

112 年 道 路 交 通
安 全 與 執 法 研 討 會
中 華 民 國 112 年 09 月 28 日

自行車路網之路口自行車事故分析¹

Analysis of Bicycle Accidents on Intersections of Cycling Routes

林大傑 Da-Jie Lin²、劉欣憲 Hsin-Hsien Liu³、葉祖宏 Su-Hurng Yeh⁴、
黃明正 Ming-Cheng Huang⁵、王聖儒 Sheng-Ju Wang⁶、劉肇騏 Chao-Chi Liu⁷、
葉心怡 Hsin-Yi Yeh⁸、曹瑋玲 Wei-Ling Tsao⁹

摘要

本研究旨在探討環島及多元路線之自行車事故路口環境樣態，以找出影響自行車肇事之路口特徵，提出相對應之改善建議。利用 108 年至 112 年 2 月自行車事故資料(A1 及 A2)，共 91,483 件，透過 GIS 之環域分析技術撈取環島及多元路線自行車路口事故，共計 4,068 件，並蒐集環境影響變數如路寬、自行車道類型、學校等，以及交通事故調查報告表之欄位變數如號誌種類、碰撞類型及型態、是否為第一當事人等，藉此了解事故特性。本研究採用關聯法則(Association Rule)，分析路口環境影響變數之間關聯性與其對自行車事故之影響，分析結果為 10 條顯著規則，皆與自行車事故呈現正相關。研究結果顯示，自行車容易自摔、自撞與未設有自行車道或無號誌有相當高之關聯性，另可發現，路寬較寬(31 公尺以上)、路口周遭設有學校或生活機能設施及機構條件下若無自行車道，則易造成自行車事故發生；爰此，建議在道路路寬條件許可下，增設自行車專用道，倘預路寬不足之處，則考量與行人共道，使其與機動車輛分隔，同時考量能否於無號誌路口設置行車管制號誌，亦或增設反光鏡，並且輔以自行車路口穿越道之標線繪製等作為，可降低路口潛在風險，並於事故熱點如學校或生活機能設施周遭設置「警 39」標誌，警示所有用路人小心自行車，藉由以上改善路口環境，提升自行車騎乘安全品質。

關鍵詞：自行車事故、關聯法則、環境影響因子。

¹本文章內容為交通部運輸研究所委託計畫(編號 MOTC-IOT-111-SDB008)之部分研究成果摘錄，特此併致謝忱。

²逢甲大學運輸與物流學系副教授暨先進交通管理研究中心主任。

³逢甲大學先進交通管理研究中心副主任暨研究助理教授。

⁴交通部運輸研究所運安組組長。

⁵交通部運輸研究所運安組副組長。

⁶交通部運輸研究所運安組研究員。

⁷逢甲大學運輸與物流學系碩士。

⁸逢甲大學運輸與物流學系學士。

⁹逢甲大學先進交通管理研究中心規劃組副組長。

一、緣起

近年國內自行車路線逐年建置完成，國人使用自行車環島、多元及串聯路線，從事休閒及觀光旅遊活動，隨著自行車運具使用人數增加及使用範圍愈加多元化，自行車安全逐漸受到重視，交通部依照行政院指示研提「環島自行車道升級暨多元路線整合推動計畫」，並奉行政院核定，希冀以 98-107 年完成的環島路網為主幹路網，並配合國家風景區及各地方政府的觀光亮點計畫做一整體且多元化路網規劃，以及新增辦理串聯路線，以縫合既有自行車道斷點，打造更優質的騎乘路線，因此自行車騎乘安全近年逐步受到重視，而自行車用路安全關乎路線服務品質及用路人使用意願，爰此，本研究以國內自行車路線作為研究範圍，分析自行車事故影響因素，了解自行車事故成因，進而研提改善建議。

本研究所使用之資料內容來源為警政署交通事故資料庫，資料蒐集期間為 108 年 1 月至 112 年 2 月環島及多元路線之自行車事故共 7,348 件，透過 GIS 分析技術撈取環島及多元路線自行車路口事故，共計 4,068 件，由撈取之路口事故數顯示，一半以上之事故集中於路口。鑒於上述，本研究希冀以自行車路網事故資料輔以路口自行車事故為主要分析主軸，探討環境影響因子與自行車事故間的關聯性。全文架構先藉由文獻回顧，蒐集路口自行車事故環境影響因子及彙整研究方法，並利用關聯法則分析自行車事故環境影響因子間之關聯性，進一步推論自行車事故發生情境並加以彙析，最後將研究成果歸納結論與建議。

二、文獻回顧

本研究主題為自行車路口事故分析，主要係透過關聯法則探討自行車事故環境影響因子間之關聯性，因此在文獻回顧部分，著重於道路與環境影響因子及關聯法則之應用等相關文獻進行彙整與說明。

2.1 道路與環境影響因子

自行車事故多發生於路口(林豐福等人, 2004、李訓誠, 2010、沈芳瑜, 2013); 以碰撞型態而言，側撞為最多，其次是追撞，再其次為同向擦撞及路口角撞(林豐福等人, 2004、李訓誠, 2010、沈芳瑜, 2013); 在機動車與自行車二者之關係的部分，過去研究指出，相關交通工程設施會明顯降低自行車與機動車之衝突風險(沈芳瑜, 2013)，且當路口車道數較少並設置自行車相關設施，可減少自行車與機動車輛之事故風險(沈芳瑜, 2013)。國外亦針對自行車事故環境因子進行研究分析，加入多項環境顯著影響因子，包含自行車及機動車交通量(Hongliang Ding, 2022)、自行車使用量(Hongliang Ding, 2022)、彎道(Fangrong Chang, 2022)、道路幾何設計 Siying Zhu, 2020)及其他環境特徵(Marcus Skyum Myhrmann, 2020)，如：學校、運輸場站等皆可能對自行車事故造成影響；在受傷程度的部分，通常碰撞型態為自撞的事故受傷嚴重程度較高(Fangrong Chang, 2022)，同時認為應透過安全教育、鼓勵、優化道路線形設計以及制訂相關規範等方式改善自行車騎士的安全(Fangrong Chang, 2022)。

2.2 關聯法則之應用

近年來資料探勘技術發展蓬勃，其應用於各個領域上皆有良好的成效，其中關聯法則之應用領域廣泛，關聯法則(Association Rule)又稱「購物籃分析(Basket Analysis)」，最經典的案例為美國 Walmart 超市發現購買尿布的顧客又購買啤酒這條規則，透過分析發現許多男性顧客在替家裡添購尿布時會順帶購買自己想喝的啤酒。關聯法則過去研究多應用於行銷、財務和銷售領域，以協助挖掘消費者之適性商品或作為制定銷售策略之參考(Yang et al., 2006、陳垂呈等人，2022 年)；亦或藉由關聯法則在醫療領域中找出可用之重要資訊，以提升醫療服務之品質(馮嘉應，2015 年、王莉婷，2017 年)；此外，於交通領域中則多應用於交通事故資料或違規資料之分析，以分析事故因素或違規條款之間的關聯性(張敏亮，2005 年、鄭博全，2018 年、蘇柏元，2022 年)，亦或應用關聯規則探討嚴重交通事故之肇因(Xu al., 2018)及找出事故碰撞風險之因素(Bakhit., 2018)。由上述可知，關聯法則之應用主要可以從龐大之資料中，挖掘與探索資料間之相關性，以找出具有參考價值之重要資訊作為決策。

三、研究方法

關聯法則(Association Rule)最初提出動機為針對購物籃進行分析，當店經理欲更加了解顧客購物習慣，尤其是想知道那些商品顧客可能會在一次購買，可以對商店的顧客銷售單進行購物籃分析。該過程通過發現顧客放入「購物籃」中的不同商品之間的關聯，分析顧客的購物習慣。這種關聯的發現可以幫助零售商了解哪些商品頻繁的被顧客同時購買，從而幫助其開發更好的行銷策略。(卓裕仁，2020)

本研究使用關聯法則(Association Rule)分析路口自行車事故於不同事故樣態下之發生情境。研究變數主要為道路交通事故調查報告表一表二欄位與本研究蒐集之路口環境特徵，包含醫院、學校、自行車道、大賣場等進行分析，分析不同的自行車事故樣態中，自行車事故在哪些變數的影響下較容易發生以及分析各變數之間的影響關係，進而推論並分析事故發生情境。

支持度(Support)用以衡量在 n 個樣本數下，前提項目 X 和結果項目 Y 同時出現的頻率($P(X \cap Y)$)，表示該規則在全部事故中出現的比率，如下式(1)所示。支持度在關聯法的 n 個樣本數中須具備一定普遍性(即顯著性)，方為有效資訊，且當分析結果大於最小支持度時，即視為頻繁項集。最小支持度門檻主要用於控管關聯法則必須涵蓋的最少資料比率；可刪除所占比率偏低的關聯性，以擷取較具代表性之關聯法則。(柯閔翔，2020)

$$\text{Support}(X \rightarrow Y) = \frac{X \cap Y}{n} \quad (1)$$

信賴度(Confidence)用以衡量前提項目 X 發生的情況下，結果項目 Y 發生的條件機率($P(Y|X)$)，表示當前提項目 X 發生時，可推得結果項目 Y 的規則正確性的信心程度，如下式(2)所示。信賴度是衡量關聯法則是否具有可信度的指標，因此，分析結果之信賴度須達到一定水準(通常為 0.5)，當結果大於最小信賴度時，即視為強關聯。此外，亦可利用最小信賴度做為門檻去除正確機率較低的關聯法則，加強分析結果之可信度。(柯閔翔，2020)

$$\text{Confidence}(X \rightarrow Y) = \frac{X \cap Y}{P(X)} \quad (2)$$

提升度(Lift)主要分析 X 與 Y 的相關性，用於比較信賴度與結果項目 Y 單獨發生時兩者機率間的大小，如下式(3)所示。提升度的意義是用以比較關聯法則的信賴度與原本結果項目 Y 的發生機率以衡量該規則的價值及其相對效益，當結果等於 1 時，表示無相關；結果大於 1 時，表示正相關；結果小於 1 時，表示負相關，因此提升度至少應大於 1，顯示該關聯法則的預測結果比原本的表現好，即其信賴度大於原本結果項目 Y 的發生機率。(柯閔翔，2020)

$$\text{Lift}(X \rightarrow Y) = \frac{P(Y|X)}{P(Y)} = \frac{X \cap Y}{P(X) \times P(Y)} \quad (3)$$

四、研究結果

本研究採用 108 年 1 月至 112 年 2 月自行車事故資料，以自行車路網範圍內之路口為研究範圍，分析路口環境影響因子及自行車事故特性，根據分析結果探討變數與事故的相關性，相關內容說明如下。

4.1 資料處理與分析

本研究主要蒐集分析資料變數與圖資之來源主要有交通部數值路網圖、政府公開資料來源及交通事故調查報告表蒐集變數資料，總計共蒐集有 87 個之多，惟發現部份變數有資料偏斜不平衡之特性，容易造成結果不顯著，考量其易影響分析，難以有顯著成果，經本研究整理分析後，將相關變數整併如下表 1；此外，藉由回顧文獻較為重要之環境變數，則不納入整併項目；接續針對所有投入變數進行基本統計如下表 2，發現仍有變數具稀少性，基於此，原預計再行整併相關變數卻發現無法有相關變數之共同性可以再行整併，故不予以整併；另關聯法則係以二元類別變數進行投入及產出，故皆將變數進行虛擬化(Dummy)處理。

表 1 環境影響因子彙整表

環境影響因子	整合項目
學校	大專院校、中學、小學、幼兒園、特殊學校
文化及表演機構	圖書館、博物館、資料及陳列館、文化中心、社教館、美術館、劇院、音樂廳
醫療機構	醫學中心、醫院、衛生所
運動休閒場所	活動中心、體育館、體育場、公立游泳池
觀光旅遊景點	國家風景區、國家公園、觀光景點、海水浴場、古蹟、紀念性場所

環境影響因子	整合項目
參觀及遊樂園區	遊樂園、動物園、植物園、國家森林遊樂區
生活機能設施及機構	市場、大賣場、便利商店、百貨公司、郵局、電信公司、電力公司、自來水公司、天然氣公司、金融機構、旅館、民宿
大型運輸場站	台鐵車站、客運站、捷運站、輕軌站、高鐵站
福利機構	兒少、老人、婦女、身心障礙福利機構
政府機關	總統府、中央政府機關、中央政府所屬機關、監獄、看守所、直轄市議會、縣市議會、鄉鎮市民代表會、省政府、省諮議會、直轄市政府、縣市政府、鄉鎮市公所、區公所、戶政事務所、地政事務所、稅捐稽徵機關、其他政府所屬單位

資料來源：本研究彙整。

本研究針對相關變數進行基本統計，包含行車號誌、行人號誌、閃光號誌、無號誌、碰撞型態、當事人編號、自行車道類型、電桿、橋梁、路寬、學校、文化及表演機構、醫療機構、運動休閒場所、觀光旅遊景點、參觀及遊樂園區、生活機能設施及機構、大型運輸場站、公園、公車站、交流道、福利機構、職訓中心、公國營事業、消防局、警察局、政府機關、平交道、停車場、科學工業園區、加油站，共計 31 個變數，統計結果如下表 2 所示。

表 2 環境影響因子基本統計彙整表

變數	資料類型	事故數統計		
		變項	事故數	百分比
行車號誌	二元	是	2,022	49.71%
		否	2,046	50.29%
行人號誌	二元	是	352	8.65%
		否	3,716	91.35%
閃光號誌	二元	是	222	5.46%
		否	3,846	94.54%
無號誌	二元	是	1,472	36.18%
		否	2,596	63.82%
碰撞型態	名目	自摔自撞	278	6.83%
		角撞	424	10.42%
		車與人撞	41	1.01%
		其他	669	16.45%
		追撞	609	14.97%
		側撞	1,417	34.83%
		對撞	36	0.88%
擦撞	594	14.60%		

變數	資料類型	事故數統計		
		變項	事故數	百分比
當事人編號	二元	第一當事人	2,016	49.56%
		非第一當事人	2,052	50.44%
自行車道類型	名目	自行車專用道	111	2.73%
		自行車與行人專用道	39	0.96%
		自行車與行人共用道 (標線分隔)	70	1.72%
		自行車與行人共用道	63	1.55%
		自行車專用車道 (單側單向佈設)	6	0.15%
		自行車專用車道 (雙側雙向佈設)	9	0.22%
		自行車專用車道 (單白實線分隔) 劃設於混合車道	41	1.01%
		自行車與汽機車共用 車道(快慢分隔)	2,213	54.40%
		自行車與汽機車共用 車道(混合車道)	1,516	37.27%
電桿	二元	是	828	20.35%
		否	3,240	79.65%
橋梁	二元	是	264	6.49%
		否	3,804	93.51%
路寬分類	排序	路寬20公尺以下	1,441	35.42%
		路寬21~30公尺	1,594	39.18%
		路寬31公尺以上	1,033	25.39%
學校	二元	是	1,301	31.98%
		否	2,767	68.02%
文化及表演機構	二元	是	269	6.61%
		否	3,799	93.39%
醫療機構	二元	是	296	7.28%
		否	3,772	92.72%
運動休閒場所	二元	是	71	1.75%
		否	3,997	98.25%
觀光旅遊景點	二元	是	984	24.19%
		否	3,084	75.81%
參觀及遊樂園區	二元	是	154	3.79%
		否	3,914	96.21%
生活機能設施及機構	二元	是	1,529	37.59%
		否	2,539	62.41%

變數	資料類型	事故數統計		
		變項	事故數	百分比
大型運輸場站	二元	是	338	8.31%
		否	3,730	91.69%
公園	二元	是	450	11.06%
		否	3,618	88.94%
公車站	二元	是	311	7.65%
		否	3,757	92.35%
交流道	二元	是	13	0.32%
		否	4,055	99.68%
福利機構	二元	是	6	0.15%
		否	4,062	99.85%
職訓中心	二元	是	5	0.12%
		否	4,063	99.88%
公國營事業	二元	是	1	0.02%
		否	4,067	99.98%
消防局	二元	是	3	0.07%
		否	4,065	99.93%
警察局	二元	是	78	1.92%
		否	3,990	98.08%
政府機關	二元	是	12	0.29%
		否	4,056	99.71%
平交道	二元	是	6	0.15%
		否	4,062	99.85%
停車場	二元	是	857	21.07%
		否	3,211	78.93%
科學工業園區	二元	是	96	2.36%
		否	3,972	97.64%
加油站	二元	是	342	8.41%
		否	3,726	91.59%

資料來源：本研究彙整。

4.2 分析成果

本研究利用關聯法則將路口環境影響因子與自行車事故特性綜整分析。因於關聯法則會受到參數設定影響，則所產生結果與規則數量會有不同，經過本研究多重試誤法後，最後考量之參數設定部分，將支持度設定在 0.03 以上，同時信賴度設為 0.8 以上方納入規則採用。基於此則產生較具代表性的十個規則，並針對各規則進行解釋，最後則根據此進行分析與討論。

1.規則一

在事故路口最大路寬介於 21 公尺至 30 公尺且附近設有電桿的條件下，自行車道型態為自行車與機動車共道(無分隔)。

2.規則二

在事故路口最大路寬介於 21 公尺至 30 公尺且碰撞事故型態多為側撞的條件下，自行車道型態為自行車與機動車共道(無分隔)。

3.規則三

於最大路寬為 31 公尺以上的號誌化路口，自行車騎士為第一當事人的條件下，自行車道型態為自行車與機動車共道(無分隔)。

4.規則四

在自行車道類型為自行車與機動車共道(無分隔)的無號誌路口，多發生追撞事故的條件下，自行車多為非第一當事人。

5.規則五

於周邊有學校且最大路寬為 31 公尺以上的號誌化路口，自行車多在自行車道類型為自行車與機動車共道(無分隔)的環境下發生事故。

6.規則六

於周邊有學校且最大路寬為 31 公尺以上的路口，自行車多為非事故第一當事人的條件下，自行車道類型多為自行車與機動車共道(無分隔)。

7.規則七

於無號誌路口，自行車事故類型多為自摔及自撞之條件下，自行車為事故第一當事人。

8.規則八

最大路寬 31 公尺以上的路口周邊有生活機能設施及機構，自行車為事故第一當事人之條件下，自行車道類型為自行車與機動車共道(無分隔)。

9.規則九

當路口最大路寬為 31 公尺以上、自行車與其他車輛發生追撞事故的條件下，自行車非事故第一當事人，顯示可能為自行車與機動車存在速差導致事故，或自行車於路口停等紅燈時，後方機動車煞車不及而導致。

10.規則十

當路口自行車道類型為自行車與機動車共道(無分隔)，多發生自行車自摔及自撞事故的條件下，自行車為事故第一當事人。

表 3 關聯法則分析成果彙整表

X			Y	支持度	信賴度	提升度
電桿	路寬21~30公尺	-	自行車與機動車 共道(無分隔)	0.0868	0.823	1.513
側撞	路寬31公尺 以上	-	自行車與機動車 共道(無分隔)	0.0678	0.809	1.488
行車管制號 誌	第一當事人	路寬31公尺 以上	自行車與機動車 共道(無分隔)	0.0565	0.801	1.473
無號誌	追撞	自行車與機 動車共道 (無分隔)	非第一當事人	0.0438	0.817	1.619
行車管制號 誌	路寬31公尺 以上	學校	自行車與機動車 共道(無分隔)	0.0423	0.819	1.506
非第一當事 人	路寬31公尺 以上	學校	自行車與機動車 共道(無分隔)	0.0423	0.808	1.484
無號誌	自摔自撞	-	第一當事人	0.0374	0.938	1.893
第一當事人	路寬31公尺 以上	生活機能設 施及機構	自行車與機動車 共道(無分隔)	0.0366	0.801	1.473
追撞	路寬31公尺 以上	-	非第一當事人	0.0361	0.803	1.592
自摔自撞	自行車與機 動車共道 (無分隔)	-	第一當事人	0.0312	0.948	1.912

資料來源：本研究彙整。備註：X：前提項目；Y：結果項目(在 X 發生的前提下才會發生)

4.3 分析與討論

1.規則一

本規則包含路寬 21~30 公尺、電桿、自行車道型態為自行車與機動車共道(無分隔)，研判若電桿位置設置不當，且自行車與機動車混道下，自行車騎乘之空間及視距受到限制，易導致其受機動車流影響，進而發生事故。依據上述原因，改善建議如下：(1)建議通盤檢討電桿設置情形，是否有設置不當而影響行車之問題；(2)依照道路條件設置自行車專用道，若有環境限制則考量與行人共道，以達到與機動車行車空間分隔之目的。

2.規則二

於本規則中，路口最大路寬為 31 公尺以上，且容易發生側撞事故，研判可能因為自行車習慣行駛於最外側車道，在直行欲穿越較寬之路口時，容易因騎乘位置及速度較慢等因素，導致受到右轉機動車輛側撞。依據上述原因，改善建議如下：(1)建議於行穿線旁繪設自行車穿越道，並配合行穿線退縮之政策，提升右轉車輛之視距，同時予以自行車專有路權，降低側撞風險。

3.規則三

本規則為號誌化路口、路寬 31 公尺以上，自行車為事故第一當事人的條件下，自行車道類型為自行車與機動車共道(無分隔)，應為自行車騎士違規而導致事故，研判號誌化且面積較大之路口，整體行車環境較為複雜，而又無有效規範其騎行位置，造成自行車騎行自由度較高，難以預測其動線，又因自行車於較大之路口可能有穿越時間不足之狀況，進而導致與其他車輛衝突。依據上述原因，改善建議如下：(1)建議於行穿線旁繪設自行車穿越道，在車輛穿越路口時，分流自行車與機動車，引導自行車於路口兩段式轉彎；(2)評估並調整號誌時制，考量增加路口號誌全紅時間，使自行車有充足時間穿越路口；(3)評估道路條件，規劃設置自行車專用騎行空間。

4.規則四

在無號誌路口、自行車與機動車共道(無分隔)且發生追撞事故的條件下，自行車非事故第一當事人，顯示主要違規方非為自行車騎士，因自行車與機動車混道，而其速度較慢，易與機動車產生速差，導致在近路口處有剎停之行為時，受到後方速度較快之機動車輛追撞。依據上述原因，改善建議如下：(1)建議評估路口車流量是否達到增設號誌之條件，透過增設號誌使機動車流有可遵守規範的依據，並避免自行車與機動車因急剎或其他因素而產生衝突；(2)建議評估道路條件是否可設置自行車專用道，以達區隔自行車與機動車流之目的，降低事故風險。

5.規則五

在最大路寬 31 公尺以上的號誌化路口，學校坐落於路口周邊的條件下，自行車與機動車共道(無分隔)，研判可能為上下學時段車流量較大，路邊時有接送學生之車輛臨停於校門口附近，影響主線上用路人視距，難以注意到出入學校之人車，而無論自行車騎行於主線抑或為出入學校，皆存在事故風險，依據上述原因，改善建議如下：(1)建議設置通學步道，規劃自行車及行人動線；(2)建議於校門口增設閃光號誌，提醒車輛行經此路口時須停等或減速；(3)規定校門口禁止停車，配合通學步道動線規劃接送臨停區；(4)由於可能時有自行車出入，建議於出入口設置「警 39」標誌，以警示用路人當心自行車。

6.規則六

在路口最大路寬 31 公尺以上，學校坐落於路口周邊時，自行車非事故第一當事人，且自行車道類型為自行車與機動車共道(無分隔)，研判可能為上下學時段車流量較大，路邊時有接送學生之車輛臨停於校門口附近，影響用路人視距，導致自行車出入校門口時與主線之車輛難以注意到對方。依據上述原因，改善建議如下：依據上述原因，改善建議如下：(1)建議設置通學步道，規劃自行車及行人動線；(2)建議於校門口增設閃光號誌，提醒車輛行經此路口時須停等或減速；(3)規定校門口禁止停車，配合通學步道動線規劃接送臨停區；(4)由於可能時有自行車出入，建議於出入口設置「警 39」標誌，以警示用路人當心自行車。

7.規則七

自行車於無號誌路口騎行時，事故類型多為自摔及自撞，研判可能由於路口無設置號誌，易有車輛或行人突然衝出之情形，且車輛轉向較難以預測，導致自行車為閃避或受到驚嚇而發生自摔、自撞事故。依據上述原因，改善建議如下：(1)建議評估路口條件，若符合則設置行車管制號誌，若條件不足則考量設置閃光號誌；(2)建議可於無號誌路口設置反光鏡，使用路人可注意到橫向來車，降低碰撞風險。

8.規則八

在最大路寬 31 公尺以上且周邊有生活機能設施及機構的路口，自行車為事故第一當事人，且自行車道類型為自行車與機動車共道(無分隔)，研判當路口周邊設有生活機能設施及機構包含大賣場、便利商店、金融機構等，容易吸引人車流前往，亦會有車輛臨時停等現象，其中自行車可及性較高，常從路側或路口街角處衝出，又因路口較大，行車環境及動線較為複雜，多數車輛交織，進而導致其他車輛閃避不及，與自行車發生碰撞。依據上述原因，改善建議如下：(1)評估道路條件，規劃設置自行車專用道，使其有良好的騎行動線，降低與其他車流間之影響；(2)建議於路口設置「警 39」標誌，以警示用路人當心自行車

9.規則九

在最大路寬為 31 公尺以上之路口，自行車易與其他車輛發生追撞事故且自行車非事故第一當事人，研判可能為路口面積較大時，速度較慢之自行車穿越時間較長，而路口又無分車道規範車輛行駛空間，此情境下，自行車易受到後方機動車輛追撞。依據上述原因，改善建議如下：(1)建議繪設自行車穿越道，使其在穿越路口時，有路權上的保障，降低與其他車種碰撞風險。

10.規則十

在自行車與機動車共道(無分隔)路口，時有自行車自摔及自撞事故，因受到機動車流影響，本就習慣騎乘於路側之自行車，可能又因路側設施或路邊停車，導致騎行空間受到壓縮，進而增加自摔或自撞風險，依據上述原因，改善建議如下：建議評估道路條件是否可繪設自行車道，給予其適當且安全之獨立空間，降低周遭環境影響。

五、結論與建議

本研究利用關聯法則分析自行車各環境影響因子間的相關性，了解自行車路網之路口自行車事故及環境特性，歸納路口自行車事故環境特徵，分析及研判自行車事故之發生情境及其特性，了解自行車環境影響因子間的關係並進一步歸納結論與建議。

5.1 結論

現況下國內之自行車路網仍在建置中，希冀配合國家風景區及各地方政府的觀光亮點計畫做一整體且多元化路網規劃，並新增辦理串聯路線，縫合既有自行車道斷點，因此國內近年之自行車安全逐漸受到重視，綜整前述各路口環境影響因子及事故之分析成果，本節將綜整與歸納說明本次研究整體內容。

- 1.分析結果顯示，國內自行車與機動車共道與事故有較高關聯性，由此可知，若在空間上未妥善分隔二者，自行車事故風險將不斷提升；於路寬較大之路口，可能導致自行車穿越路口時間不足而發生事故，亦在穿越時，受到後方機動車輛追撞；另可發現自行車碰撞型態以自摔及自撞較為顯著，在無提供有效保護設施情況下，路口存在許多影響自行車安全之潛在風險。

- 2.自行車環島及多元路網之路口事故成因多指向空間規劃較不完善之問題，故本研究建議以清查現況道路配置建立自行車獨立騎乘空間並達到連續性為原則，若道路條件符合則以實體分隔為最佳，標線分隔次之，若條件不符，則在確保人行空間充裕的狀況下，規劃自行車與行人共道；另於路口周遭適當增設「警 39」標誌，提醒用路人當心自行車；再者，針對自行車本身駕駛行為，透過不同管道，落實自行車騎乘安全教育訓練，使其行駛於道路上時能保護自己，同時保護其他用路人。

5.2 建議

自行車事故之環境影響因子眾多，根據文獻回顧發現，自行車事故之影響因素可區分為人為影響因素及環境影響因素，本研究主要針對環境影響因素進行分析，建議後續可分析自行車騎士之駕駛行為了解其發生年齡族群、旅次目的等，以完善自行車事故情境推論與探討之相關研究，幫助未來自行車安全改善建議研提或加強其他自行車相關議題探討之參考資料可靠度。

另由於環境影響因子圖資有限，分析完整性較不全面，因此納入之環境影響因子有限，建議後續若有相關研究可針對自行車路線之環境影響因子進行清查，增加環境影響因子或其變項進行分析(如：號誌、生活機能設施及機構等)，加強環境影響因子之正確性與完整性，有益於後續相關研究或自行車路線工程設施建設完整性清查，進行相關績效或路線設施缺失檢討作業，加強自行車騎行安全，逐步完善國內自行車之騎乘安全環境及打造安全舒適之自行車觀光路線。

參考文獻

- 柯閔翔(2020)，「關聯法則應用於機器人輔助揀貨下移動式輕型料架儲位指派策略之模擬分析」，中華大學碩士論文，頁 18-20。
- 林豐福、喻世祥(2004)，「腳踏車肇事特性分析及因應措施」，交通部運輸研究所委託研究。
- 李訓誠(2010)，「應用資料探勘方法於自行車交通事故特性之研究」，中央警察大學碩士論文。
- 沈芳瑜(2013)，「自行車與機動車輛路口衝突風險分析」，國立臺灣大學工學院土木工程學系碩士論文。
- 蘇振維、張舜淵、楊幼文、鄭嘉盈、高錫鈺、黃志清、田珍綺、張耕碩(2017)，「自行車道系統規劃設計參考手冊(2017 修訂版)」，交通部運輸研究所。
- 內政部營建署(2018)，都市人本交通道路規劃設計手冊(第二版)。
- 陳垂呈、黃惠苓、林容萱(2022)，「利用商品金額加權關聯規則挖掘消費者適性商品」，資訊與管理科學，第 15 卷第 2 期，頁 46~60。
- 嗎嘉應(2015)，「運用階層式分群法及加權 Apriori 探討腦部健檢民眾回診之關聯法則」，國立臺灣科技大學工業管理系碩士論文。

- 王莉婷(2017)，「利用關聯法則演算法探討中藥處方在大腸癌治療之用藥模式」，南華大學資訊管理學系碩士論文。
- 鄭博全(2018)，「利用關聯規則挖掘交通事故規則-以桃園市為例」，萬能科技大學資訊管理研究所碩士論文。
- 張敏亮(2005)，「應用資料探勘於交通事故環境之關聯規則與預測」，臺中健康暨管理學院資訊科學與應用學系碩士論文。
- 蘇柏元(2022)，「以資料探勘方法探討新北市交通違規條款與相關特徵之關聯性分析」，新北市政府 111 年度自行研究報告。
- 市區道路及附屬工程設計標準，內政部，擷取日期：2023 年 7 月 30 日，網站：<https://glrs.moi.gov.tw/LawContent.aspx?id=FL037831>。
- Hongliang Ding, N.N. Sze. (2022), Effects of road network characteristics on bicycle safety: A multivariate Poisson-lognormal model, *Multimodal Transportation*(1).
- Fangrong Chang , Md.Mazharul Haque , Shamsunnahar Yasmin, Helai Huang(2022), Crash injury severity analysis of E-Bike Riders: A random parametersgeneralized ordered probit model with heterogeneity in means, *Safety Science*(146).
- Siying Zhu(2021), Analysis of the severity of vehicle-bicycle crashes with data mining techniques, *Journal of Safety Research*(76).
- Marcus Skyum Myhrmann , Kira Hyldekær Janstrup, Mette Møller, Stefan Eriksen Mabit(2020), Factors influencing the injury severity of single-bicycle crashes, *Accident Analysis and Prevention*(149).
- Burak Yiğit Katanalp, Ezgi Eren(2020), The novel approaches to classify cyclist accident injury-severity: Hybrid fuzzy decision mechanisms.
- AASHTO(2018), Highway Safety Manual, HSM-1, American Association of State Highway Transportation Officials.
- Xu, C., Bao, J., Wang, C., Liu, P. (2018), Association rule analysis of factors contributing to extraordinarily severe traffic crashes in China, *J. Safety Res.* 67, pp.65–75.
- Bakhit, P.R., Guo, B., Ishak, S. (2018), Crash and Near-Crash Risk Assessment of Distracted Driving and Engagement in Secondary Tasks: A Naturalistic Driving Study, *Transp. Res. Rec.* 2672, pp.245–254.
- Yang, T.C., & Lai, H. (2006). Comparison of product bundling strategies on different online shopping behaviors, *Electronic Commerce Research and Applications*, 5(4), 295-304.

