

修平技術學院四年制機械工程系

專題製作報告

關節型機器手臂

指導教授：周志忠

班 級：四機四乙

組 長：吳坤佳 BA96096

組 員：王清煬 BA96095

吳平元 BA96103

顏伍呈 BA96138

中 華 民 國 九 十 九 年 十 二 月 二 十 二 日

目錄

摘要

第一章 前言

1-1 研究動機與目的 1

1-2 未來發展趨勢 1

第二章 工作原理

2-1 R/C 伺服馬達的介紹 3

2-2 機構元件 5

2-3 R/C 伺服馬達驅動訊號 7

2-4 R/C 伺服馬達的接腳 9

2-5 AT89S51 的特性 10

2-6 AT89S51 單晶片的接腳 11

2-7 電阻標準色碼 16

第三章 實驗設備

3-1 圖檔轉程式 18

3-2 線切割機 19

3-3 放電加工機參數 20

3-4 動作介紹 21

第四章 實驗過程

4-1 手指部分	23
4-2 前後臂關節	24
4-3 電路板製作	24

第五章 結果與討論

第六章 參考文獻

圖目錄

圖 2-1 R/C 伺服馬達的外型	4
圖 2-2 R/C 伺服馬達的輸出臂	4
圖 2-3 R/C 伺服馬達的結構	6
圖 2-4 伺服馬達控制電路方塊圖	7
圖 2-5 控制 R/C 伺服馬達的 PWM 波	8
圖 2-6 伺服馬達轉動角度及脈波寬度之關係	9
圖 2-7 市售伺服馬達輸入排線腳圖	9
圖 2-8 AT89S51 的包裝方式	12
圖 2-9 電阻色碼表	17
圖 3-1 關節型機器手臂模擬圖	18
圖 3-2 TwinCAD V3.2	19
圖 3-3 放電加工機	19

圖 3-4	尋邊	20
圖 3-5	加工過程	21
圖 3-6	底盤	22
圖 3-7	上底盤和後臂關節	22
圖 3-8	前臂和後臂關節	22
圖 3-9	前臂和手腕關節	23
圖 3-10	手指部分	23
圖 4-1	電路板	25
圖 5-1	關節型機器手臂實體	25
表目錄		
表 2-1	P1.5~P 1.7 的串列燒錄功能腳	13
表 2-2	Port3 特殊功能表	14
表 3-1	放電加工參數	20

摘要

機器手臂的應用相當的廣泛，舉凡工廠的生產線、醫學手術急救難等的用途，都不難發現機器手臂的應用實例，因為它可以替代人類去做具有危險性或者需要高穩定度的工作，從粗重到極細微的工作都有其因應的機械手臂。主要介紹關節型機器手臂，選擇鋁材製作，克服重量問題，了解製作過程所需要注意事項，修改前臂和後臂的長短問題。

1-1 研究動機與目的

學過機器人學後，再看一些資料，它們選擇的材質是輕巧型的，而我們想用稍微重的材質鋁，進行分析，會產生動作哪些問題，如何進行改進。

在機台方面學校都有不必向工廠借機台，而這四年來所學的專業知識，借此運用在本專題上，加深實務上的經驗，主要的課程有電腦輔助設計與製造、機器人學、精密加工技術與實務、機電整合實務等方面結合在一起製作，加上單晶片製作、馬達選購。

1-2 未來發展趨勢

雖然機器人已經被廣泛的使用，像是在大規模的汽車工業中，汽車工業的機器人擁有令人印象深刻的好性能、高品質，以及半自動編程功能，然而這項應用在富裕社會裡許多公司和社會上的各種應用中只是一個小型的應用，但在中型製造業裡，機器人的使用仍然是少數，未來產業用機器人的安置量將會大量提升，但是認清和克服阻礙機器人廣泛使用的困難是當前的挑戰，需要仔細審視科學上和科技上的問題，除了不斷的提升機器人的速度、精度與耐久度；以外，單一用途的機器人將沒

落，取而代之的將是適應性高的機器人，用途範圍廣泛並可適應各種工作項目與環境，增加感測器（sensor）的使用，賦予更多的人機互動，且更多的安全性設計。

以下列出 12 項機器人未來面臨的挑戰：

- 一、 控制與通訊
- 二、 惡劣環境
- 三、 豐富的感測
- 四、 人性化程式設計
- 五、 安全性與高效率人機互動
- 六、 移動性操控
- 七、 機器人智慧
- 八、 即插即用(Plug & Play)
- 九、 低成本組件與低成本驅動模組
- 十、 子系統的組成技術
- 十一、 體現研究成果的工程
- 十二、 可實績發展的製造

2-1 R/C 伺服馬達的介紹

伺服馬達為一種具有位置回授裝置的馬達，而 R/C 伺服馬達和工業用的伺服馬達是不一樣的，雖然其原理相似，一般工業用的伺服馬達可分為交流伺服馬達及直流伺服馬達，體積及輸出扭力較大，但 R/C 伺服馬達工作電壓為直流電壓 4~6V，體積較小，通常應用在遙控玩具或其他較輕負載的控制上，所以目前市面上的小型機器人，大多使用此種 R/C 伺服馬達來控制行走及其他動作(I-ROBOT 及 PLEN 機器人也是利用此種馬達)，而本專題也是選擇使用 R/C 伺服馬達來作為主要的動作元件，且 R/C 伺服馬達價格遠較工業用的伺服馬達來得便宜，也不需外加電路，取得容易，在一般的遙控模型店均買得到。近年來不論是人型機器人或者是寵物機器狗，都改用此種 R/C 伺服馬達來控制機器人的動作，至於 R/C 伺服馬達的動作原理及控制方式，我們介紹如下：

“ R/C ” 為 Radio Control 的英文縮寫，是無線電遙控的意思，指的是一般市售的遙控玩具、遙控飛機利用無線電來控制，由於遙控玩具的體積小，用在轉向或飛行的控制時，馬達要能精確且維持扭力在某個角度上，一般的直流馬達無法達

到此一功能，所以在這種情況下，就必須使用 R/C 伺服馬達，R/C 伺服馬達不但能轉動，而且其內部結構有著減速機構，使輸出扭力增大，並且具有回授裝置，可依輸入信號脈波寬度，而完成某個角度的轉向及定位，廣泛的應用在遙控玩具上。R/C 伺服馬達的外型如圖 2-1 所示。

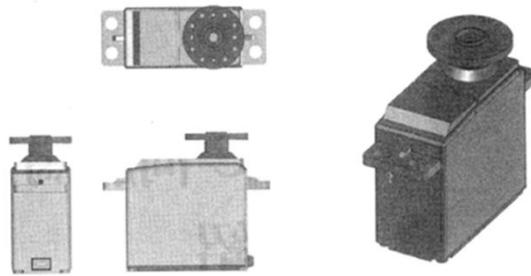


圖2-1 R/C伺服馬達的外型

伺服馬達的外型就如同一個黑色的方盒子，完全看佈道馬達的蹤跡，盒子的外頭接著一個會轉動的軸，稱為”輸出軸”，輸出軸上可因應負載的型式，接上各式各樣的”輸出臂”，輸出臂的材質均為塑膠，上面佈滿規則性的洞，以方便與負載做連接，輸出臂的型式及種類如下圖 2-2 所示。

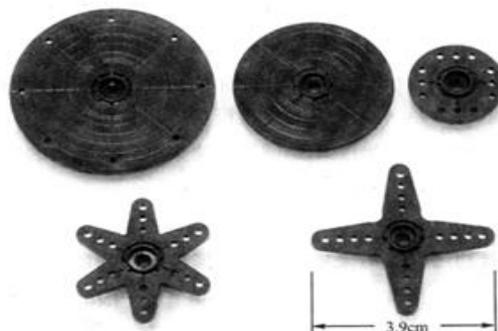


圖 2-2 R/C 伺服馬達的輸出臂

R/C 伺服馬達的輸入線共有三條，分別為+Vcc、Gnd 以及信號線，工作電壓為 4~6V，信號線接收脈波信號，控制馬達位置，控制信號的型式為一個週期性的可變寬度脈波，目前較常見的 R/C 伺服馬達品牌有日本的 Futaba 及 JR 公司，美國的 Hitec、及 AIRTRONICS 公司，而 GWS 為國內專門生產 R/C 玩具的廣營電子公司，其所產生的 R/C 伺服馬達在全球市場佔有率也是很高的！R/C 伺服馬達輸出之扭力、速度及材質的不同，售價大約在 350~1000 元不等，可依個人喜好所需而購買適合的規格。

2-2 機構元件

R/C 伺服馬達的結構主要可分為三個部份，分別為控制電路部份、動力部份及回授電位計(可變電阻)部分，介紹如下：

1. 動力部分

動力部份是由直流馬達、齒輪組及輸出軸心所組成，而直流馬達工作電壓為 6 V，轉速大約為 8000 RPM，因為轉速相當的快，所以必需透過齒輪阻將高轉速、低扭力的馬達轉化成低轉速、高扭力的輸出，並將這個力量從輸出軸心輸出至外接的負載上，由於 R/C 伺服馬達的回授裝置為電位計，所以其轉動的角度並非 360 度，根據廠商提供的規格，在 R/C 的玩具中，

R/C 伺服馬達索轉的角度約為 90 度左右，若使用單晶片驅動，轉角則可達 270 度左右，輸出軸心可藉由裝上不同的輸出臂，而來驅動不同的負載，而輸出的扭力也要視廠牌及型號而定，一般各廠牌標準型的 R/C 伺服馬達的輸出扭力大約在 2.8~3.2 公斤-公分(工作電壓 4.8V)以及 3.4~4.2 公斤-公分(工作電壓 6V)，所以對於使用在遙控玩具上，已經有足夠的力量可以推動負載。



圖 2-3 R/C 伺服馬達的結構

2. 回授電位計

所謂的電位計，其實就是可變電阻，此為伺服馬達的回授元件，可變電阻的轉軸直接連接到 R/C 伺服馬達輸出軸心的另一端，所以只要馬達轉動帶動輸出軸心，可變電阻也會跟著轉動，改變電阻值，此電阻值再回授到控制電路，所以當 R/C 伺服馬達轉到定位後，因受到負載或者外力的拉扯離開原來的位置時，可變電阻的阻值也跟著改變，控制電路會立刻驅動馬達，修正 R/C 伺服馬達回到原來的位置。

3. 控制電路部份

控制電路部份負責控制整顆 R/C 伺服馬達的動作，其電路主要有：

同步運轉控制系統：負責輸入信號及回授信號之比較及調整。

馬達控制電路：負責控制馬達正轉、反轉之動作。

動力系統：包含馬達及齒輪減速系統。

位置檢出計：負責將動力系統所產生的轉矩回授給同步運轉控制系統，提供整個系統動作及校正的系統之方塊，如圖 2-4 所示。



圖 2-4 伺服馬達控制電路方塊圖

2-3 R/C 伺服馬達驅動訊號

R/C 伺服馬達的驅動信號是利用” PWM 波” (Pulse Width Modulation; 脈波寬度調變)，也就是利用週期約為 20~30 ms，脈波寬度為 0.8ms~2.2ms 的脈波，來控制 r/c 伺服馬達的轉角，當 R/C 伺服馬達收到這種 PWM 波的信號時，會根據脈波寬度的大小，選擇順時針轉動或逆時真轉動，以及改變轉動的角度及

轉動的速度。而 PWM 波形如圖 2-5 所示。

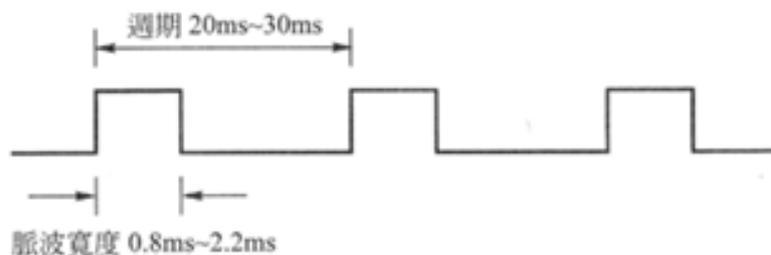


圖 2-5 控制 R/C 伺服馬達的 PWM 波

當脈波寬度為 1.5 ms 時，R/C 伺服馬達會停在”中立位置”，而所謂的”中立位置”指的是 R/C 伺服馬達從這個位置上順時針轉到底及逆時針轉到底的轉動距離是一樣的，當 R/C 伺服馬達接到這樣的信號時，會一直停在中立位置，並固定不動，直到 PWM 波的脈波寬度又有變動，同理，若脈波寬度為 0.8 ms，伺服馬達逆時針轉到底，若脈波寬度又從 0.8 ms → 1.5 ms → 2.2 ms 並維持，伺服馬達便順時針轉到底，並固定在該位置上，若此時有外力企圖把伺服馬達的輸出軸心轉動離開該位置時，則伺服馬達會立刻輸出動力使自己維持原來的位置上，直到脈波寬度又改變。

另外有一點要注意的是，若脈波信號的脈波寬度，沒有在這個規範的範圍內的話，或者只給 R/C 伺服馬達電源，而沒有給它脈波信號，都會造成 R/C 伺服馬達發生無法預期的轉動甚至造成損壞，所以使用時要格外的小心。伺服馬達轉動的方式，

如圖 2-6 所示。

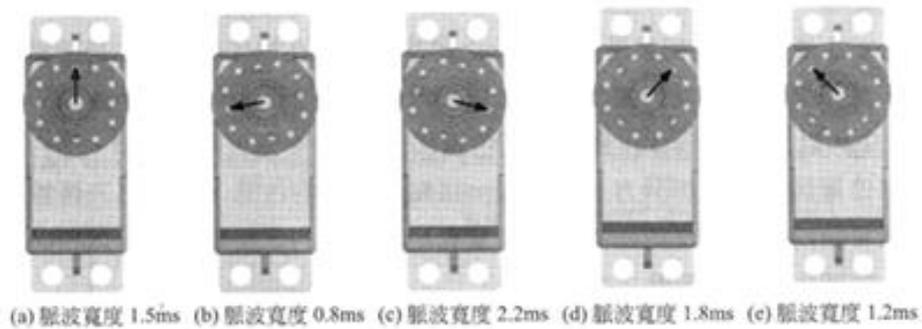


圖 2-6 伺服馬達轉動角度及脈波寬度之關係

2-4 R/C 伺服馬達的接腳

R/C 伺服馬達的輸入有 3 支腳，分別為 V_{cc} 、Gnd 及信號線，所以要使用 R/C 伺服馬達時，必須將 V_{cc} 及 Gnd 接到 4V~6V 的電源，接下來再從信號線輸入週期為 20 ms (20 ms ~ 30 ms 均可)，脈波寬度為 0.8 ms ~ 2.2 ms 的 PWM 波信號，來控制 R/C 伺服馬達的轉動及轉角，常見的各種廠牌接腳及功能，如圖 2-7 所示。

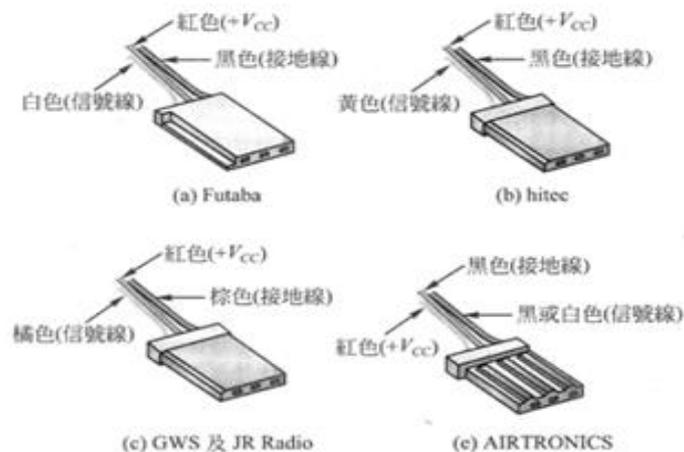


圖 2-7 市售伺服馬達輸入排線腳圖

不論是哪一家生產商所生產的 R/C 伺服馬達，控制信號及動作方式都一樣，所以這些公司生產的 R/C 伺服馬達，彼此之間都可以相互替代使用，在無線電遙控的商品上，並不會因為不同的遙控發射器或接收器，使得這些伺服馬達就無法使用，在圖中，以日致的 Futaba 為例，紅色線代表+Vcc，黑色線為 Gnd，而白色為信號線，其他廠牌顏色及排列方式不一樣，這點要特別注意，因為這三條線若接錯了，可能會造成伺服馬達內部控制電路或者是遙控器的電路燒毀，所以務必確定好電源線、信號線及工作電壓之後才使用。

另外，若是因為廠牌不同，使接腳不合，我們可以利用三用電表測試棒的尖端，或小支的一字起子將排線互換，使其接腳可以符合原先設計好的電路，而 R/C 伺服馬達所使用的接頭是為 2.54 mm 杜邦超薄連接端子，若要更換牌線，是要將該接腳上的黑色塑膠片，用三用電表的測試棒，輕輕的掀開，即可將該接腳抽出，在更換到欲調換的地方。

2-5 AT89S51 的特性

AT89S51 為一顆低功率、高效能的 8 位元單晶片微控制器，其內部程式記憶體為 4K Byte，結構為 CMOS 製成的可程式 Flash Memory，其特色如下：

1. 相容於 MCS-51 系列產品，在程式上不用做任何的更動，均可以使用。
 2. 結構為 Flash Memory，可利用 ISP 的方式寫入程式，程式記憶體為 4K Byte。
 3. 可重覆燒錄至少 1000 次以上。
 4. 工作電壓為 4.0V 到 5.5V 之間。
 5. 最高工作頻率為 0~33MHz，工作於 0Hz 時，可單作邏輯使用。
 6. 128x8bit 內部資料記憶體，20H~2FH 區段可單獨位元定址。
 7. 32 支輸入／輸出腳，共四個 Port。
 8. 兩個 16bit 的計時／計數器。
 9. 五個中斷源(INT0、INT1、T0、T1 及串列中斷)。
 10. 全多工 UART 的串列通道。
 11. 具有閒置及功率下降兩種模式。
 12. 具有喚醒功能。
 13. 一組看門狗計時器。
- ## 2-6 AT89S51 單晶片的接腳

AT89S51 單晶片的包裝目前有四種，分別為 40-PIN 及

42-PIN 的 PDIP、44-Lead TQFP 及 44-Lead PLCC 的包裝，我們使用 40-PIN PDIP 的接腳圖 2-8 如下：

40-lead PDIP

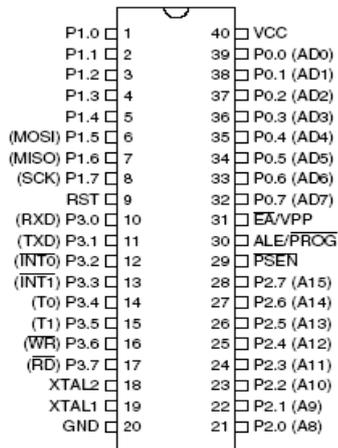


圖 2-8 AT89S51 的包裝方式

各接腳說明如下：

1. VCC：電源輸入腳，工作電壓 4V~5.5V 之間。
2. GND：電源輸入腳，接地端。
3. P0.0~P0.7：
 - (1) 第 32~39 接腳。
 - (2) 8 位元的輸入／輸出腳。
 - (3) 輸出的結構為開汲極(open drain)結構，內部沒有提升電阻，若要將 P0.0~P0.7 當成輸出接腳時，則必須自行在每個輸出外部加上 4.7k~10kΩ 的提升電阻，使 P0.0~P0.7 可推動邏輯電路。
 - (4) 每支腳可推動 8 個 TTL 邏輯閘。

(5) 每支腳均可當輸入或輸出使用，若要將接腳當成輸入時，必須先將該腳寫入 1。

(6) 當 MCS-51 在讀取外部程式或資料記憶體時，Port0 可用來當成低位元的位址匯流排或資料匯流排。

4. P1.0~P1.7

(1) 第 1~8 腳

(2) 8 位元的輸入／輸出腳，內部含有提升電阻，Port1 可直接輸出 Hi、Lo 信號。

(3) 每支腳可推動 4 個 TTL 邏輯閘。

(4) 每支腳均可當輸入或輸出使用，若要將接腳當成輸入時，必須先將該腳寫入 1。

(5) 利用 ISP 的方式燒錄程式時 P1.5、P1.6 及 P1.7 為其特殊功能接腳，如表 2-1 所示。

接腳名稱	特殊功能(使用在 ISP 時)
P1.5	MOSI(Input)：串列資料輸入腳
P1.6	MISO(Output)：串列輸出資料腳
P1.7	SCK(Serial Clock)：串列資料移位脈波

表 2-1 P1.5~P1.7 的串列燒錄功能腳

5. P2.0~P2.7：

(1) 第 21~28 腳

(2) 8 位元的輸入／輸出腳，內部含有提升電阻。

(3) 每支腳可推動 4 個 TTL 邏輯閘。

(4) 每支腳均可當輸入或輸出使用，若要將接腳當成輸入時，必須先將該腳寫入 1。

(5) 當單晶片讀取／寫入外部記憶體時，Port2 被用來當作高 8 位元的位址匯流排。

6. P3.0~P3.7

(1) 第 10~17 接腳。

(2) 8 位元的輸入／輸出腳，內部含有提升電阻。

(3) 每支腳可推動 4 個 TTL 邏輯閘。

(4) 每支腳均可當輸入或輸出使用，若要將接腳當成輸入時，必須先將該腳寫入 1。

(5) 在 Port3 其它的特殊功能。

接腳名稱	特殊功能
P3.0	RXD(串列埠輸入腳)
P3.1	TXD(串列埠輸出腳)
P3.2	INT0(外部中斷 0 的輸入腳)
P3.3	INT1(外部中斷 1 的輸入腳)
P3.4	T0(計數器 0 的信號輸入腳)
P3.5	T1(計數器 1 的信號輸入腳)
P3.6	WR(外部資料記憶體”寫入”的信號輸出腳)
P3.7	RD(外部資料記憶體”讀出”的信號輸出腳)

表 2-2 Port3 特殊功能表

7. RST 腳：

(1) 第 9 腳，重置輸入腳。

(2) 只要給該腳一個”Hi”的信號持續 2 個機械週期以上，

就可讓 AT89S51 重置。

- (3) 當看門狗計時器發生中斷後的 98 個振盪器週期後，該腳自動為” Hi” ，使系統重置。
- (4) 實際應用時，我們會在 Reset 腳加上一個電阻、電容電路，電容器的目的，在於使電路一通電時，電容瞬間短路，所以 Reset 腳得到一個” Hi” 的信號，將單晶片重置；電容充飽電之後，會維持一個” Lo” 的信號給 Reset 腳，使單晶片正常工作，電阻的目的在於加速重置的時間，另外，也可以加上一個按鈕開關，只要按鈕一按下，一樣能將單晶片重置。

8. ALE/PROG :

- (1) 第 30 腳，位址門鎖致能輸出腳/程式寫入脈波輸入腳。
- (2) ALE : Address Latch Enable
當單晶片存取外部記憶體時，此腳輸出” Lo” 的信號通知外部電路，以便來鎖住由 Port0 輸出的低位元位址。
- (3) PROG : 在燒錄程式的單晶片時，本腳為脈波輸入腳。

9. PSEN :

- (1) 第 29 腳，外部程式記憶體致能輸出腳。
- (2) 當單晶片欲讀取外部程式記憶體時，本腳會輸出” Lo”

的信號，已通知外部程式記憶體。

10. EA/VPP：

- (1) 第 31 腳，內部程式記憶體存取致能。
- (2) 當本腳接地時，單晶片的內部程式記憶體失效，此時單晶片會去讀取外接的程式記憶體。
- (3) 本腳正常使用狀態下，必須接到+VCC。
- (4) 在燒錄單晶片程式時，本腳為 12V 燒錄致能電壓輸入腳。

11. XTAL1：

脈波輸入腳(第 18 腳)、XTAL2：脈波輸出腳(第 19 腳)。XTAL1 及 XTAL2 兩腳間通常接一個晶體振盪器及兩個電容到地端，和單晶片的內部電路組成振盪電路，供給單晶片工作所需的時脈。

2-7 電阻標準色碼

大都分固定型及可變型電阻器之電阻值均直接印記於其外殼上，但如碳質固態電阻器之類，由於體積甚小，印字困難，故需採用**色碼系統** (color code system) 以代替數字，圖 2-9 所示。閱讀色碼節即能得知該電阻器之歐姆值及相關特性。

目前所用的色碼系統有新舊兩類：

(1) 條紋系統 (band system)

色碼以色帶的形狀，一般有三種方式：

1. 三帶式

三條色帶即代表其歐姆值，誤差一律為 20%。

2. 四帶式

前三帶代表歐姆值，第四帶代表誤差，此為最常用者。

3. 五帶式

前四帶同上，第五帶表示損壞百分率。

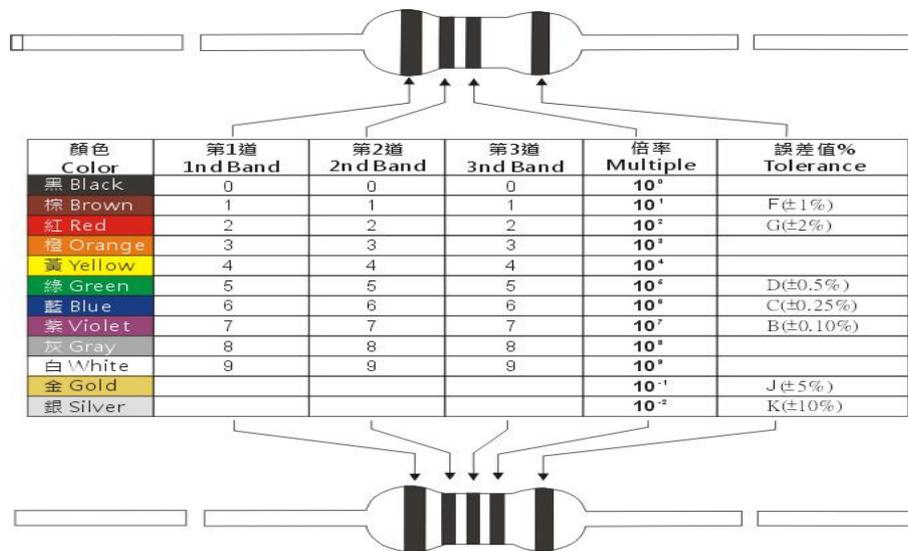


圖 2-9 電阻色碼表

例：3 3 0 k Ω = 3 3 \times 10^4 Ω = 橙橙黃

2 2 0 Ω = 2 2 \times 10^1 Ω = 紅紅棕

先在 solid works 畫出所需的零件，然後組裝起來，看看哪部份區要修改，圖 3-1 所示。

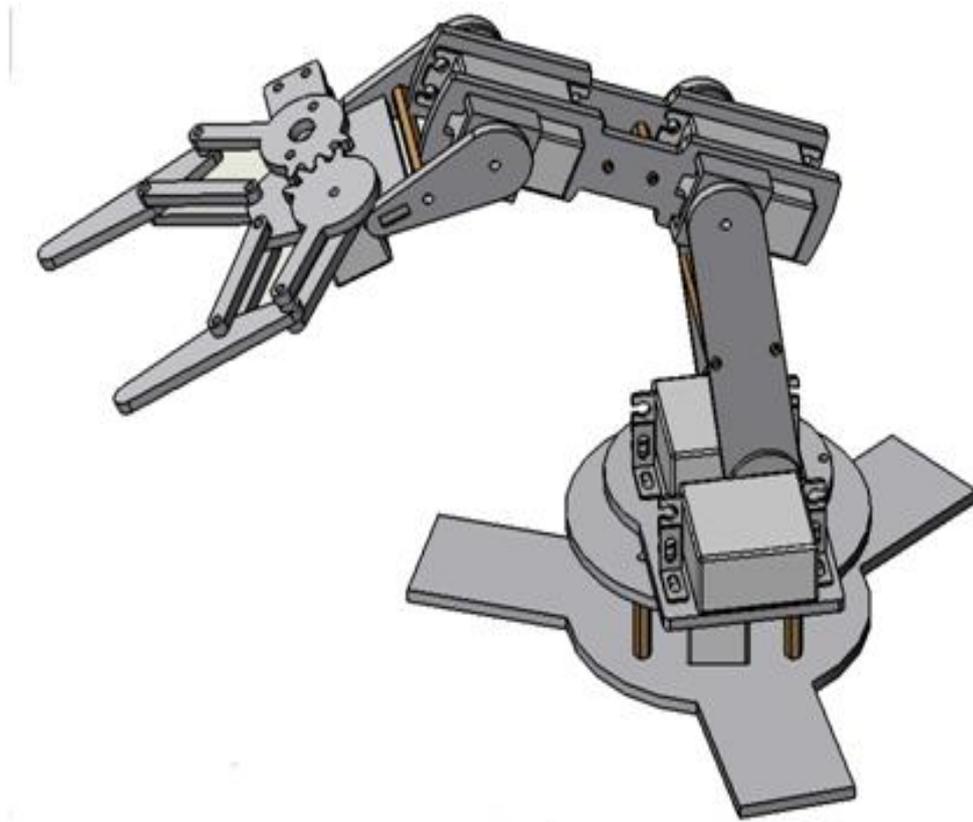


圖 3-1 關節型機器手臂模擬圖

3-1 圖檔轉程式

在 AutoCAD 畫出外型，必須先存檔，再開啟 TwinCAD V3.2，把事先畫好的檔案開啟，選取自動多線串接，把圖型全部框起來，按 Enter，當線全部變粗，代表串接成功，會出現起割線，程式就寫好了，反之，線只有部分未變，代表線未封閉，必須回到 AutoCAD 修改，圖如 3-2 所示。

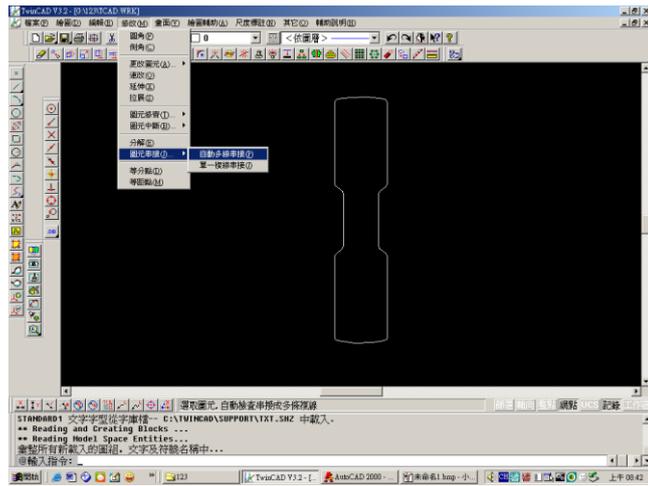


圖 3-2 TwinCAD V3.2

3-2 線切割機

TwinCAD V3.2 轉好的程式，存在 3.5 磁片，再存線切割機，或由 RS232 介面將程式輸入，經由模擬可以自由選出加工起始點，圖 3-3 所示。



圖 3-3 放電加工機

3-3 放電加工機參數

放電加工參數調整主要目的，減少斷線的發生。依不同的材質和厚度進行數據的調整，剛開始加工時放電時間以 2 或 3 進行加工，起割線走完再加快(5 或 6)，鋁材 300mm×200mm×0.4mm 放電加工參數表 3-1 所示：

項目	放電加工參數設定數據表	
1	精修迴路(LP)	0
2	放電時間(ON TIME)	5
3	休止時間(OFF TIME)	20
4	短路放電時間(AN:ARC ON TIME)	1
5	短路休止時間(AFF:ARC OFF TIME)	20
6	伺服參考電壓軸:(S.V:SERVO VOLTAGE)	30
7	進給倍率(F.R:FEEDRATE OVERRIDE)	20
8	線進給(W.F:WIRE FEED)	4
9	線張力(W.T:WIRE TENSION)	8
10	水流大小(WL:WATER FLOW)	4

表 3-1 放電加工參數

加工過程：

1. 尋邊：線碰到工件，機台會發出兩聲，代表尋邊完成。



圖 3-4 尋邊

2. 程式叫出來、參數調整好就可以加工。



圖 3-5 加工過程

3. 斷線時機台會發出聲響，機台自動停止，首先把機台裡的銅線排出，然後接新的銅線，銅線前端用打火機燒斷，前端會變得尖尖的，比較容易穿入。
4. 加工內部，在所需的工件中心先鑽洞，在洞的中心穿線，然後尋中心後 X 軸、Y 軸、Z 軸歸零，歸零的目的是在加工外部時知道自己所移動的距離。

3-4 動作介紹

1. 上底盤最大轉動角度為 180° ，依需求可進行修改，圖 3-6 所示。

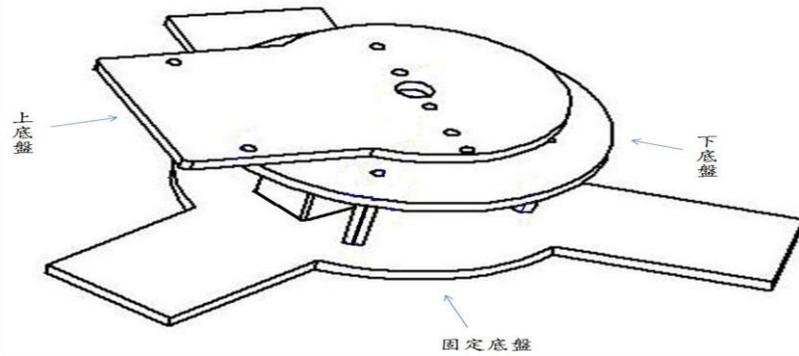


圖3-6 底盤

2. 後臂下面部分有兩個馬達，必須同步進行，適合角在 $0^{\circ} \sim 80^{\circ}$ ，兩顆馬達的訊號線(P2.1)必須接到同一點圖 3-7 所示。

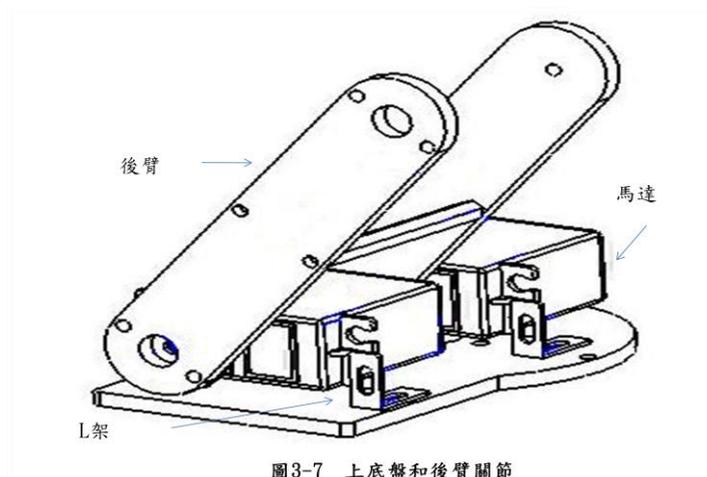


圖3-7 上底盤和後臂關節

3. 前臂和後臂相接觸的關節，適合角在 $0^{\circ} \sim 140^{\circ}$ 左右，圖 3-8 所示。

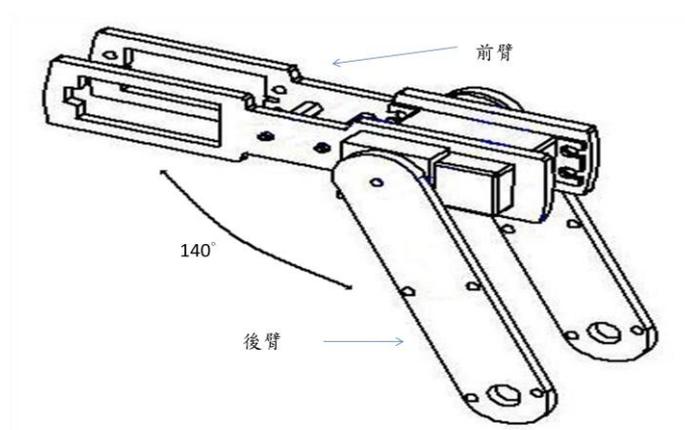


圖3-8 前臂和後臂關節

4. 手腕和前臂相接觸的關節，適合角在 $0^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 左右，圖 3-9 所示。

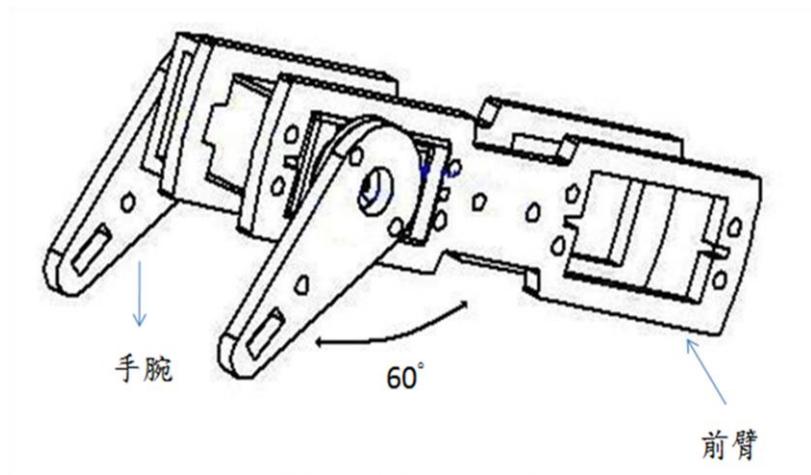


圖3-9 前臂和手腕關節

5. 手指部分的關節，適合角在 $0^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 等於 $L=70\text{mm}$ ，圖 3-10 所示。

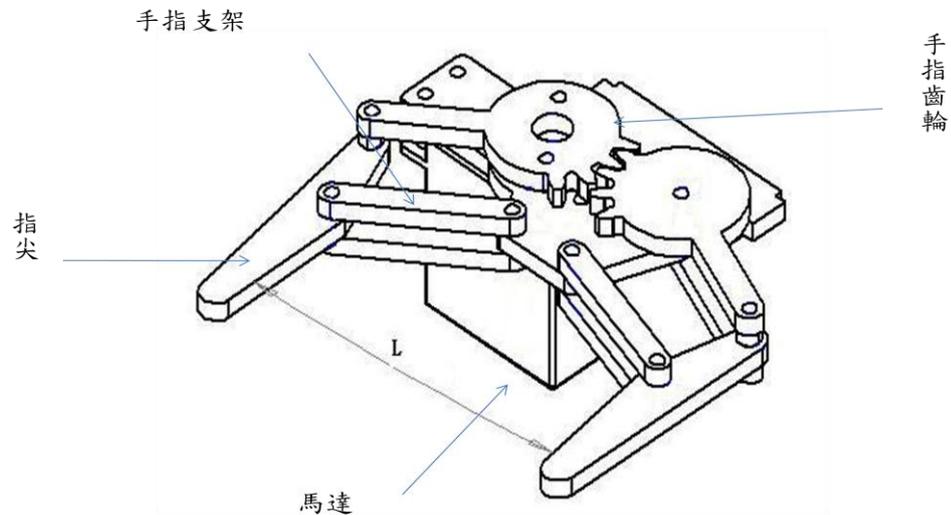


圖3-10 手指部分

第四章 實驗過程

4-1 手指部分

在組裝過程手指部分沒動幾下螺帽易鬆脫：

方法一

用互鎖的方式，尖細不容易調整，不是太緊就是鬆。

方法二

螺絲固定膠，鬆緊調整好，再用固定膠，方法是可行的，必須整個關節型調整好再用，不然在拆卸會很費力。

方法三

稍有彈性塑膠墊圈，在鬆緊方面可以自由調整，拆卸方便，目前比較好的方法。

4-2 前後臂關節

前臂和後臂關節無法正常動作：

用鋁材還是太重，目前的方法縮短前後臂和手腕部分，和減輕零件的重量，如果不行直好提升馬達的動力，雖然動作不一定順暢值得嘗試。

4-3 電路板製作

在製作電路板可能第一次焊不好通訊有問題，第二次詢問學長，該注意的都有注意，重做一次，問題也是一樣，然後我們去問業界人士，幫我們看看也不知道問題出在哪，最後因時間的問題只好重網拍找類適的，圖 4-1 所示，可惜不是自己做的，在這次製作過程學習到很多。



圖 4-1 電路板

第五章 結果與討論

用鋁材來做(圖 3-7 和 3-8)無法向+Z 軸，其它部分可以正常動作，手掌部分我用有彈性的塑膠墊圈來調整鬆緊度，動作變得比較順暢，整體上原本無法動作，經過總總困難，與部分的修飾後，六、七成以上可以正常動作，雖然無法完全，在這次的專題中，我們了解到如何處理問題，自身的不足處等，感謝許多老師和學長的教導。

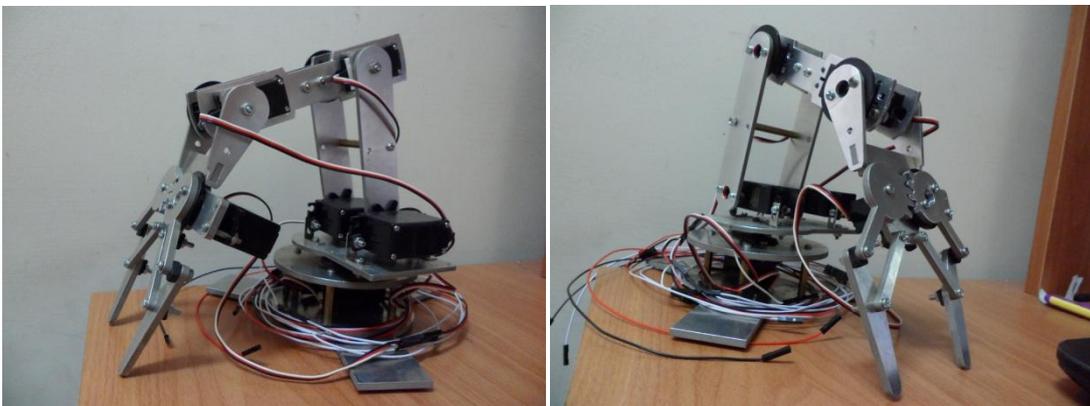


圖 5-1 關節型機器手臂實體

第六章 參考文獻

http://www.robotworld.org.tw/index.htm?pid=10&News_ID=4942

全華 機器人單晶片微電腦控制 編者 王允上

<http://sun.cis.scu.edu.tw/~lab/knowledge/r.htm>

<http://ir.hit.edu.tw/dspace/bitstream/310993100/1589/1/BD9414.pdf>

固定底盤外型程式：

G92 X952.82 Y599.342

G91

G41 G1 X0. Y-3.

X13.417 Y0.

G2 X2. Y-2. I0. J-2.

G1 X0. Y-52.174

G2 X29.687 Y-51.418 I-20. J-45.826

G1 X45.184 Y-26.088

G2 X0.732 Y-2.732 I-1. J-1.732

G1 X-18. Y-31.177

G2 X-2.732 Y-0.732 I-1.732 J1.

G1 X-45.184 Y26.087

G2 X-59.373Y0. I-29.687 J40.234

G1 X-45.184 Y-26.087

G2 X-2.732 Y0.732 I-1. J1.732

G1 X-18. Y31.177

G2 X0.732 Y2.732 I1.732 J1.

G1 X45.184 Y26.088

G2 X29.686 Y51.418 I49.686 J5.592

G1 X0. Y52.174

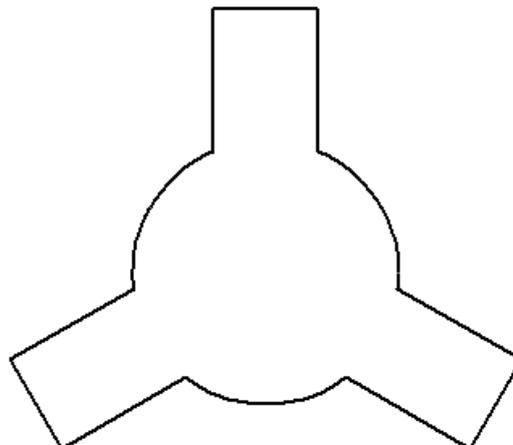
G2 X2. Y2. I2. J0.

G1 X22.583 Y0.

G40 G0 X0. Y3.

M00

M02



下底盤：(內部程式(a.)外部程式(b.))

a.

G92 X0. Y0.

G91

G42 G01 Y10.

G01 X30.

Y-9.

X4.

Y-2.

X-4.

Y-9.

X-40.

Y9.

X-4.

Y2.

X4.

Y9.

X10.

G40 G00 Y-10.

M00

M02

b.

G92X0. Y0. X 軸或 Y 軸所移動的距離

G90

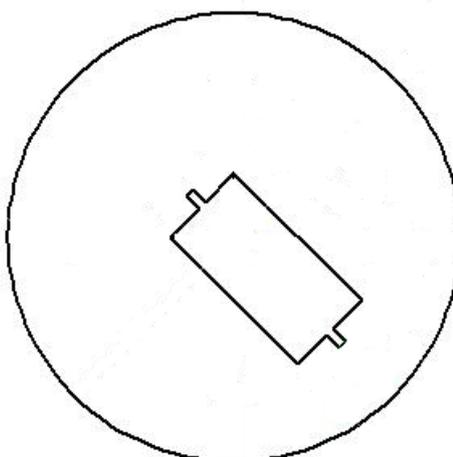
G41 G01 X-50. Y0.

G02 I50.

G40.

M00

M02



上底盤外型程式：

G92 X879.697 Y504.792

G91

G41 G1 X2.991 Y-0.23

G2 X59.889 Y27.123 I37.389 J-2.877

G1 X42.018 Y0.

G2 X2. Y-2. I0. J-2.

G1 X0. Y-28.

X-0.163 Y-28.011

G2 X-2. Y-1.989 I-2. J0.011

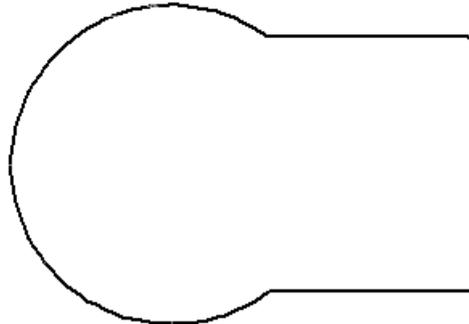
G1 X-41.855 Y0.

G2 X-59.889 Y32.877 I-22.5 J30.

G40 G0 X-2.991 Y0.23

M00

M02



後壁外型程式：(左、右)

G92 X0. Y0.

G91

G41 G1 Y-3.

G2 X12.5 Y-12.5 J-12.5

G1 Y-95.

G2 X-25. I-12.5

G1 Y95.

G2 X12.5 Y12.5 I12.5

G40 G0 Y3.

M00

M02



前臂外型程式：左

a.

G92 X925.265 Y551.965
G91
G41 G1 X-0.011 Y-3.
G2 X13.114 Y-1.271 I-0.263 J-71.
X1.623 Y-1.964 I-0.377 J-1.964
G1 X0. Y-46.803
G2 X-0.751 Y-1.562 I-2. J0.
G1 X-3.499 Y-2.799
G3 X-0.75 Y-1.562 I1.25 J-1.562
G1 X0. Y-30.077
G3 X0.75 Y-1.562 I2. J0.
G1 X3.499 Y-2.799
G2 X0.751 Y-1.562 I-1.249 J-1.562
G1 X0. Y-46.803
G2 X-1.623 Y-1.964 I-2. J0.
X-26.754 Y0. I-13.377 J69.728
X-1.623 Y1.964 I0.377 J1.964
G1 X0. Y46.803
G2 X0.75 Y1.562 I2. J0.
G1 X3.499 Y2.799
G3 X0.751 Y1.562 I-1.249 J1.562
G1 X0. Y30.077
G3 X-0.751 Y1.562 I-2. J0.
G1 X-3.499 Y2.799
G2 X-0.75 Y1.562 I1.25 J1.562
G1 X0. Y46.803
G2 X1.623 Y1.964 I2. J0.
X13.64 Y1.271 I13.377 J-69.729
G40 G0 X0.011 Y3.
M00
M02

b.

G92 X0. Y0.
G91
G42 G01 Y10.
G01 X30.
Y-9.
X4.
Y-2.
X-4.
Y-9.
X-40.
Y9.
X-4.
Y2.
X4.
Y9.
X10.
G40 G00 Y-10.
M00
M02



前臂外型程式：右

a.

G92 X925.265 Y551.965
G91
G41 G1 X-0.011 Y-3.
G2 X13.114 Y-1.271 I-0.263 J-71.
X1.623 Y-1.964 I-0.377 J-1.964
G1 X0. Y-46.803
G2 X-0.751 Y-1.562 I-2. J0.
G1 X-3.499 Y-2.799
G3 X-0.75 Y-1.562 I1.25 J-1.562
G1 X0. Y-30.077
G3 X0.75 Y-1.562 I2. J0.
G1 X3.499 Y-2.799
G2 X0.751 Y-1.562 I-1.249 J-1.562
G1 X0. Y-46.803
G2 X-1.623 Y-1.964 I-2. J0.
X-26.754 Y0. I-13.377 J69.728
X-1.623 Y1.964 I0.377 J1.964
G1 X0. Y46.803
G2 X0.75 Y1.562 I2. J0.
G1 X3.499 Y2.799
G3 X0.751 Y1.562 I-1.249 J1.562
G1 X0. Y30.077
G3 X-0.751 Y1.562 I-2. J0.
G1 X-3.499 Y2.799
G2 X-0.75 Y1.562 I1.25 J1.562
G1 X0. Y46.803
G2 X1.623 Y1.964 I2. J0.
X13.64 Y1.271 I13.377 J-69.729
G40 G0 X0.011 Y3.
M00
M02

b.

G92 X0. Y0.
G91
G42 G01 Y10.
X20.
Y-20.
X-40.
Y6.
X-4. Y1.
Y6.
X4. Y1.
Y6.
X20.
G40 G00 Y-10.
M00
M02



手腕外型程式：(左、右)

a.

G92 X893.267 Y480.585

G91

G41 G1X0.27 Y2.988

G2 X-11.159 Y14.764 I1.124 J12.449

G1 X7.37 Y39.111

G2 X9.827 Y0.14.913 J-0.926

G1 X7.37 Y-39.111

G2 X-13.408 Y-14.764 I-12.284 J-2.315

G40 G0 X-0.27 Y-2.988

M00

M02

b.

G92 X0. Y0.

G91

G42 G01 Y2.

X5.

Y-4.

X-10.

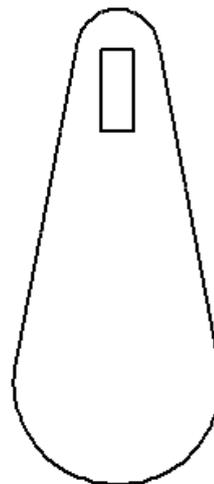
Y4.

X5.

G40 G00 Y-2.

M00

M02



手掌外型程式：

a.

G92 X869.621 Y532.485

G91

G41 G1 X3. Y0.

X0. Y23.629

X2. Y0.

X0. Y3.

X10. Y0.

X0. Y-3.

X6. Y0.

X0. Y-4.

X10. Y0.

X23.016 Y-8.286

G2 X1.984 Y-2.823 I-1.016 J-2.823

G1 X0. Y-20.283

G2 X-1.984 Y-2.822 I-3. J0.

G1 X-9.098 Y-3.276

G2 X-3.918 Y-11.308 I-13.918

J-1.51

G1 X0. Y-26.202

G2 X-2. Y-2. I-2. J0.

G1 X-16. Y0.

G2 X-2. Y2. I0. J2.

G1 X0. Y26.202

G2 X-2.125 Y2.798 I10. J9.798

G1 X-3.875 Y0.

X0. Y-3.

X-10. Y0.

X-2. Y0.

X0. Y26.371

G40 G0 X-3. Y0.

M00

M02

b.

G92X0. Y0.

G90

G41 G01 X-11. Y0.

G02 I11.

G40.

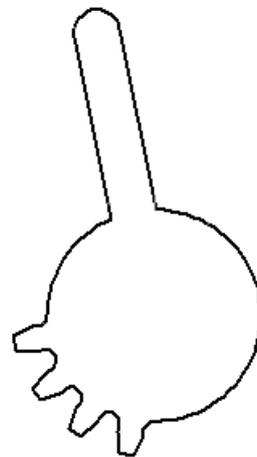
M00

M02



手指齒輪外型程式：(左)

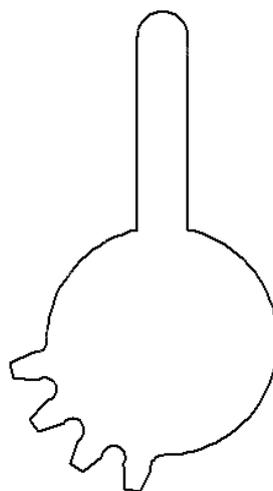
```
G92 X782.916 Y495.801
G91
G41 G1 X-2. Y0.017
G2 X-15. Y-14.872 I-15. J0.128
G3 X-0.995 Y-1.1 I0. J-1.
G2 X-0.129 Y-0.599 I-0.995 J-0.099
G1 X-1.618 Y-2.802
G2 X-0.53 Y-0.24 I-0.433 J0.25
G1 X-1.259 Y0.25
G2 X-0.398 Y0.425 I0.098 J0.491
G1 X-0.422 Y3.208
G2 X0.11 Y0.603 I0.991 J0.131
G3 X-1.839 Y0.762 I-0.882 J0.473
G2 X-0.348 Y-0.504 I-0.957 J0.289
G1 X-2.567 Y-1.97
G2 X-0.583 Y-0.019 I-0.305 J0.397
G1 X-1.067 Y0.713
G2 X-0.205 Y0.545 I0.278 J0.416
G1 X0.838 Y3.125
G2 X0.332 Y0.515 I0.965 J-0.259
G3 X-1.407 Y1.407 I-0.774 J0.634
G2 X-0.515 Y-0.332 I-0.774 J0.634
G1 X-3.125 Y-0.837
G2 X-0.546 Y0.205 I-0.13 J0.483
G1 X-0.713 Y1.067
G2 X0.019 Y0.582 I0.416 J0.278
G1 X1.97 Y2.567
G2 X0.504 Y0.348 I0.793 J-0.609
G3 X-0.761 Y1.839 I-0.289 J0.958
G2 X-0.603 Y-0.11 I-0.473 J0.881
G1 X-3.208 Y0.422
G2 X-0.425 Y0.398 I0.065 J0.496
G1 X-0.251 Y1.259
G2 X0.241 Y0.531 I0.491 J0.098
G1 X2.802 Y1.618
G2 X0.599 Y0.129 I0.5 J-0.866
G3 X1.099 Y0.995 I0.099 J0.995
G2 X9.176 Y13.823 I15. J0.
G1 X-5.117 Y25.588
G2 X5.883 Y1.177 I2.941 J0.589
G1 X5.118 Y-25.588
G2 X14.94 Y-15.128 I-0.06 J-15.
G40 G0 X2. Y-0.017
M00
M02
```



手指齒輪外型程式：(右)

G92 X765.924 Y540.946
G91
G41 G1 X-0.003 Y-2.
G2 X2.995 Y-3. I-0.005 J-3.
G1 X0. Y-25.303
G2 X-3. Y-29.697 I-3. J-14.697
G3 X-0.995 Y-1.1 I0. J-1.
G2 X-0.129 Y-0.599 I-0.995 J-0.099
G1 X-1.618 Y-2.802
G2 X-0.53 Y-0.24 I-0.433 J0.25
G1 X-1.259 Y0.25
G2 X-0.398 Y0.425 I0.098 J0.491
G1 X-0.422 Y3.208
G2 X0.11 Y0.603 I0.991 J0.131
G3 X-1.839 Y0.762 I-0.882 J0.473
G2 X-0.348 Y-0.504 I-0.957 J0.289
G1 X-2.567 Y-1.97
G2 X-0.583 Y-0.019 I-0.305 J0.397
G1 X-1.067 Y0.713
G2 X-0.205 Y0.545 I0.278 J0.416
G1 X0.838 Y3.125
G2 X0.332 Y0.515 I0.965 J-0.259
G3 X-1.407 Y1.407 I-0.774 J0.634
G2 X-0.515 Y-0.332 I-0.774 J0.634
G1 X-3.125 Y-0.837
G2 X-0.546 Y0.205 I-0.13 J0.483
G1 X-0.713 Y1.067
G2 X0.019 Y0.582 I0.416 J0.278
G1 X1.97 Y2.567
G2 X0.504 Y0.348 I0.793 J-0.609
G3 X-0.761 Y1.839 I-0.289 J0.958
G2 X-0.603 Y-0.11 I-0.473 J0.881
G1 X-3.208 Y0.422
G2 X-0.425 Y0.398 I0.065 J0.496
G1 X-0.251 Y1.259
G2 X0.241 Y0.531 I0.491 J0.098

G1 X2.802 Y1.618
G2 X0.599 Y0.129 I0.5 J-0.866
G3 X1.099 Y0.995 I0.099 J0.995
G2 X12. Y14.697 I15. J0.
G1 X0. Y25.303
G2 X3.005 Y3. I3. J0.
G40 G0 X0.003 Y2.
M00
M02



手指支架程式：

G92 X0. Y0.

G91

G01 G41 Y-3.

G02 X3. Y-3. J-3.

G01 Y-40.

G02 X-6. I-3.

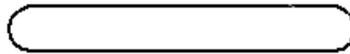
G01 Y40.

G02 X3. Y3. I3.

G40 G00 X3.

M00

M02



指尖外型程式：

G92 X691.003 Y597.763

G91

G41 G1 X0.418 Y-2.971

G2 X4.543 Y-3.621 I0.558 J-3.96

G1 X8.968 Y-58.231

G2 X-7.673 Y-2.079 I-3.953 J-0.608

G1 X-9.28 Y23.471

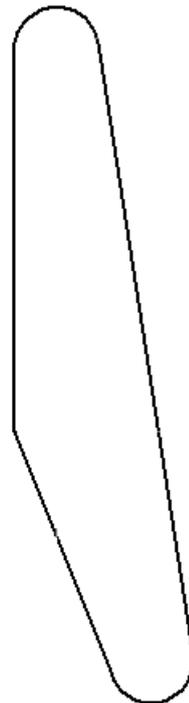
X0. Y36.5

G2 X3.442 Y3.96 I4. J0.

G40 G0 X-0.418 Y2.971

M00

M02



驅動程式

0000 1 ORG 0000H

0000 804B 2 JMP START

3 ;=====

0030 4 S1 EQU 30H

0031 5 S2 EQU 31H

0032 6 S3 EQU 32H

0033 7 S4 EQU 33H

0034 8 S5 EQU 34H

9 ;=====

10 ;計時/計數器 0 中斷副程式

11 ;=====

000B 12 ORG 000BH

000B 13 TIMER0:

000B C0E0 14 PUSH

ACC ;將 ACC 暫存器之資料放置於堆疊區

000D	C28D	15	CLR	
TF0				;將 TF0 中斷要求必 M 除
000F	758CFF	16	MOV	
TH0,	#0FFH			;手動載入 TH0 及 TL0 的值
0012	758A64	17	MOV	
TL0,	#64H			;
0015	08	18	INC	
R0				;中斷一次就把 R0 加 1
		19		
0016	B8C80E	20	CYCLE: CJNE	
R0,	#200, SERV01			;判斷 R0 是否為 200, 不是, 則跳至 SERV01
執行				
0019	7800	21	MOV	
R0,	#0			;若 R0=200, 則將 R0 清為 0
001B	D2A0	22	SETB	
P2. 0				;若 R0=200, 則將 PWM1. PWM2 及 PWM3 設為 Hi
001D	D2A1	23	SETB	P2. 1
001F	D2A2	24	SETB	P2. 2
0021	D2A3	25	SETB	P2. 3

0023	D2A4	26	SETB	P2. 4
0025	8023	27	JMP	GOBACK
		28		
0027	E8	29	SERV01: MOV	A, R0
0028	6530	30	XRL	
A, S1			;判斷 R0 是否等於 S1	
002A	7002	31	JNZ	
SERV02			;若 R0 不等於 S1 則跳至 SERV02	
002C	C2A0	32	CLR	
P2. 0			;若 R0=S1, 則將 PWM1 設為 Lo	
002E	E8	33	SERV02: MOV	A, R0
002F	6531	34	XRL	
A, S2			;判斷 R0 是否等於 S2	
0031	7002	35	JNZ	
SERV03			;若 R0 不等於 S2 則跳至 SERV03	
0033	C2A1	36	CLR	
P2. 1			;若 R0=S2, 則將 PWM2 設為 Lo	
0035	E8	37	SERV03: MOV	A, R0
0036	6532	38	XRL	

A, S3			;判斷 R0 是否等於 S3
0038 7002	39		JNZ
SERV04			;若 R0 不等於 S3 則跳至 GOBACK
003A C2A2	40		CLR
P2. 2			;若 R0=S3, 則將 PWM3 設為 Lo
003C E8	41	SERV04:	MOV A, R0
003D 6533	42		XRL A, S4
003F 7002	43		JNZ SERV05
0041 C2A3	44		CLR P2. 3
0043 E8	45	SERV05:	MOV A, R0
0044 6534	46		XRL A, S5
0046 7002	47		JNZ GOBACK
0048 C2A4	48		CLR P2. 4
004A D0E0	49	GOBACK:	POP
ACC			;將 ACC 暫存器之資料從堆疊區取回
004C 32	50		RETI

51 ;=====

52 ; 主程式

53 ;=====

```
004D 75300F      54      START:  MOV      S1, #15
0050 75310F      55              MOV      S2, #15
0053 75320F      56              MOV      S3, #15
0056 75330F      57              MOV      S4, #15
0059 75340F      58              MOV      S5, #15
```

A51 MACRO ASSEMBLER SERVO6

02/25/2010 10:59:18 PAGE 2

```
005C 758901      59              MOV
```

TMOD, #00000001B ;設定計時計數器 0 工作於計時模式 1, 如圖 所示.

```
005F 758CFF      60              MOV
```

TH0, #0FFH ;設定 0.1ms 中斷一次

```
0062 758A64      61              MOV      TL0, #64H
```

```
0065 D2AF         62              SETB
```

EA ;中斷致能(打開中斷總開關)

0067 D2A9	63	SETB	
ET0		;計時/計數器 0 的中斷致能	
0069 D28C	64	SETB	
TR0		;計時/計數器 0 開始工作	
	65		
006B 75300F	66	LOOP:	MOV
S1, #15		;機械手臂第一動動作	
006E 11D6	67	CALL	DELAY
0070 753008	68	MOV	
S1, #8		;13 為中立位置, 22 為逆時針到底, 4 為順時針到底	
0073 11D6	69	CALL	DELAY
0075 75300F	70	MOV	S1, #15
0078 11D6	71	CALL	DELAY
007A 753015	72	MOV	S1, #21
007D 11D6	73	CALL	DELAY
007F 75300F	74	MOV	S1, #15
0082 11D6	75	CALL	DELAY
	76		

0084	753115	77	MOV	
S2, #21		;機械手臂第二動動作		
0087	11D6	78	CALL	DELAY
0089	75310F	79	MOV	S2, #15
008C	11D6	80	CALL	DELAY
008E	753108	81	MOV	S2, #8
0091	11D6	82	CALL	DELAY
0093	75310F	83	MOV	S2, #15
0096	11D6	84	CALL	DELAY
		85		
0098	753215	86	MOV	
S3, #21		;機械手臂第三動動作		
009B	11D6	87	CALL	DELAY
009D	75320F	88	MOV	S3, #15
00A0	11D6	89	CALL	DELAY
00A2	753208	90	MOV	S3, #8
00A5	11D6	91	CALL	DELAY
00A7	75320F	92	MOV	S3, #15
00AA	11D6	93	CALL	DELAY

94

00AC 753315 95 MOV

S4, #21 ;機械手臂第四動動作

00AF 11D6 96 CALL DELAY

00B1 75330F 97 MOV S4, #15

00B4 11D6 98 CALL DELAY

00B6 753308 99 MOV S4, #8

00B9 11D6 100 CALL DELAY

00BB 75330F 101 MOV S4, #15

00BE 11D6 102 CALL DELAY

103

00C0 753415 104 MOV

S5, #21 ;機械手臂第五動動作

00C3 11D6 105 CALL DELAY

00C5 75340F 106 MOV S5, #15

00C8 11D6 107 CALL DELAY

00CA 753408 108 MOV S5, #8

00CD 11D6 109 CALL DELAY

00CF 75340F 110 MOV S5, #15

00D2 11D6 111 CALL DELAY
00D4 8095 112 JMP LOOP

113 ;=====

114 ;延時副程式(延時 1 秒)

115 ;=====

00D6 7D0F 116 DELAY: MOV

R5, #15 ;重複 15 次

00D8 7EFA 117 DL1: MOV

R6, #250 ;延時 0.1 秒

00DA 7FC8 118 DL2: MOV R7, #200

00DC DFFE 119 DL3: DJNZ R7, DL3

00DE DEFA 120 DJNZ R6, DL2

00E0 DDF6 121 DJNZ R5, DL1

00E2 22 122 RET

123

124 END