

# 中華民國第 56 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

高級中等學校組 電腦與資訊學科

第二名

052504

A&A 交織下的另類手腳眼

學校名稱：國立虎尾高級農業工業職業學校

作者：  職三 林冠宏  高一 施泓丞  高二 洪章凱	指導老師：  黃琪騰  陳尚民
---	-----------------------------

關鍵詞：Android、Arduino、WiFi 無線傳輸

## 摘要

本研究透過Android系統手機與平板，搭配WiFi傳輸功能，撰寫APP程式與PLC指令，控制機械手臂、雷射感測器、視訊裝置、水箱與履帶型多功能車，並搭配Arduino程式零件組，撰寫可記憶動作與路徑的程式，可隨地點、事物與路徑不同，調整參數，符合需求。經過校園與農田實地測試，履帶可行走於農田崎嶇地形，野外監測效果佳，水箱具噴灑功能，可從事農藥噴灑與消防滅火功能，影像傳輸速率則與基地台與手機傳輸頻寬有關，電池增加無線充電感應芯片，可改善續航時間。

## 壹、研究動機

現今忙碌的社會中，手機與平板是現代人不可或缺的電子通訊產品，然而手機、平板的使用，多數人只是拿來打遊戲、聊天視訊，極少考慮到其他用途，其實一機在手萬用無窮，它透過Android系統的APP程式撰寫指令，可輕易控制機械手臂與多功能車，不用身歷其境(尤其是危險地區)，透過WiFi遠端控制，亦可完成不可能任務。因此本研究動機如下：

- 一、針對工廠、校園、農田安全與防盜用途，設計記憶型移動式監測系統，替代部分警衛巡邏的功能。
- 二、利用掛載雷射感應裝置，可偵測移動物體，並在最短時間內由手機接收，通報雇主。
- 三、監視器防盜全程紀錄，透過WiFi傳至雲端，就算機體被竊賊破壞，影像與圖像可由雲端下載

## 貳、研究目的

- 一、撰寫APP與Arduino程式元件，設計可記憶的動作與路徑程式控制多功能車。
- 二、設計與製作機械手臂，配備無線充電裝置，可增加多功能車續航力，達到長時間監測。
- 三、設計配有雷射感測器、視訊與履帶傳動可在崎嶇地形行走的。
- 四、製作具噴灑功能的水箱，可從事農藥噴灑與消防滅火。

## 參、研究設備及器材

表一、研究設備及其用途

編號	物品	數量	用途
一	筆記本、筆	1 本 2 支	實驗日記，紀錄觀察結果
二	數位相機	2 台	拍攝實驗過程
三	筆記型電腦	1 部	撰寫與製作電子檔
四	無線遠端遙控攝影機	1 組	多功能車視訊系統
五	馬達 24V60rpm	2 顆	動力
六	馬達 24V200rpm	6 顆	動力
七	培林 6201	4 顆	軸承
八	培林 6203	20 顆	軸承
九	鋁架 L 型	10 支	支架
十	鋁架 U 型	2 支	支架
十一	Arduino 控制版 UNO	2 塊	控制版
十二	DIR-600M 路由器	1 台	傳輸
十三	PLC 可編程控制器 DVP14SS2	1 台	程式編輯
十四	Arduino 模組繼電器	8 路	1 塊
十五	MPU-6050 GY-521	1 塊	多功能車零件
十六	Pro-Face 人機 GP -4301TM	1 台	零件
十七	油箱	1 個	燃料用
十八	無刷馬達 12V	1 顆	零件
十九	工作手套	數只	實驗用
二十	手機	2 支	控制器
二十一	機械手臂	1 支	夾具
二十二	伺服馬達	4 顆	驅動用

# 肆、研究過程與方法

## 一、研究流程

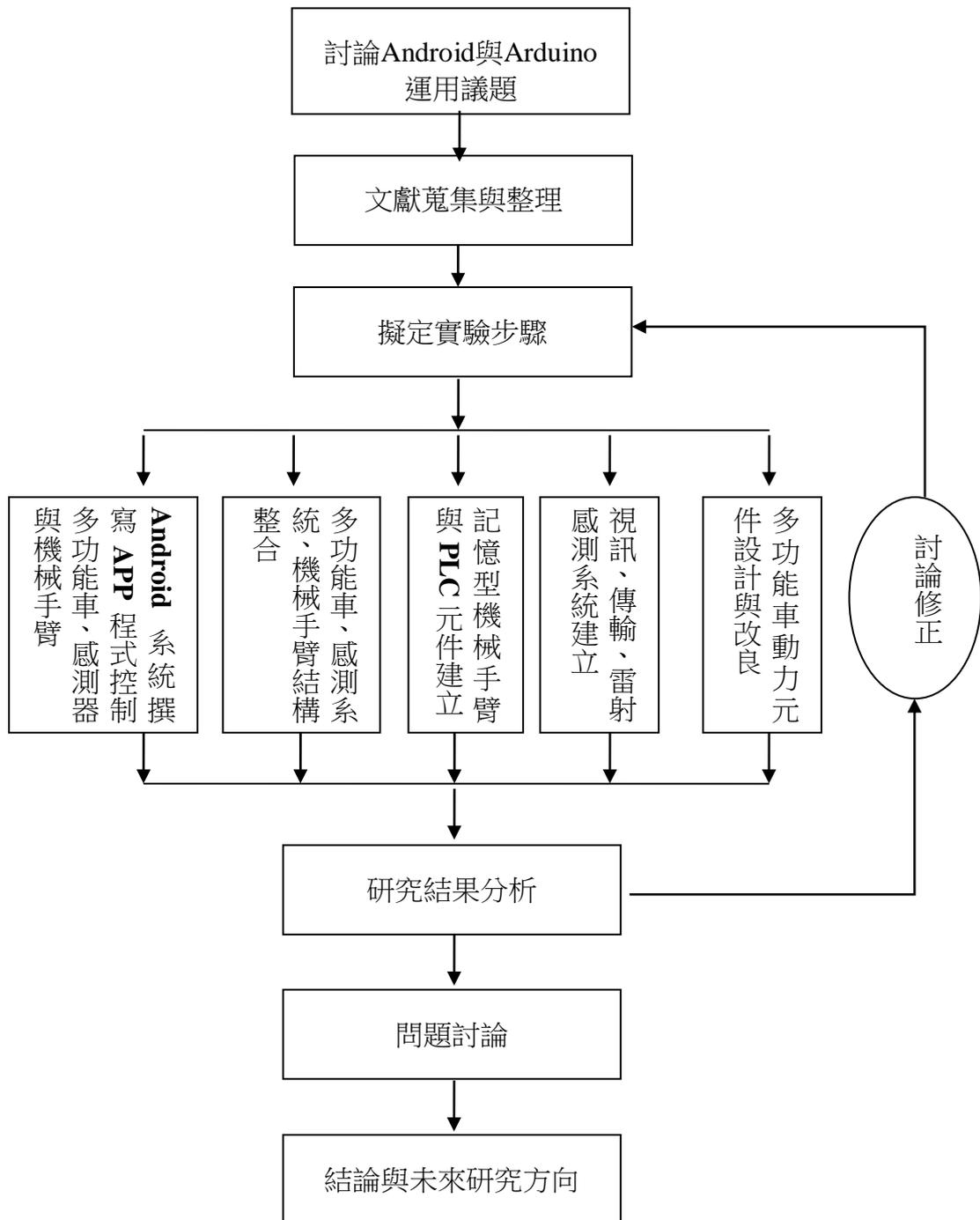


圖 1 研究流程圖

## 二、文獻蒐集

### (一) Android 系統

Android 是一個手機的完整系統，主要可分為上下兩層，上層採用Java 撰寫應用程式，而下層則採用C 語言撰寫系統程式。如果我們將上下兩層再度細分，則可將上面的 Java 應用層分為應用架構(Application Framework) 與應用程式(Applications)，然後將下面的C 語言系統層分為系統函式庫(Libraries) 與Linux 作業系統層，如圖(2)Android的系統架構，如圖2所示。

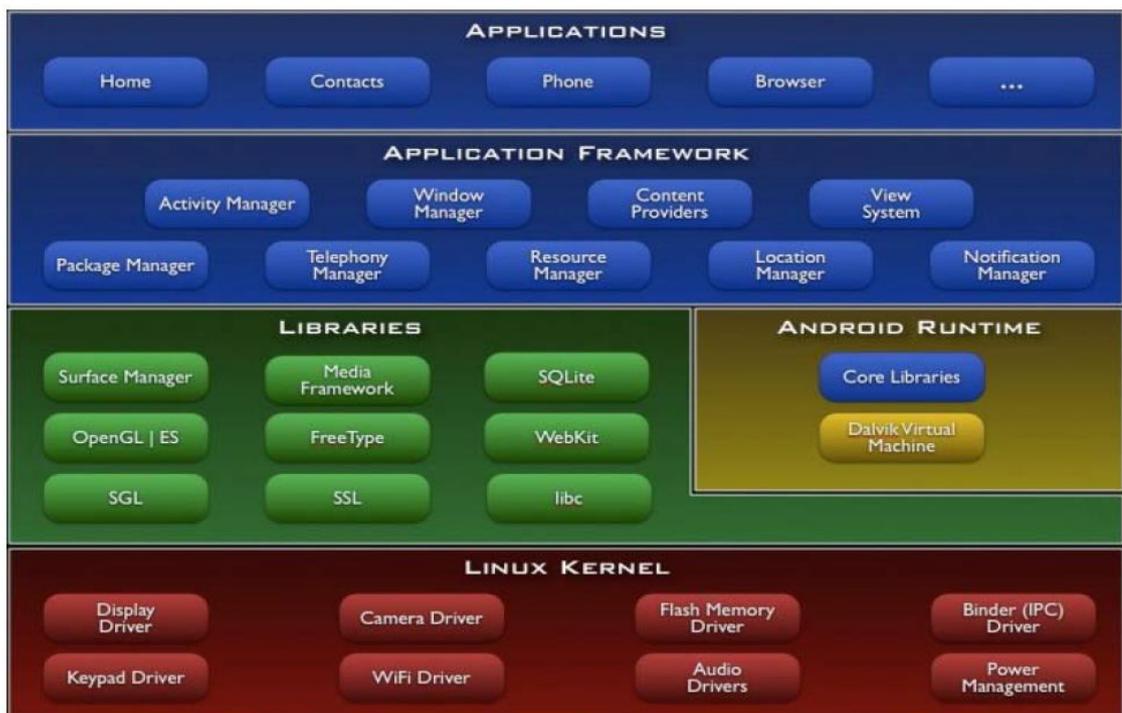


圖 2 Android系統架構圖

#### (1). Applications (應用程式)：

使用Android SDK(軟體開發工具)所開發的手機核心應用程式，使用JAVA語言撰寫，包含E-mail、message app、日曆、地圖、瀏覽器、聯絡人與其它應用程式。

#### (2). Application Framework (應用程式架構)：

目的是為了要簡化元件的重新利用而設計的，讓應用程式可以發佈功能並為其它應用程式所使用。目前所有應用程式是由Services和Systems來組

成，其中包含View、內容提供器、資源管理器、訊息管理器、活動管理器、視窗管理器、地圖管理器、通訊管理器和應用程式管理器等。

(3). Libraries (函式庫)：

在Android SDK(軟體開發套件)包含一組系統元件，該系統元件使用C/C++程式庫，提供Android系統中各個元件使用。使用者們可以透過應用程式架構(Application Framework)使用這些功能。

(4). Android Runtime：

Core Libraries包含了絕大多數Java所需要呼用的函式，而裡面每個Android應用程式都有自己的程序，且都用自己的Dalvik虛擬機器來執行。Dalvik是Android中使用的虛擬機器，其執行檔案格式為.dex檔，適合記憶體和處理器速度有限的系統。

(5). Linux Kernel(Linux核心)：

Android SDK(軟體開發套件)的作業系統是使用Linux來管理週邊及硬體裝置，包括安全性、記憶體管理、行程管理、網路通訊協定和驅動程式模型等。

(二) Arduino元件組

Arduino 分成軟體與硬體部分，在硬體方面有 Arduino 開發板，直流(伺服)馬達控制，及 WiFi 傳輸技術；程式設計方面則有 Android 手機控制程式及 Arduino 晶片韌體程式。在 Anduino UNO 開發平台上移植 Android 系統，並在 Android 系統上移植了 WebCam 及機械手臂兩個裝置，使用 UNO 控制板發送的 WiFi 訊號，手機將透過 WiFi 訊號連進 UNO 控制板，可以讓使用者在手機上觀看多功能車傳送的即時畫面並使用介面上的 Camera 拍照鍵或車體方向控制鍵來控制車子。圖 4 及圖 5 所示，分別為系統之硬體及軟體架構圖，以下分節說明。



圖 4 Arduino 元件組硬體架構控制流程

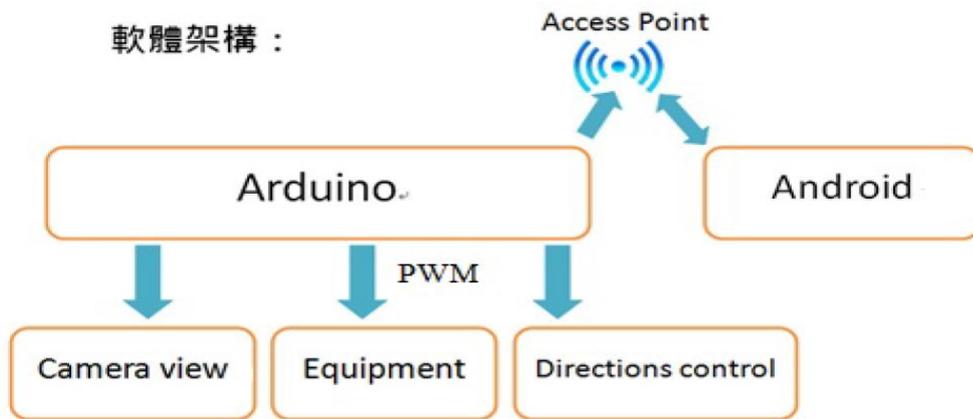


圖 5 Arduino 元件組軟體架構控制流程

(四)PLC 元件組

本研究以 PLC(可編程控制器)輸入 PWM 訊號至控制電路板，控制電路板會依照所輸入的 PWM 訊號所對應之角度與當前馬達角度做比較，並驅動直流馬達正反轉，當馬達轉動時會帶動齒輪組，並同時帶動嵌入在齒輪組下的可變電阻，亦即電位計。如此因為馬達的轉動角度不同，而產生不同的電壓分壓大小，控制電路板經由分壓大小得知目前的角度，結合回授控制以達成直流伺服馬達位置控制，如圖 5 所示。

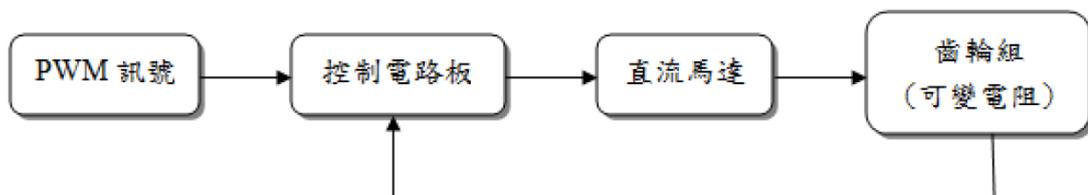


圖 6 PWM 訊號控制直流伺服馬達動作原理

## (五)BCD 碼

本研究在 PLC 控制器的編碼上，運用了 BCD(Binary-Coded Decimal, 簡稱 BCD) 碼編碼系統，是一種十進位的數字編碼形式。這種編碼下的每個十進位數字用一串單獨的二進位位元來儲存表示。

BCD 碼的主要優點：在機器格式與人可讀的格式之間轉換容易，以及十進位數值的高精度表示。讓我們在編寫與匯入 PLC 指令上更方便。BCD 碼的主要缺點：增加了實作算術運算的電路的複雜度，以及儲存效率低。

## (六)雷射感測

雷射又稱鐳射，指通過受激輻射而產生，放大的光。特點是單色性極好，發散度極小，亮度（功率）可以達到很高。產生雷射需要「激發來源」，「增益介質」，「共振結構」這三個要素。激發來源：又稱「泵浦源」，把能量供給低能級的電子，激發使其成為高能級電子，能量供給的方式有電荷放電、光子、化學作用等。增益介質：被激發、釋放光子的電子所在的物質，其物理特性會影響所產生雷射的波長等特性。共振腔：是兩面互相平行的鏡子，一面全反射，一面半反射。作用是把光線在反射鏡間來回反射，目的是使被激發的光多次經過增益介質以得到足夠的放大，當放大到可以穿透半反射鏡時，雷射便從半反射鏡發射出去。因此，此半反鏡也被稱為輸出耦合鏡（output coupler）。兩鏡面之間的距離也對輸出的雷射波長有著選擇作用，只有在兩鏡間的距離能產生共振的波長才能產生雷射。



圖 7 雷射感測元件

## (七)無線路由器(Router)

本研究採用不同於一般自走車的藍芽操控，而是用 WiFi 來遠端無線操控，但我們知道一般網路分享器的收發訊號距離有限，於是我們採用無線橋接的技術來

幫助我們克服遠距離操作上的問題。一般的無限 AP 最多可達 50 到 100 公尺，但在考慮障礙物的阻隔的情況下，是無法達到那麼遠的距離，如果不想再另外拉網路線的話，這時候無線橋接(WDS)就能派上用場。

### 三、實驗與設計步驟

#### (一)多功能車動力元件設計

本研究多功能車機身製作材料，如圖 8 所示：

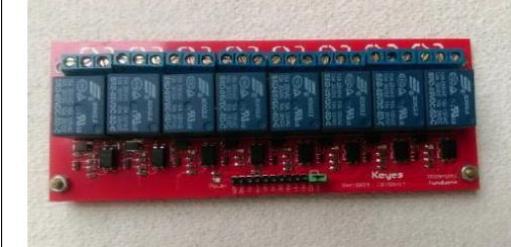
	
<p>圖 8-1 Arduino UNO 控制板</p>	<p>圖 8-2 Arduino 模組 8 路繼電</p>
	
<p>圖 8-3 PLC</p>	<p>圖 8-4 DIR-600M 路由器</p>
	
<p>圖 8-5 驅動馬達</p>	<p>圖 8-6 傳動履帶</p>
	
<p>圖 8-7 自製機身</p>	<p>圖 8-8 電瓶</p>

圖 8 多功能車機身製作材料元件圖

## (二)視訊、傳輸、雷射感應系統建立

### (1)視訊

本研究在 WiFi 多功能車視訊傳輸技術方面，選用了 USB 介面 camera，如圖 9 所示，不僅容易設置在多功能車上的任意位置而且能適用在 Arduino 的處理程序上。WebCam 必須連接電腦才能使用，所以我們把 UNO 控制板當作電腦安裝鏡頭驅動程式，再經過 Linux 設置鏡頭內部程序，讓 WebCam 能跟手機做結合，且支援 TF 卡存儲，可做遠端錄相重播。



圖 9 視訊元件

### (2)傳輸

本研究傳輸方式採 WIFI 傳輸：使用 D - LINK WIRELESS N 150 ROUTER DIR 600M(無線路由器)設定，透過人機平板控制與 Arduino 組件連接。架構如圖 10 所示：



圖 10 WIFI 傳輸控制流程

### (3)雷射感測器

本研究在多功能車的回避障礙物方面採用雷射感測器，相較於原先使用的紅外線感測器，更不容易受外在環境的影響，使我們在操作上更順利，如圖 11 所示。

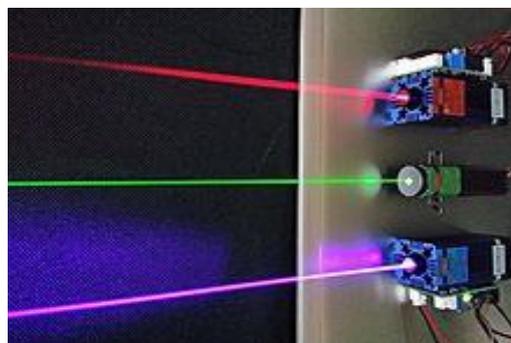


圖 11 雷射感測器示意圖

### (三) 記憶型機械手臂建立

本研究利用 SolidWorks 繪製手臂(如圖)的設計，加入撰寫程式，連結 Anduino UNO 增加記憶功能，可隨事務需求做動作調整與組合，如圖 12 所示。



圖 12 機械手臂元件

### (四) 結構整合與程式撰寫

將手機偵測 WiFi 路由器之相對位置，在連結人機介面傳至 PLC 進行分析，再透過訊號去控制履帶的驅動輪及機械手臂的位置，再傳回 PLC 後轉手臂的方向位置，最後手臂再經 Arduino 控制後夾取該物件，以下為結構整合圖示與流程圖，如圖 13 及 14 所示。

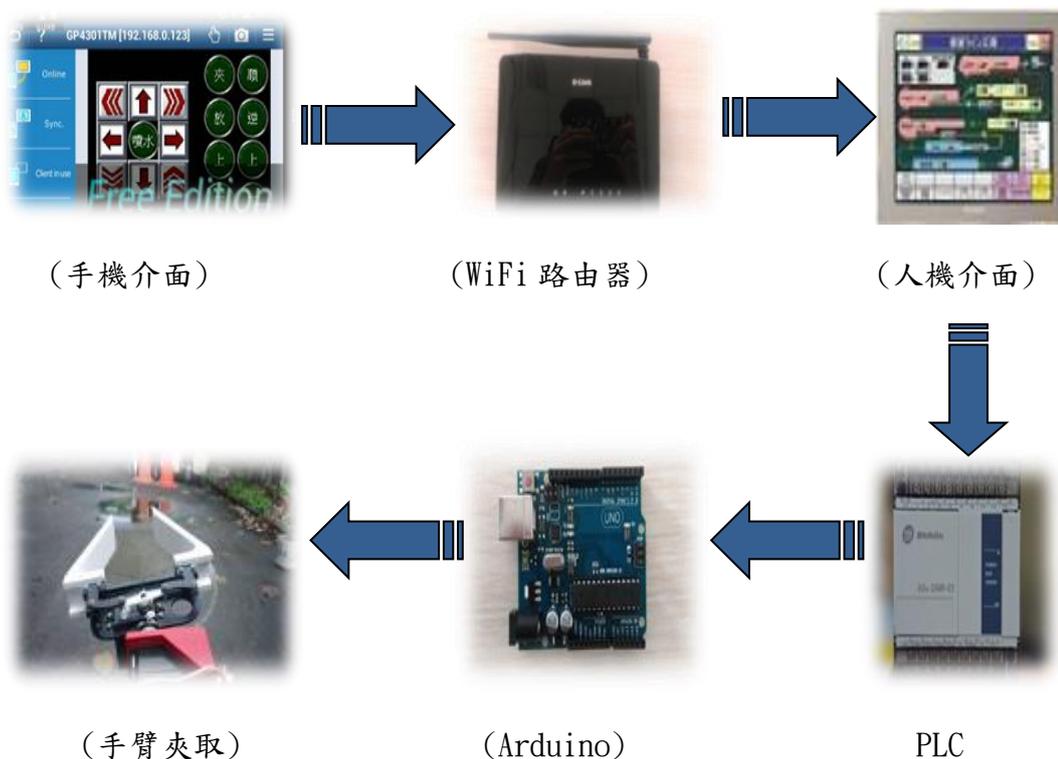


圖 13 結構整合圖示

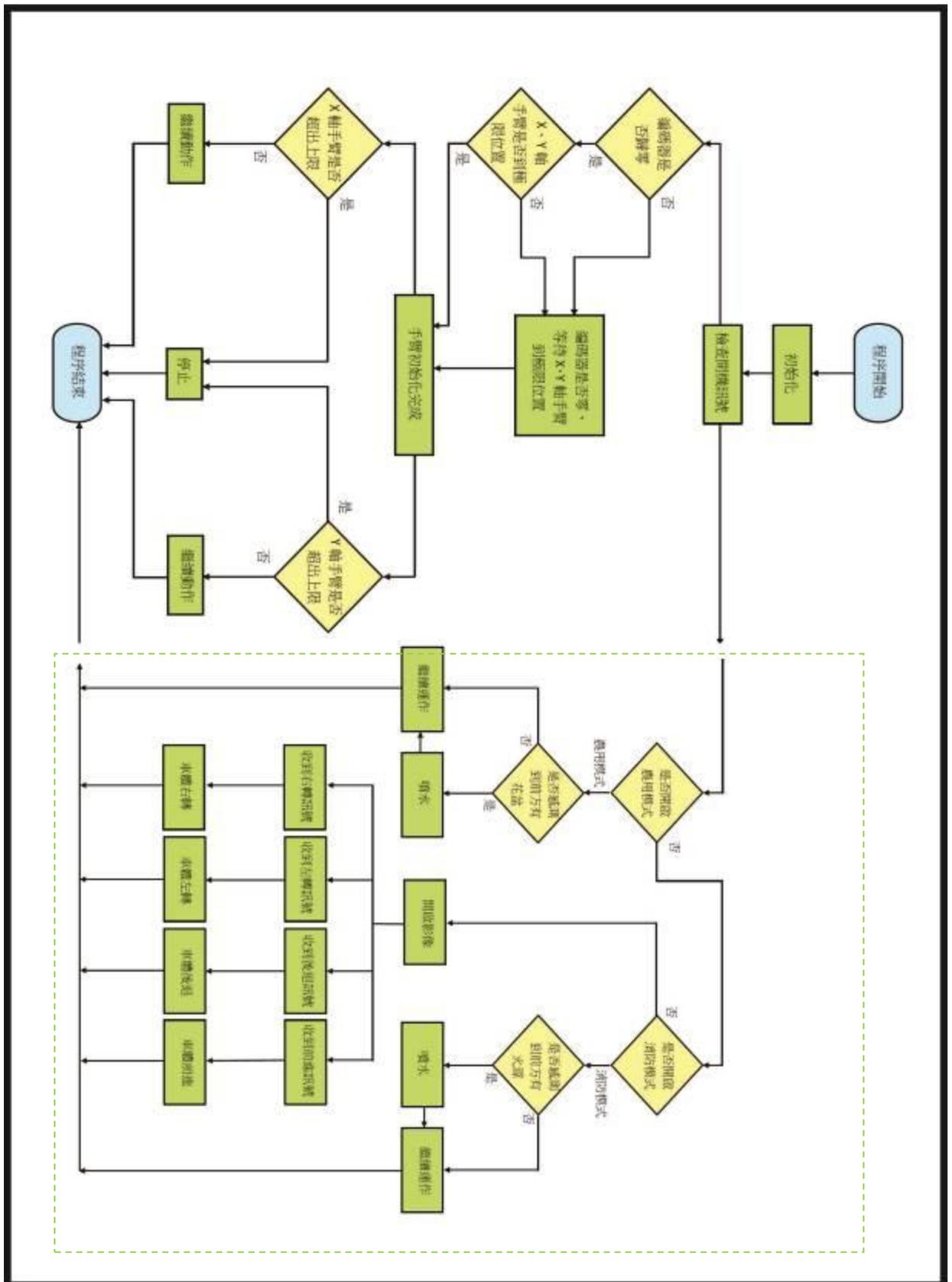


圖 14 程式流程圖

## (1)機身與機械手臂整合過程

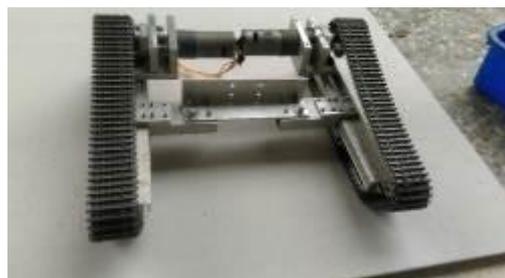
### 1.行走部製作：

本研究利用了馬達驅動，結合履帶傳動，能正、反轉，並克服各種地形、地面與履帶摩擦，為提升續航力，我使用的電瓶去共應馬達的電力去帶動驅動輪，如圖 15 所示。



**圖 15-1 車架：**

將學校的一些不用的鋁料及螺絲和培林，另一些去外面五金行買零件等，所自製的車架。



**圖 15-2 行走部裝上：**

行走部加上所購買的減速馬達及履帶，配合我們所設計的車架，讓整個作品能更穩固。



**圖 15-3 驅動馬達：**

我們利用鑽床和銑床所製作馬達專用固定座。



**圖 15-4 履帶：**

這是網路上所訂購的戰車履帶，長度 77mm 寬度 45mm。

## 圖 15 行走部製作過程

### 2.機械手臂製作

本研究利用 SolidWorks 繪製機械手臂 3D 圖形，確認機械手臂的結構圖，在看是否有缺陷，在使用 3D 列印機將機械手臂的結構圖形加工出來，在不斷地修改設計圖，結合出理想的機械手臂。經過改良後使機械手臂組裝起來更穩固，運

作更順暢，再利用伺服馬達給予動力，讓機系手臂能進行夾取動作。我們利用 3D 列印完成各零件配合夾爪組合，如圖 16 及 17 所示。



**圖 16-1 手臂分解圖：**

以學校的實習課程電腦繪圖，畫出我們所需要的形狀，在以 3D 列印機做出來，在上漆。



**圖 16-2 夾爪：**

本夾爪為網路上所訂購的機械夾爪，最大行程 52mm。



**圖 16-3 伺服馬達：**

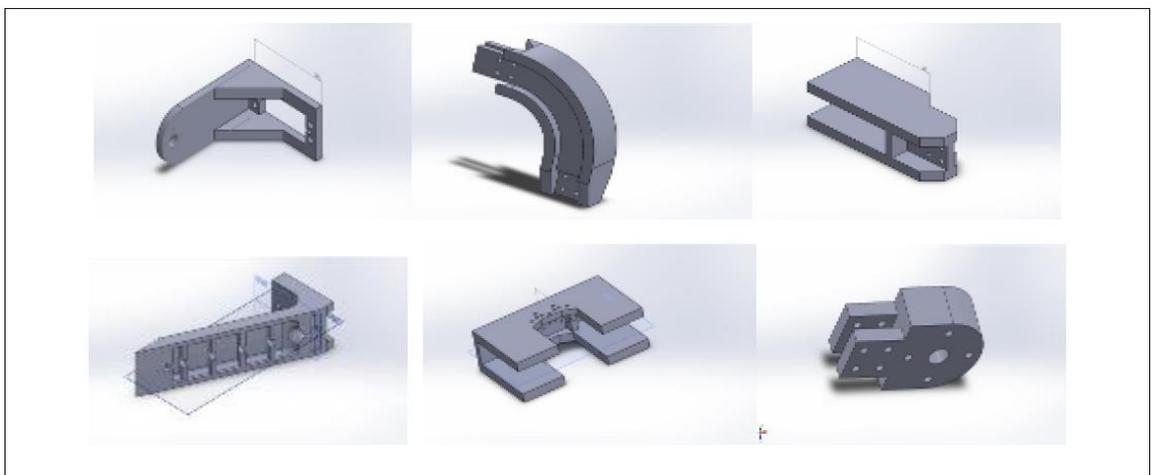
本伺服馬達為網路上所訂購的伺服馬達，扭力 8kg-cm。



**圖 16-4 機械手臂組合圖：**

將個部分手臂零件組裝起來，且裝上了夾爪成為我們所要的機械手臂。

**圖 16 機械手臂製作元件**



**圖 17 SolidWorks 手臂設計圖**

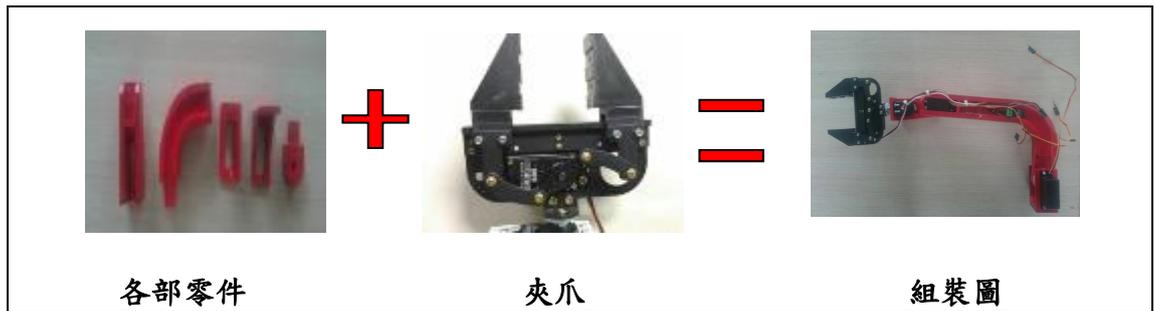


圖 18 3D 列印

### 3.噴水系統

本噴水系統是採用汽車用的兩刷馬達來應用的，因其噴水的力道大，可噴射行程可達 2 米以上，故利用此馬達來當作本作品的噴水系統來源，如圖 19 所示。



圖 19 噴水裝置

### 4.驅動單元

本系統原先採用四輪傳動機構配合四連桿機構配合。但因其效果不佳，故採用履帶來傳動，其扭力極大可行走於崎嶇不平的路面，所以將它利用在本作品上，如圖 20 所示。



圖 20 機構裝置

### 5.車架

本作品原先使用較重的鐵製材質來製作車架的部分，但因其重量較重且易生鏽，所以改用本作品目前的鋁合金材質，鋁合金材質不僅重量輕且不易生鏽，非常符合我們所需要的要求，如圖 21 所示。



圖 21 車架組裝

## (2)程式軟體設計控制

### 1. PLC 控制

本研究的主要程式架構說明如圖所示，控制介面以 PLC 動作集合區塊裡包含了整個車子應用程序的所有動作，而這些動作是由 car、camera、ssh，三個動作區塊來提供。在 car 動作區塊中包含了車子移動動作、機械手臂動作，和攝影鏡頭之視訊長寬、照片儲存名稱等基本設定。在 camera 動作區塊裡包含照片拍攝，MJPEG 視訊即時傳輸及 MJPEG 照片格式處理，在 ssh 動作區塊裡設定了 Android 手機跟 UNO 板間的 WiFi 傳輸，如圖 22 所示。

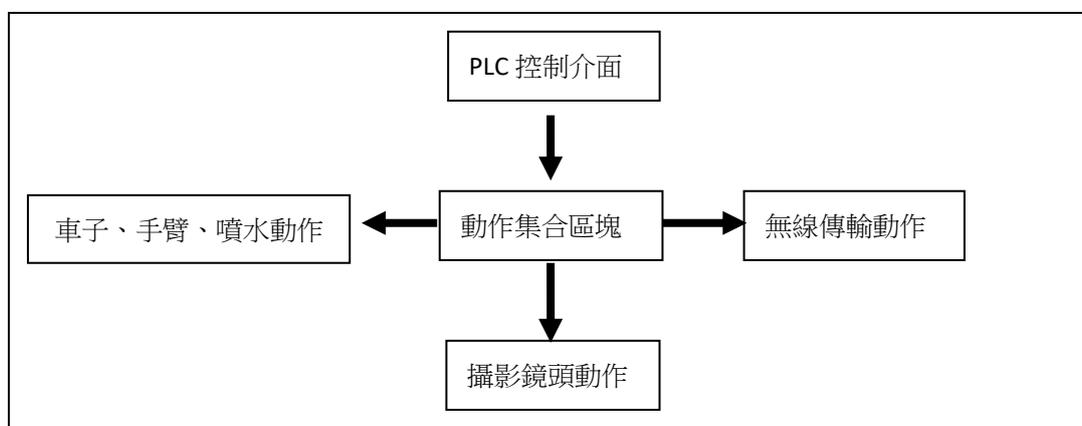


圖 22 PLC 程式架構

我們利用 PLC 接收人機訊號，可控制噴水，及 Arduino 介面，如圖 23 所示。



圖 23 PLC 程控制器

PWM(Pulse Width Modulation)中文為脈波寬度調變，是利用訊號的高低改變產生週期性的波形。PWM 能改變脈波寬度，當改變脈波寬度時，馬達內部激磁會改變，能使馬達固定於一角度，以便控制角度。如馬達含有編碼器或感測器，則須作解碼動作，每個編碼器或感測器規格表中，都會給一組連接碼(方

程式)，方能讀取轉角或位移數據。一般的 PWM 訊號高電位是 5V、低電位是 0V，輸入訊號週期必須在 15ms~20ms 之間，而在週期時間內訊號在 High 的時間要在 0.5m~2.5ms 之間。

PWM 訊號至控制電路板，控制電路板會依照所輸入的 PWM 訊號所對應之角度與當前馬達角度做比較，並驅動直流馬達正反轉，當馬達轉動時會帶動齒輪組，並同時帶動嵌入在齒輪組下的可變電阻，亦即電位計。如此因為馬達的轉動角度不同，而產生不同的電壓分壓大小，控制電路板經由分壓大小得知目前的角度，結合回授控制以達成直流伺服馬達位置控制，圖為直流伺服馬達動作原理。利用 Arduino 模組 4 路繼電器驅動馬達模組，如圖 24 所示。

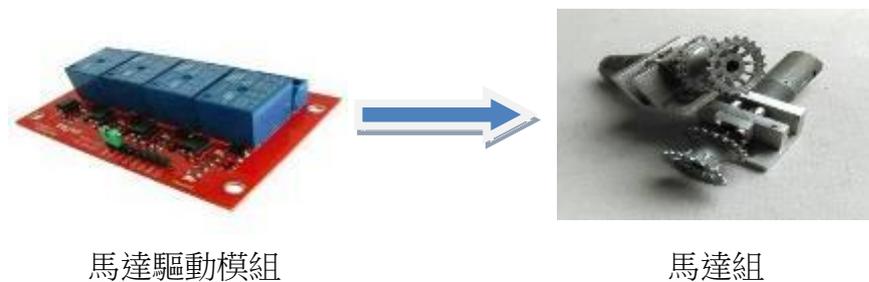


圖 24 動力部分

## 2. Arduino 組件與 WiFi 控制

本專題利用 ArduinoUNO 來控制伺服機角度。機械手臂為三軸機構，如圖 25 所示。

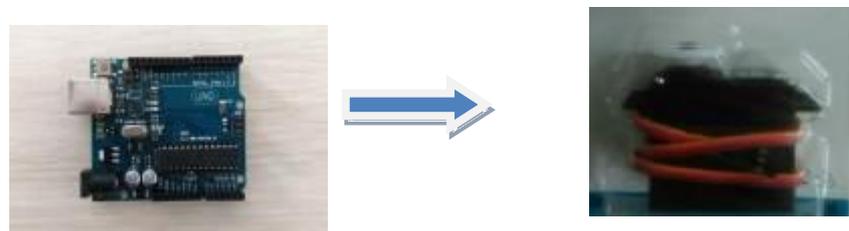


圖 25 ArduinoUNO 控制伺服機

無線燒錄是 Arduino UNO 的特色之一，不需要拿者 USB 線跟著電腦跑，這塊開發板有兩個處理器分別為 ATmega32U4 與 Atheros AR9331 如圖所示。兩邊互相溝通的橋樑是用 UART(通用非同步收發傳輸器)通訊協定，Atheros

AR9331 運行 Linux 發行套件 Linino，並且連接有線網路（Ethernet）與無線網路（WiFi），另外也連接板子上的 USB 與 micro SD

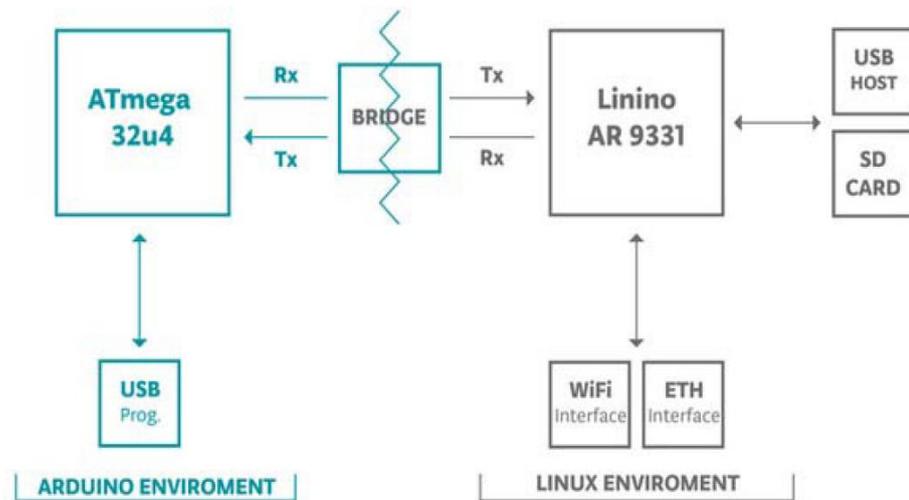


圖 26 Arduino UNO 無線網路通訊

本研究所設計之多功能車乃透過 WiFi 收發模組來進行傳送與接收訊號等功能，整個系統主要包括車體、遙控發射器、接受器、馬達驅動模組等部分，遙控操作器透過 WiFi 訊號給接受器，多功能車則根據接收到的訊號去執行多功能車運動或機械手臂的動作。

多功能車的驅動由兩組直流馬達負責，方向控制則透過 L298N 馬達驅動模組控制直流馬達的正反轉，進而達到控制多功能車的前進、後退及左右轉等功能；另外機械手臂是使用四顆伺服馬達來進行控制，多功能車架構圖如 27 及 28 圖所示。在畫面傳輸方面，利用手機當介面。



圖 27 PWM 控制訊號

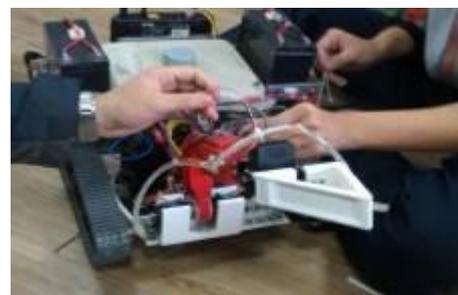


圖 28 機械手臂測試

### 3.控制單元

本研究使用 Pro-Face 人機，他可透過 wifi 把資料傳到手機，如圖 29 所示：

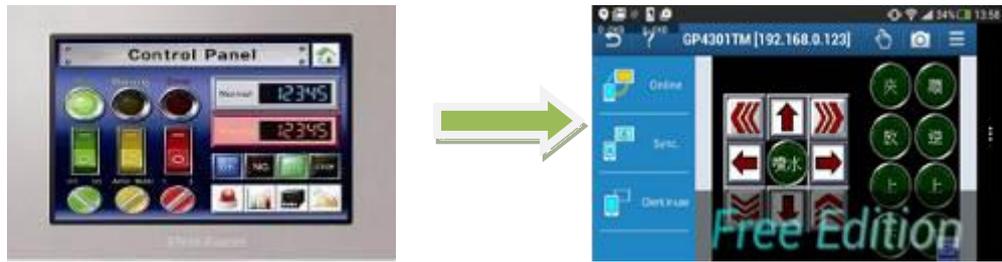


圖 29 Pro-Face 與手機連接過程

## 伍、研究結果

### (一)車體傳動輪軸部分研究結果

本研究為使傳動輪軸克服崎嶇地形，從頭到尾一共改良三代，每代的更改及遇些相關原因而持續做修直理想的作動。，以下為三代改良過程研究結果：

#### 第一代：萬向輪測試

---

優點： 簡單，成本低廉，如圖 30 所示。

缺點： 行走時遇到路面顛簸，前輪 行走時遇到路面顛簸，前輪（萬向輪）會卡住，後輪（主動輪）易打滑，底牌太低車身重效率不高。 損毀原因：因打滑，在行走時翻車及有坑洞覆所以整台損毀而拆下 因打滑，在行走時翻車及有坑洞覆所以整台損毀而拆下 有用的零件及機構更改下一代。

---



圖 30 第一代萬向輪，測試結果機體翻倒損壞

## 第二代：鎖輪胎測試

優點： 抓地力較萬向輪佳，操作容易，如圖 31 所示。

缺點： 鎖輪胎的軸承在崎嶇不平的道路上容易磨損， 螺紋常崩壞加上輪胎不適合較快速的行走，而且在農地作業易打滑。經過許多測試後，因輪胎的軸跟承磨損及螺紋崩壞嚴重，經討論後也有決議再研發下一代。

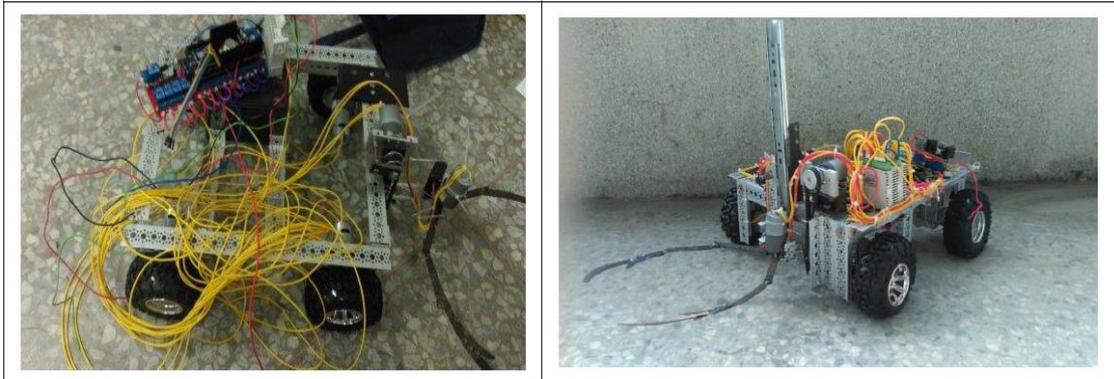


圖 31 第二代鎖輪胎，測試結果軸承耗損嚴重

## 第三代：履帶傳動軸測試

優點： 爬坡抓地力佳，傳動軸耐磨，扭力大，經野外實地測試，能克服崎嶇不平的地形，且耐衝撞，如圖 32 所示。

缺點： 成本較高。

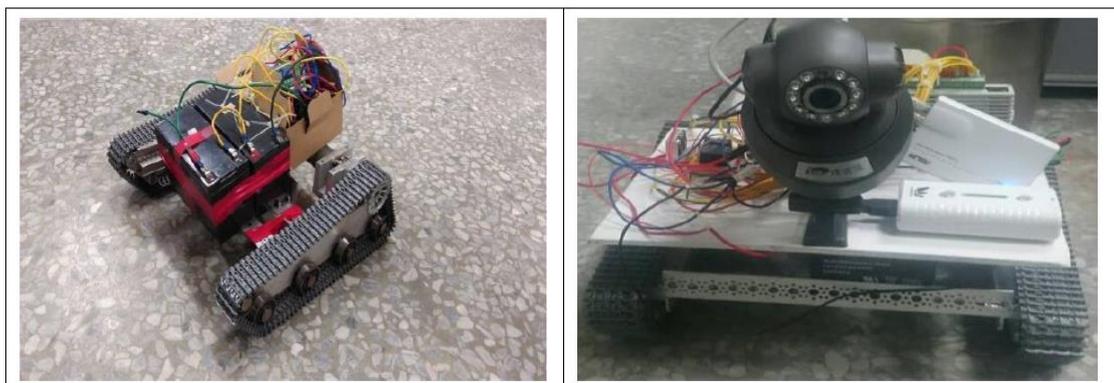


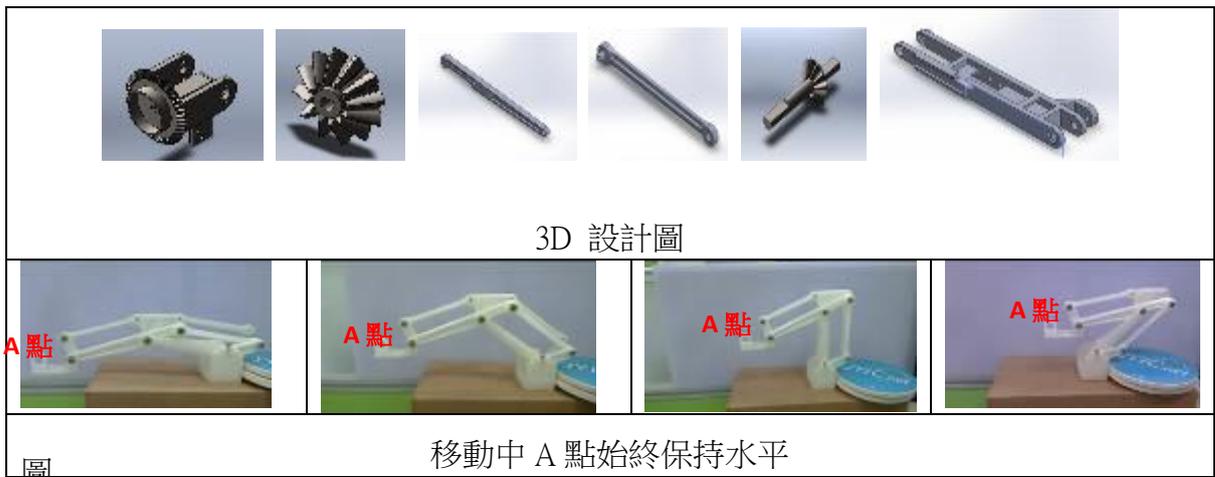
圖 32 第三代履帶傳動效果佳，能克服各種地形

本研究針對校園道路、田間小徑做傳動軸測試結果，履帶傳動最符合實驗需求，因此採用履帶傳動軸做設計。

#### 第四代：手臂改良結構

優點： 本研究改良手臂結構，由兩個獨立平行四連桿結構，能穩定移動物件。且更換減速馬達使扭力增加，可移動較重物件，如圖 33 所示。

缺點： 設計結構較複雜。



圖

圖 33 手臂改良結構

#### (二)機械手臂研究結果

本研究經機械手臂實地鋁罐夾取與移動測試，無論是夾取的力道控制，操作定位的準確度，手臂伸張角度，由 PLC 程式指令作動，皆非常流暢，以下為機械手臂實地測試情形，如圖 34 所示。



圖 34 機械手臂實地測試情形

### (三)噴水系統測試結果

本研究噴水系統搭配 3.5 公升水箱(可視需求增大水箱)，利用汽車用兩刷馬達當動力，可噴灑 3 公尺遠的距離，以下為實地測試噴水情形，如圖 35 所示。



圖 35 噴水系統實地測試情形

### (四)監測與防盜功能結果

本研究利用手機程式透過 WIFI 控制 WebCam，經實地視訊影像測試結果，畫質十分清晰，同時可將影像傳至雲端儲存，可調閱監測的任何時間，且搭配人體紅外線感測模組測試，亦確實能測得移動中的人體，並發出訊號做到防盜功能，如圖 36 所示。



圖 36 監測與防盜功能實地測試情形

### (五) Arduino 與 PLC 的程式撰寫結果

本研究撰寫伺服馬達的 Arduino 與 PLC 程式如下：

1. Arduino 程式：

表 1 Arduino 程式內容

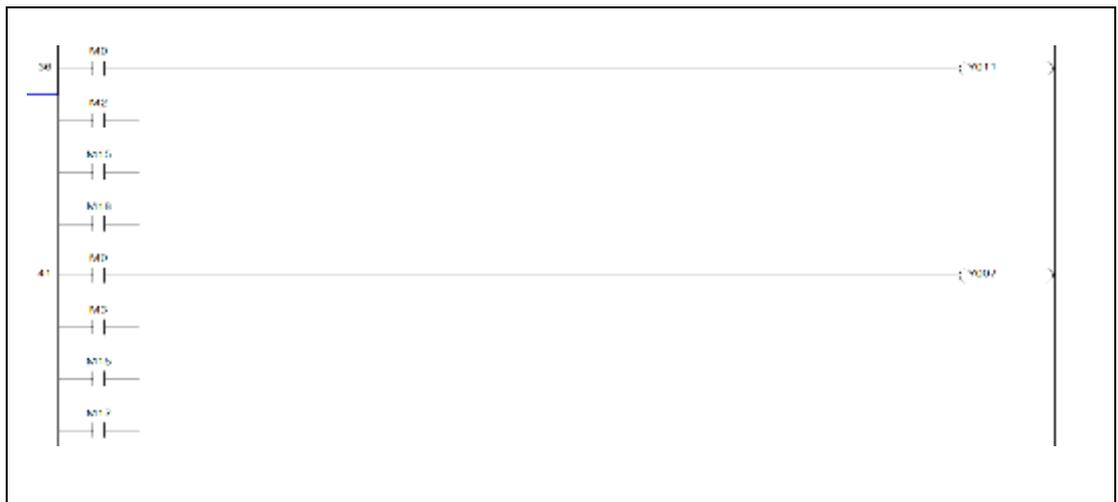
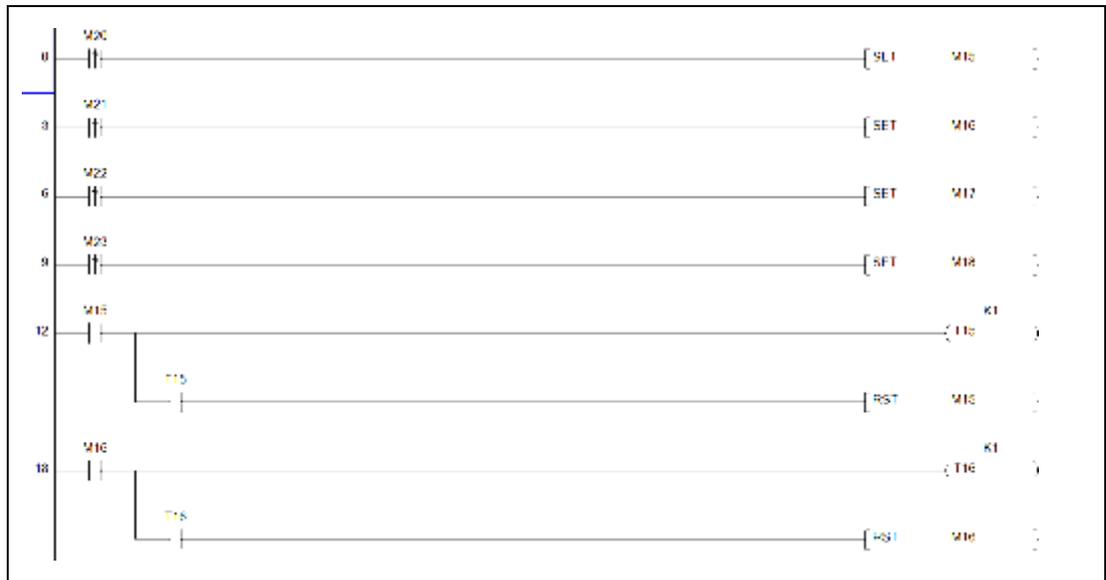
<pre>#include &lt;Servo.h&gt;// 建立 Servo 物件 Servo myservo1;// 建立 Servo 物件，控制伺服馬達 12 Servo myservo2;// 建立 Servo 物件，控制伺服馬達 11 //Servo myservo3;// 建立 Servo 物件，控制伺服馬達 Servo myservo4;// 建立 Servo 物件，控制伺服馬達 10 Servo myservo5;// 建立 Servo 物件，控制伺服馬達 9 Servo myservo6;// 建立 Servo 物件，控制伺服馬達 8 //const int X14=14; //定義第 14 腳為「按鈕開關」 //int dX14;//存 X14 的數位值 //const int X15=15; //定義第 15 腳為「按鈕開關」 //int dX15;//存 X15 的數位值 //const int X16=16; //定義第 16 腳為「按鈕開關」 //int dX16;//存 X16 的數位值 //const int X17=17;//定義第 17 腳為「按鈕開關」 //int dX17;//存 X17 的數位值 //const int X7=7;//定義第 7 腳為「按鈕開關」 //int dX7;//存 X7 的數位值 const int X6=6;//定義第 6 腳為「按鈕開關」</pre>	<pre>//myservo3.attach(10,790,2750);// 連接數位腳位 10，伺服馬達的訊號線 myservo4.attach(10,850,2700);// 連接數位腳位 11，伺服馬達的訊號線 myservo5.attach(9,800,2450);// 連接數位腳位 12，伺服馬達的訊號線 myservo6.attach(8,500,2700);// 連接數位腳位 13，伺服馬達的訊號線 //pinMode(17,INPUT_PULLUP); //pinMode(16,INPUT_PULLUP); //pinMode(15,INPUT_PULLUP); //pinMode(14,INPUT_PULLUP); //pinMode(7,INPUT_PULLUP); pinMode(6,INPUT_PULLUP); pinMode(5,INPUT_PULLUP); //定義第 11 腳為按鈕開關 pinMode(4,INPUT_PULLUP); pinMode(3,INPUT_PULLUP); pinMode(2,INPUT_PULLUP); pinMode(x19,INPUT); //設定輸入點 } void loop() { Ax19=analogRead(x19); // dX17=digitalRead(X17); //dX15=digitalRead(X15);</pre>
---	---

<pre> int dX6;//存 X6 的數位值 const int X5=5;//定義第 5 腳為「按鈕 開關」 int dX5;//存 X5 的數位值 const int X4=4;//定義第 4 腳為「按鈕 開關」 int dX4;//存 X4 的數位值 const int X3=3; //定義第 3 腳為「按 鈕開關」 int dX3;//存 X3 的數位值 const int X2=2; //定義第 2 腳為「按 鈕開關」 int dX2;//存 X2 的數位值 int x19=A5; //變數宣告 int Ax19;//存 A5 的類比值 int D1=25;//暫存器 //int D2=90;//暫存器 int D3=38;//暫存器 int D4=180;//暫存器 int D5=70;//暫存器 int D6=0;//暫存器  void setup() {     Serial.begin(9600); myservo1.attach(11,800,2700); // 連 接數位腳位 8，伺服馬達的訊號線 myservo2.attach(12,800,2700);// 連 接數位腳位 9，伺服馬達的訊號線  // dX16=digitalRead(X16); </pre>	<pre> // dX14=digitalRead(X14); // dX7=digitalRead(X7); dX6=digitalRead(X6); dX5=digitalRead(X5); dX4=digitalRead(X4); dX3=digitalRead(X3); dX2=digitalRead(X2); myservo1.write(D1);// 使用 write，傳入角度 myservo2.write(180-D1); // myservo3.write(D2); myservo4.write(D3); myservo5.write(D4); myservo6.write(D5); if(Ax19&lt;470 &amp;&amp; dX6==1 &amp;&amp; dX5==1 ) {     D6=10; } if (dX5==1 &amp;&amp; dX6==1) { // delay(30); if (D5&lt;180) { if(D6&lt;5) { D5=D5+2; } } } </pre>
--	--

## 2. PLC 程式：

本研究 PLC 作動 PWM 指令如下所示：

表 2 PLC 程式內容





## 陸、討論

本研究討論事項有下列幾點：

### 1. 多功能車防水性能設計：

本研究針對防水部分，尚在討論階段，預設計質量較輕盈的透明塑膠薄膜防水遮罩，材質上在物色當中，本組人員亦有建議用 SolidWorks 繪製遮罩外型，再運用 3D 列印加工製造，考量結果有鑑於 3D 列印無法做出極薄且透明遮罩，未來將採用塑膠射出成形方式製作防水遮罩。

### 2. 空氣微粒偵測性能設計：

近年來的健康話題中，空氣中的塵埃粒徑 PM2.5，對身體傷害極大，未來將設計能偵測塵埃微粒的多功能車，針對工廠、醫院與學校人多的地方，偵測空氣品質。

### 3. 消防功能增強：

本多功能車，雖有加掛 3.5 公升水箱，對實際火災發生，消防功能不佳，本組討論未來將加掛海龍(Halon)滅火器與火源紅外線感應器，增加消防功能。

### 4. 機械手臂功能增強：

本研究機械手臂運用 PLC 作動伺服器，目前只使用 4 軸，未來將增加成 6 軸，改善手臂靈活性，並撰寫程式增加動作重複記憶的功能。

### 5. 增加 GPS 定位功能：

在災難救助方面，若能即時確定所在場地，可以增加救援的成功率，因此本研究未來將增添定位系統。

## 柒、結論

本研究剛開始只想做簡易的自走車，用近距離藍芽連線，直到在網路上搜尋才發現，自走車已成為普遍大眾DIY的熱門項目，驚訝之餘，吾人決定發揮專業精神，將手機程式與Arduino元件結合，外加人機、PLC與WIFY路由器遠端傳輸，並採用履帶當傳動軸在田間及路面上暢行無阻，搭配噴水及機械手臂，製作出多功能移動式監測系統。本研究的多功能車可從事化學材料的搬運、甚至爆裂物拆除，亦可使用視訊系統與雲端紀錄器，針對危險場合如戰場、毒物或致命病毒環境，做詳盡觀察與紀錄，這樣不但可以減低人員傷亡，並可提升工作效率。

在這次的科展研究中，本團隊費了許多時間與心思去設計製作，收穫甚多，不僅在程式上有較多的撰寫磨練，還讓我們學習到要如何規劃工作進度，並面對問題與困難商討解決的對策，在一次又一次的磨練後，得到的成就是甜美的，最後也讓本團隊互相做經驗交流，提升彼此研究與創造力，相信對未來的生涯產生不少的助益！

## 捌、參考資料

### 壹、中文部分

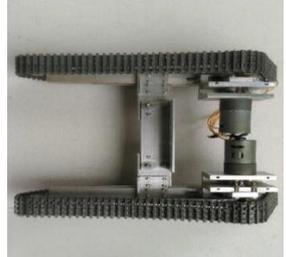
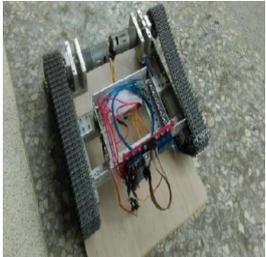
- 一、柯雲龍、潘建安(2012)。機件原理II。台北：台科大圖書股份有限公司
- 二、曹永忠、許智誠、蔡英德(2013)。Arduino 多功能車設計與製作，渥瑪數位有限公司。
- 三、張弘智、陳順同(2014)。機械基礎實習。台北：科有圖書股份有限公司
- 四、趙英傑(2013)。超圖解Arduino互動設計入門，旗標出版社，2013。

### 貳、網路資源

- 一、Arduino UNO。2015年7月26日，取自：<http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoard>
- 二、Android system architecture。2015年7月26日，取自：<http://ccckmit.wikidot.com/ga:architecture>
- 三、Arduino PWM。2015年7月26日，取自：<http://www.arduino.cc/en/Tutorial/PWM>

## 玖、附錄

根據研究與探討的材料圖，製作程序並準備材料，依構想去設計、加工、製作，如下圖所示為實物加工與製作過程。

			
畫線	鋸切	銼削	鑽孔
			
銑削	車削	拋光	噴漆
			
CO <sub>2</sub> 焊接	固定機身	行走部組裝	電路、控制板
			
履帶傳動軸近照	PLC 與人機位置	障礙物通過測試	多功能車全貌

## 【評語】 052504

1. 此作品設計一機械手臂裝置，能進行自動行走，自動灑水等功能，且能遠端監控，軟硬體整合度高。
2. 此系統具相當程度的複雜度，整合的難度高。作品具有實用價值。
3. 建議在設計過程中，在系統優化上，能多著墨，用完整的實驗數據來引導設計的決定。