

機電專題實作  
四足仿生機械狗

指導教授:楊智媖  
學生:李晉碩、唐浩斌、劉子維

# 目錄

一、 研究過程.....	2
1.1 功能分析.....	2
1.2 解決方案.....	2
二、 機構設計.....	4
2.1 零件 BOM 表 .....	4
2.2 細部設計.....	4
三、 電控設計.....	6
3.1 馬達挑選.....	6
3.2 電路設計.....	7
四、 結果與討論.....	8
4.1 實際測試結果.....	8
4.2 結論.....	9
五、 成果海報.....	10

# 一、研究過程

## 1.1 功能分析

### 1. 大小

於初始狀態時，長寬高單邊不可超過 40 公分、總合不可超過 90 公分。比賽前將進行量測，若有超過雖仍可比賽，但分數進行折扣。

### 2. 機構設計/製作規定

- (1) 設計四足仿生機械狗。
- (2) 機構設計與製作須為可拆裝之模組化機構。
- (3) 提供各組 NT. 3000 作為製做材料購買經費。
- (4) 可完成「直線行走」、「蹲下」、「單腳抬高」、「影像辨識」。

### 3. 驗收標準

- (1) 5 分鐘內完成功能一：直線行走 50cm
- (2) 5 分鐘內完成功能二：蹲下高度變化>8cm
- (3) 5 分鐘內完成功能三：單腳抬高高度>8cm
- (4) 5 分鐘內完成功能四：利用影像辨識自動判讀數字(看板為抽籤顯示 1~10)

## 1.2 解決方案

分析題目要求並尋求解決方法，使用適當機構達成目的，研究方式為使用 Solidworks 繪圖軟體模擬運動的過程。

### ➤ 解決方案一：

為了達成跨步動作，使用了五連桿機構，並以雙輸入桿控制平行四邊形的擺動角度及形狀，以達成同高度下的水平移動，以及變化高度下的水平移動，兩輸入桿之間的輸入角度不會相互干涉，利用控制兩個輸入桿的角度，達成在同高度一直線上的水平移動，以及做出向前跨步的弧線運動。

### ➤ 解決方案二：

為了達成腳的高度變化，使用了五連桿機構，並以雙輸入桿控制平行四邊形的擺動角度及形狀，以達成不同高度變化，兩輸入桿之間的輸入角度不會相互干涉，利用控制兩個輸入桿的角度，達成腳底的高度變化。

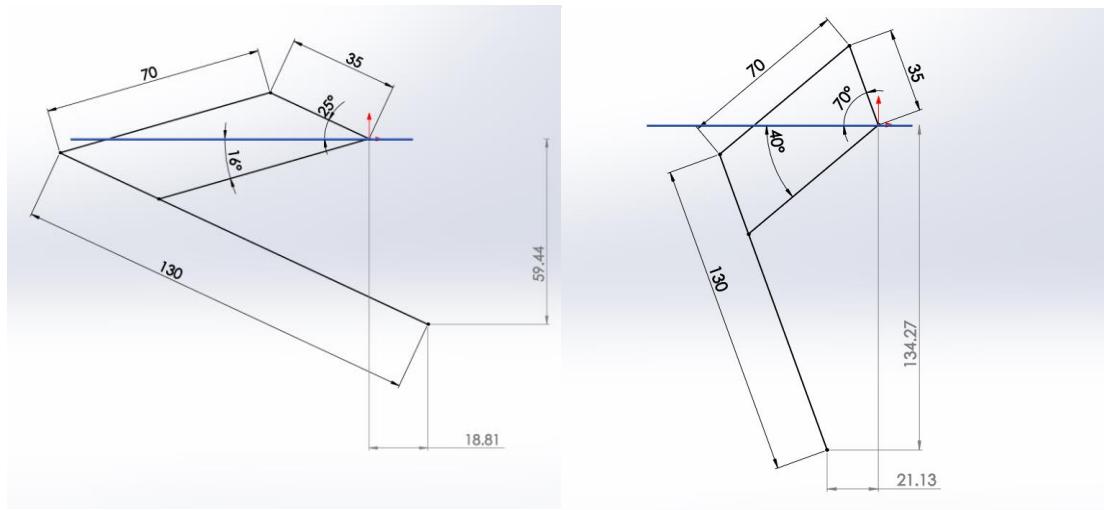


Figure 1: 腳收

Figure 2: 腳開

➤ 解決方案三：

為了達成腳單腳抬高，使用了八顆舵機控制四隻腳，實現每顆舵機獨立控制，以達成單腳獨立運作，能做出四隻腳間不同的動作搭配。

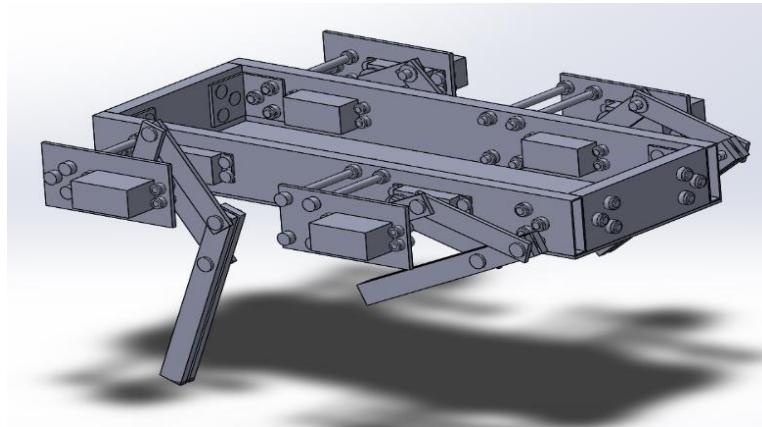


Figure 3: 利用單腳獨立控制，達成四腳非同步動作

## 二、機構設計

### 2.1 零件 BOM 表

零件	數量
空心鋁管(40*10*1 mm)*1m	1
壓克力(30*30 cm)*3mm	1
防鬆螺帽(M4)(一組 40 個)	1
防鬆螺帽(M5)(一組 40 個)	1
舵機 MG996R(180)	8
不鏽鋼 L 型直角支撐(30*30*2mm)	4
M5 內六角加長螺絲 85mm(2 個)	7
Arduino Mega 2560 控制板	1
M4 圓頭十字螺絲 16mm(20)	1
M4 圓頭十字螺絲 8mm(20 個)	1
C 型銷	14
鉸練銷	4
不鏽鋼 B 型開口銷 $\Phi 2*40$ (20)	8
M6 墊片 6*12.7*1mm	24
電池 18650 2600mh	4
電池盒	2
降壓模組	2

### 2.2 細部設計

#### ➤ 腿部

- (1) 使用材料:壓克力板
- (2) 加工方式:雷射切割
- (3) 組裝過程:將雷射切割完的壓克力板利用開口銷和鉸練銷把關節固定起來，呈現可轉動狀態，大腿則與伺服馬達用螺絲固定，固定馬達的外側壓克力板利用長螺絲和 C 型銷鎖住。

#### ➤ 身體

- (1) 使用材料:空心鋁管
- (2) 加工方式:鑽床、銑床
- (3) 組裝過程:鑽孔完的空心鋁管利用 L 型直角板和螺絲鎖上，內側馬達直接鎖在鋁管上，視覺辨識模組也鎖在機架的前方。

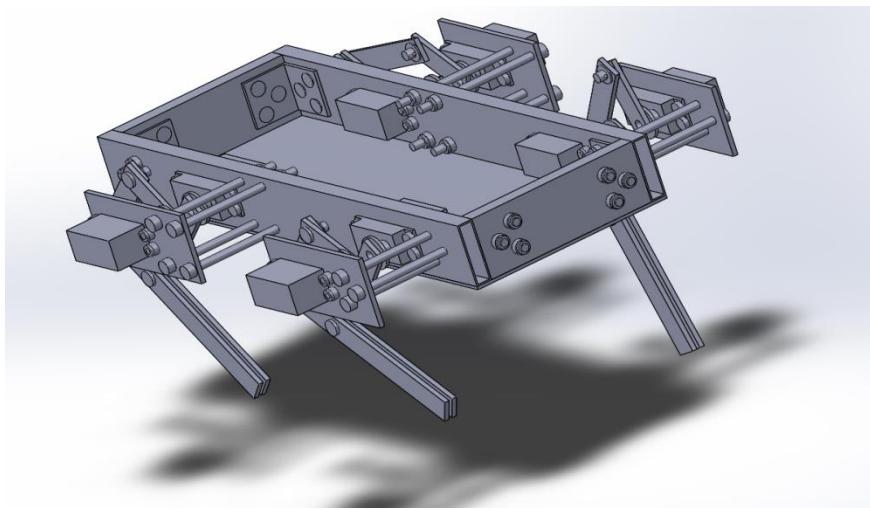


Figure 4: 完整設計圖

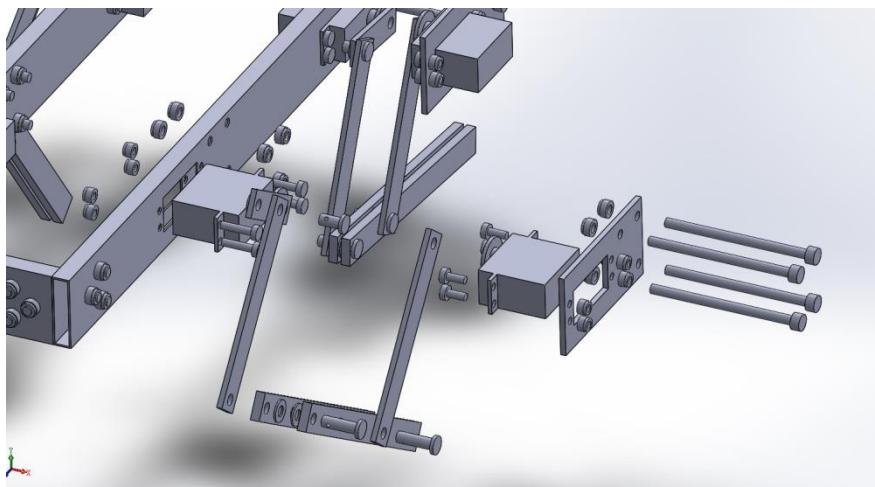


Figure 5: 腿部機構爆炸圖

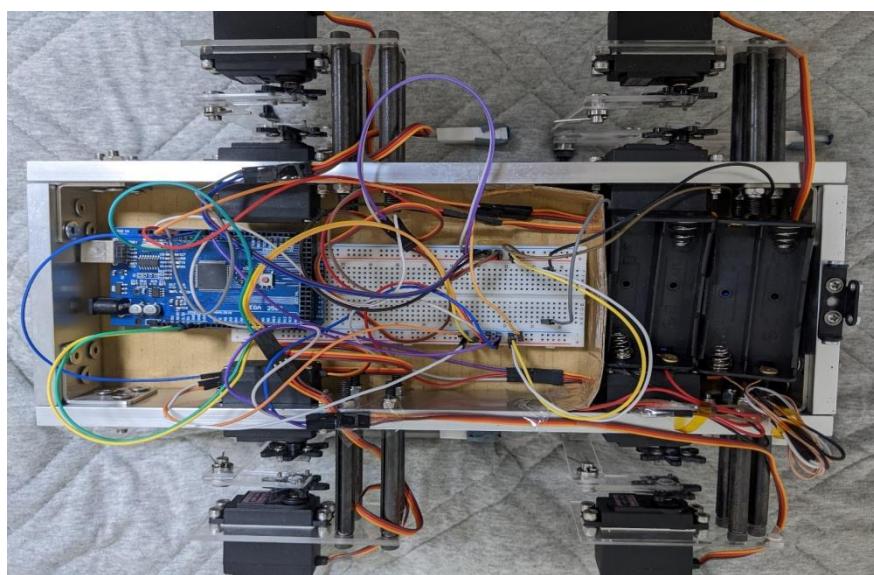


Figure 6: 腿部和機架設計

### 三、電控設計

#### 3.1 馬達挑選

馬達選擇使用 MG996R 伺服馬達，此種馬達是一種位置（角度）伺服的驅動器，適用於那些需要角度不斷變化並可以保持的控制系統，伺服馬達有回饋反授的機制，會將訊號傳回給驅動器，在機器人的應用上也很常見。

MG996R 伺服馬達規格	
尺寸	40.8*20*38mm
重量	55g
速度	4.8V@0.20sec/60° 6.0V@0.19sec/60°
扭力	4.8V@13kg-cm 6.0V@15kg-cm
電壓	4.8V-7.2V
空載工作電流	120mA
堵轉工作電流	1450mA
響應脈寬時間	≤5usec
角度偏差	回中誤差 0 度， 左右各 45°誤差≤3°
齒輪	5 級金屬齒輪組
連接線長度	300mm
接口規格	JR/FUTABA 通用



Figure 7 伺服馬達 MG996R

### 3.2 電路設計

整隻機器狗使用八顆馬達控制腿部運動，若透過 Arduino 控制板供電會導致內部電路燒壞，因此我們使用額外電源供電，根據馬達規格選擇用電壓 3.7 伏特的鋰電池供電，放進電池盒串聯之後電壓可以到 7.4 伏特，實際用三用電表測量後發現電壓比預想中高，為了避免電壓過高導致馬達毀損，於是加上降壓模組將電壓降低，並且使用兩組電池並聯讓機器狗的續航力更持久。

我們選擇使用 Arduino Mega 2560 微控制器來控制機器狗，因考量所需的腳位較多，故選擇此種具有較多腳位的控制板，並使用 Arduino 軟體撰寫程式，程式開始時先讓機器狗執行一次站立，然後抬腳蹲下各一次，接著執行迴圈程式讓機器狗一直前進。

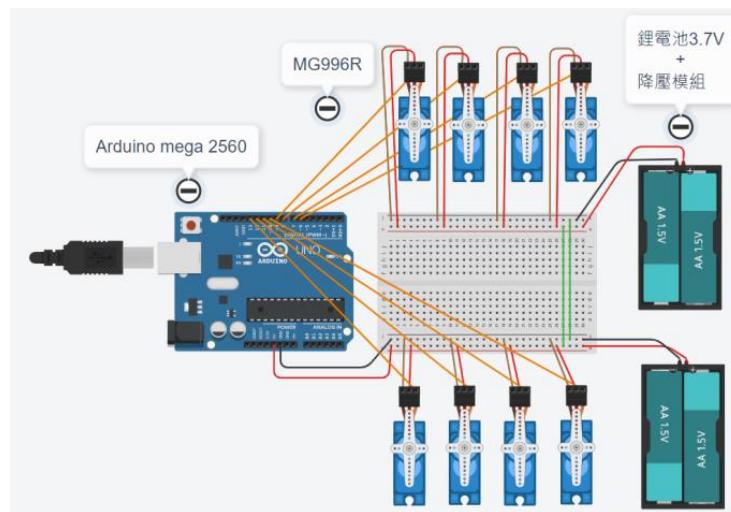


Figure 8:電路設計

## 四、結果與討論

### 4.1 實際測試結果

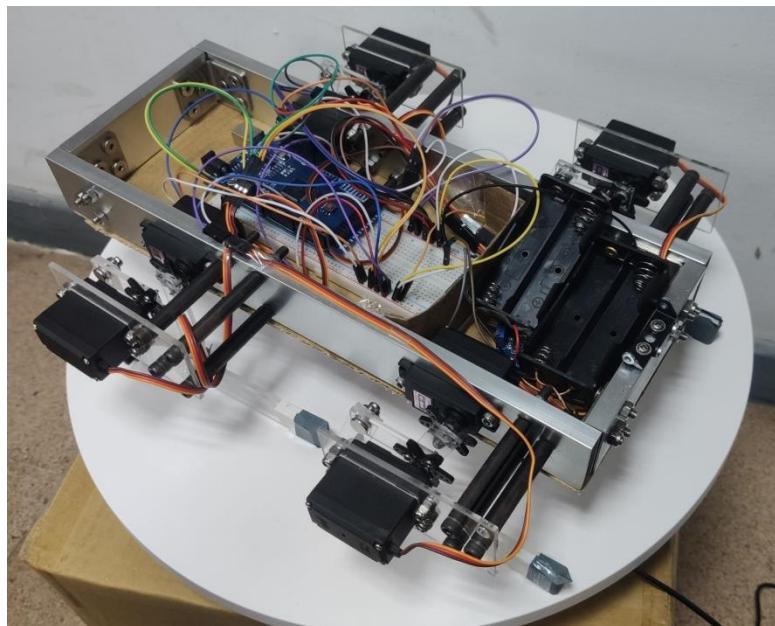


Figure 9: 成果圖

第一次測試時所有基本動作就已完成，但連續動作未完成，為了做的更好我們持續修改程式，在第二次連續動作就成功了，機器狗實際行走完整影片可上Youtube 觀看。

影片連結: <https://youtu.be/DFCvpVmPlCk>

➤ 成果圖片:

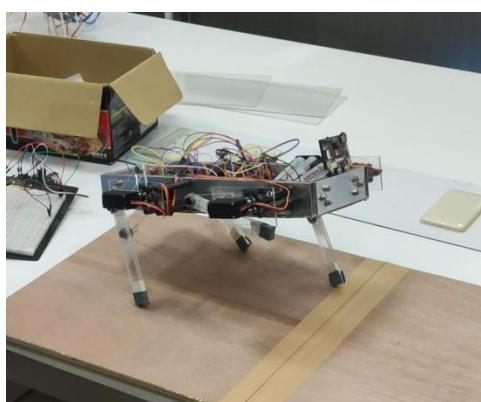


Figure 10: 拾腳 8 公分

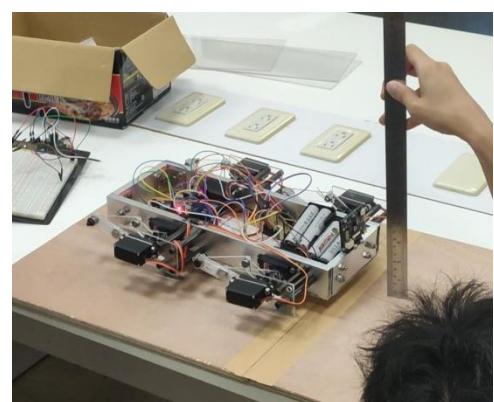


Figure 11: 蹲下變化 8 公分

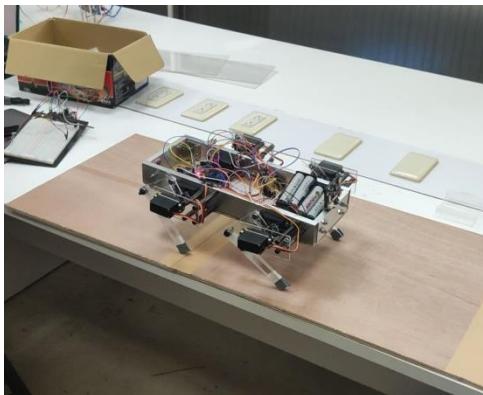


Figure 12:走路 50 公分

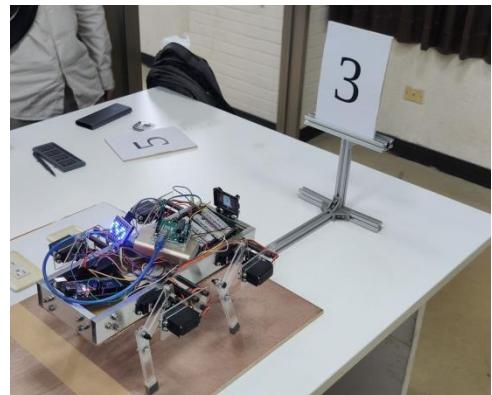


Figure 13:視覺辨識

## 4.2 結論

本次專題四項功能走路、抬腳、蹲下、視覺辨識都有成功，我們在製作時遇到最大的困難，就是走路時會傾斜一邊，會傾斜的原因是走路時機身晃動，會有慣性力造成腳往後滑動，我們在自己的場地測試時可以走直線，但到了專用場地因為地板摩擦力不同就會走歪，我們有嘗試過更改程式，微調走路的步距來修正路線，反覆測試後比當初好很多，最後也成功達成目標。歷經這次專題實作讓我們對於機器狗的設計有更多概念，從機構設計到電控全部靠自己完成，是非常寶貴的實作經驗，若能將此經驗活用，將來可應用在機器人甚至更深的領域，促進機器人產業的發展。

# 五、成果海報

**國立中正大學機械工程學系**  
*Department of Mechanical Engineering*

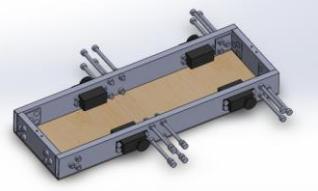
**CCUME Robot Competition**  
*CAPSTONE COURSE*

**實作競賽**

### ➤ 機台設計

**機架主要零件**

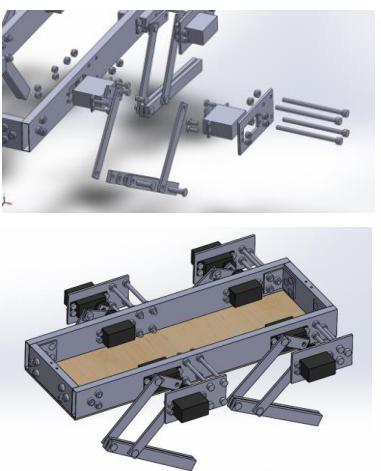
- 空心鋁管
- C行銷
- 紙板



**設計概念**

- ◆ 輕量化設計
- ◆ 使用螺絲和C行銷固定
- 壓克力位置

### ➤ 組裝過程



**腿部主要零件**

- 壓克力
- MG996R伺服馬達
- 開口銷、鉸鏈銷

**設計概念**

- ◆ 五連桿機構
- ◆ 關節使用開口銷和鉸鏈銷固定
- ◆ 同腳使用兩個馬達驅動

### ➤ 視覺辨識



8\*8 Led顯示  
MAX7219

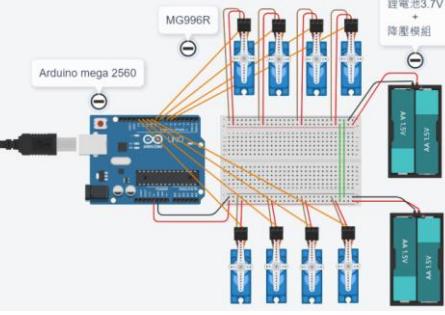
Huskylens

分辨數字

輸入辨識結果

Arduino Uno

### ➤ 程式和電路設計



Arduino mega 2560

MG996R

鋰電池3.7V  
降壓模組

AA 1.5V

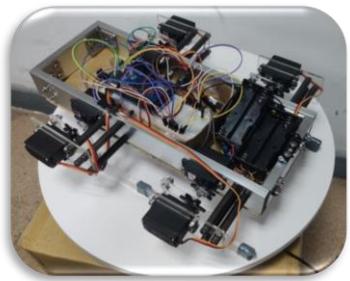
AA 1.5V

- ◆ 使用Arduino撰寫程式
- ◆ 驅動馬達需要大電流，因此我們外接兩組鋰電池作為外部供電

開始

```
graph TD
    Start([開始]) --> Stand[站立]
    Stand --> LiftFoot[L抬腳]
    LiftFoot --> SquatDown[S蹲下]
    SquatDown --> WalkStraight[直走]
    WalkStraight --> CutPower{切斷電源}
    CutPower -- No --> End([結束])
    CutPower -- Yes --> Start
```

### ➤ 成果



**忠狗5號**

- ✓ 直線行走50cm
- ✓ 蹲下高度變化8cm
- ✓ 單腳抬高8cm
- ✓ 影像辨識自動判讀數字

感謝單位

主辦單位 國立中正大學機械工程學系

指導單位 智慧製造跨域整合人才培育計畫辦公室

協辦單位 國立中正大學前瞻製造系統頂尖研究中心

感謝單位

永進機械工業股份有限公司

發得科技工業股份有限公司

台灣三佳股份有限公司

新代科技股份有限公司