

中華民國第 60 屆中小學科學展覽會

作品說明書

高級中等學校組 工程學(一)科

第三名

052307

自動撿蛋機

學校名稱：國立屏東高級工業職業學校

作者： 職三 許銘展 職三 楊皓宇	指導老師： 吳盈震
---------------------------------	------------------

關鍵詞：機械手臂、影像辨識、產業結合

摘要

自動化作業是目前科技發展的趨勢，本次研究旨在利用影像辨識與自動化機械完成高重複性的動作，並嘗試取代相對高成本的人力，對於日常生活中，在養蛋廠打工時，所遇到的工作內容與相關事務有進一步的改善與想法，透過此次科展將其深入了解、討論、研發、解決、最後完成實現。

壹、研究動機

此次科展中的其中一位成員，於暑假時曾前往養蛋廠打工，其工作內容為，撿起集蛋槽中的蛋，將其收集到推車中，並發現工作內容與性質大多為高重複性、低難度且不複雜的動作，故認為實現的可能性高，其中考慮到如何實現的一些條件：

- 一、成本
- 二、技術難度
- 三、程式複雜度
- 四、加工難度

貳、研究目的

針對於打工時的所見，完整的瞭解到撿蛋人員工作，對於撿蛋人員從頭到尾的每個動作，進行完全的機械化，取代所有動作。

若是整個產蛋部門都是自動化執行，可對於經營者減少很大部份的人力支出，且自動機械化的優點多於人力進行，如不須勞健保支出、不受勞基法規範、可 24 小時不間斷運作，無論範圍有多大，尤其在這正於自動化產業蓬勃發展的黃金時期，前景無量。

參、研究設備及器材

一、製作材料：

(一)控制器及核心：

1. 單板電腦 Raspberry Pi 4 Model B



圖 1. 單板電腦 Raspberry Pi 4 Model B

用途：處理影像辨識。

2. 微控制器 Arduino Mega 2560 R3 ATmega16U2

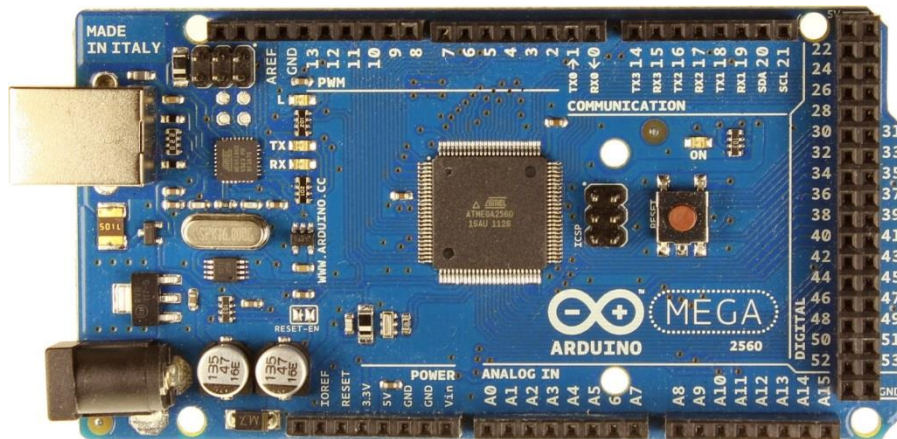


圖 2. 微控制器 Arduino Mega 2560 R3 ATmega16U2

用途：接收影像辨識結果、接收感測器訊號與控制馬達運轉。

3. CT-19 步進馬達驅動版

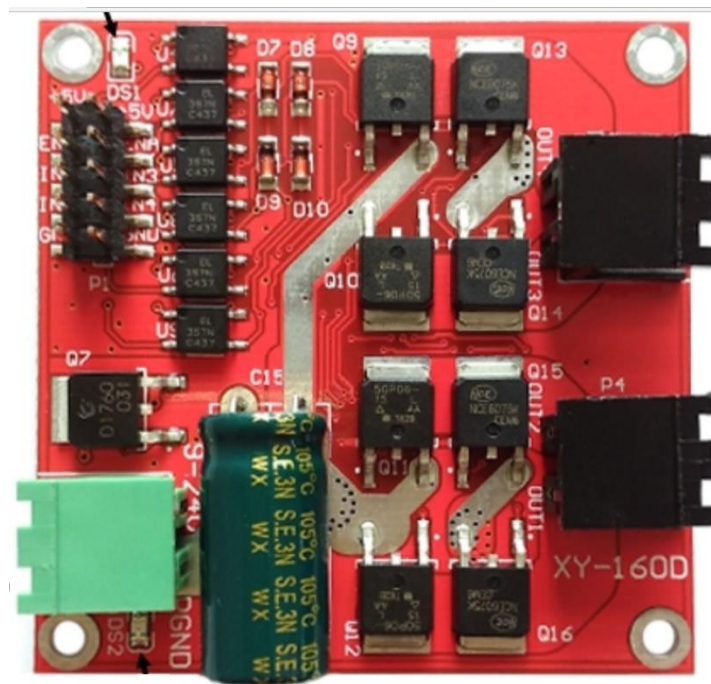


圖 3. CT-19 步進馬達驅動版

(1) 規格：

- 邏輯電壓：3~6.5V
- 驅動電壓：6.5~27V
- 單橋最大電流：7A
- 額定最大功率：160W
- PWM 調控範圍：0~10KHZ

(2)用途：

驅動兩相 57 步進馬達。

4. L298N H 橋馬達驅動模組

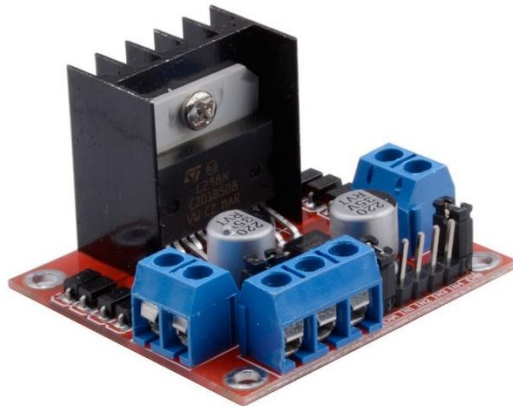


圖 4. L298N H 橋馬達驅動模組

(1) 規格：

- 邏輯電壓：5V
- 邏輯電流：0~36mA
- 驅動電壓：5~35V
- 單橋最大電流：2A
- 瞬間峰值電流：3A
- 額定最大功率：25W

(2)用途：

驅動混合式 42 步進馬達。

(二)攝影鏡頭：

1.C310 HD 網路攝影機



圖 5.攝影機

(1)規格：

- 最大解析：720p/30fps
- 焦距範圍：固定
- 鏡頭視角：60 度

(2)用途：

影像輸入至 Raspberry Pi。

(三)步進馬達：

1. 兩相 57 步進馬達(57HB82-401A)



圖 6.兩相 57 步進馬達(57HB82-401A)

(1)規格：

- 軸長：20mm
- 軸徑：D8
- 扭矩：2.5N.m
- 標準步距角：1.8°
- 相電流：4.0A
- 相電阻：0.81ohm
- 相電感：3mH
- 引線數：4

(2)用途：

機體的旋轉。

2.混合式 42 步進馬達 (42BYGH47)



圖 7. 混合式 42 步進馬達 (42BYGH47)

(1)規格：

- 軸長：20mm
- 軸徑：D5
- 扭矩：55N.cm
- 標準步距角：1.8°
- 相電流：1.7A
- 相電阻：1.65ohm
- 相電感：2.8mH
- 引線數目：4
- 轉子慣量：68g.cm²
- 步角距精度：±5%

(2)用途：

機體的平移與吊臂的升降。

(四)電源供應器：

1.工業用電源供應器(J6A27)



圖 8. 工業用電源供應器(J6A27)

(1)規格：

- 輸入電壓：110VAC/220VAC(47~63Hz)
- 輸出電壓：12V ($\pm 10\%$)
- 輸出電流：30A

(2)用途：

用於提供馬達、Arduino Mega 2560 R3 ATmega16U2 與其餘電路的電源。

(五)爪子：

1.夾娃娃機用爪子



圖 9.夾娃娃機用爪子

(1)規格：

- 爪寬 12cm
- 電壓 24V

(2)用途：

夾取雞蛋。

(六)機體：

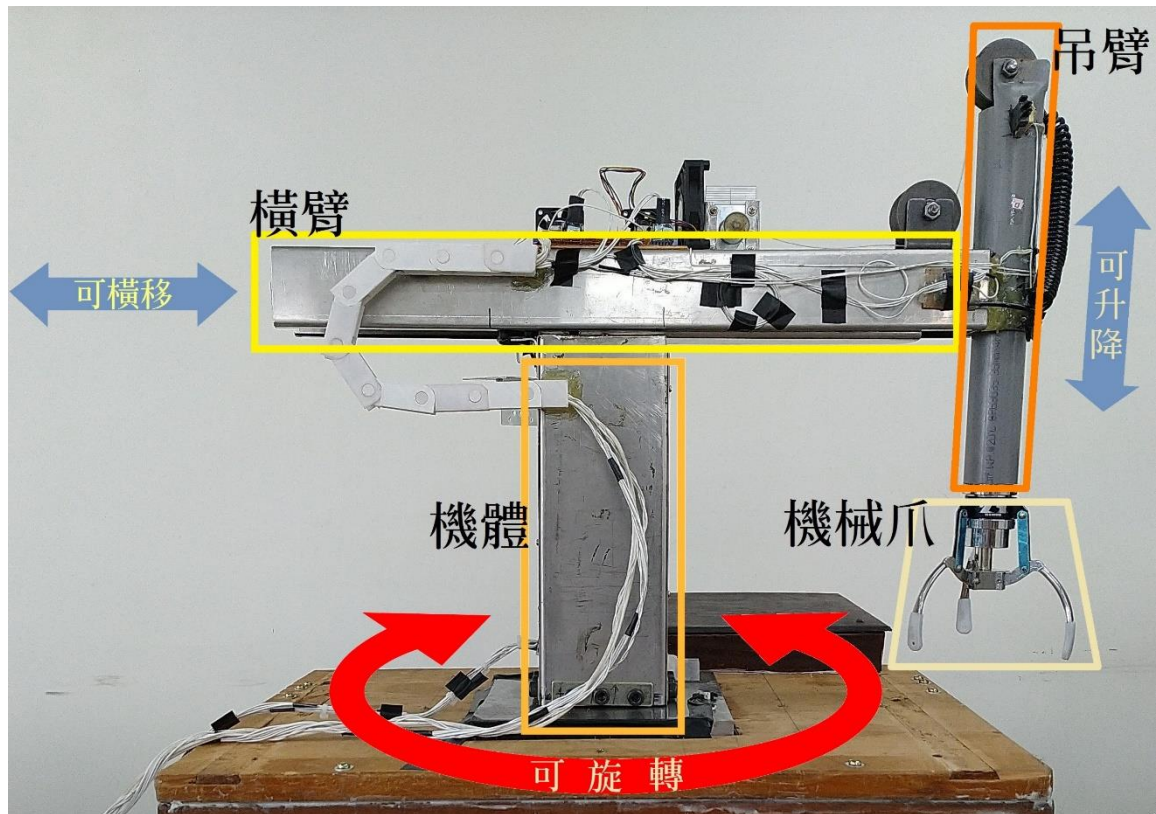


圖 10. 機體

1.材質：

- (1)不鏽鋼
- (2)塑膠
- (3)木頭

(七)風扇：



圖 11. 4.0×4.0cm 散熱風扇:

1.4.0×4.0cm 散熱風扇：

(1)規格：

電壓：12V

(2)用途：

用於升壓模組的散熱散熱。

(八)電子零件：

- 1.電阻
- 2.電晶體
- 3.萬用板
- 4.保險絲
- 5.LED
- 6.開關

(九)機體傳動與固定：

1. 2GT80 齒同步輪



圖 12. 2GT80 齒同步輪

(1)規格：

槽寬：7mm

總高：20mm

內徑：10mm

齒外徑：50.5mm

台階高度：9mm

台階外徑：30mm

(2)用途：

讓皮帶的動力傳達到機體的軸心。

2. 2GT20 齒同步輪



圖 13. 2GT20 齒同步輪

(1)規格：

槽寬：7mm

總高：16mm

台階：16mm

內徑：8mm

齒外徑：12mm

(2)用途：

轉動：傳輸馬達轉動力矩傳至皮帶帶動大齒同步帶輪

橫移：讓馬達的咬合皮帶進行平行移動

3. 2GT-500 同步時規皮帶

(1)規格：

周長：500mm

齒數：250 齒

(2)用途：

傳動皮帶輪的動力。

使用同步皮帶的優點：

- 無須施予皮帶張力，使馬達受徑向力較小。
- 不易滑脫，且傳動與轉速皆為固定比。
- 用於高轉速時不易過熱與快速磨耗。
- 相比普通皮帶可以驅動更大的負荷。
- 運轉時皮帶長度不會增長。

4.滾珠軸承



圖 14. 滾珠軸承

(1)規格：

外徑：72mm

內徑：55mm

高度：9mm

(2)用途：

穩固軸心的位置、承受軸心的徑向力。

5.止推軸承



圖 15.止推軸承

(1)規格：

外徑：78mm

上半部內徑：55mm

下半部內徑：57mm

高度：16mm

(2)用途：

承受機體的重量與軸心的軸向力。

(十)自行製作的部件：

1.訊號線與電源線固定裝置

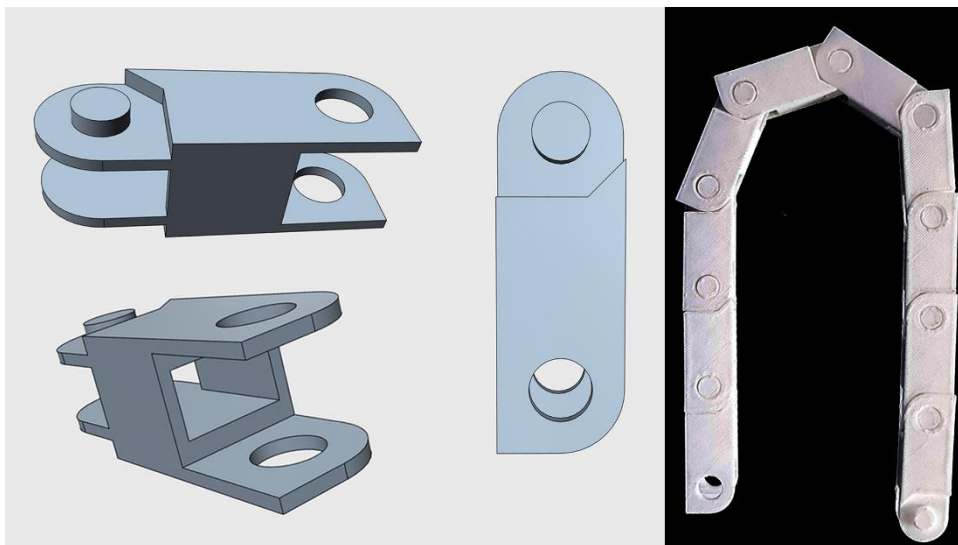


圖 16. 訊號線與電源線固定裝置

(1)製作方法：

使用 123D 進行繪製，利用 3D 列印機列印出物件。

(2)用途：

讓電源及訊號線不會因移動而被捲入。

2.軸心和軸承固定座

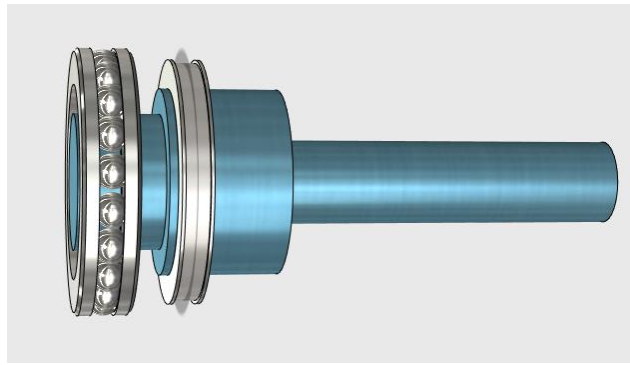


圖 17.軸心設計圖(金屬色部分為軸承)



圖 18.軸承固定裝置(剖面圖，金屬色部分為軸承)

(1)材質與製作過程：

材質選用了鋁材進行製作，因為我們本身並沒有機械加工的背景與技能，所以測量出止推軸承與滾珠軸承的內外徑及寬高後，進行 3D 建模，再將繪製好的設計圖交由機械科，進行工件的製作。

(2)用途：

馬達驅動皮帶帶動大同步輪，進而推動軸心進行機體的旋轉。

軸承固定座承受滾珠軸承、止推軸承的壓力並固定於木製底座。

二、測量用儀器：

(一)三用電表(萬用電表)

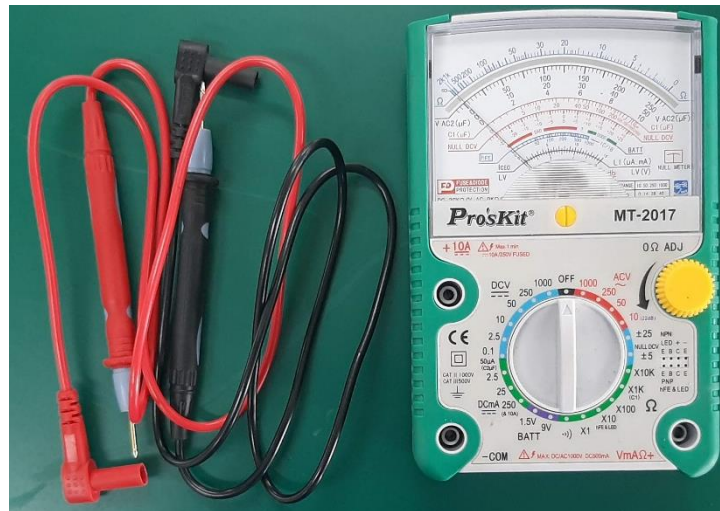


圖 19. 三用電表(萬用電表)

1.量測：

- (1)馬達消耗電流
- (2)焊接點的通斷
- (4)線材檢修

(二)示波器

1.量測：

- (1)Raspberry 的 Serial Port 的傳輸訊號。
- (2)Arduino 的馬達控制訊號。

肆、研究過程或方法

自兩年前開始製作機體硬體部分，於機體、橫臂、吊臂到爪子歷經了無數挫折失敗。經改良、更換材料與加強結構，最終完成整體機構使其成功運作。以下是團隊製作前期遇上的問題，以及其改良成功各部件的情況。

一、製作機體

(一)構想

大致討論機體架構之大致結構，團隊想了兩種結構，一種是像自動化組裝工業用機械手臂，另一種是類似市面上常見的夾娃娃機結構樣式。經討論與統整來觀察兩種結構，發現若使用機械手臂的結構，需較高瓦數的馬達且設計較為不易，故參考夾娃娃機的結構來進行設計，骨架採用不鏽鋼進行支撐，原因是不鏽鋼的材質較為堅固且不易鏽蝕。

此設計的優缺點：

1.優點：

(1)簡化控制的複雜度。

2.缺點：

(1)機體必須是較輕的材質，以降低功率消耗。

(2)旋轉部件馬達需要長時間通電。

(3)對於使用場地有較大的需求。

(二)硬體製作過程

1.骨架組裝：

骨架製作時，發現部分不鏽鋼組件無法使用螺絲鎖固，所以採用焊接固定。

但於之後的製作過程遇上一些問題，像是重新調整馬達時，須彎折焊接處的金屬結構，導致焊點有部分毀損。

2.夾子選取：

骨架組裝完成後，下一步規劃要設計夾取目標物的方法。

一開始團隊討論與試用數種方法：

- (1)以湯匙進行撈取。
- (2)3D 建模設計的夾取部件。
- (3)夾娃娃機臺中的機械爪。

上述幾種方法中，以 3D 建模列印出的成品結構難以契合馬達，但若就此捨棄現有的馬達，不符時間與成本效益；若使用湯匙進行撈取，經實際測試，發現完全無法達到預期的功能；至於夾娃娃機臺中的機械爪，看來是本計畫中最適合拾取目標物的方案。

後續在使用夾娃娃機的爪子上，也遇到了些問題。因爪子的設計是採用電磁鐵控制，若要到達足夠的抓取力道，所需的電流與電壓就會較高，故長時間通電將使控制器與爪子產生大量廢熱。

不過現已改善此問題，爪子需要的電壓是 24V，過去所實現的方法是以串聯兩個 12V 來形成 24V，後改為以升壓模組將 12V 升至 24V，並透過脈衝寬度調變技術(PWM)來進一步的控制力道與功率，成功減少廢熱與力道控制不均的缺點。

3. 橫臂的移動：

對於橫臂的移動控制，是靠內藏於機體的兩顆步進馬達所帶動的皮帶輪與同步皮帶所實現。

於製作完成後的成品試驗中出現了問題，機體內部的兩顆馬達因位置有偏移，導致齒輪毀損。事後又重新拆除已固定的兩顆馬達進行皮帶輪的修復。對於發現問題並針對問題進行處理與修復後，徒然的浪費了許多時間進行對進度沒有助益的事件，使得日後在處理工作上有了更加謹慎的一顆心。

4.意外：

整個計畫中還有一件很大的事件發生，起因是因馬達本身所需的電流與電壓較高，導致 L298N H 橋模組發熱，處理方式是以散熱風扇進行降溫，並修改程式，將驅動馬達的 Enable 訊號直接以 PWM 來進行控制減少其 Duty-Cycle 降低工作週期以達節能與減少廢熱的情形。

5.改善馬達的發熱：

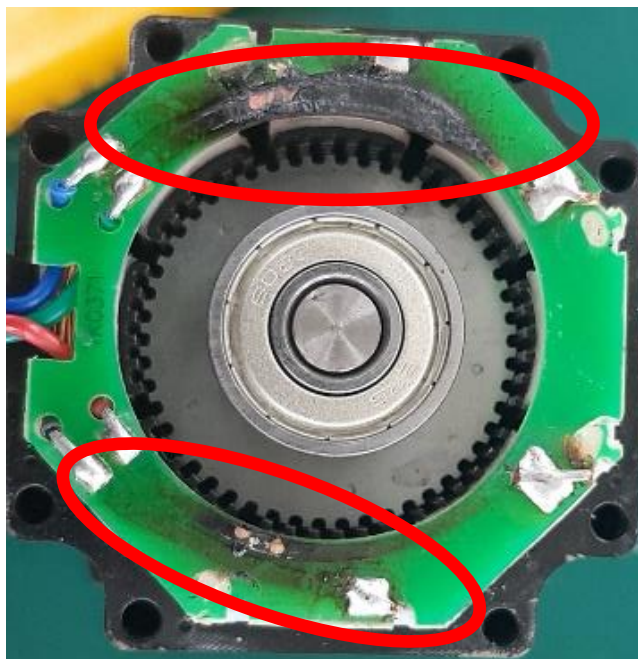


圖 20.碳化的電路板(紅圈處)

前面提到馬達控制板與馬達本身發熱的問題，利用散熱片與風扇的方式進行排熱，實際效果也不錯，並沒有馬達再燒毀。過去曾因為控制不當，導致過熱，讓馬達內部的電路板有碳化的現象，最後拆開馬達，自製一片相同的電路板，所幸成功修復了馬達。

相較於現在的橫臂，前一版的橫臂比現在的長度多了兩倍以上，會大幅縮減橫臂長度是因為機體下方的馬達，力矩不足以穩定的帶動機體旋轉，而減少長度後，由於力矩減小，可以穩定的帶動整個機體旋轉。

6. 升降部分遇到的問題：

因為馬達負載超重導致產生過多的廢熱。

(1)討論解決方法：

把升降部分的機體材質改為塑膠 PVC 管。

(2)嘗試解決方法後：

由於負責吊臂升降的馬達扭力不足，過載消耗過大功率。吊臂的材質由原本的不鏽鋼替換成 PVC 塑膠管，替換後負責吊臂升降的馬達回復正常運轉，減少廢熱及過大的功率，也移除了排熱的風扇。

7.減少消耗功率：

(1)討論解決方法：

- 減少機體重量。
- 增加齒輪或皮帶輪。

(2)嘗試解決方法：

縮減長度與改變控制結構後，馬達本身的功率下降許多，與控制角度由原本的 0.9 度變為 0.225 度。

在量測總體運作電流過程中發現馬達所消耗的功率過高，改善的方法有減少電壓或者是減少電流兩種方法，但因所使用的電源以固定，且如果減少電壓將使瞬間的力矩變小，將導致機體無法順利地運轉，所以選取了減少電流的方法，與試圖降低馬達本身的負荷與長時間輸出的功率。

關於降低重量的方法是，修改工程圖，縮減工件尺寸，再將原本鐵製的軸承固定座，改為鋁材，因鋁與鐵的密度比大約是 1：2.9，於軸心與固定座可以直接減少約 2/3 的重量，使運作電流降低不少。

硬體方面的旋轉機構，由直接驅動改為用時規皮帶與皮帶輪來進行帶動。因為馬達皮帶輪比軸心皮帶輪還要小，形成減速機構，使馬達的負下降了許多，且較原本直接將馬達軸心鎖固至機體軸心，對馬達軸心施加的徑向力也更小，很大程度的改善馬達的磨耗。

皮帶輪構成的減速機構，減速比達到了 1：4，旋轉機構的轉動角精確度因此提升，由原先步進馬達轉動四百步軸心轉一圈，變為步進馬達轉動一千六百步軸心才轉一圈，也使機體本身運轉更為穩定，改善因為轉動而使機體產生的震動。

8.影像辨識：

影像辨識方面起初以輪廓的判斷進行辨識，需要實時運算，所以耗費較大的效能與時間，影像單純只判斷是否為圓形，如果條件參數設定寬鬆，會因為背景或反光而誤判；反之如果參數太嚴格，就很容易抓不到辨識的物體。

在經過參數調整與測試，發現上述方法的辨識成功率不高，於是決定採用樣本訓練產生的影像分類模型，使用此方法可以鎖定樣本的特徵來辨識，不需

要加入額外參數，且因前期的模型訓練過程先進行大量運算，辨識時只要比對特徵值，所以辨識的速度較為快速，也減少了很多誤判。

關於模型訓練，因為初始的正樣本數量不夠多，導致在訓練過程中無法跑完，而浪費了大量的時間，不過在拍攝大量正樣本後就改善了，但訓練的時間也增加了許多。

(三)軟體製作過程

1.Arduino 控制步進馬達：

採取的方法是八步循環，而不是兩相四步循環或單相四步循環的原因：

(1)優點：

控制較為精細，因為一圈的步數可以較多：兩相四步循環與單相四步循環轉一圈都是兩百步，改為八步循環控制會把步數增加到四百步。使控制更為精密，也使馬達旋轉較為順暢，因為每步的距離可以較小，且要達到同樣的轉速，八步循環的發熱量較兩相四步循環或單相四步循環低，因為線圈切換速度較快，所以不容易因為長時間通電而造成線圈短路發熱。

(2)缺點：

馬達的運轉較為不穩定，因為在同樣的時間轉一圈時八步循環切換的速度需要較高，所以在同一個位置停留時間較短，會使扭力減小。馬達本身的設計是給單相四步循環來控制的，不過單相四步循環的扭力較八步循環小，因為每次切換都將只有一組線圈通電，八步循環則是一組和兩組線圈交替，至於力的大小則是因為兩相四步循環採用的是每次切換皆為兩組線圈，所以力較高，但因為通電的線圈更多，所消耗的功率會更高。

2.Arduino 馬達 PWM 控制：

用 PWM 控制，可以用更高的電壓驅動馬達，降低線圈的 Duty-Cycle，且因為馬達是線圈的關係，所以每次通電瞬間的阻抗會較高，而 PWM 可以在短時間內改變電壓，只讓啟動瞬間和運轉時扭力更大，降低平均功率與發熱。

3.RaspberryPi 的影像辨識：

由原本使用輪廓來辨識，改為使用影像模型。

(1)優點：

由於使用預先訓練好的樣本特徵，只需比對是否符合模型特徵，相較使用輪廓判斷，減少所需效能，且精準度較高。

(2)缺點：

需花費大量時間、精力拍攝影像樣本、訓練影像模型，且訓練時將耗費高度的運算資源、效能。

伍、研究結果

一、作品功能

(一)機體移動

平移部件使用同步皮帶與皮帶輪傳動，不易滑脫，所以移動精準。且由於是平行移動，無須承受重力，只需克服移動時摩擦力，所消耗功率為移動部件中最低。

升降部件的控制是使用棉線與馬達本身的軸所黏合，在控制精準度方面較低，與升降的施力方向是平行的，所以在消耗功率較高。

旋轉部件因為轉動的是整個機體，故需要消耗較高的功率，所消耗功率為整體移動部件最高。

(二)影像辨識

使用 OpenCV 進行影像模型的訓練後，將模型與 OpenCV 載入 Python 進行影像辨識，此方法的判別速度與正確性皆優於以輪廓判別。

初期試驗時雖因影像樣本數不足，精準度容易受光線反射影響，透過程式修改及樣本的增加，已改善反光時的誤判。

實際定位的方式利用攝影機影像的 X、Y 軸，轉換為機械臂對應的座標，來達到影像辨識結合機械臂移動定位的效果。

二、未來的改善

(一)攝影機加裝伺服馬達

使攝影機的固定裝置在移動時縮小，在拍攝時伸長到指定的位置進行拍攝，能降低機體轉動時會出現意外的機率。

(二) 爪子加裝 3D 列印防護網

使爪子更好夾取雞蛋，並且讓雞蛋從夾子中間的縫隙掉落的可能性降低。

(三) 回饋機制

1. 雞蛋夾破

增加濕度感測器，並使用陣列掃描的方式，來偵測是哪個區塊的雞蛋破損，並將破損的位置回傳至 Raspberry Pi。

2. 電力不足

使用 Arduino 讀取電阻分壓判別電源目前的電力，並將電力狀態傳給 Raspberry Pi。

(四) 架設網站

使用 Raspberry Pi 架設網站，並將雞蛋破損的狀況、電力的狀態、機體的運作狀況傳送至網站上，並增加雞蛋大量破損時的警告，來通知工作人員進行維修。

陸、討論

一、混合式 57 步進馬達發熱量較大：

(一) 原因：

使用錯誤的控制方法，導致馬達同一線圈通電時間太長造成線圈短路、發熱。

(二) 其餘解決方法：

1. 將長度縮小。
2. 增加皮帶輪。
3. 將固定座換作鋁材。

(三) 否決使用鋁製機身原因：

1. 價格比不鏽鋼貴。
2. 需要重新製作機體，將會浪費大量時間。

二、單純使用 Raspberry Pi 控制：

(一) 優點：

1. 可以減少一個 Arduino 控制板。

2.整合度較高。

(二)不使用原因：

1.樹莓派的 IO port 不足。

2.未來無法擴充。

柒、結論

對於本件作品之優勢，我們認為，大多數蛋廠的環境都可適用本機具，與低成本的優勢。

若蛋廠欲將集蛋動作自動化，恐需投入大量資金與時間，需數年時間才可回本，恐使自動化這功能不吸引人，蛋廠經營者將不大有意願裝設，但本作品只須一台此裝置，雖效率不大比得上市面上現有的類似產品，但仍可有相類的功能與能力，來進行與完成整座蛋廠的撿蛋工作。

捌、參考資料及其他

【摘要及資料庫資料】

維基百科·(2019 年 3 月 29 日)，取自

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%AD%A5%E9%80%B2%E9%A6%AC%E9%81%94>

【摘要及資料庫資料】

維基百科·(2019 年 3 月 29 日)，取自 <https://zh.wikipedia.org/wiki/OpenCV>

【一本書】

趙英傑 (2016)·*超圖解 Arduino 互動設計入門* (第三版)。臺北市：旗標。

【評語】 052307

1. 本次研究旨在利用影像辨識與自動化機械完成高重複性的動作並嘗試取代相對高成本的人力，值得鼓勵！
2. 撿蛋的場景應明確定義和應用情境的連結可以加強。養雞場的蛋槽外形一般為長直條，設計的機器能沿著蛋槽方向移動方可取到更多的蛋。目前最下方的轉動自由度（第一個自由度）可評估改為直線移動自由度。第二個自由度在垂直於蛋槽方向運作。如此配置之機器即可以拿取蛋槽內的蛋，並不需要額外增加驅動自由度。
3. 承接項目 2 之說明，影像系統可以裝在第二自由度上，隨第一自由度移動，逐步偵測蛋槽內的蛋並夾取起來。
4. 以目前夾爪的設計，是否可以抓取任意轉動姿態的蛋？若不行，則需要增加自由度來調整夾爪和蛋之間的相對轉動姿態。或者，應評估應將夾爪上導入軟性材質，提供順應性和夾取穩定性，也可同步降低夾爪驅動馬達力控制的需求，避免夾破蛋。
5. 撿蛋的效率應明確定義，機器需先判斷位置，每次只撿一顆。
6. 撿蛋失效，如掉落或放置破損，與夾取機制有關，可進一步加強作探討。

摘要

自動化作業是目前科技發展的趨勢，本次研究旨在利用影像辨識與自動化機械完成高重複性的動作，並嘗試取代相對高成本的人力，對於日常生活中，在養雞場打工時，所遇到的工作內容與相關事務有進一步的改善與想法，透過此次科展將其深入了解、討論、研發、解決、最後完成實現。

研究動機

團隊中的一位成員，曾於暑假時前往蛋場打工，其工作內容為，拾起集蛋槽中的蛋，集中到手推車裡即畢。工作內容與性質大多高重複性、低難度且不複雜的動作，並認為製作過程與實現的可能性高，考慮到對於我們的一些條件：

- 製作成本
- 技術難度
- 程式困難度
- 加工難度

研究目的

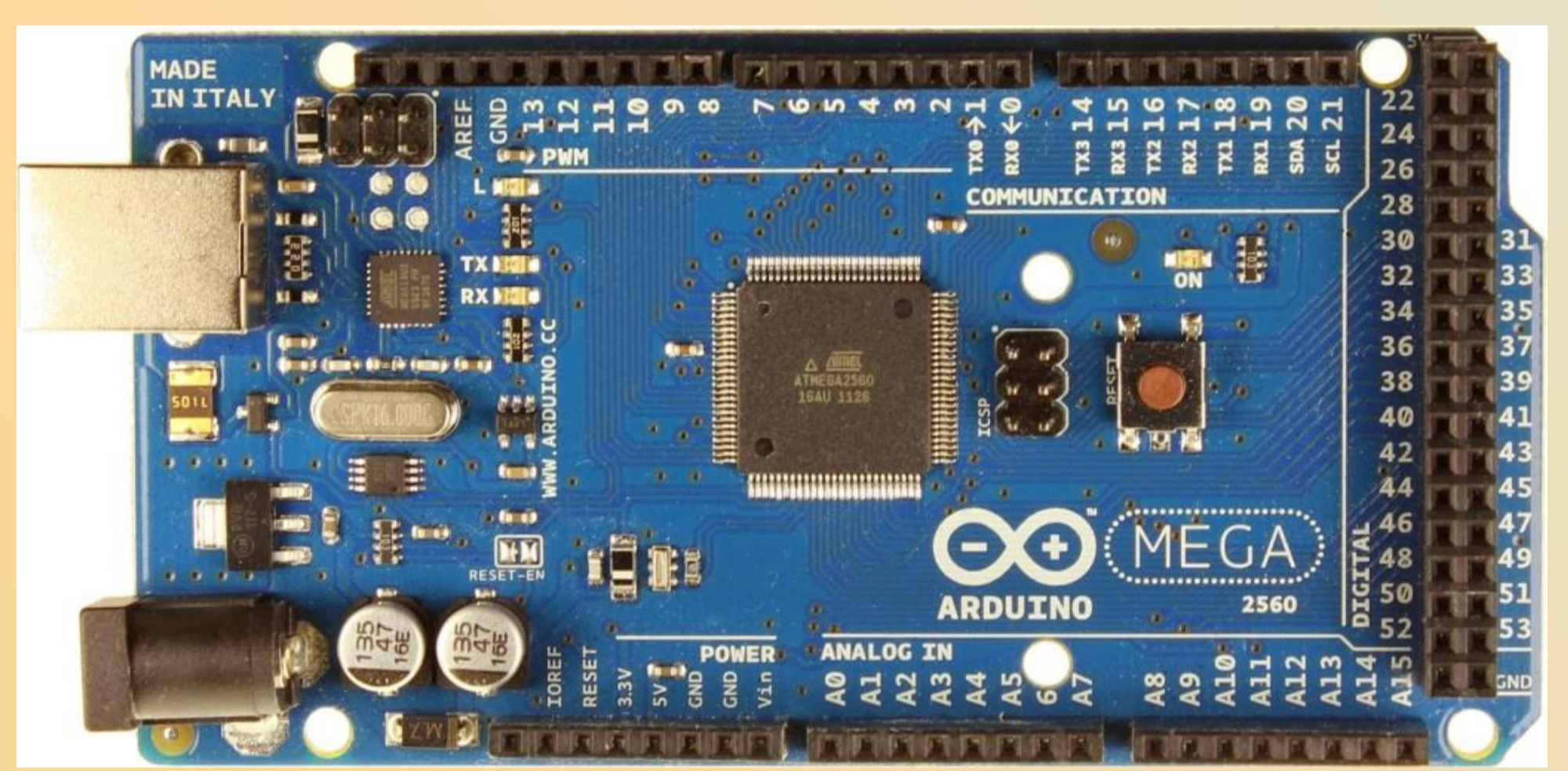
針對於打工時的所見，完整的瞭解到撿蛋人員工作，對於撿蛋人員從頭到尾的每個動作，進行完全的機械化，取代所有動作。

若是整個產蛋部門都是自動化執行，可對於經營者減少很大部份的人力支出，且自動機械化的優點多於人力進行，如不須勞健保支出、不受勞基法規範、可24小時不間斷運作，無論範圍有多大，尤其在這正於自動化產業蓬勃發展的黃金時期，前景無量。

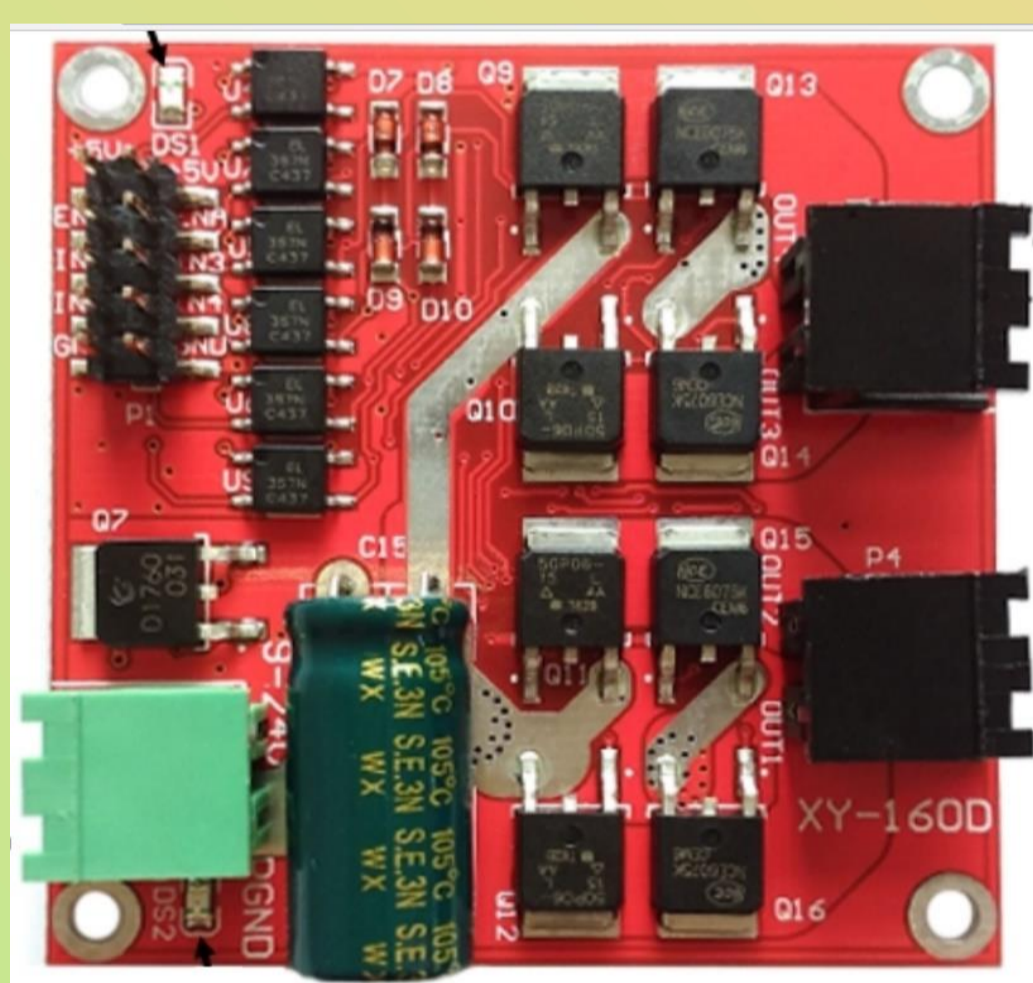
研究設備與器材



單板電腦(SBC):
Raspberry Pi 4 Model B



微控制器:
Arduino MEGA 2560 R3



CT-19雙路步進
馬達驅動板



L298N H橋
馬達驅動模組



混合式42
步進馬達(42BYGH47)



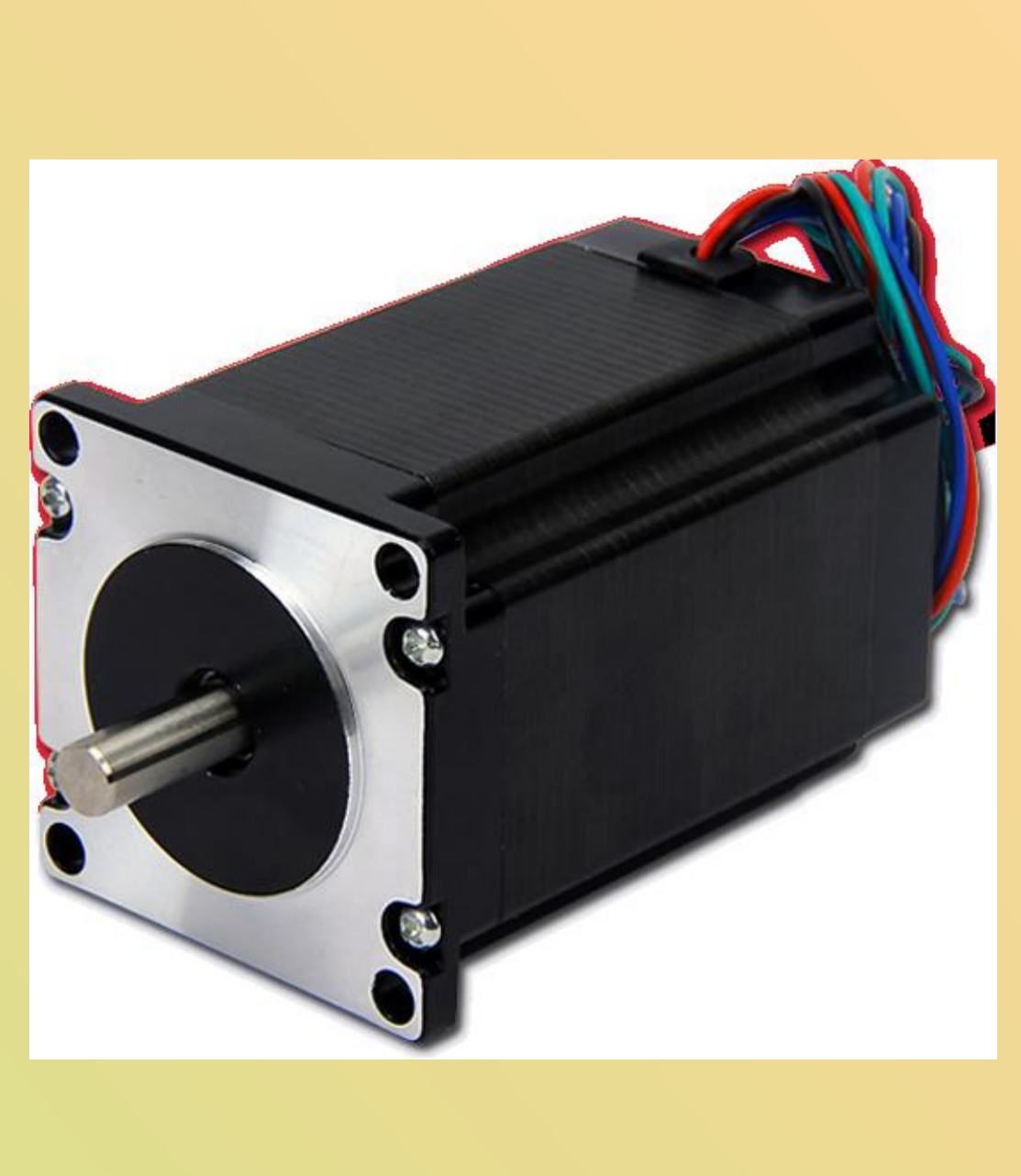
C310-HD
羅技網路攝影機



夾娃娃機用爪子



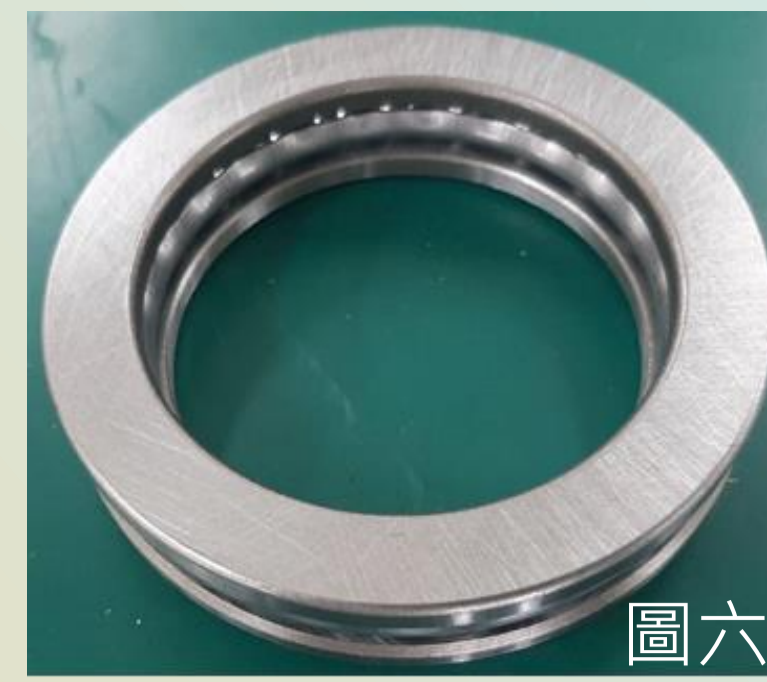
工業用(J6A27)
電源供應器



兩相57步進馬達
(57HB82-401A)



2GT
20齒同步輪(圖一)



止推軸承(圖六)



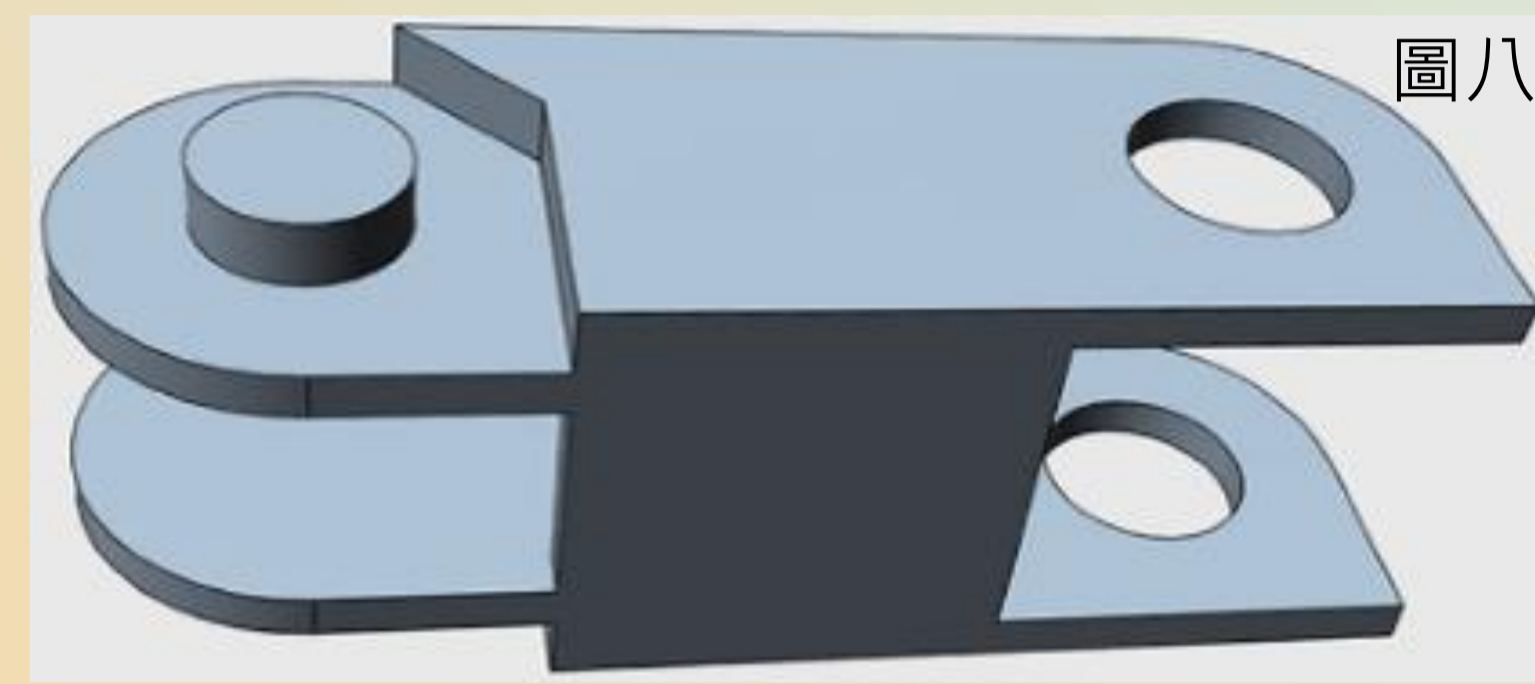
2GT 20齒同步輪(圖二)



軸心
剖面圖(圖七)



線與材固定裝置
(圖三)



固定裝置
3D圖(圖八)



2GT80齒同步輪(圖四)



軸心固定裝置
剖面圖(圖七)

研究過程

(一)構想

大致討論機體架構之大致結構，團隊提出了兩種結構，一種是像自動化組裝的工業用機械手臂，另一種是類似市面上常見的夾娃娃機結構樣式。

經討論與統整來觀察兩種結構，發現若使用機械手臂的結構，需較高瓦數的馬達且設計較為不易，故參考夾娃娃機的結構來進行設計，骨架採用不鏽鋼進行支撐，原因是不鏽鋼的材質堅固且不易鏽蝕。

(二)機體製作

1. 骨架組裝：

在骨架製作的部分，因為部分不鏽鋼組件無法使用螺絲鎖固，以部分結構採用焊接固定。不過於製作的過程中遇上一些問題，像是須彎折焊接處的金屬結構部件，導致部分焊點受損。

2. 夾子選取：

規劃要拾取目標物的方法：

- (1)以湯匙進行撈取。
- (2)3D建模設計的夾取部件。
- (3)夾娃娃機臺中的機械爪。

3. 橫臂的移動：

對於橫臂的移動控制，是靠內藏於機體的兩顆步進馬達所帶動的皮帶輪與同步皮帶所實現。

(三)軟體製作

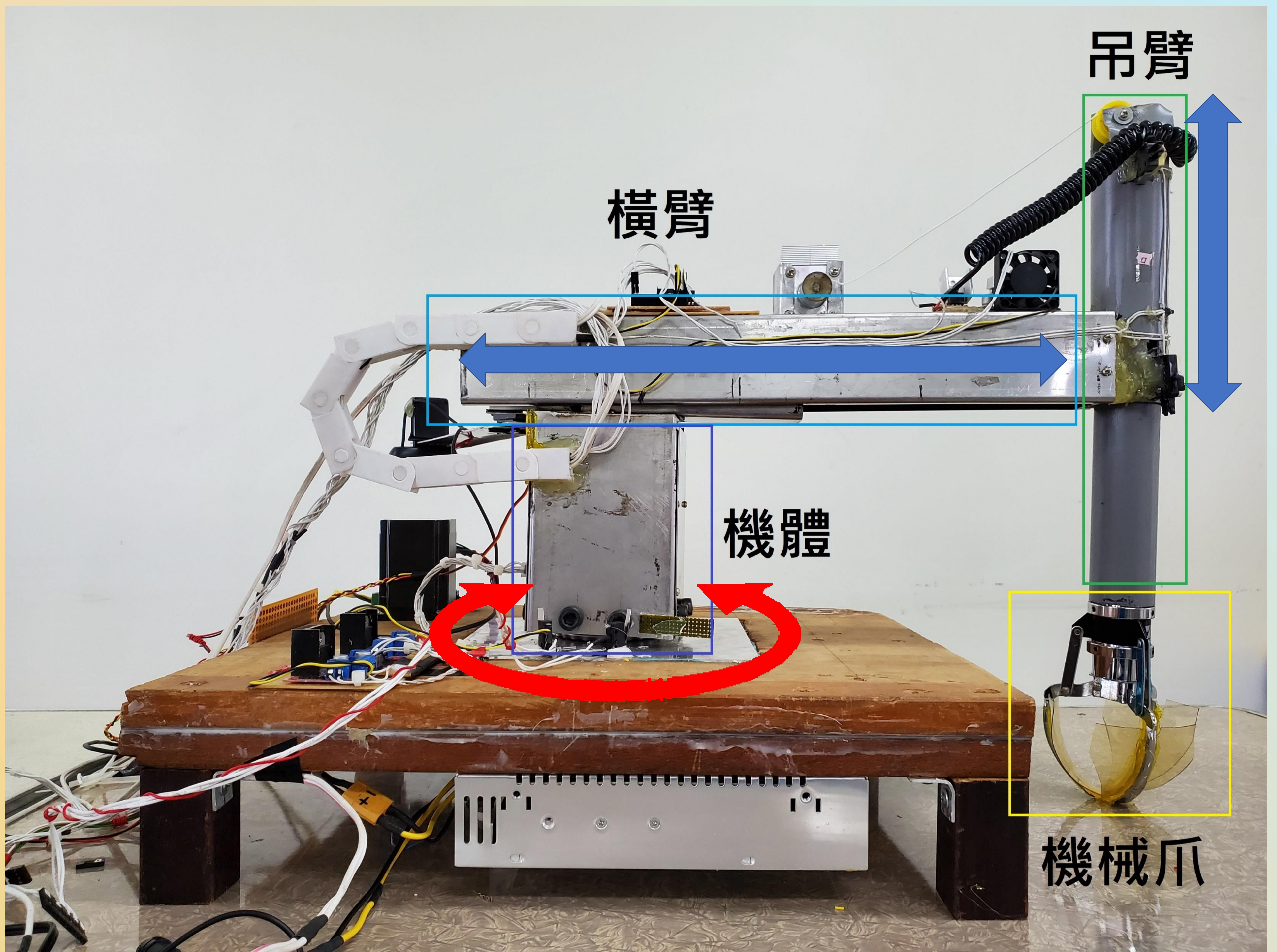
1. Arduino馬達PWM控制：

用PWM控制，可以用更高的電壓驅動馬達，降低線圈的Duty-Cycle，在短時間內改變電壓，讓啟動瞬間和運轉時扭力更大，降低平均功率與發熱。

2. 影像辨識

使用樣本訓練的方式來建立辨識模型，再以模型來進行判別，提高辨別速度。

整體機構標示



一、橫臂：

(一)功能：

- 用於平型移動

(二)使用材料：

- 混合式42步進馬達

三、機體：

(一)功能：

- 支撐
- 旋轉

(二)使用材料：

- 混合式57步進馬達
- 自製工件
- 軸承

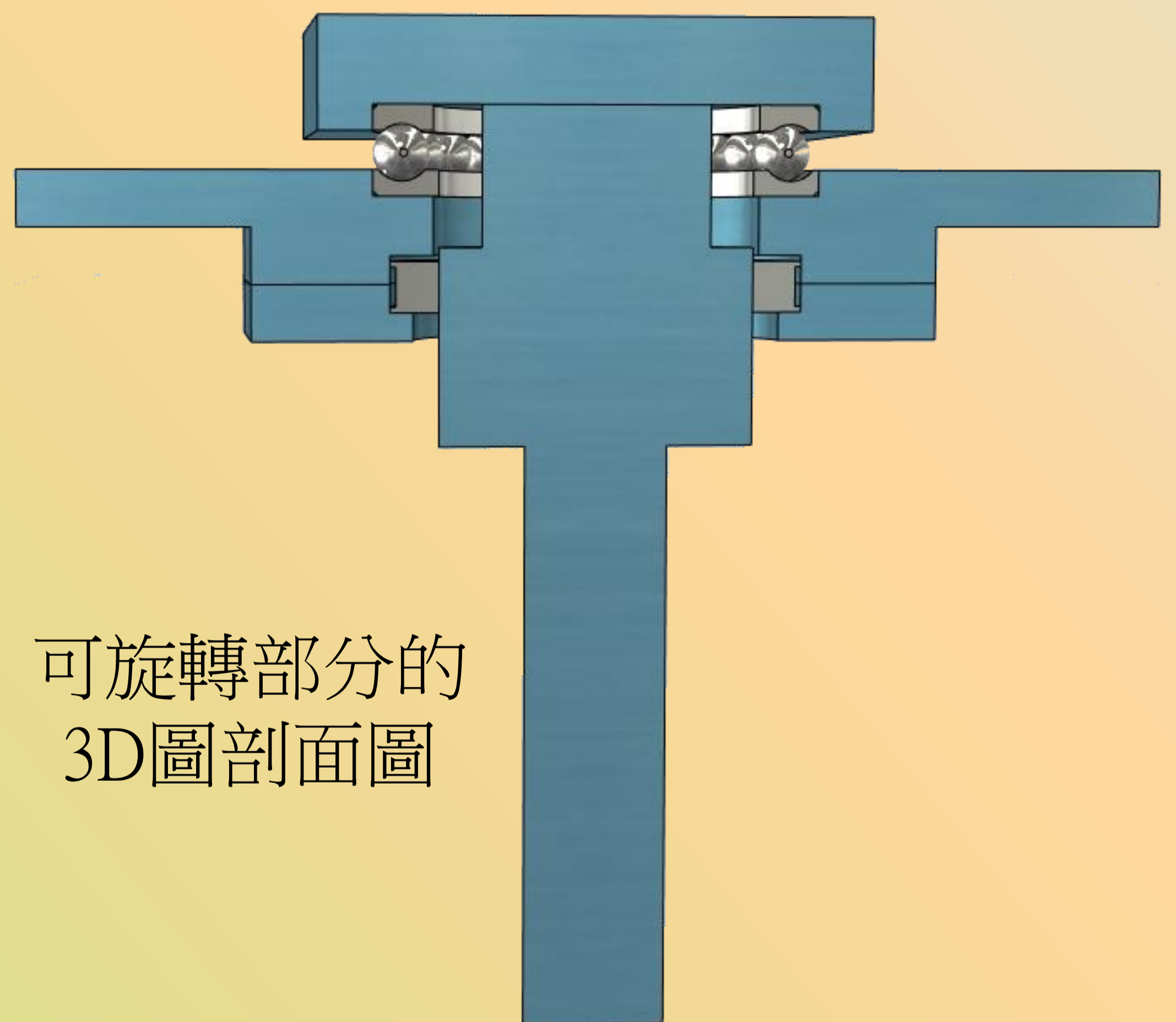
二、吊臂：

(一)功能：

- 垂直移動
- 夾取雞蛋

(二)使用材料：

- 混合式42步進馬達
- 滑輪
- 機械爪



結論

對於本件作品之優勢，我們認為，大多數蛋廠的環境都可適用本機具，尤其相較較為小巧且機動性高且低成本的優勢。

若蛋廠欲將集蛋動作自動化，恐需投入大量資金與時間，需數年時間才可回本，恐使自動化這功能不吸引人，雞場經營者將不大有意願裝設。但本作品只須一台此裝置，雖效率不大比得上市面上現有的類似產品，但仍有相類的功能與能力，來進行與完成整座雞場的撿蛋工作。