

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 智慧型路口弱勢用路人號誌系統安全與優化設計之研究 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型  
計畫編號：NSC 97-2221-E-216-015-  
執行期間：97年08月01日至98年07月31日  
執行單位：中華大學運輸科技與物流管理學系

計畫主持人：羅仕京  
共同主持人：張靖  
計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：黃絜矩  
碩士班研究生-兼任助理人員：徐嘉鴻  
博士班研究生-兼任助理人員：趙瑀

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫涉及專利或其他智慧財產權，2年後可公開查詢

中華民國 98 年 10 月 31 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫  成果報告  
 期中進度報告

智慧型路口弱勢用路人號誌系統安全與優化設計之研究

計畫類別： 個別型計畫  整合型計畫

計畫編號：NSC 97 - 2221 - E - 216 - 015

執行期間：97年 8月 1日至 98年 7月 31日

計畫主持人：羅仕京

共同主持人：

計畫參與人員：徐嘉鴻、黃絜矩、趙瑤

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告  完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、  
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年  二年後可公開查詢

執行單位：中華大學運輸科技與物流管理學系

中華民國九十八年十月三十一日

## 中文摘要

在我國邁入高齡化社會與逐漸重視運輸公平性的同時，如何能提供高齡者、孩童、身心障礙人士安全的運輸環境即成為一重要課題。我國國家級智慧型運輸系統(Intelligent Transportation System, ITS)系統架構中建有「弱勢用路人支援輔助系統(Vulnerable Individual Protection Service, VIPS)」之服務領域，以提昇弱勢用路人之交通安全。本研究進一步將所探討的範圍縮小至高齡者、孩童與身心障礙人士，以提供弱勢用路人安全穿越路口的號誌為目的。而設計號誌時，因各通行方向之時間預算有限，所以在考慮弱勢用路人穿越路口安全的同時，亦應同時考量路口之服務水準。否則，將增加通過路口車輛的延滯時間，反而形成另一種不公平的現象。本研究即以建立智慧化弱勢用路人號誌系統為目的，藉著智慧型路口與弱勢用路人安全防護系統與智慧型影像式車輛偵測與道路安全偵測系統，進行行人優先號誌啟動與綠燈時相延長等之調整。本研究期望完成特殊優先權之號誌控制策略、確認弱勢用路人號誌設計之目標與路口績效指標、擬定弱勢用路人號誌控制策略與邏輯並進行模擬分析，期望提供國內建置弱勢用路人通過路口之安全防護系統。

## Abstract

*According to the aging trend in Taiwan, the mobility and accessibility of elder persons are getting more and more attention. Not only the mobility and accessibility of elders are getting more attention, but the mobility and accessibility of children and disability are also getting more attention. Actually, vulnerable individual protection service (VIPS), which improves the mobility, accessibility and safety of vulnerable individuals, is one user service in the national system architecture of intelligent transportation system of Taiwan. In this study, the scope of vulnerable individual is restricted to elders, children and disability. We try to develop a priority strategy for traffic signal to protect vulnerable individual when they pass through intersections. However, if we only consider the priority of the vulnerable individual, the total delay of the intersection and the level of service of the intersection may become unacceptable. Therefore, an intelligent traffic signal system will be developed for vulnerable individual in this study. A prototype of intelligent intersection and vulnerable individual system will be presented by combining automatic detection of vehicle identification techniques, incident detection and warning system and intelligent traffic signal strategy. The proposed traffic signal logic will consider both the safety of vulnerable individual and the level of service of the intersection. Also, scenarios of simulation are investigated to compare the logic and strategies so as to adjust and fine-tune the logic and signal timing.*

## 一、前言

運輸領域之研究在於使人或物以最方便、快速、經濟、安全與舒適的方式到達目的地。而在我國邁入高齡化社會與逐漸重視運輸之公平性的同時，如何能提供高齡者、孩童、身心障礙人士安全的運輸環境即成為一重要課題。我國國家級 ITS 系統架構中建有「弱勢用路人支援輔助系統(Vulnerable Individual Protection Service, VIPS)」之服務領域，以提昇弱勢用路人之交通安全。弱勢用路人(Vulnerable Road Users)係指在道路上移動時，因速度較慢或因防護設施較不充分，需為自身安全主動避讓其他運具的用路人；且當發生交通事故時，將可能蒙受更大的傷害。相較於有車廂保護的汽車而言，定義無車廂保護的行人、非機動車(腳踏車)及機車使用者為弱勢用路人。本研究進一步將所探討的範圍縮小至高齡者、孩童與身心障礙人士，以提供弱勢用路人安全穿越路口的號誌為目的。而設計號誌時，因各通行方向之時間預算有限，所以在考慮弱勢用路人穿越路口安全的同時，亦應同時考量路口之服務水準。否則，將增加通過路口車輛的延滯時間，反而形成另一種不公平的現象。本研究即以建立智慧化弱勢用

路人號誌系統為目的，進行行人優先號誌啟動與綠燈時相延長等之調整。此外，改善弱勢用路人之大眾運輸服務亦為本研究計劃之重點。設計號誌控制策略與邏輯時，亦將公車優先號誌一併考量。

## 二、行人保護與公車優先號誌之回顧

本小節將簡要回顧國內外之號誌控制系統與模擬軟體、公車優先號誌與弱勢用路人安全防護系統智慧化發展的情況，分述如下：

1. 號誌控制系統：可分作以下幾種控制方式[1-11]：

- (1) 定時式控制：主要依據既定的時制轉換時間表，變動號誌時制計畫，所變動的時制計畫順序與時制計畫執行時間長短，乃是依據過去的交通量變化型態預先加以設定。
- (2) 動態查表：係藉由車輛偵測器蒐集一定時段之交通資料後，將資料透過路口控制器傳回控制中心。資料彙整及確認後搜尋資料庫中最適合之時制計畫，再將時制計畫送至路口控制器執行。此模式除可運作於設有控制中心之交控系統外，在控制群組配置有車輛偵測器的前提下，對於僅設置區域控制器之幹道與網路系統、或獨立路口亦均可適用。
- (3) 動態計算：係藉由控制群組所轄屬之車輛偵測器交通資料，將資料透過路口控制器傳回控制中心。由控制中心預測各路口的交通需求資料後，再即時運算產生時制計畫。最後，再把新時制計畫傳送至路口控制器據以執行。理論上，此模式與動態查表式控制模式一樣，亦可適用於設有區域控制器之幹道與網路系統或獨立路口。
- (4) 全動態控制：全動態交通控制又稱「適應性交通控制」(Adaptive Traffic Control)，為一種按著交通量隨著週期或即時調整時誌的方式。若能達到即時路況資訊的收集與處理，為最理想的控制方式[4-5, 9-10]。隨著智慧型運輸系統之發展，全動態控制成為主要的號誌控制發展方向。而本研究所需之公車優先與弱勢用路人號誌亦需透過此一方式完成。考慮的策略有：(a)延長綠燈時間；(b)切斷紅燈時間(提早綠燈時間)；(c)插入綠燈時間。

2. 公車優先號誌：以下將探討各種公車優先通行號誌控制模式及其主要原理、所使用之控制策略與評估方法[12-24]。

- (1) 定時號誌之公車優先號誌：採行延長綠燈、紅燈早開與插入綠燈時相等三個公車優先通行策略，微調時制。
- (2) 積極式優先通行：強調任何時間公車應被授予優先通行，將在非公車時間中的損失時間加至接續產生週期之最大綠燈時相內。當非公車時相綠燈時間累積至大量的總額且從未被償還時，此系統拒絕公車優先通行的需求。故其使用延伸綠燈和呼叫綠燈及補償綠燈等策略。
- (3) 適應性決策控制：依據車輛偵測器所蒐集之公車資訊來啟動延長綠燈時間、縮短紅燈時間或是插入紅燈時間等絕對主動式公車優先控制策略，在不改變號誌時制週期的前提下，調整號誌時制之時比，使公車能順利通過路口。

3. 弱勢用路人安全防護系統智慧化：此部份主要以強化行人安全的先進設施與應用先進技術於現有交控設施上完成[25-35]。歐美各國就弱勢用路人安全防護之交控系統方面之設施，一般包含友善方便的行人號誌(Accessible Pedestrian Signals，以下簡稱 APS)，即輔助視覺號誌，作為一般行人提示之用以及使視障者行人能夠安全獨立地通過路口，包括號誌架設式揚聲器(signal-mounted speakers)、傳送/接收器系統(transmitter/receiver systems)、及按鈕系統(push-button systems)等三類。以及行人偵測器(Pedestrian Detector)，行人號誌主要提供可靠的訊息，以維護行人通

過路口之安全；為提昇運作效率，亦設置觸動式號誌，確保行人得於充份時間內通行，減少人車衝突事件發生。

而因日本國內有較完善的短距通訊環境，加上「資訊化社會」為其行人 ITS 發展目標，所以相較於歐美，日本的行人支援輔助系統主要係利用個人可攜式設備的發展，來提供行人安全防護及資訊取得。可提供使用者以下幾點服務：1.傳遞訊息，告知使用者現在所在之路口相關情報。2.提醒使用者目前號誌的狀況，當使用者用個人接收器對向傳輸器時，接收器就會接受訊號，告知使用者目前號誌狀況。3.延長行人時相，當使用者按下個人接收器上的按鈕時，它就會發送要求通行的訊息。4.標籤感應式手杖，系統的設計對象是高齡者及視障者，系統偵測到手杖感應標籤，會提供使用者路口資訊，並發出延長綠燈時相的要求。

國內目前 ITS 系統之技術應用包括行人倒數計時號誌、行人觸動號誌、嵌入式行人穿越道燈、有聲號誌以及 PDA 導覽等。根據調查[34-35]，大多數受訪者均認為此類系統對於行人通過路口之安全保護有幫助，但高齡者對設施的使用方法與認知卻非常不足。因此，提供智慧化自動之保護有其必要。

### 三、優先號誌邏輯

號誌邏輯的設計包含兩大部分，即「時相設計」與「判斷邏輯」。所謂時相設計係包含啟動規則與時相順序；而判斷邏輯則為公車是否優先通行之判斷準則。在時相部份，針對以下二項條件設計：

- 1.為達行人安全保護之目的，在相同路權下，行人有絕對優先通行權，意即所有時相皆以行人通行為優先考量，惟行人與車輛仍需遵守交通號誌之運行。
- 2.交叉路口型式以四叉路口為基準，且四個車行方向皆可設置公車專用道，而其車道配置則至少須滿足公車專用道之設置標準。

因此在時相的設計上，又可依「行人」與「公車」而有不同的處理方式。就行人的部分，有

- 1.行人綠燈早開：行人通行之時相實行人綠燈早開，此時同時相車行綠燈較遲開放。目的在於行人先行後，與其可能發生衝突之轉向車流較能注意行人的存在，但如此一來將減少車行綠燈時段。倘若採行同一時相之直行燈號同步始亮，轉向燈號採遲開，則可減緩車流衝擊，惟需考量車道配置。
- 2.行人綠燈早開（車行綠燈遲閉）：行人通行之時相實行人綠燈早開，此時車行綠燈遲閉。目的在於提早給予行人紅燈，減少紅燈後仍步行於行人穿越道上之行人，與下一時相車流衝突的可能，但此舉將減少行人綠燈時段。
- 3.行人綠燈遲開（車行綠燈早開）：行人通行之時相實行人綠燈遲開，此時車行綠燈早開。但此種方式無法得到安全保護之目的，反而增加行人穿越路口的危險，且易使增加行人穿越路口之時間，因此不建議採用此策略。
- 4.行人綠燈遲閉：行人通行之時相實行人綠燈遲閉，此時同時相車行綠燈較早關閉。目的在於給予行人較多之通行時間，但除了減少車流的綠燈時段之外，另有增加全紅時段仍有行人滯留於穿越道上的缺點，因此不建議採用此策略。
- 5.行人延長綠燈（ $P_{GE}$ ）：行人可通行之時相經系統判斷後延長綠燈，此時車行綠燈依原有時制熄滅。目的在於給予未能於行人通行時間穿越路口之行人，順利穿越之。但可能增加其餘時相之紅燈時段，而至於同一時相若採直行燈號同步於行人綠燈熄滅，轉向燈號則依原有時制熄滅，可減緩同一時相之車流衝擊，惟需考量車道配置。
- 6.行人切斷紅燈（ $P_{RT}$ ）：行人未能通行之時相經系統判斷後切斷紅燈，此時車行紅燈同步熄滅。目的在於給予等候於路口一定數量之行人提早穿越路口。不過原綠燈時段之道路若為幹道，則可能對其車流造成衝擊，且若行人數量超過一定數量之路口，則應改採行人專用號誌處理，因此不建議採用此策略。

而在公車部分的時相可考慮以下策略：

- 1.公車絕對優先採延長綠燈：公車專用道上之公車享有絕對優先通行權利，並採行延長綠燈策略，此時其餘車輛燈號依照公車專用時相同步運作，但行人號誌則依原時制計劃熄滅。目的在於讓公車專用道上公車順利續進，並保護行人不得於車輛延長綠燈時穿越路口，以避免延長之綠燈時段不足以供行人穿越。不過這將造成其他時相車輛與行人之衝擊，且當該路口有一條以上公車專用道時可能不適用，因此不建議採用此策略。
- 2.公車絕對優先採切斷紅燈：公車專用道上之公車享有絕對優先通行權利，並採行切斷紅燈策略，此時其餘車輛燈號依照公車專用時相同步運作，行人號誌亦同，目的在於讓公車專用道上公車順利續進。但行人號誌與車輛號誌同亮，可能造成行人穿越路口與轉向車流發生衝突，且會產生其他時相車輛與行人之衝擊，及當該路口有一條以上公車專用道時可能不適用，因此不建議採用此策略。
- 3.公車條件優先採延長綠燈 ( $B_{GE}$ )：公車專用道上之公車經系統判斷後享有條件優先通行權，並採行延長綠燈手段，此時其餘車輛燈號依原時制計劃熄滅。此策略主要提供有需求之公車順利通過路口，然因條件優先下可延長之綠燈有限，因此同時相之其餘燈號，皆依原時制計劃運作，目的是行人號誌才得以一併處理。
- 4.公車條件優先採切斷紅燈 ( $B_{RT}$ )：公車專用道上之公車經系統判斷後享有條件優先通行權，並採行切斷紅燈手段，此時其餘車輛燈號依照公車專用時相同步運作，但須符合行人燈號之規則。此策略主要提供有需求之公車順利通過路口，且同時相之人車可獲得更多的綠燈時段。

針對上述各種時相設計，依本研究之目的將採行「行人綠燈早開」、「行人綠燈早閉（車行綠燈遲閉）」及「行人延長綠燈」等策略以達行人安全保護之目的。而鄭雄飛君[24]認為：絕對優先對於公車系統有較佳之績效，條件優先則對整體系統有較高之績效。然本研究旨在保護弱勢用路人，公車優先則以不影響其他車流為考量，故本研究將採「公車條件優先延長綠燈」與「公車條件優先切斷紅燈」二策略，以達公車優先通行且不影響整體系統績效之目標。

第二部份為判斷邏輯，也就是「行人安全保護」與「公車優先通行」，在各種時相設計下，啟動的條件與判斷是否給予保護或優先的號誌邏輯。然本研究之號誌邏輯乃建構於以下條件，而號誌邏輯如圖 1 所示。依本研究之目的，號誌邏輯以保護弱勢用路人為主要考量，公車優先次之；另行人通行號誌亮紅後，不再依車行號誌變化而有所改變。號誌邏輯各步驟說明如下：

- 1.步驟一：時制計劃開始後，本時相開始計算行人需求。
- 2.步驟二：若行人的需求時間已大於或等於剩餘通行時間，開始啟動行人偵測；若尚未大於或等於剩餘通行時間，則繼續執行時制計劃。
- 3.步驟三：若偵測得行人，則判斷行人已用通行時間再加上一段延長的綠燈時段是否會超過本時相最大綠燈時段，若是，則以延長一次行人綠燈為限，並始能切換時相，以確保穿越路口中之行人安全；若否，則行人延長綠燈後持續偵測行人，直到行人通行時間結束。
- 3.步驟三：確認行人通行時間結束後，始能進行公車優先通行需求之計算。
- 4.步驟四：若本時相有公車需求，尚須判斷競爭時相是否亦有公車需求，若有，則須透過競爭判斷進行決策；若無，則判斷最大綠燈時段後做出延長綠燈或直接切換時段之決策。
- 5.步驟五：若本時向無公車需求，亦須判斷競爭時相是否有公車需求，若有，則直接進行切斷紅燈之策略；若亦無需求，則進入切換時相階段。
- 6.步驟六：公車優先問題處理完畢後，得以切換下一時相繼續時制計劃運作。

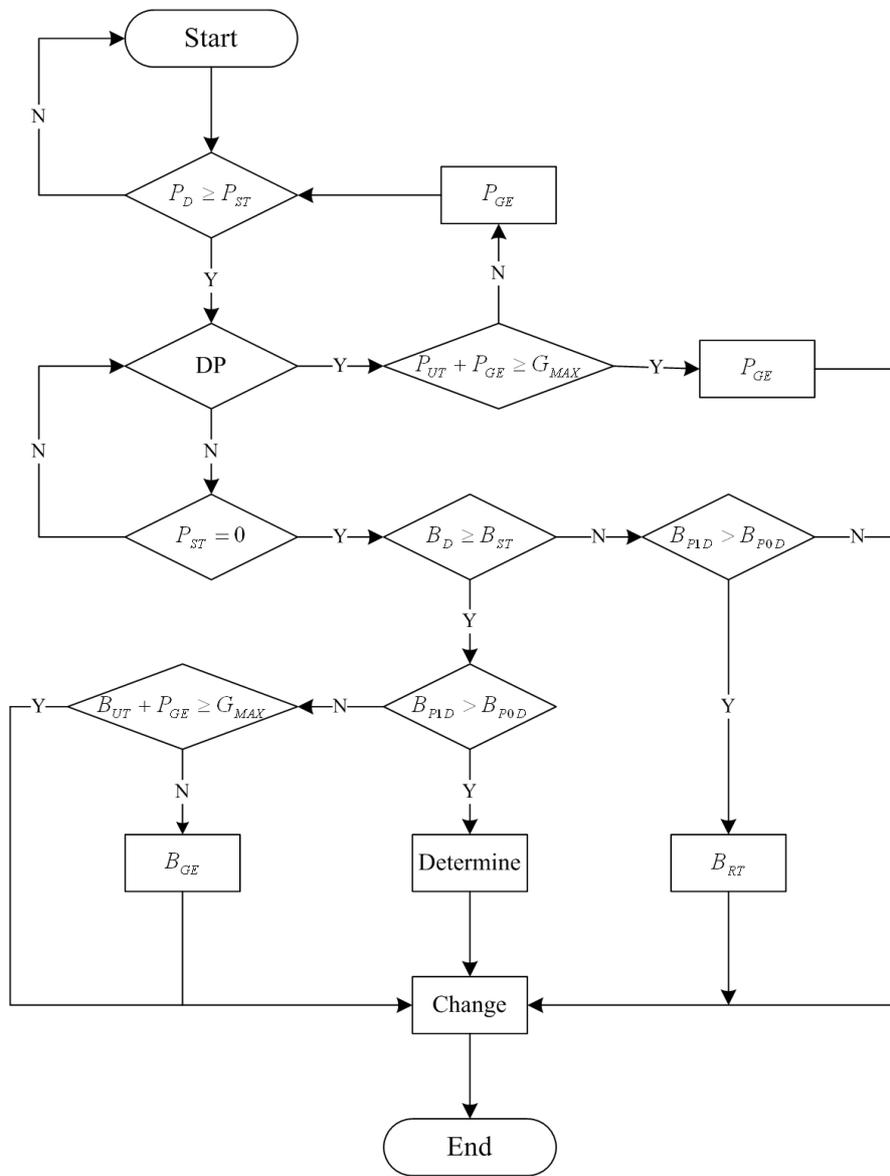


圖 1 本研究之號誌邏輯圖(註:Start 邏輯開始;DP 啟動行人偵測;Determine 競爭判斷;Change 切換時相;End 邏輯結束。)

其中,

- |             |                  |             |                     |
|-------------|------------------|-------------|---------------------|
| $P_D$ :     | 行人需求, 秒 (S),     | $B_{ST}$ :  | 公車剩餘通行時間, 秒 (S),    |
| $P_{ST}$ :  | 行人剩餘通行時間, 秒 (S), | $B_{PLD}$ : | 競爭時相等待公車數, 輛 (VEH), |
| $P_{UT}$ :  | 行人已用通行時間, 秒 (S), | $B_{P0D}$ : | 本時相服務中公車數, 輛 (VEH), |
| $G_{MAX}$ : | 最大綠燈時段, 秒 (S),   | $B_{UT}$ :  | 公車已用通行時間, 秒 (S),    |
| $P_{GE}$ :  | 行人延長綠燈, 秒 (S),   | $B_{GE}$ :  | 公車延長綠燈, 秒 (S),      |
| $B_D$ :     | 公車需求, 秒 (S),     | $B_{RT}$ :  | 公車切斷紅燈, 秒 (S)。      |

又行人綠燈之需求最少應大於步行通過路口的時間, 即

$$P_D = \frac{I_W}{AP_S} \quad (1)$$

式中,

- |         |               |          |                     |
|---------|---------------|----------|---------------------|
| $P_D$ : | 行人需求, 秒 (S),  | $AP_S$ : | 平均步行速率, 公尺/秒 (M/S), |
| $I_W$ : | 路口寬度, 公尺 (M)。 |          |                     |

而在公車方面, 則需考量其平均服務時間與通過所需時間, 即

$$B_D = \frac{A_L}{AB_S} + AST + \frac{I_W}{AB_S} \quad (2)$$

式中，

- $B_D$ ：公車需求，秒 (S)， $AST$ ：平均服務時間，秒 (S)，  
 $A_L$ ：路段長度，公尺 (M)， $I_W$ ：路口寬度，公尺 (M)，  
 $AB_S$ ：平均行駛速率，公里/小時 (KM/HR)。

然而，本號誌邏輯中所為競爭判斷，仍採用鄭雄飛[24]之交通最佳化邏輯 (Traffic Optimization Logic, TOL) 假設，此邏輯乃是藉由求算延長時間，本時相所能獲得的延滯減少數與競爭時相的增加延滯數相減為淨效益，若淨效益大於零則延長本時相之綠燈時段，反之則切換時相。其公式表示如下：

$$NB = B_B \frac{LF_B}{LF_V} - D_B \frac{LF_B}{LF_V} + B_V - D_V \quad (3)$$

若  $NB \geq 0$ ，則延長綠燈； $NB < 0$ ，則切斷紅燈。式中，

- $NB$ ：路口淨效益， $D_B$ ：公車延滯，  
 $B_B$ ：公車效益， $B_V$ ：小汽車效益，  
 $LF_B$ ：公車乘載率，設定為 30 PED， $D_V$ ：小汽車延滯，  
 $LF_V$ ：小汽車乘載率，設定為 1.5 PED。

#### 四、數值與實例分析

本研究模擬獨立路口之行人保護與公車優先號誌，模擬路口的佈設為實際存在之路口，也就是臺北市大同區之重慶北路與民族西路交叉口（以下簡稱「重慶民族路口」），作為模擬對象。主因在於公車優先號誌需有公車專用道之設置才能發揮效用。否則會受到其他車輛之阻礙，以至於優先號誌無法發揮效用。除模擬分析外，亦進行現況調查並分析。路口車道分佈如圖 2 所示，以 MITSIMLab 模擬之路口繪製如圖 3 所示。本研究為簡化混合車流中大型車及機車之問題，以小客車當量值將大型車與機慢車轉換為小客車當量數，但行駛於公車專用道之公車則不需轉換。本研究調查時間為中華民國九十八年四月十六日（星期四）上午七時至十時，與下午四時至七時。針對該路口進行交叉路口轉向量、停等延滯及行人流量調查，所得之資料如表 1 所示。

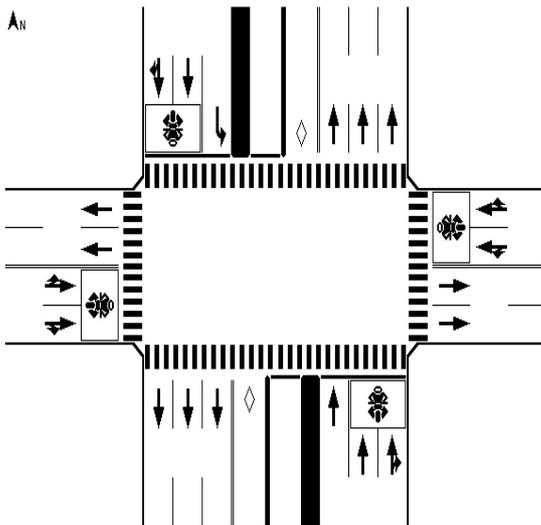


圖 2 重慶民族路口幾何分布示意圖

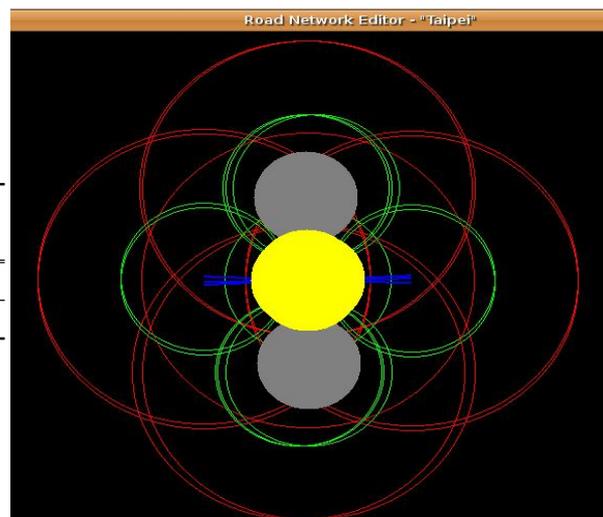


圖 3 MITSIM 之路口幾何佈設畫面

本研究以保護弱勢用路人為目的，號誌邏輯之設計以確保行人能安全通過路口為主要目標，與傳統號誌設計以平均延滯或平均停等最小化為目標不同。若以分析方式

推論，就車輛的角度(含公車與小型車)而言，平均延滯均提高。而公車優先號誌的效果並不明顯，也就是啟動公車優先通過機制的機會不多。若僅考量公車優先號誌，平均每車延滯提高，但平均每人延滯降低。主要是因為小型車平均每車乘載 1.5 人，而公車平均約乘載 18 人，讓一輛公車優先通過，減少其延滯，即減少 18 人的延滯。由此可見，號誌績效指標之選擇可能會影響路口時制計畫的設計。以車輛為單位，有利於減少小型車的延滯。以人為單位，可提升公車之營運效率，但會增加小型車的延滯。而隨著行人流量增加，公車優先號誌啟動之機會將越來越低。主因在於為了保護行人，綠燈時相會延長，若持續有行人通過路口，將持續延長時間，直到不能再延長為止(超過最大綠燈時間)。由此，行人保護之號誌設計應考量路口遠端與近端號誌不同步之設計，也就是當啟動行人保護之延長綠燈時相時，近端之號誌應變換為紅燈，阻止後方的行人進入路口。而遠端的號誌則繼續為綠燈(衝突方向之車行號誌為紅燈)，確保行人能安全通過。模擬所得的平均每車延滯與目前實際狀況之延滯比較如表 2 所示。可知，若要達到行人保護的目的平均每車延滯最少會增為 1.5 倍，每車平均延滯最多可能達到 3 倍。若以每人延滯進行比較，延滯增加的結果差異則介於 1.3 倍至 2.5 倍之間。主要原因是調查路口之小型車的車數遠大於公車車數。所以，即使以人數加權，公車優先號誌所帶來的效果亦不顯著。若行人流量較大，公車優先號誌啟動的次數較多，對於提升公車速率有較顯著的效果。反之，若行人流量較小，公車優先號誌啟動的次數較少，對於提升公車速率則無顯著的效果。

## 五、結論與建議

本研究成功地設計出行人保護與公車優先之號誌邏輯，並於 MITSIMLab 軟體中構建路口幾何與車道佈設進行模擬。模擬之路口與相關資料係以台北市重慶北路與民族西路交叉口之上、下午尖、離峰資料為依據。依據所設計之邏輯確實可保護行人安全通過減少衝突的發生，但會增加延滯。主要原因在於所調查的路口於尖峰時間車流量極大，服務水準原來即已達 D、E、F 等級，如又以行人保護為主要目的，更增加其延滯。若考慮上游路口恐怕會有溢流的現象，但本研究因經費與時間之限制，無法進行幹道或連續路口之設計與資料收集並與驗證為一不足之處。不過就研究內容所得可知，應用行人保護與公車優先號誌需經審慎評估，如行人流量較大，應考量設置行人天橋(電扶梯式)以空間分離的方式將人車分流。若行人流量較少，則可考慮使用行人保護號誌。公車優先號誌受行人保護號誌影響，對於減少公車旅行時間提升速度的效果有限。而且兩種效果考量會使平均每車延滯大幅增加，實務上可能須在非主要幹道或離峰時間應用。後續應進行幹道連鎖與時制補償的方向進行研究，以檢驗行人保護與公車優先號誌設計邏輯之可行性。

## 六、計畫成果自評

本研究原申請時以三年為期，且為整合型計畫之子計畫。主要以發展同時考量行人保護與公車優先號誌邏輯為目的。但因整合計畫未獲通過，轉為個別型計畫，部分原該由其他子計畫提供之資料改由計畫內自行收集。因此，使得計畫職型之經費與時間捉襟見肘，在資料收集部分略顯不足。而原先預計於第二年進行之補償與優化則無法於本年度之計畫完成為其缺憾。除此以外，本年度所完成之部分均滿足計畫書中所提之目的與預期成果，成功地構建出以行人保護為主，公車優先為次之號誌設計邏輯，並以 MITSIMLab 進行模擬。所得之結果可作為智慧化弱勢用路人號誌設計與路口工程佈設之參考。研究中延伸結果所發表之研討會論文如下：

1. Shih-Ching Lo and Chia-Hung Hsu, "Analytical Solution of Traffic Cellular Automata Model," International Conference of Computational Methods in Sciences and Engineering 2008 (ICCMSE 2008), Crete, Greece, 25-30 September 2008. NSC-97-2221-E-216-015

表 1 重慶北路與民族西路流量調查結果

重慶北路北往南										
車種/行向	公車專用道	左轉大型車	左轉小型車	左轉機慢車	直行大型車	直行小型車	直行機慢車	右轉大型車	右轉小型車	右轉機慢車
7:00-8:00	89	18	375	280	22	825	985	9	149	7
8:00-9:00	81	49	354	474	32	909	1404	23	120	16
9:00-10:00	76	53	438	98	37	685	622	29	124	14
16:00-17:00	63	24	281	77	55	801	504	14	139	18
17:00-18:00	81	17	293	59	38	837	1078	2	151	22
18:00-19:00	74	11	317	81	35	1082	974	8	139	24
重慶北路南往北										
車種/行向	公車專用道	左轉機慢車	直行大型車	直行小型車	直行機慢車	右轉大型車	右轉小型車	右轉機慢車		
7:00-8:00	86	6	62	575	334	42	65	20		
8:00-9:00	97	24	35	624	371	50	101	25		
9:00-10:00	98	39	53	624	252	61	104	36		
16:00-17:00	83	54	59	759	299	47	96	42		
17:00-18:00	77	59	37	801	370	50	100	32		
18:00-19:00	116	102	38	764	517	46	98	42		
民族西路西往東										
車種/行向	左轉大型車	左轉小型車	左轉機慢車	直行大型車	直行小型車	直行機慢車	右轉大型車	右轉小型車	右轉機慢車	
7:00-8:00	10	116	57	39	763	1394	20	88	5	
8:00-9:00	5	84	69	55	764	1535	20	61	13	
9:00-10:00	17	111	43	58	477	669	34	73	7	
16:00-17:00	11	130	29	16	763	294	16	75	17	
17:00-18:00	8	126	21	29	472	372	18	85	12	
18:00-19:00	6	108	46	31	602	491	18	103	19	
民族西路東往西										
車種/行向	左轉大型車	左轉小型車	左轉機慢車	直行大型車	直行小型車	直行機慢車	右轉大型車	右轉小型車	右轉機慢車	
7:00-8:00	4	29	118	9	260	271	22	84	15	
8:00-9:00	5	40	108	5	344	262	18	74	13	
9:00-10:00	1	45	39	12	351	259	23	91	26	
16:00-17:00	5	59	84	14	396	370	17	85	18	
17:00-18:00	10	75	184	8	440	777	17	97	11	
18:00-19:00	6	75	174	7	440	899	19	115	34	
行人										
行向	東側行人			南側行人			西側行人			北側行人
7:00-8:00	160			227			118			298
8:00-9:00	168			232			100			281
9:00-10:00	139			153			99			217
16:00-17:00	145			167			130			162
17:00-18:00	204			248			165			217
18:00-19:00	201			255			226			273

表 2 調查延滯與模擬延滯比較

重慶北路北往南				
時間		07：45-08：15	09：30-10：00	17：45-18：15
一般	每車平均停等延滯	41.46S/Veh	29.78S/Veh	76.72S/Veh
	服務水準	E	D	F
優先號誌	每車平均停等延滯	80.2S/Veh	77.428 S/Veh	135.7S/Veh
	服務水準	F	F	F
專用	每車平均停等延滯	86.33S/Veh	66.49S/Veh	65.36S/Veh
	服務水準	F	F	F
優先號誌	每車平均停等延滯	134.17 S/Veh	198.14S/Veh	145.46 S/Veh
	服務水準	F	F	F
重慶北路南往北				
時間		08：30-09：00	16：00-16：30	18：30-19：00
一般	每車平均停等延滯	58.30S/Veh	42.99S/Veh	55.14S/Veh
	服務水準	E	E	E
優先號誌	每車平均停等延滯	120.2 S/Veh	78.32 S/Veh	135.9 S/Veh
	服務水準	F	F	F
專用	每車平均停等延滯	74.91S/Veh	45.78S/Veh	44.44S/Veh
	服務水準	F	E	E
優先號誌	每車平均停等延滯	127.54 S/Veh	74.8 S/Veh	88 S/Veh
	服務水準	F	F	F
民族西路西往東				
時間		07：00-07：30	17：00-17：30	
一般	每車平均停等延滯	25.16S/Veh	35.24S/Veh	
	服務水準	D	D	
優先號誌	每車平均停等延滯	53.1 S/Veh	79 S/Veh	
	服務水準	E	F	
民族西路東往西				
時間		07：00-07：30	17：00-17：30	
一般	每車平均停等延滯	27.78S/Veh	34.23S/Veh	
	服務水準	D	D	
優先號誌	每車平均停等延滯	59.43 S/Veh	82.6 S/Veh	
	服務水準	E	F	

## 七、參考文獻

- [1] Abu-Lebdeh, G., and Benekohal, R. "Development of a Traffic Control and Queue Management Procedure for Oversaturated Arterials". Transportation Research Board Annual Meeting Paper #970707, 1997.
- [2] Allsop, R.E. "Estimating a traffic capacity of a signalized road junction." Transportation Research, Vol. 6, pp. 245-255, 1972.
- [3] Gartner, N.H. "OPAC: A Demand-Responsive Strategy for Traffic Signal Control". Transportation Research Record 906. TRB, pp. 75-81, 1983.
- [4] Girianna, M., and Benekohal, R. F., "Dynamic Signal Coordination for Networks with Oversaturated Intersections". The 81st Annual Meeting, TRB, 2002.
- [5] Hansen, B.G., Martin, P.T., and Perrin H.J., 2000. "SCOOT Real-time Adaptive Control in a CORSIM Simulation Environment". The 79th Annual Meeting, TRB, 2000.
- [6] Hoyer, R., and Fellendorf, M. "Parametrization of Microscopic Traffic Flow Models through Image Processing". 8th IFAC Symposium on Transportation Systems, Chania, Greece, June 1997.
- [7] Lo, H. "Signal Control for Over-Saturated Traffic Conditions". Presented at WorldCongress on Transport Research, Antwerp, Belgium. July 12-17, 1998.
- [8] Lo, H. "A Novel Traffic Signal Control Formulation". Transportation Research, 33A, pp. 433-448, 1999a.
- [9] Lo, H. "A Cell-Based Traffic Control Formulation: Strategies and Benefits of Dynamic Timing Plans". Transportation Science, 1999b.

- [10] Lo H. K., Chang, E., and Chan, Y.C., 2000. "Performance of A New Cell-based Dynamic Traffic Control Approach". The 79th Annual Meeting, TRB, 2000.
- [11] Luo, Y., Cheng, G. L. "Exploring the Robust Signal Optimization Method for Pretimed Control at Isolated Intersections". The 81st Annual Meeting, TRB, 2002.
- [12] Smith, H. R. and B. Hemily, "Transit Signal Priority (TSP):A Planning and Implementation Handbook,"Funded by the United States Department of Transportation, May 2005.
- [13] Chada, S. and Newland, R. "Effectiveness of BusSignal Priority". National Center for Transit Research, Center for Urban Transportation Research, University of South Florida, Tampa, FL, January 2002.
- [14] Crout, D. "Transit Signal Priority: The Importance of AVL Data". Presentation at Transportation Research Board Annual Meeting, January 11, 2004.
- [15] Gardner, Craig. "2070's at 2002 Winter Olympics in Salt Lake City". Presentation for Caltrans' 2070 & ITS CabinetWorkshop. August 2001.
- [16] Koonce, Peter. "Detection Range SettingMethodology for Signal Priority". Journal of Public Transportation, Vol. 5, No. 2, 2002
- [17] Koonce, Peter J. V., Kloos, Bill, Callas, Steve. "BusPriority at Traffic Signals in Portland. Version 2.0, The Streamline Project". ITE Meeting, 2002
- [18] Henke, Cliff. "US Cities Give Green Light to Bus,LRT Signal Priority". METRO Magazine. March/April 1999.
- [19] Mirabdal, J., Fleck, J., & Thesen, B. "3rd StreetLight Rail Process –Process and Challenges of Developing Transit Signal Priority,"Presentation from October 22, 2003.
- [20] Meyer, Mohaddes Associates, Inc. "City of Glendale Traffic Signal Priority System". Glendale, CA. May 2002. Available on the Web: www.mmausa.com
- [21] Mucsi, K. "Transit Signal Priority in Ottawa:Approach and Opportunities".Presented at National Bus Rapid Transit Institute, Ottawa, Canada, September 24, 2003.
- [22] O'Brien, W. "Design and Implementation of Transit Priority at Signalized Intersections: A Primer for Transit Managers and a Review of North American Experience," Canadian Urban Transit Association STRP Report 15, Toronto, Canada, 2000.
- [23] Skehan, S. "Transit Signal Priority for Metro Rapid Busin Los Angeles". Presentation to ITS America Transit Signal Priority Workshop, Tucson, AZ, April 2003.
- [24] 鄭雄飛，考慮公車車隊之公車優先號誌模擬分析，國立臺灣大學土木工程學系碩士論文，2000年
- [25] Abdel-Aty , M. and A. Pande, "ATMS Implementation System for Identifying Traffic Conditions Leading to Potential Crashes,"IEEE TRANSACTIONS ON INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS, VOL. 7, NO. 1, 2006.
- [26] Ling, H. and J. Wu, "A Study on Cyclist Behaviorat Signalized Intersections," IEEE TRANSACTIONS ON INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS, VOL. 5, NO. 4, 2004.
- [27] Roozmond, D. A., "Using Intelligent Agents for Pro-Active, Real-Time Urban Intersection Control,"European Journal of Operation Research, Vol. 131, pp.293-301, 2001.
- [28] Ronald Hughes, Herman Huang, Charles Zegeer, Michael Cynecki, Evaluation of Automated Pedestrian Detection at Signalized Intersections, August 2001.
- [29] Bowman, B.L. and R.L. Vecellio. 1994. Pedestrian walking speeds and conflicts at urban median locations. Transportation Research Record 1438.
- [30] Coffin, A., and J. Morrall. 1995. Walking speeds of elderly pedestrians at crosswalks. Transportation Research Record 1487.
- [31] Fugger, T.F., B.C. Randles, A.C. Stein, W.C. Whiting, and B. Gallagher. 2000. Analysis of pedestrian gait and perception-reaction at signal-controlled crosswalk intersections. Transportation Research Record 1705.
- [32] Gates, T.J., D.A. Noyce, A.R. Bill, and N. Van Ee. 2006. Recommended walking speeds for pedestrian clearance timing based on pedestrian characteristics. Paper presented at the 85th annual Transportation Research Board meeting, January, in Washington, DC.
- [33] Knoblauch, R., M. Nitzburg, R. Dewar, J. Templer, and M. Pietrucha. 1995. Older Pedestrian Characteristics for Use in Highway Design. FHWA-RD-93-177. McLean, Virginia: Federal Highway Administration.
- [34] 鼎漢顧問，"智慧型運輸系統技術於高齡化社會之應用研究"，交通部運研所，民國 92 年 4 月。
- [35] 陳菟蕙等，"高齡者旅行資訊及 ITS 交通工程設施效果評估分析"，2003 年海峽兩岸智慧運輸系統學術研討會論文集，民國 93 年 1 月。

## 出席國際學術會議心得報告

計畫編號	NSC 97-2221-E-216-015
計畫名稱	智慧型路口弱勢用路人號誌系統安全與優化設計之研究
出國人員姓名 服務機關及職稱	羅仕京 服務機關：中華大學運輸科技與物流管理學系。 職稱：助理教授
會議時間地點	時間：97 年 9 月 25-30 日。 地點：克里特島，希臘
會議名稱	International Conference of Computational Methods in Sciences and Engineering 2008
發表論文題目	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <u>Shih-Ching Lo</u>, “Cellular Automata Simulation for Wealth Distribution,” International Conference of Computational Methods in Sciences and Engineering 2008 (ICCMSE 2008), Crete, Greece, 25-30 September 2008. <b>NSC-97-2221-E-216-015</b></li> <li>2. <u>Shih-Ching Lo</u>, Kuo-Chang Wang and Hsin-Li Chang, “Equal Area Logistic Estimation for Item Response Theory,” International Conference of Computational Methods in Sciences and Engineering 2008 (ICCMSE 2008), Crete, Greece, 25-30 September 2008. <b>NSC-97-2221-E-216-015</b></li> <li>3. <u>Shih-Ching Lo</u> and Chia-Hung Hsu, “Analytical Solution of Traffic Cellular Automata Model,” International Conference of Computational Methods in Sciences and Engineering 2008 (ICCMSE 2008), Crete, Greece, 25-30 September 2008. <b>NSC-97-2221-E-216-015</b></li> <li>4. <u>Shih-Ching Lo</u>, Yu Chao and Gin-Yuan Lee, “Grey Relational Evaluation on Road Project Delivery Models,” International Conference of Computational Methods in Sciences and Engineering 2008 (ICCMSE 2008), Crete, Greece, 25-30 September 2008. <b>NSC-97-2221-E-216-015</b></li> </ol>

### 一、參加會議經過

ICCMSE 由創辦開始至今年為第六屆，研討會旨在促進數學計算方法在科學與工程上之應用。此次參加共發表四篇論文，本屆亦與國立交通大學科管所之李義明教授共組一場 Symposium，名為 Computational Management and Social Science，亦吸引各界學者投稿，最後接受了其中 14 篇文章發表。所發表的四篇論文中有三篇(Cellular Automata Simulation for Wealth Distribution、Equal Area Logistic Estimation for Item Response Theory、Grey Relational Evaluation on Road Project Delivery Models)屬於此 symposium。個人亦擔任此一場次的主持人。另有一篇(Analytical Solution of Traffic Cellular Automata Model)發表於 Symposium: Computational Electronics。此次，參與發表論文的約有六百篇，較前次多了一百多篇，可見 ICCMSE 已逐年受國際計算應用學界之重視。以下為重要行程摘要：

### 97年09月25日

到達會場，並完成報到。研討會議程分在六個會議室平行舉行。每間會議室每天可發表20~25篇論文，扣除27日下午有半天的旅遊行程外，共計約有600~700篇文章發表。

### 97年09月26日

主持 Symposium 4 與 5 主題分別為 “Computational Electronics: Physical Modeling, Mathematical Theory, and Numerical Algorithm” 與 “Computational Management and Social Science” 發表論文本研究之延伸成果 – 細胞自動機車流模式之解析解，篇名為 “Analytical Solution of Traffic Cellular Automata Model”。本論文為利用細胞自動機制模擬車流，並嘗試用找出解析解，提高求解效率，並依此與實際車流資料比對，反推求得車流參數，以進行號誌之設計與規劃。此部份之研究成果雖非計畫中之直接產出，但與計畫後續發展有密切之關聯。發表後，與會之學者多對採用之方法持肯定的態度。

主持會議之過程中，有多篇文章係以微分方程組探討新產品之生命週期與產品間之競爭，較引人注意。因此類數學模式原多為生態環境之競爭模式或分子擴散模式，應用於科技管理上亦有令人訝異的好結果，為此行之一大收穫。

### 97年09月27~30日

參與其他報告場次。

## 二、與會心得

應用電腦計算於科學與工程領域可大幅縮短研發時程，並有效進行最佳化設計。雖然運輸領域並非本研討會的主要領域，但與前屆相比，此次運輸領域所參與發表的文章已近10篇，約有兩個發表場次。表示計算方法於運輸領域亦逐漸廣泛應用，且 ICCMSE 亦逐漸受到運輸領域學者之重視。以往與會學者多為物理、化學、電子、工程等之應用，此次參與發表之社會科學與管理方面之論文數量亦有顯著增加，且應用之模式與方法亦較以往多樣，顯見於電腦的計算能力一日千里的現代，數學方法與計算應用日趨廣泛，且廣為科學、研發、管理、工程等領域學者所接納。在與會學者當中，台灣參與之學者或研究者相對而言不若其他國家多，就亞洲而言，亦不如日本與韓國，或許是因國內在計算應用領域之發展受重視之程度不如其他國家所致。縱觀先進國家之科研發展，電腦計算之應用為不可或缺之部分，台灣於硬體製造與網路、資訊教育與環境等方面優於大部份之國家，但應用層面卻較缺乏，實屬可惜，應多鼓勵學術界、產業界投入，更有效地利用國內既有之優勢，以便提升研發能力，提升學術成就與促進產業發展。