

新竹市第四十三屆中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：生活與應用科學(一)

組 別：國小組

作品名稱：如影隨心——行動不便者的載物小幫手

關鍵詞：PS2 遙控、HuskyLens、物體追蹤



編 號：

如影隨心——行動不便者的載物小幫手

摘要

本研究主要是設計並製作出一台可以協助手腳受傷行動不便的同學，載送少量學用品的小車，使用手動遙控或 HuskyLens 物體追蹤兩種模式，來操控小車的行動。

本研究探究了：

1. 馬達及車輪：從使用 Powertech 減速齒輪組 + 密集板車輪、萬向輪，到 TT 馬達 + 專用橡膠輪。
2. 馬達控制模組及電源：思頂機器人藍芽模組（3 號電池）+APP，到 micro:bit + 悟空板或 L298N（18650 鋰電池），最後使用了 Arduino Uno + Emakefun（18650 鋰電池）。
3. 遙控方式：測試過用手機或平板（思頂機器人控制器 APP），micro:bit 廣播群組遙控 + 遊戲手柄，以及 PS2 手把。
4. 物體追蹤：使用 HuskyLens AI 視覺鏡頭的物體追蹤功能
5. 最後製作出可用 PS2 來遙控，或用 HuskyLens 來跟在主人身後行動的載物小車。
6. 根據同學們實測應用性後，提出改良建議。

壹、前言

一、研究動機

我們在學校常看到有人因為手或腳受傷而行動不便，到不同教室上課時，有時還需要別人幫忙拿書本、鉛筆盒和水壺等上課用品。和老師學習寫智慧小車的程式之後，看到有許多科展研究報告是專門為身心障礙人士解決他們的問題，所以我們也想做出一台可以載送物品的小車，來幫助行動不便的同學，到不同教室上課時載送要使用的書本、用具，或是在教室裡當作幫忙繳交作業的小幫手。

二、研究目的

1. 打造一台可以在校園中，載送書本或水壺等少量學用品的小車。
2. 可用手動遙控方式，在教室範圍內隨意操控小車行進。
3. 結合 AI 視覺辨識鏡頭，讓小車可在校園中跟隨主人行進。

三、文獻探討

（一）類似主題的研究

經我們查詢歷屆科展作品和網路資料，發現沒有類似我們想要製作載送學用

品、可遙控及跟隨主人小車的研究。只有人做過用 HuskyLens 物體辨識功能的自動搶乒乓球小車（第 63 屆中小學科學展覽會生活與應用科學科一）。關於我們想要做出能幫忙載送課本文具等隨身用品的這個主題，並沒有人做過相同的研究。

我們以「載重遙控車」來作為 Google 關鍵字的搜尋，發現一般載重遙控車都是小型玩具越野車類的，放置物品的面積不大，不符合我們想要載送課本、水壺等學用品等，放置物品面積較大的載物車的需求。也有可以自動行駛在道路、載送較多物品的自駕外送小車(引自科技新報，Chen Kobe, 2024)，還能自動導航、防盜，但是單價過高，也不符合我們校園中使用的效益。

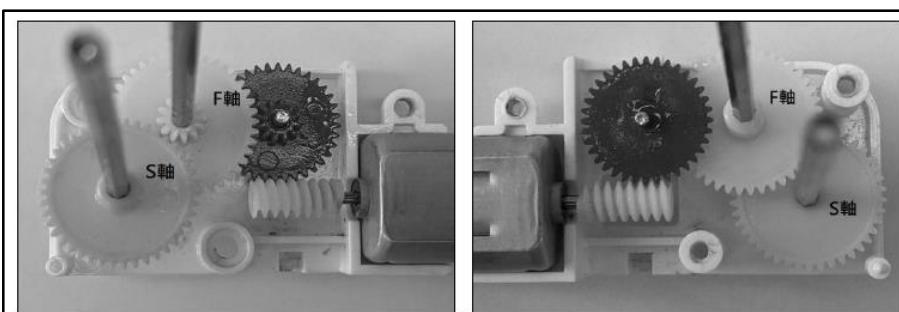


自駕外送機器人（圖片引用自科技新報，Chen Kobe, 2024）

所以我們決定自己來探索這個主題，製作簡易的載物小車，並具有遙控及 AI 跟隨的功能。

(二) 減速齒輪組馬達

1. PowerTech 競賽使用的減速齒輪組：是由 130 小馬達帶動齒輪組，齒輪組的輸出軸有分快速軸（F 軸）和慢速軸（S 軸）。參考機器戰鼠躍進吧！（新竹市第 39 屆中小學科展國小組生活與應用科學科一），快速軸的減速比是 1/126、慢速軸是 1/441。因為考慮在校園中的行進速度不要太快，所以我們使用慢速軸裝上曲柄來連接車輪，以帶動小車向前移動。



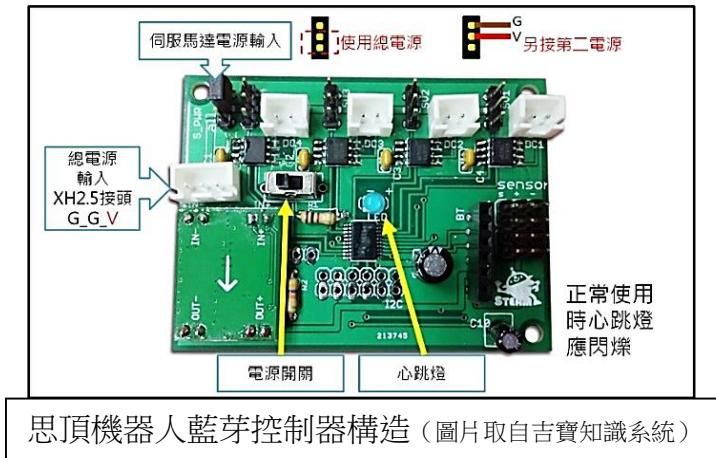
PowerTech 減速齒輪組的內部構造（圖片取自機器戰鼠躍進吧！）

2. TT 馬達：有不同的減速比，也有專用的橡膠車輪，是智慧小車最常使用的馬達。一般的小車為求速度快，大多數是減速比 1：48 的 TT 馬達。我們為了要載重、不

求快，使用了減速比 1：120 和 1：220 的 TT 馬達。

(三)藍芽控制模組

1. 思頂機器人藍芽控制器：是 PowerTech 競賽遙控機器人所使用的控制器。使用 4 顆 3 號電池，可以輸出控制 4 組直流馬達或伺服馬達。我們只使用了 2 組直流馬達。



2. 思頂機器人控制器 App：可在手機或平板下載，選取藍芽配對後，便可以點按按鈕來獨力操控兩組輪子的前進、後退，以控制車子的前進、後退、左轉或右轉。



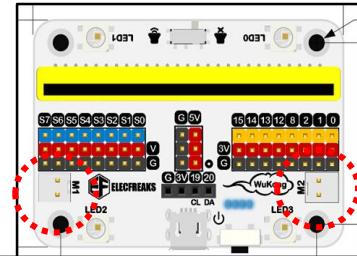
(四)micro:bit 與悟空板

1. micro:bit 簡介（資料來源：STEAM 教育學習網）：micro:bit 是一款由英國廣播電視公司 (BBC)，所推出的的微型電腦開發板，可以編寫軟體程式設計。它有 25 個 LED 燈，可以顯示圖像（例如數字或小車行進方向的箭頭圖像）；也具有藍芽配對功能，可以使用廣播群組設定，來與另一個 micro:bit 配對，相互發送訊號或接收訊號，以達到遙控的功能。群組的數字範圍是 0~255，相同數字群組（頻道）的 micro:bit，才能接收彼此的訊號。

MakeCode 是 Microsoft 所提供的 micro:bit 線上程式編輯器，只需要打開 MakeCode，就可以輕鬆編寫 micro:bit 積木程式。

2.悟空板：悟空板是一款基於 micro:bit 而製作的擴充板，內建電池組，它僅需 20 分鐘即可進行快速充電，充滿電後可一次運行 40 分鐘以上。它可以驅動兩個馬達 (M1、M2)。（資料來源：奧斯丁國際）

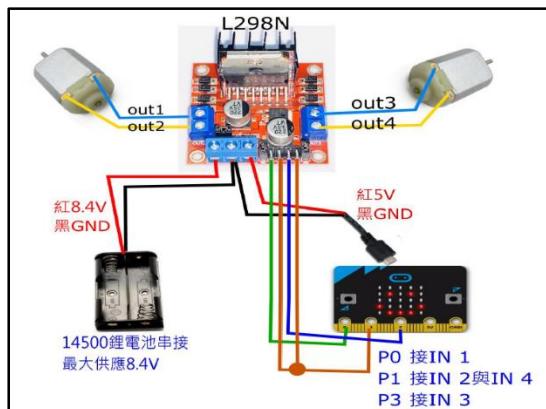
在 MakeCode 程式要擴展悟空板的程式積木，只要在擴展打上「wukong」後搜尋，點選找到的悟空板圖示，就可以使用悟空板的馬達控制積木了。



悟空板照片（圖片修改自奧斯丁國際）

(五)L298N 馬達驅動模組

1.L298N 的構造說明：我們參考張育豪老師「micro:bit 體感遙控風動船」的研習簡報，用 L298N 連接 2 顆串聯的 18650 鋰電池，以提供較大電量給 micro:bit 和馬達。



L298N 電路連接示意圖（本圖取自張育豪老師研習簡報）

2.利用 micro:bit 的 P0、P1 和 P2 這 3 個腳位，來輸出 4 個 PWM 訊號，控制 2 個馬達 M1（左輪）和 M2（右輪）前進、後退及左右轉彎：

Micro:bit 腳位	P0	P1	P2
L298N 訊號輸入	IN1	IN2、IN4	IN3
輸出腳位	M1(out1)	M1 (out2)、 M2(out4)	M2(out3)
前進的電量輸出	高 (M1 正轉)	低	高(M2 正轉)
後退的電量輸出	低(M1 反轉)	高	低(M2 反轉)
右轉的電量輸出	高(M1 正轉)	中	低(M2 反轉)
左轉的電量輸出	低(M1 反轉)	中	高(M2 正轉)
停止	低	低	低

(六)micro:bit 廣播遙控及遊戲手柄

1. micro:bit 的廣播遙控（參考 STEAM 教育學習網網站）：micro:bit 本身就有廣播配對的功能，可以利用廣播群組，將兩個 micro:bit 的設定相同數字，以便互相配對（不同數字區分不同群組配對）。其中 1 個 micro:bit 當發射端（發射不同數字），另 1 個 micro:bit 當接收端，接收不同的數字訊號作不同的動作（前進、後退……）等。除了設定廣播群組，還要設定廣播強度（強度 1~7，最強是 7）。micro:bit 發射端，可以用內建的動作感應，透過變換 micro:bit 的傾斜、偏向方向，來發射不同數字，遙控接收端的 micro:bit。

2. 遊戲手柄的說明（資料來源：Yahboom 網站）：

將 micro:bit 連接遊戲手柄，可以提供電源給發射端的 micro:bit，並且可以指定操控搖桿或按鍵來發射不同的數字訊號，方便遙控接收端的 micro:bit。

在 MakeCode 程式，要擴展遊戲手柄的程式積木，只要在擴展搜尋列貼上「<https://github.com/lzty634158/GHBit>」後搜尋，點選找到的圖示，就可以使用遊戲手柄的積木了。



(七)四路馬達驅動板與 PS2 接收器

1. Arduino Uno 四路馬達驅動板 Emakefun（參考 Emakefun 產品資料）：這是國中生科競賽使用的擴展板，是具有多種功能的馬達驅動板。

- ①它可以驅動 4 個馬達。
- ②可以連接 PS2 接收器，接收 PS2 手把訊號，用以遙控小車馬達的運轉。
- ③有 1 個 I2C 插孔，可以連接 AI 視覺辨識鏡頭。
- ④有 RGB 全彩燈，可以用不同顏色顯示程式執行的不同狀態。
- ⑤有蜂鳴器，可以依照程式執行需求來發出特定的聲音。



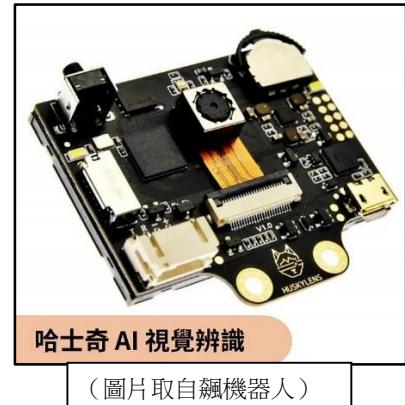
Emakefun 擴展板（左）、PS2 手把及接收器（右）（圖片取自宇科技）

2. PS2 接收器與 PS2 手把：PS2 手把有雙震動、雙搖桿、多功能按鍵、電源指示燈、MODE 指示燈等許多功能，可以滿足我們左、右手均可使用搖桿來操控小車行進的需求。
3. Emakefun 及 PS2 的程式積木：在 BlocklyDuino Editor F2（下載安裝吉哥積木）中點開「法蘭斯積木」，就可以看到並使用「PS2 手把」和「Emakefun 擴展板」的程式積木了。



(八) HuskyLens 物體追蹤

1. HuskyLens 視覺辨識鏡頭介紹（資料來源：教育雲）：HuskyLens 是一款多功能且具高性價比的 AI 影像辨識模組，內建多種 AI 演算法，能執行物體追蹤、物體偵測、人臉識別、QR 碼識別、顏色識別、線條追蹤、標誌學習識別等多種影像辨識任務。我們可以運用其中的物體追蹤的功能，讓車子可以跟著使用者移動。



(圖片取自飄機器人)

儘管 HuskyLens 功能強大，但它也存在一些限制：辨識精度有限、功能深度有限、不支援無線通訊、以及視角與距離受限等。

2. 物體辨識與追蹤的學習功能（資料來源：DFROBOT 網站）：

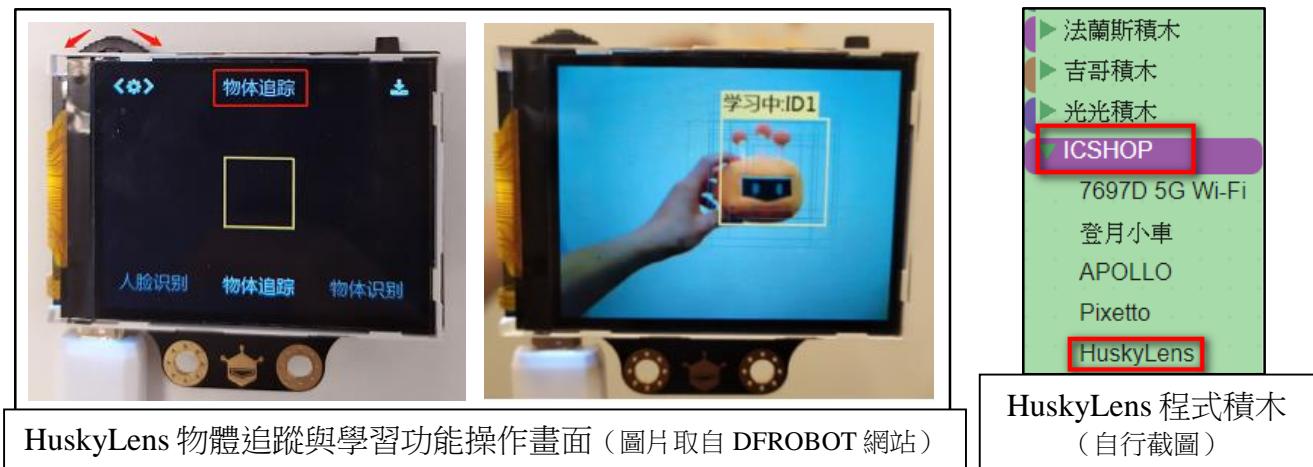
- ① 物體辨識與追蹤的學習功能：向左或向右撥動「功能按鍵」，直到螢幕頂部顯示「物體追蹤」。
- ② 把 HuskyLens 鏡頭對準需要追蹤的物體，調整物體與鏡頭的距離，將物體包含在屏幕中央的橙黃色方框內。
- ③ 調整物體的角度和距離，使得鏡頭可以從不同的角度和距離學習該物體。學習

過程中，螢幕上的黃框會標註「學習中：ID1」。

④追蹤物體時，每次只能追蹤一個物體，可以是任何有明顯輪廓的物體，甚至是各種手勢。

⑤使用物體追蹤功能之前，要讓 HuskyLens 鏡頭先學習要追蹤的目標。多移動目標物體，可讓 HuskyLens 鏡頭辨識物體更多不同角度的影像，增加辨識的成功度。

⑥螢幕的尺寸是： $X=0 \sim 320$ ， $Y=0 \sim 160$ 。左上角 $X=0$ 、 $Y=0$ 。



3. HuskyLens 的程式積木：在 BlocklyDuino Editor F2 中點開「ICSHOP」，就可以看到並使用「HuskyLens」的程式積木了。

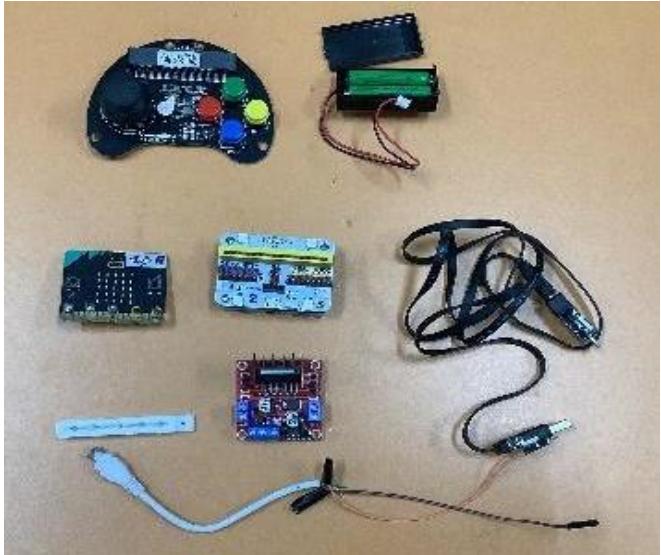
貳、研究設備及器材

一、小車主體（照片均為自行拍攝）

密集板	減速齒輪箱(含 130 馬達)	TT 馬達及專用橡膠輪
密集板圓形車輪	萬向輪	電線
杜邦線	絕緣膠帶、矽膠軟管	按壓式接線端子

魔鬼氈、魔鬼氈束線帶	束線帶	螺絲、螺帽、塑膠隔離柱
		

二、藍芽遙控及 micro:bit 廣播遙控 (照片均為自行拍攝)

思頂機器人藍芽控制模組、3號電池 (恆壓) 及電池盒	Micro:bit V2.1、悟空板、4號電池+電池盒、遊戲手柄、L298N 馬達驅動模組、3D 列印 Micro:bit 固定座
	

三、PS2 及 AI 跟隨小車 (照片均為自行拍攝)

Arduino Uno、Emakefun 四路馬達驅動模組、PS2 接收器、PS2 手把	HuskyLens	18650 鋰電池、電池盒、船形開關
		

自製辨識圖案、透明 L
夾、魔鬼氈束帶



2.0 端子線及 2Pin 母座



四、其他工具與用品 (照片均為自行拍攝)

熱熔膠槍與膠條	剝線鉗、螺絲起子、剪刀、尖嘴鉗、鐵尺。捲尺	電子秤
美工刀、切割墊		
焊槍及支架、焊錫、銅絲球	手線鋸、線鋸機	手搖鑽和鑽床
		

五、軟體：

- (一)思頂機器人控制器 App。
- (二)MakeCode 網站。
- (三) BlocklyDuino Editor F2 (吉哥積木)。
- (四) Word 文書處理。

參、研究過程與方法

本研究是從觀察提出待解決的問題之後，嘗試一次解決一個問題（遙控、可程式控制、增加電量、物體追蹤），是關注於實作完成品特性的質性研究。

先討論提出設計想法，實際做出成品，進行測試之後，發現問題，再進行下一代小車的設計，除了改良前一代的問題，同時也讓新的小車至少增加一個新的功能，最後製作出一個具有完整功能的小車——可遙控也可追蹤跟隨主人，並在校園中進行實測，以便對作品的實用性有更深的了解，為未來進一步研究奠定基礎。

首先，我們先用學校現有大量的 Powertech 競賽用減速齒輪組、車輪，及藍芽控制模組為主要動力和遙控方式，製作出第一代的載物小車。

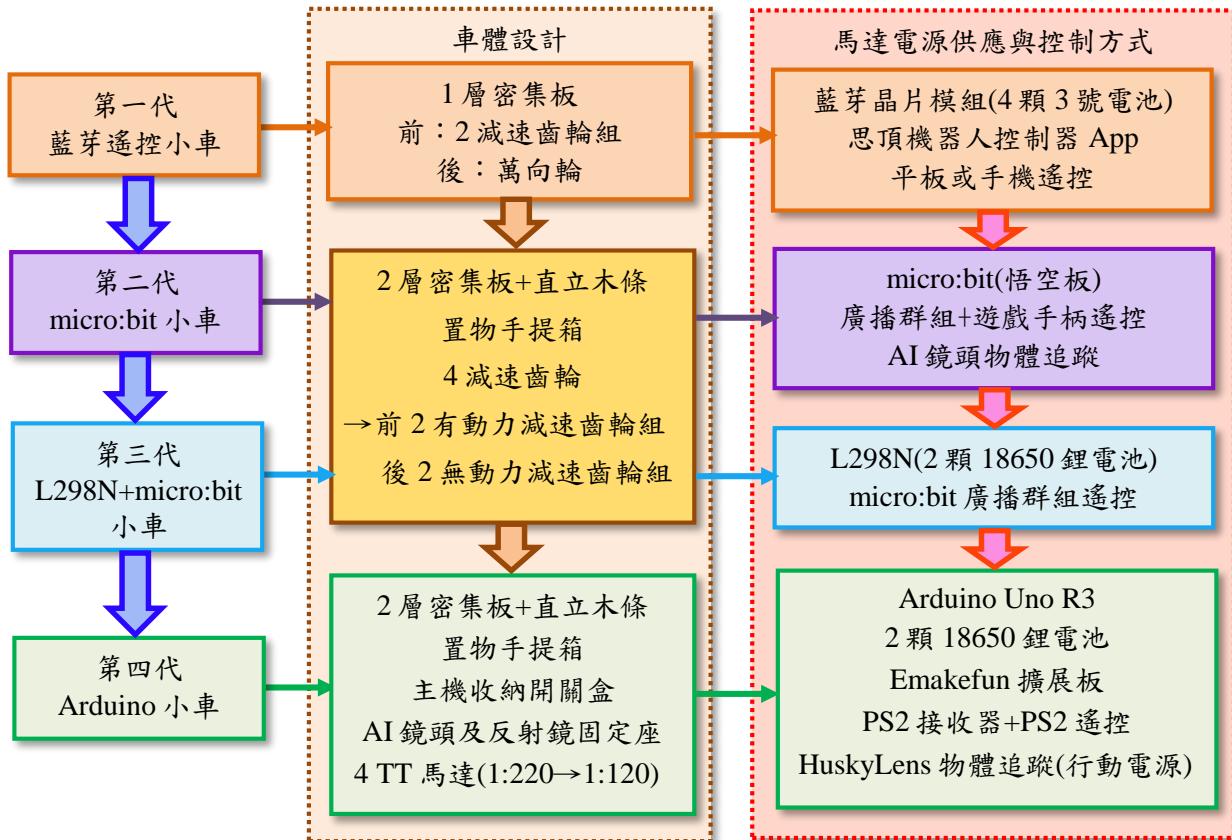
第二代的小車則是改良車體的設計，並改用 micro:bit 來寫程式，遙控小車的行進。

第三代的小車，則是嘗試加大電量，並加入 AI 鏡頭辨識功能。

因為第三代小車一直無法成功，所以我們第四代小車改用 Arduino Uno 為主板，加上可

連接 PS2 遙控手柄及 HuskyLens 的 Emakefun 擴展板，總算成功製作出兼具遙控和跟隨兩種模式的載物小車了！

研究過程如下圖所示。



(本圖由第一指導老師繪製)

肆、研究結果與討論

一、第一代小車的製作與研究

(一) 設計構想

我們討論了下面幾個問題，來設計並製作出第一代的小車：

1. 使用哪一種馬達和車輪來製作小車？

因為我們想要載重，所以我們決定使用減速比較大的減速齒輪箱——Powertech 競賽用的減速齒輪箱，慢速輸出軸減速比 1/441，並用現成的密集板雷切圓形大車輪來製作小車。

2. 用什麼材料來製作車體？怎樣形式的車體，可以載送物品？

用厚度 3mm、長 30cmX 寬 20cm 的密集板，來製作較寬底盤的車體，並將馬達裝在車底下方，增加載物面積，以便載送較多課本及學用品。

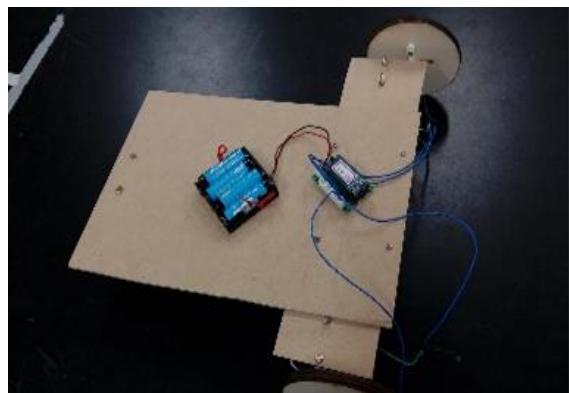
3. 如何操控小車的行進？

使用 Powertech 競賽用的「藍芽晶片模組」及「思頂機器人控制器 App」，不需

要寫程式，就可以直接用手機或平板來操控小車的行進。

(二)第一代小車的研究過程

1. 我們先以 1 片密集板作為車體，前端再鎖上一片兩側各有 1 組裝上車輪的減速齒輪箱，後端則鎖上一個萬向輪，組裝成一個平台狀的小車主體。
2. 將兩個減速齒輪箱的馬達電線，和 4 個 3 號電池的電池盒，連接到思頂機器人藍芽控制模組，製作完成第一代小車。
3. 開啟平板上的思頂機器人控制器 App，連接小車的藍芽控制模組，在實驗教室內操控小車的行進，當小車無法順利被操控時，就用捲尺測量並紀錄小車和平板間的距離。
4. 在小車車體上放置書本或水壺，測量並記錄小車能順利移動的最大承載重量。



(圖 1-1)第一代小車完成照片
(自行拍攝)



(圖 1-2)使用平板遙控小車
(自行拍攝)

(三)第一代小車的研究結果

我們測試第一代小車的操控與行進，得到以下的研究成果：

- 1. 平板可遙控距離：**大約 4 公尺～6.5 公尺。在教室空間內大多可以順利遙控小車的行進，但是會被桌椅等物品阻擋，而看不到小車的位置和行進方向。
- 2. 遙控操作的穩定性：**平板和小車的藍芽模組之間，訊號的連接不穩定，有時會出現斷線需要重新連接的情形。換過電池之後，可以改善此問題。大約測試使用 30 分鐘之後電池就會電力不足，需要重新更換電池。
- 3. 車子的承載重量：**約只能載 3 本書行進。在較重的物品時，固定減速齒輪組（車輪）的木板會被壓彎，使得車輪呈現外八的狀態。我們發現是車體底盤的木板強度太薄弱，載送裝滿水的水壺和太多書本的話，很容易會使車體變形。過重的物品會使車輪外翻（成外八字形的樣子），而不容易行進。

(四)討論

1. 藍芽遙控的距離和穩定性：藍芽晶片模組不太穩定，常會斷訊，需要重新連接。

似乎很受電量的影響。如果連接順利的話，在教室裡範圍內大致可以操控小車的行進。但是在地面的小車，會被桌椅阻擋而不容易看到在哪裡，不容易判斷接下來要往哪個方向行進。所以小車還需要有直立高出桌椅的立柱，幫助辨認小車的位置和朝向。

2. 遙控操作的方便性：用平板來遙控，手上要拿著很大的平板，有點笨重，不太方便操作。而且要同時按兩個按鈕來分別控制兩個輪子的方向，尤其是要轉彎的時候，需要經過練習才知道兩個馬達的按鈕要如何搭配。最好是單鍵操控就能同時遙控兩個輪子的行進方向。

3. 車體的承重性：固定車輪的板子只有一層密集板，太過薄弱。而且兩個輪子突出載物板的車輪設計，讓車體載重時，會將兩輪之間的板子往下壓，而導致車輪觸地部分外翻。要加厚車體的板子（使用 2 層密集板），且將輪子直接固定在車體下方而非外側，這樣可以車體重量可以垂直向下作用於輪子上，而不易使車輪外翻。

4. 結合物體追蹤跟隨功能的可行性：藍芽晶片只能遙控，不能結合 AI 鏡頭，如果要有跟隨功能，就必須改用程式來控制馬達。

二、第二代 micro:bit 小車的製作與研究

(一)設計構想

1. 沿用第一代的馬達與車輪。
2. 使用 2 層寬 20cm、長 30cm 的密集板來製作小車底盤，直接在底盤的前方和後方分別固定 2 個馬達與車輪（共 4 組馬達與車輪），以分散車輪的受力。
3. 車體前方加裝 1 根向上延伸的木條，高度超過桌面，以便在教室不受桌椅阻擋，仍可辨認出小車的位置。
4. 將馬達的動力來源，改用 micro:bit 和悟空板（提供電源並驅動馬達），以程式來控制馬達的行進方向。
5. 使用 micro:bit 的廣播群組功能設定，來用一片 micro:bit 當發射端，遙控另一片裝在小車上的 micro:bit（當作接收端）。
6. 遙控的操作方式：可以用 micro:bit 的動作感應（改變 micro:bit 的擺放姿勢），或是使用有搖桿的遊戲手柄來操控。

7.結合 AI 鏡頭，測試能否依據偵測到物體位置，而改變小車的行進方向。

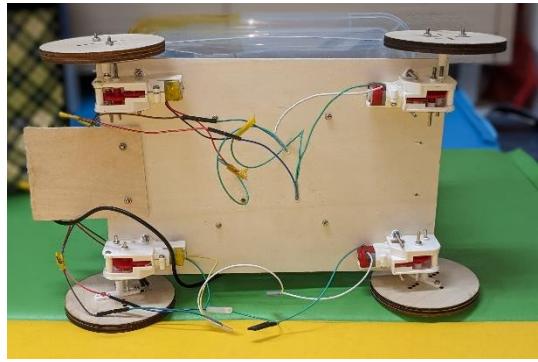
(二)第二代小車研究過程

1. 製作完成第二代小車。



(圖 2-1)

(1)用線鋸機切割需要使用到的木板和木條。(自行拍攝)



(圖 2-2)

(2)車底固定 4 組馬達（並聯同側電線），前方加裝一片板子，以便固定直立的木條。(自行拍攝)



(圖 2-3)

(3)固定直立木條，車體中央黏貼一圈木條，以便放置固定好電池等零件。(自行拍攝)



(圖 2-4)

(4)大手提箱底部鑽 4 個孔，套入車體中央 4 個隔離柱，固定到車體上。(自行拍攝)



(圖 2-5)

(5)插拔式直立木條，可以縮小收納空間。將馬達電線延伸到木條上方。(自行拍攝)

(6)將電線連接到直立木條上方的藍芽晶片模組（預備可以將之換成 Micro:bit），完成第二代小車的車體（圖 2-6）。

2. 測試第二代小車的載重力：先以藍芽控制器遙控，測試第二代小車的電路連接是否 OK，並觀測車體的載重力。

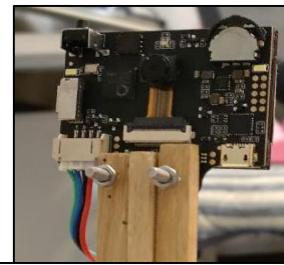


自行拍攝

(圖 2-6)第二代小車作品

3. 測試 micro:bit 遙控：改用 micro:bit + 悟空板連接

小車馬達（當作接收端），另一個 micro:bit 當作發射端（或是加上遊戲手柄），編寫發射端和接收端的程式，測試廣播遙控小車行進的效果。



(圖 2-7)在直立木條上方裝設 HuskyLens
(自行拍攝)

4. 測試 AI 物體追蹤：將 HuskyLens 裝設在直立木條的上方（圖 2-7），電線連接悟空板，編寫物體追蹤程式，測試小車能否跟隨目標物體行進。

(三)第二代小車研究結果



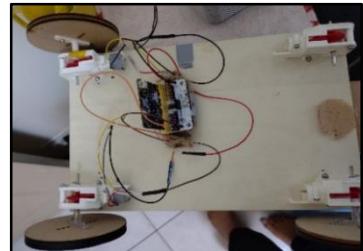
(圖 2-8)用手機測試小車載重與行進 (自行拍攝)

1. 使用藍芽晶片模組，可以成功遙控小車 4 個輪子同時行進，顯示電路連接沒有問題。

2. 使用 2 層密集板的加厚車體，以及安裝 4 組馬達分散在重物體重力，大大增加小車的承重能力，車輪也不容易出現「外八」的變形情形。



(圖 2-9)小車可裝載許多書本 (自行拍攝)

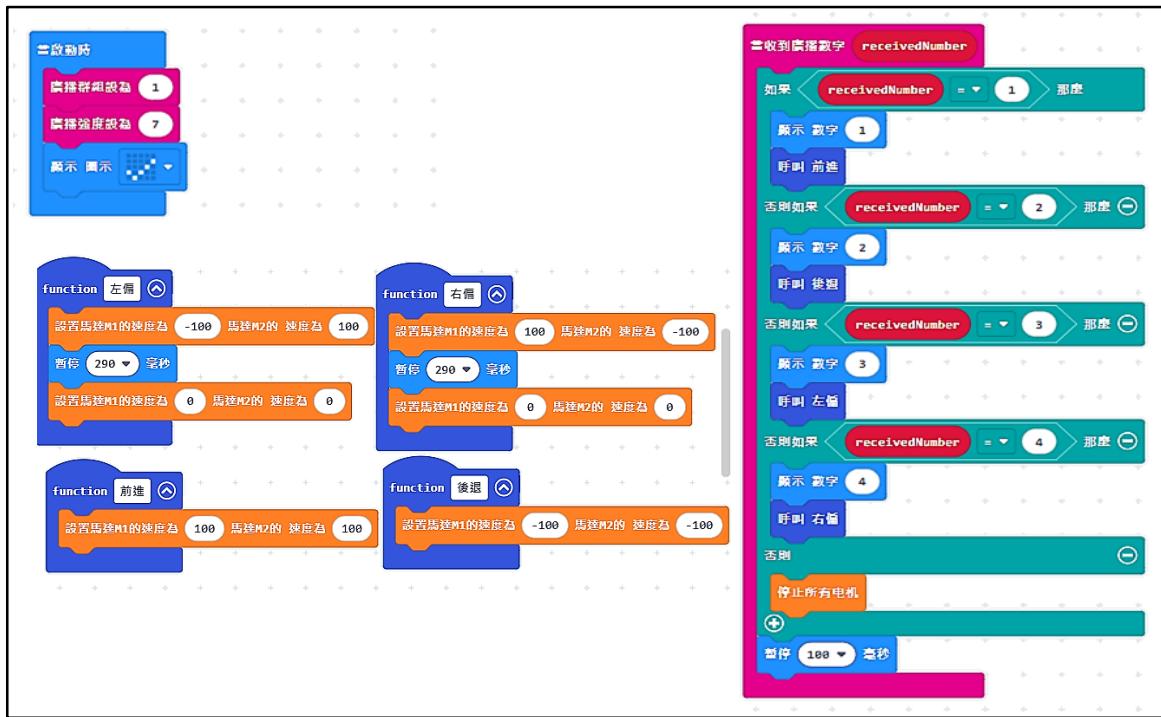


(圖 2-10)改連接 micro:bit 和悟空板 (自行拍攝)

3. 改用 micro:bit + 悟空板來連接車輪馬達（接收端），用另一個 micro:bit 當發射端，輸入廣播遙控程式（見圖 2-11 和圖 2-12），結果接收端的 micro:bit 可以接收到訊號，顯示圖案，廣播訊號接收良好，遙控距離可達 6 公尺，但是 4 輪均無法行進。拿掉載物箱並測試只連 2 個馬達，車輪還是不能動。將馬達取出齒輪箱，馬達有時可以轉動，但是裝進齒輪箱後就還是不能轉動。

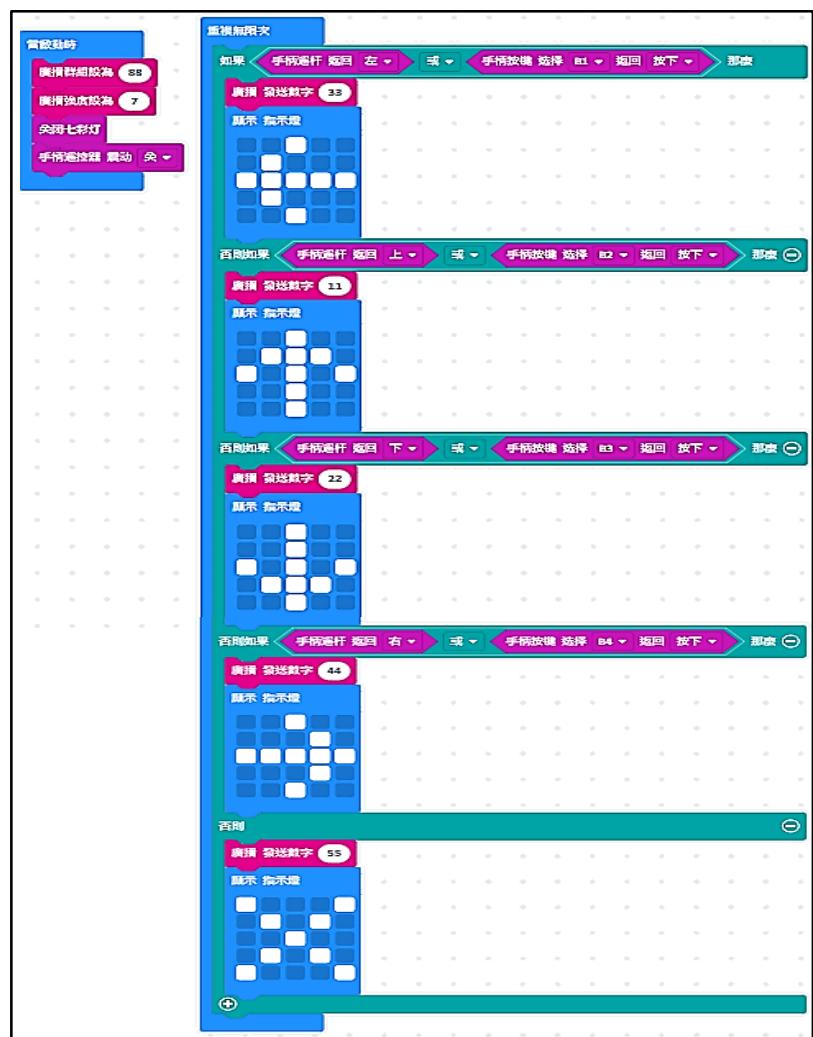


(圖 2-11)發射端 micro:bit 程式積木 (自行截圖)



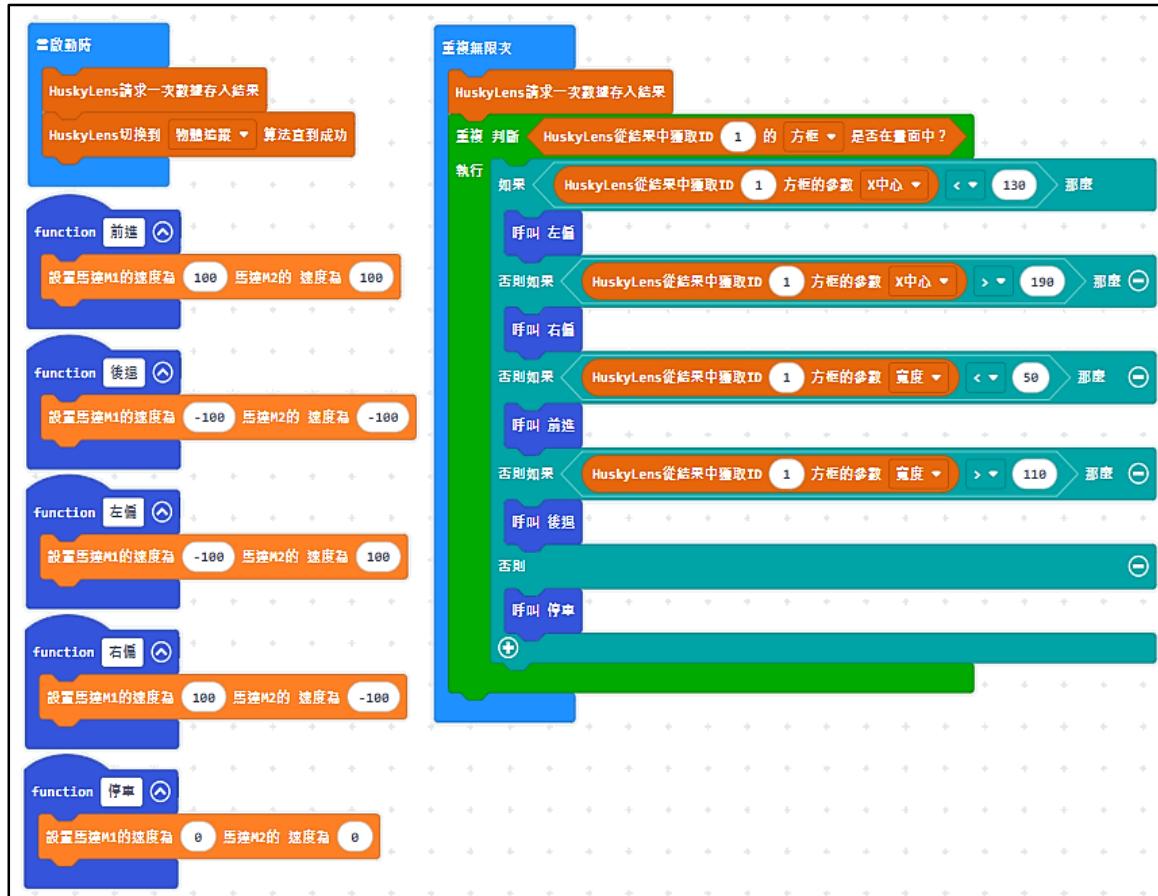
(圖 2-12)接收端 micro:bit 程式積木 (自行截圖)

4. 發射端的 micro:bit 改用遊戲手柄來遙控，輸入廣播遙控程式（見圖 2-13）。接收端程式只有改掉接收數字（和發射端相同）。結果接收端的 micro:bit（拿掉載物箱並測試只連 2 個馬達）也是可以接收到訊號（顯示圖案），廣播訊號接收良好，但是車輪還是不能動！



(圖 2-13)遊戲手柄的 micro:bit 程式積木 (自行截圖)

5. 將 HuskyLens 連接到悟空板，先讓 HuskyLens 學習要追蹤的物體，再寫入物體追蹤程式（見圖 2-14）：偵測到物體方框 X 中心較小 (<130) 就左偏、X 中心較大 (>190) 就右偏、方框寬度較小 (<50) 就前進、寬度較大 (>110) 就後退、都不是就停止。結果 HuskyLens 螢幕裡的方框可以隨著物體移動，顯示有執行辨識和學習的功能，但是車輪還是不能動！（追蹤物體行動失敗！）



(圖 2-14) MakeCode 的 HuskyLens 物體追蹤程式（自行製圖）

(四)討論

1. 小車車體的改良設計成功：

- ① 使用 2 層密集板，以及使用 4 個輪胎著地，比使用 2 組車輪 + 萬向輪更能分散車輪的受力，減少車輪變形的機會，大大增加了車體的承重載物能力。
- ② 加裝直立木條，讓小車被障礙物阻擋時，還可以辨認出小車的所在位置，也可以在上方加裝 AI 辨識鏡頭，方便辨識到要追蹤的物體。
- ③ 加裝手提箱，可以讓載送的物品不會掉落，也大幅增加了載送的容納空間。
- ④ 所以車體的改良很成功，只剩下還需要設計能妥善放置主機板和電池等電子零件的收納空間！

2.遙控和追蹤功能失敗的可能原因：

- ①micro:bit 廣播遙控：廣播訊號都可以正常的傳送和接收，但是車輪馬達無法順利轉動，不管是用 4 組或只用 2 組減速齒輪組，車輪都不能轉動。將馬達拔出減速齒輪箱時，有時可讓 2 組馬達轉動。我們覺得很可能是悟空板的電量只有 3.7V，電量不足以讓 Powertech 競賽的減速馬達轉動。
- ②HuskyLens 物體追蹤：因為悟空板供電不足，使車子動力不構，馬達無法讓車輪轉動，所以就算 AI 鏡頭可以辨識到物體，小車也無法跟隨追蹤。所以還是要先解決車輪無法轉動的問題，試著改用可提供較大電量的 L298N 馬達驅動模組，也許就可以讓車輪轉動了。

三、第三代大電量 Micro:bit 小車的製作與研究

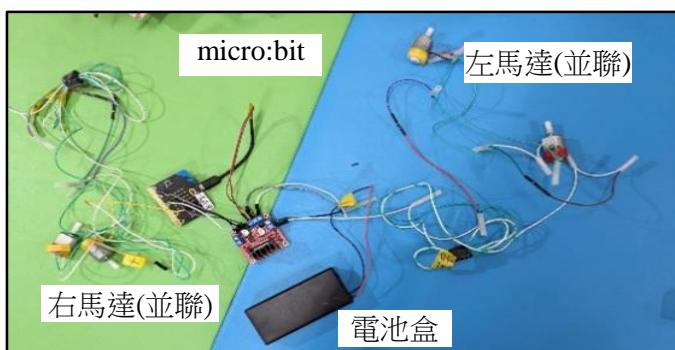
(一)設計構想

1. 直接沿用第二代的車體，以及減速齒輪組馬達和車輪。
2. 改用 L298N 馬達驅動模組，使用 2 顆串聯的 18650 鋰電池，以增加供電量。
3. 用 micro:bit 的 P0、P1、P2 的 3 個腳位，來輸出 4 種不同的訊號，控制 2 組車輪的 4 種不同運轉情形：前進、後退、左偏和右偏。

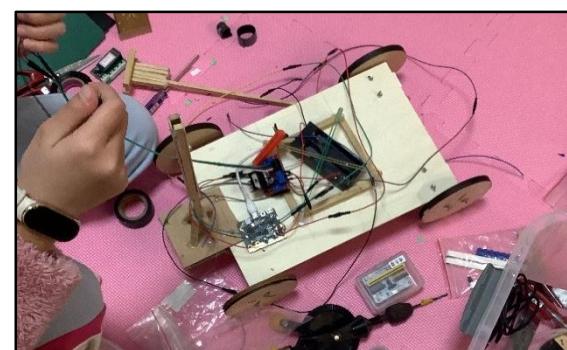
(二)第三代小車研究過程

1. 組裝完成第三代小車的電路連接。（如圖 3-1）

- ①用 2 顆 18650 電池連接到 L298N 的 Vin 和 G，用剪掉一端保留 micro USB 頭的電線，連接 5V 輸出和 G（和電池的負極電線所在同一個孔位），供給 micro:bit 電源。
- ②在 micro:bit 的 3 個腳位孔，用螺絲螺帽固定電線：1 條 P0、2 條 P1、1 條 P2，分別連接到 L298N 的 IN1、IN2、IN4 和 IN3。
- ③連接 OUT1、OUT2 到左輪馬達（並聯 2 組），OUT3、OUT4 到右輪馬達（並聯 2 組）。

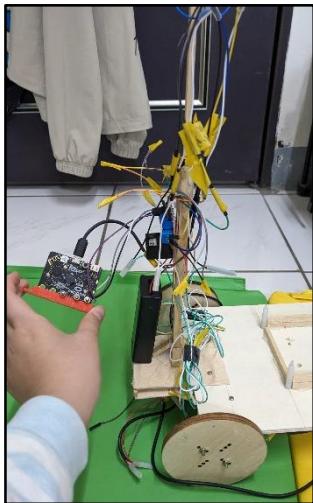


(圖 3-1) L298N 的電路連接圖 (自行拍照)

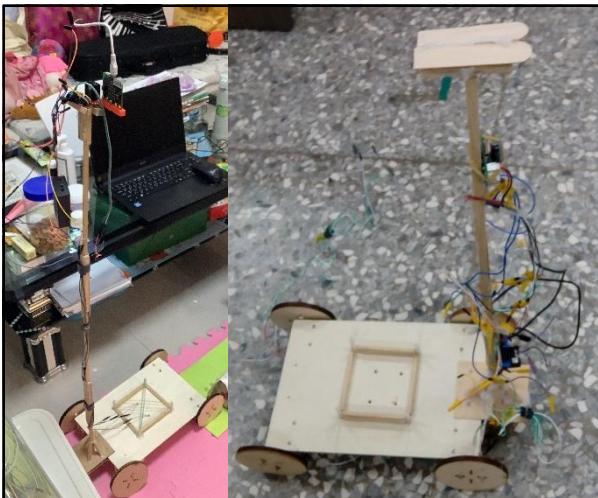


(圖 3-2) 將電路組裝到小車上 (自行拍照)

2. 組裝完成第三代小車（圖 3-3、圖 3-4）。

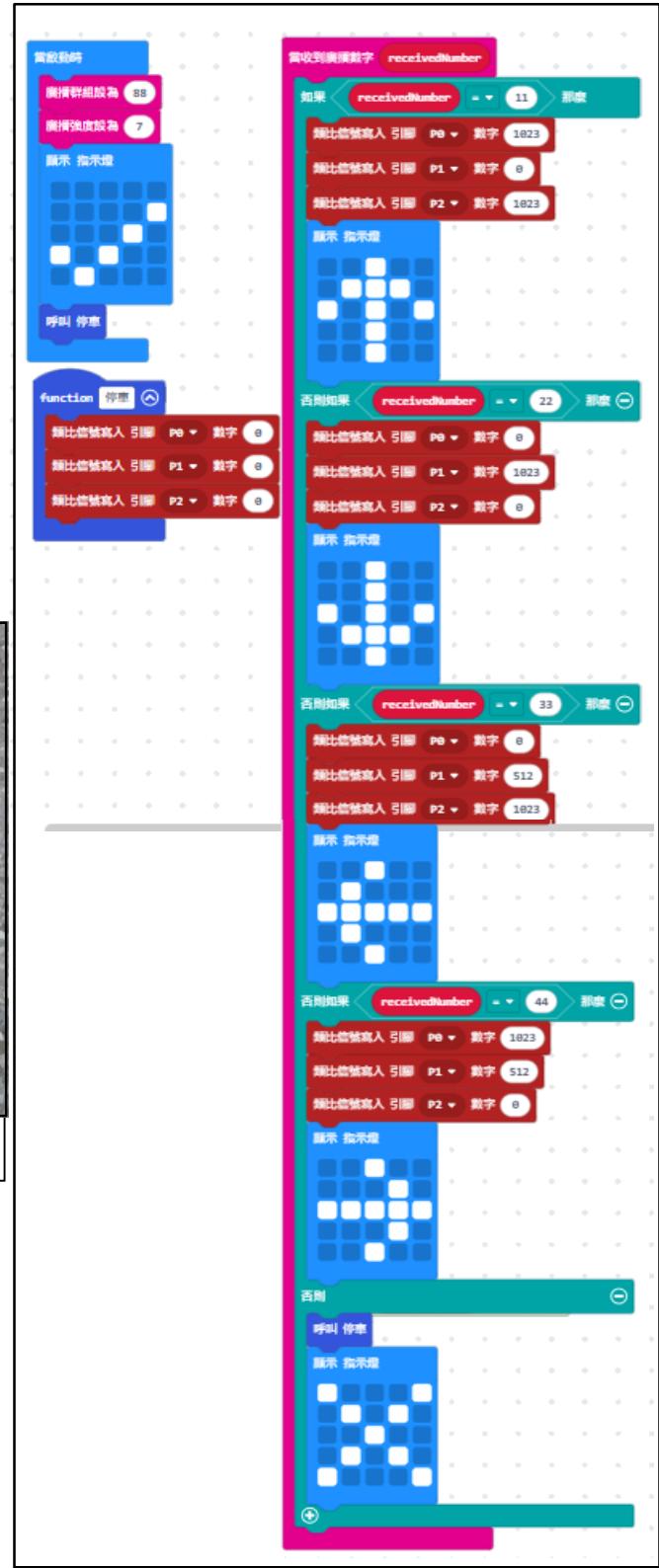


(圖 3-3)固定零件並整好電線（自行拍照）



(圖 3-4) 2 台第三代小車完成品（自行拍照）

3. 編寫接收端 micro:bit 的程式
(見圖 3-5)，以 4 種不同的
PWM 訊號組合，來控制左輪
和右輪的馬達運轉。發射端
micro:bit 的程式，則是沿用第
二代小車（同圖 2-12 改成對
應的數字）。

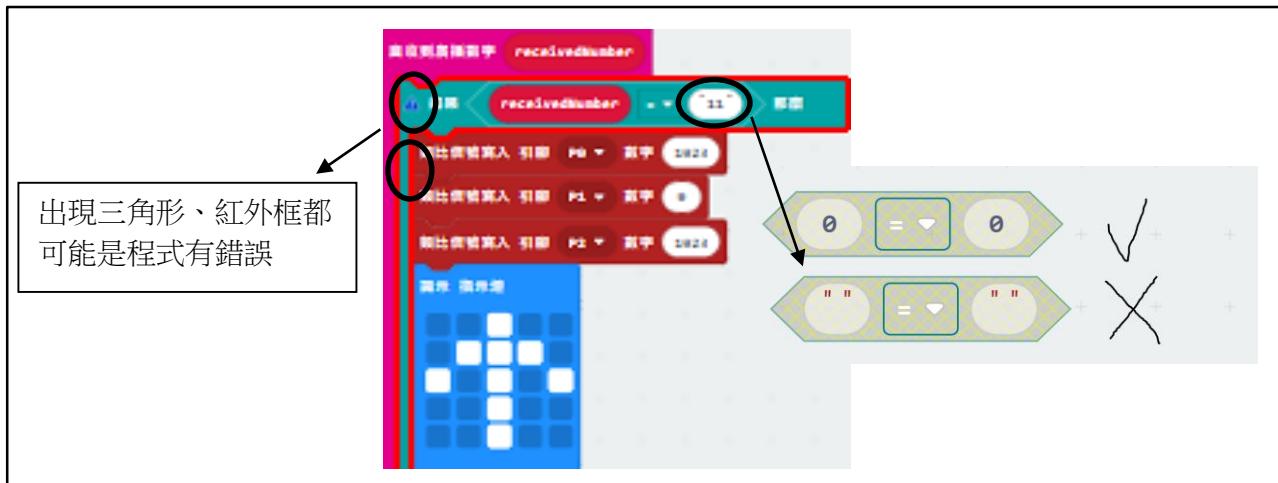


(圖 3-5)L298N 的 micro:bit 程式積木（自行截圖）

(三)第三代小車研究結果

1. 要輸入發射端的 micro:bit 程式時，程式積木出現錯誤訊息。原來是邏輯積木拉成
文字字串了（見圖 3-6）！改成數字判斷的積木，就 OK 了。所以如果拉出來的

積木有出現「”“」就不能打數字，要打數字時要使用圖 3-5 中打勾的積木，才不會讓程式出問題。



(圖 3-5)使用錯誤的 micro:bit 程式積木 (自行截圖)

2. 使用 L298N 加大電量時，micro:bit 可以接收到廣播訊號，但是馬達必須拿出齒輪箱時才會運轉且轉速很慢（四個馬達時）。所以我們推測：可能還是輸出電量不足，或是 micro:bit 不適合使用 Powertech 競賽的減速齒輪組，也許要更換其他適合搭配的馬達。

(四)討論

1. 用 L298N 加大連接到小車馬達、接收端 micro:bit 的供電量，可以正常接收到發射端 micro:bit 的廣播訊號，但是馬達還是無法轉動。我們覺得有可能是 Powertech 競賽的減速齒輪組不適合搭配 micro:bit。
2. 因為 micro:bit 如果沒有使用擴展板，就只有 3 個腳位可以輸出訊號來控制馬達，左右轉時都只能有一半的電位差（高到中、中到低），電量會減弱，馬達更不容易轉動。
3. micro:bit 雖然可以使用廣播遙控，也可以結合 HuskyLens，但是顯然不適合我們的需求。我們需要再換其他可以使用較大電量，且兼顧可遙控和可使用 AI 鏡頭兩種功能的主板和擴展板。馬達也替換成智慧小車最常使用的 TT 馬達，而且市售的 TT 馬達有多種不同的減速比可供選擇、測試，取得容易、價格也比較便宜。

四、第四代 Arduino 小車的製作與研究

(一)設計構想

1. 我們還是使用 2 層密集板來製作車體，但是加大第二代小車的密集板尺寸，變成 30cmX30cm 來增加空間，以便在手提收納盒的後方，放置固定主機板等電子零件的收納盒。
2. 將在第二代小車車體前方的直立木條，改換成伸縮桿，方便隨著使用者需求調整

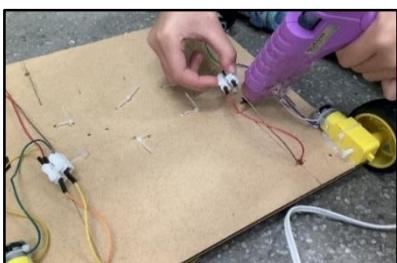
高度。

3. 伸縮桿上方裝設一個可以固定 HuskyLens 和反射面鏡的平台，讓使用者可以從反射鏡中看到螢幕顯示出來的畫面，方便操作物體學習辨識與物體追蹤功能。
4. 改用 4 個 TT 馬達，為了可以增加馬達的載重能力，我們不使用一般智慧小車最常使用的 1：48，而是使用 1：220 和 1：120 的 TT 馬達。左右各並聯 2 個馬達，套上 TT 馬達專用橡膠輪，增加小車運轉動力，且可分散車輪載重的受力。
5. 改用生科競賽使用的整組電路板與 PS2 手把遙控設備：Arduino Uno R3、Emakefun 四路馬達驅動模組、PS2 接收器和 PS2 手把，確保可以成功遙控小車的馬達，而且也可以連接 HuskyLens。
6. 使用 2 個 18650 串聯鋰電池，供應足夠電源。
7. 在收納盒上增加 2 個電源開關，一個連接到電池盒的正極電線，一個連接 HuskyLens 的 5V 電線，方便在盒外切換主機板和 AI 鏡頭的電源開關。

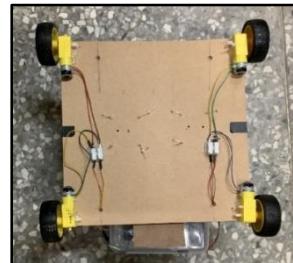
(二)第四代小車研究過程

1. 製作第四代小車的車體。

- ①用束線帶和熱熔膠，將 4 個馬達固定在裁切好、2 層密集板的車體底盤上。
- ②用按壓式接線端子，將同一側的兩個馬達電線，並聯到 Emakefun 的 M1 或 M2。在車體底盤上鑽出大孔，讓電線可以穿過底盤，到上面的主機收納盒。將接線端子和馬達電線，都用熱熔膠固定好。

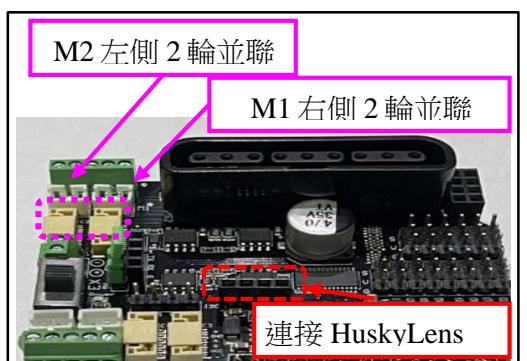


(圖 4-1) 熱熔膠固定接線端子 (自行拍照)



(圖 4-2) 車底線路連接方式 (自行拍照)

2. 連接 Arduino Uno、Emakefun 擴展板的電路 (見圖 4-3)。焊接開關的電線 (見圖 4-4)，在主板收納盒上挖孔，裝設外接的開關。大開關是連接供應主板電池盒的正極 (見圖 4-5 上)，小開關則是連接到 HuskyLens 電源 (見圖 4-5 下)。



(圖 4-3)Emakefun 的線路連接 (自行製圖)

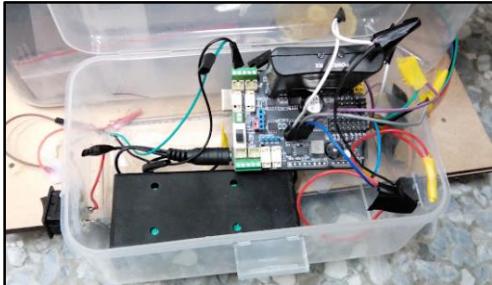


(圖 4-4) 焊接開關電線 (自行拍照)



(圖 4-5) 外接開關 (自行拍照)

3. 組裝第四代小車的車體和電路，完成第四代小車。（如圖 4-6～圖 4-9）



(圖 4-6)

主機板收納盒，內裝 Arduino Uno、Emakefun（連接 PS2 手把連接器）、18650 電池盒條，左右各 1 個外接開關，盒底鑽孔讓電線穿出盒外。(自行拍攝)



(圖 4-7)

HuskyLens 固定座（左）及反射螢幕的鏡面紙。（自行拍攝）



(圖 4-8)

主機收納盒的固定位置，和手提置物箱之間要留空隙，以便打開盒蓋上傳程式及換電池。(自行拍攝)



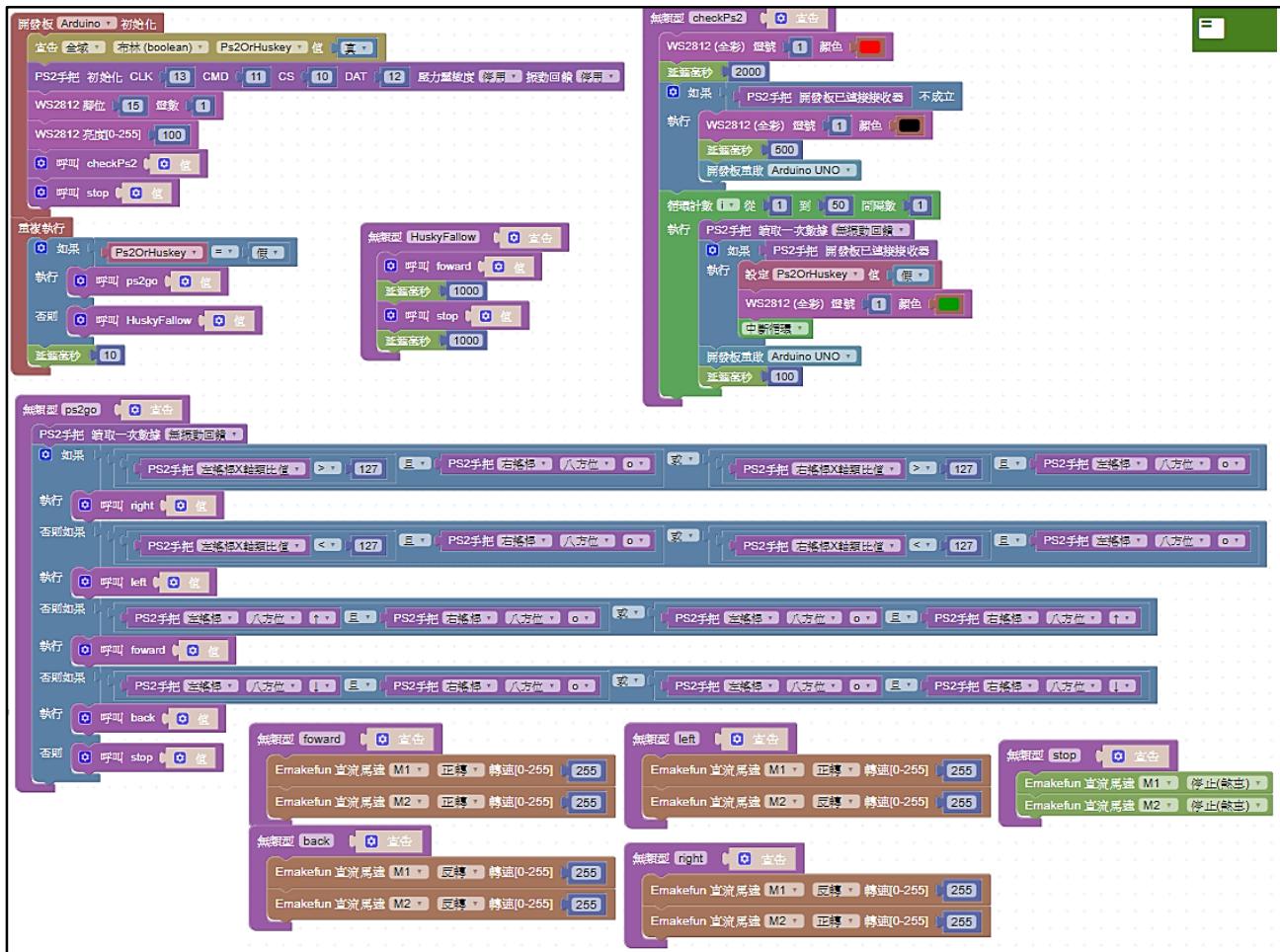
(圖 4-9)

第四代小車作品
(自行拍照)

4. 編寫 PS2 手柄遙控程式，測試小車的遙控操作與載重能力。PS2 手把遙控程式（見下頁圖 4-10）：讓 PS2 按 START 就和 emakefun 連接，五秒若還沒連到，就會離開 PS2 遙控模式，進入 HuskyLens 模式（暫時先執行自動前進一秒停車一秒）。

5. 測試 PS2 遙控小車時，常常出現一些錯誤。以下是我們在測試中發現的問題與解決方式：

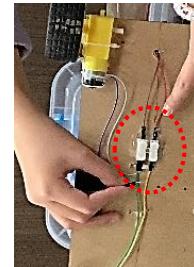
程式或遙控時出現的問題	解決方式
(1) 下載結束時，出現非常多行英文字母的錯誤訊息。	(1) 有可能是沒有連接好 COM，重新點選正確的 COM，再下載一次。
(2) 檔名無效。	(2) 檔名不能出現「-」減號，可以用「_」底線。
(3) 先把 PS2 手把電源關掉的話，車子收不 PS2 訊號而自己亂跑。	(3) 要先把小車的電池盒開關關掉，再關閉 PS2 手把電源。



(圖 4-10)PS2 手把遙控的程式積木 (自行截圖)

程式或遙控時出現的問題	解決方式
(4)遙控車子行進時，車子行進方向錯誤（左轉時變右轉，右轉時左轉）。或是只有單側轉動、或是兩個輪子都不動。	<p>(4)-1. 觀察是哪一側的輪子方向相反了，就將按壓接端子裡的兩條馬達電線，插接位置互相交換。</p> <p>(4)-2. 如果輪子不動，就檢查壓接端子的電線是否鬆脫了。</p> <p>(4)-3. 檢查程式，將 M1 和 M2 的位置互換。</p>
(5)PS2 接收器和 PS2 手把有連接到 (PS2 接收器的綠燈不閃爍)，但是並沒有辦法遙控讓車輪轉動。	<p>(5)-1. 下載前先確認 COM 是否正確。</p> <p>(5)-2. 函式或變數只能是單純的英文字母，不能有加底線、斜線等等的特殊符號。</p> <p>(5)-3. 在程式裡面加上：如果沒有連接到 PS2 接收器時就重啟 Arduino Uno 開發板。（見圖 4-12-1）</p> <p>(5)-4. Emakefun 板子上的開關要打開（開關指示燈要亮紅燈）。</p>

③綜合以上的改良，最後我們終於寫好可以讓 PS2 手把成功連接、並控制小車行



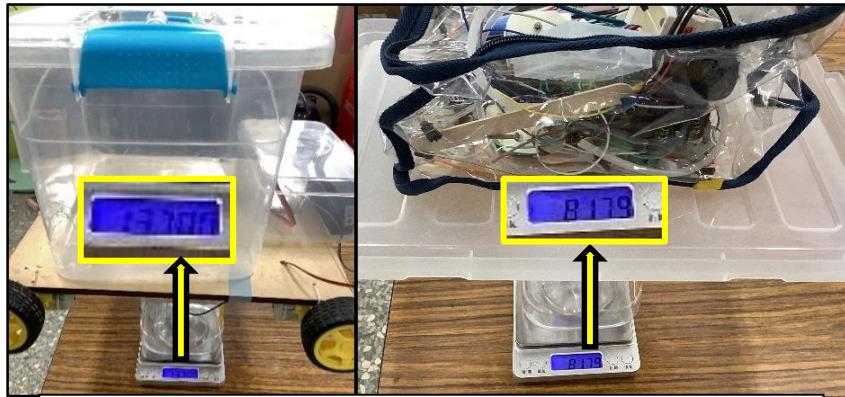
(圖 4-11) (自行拍照)

進的程式了（見圖 4-12）。



(圖 4-12) PS2 手把遙控小車的程式碼 (自行截圖)

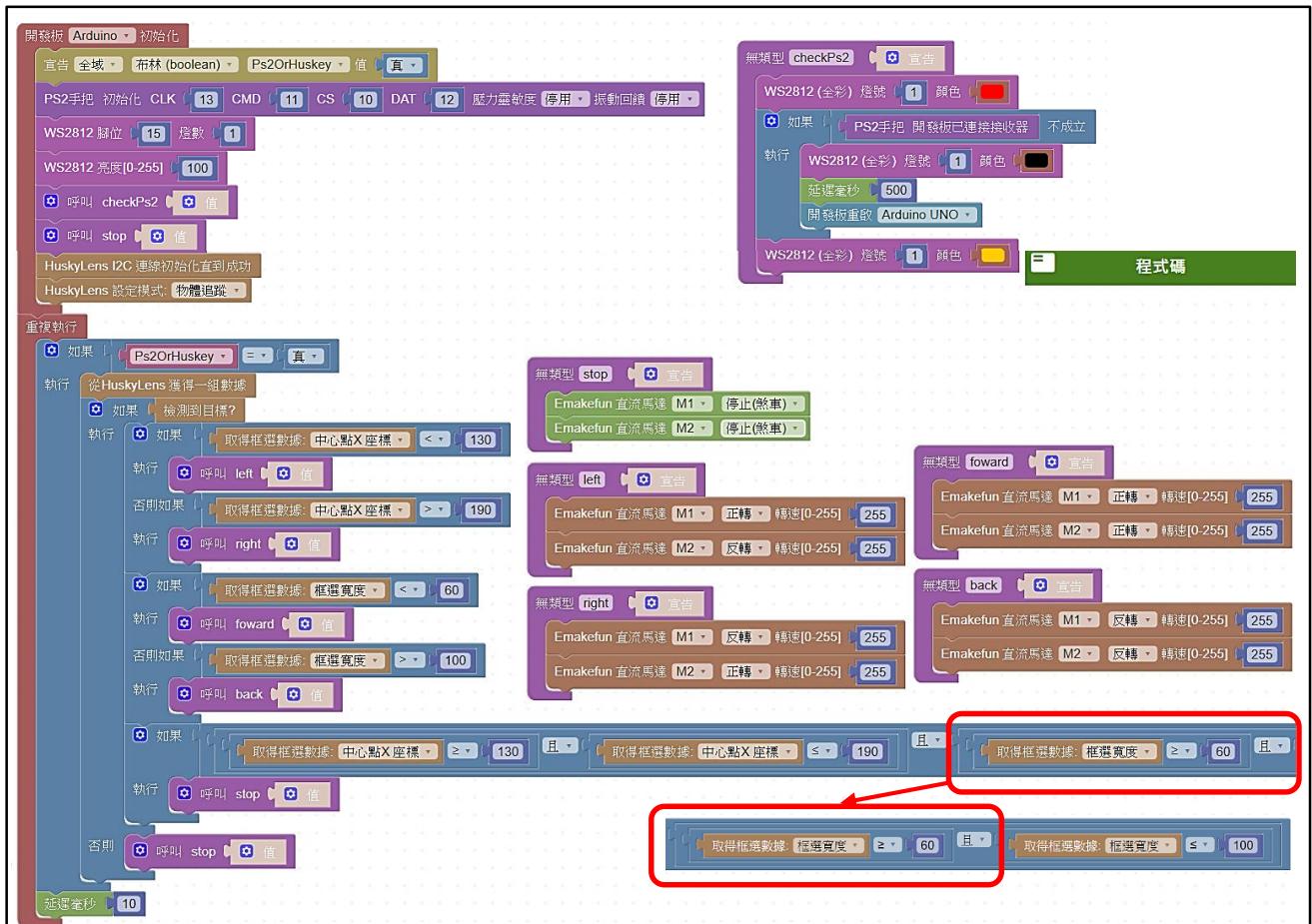
- ④經我們測試，發現：PS2 接收器的傳輸距離，可以站在教室外 3 公尺，都還可以操控行進到教室最裡面斜對角的小車。在教室內的走道測試，第四代小車的車體寬度，可以在桌子走道間順暢行進，班上剛好有受傷坐輪椅、行動不便的同學，使用 PS2 手柄來遙控小車，非常容易上手，很成功！
- ④第四代小車的載重能力：經我們實測，發現小車本身重量大約 1.4 公斤，至少可以載重 0.8 公斤，行進起來非常順暢，可以滿足載送書本和水壺的需求！



[圖 4-13]小車車體(左)及載重物品(右)重量 (自行拍照)

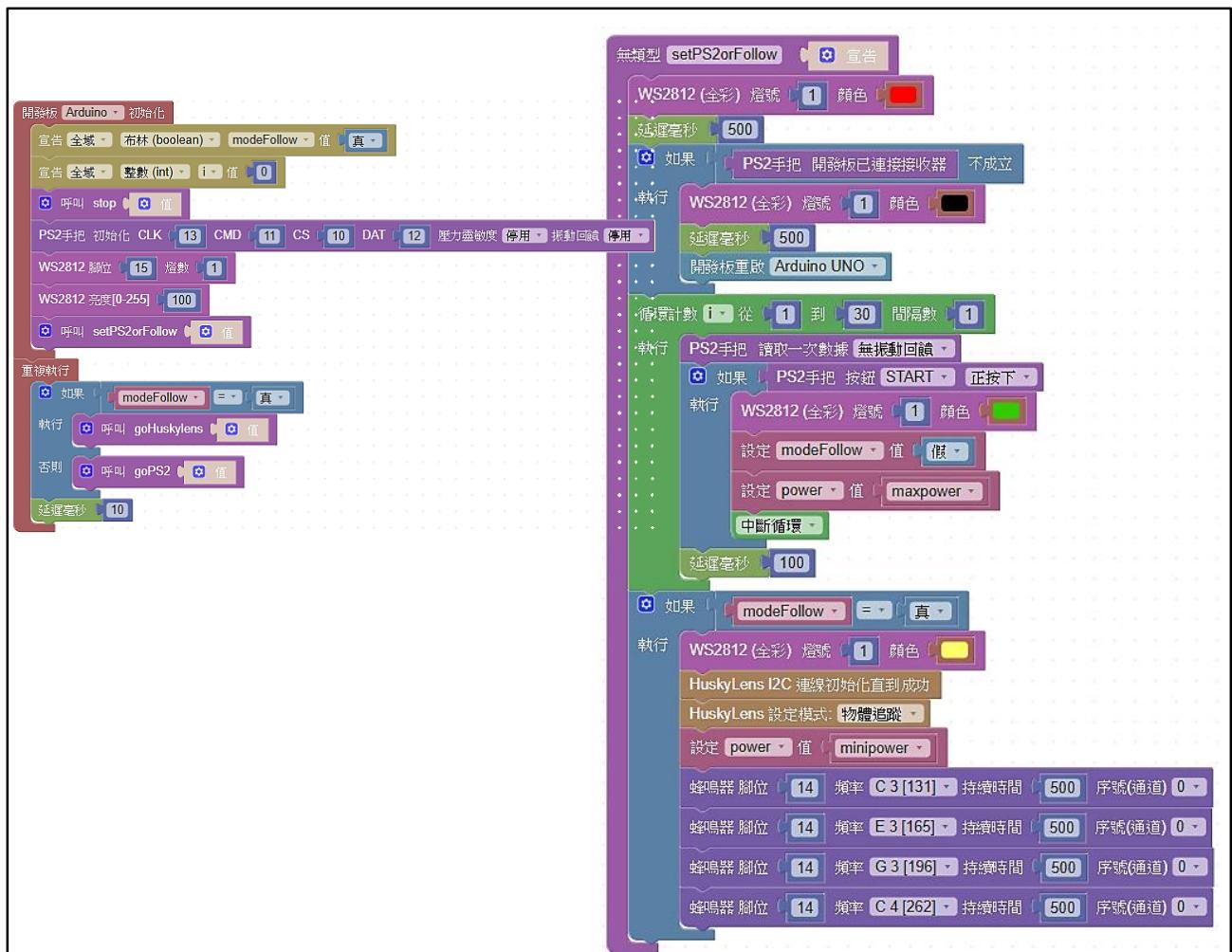
6. 編寫 HuskyLens 物體追蹤程式，測試小車的跟隨功能。

(1) 程式積木流程 (見圖 4-14)：



[圖 4-14] HuskyLens 物體追蹤的程式碼 (自行截圖)

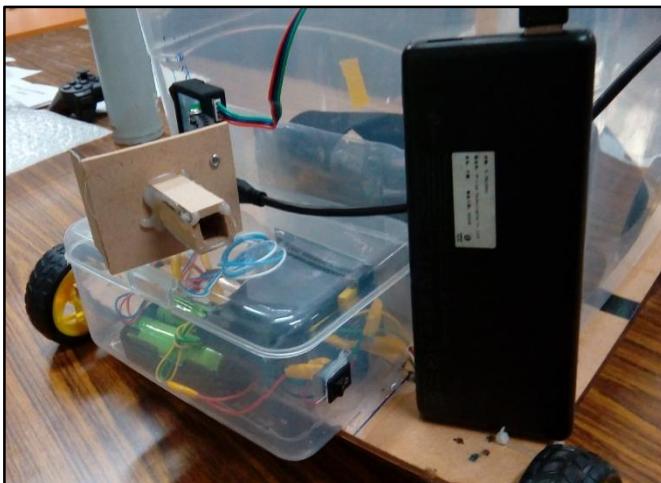
- ①先讓鏡頭學習辨識要追蹤的物體（自製辨識圖案）。
- ②讓哈士奇讀取一組數據。
- ③判斷是否有出現目標物方框，有的話就進行下列判斷，沒有的話就停止。
- ④設定一個跟隨的距離範圍：如果目標變小（方框寬度 <60 ）就前進；如果目標變大（方框寬度 >100 ）就後退；如果目標偏左（中心點X座標 <130 ）就往左偏；如果目標靠右（中心點X座標 >190 ）就往右偏；如果目標數值適中就停車。
- (2)測試跟隨主人行動：我們在測試的過程中，發現它可以跟隨主人前進和後退，但是行進速度要放慢。而且它無法跟隨主人轉彎，我們推測可能是因為人走得太快的話，它的調整速度太慢就會跟不上。也就是說車速太慢了。所以我們後來再用1:120的TT馬達重新製作第四代小車。
- 7.編寫包含PS2遙控及HuskyLens物體追蹤兩種模式的吉哥積木程式：主程式見圖4-15，goPS2函式參考圖4-12-2，goHuskyLens函式參考圖4-14。在開機時選擇進入哪一種模式，如有3秒內按PS2的START按鍵就亮綠燈，進入PS2遙控模式，否則就進入HuskyLens物體追蹤模式。



(圖4-15) PS2和HuskyLens物體追蹤兩種模式的程式碼（自行截圖）

8. 實測 PS2 遙控和跟隨主人兩種模式：經我們實際測試，發現有的小車很 OK，有的小車一直無法成功。花了好多時間和心力，終於找出問題所在與解決方法。

測試遙控及追蹤兩種模式 遇到的問題	推測原因及解決方法
1. HuskyLens 有時螢幕會閃爍、斷電，需要重新學習才能再追蹤物體。有時開機無法啟動 PS2 遙控功能，就要先跑 HuskyLens 模式成功追蹤物體行動之後，再重開機就可以啟動 PS2 遙控功能了。（有些板子有這種問題，有些沒有。）	1. 可能是哈士奇鏡頭所需要的電量比較大，且要對準腰部辨識，要接比較長的線，增加電線沒接好或接觸不良的問題，所以有一些鏡頭會突然斷電。我們使用外接電源（見下頁圖 4-16），就可以減少斷電要重新學習的問題，此時鏡頭的開關就要關閉，回傳資料到 emakefun 和 GND 的線路仍可繼續運作。
2. 我們有測試四台小車、共 4 片 Arduino Uno 及 4 個 Emakefun 板，其中有兩套 Arduino Uno 和 Emakefun 可以遙控、也可以追蹤。但是另外兩套卻是只能上傳純 PS2 的程式可遙控，但是只要上傳含有 HuskyLens 的程式，就無法遙控也無法追蹤，連 PS2 也無法順利接收訊號。	2. 經過我們更換 Uno 和 Emakefun 的搭配，發現不能動的 Uno 換可以動的 Emakefun 板子，小車就可以正常行動了，反之就無法動作。所以可能是 Emakefun 的問題。後來我們再檢查 Emakefun 的馬達腳位接線，發現我們一開始將 M1 和 M2 接到了伺服馬達的腳位了。用 2.0 端子線及 2Pin 母座連接更換到 M1、M2 的正確插槽之後，還是有兩個 Emakefun 板只能上傳單純 PS2 遙控的程式。這樣我們至少還有 2 台可以切換遙控和追蹤功能的載物小車，另外 2 台無法追蹤的小車，就作為純遙控小車，只上傳含有 PS2 的程式。
3. 轉彎的幅度，要大幅度轉彎，否則容易撞到轉角的障礙物，或是主人的辨識物體很容易跑出鏡頭視角範圍，而無法追蹤到。	3. 經過我們把第四代小車輪子換成使用 1:120 的 TT 馬達，跑的速度較快，遙控操作反應速度更快，跟隨主人時，也更容易跟上主人前進和後退的腳步（見下頁圖 4-17）。只是在轉彎時，需要主人的行走速度再放慢，或是將辨識圖案調整朝向小車的位置，它才可以繼續追蹤到主人的位置，慢慢調整方向，跟上主人的腳步。
4. 鏡頭在走廊上若是陽光較強烈時，螢幕就會呈現白色，無法跟蹤使用者。而在地下室等有陰影的地方，螢幕也會呈現黑色，無法跟蹤使用者。	4. 未來可以在鏡頭上加裝遮光罩來阻擋強光。至於辨識物在暗處無法辨識的問題，或許可以使用會發出柔和光線的辨識物來解決這個問題。



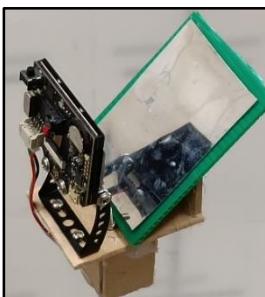
(圖 4-16) HuskyLens 外接行動電源
(關閉電源開關螢幕仍開啟) (自行拍照)



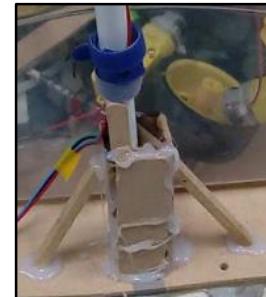
(圖 4-17) 小車可以跟隨主人行動
(自行拍照)

9.改良第四代小車的設計：經我們的實際測試，發現小車的車體設計在實際應用時，還有一些可以改良的地方，以下是我們做的調整與改良：

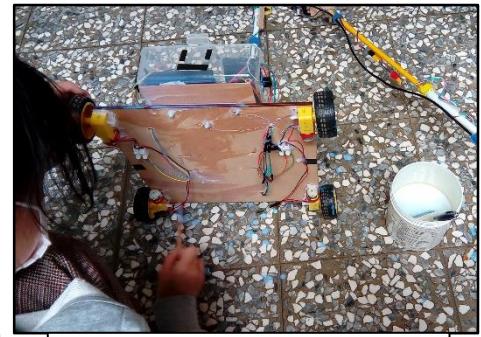
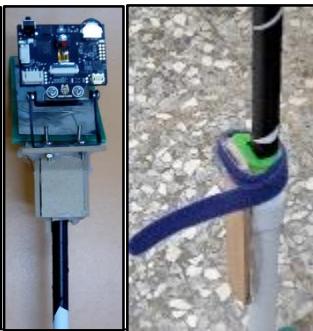
第四代小車的其他問題	改良方法
1. 站在 HuskyLens 前面操作學習辨識圖案，看不到螢幕畫面，要裝鏡子反射。但是鏡子太重，不小心容易摔落破掉。	1. 改用鏡面紙，雖然畫面不如鏡子清晰，但是還是可以分辨操作功能，且鏡面紙即使掉落的話，也不會破掉。
2. 伸縮桿固定座太寬大，桿子會晃動。	2. 在縫隙中插入細木條或冰棒棍，減少空隙。
3. 車子行駛時伸縮桿會轉動，造成 HuskyLens 畫面目標物的位置會一直晃動，小車就會一直調整。	3-1. 我們在伸縮桿上方、下方連接固定座的地方，以及上桿和下桿可伸縮調整長度的部分，都纏繞絕緣膠帶增加摩擦力，減少滑動。（見下頁圖 4-20 左、中） 3-2 在上桿和下桿的連接觸，則是利用止滑墊和魔鬼氈束帶來包覆，增加摩擦力。結果鏡頭就不會在晃動了。（見下頁圖 4-20 右）
4. 密集板可能會因潮濕而變形。	4. 所有密集板的部分，都塗上防水漆，這樣就不怕受到環境的濕氣而變形了。（見下頁圖 4-21）



(圖 4-18)鏡面反射螢幕 (自行拍照)



(圖 4-19)減少伸縮桿和固定座之間的空隙 (自行拍照)



(圖 4-20)伸縮桿繞絕緣膠帶並用止滑墊加魔鬼氈束帶固定
(自行拍照)

(圖 4-21)車體塗防水漆
(自行拍照)

第四代小車的其他問題	改良方法
5. 手提置物箱用魔鬼氈固定在車體上，只是不會滑動，和車體間的固定力不夠強壯。使用者如果要直接抓起手提箱的握把來將車子移動到不同的地方，手提箱容易和小車分離，只能用手抱起小車，或綑綁繩子。	5. 在手提箱底部和小車底盤上挖出長方形的孔，穿過魔鬼氈束帶，將手提置物箱牢牢固定在車體上。這樣就可以方便使用者抓住手提箱握把來將整台小車提起搬移了。  (圖 4-22)左：原本小車要綑綁才能手提； 右：用魔鬼氈束帶將手提箱固定在車體上 (自行拍照)

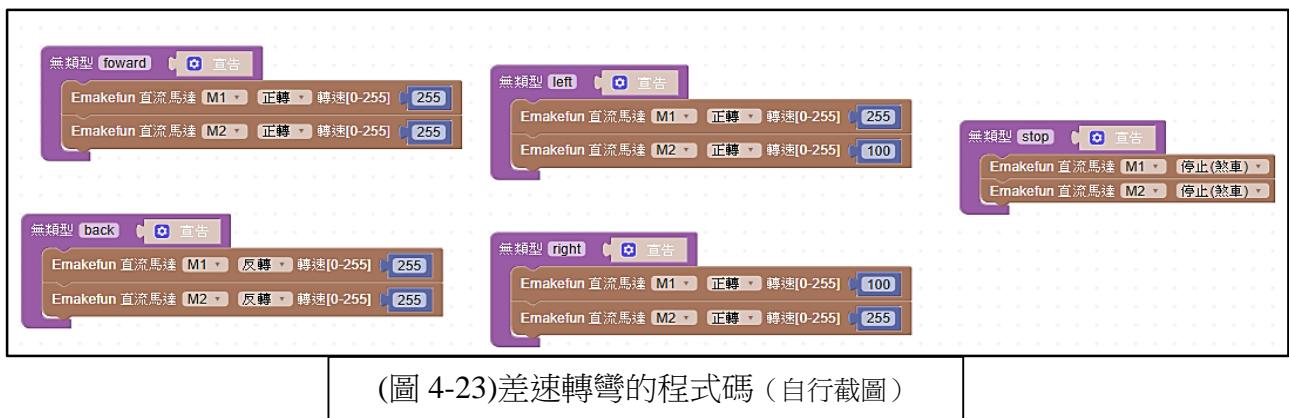
10. 同學在班上實測後的使用者意見：

經過我們給同學測試後，他們都覺得這是一個很方便的小幫手。他們還對我們的載物小車，提出下面的建議：

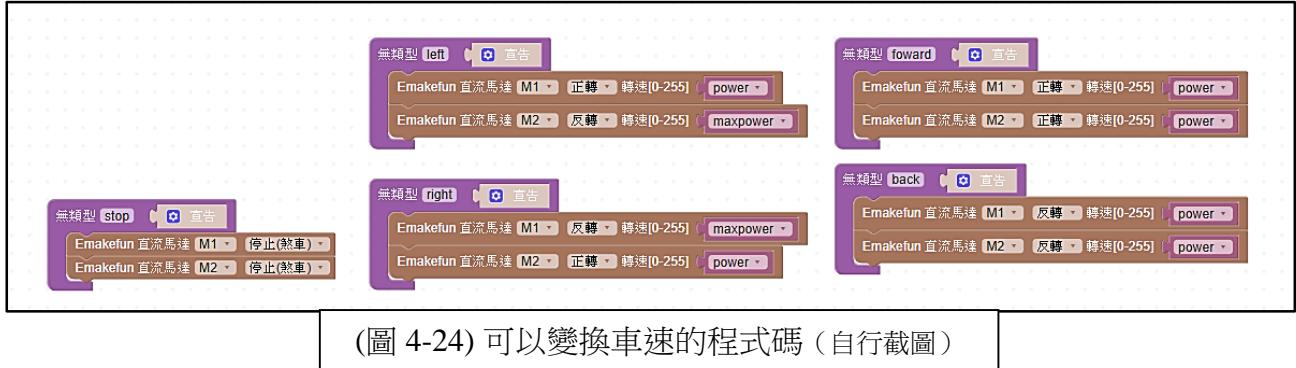
(1) 推薦使用情境：最多建議可以用在救災，其次才是幫忙載送物品。

(2) 未來繼續改良的地方：

①最多人建議能轉彎時能同時前進，不要只是原地轉彎。根據這點，我們可以從程式裡面去改進，將轉彎方式設定成可以選擇「差速轉彎」。程式碼如圖 4-23 所示。



- ②其次是覺得蜂鳴器太小聲，未來可以外接可以發出較大聲音的喇叭。
- ③HuskyLens 跟隨主人模式，若距離合適，可以正常跟隨主人直走、後退，但遇又障礙物的轉彎，非常考驗使用者技巧。如果鏡頭有廣角功能，這樣就可以偵測到更角落的目標，轉彎時就容易跟蹤到主人的位置了。
- ④有人覺得在教室裡的車速太快，但也有人希望在教室外面可以移動快一些。可以利用 PS2 手把的按鍵來選擇、調整車速的快慢，在程式裡面加入可以變換車速的程式碼（見圖 24 示例）。



肆、結論

我們歷經四代的車體和控制模式改良，成功製造出一台方便裝載課本和水壺的小車。

比較 項目	藍芽晶片 模組	micro:bit	Arduino Uno+Emakefun	
			PS2 手把	HuskyLens
遙控 方式	手機或平板 App	另一片 micro:bit 或是再加上遊戲 手柄	PS2 手把	將辨識標誌繫在腰 部，鏡頭對準就可以 跟隨了。
可遙控 距離	約 6 公尺	約 3 公尺	教室外到教室內斜 對角都可以遙控。	可跟在主人身後前 進、後退，只是轉彎 速度要放慢。
電量	4 顆 3 號電池 (足夠)	加上 L298n 電力 仍不足 (不穩 定)	2 顆 18650 鋰電池 (足夠)	2 顆 18650 鋰電池，有 些需使用外接電源

第四代載物小車，可切換 PS2 手把遙控，和 HuskyLens 跟隨主人行進兩種模式，具有下列的優點與特性：

- 1.有收納盒，可裝載上課常用學用品，裝載的物品不怕掉落、淋濕。
- 2.車體可以常用上課物品（幾本書本、水壺），承載重物時，車輪也不會變形外八。
- 3.有伸縮桿，這樣就不會因為每個人的身高不同而無法使用。
- 4.使用 PS2 手把遙控，遙控訊號非常穩定、操控距離遠。搖桿人性化，易於操控，很

快就能熟練操作。

5.可以跟在主人身後前進、後退，只是轉彎時還需要主人學習一些讓鏡頭追蹤的技巧。

參加這次科展讓我們學習到了許多機器和工具的使用方法，例如：電動線鋸機、電動鑽孔機、焊接工具、手搖鑽、手線鋸，也學會寫 micro:bit、Arduino 的程式、PS2 手把和 HuskyLens AI 視覺辨識鏡頭。我們也了解到要在問題中找原因，重複做實驗，最後才會得到結果，體會到科學家偉大的精神。在進入科展後，我們才發現科學是一個有去又特別的東西，對科學更加喜愛了！

伍、參考文獻資料

1. 洪子甯、張芯瑀、茆莘瑄、張芯菱。哈士奇撿球 - AI 辨識撿取乒乓球自走滾筒。第 63 屆中小學科學展覽會國小組生活與應用科學科(一)。
2. Chen Kobe (2024)。Level 4 自駕外送機器人 Starship 募資 9 千萬美元，拚全球服務。引自：科技新報，網址：<https://technews.tw/2024/02/06/starship-autonomous-delivery-robot/>
3. 機器戰鼠躍進吧！新竹市第 39 屆中小學科學展覽會國小組 生活與應用科學科(一)(機電與資訊)作品說明書。
4. 吉寶知識系統。思頂機器人藍芽控制器使用說明。取自：
<https://jibaoviewer.com/project/58f17a0953776caa16684d2d>。
5. STEAM 教育學習網。micro:bit 教學。網址：
<https://steam.oxxostudio.tw/category/microbit/info/hardware.html>。
6. 奧斯丁國際，教學資源／悟空擴充板。網站 <https://www.oursteam.com.tw/view-resources.php?id=60>。
7. 張育豪（2022 年 5 月 17 日）。「micro:bit 體感遙控風動船」的研習簡報。
8. Yahboom 網站。迷你 Microbit 手柄。網址：<http://www.yahboom.net/study/SGH>。
9. 蝦皮購物治宇企業社《118 189 1362》Arduino UNO 四路馬達驅動擴展板 PS2 藍牙 wifi 控制 最強電機 生科競賽 <https://shopee.tw/product/105691234/22779319838>
10. Emakefun/MotorDriverBoard 產品資料。網址：
https://github.com/emakefun/MotorDriverBoard/blob/master/README_zh.md。
11. 教育雲。高 CP 值之 AI 影像辨識模組—HuskyLens。網址：
https://cloud.edu.tw/webpages/article-detail.php?article_id=MTkxMjQx。
12. DFROBOT 網站。GravityHuskyLens 人工智慧攝影機產品介紹。網址：
https://wiki.dfrobot.com.cn/_SKU_SEN0305_Gravity_HUSKYLENS_%E4%BA%BA%E5%B7%A5%E6%99%BA%E8%83%BD%E6%91%84%E5%83%8F%E5%A4%B4#。
13. ICshopiing-HUSKYLENS 哈士奇 AI 辨識鏡頭。
<https://www.icshop.com.tw/products/368030200621>。