

香港大學工程學院、香港天文台、香港氣象學會合辦：

海平面量度裝置

設計比賽

Sea Level Measurement Device
Design Competition

文字報告

Report

組別名稱：

403 Forbidden

裝置名稱：

403+1 Not found

來自：香港神託會培基書院

Stewards Pooi Kei College

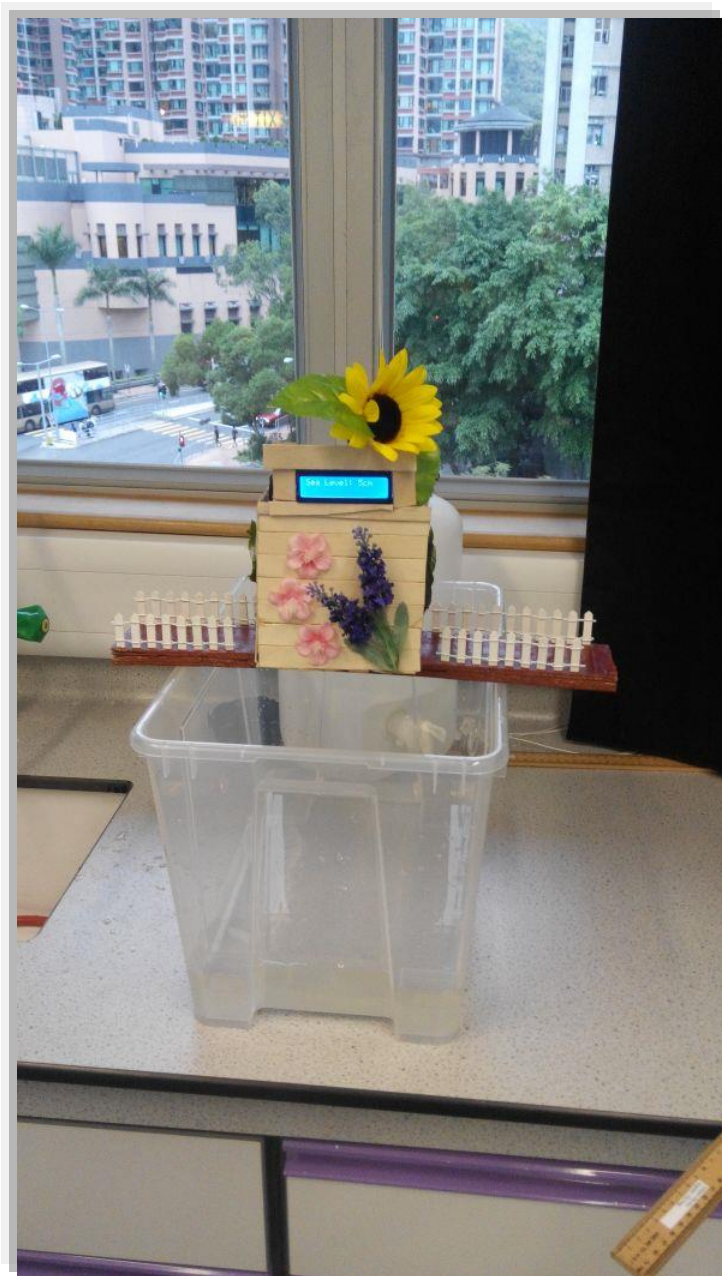
組員：

1. 吳灝民 3F(27)

2. 黃達濠 3J(33)

3. 麥澤榮 3P(22)

4. 王俊禧 3P(31)

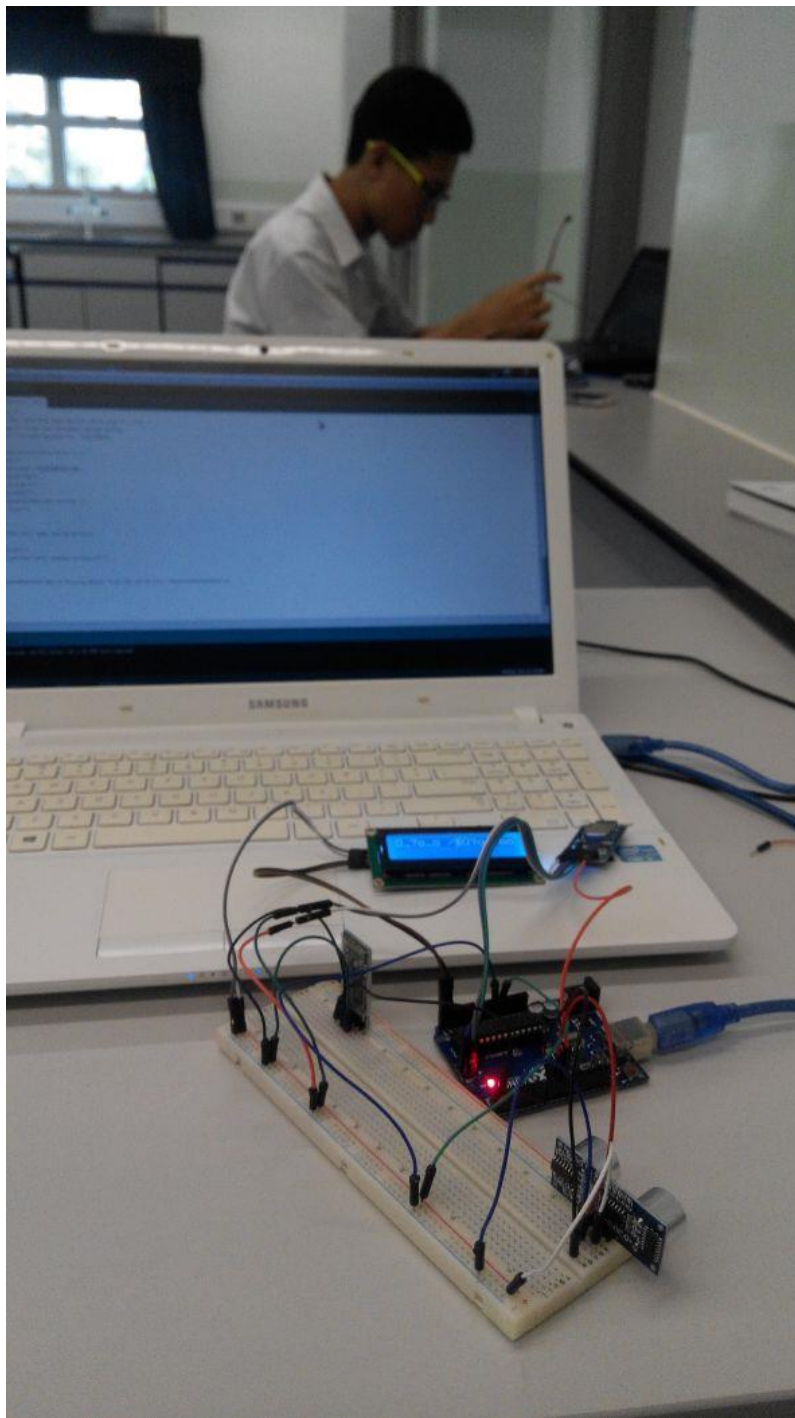


For Physics Exhibition, S.1 Admission Briefing Days Only

中一入學簡介日：物理 只供展覽用途 (28-29/11/2015)

目錄：

- 1 引言
- 2 運作原理
 - 2.1 聲納 / 超聲波的原理
 - 2.2 其他方法的原理的比較
- 3 所使用的元件
 - 3.1 Arduino UNO R3 原廠開發板
 - 3.2 聲納測距離傳感器
 - 3.3 I2C 1602 LCD 液晶顯示屏
 - 3.4 SD 卡卡槽
 - 3.5 HC-05 藍牙資料傳輸元件
- 4 操作方法
- 5 數據收集和處理
- 6 軟件設計
 - 6.1 Arduino 應用程式
 - 6.2 Android 手機應用程式
- 7 應用範疇
- 8 裝置資料
 - 8.1 裝置的外觀設計
 - 8.1.1 重用已廢棄的材料
 - 8.1.2 創作理念
 - 8.2 其他資料
- 9 反思
- 10 總結
- 11 參考資料
- 12 鳴謝
- 13 附錄
 - 13.1 電路圖
 - 13.2 Arduino 原始碼



1 引言

科技不但是科技，科技還是創新，提高方便性。雖然現在有海平面量度裝置，然而，有人會滿足現時的裝置嗎？相信不是，有很多人對這個裝置有不同的看法，這些看法不一定沒有用，還能令這個裝置進步，變成一個實用、方便的裝置。我們今天聚在一起，討論如何設計海平面量度裝置，為要令現時的裝置進化，令生活的質素變得更好，還能幫助住在海邊的人，透過這個裝置，能在海水的危害臨到前，作出適當的預防。

「風暴無有怕」。只要有海平面量度儀器，就能清楚風暴的來臨。現在的天氣變幻莫測，人們都在追求更好的科技去預測天氣的突變，去預早安排所有被受阻礙的活動，令人們都可以有更好的安排。風暴在香港非常平常的十事情，我們可以靠潮汐潮退就可以知道風暴的來臨。

在這次比賽，我們會用 Arduino 和 Android 的手機應用程式去互相連接，針對海平面去作出研究。

2 運作原理

2.1 聲納測距離傳感器/超聲波的原理

聲納 (Sonar, Sound Navigation And Ranging) / 超聲波 (Ultrasonic) 是指任何聲波，頻率超過人類耳朵可聽到的最高值：20kHz。聲納測距離傳感器裏的超聲波發射裝置會發出超聲波，超聲波到了物件的時候會反彈至相反的方向。當超聲波接收器接收到剛剛反彈回來的超聲波時，就會計算出超聲波從發出至接收之間的時間，再使用 $s = vt/2 = 340t/2$ ¹ 這條公式，便能計算出聲納測距離傳感器和物件之間的直線距離。

¹ s (Displacement) 是指聲納測距離傳感器和物件之間的直線距離；

v (Velocity) 是指超聲波在大氣壓力的空氣中傳播的速度；

t (Time) 則是指超聲波從發出至接收之間的時間。

因為超聲波是一來一回的，所以要將計算出的距離除以 2。

2.2 其他方法的原理的比較

紅外線測距離傳感器所運用到的原理，與聲納測距離傳感器的原理十分相似，同樣是計算出從發出至接收之間的時間，只不過是將超聲波換成紅外線而已。但是使用紅外線測距離會有精準度低的情況發生，而且方向性亦比較差。雖然紅外線在穿越其他物質時的折射率小，但是面對著波濤洶湧、驚濤駭浪的海洋，海平面往往都不是平如玻璃一樣，總會有一些高低起伏，因此會影響紅外線的折射反射的方向，並會影響量度出來的結果。

3 所使用的元件

3.1 Arduino UNO R3 原廠開發板

今次我們所選用的是意大利進口的 Arduino UNO R3 原廠開發板作為我們的裝置的中央處理器，因為它非常容易使用，只需把原始碼輸入在 Arduino 的電腦程式，然後把它用 USB 線與電腦連接起來，上載完原始碼後便能運作。正因為它簡單易用，所以非常適合像我們一樣的初學者去使用。它接駁著：

輸入資料：聲納距離探測器

輸出資料：I2C 1602 LCD 液晶顯示屏、藍牙資料傳輸元件、SD 卡卡槽

3.2 HC-SR04 聲納測距離傳感器

HC-SR04 聲納測距離傳感器像蝙蝠和海豚一樣，都會發出和接收超聲波。它分別有個 1 超聲波發射器和 1 個接收器。採取收發分離的方式有兩個好處：

1. 發出和接收訊號不會重疊，接收器所接收到的只會是反射訊號；
2. 將接收器放置在合適位置，可以避免超聲波在物體表面反射時造成的各種損失和干擾，從而提高裝置的準確性和可靠性。

3.3 I2C 1602 LCD 液晶顯示屏

標準 LCD 需要比較多的腳位，I2C 1602 可以減少腳位的使用，而且接線亦比較簡單，方便連接其他元件。它能夠顯示出 2 行 16 個字元的液晶顯示，容易從此顯示屏得知結果。又可以靈活調整螢幕顯示對比。並且使用 5V 供電，相容於我們所選用的 Arduino UNO R3 原廠開發板。因此用於此裝置中相當適合。



3.4 SD 卡卡槽

當 SD 卡卡槽偵測到已放置 SD 卡，系統便會於得出每一個結果之後，會以試算表的格式自動儲存於 SD 卡裏。測量完海平面後，可以把 SD 卡連接電腦，開啟檔案，將儲存於 SD 卡裏的資料，作各方面的統計，或作預測。例如把海平面高度劃成一幅折線圖，或是一段特定的時間內的海平面高度變化。

3.5 HC-05 藍牙資料傳輸元件

這個 HC-05 藍牙資料傳輸元件，是把 HC-SR04 聲納測距離傳感器所錄得的數據，通過 Arduino UNO R3 原廠開發板裏的預設公式計算後所得的資料，即時傳送至附有 Android 手機應用程式，並已經連線的 Android 平台手機。因為裝置利用了藍牙的傳輸方法，即使手機與海平面量度裝置相距 10 幾米，仍然可以穩定地傳送即時資料。方便使用者於比較遠的距離監測海平面的數據。

4 操作方法

- 1 依照以下的圖表來設置裝置。把兩條木條放在水箱的兩邊，然後把木橋(連屋子)放在木條上面。
- 2 把 SD 卡插在 SD 卡卡槽。
- 3 把電源駁至 USB 連接口，或電池接口。然後開啟電源。
- 4 觀測數據有以下 2 個方法：
 - 4.1 透過 LCD 顯示屏觀測數據。
 - 4.2 或在 Android 智能電話觀測數據：
 - 4.2.1 透過指定的 QR Code 下載 Android 應用程式來觀測數據。
 - 4.2.2 開啟藍牙，並把你的手機透過藍牙與"HC-05"配對。
 - 4.2.3 在應用程式上按 "Connect to device" 按鈕，選擇 "HC-05"。
 - 4.2.4 螢幕會跳回主頁面，如無錯誤訊息，螢幕就會顯示觀測數據。
 - 4.2.5 如有錯誤訊息，請重啟你手機藍牙和裝置，重做步驟 4.2.2 - 4.2.4。



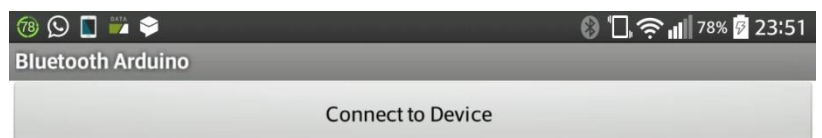
5 數據收集和處理

我們從超聲波探測器得到數據後，便需要處理數據。超聲波探測器的數據並不是水的深度，而是超聲波探測器到水平面的距離。所以我們需要用已知的高度來幫助我們找海平面的變化。在這個裝置中，我們知道水箱的高度是 28 厘米。當我用水箱的高度減去超聲波探測器的數據，便能得帶水的深度。再根據這個深度，便能知道水平面的變化。當 Arduino 計算到深度時，便會同時送去手機和顯示頻顯示數據，然後再把數據儲存在 SD 卡中。把在 SD 卡檔案內的資料畫圖，就能以更具體地顯示出每次水平面的變化。

6 軟件設計

6.1 Arduino 應用程式

當我們開啟程式後，首先，它會判斷你是否插入 SD 卡。然後它會開始測量海平面高度。它會每一秒更新一次數據。當數據合符 0 至最大測量高度 (250 厘米) 時，它會把結果顯示在顯示屏和系列顯示器 (Serial Monitor)，並且會寫入在 SD 卡裏。如數據大過最大測量高度時，顯示屏只會顯示"OUT"，並不會寫入在 SD 卡裏。



海平面高度是: Sea Level: 28.00cm

7 應用範疇

不要看小我們這個海平面量度裝置，它還可以在大澳的棚屋上，作為漁民，海上面的各樣情況一定要清楚知道，潮汐漲退都可以靠我們的儀器去量度，而且這個海平面的高度可以讓我們知道風暴的來臨去做好準備，在水上工作的漁民，是很需要為自己的房屋去做一些防禦措施，這樣可以更快更方便去知道風暴的來臨，而且更可以預留更多時間給漁民作一些出海的計劃。

我們更可以將木屋拆離木橋，添在碼頭的岸邊，這樣的話，清楚知道潮汐潮退的時間去作一些數據上的統計，更可以作一些天氣預測。低窪地區沿岸亦可以應用此裝置，用作預測或統計之用途。

8 裝置資料

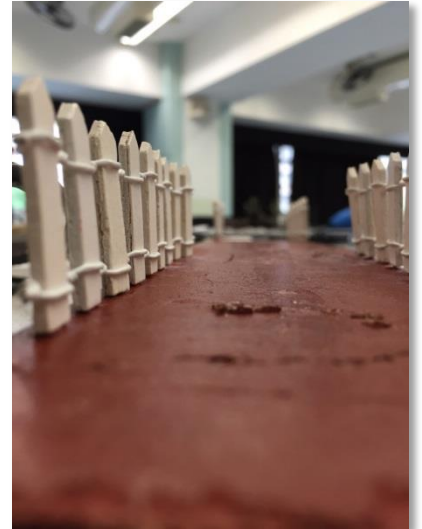
8.1 裝置的外觀設計

綠色的葉，白色的木欄，磚紅的木橋，好像還差一樣東西就可以完美了？是一個無敵大海景，這設計絕對可以放在森林的大樹上。

在竹條上，我們特別加了一些蔓藤和一些假提子，這一來可以增加真實感，令竹條不會過份單調，還可以增加更多的層次，可以有前有後，配合森林的主題，加上這條竹條上我們噴了一些光油，這樣可以令竹條的竹紋理更加特出和鮮明，除了這些好處，還可以作一個保護膜，防止竹支脫落，避免刺傷手指。

在木橋上，我們都加入了一些白色木欄，去營造一條吊橋的氣氛，另外，我們選擇噴了磚紅色的噴漆，因為磚紅可以給人一些古舊而殘破的感覺，而且在森林裏的橋都是破破爛爛的所以磚紅必定是一個最佳的顏色。

在屋子上，我們必須要有足夠空間去放置 Arduino，而且必須方便 HC-SR04 聲納測距離傳感器，I2C 1602 LCD 液晶顯示屏去運作。所以我們選用了木條去建造屋子，木是森林生活必須有的物品，非常貼近我們的主题，更是容易處理的物料之一。還有我們在屋外用一些花去作一些裝飾，去營造鳥語花香的環境，給人一個更舒適的感覺。



8.1.1 重用已廢棄的材料

搭完棚的竹條多數都是放去垃圾站或者隨街放，我們整個團隊用了幾小時去垃圾站拾我們有需要用的材料，可能那些建築工人覺得用

完的竹條是廢的，但是我們就用了竹條，再加以加工，變了一條像一棵樹幹的竹子。那條木橋是一塊夾板上的一塊木板，我們就將新的生命賜給它，變為一條磚紅色的吊橋。



8.1.2 創作理念

「機械是可以和自然共存的。」機械的確可以為了令人類更加方便和準確而被設計出來，例如現在的太陽能板就是必須與自然共存的發明之人。現在很多的工廠都用一些低成本、高污染的物料去製作製成品，這樣一來令地

球的溫室效應加劇，更會引發很多的健康的問題，這樣對人百害而無一利，所以我們製作出一個容入大自然的設計，把他們容為一體，製作出以森林做主題的海平面裝置，而且我們大部分的材料原本都是垃圾，我們沒有浪費任何材料，反而把一些廢物回收再用，製作出一條橋，樹木等。目的是想令人們都可以善用資源，不要製造浪費。環保就是唯一對地球的治療方法，只要每個人付出一些，就可以救回地球了。

8.2 其他資料

8.2.1 裝置名稱：

403+1 Not found

8.2.2 大小

木屋：	木橋：	木條：
長度：13.2 厘米	長度：41.5 厘米	直徑：5 厘米
闊度：13.2 厘米	闊度：7 厘米	高度：44 厘米
高度：13.5 厘米	高度：1.5 厘米	

8.2.3 可測量的範圍

最短：1 厘米 最長：250 厘米

8.2.4 量度結果的誤差

$0.5 \div 250 \times 100\% = 0.2\%$ 結果的誤差最多只會有 $\pm 0.2\%$ 。

8.2.5 使用電壓：

5 伏特 (Volt)

9 反思和感想

9.1 吳灝民 3F (27)

「人多手腳亂」、「人多好辦事」。兩句說話只是兩個字的差別：溝通。

由第一日我們 4 個一起學寫基本的程式，到現在同心協力地完成我們 4 個的創舉，經歷的不只是在工程或物理方面的長進。更加是人與人之間的溝通技巧。我們 4 個很多時都有意見不合的情況發生，之前可能會每個人都各執一詞，但是到了現在，我們會先分析各人的意見，然後慢慢商討，看看有沒有每個人都接受的方案。

我想如果我們還未練成這招溝通技巧，我們 4 個早就已分裂成 4 個獨立的個體，而不是一隊的了。

9.2 黃達濠 3J (33)

在這次比賽中，我學到了比之前的比賽更多的知識和經驗，尤其是在物理學和工程學方面，我獲益良多。

我曾經以為整電路板和寫程式是一件很難的事，一直都不敢嘗試，但這場比賽中我學習了如何寫程式，更學會了如何整電路板。雖然難，但並不是什麼無法達成的事。不但如此，我發現 Arduino 的語言雖然不同於 C 語言，但兩者十分相似。一旦學會 C 語言，便很容易看得懂 Arduino 的語言。

更試過第一次焊線和寫手機程式，對我來說都是新的嘗試。我希望這個裝置能有幫助到洪水氾濫的國家，幫助他們預測洪水的到來，並避免悲劇發生。

9.3 麥澤榮 3P (22)

「分工是團隊的靈魂。」一個團隊每個人都有他自己的優點和缺點，只要找出隊員的優點再加以善用，就可以將團隊力量推到最高。

在這次的比賽，我真正明白到機械和大自然都是不可或缺的，機械設計出來是為了方便人類去使用，海平面裝置的設計目的是為了讓人類去準備好颱風來臨，令世界上的人都可以做好防風措施。我特別在設計上有所得著，創意就是一種藝術，花的森林的好朋友，森林是海的伙伴，每一個設計都有一個連帶關係，令我明白清楚創意就是最好藝術了。

在 Arduino 上，我學會了更多硬件上的東西，我一開始對麵包板毫無了解，但是現在我清楚了解所有的原理和運用，另外我們一開始都有在藍牙的應用上有所問題，但係時間就可以解決一切，所以我們最後都可以使用到 HC-05。這次比賽令我們明白到更多課堂外的知識，而且在海平面的應用上。

9.4 王俊禧 3P (31)

透過這一次的比賽，我們對電子，物理，工程的知識都增加很多。在電子方面，我們懂得如何砌電路，各種電子元件的用處和結構，寫程式，我們學習了如何編寫 C 語言。在物理方面，我們學習了如何運用力學原理製造房屋來放置電路，用竹條和木版製成支撐木和橋，使他們用足夠的承托力承受房屋。在工程方面，我們都嘗試到很多新事件，例如使用焊接，把兩種電子元件拼在一起；第一次使用鋸刀鋸木；第一次運用電鑽鑽洞等等。這些經歷我們沒有機會在課堂上學習。最後，這個裝置，我們希望不只是參加比賽，拿完獎品就算，而是希望能幫助一些有需要的人，例如使住在沿海地區的居民能早一些知道海平面的高度，令他們有所預備，有時間做足預防措施，以免傷害其他居民。

10 總結

我們希望這個裝置不是為了比賽而比賽，而是希望能把它讓不同的人使用，使它能發揮它的用處，例如可以放在大澳的漁屋上，讓他們可以更清楚潮汐，潮退的時間，方便他們出海工作，我們更希望能以較低的價格出售，讓一些有需要的人購買和使用，並盼望能夠在市場上推廣。

我們還想把環保的意識帶出來，現代人已經不會深思熟慮去購買商品，而是想買就買，所以我們就將廢物利用去製作我們這個儀器，慳了材料費減低成本之餘，更能為環保出一分力。

11 參考資料

11.1 維基百科，自由的百科全書：wikipedia.org

11.2 淘寶網：A32 Arduino 配件 Micro SD 卡模塊 SPI 接口迷你 TF 卡讀寫：item.taobao.com/item.htm?spm=a1z2k.6997417.0.0.4VxK3z&scm=12306.1.0.0&id=39107244481

11.3 Connect Arduino Uno to Android via Bluetooth:

<http://www.instructables.com/id/Connect-Arduino-Uno-to-Android-via-Bluetooth/>

11.4 香港天文台：weather.gov.hk

12 鳴謝

12.1 主辦單位

12.2 柳已丞老師

12.3 徐國良老師

12.4 謝敏聲老師

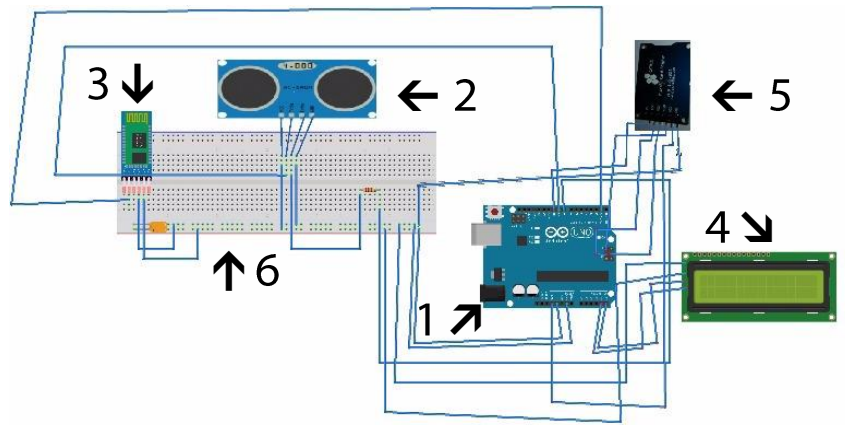
12.5 香港神託會培基書院

13 附錄

13.1 電路圖

圖解：

1. Arduino UNO R3 原廠開發板
2. 聲納測距離傳感器
3. HC-05 藍牙資料傳輸元件
4. I2C 1602 LCD 液晶顯示屏
5. SD 卡卡槽
6. 麵包板 (Breadboard)



13.2 Arduino 原始碼

```
#include <SPI.h>
#include <SD.h>
const int chipSelect = 10;
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <NewPing.h>
#define TRIGGER_PIN 9 // Arduino pin tied to trigger pin on the ultrasonic sensor.
#define ECHO_PIN 8 // Arduino pin tied to echo pin on the ultrasonic sensor.
#define MAX_DISTANCE 300 // Maximum distance we want to ping for (in centimeters). Maximum sensor distance is rated at 400-500cm.
NewPing sonar(TRIGGER_PIN, ECHO_PIN, MAX_DISTANCE); // NewPing setup of pins and maximum distance.
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
int datanum = 0;
int numfile = 0;
char fname[12];
void setup() {
    // Open serial communications and wait for port to open:
    Serial.begin(9600);
    //syn.Slaveboudset(19200);
    //Serial.begin(19200);
    lcd.init();
    lcd.backlight();
    lcd.setBacklight(HIGH);
    lcd.print("Welcome!");
    delay(2000);
    lcd.clear();
    pinMode(2, OUTPUT); //attach pin 2 to vcc
    pinMode(5, OUTPUT); //attach pin 5 to GND
    // initialize serial communication:
    Serial.begin(9600);
```



```

    Serial.print("Initializing SD card...");

// make sure that the default chip select pin is set to
// output, even if you don't use it:
pinMode(10, OUTPUT);

// see if the card is present and can be initialized:
if (!SD.begin(chipSelect)) {
    Serial.println("Card failed, or not present");
    // don't do anything more:
    return;
}

Serial.println("Card initialized.");
}

void loop()
{
    /* ***** Start of Ultrasonic Part ***** */
    delay(1000);          // Wait 50ms between pings (about 20 pings/sec). 29ms should be the shortest delay between pings.
    unsigned int uS = sonar.ping(); // Send ping, get ping time in microseconds (uS).
    float d = uS / US_ROUNDTRIP_CM;
    /* ***** End of Ultrasonic Part ***** */
    /* ***** Start of Printing Result (both LCD and SD File) ***** */
    Serial.print("Sea Level: ");
    if((d) <= 300) {
        if (28 - (d) >0) {
            Serial.print(28 - (d),0); // Convert ping time to distance in cm and print result
            Serial.println("cm");
            lcd.clear();
            lcd.print("Sea Level: ");
            lcd.print(28 - (d),0);
            lcd.print("cm");
        }
        else {
            Serial.println("0cm");
            lcd.clear();
            lcd.print("Sea Level: ");
            lcd.print("0");
            lcd.print("cm");
        }
    }
    if (d > 300) {
        Serial.println("OUT");
        lcd.clear();
        lcd.print("Sea Level: ");
    }
}

```

```

    lcd.print("OUT");
}

Serial.println("");

// open the file. note that only one file can be open at a time,
// so you have to close this one before opening another.
File dataFile = SD.open(fname, FILE_WRITE);

// if the file is available, write to it:
if (dataFile) {
    dataFile.print(28 - d,0);
    //dataFile.print("cm");
    dataFile.println("");
    Serial.println("One data was written.");
    Serial.print("Number of data: ");
    Serial.println(datanum++);
    sprintf(fname, "data%d.csv",numfile);
    Serial.println(fname);
    Serial.println("");
    SD.open(fname, FILE_WRITE);
    if (datanum == 10) {numfile++; datanum = 0;}
    dataFile.flush();
    dataFile.close();
}

// if the file isn't open, pop up an error:
else {
    Serial.println();
    Serial.println("error opening datalog.csv");
    Serial.println("");
}

/* ***** End of Printing Result (both LCD and SD File) ***** */
}

```