

國立陽明交通大學
運輸與物流管理學系
碩士論文

Department of Transportation and Logistics Management

National Yang Ming Chiao Tung University

Master Thesis

利用電子票證資料推估乘客旅運特性及路線調整分析

-以澳門公車為例

Analysis of Bus Passengers' Travel Patterns and Bus
Route Adjustment Using Smart Card Data:
A Case Study of Macao

研究生：劉哲伸（Liu, Che-Shen）

指導教授：黃家耀（Wong, Ka-Lo）

中華民國一一〇年七月

July 2021

利用電子票證資料推估乘客旅運特性及路線調整分析
-以澳門公車為例

Analysis of Bus Passengers' Travel Patterns and Bus
Route Adjustment Using Smart Card Data:
A Case Study of Macao

研究生：劉哲伸

Student：Che-Shen Liu

指導教授：黃家耀

Advisor：Ka-Lo Wong

國立陽明交通大學

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 Yang Ming Chiao Tung University
in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of
Master
in
Traffic and Transportation

July 2021

Taiwan, Republic of China

中華民國一一〇年七月

誌謝

在交大經過的時間真的非常充實，從一開始黃家耀老師讓我參與澳門的計畫案，不僅僅侷限於台灣，對於其他城市的交通問題有更多認識，最終也在老師的建議下，針對澳門的問題進行研究，包括鼓勵我投稿英文研討會，這是我剛開始所想像不到的，在論文研究過程中，遇到了許多問題及困難，也不停地修改方向，真的很感謝老師在這期間還是相當耐心地提供建議，並提供其他可能的可行方法，才讓我這篇論文能順利完成，也感謝王晉元老師與水敬心老師擔任口試委員，給與本論文許多寶貴的意見。

這三年KILab也讓我遇到了許多人，人瑋總是有奇奇怪怪的話題可以講，時常跟我分享許多有趣的議題，每次都聊得很開心，此外在課業上有機會在分組報告提出我沒想到的觀點，也讓我了解一些不同的看法。晉毅總是在我遇到問題時不吝於提供意見，在我報帳等等行政流程的問題也很願意替我解答，也在我後面論文遇到願意替我解惑，還會關心我的狀況。威瑜在我有問題時大多能提供幫助，真的很感謝這兩年的carry。祐德會在我需要幫忙時提供協助，在學生證無法進來11樓的時期，每次不論時間都願意幫忙。宣理幫忙管理研究室的電腦設備幫我減輕不少的負擔，還有雲晨在有問題詢問時也願意回答，這三年有這麼多人的協助，使我的碩士生涯更加完整。

最後，要感謝我的家人給我的支持，有一陣子我遇到挫折，不斷的逃避，因為他們給予我最大的信任，並給予我鼓勵與關心，讓我能夠有重新努力的動力，也感謝他們在碩士學習期間給予我的支持，同時亦期許未來依然對於不論任何事物，能夠不輕言放棄持續努力。

劉哲伸 謹誌

2021 年 7 月

利用電子票證資料推估乘客旅運特性及路線調整分析

-以澳門公車為例

學生：劉哲仲

指導教授：黃家耀 副教授

國立陽明交通大學運輸與物流管理學系碩士班

摘 要

大眾運輸乘客旅運特性分析可以提供該地區的乘客搭乘習慣，藉由了解乘客的旅運型態，可作為班次增減、路線調整、路網設計等的參考依據，進而提升客運運輸的服務水準。因此如何了解大眾運輸的乘客旅運特性成為決策者所需面臨的問題。

隨著資訊科技的快速發展，許多科技廣泛運用於大眾運輸系統，包含全球定位系統、無線射頻辨識系統、電子票證系統，結合這些科技可使資料取得成本降低。其中電子票證交易紀錄乘客搭乘相關資訊，藉由此資訊能夠觀察其乘客旅運特性。

澳門身為旅遊城市，公共運輸不可忽略，然而澳門公車僅需於上車時刷電子票證，藉由電子票證資料僅可獲取乘客的起點，真正的迄點無法得知，無法直接透過電子票證資料得知乘客的旅運起迄。此外澳門公車的站牌及路線密度相當高，且澳門居民收入高，居民出門多會選擇私人運具，如此高密度與居民運具選擇導致部分路線的效能不足，在澳門公車司機缺乏的情形下，優化其人力配置為一大課題，調整其路線配置為一個優化的方案之一，然而路線調整過於草率將導致許多民怨，澳門公車為澳門最主要的公共運輸系統，在路線調整上更需謹慎，因此本研究有別於過去運用公車路線的載客率作為路線調整的主要依據，改以乘客搭乘的規律性之角度切入，提出乘客對路線依賴的重要性，並將其作為路線調整優先順序的考量因素。找出乘客搭乘澳門巴士的習性，重新為路線調整提供新的建議，如此將能作為政府政策的參考依據，亦能夠紓解人力不足的問題。

關鍵詞：澳門公車、電子票證、階層式 K-means 分群、乘客分群、站點分群、路線調整

Analysis of Bus Passengers' Travel Patterns and Bus Route Adjustment Using Smart Card Data: A Case Study of Macao

Student: Che-Shen Liu

Advisor: Ka Io Wong

Department of Transportation and Logistics Management

College of Management

National Yang Ming Chiao Tung University

Abstract

Passengers' travel characteristics can provide the passengers' travel patterns. The travel patterns can be used as bus schedules adjustments, route adjustments, network design, thereby improving the service level of public transportation. Therefore, how to analyze passengers' travel characteristics become an issue.

With the advancement of science and technology, many technologies are widely used in mass transit systems, including global positioning systems, radio frequency identification systems, and smart card systems. By these technologies can reduce the cost of data acquisition. The smart card transaction data records passenger travel-related information. With this information, it is possible to observe the passenger's travel characteristics.

Macao is famous as a tourism city, and public transportation has an important role in the transportation system. The smart card data contains the information of when passengers get on the bus and get on at which bus stop, but there is no information on when and where passengers get off the bus. In addition, there is a high density of bus stop signs and routes in Macau. However, due to high Macau household income, many residents prefer private vehicles. High density and residents' mode choice lead to low efficiency of bus routes. In addition, there is a lack of bus drivers in Macau. Optimizing allocation of human resources becomes an issue, and route adjustment is one of the solutions. However, the hasty decision of route adjustment will lead to popular discontent. Macau's bus is the most important public transportation system in Macau. It is necessary to be more cautious in route adjustment problems. This study also investigates passenger load factors and the regularity of passengers taking buses and particular bus lines. We propose considering the importance of passengers' dependence on the route for the suggestions of route candidates for further adjustment. The findings will help the government to modify policies and reduce the problem of understaffed.

Keywords: Macau buses, Smart card data, Hybrid hierarchical-K-means clustering method, Pattern clustering, Bus route adjustment

目錄

摘要.....	i
Abstract.....	ii
表目錄.....	v
圖目錄.....	vi
第一章 緒論.....	1
1.1 研究背景與動機.....	1
1.2 研究目的.....	2
1.3 研究範圍.....	2
1.4 研究流程.....	3
第二章 文獻回顧.....	4
2.1 電子票證應用乘客搭乘時間推估旅運情形.....	4
2.2 電子票證應用於站牌分析.....	6
2.3 電子票證應用於路線分析.....	7
2.4 小結.....	8
第三章 研究方法.....	9
3.1 研究架構.....	9
3.2 資料清洗.....	10
3.3 應用乘客搭乘時間分析.....	11
3.3.1 連續搭乘矩陣.....	11
3.3.2 連續搭乘間隔日數分布.....	13
3.3.3 K-means 基本演算法.....	13
3.3.4 混合階層式 K-means 分群法.....	15
3.4 乘客搭乘站牌分析.....	16
3.5 澳門巴士路線調整.....	17
第四章 研究結果.....	22
4.1 澳門乘客行為分析.....	22
4.1.1 乘客搭乘模式.....	22
4.1.2 澳門旅運行為分析.....	24
4.1.3 澳門乘客分群.....	26
4.2 澳門公車站點分群.....	29
4.3 路線調整分析.....	34
4.3.1 路線調整候補篩選.....	34
4.3.2 路線整併移除合理性.....	43

第五章 結論與建議.....	49
5.1 結論.....	49
5.2 建議.....	50
參考文獻.....	51
附錄.....	53

表目錄

表 2-1 乘客搭乘時間推估旅運情形的文獻比較	6
表 3-1 澳門通資料欄位說明	10
表 3-2 澳門巴士 6A 路線各起迄點其他可替代之路線	21
表 3-3 澳門巴士 6A 路線各起迄點旅行時間	21
表 3-4 澳門巴士 6A 路線各起迄點替代路線旅行時間	21
表 4-1 分群各類乘客佔全體各類乘客百分比	28
表 4-2 各乘客分群搭乘特性一覽表	28
表 4-3 各站點分群搭乘特性及站牌數一覽表	30
表 4-4 方案一路線調整候補名單	35
表 4-5 方案二路線調整候選名單	36
表 4-6 兩方案路線候補名單一覽表	37
表 4-7 澳門巴士 8A 路線各起迄點其他可替代之路線	43
表 4-8 澳門巴士 8A 路線各起迄點旅行時間	44
表 4-9 澳門巴士 8A 路線各起迄點替代路線旅行時間	44
表 4-10 澳門巴士 26 路線各起迄點其他可替代之路線	45
表 4-11 澳門巴士 26 路線各起迄點旅行時間	45
表 4-12 澳門巴士 26 路線各起迄點替代路線旅行時間	45
表 4-13 澳門巴士 2A 路線各起迄點其他可替代之路線	46
表 4-14 澳門巴士 2A 路線各起迄點旅行時間	47
表 4-15 澳門巴士 2A 路線各起迄點替代路線旅行時間	47
表 4-16 路線調整建議結果	48

圖目錄

圖 1-1 研究流程圖	3
圖 3-1 研究架構圖	9
圖 3-2 連續搭乘資料矩陣轉換示意圖	12
圖 3-3 連續兩次搭乘矩陣示意圖	12
圖 3-4 連續搭乘資料示意圖	13
圖 3-5 間隔日數機率分布示意圖	13
圖 3-6 Elbow method 示意圖	14
圖 3-7 K-means 演算法示意圖	15
圖 3-8 混合階層式 K-means 分群法示意圖	15
圖 3-9 站牌附近 100 公尺內的土地使用分區示意圖	16
圖 3-10 為各站點附近符合的住宅區數	17
圖 3-11 澳門公車調整路線流程圖	18
圖 4-1 平均各時段澳門公車總乘客數圖	22
圖 4-2 澳門平均每日搭乘次數機率分佈圖	23
圖 4-3 平均每個旅行日使用之站點數及路線數	23
圖 4-4 連續兩次乘車時間分佈矩陣	24
圖 4-5 當日連續兩次乘車時間分佈矩陣	24
圖 4-6 前後日連續兩次乘車時間分佈矩陣(排除當日).....	25
圖 4-7 連續兩次使用相同路線間隔日數之機率分布圖	25
圖 4-8 不同條件下連續兩次使用公共運輸與間隔日數機率分布圖	26
圖 4-9 澳門各群乘客搭乘時段分布圖(WD=平日、WE=假日).....	27
圖 4-10 澳門站點分布圖	29
圖 4-11 各站點分層分群搭乘時段分布圖	30
圖 4-12 各站點分群於澳門本島之分布	31
圖 4-13 各站點分群於氹仔及路環之分布	32
圖 4-14 各站點附近符合之土地使用數	33
圖 4-15 澳門巴士 15 路線地圖	38
圖 4-16 澳門巴士 39 路線地圖	39
圖 4-17 澳門巴士 21A 路線地圖	40
圖 4-18 澳門巴士 8A 路線地圖	41
圖 4-19 澳門巴士 18 路線地圖	41
圖 4-20 澳門巴士 26 路線地圖	42
圖 4-21 路線 8A 與代表替代路線 8、101X、23 疊圖	44
圖 4-22 路線 26 與代表替代路線 MT4、15 疊圖	46

第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

在現今社會中，城市的擴展越來越迅速，公共運輸的地位越顯重要，而公車因其建置成本較低，同時可達性較高，因此能夠服務更多民眾的旅運需求，但要更進一步提升客運運輸的服務水準，了解乘客的旅運特性成為一個相當重要的課題，藉由瞭解乘客的旅運型態可作為班次調整、路線整併、路網設計等的參考依據，進而提升客運運輸的服務水準。

以往大眾運輸的旅運特性調查利用家戶訪問及問卷調查等抽樣調查形式，由此來推估母體乘客搭乘情形，此外需耗費大量的時間及成本，造成資料取得有限，因此需要尋找更有效的方法來了解旅客的旅運特性。

然而資訊科技的快速發展，全球定位系統(Global Positioning System，GPS)、無線射頻辨識系統(Radio Frequency Identification，RFID)、電子票證等科技逐漸結合大眾運輸系統。全球定位系統可有效紀錄現在客運所在之位置，可以藉此追蹤行進路線及行車時間，然而全球定位系統因其本身技術上的限制，因此可能精準度在某些位置有較低的情形，但在整體的路線追蹤及行車時間位置預估仍具有相當高的可靠性；無線射頻辨識系統多安裝在各個站點，當公車通過站點時，將記錄通過公車之路線、車牌、抵達時間以及離開時間等資訊，可藉此得出各公車在各站點所花費之時間，由於無線射頻辨識系統設置在各站點，站點的相關資訊相較全球定位系統具有較高之可靠性；電子票證系統可記錄各乘客的搭乘相關資訊，在科技的高度發展下，民眾支付大眾運輸費用逐漸由上下車投幣的形式逐漸轉變為使用電子票證支付，電子票證包含乘客的搭乘路線、搭乘時間、上車站點、卡片類型與車資等資料，因此可藉此分析其搭乘起迄及乘客的旅運習慣。

Chen et al.(2016)認為每個城市都有不同的乘客搭乘周期，各城市皆有不同運輸行為，因此旅運模式不能夠一體適用在所有城市。澳門為人口密度相當高，根據澳門統計暨普查局 2019 年的統計，目前澳門大小為 32.9 平方公里，居民卻高達 68 萬人，此外澳門被熟知為一旅遊城市，2019 年約有 3900 萬位旅客造訪，因此公共運輸相當重要，然由於澳門土地較為狹小，因此除了 2019 年 12 月開始營運的輕軌，澳門巴士為澳門最主要的公共運輸系統，目前澳門採用「政府主導、市場運作」模式營運，並提供車資補助吸引乘客搭乘，自 2018 年開始澳門公車收費為澳門幣 6 元，若使用澳門通進行搭乘，則會減為一般路線 3 元快線 4 元，而根據學生或長者、行動不便者各有提供更進一步的補助，也因此澳門的車資補助相當高，根據澳門交通事務局統計，2019 年政府總計補助 10.4 億澳門元，此外根據澳門新福利公共汽車有限公司統計，澳門的轉乘率僅有 12%，轉乘率相較其他城市偏低，若是能找出乘客搭乘澳門巴士的旅運習慣，將能作為政府在路線調整及站點設置的參考依據，也能夠降低高昂的車資補助。

澳門公車目前僅需於上車時刷電子票證，藉由電子票證資料僅可獲取乘客的起點，真正的迄點無法得知，在許多城市也有如此的情形，同樣僅需於上車或下車刷卡計費，因此缺乏起迄點其中一項，而推估旅客的起迄點可有效地分析乘客搭乘習性，Wong et al.(2013)發現在澳門居民使用公共運具的旅次佔全體旅次的38%，而根據澳門 2019 年的交通出行調查顯示使用公共運具的旅次佔全體旅次提升至 42%，雖然有所提升但比例依舊偏低，其原因為澳門居民的收入較高，比起使用公共運輸，澳門居民更傾向於使用私人運具做為主要日常使用運具。然而在私人運具比例高的情況下，澳門的公車密度還是相當高，與台北市進行比較，台北市面積共 271.8 平方公里，其路線共有 290 條，而澳門面積為 32.9 平方公里，卻有 94 條路線運行，顯示出澳門公車密度高，高的公車密度雖然對於乘客而言有更多樣的路線選擇，然而會導致公車路線重疊度高，降低各路線乘客使用率，根據澳門人才發展委員會在 2019 年的澳門職業司機供求報告中指出，2018 年澳門公共汽車司機有 494 位需求缺口，屬於一級需求，因此在解決需求缺口前，人力重新配置可做為紓解人力需求的方法之一，路線調整成為澳門公車重要的課題，澳門過去鮮少針對公車路線進行調整，希望能透過路線調整，將降低路線的營運成本，優化人力配置。

降低營運成本及優化人力配置成為澳門公車的最主要的課題之一，為達成此目的，本研究希望透過分析澳門乘客搭乘公共運具的特性，並理解各乘客的搭乘習性，最終設計一套方法針對現有路線進行調整或減班建議，並期望未來能夠使用這套方法持續檢討需調整之路線。

1.2 研究目的

本研究使用澳門電子票證資料分析澳門乘客的旅運情形，故結果更符合真實澳門大眾運輸旅運需求特性，可以有助於之後的運輸規畫與預測，並協助決策者在制定政策時能夠更為貼近澳門的大眾運輸策略，因此本研究之目的如下：

- 一、透過澳門公車電子票證資料，分析澳門乘客公共運輸旅運行為特性
- 二、探討澳門公車乘客的旅運特性，進行旅運分群，找出各群間的旅運行為特色
- 三、探討乘客路線搭乘習性，尋找需重整之路線，並根據特性提供路線減班及路線整併移除之建議

1.3 研究範圍

本次研究採用澳門通刷卡資料進行研究，澳門通為澳門的電子票證，本次資料涵蓋範圍為 2019 年 7 月至 2019 年 12 月。而資料包含其搭乘時間、地點、方向、ID、卡種、車資、營運公司等，其中 ID 已去識別化，防止個人資料的外洩問題。

1.4 研究流程

本研究流程可分為下列步驟，確認研究問題、文獻回顧、資料蒐集、建立分析方法、資料分群、結論與建議，如下圖 1-1 所示。

- (1) 確認研究問題：透過了解澳門的大眾運輸背景及公車相關議題，確認研究問題，希望依據公車電子票證資料進行乘客旅運特性分析。
- (2) 文獻回顧：回顧國內外應用電子票證分析乘客搭乘時間、站牌路線的相關文獻，作為後續研究參考依據。
- (3) 資料蒐集：本研究蒐集乘客搭乘公車運用電子票證之交易紀錄與澳門地理分區資料，用於資料分群與乘客屬性分析。
- (4) 乘客搭乘特性分析：利用電子票證資料分析乘客搭乘行為，進而推論澳門乘客的旅運特性
- (5) 電子票證資料分群：觀察澳門地區旅運特性資料，將電子票證資料進行旅運分群，並根據分群結果進行分析。
- (6) 路線調整建議：根據路線基本資料以及電子票證資料，找出有路線調整需求的後補名單，並根據其路線情形，分析其適合進行路線整併移除或路線減班。
- (7) 結論與建議：針對澳門旅運分群與路線調整成果提出結論與建議。

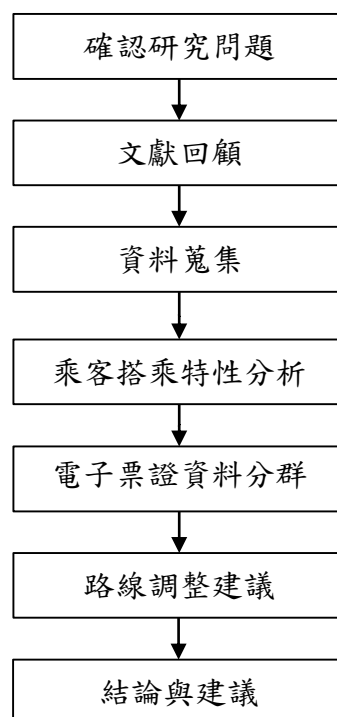


圖 一-1 研究流程圖

第二章 文獻回顧

本研究藉由透過澳門通資料找出澳門乘客真正的搭乘習性，因此研究會著重在相關文獻如何利用電子票證資料進行相關分析，將分別根據乘客搭乘時間、站牌以及路線的角度進行文獻回顧。

2.1 電子票證應用乘客搭乘時間推估旅運情形

過去許多研究針對電子票證的相關應用做出許多分析，其中搭乘時間的相關研究是最被廣泛討論的主題，透過搭乘時間能夠觀察乘客旅運行為及特色，而其研究的面向亦有所差別，因此將相關研究進行分析與整理。

謝萬興(2015)針對乘客時間及空間的變化情形進行探討，而後延伸至各族群的旅運行為進行分析，研究中涵蓋捷運通車的情形，因此與此情況一併進行探討，顯示出捷運通車對於公車的搭乘有相當大程度的衝擊，而其隨後延伸至個別乘客，最終發現不同族群其搭乘時間分布與路線選擇情況有所差異，此研究針對乘客搭乘的規律性有進一步的分析，且將卡種資料納入研究，若能將卡種資料運用於乘客分群的相關分析，能夠為不同卡種的乘客實施相對應的政策。

Chen et al.(2016)認為乘客雖具有規則性，但根據城市的不同其旅運特性也有所不同，應考慮其異質性及多樣性，此外該研究結合倫敦、新加坡以及北京三個城市的電子票證資料，藉此找出各城市的乘客特色，研究結果顯示每個城市都有不同的乘客搭乘周期，其中北京與新加坡搭乘情形比起倫敦更加具有規律性。通過分析比較各城市的搭乘周期，更能了解公共運輸使用的規律性。此研究說明了乘客旅運特性會根據城市而有所差異，因此需針對不同的城市制定相應的旅運對策，更能貼合乘客的實際旅運情形。

Foell et al.(2016)採用電子票證資料進行分析找出乘客旅運情形，里斯本的公車為上車刷卡，與倫敦、台北等許多城市相同，研究中根據乘客的2個月乘車資料分析，分析其過去乘車模式及乘車時間來推斷乘客搭乘習慣，他們利用站牌與路線等情形來探索乘客的個人旅行模式。透過此模式進行分析，能夠針對各城市的旅運特性進行初步分析，掌握城市的基本概況有相當大的幫助，唯有此研究僅針對基本情況進行分析，並未進一步提供相關的建議。

乘客搭乘時間的分析，能夠對城市的旅運情形有較大範圍上的認識，對大方向旅運政策進行檢討，然而若要僅透過電子票證資料針對不同類型乘客有更多的探討，將乘客進行分群，並觀察各分群的特性，將能夠為公車的運營政策有正向的幫助，亦能對公車政策動態調整有正向幫助。

Ortega-Tong (2013)針對其搭乘頻率及交通工具，將所有乘客8個分群，

並結合時間、空間、行動模式、卡片相關資料進行不同集群差異分析，結果顯示每個分群都有其旅運行為特色，表示除了搭乘頻率，交通工具的不同也影響著乘客的旅運行為。

Chen et al.(2018)認為乘客資料屬性繁雜，因此較難使用手動方式為乘客進行分群，因此延伸出標籤降噪法進行乘客分群，雖然可使用啟發式解法進行，但會產生許多嘈雜的標籤，因此該研究結合啟發式解法與標籤降噪的深度學習，試著找出乘客的旅運分群，最後研究顯示分為 5 個不同的集群，每個集群皆有其不同的搭乘時間，但研究並未對各分群進行更多的分析。

Goulet-Langlois et al.(2016)認為除了公共運輸資料外，結合乘客的社會經濟資料，更能夠觀察各分群的旅運乘客特性，並有效展現乘客之間的差異，研究中將其分為 11 個不同集群，並使用倫敦旅運需求中所取得之電子票證用戶資料進行資料分析，分析各群的社會經濟特性是否有所不同，而結果亦顯示出乘客的搭乘情形會根據社會經濟特性而有所不同。

以上研究整理如表 2-1 所示，由研究中可以看出透過分群結果，對於乘客的屬性能夠有詳細的了解，也更能針對每個群體制定更合適的政策，然而研究中也顯示出根據分群方法的差異，會使得群體有所差別，因此需要根據城市的特性尋找合適的分群方法。

表 二-1 乘客搭乘時間推估旅運情形的文獻比較

作者（年份）	研究地點	研究主題	研究方法	結論
謝萬興 (2015)	台北	結合卡種資料探討乘客在時間及空間的變化情形	Apriori 演算法	不同族群其時間分布情形與路線選擇情況有所差異
Chen et al. (2016)	倫敦、新加坡、北京	觀察各城市規則，分析不同城市間的可變因子及規律性	規律性基本度量 (A basic measure of regularity)	每個城市有不同搭乘週期，北京與新加坡比倫敦更有規律性
Foell et al. (2016)	里斯本	公車使用規律性分析	基本度量	提供較簡易的方式掌握城市的使用者特性
Ortega-Tong (2013)	倫敦	分析公共運輸使用者的出行方式	K-medoids 演算法 K-means 演算法	將乘客分成 8 個分群，除搭乘頻率外，交通工具亦影響著旅運行為
Goulet-Langlois et al. (2016)	倫敦	透過 4 星期電子票證資料分析不同公車使用者特性	K-means 演算法 聚合式階層分群法	根據電子票證將乘客分成 11 個分群，並說明各分群乘客與社經情況有關
Chen et al. (2018)	新加坡	分析有意義的客群，方便進一步進行政策設計	啟發式解法 標籤降噪法	透過機器學習將所有乘客分成 5 個分群，各分群有不同搭乘特色

2.2 電子票證應用於站牌分析

電子票證針對站牌相關研究的探討相比起乘客搭乘時間較少，其原因在於許多城市公車僅採用上車刷卡或下車刷卡，因而站牌研究上有較大的困境，因此許多研究試著透過乘車地點獲取資訊，包括居住地以及工作地，最終研究其搭乘規律性。

羅惟元(2009)針對一段票的公車進行起迄點分析，推估經常利用該公車之常客尖峰時段旅運情形，由於台北市公車採用段次收費，在過去搭乘公車時根據段次的不同而僅需要進行上車刷卡或下車刷卡，因此會產生旅運資料缺失的情形，因此該研究針對一段票的公車進行起迄點分析，進而推估單一公車尖峰時段之交易起迄對。蘇柄哲(2016)試圖解決台北市公車中羅惟元未解決的多段票問題，該研究進一步設計方法來進行起迄點推估，並為驗證其想法，輔佐台中市公車資料檢核旅運推估的誤差程度，台中市公車與台北市公车的最大不同之處在於採用里程計費，因此上下車皆須刷卡，因此有較完

整的旅運起迄，而經過該資料驗證，最終結果顯示較其他文獻的推估誤差率低。

黃威陞(2016)結合圖資資料，欲對各區間進行路線重整建議，研究選擇台中市公車的主要交通廊道進行起迄旅次量分析，該研究利用 k-mean 演算法將所有站點共分為 14 區域，觀察各區間之起迄旅次量，研究認為透過將站點分區能夠找出乘客旅運量較大與較小之路線，針對旅運量較低的路線進行改善建議。

Mohamed et al.(2016)使用乘客分群與站牌分群進行分析，研究認為站點的搭乘尖峰時段與附近的土地使用情況有關聯，研究使用法國雷恩的電子票證資料，透過乘客的交易時段將其分成了 13 群，並透過卡片的種類及搭乘時段分析，用於了解各卡種的搭乘情形，提供運營方調整票種及票價的依據。將各時段站牌的交易情形利用 EM 演算法分成 14 群，並且結合當地的人口密度及工廠區域，確認搭乘情形與土地使用有關。

Ma et al.(2017)集中分析通勤情形，該研究認為通勤能夠反映出長期的旅運情形，為了定義出通勤者，研究中利用居住地、工作場所及出發時間來進行衡量，並輔佐問卷調查證明其分類的可用性。研究發現通勤者與否旅運情形有所差異，藉此研究可幫助公共交通網路進行優化，減少交通壅塞。該研究乘客的通勤情況分析較為詳盡，固定通勤多分布在郊區。

站牌資料的研究多以找出乘客的起迄點作為主要目的，而過去研究顯示僅透過乘車地點資料找出下車地點仍有困難，因此研究者改以其他面向進行，將站牌進行分群或結合其他資料，而結果確實顯示出乘客使用站牌的尖峰時段與土地使用分群有關，因此間接可以證明固定搭乘乘客的起迄點有關。

2.3 電子票證應用於路線分析

路線是過去電子票證研究最少被探討的主題，因路線屬於線，因此會產生許多路線重疊的情形，路線的重疊使研究難度直線上升，因此過去最常見的研究為新路線的設置及班次數的探討，因路線的設置需要探討其服務範圍即可，較少會有關於現有路線檢討的相關研究，由於本研究未設置新路線，因此本研究僅對於路線檢討的研究進行探討。

Kim et al.(2017)分析乘客是否經常使用同一路線，以黏著度作為指標，黏著度較高表示較傾向使用單一路線的乘客其搭乘的頻率也較高，研究中找出路線黏著度較高的乘客分布範圍，而其行程起迄點以及時間有較高限制時，也會有較高的黏著度。

莊傳偉(2018) 欲進行區間車的排班分析，研究中利用桃園、新竹和台中公共運輸電子票證資料來篩選出區間車較適合之營運區段，過去較少利用電子票證資料作為區間車的排班分析依據，因此本研究透過電子票證資料進行加班車之加開時段及起迄點之建議。

黃紹軒(2017)為了解現在台中市公車是否能夠滿足乘客搭乘需求，該研究透過電子票證資料所顯示出的乘客尖峰時段的需求配合公車動態系統資料整合出車內乘載比與班次密度資料進行分析。

路線研究主要分析乘客是否持續依賴相同路線，並結合路線班次以及班距資料分析載客量是否充足，較多以增減班的方式進行建議，而路線調整的相關研究較少，因此研究會更加著墨在路線調整的可行性。

2.4 小結

綜合所回顧之文獻，國內外許多文獻已使用電子票證進行旅運分析。文獻多以尋求旅次鏈進行延伸，推估公車旅運起迄，進而找出各城市的乘客特性，並多集中研究乘客搭乘時間，乘客搭乘的站牌以及路線較少被討論。此外各研究亦顯示出每個城市具有其城市特性，城市的差異會致使結果有所不同。

澳門地狹人稠，各站點間距離相近，路線的重疊程度較高，本研究將從澳門的乘客旅運行為出發，利用電子票證資料針對乘客搭乘時間將乘客進行分群，並探討乘客搭乘的站牌能否看出其特性，最終討論澳門公車現有路線的運營是否合理。

第三章 研究方法

本章將敘述關於本研究如何利用電子票證資料進行時間、站牌、路線的研究。

3.1 研究架構

每個城市的城市特性的不同，也會造成旅運特性的差異，因此本研究針對澳門的公車以三個面向進行分析，其研究架構圖如圖 3-1 所示，本研究首先探討澳門乘客旅運行為，透過旅運行為的分析，能夠更了解澳門乘客的旅運行為特色，而會將從澳門電子票證與澳門地理資訊系統著手，將所有澳門電子票證資料進行資料分群，分群後觀察各分群的資料是否合理，若分群不合理或發散情形，將調整參數後從新進行分析，此外結合地理資訊系統資料，進而找出各站牌屬性，分析乘客可能之搭乘原因，最後根據電子票證分群資料與站牌資料進行各分群屬性分析。



表 3-1 澳門通資料欄位說明

欄位名稱	欄位定義	說明
Index	交易編號	該次乘客的交易編號，每次交易皆不同
Route	路線代碼	乘客所搭乘之路線
OBU	終端機代碼	公車上終端機代碼
Plate	公車車牌號碼	乘客搭乘之公車的車牌號碼
Company	營運公司	乘客搭乘之公車所屬之營運公司
Destination	公車的終點站代碼	該公車行駛路線之終點站，可用於推論乘客上車時公車路線之行駛方向
Date_Time	刷卡時間	可以得知乘客的上車時間，其交易時間精準至秒
Stop	刷卡站點	可以得知乘客上車站點（公車站牌）
Card_Type	卡片種類	乘客所使用的卡片種類，如一般卡、學生卡、長者優惠卡等
Transaction	車資	乘客此次搭乘所支付的車資
New_Card_No	經去識別化之電子票證代碼	每張卡有專屬卡號，為保護個人隱私，卡號已去識別化及重新編號，可顯示使用者多次搭乘的記錄，但無法追溯原使用者之卡號

3.2 資料清洗

本研究蒐集資料為澳門通 2019 年 7 月至 2019 年 12 月電子票證資料，首先探討電子票證資料特性，其資料欄位如表 3-1 所示。根據表 3-1 可以發現澳門的欄位相當多，此外資料庫共涵蓋 6 個月的資料，因此資料量非常龐大，根據統計共有 108,183,583 筆，大量資料大多會選擇資料庫軟體進行管理，然而此資料庫數量超過一億筆，若是直接使用資料庫進行後續的篩選及運算，仍需耗費大量的時間，因此本研究利用 Python 將後續研究所需要的資料進行整理，擷取未來會使用到的部分，雖然會失去部分的資料屬性，但能夠在未來的運算上更加便利。

由於資料筆數龐大，首先會面臨到程式上限導致資料無法讀取的問題，因此需要將資料切割讀取，分割讀取的好處在程式碼的運行可以進行切割，遇到錯誤亦可以較容易判斷，此外可以規避掉程式上限的問題，然而缺點在於資料

的利用需要考量切割點是否會影響後續的資料整合。本研究將每 500 萬筆資料進行一次分割，總計分割成 22 個資料庫，然而資料庫多會造成資料庫間比較困難，因此最後須將這些資料庫重新整合成一個新資料庫，整合新資料庫有兩個方向。

第一個方案是根據這些資料庫生成一個新的統計型資料庫，統計型資料庫的優點在於可以有效的減少不必要的資料，僅保留其統計結果，缺點在於部分欄位會失去部分的屬性，但是若針對研究進行資料庫的建置即可解決此問題。

第二個方案是減少欄位，有部分資料受到切割點的影響，像需要分析一組資料的時間序列，若是任意切割可能會導致時間錯亂，因此需要將每筆資料重新放入同一資料庫中，然而直接放入會回到原資料庫過大的問題，為解決此問題，將該部分研究中僅將必要欄位進行保留，如此可以稍微舒緩資料庫過大的問題，然而這並不是一個好的資料庫整合方案，因為僅是將欄位減少，做為資料整合的過渡方案，最終的目的是生成統計型資料庫。

原本資料主要以交易編號為主，然而後續分析以乘客為主，乘客 ID 共 1,192,140 筆，相比起交易編號，利用乘客資料進行研究更有效率，本研究將根據乘客的搭乘時間進行統計，以半小時為單位，總共分為 48 個時段，並根據日期將資料分成平假日，後續將根據此資料進行後續研究。除了搭乘時段外，會再根據搭乘的站牌與路線分別進行統計，計算各乘客各站牌與各路線的搭乘數。

3.3 應用乘客搭乘時間分析

為探討澳門乘客的旅運行為特色，首先找出澳門公車乘客搭乘行為，除利用搭乘數尋找乘客搭乘尖峰時段，還將搭乘日分為非旅行日與旅行日，其旅行日的定義為乘客於該日有公車搭乘紀錄，則紀錄為旅行日，反之則為非旅行日，藉由旅行日與否可以更精確的判斷乘客在平常搭乘時的利用次數。

3.3.1 連續搭乘矩陣

為進一步分析乘客搭乘情形，本研究將 Foell et al.(2016)的研究方法進行延伸，將所有乘客連續兩次搭乘資料轉換為乘車矩陣，透過連續搭乘矩陣資料，可以得知乘客是否在搭乘時間上有一致性，此外亦可以看出全體乘客的搭乘的尖峰時段為何，如此可理解乘客搭乘的行為。為達成此目的，將資料根據乘客 ID 以及搭乘日期時間進行排列，將其進行排列後，可以得出同一位乘客連續兩次的搭乘時間，最終產製出如式(1)的矩陣，矩陣元素有其含義，以 $H_{(12,15)}$ 元素為例，其括弧中前面數字 12 所代表的意義為前次所記錄到的搭乘時間為 12 時，後面數字 15 所代表的意義為本次所記錄到的搭乘時間為 15 時。

本研究考量到澳門獨特性，因此選擇公車換日時間為 3 時，矩陣的時間起始為 $H_{(03,03)}$ 。以圖 3-2 為例，可以看到編號 913033 的乘客首次搭乘時間為 2019 年 7 月 1 日 15 時，而第二次搭乘為同日的 23 時，則此兩筆連續資料將被記錄在 $H_{(15,23)}$ ，而第三次搭乘為 7 月 2 日 15 時，結合第二次 23 時搭乘結果，又可

得出新的連續搭乘資料，此次連續搭乘將被記錄在 $H_{(23,15)}$ ，依此可類推後續的連續搭乘紀錄為 $H_{(15,23)}$ 、 $H_{(23,15)}$ 。

index	Date	Time	Stop	New_Card_No	Hour	紀錄欄位
59734007	2019/7/1	15:26:22	21	913033	15	-
59781725	2019/7/1	23:50:47	267	913033	23	$H_{(15,23)}$
59838252	2019/7/2	15:14:49	21	913033	15	$H_{(23,15)}$
59885831	2019/7/2	23:47:35	209	913033	23	$H_{(15,23)}$
59940718	2019/7/3	15:18:54	267	913033	15	$H_{(23,15)}$

圖 三-2 連續搭乘資料矩陣轉換示意圖

$$\begin{bmatrix} H_{(3,3)} & H_{(3,4)} & \cdots & H_{(3,2)} \\ H_{(4,3)} & H_{(4,4)} & \cdots & H_{(4,2)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ H_{(2,3)} & H_{(2,4)} & \cdots & H_{(2,2)} \end{bmatrix} \quad (1)$$

根據圖 3-2 將所有乘客的連續兩次乘車資料放入矩陣式(1)中，再根據每個元素所占整個矩陣總和的百分比，可以找出乘客連續搭乘資料中各元素所占全資料比重，然而此為 24×24 的矩陣，共有 576 個元素，若直接採用數值化的方式呈現，會產生無法清楚顯現較高的乘客連續搭乘時段，因此本研究用圖像化的方式呈現，圖 3-3 為本研究的連續兩次搭乘矩陣圖，其中顏色越偏向白色代表所佔的比重越低，顏色越接近藍色（或顏色越深）則為所佔比重越高，而中間數值則顯示為橘色（或顏色漸變）。

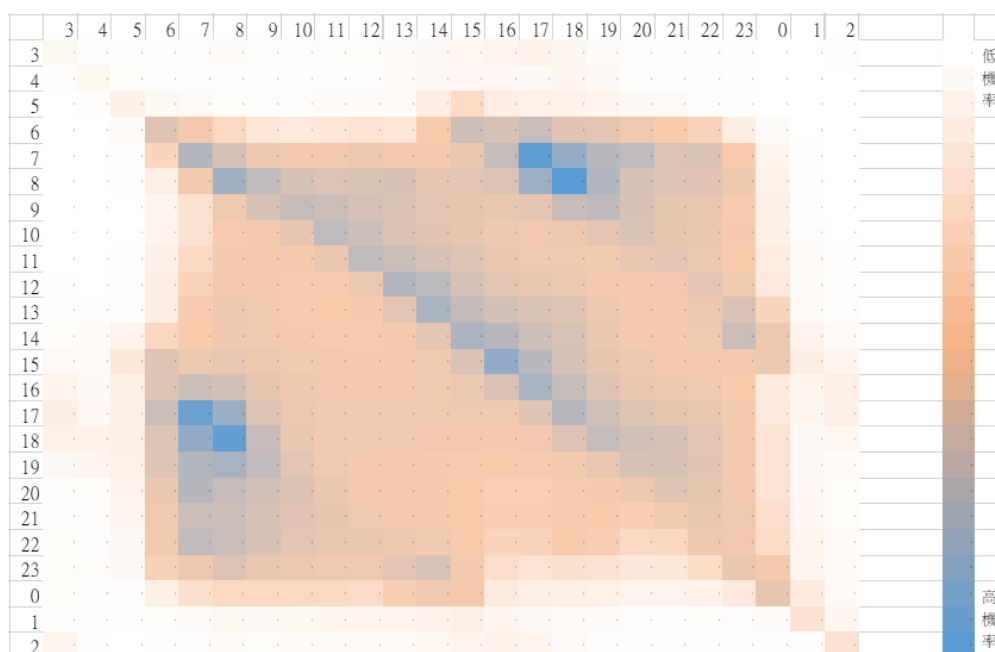


圖 三-3 連續兩次搭乘矩陣示意圖

3.3.2 連續搭乘間隔日數分布

由 3.3.1 節可以發現連續兩次搭乘矩陣僅能得出其搭乘時間，無法知道搭乘間隔，為了解到乘客距離前一次搭乘經過多久，進而得知乘客的較長期使用習慣為何，本研究找出各乘客連續兩次搭乘的時間差距多少日，如圖 3-4 所示，圖中與上次搭乘天數 0.34，表示與上次搭乘距離 0.34 天。

透過連續搭乘間隔日數分布的日期資料與連續搭乘矩陣時間資料，可在不捨棄搭乘時間點資料的情形下兼顧長時間澳門運輸資料，使乘客行為有更完整的顯現。此方法好處在於將日期的因素一併考量，更能明確地看出乘客的乘車偏好，然而其缺點在於連續兩次搭乘的時間差為連續變數，因此無法以矩陣的方式進行表示，因此同時需結合上一個方式進行衡量。

index	Date	Time	Stop	New_Card_No	與上次搭乘距離天數
59734007	2019/7/1	15:26:22	21	913033	-
59781725	2019/7/1	23:50:47	267	913033	0.35
59838252	2019/7/2	15:14:49	21	913033	0.64
59885831	2019/7/2	23:47:35	209	913033	0.36
59940718	2019/7/3	15:18:54	267	913033	0.65

圖 三-4 連續搭乘資料示意圖

將連續搭乘間隔日數資料進行彙整後以機率分布圖進行表示，如圖 3-5 所示，此圖為機率分布示意圖，由於隨著間隔日數的增長，其發生機率會大幅下降，形成右偏分布，導致後面的天數趨勢不明顯，為了可看出發生機率的趨勢，縱軸採用指數型的方式顯示，如此較能夠看出連續搭乘較長間隔日數的乘客其搭乘的趨勢分布。

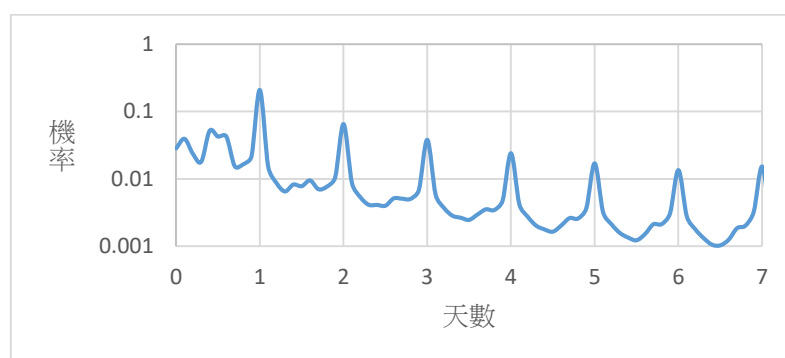


圖 三-5 間隔日數機率分布示意圖

3.3.3 K-means 基本演算法

本研究採用 K-means 演算法進行旅運分群，K-means 的標準演算法是由 Hartigan 教授所提出。其目的在於將資料分割成數個子集合，使得內部的各筆資料皆有其歸屬。

使用 K-means 演算法時，首先須設定參數 K，K 代表預計分群數，且各群體皆有一中心 (centroid)，在 K-means 演算法中，主要以歐氏距離 (Euclidean

Distance) 的觀點來計算兩點之間的相似度，歐氏距離為兩點間的距離，其公式為：

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (2)$$

其中 n 為 n 維空間的資料

K-means 演算法的演算過程如下：

步驟一：從所有資料中任意選取 K 筆資料，各自代表群體中心。

步驟二：將所有資料根據其與各中心之間的距離，分配給距離最短的群體中心，群集成為一個群體。

步驟三：分別從每一群體內的資料，重新計算新的中心。

步驟四：回到步驟 2，將所有資料根據其與各中心之間的距離，分配給距離最短的群體中心，重新群集成為一個新的群體。

步驟五：重複步驟二到步驟四，直到所有物件不會再由某一群體移動到另一群體，表示 K 個群體的中心皆趨於穩定，此穩定情形即為 K-means 演算法之分群結果。

因為無法事先確定要將所有的資料分幾群，因此需要有訂定 K 值的方法，Robert L. Thorndike 在 1953 年提出 elbow method，這是為資料進行多次分群，分群的 K 值逐漸增加，檢視其失真度(distortion)，將各項 K 值的失真度繪製成圖，如圖 3-6 所示，可以看到在 $K < 3$ 時，其 K 值增加都能使失真度大幅下降，然而在 $K=3$ 時出現轉折點，之後的失真度下降逐漸趨緩，更多分群效益就沒這麼明顯下降，因此選擇 $K=3$ 的效益最佳，透過此方式，可以提供無法輕易訂定 K 值的資料有一個新的訂定方式。

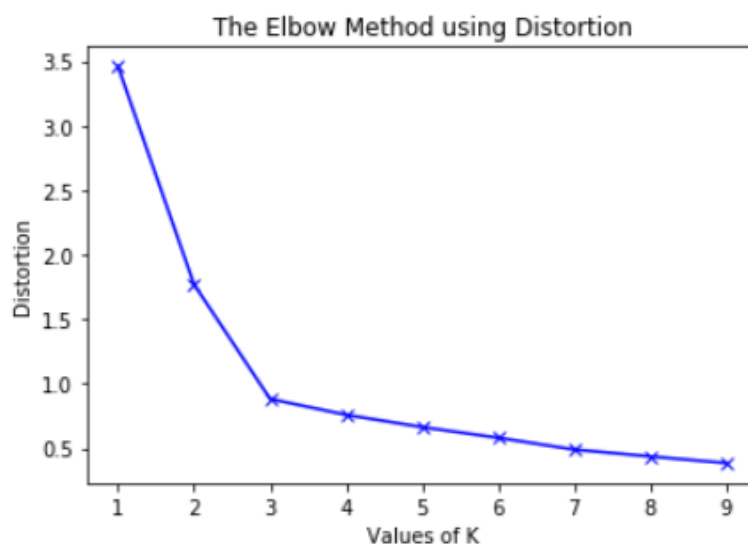


圖 三-6 Elbow method 示意圖

3.3.4 混合階層式 K-means 分群法

K-means 演算法可以解決許多分群問題，但 K-means 演算法的聚類結果易受到初始中心的選擇影響，也容易受到異常值的影響，如此會導致 K-means 無法找出真正適合的最佳解，為解決 K-means 易受初始中心影響的問題，B. Chen et al. (2005)提出混合階層式 K-means 分群法(hybrid hierarchical-K-means clustering method)，混合階層式 K-means 分群法最初是用以解決在異常值與各分群容易產生相對最佳解而非絕對最佳解的問題，透過解決階層式分群法能解決較難解決的相似資料分群以及 K-means 較易受到單一資料極端值影響的問題。圖 3-8 則為混合階層式 K-means 分群法的示意圖，可以發現原 K-means 演算法與混合階層式 K-means 演算法同樣分為 4 群，其結果有許多差異，造成其差異最主要的原因為多採用階層式分群，圖 3-8(a)首先根據資料進行分層並使用 K-means 演算法進行分群，圖 3-8(b)則根據圖 3-8(a)的分群結果，使用 K-means 演算法再一次進行分群

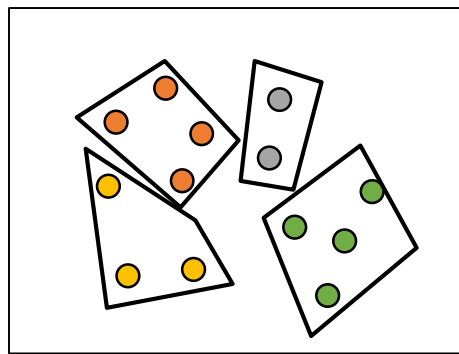


圖 三-7 K-means 演算法示意圖

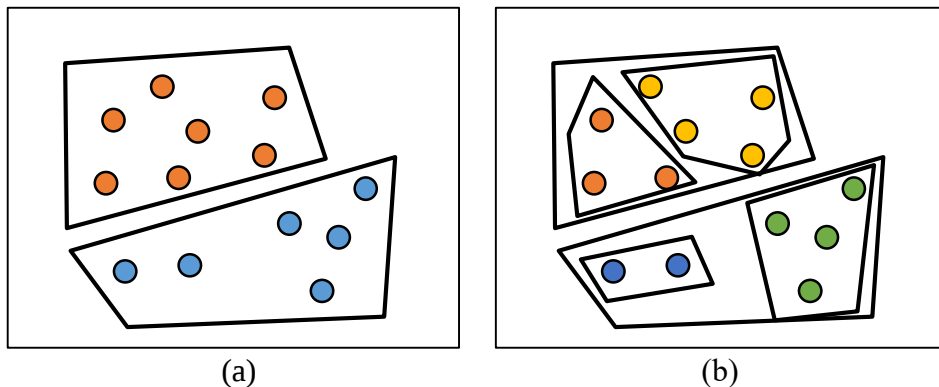


圖 三-8 混合階層式 K-means 分群法示意圖

本研究將採用混合階層式 K-means 演算法進行乘客的分群，分層進行分群是首先會將所有的乘客資料分為 K 群，再將已分群的 K 群乘客分別用其他資料繼續往下畫分成 X 群，在此本研究會採用分層分群的理由在於有許多乘客平日的搭乘為一種模式，假日的搭乘又為另一模式，若是將平假日資料合併分群，將可能會產生平日搭乘情形一致，然而因假日搭乘情況的差異而被畫分到不同群的情形。

本研究希望透過乘客分群尋找出較相近搭乘時段的乘客，藉此分析每位類似時段搭乘的乘客特性，然而每位乘客的搭乘數有所差異，此外為了使乘客搭乘不易受到幾分鐘的搭乘誤差影響，因此本研究將乘客以半小時做時段的劃分，並根據乘客在每個時段的搭乘百分比來進行乘客分群。

3.4 乘客搭乘站牌分析

本研究站牌分析同樣將採 3.2.4 節的方法，使用混合階層式 K-means 演算法進行站牌的分群，與乘客分群相同，平假日的搭乘模式不同的情況下，若是將平假日資料合併分群，將可能會產生平日搭乘情形一致，然而因假日搭乘情況的差異而被畫分到不同群的情形，因此會首先採用平日資料進行初次分群。

透過站牌分群尋找出較相近被使用時段的站牌，藉此分析類似時段的站牌特性，與乘客分群相同，為了使站牌不易受到幾分鐘的搭乘誤差影響，本研究將以半小時做時段的劃分，並根據站牌在每個時段的使用百分比來進行分群。

為了解各站牌分群乘客旅運特色，檢核各站點分群的分布對於澳門居民生活習慣有無關聯，本研究結合澳門實際的土地使用進行分析，找出各站牌分群的實際使用情形是否能與之相對應，在此與澳門大學合作，檢核各站牌附近 100 公尺內的土地使用分區，其資料如圖 3-9 所示。圖 3-9 顯示出各站牌附近的各土地使用情形，本研究僅有土地使用超過 5 平方公尺的基地面積才會列入計算，以站號 A 為例，附近有 2 座商業中心及 8 棟住宅，將所有站牌根據土地使用分開繪製，圖 3-10 為各站點附近符合的住宅區數，根據此圖可以看出住宅區較密集的區域，藉由將此圖與各分群進行重疊，觀察各分群是否近似於土地使用分區。

站號	學校	商業中心	住宅	娛樂場
A	0	2	8	0
B	2	0	62	0
C	0	0	4	1

圖 三-9 站牌附近 100 公尺內的土地使用分區示意圖

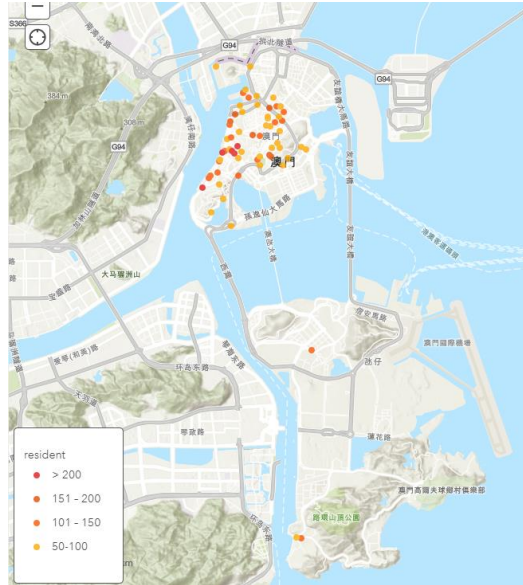


圖 三-10 為各站點附近符合的住宅區數

3.5 澳門巴士路線調整

澳門是公車密度相當高的城市，高公車密度雖然對於乘客而言有更多樣的路線選擇，然而會導致公車路線重疊度高，降低各路線乘客利用率，對於公車業者而言會有營運上的壓力，且澳門司機有不足的情形，能夠將人力重新配置可做為紓解人力需求的方法之一，路線調整成為澳門公車重要的課題，透過路線調整，將可以降低路線的營運成本，且可優化人力配置。

本研究較需調整之路線，若直接透過搭乘次數來判斷需重整的路線，可能將導致部分有特殊需求的路線被排除，因此本研究將結合路線基本資料與電子票證資料，並透過路線調整分析，找出真正有較高調整需求之路線。

找出需要調整路線的流程如下：

(1) 根據條件篩選需調整澳門公車路線

蒐集各路線資料，才能夠瞭解真正需要調整的路線，資料包含日均乘客搭乘數、班距、發車時間、末班車時間，並根據乘客所有搭乘時間與搭乘次數進一步找出路線的固定使用者數以及乘客平均使用間隔日數。而固定使用者是根據乘客對於該路線的需求占全路線的需求進行判斷，其公式為：

$$r_{ip} = \frac{Q_{ip}}{Q_p} \quad (3)$$

其中 r_{ip} 乘客 p 在路線 i 的使用率， Q_{ip} 為乘客 p 在路線 i 的總搭乘數， Q_p 為乘客 p 的澳門公車總搭乘數。

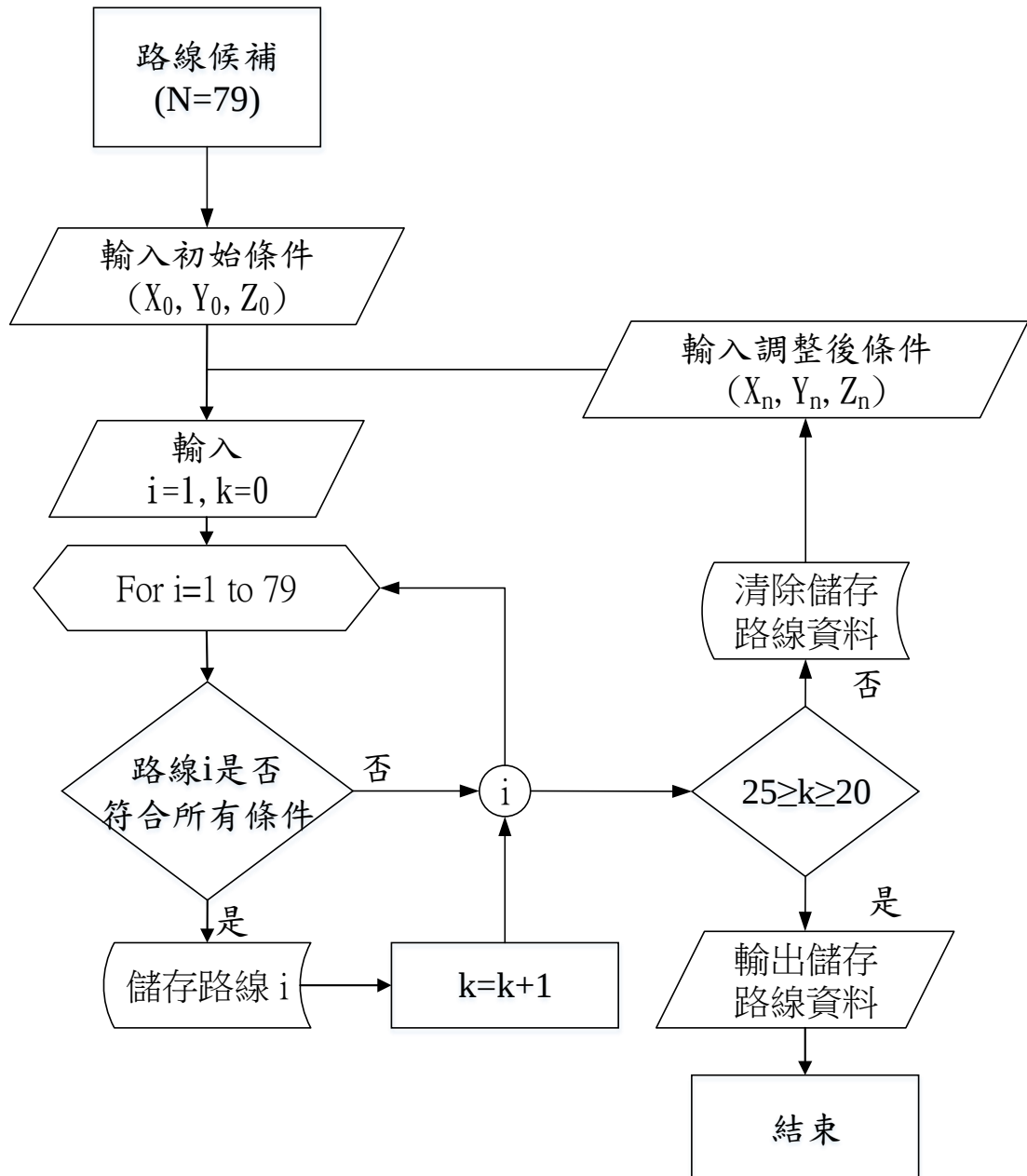


圖 三-11 澳門公車調整路線流程圖

利用條件進行路線篩選找出乘客需求度較低之路線，本研究選擇營運小時平均搭乘數、固定使用比率、乘客平均使用間隔日數作為路線調整的條件，選擇這三項資料作為路線調整的條件，本研究原先採用日均搭乘數作為路線調整的條件，日均搭乘數為一個路線調整最常見的參考指標之一，然而本研究發現日均搭乘數並未考量營運時段，長時段營運的路線比起短時段營運的路線在日均乘客數的表現多會表現更為優異，因此考量了以每班次平均搭乘數進行替代，但路線有長有短，這使路線間的每班次平均搭乘數較難以進行比較，因此本研究最終採用營運小時平均搭乘數作為指標之一，流程圖如圖 3-10 所示。其中 X_n 為營運小時平均搭乘人數， Y_n 為固定使用比率， Z_n 為乘客平均使用間隔日數， X_n 、 Y_n 、 Z_n 首先會輸入一

個初始值 X_0 、 Y_0 、 Z_0 ，根據路線數是否吻合，再進行條件變動， k 為符合條件的路線數， i 為第 i 條路線。根據流程圖，最終篩選出一定數量的路線候補。

固定使用比率為衡量路線是否有較高比例的固定使用者的方法，固定使用者僅針對 6 個月內搭乘澳門公車 10 次以上的經常使用者，若是經常使用者 p 使用路線 i 的使用率 r_{ip} 佔 30% 以上，則會認為經常使用者 p 為路線 i 的固定使用者，這條路線的固定使用者的總數即為固定使用者數 U_i 。固定使用比率的公式如式(4)：

$$c_i = \frac{U_i}{q_i} \quad (4)$$

其中 c_i 為路線 i 固定使用比率， U_i 為路線 i 的固定使用者數， q_i 為路線 i 的乘客平均日搭乘數。

路線平均使用間隔日數為乘客平均選擇搭乘該路線的間隔日數，欲得出路線間隔日數，需先求出使用該路線的所有乘客於搭乘的平均間隔日數，再行進行加權平均，計算公式如下：

$$D_{ip} = \frac{last_{ip} - first_{ip}}{Q_{ip} - 1} \quad (5)$$

其中 D_{ip} 為乘客 p 使用路線 i 的平均使用間隔日數， $first_{ip}$ 乘客 p 首次搭乘路線 i 時間， $last_{ip}$ 乘客 p 最後搭乘路線 i 時間， Q_{ip} 為乘客 i 路線總搭乘數。

得出乘客平均使用間隔日數後，就可以進一步得出路線乘客平均使用間隔日數 D_i ，其公式如下：

$$D_i = \frac{\sum_{p=1}^n D_{ip} * Q_{ip}}{\sum_{p=1}^n Q_{ip}} \quad (6)$$

其中 D_i 為路線 i 的平均使用間隔日數， D_{ip} 為乘客 p 路線 i 的平均使用間隔日數， Q_{ip} 為乘客 p 路線 i 的總搭乘數。

路線平均使用間隔日數、固定使用者可代表乘客對該路線的依賴程度，固定使用者多寡，表示乘客對於該路線的需求。路線平均使用間隔日數則可觀察乘客對該路線有多大程度的依賴，路線平均使用間隔日數低，表示整體乘客相比起其他路線會較短的時間內會再進行下一次的搭乘。

(2) 檢核調整路線總數

根據條件篩選後，會得出數條有較高調整需求的路線，然而需調整路線候補過少可能使得未來在路線調整的決策上有較低的彈性，需調整路線過多亦會導致無法顯示各路線的調整重要程度，因此調整路線須適中，排除部分本研究未討論的路線後，預計選出 20 條路線，但會根據門檻值的設定可能有數條的差距。

(3) 排除政策目的設立路線

進行條件篩選後，再將因政策目的路線排除於路線候選名單之外，排除因澳門乘客的醫療需求的 H 路線，因為這些路線設立目的為滿足澳門居民的就醫需求，因而將其排除於路線調整名單之外，另一項為營運時間在 6 小時以下的路線，這些路線多是因為通勤需求而設立，因此再本研究中將其排除於路線調整名單外。

(4) 檢核路線整併移除可行性

經過條件篩選後的路線調整名單，檢視其路線整併移除的可行性，因其有部分路線較不適合路線整併或移除，其原因為部分路線進行路線整併移除後，會造成乘客無法到達原本預計抵達的目的地，乘客無法透過直達或轉乘的方式抵達目的地，將可能導致民怨，因此需要將乘客是否能夠抵達原路線能夠去到的地方進行考量，若有高比例無法抵達或是需要大幅增加搭乘時間，可能改選擇減少班次與增加班距的方式因應較為適合。

而檢核路線調整可行性結果將使用「巴士報站 APP」進行路線替代與旅行時間的依據，並會選擇 4-5 個站點作為代表，這些站點間彼此距離較遠，僅挑選幾個站點作為代表的原因在於，澳門時常進行道路工程，導致會有部分站點無法通行，必須更動路線，也由於路線站點時常更動，因此主要的目標是在於讓運行路線大致被覆蓋作為主要目標。並統一於平日上午 9 時到下午 15 時進行，結果分為 3 個表顯示。在此以澳門巴士 6A 作為例子，表 3-2、表 3-3、表 3-4 為澳門巴士路線 6A 的路線調整可行性的結果，其中列為起點，行為迄點。表 3-2 其他可替代之路線，其結果有 4 種形式，第一種形式為公車編號，表示該起迄點可透過搭乘該公車直達，第二種形式為 2 個公車編號，表示該起迄點可透過轉乘兩班公車抵達，第三種型式為非最佳路線，表示研究對象路線在「巴士報站 APP」中亦未被列入候補選項，因此原路線原本就非最適合的搭乘選擇，最後一種形式為無替代路線，表示該起迄對為唯一且最適合的路線，無一次轉乘內可抵達的方式。表 3-3 則為搭乘路線 6A 即原公車的旅行時間，表 3-4 為搭乘替代路線公車的旅行時間，可以用以觀察若是改使用新方法進行搭乘時是否會增加過多的旅行時間，若是增加的旅行時間過長，代表比起路線整併或移除，減少班次增加班距較為適合。

而後透過利用巴士報站 APP 分析替代路線，判斷各路線是否適合整併移除，不建議整併與移除的路線條件為 10% 以上的站牌起迄對沒有其他的

替代路線，或是替代路線的旅行時間比原路線多 10 分鐘以上，符合其中一項條件的路線，將不建議作為路線整併或移除的候補路線。

表 三-2 澳門巴士 6A 路線各起迄點其他可替代之路線

	M214	M48	M99	M135	M151
M214		10B	28C	101X	非候選路線
M48	17		2→32	2	非最佳路線
M99	非最佳路線	18B		33	無替代路線
M135	2	2	33		3A→6B
M151	非最佳路線	非最佳路線	非最佳路線	無替代路線	

表 三-3 澳門巴士 6A 路線各起迄點旅行時間

	M214	M48	M99	M135	M151
M214		13	21	30	非最佳路線
M48	16		8	16	非最佳路線
M99	非最佳路線	16		9	無替代路線
M135	30	24	12		7
M151	非最佳路線	非最佳路線	非最佳路線	無替代路線	

表 三-4 澳門巴士 6A 路線各起迄點替代路線旅行時間

	M214	M48	M99	M135	M151
M214		11	14	23	非最佳路線
M48	11		10	14	非最佳路線
M99	非最佳路線	15		9	無替代路線
M135	24	18	12		8
M151	非最佳路線	非最佳路線	非最佳路線	無替代路線	

第四章 研究結果

本研究將研究分為三個面向進行，分別為澳門乘客搭乘時間、站牌、路線三大面向，期望透過各面向的分析結果，觀察澳門乘客搭乘特性，並提出新的路線調整方案。

4.1 澳門乘客行為分析

4.1.1 乘客搭乘模式

乘客的搭乘人數為最簡易看出大眾運輸的尖離峰時段的方式，本研究的研究範圍為 2019 年 7-12 月，圖 4-1 為平均各時段澳門公車總乘客數，其中橫軸以 1 分鐘作為單位，並將其分為平日以及假日進行分析。透過該圖可發現澳門公車分鐘乘客數有 300 位以上，在旅運尖峰時段甚至能夠達到 750 位，平日搭乘人數較假日多 29%，並多集中在 7-9 時及 17-19 時，假日尖峰同樣集中在 7-9 時及 17-19 時，但相較平日而言，起伏較為不明顯。另外透過該圖也發現澳門與其他城市最大的差異為在午夜 0 時仍然每分鐘有 200 位乘客進行搭乘他城市最大的差異為在午夜 0 時仍然每分鐘有 200 位乘客進行搭乘。

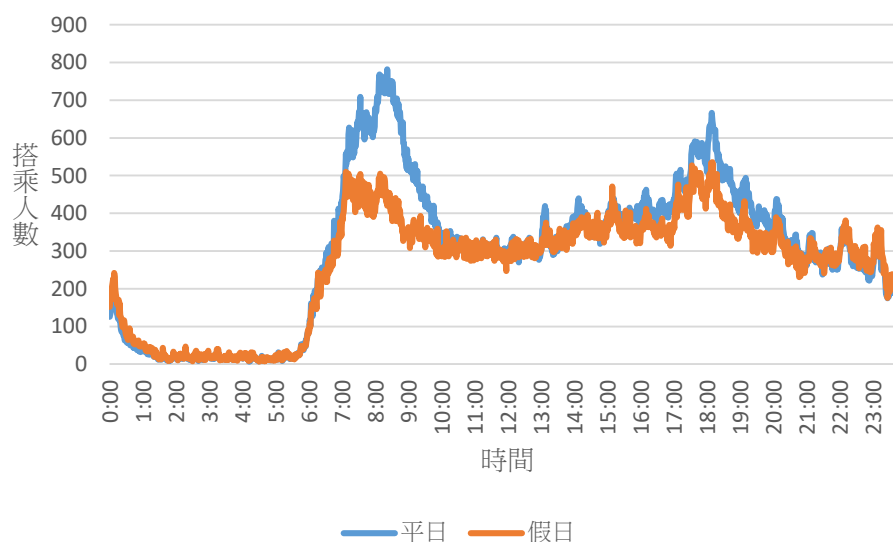


圖 四-1 平均各時段澳門公車總乘客數圖

每個旅客皆有其旅運特色，故每位乘客搭乘情形也會有所不同，圖 4-2 為 2019 下半年平均乘客平均旅行次數，並將其分為全日期以及僅旅行日。全日期為將所有搭乘次數除以總天數(包含非旅行日)，透過全日期的資料可以看出有較高的乘客比例的乘客一天搭乘次數還是偏低，約有 70% 的乘客平均每日搭乘次數少於一次，平均一天乘坐公車 0.76 次。僅旅行日資料則是指將未記錄到乘客搭乘公車的日子排除在外，將所有搭乘次數除以記錄到乘客搭乘公車日數，

可以發現乘客一天大多搭乘 1 至 2 次，約 69% 的乘客平均每個旅行日乘車次數小於兩次，平均每個旅行日乘坐公車 1.9 次。

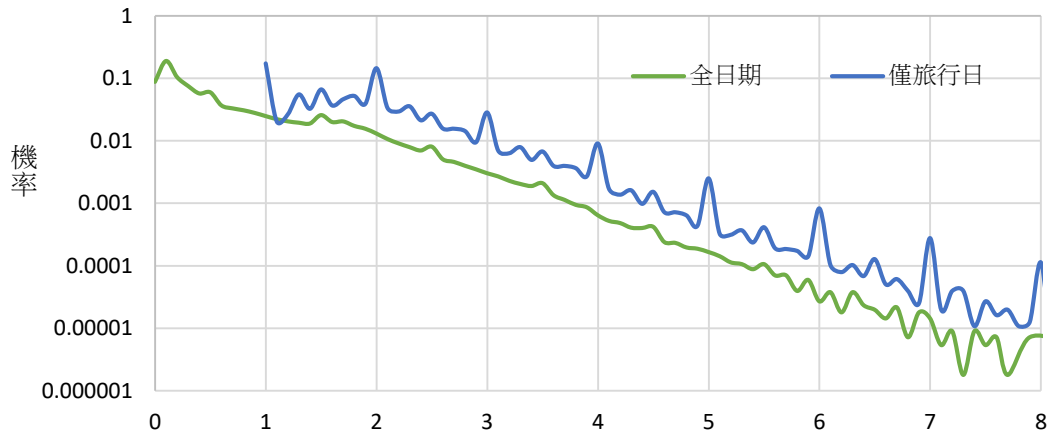


圖 四-2 澳門平均每日搭乘次數機率分佈圖

第一章曾經提及澳門公車站點及路線密集度相當高，高密集度的路線與站點是否會影響乘客的使用，故分析乘客平均每個旅行日使用的不同站點及路線數量，如圖 4-3 所示。根據統計，每天旅客平均使用 2.03 個不同的站點及 1.83 條不同的路線，可以發現每日站點平均使用數較路線平均使用數高，符合多數乘客日常使用情形，乘客往返目的地時，會有較高的機會使用不同的站點，然而路線是相同的，此外可以發現不論在路線數或是站點數上，皆在整數時出現峰值，這可推斷大多乘客平均每個旅行日使用的站點數及路線數皆較為固定。將尺度放大至整個月，每位乘客每個月使用 8.57 個不同站點及 7.24 條不同的路線，顯示乘客未使用很多路線及站點。

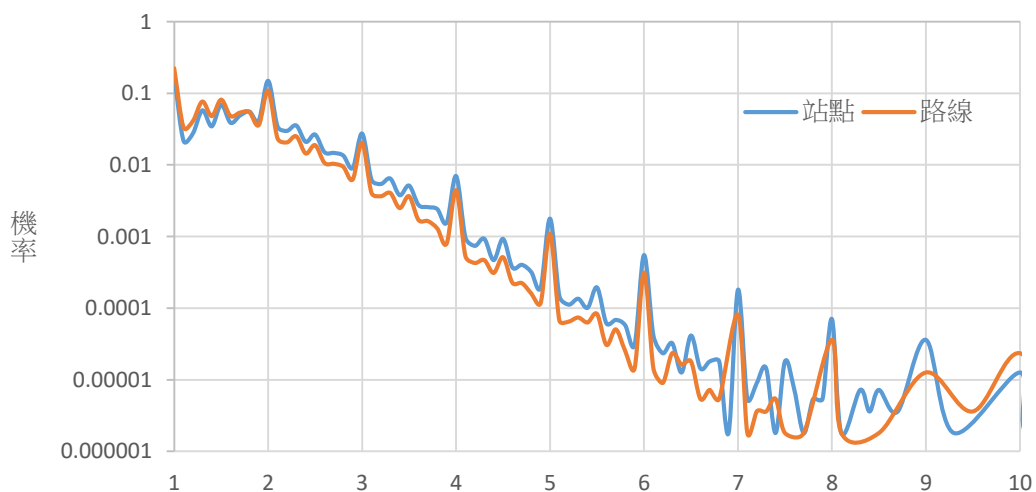


圖 四-3 平均每個旅行日使用之站點數及路線數

4.1.2 澳門旅運行為分析

連續兩次乘客乘車時間首先採用矩陣的方式，如圖 4-4 至 4-6 所示。澳門由於觀光及賭場興盛，澳門居民上午 0 時仍活動頻繁，故矩陣從上午 3 時開始。由圖 4-4 可發現，可以發現大致可以分為兩種類型，第一種為連續兩次乘車時間相同或相近，其中的代表為(7,7)、(8,8)、(15,16)，由於圖 4-4 未考慮跨日問題，也因此有兩個可能性，第一個是乘客短時間搭乘公車，這可能會發生同一時段或下一時段再次搭乘的情形，第二個為每日搭乘一次公車的情形，由圖 4-6 可以看出(7,7)、(8,8)就有較為明顯的固定的每日搭乘情形，依據兩個可能情形，較高比例為跨日同時段搭乘。第二種類型為(7,17)、(8,18)、(17,7)、(18,8)這四個時段，圖 4-5、圖 4-6 同樣也分別顯示相同尖峰時段，可以推斷可能為上下班或上下課通勤，一天搭乘兩次公車的情形相當符合此情境。

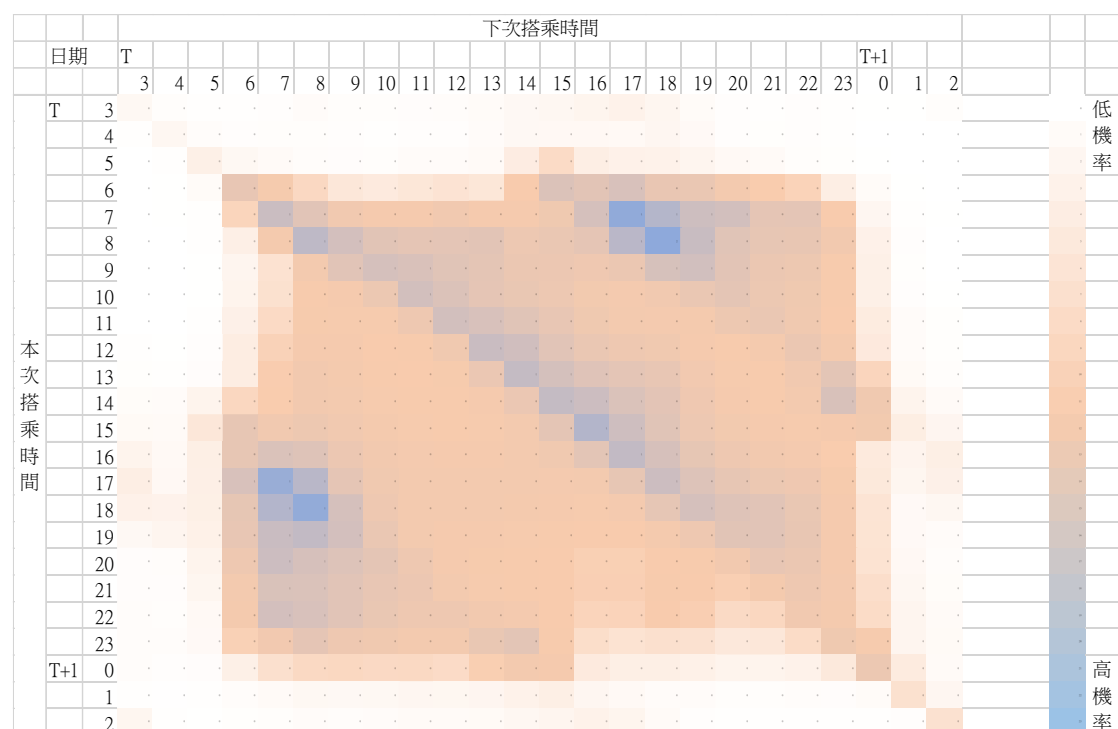


圖 四-4 連續兩次乘車時間分佈矩陣

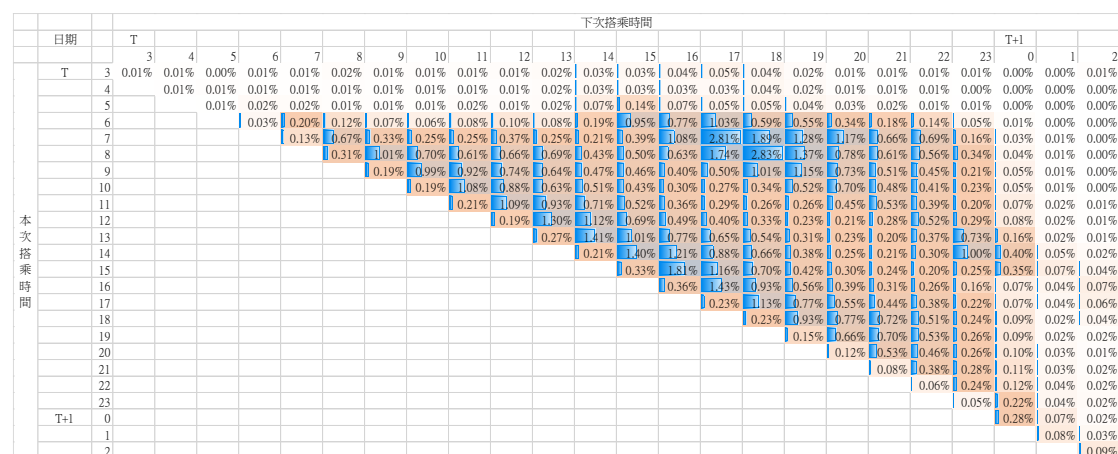
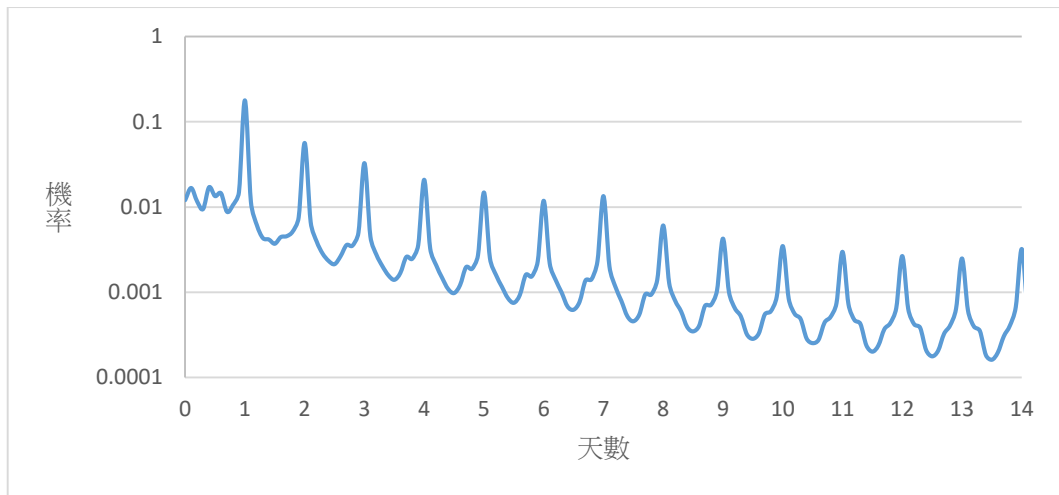
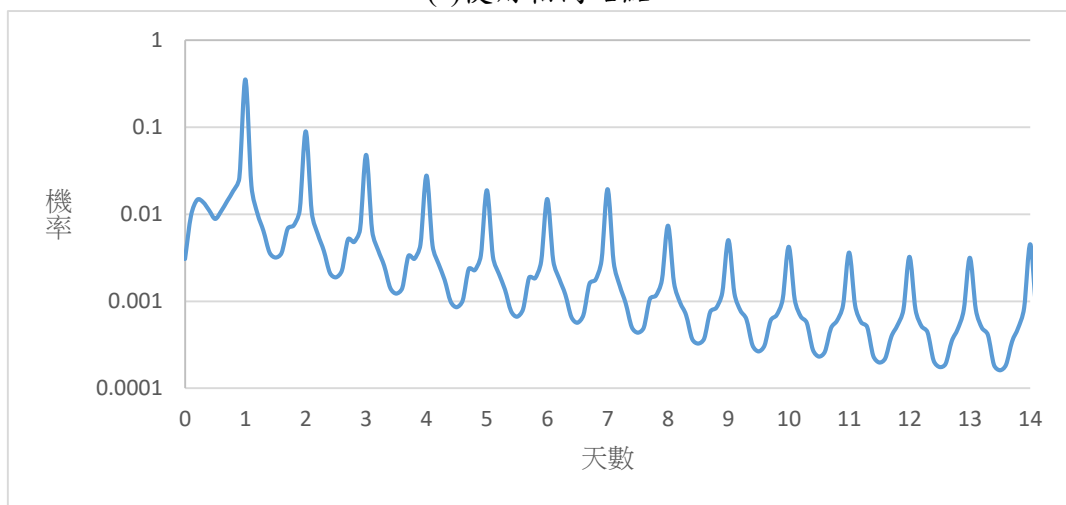


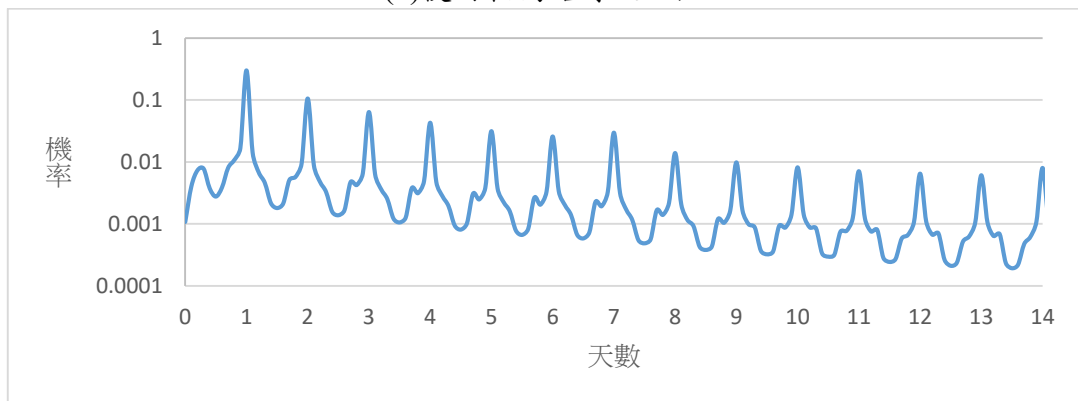
圖 四-5 當日連續兩次乘車時間分佈矩陣



(a)使用相同站點



(b)使用相同路線及站點



(c)使用相同方向路線及站點

圖 四-8 不同條件下連續兩次使用公共運輸與間隔日數機率分布圖

4.1.3 澳門乘客分群

透過前文的研究成果，雖了解澳門的公共運輸的整體旅運特性，然澳門乘客各自的旅運行為是否有所區別需更多研究，因此將所有乘客進行旅運分群，想藉此了解不同分群間的旅運行為特色與分群組成，在此採用 2019 年 7-12 月的資料進行分析，首先會先根據平日資料進行分群，再根據假日資料進行分

群，會首先採用平日資料第一層分群的原因在於平日的搭乘較容易有固定的模式，因此將平日作為第一層的分群，利用 elbow method 顯示出 $K=4$ 時有較好的結果，因此將平日資料分成 4 群，接著利用假日資料將這 4 群資料分別進行二次分群，皆在 $K=3$ 時效果較佳，因此總共將乘客畫分成 12 群，搭乘情形如圖 4-9 所示。

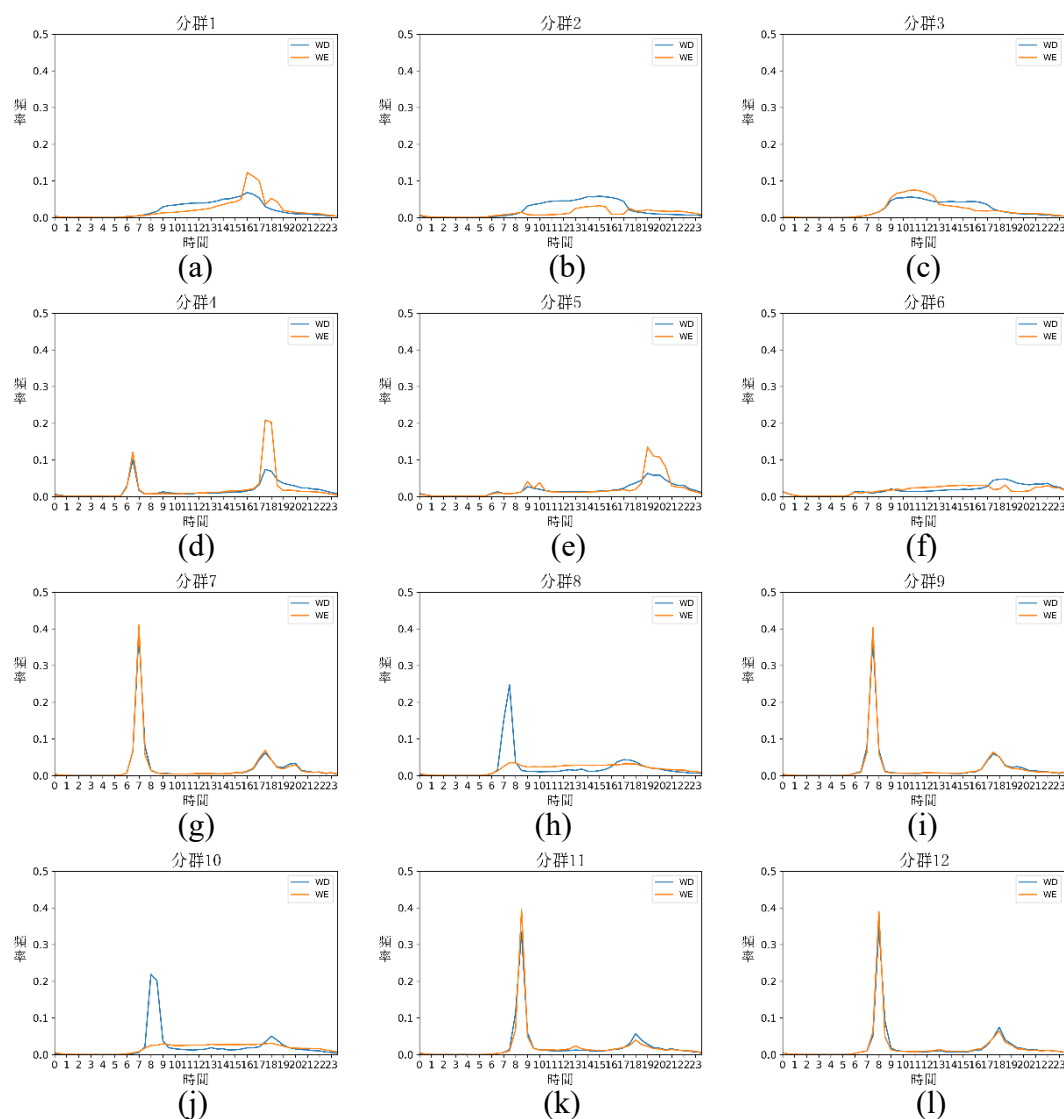


圖 四-9 澳門各群乘客搭乘時段分布圖(WD =平日、WE=假日)

圖 4-9 中每三個小分群為進行平日分群時的同一個分群，即(a)(b)(c)原先為一群，(d)(e)(f)原先為一群依此類推，由圖中可以看分群(g)至分群(l)，皆為以早上搭乘為主，可以看出澳門乘客搭乘確實多以白天搭乘為主，其中分群(h)與分群(j)上午搭乘情況有平日遠多於假日的情形，而分群(a)(b)(c)的平日搭乘情形上下午較為平均，晚上後搭乘逐漸減少，而假日的搭乘就有所不同，依不同分群分別有在上午下午晚上搭乘的情形，分群(d)(e)則有假日搭乘集中在下午及晚上的情形，最後的分群(f)則是全日搭乘無太大的起伏，僅有在平日晚上有較多的搭乘情形。

表 四-1 分群各類乘客佔全體各類乘客百分比

分群	全乘客	普通乘客	長者	學生	行動不便者
a	7.01%	6.50%	11.10%	9.24%	11.04%
b	21.96%	22.09%	25.46%	18.10%	22.78%
c	12.53%	10.87%	37.29%	11.76%	27.26%
d	3.10%	3.35%	1.39%	1.69%	1.39%
e	5.84%	6.27%	2.47%	3.90%	3.39%
f	34.49%	35.89%	13.37%	35.33%	22.12%
g	1.50%	1.68%	0.77%	0.17%	0.54%
h	4.31%	3.51%	2.23%	14.21%	3.62%
i	1.34%	1.47%	0.78%	0.33%	0.91%
j	5.52%	5.72%	3.52%	4.87%	5.54%
k	0.91%	0.98%	0.74%	0.23%	0.60%
l	1.49%	1.66%	0.86%	0.19%	0.83%

表 四-2 各乘客分群搭乘特性一覽表

分群	平日搭乘特性	假日搭乘特性
a	白天搭乘為主，無明顯尖峰	白天搭乘為主，15-19 時為搭乘尖峰
b	白天搭乘為主，無明顯尖峰	白天搭乘為主，12-15 時搭乘比例較高
c	白天搭乘為主，無明顯尖峰	白天搭乘為主，9-12 時搭乘比例較高
d	6-7 時及 17-18 時為尖峰搭乘時段，且晚上搭乘更多	6-7 時及 17-18 時為尖峰搭乘時段，且下午搭乘多過於上午
e	晚上搭乘為主，17-21 時搭乘比例較高	晚上搭乘為主，17-21 時搭乘比例較高
f	晚上搭乘為主，無明顯尖峰	無明顯尖峰搭乘時段
g	白天搭乘為主，7 時與 17-20 時為搭乘尖峰	白天搭乘為主，7 時與 17-20 時為搭乘尖峰
h	白天搭乘為主，7-8 時為搭乘尖峰	無明顯尖峰搭乘時段
i	白天搭乘為主，7-8 時與 17-19 時為搭乘尖峰	白天搭乘為主，7-8 時與 17-19 時為搭乘尖峰
j	白天搭乘為主，7-9 時為搭乘尖峰	無明顯尖峰搭乘時段
k	白天搭乘為主，8-9 時為搭乘尖峰	白天搭乘為主，8-9 時為搭乘尖峰
l	白天搭乘為主，8 時為搭乘尖峰	白天搭乘為主，8 時為搭乘尖峰

4.2 澳門公車站點分群

澳門主要為北邊的澳門半島以及南邊的氹仔與路環澳門兩個區域所組成，公車這兩個區域此做為主要運營區域，共有 417 個站點正在運行，其分布如圖 4-10 所示，可發現澳門的站點分布較集中在澳門半島，而氹仔及路環地區的站牌分布較為分散，這是根據在澳門地區的人口分布，由於住宅及商業繁榮地區多集中在澳門半島地區，因此站點設置才会有如此密集的情形產生，這讓澳門相似站點的情況更加明顯，同時也顯示出澳門進行路線及站點調整的可能性和必要性。

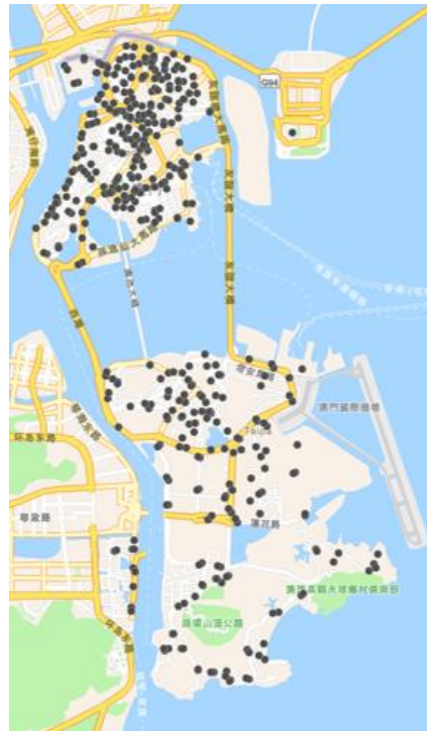


圖 四-10 澳門站點分布圖

為了解公車站點是否有不同的搭乘情形，本研究將透過澳門站點各時段的搭乘量進行分群利用混合階層式 k-means 演算法進行分群。圖 4-11 為不同站點分群搭乘時段分布圖。

階層式 K-means 分群法首先會將所有的站牌按平日各時段搭乘比例將資料分為三群，再將這三群資料分別利用假日各時段搭乘資料個別再分成三群，進行第一次分群時，所有站牌資料根據平日搭乘資料被分為分群(a)(b)(c)、分群(d)(e)(f)及分群(g)(h)(i)三大分群，而後再透過假日搭乘資料將同 1 分群再分別分成 3 個分群，如此產生分群 1 至分群 9 的 9 個分群。由圖中可發現，隨著站點的不同有不同的搭乘時段高峰，如表，分群(a)(b)(c)搭乘之尖峰時段在平日上午，分群(d)(e)(f)(g)則是平日傍晚搭乘人數較多，分群(h)則是夜間使用這較多，而分群(i)則是凌晨為搭乘尖峰。而後將分群的站點標示在地圖上，如圖 4-12 與圖 4-13 所示。

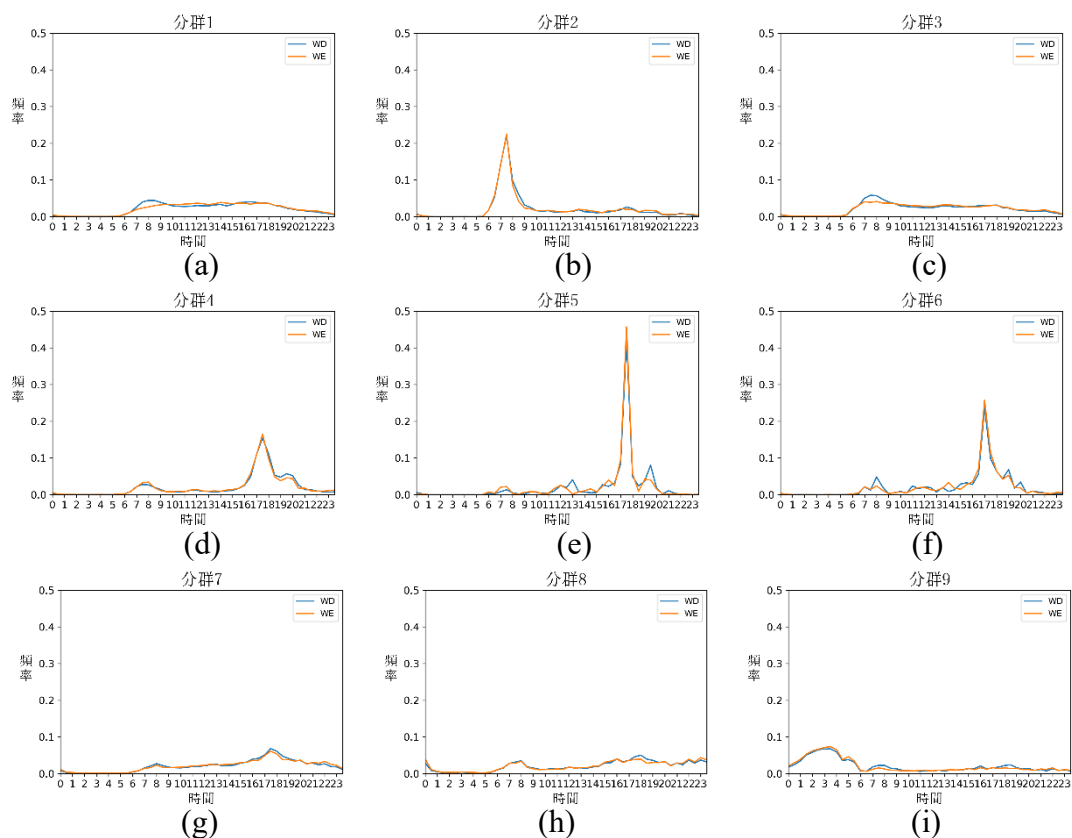


圖 四-11 各站點分層分群搭乘時段分布圖

表 四-3 各站點分群搭乘特性及站牌數一覽表

分群	澳門半島站數	氹仔與路環站數	平日站牌特性	假日站牌特性
a	116	54	上午 7-9 時使用者略多	無明顯尖峰
b	2	2	上午 7-9 時為使用尖峰	上午 7-9 時為使用尖峰
c	75	27	上午 7-9 時使用者略多，比分群 a 使用者更為集中	無明顯尖峰
d	0	14	下午 16-20 時為使用尖峰	與平日情況相似
e	1	1	下午 17-18 時為使用尖峰且非常集中	下午 17-18 時為使用尖峰
f	0	4	下午 16-18 時為使用尖峰，上午 8-9 時亦有使用較多情形	下午 16-18 時為使用尖峰
g	26	45	下午 17-19 時使用者略多	與平日情況相似
h	23	22	夜間時段使用者略多	與平日情況相似
i	4	1	以凌晨為主要使用時段	與平日情況相似



圖 四-12 各站點分群於澳門本島之分布



圖 四-13 各站點分群於氹仔及路環之分布

由圖 4-12、圖 4-13 可以看出同一分群的站點分布較為集中，而澳門半島西部及北部為分群(a)與分群(c)的站點，而澳門半島大堂區則有分群(g)與分群(h)的站點分布，氹仔同為分群(a)與分群(c)的站點較多，路環區北部為分群(d)的站點為主，而路環南部則以分群(g)與分群(h)最多。

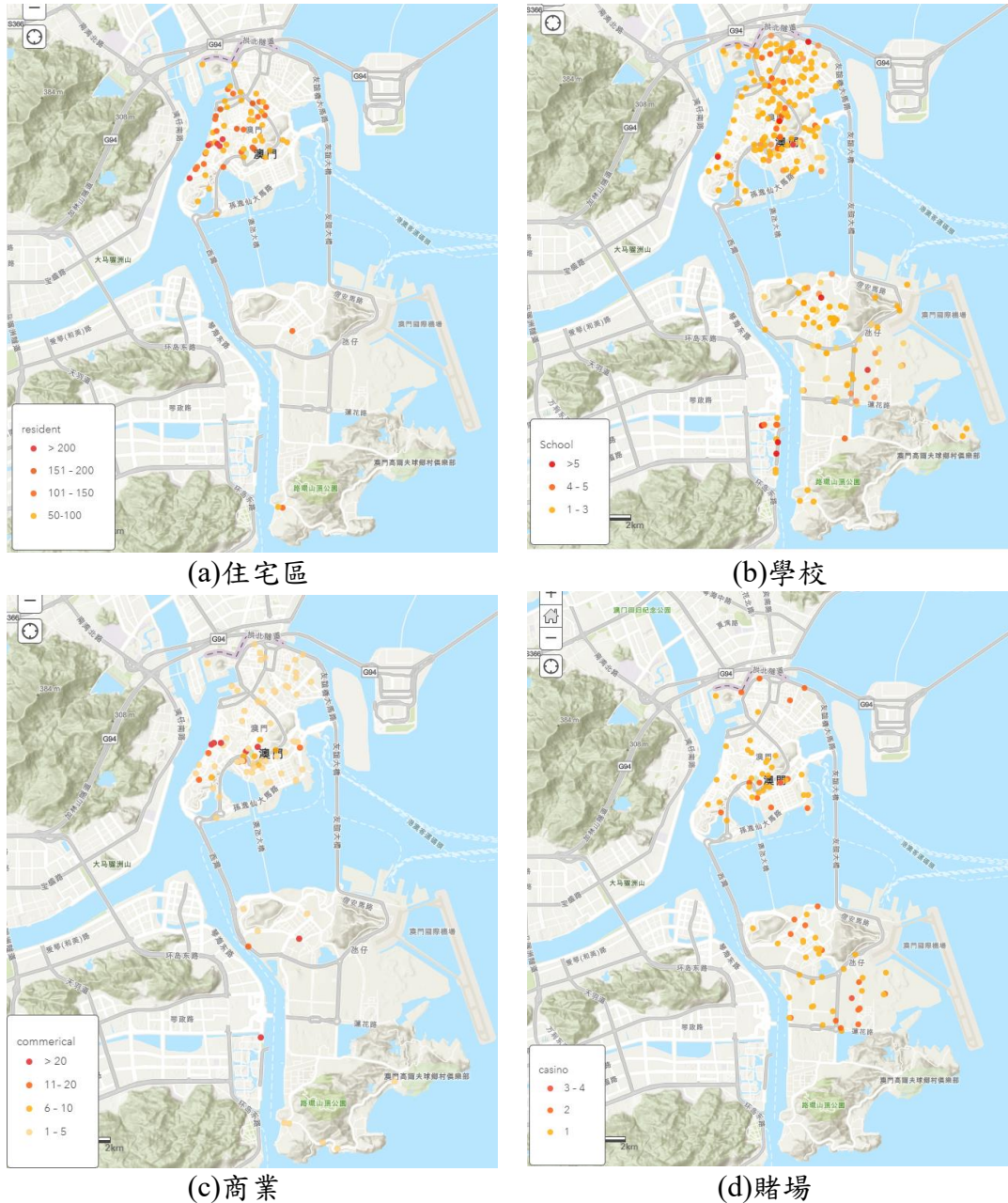


圖 四-14 各站點附近符合之土地使用數

將站牌進行分群後，欲找出如此分布之原因，檢核各站點分群的分布對於澳門居民生活習慣有無關聯，因此本研究結合澳門實際的土地使用進行分析，找出各站牌分群的實際使用情形是否能與之相對應，本研究與澳門大學合作，檢核各站牌附近 100 公尺內的土地使用，而站牌附近的土地使用情形如圖 4-14 所示，圖 4-14 為各站點附近之各項土地使用個數。在此可以看出澳門的商業與住宅中心以澳門半島為主，進行比對後可以推斷分群(a)為主要使用者，而站點搭乘情形為圖 4-14(a)，可以發現乘客在平日上午有較高的搭乘比例，然而住商混合的情況下，住宅及商業無法明顯區分。學校則主要分布於澳門半島中部以及氹仔與路環西側的澳門大學，站點搭乘情形為圖 4-10(g)，是以平日下午及傍晚有較高之搭乘比例，這點可以與前文所述之圖 4-1 相呼應，澳門的乘客搭乘平日上午多於下午，假日搭乘則無明顯起伏，上午搭乘情況則低於下午，這可以推斷為與大學與中小學學生的上課時間不同而產生的差異。商業部分接近分

群(a)，同樣接近澳門乘客搭乘情形。而賭場則較接近於分群(h)，搭乘情形為圖 4-10-(h)，這部分可以看出除了上下午各有一尖峰外，接近零時還有較高的搭乘情形。

4.3 路線調整分析

4.3.1 路線調整候補篩選

本研究結合路線基本資料與電子票證資料進行分析，透過 3.4 小節的路線分析方法，嘗試針對澳門現有公車路線的調整方向提出建議。

過去的路線調整選擇方式（以下稱方案一）多僅以路線日均搭乘數為主要考量，將搭乘量低的路線停止營運或與現有路線進行合併。因此本研究除搭乘數外，將考慮乘客對該路線之依賴程度及是否有其他替代路線可供選擇（以下稱方案二），以營運小時平均搭乘數、固定使用乘客數、乘客平均使用間隔日數三項資訊作為判斷依據，避免刪除了部分較弱勢或沒有其他選擇的乘客所依賴之路線。

固定使用乘客數為固定使用特定路線的乘客，代表其為對該路線有較高的依賴性，本研究將該路線固定使用乘客定義為搭乘澳門公車超過 10 次的乘客中該路線使用率佔 30%以上，根據本研究統計，固定使用乘客佔全體的 9.28%，近一成的乘客對於特定路線有所依賴，因此相較而言更加重要。

方案一僅分析路線日均搭乘數，其方法是將平均每日乘客搭乘進行排序，將搭乘最少的前 20 條路線篩選出來，將其列為路線候選名單，其結果如表 4-4 所示，最終設定日均搭乘數在 3500 人以下進入候選名單，共計有 23 條路線，同樣方案一排除政策目的設置路線後剩餘 13 條路線，這些路線往往會被視為調整的優先候補名單。

方案二改以營運小時平均搭乘數、固定使用比率、乘客平均使用間隔日數指標，營運小時平均搭乘數可以讓解決短時段營運日均搭乘數較差的問題，而固定使用比率同時衡量了固定使用者數與日均搭乘數，使用日均乘客數進行衡量，可以做為論每日的固定使用者的指標，最後的乘客平均使用日數為固定使用者找出其搭乘頻率，其搭乘頻率短，表示乘客較常搭乘該路線。

透過以上的三項指標，需找出 21 條可能需要調整的路線候選，由於有三項指標無法直接進行排序，因此改為其訂定指標，使三項指標同時符合的路線數接近 20 條，此研究最終將同時符合營運小時平均搭乘數後 60%、固定使用比率後 60%、乘客平均使用間隔日數前 60%的路線列為需要調整的路線候選，對應至流程圖(X_n, Y_n, Z_n)的分別為 $X_n=465$ 人、 $Y_n=0.8$ 及 $Z_n=2.21$ ，同時符合三項條件的路線列為路線候補名單，結果發現共有 21 條可能需要調整的路線候補，其路線如表 4-5 所示。在分析其路線調整可行性後，發現路線 5AX 為每日營運時段低於 6 小時的路線，可判斷為是基於通勤尖峰的需求而設立之特殊路線，路線 H1、路線 H2 為方便澳門民眾至澳門山頂醫院特別開闢之路線，其功能主要為

醫院接駁，這 3 條路線當初設置有其政策目的，因此不列入優先路線調整的考量中，排除 3 條路線後，剩餘 18 條路線。

由表 4-4 與表 4-5 可發現路線候選名單部分不重疊，其中兩方案重疊的路線為路線 6B、路線 29、路線 35 等 7 條路線，表示這些路線進行路線調整本身較無爭議。而僅出現在方案一的路線為路線 15、路線 21A、路線 39 等 6 條路線，這些路線僅在方案一中出現的路線為僅考量搭乘數進行路線調整時可能會被考量而更動之路線。最後是僅出現在方案二出現的路線為路線 2A、路線 4、路線 6A 等 10 條路線，這些路線是根據方案二所新增需要被考量調整的路線，後續將進一步討論兩方案路線，討論後續調整的合理性。

表 四-4 方案一路線調整候補名單

路線	日均搭乘數	相似路線	相似度
15	1128	28BX	0.33
21A	3214	52	0.50
28A	3339	N5	0.33
29	2029	15	0.15
35	1192	50B	0.46
36	2144	6B	0.18
37	710	5	0.64
39	2476	23	0.31
50B	1579	MT2	0.47
6B	1083	34	0.61
MT1	3246	26A	0.52
MT2	2020	50B	0.37
MT5	1672	28BX	0.66

表 四-5 方案二路線調整候選名單

路線	營運小時平均 搭乘數 (人數)	固定使用比率 c_i	乘客平均使用 間隔日數 D_i (日數)	一天的營運時間 (小時)
2A	335.2	0.61	2.49	16:55
4	232.5	0.62	2.53	18:10
5AX	304.4	0.09	3.87	02:30
6A	380.9	0.52	2.65	17:20
6B	62.8	0.34	3.03	17:15
8A	344.8	0.20	2.85	17:00
9	288.0	0.27	2.54	19:25
9A	425.9	0.43	2.65	19:25
18	220.2	0.16	2.62	18:55
19	412.1	0.54	2.57	17:45
26	379.2	0.28	2.26	17:30
29	172.7	0.06	2.93	11:45
35	80.8	0.66	2.47	14:45
36	127.4	0.61	2.3	16:50
37	41.8	0.37	2.21	17:00
18A	404.3	0.56	2.39	17:16
18B	463.1	0.35	2.56	15:00
H1	56.2	0.19	3.13	13:00
H2	18.3	0.75	4.25	13:30
MT1	190.9	0.55	2.49	17:00
MT2	137.0	0.55	2.46	14:45

表 四-6 兩方案路線候補名單一覽表

路線	符合方案一之評估方式	符合方案二之評估方式
路線 15	V	
路線 21A	V	
路線 28A	V	
路線 39	V	
路線 50B	V	
路線 MT5	V	
路線 6B	V	V
路線 29	V	V
路線 35	V	V
路線 36	V	V
路線 37	V	V
路線 MT1	V	V
路線 MT2	V	V
路線 2A		V
路線 4		V
路線 5AX		V
路線 6A		V
路線 8A		V
路線 9		V
路線 9A		V
路線 18		V
路線 18A		V
路線 18B		V
路線 19		V
路線 26		V
路線 H1		V
路線 H2		V
路線 6B		V
路線 29		V
路線 35		V
路線 36		V
路線 37		V
路線 MT1		V
路線 MT2		V

方案一的候選名單有路線 15、路線 21A、路線 39 等 6 條路線，加入重疊的 7 條重疊路線，共 13 條路線，以營運區域進行劃分，其中 2 條路線運行於澳門本島，7 條路線為運行於澳門本島與氹仔路環之間的路線，4 條路線運行與氹仔與路環。扣除新方案一重疊路線後，運行澳門本島與氹仔路環路線有 5 條，

運行於氹仔與路環的路線有 1 條，由營運區域可以看出方案一的候選名單中運行於兩島之間的比例較高。

根據方案一候補名單挑選路線 15、路線 21A、路線 39 作為代表路線。首先為路線 15，此為一條僅運行於氹仔與路環的公車路線，挑選此路線的原因為此為方案一中僅運行於氹仔與路環的唯一路線，其路線地圖如圖 4-15 所示。服務時間為 6:00 至 19:00，服務時長共 13 小時，而其班距為 30-35 分鐘一班。由路線基本資料可以了解到，本班次本身服務的區域為澳門郊區，因此乘客較少，其班距也較長，同時反應出日均乘客數較低的情形。然而乘客平均使用間隔日數數中顯示出連續使用間隔日數為 1.90 日，可以顯示出乘客對該路線的搭乘依賴度高，從路線基本資料及乘客平均使用間隔日數皆可看出，此路線並非優先調整路線。

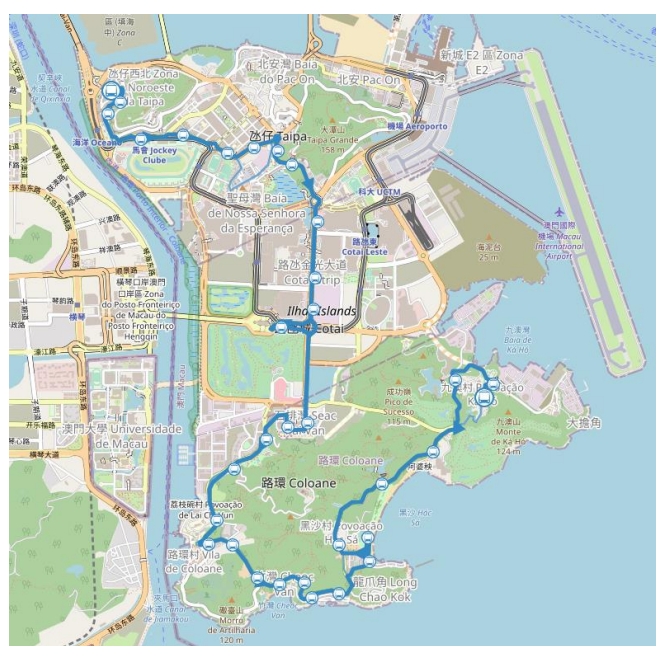


圖 4-15 澳門巴士 15 路線地圖

路線 39 為運行於澳門半島大堂區和氹仔的公車路線，此路線與路線 28A、路線 50B、路線 MT5 有一定程度的相似性，其路線圖如圖 4-16 所示。服務時間為 6:00 至 24:00，服務時長共 18 小時，而其班距為平日尖峰 10-12 分鐘一班，平日離峰 12-25 分鐘一班，假日 12-18 分鐘一班。該路線僅運行於大堂區與氹仔，且停靠站點較少，可推論此路線設置原因為連結澳門半島與氹仔路環，乘客可以透過該路線來往氹仔與大堂區，而後透過其他路線公車轉乘到達目的地。跨島營運的路線對於大部分乘客的日常需求較低，路線 39 的乘客平均使用間隔日數 1.49 日，顯示出此路線乘客對於該路線依賴度高，部分乘客有固定的跨島需求，不僅路線 39，其餘路線亦有乘客平均使用間隔日數較短的情形。

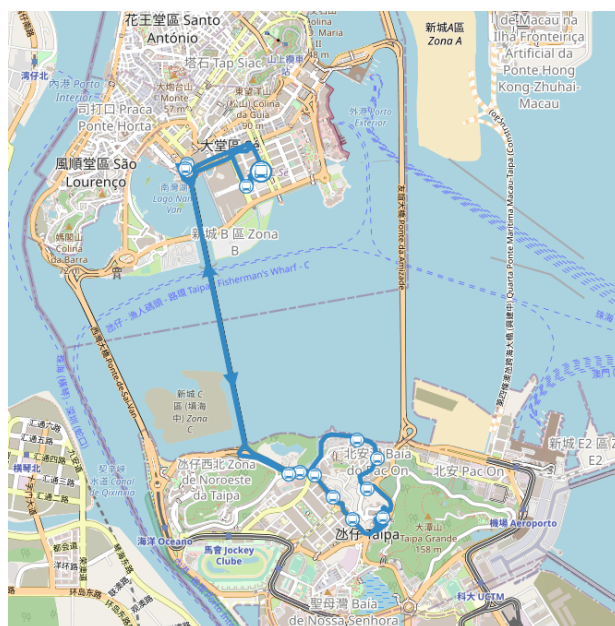


圖 四-16 澳門巴士 39 路線地圖

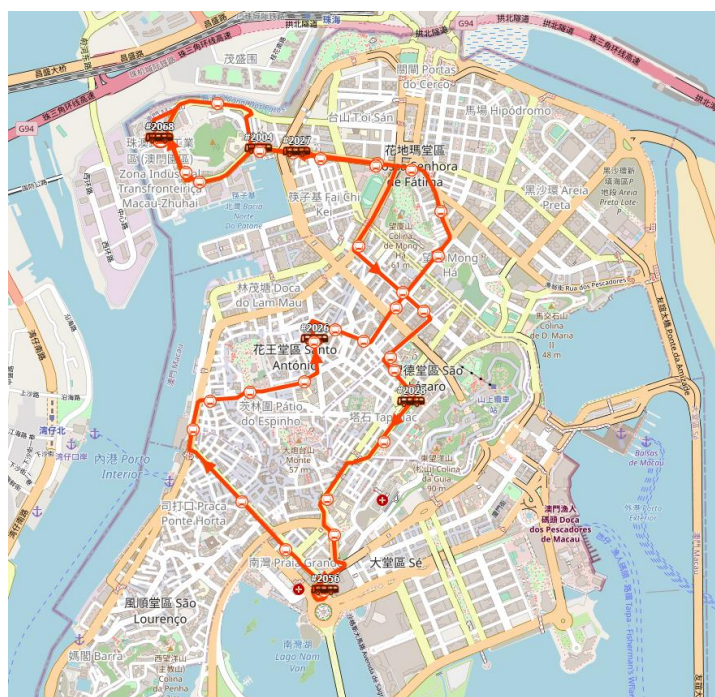
路線 21A 為澳門公車中，營運路線相當長的路線，其營運區域為澳門半島的大堂區、氹仔與路環，其路線圖如圖 4-17 所示。服務時間為 6:20 至 23:30，服務時長共 17 小時 10 分，而其班距為平日尖峰 20-24 分鐘一班，平日離峰 26-30 分鐘一班，假日上午 10 時至下午 20 時 16-20 分鐘一班，其餘時段 20-30 分鐘一班。路線 21A 結合路線 15 與路線 39 特性，除了跨島營運外，澳門郊區亦為服務範圍，這部分同樣可以根據乘客平均使用間隔日數看出，路線 21A 的乘客平均使用間隔日數為 1.65 日，表示該路線對於乘客有相當高的依賴性。



圖 四-17 澳門巴士 21A 路線地圖

方案二的候選名單有路線 2A、路線 4、路線 6A 等 11 條路線，以營運區域進行劃分，加入重疊的 7 條重疊路線，共 18 條路線，以營運區域進行劃分，其中 12 條路線運行於澳門本島，3 條路線為運行於澳門本島與氹仔路環之間的路線，3 條路線運行與氹仔與路環。扣除方案一重疊路線後，運行澳門本島路線有 10 條，運行於澳門本島與氹仔路環路線有 1 條，由營運區域可以看出方案二的候選名單中運行於澳門本島較多。

方案二路線候選名單挑選路線 8A、路線 18 以及路線 26 作為代表路線。分別選擇路線 8A 以及路線 18 的原因為兩條路線重疊度較低，且各自的路線分別與其他方案二候選路線相似，路線 8A 與路線 18 的路線圖分別如圖 4-18 以及圖 4-19 所示。路線 8A 服務時間為 6:30 至 23:30，服務時長共 17 小時，而其班距為不分平假日 8-12 分鐘一班。路線 18 服務時間為 6:00 至隔日 01:10，服務時長共 19 小時 10 分，而其班距為平日尖峰 14-18 分鐘一班，平日離峰 18-22 分鐘一班，假日上午 6 時至下午 20 時 18-22 分鐘一班，其餘時段 20-24 分鐘一班。由這兩條路線可以發現一個很有趣的現象，即使為班距短的公車亦被列入路線調整名單的行列中，會造成這部分的原因即為原方案中僅以乘客數作為唯一指標，如此容易導致班距長、較偏遠地區的路線被列入優先調整路線名單，因此在方案二中，除了原來乘客數外，更加關注於固定使用者。



以路線 8A 為例，每日平均使用者有 5862 人，該路線雖比起本研究列出方案一中最多乘客搭乘路線多出 75.6% 的人次，但是在全路線表現正好落在中位數的位置，表現並不算出色，同時乘客為固定使用者的人數為 1199 人，平均乘客使用間隔日數為 2.85 日，這兩項指標顯示出乘客未對該路線產生依賴，表示這條路線若是進行調整，會影響到較少的路線固定使用者。

路線 26 營運區域包含花蒂瑪堂區、花王堂區、風順堂區以及氹仔與路環，其路線圖如下圖 4-20 所示。服務時間為 6:20 至 23:30，服務時長共 17 小時 10 分，而其班距為平日尖峰 16-20 分鐘一班，平日離峰 20-25 分鐘一班，假日上午 6 時至下午 20 時 20-23 分鐘一班，其餘時段 23-25 分鐘一班。該路線同樣顯示乘客為固定使用者的人數為 1873 人，平均乘客使用間隔日數為 2.26 日，表示乘客於該路線並無明顯的依賴性。



圖 四-20 澳門巴士 26 路線地圖

根據 6 個代表路線顯示出方案一與方案二的差異之處，當中明顯可以看出方案一中許多氹仔與路環區的路線被排除，該區本來人口就有較少的情形，因此日均搭乘數較低，但顯示出當地的公車有較高的依賴。方案二中可以發現有許多澳門本島的路線，澳門本島的人口數多，公車路線也較多，公車搭乘的人口基數也較高，因此會出現許多在方案一中較不容易出現的澳門本島路線，而這些路線雖然搭乘人口較方案一稍高，但乘客較不依賴該路線，這可能表示有其他替代路線可供選擇，才會降低其依賴程度。

4.3.2 路線整併移除合理性

根據流程圖篩選後，方案二共計有 17 條路線，然而並非所有的路線皆適合進行路線整併或移除，其原因為部分起迄點僅有該路線進行服務，不論透過直達或轉乘的方式皆無法抵達，或是需要花費相當長的時間才可抵達，這些路線則會建議採用減班的方式。

然而將路線所有的起迄對進行搭乘路線時間及路線替代的分析是非常耗時且無效率的，原因為單一路線中相近的站點會有相互影響的情形，且會產生相近的結果，因此僅選擇了其中 4-5 個站點做為該路線的代表站點，其站點的選擇盡量分散，以求達到最完整的路線替代情形與搭乘時間結果。在此選擇部分較具有代表性的路線進行路線整併移除可行性分析。

首先為在前文中提到的路線 8A，其可替代路線如表 4-7 所示，表 4-7 顯示澳門巴士路線 8A 並無不可替代的起迄點，而表 4-8 及表 4-9 所示選擇替代路線後的旅行時間大多反而減少，無替代後大幅增加的情形，甚至產生如 M172/1 到 M267 的替代路線旅行時間更短的情況產生，故可以判斷澳門巴士 8A 路線可列入整併移除的候補名單。將路線 8A 與可替代路線 8A、101X、23 進行疊圖，如圖 4-21 所示，可以發現疊圖能夠替代路線能大致對應到該路線，僅有少部分未重疊，未重疊部分多與其他路線相近，屬於服務範圍內，顯示出澳門路線 8A 可被其他路線所替代。

表 四-7 澳門巴士 8A 路線各起迄點其他可替代之路線

	M267	M83	M172/1	M201	M28/1
M267		8	8	非最佳路線	非最佳路線
M83	23		2A	17	12
M172/1	23	非最佳路線		101X	22
M201	26→23	18	非最佳路線		19
M28/1	8	非最佳路線	非最佳路線	非最佳路線	

表 四-8 澳門巴士 8A 路線各起迄點旅行時間

	M267	M83	M172/1	M201	M28/1
M267		18	26	非最佳路線	非最佳路線
M83	19		8	22	8
M172/1	37	非最佳路線		15	26
M201	23	8	非最佳路線		12
M28/1	11	非最佳路線	非最佳路線	非最佳路線	

表 四-9 澳門巴士 8A 路線各起迄點替代路線旅行時間

	M267	M83	M172/1	M201	M28/1
M267		19	29	非最佳路線	非最佳路線
M83	17		11	6	7
M172/1	28	非最佳路線		12	18
M201	15	7	非最佳路線		10
M28/1	12	非最佳路線	非最佳路線	非最佳路線	

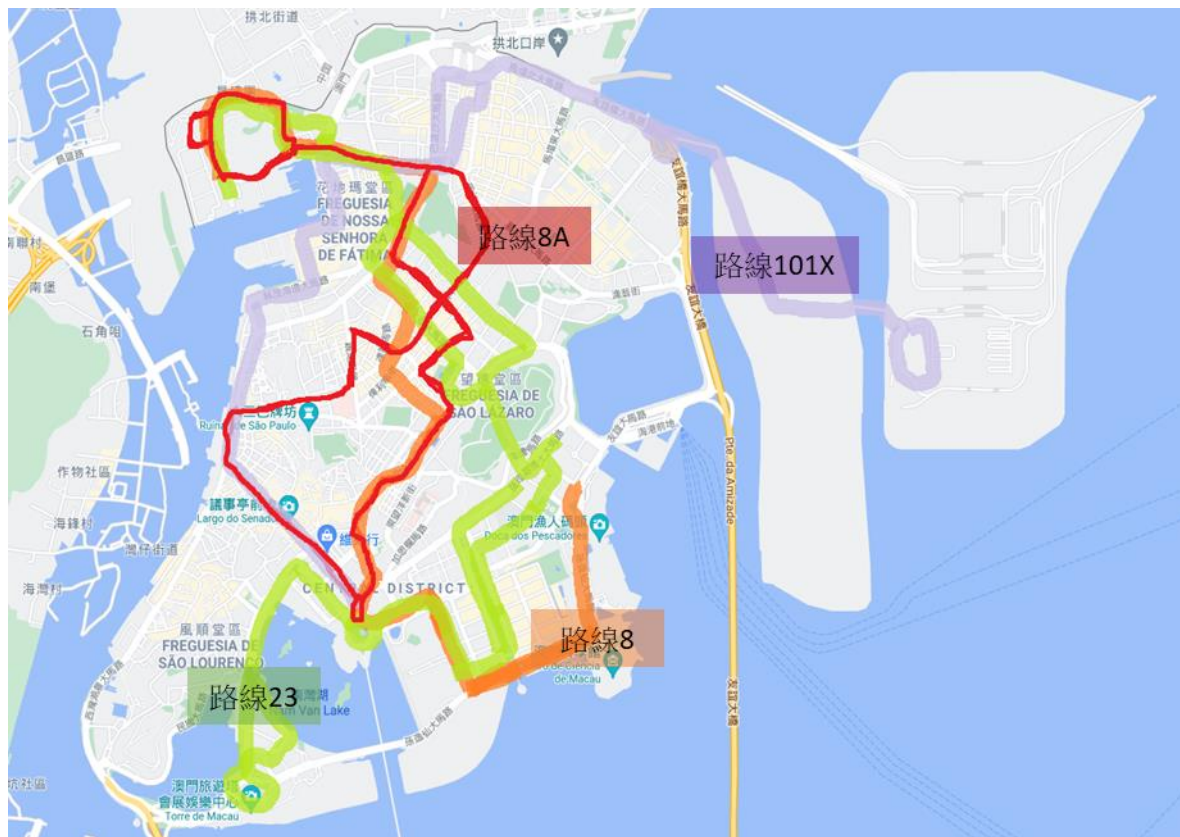


圖 四-21 路線 8A 與代表替代路線 8、101X、23 疊圖

澳門巴士路線 26 則為另一個例子，可替代路線如表 4-10 所示，當中有三個迄點為 T356/1 的站牌無其他更適合的替代路線，因此若是直接進行路線整併或移除，將可能導致要前往 T356/1 站牌的乘客無其他選擇，因此建議改採用減班延長班距的方式。路線 26 與代表替代路線 MT4、15 疊圖如圖 4-22 所示，可

發現大部分都有被覆蓋，然少部分未被覆蓋並無其他服務範圍內的路線可抵達。

表 四-10 澳門巴士 26 路線各起迄點其他可替代之路線

	M95/3	M139/2	T332/2	T356/1	C659
M95/3		MT4	MT4	51A	非最佳路線
M139/2	MT4		MT4	無替代路線	非最佳路線
T332/2	MT4	MT4		無替代路線	15
T356/1	非最佳路線	非最佳路線	非最佳路線		51A→15
C659	非最佳路線	非最佳路線	15	無替代路線	

表 四-11 澳門巴士 26 路線各起迄點旅行時間

	M95/3	M139/2	T332/2	T356/1	C659
M95/3		20	38	55	非最佳路線
M139/2	18		20	無替代路線	非最佳路線
T332/2	41	27		無替代路線	43
T356/1	非最佳路線	非最佳路線	非最佳路線		26
C659	非最佳路線	非最佳路線	40	無替代路線	

表 四-12 澳門巴士 26 路線各起迄點替代路線旅行時間

	M95/3	M139/2	T332/2	T356/1	C659
M95/3		16	32	36	非最佳路線
M139/2	14		17	無替代路線	非最佳路線
T332/2	33	23		無替代路線	29
T356/1	非最佳路線	非最佳路線	非最佳路線		23
C659	非最佳路線	非最佳路線	30	無替代路線	

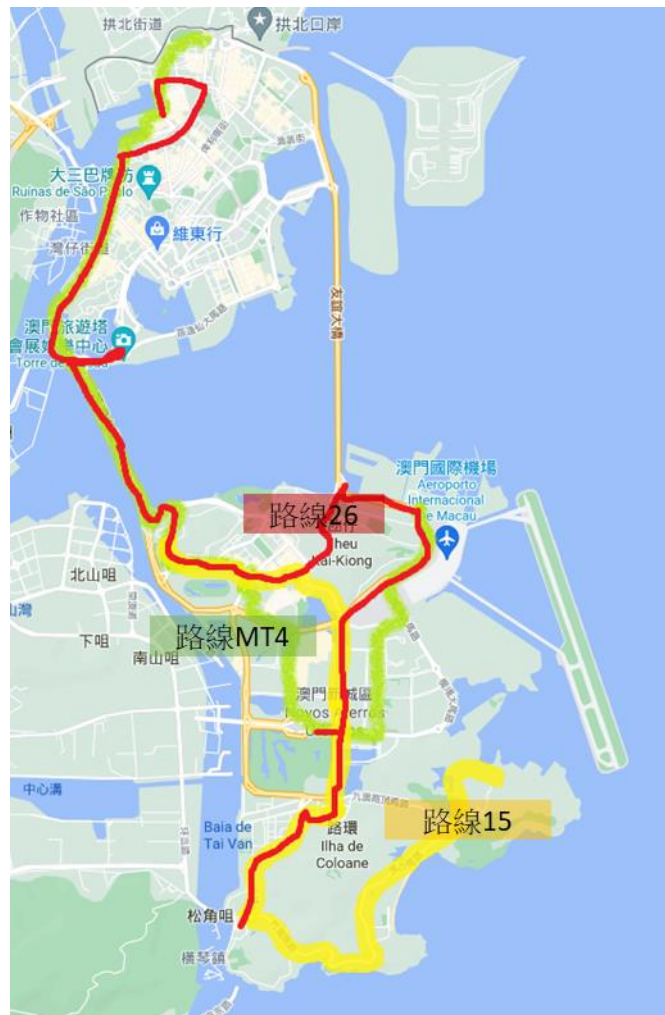


圖 四-22 路線 26 與代表替代路線 MT4、15 疊圖

澳門巴士路線 2A 為另一個路線，可替代路線如表 4-13 所示，可以得知路線 2A 沒有無法替代的起迄點，然而表 4-14 與表 4-15 顯示，改搭乘 2A 路線的替代路線後，其中 5 個起迄點增加超過 5 分鐘的旅行時間，這佔了所有起迄點的 1/4，因此將路線 2A 進行整併或移除時可以合理推斷會增加許多旅行時間。

表 四-13 澳門巴士 2A 路線各起迄點其他可替代之路線

	M2/3	M233	M73/1	M153	M172/17
M2/3		18A	18A	18A	3A
M233	MT3		18	18B	3A
M73/1	18A	18A		9A	12
M153	12→AP1	28B	2		8A
M172/17	29→30	10B	22	7	

表 四-14 澳門巴士 2A 路線各起迄點旅行時間

	M2/3	M233	M73/1	M153	M172/17
M2/3		6	15	19	23
M233	10		7	10	14
M73/1	22	13		3	7
M153	26	20	12		4
M172/17	32	23	14	11	

表 四-15 澳門巴士 2A 路線各起迄點替代路線旅行時間

	M2/3	M233	M73/1	M153	M172/17
M2/3		6	15	18	28
M233	7		8	12	18
M73/1	32	23		4	8
M153	31	26	11		5
M172/17	25	19	15	12	

透過利用巴士報站 APP 分析替代路線，判斷方案二的路線是否適合整併移除，不建議整併與移除的路線條件為 10% 以上的站牌起迄對沒有其他的替代路線，或是替代路線的旅行時間比原路線多 10 分鐘以上，符合其中一項條件的路線，將不建議作為路線整併或移除的候補路線，根據以上條件將可以得出所有 17 條路線是否適合進行路線整併移除，其結果如表 4-16 所示。其中有 12 條為路線整併移除候補路線，6 條為不適合路線整併移除，因此將其列為減班候補路線。由表可以發現有部分路線同時出現在建議調整路線與替代路線，例如 18A、2A、19，這些路線同時被判定為建議調整，又同時被列為其他路線的替代路線，會出現的原因在於表中的路線是分別判定，表中各路線之間並無直接性的關聯，因此會有同時為建議調整路線與替代路線的情形。

表 四-16 路線調整建議結果

建議調整之 候選路線	可改搭之替 代公車路線	替代路線最 大時間差 (分鐘)	建議路線整 併或移除	建議減班	建議不調整
路線 2A	3A、18A	7-10		V	
路線 4	8A、3X	2-4	V		
路線 5AX	無	N/A			V(營運時 間較短路 線)
路線 6A	2、33	N/A		V(有 2 組 不可替代站 點起迄對)	
路線 6B	11、28B	N/A		V(有 3 組 不可替代站 點起迄對)	
路線 8A	8、23	3-5	V		
路線 9	5、16	2-4	V		
路線 9A	25B	6-8	V		
路線 18	9A、25B	3-6	V		
路線 18A	2A、19	3-5	V		
路線 18B	2	1-2	V		
路線 19	12、25B	3-4	V		
路線 26	MT4、15、 51A	N/A		V(有 3 組 不可替代站 點起迄對)	
路線 29	28B	3-5	V		
路線 35	50B	N/A	V		
路線 36	MT1、26、 51A	6-8	V		
路線 37	26	N/A		V(有 4 組 不可替代站 點起迄對)	
路線 MT1	50B、26A	7-11		V	
路線 MT2	50B、52、 71、11	2-3	V		
路線 H1	無	N/A			V (服務 醫院之路 線)
路線 H2	無	N/A			V (服務 醫院之路 線)

第五章 結論與建議

5.1 結論

本研究為 2019 年下半年進行研究，針對時間、站牌、路線三大面向進行討論，本研究先著重討論澳門乘客的旅運行為，透過澳門乘客的旅運行為，尋找澳門乘客的基本旅運特性，並利用混合階層式 K-means 演算法分別透過平假日資料將乘客搭乘進行分群，接著使用相同演算法將站點進行分群，推論各站牌特色，並與土地使用特性進行比對，驗證推論合理性，最後討論澳門現有路線，除日均乘客數指標外，亦討論固定使用者及乘客使用路線的平均間隔日數，定義出被依賴的路線，根據三項指標，提出路線調整的候選路線，並根據公車替代路線與旅行時間推斷進行路線調整是否有其可行性，進而得出部分結論。

1. 澳門乘客白天的旅運行為集中於上午時段，顯示出每日一次搭乘乘客較高比例集中於上午。除白天旅運行為外，相較於午夜仍有高峰的情形，這點與旅遊博弈業的興盛相互呼應，因此在澳門進行大眾運輸規劃時仍須考量午夜乘客需求。此外澳門公車站點及密度雖相當高，結果卻顯示出平均每位乘客每個月使用不同站點及不同路線的數量並未因站點與路線密度高而大幅增加。
2. 根據連續兩次乘車時間矩陣與間隔日數機率分布圖，每日固定單次搭乘落在上午比例高於下午及夜晚，每日兩次搭乘的則為上午 7-8 時與下午 17-19 時，與通勤尖峰時段重疊，結合連續兩次使用間隔日數資料，當接近整數時會有峰值的產生，且條件越嚴謹時，峰值更加明顯的情形，顯示出會在固定時段進行搭乘的乘客較多。
3. 根據乘客搭乘時間資料分成 12 群，顯示出有澳門乘客以白天搭乘為主，其中各分群間有差異，將分群資料對應乘客分布，可以發現其中乘客數較多的分群(f)為平日夜晚搭乘，且多為普通乘客與學生，而長者與行動不便者則主要為分群(b)與分群(c)，主要搭乘時段為白天，唯一差別在於假日搭乘時段的不同。
4. 將乘客搭乘站牌分成 9 群，資料結合澳門土地分區資料，部分分群可以對應如學校與賭場的分布，然而澳門的住商混合情形，因此在站牌對應土地使用分區上僅有部分的準確程度，並無法完全對應。
5. 本研究透過兩個方案進行比較，方案一僅考量日均乘客數，方案二則考慮乘客對於路線的依賴程度，採用營運小時平均搭乘數、固定使用比率、乘客平均使用間隔日數作為指標，以不同角度提出路線調整候選名單，並與僅考量日均乘客數的方案一進行比較，發現到方案一提出較多偏遠地區路線，這是與方案二路線較大的差異，方案二路線有許多市區的路線被提出

討論，這些路線經過替代路線以及旅行時間的討論，最後提出新的路線整併移除之建議名單，且除此之外，亦提出了減班的建議給不適合整併或移除之路線。

5.2 建議

本研究受限於澳門的住商混合特性，在公車站點分群時結果顯示較為不顯著，建議後續可以將站牌位置做為考量因素之一，使其增加其地緣性，亦能夠較好與土地使用分區資料進行交叉分析。

路線篩選條件預設三項指標具有相同的重要程度，然而各指標的重要度不同會導致結果的差異，因此後續可在針對各項指標進行討論，使其在乘客與公車路線調整的議題上取得平衡。

路線調整建議中，其替代路線的班次數並未納入考量，因此後續可針對建議整併或移除的路線，分析其路線被整併後，替代路線是否能夠應付被整併的路線被裁撤後而轉移的乘客。建議調整及替代路線重疊的情況，未來可以針對此情況的路線使用更多指標進行分析，將兩者重疊的路線進行路線調整優先程度的排序，定義出更需要被調整的路線。

本研究並未考慮夜間的公車以及短時間運營路線，因其路線較少，且多為政策目的所設立，將路線進行調整時可能會對其他路線的影響，比起其他路線影響範圍更大，因此在討論夜間公車及短時間運營路線時，可以朝減班的方向進行更深入的討論。

參考文獻

1. 羅惟元(2009)。以悠遊卡交易資料探索公車路線之旅客起迄。淡江大學運輸管理學系碩士班學位論文。
2. 謝萬興(2015)。運用悠遊卡巨量資料分析公車乘客行為。臺灣大學土木工程學研究所學位論文。
3. 蘇柄哲(2016)。利用電子票証資料推估公車旅運起迄之研究。國立交通大學運輸與物流管理學系碩士班學位論文。
4. 黃威陞(2016)。地理資訊系統應用於公車旅次起迄點分析之研究-以臺中市為例。逢甲大學運輸科技與管理學系學位論文。
5. 黃紹軒(2017)。公車電子票證資料與公車動態系統應用在發車時刻表產製之研究。國立交通大學運輸與物流管理學系碩士班學位論文。
6. 莊傳偉(2018)。利用電子票證篩選汽車客運區間車營運區段之研究。國立交通大學運輸與物流管理學系碩士班學位論文。
7. Alsger, A., Assemi, B., Mesbah, M., & Ferreira, L. (2016). Validating and improving public transport origin-destination estimation algorithm using smart card fare data. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 68, 490-506.
8. Chen, B., Tai, P. C., Harrison, R., & Pan, Y. (2005, August). Novel hybrid hierarchical-K-means clustering method (HK-means) for microarray analysis. In *2005 IEEE Computational Systems Bioinformatics Conference-Workshops (CSBW'05)* (pp. 105-108). IEEE.
9. Chen, D., Yang, R., Shi, L., Tham, Y. K., Hui, D. L. T., Whye, J. K. H., & Ng, S. K. (2018). Traveler Segmentation using Smart Card Data with Deep Learning on Noisy Labels. In *Proceedings of ACM KDD conference (UrbComp'18)*. ACM, New York, NY, USA, Article 4, 9 pages.
10. Cui, A. (2006). Bus passenger origin-destination matrix estimation using automated data collection systems (Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology).
11. Liu, C.S., Wong, K.I., Ku, W.K., & Kou, K.P. (2019). Understanding regularity of mobility patterns of bus passengers using smart card data. Paper presented at the 24th international conference of hong kong society for transportation studies, Hong Kong.
12. Foell, S., Phithakkitnukoon, S., Kortuem, G., Veloso, M., & Bento, C. (2015). Predictability of public transport usage: a study of bus rides in Lisbon, Portugal. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 16(5), 2955-2960.
13. Foell, S., Phithakkitnukoon, S., Veloso, M., Kortuem, G., & Bento, C. (2016). Regularity of public transport usage: A case study of bus rides in Lisbon, Portugal. *Journal of Public Transportation*, 19(4), 10.
14. Goulet-Langlois, G., Koutsopoulos, H. N., & Zhao, J. (2016). Inferring patterns in the multi-week activity sequences of public transport users. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 64, 1-16.
15. Ma, X., Liu, C., Wen, H., Wang, Y., & Wu, Y. J. (2017). Understanding commuting patterns using transit smart card data. *Journal of Transport Geography*, 58, 135-145.

16. Mohamed, K., Côme, E., Oukhellou, L., & Verleysen, M. (2016). Clustering smart card data for urban mobility analysis. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 18(3), 712-728.
17. Ortega-Tong, M. A. (2013). Classification of London's public transport users using smart card data (Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology).
18. 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.
19. Wang, W. (2010). Bus passenger origin-destination estimation and travel behavior using automated data collection systems in London, UK (Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology).
20. Wong, K. I., Kou, K. P., & Wan, I. M. (2013). Travel characteristics in Macao: a small and gaming-led tourism city. *Asian Geographer*, 30(2), 169-180.
21. Zhong, C., Batty, M., Manley, E., Wang, J., Wang, Z., Chen, F., & Schmitt, G. (2016). Variability in regularity: Mining temporal mobility patterns in London, Singapore and Beijing using smart-card data. *PloS one*, 11(2), e0149222.

附錄

表 附-1 路線資料一覽表

路線	營運小時平均 搭乘數(人數)	固定使用比率	乘客平均使用間 隔日數(日數)	一天的營運時間 (小時)
1	975.22	1.04	2.67	18:00
2	608.90	0.64	2.21	17:45
3	1351.42	1.54	2.9	19:00
4	232.46	0.62	2.53	18:10
5	916.03	1.02	2.56	19:20
7	953.52	0.95	2.33	17:35
8	729.98	0.56	2.29	17:50
9	287.95	0.27	2.54	19:25
10	901.11	1.19	2.63	18:55
11	444.90	0.50	2.1	17:50
12	712.43	0.66	2.34	17:50
15	86.77	0.20	1.9	13:00
16	615.37	0.83	2.35	19:00
17	731.38	1.20	2.98	19:20
18	220.18	0.16	2.62	18:55
19	412.11	0.54	2.57	17:45
22	919.33	0.72	2.22	17:54
23	471.24	0.64	2.21	17:00
25	1071.90	1.04	2.63	19:45
26	379.20	0.28	2.26	17:30
27	281.39	1.32	2.41	18:00
29	172.68	0.06	2.93	11:45
30	644.64	0.87	2.42	18:10
32	744.94	0.73	2.03	18:00
33	1352.53	0.88	2.1	19:00
34	649.05	0.89	2.34	19:00
35	80.81	0.66	2.47	14:45
36	127.37	0.61	2.3	16:50
37	41.76	0.37	2.21	17:00
39	137.56	0.51	1.49	18:00
50	237.48	0.61	1.85	15:30
51	685.60	1.44	1.58	19:20
52	328.44	0.63	1.44	18:00

55	222.83	0.80	1.22	18:00
56	217.67	0.68	1.81	18:00
59	490.17	1.05	1.26	06:00
71	207.26	0.62	1.65	17:30
72	266.25	1.65	1.9	18:15
73	351.36	1.44	1.86	18:10
101X	250.79	1.44	4.1	00:00
102X	207.83	1.60	4.28	18:00
10A	273.77	0.31	2.15	17:30
10B	408.57	0.80	2.35	19:15
10X	229.33	0.79	2.18	01:30
18A	404.25	0.56	2.39	17:16
18B	463.13	0.35	2.56	15:00
1A	671.50	1.05	1.94	18:10
21A	187.22	0.32	1.65	17:10
25AX	980.00	0.82	2.04	02:00
25B	815.42	0.78	2.84	19:00
26A	943.95	0.66	2.45	18:30
28A	189.00	0.49	2.1	17:40
28B	427.09	0.45	2.18	17:30
28C	273.73	0.84	2.86	18:30
2A	335.17	0.61	2.49	16:55
30X	676.50	1.04	2.04	02:00
3A	569.55	0.97	3.06	19:05
3AX	502.00	1.84	2.14	02:00
3X	479.25	0.57	2.39	16:00
50B	112.79	0.75	1.76	14:00
51A	618.06	1.40	1.96	18:00
5AX	304.40	0.09	3.87	02:30
5X	206.67	0.79	2.2	04:30
6A	380.94	0.52	2.65	17:20
6B	62.78	0.34	3.03	17:15
8A	344.82	0.20	2.85	17:00
9A	425.87	0.43	2.65	19:25
AP1	587.12	1.31	2.83	19:20
AP1X	967.75	1.49	1.89	04:00
H1	56.23	0.19	3.13	13:00
H2	18.30	0.75	4.25	13:30
H3	71.60	1.10	2.05	15:10
MT1	190.94	0.55	2.49	17:00

MT2	136.95	0.55	2.46	14:45
MT3	362.96	0.85	1.85	13:32
MT4	1159.62	1.49	2.13	18:15
MT5	185.78	0.79	2.17	09:00