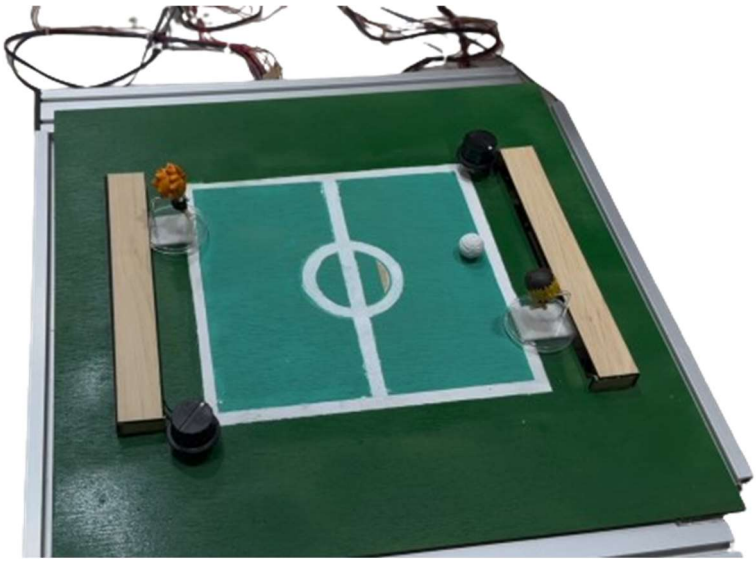
臺北市立大安高級工業職業學校專題製作競賽
「創意組」作品說明書



群別：電機與電子群

作品名稱：RAMDOM BLOCK

關鍵詞：桌遊、可對戰、電子遊戲實體化

目錄

壹、 創意動機及目的 1
一、創意動機 1
二、創意目的 1
貳、 作品特色與創意性質 2
參、 創意發想與設計過程 2
一、 3D 結構設計 2
二、 馬達控制 3
三、 程式撰寫 3
四、 雷射雕刻 4
肆、 設計相關原理 4
一、 研究流程 4
(一)、研究步驟 4
(二)、動作流程 5
二、使用材料 6
(一)結構材料 6
(二)電機材料 7
三、 使用軟體與服務 8
(一)、Arduino IDE 8
(二)、Autodes Inventor 9
(三)、RDWorks 9
(四)、Blender 10
四、使用設備 10
(一)、3D 列印機 10
(二)、雷射雕刻機 10
伍、 作品功用與操作方法 11
一、 主體結構 11
主機機體 11
(一)、玩家構造 11
(二)、方球構造 12
二、遊戲邏輯 12
陸、 製作歷程說明 13
柒、 附錄 15

表目錄

表 1　研究時間分配表 5
表 2　Arduino Mega 2560 規格 7
表 3　A4988 驅動模組規格 7
表 4　步進馬達規格 8

圖目錄

圖 1　Autodesk Inventor 2
圖 2　機構本體 2
圖 3　程式控制電路 3
圖 4　步進馬達 3
圖 5　Arduino IDE 3
圖 6　遊玩平台成品 4
圖 7　研究步驟 5
圖 8　遊戲流程圖 6
圖 9　鋁擠型機構 6
圖 10　光軸與軸承滑塊 6
圖 11　Arduino Mega 2560 7
圖 12　A4988 驅動模組 7
圖 13　NEMA 17 步進馬達 8
圖 14　Arduino IDE 程式介面 8
圖 15　Autodesk Inventor 程式介面 9
圖 16　機台結構 9
圖 17　RDWorks 設計圖 9
圖 18　Blender 結構設計圖 9
圖 19　3D 列印機 10
圖 20　雷射雕刻機 10
圖 21　專題結構 11
圖 22　A4988 驅動模組 13
圖 23　步進馬達安裝 13
圖 24　Arduino 函數設定 14

【RAMDOM BLOCK】

壹、 創意動機及目的

一、創意動機

因為我們聯想到過年大家團圓的時候都會做些能一起參與的活動像是在一起打撲克玩桌遊或者手遊這讓我們想做一款電子遊戲實體畫的專題 讓大家一起同樂 所以我們參考了一款歷史悠久的遊戲「PONG」，《PONG》是 1972 年由雅達利開發的首款廣受歡迎的電子遊戲，其玩法是模擬乒乓球的運動。而 PONG 簡單直觀的操作和即時互動的回饋使其迅速風靡全球，而 PONG 從此奠定了電子遊戲產業的基礎，並被公認為電子遊戲史上重要的里程碑。因此，我們決定以《PONG》為靈感，結合現代元素實體互動 以及我們的一些創新設計，打造一款能讓家人朋友在團聚時能共同參與並增進感情的電子遊戲，並且希望這個機台能重現經典遊戲的魅力，並賦予其全新的價值。

二、創意目的

本專題以早期的線上遊戲 PONG 為概念，所完成的方塊對打機台，結合鋁擠機構及 mega2560 模組，進行馬達的運轉而使方塊移動，透過同步軸，滑軌，光軸與軸承，支撐整個機台，電腦編寫程式控制整個機台的運作，讀取與資料的傳遞，以 Arduino IDE 進行程式設計處理遊戲的邏輯與規則。

本專題將傳統遊戲融合現代的機械架構和程式科技，想要創造出一種創新的遊戲機台，玩家在遊玩的時候，可以感受到樂趣，同時也能夠回憶起小時候與朋友一起遊玩 PONG 的美好時光。機台不但具有娛樂的功能，更是我們與他人互動，培養感情的好方法，像是早期的紅白機，現今的 PS5，都是許多人所體驗過的事情，機台又不同於手遊，人們可以面對面享受與他人對戰的樂趣。

貳、 作品特色與創意性質

一、動漫角色結合技術模擬

使用排球少年的公仔角作為機器模擬的基礎，創造具帶入感的玩家體驗。這樣的設計不僅吸引動漫粉絲，也讓整體專題更具親和力與娛樂性。

二、玩家互動性

玩家可以通過控制器或感測設備操作系統，參與模擬比賽，並與虛擬角色互動，增加遊戲體驗的趣味性。

三、學科整合

專題融合了機械設計、電子電路和程式開發，展示了團隊在跨領域專業技術上的應用能力。

參、 創意發想與設計過程

一、3D 結構設計

我們利用高二跨領域課程中，在電圖科上課所學到的 Inventor 軟體，來設計機台結構(如圖 1 與圖 2)，還有高一的生活科技課學到的 Tinkercad，製作平台上的方塊物件，並利用在平常上課中所學到 3D 列印機的操作與使用，將設計好的 3D 圖檔輸出連接到 3D 列印機，列印成組件成品，進行組裝使用。

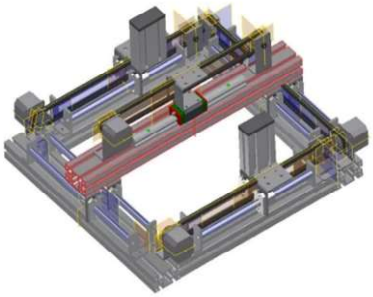


圖 1　Autodesk Inventor

圖 2 機台結構

二、馬達控制

我們利用電工機械課程中，所學習到的步進馬達的相關知識，以及在專題課程所學到的，不同電路板的應用，還有不同程式的設計及其應用方式，控制步進馬達(如圖 3 與圖 4)，使其能夠進行正反轉，旋轉速度的調控。

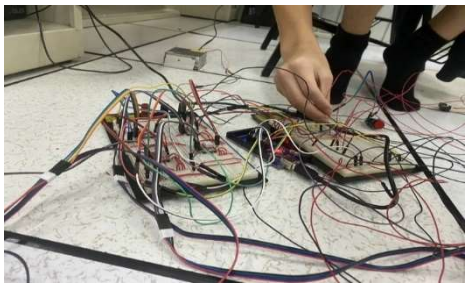


圖 3 程式控制電路

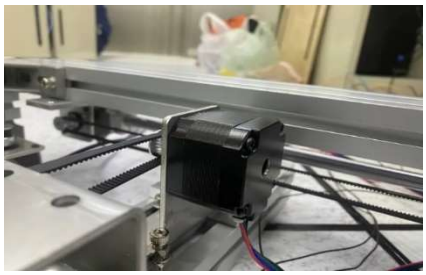


圖 4 步進馬達

三、程式撰寫

我們利用高三上學期的專題課程中所學到的 Arduino IDE 程式設計軟體，來設定各種參數去定義電路板的操作，管理整個遊戲的核心邏輯，利用課堂中學到的各種感測器的運用，我們選用 Mega2560 和紅外線感測器，去控制馬達的移動路徑，應用「基本電學實習」及「電子學實習」所學到的串並聯知識，將不同的模組與部件連接起來。

圖 5　Arduino IDE

四、雷射雕刻

我們利用高二跨領域課程中，在製圖科上課所學到的 RDWorks 雷射雕刻設計軟體，畫出機台上方遊玩平台的設計圖，並利用課堂中所學到雷射雕刻機的操作使用，將設計好的圖檔輸出連接到雷射雕刻機，製作成組件成品(如圖 6)，進行組裝使用

圖 6　遊玩平台成品

肆、 設計相關原理

一、研究流程

(一)、 研究步驟

在七月決定專題題目後，緊接著我們開始分工，蒐集相關的資料，同時開始採購元件及材料，接著進行遊戲機台結構的設計及製作，同時開始遊戲內容與規則的程式設計撰寫，處理整個遊戲的邏輯，再來是進行成品整合，之後開始進行測試與修正錯誤，最後完成專題成品。專題的研究時間分配及研究步驟分別如下表 1 與圖 7

表 1 研究時間分配表

	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月
1. 資料蒐集							
2. 元件採購							
3. 結構設計							
4. 程式撰寫							
5. 機台製作							
6. 玩法設計							
7. 成品整合							
8. 成品測試							

圖 7 研究步驟

(二)、 動作流程

1. 遊戲初始化，流程圖如圖 8
   (1) 按下開始按鈕
   (2) 方球開始往兩側移動；
   (3) 轉動旋鈕控制擋板將球反彈
   (4) 若球碰到一號玩家防線，遊戲停止，二號玩家勝利

(5) 若球碰到二號玩家防線，遊戲停止，一號玩家勝利

圖 8 遊戲流程圖

二、使用材料

(一)、結構材料

在主體結構的部分，我們選用鋁擠機構(如圖 9)作為我們機台的整體架構，將方塊移動用的滑軌搭建在機構中央，玩家兩側我們用光軸加軸承(如圖 10)來當成遊玩的控制物件與範圍，形成一個四軸的移動平面。

圖 9 鋁擠型機構

圖 10 光軸與軸承滑塊

(二)、電機材料

1、Arduino Mega 2560

我們使用 Arduino Mega 2560(如圖 11)作為整個專題控制中樞，其規格(如表 2)，提供數位及類比的輸入輸出，在程式撰寫方面容易入門，在網路上擁有大量的學習資源，對初學者來說相對容易。

表 2　Arduino Mega 2560 規格

產品尺寸	101x53 mm
主控板	ATmega2560
工作電壓	DC 5 V
外接電源輸入	DC7V~12 V
數位 I/O 接腳	54 (其中 15 支提供 PWM 輸出)
類比輸入接腳	16

圖 11　Arduino Mega 2560

2、A4988

A4988(如圖 12)為一款步進馬達驅動模組，控制我們專題所有的步進馬達的的運作，內含了許多強大的功能(如表三)，像是調整旋轉方向、速度、步進方式，有助於提高馬達運動的平滑性和精確性。

表 3　A4988 驅動模組規格

產品尺寸	5*5mm
重量	5g
主控芯片	Atmega328P
工作電壓	DC 5 V
外接電源輸入	DC 7V~12 V(理想) DC 6V~20 V（限制）
模擬輸入接腳	6

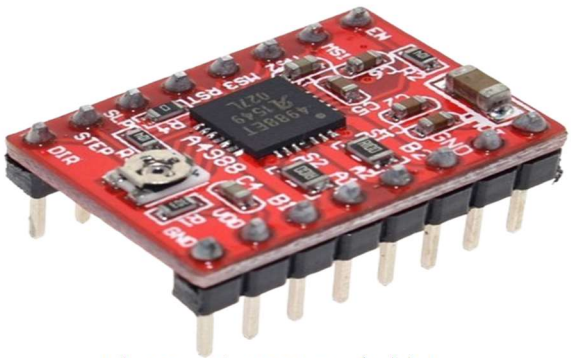


圖 12　A4988 驅動模組

3、NEMA 17 步進馬達

NEMA 17 步進馬達(如圖 13)為一款標準規格的步進馬達，其規格(如表 4)，我們使用這款馬達去維持整個遊戲的運行，因其能夠提供高精度的定位，且構造簡單，無需使用編碼器或反饋系統即可實現精確控制，此款馬達還有更多不同的規格可供選擇，像是扭矩、步距角和電壓。

表 4 步進馬達規格

尺寸	48mm
相位	2 相 4 線
步距角	1.8 度
電流	1.68A
電壓	DC 12～24V
_保持轉矩	0.55N-M

圖 13　NEMA 17 步進馬達

三、使用軟體與服務

(一)、Arduino IDE

Arduino IDE 是一個免費的整合式開發環境(如圖 25)，其使用的語法和 C/C++相似，內建許多模組化的函式庫可供使用，可縮短開發時程，因此我們選用 Arduino IDE 來進行 ESP32 無線模組的開發。

圖 14　Arduino IDE 程式介面

(二)、Autodesk Inventor

Autodesk Inventor(如圖 15)是由 Autodesk 開發的一款專業 3D CAD（計算機輔助設計）軟體，專門用於機械設計、產品模擬和工程圖生成。它是一款功能強大的軟體，內建強大的建模功能，能夠進行高效的模擬與分析，快速生成工程圖，提供足夠的穩定性與可靠性。

圖 15　Autodesk Inventor 程式介面

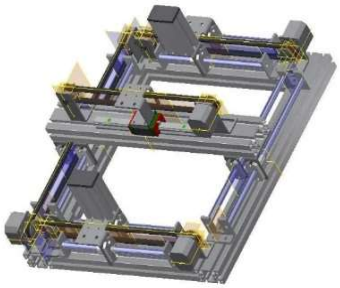


圖 16 機台結構

(三)、RDWorks

RDWorks 是一款來自國外功能強大的雷射切割軟體，軟體的操作介面是中文的使用介面，包括了各種文檔的查看，使用者連結、輸出的設置、加工的設置等，可定義軟體語言及使用類型，可以對螢幕的解析度進行快速的設置，軟體還可以根據自己的需求進行各種顏色的調整及手繪圖案，直觀的使用者介面可以讓您輕鬆的完成對軟體的上手。

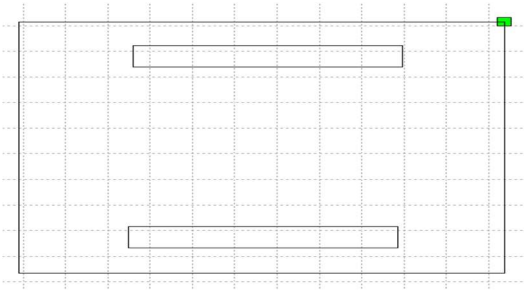


圖 17　RDWorks 設計圖

(四)、Blender

Blender 是一款受歡迎的開源 3D 建模渲染引擎。它在我們專題中被用於製作機構的 3D 模型(如圖 18)，以及輔助設計，讓我們能精確地評估專案的可行性。以及提升報告的精美度。

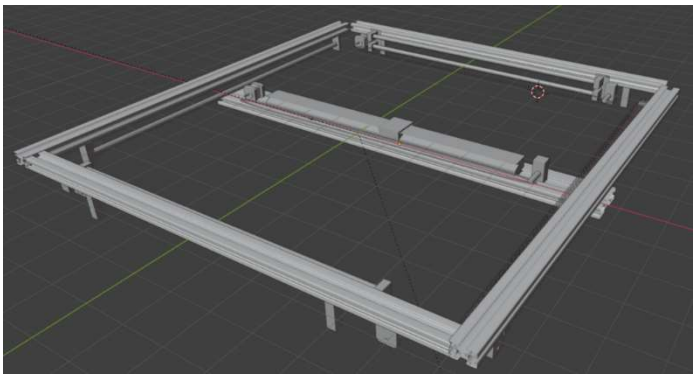


圖 18　Blender 結構設計圖

四、使用設備

(一)、3D 列印機

3D 列印機(如圖 19)是使用熔融堆積成型技術，把噴頭溫度加熱到 200°C，再把融化的 PLA 線材依照設計好的 Inventor 3D 圖輸出到 3D 列印機，層層堆疊硬化後形成 3D 成品。

(二)、雷射雕刻機

雷射雕刻機(如圖 19)是利用高功率的雷射光來進行掃描和切割加工，具有精準和快速的加工特性，我們將此機器用在來製作整個遊玩的平台，是完成機台不可或缺的一部份。

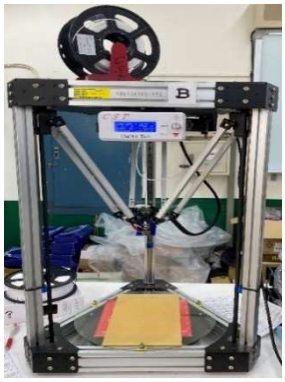


圖 19　3D 列印機

圖 20　雷射雕刻機

伍、 作品功用與操作方法

圖 21 專題結構

一、主體結構

主機機體是用四條鋁擠組合成一格正方形的框架然後由角將其架高，中間再加一條鋁擠用於放置滑軌，內部空間主要用來進行方球的移動和走線以及各類元件，更可以劃分玩家構造跟方球構造，

(一)、玩家構造

1.光軸:光軸用於乘載軸承以及上面玩家的公仔。

2.軸承:軸承負責連接皮帶，進而達成從步進馬達傳動到公仔的目的。

3.皮帶:皮帶會繞過馬達及從動側調節器，最後在軸承位置夾於鋁板。

4.鋁板:置於軸承上方並且會將皮帶夾緊於鋁板上。

5.步進馬達:進行精準的位移。

6.從動側調節器:可方便的調節皮帶的鬆緊。

(二)、方球構造

1.光軸:光軸用於乘載軸承以及上面的造型球，也用於進行前後移動。

2.滑軌:放置於鋁擠機構上進行左右移動。

3.步進馬達:進行精準的位移。

4.微動開關:為了因應方球需要進行重複地往返運動，微動開關放置於光軸和滑軌的始端及尾端。

二、遊戲邏輯

玩家控制遊戲中的擋板來接住方球。玩家可透過輸入設備（旋轉電位器）來移動擋板的位置，通常僅限於上下方向的運動（在單邊垂直遊戲場域）。 遊戲邏輯包括：

(一)、輸入檢測：根據玩家的輸入，判定擋板的移動方向與速度。

1.邊界限制：防止擋板移出遊戲場地範圍。當檔板到達邊界時，停止移動。

2. 碰撞檢測：當方球接觸擋板時，計算是否成功反彈方球。反彈角度可能根據方球撞擊擋板的位置來改變，例如撞擊擋板中心時保持直線反彈，偏邊則會斜向反彈。

3. 得分檢測：若方球未被成功接住並穿過玩家邊界，則對手得分，重置方球與擋板位置。

(二)、初始方向與速度：方球隨機以一定角度和速度開始移動，通常速度會隨遊戲進行而逐漸增加。

1.移動更新：根據方球當前的速度與方向，計算下一個位

置，並更新在畫面中的位置。

2. 牆壁碰撞：當方球撞擊遊戲場的上或下邊界時，改變其垂

直方向的運動，模擬彈跳效果。

3. 擋板碰撞：當方球接觸擋板時，根據撞擊位置和方向計

算反彈角度與速度。

4. 得分判定：若方球穿越任一玩家邊界，計算得分，方

球重置並重新開始移動。

陸、 製作歷程說明

一、硬體加工與材料選擇問題

在我們的項目中，涉及了硬體加工與材料選擇的多個挑戰。以步進馬達控制為例，精確性與耐用性是首要考量。因此，我們選用了 A4988 步進馬達(如圖 22)驅動器搭配 NEMA 17 步進馬達(如圖 23)，這是基於其性價比高、控制靈活且容易與 Arduino Mega2560 整合。此外，電位器作為控制元件提供了連續的模擬信號輸出，能精準反映旋轉角度。同時，我們考慮到散熱需求，為 A4988 驅動器加裝了散熱片，以避免因過熱導致的性能下降或燒毀。這些細節的選擇為系統穩定性與使用壽命提供了保證。

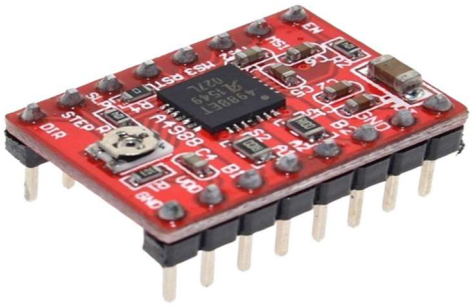


圖 22　A4988 驅動模組

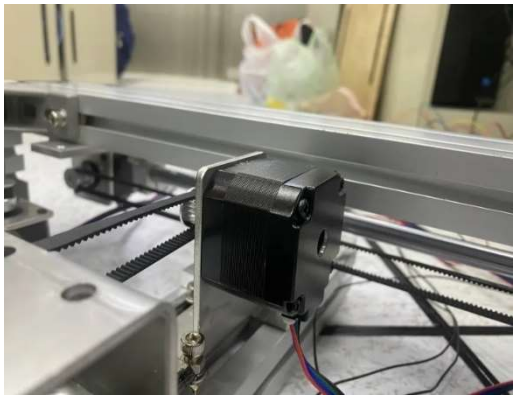


圖 23 步進馬達安裝

二、同時操控四個步進馬達的衝突問題及解決方案

在我們的設計中，必須同時控制四個步進馬達，這對 Arduino Mega2560 的性能提出了挑戰。由於步進馬達需要高頻脈衝信號來驅動，而若直接使用 delay()函數控制步進脈衝，將導致 Arduino 無法處理其他任務，進而產生衝突，特別是在多任務同步執行時。 我們最終採用了 millis()函數來解決這一問題。通過 millis()函數我們建立了非阻塞的控制邏輯(如圖 24)，讓每個步進馬達獨立運行。這樣的設計避免了傳統阻塞式延遲帶來的性能瓶頸，使四個馬達可以高效協作，同時保留了主控制器處理其他任務的能力。

圖 24　Arduino 函數設定

三、結論

我們專題的核心在對於 PONG 這款遊戲逐漸消失在我們的生活中，我們感到極其地惋惜，我們開始思考難道以前的童年回憶沒辦法和現代的技術結合嗎?雖然已經有許多不同的手遊陸續推出,但是我們也不希望經典的好遊戲被遺忘。這時我們想到了電動機台的概念並結合 PONG 成為了這次的專題，並著手開始製作。在專題的製作過程中我們從零到有慢慢摸索，為了看懂外國文章,我們提升了英文能力；;為了能將機構完整的做出來，我們學習了 3D 列印機的操作方式。如此一點一滴的學習將這次的專題做出來。在二年級的時候，看著學長姊的專題發表，內心是如此的憧景卻也同時感到十分的恐懼，如今自己用雙手也達到了當初認為不可能的任務，真的感到分常有成就感。希望在未來各種延伸裡面不管是科技也，好玩法也好，甚至將其他遊戲也製作成像這樣有溫度的遊戲，都不要失去我們這個專題的核心價值:人與人的溫度，人與人的連結。

柒、 附錄

一、作品分工表

參賽學生	工作任務
A	1.作品發想 2.程式編寫 3.資料搜尋 4.成品拍攝 5.影片剪輯 6.書面報告製作 7.簡報設計及製作
B	1.作品發想 2.硬體製作 3.軟硬體整合 4.機器操作 5.3D 列印零件繪製 6.木製物件設計 7.說明書製作 8.雷射切割設計及製作 9.校內報告
C	1.作品發想 2.組裝外殼 4.雷射切割設計及製作 5.元件採購 6.資料搜尋 7.線路連接 8.說明書製作 9.財務管理

二、競賽日誌

年	月	日	進度	紀錄	工作分配
113	7	30	資料蒐集	地點：線上語音軟體 器材：手機、電腦 時數：3 小時	同學 A：資料查詢 同學 B：資料查詢 同學 C：資料查詢
113	8	3	資料蒐集	地點：線上語音軟體 器材：手機、電腦 時數：3 小時	同學 A：資料查詢 同學 B：資料查詢 同學 C：資料查詢
113	8	10	討論主題	地點：線上語音軟體 器材：手機、電腦 時數：3 小時	同學 A：資料查詢 同學 B：資料查詢 同學 C：資料查詢
113	8	20	功能討論 結構討論	地點：線上語音軟體 器材：手機、電腦 時數：3 小時	同學 A：討論主題 同學 B：討論主題 同學 C：討論主題
113	8	25	功能討論 結構討論	地點：線上語音軟體 器材：手機、電腦 時數：3 小時	同學 A：討論主題 同學 B：討論主題 同學 C：討論主題
113	9	6	材料購買	地點：光華商場 時數：3 小時	同學 A：材料購買 同學 B：材料購買 同學 C：材料購買
113	9	14	討論專題細節	地點：線上語音軟體 器材：手機、電腦 時數：3 小時	同學 A：功能討論 同學 B：功能討論 同學 C：結構討論
113	10	15	結構設計	地點：實習工廠	同學 A：雷射切割

			簡報製作	器材：手機、筆電、雷射切割機 時間：3 小時	同學 B：雷射切割 同學 C：簡報製作
113	10	23	馬達測試 雷射切割	地點：實習工廠 器材：手機、筆電、雷射切割機、 時間：4 小時	同學 A：程式撰寫 同學 B：簡報製作 同學 C：簡報製作
113	11	1	雷射切割 3D 模型	地點：實習工廠 器材：手機、筆電、雷射切割機、 時間：7 小時	同學 A：程式撰寫 同學 B：3D 建模 同學 C：雷射切割
113	12	10	雷射切割 硬體製作	地點：實習工廠 器材：手機、筆電、雷射切割機、螺絲起子 時間：7 小時	同學 A：程式撰寫 同學 B：3D 建模 同學 C：雷射切割
113	12	11	馬達校正 報告製作	地點：實習工廠 器材：手機、筆電 時間：3 小時	同學 A：程式撰寫 同學 B：硬體整合 同學 C：接線討論
113	12	20	馬達校正 機構修改 簡報製作	地點：實習工廠 器材：手機、筆電 時間：7 小時	同學 A：程式撰寫 同學 B：硬體整合 同學 C：接線討論
113	1	6	影片拍攝	地點：實習工廠 器材：手機、筆電 時間：7 小時	同學 A：影片拍攝 同學 B：影片拍攝 同學 C：簡報製作
113	1	7	影片字幕修改	地點：實習工廠 器材：手機、筆電	同學 A：最終測試 同學 B：報告練習

			海報製作 最終測試	時間：7 小時	同學 C：最終測試