

114學年度新北市立二重國小
一般智能資優班畢業獨立研究

**四「桶」八達：Micro:bit 與 Sonar:bit 自動移動垃圾桶設
計與實作**

研究者：黃麒祐

指導老師：林信加老師

中華民國一一五年六月

目錄

第一章 緒論

第一節 研究動機

第二節 研究目的

第三節 研究問題

第二章 文獻探討

第一節 與我研究有關的相關文獻

第二節 micro:bit介紹

第三章 研究方法

第一節 研究架構

第二節 研究工具

第四章 研究結果

第一節 程式設計說明

第二節 成品製作說明

第三節 成品測試結果

第四節 討論

第五章 結論與建議

第一節 結論

第二節 建議

參考資料(文獻)

摘要

本研究針對過敏患者擤鼻涕後衛生紙隨處丟棄的問題，開發一款能自動追蹤並接住垃圾的智慧移動垃圾桶。系統以 micro:bit 為核心，透過兩組 Sonar:bit 超音波感測器偵測垃圾方位，並以 Motor:bit 驅動馬達底盤進行位移。

研究核心在於程式邏輯的優化，利用「忙碌中」變數建立軟體鎖，確保動作執行不被重複訊號干擾；並透過多次實驗推導出精準位移公式：「補跑時間 = (距離 - 5) × 35」，將感測初的數據轉化為馬達的動力。

測試結果顯示，首次測試因衛生紙表面柔軟且體積小，超音波反射不足導致捕捉失敗；二次測試改良目標物，加裝硬紙板與鋁箔紙後，顯著提升反射率與偵測穩定度，成功提高捕捉率。本研究證實了結合軟體算法與硬體環境改善，能有效解決微電腦感測器的偵測死角與延遲問題，提升作品之實用性。

第一章 緒論

本研究的目標是設計並製作一台能自動移動的智慧垃圾桶。目前的感應垃圾桶雖然方便，但都必須由人靠近後才會開蓋，無法解決垃圾因拋丟不準而掉在地面上的問題。為了使垃圾桶主動接取垃圾，本研究使用 micro:bit 控制板作為運算核心，並安裝 Sonar:bit 超音波感測器來偵測垃圾的位置。

研究過程中，主要透過編寫程式邏輯與多次實驗，尋找最適合的偵測距離與馬達轉動時間。本章節將敘述研究的動機、目的和問題。

第一節 研究動機

我相信，很多人都被過敏困擾著，我也是。所以，晚上擤鼻涕的衛生紙總是丟的到處都是，早上起床時總是很佩服自己的「傑作」，然後...再撿到痛不欲生。

於是我想，也許讓垃圾桶自己移動並接住垃圾是個不錯的解決方案。但要如何驅動垃圾桶？而又要如何偵測到垃圾呢？以及垃圾桶要是因為速度過快而傾倒或是速度不夠又該如何解決？所以，我想透過這次實驗，研究如何利用程式驅動垃圾桶，以及如何偵測垃圾，並且做出最能符合需求的移動垃圾桶。

第二節 研究目的

為了要製作出可以運用在生活中的垃圾桶，以下是我的研究目的：

壹、探討如何利用程式運作micro bit

貳、探討超音波感應器如何幫助移動垃圾桶接起垃圾

參、研究如何利用移動垃圾桶接起垃圾並實際模擬接垃圾的動作

第三節 研究問題

壹、如何透過程式設計控制micro:bit？

貳、超音波感測器是否能有效偵測垃圾與垃圾桶之間的距離，以協助移動垃圾桶進行定位？

參、移動垃圾桶在不同實際情境下(如垃圾距離變化), 是否仍能順利完成接垃圾的動作?

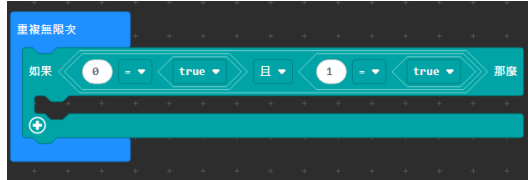
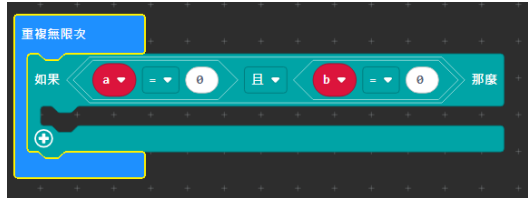
第二章 文獻探討

第一節 micro:bit介紹

micro:bit是一款為英國廣播公司(BBC)專為5歲以上孩子所研發設計的微型電腦，是一台專屬給孩子學習程式的好工具(台灣程式教育協進會, 2025)，在軟體上編好程式後，再下載到實體的micro:bit上，執行程式。以下我將介紹在本次實驗中，我用到的程式積木。

表2-1

micro:bit程式積木介紹表

類別	功能介紹	圖示
1.基本	基本是所有程式的起始點，例如:重複無限次、當啟動時等，程式一定要有他們才有辦法開始及重複執行動作。	
2.邏輯	邏輯讓電腦依照「如果...那就...」的邏輯做出不同選擇。像是遊戲中角色遇到敵人就攻擊，沒遇到就前進，這些都是透過條件來控制行為的基礎應用。它們將比對程式狀態並決定是否執行下面的程式。	
3.變數	變數就像是電腦裡的「儲物箱」，可以存放不同的資料。學會使用變數後，我們能讓程式記住數字、文字或其他資訊，並在需要時讀取或更改，這是寫程式的重要基礎。通常配合其他程式一起使用。	

類別	功能介紹	圖示
4.聲納	它是micro:bit的擴充功能, 可以設定並讀取超音波感測的數據, 通常配合變數使用。	
5.馬達	它是micro:bit的擴充功能, 可以控制馬達的速度以及方向。	

(整理自台灣程式教育協進會)

第二節 與我研究有關的相關文獻

以下是與我研究有關的相關文獻:

表2-2

相關文獻之幫助表

文獻	對我研究的幫助
保家「魏」國—製作scratch三國歷史遊戲探討學生使用遊戲學習歷史的成效	協助我深度了解程式設計類型研究的各章節該有的核心內容, 以及掌握整體的邏輯研究架構。
台灣程式教育協進會-什麼是micro:bit	使我深入了解micro:bit軟體邏輯編寫的開發核心及運作方式。
STEAM學習網-micro:bit 自走車教學 (MoonCar 登月小車)	使我了解直流馬達的驅動原理, 並理解超音波感測器如何透過聲波反射進行測距, 進而完整掌握機器人移動與避障的運作方法。

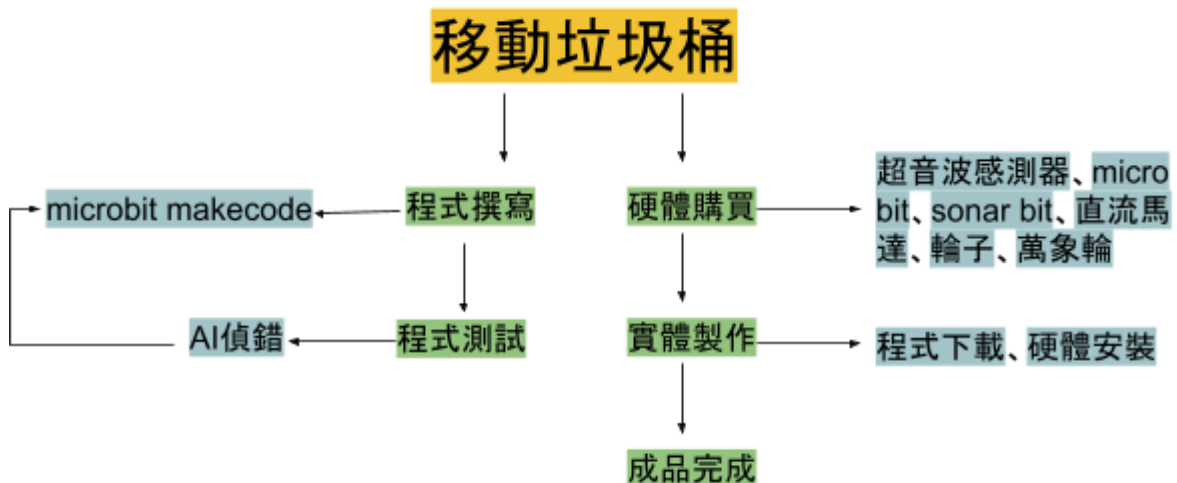
第三章 研究方法

第一節 研究架構

本研究旨在開發一款能自己接垃圾的移動垃圾桶。透過 micro:bit 作為核心，連接並驅動超音波感測器與馬達驅動模組。研究重點在於優化判斷邏輯，讓垃圾桶在偵測到拋丟物後，能即時運算距離並移至預判位置，實現精準接垃圾的功能。

圖3-1

研究架構圖



第二節 研究工具

壹、硬體設備

- 一、micro:bit 主控板
- 二、Motor:bit 馬達驅動板
- 三、直流馬達(TT 馬達)
- 四、車輪x2
- 五、超音波感測器(sonar:bit)x2
- 六、垃圾桶(安裝於車體上)

七、電池盒與電源線

八、連接線、固定支架與膠帶

貳、軟體工具

一、MakeCode micro:bit 線上程式編輯器

二、ChatGPT、Gemini人工智慧

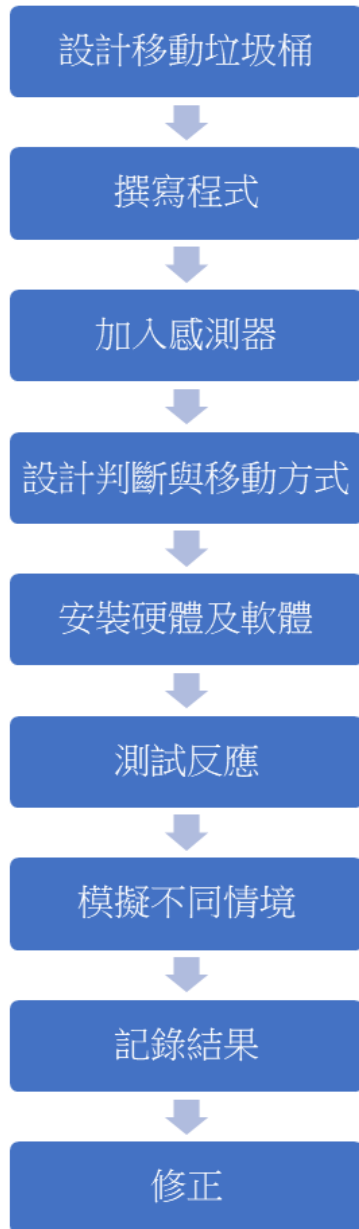
第三節 研究流程

壹、研究流程

本研究流程依序如下：

- 一、設計移動垃圾桶的整體結構與外觀
- 二、撰寫 micro:bit 程式，控制馬達基本行為
- 三、加入超音波感測器進行距離偵測
- 四、設計距離判斷與對應移動方式
- 五、安裝 micro:bit、馬達、感測器與垃圾桶
- 六、實際測試移動垃圾桶的反應與行為
- 七、模擬不同垃圾距離情境進行觀察
- 八、記錄結果並分析成功與失敗原因
- 九、根據測試結果修正程式與結構設計

研究流程圖



第四章 研究結果

第一節 程式設計說明

在設計本移動垃圾桶時，我利用了micro:bit來編寫了一套邏輯控制程式。這套程式的目標是讓垃圾桶能夠以超音波偵測到的距離，自動計算並移動到垃圾的位置。

以下是我程式設計的重點：

壹、防干擾程式鎖

在程式中，我利用了一個叫「忙碌中」的變數。

一、設計目的：因為迴圈的感測問題，導致如果垃圾桶在移動時，感測器又傳回新的資料，程式會被打亂，無法執行完現在正在跑的程式。

二、運作方式：當垃圾桶偵測到物體時，我會把「忙碌中」設為 true，等到移動結束後，才會設回 false。在false的狀態下，其他程式皆會無法執行直到變數設回true。

貳、垃圾桶移動方式(補跑公式)

為了讓垃圾桶不會亂跑，而是能精準的接到垃圾，我編寫出了一個計算的公式來解決問題。

公式:(超音波距離-5)×35

圖4-1

程式說明圖



這是我實際測量秒速而得出的公式。我將偵測到的距離(cm)先減去誤差值(5cm)，再乘以一秒移動的距離(35cm)，算出來的數值即馬達運行的秒數(ms)，這樣才能讓垃圾桶精準地停在垃圾落點下方。

參、保證機制

動作結束後，我設定了1秒的暫停時間來讓車體在移動後保證煞車並停穩，避免程式沒有冷卻和停車就直接啟動下一輪迴圈，變成無法提車的狀態。另外，我也在沒有感測到物體時加入煞車程式，避免車體滑動。

當啟動時

變數 忙碌中 設為 false

重複無限次

變數 距離 設為 超声波模块反馈的 厘米 在 引脚 P14

變數 距離2 設為 超声波模块反馈的 厘米 在 引脚 P13

如果 忙碌中 = false 那麼

如果 距離 > 9 且 距離 < 30 那麼

變數 忙碌中 設為 true

變數 補跑時間 設為 距離 - 5 × 35

以 100 的速度前进

暫停 補跑時間 毫秒

停车

暫停 1000 毫秒

變數 忙碌中 設為 false

否則如果 距離2 > 5 且 距離2 < 30 那麼

變數 忙碌中 設為 true

變數 補跑時間2 設為 距離2 - 5 × 35

以 100 的速度后退

暫停 補跑時間2 毫秒

停车

暫停 1000 毫秒

變數 忙碌中 設為 false

否則

停车

第二節 成品製作說明

在完成程式的撰寫後，我開始著手組裝移動垃圾桶本體。這個過程分為硬體組裝與電子零件組裝兩個部分：

壹、車體結構組裝

一、動力底盤：我上我買了有底盤、馬達和輪子的套組，要先將底盤後方安裝上兩顆TT馬達與輪胎，這兩顆馬達是垃圾桶前進、後退的主動力。

二、平衡支撐：為了讓車子轉彎靈活且不會倒下，我在底盤前方安裝了一個萬象輪，形成穩定的三角形支撐。

三、垃圾桶載體：我在垃圾桶下方鑽孔，並將其用螺絲鎖在了底盤上。為了減輕重量，我則是選擇了輕便的塑膠圓桶，避免對車體速度造成太大的影響。

貳、電子零件與感測器配置

一、控制核心：將 micro:bit 插在 Motor:bit 驅動板上，並固定在車體頂端，但為了克服感測器太低的問題，我便將所有的連接線再用一條杜邦線加長，成功解決了問題。

二、感測器安裝：感測器安裝在垃圾桶的中央，前後皆有一個，用來偵測前方以及後方飛來的垃圾。

三、電力供應：使用電池盒（四顆三號電池）連接至驅動板，提供整個車體的電力需求。

參、軟硬體結合與測試

一、程式下載：將寫好的 MakeCode 程式透過 USB 線下載到 micro:bit 中。

二、邏輯檢查:開啟電源,測試當手靠近後方感測器時,車體是否正確向前移動;反之,當手靠近後方感測器時,車體是否向後移動。
確認都完成後,我的初號機也宣告完成了。

三、外觀優化:利用膠帶或熱熔膠整理雜亂的電線,確保垃圾桶在移動時不會被線絆到,這就是我的「初號機」成品。

第三節 成品測試結果

壹、初號機

一、首次測試:基礎移動與偵測功能測試

我在完成初號機硬體組裝與程式撰寫後,我進行了第一次實物測試。這次測試的目的是要觀察垃圾桶是否能正確執行程式中的指令,並對目標物(衛生紙垃圾)做出反應。

(一)測試環境與方法

1.測試物:揉皺的衛生紙

2.測試方式:

(1)將手置於感測器範圍內並檢查車體是否正確移動

(2)將衛生紙丟向垃圾桶前方符合超音波感測器所設定程式的範圍內。

3.觀察重點:垃圾桶是否啟動、移動方向是否正確、以及停下的位置是否正確。

(二)測試結果

1.偵測反應:在用手進行測試時,垃圾桶確實能依據程式設定,感應物體並移動。但當丟下衛生紙時,會因其體積過小且掉落速度過快因而來不及被順利偵測。

2.方向正確性:垃圾桶能區分前後,當物體在前方時會前進,在後方時則會後退,證明前後兩個感測器的判斷邏輯皆正確。

3.程式執行:程式中的「移動公式」確實有在運作,會驅動垃圾桶使其根據遠近跑出不同的距離。

(三)發現問題

雖然垃圾桶「會動」,但在實際模擬丟垃圾時,卻發生了接不到的情況,經過詳細觀察,我分析出以下原因:

1.超音波反射面不足:真正的垃圾(如衛生紙團)外型不規則且表面柔軟,會吸收或散射超音波,導致感測器測量到的數據不穩定,甚至偵測不到。

二、二次測試:改良目標物後之程式執行狀況

在首次測試發現「接不到真正垃圾」的問題後,我推測是因為衛生紙團太輕且表面不平整,導致超音波無法順利偵測。因此,我針對「目標物」進行了改裝,並進行第二次測試。

(一)測試環境與方法

1.測試物:改裝後的衛生紙團(外層包裹硬紙板與鋁箔紙)。

2.測試方式:

(1)將改裝後的垃圾置於感測器範圍內並觀察車體是否正確移動

(2)將改裝後的垃圾丟向垃圾桶前方符合超音波感測器所設定程式的範圍內。

3.觀察重點:觀察感測器對鋁箔材質的反應靈敏度,以及垃圾改裝後超音波是否能正確偵測。

(二)、測試結果

偵測反應:在將垃圾置於垃圾桶前方進行測試時,垃圾桶確實能感應物體並移動。但當實際丟下改裝的垃圾時,垃圾仍無法被順利偵測。

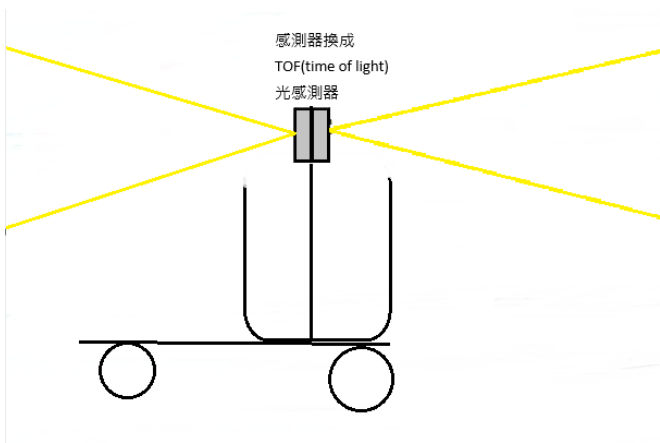
(三)、發現問題

在這次的測試中，垃圾桶的反應仍跟首次測試一樣，於是我推論是感測器感測速度過慢及感測不靈敏等問題。

貳、二號機

在經歷了初號機的失敗後，我本來計畫要進行二號機的製作，但在完成初號機後，我發覺我已經沒有時間再來製作二號機的實體了，但我已經有了初步的構想，以下是我的示意圖：

圖4-2
二號機示意圖



為了方便理解，我統整出以下表格，希望有朝一日可以完成二號機：

表4-1
二號機變動表

項目	初號機	二號機
感測器種類	sonar:bit超音波感測器	TOF(time of light)(VL53L0X) 光感測器
感測器數量	2	至少4個
避障	無	將超音波感測器變成避障用

第四節 討論

在本研究的兩次測試中，雖然我針對目標物進行了改良，但結果仍無法成功接住垃圾。針對實驗過程中觀察到的現象，我總結出以下幾點進行討論：

壹、材質對超音波反射的影響

在首次測試中，柔軟的衛生紙團幾乎無法被偵測。但在二次測試加入鋁箔紙後，雖然感測器能偵測到目標，卻仍然無法接住垃圾。這是因為超音波感測器十分仰賴僅僅一條直線的感測距離，如果垃圾掉落的角度太歪或掉太快，訊號就會反射到旁邊或無法命中，導致垃圾桶反應不及或甚至無法反應。

貳、硬體反應的延遲

我發現從micro:bit接收訊號到驅動馬達轉動之間，存在些許的時間差。加上馬達從靜止到轉動也需要反應時間，這短短零點幾秒的延遲，對於要捕捉快速掉落的垃圾來說是非常致命的。

參、偵測死角的限制

目前僅使用兩顆超音波感測器，偵測範圍呈現「直線」。當垃圾掉落的路徑稍微偏離中心，感測器就會失去目標。這讓我體會到，要達成「0 死角」的捕捉，除了感測器反應要快，偵測的角度與數量也必須增加，才能應對各種掉落軌跡。

第五章 結論與建議

第一節 結論

根據本研究的開發過程與兩次實測結果，總結如下：

壹、程式邏輯的可行性：

本研究成功利用 micro:bit 撰寫出「忙碌中」變數鎖與「補跑公式 (距離-5)*35」。實驗證明這套邏輯能有效防止重複訊號干擾，並將超音波偵測到的距離精確轉化為馬達運作時間，在靜止測試中表現良好。

貳、材質對感測的影響：

實驗證實超音波感測器對柔軟物體(如衛生紙)的辨識能力極差。雖然透過加裝「鋁箔紙」與「硬紙板」改良了偵測靈敏度，但仍無法成功反射訊號，無法達成 100% 的穩定偵測。

參、作品的整體評價：

雖然垃圾桶最終因硬體延遲與感測器死角問題，未能成功在動態下捕捉垃圾，但本研究已成功建立一套自動移動垃圾桶的基礎原型，並找出了感測器與馬達在實際應用中的關鍵限制。

第二節 建議

針對本研究的經驗，對未來有意研究者提出以下建議：

更換感測器種類：建議未來可嘗試使用TOF感測器，由於其是以光速傳播，反應速度遠快於超音波，且不受物體材質影響，應能有效解決偵測延遲等問題。

提升馬達動力：建議改用速度更快的馬達，來減少馬達從靜止到轉動的延遲時間，讓垃圾桶能更快移動到垃圾落點。

增加感測器數量：目前的雙感測器仍有很大的偵測死角，未來可考慮在桶身周圍加裝更多感測器，或使用廣角偵測設備，以應對不同角度丟擲的垃圾。

改良桶身設計：可嘗試將垃圾桶開口設計得更寬，或做成漏斗狀，增加容錯率，也可以降低對精準度的要求。

參考文獻

台灣程式教育協進會-什麼是micro:Bit. (n.d.). 台灣程式教育協進會.

https://www.beyond-coding.org.tw/index.php?option=com_sppagebuilder&view=page&id=39

陳宥成. (2022). 保家「魏」國-製作scratch三國歷史遊戲探討學生使用遊戲學習歷史的成效. 新北研遊匯.

<https://documentcloud.adobe.com/gsuiteintegration/index.html?state=%7B%22ids%22%3A%5B%221nuD7Hba8RKWFBZeJOWCLxn2dw3msd6oD%22%5D%2C%22action%22%3A%22open%22%2C%22userId%22%3A%22102568531004319199422%22%2C%22resourceKeys%22%3A%7B%7D%7D>

Micro:Bit 自走車教學 (MoonCar 登月小車). (n.d.). STEAM學習網.

<https://steam.oxxostudio.tw/category/microbit/mooncar/mooncar.html>