

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：Smart Heating 智熱杯

關鍵詞：加熱控制、遠端操作、隨行杯

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.....	2
一、硬體製作.....	2
二、電路雕刻.....	3
三、程式撰寫.....	3
四、成品外觀.....	3
肆、研究方法.....	4
一、研究流程.....	4
(一) 研究步驟.....	4
(二) 操作步驟.....	5
二、使用材料及工具.....	10
(一) 零件介紹.....	10
(二) 機構原理.....	11
(三) 軟體介紹.....	12
伍、研究結果.....	15
一、硬體結構.....	15
(一) 供電電路.....	15
(二) 程式電路.....	16
(三) 杯體結構.....	16
二、軟體介紹.....	18
三、成品展示.....	18
(一) 硬體機構.....	18
(二) 手機 APP.....	19
陸、討論.....	20
一、加熱的形式.....	20
二、充電系統的選擇.....	20
柒、結論.....	21
捌、參考資料及其他.....	22

表目錄

表 1 時間分配.....	4
表 2 MTARDALL110 元件數據.....	10
表 3 ATmega328p 元件數據.....	11

圖目錄

圖 1 Fritzing 電路圖	2
圖 2 研究步驟.....	4
圖 3 基本動作.....	5
圖 4 控制介面.....	6
圖 5 攪拌流程.....	7
圖 6 加熱流程.....	7
圖 7 溫泉蛋模式	8
圖 8 泡咖啡模式	8
圖 9 自定義頁面.....	9
圖 10 自定義流程	9
圖 11 MTARDALL110.....	10
圖 12 ATmega328p	11
圖 13 Autodesk Inventor.....	12
圖 14 Arduino IDE.....	12
圖 15 Altium Designer.....	13
圖 16 App Inventor	13
圖 17 Fritzing.....	14
圖 18 Blender.....	14
圖 19 機構透視圖	15
圖 20 供電電路.....	15
圖 21 程式電路.....	16
圖 22 外杯構造.....	17
圖 23 機構外型.....	18
圖 24 登入畫面.....	19
圖 25 控制及自定義畫面	19
圖 26 LOGO	21

【Smart Heating 智熱杯】

壹、摘要

本專題以攪拌及加熱為主要功能，並設有溫度顯示器，是可以透過手機 APP 來客製功能的隨行杯。

我們透過磁石攪拌子進行攪拌。加熱部分使用鎳鉻加熱絲與內杯接觸進行熱的傳導，並且設置溫度感測器，來達到加熱的控制及溫度偵測。透過手機 APP 實現遠端操作，同時杯上也設置實體按鈕以達到更佳的使用體驗。

貳、研究動機

隨著現在社會的高度發展，我們生活的步調變得越來越快速，為了迎接現在如此高壓的環境，許多人喜歡在早上享用一杯溫熱的咖啡作為一天的開始，但身處在這樣分秒必爭的時代，鮮少擁有足夠的時間能夠悠閒的泡製一杯飲品，況且整個過程冗長又繁瑣，十分的不便利，所以我們開始到處尋找是否有相關的產品能夠使泡製的流程變得更加的快速又便利，經過不斷的查詢後，只找到可以單純進行攪拌動作或加熱功能的杯子，並且這些產品都擁有必需插電才能夠正常使用的通病，然而卻沒有同時兼具攪拌與加熱功能的隨身杯，於是乎我們打算自己設計出一款不僅能夠同時進行攪拌與加熱而且還能隨身攜帶的一款杯子，讓我們的生活能夠變得更加便利與有效率。

參、主題與課程之相關性或教學單元之說明

一、 硬體製作

在高三的跨領域課程中，學習 3D 程式 Inventor，繪製硬體的基礎架構，並在實習課裡學到的 3D 列印技術，使用 PLA 材質為基礎將外杯的機構實體化，再經過測量使用之元件實體大小，繪製進 Tinker CAD 來模擬元件在杯中的實際狀況並加以排列，使元件不會互相影響，達到最省空間的位置與安排。(如圖 1)

內杯部分，因不銹鋼套膜價格過高，所以我們使用現成的不銹鋼 304 鋼杯當基礎去製作整個杯體；外杯部分，以內杯當基礎，經過多次試驗找到馬達與攪拌子、外杯與加熱絲的適當位置。

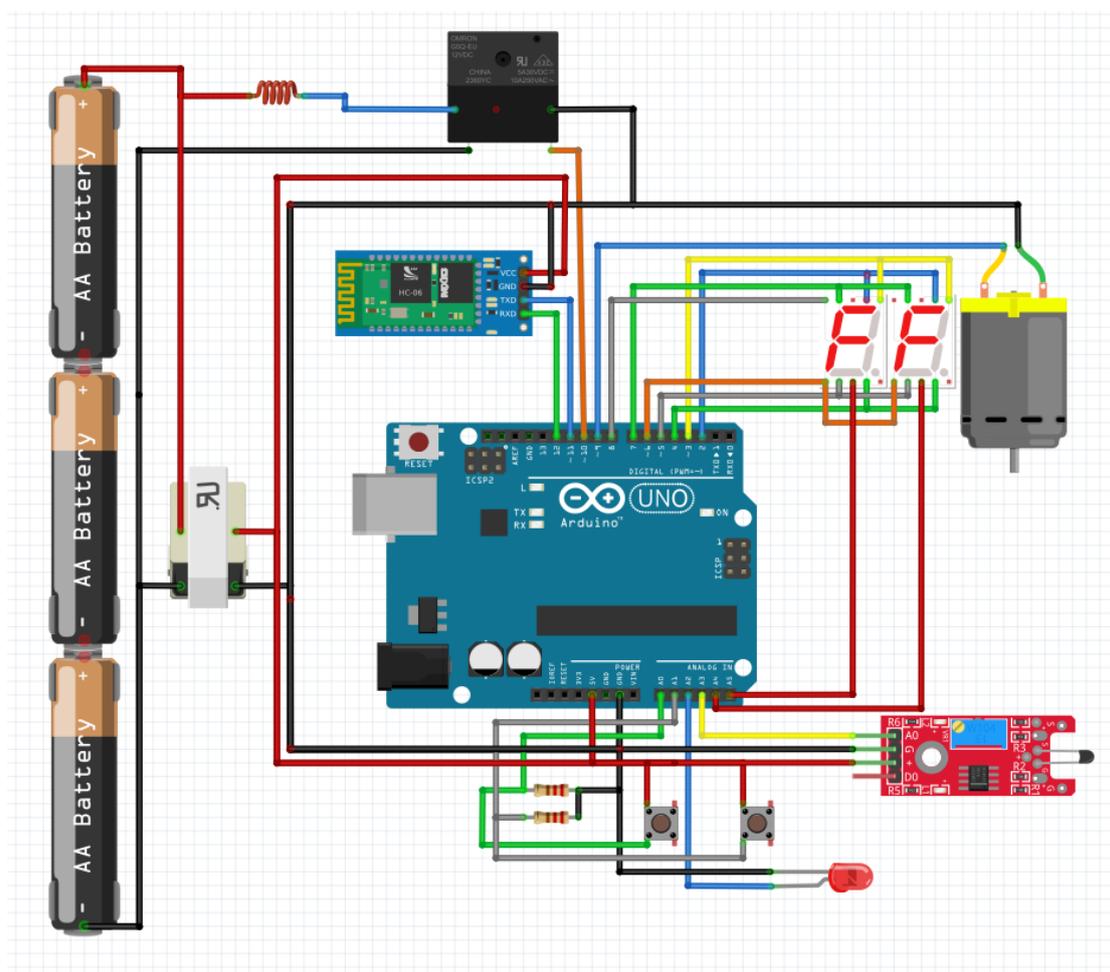


圖 1 Fritzing 電路圖

二、 電路雕刻

在專題製作起初，我們利用高一基本電學實習所學習到的技術，使用麵包板實際插線來進程式端的測試，但為了符合機構空間的需求，我們的智熱杯需要更小、更穩定的工作電路，所以我們使用 Altium Designer 繪製電路圖，將我們原本麵包板的複雜電路，精簡成三塊更小且整齊的電路板。不但解決了線路容易損壞的問題，同時也解決了體積過大的部分。

三、 程式撰寫

程式的方面，我們活用高二所學習到的數位邏輯實習來進程式的編寫，考慮到泛用性與高二所學習到的知識，在專題中我們使用 Arduino IDE 來作為程式端編寫的介面，並且透過 APP Inventor 自行創作出一款手機 APP 來實現智熱杯上程式端的操作與控制。

四、 成品外觀

外觀的製作上，我們使用了 3D 列印作為基底，使用電磨機修飾外觀及孔洞大小、以補土填補杯身縫隙，並將杯身直徑控制在 8 公分，以達到良好的握持感，甚至在杯身添加按鈕和七段顯示器，讓使用者能夠更直觀的使用我們的商品；外觀及 Logo 的設計走的是一種低調清爽，並帶點科技感，讓使用者可以大方使用卻不引人側目，甚至可以與衣著搭配也毫無違和感。

肆、研究方法

一、研究流程

(一) 研究步驟

在六月底決定專題題目後，便開始採購零件與資料蒐集，同時配合硬體程式撰寫、外觀設計、藍牙通訊、控制介面和硬體電路的雕刻後，就可以將通訊程式與硬體電路完全整合，完成專題成品。專題的時間分配（如表 1）及研究步驟（如圖 2）分別如下：

表 1 時間分配

	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.外殼設計							
4.程式撰寫							
5.電路製作							
6.成品測試							

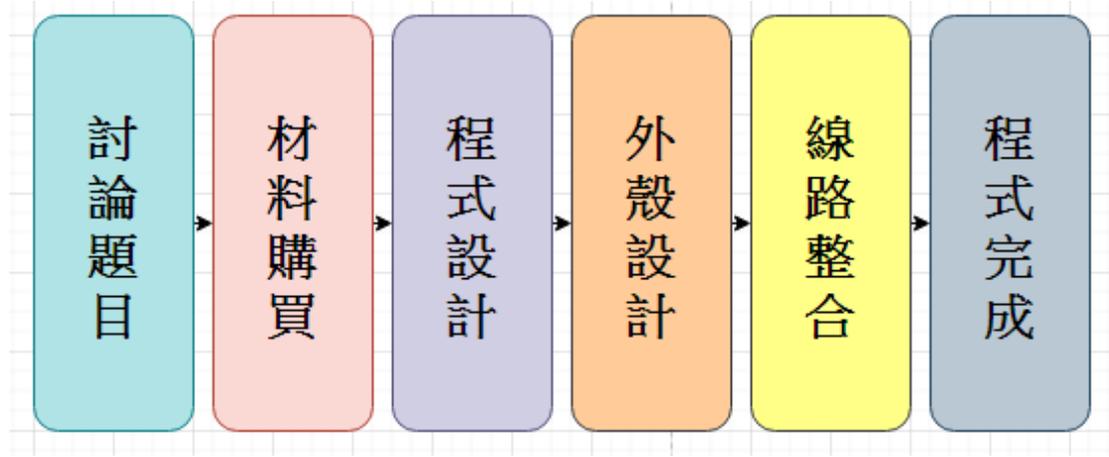


圖 2 研究步驟

(二) 操作步驟

為了方便解釋專題的動作流程，故使用流程圖以輔助說明。

1. 基本操作 (圖 3)

(1) 手機 APP 控制流程

當手機與智熱杯藍牙連結後會顯示控制介面(圖 4)，在程式中即可控制圖中的各種模式，其中加熱與自定義模式必須輸入適當數值才可進行控制。若要更改當前所執行的動作，需將該程式執行完畢或按下停止按鈕。

(2) 機構動作流程

開啟總電源後，七段顯示器會顯示內杯實際溫度，當手機與智熱杯藍牙連接後，依照手機 APP 的指示進行動作，外側杯壁設有動作指示燈，可以得知加熱絲與馬達是否進行運轉，當達到程式要求時或按下停止按鈕後即停止動作。

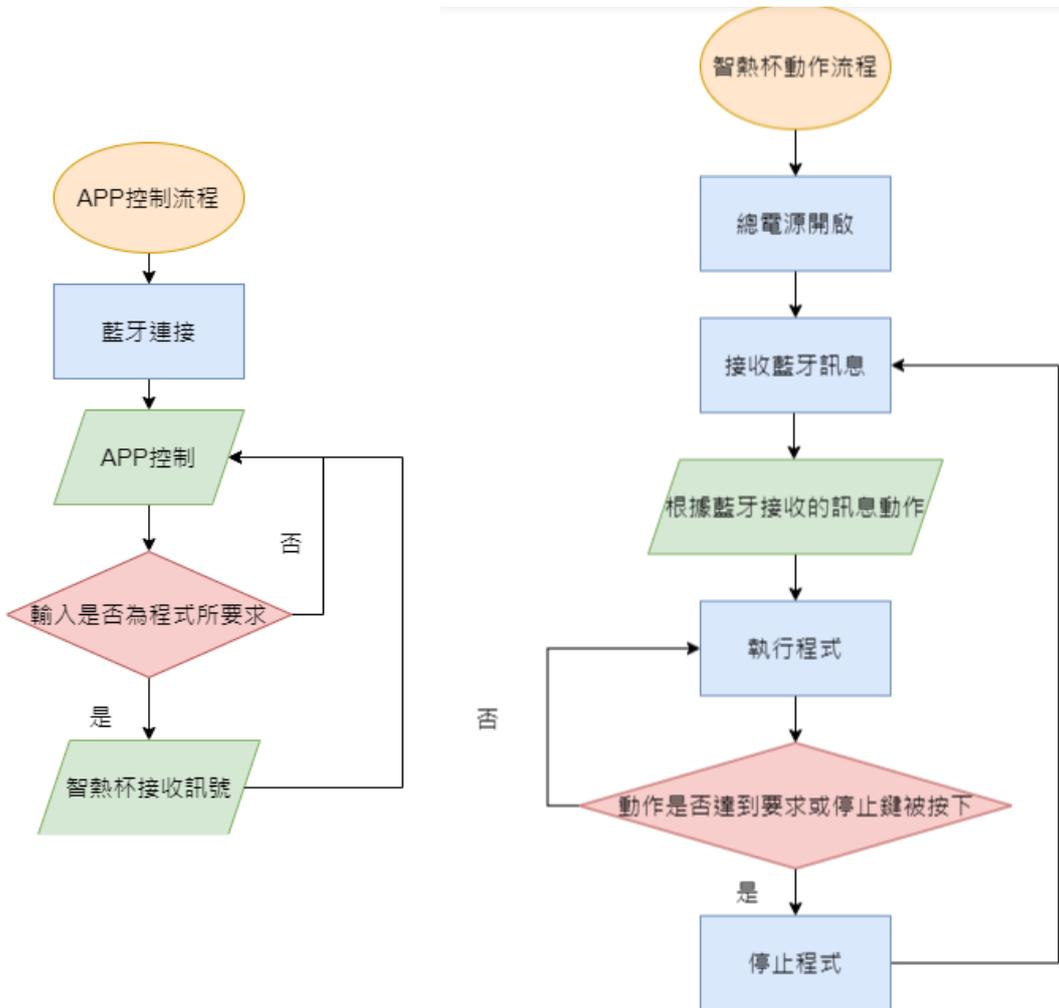


圖 3 基本動作

Smart Heating

藍牙配對

攪拌

加熱

保溫

溫度設定(40~80)

請輸入溫度

偏好

溫泉蛋

泡咖啡

自定義 →

自定義

持續攪拌

停止動作

圖 4 控制介面

2. 程式動作流程

(1) 停止功能

當按下手機 APP 上的停止按鈕，所有動作停止。當沒有程式執行時，才能執行其他動作。

(2) 基本功能（如圖 5、圖 6）

加熱與攪拌是智熱杯的基本功能，可透過手機 APP 與杯壁外側的實際按鈕進行控制。按住 APP 上的攪拌功能或杯壁外的攪拌按鈕即開始攪拌，放開則停止。

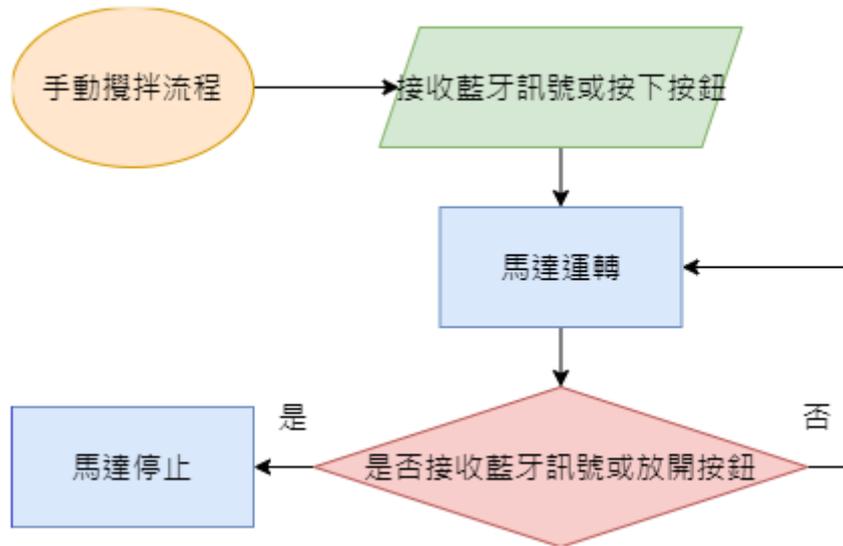


圖 5 攪拌流程

當在 APP 上所輸入的溫度數值符合要求範圍內，按下軟體上的加熱功能後即進行加熱動作，杯中溫度達到設定值後則停止加熱；按下杯壁外的加熱按鈕，智熱杯進行加熱動作，當杯中溫度達預設值 65 度後則停止加熱。

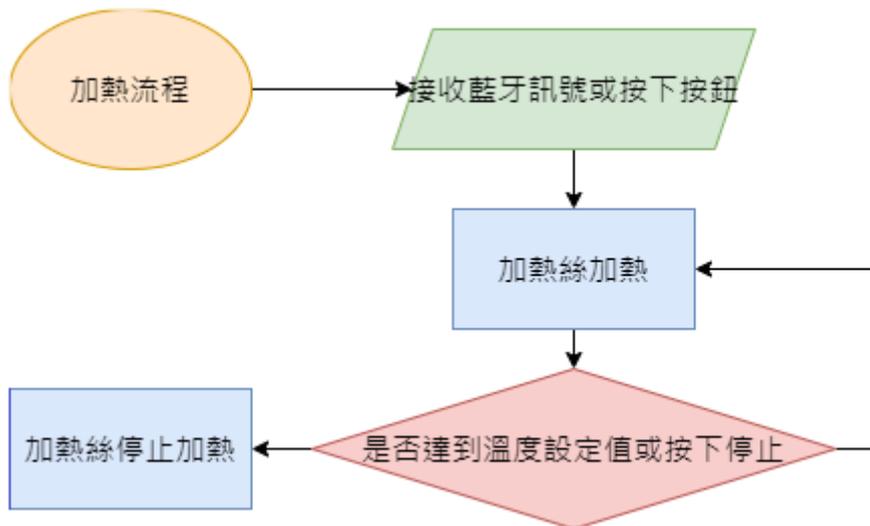


圖 6 加熱流程

(3) 溫泉蛋模式 (如圖 7)

當按下軟體上的溫泉蛋功能，加熱絲進行加熱，當溫度高於 70°時，加熱絲停止加熱；當溫度低於 60°時，加熱絲加熱。循環動作持續 12 分鐘。

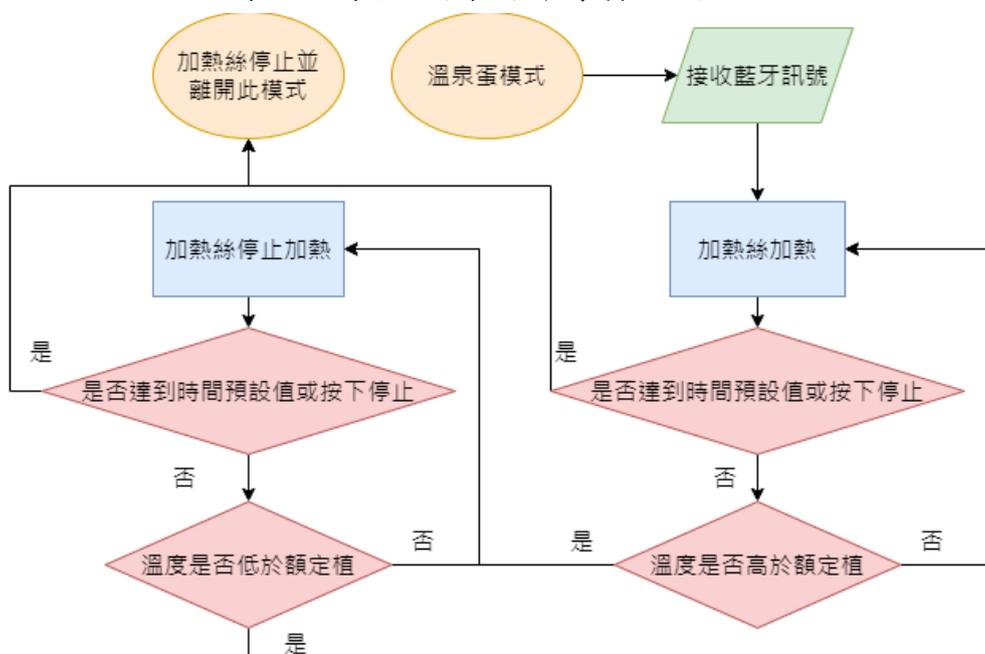


圖 7 溫泉蛋模式

(4) 泡咖啡模式 (圖 8)

按下軟體上的泡咖啡功能，加熱絲進行加熱，當溫度高於 65°時，加熱絲停止動作。在加熱期間，馬達以運轉 20 秒，休息 30 秒，進行循環攪拌。

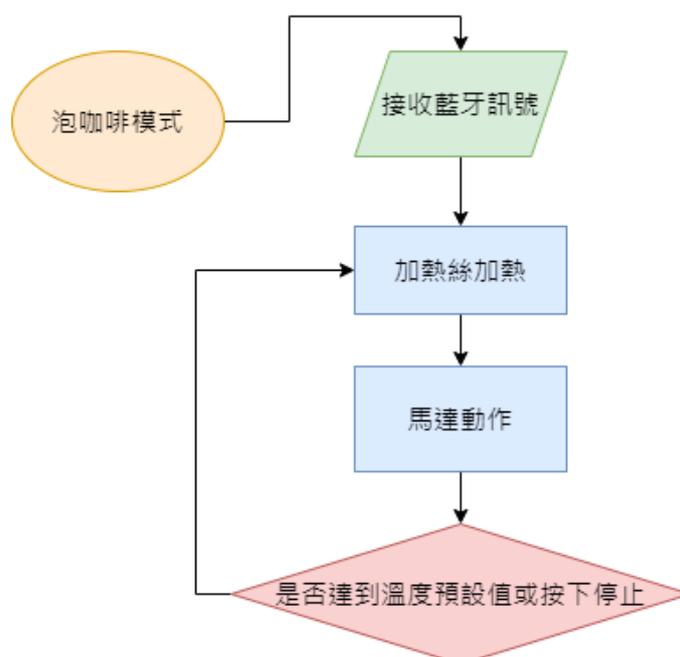


圖 8 泡咖啡模式

(5) 自定義模式 (如圖 9、圖 10)

按下軟體上的自定義按鈕後，會進入自定義設置頁面，在此頁面可以自定義功能名稱、欲達到之溫度以及馬達轉時，當加熱溫度及馬達轉時符合要求值時，按下確定將數值取代並存入程式內，按下執行後，即執行動作，軟體介面回到控制主頁面。



圖 9 自定義頁面

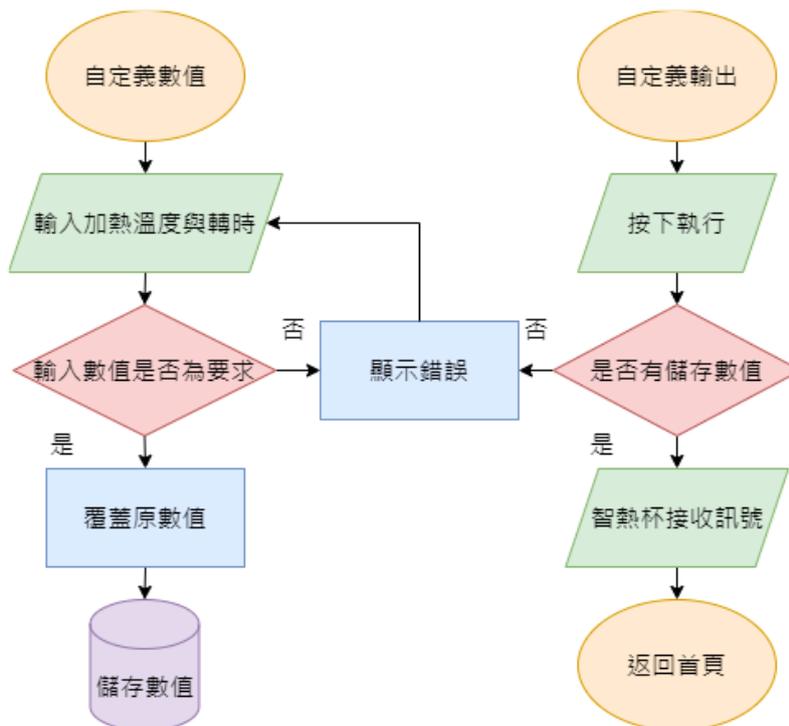


圖 10 自定義流程

(6) 保溫模式

按下保溫按鈕，加熱絲以加熱 10 秒停止 20 秒的循環進行動作。

(7) 持續攪拌模式

按下持續攪拌功能，馬達持續動作，按下停止動作則結束程序。

二、 使用材料及工具

(一) 零件介紹

1. MTARDALL110 (圖 11)

「MTARDALL110」是適用於 Arduino 上的溫度感測器模組，同時擁有 DO 數位開關量輸出以及 AO 類比量電壓輸出，並且使用 NTC 熱敏電阻作為感測器，靈敏度高。

使用寬電壓 LM393 比較器輸出的信號乾淨，波形漂亮以高驅動能力和穩定性為特色。(參照表 2)

表 2 MTARDALL110 元件數據

工作電壓	5V(3.3V~5V)
輸出形式	DO 數位、AO 類比
尺寸	3.2cm * 1.4cm

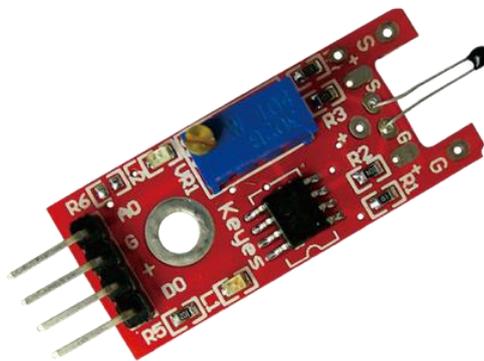


圖 11 MTARDALL110

2. Atmega328p (圖 12)

「ATmega328p」是 Atmel 公司的 megaAVR 系列中，極具代表性的一項產品。它內部為一顆八位元的 AVR 精簡指令型微控制器，並擁有 32KB 的閃存記憶體，進行程式的編寫和儲存，是目前 Arduino 程式編譯中最泛用的一顆單晶片。(參照表 3)

表 3 ATmega328p 元件數據

核心處理器	AVR
I/O 數	23
程式記憶體大小	32KB (16K x 16)
程式記憶體類型	閃存
電壓 - 電源	1.8V ~ 5.5V
核心尺寸	8 位元

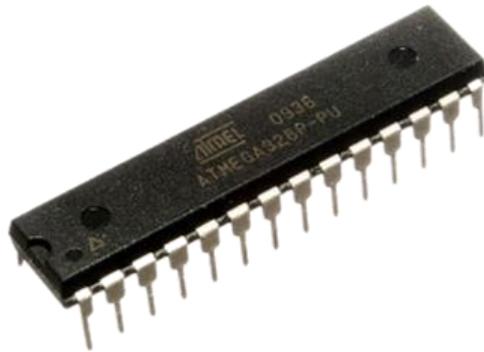


圖 12 ATmega328p

(二) 機構原理

利用「ATmega328p」進行程式運算做輸入與輸出，攪拌時輸出 5V 電壓供給馬達帶動轉軸上的磁盤進行轉動，磁盤所產生的磁力吸引內杯的攪拌子進行同步轉動來達到攪拌的效果，而進行加熱動作時，輸出 5V 電壓使繼電器線圈激磁，B 接點接通加熱絲開始加熱，當溫度感測器偵測的讀值為設定值時，ATmega328p 輸出低態，B 接點斷開完成加熱程序。

(三) 軟體介紹

1. Autodesk Inventor (圖 13)

「Autodesk Inventor」是一個電腦輔助製圖的應用程式，主要用於 3D 機械設計、模擬等等。此軟體允許使用者在一個單一環境中，整合 2D 與 3D 的數據，創建一個虛擬的產品，能在在產品正式生產前，驗證和調整產品的屬性，是我們 3D 列印不可或缺的軟體。



圖 13 Autodesk Inventor

2. Arduino IDE (圖 14)

「Arduino IDE」是一個免費且開放原始碼的硬體程式編寫軟體，它的程式編輯方式類似 Java、C 和 C++ 的程式語言。由於本身內建已模組化的套件與函式庫，所以就算沒有程式的基礎，也能輕鬆上手。由於 Arduino IDE 價格低廉且上手容易，所以我們選擇此作為硬體程式的撰寫。



圖 14 Arduino IDE

3. Altium Designer (圖 15)

「Altium Designer」是由 Protel 的軟體開發商：Altium 公司推出的電子電路開發系統，這套軟體能進行原理圖設計、電路仿真模擬、PCB 繪製、電路板自動佈線、信號完整性分析和設計輸出等技術，為使用者提供了一個簡便的電子電路設計方式，輕鬆進行繁雜的電路板設計，熟練使用這一軟體將使電路設計的質量及效率大大提升。



圖 15 Altium Designer

4. MIT App Inventor (圖 16)

「App Inventor」是一個於網頁上進程式編寫的軟體，透過程式的撰寫，可以將訊號透過藍牙從手機傳送至 Atmega328p，進程式控制。與 Arduino 不同的是，它是用圖形化界面的方式來撰寫程式，類似國小學的 Scratch，對於不熟悉程式設機的人也能輕鬆上手。



圖 16 App Inventor

5. Fritzing (圖 17)

「Fritzing」是一套免費的電路繪製軟體，可將機構內的接線方式透過圖示呈現出來，此軟體內建許多 Arduino 的相關配件，所以與我們的專題相容性高，故使用此作為電路的繪製。



圖 17 Fritzing

6. Blender (圖 18)

「Blender」是一套免費開放原始碼的 3D 繪圖軟體，具有建模、動畫等功能，且對電腦所需要的系統資源較少。此外，此軟體的繪圖擁有高度的擬真性，可將各種場景、物件、材料、材質、聲音、圖片生成出動畫，在我們專題報告中具有極大的幫助。



圖 18 Blender

伍、研究結果

智熱杯結構可以分成硬體組裝結構與軟體通訊架構。

一、 硬體結構 (如圖 19)



圖 19 機構透視圖

(一) 供電電路 (如圖 20)

將 12V 的電池透過 DC-DC 降壓模組從 12V 降為 5V 並供應給藍牙、MTARDALL110 及 ATmega328p。充電時充電器會亮紅光表示充電；當充飽後充電器發綠光表示充電完成，在充電期間依然可以正常運作。

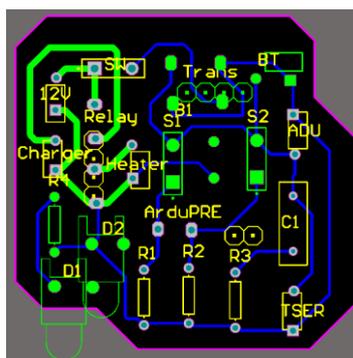


圖 20 供電電路

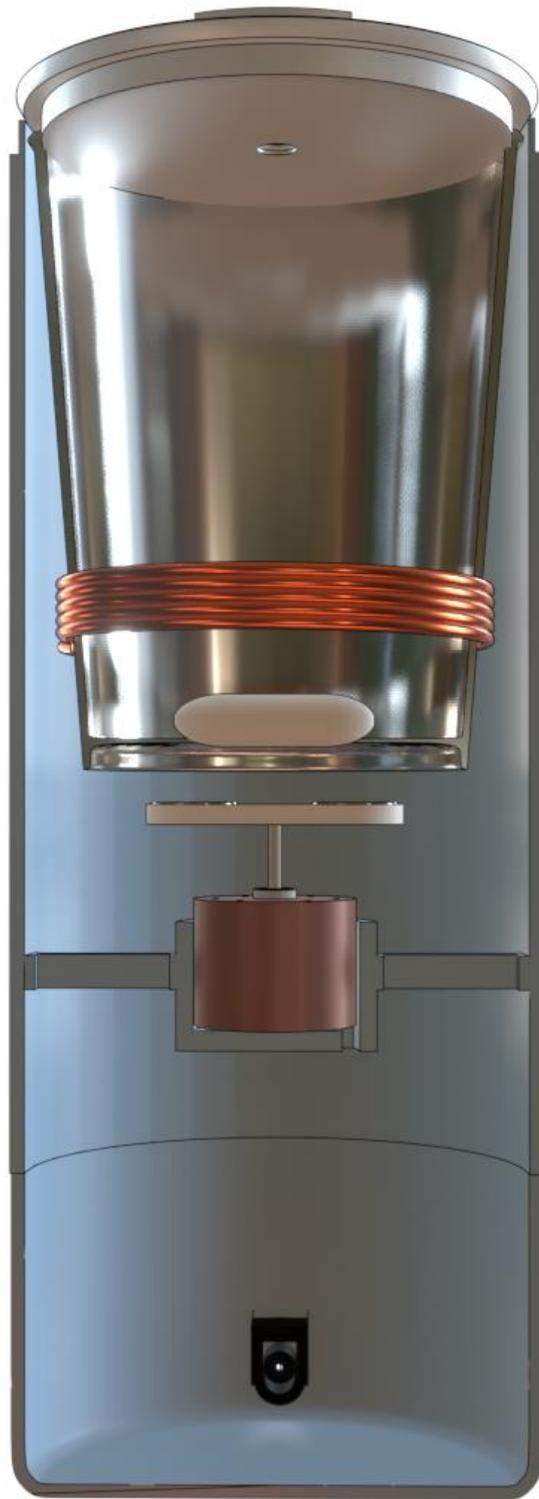


圖 22 外杯構造

二、 軟體介紹

我們使用 App Inventor 設計手機應用程式，剛進入應用程式畫面時，螢幕只會顯示「藍牙配對」，與智熱杯藍牙連接後，即進入控制主畫面，在該畫面中可進行攪拌、加熱、保溫、溫泉蛋、泡咖啡、持續攪拌以及自定義等功能，其中加熱功能需先在「溫度設定」中輸入數值才能運作。當按下自定義按鈕後會進入自定義頁面，當輸入數值正常即可按下「執行」就會回到控制主畫面。

三、 成品展示

(一) 硬體機構 (圖 23)



圖 23 機構外型

(二) 手機 APP (圖 24、圖 25)



圖 24 登入畫面



圖 25 控制及自定義畫面

陸、討論

一、 加熱的形式

我們起初是使用 12 伏特的陶瓷加熱片來進行加熱，但經過我們不斷的測試過後，我們發現加熱片無法良好的服貼在杯子側緣上，也因此導致加熱的效果不盡理想，散失的功率遠超出傳遞到杯子上的熱能。

於是我們打算換成鎳鉻加熱絲來作為加熱的材料，因為加熱絲是相對於加熱片更為柔軟且靈活的加熱元件，並且能夠服貼於我們的杯壁上，所以它所帶來的加熱效率也高於起初的加熱片。

二、 充電系統的選擇

由於我們的專題是智能加熱杯，於使用期間會頻繁地與液體接觸，一開始為了避免短路與漏電的問題發生，我們選擇使用無線充電的方式來為鋰電池進行充電，但經過實際充電與測試過後，我們發現無線充電器擁有不少的問題，包括充電的效率非常容易受角度、距離等等外在因素所影響，同時在充電的過程中會出現發熱與些許噪音的狀況。

經過我們討論後，打算將無線充電的形式更改為插線充電，也解決了充電速度以及易受外在因素影響的問題，而在防水方面我們也透過上膠與防水漆的方式更加仔細地進行防水處理，以避免水份的不甚入侵。

柒、結論

隨著社會的變遷，人們生活步調變得十分忙碌，連放鬆的時間都所剩無幾，為了使人們能在瑣碎的時間裡享受人生，許多科技產品都以快速便捷為設計目標。透過我們高中這三年所學的知識，我們製作出了「Smart Heating 智熱杯」一個既方便又實用的產品。

製作一個專題需要長時間的思考與規劃，不僅需要理解電子元件的使用外，軟硬體之間的整合也是十分重要，我們在製作的過程中，透過不斷蒐集資料，以及向各有所長的師長及同學們提問，將遇到的問題迎刃而解。而除了機構的完整性外，我們也十分注重使用者的健康與安全，我們所使用的材料都是安全無毒的，像食品級不鏽鋼以及無毒的 PLA 3D 列印線材。

智熱杯目前有攪拌、加熱、保溫、溫泉蛋、泡咖啡、持續攪拌以及自定義等功能，希望未來能夠持續為它添加更多功能，或是透過使用者的使用習慣自動判斷最適合使用者的工作模式，讓您的生活可以變得更加便捷又充滿效率，希望有朝一日，能成為人手一杯的智能產品。

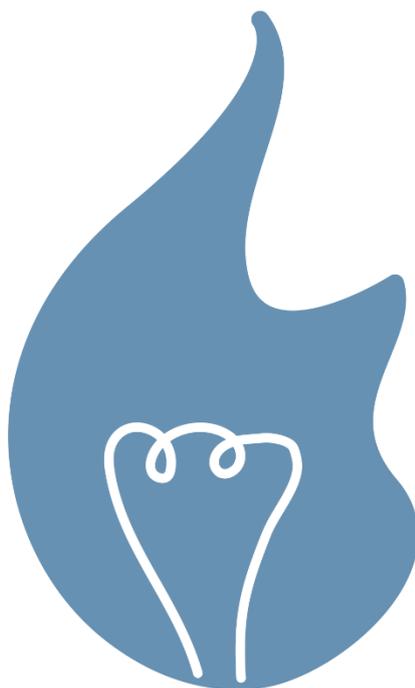


圖 26 LOGO

捌、參考資料及其他

1. 鄭旺泉、張元庭、林佳沂(2017.02)。可程式邏輯設計實習。臺北市:全華圖書股份有限公司。
2. 張義和、王敏男、周金聖(2020.07)。完全專題製作(第三版)。臺北市:新文京開發出版股份有限公司
3. 王允上、范文雄(2020.09)。可程式控制實習。新北市:台科大圖書股份有限公司。
4. 鄭榮貴、林傳傑、吳明璋、楊鎮澤(2019.08)基本電學實習。新北市:台科大圖書股份有限公司。
5. 順億儀器行有限公司 (查閱日期:2021年8月17日)取自
<https://www.shuennyih.com.tw/product-391.html>
6. Autodesk Inventor 操作講義 (查閱日期:2021年9月15日)取自:
<https://ischool-2.shinmin.tc.edu.tw/resource/openfid.php?id=38231>
7. 全民學 3D 就從 Blender 3D 開始:Blender 3D 中文化設定、認識視窗介面與學習資 (查閱日期:2021年10月9日)取自
<https://harmonica80.blogspot.com/2021/03/3d-blender-3d-blender-3d.html>
8. 科研專用鎳鉻絲鎳合金絲 Ni80Cr20 加熱絲電阻絲泡沫切割絲鎳電極絲 (查閱日期:2021年10月9日) 取自
<https://www.ruten.com.tw/item/show?22111165055010>
9. App Inventor 的基本介紹和藍牙連結功能的使用-86Duino (查閱日期:2021年9月11日)取自
<https://www.86duino.com/wp-includes/file/Chapter09-TC.pdf>
10. RelayLEG-5 硬件參考 (查閱日期:2021年9月17日)取自
https://www.punchlight.com/files/relayLEG-5_datasheet.pdf
11. HC-05 與 HC-06 藍牙模組補充說明(二):連接電路 (查閱日期:2021年9月22日)取自
<https://swf.com.tw/?p=705>
12. 何謂鐵氟龍? 鐵氟龍是什麼? (查閱日期:2021年10月17日) 取自
<https://www.liakoptfe.com.tw/zh-TW/blogs/whatisteflon>