

臺北市立大安高級工業職業學校專題製作競賽
「專題組」作品說明書



群別：電機與電子群

作品名稱：Auto-folding

關鍵詞：單晶片控制、自動折衣、非刺激性消毒

目錄

壹、摘要.....	1
貳、研究動機.....	1
參、主題與課程之相關性或教學單元之說明.....	1
一、硬體製作.....	1
二、電路雕刻.....	2
三、程式撰寫.....	2
四、成品外觀.....	3
肆、研究方法.....	3
一、研究流程.....	3
(一)、研究步驟.....	3
(二)、操作步驟.....	4
二、使用材料及工具.....	7
(一)、零件介紹.....	7
(二)、機構原理.....	10
(三)、軟體介紹.....	10
伍、研究結果.....	13
一、折衣部分.....	13
二、輸送帶部分.....	13
三、消毒部分.....	14
(一)、自動步驟.....	14
(二)、手動步驟.....	14
(三)、防呆機制.....	14
陸、討論.....	14
一、馬達選用.....	14
二、硬體設計.....	14
三、馬達與折衣板間的連接.....	15
柒、結論.....	15
捌、參考資料及其他.....	16

表目錄

表 1 Arduino Mega 2560 規格	7
表 2 直流馬達正反轉控制模組 (L298N) 規格	8
表 3 2 路帶光耦繼電器模組規格.....	8
表 4 雙組交換式電源供應器規格.....	9
表 5 JGA25-370 直流減速馬達規格.....	9
表 6 飛利浦 T5 8W 殺菌燈管規格	9

圖目錄

圖 1 實體內部上視圖.....	2
圖 2 成品 3D 模型.....	2
圖 3 電路雕刻.....	2
圖 4 電路板實際成品.....	2
圖 5 Arduino 程式撰寫	3
圖 6 成品正面外觀.....	3
圖 7 成品背面外觀.....	3
圖 8 時間分配表.....	4
圖 9 研究步驟.....	4
圖 10 自動模式流程圖.....	5
圖 11 手動模式流程圖.....	6
圖 12 消毒燈和各指示燈流程圖.....	7
圖 13 Arduino Mega 2560	8
圖 14 L298N	8
圖 15 2 路帶光耦繼電器模組.....	8
圖 16 雙組交換式電源更應器.....	9
圖 17 JGA25-370 直流減速馬達.....	9
圖 18 JGA25-370 直流減速馬達.....	9
圖 19 飛利浦 T5 8W 殺菌燈管	10
圖 20 OnShape 3D logo.....	10
圖 21 OnShape 3D c 草圖繪製介面	10
圖 22 Arduino logo	11
圖 23 Arduino 程式撰寫畫面	11
圖 24 Altium Designer logo	11
圖 25 成品電路圖.....	11
圖 26 成品雕刻圖.....	11
圖 27 Autodesk Inventor logo.....	12
圖 28 Autodesk Inventor 檔案選擇介面.....	12
圖 29 Autodesk Inventor 草圖繪製介面.....	12
圖 30 RDWorks logo.....	12
圖 31 RDWorks 操作介面.....	13
圖 32 折衣區.....	13
圖 33 折衣板的防滑處理.....	13
圖 34 輸送帶.....	14
圖 35 支撐架的小巧思.....	14

【Auto-folding】

壹、摘要

近來新冠病毒的肆虐，人們對於衣物上沾染細菌與病毒的疑慮，都採以噴霧酒精及次氯酸水來消毒除菌。這樣的方式易造成衣物因為潮濕而沾染灰塵，也使得衣物的材質壽命簡短。在科技日益進步的時代，自動化的設備已在生活中佔有舉足輕重的角色。我們利用單晶片控制，完成一部能除菌、消毒的自動折衣機。

主要的成品功能有手動及自動模式，可依照使用者需求來進行一般衣物的消毒，藉由按鈕操作方式及 LED 狀態顯示功能，採以 UVC 紫外線燈管消毒衣物，這種非刺激性除菌，可減少對衣物的傷害。消毒後的衣物，經由自動化的折衣板及輸送帶送出，整齊的衣物就會出現在您眼前。

貳、研究動機

日常中，洗碗、洗衣服、折衣服是每天的例行公事。每當回到家中，一想到這些瑣碎的家務事等著自己，身心不免疲憊。在市面上時而所見的洗碗機和洗衣機很普及，但折衣機在居家生活的市場上甚為稀少，而且要折出整齊的衣服，對有些人來說比洗碗還困難。加上近疫情日益嚴重，人們相當恐懼將外面的病毒帶進家中，於是我們針對這些問題來發想呢？

以「自動折衣」和「除菌」作為我們的出發點，利用所學的專業知識，製作出簡單易懂的折衣機，放在家中，不管是男女老少都能操作，輕鬆折出整齊的衣服。除菌部分我們考慮到殘留的酒精會對嬰幼兒和毛小孩的眼睛和皮膚造成刺激，所以改用 UVC 紫外線燈管消毒，好讓家中成員能安心使用。

參、主題與課程之相關性或教學單元之說明

一、硬體製作

我們的機構較大，且內部會使用紫外線燈，無法使用透明的材料，所以我們選用木材來造成我們機構的主要結構，如圖 1。在切割木材時利用到我們高二實習課學到的雷射切割機來當作我們主要裁切。

我們在製作硬體時，使用螺絲來組合木材，在鑽孔時運用到高一考工業配線丙級證照時所學的鑽孔攻牙，雖然這次使用的是木螺絲，跟那時所用的螺絲不一樣，但有了之前的練習，也讓這次在製作專題硬體時更容易上手。另外，先用 3D 軟體來完成動態模型，如圖 2。

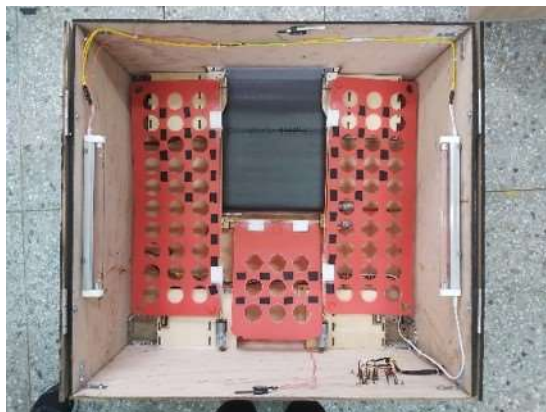


圖 1 實體內部上視圖

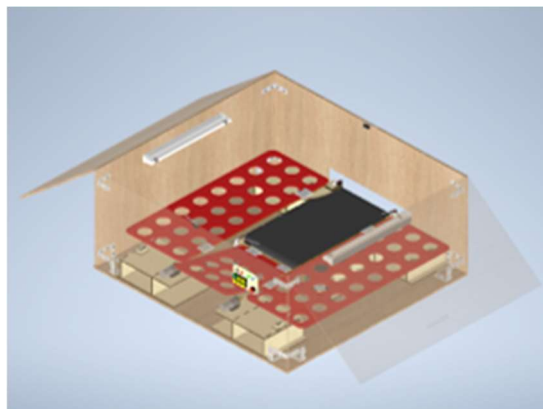


圖 2 3D 模型

二、 電路雕刻

在高一的基本電學實習和高二的數位邏輯實習我們都有學到如何在麵包板上接線，設計出我們需要的電路，但這樣低穩固性的結構，並不適合用於實際成品。

所以我們使用高三專題實作課程裡學到的 Altium Designer 來繪製電路板，在繪製電路板前，必須先把自己需要的元件和線路拉成電路圖，接著輸出成電路板，確認位置後就可以生成雕刻時所需要的鑽孔檔與成型檔，最後只要利用電路板雕刻機雕刻出電路板，如圖 3，並進行焊接，這樣不僅能減少接線錯誤的產生，還能讓電路面積減少許多，讓作品更完整，其電路板實際成品，如圖 4。

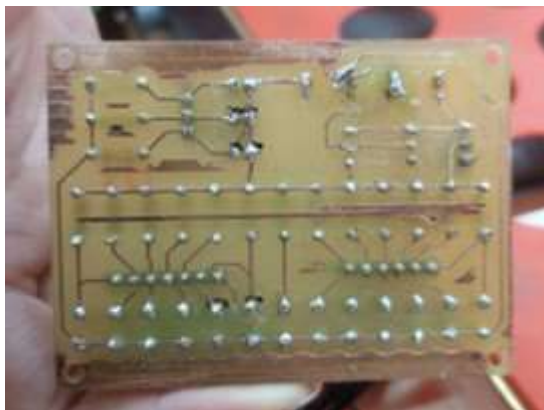


圖 3 電路雕刻



圖 4 電路板實際成品

三、程式撰寫

我們使用高二所學到的 Arduino 來撰寫程式，如圖 5，並使用輸出接腳多的 Mega2560 來作為我們的控制板，來連結按鈕和直流減速馬達控制 ic。



圖 5 Arduino 程式撰寫

四、成品外觀

我們這次所設計的折衣機由木製箱體構成，上方有兩片門板，可以藉由打開門板看到內部構造。並在前方木板上安裝了按鈕面板，由按鈕控制內部折衣板、輸送帶和消毒燈的動作。另外，在箱體後方有個輸送帶的輸出口，折完的衣服將由此出口送出，其外觀，如圖 6 及圖 7 所示。



圖 6 成品正面外觀



圖 7 成品背面外觀

肆、研究方法

一、研究流程

(一)、研究步驟

在六月中決定主題後，開始設計硬體並購買材料，分配每個人的工作，讓專題的每個部分都能同時進行，在每次的報告後，改進並且修改，使專題能依照時間分配表，如圖 8，在期限內順利完成。專題整

體的研究步驟，如下圖 9，依序完成。

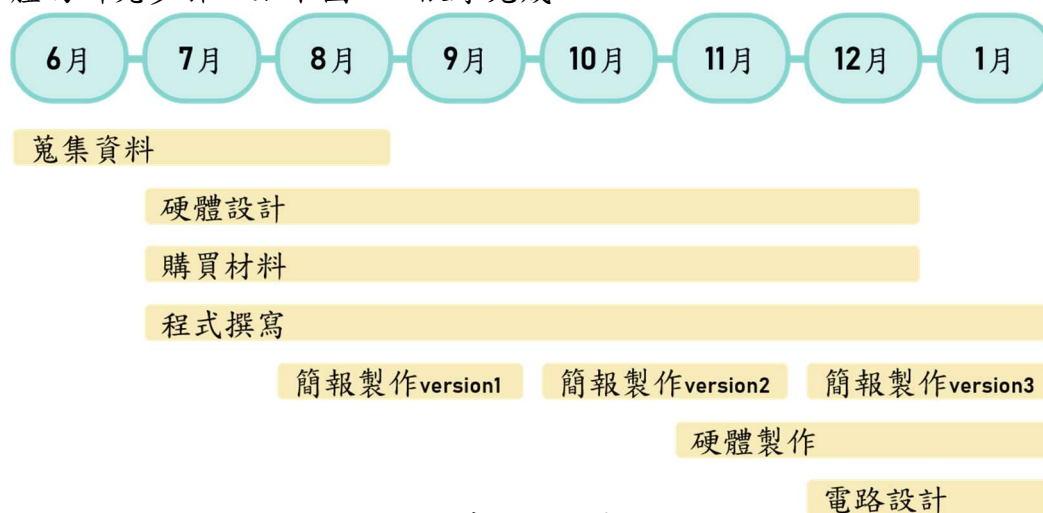


圖 8 時間分配表

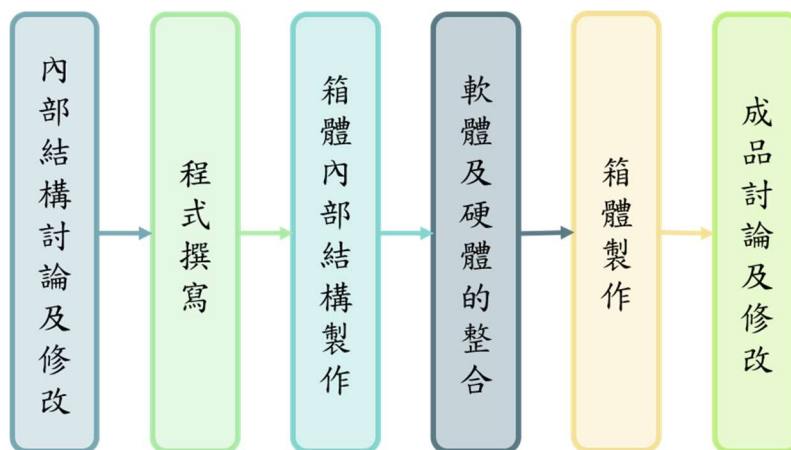


圖 9 研究步驟

(二)、操作步驟

1、選擇自動或手動模式

(1)選擇自動模式

自動模式，如圖 10 所示，在電源開啟時，折衣板都會先進行原始復歸動作，讓折衣板在正確的位置上。

當按下自動模式按鈕，折衣板就會依序動作，左板動作，待左板賦歸後右板動作，右板賦歸後換中間的板子動作，然後中間的板子賦歸。

折衣板動作完畢後輸送帶動作，把折好的衣服送出箱外。

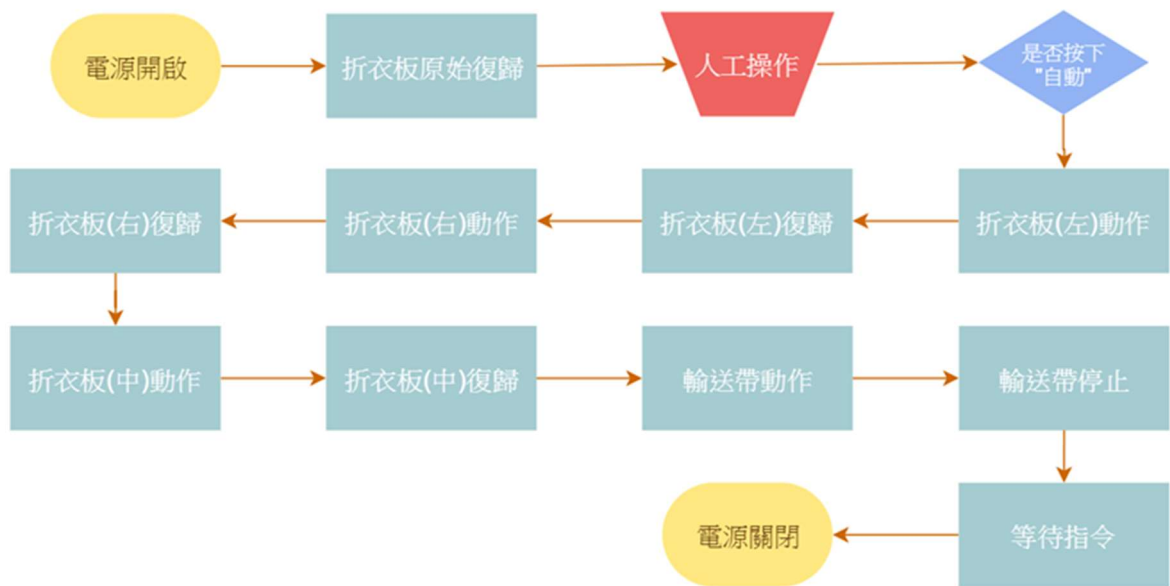


圖 10 自動模式流程圖

(2) 選擇手動模式

手動模式，如圖 11 所示，跟自動部分相同，在電源開啟時，折衣板會先進行原始賦歸動作。

但跟自動部分的差別是可以自行按下想要動作的折衣板，決定折衣的步驟和消毒的時機，如果動作都完成後就可以按下輸送帶的手動按鈕，讓折好的衣服送出箱體。

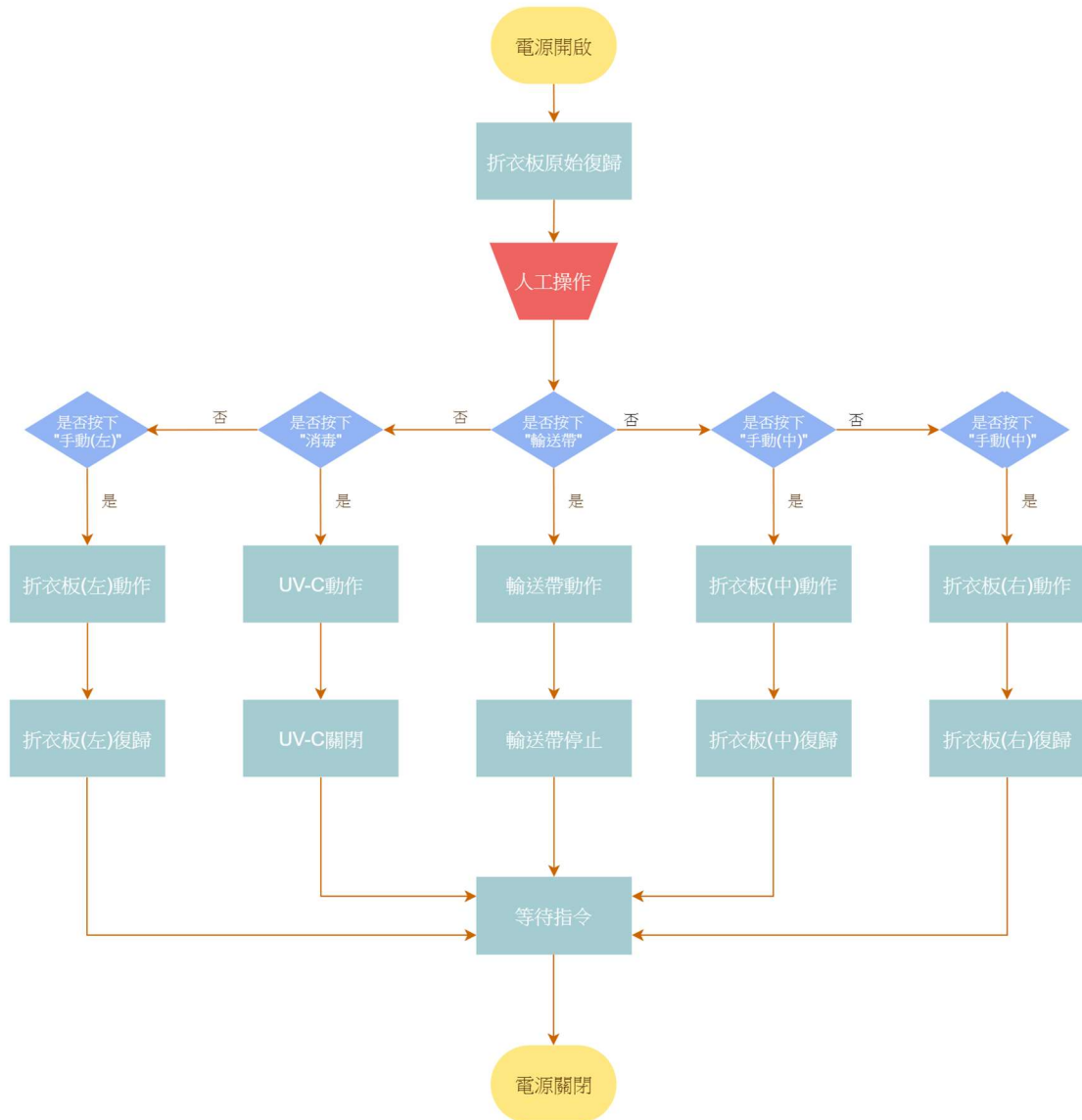


圖 11 手動模式流程圖

2、燈的動作

(1) 電源指示燈

裝置開啟期間電源指示燈會亮起，告知使用者裝置接電的狀況，如圖 12 所示。

(2) 運作指示燈

不論折衣板、運輸帶、紫外線消毒燈，只要任何一項功能動作，在這期間，運作指示燈會亮起，提醒使用者箱體內部正在運作中，如圖 12 所示。

(3) 紫外線消毒燈&消毒指示燈

當箱體上方的門板沒有關上時，紫外線消毒燈就不會開啟，避免紫外線傷害到人體。當門板關上後紫外線消毒燈才能正常運作。在消毒燈開啟時，消毒指示燈也會開啟，提醒使用者消毒燈正在運作中，如圖 12 所示。

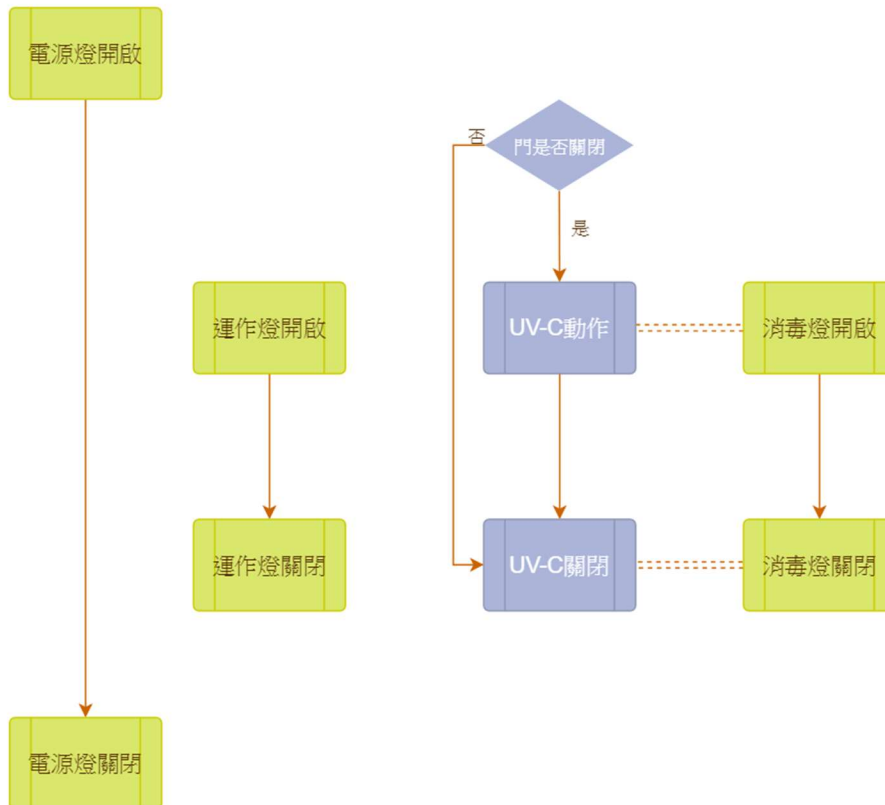


圖 12 消毒燈和各指示燈流程圖

二、使用材料及工具

(一)、零件介紹

1、Arduino Mega 2560

Arduino Mega2560 是一塊以 ATmega2560 為核心的微控制器開發版，利用 C 語言來編寫程式。具有 bootloader，因此能夠通過 USB 直接下載程式而不需經過其他外部燒入器。而有充足的接腳是我們主要選擇這塊控制板的原因。Arduino Mega2560 之規格如下表 1，外觀如圖 13：

表 1 Arduino Mega 2560 規格

工作電壓	5v
接腳數量	54 路(其中 15 路 可用於類比輸出)
時鐘頻率	16MHz
Flash(閃存)	256KB
重量	37g

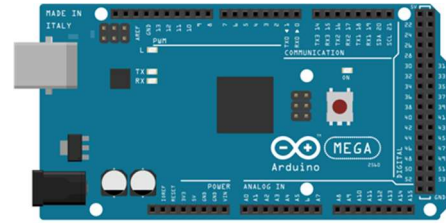


圖 13 Arduino Mega 2560

2、 直流馬達正反轉控制模組 (L298N)

L298N 是一種高電壓大電流的電機驅動芯片最高工作電壓可達 46V；持續工作電流為 2A，用來控制直流電動機和步進電動機，能驅動兩台直流馬達。 L298N 之規格如下表 2，外觀如圖 14：

表 2 直流馬達正反轉控制模組 (L298N)

驅動電壓	5V~35V
邏輯電壓	5V
驅動電流	2A
邏輯電流	0~36mA
最大功率	20W(溫度 T=75 °C)
重量	30g

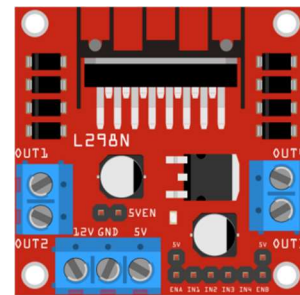


圖 14 L298N

3、 2 路帶光耦繼電器模組 (HLRM205)

HLRM205 是一顆光耦繼電器，是利用輸入信號來控制輸出的元件動作，經由我們 Arduino 版的。HLRM205 之外觀如圖 15，其規格如下表 3：



圖 15 2 路帶光耦繼電器模組

表 3 2 路帶光耦繼電器模組規格

工作電壓	DC5V
靜態電流	5mA
觸發低電壓	0~1.5V
觸發高電壓	4~5V
常開接口最大負載	交流 250V/10A 直流 30V/10A
繼電器數	2
尺寸(長*寬*高)	50.6*38.8*19.3mm

4、雙組交換式電源供應器

電源供應器主要功能是將標準交流電轉成低壓穩定的直流電。因為我們的馬達需要 12V 和 5V 的直流電，所以我們選擇雙組交換式電源供應器，以便提供兩種不同電壓。雙組交換式電源供應器之規格如下表 4，外觀如圖 16：

表 4 雙組交換式電源供應器規格

供應電壓	5V/12V
電源容量	66Wh
輸入電壓	110V
大小(長*寬*高)	129*98*38



圖 16 雙組交換式電源供應器

5、直流減速馬達 (JGA25-370)

利用 Mega2560 來控制折衣部分的直流減速馬達旋轉順序，讓衣物能順利折成我們想要的樣子，並使用輸送帶部分的直流減速馬達帶動輸送帶動作，衣物送出後完成。直流減速馬達器之規格如下表 5，外觀如圖 17 及圖 18：

表 5 JGA25-370 直流減速馬達規格

	折衣部分 JGA25-370	輸送帶部分 JGA25-370
工作電壓	12V	12V
轉速(rpm)	26	77
轉矩(kg/cm)	4.4	1.5



圖 17 JGA25-370 直流減速馬達



圖 18 JGA25-370 直流減速馬達

6、飛利浦 T5 8W 殺菌燈管 (PH040003)

消毒的輻射主要分為 UVA、UVB、UVC，其中為 UVC 的消毒效果是最好的，所以我們特別選用波長為 UVC 的燈管，讓使用者能安心的穿上衣物。但因消毒能力高，對人體的傷害也較為顯著，所以在編寫程式時也有應對的機制，避免使用者有安全上的疑慮。殺菌燈管之規格如下表 6，外觀如圖 19：

表 6 飛利浦 T5 8W 殺菌燈管規格

燈管功率	8W
類型	T5
UV-C radiation	1.8
紫外線燈管直徑	16mm
紫外線燈管長度	287mm
產地	波蘭



圖 19 飛利浦 T5 8W 殺菌燈管

(二)、機構原理

我們使用 L298N 簡化控制直流減速馬達的流程，並利用微動開關輔助轉向，折衣板壓到微動開關後馬達進行反轉，復歸後碰到定位用的微動開關後停止。

而繼電器控制輸送帶和消毒燈的或停或動。

(三)、軟體介紹

1、OnShape 3D

OnShape 是一個免費的線上軟體，如圖 20，使用瀏覽器便可訪問，不須另外下載，只需創辦帳號並登入即可使用。要想製作物件，要先選取一個平面來繪製草圖，如圖 21，透過繪製的草圖，將其擠出或切割來完成理想中的物件。



圖 20 OnShape 3D logo

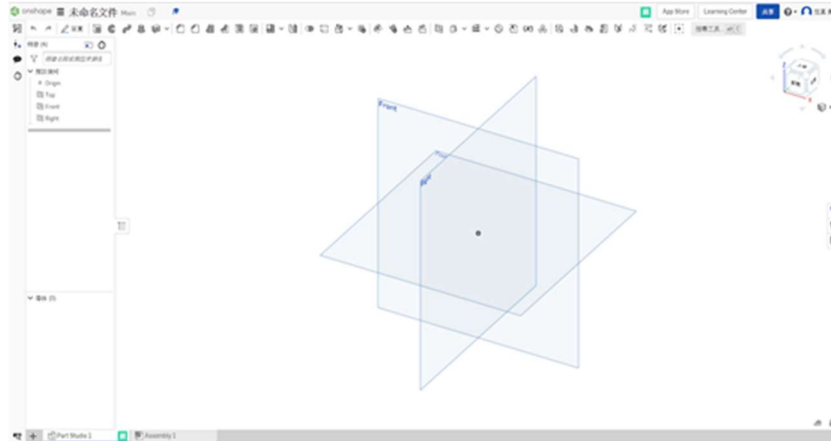


圖 21 OnShape 3D 草圖繪製介面

2、Arduino IDE

Arduino 是一個開源硬體平台，如圖 22。供給使用者創作可互動式的嵌入式專案。軟體編程使用與 C 語言和 C++相仿的程式語言，如圖 23，並整合多項常用功能，便利初學者學習。軟體便利性收穫的人心不在少數，因此目前由其他創作者編寫的函式庫也五光十色，使人人都能享受程式的樂趣。



圖 22 Arduino logo

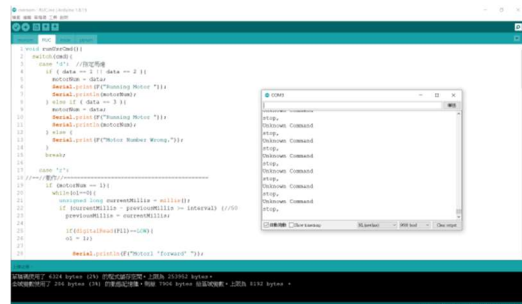


圖 23 Arduino 程式撰寫畫面

3、Altium Designer

Altium Designer 是原 Protel 軟體開發商推出，如圖 24，主要運行在 Windows 作業系統。這套軟體集成了電子產品 PCB 從概念到製造生產整個流程所需的所有工具。通過把原理圖設計、電路仿真，如圖 25。整合化 PCB 設計，如圖 26、自動佈線、設計輸出等技術，幫助設計者設計。



圖 24 Altium Designer logo

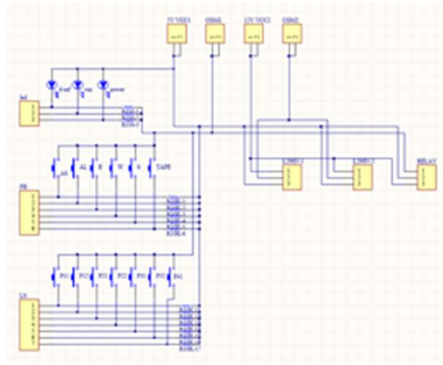


圖 25 成品電路圖

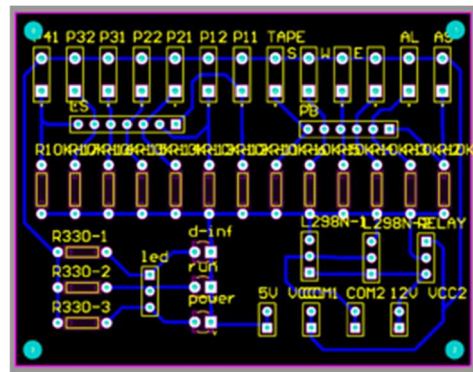


圖 26 成品雕刻圖

4、Autodesk Inventor

Autodesk Inventor 是一個實體模擬軟件，如圖 27 及圖 28，用來繪製 3D 機械設計並且可以實現簡單的動作模擬，創辦學生帳號並取得認證即可免費下載軟體。比起 OnShape，Inventor 的功能較完整齊全。繪製零件並將其組合完成最終機構模擬圖，如圖 29，再將模擬圖製作成動畫，並將其搭配報告呈現給聽眾，能讓聽眾更了解我們的實體機構。



圖 27 Autodesk Inventor logo

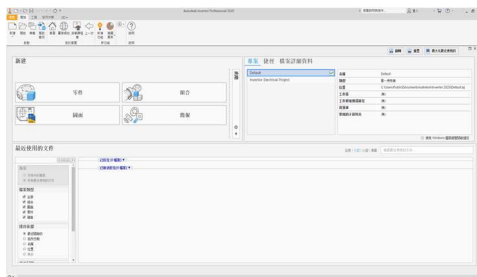


圖 28 Autodesk Inventor 檔案選擇介面

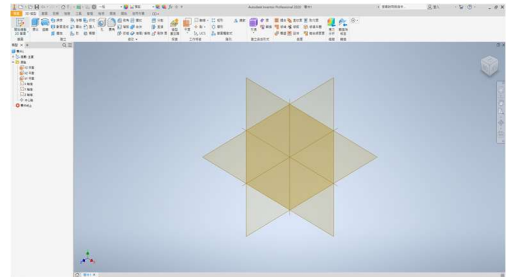


圖 29 Autodesk Inventor 草圖繪製介面

5、RDWorks

RDWorks 是一款繪製雷射切割圖的軟體，如圖 30，但功能較簡便，所以我們會先利用 Autodesk Inventor 繪製，輸出後丟進 RDWorks。我們利用這個軟體繪製雷射切割圖，如圖 31，再將切割後的木板用螺絲鑽孔組合成機構。



圖 30 RDWorks logo

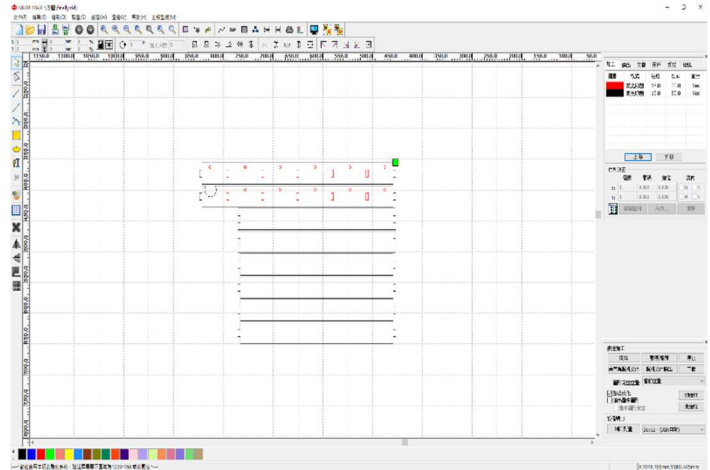


圖 31 RDWorks 操作介面

伍、研究結果

Auto-folding 結構從功能分成折衣、輸送帶和消毒等三部分。

一、折衣部分

折衣區分為三個部份，左板、右板及下板，如圖 32。每個區的直流減速馬達會帶動連接著折衣板的黃銅棒。以黃銅棒為圓心，折衣板的動作軌跡會畫出一個半圓，以達到折衣的成效。而我們發現因折衣板光滑的表面無法抓住布料，使得衣物在動作執行期間不斷向下滑，於是我們在其表面做了防滑處理，如圖 33，面料較軟的衣物不再折得亂七八糟。



圖 32 折衣區

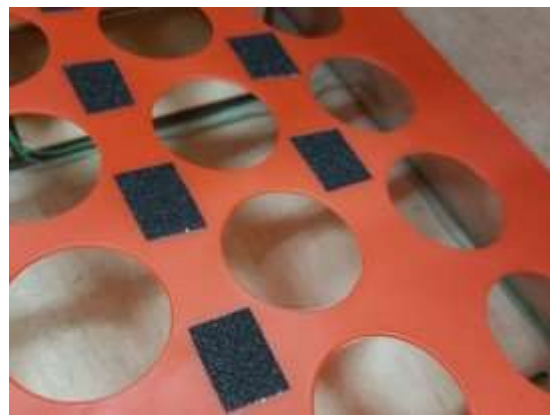


圖 33 折衣板的防滑處理

二、輸送帶部分

主要由兩塊側板、中間的支撐架和 PVC 管組成，輸送帶的履帶材質我們採用的是防滑墊，止滑的效果能使 PVC 管順利帶動履帶，將衣物送出，如圖 34。中間的支撐架我們也設計了小巧思，為了能完美發揮支撐的功能，架子必須接觸到地面，但這將會阻礙履帶的運轉，所以我們在支撐架中挖了一條縫來讓履帶的衣物送出可以出入無間，如圖 35。

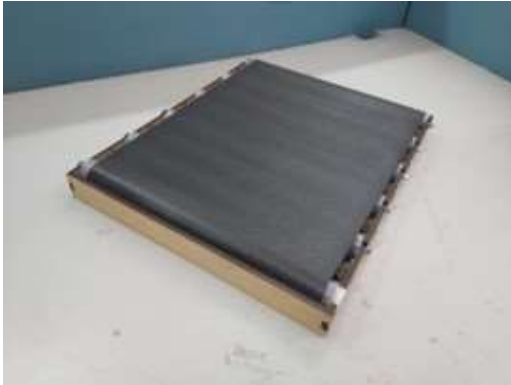


圖 34 輸送帶



圖 35 支撐架的小巧思

三、消毒部分

(一)、自動步驟

當按下自動的按鈕，消毒燈就會開啟，直到完成自動部分，消毒燈會熄滅，完成消毒。

(二)、手動部分

按下消毒按鈕後，可單獨開啟 UVC 燈，供使用者自由操作，而消毒時間皆參照廠商所給的數據執行，以達到良好的消毒。

(三)、防呆機制

有鑑於人眼對 UVC 光波長的不適應，我們將程式設定為：如果感測到上方的門板開啟時，消毒燈便不會進行消毒，以免使用者受到傷害。

陸、討論

一、馬達選用

一開始，我們選用的是 28BYJ-48 單極步進馬達，搭配 ULN2003，運用簡單的程式就能精準地轉到指定角度。但步進馬達轉矩不足，連

折衣板都無法帶起，最終我們以 JGA25-370 直流減速馬達搭配 L298N 來完成我們最終的成品。

二、硬體設計

最初的設計是讓衣服先在折衣箱折好後再送到消毒箱的兩段式設計，但體積過於龐大，且消毒燈只能消滅表層的病菌，消毒變得毫無用武之處。於是改為能同時進行作業及消毒的一箱式，既減少成品體積，也大大增加可消毒面積。

三、馬達與折衣板間的連接

原本我們以 PLA 線材列印板子與馬達間的聯軸器，但大轉矩帶來的磨損超過 PLA 線材的負荷，報廢了多個成品，因此我們改用黃銅聯軸器，帶來穩定的折衣體驗。

柒、結論

Auto-folding 在經過多次嘗試後，以簡單好理解的操作流程、實惠的價錢和適合台灣人體型的 70cm*75cm 等優點亮相。只要放入衣服、闔上蓋子再按下按鈕，三個動作，折好的衣服就會出現在你眼前。以上的動作以直流減速馬達的大轉矩帶動折衣板，達到類似於人工折衣的動作，這樣簡潔的機械結構造就好看的價格。同時，經由本裝置所折出來的衣物，能確保件件大小相同、整齊，讓您的衣櫃賞心悅目。

在這次製作中，我們解決了直流馬達定位不精確的問題，利用極限開關避免馬達空轉導致結構分離的窘境。在未來，我們希望加入人機介面，讓版面更加簡潔明瞭，也能從畫面上得知箱子內的動作情形。考慮到時間問題，我們優先製作了台灣人一年四季都會穿的短袖模式，希望未來放入其他版型的衣物時它都能靈活對應。最後，我們想盡快加入自動送入衣服的功能，不僅讓折衣效率變高，裝置動作時所花的時間也能被好好利用。

起初我們都認為自己的能力不足，覺得自己並不是甚麼特別厲害的人，能有甚麼大作為，儘管如此，在製作專題的整個過程，發現，其實我們在這半年來成長許多，互相砥礪，根本不用害怕自己的不足，我們都是在跌跌撞撞中成長；發現，要完成一份專題，相關的知識和能力固然重要，電路板雕刻、程式撰寫、結構設計，環環相扣，才能製作出作品的軀幹，但核心的價值——作品的靈魂，得由製作者間思想的碰撞、摩擦、齊心，才能打磨、拋光出絢麗的色彩，而與此同時，製作者們也才會綻放出嶄新的光彩。

捌、參考資料及其他

一、書籍資料

1. 曹永忠 / 許智誠 / 蔡英德 (2020 / 12 / 04)。Arduino 步進馬達控制。新北市：千華駐科技出版有限公司。
2. 曹永忠 / 許智誠 / 蔡英德 (2020 / 12 / 04)。Arduino 雙軸直流馬達控制。新北市：千華駐科技出版有限公司。

二、電子網路資料

1. ULN2003 驅動板+28BYJ-48 步進馬達。2021 年 7 月 18 日。取自 <https://blog.jmaker.com.tw/uln2003-28byj-48/>
2. AccelStepper 庫。2021 年 8 月 21 日。取自 <http://www.taichi-maker.com/homepage/reference-index/arduino-library-index/accelstepper-library/>
3. L298N 模組教學。2021 年 10 月 5 日。取自 <https://www.sam4sharing.com/2020/03/arduino-l298n.html?m=1>