

# 107年度學界協助中小企業科技關懷計畫

## 診斷計畫結案報告

計畫名稱：電動輪椅自動跟人技術開發

廠商名稱：成光科技股份有限公司

專家姓名：丁慶華

所屬單位：國立嘉義大學機械與能源工程學系

計畫期程：107年05月~107年10月

計畫編號：PS107130145

廠商編號：SF0980189

專家編號：SP0980514

中華民國 107 年 3 月 23 日

# 壹、計畫摘要

專家基本資料					
專家姓名		丁慶華		職稱	教授
現職	學校	國立嘉義大學		系所	機械與能源工程學系
	電話	05-2717642		傳真	05-2717561
		0972092596			
	E-mail	cting@mail.ncyu.edu.tw			
	地址	嘉義市學府路300號			
專長領域		控制工程(不含自動化)			
廠商基本資料					
廠商名稱		成光科技股份有限公司		創立日期	民國53年05月28日
統一編號		65240307		負責人	林信泉
通訊地址		嘉義市忠孝路676號			
連絡方式	聯絡人	王志文		職稱	經理
	電話	05-2763336320		傳真	05-2763516
	E-mail	chih-wen@sunpex.com.tw			

## 計畫成果摘要


計畫依序採用Zigbee RFID判別人體座標, 超音波距離感測器偵測目標物距離, 紅外線感測器偵測人體距離。RFID做為定位用, 其解析度與準確度太差, 因此並不是和此類動態的追蹤系統使用, 但可以建立無線網路監測系統來增加解析度與準確度, 此種架構可以應用在如廠房等的封閉空間; 紅外線感測器可以有效檢測出人體的距離, 但是它容易受到環境的干擾; 而超音波距離感測器對衣著材質較敏感。

過程中, 我們整合Zigbee RFID、超音波距離感測器、與紅外線感測器, 進行系統化的整合, 經過超過半年的研究, 在電動輪椅車的追蹤上, 可以不用Zigbee RFID做為定位以及遙控, 而可採用離座開關做為追蹤與否的選擇; 單獨採用超音波測距會是綴好的架構, 此部分結合動態軌跡追蹤與人工智慧, 可以提供經濟且高效能的追蹤。

就學校教育端, 藉由2批次共5位學生的參與及協助, 逐步建立系統開發的能量。第一批次由2位學生參與, 設計開發Zigbee RFID、超音波測距、紅外線測距、馬達操控、遙控技術, 並實車測試評估其可行性; 而第2批3位學生則鎖定採用超音波測距並開發動態軌跡追蹤與人工智慧, 第2批目前在進行中。

採用Arduino微控制器做為系統整合的工具。

計畫中也開發追蹤系統與既有馬達控制器的切換系統。

附件	
附件說明	附件
雛形車測試	

## 貳、計畫執行成果

### 一、主要工作項目

計畫實際工作，分成1.0，2.0，與3.0，目前完成1.0-2.0的工作，藉此過程，我們刪除不需要以及不可能的技術，而僅限縮於採用超音波測距。

#### △ 自走車1.0架構

##### 1. 紅外線感測器：

\*目標：欲使其能判別出前導者與自走車的相對方向，並與超聲波感應器合併建立出前導者之2D行走軌跡圖。

目前問題 由於紅外線感測器在移動時會受環境紅外線變動的干擾；欲建立背景值，用以比較兩者區分出前導者的方位，但因為向位不同的紅外線感測器，其背景值無相同趨勢，所以無法比較兩者；有人經過時的輸出波形也無特別特徵。

##### 2. 倒車雷達：

\*目標：欲使其偵測自走車周圍障礙物，並修正其軌道，並與超聲波感應器合併建立出前導者之2D行走軌跡圖。

##### -- 作動方式 --

a. 舊模式 偵測到障礙物時，由於要讓主要控制器判斷應該如何避障，所以在偵測到障礙物與做出避障動作之間會有1~1.5秒的間隔，無法及時避障，且由於馬達參數的原因，自走車避障時迴轉半徑較大。

b. 新模式 偵測到障礙物時，先讓自走車停止並倒退再進行避障動作，其中偵測到障礙物與倒退動作之間間隔小於1秒，且由於自走會靜止後再作避障動作，所以自走車避障時迴轉半徑也相對縮小。

修改方向 不希望每次避障前都要先倒退，所以希望加入”瞬間”的概念，也就是說，若障礙物是突然出現的，像是突然從前面經過的人，此時才需要停止並倒退。

##### 3. Zigbee：

\*目標：欲使其判別前導者的方位，並判斷使用者現在為搖控模式還是追蹤模式。

未來改善 由於Zigbee判斷方位的訊號比較不精確，所以之後可能只會保留一顆Zigbee，用來判斷使用者現在為搖控模式還是追蹤模式的功能。

4. 遙控/追蹤切換(繼電器) 以搭配好繼電器線路(目前先測試空載，用型號24LEG之繼電器，耐電流最大為10A)，還未實際測試，之後會換耐電流較大之繼電器，大約80A。

#### 自走車2.0架構

##### 1. 紅外線感測器：=== 刪除 ===

##### 2. 倒車雷達：

\*目標：欲使其偵測出前導者的位置，同時偵測周圍障礙物，並修正其軌道。

##### -- 作動方式 --

<前提> --- 使用者本身會避開障礙物(路徑前方無障礙物)，且附近無其他路人。

◇基礎設定：停止距離為0.3m，最大偵測距離為2m，使用者最大距離1.3m。

a. 追蹤模式 由前面四顆超聲波感測器為主，判斷出前導者可能的位置，再做出相對動作，並若感測出有物體太過接近，則立即停止。

b. 修正路徑模式 由左右側向兩顆超聲波感測器為主，若測出在一定距離內有障礙物，則先修正其軌道，再繼續進行追蹤；搭配Zigbee搖控模式，可以重新判斷前導者的方位。

◎ 發現問題 由於我們人身上穿的衣服，不會完全反射聲波，所以會使超聲波感測器讀到的數值不穩定或是錯誤，使自走車作動異常。

。光滑斜面、光滑球面 會使聲波往其他角度反射，故使探測困難。

- 海綿等吸音物體      聲波被物體吸收，探頭收不到回波，故使探測困難。
- 溫度、風、粉塵      由於聲波透過空氣傳導，固環境變化也須列入考慮。

### 3. Zigbee:

\*目標：判斷現在為搖控模式(joystick)還是追蹤模式，且加入遙控倒車(Zigbee)。  
 作動模式      因為目前超聲波感測器只能偵測出與前方物體的距離，但無法判斷是前導者還是障礙物，所以加入倒車遙控，在自走車追蹤錯誤時，可以先倒車再重新找出前導者的方位。

a. 若為人，則車待機  
 等待前導者下一步動作

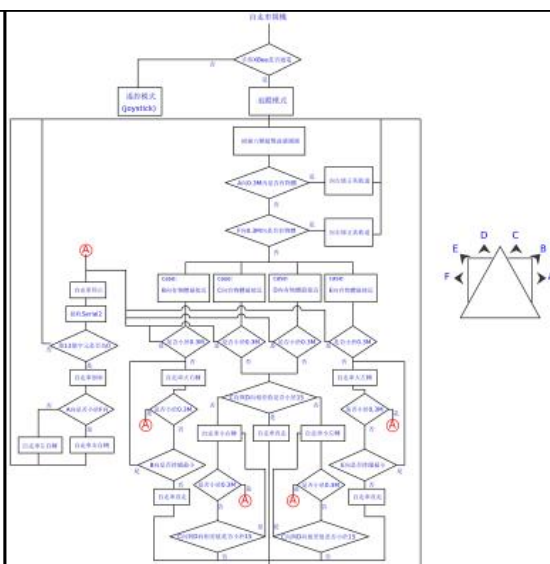
b. 若為牆，則代表追蹤錯誤  
 搖控倒車，並重新追蹤

### 4. 遙控/追蹤切換(繼電器)

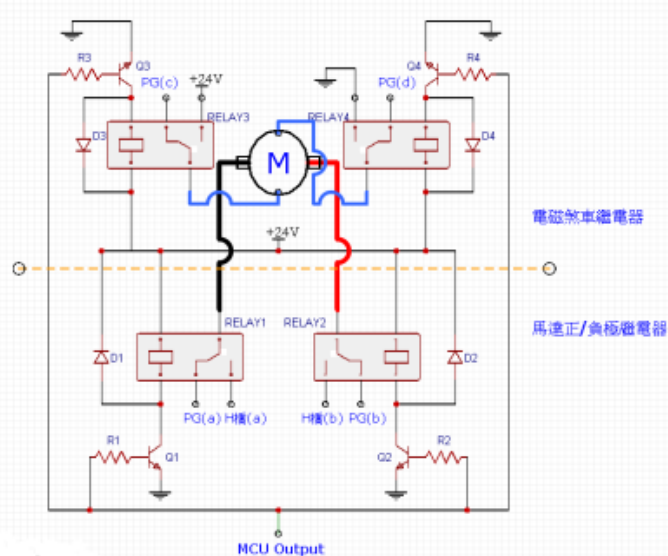
以測試過繼電器線路(目前先測試空載，用型號24LEG之繼電器，耐電流最大為10A)，之後會換耐電流較大之繼電器，大約80A。

附件	
附件說明	附件
硬體架構圖	
僅採用超音波測距架構圖	

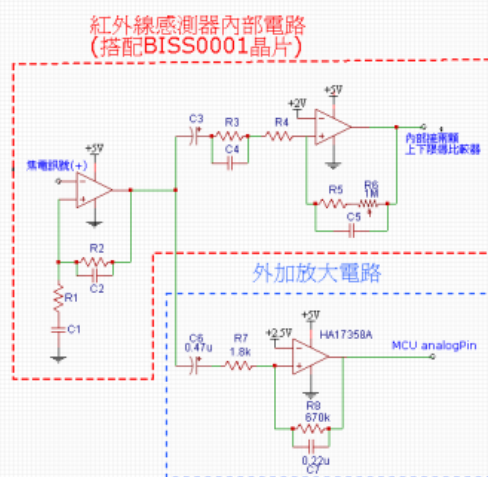
系統控制流程圖



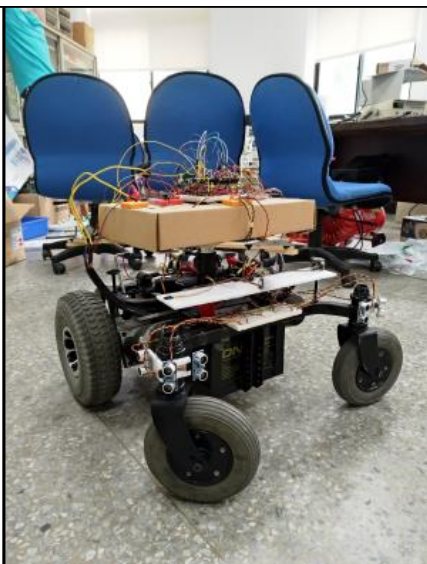
追蹤系統與輪椅車控制器切換電路



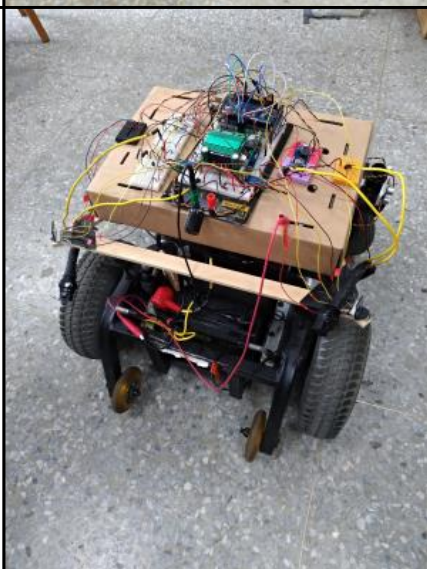
紅外線感測處理線路



使用紅外線測距之雛型車



僅RFID測距之雛型車



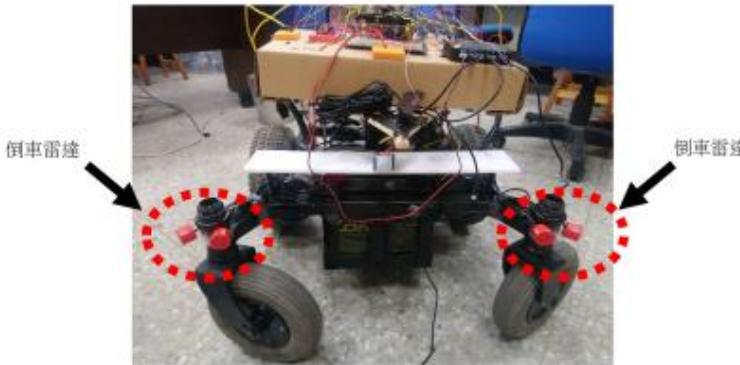
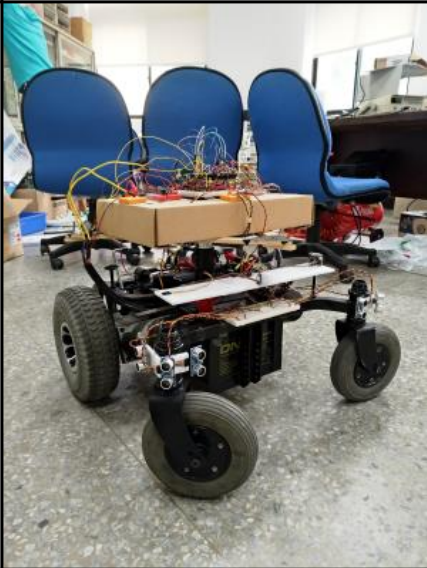
使用倒車雷達之雛型車





## 二、 預定目標達成情形(應與原計畫書設定相呼應，並說明預定目標達成情形)

1. RFID定位：此系統採用3具Zigbee RFID，RFID無法提供足夠解析度與準確度，因此我們也評估整合紅外線感測，車用倒車雷達，超音波測距。超音波測距會是最可行的感測技術，但要結合動態軌跡估算，與人工智慧。
2. 馬達驅動：我們針對電動輪椅車開發馬達控制器的切換迴路，使可以在自動追蹤與手動駕駛上進行自動切換。
3. 行進路徑：所開發的行進路徑演算法成熟度不足，而且因為Zigbee RFID無法精確定位，以及人體紅外線感測失敗，故尚需要針對超音波測距開發合適的動態路徑估算法則。
4. 整合控制：採用Arduino微控制器進行整合，可以進行追蹤，但是由於感測器的定位精度不足，故現階段還無法進行準確的追蹤。
5. 雛型建構：每個開發過程建立雛型進行實體的測試評估。
6. 技術精進：尚未輔導廠商申請政府計畫。

附件	
附件說明	附件
安裝倒車雷達的輪椅車	
安裝超音波測距的輪椅車	



### 三、計畫執行成果說明

#### 1、計畫執行成果

無論是業界或學界，利用訊號強度指標Rssi值(Received Signal Strength Indicator)進行定位早已發展十幾年，而絕大多數都是做為室內定位之功用。本研究欲利用Rssi值做為自走車定位之功用，具有相當創新性，但是，實際的測試發現所用的RFID數量過少，不適合做為主動追蹤使用。

因Rssi值與距離並非線性關係且尚未進行非線性處理，故只依賴Rssi值進行定位的判斷，造成自走車的路徑出現嚴重的錯誤。為了補足Rssi值的不可靠性，本計畫將原本的三維定位轉變成二維定位的方式，只用來判斷前導者的方向，而不知道真實的距離。加入焦電感測器將可提高方向判斷的可靠性，但因只加入3顆焦電感測器，只能區分為3個方向：左邊、前方、右邊，使得方向的判斷不夠細膩；再加上因為不知道與前導者之間的實際距離，造成自走車每次的旋轉角度都是固定的。

經過1.0-2.0的工作，刪除不需要以及不可能的技術，而僅限縮於採用超音波測距(3.0)，持續進行中。

#### △ 自走車未來目標(3.0)

##### 1. 藍芽無線收發：

\*目前：目前用兩塊XBee開發板來做收發，前導者手上為發射器，車子上的為接收器，主要用來判斷自走車為追蹤模式，還是搖控模式(joystick)；XBee接上電源則為追蹤模式，斷開電源則為搖控模式(joystick)。

\*期望：未來希望改成藍芽收發，來判斷自走車為追蹤模式還是搖控模式，搖控模式改為搭配手機app來遙控車子(捨棄joystick)。

##### 2. 超聲波硬體限制：

\*目前：由於我們現在使用超聲波感測器當主要判斷前導者方向的感測器，但我們人身上穿的衣服、褲子，有些材質並不會完全反射聲波(如：棉質)，且超聲波感測器對於球面與斜面的靈敏度不高，所以會使超聲波感測器讀到的數值會不穩定或是錯誤，使自走車作動異常。

\*期望：希望能夠克服此硬體上的限制，或改為其他無此限制的感測器，使得前導者沒有衣服材質以及感測器靈敏度的考量，讓每筆偵測值可以更穩定。

##### 3. 新增判斷參數：

\*目前：因為僅用超聲波感測器來判斷前導者方位(距離自走車最近者則為目標物)，所以無法判斷距離最近者是否為真實前導者，導致自走車追蹤時會有誤動作。

\*期望：希望加入其他判斷參數，得以鎖定真實前導者；或對於超聲波感測器擬出新的運算法則，可將除了前導者以外的物體濾除，使自走車對於目標的鎖定更精確。

##### 4. 修改行走方式：

\*目前：由於目前還在開發階段，所以作動方式還很機械性，動作與動作之間沒有連貫性。

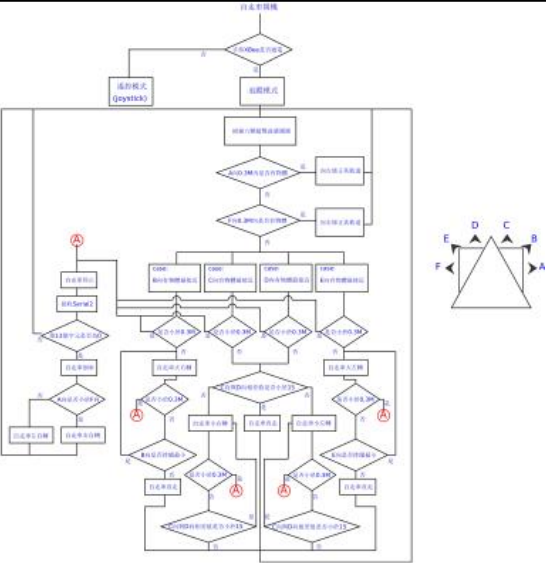
\*期望：期望自走車作動可以連貫，且希望速度會因為前導者的距離不同而調速，原先預期加入P I控制，但因為馬達沒有回授訊號，故沒有加入。

附件

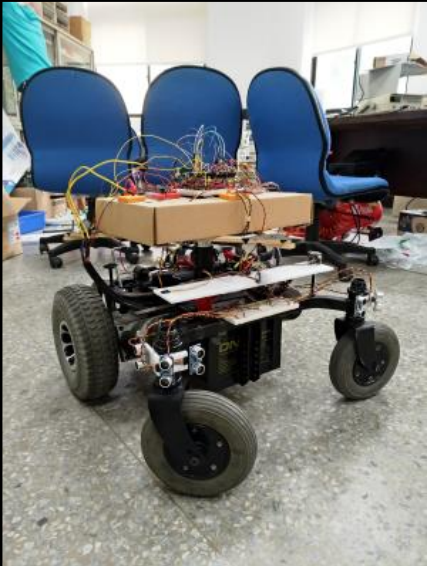
附件說明

系統控制程式流程圖

附件



安裝超音波測距的輪椅車



2、 量化目標達成情形：(請說明計畫執行量化目標達成情形)

解決即時問題3件	研發新產品或技術服務共1項
促成研發計畫申請或通過0案	投入研發費用60千元
促成投資額0千元	產值增加金額0千元
增加就業人數0人次	專利應用/申請共0件

說明：(請將重要績效情形加以說明，包括投資項目、訂單爭取情形或專利證號及應用情形等)

1. 解決即時問題：太陽能發電系統相關問題、風力發電機之受風控制。
2. 研發新產品：協助成光科技委託專業車用CCD廠商以不同架構開發追蹤系統。
3. 投入研發費用：成光科技在此計畫投入輪椅車以及聘用1位參與計畫的學生，該學生工作1個月後離職。

### 3、 質化指標(核心能力建立與研發投入、升級轉型、參與研發聯盟…等)

1. 本計畫實際利用RFID、焦電感測器、倒車雷達、以及超音波測距，以既有電動輪移車做為應用平台，嘗試建構主動式追蹤系統。
2. 技術上整合通訊、資訊、機電、控制、系統工程，參與人員得以建立相關的整合技術，提升整體技術能力。
3. 此輔導計畫協助成光科技導入車用CCD廠商開發相同功能的主動式追蹤系統，建立成光科技的差異化產品，以及增加該車用CCD廠商的應用場域。

四、計畫對廠商效益與影響性說明(請描述計畫執行期間之合作情形、協助或解決廠商問題及對廠商未來發展之建議…等，請以案例方式說明)

廠商提供電動輪椅車做為開發平台，而專家則利用學校資源進行技術開發，過程中有2位大四學生進行7個月的專題製作，透過學校資源，可以進行各項可能技術的評估與測試，但缺點是，此種模式對產業而言，期開發速度明顯太慢。二位大四學生畢業後，其中一位選擇念碩士，一位進入廠商持續系統的開發，在評估測試各種技術後，選擇如報告書所陳述的<<3.0方案>>，但<<3.0方案>>受限於該學生的生涯規劃離職而暫停。<<3.0方案>>目前由另一組3位學生進行開發，但因為學生要重新教起，故開發進無法滿足廠商需求。

計畫執行過程，也與廠商交流討論廠商的其他開發案所遭遇的問題，例如太陽能發電系統，專家在學校設立有研究用的太陽能發電系統，當好可以提供一些實際上的解決方案；也協助場商解決其在開發小型風力發電系統遭遇的颶風保護機制，提供機械力學與系統控制面項的一些建議。

廠商同時也導入一家車用CCD專業廠商為其開發電動車的跟人技術，該系統採用與本計畫不同但較複雜的架構，過程中，協助廠商診斷該系統的優劣，可能遭遇的問題，以及可能的解決方案。

對未來發展上，首要是建立自動跟人的核心技術，然後再以此為基礎推展至其他的車種，採用申請政府計畫以培育技術是未來可行，也是可以減少廠商開發成本的方式。

## 五、 研提政府研發補助計畫情形

說明：

未規劃申請



## 六、 診斷工作記要

### 1. 臨廠工作記要：

項次	訪廠日期	工作重點
1	107/01/24	計畫發想
2	107/02/02	可能使用之技術
3	107/03/22	專利佈局
4	107/04/18	技術架構與規格
5	107/05/07	看研發進度
6	107/05/14	開發進度
7	107/06/19	研發進度與既有成果測試
8	107/07/05	電動輪椅P二只控制器與馬達間的切換
9	107/07/06	學生直接到公司上班，接續研發工作
10	107/07/09	學生黃思豪至成光科技上班
11	107/07/16	被追蹤物定位準確度
12	107/07/23	焦電感測器
13	107/07/31	試車進度與改進策略
14	107/08/02	黃思豪離職的後續開發
15	107/08/17	後續開發工作
16	107/09/28	委外的開發進度
17	107/10/15	委外廠商的開發進度

## 2. 輔導重要事蹟說明：

輔導過程中，由專家到廠商處進行討論，或由廠商到專家學校進行討論；除了面對面的討論，也會利用Email、Line、電話進行較簡單或急迫性的討論。

由於廠商也有其他的開發案，例如太陽能發電系統以及小型風力發電設備，太陽能發電系統需要考量到雷擊保護，以及電器的匹配；而廠商有一小型風機的客戶須考量颶風下的安全性，也藉此互動交流討論。

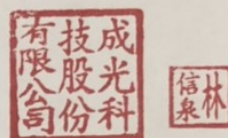
本計畫初衷為開發輪椅車的追人系統，由交流衍生出本技術可以應用在其他的場域。

## 參、結案同意書

### 參、結案同意書

#### 廠 商 同 意 書

本公司參與「學界協助中小企業科技關懷計畫」之（電動輪椅自動跟人技術）診斷計畫執行，經專家輔導本公司同意本結案報告及相關附件所述之內容並結案以備查。



公司及負責人印章欄位