

技術報告

以雷射投影之應用初探機車騎士對於路口潛在交通衝突的偵測能力

鄭祖睿 博士

國立成功大學交通管理科學系

tjcheng@gs.ncku.edu.tw

2021 年 1 月

摘要

弱勢道路使用者在夜間的移動行為，對他們的生活品質跟自主性至關重要。但弱勢道路使用者卻很容易在路口發生交通事故。這份研究報告的目的，旨在探討主動式的雷射投影，是否能做為一種辨別輔助，降低機車騎士(與弱勢道路使用者)在路口發生衝突的可能性。在這份小規模的研究中，十位受試者在陰暗的道路中，以機車騎士的視角，在右方有自行車靠近時，是否注意到道路上有從自行車投射出之雷射投影。

對受測者凝視的分析顯示，70%的受測者認為雷射提供了有關潛在衝突的視覺訊息，在通過衝突前的 1.42 秒（約 12 公尺）時，視覺上便意識到其發生的可能。本研究中開發的方法，可進一步用於分析不同的目標人群、道路使用者類型、照明條件和道路條件。

前言

歐盟國家 2016 年的道路交通死亡人數為 25,700 人，其中有 5,000 人死於路口。儘管 2007 年至 2016 年間的交通事故死亡人數呈下降趨勢，但在該期間，路口死亡人數佔 20%。平均每百萬人中有十人因路口交意外而逝世。(European Commission, Directorate-General for Transport, 2018)

在所有死亡人數中，65 歲以上的老年人口、15 歲以下的年輕女性在路口最容易發生道路交通事故(European Commission, Directorate-General for Transport, 2018)。弱勢道路使用者的定義為「非機動車道路用戶」，如行人和自行車騎士、機車騎士、殘疾人或行動不便、有定向障礙者等(European Commission, 2010)。弱勢道路使用者佔了路口死亡人數的 60%。自行車騎士、輕便型機動車、機車騎士和行人的死亡事故中，路口死亡人數也佔整體道路死亡人數的 20%以上。與其他類型的交叉路口相比，在十字路口，發生道路死亡

的可能性更高 (European Commission, Directorate-General for Transport, 2018)。

一份針對德國、義大利、荷蘭、芬蘭、瑞典及英國的交通事故深入報告顯示，無採取行動、過早採取行動、延遲採取行動，對路口的交通事故來說（相較非路口事故），因果關係更明顯(Björkman, 2008)。雖有 16% 的交通事故，可歸因於駕駛者、騎士的判斷錯誤及訊息錯誤，但有 17% 的事故是肇因於沒有觀察到、短暫觀察阻礙，以及沒有觀察到加上永久觀察阻礙。

絕大多數的路口死亡事故都發生在白天，天黑及午夜前的死亡事故非常少。但荷蘭一份針對自行車的研究顯示，雖然夜間的騎乘距離僅有約白天的 10%，夜間受傷率（包含與機動車輛及非機動車輛的衝撞）卻比白天高出甚多 (Twisk and Reurings, 2013)。(受傷率高)可能是因為基礎建設或燈光的缺失，另外行人、需移動輔具的弱勢道路使用者，在夜間會偏向不出門，因此會死亡數較少。

在相對積極採取措施解決道路安全問題的地區(如一些歐洲國家)，會要求街道照明應按照 BS 5489-1 (British Standards Institution, 2013)和 BS EN 13201(British Standards Institution, 2016) 等指導標準來設計。在道路上，能讓行人感知到危險和其他行人的平均建議照度在 2 至 15 lux 之間。

一份對行人、自行車騎士使用隨機對照實驗的系統性評估報告指出，駕駛人的反應、偵測及認知受到視覺輔助工具的影響。主動式輔助工具(如燈、閃光燈)及被動式輔助工具(如反光條)能增加偵測程度跟認知程度 (Kwan and Mapstone, 2004)。

這份研究報告的目的，在於探討使用主動視覺輔助工具（如雷射投影），對自行車騎士在較暗街道交界處認知潛在衝突點的影響。雷射投影的目的，是讓弱勢道路使用者，在照明較差的環境下，能被發現和辨別。

實驗設計與研究方法

一條位於台灣台南市住宅區的低照明度道路(如圖一)。這條支線道路長 61 公尺，平均照明程度約 2 lux，可代表一般的低照明度街道環境。

一名機車騎士以每小時 30 公里的速度行駛在該條道路上；台灣住宅區內混合車流的速限為 30 公里。選擇機車騎士來代表所有機動車輛駕駛人的視點，是因為機車是台灣最普遍的交通手段，且相較於汽車，即使是不同廠牌的機車，騎起來的體驗也較為一致。



(圖一:實驗所選擇拍攝之住宅區街道。)

在這條 61 公尺長的道路盡頭，一輛自行車放置於行駛方向的垂直處，模擬事故發生的衝突點。弱勢道路使用者(自行車騎士、輪椅使用者、輔具使用者等)在日常生活中，可能每天都需橫越類似的模擬衝突點。

雷射投影指示器(illumiGuider，信咚企業股份有限公司)裝置在一般自行車的龍頭上(約一公尺高，如圖二)，投在前方約五公尺處。illumiGuider 符合 IEC60825-1:2014 的雷射 Class II 安全標準（與一般雷射筆相同），在裝置完成後約有 50 lux 的亮度。



(圖二:自行車前方 LED 頭燈與 illumiGuider 的架設方式。)

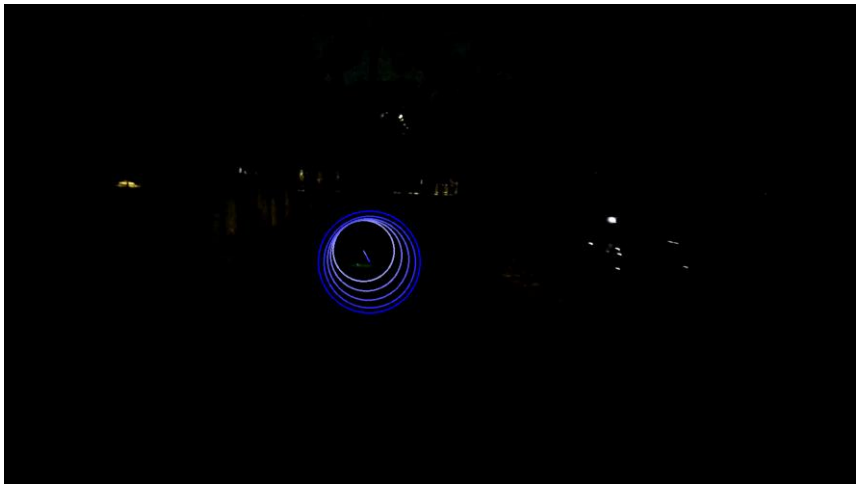
台灣住宅區的一般巷弄寬約 6 公尺，雷射投影從道路邊緣起算的兩公尺處便可視，因此可完全落入機車騎士的視線中。

實驗記錄以下兩種情境：自行車在指定位置的路口處僅點亮 LED 頭燈；第二種則是自行車在指定位置的路口處同時點亮 LED 頭燈及雷射投影訊息。雷射投影訊息出現在從道路邊緣起算的兩公尺處。

一開始同時使用 GoPro 7 Silver (GoPro, Inc.) 以及普通智慧型手機的相機拍攝 (OnePlus 3T, 一加科技), 但之後僅使用普通智慧型手機 (影格率為 30, 每秒可拍攝三十張影像) 拍攝低照明度環境。機車後座乘客負責拍攝。

根據本研究的性質, 找尋十位二十多歲的受測者來完成最初研究基準。本研究是類似分析報告中, 首次利用雷射投影做為主動視覺輔助來影響駕駛人偵測行為的研究。

受測者被要求以平時騎車觀察四周的樣子進行記錄 (如圖 3)。受測者的視點以 Tobii 4C (Tobii Technology Inc.) 進行紀錄, 取樣頻率為 90 赫茲。視覺注目的定義是, 視線固定在一個目標上超過 99 毫秒。



(圖三:凝視與雷射投影於眼動分析中之截圖)

分析結果

受測者中, 男女各半。平均年齡為 23.7 歲, 平均機車騎乘年數為 4.75 年。

表 1: 受測者特性

受測者	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
性別 (男/女)	女	女	男	女	男	男	男	男	女	女
年紀	24	24	23	23	28	23	22	23	24	23
機車騎乘年數	7	1	5	5	8	5	5	5	6	0.5

在 10 為受測者中, 7 位有被記錄到對路上的雷射投影有視覺反應 (表格 2)。平均來說, 受測者在路口前的 1.42 秒就看到雷射; 以時速 30 公里換算, 在道路

的第 49 公尺處，或路口前的 12 公尺處看到雷射。

表 2：視覺注視特性

受測者	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
有無視覺注視反應	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0
注視時間（毫秒）	900	0	1230	510	1470	0	1270	810	270	0
偵測到雷射投影的時間（毫秒）	900	0	1230	2460	1470	0	1290	900	1710	0
偵測到雷射投影的距離（公尺）	7.5	0	10.25	20	11.25	0	9.75	9.5	14.25	0

在沒有雷射投影，僅有 LED 頭燈的情況下，自行車的反射倒影，是受測者視覺唯一接收到可能會發生撞擊危險的訊息。

討論與結論

有 70% 的受測者視覺注視到雷射投影。平均在到達路口前的 1.42 秒便可偵測到該投影，換算成距離約為 12 公尺。雖然受測者的視覺，在兩種情境下都有接收到自行車的反射倒影，但雷射投影提供了額外的視覺線索，尤其是接近路口時。

需要特別一提的是，本研究進行實驗的住宅區道路非常暗。雖然在台灣，這樣低照明度的環境並不算少見，但由於雷射投影只能提供額外的視覺輔助、協助駕駛人辨別跟認知，減少駕駛人誤判資訊跟做出適當反應，因此道路的充足照明還是很有必要的。

雷射投影在道路上、進入駕駛人的目光，可能可以直接吸引駕駛人的視覺注意。這種直接且主動式的視覺輔助，也許可以避免駕駛者遺漏觀察道路狀況所產生的事故。能在黑暗中被注意到、被辨識到，對老年人及弱勢道路使用者來說，是很重要的。本研究中之直接、主動式的視覺輔助，也許可以給前述道路使用者某種程度上的安全感。在前述道路使用者更有信心在夜間出門的情況下，他們的自主程度、生活品質，也可能可以同步上升。

根據這份小規模研究的發現，建議未來進行更大樣本數、或某種目標族群的視覺凝視（或兩者皆進行）。也可以研究不同照明環境雷射投影的視覺訊息接受的狀況，以用來研究照明程度及雷射做為主動視覺輔助工具的最佳組合。其他不同類型的機動、非機動車輛的駕駛人與弱勢道路使用者的關係、速限、道路壅塞情況及道路狀況，也可以同時納入考慮。

參考文獻

- Björkman (2008) *Deliverable 5.8 – In-depth accident causation database and analysis report, Building the European Road Safety Observatory.*
- British Standards Institution (2016) *BS EN 13201-2:2015. Road Lighting. Performance Requirements.*
- British Standards Institution (2013) *BS 5489-1:2013 Code of practice for the design of road lighting Part 1: Lighting of roads and public amenity areas.*
- European Commission (2010) *Support study for the ex-post evaluation of the ITS Directive 2010/40/EU Final report.*
- European Commission, Directorate-General for Transport (2018) *Traffic Safety Basic Facts on Junctions.*
- Kwan, I. and Mapstone, J. (2004) 'Visibility aids for pedestrians and cyclists: a systematic review of randomised controlled trials' , *Accident Analysis and Prevention*, 36, pp. 305 – 312.
- Twisk, D. A. M. and Reurings, M. (2013) 'An epidemiological study of the risk of cycling in the dark: The role of visual perception, conspicuity and alcohol use' , *Accident Analysis and Prevention*, 60, pp. 134 – 140.