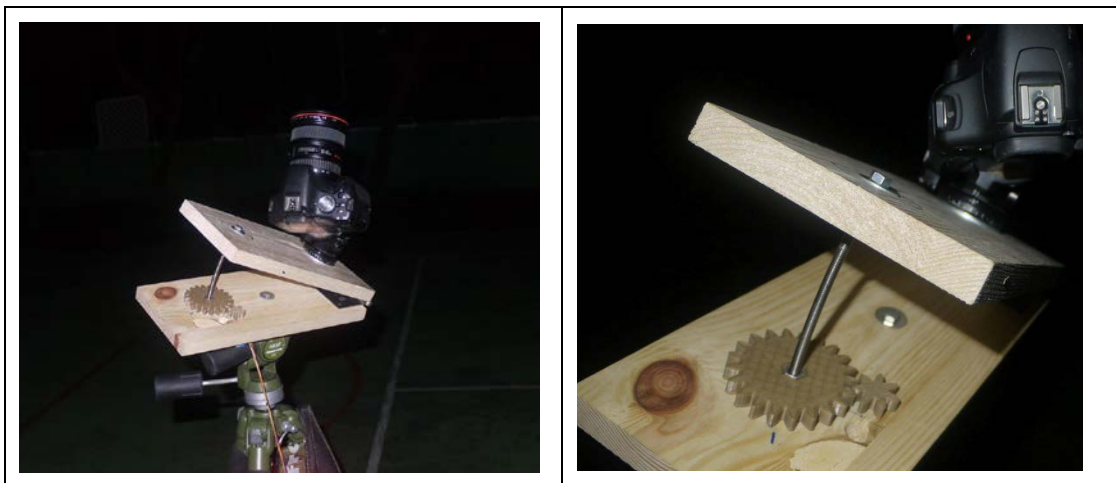


曲螺桿式攝星版的機電控制

撰稿/ 陳昭安 giantche@hotmail.com

攝星板原名門頁追蹤器 (Barn-door Tracker)，最初在 1975 發表於 Sky & Telescope Sky & Telescope 雜誌，由於構造簡單，所需要的元件有一個門頁(專業名稱為鉸鏈)、長螺桿、兩片木板及各式的螺絲帽及螺絲就可以完成。价格便宜、性能可靠深受愛好天文儀器 DIY 的同好歡迎。本攝星板系統使用曲螺桿式，也就是將一根螺桿彎曲成圓弧狀，使帶動的動作可以成一個真正的圓周運動。

完成結構如下圖：

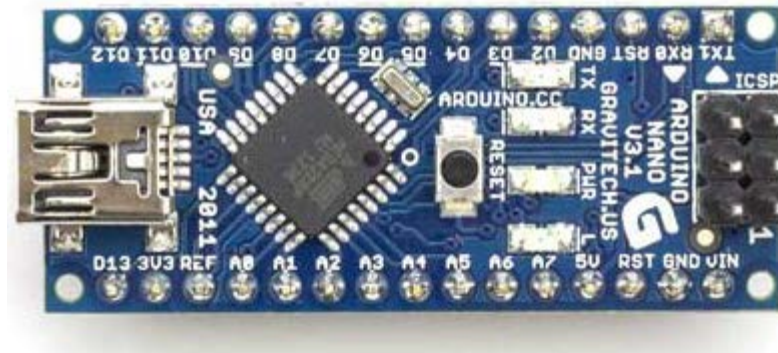


主要機構除了步進馬達之外，另外用一個 7 齒的小齒輪帶動 21 齒的大齒輪。

21 齒中間嵌入一個 M6 螺帽，旋轉來旋動曲螺桿，使之可以上升或下降。當我們使用機電系統來帶動的話，則可以參考使用 Arduino + 便宜 28BYJ-48 步進馬達設計。設計簡介如下：

1. 使用元件：

(1) Arduino Nano：

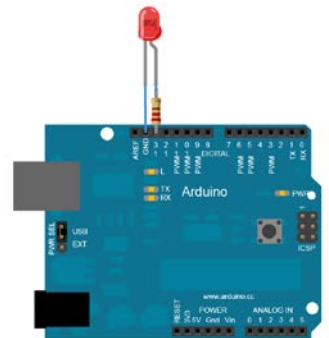


Arduino Nano 實體圖

[簡單的範例]

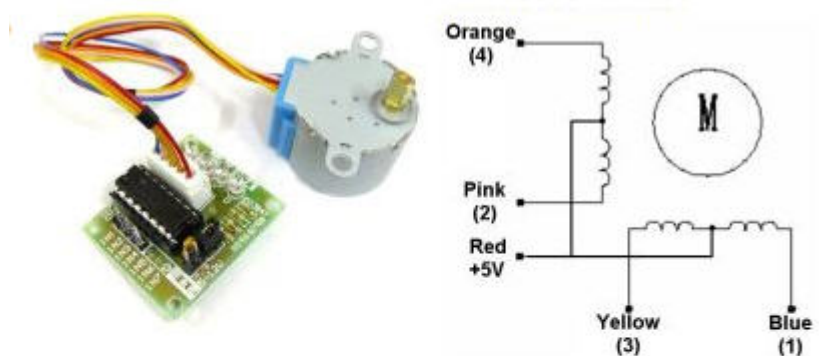
使用第 13 腳接一個 LED 燈，串一個 220(紅紅棕) 電阻保護

1. LED 短腳接 GND，長腳串接 220 電阻插入第 13 隻腳
2. Arduino 的板上已經有一個 LED 接到第 13 隻腳



```
int led = 13;
// the setup routine runs once when you press reset:
void setup() {
  // initialize the digital pin as an output.
  pinMode(led, OUTPUT);
}
// the loop routine runs over and over again forever:
void loop() {
  digitalWrite(led, HIGH);    // turn the LED on (HIGH is the
  // voltage level)
  delay(1000);                // wait for a second
  digitalWrite(led, LOW);     // turn the LED off by making the
  // voltage LOW
  delay(1000);                // wait for a second
}
```

(2) 28BYJ-48：4 相，五線步進馬達。



Half-Step Switching Sequence

Lead Wire Color	---> CW Direction (1-2 Phase)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
4 Orange	-	-						-
3 Yellow		-	-	-				
2 Pink				-	-	-		
1 Blue						-	-	-

步進馬達的內部線路圖及激磁方式

- 步進馬達每一次激磁走一步，64 個激磁一圈。
- 內接一組 64:1 的減速機， $64 \times 64 = 4096$ 步一圈。
- 外接一組 3:1 正齒輪組， $4096 \times 3 = 12288$ 步一圈。

問題：攝星板的機電系統，為一個 64 步一圈的步進馬達，內含一組 64:1 的減

速機，再配上一組 3:1 的正齒輪組帶動，則 _____ 步可以繞一圈，

整個系統想要控制剛剛好是一分鐘轉一圈，則每步應該需要

_____ 微秒 (us)。

半步激磁控制程式內容：

```
int a[]= { 1 , 1 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 1 };
int b[]= { 0 , 1 , 1 , 1 , 0 , 0 , 0 , 0 };
int c[]= { 0 , 0 , 0 , 1 , 1 , 1 , 0 , 0 };
int d[]= { 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 1 , 1 , 1 };
long time;
int delayTime = 4883;

void setup() {

    pinMode( 3 , OUTPUT);
    pinMode( 4 , OUTPUT);
    pinMode( 5 , OUTPUT);
    pinMode( 6 , OUTPUT);
    time = micros();
}

void loop() {

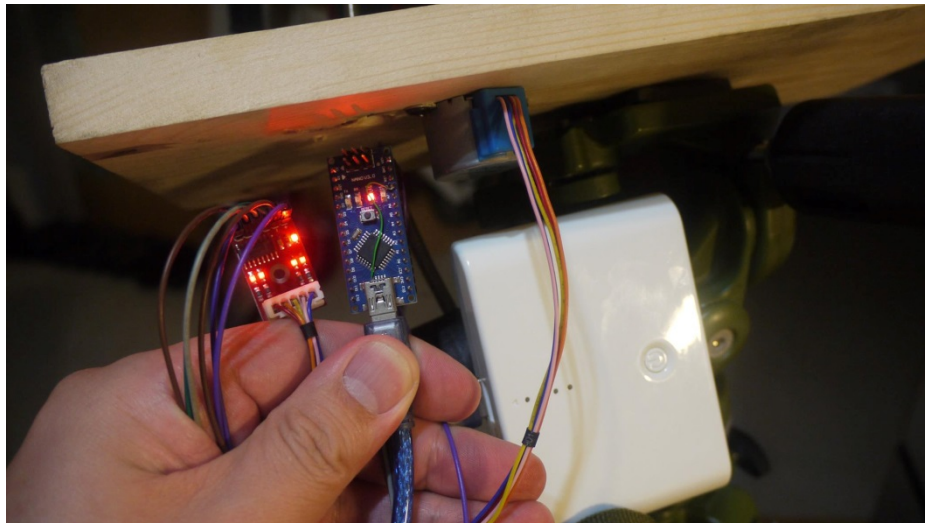
    if((micros()-time)> delayTime ){
        digitalWrite( 3 , a[i] );
        digitalWrite( 4 , b[i] );
        digitalWrite( 5 , c[i] );
        digitalWrite( 6 , d[i] );
        time = micros();
    }

}
```

各部組裝：

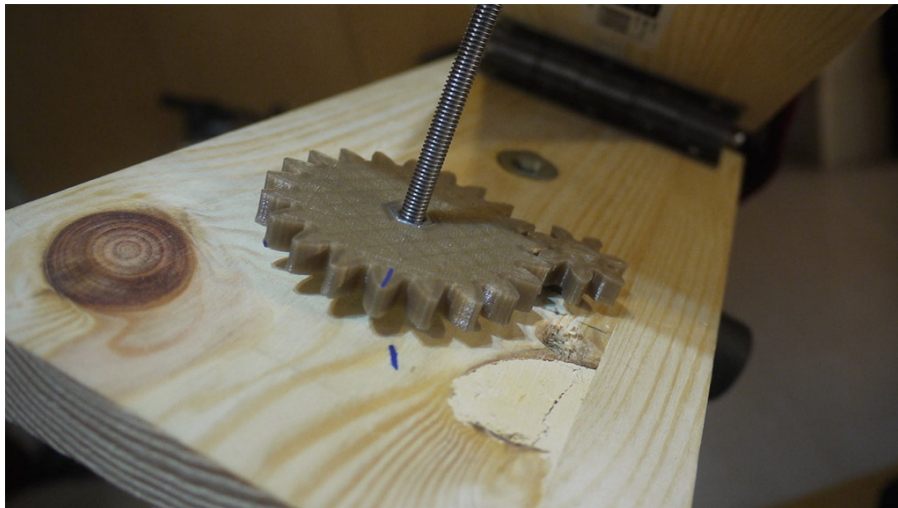
Arduino 與步進馬達之間使用 ULN2003 模組驅動，而購回時已經包含在內，使用母對母的杜邦線連接腳位即可，主要的連接方式為 ULN2003 模組的 IN1、IN2、IN3、IN4 分別與 Arduino 的 3、4、5、6 腳對接。而 ULN2003 的 V_{cc} 則與 Arduino 的

V_{IN} ，而 GND 則隨便找個 Arduino 上的 GND 對接即可。成品圖如下：



測試結果：

經測試 120 分鐘，每 60 秒鐘藍色的線條均會重合如下圖，步進馬達驅動的可靠程度，可以獲得初步的肯定，然而這顆步進馬達雖然加上減速機，但扭力還不算大，所以相機架設的位置有可能會影響到他的追蹤效率，有待後續的測試。



資料來源：

Arduino, <http://www.arduino.cc/>

28BYJ-48 Stepper Motor with ULN2003 driver and Arduino Uno,

<http://42bots.com/tutorials/28byj-48-stepper-motor-with-uln2003-driver-and-arduino-uno/>

