

# 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：「渴、不渴」-探討自動開瓶器之研究

關 鍵 詞：自動開瓶器、自動夾爪、自動感測

編號：    A6015

## 摘要

台灣屬亞熱帶季風氣候國家，加上全球溫室效應，近來夏天溫度越來越高，補充水分以維持生存條件的需求更是重要，但是有手汗或是手濕滑、力氣較小的人，卻無法滿足這基本生活需求，為了研究出方便與實用的開瓶裝置，我們運用專題所教的 EV3 相關知識，進行感測器自動偵測裝置、夾爪轉盤與自動升降夾爪等研究，運用程式進行超音波自動感測控制夾爪馬達固定瓶子與瓶蓋，並靠轉盤旋轉將瓶子打開。

## 壹、研究動機

因為體育課流汗手都是溼的，水瓶的蓋子都打不開，會手滑，因此我們想解決這個問題，經由文獻蒐集發現，現在只有手動的開瓶器，如果手是濕的話，手動的開瓶器就沒有效了，於是經由組員討論後，想把手動開瓶器改成自動開瓶器，就不用考慮到手是濕的還是乾的，都可以順利的打開水瓶的蓋子，隨時都可以喝到水。而未來老年化的社會，老人普遍需要更多的照護，補充水分又是生存必要條件，相信自動開瓶裝置的發明，對老年或病人的生活照護更方便了。

## 貳、研究目的

- 一、探討瓶子夾爪內塑膠墊片對瓶子的摩擦力影響。
- 二、探討爪內加塑膠墊片之瓶子夾爪爪數對瓶子的摩擦力影響。
- 三、探究重心配置對瓶子夾爪旋轉底盤穩定性的影響。
- 四、探討齒輪減速比對旋轉轉盤轉動扭力的影響。
- 五、探討感測器對瓶子自動偵測的準確性。
- 六、探究瓶蓋夾爪爪內不同種類材質對固定瓶蓋的影響。
- 七、設計能夠運用超音波感測器感測瓶子高度與自動開瓶的裝置。

## 參、研究設備及器材

|   |   |
|---|---|
|    |     |
| EV3 主機  | 大馬達   |
|    |    |
| 中馬達   | 超音波感應器  |
|  |  |
| 觸碰式感應器  | 充電電池  |
|  |  |
| 580ml 寶特瓶   | 計時器   |

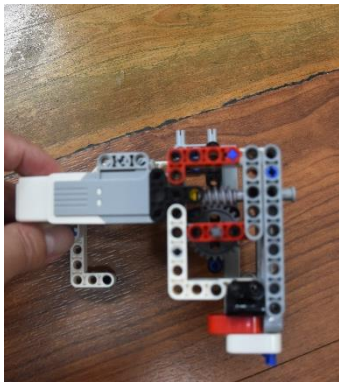
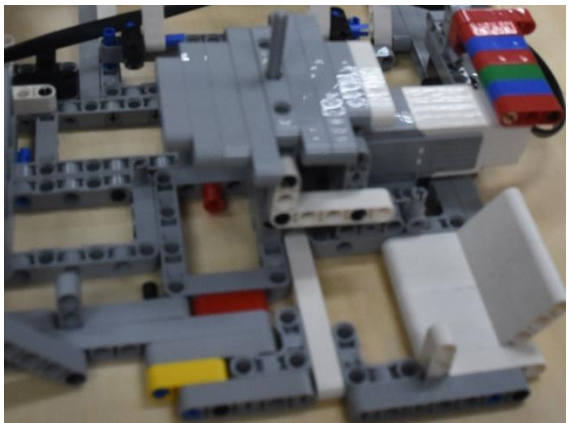
|   |  |
|---|--|
|  |  |
| <p>積木零件</p>   |  |

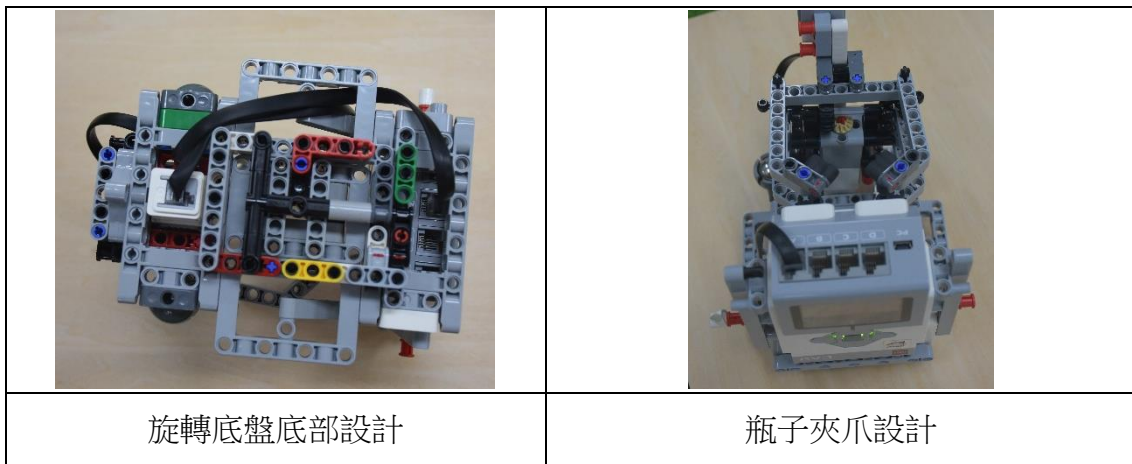
## 肆、研究過程及方法

### 一、實驗設備:

#### (一)瓶子夾爪旋轉盤裝置:

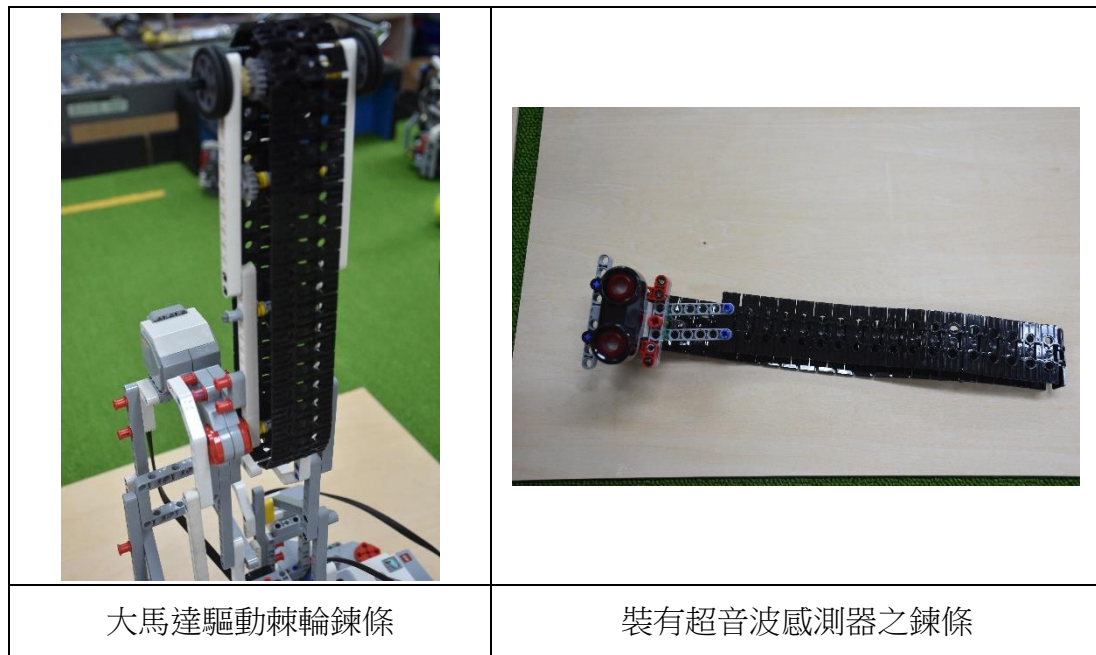
運用樂高主機、中馬達、觸碰感測器、樂高積木進行瓶子夾爪旋轉盤設計，其中轉盤上方重量平衡與轉盤底下的齒輪比結構必須同時兼顧，上方必須平衡穩定與考慮旋轉時傳輸線問題所以把主機設計在上面，另外旋轉時必須兼顧不能讓轉盤底部馬達齒輪傳動脫齒，因此實驗過程不斷拆解重組修改，讓組員傷透了腦筋。

|   |  |
|---|--|
|  |  |
| <p>中馬達旋轉蝸桿齒輪傳動裝置</p>  | <p>旋轉蝸桿齒輪傳動裝置上加裝平台</p>   |



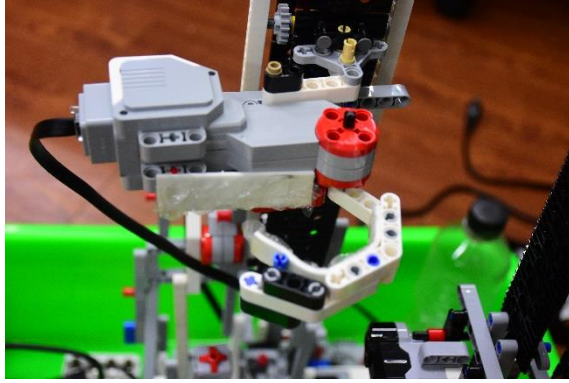
(二)瓶子自動偵測裝置:

運用樂高主機、大馬達、超音波感測器、鍊條、棘輪、樂高積木進行瓶子自動偵測裝置設計，利用大馬達驅動棘輪帶動裝有超音波感測器之鍊條，使得超音波感測器可以上下移動以偵測瓶子的高度距離。

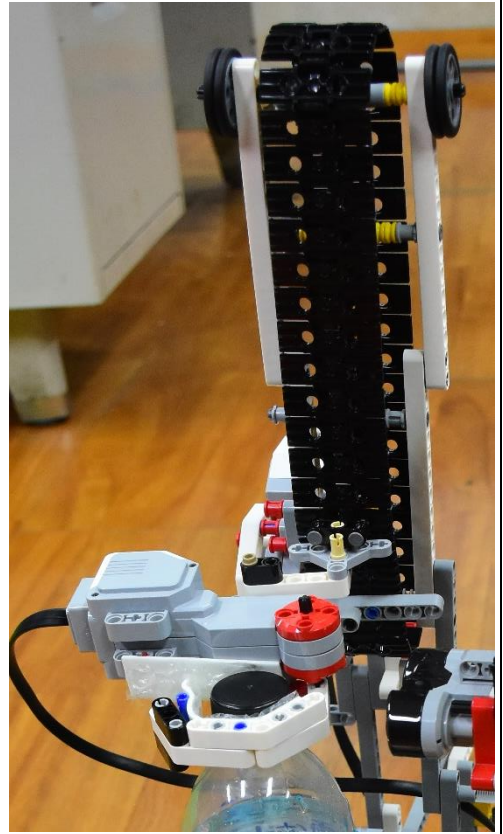


(三)瓶蓋夾爪自動裝置:

運用樂高主機、大馬達、鍊條、棘輪、樂高積木進行瓶蓋夾爪自動裝置設計，原先採用瓶子夾爪的設計，發現很難裝上鍊條且會佔太大空間，並且影響超音波震測設備運作，因此改以大馬達進行瓶蓋夾爪設計，並且取消齒輪比設計解決跳齒問題，並將夾爪內側改為泡棉膠加氣泡袋，增加固定的準確性。



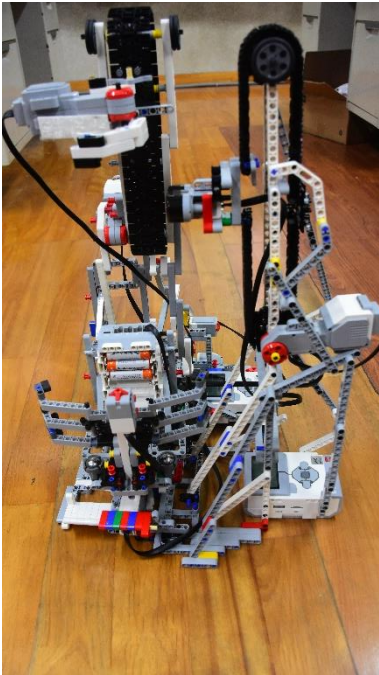
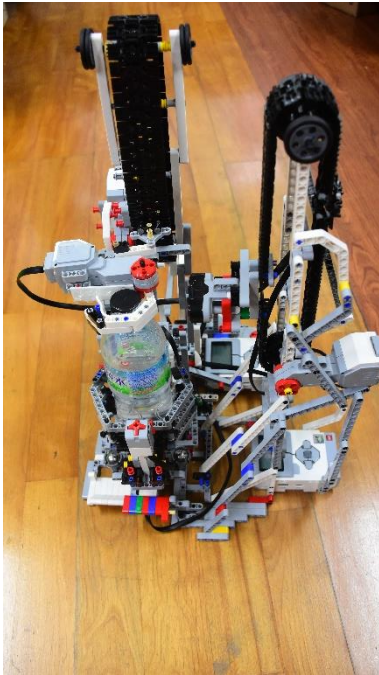
夾爪內側改為泡棉膠加氣泡袋



瓶蓋夾爪自動裝置

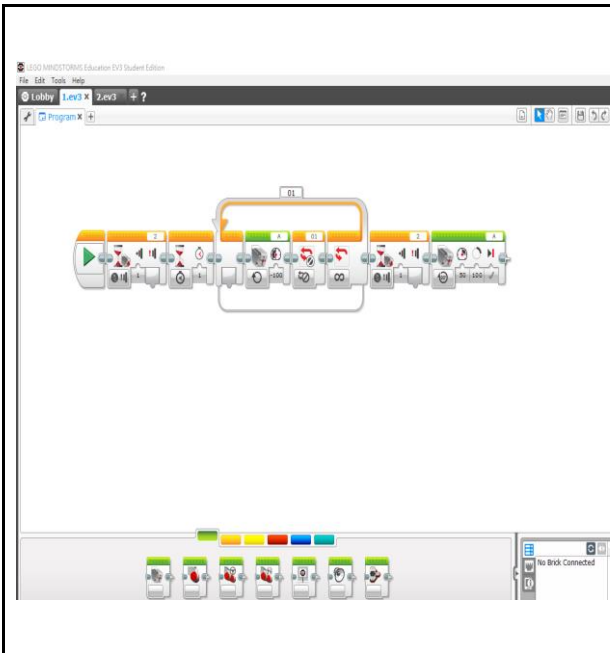
#### (四)自動開瓶器裝置:

將瓶子夾爪旋轉盤裝置、瓶子自動偵測裝置、瓶蓋夾爪自動裝置，運用積木結合成剛性結構，並作相對位置調整，使各裝置運作不會相互干擾，並達到各裝置功能的目的。

|   |  |
|---|--|
|  |  |
| <p>自動開瓶器裝置起始位置</p>  | <p>自動開瓶器程式運作狀態</p>   |

## 二、程式

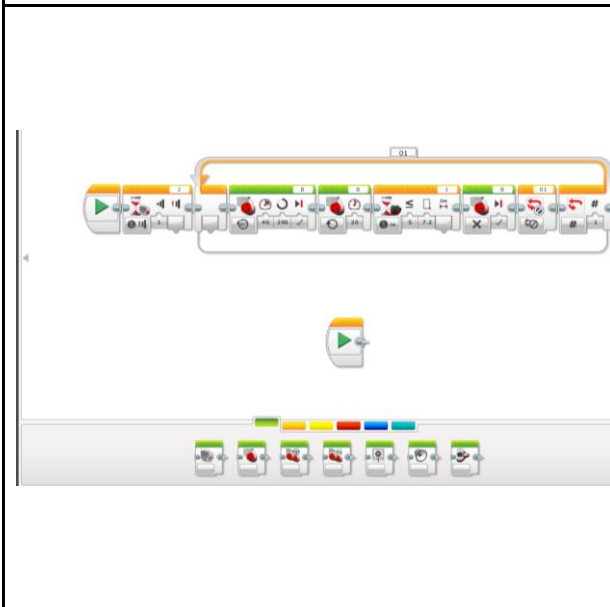
利用樂高圖控程式進行程式編寫，當瓶子放入旋轉底盤上時，按下旋轉底盤上的觸碰感測器，瓶子夾爪即會夾住瓶子，當按下另一顆觸碰開關，超音波自動偵測裝置即會開始下降到超音波看到瓶子，距離小於 7.2cm 時停止，並讓瓶蓋夾爪裝置自動下降到超音波距離小於 4cm 停止，瓶蓋夾爪夾緊瓶蓋，旋轉底盤開始旋轉，把瓶蓋打開，完成自動開瓶器的程式動作。



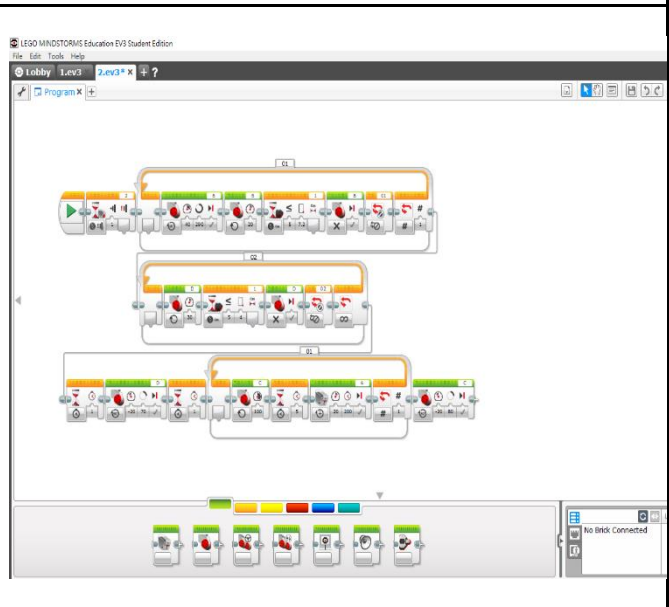
旋轉底盤轉動程式



超音波自動偵測裝置程式



瓶子夾爪程式



瓶蓋夾爪裝置程式



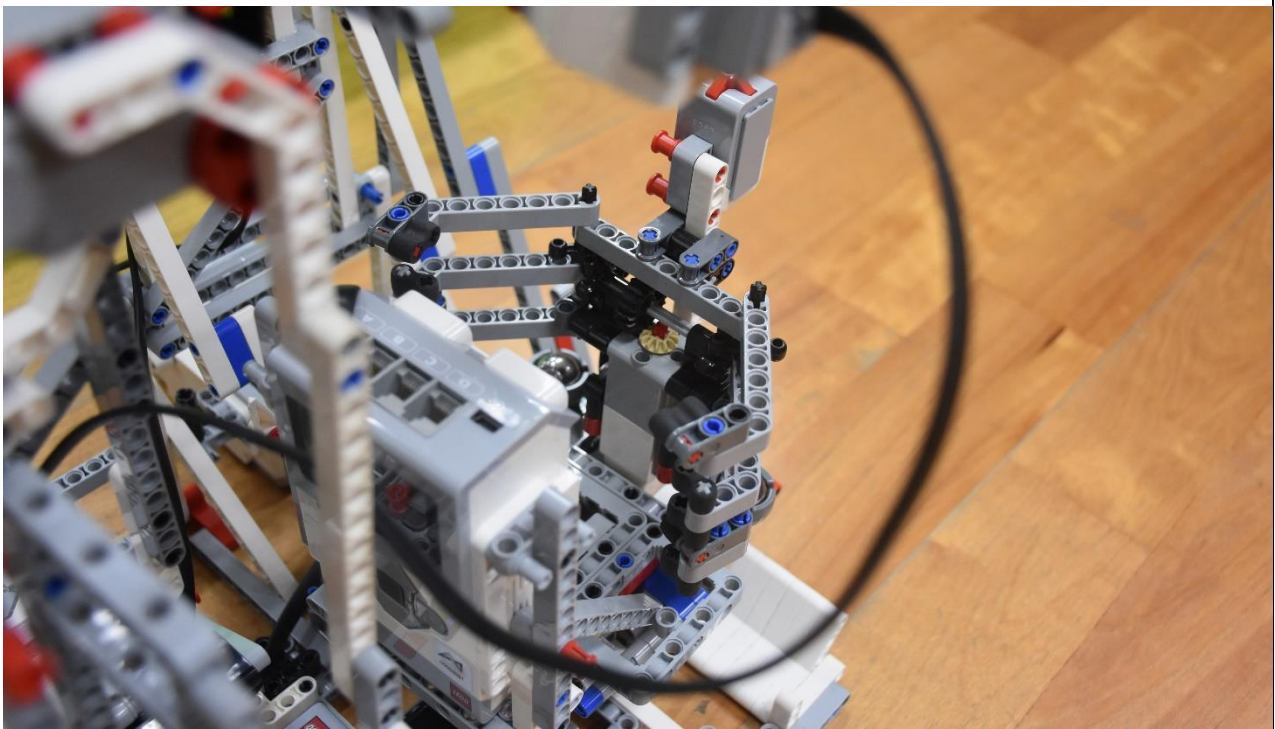
## 伍、研究結果

### 一、實驗一瓶子夾爪裝置:

#### (一)實驗 1-1: 瓶子夾爪馬達方向

在做夾瓶子的夾爪時候，原本我們馬達是橫的，但是要裝上去的時候，覺得很難裝，且會影響夾爪夾取位置，所以改成直的，如果用橫的裝上去，會多一些固定的積木零件，但是裝的時候會比較好裝，且不會干擾夾取物件，不用很多零件，直接裝上去就好了。

|    | 中馬達是橫的 | 中馬達是直的 |
|----|--------|--------|
| 1. | 不好固定   | 好固定    |
| 2. | 不好固定   | 好固定    |

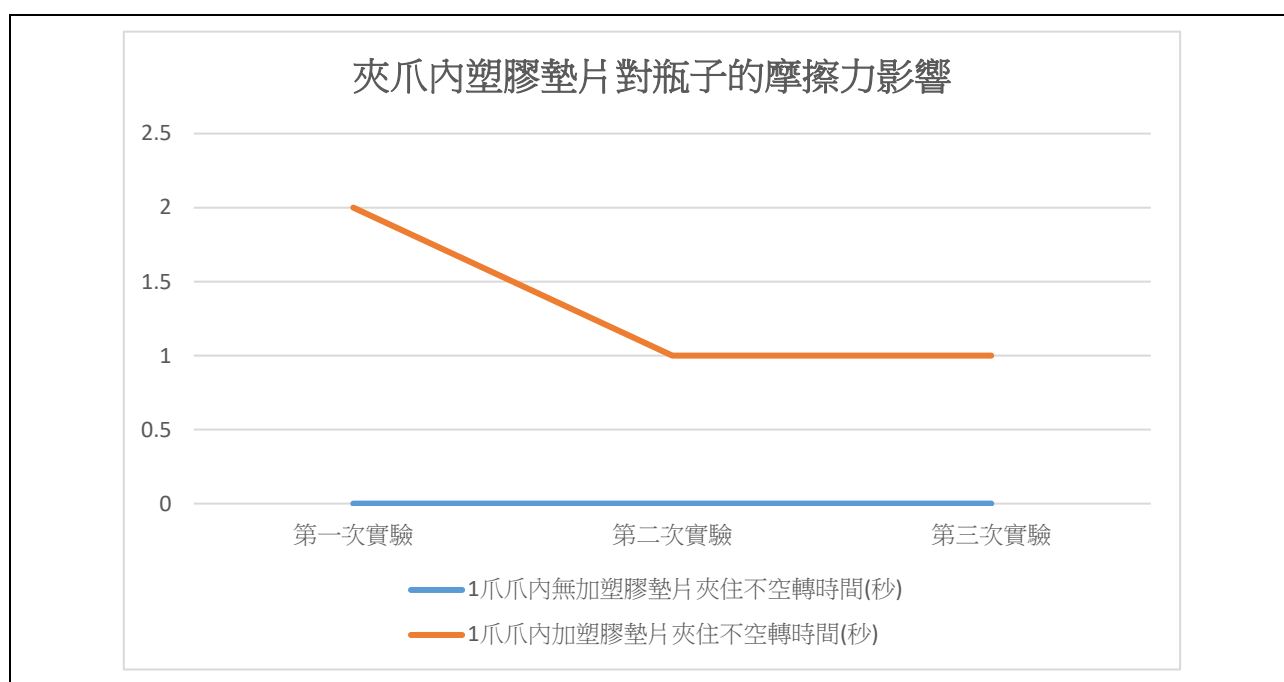


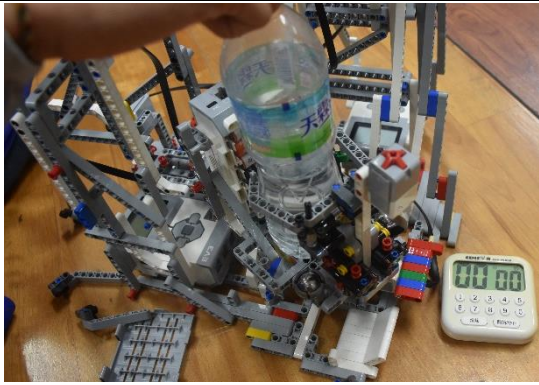
夾爪中馬達採直立式裝置

## (二)實驗 1-2:夾爪內塑膠墊片對瓶子的摩擦力影響

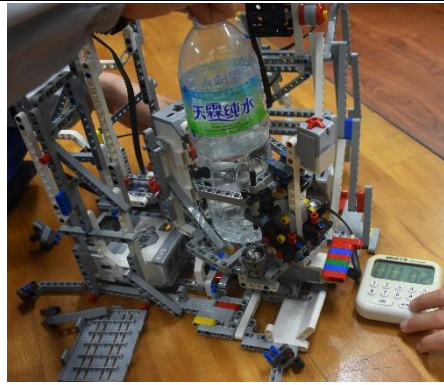
將 580ml 寶特瓶放置旋轉底盤上，先以手固定住瓶蓋，底盤上夾爪使用之中馬達以程式控制用 50 速度持續 30 秒夾緊，旋轉底盤之中馬達以程式控制用 100 速度不停反轉旋轉，進行實驗測試，發現 1 爪爪內無加塑膠墊片，夾住瓶子不空轉為 0 秒，根本無摩擦力以固定瓶子。但若是 1 爪爪內加塑膠墊片夾住瓶子時，不空轉秒數為 2 秒，發現加了塑膠墊片之後，夾爪與瓶子之間就具有相當摩擦力可以稍加固定住瓶子了。

|                       | 第一次實驗 | 第二次實驗 | 第三次實驗 |
|-----------------------|-------|-------|-------|
| 1 爪爪內無加塑膠墊片夾住不空轉時間(秒) | 0     | 0     | 0     |
| 1 爪爪內加塑膠墊片夾住不空轉時間(秒)  | 2     | 1     | 1     |

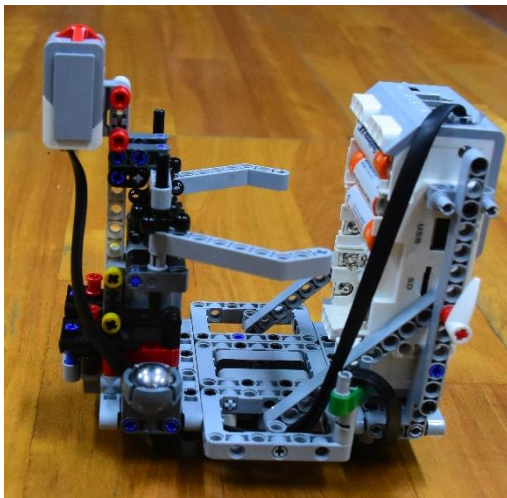




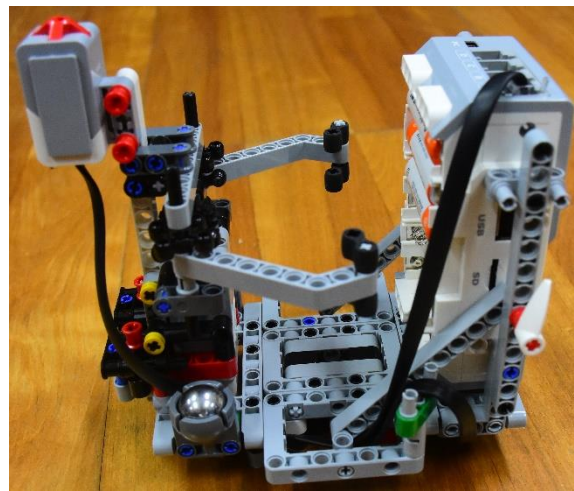
1 爪爪內無加塑膠墊片實驗-空轉



1 爪爪內加塑膠墊片實驗-夾住



1 爪爪內無加塑膠墊片

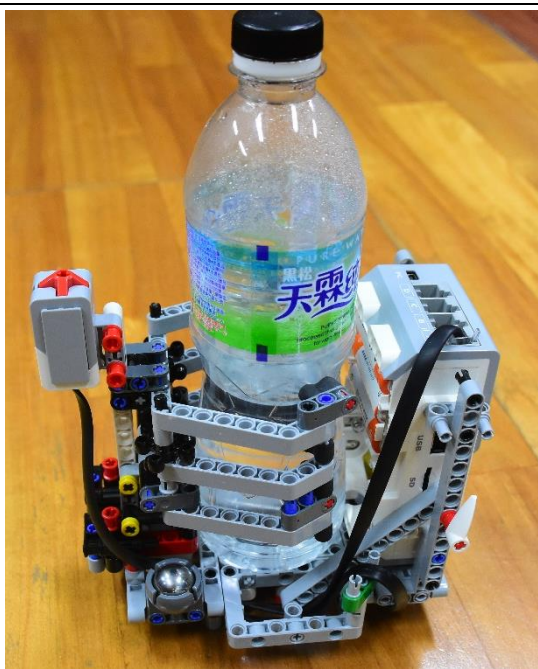
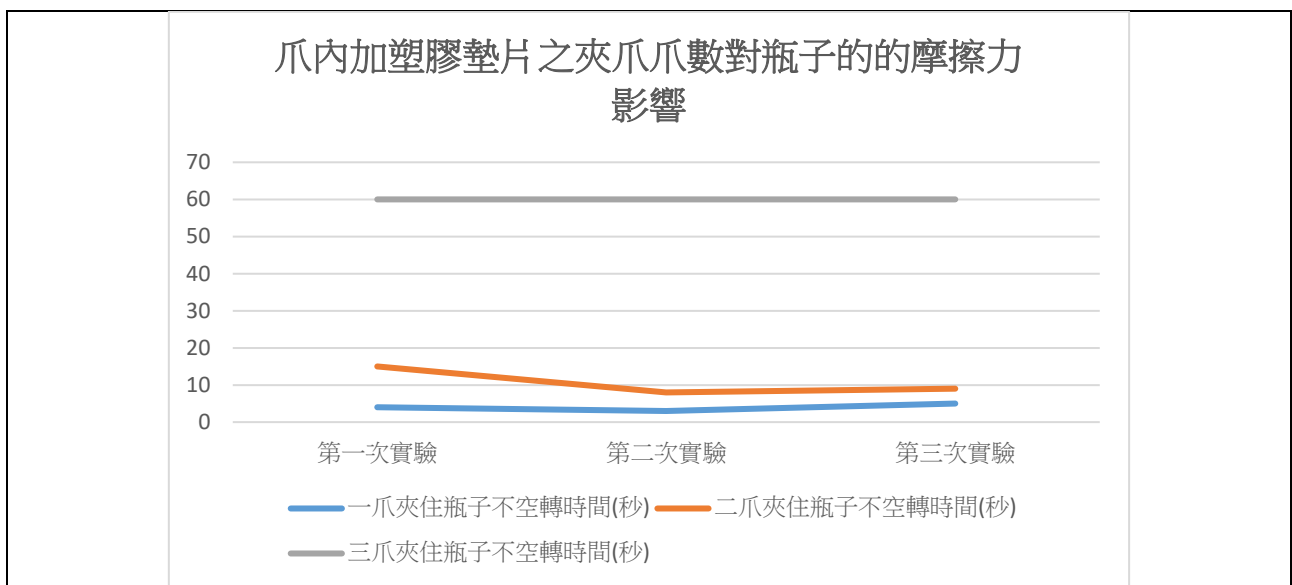


1 爪爪內加塑膠墊片

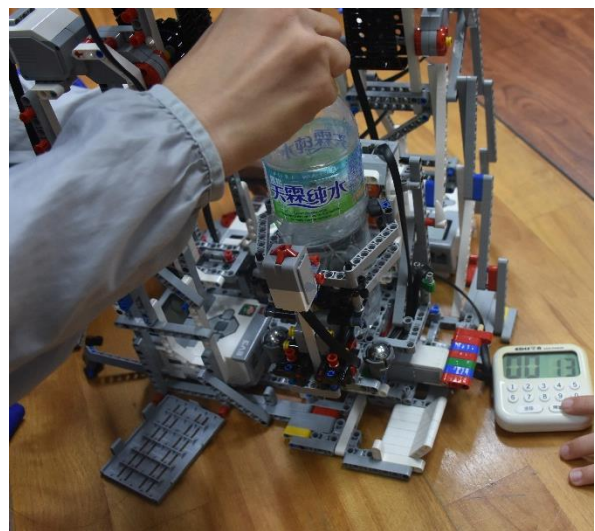
### (三)實驗 1-3: 爪內加塑膠墊片之夾爪爪數對瓶子的的摩擦力影響

接續實驗 1-2 研究結果，利用直立式中馬達爪內加塑膠墊片之夾爪，進行夾爪數對瓶子的摩擦力影響測試，發現因瓶子本身有凹凸之處，三爪對瓶子本身的夾緊能力較好，因為至少凹處只有一爪摩擦力降低，另二爪還有足夠的摩擦力可以夾住瓶子，因此三爪夾住不空轉大概皆超過 60 秒，能維持較長時間夾住瓶子不空轉。

|                | 第一次實驗 | 第二次實驗 | 第三次實驗 |
|----------------|-------|-------|-------|
| 一爪夾住瓶子不空轉時間(秒) | 4     | 3     | 5     |
| 二爪夾住瓶子不空轉時間(秒) | 15    | 8     | 9     |
| 三爪夾住瓶子不空轉時間(秒) | 超過 60 | 超過 60 | 超過 60 |



三爪爪內有塑膠墊片夾瓶子



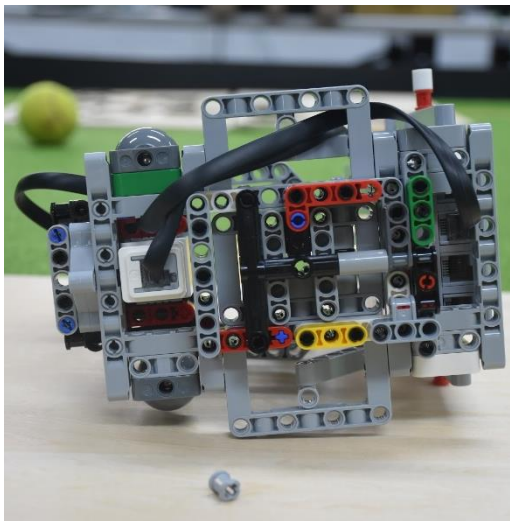
二爪爪內有塑膠墊片夾瓶子

#### (四)實驗 1-4:旋轉底盤齒輪比、蝸桿與主機重心位置設計

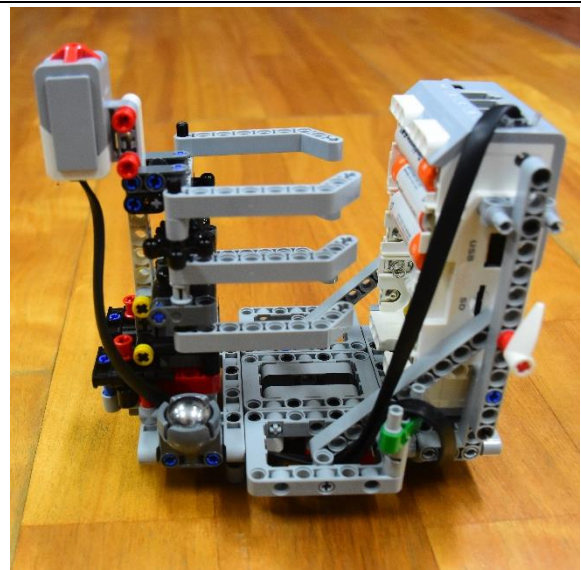
一開始做的時候，有一些地方，因為沒有固定好，所以會搖來搖去我們把底盤用多一點的積木固定，原本中間大部分是空的，加了固定的積木後，形成剛性結構，再把兩邊的重量平均，就不會有重心不穩、搖來搖去的現象了。

在做底盤夾子的時候，因為夾子要轉開瓶蓋，所以要一直轉，但是主機不知道要放在哪裡?如果把主機固定在底盤上，就要買很長的線而且沒有在線的範圍內，就會卡住，因此我們把主機也放到轉盤上，就不用買長線，也不會因為轉太多圈而卡住。

|               | 第一次實驗 | 第二次實驗 | 第三次實驗 |
|---------------|-------|-------|-------|
| 轉盤上不放主機旋轉     | 不穩定   | 不穩定   | 不穩定   |
| 轉盤上主機放夾爪另一側旋轉 | 穩定    | 穩定    | 穩定    |



旋轉底盤底部



旋轉底盤上部主機放夾爪另一側維持重心

原先設計運用 12 齒斜齒輪帶動 36 齒斜齒輪讓旋轉轉盤轉動，放上裝水瓶子鎖緊後實驗發現，轉盤只能轉動有開過的瓶子，轉不動鎖得較緊瓶子，可是礙於零件 36 齒已是零件內最大齒的齒輪，無法利用齒輪比再增加其扭力了，於

是和老師討論後，決定修改設計利用蝸桿帶動 24 齒輪來做實驗，終於順利轉動瓶子開啟瓶蓋了。

|                    | 第一次實驗             | 第二次實驗             | 第三次實驗             |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 12 齒齒輪帶動 36 齒齒輪旋轉盤 | 以手握緊瓶蓋旋轉盤<br>無法旋轉 | 以手握緊瓶蓋旋轉盤<br>無法旋轉 | 以手握緊瓶蓋旋轉盤<br>無法旋轉 |
| 蝸桿帶動 24 齒齒輪旋轉盤     | 以手握緊瓶蓋旋轉盤<br>可以轉動 | 以手握緊瓶蓋旋轉盤<br>可以轉動 | 以手握緊瓶蓋旋轉盤<br>可以轉動 |

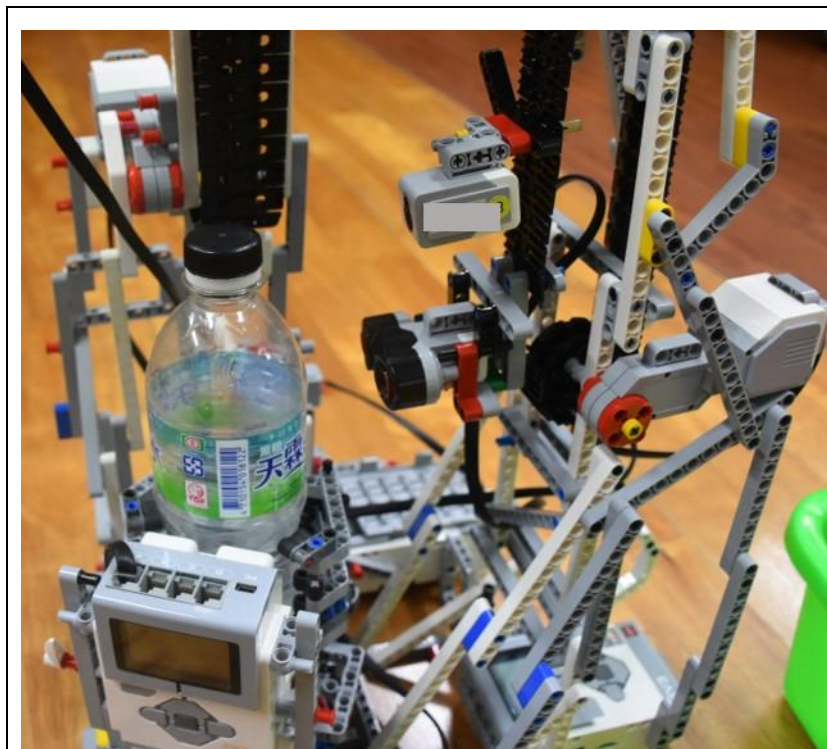
|  |   |
|--|---|
|  |  |
| 12 齒齒輪帶動 36 齒齒輪驅動旋轉盤設計(1:3)  | 蝸桿帶動 24 齒齒輪驅動旋轉盤設計(1:24)  |

## 二、實驗二: 瓶子自動偵測裝置

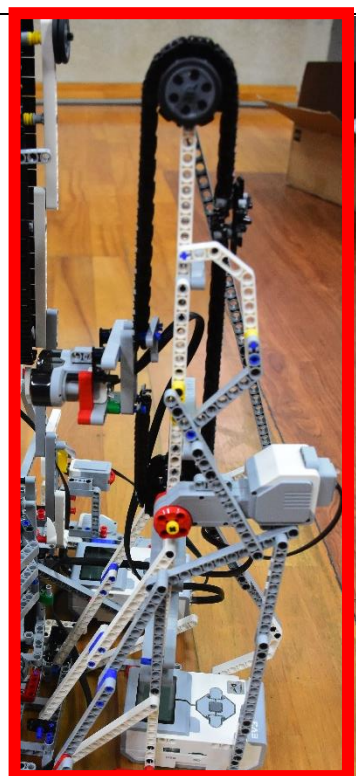
學校課程中使用 EV3 積木套件屬於 education 套件組，盤點感測器有觸碰感測器、顏色感測器、超音波感測器屬於比較可行的感測器種類，但是因為偵測器需要懸空上下移動調整，所以只能使用顏色感測器、超音波感測器這二種感測器。利用超音波感測器與鍊條結合大馬達組成超音波自動偵測裝置，一開始直接掛上鍊條，發現超音波本身的重量會造成前傾，這樣自動感測就會不準，經過組員討論後決定利用斷鍊直接運用積木做緊密結合，這樣超音波感測器就不會前傾了。另一種光源感測器也用同樣鍊條方式組裝，在實驗過程中發現使用光源感測器程式控制自動下降裝置並無法停止，經詢問老師後發現是光源感測器距離瓶子太遠，導致無法接收到反射的光源，如果運用反射光模式

偵測，其光源反射誤差又太大，距離瓶子太近又會影響底盤旋轉路徑。換上超音波感測器後每次實驗都能偵測到瓶子的距離數值並作動，因此超音波感測器較適合作為瓶子自動偵測的感測器。

|        | 第一次實驗 | 第二次實驗 | 第三次實驗 |
|--------|-------|-------|-------|
| 超音波感測器 | 偵測到   | 偵測到   | 偵測到   |
| 顏色感測器  | 偵測不到  | 偵測不到  | 偵測不到  |



光源感測器自動偵測裝置



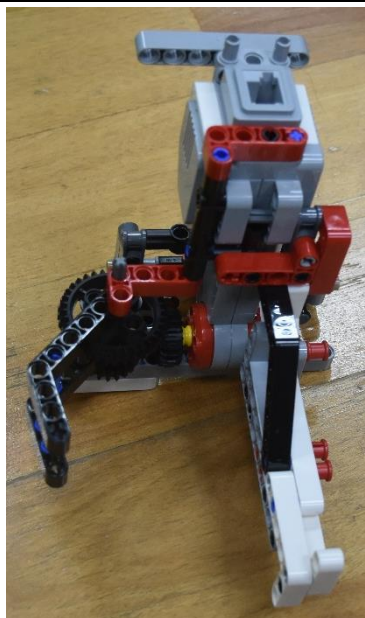
超音波自動偵測裝置

### 三、實驗三: 瓶蓋夾爪自動裝置

#### (一)實驗 3-1 瓶蓋夾爪設計

從實驗一經驗，原本我們想說瓶蓋夾爪裝置的做法，跟夾瓶子的夾爪一樣就好了，但是發現做瓶蓋夾爪時，橫的會比直的好裝，直得雖然可以裝上去，但是不穩定，所以便修改成裝橫的。而且一開始實驗時的夾爪使用中馬達，發現運轉過程會跳齒，討論過程以為馬達馬力不夠，所以再改用大馬達，結果換大馬達運用齒輪比的裝置還是跳齒，再回過頭與老師討論後，發現裝置開始夾緊瓶蓋，施力過程就會歪斜，也就會開始跳齒，於是我們決定改回大馬達無齒輪比裝置，就解決跳齒問題了，而且也可以夾住瓶蓋。

|   | 中馬達瓶蓋夾爪 | 大馬達齒輪比瓶蓋夾爪 | 大馬達無齒輪比瓶蓋夾爪 |
|---|---------|------------|-------------|
| 1 | 跳齒      | 跳齒         | 夾住瓶蓋        |
| 2 | 跳齒      | 跳齒         | 夾住瓶蓋        |
| 3 | 跳齒      | 跳齒         | 夾住瓶蓋        |



大馬達齒輪比瓶蓋夾爪



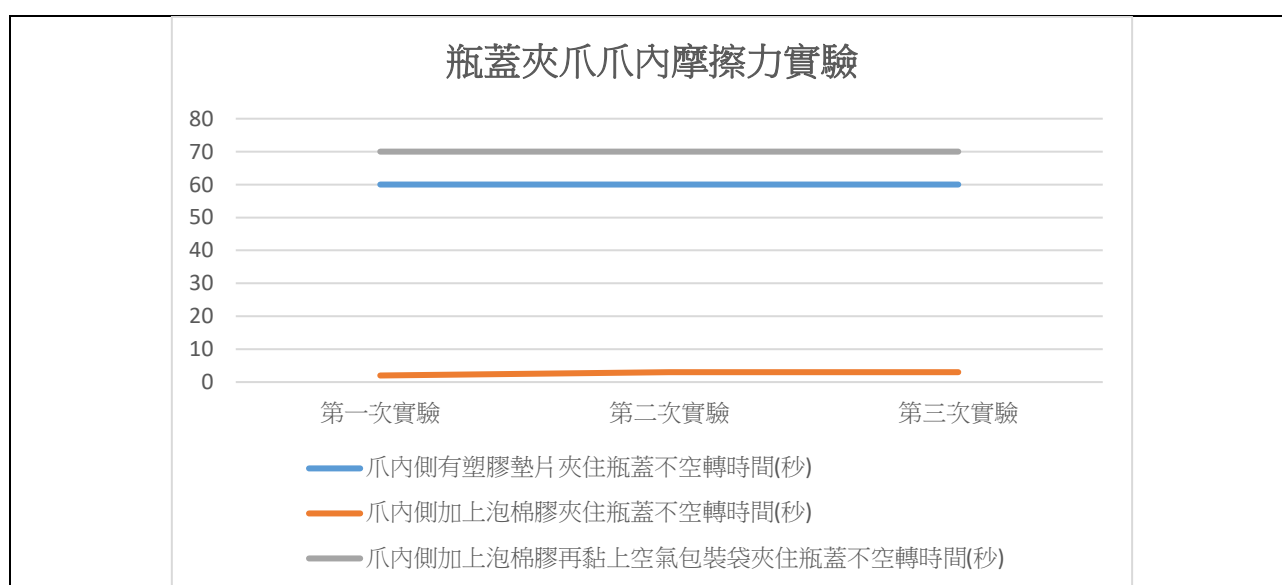
大馬達無齒輪比瓶蓋夾爪

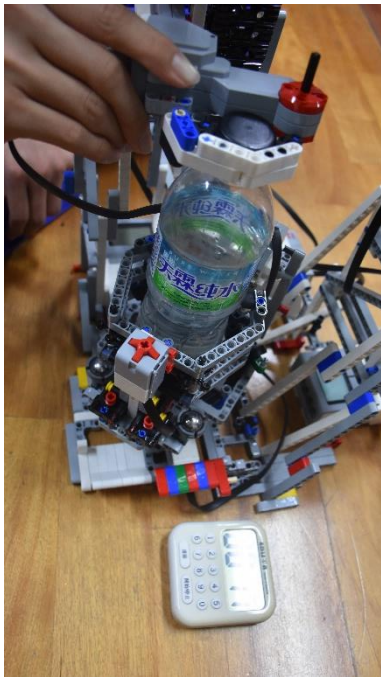


## (二)實驗 3-2 瓶蓋夾爪爪內摩擦力實驗

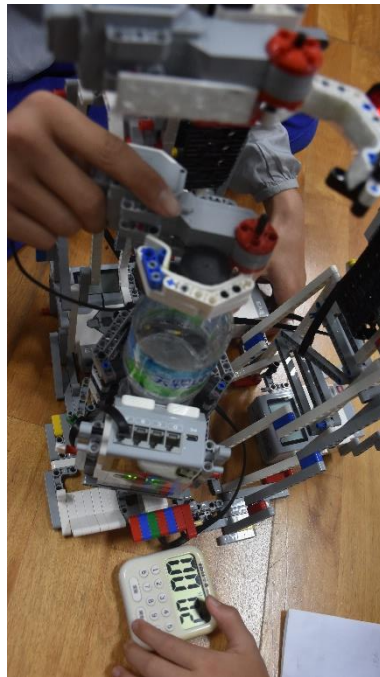
根據實驗 1-2 的結果，我們一開始一樣先採用樂高的塑膠墊片來做瓶蓋夾爪爪內摩擦力實驗，發現搭配旋轉底盤轉動時，完全不會空轉，組員們都好高興，但是裝上自動裝置鍊條後，發現夾爪內塑膠墊片容易卡到瓶蓋，並且磨損損壞，經過討論後覺得應該換另一種軟材料並增加接觸面積來因應。於是改以在爪內側加上泡棉膠進行測試，發現夾住不空轉的時間只有維持 3 秒後就空轉了。組員和老師又再次腦力激盪，試著爪內側加上泡棉膠再黏上空氣包裝袋進行實驗，發現效果異常的好，完全夾住不會有空轉。

|                              | 第一次實驗 | 第二次實驗 | 第三次實驗 |
|------------------------------|-------|-------|-------|
| 爪內側有塑膠墊片夾住瓶蓋不空轉時間(秒)         | 超過 60 | 超過 60 | 超過 60 |
| 爪內側加上泡棉膠夾住瓶蓋不空轉時間(秒)         | 2     | 3     | 3     |
| 爪內側加上泡棉膠再黏上空氣包裝袋夾住瓶蓋不空轉時間(秒) | 超過 70 | 超過 70 | 超過 70 |





爪內側有塑膠墊片夾住瓶蓋  
實驗



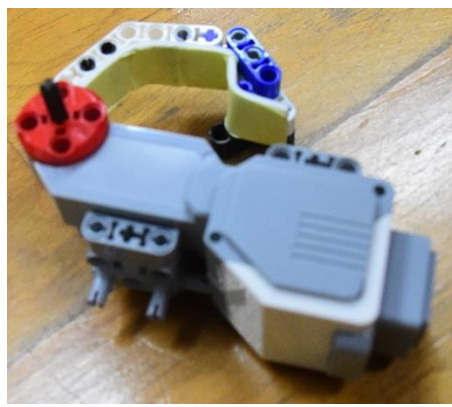
爪內側加上泡棉膠夾住瓶蓋  
實驗



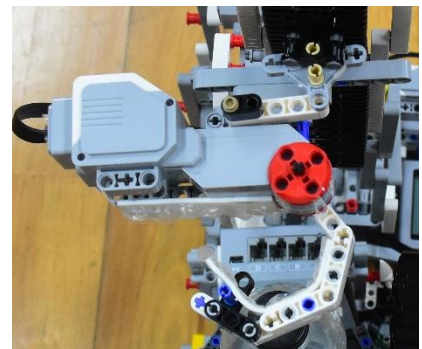
爪內側加上泡棉膠再黏上空  
氣包裝袋夾住瓶蓋實驗



爪內側有塑膠墊片夾爪



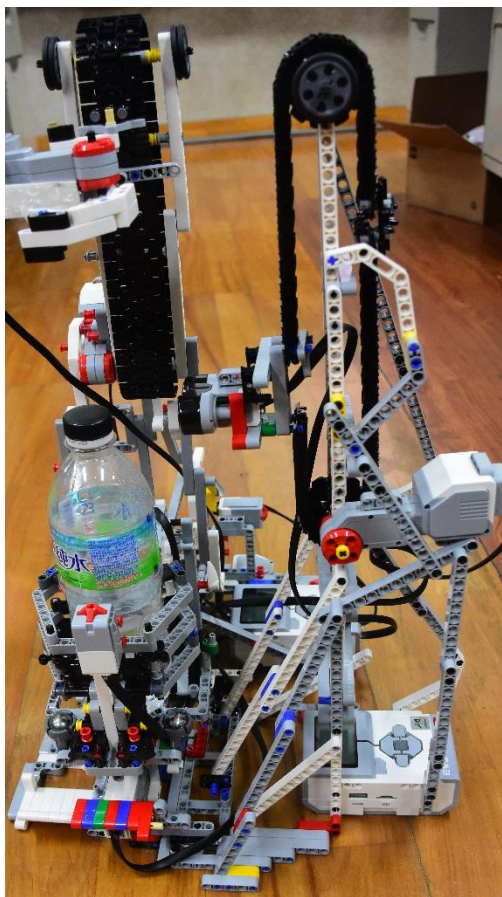
爪內側加上泡棉膠夾爪



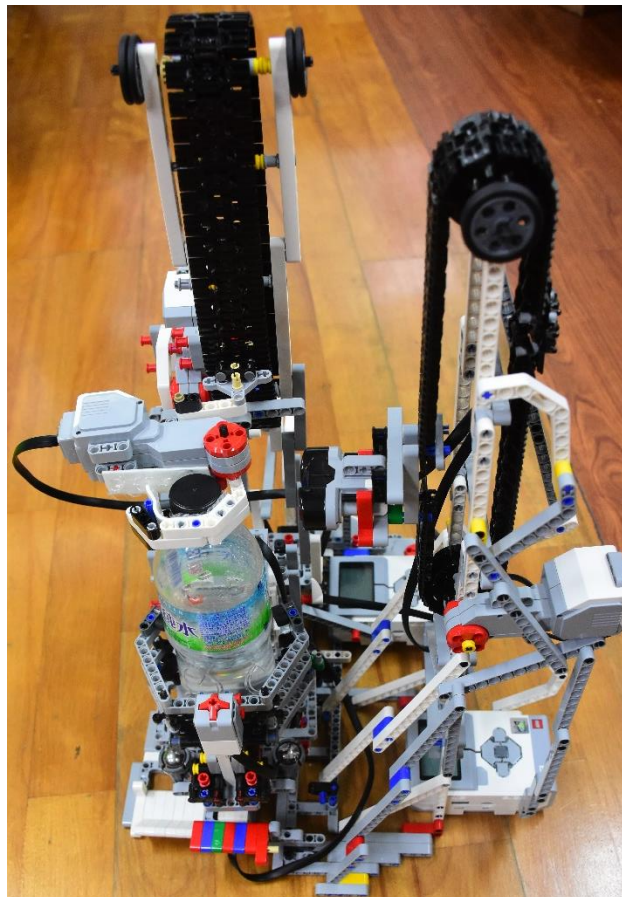
爪內側加上泡棉膠再黏上空  
氣包裝袋夾爪

#### 四、實驗四:自動開瓶器裝置

580ml 水瓶放上旋轉底盤後，按下旋轉底盤上的觸碰開關，夾爪就會夾緊瓶子，再按下自動偵測裝置的觸碰感應器，程式會啟動超音波自動偵測裝置，控制瓶蓋夾爪自動降下並夾住瓶蓋，啟動旋轉底盤進行逆時針旋轉，將瓶蓋打開。



自動開瓶器裝置超音波自動感測



自動開瓶器裝置開始運作夾住瓶子

## 陸、討論

- 一、 在夾住瓶蓋的實驗過程中，瓶蓋夾爪內的塑膠墊片雖然是摩擦力最大的材質，但常會卡到瓶蓋並且毀損，導致無法順利夾住瓶蓋，經換成泡棉膠加氣泡袋後就解決這些問題了。
- 二、 超音波感測器可以有效地偵測到瓶蓋，但是它的原理為打出超音波碰到物體反射後再接收，偵測範圍是扇形，就較容易會有不一樣的誤差出現，若是有家用版的紅外線感測器，偵測部分應該可以更精準。
- 三、 實驗過程瓶子夾爪旋轉底盤在放上瓶子夾住之後，偶爾有晃動不穩，導致旋轉底盤脫齒狀態，經過上方重心調整與加裝底盤下平面支撐後就改善了。
- 四、 實驗過程可開啟已開過之礦水瓶蓋，卻無法開啟全新礦水瓶蓋，在與組員和老師初步討論研判，應該是旋轉底盤扭力不足，無法大於最大靜摩擦力導致，故組員建議應該再加底盤旋轉動力齒輪比扭力實驗，經實驗過後成功開啟瓶蓋。

## 柒、結論

- 一、 夾爪內加塑膠墊片或軟性材料可有效增加摩擦阻力，夾住瓶子或瓶蓋。
- 二、 自動開瓶裝置可有效利用超音波感測器偵測到瓶子，控制夾爪夾緊瓶子與瓶蓋，並運用 1:24 的高減速比傳遞較高扭力來旋開礦泉水的瓶蓋。

## 捌、參考資料

- 一、 機械設計－機構與機電整合設計\_徐業良\_Unit 2 傳動元件(中)\_9.蝸桿蝸齒輪、導螺桿滾珠螺桿。2019年3月25日，取自 youtube : <https://www.youtube.com/watch?v=n-7hCmT8xZE>。
- 二、 輕巧開瓶器。2020年9月16日，取自 youtube : <https://www.youtube.com/watch?v=g0NtzJiF5Z4>。
- 三、 樂高機器人創意寶典:181種絕妙新組合。五十川芳仁原著;曾吉弘譯。2016年。