

地理空間分析在外送平台外送員交通事故與安全管理之研究-以臺北市及新北市為例

A Study on Courier Traffic Accidents Using Geospatial Analysis- Examples of Taipei City and New Taipei City

黃俊能 Chun-Nen Huang¹

周文生 Wen-Sheng Chou²

戴連志 Liang-Jhih Dai³

摘 要

近年來外送員人數不斷增加，已成為當今熱門工作，於 108 年 10 月國慶連假期間連續發生兩起外送平台外送員交通事故，造成 2 名外送員死亡，引起社會大眾關切；於 COVID19 疫情期間，因疫情影響情況下，除許多民眾紛紛加入外送行列之外，多數民眾更透過網路訂定餐點以為防疫，造成外送員一職之相關議題(薪資、交通安全、勞資爭議等等)上討論度非常火熱。本研究先以基本敘述統計進行事故資料分析，再採以地理資訊系統顯示出外送員事故數量最大之路段，提供初步改善策略，以供予相關交通、警政單位及外送平台業者作改善研擬之參考。

關鍵字：外送員、GIS、地理資訊系統

Abstract

In recent years, the number of couriers has been increasing and the occupation of courier has become a hot job market today. On the National Day holiday in 2018, two couriers were involved in fatal traffic accidents causing public concern. During the COVID19 outbreak, due to the impact of the epidemic, in addition to many people have joined the ranks of courier, most people have shifted to order food delivery for epidemic prevention, resulting in the courier related issues (salary, traffic safety, labor disputes, etc.) became hot topics for discussion. This research analyzed the accident data using

¹ 中央警察大學消防學系副教授(聯絡地址：33334 桃園市龜山區樹人路 56 號，電話：03-3282321，E-Mail: cnhuang@mail.cpu.edu.tw)。

² 中央警察大學交通學系教授。

³ 中央警察大學交通管理研究所碩士，目前服務於高雄市政府警局。

basic descriptive statistics and then applied Geographic Information System(GIS) to show the road sections with the largest number of courier accidents. The studied results would provide preliminary improvement strategies to the relevant traffic, police and government units, and delivery platform operators for their reference on operations improvement.

Keyword: Courier, GIS, Geographic Information System

一、前言

電子商務及行動網路技術帶動網路商務活動，透過 4G 通訊網路與智慧型手機之普及，將過去電腦進行的電子商務，進一步發展為行動商務，更讓店家得以針對個體提供客製化服務。在此一趨勢之下，近年各種外送平台紛紛成立，101 年起 Foodpanda 進入臺灣市場，105 年起 Uber Eats(優食)、Foodomo、Cutaway、honestbee 等陸續加入提供服務，其中 foodpanda 與 Uber Eats 兩平台最廣為人知。

外送平台產業之興盛發展，伴隨衍生若干出食安、勞動與交通法規的適用性爭議，在道路交通安全部分，108 年 10 月國慶連假間連續發生兩起外送平台外送員交通事故，造成 2 名外送員死亡，引起社會大眾關切。針對此一課題，交通部林部長佳龍於 108 年 11 月 29 日交通部道路交通安全督導委員會第 232 次委員會議中，裁示請公路總局針對業者落實行車安全教育訓練及安全管理，請警政署轉請各警察局加強易肇事地點之交通違規取締。

本研究的核心問題在於，外送員於運送食品途中，因食品衛生、客戶訂餐觀感、外送平台利益及外送員間競爭訂單等多種壓力下，造成外送員易於搶快或違規，導致外送員處於易發生交通事故之環境當中。本研究之目的，係藉由地理資訊系統，針對外送員之交通肇事路口或路段進行分析，作為交通、相關警政機關或外送平台業者注意或改善外送員駕駛行為或事故防制之參考建議。

二、文獻回顧與探討

2.1 歐美國家外送使用狀況

Laetitia Dablanc 研究指出，在美國紐約曼哈頓 31.8%的居民每周至少使用一次外送食品 APP 應用平台，在法國巴黎也有超過半數居民使用過，如圖 1。研究調查外送使用運具情形，在 2016 年調查，87%使用腳踏車、8%為機車、5%為其他(滑輪鞋、自小客車)；而至 2018 年調查，65%使用腳踏車、19%為機車、16%為二者均使用或其他。有關外送自行車的交通事故數據分析部分，存在無法區分旅次目的為一般騎乘或外送的問題。違規部分，一般的自行車騎士 51%不停紅燈，而自行車外送員達 76%不停紅燈(Dablanc, Morganti, ArvidssonLe T.V and Ukkusuri, S.V., 2019)。

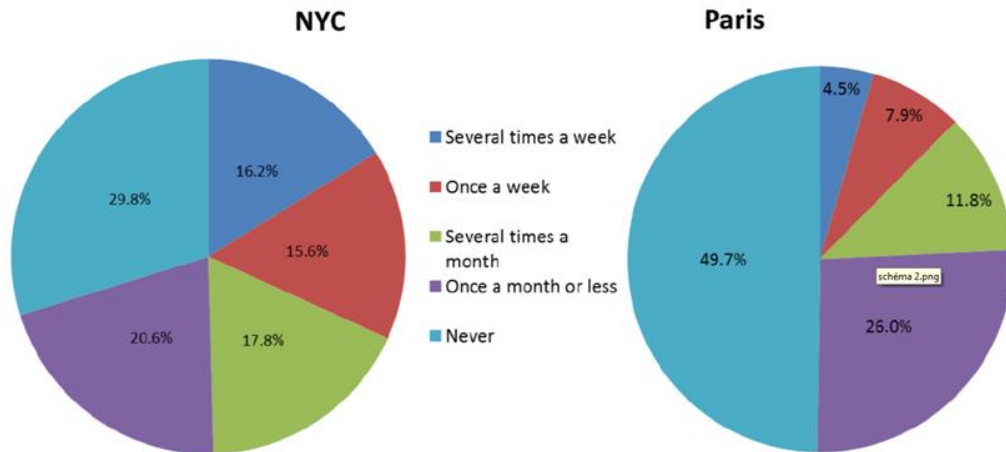


圖 1 美國紐約與法國巴黎居民使用外送食品 APP 應用平台頻率

2.2 國外之即時交付興起

Dablang, Morganti, Arvidsson 等多位學者在 2017 年「供應鏈論壇國際期刊」(Vol. 18, No. 4)(Supply Chain Forum: An International Journal)中發表「歐洲城市依需求『即時交付』之興起」The rise of on-demand 'Instant Deliveries' in European cities 一文，文章探討研究數位市場如何介入干擾現行的運輸系統和行動服務的潛力。特別是關注在城市貨運的領域改變，近年來出現了許多基於網路應用程序的服務(app-based services)。該文章專門研究「即時交付」(instant deliveries)，即透過私部門企業的數位平台，由獨立包商或員工在兩個小時內，透過數位化平台連接發貨人(consignors)、快遞員(couriers)和收貨人(consignees)提供按需求(on-demand delivery)的交付服務。本文提供了有關即時交付的主要問題概述，並有資料支持(包括對 96 家快遞公司的調查)和範例。介紹涉及「即時交付」公司的數位平台(digital platforms)類型，了解新型運輸型態如何改變城市貨運的現行模式。本文重點介紹四個問題，討論新型「即時交付」運輸模式對歐洲城市的城市貨運服務和相關政策產生影響的潛力，包含：

1. 貨運旅程和資料數據(Freight trips and data)
2. 商業模式(Business models)
3. 勞動法規和工作條件(Labor legislation and work conditions)
4. 地方公共政策(Local public policies)。

文章結論是，很難預測這些變化的中期後果，但是至關重要的是，城市規劃和政策必須考慮到這些發展，並考慮如何針對這些新的運輸模式方法調整必要的規劃和可能的監管政策。

Ermagun 及 Shamshiripour 等學者以「群眾物流在城市與郊區之效率分析」(Performance analysis of crowd-shipping in urban and suburban areas)為題，發表在「2018 美國運輸研究委員會年會研討會」(Proceeding of Transportation Research Board 2018 Annual Conference)，文章說明群眾物流(Crowd logistics)

是一種新穎的運輸概念，其中透過使用現有資源(即車輛容量和來自群眾的駕駛員)來執行運送操作，從而提供了經濟、社會和環境效益的潛力(Ermagun1, A., Shamshiripour, A. and Stathopoulos, A., 2018)。

2.3 群眾運輸服務的定義與內涵

Le 和 Stathopoulos 等學者以「群眾運輸服務的供應、需求、運營和管理：回顧和經驗證據」(Supply, demand, operations, and management of crowd-shipping services: A review and empirical evidence)為題，發表在「運輸研究(Part C)」(Transportation Research Part C)，文章說明群眾運輸(Crowd-shipping)帶來一系列與社會、經濟和環境等與利害相關者(stakeholders)的各項利益。但是，與此同時，許多人群眾運輸計劃面臨多種障礙，例如網絡效應、以及對信任(trust)、安全性(safety)、保全性(security)的擔憂。本文從供應(supply)、需求(demand)以及運營和管理(operations and management)的三個方面回顧當前的群眾運輸實踐、學術研究和經驗案例探討。利用已觀察到的實務實踐和科學研究方面的差距，期望可以為應用、運營和管理的領域提供了幾種可能的途徑，以改善群眾運輸外送員的行為和社會的影響，以建構並實現複雜、但整合的群眾運輸系統動態且可永續經營的模式。

Punel 和 Stathopoulos 將群眾運輸視為「一種貨物遞送服務，外包給偶爾外送的外送員，外送員以私人運具方式公開運作，並由技術平台協調，為相關利益者帶來利益」。群眾運輸也是一種支援資訊連接的市場概念，將物流服務的供需與在時間或空間方面之不特定人群相匹配，係自願參與並獲得相應補償。如圖 2 所示(Le, T.V., Stathopoulos, A., Woensel, T.V. and Ukkusuri, S.V., 2019)。



圖 2 群眾運輸概念化

2.4 小結

透過回顧文獻瞭解國外外送員使用的交通工具、工作時的交通情況及常發生的交通事故碰撞型態或違規態樣，並瞭解國外外送業者對於外送員採取之管理策略，在加以比對臺灣外送員的肇事樣態及外送平台管理模式，比較其中差異並提出適合臺灣外送員的交通改善建議，給予臺灣外送平台業者做為參考。透過地理資訊系統的應用，尋找出外送員易之肇事路口或路段，並

提出適當的交通改善建議。從地理資訊系統之文獻回顧中發現，多位學者常運用地理資訊系統分析，從地理資訊系統分析中，再進一步了解交通易肇事路段之交通事故樣態，繪製出易肇事路段或路口樣貌，最終提出交通改善建議。再藉由回顧交通安全管理之文獻中，提出適當的外送員交通改善建議。

三、外送員事故地理空間分佈

3.1 臺北市與新北市外送員交通事故情形

據臺北市警察局及新北市警察局 108 年 11 月至 109 年 10 月統計資料(如表 1)，發生件數及死傷人數：計發生 2674 件，造成 0 人死亡，971 人受傷。A1 事故合計 0 件，A2 事故合計 1179 件。

表 1 臺北市與新北市外送員交通事故之死亡人數、受傷人數統計

	縣市						雙北合計		
	臺北市			新北市					
類別	件數	死亡	受傷	件數	死亡	受傷	件數	死亡	受傷
A1	0	0	0	0	0	0	0		
A2	1032		854	147		117	1179		971
A3	246			281			527		
未註						264			264
其他	704						704		
加總	1982	0	854	428	0	381	2410	0	1235

雙北外送員外送員發生交通事故佔據最高比例之外送員所屬平台為「Uber Eats」(53.68%)；如表 2 臺北市為「Uber Eats」(58.55%)；新北市外送員則為「Foodpanda」(58.51%)。依據外送員事故資料顯示新北市之統計資料少於臺北市，可能為警政單位統計上的不完善所致，以致未能真實反映新北市之外送員事故狀況。若依據比例分析，Foodpanda 與 Uber Eats 之外送員是急需進行安全駕駛訓練的對象，惟平台 A 及平台 B 可能為外送員平台業者中的大宗業者，其所屬外送員之數量較其他業者龐大，故有較多之事故數量產生。

表 2 臺北市與新北市外送員所屬平台統計

	縣市				雙北合計	
	臺北市		新北市			
外送平台	人數	比例(%)	人數	比例(%)	人數	比例(%)
Foodpanda	804	39.86%	251	58.51%	1055	43.13%
Uber Eats	1181	58.55%	132	30.77%	1313	53.68%
Deliveroo	22	1.09%	3	0.70%	25	1.02%
Foodomo	0	0.00%	2	0.47%	2	0.08%
Yo-Woo	10	0.50%	5	1.17%	15	0.61%
其他	0	0.00%	36	8.39%	36	1.47%
合計	2017	100.00%	429	100.00%	2446	100.00%

3.2 臺北市外送員事故地理空間分佈

根據統計，臺北市外送平台外送員發生交通事故 2019 年 11 月 1 日至 2020 年 10 月 31 日外送平台共累積收集 2,017 件，死亡 0 人，受傷 1417 人，亦完成座標定位 2,017 筆，利用地理資訊分析軟體 ArcGIS 進行地址定位工作，資料欄位內容包含(依道路交通事故調查報告表代碼列序)：發生時間、肇事地點、案號、死亡人數、受傷人數、當事人序、車種、肇因碼-個別、肇因碼-主要、天候、光線、道路類別、速限、道路型態、事故位置、路面狀況(1、2、3)、道路障礙(1、2)、號誌(1、2)、車道劃分-分向(1、2、3)、事故類型及型態、性別、年齡、受傷程度、飲酒情形等欄位。以下針對臺北市外送平台外送員地理空間之分佈進行分析說明。

1. 外送員交通事故點熱區(Hotspots)分析

本研究透過地理資訊系統 GIS 核密度熱區分析(Kernel Density Analysis)，進行地理資訊視覺化分析，範圍以 25 公尺為熱區搜尋範圍進行核密度分析，並以各行政轄區(區別)方式顯示，圖 3 中顯示中山、松山、信義、大安、中正及大同等六區為主要熱區，尤其在區別交界處發生。

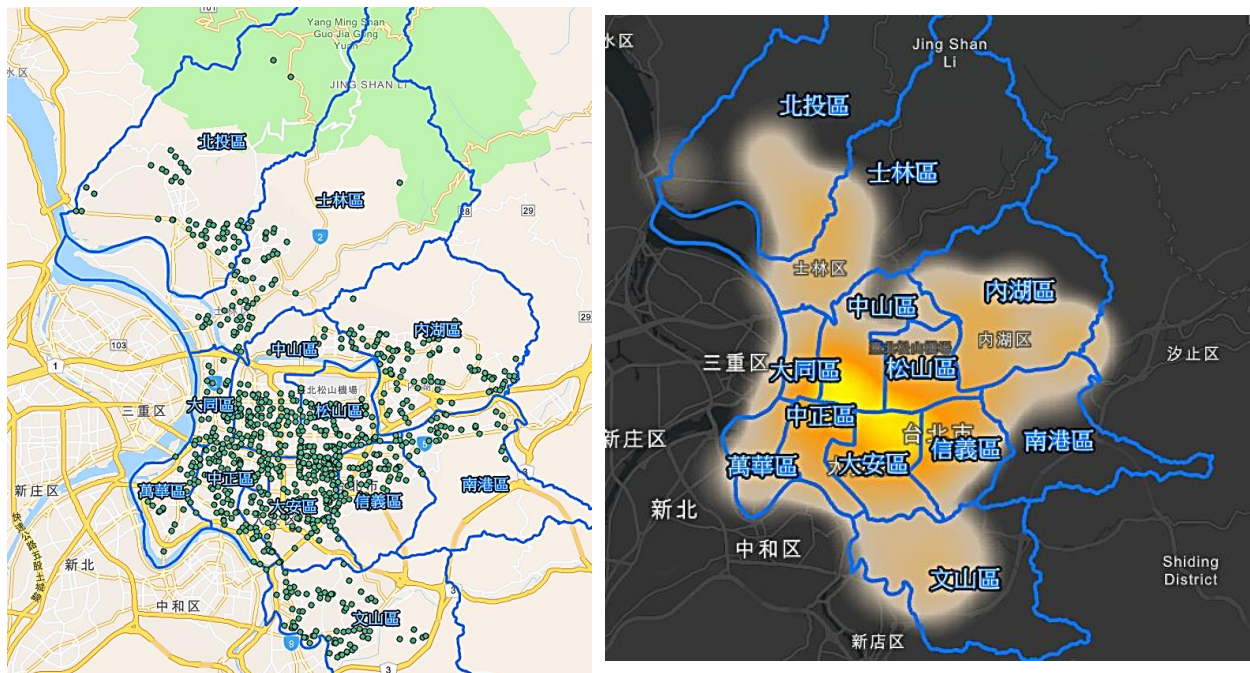


圖 3 外送員交通事故(以區別為範圍)熱區視覺化分析

2. 外送員交通事故各區事故統計

一般而言，交通事故與該區域之外送需求量有關，本研究經地理資訊分析統計(如圖 4 所示)，外送員交通事故中，以大安區排名第一(共有 273 筆)，中山區名列第二(共有 201 筆)，中正區則名列第三(共有 161 筆)與內湖區(共有 160 筆) 交通事故數量相當，並列第三名。尤其交通事故在區

別交界處發生不少，判斷是因為跨區通勤可能的成分居多。就環境特性分析而言，大安區主要是以住商混合及文教區位為主，外送需求明顯；中山區則以辦公商業活動與一般住家為主，中午外送點餐數量多，外送需求亦相當明顯；中正區則為政府機關公務單位林立，臺北車站附近南陽補習街補習班眾多，辦公大樓商業活動亦相關活絡，外送需求亦相當明顯；內湖區為科學園區及一般住家為主，中午外送點餐數量多，外送需求明顯增加。

其他行政區之外送事故統計數為外送員交通事故較低之區域，經分析這些區域主要是以一般住家為主，但轄區內亦有不少辦公大樓(如南港科學園區、信義區商圈、北投區榮總、振新等醫療院所林立)及零星政府公務機關等散佈在不同轄區，外送需求量依各區而有所不同，萬華區為老舊社區住家為主，居民外送點餐需求數量自然較少。

3.外送員交通事故(以村里別)統計與交通群集(clusters)分析

群集分析乃源自於犯罪預防概念，透過探討一區域的犯罪是否有關聯或溢流於附近區域，探究是否需擴大部署警力之依據。圖 5 說明臺北市各里行政區之外送平台外送員發生交通事故(各村里別)案人數數量群集統計 GIS 統計分析圖與直方圖，主要集中在中正區、大安區、內湖區，外送員發生交通事故較為嚴重之前幾名的「里」，依其大小統計分別為：中正區黎明里(28 筆)、內湖區湖元里(26 筆)、大安區明輝里(21 筆)、大安區仁愛里(18 件)、內湖區港墘里(17 筆)、大安區梅花里(14 筆)、內湖區週美里(14 筆)、中正區中正里(13 筆)、信義區新仁里(13 筆)、中正區集英里(13 筆)，直方圖亦顯示大於 10 個案件以上之各區不同里之 GIS 分佈。從分佈圖可以明顯看出，大部份集中在市區辦公大樓、醫療院所、科學園區、政府公務機關及不同區域商圈，其辦公商業活動皆較為活絡之區位。

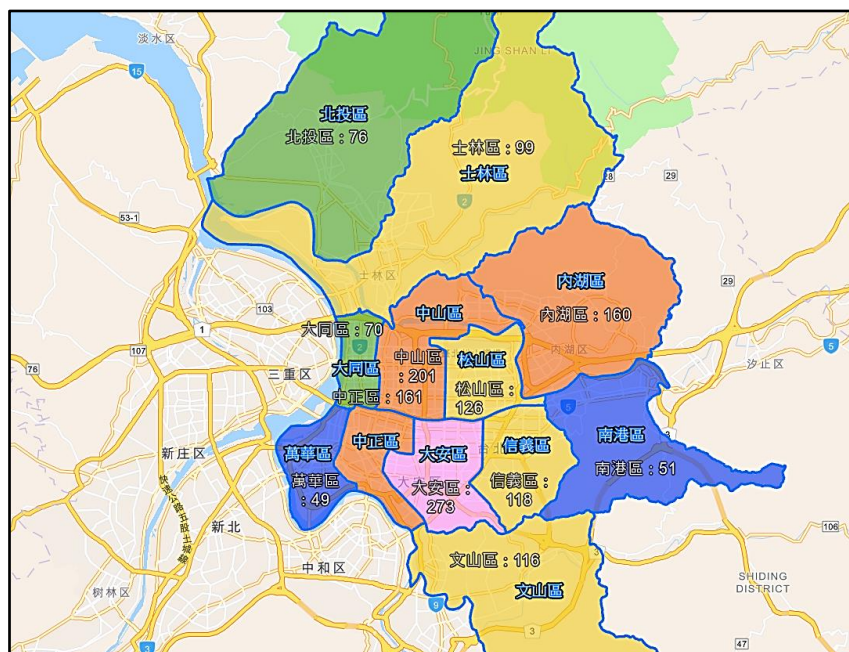


圖 4 外送員交通事故(各區別)GIS 統計分析圖

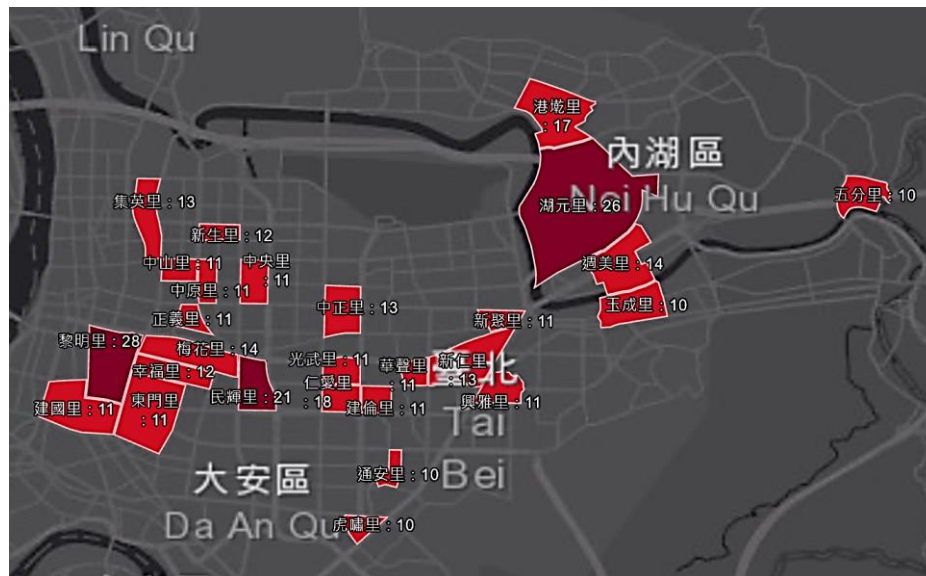


圖 5 外送員事故(村里別)案件統計數量大於 10 以上統計分析圖

依交通事故群集(clusters analysis)分析(如圖 6 所示)，第一為「統計顯著性之高值群集 HH(High-High)」之區位(代表本身里及周圍里皆為交通事故熱區)，如大安區有 26 個里、中山區有 21 個里、松山區有 12 個里、中正區有 8 個里、信義區與大同區則各有 6 個里，此區域為需要高度關注或強力執法之外送平台外送員交通事故發生區位。其次為「高值要素而四周圍繞則是低值群集 HL(High-Low)」之區位(代表本身里為交通事故熱區，但其周圍里並非交通事故熱區)，如北投區有 4 個里、士林區有 2 個里、萬華區有 1 個里，此區域為次要需要關注或強力執法之外送平台外送員交通事故發生區位。對於「低值要素而四周圍繞的是高值群集 LH(Low-High)」及「統計顯著性的低值群集 LL(Low-Low)」之部份(代表本身里非為交通事故熱區，其周圍里亦非交通事故熱區)，代表其外送平台外送員交通事故發生相對較低之區位或路段，將無需投入大量交通執法或其他交通改善措施。

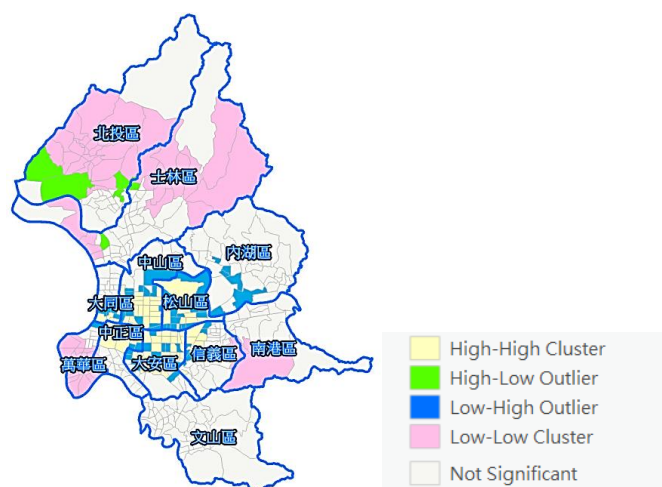


圖 6 外送員交通事故(村里別)群集分析統計分析圖

4. 外送員交通事故熱街(Hot Streets)地理空間分析

(1) 外送員事故之交叉路口熱街分析

本研究經過統計分析，將外送平台外送員交通事故發生 3 筆以上事故之道路或交叉路口進行列表，並加以分析，如圖 7 所示。

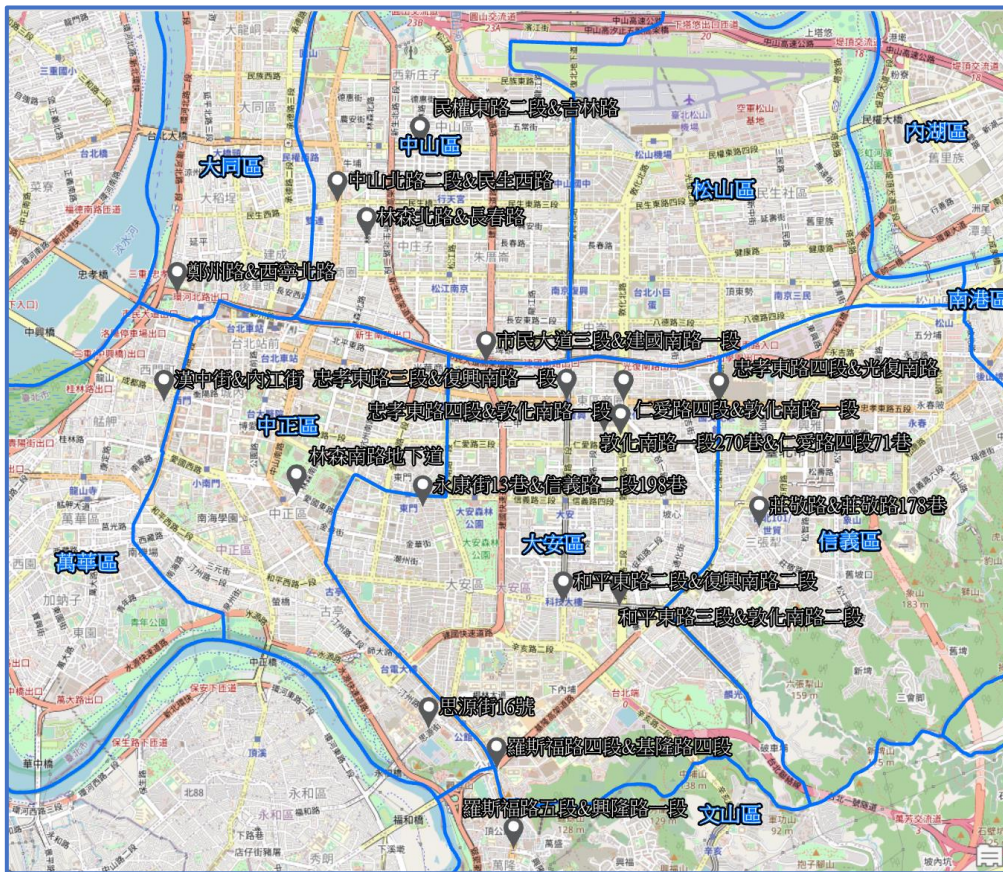


圖 7 外送員交通事故三筆以上之路段或交叉路口統計分析圖

大部分事故的位置為交叉路口處，前三名分別為林森北路與長春路交叉路口，本路口總共有 5 次事故，忠孝東路四段與敦化南路一段交叉路口(4 筆)，漢中街與內江街交叉路口(4 筆)。其發生的肇事原因，大部份為「超速失控」、「未依規定讓車」及「未注意車前狀況」等因素，而這些路段附近大部分均有許多辦公大樓、商業旅館，周遭飲食店商業活動也相當熱絡，本研究初步研判外送需求是因為旅館林立關係，導致外送需求上升，外送員出入頻繁度也上升。若與一般機車族群相加比較之下，一般機車族群車禍肇事原因前二名為「未注意車前狀況」、「超速失控」，均與速度有明顯關係，而外送員相較之下增列「未依規定讓車」一項。

(2) 外送員事故路段之熱街分析

本研究經過統計分析，將外送平台外送員交通事故之路段進行列表及繪圖，透過 Google Earth 之路段起訖點，依據路段線型樣態，以線段方式連接，完成外送員路段肇事事件數圖，如圖 8 所示。路段次數

係以臺北市警察局所提供之外送員肇事資料檔進行計數，以一路段發生一件交通事故採計一次；一交叉路口發生一交通事故則各路段均採計一次之方式進行路段肇事件數之計數。

依據圖 8 可發現高肇事路段集中於臺北市市區，而郊區出現較高肇事路段之原因係路段幅度較為遼闊，因而於計數次數時有較高之件數。由圖 8 可推論出外送員於運送時常行駛於幹道，暨有可能因依照手機導航之行駛路線行駛緣故而常行駛於主要幹道上，亦可推論外送員常跨區執行運送任務。其中，亮黃色及深藍色之路段係該路段為巷弄，故特別予以標示，推論該路段可能為捷徑或熱門餐廳即在該路段附近，導致外送員頻繁出入該路段，抑或該路段本身存在著設計瑕疵。

若將區界線納入圖層中，省交界處均為肇事熱街，因而可判斷、推論外送員係常跨區執行運送任務，如圖 9、圖 10 所示。圖 10 經過色溫、飽和度之調整，便於顯示區界線(紫色線)之範圍。

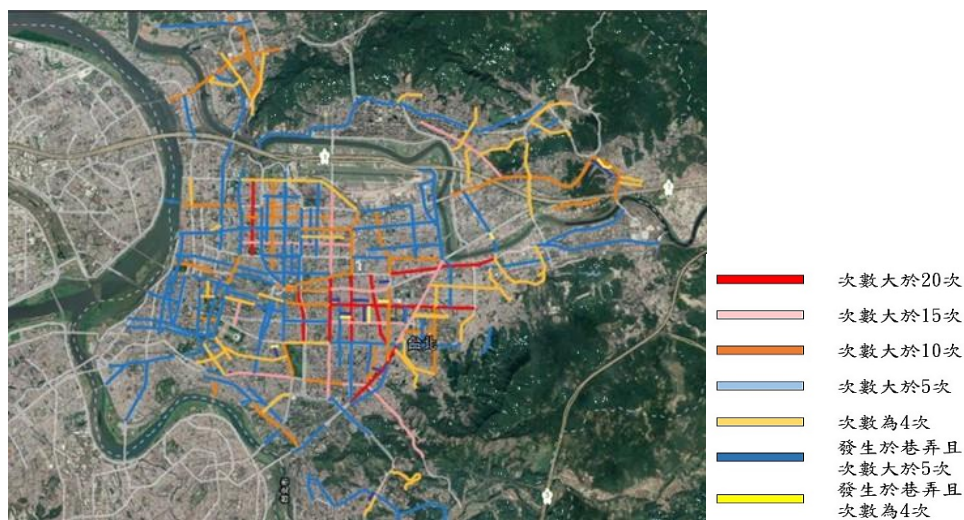


圖 8 外送員路段肇事件數圖

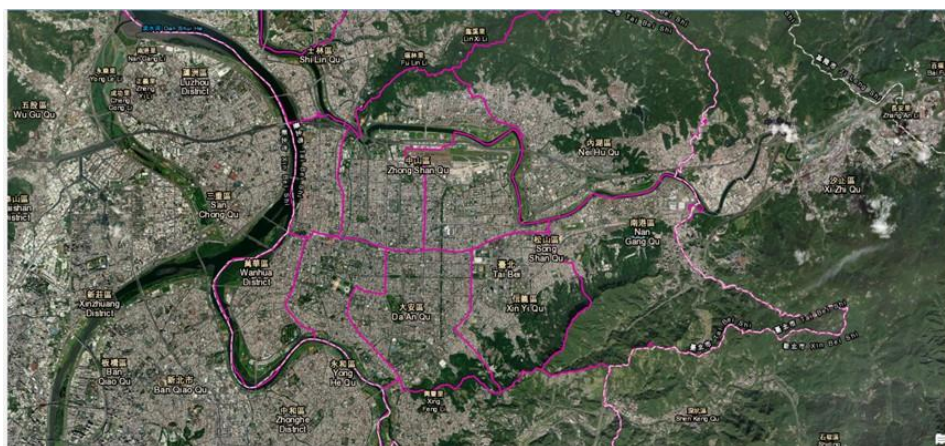


圖 9 臺北市區界線(紫色範圍)

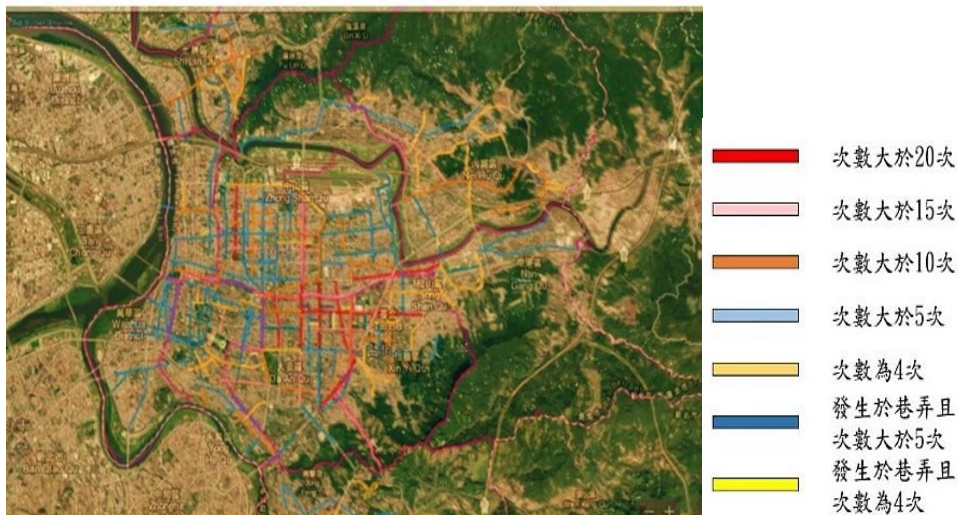


圖 10 外送員路段筆事件數圖(含省界線)

3.3 新北市外送員事故地理空間分佈

根據統計，新北市外送平台外送員發生交通事故 2019 年 11 月 1 日至 2020 年 10 月 31 日外送平台共累積收集 429 人次，死亡 0 人，受傷 117 人，亦完成座標定位 427 筆，利用地理資訊分析軟體 ArcGIS 進行地址定位工作。以下針對新北市外送平台外送員地理空間之分佈進行分析說明。

1. 外送員交通事故點熱區(Hotspots)分析

本研究透過地理資訊系統 GIS 核密度熱區分析(Kernel Density Analysis)，進行地理資訊視覺化分析，範圍以 25 公尺為熱區搜尋範圍進行核密度分析，並以各行政轄區(區別)方式顯示，圖 11 中顯示蘆洲、三重、板橋、永和、中和及新莊六區為主要熱區，尤其在區別交界處發生，跨區通勤可能的成分居多，以下縮小範圍分析可找出發生事故之因由。

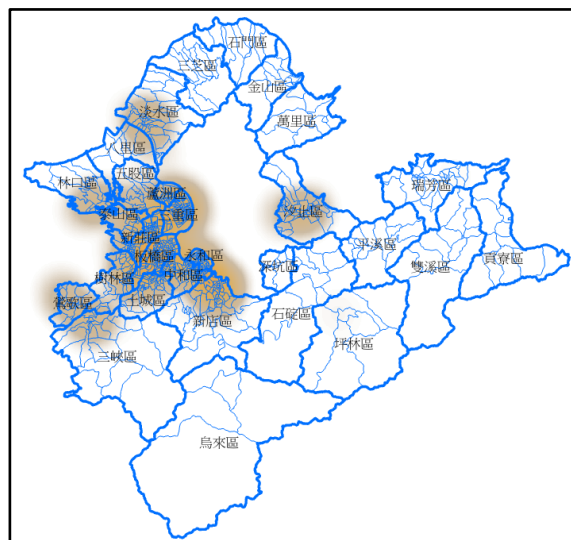


圖 11 外送員交通事故(以區別為範圍)熱區視覺化分析

2. 外送員交通事故各區事故統計

一般而言，交通事故與該區域之外送需求量有關，本研究經地理資訊分析統計(如圖 12 所示)，外送員交通事故中，以板橋區排名第一(共有 60 筆)，新店區名列第二(共有 52 筆)，三重區則名列第三(共有 48 筆)。尤其交通事故在區別交界處發生不少，判斷是因為跨區通勤可能的成分居多。就環境特性分析而言，板橋區、三重區及新莊區等主要為新北市的蛋黃區，人口較為多，相對外送需求明顯。

其他行政區之外送事故統計數為外送員交通事故較低之區域，經分析這些區域主要是以一般住家為主，屬於郊區部分，外送需求量依各區而有所不同。

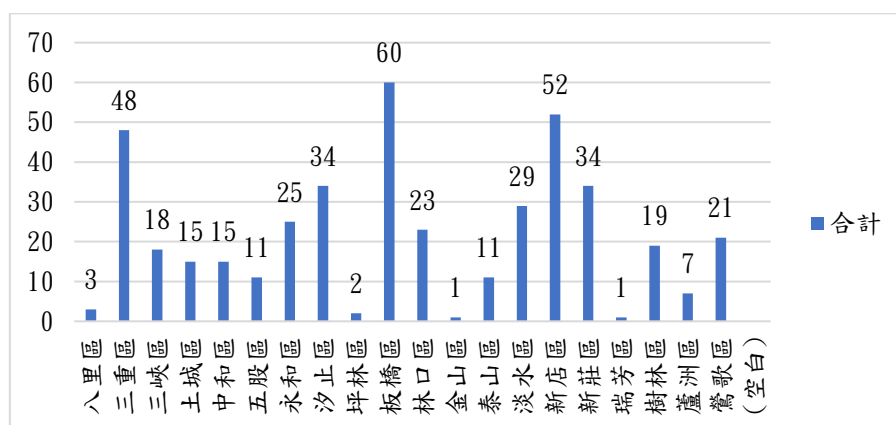


圖 12 外送員交通事故(各區別)統計直方圖

3. 外送員交通事故(以村里別)統計與交通群集(clusters)分析

圖 13 為新北市各行政區之外送平台外送員發生交通事故(各村里別)案人數量群集統計 GIS 統計分析圖，主要集中在板橋區、三重區、新店區。

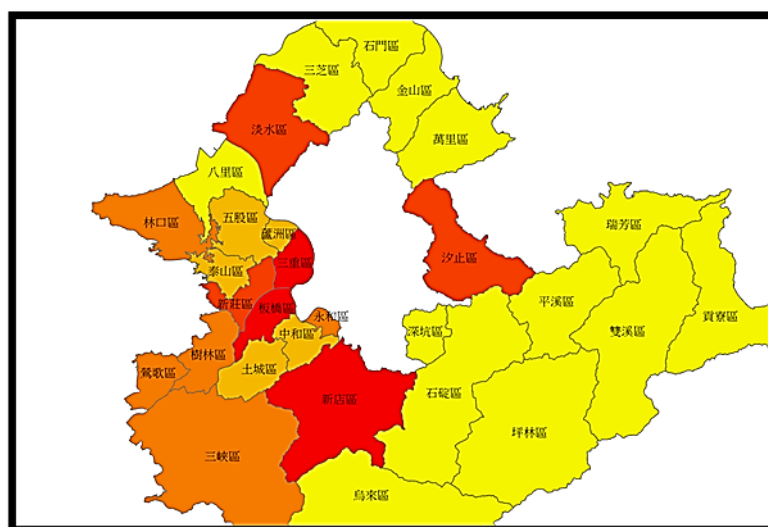


圖 13 外送員交通事故(各區別)案人數量群集統計 GIS 統計分析圖

依交通事故群集(clusters analysis)分析(如圖 14 所示)，第一為「統計顯著性之高值群集 HH(High-High)」之區位(代表本身里及周圍里皆為交通事故熱區)，如新店區有 17 個里、三峽區有 14 個里、淡水區有 11 個里、汐止區有 10 個里、鶯歌區有 9 個里、林口區有 8 個里、五股區有 3 個里、板橋區有 1 個里，此區域為需要高度關注或強力執法之外送平台外送員交通事故發生區位。其次為「高值要素而四周圍繞則是低值群集 HL(High-Low)」之區位(代表本身里為交通事故熱區，但其周圍里並非交通事故熱區)，如中和區有 2 個里、金山區有 1 個里、瑞芳區有 1 個里，此區域為次要需要關注或強力執法之外送平台外送員交通事故發生區位。對於「低值要素而四周圍繞的是高值群集 LH(Low-High)」及「統計顯著性的低值群集 LL(Low-Low)」之部份(代表本身里非為交通事故熱區，其周圍里亦非交通事故熱區)，代表其外送平台外送員交通事故發生相對較低之區位或路段，將無需投入大量交通執法或其他交通改善措施。

4. 外送員交通事故熱街(Hot Streets)地理空間分析

本研究經過統計分析，將外送平台外送員交通事故熱街(Hot Streets)發生 4 筆以上事故之道路或交叉路口進行列表，並加以分析(如表 3 所示)，為發生四次交通事故之道路或交叉路口；表 4 為發生三次交通事故之道路或交叉路口。新北市外送員交通事故案件較少，故選用 2-4 次發生之路段進行研究，與臺北市之結果較為不同，大部分的事故都發生在路段上，比較少出現在交叉路口。一般年輕機車族群中，車禍肇事原因前二名為「未注意車前狀況」、「超速失控」，均與速度有明顯關係；除了以上兩項因素外，外送平台機車事故的主要違規項目再加上「違規停車」、「違規爭道」兩項。

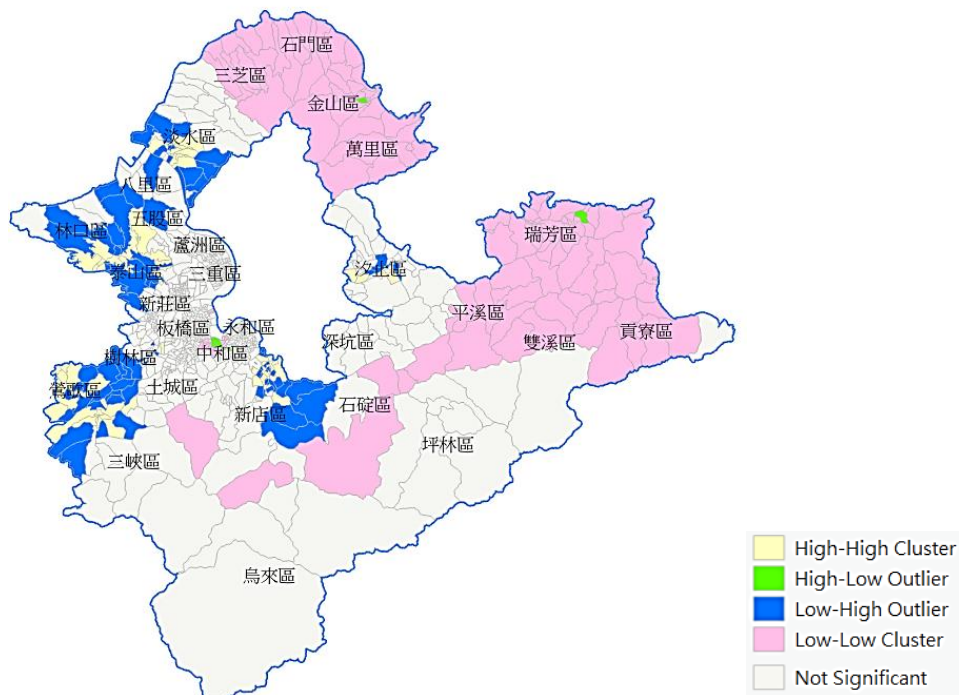


圖 14 外送員交通事故(村里別)群集分析統計分析圖

表 3 外送員交通事故四筆之路段或交叉路口統計分析表

路段	交叉路名	Frequency	Sum_死亡	Sum_受傷
永和區中正路	<Null>	4	0	3
泰山區明志路 1 段	<Null>	4	0	0
新莊區中正路	<Null>	4	0	1
鶯歌區鶯桃路	<Null>	4	0	4

表 4 外送員交通事故三筆之路段或交叉路口統計分析表

路段	交叉路名	Frequency	Sum_死亡	Sum_受傷
三重區正義北路	<Null>	3	0	0
汐止區大同路 2 段	<Null>	3	0	0
板橋區重慶路	<Null>	3	0	0
淡水區民族路	<Null>	3	0	1
新店區北新路 2 段	<Null>	3	0	0

其發生的肇事原因，大部份為「超速失控」、「未依規定讓車」及「未注意車前狀況」等因素，而這些路段附近大部都有許多辦公大樓、商業旅館，周遭飲食店商業活動也相當熱絡，本研究初步研判外送需求是因為旅館林立關係，導致外送需求上升，外送員出入頻繁度也上升。透過 Google 街景可以發現該交叉路口上正好有外送員，而該交叉路口為交通繁忙車流量相當大之十字路口，人車亦相互爭道，路口長度亦較長，可能是造成搶快而發生車禍之主因。

四、地理資訊系統於交通安全管理之應用啟示

人類的行為表現受到所處環境或周遭環境的影響非常明顯，空間分析學者嘗試結合日益成熟的電腦科技地理資訊系統 GIS(Geographic Information System, GIS)、空間計量方法、計量經濟學，及大型資料庫(或稱大數據)，目的在精確地界定空間因素的重要性及影響力：到底是哪一種「空間因素」產生影響？影響有多大？如何建立模型？解釋自變數與因變數間的關係。「空間分析」(Spatial Analysis)旨在突顯「空間因素」的重要性，探討「空間因素」在社會科學(或自然科學)現象中扮演的角色。什麼是「空間因素」？狹義的空間因素，一般指經緯度或 XYZ 座標值；廣義的空間因素則可包括所有與「空間」有關的變數，除了經緯度、座標外，還包括觀察對象所處的地形、地貌、文化、傳統、制度、風俗習慣、經濟發展、社會行為、交通事故、犯罪失序行為等表現等，甚至還括及鄰近地區的狀況。基本想法是，人們行為表現會因為所處環境而改變，因此將觀察對象所處的地理位置及其相關屬性納入考慮有其必要性。⁴本節依據研究發現，地理資訊系統可以找出交通易肇事熱區，

⁴ 參考資料：台灣大學社會科學院大陸研究中心，「大陸 GIS 空間資料庫的建置暨空間探索分析」研究計畫。<http://homepage.ntu.edu.tw/~ntuccs/uploads/research/paper-11.pdf>

而多項研究亦顯示，人類的活動與地理空間相關性(Geo-Spatial Reference)極為密切，大約 90%以上人類在地球上的活動及資料使用，與地理空間有絕對關連，在交通事故上亦有地理熱區集中性(王裕民，2005)(馮正民、吳玉珍，1993)(林威延、林保宏等，2013)。

GIS 是透過明確的座標(經度及緯度)，使用不同來源的電子地圖資料，將空間上的現象，結合套疊在一起，讓人容易地瞭解空間上的現象。GIS 把紙張地圖，轉換成數位化的座標形式表現，用許多的座標點(x, y)，來形成點、線及面資料，藉以表達地點、街道、轄區位置、警察派出所地點等，若結合全球衛星定位系統(Global Positioning System, GPS)，則可動態展現線上外送平台機車(或汽機車)所在位置及可能之派遣最佳路徑。研究顯示，人類的日常活動與地理空間相關性(Geo-Spatial Reference)極為密切，大約 90%以上人類在地球上的活動及資料使用，與地理空間有絕對關連。由於 GIS 所有資料皆數位化(Digitization)之關係，GIS 電子地圖可作各種快速運算，也因數位化後的地理資料可具備快速運算及資料庫查詢功能，GIS 已成為當今最重要的決策支援系統 (Decision Support System) 工具。

目前 GIS 被認為是科技整合基本平台，由於科技日新月異，各項科技亦日趨成熟，一般應用結合相關系統包含全球定位系統(Global Positioning System, GPS)、遙測系統(Remote Sensing)、網際網路(WWW)、無線通訊(Wireless Communication)、資料庫(Database)個人數位秘書(Personal Digital Assistant, PDA)、無線射頻辨識(Radio Frequency Identification, RFID)等等技術。目前隨著人工智慧資訊科技的進步，地理空間資訊系統亦朝新的發展趨勢，例如網際網路 GIS 的 Web-based GIS 及開放式共享結構 OpenGIS，各種個人行動通訊(Personal Mobile Communication System)、虛擬實境(VR)、人工智慧(AI)、專家系統(ES)、決策支援系統(DSS)、類神經網路(ANN)、案例式推理(CBR)、代理人模擬(Agent Based Model)、資料探勘(Data Mining)等等相關新的技術發展與應用，當中又以網際網路 Web-based GIS 及開放式共享結構 OpenGIS 之應用最為廣泛。

目前技術已到了行動定位服務(Location Based Services, LBS)的年代，隨著科技的快速發展，結合電子通訊系統(Communication)、地理資訊系統、行動手機移動定位服務(Mobile Phones Location Based Services)及無線上網(Internet)等技術，這種無所不在，無時無刻，不受時空限制地查詢任何地點，已經存在我們的日常生活大小事物之中，這些技術通稱為行動定位服務(LBS)，其應用更是琳瑯滿目，在安全領域上，預計未來將無可限量，可看出其未來應用之趨勢(黃俊能、鄭鈺亭，2012)(蘇昭銘、王穆衡，2009)。以下是針對地理資訊系統在交通安全管理之應用方面的啟示整理如下：

1.政府部門管理面

- (1)透過地理資訊系統所繪出之不同圖層觀之，由肇事斑點圖層及區別 GIS 肇事圖層顯示，市中心相較於郊區更需要特別強化外送員運輸安全相關措施。
- (2)透過外送員路段肇事件數圖顯示，依據顏色的差異代表不同肇事總次數，可針對特定顏色進行警力配置或者交通改善上的順序配次。
- (3)由外送員路段肇事件數圖可推論有一定的外送員行駛次數比例於特定之路段上，越高的肇事路段，可推論該路段有較多的外送員行駛次數，亦即外送員熱門行駛路段，政府部門可藉由外送員肇事特性進行外送員熱門路段的道路改善或建議，例如：劃設外送員取餐專用停等區；建議外送員繞道行駛高外送員交通事故之巷弄。
- (4)由外送員路段肇事件數圖顯示高外送員交通事故之巷弄集中於高肇事路段附近，甚至與高肇事路段有相連結，可推論外送員有透過巷弄執行外送任務，政府部門可將高外送員交通事故之巷弄改為單行道、拓增停車視距、降低速限或利用標誌、標語等方式，公告特定巷弄常發生交通事故。

2.外送平台業者管理面

- (1)透過外送員路段肇事件數圖與衛星定位系統的配合運用，可透過手機應用軟體的設計，於外送員行經高外送員交通事故路段時獲取警示，以提升外送員行駛安全性。
- (2)外送員行駛路徑足跡為外送平台業者之商業機密，平台業者可透過統計路徑足跡，擬定適當的外送路線，除提升運送效率外，亦可針對常出現肇事之路段或路口進行安全性篩選，避免外送員常行駛於危險路段。
- (3)由肇事斑點圖層及區別 GIS 肇事圖層顯示，平台業者對於市中心之外送員路徑規劃較郊區應需更加重視。
- (4)由外送員路段肇事件數圖及區別 GIS 肇事圖層作為地區性宣導，較高外送員肇事之鄉鎮市區或路段應予以外送員相當程度性的宣導，或針對高肇事之鄉鎮市區給予外送員適當金錢補貼。

3.外送員自主管理面

- (1)透過 GIS 相關肇事分布圖層顯示，外送員應有地域性之認知，於行經特定路段或路口時，應特加留意該地段或地區為高事故風險區域，應提高駕駛注意力。
- (2)透過 GIS 相關肇事分布圖層與外送員肇事特性分析之結合，外送員應時刻注意有無駕駛超速之虞，並於高肇事路口或路段應特別留意外送員五種高比例肇事樣態：「尚未發現肇事因素」、「未注意車前狀況」、「不明原因肇事」、「未依規定讓車」及「超速失控」。

五、結論與建議

5.1 結論

- 1.本研究依據臺北市警察局及新北市警察局 108 年 11 月至 109 年 10 月統計資料，外送員發生件數計 2674 件，造成 0 人死亡，971 人受傷。
- 2.本研究依據內政部警政署有關 108 年 11 月至 109 年 10 月全國外送平台外送員之 A1 類及 A2 類交通事故發生件數 2,722 件，造成 5 人死亡，3,568 人受傷。前 5 大主要肇因為「未依規定讓車」(占 23.62%)、「未注意車前狀態」(占 20.20%)、「未保持行車安全距離」(占 6.39%)、「左轉彎未依規定」(占 5.03%)及「未依規定減速」(占 3.74%)。肇事時間以「12-14 時」發生最多(占 21.41%)，「18-20 時」次之(占 14.69%)。
- 3.本研究依據交通部公路總局提供外送員登記人數有 100,293 人，對照本研究抽樣調查每日平均外送單數為 13.8 單、每趟外送里程約 2.5 公里左右、外送員平均每周休息 1.83 天，比較外送員與一般機車的肇事風險為高，目前警政單位對於外送員事故資料之統計尚未完善，外送員事故件數有不少黑數，故外送員事故件數有低估狀態，推估實際外送員交通事故比率應該更高。
- 4.運用 ArcGIS 軟體將事故資料繪於地圖上，形成事故斑點圖與事故熱區，以視覺化分析方式呈現單點圖、熱區圖及熱街圖。

5.2 建議

- 1.外送員之認定原則過於不嚴謹，建議後續於判定外送員身分應有一完善認定標準。
- 2.交通工程改善或交通宣導的努力之下，外送員事故件數前後之差異比較，建議可納為後續研究之重點。
- 3.外送員肇事路段排行僅以次數比較，建議後續可透過群集分析挑選具潛在風險之路段。
- 4.道路交通事故改善措施不限於交通工程之手段，其他方法如教育、執法等相關措施亦與交通工程相互配合，相輔相成。
- 5.外送員行駛足跡屬於商業機密，建議後續可藉由外送平台業者提供之外送員實際外送路徑足跡，透過 GIS 系統繪製外送員熱門路徑圖，以供政府部門或業者針對熱門路徑採取相關安全策略。
- 6.群集分析係源自犯罪預防概念，運用在交通上可探究一區域是否與另區域有關聯或流溢之情況，惟交通主要探討路段或路口，建議後續研究時可進行路段或路口之群集分析。
- 7.臺北市與新北市因邊界相連，建議進行熱點分析時需採合併處理，以減少資料顯示上的邊界效應。核密度參數設定與結果呈現相關，建議可以

考慮使用較長之搜尋半徑(如核密度 100m 或邊界/50)處理，其 cell size 為 50m 單元。

誌謝

本文依據周文生、許志誠、黃俊能等執行交通部運輸研究所合作研究計畫「網路媒合外送平台外送員之交通安全管理策略研析」(計劃編號：MOTC-IOT-109-SDB012)之研究發現與研究產出，彙整成本文，在此感謝所有研究成員與參與受訪者對本研究之貢獻。本文的意見，不代表任何官方立場與政策。

參考文獻

- 王裕民(2005)，易肇事地點模式應用於 GIS 之研究，中央警察大學交通管理研究所碩士論文。
- 周文生、許志誠、黃俊能等(2021)，網路媒合外送平台外送員之交通安全管理策略研析，交通部運輸研究所合作研究計畫期末報告。
- 林威延、林保宏等人(2013)，「應用 GIS 技術於計程車旅行時間與共乘路線之初步探勘-以台中港路為例」，*都市交通半年刊*，第二十七卷，頁 25-37。
- 馮正民、吳玉珍(1993)，「以 GIS 提升都市交通問題之解決能力」，*都市與計畫期刊*，第二十卷第二期，頁 195-208 頁。
- 黃俊能、鄭鈺亭，「行動定位服務於犯罪製圖之應用」，2012 第八屆網際網路暨通訊科技研討會(NWICT2012)，聖約翰科技大學，頁 7-12，2012 年 4 月 25 日，台北淡水。(ISBN: 978-986-6765-34-6)
- 蘇昭銘、王穆衡(2009)，「公路汽車客運路線 GIS 空間資料建置方法之研究」，*運輸計劃季刊*，第三十八卷第二期，頁 151-172。
- Dablang, Morganti, ArvidssonLe T.V and Ukkusuri, S.V. (2019), "Crowd-shipping services for last mile delivery: Analysis from American survey data," *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, Vol. 1, 100008.
- Ermagun1, A., Shamshiripour, A. and Stathopoulos, A. (2018), "Performance analysis of crowd-shipping in urban and suburban areas," *Proceeding of Transportation Research Board 2018 Annual Conference*, January 7–11, 2018, Washington.
- Hirst, Ali S Al-Ghamdi, Analysis of traffic accidents at urban intersections in Riyadh, *Accident Analysis & Prevation*, Volume 35, Issue 5, September 2003, pp.717-724。
- Laetitia Dablang (2018), "On-demand instant deliveries and impacts on urban

planning,” SULPITER, Stuttgart, Germany.

Le, T.V., Stathopoulos, A., Woensel, T.V. and Ukkusuri, S.V. (2019) “Supply, demand, operations, and management of crowd-shipping services: A review and empirical evidence,” *Transportation Research Part C*, Vol. 103, pp. 83-103.

Punel, A., Stathopoulos, A. (2017), “Modeling the acceptability of crowdsourced goods deliveries: Role of context and experience effects,” *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 105, issue C, pp. 18-38.

(收稿 110/09/03，第一次修改 110/09/28，接受 110/11/11，定稿 110/11/18)