

即時監控系統於交通號誌與車流量控管之應用

陳宏毅¹

摘 要

本研究之目的是針對交通繁忙壅塞之十字路口，建立一套能自動控管交通號誌與車流量之即時監控系統，將此系統取代原有必須由交通警察親自到十字路口，再由人力進行交通號誌之控制而無法有效作遠端監控及無法依照實際車流量自動控管燈號的舊系統。本研究所設計之監控系統利用可程式控制器與電腦連線及結合人機介面之方式來進行遠端監控，透過與電腦的連線不但可以於遠端即時下達控制命令來控管交通號誌之外，並且能夠透過所設置之感測器對車流量的感測訊號作交通號誌之彈性切換調整。藉由此即時監控系統，不但達到節省人力作業時間，而且可以利用此監控系統下達不同運轉模式之控制命令，以提高整體交通號誌之運轉效率，有效紓解交通壅塞之問題。

關鍵字：即時監控系統、可程式控制器、人機介面。

壹、前言

交通控制系統之設計目標以紓解交通壅塞問題為考量之第一要務，運用交通控制技術來改善並疏導車流量為解決交通壅塞問題之有效方法，其中智慧型交通號誌控制系統之應用，已為傳統交通號誌之功能提供改善之成效，而智慧型交通號誌控制系統之有效運轉則仰賴控制器之發展[1-3]與先進交通安全設施之使用[4]。在發展智慧型交通號誌控制系統時，監控技術為發展中重要之一環，其著眼於傳統十字路口交通號誌之控管，於交通繁忙時刻常需仰賴交通警察親自至路口操控，若能建立一套方便且有效率之即時監控系統來控管交通號誌，並能隨著車道車流量之不同而彈性調整交通號誌運轉時間，這樣一來，就可以有效監視與控管遠端之交通號誌。透過可程式控制器和個人電腦結合的控制技術，並進一步整合親合力高的人機介面，可以達成即時顯示流動車輛數目，並依照時間及車流量作自動切換及調整交通號誌之運轉模式，不必再依靠人員至現場操作，只需要在遠端監視與操控便能即時掌控現場交通號誌之運轉狀況與了解車流數量。如此一來，除了可以順利紓解交通壅塞之情況，並可增加工作安全性、減少人為誤差及節省人力資源。

本研究利用具備交通號誌運轉功能而未納入監控功能之設備作為設計基礎，加入使用個人電腦作為主體作監控設計功能至該交通號誌，以建構成一套完整之即時遠端監控系統。建置本系統所需之設備包括可程式控制器[5-7]、人機介面[15]及個人電腦，另外選用 Visual Basic 軟體[10]做為程式發展與操控畫面設計之環境，以建立此套應用系統，使其能和可程式控制器進行雙向通訊，達到即時監視

¹ 明志技術學院機械工程系講師

與控制之效果。系統建構的過程主要利用 RS-232C 介面作為可程式控制器與個人電腦及可程式控制器與人機介面作連線通訊[11-13]，來達成監控系統訊號傳輸之目的。

所設計之交通號誌監控系統除了讓操作者可以於遠端直接下達交通號誌之運轉模式命令，例如當車流量極大時運轉之“巔峰模式”、車流量較小時運轉之“離峰模式”及車流量極小時運轉之“深夜模式”之外，並且可以設定固定之時間以作不同運轉模式之自動切換。另外，此監控系統亦可即時接收由設置於路口車流量感測器所回授之感測訊號，據以判斷固定時間內通過車流量之多寡，進而自動進行交通號誌運轉模式之切換，以有效紓解交通之壅塞。

貳、設計方法

設計此交通號誌與車流量之即時監控系統時，首先建立此監控系統之基本設計架構流程，然後再一一進行各部份之實際製作與程式規劃撰寫。本監控系統之設計架構圖如圖 1 所示。

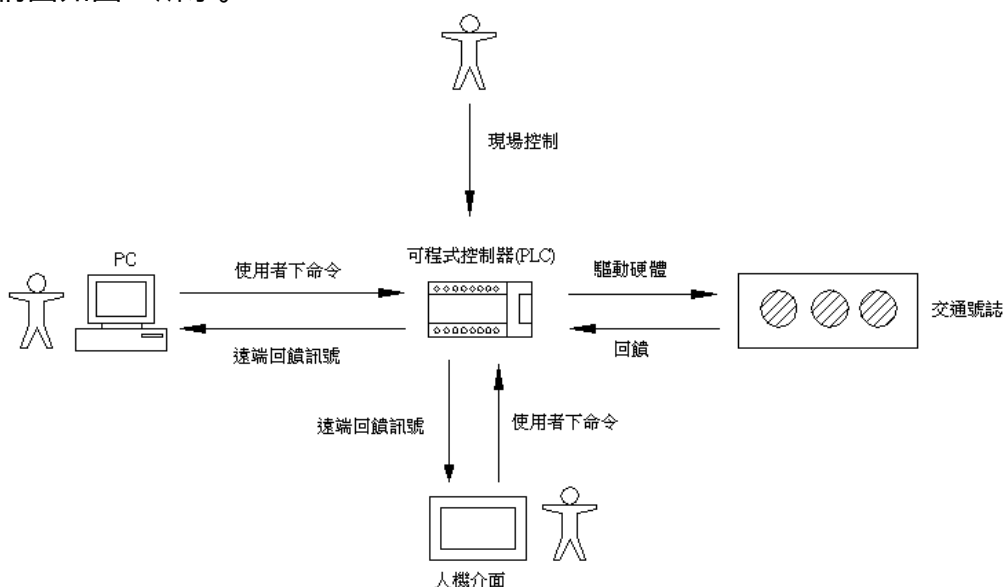


圖 1 交通號誌與車流量監控系統設計架構圖

在本監控系統設計架構中，硬體部分包括交通號誌、可程式控制器 (PLC)、個人電腦、人機介面 (HMI) 等，其中交通號誌之燈號直接由可程式控制器控制，另外透過與人機介面及個人電腦連接後即可進行雙向之交訊，控制命令可由個人電腦或人機介面傳送至可程式控制器，可程式控制器也可將交通號誌之即時資訊回傳給個人電腦及人機介面，以達到即時監控之目的。軟體部分包括可程式控制器程式之設計與撰寫、人機介面操控畫面之規劃與設計，以及利用 Visual Basic 軟體作為個人電腦上程式發展之環境，以進行監控畫面之設計及通訊程式之撰寫。以下針對每個部分作詳細說明。

一、可程式控制器程式規劃設計：

本交通號誌監控系統利用可程式控制器 (PLC) 作為交通號誌燈號變換 執行交通號誌控制模式命令及接受感測車流量訊號之控制主體，其輸入訊號包括執行交通號誌之“離峰模式”運轉、“巔峰模式”運轉及“深夜模式”運轉等，另外還有車流

量感測訊號之輸入。輸出訊號包括雙向車道燈號與人行道燈號之輸出、”離峰模式”與”巔峰模式”之轉換輸出、及車流量感測訊號之輸出等。詳細接點之設計與其功能如表 1。

表 1 可程式控制器接點與功能

| 接點 | 功能說明 | 備註 |
|-----|--------------------|------------------------------|
| X0 | 執行離峰模式 | |
| X1 | 執行巔峰模式 | |
| X2 | 執行深夜模式 | |
| X3 | SENSOR 的接點 | |
| Y0 | 作為 SENSOR 給 VB 的訊號 | X3 輸入，輸出 Y0 |
| Y1 | 車道紅燈 | Y1~Y5 為一組相同方向 之交通號誌 |
| Y2 | 車道黃燈 | |
| Y3 | 車道綠燈 | |
| Y4 | 人行道紅燈 | |
| Y5 | 人行道綠燈 | |
| Y6 | 離峰模式轉巔峰模式 | 給 VB 訊號告知轉換 |
| Y7 | 巔峰模式轉離峰模式 | 給 VB 訊號告知轉換 |
| Y11 | 車道紅燈 | Y11~Y15 為另一組相同方向 之交通號誌 |
| Y12 | 車道黃燈 | |
| Y13 | 車道綠燈 | |
| Y14 | 人行道紅燈 | |
| Y15 | 人行道綠燈 | |

根據此監控系統所需之輸入與輸出信號設定可程式控制器之接點後，接續進行可程式控制器之程式規劃與設計。程式規劃在程式啟動後，程式可接受由操作者在遠端透過個人電腦或人機介面輸入命令之訊號，或由個人電腦中監控程式所設定之運轉模式切換時間決定執行交通號誌之運轉模式，同時藉由設置於車道之感測器偵測固定時間內車輛通過之數量，如果在固定時間內車流量超過設定值，則作”離峰模式”轉換”巔峰模式”之控制或持續維持”巔峰模式”之控制；反之，若感測器偵測到之通過車輛數小於設定值，則作”巔峰模式”轉換”離峰模式”之控制或持續維持”離峰模式”之控制。可程式控制器程式之規劃流程如圖 2。

本系統所使用之可程式控制器為三菱 PLC，程式撰寫所運用之指令包括輸入接點 (X)、輸出接點 (Y)、輔助繼電器 (M)、計時器 (T)、計數器 (C)、區域比較指令 (CMP)、自保持解除指令 (RST) 等。

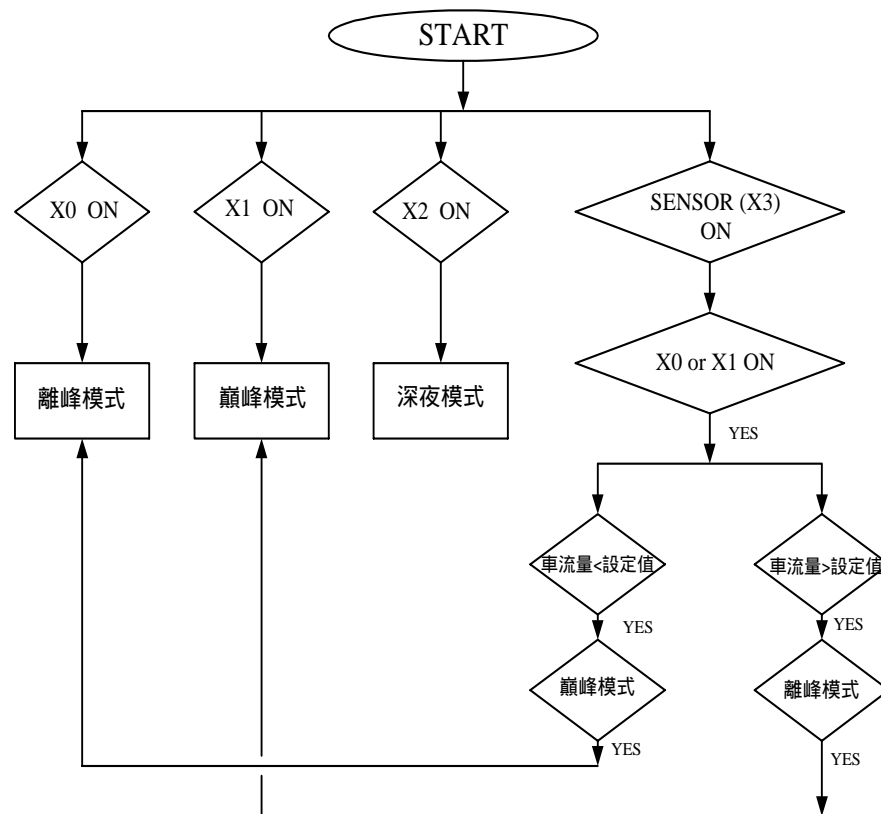


圖 2 可程式控制器程式規劃流程圖

二、個人電腦監控操控畫面設計：

本研究針對交通號誌遠端即時監控系統，利用 Visual Basic 軟體設計個人電腦監控系統的操控畫面，運用該軟體的視窗介面功能，把個人電腦監控系統的操控畫面設計分為二種，分別為”控制畫面”與”設定畫面”。以下分別將各操控畫面中之設計欄位及功能鍵作詳細敘述。

1.控制畫面（如圖 3）：

- (1) 即時狀態欄：透過此狀態欄讓使用者可得知現場路口交通號誌之即時狀況。
- (2) 監控資訊欄：此處可供使用者作資訊的查詢，與系統正處於何種狀態。
- (3) 切換：此為一命令按鈕，按下此鈕可做三種模式的切換。
- (4) 離峰模式：此為一命令按鈕，按下此鈕切換到離峰模式（車流量較小）。
- (5) 巔峰模式：此為一命令按鈕，按下此鈕切換到巔峰模式（車流量極大）。
- (6) 深夜模式：此為一命令按鈕，按下此鈕切換到深夜模式（車流量極小）。
- (7) 監控暫停：此為一命令按鈕，若系統異常或使用者欲中斷監控時可按此鈕。
- (8) 恢復監控：此為一命令按鈕，若使用者欲在中斷後恢復監控可按此鈕。
- (9) 設定：此為一命令按鈕，按下此鈕可進入設定畫面，作系統設定及切換設定（如圖四）。
- (10) 程式結束：此為一命令按鈕，其功用為將程式結束。
- (11) 手動：此為一命令按鈕，按下此鈕將把系統改為完全手動。
- (12) 自動：此為一命令按鈕，按下此鈕將把系統改為完全自動，系統將依時間設定及感測器訊號自動切換。
- (13) 車流量自動：此為一命令按鈕，按下此鈕將把系統改為車流量自動，系統將依車流量作自動切換。



圖 3 交通號誌監控系統操作畫面

2.設定畫面 (如圖 4):

- (1) 切換設定欄：此欄可將切換設定的資料顯示於視窗上，系統將依照所設定之時間做變換。
- (2) 系統設定欄：此欄可做可程式控制器 (PLC) 中通訊協定參數的改變。
- (3) 確定：此為一命令按鈕，按下此鈕將把切換設定以及系統設定之數值儲存到電腦中。
- (4) 上一頁：此為一命令按鈕，使用者可按此鈕回到控制畫面。
- (5) 程式結束：此為一命令按鈕，其功用為將監控程式結束。



圖 4 交通號誌監控系統設定畫面

三、個人電腦與可程式控制器之交訊：

個人電腦和可程式控制器 (PLC) 之交訊主要是透過通訊協定達成，即兩裝置之間為達到資料傳輸所制定的傳輸格式。PC 和 PLC 兩裝置之間的資料傳輸主要是靠兩層通訊協定(protocol)達成的，所以兩裝置這兩層通訊協定必須一致。第一層是指硬體層級的通訊協定，如常用的標準界面有串列式的 RS232、RS422、RS485 等等，它制定兩方電氣信號、準位、接線法、以及字元資料包裝格式的規範，串列式傳輸每一次傳一位元，第二層是指字串傳送層級的通訊協定，將一筆有意義的字串傳送給對方解讀。

本研究使用可程式控制器與個人電腦之連線模組為 A1SJ71C24，其傳輸的方法為使用 RS-232C 埠，電腦之連線模組 A1SJ71C24 連接到 PC-CPU 的系統組態如圖 5。

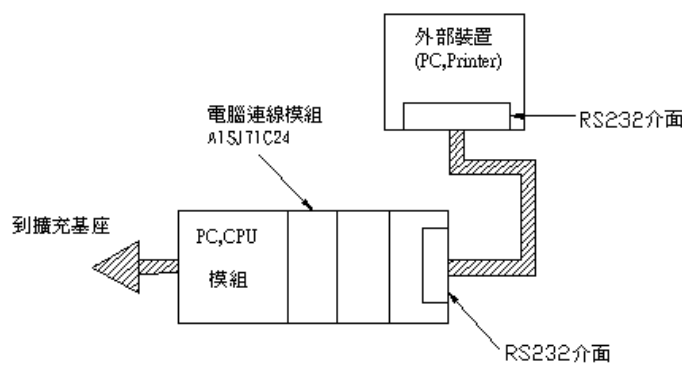


圖 5 PLC 外部裝置連接到 PC-CPU 的系統組態

透過 A1SJ71C24 連接模組之連線，即可進行可程式控制器與個人電腦間雙向資料之傳輸，其資料傳送與接收之方法與指令如下：

當電腦向 A1SJ71C24 連接模組讀取資料時之示意如圖 6。

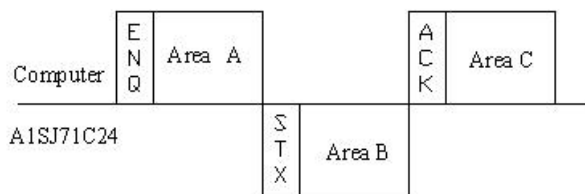


圖 6 電腦向 A1SJ71C24 連接模組讀取資料

- (1) A 區、C 區是由外部裝置傳輸到 A1SJ71C24 連接模組。
- (2) B 區是由 A1SJ71C24 連接模組傳輸到外部裝置。
- (3) 所有資料傳輸是由左到右。
- (4) 程式完成資料通訊的 C 區(無論執行與否)，做下一個資料通訊。

由電腦寫資料到 A1SJ71C24 連接模組之示意如圖 7。

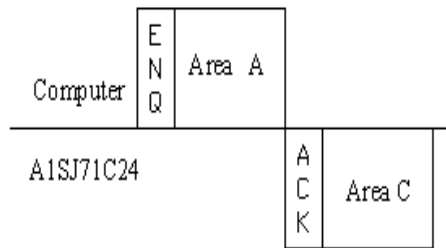


圖 7 由電腦寫資料至連接模組 A1SJ71C24

- (1) A 區是由外部裝置傳輸到連接模組 A1SJ71C24。
- (2) B 區是由 A1SJ71C24 連接模組傳輸到外部裝置。
- (3) 所有資料傳輸是由左到右。

本研究所使用的指令可分為：

1. BR 命令 (位元為單位整批存取)：電腦向 PLC 讀取資料 (如圖 8)

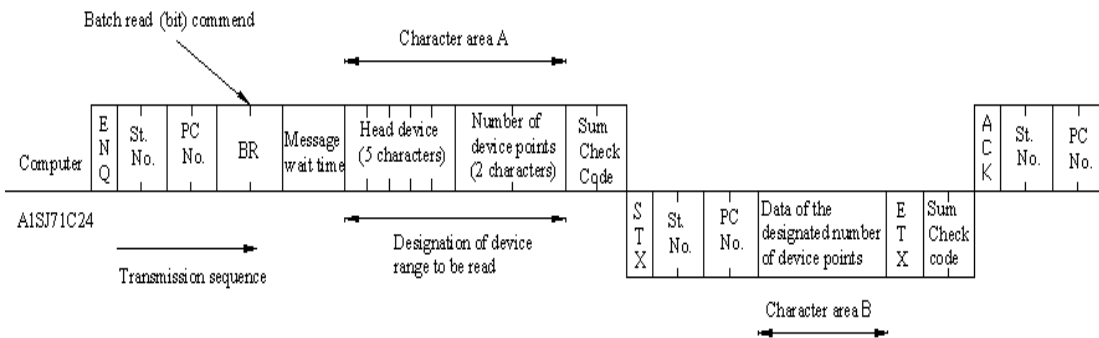


圖 8 BR 指令讀取單位位元

例如：

BR 命令 "00FFBRAY000016"

- 00FF--- PLC number&PC number
- BR--- Read in PLC(batch write of bit device)
- Y0000--- Head device(To strat a point from Y0)
- 16--- Number of device points

2. BW 命令 (以字元為單位的整批寫入)：電腦寫入資料至 PLC (如圖 9)

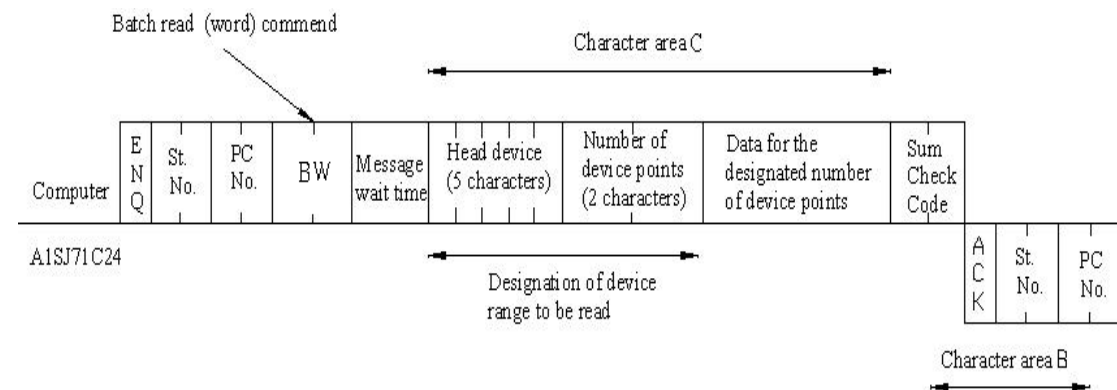


圖 9 BW 指令寫入字元資料

例如：

BW 命令 "00FFBW0X00000500100"

| | |
|----------|--|
| 00FF--- | PLC number&PC number |
| BW--- | Write in PLC(batch write of bit device) |
| 0 --- | Message wait time |
| X0000--- | Head device(To strat a point from Y0) |
| 05--- | Number of device points |
| 00100--- | Data for the designated number of device point |

在 Visual Basic 程式設計過程中，使用 RS-232 元件之 MSComm 控制項及其屬性，透過連接埠以串列通訊（Serial Communication）來傳送和接受資料。透過此方法可以由遠端之個人電腦下達交通號誌之運轉控制模式至現場，亦同時將現場交通號誌之即時資訊及通過之車流量訊號回授給個人電腦，讓監控程式自動作下一步控制命令之判斷與下達，以實際達成雙向即時監控之目的。

四、人機介面（HMI）之操控畫面設計：

本研究另外利用”人機介面”（Human-Machine Interface）作為交通號誌遠端監控系統設計介面之一環，其主要是利用人機介面螢幕上所設計的面板功能作為監控操作及顯示現場交通號誌燈號之狀態。操作者可以很清楚方便的從人機介面面板上來進行監控，不必至現場即可觀測交通號誌轉換之動作。

人機介面主要是結合可程式控制器來應用，操作者可直接在面板上傳送命令給 PLC，PLC 同時也會回饋訊號至人機介面上。圖 10 為人機介面與 PLC 之關係示意圖：

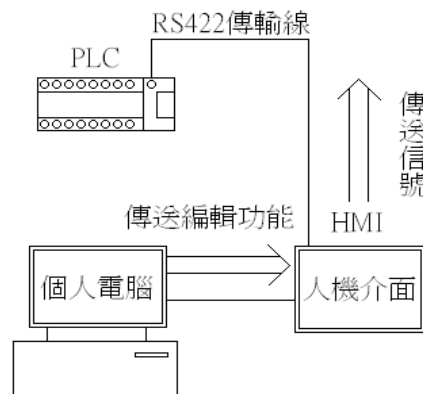


圖 10 人機介面與 PLC 之關係示意圖

圖 10 之示意圖中顯示必須先使用個人電腦來進行人機介面操控畫面之編輯設計，本研究所使用的人機介面為 Proface GP-2500 型人機介面，與三菱 PLC 作實際連結應用。人機介面上交通號誌燈號與控制功能鍵之功能設定及畫面編輯，為透過 GP 軟體來進行設計，再將設計好的操控畫面經由 RS-422 傳輸線，傳送至人機介面。表 2 為人機介面連接 PLC 之通訊協定

表 2 PLC 與人機介面連接之通訊協定

| HMI 設定 | | PLC 設定 |
|-------------------|------------|----------|
| Baud Rate | 9600 bps | (內建不可修改) |
| Data Length | 7 bit | ----- |
| Stop Bit | 1 bit | ----- |
| Parity Bit | Even | ----- |
| Data Flow Control | ER Control | ----- |
| Unit NO. | 0 | ----- |

本研究所設計完成之人機介面操控畫面，包括交通號誌執行模式切換畫面與交通號誌顯示畫面，如圖 11 及圖 12 所示，圖 13 為人機介面實際執行之顯示畫面狀態。

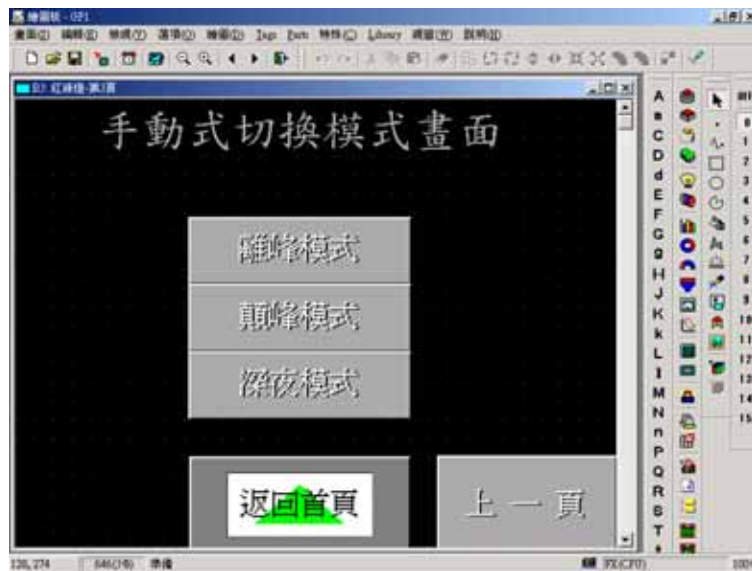


圖 11 交通號誌執行模式切換畫面

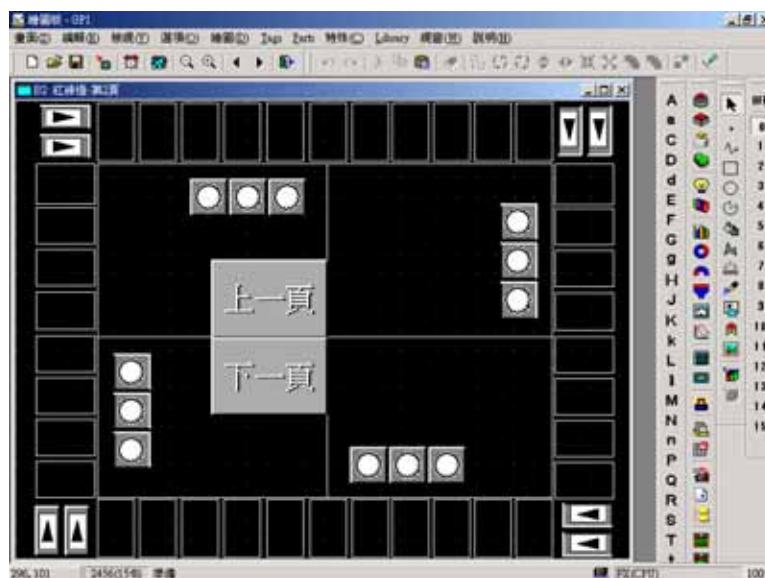


圖 12 交通號誌顯示畫面



圖 13 人機介面顯示狀態

參、研究成果與結論

在交通號誌監控系統的規劃設計過程中，交通號誌與控制器間透過交訊以達到雙向之監視與控制，對整個監控系統相當重要，並且影響系統整體運作之效率。可程式控制器(PLC)因其體積小及具備豐富的擴充模組，故能被廣泛應用；Visual Basic 軟體不但能夠提供了完善的視覺化介面，且具備許多物件連結功能，讓傾向於圖形化操控的人類更易覺得親近；而人機介面則可扮演人和機器間直接方便的溝通橋樑，讓操作者非常容易使用。

本研究利用可程式控制器、個人電腦與人機介面之結合應用，所設計完成之交通號誌遠端即時監控系統如圖 14，透過視覺化的交通號誌監控系統之設計，使系統操作者能於遠端接收交通號誌資訊並可直接下達操控指令，不但能自動切換交通號誌之控制模式，並能依照車流量彈性調整交通號誌秒數，達到自動化控制的目的，減少了實際人力控制的時間。利用本系統監控的方式可以不必讓系統使用者至路口確認交通號誌之動作，能降低可能傷害之危險，亦能減少人力資源之浪費，因此可達到有效節省人力與時間之目的，並且達成交通控制系統之設計目標，有效紓解交通壅塞問題。

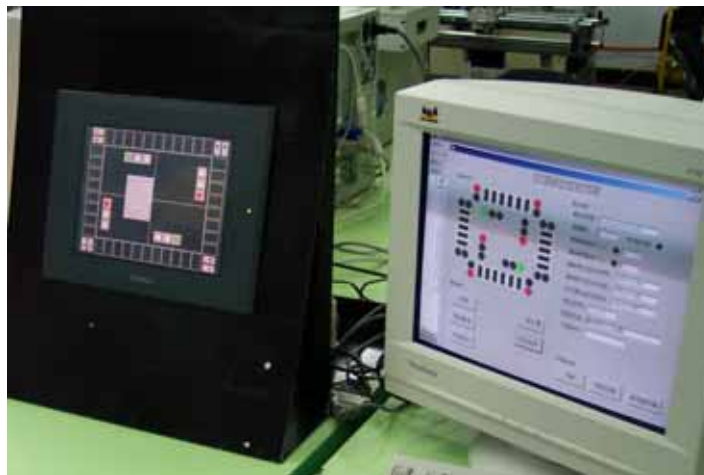


圖 14 交通號誌監控系統之實體

參考文獻

1. 魏錦貴、蘇志強、蔡一民、簡良堅，(1999)，”智慧型交通號誌控制器發展之研究”，智慧運輸通訊 ITS Taiwan's Newsletter 技術研究論文第一屆論文集。
2. 祝肇忠、賴坤正、簡良堅，(2000)，”智慧型交通終端控制器功能之研究”，八十九年道路交通安全與執法研討會論文集。
3. 葉吉祥、張銘順，(2000)，”如何打造安全和交通流暢之寬頻城市”，八十九年道路交通安全與執法研討會論文集。
4. 孫瑀，(2001)，”適合台灣地區先進交通安全設施介紹”，2001年道路交通安全與執法暨交通安全設施與器材國際研討會議論文集。
5. 洪志育、潘亞東編著，(2003)，”可程式控制器應用實習”，新文京開發出版有限公司。
6. 吳炳煌、黃仁清編著，(1998)，”FX2 可程式控制器原理與實習”，高立圖書有限公司，民國 87 年
7. 廖文輝編著，(2001)，”可程式控制器應用”，全華科技股份有限公司。
8. 廖文輝、周至宏編著，(1997)，”圖形監控”，全華科技股份有限公司。
9. 邱清成編譯，(1997)，”三菱可程式控制器與電腦連線原理”，全華科技股份有限公司。
10. 洪錦魁著，(2003)，”精通 Visual Basic 6.0”，文魁資訊股份有限公司。
11. 范逸之、陳立元等編著，(2001)，”Visual Basic 與串並列通訊控制實務”，文魁資訊股份有限公司。
12. 范逸之、陳立元等編著，(2001)，”Visual Basic 與 RS232 串列通訊控制”，文魁資訊股份有限公司。
13. 范逸之編著，(2002)，”Visual Basic 與分散式監控系統，使用 RS-232/485 串列通訊”，文魁資訊股份有限公司。
14. 宓哲民、劉春山、戴源良編著 (2001)，”VB 圖形監控 - F(A)X 系列 PLC”，文京圖書有限公司。
15. 三聯科技股份有限公司，(2003)，”GP 人機介面軟體操作手冊”。