

2025 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

□國中組 ■普高組 □技高組 成果報告格式

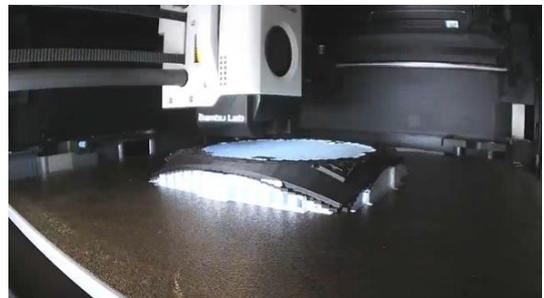
題目名稱：結合 3D 列印與鍵盤矩陣電路之自製環保人體工學鍵盤

一、摘要

這款人體工學鍵盤採用 PLA 塑膠玉米澱粉製成，兼具環保、耐用性、高性價比。設計靈感來自手掌抓握排球的姿勢，更符合人體手部曲線，可大幅減少手腕疲勞與神經壓迫，改善長時間打字的使用體驗。與市面上過於特殊的人體工學鍵盤不同，本鍵盤在保證舒適性的同時，兼具質感美觀，適合大眾使用習慣。無論辦公、遊戲或日常使用，這款鍵盤都能減少疲勞，帶來更自然、舒適的體驗。

二、探究題目與動機

生活在現代的人類，無論是工作還是娛樂，通通都離不開電腦，而若是需要使用電腦，則鍵盤就成為不可或缺的物品，但是長時間使用薄膜式鍵盤會有肌肉受傷的問題，所以為了解決此問題不少鍵盤設計者設計了許多奇形怪狀的人體工學鍵盤來避免這些問題，然而這些鍵盤不是特別昂貴就是不知從何作使用，學習曲線成本高。本研究嘗試運用 3D 列印與實際編寫程式來製作人體工學鍵盤，使用自製設計的模型，解決以上發生的問題。



圖一：列印過程

三、探究目的與假設

- (一) 人體工學鍵盤(PCB)模型實作
- (二) 研究鍵盤矩陣焊接設計
- (三) 研究 Arduino 鍵盤函式庫 Keypad，應用於人體工學鍵盤

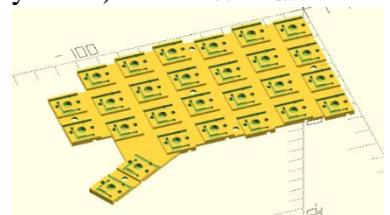
四、探究方法與驗證步驟

(一) 鍵盤模型實作

要製作鍵盤，必須得需要使用鍵盤 PCB 板，但是為此專門製作一個電路板成本過高，所以本研究選擇使用建模且 3D 列印的方式來製作可複製性的電路板，而且用料便宜且環保，使用的是 PLA 材質（俗稱：塑膠玉米）。

1、軸體底座固定設計

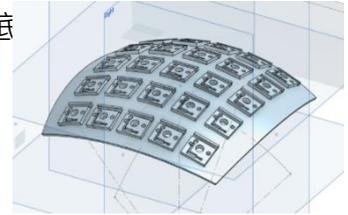
本研究之軸體底座設計參考 Reddit 論壇上的網路作者(50an6xy06r6n)設計，作者擷取 50an6xy06r6n 設計之 PCB 上固定軸體的底座，使用此設計能夠讓三針腳軸體與五針腳軸體都適用，而本研究選擇使用較為穩定的五針腳軸體，且此設計有提供型號 1N4148 二極體的空間，能夠讓安裝與焊接更加的方便。



圖二：50an6xy06r6n 設計之 PCB

2、PCB 設計

本研究之 PCB 設計選擇使用作者抓握排球的手掌弧度進行設計，這樣能夠讓手部使用鍵盤的時候更加舒適，符合人體工學，而安裝在 PCB 板上面軸體底則是參考地球經緯度作排列，這樣的排列方式能夠讓手指均勻控制每個按鍵，且外觀排列較美觀。



圖三：研究者設計之 PCB

(二) 軟體與硬體

1、軟體

1.Onshape

本研究使用 Onshape 這個軟體可以讓研究者製作此模型時，能夠非常直觀建模，這讓繁瑣的設計過程變得輕鬆，教育部指出「**Onshape 為全雲端的 3D 整合型軟體，為團隊提供適合的 3D 軟體。**」

2.Bambulab Studio

本研究使用之 3D 列印機的切片軟體為 Bambulab Studio，此軟體能夠幫助我即時監看列印過程避免列印失誤並浪費大量時間，且能夠自行設定支撐材與模型本體的距離，而從此次研究也得知，topZ（支撐材頂部與模型之距離）最佳數值為層數的一半，這樣列印完畢的成品能夠非常輕鬆地拆支撐，而且不影響列印過程中支撐的穩定度。

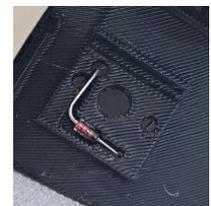
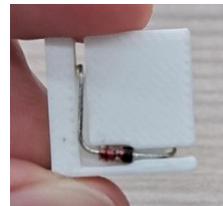
3.ArduinoIDE

本研究在編寫 ArduinoProMicro 控制板的程式時，使用的是 Arduino 專屬的程式編譯軟體，此軟體內含有對此次研究非常重要的函式庫 Keypad，函式庫內建有專為鍵盤設計的相關開放源碼。

2、硬體

1.1N4148 二極體

此型號二極體能夠承受 75V 電壓，能夠安全承受本裝置的電壓，此二極體在本裝置用於單向觸發，避免鬼鍵（觸發過多次），使用彎折模具，將彎折後的二極體安裝在軸體底座模型中的凹槽中。圖四：彎折模具，圖五：安裝圖



2.ArduinoProMicro 控制板

本研究使用之 Arduino 控制板為 ArduinoProMicro，此控制板能夠方便的製作 USB 設備，非常符合本研究之裝置，且此控制板為 Arduino Leonardo 的縮小版，所以能夠將此控制板充分整合於作品，減少整體體積。



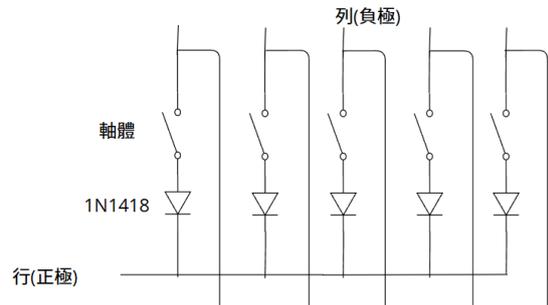
圖六：ArduinoProMicro

3.22AWG 單芯線

本研究連接軸體針腳、二極體使用單芯線，單芯線特點能夠讓研究者方便焊接，且單芯線能夠直接插入杜邦線母端，方便使用麵包板作連接。

(三) 鍵盤矩陣電路連接

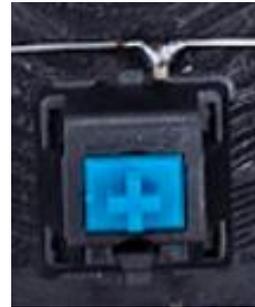
右圖為鍵盤矩陣第一排的電路圖，圖中顯示列為負極，行為正極，軸體為開關，按下後讓電路接通，讓控制板得到通過的訊號，輸出對應的字符、數字。



圖七：鍵盤矩陣電路圖

1、正極 (行·正面)

將軸體與二極體安裝在 PCB 正面後，將單芯線與軸體針腳 (上) 焊接，軸體針腳 (下) 與二極體正極與負極插入洞口進入背面。



圖八：正面焊接電路圖

2、負極 (列·背面)

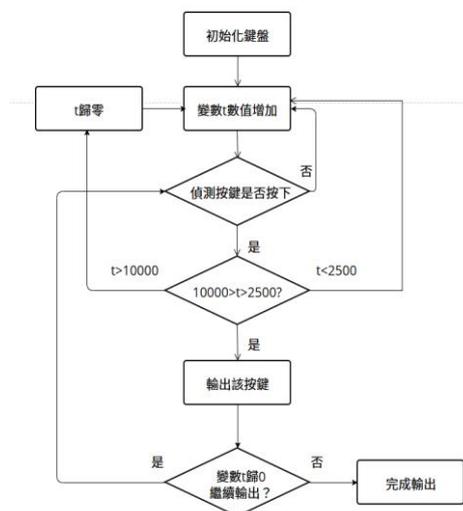
在裝置的背面，將透過孔洞穿過 PCB 板的軸體針腳 (下) 與二極體正集焊接，再將二極體負極 (黑色端) 與單芯線焊接，這樣就完成負極的鍵盤矩陣電路結構。



圖九：負極電路焊接圖

(四) Arduino 程式撰寫

1、程式流程圖



圖十：程式邏輯流程圖

此為程式邏輯流程圖，能夠簡單的呈現圖十、圖十一程式運作的邏輯，圖中顯示，需要滿足變數 t 大於 2500，小於 10000 才能夠輸出，避免觸發過多次不符合使用者誤觸重複顯示情形發生。

2、程式撰寫

本研究使用 ArduinoIDE 撰寫程式，依照流程圖，使用函式庫 Keypad，撰寫成以下的程式。

```
#include <Keypad.h>
#include <Keyboard.h> 引入函式庫
const byte ROWS = 5; 設定行與列數量
const byte COLS = 5;
int t=0; 設定計時器
char keys[ROWS][COLS] = {
  {'A', 'B', 'C', 'D', 'E'},
  {'F', 'G', 'H', 'I', 'J'},
  {'K', 'L', 'M', 'N', 'O'}, 設定各個按鍵的輸出
  {'P', 'Q', 'R', 'S', 'T'},
  {'U', 'V', 'W', 'X', 'Y'}
};
byte rowPins[ROWS] = {3, 14, 16, 10, 9}; 設定控制板 I/O 口
byte colPins[COLS] = {4, 5, 6, 2, 8};
Keypad keypad = Keypad(makeKeymap(keys), rowPins, colPins, ROWS, COLS);
char previousKey = '\0';

void setup() {
  Keyboard.begin(); 初始化鍵盤
  Serial.begin(9600);
}

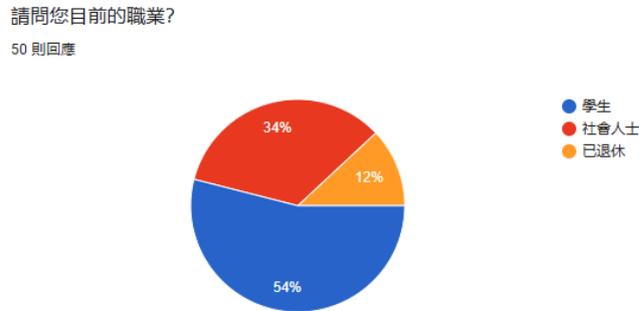
void loop() {
  char key = keypad.getKey();
  if (key && t>2500) { 初始化鍵盤與設定輸出的計時條件
    Keyboard.write(key); 輸出按鍵
    Serial.println(key);
    previousKey = key;
    delay(100);
    t=0;
  } else {
    t++;
    if(t==10000){ 此為避免重複觸發按鍵所設定的計時器，必須滿足計時器的條件才能輸出。
      t=0;
    }
  }
}
}
```

圖十一：程式撰寫圖

(五) 成品與使用者體驗調查

本研究運用表單來調查試用者對於本次研究之人體工學鍵盤，本表單為試用過後，由試用者做填寫，總共有 50 位試用者，共有 50 份有效回應，調查結果將於下方以圖表呈現，文字輔佐說明。

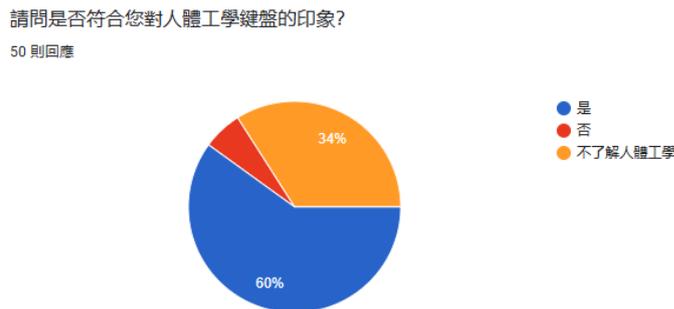
1、試用者的身分



圖十二：表單填寫身分圓餅分析圖

圖表說明：本研究調查的對象多數為研究者身邊的同學、師長、還有佔少數的家人，以下皆為這些測試者使用後的結論。

2、對人體工學的印象



圖十三：對人體工學之印象圓餅分析圖

圖表說明：本研究之成品外觀是否符合受試者對於人體工學之印象，圖表顯示 有將近四成受試者不清楚人體工學，而有六成受試者覺得此人體工學模型符合人體工學之印象。

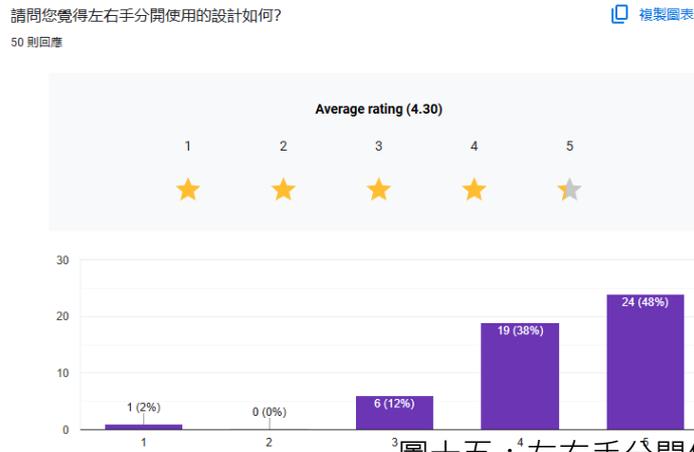
3、鍵盤尺寸符合度



圖十四：鍵盤尺寸符合度長條分析圖

圖片說明：近八成大多數受試者認為 112.2mm 邊長的單手鍵盤足夠讓自己的手掌輕鬆地放在鍵盤上，由鍵盤來支撐，但是有極少數的使用者認為鍵盤大小不適合自己的手掌，或者難以習慣較大或較小的鍵盤。

4、左右手分開使用之設計



圖十五：左右手分開使用設計長條分析圖

圖片說明：本研究設計之左右手使用的人體工學鍵盤平均有 4.3/5 的高分，使用者認為左右手分開使用的設計能夠更加方便的控制整個鍵盤，雖然學習時間成本普遍較高，但是一旦適應成功，則能夠快速上手此使用模式。

5、表單試用示意圖

右圖為測試者使用本研究之人體工學鍵盤圖，圖片中顯示本鍵盤的使用方式，且彎曲幅度能支撐手掌。



圖十六：測試者使用示意圖

五、結論與生活應用

(一) 結論

透過各種改良模型以及程式編寫過後，我們完成了依照設計模型做出了能夠順利運作的人體工學鍵盤，透過使用 Arduino 程式，能夠讓鍵盤按照自己的意思自由的調整輸出，且透過試用者體驗的表單分析，此鍵盤能夠讓使用者的手放鬆，並且左右手分開使用的設計對於試用者來說比一般鍵盤方便且靈活。

(二) 生活應用

此研究設計之鍵盤因為體積較小，所以能夠放置在各種地方做使用，而安裝在辦公椅的扶手上，不只使用上更加方便，更能符合人體工學的應用；還能運用在各種機械上，有特別按鍵需求，又或者是有特殊形狀需求的面板接能夠使用 3D 繪圖與列印的方式製作出完全客製化的鍵盤。

參考資料

50an6xy06r6n(2021).3D-printable hotswap PCB generator.<https://reurl.cc/nqGVQe>

趙英傑 (2020)。超圖解 Arduino 互動設計入門。旗標出版社