

屏東縣第 60 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：感應式自動掀蓋垃圾桶

關鍵詞：TTP223、電容式觸碰開關、感應 (最多三個)

編號：

摘要:

公共場所的垃圾桶，蓋子非常髒，而且上面會有很多病毒細菌。現在因為新型冠狀病毒，大家更注重手部的清潔，更不敢碰垃圾桶蓋。我們為了避免因接觸所造成的疾病傳染，所以想要製作自動掀蓋的垃圾桶。製作此垃圾桶的好處有以下四點:

1. 可以避免有人把垃圾丟在垃圾桶蓋上。
2. 有蓋的垃圾桶可以避免垃圾飛散所造成的環境髒亂。
3. 會自動掀蓋的垃圾桶，可以吸引大小朋友的好奇，可以兼具環保教育的推廣功能。
4. 大家不必觸碰垃圾桶蓋，就可以避免接觸傳染。

根據我們的研究可以歸納下列幾項結論:

1. 我們發現可以利用加大鋁箔表面積來提升觸控板的感應靈敏度。
2. 用超音波尺測量時，由於超音波尺為非接觸性的測量，系統較不會被干擾，而且會減少實驗的誤差，增加測量的準確性。
3. 我們在實驗的過程中發現，可以運用導線來代替鋁箔紙來加大感應的區域，導線長度在 30 公分，感應最靈敏，而且將導線繞成圈狀並沒有提高感應靈敏度。
4. 實際製作完成的成品發現，因為觸控模組的靈敏度太高，使得垃圾桶雖然沒有手接近，但是因為受到雜訊干擾而有自動打開蓋子的情形，我們發現電源的種類會影響感應的靈敏度，用行動電源的時候，觸控模組受干擾的情形最低。
5. 分別用不同手來接近感應線圈，對於感應的靈敏度並沒有明顯的差異。

綜合以上幾點的研究結果，我們實際製作出不用觸碰即可感應自動掀蓋的垃圾桶，未來我們希望能改良此垃圾桶成為多用途的複合式垃圾桶。

壹、 研究動機





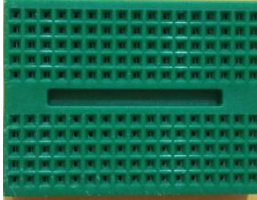


公共場所的垃圾桶，蓋子非常髒，媽媽都會提醒我們手不要碰到垃圾桶的蓋子，又因為最近新型冠狀病毒容易造成接觸感染。許多人丟垃圾的時候，因為手不想碰到垃圾桶蓋子，就直接把垃圾放在蓋子上沒有丟進垃圾桶。基於衛生考量，我們動手研究如何設計出一個不需要碰到手就可以自動感應打開蓋子的垃圾桶。



貳、 研究目的

1. 探討觸控模組接 LinkIt7697，設計程式，讓 LinkIt7697 可以控制 TTP223 觸控模組。
2. 探討如何擴展 TTP223 觸控板的感應範圍。
3. 探討觸控面積大小對觸控靈敏度的影響
4. 探討如何達成更精確的測量，降低系統被干擾的機率。
5. 探討使用超音波尺是否能減少實驗的誤差。
6. 探討是否可以運用導線來代替鋁箔，作為觸控板的延伸。
7. 探討將長導線繞成圈狀對觸控靈敏度的影響。
8. 探討使用者的手勢對觸控靈敏度的影響。
9. 探討導線繞面積的大小對於觸控靈敏度的影響
10. 實際製作自動感應掀蓋垃圾桶。

參、使用之機具與材料

使用機具	電鑽	
使用材料	LinkIt 7697	
	TPP223 觸控模組	
	雙面導電鋁箔膠帶	
	麵包板	
	杜邦線	
	MG-90 伺服馬達	

肆、研究過程或方法

研究主題一：

用觸控板 TTP223 點亮 LED 燈

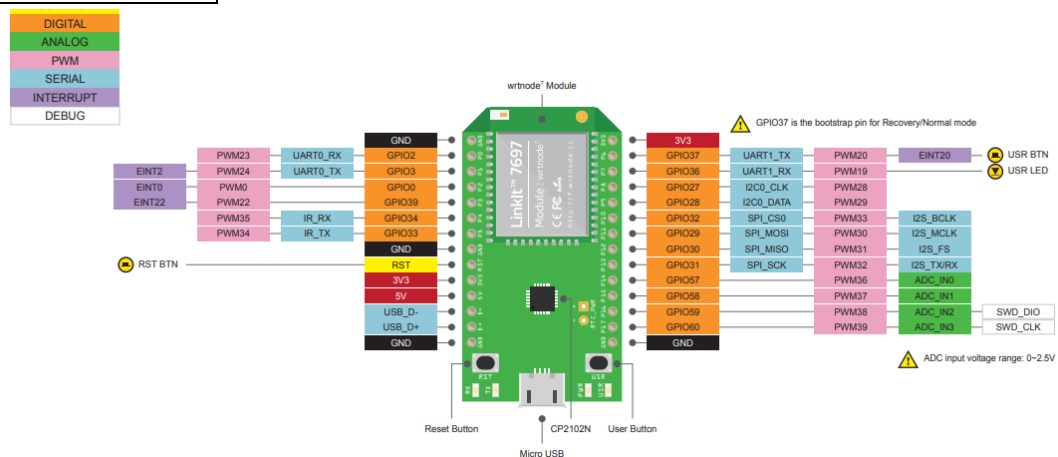
研究說明

這是我們第一次使用 TTP223 觸控模組，我們嘗試把觸控模組接 LinkIt7697，並且設計程式，讓 LinkIt7697 可以控制 TTP223 觸控模組，重點在研究如何使觸控模組可以正常運作。

研究目標

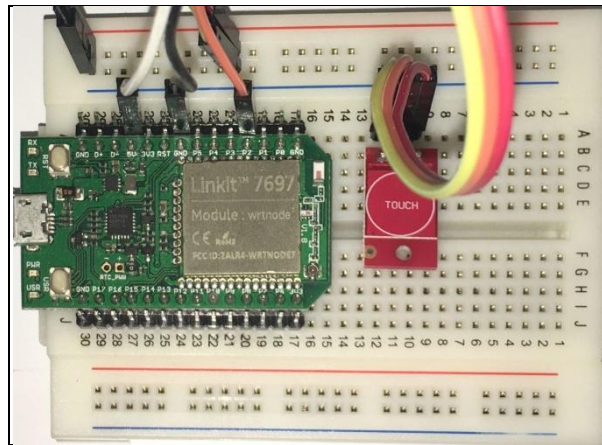
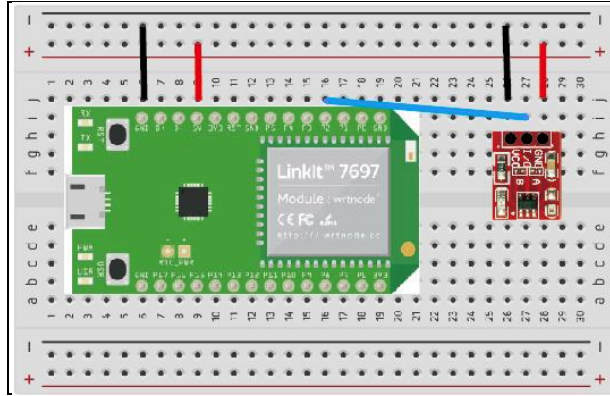
1. 先把 TTP223 觸控板接上 LinkIt7697，確認觸控模組與 LinkIt7697 的接線電路。
2. 初步嘗試程式設計來測試觸控模組。當手指觸碰觸控板時，會點亮 LinkIt7697 的內建 LED。

LinkIt7697 開發板腳位圖



由 LinkIt7697 開發板腳位圖可得知內建 LED 由 7 號腳位控制。

LinkIt7697 與 TTP223 接線圖

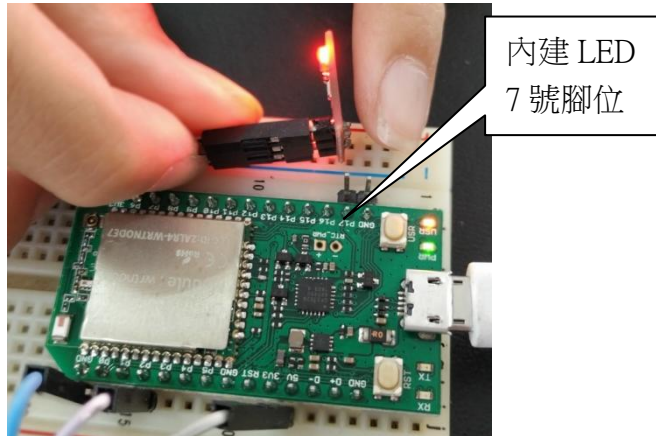


Blockly Duino 程式



分析與討論

1. 當我們的手碰觸 TTP223 時，LinkIt7697 的內建 LED 燈就會亮起，經初步測試，表示我們的硬體接線與程式設計沒有錯誤，裝置可以正常運作。
2. 我們發現，TTP223 的觸碰感應器，當手接近時就可以感應，也就是說我們的觸碰裝置可以設計成手不用碰到垃圾桶蓋，就可以讓垃圾桶自動掀起蓋子。



研究主題二：

研究如何擴展 TTP223 觸控板的感應範圍

研究說明

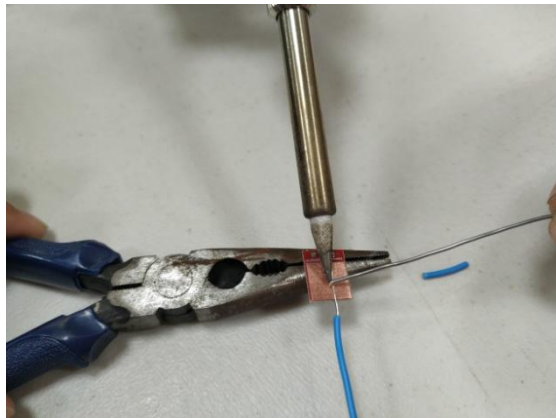
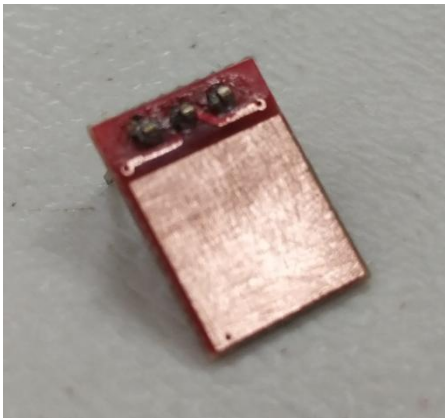
我們一開始所設計的智慧垃圾桶是用超音波與反射式紅外線來當作感應模組，但是最大的問題在於這兩種感應器都**只能在某一範圍**內做感應。我們想運用觸控模組來**擴展**感應的範圍，我們希望做到**整個垃圾桶的蓋子**都可以感應。

研究目標

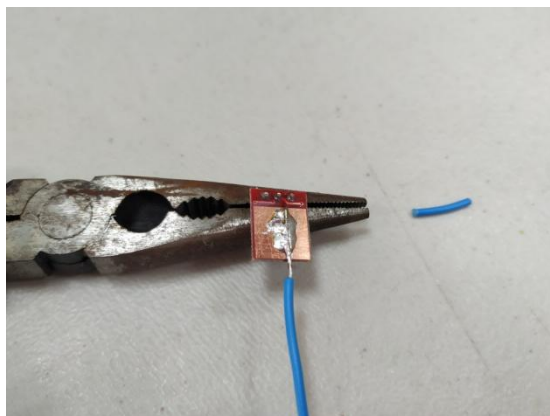
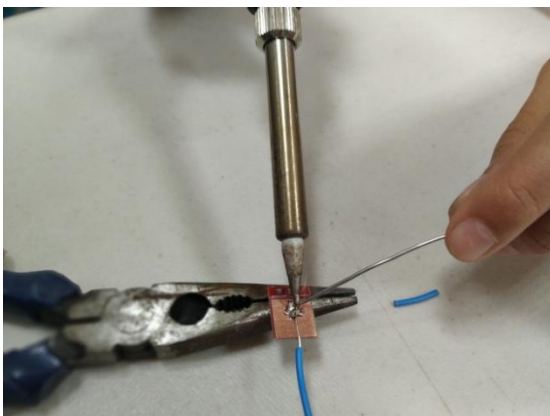
1. 探討延伸擴展觸控面積的方法。

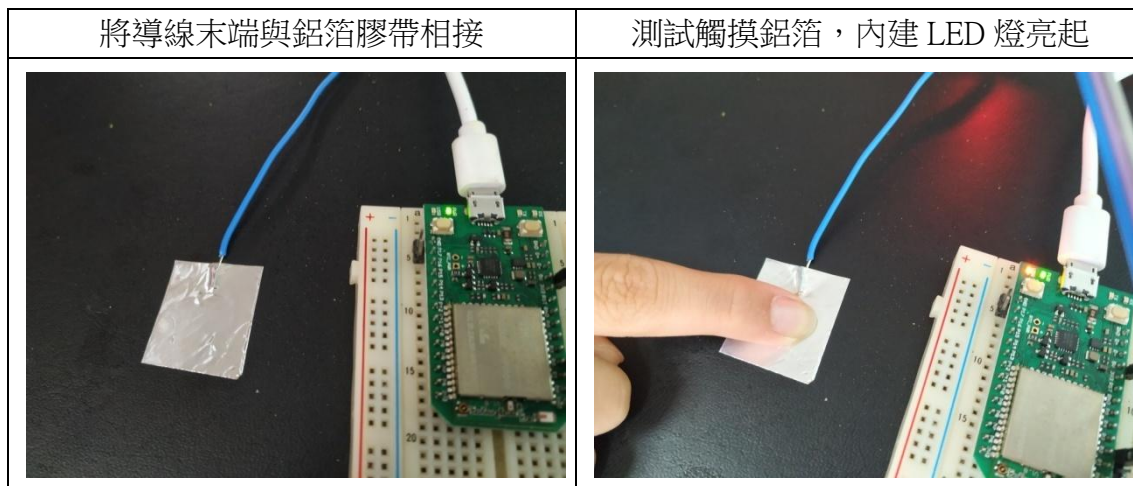
研究步驟:

1.將觸控板表面漆料磨除



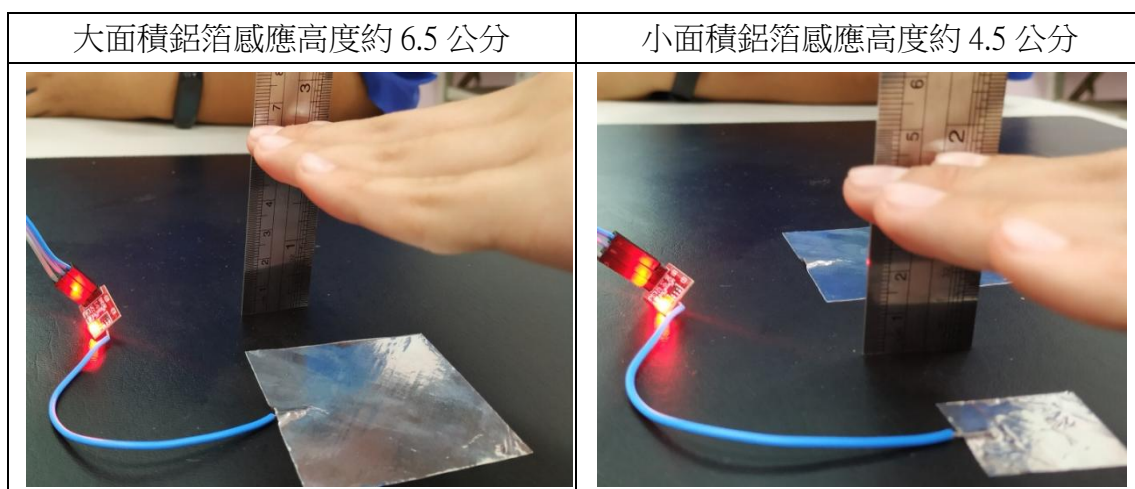
2.將導線焊接在觸控板上





分析與討論

1. 運用鋁箔來擴展觸控面積的想法**確實可行**，當手指觸碰鋁箔時，觸控板可以正常作動。
2. 研究過程中發現，兩片面積大小不同的鋁箔，觸碰感應的靈敏度不同，我們接下來要設計實驗來討論鋁箔面積大小與感應靈敏度的關係。



研究主題三：

研究觸控面積大小對觸控靈敏度的影響

研究說明

在研究主題二時發現用鋁箔來加大 TTP223 觸控模組的感應面積後，不同面積大小的鋁箔，感應觸碰的靈敏度不一樣，我們設計此主題來了解鋁箔大小與觸碰靈敏度的關係。

研究目標

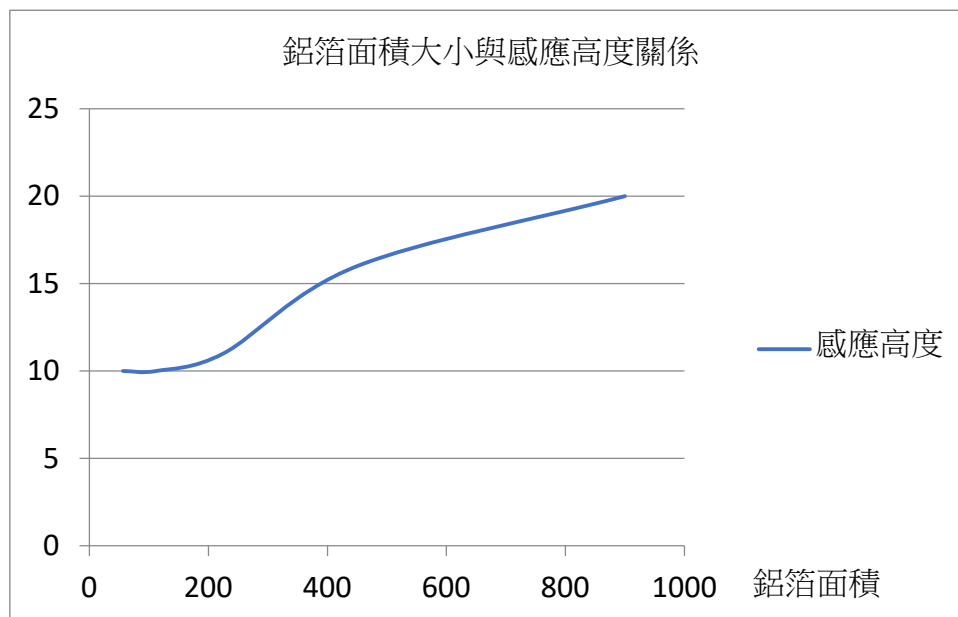
1. 探討觸控面積大小與靈敏度的關係

研究步驟

1. 剪出 900cm^2 的鋁箔紙。依序對折，即可產生 450cm^2 、 225cm^2 、 112.5cm^2 、 56.25cm^2 的鋁箔面積。
2. 將觸碰模組依序與上列各種不同面積鋁箔相接。
3. 測量不同面積鋁箔紙，觸發感應的最低高度，並且加以記錄。
4. 將紀錄表格轉換成圖表。

研究結果

鋁箔面積	感應高度	備註
56.25cm^2	10cm	訊號穩定
112.5cm^2	10cm	訊號穩定
225cm^2	11cm	容易受干擾而誤判
450cm^2	16cm	容易受干擾而誤判
900cm^2	20cm	容易受干擾而誤判



分析與討論

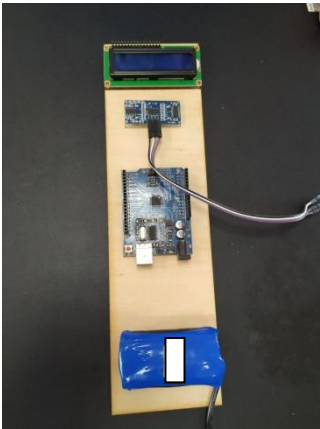
1. 根據實驗結果發現，鋁箔紙的**面積越大**，感應的距離會變高，也就是說，鋁箔表面積越大，**感應越靈敏**。
2. 實驗過程中發現，鋁箔表**面積加大**後，會感應到較多的雜訊，觸控開關**容易發生誤判**。
3. 實驗過程中發現，手碰觸到連接觸控板與鋁箔紙之間的導線時，觸控板也會作動，我們想設計下一個實驗來試試看**是否可以用導線來替代鋁箔紙**使觸控板作動。

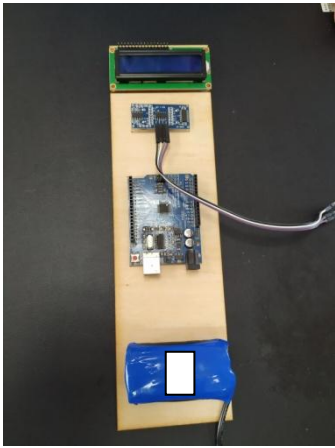
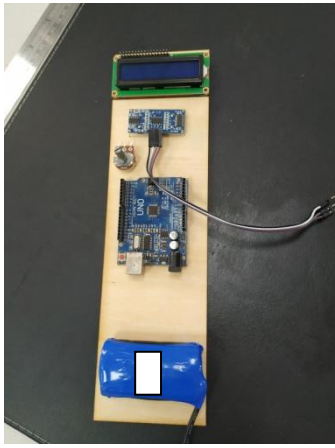
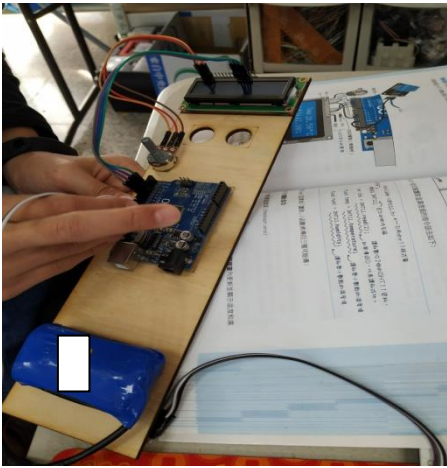

研究主題四： 自製數位式超音波尺

研究說明

在主題三做靈敏度測試時，因為在手上綁鐵尺測量高度時，系統容易會被干擾，靈敏度會改變，測量會有誤差。所以我們想製作超音波尺來達成更精確的測量，降低被干擾的機率。

製作過程

1.切割超音波尺的底座	2.在底座上黏 LCD 液晶顯示面板
	
3.在底座上黏超音波	4.裝上 Arduino UNO 面板(下面裝有麵包板)
	

5.黏上電池	6.在麵包板上裝上可變電阻
	
7.接線	8.寫程式
	

分析與討論

1. 實驗發現，由於超音波尺為非接觸性的測量，可以**降低觸控系統被干擾**的情形。
2. 實際實驗過後，用超音波尺比用鐵尺來標示感應高度還要精準快速。
3. 用超音波尺實驗時，**拍攝實驗照片**時，可以**清楚呈現感應高度**。
4. 用超音波尺測量感應高度時，**精準度高**。
5. 比起用鐵尺測量感應高度，用超音波尺測量時，系統不會被干擾。

研究主題五：

使用超音波尺研究觸控面積大小對觸控靈敏度的影響

研究說明

在研究主題三時，發現用鐵尺來測量感應高度，測量結果有誤差，所以我們製作了超音波尺，希望能藉由非接觸性的測量來增加實驗的準確性。

研究目標

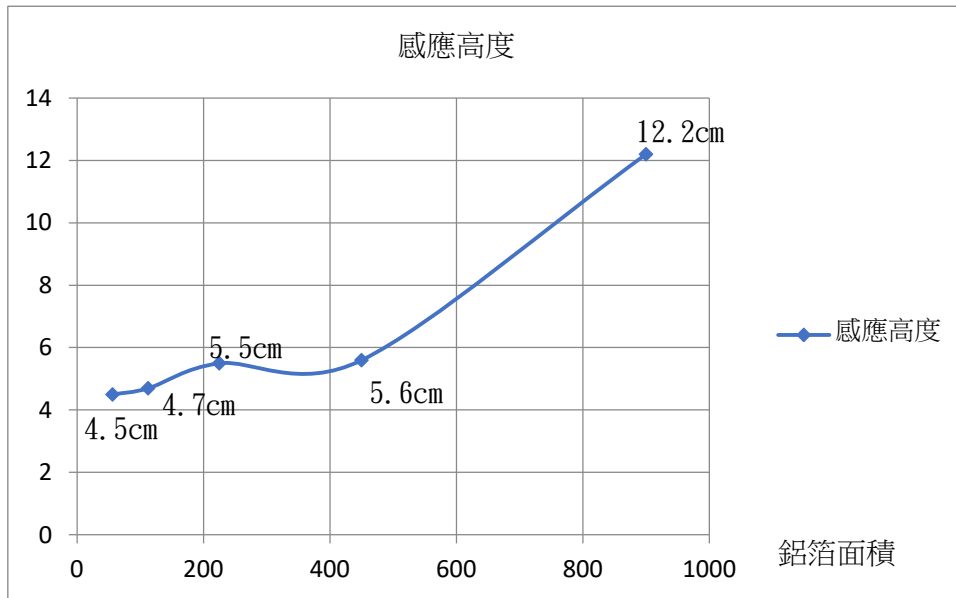
1. 使用超音波尺是否能減少實驗的誤差。

研究步驟

1. 剪出 900cm^2 的鋁箔紙。依序對折，即可產生 450cm^2 、 225cm^2 、 112.5cm^2 、 56.25cm^2 的鋁箔面積。
2. 將觸碰模組依序與上列各種不同面積鋁箔相接。
3. 測量不同面積鋁箔紙，觸發感應的最低高度，並且加以記錄。
4. 將紀錄表格轉換成圖表。

研究結果

鋁箔面積	感應高度	備註
900cm^2	12.2cm	容易受干擾而誤判
450cm^2	5.6cm	訊號穩定
225cm^2	5.5cm	訊號穩定
112.5cm^2	4.7cm	訊號穩定
56.25cm^2	4.5cm	訊號穩定



分析與討論

1. 根據實驗結果發現，使用超音波尺會減少實驗的誤差，增加實驗的方便性。
2. 實驗過程中發現，鋁箔表面積加大後，使用超音波尺系統比較不容易受干擾而發生誤判。
3. 使用超音波尺測量感應高度時，感應高度大約落在 5-6 公分，但是使用鐵尺測量時，感應高度明顯高出很多，表示鐵尺在測量過程中會影響感應靈敏度，鐵尺會使觸控模組提早感應，但是感應訊號會很不穩定。

研究主題六：

研究導線長度對觸控靈敏度的影響

研究說明

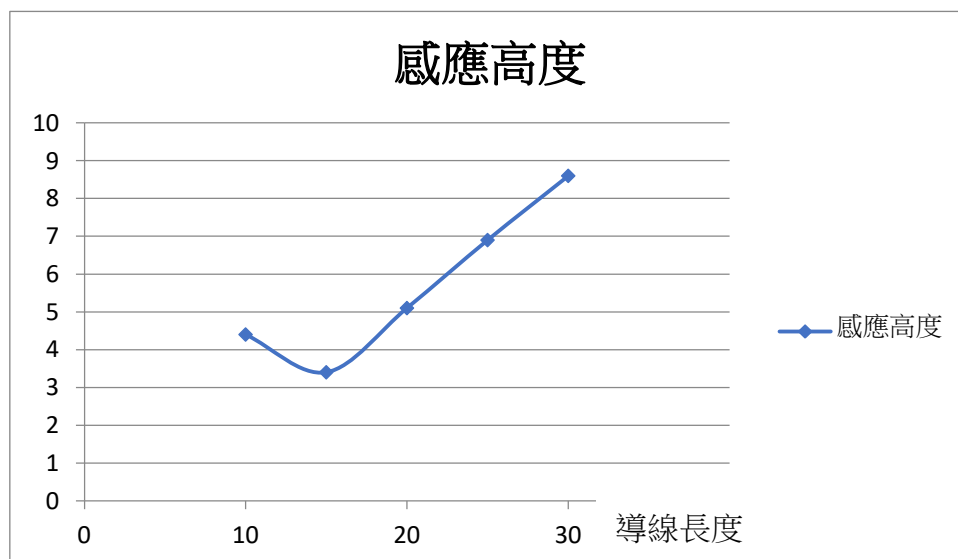
研究主題三的實驗過程中，我們無意間碰觸到連接觸控板與鋁箔紙之間的導線時，觸控板竟然有感應而亮燈，看到這現象，我們在思考，能否使用導線而不用鋁箔紙，就可以延伸觸控板，因此我們設計此主題來探討用導線來作為觸控板延伸的可行性。

研究目標

1. 探討是否可以運用導線來代替鋁箔，作為觸控板的延伸。
2. 探討導線長度與觸控板靈敏度的關係。

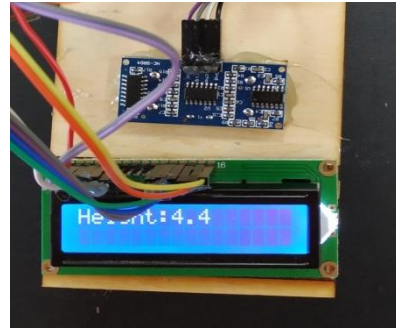
研究結果

導線長度	感應高度	備註
10 公分	4.4 公分	訊號穩定
15 公分	3.4 公分	訊號穩定
20 公分	5.1 公分	容易受干擾而誤判
25 公分	6.9 公分	容易受干擾而誤判
30 公分	8.6 公分	容易受干擾而誤判

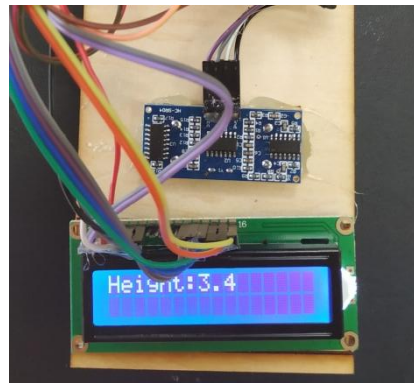


研究照片

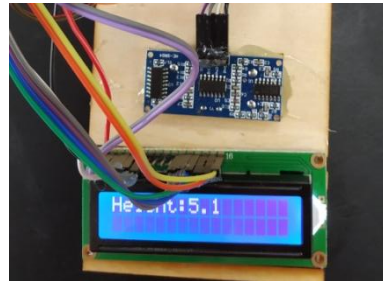
導線長度 10 公分



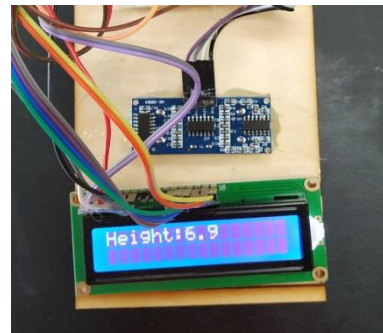
導線長度 15 公分



導線長度 20 公分



導線長度 25 公分



導線長度 30 公分



分析與討論

1. 由實驗結果發現，導線的確可以代替鋁箔紙來做為觸控板的延伸。
2. 由實驗數據得知，導線長度在 30 公分，感應最靈敏，感應高度約 9 公分。
3. 在實驗過程中發現，導線越長，感應靈敏度越好，因此，我們在思考，如果把長導線繞成圓圈狀，會對感應的靈敏度有何影響？

研究主題七：

研究將長導線繞成圈狀對觸控靈敏度的影響

研究說明

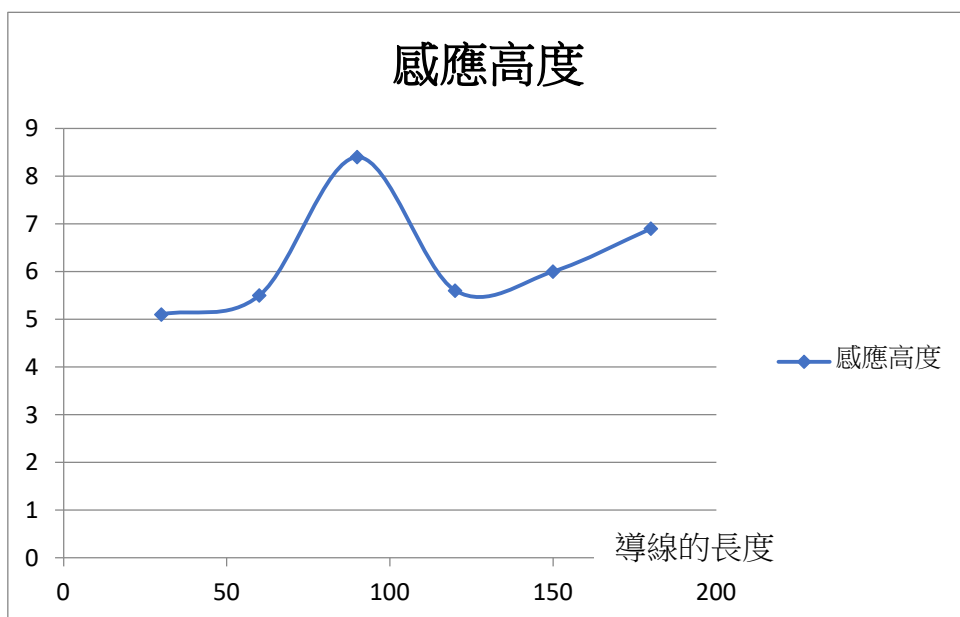
在上一個研究主題的實驗過程中，我們發現到導線越長，靈敏度會稍微提升。我們推測是因為導線太長，超過手掌的大小，因此對於感應靈敏度並沒有明顯影響。我們設計此主題，擬將長導線繞成圓圈狀，讓長導線都能覆蓋在手掌之下，來探討導線長度對靈敏度是否有影響。

研究目標

1. 探討繞成圓圈狀的導線長度與觸控板靈敏度的關係。

研究結果

導線長度	感應高度	備註
30 公分	5.1 公分	些微干擾
60 公分	5.5 公分	些微干擾
90 公分	8.4 公分	容易受干擾而誤判
120 公分	5.6 公分	些微干擾
150 公分	6 公分	容易受干擾而誤判
180 公分	6.9 公分	感應穩定



<p>導線長度</p>	
<p>導線纏繞成圈狀</p>	
<p>導線總長度 30 公分</p>	
<p>導線總長度 60 公分</p>	
<p>導線總長度 90 公分</p>	

導線總長度 120 公分



導線總長度 150 公分



導線總長度 180 公分



分析與討論

1. 由實驗結果發現，導線長度在 30 公分到 180 公分之間時，靈敏度沒有明顯差異，感應高度大約在 5-8 公分的區間。
2. 根據研究結果顯示，繞成圈狀的導線，導線總長度並不會明顯影響感應的靈敏度。

研究主題八：

感應手勢對觸控靈敏度的影響

研究說明

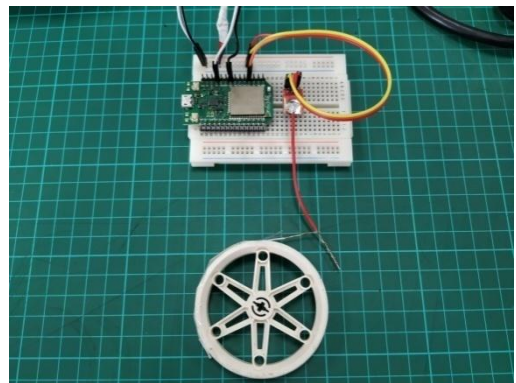
在上一個研究主題的實驗過程中，我們發現不論是鋁箔還是導線，超出手掌的部分對感應靈敏度的影響不大，我們設計這個主題來探討感應手勢的改變，會不會影響感應的靈敏度？

研究目標

1. 探討感應手勢對觸控板靈敏度的關係。
2. 探討手掌大小對觸控靈敏度的影響

研究方法

1. 取 100 公分的導線，借用樂高輪胎框來纏繞導線，纏繞成直徑 6.5 公分的圈狀。(如右圖)
2. 將手掌從高處慢慢向下接近線圈。當觸控板感應到亮起 LED 燈時
測量記錄手掌高度。
3. 分別採用 1 指、2 指、3 指、4 指、5 指手勢來
接近感應線圈，來探討手勢對感應靈敏度的影響。
4. 分別找 4 年級小學生、6 年級小學生、國中生與成人的手掌
來做測試，紀錄手掌大小對感應靈敏度的關係。



指寬	感應高度
1 指靠近	約 8 公分
2 指靠近	約 8 公分
3 指靠近	約 8 公分
4 指靠近	約 8 公分

手掌大小 (越下面的受試者手掌越大)	感應高度
4 年級小學男生	約 8 公分
6 年級小學男生	約 8 公分
國中一年級男生	約 8 公分
成人 A	約 8 公分
成人 B	約 8 公分

手掌大小:成人 B>成人 A>國中男生>小 6 男生>小 4 男生

分析與討論

1. 實驗結果顯示，分別用不同指數來接近感應線圈，對於感應的靈敏度並沒有明顯的差異。
2. 由實驗結果得知，使用者的手掌大小並不會影響感應的靈敏度，在設計上不用特別考量使用對象的年齡。
3. 由實驗結果可以推測，使用者不需要刻意將整個手掌靠近感應位置，即可觸動感應。

研究主題九：

感應線圈大小對觸控靈敏度的影響

研究說明

在上一個研究主題的實驗結果發現，使用者的手勢不會影響感應的靈敏度。我們設計此實驗要探討纏繞線圈的大小會不會對感應的靈敏度產生影響。

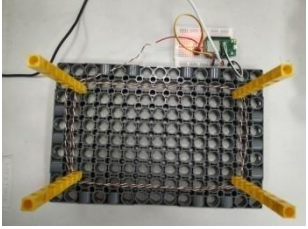
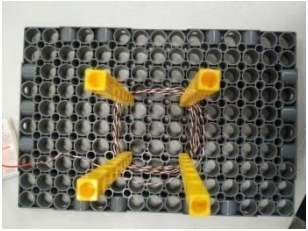
研究目標

1. 探討感應線圈大小與感應靈敏度的關係。

研究步驟

1. 取 200 公分長的導線一條
2. 將導線纏繞成兩個不同大小的感應線圈，其中一個比成人的手掌小，另一個線圈比成人手掌大。
3. 測量兩個線圈的感應高度，並且記錄下來。

研究結果

感應線圈	感應高度	實驗照片
纏繞範圍大於成人手掌	約 8 公分	
纏繞範圍小於成人手掌	約 8 公分	

分析與討論

根據實驗結果發現，感應線圈的纏繞範圍，不論是否範圍大於手掌，皆不影響感應的靈敏度，也就是說，感應線圈的纏繞範圍不是越大越靈敏。

研究主題十：

自製感應式自動掀蓋垃圾桶

研究說明

綜合以上九個研究主題的深入探討，我們對 TTP223 觸控模組已有深入的了解，我們根據九個主題研究的結果，開始著手設計我們的自動掀蓋垃圾桶。

九大主題研究結論

1. 主題一:了解如何使用 TTP223 觸控模組，並且讓觸控模組能正常作動。
2. 主題二: 我們想運用觸控模組來擴展感應的範圍，希望做到整個垃圾桶的蓋子都可以感應。
3. 主題三:可以使用鋁箔來延伸感應範圍。
4. 主題四: 自製超音波尺。
5. 主題五: 超音波尺可以提升測量的準確度，並且有效降低測量過程中的干擾。
6. 主題六:可以運用導線來代替鋁箔作為觸控感應的延伸，最佳長度在 15-20 公分。
7. 主題七:將導線纏繞成圈狀並不會對感應敏感度有明顯的影響。
8. 主題八:使用者的手勢，並不會造成觸控模組靈敏的的差異。
9. 主題九:感應線圈纏繞的範圍不論是否大於使用者的手掌，對感應靈敏度影響不大。

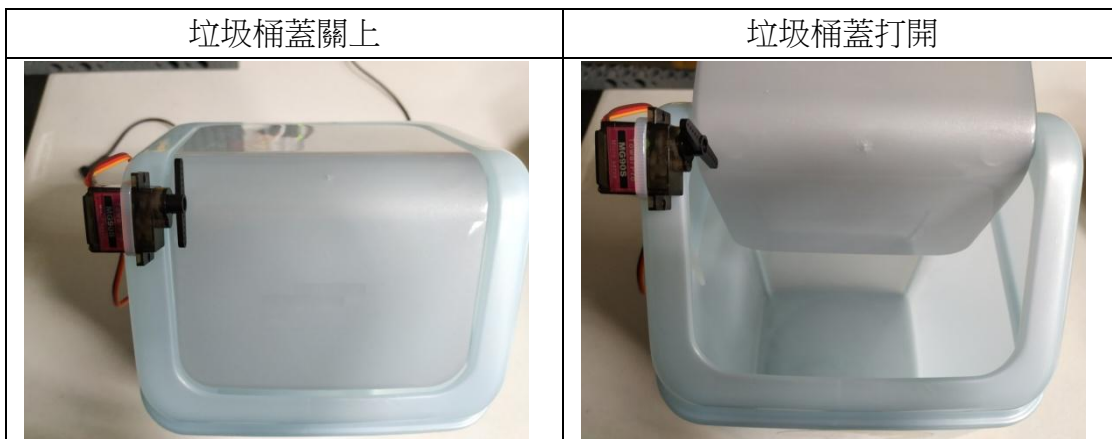
觸控模組設計構思

1. 根據主題二的研究結果，我們採用雙面導電的鋁箔膠帶來做為觸控模組的感應延伸，雙面導電鋁箔膠帶可以輕易伏貼在垃圾桶表面。
2. 根據三~九的研究結果，我們將雙面導電的鋁箔膠帶貼成線圈狀來做為觸控範圍的延伸，並藉此提升觸控靈敏度。



自動開蓋機構設計構思

1. 我們到大賣場選購有蓋子的垃圾桶來做為我們製作自動掀蓋垃圾桶的主體，選購時，垃圾桶蓋越容易開合越好，有的蓋子開合時阻力太大。
2. 我們採越伺服馬達來做為我們開蓋的機構，伺服馬達可以轉動到指定的角度，並且回復原來的角度，不會多次操作後產生開合角度偏移的現象。



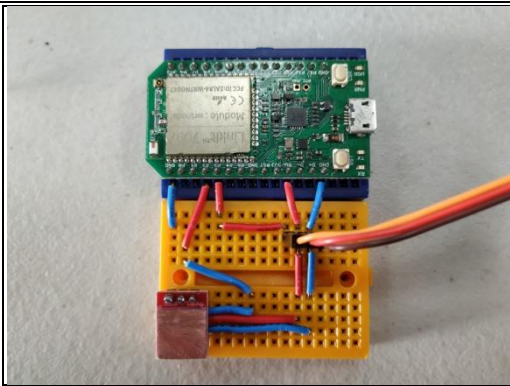
控制程式設計



自動掀蓋垃圾桶整體

示範影片：<https://youtu.be/xnMFfeYeyiI>

LinkIT7697 與觸控模組佈線



成品側視圖



感應掀蓋



感應掀蓋

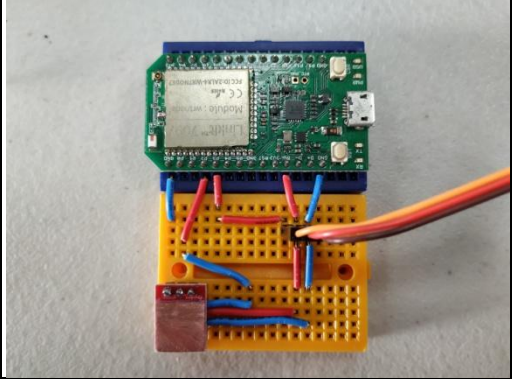





問題與討論

1. 作品設計之初，我們構想設計一個不用觸碰就可以感應而自動掀蓋的垃圾桶。我們一直很擔心觸控模組的靈敏度不夠，因此設計九大主題來深入了解觸控模組的靈敏度。作品完成後，我們真的做到只要手靠近垃圾桶的上蓋任何一個位置，垃圾桶就會自動感應而將蓋子開啟。
2. 我們發現在某些時候，因為觸控模組的靈敏度太高，使得垃圾桶雖然沒有使用者的手接近，但是因為受到雜訊的干擾而有自動打開蓋子的情形。所以我們接下來要針對靈敏度太高這個問題來加以研究，找出解決的對應方法。

伍、作品說明圖說

智慧垃圾桶整體

示範影片： https://youtu.be/xnMFfeYeyiI	
LinkIT7697 與觸控模組佈線	成品側視圖
	
感應掀蓋	感應掀蓋
	

陸、結論

1. 實驗過程中發現，TTP223 的觸碰感應器，當手接近時就可以感應，也就是說我們的觸碰裝置可以設計成手不用碰到垃圾桶蓋，就可以讓垃圾桶自動掀起蓋子。
2. 研究過程中發現，兩片面積大小不同的鋁箔，觸碰感應的靈敏度不同。
3. 運用鋁箔來擴展觸控面積的想法確實可行，所以我們利用加大鋁箔表面積來提升觸控板的感應靈敏度。
4. 我們還發現比起用鐵尺測量感應高度，用超音波尺測量時，系統較不會被干擾，而且會減少實驗的誤差，增加方便性。
5. 導線可以代替鋁箔紙來做為觸控板的延伸，但導線因為加長而提高感應靈敏度，研究發現，導線最佳的感應長度在 30 公分。
6. 將導線繞成圈狀並沒有提高感應靈敏度，而且感應線圈的纏繞範圍不是越大越靈敏。
7. 實際製作完成的成品發現，因為觸控模組的靈敏度太高，使得垃圾桶雖然沒有手接近，但是因為受到雜訊干擾而有自動打開蓋子的情形。
8. 實驗結果顯示，分別用不同手勢來接近感應線圈，對於感應的靈敏度並沒有明顯的差異。
9. 實驗結果顯示，感應線圈纏繞的範圍不論是否大於使用者的手掌，對感應靈敏度影響不大。
10. 我們接下來要針對靈敏度太高這個問題來加以研究，找出解決的對應方法。