

中華民國第 62 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生活與應用科學(二)科

佳作

082923

落葉終結者-自製掃落葉機

學校名稱：臺北市中正區國語實驗國民小學

作者：	指導老師：
小五 陳駿岳	黃夢怡
小五 賴威佑	
小五 陳柏愷	
小五 謝語恩	
小五 黃懷霈	
小五 張祐嘉	

關鍵詞：掃落葉、掃地機、樂高 EV3

摘要

校園落葉每天掃不完又天天都要掃，為什麼我們不能用比較輕鬆的方法來掃落葉呢？於是，我們研發了「落葉終結者 1 號-推推掃」，只要往前推動，利用 3D 列印的反向齒輪，將落葉向後拋後落入收集籃，資料夾當滾輪刷超好用。看到家中的自動掃地機器人，於是我們利用樂高 EV3 機器人研發出「落葉終結者 2 號-智能掃」可以自行設定轉速，利用按壓感應器來進行碰壁轉彎，利用超音波測距來防止掉落階梯，它已經能在不規則木平臺及圓洞區自行進行掃落葉工作。目前我們的「落葉終結者 1 號-推推掃」已經在校園中實地協助外掃區同學掃落葉，證明實際可用。「落葉終結者 2 號-智能掃」雖然目前只能掃起小型榕樹落葉，但也提供了未來研發大型機種的微型模式。

壹、前言

一、研究動機

校園有許多落葉，每天看學長姐們拿著一般掃把或竹掃把賣力掃著落葉，有時一陣風颳來，辛辛苦苦掃成堆的落葉又被吹散了，一切又得重來！校園中的落葉永遠掃不完，常常聽到六年級的學長抱怨掃落葉掃了又落很麻煩而且常常掃的腰痠背痛，而中低年級同學力量不夠，往往掃不乾淨。

我們曾經在公園看到工人揹著機器手拿長管子吹落葉，發出轟隆隆的聲響，將落葉吹成一堆後再吸進去，不過也吹起了漫天灰塵；也曾經在中華路人行道上看到清潔隊員開著一輛掃街車，車前兩個大大的圓盤刷轉啊轉，車子開過去，地上的落葉就不見了！市面上已經有現成的機器可以掃落葉，但是為什麼校園還沒有使用呢？我們對市售掃落葉機進行進一步的研究。

市售掃落葉機售價及運作功能比較表（資料來自網路）

市售掃落葉機	臺北市環保局的電動掃街車	德國原裝進口電動吹吸葉機	3000W 電動吹吸樹葉機吹
			
價錢	一輛車的價錢	28,379 -30,166 元	2,757 - 6,468 元
掃落葉方式	大的圓盤刷轉動	吹吸風機	吹吸風機

在公園看到的那種吹吸落葉的機器，透過上網查詢，通常被稱為「電動吹吸樹葉機」，先把落葉吹集中再吸進收集袋中，有的還有粉碎落葉的功能，減少體積，能一次清掃更多落葉。除了拿在手上的，也有的是有輪子的，推著邊走邊清理，感覺很省力。

於是我們想參考市售掃落葉機的原理，利用手邊可以找到的材料，自己研發一種掃落葉機，便宜又方便，可以為校園每天掃落葉掃的同學減輕工作量，也讓低年級同學可以輕鬆操作，加入掃落葉的行列。

二、研究目的

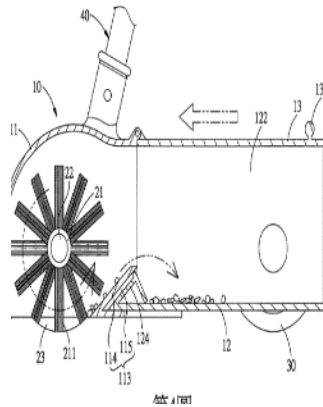
- (一) 研發不插電手推式掃落葉裝置。
- (二) 研發樂高機器人智能掃落葉裝置。
- (三) 探究實地掃落葉效能。

三、文獻回顧

(一) 中華民國專利檢索掃地機



免電式掃地機/民國 80 年黃旭初創作。利用雙轉輪進行掃地工作。



手推式掃地機/民國 102 年刁建成等人創作。利用單滾輪進行掃地。

(二) 國外檢索掃落葉機

國外的影片中可以看到手推式掃落葉機，落葉是往上往後拋出，看來很方便打掃庭園，也很方便打掃校園，但是在臺灣並沒有看到商家提供類似產品。



照片取自網路

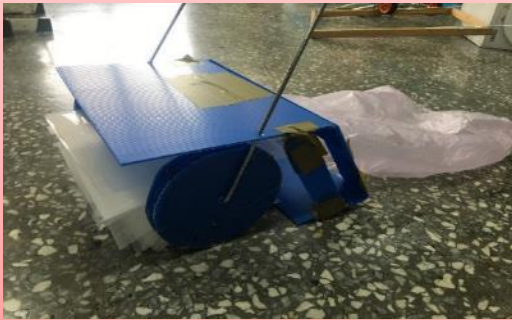
(三) 歷屆科展沒有掃地或是掃落葉相關研究

我們發現在歷屆科展中並沒有人進行掃落葉的研究，而相關掃地的研究只有彰化陽明國中在數學科所提到的：「三」不轉「六」轉，「六」不轉機器人轉---從正多邊形翻轉問題到機器人掃樓梯。我們很驚訝每天校園都要進行的掃落葉工作，目前沒有任何研究，也就無從參考，所以我們必須靠自己的力量來為校園打掃工作盡一分力量。

貳、研究設備及器材

滾輪掃落葉裝置

1. 紙板、P P 瓦楞板×3
2. 塑膠 L 夾×10
3. 實驗用支架組×3
4. 木頭畫框×1
5. 塑膠袋×1
6. 針線×1



反向滾輪，以拋接方式清除落葉裝置

1. 保特瓶×2
2. 砂紙×2
3. 推車輪×2
4. 白鐵桿×4
5. 橡皮帶×1
6. 實驗用支架×2
7. 大小 3D 列印齒輪各 1
8. 塑膠板×2



推車改裝電動版掃落葉裝置

1. 購物拖車×2
2. 12V 強扭力慢速馬達×1
3. 皮帶齒輪組×1
4. 實驗用支架組×1
5. 塑膠盆×1
6. 洗衣袋
7. 110V 轉 12V 變壓器



樂高機器人智能掃落葉裝置

1. 超音波感測器×1
2. 按壓感測器×1
3. 馬達×3
4. 樂高積木×盒
5. 樂高主機×1
6. 電腦 EV3 程式編輯器
7. 奶瓶刷
8. 小畚箕



參、研究過程或方法

市面上已經有許多現成的掃落葉機，但是我們想要利用身邊的材料製作便宜方便的掃落葉機，一開始都從自己的腦力激盪開始發想，希望有機會能作出創新的作品。在過程中，有非常多創新的想法，雖然失敗或是沒有遭到採用，但是也提供出來給未來想從事相關發明者參考。因此，以下的報告內容按照研究時間順序簡述創意發想及問題解決歷程。

實驗一 研發車輪帶動刷毛的掃葉方法「落葉終結者 1 號-推推掃」

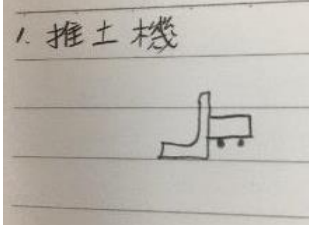
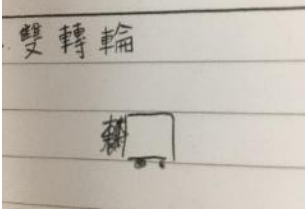
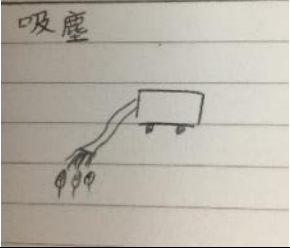
實驗 1-1 尋找能把落葉掃起來的方法

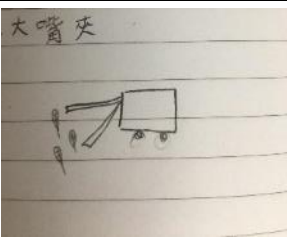

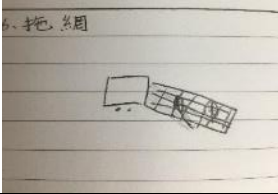
一、實驗構想

「如何把落葉掃起來?」我們從最簡單的問題開始發想。先不管可行性，我們先天馬行空的思考這個問題。再找出可能的方法進行試做。「我們跟別人做的一樣就沒意思了!」這是我們一開始很有骨氣的想法，然而這一些想法卻都無法掃起，所以我們只好放棄，不過以後還是有機會可以想辦法來運用這些方式。

二、實驗過程及結果

思考及初步測試把落葉掃起來的方法評估方案

掃落葉方式		優點	缺點	評估結果
推土機		不會用到一半沒電	不容易掃到落葉，容易磨損，需常更換	不採用
雙轉輪		容易掃到落葉	裝置不容易	未來可以試試看
吸塵		不卡，容易將大量落葉掃進	需要大電力，無法做到	不採用

大嘴夾		精準夾葉	量太少，小葉可能夾不到	不採用
單滾輪		能大規模清葉子	落葉可能會散落在兩邊	採用
拖網		一次掃很多	會卡葉	不採用

三、實驗討論

- (一) 我們一一討論及初步測試各種方案後，發現有一種方式可以簡單的將落葉掃起。就是單滾輪裝置。
- (二) 我們就開始研究生活中有哪些是可以當滾輪的：例如洗瓶刷、聖誕樹的葉子等等，我們將一一試試看。


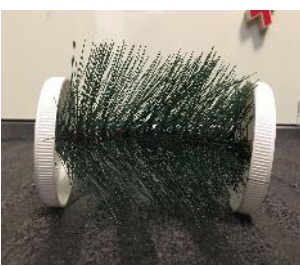

實驗 1-2 單滾輪毛刷裝置測試

一、實驗構想

我們發現聖誕樹的葉子很類似掃把的毛刷，形狀也很適合直接拿來當單滾輪。但是，我們要如何聯結輪子和馬達？中間要多少距離？要怎麼固定住馬達？雖然感覺超簡單的架構，但是我們也得先運用各種不同材料進行了一連串的測試。

二、實驗過程及結果

探究直接用車輪來帶動單滾輪毛刷的方法

	測試一	測試二	測試三
單滾輪毛刷裝置			
毛刷材質	假聖誕樹	假聖誕樹	奶瓶刷

輪子材質	塑膠板	優格瓶子的蓋子	有橡皮的輪子
試掃落葉 發現問題	<ul style="list-style-type: none"> ● 刷毛是斜的，無法順利掃起落葉。 ● 摩擦力不足，輪子無法順利轉動。 ● 輪子直徑太大，無法讓刷毛接觸地面，導致無法掃落葉。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 刷毛是斜的，無法順利掃起落葉。 ● 輪子的直徑比刷毛的寬度小，可以讓刷毛接觸地面。 ● 但因輪子摩擦力不足，無法順利轉動。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 刷毛是直的，可以掃起落葉。 ● 輪子直徑跟刷毛一樣長，無法讓刷毛接觸地面，導致無法掃落葉。 ● 摩擦力足夠，可以帶動刷毛轉動。

三、實驗討論

- (一) **奶瓶刷適合用來掃落葉**：奶瓶刷呈圓柱形，正好適合當作是單滾輪式刷毛，而本來我們想廢物利用，用不要的聖誕樹假葉來刷葉子，但是發現如果刷毛不是直的而是斜的，毛會順著被壓平，無法刷起葉子。
- (二) **毛刷接觸地面的位置要恰到好處**：如果剛好接觸到，是無法刷起葉子，但是太低又會產生摩擦力，使奶瓶刷卡住轉不了。
- (三) **試接小馬達失敗**：想使用小馬達直接帶動刷毛，但是它的中央聯結處是長方形的，無法直接聯在只有軸心的馬達上，這是我們在初期測試時就一直面臨的問題。好不容易用熱熔槍固定，但是小馬達扭力太小，加上刷毛接觸地面的摩擦力大，結果刷毛無法轉動。
- (四) **奶瓶刷只適合刷小葉子**：我們發現奶瓶刷太小了，如果是欖仁樹的葉子，就會被推著堆在刷子前面，所以只適合掃小葉欖仁或是榕樹的葉子。

改裝竹掃把滾輪掃落葉效能

一、實驗構想

因為我們平常掃地都是用竹掃把掃的，所以我們想說可以將竹掃把上的竹枝拆下，再把竹枝黏在滾輪上一旁加上兩個輪子，再加裝手把就可以把落葉輕輕鬆鬆地掃起來了

二、實驗過程

		
1.將竹掃把上的竹枝拆除	2.再將竹枝黏好在滾輪上	3.再黏上輪子

		
4.加上搜集落葉時的箱子	5.加上木頭畫框當手把	6.進行掃落葉實際測試。

三、實驗結果

竹掃把滾輪在 300 公分長 30 公分寬區域掃起落葉片數紀錄表 (單位:片)

	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
掃落葉數量	17	5	5	6	4	7.4

四、實驗討論



- (一) 短竹枝堅硬，彈性不足，竹枝滾輪一直卡卡：原本的竹掃把竹枝較長，因此比較有彈性，但是被我們剪一半之後，就顯得非常堅硬，沒有辦法順著地板掃落葉，一直卡住轉不動，我們改裝竹枝滾輪宣告失敗。
- (二) 要找有彈性的東西來當刷毛：竹枝滾輪雖然失敗了，但是在過程中我們發現，因為滾動而不是水平的揮掃，所以必須要找更有彈性的材質才行。

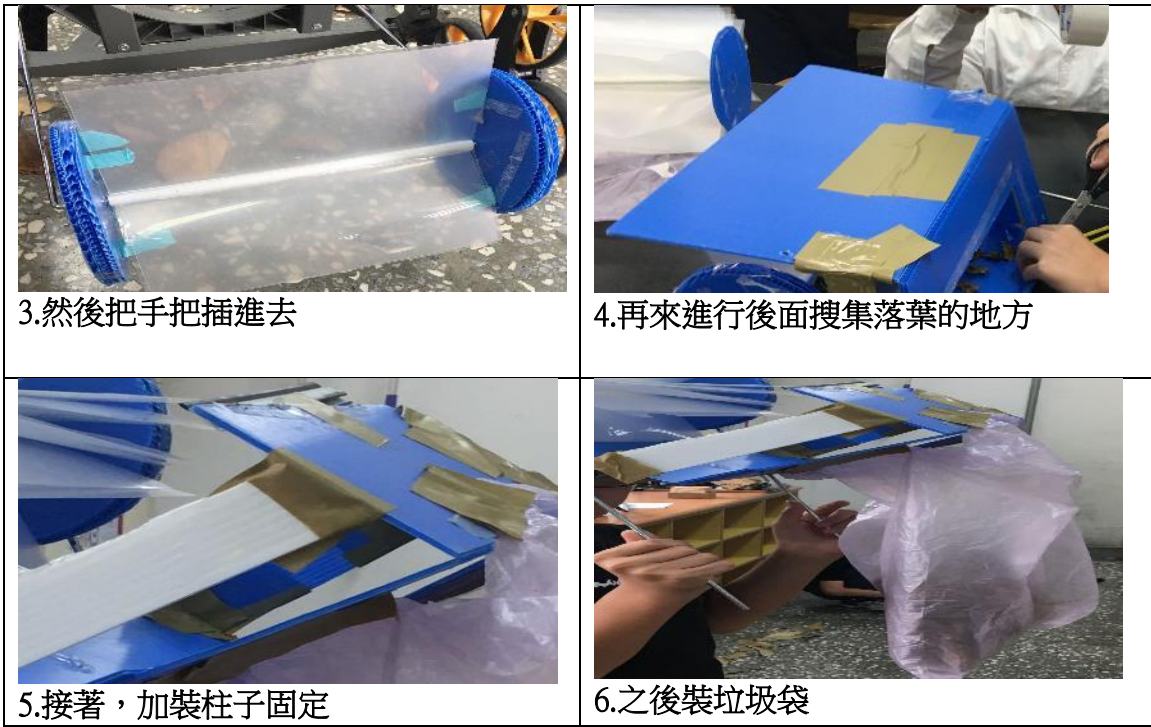
資料夾三片裝置掃落葉效能

一、實驗構想

我們先分頭去找有彈性的材質，大家找來了資料夾、掃把毛、桌上小刷毛、棕毛刷，感覺很有彈性的東西不見得方便做成比較大的單滾輪，我們決定從最簡單的 L 型資料夾開始 D I Y 探究。看看可不可以容易又輕鬆的掃落葉。

二、實驗過程

	
1.先把 3 片資料夾黏在滾輪上	2.再將輪子加上



3.然後把手把插進去

4.再來進行後面搜集落葉的地方

5.接著，加裝柱子固定

6.之後裝垃圾袋

三、實驗結果

資料夾三片在 300 公分長 30 公分寬區域掃起落葉片數紀錄表 (單位:片)

	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
掃起落葉數量	9	7	14	9	6	9

四、實驗討論

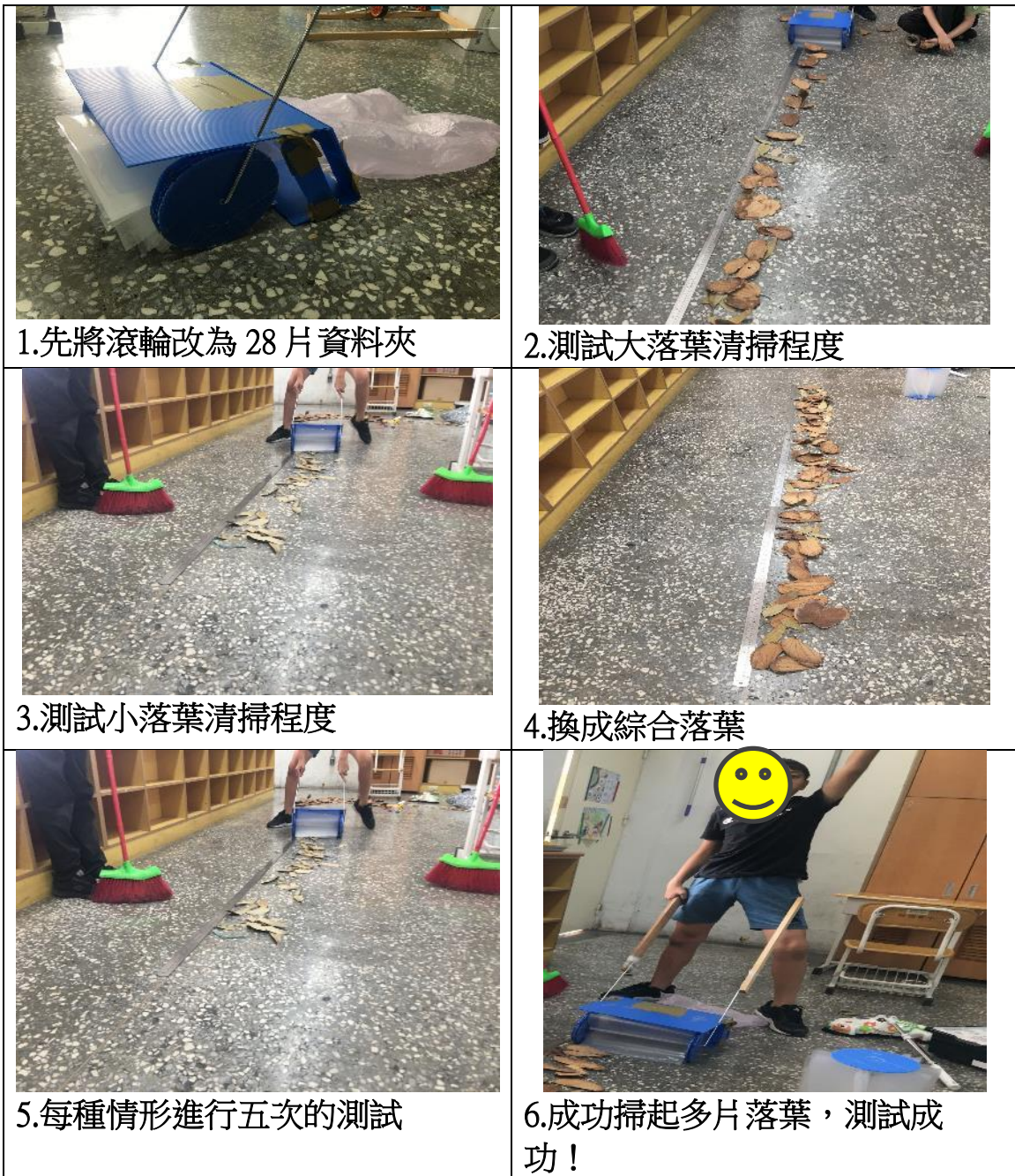
- (一) 我們發現三片資料夾不易掃起落葉，落葉會從兩旁散飛出去。
- (二) 我們一開始用膠帶固定資料夾的角度在兩側的輪子上，發現轉動時固定的力量不足，時常脫落。
- (三) 雖然三片的資料夾掃落葉的能力不佳，但是我們認為 L 型資料夾的彈性很符合我們的要求，而且方便取得，也許加多片一些，效果就會出來。

資料夾 28 片裝置掃落葉效能

一、實驗構想

因為三片資料夾不易清掃落葉，所以我們想說可以用多片一點的資料夾來看看能不能更容易的清掃落葉。我們利用 7 個完整的資料夾、產生 28 片葉片。為了要固定這 28 片資料夾的角度，我們用針線把資料夾和兩側的車輪固定在一起。

二、實驗過程



三、實驗結果

資料夾 28 片在 300 公分長 30 公分寬區域掃起落葉片數紀錄表 (單位:片)

落葉	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
小片落葉	17	25	32	35	37	29.2
大片落葉	28	26	26	28	15	24.6
綜合落葉	15	16	25	38	27	24.2

四、實驗討論

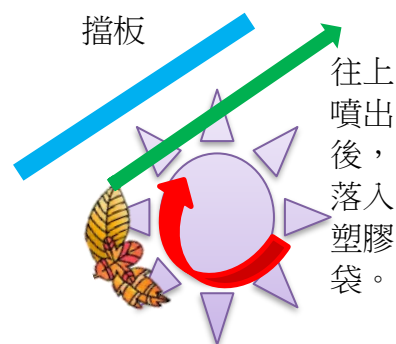
- (一) 只要往前推，就能掃起落葉：加裝 28 片資料夾(7 張資料夾對折一半進行固定)單滾輪真的掃起了落葉，我們真是太開心了。
- (二) 落葉太多會從兩旁散出：速度慢時，落葉會被當成推土機堆落葉，必須走快一點，讓滾輪轉快一點，就能順利把落葉掃進去。
- (三) 收集落葉的袋子會卡到自己的腳：我們收集落葉的方向不佳，如果推動的角度不對時，落葉就會擋住自己的腳。
- (三) 快速轉動時，竟然有落葉會轉 270 度反向順著板子往前飛出：有時，快速轉動時，落葉會往前「噴出」，這讓我們有了全新的想法。

實驗 1-3 研發上拋式掃落葉裝置

一、實驗構想

上個實驗我們研發了只要往前推，就能掃起落葉的「落葉終結者 1 號-推推掃」，過程中，意外發現落葉不只是會被滾輪壓過掃入袋中，快速時，也會被滾輪拋起如果又有擋板引導方向，就會往上噴出。

我們想到如果要讓車輪向前轉時滾輪向後轉有兩種可行的方式，一種是用齒輪，一種是用 8 字皮帶來傳動。我們用可找到的齒輪來進行實驗。



利用樂高齒輪來進行反轉

二、實驗過程及結果



1. 找來樂高最大的內齒輪。想直接和車輪同步。



2. 發現中軸會卡住刷毛旋轉。改先用兩個內齒輪來當輪子來測試。



3. 加兩個齒輪，讓最外圍的和最內圈的反轉。

		
4.在車輪上方加支架。	5.把兩個輪子用支架接起。	6.試轉當車輪的外齒輪。
		
7.利用小刷子當滾輪刷。	8.利用小葉子進行掃測試。	9.發現很容易卡齒或脫齒。

三、實驗討論





- (一)在轉動的過程中，中間的刷軸會卷動變形：樂高唯雖然提供了許多的積木方便我們思考架構，但是強度不足，中軸會因卷動而變形，無法順利的轉動刷毛。
- (二)齒輪會卡齒及脫齒：樂高的齒輪都比較小而扁，很容易卡住或是脫齒，並無法運作。
- (三)雖然失敗但是在組裝的過程中學會了一些原理：我們發現如果要用齒輪來造成反轉，兩輪之間不能有中軸，因為要裝齒數少的才會快，兩個齒輪的圓心會很靠近，輪子的軸會卡住刷毛。
- (四)未來可以用減速齒輪組或是三D列印不容易卡齒或是脫齒的齒輪。

研發 8 字皮帶傳動反向掃落葉裝置

一、實驗構想

齒輪的實驗失敗後，我們想利用 8 字皮帶的方式達到車輪和刷軸反轉。因為樂高太小太脆弱無法順利進行，所以我們決定來做大一點粗勇一點的裝置。

二、實驗過程及結果

		
1.取一個保特瓶當車輪軸的帶動裝置。	2.外包紗紙用線固定在車輪上。	3.在資料夾滾輪前加入帶動軸。
		
4.利用 8 字皮帶傳動造成車輪和滾輪刷反轉。	5.實測：8 字皮運轉很順暢，但是會一直脫落。	6.加入任何推車上推著走也會卡卡不順。

三、實驗討論

(一)順利讓車輪和滾輪刷反轉：短短的皮帶比齒輪帶動有力，只是我們用的兩個保特瓶直徑倍數只有兩倍，感覺可以找差不多一點的保特瓶來當傳動軸，相信可以轉得更快一些。

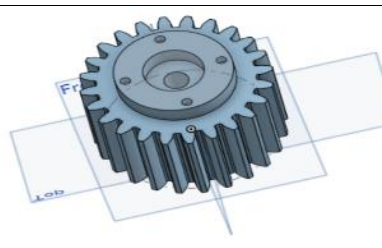
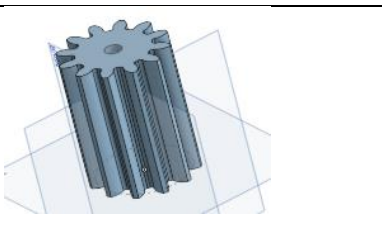
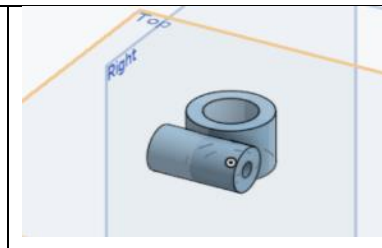
(二)皮帶沒有防護牆轉一轉會脫落：我們後來用了光碟片來防止皮帶脫落也**沒有成功**，**必須再想別的方法**。

研發 3D 列印大小齒輪反向掃落葉裝置

一、實驗構想

在用樂高齒輪時，我們發現齒輪太小或是太薄，都很容易卡齒或是脫齒，而我們問過臺北市的五金行，發現竟然沒有在賣齒輪組。而要符合我們的輪子大小，又要粗勇不卡齒不脫齒的方法只有用 3D 列印。於是我們開始自學 onshape 軟體，練習畫齒輪。

二、實驗過程和結果

		
1.24 齒和輪子相接合(徑節距 5)	2. 12 齒和刷軸接合(徑節距 5)	3. 畫出各個接點零件。



4. 把深 10 公分的粗勇齒輪接在輪子上。



5. 用實驗室的 L 支架，加上 3D 列印的接點固定刷輪。



6. 修改刷毛，剪短改成三葉。讓大片的葉子也可以掃起來。



7. 在瓦楞板上挖出輪軸和刷軸的洞，可以固定兩個齒輪的距離。



8. 外盒後方只要加上一條繩子，就可以輕鬆調整刷毛觸地的高低。



9. 落葉收集籃前方架在輪軸上，後方加上一條繩子，用 S 勾環勾在外盒上方。



10. 完成落葉後拋掃落葉器主機。



11. 利用身邊現有材料組裝完成。



12. 加上可拆除支架，方便搬運及收納。

三、實驗討論

(一)我們到操場實地進行掃葉測試，順利將落葉掃起，經過了無數的失敗，終於在花了 34 小時 3D 列印粗勇齒輪上嚐到了成功的果實！我們將他正試命名為「落葉終結者 1



(二)到底「落葉終結者 1 號-推推掃」的掃地效能如何呢？我們在操場掃來掃去，發現了一些影響掃落葉的因素。因為在操場風太大，落葉被風一吹就離開原位，因此接下來將在實驗室進行掃落葉效能的探究。

實驗 1-4 測試「落葉終結者 1 號-推推掃」掃地效能

一、實驗構想

因為「落葉終結者 1 號-推推掃」的掃地方法為人力推動，我們先設定為直線前進，將固定數量的葉子散在固定的通道上。改變不同的變因以求得掃落葉效能。

二、實驗設計

(一)設計掃落葉方法：



1.在長 4 公尺寬 30 公分的地面上，平均放 200 片葉子(葉長約 12 公分)



2.從頭到尾推一次。

	
<p>3.推完立刻取下集葉籃。</p>	<p>4.數出籃子中掃到的落葉片數。</p>

(二) 探究不同推速的掃地效能：分別以慢慢走、正常走、快步走來進行掃落葉，各走三次取平均掃落葉數，畫成長條圖。

(三) 探究毛刷不同高度的掃地效能：調整角度，分別讓毛刷離地 1 公分，剛好觸地、壓地一公分來進行進行掃落葉，各走三次取平均掃落葉數，畫成長條圖。

(四) 校園實測常見落葉的掃地效能：本校落葉區以三種植物為最主要，分別是欖仁樹、正榕、楓香。分別測不同的葉子，觀察並分析掃落葉情形。

實驗二 研發全自動掃落葉機器人「落葉終結者 2 號-智能掃」




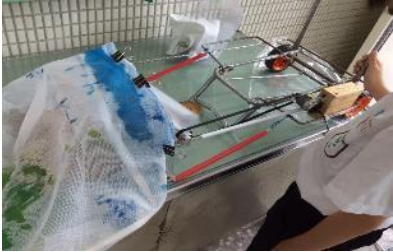


實驗 2-1 探究馬達帶動滾輪的可能性

一、實驗構想

我們發現用輪子來帶動滾輪有一個缺點，就是人要走直線才能掃起落葉，而且有時落葉重疊時、就不容易掃起落葉了。因此我們想讓滾輪自己轉，落葉自己被掃進來。

二、實驗過程

		
<p>1. 在實驗支架上加裝皮帶齒輪</p>	<p>2. 在另一頭接 25RPM 的強扭力馬達</p>	<p>3. 製作 L 夾四片滾輪</p>

		
4.裝置加在現有小推車上	5.在塑膠盒上加裝鐵尺好接收落葉	6.塑膠盒挖洞夾上洗衣袋
		
7.用鐵絲棉線和吸管將塑膠盒掛在推車上。	8.改用魔鬼粘固定洗衣袋和塑膠盒	9.到木平臺實地進行掃落葉。

三、實驗討論

(一)馬達帶動的滾輪可以在原地進行完全的清除落葉工作。

(二)在跟支架的連接處我們只以上下卡入的方法，導至滾輪會有時候就鬆脫。

(三)強扭力馬達必須要用 12V 的電，因此在操場上拉電線不太方便，但是如果有 12V 的電源供應器，應該更好用，但是最後還是要人力去推，反而是之前發明的推推掃就很方便。

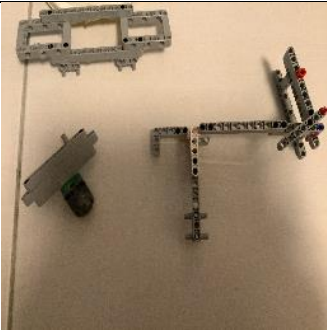

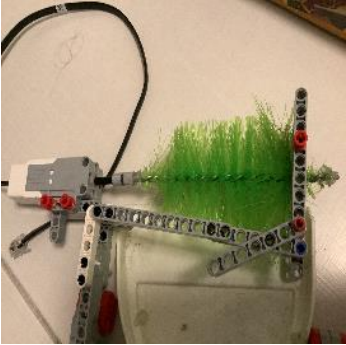



(四)我們想到很多家庭都有用掃地機器人，我們正實馬達掃落葉也很順暢，也許也可以自己研發掃落葉機器人。於是展開樂高機器人的研究。

實驗 2-2 用 EV3 設計全自動掃落葉機器人「落葉終結者 4 號-智能掃」

一、實驗構想

我們的組員喜歡玩樂高機器人，我們有了電動掃落葉機後，也想來研發具有更多智能的掃地機，因此我們一步一步的利用樂高機器人的零件加上奶瓶刷做個掃落葉機的模型。

二、實驗過程

		
1 組起支架。	2 在合適的支架黏上畚箕	3 在支架上裝上主機與馬達。
		
4 裝上刷毛。	5 裝上輪子	6 將馬達與主機連接。
		
7.寫出程式	8.大功告成!	



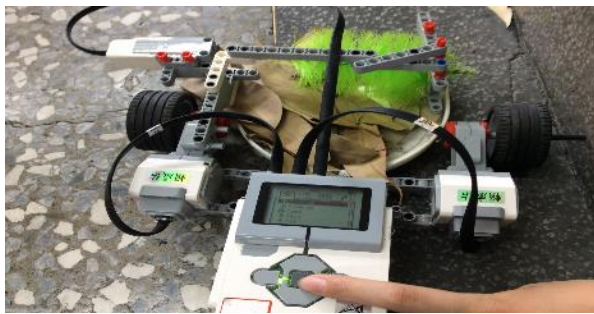
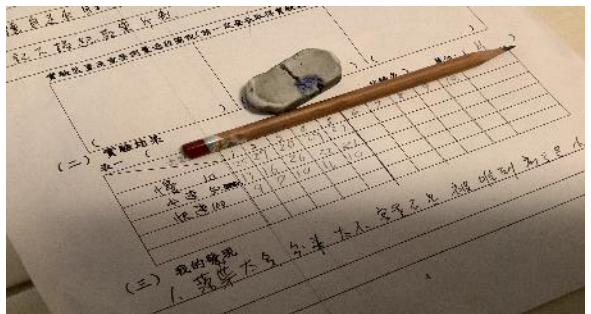
三、實驗討論

(一) 可以自由設定轉速：第一代的掃落葉機器人沒有加裝感測器，在直線前進的方式下，可以掃起小的落葉，但是大的落葉不能掃。

(二) 想找出最佳的轉速：我們想以不同的轉速來掃落葉，看看是不是轉得越快掃得越多。

樂高馬達直線前進掃落葉效能探究

一、實驗過程及結果

	
<p>1 找 50 片小型落葉。(約長 12 公分，寬 3 公分)</p>	<p>2 平均的把落葉鋪在長 3 公尺，寬 10 公分的地上。</p>
	
<p>3 讓 EV3 自走車自己往前掃落葉。</p>	<p>4 記下掃到落葉片數。</p>

二、實驗結果:

樂高馬達掃落葉慢、中、快速度掃 50 片落葉數量紀錄表

	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	平均
慢速	25 片	27 片	20	29 片	23 片	24.8 片
中速	13 片	16 片	26 片	22 片	21 片	19.6 片
快速	9 片	7 片	10 片	16 片	10 片	10.4 片

二、實驗討論

- (一) 落葉實在太多了，然後畚箕又太小，導致容量非常不足，測試時常因容量不足，而變成推落葉機。
- (二) 本校木平臺有不方正的地面和階梯，我們想發揮樂高機器人的功能，打造一臺能自行出發不用人一直看著的掃落葉機。

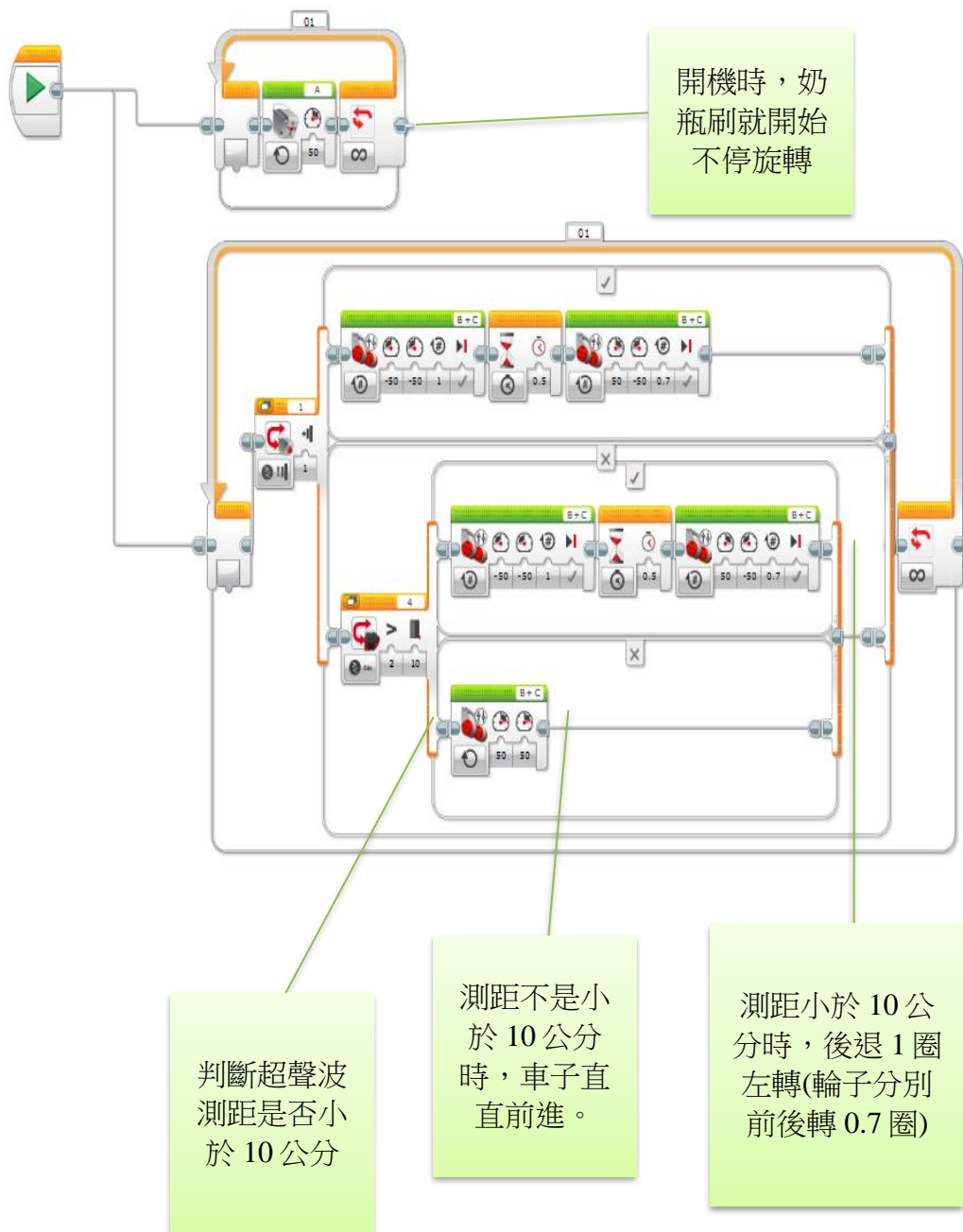
研發樂高智能行走掃落葉機

一、實驗構想

我們目前研發的掃落葉機都是得靠人力去推去扶去改變方向，雖然已經不用一直揮掃把，但是也許我們可以用樂高完成智能掃地裝置，時間到就出來掃一圈，就可以一直保持校園的整潔了。

二、實驗過程及結果

木平臺智能掃落葉程式 (碰壁後退轉彎、遇階梯後退)

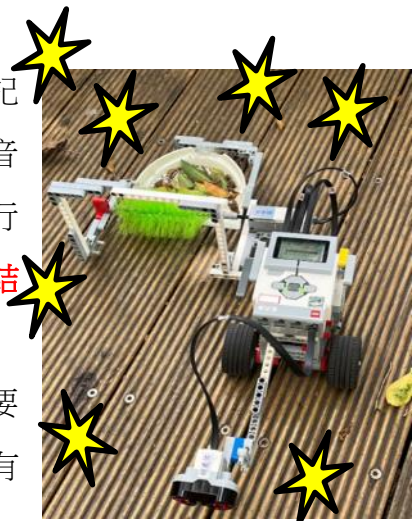


	
<p>木平臺智能掃落葉機(碰壁後退轉彎、遇階梯後退)</p>	<p>把畚箕換成更大的洗衣袋以利收集更多落葉。</p>
	
<p>問題來了：程式中用到的超音波感測器（設定遇到臺階就後退）沒想到靈敏感測木臺的細縫，一直後退）</p>	<p>改變超音波的方向為斜的之後，就能順利在木平臺上掃落葉了。樂高智能行走掃落葉機成功！</p>

三、實驗討論

(一)我們的掃落葉機雖然沒有跟市售的掃地機會自動記憶，但是利用按壓感應器來進行碰壁轉彎，利用超音波測距來防止掉落階梯，它已經能在木平臺上自由行走好久了，可說的非常成功。正式命名為「**落葉終結者 2 號-智能掃**」

(二)我們在測試的時候，發現在正前方的按壓感測必須要垂直按壓才能感測到，如果換成超音波感測器就沒有問題了。



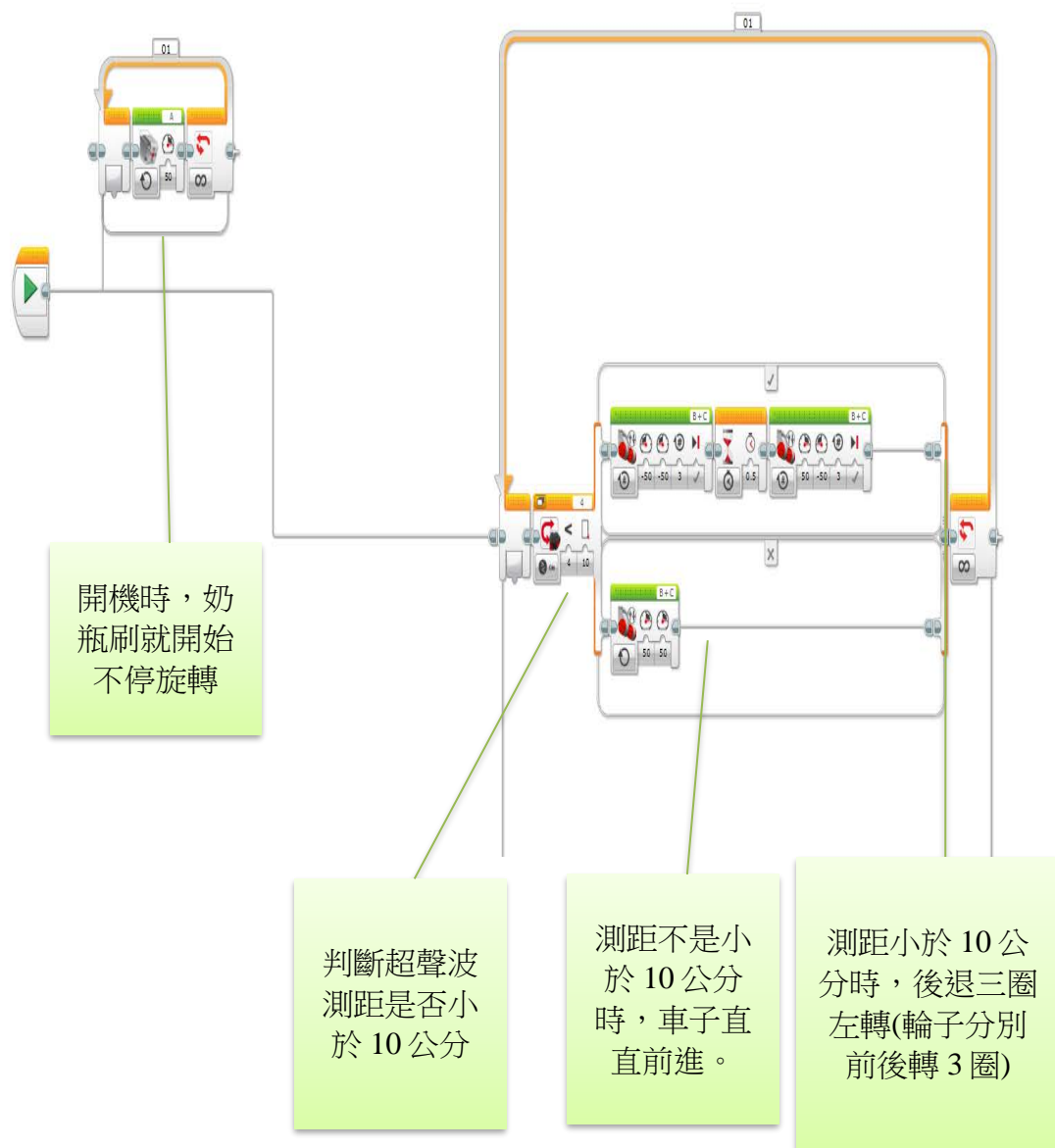
實驗 2-3 測試全自動掃落葉機器人「落葉終結者 2 號-智能掃」掃地效能

一、實驗構想


在戶外平台為不規則，到底我們的「落葉終結者 2 號-智能掃」能掃起多少片落葉呢？因此我們在實驗室內安排同樣的條件，測試「落葉終結者 2 號-智能掃」的掃落葉效能。此外，根據打掃的同學表示，木臺上最難打掃的就是一個凹下去的洞，落葉都積在裡面，畚箕太大也不方便進入蒐集落葉，於是我們的智能掃落葉機就出動了，我們觀察了這個圓洞區，直接修改程式，找到最佳模組，協助打掃這一區的學長姐。

二、設計實驗方法

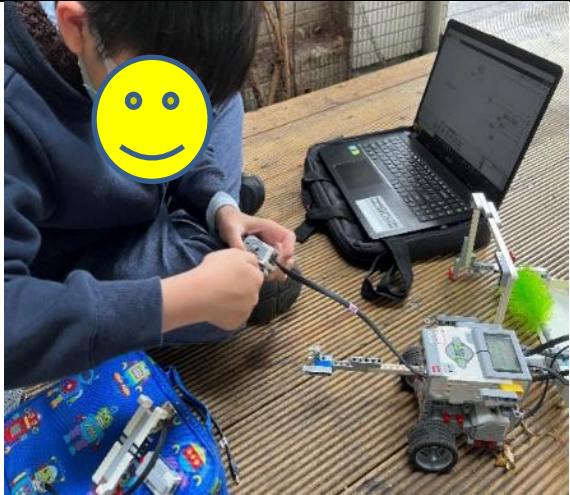

(一)修改程式(碰壁後退，轉向再前進)



(二)正方形區域掃落葉效能實驗方法

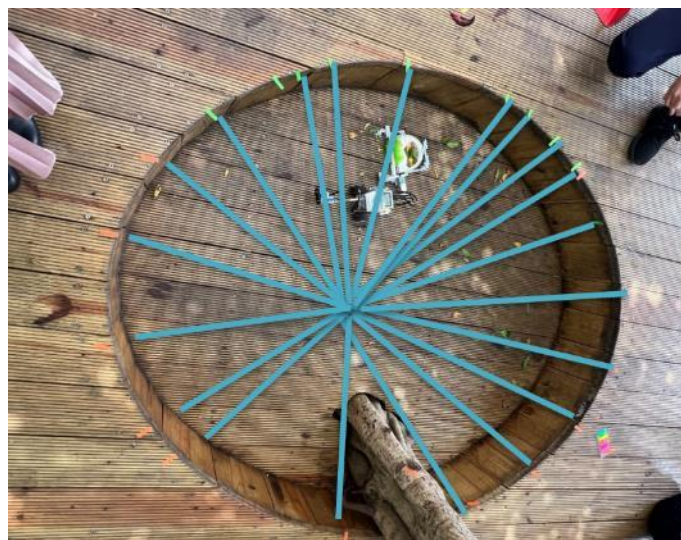
		
1. 在邊長兩公尺的正方形中，放入 200 片正榕葉子。	2. 將「落葉終結者 2 號-智能掃」放入一分鐘。	3. 數能掃到多少片葉子，記錄三次求平均。

(三)圓形區域掃落葉效能實驗方法

	
取下按壓感測器，用超音波感測器取代。	將奶瓶刷改在側邊，修改不同轉彎角度。

(一) 將掃落葉機器人放入圓心，當它偵測到牆壁時，用標籤紙在圓周上貼上記號。

(二) 錄影拍照後，將機器人所經過的路徑畫出來。



肆、研究結果

一、研發出車輪帶動刷毛的掃葉機

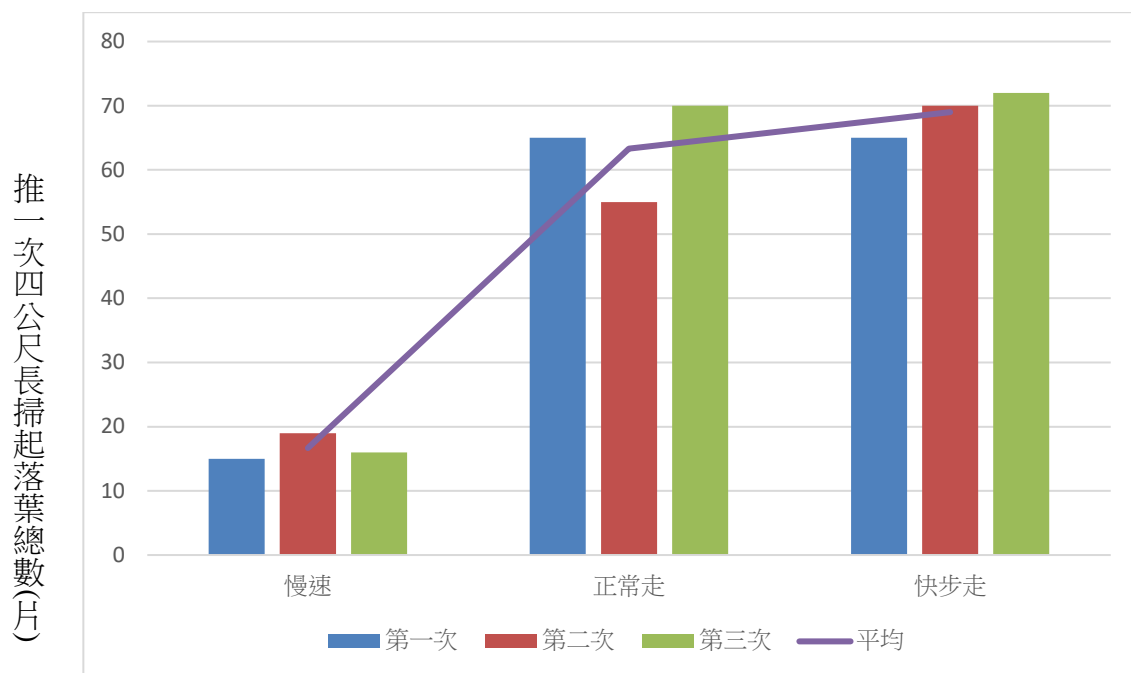
(一)成功研發「落葉終結者 1 號-推推掃」



只要往前推就能讓葉子往後拋出的「落葉終結者 1 號-推推掃」

(二)「落葉終結者 1 號-推推掃」掃地效能

1.不同推速的掃地效能

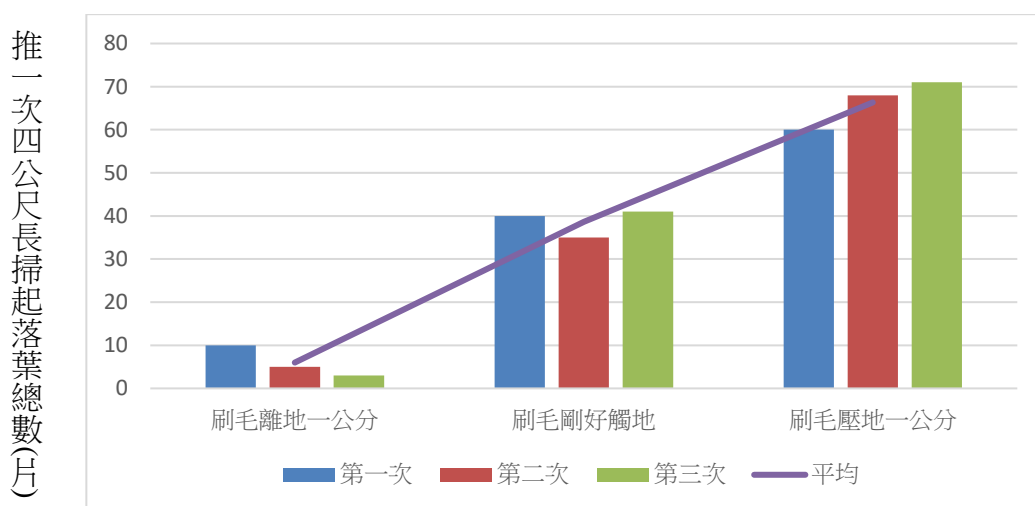


實驗室中用不同速度推掃落葉機在 200 片落葉中能掃起來的落葉數統計表

實驗結果：1. 太慢速掃起來的葉子不多。

2. 正常走或是快步走掃起來的葉子相差不多，不用特別快速向前走。

2. 探究毛刷不同高度的掃地效能

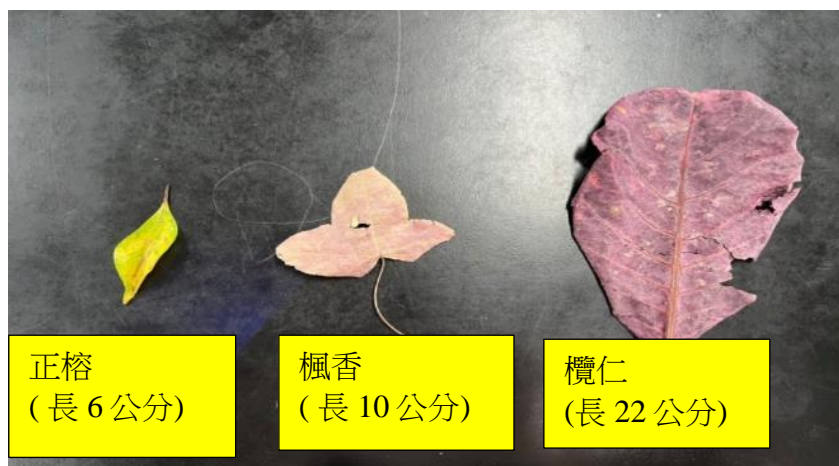


實驗室中用不同刷毛高度掃落葉機在 200 片落葉中能掃起來的落葉數統計表

實驗結果：1. 刷毛壓地 1 公分的掃地效能最好，有快速被彈起來的效果。

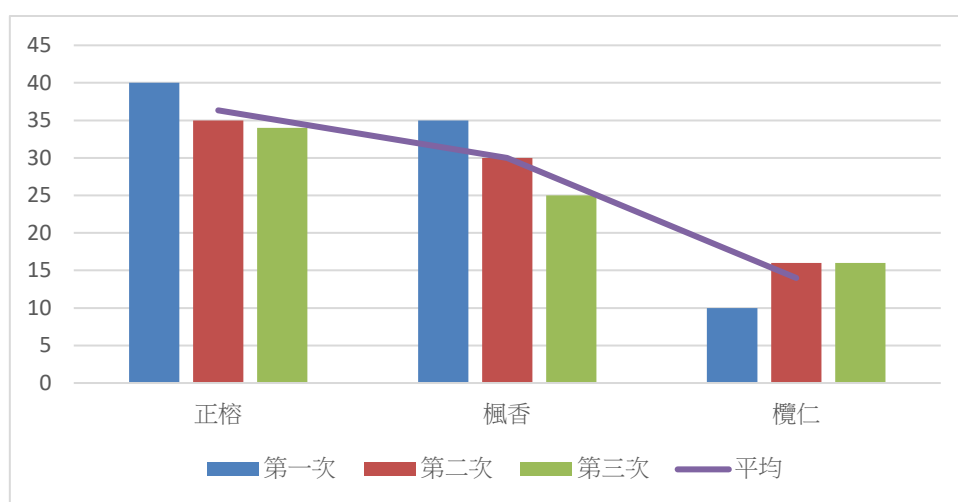
2. 刷毛不能離地，離地時，只能掃起比較卷起來的落葉，而且數量有限。

3.不同落葉大小的掃地效能



施測校園中不同大小的樹葉清掃情形

推一次四公尺長掃起落葉總數(片)



實驗室中用大小葉子掃落葉機在 50 片落葉中能掃起來的落葉數統計表

實驗結果：1. 小片的正榕最容易被掃起，被彈飛的效果。

2. 大片的欖仁葉要看情形，如果角度對了，還是可以被掃，但是數量比小片葉子少很多，也許要換大片一點的毛刷才可以不卡葉。

4. 操場實測掃地效果



- 實驗結果：1. 雖然沒辦法一次推過去就掃乾淨，但是多推幾次就可以掃得乾乾淨淨。
2. 操場很大，在實地掃的時候，發現我們的毛刷可以再做長一些，掃起來才會比較快。

二、研發出全自動掃落葉機器人

(一)「落葉終結者 2 號-智能掃」成品展示

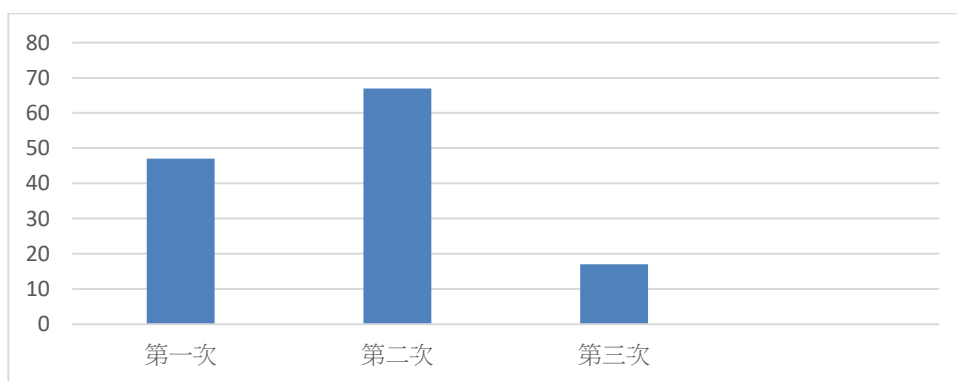


樂高 EV3 機器人研發出「落葉終結者 2 號-智能掃」可以自行設定轉速，利用按壓感應器來進行碰壁轉彎，利用超音波測距來防止掉落階梯。

(二)「落葉終結者 2 號-智能掃」掃地效能

1. 正方形區域掃落葉效能

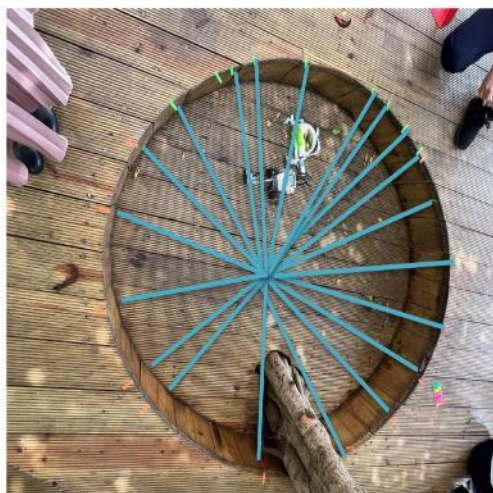
在正方形掃一分鐘落葉總數(片)



實驗室中用正榕葉子，掃落葉機在 200 片落葉中能掃起來的落葉數統計表

- 實驗結果：1. 每一次智能掃走的路徑都不太一樣，發現三次掃起的落葉數相差很大。
2. 另外，我們進行了六分鐘的掃地實驗，六分鐘後約可以掃起 120 片落葉。

2. 圓形區域掃落葉效能



測試 1 轉彎角度最小
(轉彎設定值為 1 圈)



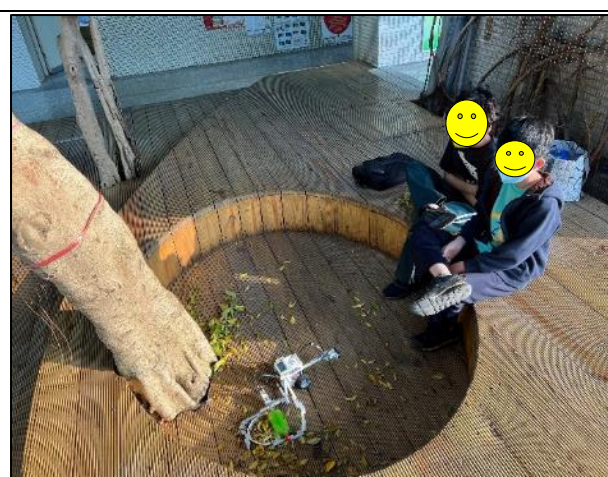
測試 2 轉彎角度最小
(轉彎設定值為 2 圈)



測試 3 轉彎角度最小(轉彎設定值為 3 圈)



一大早就出動掃落葉機器人幫忙學長打掃，學長可以休息一下了。



掃落葉機器人讓組員終於可以輕鬆的在旁邊坐著休息了。

三、實驗討論

- (一) 轉彎的角度有時會被落葉卡到，因此不是很整齊的放射狀，但是還是可以看路徑已經包括了整個洞底面積。
- (二) 在測試一中，轉彎角度最小，要包圍一圈要走 20 次，而且很平均比較不會被卡到，我們認為如果時間夠多(2 分 11 秒)，應該可以用最小的角度去掃，如此掃得比較乾淨。
- (三) 在測試二中，我們發現約要掃 14 次就能包圍一圈，但是比較不平均，發現是被不平的地面卡住
- (四) 在測試三中，我們發現轉角度太大，導至沒有「塗滿」，第一圈就留下沒掃到的落葉。
- (五) 我們的感測器的位置要再修正，造成圓的四周沒辦法掃到，都還沒有掃到就後退了應改放在後面，先掃乾淨了再後退。

3. 不規則區域掃落葉效能



打掃前落葉情形。



打掃後不規則平台的落葉已經明顯少很多了。

伍、討論

一、研究的創意及重要性

- (1) 運用學校所學研發動力裝置，用生活上的物品加以組合運用：我們利用生活上的物品加以組合，改造可以讓小兵立大功，研發真正可用的裝備。
- (2) 創造兩種功能的落葉掃地機：我們的落葉終結者 1-2 號各有功能，可以滿足不插電和自動掃的不同要求。
- (3) 獨創資料夾滾輪：利用 L 資料夾來製作滾輪刷毛是我們的獨創，不但好買

好處理，而且彈性剛剛好。

二、未來研究的方向

- (1) 優化機器：讓操作的人更省力更輕鬆。
- (2) 寫程式讓掃落葉機可以按照地方大小去做打掃。
- (3) 研發可折疊、利用推車即插即掃功能的掃落葉機，就可以節省空間。
- (4) 利用樂高程式研發智能掃落葉機。例如可自動偵測落葉方向，一落葉就自動出發去掃回來。

陸、結論

- 一、我們研發了「落葉終結者 1 號-推推掃」，只要往前推動，利用 3D 列印的反向齒輪，將落葉向後拋後落入收集籃，資料夾當滾輪刷超好用。
- 二、看到家中的自動掃地機器人，於是我們利用樂高 EV3 機器人研發出「落葉終結者 2 號-智能掃」可以自行設定轉速，利用按壓感應器來進行碰壁轉彎，利用超音波測距來防止掉落階梯，它已經能在不規則木平臺及圓洞區自行進行掃落葉工作。
- 三、目前我們的「落葉終結者 1 號-推推掃」已經在校園中實地協助外掃區同學掃落葉，證明實際可用。「落葉終結者 2 號-智能掃」雖然目前只能掃起小型榕樹落葉，但也提供了未來研發大型機種的微型模式。

柒、參考文獻資料

王昕宸等(2005)。「三」不轉「六」轉，「六」不轉機器人轉---從正多邊形翻轉問題到機器人掃樓梯。(全國中小學科展作品)。臺北：國立臺灣科學教育館。

黃旭初(1991)。「免電式掃地機」。中華民國專利。

電動掃街車：from

https://www.dep.gov.taipei/News_Content.aspx?n=CB6D5C560DE4D2DD&sms=72544237BBE4C5F6&s=C23243EE6C0E3292

電動吹吸樹葉機：from

<https://shopee.tw/search?keyword=%E5%90%B8%E8%91%89%E6%A9%9F>

【評語】 082923

本實驗具創意及實用性，一開始即以解決校園落葉清掃為出發點，進行各種資料收集與整理評估，才進行各種測試實驗。從手動竹掃把組裝設計進展到 3D 列印與自動設計，且開發多種模式，並進行優缺點比較，藉以改進設計，相當難得。

建議未來可進行各種地形適應實驗，及自動清理包裝測試。

作品簡報

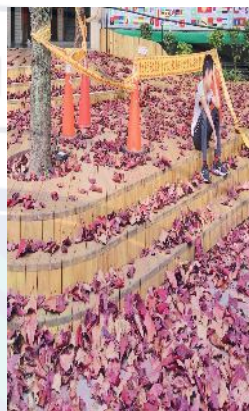
落葉終結者-自製掃落葉機

科別：生活與應用科學科（二）

組別：國小組

動機

- 校園落葉多，小學生拿掃把掃起來費力費時。
- 掃街車、市售吹葉機不適合用在校園。
- 想利用手邊材料進行研發，讓校園掃落葉更有效率。
- 歷屆科展沒有相關研究。



落葉多，每天出動大批同學用掃把掃落葉。



電動掃街車太大臺



電動吹吸葉機太貴太吵
(約30000元)

照片取自:環保署、網路賣家

研究目的

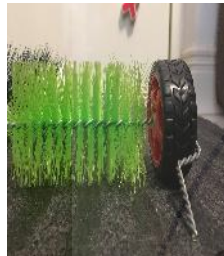
- 一、用簡單機械取代掃把，讓掃落葉更有效率。
- 二、把簡單機械升級為自動裝置，輕鬆掃落葉。

用簡單機械取代掃把

1. 尋找單滾輪刷毛材質



保特瓶
失敗



奶瓶刷
刷小落葉



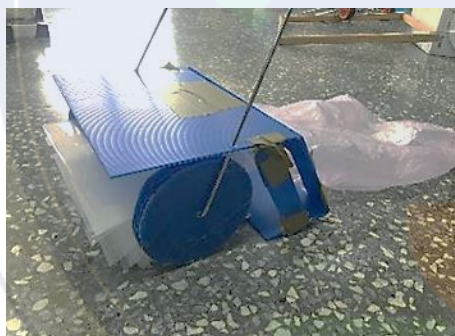
竹掃把竹枝
組裝困難



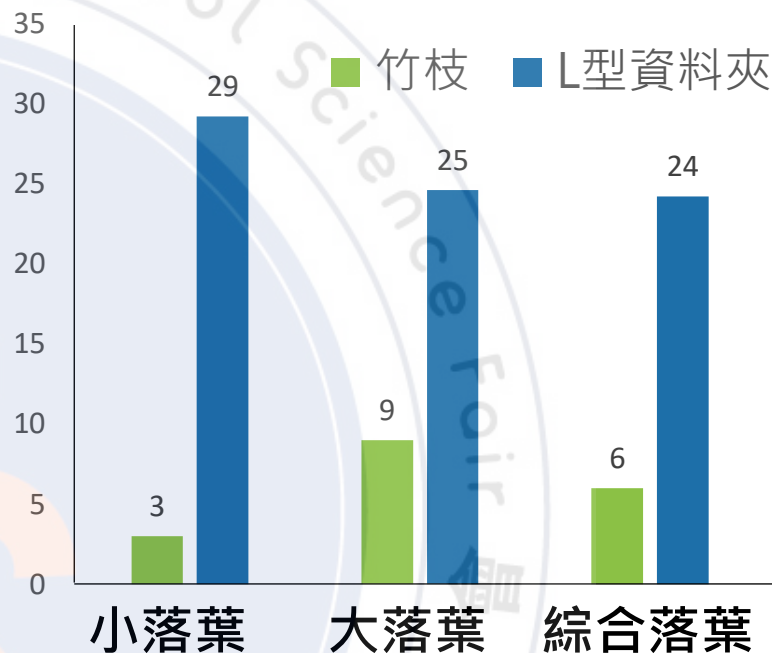
L型資料夾
組裝簡易

實驗方法

1. 在長3公尺寬30公分區域放入50片落葉。
2. 用自製滾輪推一遍。
3. 計數掃起落葉。
4. 各進行5次求平均。



掃起落葉數量片



竹枝和L型資料夾掃落葉數長條圖

- L型資料夾刷毛能掃起最多落葉，效果最好，組裝簡易。
- 新發現：快速轉動時，落葉往前「噴出」，進一步測試。

用簡單機械取代掃把

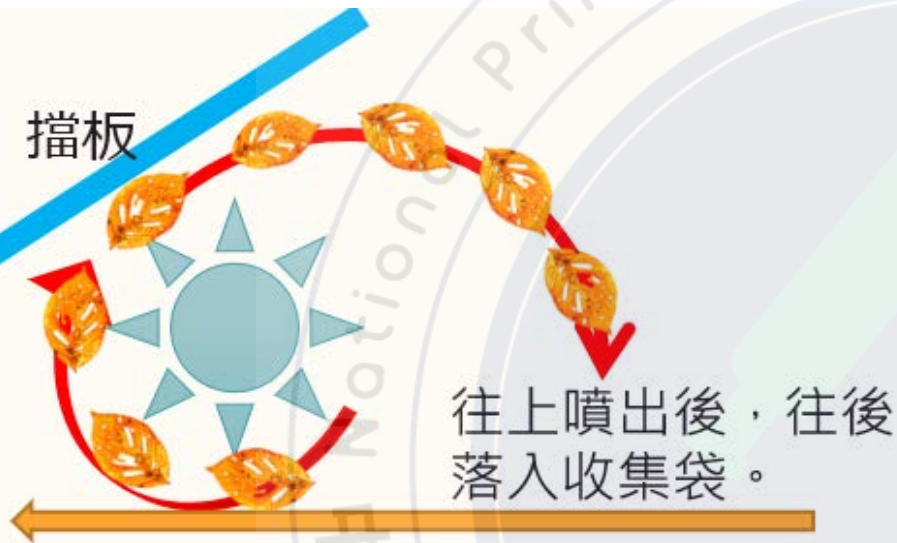
2. 反轉滾輪上拋落葉

新設計：反轉滾輪將落葉往上拋

★ 落葉終結者1號-推推掃

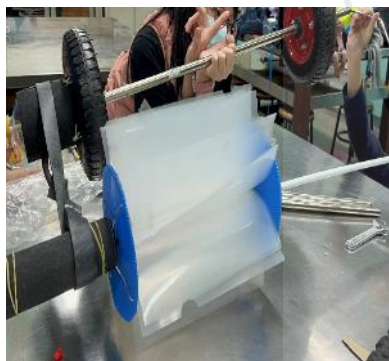
- 一推就能掃
- 上拋好接收

擋板



往上噴出後，往後
落入收集袋。

掃落葉機前進方向



八字皮帶順暢
但是容易脫落



3D列印10公分厚齒輪
達到不脫齒、不卡齒



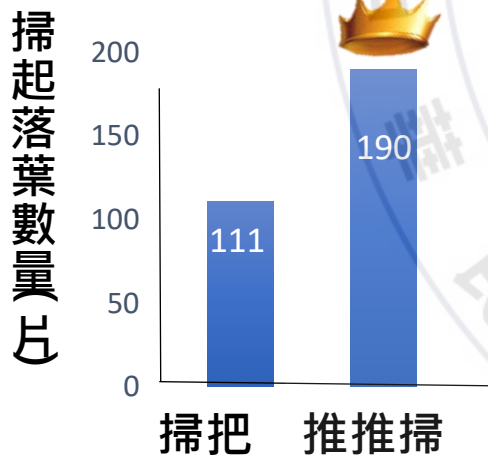
用簡單機械取代掃把

3. 掃落葉效能

推推掃挑戰掃把



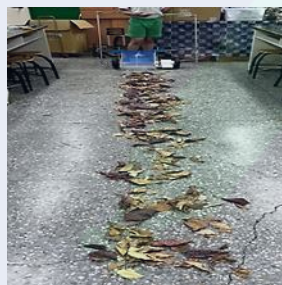
掃禁區內500片落葉
三人分別計時求平均



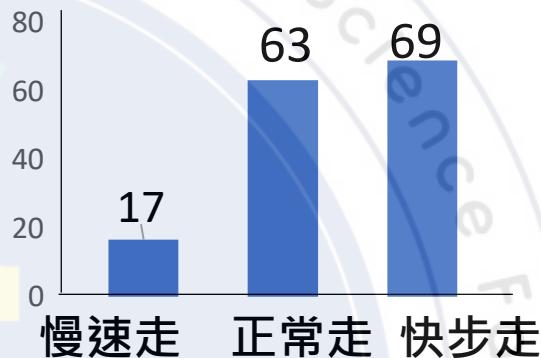
每分鐘掃起落葉數長條圖

「推推掃」掃落葉效能

以200片葉子
做效能實驗

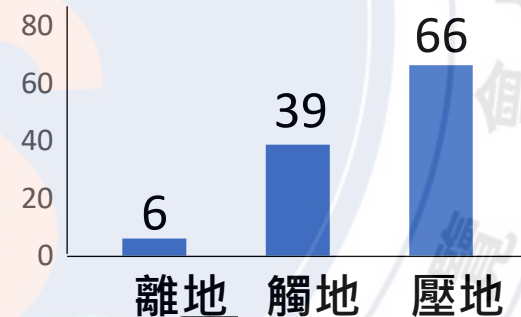


掃起落葉片



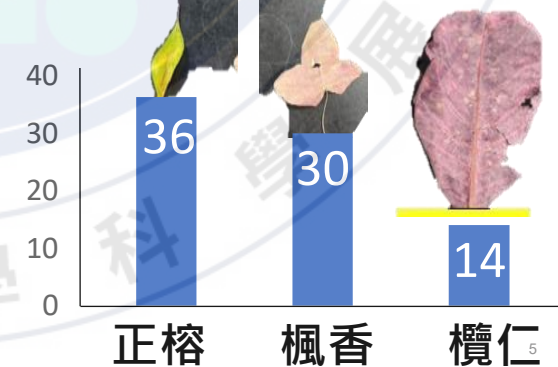
快步走
效能最佳

掃起落葉片



刷毛壓地
效能最好

掃起落葉片

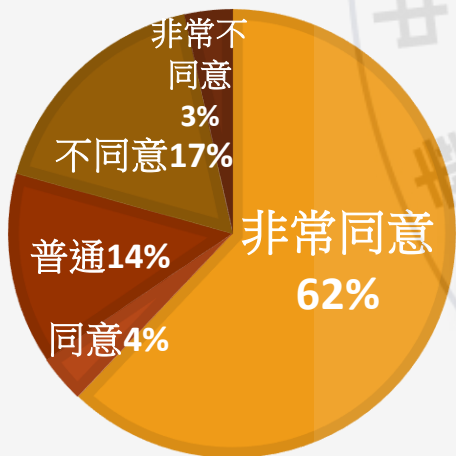


小片的正榕
最容易掃起

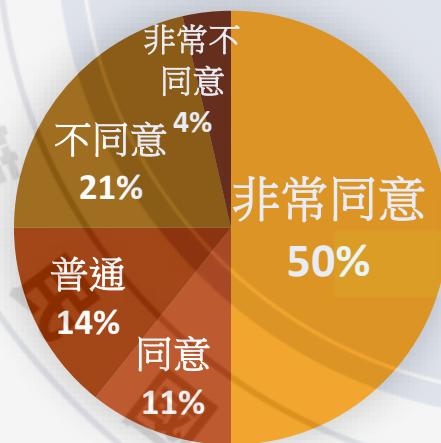
不同年級學生實際使用推推掃



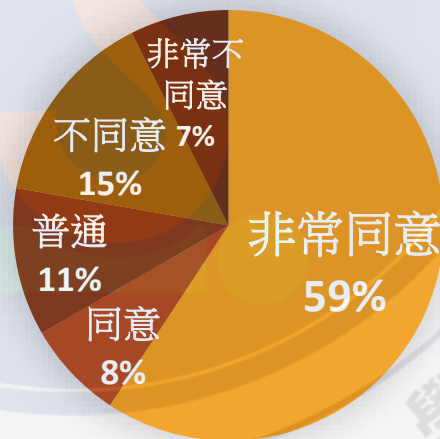
使用者問卷調查



1. 我覺得推推掃有比掃把**有效率**。



2. 我覺得推推掃比掃把**乾淨**。

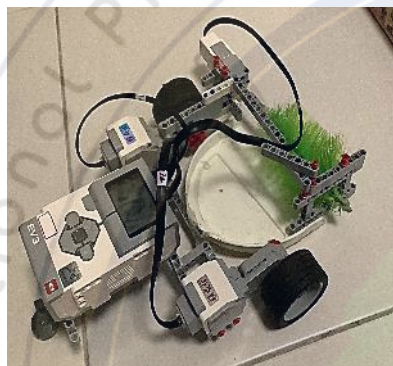
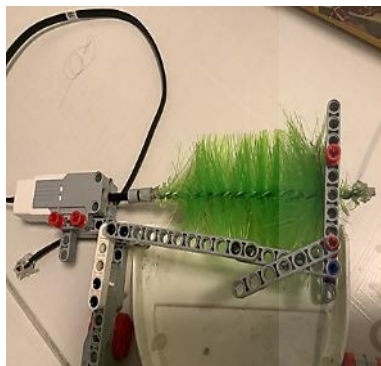


3. 我會用推掃掃來**取代掃把**。

優點：好推、好玩、只要跑就可以掃、不用力、每天都想掃落葉。

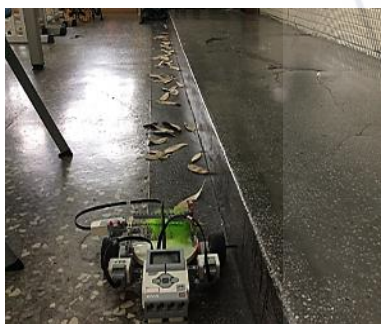
缺點：落葉有些會掉出來、有樹枝異物掃不起來。

組裝方式



黏上小畚箕，
接上奶瓶刷。
讓車子前進
時刷毛自轉。

找出最佳前進速度

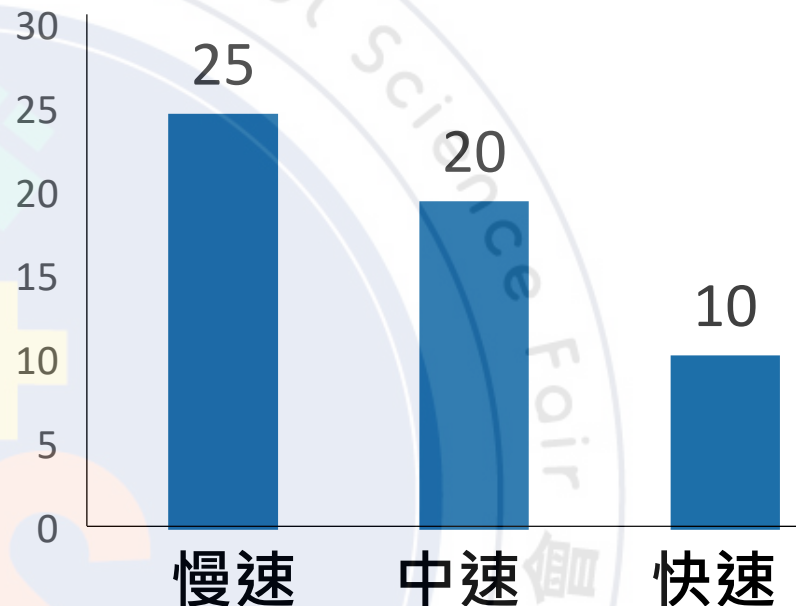


50片落葉
長3m寬10cm



調整不同
前進速度

掃起落葉數量片



樂高機器人直線掃落葉數量長條圖

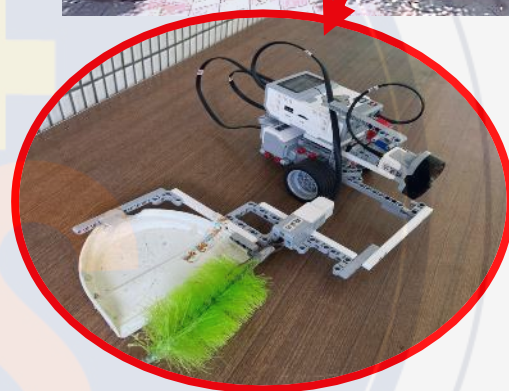
- 能成功直線掃起小片落葉。
- 慢速效果最好。
- 遇到階梯及牆壁，要如何自動掃？

好輕鬆

木平臺測試自動掃

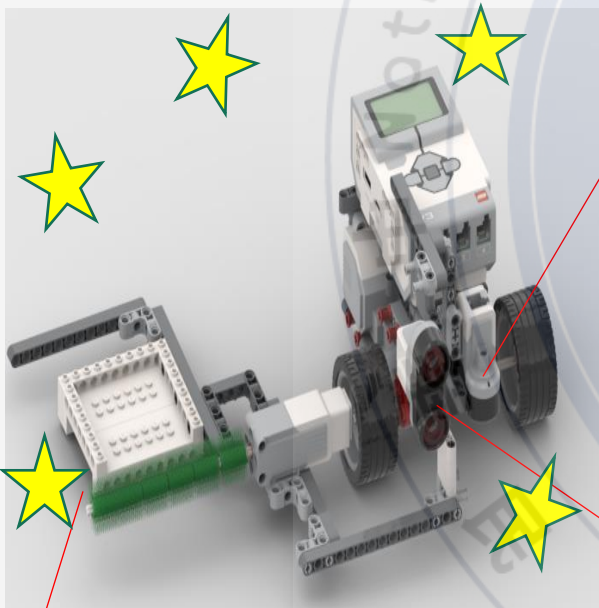
★ 落葉終結者 2 號 - 智能掃

- 自動行走掃落葉
- 遇牆壁、階梯後退轉彎



智能掃在木平臺上自動行走掃落葉，
加裝洗衣袋可收集更多落葉。

- 利用超聲波測距來防止撞壁及掉落階梯。
- 行動類似市售掃地機，市售掃地機有何取之處？



架構設計3D圖

開機時，奶瓶刷就開始不停旋轉

超聲波 1 測下方
下方 > 10cm 時
後退轉彎再前進
防止掉落階梯

超聲波 2 測前方
前方 < 10cm 時
後退轉彎再前進
防止撞壁

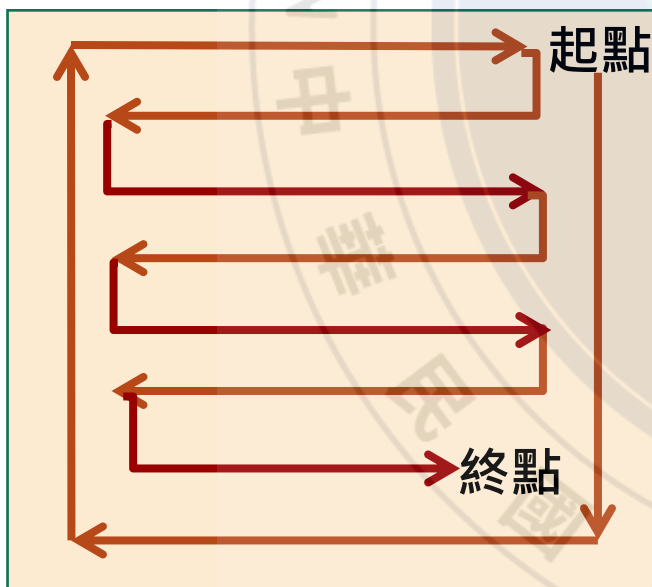
前方 > = 10cm 時
車子直直前進。

用市售掃地機掃落葉



只能掃起小枯葉
榕樹葉就會卡住
不能動。

觀察市售掃地機路徑



在正方形區域行走路徑

分析市售掃地機和智能掃功能

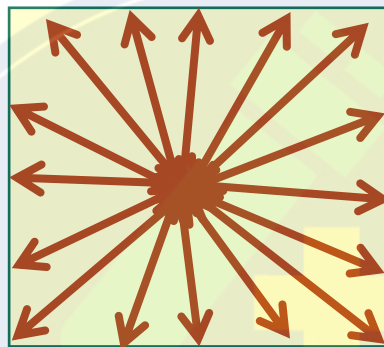
	市售掃地機	智能掃
掃落葉效能	不能	能掃小片落葉(榕) 勝
遇到牆壁或階梯	沿著牆或階梯邊緣走	後退轉彎再前進
正方形區域路徑	走一圈後以弓字狀一次完整覆蓋 勝	放射狀覆蓋路徑會重疊
定時出動	有 勝	無
自動回家充電	有 勝	無

學習市售掃地機的路徑，
優化智能掃的行走路線。

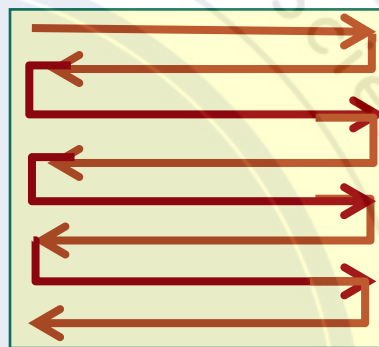
實驗方法

1. 在邊長兩公尺的正方形中，放入200片正榕葉子。
2. 改程式以不同路徑掃三次，數掃起的落葉數，求平均。

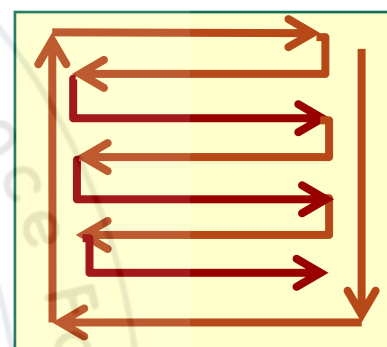
自動行走路徑



放射狀



弓字狀

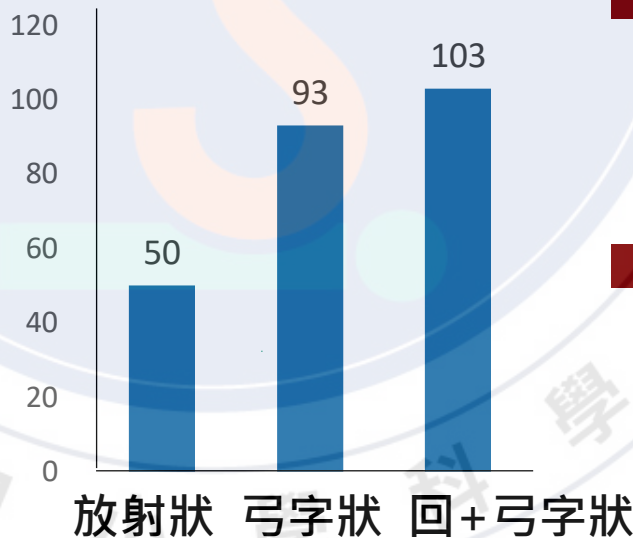


回+弓字狀



方形實驗場

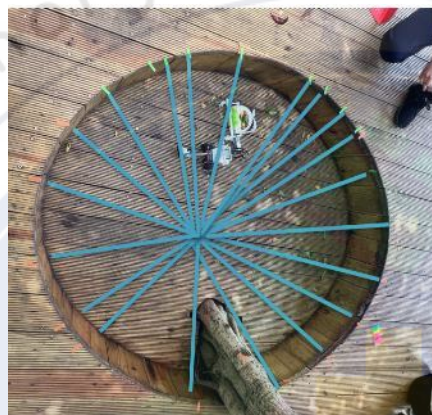
掃起落葉數量片



- 放射狀在正方形路徑多變，掃起的落葉數最少。
- 仿市售掃地機的回+弓字狀的路徑能掃起最多落葉。

實驗方法

1. 在圓洞放入200片正榕葉子、將**智能掃**放入圓心。
2. 用放射狀路徑行走，當偵測到牆壁時，在圓周上貼上記號。
3. 轉一圈後記下時間。
4. 拍照將路徑畫出來，記下掃起落葉數量。



轉彎角度小
一圈152秒



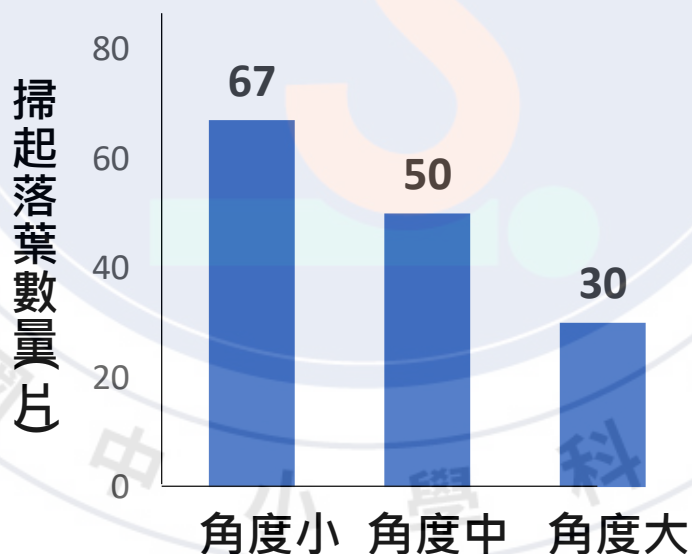
轉彎角度中
一圈125秒



轉彎角度最大
一圈67秒



圓洞實測



- 行走時會被卡到，不是很平均的放射狀。
- 轉彎角度最小，掃得最乾淨，但時間最久。
- 轉角度太大，掃不乾淨。

討論

- 成品實際可用，應用身邊器材解決校園掃落葉問題。
- 利用L資料夾來製作滾輪刷毛，好買好處理，彈性剛剛好。
- 「推推掃」除了實用也很好玩，增加同學掃落葉的意願。
- 「智能掃」目前只能掃起小型落葉，但也提供了未來研發大型機種的微型模式。
- 優化程式適應不同環境進行掃落葉。
- 研發可折疊、利用推車即插即掃功能的掃落葉機。

結論

- 研發「落葉終結者1號-推推掃」，只要往前推，資料夾當滾輪，用齒輪原理，將落葉後拋收集。用簡單機械取代掃把，讓掃落葉更有效率。
- 用樂高EV3機器人研發「落葉終結者2號-智能掃」可以自動行走掃落葉，不會碰壁及掉落階梯、把簡單機械升級為自動裝置，輕鬆掃落葉。

參考資料

王昕宸等(2005)。「三」不轉「六」轉，「六」不轉機器人轉---從正多邊形翻轉問題到機器人掃樓梯。(全國中小學科展作品)。臺北：國立臺灣科學教育館。