CAGEBOT

圖控軟體Cagebot_blockly教學手冊

基礎程式控制

安裝完成圖控軟體 Cagebot_blockly後，快來試試看拖曳圖塊寫程式吧!

本章開始，將循序介紹使用Cagebot_blockly程式，來操作Cageboard控制板的各項配備元件功能，同時練習Arduino程式設計的語法與技巧。Cagebot_blockly的程式功能非常多樣，可支援Arduino的各種感測器以及應用。我們在介紹範例應用的同時，也循序漸進介紹程式積木的意義與用法。因此，在學習每個範例時，將列出新學習使用的程式積木以及它的功能說明。

1 LED燈模組應用(閃爍、紅綠燈)

小試身手:七彩霓虹燈

2 蜂鳴器模組應用(Do Re Mi、救護車、小星星)

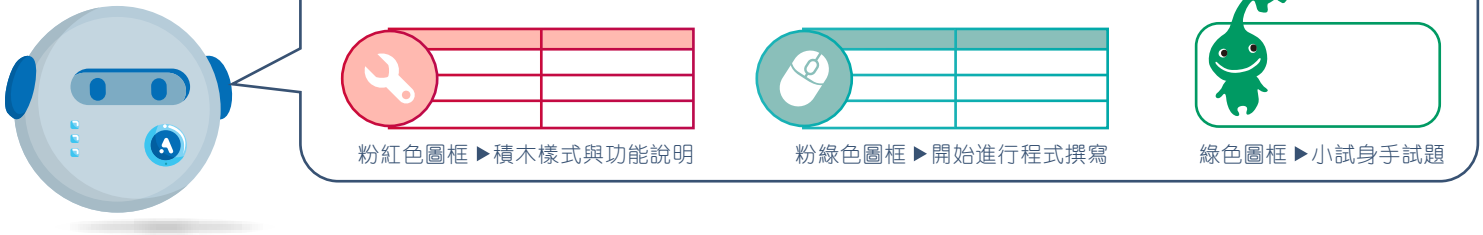
小試身手: 瑪莉有隻小綿羊

3 數位開關輸入控制(開關控制LED明滅、按鈕與變數控制LED、按鈕變數控制七彩霓虹燈)

小試身手: 按鈕聲光控制

4 直流馬達控制(雙馬達車測試、馬達變速測試)

小試身手: 唱歌跳舞動感探險車



【LED燈模組應用】

1 輸出元件- LED燈模組應用

LED是最常見的電子零件，又稱爲發光二極體，屬於Arduino的光「輸出裝置」。通常爲單色，例如在一些控制板的電源附近的LED燈就是作爲電源指示燈，顯示控制板的電源狀態；在連接USB時亮綠色燈告訴我們USB是接通的。離線時，關閉電源開關，在開啟時，亮綠色燈表示電源接通並且重置(Reset)程式。

另一種利用3色可混色顯示的全彩RGB LED，一般需要使用3支腳位來控制。例如使用串列式全彩LED控制晶片WS2812，僅使用1個數位的腳位，即可控制控制板多顆全彩RGB LED，做出多采多姿的顏色顯示，讓我們來試試吧!

1-1 程式範例：LED閃爍

此小節會使用到的積木樣式及功能說明，後續如有重覆積木則不重新說明

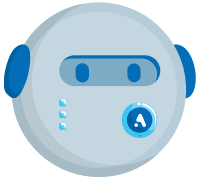
積木圖示	功能說明
	● 「設定／迴圈」，對應 Arduino IDE專案中最基本的 setup() 與 loop() 兩個函式。 ● setup() 函式只會在一開始時被執行一次，loop() 函式反覆的執行 loop() 裡的程式。
	● 可於左側積木控制區「顯示器」-「RGB LED」中找到。 ● WS2812控制D13腳位的燈數，第<#>燈、設定<#>顏色。
	● 可於左側積木控制區「時間」找到。 ● 延遲時間，以毫秒(1/1000秒)爲單位，延遲1000毫秒代表延遲1秒鐘。「時間」群組中有兩個時間延遲的程式積木，單位不同(毫秒、微秒)。兩者讓程式在延遲時間內只能停頓等待，而無法做其他的動作。

程式積木 LED閃爍	步驟說明
	Step 1. 從「積木範例」開啟LED閃爍 Step 2. 在迴圈中命令D13的LED第1.2設定白色 Step 3. 延遲1000毫秒(1秒) Step 4. 在迴圈中命令D13的LED第1.2設定黑色(暗) Step 5. 延遲1000毫秒(1秒) 反覆執行

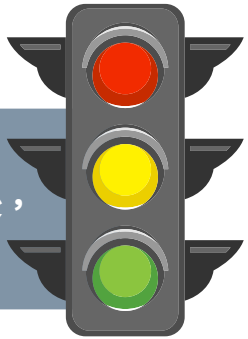
請依上傳燒錄程序，將程式上傳到有安裝LED的控制板。
您可以觀察到控制板上方的LED燈以1秒的間隔，不斷地閃爍。

再試試看選擇自己喜歡的
顏色燒錄吧!

1-2 程式範例：紅綠燈



一起來試試看!
讓探險車的LED燈，模擬紅綠燈的閃示，綠燈亮五秒後，
閃黃燈間隔0.3秒共閃3次，紅燈亮5秒。

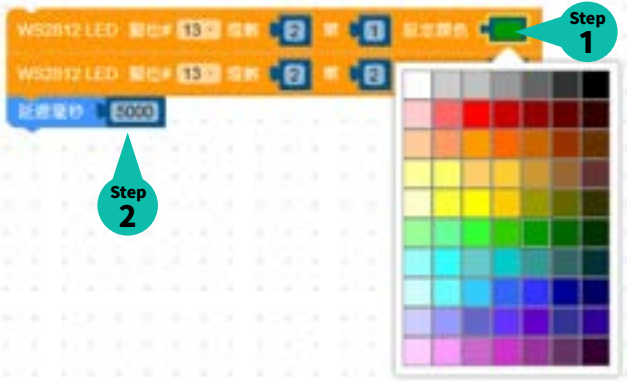


03.紅燈亮5秒
▲
02.黃燈閃爍3次
(每次閃爍間隔0.3秒)
▲
01.綠燈亮5秒

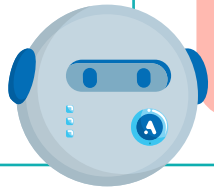
此小節會使用到的積木樣式及功能說明

積木圖示	功能說明
	● 可於左側積木控制區「迴圈」中找到。 ● 可設定迴圈重複執行次數的積木。 會重複跑【執行】裡面的程式積木動作，直到執行次數符合《重複》設定的重複次數爲止。

接續程式範例1-1，我們進一步設計程式，讓LED燈如紅綠燈閃爍吧!

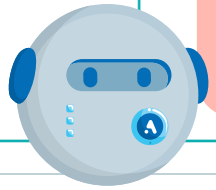
程式積木 紅綠燈	步驟說明
	如左圖，將LED設定黑色的積木拖曳到設定中，這代表一開始LED是滅的。
	如左圖，再拉一組WS2812LED圖塊，製作綠燈亮5秒積木 Step 1. 從設定顏色的框中，點選設定爲綠色 Step 2. 延遲秒數設爲5000毫秒

程式積木 紅綠燈	步驟說明
	Step 3. 從左側「迴圈」群組，拖曳可設定迴圈重複執行次數的積木，重複執行次數設爲 3。
	Step 4. 複製一組做好的綠燈積木，製作亮黃燈積木(滑鼠在LED積木上按右鍵，可以複製積木) Step 5. 繼續修改成亮黃燈、間隔300毫秒(0.3秒)，並拖曳到重覆迴圈之中。 Step 6.再複製一組積木，繼續修改成黑燈(熄滅)、間隔300毫秒(0.3秒)。



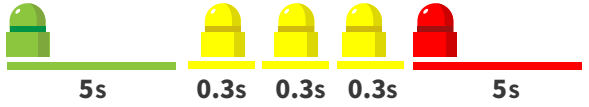
重複迴圈可以精簡指令，將重複執行一樣動作的積木，精簡成爲重複次數。

程式積木 紅綠燈	步驟說明
	**Step 7. 複製綠燈亮5秒積木，修改爲亮紅燈。**
	**Step 8. 拖曳亮紅燈5秒積木到重覆迴圈下方，完成** **Step 9. 按 下載儲存XML檔: 紅綠燈.XML。** 



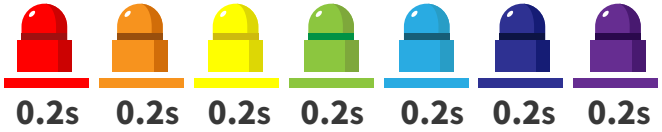
因爲是線上版本，如同下載檔案一般，所以儲存位置在C:\Users\#\downloads 下載資料夾中。

請依上傳燒錄程序，將程式上傳到控制板。
您可以觀察到控制板安裝的的LED燈以綠燈亮五秒後，閃黃燈間隔0.3秒共閃3次，紅燈亮5秒；然後重複執行。



1-3 小試身手：七彩霓虹燈

請您設計程式，讓LED燈以每0.2秒間隔，變化紅、橙、黃、綠、藍、靛、紫七彩的顏色變化。



1秒(s)
= 1000 毫秒(ms)
= 1,000,000 微秒(μs)
= 1,000,000,000 纳秒(ns)
= 1,000,000,000,000 皮秒

圖控軟體積木使用毫秒與微秒作爲計算時間的單位

【蜂鳴器模組應用】

2-1 輸出元件- 蜂鳴器模組應用介紹

蜂鳴器(Buzzer)是在電子產品中常用的發聲元件，可由Arduino控制發出任何頻率的聲音元件的「輸出裝置」。

蜂鳴器發聲的原理，是利用調頻PWM產生音頻來驅動蜂鳴器，讓空氣產生振動，便能發出聲音。只要適當地改變振動頻率，就可以產生不同音階的聲音。

在這小節我們將學習蜂鳴器的發聲控制，蜂鳴器的發生頻率與延遲週期的控制，進而自行設計演奏不同的音樂。

經常使用的是無源蜂鳴器，通常用於數位腳位。所謂有源和無源中的「源」所指的並不是電源，而是震盪源。也就是說，有源蜂鳴器內部帶震盪電路，所以只要一通電就會叫。而無源蜂鳴器內部不帶震盪電路，所以如果單用直流信號無法讓它發聲。必須用20Hz-20kHz的方波去驅動蜂鳴器，才能發出聲音。

2-2 程式範例：Do Re Mi

此小節會使用到的積木樣式及功能說明

積木圖示	功能說明
	• 可於左側積木控制區「蜂鳴器」中找到。 • 蜂鳴器發聲積木，指定蜂鳴器【腳位】，【聲音頻率】，【延遲週期】。

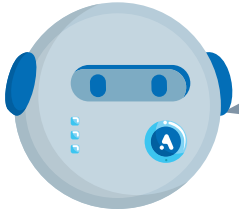
補充說明:
在蜂鳴器裡面會找到兩種模式，如右圖說明兩種都可以使用，調整頻率數值的靈活性會比選擇音階的多樣，可依照個人習慣使用喔~後續範例會使用填寫數值的積木做教學。

- 下拉選單選擇音階
- 自行填寫頻率數值，可搭配04-21頁的音階與頻率表使用

蜂鳴器Do Re Mi音階範例程式及說明積木

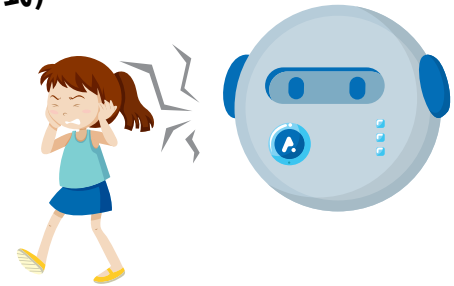
程式積木 Do Re Mi	步驟說明
	Step 1. 請從左側積木控制區「蜂鳴器」群組中，拖曳與組合如左列的程式積木之一。左邊的程式兩者執行效果是一樣的，但是以標示唱名Do Re Mi的蜂鳴器積木只有一個音階。因此建議必要時參考音階表，直接填入發聲頻率數值，可以獲得更多的音樂變化。 Step 2. 您會發現程式中標示了延遲週期450，我們又設置延遲500毫秒，實際上是演奏450毫秒，間隔500毫秒，讓樂音有所區隔較爲清晰。 Step 3. 左側兩個程式只能擇一使用，一個Arduino程式只能有一組的「設定/迴圈」。 Step 4.按 下載儲存XML檔: 音樂-DoReMi.XML

請依上傳燒錄程序，將程式上傳到有安裝蜂鳴器控制板。
您可以觀察到蜂鳴器發出Do Re Mi，休止一拍，繼續重複執行。



由於Arduino程式會重複執行，吵個不停，這時候您只要上傳一個空迴圈，就可以停止聲音了！

空迴圈(甚麼也不做的程式)

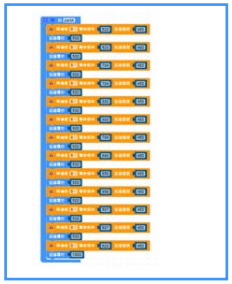


程式範例：救護車

一起來試試看!
模擬救護車發出5次第五8度音Do與Fa各600毫秒，鳴笛的同時，前方的LED同步做紅色燈閃爍警示。

程式積木 救護車	步驟說明
	Step 1. 請從左側積木「蜂鳴器」群組，拖曳與設計如左的程式積木，查表得到Do5頻率爲523，Fa5頻率爲698，修改參數。 Step 2. LED指令與音頻放置一起，不用再另外加延遲delay()。 Step 3. 主程式拖曳放在「設定」之中，程式在設定區執行重複5次後，主迴圈loop() 是空的，因此鳴笛與閃燈就停止了。 Step 4. 按⬇ 下載儲存XML檔: 音樂-救護車.XML

以演奏音樂爲例，你會發現連續幾個音符，程式就越來越長了。因此接著我們來介紹使用副程式積木，由主迴圈呼叫副程式，可以讓程式精簡易讀。



= 副程式

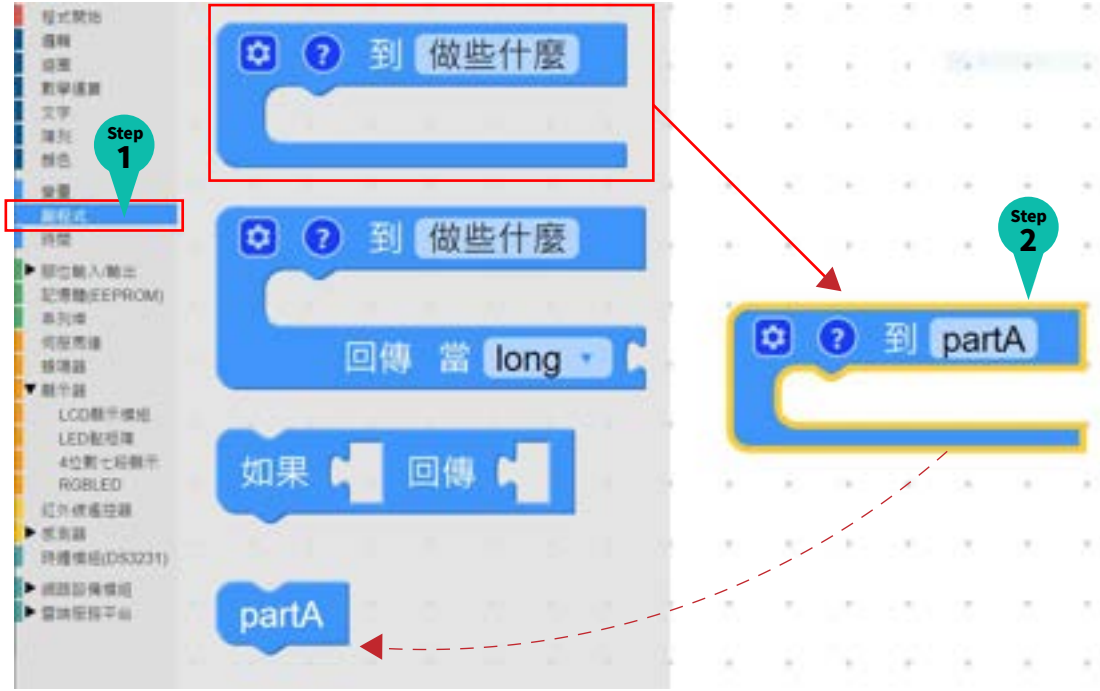
像資料夾的概念，把一長串積木程式包起來變成一個積木圖塊代表，並爲這個代表積木命名，方便後續使用。

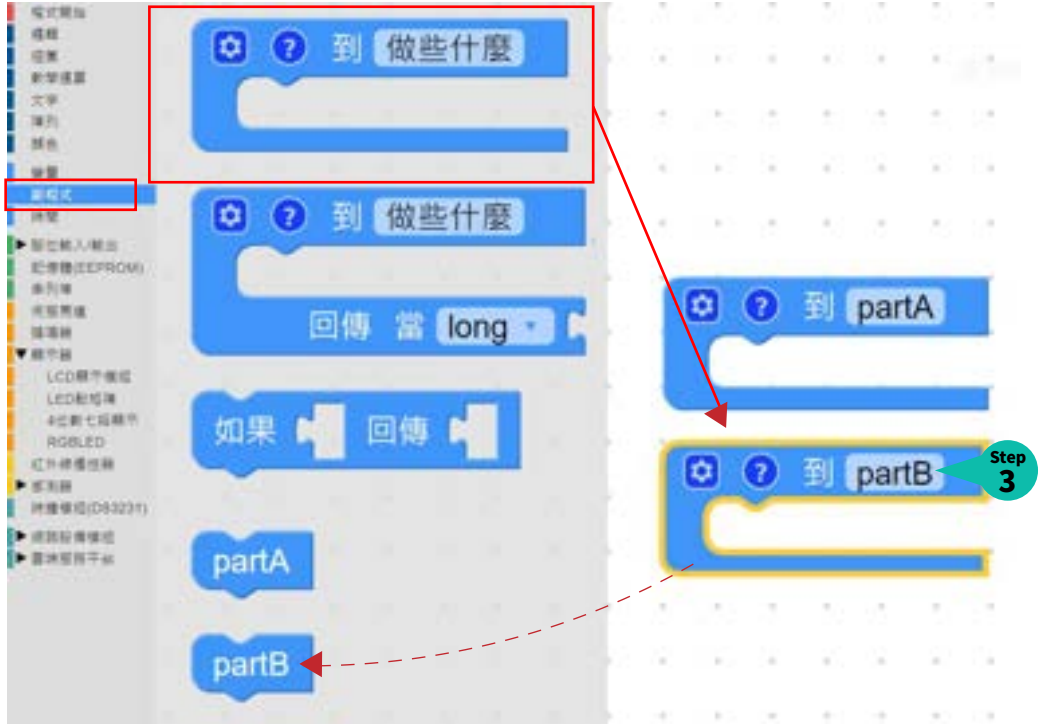
2-4 程式範例：小星星

此小節會使用到的積木樣式及功能說明

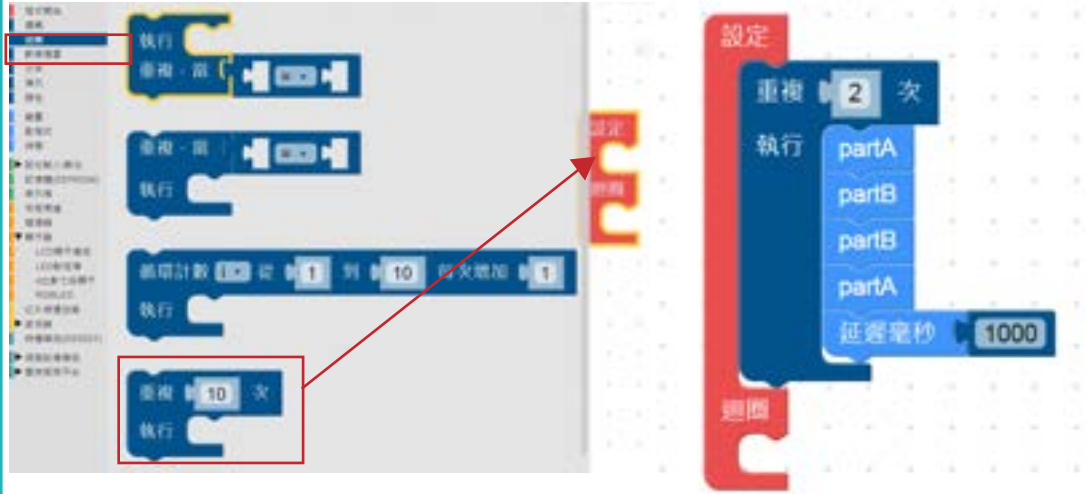
積木圖示	功能說明
	• 可於左側積木控制區「副程式」中找到。 • 副程式積木，由主迴圈呼叫副程式，可以讓程式簡潔易讀。

蜂鳴器小星星範例程式及說明積木

程式積木 小星星	步驟說明
	**Step 1.** 開新檔案，可於左側積木控制區「副程式」群組，拖曳副程式。 **Step 2.** 將名稱修改爲「partA」，您會發現灰色積木區會自動增加一個「partA」積木。

程式積木 小星星	步驟說明
	**Step 3.** **繼續增加副程式「partB」，您會發現灰色積木區會自動增加一個「partB」積木。**

程式積木 小星星	步驟說明
	**Step 4.** **小星星1.2小節與7.8小節是一樣的。3.4小節與5.6小節是重複一樣的。因此，我們1.2小節的旋律程式放在「partA」，3.4小節放在「partB」。**

程式積木 小星星	步驟說明
	**Step 5. 依照左圖完成。**  **這時候您再開啟積木範例→小星星，您就可以明白副程式的寫法。** **從主程式看到它是放在「設定」區重複2次，執行副程式「partA」「partB」「partB」「partA」，最後延遲1000毫秒。**

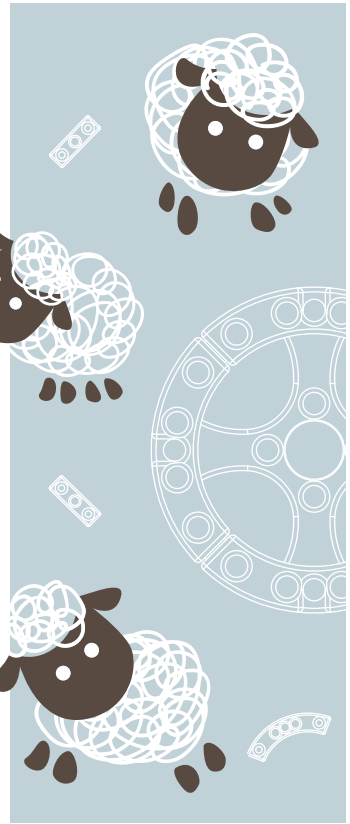
2-5 小試身手：請設計一首演奏曲:瑪莉有隻小羊，演奏2次後停止。

瑪莉有隻小羊 Mary Had a Little Lamb

1=C $\frac{4}{4}$ ♩=96

| 3 2 1 2 | 3 3 3 - | 2 - 2 - | 3 3 3 - |

| 3 2 1 2 | 3 3 3 1 | 2 2 3 2 | 1 - - - ‖

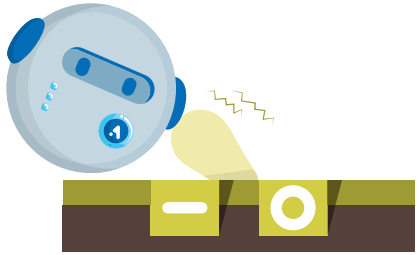


音階與頻率表

八度音域	半音	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	唱名	Do	Do#	Re	Re#	Mi	Fa	Fa#	So	So#	La	La#	Si
	代號	C	CS	D	DS	E	F	FS	G	GS	A	AS	B
2	頻率	65	69	73	78	82	87	93	98	104	110	117	123
3	頻率	131	139	147	156	165	175	185	196	208	220	233	247
	簡譜	$\dot{1}$		$\dot{2}$		$\dot{3}$	$\dot{4}$		$\dot{5}$		$\dot{6}$		$\dot{7}$
4	頻率	262	277	294	311	330	349	370	392	415	440	466	494
	簡譜	1		2		3	4		5		6		7
5	頻率	523	554	587	622	659	698	740	784	831	880	932	988
	簡譜	$\ddot{1}$		$\ddot{2}$		$\ddot{3}$	$\ddot{4}$		$\ddot{5}$		$\ddot{6}$		$\ddot{7}$
6	頻率	1047	1109	1175	1245	1319	1397	1480	1568	1661	1760	1865	1976

表・音階與頻率表

【數位輸入控制(開關)】



3-1 訊號的種類

數位訊號Digital & 類比訊號Analog

Arduino控制器接受的外部輸入訊號，可以分爲二大類；一類是數位訊號(Digital)，另一類是類比訊號(Analog)。數位輸入訊號，它有兩種狀態：導通ON，不導通OFF。Arduino控制板以5V爲高電位，因此輸入值爲「0」代表低電位、0V。輸入值爲「1」代表高電位、5V。我們整理數位輸入訊號的表示與判別方式如下:

程式判別	導通	不導通
電路	ON	OFF
電壓	0V，LOW	5V，HIGH
數位訊號	0	1
邏輯，布林	true	false

表. 數位訊號程式判別

數位訊號感測器

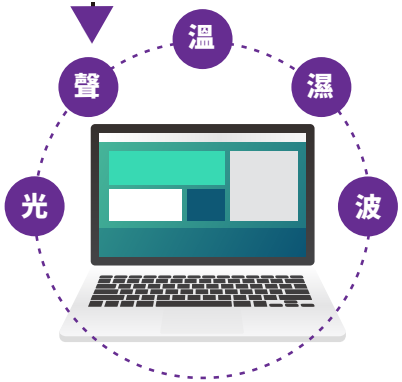
我們稱爲「開關」的元件，訊號都是數位訊號。常見的開關如按鈕開關，微動開關，搖頭開關、指撥開關等。感測器中也有屬於數位開關型態，例如：

種類	感知	訊號
磁簧開關	磁力	導通ON、關閉OFF
霍爾開關	磁力	導通ON、關閉OFF
微動開關	碰撞、位置	有NC，NO可以選擇
滾珠、水銀開關	傾斜、位置	導通ON、關閉OFF
振動開關	振動	導通ON、關閉OFF
光遮斷開關	紅外線	導通ON、關閉OFF

表. 數位感測器舉例

類比訊號感測器

測量0~5V的電壓變化



轉換成0~1023的數值
讓程式做後續的判別應用

類比訊號感測器

至於在我們環境中可以偵測到的訊號大部分是類比訊號(Analog)，例如溫度、溼度的變化，聲音的大小等等，它是一種連續性的變化值。

因爲我們的系統是以數位訊號處理，因此轉換類比訊號成爲數位訊號A/D(Analog to Digital)，在Arduino控制板的A0~A6共7個類比腳位用來做類比感測輸入。它可以測量0~5V的電壓變化轉換成0~1023的數值。

接下來的章節，我們以按鈕開關來練習控制程式流程~

將控制板配置的D12腳位安裝上按鈕開關，當處於復歸狀態，偵測D12腳位會得到回傳值爲「1」；當開關被按下時偵測D12腳位會得到回傳值爲「0」。

3-2 程式範例：使用序列埠監控視窗，讀取控制板回傳狀態

此小節會使用到的積木樣式及功能說明

積木圖示	功能說明
	• 可於左側積木控制區「串列埠」中找到 • 設定串列埠傳輸資料速率爲9600 bps
	• 可於左側積木控制區「串列埠、腳位輸入輸出-數位」中找到 • 控制板印出讀取D12腳位的訊息後換行
	• 可於左側積木控制區「文字」中找到 • 輸入字串
	• 可於左側積木控制區「文字」中找到 • 字串組合

程式積木 使用序列埠監控視窗，讀取Cageboard控制板回傳狀態

步驟說明

Step 1. 開啟積木範例「類比讀入」。

Step 2. 設定串列埠傳輸資料速率爲9600 bps。

Step 3. 由積木「腳位輸入/輸出」群組，拖曳「數位讀出腳位」積木，取代原「類比讀出腳位」積木。

程式積木 使用序列埠監控視窗，讀取Cageboard控制板回傳狀態

步驟說明

Step 4.
於左側積木程式區「文字」中找到「字串組合」與「輸入字串」的積木，並拖拉至圖示位置。

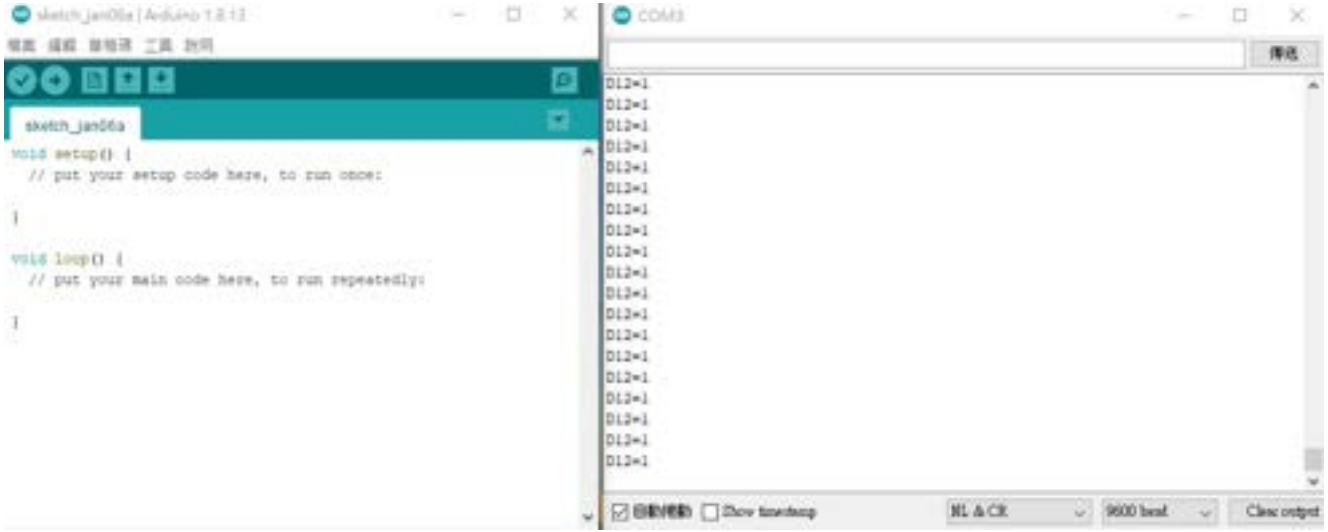
Step 5.
修改原積木程式，數位讀出腳位改爲12，序列埠印出「字串組合」D12=與讀取值，以增加可讀性。

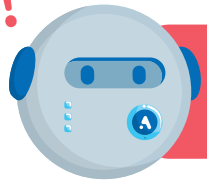
Step 6.
延遲300毫秒。

Step 7.
按 下載儲存XML檔: 序列埠讀取D12.XML

以下是新的操作模式：

上傳燒錄後，請執行Arduino IDE，點按右上角的序列埠監控視窗按鈕，開啟序列埠監控視窗。
您會發現當未按開關，印出爲「D12=1」；當您按下開關，印出爲「D12=0」。





注意!!

由於序列埠監控視窗是透過Micro-USB傳輸線，讓電腦(序列埠監控視窗)與控制板(Arduino)互相通訊；因此當您使用過序列埠監控視窗記得要關閉；如果沒有關閉，將會佔據USB通訊，造成下一個程式要上傳燒錄的失敗。請密切注意。

3-3 程式範例：按鈕控制LED，按一次LED亮，再按一次LED熄滅

此小節會使用到的積木樣式及功能說明

積木圖示	功能說明
	● 可於左側積木控制區「迴圈」中找到。 ● 設定先執行工作、再判斷條件的迴圈積木。 ● 先執行一次迴圈內的工作內容，再判斷重複條件是否成立：當成立時再執行一次迴圈內的工作內容，否則跳出迴圈。
	● 可於左側積木控制區「迴圈」中找到。 ● 設定先判斷條件、再執行工作的迴圈積木。 ● 先判斷執行迴圈的條件是否成立：當成立時執行一次迴圈內的工作內容，否則跳出迴圈。
	● 可於左側積木控制區「邏輯」中找到 ● 回傳數學邏輯比較是否成立的積木。 ● 目前有等於(=)、不等於(≠)、小於(<)、小於或等於(≦)、大於(>)、大於或等於(≧)等六種數學判斷可選擇。

程式積木 按鈕控制LED燈

開啟範例程式後，依照前述教學，拖拉、複製對應圖塊，修改成右圖樣式。

步驟說明

Step 1. 開啟積木範例「LED閃爍」修改。

Step 2. 設定開始時LED爲熄滅狀態。

Step 3. 當D12=1，也就是按鈕未被按下，反覆執行「甚麼也不做」，直到按鈕被按下，D12=0時跳出重複迴圈。

Step 4. 執行LED爲亮白色狀態，延遲500毫秒。

Step 5. 當D12=1，也就是按鈕未被按下，執行「甚麼也不做」，直到按鈕被按下，D12=0跳出重複迴圈。

Step 6. 執行LED爲熄滅狀態，延遲500毫秒

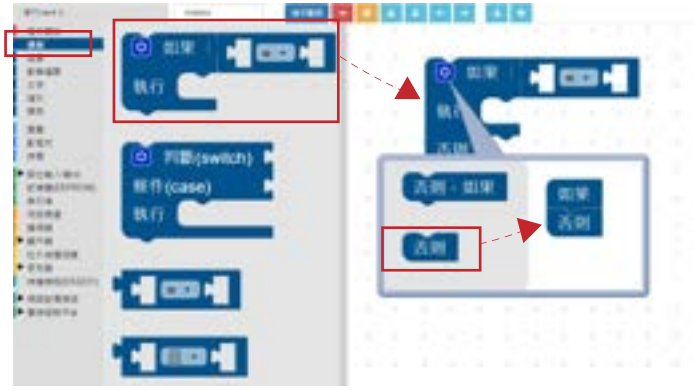
Step 7. 按 下載儲存XML檔: 按鈕控制LED明滅.XML。

這個程式應用了迴圈來確認按鈕的按下，控制2段的LED明與滅的流程。但是這程式有一個缺點，就是當按著按鈕不放D12=0，LED會以500毫秒間隔明與滅；原因就是長按按鈕時，重複迴圈功能就失效了。我們來改良程式設計讓控制更穩定。

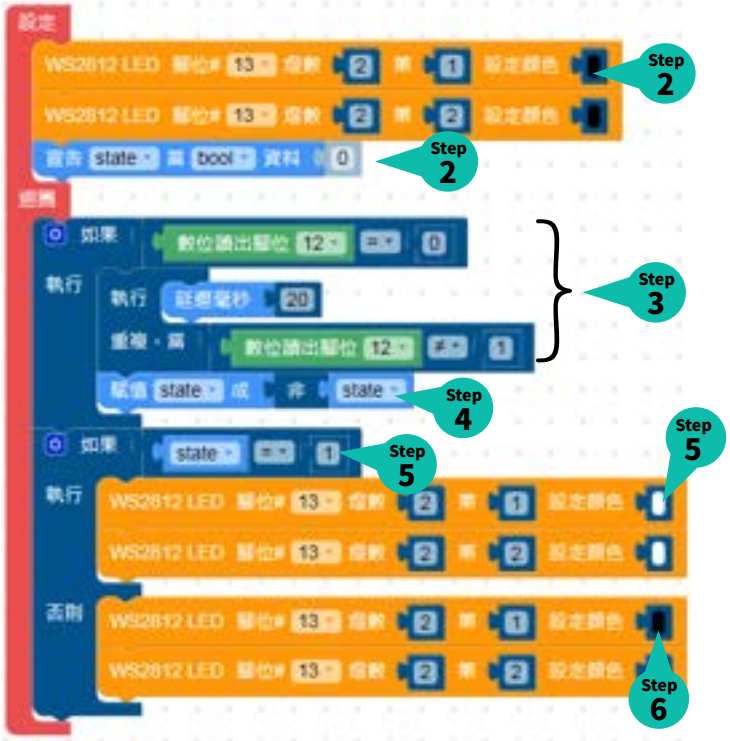
3-4 程式範例：按鈕與變數控制LED

此小節會使用到的積木樣式及功能說明

積木圖示	功能說明
	• 可於左側積木控制區「變量」中找到 • 變量積木控制區，用以建立新的變數。
	承上一步驟輸入「STATE」建立變數名稱後 ，自動出現宣告變數名稱、型態與初始值的積木。 《宣告》：設定變數名稱。 《當》 ：設定變數型態。 《資料》：設定變數的初始值。

積木圖示	功能說明
	● 變數型態： long=長整數　　float=浮點數 unsigned long=無符號長整數　　int=整數 unsigned int=無符號整數　　char=字元 string=字串　　bool=布林邏輯 byte=位元
	● 可於左側積木控制區「邏輯」中找到，再按<齒輪>按鈕，修改條件式，增加一個條件 否則 。 ● 再按<齒輪>按鈕，收合改造選單

程式積木 按鈕與變數控制LED



步驟說明

Step 1. 開啟「按鈕控制LED明滅.XML」修改。
(前一小節完成的程式檔案)

Step 2. 設定開始時LED爲熄滅狀態，建立新變數STATE，宣告變數STATE爲布林bool型態，初始爲0。

Step 3. 條件式如果D12=0，也就是按鈕被按下，執行「延遲20毫秒」(註1)，進入重複迴圈，直到再次按鈕D12=0才跳出迴圈。

Step 4. 執行變更變數STATE爲<非>STATE，也就是當STATE=0，則改變成1；當STATE=1，則改變成0，互相切換。

Step 5. 條件式當STATE=1，執行LED爲亮白色狀態。

Step 6. 否則STATE=0，執行LED爲熄滅狀態。

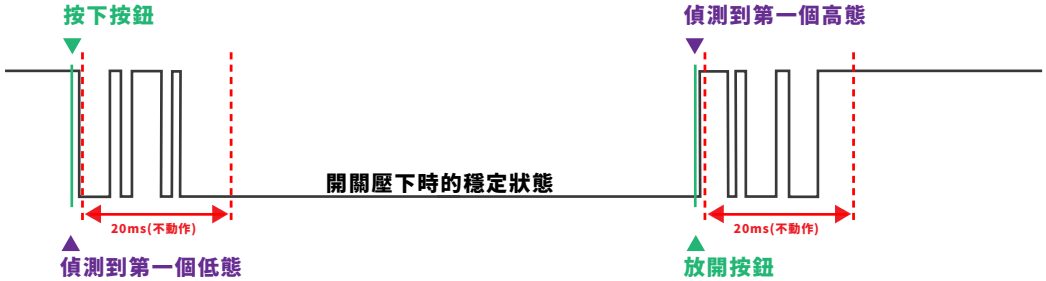
Step 7. 按 下載儲存XML檔: 按鈕與變數控制LED.XML

程式經過修改後，如果按下按鈕，要一直到確認放開，才執行變數STATE變更狀態，由於指定變數STATE爲布林bool型態，也就是非0即1 (布林bool型態就是0, 1 / true, false) 2種狀態。 利用這2種狀態控制切換LED開與關。

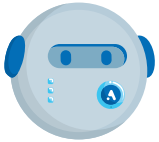
這種程式控制模式十分穩定。因此，我們可以參照按鈕穩定的程式控制方式，設計各種不同的按鈕開關控制應用。

註1:

由於機械開關的特性，由某一接點投擲至另一接點的瞬間，會產生多次的彈跳現象，無論是接點由ON 至OFF 或由OFF 至ON，接點會經過閉合→打開→閉合→打開→…最後到穩定狀態的過程，此一現象稱爲「開關彈跳」現象，這會造成控制板的誤判。

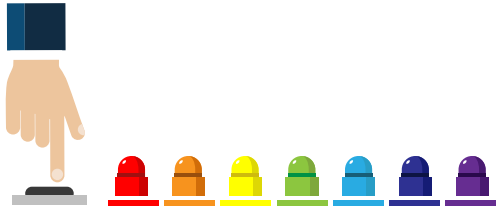


(開關彈跳現象示意圖)



開關的彈跳時間通常不大於20毫秒(10毫秒～20毫秒)，因此加入程式「延遲20毫秒」，藉以消除開關彈跳。

3-5 程式範例：按鈕與變數控制七彩霓虹燈



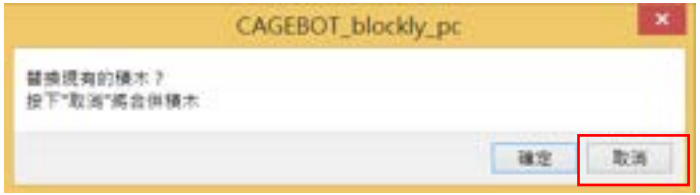
請參考 1-3. 小試身手：七彩霓虹燈 與 3-4. 程式範例：按鈕與變數控制LED 改成每按一次按鈕，依序切換紅橙黃綠藍靛紫色彩變化。

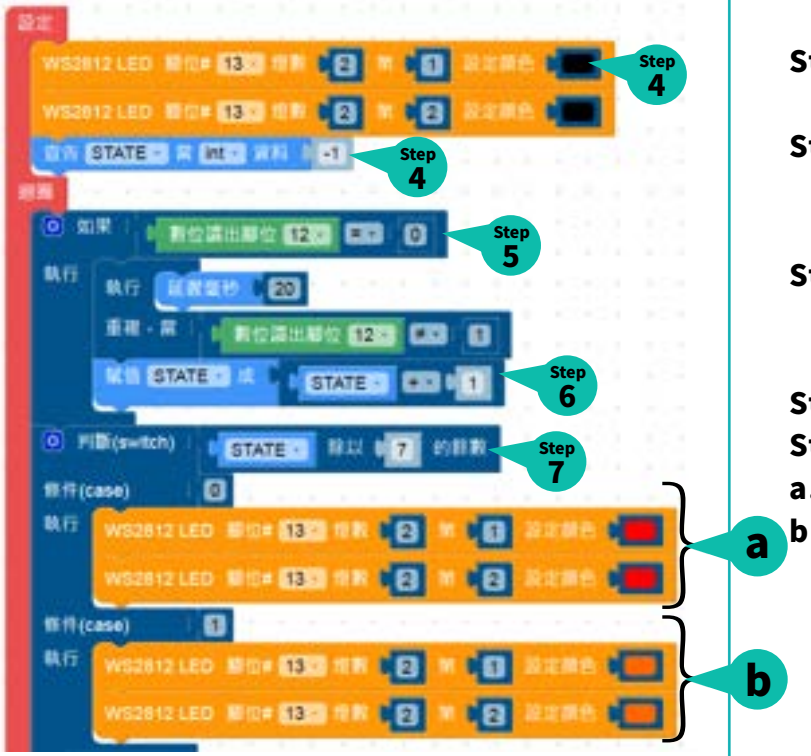
此小節會使用到的積木樣式及功能說明

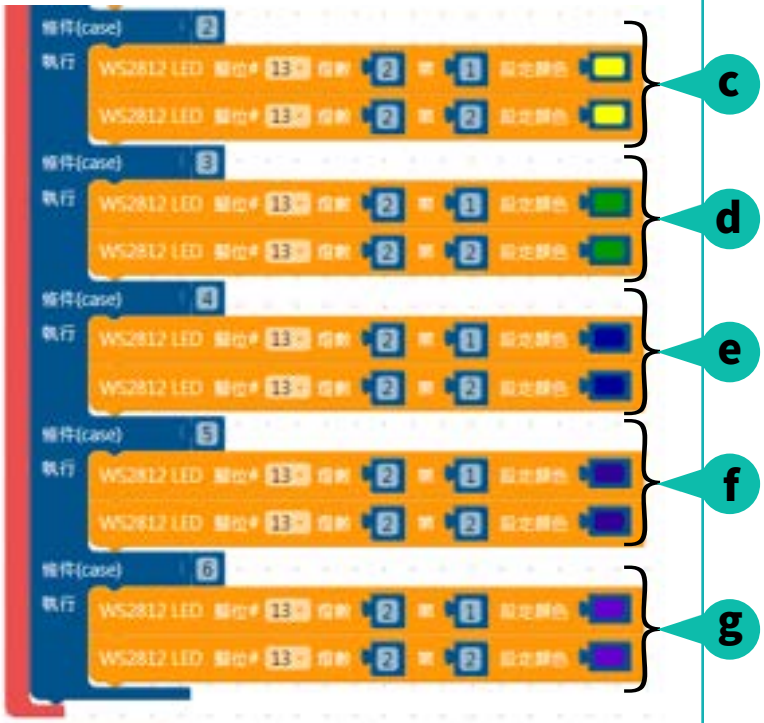
積木圖示	功能說明
	• 先於左側積木控制區「變量」-「建立變數」，輸入STATE後可以得到左圖。 • 變數STATE型態整數，初始爲-1
	• 可於左側積木控制區「數學運算」中找到左圖深藍色外框。而STATE淺藍方塊可於「變量」中找到。 • 回傳值爲STATE除以7的餘數

此小節會使用到的積木樣式及功能說明

積木圖示	功能說明
	 • 可於左側積木控制區「邏輯」中找到。 • 按積木左上齒輪按鈕來修改條件式，拖拉條件積木至判斷下，總共增加7個判斷條件，再按<齒輪>按鈕，收合改造選單。

程式積木 按鈕與變數控制七彩霓虹燈	步驟說明
	Step 1. 開啟「按鈕與變數控制LED.XML」，再開啟「七彩霓虹燈.XML」，注意：彈出對話框要按<取消>，合併開啟2個程式在積木堆疊區。
	Step 2. 變更變量STATE型態爲整數，初始爲-1
	Step 3. 回傳值爲STATE除以7的餘數

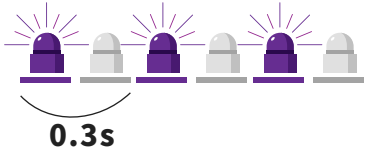
程式積木 按鈕與變數控制七彩霓虹燈	步驟說明
	Step 4. 設定開始時LED爲熄滅狀態，宣告變數STATE爲整數型態，初始值爲-1 Step 5. 條件式如果D12=0，也就是按鈕被按下，執行「延遲20毫秒」，進入迴圈，直到D12=0按鈕再次被按下才跳出迴圈。 Step 6. 執行變更變數STATE爲STATE+1，也就是當STATE=-1，執行1次則改變成0；再執行1次則STATE改變成1 Step 7. 條件式(switch)，回傳值爲STATE除以7的餘數 Step 8. a.當條件(case)爲0，執行LED紅色 b.當條件(case)爲1，執行LED橙色

程式積木 按鈕與變數控制七彩霓虹燈	步驟說明
	c.當條件(case)爲2，執行LED黃色 d.當條件(case)爲3，執行LED綠色 e.當條件(case)爲4，執行LED藍色 f.當條件(case)爲5，執行LED靛色 g.當條件(case)爲6，執行LED紫色 Step 9. STATE值累加=7時，求餘數得0，又回到程式條件(case)爲0，執行LED紅色，依此重複執行 Step 10. 按 下載儲存檔案: 按鈕控制七彩霓虹燈.XML

3-6 小試身手：請設計程式當第一次按下按鈕，演奏:瑪莉有隻小羊到結束，第二次按下按鈕，則LED亮紫色快閃3次間隔0.3秒，再回到等待按鈕，依此重複執行。

按下第一次按鈕

按下第二次按鈕

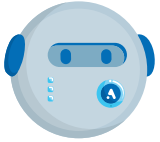


0.3s

瑪莉有隻小羊 Mary Had a Little Lamb $1=C\ \frac{4}{4}$ ♩=96

3	2	1	2	3	3	3	-	2	-	2	-	3	3	3	-
3	2	1	2	3	3	3	1	2	2	3	2	1	-	-	-

可以叫出先前練習儲存的程式
也可重新再練習拉一次數值喔!



【直流馬達控制】

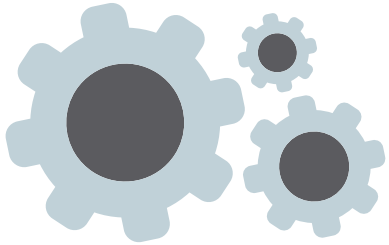
4-1 控制板直流馬達控制模式

在控制板上配置的馬達驅動與控制晶片TB6612FNG，內部包含兩組H橋式MOSFET電路，可驅動和控制兩個小型直流馬達，單一通道可輸出1.2A(極限3.2A)電流，輸出/輸入功率比值高達91.74%。將控制板的D5.D7用於控制直流馬達M01，D6.D4控制直流馬達M02，控制模式如下表:

馬達	腳位	轉向與轉速控制
M01	D7	高:順時針轉 / 低:逆時針轉
	D5	轉速:PWM值/停止0
M02	D4	高:順時針轉 / 低:逆時針轉
	D6	轉速:PWM值/停止0

表．控制板直流馬達控制模式

轉向以視線正向轉動軸心觀察爲準



備祥儀公司製作的微型減速直流馬達，內裝金屬齒輪減速箱，耐磨、壽命長，特殊輸出軸承設計，金屬單出D型軸，輸出轉速誤差小(10%以內)。

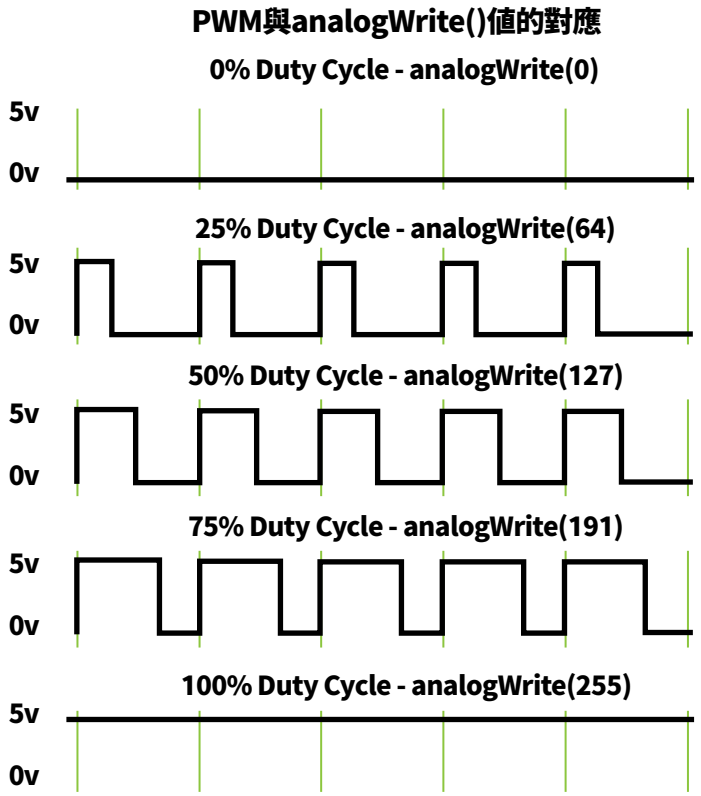
微型減速直流馬達基本性能說明：

- 額定電壓: DC 4.5V
- 額定扭力: 0.8~1kg
- 空載電流: 0.3A以下
- 空載轉速: 160rpm±10%
- 適用電壓: DC 3V~6V
- 減速比: 1/55

4-2 模擬類比輸出PWM與馬達轉速控制

所謂PWM是(Pulse Width Modulation)的縮寫，是將訊號編碼於脈波寬度上的一種技術，此技術以數位方式來模擬類比訊號，也就是俗稱的變頻。PWM訊號中，脈波寬度在整個週期所占的高電位的波型在整個週期中所占的比例。Arduino Nano能夠做模擬類比輸出PWM 的數位接腳 (3, 5, 6, 9, 10, 11)，使用analog-Write() 函數，值由0~255，來調變電壓值。

如右側說明，雖然控制轉速PWM值可以由0~255，但是馬達有啟動電壓的限制，經過實測， Mars E1 戰神探險車配置的微型直流馬達，約在PWM值50左右才能轉動，最高值爲255。而讓馬達停止，則PWM值輸入0。



4-3 程式範例：雙馬達車測試

確認戰神探險車左馬達連接M01插座，右馬達連接M02插座

積木圖示	功能說明
	**Step 1.** **開啟積木範例「雙馬達車測試」** **本程式採用副程式結構，從主程式判讀，流程為：** **前進(forward)　1 秒鐘** **停止(stop)　1 秒鐘** **後退(backward)　1 秒鐘** **停止(stop)　1 秒鐘** **左轉(left)　1 秒鐘** **停止(stop)　1 秒鐘** **右轉(right)　1 秒鐘** **停止(stop)　3 秒鐘**

積木圖示	功能說明
	**Step 2.** **如左圖，我們要命令戰神探險車前進時，左馬達(M01)要逆時針轉，右馬達(M02)要順時針轉** **Step 3.** **副程式「forward」** **左馬達(逆時針轉) D7=低，D5=250(PWM)** **右馬達(順時針轉) D4=高，D6=250(PWM)**

程式積木	步驟說明
	**Step 4.** **副程式「backward」** **左馬達(順時針轉) D7=高，D5=250(PWM)** **右馬達(逆時針轉) D4=低，D6=250(PWM)**
	**Step 5.** **副程式「left」** **左馬達(停止) D7=低，D5=0** **右馬達(順時針轉) D4=高，D6=250(PWM)**

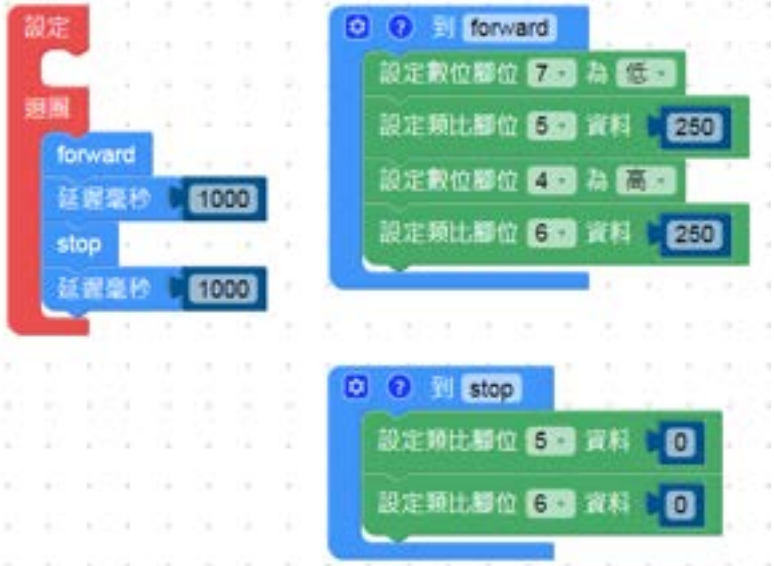
程式積木	步驟說明
	**Step6.** **副程式「right」** **左馬達(逆時針轉) D7=低，D5=250(PWM)** **右馬達(停止) D4=低，D6=0**
	**Step7.** **副程式「stop」** **左馬達(停止) D5=0** **右馬達(停止) D6=0** **Step8.** **請上傳燒錄，並移除USB線，開啟控制板電源開關，將戰神探險車放在地板上測試看看!**

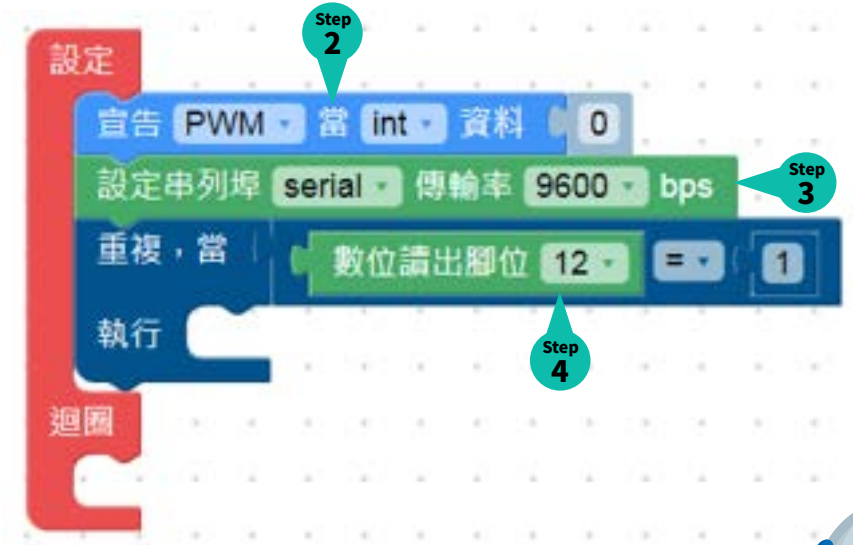
4-4 程式範例：測試馬達變速

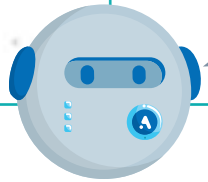
在這個範例，我們將學習使用變數來變更PWM值，並用序列埠監控視窗讀取PWM值，這可以測試得到控制戰神探險車移動速度的數據，作爲進階控制時，設計最佳化的依據。

此小節會使用到的積木樣式及功能說明

積木圖示	功能說明
	• 可於左側積木控制區「變量」中找到 • 建立變數PWM，宣告PWM型態整數，初始爲0
	• 可於左側積木控制區「迴圈」中找到 • 迴圈群組，建立循環計數迴圈i從0到255，每次增加5。變數i是區域變數，僅對計數迴圈有效

程式積木 測試馬達變速	步驟說明
	**Step 1.** **開啟積木範例「雙馬達車測試」，保留前進(forward)與停止(stop)，其餘刪除。** 

程式積木 測試馬達變速	步驟說明
	**Step 2.** 建立變數PWM，宣告PWM型態爲整數，初始爲0，拖曳積木到「設定」中 **Step 3.** 從串列埠群組，拖曳設定串列埠積木到「設定」中 **Step 4.** 從迴圈群組中，拖曳《重複，當…執行》的迴圈至「設定」中，設計讀取按鈕D12被按下才脫離，進入主迴圈loop()

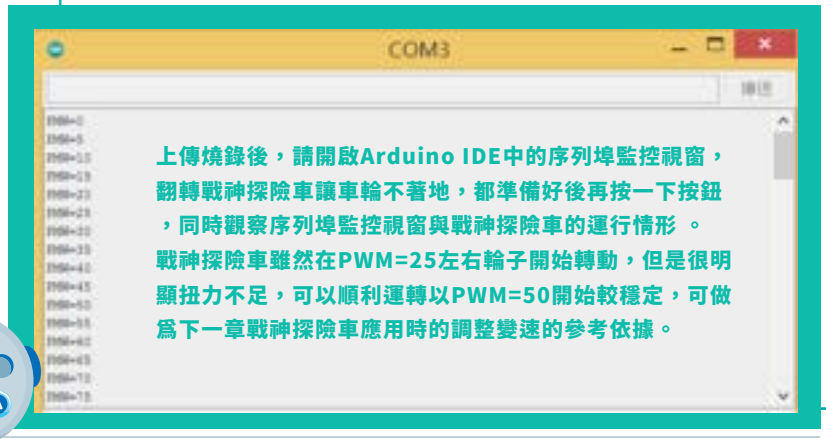


這是貼心的小技巧，避免燒錄後，戰神探險車會自己亂跑，要學起來喔!

程式積木 測試馬達變速	步驟說明
	**Step 5.** **拖曳與建立循環計數迴圈，變數i從0到255，每次增加5** **Step 6.** **賦值變數PWM=i值** **Step 7.** **從「串列埠」中找到「印出訊息後換行」，加上「文字」中的「字串組合」，將訊息”PWM=”+變數PWM列印到序列埠** **Step 8.** **執行副程式forward，延遲1000毫秒** **Step 9.** **執行副程式stop，延遲1000毫秒**

程式積木 測試馬達變速	步驟說明
	**Step 10.** **複製與修改循環計數迴圈，變數 i從255到0，每次增加-5**
	**Step 11.** **修改副程式forward，D5與D6值=PWM值** **Step 12.** **副程式stop 不變更**

程式積木 測試馬達變速	步驟說明
	**Step 13.** **重新組合程式積木，完成** **Step 14.** **按 下載儲存檔案：測試馬達變速.XML**



4-5 小試身手：請設計唱歌跳舞動感探險車。

01.
蜂鳴器演奏音樂

02.
LED燈隨著音樂撥放變換顏色

03.
左右搖晃0.5秒

請綜合本章基礎控制所學的所有功夫，以範例積木：「雙馬達車測試」做基礎。設計一台會唱歌跳舞，轉轉身體的探險車。當按下按鈕，開始唱歌閃LED燈，演奏每一小節音樂，LED隨著變換顏色，然後左右搖搖0.5秒。

恭喜您完成全部的學習囉!


CAGEBOT
恭喜您已完成教學手冊所有章節
未來，請依照所學繼續擴充學習
增加其他感測器應用