

九十七年道路交通
安全與執法研討會
中華民國97年10月

智慧型行人違規行為監控與語音警示系統之建置與成效分析

陳菟蕙¹、吳炳飛²、陳昭榮³、高桂娟⁴、林思余⁵、陳一昌⁶、張開國⁷、
田養民⁸

摘要

許多學校可能都由警衛、教官或交通隊學生來勸導學生的交通違規行為，但當沒人值勤時，學生仍會僥倖而繼續違規，然而由於人力不足，學校較無法長時間進行交通違規行為的勸導工作。若能針對違規行為設置一個自動感應偵測系統，以監控用路人的行為，則能節省許多人力。有鑑於此，本研究針對學校校門口最常見之闖紅燈違規行為，設計了智慧型行人違規行為之監控和語音警示系統，該系統建置在中華大學校門口四個行人穿越道中的一個行人穿越道。該系統主要是運用影像偵測與辨識技術，進行紅綠燈燈號偵測與人行道上行人行為偵測，當辨識出闖紅燈的行人後，系統會立即發出語音警示(警示內容為「嗶(哨子聲)~有人闖紅燈」)，希望能讓違規闖紅燈行人心生警惕，減少違規發生。此外，本研究進行現場調查行人違規闖紅燈數量，以分析該智慧型系統之成效。本研究從現場觀察、錄影帶觀察和詢問校門口警衛發現許多違規者反應，如：違規者聽到「嗶(哨子聲)~有人闖紅燈」警示聲音會馬上回頭而不闖紅燈，有人出現遮臉害羞的動作等。行人違規闖紅燈數量調查之分析結果發現，與未執行智慧型行人違規行為監控和語音警示相比較，執行該系統後時，行人違規闖紅燈數量由每十五分鐘平均24.8人減為4.7人。該語音監控系統停止運作後，本研究持續調查違規數量，分析結果發現行人也還能繼續遵守交通號誌通行，可見該智慧型語音號誌可讓學生

¹ 淡江大學運輸管理學系副教授(連絡住址：25137 台北縣淡水鎮英專路 151 號；電話：02-26212880；E-mail：irischen@mail.tku.edu.tw)

² 國立交通大學電機與控制工程學系教授(連絡住址：30010 新竹市大學路 1001 號；電話：03-5131538；E-mail：bwu@cc.nctu.edu.tw)

³ 國立交通大學電機與控制工程學系研究助理教授

⁴ 中華大學科技管理研究所博士班候選人

⁵ 中華大學運輸科技與物流管理學系碩士班研究生

⁶ 交通部運輸研究所運輸安全組組長

⁷ 交通部運輸研究所運輸安全組副組長

⁸ 交通部運輸研究所運輸安全組助理研究員

遵守號誌成為習慣。

關鍵字：智慧型語音行人號誌、行人違規行為

壹、前言

由交通事故原因可發現除駕駛者本身的疏失外，行人違規比例也不少[1]。若行人心存僥倖心理而違規穿越道路或闖紅燈，若駕駛人未注意到，則容易發生交通事故。特別是在學區附近如恰巧碰到上下課尖峰時段，校門口附近將會出現大量步行的學生與汽機車，而使學生容易與車輛發生事故。雖然部分學校設有警衛、教官或交通隊學生來勸導學生的交通違規行為，但當學校未派值勤人員時，學生仍會僥倖而繼續違規，學校在人力不足情況下，較無法長時間進行交通違規行為勸導的工作。若能針對違規行為設置一個自動感應偵測系統，以監控用路人的行為，並提供語音警示訊息，讓違規者有所警惕，則能節省許多人力。因此，本研究針對學校校門口最常見之闖紅燈違規行為，設計了智慧型行人違規行為之監控和語音警示系統，利用監控與影像辨識設備，辨識出闖紅燈的行人後立即發出語音警示訊息，希望能讓違規闖紅燈行人能減少違規行為。

貳、影像式行人偵測系統

在行人偵測系統主要有移動偵測、行人辨識、軌跡追蹤三個主要的工作。一般做移動物體的偵測可以分為背景相減法、連續影像相減及立體視覺方法[3,4]。本研究所使用的是背景相減法[5,6]，主要是先要能收斂出一張背景圖，利用目前的畫面與背景圖互相減之後，取到移動的物體。在行人辨識的方面，先將交通環境的物體分為數類，如汽車、機車及行人等，將各種物體特徵擷取出來並加以歸納分類，然後再利用類神經網路(Neural Network)[7-9]，記憶在網路內。大部份的論文都提出樣板比對(Template Matching)[10]方法找出行人特徵，或並用支援向量機(Support Vector Machine, SVM)[11-13]，作分類器來精確偵測出行人，並只需要單張的影像就可完成。另外文獻提出以行人走路的節奏週期性，以及時間頻率的特性當作影像辨識特徵[14-16]。本研究提出的行人偵測方法，同樣是建立在背景相減法之下，同時以動態背景更新的方式，克服因為天色變化所造成的背景誤差。接著利用影像處理方法，侵蝕及膨脹法、Sobel Edge Detector，再來使用角點偵測[17-19]的想法，來判斷行人頭部的邊角，證明是一個行人頭部的形體，再加一些判斷來偵測到的是一個行人，完

成行人辨識。至於軌跡追蹤，使用向量預測及直方圖[20]比較法來偵測行人新的位置所在，而完成行人偵測系統。

叁、智慧型行人違規行為監控與語音警示系統建置

智慧型行人違規行為監控與語音警示系統主要是運用影像偵測與辨識技術，進行紅綠燈燈號偵測與人行道上行人偵測。由中華大學九十五年執行之「交通安全從心開始」活動發現，當有警衛指揮或教官帶交通服務隊值勤和勸導時，學生會遵守交通規則，當無人值勤或指揮時，學生較容易闖紅燈或任意穿越行人穿越道[2]。由於人力不足，無法長時間進行交通指揮或勸導工作，若能針對違規行為設置一個自動感應偵測系統，以監控用路人的行為，則能節省許多人力。該系統基本的想法是當有人違規時，系統除了會以語音方式告訴違規人已違規，該智慧型系統還可進行錄影拍攝。

本研究將中華大學校門口劃分成路口編號1至路口編號4等四個部分(如圖1所示)，路口編號1為該校行人流量最大之路口，因此，本研究將路口編號1裝設智慧型行人違規行為監控與語音警示系統來與其它三個路口編號進行比較。圖2為校門口之路口編號1實驗地點現場，圖中圓形標示本研究所架設的CCD攝影機。

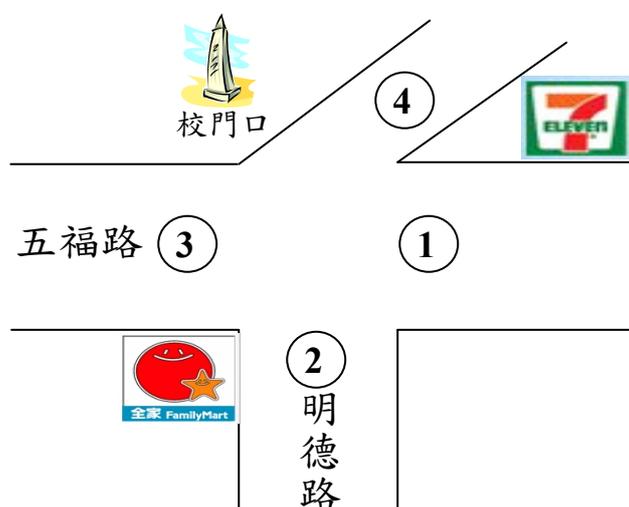


圖 1 中華大學校門口示意圖



圖 2 中華大學校門口實驗地點現場

智慧型行人違規行為監控與語音警示系統組成，包括了紅綠燈號誌訊號、用路人於行人穿越道上的用路狀況以及語音警示發佈。在系統架設方面，我們使用兩支彩色 CCD 攝影機，分別拍攝行人穿越道方向紅綠燈號以及行人穿越道上的即時影像。如圖 3 所示，拍攝行人穿越道方向紅綠燈號之 CCD 攝影機含外殼以水平方式架設於對向號誌桿上，該支 CCD 攝影機取得之影像如圖 4 所示，藉由即時影像偵測技術，可以即時得到當下紅綠燈狀況。另一支 CCD 攝影機架設於路燈桿上，如圖 5 所示，這支攝影機以約 45 度俯角向下拍攝，目的是希望把整個路口編號 1 人行道都能夠納入影像中，拍攝到的影像如圖 6 所示。這兩支 CCD 攝影機所拍攝的影像，均由控制箱(圖 7)直接傳送至架設於警衛室的中央處理單元(圖 8)，進行紅綠燈號誌偵測、行人穿越偵測、行人闖越馬路判斷以及警示語音訊號的發佈，其中，警示語音訊號則是由架設在路口之擴音器廣播(圖 9)，由於考量發出警示語音訊號聲音是否會照成附近居民或

學生感到噪音困擾，因此，本研究測得實際摩托車音量約為75至100分貝，當警示語音訊息音量設定約為70分貝，即已可達到嚇阻闖紅燈行為之目的。



圖 3 拍攝行人穿越道方向紅綠燈號之 CCD 攝影機



圖 4 拍攝行人穿越道方向紅綠燈號之影像



圖 5 拍攝人行道畫面之 CCD 攝影機

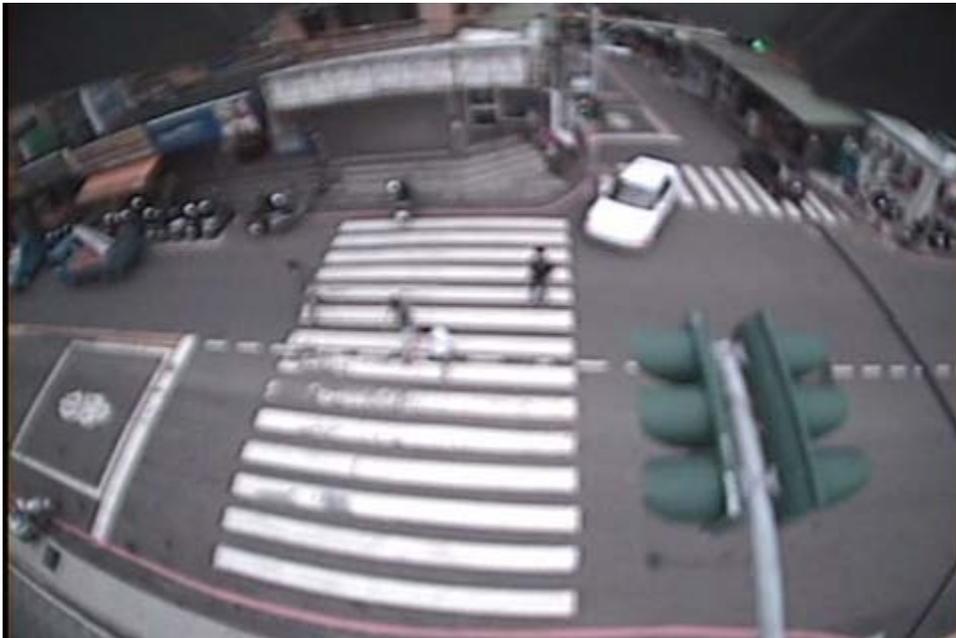


圖 6 人行道拍攝畫面

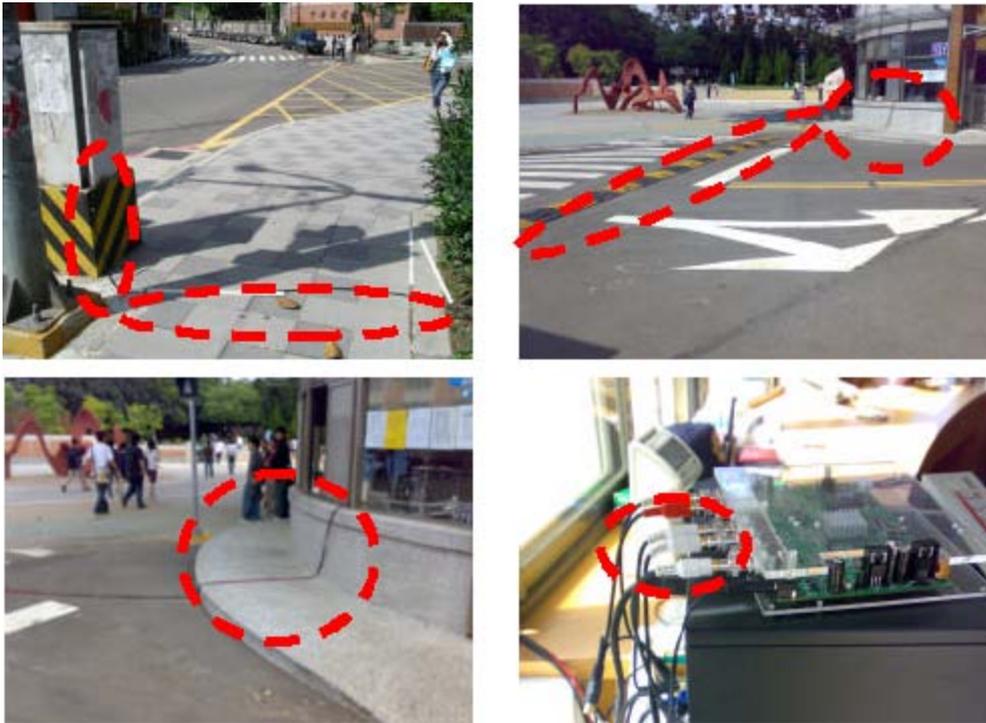


圖 7 影像訊號傳送至警衛室並接上影像結合器



圖 8 架設於中華大學校門口警衛室之中央處理單元



圖 9 語音警示訊號廣播器

智慧型行人違規行為監控與語音警示系統的判斷邏輯如圖10所示：系統首先以一支CCD攝影機畫面進行即時影像處理以取得目前人行道方向號誌燈號，如圖11左邊圓圈標示，另一支攝影機則進行人行道上行人偵測，如圖11右邊圓圈標示。當行人燈號為紅燈時，有人闖紅燈穿越馬路，則直接給予語音警示，並且拍照、錄影留存。

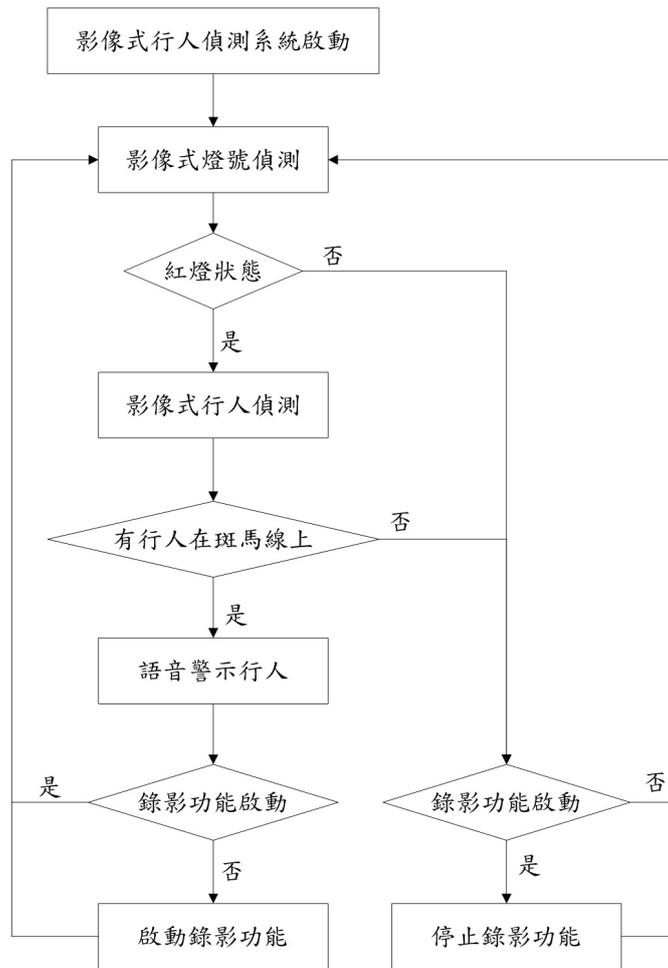


圖 10 智慧型行人違規行為監控與語音警示系統執行流程圖

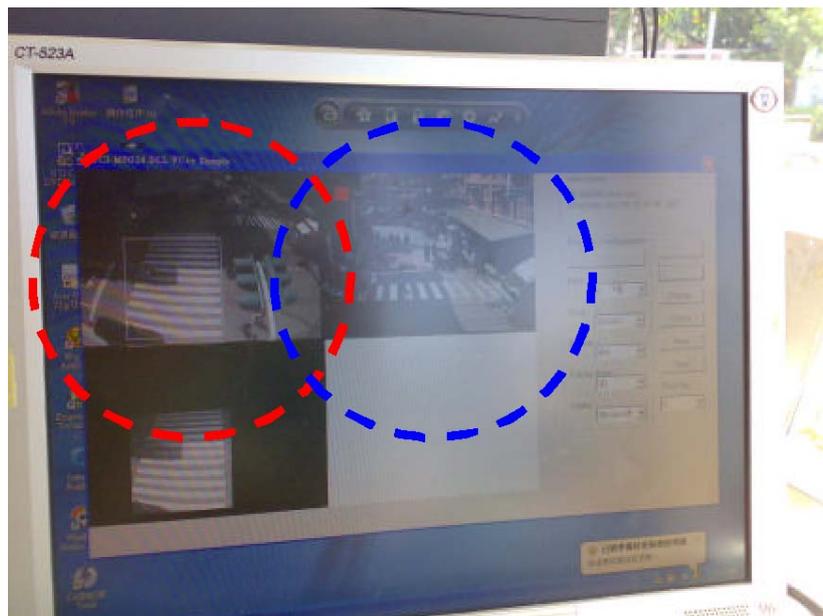


圖 11 智慧型行人違規行為影像辨識與語音監控系統執行畫面

肆、實施智慧型行人違規行為監控與語音警示系統之成效分析

智慧型行人違規行為監控與語音警示系統之執行時間為96年10月11日至96年10月24日，共計二星期，本研究在執行該系統前、執行中與執行後均現場調查行人違規闖紅燈數量，以瞭解該系統執行成效，並進一步瞭解若停止使用該系統，行人違規闖紅燈行為是否又會恢復。

一、行人違規闖紅燈行為調查

行人違規闖紅燈行為調查內容主要針對中華大學校門口之路口編號1至路口編號4等四個部分調查行人違規闖紅燈數量，每個路口編號會有一位調查員進行行人違規闖紅燈數量調查。調查時段分為早上「8：30~8：45」、中午「12：15~12：30」、下午「16：30~16：45」及晚上「20：15~20：30」四個時段，每次調查十五分鐘，每週各個時段會進行兩次調查。調查期間從96年10月11日至96年11月21日，可分為「執行前」、「執行中」和「執行後」三個時期，「執行前」是指實施智慧型行人違規行為監控與語音警示系統之前，此調查時間為96年10月01日至96年10月10日，「執行中」是指實施智慧型行人違規行為監控與語音警示系統中，此調查時間為96年10月11日至96年10月24日，「執行後」是指實施智慧型行人違規行為語音監控之後，此調查時間為96年10月25日至96年11月21日。

二、違規闖紅燈行為之成效分析

表1及圖12為智慧型行人違規行為監控與語音警示系統之成效分析結果，「路口編號1」指有執行智慧型行人違規行為監控與語音警示系統，「路口其他編號」指未執行智慧型行人違規行為監控與語音警示系統平均之路口編號2、路口編號3和路口編號4。

「路口編號1」和「路口其他編號」行人違規闖紅燈數量之比較發現，「執行前」之「路口編號1」平均行人闖紅燈數較「路口其他編號」高，但受到裝設智慧型行人違規行為監控與語音警示系統影響下，明顯可發現「執行中」與「執行後」之「路口編號1」平均行人闖紅燈數較「路口其他編號」低，顯示此語音監控系統能明顯改善行人違規闖紅燈之比率。

利用Duncan多重比較法於各執行期間平均行人違規闖紅燈人數比較發現，在有裝設智慧型行人違規行為監控與語音警示系統之「路口編號1」，「執行前」與「執行中」和「執行後」是有顯著差異，「執行前」平均每15分鐘有24.8位行人違規闖紅燈，相較於執行中(平均4.7位)與執行後(平均6.2位)路口

高，而在「執行中」與「執行後」兩者是有無顯著差異，顯示有裝設智慧型行人違規行為監控與語音警示系統之「路口編號1」能有效明顯降低違規行為的發生。

本研究為了解智慧型行人違規行為監控與語音警示系統之持續效果，在「執行後」該語音監控系統停止運作後，持續觀察分析行人違規闖紅燈之違規數量，分析結果發現該系統已停止運作後行人還能繼續遵守交通號誌通行，可見學生經過路口編號1遵守號誌行為已成為習慣而且還能繼續持續。在無裝設智慧型行人違規行為監控與語音警示系統之「路口其他編號」中，「執行前」、「執行中」與「執行後」三者是無顯著差異，顯示未裝設情況下，並無法降低違規行為的發生。

表 1 各執行期間平均行人違規闖紅燈之 Duncan 多重比較

路口		時期	執行前	執行中	執行後
		平均數*			
路口編號1 (執行路口)	平均數*	24.8	4.7	6.2	
	多重比較**	A	B	B	
路口其他編號	平均數	20	18	17.5	
	多重比較	A	A	A	

註：* 平均數指每 15 分鐘平均行人闖紅燈人數。

**該表以 A 和 B 符號表示檢定結果之因子水準間是否有顯著差異 ($\alpha=0.05$)，若符號相同表示因子水準間無顯著差異，若符號不相同表示因子水準間有顯著差異。

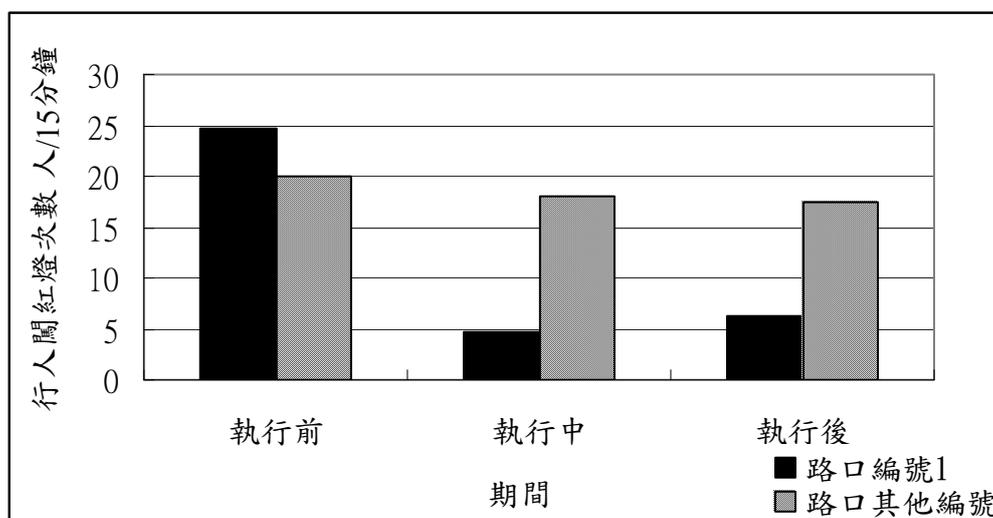


圖12 行人違規闖紅燈之比較圖

本研究另經由現場觀察、錄影帶觀察和詢問校門口警衛發現，當行人違規闖燈紅聽到系統發出警示聲音時(警示聲音為「嗶(哨子聲)~有人闖紅燈」)時，違規闖紅燈之行人會有以下反應：

- 一、違規者會馬上回頭而不闖紅燈。
- 二、當發出聲音警示時，大家會尋找是哪一位行人闖紅燈。
- 三、違規者過完馬路後會回頭尋找發出警示聲音之地方。
- 四、違規者會有遮臉害羞和丟臉的感覺。
- 五、違規者會詢問校門口警衛自己剛剛發生什麼事，最後感到害羞而離去。
- 六、集體違規者會過完馬路站在路邊討論。
- 七、違規者會加緊腳步快速離去。
- 八、違規者會若無其事過完馬路走進商家。
- 九、少數行人會改走其他未裝設之路口。
- 十、行人會去測試觸動警示聲音之地點在哪。
- 十一、違規者會站在原地不知所措。

伍、結論與建議

由於人力不足常無法長時間進行交通違規行為監控與警告的工作，若能針對違規行為設置一個自動感應偵測系統，以監控用路人的行為，則能節省許多人力，本研究針對學校校門口最常見之闖紅燈違規行為，設計了智慧型行人違規行為之監控和語音警示系統，該系統建置在中華大學校門口四個行人穿越道中的一個行人穿越道。該智慧型號誌系統透過影像處理，可以在當路口紅燈時，發現行人違規闖燈紅之際，系統發出聲音警示(警示聲音為「嗶(哨子聲)~有人闖紅燈」)。本研究透過行人違規闖紅燈數量調查之「定量」與現場觀察、錄影帶觀察和詢問校門口警衛之「定性」分析進行該系統成效探討。該智慧型號誌系統之系統成效的定量分析結果發現，設置智慧型行人違規行為監控與語音警示系統之路口能有效明顯降低違規行為數量，「執行前」平均每15分鐘有24.8位行人違規闖紅燈，相較於執行中(平均4.7位)高。本研究亦發現「執行中」與「執行後」兩時期之行人違規闖紅燈數量是無顯著差異，即在執行該系統後，雖該系統停止運作，但行人還是能持續遵守交通號誌通行。在定性分析方面，透過現場觀察、錄影帶觀察和詢問校門口警衛

可發現，智慧型行人違規行為之監控和語音警示系統能有效讓違規闖紅燈之行人造成心理上的影響，如羞愧、不知所措，甚至馬上回頭不闖紅燈，達到嚇阻的效果。綜合以上行人違規闖紅燈之「定量」和「定性」分析得知在執行智慧型行人違規行為之監控和語音警示系統下，能有助於抑制行人違規闖紅燈次數，並且在執行後也就是行人行經監控路口無執行警示聲音時，行人也還能遵守交通號誌通行，顯示智慧型行人違規行為之監控和語音警示系統違規行為提醒是有成效的。

智慧型行人違規行為之監控和語音警示系統之偵測設計中，除行人違規闖紅燈外，可針對不同行人違規項目進行設計，如行人未走斑馬線、任意穿越車道等，以達到嚇阻之效果。另外，也可將智慧型之語音和監控系統應用於汽機車駕駛者方面，設計不同警示的系統，如超速、未戴安全帽、闖紅燈或跨越分向線等。

參考文獻

- [1] 交通安全主題網，線上檢索日期：2008年8月27日，網址：
http://www.dot.taipei.gov.tw/newch/road/v4/traffic_inner.asp?sn=5424&thin_item=1
- [2] 張靖、陳菟蕙、高桂娟，「中華大學師生交通安全問題分析與改善方案建議專案計畫」，中華大學專案計畫，民國96年。
- [3] 張穎華，「即時行人監控系統」，國立中央大學資訊工程研究所碩士論文，民國95年。
- [4] 江啟暹，「行人穿越道行人監控系統之研究」，國立交通大學電機與控制工程研究所碩士論文，民國94年。
- [5] I. Haritaoglu, D. Harwood, and L.S. Davis, "Hydra: Multiple People Detection and Tracking Using Silhouettes," Proceedings of the Second IEEE Workshop on Visual Surveillance, pp. 6-13, June 26, 1999.
- [6] C.R. Wren, A. Azarbayejani, T. Darrell, and A. Pentland, "Pfinder: Realtime Tracking of the Human Body," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol 19, 780-785, 1997.
- [7] C. Wohler, and J. K. Anlauf, "Real-time object recognition on image sequences with the adaptable time delay neural network algorithm - applications for autonomous vehicles," Image and Vision Computing, vol. 19, no. 9-10, pp.593-618, 2001.
- [8] L. Zhao, and C. E. Thorpe, "Stereo- and neural network-based pedestrian detection," IEEE Intelligent Transportation Systems, vol. 1, no. 3,

- pp.148-154, 2000.
- [9] U. Franke, D. Gavrila, S. Gorzig, F. Lindner, F. Paetzold, and C. Wohler, "Autonomous driving goes downtown," *IEEE Intelligent Transportation Systems*, vol. 13, pp. 40-48, 1998.
 - [10] L. C. Fu, and C. Y. Liu, "Computer vision based object detection and recognition for vehicle driving," *IEEE Proc. on Robotics & Automation*, pp. 2634-2641, 2001.40
 - [11] C. Papageorgiou, and T. Poggio, "Trainable pedestrian detection," *Proc. of ICIP*, pp.25-28, 1999.
 - [12] M. Oren, C. Papageorgiou, P. Sinha, E. Osuna, and T. Poggio, "Pedestrian detection using wavelet templates," *IEEE Proc. on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 193-99, 1997.
 - [13] M. A. Sotelo. I.Parra, D. Femandez. E. Naranjo "Pedestrian Detection using SVM and Muti-feature Combination" *IEEE Intelligent Transportation Systems Conference,2006*, MA4.2, no.103-108
 - [14] C. Curio, J. Edelbrunner, T. Kalinke, C. Tzomakas, and W. V. Seelen, "Walkingpedestrian recognition," *IEEE Trans. on Intelligent Transportation System*, vol. 1, no. 3, pp.155-163, 2000.
 - [15] H. Mori, N. M. Charkari, and T. Matsushita, "On- line vehicle and pedestrian detections based on sign pattern," *IEEE Trans. on Industrial Electronics*, vol. 41, no. 4, pp. 84-391, 1994.
 - [16] S. Yasutomi, H. Mori, and S. Kotani, "Finding pedestrians by estimating temporal-frequency and spatial-period of the moving objects," *Robotics and Autonomous Systems*, vol.17, pp. 25-34, 1996
 - [17] Freeman, H. and Davis, L.S. "A Corner-Finding Algorithm for Chain-Coded Curves," *IEEE Transactions on Computer*, C-26(2), 297(1977).
 - [18] C. Harris and M.J. Stephens. A combined corner and edge detector. In *Alvey Vision Conference*, pages 147 – 152, 1988. *Vision, Graphics and Image Processing*, 20(1),58(1982).
 - [19] Rosenfeld, A. and Weszka, J.S., "An Improved Method of Angle Detection on Digital Curves," *IEEE Transactions on Computer*, C-24(9), 940(1985).
 - [20] MJ.Swain and D.H. Ballard, "Colour Indexing," *International Journal of Computer Vision Vol.7*,pp. 11-32, 1999.