Arduino 教學手冊

Tai, Wei-Hsuan

May 7, 2025

Contents

1 Arduino 介紹

平時你在寫程式時，會使用電腦的中央處理器（CPU）來執行程式碼，而 Arduino 的核心是一顆微處理器，這顆微處理器可以執行你寫的程式碼，並且控制外部的電子元件，例如 LED 燈、馬達、感測器等等。

簡言之，你可以把 Arduino 想成是一個小型的電腦，雖然效能比不上真正的電腦，但勝在小巧、便宜、複雜程度低、易於使用。開發不了真正的電腦，玩玩 Arduino 也不錯。

Arduino 的開發環境是 Arduino IDE，這是一個可以讓你寫程式、編譯程式、上傳程式到 Arduino 開發板的軟體，我們已經幫你們安裝好了，但如果你在家裡想要嘗試，可以去 https://www.arduino.cc/en/software 下載最新版本的 Arduino IDE。

2 電子學的基本概念

2.1 電壓 (Voltage)

電壓是電流的驅動力，單位是伏特 (Volt)，簡稱 V。電阻相同時，電壓越高，電流越大。

2.2 電流 (Current)

電流是電荷的流動，單位是安培 (A)，簡稱 I。電流越大，代表單位時間內通過的電荷量越多。

2.3 電阻 (Resistance)

電阻是對電流流動的阻礙，單位是歐姆 (Ω)，簡稱 R。在相同電壓下電阻越大，電流越小。

2.4 歐姆定律 (Ohm's Law)

電壓、電流和電阻之間關係，可以使用歐姆定律來表示，公式為：

$$V = I \cdot R$$

這個公式告訴我們，當電壓不變時，電流和電阻成反比；當電阻不變時，電流和電壓成正比。

如果用水管來比喻，電壓就是水壓，電流就是水流的速度，電阻就是水管的阻塞程度，水壓越大，水流的速度越快；水管阻塞程度越大，水壓就越大。

3 如何透過 Arduino 控制元件

當 Arduino 的腳位輸出電壓，並透過電路接到元件（例如 LED 或馬達）時，元件會因為電壓差而產生電流。這個電流流經元件內部，讓它發光、發聲或轉動。這就是 Arduino 控制元件的基本原理。這一部份的內容會教你如何使用程式控制 Arduino 的腳位輸出電壓，並透過電路接到元件。

3.1 元件介紹

在這一部份，我們將介紹一些常用的電子元件，這些元件可以用來控制電路的狀態，並且可以與 Arduino 開發板進行互動。

3.1.1 LED

LED 是發光二極體（light-emitting diode）的縮寫，簡言之是個通電之後會發光的元件。觀察 LED 燈泡，你會發現有一長一短的兩隻腳，在連接電路時，長腳是正極，短腳是負極。

LED 非常容易燒壞，所以在連接電路時，必須加上電阻來保護 LED。電阻的計算尤其複雜，這邊不贅述，直接使用我們給你的就行了

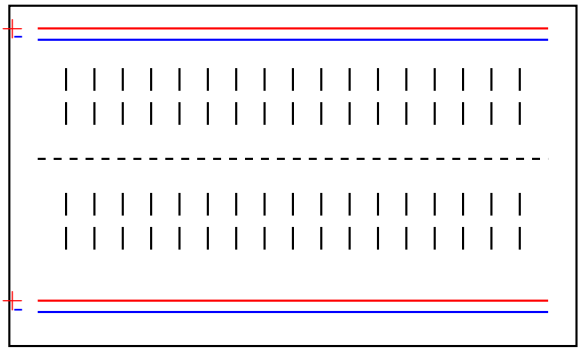
3.1.2 電阻

電阻是用來限制電流流動的元件，在電路中通常與電子元件串聯使用，以防止電流過大導致電子元件損壞。串聯電阻可以「分擔部分電壓」，藉此控制通過元件的電流大小。選擇合適的電阻值非常重要，這取決於電源電壓、元件的順向電壓與其額定電流。

3.1.3 麵包板

麵包板是電子電路設計常用的基底，上面佈滿孔洞，孔洞底下藏有金屬導軌，可直接插入電子元件而不需焊接，方便修改與重組。

將麵包板橫放時，最上方與最下方各有兩條電源軌，同一條電源軌在水平方向導通；中間端子區以中心缺口為界分成左右兩半。每半邊「同一列連續 5 個孔」垂直導通，相鄰列與另一半邊互不相通。下圖示意了上述連通方式（紅／藍橫線為電源軌，灰色虛線為中心缺口）。



3.1.4 蜂鳴器

蜂鳴器是個很吵的元件，當你給它一個電壓訊號時，它會發出聲音，你可以利用電壓的大小來控制音量的大小，利用電壓的頻率來控制音調的高低。

蜂鳴器的使用方式與 LED 一樣，只要將蜂鳴器的正極連接到開發板的腳位，負極連接到 GND 腳位，然後使用 digitalWrite() 來控制腳位的電壓輸出，就可以讓蜂鳴器發出聲音。和 LED 不同的地方是，蜂鳴器也有內電阻，所以不需要額外加上電阻來保護它。蜂鳴器上面就有標示正負極，但也可以使用長短腳的規則來判斷。

3.1.5 壓覺感測器

檢查你手中的元件盒，你會發現似乎沒有按鈕這個元件，這是因為我們使用了壓覺感測器來取代按鈕。壓覺感測器就是個觸控開關，當你觸碰它時，會產生一個電壓訊號，這個電壓訊號可以用來控制其他元件的狀態。

電路的部份，他需要一組單獨的電源來供電，這組電源的正極連接到壓覺感測器的 VCC 腳位，負極連接到 GND 腳位，而壓覺感測器的 SIG 腳位則連接到開發板的腳位，這樣就可以使用 digitalRead() 來讀取壓覺感測器的電壓訊號。壓覺感測器有內電阻，所以不需要額外加上電阻來保護它。

3.1.6 Arduino Uno 開發板

就是你手上這一塊開發板，這是 Arduino 的入門款開發板，連接電腦後可以透過程式控制每個腳位的行為，這裡不贅述（因為可以講的太多了）。

3.2 Arduino IDE 的程式結構

Arduino IDE 的程式結構主要由三個部分組成：設定區、主程式區和函式區。設定區用於初始化變數和設定腳位，主程式區則是執行的主要邏輯，而函式區則是用來定義可重複使用的函式。

以下的程式碼是你一打開 Arduino IDE 就會看到的範本程式碼：

```
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
}
void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
}
```

其中，setup() 函式是用來初始化變數和設定腳位的，這個函式只有在每次重新啟動時會執行一次，而 loop() 函式則是用來執行主要邏輯的，這個函式會不斷重複執行，直到電源關閉或 Arduino 被重置。

一般而言，我們會在 setup() 函式中設定腳位的模式，例如輸入或輸出，然後在 loop() 函式中執行主要邏輯，例如讀取感測器的數據或控制元件的狀態。

你可以觀察到 Arduino IDE 的程式碼結構一樣是使用無數個函式來組成的，因此全域變數、自訂函式、類別等概念在 Arduino IDE 中也一樣適用，但請記得考量到 Arduino 開發板的效能，盡量避免使用過多的全域變數與類別，這樣會影響程式的執行速度。

3.3 Arduino 的輸出

平時使用電腦編譯 C++ 程式時，會使用 cout 來輸出結果，但在使用 Arduino 時，執行程式的核心不是電腦的 CPU，而是你手上那一塊 Arduino 開發板，所以我們不能使用 cout 來輸出結果，因為 Arduino 開發板並沒有螢幕可以顯示結果。而是使用 Serial 來輸出結果，這樣 Arduino 開發板就可以透過 USB 線將結果傳送到電腦上，然後電腦就可以使用 Serial Monitor 來顯示結果。

這樣的作法等同於僅借用電腦的螢幕來顯示結果，電腦本身不參與運算。

```
Serial.println("Hello World!"); //輸出Hello World!並且換行
Serial.print("Hello World!"); //輸出Hello World!不換行
Serial.print(123); //輸出123
Serial.print(a); //輸出變數a的值
如果要串接變數與字串，可以這樣寫：
Serial.print("a的值是" + String(a)); //輸出a的值
```

熟悉 C++ 的同學可能會發現，我們使用了 String 這個類別來串接字串，但這與標準 C++ 中的 std::string 有所不同。String 是 Arduino IDE 內建的類別，設計上更輕量化，以適應 Arduino 開發板的資源限制，因此能夠在硬體性能有限的情況下順利運行。

3.4 如何控制腳位

假設你今天要讓一個 LED 燈亮起來，該怎麼做呢？你需要一個正極和一個負極，負極可以直接連接到開發板上的 GND 腳位，而正極的操作就多了，開發板上有現成的 5V 腳位可以使用，但這個腳位是持續輸出電壓的，如果你想要控制他閃爍，就必須控制腳位的電壓輸出，這時候就需要用到 digitalWrite() 這個函式了。

```
使用digitalWrite控制腳位

請記得先使用pinMode設定腳位的模式
void setup() {
  pinMode(13, OUTPUT); //設定腳位13為輸出模式
}

在loop()中做你想做的事情，例如以下程式碼會讓腳位13的電壓不斷地閃爍
void loop() {
    digitalWrite(13, HIGH); //將腳位13的電壓設為5V
    delay(1000); //延遲1秒 (1000毫秒)
    digitalWrite(13, LOW); //將腳位13的電壓設為0V
    delay(1000); //延遲1秒
    // 其中，HIGH也可以用1來表示，LOW也可以用0來表示，
```

```
    // 所以這兩行程式碼也可以寫成：
    digitalWrite(13, 1); //將腳位13的電壓設為5V
    delay(1000); //延遲1秒
    digitalWrite(13, 0); //將腳位13的電壓設為0V
    delay(1000); //延遲1秒
}
```

此時，在 LED 的正極連接到腳位 13，負極連接到開發板的 GND 腳位，LED 就會開始閃爍了。請注意，這邊的電位輸出有點高，可能會燒掉 LED，所以使用時務必加上電阻來保護 LED。

3.5 如何讀取訊號

在 Arduino 的元件中，有些元件會輸出電壓訊號，例如按鈕、感測器等，這些元件的電壓訊號可以用來控制其他元件的狀態，例如按鈕按下時可以讓 LED 燈亮起來，感測器偵測到物體時可以讓馬達轉動等。在這一部份，我們將學習如何使用 digitalRead() 這個函式來讀取腳位的電壓訊號。

假設你有一個觸控開關，已經將它的正極連接到開發板的腳位 5V，負極連接到 GND 腳位，SIG 腳位連接到開發板的腳位 2，我們可以使用 digitalRead(2) 這個函式來讀取腳位 2 的電壓訊號，進而控制其他元件的狀態（如：LED 燈的開關）。

```
使用digitalRead讀取腳位的電壓訊號
void setup() {
    pinMode(2, INPUT);  // 設定腳位2為輸入模式
    pinMode(13, OUTPUT); // 設定腳位13為輸出模式
}

void loop() {
    int buttonState = digitalRead(2); // 讀取腳位2的電壓訊號
    if (buttonState == HIGH) { // 如果按鈕被按下
        digitalWrite(13, HIGH); // 將腳位13的電壓設為5V，讓LED亮起
    } else { // 如果按鈕沒有被按下
        digitalWrite(13, LOW); // 將腳位13的電壓設為0V，讓LED熄滅
    }
}
這邊的HIGH, LOW也可以用1, 0來表示。
```

4 Appendix- C++ 語法介紹

4.1 變數的種類與介紹

類型	大小 (位元組)	範圍	用途
int	4	-2,147,483,648 to 2,147,483,647	整數運算
double	8	±2.3E-308 to ±1.7E+308	浮點數運算
char	1	-128 to 127 或 0 to 255	儲存單一字元

Table 1: C++ 常用的三種變數

雖然 C++ 有以上三種常用變數，但在 Arduino 中，我們比較常使用的是 int 與 double。要注意的是，由於 Arduino 的運算速度較慢，使用 double 會影響運算速度。

以下是操縱變數的範例程式碼：

```
宣告變數
int a=1, b=2;
double pi=3.14;

變數運算
int sum=a+b;//計算a+b
int mod=a%b;//計算a除以b的餘數

更改變數的值
a=3;//將變數a的值改為3
b+=a;//將變數b的值加上變數a的值

以下的寫法都是把變數a的值加1
a=a+1;
a+=1;
a++;
++a;
```

4.2 if-else 語法

我們難免會遇到一些情況，必須根據不同的條件來執行不同的程式碼。這時候就需要用到 if-else 語法。

```
if-else範例程式碼
if(a>b){
    //當a大於b時執行的程式碼
}else{
    //當a不大於b時執行的程式碼
}
```

在判別時，邏輯運算子也會派上用場，以下是常見的邏輯運算子：

運算子	描述	範例
&&(AND)	當兩個條件都為真時，結果為真	(a > b) && (b > c)
||(OR)	當至少一個條件為真時，結果為真	(a > b) || (b > c)

Table 2: C++ 邏輯運算子

```
邏輯運算子範例程式碼
if(a>b && b>c){
    //當a大於b且b大於c時執行的程式碼
}else if(a>b || b>c){
    //當a大於b或b大於c時執行的程式碼
}else{
    //當a不大於b且b不大於c時執行的程式碼
}
```

4.3 for loop

如果要重複很多次執行同樣的程式碼，使用 for loop 會比重複寫一樣的程式碼來得簡單許多。for loop 的語法如下：

```
for loop語法
for(初始值; 條件; 更新){
    //要執行的程式碼
}
舉例而言，假設我們要輸出1到10的數字，我們可以這樣寫：

for(int i=1;i<=10;i++){
    Serial.println(i);
}
其中，i是初始值，i<=10是條件，i++是更新的方式。
```

4.4 while loop

在明確知曉執行次數的情況下，使用 for loop 會比較簡單，但在不明確知曉執行次數的情況下，使用 while loop 會比較直觀。while loop 的語法如下：

```
while loop語法
while(條件){
    //要執行的程式碼
}
舉例而言，假設我們要輸出1到10的數字，我們可以這樣寫：
int i=1;
while(i<=10){
```

```
    Serial.println(i);
    i++;
}
```

在這個例子中，我們先宣告一個變數i，然後使用while loop來判斷i是否小於等於10，如果是，就輸出i的值，然後將i的值加1，直到i大於10為止。

以上這是明確知曉執行次數的情況下，使用 while loop 的範例程式碼，明顯會比 for loop 來得繁瑣，但在不明確知曉執行次數的情況下，使用 while loop 會比較直觀。

```
String password="arduino123";
String input="";

while(input!=password) {
    Serial.println("請輸入密碼：");
    while(Serial.available()==0){
        //等待使用者輸入
    }
    input=Serial.readStringUntil('\n');
    input.trim();//去除換行符
}
Serial.println("密碼正確，歡迎進入系統！");
```

在這個例子中，我們使用while loop來判斷使用者輸入的密碼是否正確，如果不正確，就一直要求使用者輸入，直到輸入正確為止。