

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會
作品說明書

高職組 電子、電機及資訊科

第一名

091003

便利公車招停系統-快樂上車平安到達

學校名稱：國立泰山高級中學

作者： 職二 余展鋒 職二 于祐讀 職二 李毓樺	指導老師： 鄭聰賢 張玉鼎
---	-----------------------------

關鍵詞：ZigBee 無線電應用、人機介面應用、RFID
悠遊卡

得獎感言



經過這次的比賽，讓我深深的體會到團隊合作的重要性，不論是成品的實作以及軟體的設計以及最後的資料統整，均需要全體組員的合作，才能較為完善的成效出現。

競賽時，每個評審教授的發問也都是針對我們平常在製作時會遇到的各種問題，因此，我們也能以平常的解決方案和修改過程中來應對，從剛開始到比賽的過程中，讓我們進步了許多，也學習到了很多東西，也學會遇到問題就要想辦法去解決它，這些是平常根本學習不到的東西。最後，感謝評審們對我們的肯定，也感謝老師們的耐心指導，如果沒有老師的指導，我們也不會有這樣的成績。

摘要

目前有許多較先進的公車及公車站，裝置了 GPS 定位通訊系統，對乘客提供公車到達的預估時間，但未有其他更進一步的功能。本公車招停系統，讓乘客選擇所欲搭乘公車班次，在公車即將到達前以語音、字幕通知乘客，並自動發射訊號招停公車，不需隨時緊盯馬路，隨時擔心班車是否到達；另外，可通知司機下站有人搭車，要提早變換車道進行靠站，以免公車未妥善靠站，乘客須進入馬路上車，造成意外。

我們結合無線電通訊、觸控螢幕人機介面、悠遊卡讀卡機、語音、LED 字幕及數位電路構成本系統。本系統分站牌端與公車端兩大于系統，站牌端系統透過語音、LED 字幕通知乘客某部公車將進站的訊息，並提供兩種操作模式：

(1)預約招停：

乘客可在公車未到達前，透過觸控螢幕及悠遊卡，預先選擇欲搭班車線路，待公車到達時即自動發射訊號招停。

(2)即時招停：

公車進入無線電收訊範圍時(約 300 公尺)，使用按鈕(不須悠遊卡)招停公車。當公車端系統接收到招停訊號，系統會發出語音及簡單的燈號通知司機，進而提前變換車道靠站。

捷運雖然是大都會地區最方便的大眾運輸工具，但在中密度的都市中，公車依然非常普遍地被利用，尤其在目前追求環保，鼓勵使用大眾運輸工具的時代，能夠提供更便利、安全的交通方式，也視為一個國家進步的象徵。

壹、研究動機

現在大都市所使用的 e 化公車，雖然有衛星定位系統，甚至可以用手機查詢公車位置，讓乘客可以節省時間。但是等待公車時，有時因為距離太遠，看不清楚公車號碼，而未能及時攔車。或是因為天暗、車多…公車司機未能妥當靠站，致使乘客必須進入車道才能上車，容易發生危險。

如果能提前通知乘客所搭公車即將到站；司機也能知道前方站牌將有乘客上車，並提前切換車道、妥善靠站，司機也不會需要注意是否有人攔車而分心造成意外事故，使搭乘公車成為更佳便利、安全的交通方式，以增加人們搭乘大眾運輸工具的意願，進而達到環保節能的目的。

貳、研究目的

為使搭車更加便利、安全，我們設計一套便利型公車站牌，使乘客能夠根據燈號、語音提醒得知公車即將到來，並可按下乘車鈕來通知司機靠站、上車。或得知班車客滿訊息。

- 讓乘客在遠方即知道接近之公車號碼。
- 讓乘客不會錯過班車
- 讓乘客可以提早得知公車客滿
- 讓乘客不需緊盯馬路，更悠閒地等待公車
- 防止司機沒有看到乘客攔車而錯過載客
- 讓司機可以提前得知下站乘客搭車訊息，進而提前變換車道，妥善靠站。

參、研究設備器材

主要設備：

ZigBee 無線電定位系統 CC2430EB



RFID 悠遊卡讀卡機



人機介面 PRO-FACE AGP3500



PLC 可程式控制器 FX2N



CPLD 實驗板 ALTERA EPM7128SCL84-15



SD178A 中文文字轉語音 IC



軟體：

1. KiCad (PCB Layout 程式)
2. TINA (模擬實驗程式)
3. GP-PRO EX (人機畫面編輯程式)
4. EXGP WIN-T (PLC 編輯程式)
5. Keil uVision3 (8051 編輯程式)
6. A12-0001 89CXX (8051 燒錄程式)
7. Quartus II (CPLD 編輯、燒錄程式)
8. IAR Embedded Workbench IDE

輔助設備：

1. 禾宇電路板雕刻機 EP2006
2. 8051 單晶片
3. 示波器
4. 麵包板
5. 三用電表
6. 喇叭
7. 電源供應器

肆、研究過程及方法

一、狀況研究

- 當公車接近如何使站牌之乘車燈號亮起？

解決方法：於公車上不斷發射無線電訊號，當站牌接收到公車標示訊號時即亮起乘車燈號（綠燈）。

- 若車子已靠站、乘客上車完畢，如何使乘車燈號熄滅？

解決方法：公車關門時發送關門訊號，站牌端接收到訊號即消除所有燈號。

- 若兩台以上公車同時到達如何區別不同路公車呢？

解決方法：各班公車使用不同無線電編碼。

- 若公車客滿時，如何通知乘客無法靠站呢？

解決方法：公車端發射客滿訊號使站牌紅燈亮起。

- 若有人惡作劇亂按乘車鈕，造成司機困擾如何解決？

解決方法：經過悠遊卡辨識之後才可選取乘車鈕，而減少惡作劇的發生。

- 若有人沒有悠遊卡，該如何搭乘公車呢？

解決方法：當公車靠近站牌後，站牌之乘車燈亮起，才接受乘客要求攔車。

- 若選取三班公車，一班公車來搭上車，其他兩班該如何消除？

解決方法：以記憶體方式處理，記憶成一層一層，當該班公車載客離開之後，記憶體就會收尋該班公車並將其層全消除。

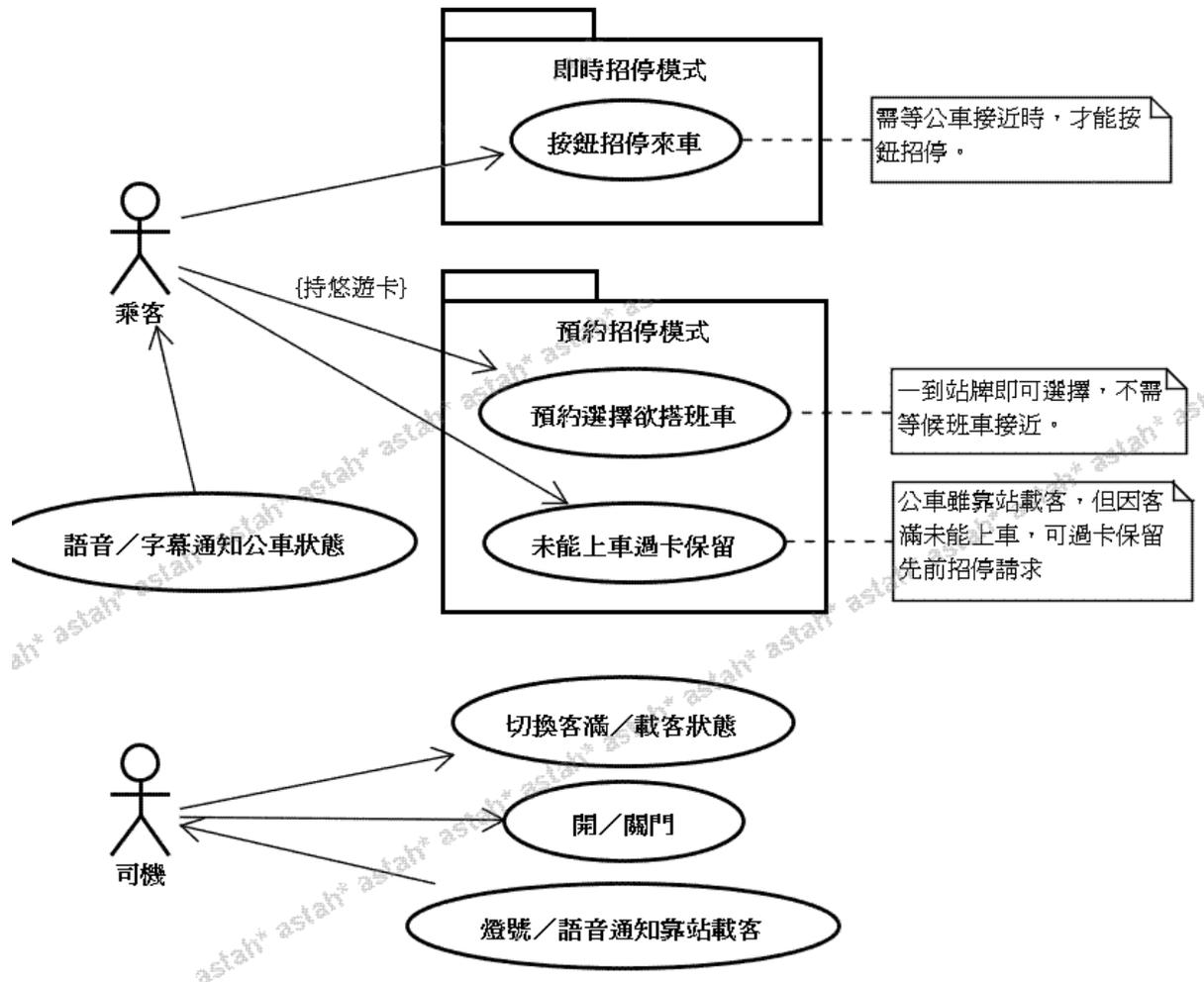
- 若 A 乘客看到 B 乘客所選取的公車和他一樣而就沒有再去按，但是 B 乘客後悔不想搭此班公車而取消，但是 A 乘客不知道，導致 A 乘客沒攔到公車該如何處理？

解決方法：人機介面功能是只要有人選取公車了，所有乘客所選取的公車一定會被攔下來也沒有取消動作，使得每一個人必須要去按他想搭乘公車，可避免公車未攔到情形發生。

- **兩台公車發射訊號的在空中碰撞，導致站牌端沒有收到公車訊號該如何解決？**
解決方法：無線電收發器使用 ZigBee 系統，其內部採用 CSMA/CA 方式的頻道存取，公車端發送訊號前先確認空中有無其他公車訊號，在空中無訊號時才發射。
- **兩台公車同時發射訊號，在空中碰撞，導致站牌端沒有收到公車訊號該如何解決？**
解決方法：CSMA/CA 方式在公車在發射訊號同時也一邊確認著空中的訊號，發現訊號在空中碰撞後，隔亂數秒後再重新執行一次發送程序，大幅降低碰撞機率。
- **兩台路線相同的車子同時抵達公車站，導致站牌端顯示資料錯亂該如何解決？**
解決方法：利用程式編寫優先權，接近>可搭乘>客滿>離站。
- **無線收發器利用電池供電，會不會很快沒電？**
解決方法：ZigBee 強調低耗電量，使用電池壽命也可長達 3~5 年（視情況而定）。
- **實地測驗發現公車站牌距離不一，如何控制站牌接收公車訊號的收訊範圍？**
解決方法：改變站牌端訊號收發器功率，即可控制收訊範圍大小。

二、解決方案

使用案例圖



”即時招停”功能說明

公車進入無線電接收範圍時，乘客才可按下一台班車按鈕，並發射乘車訊號給公車，公車回應確認訊號達成攔車目的。

案例說明：

等待公車進入接收範圍，乘客才可以選取一班公車搭乘。

公車離開接收範圍後，訊號消除。

若公車上客滿乘客，司機可以切換至客滿狀態提醒乘客。

”預約招停”功能說明

公車不需要進入無線電接收範圍，乘客就可以按下多台班車按鈕，待公車到時自動發射乘車訊號給公車，公車回應確認訊號達成攔車目的。

案例說明：

於觸控螢幕選好欲搭班車，使用悠遊卡刷卡確認後即可，任一班車到站，系統即自動要求司機靠站，並通知乘客上車。

公車靠站後，若客滿而未能上車之乘客可於公車關門後，離開收訊範圍前，重新過卡(無需再重新輸入各班車)，以保留班車招停要求，待下班車來即自動要求靠站上車。

若公車雖然來到，但因客滿未能靠站載客，則通知乘客，並保留班車招停請求。

操作流程說明：

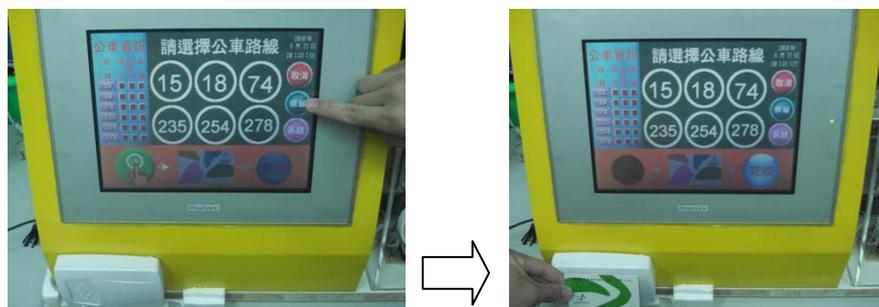
”預約招停”操作步驟：

- 1、選取欲搭乘班次
- 2、過悠遊卡



”未上車保留”操作步驟：

- 1、在公車關門後、訊號消失前按下保留
- 2、再過一次悠遊卡



三、系統說明

(一) 無線電通訊與編碼

無線電通訊方式



無線電編碼

為了區別雙向公車之目的，利用無線電訊號來進行資料傳輸，我們所用的收發模板提供八位元的位址訊號和四位元的資料訊號，公車與站牌間之雙向通訊以不同的位址作為區別，資料位元則代表不同的班車號碼與動作代號，其詳細編碼如下：

公車→站牌(位址 00000000)

編碼規則：

8 位元編碼，表示為 HGFEDCBA。

DC 位元為公車代碼(bus_code)；BA 位元為動作代碼(action_code)

公車編碼

HGFEDC	意義
000000	不使用
000001	1 號公車
000010	2 號公車
000011	3 號公車
000100	4 號公車
000101	5 號公車
000110	6 號公車
111111	不使用

動作編碼

BA	意義
00	公車關門
01	公車進入收訊範圍
10	公車確認靠站
11	公車客滿

站牌→公車(位址 00000001)

編碼規則：

8 位元編碼，表示為 HGFEDCBA。

DC 位元為公車代碼(bus_code)；BA 位元為動作代碼(action_code)

公車編碼

HGFEDC	意義
000000	不使用
000001	1 號公車
000010	2 號公車
000011	3 號公車
000100	4 號公車
000101	5 號公車
000110	6 號公車
111111	所有的公車

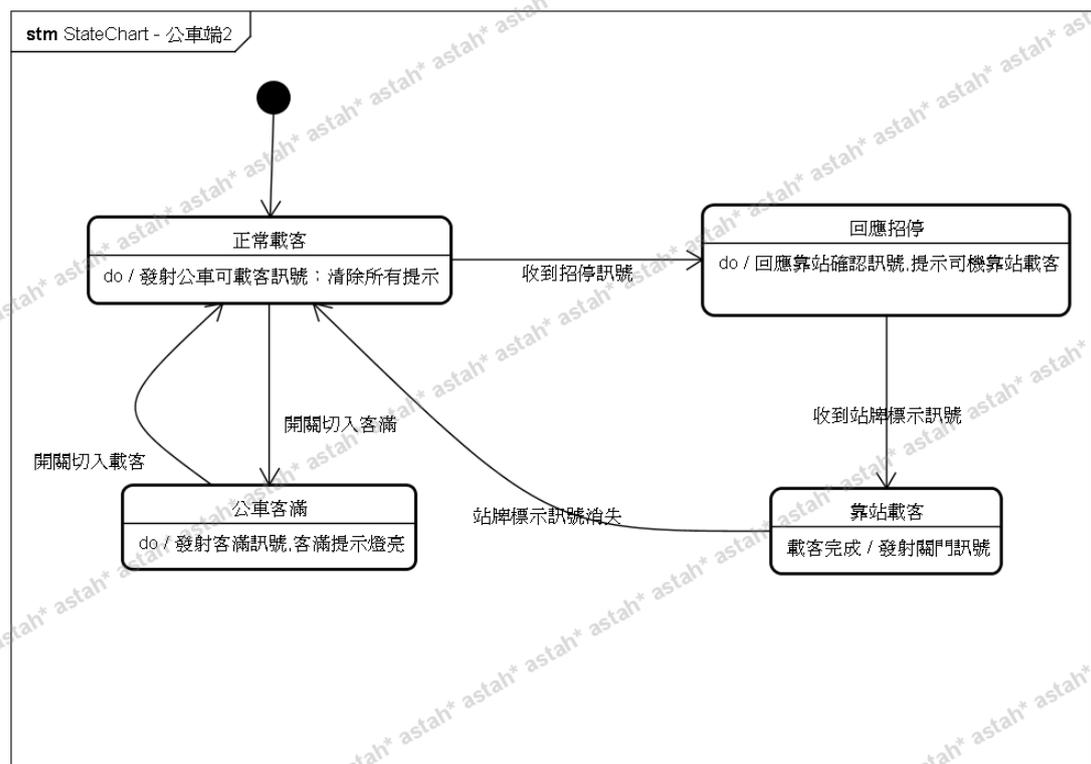
動作編碼

BA	意義
00	不使用
01	站牌標示訊號
10	招停訊號
11	

(二) 系統狀態圖

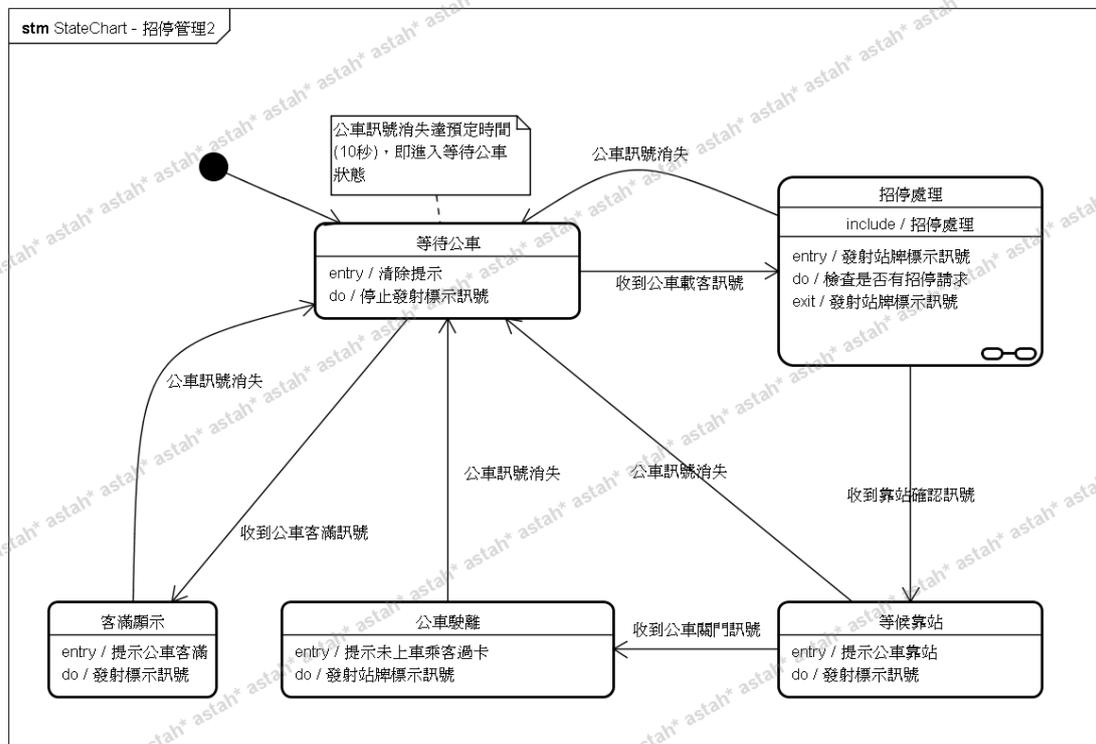
公車端

- 正常載客狀態：當公車處於兩站牌間，沒有接收到任何訊號時。
- 回應招停狀態：當站牌收到公車招停訊號，之後在發射確認訊號亮黃燈。
- 靠站載客狀態：當載客關上門之後，發射關門訊號，提醒可以開始過卡確認。
- 通知客滿狀態：當公車客滿時，司機按下客滿按鈕發送客滿訊號亮紅燈。

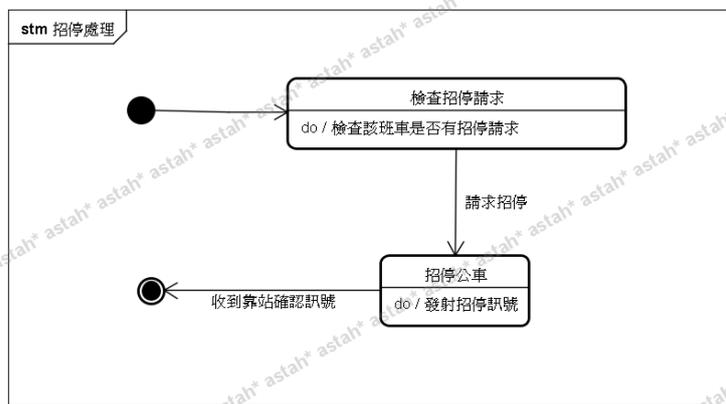


站牌端

- 等待公車狀態：當公車訊號消失也未有公車進站之時。
- 招停處理狀態：當接收到公車載客訊號後即進入招停處理狀態，處理乘客之招停請求。
- 等候靠站狀態：當站牌接收到公車確認訊號後，利用語音和字幕提示公車靠站並發射標示訊號。
- 公車駛離狀態：當公車門關閉後，字幕和語音提醒未上車乘客過卡並發射站牌標示訊號。
- 客滿顯示狀態：當公車進入接收範圍，但公車已滿，司機撥到客滿狀態並發送客滿訊號亮紅燈。

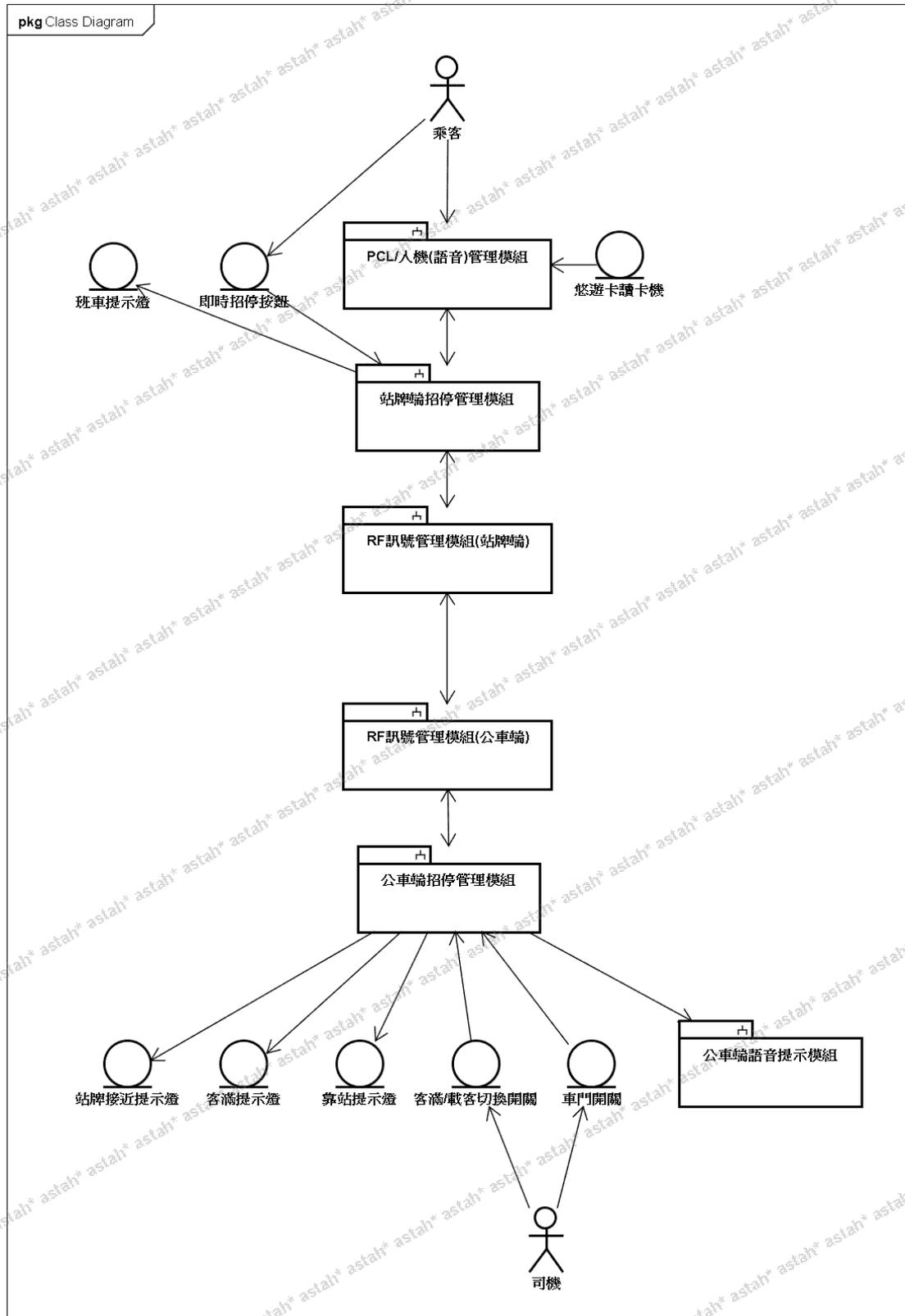


● 招停子狀態



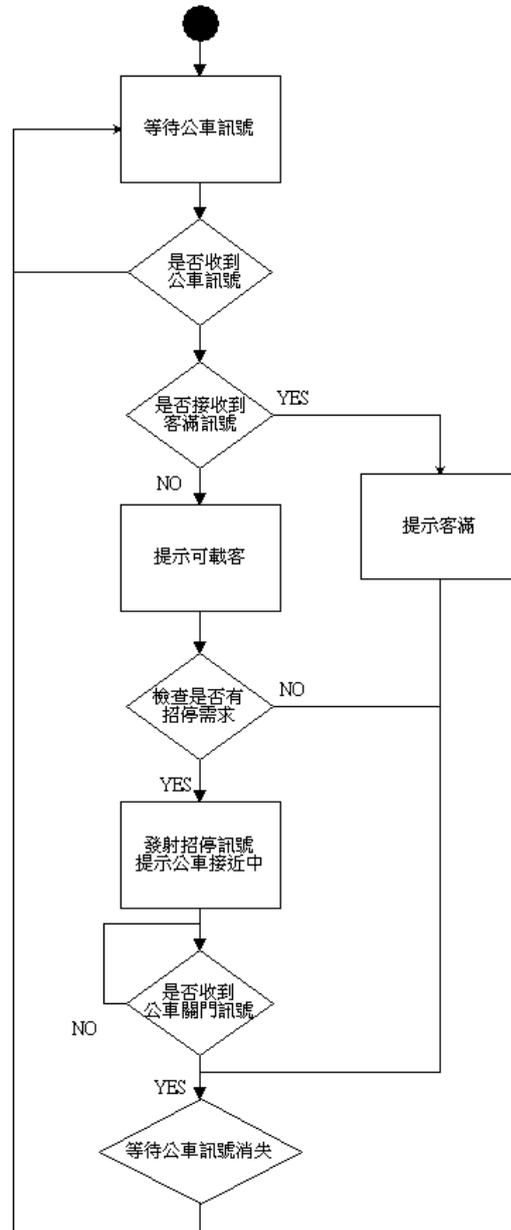
(三) 架構圖及各模組任務說明

整體系統架構圖



站牌端招停管理模組任務說明

- 接收到公車端訊號時，回覆站牌標示訊號。
- 接收到公車可載客訊號時，字幕顯示到站，語音同步提示。
- 接收到公車客滿訊號時，字幕顯示客滿，語音同步提示。
- 檢查即時招停與預約招停對公車的招停請求。
- 若有招停需求，發射招停訊號，收到公車確認靠站訊號後，字幕顯示停靠中，語音同步提示。
- 將公車狀態傳送至 PLC/人機。
- 收到公車關門訊號，語音提示未上車乘客過卡保留招停需求。
- 提供各線公車訊號是否存在之狀態。



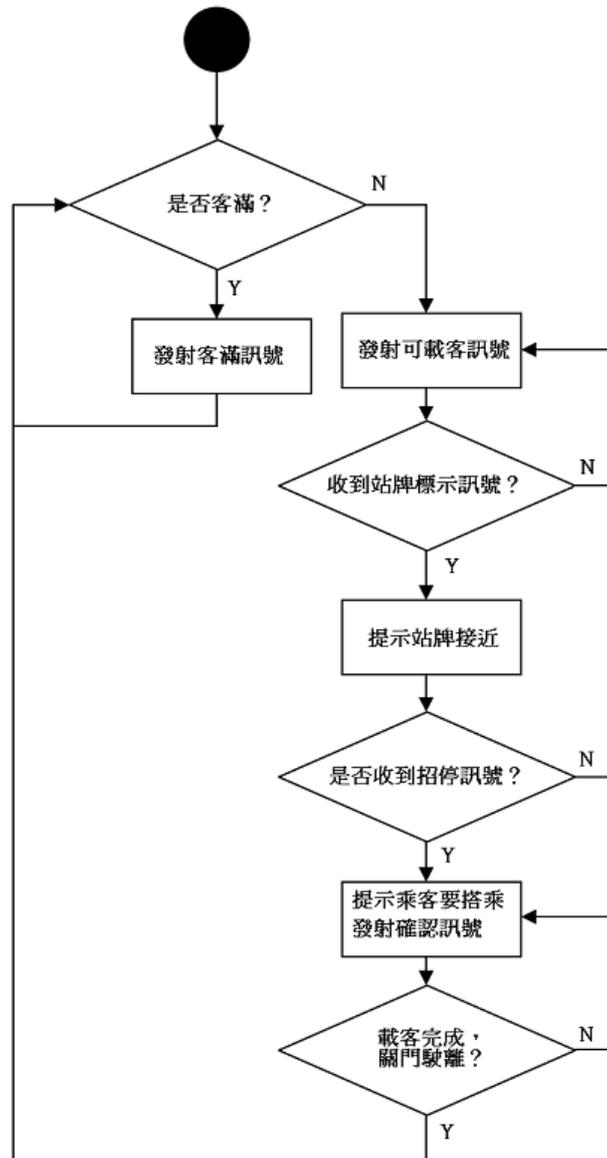
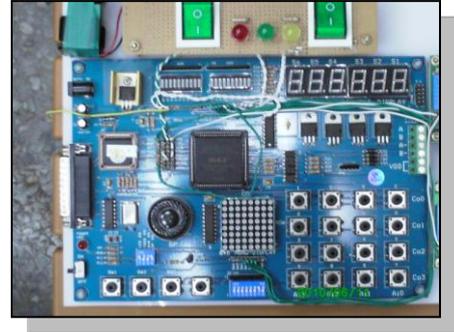
ZigBee RF 收發模組任務說明

- 負責發射、接收公車與站牌間之無線電訊號。
- 發送招停管理模組所請求之訊號。
- 實行訊號收／發管理機制－採用 IEEE 802.15.4/ZigBee 通訊協定。
- 採用 2.4GHz ISM 頻帶。
- 訊號碰撞管理－採用 CSMA／CA 方式，確認頻道在一定時間內處於空頻道狀態，並隨機等待一定時間後發送資料的方式。
- 室外收發傳送距離 300m。

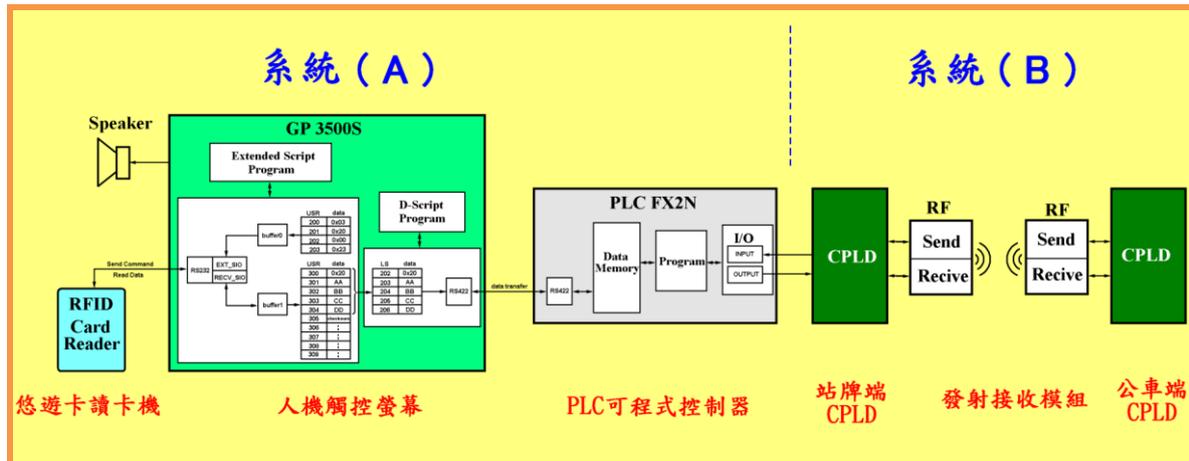


公車端招停管理模組任務說明

- 持續提供訊號狀態給收發模組，以便站牌端辨識公車是否存在。
- 接收到站牌標示訊號時，綠燈亮起以通知司機接近站牌。
- 接收到站牌端招停訊號時，回覆確認靠站訊號，同時黃燈亮起以通知司機有乘客要上車。
- 司機利用開關接換客滿 / 可載客狀態，將訊號利用收發器告知站牌，另外在客滿狀態時紅燈亮起，不理會站牌通知招停。
- 司機利用開關控制開 / 關門，將訊號利用收發器告知站牌。



PLC/人機管理模組說明



PLC/人機模組程式資料格式及用途說明

BRW(6 bits) : Bus Requesting Word

當乘客選擇班車路線，並以悠遊卡刷卡確認後，產生一"招車請求字組"(BRW)。每 1bit 代表一線公車代碼，當位元值=1 時，表示要求招停此線公車。

UID(17bits) : User ID 乘客悠遊卡的後 17 bits。

RR(1 bit) : Reserve Request

公車靠站後，因上車人數過多而客滿，未能上車之乘客可於公車關門後，離開收訊範圍前，重新過卡(無需再重新輸入各班車)設定 $RR = 1$ ，以保留班車招停要求。

UBRR(24 bits) : UID and Bus Requesting Record (UBRR [BRW | UID | RR])

當接收到新的 BRW 時，將 $BRW + UID + RR$ 匯集成一筆 UBRR，寫入記憶體中。

TBRW(6 bits) : Total Bus Requesting Word

表示目前所有乘客的招車請求，站牌端系統檢查此字組來決定是否對來車招停。

公車離開收訊範圍後，更新 TBRW，除保留的乘客之記錄外($RR = 1$)，刪除其他該班車乘客的招停要求記錄，重新產生 TBRW，並清除保留請求記號(重設 $RR = 0$)。

BAC(6 bits) : Bus and Action Code

通知 PLC/人機系統目前之公車動作狀態。



PLC/人機系統之 I/O 介面及編碼表

● 輸入(站牌端系統→PLC/人機介面) BAC

B₂B₁B₀ : 公車代碼

B ₂ B ₁ B ₀	意義
000	不使用
001	1 號公車
010	2 號公車
011	3 號公車
100	4 號公車
101	5 號公車
110	6 號公車
111	代表所有公車

A₂ A₁A₀ : 動作代碼

A ₂ A ₁ A ₀	意義
000	不使用
001	公車進入收訊範圍
010	確認靠站回應
011	客滿通知
100	公車關門
101	公車離開收訊範圍

PLC 接點對應

名稱	BAC						BAC Trigger
	B ₂	B ₁	B ₀	A ₂	A ₁	A ₀	
PLC 接點	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7

● 輸出(PLC/人機介面→站牌端系統) TBRW

PLC 接點對應 TBRW Trigger(1 bit), TBRW 輸出控制訊號。

名稱	TBRW						TBRW Trigger
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	
PLC 接點	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7



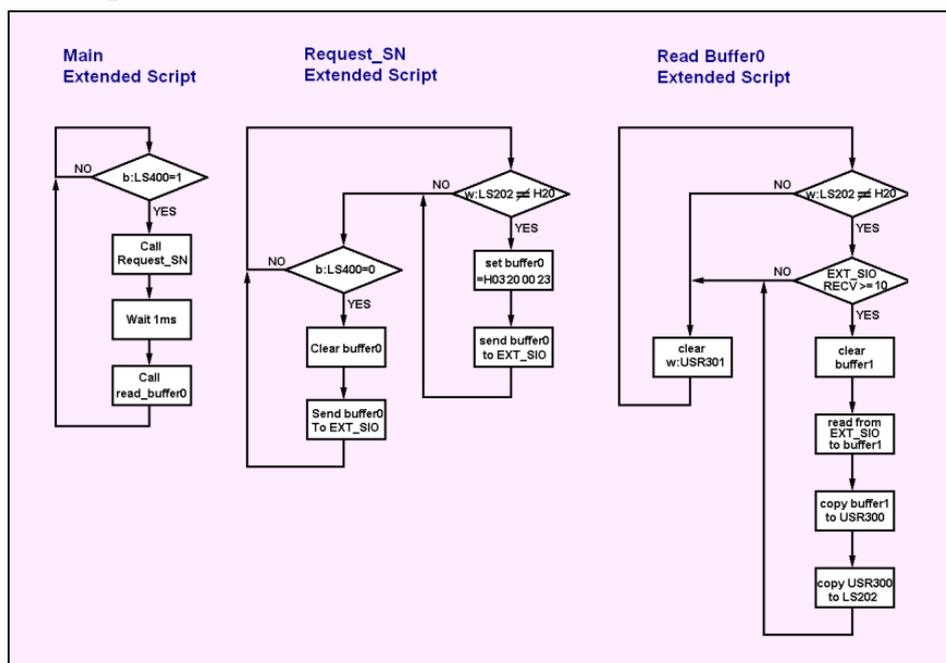
RFID 讀卡機與人機 RS-232 連線

編寫 Extended Script 主程式使讀卡機讀取卡號並儲存至人機，含：

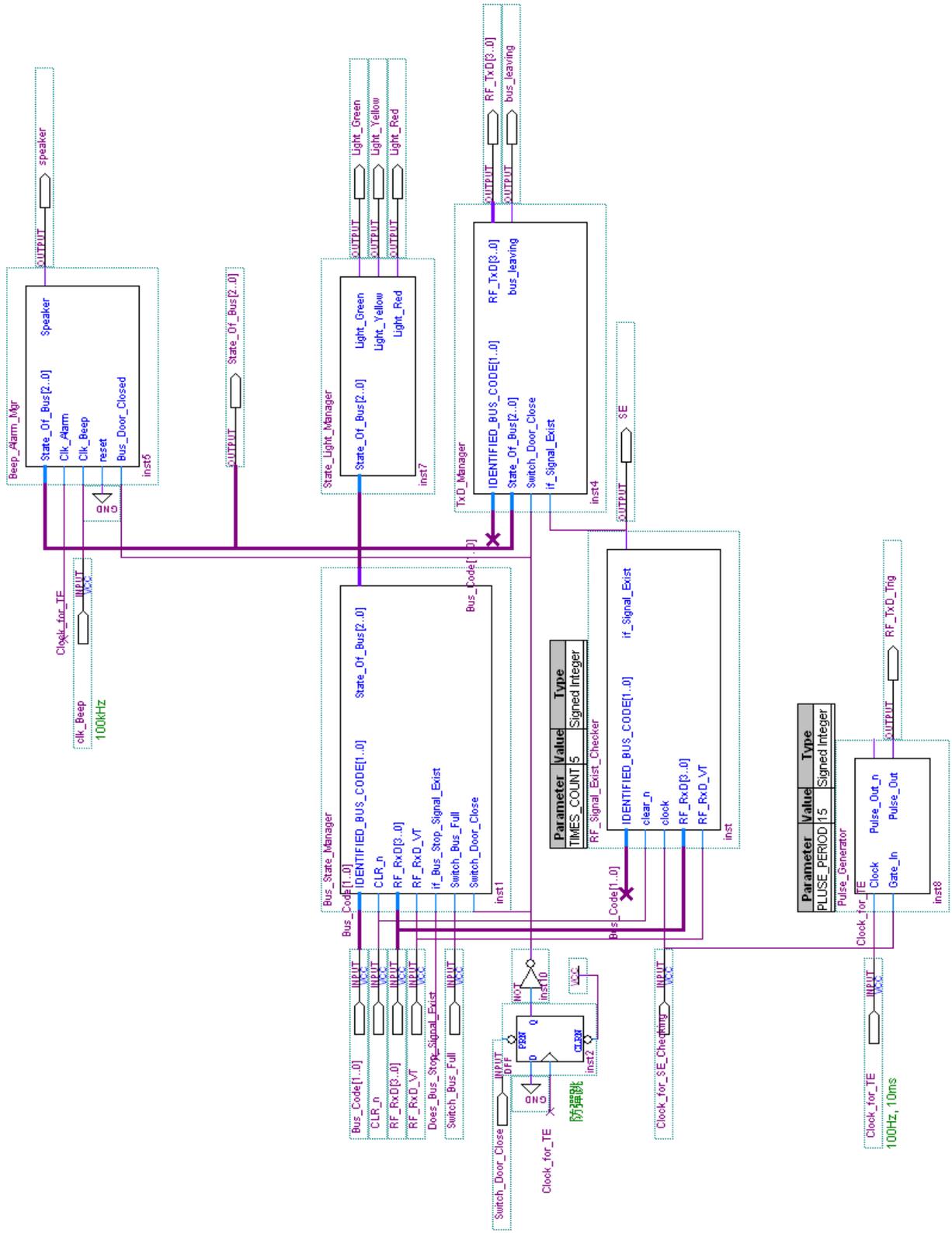
A. Request_SN Script

B. Read buffer Script

編寫 D-Script 程式：讓人機記憶體與 PLC 資料記憶體之間讀寫



公車端電路圖 (Quartus II // Block Diagram/Schematic File)



PLC/人機管理模組程式

0	LD	M8002			
1	ZRST	S0	S899		
6	ZRST	D20	D699		
11	RST	V			
14	RST	Z			
17	SET	S1			
19	SET	S2			
21	OV	K1	D8		
26	ZRST	D200	D699		
31	LD	M59			
32	MOV	K0	D50		
37	LD	M60			
38	OUT	M80			
39	ZRST	D300	D600		
44	ZRST	Y000	Y005		
49	ZRST	D600	D650		
54	LD	X007			
55	ANI	S0			
56	SET	S0			
58	STL	S0			
59	WAND	H003F	D101	D52	
66	LDI	M10			
67	MOV	K2X001	D101		
72	LDI	X007			
73	MOV	D52	D53		
78	SET	S200			
80	STL	S2			
81	LD	M103			
82	OUT	M104			
83	LD	M152			
84	ANI	M103			
85	OUT	M105			
86	STL	S1			
87	CMP	K0	D50	M150	
94	CMP	K0	D51	M166	
101	MOV	D203	D207		
106	MOV	D204	D208		
111	MOV	D205	D209		
116	MOV	D206	D210		
121	MOV	D50	D51		
126	CMP	H0020	D202	M100	
133	LD	M152			
134	OUT	T10	K70		
137	LD	T10			
138	MOV	K0	D50		
143	LD	M101			
144	ANI	S0			
145	SET	S20			
147	STL	S20			
148	ROLP	D207	K8		
153	ROLP	D209	K8		
158	WOR	D207	D208	D100	
165	WOR	D209	D210	D200	
172	CMP	K0	D100	M113	
179	CMP	K0	D200	M116	
186	MOV	K0	D50		
191	CMP	HFA24	D100	M200	
198	CMP	H8F75	D200	M203	
205	OUT	M80			
206	LD	M201			
207	AND	M204			
208	MOV	K3	D8		
213	OUT	M206			
214	SET	S92			
216	LD1	M114			
217	ANI	M117			
218	ANI	M206			
219	OUT	T2	K1		
222	OUT	M119			
223	LD	M119			
224	AND	T2			
225	SET	S30			
227	MOV	K9	V		
232	STL	S30			
233	CMP	D100	D300V	M120	
240	CMP	D200	D400V	M123	
247	CMP	K0	D500V	M126	
254	CMP	K64	D51	M169	
261	LD	M127			
262	MOV	V	Z		
267	LD	M121			
268	AND	M124			
269	SET	S40			
271	LDI	M121			
272	ORI	M124			
273	SET	S50			
275	STL	S40			
276	CMP	K0	D51	M132	
283	LDI	M133			
284	ANI	M170			
285	SET	S41			
287	LD	M133			
288	ANI	M170			
289	SET	S42			
291	LD	M170			
292	MOV	K0	D620V		
297	MOV	K0	D610V		

302	MOV	K0	D600V						
307	OUT	S91							
309	STL	S41							
310	MOVP	D51	D500V						
315	OUT	S70							
317	STL	S42							
318	MOV	K0	D300V						
323	MOV	KO	D400V						
328	MOV	KO	D500V						
333	OUT	S70							
335	STL	S50							
336	DECP	V							
339	CMP	K0	V	M135					
346	LDI	M135							
347	OUT	S30							
349	LD	M135							
350	SET	S60							
352	STL	S60							
353	CMP	K0	D51	M138					
360	LD	M139							
361	OUT	S70							
363	LD	M139							
364	SET	S62							
366	STL	S62							
367	MOV	D100	D300Z						
372	MOV	D200	D400Z						
377	MOV	D51	D500Z						
382	LD	M8000							
383	SET	S70							
385	STL	S70							
368	RST	V							
389	RST	Z							
392	RST	D550							
395	ZRST	D50	D210						
400	LD	M8000							
401	SET	S80							
403	STL	S80							
404	WOR	D550	D55Z	D550					
411	CMP	K9	Z	M141					
418	LD	M141							
419	SET	S82							
421	LD	M142							
422	SET	S90							
424	STL	S82							
425	INCP	Z							
428	OUT	S80							
430	STL	S90							
431	WAND	H003F	D550	D551					
438	MOV	D551	K2Y000						
443	OUT	TO							
446	LD	TO							
447	SET	S91							
449	STL	S91							
450	OUT	T11	K20						
453	OUT	M103							
454	LD	T11							
455	SET	S92							
457	STL	S92							
458	ZRST	S20	S99						
463	ZRST	D100	D206						
468	MOV	K0	V						
473	MOV	K0	Z						
478	OUT	M80							
479	SET	S2							
481	SET	S1							
483	STL	S200							
484	RORP	D53	K3						
489	WAND	H00F	D53	D53					
496	CMP	K1	D53	M160					
503	LDI	M161							
504	SET	S201							
506	LD	M161							
507	SET	S206							
509	STL	S206							
510	MOV	K1	Z						
515	MOV	K1	V						
520	OUT	S220							
522	STL	S201							
523	CMP	K2	D53	M163					
530	LDI	M164							
531	SET	S202							
533	LD	M164							
534	SET	S207							
536	STL	S207							
537	MOV	K2	Z						
542	MOV	K2	V						
547	OUT	S220							
549	STL	S202							
550	CMP	K3	D53	M160					
557	LDI	M161							
558	SET	S203							
560	LD	M161							
561	SET	S208							
563	STL	S208							
564	MOV	K4	Z						
569	MOV	K3	V						
574	OUT	S220							
576	SET	S203							
577	CMP	K4	D53	M163					
584	LDI	M164							
585	SET	S204							
587	LD	M164							
588	SET	S209							
590	STL	S209							
591	MOV	K8	Z						
596	MOV	K4	V						

875	MOV	K0	D300V		
880	MOV	K0	D400V		
885	MOV	K0	D500V		
890	LD	M8000			
891	OUT	S234			
893	STL	S234			
894	INCP	V			
897	CMP	K10	V	M174	
904	LDI	M175			
905	OUT	S231			
907	LD	M175			
908	SET	S250			
910	STL	S250			
911	RET	V			
914	RET	Z			
917	RET	D550			
920	ZRST	D50	D210		
925	LD	M8000			
926	SET	S251			
928	STL	S251			
929	WOR	D550	D500Z	D550	
936	CMP	K9	Z	M90	
943	LD	M90			
944	SET	S252			
946	LD	M91			
947	SET	S260			
949	STL	S252			
950	INCP	Z			
953	OUT	S251			
955	STL	S260			
956	WAND	H003F	D550	D551	
963	MOV	D551	K2Y000		
968	OUT	S228			
970	RET				
971	END				

伍、研究結果

根據我們實驗結果，把公車端系統放置於公車上，並把站牌端系統放在站牌測試，其整體來說動作流暢而完全吻合我們想要的動作，但是當公車於轉彎處會使無線電發射接收有所阻礙，必須多加裝路由器。

實作成品

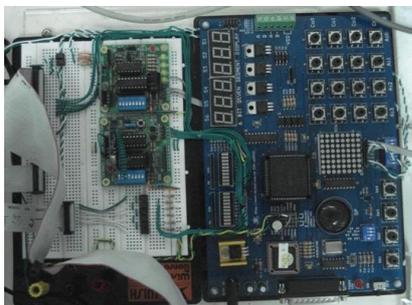
站牌模型



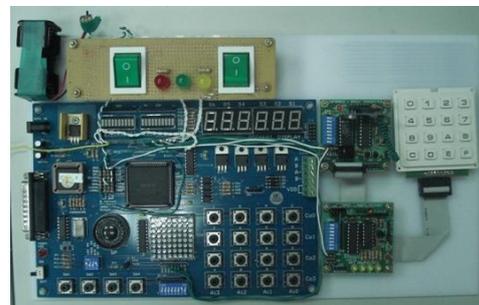
PLC/人機介面(觸控螢幕)



站牌電路模型



公車電路模型



陸、研究討論

本系統可考慮結合悠遊卡充值…等功能，來增加其設備利用價值、藉由螢幕廣告來平衡收益。或者，只建置單選模式的招停系統，設備僅需要 ZigBee RF 收發器、簡單的按鈕及指示燈。

未來的系統，規劃僅需輸入目的地即可自動挑選班車路線，予以自動招停，使搭乘公車不再是件傷腦筋的事。

柒、研究結論

經過我們實際測驗後，確實可以改善因距離太遠、看不清楚公車號碼，而未能及時攔車的狀況，或是因為天暗、車多…公車司機未能妥當靠站，致使乘客必須進入車道才能上車。

將來我們可以結合一套公車資訊系統，讓乘客可以查詢到達該目的地的班車，縱使不知道有哪些班車可以到達，經過系統判斷就可以顯示所有可以到達的班車，並且系統也會自動發射訊號招停。

捌、參考資料

數位無線電專題製作 (民 92) 盧明智、陳政傳、莊晉東 台北:台科大

電子電路實作技術 (民 95) 陳本源 台北:全華

數位電路實作與應用 (民 93) 張榮洲、沈達三 台北:全華

可程式控制實習 (民 90、94) 彭錦銅 台北:台科大

電子實習-使用 TINA 模擬分析 (民 90) 張義和 台北:台科大

數位邏輯設計 (民 98) 黃慶璋、蔡忠勇 台北:台科大

單晶片控制實習－組合語言 (民 91) 蔡朝洋 台北:全華

8051 單晶片原理與應用－使用 C 語言 (民 97) 黃嘉輝 台北:台科大

ZigBee 開發手冊 (民 97) 鄭立 著、孫棣 譯 台北:全華

KICAD 的教學(http://www.kicadlib.org/Fichiers/KiCad_Tutorial.pdf)

KICAD 的載點(http://kicad.sourceforge.net/wiki/index.php/Main_Page)

【評語】 091003

- 1.能發揮創意、善用巧思及充分應用所習得之知識與技能於日常生活品質的提昇上，所研發完成之作品較現在公車資訊系統更具多元功能及便利性，對公車停靠站安全，亦具助益，且各種情境及狀況之設想甚為周全，具實際應用價值及商品化潛力。
- 2.本作品之完成，軟體及硬體須兼顧，所應用技術包括：Zigbee 無線通訊、RFID、悠遊卡讀卡、文字轉語音、LED 字幕顯示控制、觸控螢幕人機介面及多種軟體程式設計等，團隊成員能充分發揮所學，刻盡全功，殊堪嘉許。
- 3.對預期目標的掌握度及實現度甚佳，理念的傳達亦甚清楚、明確，且能分工合作，共同完成作品。