

臺北市立大安高級工業職學校

電子科

專題報告

智慧水壺

Intelligent kettle

學生 組長：高御宸
組長：王勤
組長：何冠廷
組長：林澂

指導老師：簡靖哲

中華民國 110 年 1 月

中／英文摘要

有感於現代人對於健康意識的抬頭與重視，我們認為將電子科技與身體健康之監測與控管結合，在未來會是一個重要的課題。因此本次的專題決定針對人類最基本的生理需求——飲水來做結合。

本專題之智慧水壺的用途主要用來監測水質的硬度、溫度以及水位的高度，之所以會監測水質的硬度是根據多年來國內外的文獻顯示，水中硬度的高低與循環系統的疾病有強烈的負相關；飲用硬水比軟水者之冠狀心臟血管疾病罹患率為低，軟水地區居民之中風及心肌缺氧的死亡率隨飲用水中硬度增加而減少。飲用水中鈣濃度愈高，其罹患率有愈低趨勢。透過藍芽將監測到的數值傳送至手機供使用者查看，以及藉由七段顯示器將數值顯示在水壺上。

藉由這次的專題實作，讓我們了解到電子與身體健康的可發展性，期許在未來能與醫學方面做進一步的交流。

Feeling the rise and importance of people's health awareness, we believe that combining electronic technology with physical health monitoring and control will be an important issue in the future. Therefore, this topic decided to focus on the most basic physiological needs of human beings-drinking water for combination.

The purpose of the smart kettle in this topic is mainly to monitor the hardness, temperature and height of the water quality. The reason for monitoring the hardness of the water quality is based on many years of domestic and foreign literature. The hardness of the water is strongly related to the diseases of the circulatory system Negative correlation; the incidence of coronary heart vascular disease is lower in people who drink hard water than soft water, and the mortality of stroke and myocardial hypoxia among residents in soft water areas decreases with the increase in hardness of drinking water. The higher the calcium concentration in drinking water, the lower the attack rate. The monitored value is sent to the mobile phone through Bluetooth for users to view, and the value is displayed on the kettle through the seven-segment display.

Through the implementation of this topic, we understand the development of electronics and physical health, and hope to have further exchanges with medicine in the future.

目錄

中／英文摘要.....	I
目錄.....	II
表目錄.....	IV
圖目錄.....	V
第一章 前言.....	1
1-1 研究背景與動機.....	1
1-2 研究目的.....	1
1-3 預期成果.....	1
第二章 理論探討.....	2
2-1 藍芽接收與傳送資料.....	2
2-1-1 藍芽.....	2
2-1-2 HC-05 與 HC-06 藍牙序列埠通訊模組.....	2
2-2 水質硬度檢測.....	3
2-2-1 TDS 值.....	3
2-2-2 TDS SENSOR.....	3
2-3 APP INVENTOR.....	5
2-3-1 APP INVENTOR 簡介.....	5
2-3-2 APP INVENTOR 基本操作.....	5
2-4 水位計.....	6
2-4-1 壓力式水位計.....	6
2-4-2 超音波式水位計.....	6
2-4-3 浮球式水位計.....	7
2-5 DS18B20.....	7
2-5-1 DS18B20.....	7
第三章 專題準備.....	8
3-1 系統架構.....	8
3-2 研究步驟.....	10
3-3 製作方法.....	11
3-3-1 3D 列印.....	11
3-3-2 雷射切割.....	12
3-3-3 Arduino.....	13
第四章 專題成果.....	14

4-1 軟體成果	14
4-1-1 水位計	14
4-1-2 TDS 與 DS18B20.....	14
4-1-3 APP INVENTOR 應用程式	16
4-2 硬體成果	16
4-2-1 水壺	16
第五章 結論、未來展望與建議.....	18
5-1 結論、未來展望	18
5-2 建議	18
5-2-1 精確度	18
5-2-2 體積大小	18
參考文獻與圖片來源.....	19
成員簡歷.....	21

表目錄

表 1 表說明.....	8
--------------	---

圖目錄

圖 1 藍芽.....	2
圖 2 HC-05 外觀與接腳.....	3
圖 3 HC-06 外觀與接腳.....	3
圖 4 TDS SENSOR 外觀與接腳.....	4
圖 5 TDS SENSOR 電路圖.....	4
圖 6 APP INVENTOR 標誌.....	5
圖 7 APP INVENTOR 程式.....	6
圖 8 壓力式水位計.....	6
圖 9 雷達波水位計.....	7
圖 10 浮球式水位計.....	7
圖 11 內部結構圖.....	8
圖 12 系統方塊圖.....	8
圖 13 流程圖.....	10
圖 14 3D 建模圖.....	11
圖 15 3D 列印機.....	11
圖 16 雷射設計圖.....	12
圖 17 雷射切割機.....	12
圖 18 Arduino 標誌.....	13
圖 19 Arduino UNO 板.....	13
圖 20 水位顯示前的代號.....	14
圖 21 水位值 (%).....	14
圖 22 硬度顯示前的代號.....	15
圖 23 硬度值 (ppm).....	15
圖 24 溫度顯示前的代號.....	15
圖 25 溫度值 (°C).....	15
圖 28 應用程式畫面.....	16
圖 29 3D 列印水壺.....	17
圖 30 雷射切割外殼.....	17
圖 31 智慧水壺.....	17

第一章 前言

1-1 研究背景與動機

在這科技發達的時代，人們所要求的生活水準越來越高，非常的重視飲食及身體健康，所以最基本的飲水成了大多數人的難題。現在許多的家庭裡都有飲水機、濾水器、熱水壺等等，飲水工具，在這些的工具裡，都沒有一個告訴你所喝的水是否正常，濾水器真的好用嗎?等等問題，於是我們有了智慧水壺的構想。

1-2 研究目的

針對人們所追求的生活水準，從生活中最常出現的水壺來做一些改善。水壺除了基本的喝水裝水以外，我們打算監測水值的軟硬程度、水位高以及水溫，並將這些數據與醫學相關做結合，發展出更便利於人類生活所需的產品。

1-3 預期成果

利用水壺讀取水質、水位與水溫的數值並且能透過手錶檢測心跳來提醒喝水，以及紀錄日常的飲水情況來解決現代人喝飲料多過於喝水的不良習慣，藉由與醫學的合作，降低人們罹患疾病的機率。

第二章 理論探討

2-1 藍芽接收與傳送資料

2-1-1 藍芽

藍牙（英語：Bluetooth），一種無線通訊技術標準，用來讓固定與行動裝置，在短距離間交換資料，以形成個人區域網路（PAN）。其使用短波超高頻（UHF）無線電波，經由 2.4 至 2.485 GHz 的 ISM 波段來進行通信。1994 年由電信商愛立信（Ericsson）發展出這個技術。它最初的設計，是希望建立一個 RS-232 數據線的無線通訊替代版本。它能夠連結多個裝置，克服同步的問題。藍牙技術目前由藍牙技術聯盟（SIG）來負責維護其技術標準，其成員已超過三萬，分布在電信、電腦、網路與消費性電子產品等領域。IEEE 曾經將藍牙技術標準化為 IEEE 802.15.1，但是這個標準已經不再繼續使用。



圖 1 藍芽

2-1-2 HC-05 與 HC-06 藍牙序列埠通訊模組

HC-05 和 HC-06 的硬體相同，都採用英國劍橋的 CSR (Cambridge Silicon Radio) 公司的 BC417143 晶片，支援藍牙 2.1+EDR 規範，只是晶片內部的韌體不同。HC-05 與 HC-06 藍牙模組的外觀與接腳如下：

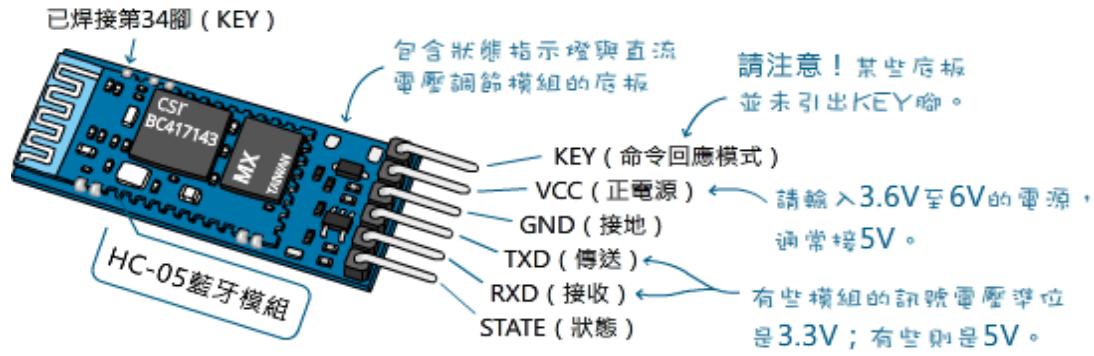


圖 2 HC-05 外觀與接腳

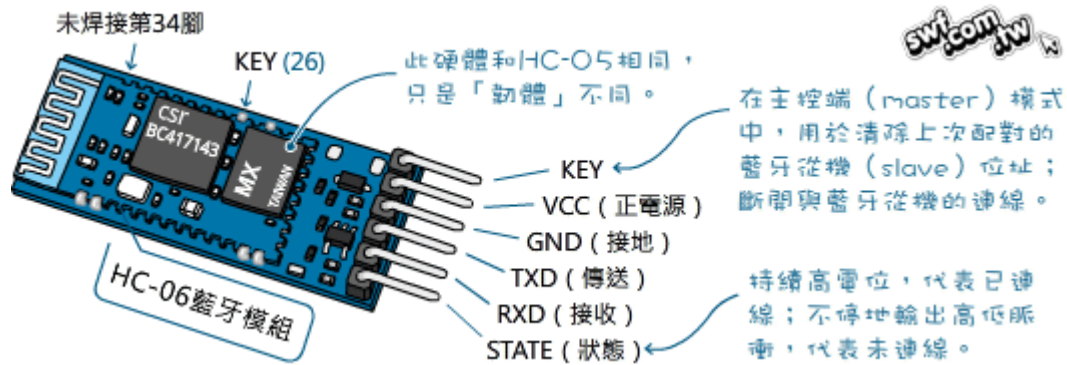


圖 3 HC-06 外觀與接腳

2-2 水質硬度檢測

有很多種方式可以反應出水質的好壞, 例如, 水質的硬度、水中的酸鹼值、水的色度等等, 經過組員的討論後我們選擇 TDS 值來表示水質。

2-2-1 TDS 值

T.D.S.的縮寫是「 Total Dissolved Solids」, 單位是 ppm, 中文意思是溶解於水中的固體總含量, 我們也簡稱為「總固體含量」。TDS 值越高, 表示水中含有的無機物和有機物越多, 水也就越不潔淨。

2-2-2 TDS SENSOR

TDS 水質檢測模組, 它的測量原理是通過電阻間接測量水質的純度。當我們飲用的水是乾淨的純淨水時, 由於溶解性固體的量很少, 這時候的水是接近絕緣的, TDS 值自然很低。而當水質被污染或者融進了其他電解質時, 水的電導率升高, TDS 感測器上的數值也就越大。

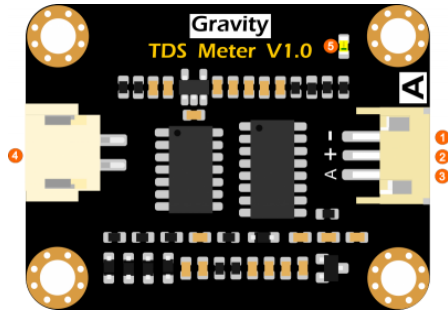


圖 4 TDS SENSOR 外觀與接腳

腳位	符號	描述
1	-	接地 (0V)
2	+	電源 (3.3~5.5V)
3	A	類比訊號輸出 (0~2.3V)
4	TDS	TDS 探頭連接器
5	LED	電源指示

表 1 TDS SENSOR 接腳

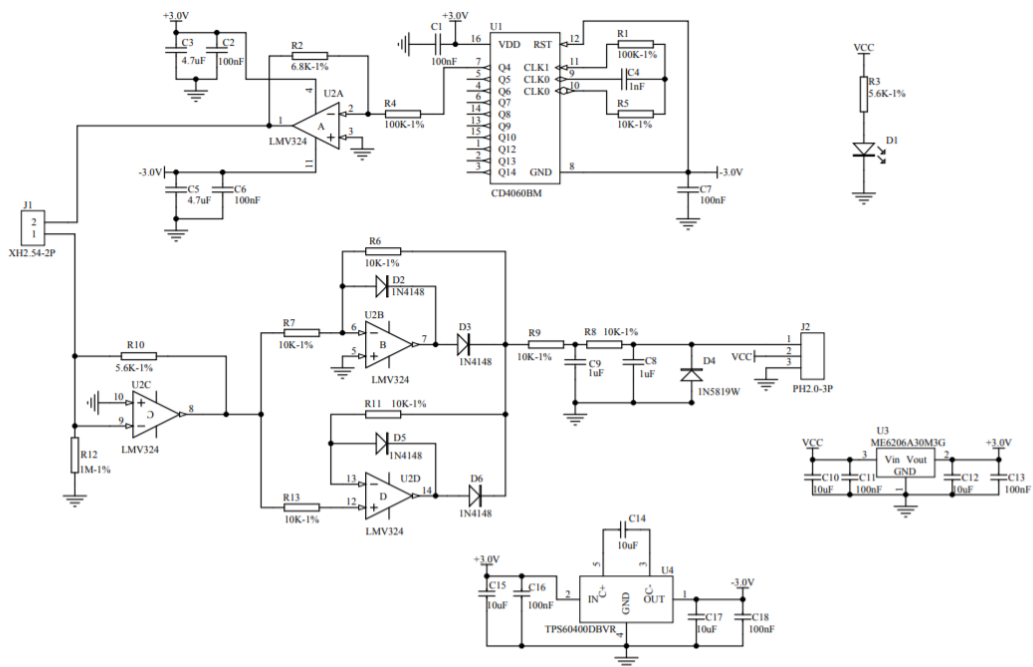


圖 5 TDS SENSOR 電路圖

2-3 APP INVENTOR

2-3-1 APP INVENTOR 簡介

MIT App Inventor 為一個透過視覺化圖形介面來設計行動應用服務的工具，目前主要為 MIT 麻省理工學院進行維護。

在 App Inventor 使用者可以透過瀏覽器編輯器中拖拉積木和 GUI 圖形化介面的方式來開發 Android App 而不用撰寫 Java 或是 Kotlin 程式碼（跟 Scratch Blocks Editor 使用上頗為類似，只是 App Inventor 比較聚焦在 Android 行動應用程式的開發上）。對於一些比較不熟程式語言的使用者來說，不失為訓練邏輯思考和熟悉行動應用開發的一個方便工具。



圖 6 APP INVENTOR 標誌

2-3-2 APP INVENTOR 基本操作

App Inventor 和一般程式語言的概念類似都有變數、邏輯運算、字串、整數、清單（類似 array、list）、字典（dict）、函式、條件控制和迴圈的概念，差異主要在於 App Inventor 是使用 block 拖曳積木方式來進行。其中內建方塊和使用者介面元件之間的互動是驅動 App 執行的重要關鍵。內建方塊主要有：

流程控制：if...else、for、while 迴圈

邏輯：and、or 等邏輯判斷

數學：數值相關比較

文字：字串相關操作

顏色：外觀樣式

變數：暫存的變數相關操作

程序：建立執行函式

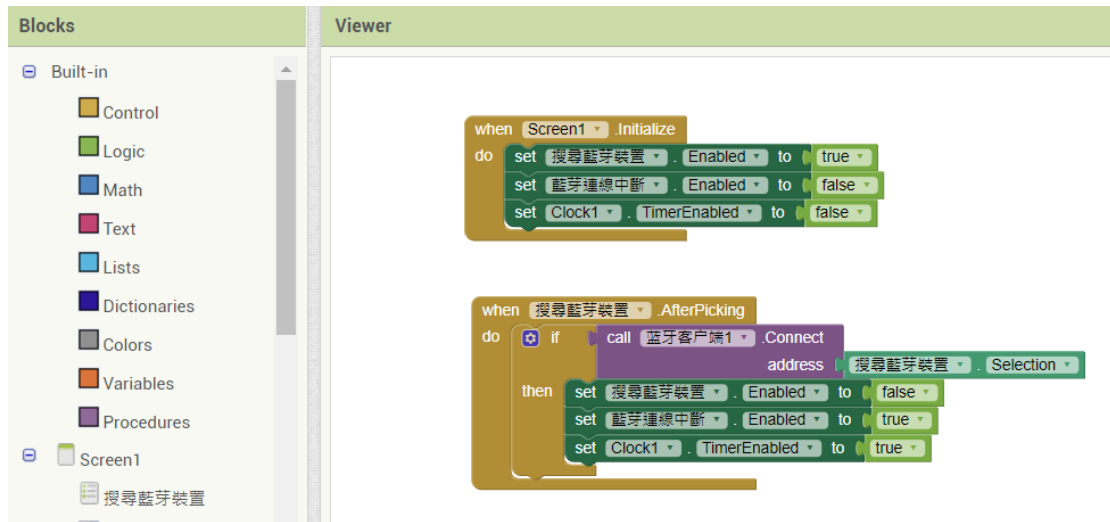


圖 7 APP INVENTOR 程式

2-4 水位計

2-4-1 壓力式水位計

壓力式水位計的工作原理是利用水壓力來計算水位，其外觀如圖 8 所示，水壓力由下方擠壓感應薄膜，感應薄膜將其所感受到的水壓力轉換為電壓數值，再藉由電壓-電流轉換器將電壓訊號轉換為電流訊號，通常轉換出來的電流訊號為 4mA~20mA，在經由後端設備將此 4~20mA 訊號轉換為水位高度。



圖 8 壓力式水位計

2-4-2 超音波式水位計

超音波及雷達波水位計，外觀如圖 9 所示，工作原理類似警察架設於道路旁邊的測速照相機，利用發射及接收電波的時間差，計算目前量測的水位高度。



圖 9 雷達波水位計

2-4-3 浮球式水位計

浮球式水位計利用浮球感測水位高度，因動作原理較為機械式，故其準確度較不精細，外觀如圖 10 所示。



圖 10 浮球式水位計

2-5 DS18B20

2-5-1 DS18B20

1. 電壓範圍：3.0~5.5V
2. 溫範圍 -55°C ~ $+125^{\circ}\text{C}$ ，在 -10 ~ $+85^{\circ}\text{C}$ 時精度為 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
3. 可編程之解析度為 9~12 位元，對應的可分辨溫度分別為 0.5°C 、 0.25°C 、 0.125

°C和 0.0625°C，可實現高精度測溫

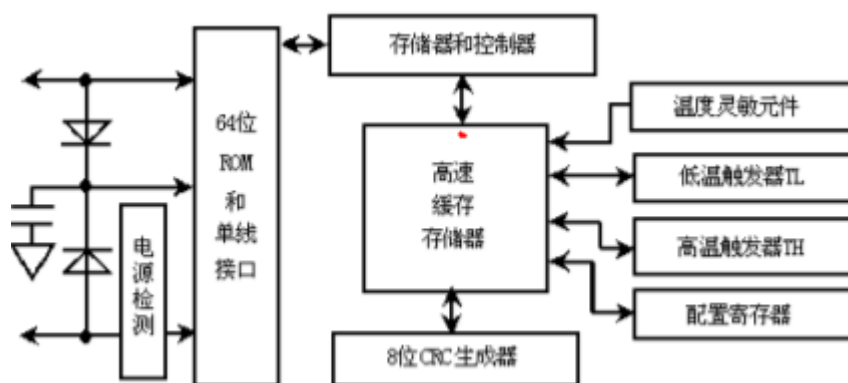


圖 11 內部結構圖

第三章 專題準備

3-1 系統架構

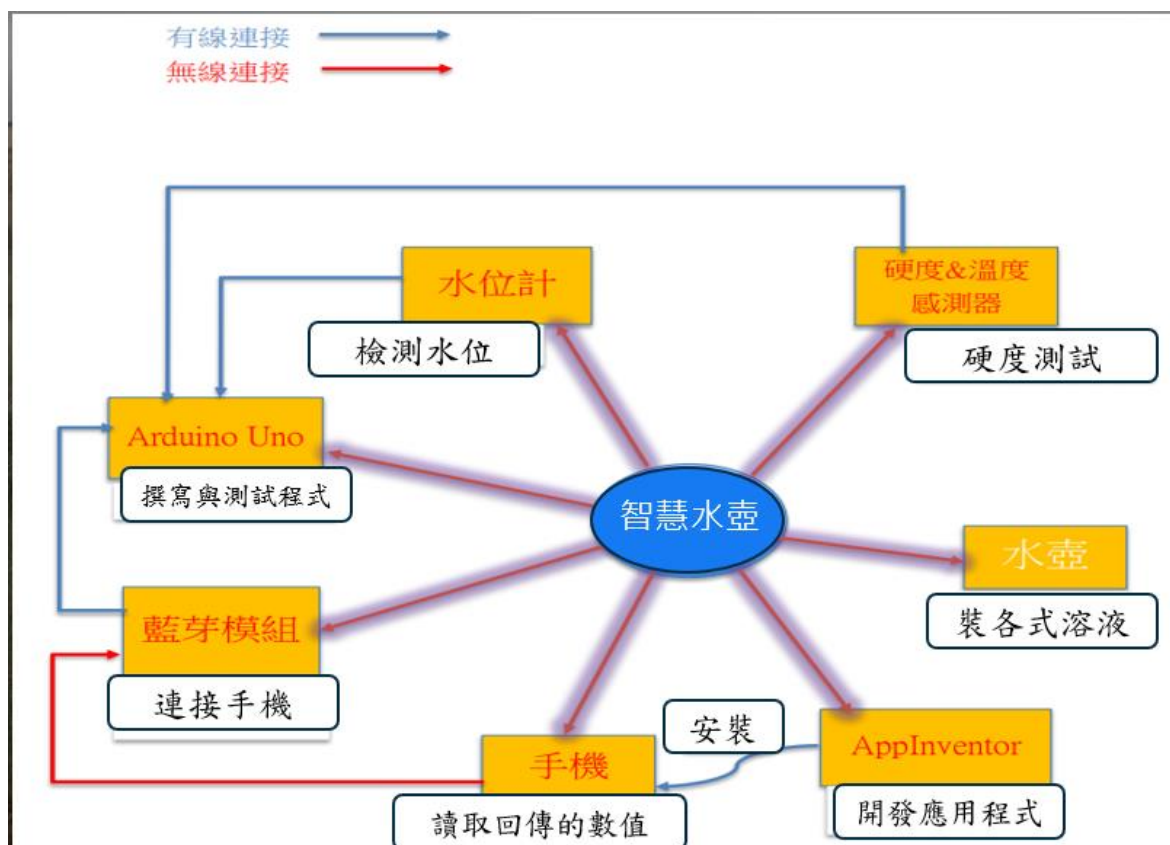


圖 12 系統方塊圖

說明：如圖 X 所示，專題共分為七個部分組成，藍芽模組、手機、APPInventor 是透過無線連接而程式開發版、水位計與各類感測器是利用杜邦線連接。

3-2 研究步驟

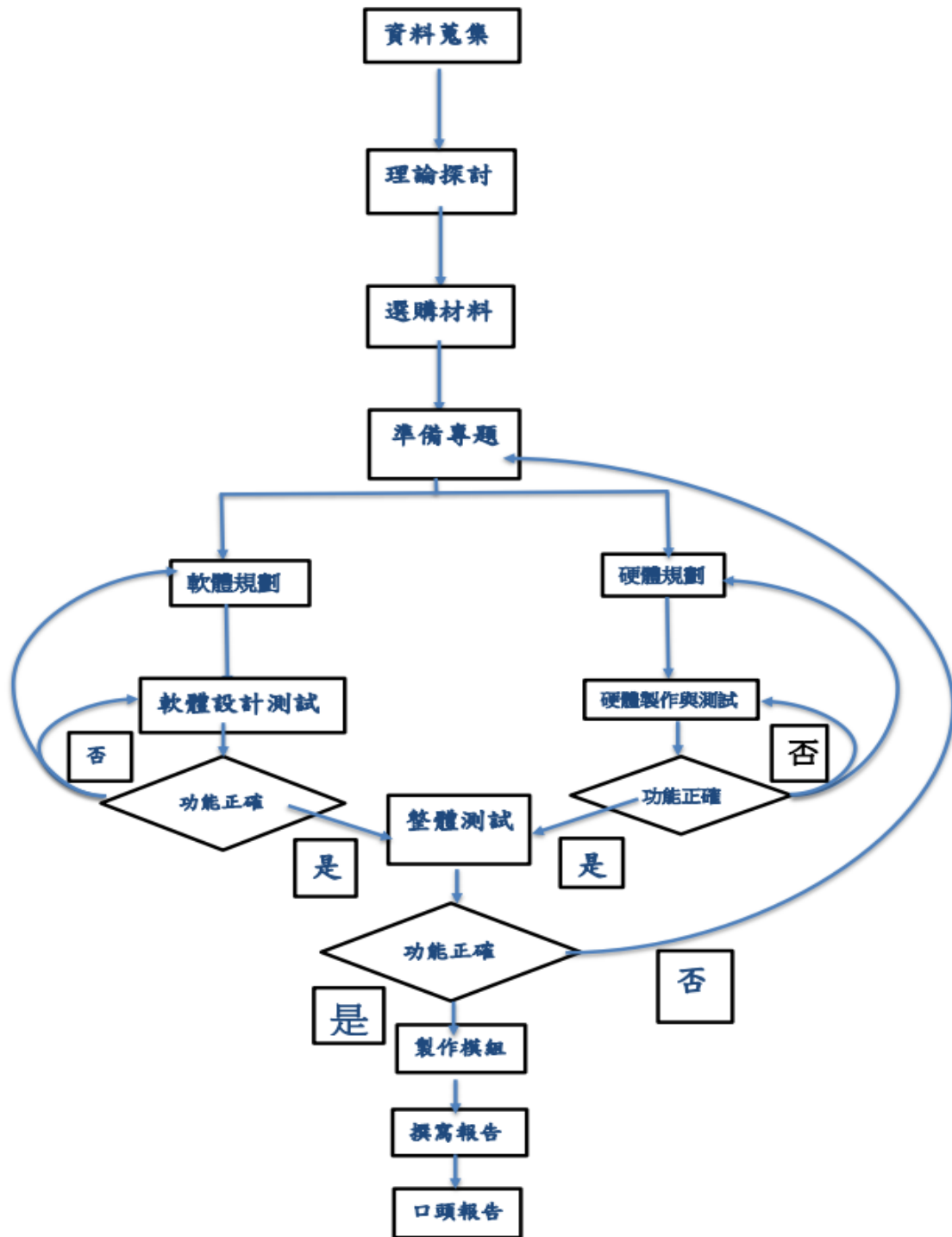


圖 13 流程圖

3-3 製作方法

專題大致上分成兩個部分，分別是硬體以及軟體。硬體是應用 3D 列印和雷射切割技術製作水壺主體；軟體是用 arduino、appinventor 來設計。

3-3-1 3D 列印

3D 列印模型可以使用電腦輔助設計軟體包或三維掃描器生成。手動搜集製作 3D 圖像所需的幾何資料過程同雕塑等造型藝術。通過 3D 掃描，可以生成關於真實物體的形狀、外表等的電子資料並進行分析。以 3D 掃描得到的資料為基礎，就可以生成被掃描物體的三維電腦模型。無論使用哪種 3D 建模軟體，生成的 3D 模型（通常為 .skp、.dae、.3ds 或其它格式）都需要轉換成 .STL 或 .OBJ 這類印表機可以讀取的格式。而本次專題是使用 FDM 熔融沉積成型來列印水壺。熔融沉積成型（英：Fused deposition modeling, FDM），是一種將各種熱熔性的絲狀材料（蠟、ABS 和尼龍等）加熱融化成形的的方法，是 3D 列印技術的一種。又可被稱為 FFM 熔絲成型（Fused Filament Modeling）或 FFF 熔絲製造（Fused Filament Fabrication），其後兩個不同名詞主要只是為了避開前者 FDM 專利問題，然而核心技術原理與應用其實均是相同的。

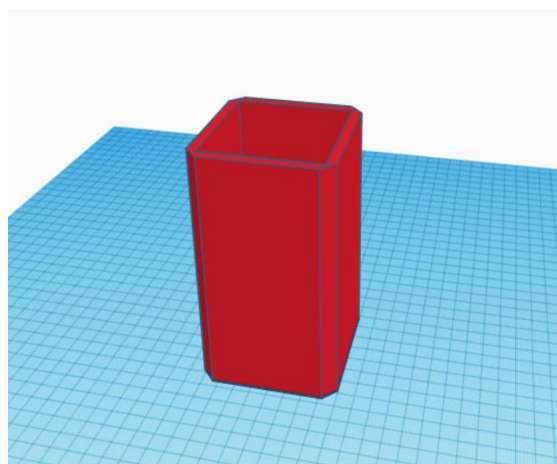


圖 14 3D 建模圖

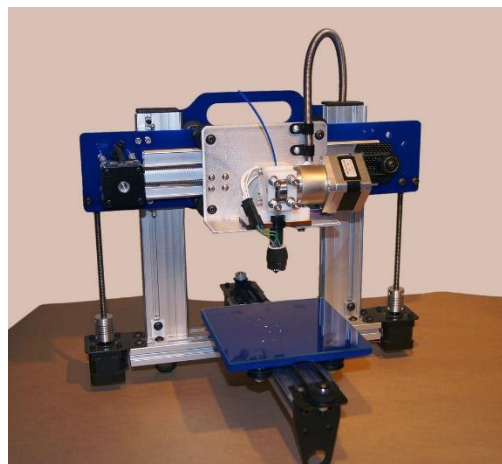


圖 15 3D 列印機

3-3-2 雷射切割

顧名思義，就是利用雷射對需要雕刻的材料進行雕刻的一種先進設備。雷射雕刻機不同於機械雕刻機和其他傳統的手工雕刻方式，機械雕刻機是使用機械手段，比如金剛石等硬度極高的材料來雕刻其他東西。而雷射雕刻機則是使用雷射的熱能對材料進行雕刻，雷射雕刻機內的雷射器是其核心所在。一般來說，雷射雕刻機的使用範圍更加廣泛，而且雕刻精度更高，雕刻速度也更加快捷。而且相對於傳統的手工雕刻方式，雷射雕刻也可以將雕刻效果做到很細膩，絲毫不亞於手工雕刻的工藝水平。正是因為雷射雕刻機有著如此多的優越性，所以現在雷射雕刻機的應用已經逐漸取代了傳統的雕刻設備和方式。成為主要的雕刻設備。

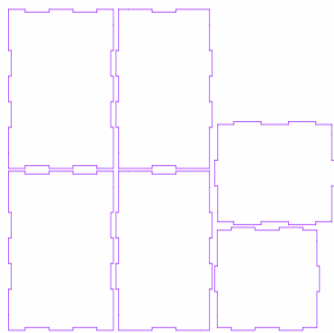


圖 16 雷射切割設計圖



圖 17 雷射切割機

3-3-3 Arduino

Arduino 是一家製作開源硬體和開源軟體的公司，同時兼有專案和使用者社群，該公司負責設計和製造單板微控制器和微控制器套件，用於構建數位裝置和互動式物件，以便在物理和數位世界中感知和控制物件。該專案的產品是按照 GNU 寬通用公共許可證 (LGPL) 或 GNU 通用公共許可證 (GPL) [\[1\]](#) 許可的開源硬體和軟體分發的，Arduino 允許任何人製造 Arduino 板和軟體分發。Arduino 板可以以預裝的形式商業銷售，也可以作為 DIY 套件購買。

Arduino 電路板設計使用各種微處理器和控制器。這些電路板配有一組數字和類比 I/O 引腳，可以連接各種擴充板或麵包板（封鎖板）和其他電路。這些電路板具有串列埠，包括某些型號上的通用串列匯流排 (USB)，也用於從個人電腦載入程式。微控制器通常使用 C/C++ 程式語言。除了使用傳統的編譯工具鏈之外，Arduino 專案還提供了一個基於 Processing 語言專案的整合式開發環境。



圖 18 Arduino 標誌



圖 19 Arduino UNO 板

第四章 專題成果

4-1 軟體成果

4-1-1 水位計

水壺的高度與水位計的長度相差甚大，所以利用兩塊水位計固定於水壺的內壁，以測量水中的高度，單位是%，並且同步顯示於七段顯示器上，提供使用者讀取資料，如下兩張圖所示：



圖 20 水位顯示前的代號



圖 21 水位值 (%)

4-1-2 TDS 與 DS18B20

將水質硬度感測器 (TDS) 與水溫感測器 (DS18B20) 利用束線帶綁定並且固定

在杯底，單位分別為 ppm 與 $^{\circ}\text{C}$ ，且能依序顯示於七段顯示器上，如下圖所示：



圖 22 硬度顯示前的代號



圖 23 硬度值 (ppm)



圖 24 溫度顯示前的代號



圖 25 溫度值 ($^{\circ}\text{C}$)

4-1-3 APP INVENTOR 應用程式

透過 HC-06 藍芽模組將所有檢測的數值傳送至以配對的手機，且藉由 APP INVENTOR 製作簡易的手機程式以利於讀取水壺所有檢測的數值，應用程式的畫面也附上了水質的好壞標準對照圖提供飲用者判斷水的乾淨程度。應用程式畫面如下圖所示：

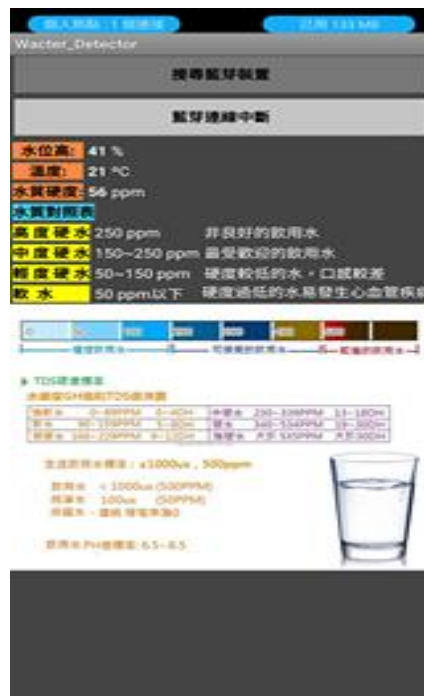


圖 26 應用程式畫面

4-2 硬體成果

4-2-1 水壺

利用 3D 列印出水壺本體並將所有感測器以及開發板固定於水壺上來檢測水的相關數值。外殼的部分將 3mm 密集板透過雷射切割機製作出符合水壺大小的外殼，併用來放置與固定水壺，如下圖所示：



圖 27 3D 列印水壺



圖 28 雷射切割外殼



圖 29 智慧水壺

第五章 結論、未來展望與建議

5-1 結論、未來展望

在這個凡事都追求智慧化以及便利性的科技時代下，日常生活中所有的物品像是水壺、眼鏡、家具等隨處可見的東西都能與電子作結合。本次的專題除了監測水質的好壞以外，更大的目的是希望藉由智慧水壺來記錄每人每日的飲水量與水質的關聯性，並將有需要的數據提供給醫學產業或是做為醫學研究的依據，來避免、預防一些不必要的疾病發生，降低人們患病的機率與風險，延長人類的壽命。期許未來能增加專題的功能，並且提高數值的準確性。

5-2 建議

針對這次的專題主要有以下兩點缺點仍須改進：

5-2-1 精確度

在檢測水值的三個零件中，溫度與硬度是最為準確的，唯有水位計的準確度需要加強改進。專題所使用的水位計適用於靜態不動的水位，像是飲水機，而在水壺這種易改變水位的容器內應該選擇的是紅外線或是超音波這類較準確的模組來測量。而在使用誤差值較大的水位計下，我們透過測量每塊水位計導電後的最大與最小電壓，並將這兩個電壓範圍藉由程式轉換成水位的百分比，盡可能地將數值的誤差值減小。

5-2-2 體積大小

專題所製作的水壺體積是有點大，再加上模組與開發版的大小造成最後的完成品大小不符合輕巧且易攜帶的特性。我們發現要改善水壺體積最有效的方式是在設計水壺的時候，須將所有模組的大小、高度以及所有接線的擺放位置、範圍考量周全，設計出一個專屬且易攜帶的水壺。

參考文獻與圖片來源

藍芽

<https://swf.com.tw/?p=693>

https://www.google.com/search?q=bluetooth&sxsrf=ALeKk039A49kKIw8gVoGT2WLF1e_v2ivCA:1610254066552&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiQ6ontx5DuAhXXyYsBHYPpDAoQ_AUoAXoECAUQAaw&biw=1536&bih=666#imgrc=NVMKWDvH8x720M

APP INVENTOR

https://www.google.com/search?q=app+inventor%E4%BB%8B%E7%B4%B9&sxsrf=ALeKk02PHjsR0kohvpG_JEYneaKJ1mhEiA:1610254855546&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjD_KXlypDuAhVJCqYKHdivBW4Q_AUoAXoECAUQAaw&biw=1536&bih=666#imgrc=DqYHobPEiFs6M&imgdii=YliRTUR3g_81nM

TDS

https://wiki.dfrobot.com/Gravity__Analog_TDS_Sensor__Meter_For_Arduino_SK_U__SEN0244#target_6

<https://www.google.com/search?q=TDS+%E6%84%9F%E6%B8%AC%E5%8E%9F%E7%90%86&oq=TDS+%E6%84%9F%E6%B8%AC%E5%8E%9F%E7%90%86&aqs=chrome..69i57j0i333.9637j0j9&sourceid=chrome&ie=UTF-8>

WATER SENSOR

http://epaper.wra.gov.tw/Article_Detail.aspx?s=918ECCDBF94AD035

DS18B20

https://www.jin-hua.com.tw/upload/product/2110000001544_DATA.pdf

3D 列印

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%86%94%E8%9E%8D%E6%B2%89%E7%A7%AF%E6%88%90%E5%9E%8B>

<https://zh.wikipedia.org/wiki/3D%E6%89%93%E5%8D%B0>

Arduino

<https://zh.wikipedia.org/wiki/Arduino>

雷射切割

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%BF%80%E5%85%89%E9%9B%95%E5%88%B%E6%9C%BA>

<https://www.damanwoo.com/node/87158>

成員簡歷

姓 名	高御宸	班 級	電子三乙	照 片
曾 修 習 專 業 科 目	<ol style="list-style-type: none"> 1.基本電學與實習 2.電子學與實習 3.數位邏輯與實習 4.微處理機與實習 5.電子電路與實習 6.程式設計課程 7. 硬體描述語言 (VHDL) 			
參 與 專 題 工 作 項 目	<ol style="list-style-type: none"> 1. 專題主軸 2. 擬定計畫 3. 藍芽連接與傳輸資料 4. 電路裝配 5. 彙整、拼裝 6. 撰寫論文報告書 			
經 歷 簡 介	<ol style="list-style-type: none"> 1. 工業電子丙級技術士 2. 107 學年度擔任英文小老師 3. 107 學年度下擔任外掃衛生幹事 4. 108 學年度上學期擔任內掃衛生幹事 5. 108 學年度下學期擔任餐膳股長 6. 108 學年度獲選班內模範生 6. 109 學年度下學期擔任環保股長 7.高一班際籃球賽季軍 			
姓 名	林澂	班 級	電子三乙	照 片
曾 修 習 專 業 科 目	<ol style="list-style-type: none"> 1.基本電學與實習 2.電子學與實習 3.數位邏輯與實習 4.微處理機與實習 5.電子電路與實習 6.程式設計課程 			

參與專題 工作項目	<ol style="list-style-type: none"> 1. 專題主軸 2. 擬定計畫 3. 電子電路設計 4. 程式整合 5. 水壺拼裝、電路裝配 6. 撰寫論文報告書 			
經歷簡介	1. 工業電子丙級技術士			
姓 名	何冠廷	班 級	電子三乙	照 片
曾 修 習 專業科目	<ol style="list-style-type: none"> 1.基本電學與實習 2.電子學與實習 3.數位邏輯與實習 4.微處理機與實習 5.電子電路與實習 6.程式設計課程 			
參與專題 工作項目	<ol style="list-style-type: none"> 1. 資料查詢 2. ph 值檢測 3. 溫度感測器 4. 專題紀錄 5. 報告撰寫 			
經歷簡介	<ol style="list-style-type: none"> 1. 工業電子丙級技術士 2. 107 學年度擔任體育股長 3. 108 學年度下擔任衛生幹事 6. 109 學年度下學期擔任環保股長 7. 高一班際籃球賽季軍 			
姓 名	王勤	班 級	電子三乙	照 片
曾 修 習 專業科目	<ol style="list-style-type: none"> 1.基本電學與實習 2.電子學與實習 3.數位邏輯與實習 4.微處理機與實習 5.電子電路與實習 6.程式設計課程 			

參與專題 工作項目	<ol style="list-style-type: none">1. 資料查詢2. 材料選購3. 水位感測器4. 報告撰寫5. 專題報告
經歷簡介	<ol style="list-style-type: none">1. 工業電子丙級技術士