

# 循跡蜘蛛獸---動手做、改玩具

孫允武<sup>1</sup>、王聿峰<sup>2</sup>

國立中興大學物理學系

<sup>1</sup>E-Mail:ysuen@phys.nchu.edu.tw

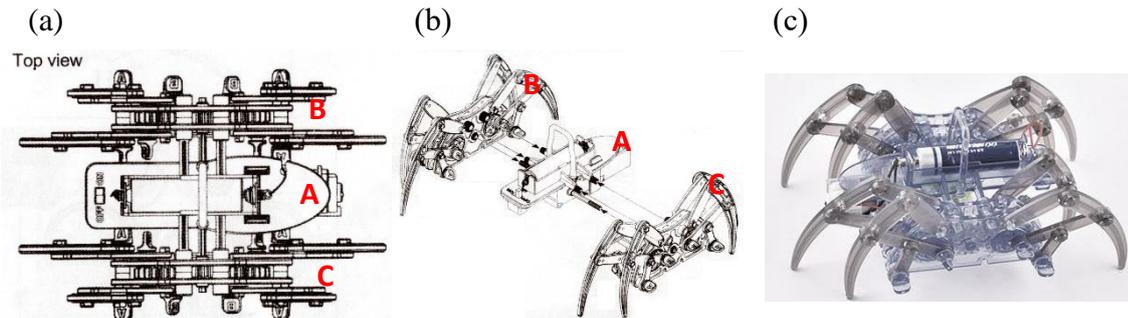
## 一、前言

我們開設了一門 PBL 課程”挑戰阿爵諾”，讓同學利用 Arduino 開發板或樹梅派小型電腦模組完成自己設定或已經部分設定的專題。這個報告是其中的一個專題，內容是將一個只能直行蜘蛛獸電池玩具的改裝，利用 Arduino 及紅外線偵測器，讓蜘蛛獸能夠轉彎、循跡及爬坡，並達成可以走八字形的軌跡。學生必須完成機械裝置的改裝、紅外線偵測裝置的設置、電池改裝、程式碼的撰寫。如此，一個具有少許智能的行走機器獸就可以開始爬行了。

製作出一個能行走的智慧機器人是很多同學會覺得很酷的事，但是也是很不容易的事。多腳爬行比兩腳行走可能容易些，即使如此，要在一個一學分或兩學分的課程中，從機械機構設計開始，到製作完成，再加上偵測器及微處理器控制，肯定嚇跑一堆初學的人。在中興大學物理系，我們開設了兩門和 Arduino 相關的 PBL(Problem-based learning)課程，一個是初階的”探索阿爵諾”，學習基本的 Arduino 原理及周邊，製作幾個小型的專題設計；再來是進階的”挑戰阿爵諾”，同學可以提出自己的設計或要解決的問題，從寫初步計畫開始，利用 Arduino、或是樹梅派電腦板為主體，完成計畫，另一個選擇是完成指定目的的挑戰題目，目標每學期會更改。改裝玩具成為智能機械獸，就是課程中的一項挑戰。課程說明可以參考中興大學的興學堂影音網[延伸學習 1.]。

我們從改裝電池驅動的爬行玩具開始，這樣至少基礎的傳動齒輪和機械腳就有了，而且一組這樣類型的 DIY 玩具只需台幣一百元左右。再來的問題是原來簡單的爬行獸並沒有轉彎的功能，兩側的腳都由同一組主要驅動齒輪同步帶動，很難改成個別控制。圖一是原始的機構圖，包括上視圖、分解圖和完成圖。圖中 A 部分包括直流馬達、主驅動齒輪組和電池(3 號)；B 和 C 部分是兩側驅動腳及齒輪組，各有四隻腳，其中兩隻和另兩隻腳的動作利用齒輪產生一定的時間差(或相位差)，做出穩定的直線行走動作。為了達成可控制的轉彎功能，同學用了兩份套件，有了兩組主控齒輪和馬達，再利用 Arduino Uno 個別控制它們，合體的蜘蛛獸就能轉彎了。各邊的套件僅需一組腳，合起來也是八隻腳。兩邊的零組件必須利用額外的機構結合在一起，而且也必須提供空間放置 Arduino 板和它的周邊偵測模組，以及比較有驅動力的電池。這裡同學可以利用”物理創課空間”中之 3D 列印機、小型 CNC 及雷射雕刻機來製作。

本次課程所加的智能挑戰是要完成基礎的循跡功能，這和大家常用的巡跡自動車是很類似的，再加上爬坡及”8”字形軌跡。這裡具有挑戰的部分在於由市售玩具改裝的爬行機構走起來並不是很穩定，會上下、甚至左右震動，循跡所需之紅外線偵測器讀取數值會有很多雜訊且不穩定，因此程式設計要考慮較多的狀況。

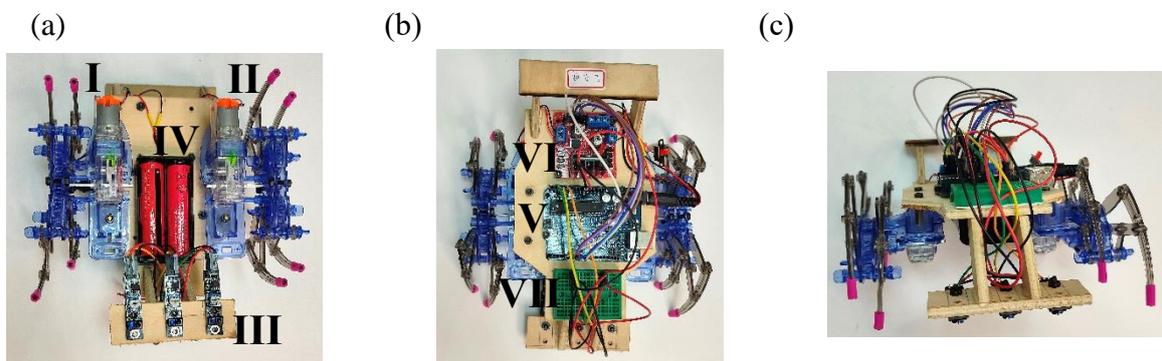


圖一 市售 DIY 電池爬行蜘蛛獸之(a)上視圖，(b)分解圖，和(c)完成圖。(改編自產品說明書)

原來的玩具是用一個三號電池，但要提供 Arduino 板顯然電壓不夠，再加上合體的蜘蛛獸及連結機構，馬達的負載增加，也需要較大電流，因此我們串聯兩個 3.7 伏(18650x2/4800mAh 或 1800mAh)充電鋰電池，讓作品有充分的電力，爬坡也不會覺得吃力。另外 Arduino Uno 的類比輸出提供的不是真正的直流電壓，而是脈衝寬度調變(PWM)的訊號，提供每周期高電位部分的時間寬度和所需的類比電壓成正比，不能用來驅動馬達，更何況電流也不夠，必須加一塊轉換裝置---L298N 馬達驅動模組。

設計中利用三組紅外線發射接收模組來偵測路徑上的黑色條狀標示，它們的間距必須依黑條的寬度來調整，以得出最佳的結果。此外，排列間距也會影響機器獸轉彎的精度，若間距太小，過彎時車速如果太快，很容易衝出軌道；若間距太大，在進入轉彎處時則會反應不及，太晚感應到轉彎路徑，導致反應時間過短，機器獸還是很容易衝出軌道。

圖二是修課同學的設計作品照片，包括底面圖(a)、俯視圖(b)、和前視圖(c)。照片上標示有各模組的配置。紅外線感測器置於最前端靠近地面處，各感測器間距和離地距離均可調整。後端高處的尾翼，除裝飾外，還有防撞和保護電路板的功。腳尖的粉紅色膠套是用來增加摩擦力，爬坡時很重要。



圖二 循跡蜘蛛獸成品之(a)底面圖、(b)俯視圖、及(c)前視圖。所使用的模組:I.及 II.各為左右側之馬達、驅動齒輪組及腳；III.紅外線發射及接收模組(CTR5000x3)；IV.充電電池盒(18650x2)；V. Arduino Uno 板；VI. 直流馬達驅動模組(L298N)；VII. 轉接線用麵包板。

成果驗收時，蜘蛛獸必須完成爬坡的迴圈路徑，以及一個”8”字的路徑，照片如圖三中所顯示。剛開始測試時，很多人無法達成任務，同學必須從分析問題開始，透過程式的修改、結構的修改、以及反覆的測試，最終達成任務。這個專題的效果，可以從爬坡和走”8”字軌道的影片看出來，可以參考延伸學習二2。



圖三 循跡行走蜘蛛獸在(a)爬坡(b)挑戰”8”字軌跡的照片。

未來發展:這個專題只展示行走裝置加上循跡功能，未來我們還可以設計其他的智能，例如尋物、避障、或走迷宮等，難度就會比自走車高很多，甚至也可以加上遙控模組進行踢足球比賽，這時遙控模組還得加上控制倒走的功能，可以增加許多的挑戰和樂趣。

## 延伸學習

- 1.有關”挑戰阿爵諾”PBL 課程的介紹，可以參考: <https://cdtl.video.nchu.edu.tw/media/3406>
- 2.蜘蛛受爬坡及走”8”字軌跡影片連結: [https://drive.google.com/file/d/1txoymZ04E-zxvTTehZu8eA-fgRAW\\_FVv/view](https://drive.google.com/file/d/1txoymZ04E-zxvTTehZu8eA-fgRAW_FVv/view)