

淡江大學運輸管理學系運輸科學碩士班碩士論文

指導教授：羅孝賢 博士

許超澤 博士

人行道人車衝突特徵與衝突風險程度研究

**Exploring Characteristics of Pedestrian-Vehicle  
Conflict and Degree of Conflict Risk on Sidewalk**

研究生：林韋丞 撰

中華民國 112 年 1 月

# 致謝

承蒙恩師 羅孝賢教授在學生研究所階段的悉心指導，無論是交通工程專業知識、研究資源獲取、研究方法、模式建構與實證分析等方面均承蒙恩師指引、解惑，論文定稿亦勞煩恩師逐字確認，學生論文方能順利完成。此外，恩師於日常生活中對於學生之照顧與關懷令學生銘記在心，嚴謹的學術倫理態度更為學生終身學習之典範，在此至上最誠摯之謝意。

論文撰寫期間亦感謝恩師 許超澤教授適時的給予學生建議，讓學生在論文撰寫以及口試前，彌補學生的不足，順利完成論文。

論文口試期間感謝 曾平毅教授與 王中允教授不吝指教並提供許多寶貴的意見，使得本論文能夠更加的完善。

碩士班在學期間，感謝 陳菟蕙教授、張勝雄教授、陶冶中教授、范俊海教授、董啟崇教授、劉士仙教授、溫裕弘教授、鍾智林教授授予交通專業知識與論文撰寫的訓練。

研究所生活，感謝同門的欣怡、盈欣、玄共在論文衝刺時間同甘共苦，順利完成論文，亦感謝玉婷助教在研究所時期協助處理大小事。

最後，感謝父母以及家人於求學的過程中給予最大的支持與鼓勵，願他們能一同分享我的成果與喜悅。

林韋丞 謹誌

2023 年 1 月

論文名稱：人行道人車衝突特徵與衝突風險程度研究

頁數：54

校系(所)組別：淡江大學運輸管理學系運輸科學碩士班

畢業時間及提要別：111學年度第1學期碩士學位論文提要

研究生：林韋丞

指導教授：羅孝賢 博士

許超澤 博士

論文提要內容：

人本交通係為目前都市計畫與道路設計的主要原則，根據台北市交通警察大隊統計，台北市人行道上的交通事故件數有逐年上升的趨勢，其中又以自行車擦撞到行人的件數最高，受限於人行道淨寬不足，多數市區人行道係以行人與自行車共用道型式進行設置，加上部份人行道上設有機車停車格，導致行人在人行道上會與不同運具涉入不同嚴重程度的衝突之中。故本研究利用後侵占時間（PET）該項衝突指標，將衝突進行風險程度的分級，透過量化方式針對人行道機車停車格道路配置、行人與人行道道路配置、新興運具行駛人行道進行探討。從影像資料總共觀察到 3 起碰撞事故，本研究透過多元線性迴歸與順序性羅吉斯特迴歸進行模式建構，由分析結果可知，較高的交通量、行人流率、機車停車格數、人行道為人車分道，皆會導致人行道上人車衝突件數增加；而設有停車格與衝突產生方以左偏與右偏避免涉入衝突會導致雙方涉入衝突嚴重程度較大；另外在基本統計分析中可看到新興運具涉入衝突比例極高，不乏看到國高中生騎乘微型電動二輪車涉入衝突的情況產生。為了降低人行道上人車衝突本研究提出了教育、工程、執法三個面向的改善策略，教育面包含針對路權的概念從小扎根、加強民眾教育，培養相互尊重的觀念；工程面，若人行道淨寬足夠，可將自行車道設置於一般車道之上，以降低行人侵入自行車道的機會，若在人行道淨寬不足的情況下，可規範在交通量或是行人流率較高的時段，自行車僅能以牽行方式行走於人行道之上，以減少人車衝突的產生；執法面，應針對違規行為加強勸導及執法取締，並輔以科技執法，藉此遏止違規行為，期降低人行道人車衝突，以落實我國人本交通，確保弱勢道路使用者能夠公平、合理、安全的使用人行道。

關鍵字：人本交通、人行道、後侵占時間、人車衝突、衝突特徵、衝突風險程度

\*依本校個人資料管理規範，本表單各項個人資料僅作為業務處理使用，並於保存期限屆滿後，逕行銷毀。

表單編號：ATRX-Q03-001-FM030-03

Title of Thesis :

Total pages:54

Exploring Characteristics of Pedestrian-Vehicle Conflict and Degree of Conflict Risk on Sidewalk

Key word:

Humanity-Oriented Transportation Development, Sidewalk, Post Encroachment Time, Pedestrian-Vehicle Conflict, Characteristics of Conflict, Degree of Conflict Risk

Name of Institute:

Graduate Institute of Transportation Science, Tamkang University

Graduate date:

January 2023

Degree conferred:

Master degree

Name of student:Wei-Cheng Lin

林韋丞

Advisor:Dr. Shiaw-Shyan Luo

羅孝賢 博士

Dr. Chao-Che Hsu

許超澤 博士

Abstract:

Humanity-Oriented Transportation Development is currently the main principle of urban planning division and road planning. According to the traffic division, Taipei city police department, cases of traffic collision has been tended to increase year-over-year. Most reported cases of traffic collision are injuries related to pedestrian (hit by a bicycle) due to constrained width of sidewalks. These sidewalks in cities are constructed for shared space of pedestrian and bicycle usage, and in addition, the parking space lots for scooters on a few sidewalks lead different degrees of pedestrian-vehicle conflict. Hence, this study uses the Post Encroachment Time as a conflict indicator to separate the levels base on the degree of risk. The levels of risk are than quantified base on the arrangement of the parking lot for scooters on the sidewalk, the arrangement of pedestrian and sidewalk configuration, and the exploration of emerging vehicle drivers on the sidewalk. Base on the data of a video clip, three traffic collisions were observed. In this study, we processed a model construction by

using multivariable linear regression and ordered logistic regression methods. From the analysis, a high traffic volume, flow rate of pedestrian counts, scooter parking lots, and the separation of pedestrian and vehicles would lead a tendency of increasing the cases of pedestrian-vehicle conflict. However, the confliction would lead to a much more severe situation if the demonstrator is required to prevent one swerves at left and one swerves at right in the parking lot of the sidewalk. In addition, a high rate of involving a conflict from the vehicle is observed from basic statistical analysis, and it is common to see middle and high school students involve a conflict when riding an electrical power assist bicycle. To decrease the rate of pedestrian-vehicle conflict, this study proposed strategies including education, engineering, and law enforcement for improvement. The first strategy, education, is to fully emphasize the concept of respecting each other and the idea of right-of-way as an establishment since young. The second strategy, engineering, is to rearrange the bike lanes from sidewalk to roadway if the width of sidewalk is enough, so that it prevents an invasion of bikes into sidewalks. If the width of the sidewalk is not large enough, a law enforcement can be designed to diminish the pedestrian-vehicle conflict by forcing bikers to carry their own bikes when the traffic volume and the flow rate of pedestrian counts are in a rush hour. The third and last strategy, law enforcement, is to persuade any traffic violations and issue a ban, and terminate any violations and conflicts by using the support of technology law enforcement. This would help vulnerable road users to fairly, reasonably, and safely use sidewalks and achieve the vision of Humanity-Oriented Transportation Development in Taiwan.

According to "TKU Personal Information Management Policy Declaration", the personal information collected on this form is limited to this application only. This form will be destroyed directly over the deadline of reservations.

表單編號：ATRX-Q03-001-FM031-03

# 目 錄

目 錄.....	IV
圖目錄.....	VII
表目錄.....	VIII
第一章 緒論.....	1
1.1 研究背景與研究動機.....	1
1.2 研究目的.....	2
1.3 研究範圍.....	3
1.4 研究方法.....	4
1.5 研究流程.....	4
第二章 文獻回顧.....	7
2.1 衝突定義與交通衝突技術.....	7
2.2 交通衝突指標.....	8
2.3 交通衝突相關研究.....	11
2.3.1 質化人車衝突嚴重程度分級.....	11
2.3.2 量化人車衝突嚴重程度分級.....	12
2.3.3 衝突閾值評估.....	13
2.4 人車衝突相關文獻.....	13
2.5 小結.....	14
第三章 人行道現況調查與分析.....	16

3.1 研究架構.....	16
3.2 人行道影像資料說明.....	18
3.2.1 衝突指標閾值之選定.....	18
3.2.2 研究場域之選擇.....	18
3.2.3 資料描述與蒐集變數.....	23
3.3 研究限制.....	25
3.4 基本統計分析.....	26
第四章 模式建構與實證分析.....	36
4.1 迴歸模式之建構.....	36
4.1.1 多元線性迴歸.....	36
4.1.2 順序性羅吉斯特迴歸.....	37
4.2 衝突件數之影響因素.....	38
4.3 衝突嚴重程度之影響因素.....	41
第五章 改善方案探討.....	42
5.1 人行道機車停車格道路配置探討.....	42
5.2 行人與人行道道路配置探討.....	43
5.3 新興運具行駛人行道探討.....	46
第六章 結論與建議.....	48
6.1 結論.....	48
6.1.1 人行道機車停車格道路配置探討.....	49
6.1.2 行人與人行道道路配置探討方面.....	49

6.1.3 新興運具行駛人行道之探討.....	49
6.2 改善策略.....	50
6.2.1 工程改善策略.....	50
6.2.2 教育改善策略.....	50
6.2.3 執法改善策略.....	50
6.3 建議.....	51
參考文獻.....	52



# 圖目錄

圖 1.5-1 研究流程圖 .....	6
圖 2.2-1 不同衝突方向之 PET 軌跡交會點示意圖 .....	9
圖 2.2-2 PET 計算公式示意圖 .....	9
圖 2.2-3 TTC 定義與公式 .....	10
圖 2.2-4 兩車相同角度下不同的碰撞類型 .....	11
圖 3.1.1 研究架構圖 .....	17
圖 3.2-1 基河路（近百齡高中） .....	19
圖 3.2-2 市民大道一段（近京站） .....	20
圖 3.2-3 忠孝東路（近台北科技大學） .....	21
圖 3.2-4 信義路二段（近東門捷運站五號出口） .....	22
圖 3.2-5 北門路二段（近台南火車站） .....	23
圖 5.2-1 行人違規涉入自行車道之衝突態樣 .....	43
圖 5.2-2 自行車道與公車停等區交會道路設計示意圖 .....	45

# 表目錄

表 2.3-1 質化衝突程度分級 .....	12
表 2.3-2 量化衝突程度分級 .....	13
表 3.2-1 研究場域清單 .....	19
表 3.2-2 衝突變數定義說明 .....	24
表 3.4-1 道路使用者運具分布次數統計表 .....	26
表 3.4-2 交通量與衝突數量次數統計表 .....	27
表 3.4-3 各研究場域衝突風險程度次數統計表 .....	27
表 3.4-3 各研究場域行人與道路使用者衝突組合次數統計表 .....	28
表 3.4-4 不同人行道配置下衝突件數統計表 .....	28
表 3.4-5 人行道有無機車停車格道路使用者衝突組合次數統計表 .....	29
表 3.4-6 道路使用者涉入風險之風險程度次數統計表 .....	29
表 3.4-7 各運具未牽行比例 .....	30
表 3.4-8 規避動作與風險程度次數統計圖 .....	31
表 3.4-9 是否使用手機與風險程度次數統計圖 .....	32
表 3.4-10 不同衝突方向與偏轉方向次數統計表 .....	33
表 3.4-11 衝突產生方之性別與運具次數統計表 .....	34
表 3.4-12 被衝突方之年齡與風險程度次數統計表 .....	35
表 4.2-1 衝突件數多元線性迴歸模式 .....	39
表 4.2-2 衝突件數多元線性迴歸模式 .....	40

表 4.3-1 衝突風險程度順序羅吉斯特迴歸模式 .....41



# 第一章 緒論

## 1.1 研究背景與研究動機

人本交通係為「交通系統之規劃管理以人為本位，營造安全、友善、可靠、舒適、健康的永續交通環境」，亦為目前都市計畫與道路設計的主要原則。近年來，行人權益逐漸受到大眾的關注，道路設計逐漸拋棄「以車為本」的道路設計思維，但受限於既有的道路配置下進行改造不易，導致人本交通的道路配置無法快速且廣泛的落實。因應台灣高齡化社會來臨，根據陳菟蕙 et al. (2009) 研究，無論公共運輸是否發達，高齡者外出主要的運具選擇為步行。再者高齡者行動與反應較慢，為減少高齡者步行暴露的風險，落實我國人本交通的道路配置成為迫切需要解決的問題，以確保弱勢道路使用者能夠公平、合理的使用道路。

根據台北市交通警察大隊統計，台北市人行道上的交通事故件數有逐年提升的趨勢。2017 年人行道上交通事故共 18 件；2018 年事故共 38 件；2020 年 1 至 10 月交通事故有 42 件，其中有 38 件涉及機慢車行駛人行道比例高達 90%，又以自行車擦撞到行人的件數最高，機車騎上人行道導致事故的件數也不在少數。

近年來，公共自行車逐漸普及，越來越多的道路使用者會使用其做為短距離運具選擇，但因早期道路配置設計尚無自行車道的觀念，導致欲在現有的道路空間配置增設自行車道實有難度，加上目前自行車路網之規劃尚未完善，市區自行車道的路面品質、養護、車道延續性不足等問題也逐漸浮現。因應車道延續性與市區道路淨寬不足等問題，現行大部分的人行道被設計為行人與自行車共用道，但由於行人與自行車共用道並無方向性，亦容易導致行人與自行車騎士涉入多個方向之人車衝突，延伸出人行道上行人與自行車騎士涉入衝突之安全議題。

再者，國內仍有許多不合理的人行道配置，例如：部分道路配置於實體分隔之人行道上劃設機車停車格，並將其改稱為「公共設施帶」，依據道路交通管理處罰條例第 45 條第 1 項第 6 款規定「人行道僅供行人通行，不得駕駛車輛行駛」，故依規定民眾僅能以牽行的方式將機車牽入人行道上之機車停車格，但經由本研究實際現場觀察卻能發現多數機車騎士係直接行駛至人行道上之停車格，進而導

致機車騎士與行人涉入衝突之風險。為了改善現況，民國 111 年 3 月高雄市針對機車騎士行駛人行道進行大執法，但由於民眾反彈太大而沒有進一步的取締而是改採取柔性勸導，以致於機車行駛人行道上造成人車衝突的問題仍舊無法獲得解決。

另一方面，越來越多的民眾以微型電動二輪車、電動輔助自行車、電動代步車、電動滑板車、風火輪、賽格威等電動新興運具做為代步工具，電動滑板車、風火輪、賽格威由於在法規上係屬於「個人行動器具」，依法是無法行駛於一般道路、人行道之上，本研究實際現場觀察仍然能看到這類新興運具行駛於人行道、一般道路之上。若其行駛於人行道之上，亦可能與行人涉入不同程度之風險中。

針對微型電動二輪車與電動輔助自行車，台北市與新北市皆以微型電動二輪車、電動輔助自行車與行人速差甚大之原因各別進行規範，台北市交通局公告自 104 年 10 月 1 日起禁止微型電動二輪車行駛於台北市之行人與自行車共用道以及自行車車道。新北市交通局則是公告自民國 111 年 10 月 12 日起微型電動二輪車和電動輔助自行車禁行於新北市之行人與自行車共用道。本研究於台北市人行道上實際現場觀察仍舊能看到許多微型電動二輪車騎士行駛於人行道上，並與行人涉入衝突之中。

綜觀上述議題，可以發現我國在人行道衝突問題愈發嚴重，與我國近年積極推動人本交通理念背道而馳，本研究將透過不同道路配置之人行道影像資料的蒐集，分析人行道上不同運具與行人之間的人車衝突特徵以及衝突風險程度，再針對人車衝突分析結果提出教育(education)、工程(engineering)、執法(enforcement) 3E 之改善方案，以利主管機關參考與應用，進而減少人行道上人車涉入衝突之風險，提升人行道道路安全，落實人本交通與弱勢道路使用者保護的願景。

## 1.2 研究目的

根據上述研究背景與研究動機，本研究將利用微型攝影機進行人行道路段影像資料之拍攝，以分析不同人行道配置下人車衝突的道路使用者之特徵變數以及涉入衝突風險程度，期望能透過研究成果提出教育(education)、工程(engineering)、執法(enforcement)之改善方案，並期盼能減少機車、微型電動二輪車、電動輔

助自行車以及新興運具騎上人行道之狀況產生，以降低人行道上不同運具與行人涉入衝突風險，因此，本研究冀望達成的目的分述如下：

1. 統整文獻回顧交通衝突技術、衝突閾值之界定以及參考文獻之變數選擇，再者，篩選不同配置人行道路段進行影像資料之錄製，並以人工分析方式取得研究所需參數，供後續研究進行分析。
2. 以量化之統計分析方法，探討不同人行道配置上道路使用者之人車衝突特徵與影響因素以及探討不同衝突風險程度與衝突件數影響因素，做為後續提出改善方案依據。
3. 根據研究分析結果，探討道路使用者涉入衝突之原因，綜合整理最後研究成果，並提出相對應之教育、工程、執法面改善方案，以期減少人行道上人車涉入衝突。

### 1.3 研究範圍

根據道路交通管理處罰條例第 3 條第 1 項第 3 款規定，人行道係為專供行人通行之騎樓、走廊，及劃設供行人行走之地面道路，與人行天橋及人行地下道。一般常見人行道配置大致可分為人行道、行人與自行車共用道、人車分道自行車專用道、騎樓、標線行人行道、人行天橋及人行地下道等。

本研究人行道種類之選擇所選擇受限騎樓視線遮蔽物較多不易進行影像資料蒐集，故排除此類人行道配置。另一方面，實地勘察發現許多車輛違停於標線型人行道上，導致行人被迫行走於一般車道，以致於衝突的產生係發生於一般車道之上而非人行道上，因偏離本研究之主題，故排除此類人行道配置。最後，因人行天橋及人行地下道少有除了行人以外之運具行駛於其之上，較難觀察到人車涉入衝突的行為產生，故排除此些人行道配置。

基於人行道上事故有逐年攀升的趨勢，故本研究初步針對現行較具代表性之人行道配置做為研究範圍（以台北市、台南市之人行道為例），並將人行道上之道路使用者做為研究對象（包含：行人、自行車、機車、汽車、電動輔助自行車、微型電動二輪車、新興運具等），排除上述人行道配置，並針對相對較多衝突的人行道配置進行分析，本研究欲探討道路使用者在不同人行道配置上與其他道路

使用者涉入衝突風險之衝突特徵與不同衝突風險程度的影響因素，而本研究主要研究之人行道配置分類如下：

1. 行人與自行車共用道
2. 人車分道（自行車專用道、自行車優先道）
3. 設有機車停車格之行人與自行車共用道

本研究欲透過微型攝影機進行影像資料的蒐集，依據調查時間為行人流率較高之早尖峰 08：00 至 09：00 與晚尖峰時段 17：00 至 18：00。

## 1.4 研究方法

本研究所應用之方法擬分為三個部分，首先，將人工蒐集的數據透過基本統計分析了解不同變數之間的關係；再者，以多元線性迴歸建立模式，並將衝突件數當作應變數（Y）與其他解釋變數（X）進行分析，探討影響道路使用者涉入衝突之影響因素；最後，以順序性羅吉斯特迴歸進行建立模型，探討人行道上道路使用者涉入衝突之嚴重程度與其影響因素，做為後續研究架構探討與改善方案擬定依據。

## 1.5 研究流程

本研究主要是透過基本統計分析與迴歸模式之建立確立不同人行道配置下道路使用者涉入衝突之特徵與涉入衝突風險程度之影響因素，再根據研究分析出來之結果，提出相對應改善策略，關於本研究流程圖如圖 1.5-1 所示，其章節分述如下：

### 1. 研究背景與動機

首先，本研究之研究背景與動機回顧人本交通之願景，並透過檢視現今人行道配置與人行道事故現況確立目前觀察到之人行道問題。

### 2. 研究目的

根據研究背景與動機所觀察，以探討人行道可能造成之衝突特徵與嚴重程度

可能影響因素，並進一步確認本研究之研究課題與研究對象。

### 3. 文獻回顧

因應本研究之研究課題與研究方法，文獻回顧大致分為以下三部分：

#### (1) 衝突定義與交通衝突技術

確立「衝突」定義，供後續研究界定是否產生衝突之判斷依據，並根據統整、歸納交通衝突技術，了解以衝突數據代替碰撞事故相關研究，供後續研究確立衝突指標之選定。

#### (2) 衝突嚴重程度分級與衝突指標閾值

綜合整理回顧文獻中衝突指標應用之研究場域、衝突指標閾值選定與衝突嚴重程度劃分，供本研究進行後續變數處理之依據。

#### (3) 人車衝突相關文獻

針對相關人車衝突之文獻，綜整相關研究之研究背景、研究場域、衝突指標界定閾值、模式變數選擇，透過了解該文獻與本研究差異，參考該變數選擇，供本研究後續模式建立使用。

### 4. 人行道現況調查與分析

首先，確立本研究之研究課題與架構，再者，針對本研究人行道影像資料進行說明，透過研究場域選定，使用微型攝影機進行影像資料蒐集，再以人工辨識取得研究所需之變數進行後續分析，並說明本研究之研究限制，最後，透過基本統計分析，分析蒐集變數之間的關係。

### 5. 模式建構與實證分析

首先，本研究透過多元線性迴歸，了解道路使用者涉入衝突影響因素，再者，使用順序性羅吉斯特迴歸建立道路使用者涉入衝突之嚴重程度與影響因素，最後，根據本研究所探討議題，於此章節透過迴歸模式建立之研究結果，分析確立其影響因素。

## 6. 改善方案探討

針對本研究分析與結過，針對人行道上人車衝突提供教育、工程、執法面之改善方案與討論。

## 7. 結論與建議

根據本研究分析出來之結果，彙整成結論，並提出研究過程中之發現與研究限制。最後，針對本研究之研究限制提出未來相關議題研究改善與建議。

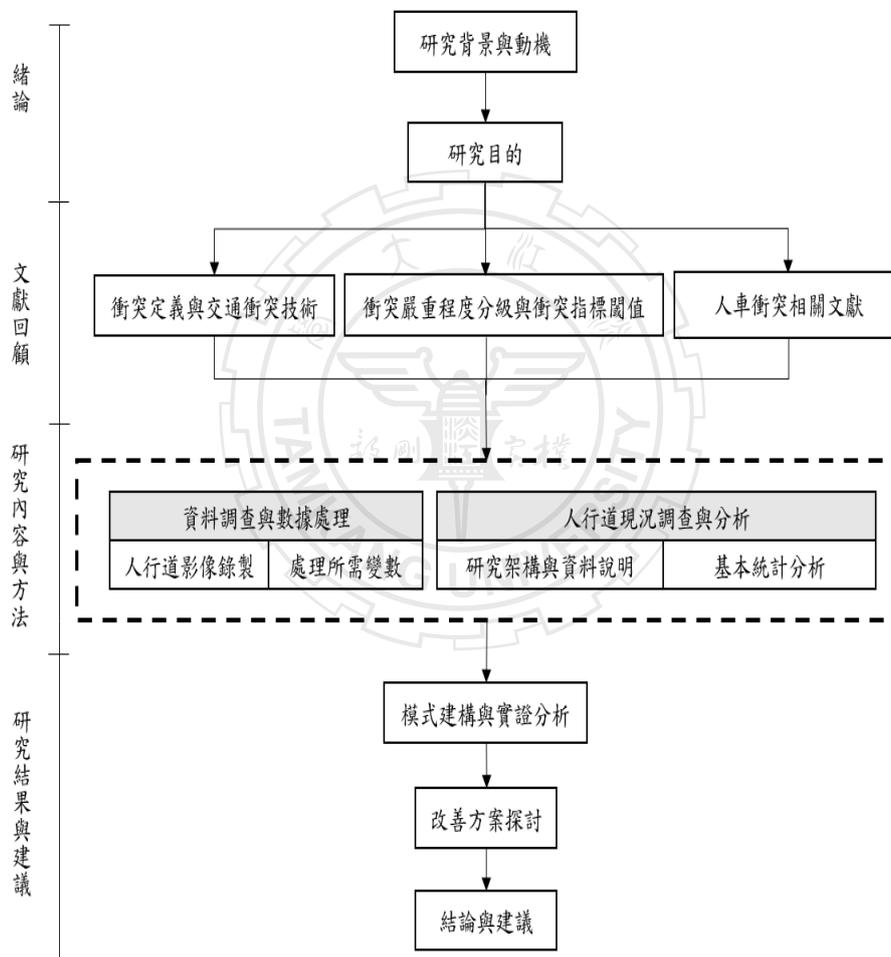


圖 1.5-1 研究流程圖

## 第二章 文獻回顧

本研究重點係以人行道上行人與其他道路使用者衝突行為做為研究核心，文獻回顧的內容大致分為三個部分：首先，回顧衝突定義與交通衝突技術；再來，回顧衝突嚴重程度分級文獻與衝突指標閾值選定；最後，透過人車衝突相關文獻整理適用變數，以供後續研究參考。

### 2.1 衝突定義與交通衝突技術

美國通用汽車公司（General Motors Corporation）（1968）將衝突定義為「交通衝突產生是駕駛者以閃避或煞車的應變措施，避免發生碰撞的一種交通事件」。根據挪威奧斯陸第一屆交通衝突科技使用國際研討會（1977）定義，「衝突」是一種可觀察到的情況，兩個或多個道路使用者在空間和時間上相互接近，如果他們的動作保持不變，就有發生碰撞的危險。

交通衝突技術（Traffic Conflict Technique, TCT）開始發展最早在 1950 年代的美國，其他國家後續將此項技術進行改良與延伸。一開始的交通衝突技術分析應用於十字路口，僅透過觀察員觀察並記錄駕駛員閃避行為、違規行為與事故的數量等，後續將衝突嚴重程度納入觀測，用以評估交通的不安全程度。

Andrew T. et al.（2009）指出碰撞頻率與嚴重程度是公認可做為評估道路安全的變數，但由於實際的碰撞數據樣本數過少，可能造成對於發生碰撞事故原因的有所偏誤，且紀錄實際的碰撞數據需長時間以及大量的數據，故無法有效預測此道路的安全性，而是等到大量事故發生才能進行分析，因此使用透過安全替代分析（Surrogate Measures of Safety）可有效解決以上的問題。Lakshmi N. et al.（2013）提出過去傳統的公路交通評估是透過實際的碰撞數據進行分析，但該種類型的數據蒐集缺乏效率與即時性，由於數據的蒐集時間過長加上數據質量不佳，故使用會有其侷限性，綜合以上實際碰撞數據進行安全評估的缺點，作者提出透過替代安全數據（Surrogate Safety Data）能更快速的評估公路的安全性。此項交通衝突技術分析重點係利用「潛在衝突」數據代替傳統的碰撞數據進行分析，透過作者研究結果顯示使用後侵占時間（Post Encroachment Time, PET）可做為碰

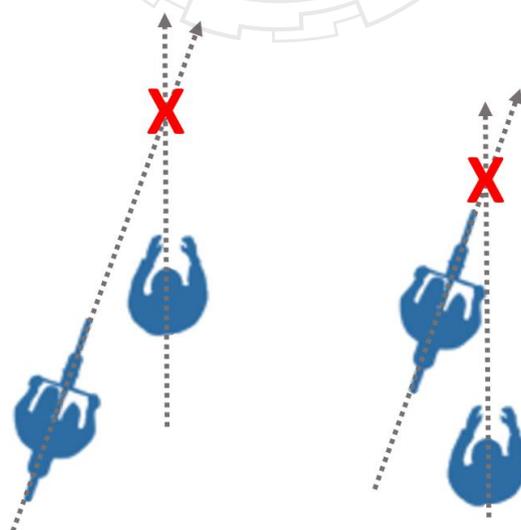
撞的替代性指標。

## 2.2 交通衝突指標

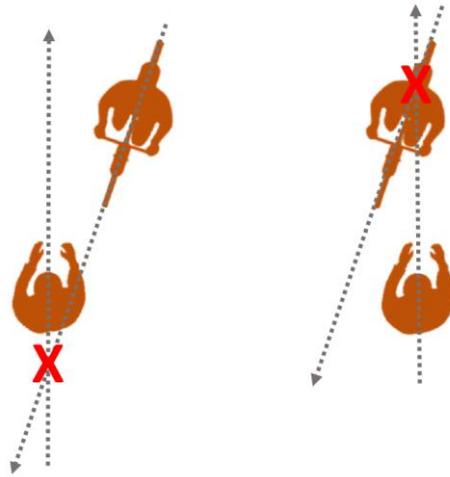
過去探討道路安全，大多以實際交通事故來進行分析，由於無法進行提前預測，往往要已經發生過許多事故之後才能針對道路安全進行改善，且針對實際碰撞數據進行分析，無法充分了解道路使用者的閃避行為等行為因素，Lakshmi N. et al. (2013) 透過替代安全數據建立交通衝突指標 (Conflict indicators)，並透過該指標判斷道路的安全性，根據過往研究，多以後侵占時間 (PET)、碰撞時間 (Time to Collision, TTC) 等交通衝突指標，透過這些交通指標描述道路使用者空間與時間的關係，並進行道路安全性的分析。以下詳述這兩個較常見的衝突指標：

### 1. 後侵占時間 (PET)

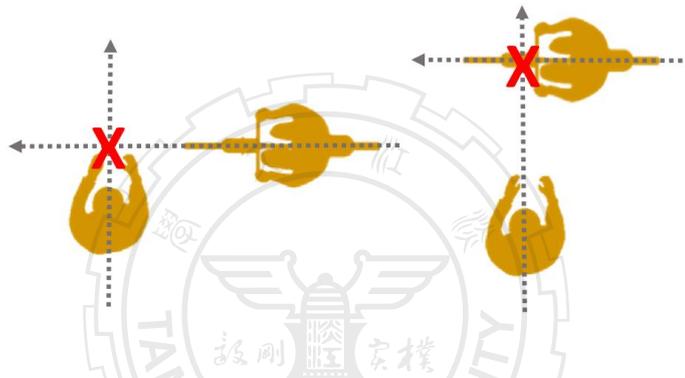
後侵占時間的定義為兩輛車的軌跡相互交會，前方車輛通過衝突區域 (軌跡交會點) 與後方車輛通過衝突區域時間的差值。軌跡相互交會的事件必能測得一筆 PET 數據，但有了 PET 數據不能代表兩車有衝突產生，故需考慮 PET 閾值的問題。不同衝突方向之 PET 軌跡交會點示意圖如圖 2.1-1 所示，PET 定義與計算公式如圖 2.1-2 所示：



(a) 順向 PET 軌跡交會點

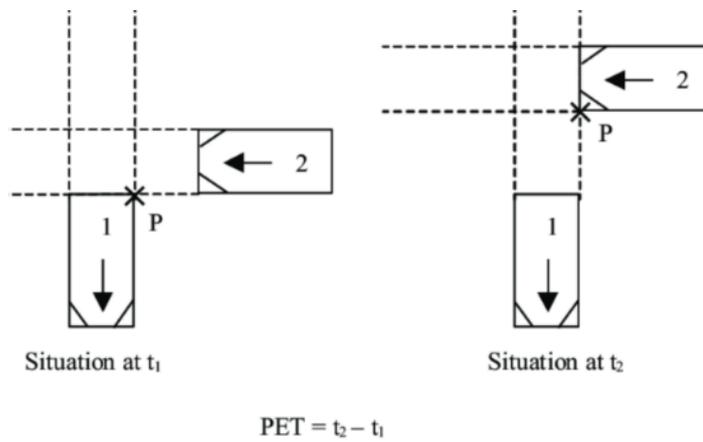


(b) 對向 PET 軌跡交會點



(a) 垂直方向 PET 軌跡交會點

圖 2.2-1 不同衝突方向之 PET 軌跡交會點示意圖



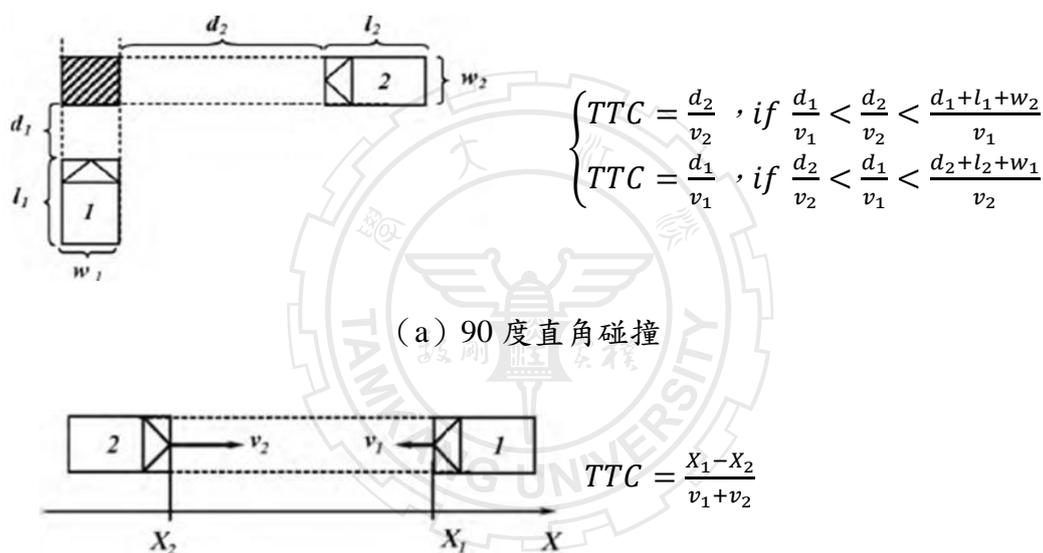
資料來源：A. Richard A. van der Horst et al.(2014)

圖 2.2-2 PET 計算公式示意圖

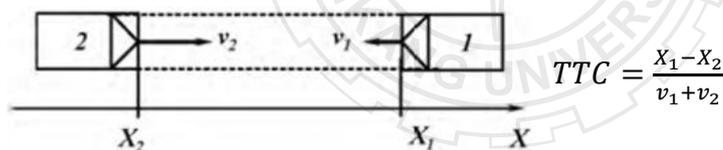
## 2. 碰撞時間 (Time to Collision, TTC)

Hayward, John C. (1972) 將碰撞時間定義為兩輛車保持當下行駛方向與速度的情況下，兩車發生碰撞所需時間。TTC 並非所有車輛間都會產生，而是限某時點下車輛處於即將碰撞狀態才會產生 TTC 的數值。由於 TTC 為一連續型指標，故實際調查通常是以最短的秒數做為 TTC 數值的參考。

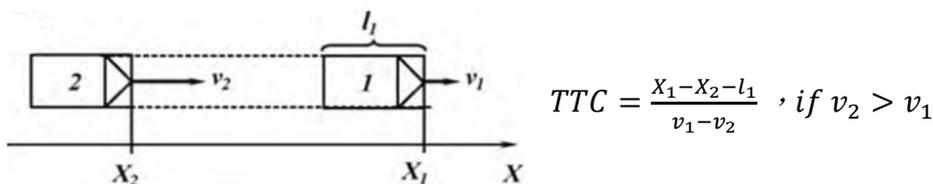
Aliaksei L. et al. (2010) 簡單假設為多數情況下，道路使用者的軌跡是以直角或平行相交進而產生衝突，故透過文獻回顧將碰撞類型歸納為 90 度直角碰撞、對象碰撞、順向碰撞等三個簡單假設，以利 TTC 數值計算。TTC 定義與計算公式示意圖如圖 2.2-3 下：



(a) 90 度直角碰撞



(b) 對向碰撞



(c) 順向碰撞

圖 2.2-3 TTC 定義與公式

另一方面，Aliaksei L. et al. (2010) 在同篇文獻分析一般情況下，兩輛車以任何角度相互接近，且相同角度可能產生的各種碰撞類型，經由分析並得出結論，結論示意圖如圖 2.2-4 所示，兩輛車在相同角度下產生不同的碰撞類型，依據排列組合總共可以有 32 種組合，而其 TTC 碰撞的定義為兩輛車首先碰觸到的邊 (side) 或角 (corner)，由於 TTC 為一連續型指標，故從碰撞數據中找出最小的 TTC 數值做為參考。

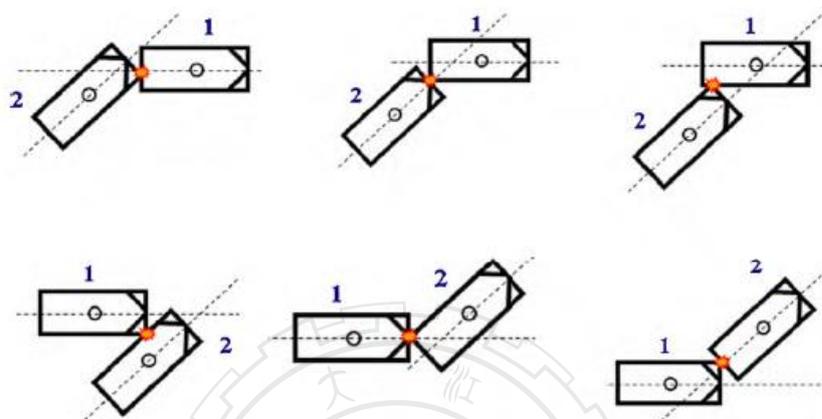


圖 2.2-4 兩車相同角度下不同的碰撞類型

## 2.3 交通衝突相關研究

本章節將分為兩小節進行探討，分別為質化人車衝突嚴重程度分級以及量化人車衝突嚴重程度分級，並回顧其相關研究，由文獻回顧了解不同研究議題與研究對象，以及不同國家不同的車流特性之下，是如何透過使用不同的交通衝突指標與方法，進行衝突嚴重程度的分級，冀望透過上述文獻資料整理，做為後續研究衝突分級的參考依據。

### 2.3.1 質化人車衝突嚴重程度分級

回顧不同的研究課題與研究對象，其參考的人車衝突指標與人車衝突的定義皆會有所不同，不同國家的車流型態與駕駛行為也大不相同，亦會影響研究者對於嚴重衝突分級的定義。

Ioannis K. et al. (2010) 以 Pedestrian - Vehicle Conflict Analysis (PVCA) 方法進行改良，改善原先 PVCA 無法量化的缺點，而該方法適用於研究城市共

享空間行人與車輛交通衝突的變化。透過碰撞時間、加速度、規避行為程度、碰撞距離等四個因素，針對衝突嚴重程度分別給予分級，將四個因素的分級透過查表方式取得衝突的嚴重程度。

Liang, X. et al. (2021) 利用 Dutch Objective Conflict Technique for Operation and Research (DOCTOR) 探討行人、自行車以及電動自車在共享空間上的衝突行為以及衝突特徵，DOCTOR 方法係荷蘭發明利用觀察針對人車衝突，DOCTOR 衝突分級由發生碰撞機率和潛在碰撞後果的嚴重程度決定，然後以 1 到 5 的等級對衝突嚴重程度進行分級，綜整文獻差異如表 2.3-1 所示。

**表 2.3-1 質化衝突程度分級**

作者 (年份)	衝突分級
Ioannis K. et al. (2010)	透過 PVCA 方法針對衝突分級，通過觀察衝突對因素 A 到因素 D 的嚴重程度進行分類，並使用圖表確定衝突嚴重程度分類為輕度、中度、重度、嚴重風險。
Liang, X. et al. (2021)	DOCTOR 方法將衝突嚴重程度分為 5 級： 等級 1：發生碰撞機率低且有預防性的閃避行為。 等級 2：為了避免碰撞有受控的閃避行為，操控時間與空間充足。 等級 3：為了避免碰撞有強烈的閃避行為，操控時間與空間相對充足。 等級 4：為了避免碰撞緊急的閃避行為或不受控制的閃避行為，操控時間與空間很小。 等級 5：幾乎快碰撞或輕微碰撞的緊急閃避行為。

資料來源：本研究整理

### 2.3.2 量化人車衝突嚴重程度分級

近年來人車衝突的研究有逐年增加的趨勢，有別於以往以事故資料進行分析，需長時間進行資料收集，且存在數據質量差，無法針對事故提前預防等缺點，故近年人車衝突研究多以衝突指標替代事故進行分析，衝突指標能在短時間內大量蒐集，有效提高道路安全的評估效率，亦能達到事故預防等效果。以量化的方式將人車衝突進行嚴重程度的分級，能夠更直觀蒐集資料，進行後續的分析，由表 2.3-2 可以了解不同研究所選定的衝突指標以及閾值。

表 2.3-2 量化衝突程度分級

作者	衝突型態	衝突指標 (閾值)
Karim I. et al. (2009)	行人與車輛之衝突	PET < 1 s
Ahmed T. et al. (2016)	行人與車輛之衝突	TTC < 1.5 s PET < 1.5 s
David B. et al. (2018)	行人與自行車之衝突	PET < 2 s
交通部運輸研究所 (2021)	行人與車輛之衝突	瀕危風險：PET ≤ 1 s 高風險：1 s < PET ≤ 2 s 中風險：2 s < PET ≤ 3 s 低風險：3 s < PET ≤ 4 s

資料來源：本研究整理

### 2.3.3 衝突閾值評估

由於不同的人車衝突研究，其研究課題、研究對象與衝突型態有所差異，已致於各研究使用相同的衝突指標而研究所選定的閾值有所不同，而造成此差異原因可能是因為對於衝突的定義有所不同，以及人車衝突事件與實際事故之間不一致的關係。

而 Lakshmi N. et al. (2016) 研究，表明收集碰撞數據所需更長的觀測時間，使用替代參數可以更快地評估安全性。該研究評估了後侵占時間 (PET) 做為衡量左轉車輛和對向車輛在交叉口發生碰撞替代指標的有效性。數據收集的主要方法是通過影像錄製和後期處理。該研究透過後侵占時間測量與碰撞歷史進行迴歸分析，並評估已後侵占時間做為替代測量的有效性。該比較表明後侵占時間閾值在建立其與車禍的相關性方面有重要關聯性，在低於 1 秒的閾值時效果最佳。

## 2.4 人車衝突相關文獻

Liang, X. et al. (2021) 欲探討行人、自行車以及電動自車在共享空間上的衝突行為以及衝突特徵，作者係以影像錄製的方式觀察在不同道路使用者的特徵包括速度、性別和年齡等，並將共享空間的行人與運具歸納為道路是使用者交通量，另一方面，作者利用 DOCTOR 方法確認道路使用者是否發生衝突並將其發生衝

突的嚴重程度分為 5 個等級，分析在共享空間發生衝突的情況下道路使用者是如何採取閃避的行為，並利用弗理曼二因子等級變異數分析比較不同群體之間衝突的行為與特徵，透過分析結果得知交通量與產生衝突的件數成正比，針對各種衝突類型以及衝突的嚴重程度分析各閃避行為中，道路使用者較高比例改變行徑軌道來閃避衝突。此外，在分析碰撞數據中結果顯示，微型電動二輪車與行人發生衝突和碰撞的比例極高，行人往往必須承受更高的傷害及風險。

Zheng, L. et al. (2019) 欲探討布魯克林大橋長廊上影響行人與自行車騎士產生違規行為的因素，該研究分析了長廊三個地點共 6 小時的影片數據，透過順序性羅吉特迴歸建模，結果顯示當行人前往布魯克林，或者前方有同向的行人、同向或反向的自行車騎士以及人行道旁設有攤位或垃圾箱時，導致行人違規的機會較高。當自行車騎士前往布魯克林、自行車道太窄或自行車騎士前方有同向或反向行人的時候，導致自行車騎士違規的機會較高，空間相關的變數分析結果顯示足夠路徑寬度的重要性。

Guo, Y. et al. (2018) 利用規避動作指標與碰撞時間探討兩輪機動車輛在共享空間中的衝突嚴重程度的關係，作者利用影像側錄的方式收集中國昆明的共享空間的衝突情形，並使用視覺演算法取得的道路使用者的軌跡，再藉由 KanadeLucasTomasi Feature Tracker 演算發將每個道路使用者的運具分類為車輛、兩輪機動車、自行車和行人，而衝突檢測的程序是從定義移動道路使用者的預期未來位置開始，通過評估這些未來位置中的任何一個是否與其他道路使用者在空間和時間上重合來識別道路使用者之間的衝突，透過研究成果顯示，車輛橫擺角度可用於辨別電動滑板車、摩托車和自行車的衝突嚴重程度，另外碰撞時間(TTC)亦可用來辨別微型電動二輪車與自行車的衝突嚴重程度。

## 2.5 小結

根據本章節之文獻回顧之內容共分為三個部分，分別為衝突定義與交通衝突技術、衝突嚴重程度分級與衝突指標閾值，以及人車衝突相關文獻參考適用變數。

首先，根據文獻回顧確立本研究對於「衝突」之定義，然而過去對於道路安全之相關研究，大多係以事故件數做為研究課題之選定，由於交通事故屬於稀少

事件，因此在資料部分往往需要經由長時間的蒐集才能進行後續議題之分析，加上碰撞資料無法觀測到道路使用者的衝突特徵等，存在著數據質量差的問題。而交通衝突技術之發展，係透過衝突指標代替實際碰撞事故進行道路安全分析，一方面可提高數據蒐集之效率，另一方面可以針對碰撞事故做提早的預防，並且可了解道路使用者產生衝突之特徵與原因，而透過相關文獻回顧中，顯示大多係以後侵占時間 (PET) 做為主要衝突指標之應用，因此本研究擬使用 PET 做為衝突指標之依據，供後續研究使用。

再者，相關文獻係以衝突指標閾值界定衝突嚴重分級，並利用其做為道路使用者涉入衝突之風險程度分級，根據 Lakshmi N. et al. (2013) 的研究成果，當後侵占時間小於 1 秒時與實際交通事故呈現高度相關，David B. et al. (2018) 研究探討自行車與行人衝突將後侵占時間小於 2 秒界定為衝突，綜整上述相關議題之文獻回顧，本研究擬將衝突分為三類進行後續統計分析之依據，分別為瀕危風險 ( $PET \leq 1s$ )、高風險 ( $1s < PET \leq 2s$ ) 以及無風險 ( $PET > 2s$ ) 衝突。

最後，回顧相關人車衝突文獻，界定其研究議課題、研究場域、衝突指標界定閾值、模式變數選擇，透過了解該文獻與本研究之差異，做為本研究參考變數選擇，並針對道路使用者進行衝突樣態之資料蒐集結合人行道之變數資料，進行後續模式建立使用。

## 第三章 人行道現況調查與分析

本章節將分為四個部分，分別為研究架構、人行道影像資料說明、研究限制以及基本統計分析，首先，於研究架構中分述本研究擬研究之三項人行道現況課題與其研究計畫分析，再者，針對本研究之人行道影像資料進行說明，透過選定之研究場域進行影像資料之蒐集，再以人工辨識取得研究所需之變數進行後續分析，並說明本研究之研究限制，最後，透過基本統計分析，分析蒐集變數之間的關係。

### 3.1 研究架構

本小節主要針對本研究擬探討之課題與應用之研究方法進行說明，而本研究擬探討之課題分別為以下三類，圖 3.1.1 為本研究之分析架構圖：

#### 1. 人行道機車停車格道路配置探討

首先，由第一章研究動機與目的可發現，我國部分現行之人行道上劃設有機車停車格，並將其改稱為「公共設施帶」，導致多數機車騎士未依規定騎乘機車駛入人行道上之停車格，造成與人行道上行人涉入衝突風險，故本研究將以 PET 做為量化之衝突指標，將衝突嚴重程度進行分類，並透過有序性羅吉斯特迴歸模式建立，了解有無機車停車格之劃設，對於道路使用者涉入衝突之嚴重程度是否有影響，另一方面，本研究為探討衝突件數與人行道機車格數量之間是否具有關聯，透過多元線性迴歸模式之建立，進行分析與現行人行道機車格現況之探討，並提出相對應之改善方案。

#### 2. 行人與人行道道路配置探討

再者，根據交通警察大隊統計，台北市人行道上事故有逐年上升之趨勢，其中又以自行車擦撞到行人之件數為最高，另一方面，在行人與自行車共用道現場觀察不乏可以看到行人行走在自行車道上，自行車騎士騎乘於人行道上的情況產生。在人車分道自行車專用道或人車分道自行車優先道之自行車道上，路權應屬自行車騎士，依規定行人雖不能在上面行走，但允許穿越，故在實務執法面較難區分，導致行人與自行車騎士涉入衝突風險之中。而另外，在實地觀察中亦能觀

察到，尖峰時段，當行人過多而侵入自行車道，導致自行車騎士需騎乘在一般道路上，若自行車騎士騎乘於自行車道，就會造成與行人涉入衝突的風險中。綜觀上述行人與自行車共用道、人車分道之現況課題，本研究擬使用 PET 做為量化之衝突指標區分衝突，並透過多元線性迴歸模式之建立，探討行人與自行車共用道和人車分道、交通量、行人流率，與道路使用者涉入衝突件數之關係，再針對分析之研究成果，提出相應改善方案。

### 3. 新興運具行駛人行道之探討

最後，針對最近盛行之新興運具行駛人行道課題，台北市與新北市交通局針對微型電動二輪車、電動輔助自行車行駛人行道或是行人與自行車專用道各別進行管制，據本研究實際現場觀察，可發現微型電動二輪車、電動輔助自行車、電動滑板車、風火輪等新興運具行駛於人行道的情況產生，且看到國、高中生騎乘微型電動二輪車的狀況。另一方面由於多數機車騎士騎上人行道係為了將機車駛入停車格，故其行駛速率普遍不高，然而現場觀察可發現這些新興運具使用者行駛速度普遍高於機車騎士，因這類運具與行人速差甚大，若與行人涉入衝突，可能會造成較大的傷害。由於新興運具占整體道路使用者運具分布比例較低，故在統計方面可能無法有顯著效果，故本研究將使用基本統計分析法針對人行道上新興運具使用者具與行人涉入衝突進行分析，根據研究分析結果，提出相應之改善方案。

課題一
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 探討衝突嚴重程度與人行道有無機車停車格之關係</li> <li>• 探討衝突件數與人行道機車格數量之間的關聯</li> </ul>
課題二
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 探討衝突件數與行人與自行車共用道和人車分道、交通量、行人流率之關係</li> </ul>
課題三
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 探討新興運具與行人產生衝突之風險</li> </ul>

圖 3.1.1 研究架構圖

## 3.2 人行道影像資料說明

本研究擬分析的資料係透過微型攝影機針對人行道進行影像錄製，並利用該影像進行人車衝突分析取得所需變數，進行資料整理與各項變數之基本統計分析。

本研究針對尖峰時段行人流率較高之人行道進行篩選，最後挑選出五個研究場域進行影像蒐集，並透過微型攝影機錄製台北市、台南市等地區之人行道影像資料，研究資料蒐集期間為民國111年9月至民國111年10月，蒐集資料時段為早上尖峰時段（08:00至09:00）與晚上尖峰時段（17:00至18:00）。

### 3.2.1 衝突指標閾值之選定

綜整文獻回顧之閾值選定，本研究將衝突分為三類，分別為：瀕危風險（ $PET \leq 1s$ ）、高風險（ $1s < PET \leq 2s$ ）以及無風險（ $PET > 2s$ ），做為界定衝突風險程度之依據，供後續研究進行分析。

### 3.2.2 研究場域之選擇

本研究人行道配置之選擇，受限騎樓視線遮蔽物較多不易進行影像資料蒐集。標線型人行道在實地勘察發現許多汽、機車輛違停於其之上，導致行人被迫行走於一般車道，以致於衝突的產生地點係發生於一般車道而非人行道之上，故偏離本研究之主題，故排除此類人行道配置。人行天橋及人行地下道之人行道道路配置因少有行人以外運具行駛於其之上，較難觀察到人車涉入衝突的行為，因上述原因排除此些人行道配置。

針對本研究人行道配置之篩選，最終選定配置為三類，分別為行人與自行車共用道、人車分道與設有機車停車格之人行道，基於以上三種人行道配置，本研究擬分析包含五個人行道路段如表 3.2-1 所示，接下來將簡述場域選定之原因。

表 3.2-1 研究場域清單

縣市	行政區	路段名稱
台北市	士林區	基河路（近百齡高中）
台北市	中正區	市民大道一段（近京站）
台北市	大安區	忠孝東路（近台北科技大學）
台北市	大安區	信義路二段（近東門捷運站五號出口）
台南市	東區	北門路二段（近台南火車站）

圖 3.2-1 為基河路（近百齡高中）之示意圖，選擇此人行道路段做為本研究之研究場域，原因係因此人行道上設有機車停車格，並在實地現場勘察中，可觀察到大多數機車騎士為了將機車停入機車停車格係直接騎上人行道之上，另外，因該研究場域鄰近捷運劍潭站、士林夜市與百齡高中，故路段上下班時段與上下課時段重疊，尖峰時段道路使用率較高，亦可觀察到不同年齡層與多種運具之間涉入衝突風險之特徵與衝突嚴重程度，此場域人行道有效寬度約為 4.5 公尺，可觀察之長度約為 50 公尺，由於該路段之機車停車帶係以區塊方式劃設，人行道上機車實際可停車之數量約為 110 輛，屬於設有機車停車格之行人與自行車共用道的類型。

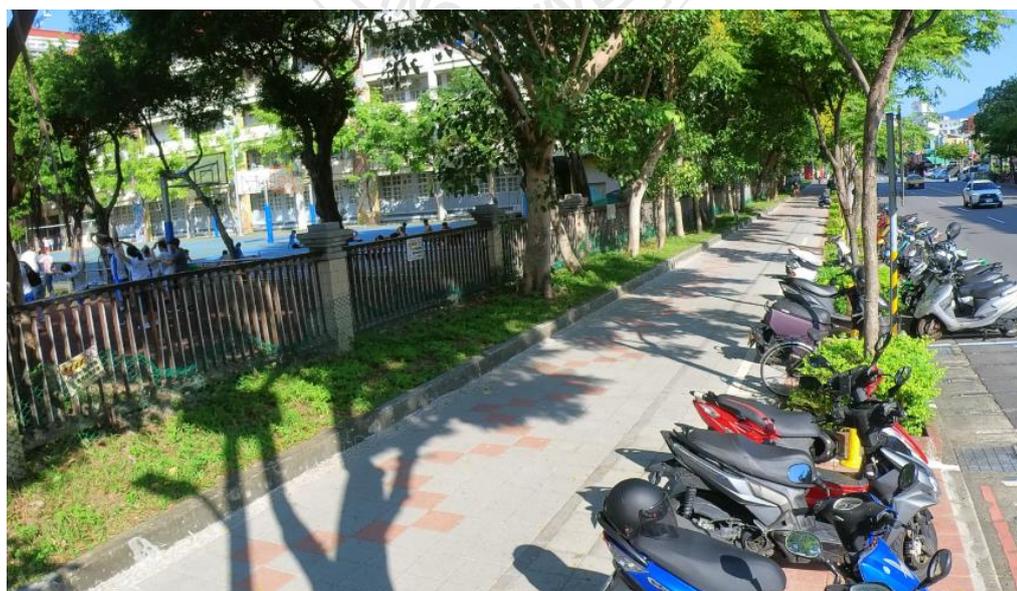


圖 3.2-1 基河路（近百齡高中）

圖 3.2-2 為市民大道一段（近京站）之示意圖，選擇此路段當作研究場域，原因係因該路段設有 U-bike 租賃站點，且人行道兩旁設有機車停車格以及自行車停車格，在實際現場勘察中，可以觀察到該路段交通量除行人之外，係以機車為次高，且僅少數人以牽行的方式將機車停入機車格，另外，因該場域鄰近京站與台北車站，尖峰時段道路使用率高，故做為本研究選定之場域，此場域人行道有效寬度約為 6.5 公尺，可觀察之長度約為 145 公尺，由於該路段之機車停車帶係以區塊方式劃設，人行道上機車實際可停車之數量約為 180 輛，屬於設有機車停車格之行人與自行車共用道的類型。

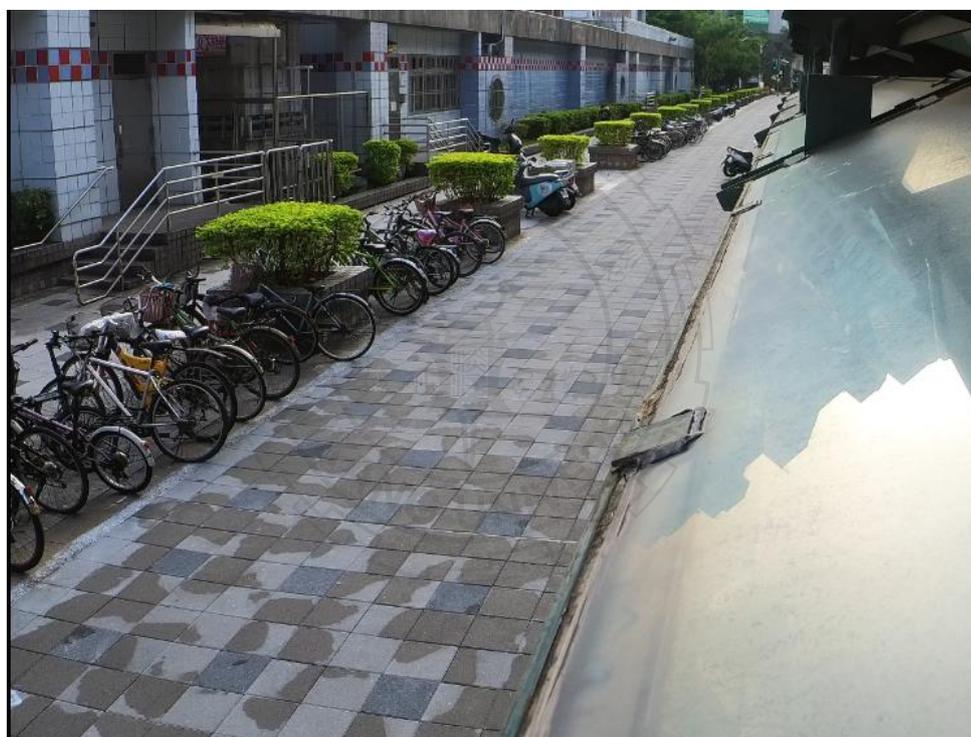


圖 3.2-2 市民大道一段（近京站）

圖 3.2-3 為忠孝東路（近台北科技大學）之示意圖，選擇此路段當作研究場域，原因係因該人行道路段設有人車分道自行車優先道並鄰近台北科技大學，實地現場勘察中可觀察到部分同學有騎自行車上學之習慣，加上該人行道路段旁設有停車彎形式之機車停車格，若道路使用者要從機車停車格行走至人行道，勢必得穿越自行車道，容易產生垂直方向之衝突，且該路段尖峰時段與上

下課時間重疊，故選擇其路段做為研究之場域選定，此場域人行道有效寬度約為 6.5 公尺，可觀察之長度約為 50 公尺，屬於人車分道上未設置機車停車格的類型。



圖 3.2-3 忠孝東路（近台北科技大學）

圖 3.2-4 為信義路二段（近東門捷運站五號出口）之示意圖，選擇此路段當作研究場域，原因係因該人行道路段設有人車分道自行車專用道，且路段旁設有 U-bike 租賃站點，加上此場域緊鄰學區與永康街，實地現場勘察中，可觀察到該人行道路段尖峰時段行人與自行車騎士眾多，且道路使用者年齡層較廣，另一方面，也因此場域緊鄰捷運站，多數由走出捷運出口之民眾，常使用手機且未注意路況，導致與人行道其他道路使用者涉入衝突風險，故選定其路段做為研究之場域選定，此場域人行道有效寬度約為 4.5 公尺，可觀察之長度約為 42 公尺，屬於人車分道上未設置機車停車格的類型。

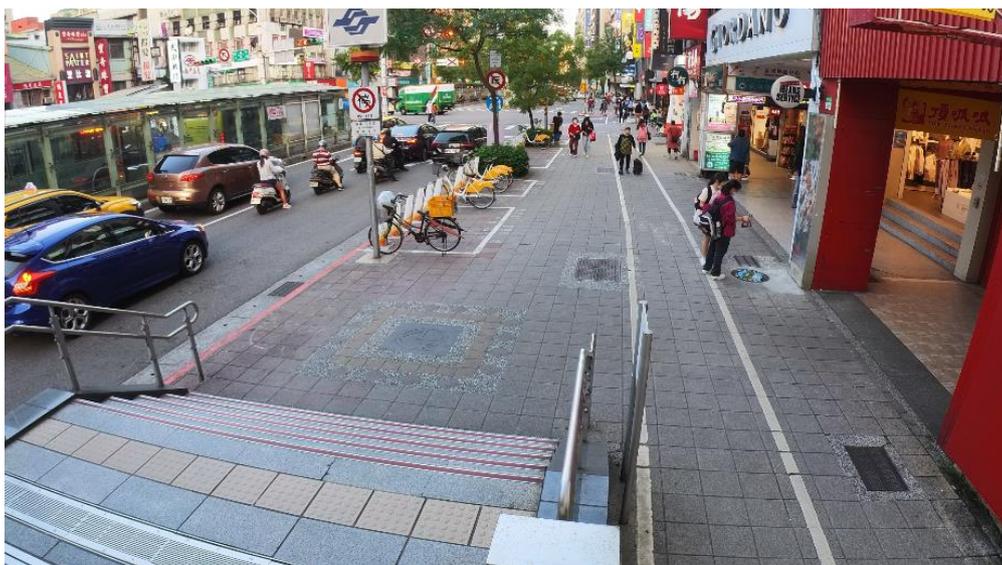


圖 3.2-4 信義路二段（近東門捷運站五號出口）

圖 3.2-5 為北門路二段（近台南火車站）之示意圖，選擇此路段當作研究場域，原因係因在實地現場觀察中，觀察到此路段有許多機車與微型電動二輪車行駛在人行道上，加上該人行道上有設置機車停車格，絕大多數機車騎士係直接騎上人行道停入機車停車格，此外，此路段雖未劃設自行車停車格，但一旁仍停滿自行車，加上常有機車違停在此路段，嚴重縮短人行道有效寬度，另一方面，此研究場域一旁設有路外停車場，常有機車、汽車進出，導致多個方向的衝突產生，亦衍生出更多人行道安全的問題，故選定其路段做為研究之場域選定，此場域人行道有效寬度約為 2.25 公尺，可觀察之長度約為 60 公尺，由於該路段之機車停車帶係以區塊方式劃設，人行道上機車實際可停車之數量約為 40 輛，屬於設有機車停車格之行人與自行車共用道的類型，由於此人行道係屬典型人行道類型，故將其納入本研究之研究場域。



圖 3.2-5 北門路二段（近台南火車站）

### 3.2.3 資料描述與蒐集變數

本研究之人行道影像資料，係以 4K (3840×2160) 以每秒 30 幀 (30 fps) 進行錄製，使用微型攝影機相較於路口即時影像監視器能更清楚的辨別道路使用者之特徵，以透過人工辨識取得研究所需變數，研究所需變數與說明如表 3.2-2 所示。蒐集資料變數中包含研究場域、研究時段、道路使用者性別、年齡以及運具、是否使用手機、衝突方向性、衝突產生方規避動作與偏轉方向、是否發生碰撞、是否劃分自行車道、衝突風險程度、人行道寬度、交通量、是否設有機車停車格、單位小時衝突件數、人行道機車停車格數、行人流率等變數，供後續模式建立。

表 3.2-2 衝突變數定義說明

資料欄位	定義	說明
location	研究場域	0 基河路
		1 市民大道一段
		2 忠孝東路
		3 信義路二段
		4 北門路二段
period	時段	0 早尖峰
		1 晚尖峰
gender_a	衝突產生方性別	0 男
		1 女
age_a	衝突產生方年齡	0 0 至 18 歲
		1 19 至 64 歲
		2 65 歲以上
gender_b	行人性別	0 男
		1 女
age_b	行人年齡	0 0 至 18 歲
		1 19 至 64 歲
		2 65 歲以上
vehicle	衝突產生方運具	0 自行車
		1 機車
		2 電動輔助自行車
		3 汽車
		4 電動輔具、電動代步車
		5 微型電動二輪車
		6 電動滑板車、風火輪、賽格威等新興電動運具
use_phone	是否使用手機	0 無
		1 衝突產生方
		2 行人
conflict_direction	衝突方向性	0 順向離開攝影機
		1 順向靠近攝影機
		2 對向
		3 垂直方向
evasive_action	衝突產生方規避動作	0 急轉彎
		1 減速
		2 加速
		3 減速急轉彎
		4 急轉彎前減速
		5 減速前急轉彎
		6 提前偏轉
swerving_direction	衝突產生方偏轉方向	0 左偏
		1 右偏
		2 左右偏轉

資料欄位	定義	說明	
collision	是否發生碰撞	0	否
		1	是
type	人行道配置	0	行人與自行車共用道
		1	人車分道
PET	衝突風險程度	0	瀕危風險衝突
		1	高風險衝突
		2	無風險衝突
distance	人行道寬度		以公尺為單位
volume	交通量		單一研究場域單位時間道路使用者數量
park	是否設有機車停車格	0	否
		1	是
total	單位時間衝突件數		以道路使用者數量為單位
park_total	人行道機車停車格數		以格數為單位
flow_rate	行人流率		以人/分·公尺為單位

### 3.3 研究限制

1. 由於雨天使用自行車、機車的民眾相對較少，故本研究排除天氣的變數，選擇的影像資料皆為視線良好的天氣，減少因天氣造成數據失真。
2. 本研究人行道種類之選擇所選擇，首先，受限騎樓視線遮蔽物較多不易進行拍攝，再者，標線型人行道由於實地勘察發現許多車輛違停，導致行人被迫行走在一般車道上，以致於衝突的產生位於一般車道而非人行道上，最後，因人行天橋及人行地下道較少行人以外之運具行駛於其之上，較難觀察到人車涉入衝突的行為產生，故排除上述人行道配置。
3. 本研究研究之主題為人行道上之人車衝突，故未將人行道上車輛與車輛之間的衝突納入研究範圍。
4. 本研究係探討不同道路配置人行道上人車衝突之特徵，故若未發生衝突就不會有數據呈現，但在人行道上之影像中，觀察到新興運具（如電動滑板車、風火輪等）、電動輔具行駛在人行道上的速度遠高於人行道上之自行車，但因當時人行道上無其他用路人，而未導致衝突，故未能將其納入數據中。

### 3.4 基本統計分析

本研究於民國 111 年 9 月至 10 月份共蒐集 10 小時之影像資料並進行人工分析，交通量方面，分別在五個研究場域早、晚尖峰各一小時包含行人與各運具共觀察到 8,804 名道路使用者，行人定義包含將運具以牽行方式將運具牽引於人行道上之道路使用者，其運具分布統計如表 3.4-1 所示，並透過後侵占時間之界定蒐集包括基河路 77 筆、市民大道 150 筆、忠孝東路 70 筆、信義路二段 684 筆以及北門路二段 115 筆，共 1,096 筆衝突數據其中包含 3 筆實際碰撞事故，3 筆碰撞事故皆發生在信義路二段，且皆為自行車騎士與行人之碰撞衝突，根據影像資料可看到其涉入碰撞衝突原因皆為行人涉入自行車道，導致自行車騎士閃避不及而產生。另外從研究結果可得知整體約有 24.9% (2,192 名) 的道路使用者涉入衝突風險中，表 3.4-2 為各研究場域早、晚尖峰各一小時交通量與衝突數量之統計表，從表中可看出當交通量越低的時，產生交通衝突件數與涉入衝突人數相對來說比較少，而信義路二段交通量為五個研究場域中最高，其涉入衝突人數亦是最高，故本研究將使用交通量做為後續模式建立之重要變數。

表 3.4-1 道路使用者運具分布次數統計表

(單位：人次)

	基河路	市民大道一段	忠孝東路	信義路二段	北門路二段	總計
自行車	71	79	150	507	16	823
機車	22	92	0	3	139	256
電動輔助自行車	0	0	2	3	0	5
汽車	15	0	0	0	3	18
電動輔具	2	0	0	1	1	4
微型電動二輪車	0	2	4	13	6	25
新興運具	1	0	2	4	0	7
行人	528	929	418	4,689	1,100	7,664
輪椅	1	1	0	0	0	2

表 3.4-2 交通量與衝突數量次數統計表

研究場域	衝突件數 (件)	涉入衝突(人次)	交通量 (人次)
基河路	77	154 (24.1%)	640
市民大道一段	150	300 (27.2%)	1,103
忠孝東路	70	140 (24.3%)	576
信義路二段	684	1,368 (24.8%)	5,520
北門路二段	115	230 (18.2%)	1,265

表 3.4-3 為各研究場域衝突風險程度次數統計表，由此表可以看到在五個研究場域早、晚尖峰各一小時，共觀測到 418 件瀕危風險衝突、250 件高風險衝突與 428 件無風險衝突，其中產生瀕危風險比例又以交通量較高的信義路二段 (42.7%) 最高，其次為北門路二段 (37.4%)，另外，五個研究場域中，交通量最低的忠孝東路，其道路使用者涉入無風險衝突之比例亦為最高。

表 3.4-3 各研究場域衝突風險程度次數統計表

(單位：次數)

研究場域	瀕危風險	高風險	無風險	總計
基河路	22 (28.6%)	18 (23.4%)	37 (48.0%)	77
市民大道一段	42 (28.0%)	32 (21.3%)	76 (50.7%)	150
忠孝東路	19 (27.2%)	12 (17.1%)	39 (55.7%)	70
信義路二段	292 (42.7%)	160 (23.4%)	232 (33.9%)	684
北門路二段	43 (37.4%)	28 (24.3%)	44 (38.3%)	115
總計	418	250	428	1,096

表 3.4-3 為各研究場域行人與道路使用者之衝突組合次數統計表，由此表可看到行人-自行車騎士與行人-微型電動二輪車騎士涉入衝突件數係以信義路二段為最高。行人-機車騎士涉入衝突件數則以北門路二段最高，其次為市民大道一段。另外，可從表中得知，為汽車駕駛由路外停車場駛出與人行道上行人涉入衝突風險之中。

表 3.4-3 各研究場域行人與道路使用者衝突組合次數統計表

(單位：次數)

研究場域	自行車	機車	電動輔助自行車	汽車	電動輔具	微型電動二輪車	新興運具	總計
基河路	57	16	0	0	2	0	2	77
市民大道一段	69	78	0	0	0	3	0	150
忠孝東路	64	0	0	0	0	3	3	70
信義路二段	644	1	4	0	2	31	2	684
北門路二段	11	94	0	1	2	7	0	115
總計	845	189	4	1	6	44	7	1,096

表 3.4-4 為不同人行道配置下衝突件數統計表，由表可得知人車分道道路使用者涉入瀕危風險衝突的比例較行人與自行車共用道來得高。行人與自行車共用道道路使用者涉入無風險衝突比例較人車分道來的高。

表 3.4-4 不同人行道配置下衝突件數統計表

(單位：件數)

人行道配置	瀕危風險	高風險	無風險	總計
行人與自行車共用道	107 (31.3%)	78 (22.8%)	157 (45.9%)	342
人車分道	311 (41.2%)	172 (22.8%)	271 (36.0%)	754

表 3.4-5 為人行道有無機車停車格道路使用者之衝突組合次數統計表，由此表可得知人行道上設有機車停車格機車騎士與行人涉入衝突的件數較其未設置機車停車格之人行道來的高。人行道未設置機車停車格之人行道，係以自行車騎士與行人涉入衝突的比例較高。

表 3.4-5 人行道有無機車停車格道路使用者衝突組合次數統計表

(單位：次數)

人行道配置	自行車	機車	電動輔助自行車	汽車	電動輔具	微型電動二輪車	新興運具	總計
有機車停車格	137 (40.0%)	188 (55.0%)	0 (0%)	1 (0.3%)	4 (1.2%)	10 (2.9%)	2 (0.6%)	342
無機車停車格	708 (93.9%)	1 (0.1%)	4 (0.5%)	0 (0%)	2 (0.3%)	34 (4.5%)	5 (0.7%)	754

表 3.4-6 為道路使用者涉入風險之風險程度次數統計表，由此表可知道行人與新興運具騎士涉入衝突產生瀕危風險的比例高於其他運具，其次為微型電動二輪車。而自行車騎士與行人涉入不同程度風險次數皆較其他運具高。

表 3.4-6 道路使用者涉入風險之風險程度次數統計表

(單位：次數)

	瀕危風險	高風險	無風險	總計
自行車	328 (38.8%)	185 (21.9%)	332 (39.3%)	845
機車	59 (31.2%)	47 (24.9%)	83 (43.9%)	189
電動輔助自行車	1 (25.0%)	2 (50.0%)	1 (25.0%)	4
汽車	0 (0%)	1 (100.0%)	0 (0%)	1
電動輔具	2 (33.3%)	3 (50.0%)	1 (16.7%)	6
微型電動二輪車	23 (52.3%)	10 (22.7%)	11 (25.0%)	44
新興運具	5 (71.4%)	2 (28.6%)	0 (0%)	7

表 3.4-7 為各運具未牽行比例，由此表可得知機車在人行道上未牽行的比例極高，未擁有路權的新興運具未牽行比例皆在 100%，根據臺北市政府交通局公告，民國 104 年 10 月 1 日起微型電動二輪車禁止行駛於人行道與自行車道，但從該表可看到仍有微型電動二輪車行駛於人行道之上，且未牽行比例皆為 100%。

表 3.4-7 各運具未牽行比例

(單位：百分比)

研究場域	自行車	機車	電動輔助自行車	電動輔具	微型電動二輪車	新興運具
基河路	100.0	100.0	-	100.0	-	100.0
市民大道一段	84.0	86.0	-	-	100.0	-
忠孝東路	100.0	-	100.0	-	100.0	100.0
信義路二段	97.3	60.0	100.0	100.0	100.0	100.0
北門路二段	76.2	100.0	0	100.0	100.0	-

表 3.4-8 為規避動作與風險程度統計圖，從此表可得知衝突產生之道路使用者在涉入瀕危風險，多以急轉彎的方式進行衝突的規避，另一方面衝突產生之道路使用者涉入無風險衝突，多以提前偏轉來避免涉入衝突。

表 3.4-8 規避動作與風險程度次數統計圖

(單位：次數)

規避動作	風險程度		
	瀕危風險	高風險	無風險
<b>基河路</b>			
急轉彎	13	5	5
減速	4	10	6
加速	0	2	1
減速急轉彎	0	0	0
急轉彎前減速	5	1	0
減速前急轉彎	0	0	0
提前偏轉	0	0	25
<b>市民大道一段</b>			
急轉彎	19	15	13
減速	10	6	11
加速	0	0	2
減速急轉彎	1	1	0
急轉彎前減速	12	10	2
減速前急轉彎	0	0	0
提前偏轉	0	0	48
<b>忠孝東路</b>			
急轉彎	15	8	0
減速	2	1	0
加速	0	1	0
減速急轉彎	0	0	0
急轉彎前減速	1	1	0
減速前急轉彎	0	0	1
提前偏轉	1	1	38
<b>信義路二段</b>			
急轉彎	150	80	1
減速	88	44	2
加速	4	2	1
減速急轉彎	15	13	1
急轉彎前減速	35	19	0
減速前急轉彎	0	0	0
提前偏轉	0	2	227
<b>北門路二段</b>			
急轉彎	16	17	2
減速	19	7	3
加速	0	1	0
減速急轉彎	2	1	0
急轉彎前減速	6	1	1
減速前急轉彎	0	0	0
提前偏轉	0	1	38

表 3.4-9 為是否使用手機與風險程度統計圖，由此表可看到多數涉入衝突之道路使用者雙方皆未使用手機，但行人使用手機未注意人行道道路情況導致涉入衝突的比例亦高達 27.2%，由於信義路二段靠近捷運東門站 5 號出口，從影像資料中可看到出捷運站的民眾大多數使用手機，在未注意的情況下，急轉涉入自行車道中，進而導致衝突產生。

表 3.4-9 是否使用手機與風險程度次數統計圖

(單位：次數)

是否使用手機	風險程度		
	瀕危風險	高風險	無風險
<b>基河路</b>			
無	17	15	29
自行車騎士	0	0	1
行人	5	3	7
<b>市民大道一段</b>			
無	30	24	57
自行車騎士	1	0	0
行人	11	8	19
<b>忠孝東路</b>			
無	14	11	30
自行車騎士	0	0	1
行人	5	1	8
<b>信義路二段</b>			
無	200	113	162
自行車騎士	1	1	2
行人	91	46	68
<b>北門路二段</b>			
無	31	24	34
自行車騎士	0	0	0
行人	12	4	10

表 3.4-10 為不同衝突方向與偏轉方向統計表，總體來看有 59.4%的道路使用者會以左偏的方式避免碰撞情況產生，根據此結果推測係因為台灣為左駕國家，故民眾多以左偏超車以避免碰撞衝突產生。

表 3.4-10 不同衝突方向與偏轉方向次數統計表

(單位：次數)

順向離開攝影機	偏轉方向		
	左偏	右偏	左右偏轉
基河路	14	10	1
市民大道一段	24	7	1
忠孝東路	13	6	2
信義路二段	135	29	12
北門路二段	19	4	0
順向靠近攝影機	偏轉方向		
	左偏	右偏	左右偏轉
基河路	18	7	0
市民大道一段	60	6	1
忠孝東路	10	3	0
信義路二段	94	50	13
北門路二段	12	9	0
對向	偏轉方向		
	左偏	右偏	左右偏轉
基河路	10	17	0
市民大道一段	28	17	1
忠孝東路	15	18	0
信義路二段	127	123	15
北門路二段	9	33	0
垂直方向	偏轉方向		
	左偏	右偏	左右偏轉
基河路	0	0	0
市民大道一段	1	4	0
忠孝東路	2	1	0
信義路二段	46	34	6
北門路二段	14	14	1

表 3.4-11 為衝突產生方之性別與運具統計表，首先，由此表可得知總體來說 56.9% 男性為衝突產生方，43.1% 為女性。再者，探討機車騎士與行人涉入衝突，以男性比例 64.0%，高於女性 36.0%，最後，探討自行車騎士與行人涉入衝突，以男性比例 54.9%，高於女性 45.1%。

表 3.4-11 衝突產生方之性別與運具次數統計表

(單位：人次)

		基河路	市民大道一段	忠孝東路	信義路二段	北門路二段
自行車	男	19	52	33	357	3
	女	38	17	31	287	8
機車	男	9	53	0	1	58
	女	7	25	0	0	36
電動輔助自行車	男	0	0	0	4	0
	女	0	0	0	0	0
汽車	男	0	0	0	0	1
	女	0	0	0	0	0
電動輔具	男	2	0	0	2	2
	女	0	0	0	0	0
微型電動二輪車	男	0	3	3	10	7
	女	0	0	0	21	0
電動滑板車	男	2	0	1	2	0
	女	0	0	2	0	0

表 3.4-12 為被衝突方之年齡與風險程度統計表，由此表可得知總體約有 21.4% 的的孩童與老人涉入衝突，23.9% 的孩童與老人涉入瀕危風險之衝突。

表 3.4-12 被衝突方之年齡與風險程度次數統計表

(單位：人次)

		瀕危衝突	高風險	低風險
基河路	0-18	3	2	4
	18-64	15	15	28
	65 以上	4	1	5
市民大道一段	0-18	0	1	1
	18-64	40	28	66
	65 以上	2	3	9
忠孝東路	0-18	2	0	0
	18-64	15	11	34
	65 以上	2	1	5
信義路二段	0-18	30	13	20
	18-64	211	130	172
	65 以上	51	17	40
北門路二段	0-18	2	1	2
	18-64	37	26	33
	65 以上	4	1	9

## 第四章 模式建構與實證分析

### 4.1 迴歸模式之建構

#### 4.1.1 多元線性迴歸

本研究應用多元線性迴歸 (Multivariable Linear Regression)，針對五個研究場域之衝突件數建構模式。多元線性迴歸係探討解釋變數 (X) 與應變數 (Y) 之間的關聯性，而應變數 (Y) 需為數值型變數，且須有兩個或兩個以上解釋變數 (X)，本研究使用每 15 分鐘之衝突件數做為應變數 (Y)，解釋變數 (X) 則為影像資料分析蒐集到之變數，本研究擬將每 15 分鐘之交通量、行人流率、人行道類型、衝突產生方年齡、被衝突方年齡、衝突產生方運具、人行道寬度、人行道機車停車格數、道路使用者是否使用手機等做為本研究多元線性迴歸解釋變數之選擇，冀望透過此模式的建立，求得影響衝突件數之因素，供後續研究進行分析。

首先，多元線性迴歸係要確認其應變數 (Y) 與解釋變數 (X) 為線性關係、資料須符合常態分佈、解釋變數誤差項間相互獨立、且誤差項的變異數須相等，若無則會導致，若數據違反基本統計假設時，亦會導致統計推論產生偏誤，其多元線性迴歸模式公式如下：

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon$$

$\beta_0$  為常數， $\beta_1 \dots \beta_n$  為迴歸係數， $\varepsilon$  為誤差

建立多線性迴歸模式，解釋變數 (X) 之選擇需考慮其顯著性、合理性以及重要性。首先，須先將所有應變數 (Y) 與解釋變數 (X) 進行簡單迴歸，確認應變數 (Y) 與解釋變數 (X) 是否有顯著之影響因素，再者，確認解釋變數意義與係數是否具有合理性，若不合理之變數則需刪除，最後，針對最後所選之解釋變

數進行重要性排序，並依序放入模式中至無顯著變數能再放入模式，以得到最終模式供後續研究進行分析。

#### 4.1.2 順序性羅吉斯特迴歸

本研究應用順序性羅吉斯特迴歸（Ordered Logistic Regression）針對五個研究場域不同人行道配置之衝突嚴重程度建構模式。其假設有 J 個應變數（Y），且模型中有 K 個解釋變數（X），則順序性羅吉特迴歸公式如下：

$$\ln \left[ \frac{P(y \leq j|x)}{1-P(y \leq j|x)} \right] = \beta_{0j} + \sum_{k=1}^k \beta_k X_k$$

公式（3.4.1）中，Logit 為按應變數類別順序而定義，本研究之應變數為人行道人車衝突風險程度，共有三個類別，分別為瀕危風險衝突（ $PET \leq 1$  秒）、高風險衝突（ $1 \text{ 秒} < PET \leq 2$  秒）、無風險衝突（ $PET > 2$  秒）故具有順序性關係。發生比是透過各類別事件機率依次累積形成，每一個 Logit 皆會有一個不同的  $\beta_{0j}$  估計值，則 J 個反應變數會有 J-1 個  $\beta_{0j}$  估計值，但對所有 Logit 而言，變數  $X_k$  只也一個相同的  $\beta_k$  估計值。

$$P(y \leq j|x) = \frac{e^{[u_j - (\alpha + \sum_{k=1}^k \beta_k X_k)]}}{1 + e^{[u_j - (\alpha + \sum_{k=1}^k \beta_k X_k)]}}$$

而某一特定類別之機率店可由累積機率計算求得：

$$P(y = 1) = P(y \leq 1)$$

$$P(y = 2) = P(y \leq 2) - P(y \leq 1)$$

.....

$$P(y = J) = 1 - P(y \leq (J - 1))$$

其中， $P(y = 1) + P(y = 2) + \dots + P(y = J) = 1$

綜觀上述公式所示，本研究擬將瀕危風險衝突、高風險衝突、無風險衝突做為順序性羅吉斯特的應變數類別，並將人行道是否設有機車停車格、道路使用者是否使用手機、衝突產生方之性別、年齡及偏轉方向等做為此模式之解釋變數，希望透過此模式之構建，求得影響衝突風險程度之因素，供後續研究進行分析。

## 4.2 衝突件數之影響因素

本章節將針對衝突件數分別以交通量與行人流率為主進行模式之建構，本研究道路使用者涉入衝突之件數係以 15 分鐘為單位，交通量係以每 15 分鐘道路使用者人數（包含行人與其他運具）進行計算，兩位道路使用者涉入衝突為一件衝突事件，此模式衝突件數包含瀕危風險衝突、高風險衝突、無風險衝突，並進行多元線性迴歸模式建構。

為了解人行道上衝突件數之影響因素，首先，以交通量做為建立多元線性迴歸模式之最重要之解釋變數，得出最終模式結果如表 4.2-1 所示，其調整後  $R^2$  為 0.89，且數值皆落在正負 2 倍標準差之內。其中影響衝突風險程度之重要變數包含：

$$total = 7.43 + 0.12 volume - 15.10 type\_1 + 0.08 park\_total$$

該迴歸變數說明如下：

*total* 為每 15 分鐘衝突件數（件）

*volume* 為每 15 分鐘交通量（人次）

*type* 為人行道配置（dummy 變數），*type\_0* 為人車分道，*type\_1* 為行人與自行車共用道

*park\_total* 為人行道機車停車格數（格）

1. 交通量之 P 值  $< .0001$ ，故交通量增加 1 位道路使用者，每 15 分鐘衝突件數增加 0.12 次。
2. 以人車分道之人行道配置為比較基底，行人與自行車共用道平均 15 分鐘衝突件數少 15.10 件。

3. 人行道機車停車格數 P 值<.0001，故人行道機車停車格數增加 1 格，每 15 分衝突件數增加 0.08 次。

表 4.2-1 衝突件數多元線性迴歸模式

變數名稱	參數估計值	t 值	Pr> $\chi^2$
截距	7.43	10.88	<.0001
交通量	0.12	112.56	<.0001
行人與自行車共用道	-15.10	-16.70	<.0001
人行道機車停車格數	0.08	14.15	<.0001

另一方面，為了解人行道上衝突件數之其他影響因素，故以行人流率做為建立多元線性迴歸模式最重要之解釋變數，得出最終模式結果如表 4.2-2 所示，其調整後 R<sup>2</sup> 為 0.96，數值皆落在正負 3 倍標準差之內。其中影響衝突風險程度之重要變數包含：

$$total = 14.75 + 8.07 flow\_rate - 42.96 type\_1 + 0.25 park\_total$$

該迴歸變數說明如下：

*total* 為每 15 分鐘衝突件數（件）

*flow\_rate* 為行人流率（人/分·公尺）

*type* 為人行道配置（dummy 變數），*type\_0* 為人車分道，*type\_1* 為行人與自行車共用道

*park\_total* 為人行道機車停車格數（格）

1. 行人流率之 P 值 $<.0001$ ，故行人流率增加 1 人/分·公尺，每 15 分鐘衝突件數增加 8.07 次。
2. 以人車分道之人行道配置為比較基底，行人與自行車共用道平均每 15 分鐘衝突件數少 42.96 件。
3. 人行道機車停車格數 P 值 $<.0001$ ，故人行道機車停車格數增加 1 格，每 15 分衝突件數增加 0.25 次。

表 4.2-2 衝突件數多元線性迴歸模式

變數名稱	參數估計值	t 值	Pr> $\chi^2$
截距	14.75	20.93	$<.0001$
行人流率	8.07	99.11	$<.0001$
行人與自行車共用道	-42.96	-48.39	$<.0001$
人行道機車停車格數	0.25	40.72	$<.0001$

## 4.3 衝突嚴重程度之影響因素

本章節將利用衝突風險程度進行模式建構，此模式係使用後侵占時間依照選定閾值進行衝突嚴重程度分類，依照嚴重程度重至輕分為，瀕危風險衝突、高風險衝突、無風險衝突，並進行順序性羅吉斯特迴歸模式建構。

為了解人行道上衝突風險程度影響因素，故建立有序性羅吉斯特迴歸模式，將衝突風險程度分為三級，最終模式結果如表 4.3-1。其中影響衝突風險程度之重要變數包含：

- 人行道配置：
  1. 人行道是否設置機車停車格：以人行道未劃設機車停車格為比較基底，人行道劃設機車停車格道路使用者衝突嚴重程度高 1.57 倍。
- 駕駛特性：
  1. 偏轉方向：以衝突產生方為避免碰撞左右偏轉為比較基底，衝突產生方左偏避免碰撞衝突嚴重程度高 4.45 倍，衝突產生方右偏避免碰撞衝突嚴重程度高 4.97 倍。

表 4.3-1 衝突風險程度順序羅吉斯特迴歸模式

變數名稱	估計值	勝算比	標準 誤差	Wald 卡方	Pr> $\chi^2$	95%信賴區間	
						下限	上限
截距 1	-1.07		0.34	9.97	0.0016		
截距 2	-2.01		0.34	34.37	<.0001		
<b>是否設置機車停車格</b>							
是	0.45	1.57	0.13	11.25	0.0008	1.21	2.05
否(比較基底)							
<b>偏轉方向</b>							
左偏	1.49	4.45	0.35	18.15	<.0001	2.24	8.85
右偏	1.60	4.97	0.36	20.16	<.0001	2.47	10.00
左右偏轉(比較基底)							

## 第五章 改善方案探討

### 5.1 人行道機車停車格道路配置探討

首先，據本研究所建構之順序性羅吉斯特迴歸模式結果指出，人行道劃設機車停車格道路使用者衝突嚴重程度較未設置機車停車格高 1.57 倍，再者，據本研究所建構之多元線性迴歸模式結果顯示，故人行道機車停車格數增加 1 格，每 15 分鐘衝突件數增加 0.26 次。另一方面，由蒐集到的數據進行基本統計分析顯示，人行道設有機車停車格的情況下，機車在所有運具中與行人涉入衝突的比例最高（55%），相較於人行道未設置機車停車格，機車與行人涉入衝突的比例在所有運具中僅占 0.1%，最後，根據影像資料中，可發現人行道設有機車停車格的基河路、北門路二段與市民大道一段，機車未依規定牽行比例分別為 100%、100% 與 86%。

根據上述資料可知道絕大多數機車騎士為了將機車停入人行道上停車格，導致機車違規行駛於人行道的情況產生，但根據道路交通管理處罰條例第 3 條第 1 項第 3 款規定，人行道係指「專供行人通行」之騎樓、走廊，及劃設供行人行走之地面道路，與人行天橋及人行地下道。依法駕駛人不得駕駛車輛行駛於人行道之上，然而現行人行道上設有機車停車格，並將其改稱「公共設施帶」，導致機車騎士騎上人行道，並與行人涉入衝突風險。

針對如何改善人行道上行人與機車的人車衝突，本研究認為在工程面上，將機車停車格採停車彎型式設置於公共設施帶以取代人行道設置機車停車格的道路配置，將行人與機車進行實體分隔，能有效的減少機車騎士與行人涉入衝突的機會產生；另外，可透過教育方面，讓民眾了解機車騎上人行道與行人產生衝突嚴重性，從小扎根路權的觀念，培養人車相互尊重的文化；執法方面，以實體違規取締搭配科技執法，針對違規騎乘機車上人行道之道路使用者進行違規取締，冀望能夠工程的改善、觀念的建立以及執法的落實相互配合，降低人行道上行人與機車騎士涉入衝突的風險，確保弱勢道路使用者能夠公平、合理、安全的使用道路。

## 5.2 行人與人行道道路配置探討

據本研究基本統計分析結果顯示，以人車分道為比較基底，道路使用者涉入瀕危風險衝突為較行人與自行車共用道比例高 1.32 倍。另一方面，跟據多元線性迴歸模式結果顯示，交通量增加 1 人次，每 15 分鐘衝突件數增加 0.12 次，以人車分道為比較基底，行人與自行車共用道平均每 15 分鐘衝突件數少 15.10 件。從另一多元線性迴歸模式可得知行人流率每增加 1 人/分·公尺，每 15 分鐘衝突件數增加 8.49 次。

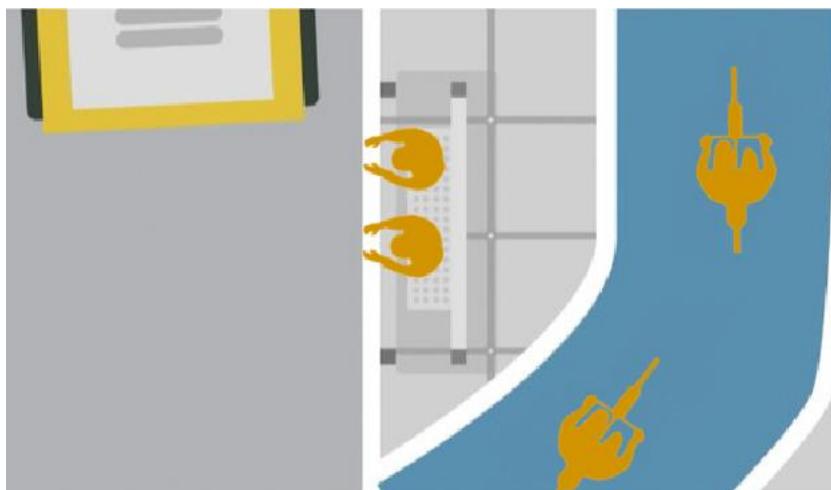
從模式結果顯示針對人車分道道路使用者涉入瀕危風險程度、衝突產生件數均較行人與自行車共用道之人行道配置來的高，從圖 5.2-2 之衝突態樣可發現，有許多民眾因使用手機或聊天等而未注意自行車道上之交通情況，針對此結果本研究認為，自行車騎士行駛在人車分道上專注度相對較行人與自行車共用道來得低，加上行人經常在未注意周圍道路情況下違規涉入自行車道，導致自行車騎士反應不及而涉入人車衝突之中。



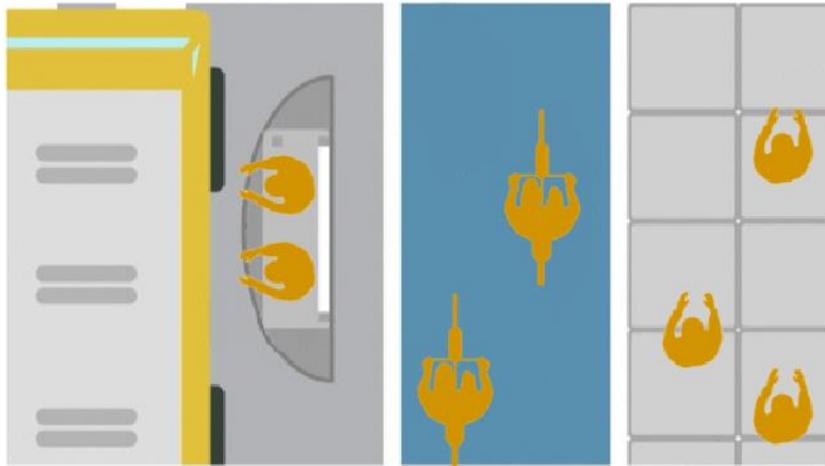
圖 5.2-1 行人違規涉入自行車道之衝突態樣

對於如何減少行人與自行車涉入衝突，根據本研究結果顯示交通量越大或是行人流率越高道路使用者涉入衝突的件數越多，以標線劃分之人車分道道路使用者涉入瀕危風險程度、衝突產生件數均較行人與自行車共用道之人行道配置來的

高，工程面上，本研究認為，若道路無足夠的空間增設自行車道，得規範尖峰時段或特定時段人行道交通量較高或是行人流率較高之行人與自行車共用道，自行車僅能以牽行方式行走在人行道之上，減少因人行道交通量、行人流率過大，導致衝突件數增加的問題產生。再者，從本研究結果顯示，實務上，以標線劃分人車分道反而會增加道路使用者涉入衝突的機會與嚴重程度，在道路有足夠空間的前提下，可以日本作為借鏡，透過空間上分隔，使用綠化設施帶、欄杆將行人與自行車作出實體分隔，並利用不同顏色的鋪面進行區分，期望降低行人與自行車涉入衝突的數量，或以丹麥哥本哈根為借鏡，做為全球友善單車城市排名第一的城市，哥本哈根將自行車道設置於一般車道上，不僅能做出實體分隔，亦降低行人走上自行車車道的機會。空間配置方面，相較於在現有的人行道上設置自行車道，將自行車道設置於一般車道上的設計，在實行上也較不會受到人行道寬度的限制，亦能改善自行車道延續性不足的問題，另一方面，為了避免自行車對向衝突的產生，其自行車道雙向都皆有設置並與一般車道平行，不僅能降低自行車車流方向相反造成的事故比例，也能提升自行車的車速，車速方面，哥本哈設有一個專屬於單車的系統-「Green Wave」，此項系統時的時制設置能使得自行車騎士，在時速保持 20km/hr 的情況下，以全綠燈的方式行駛於自行車道之上。再者，自行車道與公車停等區交會處，道路設計示意圖如圖 5.2-1，該設計會將自行車道彎折繞過公車站後方，或是額外獨立出島狀的公車停等區，在保有自行車道延續行的情況下，降低公車與自行車騎士產生衝突的機會。



(a) 自行車道繞道



(b) 島狀公車停等區

圖 5.2-2 自行車道與公車停等區交會道路設計示意圖

教育方面，丹麥針對路權觀念的建立應從小扎根，部分國小規定，從小一剛入學，就要學習如何安全且守法的騎自行車上路，在小學畢業前還會辦理單車路考，藉此培養人車相互尊重的文化。另一方面，荷蘭對於落實校園的自行車教育也非常重視，荷蘭在幼稚園及小學皆須學習自行車禮儀與道路安全等常識，每年全國國小畢業生須參加「六公里自行車路考」以拿到「自行車證書」，針對路權的觀念亦從小扎根，行人優先、自行車次之，最後為汽、機車等路權觀念深植，縱使部分道路因空間不足無法設置自行車專用道，民眾仍會自行禮讓。針對路權觀念從小教育，培養用路人相互尊重的精神，係為我國做為學習的標竿。

執法方面，雖然台北市於 2017 年 7 月開始針對自行車騎上騎樓與人行道進行開罰，但現行道路設施配置多還是以行人與自行車共用道為主，故在實務上仍然無法解決自行車騎士與行人涉入衝突的問題，行人與自行車共用道係允許行人穿越，故在實際執法有其困難度，相關道路是否以自行車騎士為出發點設計，道路使用者之間是否能相尊重，還需要有更完整的規劃。

## 5.3 新興運具行駛人行道探討

在面對城市空污、塞車、噪音等問題，加上能源轉型、運具電動化等政策的推動，愈來愈多人使用微型電動二輪車、電動輔助自行車、電動代步車、電動輪椅、電動滑板車、風火輪、賽格威做為代步工具，多元電動新興運具合法上路儼然成為未來的趨勢，但由於現行法規電動滑板車、風火輪、賽格威等新興運具未能合法擁有路權，道路規劃上也未有完整的規劃，加上執法上未能落實，以致於新興運具常常違規行駛於人行道上，並導致新興運具與行人涉入衝突。

為避免行人與電動運具涉入衝突，台北市交通局表示依照「道路交通安全管理處罰條例」規定微型電動二輪車屬於自行車，可行駛於行人與自行車共用之人行道，及自行車道，但由於微型電動二輪車與行人、自行車速差甚大，故在民國 104 年 10 月 1 日起，禁止微型電動二輪車行駛於台北市之行人與自行車共用道以及自行車道。新北市政府交通局亦因上述因素，自 111 年 10 月 12 日起微型電動二輪車和電動輔助自行車禁行於新北市之行人與自行車共用道。

本研究影像資料蒐集係於 111 年 9 月至 111 年 10 月，據本研究影像資料分析，微型電動二輪車、電動輔助自行車、電動滑板車等新興運具，其未牽行於人行道上的比例皆為 100%，10 小時的影像中，總共在人行道上觀察 25 輛微型電動二輪車且與行人涉入 44 起衝突；5 輛電動輔助自行車且涉入 4 起衝突；7 輛新興運具且涉入 7 起衝突，涉入衝突比例極高，其中不乏看到國高中生騎乘微型電動二輪車涉入衝突的情況產生。

針對新興運具行駛人行道造成人車衝突的問題，各縣市未有統一的規劃與規範，加上執法上無法落實，導致人行道上人車衝突無法落實，故本研究認為，在工程方面，延續上一章節內容，落實自行車道與人行道實體分隔，微型電動二輪車應行駛於慢車道或是靠右路側，電動輔助自行車行駛於自行車道上，其他新興運具待合法上路之後應依照其最高行駛速度將其分類行駛於自行車道或慢車道上，以避免與行人速差過大，加上未有實體道路設施分隔，而導致人車衝突的產生。

教育方面，道路使用者相互尊重，路權觀念從小扎根，落實道路交通安全宣

導，原則上避免國高中生騎乘微型電動二輪車，並讓其了解騎乘風險，並對國高中生騎乘者進行相關輔導。

執法方面，由於目前電動滑板車、風火輪、賽格威等新興運具未能合法擁路權，在法規與道路設施尚未健全的情況下，應加強取締，以避免在人行道上與行人產生人車衝突。



## 第六章 結論與建議

### 6.1 結論

本研究根據現有的人行道，排除騎樓、標線行人行道、人行天橋與人行地下道等，並針對行人與自行車共用道、人車分道（自行車專用道、自行車優先道）、設有機車停車格之行人與自行車共用道等相對較多人車衝突之人行道配置做為後續影像蒐集之依據。本研究針對交通量相對較大之人行道路段進行研究場域的篩選，最後選擇了 5 處研究場域共蒐集 10 小時的影像資料，並分析該研究場域人行道上行人與各種運具之間的衝突行為、特徵與涉入衝突的風險程度，分析結果如下：

1. 本研究共觀察到 3 起碰撞衝突，皆為自行車與行人之碰撞衝突，根據影片可觀察到，碰撞衝突皆發生在自行車道上，主要原因係因為 3 位行人皆未注意路況突然侵入自行車道而導致。
2. 本研究於北門路二段觀測到 1 起汽車駕駛與行人涉入衝突風險之事件，其發生原因係為汽車由路外停車場駛出並與行人涉入垂直方向的衝突。
3. 由多元線性迴歸模式結果顯示，交通量每增加 1 位道路使用者，每 15 分鐘衝突件數增加 0.12 次以人車分道為比較基底，行人與自行車共用道平均每 15 分鐘衝突件數少 15.10 件；人行道機車停車格數增加 1 格，每 15 分鐘衝突件數增加 0.08 次。另一多元線性迴歸模式結果顯示，故行人流率增加 1 人/分·公尺，每 15 分鐘衝突件數增加 8.49 次；。
4. 根據順序性羅吉斯特模式結果顯示，以人行道未劃設機車停車格為比較基底，人行道劃設機車停車格道路使用者衝突嚴重程度高 1.57 倍；另外，為了避免碰撞衝突，衝突產生方以左偏或右偏涉入衝突嚴重程度較左右偏轉高。根據實際影片顯示，左偏或右偏的衝突產生方行駛速度多較左右偏轉的衝突產生方高，導致涉入衝突嚴重程度皆較高，道路使用者涉入瀕危風險衝突的情況下約有 51% 係以急轉彎來避免碰撞衝突產生且有 59.3% 的道路使用者左偏避免碰撞衝突產生。

### 6.1.1 人行道機車停車格道路配置探討

北門路二段機車與行人涉入衝突的比例較其他運具來的高，其他研究場域皆為自行車與行人涉入衝突的比例較高。相較於人行道未設置機車停車格，人行道上設有機車停車格機車與行人涉入衝突的件數高出許多，且人行道上設有機車停車格機車騎士與行人涉入衝突中，有 31.2% 為瀕危風險衝突之涉入。另一方面，根據本研究多元線性迴歸結果顯示，人行道機車停車格數增加 1 格，每 15 分鐘衝突件數增加 0.08 次，表明人行道上機車停車格越多，造成衝突的件數越多。最後，據有序性羅吉斯特模式結果顯示，人行道劃設機車停車格道路使用者衝突嚴重程度較未設置機車停車格高 1.57 倍。從以上結果顯示機車停車格設置於人行道上，機車騎士與行人涉入衝突造成瀕危風險比例甚高，衝突件數亦有增加的趨勢。

### 6.1.2 行人與人行道道路配置探討方面

根據多元線性迴歸模式可得知，交通量增加 1 人次，每 15 分鐘衝突件數增加 0.12 次，交通量越大與道路使用者涉入衝突數量越多，行人流率增加 1 人/分·公尺，每 15 分鐘衝突件數增加 8.49 次，人車分道之道路使用者涉入衝突的比例高於行人與自行車共用道，針對次結果本研究認為，自行車騎士行駛人車分道之自行車道上專注度相對較行人與自行車共用道來得低，加上行人經常在未注意周圍道路情況下違規涉入自行車道，而導致自行車騎士反應不及而涉入人車衝突之中。

### 6.1.3 新興運具行駛人行道之探討

據本研究影像資料分析，新興運具未牽行於人行道上的比例皆為 100%，並在人行道上觀察 25 輛微型電動二輪車且與行人涉入 44 起衝突；5 輛電動輔助自行車且涉入 4 起衝突；7 輛新興運具且涉入 7 起衝突，涉入衝突比例極高，在影像資料中亦有觀察到國高中生騎乘微型電動二輪車涉入衝突的情況產生。

## 6.2 改善策略

### 6.2.1 工程改善策略

根據本研究結果顯示，人行道設有機車停車格，機車騎士與行人涉入衝突造成瀕危風險比例甚高，衝突件數亦有增加的趨勢，故本研究認為。人行道上機車停車格改為停車彎型式將機車騎士與行人進行實體分隔係迫切需要進行改善的議題。另外，以人車分道之人行道配置為比較基底，行人與自行車共用道平均每 15 分鐘衝突件數少 15.10 件，就影像資料可以明確看到，雖然行人與自行車共用道有劃設自行車道，但由於無實體分隔，故行人侵入自行車道亦不在少數，故本研究認為可以日本為借鏡，透過空間分隔，使用綠化設施帶、欄杆等將行人與自行車作出實體分隔，並利用不同顏色的鋪面進行區分，藉此降低行人與自行車涉入衝突的數量，另外，亦可效仿丹麥哥本哈根，將雙向自行車道劃設於一般車道之上，可減少與行人和對向自行車騎士涉入衝突，亦可提高行駛速度，有效提高自行車移動之效率，若無足夠空間單獨設置自行車道，本研究認為可規範在交通量或行人流率較高之時段自行車僅能以牽行方式行走於行人與自行車共用道之上，以減少人行道上道路使用者涉入人車衝突的情況產生。

### 6.2.2 教育改善策略

鑒於丹麥、荷蘭針對道路使用者之間相互尊重彼此路權的觀念從小扎根，小朋友進入小學就要學會如何安全且守法的騎乘自行車上路，在畢業前還需參加路考，確保學生在未來上中學能更安全的使用道路，本研究認為可效仿其規定。另外，臺北市教育局基於維護學生安全之立場，宣導國、高中生不要騎乘微型電動二輪車，但目前仍是可以看到許多國、高中生未配戴安全帽騎乘微型電動二輪車於人行道上，根據台北市交通局公告，微型電動二輪車依規定須騎乘於慢車道或靠右側路邊，若未明確讓國、高中生了解行車上路的風險，反而有可能造成更多的風險。

### 6.2.3 執法改善策略

不論是機車、微型電動二輪車與電動輔助自行車行駛人行道，亦或是新興運

具違法上路之議題，本研究認為，皆應該針對其加強勸導及執法取締，並輔以科技執法進行違規取締，藉此遏止違規行為，減少行人與各運具涉入衝突的情況產生，落實我國人本交通，以確保弱勢道路使用者能夠公平、合理、安全的使用人行道。

## 6.3 建議

1. 本研究起初希望以即時影像監視器做為資料獲取來源，但因解析度不佳以及拍攝角度受限，導致影像資料無法做為本研究變數蒐集之用，故本研究係以微型攝影機蒐集影像資料，因受到影像設備之限制每次拍攝最長為一小時，故本研究建議使用高解析度之監視器，以延長影像蒐集時間，亦可增加實驗場域以提高樣本數與模型建構之準確。
2. 由於本研究之數據係以人工方式進行蒐集，故建議後續研究可使用影像辨識方式進行數據的蒐集，亦能收集到道路使用者行駛速率進行衝突受傷嚴重性的分析。
3. 本研究目前僅針對人行道上行人與運具之間的衝突，研究未包含車輛與車輛間的衝突，故建議後續相關研究亦可將車-車衝突納入研究範圍。
4. 由於本研究未有同一研究場域自行車道與人行道實體分隔前後對照組資料，故本研究建議，後續相關研究可針對人行道改善前後，進行涉入衝突風險程度的比較。

## 參考文獻

1. 溫基信、王宏生、黃家耀、胡守任、蘇志文、張開國、葉祖宏、賴靜慧、孔垂昌（2021），路口俯視攝影技術於交通衝突分析之案例應用與比較（初版）。交通部運輸研究所。
2. 溫基信、王宏生、蘇志文、黃家耀、蔡洛緯、周業凱、張開國、葉祖宏、林樹德、孔垂昌（2019），道路交通車流及事故風險偵測與分析工具之發展應用（初版）。交通部運輸研究所。
3. 葉祖宏、賴靜慧、蔡尚霖、喻世祥（2021），高齡友善交通對策精進方向之初探。交通部運輸研究所。
4. 陳苑蕙、徐淵靜、呂寶靜、高桂娟（2009），高齡者旅運特性與就醫需求回應運輸系統需求分析。運輸學刊。
5. Wahaha (2011, February 7)。〈日本隨手拍：下關的自行車道〉。取自 <https://www.wahaha.com.tw/?p=2754>。
6. Perkins, S. R., & Harris, J. L. (1968). Traffic conflict characteristics-accident potential at intersections. Highway Research Record (225).
7. Liang, X., Meng, X., & Zheng, L. (2021). Investigating conflict behaviours and characteristics in shared space for pedestrians, conventional bicycles and e-bikes. Accident Analysis & Prevention, 106167.
8. Guo, Y., Sayed, T., & Zaki, M. H. (2018). Exploring evasive action-based indicators for PTW conflicts in shared traffic facility environments. Journal of Transportation Engineering, Part A: Systems, 144 (11), 04018065.
9. Zheng, L., Sayed, T., & Guo, Y. (2020). Investigating factors that influence pedestrian and cyclist violations on shared use path: An observational study on the Brooklyn bridge promenade. International journal of sustainable transportation, 14 (7), 503-512.
10. Kaparias, I., Bell, M. G., Miri, A., Chan, C., & Mount, B. (2012). Analysing the perceptions of pedestrians and drivers to shared space. Transportation research part F: traffic psychology and behaviour, 15 (3), 297-310.
11. Kang, L., & Fricker, J. D. (2016). Sharing urban sidewalks with bicyclists? An exploratory analysis of pedestrian perceptions and attitudes. Transport Policy, 49, 216-225.
12. Hussein, M., Popescu, B., Sayed, T., & Kim, L. (2016). Analysis of road user behavior and safety during New York City's summer streets program. Transportation research record, 2586 (1), 120-130.

13. Tageldin, A., & Sayed, T. (2016) . Developing evasive action-based indicators for identifying pedestrian conflicts in less organized traffic environments. *Journal of Advanced Transportation*, 50 ( 6 ) , 1193-1208.
14. Eriksson, J., Forsman, Å., Niska, A., Gustafsson, S., & Sörensen, G. (2019) . An analysis of cyclists' speed at combined pedestrian and cycle paths. *Traffic injury prevention*, *Traffic Injury Prevention* 20(sup3):1-6.
15. Petzoldt, T., Schleinitz, K., Heilmann, S., & Gehlert, T. (2017) . Traffic conflicts and their contextual factors when riding conventional vs. electric bicycles. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 46, 477-490.
16. Beitel, D., Stipancic, J., Manaugh, K., & Miranda-Moreno, L. (2018) . Assessing safety of shared space using cyclist-pedestrian interactions and automated video conflict analysis. *Transportation research part D: transport and environment*, 65, 710-724.
17. Kaparias, I., Bell, M. G., Dong, W., Sastrawinata, A., Singh, A., Wang, X., & Mount, B. (2013) . Analysis of pedestrian–vehicle traffic conflicts in street designs with elements of shared space. *Transportation research record*, 2393 ( 1 ) , 21-30.
18. Lakshmi N. Peesapati, Michael P. Hunter, and Michael O. Rodgers. (2013) . Evaluation of Postencroachment Time as Surrogate for Opposing Left-Turn Crashes. *Transportation Research Board of the National Academies*, Washington,D.C., 2013, pp. 42–51.
19. Andrew T., Gary D., Nicolas S. et al. (2009) . White paper : surrogate measures of safety. In *Committee on Safety Data Evaluation and Analysis ( ANB20 )* .
20. A. Richard A. van der Horst, Maartje de Goede, Stefanie de Hair-Buijssen, Rob Methorst. (2014) . Traffic conflicts on bicycle paths: A systematic observation ofbehaviour from video. *Accident Analysis and Prevention* 62 (2014) 358–368.
21. Hayward, John C, Pennsylvania Transportation and Traffic Safety Center. (1972) . Near miss determination through use of a scale of danger.
22. Aliaksei Lareshyn, Åse Svensson, Christer Hydén. (2010) . Evaluation of traffic safety, based on micro-level behavioural data: Theoretical framework and first implementation. *Accident Analysis and Prevention* 42 (2010) 1637–1646.

23. Ioannis K., Michael G. H. Bell, Dong,W., Aditya Sastrawinata, Amritpal Singh, Wang,X., and Bill Mount. (2010) . Analysis of Pedestrian–Vehicle Traffic Conflicts in Street Designs with Elements of Shared Space. Transportation Research Record 2393.
24. Karim Ismail, Tarek Sayed, Nicolas Saunier, and Clark Lim. (2009) . Automated Analysis of Pedestrian–Vehicle Conflicts Using Video Data. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 2140, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., 2009, pp. 44–54.

