，還需要決定各站點的調配量，以及卡車初始上載量，可行解空間龐大。此外，隨著站點繞行順序的不同，卡車上載量、以及真實調配共用財量將有所改變，調配量難以事先決定，故母體初始化採用亂數產生。

染色體母體的初始化是以亂數方式隨機設定。意即任意設定 $[h_1 h_2 \cdots h_n]$ 內的站點排列。 $Q$ 中的 $q_i$ 則依式(19)各站點的調配量上下限，隨機產生初始調配量。若站點 $i$ 的 $r_i > 0$ 則亂數在 $-C \leq q_i \leq -1$ 範圍內亂數設定調配量。相反地，若 $r_i < 0$ 則在 $1 \leq q_i \leq C$ 範圍內亂數設定調配量。為了將 $r_i = 0$ 的站點作為卡車上共用財及儲位過多或過少時的緩衝站點，故在 $1 \leq q_i \leq C$ 或 $-C \leq q_i \leq -1$ 範圍內亂數設定調配量。中心的上載量 $q_0$ 則以卡車容量為上限隨機設定初始上載量。

### 3.3.4 繞行途程段的交配及突變運算

因染色體區分成不同二段編碼格式，遺傳演算時需各自進行交配和突變演算。本節先介紹排序編碼的途程段交配及突變方法。泛用的排序編碼染色體的交配方法有(1) Position Based Crossover、(2) Order Crossover、(3) Order-based Crossover、(4) Cycle Crossover、及(5) Subtour Exchange Crossover 等。這些交配的屬性資料屬於盲目萬用 (Canonical)運算，儘能確保產生合法解。為了有效演化提升求解品質，本研究仿旅行推銷員問題 (TSP)的 Heuristic Crossover 作法，提出「急迫性及距離考量」的基因交配法 (Imminence & Distance Considered Crossover)。以下分別介紹採用的三種泛用型交配法及本研究研擬的交配法。

#### 染色體交配法

##### (1) 位置為基交配法 (Position Based Crossover)

設二親代的染色體分別是 $X^a = (H^a, Q^a)$ 及 $X^b = (H^b, Q^b)$ 。令二者的途程基因段 $H^a$ 及 $H^b$ 交配後產生兩子代 $H'$ 及 $H''$ 。交配時先以亂數設定 $n'$ 個位置，分別複製親代 $n'$ 個位置的基因到子代染色體中對應位置，接下來將另一個親代非對應部份的基因值依序複製到子代中。Position Based Crossover 演算範例如圖 3-7 所示，假設親代染色體 $X^a$ 中途程段的基因編碼是 $H^a = [h_1^a h_2^a \cdots h_n^a] = [6\ 4\ 3\ 1\ 2\ 8\ 9\ 5\ 7]$ ，染色體 $b$ 的是 $H^b = [h_1^b h_2^b \cdots h_n^b] = [3\ 7\ 5\ 8\ 9\ 2\ 6\ 1\ 4]$ 。交配時 $n' = 4$ ，假設選到的是

第 2、5、6、9 四個位置。先將此四個位置的基因分別拷貝給子代。圖 3-7 顯示親代的基因分別是 4、2、8、7 及 7、9、2、4，它們會先拷貝到兩子代。接著再將另一個親代中非這些基因值的基因依序拷貝到子代空位處，組成合法的子代  $H' = [3\ 4\ 5\ 9\ 2\ 8\ 6\ 1\ 7]$  及  $H'' = [6\ 7\ 3\ 1\ 9\ 2\ 8\ 5\ 4]$ 。

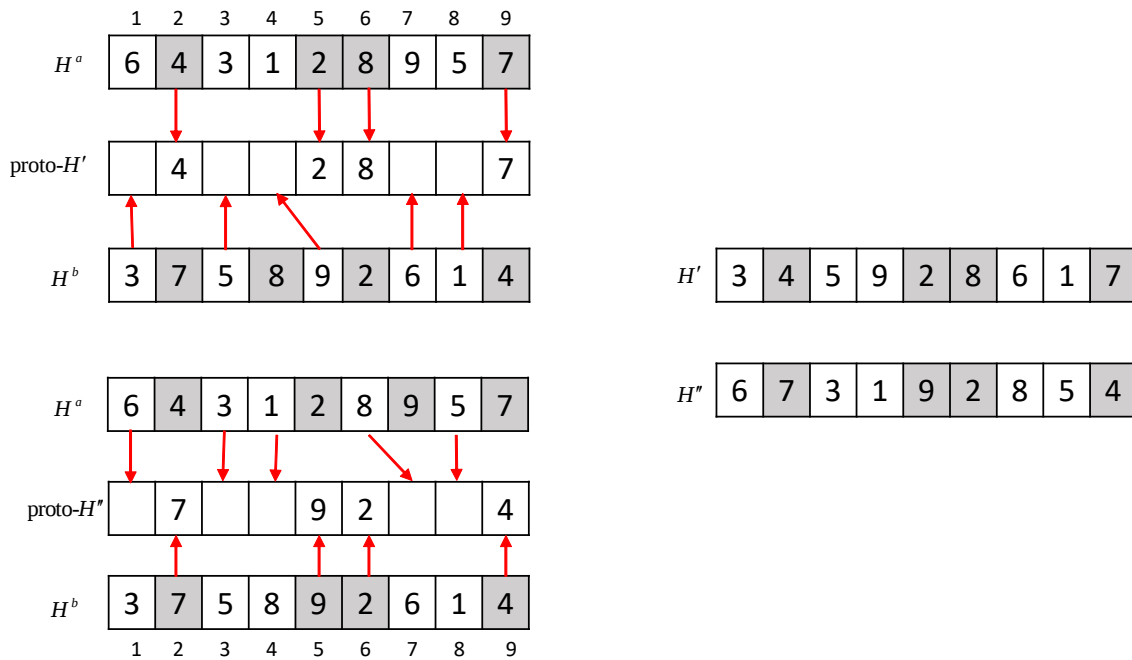


圖 3-7 位置為基交配法

## (2) 順序為基交配法 (Order-Based Crossover)

設二親代的染色體分別是  $X^a = (H^a, Q^a)$  及  $X^b = (H^b, Q^b)$ 。令二者的途程基因段  $H^a$  及  $H^b$  交配後產生兩子代  $H'$  及  $H''$ 。交配時先以亂數設定  $n'$  個位置，假設親代染色體  $X^a$  中途程段的基因編碼是  $H^a = [h_1^a \ h_2^a \ \dots \ h_n^a] = [6\ 4\ 3\ 1\ 2\ 8\ 9\ 5\ 7]$ ，染色體  $b$  的是  $H^b = [h_1^b \ h_2^b \ \dots \ h_n^b] = [3\ 7\ 5\ 8\ 9\ 2\ 6\ 1\ 4]$ 。圖 3-8 顯示交配時  $n' = 4$ ，假設  $H^a$  選到的位置是第 2、5、6、9， $H^b$  對應  $H^a$  選到基因的位置是第 2、4、6、9。先將  $H^a$  第 2、5、6、及 9 的基因分別拷貝給子代位置第 2、4、6、9。接著再將  $H^b$  中非對應位置的基因依序拷貝到子代空位處，組成合法的子代  $H' = [3\ 4\ 5\ 2\ 9\ 8\ 6\ 1\ 7]$ 。相反地，另一個子代則是以  $H^b$  位置第 2、4、6、9 的值分別拷貝給子代位置第 2、5、6、9。最後將  $H^a$  中非第 2、5、6、9 位置的基因依序



拷貝到子代空位處。組成合法的子代  $H'' = [6\ 7\ 3\ 1\ 8\ 2\ 9\ 5\ 4]$ 。

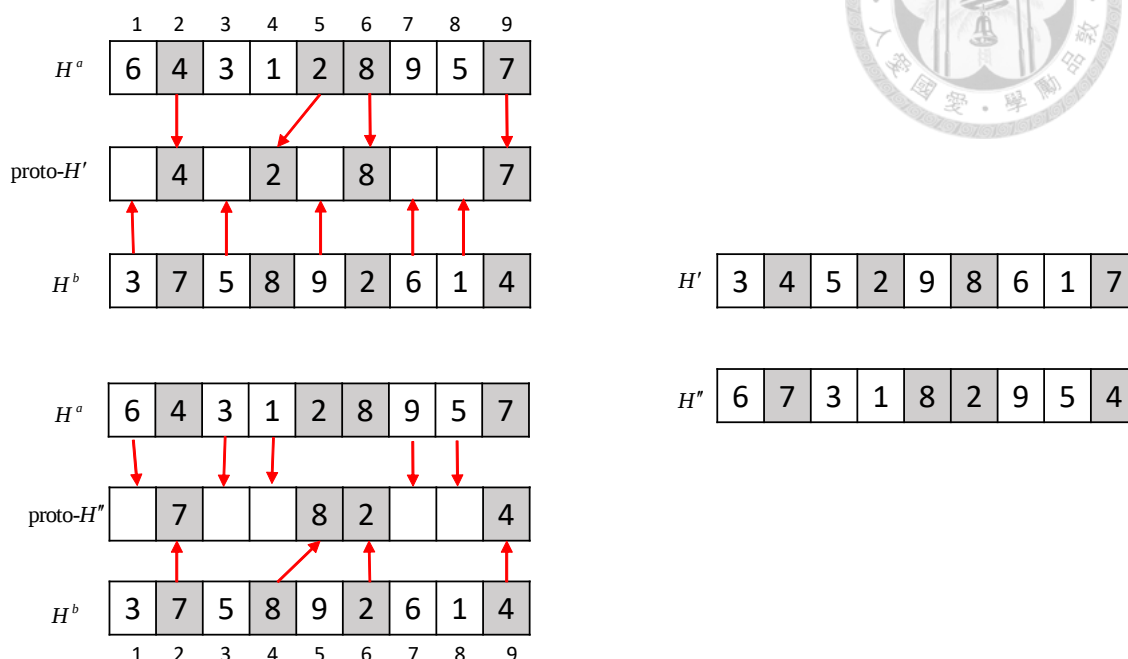


圖 3-8 順序為基交配法

### (3) 急迫性及距離考量的啟發式交配法 (Imminence & Distance Considered Crossover)

通常整數排序的泛用型交配法不會使用到任何問題的屬性資料。他們只是透過簡單的基因排序和置換，產生合法的子代。相對地，啟發式交配法通常會參看問題給定的資訊或建構中的解資訊，以建構符合目標的子代。例如：旅行推銷員問題 (TSP) 的啟發式交配法會考量前一個站點與候選站點的距離，並選擇距離近的站點接續繞行。

為有效進行本問題的演化，本研究研擬參用問題屬性資料的啟發式交配法，並命名為「急迫性及距離考量」的啟發式交配法 (Imminence & Distance Considered Crossover)。其想法源自於若一個服務站點容量小而增減率大易產生高未滿足量。旅行推銷員問題 (TSP) 的啟發式交配法，在交配時，會考量某都市與接續繞行都市間的距離。其做法是先隨機設定第一個都市，交配時，參看該都市在兩親代繞行序列中前後接續的都市。從中選擇距離最近者作為下一個繞行都市。因 TSP 旨在求得最短距離，無時間因素故僅考量兩接續都市的距離。本問題除了考量繞行距離外，須考量站點的調配急迫性，為了有效調配降低未滿足量，本研究定義各站點的調配「急迫性」(Imminence)，急迫性越高代表站點越需要優先服務。在此定義每個站點

$i$  共用財的調配「急迫性」 $e_i = \frac{|r_i|}{c_i}$ 。同時為顯示一個 TWTRP 問題的調配急迫性，

定義問題的「急迫性」為站點急迫性的平均，即問題急迫性 $\bar{E} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_i$ 。急迫性高

的問題，會有較高的未滿足量。

本問題的目標是減少未滿足量，卡車繞行時應偏好選擇較近且急迫性高的站點進行調配。當共用財增減率大或者站點容量小，它的共用財或儲存空間較易短缺。急迫性高的站點它的共用財數容易溢出容量的上下界。換句話說，調配急迫性高且較近的站點，應先調配共用財。接續前一站點 $\tilde{i}$ 選擇下一個候選站點 $i$ 時，計算候選站點的選擇優先值

$$p_i = w e_i + \frac{1}{d_{\tilde{i},i}} \quad , \quad (21)$$

式中  $w$  是使用者對急迫性設定的平衡權重。

設進行交配的二親代基因段是  $H^a$  和  $H^b$ 。建構子代  $H'$  時是先隨機選定一個站點作為起始繞行站點  $h'_1$ 。接下來設  $\tilde{i} \leftarrow h'_1, j \leftarrow 2$  並將起始站點併入已繞行站點集合  $\tilde{S} = \{h'_1\}$ 。將親代繞行序列  $H^a$  和  $H^b$  中前後接續站點  $\tilde{i}$  且尚未被繞行過的站點，組成候選站點集合

$$\hat{S} = \left\{ h_j^a \mid h_j^a \notin \tilde{S} \wedge (h_{j+1}^a = \tilde{i} \vee h_{j-1}^a = \tilde{i}) \right\} \cup \left\{ h_j^b \mid h_j^b \notin \tilde{S} \wedge (h_{j+1}^b = \tilde{i} \vee h_{j-1}^b = \tilde{i}) \right\}。$$

計算每個候選站點  $i \in \hat{S}$  的候選優先值  $p_i$ ，選擇最大者的站點作為接續欲繞行的站點；即  $h'_j \leftarrow \arg \max_{i \in \hat{S}} p_i$ 。設定站點  $h'_j$  後，將站點  $h'_j$  加入已繞行站點集合， $\tilde{S} \leftarrow \tilde{S} \cup \{h'_j\}$  更新  $\tilde{i} \leftarrow h'_j, j \leftarrow j+1$ 。若無候選站點時，即  $\hat{S} = \{ \}$  則從所有未繞行站點集合選擇  $p_i$  最大者作為接續站點  $h'_j \leftarrow \arg \max_{i \in S - \tilde{S}} p_i$ 。依此做法不斷重複直到已繞行站點集合  $\tilde{S} = S$ ，即完成  $H'$  的建構。

建構另一個子代  $H''$  的方式和前述的做法相同，唯一要注意的是建構  $H''$  前需將  $\tilde{S}$  內的元素清空再重複上述做法。

## 染色體突變法

繞行途程段染色體使用三種突變運算：(1) Inversion Mutation、(2) Swap Mutation、及(3) Imminence & Distance Considered Mutation。其中(1)和(2)是排序編碼泛用型使用的突變法，沒有引用問題特性資料朝優突變，也沒有參看現有的資訊。本研究承襲前面急迫性及距離考量的啟發式交配法提出了「急迫性及距離考量的啟發式突變法」。以下分別介紹這三種突變運算的做法。

### (1) 反轉突變法 (Inversion Mutation)

假設進行突變的親代染色體是  $H = [h_1 h_2 \cdots h_n]$ ，先複製所有基因到子代染色體，即  $H' = [h_1 h_2 \cdots h_n]$ 。突變時以亂數產生兩位置  $j'$  及  $j''$ ， $1 \leq j' < j'' \leq n$ 。反轉  $j'$  及  $j''$  間的基因值序列。因此突變後的子代基因段是  $H' = [h_1 h_2 \cdots h_{j'-1} h_{j''} h_{j'-1} \cdots h_{j'+1} h_{j'} h_{j'+1} \cdots h_n]$ 。

### (2) 交換突變法 (Swap Mutation)

與前述突變類似但僅對調位置  $j'$  及  $j''$  的基因值，因此突變後的子代中繞行基因段是  $H' = [h_1 h_2 \cdots h_{j'-1} h_{j''} h_{j'+1} \cdots h_{j''-1} h_{j'} h_{j''+1} \cdots h_n]$ 。

### (3) 急迫性及距離考量突變法 (Imminence & Distance Considered Mutation)

突變運算時，本研究設定染色體的基因突變個數是  $n'' = 0.01n$ ，在考量時窗限制下，為使突變的基因有效演化，因此每次挑選突變基因的位置都在繞行段前八分之一。假設親代染色體是  $H = [h_1 h_2 \cdots h_n] = [6 \ 4 \ 5 \ 7 \ 9 \ 8 \ 3 \ 1 \ 2]$ ，雖然突變個數不足 1 但仍以 1 計算，故  $n'' = 1$ 。假設選到的站點是第一個基因 6，目前接續它的是站點 4。先參看接續站點 6 之後所有站點的優先選擇值  $p_i$ ，選取最大者和站點 4 交換。此例假設站點 3 和站點 6 接續的  $p_i$  值最高，因此交換站點 4 及 3，突變後的染色體  $H' = [6 \ 3 \ 5 \ 7 \ 9 \ 8 \ 4 \ 1 \ 2]$ 。

## 3.3.5 調配量段的基因交配及突變法

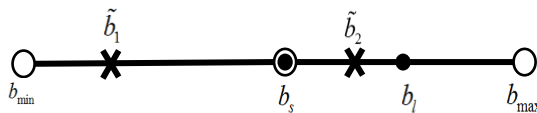
本段的染色體是整數編碼，各基因值各有上下限。本研究採用四種整數交配方法：(1)大值分割二段式 (Large Value Divided, LVD)、(2)小值分割二段式 (Small

Value Divided, SVD)、(3)兩端兩段式 (Two End Segments, TES)、及(4)中段往復兩段式 (Forward and Backward Middle Segment, FBMS)。交配時以上述四種方法中選定的方法對調配量段中每個基因進行交配演算，以下分別介紹此四種交配運算法。

### 染色體交配法

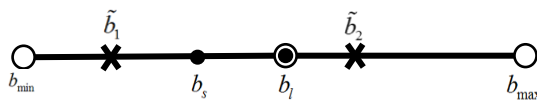
#### (1)小值分割二段式 (Small Value Divided, SVD)

先檢視兩親代中進行交配的基因值。令較小的是  $b_s$  較大的是  $b_l$ 。假設該基因值的下界是整數值  $b_{\min}$  且上界是  $b_{\max}$ 。令交配運算產生兩個子代基因值是  $\tilde{b}_1$  和  $\tilde{b}_2$ 。SVD 法設  $\tilde{b}_1 = \lfloor \alpha b_{\min} + (1-\alpha)(b_s+1) \rfloor$  且  $\tilde{b}_2 = \lfloor \alpha(b_s+1) + (1-\alpha)(b_{\max}+1) \rfloor$ 。如名稱顯示二子代基因值落於  $b_{\min} \leq \tilde{b}_1 \leq b_s$  及  $b_s \leq \tilde{b}_2 \leq b_{\max}$ ，即由小值  $b_s$  隔開的二段內。下圖是 SVD 的交配示意圖。



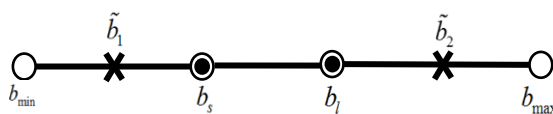
#### (2)大值分割二段式 (Large Value Divided, LVD)

相較於 SVD 取親代小值，LVD 取大值隔開值域，讓二子代落於二段內。因此 LVD 的  $\tilde{b}_1 = \lfloor \alpha b_{\min} + (1-\alpha)(b_l+1) \rfloor$ ， $\tilde{b}_2 = \lfloor \alpha(b_l+1) + (1-\alpha)(b_{\max}+1) \rfloor$ ， $b_{\min} \leq \tilde{b}_1 \leq b_l$  且  $b_l \leq \tilde{b}_2 \leq b_{\max}$ 。二子代落點如下圖示意。



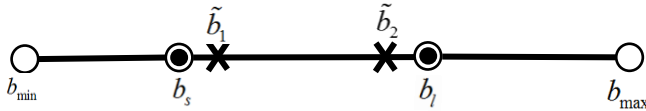
#### (3)兩端兩段式 (Two End Segments, TES)

TES 的作法會使新產生的二子基因值偏離親代值。令交配運算產生兩個子代基因值是  $\tilde{b}_1$  和  $\tilde{b}_2$ 。TES 法設  $\tilde{b}_1 = \lfloor \alpha b_{\min} + (1-\alpha)(b_s+1) \rfloor$ ， $\tilde{b}_2 = \lfloor \alpha b_l + (1-\alpha)(b_{\max}+1) \rfloor$ 。子代基因分別落於  $b_{\min} \leq \tilde{b}_1 \leq b_s$  與  $b_l \leq \tilde{b}_2 \leq b_{\max}$  之中。二子代落點如下圖示意。



#### (4)中段往復兩段式 (Forward and Backward Middle Segment, FBMS)

FBMS 使新產生的二數以原親代基因值為上下界往中間內，令交配運算產生兩個子代基因值是  $\tilde{b}_1$  和  $\tilde{b}_2$ 。FBMS 法設  $\tilde{b}_1 = \lfloor \alpha b_s + (1-\alpha)(b_l+1) \rfloor$ ， $\tilde{b}_2 = \lfloor \alpha(b_l+1) + (1-\alpha)b_s \rfloor$ ，二值的值域範圍皆是  $b_s \leq \tilde{b}_1, \tilde{b}_2 \leq b_l$ 。下圖是 FBMS 的交配示意圖。



#### 染色體突變法

染色體  $X$  的調配數基因段  $Q$  使用 Random Assignment Mutation 進行突變演算。作法是採用泛用型的隨機基因值重設法，先隨機挑中某基因，再依其上下界為範圍以亂數方式重設一整數。

#### 染色體篩選法

本求解法由親代染色體和交配及突變產生的子代染色體組成篩選集合。採用確定型篩選法 (deterministic selection)。候選的染色體依適應值由高到低，依序選取染色體直到達母體數為止。

遺傳演算解評估時需模擬繞行求出解的未滿足量。持續演化迄今最佳解  $X^*$ ，直到停止條件吻合為止。本演算法提供二種演算停止條件：(1)演化代次上限，當求解代次數達到上限即停止，以及(2)演化時間上限，設定電腦執行時間上限，當耗時達到上限時停止。

### 3.3.6 小結

本章定義了複雜的共用財調配問題，並以未滿足量量化共用財系統的服務品質。詳盡探討了計算系統未滿足量的類型。此外也研擬了此問題的貪婪式經驗求解法、及遺傳演算求解系統。針對問題特性提出「急迫性及距離考量」的啟發式交配法及突變法提升演算求解品質。此演算法求解卡車繞行途程，調配共用財數量、卡車初始上載量，目標是最小化共用財服務系統的未滿足量。

#### 4.時窗限制下單一共用財調配問題的應用及求解測試

隨著共享經濟的興起，出現了單車、汽機車等交通共用財共用系統。現行都會區的共用單車需求日益提升，然系統各站點分布不均、配置單車數不當，普遍產生服務未滿足現象。單車共用系統的單車屬於共用財，且種類單一，本章將共用財調配問題應用在單車共用系統上，並進行範例測試。

在應用問題中，單車增減率對應共用財增減率、調配共用財耗費時間對應卡車調配一輛單車耗費時間、及站點容量對應單車服務站的單車儲位數等。此外也同用前一章提示的未滿足量計算公式計算單車共用系統未滿足的服務。在實例中以高雄市 city bike、新北市、及台北市 ubike 單車共用系統為標的，建立 TWTRP 問題範例。再使用第三章展示的貪婪式經驗求解法及遺傳演算求解展示比較求解結果。首節先介紹本研究研擬的單車共用系統標竿問題。

##### 4.1 單車調配標竿問題

為能切合實際，本研究蒐集國內三個都會區單車共用系統的站點資料，包含站點的單車儲位數、常態下的單車數、以及分時段估算而得的單車數增減率。由各站點的經緯度以直線方式計算任二點的距離，並以 km 計量。事實而言，各站點的單車取用需求量及歸還的儲位需求量並非固定值，隨著日期及時間不斷變化。本研究使用台北市政府、高雄市政府、及新北市政府提供的每分鐘站點單車數變化資訊每隔十分鐘擷取一筆資料以進行估測。擷取的資料先做一整天的移動平均後，估算成各站點的單車借用及歸還需求率。單車需求率越大，站點每分鐘減少的單車數越多，反之越少。由於市區內車輛速度時限為每小時 50 公里。卡車車速上限設成 0.6667 km/min。

##### 單車共用系統 TWTRP 範例的時窗設置

根據本研究在 2016 年 10 月蒐集到的台北市 ubike 資料，早上七點到九點的上班時段、及下午五點到七點的下班時段，辦公大樓周遭或者學校附近的站點單車有明顯的增減趨勢。如圖 4-1 顯示，科技大樓站因鄰近台大和辦公大樓，因此在上、下班的時段(分別稱 M 段及 A 段)單車有明顯遞增或遞減的趨勢，且根據 Vogel et al. (2011)等人的研究指出晚上九點到十一點單車使用最接近線性。此外在實務上，

營運商通常於凌晨一點或三點派卡車到各站點預先調配單車。調配時間約二個小時，但此時段的單車增減率應是卡車調配所造成的，無法看出在單車需求大時的派車改善狀況。故本研究以二小時設為時窗長度，並使用早上七點到九點(稱 M 段)、下午五點到七點(稱 A 段)、以及晚上九點到十一點(稱 N 段)三個時段設定標竿問題。

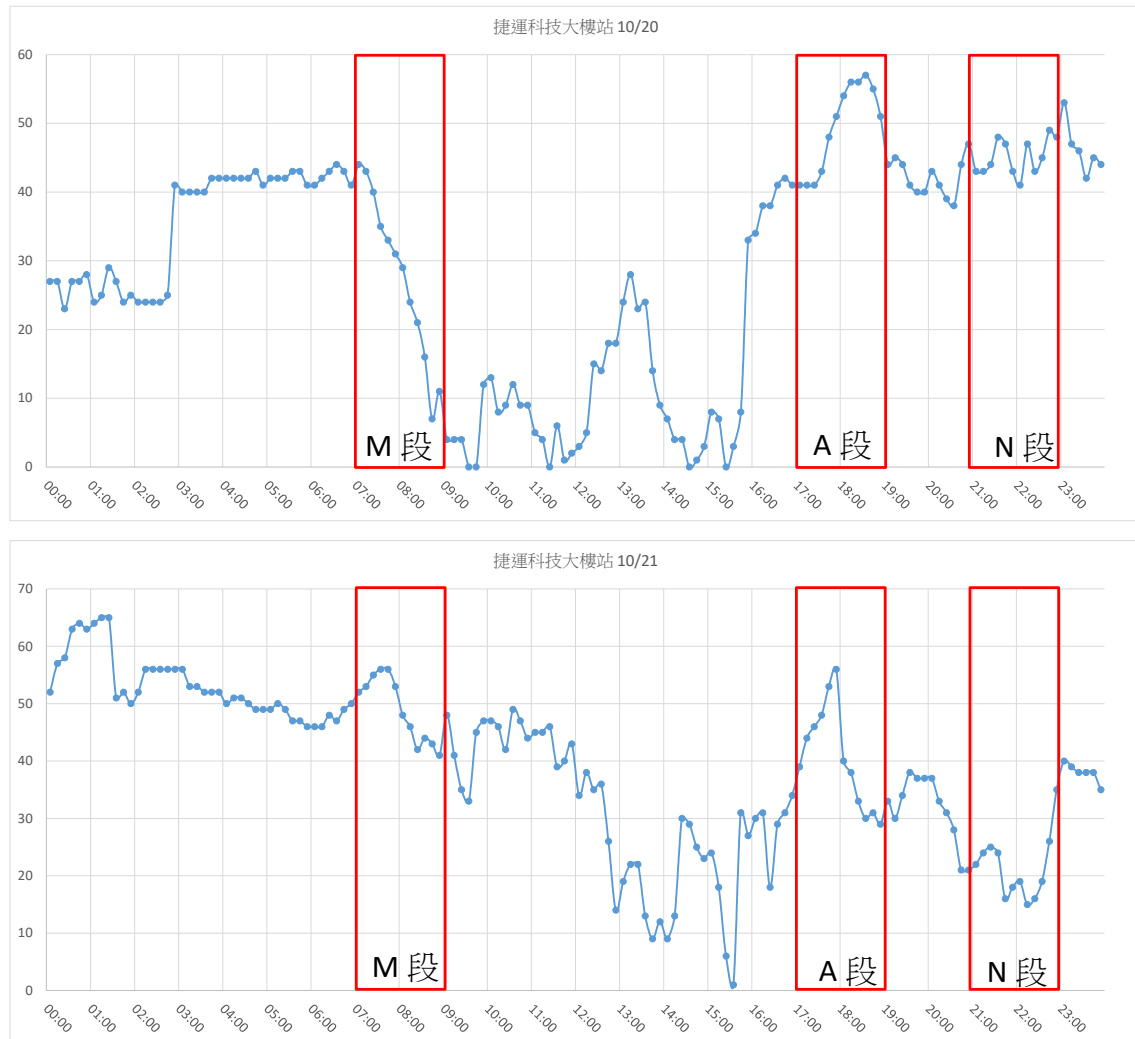
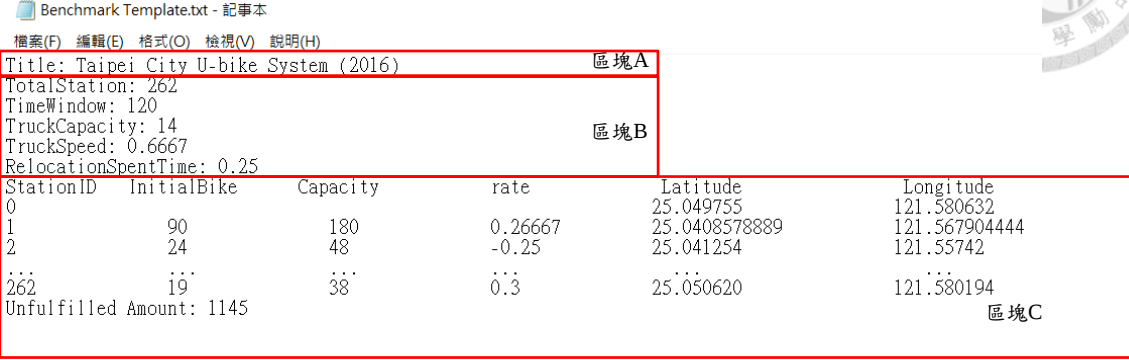


圖 4-1 捷運科技大樓站二個整天的單車數變化折線圖

### 標竿問題格式

本研究以台北市 ubike、新北市 ubike、及高雄市 city bike 的單車共用系統建立 TWTRP 的標竿問題。標竿問題以文字模式存檔，內容包括問題的標題、總站數、時窗大小、卡車容量、站點經緯度、調配單車耗費時間等。其中，總站數、站點經緯度、站點容量是從各市政府官方網站擷取；各站點編號配合官方站點資料依序編制成流水號；而各站點單車增減率則由一天的單車數量變化資料以移動平均推估。

圖 4-2 是標竿問題的範例檔案。檔案內容可分為三個區塊分別記載各項資料，以下依序說明。



| 區塊A                                     |             |          |         |               |               |
|-----------------------------------------|-------------|----------|---------|---------------|---------------|
| Title: Taipei City U-bike System (2016) |             |          |         |               |               |
| TotalStation: 262                       |             |          |         |               |               |
| TimeWindow: 120                         |             |          |         |               |               |
| TruckCapacity: 14                       |             |          |         |               |               |
| TruckSpeed: 0.6667                      |             |          |         |               |               |
| RelocationSpentTime: 0.25               |             |          |         |               |               |
| 區塊B                                     |             |          |         |               |               |
| StationID                               | InitialBike | Capacity | rate    | Latitude      | Longitude     |
| 0                                       |             |          |         | 25.049755     | 121.580632    |
| 1                                       | 90          | 180      | 0.26667 | 25.0408578889 | 121.567904444 |
| 2                                       | 24          | 48       | -0.25   | 25.041254     | 121.55742     |
| ...                                     | ...         | ...      | ...     | ...           | ...           |
| 262                                     | 19          | 38       | 0.3     | 25.050620     | 121.580194    |
| Unfulfilled Amount: 1145                |             |          |         |               |               |
| 區塊C                                     |             |          |         |               |               |

圖 4-2 標竿問題檔案格式

區塊 A 記錄此標竿問題的名稱。區塊 B 則依序記錄此服務系統的總站點數  $n$ 、時窗  $T$  (分鐘)、卡車容量  $C$  (可容納的單車數)、卡車車速  $v$ 、以及卡車調配一輛單車耗費時間  $\tau$  (分鐘)。注意在此為了使標竿問題中的單位一致，因此  $v$  的單位是 km/min。而卡車調配單車耗費時間，也是以 min 為單位。區塊 C 依序記錄倉儲中心(站 0)及所有站點的初始單車量  $I_i^0$ 、容量  $c_i$ 、單車增減率  $r_i$ 、及經緯度。最後一系列則是本問題在本時窗下未派車時計算出的共用財服務系統未滿足量。以下介紹三個都市的單車共用系統及製作的標竿問題。

#### 台北市公共自行車系統(Ubike)

隨著台北市 Ubike 系統的不斷擴建，服務站點數量從 2016 年 10 月的 262 個服務站點、2017 年 3 月的 308 個服務站點到 2017 年 5 月的 370 個服務站點。由於台北市 ubike 服務站點不斷在擴建，因此本研究以 262 個服務站點分別就 M 段、A 段、及 N 段，三個時段製定不同的標竿問題。Ubike 系統服務站點平面分布如圖 4-3。假設任兩站點間都有雙向的通道。通道距離由兩站點經緯度計算直線距離。三個標竿問題的站點初始單車數均設為站點容量的一半，以利後續的情境分析。此三個時段的標竿範例詳細資料收於附錄一到三。

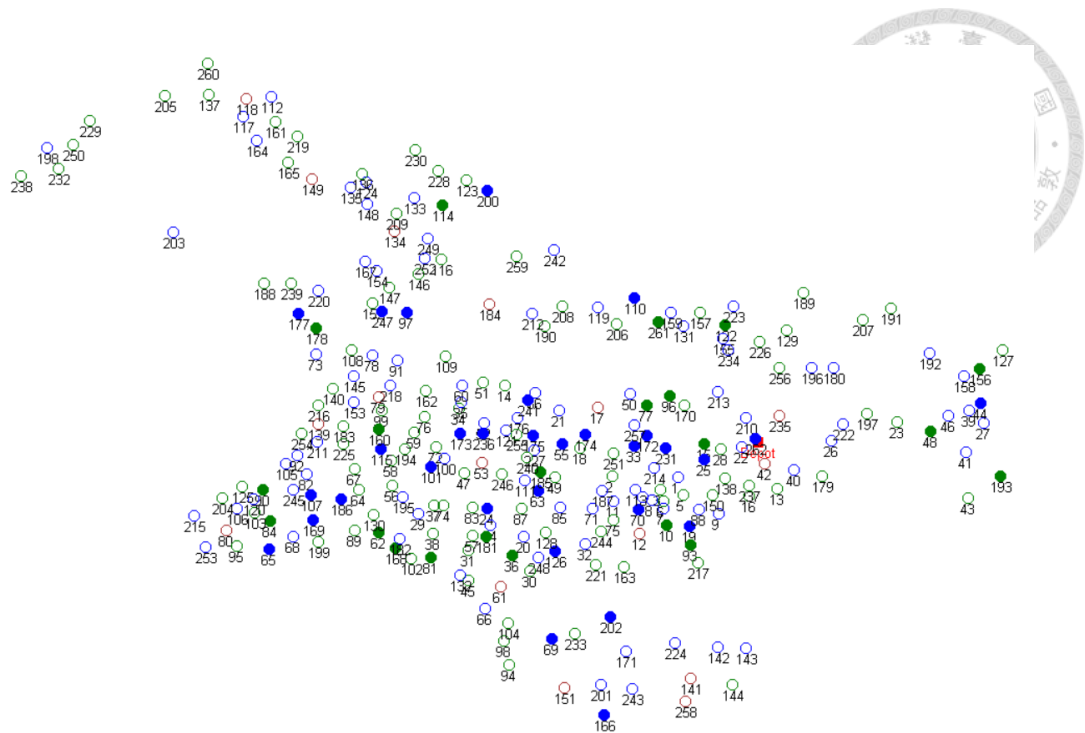


圖 4-3 台北市單車共享系統站點分布

根據本研究所蒐集到的實際資料設定單車增減率後，可預先推算各站點的急迫性。推算結果展現三個時段的站點資料均是右偏長尾分布。表 4-1 列出各問題急

迫性  $\bar{E} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_i$ 。三個時段各自的問題急迫性、急迫性中位數、及未派車繞行轉置

單車下的未滿足量  $U^0$  如表所示。表中數據顯示未滿足量及問題急迫性在上下班時段(M、A 段)二者不相上下且都較 N 段高，因此推論問題急迫性大的標竿問題，它的未派車時未滿足量較高。

表 4-1 台北市 Ubike 標竿問題分析

| 時段              | 標竿問題名稱    | 問題急迫性 $\bar{E}$ | 中位數      | $U^0$ |
|-----------------|-----------|-----------------|----------|-------|
| 7:00-9:00 (M)   | Ubike262M | 0.003379        | 0.002778 | 1186  |
| 17:00-19:00 (A) | Ubike262A | 0.003480        | 0.002886 | 1145  |
| 21:00-23:00 (N) | Ubike262N | 0.002753        | 0.002198 | 727   |

### 新北市公共自行車系統

新北市都市面積較台北市大且人口數較多，但地形範圍形狀不規則，且人口集中在台北市外圍分散的多個區域。因此新北 Ubike 靠近山區的站點數稀少，但人口

稠密區站點間彼此位置鄰近，站點局部叢聚的現象明顯。新北市單車共用服務系統在 2017 年 5 月具有 372 個服務站點，且站點間的距離也因為上述原因而分布不均。本研究以 372 個服務站點的架構，區分 M、A、及 N 三個時窗，分別製定 Ubike372M、Ubike372A、及 Ubike372N 三個標竿問題。新北 Ubike 系統服務站點平面分布如圖 4-4。此三個標竿範例的詳細資料見附錄四到六。

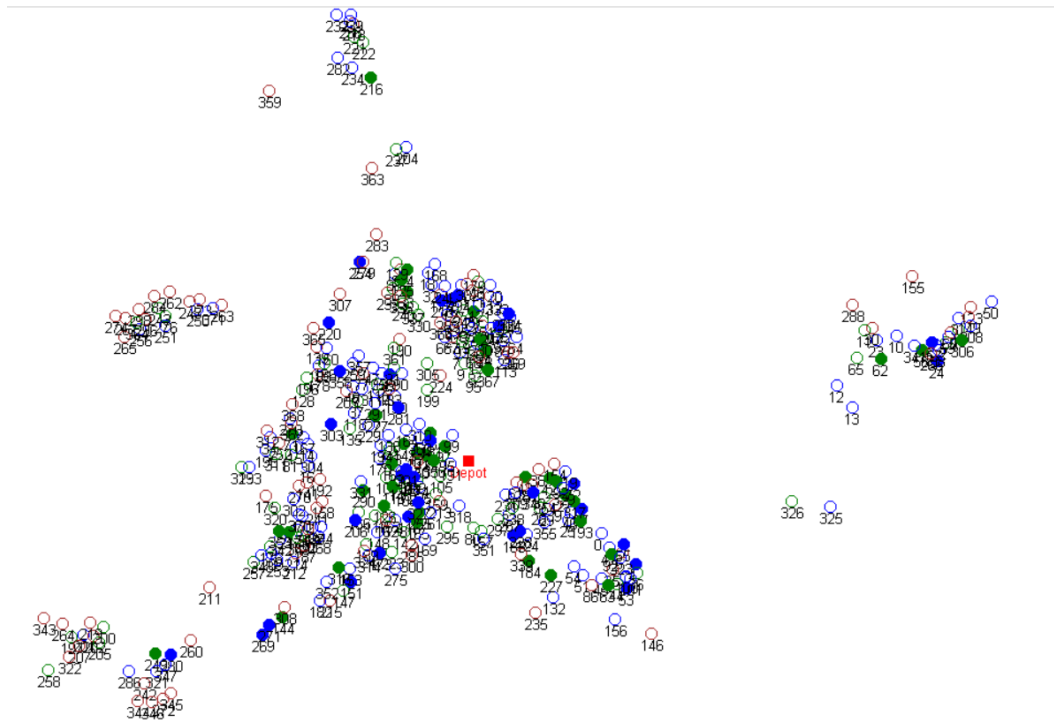


圖 4-4 新北市單車共享系統站點分布

三個時段各自的問題急迫性、站點急迫性中位數、及未派車的未滿足量  $U^0$  列於表 4-2。M 段和 A 段的問題急迫性差距不大。為了測試急迫性差距不大時初始單車數對調配結果的影響，因此 A 段每個站點的單車初始數量都設為站點容量的一半，而 M 段及 N 段的單車初始數量則為 2017 年 5 月 8 日各自初始時段的單車數。例如 M 段各站點初始單車數是 2017 年 5 月 8 日早上七點的各站單車數量。M 段與 N 段的初始單車數量配置較 A 段的不利，故在考慮初始單車數的影響後，表中 A 段的急迫性雖然大於 N 段，但  $U^0$  卻恰好相反。另一方面，A 段的急迫性雖與 M 段差距不大，但  $U^0$  卻較 M 段小。

表 4-2 新北市 Ubike 標竿問題分析

| 時段              | 標竿問題名稱    | 問題急迫性 $\bar{E}$ | 中位數      | $U^0$ |
|-----------------|-----------|-----------------|----------|-------|
| 7:00-9:00 (M)   | UBike372M | 0.005507        | 0.003229 | 6413  |
| 17:00-19:00 (A) | UBike372A | 0.005192        | 0.003727 | 1076  |
| 21:00-23:00 (N) | UBike372N | 0.003999        | 0.002727 | 2481  |

### 高雄市公共自行車系統(city bike)

高雄市都市面積較台北市、新北市大，且地形完整。雖然人口集中，但高雄市 city bike 站點密度相較新北市低。服務系統在 2017 年 5 月具有 271 個站點。本研究以 271 個站點區分為 M、A、及 N 段，並分別製定 Citybike271M、Citybike271A、及 Citybike271N 三個不同的標竿問題，此三個標竿範例見附錄七到九。City Bike 系統服務站點平面分布如圖 4-5。假設任兩站點間都有雙向的通道。通道距離由兩站點經緯度計算直線距離。注意在此三個標竿範例的單車初始數量均為 2017 年 5 月 8 日各自時段的初始單車數。例如 N 段各站點初始單車數為 2017 年 5 月 8 日晚上九點的各站單車數量。

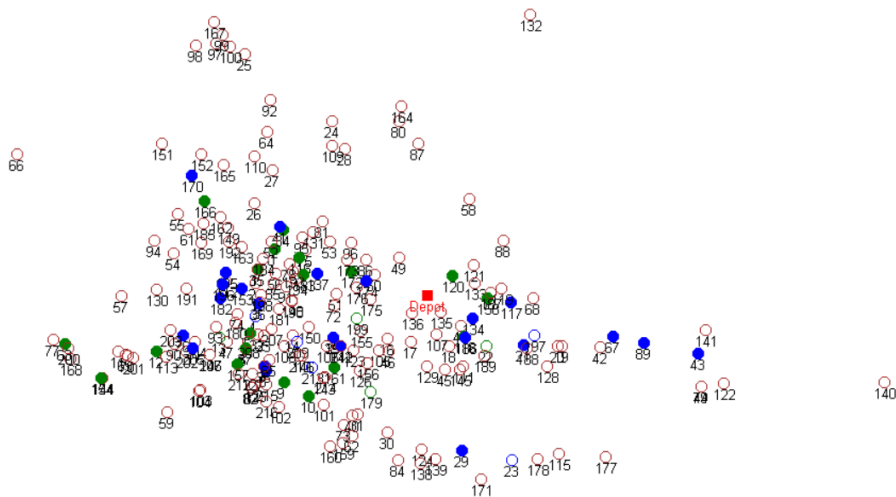


圖 4-5 高雄市單車共享系統站點分布

三個時段各自的問題急迫性、站點急迫性中位數、及未派車的未滿足量  $U^0$  如表 4-3 所示。表中三個時段的急迫性的排序與  $U^0$  相同。

表 4-3 高雄市 City bike 標竿問題分析

| 時段              | 標竿問題名稱       | 問題急迫性 $\bar{E}$ | 中位數      | $U^0$ |
|-----------------|--------------|-----------------|----------|-------|
| 7:00-9:00 (M)   | CityBike217M | 0.009679        | 0.009375 | 3642  |
| 17:00-19:00 (A) | CityBike217A | 0.003411        | 0.000000 | 2095  |
| 21:00-23:00 (N) | CityBike217N | 0.001990        | 0.001042 | 193   |

## 4.2 單車調配優化問題求解系統

本研究依據前一章規劃的求解法及演算流程，使用 Microsoft Visual Studio 2015 程式開發工具，在 Microsoft .NET Framework 4.5 平台下，以 C# 程式語言實做單車共用系統的單車調配優化問題求解系統。本節介紹系統的操作介面和使用流程。

求解系統的主要人機介面如圖 4-6 所示。圖 4-6 區塊 A 內的「Open File」指令由使用者選取標竿問題檔案，再由系統讀入標竿問題的基本資料。包含服務站點數、單車增減率、卡車容量、取卸單車耗用時間、服務站點的經緯度、及站點間的直線距離等。「Save To Excel」指令則將求解結果存成 MS EXCEL 格式檔案。「Display Station States」選項是決定是否顯示迄今最佳解模擬卡車繞行調配後的各站點狀況。區塊 B 的「Original Problem Setting」分頁展示讀入的範例問題，包含時窗範圍、卡車容量限制、取卸時間、和卡車車速等。區塊 C 的「GA Optimization」分頁是優化演算法的設定及執行介面。提供演算參數設定、迄今最佳目標值演化即時線圖展示、及優化結果顯示等功能。

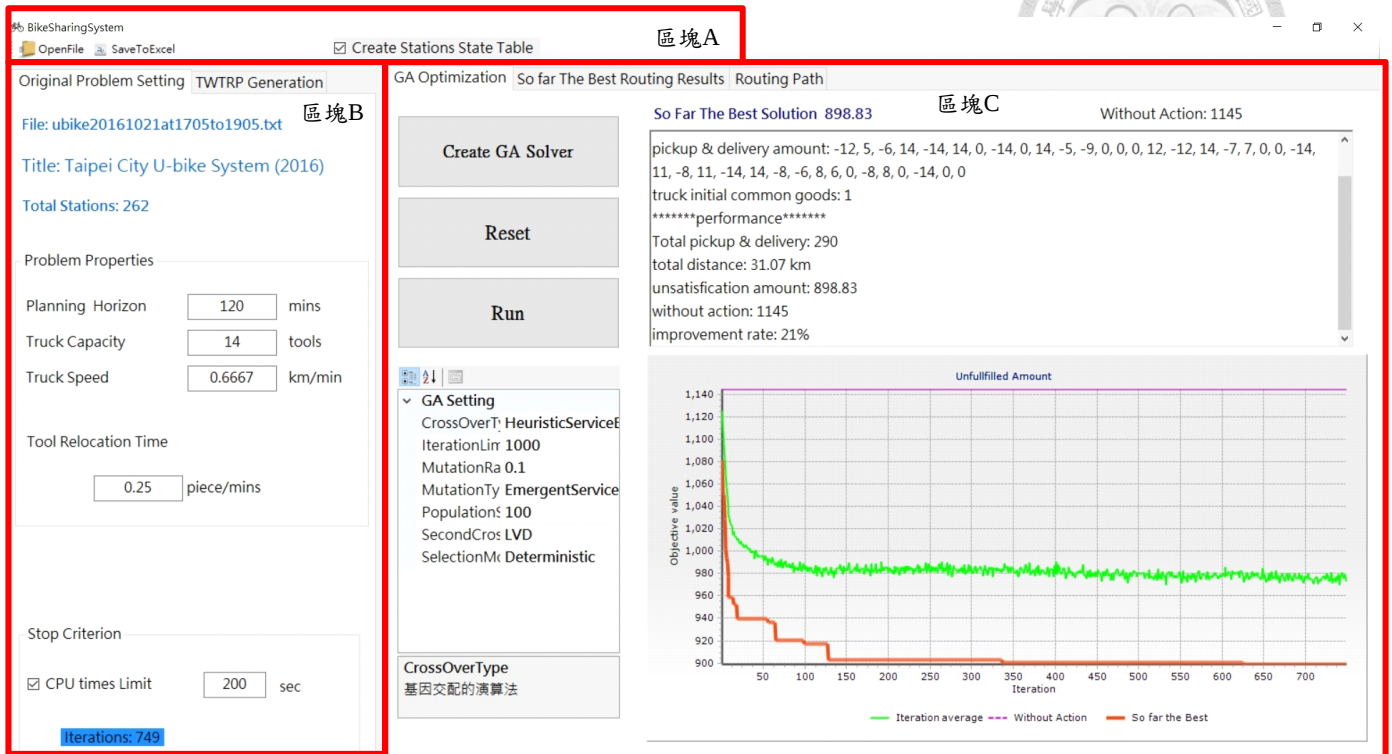


圖 4-6 求解系統人機介面

圖 4-7 顯示的「TWTRP Generation」分頁以現有都會區單車共享系統的配置，由使用者設定參數後任意產生 TWTRP 標竿問題。使用者可選擇高雄市 city bike 系統、新北市、及台北市 ubike 系統，設定單車增減率( $r_i$ )的平均值和標準差、時窗長( $T$ )、卡車容量( $C$ )、卡車取卸單車耗費時間( $\tau$ )、及卡車車速( $v$ )等。系統依設定的增減率平均值以及標準差，以常態分配隨機產生各站點的單車增減率，再以均勻分配隨機設定增減率為正或為負。倉儲中心的經緯度位置已由選取的城市設定不變。系統取得各站點及倉儲中心的經緯度位後，即以直線換算任二站點間的距離成站點的從至距離矩陣。標竿問題的基本資料產生後，即可以公式(3)換算未派車調配的未滿足量 $U^0$ 。建立的標竿問題可以第 4.1 節描述的格式儲存成文字檔案供求解使用。



| Original Problem Setting    |                                     | TWTRP Generation |  |
|-----------------------------|-------------------------------------|------------------|--|
| Target City :               | <input type="text"/>                |                  |  |
| Window Length               | <input type="text" value="120"/>    | mins             |  |
| Truck Capacity              | <input type="text" value="14"/>     | amount           |  |
| Truck Speed                 | <input type="text" value="0.6666"/> | km/mins          |  |
| Tool Relocation Time        |                                     |                  |  |
|                             | <input type="text" value="0.25"/>   | piece/min        |  |
| Tool Level Change Rate      |                                     |                  |  |
| mean :                      | <input type="text" value="0.2"/>    |                  |  |
| StdDev :                    | <input type="text" value="0.1"/>    |                  |  |
| Generate Benchmark and Save |                                     |                  |  |

圖 4-7 TWTRP Generation 分頁

圖 4-8 展示「So far The Best Routing Results」分頁，內容顯示以迄今最佳解模擬卡車繞行調配後的結果。內容列出各服務站點 ID、結算的未滿足量、單車調配量、卡車到站時間、離開時間、站點的未滿足量佔總未滿足量的百分比( $\tilde{u}_i$ )，以及派車後站點  $i$  相較未派車時減少的未滿足量百分比( $\tilde{p}_i$ )。

本表格也記錄各站點的卡車調配起訖時間( $t'_i$  及  $t''_i$ )以及真實調配數  $\tilde{q}_i$ 。並定義系統的未滿足量改善百分比平均  $\bar{p} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \tilde{p}_i$ ，其值越高代表卡車調配越多站點的單車。一般而言，若卡車集中在急迫性高的站點調配，雖能有效降低未滿足量，但  $\bar{p}$  值較低；相反地，若卡車調配多數急迫性低的站點，雖  $\bar{p}$  值高，但未滿足量較高。因此  $\bar{p}$  可作為卡車是否服務到多數需要調配站點的公平性指標。另一方面，站點  $i$  的未滿足量佔派車後系統的未滿足量比  $\tilde{u}_i$  雖然無法作為衡量整體系統的指標，但依此數據可以得知在給定一組解下，各站點的未滿足量佔派車後未滿足量  $U(X)$  的比例。

| GA Optimization So far The Best Routing Results Routing Path |                              |                                             |                                    |                              |                   |                   |  |
|--------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------|-------------------|-------------------|--|
| Service Point ( $i$ )                                        | Unfulfilled Amount ( $u_i$ ) | Actual Relocated Quantity ( $\tilde{q}_i$ ) | Vehicle Arrival time $t_i^l$ (min) | Departure time $t_i^r$ (min) | ( $\tilde{u}_i$ ) | ( $\tilde{P}_i$ ) |  |
| 262                                                          | 5                            | -12                                         | 0.41                               | 3.41                         | 0.56%             | 70.59%            |  |
| 15                                                           | 13                           | 5                                           | 4.66                               | 5.91                         | 1.45%             | 27.78%            |  |
| 25                                                           | 3                            | -6                                          | 6.57                               | 8.07                         | 0.33%             | 66.67%            |  |
| 93                                                           | 36                           | 14                                          | 11.69                              | 15.19                        | 4.01%             | 28%               |  |
| 19                                                           | 25                           | -14                                         | 15.98                              | 19.48                        | 2.78%             | 35.9%             |  |
| 10                                                           | 0                            | 14                                          | 20.04                              | 23.54                        | 0%                | 100%              |  |
| 6                                                            | 10                           | 0                                           | 24.56                              | 24.56                        | 1.11%             | 0%                |  |
| 70                                                           | 8                            | -14                                         | 25.25                              | 28.75                        | 0.89%             | 63.64%            |  |
| 63                                                           | 26                           | 0                                           | 31.3                               | 31.3                         | 2.89%             | 0%                |  |
| 185                                                          | 11                           | 14                                          | 32.1                               | 35.6                         | 1.22%             | 56%               |  |
| 55                                                           | 16                           | -5                                          | 36.9                               | 38.15                        | 1.78%             | 23.81%            |  |
| 175                                                          | 17                           | -9                                          | 38.92                              | 41.17                        | 1.89%             | 34.62%            |  |
| 121                                                          | 11                           | 0                                           | 41.86                              | 41.86                        | 1.22%             | 0%                |  |
| 173                                                          | 54                           | 0                                           | 42.98                              | 42.98                        | 6.01%             | 0%                |  |
| 236                                                          | 17                           | 0                                           | 43.52                              | 43.52                        | 1.89%             | 0%                |  |
| 72                                                           | 0                            | 12                                          | 44.8                               | 47.8                         | 0%                | 100%              |  |
| 101                                                          | 1                            | -12                                         | 48.63                              | 51.63                        | 0.11%             | 92.31%            |  |
| 160                                                          | 13                           | 14                                          | 53.63                              | 57.13                        | 1.45%             | 51.85%            |  |
| 115                                                          | 19                           | -7                                          | 57.95                              | 59.7                         | 2.11%             | 26.92%            |  |
| 59                                                           | 0                            | 7                                           | 60.74                              | 62.49                        | 0%                | 100%              |  |

圖 4-8 So Far The Best Routing Result 分頁

圖 4-9 展示「Routing Path」分頁。顯示卡車繞行站點的路線。圖中顯示各站點的位置，並以不同顏色區分正負單車數變化率。卡車繞行路徑由倉儲中心出發，依序抵達各站點執行單車調配。到達時窗時限就地停止，不需要繞回倉儲中心。圖中以紅色實心方塊表示倉儲中心，藍色空心圓是單車數遞減的站點，綠色空心圓是單車數遞增的站點，而棕色空心圓的站點單車數不變。以綠色或藍色實心圓形展示的站點是急迫性排行前 20% 高的站點。

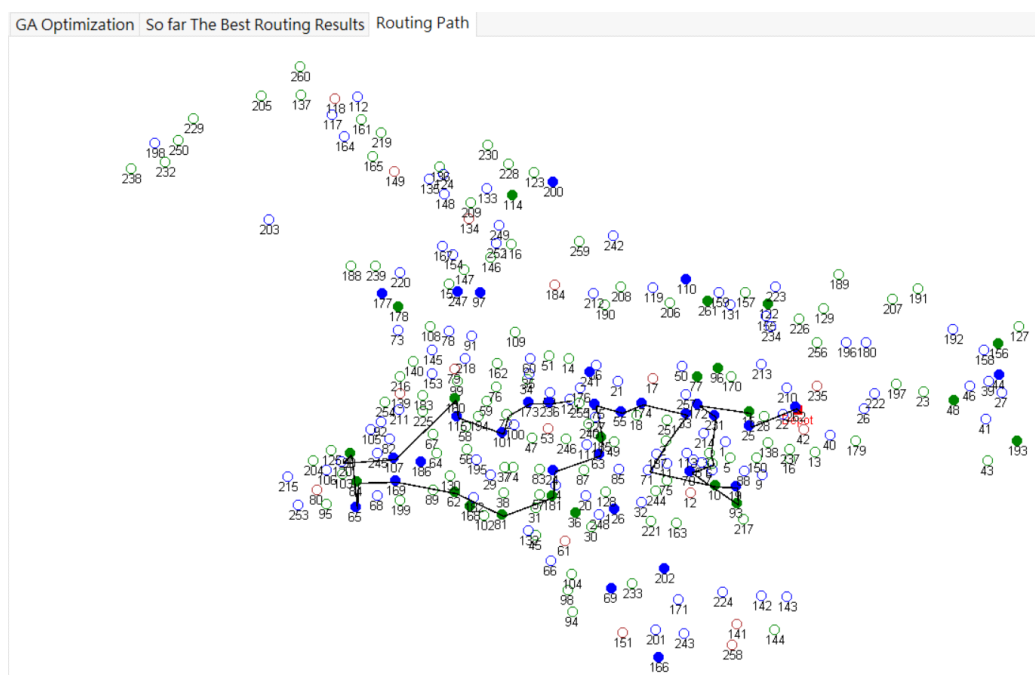


圖 4-9 Routing Path 分頁

### 4.3 範例測試及效能分析



為驗證本遺傳演算求解 TWTRP 的成效，在配備 Intel Core i7-4720HQ CPU 具 2.6GHz 運算能力及 8GB 記憶容量的電腦上進行範例測試。本研究執行了四種測試及二個情境分析。四種測試的構想及規劃如下：(1)固定卡車途程段交配法測試不同的調配數量段交配法的求解效能，(2)調配數量段交配法相同但測試不同的卡車途程段段交配及突變法、同時比較貪婪式經驗法的求解效能，(3)在同樣的設定及限制條件下測試不同標竿問題不同急迫性下比較未滿足量改善成效，(4)測試三個都市不同時段求解結果有無明顯差異。此外本研究也研擬二個不同的情境以探討不同情境下對求解效能的影響，分別是(1)不同卡車容量限制及(2)初始單車數配置不同。

#### 4.3.1 單車共用系統的 TWTRP 範例測試與效能分析

##### 測試一：調配數量段使用不同交配法的效能比較

本研究提出四種不同的調配數量段交配法，本測試分別以四種交配法求解，比較未滿足量改善百分比  $P(X)$ 。測試時以 Ubike262A 為案例，在  $H$  段都使用泛型的位置為基交配法 (Position Based Crossover) 及交換突變法 (Swap Mutation)。分別測試四種不同的調配數量段交配法，比較未滿足量求解結果及 CPU 耗費時間。

本測試的遺傳演算參數設定如表 4-4 所示。求解時的染色體數均設為 100，交配率是 0.8，突變率是 0.1。演算停止條件是演化代次上限 1000 代次。以四種不同的  $Q$  段交配法測試 Ubike262A 標竿問題各 30 次後，比較未滿足量平均值和 CPU 耗費平均時間，結果列於表 4-5。

表 4-4 調配數量段不同交配法效能比較測試使用的遺傳演算參數設定

| 標竿問題   | Ubike262A |
|--------|-----------|
| 染色體數   | 100       |
| 交配率    | 0.8       |
| 突變率    | 0.1       |
| 迭代次數上限 | 1000      |

由表 4-5 可以看出 LVD 交配法無論是平均或是未滿足量降低均優於其他方法，且四種方法中以 SVD 的成效最差。推測其原因是演化過程中，站點的調配數量偏大有利於降低未滿足量。四種交配法使用的 CPU 平均時間差異不大，因此之後的其他測試範例調配數量段的染色體都採用 LVD 交配法。圖 4-10 將表 4-5 四種未滿足量求算結果以直方圖展示。

表 4-5 Ubike262A 途程段使用 PBX 交配法搭配調配數量段不同交配法未滿足量求解結果比較

| Q Segment<br>Crossover | Ubike262A Unfulfilled Amount<br>(Without Action $U^0 = 1145$ ) |                  |        |                         | CPU time<br>(sec) |
|------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------|--------|-------------------------|-------------------|
|                        | Average                                                        | Reduction<br>(%) | Best   | Reduction<br>(%) $P(X)$ | Average           |
| SVD                    | 990.53                                                         | 13.50            | 971.35 | 15.17                   | 39.32             |
| FBMS                   | 984.32                                                         | 14.03            | 956.67 | 16.45                   | 39.98             |
| TES                    | 972.72                                                         | 15.05            | 937.14 | 18.15                   | 38.23             |
| LVD                    | 968.81                                                         | 15.39            | 935.86 | 18.27                   | 40.97             |

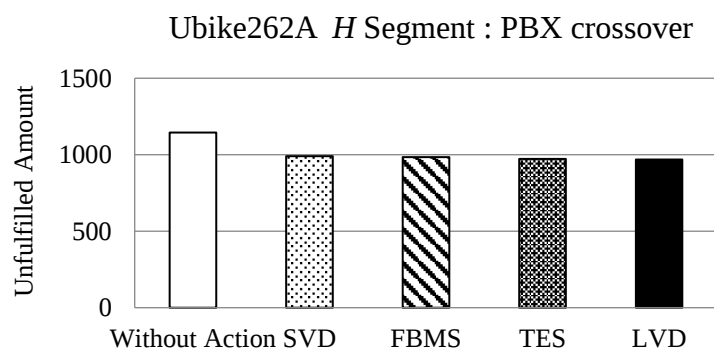


圖 4-10 調配數量段不同的交配法求得的未滿足量比較

#### 測試二：繞行途程段不同交配法以及貪婪式經驗求解法的效能比較

本研究前述研擬的貪婪式經驗求解法。係直接的求解法，不若啟發式求解法須進行代次演化。為比較貪婪式經驗法和遺傳演算法的求解效能，本研究使用同樣的標竿問題進行求解品質比較。此外，為瞭解參看急迫性資訊對遺傳演算求解結果的影響，本研究進一步比較使用急迫性及距離考量的啟發式交配及突變法和泛用型

交配突變法的求解效能和品質。

以 Ubike262A 為案例，以本研究提出的啟發式交配及突變法，下文稱 Imminence 法、貪婪式經驗法，以下稱為 Greedy 法、及泛用型的位置為基交配 (PBX) 及交換突變法 (Swap Mutation)，以下稱為 Canonical 法，比較未滿足量求解的成效及 CPU 平均耗費時間，並將結果列在表 4-7。二種遺傳法的參數設置如表 4-6 所示。

表 4-6 卡車途程段不同交配法效能比較測試時使用的演算法參數設定

| 求解方法           | Imminence 法       | Canonical 法       |
|----------------|-------------------|-------------------|
| 染色體數           | 100               | 100               |
| 交配率            | 0.8               | 0.8               |
| 突變率            | 0.1               | 0.1               |
| 迭代次數上限         | 1000              | 1000              |
| <i>H</i> 段交配方式 | Imminence         | Position Based    |
| <i>H</i> 段突變方式 | Imminence         | Swap              |
| <i>Q</i> 段交配方式 | LVD               | LVD               |
| <i>Q</i> 段突變方式 | Random Assignment | Random Assignment |

本研究認為在時窗限制下若能對急迫性高的站點優先調配則能減少較多的未滿足量，然而急迫性高的站點彼此間可能相距遙遠，因此若能同時考量距離及急迫性，本研究所提出的啟發式交配法應能達到不錯的成效。事實上，根據表 4-7 的數據顯示本研究所提出的急迫性及距離考量的交配及突變法在 Ubike262A 的範例中明顯優於其餘兩者。貪婪式經驗法則是一次性求解法所需的時間遠較演化式的遺傳演算短。二個遺傳演算測試因 Imminence 法的解會逐步建構，運算耗用時間相較 Canonical 法高達 7 倍。圖 4-11 將表 4-7 三種不同做法的未滿足量求算結果以直方圖展示。

表 4-7 Ubike262A 卡車途程段不同演算法未滿足量比較

| Method    | Unfulfilled Amount<br>$U^0 = 1145$ |                  |         |                         | CPU time<br>(sec) |
|-----------|------------------------------------|------------------|---------|-------------------------|-------------------|
|           | Average                            | Reduction<br>(%) | Best    | Reduction<br>(%) $P(X)$ | Average           |
|           |                                    |                  |         |                         |                   |
| Greedy    | 1076.00                            | 6.03             | 1076.00 | 6.03                    | 0.01              |
| Canonical | 952.99                             | 16.77            | 935.86  | 18.27                   | 40.97             |
| Imminence | 884.85                             | 22.72            | 875.00  | 23.58                   | 272.54            |

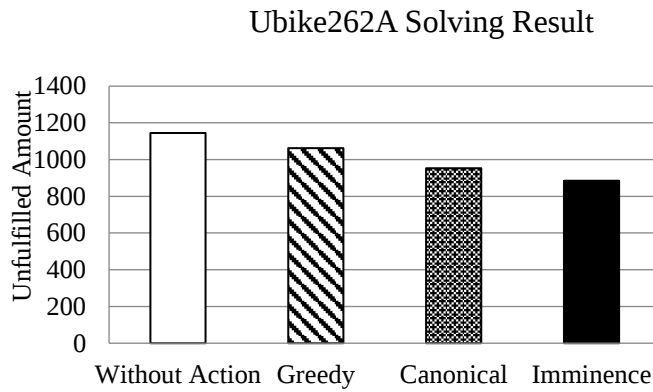


圖 4-11 卡車途程段不同演算法未滿足量比較

### 測試三：系統急迫性與未滿足量改善百分比的關係

前述提到系統急迫性大者未派車的未滿足量易高，本節進一步探討急迫性與未滿足量改善的關係。為免初始單車數影響測試結果，本測試初始單車數均設為站點容量一半。測試對象是 Ubike262 的三個時段但初始單車數是站點容量的一半，另命名為 Ubike262M\*、Ubike262A\*、及 Ubike262N\* 三個特定範例。測試時 H 段的交配及突變法使用本研究提出的啟發式交配及突變法，Q 段使用 LVD 交配法，並用 Random Assignment 突變法。

求解時設母體的染色體數是 100、交配率 0.8、和突變率 0.1 進行演化。演算停止條件是演化代次上限 1000 代次。三特定標竿問題都各求解 30 次，各成效指標取平均值列於表 4-8。表 4-1 的數據顯示問題急迫性高者，未派車時的未滿足量較

高。表 4-8 中未派車時的未滿足量是 M 段的最大 A 段次之 N 段最小，然而三個時段的改善量百分比卻相反。因為在站點單車初始數相同下，急迫性過高會使未派車時的未滿足量  $U^0$  較高，雖然  $U^0$  高者派車後降低的未滿足量較  $U^0$  低者的高，但降低差距較分母 ( $U^0$ ) 差距小，因此派車後未滿足量的改善百分比小。表 4-8 中 M 段和 N 段派車後減少的未滿足量相差 74.11 然而他們的  $U^0$  卻相差 459.15，因此 N 段的改善百分比較高。

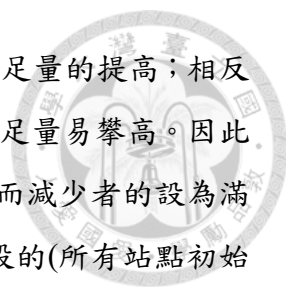
表 4-8 的數據顯示三個問題的  $\bar{p}$  排序方式與改善百分比的一致，而卻與未派車時的未滿足量相反。觀察求解的結果顯示系統的急迫性小，多數站點的未滿足量低，在時窗限制下卡車到站後只需調配少量單車，即可提升  $\bar{p}$ ，因此繞行距離較長，能服務較多的站點使  $\bar{p}$  較高。在此情況下系統急迫性小的  $\bar{p}$  值高，急迫性大的  $\bar{p}$  值小，然而平均未滿足減少量卻恰好相反。

表 4-8 系統急迫性與未滿足量改善百分比關係測試結果

| Benchmark  | Unfulfilled Amount |                      |         |           |                      | $\bar{p}$ | Tool Relocation Count Average |
|------------|--------------------|----------------------|---------|-----------|----------------------|-----------|-------------------------------|
|            | $\bar{E}$          | Without Action $U^0$ | Average | Reduction | Reduction (%) $P(X)$ |           |                               |
| Ubike262M* | 0.0034             | 1186.00              | 918.68  | 267.32    | 22.54                | 5.58      | 301.07                        |
| Ubike262A* | 0.0035             | 1145.00              | 884.85  | 260.15    | 22.72                | 5.96      | 290.43                        |
| Ubike262N* | 0.0028             | 726.85               | 533.54  | 193.21    | 26.60                | 6.79      | 276.21                        |

#### 測試四：三個都市三個時段求解結果比較

為了察看三個都市不同時段的求解結果有無明顯差距，本研究將三個都市三個時段的求解結果列於表 4-9。所有測試範例都使用本研究提出的啟發式交配及突變法執行 H 段的交配及突變，LVD 和 Random Assignment 分別進行 Q 段交配和突變。求解時母體的染色體數是 100、交配率 0.8、和突變率 0.1 進行演化。演算停止條件是演化代次上限 1000 代次。各問題都測試求解 30 次後，各成效指標取平均值列於表 4-9。



對於單車數持續減少的站點，若初始單車數少，會加重未滿足量的提高；相反地，對於單車數持續增加的站點，若站點初始單車數太多，未滿足量易攀高。因此最適的初始單車配置方式是單車增加的站點初始單車數設為 0，而減少者的設為滿載。在 Ubike372 的範例中，若將 M 段的初始單車數設成和 A 段的(所有站點初始單車數都設為站點容量的一半)相同，則 M 段未派車時的未滿足量是 6020 較原本的 6413 小；相反地若將 A 段的初始單車數設成和 M 段的相同，則 A 段未派車時的未滿足量是 1306.8 較原本的 1076.2 大。故推測 A 段的初始單車數配置較 M 段的有利。因此表 4-9 中 Ubike372M 與 Ubike372A 的急迫性差距不大，但未派車的未滿足量及派車後的未滿足量都是 M 段的較大。除此之外，表 4-9 中的九個案例改善量百分比測試結果以 CityBike217M 的最小 CityBike217N 的最大。進一步探究原因是 CityBike217N 的急迫性在九個範例中最小，而 CityBike217M 的最高，且急迫性是 0 的站點數僅有 17 個。

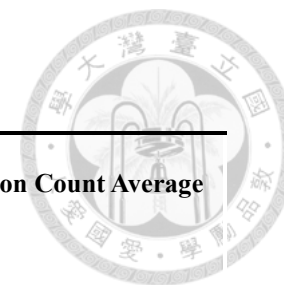


表 4-9 三個都市三個時段求解結果

| Problem      | $\bar{E}$ | Without Action | Unfulfilled Amount Average | Unfulfilled Amount Reduction Average (%) | Routing length Average (km) | Tool Relocation Count Average |
|--------------|-----------|----------------|----------------------------|------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Ubike262M    | 0.0034    | 1186.00        | 918.68                     | 22.54                                    | 29.42                       | 301.07                        |
| Ubike262A    | 0.0035    | 1145.00        | 884.85                     | 22.72                                    | 31.35                       | 290.43                        |
| Ubike262N    | 0.0028    | 726.85         | 534.05                     | 26.53                                    | 32.95                       | 276.21                        |
| Ubike372M    | 0.0055    | 6413.00        | 5909.31                    | 7.85                                     | 26.17                       | 304.25                        |
| Ubike372A    | 0.0052    | 1076.20        | 922.42                     | 14.29                                    | 15.90                       | 131.80                        |
| Ubike372N    | 0.0040    | 2481.00        | 2243.87                    | 9.56                                     | 33.13                       | 276.87                        |
| CityBike217M | 0.0097    | 3642.00        | 3413.35                    | 6.28                                     | 37.62                       | 248.63                        |
| CityBike217A | 0.0034    | 1697.00        | 1470.38                    | 13.35                                    | 34.55                       | 269.30                        |
| CityBike217N | 0.0020    | 193.00         | 106.20                     | 45.00                                    | 45.12                       | 199.20                        |



#### 4.3.2 不同情境範例測試與分析

本節以提示的遺傳演化求解法，使用台北市 Ubike262 三個時段為實例，比較卡車容量擴增和站點初始單車配置二個不同情境下的求解結果。

##### 卡車容量擴增的情境

上節測試均在初始單車配置數相同，同一個單車共用系統(站點數量、單車容量、及位置相同)下，不同時段的範例因急迫性明顯不同，未滿足量的改善有明顯差異。本節進一步探討不同卡車容量上限對求解結果有何影響。測試沿用 Ubike262M、Ubike262A、及 Ubike262N 範例，在條件都不變的情況下測試卡車容量由 14 改為 32，比較改善量的變化。

三個案例同樣是 *H* 段使用本研究提出的啟發式交配及突變法，*Q* 段則同樣使用 LVD 交配法和隨機設定突變法。遺傳演算的參數設定都是母體染色體數 100、交配率 0.8、和突變率 0.1 進行演化。演算停止條件是演化代次上限 1000 代次。每個案例求解 30 次，求解結果列於表 4-10。

表 4-10 二種卡車容量  $C=14$  及  $32$  下各標竿問題求解結果比較

| 求解結果                          | Ubike262M<br>$U^0=1186$ |        | Ubike262A<br>$U^0=1145$ |        | Ubike262N<br>$U^0=727$ |        |
|-------------------------------|-------------------------|--------|-------------------------|--------|------------------------|--------|
|                               | $C=14$                  | $C=32$ | $C=14$                  | $C=32$ | $C=14$                 | $C=32$ |
| Unfulfilled Amount            | 952.60                  | 933.14 | 900.89                  | 789.36 | 534.05                 | 486.80 |
| Reduction Average (%)         | 19.68                   | 21.32  | 21.32                   | 31.06  | 26.53                  | 33.03  |
| Routing Length Average (km)   | 37.32                   | 24.56  | 29.36                   | 25.29  | 32.95                  | 25.17  |
| Tool Relocation Count Average | 286.67                  | 331.53 | 298.87                  | 323.73 | 276.21                 | 325.90 |

表 4-10 顯示卡車容量較大的調配結果較車容量小的情況明顯降低較多的未滿足量。由於卡車容量越大可以調配的單車數越多，又因測試時採用本研究研擬的急迫性和距離考量的啟發式交配法會選擇急迫性高的站點繞行，且能調配較多數量的單車。在同樣的時窗限制下卡車調配的共用財數會和繞行距離此消彼漲，意即調配越多駐站耗時越長，則繞行站點數及行走長度降低。因此三個案例在卡車容量擴增的情況之下平均調配單車次數較未擴增時多，但平均繞行距離也較標準卡車容量下的卡車繞行距離短。

#### 站點初始單車數不同的情境測試

本節探討在其他限制條件不變下，站點初始單車數配置不同對求解結果有何變化。測試對象是 Ubike262A 範例，在其他條件都不變的情況下比較三種情況的求解結果。三種情境如下：(1)有利情境：單車數持續減少的站點初始單車數設為滿載、增加者的初始數設為 0、及不變的站點初始數量設為站點容量的一半；(2) 一般情境：所有站點初始單車數都設為站點容量的一半；(3) 不利情境：減少者的初始單車數設為 0、增加者的初始數量設為滿載、不變的站點初始數量設為站點容量的一半。

三個案例的  $H$  段染色體使用本研究提出的啟發式交配及突變法， $Q$  段使用 LVD 交配法和隨機設定突變法。遺傳演算的參數設定都是母體染色體數 100、交配率 0.8、和突變率 0.1 進行演化。演算停止條件是演化代次上限 1000 代次。每個案例求解 30 次，求解結果列於表 4-11。

表 4-11 Ubike262A 初始單車數配置方式不同的求解結果比較



| Scenario | Without Action | Unfulfilled Amount |           |                       |                             | Tool Relocation Count Average |
|----------|----------------|--------------------|-----------|-----------------------|-----------------------------|-------------------------------|
|          |                | Computed Average   | Reduction | Reduction Average (%) | Routing Length Average (km) |                               |
| 有利       | 178.00         | 58.67              | 119.33    | 67.04                 | 58.67                       | 232.30                        |
| 一般       | 1145.00        | 884.85             | 260.15    | 22.72                 | 31.35                       | 286.13                        |
| 不利       | 4748.67        | 4455.05            | 292.95    | 6.17                  | 25.43                       | 320.53                        |

表 4-11 顯示三個案例中有利情況的卡車調配單車數量最少，且行走距離最長，而不利情況的調配數量最多，行走距離最短。推測是因為若站點的初始單車數量或儲位足夠，時窗限制下雖未經卡車調配，站點的未滿足量仍是 0，因此卡車只需要到少數需調配的站點調配少量單車，即可提升未滿足量改善百分比。在此情況下有利配置情況的最好，不利的最差，然而平均未滿足減少量卻恰好相反。

#### 4.3.3 小結

本研究所提出的急迫性和距離考量的啟發式交配及突變法明顯優於泛用型的交配及突變法的求解成效，但二者求解結果的品質都優於貪婪式經驗法。另一方面，同一系統各站點單車初始數相同但不同急迫性下，急迫者派車後的改善百分比比不急迫者小。此外，本研究也研擬二個情境測試，測試結果顯示卡車容量大較容量小者能調配更多數量，繞行距離會較短，且減少較多未滿足量。再者站點初始單車數配置不同，也會影響求解結果。測試結果顯示配置有利者，派車後未滿足量改善百分比較高，卡車繞行距離較長。

## 5.結論與未來研究建議



本研究定義時窗限制下單一共用財調配問題。求解目標是降低共用財服務系統的服務未滿足量。再據以研擬遺傳演化的求解法。本研究並依此求解模式使用C#程式語言在 Microsoft .NET Framework 4.5 平台上開發本問題的優化求解系統。為驗證優化演算法的求解效能，並以國內單車共用系統的單車調配問題為應用實例，建立數個標竿問題。並進行了不同的效能測試。本章節說明結論和未來建議。

### 5.1 結論

本研究定義未滿足量以量化共用財服務系統的服務品質。在已知各站點共用財的數量變化率下，研擬不同情境下站點的未滿足量求算方式。同時推導模擬卡車繞行各站時，各站點未滿足量的計算方法，及共用財真實調配數的設定法。除此之外，並對共用財調配問題研擬遺傳演算求解法，也依問題的特性提出專用的急迫性及距離考量的啟發式交配法(Imminence & Distance Considered Crossover)及突變法提升遺傳演算的求解效能及品質。實際範例測試的結果顯示，本研究提示的優化演算法能使卡車在給定的時窗限制內，有效改善單車共用系統的未滿足量。另一方面在測試不同染色體交配法的效能下，結果顯示採用本研究研擬的急迫性及距離考量的啟發式交配法明顯優於泛用型的交配及突變法。數值範例測試結果驗證不論是採用何種基因交配方式，優化演算法皆能求得卡車適當的繞行途程及調配數量有效改善未滿足量。也較貪婪式的經驗求解法求得更佳的繞行調配解。

### 5.2 未來研究建議

本研究提出以下建議，提供未來相關研究可繼續研究的方向：

1. 本研究的卡車途程規劃在進行優化演算求解前須具備所有站點資料，進行一次性途程安排。然而在現實狀況中，一次性的途程安排無法將系統中的突發狀況納入考量。未來研究可即時接收站點資訊並立即重排程。而重排程的時機可以是固定間隔一段時間、站點發出請求、或系統中卡

車發出路徑導引請求時。

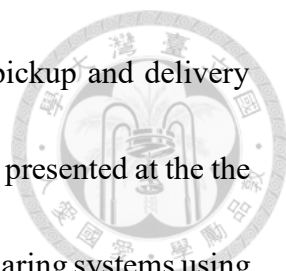


2. 本研究假設卡車僅有一台。未來研究可將多台卡車納入決策中，由於現實狀況中共用財服務系統營運商會有多台卡車到達各個站點作服務，因此可以單一車輛求解為基礎考慮多車輛運作情形。
3. 本研究針對有迫切服務需求的站點優先進行服務可以大幅減少共用財服務系統的未滿足量，但此作法卻忽略了站點被服務的公平性，因此未來可以將站點服務的公平性納入績效考量的指標。
4. 本研究假設站點共用財數量是呈線性增減，雖然可作為系統未滿足量的上界，但實際上站點的共用財增減是隨機且受到特定時點的影響，例如：下雨天使用共用財人數較少、例假日使用共用財人數較多，或是上下課時鄰近學校的站點共用財會劇增亦或劇減等。因此可用排隊理論將多個共用財借出歸還的情況納入考量。
5. 可加入配送成本考量如：共用財維修、交通情形等，使求解的情況與實際的配送情形更加接近。
6. 本研究假設卡車到每個站點服務完後，卡車旋即離開前往下一個站點，因此未來可將卡車停留在上一個服務站點的等待時間納入決策考量。

## 參考文獻



- Alvarez-Valdes, R., Belenguer, J. M., Benavent, E., Bermudez, J. D., Muñoz, F., Vercher, E., & Verdejo, F. (2016). Optimizing the level of service quality of a bike-sharing system. *Omega*, 62, 163-175.
- Cao, E., & Lai, M. (2010). The open vehicle routing problem with fuzzy demands. *Expert Systems with Applications*, 37(3), 2405-2411. doi:10.1016/j.eswa.2009.07.021
- Chemla, D., Meunier, F., & Calvo, R. W. (2013). Bike sharing systems: Solving the static rebalancing problem. *Discrete Optimization*, 10(2), 120-146. doi:10.1016/j.disopt.2012.11.005
- Dell'Amico, M., Hadjicostantinou, E., Iori, M., & Novellani, S. (2014). The bike sharing rebalancing problem: Mathematical formulations and benchmark instances. *Omega-International Journal of Management Science*, 45, 7-19. doi:10.1016/j.omega.2013.12.001
- Dib, O., Manier, M.-A., Moalic, L., & Caminada, A. (2017). Combining VNS with Genetic Algorithm to solve the one-to-one routing issue in road networks. *Computers & Operations Research*, 78, 420-430. doi:10.1016/j.cor.2015.11.010
- Erdoğan, G., Battarra, M., & Wolfler Calvo, R. (2015). An exact algorithm for the static rebalancing problem arising in bicycle sharing systems. *European Journal of Operational Research*, 245(3), 667-679. doi:10.1016/j.ejor.2015.03.043
- Frade, I., & Ribeiro, A. (2015). Bike-sharing stations: A maximal covering location approach. *Transportation Research Part a-Policy and Practice*, 82, 216-227. doi:10.1016/j.tra.2015.09.014
- Gen, M., & Cheng, R. (1997). *Genetic algorithms and engineering optimization* (Vol. 7). New York: John Wiley & Sons.
- Goldberg, D. E. (1989). *Genetic algorithms in search, optimization, and machine learning* (Vol. 412): Addison-wesley Reading Menlo Park.
- Hernández-Pérez, H., & Salazar-González, J.-J. (2003). The one-commodity pickup-and-delivery travelling salesman problem *Combinatorial Optimization—Eureka, You Shrink!* (pp. 89-104): Springer.
- Holland, J. H. (1975). *Adaptation in natural and artificial systems: An introductory analysis with applications to biology, control, and artificial intelligence*. Oxford, England: U Michigan Press.
- Li, F., Golden, B., & Wasil, E. (2007). A record-to-record travel algorithm for solving the heterogeneous fleet vehicle routing problem. *Computers & Operations Research*, 34(9), 2734-2742. doi:10.1016/j.cor.2005.10.015

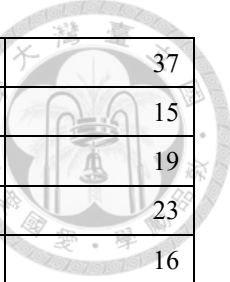
- 
- Parragh, S. N., Doerner, K. F., & Hartl, R. F. (2008). A survey on pickup and delivery problems. *Journal für Betriebswirtschaft*, 58(1), 21-51.
- Syswerda, G. (1989). *Uniform crossover in genetic algorithms*. Paper presented at the the Third International Conference on Genetic Algorithms
- Vogel, P., Greiser, T., & Mattfeld, D. C. (2011). Understanding bike-sharing systems using data mining: Exploring activity patterns. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 20, 514-523.
- Zhao, F., Li, S., Sun, J., & Mei, D. (2009). Genetic algorithm for the one-commodity pickup-and-delivery traveling salesman problem. *Computers & Industrial Engineering*, 56(4), 1642-1648.

# 附錄一

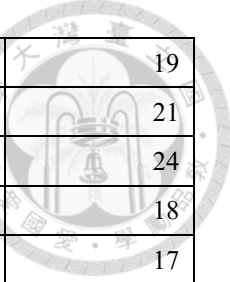


## Ubike262M 標竿問題

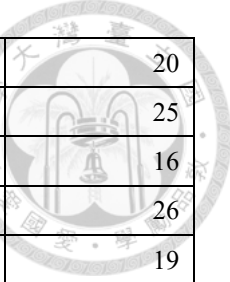
| StationID | Capacity | lat     | lng      | Rate    | Initial bike |
|-----------|----------|---------|----------|---------|--------------|
| 0         |          | 25.0498 | 121.5806 |         |              |
| 1         | 180      | 25.0409 | 121.5679 | 1.1333  | 90           |
| 2         | 48       | 25.0413 | 121.5574 | -0.1167 | 24           |
| 3         | 40       | 25.0378 | 121.5652 | 0.0833  | 20           |
| 4         | 60       | 25.0360 | 121.5623 | 0.1167  | 30           |
| 5         | 60       | 25.0366 | 121.5687 | -0.4333 | 30           |
| 6         | 80       | 25.0347 | 121.5657 | -0.9167 | 40           |
| 7         | 80       | 25.0330 | 121.5656 | -0.2667 | 40           |
| 8         | 60       | 25.0352 | 121.5637 | -0.1667 | 30           |
| 9         | 40       | 25.0316 | 121.5744 | -0.3000 | 20           |
| 10        | 54       | 25.0287 | 121.5661 | -0.0833 | 27           |
| 11        | 66       | 25.0349 | 121.5576 | 0.1667  | 33           |
| 12        | 48       | 25.0267 | 121.5617 | 0.0000  | 24           |
| 13        | 58       | 25.0381 | 121.5837 | -0.0500 | 29           |
| 14        | 32       | 25.0642 | 121.5404 | 0.2833  | 16           |
| 15        | 60       | 25.0494 | 121.5720 | 0.0333  | 30           |
| 16        | 48       | 25.0361 | 121.5791 | 0.0333  | 24           |
| 17        | 34       | 25.0586 | 121.5551 | -0.2333 | 17           |
| 18        | 38       | 25.0483 | 121.5523 | 0.0000  | 19           |
| 19        | 30       | 25.0286 | 121.5698 | -0.0167 | 15           |
| 20        | 70       | 25.0259 | 121.5433 | 0.5333  | 35           |
| 21        | 66       | 25.0580 | 121.5490 | -0.0667 | 33           |
| 22        | 44       | 25.0486 | 121.5781 | 0.0500  | 22           |
| 23        | 32       | 25.0551 | 121.6028 | 0.2000  | 16           |
| 24        | 46       | 25.0329 | 121.5375 | 0.1667  | 23           |
| 25        | 30       | 25.0454 | 121.5720 | -0.0500 | 15           |
| 26        | 42       | 25.0501 | 121.5924 | -0.0667 | 21           |
| 27        | 42       | 25.0547 | 121.6167 | -0.0500 | 21           |
| 28        | 32       | 25.0481 | 121.5747 | 0.1667  | 16           |
| 29        | 54       | 25.0316 | 121.5266 | -0.2167 | 27           |



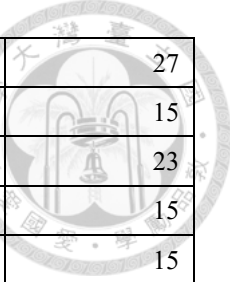
|    |    |         |          |         |    |
|----|----|---------|----------|---------|----|
| 30 | 74 | 25.0171 | 121.5444 | -0.1167 | 37 |
| 31 | 30 | 25.0224 | 121.5346 | 0.2167  | 15 |
| 32 | 38 | 25.0239 | 121.5532 | -0.2000 | 19 |
| 33 | 46 | 25.0488 | 121.5609 | -0.2167 | 23 |
| 34 | 32 | 25.0584 | 121.5329 | -0.0500 | 16 |
| 35 | 30 | 25.0600 | 121.5333 | 0.1167  | 15 |
| 36 | 72 | 25.0210 | 121.5415 | -0.3833 | 36 |
| 37 | 46 | 25.0337 | 121.5290 | 0.3000  | 23 |
| 38 | 34 | 25.0266 | 121.5289 | 0.1167  | 17 |
| 39 | 26 | 25.0580 | 121.6142 | -0.0500 | 13 |
| 40 | 34 | 25.0429 | 121.5864 | 0.1667  | 17 |
| 41 | 30 | 25.0474 | 121.6137 | -0.0667 | 15 |
| 42 | 38 | 25.0443 | 121.5817 | 0.1833  | 19 |
| 43 | 36 | 25.0356 | 121.6142 | 0.1167  | 18 |
| 44 | 36 | 25.0597 | 121.6162 | -0.1500 | 18 |
| 45 | 30 | 25.0148 | 121.5345 | 0.4000  | 15 |
| 46 | 44 | 25.0565 | 121.6110 | 0.0167  | 22 |
| 47 | 40 | 25.0419 | 121.5339 | -0.3667 | 20 |
| 48 | 38 | 25.0525 | 121.6082 | 0.1333  | 19 |
| 49 | 52 | 25.0409 | 121.5483 | 0.1667  | 26 |
| 50 | 52 | 25.0620 | 121.5602 | 0.1333  | 26 |
| 51 | 44 | 25.0650 | 121.5368 | 0.3167  | 22 |
| 52 | 30 | 25.0548 | 121.5369 | 0.0333  | 15 |
| 53 | 26 | 25.0448 | 121.5366 | -0.0667 | 13 |
| 54 | 30 | 25.0288 | 121.5381 | 0.1167  | 15 |
| 55 | 46 | 25.0495 | 121.5494 | -0.3833 | 23 |
| 56 | 42 | 25.0390 | 121.5223 | -0.4667 | 21 |
| 57 | 46 | 25.0262 | 121.5352 | 0.0333  | 23 |
| 58 | 48 | 25.0453 | 121.5222 | -0.0500 | 24 |
| 59 | 32 | 25.0522 | 121.5258 | 0.1667  | 16 |
| 60 | 30 | 25.0643 | 121.5335 | 0.0500  | 15 |
| 61 | 46 | 25.0131 | 121.5397 | -0.0500 | 23 |
| 62 | 34 | 25.0268 | 121.5203 | 0.1500  | 17 |
| 63 | 36 | 25.0376 | 121.5456 | -0.0167 | 18 |
| 64 | 50 | 25.0378 | 121.5170 | -0.2167 | 25 |



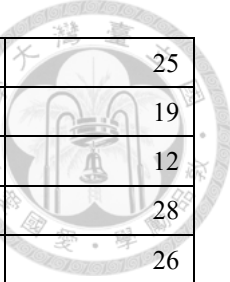
|    |    |         |          |         |    |
|----|----|---------|----------|---------|----|
| 65 | 38 | 25.0227 | 121.5027 | 0.0500  | 19 |
| 66 | 42 | 25.0075 | 121.5372 | 0.0000  | 21 |
| 67 | 48 | 25.0430 | 121.5164 | -0.3667 | 24 |
| 68 | 36 | 25.0259 | 121.5065 | 0.0500  | 18 |
| 69 | 34 | 24.9998 | 121.5478 | -0.0500 | 17 |
| 70 | 52 | 25.0328 | 121.5616 | 0.300   | 26 |
| 71 | 30 | 25.0330 | 121.5542 | -0.0833 | 15 |
| 72 | 42 | 25.0486 | 121.5293 | 0.1167  | 21 |
| 73 | 32 | 25.0722 | 121.5102 | 0.2167  | 16 |
| 74 | 40 | 25.0338 | 121.5305 | 0.0167  | 20 |
| 75 | 30 | 25.0301 | 121.5576 | 0.1333  | 15 |
| 76 | 36 | 25.0564 | 121.5275 | 0.1667  | 18 |
| 77 | 32 | 25.0591 | 121.5630 | 0.0167  | 16 |
| 78 | 52 | 25.0718 | 121.5193 | 0.0500  | 26 |
| 79 | 50 | 25.0613 | 121.5202 | 0.0500  | 25 |
| 80 | 44 | 25.0275 | 121.4959 | -0.3833 | 22 |
| 81 | 40 | 25.0205 | 121.5286 | 0.3167  | 20 |
| 82 | 60 | 25.0418 | 121.5087 | 0.0333  | 30 |
| 83 | 74 | 25.0332 | 121.5352 | 0.2833  | 37 |
| 84 | 38 | 25.0297 | 121.5029 | 0.4000  | 19 |
| 85 | 46 | 25.0334 | 121.5491 | -0.0833 | 23 |
| 86 | 46 | 25.0623 | 121.5451 | 0.0500  | 23 |
| 87 | 58 | 25.0331 | 121.5431 | -0.0667 | 29 |
| 88 | 58 | 25.0328 | 121.5713 | 0.6167  | 29 |
| 89 | 44 | 25.0273 | 121.5164 | 0.0500  | 22 |
| 90 | 44 | 25.0378 | 121.5017 | 0.1667  | 22 |
| 91 | 36 | 25.0706 | 121.5233 | 0.0500  | 18 |
| 92 | 42 | 25.0466 | 121.5072 | 0.0333  | 21 |
| 93 | 56 | 25.0239 | 121.5698 | 0.2167  | 28 |
| 94 | 52 | 24.9933 | 121.5411 | 0.0167  | 26 |
| 95 | 32 | 25.0234 | 121.4977 | 0.1167  | 16 |
| 96 | 30 | 25.0616 | 121.5666 | 0.1333  | 15 |
| 97 | 52 | 25.0828 | 121.5247 | 0.1500  | 26 |
| 98 | 42 | 24.9994 | 121.5402 | -0.3167 | 21 |
| 99 | 42 | 25.0579 | 121.5207 | -0.3500 | 21 |



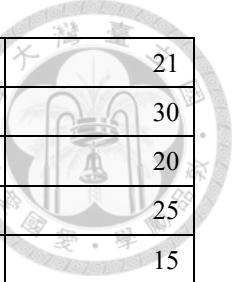
|     |    |         |          |         |    |
|-----|----|---------|----------|---------|----|
| 100 | 40 | 25.0458 | 121.5307 | 0.0000  | 20 |
| 101 | 50 | 25.0437 | 121.5285 | -0.2333 | 25 |
| 102 | 32 | 25.0204 | 121.5253 | 0.1667  | 16 |
| 103 | 52 | 25.0320 | 121.5005 | 0.5333  | 26 |
| 104 | 38 | 25.0040 | 121.5407 | 0.1000  | 19 |
| 105 | 42 | 25.0444 | 121.5054 | -0.0833 | 21 |
| 106 | 44 | 25.0329 | 121.4977 | -0.0167 | 22 |
| 107 | 54 | 25.0364 | 121.5094 | -0.4500 | 27 |
| 108 | 32 | 25.0733 | 121.5158 | 0.0333  | 16 |
| 109 | 36 | 25.0716 | 121.5308 | -0.1167 | 18 |
| 110 | 44 | 25.0864 | 121.5609 | 0.3333  | 22 |
| 111 | 54 | 25.0402 | 121.5435 | 0.2500  | 27 |
| 112 | 48 | 25.1375 | 121.5031 | 0.0333  | 24 |
| 113 | 38 | 25.0377 | 121.5612 | 0.0000  | 19 |
| 114 | 30 | 25.1099 | 121.5304 | -0.1500 | 15 |
| 115 | 68 | 25.0482 | 121.5205 | 0.1833  | 34 |
| 116 | 44 | 25.0961 | 121.5302 | 0.1167  | 22 |
| 117 | 58 | 25.1326 | 121.4986 | 0.0667  | 29 |
| 118 | 36 | 25.1369 | 121.4992 | -0.1500 | 18 |
| 119 | 56 | 25.0842 | 121.5551 | -0.2333 | 28 |
| 120 | 46 | 25.0355 | 121.5003 | 0.1667  | 23 |
| 121 | 66 | 25.0530 | 121.5406 | -0.0667 | 33 |
| 122 | 50 | 25.0797 | 121.5755 | 0.5167  | 25 |
| 123 | 44 | 25.1163 | 121.5341 | 0.1500  | 22 |
| 124 | 36 | 25.1159 | 121.5182 | 0.1333  | 18 |
| 125 | 30 | 25.0386 | 121.4985 | 0.1333  | 15 |
| 126 | 30 | 25.0221 | 121.5483 | -0.2833 | 15 |
| 127 | 40 | 25.0733 | 121.6195 | -0.1000 | 20 |
| 128 | 36 | 25.0268 | 121.5467 | 0.1000  | 18 |
| 129 | 50 | 25.0783 | 121.5853 | 0.1667  | 25 |
| 130 | 26 | 25.0314 | 121.5194 | 0.2167  | 13 |
| 131 | 34 | 25.0793 | 121.5687 | -0.1000 | 17 |
| 132 | 88 | 25.0160 | 121.5332 | 1.2500  | 44 |
| 133 | 40 | 25.1118 | 121.5259 | 0.2167  | 20 |
| 134 | 64 | 25.1034 | 121.5226 | -0.1500 | 32 |



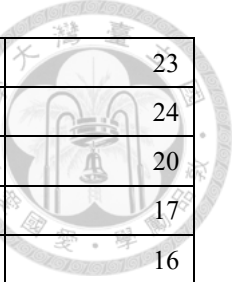
|     |    |         |          |         |    |
|-----|----|---------|----------|---------|----|
| 135 | 54 | 25.1145 | 121.5157 | -0.0333 | 27 |
| 136 | 30 | 25.1180 | 121.5175 | 0.0667  | 15 |
| 137 | 46 | 25.1380 | 121.4931 | 0.0167  | 23 |
| 138 | 30 | 25.0406 | 121.5754 | 0.0333  | 15 |
| 139 | 30 | 25.0545 | 121.5105 | 0.0000  | 15 |
| 140 | 46 | 25.0634 | 121.5129 | 0.2333  | 23 |
| 141 | 36 | 24.9899 | 121.5700 | 0.0167  | 18 |
| 142 | 52 | 24.9977 | 121.5742 | -0.2667 | 26 |
| 143 | 72 | 24.9977 | 121.5788 | 0.1500  | 36 |
| 144 | 70 | 24.9884 | 121.5765 | -0.2167 | 35 |
| 145 | 40 | 25.0667 | 121.5161 | 0.0667  | 20 |
| 146 | 46 | 25.0925 | 121.5266 | 0.0000  | 23 |
| 147 | 32 | 25.0892 | 121.5218 | 0.0333  | 16 |
| 148 | 68 | 25.1103 | 121.5183 | 0.2000  | 34 |
| 149 | 62 | 25.1167 | 121.5096 | 0.1833  | 31 |
| 150 | 38 | 25.0366 | 121.5734 | 0.0167  | 19 |
| 151 | 34 | 24.9875 | 121.5498 | -0.0333 | 17 |
| 152 | 40 | 25.0852 | 121.5192 | -0.1000 | 20 |
| 153 | 36 | 25.0599 | 121.5163 | 0.1000  | 18 |
| 154 | 38 | 25.0934 | 121.5199 | -0.1833 | 19 |
| 155 | 30 | 25.0762 | 121.5750 | -0.3500 | 15 |
| 156 | 38 | 25.0684 | 121.6159 | 0.1167  | 19 |
| 157 | 42 | 25.0827 | 121.5715 | 0.2000  | 21 |
| 158 | 48 | 25.0666 | 121.6135 | -0.1167 | 24 |
| 159 | 36 | 25.0829 | 121.5667 | 0.0167  | 18 |
| 160 | 30 | 25.0531 | 121.5203 | 0.1167  | 15 |
| 161 | 56 | 25.1311 | 121.5038 | 0.0167  | 28 |
| 162 | 70 | 25.0629 | 121.5277 | 0.4667  | 35 |
| 163 | 72 | 25.0181 | 121.5593 | 0.3000  | 36 |
| 164 | 56 | 25.1263 | 121.5008 | 0.1667  | 28 |
| 165 | 62 | 25.1208 | 121.5057 | 0.0333  | 31 |
| 166 | 34 | 24.9806 | 121.5562 | 0.0333  | 17 |
| 167 | 50 | 25.0957 | 121.5180 | -0.2500 | 25 |
| 168 | 44 | 25.0229 | 121.5229 | 0.1500  | 22 |
| 169 | 44 | 25.0300 | 121.5098 | -0.1167 | 22 |



|     |    |         |          |         |    |
|-----|----|---------|----------|---------|----|
| 170 | 50 | 25.0592 | 121.5689 | -0.0167 | 25 |
| 171 | 38 | 24.9968 | 121.5597 | -0.1333 | 19 |
| 172 | 24 | 25.0516 | 121.5629 | -0.0167 | 12 |
| 173 | 56 | 25.0522 | 121.5332 | 0.2333  | 28 |
| 174 | 52 | 25.0517 | 121.5531 | 0.1667  | 26 |
| 175 | 52 | 25.0516 | 121.5448 | -0.0500 | 26 |
| 176 | 98 | 25.0560 | 121.5423 | 0.3000  | 49 |
| 177 | 40 | 25.0825 | 121.5075 | 0.0333  | 20 |
| 178 | 32 | 25.0789 | 121.5103 | 0.0000  | 16 |
| 179 | 52 | 25.0413 | 121.5909 | 0.2333  | 26 |
| 180 | 40 | 25.0688 | 121.5927 | 0.0667  | 20 |
| 181 | 52 | 25.0258 | 121.5374 | -0.2667 | 26 |
| 182 | 50 | 25.0253 | 121.5235 | 0.1667  | 25 |
| 183 | 38 | 25.0539 | 121.5145 | -0.1500 | 19 |
| 184 | 42 | 25.0848 | 121.5379 | 0.1167  | 21 |
| 185 | 30 | 25.0423 | 121.5460 | 0.0833  | 15 |
| 186 | 82 | 25.0354 | 121.5142 | -0.4333 | 41 |
| 187 | 34 | 25.0375 | 121.5558 | -0.3000 | 17 |
| 188 | 60 | 25.0903 | 121.5019 | 0.0167  | 30 |
| 189 | 38 | 25.0878 | 121.5878 | 0.1500  | 19 |
| 190 | 40 | 25.0793 | 121.5467 | -0.0500 | 20 |
| 191 | 58 | 25.0839 | 121.6019 | 0.0000  | 29 |
| 192 | 44 | 25.0725 | 121.6080 | 0.0333  | 22 |
| 193 | 36 | 25.0413 | 121.6194 | 0.1667  | 18 |
| 194 | 50 | 25.0480 | 121.5244 | 0.1000  | 25 |
| 195 | 50 | 25.0359 | 121.5240 | -0.4333 | 25 |
| 196 | 24 | 25.0687 | 121.5892 | 0.0833  | 12 |
| 197 | 44 | 25.0572 | 121.5979 | 0.1000  | 22 |
| 198 | 60 | 25.1246 | 121.4673 | 0.1333  | 30 |
| 199 | 40 | 25.0245 | 121.5106 | -0.0167 | 20 |
| 200 | 42 | 25.1136 | 121.5374 | -0.2500 | 21 |
| 201 | 28 | 24.9882 | 121.5556 | 0.0833  | 14 |
| 202 | 32 | 25.0054 | 121.5572 | 0.0500  | 16 |
| 203 | 30 | 25.1032 | 121.4875 | 0.0000  | 15 |
| 204 | 46 | 25.0356 | 121.4953 | 0.0833  | 23 |



|     |    |         |          |         |    |
|-----|----|---------|----------|---------|----|
| 205 | 42 | 25.1378 | 121.4861 | 0.1000  | 21 |
| 206 | 60 | 25.0798 | 121.5581 | 0.2833  | 30 |
| 207 | 40 | 25.0809 | 121.5973 | 0.0667  | 20 |
| 208 | 50 | 25.0842 | 121.5495 | 0.0500  | 25 |
| 209 | 30 | 25.1078 | 121.5231 | 0.0333  | 15 |
| 210 | 54 | 25.0559 | 121.5786 | -0.0333 | 27 |
| 211 | 62 | 25.0499 | 121.5104 | 0.1667  | 31 |
| 212 | 50 | 25.0826 | 121.5446 | -0.2333 | 25 |
| 213 | 40 | 25.0626 | 121.5743 | -0.2167 | 20 |
| 214 | 42 | 25.0433 | 121.5641 | -0.2667 | 21 |
| 215 | 38 | 25.0311 | 121.4907 | -0.0167 | 19 |
| 216 | 38 | 25.0592 | 121.5105 | 0.1333  | 19 |
| 217 | 40 | 25.0193 | 121.5710 | 0.1500  | 20 |
| 218 | 30 | 25.0641 | 121.5221 | -0.0333 | 15 |
| 219 | 40 | 25.1274 | 121.5073 | -0.2167 | 20 |
| 220 | 40 | 25.0882 | 121.5105 | 0.0333  | 20 |
| 221 | 40 | 25.0186 | 121.5548 | -0.1000 | 20 |
| 222 | 32 | 25.0544 | 121.5942 | 0.0167  | 16 |
| 223 | 40 | 25.0842 | 121.5767 | 0.0000  | 20 |
| 224 | 32 | 24.9990 | 121.5675 | 0.0333  | 16 |
| 225 | 34 | 25.0494 | 121.5146 | 0.0833  | 17 |
| 226 | 36 | 25.0754 | 121.5808 | 0.0500  | 18 |
| 227 | 40 | 25.0478 | 121.5450 | -0.1667 | 20 |
| 228 | 44 | 25.1188 | 121.5297 | 0.0333  | 22 |
| 229 | 50 | 25.1314 | 121.4742 | -0.0333 | 25 |
| 230 | 38 | 25.1242 | 121.5261 | 0.1000  | 19 |
| 231 | 30 | 25.0485 | 121.5659 | -0.1333 | 15 |
| 232 | 36 | 25.1193 | 121.4691 | 0.0000  | 18 |
| 233 | 38 | 25.0011 | 121.5514 | 0.2333  | 19 |
| 234 | 32 | 25.0731 | 121.5760 | -0.0500 | 16 |
| 235 | 48 | 25.0567 | 121.5841 | -0.1167 | 24 |
| 236 | 58 | 25.0521 | 121.5368 | -0.3500 | 29 |
| 237 | 38 | 25.0389 | 121.5791 | 0.3000  | 19 |
| 238 | 40 | 25.1175 | 121.4632 | 0.0000  | 20 |
| 239 | 30 | 25.0902 | 121.5062 | 0.0500  | 15 |

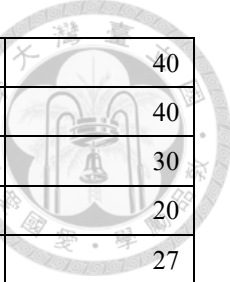


|     |    |         |          |         |    |
|-----|----|---------|----------|---------|----|
| 240 | 46 | 25.0459 | 121.5437 | 0.0667  | 23 |
| 241 | 48 | 25.0606 | 121.5440 | 0.1833  | 24 |
| 242 | 40 | 25.0987 | 121.5481 | 0.0500  | 20 |
| 243 | 34 | 24.9871 | 121.5606 | 0.2833  | 17 |
| 244 | 32 | 25.0271 | 121.5556 | 0.1667  | 16 |
| 245 | 32 | 25.0377 | 121.5066 | 0.4000  | 16 |
| 246 | 38 | 25.0418 | 121.5399 | 0.0500  | 19 |
| 247 | 36 | 25.0830 | 121.5207 | -0.2000 | 18 |
| 248 | 42 | 25.0205 | 121.5456 | -0.1833 | 21 |
| 249 | 34 | 25.1014 | 121.5280 | 0.0167  | 17 |
| 250 | 34 | 25.1254 | 121.4715 | 0.0667  | 17 |
| 251 | 30 | 25.0469 | 121.5577 | 0.1333  | 15 |
| 252 | 40 | 25.0965 | 121.5275 | 0.0833  | 20 |
| 253 | 34 | 25.0233 | 121.4926 | -0.0667 | 17 |
| 254 | 40 | 25.0521 | 121.5080 | 0.0000  | 20 |
| 255 | 36 | 25.0518 | 121.5422 | 0.2167  | 18 |
| 256 | 36 | 25.0686 | 121.5840 | 0.0500  | 18 |
| 257 | 44 | 25.0541 | 121.5609 | -0.3167 | 22 |
| 258 | 28 | 24.9841 | 121.5691 | 0.0667  | 14 |
| 259 | 38 | 25.0971 | 121.5422 | 0.1167  | 19 |
| 260 | 28 | 25.1459 | 121.4930 | -0.0500 | 14 |
| 261 | 34 | 25.0803 | 121.5648 | -0.1333 | 17 |
| 262 | 38 | 25.0506 | 121.5802 | 0.0333  | 19 |

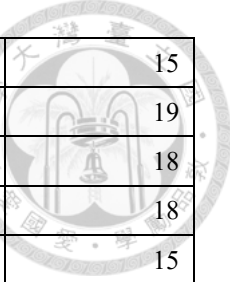
## 附錄二

### Ubike262A 標竿問題

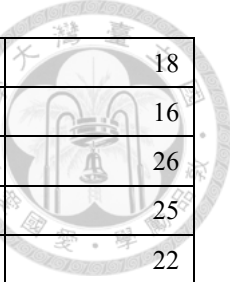
| StationID | Capacity | lat     | lng      | Rate    | Initial bike |
|-----------|----------|---------|----------|---------|--------------|
| 0         |          | 25.0498 | 121.5806 |         |              |
| 1         | 180      | 25.0409 | 121.5679 | 0.2667  | 90           |
| 2         | 48       | 25.0413 | 121.5574 | -0.2500 | 24           |
| 3         | 40       | 25.0378 | 121.5652 | -0.1667 | 20           |
| 4         | 60       | 25.0360 | 121.5623 | 0.2333  | 30           |
| 5         | 60       | 25.0366 | 121.5687 | -0.0833 | 30           |



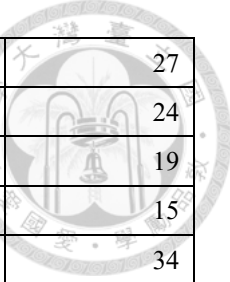
|    |    |         |          |         |    |
|----|----|---------|----------|---------|----|
| 6  | 80 | 25.0347 | 121.5657 | -0.4167 | 40 |
| 7  | 80 | 25.0330 | 121.5656 | 0.3333  | 40 |
| 8  | 60 | 25.0352 | 121.5637 | 0.1500  | 30 |
| 9  | 40 | 25.0316 | 121.5744 | 0.1500  | 20 |
| 10 | 54 | 25.0287 | 121.5661 | -0.3333 | 27 |
| 11 | 66 | 25.0349 | 121.5576 | 0.2333  | 33 |
| 12 | 48 | 25.0267 | 121.5617 | 0.0000  | 24 |
| 13 | 58 | 25.0381 | 121.5837 | -0.2333 | 29 |
| 14 | 32 | 25.0642 | 121.5404 | -0.1167 | 16 |
| 15 | 60 | 25.0494 | 121.5720 | -0.4000 | 30 |
| 16 | 48 | 25.0361 | 121.5791 | -0.0167 | 24 |
| 17 | 34 | 25.0586 | 121.5551 | 0.0000  | 17 |
| 18 | 38 | 25.0483 | 121.5523 | -0.1500 | 19 |
| 19 | 30 | 25.0286 | 121.5698 | 0.4500  | 15 |
| 20 | 70 | 25.0259 | 121.5433 | 0.1333  | 35 |
| 21 | 66 | 25.0580 | 121.5490 | 0.1667  | 33 |
| 22 | 44 | 25.0486 | 121.5781 | 0.1833  | 22 |
| 23 | 32 | 25.0551 | 121.6028 | -0.0667 | 16 |
| 24 | 46 | 25.0329 | 121.5375 | 0.3667  | 23 |
| 25 | 30 | 25.0454 | 121.5720 | 0.2000  | 15 |
| 26 | 42 | 25.0501 | 121.5924 | 0.2000  | 21 |
| 27 | 42 | 25.0547 | 121.6167 | 0.1667  | 21 |
| 28 | 32 | 25.0481 | 121.5747 | -0.1500 | 16 |
| 29 | 54 | 25.0316 | 121.5266 | 0.1333  | 27 |
| 30 | 74 | 25.0171 | 121.5444 | -0.0833 | 37 |
| 31 | 30 | 25.0224 | 121.5346 | -0.0833 | 15 |
| 32 | 38 | 25.0239 | 121.5532 | 0.1667  | 19 |
| 33 | 46 | 25.0488 | 121.5609 | 0.2833  | 23 |
| 34 | 32 | 25.0584 | 121.5329 | -0.0500 | 16 |
| 35 | 30 | 25.0600 | 121.5333 | 0.1167  | 15 |
| 36 | 72 | 25.0210 | 121.5415 | -0.7833 | 36 |
| 37 | 46 | 25.0337 | 121.5290 | -0.1167 | 23 |
| 38 | 34 | 25.0266 | 121.5289 | -0.1833 | 17 |
| 39 | 26 | 25.0580 | 121.6142 | 0.0667  | 13 |
| 40 | 34 | 25.0429 | 121.5864 | 0.0500  | 17 |



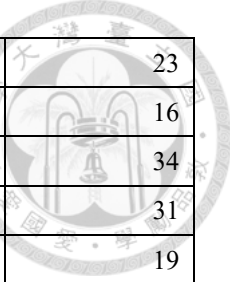
|    |    |         |          |         |    |
|----|----|---------|----------|---------|----|
| 41 | 30 | 25.0474 | 121.6137 | 0.0500  | 15 |
| 42 | 38 | 25.0443 | 121.5817 | 0.0000  | 19 |
| 43 | 36 | 25.0356 | 121.6142 | -0.0667 | 18 |
| 44 | 36 | 25.0597 | 121.6162 | 0.2167  | 18 |
| 45 | 30 | 25.0148 | 121.5345 | -0.0833 | 15 |
| 46 | 44 | 25.0565 | 121.6110 | 0.1333  | 22 |
| 47 | 40 | 25.0419 | 121.5339 | -0.0167 | 20 |
| 48 | 38 | 25.0525 | 121.6082 | -0.3000 | 19 |
| 49 | 52 | 25.0409 | 121.5483 | -0.0833 | 26 |
| 50 | 52 | 25.0620 | 121.5602 | 0.1333  | 26 |
| 51 | 44 | 25.0650 | 121.5368 | -0.2000 | 22 |
| 52 | 30 | 25.0548 | 121.5369 | 0.0167  | 15 |
| 53 | 26 | 25.0448 | 121.5366 | 0.0000  | 13 |
| 54 | 30 | 25.0288 | 121.5381 | 0.0500  | 15 |
| 55 | 46 | 25.0495 | 121.5494 | 0.3667  | 23 |
| 56 | 42 | 25.0390 | 121.5223 | -0.1500 | 21 |
| 57 | 46 | 25.0262 | 121.5352 | -0.1500 | 23 |
| 58 | 48 | 25.0453 | 121.5222 | -0.0333 | 24 |
| 59 | 32 | 25.0522 | 121.5258 | -0.1667 | 16 |
| 60 | 30 | 25.0643 | 121.5335 | 0.0167  | 15 |
| 61 | 46 | 25.0131 | 121.5397 | 0.0000  | 23 |
| 62 | 34 | 25.0268 | 121.5203 | -0.3667 | 17 |
| 63 | 36 | 25.0376 | 121.5456 | 0.3667  | 18 |
| 64 | 50 | 25.0378 | 121.5170 | -0.0333 | 25 |
| 65 | 38 | 25.0227 | 121.5027 | 0.3667  | 19 |
| 66 | 42 | 25.0075 | 121.5372 | 0.1667  | 21 |
| 67 | 48 | 25.0430 | 121.5164 | -0.1000 | 24 |
| 68 | 36 | 25.0259 | 121.5065 | 0.1333  | 18 |
| 69 | 34 | 24.9998 | 121.5478 | 0.2333  | 17 |
| 70 | 52 | 25.0328 | 121.5616 | 0.4000  | 26 |
| 71 | 30 | 25.0330 | 121.5542 | 0.1500  | 15 |
| 72 | 42 | 25.0486 | 121.5293 | -0.2333 | 21 |
| 73 | 32 | 25.0722 | 121.5102 | 0.0833  | 16 |
| 74 | 40 | 25.0338 | 121.5305 | -0.0333 | 20 |
| 75 | 30 | 25.0301 | 121.5576 | -0.0333 | 15 |



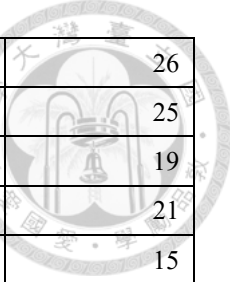
|     |    |         |          |         |    |
|-----|----|---------|----------|---------|----|
| 76  | 36 | 25.0564 | 121.5275 | -0.0833 | 18 |
| 77  | 32 | 25.0591 | 121.5630 | -0.2000 | 16 |
| 78  | 52 | 25.0718 | 121.5193 | 0.2000  | 26 |
| 79  | 50 | 25.0613 | 121.5202 | 0.0000  | 25 |
| 80  | 44 | 25.0275 | 121.4959 | 0.0000  | 22 |
| 81  | 40 | 25.0205 | 121.5286 | -0.3333 | 20 |
| 82  | 60 | 25.0418 | 121.5087 | 0.2000  | 30 |
| 83  | 74 | 25.0332 | 121.5352 | -0.0833 | 37 |
| 84  | 38 | 25.0297 | 121.5029 | -0.3167 | 19 |
| 85  | 46 | 25.0334 | 121.5491 | 0.1500  | 23 |
| 86  | 46 | 25.0623 | 121.5451 | 0.1667  | 23 |
| 87  | 58 | 25.0331 | 121.5431 | -0.0500 | 29 |
| 88  | 58 | 25.0328 | 121.5713 | 0.1667  | 29 |
| 89  | 44 | 25.0273 | 121.5164 | -0.1000 | 22 |
| 90  | 44 | 25.0378 | 121.5017 | -0.3500 | 22 |
| 91  | 36 | 25.0706 | 121.5233 | 0.1500  | 18 |
| 92  | 42 | 25.0466 | 121.5072 | 0.0167  | 21 |
| 93  | 56 | 25.0239 | 121.5698 | -0.6500 | 28 |
| 94  | 52 | 24.9933 | 121.5411 | -0.1333 | 26 |
| 95  | 32 | 25.0234 | 121.4977 | -0.0167 | 16 |
| 96  | 30 | 25.0616 | 121.5666 | -0.2167 | 15 |
| 97  | 52 | 25.0828 | 121.5247 | 0.5333  | 26 |
| 98  | 42 | 24.9994 | 121.5402 | -0.2167 | 21 |
| 99  | 42 | 25.0579 | 121.5207 | -0.1167 | 21 |
| 100 | 40 | 25.0458 | 121.5307 | 0.1000  | 20 |
| 101 | 50 | 25.0437 | 121.5285 | 0.3167  | 25 |
| 102 | 32 | 25.0204 | 121.5253 | -0.1667 | 16 |
| 103 | 52 | 25.0320 | 121.5005 | -0.0167 | 26 |
| 104 | 38 | 25.0040 | 121.5407 | -0.0167 | 19 |
| 105 | 42 | 25.0444 | 121.5054 | 0.1000  | 21 |
| 106 | 44 | 25.0329 | 121.4977 | 0.0167  | 22 |
| 107 | 54 | 25.0364 | 121.5094 | 0.3500  | 27 |
| 108 | 32 | 25.0733 | 121.5158 | -0.0833 | 16 |
| 109 | 36 | 25.0716 | 121.5308 | -0.1167 | 18 |
| 110 | 44 | 25.0864 | 121.5609 | 0.2833  | 22 |



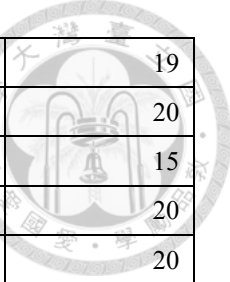
|     |    |         |          |         |    |
|-----|----|---------|----------|---------|----|
| 111 | 54 | 25.0402 | 121.5435 | 0.0667  | 27 |
| 112 | 48 | 25.1375 | 121.5031 | 0.0167  | 24 |
| 113 | 38 | 25.0377 | 121.5612 | 0.0333  | 19 |
| 114 | 30 | 25.1099 | 121.5304 | -0.2667 | 15 |
| 115 | 68 | 25.0482 | 121.5205 | 0.5000  | 34 |
| 116 | 44 | 25.0961 | 121.5302 | -0.0667 | 22 |
| 117 | 58 | 25.1326 | 121.4986 | 0.0333  | 29 |
| 118 | 36 | 25.1369 | 121.4992 | 0.0000  | 18 |
| 119 | 56 | 25.0842 | 121.5551 | 0.1333  | 28 |
| 120 | 46 | 25.0355 | 121.5003 | 0.2667  | 23 |
| 121 | 66 | 25.0530 | 121.5406 | 0.3667  | 33 |
| 122 | 50 | 25.0797 | 121.5755 | -0.3000 | 25 |
| 123 | 44 | 25.1163 | 121.5341 | -0.0667 | 22 |
| 124 | 36 | 25.1159 | 121.5182 | 0.0333  | 18 |
| 125 | 30 | 25.0386 | 121.4985 | -0.0333 | 15 |
| 126 | 30 | 25.0221 | 121.5483 | 0.1833  | 15 |
| 127 | 40 | 25.0733 | 121.6195 | -0.1000 | 20 |
| 128 | 36 | 25.0268 | 121.5467 | -0.0167 | 18 |
| 129 | 50 | 25.0783 | 121.5853 | -0.1833 | 25 |
| 130 | 26 | 25.0314 | 121.5194 | -0.1167 | 13 |
| 131 | 34 | 25.0793 | 121.5687 | 0.1167  | 17 |
| 132 | 88 | 25.0160 | 121.5332 | 0.0500  | 44 |
| 133 | 40 | 25.1118 | 121.5259 | 0.1833  | 20 |
| 134 | 64 | 25.1034 | 121.5226 | 0.0000  | 32 |
| 135 | 54 | 25.1145 | 121.5157 | 0.0167  | 27 |
| 136 | 30 | 25.1180 | 121.5175 | -0.1167 | 15 |
| 137 | 46 | 25.1380 | 121.4931 | -0.0167 | 23 |
| 138 | 30 | 25.0406 | 121.5754 | -0.1000 | 15 |
| 139 | 30 | 25.0545 | 121.5105 | 0.0000  | 15 |
| 140 | 46 | 25.0634 | 121.5129 | -0.1333 | 23 |
| 141 | 36 | 24.9899 | 121.5700 | 0.0000  | 18 |
| 142 | 52 | 24.9977 | 121.5742 | 0.0333  | 26 |
| 143 | 72 | 24.9977 | 121.5788 | 0.2333  | 36 |
| 144 | 70 | 24.9884 | 121.5765 | -0.1167 | 35 |
| 145 | 40 | 25.0667 | 121.5161 | 0.0667  | 20 |



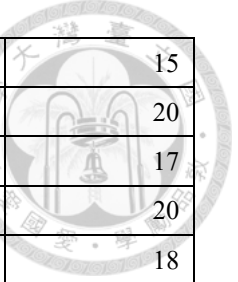
|     |    |         |          |         |    |
|-----|----|---------|----------|---------|----|
| 146 | 46 | 25.0925 | 121.5266 | -0.1333 | 23 |
| 147 | 32 | 25.0892 | 121.5218 | -0.0833 | 16 |
| 148 | 68 | 25.1103 | 121.5183 | 0.1833  | 34 |
| 149 | 62 | 25.1167 | 121.5096 | 0.0000  | 31 |
| 150 | 38 | 25.0366 | 121.5734 | -0.1000 | 19 |
| 151 | 34 | 24.9875 | 121.5498 | 0.0000  | 17 |
| 152 | 40 | 25.0852 | 121.5192 | -0.1667 | 20 |
| 153 | 36 | 25.0599 | 121.5163 | 0.0667  | 18 |
| 154 | 38 | 25.0934 | 121.5199 | 0.1000  | 19 |
| 155 | 30 | 25.0762 | 121.5750 | 0.0667  | 15 |
| 156 | 38 | 25.0684 | 121.6159 | -0.3167 | 19 |
| 157 | 42 | 25.0827 | 121.5715 | -0.0833 | 21 |
| 158 | 48 | 25.0666 | 121.6135 | 0.2667  | 24 |
| 159 | 36 | 25.0829 | 121.5667 | 0.1000  | 18 |
| 160 | 30 | 25.0531 | 121.5203 | -0.3500 | 15 |
| 161 | 56 | 25.1311 | 121.5038 | -0.1667 | 28 |
| 162 | 70 | 25.0629 | 121.5277 | -0.0667 | 35 |
| 163 | 72 | 25.0181 | 121.5593 | -0.0167 | 36 |
| 164 | 56 | 25.1263 | 121.5008 | 0.3000  | 28 |
| 165 | 62 | 25.1208 | 121.5057 | -0.1500 | 31 |
| 166 | 34 | 24.9806 | 121.5562 | 0.3000  | 17 |
| 167 | 50 | 25.0957 | 121.5180 | 0.2667  | 25 |
| 168 | 44 | 25.0229 | 121.5229 | -0.2667 | 22 |
| 169 | 44 | 25.0300 | 121.5098 | 0.5167  | 22 |
| 170 | 50 | 25.0592 | 121.5689 | -0.0333 | 25 |
| 171 | 38 | 24.9968 | 121.5597 | 0.0167  | 19 |
| 172 | 24 | 25.0516 | 121.5629 | 0.2333  | 12 |
| 173 | 56 | 25.0522 | 121.5332 | 0.6833  | 28 |
| 174 | 52 | 25.0517 | 121.5531 | 0.3167  | 26 |
| 175 | 52 | 25.0516 | 121.5448 | 0.4333  | 26 |
| 176 | 98 | 25.0560 | 121.5423 | 0.1167  | 49 |
| 177 | 40 | 25.0825 | 121.5075 | 0.3000  | 20 |
| 178 | 32 | 25.0789 | 121.5103 | -0.2667 | 16 |
| 179 | 52 | 25.0413 | 121.5909 | -0.2167 | 26 |
| 180 | 40 | 25.0688 | 121.5927 | 0.0167  | 20 |



|     |    |         |          |         |    |
|-----|----|---------|----------|---------|----|
| 181 | 52 | 25.0258 | 121.5374 | -0.4167 | 26 |
| 182 | 50 | 25.0253 | 121.5235 | 0.1167  | 25 |
| 183 | 38 | 25.0539 | 121.5145 | -0.0833 | 19 |
| 184 | 42 | 25.0848 | 121.5379 | 0.0000  | 21 |
| 185 | 30 | 25.0423 | 121.5460 | -0.3333 | 15 |
| 186 | 82 | 25.0354 | 121.5142 | 0.5000  | 41 |
| 187 | 34 | 25.0375 | 121.5558 | 0.0500  | 17 |
| 188 | 60 | 25.0903 | 121.5019 | -0.2333 | 30 |
| 189 | 38 | 25.0878 | 121.5878 | -0.1333 | 19 |
| 190 | 40 | 25.0793 | 121.5467 | -0.0167 | 20 |
| 191 | 58 | 25.0839 | 121.6019 | -0.1167 | 29 |
| 192 | 44 | 25.0725 | 121.6080 | 0.0333  | 22 |
| 193 | 36 | 25.0413 | 121.6194 | -0.2167 | 18 |
| 194 | 50 | 25.0480 | 121.5244 | -0.2167 | 25 |
| 195 | 50 | 25.0359 | 121.5240 | 0.0833  | 25 |
| 196 | 24 | 25.0687 | 121.5892 | 0.0167  | 12 |
| 197 | 44 | 25.0572 | 121.5979 | -0.0667 | 22 |
| 198 | 60 | 25.1246 | 121.4673 | 0.1000  | 30 |
| 199 | 40 | 25.0245 | 121.5106 | -0.1333 | 20 |
| 200 | 42 | 25.1136 | 121.5374 | 0.3000  | 21 |
| 201 | 28 | 24.9882 | 121.5556 | 0.1000  | 14 |
| 202 | 32 | 25.0054 | 121.5572 | 0.2167  | 16 |
| 203 | 30 | 25.1032 | 121.4875 | 0.0500  | 15 |
| 204 | 46 | 25.0356 | 121.4953 | -0.0333 | 23 |
| 205 | 42 | 25.1378 | 121.4861 | -0.0500 | 21 |
| 206 | 60 | 25.0798 | 121.5581 | -0.2333 | 30 |
| 207 | 40 | 25.0809 | 121.5973 | -0.0333 | 20 |
| 208 | 50 | 25.0842 | 121.5495 | -0.1333 | 25 |
| 209 | 30 | 25.1078 | 121.5231 | -0.1000 | 15 |
| 210 | 54 | 25.0559 | 121.5786 | 0.1667  | 27 |
| 211 | 62 | 25.0499 | 121.5104 | 0.0333  | 31 |
| 212 | 50 | 25.0826 | 121.5446 | 0.2333  | 25 |
| 213 | 40 | 25.0626 | 121.5743 | 0.2333  | 20 |
| 214 | 42 | 25.0433 | 121.5641 | 0.1167  | 21 |
| 215 | 38 | 25.0311 | 121.4907 | 0.1500  | 19 |



|     |    |         |          |         |    |
|-----|----|---------|----------|---------|----|
| 216 | 38 | 25.0592 | 121.5105 | -0.1667 | 19 |
| 217 | 40 | 25.0193 | 121.5710 | -0.1167 | 20 |
| 218 | 30 | 25.0641 | 121.5221 | 0.0167  | 15 |
| 219 | 40 | 25.1274 | 121.5073 | -0.1667 | 20 |
| 220 | 40 | 25.0882 | 121.5105 | 0.1333  | 20 |
| 221 | 40 | 25.0186 | 121.5548 | -0.0833 | 20 |
| 222 | 32 | 25.0544 | 121.5942 | 0.1000  | 16 |
| 223 | 40 | 25.0842 | 121.5767 | 0.0333  | 20 |
| 224 | 32 | 24.9990 | 121.5675 | 0.0833  | 16 |
| 225 | 34 | 25.0494 | 121.5146 | -0.0500 | 17 |
| 226 | 36 | 25.0754 | 121.5808 | -0.0500 | 18 |
| 227 | 40 | 25.0478 | 121.5450 | 0.1333  | 20 |
| 228 | 44 | 25.1188 | 121.5297 | -0.0500 | 22 |
| 229 | 50 | 25.1314 | 121.4742 | -0.0167 | 25 |
| 230 | 38 | 25.1242 | 121.5261 | -0.1667 | 19 |
| 231 | 30 | 25.0485 | 121.5659 | 0.2000  | 15 |
| 232 | 36 | 25.1193 | 121.4691 | -0.0333 | 18 |
| 233 | 38 | 25.0011 | 121.5514 | -0.1667 | 19 |
| 234 | 32 | 25.0731 | 121.5760 | 0.0833  | 16 |
| 235 | 48 | 25.0567 | 121.5841 | 0.0000  | 24 |
| 236 | 58 | 25.0521 | 121.5368 | 0.3833  | 29 |
| 237 | 38 | 25.0389 | 121.5791 | -0.0667 | 19 |
| 238 | 40 | 25.1175 | 121.4632 | -0.0333 | 20 |
| 239 | 30 | 25.0902 | 121.5062 | -0.0833 | 15 |
| 240 | 46 | 25.0459 | 121.5437 | -0.2333 | 23 |
| 241 | 48 | 25.0606 | 121.5440 | 0.3500  | 24 |
| 242 | 40 | 25.0987 | 121.5481 | 0.0667  | 20 |
| 243 | 34 | 24.9871 | 121.5606 | 0.0333  | 17 |
| 244 | 32 | 25.0271 | 121.5556 | -0.0333 | 16 |
| 245 | 32 | 25.0377 | 121.5066 | 0.1167  | 16 |
| 246 | 38 | 25.0418 | 121.5399 | -0.0667 | 19 |
| 247 | 36 | 25.0830 | 121.5207 | 0.2333  | 18 |
| 248 | 42 | 25.0205 | 121.5456 | 0.1500  | 21 |
| 249 | 34 | 25.1014 | 121.5280 | 0.0667  | 17 |
| 250 | 34 | 25.1254 | 121.4715 | -0.1000 | 17 |

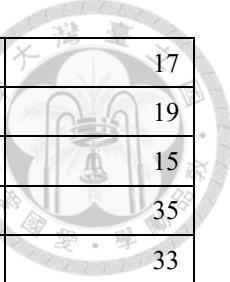


|     |    |         |          |         |    |
|-----|----|---------|----------|---------|----|
| 251 | 30 | 25.0469 | 121.5577 | -0.0333 | 15 |
| 252 | 40 | 25.0965 | 121.5275 | 0.0500  | 20 |
| 253 | 34 | 25.0233 | 121.4926 | 0.1167  | 17 |
| 254 | 40 | 25.0521 | 121.5080 | -0.1167 | 20 |
| 255 | 36 | 25.0518 | 121.5422 | -0.0667 | 18 |
| 256 | 36 | 25.0686 | 121.5840 | -0.1167 | 18 |
| 257 | 44 | 25.0541 | 121.5609 | 0.1333  | 22 |
| 258 | 28 | 24.9841 | 121.5691 | 0.0000  | 14 |
| 259 | 38 | 25.0971 | 121.5422 | -0.1333 | 19 |
| 260 | 28 | 25.1459 | 121.4930 | -0.0333 | 14 |
| 261 | 34 | 25.0803 | 121.5648 | -0.200  | 17 |
| 262 | 38 | 25.0506 | 121.5802 | 0.300   | 19 |

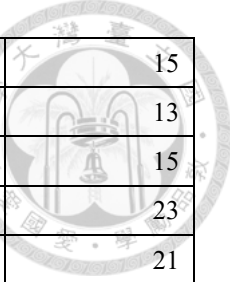
### 附錄三

#### Ubike262N 標竿問題

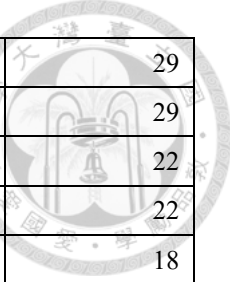
| StationID | Capacity | lat     | lng      | Rate    | Initial bike |
|-----------|----------|---------|----------|---------|--------------|
| 0         |          | 25.0498 | 121.5806 |         |              |
| 1         | 180      | 25.0409 | 121.5679 | -1.2000 | 90           |
| 2         | 48       | 25.0413 | 121.5574 | -0.2000 | 24           |
| 3         | 40       | 25.0378 | 121.5652 | -0.1077 | 20           |
| 4         | 60       | 25.0360 | 121.5623 | 0.1538  | 30           |
| 5         | 60       | 25.0366 | 121.5687 | -0.0462 | 30           |
| 6         | 80       | 25.0347 | 121.5657 | -0.3385 | 40           |
| 7         | 80       | 25.0330 | 121.5656 | 0.0769  | 40           |
| 8         | 60       | 25.0352 | 121.5637 | -0.0154 | 30           |
| 9         | 40       | 25.0316 | 121.5744 | -0.0462 | 20           |
| 10        | 54       | 25.0287 | 121.5661 | 0.1538  | 27           |
| 11        | 66       | 25.0349 | 121.5576 | -0.0308 | 33           |
| 12        | 48       | 25.0267 | 121.5617 | 0.0000  | 24           |
| 13        | 58       | 25.0381 | 121.5837 | 0.4769  | 29           |
| 14        | 32       | 25.0642 | 121.5404 | 0.1231  | 16           |
| 15        | 60       | 25.0494 | 121.5720 | 0.0308  | 30           |
| 16        | 48       | 25.0361 | 121.5791 | -0.1231 | 24           |



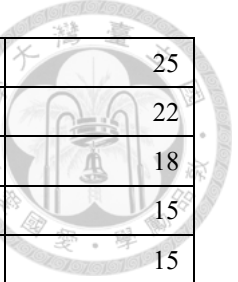
|    |    |         |          |         |    |
|----|----|---------|----------|---------|----|
| 17 | 34 | 25.0586 | 121.5551 | 0.1538  | 17 |
| 18 | 38 | 25.0483 | 121.5523 | 0.0154  | 19 |
| 19 | 30 | 25.0286 | 121.5698 | 0.0769  | 15 |
| 20 | 70 | 25.0259 | 121.5433 | 0.0923  | 35 |
| 21 | 66 | 25.0580 | 121.5490 | -0.2000 | 33 |
| 22 | 44 | 25.0486 | 121.5781 | -0.1231 | 22 |
| 23 | 32 | 25.0551 | 121.6028 | 0.1077  | 16 |
| 24 | 46 | 25.0329 | 121.5375 | -0.1077 | 23 |
| 25 | 30 | 25.0454 | 121.5720 | -0.1077 | 15 |
| 26 | 42 | 25.0501 | 121.5924 | -0.0308 | 21 |
| 27 | 42 | 25.0547 | 121.6167 | 0.0923  | 21 |
| 28 | 32 | 25.0481 | 121.5747 | -0.0154 | 16 |
| 29 | 54 | 25.0316 | 121.5266 | 0.0154  | 27 |
| 30 | 74 | 25.0171 | 121.5444 | 0.1077  | 37 |
| 31 | 30 | 25.0224 | 121.5346 | 0.0000  | 15 |
| 32 | 38 | 25.0239 | 121.5532 | 0.1692  | 19 |
| 33 | 46 | 25.0488 | 121.5609 | -0.0308 | 23 |
| 34 | 32 | 25.0584 | 121.5329 | -0.0769 | 16 |
| 35 | 30 | 25.0600 | 121.5333 | -0.1692 | 15 |
| 36 | 72 | 25.0210 | 121.5415 | -0.4462 | 36 |
| 37 | 46 | 25.0337 | 121.5290 | -0.3231 | 23 |
| 38 | 34 | 25.0266 | 121.5289 | 0.0154  | 17 |
| 39 | 26 | 25.0580 | 121.6142 | -0.0769 | 13 |
| 40 | 34 | 25.0429 | 121.5864 | 0.2615  | 17 |
| 41 | 30 | 25.0474 | 121.6137 | 0.0923  | 15 |
| 42 | 38 | 25.0443 | 121.5817 | -0.1385 | 19 |
| 43 | 36 | 25.0356 | 121.6142 | -0.0615 | 18 |
| 44 | 36 | 25.0597 | 121.6162 | -0.0308 | 18 |
| 45 | 30 | 25.0148 | 121.5345 | -0.1385 | 15 |
| 46 | 44 | 25.0565 | 121.6110 | 0.0154  | 22 |
| 47 | 40 | 25.0419 | 121.5339 | 0.1846  | 20 |
| 48 | 38 | 25.0525 | 121.6082 | -0.3538 | 19 |
| 49 | 52 | 25.0409 | 121.5483 | -0.5077 | 26 |
| 50 | 52 | 25.0620 | 121.5602 | 0.0308  | 26 |
| 51 | 44 | 25.0650 | 121.5368 | 0.0769  | 22 |



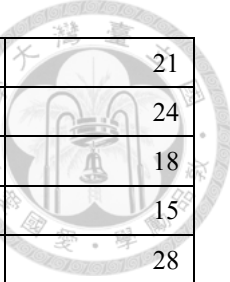
|    |    |         |          |         |    |
|----|----|---------|----------|---------|----|
| 52 | 30 | 25.0548 | 121.5369 | 0.0462  | 15 |
| 53 | 26 | 25.0448 | 121.5366 | -0.0923 | 13 |
| 54 | 30 | 25.0288 | 121.5381 | 0.3231  | 15 |
| 55 | 46 | 25.0495 | 121.5494 | -0.0769 | 23 |
| 56 | 42 | 25.0390 | 121.5223 | 0.1077  | 21 |
| 57 | 46 | 25.0262 | 121.5352 | 0.0308  | 23 |
| 58 | 48 | 25.0453 | 121.5222 | 0.3538  | 24 |
| 59 | 32 | 25.0522 | 121.5258 | 0.0154  | 16 |
| 60 | 30 | 25.0643 | 121.5335 | 0.0000  | 15 |
| 61 | 46 | 25.0131 | 121.5397 | -0.1846 | 23 |
| 62 | 34 | 25.0268 | 121.5203 | 0.0000  | 17 |
| 63 | 36 | 25.0376 | 121.5456 | -0.0923 | 18 |
| 64 | 50 | 25.0378 | 121.5170 | -0.2923 | 25 |
| 65 | 38 | 25.0227 | 121.5027 | 0.1538  | 19 |
| 66 | 42 | 25.0075 | 121.5372 | 0.3077  | 21 |
| 67 | 48 | 25.0430 | 121.5164 | -0.1385 | 24 |
| 68 | 36 | 25.0259 | 121.5065 | 0.1077  | 18 |
| 69 | 34 | 24.9998 | 121.5478 | 0.1538  | 17 |
| 70 | 52 | 25.0328 | 121.5616 | 0.4000  | 26 |
| 71 | 30 | 25.0330 | 121.5542 | 0.1231  | 15 |
| 72 | 42 | 25.0486 | 121.5293 | 0.0000  | 21 |
| 73 | 32 | 25.0722 | 121.5102 | 0.0769  | 16 |
| 74 | 40 | 25.0338 | 121.5305 | 0.0000  | 20 |
| 75 | 30 | 25.0301 | 121.5576 | -0.0154 | 15 |
| 76 | 36 | 25.0564 | 121.5275 | 0.1692  | 18 |
| 77 | 32 | 25.0591 | 121.5630 | 0.0308  | 16 |
| 78 | 52 | 25.0718 | 121.5193 | -0.0615 | 26 |
| 79 | 50 | 25.0613 | 121.5202 | -0.0923 | 25 |
| 80 | 44 | 25.0275 | 121.4959 | 0.1231  | 22 |
| 81 | 40 | 25.0205 | 121.5286 | -0.1231 | 20 |
| 82 | 60 | 25.0418 | 121.5087 | -0.0308 | 30 |
| 83 | 74 | 25.0332 | 121.5352 | 0.1385  | 37 |
| 84 | 38 | 25.0297 | 121.5029 | 0.1538  | 19 |
| 85 | 46 | 25.0334 | 121.5491 | 0.0308  | 23 |
| 86 | 46 | 25.0623 | 121.5451 | 0.2615  | 23 |



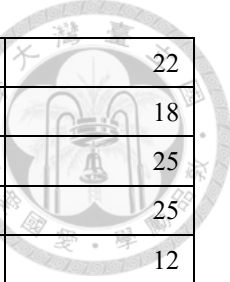
|     |    |         |          |         |    |
|-----|----|---------|----------|---------|----|
| 87  | 58 | 25.0331 | 121.5431 | -0.2308 | 29 |
| 88  | 58 | 25.0328 | 121.5713 | 0.4000  | 29 |
| 89  | 44 | 25.0273 | 121.5164 | 0.0462  | 22 |
| 90  | 44 | 25.0378 | 121.5017 | 0.0923  | 22 |
| 91  | 36 | 25.0706 | 121.5233 | 0.0154  | 18 |
| 92  | 42 | 25.0466 | 121.5072 | 0.0000  | 21 |
| 93  | 56 | 25.0239 | 121.5698 | 0.0462  | 28 |
| 94  | 52 | 24.9933 | 121.5411 | -0.1077 | 26 |
| 95  | 32 | 25.0234 | 121.4977 | 0.2000  | 16 |
| 96  | 30 | 25.0616 | 121.5666 | 0.0308  | 15 |
| 97  | 52 | 25.0828 | 121.5247 | 0.0154  | 26 |
| 98  | 42 | 24.9994 | 121.5402 | -0.1231 | 21 |
| 99  | 42 | 25.0579 | 121.5207 | -0.2000 | 21 |
| 100 | 40 | 25.0458 | 121.5307 | -0.0154 | 20 |
| 101 | 50 | 25.0437 | 121.5285 | -0.2154 | 25 |
| 102 | 32 | 25.0204 | 121.5253 | 0.0923  | 16 |
| 103 | 52 | 25.0320 | 121.5005 | -0.0923 | 26 |
| 104 | 38 | 25.0040 | 121.5407 | -0.1385 | 19 |
| 105 | 42 | 25.0444 | 121.5054 | -0.2000 | 21 |
| 106 | 44 | 25.0329 | 121.4977 | 0.1077  | 22 |
| 107 | 54 | 25.0364 | 121.5094 | 0.0923  | 27 |
| 108 | 32 | 25.0733 | 121.5158 | 0.0923  | 16 |
| 109 | 36 | 25.0716 | 121.5308 | -0.0462 | 18 |
| 110 | 44 | 25.0864 | 121.5609 | 0.2769  | 22 |
| 111 | 54 | 25.0402 | 121.5435 | -0.2923 | 27 |
| 112 | 48 | 25.1375 | 121.5031 | 0.0769  | 24 |
| 113 | 38 | 25.0377 | 121.5612 | -0.1692 | 19 |
| 114 | 30 | 25.1099 | 121.5304 | -0.0308 | 15 |
| 115 | 68 | 25.0482 | 121.5205 | -0.4462 | 34 |
| 116 | 44 | 25.0961 | 121.5302 | -0.0308 | 22 |
| 117 | 58 | 25.1326 | 121.4986 | -0.4769 | 29 |
| 118 | 36 | 25.1369 | 121.4992 | 0.0769  | 18 |
| 119 | 56 | 25.0842 | 121.5551 | -0.2308 | 28 |
| 120 | 46 | 25.0355 | 121.5003 | -0.4615 | 23 |
| 121 | 66 | 25.0530 | 121.5406 | 0.2000  | 33 |



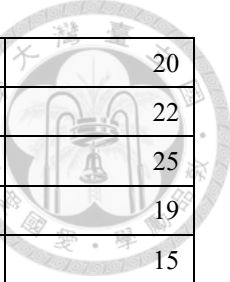
|     |    |         |          |         |    |
|-----|----|---------|----------|---------|----|
| 122 | 50 | 25.0797 | 121.5755 | 0.0154  | 25 |
| 123 | 44 | 25.1163 | 121.5341 | -0.0615 | 22 |
| 124 | 36 | 25.1159 | 121.5182 | 0.1231  | 18 |
| 125 | 30 | 25.0386 | 121.4985 | 0.1385  | 15 |
| 126 | 30 | 25.0221 | 121.5483 | 0.0462  | 15 |
| 127 | 40 | 25.0733 | 121.6195 | 0.0615  | 20 |
| 128 | 36 | 25.0268 | 121.5467 | 0.2769  | 18 |
| 129 | 50 | 25.0783 | 121.5853 | 0.0308  | 25 |
| 130 | 26 | 25.0314 | 121.5194 | 0.1846  | 13 |
| 131 | 34 | 25.0793 | 121.5687 | -0.0154 | 17 |
| 132 | 88 | 25.0160 | 121.5332 | -0.3077 | 44 |
| 133 | 40 | 25.1118 | 121.5259 | 0.1846  | 20 |
| 134 | 64 | 25.1034 | 121.5226 | -0.0154 | 32 |
| 135 | 54 | 25.1145 | 121.5157 | 0.0615  | 27 |
| 136 | 30 | 25.1180 | 121.5175 | 0.1538  | 15 |
| 137 | 46 | 25.1380 | 121.4931 | 0.1077  | 23 |
| 138 | 30 | 25.0406 | 121.5754 | 0.1846  | 15 |
| 139 | 30 | 25.0545 | 121.5105 | 0.0000  | 15 |
| 140 | 46 | 25.0634 | 121.5129 | -0.0308 | 23 |
| 141 | 36 | 24.9899 | 121.5700 | 0.1231  | 18 |
| 142 | 52 | 24.9977 | 121.5742 | -0.0615 | 26 |
| 143 | 72 | 24.9977 | 121.5788 | -0.1385 | 36 |
| 144 | 70 | 24.9884 | 121.5765 | 0.0923  | 35 |
| 145 | 40 | 25.0667 | 121.5161 | 0.0769  | 20 |
| 146 | 46 | 25.0925 | 121.5266 | -0.3231 | 23 |
| 147 | 32 | 25.0892 | 121.5218 | 0.0462  | 16 |
| 148 | 68 | 25.1103 | 121.5183 | -0.0462 | 34 |
| 149 | 62 | 25.1167 | 121.5096 | 0.4615  | 31 |
| 150 | 38 | 25.0366 | 121.5734 | -0.1846 | 19 |
| 151 | 34 | 24.9875 | 121.5498 | 0.1538  | 17 |
| 152 | 40 | 25.0852 | 121.5192 | -0.0769 | 20 |
| 153 | 36 | 25.0599 | 121.5163 | 0.0154  | 18 |
| 154 | 38 | 25.0934 | 121.5199 | 0.0462  | 19 |
| 155 | 30 | 25.0762 | 121.5750 | 0.0000  | 15 |
| 156 | 38 | 25.0684 | 121.6159 | 0.0615  | 19 |



|     |    |         |          |         |    |
|-----|----|---------|----------|---------|----|
| 157 | 42 | 25.0827 | 121.5715 | 0.2154  | 21 |
| 158 | 48 | 25.0666 | 121.6135 | -0.3692 | 24 |
| 159 | 36 | 25.0829 | 121.5667 | -0.1231 | 18 |
| 160 | 30 | 25.0531 | 121.5203 | -0.0923 | 15 |
| 161 | 56 | 25.1311 | 121.5038 | 0.3385  | 28 |
| 162 | 70 | 25.0629 | 121.5277 | 0.0769  | 35 |
| 163 | 72 | 25.0181 | 121.5593 | 0.1538  | 36 |
| 164 | 56 | 25.1263 | 121.5008 | -0.2000 | 28 |
| 165 | 62 | 25.1208 | 121.5057 | -0.0615 | 31 |
| 166 | 34 | 24.9806 | 121.5562 | 0.2000  | 17 |
| 167 | 50 | 25.0957 | 121.5180 | 0.0462  | 25 |
| 168 | 44 | 25.0229 | 121.5229 | 0.2615  | 22 |
| 169 | 44 | 25.0300 | 121.5098 | 0.1538  | 22 |
| 170 | 50 | 25.0592 | 121.5689 | -0.1538 | 25 |
| 171 | 38 | 24.9968 | 121.5597 | 0.0154  | 19 |
| 172 | 24 | 25.0516 | 121.5629 | -0.0923 | 12 |
| 173 | 56 | 25.0522 | 121.5332 | -0.3231 | 28 |
| 174 | 52 | 25.0517 | 121.5531 | 0.0462  | 26 |
| 175 | 52 | 25.0516 | 121.5448 | -0.3846 | 26 |
| 176 | 98 | 25.0560 | 121.5423 | 0.2615  | 49 |
| 177 | 40 | 25.0825 | 121.5075 | 0.2769  | 20 |
| 178 | 32 | 25.0789 | 121.5103 | 0.2000  | 16 |
| 179 | 52 | 25.0413 | 121.5909 | 0.1538  | 26 |
| 180 | 40 | 25.0688 | 121.5927 | 0.0769  | 20 |
| 181 | 52 | 25.0258 | 121.5374 | -0.0462 | 26 |
| 182 | 50 | 25.0253 | 121.5235 | 0.0615  | 25 |
| 183 | 38 | 25.0539 | 121.5145 | 0.0923  | 19 |
| 184 | 42 | 25.0848 | 121.5379 | 0.0462  | 21 |
| 185 | 30 | 25.0423 | 121.5460 | -0.0923 | 15 |
| 186 | 82 | 25.0354 | 121.5142 | 0.0462  | 41 |
| 187 | 34 | 25.0375 | 121.5558 | -0.1385 | 17 |
| 188 | 60 | 25.0903 | 121.5019 | 0.0154  | 30 |
| 189 | 38 | 25.0878 | 121.5878 | 0.0923  | 19 |
| 190 | 40 | 25.0793 | 121.5467 | -0.1846 | 20 |
| 191 | 58 | 25.0839 | 121.6019 | 0.0000  | 29 |



|     |    |         |          |         |    |
|-----|----|---------|----------|---------|----|
| 192 | 44 | 25.0725 | 121.6080 | 0.0769  | 22 |
| 193 | 36 | 25.0413 | 121.6194 | 0.1846  | 18 |
| 194 | 50 | 25.0480 | 121.5244 | 0.0308  | 25 |
| 195 | 50 | 25.0359 | 121.5240 | 0.0769  | 25 |
| 196 | 24 | 25.0687 | 121.5892 | 0.0308  | 12 |
| 197 | 44 | 25.0572 | 121.5979 | 0.0923  | 22 |
| 198 | 60 | 25.1246 | 121.4673 | 0.0154  | 30 |
| 199 | 40 | 25.0245 | 121.5106 | 0.1385  | 20 |
| 200 | 42 | 25.1136 | 121.5374 | 0.0308  | 21 |
| 201 | 28 | 24.9882 | 121.5556 | 0.0615  | 14 |
| 202 | 32 | 25.0054 | 121.5572 | 0.0000  | 16 |
| 203 | 30 | 25.1032 | 121.4875 | 0.0000  | 15 |
| 204 | 46 | 25.0356 | 121.4953 | 0.2000  | 23 |
| 205 | 42 | 25.1378 | 121.4861 | 0.0769  | 21 |
| 206 | 60 | 25.0798 | 121.5581 | 0.1385  | 30 |
| 207 | 40 | 25.0809 | 121.5973 | 0.0923  | 20 |
| 208 | 50 | 25.0842 | 121.5495 | 0.0923  | 25 |
| 209 | 30 | 25.1078 | 121.5231 | -0.0462 | 15 |
| 210 | 54 | 25.0559 | 121.5786 | 0.0000  | 27 |
| 211 | 62 | 25.0499 | 121.5104 | -0.1231 | 31 |
| 212 | 50 | 25.0826 | 121.5446 | 0.0308  | 25 |
| 213 | 40 | 25.0626 | 121.5743 | -0.2462 | 20 |
| 214 | 42 | 25.0433 | 121.5641 | -0.0769 | 21 |
| 215 | 38 | 25.0311 | 121.4907 | 0.1231  | 19 |
| 216 | 38 | 25.0592 | 121.5105 | 0.0615  | 19 |
| 217 | 40 | 25.0193 | 121.5710 | 0.0308  | 20 |
| 218 | 30 | 25.0641 | 121.5221 | -0.0154 | 15 |
| 219 | 40 | 25.1274 | 121.5073 | 0.2462  | 20 |
| 220 | 40 | 25.0882 | 121.5105 | -0.1231 | 20 |
| 221 | 40 | 25.0186 | 121.5548 | 0.0462  | 20 |
| 222 | 32 | 25.0544 | 121.5942 | 0.0308  | 16 |
| 223 | 40 | 25.0842 | 121.5767 | 0.0308  | 20 |
| 224 | 32 | 24.9990 | 121.5675 | -0.0308 | 16 |
| 225 | 34 | 25.0494 | 121.5146 | -0.0769 | 17 |
| 226 | 36 | 25.0754 | 121.5808 | 0.0462  | 18 |



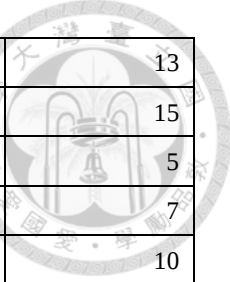
|     |    |         |          |         |    |
|-----|----|---------|----------|---------|----|
| 227 | 40 | 25.0478 | 121.5450 | 0.0769  | 20 |
| 228 | 44 | 25.1188 | 121.5297 | -0.1231 | 22 |
| 229 | 50 | 25.1314 | 121.4742 | 0.0154  | 25 |
| 230 | 38 | 25.1242 | 121.5261 | -0.0154 | 19 |
| 231 | 30 | 25.0485 | 121.5659 | 0.0615  | 15 |
| 232 | 36 | 25.1193 | 121.4691 | 0.0154  | 18 |
| 233 | 38 | 25.0011 | 121.5514 | 0.0769  | 19 |
| 234 | 32 | 25.0731 | 121.5760 | -0.0308 | 16 |
| 235 | 48 | 25.0567 | 121.5841 | -0.1231 | 24 |
| 236 | 58 | 25.0521 | 121.5368 | -0.1692 | 29 |
| 237 | 38 | 25.0389 | 121.5791 | 0.1231  | 19 |
| 238 | 40 | 25.1175 | 121.4632 | 0.0308  | 20 |
| 239 | 30 | 25.0902 | 121.5062 | -0.0308 | 15 |
| 240 | 46 | 25.0459 | 121.5437 | -0.3538 | 23 |
| 241 | 48 | 25.0606 | 121.5440 | -0.2000 | 24 |
| 242 | 40 | 25.0987 | 121.5481 | 0.0923  | 20 |
| 243 | 34 | 24.9871 | 121.5606 | 0.1846  | 17 |
| 244 | 32 | 25.0271 | 121.5556 | 0.0154  | 16 |
| 245 | 32 | 25.0377 | 121.5066 | -0.0308 | 16 |
| 246 | 38 | 25.0418 | 121.5399 | 0.0154  | 19 |
| 247 | 36 | 25.0830 | 121.5207 | -0.0615 | 18 |
| 248 | 42 | 25.0205 | 121.5456 | -0.0154 | 21 |
| 249 | 34 | 25.1014 | 121.5280 | -0.1077 | 17 |
| 250 | 34 | 25.1254 | 121.4715 | 0.0462  | 17 |
| 251 | 30 | 25.0469 | 121.5577 | 0.2000  | 15 |
| 252 | 40 | 25.0965 | 121.5275 | 0.0308  | 20 |
| 253 | 34 | 25.0233 | 121.4926 | -0.0615 | 17 |
| 254 | 40 | 25.0521 | 121.5080 | -0.0308 | 20 |
| 255 | 36 | 25.0518 | 121.5422 | 0.1692  | 18 |
| 256 | 36 | 25.0686 | 121.5840 | -0.0154 | 18 |
| 257 | 44 | 25.0541 | 121.5609 | 0.2308  | 22 |
| 258 | 28 | 24.9841 | 121.5691 | 0.0615  | 14 |
| 259 | 38 | 25.0971 | 121.5422 | 0.1692  | 19 |
| 260 | 28 | 25.1459 | 121.4930 | -0.3077 | 14 |
| 261 | 34 | 25.0803 | 121.5648 | 0.2000  | 17 |

|     |    |         |          |        |    |
|-----|----|---------|----------|--------|----|
| 262 | 38 | 25.0506 | 121.5802 | 0.1231 | 19 |
|-----|----|---------|----------|--------|----|

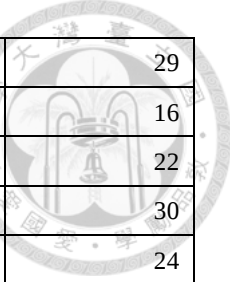
#### 附錄四

#### Ubike372M 標竿問題

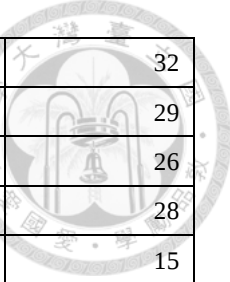
| StationID | Capacity | lat     | lng      | Rate  | Initial bike |
|-----------|----------|---------|----------|-------|--------------|
| 0         |          | 25.0185 | 121.4861 |       |              |
| 1         | 38       | 24.9912 | 121.5340 | 0.00  | 32           |
| 2         | 56       | 25.0689 | 121.6627 | -1.00 | 17           |
| 3         | 46       | 25.0642 | 121.6583 | 0.00  | 31           |
| 4         | 56       | 25.0731 | 121.6626 | -0.40 | 20           |
| 5         | 40       | 24.9796 | 121.5463 | -1.00 | 9            |
| 6         | 32       | 24.9840 | 121.5417 | 0.40  | 7            |
| 7         | 34       | 25.0641 | 121.6530 | 0.40  | 10           |
| 8         | 40       | 25.0601 | 121.4831 | -0.20 | 15           |
| 9         | 68       | 25.0544 | 121.4885 | 0.20  | 20           |
| 10        | 34       | 25.0559 | 121.4847 | 0.40  | 6            |
| 11        | 48       | 25.0667 | 121.6404 | 0.00  | 19           |
| 12        | 52       | 25.0688 | 121.6289 | -0.20 | 18           |
| 13        | 46       | 25.0476 | 121.6189 | -0.20 | 26           |
| 14        | 52       | 25.0390 | 121.6243 | 0.00  | 20           |
| 15        | 40       | 25.0254 | 121.4283 | 0.00  | 7            |
| 16        | 42       | 25.0241 | 121.4239 | 0.00  | 4            |
| 17        | 36       | 25.0171 | 121.4280 | 0.00  | 11           |
| 18        | 40       | 24.9743 | 121.5428 | 0.00  | 19           |
| 19        | 50       | 25.0906 | 121.4716 | -0.20 | 16           |
| 20        | 42       | 25.0662 | 121.4843 | -0.20 | 21           |
| 21        | 50       | 25.0634 | 121.4890 | 0.60  | 19           |
| 22        | 64       | 25.0687 | 121.4807 | -0.20 | 47           |
| 23        | 58       | 25.0362 | 121.4521 | 1.00  | 10           |
| 24        | 52       | 25.0650 | 121.6331 | 0.00  | 11           |
| 25        | 76       | 25.0569 | 121.6552 | 0.00  | 0            |
| 26        | 62       | 24.9962 | 121.5220 | 0.00  | 8            |
| 27        | 72       | 25.0010 | 121.5116 | 0.60  | 46           |



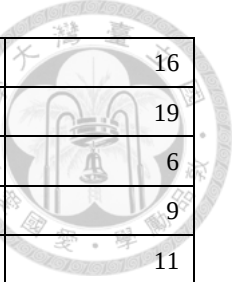
|    |    |         |          |       |    |
|----|----|---------|----------|-------|----|
| 28 | 66 | 25.0060 | 121.5209 | -0.20 | 13 |
| 29 | 60 | 25.0098 | 121.5058 | 0.00  | 15 |
| 30 | 46 | 25.0007 | 121.5144 | 0.00  | 5  |
| 31 | 52 | 25.0695 | 121.6315 | 0.00  | 7  |
| 32 | 50 | 25.0857 | 121.4836 | 0.20  | 10 |
| 33 | 78 | 25.0858 | 121.4727 | 0.80  | 34 |
| 34 | 58 | 25.0833 | 121.4639 | -0.20 | 1  |
| 35 | 38 | 25.0277 | 121.4147 | 0.00  | 5  |
| 36 | 60 | 24.9772 | 121.5381 | 0.00  | 0  |
| 37 | 52 | 24.9762 | 121.5469 | 0.80  | 21 |
| 38 | 38 | 25.0416 | 121.4461 | -0.40 | 19 |
| 39 | 44 | 25.0158 | 121.5113 | 0.20  | 8  |
| 40 | 38 | 25.0023 | 121.5174 | -0.20 | 24 |
| 41 | 46 | 24.9994 | 121.5228 | -0.40 | 6  |
| 42 | 40 | 24.9859 | 121.5369 | 0.20  | 29 |
| 43 | 36 | 25.0122 | 121.5153 | 0.00  | 19 |
| 44 | 42 | 25.0127 | 121.5065 | -0.20 | 4  |
| 45 | 36 | 24.9721 | 121.5396 | 0.20  | 26 |
| 46 | 42 | 24.9742 | 121.5342 | 0.00  | 23 |
| 47 | 48 | 25.0471 | 121.4445 | -0.20 | 16 |
| 48 | 58 | 25.0542 | 121.4518 | 0.40  | 12 |
| 49 | 60 | 25.0872 | 121.4895 | -0.40 | 53 |
| 50 | 36 | 25.0518 | 121.4577 | -0.40 | 18 |
| 51 | 28 | 25.0795 | 121.6743 | -0.20 | 8  |
| 52 | 36 | 24.9753 | 121.5273 | 0.20  | 27 |
| 53 | 34 | 25.0098 | 121.5091 | 2.40  | 9  |
| 54 | 36 | 24.9704 | 121.5434 | 0.00  | 18 |
| 55 | 40 | 24.9785 | 121.5242 | 0.00  | 18 |
| 56 | 50 | 24.9869 | 121.5420 | -0.20 | 14 |
| 57 | 52 | 25.0613 | 121.6495 | 0.40  | 32 |
| 58 | 70 | 25.0630 | 121.6544 | 0.00  | 18 |
| 59 | 50 | 25.0610 | 121.6556 | -0.20 | 16 |
| 60 | 44 | 25.0662 | 121.6591 | 0.00  | 31 |
| 61 | 52 | 25.0677 | 121.6598 | -0.20 | 20 |
| 62 | 58 | 25.0108 | 121.5034 | -0.20 | 8  |



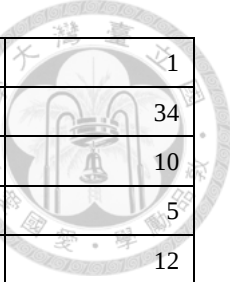
|    |    |         |          |       |    |
|----|----|---------|----------|-------|----|
| 63 | 40 | 25.0579 | 121.6349 | 0.00  | 29 |
| 64 | 32 | 24.9715 | 121.5363 | 0.00  | 16 |
| 65 | 42 | 25.0661 | 121.5036 | 0.00  | 22 |
| 66 | 44 | 25.0581 | 121.6260 | 0.00  | 30 |
| 67 | 46 | 25.0660 | 121.4777 | 0.20  | 24 |
| 68 | 70 | 25.0660 | 121.4805 | -0.20 | 56 |
| 69 | 44 | 25.0606 | 121.4882 | 0.20  | 18 |
| 70 | 50 | 25.0661 | 121.4955 | 0.00  | 15 |
| 71 | 40 | 25.0705 | 121.4909 | -0.20 | 26 |
| 72 | 46 | 25.0290 | 121.4228 | -0.80 | 25 |
| 73 | 50 | 25.0100 | 121.5242 | 2.00  | 6  |
| 74 | 50 | 25.0464 | 121.4476 | 0.00  | 0  |
| 75 | 40 | 25.0695 | 121.4876 | 0.00  | 16 |
| 76 | 52 | 25.0686 | 121.4978 | 0.20  | 36 |
| 77 | 56 | 25.0805 | 121.4799 | 0.40  | 3  |
| 78 | 38 | 25.0524 | 121.4482 | -0.20 | 5  |
| 79 | 30 | 25.0605 | 121.4922 | 0.00  | 6  |
| 80 | 48 | 25.0759 | 121.4878 | -0.40 | 4  |
| 81 | 50 | 24.9935 | 121.4877 | 0.00  | 47 |
| 82 | 40 | 25.0213 | 121.4222 | 0.00  | 0  |
| 83 | 42 | 25.0919 | 121.4616 | 0.20  | 3  |
| 84 | 36 | 25.0709 | 121.4857 | -0.40 | 20 |
| 85 | 52 | 25.0614 | 121.4919 | 0.20  | 29 |
| 86 | 36 | 25.0648 | 121.4987 | -0.40 | 13 |
| 87 | 44 | 24.9715 | 121.5303 | 0.00  | 13 |
| 88 | 28 | 25.0007 | 121.5267 | 0.00  | 0  |
| 89 | 44 | 25.0900 | 121.4594 | 0.00  | 14 |
| 90 | 30 | 25.0848 | 121.4587 | -0.20 | 6  |
| 91 | 50 | 25.0522 | 121.4621 | -0.20 | 8  |
| 92 | 42 | 25.0545 | 121.4593 | 0.40  | 21 |
| 93 | 46 | 24.9832 | 121.5375 | 0.20  | 21 |
| 94 | 48 | 25.0644 | 121.4837 | -0.20 | 19 |
| 95 | 52 | 25.0916 | 121.4640 | 0.40  | 21 |
| 96 | 32 | 25.0515 | 121.4882 | 0.20  | 16 |
| 97 | 44 | 25.0222 | 121.4582 | 0.00  | 30 |



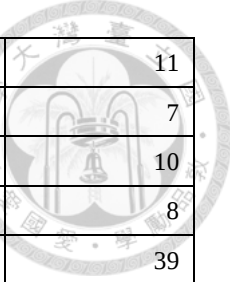
|     |    |         |          |       |    |
|-----|----|---------|----------|-------|----|
| 98  | 38 | 25.0245 | 121.4776 | 0.00  | 32 |
| 99  | 44 | 25.0297 | 121.4724 | 0.40  | 29 |
| 100 | 48 | 25.0286 | 121.4805 | 0.00  | 26 |
| 101 | 42 | 24.9750 | 121.5428 | -0.40 | 28 |
| 102 | 44 | 24.9742 | 121.5444 | 0.00  | 15 |
| 103 | 40 | 25.0221 | 121.4676 | 1.60  | 11 |
| 104 | 34 | 25.0238 | 121.4578 | -0.20 | 17 |
| 105 | 68 | 25.0148 | 121.4621 | 0.20  | 28 |
| 106 | 42 | 25.0131 | 121.4759 | -0.40 | 32 |
| 107 | 40 | 25.0124 | 121.4642 | -1.80 | 28 |
| 108 | 90 | 25.0132 | 121.4619 | 0.00  | 62 |
| 109 | 52 | 25.0080 | 121.4634 | 0.00  | 18 |
| 110 | 44 | 25.0128 | 121.4563 | -0.40 | 2  |
| 111 | 40 | 24.9977 | 121.4643 | 0.60  | 16 |
| 112 | 28 | 25.0837 | 121.4875 | -1.60 | 25 |
| 113 | 52 | 25.0817 | 121.4939 | 0.00  | 19 |
| 114 | 30 | 25.0573 | 121.4991 | 0.00  | 5  |
| 115 | 38 | 25.0460 | 121.4538 | 0.00  | 11 |
| 116 | 36 | 25.0479 | 121.4532 | -0.60 | 9  |
| 117 | 42 | 25.0090 | 121.4588 | 0.20  | 11 |
| 118 | 52 | 24.9978 | 121.4523 | 0.20  | 37 |
| 119 | 42 | 25.0372 | 121.4449 | 0.00  | 12 |
| 120 | 38 | 25.0150 | 121.5210 | 0.00  | 17 |
| 121 | 34 | 25.0860 | 121.4938 | 0.00  | 16 |
| 122 | 40 | 25.0782 | 121.4899 | 0.00  | 15 |
| 123 | 54 | 25.0704 | 121.4971 | -0.60 | 15 |
| 124 | 50 | 25.0775 | 121.6669 | 0.40  | 24 |
| 125 | 70 | 24.9908 | 121.5070 | 0.00  | 39 |
| 126 | 42 | 25.0880 | 121.4622 | -0.40 | 8  |
| 127 | 36 | 25.0016 | 121.4555 | 0.00  | 18 |
| 128 | 36 | 25.0777 | 121.4803 | 0.00  | 24 |
| 129 | 46 | 25.0457 | 121.4263 | -0.20 | 1  |
| 130 | 34 | 25.0943 | 121.4601 | -0.40 | 10 |
| 131 | 36 | 25.0435 | 121.4598 | 0.20  | 9  |
| 132 | 36 | 25.0584 | 121.4898 | -0.40 | 12 |



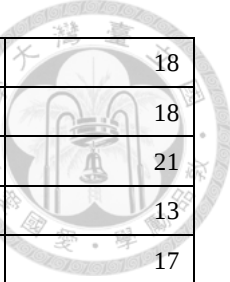
|     |    |         |          |       |    |
|-----|----|---------|----------|-------|----|
| 133 | 38 | 24.9668 | 121.5165 | 0.00  | 16 |
| 134 | 52 | 25.0464 | 121.4577 | 0.00  | 19 |
| 135 | 38 | 25.0210 | 121.4708 | 0.00  | 6  |
| 136 | 34 | 25.0313 | 121.4432 | 0.00  | 9  |
| 137 | 36 | 25.0285 | 121.4574 | 0.00  | 11 |
| 138 | 50 | 25.0235 | 121.4686 | -0.80 | 22 |
| 139 | 34 | 24.9964 | 121.4597 | 0.40  | 12 |
| 140 | 32 | 25.0623 | 121.4315 | 0.00  | 14 |
| 141 | 36 | 25.0100 | 121.4611 | 0.20  | 1  |
| 142 | 40 | 25.0108 | 121.4278 | 0.20  | 18 |
| 143 | 38 | 24.9916 | 121.4629 | -0.60 | 12 |
| 144 | 54 | 25.0255 | 121.4626 | 0.00  | 10 |
| 145 | 60 | 24.9593 | 121.4190 | 0.60  | 39 |
| 146 | 36 | 25.0735 | 121.5010 | -1.20 | 21 |
| 147 | 40 | 24.9531 | 121.5518 | 0.20  | 13 |
| 148 | 34 | 24.9694 | 121.4408 | 0.00  | 3  |
| 149 | 38 | 24.9917 | 121.4533 | 0.00  | 19 |
| 150 | 40 | 25.0737 | 121.6663 | -0.20 | 7  |
| 151 | 38 | 25.0186 | 121.4675 | 1.00  | 10 |
| 152 | 52 | 24.9726 | 121.4436 | 0.20  | 11 |
| 153 | 48 | 24.9980 | 121.4574 | 0.80  | 15 |
| 154 | 42 | 24.9779 | 121.4432 | 0.00  | 12 |
| 155 | 30 | 25.0178 | 121.5168 | 0.00  | 0  |
| 156 | 44 | 25.0890 | 121.6459 | -0.20 | 20 |
| 157 | 54 | 24.9586 | 121.5387 | 0.40  | 37 |
| 158 | 36 | 24.9921 | 121.4907 | -0.60 | 14 |
| 159 | 32 | 25.0034 | 121.4332 | 0.00  | 3  |
| 160 | 40 | 25.0064 | 121.4742 | 0.40  | 1  |
| 161 | 36 | 25.0619 | 121.4349 | 0.00  | 6  |
| 162 | 36 | 25.0720 | 121.4912 | 0.00  | 14 |
| 163 | 40 | 24.9962 | 121.4565 | 0.40  | 18 |
| 164 | 34 | 25.0178 | 121.4583 | -0.60 | 15 |
| 165 | 36 | 25.0309 | 121.4636 | 0.00  | 22 |
| 166 | 36 | 24.9955 | 121.4675 | -0.40 | 5  |
| 167 | 34 | 24.9993 | 121.4463 | 0.40  | 13 |



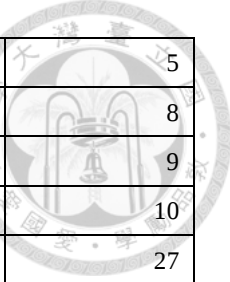
|     |    |         |          |       |    |
|-----|----|---------|----------|-------|----|
| 168 | 38 | 25.0277 | 121.4267 | -0.20 | 1  |
| 169 | 52 | 25.0939 | 121.4739 | -0.20 | 34 |
| 170 | 38 | 24.9892 | 121.4705 | 0.00  | 10 |
| 171 | 36 | 25.0198 | 121.4539 | 0.00  | 5  |
| 172 | 52 | 24.9926 | 121.4247 | -0.40 | 12 |
| 173 | 32 | 24.9979 | 121.4264 | -0.40 | 12 |
| 174 | 44 | 24.9837 | 121.4542 | 0.00  | 4  |
| 175 | 32 | 25.0115 | 121.4674 | -0.20 | 17 |
| 176 | 32 | 25.0054 | 121.4132 | -0.20 | 26 |
| 177 | 36 | 24.9864 | 121.4148 | 0.20  | 22 |
| 178 | 36 | 25.0822 | 121.4760 | 0.00  | 2  |
| 179 | 34 | 25.0518 | 121.4317 | 0.00  | 20 |
| 180 | 34 | 25.0898 | 121.4880 | 0.00  | 3  |
| 181 | 46 | 24.9906 | 121.4264 | 1.00  | 21 |
| 182 | 40 | 25.0265 | 121.4723 | -0.20 | 6  |
| 183 | 32 | 24.9656 | 121.4326 | 0.20  | 20 |
| 184 | 28 | 24.9904 | 121.5024 | -0.40 | 13 |
| 185 | 42 | 24.9807 | 121.5077 | 0.20  | 26 |
| 186 | 34 | 25.0552 | 121.4321 | 0.00  | 18 |
| 187 | 30 | 25.0559 | 121.4343 | 0.00  | 8  |
| 188 | 34 | 24.9867 | 121.4268 | 0.00  | 4  |
| 189 | 38 | 24.9934 | 121.4296 | 0.40  | 24 |
| 190 | 40 | 24.9869 | 121.4493 | -0.60 | 10 |
| 191 | 38 | 25.0652 | 121.4611 | 0.00  | 10 |
| 192 | 36 | 25.018  | 121.4794 | -0.60 | 18 |
| 193 | 30 | 25.0119 | 121.4327 | 0.00  | 14 |
| 194 | 40 | 24.9958 | 121.5266 | 3.00  | 13 |
| 195 | 54 | 25.0249 | 121.4543 | 0.20  | 13 |
| 196 | 32 | 25.0211 | 121.4769 | 0.20  | 15 |
| 197 | 36 | 25.0505 | 121.4277 | 0.00  | 6  |
| 198 | 34 | 24.9517 | 121.3430 | 0.20  | 15 |
| 199 | 60 | 25.0228 | 121.4131 | 0.20  | 20 |
| 200 | 50 | 25.0461 | 121.4710 | 0.20  | 35 |
| 201 | 58 | 24.9556 | 121.3544 | 0.00  | 32 |
| 202 | 50 | 24.9528 | 121.3472 | 0.00  | 9  |



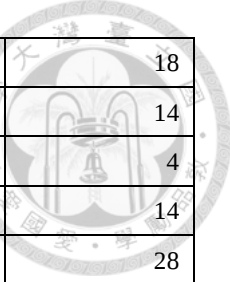
|     |     |         |          |       |    |
|-----|-----|---------|----------|-------|----|
| 203 | 44  | 24.9522 | 121.3510 | 0.00  | 11 |
| 204 | 40  | 25.0457 | 121.4421 | 0.00  | 7  |
| 205 | 28  | 25.1382 | 121.4634 | 0.00  | 10 |
| 206 | 40  | 24.9495 | 121.3528 | -0.20 | 8  |
| 207 | 46  | 24.9963 | 121.4454 | 0.00  | 39 |
| 208 | 44  | 24.9482 | 121.3458 | 0.00  | 13 |
| 209 | 26  | 25.0705 | 121.6670 | -0.20 | 5  |
| 210 | 38  | 24.9838 | 121.4150 | 0.00  | 19 |
| 211 | 36  | 25.0800 | 121.4762 | -0.40 | 22 |
| 212 | 34  | 24.9707 | 121.3926 | 0.00  | 7  |
| 213 | 40  | 24.9803 | 121.4231 | 0.00  | 9  |
| 214 | 36  | 25.0034 | 121.4753 | -0.20 | 12 |
| 215 | 40  | 24.9836 | 121.4236 | 0.20  | 28 |
| 216 | 44  | 24.9658 | 121.4362 | 0.00  | 22 |
| 217 | 48  | 25.1651 | 121.4508 | 0.00  | 24 |
| 218 | 38  | 24.9919 | 121.4214 | -0.20 | 14 |
| 219 | 36  | 25.1853 | 121.4443 | 0.00  | 25 |
| 220 | 36  | 24.9572 | 121.3497 | 0.00  | 0  |
| 221 | 36  | 25.0715 | 121.4357 | 0.00  | 15 |
| 222 | 40  | 25.1803 | 121.4447 | 0.00  | 18 |
| 223 | 40  | 25.1785 | 121.4479 | -0.40 | 28 |
| 224 | 42  | 24.9841 | 121.4586 | -0.80 | 19 |
| 225 | 40  | 25.0512 | 121.4760 | 0.00  | 36 |
| 226 | 40  | 25.0091 | 121.4684 | 0.20  | 17 |
| 227 | 36  | 25.0603 | 121.5001 | -0.40 | 23 |
| 228 | 38  | 24.9753 | 121.5157 | 0.20  | 23 |
| 229 | 30  | 24.9922 | 121.5044 | 0.00  | 3  |
| 230 | 50  | 25.0323 | 121.4500 | 0.00  | 0  |
| 231 | 42  | 25.0653 | 121.4904 | -0.40 | 6  |
| 232 | 38  | 25.0059 | 121.4996 | -0.20 | 8  |
| 233 | 40  | 25.1894 | 121.4387 | -0.40 | 14 |
| 234 | 40  | 25.0829 | 121.4567 | 0.00  | 16 |
| 235 | 106 | 25.1688 | 121.4442 | -0.60 | 30 |
| 236 | 36  | 24.9611 | 121.5100 | -0.20 | 14 |
| 237 | 46  | 25.1865 | 121.4433 | 0.00  | 22 |



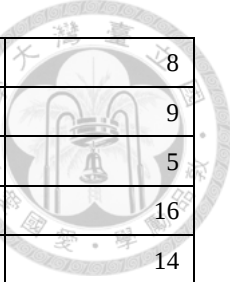
|     |    |         |          |       |    |
|-----|----|---------|----------|-------|----|
| 238 | 46 | 25.1377 | 121.4601 | 0.00  | 18 |
| 239 | 38 | 25.0748 | 121.4985 | 0.00  | 18 |
| 240 | 34 | 25.1889 | 121.4435 | 0.00  | 21 |
| 241 | 36 | 25.0786 | 121.4622 | 0.20  | 13 |
| 242 | 34 | 25.0009 | 121.4315 | 0.00  | 17 |
| 243 | 42 | 24.9342 | 121.3692 | 0.60  | 20 |
| 244 | 50 | 25.0771 | 121.3743 | -0.20 | 34 |
| 245 | 42 | 24.9939 | 121.4329 | -0.20 | 10 |
| 246 | 38 | 25.0761 | 121.4843 | 0.00  | 18 |
| 247 | 32 | 25.0856 | 121.4777 | 0.00  | 13 |
| 248 | 36 | 25.0697 | 121.4940 | 0.20  | 9  |
| 249 | 36 | 25.0796 | 121.3856 | 0.00  | 10 |
| 250 | 58 | 24.9456 | 121.3733 | 0.20  | 26 |
| 251 | 34 | 25.0767 | 121.3882 | 0.00  | 7  |
| 252 | 42 | 25.0704 | 121.3769 | 1.00  | 5  |
| 253 | 42 | 25.0259 | 121.4177 | 0.00  | 11 |
| 254 | 36 | 24.9811 | 121.4168 | 0.00  | 9  |
| 255 | 42 | 25.0948 | 121.4467 | 0.00  | 12 |
| 256 | 32 | 24.9991 | 121.4683 | 1.80  | 15 |
| 257 | 34 | 25.0691 | 121.3678 | 0.20  | 6  |
| 258 | 34 | 24.9802 | 121.4086 | 0.00  | 16 |
| 259 | 40 | 24.9391 | 121.3346 | 0.00  | 26 |
| 260 | 44 | 25.0560 | 121.4444 | 0.00  | 27 |
| 261 | 40 | 24.9506 | 121.3862 | 0.00  | 15 |
| 262 | 38 | 24.9991 | 121.4725 | 0.00  | 32 |
| 263 | 36 | 25.0832 | 121.3785 | 0.20  | 5  |
| 264 | 36 | 25.0781 | 121.3972 | 0.00  | 25 |
| 265 | 36 | 24.9567 | 121.3396 | 0.00  | 22 |
| 266 | 60 | 25.0660 | 121.3620 | 0.60  | 45 |
| 267 | 34 | 25.0598 | 121.6525 | 0.00  | 4  |
| 268 | 34 | 25.0734 | 121.3623 | 0.20  | 9  |
| 269 | 36 | 24.9901 | 121.4323 | -0.20 | 9  |
| 270 | 34 | 24.9528 | 121.4117 | -0.20 | 4  |
| 271 | 34 | 25.0350 | 121.4219 | 0.00  | 10 |
| 272 | 34 | 24.9563 | 121.4144 | 0.00  | 9  |



|     |    |         |          |       |    |
|-----|----|---------|----------|-------|----|
| 273 | 34 | 24.9282 | 121.3761 | 0.00  | 5  |
| 274 | 36 | 25.0805 | 121.3893 | 0.00  | 8  |
| 275 | 34 | 25.0740 | 121.3589 | 0.20  | 9  |
| 276 | 36 | 24.9778 | 121.4598 | -0.20 | 10 |
| 277 | 36 | 25.0742 | 121.3770 | 0.00  | 27 |
| 278 | 40 | 25.0361 | 121.4528 | 0.00  | 13 |
| 279 | 30 | 25.0092 | 121.4252 | 0.20  | 8  |
| 280 | 38 | 25.0947 | 121.4481 | 0.00  | 13 |
| 281 | 46 | 24.9451 | 121.3787 | -0.60 | 15 |
| 282 | 52 | 25.0394 | 121.4609 | -3.00 | 32 |
| 283 | 32 | 25.1725 | 121.4388 | 0.20  | 13 |
| 284 | 36 | 25.1051 | 121.4530 | 0.00  | 12 |
| 285 | 38 | 25.0817 | 121.3727 | 0.00  | 13 |
| 286 | 38 | 24.9867 | 121.4655 | 0.00  | 0  |
| 287 | 66 | 24.9389 | 121.3636 | -0.60 | 34 |
| 288 | 32 | 24.9986 | 121.5005 | 0.00  | 18 |
| 289 | 36 | 25.0782 | 121.6245 | -0.40 | 13 |
| 290 | 32 | 25.0746 | 121.4782 | -0.20 | 14 |
| 291 | 40 | 25.0075 | 121.4480 | 0.60  | 21 |
| 292 | 40 | 25.0408 | 121.4525 | 0.20  | 2  |
| 293 | 32 | 25.0112 | 121.5177 | -0.20 | 2  |
| 294 | 34 | 25.0164 | 121.4071 | 0.00  | 4  |
| 295 | 30 | 25.0823 | 121.4822 | 0.00  | 12 |
| 296 | 36 | 24.9937 | 121.4782 | 0.00  | 20 |
| 297 | 40 | 25.0729 | 121.3695 | 0.20  | 5  |
| 298 | 34 | 24.9969 | 121.4966 | 0.00  | 23 |
| 299 | 34 | 25.0764 | 121.3672 | 0.00  | 13 |
| 300 | 38 | 25.0126 | 121.4665 | 0.20  | 35 |
| 301 | 34 | 24.9828 | 121.4654 | 0.00  | 19 |
| 302 | 80 | 25.0155 | 121.4637 | 0.40  | 46 |
| 303 | 34 | 25.0042 | 121.4228 | 0.20  | 26 |
| 304 | 42 | 25.0330 | 121.4365 | 0.20  | 23 |
| 305 | 36 | 25.0208 | 121.4296 | 0.00  | 17 |
| 306 | 32 | 25.0560 | 121.4713 | 0.20  | 23 |
| 307 | 30 | 25.0648 | 121.6639 | -0.60 | 15 |



|     |    |         |          |       |    |
|-----|----|---------|----------|-------|----|
| 308 | 40 | 25.0825 | 121.4396 | 0.00  | 18 |
| 309 | 34 | 24.9633 | 121.4197 | 0.00  | 14 |
| 310 | 34 | 25.0069 | 121.5032 | -0.60 | 4  |
| 311 | 40 | 25.0331 | 121.4684 | 0.00  | 14 |
| 312 | 40 | 25.0214 | 121.4165 | -0.20 | 28 |
| 313 | 46 | 25.0302 | 121.4134 | 0.00  | 8  |
| 314 | 34 | 25.0164 | 121.4043 | 0.00  | 18 |
| 315 | 44 | 24.9828 | 121.4499 | -0.20 | 25 |
| 316 | 44 | 25.1085 | 121.8065 | 0.00  | 13 |
| 317 | 36 | 24.9781 | 121.4394 | 2.20  | 1  |
| 318 | 40 | 25.0036 | 121.5242 | 0.00  | 29 |
| 319 | 36 | 25.0018 | 121.4826 | 0.00  | 14 |
| 320 | 30 | 24.9930 | 121.4282 | -0.20 | 12 |
| 321 | 38 | 25.0009 | 121.4161 | 0.00  | 6  |
| 322 | 36 | 24.9389 | 121.3737 | -0.20 | 14 |
| 323 | 32 | 24.9443 | 121.3421 | 0.00  | 14 |
| 324 | 36 | 24.9821 | 121.5409 | 0.20  | 7  |
| 325 | 80 | 24.9847 | 121.4485 | 0.20  | 33 |
| 326 | 50 | 25.0015 | 121.6163 | 0.00  | 13 |
| 327 | 34 | 25.0033 | 121.6025 | 0.00  | 18 |
| 328 | 34 | 25.0031 | 121.4681 | -0.20 | 14 |
| 329 | 30 | 25.1085 | 121.8097 | 0.00  | 1  |
| 330 | 30 | 25.0084 | 121.5202 | -0.80 | 4  |
| 331 | 30 | 25.0744 | 121.4679 | 0.00  | 9  |
| 332 | 40 | 25.0112 | 121.4472 | -0.20 | 13 |
| 333 | 32 | 25.0864 | 121.4856 | 0.00  | 13 |
| 334 | 28 | 25.0806 | 121.4961 | 0.00  | 5  |
| 335 | 36 | 25.0750 | 121.5005 | 0.00  | 19 |
| 336 | 30 | 25.0719 | 121.4815 | -0.20 | 13 |
| 337 | 36 | 25.0816 | 121.4616 | 0.00  | 21 |
| 338 | 36 | 25.0776 | 121.4661 | 0.00  | 14 |
| 339 | 50 | 25.0011 | 121.5020 | 0.00  | 29 |
| 340 | 42 | 24.9835 | 121.5048 | 0.00  | 10 |
| 341 | 30 | 25.0070 | 121.5092 | 0.00  | 0  |
| 342 | 48 | 25.0629 | 121.6466 | 0.00  | 10 |

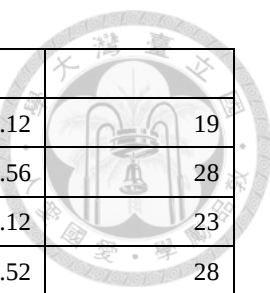


|     |    |         |          |       |    |
|-----|----|---------|----------|-------|----|
| 343 | 34 | 24.9891 | 121.4183 | -0.20 | 8  |
| 344 | 36 | 24.9587 | 121.3331 | -0.20 | 9  |
| 345 | 36 | 24.9276 | 121.3669 | 0.00  | 5  |
| 346 | 30 | 24.9303 | 121.3788 | 0.00  | 16 |
| 347 | 32 | 24.9268 | 121.3720 | 0.00  | 14 |
| 348 | 38 | 24.9412 | 121.3768 | 0.00  | 6  |
| 349 | 34 | 24.9830 | 121.4113 | 0.00  | 8  |
| 350 | 40 | 24.9898 | 121.4248 | 0.20  | 25 |
| 351 | 34 | 25.0191 | 121.4737 | 1.60  | 10 |
| 352 | 46 | 24.9892 | 121.4915 | 0.40  | 9  |
| 353 | 34 | 24.9726 | 121.4348 | -0.20 | 7  |
| 354 | 32 | 24.9922 | 121.4177 | 0.00  | 1  |
| 355 | 32 | 25.0052 | 121.5133 | 0.20  | 15 |
| 356 | 36 | 24.9953 | 121.5135 | 0.00  | 17 |
| 357 | 36 | 25.0521 | 121.4549 | 0.00  | 7  |
| 358 | 46 | 25.0591 | 121.4466 | 0.00  | 18 |
| 359 | 34 | 25.0531 | 121.4397 | 0.00  | 11 |
| 360 | 36 | 25.1599 | 121.4141 | 0.00  | 10 |
| 361 | 30 | 25.0280 | 121.4685 | 0.00  | 6  |
| 362 | 44 | 25.0620 | 121.4592 | 0.00  | 29 |
| 363 | 36 | 25.0332 | 121.4222 | -0.20 | 12 |
| 364 | 40 | 25.1304 | 121.4513 | 0.00  | 30 |
| 365 | 50 | 25.0716 | 121.3663 | 0.00  | 18 |
| 366 | 40 | 25.0695 | 121.4303 | 0.00  | 7  |
| 367 | 42 | 25.0714 | 121.4760 | 0.00  | 25 |
| 368 | 36 | 25.0536 | 121.4929 | -0.40 | 16 |
| 369 | 50 | 25.0404 | 121.4225 | 0.00  | 19 |
| 370 | 32 | 25.0603 | 121.5022 | 0.00  | 20 |
| 371 | 34 | 24.9986 | 121.4249 | 0.00  | 5  |
| 372 | 42 | 25.0772 | 121.3938 | 0.00  | 27 |

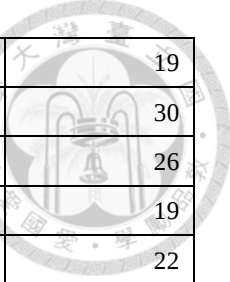
## 附錄五

### Ubike372A 標竿問題

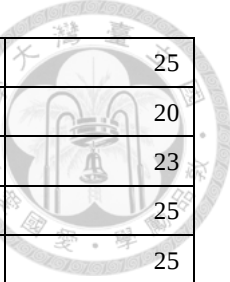
| StationID | Capacity | lat | lng | Rate | Initial bike |
|-----------|----------|-----|-----|------|--------------|
|-----------|----------|-----|-----|------|--------------|



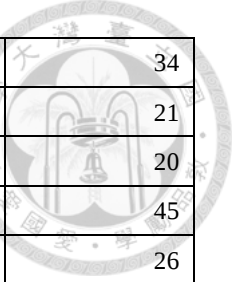
|    |    |         |          |       |    |
|----|----|---------|----------|-------|----|
| 0  |    | 25.0185 | 121.4861 |       |    |
| 1  | 38 | 24.9912 | 121.5340 | -0.12 | 19 |
| 2  | 56 | 25.0689 | 121.6627 | 0.56  | 28 |
| 3  | 46 | 25.0642 | 121.6583 | -0.12 | 23 |
| 4  | 56 | 25.0731 | 121.6626 | 0.52  | 28 |
| 5  | 40 | 24.9796 | 121.5463 | -0.36 | 20 |
| 6  | 32 | 24.9840 | 121.5417 | 0.08  | 16 |
| 7  | 34 | 25.0641 | 121.6530 | 0.16  | 17 |
| 8  | 40 | 25.0601 | 121.4831 | -0.24 | 20 |
| 9  | 68 | 25.0544 | 121.4885 | -0.12 | 34 |
| 10 | 34 | 25.0559 | 121.4847 | -0.16 | 17 |
| 11 | 48 | 25.0667 | 121.6404 | -0.28 | 24 |
| 12 | 52 | 25.0688 | 121.6289 | 0.20  | 26 |
| 13 | 46 | 25.0476 | 121.6189 | 0.12  | 23 |
| 14 | 52 | 25.0390 | 121.6243 | 0.04  | 26 |
| 15 | 40 | 25.0254 | 121.4283 | 0.20  | 20 |
| 16 | 42 | 25.0241 | 121.4239 | -0.12 | 21 |
| 17 | 36 | 25.0171 | 121.4280 | 0.48  | 18 |
| 18 | 40 | 24.9743 | 121.5428 | 0.04  | 20 |
| 19 | 50 | 25.0906 | 121.4716 | 0.76  | 25 |
| 20 | 42 | 25.0662 | 121.4843 | -0.12 | 21 |
| 21 | 50 | 25.0634 | 121.4890 | -1.28 | 25 |
| 22 | 64 | 25.0687 | 121.4807 | 0.00  | 32 |
| 23 | 58 | 25.0362 | 121.4521 | 0.36  | 29 |
| 24 | 52 | 25.0650 | 121.6331 | 0.20  | 26 |
| 25 | 76 | 25.0569 | 121.6552 | -0.04 | 38 |
| 26 | 62 | 24.9962 | 121.5220 | 0.20  | 31 |
| 27 | 72 | 25.0010 | 121.5116 | -0.08 | 36 |
| 28 | 66 | 25.0060 | 121.5209 | -0.04 | 33 |
| 29 | 60 | 25.0098 | 121.5058 | -0.68 | 30 |
| 30 | 46 | 25.0007 | 121.5144 | -0.36 | 23 |
| 31 | 52 | 25.0695 | 121.6315 | 0.04  | 26 |
| 32 | 50 | 25.0857 | 121.4836 | -0.08 | 25 |
| 33 | 78 | 25.0858 | 121.4727 | -1.12 | 39 |
| 34 | 58 | 25.0833 | 121.4639 | -0.12 | 29 |



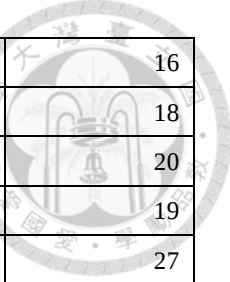
|    |    |         |          |       |    |
|----|----|---------|----------|-------|----|
| 35 | 38 | 25.0277 | 121.4147 | 0.08  | 19 |
| 36 | 60 | 24.9772 | 121.5381 | 0.00  | 30 |
| 37 | 52 | 24.9762 | 121.5469 | 0.04  | 26 |
| 38 | 38 | 25.0416 | 121.4461 | 0.16  | 19 |
| 39 | 44 | 25.0158 | 121.5113 | 0.04  | 22 |
| 40 | 38 | 25.0023 | 121.5174 | 0.64  | 19 |
| 41 | 46 | 24.9994 | 121.5228 | 0.12  | 23 |
| 42 | 40 | 24.9859 | 121.5369 | 0.00  | 20 |
| 43 | 36 | 25.0122 | 121.5153 | -0.04 | 18 |
| 44 | 42 | 25.0127 | 121.5065 | -0.08 | 21 |
| 45 | 36 | 24.9721 | 121.5396 | -0.16 | 18 |
| 46 | 42 | 24.9742 | 121.5342 | 0.00  | 21 |
| 47 | 48 | 25.0471 | 121.4445 | -0.84 | 24 |
| 48 | 58 | 25.0542 | 121.4518 | 0.00  | 29 |
| 49 | 60 | 25.0872 | 121.4895 | -0.92 | 30 |
| 50 | 36 | 25.0518 | 121.4577 | -0.12 | 18 |
| 51 | 28 | 25.0795 | 121.6743 | 0.32  | 14 |
| 52 | 36 | 24.9753 | 121.5273 | 0.32  | 18 |
| 53 | 34 | 25.0098 | 121.5091 | -0.32 | 17 |
| 54 | 36 | 24.9704 | 121.5434 | -0.32 | 18 |
| 55 | 40 | 24.9785 | 121.5242 | 0.00  | 20 |
| 56 | 50 | 24.9869 | 121.5420 | 0.00  | 25 |
| 57 | 52 | 25.0613 | 121.6495 | -0.2  | 26 |
| 58 | 70 | 25.0630 | 121.6544 | 0.04  | 35 |
| 59 | 50 | 25.0610 | 121.6556 | -0.16 | 25 |
| 60 | 44 | 25.0662 | 121.6591 | -0.72 | 22 |
| 61 | 52 | 25.0677 | 121.6598 | -0.32 | 26 |
| 62 | 58 | 25.0108 | 121.5034 | 0.04  | 29 |
| 63 | 40 | 25.0579 | 121.6349 | 0.04  | 20 |
| 64 | 32 | 24.9715 | 121.5363 | 0.08  | 16 |
| 65 | 42 | 25.0661 | 121.5036 | 0.24  | 21 |
| 66 | 44 | 25.0581 | 121.6260 | -0.12 | 22 |
| 67 | 46 | 25.0660 | 121.4777 | -1.52 | 23 |
| 68 | 70 | 25.0660 | 121.4805 | -0.96 | 35 |
| 69 | 44 | 25.0606 | 121.4882 | -0.2  | 22 |



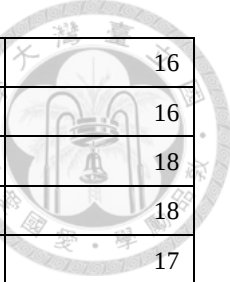
|     |    |         |          |       |    |
|-----|----|---------|----------|-------|----|
| 70  | 50 | 25.0661 | 121.4955 | -0.48 | 25 |
| 71  | 40 | 25.0705 | 121.4909 | 0.28  | 20 |
| 72  | 46 | 25.0290 | 121.4228 | 0.12  | 23 |
| 73  | 50 | 25.0100 | 121.5242 | -0.12 | 25 |
| 74  | 50 | 25.0464 | 121.4476 | 0.2   | 25 |
| 75  | 40 | 25.0695 | 121.4876 | 0.64  | 20 |
| 76  | 52 | 25.0686 | 121.4978 | -0.52 | 26 |
| 77  | 56 | 25.0805 | 121.4799 | 0.36  | 28 |
| 78  | 38 | 25.0524 | 121.4482 | 0.04  | 19 |
| 79  | 30 | 25.0605 | 121.4922 | -0.24 | 15 |
| 80  | 48 | 25.0759 | 121.4878 | -0.20 | 24 |
| 81  | 50 | 24.9935 | 121.4877 | -0.48 | 25 |
| 82  | 40 | 25.0213 | 121.4222 | -0.64 | 20 |
| 83  | 42 | 25.0919 | 121.4616 | -0.08 | 21 |
| 84  | 36 | 25.0709 | 121.4857 | 0.00  | 18 |
| 85  | 52 | 25.0614 | 121.4919 | -0.16 | 26 |
| 86  | 36 | 25.0648 | 121.4987 | 0.48  | 18 |
| 87  | 44 | 24.9715 | 121.5303 | -0.04 | 22 |
| 88  | 28 | 25.0007 | 121.5267 | -0.44 | 14 |
| 89  | 44 | 25.0900 | 121.4594 | 0.12  | 22 |
| 90  | 30 | 25.0848 | 121.4587 | 0.24  | 15 |
| 91  | 50 | 25.0522 | 121.4621 | 0.00  | 25 |
| 92  | 42 | 25.0545 | 121.4593 | -0.16 | 21 |
| 93  | 46 | 24.9832 | 121.5375 | -0.08 | 23 |
| 94  | 48 | 25.0644 | 121.4837 | 0.20  | 24 |
| 95  | 52 | 25.0916 | 121.4640 | 0.12  | 26 |
| 96  | 32 | 25.0515 | 121.4882 | -0.08 | 16 |
| 97  | 44 | 25.0222 | 121.4582 | -0.20 | 22 |
| 98  | 38 | 25.0245 | 121.4776 | -0.68 | 19 |
| 99  | 44 | 25.0297 | 121.4724 | 0.32  | 22 |
| 100 | 48 | 25.0286 | 121.4805 | -0.20 | 24 |
| 101 | 42 | 24.9750 | 121.5428 | 0.16  | 21 |
| 102 | 44 | 24.9742 | 121.5444 | -0.04 | 22 |
| 103 | 40 | 25.0221 | 121.4676 | -0.72 | 20 |
| 104 | 34 | 25.0238 | 121.4578 | 0.16  | 17 |



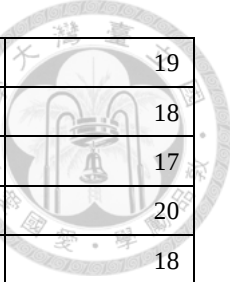
|     |    |         |          |       |    |
|-----|----|---------|----------|-------|----|
| 105 | 68 | 25.0148 | 121.4621 | -0.68 | 34 |
| 106 | 42 | 25.0131 | 121.4759 | 0.56  | 21 |
| 107 | 40 | 25.0124 | 121.4642 | -0.16 | 20 |
| 108 | 90 | 25.0132 | 121.4619 | -1.04 | 45 |
| 109 | 52 | 25.0080 | 121.4634 | 0.20  | 26 |
| 110 | 44 | 25.0128 | 121.4563 | -0.20 | 22 |
| 111 | 40 | 24.9977 | 121.4643 | -0.08 | 20 |
| 112 | 28 | 25.0837 | 121.4875 | 0.12  | 14 |
| 113 | 52 | 25.0817 | 121.4939 | 0.08  | 26 |
| 114 | 30 | 25.0573 | 121.4991 | 0.32  | 15 |
| 115 | 38 | 25.0460 | 121.4538 | -0.08 | 19 |
| 116 | 36 | 25.0479 | 121.4532 | 0.40  | 18 |
| 117 | 42 | 25.0090 | 121.4588 | 0.28  | 21 |
| 118 | 52 | 24.9978 | 121.4523 | 0.56  | 26 |
| 119 | 42 | 25.0372 | 121.4449 | 0.20  | 21 |
| 120 | 38 | 25.0150 | 121.5210 | -0.04 | 19 |
| 121 | 34 | 25.0860 | 121.4938 | 0.24  | 17 |
| 122 | 40 | 25.0782 | 121.4899 | 0.12  | 20 |
| 123 | 54 | 25.0704 | 121.4971 | -0.20 | 27 |
| 124 | 50 | 25.0775 | 121.6669 | 0.04  | 25 |
| 125 | 70 | 24.9908 | 121.5070 | 0.28  | 35 |
| 126 | 42 | 25.0880 | 121.4622 | -0.32 | 21 |
| 127 | 36 | 25.0016 | 121.4555 | 0.04  | 18 |
| 128 | 36 | 25.0777 | 121.4803 | 0.68  | 18 |
| 129 | 46 | 25.0457 | 121.4263 | 0.24  | 23 |
| 130 | 34 | 25.0943 | 121.4601 | 0.08  | 17 |
| 131 | 36 | 25.0435 | 121.4598 | -0.04 | 18 |
| 132 | 36 | 25.0584 | 121.4898 | -0.16 | 18 |
| 133 | 38 | 24.9668 | 121.5165 | 0.32  | 19 |
| 134 | 52 | 25.0464 | 121.4577 | -0.28 | 26 |
| 135 | 38 | 25.0210 | 121.4708 | -0.04 | 19 |
| 136 | 34 | 25.0313 | 121.4432 | 0.36  | 17 |
| 137 | 36 | 25.0285 | 121.4574 | 0.00  | 18 |
| 138 | 50 | 25.0235 | 121.4686 | 0.08  | 25 |
| 139 | 34 | 24.9964 | 121.4597 | 0.12  | 17 |



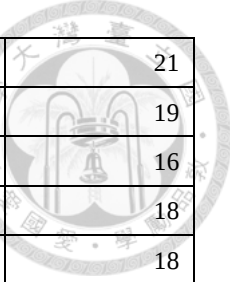
|     |    |         |          |       |    |
|-----|----|---------|----------|-------|----|
| 140 | 32 | 25.0623 | 121.4315 | -0.04 | 16 |
| 141 | 36 | 25.0100 | 121.4611 | 0.20  | 18 |
| 142 | 40 | 25.0108 | 121.4278 | -0.16 | 20 |
| 143 | 38 | 24.9916 | 121.4629 | 0.00  | 19 |
| 144 | 54 | 25.0255 | 121.4626 | 0.32  | 27 |
| 145 | 60 | 24.9593 | 121.4190 | -0.24 | 30 |
| 146 | 36 | 25.0735 | 121.5010 | -0.32 | 18 |
| 147 | 40 | 24.9531 | 121.5518 | 0.12  | 20 |
| 148 | 34 | 24.9694 | 121.4408 | -0.12 | 17 |
| 149 | 38 | 24.9917 | 121.4533 | 0.16  | 19 |
| 150 | 40 | 25.0737 | 121.6663 | 0.12  | 20 |
| 151 | 38 | 25.0186 | 121.4675 | -0.24 | 19 |
| 152 | 52 | 24.9726 | 121.4436 | -0.20 | 26 |
| 153 | 48 | 24.9980 | 121.4574 | 0.20  | 24 |
| 154 | 42 | 24.9779 | 121.4432 | 0.00  | 21 |
| 155 | 30 | 25.0178 | 121.5168 | 0.12  | 15 |
| 156 | 44 | 25.0890 | 121.6459 | 0.00  | 22 |
| 157 | 54 | 24.9586 | 121.5387 | -0.12 | 27 |
| 158 | 36 | 24.9921 | 121.4907 | -0.56 | 18 |
| 159 | 32 | 25.0034 | 121.4332 | 0.08  | 16 |
| 160 | 40 | 25.0064 | 121.4742 | -0.4  | 20 |
| 161 | 36 | 25.0619 | 121.4349 | 0.00  | 18 |
| 162 | 36 | 25.0720 | 121.4912 | 0.12  | 18 |
| 163 | 40 | 24.9962 | 121.4565 | 0.04  | 20 |
| 164 | 34 | 25.0178 | 121.4583 | -0.20 | 17 |
| 165 | 36 | 25.0309 | 121.4636 | 0.08  | 18 |
| 166 | 36 | 24.9955 | 121.4675 | 0.36  | 18 |
| 167 | 34 | 24.9993 | 121.4463 | 0.08  | 17 |
| 168 | 38 | 25.0277 | 121.4267 | -0.12 | 19 |
| 169 | 52 | 25.0939 | 121.4739 | 0.12  | 26 |
| 170 | 38 | 24.9892 | 121.4705 | -0.08 | 19 |
| 171 | 36 | 25.0198 | 121.4539 | -0.20 | 18 |
| 172 | 52 | 24.9926 | 121.4247 | 0.20  | 26 |
| 173 | 32 | 24.9979 | 121.4264 | 0.20  | 16 |
| 174 | 44 | 24.9837 | 121.4542 | 0.12  | 22 |



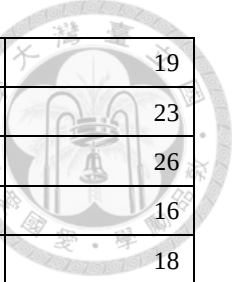
|     |    |         |          |       |    |
|-----|----|---------|----------|-------|----|
| 175 | 32 | 25.0115 | 121.4674 | 0.20  | 16 |
| 176 | 32 | 25.0054 | 121.4132 | -0.24 | 16 |
| 177 | 36 | 24.9864 | 121.4148 | 0.16  | 18 |
| 178 | 36 | 25.0822 | 121.4760 | 0.12  | 18 |
| 179 | 34 | 25.0518 | 121.4317 | -0.64 | 17 |
| 180 | 34 | 25.0898 | 121.4880 | -0.08 | 17 |
| 181 | 46 | 24.9906 | 121.4264 | 0.04  | 23 |
| 182 | 40 | 25.0265 | 121.4723 | -0.76 | 20 |
| 183 | 32 | 24.9656 | 121.4326 | -0.44 | 16 |
| 184 | 28 | 24.9904 | 121.5024 | 0.16  | 14 |
| 185 | 42 | 24.9807 | 121.5077 | -0.56 | 21 |
| 186 | 34 | 25.0552 | 121.4321 | 0.12  | 17 |
| 187 | 30 | 25.0559 | 121.4343 | 0.20  | 15 |
| 188 | 34 | 24.9867 | 121.4268 | 0.20  | 17 |
| 189 | 38 | 24.9934 | 121.4296 | 0.12  | 19 |
| 190 | 40 | 24.9869 | 121.4493 | 0.08  | 20 |
| 191 | 38 | 25.0652 | 121.4611 | 0.24  | 19 |
| 192 | 36 | 25.018  | 121.4794 | -0.40 | 18 |
| 193 | 30 | 25.0119 | 121.4327 | 0.04  | 15 |
| 194 | 40 | 24.9958 | 121.5266 | 0.12  | 20 |
| 195 | 54 | 25.0249 | 121.4543 | 0.16  | 27 |
| 196 | 32 | 25.0211 | 121.4769 | 0.12  | 16 |
| 197 | 36 | 25.0505 | 121.4277 | -0.16 | 18 |
| 198 | 34 | 24.9517 | 121.3430 | -0.44 | 17 |
| 199 | 60 | 25.0228 | 121.4131 | -0.32 | 30 |
| 200 | 50 | 25.0461 | 121.4710 | 0.28  | 25 |
| 201 | 58 | 24.9556 | 121.3544 | 0.28  | 29 |
| 202 | 50 | 24.9528 | 121.3472 | 0.16  | 25 |
| 203 | 44 | 24.9522 | 121.3510 | 0.24  | 22 |
| 204 | 40 | 25.0457 | 121.4421 | -0.16 | 20 |
| 205 | 28 | 25.1382 | 121.4634 | 0.04  | 14 |
| 206 | 40 | 24.9495 | 121.3528 | 0.12  | 20 |
| 207 | 46 | 24.9963 | 121.4454 | -0.20 | 23 |
| 208 | 44 | 24.9482 | 121.3458 | -0.04 | 22 |
| 209 | 26 | 25.0705 | 121.6670 | -0.08 | 13 |



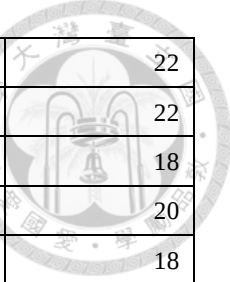
|     |     |         |          |       |    |
|-----|-----|---------|----------|-------|----|
| 210 | 38  | 24.9838 | 121.4150 | 0.08  | 19 |
| 211 | 36  | 25.0800 | 121.4762 | -0.04 | 18 |
| 212 | 34  | 24.9707 | 121.3926 | 0.04  | 17 |
| 213 | 40  | 24.9803 | 121.4231 | 0.08  | 20 |
| 214 | 36  | 25.0034 | 121.4753 | 0.28  | 18 |
| 215 | 40  | 24.9836 | 121.4236 | -0.80 | 20 |
| 216 | 44  | 24.9658 | 121.4362 | -0.20 | 22 |
| 217 | 48  | 25.1651 | 121.4508 | -0.04 | 24 |
| 218 | 38  | 24.9919 | 121.4214 | 0.00  | 19 |
| 219 | 36  | 25.1853 | 121.4443 | -0.12 | 18 |
| 220 | 36  | 24.9572 | 121.3497 | 0.00  | 18 |
| 221 | 36  | 25.0715 | 121.4357 | 0.00  | 18 |
| 222 | 40  | 25.1803 | 121.4447 | 0.24  | 20 |
| 223 | 40  | 25.1785 | 121.4479 | -0.24 | 20 |
| 224 | 42  | 24.9841 | 121.4586 | -0.20 | 21 |
| 225 | 40  | 25.0512 | 121.4760 | -0.20 | 20 |
| 226 | 40  | 25.0091 | 121.4684 | -0.16 | 20 |
| 227 | 36  | 25.0603 | 121.5001 | 0.16  | 18 |
| 228 | 38  | 24.9753 | 121.5157 | -0.08 | 19 |
| 229 | 30  | 24.9922 | 121.5044 | 0.20  | 15 |
| 230 | 50  | 25.0323 | 121.4500 | -0.12 | 25 |
| 231 | 42  | 25.0653 | 121.4904 | -0.52 | 21 |
| 232 | 38  | 25.0059 | 121.4996 | 0.08  | 19 |
| 233 | 40  | 25.1894 | 121.4387 | 0.00  | 20 |
| 234 | 40  | 25.0829 | 121.4567 | -0.16 | 20 |
| 235 | 106 | 25.1688 | 121.4442 | -2.32 | 53 |
| 236 | 36  | 24.9611 | 121.5100 | -0.28 | 18 |
| 237 | 46  | 25.1865 | 121.4433 | 0.04  | 23 |
| 238 | 46  | 25.1377 | 121.4601 | -0.32 | 23 |
| 239 | 38  | 25.0748 | 121.4985 | 0.04  | 19 |
| 240 | 34  | 25.1889 | 121.4435 | -0.16 | 17 |
| 241 | 36  | 25.0786 | 121.4622 | 0.24  | 18 |
| 242 | 34  | 25.0009 | 121.4315 | 0.00  | 17 |
| 243 | 42  | 24.9342 | 121.3692 | -0.28 | 21 |
| 244 | 50  | 25.0771 | 121.3743 | -0.40 | 25 |



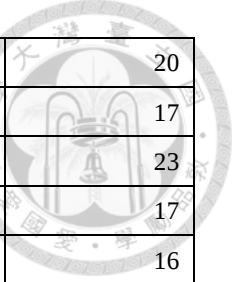
|     |    |         |          |       |    |
|-----|----|---------|----------|-------|----|
| 245 | 42 | 24.9939 | 121.4329 | 0.12  | 21 |
| 246 | 38 | 25.0761 | 121.4843 | -0.24 | 19 |
| 247 | 32 | 25.0856 | 121.4777 | 0.36  | 16 |
| 248 | 36 | 25.0697 | 121.4940 | 0.40  | 18 |
| 249 | 36 | 25.0796 | 121.3856 | 0.12  | 18 |
| 250 | 58 | 24.9456 | 121.3733 | -0.28 | 29 |
| 251 | 34 | 25.0767 | 121.3882 | -0.04 | 17 |
| 252 | 42 | 25.0704 | 121.3769 | -0.04 | 21 |
| 253 | 42 | 25.0259 | 121.4177 | 0.16  | 21 |
| 254 | 36 | 24.9811 | 121.4168 | 0.12  | 18 |
| 255 | 42 | 25.0948 | 121.4467 | 0.00  | 21 |
| 256 | 32 | 24.9991 | 121.4683 | 0.52  | 16 |
| 257 | 34 | 25.0691 | 121.3678 | -0.44 | 17 |
| 258 | 34 | 24.9802 | 121.4086 | 0.04  | 17 |
| 259 | 40 | 24.9391 | 121.3346 | 0.20  | 20 |
| 260 | 44 | 25.0560 | 121.4444 | -0.12 | 22 |
| 261 | 40 | 24.9506 | 121.3862 | 0.08  | 20 |
| 262 | 38 | 24.9991 | 121.4725 | -0.96 | 19 |
| 263 | 36 | 25.0832 | 121.3785 | 0.16  | 18 |
| 264 | 36 | 25.0781 | 121.3972 | -0.32 | 18 |
| 265 | 36 | 24.9567 | 121.3396 | 0.40  | 18 |
| 266 | 60 | 25.0660 | 121.3620 | -0.04 | 30 |
| 267 | 34 | 25.0598 | 121.6525 | 0.16  | 17 |
| 268 | 34 | 25.0734 | 121.3623 | 0.12  | 17 |
| 269 | 36 | 24.9901 | 121.4323 | 0.16  | 18 |
| 270 | 34 | 24.9528 | 121.4117 | 0.08  | 17 |
| 271 | 34 | 25.0350 | 121.4219 | 0.12  | 17 |
| 272 | 34 | 24.9563 | 121.4144 | 0.12  | 17 |
| 273 | 34 | 24.9282 | 121.3761 | 0.32  | 17 |
| 274 | 36 | 25.0805 | 121.3893 | 0.00  | 18 |
| 275 | 34 | 25.0740 | 121.3589 | 0.12  | 17 |
| 276 | 36 | 24.9778 | 121.4598 | 0.08  | 18 |
| 277 | 36 | 25.0742 | 121.3770 | -1.24 | 18 |
| 278 | 40 | 25.0361 | 121.4528 | 0.04  | 20 |
| 279 | 30 | 25.0092 | 121.4252 | -0.08 | 15 |



|     |    |         |          |       |    |
|-----|----|---------|----------|-------|----|
| 280 | 38 | 25.0947 | 121.4481 | -0.04 | 19 |
| 281 | 46 | 24.9451 | 121.3787 | 0.04  | 23 |
| 282 | 52 | 25.0394 | 121.4609 | -0.12 | 26 |
| 283 | 32 | 25.1725 | 121.4388 | -0.60 | 16 |
| 284 | 36 | 25.1051 | 121.4530 | 0.00  | 18 |
| 285 | 38 | 25.0817 | 121.3727 | 0.00  | 19 |
| 286 | 38 | 24.9867 | 121.4655 | -0.64 | 19 |
| 287 | 66 | 24.9389 | 121.3636 | -0.36 | 33 |
| 288 | 32 | 24.9986 | 121.5005 | 0.32  | 16 |
| 289 | 36 | 25.0782 | 121.6245 | 0.00  | 18 |
| 290 | 32 | 25.0746 | 121.4782 | 0.44  | 16 |
| 291 | 40 | 25.0075 | 121.4480 | -0.64 | 20 |
| 292 | 40 | 25.0408 | 121.4525 | 0.48  | 20 |
| 293 | 32 | 25.0112 | 121.5177 | -0.68 | 16 |
| 294 | 34 | 25.0164 | 121.4071 | 0.16  | 17 |
| 295 | 30 | 25.0823 | 121.4822 | -0.12 | 15 |
| 296 | 36 | 24.9937 | 121.4782 | -0.80 | 18 |
| 297 | 40 | 25.0729 | 121.3695 | -0.08 | 20 |
| 298 | 34 | 24.9969 | 121.4966 | 0.08  | 17 |
| 299 | 34 | 25.0764 | 121.3672 | 0.00  | 17 |
| 300 | 38 | 25.0126 | 121.4665 | -0.24 | 19 |
| 301 | 34 | 24.9828 | 121.4654 | 0.04  | 17 |
| 302 | 80 | 25.0155 | 121.4637 | -0.16 | 40 |
| 303 | 34 | 25.0042 | 121.4228 | -0.16 | 17 |
| 304 | 42 | 25.0330 | 121.4365 | 0.24  | 21 |
| 305 | 36 | 25.0208 | 121.4296 | 0.08  | 18 |
| 306 | 32 | 25.0560 | 121.4713 | 0.08  | 16 |
| 307 | 30 | 25.0648 | 121.6639 | 0.24  | 15 |
| 308 | 40 | 25.0825 | 121.4396 | -0.12 | 20 |
| 309 | 34 | 24.9633 | 121.4197 | -0.04 | 17 |
| 310 | 34 | 25.0069 | 121.5032 | 0.00  | 17 |
| 311 | 40 | 25.0331 | 121.4684 | 0.12  | 20 |
| 312 | 40 | 25.0214 | 121.4165 | 0.00  | 20 |
| 313 | 46 | 25.0302 | 121.4134 | -0.04 | 23 |
| 314 | 34 | 25.0164 | 121.4043 | -0.12 | 17 |



|     |    |         |          |       |    |
|-----|----|---------|----------|-------|----|
| 315 | 44 | 24.9828 | 121.4499 | 0.00  | 22 |
| 316 | 44 | 25.1085 | 121.8065 | 0.00  | 22 |
| 317 | 36 | 24.9781 | 121.4394 | -0.04 | 18 |
| 318 | 40 | 25.0036 | 121.5242 | 0.00  | 20 |
| 319 | 36 | 25.0018 | 121.4826 | -0.40 | 18 |
| 320 | 30 | 24.9930 | 121.4282 | 0.00  | 15 |
| 321 | 38 | 25.0009 | 121.4161 | -0.16 | 19 |
| 322 | 36 | 24.9389 | 121.3737 | 0.00  | 18 |
| 323 | 32 | 24.9443 | 121.3421 | 0.16  | 16 |
| 324 | 36 | 24.9821 | 121.5409 | 0.08  | 18 |
| 325 | 80 | 24.9847 | 121.4485 | -0.56 | 40 |
| 326 | 50 | 25.0015 | 121.6163 | 0.08  | 25 |
| 327 | 34 | 25.0033 | 121.6025 | -0.12 | 17 |
| 328 | 34 | 25.0031 | 121.4681 | -0.40 | 17 |
| 329 | 30 | 25.1085 | 121.8097 | 0.00  | 15 |
| 330 | 30 | 25.0084 | 121.5202 | -0.04 | 15 |
| 331 | 30 | 25.0744 | 121.4679 | 0.12  | 15 |
| 332 | 40 | 25.0112 | 121.4472 | -0.16 | 20 |
| 333 | 32 | 25.0864 | 121.4856 | 0.00  | 16 |
| 334 | 28 | 25.0806 | 121.4961 | 0.24  | 14 |
| 335 | 36 | 25.0750 | 121.5005 | 0.00  | 18 |
| 336 | 30 | 25.0719 | 121.4815 | -0.48 | 15 |
| 337 | 36 | 25.0816 | 121.4616 | 0.00  | 18 |
| 338 | 36 | 25.0776 | 121.4661 | 0.08  | 18 |
| 339 | 50 | 25.0011 | 121.5020 | -0.16 | 25 |
| 340 | 42 | 24.9835 | 121.5048 | 0.12  | 21 |
| 341 | 30 | 25.0070 | 121.5092 | -0.24 | 15 |
| 342 | 48 | 25.0629 | 121.6466 | -0.16 | 24 |
| 343 | 34 | 24.9891 | 121.4183 | -0.08 | 17 |
| 344 | 36 | 24.9587 | 121.3331 | 0.00  | 18 |
| 345 | 36 | 24.9276 | 121.3669 | 0.08  | 18 |
| 346 | 30 | 24.9303 | 121.3788 | 0.04  | 15 |
| 347 | 32 | 24.9268 | 121.3720 | -0.12 | 16 |
| 348 | 38 | 24.9412 | 121.3768 | 0.00  | 19 |
| 349 | 34 | 24.9830 | 121.4113 | 0.04  | 17 |

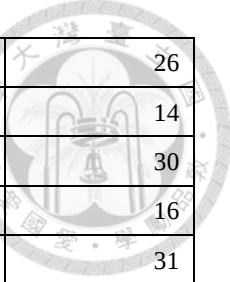


|     |    |         |          |       |    |
|-----|----|---------|----------|-------|----|
| 350 | 40 | 24.9898 | 121.4248 | 0.32  | 20 |
| 351 | 34 | 25.0191 | 121.4737 | 0.16  | 17 |
| 352 | 46 | 24.9892 | 121.4915 | 0.04  | 23 |
| 353 | 34 | 24.9726 | 121.4348 | -0.04 | 17 |
| 354 | 32 | 24.9922 | 121.4177 | 0.04  | 16 |
| 355 | 32 | 25.0052 | 121.5133 | 0.12  | 16 |
| 356 | 36 | 24.9953 | 121.5135 | -0.28 | 18 |
| 357 | 36 | 25.0521 | 121.4549 | 0.40  | 18 |
| 358 | 46 | 25.0591 | 121.4466 | -0.04 | 23 |
| 359 | 34 | 25.0531 | 121.4397 | 0.12  | 17 |
| 360 | 36 | 25.1599 | 121.4141 | 0.00  | 18 |
| 361 | 30 | 25.0280 | 121.4685 | -0.36 | 15 |
| 362 | 44 | 25.0620 | 121.4592 | -0.20 | 22 |
| 363 | 36 | 25.0332 | 121.4222 | 0.32  | 18 |
| 364 | 40 | 25.1304 | 121.4513 | -0.04 | 20 |
| 365 | 50 | 25.0716 | 121.3663 | -0.12 | 25 |
| 366 | 40 | 25.0695 | 121.4303 | 0.12  | 20 |
| 367 | 42 | 25.0714 | 121.4760 | -0.24 | 21 |
| 368 | 36 | 25.0536 | 121.4929 | -0.04 | 18 |
| 369 | 50 | 25.0404 | 121.4225 | -0.08 | 25 |
| 370 | 32 | 25.0603 | 121.5022 | 0.04  | 16 |
| 371 | 34 | 24.9986 | 121.4249 | -0.16 | 17 |
| 372 | 42 | 25.0772 | 121.3938 | -0.16 | 21 |

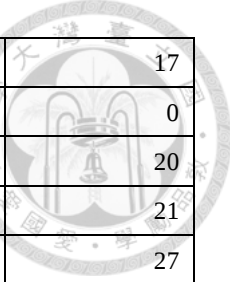
## 附錄六

### Ubike372N 標竿問題

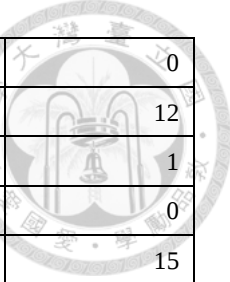
| StationID | Capacity | lat     | lng      | Rate  | Initial bike |
|-----------|----------|---------|----------|-------|--------------|
| 0         |          | 25.0185 | 121.4861 |       |              |
| 1         | 38       | 24.9912 | 121.5340 | -0.32 | 16           |
| 2         | 56       | 25.0689 | 121.6627 | 0.00  | 0            |
| 3         | 46       | 25.0642 | 121.6583 | 0.04  | 10           |
| 4         | 56       | 25.0731 | 121.6626 | -0.56 | 19           |
| 5         | 40       | 24.9796 | 121.5463 | -0.12 | 18           |
| 6         | 32       | 24.9840 | 121.5417 | 0.12  | 0            |



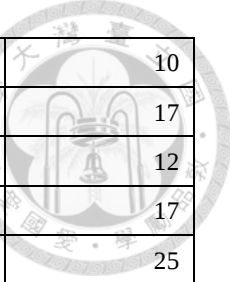
|    |    |         |          |       |    |
|----|----|---------|----------|-------|----|
| 7  | 34 | 25.0641 | 121.6530 | -0.52 | 26 |
| 8  | 40 | 25.0601 | 121.4831 | -0.04 | 14 |
| 9  | 68 | 25.0544 | 121.4885 | -0.12 | 30 |
| 10 | 34 | 25.0559 | 121.4847 | -0.28 | 16 |
| 11 | 48 | 25.0667 | 121.6404 | -0.40 | 31 |
| 12 | 52 | 25.0688 | 121.6289 | 0.16  | 23 |
| 13 | 46 | 25.0476 | 121.6189 | 0.16  | 22 |
| 14 | 52 | 25.0390 | 121.6243 | 0.00  | 25 |
| 15 | 40 | 25.0254 | 121.4283 | 0.56  | 5  |
| 16 | 42 | 25.0241 | 121.4239 | -0.24 | 26 |
| 17 | 36 | 25.0171 | 121.4280 | 0.28  | 7  |
| 18 | 40 | 24.9743 | 121.5428 | 0.00  | 1  |
| 19 | 50 | 25.0906 | 121.4716 | -0.60 | 21 |
| 20 | 42 | 25.0662 | 121.4843 | -0.08 | 25 |
| 21 | 50 | 25.0634 | 121.4890 | 0.04  | 4  |
| 22 | 64 | 25.0687 | 121.4807 | -0.40 | 12 |
| 23 | 58 | 25.0362 | 121.4521 | 0.04  | 0  |
| 24 | 52 | 25.0650 | 121.6331 | -0.04 | 22 |
| 25 | 76 | 25.0569 | 121.6552 | 0.12  | 9  |
| 26 | 62 | 24.9962 | 121.5220 | -0.76 | 34 |
| 27 | 72 | 25.0010 | 121.5116 | -0.12 | 4  |
| 28 | 66 | 25.0060 | 121.5209 | 0.20  | 13 |
| 29 | 60 | 25.0098 | 121.5058 | -0.20 | 16 |
| 30 | 46 | 25.0007 | 121.5144 | -0.40 | 18 |
| 31 | 52 | 25.0695 | 121.6315 | 0.12  | 36 |
| 32 | 50 | 25.0857 | 121.4836 | 0.04  | 16 |
| 33 | 78 | 25.0858 | 121.4727 | -0.56 | 20 |
| 34 | 58 | 25.0833 | 121.4639 | 0.44  | 17 |
| 35 | 38 | 25.0277 | 121.4147 | -0.12 | 23 |
| 36 | 60 | 24.9772 | 121.5381 | 0.00  | 0  |
| 37 | 52 | 24.9762 | 121.5469 | 0.04  | 21 |
| 38 | 38 | 25.0416 | 121.4461 | 0.20  | 26 |
| 39 | 44 | 25.0158 | 121.5113 | -0.12 | 16 |
| 40 | 38 | 25.0023 | 121.5174 | 0.04  | 15 |
| 41 | 46 | 24.9994 | 121.5228 | 0.16  | 8  |



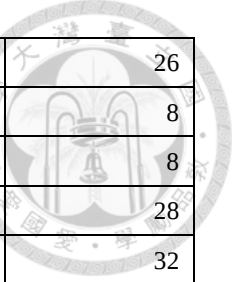
|    |    |         |          |       |    |
|----|----|---------|----------|-------|----|
| 42 | 40 | 24.9859 | 121.5369 | -0.12 | 17 |
| 43 | 36 | 25.0122 | 121.5153 | 0.04  | 0  |
| 44 | 42 | 25.0127 | 121.5065 | 0.04  | 20 |
| 45 | 36 | 24.9721 | 121.5396 | -0.24 | 21 |
| 46 | 42 | 24.9742 | 121.5342 | -0.76 | 27 |
| 47 | 48 | 25.0471 | 121.4445 | -0.80 | 21 |
| 48 | 58 | 25.0542 | 121.4518 | 0.12  | 28 |
| 49 | 60 | 25.0872 | 121.4895 | -0.40 | 18 |
| 50 | 36 | 25.0518 | 121.4577 | 0.04  | 11 |
| 51 | 28 | 25.0795 | 121.6743 | -0.12 | 4  |
| 52 | 36 | 24.9753 | 121.5273 | 0.00  | 9  |
| 53 | 34 | 25.0098 | 121.5091 | -0.20 | 13 |
| 54 | 36 | 24.9704 | 121.5434 | -0.20 | 13 |
| 55 | 40 | 24.9785 | 121.5242 | 0.28  | 9  |
| 56 | 50 | 24.9869 | 121.5420 | 0.08  | 13 |
| 57 | 52 | 25.0613 | 121.6495 | 0.00  | 1  |
| 58 | 70 | 25.0630 | 121.6544 | -0.04 | 12 |
| 59 | 50 | 25.0610 | 121.6556 | -0.08 | 45 |
| 60 | 44 | 25.0662 | 121.6591 | 0.00  | 1  |
| 61 | 52 | 25.0677 | 121.6598 | -0.08 | 3  |
| 62 | 58 | 25.0108 | 121.5034 | 0.00  | 27 |
| 63 | 40 | 25.0579 | 121.6349 | -0.04 | 7  |
| 64 | 32 | 24.9715 | 121.5363 | 0.08  | 4  |
| 65 | 42 | 25.0661 | 121.5036 | 0.08  | 18 |
| 66 | 44 | 25.0581 | 121.6260 | 0.04  | 13 |
| 67 | 46 | 25.0660 | 121.4777 | -0.08 | 4  |
| 68 | 70 | 25.0660 | 121.4805 | -0.04 | 8  |
| 69 | 44 | 25.0606 | 121.4882 | -0.44 | 23 |
| 70 | 50 | 25.0661 | 121.4955 | 0.08  | 19 |
| 71 | 40 | 25.0705 | 121.4909 | 0.32  | 11 |
| 72 | 46 | 25.0290 | 121.4228 | 0.24  | 2  |
| 73 | 50 | 25.0100 | 121.5242 | 0.36  | 22 |
| 74 | 50 | 25.0464 | 121.4476 | 0.48  | 29 |
| 75 | 40 | 25.0695 | 121.4876 | -0.12 | 14 |
| 76 | 52 | 25.0686 | 121.4978 | -0.12 | 37 |



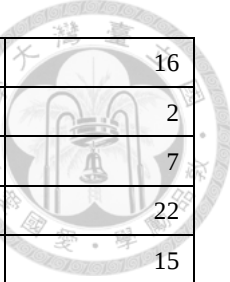
|     |    |         |          |       |    |
|-----|----|---------|----------|-------|----|
| 77  | 56 | 25.0805 | 121.4799 | 0.00  | 0  |
| 78  | 38 | 25.0524 | 121.4482 | 0.08  | 12 |
| 79  | 30 | 25.0605 | 121.4922 | -0.04 | 1  |
| 80  | 48 | 25.0759 | 121.4878 | 0.12  | 0  |
| 81  | 50 | 24.9935 | 121.4877 | -0.16 | 15 |
| 82  | 40 | 25.0213 | 121.4222 | -0.60 | 28 |
| 83  | 42 | 25.0919 | 121.4616 | -0.16 | 13 |
| 84  | 36 | 25.0709 | 121.4857 | 0.12  | 1  |
| 85  | 52 | 25.0614 | 121.4919 | -0.24 | 15 |
| 86  | 36 | 25.0648 | 121.4987 | -0.32 | 27 |
| 87  | 44 | 24.9715 | 121.5303 | -0.04 | 17 |
| 88  | 28 | 25.0007 | 121.5267 | 0.04  | 14 |
| 89  | 44 | 25.0900 | 121.4594 | -0.56 | 20 |
| 90  | 30 | 25.0848 | 121.4587 | -0.12 | 17 |
| 91  | 50 | 25.0522 | 121.4621 | 0.08  | 12 |
| 92  | 42 | 25.0545 | 121.4593 | 0.00  | 2  |
| 93  | 46 | 24.9832 | 121.5375 | -0.04 | 17 |
| 94  | 48 | 25.0644 | 121.4837 | 0.08  | 32 |
| 95  | 52 | 25.0916 | 121.4640 | -0.08 | 3  |
| 96  | 32 | 25.0515 | 121.4882 | 0.00  | 13 |
| 97  | 44 | 25.0222 | 121.4582 | -0.04 | 22 |
| 98  | 38 | 25.0245 | 121.4776 | 0.36  | 7  |
| 99  | 44 | 25.0297 | 121.4724 | -0.04 | 2  |
| 100 | 48 | 25.0286 | 121.4805 | 0.40  | 9  |
| 101 | 42 | 24.9750 | 121.5428 | -0.04 | 2  |
| 102 | 44 | 24.9742 | 121.5444 | 0.20  | 14 |
| 103 | 40 | 25.0221 | 121.4676 | 0.28  | 1  |
| 104 | 34 | 25.0238 | 121.4578 | -0.36 | 15 |
| 105 | 68 | 25.0148 | 121.4621 | -0.36 | 9  |
| 106 | 42 | 25.0131 | 121.4759 | 0.04  | 10 |
| 107 | 40 | 25.0124 | 121.4642 | -0.08 | 10 |
| 108 | 90 | 25.0132 | 121.4619 | 0.00  | 0  |
| 109 | 52 | 25.0080 | 121.4634 | 0.12  | 16 |
| 110 | 44 | 25.0128 | 121.4563 | 0.12  | 21 |
| 111 | 40 | 24.9977 | 121.4643 | -0.08 | 10 |



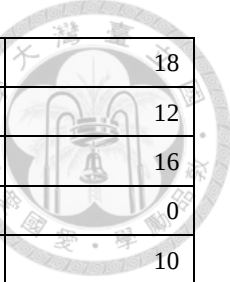
|     |    |         |          |       |    |
|-----|----|---------|----------|-------|----|
| 112 | 28 | 25.0837 | 121.4875 | 0.32  | 10 |
| 113 | 52 | 25.0817 | 121.4939 | 0.24  | 17 |
| 114 | 30 | 25.0573 | 121.4991 | 0.00  | 12 |
| 115 | 38 | 25.0460 | 121.4538 | -0.20 | 17 |
| 116 | 36 | 25.0479 | 121.4532 | -0.24 | 25 |
| 117 | 42 | 25.0090 | 121.4588 | 0.04  | 0  |
| 118 | 52 | 24.9978 | 121.4523 | -0.40 | 15 |
| 119 | 42 | 25.0372 | 121.4449 | 0.00  | 29 |
| 120 | 38 | 25.0150 | 121.5210 | 0.32  | 0  |
| 121 | 34 | 25.0860 | 121.4938 | -0.32 | 16 |
| 122 | 40 | 25.0782 | 121.4899 | -0.04 | 19 |
| 123 | 54 | 25.0704 | 121.4971 | -0.04 | 2  |
| 124 | 50 | 25.0775 | 121.6669 | -0.16 | 18 |
| 125 | 70 | 24.9908 | 121.5070 | 0.20  | 4  |
| 126 | 42 | 25.0880 | 121.4622 | -0.12 | 16 |
| 127 | 36 | 25.0016 | 121.4555 | 0.12  | 16 |
| 128 | 36 | 25.0777 | 121.4803 | 0.08  | 15 |
| 129 | 46 | 25.0457 | 121.4263 | 0.28  | 17 |
| 130 | 34 | 25.0943 | 121.4601 | 0.00  | 5  |
| 131 | 36 | 25.0435 | 121.4598 | 0.08  | 31 |
| 132 | 36 | 25.0584 | 121.4898 | 0.24  | 1  |
| 133 | 38 | 24.9668 | 121.5165 | -0.08 | 2  |
| 134 | 52 | 25.0464 | 121.4577 | 0.04  | 36 |
| 135 | 38 | 25.0210 | 121.4708 | 0.16  | 15 |
| 136 | 34 | 25.0313 | 121.4432 | 0.12  | 11 |
| 137 | 36 | 25.0285 | 121.4574 | 0.12  | 19 |
| 138 | 50 | 25.0235 | 121.4686 | 0.08  | 0  |
| 139 | 34 | 24.9964 | 121.4597 | 0.16  | 10 |
| 140 | 32 | 25.0623 | 121.4315 | 0.08  | 2  |
| 141 | 36 | 25.0100 | 121.4611 | -0.68 | 28 |
| 142 | 40 | 25.0108 | 121.4278 | 0.20  | 7  |
| 143 | 38 | 24.9916 | 121.4629 | 0.04  | 11 |
| 144 | 54 | 25.0255 | 121.4626 | 0.08  | 14 |
| 145 | 60 | 24.9593 | 121.4190 | 0.00  | 0  |
| 146 | 36 | 25.0735 | 121.5010 | 0.00  | 9  |



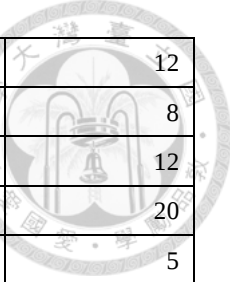
|     |    |         |          |       |    |
|-----|----|---------|----------|-------|----|
| 147 | 40 | 24.9531 | 121.5518 | 0.04  | 26 |
| 148 | 34 | 24.9694 | 121.4408 | 0.08  | 8  |
| 149 | 38 | 24.9917 | 121.4533 | 0.24  | 8  |
| 150 | 40 | 25.0737 | 121.6663 | 0.04  | 28 |
| 151 | 38 | 25.0186 | 121.4675 | 0.00  | 32 |
| 152 | 52 | 24.9726 | 121.4436 | 0.00  | 0  |
| 153 | 48 | 24.9980 | 121.4574 | -0.12 | 6  |
| 154 | 42 | 24.9779 | 121.4432 | -0.48 | 19 |
| 155 | 30 | 25.0178 | 121.5168 | 0.24  | 14 |
| 156 | 44 | 25.0890 | 121.6459 | 0.08  | 32 |
| 157 | 54 | 24.9586 | 121.5387 | 0.20  | 28 |
| 158 | 36 | 24.9921 | 121.4907 | -0.60 | 16 |
| 159 | 32 | 25.0034 | 121.4332 | 0.12  | 13 |
| 160 | 40 | 25.0064 | 121.4742 | -0.08 | 11 |
| 161 | 36 | 25.0619 | 121.4349 | 0.12  | 12 |
| 162 | 36 | 25.0720 | 121.4912 | -0.04 | 11 |
| 163 | 40 | 24.9962 | 121.4565 | 0.00  | 17 |
| 164 | 34 | 25.0178 | 121.4583 | -0.28 | 15 |
| 165 | 36 | 25.0309 | 121.4636 | -0.64 | 20 |
| 166 | 36 | 24.9955 | 121.4675 | 0.16  | 5  |
| 167 | 34 | 24.9993 | 121.4463 | 0.24  | 4  |
| 168 | 38 | 25.0277 | 121.4267 | 0.04  | 9  |
| 169 | 52 | 25.0939 | 121.4739 | 0.12  | 25 |
| 170 | 38 | 24.9892 | 121.4705 | 0.24  | 16 |
| 171 | 36 | 25.0198 | 121.4539 | 0.32  | 14 |
| 172 | 52 | 24.9926 | 121.4247 | 0.16  | 2  |
| 173 | 32 | 24.9979 | 121.4264 | -0.04 | 6  |
| 174 | 44 | 24.9837 | 121.4542 | -0.20 | 8  |
| 175 | 32 | 25.0115 | 121.4674 | -0.16 | 12 |
| 176 | 32 | 25.0054 | 121.4132 | 0.04  | 7  |
| 177 | 36 | 24.9864 | 121.4148 | -0.08 | 27 |
| 178 | 36 | 25.0822 | 121.4760 | -0.08 | 25 |
| 179 | 34 | 25.0518 | 121.4317 | -0.08 | 3  |
| 180 | 34 | 25.0898 | 121.4880 | 0.08  | 24 |
| 181 | 46 | 24.9906 | 121.4264 | 0.68  | 2  |



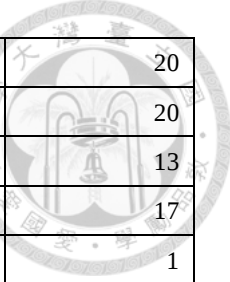
|     |    |         |          |       |    |
|-----|----|---------|----------|-------|----|
| 182 | 40 | 25.0265 | 121.4723 | -0.20 | 16 |
| 183 | 32 | 24.9656 | 121.4326 | 0.00  | 2  |
| 184 | 28 | 24.9904 | 121.5024 | 0.36  | 7  |
| 185 | 42 | 24.9807 | 121.5077 | 0.12  | 22 |
| 186 | 34 | 25.0552 | 121.4321 | -0.28 | 15 |
| 187 | 30 | 25.0559 | 121.4343 | -0.20 | 12 |
| 188 | 34 | 24.9867 | 121.4268 | 0.16  | 8  |
| 189 | 38 | 24.9934 | 121.4296 | -0.12 | 3  |
| 190 | 40 | 24.9869 | 121.4493 | 0.44  | 0  |
| 191 | 38 | 25.0652 | 121.4611 | 0.12  | 10 |
| 192 | 36 | 25.018  | 121.4794 | -0.16 | 11 |
| 193 | 30 | 25.0119 | 121.4327 | 0.12  | 18 |
| 194 | 40 | 24.9958 | 121.5266 | -0.04 | 8  |
| 195 | 54 | 25.0249 | 121.4543 | 0.08  | 19 |
| 196 | 32 | 25.0211 | 121.4769 | -0.36 | 10 |
| 197 | 36 | 25.0505 | 121.4277 | -0.48 | 27 |
| 198 | 34 | 24.9517 | 121.3430 | 0.00  | 15 |
| 199 | 60 | 25.0228 | 121.4131 | -0.32 | 9  |
| 200 | 50 | 25.0461 | 121.4710 | -0.20 | 29 |
| 201 | 58 | 24.9556 | 121.3544 | 0.16  | 27 |
| 202 | 50 | 24.9528 | 121.3472 | 0.00  | 11 |
| 203 | 44 | 24.9522 | 121.3510 | 0.16  | 18 |
| 204 | 40 | 25.0457 | 121.4421 | 0.16  | 33 |
| 205 | 28 | 25.1382 | 121.4634 | 0.16  | 6  |
| 206 | 40 | 24.9495 | 121.3528 | 0.08  | 10 |
| 207 | 46 | 24.9963 | 121.4454 | -0.04 | 11 |
| 208 | 44 | 24.9482 | 121.3458 | 0.20  | 18 |
| 209 | 26 | 25.0705 | 121.6670 | -0.32 | 13 |
| 210 | 38 | 24.9838 | 121.4150 | 0.08  | 8  |
| 211 | 36 | 25.0800 | 121.4762 | 0.28  | 5  |
| 212 | 34 | 24.9707 | 121.3926 | 0.08  | 18 |
| 213 | 40 | 24.9803 | 121.4231 | 0.04  | 10 |
| 214 | 36 | 25.0034 | 121.4753 | -0.04 | 7  |
| 215 | 40 | 24.9836 | 121.4236 | 0.04  | 6  |
| 216 | 44 | 24.9658 | 121.4362 | -0.08 | 11 |



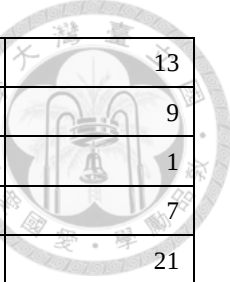
|     |     |         |          |       |    |
|-----|-----|---------|----------|-------|----|
| 217 | 48  | 25.1651 | 121.4508 | 0.04  | 18 |
| 218 | 38  | 24.9919 | 121.4214 | 0.24  | 12 |
| 219 | 36  | 25.1853 | 121.4443 | 0.08  | 16 |
| 220 | 36  | 24.9572 | 121.3497 | 0.00  | 0  |
| 221 | 36  | 25.0715 | 121.4357 | -0.12 | 10 |
| 222 | 40  | 25.1803 | 121.4447 | 0.28  | 8  |
| 223 | 40  | 25.1785 | 121.4479 | 0.40  | 14 |
| 224 | 42  | 24.9841 | 121.4586 | 0.12  | 9  |
| 225 | 40  | 25.0512 | 121.4760 | 0.00  | 4  |
| 226 | 40  | 25.0091 | 121.4684 | 0.08  | 12 |
| 227 | 36  | 25.0603 | 121.5001 | -0.08 | 16 |
| 228 | 38  | 24.9753 | 121.5157 | -0.36 | 16 |
| 229 | 30  | 24.9922 | 121.5044 | 0.00  | 15 |
| 230 | 50  | 25.0323 | 121.4500 | 0.32  | 10 |
| 231 | 42  | 25.0653 | 121.4904 | 0.08  | 15 |
| 232 | 38  | 25.0059 | 121.4996 | 0.32  | 6  |
| 233 | 40  | 25.1894 | 121.4387 | 0.16  | 27 |
| 234 | 40  | 25.0829 | 121.4567 | 0.24  | 14 |
| 235 | 106 | 25.1688 | 121.4442 | 0.00  | 30 |
| 236 | 36  | 24.9611 | 121.5100 | 0.32  | 7  |
| 237 | 46  | 25.1865 | 121.4433 | 0.16  | 33 |
| 238 | 46  | 25.1377 | 121.4601 | -0.16 | 33 |
| 239 | 38  | 25.0748 | 121.4985 | -0.12 | 9  |
| 240 | 34  | 25.1889 | 121.4435 | 0.08  | 7  |
| 241 | 36  | 25.0786 | 121.4622 | -0.12 | 16 |
| 242 | 34  | 25.0009 | 121.4315 | 0.12  | 7  |
| 243 | 42  | 24.9342 | 121.3692 | 0.20  | 6  |
| 244 | 50  | 25.0771 | 121.3743 | 0.04  | 0  |
| 245 | 42  | 24.9939 | 121.4329 | 0.08  | 17 |
| 246 | 38  | 25.0761 | 121.4843 | -0.12 | 5  |
| 247 | 32  | 25.0856 | 121.4777 | 0.00  | 11 |
| 248 | 36  | 25.0697 | 121.4940 | 0.04  | 8  |
| 249 | 36  | 25.0796 | 121.3856 | 0.16  | 1  |
| 250 | 58  | 24.9456 | 121.3733 | -0.72 | 18 |
| 251 | 34  | 25.0767 | 121.3882 | -0.04 | 17 |



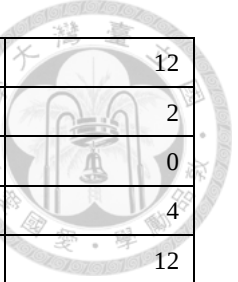
|     |    |         |          |       |    |
|-----|----|---------|----------|-------|----|
| 252 | 42 | 25.0704 | 121.3769 | -0.20 | 12 |
| 253 | 42 | 25.0259 | 121.4177 | -0.12 | 8  |
| 254 | 36 | 24.9811 | 121.4168 | 0.36  | 12 |
| 255 | 42 | 25.0948 | 121.4467 | 0.00  | 20 |
| 256 | 32 | 24.9991 | 121.4683 | 0.16  | 5  |
| 257 | 34 | 25.0691 | 121.3678 | -0.32 | 19 |
| 258 | 34 | 24.9802 | 121.4086 | 0.04  | 9  |
| 259 | 40 | 24.9391 | 121.3346 | 0.08  | 12 |
| 260 | 44 | 25.0560 | 121.4444 | -0.04 | 11 |
| 261 | 40 | 24.9506 | 121.3862 | 0.12  | 6  |
| 262 | 38 | 24.9991 | 121.4725 | 0.00  | 11 |
| 263 | 36 | 25.0832 | 121.3785 | 0.20  | 8  |
| 264 | 36 | 25.0781 | 121.3972 | 0.04  | 10 |
| 265 | 36 | 24.9567 | 121.3396 | 0.20  | 14 |
| 266 | 60 | 25.0660 | 121.3620 | 0.32  | 7  |
| 267 | 34 | 25.0598 | 121.6525 | 0.08  | 13 |
| 268 | 34 | 25.0734 | 121.3623 | -0.12 | 14 |
| 269 | 36 | 24.9901 | 121.4323 | 0.20  | 10 |
| 270 | 34 | 24.9528 | 121.4117 | -0.12 | 8  |
| 271 | 34 | 25.0350 | 121.4219 | -0.08 | 22 |
| 272 | 34 | 24.9563 | 121.4144 | -0.04 | 11 |
| 273 | 34 | 24.9282 | 121.3761 | 0.28  | 13 |
| 274 | 36 | 25.0805 | 121.3893 | 0.00  | 17 |
| 275 | 34 | 25.0740 | 121.3589 | 0.16  | 5  |
| 276 | 36 | 24.9778 | 121.4598 | 0.64  | 7  |
| 277 | 36 | 25.0742 | 121.3770 | -0.20 | 13 |
| 278 | 40 | 25.0361 | 121.4528 | -0.20 | 7  |
| 279 | 30 | 25.0092 | 121.4252 | 0.28  | 16 |
| 280 | 38 | 25.0947 | 121.4481 | 0.20  | 7  |
| 281 | 46 | 24.9451 | 121.3787 | -0.12 | 20 |
| 282 | 52 | 25.0394 | 121.4609 | 0.08  | 0  |
| 283 | 32 | 25.1725 | 121.4388 | 0.20  | 14 |
| 284 | 36 | 25.1051 | 121.4530 | 0.08  | 24 |
| 285 | 38 | 25.0817 | 121.3727 | -0.12 | 21 |
| 286 | 38 | 24.9867 | 121.4655 | -0.48 | 23 |



|     |    |         |          |       |    |
|-----|----|---------|----------|-------|----|
| 287 | 66 | 24.9389 | 121.3636 | 0.76  | 20 |
| 288 | 32 | 24.9986 | 121.5005 | -0.08 | 20 |
| 289 | 36 | 25.0782 | 121.6245 | 0.00  | 13 |
| 290 | 32 | 25.0746 | 121.4782 | -0.44 | 17 |
| 291 | 40 | 25.0075 | 121.4480 | 0.04  | 1  |
| 292 | 40 | 25.0408 | 121.4525 | -0.12 | 4  |
| 293 | 32 | 25.0112 | 121.5177 | 0.00  | 1  |
| 294 | 34 | 25.0164 | 121.4071 | 0.12  | 13 |
| 295 | 30 | 25.0823 | 121.4822 | -0.40 | 15 |
| 296 | 36 | 24.9937 | 121.4782 | -0.08 | 4  |
| 297 | 40 | 25.0729 | 121.3695 | 0.08  | 21 |
| 298 | 34 | 24.9969 | 121.4966 | 0.20  | 12 |
| 299 | 34 | 25.0764 | 121.3672 | 0.00  | 14 |
| 300 | 38 | 25.0126 | 121.4665 | 0.32  | 1  |
| 301 | 34 | 24.9828 | 121.4654 | 0.04  | 12 |
| 302 | 80 | 25.0155 | 121.4637 | -0.48 | 12 |
| 303 | 34 | 25.0042 | 121.4228 | -0.04 | 24 |
| 304 | 42 | 25.0330 | 121.4365 | -0.16 | 18 |
| 305 | 36 | 25.0208 | 121.4296 | 0.00  | 18 |
| 306 | 32 | 25.0560 | 121.4713 | 0.16  | 12 |
| 307 | 30 | 25.0648 | 121.6639 | -0.08 | 8  |
| 308 | 40 | 25.0825 | 121.4396 | 0.04  | 3  |
| 309 | 34 | 24.9633 | 121.4197 | 0.08  | 8  |
| 310 | 34 | 25.0069 | 121.5032 | 0.00  | 7  |
| 311 | 40 | 25.0331 | 121.4684 | -0.04 | 22 |
| 312 | 40 | 25.0214 | 121.4165 | -0.08 | 2  |
| 313 | 46 | 25.0302 | 121.4134 | 0.12  | 18 |
| 314 | 34 | 25.0164 | 121.4043 | -0.04 | 2  |
| 315 | 44 | 24.9828 | 121.4499 | 0.12  | 0  |
| 316 | 44 | 25.1085 | 121.8065 | 0.00  | 0  |
| 317 | 36 | 24.9781 | 121.4394 | 0.04  | 10 |
| 318 | 40 | 25.0036 | 121.5242 | -0.12 | 15 |
| 319 | 36 | 25.0018 | 121.4826 | 0.00  | 6  |
| 320 | 30 | 24.9930 | 121.4282 | -0.2  | 10 |
| 321 | 38 | 25.0009 | 121.4161 | 0.12  | 9  |



|     |    |         |          |       |    |
|-----|----|---------|----------|-------|----|
| 322 | 36 | 24.9389 | 121.3737 | 0.00  | 13 |
| 323 | 32 | 24.9443 | 121.3421 | 0.00  | 9  |
| 324 | 36 | 24.9821 | 121.5409 | 0.08  | 1  |
| 325 | 80 | 24.9847 | 121.4485 | 0.00  | 7  |
| 326 | 50 | 25.0015 | 121.6163 | 0.00  | 21 |
| 327 | 34 | 25.0033 | 121.6025 | 0.00  | 10 |
| 328 | 34 | 25.0031 | 121.4681 | 0.48  | 3  |
| 329 | 30 | 25.1085 | 121.8097 | 0.00  | 4  |
| 330 | 30 | 25.0084 | 121.5202 | -0.32 | 11 |
| 331 | 30 | 25.0744 | 121.4679 | 0.16  | 13 |
| 332 | 40 | 25.0112 | 121.4472 | 0.08  | 8  |
| 333 | 32 | 25.0864 | 121.4856 | 0.12  | 8  |
| 334 | 28 | 25.0806 | 121.4961 | 0.24  | 12 |
| 335 | 36 | 25.0750 | 121.5005 | 0.00  | 16 |
| 336 | 30 | 25.0719 | 121.4815 | 0.20  | 7  |
| 337 | 36 | 25.0816 | 121.4616 | -0.52 | 19 |
| 338 | 36 | 25.0776 | 121.4661 | 0.16  | 13 |
| 339 | 50 | 25.0011 | 121.5020 | 0.08  | 0  |
| 340 | 42 | 24.9835 | 121.5048 | -0.12 | 12 |
| 341 | 30 | 25.0070 | 121.5092 | -0.04 | 13 |
| 342 | 48 | 25.0629 | 121.6466 | 0.44  | 0  |
| 343 | 34 | 24.9891 | 121.4183 | 0.08  | 18 |
| 344 | 36 | 24.9587 | 121.3331 | 0.00  | 13 |
| 345 | 36 | 24.9276 | 121.3669 | -0.04 | 17 |
| 346 | 30 | 24.9303 | 121.3788 | -0.04 | 9  |
| 347 | 32 | 24.9268 | 121.3720 | 0.00  | 5  |
| 348 | 38 | 24.9412 | 121.3768 | 0.08  | 17 |
| 349 | 34 | 24.9830 | 121.4113 | -0.12 | 21 |
| 350 | 40 | 24.9898 | 121.4248 | 0.52  | 1  |
| 351 | 34 | 25.0191 | 121.4737 | -0.08 | 8  |
| 352 | 46 | 24.9892 | 121.4915 | 0.08  | 7  |
| 353 | 34 | 24.9726 | 121.4348 | 0.12  | 15 |
| 354 | 32 | 24.9922 | 121.4177 | 0.08  | 12 |
| 355 | 32 | 25.0052 | 121.5133 | -0.04 | 23 |
| 356 | 36 | 24.9953 | 121.5135 | 0.08  | 4  |

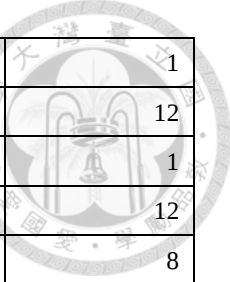


|     |    |         |          |       |    |
|-----|----|---------|----------|-------|----|
| 357 | 36 | 25.0521 | 121.4549 | 0.20  | 12 |
| 358 | 46 | 25.0591 | 121.4466 | 0.56  | 2  |
| 359 | 34 | 25.0531 | 121.4397 | 0.00  | 0  |
| 360 | 36 | 25.1599 | 121.4141 | 0.16  | 4  |
| 361 | 30 | 25.0280 | 121.4685 | -0.04 | 12 |
| 362 | 44 | 25.0620 | 121.4592 | -0.28 | 25 |
| 363 | 36 | 25.0332 | 121.4222 | -0.04 | 22 |
| 364 | 40 | 25.1304 | 121.4513 | 0.04  | 19 |
| 365 | 50 | 25.0716 | 121.3663 | -0.48 | 24 |
| 366 | 40 | 25.0695 | 121.4303 | 0.04  | 18 |
| 367 | 42 | 25.0714 | 121.4760 | -0.04 | 8  |
| 368 | 36 | 25.0536 | 121.4929 | 0.24  | 14 |
| 369 | 50 | 25.0404 | 121.4225 | -0.12 | 3  |
| 370 | 32 | 25.0603 | 121.5022 | -0.04 | 13 |
| 371 | 34 | 24.9986 | 121.4249 | 0.12  | 5  |
| 372 | 42 | 25.0772 | 121.3938 | -0.08 | 27 |

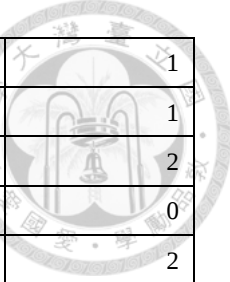
## 附錄七

### CityBike217M 標竿問題

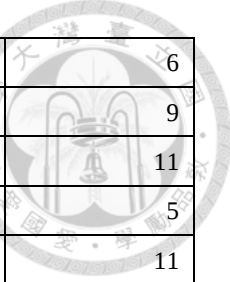
| StationID | Capacity | lat     | lng      | Rate   | Initial bike |
|-----------|----------|---------|----------|--------|--------------|
| 0         |          | 22.6518 | 120.3370 |        |              |
| 1         | 28       | 22.6770 | 120.3065 | 0.000  | 0            |
| 2         | 32       | 22.6660 | 120.3031 | 0.150  | 0            |
| 3         | 32       | 22.6586 | 120.3027 | 0.150  | 3            |
| 4         | 32       | 22.6482 | 120.3035 | 0.125  | 8            |
| 5         | 32       | 22.6411 | 120.3028 | -0.375 | 32           |
| 6         | 32       | 22.6322 | 120.3017 | 0.425  | 27           |
| 7         | 32       | 22.6238 | 120.3008 | 0.750  | 30           |
| 8         | 32       | 22.6143 | 120.3047 | 0.775  | 30           |
| 9         | 32       | 22.6120 | 120.3050 | 0.525  | 29           |
| 10        | 32       | 22.6058 | 120.3086 | 0.075  | 13           |
| 11        | 32       | 22.5988 | 120.3134 | 0.375  | 15           |
| 12        | 32       | 22.6223 | 120.2755 | 0.250  | 8            |
| 13        | 28       | 22.6226 | 120.2832 | 0.650  | 18           |



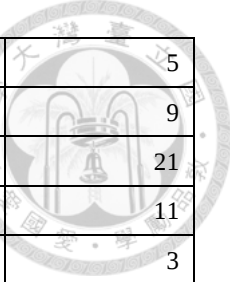
|    |    |         |          |        |    |
|----|----|---------|----------|--------|----|
| 14 | 32 | 22.6295 | 120.2956 | 0.000  | 1  |
| 15 | 24 | 22.6310 | 120.3102 | 0.400  | 12 |
| 16 | 24 | 22.6298 | 120.3183 | 0.000  | 1  |
| 17 | 32 | 22.6290 | 120.3290 | -0.275 | 12 |
| 18 | 32 | 22.6274 | 120.3337 | -0.175 | 8  |
| 19 | 32 | 22.6249 | 120.3411 | 0.325  | 16 |
| 20 | 32 | 22.6251 | 120.3634 | 0.275  | 4  |
| 21 | 24 | 22.6251 | 120.3627 | 0.350  | 20 |
| 22 | 32 | 22.6259 | 120.3558 | 0.175  | 2  |
| 23 | 32 | 22.6253 | 120.3485 | 0.325  | 16 |
| 24 | 32 | 22.5648 | 120.3537 | 0.350  | 9  |
| 25 | 32 | 22.7449 | 120.3179 | 0.275  | 27 |
| 26 | 32 | 22.7806 | 120.3007 | 0.525  | 12 |
| 27 | 32 | 22.7009 | 120.3025 | -0.550 | 19 |
| 28 | 32 | 22.7184 | 120.3062 | 0.300  | 16 |
| 29 | 32 | 22.7302 | 120.3205 | 0.225  | 11 |
| 30 | 32 | 22.5694 | 120.3437 | 0.325  | 20 |
| 31 | 32 | 22.5795 | 120.3290 | 0.200  | 11 |
| 32 | 32 | 22.5890 | 120.3229 | 0.325  | 12 |
| 33 | 16 | 22.6315 | 120.3032 | 0.375  | 13 |
| 34 | 16 | 22.6311 | 120.3044 | 0.100  | 3  |
| 35 | 32 | 22.6867 | 120.3083 | -0.350 | 23 |
| 36 | 12 | 22.6660 | 120.3033 | 0.125  | 0  |
| 37 | 16 | 22.6479 | 120.3033 | -0.050 | 5  |
| 38 | 12 | 22.6242 | 120.3009 | 0.325  | 8  |
| 39 | 12 | 22.6144 | 120.3044 | 0.325  | 9  |
| 40 | 12 | 22.6298 | 120.3182 | 0.000  | 2  |
| 41 | 32 | 22.5882 | 120.3219 | 0.250  | 11 |
| 42 | 16 | 22.6884 | 120.3076 | 0.125  | 4  |
| 43 | 12 | 22.6245 | 120.3711 | 0.050  | 1  |
| 44 | 16 | 22.6213 | 120.3904 | 0.075  | 3  |
| 45 | 32 | 22.6039 | 120.3912 | -0.225 | 15 |
| 46 | 32 | 22.6127 | 120.3404 | -0.125 | 11 |
| 47 | 16 | 22.6221 | 120.3291 | 0.225  | 8  |
| 48 | 16 | 22.6276 | 120.2970 | 0.050  | 10 |



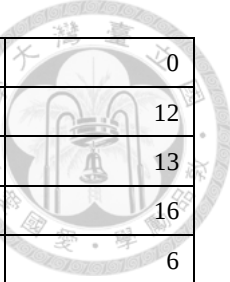
|    |    |         |          |        |    |
|----|----|---------|----------|--------|----|
| 49 | 16 | 22.6361 | 120.3434 | 0.025  | 1  |
| 50 | 16 | 22.6722 | 120.3313 | 0.025  | 1  |
| 51 | 16 | 22.6634 | 120.3265 | 0.050  | 2  |
| 52 | 16 | 22.6532 | 120.3188 | 0.050  | 0  |
| 53 | 16 | 22.6805 | 120.3058 | 0.050  | 2  |
| 54 | 16 | 22.6808 | 120.3174 | 0.200  | 8  |
| 55 | 16 | 22.6744 | 120.2865 | 0.225  | 9  |
| 56 | 16 | 22.6954 | 120.2874 | 0.225  | 8  |
| 57 | 16 | 22.6639 | 120.3067 | 0.375  | 9  |
| 58 | 16 | 22.6517 | 120.2763 | 0.200  | 7  |
| 59 | 16 | 22.7036 | 120.3451 | 0.225  | 9  |
| 60 | 16 | 22.5901 | 120.2852 | 0.350  | 12 |
| 61 | 16 | 22.8715 | 120.1939 | 0.150  | 6  |
| 62 | 16 | 22.6873 | 120.2895 | 0.025  | 8  |
| 63 | 16 | 22.5775 | 120.3220 | 0.200  | 6  |
| 64 | 16 | 22.6263 | 120.2650 | 0.250  | 10 |
| 65 | 16 | 22.7392 | 120.3051 | 0.250  | 9  |
| 66 | 16 | 22.6180 | 120.3055 | 0.300  | 11 |
| 67 | 16 | 22.7271 | 120.2555 | 0.100  | 3  |
| 68 | 16 | 22.6300 | 120.3735 | 0.150  | 8  |
| 69 | 16 | 22.6504 | 120.3578 | 0.325  | 10 |
| 70 | 16 | 22.6204 | 120.2771 | 0.175  | 7  |
| 71 | 16 | 22.6203 | 120.2775 | -0.050 | 7  |
| 72 | 16 | 22.9080 | 120.1770 | 0.125  | 5  |
| 73 | 16 | 22.6466 | 120.3184 | 0.025  | 0  |
| 74 | 16 | 22.5831 | 120.3203 | 0.250  | 10 |
| 75 | 16 | 22.6423 | 120.2992 | 0.300  | 12 |
| 76 | 16 | 22.6764 | 120.3126 | 0.000  | 0  |
| 77 | 16 | 22.6309 | 120.2884 | 0.000  | 5  |
| 78 | 16 | 22.6288 | 120.2627 | 0.450  | 14 |
| 79 | 16 | 22.6688 | 120.3095 | 0.000  | 0  |
| 80 | 16 | 22.6039 | 120.3911 | 0.100  | 3  |
| 81 | 16 | 22.7446 | 120.3313 | 0.350  | 10 |
| 82 | 16 | 22.6915 | 120.3161 | 0.150  | 10 |
| 83 | 16 | 22.6034 | 120.3020 | 0.200  | 9  |



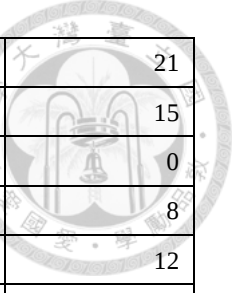
|     |    |         |          |        |    |
|-----|----|---------|----------|--------|----|
| 84  | 16 | 22.6032 | 120.3021 | 0.150  | 6  |
| 85  | 16 | 22.5644 | 120.3311 | 0.225  | 9  |
| 86  | 16 | 22.6584 | 120.3064 | 0.275  | 11 |
| 87  | 16 | 22.6708 | 120.3248 | 0.125  | 5  |
| 88  | 16 | 22.7326 | 120.3351 | 0.325  | 11 |
| 89  | 16 | 22.6811 | 120.3518 | 0.225  | 10 |
| 90  | 16 | 22.6267 | 120.3798 | 0.100  | 5  |
| 91  | 16 | 22.6264 | 120.2867 | -0.025 | 4  |
| 92  | 16 | 22.6571 | 120.3090 | 0.300  | 12 |
| 93  | 16 | 22.7561 | 120.3057 | 0.275  | 11 |
| 94  | 16 | 22.6355 | 120.2949 | 0.200  | 7  |
| 95  | 16 | 22.6812 | 120.2828 | 0.200  | 8  |
| 96  | 16 | 22.6828 | 120.3121 | 0.125  | 5  |
| 97  | 16 | 22.6801 | 120.3217 | 0.250  | 10 |
| 98  | 16 | 22.7861 | 120.2950 | 0.150  | 4  |
| 99  | 16 | 22.7851 | 120.2909 | 0.225  | 5  |
| 100 | 16 | 22.7905 | 120.2962 | 0.250  | 10 |
| 101 | 24 | 22.7843 | 120.2976 | 0.475  | 18 |
| 102 | 32 | 22.5939 | 120.3162 | 0.050  | 2  |
| 103 | 32 | 22.5931 | 120.3073 | 0.475  | 15 |
| 104 | 28 | 22.6017 | 120.2918 | 0.300  | 12 |
| 105 | 32 | 22.6017 | 120.2916 | 0.300  | 16 |
| 106 | 24 | 22.6227 | 120.3273 | 0.275  | 11 |
| 107 | 24 | 22.6250 | 120.3170 | 0.350  | 14 |
| 108 | 32 | 22.6312 | 120.3386 | 0.550  | 22 |
| 109 | 16 | 22.6252 | 120.3085 | 0.175  | 7  |
| 110 | 16 | 22.7317 | 120.3180 | 0.225  | 9  |
| 111 | 24 | 22.7262 | 120.3025 | 0.175  | 11 |
| 112 | 32 | 22.6142 | 120.3439 | 0.375  | 6  |
| 113 | 16 | 22.6596 | 120.2969 | 0.225  | 6  |
| 114 | 28 | 22.6193 | 120.2850 | 0.000  | 2  |
| 115 | 32 | 22.8790 | 120.2110 | 0.350  | 12 |
| 116 | 32 | 22.5677 | 120.3628 | 0.500  | 18 |
| 117 | 32 | 22.6722 | 120.3114 | 0.075  | 11 |
| 118 | 32 | 22.6486 | 120.3534 | 0.100  | 6  |



|     |    |         |          |        |    |
|-----|----|---------|----------|--------|----|
| 119 | 16 | 22.6302 | 120.3441 | 0.175  | 5  |
| 120 | 16 | 22.6559 | 120.3516 | 0.225  | 9  |
| 121 | 32 | 22.6625 | 120.3418 | 0.475  | 21 |
| 122 | 28 | 22.6683 | 120.3459 | 0.225  | 11 |
| 123 | 16 | 22.6054 | 120.3955 | 0.075  | 3  |
| 124 | 32 | 22.6231 | 120.3221 | 0.075  | 3  |
| 125 | 16 | 22.5700 | 120.3357 | 0.125  | 6  |
| 126 | 16 | 22.6041 | 120.3025 | 0.225  | 9  |
| 127 | 16 | 22.6121 | 120.3235 | 0.150  | 6  |
| 128 | 16 | 22.6106 | 120.3021 | 0.025  | 1  |
| 129 | 16 | 22.6143 | 120.3607 | 0.275  | 7  |
| 130 | 16 | 22.6143 | 120.3367 | -0.425 | 15 |
| 131 | 16 | 22.6550 | 120.2831 | 0.075  | 4  |
| 132 | 16 | 22.6860 | 120.3141 | 0.175  | 8  |
| 133 | 16 | 22.8014 | 120.3571 | 0.000  | 1  |
| 134 | 16 | 22.6584 | 120.3461 | 0.125  | 5  |
| 135 | 16 | 22.6400 | 120.3458 | -0.375 | 14 |
| 136 | 32 | 22.6431 | 120.3395 | 0.075  | 2  |
| 137 | 32 | 22.6425 | 120.3337 | 0.650  | 24 |
| 138 | 16 | 22.6639 | 120.3150 | 0.225  | 7  |
| 139 | 32 | 22.5627 | 120.3355 | 0.600  | 24 |
| 140 | 32 | 22.5651 | 120.3384 | 0.200  | 10 |
| 141 | 16 | 22.6061 | 120.4274 | 0.150  | 6  |
| 142 | 16 | 22.6339 | 120.3920 | 0.050  | 2  |
| 143 | 32 | 22.6254 | 120.3196 | 0.450  | 16 |
| 144 | 32 | 22.6083 | 120.3163 | 0.725  | 25 |
| 145 | 32 | 22.6082 | 120.2723 | 0.250  | 9  |
| 146 | 28 | 22.6130 | 120.3433 | 0.400  | 4  |
| 147 | 32 | 22.6201 | 120.3120 | 0.400  | 16 |
| 148 | 12 | 22.6207 | 120.2936 | 0.125  | 0  |
| 149 | 12 | 22.6494 | 120.3099 | 0.050  | 0  |
| 150 | 16 | 22.6881 | 120.2974 | 0.225  | 9  |
| 151 | 32 | 22.6353 | 120.3133 | 0.000  | 0  |
| 152 | 12 | 22.7326 | 120.2843 | 0.175  | 5  |
| 153 | 12 | 22.7274 | 120.2920 | 0.050  | 0  |



|     |    |         |          |        |    |
|-----|----|---------|----------|--------|----|
| 154 | 12 | 22.6559 | 120.2999 | 0.000  | 0  |
| 155 | 32 | 22.6083 | 120.2723 | 0.250  | 12 |
| 156 | 32 | 22.6331 | 120.3236 | 0.350  | 13 |
| 157 | 32 | 22.6164 | 120.3249 | 0.425  | 16 |
| 158 | 32 | 22.6157 | 120.2991 | 0.150  | 6  |
| 159 | 32 | 22.6507 | 120.3488 | -0.325 | 19 |
| 160 | 16 | 22.5738 | 120.3200 | 0.000  | 2  |
| 161 | 28 | 22.5722 | 120.3175 | 0.050  | 0  |
| 162 | 32 | 22.6138 | 120.3183 | -0.275 | 20 |
| 163 | 16 | 22.6936 | 120.2959 | 0.025  | 1  |
| 164 | 32 | 22.6778 | 120.2999 | 0.250  | 10 |
| 165 | 32 | 22.7528 | 120.3316 | 0.450  | 13 |
| 166 | 32 | 22.7215 | 120.2964 | 0.300  | 12 |
| 167 | 32 | 22.7020 | 120.2926 | 0.275  | 11 |
| 168 | 32 | 22.7975 | 120.2946 | 0.000  | 0  |
| 169 | 28 | 22.6182 | 120.2662 | 0.125  | 5  |
| 170 | 32 | 22.6799 | 120.2921 | 0.325  | 14 |
| 171 | 32 | 22.7156 | 120.2902 | 0.300  | 12 |
| 172 | 32 | 22.5541 | 120.3476 | 0.350  | 17 |
| 173 | 20 | 22.6651 | 120.3217 | 0.050  | 2  |
| 174 | 32 | 22.6712 | 120.3210 | -0.375 | 14 |
| 175 | 32 | 22.6596 | 120.3247 | -0.225 | 17 |
| 176 | 24 | 22.6504 | 120.3256 | 0.225  | 10 |
| 177 | 32 | 22.6562 | 120.3228 | 0.350  | 14 |
| 178 | 32 | 22.5663 | 120.3722 | 0.350  | 16 |
| 179 | 30 | 22.5652 | 120.3586 | 0.300  | 12 |
| 180 | 32 | 22.6010 | 120.3256 | 0.250  | 7  |
| 181 | 32 | 22.6379 | 120.2988 | 0.050  | 1  |
| 182 | 32 | 22.6452 | 120.3075 | -0.25  | 0  |
| 183 | 28 | 22.6506 | 120.2957 | -0.225 | 13 |
| 184 | 24 | 22.6629 | 120.3122 | 0.500  | 19 |
| 185 | 24 | 22.6719 | 120.3043 | 0.000  | 10 |
| 186 | 28 | 22.6906 | 120.2925 | 0.400  | 28 |
| 187 | 28 | 22.6297 | 120.3444 | 0.100  | 2  |
| 188 | 24 | 22.6536 | 120.3493 | 0.075  | 4  |

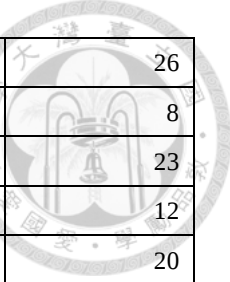


|     |    |         |          |        |    |
|-----|----|---------|----------|--------|----|
| 189 | 28 | 22.6241 | 120.3565 | 0.625  | 21 |
| 190 | 32 | 22.6198 | 120.3481 | 0.250  | 15 |
| 191 | 32 | 22.6492 | 120.3099 | 0.025  | 0  |
| 192 | 32 | 22.6559 | 120.2891 | -0.100 | 8  |
| 193 | 32 | 22.6806 | 120.2975 | 0.300  | 12 |
| 194 | 24 | 22.6647 | 120.3102 | 0.250  | 8  |
| 195 | 32 | 22.6609 | 120.3107 | -0.025 | 22 |
| 196 | 28 | 22.6644 | 120.2969 | 0.075  | 1  |
| 197 | 32 | 22.6580 | 120.2963 | -0.150 | 8  |
| 198 | 32 | 22.6307 | 120.3579 | -0.250 | 18 |
| 199 | 32 | 22.6523 | 120.3039 | 0.300  | 17 |
| 200 | 32 | 22.6399 | 120.3228 | 0.375  | 27 |
| 201 | 32 | 22.6243 | 120.2657 | -0.525 | 17 |
| 202 | 32 | 22.6188 | 120.2786 | 0.000  | 19 |
| 203 | 28 | 22.6226 | 120.2892 | 0.700  | 9  |
| 204 | 28 | 22.6340 | 120.2859 | 0.150  | 5  |
| 205 | 32 | 22.6277 | 120.2907 | 0.350  | 12 |
| 206 | 32 | 22.6241 | 120.2904 | 0.025  | 0  |
| 207 | 32 | 22.6208 | 120.2936 | 0.225  | 11 |
| 208 | 32 | 22.6342 | 120.3059 | 0.125  | 11 |
| 209 | 28 | 22.6276 | 120.3013 | 0.500  | 13 |
| 210 | 32 | 22.6273 | 120.3109 | 0.000  | 0  |
| 211 | 28 | 22.6200 | 120.3115 | 0.150  | 0  |
| 212 | 32 | 22.6252 | 120.3197 | 0.000  | 0  |
| 213 | 32 | 22.6102 | 120.2993 | 0.250  | 9  |
| 214 | 32 | 22.6136 | 120.3140 | 0.325  | 12 |
| 215 | 32 | 22.6085 | 120.3164 | 0.150  | 4  |
| 216 | 32 | 22.6050 | 120.3049 | -0.025 | 2  |
| 217 | 32 | 22.5959 | 120.3049 | 0.025  | 0  |

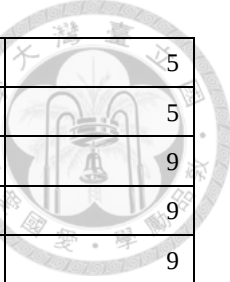
## 附錄八

### CityBike217A 標竿問題

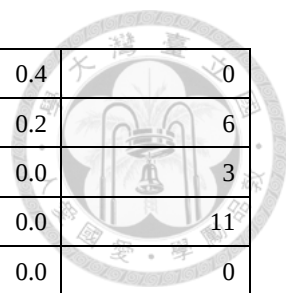
| StationID | Capacity | lat     | lng      | Rate | Initial bike |
|-----------|----------|---------|----------|------|--------------|
| 0         |          | 22.6518 | 120.3370 |      |              |



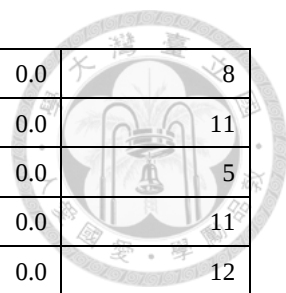
|    |    |         |          |      |    |
|----|----|---------|----------|------|----|
| 1  | 28 | 22.6770 | 120.3065 | 0.0  | 26 |
| 2  | 32 | 22.6660 | 120.3031 | 0.4  | 8  |
| 3  | 32 | 22.6586 | 120.3027 | -0.2 | 23 |
| 4  | 32 | 22.6482 | 120.3035 | 0.2  | 12 |
| 5  | 32 | 22.6411 | 120.3028 | -0.6 | 20 |
| 6  | 32 | 22.6322 | 120.3017 | 0.2  | 11 |
| 7  | 32 | 22.6238 | 120.3008 | 0.0  | 24 |
| 8  | 32 | 22.6143 | 120.3047 | 0.8  | 2  |
| 9  | 32 | 22.6120 | 120.3050 | 0.2  | 3  |
| 10 | 32 | 22.6058 | 120.3086 | -0.2 | 22 |
| 11 | 32 | 22.5988 | 120.3134 | 0.2  | 10 |
| 12 | 32 | 22.6223 | 120.2755 | 0.2  | 8  |
| 13 | 28 | 22.6226 | 120.2832 | 0.0  | 3  |
| 14 | 32 | 22.6295 | 120.2956 | 0.0  | 8  |
| 15 | 24 | 22.6310 | 120.3102 | 0.0  | 19 |
| 16 | 24 | 22.6298 | 120.3183 | 0.0  | 10 |
| 17 | 32 | 22.6290 | 120.3290 | 0.0  | 17 |
| 18 | 32 | 22.6274 | 120.3337 | 0.2  | 15 |
| 19 | 32 | 22.6249 | 120.3411 | -0.2 | 19 |
| 20 | 32 | 22.6251 | 120.3634 | 0.2  | 2  |
| 21 | 24 | 22.6251 | 120.3627 | -0.2 | 15 |
| 22 | 32 | 22.6259 | 120.3558 | -0.2 | 16 |
| 23 | 32 | 22.6253 | 120.3485 | 0.0  | 21 |
| 24 | 32 | 22.5648 | 120.3537 | 0.2  | 15 |
| 25 | 32 | 22.7449 | 120.3179 | 0.0  | 10 |
| 26 | 32 | 22.7806 | 120.3007 | 0.0  | 3  |
| 27 | 32 | 22.7009 | 120.3025 | -0.2 | 11 |
| 28 | 32 | 22.7184 | 120.3062 | -0.4 | 17 |
| 29 | 32 | 22.7302 | 120.3205 | 0.2  | 13 |
| 30 | 32 | 22.5694 | 120.3437 | 0.0  | 15 |
| 31 | 32 | 22.5795 | 120.3290 | 0.2  | 2  |
| 32 | 32 | 22.5890 | 120.3229 | 0.0  | 20 |
| 33 | 16 | 22.6315 | 120.3032 | 0.0  | 11 |
| 34 | 16 | 22.6311 | 120.3044 | 0.0  | 15 |
| 35 | 32 | 22.6867 | 120.3083 | 0.0  | 17 |



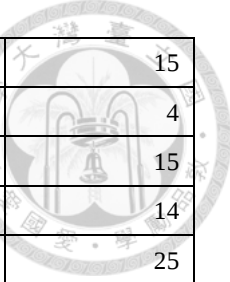
|    |    |         |          |      |    |
|----|----|---------|----------|------|----|
| 36 | 12 | 22.6660 | 120.3033 | 0.4  | 5  |
| 37 | 16 | 22.6479 | 120.3033 | 0.0  | 5  |
| 38 | 12 | 22.6242 | 120.3009 | -0.2 | 9  |
| 39 | 12 | 22.6144 | 120.3044 | -0.2 | 9  |
| 40 | 12 | 22.6298 | 120.3182 | 0.0  | 9  |
| 41 | 32 | 22.5882 | 120.3219 | 0.0  | 3  |
| 42 | 16 | 22.6884 | 120.3076 | 0.2  | 0  |
| 43 | 12 | 22.6245 | 120.3711 | -0.2 | 10 |
| 44 | 16 | 22.6213 | 120.3904 | 0.0  | 1  |
| 45 | 32 | 22.6039 | 120.3912 | 0.0  | 17 |
| 46 | 32 | 22.6127 | 120.3404 | -0.2 | 12 |
| 47 | 16 | 22.6221 | 120.3291 | 0.0  | 4  |
| 48 | 16 | 22.6276 | 120.2970 | 0.0  | 8  |
| 49 | 16 | 22.6361 | 120.3434 | 0.0  | 8  |
| 50 | 16 | 22.6722 | 120.3313 | 0.0  | 9  |
| 51 | 16 | 22.6634 | 120.3265 | 0.0  | 3  |
| 52 | 16 | 22.6532 | 120.3188 | 0.0  | 11 |
| 53 | 16 | 22.6805 | 120.3058 | 0.0  | 14 |
| 54 | 16 | 22.6808 | 120.3174 | 0.0  | 12 |
| 55 | 16 | 22.6744 | 120.2865 | -0.2 | 7  |
| 56 | 16 | 22.6954 | 120.2874 | 0.0  | 10 |
| 57 | 16 | 22.6639 | 120.3067 | 0.4  | 7  |
| 58 | 16 | 22.6517 | 120.2763 | 0.0  | 9  |
| 59 | 16 | 22.7036 | 120.3451 | 0.0  | 7  |
| 60 | 16 | 22.5901 | 120.2852 | 0.0  | 5  |
| 61 | 16 | 22.8715 | 120.1939 | -0.4 | 11 |
| 62 | 16 | 22.6873 | 120.2895 | -0.2 | 9  |
| 63 | 16 | 22.5775 | 120.3220 | 0.0  | 5  |
| 64 | 16 | 22.6263 | 120.2650 | 0.0  | 11 |
| 65 | 16 | 22.7392 | 120.3051 | 0.0  | 6  |
| 66 | 16 | 22.6180 | 120.3055 | 0.0  | 0  |
| 67 | 16 | 22.7271 | 120.2555 | 0.8  | 6  |
| 68 | 16 | 22.6300 | 120.3735 | 0.2  | 1  |
| 69 | 16 | 22.6504 | 120.3578 | 0.0  | 11 |
| 70 | 16 | 22.6204 | 120.2771 | 0.0  | 13 |



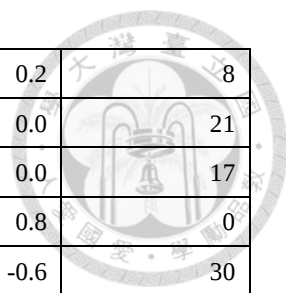
|     |    |         |          |      |    |
|-----|----|---------|----------|------|----|
| 71  | 16 | 22.6203 | 120.2775 | 0.4  | 0  |
| 72  | 16 | 22.9080 | 120.1770 | 0.2  | 6  |
| 73  | 16 | 22.6466 | 120.3184 | 0.0  | 3  |
| 74  | 16 | 22.5831 | 120.3203 | 0.0  | 11 |
| 75  | 16 | 22.6423 | 120.2992 | 0.0  | 0  |
| 76  | 16 | 22.6764 | 120.3126 | 0.0  | 7  |
| 77  | 16 | 22.6309 | 120.2884 | 0.2  | 4  |
| 78  | 16 | 22.6288 | 120.2627 | 0.0  | 9  |
| 79  | 16 | 22.6688 | 120.3095 | 0.4  | 3  |
| 80  | 16 | 22.6039 | 120.3911 | 0.0  | 3  |
| 81  | 16 | 22.7446 | 120.3313 | 0.2  | 6  |
| 82  | 16 | 22.6915 | 120.3161 | -0.2 | 11 |
| 83  | 16 | 22.6034 | 120.3020 | 0.0  | 13 |
| 84  | 16 | 22.6032 | 120.3021 | 0.0  | 3  |
| 85  | 16 | 22.5644 | 120.3311 | 0.0  | 4  |
| 86  | 16 | 22.6584 | 120.3064 | 0.0  | 7  |
| 87  | 16 | 22.6708 | 120.3248 | 0.0  | 12 |
| 88  | 16 | 22.7326 | 120.3351 | 0.0  | 15 |
| 89  | 16 | 22.6811 | 120.3518 | 0.0  | 11 |
| 90  | 16 | 22.6267 | 120.3798 | -0.2 | 14 |
| 91  | 16 | 22.6264 | 120.2867 | -0.2 | 6  |
| 92  | 16 | 22.6571 | 120.3090 | 0.0  | 11 |
| 93  | 16 | 22.7561 | 120.3057 | 0.0  | 3  |
| 94  | 16 | 22.6355 | 120.2949 | -0.2 | 8  |
| 95  | 16 | 22.6812 | 120.2828 | 0.0  | 2  |
| 96  | 16 | 22.6828 | 120.3121 | 0.0  | 11 |
| 97  | 16 | 22.6801 | 120.3217 | 0.2  | 5  |
| 98  | 16 | 22.7861 | 120.2950 | 0.0  | 0  |
| 99  | 16 | 22.7851 | 120.2909 | 0.0  | 11 |
| 100 | 16 | 22.7905 | 120.2962 | 0.0  | 8  |
| 101 | 24 | 22.7843 | 120.2976 | 0.4  | 3  |
| 102 | 32 | 22.5939 | 120.3162 | -0.2 | 13 |
| 103 | 32 | 22.5931 | 120.3073 | 0.0  | 25 |
| 104 | 28 | 22.6017 | 120.2918 | 0.0  | 19 |
| 105 | 32 | 22.6017 | 120.2916 | 0.0  | 16 |



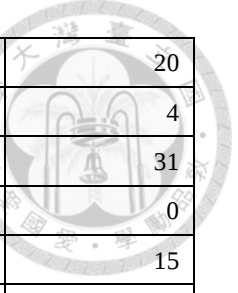
|     |    |         |          |      |    |
|-----|----|---------|----------|------|----|
| 106 | 24 | 22.6227 | 120.3273 | 0.0  | 8  |
| 107 | 24 | 22.6250 | 120.3170 | 0.0  | 11 |
| 108 | 32 | 22.6312 | 120.3386 | 0.0  | 5  |
| 109 | 16 | 22.6252 | 120.3085 | 0.0  | 11 |
| 110 | 16 | 22.7317 | 120.3180 | 0.0  | 12 |
| 111 | 24 | 22.7262 | 120.3025 | -0.4 | 9  |
| 112 | 32 | 22.6142 | 120.3439 | 0.0  | 9  |
| 113 | 16 | 22.6596 | 120.2969 | 0.0  | 2  |
| 114 | 28 | 22.6193 | 120.2850 | 0.0  | 6  |
| 115 | 32 | 22.8790 | 120.2110 | 0.0  | 18 |
| 116 | 32 | 22.5677 | 120.3628 | 0.8  | 1  |
| 117 | 32 | 22.6722 | 120.3114 | -0.2 | 23 |
| 118 | 32 | 22.6486 | 120.3534 | -0.4 | 12 |
| 119 | 16 | 22.6302 | 120.3441 | 0.2  | 3  |
| 120 | 16 | 22.6559 | 120.3516 | 0.0  | 15 |
| 121 | 32 | 22.6625 | 120.3418 | 0.2  | 4  |
| 122 | 28 | 22.6683 | 120.3459 | 0.2  | 12 |
| 123 | 16 | 22.6054 | 120.3955 | 0.2  | 3  |
| 124 | 32 | 22.6231 | 120.3221 | 0.0  | 25 |
| 125 | 16 | 22.5700 | 120.3357 | 0.0  | 11 |
| 126 | 16 | 22.6041 | 120.3025 | -0.2 | 9  |
| 127 | 16 | 22.6121 | 120.3235 | 0.2  | 5  |
| 128 | 16 | 22.6106 | 120.3021 | 0.0  | 14 |
| 129 | 16 | 22.6143 | 120.3607 | 0.0  | 9  |
| 130 | 16 | 22.6143 | 120.3367 | 0.0  | 5  |
| 131 | 16 | 22.6550 | 120.2831 | 0.0  | 12 |
| 132 | 16 | 22.6860 | 120.3141 | -0.2 | 10 |
| 133 | 16 | 22.8014 | 120.3571 | 1.2  | 6  |
| 134 | 16 | 22.6584 | 120.3461 | 0.0  | 14 |
| 135 | 16 | 22.6400 | 120.3458 | 0.0  | 15 |
| 136 | 32 | 22.6431 | 120.3395 | -0.4 | 24 |
| 137 | 32 | 22.6425 | 120.3337 | 0.2  | 12 |
| 138 | 16 | 22.6639 | 120.3150 | -0.2 | 6  |
| 139 | 32 | 22.5627 | 120.3355 | 0.0  | 23 |
| 140 | 32 | 22.5651 | 120.3384 | 0.0  | 29 |



|     |    |         |          |      |    |
|-----|----|---------|----------|------|----|
| 141 | 16 | 22.6061 | 120.4274 | 0.0  | 15 |
| 142 | 16 | 22.6339 | 120.3920 | 0.2  | 4  |
| 143 | 32 | 22.6254 | 120.3196 | -0.2 | 15 |
| 144 | 32 | 22.6083 | 120.3163 | 0.4  | 14 |
| 145 | 32 | 22.6082 | 120.2723 | 0.0  | 25 |
| 146 | 28 | 22.6130 | 120.3433 | 0.0  | 22 |
| 147 | 32 | 22.6201 | 120.3120 | 0.0  | 17 |
| 148 | 12 | 22.6207 | 120.2936 | -0.4 | 11 |
| 149 | 12 | 22.6494 | 120.3099 | -0.2 | 10 |
| 150 | 16 | 22.6881 | 120.2974 | 0.0  | 1  |
| 151 | 32 | 22.6353 | 120.3133 | 0.0  | 3  |
| 152 | 12 | 22.7326 | 120.2843 | 0.4  | 3  |
| 153 | 12 | 22.7274 | 120.2920 | 0.2  | 3  |
| 154 | 12 | 22.6559 | 120.2999 | 0.0  | 9  |
| 155 | 32 | 22.6083 | 120.2723 | 0.2  | 4  |
| 156 | 32 | 22.6331 | 120.3236 | 0.0  | 12 |
| 157 | 32 | 22.6164 | 120.3249 | -0.2 | 25 |
| 158 | 32 | 22.6157 | 120.2991 | 0.0  | 0  |
| 159 | 32 | 22.6507 | 120.3488 | 0.0  | 31 |
| 160 | 16 | 22.5738 | 120.3200 | 0.0  | 1  |
| 161 | 28 | 22.5722 | 120.3175 | 0.0  | 19 |
| 162 | 32 | 22.6138 | 120.3183 | 0.6  | 9  |
| 163 | 16 | 22.6936 | 120.2959 | 0.0  | 9  |
| 164 | 32 | 22.6778 | 120.2999 | 0.0  | 11 |
| 165 | 32 | 22.7528 | 120.3316 | 0.0  | 0  |
| 166 | 32 | 22.7215 | 120.2964 | 0.0  | 19 |
| 167 | 32 | 22.7020 | 120.2926 | -0.2 | 19 |
| 168 | 32 | 22.7975 | 120.2946 | 0.0  | 8  |
| 169 | 28 | 22.6182 | 120.2662 | 0.0  | 7  |
| 170 | 32 | 22.6799 | 120.2921 | -0.2 | 30 |
| 171 | 32 | 22.7156 | 120.2902 | 0.0  | 9  |
| 172 | 32 | 22.5541 | 120.3476 | 0.0  | 15 |
| 173 | 20 | 22.6651 | 120.3217 | 0.0  | 7  |
| 174 | 32 | 22.6712 | 120.3210 | 0.2  | 8  |
| 175 | 32 | 22.6596 | 120.3247 | 0.0  | 30 |



|     |    |         |          |      |    |
|-----|----|---------|----------|------|----|
| 176 | 24 | 22.6504 | 120.3256 | 0.2  | 8  |
| 177 | 32 | 22.6562 | 120.3228 | 0.0  | 21 |
| 178 | 32 | 22.5663 | 120.3722 | 0.0  | 17 |
| 179 | 30 | 22.5652 | 120.3586 | 0.8  | 0  |
| 180 | 32 | 22.6010 | 120.3256 | -0.6 | 30 |
| 181 | 32 | 22.6379 | 120.2988 | 0.2  | 13 |
| 182 | 32 | 22.6452 | 120.3075 | 0.0  | 20 |
| 183 | 28 | 22.6506 | 120.2957 | -0.2 | 11 |
| 184 | 24 | 22.6629 | 120.3122 | 0.4  | 6  |
| 185 | 24 | 22.6719 | 120.3043 | 0.0  | 5  |
| 186 | 28 | 22.6906 | 120.2925 | -0.2 | 13 |
| 187 | 28 | 22.6297 | 120.3444 | 0.0  | 26 |
| 188 | 24 | 22.6536 | 120.3493 | 0.0  | 2  |
| 189 | 28 | 22.6241 | 120.3565 | 0.2  | 9  |
| 190 | 32 | 22.6198 | 120.3481 | 0.4  | 9  |
| 191 | 32 | 22.6492 | 120.3099 | 0.0  | 30 |
| 192 | 32 | 22.6559 | 120.2891 | -0.4 | 26 |
| 193 | 32 | 22.6806 | 120.2975 | 0.8  | 2  |
| 194 | 24 | 22.6647 | 120.3102 | 0.0  | 14 |
| 195 | 32 | 22.6609 | 120.3107 | 0.0  | 7  |
| 196 | 28 | 22.6644 | 120.2969 | 0.0  | 10 |
| 197 | 32 | 22.6580 | 120.2963 | 0.2  | 15 |
| 198 | 32 | 22.6307 | 120.3579 | 0.0  | 27 |
| 199 | 32 | 22.6523 | 120.3039 | -0.2 | 30 |
| 200 | 32 | 22.6399 | 120.3228 | 0.0  | 5  |
| 201 | 32 | 22.6243 | 120.2657 | 0.0  | 11 |
| 202 | 32 | 22.6188 | 120.2786 | 0.2  | 4  |
| 203 | 28 | 22.6226 | 120.2892 | 0.0  | 20 |
| 204 | 28 | 22.6340 | 120.2859 | -0.2 | 25 |
| 205 | 32 | 22.6277 | 120.2907 | 0.2  | 12 |
| 206 | 32 | 22.6241 | 120.2904 | 0.2  | 9  |
| 207 | 32 | 22.6208 | 120.2936 | 0.0  | 5  |
| 208 | 32 | 22.6342 | 120.3059 | -0.2 | 10 |
| 209 | 28 | 22.6276 | 120.3013 | 0.0  | 22 |
| 210 | 32 | 22.6273 | 120.3109 | 0.0  | 18 |

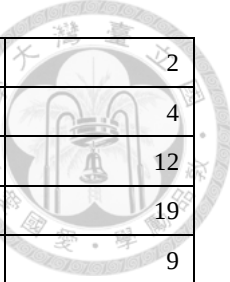


|     |    |         |          |      |    |
|-----|----|---------|----------|------|----|
| 211 | 28 | 22.6200 | 120.3115 | 0.0  | 20 |
| 212 | 32 | 22.6252 | 120.3197 | 0.0  | 4  |
| 213 | 32 | 22.6102 | 120.2993 | -0.2 | 31 |
| 214 | 32 | 22.6136 | 120.3140 | 0.2  | 0  |
| 215 | 32 | 22.6085 | 120.3164 | -0.2 | 15 |
| 216 | 32 | 22.6050 | 120.3049 | 0.0  | 1  |
| 217 | 32 | 22.5959 | 120.3049 | -0.2 | 20 |

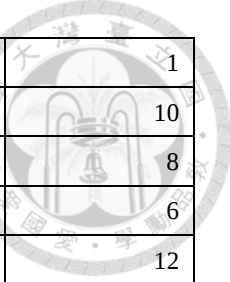
## 附錄九

### CityBike217N 標竿問題

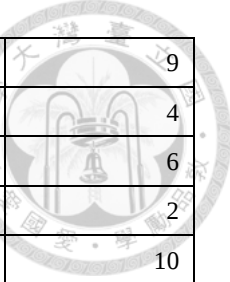
| StationID | Capacity | lat     | lng      | Rate    | Initial bike |
|-----------|----------|---------|----------|---------|--------------|
| 0         |          | 22.6518 | 120.3370 |         |              |
| 1         | 28       | 22.6770 | 120.3065 | -0.1000 | 11           |
| 2         | 32       | 22.6660 | 120.3031 | -0.2333 | 22           |
| 3         | 32       | 22.6586 | 120.3027 | 0.0000  | 21           |
| 4         | 32       | 22.6482 | 120.3035 | -0.1000 | 8            |
| 5         | 32       | 22.6411 | 120.3028 | 0.0167  | 16           |
| 6         | 32       | 22.6322 | 120.3017 | -0.0167 | 17           |
| 7         | 32       | 22.6238 | 120.3008 | 0.2667  | 0            |
| 8         | 32       | 22.6143 | 120.3047 | 0.0000  | 16           |
| 9         | 32       | 22.6120 | 120.3050 | 0.0333  | 8            |
| 10        | 32       | 22.6058 | 120.3086 | 0.1500  | 8            |
| 11        | 32       | 22.5988 | 120.3134 | 0.0333  | 11           |
| 12        | 32       | 22.6223 | 120.2755 | 0.0500  | 7            |
| 13        | 28       | 22.6226 | 120.2832 | -0.1500 | 0            |
| 14        | 32       | 22.6295 | 120.2956 | 0.1167  | 3            |
| 15        | 24       | 22.6310 | 120.3102 | 0.1000  | 11           |
| 16        | 24       | 22.6298 | 120.3183 | -0.1333 | 17           |
| 17        | 32       | 22.6290 | 120.3290 | 0.1667  | 4            |
| 18        | 32       | 22.6274 | 120.3337 | 0.0167  | 15           |
| 19        | 32       | 22.6249 | 120.3411 | 0.0000  | 15           |
| 20        | 32       | 22.6251 | 120.3634 | 0.0667  | 11           |
| 21        | 24       | 22.6251 | 120.3627 | 0.0500  | 9            |
| 22        | 32       | 22.6259 | 120.3558 | 0.1333  | 12           |



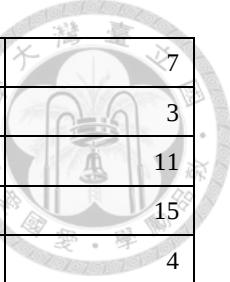
|    |    |         |          |         |    |
|----|----|---------|----------|---------|----|
| 23 | 32 | 22.6253 | 120.3485 | -0.0333 | 2  |
| 24 | 32 | 22.5648 | 120.3537 | -0.0333 | 4  |
| 25 | 32 | 22.7449 | 120.3179 | -0.0500 | 12 |
| 26 | 32 | 22.7806 | 120.3007 | 0.0000  | 19 |
| 27 | 32 | 22.7009 | 120.3025 | 0.0833  | 9  |
| 28 | 32 | 22.7184 | 120.3062 | -0.1167 | 15 |
| 29 | 32 | 22.7302 | 120.3205 | -0.05   | 7  |
| 30 | 32 | 22.5694 | 120.3437 | 0.0000  | 9  |
| 31 | 32 | 22.5795 | 120.3290 | 0.0500  | 18 |
| 32 | 32 | 22.5890 | 120.3229 | 0.0167  | 7  |
| 33 | 16 | 22.6315 | 120.3032 | -0.0167 | 12 |
| 34 | 16 | 22.6311 | 120.3044 | 0.0667  | 5  |
| 35 | 32 | 22.6867 | 120.3083 | -0.0333 | 0  |
| 36 | 12 | 22.6660 | 120.3033 | -0.1167 | 8  |
| 37 | 16 | 22.6479 | 120.3033 | -0.0167 | 2  |
| 38 | 12 | 22.6242 | 120.3009 | 0.0833  | 1  |
| 39 | 12 | 22.6144 | 120.3044 | 0.0000  | 9  |
| 40 | 12 | 22.6298 | 120.3182 | -0.1167 | 3  |
| 41 | 32 | 22.5882 | 120.3219 | -0.0333 | 15 |
| 42 | 16 | 22.6884 | 120.3076 | 0.0667  | 2  |
| 43 | 12 | 22.6245 | 120.3711 | 0.0333  | 2  |
| 44 | 16 | 22.6213 | 120.3904 | 0.0167  | 6  |
| 45 | 32 | 22.6039 | 120.3912 | 0.1000  | 4  |
| 46 | 32 | 22.6127 | 120.3404 | -0.0667 | 20 |
| 47 | 16 | 22.6221 | 120.3291 | 0.0500  | 11 |
| 48 | 16 | 22.6276 | 120.2970 | -0.0667 | 13 |
| 49 | 16 | 22.6361 | 120.3434 | 0.0000  | 8  |
| 50 | 16 | 22.6722 | 120.3313 | -0.0167 | 7  |
| 51 | 16 | 22.6634 | 120.3265 | 0.0667  | 8  |
| 52 | 16 | 22.6532 | 120.3188 | 0.0000  | 4  |
| 53 | 16 | 22.6805 | 120.3058 | -0.0833 | 9  |
| 54 | 16 | 22.6808 | 120.3174 | 0.0000  | 8  |
| 55 | 16 | 22.6744 | 120.2865 | 0.0000  | 8  |
| 56 | 16 | 22.6954 | 120.2874 | 0.0000  | 5  |
| 57 | 16 | 22.6639 | 120.3067 | -0.0500 | 10 |



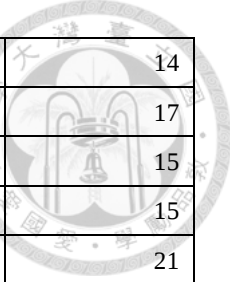
|    |    |         |          |         |    |
|----|----|---------|----------|---------|----|
| 58 | 16 | 22.6517 | 120.2763 | 0.0000  | 1  |
| 59 | 16 | 22.7036 | 120.3451 | 0.0000  | 10 |
| 60 | 16 | 22.5901 | 120.2852 | -0.0167 | 8  |
| 61 | 16 | 22.8715 | 120.1939 | -0.0167 | 6  |
| 62 | 16 | 22.6873 | 120.2895 | 0.0000  | 12 |
| 63 | 16 | 22.5775 | 120.3220 | 0.0000  | 7  |
| 64 | 16 | 22.6263 | 120.2650 | 0.0000  | 5  |
| 65 | 16 | 22.7392 | 120.3051 | 0.0333  | 4  |
| 66 | 16 | 22.6180 | 120.3055 | -0.0167 | 6  |
| 67 | 16 | 22.7271 | 120.2555 | -0.0667 | 2  |
| 68 | 16 | 22.6300 | 120.3735 | 0.0167  | 8  |
| 69 | 16 | 22.6504 | 120.3578 | -0.0167 | 7  |
| 70 | 16 | 22.6204 | 120.2771 | 0.0167  | 9  |
| 71 | 16 | 22.6203 | 120.2775 | 0.0333  | 5  |
| 72 | 16 | 22.9080 | 120.1770 | -0.0167 | 6  |
| 73 | 16 | 22.6466 | 120.3184 | 0.0000  | 11 |
| 74 | 16 | 22.5831 | 120.3203 | 0.0000  | 13 |
| 75 | 16 | 22.6423 | 120.2992 | 0.0000  | 8  |
| 76 | 16 | 22.6764 | 120.3126 | 0.0000  | 14 |
| 77 | 16 | 22.6309 | 120.2884 | -0.2167 | 7  |
| 78 | 16 | 22.6288 | 120.2627 | 0.0333  | 3  |
| 79 | 16 | 22.6688 | 120.3095 | 0.0167  | 14 |
| 80 | 16 | 22.6039 | 120.3911 | -0.0667 | 13 |
| 81 | 16 | 22.7446 | 120.3313 | 0.0167  | 6  |
| 82 | 16 | 22.6915 | 120.3161 | 0.0333  | 3  |
| 83 | 16 | 22.6034 | 120.3020 | 0.0167  | 2  |
| 84 | 16 | 22.6032 | 120.3021 | -0.2167 | 6  |
| 85 | 16 | 22.5644 | 120.3311 | -0.1167 | 9  |
| 86 | 16 | 22.6584 | 120.3064 | 0.0000  | 11 |
| 87 | 16 | 22.6708 | 120.3248 | -0.0333 | 7  |
| 88 | 16 | 22.7326 | 120.3351 | 0.0333  | 9  |
| 89 | 16 | 22.6811 | 120.3518 | 0.0000  | 11 |
| 90 | 16 | 22.6267 | 120.3798 | 0.0000  | 12 |
| 91 | 16 | 22.6264 | 120.2867 | 0.0000  | 0  |
| 92 | 16 | 22.6571 | 120.3090 | -0.0833 | 12 |



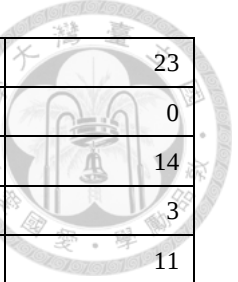
|     |    |         |          |         |    |
|-----|----|---------|----------|---------|----|
| 93  | 16 | 22.7561 | 120.3057 | 0.0167  | 9  |
| 94  | 16 | 22.6355 | 120.2949 | 0.0333  | 4  |
| 95  | 16 | 22.6812 | 120.2828 | -0.0500 | 6  |
| 96  | 16 | 22.6828 | 120.3121 | 0.0500  | 2  |
| 97  | 16 | 22.6801 | 120.3217 | 0.0000  | 10 |
| 98  | 16 | 22.7861 | 120.2950 | 0.0000  | 11 |
| 99  | 16 | 22.7851 | 120.2909 | 0.0000  | 14 |
| 100 | 16 | 22.7905 | 120.2962 | 0.0000  | 7  |
| 101 | 24 | 22.7843 | 120.2976 | -0.0167 | 5  |
| 102 | 32 | 22.5939 | 120.3162 | 0.0000  | 14 |
| 103 | 32 | 22.5931 | 120.3073 | -0.0333 | 17 |
| 104 | 28 | 22.6017 | 120.2918 | -0.0500 | 19 |
| 105 | 32 | 22.6017 | 120.2916 | 0.0000  | 13 |
| 106 | 24 | 22.6227 | 120.3273 | 0.0167  | 12 |
| 107 | 24 | 22.6250 | 120.3170 | 0.0500  | 14 |
| 108 | 32 | 22.6312 | 120.3386 | -0.0500 | 19 |
| 109 | 16 | 22.6252 | 120.3085 | -0.0167 | 16 |
| 110 | 16 | 22.7317 | 120.3180 | 0.0000  | 12 |
| 111 | 24 | 22.7262 | 120.3025 | -0.0167 | 16 |
| 112 | 32 | 22.6142 | 120.3439 | -0.0167 | 2  |
| 113 | 16 | 22.6596 | 120.2969 | 0.0333  | 10 |
| 114 | 28 | 22.6193 | 120.2850 | 0.0000  | 17 |
| 115 | 32 | 22.8790 | 120.2110 | 0.0000  | 21 |
| 116 | 32 | 22.5677 | 120.3628 | 0.0000  | 3  |
| 117 | 32 | 22.6722 | 120.3114 | -0.0500 | 5  |
| 118 | 32 | 22.6486 | 120.3534 | -0.0500 | 21 |
| 119 | 16 | 22.6302 | 120.3441 | -0.1500 | 4  |
| 120 | 16 | 22.6559 | 120.3516 | -0.0833 | 9  |
| 121 | 32 | 22.6625 | 120.3418 | 0.0167  | 18 |
| 122 | 28 | 22.6683 | 120.3459 | 0.1000  | 5  |
| 123 | 16 | 22.6054 | 120.3955 | -0.0167 | 0  |
| 124 | 32 | 22.6231 | 120.3221 | 0.0167  | 5  |
| 125 | 16 | 22.5700 | 120.3357 | -0.0500 | 3  |
| 126 | 16 | 22.6041 | 120.3025 | 0.0000  | 6  |
| 127 | 16 | 22.6121 | 120.3235 | 0.0500  | 3  |



|     |    |         |          |         |    |
|-----|----|---------|----------|---------|----|
| 128 | 16 | 22.6106 | 120.3021 | 0.0500  | 7  |
| 129 | 16 | 22.6143 | 120.3607 | -0.0667 | 3  |
| 130 | 16 | 22.6143 | 120.3367 | -0.0167 | 11 |
| 131 | 16 | 22.6550 | 120.2831 | 0.0000  | 15 |
| 132 | 16 | 22.6860 | 120.3141 | 0.0000  | 4  |
| 133 | 16 | 22.8014 | 120.3571 | 0.0000  | 1  |
| 134 | 16 | 22.6584 | 120.3461 | -0.0500 | 5  |
| 135 | 16 | 22.6400 | 120.3458 | 0.0000  | 10 |
| 136 | 32 | 22.6431 | 120.3395 | 0.0000  | 9  |
| 137 | 32 | 22.6425 | 120.3337 | -0.0500 | 9  |
| 138 | 16 | 22.6639 | 120.3150 | 0.0667  | 6  |
| 139 | 32 | 22.5627 | 120.3355 | 0.0167  | 21 |
| 140 | 32 | 22.5651 | 120.3384 | 0.0000  | 13 |
| 141 | 16 | 22.6061 | 120.4274 | 0.0000  | 5  |
| 142 | 16 | 22.6339 | 120.3920 | 0.1167  | 9  |
| 143 | 32 | 22.6254 | 120.3196 | 0.0500  | 2  |
| 144 | 32 | 22.6083 | 120.3163 | -0.0667 | 23 |
| 145 | 32 | 22.6082 | 120.2723 | 0.0000  | 14 |
| 146 | 28 | 22.6130 | 120.3433 | -0.1333 | 11 |
| 147 | 32 | 22.6201 | 120.3120 | 0.0167  | 10 |
| 148 | 12 | 22.6207 | 120.2936 | 0.0167  | 8  |
| 149 | 12 | 22.6494 | 120.3099 | 0.0500  | 6  |
| 150 | 16 | 22.6881 | 120.2974 | 0.0167  | 12 |
| 151 | 32 | 22.6353 | 120.3133 | -0.1167 | 20 |
| 152 | 12 | 22.7326 | 120.2843 | -0.0500 | 10 |
| 153 | 12 | 22.7274 | 120.2920 | 0.0167  | 7  |
| 154 | 12 | 22.6559 | 120.2999 | -0.0500 | 8  |
| 155 | 32 | 22.6083 | 120.2723 | -0.0500 | 9  |
| 156 | 32 | 22.6331 | 120.3236 | -0.0167 | 24 |
| 157 | 32 | 22.6164 | 120.3249 | 0.0333  | 11 |
| 158 | 32 | 22.6157 | 120.2991 | -0.0167 | 20 |
| 159 | 32 | 22.6507 | 120.3488 | -0.2000 | 13 |
| 160 | 16 | 22.5738 | 120.3200 | 0.0333  | 6  |
| 161 | 28 | 22.5722 | 120.3175 | -0.0167 | 7  |
| 162 | 32 | 22.6138 | 120.3183 | 0.0333  | 7  |



|     |    |         |          |         |    |
|-----|----|---------|----------|---------|----|
| 163 | 16 | 22.6936 | 120.2959 | -0.1833 | 14 |
| 164 | 32 | 22.6778 | 120.2999 | 0.0667  | 17 |
| 165 | 32 | 22.7528 | 120.3316 | -0.0333 | 15 |
| 166 | 32 | 22.7215 | 120.2964 | -0.0333 | 15 |
| 167 | 32 | 22.7020 | 120.2926 | -0.0333 | 21 |
| 168 | 32 | 22.7975 | 120.2946 | 0.0167  | 24 |
| 169 | 28 | 22.6182 | 120.2662 | -0.0167 | 11 |
| 170 | 32 | 22.6799 | 120.2921 | -0.0333 | 19 |
| 171 | 32 | 22.7156 | 120.2902 | 0.1000  | 14 |
| 172 | 32 | 22.5541 | 120.3476 | 0.0000  | 20 |
| 173 | 20 | 22.6651 | 120.3217 | -0.1333 | 10 |
| 174 | 32 | 22.6712 | 120.3210 | 0.0833  | 4  |
| 175 | 32 | 22.6596 | 120.3247 | -0.1000 | 19 |
| 176 | 24 | 22.6504 | 120.3256 | 0.0500  | 18 |
| 177 | 32 | 22.6562 | 120.3228 | 0.0500  | 31 |
| 178 | 32 | 22.5663 | 120.3722 | -0.0167 | 18 |
| 179 | 30 | 22.5652 | 120.3586 | -0.0167 | 12 |
| 180 | 32 | 22.6010 | 120.3256 | -0.0167 | 8  |
| 181 | 32 | 22.6379 | 120.2988 | 0.0167  | 24 |
| 182 | 32 | 22.6452 | 120.3075 | 0.0167  | 15 |
| 183 | 28 | 22.6506 | 120.2957 | -0.0333 | 15 |
| 184 | 24 | 22.6629 | 120.3122 | 0.0667  | 15 |
| 185 | 24 | 22.6719 | 120.3043 | -0.0333 | 15 |
| 186 | 28 | 22.6906 | 120.2925 | 0.0333  | 14 |
| 187 | 28 | 22.6297 | 120.3444 | -0.0500 | 19 |
| 188 | 24 | 22.6536 | 120.3493 | -0.0833 | 8  |
| 189 | 28 | 22.6241 | 120.3565 | -0.0167 | 8  |
| 190 | 32 | 22.6198 | 120.3481 | -0.0500 | 9  |
| 191 | 32 | 22.6492 | 120.3099 | -0.1000 | 12 |
| 192 | 32 | 22.6559 | 120.2891 | -0.1667 | 26 |
| 193 | 32 | 22.6806 | 120.2975 | -0.0167 | 16 |
| 194 | 24 | 22.6647 | 120.3102 | 0.0000  | 8  |
| 195 | 32 | 22.6609 | 120.3107 | 0.0000  | 21 |
| 196 | 28 | 22.6644 | 120.2969 | -0.0167 | 12 |
| 197 | 32 | 22.6580 | 120.2963 | -0.0167 | 22 |



|     |    |         |          |         |    |
|-----|----|---------|----------|---------|----|
| 198 | 32 | 22.6307 | 120.3579 | -0.1167 | 23 |
| 199 | 32 | 22.6523 | 120.3039 | 0.0000  | 0  |
| 200 | 32 | 22.6399 | 120.3228 | -0.0500 | 14 |
| 201 | 32 | 22.6243 | 120.2657 | 0.0000  | 3  |
| 202 | 32 | 22.6188 | 120.2786 | -0.0833 | 11 |
| 203 | 28 | 22.6226 | 120.2892 | -0.0833 | 11 |
| 204 | 28 | 22.6340 | 120.2859 | -0.0500 | 9  |
| 205 | 32 | 22.6277 | 120.2907 | 0.0000  | 8  |
| 206 | 32 | 22.6241 | 120.2904 | -0.1333 | 21 |
| 207 | 32 | 22.6208 | 120.2936 | 0.0000  | 22 |
| 208 | 32 | 22.6342 | 120.3059 | -0.0167 | 9  |
| 209 | 28 | 22.6276 | 120.3013 | -0.1500 | 2  |
| 210 | 32 | 22.6273 | 120.3109 | 0.0333  | 21 |
| 211 | 28 | 22.6200 | 120.3115 | 0.0167  | 3  |
| 212 | 32 | 22.6252 | 120.3197 | 0.0000  | 20 |
| 213 | 32 | 22.6102 | 120.2993 | 0.0167  | 6  |
| 214 | 32 | 22.6136 | 120.3140 | -0.0167 | 8  |
| 215 | 32 | 22.6085 | 120.3164 | 0.0833  | 6  |
| 216 | 32 | 22.6050 | 120.3049 | 0.0333  | 9  |
| 217 | 32 | 22.5959 | 120.3049 | -0.0667 | 6  |

### Harversine 公式

假設站點 1 和 2 的緯、經度座標： $\Lambda_1 \equiv (\lambda_{1,1}, \lambda_{1,2})$  和  $\Lambda_2 \equiv (\lambda_{2,1}, \lambda_{2,2})$ 。令  $a$  是兩緯度的差； $b$  是兩經度的差； $r$  是地球的半徑。兩站點間的距離  $d_{1,2}$  可透過以下步驟求得：

1.  $a = \lambda_{1,1} - \lambda_{2,1}$  ;  $b = \lambda_{1,2} - \lambda_{2,2}$
2.  $c = \sin^2(a/2) + \cos(\lambda_{1,1}) \cdot \cos(\lambda_{1,2}) \cdot \sin^2(b/2)$
3.  $d_{1,2} = r \cdot 2 \tan^{-1}(\sqrt{c} / \sqrt{1-c})$