

# 屏東縣第 61 屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：生活與應用科學科(一) (機電與資訊)

組 別：國小組

作品名稱：霍爾的移動巴士-霍爾磁力感測模組之應用

關 鍵 詞：霍爾磁力模組、自動導航、路面電車

編 號：A6010

# 霍爾的移動巴士-霍爾磁力感測模組之應用

## 摘要

利用 Arduino UNO 晶片板做主控裝置連接霍爾磁力感測模組，利用圖控程式軟體 Mblock5 編寫檢測程式檢測霍爾磁力模組以偵測磁力的最佳距離及磁鐵磁力之關係，最後結合智高積木做出一台可以使用霍爾磁力感應模組偵測路面下磁鐵之自動導航車。並製作模擬路面電車行走之市區道路模型，使模型車可以於道路上循固定路線自行移動。

## 壹、研究動機

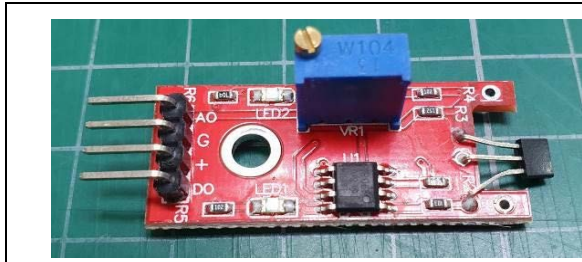
近年來機器人在生活應用方面有愈來愈取代人力的趨勢，常常可以協助人們在生活及工作中的需求，以更節省資源、更有效率的方式完成任務。尤其應用在交通方面的研究更是蓬勃發展，透過不同領域間的融合而產生的新技術真是不計其數。其中，自動無人駕駛車便是結合感測器、運動學、位置辨識等諸多領域及演算法，使車子能在完成定位以及繪製模擬地圖程式運算計算，達成無人駕駛及自動行駛的功能。

另一方面，在世界各地都會區常常會有地面電車或是輕軌列車這種交通工具，它不但是接駁的交通工具也兼具市區觀光的特點。但是它的運行是比較受限在軌道上或是電氣化的關係需要很多的高壓電線連接在車頂上，以致比較會影響到市區的景觀，所以如何改善這些缺點是我們比較感興趣的。若能設計一種觀光巴士它是可以無人駕駛自動導航又可以不用在裸露的鐵軌上運行，再加上免除保養鐵軌或是電纜的工作同時兼顧省電環保，於是我們因為學過 Mbot 循線機器人，也寫過循線程式，因此想做這個研究結合學過的程式經驗看是否可以做出利用磁力的循跡導航車。

## 貳、研究目的

- 一、研究霍爾磁力感測模組在不同類型磁鐵及磁力下找出可感應磁力的最近距離。
- 二、研究霍爾磁力感測模組在相同磁鐵磁力下，在模組與磁鐵間加上阻隔物時影響的感測距離變化。
- 三、利用二顆霍爾磁力感測模組當作車子的循跡導航器，並測試找出二顆感測器可感應的最佳間距。
- 四、製作市區道路模型並埋設磁力條作為導航路線，並利用 Mblock5 軟體編寫導航程式，找出最穩定之車子行進模式。

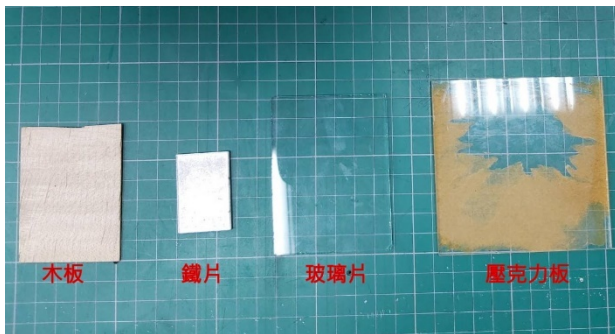
## 參、研究設備及器材



霍爾磁力感測模組

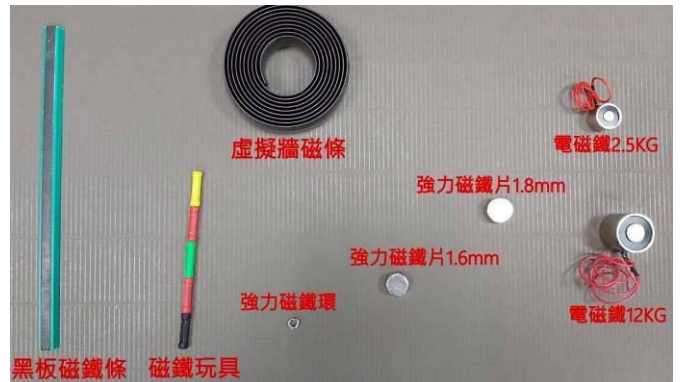


Arduino UNO 單晶片及擴充板



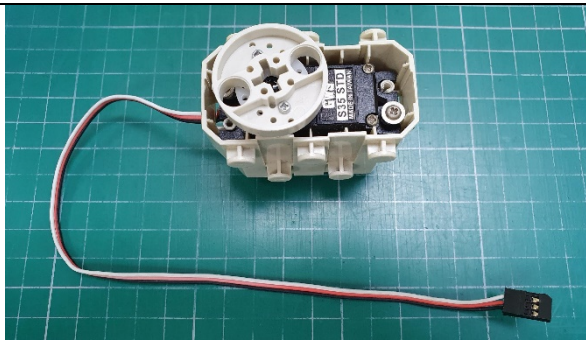
木板 鐵片 玻璃片 壓克力板

隔絕磁力之中間介質

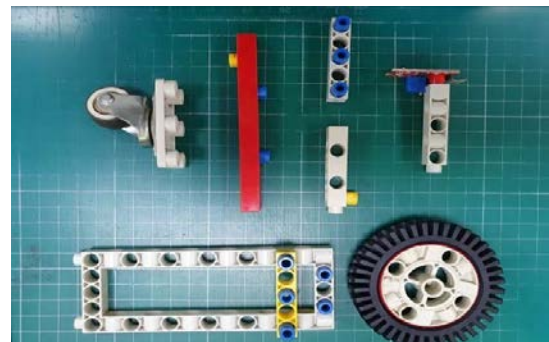


黑板磁鐵條 磁鐵玩具

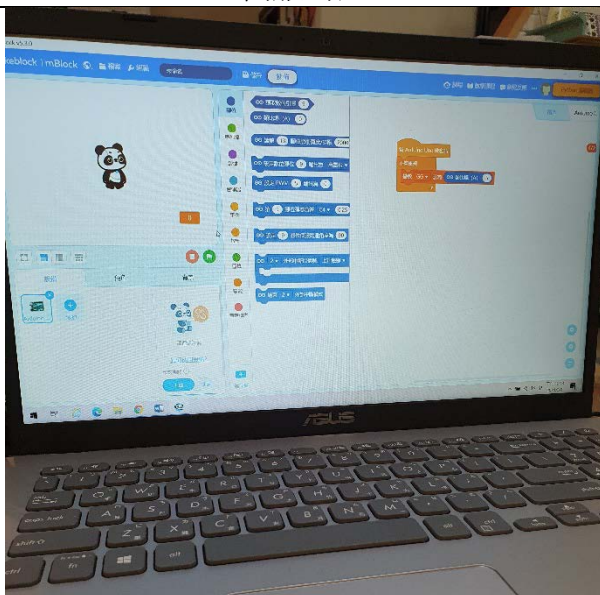
各種磁鐵



伺服馬達



智高積木



筆記型電腦+Mblock5 軟體



木板軌道與磁力條

# 肆、研究過程或方法

一、首先將研究方法及動機目的繪製成心智地圖(圖 1)

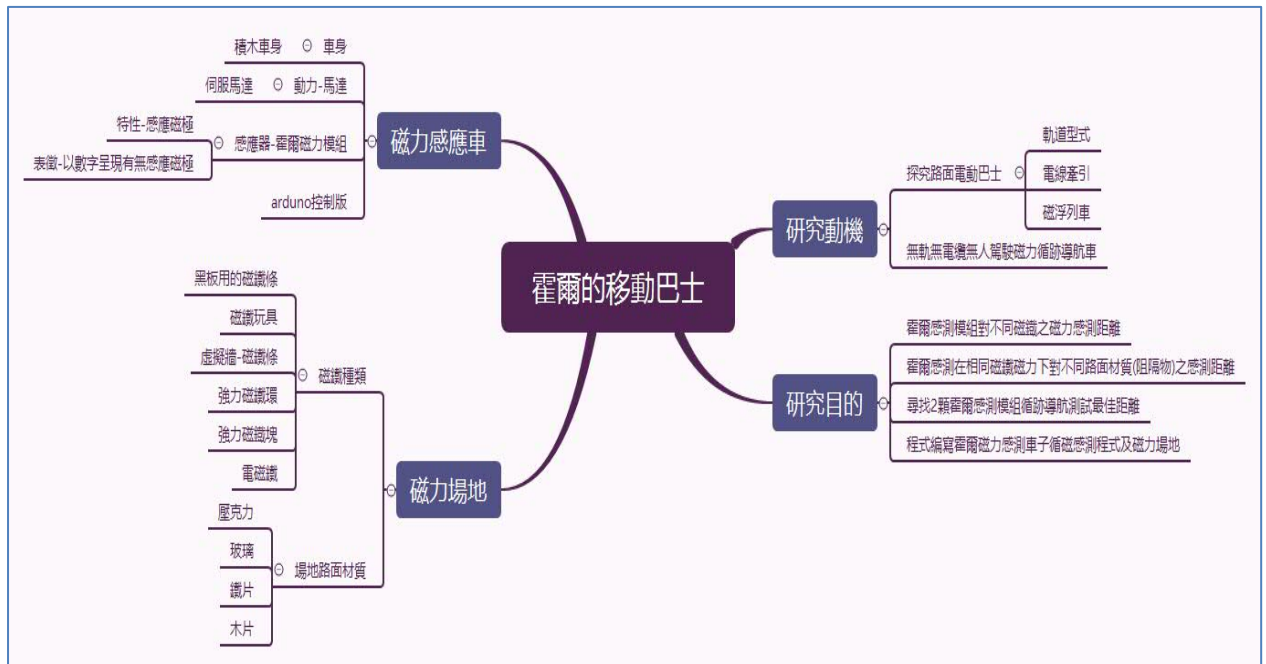


圖 1 研究方法心智地圖

二、使用霍爾磁力感測模組感測磁鐵磁力距離

(一) 將霍爾磁力感測模組接上 Arduino Uno 晶片板的類比腳位(圖 2)，並將晶片板連上電腦後，利用 Mblock5 圖控程式編寫軟體設計讀取霍爾模組數值的程式去讀取數值(圖 3)。

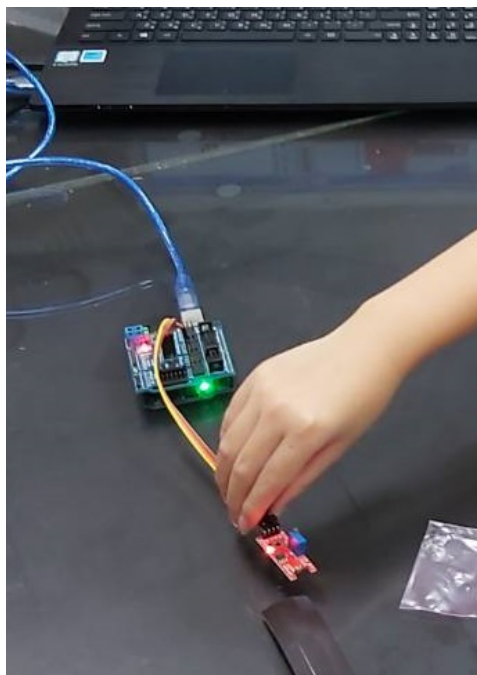


圖 2 霍爾感測模組接上晶片板

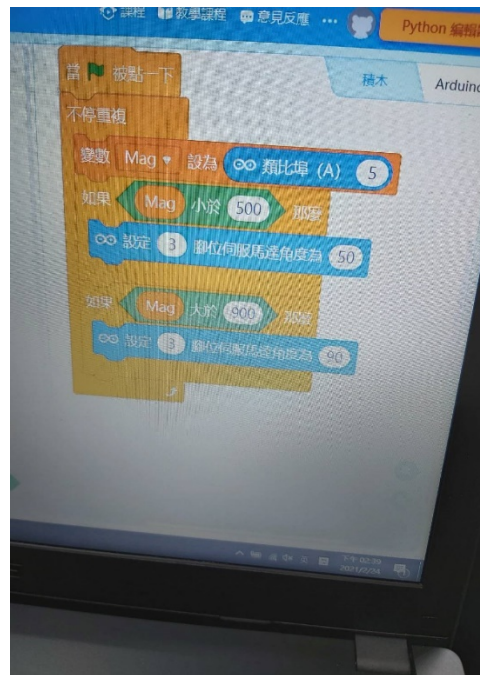


圖 3 編寫感測程式



(二) 用不同類型磁鐵不同磁力記下數值，找出可感應磁力的最近距離(圖 4)並整理在表格中(圖 5)。

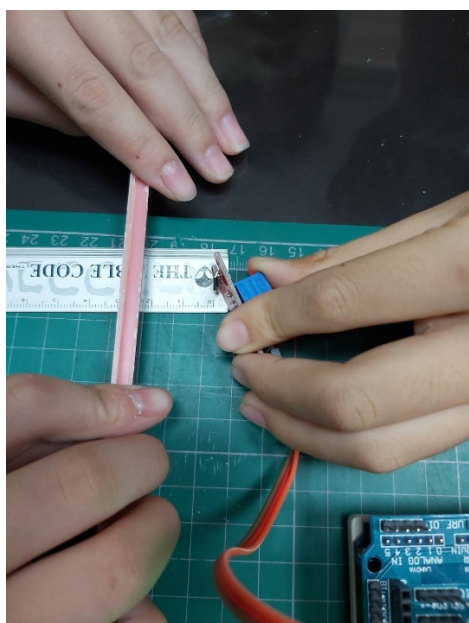


圖 4 將霍爾晶片靠近磁鐵

霍爾磁力感應距離

①	黑板磁鐵條	0.3		
②	石磁鐵玩具	0.8		
③	虛擬牆擋	0.8		
④	強力磁鐵	1.3		
⑤	強力磁鐵	3.2		
⑥	強力磁鐵	3.6		
⑦	弱磁鐵(小)	0.5		
⑧	弱磁鐵(大)	0.9		
⑨	強力磁鐵	4		

圖 5 磁力感應到的距離

三、霍爾磁力感測模組在各種磁鐵磁力下，記錄在同一磁鐵磁力下模組與磁鐵間加上阻隔物時的感測距離數值。

(一) 用三種不同類型磁鐵測量，在不同阻隔物(木板、壓克力板、金屬板、塑膠板、玻璃)時是否可以感測成功?(圖 6)

(二) 記錄可感應磁力的最近距離，並整理在表格中(圖 7)。

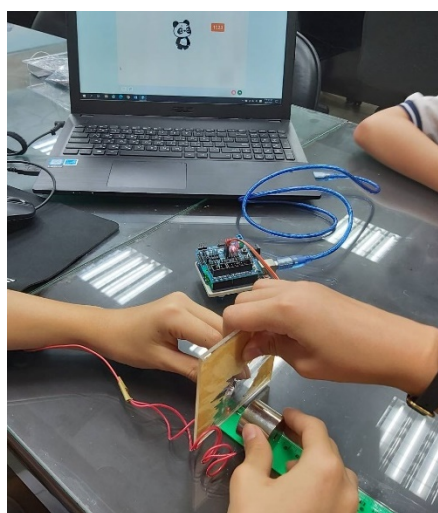


圖 6 阻隔物在中間時測量感應距離

霍爾磁力感應距離

	阻隔物	弱磁鐵(小)	弱磁鐵(大)	強磁鐵
1	壓克力	0.3	2.9	0.6
2	玻璃	0.4	2.9	0.6
3	鐵片	0	1.5	0.3
4	木片	0.8	2.9	0.8

圖 7 各種阻隔物所感應出的距離

四、製作出自動導航車並安裝霍爾模組作為循跡導航器，並測量二顆感測器可感應的最佳間距。

(一) 將二顆霍爾磁力感測模組結合積木(圖 8)

- (二) 使用智高積木製作車身，將晶片板、馬達、霍爾模組安裝在車上(圖 9~圖 11)，其中霍爾磁力模組當作車子的循跡導航器(圖 12)，
- (三) 將磁力條安裝在二顆霍爾模組中間(圖 13)，測量二顆模組與磁力條間之距離，在還未被二顆霍爾感測器偵測到之最小距離測試(圖 14、15)。

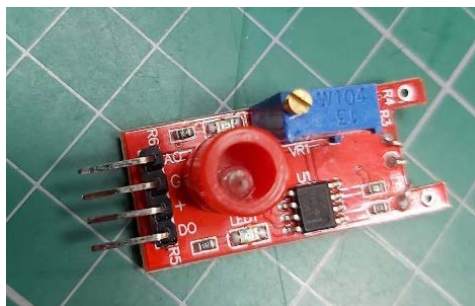


圖 8 霍爾模組裝上積木



圖 9 安裝伺服馬達及輪子



圖 10 安裝車身

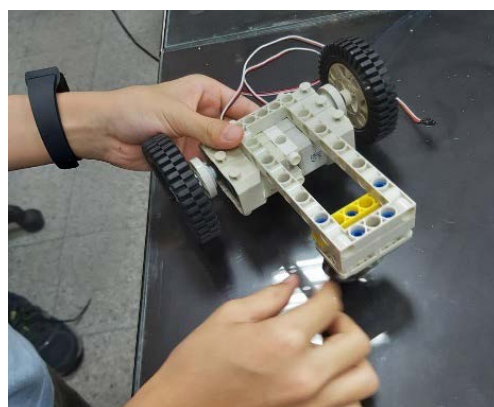


圖 11 安裝霍爾模組

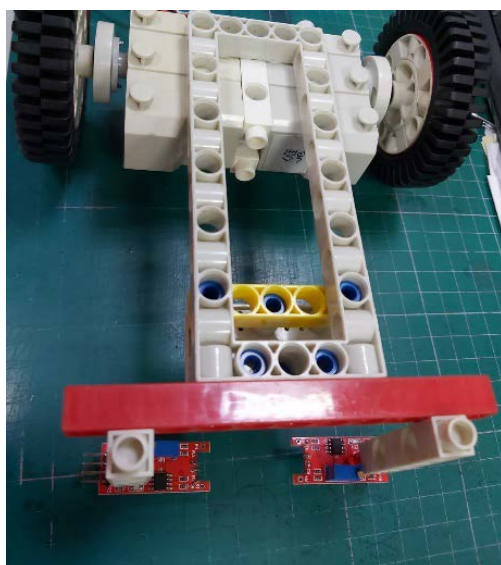


圖 12 霍爾模組在車子前方

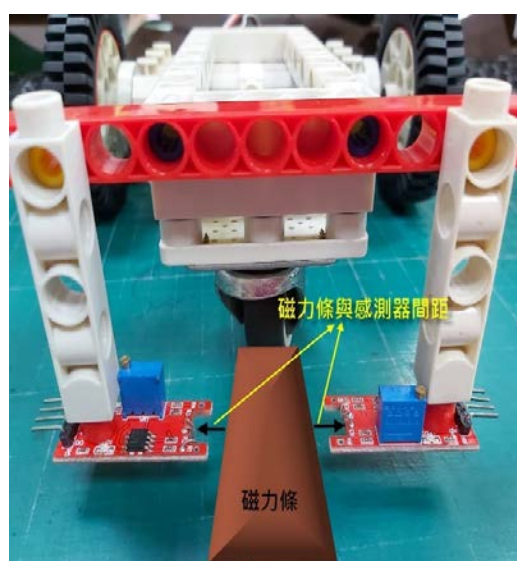


圖 13 將磁力條放在感測模組間



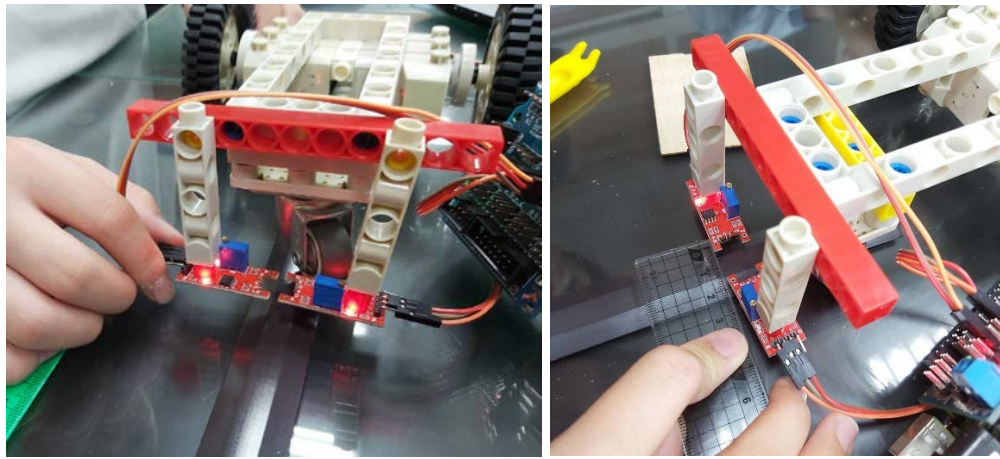


圖 13、14 測量 2 顆霍爾感測器與磁力條之間距離

五、製作市區道路模型並埋設磁力條作為導航路線，並利用 Mblock5 軟體編寫導航程式 (圖 15)，車子行進狀況(圖 16)。

```

當 Arduino Uno 啟動時
  設定 10 腳位伺服馬達角度為 90
  設定 11 腳位伺服馬達角度為 90
  等待 1 秒
  不停重複
    變數 Left 設為 類比埠 (A) 5
    變數 Right 設為 類比埠 (A) 2
    如果 Left 大於 150 且 Right 大於 150 那麼
      設定 10 腳位伺服馬達角度為 85
      設定 11 腳位伺服馬達角度為 97
    如果 Left 小於 150 且 Right 大於 150 那麼
      設定 10 腳位伺服馬達角度為 85
      設定 11 腳位伺服馬達角度為 93
    如果 Left 大於 150 且 Right 小於 150 那麼
      設定 10 腳位伺服馬達角度為 87
      設定 11 腳位伺服馬達角度為 97
  
```

圖 15 循線程式

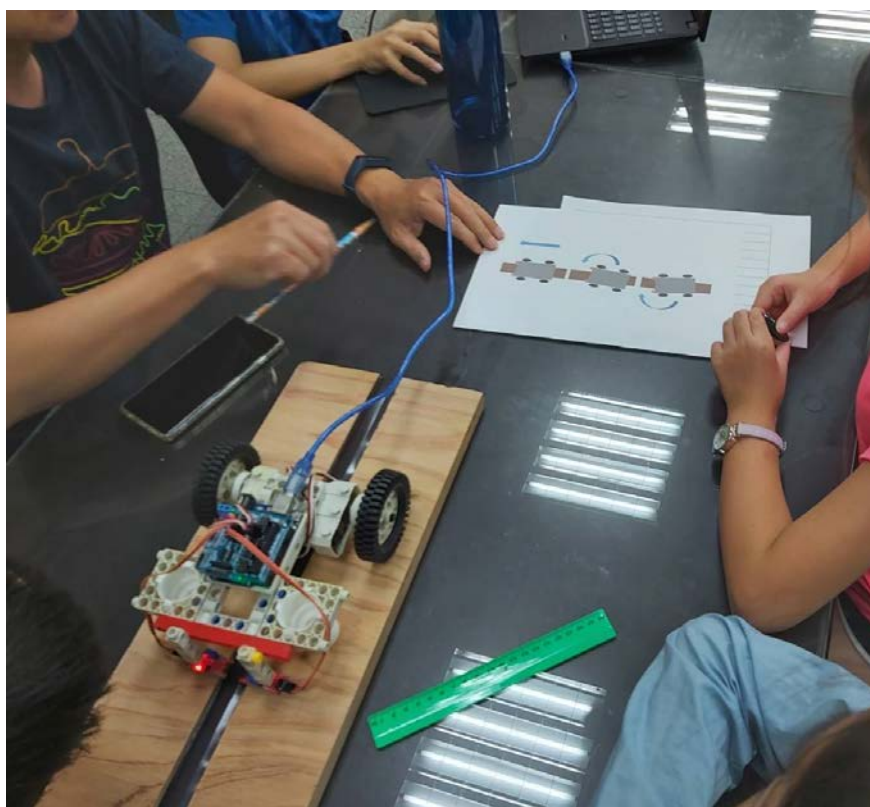


圖 16 車子行進測試

## 伍、研究結果

- 一、使用 Arduino UNO 板接上霍爾磁力感測模組並使用 Mblock5 編寫感測磁鐵磁力的程式去感測距離，測量結果如(表 1)，可以發現強力磁鐵塊所能感測的距離是最遠的，而黑板的磁條是最短的。

磁鐵種類	可被感測之距離(cm)
黑板磁鐵條	0.3
磁鐵玩具	0.8
虛擬牆磁力條	0.8
強力磁鐵環	1.3
強力磁鐵塊(直徑 1.6)	3.2
強力磁鐵塊(直徑 1.8)	3.6
12V 電磁鐵(小)	0.5
12V 電磁鐵(大)	0.9
強力磁鐵塊(1.6+1.8)串接	4

表 1 霍爾磁力感測模組感測不同磁鐵所感測之距離



二、使用霍爾磁力感測模組在同一磁鐵的磁力下加上阻隔物時的去記錄感測距離數值，結果如表 2，所選擇測量之磁鐵為虛擬牆磁力條、強力磁鐵塊(直徑 1.6)、電磁鐵(大)，因為這三種是屬於一般磁鐵、強力磁石、電磁三種類別代表的磁鐵種類，阻隔物材質則選擇壓克力、玻璃、鐵片及木片，結果發現同一種磁鐵被阻隔後感測距離鐵片影響最大，木片則是最小。

阻隔物 \ 磁鐵種類	虛擬牆磁力條	強力磁鐵塊 (直徑 1.6)	電磁鐵(大)
壓克力板	0.3	2.9	0.6
玻璃片	0.4	2.9	0.6
鐵片	0	1.5	0.3
木片	0.8	2.9	0.8

表 2 同一磁鐵加阻隔物時的感測距離數值(單位 cm)

三、將二顆霍爾感測器安裝至車頭前中間放入虛擬牆磁力條，並接上 Arduino UNO 使用程式去測量可感應的最佳間距，測量結果如表 3。

二顆感應器間距	觀察結果
4.5cm	距離太寬感測器感應到磁力條後轉向之程式寫法，會讓車子行走時搖晃較大
1cm	太近感測器距離磁力條邊緣有一點距離，可以改程式讓感測器不突出磁力條範圍寫法，但也是會搖晃
2.5cm	較適中距離也是磁力條的寬度，車子循線行進時較穩定不搖晃

表 3 二顆霍爾感應器間距之測試

四、埋設磁力條作為導航路線，車子會循磁力條行進，程式的寫法如果是左側感測器感應到磁鐵就右轉，如果是右側感測器感應到磁鐵則左轉，讓車子一直維持在磁力軌道上持續前進，原來程式車子行進有晃動狀況(圖 17)，後來修改程式讓車子移動比較平順(圖 18)。

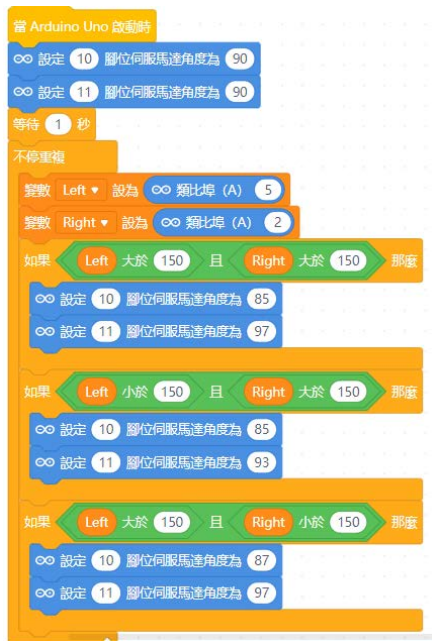


圖 17 原始程式



圖 18 修改後程式

## 陸、討論

- 一、根據研究一結果，各種磁鐵被霍爾感測器感應到的距離都不相同，因要考慮到自動導航車是要感應地面下的磁鐵，所以一方面感應距離不能太短，加上如果鋪設在路面下作為導航路線，也要考慮到成本。因此在幾種因素考量下，虛擬牆磁力條一方面磁力的感應不算太短(0.8CM)，如埋設在地面 0.4CM 深，距離地面上尚有 0.4CM 空間(圖 19)，一方面成本比較低也好鋪設，因此討論結果我們選擇磁力條作為導航路線材質。

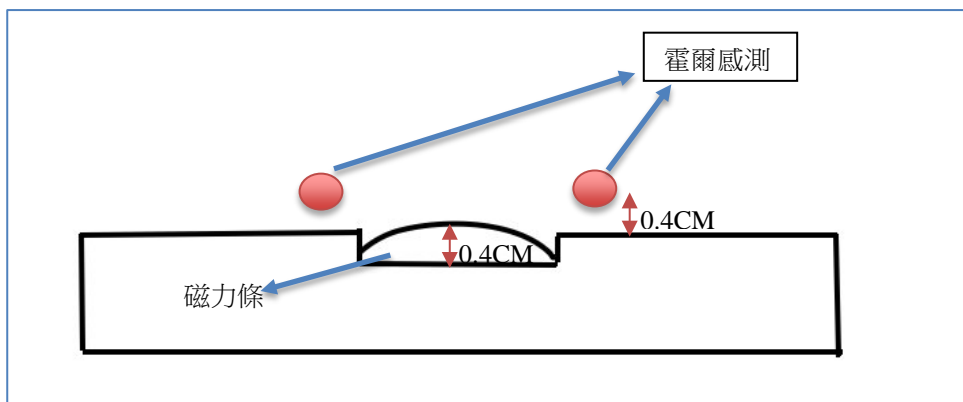


圖 19 二顆霍爾感應器架設示意圖

- 二、根據研究二結果，在埋入地面的磁鐵上鋪上一層阻隔物當作路面的表面，在結果裡可以看出，木片在阻隔虛擬牆磁力條時所感應的距離(0.8CM)與沒有阻隔時的距離(0.8CM)一樣，是最不會影響到磁力的感應效果，因此如果使用木片當作路面比較

不會影響到自動導航車的感應，木材的鋪設比起其他材質也較容易取得，鋪設困難度也較低。

三、根據研究三的結果，二顆霍爾磁力感測器的間距安裝應該是大於磁力條的寬度較佳。主要是因為霍爾磁力感應晶片當感應到磁力後，要等磁鐵離開較遠距離後才會關閉感應，關閉感應的距離不定(圖 20)，是比較麻煩的問題，但是它接近磁鐵到感應到磁力的距離是穩定的，也就是說靠近磁鐵感應比起遠離磁鐵感應會比較準確，因此討論後覺得用二顆霍爾感應器去包夾磁力條，並根據自走車循線原理(表 4)去編寫程式，並實地使用木板軌道埋設磁力條上鋪木板試測(圖 21)。

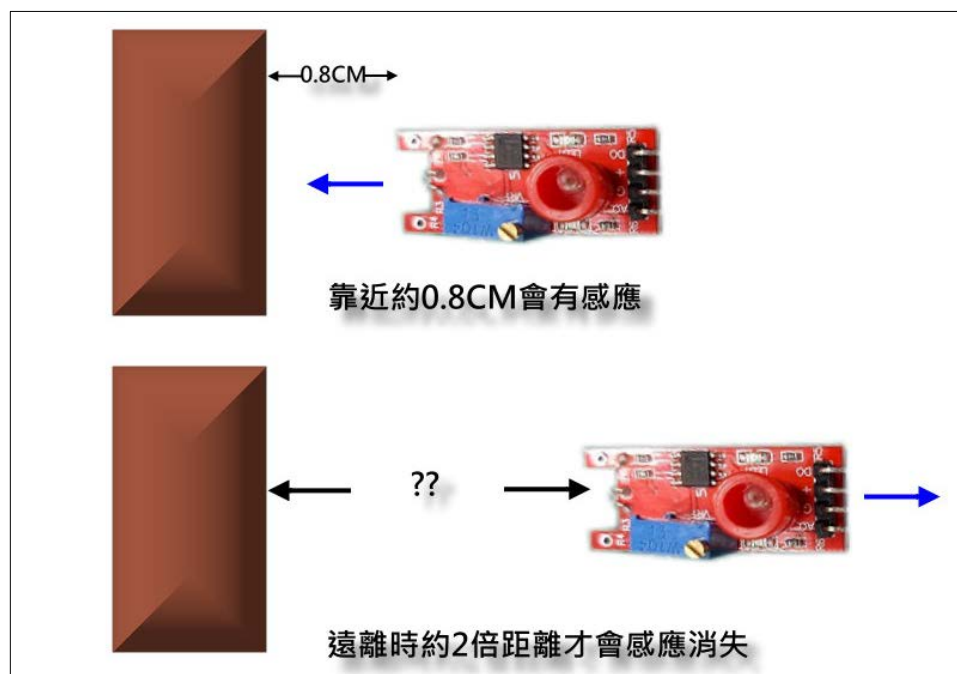
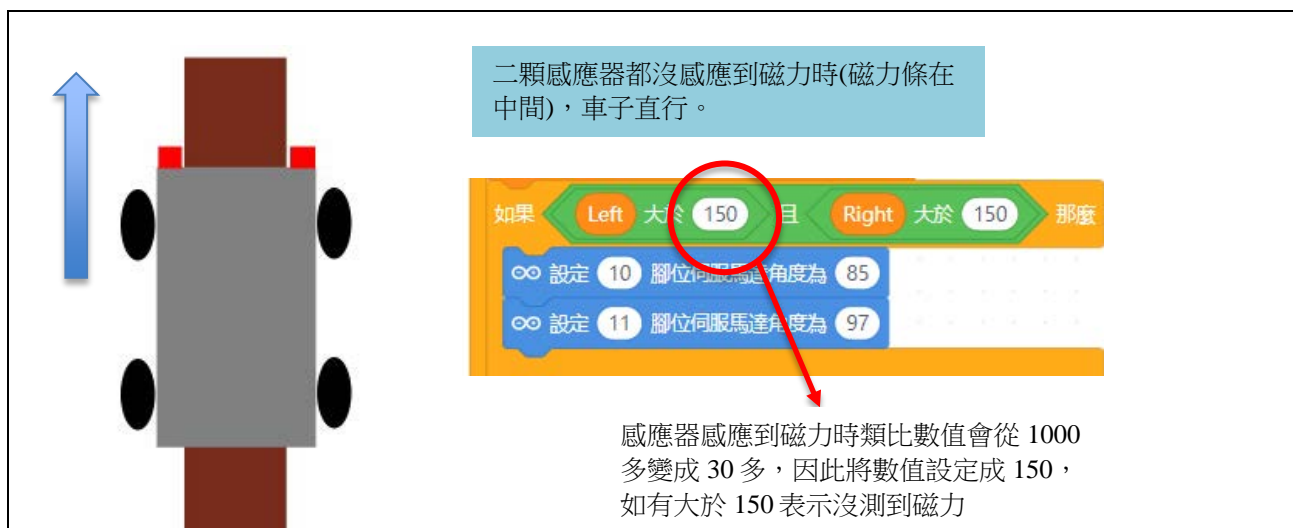


圖 20 霍爾磁力感應器感應狀況示意圖





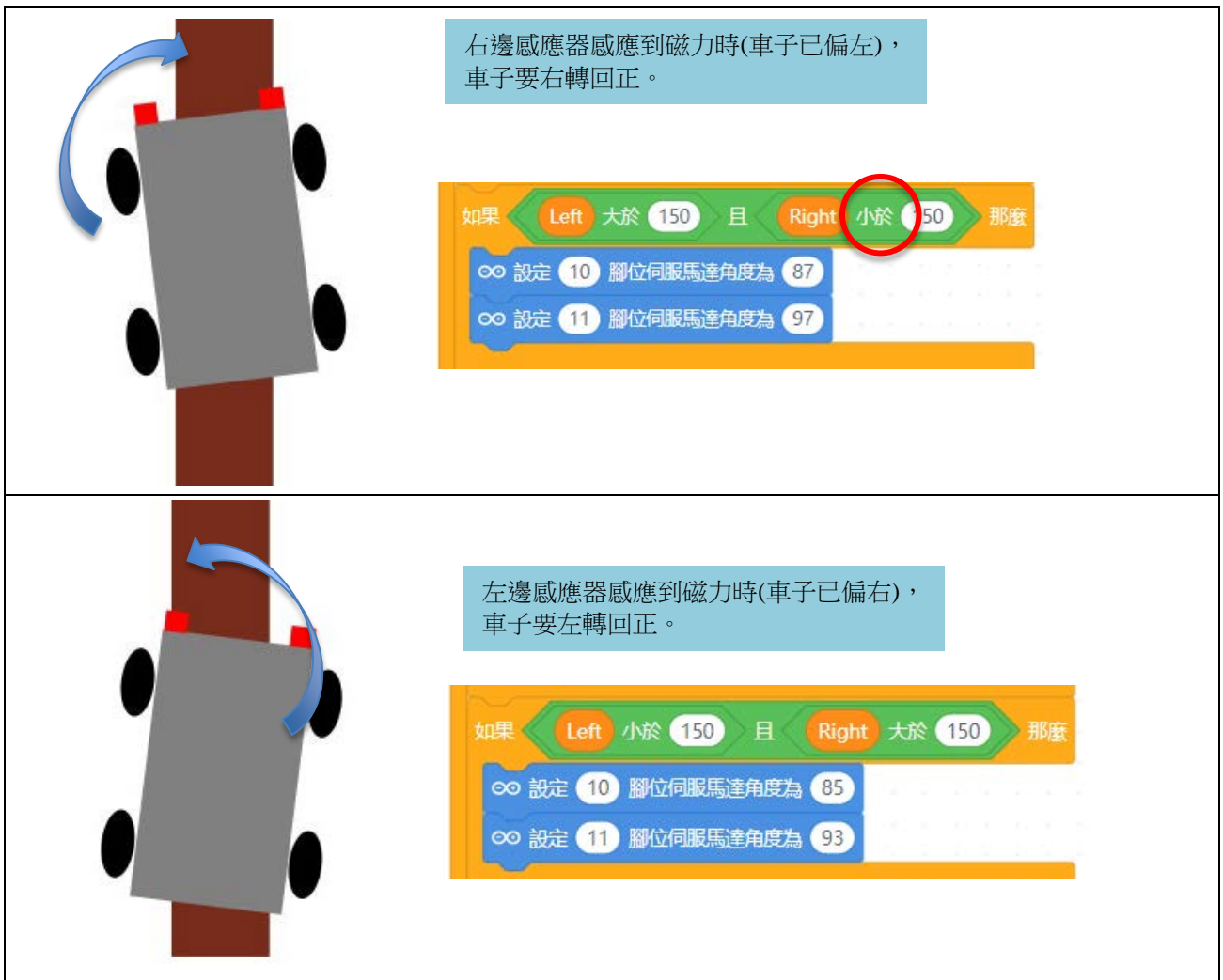


表 4 循線自走車原理

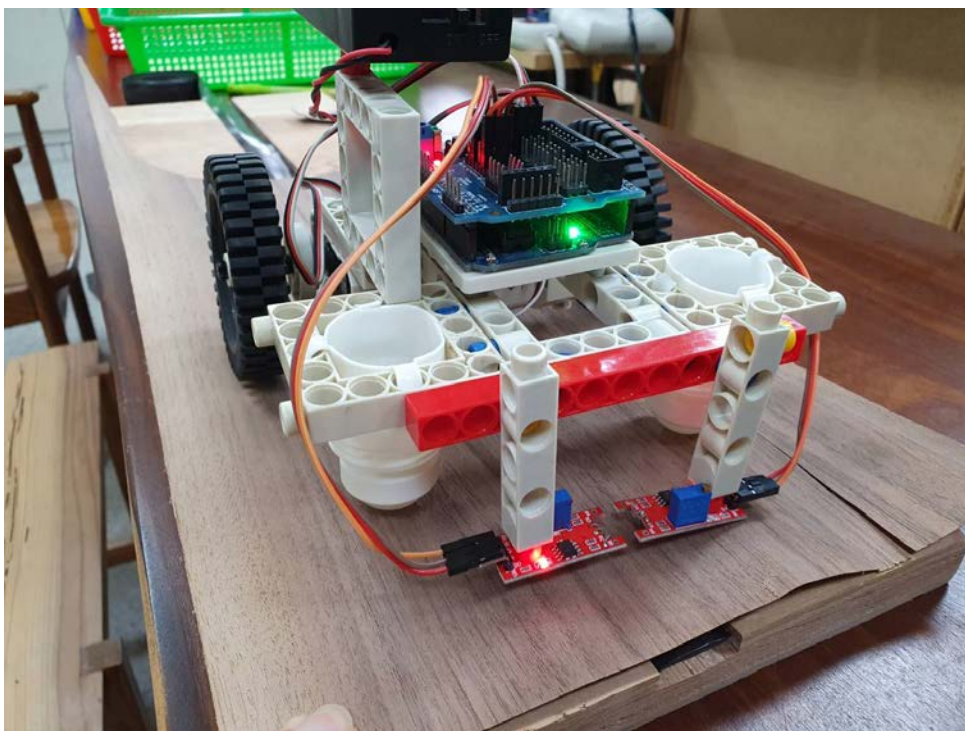
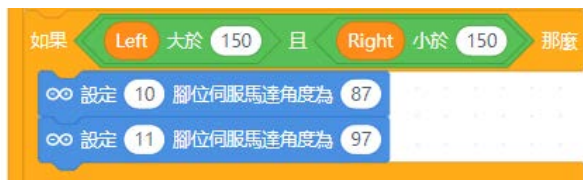


圖 21 軌道鋪設木片後循線自走車行進狀況

四、車子如要直行前進右輪伺服馬達角度要寫 85 度(逆轉)、左輪馬達要寫 97 度(正轉)，兩輪轉速會相同。



右轉時右輪馬達 87 度(較慢)、左輪馬達 97 度。



左轉時右輪馬達 85 度、左輪馬達 93 度(較慢)。



## 柒、結論

- 一、本實驗所做模型自走感應車經過排除各種變因後，可以循著磁力條所鋪設之路線穩定行進，如將此模型推廣可以解決光感自走車因不同光線環境影響而無法順利行進，也可以解決使用電子羅盤的自走車感應不穩定的問題，更可以解決軌道裸露而不美觀的問題，因此磁力感應不失為節能又美觀的自走行進模式。
- 二、本實驗自走循跡模式也可以應用在都會區的地面電車或是輕軌列車這種交通工具，設計成觀光巴士它是可以無人駕駛自動導航又可以不用在裸露的鐵軌上運行，它不但是接駁的交通工具也兼具市區觀光的特點。再加上免除保養鐵軌或是電纜的維修工作，是同時兼顧省電環保的磁力循跡導航車。

## 捌、參考資料

王一哲。Arduino 教學：線性霍爾磁力感測器。2020 年 11 月 25 日，取自：

<https://hackmd.io/@yizhewang/BJU9Tcq9v>

Frankie Wong。mBot 入門教學：mBot 循跡車。2017 年 4 月 20 日，取自：

<https://mbotandstem.blogspot.com/2017/04/mbot-line-follow-car.html>

維基百科。路面電車，取自：

<https://zh.m.wikipedia.org/wiki/%E6%9C%89%E8%BB%8C%E9%9B%BB%E8%BB%8A>