112 年度高中職地理資訊系統創作競賽

篇名：

Moovo 公共自行車對運輸影響之探討

作者：

江致螢、吳宗翰

壹、前言

一、研究動機

彰化縣自 2021 年引進 Moovo 公共自行車，至今已滿兩年，成為全台使用 Moovo 最久的縣市，租借站提供服務範圍已從彰化市、員林市、鹿港鎮及和美鎮，如今擴大到溪湖鎮和溪洲鄉，隨著站點的增加，民眾的使用率逐漸提高，也使交通帶來便利性。

在員林地區，不僅因為火車站是南彰化進出人數最多的站，往來人口眾多，再加上周圍學校學生數多，使得 Moovo 使用率大幅提高，就每個租借點而言，擺放自行車的數量會因附近區域民眾需求量而有所差異，營運商應規劃適當的自行車數，做出適當的資源分配。

因為自行車租借的對象沒有年齡及性別等限制，身為學生的我們能騎乘 Moovo 解決通勤的問題，上班族也能在高峰時段藉由 Moovo 的使用避免塞車狀況。因此，我們想了解員林地區使用 Moovo 的族群與可能用途，藉由可租借車輛數了解各站點的使用效率變化週期。當使用客群著重在學生身分時，學校附近設置的 Moovo 租借站，雖然可以解決部分通勤問題，但就交通安全而言，在騎乘當中難免遇到一些路況複雜、事故機率高的路段或路口，學校更應關心騎乘自行車上下學的路線風險，教導正確騎乘觀念。

因此，本研究希望先探討 Moovo 租借站的空間分布，進而了解目前空間配置與使用的便利性，在取得可借車輛數後探討使用 Moovo 的主要客群與使用週期變化，最後根據區域的交通狀況，關心騎乘路線上可能遇到的交通風險。

二、研究目的

本研究研究目的有以下幾點：

（一）了解目前 Moovo 租借站空間分布情形
（二）探討租借站對民眾使用的便利性
（三）分析 Moovo 自行車主要使用客群
（四）探究學生族群騎乘路線可能遇到的交通風險

貳、文獻探討

一、公共自行車的營運特徵

員林的共享單車由原本的 YouBike 變成 Moovo，YouBike 是屬於有樁式共享單車，使用車柱固定單車，須將單車卡入車柱內，借用與歸還共享單車；而 Moovo 是無樁式共享單車，將單車停放在規劃區域內停車格，利用 GPS 確認使用與歸還情形，兩者皆可使用一卡通、悠遊卡等感應扣款。有樁式共享單車優點在於使共享單車有秩序地停放，無樁式共享單車，雖可能導致單車停放狀況混亂，但使用 GPS 定位，可減少對每個樁住的配電與成本。

在陳佳吟（2019）的論文中提到，無樁式公共自行車利用物聯網概念連結雲端控制系統形成智慧鎖，以 GPS 定位租賃者是否將共享單車停放在規劃區域內，控制車輛上的電子鎖開關，而不是造成隨意停靠、占為己有的亂象。我們所研究的 Moovo 也是以無樁式為特色，以 GPS 定位共享單車的位置，控制單車上的智慧馬蹄鎖，避免 Moovo 亂停亂放，造成困擾。

二、影響公共自行車使用需求相關文獻

余書玫（2009）的研究中探討民眾對公共自行車服務的選擇偏好，納入收費標準、天氣、旅次目的與使用者性別等條件進行分析，結果顯示天氣影響使用服務偏好最大，租借站雖然能因應使用者需求，但仍需繼續拓展設置地點，騎乘成本較降低，更能創造使用意願。

胡守任等（2014）的研究中，以高雄市的公共自行車為研究對象，分析公共自行車要如何成為民眾第一哩或最後一哩的選擇，考量民眾使用的便利性，研究中提到距離捷運、公車站等起訖 400m 內，也就是步行 5 分鐘內設置租賃站為最好，另外也可考量每日使用時段的高峰，視情況調度周圍租賃站車輛，在不增設租賃站的情況下，達到滿足使用者的最大效益，也能節省營運成本。

李舒媛（2018）以悠遊卡資料分析 Youbike 騎乘與轉乘捷運的特性，研究中分析使用客群的區域差異，台北市主要集中於商業區、學校、捷運站，而新北地區則是政經中心與捷運站居多；另外，約 1/4 的使用者有轉乘習慣，且以偶爾使用、經常使用、忠實使用為區分，了解不同使用習慣的族群，在平日晨峰、晚峰甚至夜間有什麼使用差異。

溫柏淳（2019）透過不同因素，如天氣、空間、時間等，探討公共自行車租借數量的原因。結果顯示於最容易造成供不應求的因素前三分別為，及時周轉率、時段、降水量。此外，商業區與租借站之間的也有明顯的相關性，也意味著密集的商業活動帶來人潮，需求量也連帶上升。

參、研究方法

一、研究區域

目前 Moovo 在彰化縣的服務區域有彰化市、和美鎮、員林市、鹿港鎮、溪湖鎮與溪州鄉，溪湖鎮與溪州鄉的站點設置僅短短不到一兩個月，可能使用客群尚未建立完整，再加上我們對於這些地區的熟悉程度，最後選擇員林地區作為研究區域（圖 1）。

選擇區域時，考量用村里為單位選擇範圍會太大，可能涵蓋太多八卦台地的部分，因此改用尺度較小的最小統計區進行選擇，除了能呈現細部人口差異，在區域上，也能濾除較靠山、距離公共自行車服務範圍較遙遠的區域。另外，考量到與員林較近的埔心和大村的民眾可能有租借意願，因此範圍包含了員林人口密集市街區及靠近員林的大村鄉及埔心鄉。

在圖 1 中，鐵路路線從中央位置南北貫穿，省道路線有台 1 線，以及台 76 線快速道路。

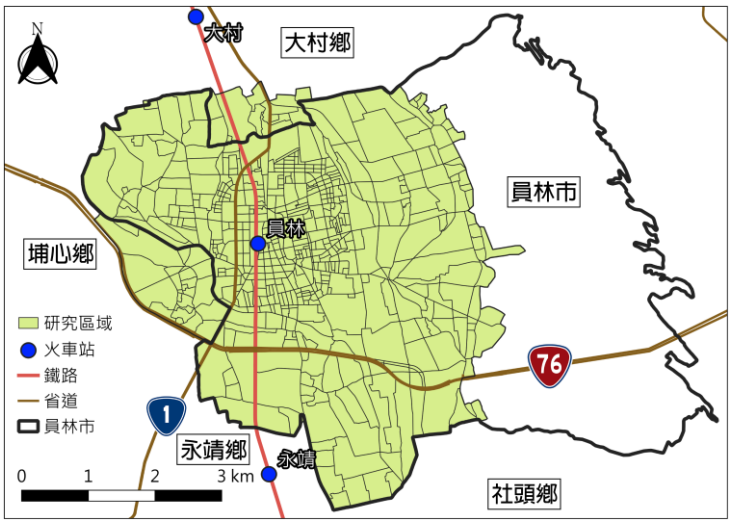

圖 1：研究區域圖

二、資料來源

（一）Moovo 公共自行車官網：各租借點可借車輛數資料
（二）政府資料開放平台：行政區 shapefile
（三）交通網路地理資訊倉儲系統：重要道路、鐵路位置 shapefile
（四）社會經濟資料服務平台：最小統計區 shapefile
（五）道安資訊查詢網：車禍點位資料
（六）Open Street Map：道路路網線型 shapefile

三、研究流程

圖 2 為本研究研究流程圖。

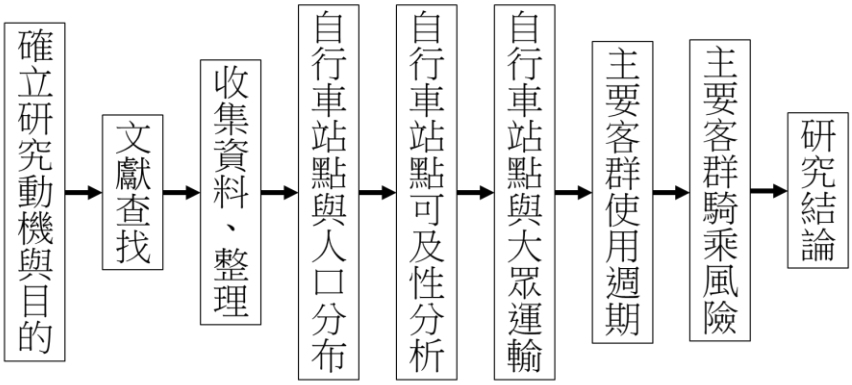

圖 2：研究流程圖

肆、研究分析與結果

一、人口與 Moovo 站點分布

本段落將探討目前研究區內，人口的空間分布情形，設置公共自行車租借點，人口分布代表使用客群，絕對是首要考量的條件。因此，利用人口統計的最小統計區，計算各個最小統計區的人口密度，並疊合 Moovo 租借點位置，與火車站、道路一起討論目前租借點設置的空間分布（圖 3）。

目前，員林地區Moovo 租借點共有 30 個，因考量 Moovo 的使用率，可以看出 Moovo 站點大部分落在人口較密集的員林市街，以鐵路路線以東的區域較多，從人口密度圖可以發現，員林市街受到過去鐵路限制，東西兩側發展較不均，但東側的人口密集區也並非出現在最接近火車站的位置，反而是距離火車站有段距離之外才有顏色較深紅、密度較高的統計區；反觀鐵路西側，人口密集區較少，設置的 Moovo 站點也較少，但換個角度思考，若是未來員林市街向西側擴張，這個區域就會有發展潛力，人口變多，設置的站點跟著變多。

雖然空間上大部分站點分布位置，與人口密度高低的區域有關，但仍有些站點並不完全落在人口密度高的區域，在研究區東南側靠近台 76 線，並沒有人口密度高的地區，卻設置了兩個站點，該處則是因為有學校（大慶商工）與八卦台地的風景景點（百果山）。由此可知，Moovo 站點的設置首要考量應為人口，再來就是假設是否有固定的使用客群。

正常而言，為了讓公共自行車能普及服務區域，設置站點不應太過靠近，除非該區有較多、較密集的使用客群，或是特殊的公共設施，否則空間上應該呈現平均分散較為合理。

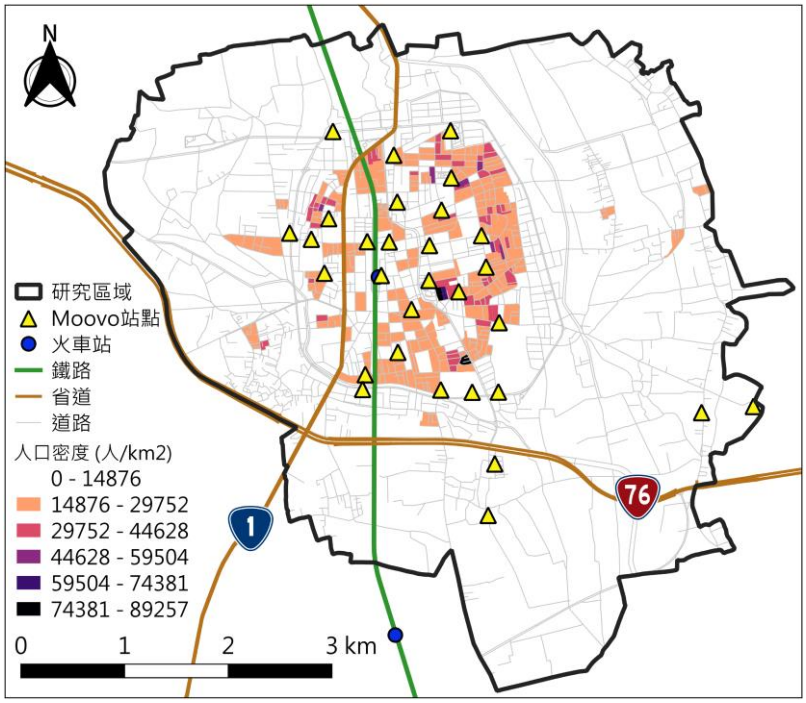

圖 3：Moovo 站點分布與人口密度圖

因此，我們進行最近鄰分析（Nearest Neighbor Analysis）進行統計檢定，檢驗站點位置在空間上是呈現集中、分散、還是隨機情形。統計檢驗計算站點之間的歐幾里得距離，結果顯示，站點間平均距離為 341.92 公尺，期望距離值為 315.85 公尺，Nearest Neighbor Ratio 為 1.083，Z 值為 0.865，p 值為 0.387，可見目前研究區站點分布為隨機分布，並無過度集中情形。

二、站點的可及性路網分析

本段落根據研究區域設置租借站位置與人口空間的分布情形，進而探討 Moovo 的服務範圍，並以民眾從周圍走路多久能抵達租借站、與從租借站出發騎乘所花費的時間距離，探討騎乘多久可能涵蓋研究區每個角落，用這樣的分析來探究 Moovo 站點對民眾使用的便利性。

（一）步行至站點的可及性

在 QGIS 軟體中讀入取得的 OSM 開放街圖道路圖層，利用路網分析（Network Analysis），首先計算從民眾利用 Moovo 服務的可及性。假設步行速度為每小時 3 公里，計算步行時間 5 分鐘以內、5 到 10 分鐘可抵達的路段範圍，分別以不同顏色呈現。

在圖 4 中可以觀察到，站點設置較多的區域，前一段也已經提過，人口密度相對外圍較高，站點較多，民眾能在較短的步行時間使用到 Moovo 服務，許多紅色線段甚至都是重疊的，代表對使用者而言，若想在步行 5 分鐘內租借自行車，有不只一個租借站的選擇，5~10 分鐘的藍色路段範圍也幾乎能涵蓋員林主要市街區，這代表主要市街區的 Moovo 服務對民眾的便利性很高，取得與借還車輛非常的便利，提高使用意願。

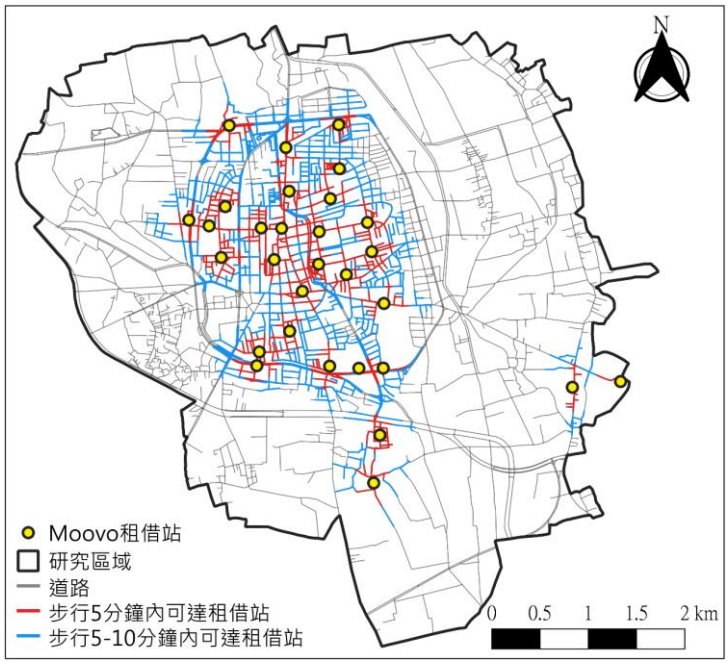

圖 4：步行時間與 Moovo 租借站周圍路段位置圖

（二）租借車輛騎乘的時間距離

接下來我們換個角度思考，若想租借自行車移動，騎乘的時間距離會如何分布，畢竟市區內，紅綠燈多、路況複雜、沒辦法騎太快，我們假設騎乘平均速度是每小時 10 公里，利用路網分析（Network Analysis）計算從每個租借站出發，騎乘 5 分鐘內、5～10 分鐘、10～15 分鐘與 15～20 分鐘可抵達的路段，於圖 5 用不同顏色呈現。

圖 5 的內容可以有兩種思考方向，一是從租借站借到車輛開始騎乘，圖中紅色線段是在 5 分鐘內均速 10 公里可到達的路段，總長約 143.976 公里（佔 42%）、5 到 10 分鐘騎乘可達的路段總長約 160.139 公里（佔 47%）、10 到 15 分鐘騎乘可達的路段總長約 35.624 公里（佔 10%）、15 到 20 分鐘騎乘可達的路段總長約 6.838 公里（佔 1%）。最後我們發現，騎乘 Moovo 自行車 20 分鐘內，理想狀況下就能前往研究區所有角落。

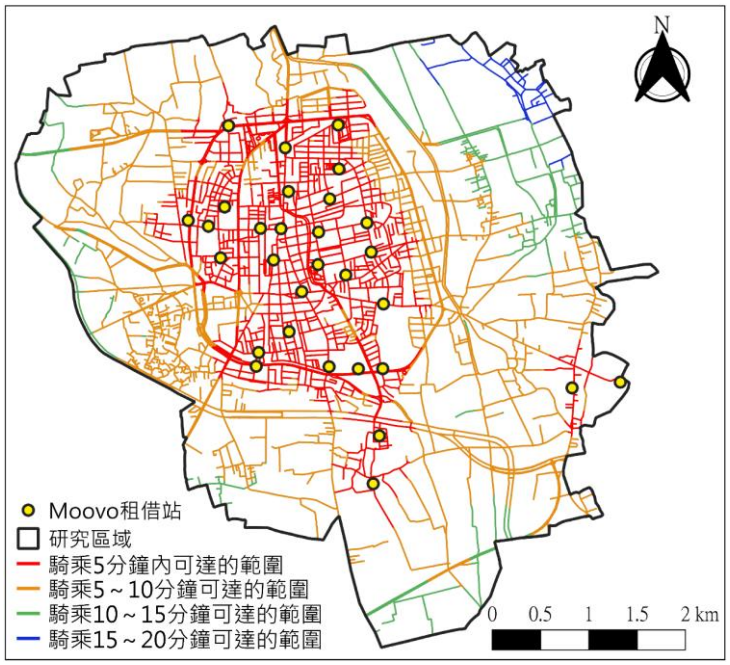

圖 5：Moovo 租借站位置與騎乘時間距離

另一種思考是，如果今天希望借用自行車往返某地，就必須考慮從租借站騎出去再騎回來還車兩個部分，前段所探討的只有從租借站騎出去而已，若將圖 5 中表示的騎乘多久可達的範圍乘以二，就可用來解釋往返所費的時間。有了這樣的想法，這張圖的解釋就會變成，如果目的地在紅色路段，往返應可在 10 分鐘內完成借還，橘色路段往返 10~20 分鐘，綠色路段則是 20~30 分鐘，東北側藍色路段則是 30~40 分鐘。

利用路網分析所做的計算，並非單純的正圓向外推算，而是實際計算道路路網，因此研究區東北側，呈現綠色、藍色路段離租借點空間上較靠近，很可能就是研究區東北側的道路較不密集，能選擇的路線不多，繞路造成騎乘時間較久。單純只看從站點騎乘出去，在 20 分鐘內能抵達研究區的各處，以時間來說不算久，但如果再多一層考量借還車的話，有借要有還，騎出去要騎回來還車，這時候若要前往綠色、藍色路段，稍作停留後再回程，來回可能花費 30 分鐘以上，就可能付出較多租借費用。

三、租借站點與公車運輸的空間關係

在上一段，我們探討 Moovo 自行車使用的可及性，計算步行到租借點花費時間之涵蓋路段，以及若要租借騎乘、借還車輛所需花費的往返時間。這個段落我們將繼續探討Moovo 租借點與公車站的空間關係。在前面圖 4 中已經呈現，步行 10 分鐘內可達租借站的路段範圍，但如果是搭乘大眾運輸，比如說公車，從公車站下車後，需要步行多久才能使用到 Moovo 自行車，將其作為「最後一哩路」的接駁。

在圖 6 中，我們將步行時間限制為 5 分鐘，分別畫出步行 3 分鐘內、3～5 分鐘可到達租借站的路段，以紅色、藍色路段表示之；圓黑點用來代表公車站，而黃點則是表示公車站鄰近 Moovo 租借點、步行五分鐘內的範圍。

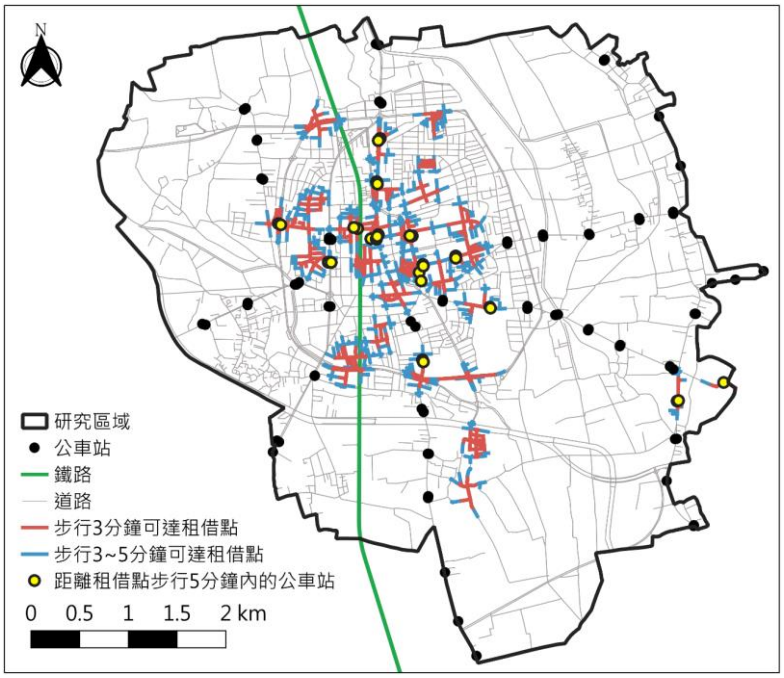

圖 6：Moovo 租借站與公車站空間分布圖

從圖 6 可以觀察到，黑點的分布呈現線狀排列十分明顯，這也就代表會經過員林地區的公車路線，除了主要經過省道呈南北方向的路線外，從西側穿越員林市街往東側山麓地帶而去的路線，或是在最東側鄰近八卦台地也有公車站位。至於黃點的部分，則主要出現於員林市街內，在研究區東南側則是因為有設置兩個較偏遠的租借站。

黃點的出現，代表如果今天我選擇搭乘公車，下車後能接著使用 Moovo 的機會，接近火車站的市街中心，幾乎只要來到這個區域，步行 5 分鐘一定能找到租借站，因為紅色、藍色路段幾乎相連且密集；換個角度想，公車路線沒辦法深入聚落各個角落，所以距離公車站稍遠的區域，可能就要藉由騎乘 Moovo 到公車站周圍的租借點，再來搭乘。就目前看來，人口密度較高區域的公車站點，周圍也並非都有 Moovo 租借站，便利性稍低，因此，如果是 Moovo 的營運廠商，除了優先選擇上下客量較多的公車站附近去建置租借站，另外也應繼續將服務向外拓展到不鄰近公車站、但人口密度相對高的區域。

四、租借客群使用週期特徵與騎乘風險

（一）租借資料收集與呈現

本段落將以 Moovo 租借站可借車輛數進行分析，進而探討主要使用客群與其效益。首先，Moovo 公司是以網頁公告目前所有租借站的可借車輛數，但因為是網頁資料，屬於即時性資料，無法獲取過去歷史資料，所以藉由撰寫 Python 程式（表 1），擷取網頁 html 語法中，有關租借點名稱與可借數量數的字串進行整理，利用學校專科教室電腦設定工作排程，每隔 10 分鐘擷取一次網頁內容，希望能更詳盡的觀察可借車輛數變化，最後加註擷取時間為檔名後轉為 csv 檔儲存。

擷取資料的期間為 9/5（二）至 9/25（一），共三星期，每隔 10 分鐘一筆資料，一天可有 144 筆資料。使用 Excel 彙整所有站點的可借車輛數值，計算每個租借站的數據標準差，發現「員林火車站前廣場」的租借站標準差特別高，這也代表可借車輛數數值的變動特別大；除此之外，在崇實高工、員林高中、員林農工和員林家商的租借站也發生一樣的現象，探討研究區內 30 個租借站太過龐大，我們決定以重要交通節點、學校周圍的租借站可借車輛數進行分析。

表 1：擷取 Moovo 可借車輛數資料 python 程式碼

```
import requests
from bs4 import BeautifulSoup
import pandas as pd

headers = {
'user-agent':"Mozilla/5.0 (Windows NT 10.0; Win64; x64) AppleWebKit/537.36 (KHTML, like Gecko)
Chrome/83.0.4103.116 Safari/537.36",
"Accept-Language": "zh-TW,zh;q=0.9,en-US;q=0.8,en;q=0.7"}

url = 'https://www.ridemoovo.com/city_map_C'      #來源網址
r = requests.get(url)
soup = BeautifulSoup(r.text, 'html.parser')
##print(soup)

moovo_info = soup.find_all('li', class_ = "tbody")
#print(moovo_info)

count_list = []
for line in moovo_info:
        tr = line.find_all('ol',class_="tr")

        for li in tr:
                col_count = li.find_all("li")[2]      ##找到可借車輛數
                for colm_2 in col_count:
```

```
                count = str(colm_2.text.strip())

            count_list.append(count)

data_lists = {str_current_datetime:count_list}
df = pd.DataFrame(data_lists)
print(df)

df.to_csv(file_name_csv)      ##儲存為 csv 檔
```

1、三個星期的數據比較

我們將三個星期的數據繪製成折線圖，依序是圖 7、圖 8 與圖 9，橫軸為時間軸，數字標示為 24 小時制。根據三個星期在五個 Moovo 研究站點的租借數量折線圖可觀察到，員林火車站前廣場與學校附近的租借點，折線變化最為明顯。在學生上學時段，大約早上 7 點鐘開始，員林火車站前廣場可借車輛數明顯的降低，可知在此時有大量的自行車被租借使用，但間隔不久後，學校附近的可借車輛數數值明顯的提高，折線呈現上下交叉，這在其他的租借點都沒有這樣的情形，因此合理推論學生在上學時段由員林火車站前廣場借車騎乘，騎到學校後停放；下午 5 點開始的折線就與早上是相反的，學校站點的可借車輛數明顯下降，而員林火車站前廣場的數值明顯回升，若沒有其他因素影響，上學日有著這樣明顯的規律。

第一周 09/05 至 0911（圖 7）因颱風過後的西南氣流與午後雷陣雨，雨量數據以直條圖呈現，降水導致可借車輛數折線的週期變化不規則，較難看出日常規律，若要觀察正常的借還車週期，可選擇比較第二周 09/12 至 09/18（圖 8），與第三周 09/19 至 09/25（圖 9）的折線圖。平日員林火車站前廣場與各學校附近可租借車輛數皆呈現正常的週期變化，上午與放學的折線上下交叉交換；09/16 和 09/23 雖然都是星期六，但 09/23 是國慶連假的補課日，因此折線變化與平日的折線變化相同。

就假日的使用情形而言，09/10、09/16、09/17、09/24 皆可發現，在約莫中午時段員林火車站前廣場折線有一波下降，這應該就是假日使用 Moovo 的民眾，但租借輛數與平日學生族群的使用相差很多，到了夜間，可借車輛數又會重回高點，這部分當然不排除是營運廠商用小貨車把自行車載回火車站前，以因應隔日上課日的使用需求。

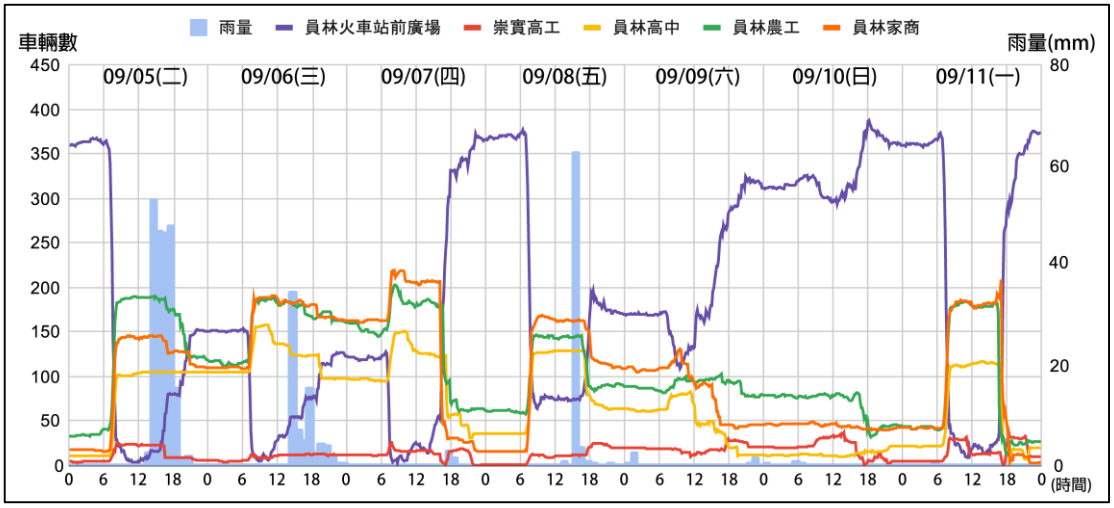

圖 7：第一周 09/05～09/11 可借車輛數變化圖

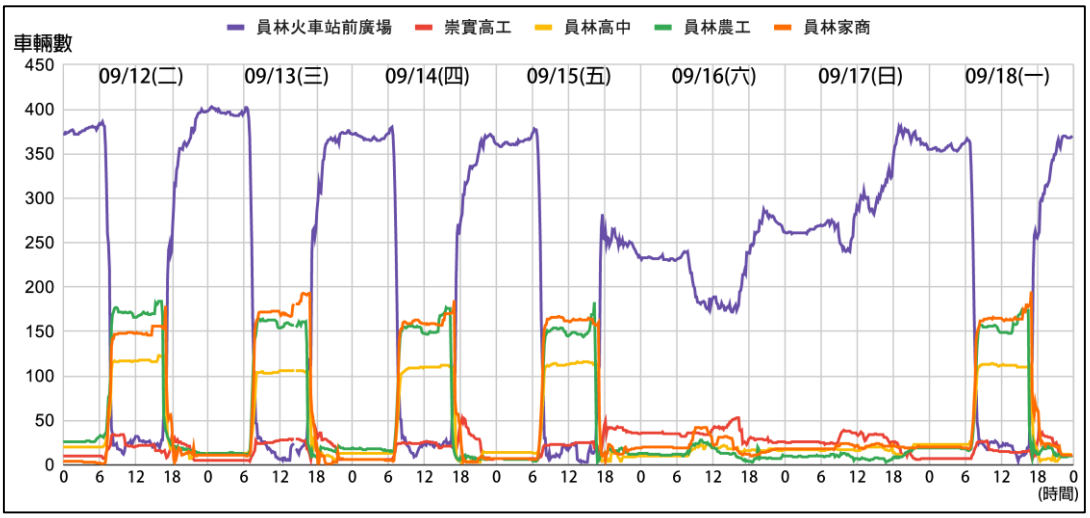

圖 8：第二周 09/12～09/18 可借車輛數變化圖

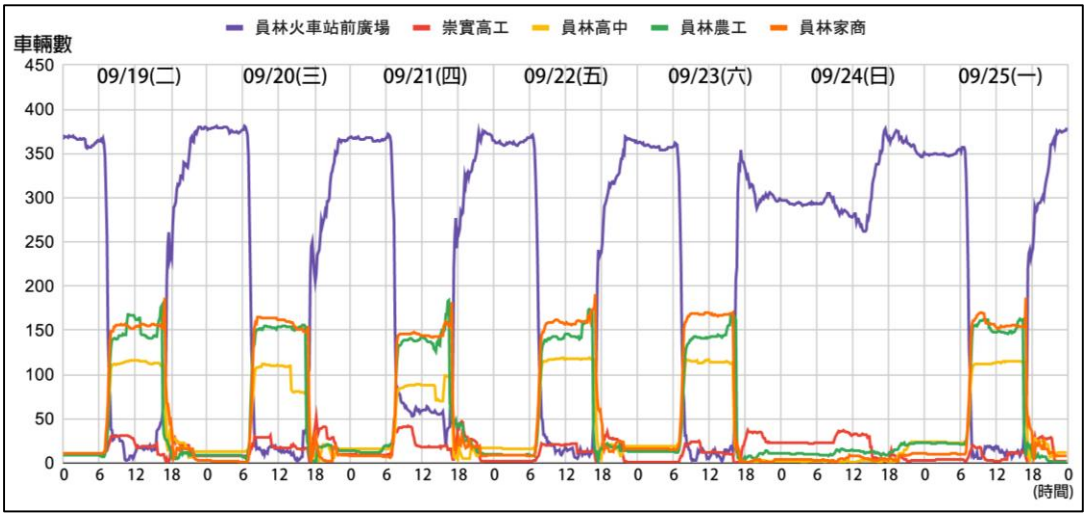

圖 9：第三周 09/19～09/25 可借車輛數變化圖

2、特定時間區間比較

首先是第一周的 09/05 至 09/06 的折線圖（圖 10），09/05 以及 09/06 的下午有明顯降水情形，本研究也從中央氣象局網頁取得時雨量資料，用直條圖的方式呈現，雨量數值要對應右邊的縱軸。在 09/05、09/06 皆有出現時雨量 30mm 以上的降水，甚至 09/05 也造成員林地區大淹水。因此我們可以從折線圖觀察到，強降水的時段影響學生放學是否騎乘 Moovo 的決定。

09/05 的降水從下午 1 點半持續到入夜，因此學生在上學時間租借到學校附近站點的自行車，無法在放學時間歸還，綠色、橘色、黃色線沒有明顯下降，甚至黃色線員林高中站完全持平，畢竟員林高中附近已經淹水及膝。而員林火車站前廣場的折線，在下午 1 點至 4 點間仍有小幅上升，但到下午 4 點至 7 點可借車輛數持平無變化，這也代表雨勢過大，幾乎沒有使用者從其他地方將自行車騎來歸還，不過在晚間 7 點後雨勢暫歇，可借車輛數就又重新上升，可見有些使用者受到大雨影響，延後使用時間。

接續至 09/06 日上午上學時間，因為前一日沒有騎回來還車，所以這天早上員林火車站前廣場可借車輛數不到前一日的一半，或許不少學生在搭火車抵達後只能改採走路上學；下午 2 時也是遇到降水情況，可以觀察到員林火車站前廣場折線呈現階梯狀上升，只

要雨勢過大，租借還數量就停滯，雨勢稍小折線就往上，十分特別。總結這段的發現，我們了解到天氣的變化確實影響使用者騎乘 Moovo 自行車的選擇。

擷取 09/14～09/16 的數據觀察（圖 11），這三日並無降水影響，因此去除天氣因素，可較明顯看出租借週期。同樣的，早上上學時間員林高中、員林農工與員林家商的折線與員林火車站前廣場呈現上下交叉，但崇實高工的部分只有小幅上升；下午 5 點放學至晚上 9 點半左右的折線變化，可發現崇實高工與其他學校的情況不同，以 09/14 和 09/15 兩天而言，崇實高工在下午 5 點半左右折線上升，並在晚上 8 點半至 9 點再度下降，分析此現象是因為該時段是崇實高工夜間部的上課時間，以及周圍有較多的補習班，才會造成崇實高工附近站點可租借數量與其他所學校的不同，主要使用族群應該也還是學生。

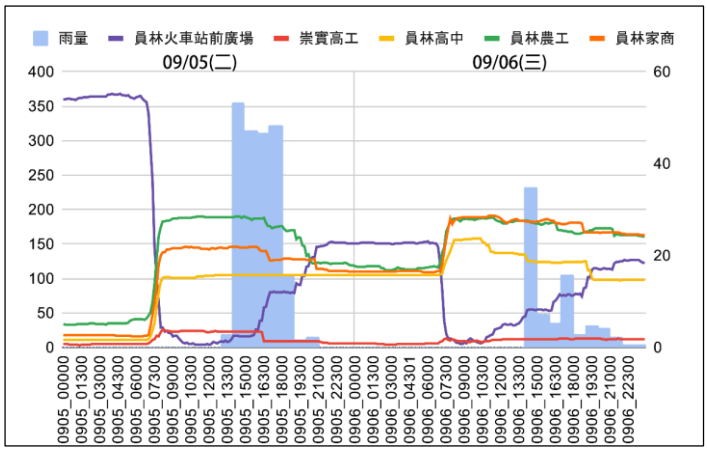

圖 10：09/05～09/06 可借車輛數變化圖

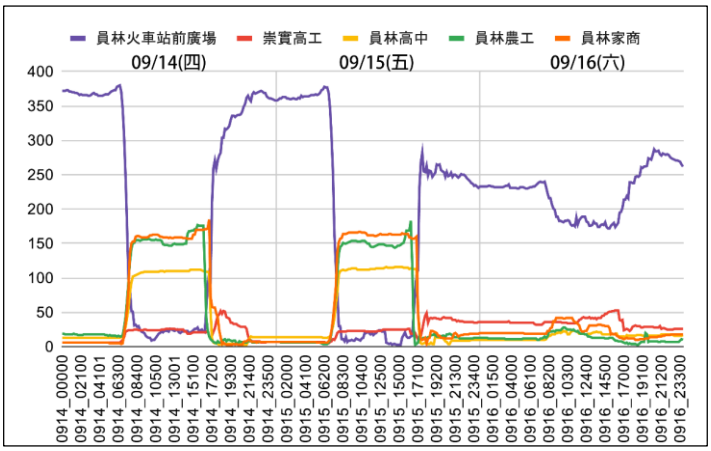

圖 11：09/14～09/16 可借車輛數變化圖

以第三周的情況而言，上學日的周期就十分規律，擷取 09/20、09/21 及 09/22 的數據進行呈現（圖 12）。從圖中可以觀察到上學早高峰與放學後到晚上的車輛數變化不同，上午 7 點到 8 點，學生使用Moovo 的目的一致，而且有遲到壓力，因此員林火車站前廣場折線皆陡降，從約 350～400 輛陡降至不足 50 輛，中間幾乎沒有停歇，代表現場自行車數量快速減少。

而在放學時段，雖然也是有一部分學生把自行車騎回員林火車站前廣場，可借車輛數大概回到 250 至 300 輛的水平，大約是早上的一半，但也有部分原本騎乘 Moovo 上學的同學較晚離校，或是去補習、吃飯、逛街，因此將Moovo 騎回員林火車站前廣場的情況沒有早上那麼集中，折線在夜間時段較沒有早高峰那麼陡。但有趣的是，員林農工與員林家商兩個站點，在接近下午放學前，09/21 與 09/22 兩天可借車輛數都有一波上升，這部分當然不排除是營運廠商做出的車輛調度。

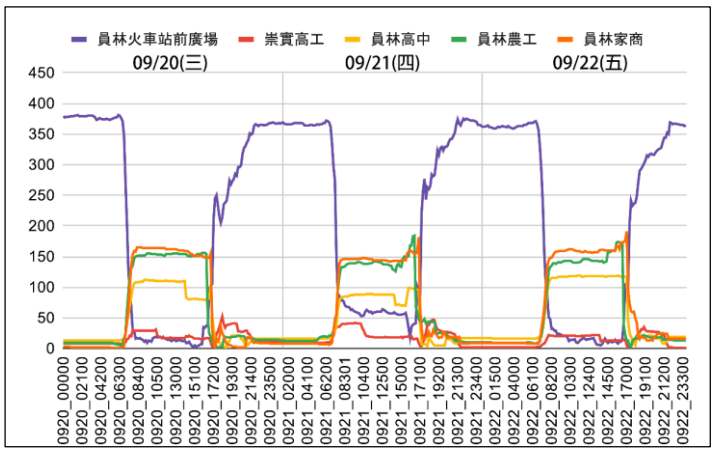

圖 12：09/14～09/16 可借車輛數變化圖

（二）主要使用客群的騎乘風險

在前面的段落有提到，騎乘 Moovo 的主要使用客群應該是學生，而學生的使用時間大概落在上放學的時段，通常這時候的交通最混亂也較容易發生事故。本段落將以車禍發生的位置，與學校到員林火車站的最短路徑規劃，探討學生在使用 Moovo 時的騎乘風險。

從道安資訊查詢網上，取得 111 年至 112 年員林地區的車禍位置，網頁上是以學校周圍 1km 範圍進行資料呈現，為了遍及整個研究區，本研究將國小、國中、高中職周圍 1km 的車禍位置全部擷取，這些區域幾乎可涵蓋研究範圍，共取得 2206 個事故點。我們以圖 13 呈現所有車禍事故的點位，而圖 14 則是以熱區計算每個車禍點周圍有多少其他事故發生，設定搜尋半徑 100m 繪製成熱區圖。

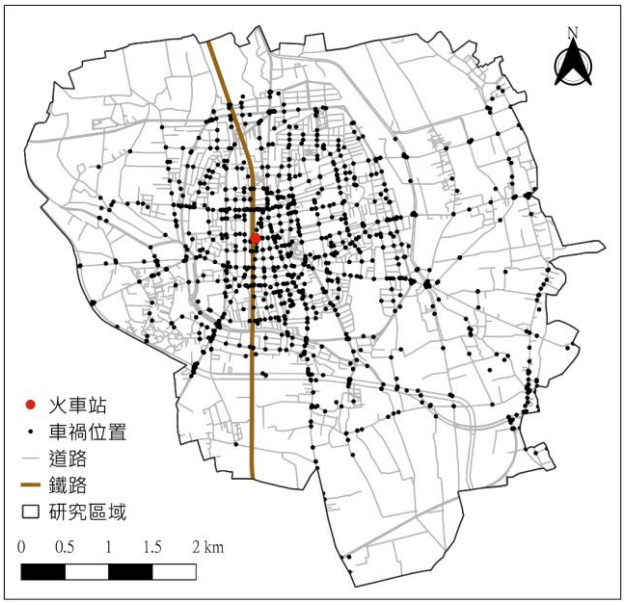

圖 13：車禍發生位置圖

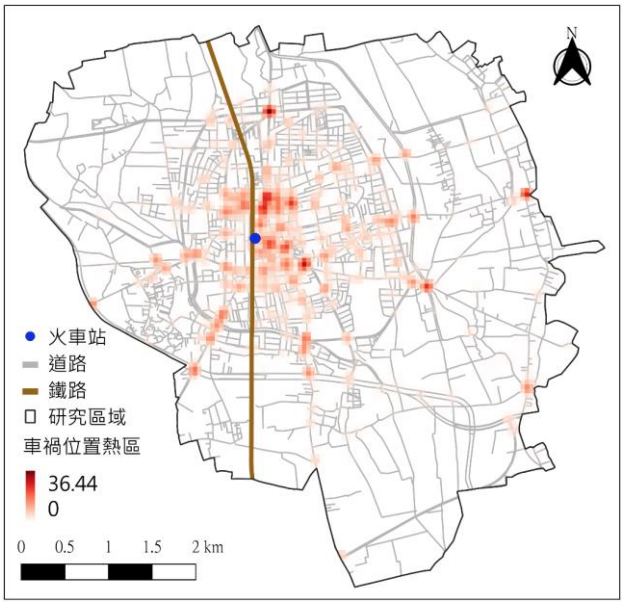

圖 14：車禍發生熱區圖

圖 13 中顯示出火車站位置、車禍位置、道路以及鐵路路線。我們可以發現，車禍的位置點大部分在員林火車站周圍較多，且整體而言員林主要市街區的事故發生較周圍高多，火車站周圍熙來攘往，且火車站前商圈密集，各式車輛行駛使交通變的混亂，路寬不足以及沒有人行道的設置，騎樓停放機車等更增加交通亂象，若再加上學生上放學時間騎乘 Moovo 到在街上穿梭，更容易有事故風險。

在圖 14 熱區圖中，顏色較深的區域出現在離火車站近、鐵軌以東的位置，熱區數值最高且範圍較廣的位置是三角公園、靜修路的交會，該處多向路口、商店街前停滿機車、路邊違停情況常見，車流量大之下造成車禍較多（圖 15）。整體而言，車禍事故熱區出現於重要路口處，若是主要幹道、或是多時相號誌路口，就有較高的機率發生車禍（圖 16）。

圖 15：三角公園與靜修路交會路段

圖 16：多時相號誌路口

我們把前面提過的員林高中、員林家商、員林農工與崇實高工四所學校旁Moovo 站，計算學校周圍租借點與員林火車站前廣場起訖的路線規劃，以最短路徑計算，並透過與車禍位置熱區的疊圖分析，討論在最短路線上危險路段的情形，有多少路口較危險，而需要更小心謹慎的騎乘。

圖 17 可分為兩部分探討，一為員林高中和崇實高工，兩所學校旁 Moovo 站與火車站的最短距離相對較近，分別約為 1102 公尺和 688 公尺。而就崇實高工而言，除了與火車站之間距離是四所學校最短，路線上也避開了員林高中在最短路線上車禍位置熱區高的路口，本身騎乘路線的車禍熱區較不明顯，因此，若要以最短距離租借 Moovo 往返崇實高工附近區域，相較於其他三所學校要負擔的騎乘風險較低。

二為距離火車站較遠的員林家商及員林農工，兩所學校旁Moovo 站和火車站的距離差不多，分別為 1381 公尺和 1372 公尺；然而，在員林農工的最短路線上，卻比員林家商多了兩處明顯的車禍位置熱區（圖 18），這也代表員林農工的學生往返火車站的最短路線上，騎乘風險偏高。總而言之，學校位置與火車站的最短路線長度與危險路口數量沒有絕對的關係，四間學校因為使用 Moovo 通勤往返火車站的學生數眾多，更應加強騎乘安全宣導，對於途中可能經過的高風險路口，更加小心通過或選擇繞路而行。

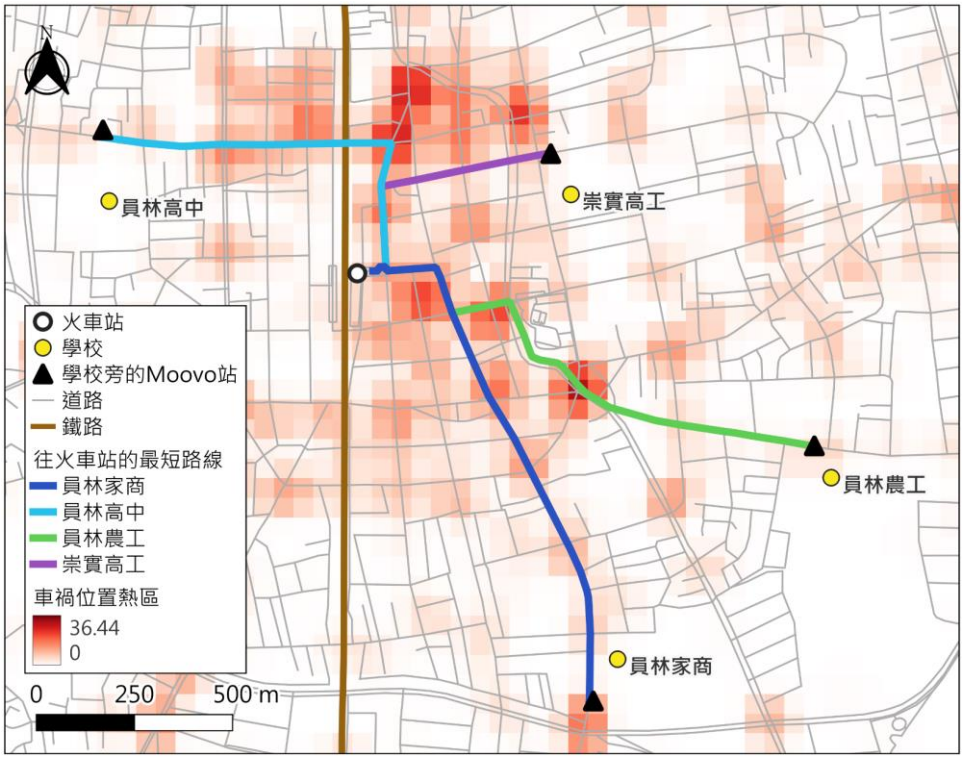

圖 17：主要使用客群騎乘路線與車禍熱區圖

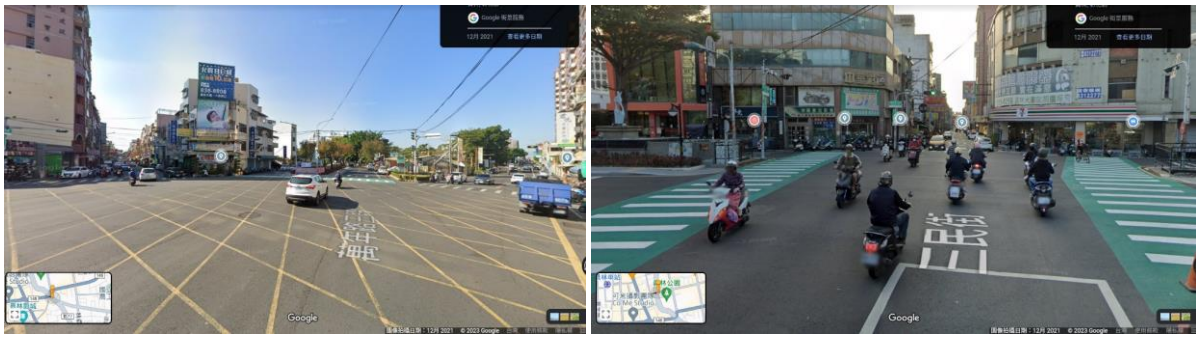

圖 18：員林農工往返火車站最短路線上的車禍熱點路口

伍、研究結論與建議

一、研究結論

透過以上的分析，我們發現租借站的設置，需考量該地的人口，是否會有人願意去使用 Moovo 公共自行車、是否有固定的使用客群租借，才能發揮它最大的效用。有了使用客群之後，我們能進一步探討 Moovo 的服務範圍，從兩個角度去探討，一是使用者步行範圍，需要花多久時間抵達租借站，二是使用者從任一租借站，開始借車騎乘所花費的時間距離，需騎乘多久時間，才能前往研究區每個角落，用這兩種分析方式，我們更能瞭解到 Moovo 的設置對民眾的便利性以及可行性。

接著我們探討 Moovo 租借點與公車站的關係，用搭公車來作為例子，從公車站下車後，在接近市街中心的地區，步行五分鐘的時間就一定能找到租借站，但若在距離公車站較遠的地區，民眾可能就需要騎乘 Moovo 才能搭乘公車，可知道 Moovo 租借站的設置還可拓展到人口相對較多但較偏遠的公車站附近，也就能達到民眾第一哩與最後一哩的接駁。

我們藉由研究區域內的 Moovo 可租借量數的變化，撰寫程式擷取三個星期的資料，從數據變化觀察得出區域內的使用客群主要為學生。觀察三個禮拜的可租借車輛數折線圖後，不僅發現其規律變化，也發現可能影響 Moovo 租借輛使用的因素，如午後強降雨。

除此之外，學生使用 Moovo 的時間大概落在上放學的時段，交通量大對於騎乘安全觀念不夠的學生，更容易造成車禍。因此，運用車禍的位置繪製成熱區，觀察到在員林火車站附近、或是一些路寬較窄、多時相號誌路口，正是學生需要比較注意的路段，上放學通勤最短路線上出現的車禍熱區，正是學生騎乘 Moovo 時需負擔的交通風險，必須謹慎的注意來車，才能避免交通事故的發生。

二、研究建議

在本篇研究中，我們缺乏實際 Moovo 公司進行車輛調度的資料，因此在可借車輛數折線圖中，深夜的可借車輛數的上升，就較難確定是使用者的歸還，還是營運商的作為；另外，在探討使用族群時，未來希望能將平日與假日分開探討，並不僅限於學校站點，或許假日的使用客群、熱門租借站點與平日不同，再加上各租借站的空車率，更細部的剖析使用者等待車輛租借的時間。

要搭公車到員林地區的民眾，可以在下公車後，最多步行五分鐘就可以找到公車站附近的Moovo 站點，這也是共享單車作為最後一哩路的益處。主要使用的學生客群騎乘 Moovo 往返員林火車站，上下學時經過常發生車禍的路口需要更加小心謹慎，畢竟上下學時段的車流量大，加上市區紅綠燈多、路況複雜，加上部分車輛有電動輔助，若騎得太快可能因此發生車禍，造成難以挽回的悲劇。道安資訊查詢網上查到的資料，我們未能區分車禍的嚴重程度，希望未來能取得更詳細的資料，讓 Moovo 自行車的騎乘安全地圖建構出來。

陸、參考文獻

温柏淳（2019）。**結合地理資訊系統與機器學習於公共自行車租賃站缺車預測—以臺北市 YouBike 為例**。國立中正大學資訊管理系研究所：碩士論文。https://hdl.handle.net/11296/s326na

陳佳吟（2019）。**基於物聯網實現無樁式自行車租賃雲端控制系統**。國立中正大學雲端計算與物聯網數位學習碩士在職專班：碩士論文。https://hdl.handle.net/11296/jdy8vp

余書玫（2009）。**公共自行車租借系統選擇行為之研究**。國立交通大學交通運輸研究所：碩士論文。https://reurl.cc/Y0VbKL

李舒媛（2018）。**以悠遊卡大數據探討 YouBike 租賃及轉乘捷運之使用者行為**。淡江大學運輸管理學系碩士班：碩士論文。https://hdl.handle.net/11296/2wykzj

胡守任、劉昭堂（2014）。公共自行車租賃站最佳區位選擇模式：以高雄市公共自行車為例。**運輸計劃季刊，43**（4），367-392。