

科技創作藝術燈具的探討

¹ 陳炳沅, ² 陳旭展

¹ 長榮大學科技工程與管理學系
E-mail: pychen@mail.cjcu.edu.tw
² 長榮大學科技工程與管理學系
E-mail: sspsjin11tw@gmail.com

摘要

「科技藝術」^[1]被定義為「利用科技產物或技術作為藝術創作媒材或是創作形式的藝術創作。」本研究成功地使用四顆步進馬達及燈泡，整合程式碼來控制馬達的轉動及燈泡的顏色與閃爍。將很容易地加以變化，產出 3D 立體圖案並加以彩繪。將一般常見的靜態藝術裝置更進一步蛻變成動態的裝置。囿於動力的來源，適合設置於室內。

關鍵字: 科技藝術; 室內裝置藝術; 動態裝置藝術。



圖 1: 4 乘 1(線形)的裝置

1. 前言

近年來許多大型的裝置藝術出現在公共區域，例如，機場、車站、捷運站等人來人往的地方，用意不外乎為讓旅客忘記旅途的疲憊，停下腳步來感受一下藝術的氛圍^[2]，然而這些裝置藝術靜態的居多，變化不易。展出的位置是以室內為主。拜軟硬體的進步，使得靜態的裝置藝術能更進一步蛻變成動態的裝置，除了能帶給人們更強烈的視覺感受外，而且更容易控制與變化。動態的裝置需有動力的來源，適合設置於室內，室外的條件顯然嚴苛太多。

本研究的主軸為運用科技來創作藝術的探討

2. 整體架構

成功地使用四顆步進馬達及燈泡，整合程式碼來控制馬達的轉動及燈泡的顏色與閃爍。建構後的雛型請詳圖 1，此為 4 乘 1(線形)的裝置。顯然地，可輕易地擴展成平面(2D)，立體(3D)，再加上適度的時間規劃，就可形成四度空間(4D)的創作藝術。

每一個基本單元的架構^[3]的動作流程如圖 2 所示

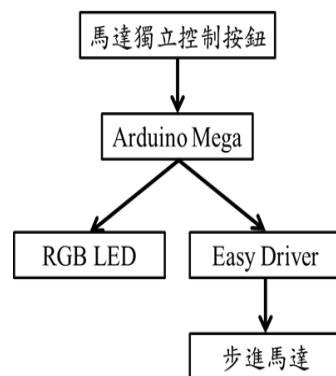


圖 2: 每一個基本單元的架構的動作流程

3. 零組件介紹

3.1. 按鈕配置

採用按鈕來獨立控制個別馬達的轉動，進而使所懸吊的燈具上下運動。例如，按下黃色按鈕則馬達向

下轉動，LED 燈亮白色光芒。按下紅色按鈕則馬達向上轉動，LED 燈亮紅色光芒。我們設置了八個按鈕如圖 3，分別控制四個馬達的上下轉動。另外再設置一個按鈕作為模式切換的開關，系統有兩個工作模式，一為獨立單元運作，另一為執行一連串的動作，此一連串的動作可隨時更改，只要將程式輸入即可。

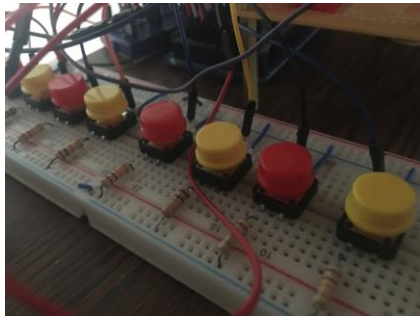


圖 3: 分別控制四個馬達的上下轉動的八個按鈕

3.2. Arduino Mega 2560^[4]

原始的 Arduino 硬體是一家義大利公司叫 Smart Projects 所研發出來的。是一個開放原始碼的單晶片微控制器，具有簡易輸出/輸入 (simple I/O) 介面板。使用者可以使用 Arduino、Java、...、等軟體，結合電子元件，例如，開關、感測器、發光二極體、步進馬達...、等輸出裝置，作出互動作品。本研究使用 Arduino Mega 2560，其為一款基於 ATmega2560 的微控制器板。它有 54 個數位輸入/輸出引腳 (其中 15 個可用作 PWM 輸出)、16 個模擬輸入、4 個 UART (硬體序列埠)、1 個 16 MHz 晶體震盪器、1 個 USB 連接、1 個電源插座、1 個 ICSP 頭和 1 個重置按鈕，如圖 4 所示。可使用 USB 線將其連至電腦，亦可通過 AC-DC 轉換器為其供電。

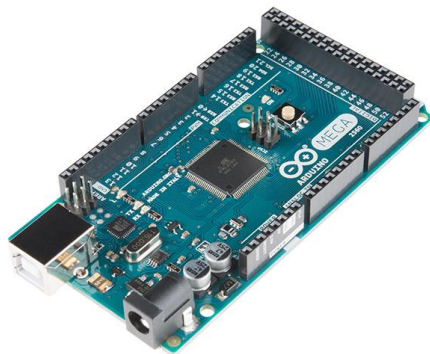


圖 4: Arduino Mega 2560

欲寫入 Arduino 的程式可以使用任何能夠被編譯成 Arduino 機器碼的程式語言編寫。而 Arduino 官方網站也提供了一套跨平台應用軟體—Arduino Software IDE (Integrated Development Environment, 整合開發

環境)，如圖 5 所示。給藝術家和不熟悉程式設計的人們編寫程式之用。

Arduino Software IDE 源自於 Processing 程式語言以及 Wiring 計劃的整合開發環境。包含了一個擁有語法突顯、括號匹配、自動縮排、和一鍵編譯，並將執行檔燒寫入 Arduino 硬體中的編輯器。

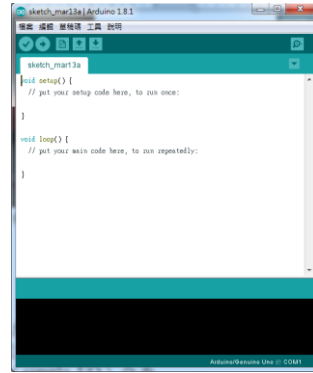


圖 5: Arduino Software IDE 畫面

3.3. 馬達驅動器^[5]

馬達驅動器—EasyDriver，如圖 6 所示，其所使用的驅動器為 A3967slb，A3967slb 是美國 allegro 公司生產的 PWM 恒流控制微步距驅動二相步進電機專用驅動器。它的工作電壓可達 30 V，驅動電流達 750 mA。一個 A3967slb 可驅動一台二相步進電機。此外，A3967slb 還提供完善的保護措施，包括抑制瞬態電壓、過熱保護、防止電流直通、欠電壓自鎖、...、等功能。

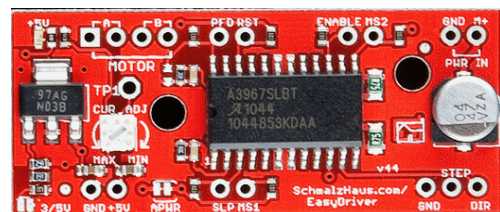


圖 6: 馬達驅動器—EasyDriver

EasyDriver 具有步距細分的功能，將步進馬達的每一步再細分為 8 小步，如此一來，可更精準的控制。換句話說，若使用 EasyDriver 來驅動一 200 步完成一圈的步進馬達，則需要 1600 步來完成一個 360 度的旋轉。

3.4. 步進馬達^[6]

如圖 7 所示為本研究所使用的步進馬達 (stepping motor)。步進馬達為具有如齒輪狀突起 (小齒) 相銜的定子和轉子，可藉由切換流向定子線圈中的電流，以一定角度逐步轉動的馬達。通常有定義步

距角或者步數參數，一般的步進馬達轉一圈都是分為 200 步，也就是步距角為 1.8 度。

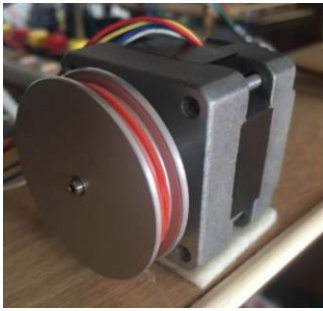


圖 7: 馬達與收轉盤

3.5. 創意燈罩

使用麻繩以及白膠黏和後，曬乾做成的鳥巢型燈罩。請參考圖 8。



圖 8: 鳥巢型燈罩

3.6. 三色 RGB LED 燈

圖 9 為能夠顯示紅色(Red)、綠色(Green)、藍色(Blue)三種顏色共陽極的 LED 燈，其中最長的腳要接地，其他三支腳分別控制 R、G、B 色彩。共陰極與共陽極的差別在於共同接腳所需連接的電位，共陽極接電源而共陰極接地。



圖 9: 三色 RGB LED 燈

3.7. 超音波感測器

超音波感測器是由超音波發射器、超音波接收器和控制電路所組成。當它被觸發(Trig)的時候，會發射一連串 40 kHz 的超音波，從離它最近的物體接收到回波，如果有的話。

HC-SR04 是所使用的超音波感測器，請參考圖 10。Trig 為輸入腳位，Echo 為輸出腳位，VCC 接 5 V，GND 接地。可以探測的距離為 2 cm ~ 400 cm，精度為 0.3 cm，感應角度為 15 度。

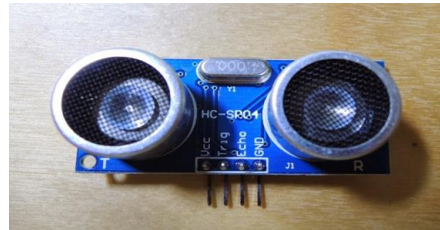


圖 10: 超音波感測器 HC-SR04

超音波測量距離的方法，請參考圖 11 的示意圖。藉由測量音波在感測器與物體之間往返經過的時間，再與波速相乘即可得距離。如果供給超過 10 微秒的 5V 電位訊號給 Trig，就會觸發超音波的發射，此時 Echo 腳位會處於 5V 高電位狀態。若有物體進入超音波反射的範圍，接收器接收到反射的超音波訊號後，Echo 腳位就會處於 0V 低電位狀態。

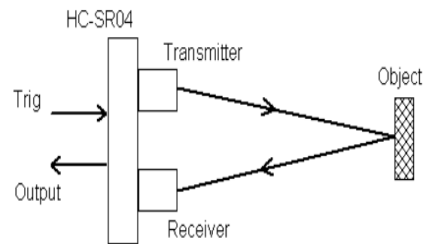


圖 11: 超音波感測器工作原理示意圖

藉由超音波裝置偵測是否有物體靠近，當物體靠近距離低於 5 公分時，就會啟動裝置，執行一已設定好的程式。圖 12 為啟動超音波來變換模式操作的架構圖。

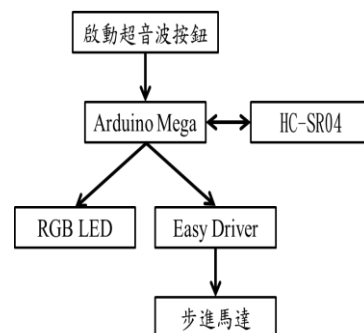


圖 12: 啟動超音波來變換模式操作架構圖

4. 程式設計說明

首先是定義 Arduino 的腳位(第幾支腳)及功能(是輸出還是輸入)。

再來是執行中斷程式^[7]，事實上，中斷程式是最後書寫的，然執行時卻是在所有程式之前，當然有預設值。主功能是作判斷，所以必須決定何者為第一優先，何者次之。

超音波按鈕按下後，啟動 Arduino 裡的程式：Trig HC-SR04 發射超音波，等待回波訊號。

若有回波，Echo 端電位改變，Arduino 啟動設定好的一連串程式，命名為「Running_process」^[8]，如圖 13 所示。

```
209 void Running_process() {  
210  
211 digitalWrite(LED_R, HIGH);  
212 ALL_rotateDegree(1440, 1);  
213 turnoff();  
214  
215 digitalWrite(LED_G, HIGH);  
216 ALL_rotateDegree(-1440, 1);  
217 turnoff();
```

圖 13: 設定好的一連串程式，名為「Running_process」

程式碼第 211 行使 RGB LED 燈亮紅色，然後呼叫副程式 ALL_rotateDegree，轉動 1440 度，即四圈，速度為 1 乘以 300 微秒。第 215 行與第 216 行雷同，只不過是下降與亮綠燈。

免不了必須書寫許多副程式，此研究中的副程式主要有三：

1. 個別 RGB LED 燈亮或不亮與亮多久的副程式
2. 個別或組合馬達上升或下降，轉速，所需旋轉角度的副程式
3. 中斷程式

茲以控制 A 馬達的副程式為例作說明，請參考圖 14。

```
474 void A_rotateDegree(float degree, int speed){  
475     int dir = (degree > 0)? HIGH:LOW;  
476     digitalWrite(A_DIR_PIN, dir);  
477  
478     int steps = abs(degree)*(1/0.225);  
479     int Delay = speed*300;  
480     for(int i=0; i < steps; i++){  
481         digitalWrite(A_STEP_PIN, HIGH);  
482         delayMicroseconds(Delay);  
483         digitalWrite(A_STEP_PIN, LOW);  
484         delayMicroseconds(Delay);  
485     }  
486 }
```

圖 14: A 馬達上升或下降、轉速、所需旋轉角度的副程式

給予副程式參數：角度與速度，然後判斷是上升還是下降，再來是設定步距，每一步距有延遲時間，實為速度的設定，加以判別步數是否到達，若已達則馬達停止。

討論

成功地使用四顆步進馬達及燈泡，整合程式碼來控制馬達的轉動及燈泡的顏色與閃爍。

在我們的研究過程中遇到了一些問題，解決後有一些心得，列於下：

1. 失步現象
輸入脈波後，步進馬達開始運轉，但有時會發生，有聲音及震動卻不轉動的情形，這種情形被稱為「失步現象」。可能是由於負載過大或是運轉條件過於嚴苛。經研究後發現是 Delay 長短的問題，當 Delay 小於 300 Microseconds，馬達就不會轉動只有震動。
2. 起始點的問題
當啟動「Running_process」程式時，起始點必需在一特定的位置，否則後面行動時所構成的面或立體圖形將會失去原先創作的涵義。所以程式一開始即需將所有的懸吊物歸位到特定的位置。整個程式跑完後也需將所有的元件歸定位，回到原點。
3. 懸吊系統：懸吊線除了提供支撐外也是燈泡電力的來源，可以兩者合一。收轉盤的凹槽必須夠大與夠深才能容納懸吊線，視懸吊線的種類及長度而定。
4. 物體會在空中旋轉的問題：採用圓型懸吊物較佳，否則所要呈現的圖形會因為在空中旋轉而扭曲變形。
5. 馬達與燈泡獨立控制較佳：在所要呈現的立體圖形與在圖形上彩繪分開來設計。可視為馬達形成圖案，燈泡的顏色為彩繪。
6. 未來展望：本研究的結果延伸建構成大型藝術裝置非常可行，使用數學軟體來產生點的位置，操控馬達形成一個立體物的形狀，並彩繪該立體物。亦可書寫許多組「Running_process」程式，使用手機透過 Wi-Fi 來作程式變換的遙控。

致謝

感謝長榮大學科技工程與管理學系四年級畢業專題學生：林政翰、陳致禎、李宗儒、巫嘉宜等人的努力。

參考文獻

- [1] 維基百科，裝置藝術，
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%A3%9D%E7%BD%AE%E8%97%9D%E8%A1%93>
- [2] yahoo，視覺藝術對人類的影響，

<https://tw.answers.yahoo.com/question/index?qid=20140714000051KK00038>

- [3] 孫駿榮、吳明展、盧聰勇(民 99)，最簡單的互動設計 Arduino 一試就上手，基峯資訊股份有限公司
- [4] Arduino 官方網站，
<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560?setlang=cn>
- [5] Easy driver 步進電動驅動器，
http://www.buyic.com.tw/print_product_info.php?products_id=5544
- [6] 坂本正文原著，許溢适編譯(民 97)，步進馬達使用法，全華出版社
- [7] 洪錦魁(民 94)，精通 C 語言，文魁資訊
- [8] 趙英傑(民 105)，超圖解 Arduino 互動設計入門 第二版，旗標出版股份有限公司