

# 國立清華大學課程大綱

## 數位智慧科技實作與程式控制

### (Implementation and Program Coding of Digital Smart Technology)

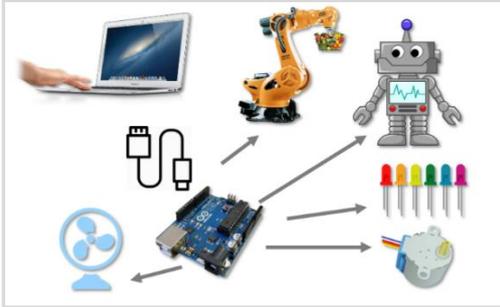
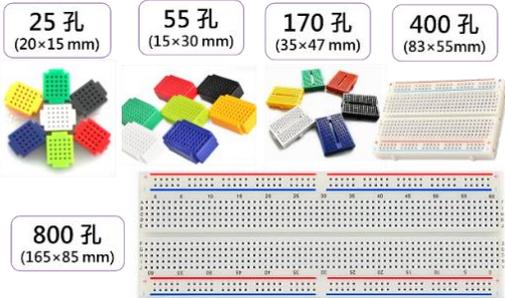
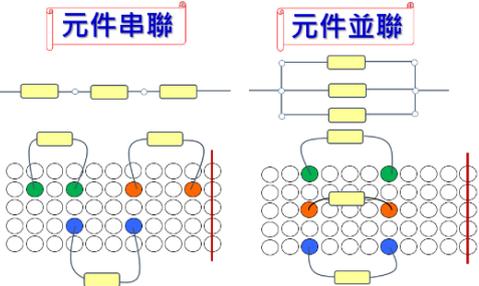
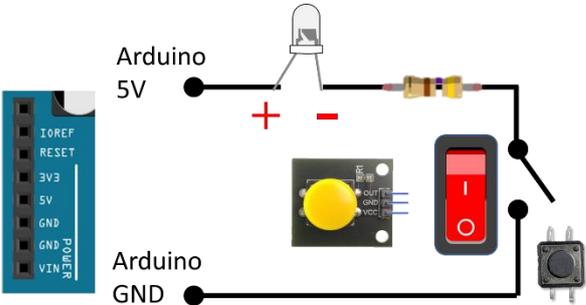
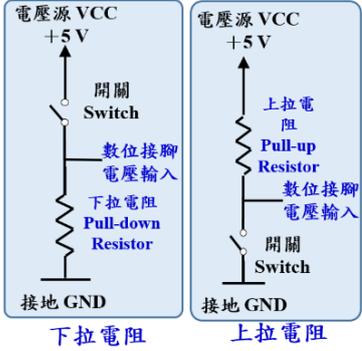
科 號	11310PHYS370000	組別		學 分	3	人數限制	70 人
上 課 時 間	週二 第 A, B, C 節			教 室	普通物理實驗室 130 室		
科目中文名稱	數位智慧科技實作與程式控制						
科目英文名稱	Implementation and Program Coding of Digital Smart Technology						
任 課 教 師	戴明鳳						
擋 修 科 目	無			擋修分數	無		

請勾選	此科目對應之系所課程規畫所欲培養之核心能力 Core capability to be cultivated by this course	權重 (百分比) Percentage
<input type="checkbox"/>	自我瞭解與溝通表達 Self-awareness, expressions & communication	<input type="text"/> %
<input checked="" type="checkbox"/>	邏輯推理與批判思考能力 Logical reasoning & critical thinking	<input type="text" value="20"/> %
<input checked="" type="checkbox"/>	科學思維與反思 Scientific thinking & reflection	<input type="text" value="30"/> %
<input checked="" type="checkbox"/>	藝術與人文涵養 Aesthetic & humanistic literacy	<input type="text" value="20"/> %
<input checked="" type="checkbox"/>	資訊科技與媒體素養 Information technology & media literacy	<input type="text" value="30"/> %
<input type="checkbox"/>	多元觀點與社會實踐 Diverse views & social practices	<input type="text"/> %

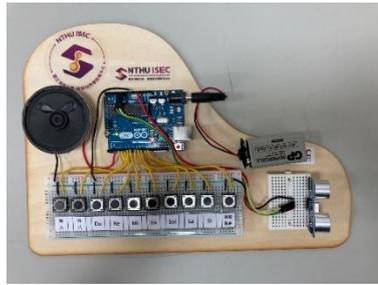
一、課程說明	<p>邁入 21 世紀數位科技的紀元，師生們在科學實驗教學上有更多數位科技的教學媒介與技術可以選用，近日 AI 與 ChatGPT 快速竄紅讓科學傳遞與教育推廣工作有了全新的平台與詮釋方法。但傳統科學實驗中，每一實驗步驟、每一環節的講究，都須建立在學生對科學的基本原理、定律和概念有相當程度的理解，並透過實務操作實驗培養學生具備實驗技能和邏輯判斷、測量技術和數據分析的能力。然而，這些技能的養成是無法被 AI 和 ChatGPT 全然取代的。</p> <p>若邏輯推理的養成與實驗技能的實務操作也都交給 AI 代勞，則在不久的未來恐對人腦與手巧的退化產生一定的風險，也勢必對未來人類科學的發展產生不確定性的影響。</p> <p>如何結合現代科技帶來的便利與精確性，減少實驗上不必要的錯誤，提升學生的學習興趣與科學素養的養成，但卻依舊能保持最重要的實驗探究精神？本課程透過機電整合、數位科技與程式設計的相輔相成，與老師們分享如何在數位時代中仍能保有傳統的實驗精隨。</p> <p>21 世紀互動科技的成長不僅快速且高度趨向普及化，並以各種形式融入人類的日常生活中，也使能研發新科技互動科技產品已不再需侷限</p>
--------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>於少數具有特殊專業背景知識的群組才能研發製作。故本課程目的在讓沒有程式基礎、數位控制、微電腦、電子 DIY、交互裝置與電子電路等等基礎背景的學生，能夠透過本課程規劃的跨領域實作教案與進階專案的設計與實作，建立學生自我實作組裝數位電子電路自動控制器件、設計與撰寫自動控制程式的技能和自信心，並引導具有 STEAM 的理念和設計能力。近年來我們團隊陸續完成許多項運用 Arduino 及智慧型手機進行科學實驗的設計研發，並將之引入本校大學普物實驗課程內使用。本課程希望將此研發成果也能分享給校內學生，將透過讓學生自己親自動手組裝由簡入繁、由淺入深的各種實用且具趣味探究的電子電路，及自己撰寫自動控制程式以控制 Arduino 微控制板和各種感測元件的連結，以及比較不同電路接法間的差異比較，以期同學生也能實質理解電路中各式電子元件的功能、學習認識各種電子電路元件規格差異與比較、如何將電子電路元件善用於適當的地方、等等。進而能夠自行設計具創意且實用的智慧型生活電子器具。</p> <p>期望研習結束，同學們可善用研習所學習到的各種技能，進行其他軟、硬體結合後，即可自製多種不同的電子偵測儀器，以期發揮更多功能，故本次課程請自備筆電。(平板電腦和 Chrome 筆電不適合)</p>
二、指定用書	<p>無指定用書，採用自行編製的課程簡報檔。  <b>需自備筆記型電腦(課程中無法提供筆電借用)</b></p>
三、上課器材	<p>本課程以課堂上現場實作及當場撰寫程式為主，故每堂課都會使用到筆電、相關感測器模組與電子設備。          但學校無補助此課程的實作費用，故同學可自行購買或由跨領域科學教育中心協助團購所需的電子材料與模組。</p>
四、教學方式	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 簡報授課</li> <li>2. 課堂中實作</li> <li>3. 程式設計與編寫</li> </ol>
五、教學進度	<p>請參見下列課程主題表</p>
六、成績考核	<p>以下為暫訂標準，開課後會依實際修課學生的系級別、人數與學生已有的相關之知識背景和未來應用的潛力與現場授課時的學習成效做更適性的調整。以下比例為暫訂參考：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 課堂實作：20%</li> <li>2. 課後作業：20%</li> <li>3. 期中實作報告：0-20%</li> <li>4. 期末實作報告與成品：40-60%</li> </ol>
七、講義位址	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本課程校方之數位教學網站（開課後才会有）</li> </ol>
八、參考書籍/網頁	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <a href="https://sites.google.com/site/csijhmaker/arduino-ji-chu/arduino-ru-men">https://sites.google.com/site/csijhmaker/arduino-ji-chu/arduino-ru-men</a></li> <li>2. <a href="http://coopermaa2nd.blogspot.com/2011/05/arduino.html">http://coopermaa2nd.blogspot.com/2011/05/arduino.html</a></li> <li>3. <a href="http://yehnan.blogspot.com/search/label/Arduino%E6%96%87%E7%AB%A0%E5%88%97%E8%A1%A8">http://yehnan.blogspot.com/search/label/Arduino%E6%96%87%E7%AB%A0%E5%88%97%E8%A1%A8</a></li> <li>4. <a href="http://k12.camdemy.com/course/1357/intro">http://k12.camdemy.com/course/1357/intro</a></li> <li>5. 超圖解 Arduino 互動設計入門(最新版)旗標出版</li> </ol>

**113 學年度「數位智慧科技實作與程式控制」課程  
 Arduino x 智慧生活科技 x 數位科學實驗實作與探究課程主題表**

週次	日期	課程主題&內容：課綱主題# & 次主題
1	09/03	<p><b>機電整合初探與基本功練習</b></p> <p>(1) 數位、程控基本簡介。            (2) 微控制器硬體介紹與發展概況，數位接腳信號輸出程式控制            (3) arduino開發板介紹            (4) IDE程式開發軟體安裝            (5) LED元件與微控制器之間數位信號控制練習            (6) LED光源閃爍控制程式設計            (7) 人眼RGB各色光之視覺暫留時間檢測程式設計與交通應用設計實作            (8) 視覺暫留時間偵測儀器實作、絢麗燈光秀應用。            (9) 有源蜂鳴器聲音控制程式設計            (10) 有源與無源蜂鳴器比較與聲音的基本認識。</p>  
2	09/10	<p><b>認識訊號開關與基本操作</b></p> <p>(1) 序列埠監視視窗與數據傳輸的建立</p>   <p>(2) 麵包板上的元件串並聯實作            (3) 按鍵開關中的上拉和下拉電阻功能</p>   <p>(4) 脈衝寬度調變(Pulse Width Modulation, PWM)的指令 analogWrite(pin#, no.) 介紹與其應用(光亮度強弱和蜂鳴器音量大小的數位調控)</p>

(5) 數位電子琴 DIY 與程式設計



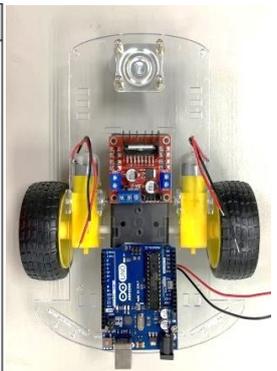
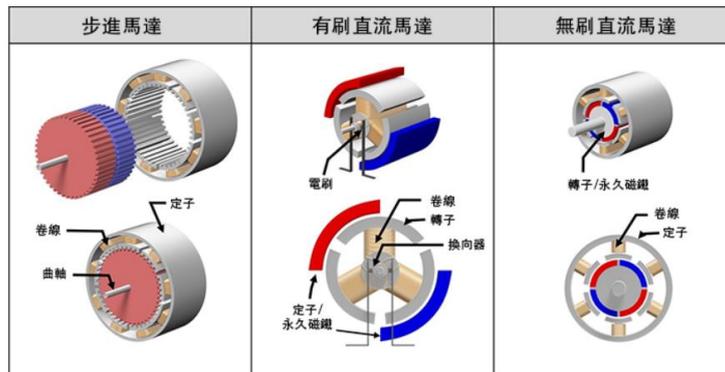
參考網址：<https://youtu.be/oiYwyiEH7IM>

3 09/17 中秋節放假

電動機-電能、機械能、動能探討

- (1) 智能電動車體結構組裝、電路接線、電力系統配置。
- (2) 認識 L298N 驅動模組、認識繼電器、外部電源應用
- (3) 各式常用馬達介紹與 L298N 結合減速馬達實作
- (4) Arduino與馬達之間的運作原理
- (5) 電壓與電流對馬達轉速的觀察與討論。
- (6) 車輪測試與扭力紀錄，最大靜摩擦力與動摩擦力探討。
- (7) 車體移動控制與校正，固定幾何軌跡行走車模式設定。
- (8) 左、右輪子啟動所需之最小電力測量與摩擦力校正，速度校正
- (9) 前進、後退、左轉、右轉程式設計
- (10) 三角形、方形、梯形路徑設計

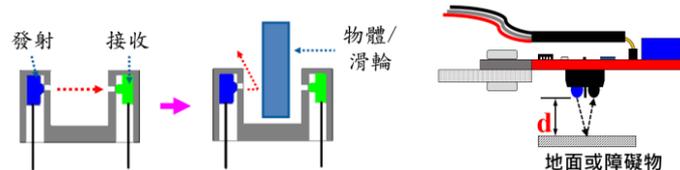
4 09/24



圖片網址 <https://techweb.rohm.com.tw/knowledge/motor/basics/basics-01/90>

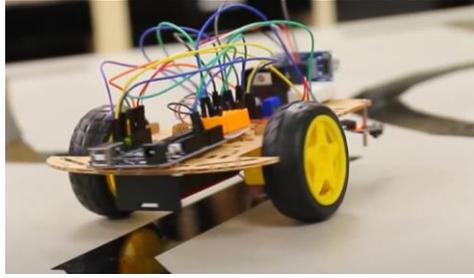
小模組立大功!!反射式與對射式紅外線尋跡模組生活應用大解析

- (1) 反射式與對射式紅外線循跡模組工作原理與應用介紹
- (2) 無接觸式感應開關設計。



5 10/01

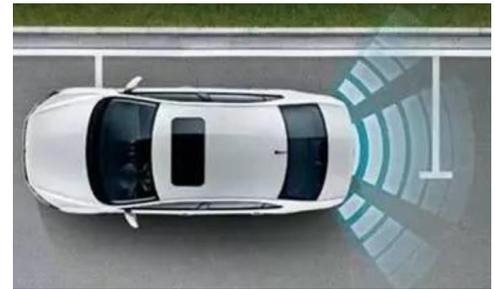
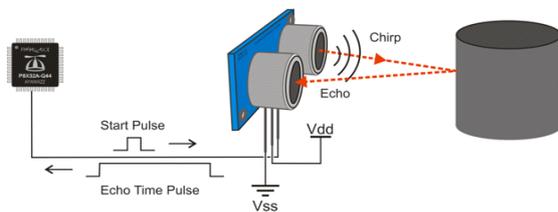
- (3) 自動化生產線計算功能，人流監控量紀錄實作。
- (4) 反射式紅外線感測器運用於自走車比賽線道實作。
- (5) 自動駕駛系統 level 2 實作-循跡自動航行(自駕車的車道維持功能)的原理介紹與功能設計。



參考網址：<https://youtu.be/UJG9oaqrxrY>

**看不見、聽不到，卻又如此重要!超音波測距器粉墨登場!!**

- (1) 超音波測量的工作原理、運用時機與限制
- (2) 超音波程式設計與實作、數據校正與誤差原因探討
- (3) 車輛實用小功能-倒車雷達功能設計



圖片網址：<https://kknews.cc/car/egorqen.html>

- (4) 車輛安全的第一道防線-主動煞停系統 (Autonomous Emergency Braking)
- (5) 家裡的清潔就交給我吧!!自製掃地機器人系統。
- (6) 自動駕駛系統 level 1 實作-主動巡航功能(Adaptive cruise control)。
- (7) 自動駕駛系統 level 2 實作-緊急障礙閃避功能。



圖片網址：<https://auto.ltn.com.tw/news/233/9/2>

影片網址：<https://youtu.be/hAS08itL49c?t=179>

**善用手机中的藍牙 Dabble APP 簡單無線遙控元件與車體**

- (1) 介紹藍牙通訊的發展史、arduino 系列實驗專用之藍牙模組的特性與規格
- (2) 認識智慧型手機上的藍牙功能及其常見的免費 APP 應用軟體
- (3) 介紹與 Arduino 開發板之藍牙模組互通的幾個藍牙無線控制 APP
- (4) Dabble APP 多功能藍牙控制介紹與應用
- (5) 簡易三行程式即可連結控制單色單顆 LED、氣氛燈條、RGB 全彩 LED 模組、蜂鳴器、馬達等元件
- (6) 使用 Dabble APP 內的數位搖桿操作，無線遙控解車鎖、遠端喇叭、閃車燈、車輛移動等車體基本控制。
- (7) 類比搖桿與數位搖桿的差異探討，實作細膩度高的類比操作系統。

**LED 亮度控制的精簡版程式**

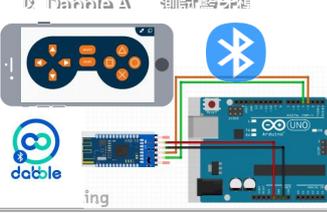
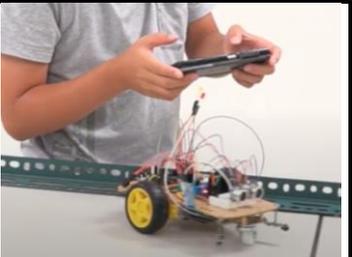
```

1. #include <Dabble.h>
2. void setup() { Dabble.begin(9600); }
3. void loop() { Dabble.processInput(); }

```

(1) 點選右上方 icon 用以搜尋手機周邊的藍牙裝置，並列出所有偵測到的藍牙清單，選取藍牙裝置。  
(2) 若 APP 右上方的 icon 變成  即表連線成功!

**Dabble A**

影片網址：<https://youtu.be/hAS08itL49c>

**OLED 顯示器介紹**

- (1) OLED 顯示器介紹，函式庫應用
- (2) 如何在 OLED 上顯示文字與圖形



0.96 寸 I2C



0.96 寸 SPI



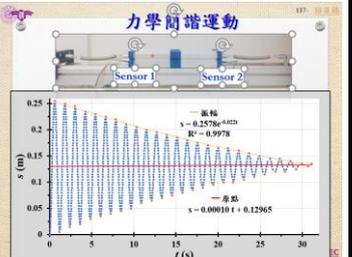
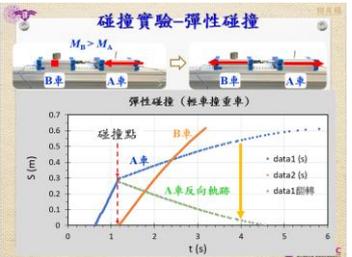
0.91 寸 I2C

**物理實驗中物體運動軌跡測量 x Arduino 探究實作**

- (1) 介紹各種運動軌跡的測量方式及各方式之優缺點的比較，如打點計時器、光電計時器、數位攝影與軌跡追蹤軟體、光電計時器結合轉動解碼器、超音波測距器、紅外線軌跡感測器。
- (2) 如何進行實驗數據分析：測 x-t 軌跡曲線圖、根據所得數據擬合計算速度、加速度與作用力隨時間的變化關係，並與理論值作比較、討論誤差來源。
- (3) 反射式紅外線循跡感測器、對照式紅外線感測器(常稱光電閘)與超音波測距模組等三種感測器介紹、個別的量測原理、使用時的注意事項、應用範圍、所得實驗數據簡介與優缺點比較

**各式感測器所得實驗結果比較**

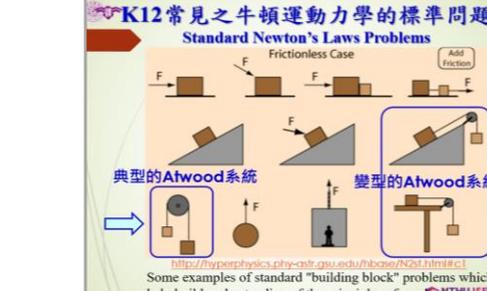
軌跡	打點計時器	光電計時器	數位攝影	軌跡追蹤軟體	光電計時器+轉動解碼器	超音波測距器	紅外線軌跡感測器
ms	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
cm	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
ms	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
cm	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
ms	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
cm	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001



9 10/29

**K12 常見之牛頓運動力學的標準問題**  
**Standard Newton's Laws Problems**

Frictionless Cases

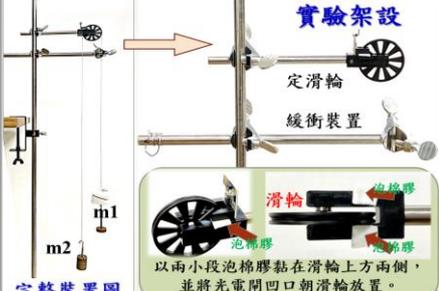


典型的 Atwood 系統 變型的 Atwood 系統

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/N2d.html#c1>

Some examples of standard "building block" problems which help build understanding of the principles of mechanics.

**實驗架設**



定滑輪 緩衝裝置 滑輪 泡棉膠 泡棉膠

以兩小段泡棉膠黏在滑輪上方兩側，並將光電閘開口朝滑輪放置。

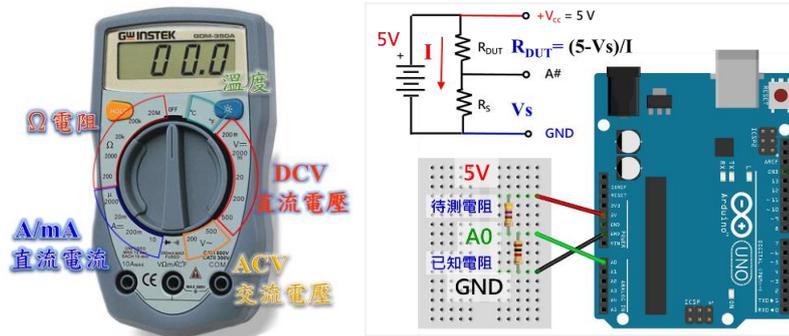
- (1) 簡介影片：1. [https://youtu.be/J8Xw\\_iSAYU0](https://youtu.be/J8Xw_iSAYU0), 2. <https://youtu.be/q4K321dyia0>, 3. <https://youtu.be/r5RJ6zX25uk>

10 11/05

**三用電表初探與實作：含可測量電壓、電流和電阻等物理量的多功能表**

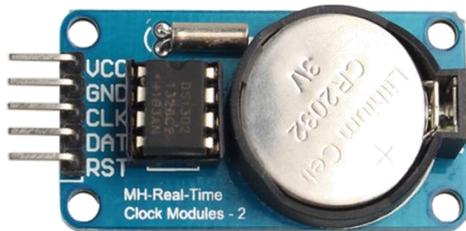
- (1) 了解市面上多功能三用電表的設計與工作原理。
- (2) 你會正確操作三用電表嗎?電學達人來教你!

- (3) 何謂歐姆定律？
- (4) 一般定電阻和色碼介紹。
- (5) A-型(指數型變化)與 B-型(線性變化)可變電阻(也稱電位器)介紹與差異比較。
- (6) 何謂電阻式分壓電路？有何用途？
- (7) 探討類比與數位電表之間的差異
- (8) 以 Arduino 開發板自製所得的三用電表有何優點？有何測量上的限制和缺點？
- (9) 何謂定電壓源(Constant Voltage, CV)輸出？何謂定電流源(Constant Current, CC)輸出？
- (10) 透過自製數位電表及自己撰寫自動測量控制程式，以實際體會原來自動控制程式其實很簡單，並不難。



11 11/12

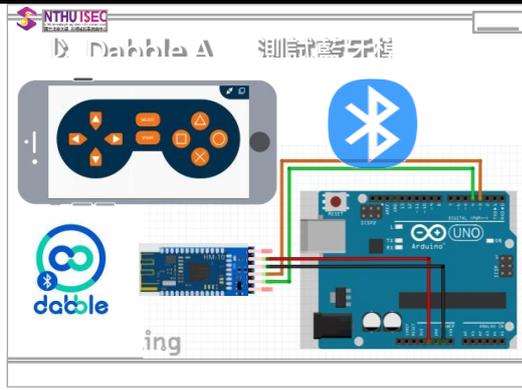
- (3) DS1302 即時時鐘模組 (Real-Time Clock, RTC)
- (4) 內建計時器介紹與操作
- (5) 探討過去與現在各國各式的計時方式
- (6) 物理量隨時間的記錄，並將與不同感測器的結合應用



12 11/19

### 善用手機中的藍牙 Dabble APP 簡單無線遙控周遭電子電器元件

- (1) 介紹藍牙通訊的發展史、arduino 系列實驗專用之藍牙模組的特性與規格
- (2) 認識智慧型手機上的藍牙功能及其常見的免費 APP 應用軟體
- (3) 介紹與 Arduino 開發板之藍牙模組互通的幾個藍牙無線控制 APP
- (4) Dabble APP 多功能藍牙控制介紹與應用
- (5) 實作一：只要三行程式庫連結與宣稱指令(如左下圖中的黃綠色框內所示)就可經由手機 Dabble APP 的 LED 亮度調控功能遠端遙控 14 顆不同 LED 的亮度。
- (6) 實作二：單色單顆 LED 改為燈條、RGB 全彩 LED 模組、蜂鳴器或其他電子元件後，也可以進行類似的遠端遙控之實作練習。
- (7) 實作三：Dabble APP 內的數位指令型、類比型、陀螺儀型模式之搖桿 (Joystick modes) 操控之實作練習
- (8) 實作四：其他更進階之實作練習



### LED 亮度控制的精簡版程式

```

1. #include <Dabble.h>
2. void setup() { Dabble.begin(9600); }
3. void loop() { Dabble.processInput(); }

```

(1) 點選右上方 icon。用以搜尋手機周遭的藍牙裝置，並列出所有偵測到的藍牙清單。選取藍牙裝置。

(2) 若APP右上方的 icon 變成 即表連線成功！

<https://ihstemperia.com/docs/dabble/>

國立清華大學 跨領域科學教育中心

13 11/26

### 音樂質感再次提升！！ MP3 播放模組實作應用

(1) DFplayer 功能介紹與在日常生活中的運用剖析。  
 (2) 無須開發版也能操控自如的 Dfplayer 線路大實作。  
 (3) 工欲善其事，必先利其器!! 探討聲音剪輯與特效技術  
 (4) 我的音樂變好聽了! 「等化器」Equalization 的原理與應用。  
 (5) 使用外部無線遙控器，發揮 Dfplayer 隨聽隨放，提供隨機播放功能!!

#### 接線圖

短按：下一首  
長按：提高音量

短按：上一首  
長按：降低音量

### 1. 不需程式的模式控制DFplayer

#### 2. 使用Arduino控制：Serial mode

DFplayer	Arduino
VCC	5V
RX	D11
TX	D10
SPK_1	SPK+
SPK_2	SPK-
GND	GND

清大跨領域科教中心 MP3 播放器實作介紹影片網址：  
<https://youtu.be/UDnwBrurNi0>

14 12/03

### 數位游標尺 x Arduino x Excel：數位游標尺數據自動讀取並擷取至 Excel 試算表中

(1) 何謂游標尺？如何大幅的提高游標尺測量長度的精準度？  
 (2) 認識機械式游標尺的工作原理與其應用  
 (3) 數位游標尺的工作原理為何？  
 (4) 數位儀表測到的數據如何傳送到電腦內儲存？  
 (5) 何謂通訊協定？什麼是 I2C 通訊協定？  
 (6) 實作一：數位游標尺 x Arduino x Excel 測量數據擷取整合控制實作與程編  
 (7) 延伸實作：

		<p><b>傳輸方式</b></p> <p>數位游標尺 (Digital Vernier Scale)</p> <p>PC</p> <p>序列埠</p> <p>Arduino UNO 板</p> <p>MS Excel</p> <p>國立清華大學 跨領域科學教育中心</p>	<p><b>2. 連接訊號線</b></p> <p>GND DATA Clock VCC</p> <p>【改造游標卡尺】傳送數據到電腦·自動打字紀錄·Crealty3D掃描器 我的這款有4條線</p>
15	12/10	舉辦公開的期末成果發表會I，需上台做簡報並邀請外課老師擔任評審。	
16	12/17	舉辦公開的期末成果發表會II，需上台做簡報並邀請外課老師擔任評審。	
	備用主題	紅外線遙控器模組介紹、程式設計與實用設計	
	備用課程主題	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 溫濕度感應裝置(DHT-11) 工作原理與簡介</li> <li>(2) 溫濕度感應裝置比較(DHT-11、DHT-22)</li> <li>(3) 認識內部元件的運作情形</li> <li>(4) 光敏電阻(Photoresistor)、光阻器/元件光敏電阻</li> <li>(5) 光敏電阻值光度與阻值變化與應用</li> <li>(6) 麥克風模組介紹與運用</li> <li>(8) 模擬噪音分貝計製作</li> <li>(9) 霍爾感測器工作原理與應用介紹</li> <li>(10) 磁場測量程式設計</li> <li>(11) 轉速測量與程式設計</li> <li>(12) 防盜應用實作與程控</li> </ul>	