國　立　交　通　大　學
運 輸 與 物 流 管 理 學 系

碩 士 論 文

利用電子票證篩選汽車客運區間車營運區段之研究

The Study of Selecting Short-Turn Operation Zone for Bus Routes Using Smart Card Data

研 究 生：莊傳偉

指導教授：王晉元

中　華　民　國　一　○　七　年　七　月

利用電子票證篩選汽車客運區間車營運區段之研究

The Study of Selecting Short-Turn Operation Zone for Bus Routes Using Smart Card Data

研 究 生：莊傳偉　　Student：Chuan-Wei Chuang

指導教授：王晉元　　Advisor：Jin-Yuan Wang

國 立 交 通 大 學
運輸與物流管理學系
碩 士 論 文

A Thesis

Submitted to Department of Transportation and Logistics Management

College of Management

National Chiao Tung University

in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master

in

Traffic and Transportation

July 2018

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中　華　民　國　一　○　七　年　七　月

利用電子票證篩選汽車客運區間車營運區段之研究

學生：莊傳偉　　指導教授：王晉元

國立交通大學運輸與物流管理學系碩士班

摘要

汽車客運是民眾外出使用的重要公共運具選擇。由於汽車客運的需求有著不對稱的特性，因此在特定的時段和路段易造成車上擁擠的情形，進而降低服務水準。相關的研究中指出，採用區間車的手段可以因應部分高需求的路段，並可減少民眾的平均等候時間。

本研究利用電子票證資料，考量汽車客運的供給和需求，提出一套可篩選出建議營運區間車路線之方法。根據此方法，可推估出高需求之路線和相應的建議行駛區間車之區段。結果包含了路線、平假日、方向和營運時段，提供給客運業者或主管機關明確資訊的清單。

關鍵詞：汽車客運、電子票證、區間車

The Study of Selecting Short-Turn Operation Zone for Bus Routes Using Smart Card Data

Student: Chuan-Wei Chuang Advisor: Jin-Yuan Wang

Department of Transportation and Logistics Management
National Chiao Tung University

ABSTRACT

Bus is an important transportation mean to satisfy people's travel demands. Imbalanced loads are significant characteristics of public bus services. Some segments of routes are more crowd than other segments in some specific time intervals. Relevant researches pointed out that short-turning service can address these imbalanced loads and reduce passengers' average waiting time.

This study proposes a method to suggest short-turning service operation segments and time intervals by considering the differences between supplies and demands of public bus services. The data source is from the electronic payments. This study estimates the demand levels of bus routes and the corresponding short-turn operation zone. The results yielded from the proposed model provide the administration authority the suggested short-turning services, which include the names of route, operation direction and the operation time.

Keywords: Bus, Electric fare data, Short-turning service

目錄

摘要.....i
ABSTRACT.....ii
目錄.....iii
表目錄.....iv
圖目錄.....v
第一章 緒論.....1
1.1 研究動機.....1
1.2 研究目的.....2
1.3 研究範圍.....2
1.4 研究流程.....2
第二章 文獻回顧.....4
2.1 電子票證於公共運輸之應用.....4
2.2 區間車的區段設計.....7
2.3 小結.....9
第三章 研究方法.....10
3.1 電子票證資料的特性.....10
3.1.1 悠遊卡.....10
3.1.2 一卡通.....11
3.2 資料處理.....11
3.2.1 資料過濾.....11
3.2.2 資料轉換.....12
3.2.3 資料新增欄位.....13
3.3 篩選區間車區段.....14
3.4 區間車篩選範例.....21
3.5 小結.....27
第四章 實證分析.....28
4.1 豐原客運 51 路實證分析.....28
4.2 篩選結果.....32
第五章 結論與建議.....36
5.1 結論.....36
5.2 建議.....36
參考文獻.....38
附錄.....39

表目錄

表 3-1 悠遊卡資料欄位說明 10
表 3-2 一卡通資料欄位說明 11
表 3-3 異常站點範例 12
表 3-4 遺漏值範例 12
表 3-5 客運業者對應表 13
表 3-6 悠遊卡路線轉換表 13
表 3-7 電子票證新增的欄位說明 13
表 3-8 上下車交易時間跨小時資料之範例 14
表 3-9 電子票證之欄位說明 21
表 3-10 資料處理後新增之欄位說明 21
表 3-11 初始電子票證資料範例 22
表 3-12 起迄對總人數範例 22
表 3-13 起迄對總人數範例 2 22
表 3-14 平均起迄人數範例 23
表 3-15 同日期起迄對總人數範例 23
表 3-16 站間需求人數範例 23
表 3-17 不同日站間需求範例 23
表 3-18 站間平均人數範例 24
表 3-19 各站之站間平均人數範例 24
表 3-20 符合穩定高需求區段之範例 25
表 3-21 高需求起迄對範例 25
表 3-22 穩定高需求乘載+高需求起迄對比例範例 25
表 3-23 同類公車路線不同小時建議之範例 26
表 3-24 不同小時站間平均人數相加範例 26
表 3-25 不同小時平均起迄對相加範例 26
表 3-26 整合小時建議行駛區段範例 26
表 4-1 豐原客運 51 路建議區段清單 28
表 4-2 豐原客運 51 路線平日去程 6 點和 17 點之起迄表 30
表 4-3 所有公車路線的建議區段 33

圖目錄

圖 1.1 研究流程圖.....3
圖 2.1 持卡人的旅運行為模式.....5
圖 2.2 每位乘客在不同分群的平均旅行時間.....5
圖 2.3 刷卡時間和到站時間的時間差在不同公車營運時段的分布圖.....6
圖 2.4 發車成本和頻率的比較圖.....8
圖 2.5 選擇站點、發車頻率說明圖.....8
圖 3.1 篩選區間車區段流程圖.....15
圖 3.2 起迄對加總示意圖.....16
圖 3.3 平均起迄對示意圖.....16
圖 3.4 轉換站間需求示意圖.....17
圖 3.5 站間平均需求示意圖.....17
圖 3.6 加入考慮名單示意圖.....18
圖 3.7 有效窮舉分段說明圖.....19
圖 3.8 分段 T 檢定之範例.....19
圖 3.9 計算加權比例示意圖.....20
圖 4.1 豐原客運 51 路平日去程 6 點和 17 點站間需求圖.....29
圖 4.2 豐原客運 51 路行駛路線.....31
圖 4.3 豐原客運 51 路去程 6 點和 17 點區間車建議行駛區段.....31
圖 4.4 豐原客運 51 路回程 6 點和 17 點區間車建議行駛區段.....32

第一章 緒論

1.1 研究動機

汽車客運是民眾作為外出旅次重要的公共運具選擇。在公共運具當中，汽車客運包含公路客運、市區公車和國道客運，擁有著最高的市佔率(交通部，2017)。由於汽車客運屬於公路運輸，可及性相較軌道運輸為高，服務範圍通常更深入民眾的生活圈。

汽車客運有著需求不對稱的特性，造成公車內的乘客在特定時段和路段易有擁擠的狀況。民眾外出旅次中通勤和通學為公共運具主要的旅次(交通部，2016)。然而通勤和通學旅次為固定時段和地點來回，顏進儒(2013)提到通勤和通學旅次會造成上下午的尖峰需求。在上午尖峰時上班族或學生利用公車通勤和通學，在下午尖峰時就會利用反方向的路線返家。此種情形即稱為需求不對稱。

針對這種需求不對稱的情形，在發車方案上可以使用區間車的方式作因應。區間車指的是在既有公車路線中，僅行駛其中的部份站位，通常是存在著重現性需求的路段以及需求尖峰的時段。一般來說，在尖峰時段公車會透過高頻率的發車滿足需求，但頻繁地發車是為了因應部分路段的高需求，在其餘路段座位的使用率就會較低，同樣的時段，若改以加開區間車的設計能夠有效地使用座位並減少民眾的平均等候時間(Ceder，1989)。

為了篩選區間車營運的路段和時段，可以利用人工調查或者電子票證的資料作分析。人工調查包含了問卷調查、跟車計算人數、定點計算人數等等，有著最準確的乘客起迄對的資料，但是需要耗費大量的時間和人力完成。電子票證資料只要民眾上下車就會有刷卡紀錄，相較人工調查所花費的時間和人力節省許多，但相對地僅能得知刷卡的乘客。

透過分析電子票證資料有助於找出民眾使用公共運具的行為模式，進而找出是否有需求不對稱的公車路線。例如 Zhou 等人(2014)將電子票證的資料以視覺化方式呈現北京的公車通勤模式。Long 和 Thill(2015)利用中國的一卡通資料，將中國分成三個居住區域和六個工作區域，分析出通勤模式。Langlois(2016)以倫敦作為研究地區，將使用電子票證的乘客分群，根據使用電子票證的習慣可以分成 11 群，通勤通學為其中一群。以上的研究除了通勤模式的發現，亦可觀察出公車路線需求不對稱的時段分布。

本研究希望發展一套方法，可利用電子票證資料對公車路線作篩選，提供主管機關或客運業者可行駛區間車的路線清單。電子票證記錄著民眾使用公車的情況，上下車刷卡提供了民眾的起迄資料，比起以往的人工調查，電子票證的資料蒐集擁有著較多樣本的特性，具有一定的代表性。因此本研究希望藉由分析公車刷卡資料，可以找出公車的使用情形，從中發掘需求不對稱的情形，並透過有系統的統計方法給予可考量開區間車的路線清單。

1.2 研究目的

本研究之目的為利用電子票證的資料，對公車路線作篩選，找出適宜開區間車的路線清單。區間車的路線清單會包含公車路線、平假日、去返程、小時和路段。此清單可提供給主管機關抑或客運業者使用，前者以提升公共服務品質為目的，以此清單做為補貼客運業者行駛區間車方案之依據；後者可權衡減少發車班次改行駛區間車之成本變化。

1.3 研究範圍

本研究所使用的資料若上下車皆有刷卡紀錄即適用。如果只有上車或下車一筆紀錄，無法確實了解乘客的旅次起迄，就無法判斷營運區間車的空間。對於無法確切知道乘客起迄點的資料不予採用，不適合用於本研究。除此之外的電子票證資料皆適用。

1.4 研究流程

本研究之流程如下圖 1.1 所示，各階段說明如下：

1. 確認研究問題

經由了解現有公車營運狀況以及蒐集相關議題，確認研究問題。本研究希望設計一套方法篩選出需求不對稱的路線清單。業者可從此清單中之路線作進一步考量區間車方案的應用。

2. 相關文獻回顧

回顧國內外關於電子票證和區間車方案的文獻，分成兩類，一類為電子票證於公共運輸的應用，另一類是區間車的區段設計。前者提及電子票證資料的處理和應用方式。後者則是專門研究區間車方案的設計方式。

3. 發展區間車篩選方法

發展出一套區間車篩選方法，可廣泛套用於有上下車刷卡記錄的公車路線。以過往研究如何應用電子票證資料以及區間車的設計作為基礎，針對電子票證資料發展一套可篩選區間車的方法。這套方法能夠得出路線清單，給予業者區間車的建議路線。

4. 資料蒐集和處理

本研究收集了 2017 年 4 月的悠遊卡和一卡通資料，將兩者各自處理整合後一同分析。由於電子票證分屬不同公司，儲存資料的格式並不統一。若要整合資料需要進行加工才可做進一步的分析。

5. 實證分析

在此階段將篩選方法套用在蒐集來的資料， 產出建議行駛區間車路線的參考清單。蒐集的資料包含了所有有上下車刷卡紀錄的資料。產出的路線清單應有路線、小時和建議開區間車的區段等明確資料供予業者清楚的建議。

6. 結論與建議

針對實例分析的結果給予結論和建議。對於前一步驟產出的研究成果統整

研究的結論。以及提出後續研究可如何精進的建議。

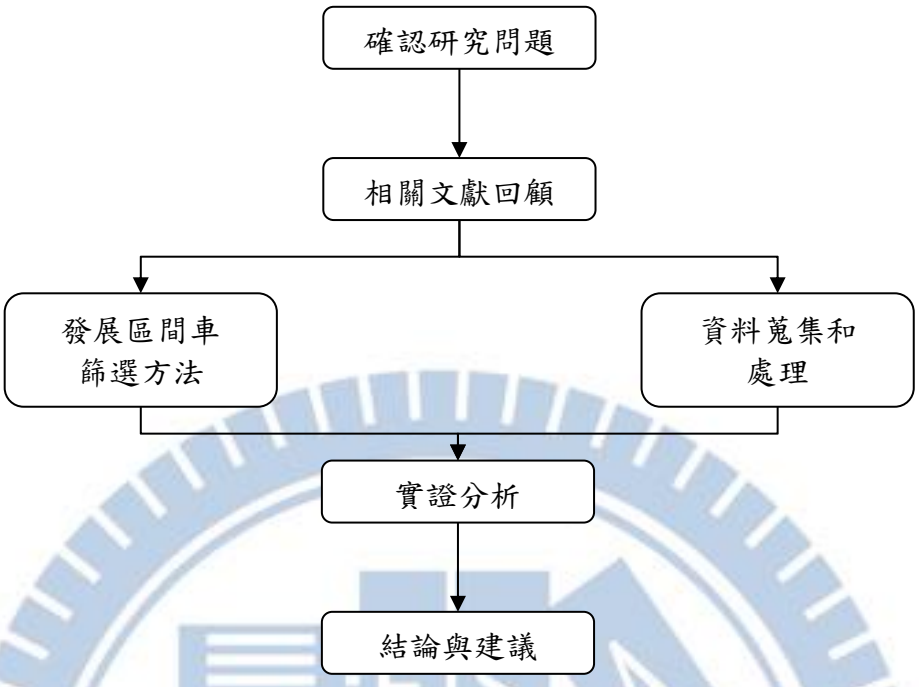


圖 1.1 研究流程圖

第二章 文獻回顧

由於本研究希望透過電子票證的資料提供給客運業者可行駛區間車的建議，將分別從電子票證於公共運輸之應用和區間車的區段設計進行文獻回顧。電子票證記錄著乘客每日的搭乘資料，透過回顧過往的研究，可得知各種對於電子票證處理的方法以及從中能夠獲取的資訊，進而作為本研究處理電子票證的參考。借鑒前人的成果，了解區間車區段選定的原則和實施的條件，可作為本研究在建立區間車篩選方法上的參考。

2.1 電子票證於公共運輸之應用

Bagchi 等人(2005)藉由分析英國的公車電子票證資料，從中發現持卡者的用卡特性。此篇文獻介紹了從電子票證中，可以找出旅次率、轉乘率和更替率。旅次率指的是在選定時間內，搭乘公車的次數，例如七天以內坐了十次公車，旅次率則為 1.42。轉乘率為在一段時間內，轉乘次數佔旅次的比例，對於一個旅次兩次轉乘來說，轉乘率即為 2，該研究轉乘的定義為從一條公車路線轉移到另一條公車路線時間差於 30 分鐘內。更替率是在一年內，計算失效的卡佔去年所有第一次使用的卡的比例，失效定義為在一年後都沒有使用紀錄，由於每張卡最後的使用紀錄都在不同時間，於是更替率的計算需於每個月確認一次，例如第一年有 100 筆第一次使用的卡，第二年經過每個月的確認，總和有 30 筆被列為失效，周轉率則為 30。最後發現利用優惠吸引人使用卡很容易，但是要留住持卡人相對困難，因為大部分人會為了優惠使用，一旦優惠沒了很容易流失客群。此外該文獻認為電子票證的資料處理門檻的設計很重要，可能會大幅影響計算出的結果。

Ma 等人(2013)針對北京的公車電子票證資料，試圖找出乘客的旅運行為和規律性。由於北京的刷卡分成單一票制和里程計費，前者只需要上車刷卡，後者則是上下車皆要刷卡，但是沒有上車的刷卡時間。針對同一個乘客找出其旅運行為，利用 DBSCAN 可以將相似的旅次歸類在一起，相似指的是時間和空間的相近，針對不同的旅次分析，從起始的搭車時間計算相差不超過一小時，起迄點的站位不超過 200 公尺，可被歸類為同一個旅次，透過此種方法得知該乘客有哪些旅運行為。如下圖 2.1 為某用卡者的旅運行為，藍色圓圈為公車站位，橘色箭頭和藍色箭頭分別為上下午最常出現的旅次。乘客的規律性分析，將刷卡資料分成四種特徵值，分別為用卡天數、相似的第一次搭乘時間數、相似的路線順序數和相似的站牌順序數，並利用 K-Means++分群。結果呈現如下圖 2.2，規律性由低(VL)到高(VH)分成五群，其中規律性最高的分群乘客的每日平均旅行時間為 1.09 小時。該文獻介紹了如何找出個人的旅運行為和整體使用卡的規律性，電子票證的發行業者可利用此種方法找出目標客群訂定優惠方案。

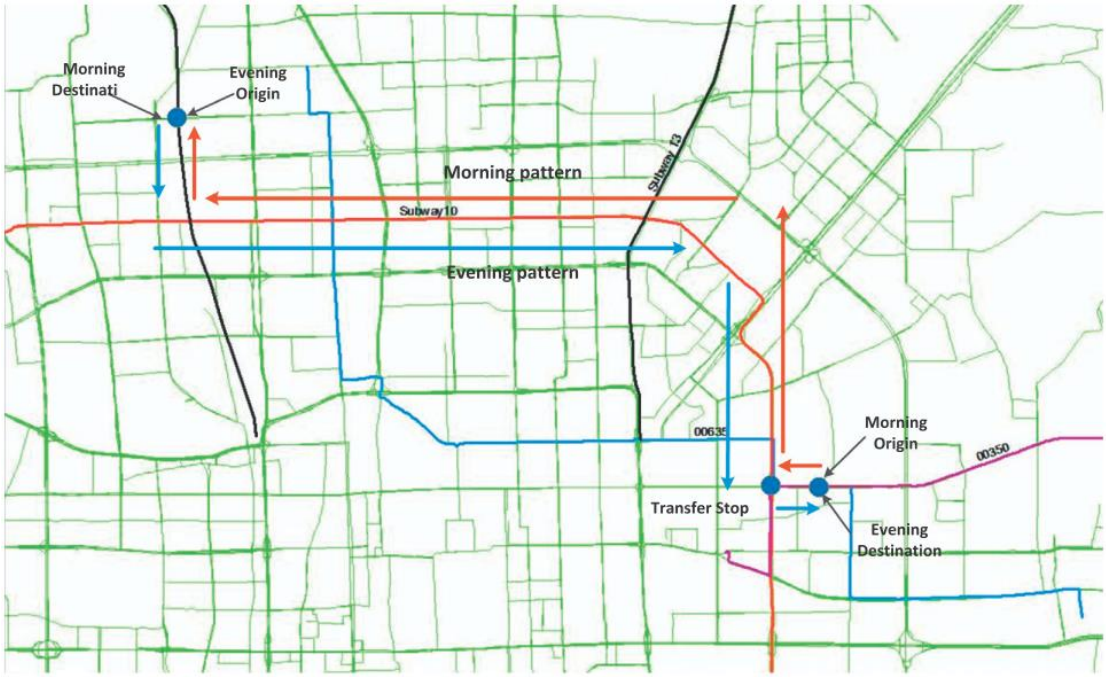


圖 2.1 持卡人的旅運行為模式

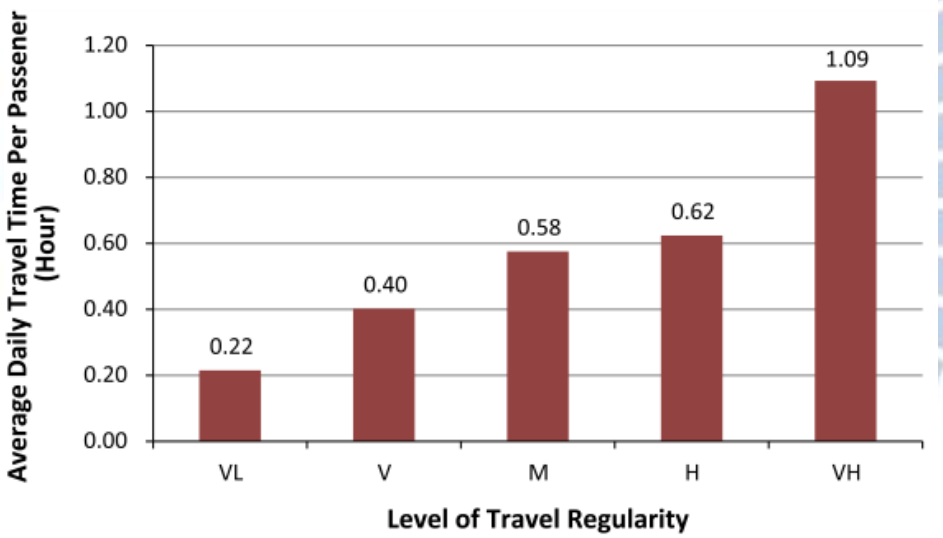


圖 2.2 每位乘客在不同分群的平均旅行時間

Kusakabe 和 Asakura(2014)使用數據融合(data fusion)的方式，藉由問卷調查的資料估計電子票證資料的旅次目的。由於電子票證的資料沒有旅次目的，該文獻利用單純貝氏分類器(Naïve Bayes)，算出電子票證每筆紀錄屬於哪一種旅次目的。結果發現旅次目的不應劃分得太細，因為旅次目的在電子票證紀錄當中相似的旅次可能會被分到不同的旅次，造成正確預測率(跟問卷調查比)低落，透過將相似的旅次結合，使得正確預測率上升。此文獻最後決定採用三種旅次目的，通勤、休閒(商業)和返鄉，呈現出不同旅次最常發生的時間。

Zhou 等人(2017)發展一套模式可藉由電子票證的刷卡時間推估公車的實際到站時間。由於電子票證中僅記錄刷卡時間，在資料中無法得出公車的真實到站時間，該研究利用真實的到站時間和刷卡的時間差建立回歸模型推估到站時

間，其中真實的到站時間根據人工調查得到。如圖 2.3 所示，X 軸為刷卡時間和真實到站時間的差，Y 軸是不同站點，可以發現在尖離峰和周末的乘客刷卡模式存在差異，因此根據不同的公車營運時段需建立不同的回歸模型推估到站時間。

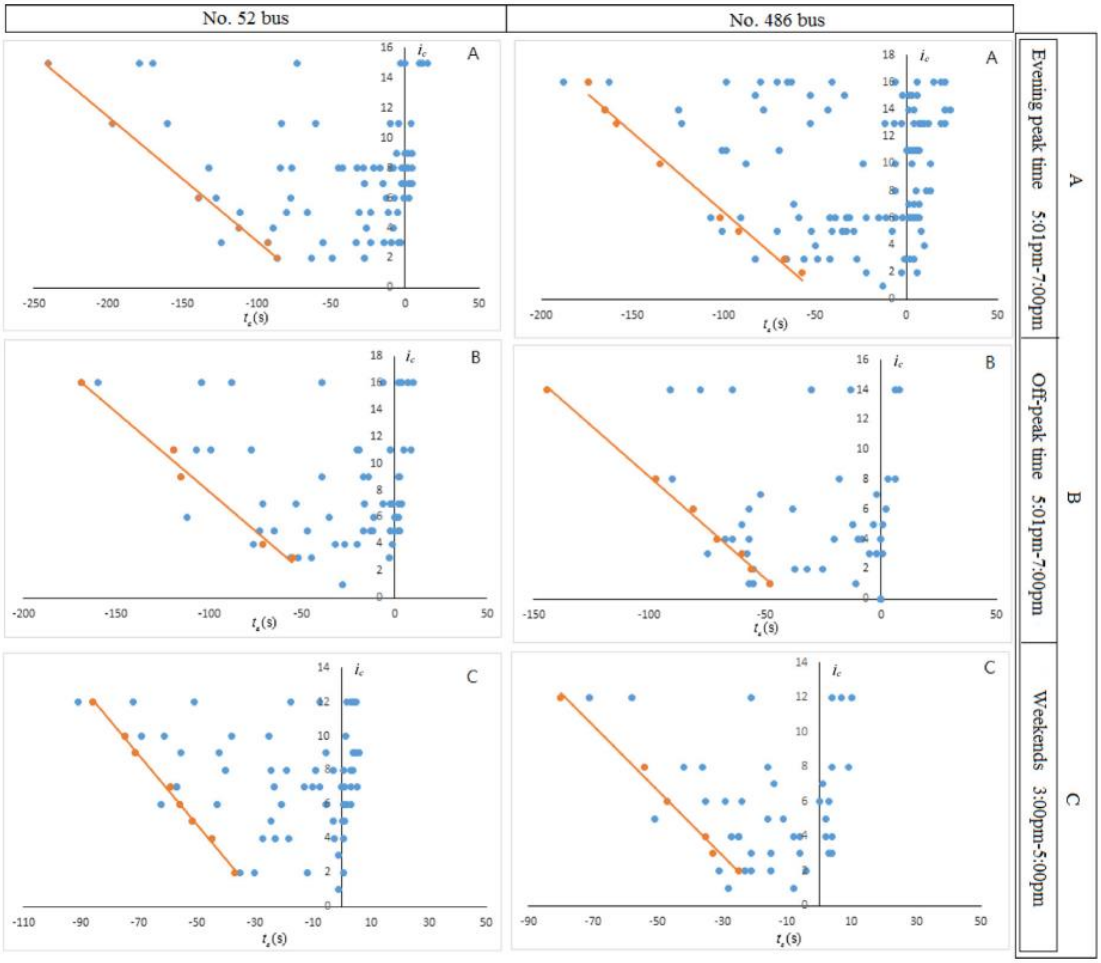


圖 2.3 刷卡時間和到站時間的時間差在不同公車營運時段的分布圖

2.2 區間車的區段設計

Furth(1987)提出以節省發車車輛數為主，減少等候時間為輔的區間車建議。將一條公車路線上的需求分成兩個市場，一個只能被跑完全程的公車服務，另一則為同時能被區間車和全程的公車服務。在有公車路線每一站的需求並給定全程的公車和區間車發車的班數比(例如 1:1 代表全程的公車發車班數和區間車的發車班數相同)，以及固定發車班數，找出區段需同時被此兩種發車服務才能滿足的需求，定為區間車的起始站。由於給定區間車和全程公車的發車班數以及區間車的路段，可得出節省發車車輛數的發車間距建議。

Site 和 Filippi(1987)將車型大小和區間車服務的區段作為決策變數，目的為最大化淨收益，淨收益由票價收入減去乘客的時間成本以及業者的營運成本組成。這篇文獻將加開區間車的優缺點完善地表現出來，若以提高服務效率為主，加開區間車在尖峰時間都有很好的表現，但是在非尖峰時間營運成本會增加，以營運面考量，加開區間車的情況下，可以減少營運成本的漲幅，但是乘載效率的成果就會有限。

Ceder(1989)提出在既有班表上，不改變車輛數的情況下，最小化乘客的等候時間的區間車建議。該文獻使用了 Minimax H 的方式，由於區間車的設計是在原本路線上加開的模式，會因此造成只搭完整路線的乘客得多等一般區間車的間距時間，為了最小化等待時間，因此稱作 Minimax H。透過此方法能夠找出區間車適合營運的路段，並且盡可能減少區間車的發車數(降低等候時間)。

Ulusoy 等人(2010) 研究的對象為火車路線，引入了乘客的轉乘成本，提出加開區間車以及快車的建議。快車的定義為不需每一站都停，可以省略起點到終點之間部分或全部的站點。在計算總成本中，分不開區間車、開區間車和開區間車加上快車做比較，發現有了快車加上區間車，雖然多了轉乘的成本，但是總成本下降許多，是個有效的方法。最後整理出隨著營運成本的增加，發車頻率和其餘成本之間的變化，如下

圖 2.4 所示，SP 是服務的方式，後面數字代表起迄站牌，Express 就是快車。從中可得，當營運成本提升的情況下，完整路線的發車頻率建議降低，將區間車的發車頻率提高，透過調整不同服務型態的發車頻率達到較好的成本控管。

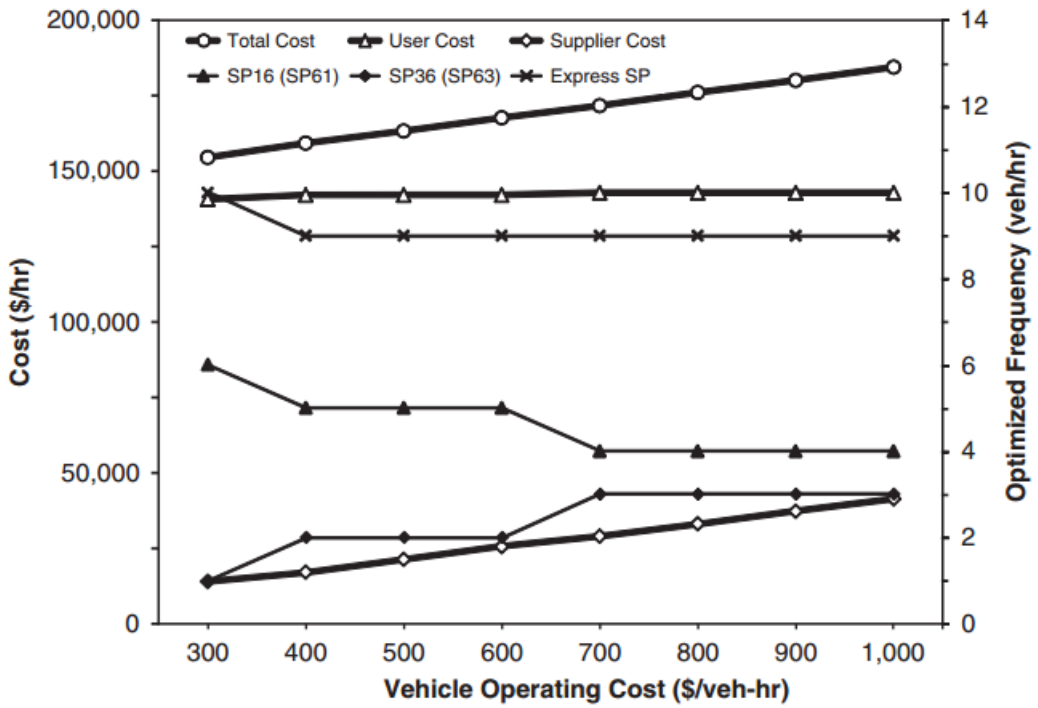


圖 2.4 發車成本和頻率的比較圖

Cortés 等人(2011)將發車頻率、區間車站點、空車折返站點和車型大小作為決策變數提出整合策略。將一條路線分成去程和回程，針對去程選定兩個點站分別為s_0和s_1，回程則是s_2和s_3，有兩種車服務這條路線，頻率分別為f_A和f_B，後者為區間車專用車，根據模式得出的s_0、s_1、s_2和s_3決定路線如下圖 2.5 所示，例如某個方向的兩站為同一站點，代表要使用空車折返的策略；若去程的起站等於回程的迄站以及去程的迄站等於回程的起站，則為純區間車的策略。依據不同站點間的需求分布，可以得出適合的策略。

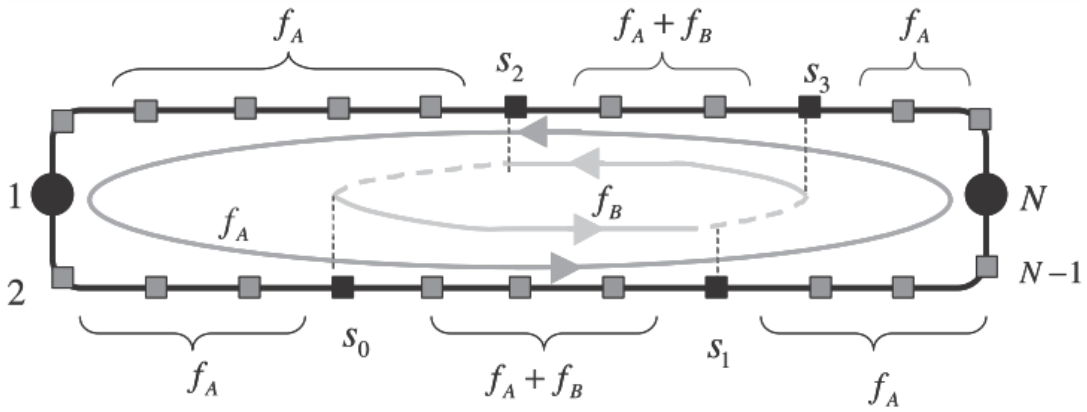


圖 2.5 選擇站點、發車頻率說明圖

Leffler 等人(2017)根據即時的公車動態資料，比較區間車決策前後的乘客成本，提出是否開區間車的建議。區間車的區段由決策者決定，並經過計算因某班車臨時改開區間車，乘客減少的等候時間價值、乘客增加的轉乘時間價值和乘客多等一班車間距的時間價值，第一項減去後面兩項若為正值則開區間車。

2.3 小結

綜合以上文獻回顧，可得以下幾點結論：

1. 單就電子票證資料在公共運輸的應用中，文獻大多以尋求旅次鏈或旅行目的作為主要分析對象。除了因為電子票證並無明確記載連續的旅次行為，旅行目的被視為乘客的重要特徵之一，因此透過各種資料探勘，希望試著為乘客貼上旅行目的標籤，而這些標籤可作為進一步分析用，例如通勤的人們，將於固定時間固定地點來回，對於汽車客運可針對這些乘客作相應的措施，例如尖峰加開班次等。鮮少研究僅利用電子票證資料提供公車發車方案的建議。

2. 在區間車的區段設計的文獻中，許多文獻都有著基本的假設，發車數乘上容量應大於等於最大需求的路段，考量乘客的時間成本，以及營運成本，給予最佳的區間車行駛路段。區間車一般是由客運既有的車輛數作營運，而開區間車最重要之顧慮為無法搭區間車或者搭了區間車後還需轉乘的乘客，因為加開區間車的路線，將加大非區間車服務路段的乘客們的等車間距。從過往的研究中亦可觀察出同一現象，區間車的起站大多考量乘客之起迄點，位於需求急遽增加之處。

3. 根據以上的文獻回顧，本研究希望僅利用電子票證資料便可從路線中篩選出可加開區間車之路線清單。從文獻回顧可發現，目前鮮有文獻提出哪條路線適合開區間車，而是針對確定要開區間車的路線做進一步的分析研究。但客運業者並不一定明確知道哪條路線可加開區間車的潛力，因此本研究致力於找出能加開區間車的參考路線清單。客運業者可從此清單中作進一步的分析，並實施區間車的發車方案。

第三章 研究方法

本章將提出一套模式協助客運業者利用電子票證資料找出可行駛區間車之建議清單。以下將分成四個小節說明，3.1 小節為電子票證資料的特性、3.2 小節為資料處理、3.3 小節則是篩選區間車區段，以及 3.4 小節為小結。

3.1 電子票證資料的特性

本研究所蒐集之資料為悠遊卡和一卡通 2017 年 4 月的資料。由於兩者的資料欄位和說明略有不同，以下將分別作說明。

3.1.1 悠遊卡

下表 3-1 為悠遊卡的資料欄位說明，總共有 11 欄。

表 3-1 悠遊卡資料欄位說明

欄位名稱	欄位說明
票證公司	乘客所使用的電子票證公司
客運公車代碼	營運該乘客搭乘路線的客運業者代碼
卡號	乘客使用的電子票證卡號
票種代碼	乘客使用之票種
路線編號	乘客搭乘之路線編號
司機編號	乘客搭乘該路線之司機編號
車號	乘客搭乘該路線之車號
上車交易時間	乘客上車刷卡的時間
上車站點	乘客上車的站點
下車交易時間	乘客下車刷卡的時間
下車站點	乘客下車的站點

以下將針對各個欄位作進一步的說明和範例。

票證公司：悠遊卡紀錄的名稱為 EASYCARD。

客運公車代碼：此代碼為電子票證公司自行紀錄，對於同一個客運業者可能存在不同的紀錄名稱，以豐原客運為例，在悠遊卡紀錄為 33031。

卡號：每張卡都有著獨立的 ID，由於個人隱私問題，卡號皆已經過處理，例如：VCspTko9TGD1，無法追溯真正的使用者。

票種代碼：根據不同的票種有不同的代碼，一般卡為 1、學生卡為 2、優待卡為 3、敬老卡為 4、愛心卡為 5、愛心陪伴卡為 6、暢遊卡則為 9。

路線編號：此為公司內部路線的編號，非公車路線名稱，需經過特定對應表得知實際路線，例如：豐原客運 702 路線，表示為 79。

司機編號：流水號，如：51783。

車號：實際車號，如：760-U5。

上/下車交易時間：記錄著實際上車刷卡的時間，精準至秒，如：2017-04-10 19:11:26。

上/下車站點：代表著路線上站牌的數字，去回程同站牌的站點相同，並由去程的站牌順序開始記錄。因此去程的上車站點會小於去程的下車站點，回程的上車站點會大於下車站點。例如：去程的上車站點為 10，下車站點為 12；回程的

上車站點為 10，下車站點為 8。

3.1.2 一卡通

下表 3-2 為一卡通的資料欄位說明，共有 13 欄。

表 3-2 一卡通資料欄位說明

欄位名稱	欄位說明
票證公司	乘客所使用的電子票證公司
客運公車代碼	營運該乘客搭乘路線的客運業者代碼
卡號	乘客使用的電子票證卡號
票種代碼	乘客使用之票種
路線編號	乘客搭乘之路線編號
司機編號	乘客搭乘該路線之司機編號
車號	乘客搭乘該路線之車號
上車交易日期	乘客上車刷卡之日期
上車交易時間	乘客上車刷卡的時分秒
上車站點	乘客上車的站點
下車交易日期	乘客下車刷卡之日期
下車交易時間	乘客下車刷卡的時分秒
下車站點	乘客下車的站點

由於大部分欄位屬於和悠遊卡的資料欄位相似，以下將針對主要不同的欄位作說明。

客運公車代碼：和悠遊卡一樣，由電子票證公司自行紀錄，同樣的客運可能有不同的表示，同以豐原客運為例，在此為 0763。

票種代碼：紀錄方式和悠遊卡略有不同，A1 是一般卡、A2 是學生卡、A3 是敬老卡、A4 是博愛卡、A5 陪伴卡、A6 是仁愛卡、B1 則是暢遊卡，由一英文單字和一數字組成。

上/下車交易日期：一卡通將刷卡的時間分成日期和時間分別紀錄。

3.2 資料處理

上一小節說明了兩家電子票證的差異，在整合兩者之前，先將欄位數統一，把一卡通分開的上車/下車的交易日期和交易時間欄位，皆合併成上車/下車交易時間如同悠遊卡之欄位，接著仍需前處理才能夠作進一步的分析。首先將各自的資料做過濾，接著進行客運代碼的轉換，最後為資料新增後續分析所需之欄位，方便後續分析的進行。以下將分別介紹資料過濾、資料轉換和資料新增欄位。

3.2.1 資料過濾

在電子票證的資料中，可以發現上車站點或下車站點有著異常值的存在，本研究在此將上車站點或下車站點大於 209 的資料刪除。站點代表著站序，因此上下車的站點應為一定範圍內的數字，最大為總共站點數，最小為 1。由於沒有站點的轉換表，根據公共運輸整合資訊流通服務平台查詢最多停靠站的公車為 8119 號路線的公路客運，共停靠 209 站，因此以下分析將上車站點或下車

站點大於 209 的資料去除。以表 3-3 的第一筆資料為例，上車站點為 9216，下車站點為 11264，皆超過 209 站，無法辨別站序，因此刪除。

表 3-3 異常站點範例

票證公司	客運公車代碼	卡號	票種代碼	路線編號	司機編號	車號	上車交易時間	上車站點	下車交易時間	下車站點
EASYCARD	16001	NN/otXZoFeq8	1	0	50440	522FP	2017/4/16 08:29	9216	2017/4/16 08:40	11264
EASYCARD	16001	2CmPlIpFQya7	1	0	40522	250XH	2017/4/16 11:27	10496	2017/4/16 11:31	11264
EASYCARD	16001	QTqOEsir8Do/	1	0	40522	250XH	2017/4/16 16:37	9984	2017/4/16 16:53	13056
EASYCARD	42001	TFjiW1/bdkrD	1	1	30331	622XH	2017/4/15 17:24	768	2017/4/15 17:49	256

此外於資料中發現有下車站點之遺漏值亦將之去除。表 3-4 為遺漏值之範例，其中下車站點為遺漏值，下車交易時間和上車交易時間相同。由於後續方法需要確切的起迄點，若任意填補可能造就後續分析的偏差，因此此處選擇去除遺漏值。

表 3-4 遺漏值範例

票證公司	客運公車代碼	卡號	票種代碼	路線編號	司機編號	車號	上車交易時間	上車站點	下車交易時間	下車站點
EASYCARD	34003	8t/TqeM7ctu5	1	1	28398	918-FD	2017/4/10 09:59	1	2017/4/10 09:59	NA
EASYCARD	33036	SsxdE8Qp7NDD	1	1	54178	186-U8	2017/4/10 09:00	0	2017/4/10 09:00	NA
EASYCARD	33036	SsxdE8Qp7NDD	1	1	54178	186-U8	2017/4/10 09:19	50	2017/4/10 09:19	NA
EASYCARD	67004	Q9ol5K5.oX/9	1	1	11601	766-U5	2017/4/10 09:02	11	2017/4/10 09:02	NA

3.2.2 資料轉換

去除異常值之後，若要整合悠遊卡和一卡通的資料，還需要將公車業者的代碼統一，下表 3-5 為部分的客運業者，由於悠遊卡資料數較一卡通多，此處選擇統一轉換成悠遊卡的代碼。其餘無法對應者(僅存在於其中一家電子票證資料中，如皇家客運在一卡通的資料中不存在)則各自保留。路線編號由於一卡通的公司並無額外的轉換表，因此本研究將其視為營運路線，例如一卡通資料中中南客運的路線編號 9188 即視為 9188 號路線。悠遊卡的路線編號屬於驗票機之路線，與營運路線不同，需經過轉換，如下表 3-6 為悠遊卡部分路線轉換表，驗票機路線為資料中呈現的數值，營運路線則為客運業者呈現給民眾的路

線名稱。

表 3-5 客運業者對應表

業者名稱	悠遊卡	一卡通
葛瑪蘭客運	33017	324
中南客運	33023	070A
巨業客運	33030	764
豐原客運	33031	763
仁友客運	33034	076A
南投客運	33035	768
台中客運	33036	765
員林客運	33037	767
總達客運	33038	076C
…		

表 3-6 悠遊卡路線轉換表

業者名稱	驗票機路線	營運路線
新竹客運	10101	5607
新竹客運	10121	5608
新竹客運	10122	5673
新竹客運	10124	5610
新竹客運	10131	5609
…		

3.2.3 資料新增欄位

3.1 小節介紹了電子票證資料的特性，在後續分析中還需增加資料欄，以符合後續方法將同樣特性之路線分類。由於電子票證之資料特性不夠細微，例如公車之去回程、平假日和不同小時的需求皆有可能不同，透過新增以上之欄位，將相同特性之資料分類在一起做分析，可以得出確切的建議區間車行駛區段的結果。表 3-7 為資料新增的欄位說明。

表 3-7 電子票證新增的欄位說明

欄位名稱	欄位說明
去回程	該筆路線的方向，0 為去程、1 為回程。
平假日	該筆紀錄的日期為平日或假日，0 為平日、1 為假日。
小時	該筆紀錄的小時，如 10、11、12、13……以 24 小時制紀錄。

以下將詳細說明新增欄位的原因。

去回程：從電子票證的既有欄位並無記載去回程的欄位，僅有上車站點和下車站點，而電子票證資料分辨去回程的方式，可透過觀察上車站點和下車站點的大小關係做區別，假如是小於則是去程，反之則為回程。例如上車站點為 1、下車站點為 3，代表著去程，此欄位即為 0。反之則為 1。

平假日：同一條公車路線在平日和假日因為旅行模式的改變，會有不同的搭乘行為出現。例如：在平日主要作為通勤用途的路段，在假日會減少需求。平日

在此欄位為 0，假日則為 1

小時：電子票證有著上車時間和下車時間，本研究在此選定兩者時間點的中間所在的小時。因本研究所選擇最小時間單位為小時，而上車和下車時間點並非總在同一個小時，針對跨小時的可能，在此選擇經歷時間較長之小時做為代表。以表 3-8 為例，第一筆資料上車時間為 10 點 53 分，下車時間為 11 點 02 分，中間之時間為 10 點 57 分，因此小時為 10。第二筆資料之中間時間為 11 點 03 分，小時即為 11。此方法雖非完善之歸類，然欲將資料分小時做分析，需將跨小時資料做分類，本研究認為此方法相較選定上車時間或下車時間之小時做為該筆資料之小時適宜。

表 3-8 上下車交易時間跨小時資料之範例

票證公司	客運公車代碼	卡號	票種代碼	路線編號	司機編號	車號	上車交易時間	上車站點	下車交易時間	下車站點	小時
EASYCARD	34001	YHy9NGmKJlS6	1	1	1588	047-FX	2017/4/10 10:53	19	2017/4/10 11:02	11	10
EASYCARD	34001	8YZX9SeVscl9	1	1	1580	003-FX	2017/4/10 10:55	1	2017/4/10 11:11	10	11

3.3 篩選區間車區段

此小節將提出如何透過電子票證的資料找出適合區間車營運的區段。下圖 3.1 為篩選區間車營運區段的流程圖，此流程圖之流程皆是針對同一類的公車路線做處理，同類指的是相同客運業者、相同路線代碼、相同平假日和相同去回程之路線。例如：豐原客運 55 號路線平日去程、豐原客運 55 號路線平日回程和豐原客運 55 號路線假日去程，皆為不同類的路線。此外以下流程圖第 1 至第 8 步驟將同類路線不同小時分開做，至第 8 步驟會得出各小時的建議。然而第 8 步驟可能得出同類路線在不同小時有不同的建議營運區段，與現實客運行駛區間車方案不符。因此於第 9 步驟若有不同小時的建議區段，則將其站間需求和起迄人數相加，回到第 6 步驟重新做 T 檢定找高需求區段，接著將建議中不同小時的起迄對相加，於第 7 步驟重新計算起迄對加權比例，至第 8 步驟即可得到考量不同小時的最後建議區段。

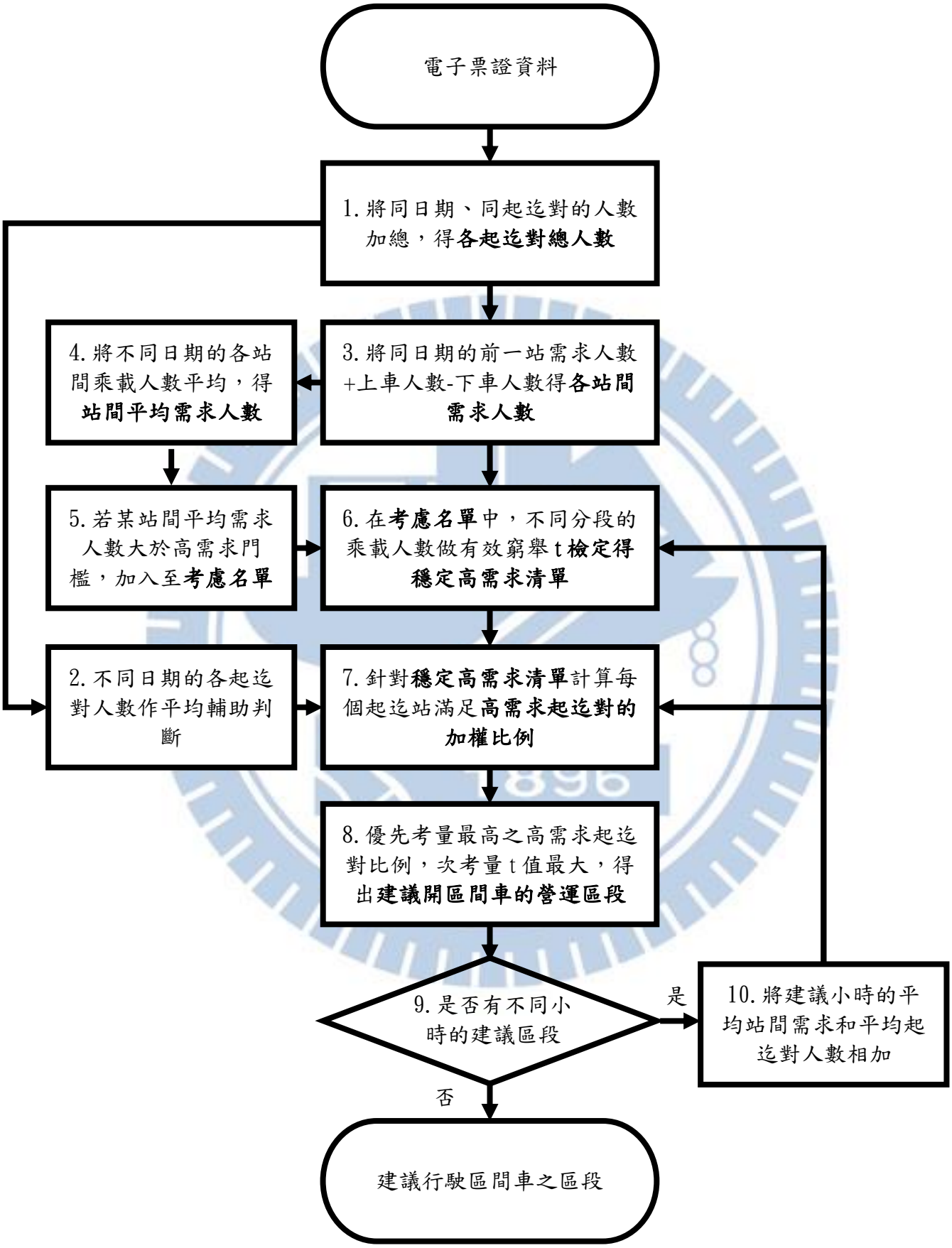


圖 3.1 篩選區間車區段流程圖

由於電子票證之資料為個人刷卡之資料，區間車之篩選需要找出需求較多的小時和區段，因此以下將介紹依照流程如何處理電子票證的同類公車路線，以達到上述之目的。

1. 首先將同日期、同起迄對的人數做加總，能夠得到不同日期的各小時起迄對的總人數。在獲得起迄對之總人數之情況下，可進一步計算不同小時的站間需求人數。圖 3.2 為起迄對加總之示意，假設為 4 月 1 號的資料，左邊的圓圈為站位，下面的箭號代表刷卡的起迄點，這邊僅以第一站到第二站和第一站到第三站為例，針對所有起迄點加總後可以得到右邊的表。

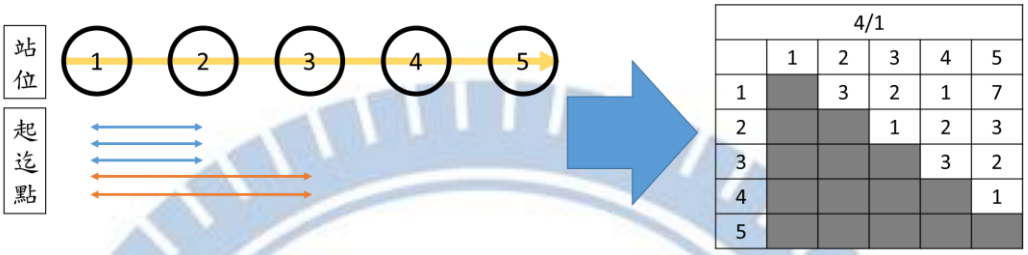


圖 3.2 起迄對加總示意圖

2. 針對不同日期之各起迄對總人數做平均，得出平均各起迄對需求人數，可作為最後輔助判斷區間車區段之選取用。圖 3.3 即為將不同天之起迄對做平均，此平均起迄對將於第七步驟輔助判斷用。

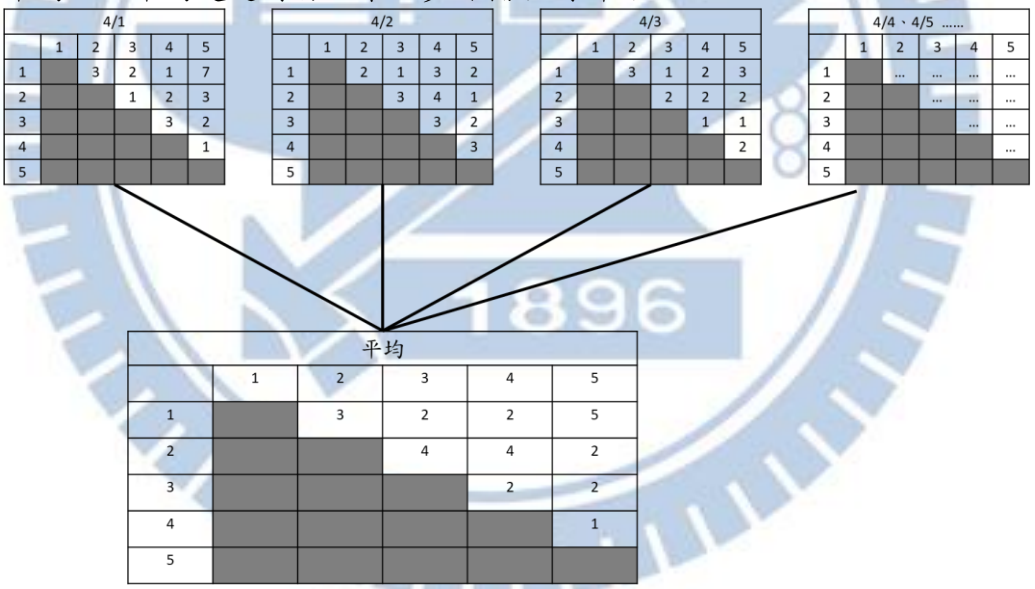


圖 3.3 平均起迄對示意圖

3. 同日期之資料，對於每一個站間需求依照前一站間需求人數+上車人數-下車人數之規則計算，可得出各站間需求人數。其中上車人數為起迄點之起點等同該站間起始站的總和，下車人數為起迄點之迄點等同該站間起始站之總和。圖 3.4 為從加總的起迄對轉換成站間需求的示意圖，以第一站至第二站為例，前一站間沒需求人數，上車人數為從第一站到各站的人數，即 13，下車人數由於為起站，沒有人下車，為 0，因此第一站至第二站的站間需求為 13。第二站至第三站則為前一站需求人數 13，加上從第二站開始到各站的人數 6 人，減去到達第二站之人數 3 人，因此第二站之站間需

求為 16 人，依此類推。

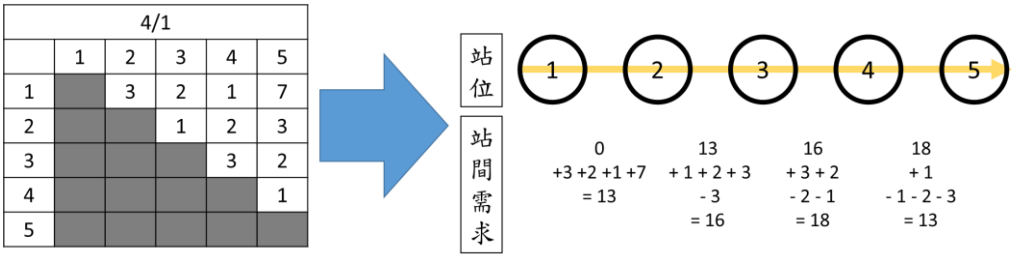


圖 3.4 轉換站間需求示意圖

4. 將前一步驟之各站間小時需求人數算出不同日期之平均，能夠得出站間平均需求人數。此平均需求人數將做為第一階段篩選高需求人數用。圖 3.5 為求站間平均的示意圖，將不同日之站間需求做平均，底下則為選定一段時間的平均需求，此處選用一個月。

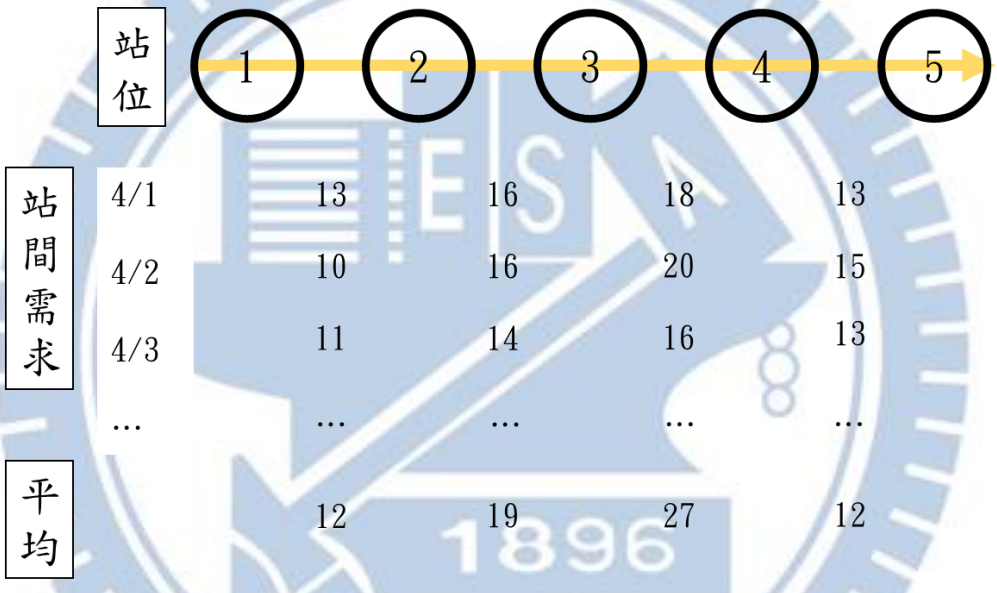


圖 3.5 站間平均需求示意圖

5. 篩選每一站的站間平均需求人數，若某一站間滿足高需求門檻則此公車路線加入至考慮名單中，並記錄滿足高需求門檻之站間，高需求站間將作為下一步選取高需求區段之基礎。高需求門檻值和為發車數乘上高需求係數(可視為公車容量的比例)。圖 3.6 假設今天有三條路線，其中 A、B 和 C 三條路線的發車數分別為 3、2 和 4，此處假設高需求門檻值為發車數乘以 5，因此三條路線的高需求門檻值分別為 15、10 和 20，只有 B 路線每一個站間需求皆不滿足 10，因此 A 和 C 路線皆被加入至考慮名單。加入至考慮名單時，同時記錄高需求的站間，例如 A 路線為第 2 站到第 3 站以及第 3 站至第 4 站，因此紀錄為 2 和 3，此高需求站間將作為下一步檢定選擇分段之基礎。

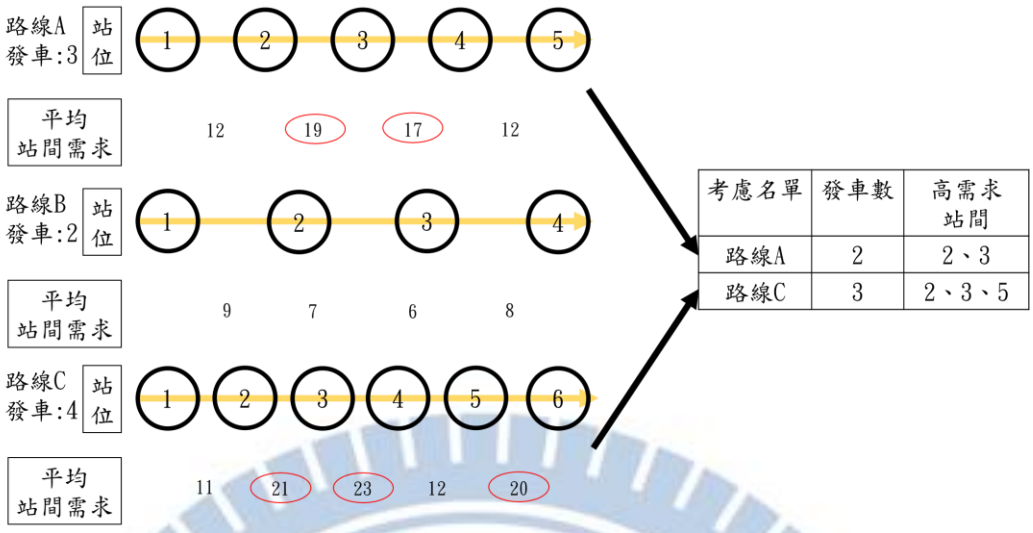


圖 3.6 加入考慮名單示意圖

6. 前一步驟篩選出高需求之公車路線加入至考慮名單，此步驟則將考慮名單內之公車路線做所有站點做有效窮舉分段 T 檢定，透過此檢定可得出穩定高需求清單。由於區間車應做為紓解高需求區段之方案，需找出高需求之區段，然而站間需求僅能觀察某幾站之高需求，為了找出確切的高需求區段，此步驟將公車路線透過有效窮舉分段的方式，對每一分段做 T 檢定，通過 T 檢定者即代表該區段為穩定高需求。以下先介紹所採用之 T 檢定和假設，接著說明如何有效窮舉分段。

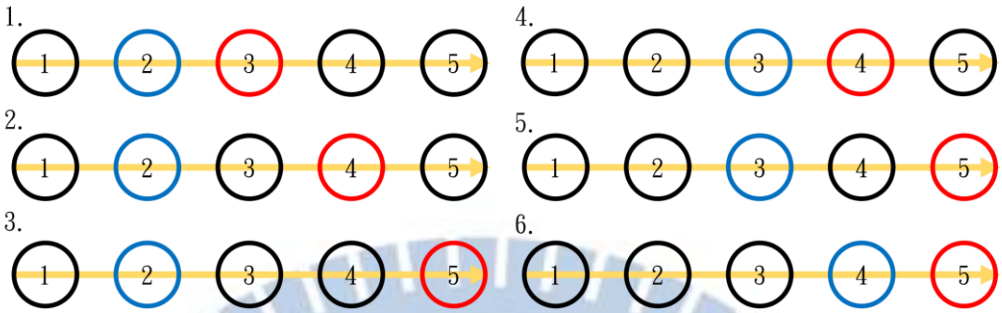
本研究在此採用單一樣本 T 檢定找尋穩定高需求之區段。選定此方法之原因為，站間人數屬於單一樣本，並且在樣本數夠大的情況下，根據中央極限定理，在不知道樣本的分配情況下可作平均數差異檢定(即 T 檢定)。透過此方法的右尾檢定，即能找出大於高需求門檻值(假設為 H，和第 5 步驟之高需求門檻相同)之區段。以下為 t 檢定之假設，μ 為選定區段內所有站間人數之平均值：

H_0：μ=H

H_1：μ>H

有效窮舉分段為只選擇包含了高需求站間之分段做 T 檢定。窮舉分段之方式可藉由一條公車路線上選定兩個站點做為分段點，兩個分段點可將路線切成三段，並以排列組合任選兩站做為分段點，便可窮舉所有分段。然而並非所有分段點都需要做 T 檢定，為了節省資料處理的時間和效率，本研究選擇使用有效的窮舉方式。由於上一步驟紀錄了高需求的站間，而於窮舉時可能找出不包含任一高需求站間之區段，T 檢定為比較樣本的平均值和特定值是否有顯著差異，此處選擇高需求門檻做為特定值，因此若窮舉之區段不包含任一高需求站間，則其必不可能通過 T 檢定，只舉出包含任一高需求站間之區段，即為有效窮舉。以圖 3.7 為例，藍色和紅色為分段點，1~6 為所有排列組合的組合方式，此路線為加入至考慮名單的 A 路線，高需求站間為 2 和 3。右下角的表格為整理有效窮舉分段之表格，每一行為分段組合，每一列為該分段方式的第幾段，其中包含了任一高需求站間的分段為 O，否則 X。以第一行為例，第一種分段組合為選定第 2 站

和第 3 站為分段點，三個分段的第一段為第 1 站至第 2 站、第二段為第 2 站到第 3 站、第三段則為第 3 站至第 5 站。由於第一段沒包含高需求站間中第 2 站到第 3 站或第 3 站到第 4 站，因此為 X；第二段和第三段皆包含了至少一個高需求站間，因此為 O。



考慮名單	發車數	高需求站間
路線A	2	2、3

組合	1.	2.	3.	4.	5.	6.
第一段	X	X	X	O	O	O
第二段	O	O	O	O	X	X
第三段	O	X	X	X	X	X

圖 3.7 有效窮舉分段說明圖

下圖 3.8 為分段 T 檢定之示意圖。此範例只舉出 A 路線的第一種分段組合做介紹。根據有效窮舉之規則，僅有包含第 2 站和第 3 站時為有效分段，因此僅有第二段和第三段分段為有效分段。取有效分段所包含之分段的站間需求做 T 檢定，根據查表拒絕需無假設的區段即加入至穩定高需求區段，圖中為 b 分段滿足。

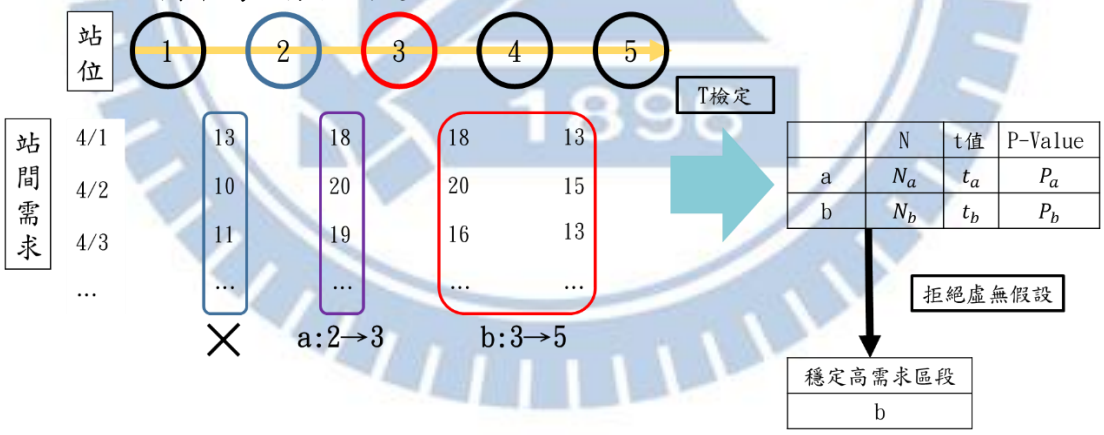


圖 3.8 分段 T 檢定之範例

7. 上一個步驟求出了穩定高需求之區段，然而仍存在以下兩個問題：
(1)滿足穩定高需求之區段在給定的信心水準下，有多段的可能。
(2)穩定高需求僅代表不同起迄對的重疊，並非民眾實際搭乘需求的區段。並由於區間車之區段選定應考量集中之需求，爰此考量高需求的起迄對能夠解決上述問題。僅考量高需求的起迄對之原因為：若需求過於分散，欲考量所有需求，在模式中易導致建議區段傾向選擇最長者，但倘若僅選擇高需求的起迄對，則建議出之區段僅須包含高需求之區段，如此便不易造

成拉長區段之建議，而是選出囊括高需求起迄對為主之區段。若存在不同區段包含了相同的高需求起迄對，則於下一個步驟作篩選。

此步驟結合平均各起迄對需求人數，計算高需求起迄對的加權比例，取最大者做為區間車之建議區段。加權比例為滿足的起迄對人數/所有的高需求起迄對之人數。圖 3.9 假設 c 段和 d 段為上一步驟的穩定高需求分段，考量第二步驟的平均起迄對，對於各個分段分別計算加權比例。此處需加入另一個高需求起迄對門檻(H_2)，作為判斷欲考量之高需求起迄對。此處假設為 3，因此大於等於 3 者將做為分母，分子則為分段所囊括之起迄點總人數。以 c 段為例，c 段為第 2 站至第 3 站，滿足之高需求起迄對為 4，所有高需求起迄對為 3+4+4+5=16，因此加權比例為 4/16，同理可得 d 分段為 8/16，取最大者所以選擇 d 分段。

圖 3.9 計算加權比例示意圖

8. 優先選擇最高的高需求起迄對比例，假如其餘不同區段之加權比例相同，則考量 t 值最大者，其代表之意義為最有可能有高需求之區段，根據以上的考量順序，一類公車路線僅會給出一個區段建議。第 6 步驟所做之 T 檢定，所取區間越小 t 值越大，因為考量越多站則 t 值易因平均值變小而變小，而高需求起迄對的計算則是區間越大則比例越高。因此優先考量高需求起迄對比例，t 值次之。

9. 判斷同類公車是否有多個小時的建議區段，若是則到第 10 步驟，若否則結束流程。由於現實中客運業者行駛區間車鮮有於不同小時行駛不同區段之發車方案，此步驟是為了檢查是否有不同小時之建議。第 10 步驟為整併不同小時之資料重新計算建議區段，第 11 步驟即為結束。

10. 將不同小時之站間平均需求和平均起迄對相加。前者應用於第 6 步驟，同時高需求門檻調整成這些小時的發車數相加後乘上高需求係數。後者應用於第 7 步驟，但不調整門檻，原因為不同小時的高需求起迄對可能分布於不同站位，因此可能造成有過多的高需求起迄對，但於最後選擇建議區段時，仍能確保選出之區段符合高需求之路線和最高起迄對加權比例者。

3.4 區間車篩選範例

上一章節說明了區間車篩選的概念，此章節將利用表格，呈現如何對於電子票證資料篩選出建議之區間車營運區段。以下將電子票證原有的欄位和資料處理後所產生的欄位分開做說明，表 3-9 為電子票證原有的欄位說明，表 3-10 為為了應用本研究的模式，所產生新欄位的說明。以下將以豐原客運(客運公車代碼：33031)的 51 路於平日(平假日：0)的去程(去回程：0)電子票證資料作為範例。

表 3-9 電子票證之欄位說明

欄位名稱	欄位說明
客運公車代碼	營運該乘客搭乘路線的客運業者代碼
卡號	乘客使用的電子票證卡號
票種代碼	乘客使用之票種
路線編號	乘客搭乘之路線編號
司機編號	乘客搭乘該路線之司機編號
車號	乘客搭乘該路線之車號
上車交易時間	乘客上車刷卡的時分秒
上車站點	乘客上車的站點
下車交易時間	乘客下車刷卡的時分秒
下車站點	乘客下車的站點

表 3-10 資料處理後新增之欄位說明

欄位名稱	欄位說明
去回程	該筆路線的方向
平假日	該筆紀錄的日期為平日或假日
日期	該筆紀錄的日期
小時	該筆紀錄的小時
起迄人數	同類公車路線、同日期和同起迄對的總人數
站間人數	同類公車路線、同日期的站間人數
站間平均人數	同類公車路線取不同日期的站間人數平均
平均起迄人數	同類公車路線和同起迄對取不同日期的起迄人數平均
站點	指該站點到下一個站點的區間
高需求起迄對比例	同公車路線，建議起迄站間滿足高需求起迄對的比例
t	t 檢定的 t 值
df	t 檢定的維度數
p-value	t 檢定的 p-value
建議起站	經過 t 檢定篩選後滿足條件的建議起站(站點)
建議迄站	經過 t 檢定篩選後滿足條件的建議迄站(站點)

下表 3-11 為電子票證資料的範例表。卡號被簡化為 A、B、C……，並只擷取出一部分的資料，尚有其他起迄點和日期的資料。從此表中可以觀察出，每筆資料記錄著上車和下車的站點和時間。緊接著下面將依據 3.3 章節的流程依序以範例說明。

表 3-11 初始電子票證資料範例

客運公車代碼	卡號	票種代碼	路線編號	司機編號	車號	上車交易時間	上車站點	下車交易時間	下車站點	小時	平假日	方向	日期
33031	A	1	51	1151	FAE723	2017/4/5 06:32	14	2017/4/5 06:37	17	6	0	0	2017/4/5
33031	B	1	51	1203	FAE726	2017/4/5 06:51	14	2017/4/5 06:55	17	6	0	0	2017/4/5
33031	C	1	51	1406	737U8	2017/4/5 06:04	14	2017/4/5 06:07	17	6	0	0	2017/4/5
33031	D	1	51	1116	FAE729	2017/4/6 06:02	14	2017/4/6 06:07	17	6	0	0	2017/4/6

1. 將同日期同起迄對的人數加總可以得出如表 3-12 的起迄對總人數。從表 3-11 可以得到從第 14 站搭到第 17 站的人數，2017/4/5 為 3 人、2017/4/6 為 2 人。針對所有起迄對做相同的處理，即得不同日期的各起迄對總人數。

表 3-12 起迄對總人數範例

客運公車代碼	路線編號	小時	平假日	方向	日期	上車站點	下車站點	起迄人數
33031	51	6	0	0	2017/4/5	14	17	3
33031	51	6	0	0	2017/4/6	14	17	1

2. 此步驟需要將不同日期之不同起迄對做平均，以做為第 7 步驟輔助判斷用。如表 3-13 為從第 14 站搭車到第 17 站的起迄人數表，將其平均後即可獲得表 3-14。平均起迄人數即可做為後續計算加權比例之用途。

表 3-13 起迄對總人數範例 2

客運公車代碼	路線編號	小時	平假日	方向	日期	上車站點	下車站點	起迄人數
33031	51	6	0	0	2017/4/5	14	17	3
33031	51	6	0	0	2017/4/6	14	17	1
33031	51	6	0	0	2017/4/7	14	17	4
33031	51	6	0	0	2017/4/11	14	17	1
33031	51	6	0	0	2017/4/12	14	17	2
33031	51	6	0	0	2017/4/13	14	17	1
33031	51	6	0	0	2017/4/14	14	17	1
33031	51	6	0	0	2017/4/18	14	17	3
33031	51	6	0	0	2017/4/19	14	17	2
33031	51	6	0	0	2017/4/20	14	17	1
33031	51	6	0	0	2017/4/25	14	17	1

33031	51	6	0	0	2017/4/26	14	17	1
33031	51	6	0	0	2017/4/27	14	17	2
33031	51	6	0	0	2017/4/28	14	17	1

表 3-14 平均起迄人數範例

客運公車代碼	路線編號	小時	平假日	方向	上車站點	下車站點	平均起迄人數
33031	51	6	0	0	14	17	1.714

3. 依照前一站需求人數+上車人數-下車人數之規則，計算出各站間需求人數。表 3-15 僅列出起點和迄點為第 14 站的資料，根據上述規則，表 3-16 在已知第 13 站之站間需求人數為 50 人，加上從第 14 站至各站之人數 4+3+4+2+1+9=23 人，減去從各站至第 20 站之人數 1，可得第 19 站至第 20 站之站間需求人數為 50+23-1=72 人。依此類推可得不同日的各站間需求人數。

表 3-15 同日期起迄對總人數範例

客運公車代碼	路線編號	小時	平假日	方向	日期	上車站點	下車站點	起迄人數
33031	51	6	0	0	2017/4/5	14	16	4
33031	51	6	0	0	2017/4/5	14	17	3
33031	51	6	0	0	2017/4/5	14	19	4
33031	51	6	0	0	2017/4/5	14	20	2
33031	51	6	0	0	2017/4/5	14	31	1
33031	51	6	0	0	2017/4/5	14	38	9
33031	51	6	0	0	2017/4/5	11	14	1

表 3-16 站間需求人數範例

客運公車代碼	路線編號	小時	平假日	方向	日期	站點	站間需求人數
33031	51	6	0	0	2017/4/5	13	50
33031	51	6	0	0	2017/4/5	14	72

4. 將不同日之站間需求作平均，得出平均站間需求。表 3-17 為不同日期站點 14 的站間需求人數表，將其平均後可得如表 3-18 的站間平均人數。將各站皆算出站間平均人數後，便可進行第一階段的篩選。4/3 和 4/4 為清明連假，因此站間需求人數較低，取平均後可稀釋連假所錯估之人數。

表 3-17 不同日站間需求範例

客運公車代碼	路線編號	小時	平假日	方向	日期	站點	站間需求人數
33031	51	6	0	0	2017/4/3	14	9

33031	51	6	0	0	2017/4/4	14	4
33031	51	6	0	0	2017/4/5	14	72
33031	51	6	0	0	2017/4/6	14	73
33031	51	6	0	0	2017/4/7	14	74
33031	51	6	0	0	2017/4/10	14	69
…							
33031	51	6	0	0	2017/4/26	14	74
33031	51	6	0	0	2017/4/27	14	70
33031	51	6	0	0	2017/4/28	14	67

表 3-18 站間平均人數範例

客運公車代碼	路線編號	小時	平假日	方向	站點	站間平均人數
33031	51	6	0	0	14	64.2

5. 第一階段的篩選，若有其中一站間平均人數大於高需求門檻則加入至考慮名單。由於 51 路線於 6 點僅有一班發車，高需求係數設為 40，高需求門檻即為 1*40，站點 11 至站點 37 之站間平均人數皆大於 40 人，因此此路線加入至考慮名單內，同時記錄高需求站間為 11、12、13…35、36 和 37。經過此步驟可得高需求之路線以及高需求的站間，高需求的站間將做為下一步有效窮舉分段之基礎。

表 3-19 各站之站間平均人數範例

客運公車代碼	路線編號	小時	平假日	方向	站點	站間平均人數
33031	51	6	0	0	1	8.684211
33031	51	6	0	0	2	9.631579
33031	51	6	0	0	3	9.45
…						
33031	51	6	0	0	11	40.15
33031	51	6	0	0	12	47.6
33031	51	6	0	0	13	49.9
33031	51	6	0	0	14	64.25
33031	51	6	0	0	15	69
33031	51	6	0	0	16	66.6
…						

6. 此步驟將做有效窮舉分段 T 檢定，得出穩定高需求之區段。由於樣本數夠大，藉由查表，此處選定 t 值大於 1.65 且 p-value 小於 0.05 者加入至穩定高需求清單。下表 3-20 皆為符合之範例，得知穩定高需求清單可能存在著許多重疊區間。又因高需求區段並非代表民眾實際的起迄需求，因此尚需搭

配高需求起迄對做為輔助判斷。

表 3-20 符合穩定高需求區段之範例

客運公車代碼	路線編號	小時	平假日	方向	建議起站	建議迄站	t	df	p-value
33036	307	11	1	0	1	46	12.82174	897	5.60E-35
33036	307	11	1	0	1	47	12.03521	917	2.22E-31
33036	307	11	1	0	8	46	18.57201	759	4.67E-64

7. 針對穩定高需求清單內之區段，個別計算加權比例。此處給定H_2為 5 人，表 3-21 為所有平均起迄人數大於 5 人之高需求起迄對。表 3-22 為計算加權比例之範例，以第 17 站至第 50 站為例，所囊括之高需求起迄對總人數為 28.17+24.17+9.22=61.56，高需求起迄對之總人數為 78.63，因此比例為 0.78。依此類推可得其他區間之比例。

表 3-21 高需求起迄對範例

客運公車代碼	路線編號	小時	平假日	方向	上車站點	下車站點	平均起迄人數
33031	51	6	0	0	20	38	28.17
33031	51	6	0	0	19	38	24.17
33031	51	6	0	0	34	46	9.22
33031	51	6	0	0	14	38	6.83
33031	51	6	0	0	8	38	5.24
33031	51	6	0	0	1	4	5

表 3-22 穩定高需求乘載+高需求起迄對比例範例

客運公車代碼	路線編號	小時	平假日	方向	建議起站	建議迄站	t	df	p-value	高需求起迄對比例
33031	51	6	0	0	17	50	14.24	659	1.23E-40	0.78
33031	51	6	0	0	13	46	20.84	659	9.14E-75	0.87
33031	51	6	0	0	8	46	18.57	759	4.67E-64	0.94
33031	51	6	0	0	1	47	12.04	917	2.22E-31	1
33031	51	6	0	0	1	46	12.82	897	5.60E-35	1

8. 計算出加權比例之後，優先考量最高高需求起迄對比例者，若有多個區段相同，則考量 t 值最大者。此步驟先比較高需求起迄對加權比例再比較 t 值，因此僅會選出一段區段建議，此表 3-22 可得第 1 站至第 46 站為所建議之區間車營運區段。對於同類公車路線，於不同小時可能有不同的區段建議。

9. 此步驟判斷是否有多個小時的建議，若有則至第 10 步驟，若無則結束流程。第 10 步驟將整合不同小時之資料重新計算建議區段。若僅有一個建議

則結束流程。

10. 經過第 9 步驟確認有不同小時建議後，將建議小時的平均站間需求相加和平均起迄對相加。如表 3-24 將 6 點和 17 點的站間平均人數相加，回到第 6 步驟做有效窮舉 T 檢定，高需求門檻變為 6 點和 17 點的發車相加乘上高需求係數，6 點一班，17 點 4 班，高需求門檻即為 5*40=200。找出高需求區段後，至第 7 步驟將 6 點和 17 點的平均起迄對相加如表 3-25，重新計算高需求起迄對加權比例。最終得到表 3-26 於不同小時的固定建議行駛區段。

表 3-23 同類公車路線不同小時建議之範例

客運公車代碼	路線編號	小時	平假日	方向	建議起站	建議迄站	t	df	p-value	高需求起迄對比例
33031	51	6	0	0	1	46	12.82	897	5.60E-35	1
33031	51	17	0	0	17	33	4.82	319	1.11E-06	0.43

表 3-24 不同小時站間平均人數相加範例

客運公車代碼	路線編號	平假日	方向	站點	6 點 站間平均人數	17 點 站間平均人數	總和 站間平均人數
33031	51	0	0	1	8.68	35.80	44.48
33031	51	0	0	2	9.63	36.90	46.53
33031	51	0	0	3	9.45	38.30	47.75
…							
33031	51	0	0	11	40.15	71.85	112.00
33031	51	0	0	12	47.60	73.85	121.45
33031	51	0	0	13	49.90	71.90	121.80
33031	51	0	0	14	64.25	73.40	137.65
33031	51	0	0	15	69.00	72.20	141.20
33031	51	0	0	16	66.60	99.50	166.10
…							

表 3-25 不同小時平均起迄對相加範例

客運公車代碼	路線編號	平假日	方向	上車站點	下車站點	6 點 平均起迄人數	17 點 平均起迄人數	總和平均起迄人數
33031	51	0	0	14	16	3	1.33	4.33
33031	51	0	0	14	19	3.05	2.47	5.52

表 3-26 整合小時建議行駛區段範例

客運公車代碼	路線編號	小時	平假日	方向	建議起站	建議迄站	t	df	p-value	高需求起迄對比例

33031	51	6、17	0	0	12	43	2.74	619.00	0.00	0.67

3.5 小結

1. 本章介紹了電子票證的資料特性以及不同票證之間整合上的困難。例如：悠遊卡和一卡通所儲存之客運業者之代碼皆不同，需透過客運業者的轉換清單，將不同來源的電子票證資料作整併。而未記載於轉換表上之客運業者則無法轉換。

2. 本研究所需之資料格式應包含確切的上下車時間和站點，否則無法找出適當之建議區間。於資料中可以觀察出，有以下之異常情況發生，如：無下車站點、上下車同時間、上下車站點為過大之值(如 9984)，此類資料如無可靠之方式填補，應予以刪除，否則易造成後續模式計算之偏差。

3. 不同於求解最佳化的方式，本研究發展出一套篩選模式，此篩選模式意在提供客運業者從公車路線中方便觀察於平日或假日、何小時、何方向的高需求區間，確認欲優化之路線後，可進一步做區間車之可行性分析。首先找出站間平均人數多的公車路線，接著透過 T 檢定能夠決定出穩定高需求的路線清單，最後輔以高需求的起迄對人數，便能找出本研究所建議的區間車營運區段。建議之區間車營運區段將包含方向、小時和平假日等欄位，提供客運業者參考清單。下一章將介紹如何進一步分析和應用。

4. 模式中的高需求門檻考量了客運的發車數，對於發車數不一的路線有相應的標準做篩選。根據不同路線既有的發車數，透過本模式可觀察高於供給之區段。而高需求之係數為可調整係數，本研究選擇 40 為考量公車容量 50 人的 80%，業者或主管機關可依照需求調整至期望的乘載率。

第四章 實證分析

為驗證本研究之模式可從電子票證資料中，找出高需求之路線並考量高需求起迄對給予建議行駛區間車之路線清單。此處利用一卡通和悠遊卡 2017 年 4 月的電子票證資料做分析，包含了桃園、新竹和台中的市區客運和國道客運，發車數則是參考客運所提供的班表。經過 3.2 小節的資料處理後刪除約 4 成的資料筆數。高需求係數在此為 40，高需求起迄對門檻則為 5 人，最後選擇加權比例大於等於 0.5 的區段建議。以下將分成 2 小節做說明。4.1 小節以豐原客運 51 路作為實證分析，實證分析中包含驗證結果是否符合高需求路線和包含了大多數之高需求起迄對，並將結果繪製於地圖上解讀建議。4.2 小節為桃園、新竹和台中的市區客運和國道客運套用模式所篩選出的結果。

4.1 豐原客運 51 路實證分析

此處以豐原客運 (客運公車代碼：33031)51 公車路線為實證分析。表 4-1 為豐原客運 51 路的建議區段清單，總共有兩個建議。由於本研究之模式將平假日和去回程分開分析，因此仍有去程和回程不同建議起迄站之可能。欄位說明可參考 3.4 小節。建議起站和建議迄站由於電子票證資料中之站點為路線上各站位的代表數字，因此回程之建議起站會大於建議迄站。

表 4-1 豐原客運 51 路建議區段清單

客運公車代碼	路線	平假日	方向	小時	建議起站	建議迄站	高需求起迄對比例
33031	51	0	0	6、17	12	43	0.67
33031	51	0	1	6、17	49	9	0.81

實證分析將包含驗證結果和解讀區段建議，前者為證明區段建議是否能夠確實對應到高需求之區段並滿足高比例的起迄對，後者為確保結果無誤後，針對同條路線，如何解讀不同區段之建議。本模式所提出的路線清單為可考量區間車方案之路線建議，欲加開區間車應滿足高需求和高比例起迄對的條件，因此以下將取表 4-1 的第一個建議，即為豐原客運 51 路平日去程的建議作為驗證對象。將建議起迄站對應站名，即可解讀區段建議，為了更清楚地呈現，將於地圖上呈現建議的區段。

為了驗證建議區段滿足高需求和包含高比例高需求起迄對之條件，以豐原客運 51 路平日去程 6 點和 17 點的建議作為驗證對象。以下將利用站間需求圖和起迄表做為驗證。透過站間需求圖，能夠觀察不同站間的需求數，從起迄表則可看出高需求的起迄對。由於建議的小時為兩個小時，因此站間需求圖和平均起迄表為此兩個小時的站間需求相加和平均起迄表相加。藉由比對需求圖和平均起迄表，即可驗證結果的區段是否滿足高需求和高比例高需求起迄對。

圖 4.1 為豐原客運 51 路線平日去程於 6 點和 17 點的站間需求圖，6 點的發車數為 1、17 點之發車數為 4，高需求門檻即為 5*40=200，從圖中可以發現從第 17 站到第 37 站的站間需求數皆大於 200 人，代表滿足高需求的條件，並經過 T

檢定可得到穩定高需求區段清單(附錄)。表 4-2 為起迄表，橫列代表起點、直行代表迄點，滿足高需求起迄對門檻的起迄對以紅底標記，以第一列為例，第 1 站為起點，第 4 站、第 10 站、第 12 站和第 13 站為迄點的起迄對皆滿足高需求起迄對的門檻。加上高需求起迄對加權比例後(附錄)，加權比例最高者即為第 12 站至第 43 站。將建議區段所能囊括的起迄對以紅線框起來，可觀察出包含了大部分的高需求起迄對，而確切的比例則是框起來的紅底高需求起迄對人數除以所有紅底的高需求起迄對人數，即可得出結果的 0.67，其代表此區段可滿足 67%高需求起迄對的人數。結果所建議的區段從起迄表中看似起點可繼續往前考量以滿足更多高需求起迄對，然而本研究之模式為先選出高需求之區段，再從區段中找尋高需求起迄對比例最高者，前者所選出之區段代表著就現有的發車數，於選出之區段可能有過高乘載的情況；後者考量民眾的起迄需求，於穩定高需求之區段中，挑選包含高需求起迄對比例最高者，其為大多數民眾實際所需的起迄點。建議並非滿足最多高需求起迄對，而是於高需求區段中找尋滿足最多高需求起迄對者，因為高需求起迄對若不包含於高需求區段中，則其可依靠原本的發車數滿足需求。

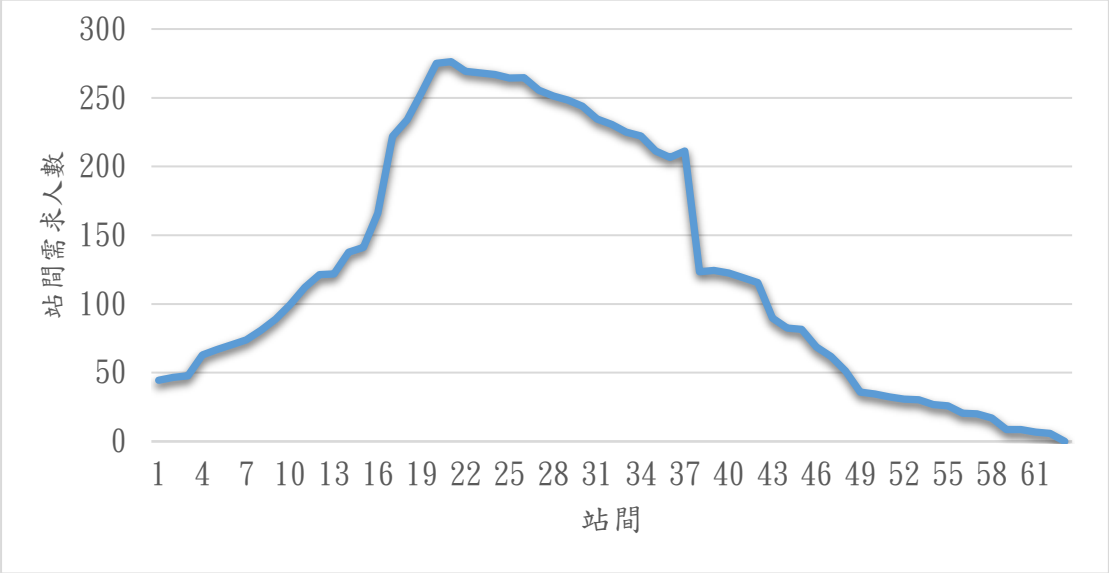


圖 4.1 豐原客運 51 路平日去程 6 點和 17 點站間需求圖

表 4-2 豐原客運 51 路線平日去程 6 點和 17 點之起迄表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
1	0	2	4	7	3	3	2	3	4	6	3	6	6	3	1	1	0	1	2	2	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	2	1	1	2	2	0	1	0	0	0	1	2	2	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	1	1	1	2	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	1	0	0	2	1	4	3	3	2	1	2	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	2	2	2	4	4	2	1	1	1	3	2	2	0	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	1	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	1	2	3	1	1	2	1	1	0	3	3	2	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	1	1	0	1	2	2	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	2	2	2	4	3	1	3	2	0	1	0	1	1	2	1	0	0	0	1	2	3	1	1	0	0	5	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	1	2	3	3	2	3	2	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	1	1	1	1	2	1	0	3	0	1	1	1	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	2	2	3	1	3	4	4	3	1	1	2	2	2	0	1	0	1	1	2	1	1	1	1	0	6	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	3	3	3	7	4	3	1	2	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	2	0	0	0	0	11	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	3	2	3	6	4	2	1	3	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	0	0	2	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	2	3	2	4	5	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	2	1	1	0	1	0	0	2	0	1	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	3	3	6	4	1	1	0	1	1	2	0	0	0	0	2	1	2	1	1	1	0	7	0	0	0	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	3	4	3	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	1	2	2	1	1	1	1	2	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	6	5	3	4	1	1	2	1	1	2	1	2	3	2	2	1	3	2	1	5	1	1	1	1	2	1	0	1	0	2	2	0	0	0	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	8	18	4	5	1	1	1	2	4	2	1	1	8	2	6	2	7	4	0	4	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	2	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	4	2	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	3	2	1	1	4	0	1	1	1	3	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2	2	1	1	1	3	3	3	1	1	3	2	6	3	3	2	1	25	1	1	2	0	7	3	1	1	2	2	1	1	0	1	3	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	3	1	2	1	4	2	3	4	4	4	3	3	2	2	29	1	1	4	3	13	3	0	1	1	2	1	1	1	2	1	3	2	4	0	1	1	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	3	2	1	1	0	2	3	2	2	3	3	1	0	2	1	1	1	2	3	2	0	3	1	1	0	2	1	0	0	1	1	2	0	1	0	0	3	0	1
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	2	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	1	1	1	1	1	2	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	2	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	1	2	0	0	2	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	3	3	1	0	3	0	1	1	1	2	1	0	2	2	2	2	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	1	0	2	0	0	0	1	2	1	0	3	0	0	2	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	1	5	1	1	1	1	3	1	1	6	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	3	0	1	0	2
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	3	2	1	11	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	1	0	1	0	1
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1	1	3	1	3	5	1	4	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	2	1	1	1	2
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	2	1	1	1	1	0	4	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2	1	0	0	2
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	1	0	1	0	2	4	1	0	2	1	2	0	1	0	1	2	1	0	1	1
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	0	2	5	2	1	1	0	0	0	0	2	0	1	1	1	2	1	0	2	2
39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	0	0	3	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	1	2
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	2	0	1	0	1
42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	1	1	2	1	1	1	1	1	3	3	1	2	2	1	1	0	1
44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	2	0	2
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5	9	2	2	0	1	1	1	3	0	0	1	0	2	1	0
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	1
52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0
55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	1	3	1
57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	0
60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

圖 4.2 豐原客運 51 路行駛路線

圖 4.3 豐原客運 51 路去程 6 點和 17 點區間車建議行駛區段

圖 4.4 豐原客運 51 路回程 6 點和 17 點區間車建議行駛區段

將站點對應 51 路之站位名稱後，得出建議區間車行駛區段。去程和回程所建議的時間相同，惟去程建議區段較短，回程較長，並且回程的範圍包含了去程的範圍。屯區藝文中心至英才西屯路口，中間包含了中小學、臺中火車站和購物中心等通學或休閒旅次之主要起迄點。由於建議行駛區段相差不大，又可滿足大部分之高需求起迄對，建議區間車的行駛區段可於去程和回程皆行駛英才西屯路口至屯區藝文中心。

4.2 篩選結果

測試範圍中包含了於桃園、新竹和台中行駛的客運的所有路線共有 594 條路線，經由本研究所提出之模式，其中有 65 條路線被篩選出建議行駛區間車的區段。表 4-3 為本研究模式所得出之所有公車路線的結果，客運代碼已經轉換成客運業者名稱。由於建議包含了平假日和行駛方向，因此一條路線可能有多個建議，例如平日和假日、去程和回程的建議皆不同，其需求分布亦有可能不同。每一個建議皆有著建議行駛小時、建議起站、建議迄站和高需求比例。其中建議起站和建議迄站為站點，因此若為返程建議起站會大於建議迄站。高需求起迄對比例此處列出大於等於 0.5 者，其可作為區間車行駛的考量，越接近 1 代表建議區段包含了越多的高需求起迄對。建議中的小時若包含多個，將於同一格中呈現多個數字。

表 4-3 所有公車路線的建議區段

客運業者	路線	平假日	方向	小時	建議起站	建議迄站	高需求起迄對比例
豐原客運	51	0	0	6、17	12	43	0.67
豐原客運	51	0	1	6、17	49	9	0.81
豐原客運	55	0	0	6、19	4	50	1.00
豐原客運	63	0	0	6	32	56	1.00
豐原客運	12	0	0	17	1	6	0.68
豐原客運	91	0	0	6、16	18	36	0.91
豐原客運	92	0	0	6	1	52	1.00
豐原客運	206	0	0	6	1	43	1.00
豐原客運	208	0	0	17	1	71	1.00
豐原客運	213	0	0	6、17	1	54	1.00
豐原客運	213	0	1	6、17	59	1	1.00
豐原客運	214	0	1	7	52	48	0.53
豐原客運	219	0	0	7	1	7	1.00
豐原客運	229	0	1	17	42	3	0.91
豐原客運	260	0	1	6	29	1	1.00
豐原客運	264	0	0	17	14	29	1.00
豐原客運	270	0	1	6	32	7	1.00
豐原客運	280	0	0	17	1	18	0.77
豐原客運	280	0	1	16	34	12	0.72
豐原客運	280	1	0	15	1	25	0.84
豐原客運	287	0	0	17	2	16	0.53
豐原客運	287	0	1	6	16	2	1.00
豐原客運	956	0	0	17	1	25	0.89
豐原客運	959	0	1	7	13	1	0.73
豐原客運	960	0	0	6、7	17	26	0.64
全航客運	58	0	0	6	1	23	1.00
全航客運	582	0	0	17	1	7	0.88
全航客運	12	0	1	13	16	11	1.00
全航客運	700	0	1	17	41	35	0.69
仁友客運	945	0	0	17	26	32	0.75
台中客運	9	0	1	7	81	77	0.79
台中客運	14	0	1	6	47	12	1.00
台中客運	14	1	0	17	1	56	1.00
台中客運	14	0	0	17、20	1	34	1.00
台中客運	15	1	1	10	45	13	0.70
台中客運	27	0	0	6	1	46	1.00
台中客運	27	0	1	6、17、20	46	26	0.69

台中客運	33	0	0	6	9	59	0.83
台中客運	33	0	1	6	79	59	1.00
台中客運	33	1	1	18	12	6	0.87
台中客運	35	0	1	6、17	61	1	1.00
台中客運	41	0	1	6、16、17	53	6	0.80
台中客運	49	0	0	16	4	26	1.00
台中客運	54	0	0	6	1	62	1.00
台中客運	54	0	1	6	54	32	1.00
台中客運	71	0	1	17	41	14	1.00
台中客運	72	0	1	6	54	33	0.52
台中客運	82	0	0	6	1	47	1.00
台中客運	82	0	1	6	62	27	1.00
台中客運	93	0	0	6	13	64	0.83
台中客運	101	0	0	6	1	40	1.00
台中客運	102	0	1	16	78	69	0.59
台中客運	107	1	0	17	11	30	0.76
台中客運	107	0	0	6、17	1	47	1.00
台中客運	108	1	0	16、19	30	69	0.68
台中客運	128	0	0	6	1	31	1.00
台中客運	131	0	0	6、17、18	16	44	0.52
台中客運	132	0	0	21	26	48	1.00
台中客運	132	1	0	16、21	16	62	0.92
台中客運	290	0	1	6	76	29	1.00
台中客運	133	0	1	6	25	14	1.00
台中客運	304	0	0	6	3	44	1.00
台中客運	304	0	1	6、19	56	27	0.66
台中客運	307	0	1	6、7、17、19	53	30	0.68
台中客運	307	1	0	11、12、17	25	59	0.81
台中客運	307	1	1	13、16、17、19	60	27	0.75
台中客運	300	0	0	6	1	24	1.00
台中客運	300	1	0	6	1	23	1.00
台中客運	500	0	0	6	1	23	1.00
台中客運	500	0	1	17	22	6	0.51
台中客運	700	0	1	6	21	1	1.00
員林客運	2036	1	0	21	1	11	1.00
豐榮汽車	48	0	0	6	25	56	1.00
中壢客運	112	0	0	6	24	42	1.00
中壢客運	312	0	0	6	29	44	0.77

中壢客運	5300	0	0	16	1	18	1.00
新竹客運	5612	0	0	8	40	57	1.00
新竹客運	5622	0	0	17	31	43	1.00
新竹客運	5634	0	0	9	1	92	1.00
新竹客運	5634	1	0	9	1	95	1.00
新竹客運	5676	0	0	18	1	20	1.00
新竹客運	15	0	0	11	1	29	1.00
新竹客運	5617	0	0	17	1	50	1.00
新竹客運	5617	0	0	21	2	14	0.51
新竹客運	5617	1	0	22	2	18	1.00
新竹客運	5653	0	0	7、16、17、18	1	51	1.00
新竹客運	5653	1	0	8、9、11、12、14、15、16、17、18	1	51	1.00
新竹客運	5671	0	0	16、18	1	41	1.00
新竹客運	5671	1	0	8、12、13、16、17、19、20	1	39	0.67

從篩選結果中可得到以下幾點結論：

1. 於平日中，建議小時大多分布於 6 點和 17 點，其可能為通勤或通學主要分布的小時。但從建議中可發現，大多數路線的建議僅有單向的建議，可能原因包括了發車班數的不同、需求起迄對的更動、增加的需求……等。需求起迄對的更動指的是例如早上於 6 點就學，但於 17 點放學後可能有補習需求，起迄點並非相反。增加的需求可能為民眾來自不同起點至同個迄點上班或上學，並於下班或放學後至市區完成例如購物、吃飯等旅次後回家。

2. 若建議區段過長，接近整條路線，即代表建議加開班次。由於建議區段符合高需求和一定比例的高需求起迄對，因此過長的建議代表可考量加開班次以舒緩路線上車上擁擠的狀態。客運業者或主管機關可透過問卷或線上調查等方式，深入了解民眾是否認為班次不夠密集，提升民眾搭乘意願。

3. 對於客運業者或主管機關於篩選結果中，可優先考量建議小時中有多個且高需求起迄比例接近 1 的公車路線做改善。多個小時之建議代表以目前的班表有多個小時皆有著固定的區段是高需求的，而對於固定的區段可深入研究區間車的行駛方案。例如：台中客運 307 路線的回程。於平日和假日皆有著多個小時的區段建議。

第五章 結論與建議

本研究發展一套模式針對電子票證資料篩選出區間車建議之路線清單。此路線清單依照平假日、去回程和小時給予區間車的區段建議，業者可利用此清單檢視路線上是否存在著改善的潛力。回顧本研究之模式建立與實證分析，提出以下結論與建議。

5.1 結論

1. 本研究針對電子票證資料建立一套模式找出穩定高需求之路段，可作為區間車方案之考量。電子票證資料為民眾刷卡資料的紀錄，透過此資料可得到民眾的起迄表和站間的需求。先從站間的需求篩選出高需求的站間，再利用 T 檢定配合民眾的起迄表，可得滿足高需求起迄對的區段。

2. 結果以平假日、去回程和小時呈現建議區段，可得出不同情況下的建議區段。在過去研究中都以選定的時段內作分析並給予建議，而本研究則不侷限於特定時段作篩選，目的是希望從電子票證資料中，可直接觀察公車路線在平日和假日、去程或回程於不同小時是否有集中的需求。本研究於篩選結果中呈現出除了可觀察出集中的需求，對於過長的建議區段亦可考量加開班次的可能。

3. 本研究於實證分析中分析了桃園、新竹和台中的公車路線，於 594 條路線中得出 65 條路線之建議。實證分析之建議可提供給客運業者或主管機關做參考。客運業者可做進一步成本分析，加開區間車是否可降低成本；主管機關則可衡量是否已補貼的方式鼓勵客運業者，達到提升公車服務品質、降低民眾平均等候時間、減少車上擁擠……等效果。

4. 本研究所得之結果深受使用電子票證資料之比例影響。由於本研究之模式建立於刷卡資料，倘若於某些地區刷卡比例不高，在計算中則易有低估的情形發生。低估需求於本研究所提出之模式易導致兩種情形，其一為第一階段篩選穩定高需求便被剔除，因為低估的需求：其二則為由於起迄點的低估，所得出之建議區段也極有可能並非能夠滿足大部分的高需求起迄對。

5.2 建議

1. 由於電子票證資料在不同公司的儲存代碼不同，易造成整合上的困難。未來希望政府能夠協助統一客運公司和路線的代碼，除了提供未來作電子票證的整合分析便利性外，亦可與公共運輸整合資訊流通服務平台(PTX)上所提供的公車資訊統一。若能成功統一上述資料的格式，如此便不需冒著誤差的可能，做更深入的研究分析。

2. 本研究從人數上作建議，並著重在電子票證資料的分析，其中沒有公車路線的資料，例如公車發車時間、站點間的距離、到離站時間等等。將來若輔以 PTX 上的公車資料，可以將以上所述的公車路線資料納入考量，提出

在成本考量下，所建議的區間車行駛區段。

3. 在模式建立中，每條路線被視為獨立的，但現實中有重疊區段的路線，未來配合 PTX 的資料，找出每條路線的停靠站，可以針對此問題作加強。由於視每條路線為獨立的，因此在特定路段的高需求可能受到不同路線的經過，而稀釋了真正的需求，又因本研究之門檻為單一值，易造成忽略能應用區間車方案的潛力區段。

參考文獻

1. 張有恆(2012)。現代運輸學(3 版)。臺北市：華泰文化
2. 顏進儒(2013)。運輸學(2 版)。臺北市：五南圖書公司
3. Bagchi, M., & White, P. (2004). What role for smart-card data from bus systems?. Municipal Engineer, 157(1), 39-46.
4. Bagchi, M., & White, P. R. (2005). The potential of public transport smart card data. Transport Policy, 12(5), 464-474.
5. Ceder, A. (1989). Optimal design of transit short-turn trips. Transportation Research Record, 1221(557), 8-22.
6. Cortés, C. E., Jara-Díaz, S., & Tirachini, A. (2011). Integrating short turning and deadheading in the optimization of transit services. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 45(5), 419-434.
7. Kusakabe, T., & Asakura, Y. (2014). Behavioural data mining of transit smart card data: A data fusion approach. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 46, 179-191.
8. Leffler, D., Cats, O., Jenelius, E., & Burghout, W. (2017, June). Real-time short-turning in high frequency bus services based on passenger cost. In Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems (MT-ITS), 2017 5th IEEE International Conference on (pp. 861-866). IEEE.
9. Ma, X., Wu, Y. J., Wang, Y., Chen, F., & Liu, J. (2013). Mining smart card data for transit riders' travel patterns. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 36, 1-12.
10. Peter G. Furth and F. Brian Day, "Transit Routing and Scheduling Strategies for Heavy Demand Corridors", Transportation Research Board, Issue 1011, pp. 23-26, 1984
11. Peter G. Furth, "Short Turning On Transit Routes", Transportation Research Record, Issue 1108, pp. 42-52, 1987
12. Paolo Delle Site and Francesco Filippi, "Service Optimization For Bus Corridors With Short-Turn Strategies And Variable Vehicle Size", Transportation Research Part A: Policy and Practice, Vol. 32, Issue 1, pp. 19-38, January 1998
13. Pelletier, M. P., Trépanier, M., & Morency, C. (2011). Smart card data use in public transit: A literature review. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 19(4), 557-568.
14. Yavuz Y. Ulusoy, Steven I-Jy Chien and Chien-Hung Wei, "Optimal All-Stop, Short-Turn, and Express Transit Services Under Heterogeneous Demand", Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, Vol. 2197, pp. 8-18, 2010
15. Zhang, H., Zhao, S., Liu, H., & Liang, S. (2016). Design of integrated limited-stop and short-turn services for a bus route. Mathematical Problems in Engineering, 2016.
16. Zhang, H., Zhao, S., Cao, Y., Liu, H., & Liang, S. (2017). Real-Time Integrated Limited-Stop and Short-Turning Bus Control with Stochastic Travel Time. Journal of Advanced Transportation, 2017.

附錄

建議起站	建議迄站	t	df	p-value	高需求起迄對比例
12	43	2.74	619	0	0.67
8	38	2.35	599	0.01	0.66
13	43	3.8	599	0	0.65
13	44	2.31	619	0.01	0.65
10	38	5.67	559	0	0.64
10	39	4.51	579	0	0.64
9	38	3.96	579	0	0.64
10	40	3.44	599	0	0.64
9	39	2.94	599	0	0.64
10	41	2.43	619	0.01	0.64
9	40	1.98	619	0.02	0.64
16	46	1.79	599	0.04	0.64
14	43	4.94	579	0	0.63
14	44	3.32	599	0	0.63
14	45	1.79	619	0.04	0.63
11	38	7.46	539	0	0.62
11	39	6.11	559	0	0.62
11	40	4.91	579	0	0.62
11	41	3.79	599	0	0.62
11	42	2.69	619	0	0.62
12	38	9.27	519	0	0.6
12	39	7.7	539	0	0.6
12	40	6.34	559	0	0.6
12	41	5.09	579	0	0.6
12	42	3.89	599	0	0.6
17	46	2.19	579	0.01	0.58
16	43	6.87	539	0	0.58
15	43	5.9	559	0	0.58
16	44	5	559	0	0.58
15	44	4.16	579	0	0.58
16	45	3.29	579	0	0.58
15	45	2.55	599	0.01	0.58
13	38	11.16	499	0	0.57
13	39	9.31	519	0	0.57
13	40	7.76	539	0	0.57
13	41	6.36	559	0	0.57
13	42	5.04	579	0	0.57

14	38	13.49	479	0	0.55
14	39	11.2	499	0	0.55
14	40	9.36	519	0	0.55
14	41	7.76	539	0	0.55
14	42	6.3	559	0	0.55
17	43	7.47	519	0	0.51
17	44	5.51	539	0	0.51
17	45	3.74	559	0	0.51
16	38	18.65	439	0	0.5
15	38	15.81	459	0	0.5
16	39	14.99	459	0	0.5
15	39	12.97	479	0	0.5
16	40	12.39	479	0	0.5
15	40	10.81	499	0	0.5
16	41	10.29	499	0	0.5
15	41	9	519	0	0.5
16	42	8.48	519	0	0.5
15	42	7.38	539	0	0.5
17	38	20.95	419	0	0.44
17	39	16.45	439	0	0.44
17	40	13.46	459	0	0.44
17	41	11.13	479	0	0.44
17	42	9.18	499	0	0.44
18	46	1.96	559	0.03	0.38
11	37	7.36	519	0	0.36
11	36	7.34	499	0	0.36
11	35	7.24	479	0	0.36
10	37	5.56	539	0	0.36
10	36	5.52	519	0	0.36
10	35	5.41	499	0	0.36
9	37	3.85	559	0	0.36
9	36	3.79	539	0	0.36
9	35	3.67	519	0	0.36
8	37	2.24	579	0.01	0.36
8	36	2.17	559	0.02	0.36
8	35	2.05	539	0.02	0.36
12	36	9.2	479	0	0.33
12	37	9.19	499	0	0.33
12	35	9.13	459	0	0.33
11	34	6.98	459	0	0.33

11	33	6.67	439	0	0.33
10	34	5.15	479	0	0.33
10	33	4.85	459	0	0.33
9	34	3.42	499	0	0.33
9	33	3.12	479	0	0.33
8	34	1.8	519	0.04	0.33
18	43	7.25	499	0	0.31
19	43	6.86	479	0	0.31
18	44	5.28	519	0	0.31
19	44	4.89	499	0	0.31
18	45	3.5	539	0	0.31
19	45	3.13	519	0	0.31
13	36	11.18	459	0	0.31
13	35	11.15	439	0	0.31
13	37	11.13	479	0	0.31
12	34	8.87	439	0	0.31
12	33	8.55	419	0	0.31
14	35	13.71	419	0	0.29
14	36	13.66	439	0	0.29
14	37	13.52	459	0	0.29
11	32	6.26	419	0	0.29
11	31	5.79	399	0	0.29
10	32	4.46	439	0	0.29
10	31	4.02	419	0	0.29
9	32	2.75	459	0	0.29
9	31	2.33	439	0.01	0.29
13	34	10.9	419	0	0.28
13	33	10.58	399	0	0.28
16	35	19.96	379	0	0.27
16	36	19.49	399	0	0.27
16	37	18.97	419	0	0.27
15	35	16.39	399	0	0.27
15	36	16.2	419	0	0.27
15	37	15.94	439	0	0.27
14	34	13.51	399	0	0.26
14	33	13.21	379	0	0.26
12	32	8.12	399	0	0.26
12	31	7.63	379	0	0.26
11	30	5.19	379	0	0.26
11	29	4.52	359	0	0.26

11	28	3.8	339	0	0.26
10	30	3.45	399	0	0.26
11	27	3	319	0	0.26
10	29	2.81	379	0	0.26
10	28	2.12	359	0.02	0.26
11	26	2.05	299	0.02	0.26
9	30	1.79	419	0.04	0.26
16	34	20.03	359	0	0.24
16	33	19.94	339	0	0.24
15	34	16.27	379	0	0.24
15	33	16.02	359	0	0.24
13	32	10.14	379	0	0.24
13	31	9.63	359	0	0.24
18	38	21.26	399	0	0.24
19	38	21.23	379	0	0.24
18	39	16.44	419	0	0.24
19	39	16.16	399	0	0.24
18	40	13.33	439	0	0.24
19	40	12.98	419	0	0.24
18	41	10.95	459	0	0.24
19	41	10.58	439	0	0.24
18	42	8.97	479	0	0.24
19	42	8.59	459	0	0.24
12	30	7	359	0	0.23
12	29	6.28	339	0	0.23
12	28	5.52	319	0	0.23
12	27	4.68	299	0	0.23
12	26	3.7	279	0	0.23
12	25	2.68	259	0	0.23
17	35	23.21	359	0	0.22
17	36	22.35	379	0	0.22
17	37	21.5	399	0	0.22
14	32	12.75	359	0	0.22
14	31	12.21	339	0	0.22
13	30	8.95	339	0	0.21
13	29	8.19	319	0	0.21
13	28	7.37	299	0	0.21
13	27	6.48	279	0	0.21
13	26	5.44	259	0	0.21
13	25	4.37	239	0	0.21

13	24	3.22	219	0	0.21
13	23	1.97	199	0.03	0.21
17	33	23.82	319	0	0.2
17	34	23.59	339	0	0.2
16	32	19.6	319	0	0.19
16	31	19.12	299	0	0.19
15	32	15.58	339	0	0.19
15	31	15.04	319	0	0.19
14	30	11.48	319	0	0.19
14	29	10.65	299	0	0.19
14	28	9.76	279	0	0.19
14	27	8.79	259	0	0.19
14	26	7.66	239	0	0.19
14	25	6.5	219	0	0.19
14	24	5.26	199	0	0.19
14	23	3.94	179	0	0.19
14	22	2.51	159	0.01	0.19
16	30	18.31	279	0	0.16
16	29	17.33	259	0	0.16
16	28	16.26	239	0	0.16
16	27	15.06	219	0	0.16
15	30	14.26	299	0	0.16
16	26	13.67	199	0	0.16
15	29	13.36	279	0	0.16
15	28	12.38	259	0	0.16
16	25	12.2	179	0	0.16
15	27	11.31	239	0	0.16
16	24	10.64	159	0	0.16
15	26	10.07	219	0	0.16
16	23	8.97	139	0	0.16
15	25	8.8	199	0	0.16
15	24	7.44	179	0	0.16
16	22	7.19	119	0	0.16
15	23	6	159	0	0.16
15	22	4.46	139	0	0.16
20	43	6.21	459	0	0.16
20	44	4.27	479	0	0.16
20	45	2.51	499	0.01	0.16
17	32	23.7	299	0	0.15
17	31	23.45	279	0	0.15

16	21	5.19	99	0	0.15
16	20	3	79	0	0.15
15	21	2.65	119	0	0.15
17	30	22.71	259	0	0.12
17	29	21.75	239	0	0.12
17	28	20.66	219	0	0.12
17	27	19.4	199	0	0.12
17	26	17.86	179	0	0.12
17	25	16.22	159	0	0.12
17	24	14.42	139	0	0.12
17	23	12.46	119	0	0.12
17	22	10.33	99	0	0.12
20	38	20.75	359	0	0.11
20	39	15.53	379	0	0.11
20	40	12.32	399	0	0.11
20	41	9.92	419	0	0.11
20	42	7.93	439	0	0.11
17	21	7.95	79	0	0.1
17	20	5.46	59	0	0.1
17	19	3.53	39	0	0.03
19	33	25.66	279	0	0.02
19	34	25.05	299	0	0.02
18	33	24.93	299	0	0.02
18	34	24.52	319	0	0.02
19	35	24.32	319	0	0.02
18	35	23.95	339	0	0.02
19	36	23.08	339	0	0.02
18	36	22.9	359	0	0.02
19	37	21.95	359	0	0.02
18	37	21.9	379	0	0.02
20	31	26.42	219	0	0
20	32	26.1	239	0	0
20	30	26.02	199	0	0
19	31	26.02	239	0	0
19	32	25.89	259	0	0
20	33	25.72	259	0	0
19	30	25.51	219	0	0
20	29	25.34	179	0	0
21	31	25.29	199	0	0
21	32	24.97	219	0	0

18	32	24.97	279	0	0
20	34	24.96	279	0	0
18	31	24.89	259	0	0
21	30	24.85	179	0	0
19	29	24.71	199	0	0
21	33	24.61	239	0	0
20	28	24.51	159	0	0
18	30	24.24	239	0	0
21	29	24.11	159	0	0
20	35	24.1	299	0	0
21	34	23.85	259	0	0
19	28	23.76	179	0	0
22	31	23.73	179	0	0
22	32	23.47	199	0	0
20	27	23.44	139	0	0
18	29	23.34	219	0	0
21	28	23.21	139	0	0
22	30	23.19	159	0	0
22	33	23.17	219	0	0
21	35	22.98	279	0	0
20	36	22.74	319	0	0
19	27	22.58	159	0	0
22	34	22.46	239	0	0
22	29	22.33	139	0	0
18	28	22.29	199	0	0
21	27	22.07	119	0	0
23	31	21.95	159	0	0
20	26	21.88	119	0	0
23	32	21.78	179	0	0
22	35	21.63	259	0	0
21	36	21.62	299	0	0
23	33	21.56	199	0	0
20	37	21.52	339	0	0
23	30	21.3	139	0	0
22	28	21.3	119	0	0
18	27	21.03	179	0	0
19	26	20.97	139	0	0
23	34	20.92	219	0	0
21	37	20.41	319	0	0
21	26	20.41	99	0	0

23	29	20.3	119	0	0
22	36	20.3	279	0	0
23	35	20.16	239	0	0
20	25	20.14	99	0	0
24	31	20.11	139	0	0
24	32	20.04	159	0	0
22	27	19.99	99	0	0
24	33	19.91	179	0	0
21	38	19.66	339	0	0
18	26	19.43	159	0	0
24	34	19.35	199	0	0
24	30	19.33	119	0	0
19	25	19.19	119	0	0
22	37	19.13	299	0	0
23	28	19.11	99	0	0
23	36	18.89	259	0	0
24	35	18.66	219	0	0
21	25	18.51	79	0	0
22	38	18.42	319	0	0
25	32	18.28	139	0	0
25	33	18.26	159	0	0
25	31	18.24	119	0	0
24	29	18.16	99	0	0
22	26	18.12	79	0	0
20	24	18.08	79	0	0
23	37	17.78	279	0	0
25	34	17.77	179	0	0
18	25	17.69	139	0	0
23	27	17.6	79	0	0
24	36	17.45	239	0	0
25	30	17.3	99	0	0
25	35	17.15	199	0	0
19	24	17.14	99	0	0
23	38	17.13	299	0	0
24	28	16.75	79	0	0
26	33	16.53	139	0	0
26	32	16.43	119	0	0
24	37	16.41	259	0	0
26	31	16.25	99	0	0
21	24	16.24	59	0	0

26	34	16.13	159	0	0
25	36	16.01	219	0	0
22	25	15.92	59	0	0
25	29	15.92	79	0	0
24	38	15.81	279	0	0
18	24	15.74	119	0	0
26	35	15.59	179	0	0
20	23	15.58	59	0	0
23	26	15.43	59	0	0
26	30	15.11	79	0	0
25	37	15.02	239	0	0
24	27	14.96	59	0	0
27	33	14.78	119	0	0
19	23	14.75	79	0	0
27	32	14.54	99	0	0
26	36	14.52	199	0	0
25	38	14.48	259	0	0
27	34	14.47	139	0	0
21	39	14.44	359	0	0
25	28	14.23	59	0	0
27	31	14.21	79	0	0
27	35	14	159	0	0
26	37	13.6	219	0	0
18	23	13.56	99	0	0
26	29	13.44	59	0	0
21	23	13.33	39	0	0
22	39	13.24	339	0	0
22	24	13.19	39	0	0
26	38	13.12	239	0	0
27	36	13	179	0	0
28	33	12.91	99	0	0
27	30	12.78	59	0	0
23	25	12.75	39	0	0
28	34	12.73	119	0	0
28	32	12.5	79	0	0
20	22	12.48	39	0	0
28	35	12.36	139	0	0
24	26	12.32	39	0	0
27	37	12.15	199	0	0
23	39	12.05	319	0	0

25	27	12.01	39	0	0
28	31	11.98	59	0	0
19	22	11.96	59	0	0
27	38	11.73	219	0	0
28	36	11.45	159	0	0
26	28	11.3	39	0	0
21	40	11.27	379	0	0
18	22	11.13	79	0	0
29	33	10.91	79	0	0
29	34	10.89	99	0	0
24	39	10.84	299	0	0
28	37	10.69	179	0	0
29	35	10.66	119	0	0
27	29	10.65	39	0	0
28	38	10.34	199	0	0
29	32	10.27	59	0	0
28	30	10.18	39	0	0
22	40	10.14	359	0	0
29	36	9.87	139	0	0
25	39	9.6	279	0	0
29	31	9.45	39	0	0
21	22	9.4	19	0	0
22	23	9.32	19	0	0
29	37	9.2	159	0	0
23	24	9.09	19	0	0
23	40	9.03	339	0	0
29	38	8.94	179	0	0
30	34	8.92	79	0	0
21	41	8.91	399	0	0
30	35	8.87	99	0	0
24	25	8.72	19	0	0
30	33	8.7	59	0	0
19	21	8.54	39	0	0
25	26	8.49	19	0	0
26	39	8.35	259	0	0
18	21	8.34	59	0	0
26	27	8.29	19	0	0
30	36	8.22	119	0	0
20	21	8.14	19	0	0
24	40	7.9	319	0	0

22	41	7.83	379	0	0
30	32	7.7	39	0	0
30	37	7.68	139	0	0
27	28	7.63	19	0	0
30	38	7.51	159	0	0
28	29	7.26	19	0	0
31	35	7.05	79	0	0
27	39	7.04	239	0	0
29	30	6.96	19	0	0
21	42	6.96	419	0	0
31	34	6.87	59	0	0
23	41	6.78	359	0	0
25	40	6.75	299	0	0
31	36	6.58	99	0	0
31	33	6.33	39	0	0
30	31	6.26	19	0	0
31	37	6.16	119	0	0
31	38	6.1	139	0	0
22	42	5.92	399	0	0
28	39	5.79	219	0	0
24	41	5.71	339	0	0
26	40	5.58	279	0	0
32	35	5.52	59	0	0
18	20	5.35	39	0	0
21	43	5.27	439	0	0
32	36	5.19	79	0	0
32	34	5.11	39	0	0
23	42	4.92	379	0	0
32	38	4.91	119	0	0
32	37	4.88	99	0	0
31	32	4.65	19	0	0
25	41	4.62	319	0	0
19	20	4.6	19	0	0
29	39	4.55	199	0	0
27	40	4.34	259	0	0
22	43	4.25	419	0	0
32	33	4.19	19	0	0
33	35	3.9	39	0	0
24	42	3.89	359	0	0
33	36	3.78	59	0	0

33	38	3.75	99	0	0
33	37	3.6	79	0	0
26	41	3.5	299	0	0
21	44	3.35	459	0	0
30	39	3.3	179	0	0
23	43	3.28	399	0	0
28	40	3.18	239	0	0
33	34	3.05	19	0	0
18	19	2.99	19	0	0
25	42	2.82	339	0	0
34	38	2.77	79	0	0
34	36	2.54	39	0.01	0
34	37	2.5	59	0.01	0
34	35	2.43	19	0.01	0
22	44	2.37	439	0.01	0
27	41	2.31	279	0.01	0
24	43	2.28	379	0.01	0
31	39	2.07	159	0.02	0
29	40	2.03	219	0.02	0
17	18	1.96	19	0.03	0
35	38	1.81	59	0.04	0
26	42	1.74	319	0.04	0