

中華民國第 57 屆中小學科學展覽會

作品說明書

高級中等學校組 工程學科(一)科

052312

智慧肘關節束套

學校名稱：啟英學校財團法人桃園市啟英高級中等學校

作者： 職二 高旭宏 職二 呂昱霆 職二 吳奕霆	指導老師： 連素玲 賴曉貞
---	-----------------------------

關鍵詞：復健、醫療、肌肉感測

摘要

傳統肘關節復健設備無法同時提供病患主動式與被動式復健的需求，故為降低復健醫療人員的工作負擔及解決復健效果不明確的問題，我們利用樹莓派控制馬達和 arduino 的肌肉感測器，並用 APP 來控制，使肘關節復健器成為一種智慧型的電腦化輔具，讓我們在復健時，除了更有效率之外，也能明確的知道自己復健時的肌肉狀況，以做適當的調整。另外再結合藍芽模組，將每天進步的數據上傳雲端，以利復健師來做評估及矯正。

壹、研究動機

早期醫療復健機構所使用的手部關節復健裝置大都以簡單的機構讓患者進行機械性重複的動作，但復健是一個漫長且枯燥又無聊的過程，這些傳統復健器材無法提供明確資訊為復健成效做評估，因此往往會讓復健者失去信心而放棄，但是很多類型的傷害經過有效的復健是能夠痊癒的，而且近期國內也開始研發專門復健中風手指關節的復健器，所以我們才想試試看制作出專門復健在手肘關節處的作品以此改革復健的印象，讓復健可以變得更科技化和創新以此讓患者的復健更有效率。



圖(一)新聞實例

貳、研究目的

一般的肘關節束套，在復健時其實是需要另一個人來幫助患者做伸張、屈曲的動作的，所以就會造成「一人受傷，兩人復健」的狀況。因此我們就想製作此專題，以達到「一人復健」的成果。

我們利用手機 APP 結合藍芽傳訊來控制樹莓派，只要透過簡單的操作，設定復健次數、角度和速度，就能操控束套上的馬達轉動。而在復健過程中，肌肉感測器會感測肌肉施力時的用力程度，並將數據呈現在 APP 上，以便我們確認進步的程度。此外，我們還會將每天復健時的數據上傳到雲端資料庫，方便我們、復健師或是醫師來做檢閱及評估。



圖(二)當手放鬆時



圖(三)當手施力時

參、研究設備及器材

一、工具表

使用設備	規格	數量
設備		
1.個人電腦	I3-4160 RAM 4GB	1
2. Raspberry Pi 3	1GB B 型	1
3.調整式肘關節束套	OH-201	1
器具		
1.排針	電子用	13
2.吸錫器	電機用	1
3.斜口鉗	電機用	1

4.尖嘴鉗	電機用	1
5.烙鐵架	電機用	1
6.剝線器	電子用	1
7.綁帶	電機用	4
8.焊錫(捲)	電子用	1
9.烙鐵	電子用	1
10.電工膠帶	電子用	1
11.Arduino 傳輸線	電子用	1
12.Raspberry Pi 3 HDMI 螢幕線	電子用	1
13.Raspberry Pi 3 電源線	電子用	1
14.單芯線	電子用	10

二、電子零件

電子零件		
名稱	規格	數量
1.步進馬達	5V	1
2.馬達電機驅動板	ULN2003	1

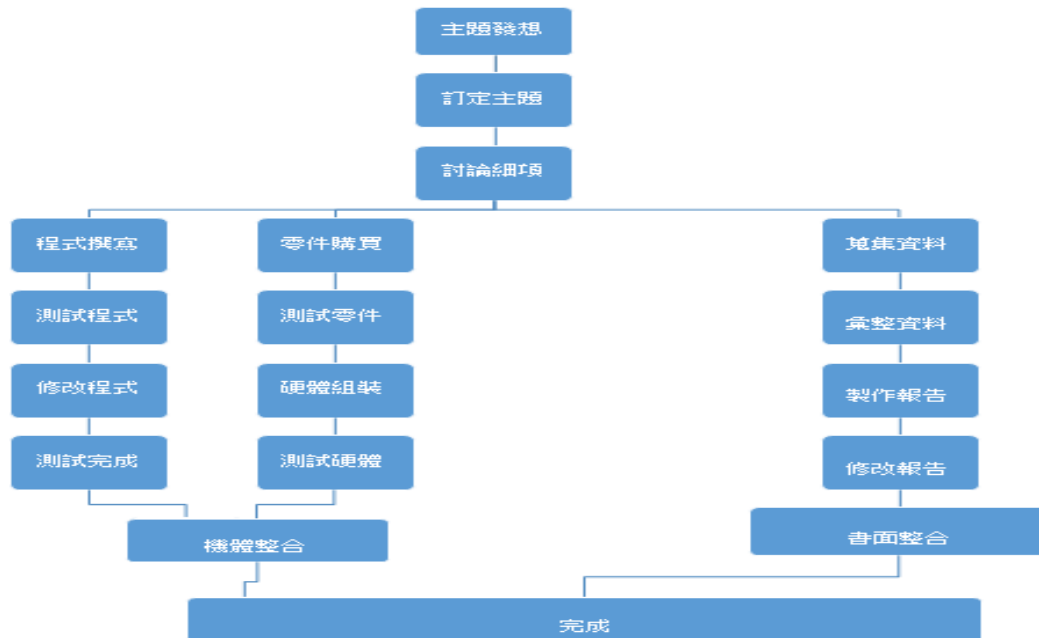
3.肌肉感測器	My ware	1
6.Arduino	UNO	1

肆、研究過程或方法

一、研究方法&控制流程圖

(一)研究方法圖

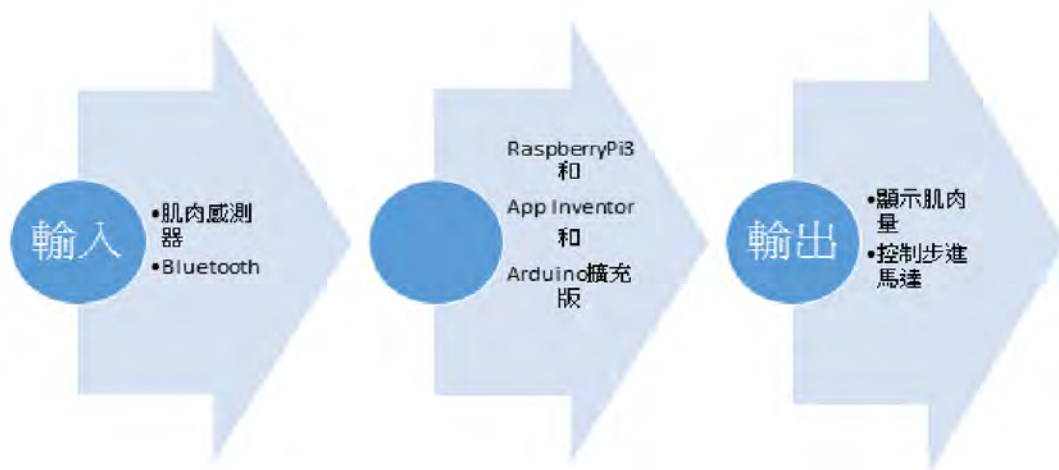
下圖(四)是我們的研究方法，首先是做專題的討論，我們在這個方面做了比較多的討論，因為我們選擇的控制器是樹莓派，因此在思考要如何呈現作品時作了比較多的調整，再來就是分工買材料及手臂的 3D 列印繪製，當材料購齊後再做程式的編輯，並且等待整個束套印好，最後就能做硬體的組裝及修改，完成本作品。



圖(四)實驗過程圖

(二)控制流程圖

下圖(五)為我們的整個控制流程，其中包含了控制元件、感測元件、控制中心及動作元件。首先是用自製 APP 及藍芽模組下指令給 Raspberry 使其控制馬達運作，使肘關節束套能夠在不需輔助者長期陪伴的情況下自主運作，再來肌肉感測器就會開始接收肌肉用力的數值且顯示在 APP 上，使我們能夠得知目前肌肉施力的狀況，另外還會將數據傳至 Raspberry 作紀錄，當整個復健結束時，Raspberry 會將整個成果上傳雲端資料庫並自動整理成折線圖來呈現，以利他人檢閱。



圖(五)控制流程圖

二、研究過程

(一)電腦(電子計算機)542452

電腦(computer)它的全名為電子計算機(electronic computer)，又稱電算機或計算機，俗稱電腦。它是由不同功能的電子零件及機械裝置組合而成，因為它能執行算術運算，所以被稱為電子計算機，加上它也能做邏輯運算及比較，以判斷事情的真假，有如人類大腦一般，所以又稱為電腦。依美國無線電工程師協會對電子計算機所下的定義：電腦為一部能接受資料的機器，將資料加於運算處理，以產生結果。其實更明確的說法是：電腦為一部能按預先儲存程式之控制並對輸入資料加於處理以產生結果的機器。

1.Raspberry Pi 3 電腦

樹莓派 (英語：Raspberry Pi) ,下圖(六)示意圖，是一款基於 Linux 的單板機電腦。配備一枚博通 (Broadcom) 出產的 ARM 架構 700MHz BCM2835 處理器，256MB 記憶體 (B 型已升級到 512MB 記憶體)，使用 SD 卡當作儲存媒體，且擁有一個 Ethernet、兩個 USB 介面、以及 HDMI (支援聲音輸出) 和 RCA 端子輸出支援。樹莓派只有一張信用卡大小，體積大概是一個火柴盒大小，可以執行像《雷神之鎚 III 競技場》的遊戲和進行 1080p 影片的播放。操作系統採用開源的 Linux 系統如 Debian、ArchLinux，自帶的 Iceweasel、KOffice 等軟體，能夠滿足基本的網路瀏覽、文字處理以及電腦學習的需要。分 A、B 兩種型號。



圖(六)樹莓派示意圖

2.Raspberry Pi 3 內部結構

樹莓派配備了你需要的工具，也可以製作自己的軟件和程式，並且可以連接到它自己的電子硬體，設計周邊硬體。這個 Raspberry 功能非常的強大，他分成幾大功能，包括：

(1)SD 卡:Raspberry 會把 SD 卡當成內建的硬碟使用，詳細如何準備 SD 卡，一般來說最少需要有 4GB 的容量，建議用比較穩定的牌子，這樣可以確保讀取資料正常。

(2)HDMI 和 RCA 輸出顯示。

(3)USB 的輸入連結，如滑鼠與鍵盤。

(4)網路線連接。

(5)連接 Micro USB 的電源。

(6)最少電源需要有 700mA 5V 的電力。

(7)Audio Jack 聲音輸出。

(二)微電腦控制中心

隨著科技的進步，自動化產品越來越多，已大幅改善人們的生活品質。自動化的核心是微控制器(micro-controller unit, MCU)，它就像是人的大腦一般，由有經驗的專家設計了它，並準確有效地擔任人們所賦予的工作而達到自動化目的。微控制器無所不在，舉凡手機、遊戲機、家電(冰箱、冷氣、洗衣機、攝錄影機等)、健康醫療儀器、電腦及電視周邊、照明節能、汽車行車電腦、交通號誌控制等，皆可看到微控制器的蹤跡，微控制器已經與生活息息相關。

微控制器是由硬體(hardware)和軟體(software)所組成，硬體是指有形的機器，軟體則指用來控制微電腦工作的指令和程式。

微電腦的硬體結構包括了五個主要單元(unit)，分別是輸入單元、輸出單元、記憶單元、算數邏輯單元和控制單元，稱為中央處理單元(central processing unit)，就是所稱的 CPU。

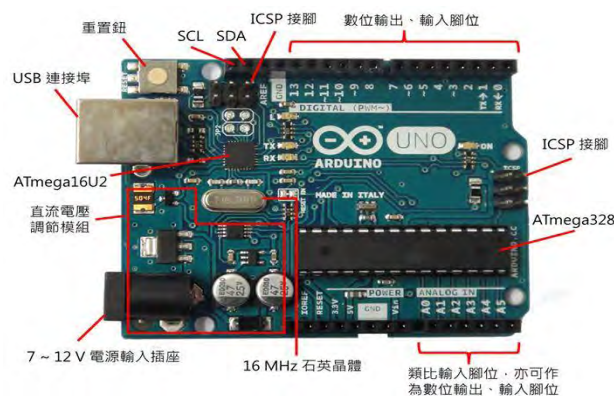
1.Arduino 微控制器

Arduino Uno 是最新的 Arduino 產品系列,它與之前的 Arduino 板最大的不同在於它不是使用 FTDI USB-to-serial 串列驅動器晶片，而是採用 Atmega8U2 晶片進行 USB 到串列資料的轉換。目前 Arduino Uno 已成為 Arduino 主推的產品，相信各位都在網路上購買的和所看到的，大部分都是這個 Arduino Uno 版子。



圖(七)Arduino 微控制器

2.Arduino 內部結構



圖(八)Arduino 內部結構圖

(一)資料庫

1.相關知識

資料庫 (DataBase) 是一個極為通俗的名詞,下圖(九)示意圖, 一般人對資料庫的理解是一群資料的集合, 例如: 從事銷售業務的廠商收集客戶的基本資料, 久而久之, 就可以建立龐大的客戶基本資料, 形成客戶資料庫。從查詢的角度來看, 一個完整的資料庫, 必須能從資料庫中迅速查詢到想要的資料, 如果所蒐集的資料沒有經過整理, 則形同垃圾資料查詢不易, 失去了資料庫的功能。 嚴格的說, 擁有豐富的資料並不等於擁有資料庫, 建立資料庫的過程中, 最重要的是資料整理的工作, 能夠把資料整理成具有相同屬性格式的資料庫才是擁有資料庫。

2.功能介紹

隨著全球網際網路的發明與科技的進步和資訊的傳遞，也導致我們所接受的訊息和資料也日益增長，而這些資訊和訊息所累積起來的資料再經過加工和處理就會變成資料庫，而簡單來說就是由巨型龐大的資料所組成的，舉例來說資料庫也可以算是生活上常見的，像是你如果有在 Youtube 建立音樂清單，把喜愛的音樂收集進去，這就叫做音樂資料庫!!而我們在做的也是讓我們病人在復健時所發出的肌肉數值，傳到網頁上收集整理起來，而形成一個復健資料庫。

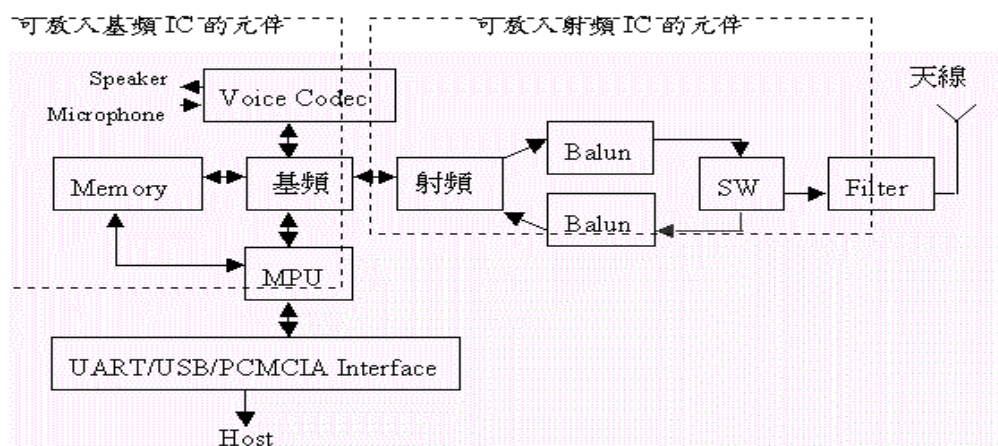


圖(九)、資料庫示意圖

(二)藍芽傳輸研究

1.相關知識

藍牙是一種無線技術標準，用來讓固定與行動裝置，在短距離間交換資料，以形成個人區域網路 (PAN)，可參考圖(十)。其使用短波特高頻 (UHF) 無線電波，經由 2.4 至 2.485GHz 的 ISM 頻段來進行通訊。現在市面上非常流行藍芽(Bluetooth)技術下的電子產品，它使各種數位裝置擺脫了電纜的束縛，而藍芽技術簡單說明就是一種電信、電腦的無線傳輸技術，其傳輸內容可以是資料、聲音。傳輸範圍最遠可達 10 公尺，傳輸量大，並可同時設定加密保護且不受電磁波干擾。



圖(十)藍芽傳輸方塊圖

2. 功能介紹

藍芽技術是新一代無線連結科技[圖(十一)]，也是通行全球的無線連結標準，此種無線傳輸技術是在 1998 年由藍芽特殊利益集團 SIG 所制定之規格，其功用在於使用低成本、低功率的無線電傳輸技術，讓不同產品（例如印表機、PDA，鍵盤、滑鼠、PC、Notebook）透過藍芽傳輸技術，去除令人困擾的傳輸線。

因為我們使用的是 Raspberry Pi3，因此在我們的作品當中，我們使用的是 Pi3 裡面內建的藍芽模組，這也令程式的編輯與整合更為方便。



圖(十一)藍芽控制原理

```

File Edit Format Run Options Windows Help
910209.py - /home/pi

import bluetooth
bd_addr = "30:52:3a:b1:70:35"
port = 2
sock = bluetooth.BluetoothSocket(bluetooth.RFCOMM)
sock.connect((bd_addr, port))

data = ""
while 1:
    try:
        data += sock.recv(1024)
        data_end = data.find("\n")
        if data_end != -1:
            rec = data[:data_end]
            print (data)
            data = data[data_end+1:]
        except KeyboardInterrupt:
            break
sock.close()

```

圖(十二)藍芽程式

(三)步進馬達

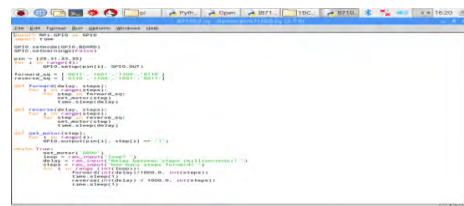
1.相關知識

步進馬達是直流無刷馬達的一種，為具有如齒輪狀突起（小齒）相銜合的定子和轉子，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。圖(十三)

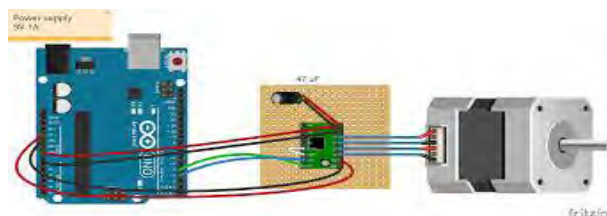
步進馬達的特徵是採用開迴路控制處理[圖(十五)]，不需要運轉量檢知器或編碼器，且因切換電流觸發器的是脈波信號，故不需要位置檢出和速度檢出的回授裝置，所以步進馬達可正確地依比例追隨脈波信號而轉動，因此就能達成精確的位置和速度控制，且穩定性佳。



圖(十三) 步進馬達



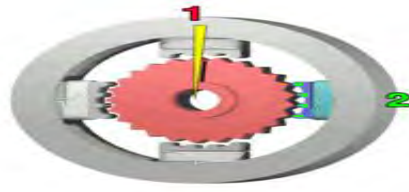
圖(十四)步進馬達程式



圖(十五)步進馬達接線

2.功能介紹

步進馬達是以基本步級角的角度為單位來進行定位的,圖(十六)示意圖。以 5 相步進馬達為例，其基本步級角為 0.72，因此可以將馬達轉 1 圈分為 500 等分（ $=360 \text{ 度} / 0.72$ ），以此方式來細分每次行進量做為定位基準。步進馬達只需要通過脈波信號的操作，即可簡單實現高精度的定位，並使工作物在目標位置高精度地停止。但也因為其精密的特性，可利用在多地地方，因此步進馬達用途十分廣泛，除了工廠內的生產設備外，也常用在半導體、醫療儀器、車站的自動剪票口、提款機等場所。



圖(十六)步進馬達步級角示意圖

(四)App 設計

1.相關知識

Google 公司在西元 2010 年，為了讓更多人在沒有程式基礎的狀況下，開發 Android 裝置應用程式，推出 Google App Inventor for Android 工具軟體，讓使用者可以運用拼圖模式來組合程式語法，進而發展 Android 裝置的應用程式。

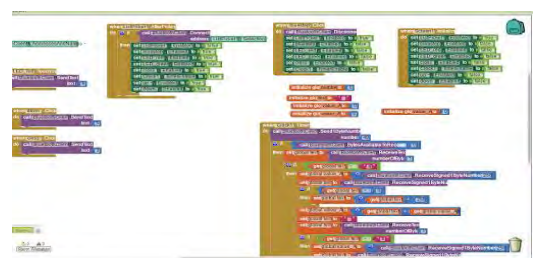
App Inventor 原是 Google 實驗室 (Google Lab) 的一個子計畫，由一群 Google 工程師與勇於挑戰的 Google 使用者共同參與。Google App Inventor 是一個完全線上開發的 Android 程式環境，拋棄複雜的程式碼而使用樂高積木式的堆疊法來完成您的 Android 程式。

2.功能介紹

它可以讓任何熟悉或不熟悉程序設計的人來創造基於 Android 作業系統的應用軟體。它使用圖形化界面，非常類似於 Scratch 語言和 StarLogo TNG 用戶介面。這樣用戶可以施放圖形對象來創造一個運行在安卓系統上的應用，它就可以在許多手機設備上運行。圖(十七十八)



圖(十七)App 控制介面



圖(十八)App 程式設計

(五)肌肉感測器

1.相關知識

肌肉感測器是一個肌肉的傳感器晶片，它可以透過貼片偵測肌肉上電位差來判斷你動了哪個肌肉以及用力的程度，並進而發出電子訊號控制設備，這個晶片可以應用在許許多多的發明上，一用力，他就會感應到訊號而發動。圖(十九)男女肌肉數值比對圖

肌肉量測試數值	男性	女性
7~12 歲	321	264
12~18 歲	573	431
19~40 歲	672	564
41~60 歲	591	513
61↑歲	414	321

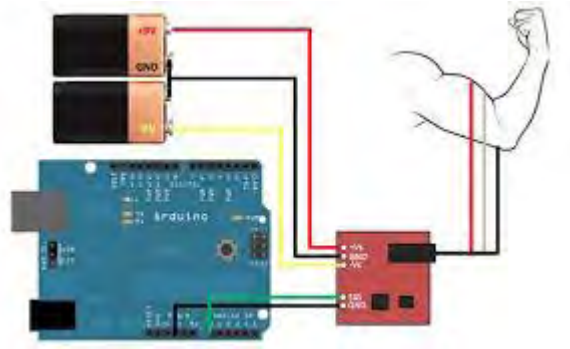
圖(十九)平均肌肉數值

2.功能介紹

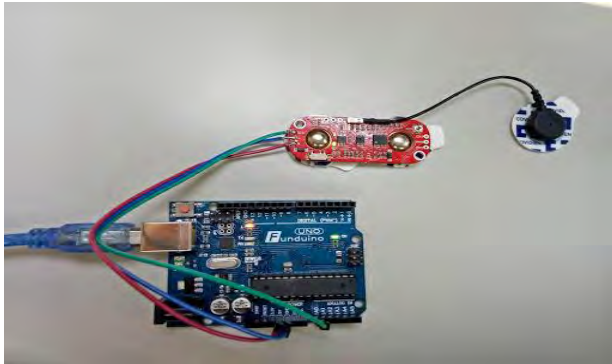
通過肌肉感測器可以測量肌肉的電訊號活動，在過去實驗一般稱之為肌電儀器(EMG)。當大腦下指令告訴你的肌肉收縮，將發送一個傳遞路徑提醒肌肉開始徵招肌肉運動單元(肌束纖維使肌肉產生力量)。當肌肉越用力，產生越多的肌肉運動單元來招募更大的肌肉力量。當招募越多的肌肉單元數目，將會產生更多的肌肉電位改變。肌肉感測器會分析此電訊號並輸出訊號來表示肌肉如何用力。詳情圖(20)(21)(22)(23)



圖(二十)肌肉感測器



圖(二十一)肌肉感測器電路圖



圖(二十二)感測器接線圖



圖(二十三)肌肉感測器程式

伍、研究結果

一、藍芽控制馬達

(一)、作品功用

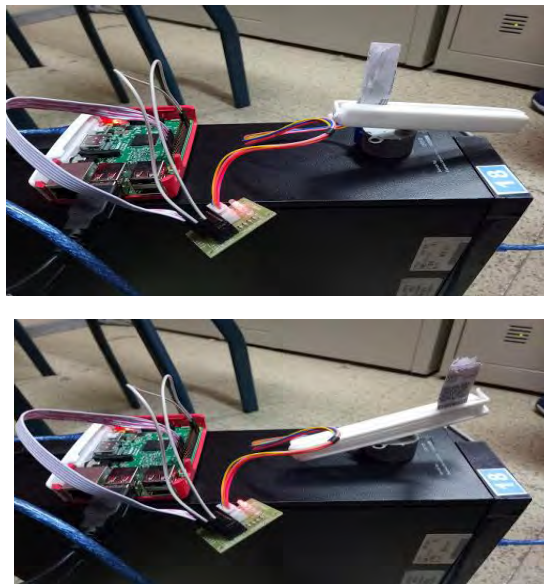
利用手機 APP 設定馬達運作的次數、角度、快慢,圖(二十四), 透過藍芽模組將所設定的數據傳送到到數莓派上控制馬達轉動。

(二)、操作方式

手機 APP 與藍芽接通之後[圖(24)(25)], 設定需要的速度、次數、角度, 藍芽就會將設定的數據傳到樹莓派上, 樹莓派收到數據後就會命令馬達動作。



圖(二十四)APP 設定



圖(二十五)馬達運轉過程

(三)、實驗結果:

步進馬達程式裡預設的數值分為角度、次數和速度,可參考下圖(26),角度的計算數值為 0~500, 0 所對應到的角度為 0 度, 122 所對應到的角度是 90 度, 所以當手機輸入角度數值 122 時他就會轉 90 度, 以此類推; 速度則是他轉動的 delay 時間, 當我們設的數值愈小, 代表它移動一個齒輪所要停頓的時間就愈小, 換言之就是轉得愈快; 次數就是指他的迴圈(loop)數, 來回轉動一次稱為一個迴圈, 也就是做一次的復健, 故我們設定的 loop 數越多就做越多下。

角度	類比計算值
0°	0
45°	61
90°	122
180°	250
240°	333
300°	416
360°	500

圖(二十六)馬達角度對照圖

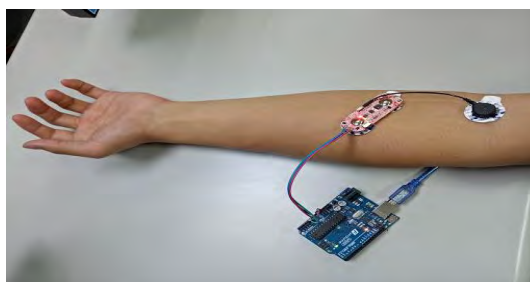
二、肌肉感測器顯示

(一)、作品功用

當我們的手部肌肉用力時，肌肉感測器會將分別傳到 APP 和雲端，以便我們知道今天復健的狀況和進步的程度，當我們回診時，復健師也能從雲端獲取最近的復健紀錄。

(二)、操作方式

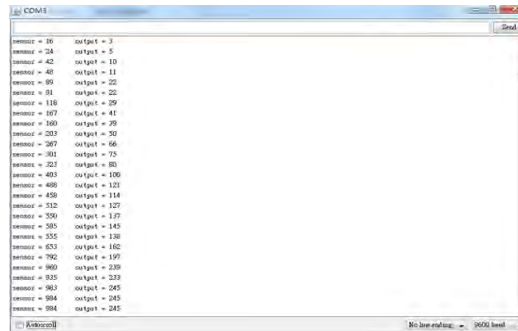
肌肉用力時，感測器接感測到一串數據會傳至藍芽，藍芽就會將數據傳到 APP，另外同步上傳雲端。



圖(二十七)肌肉放鬆時



圖(二十八)肌肉用力時



圖(二十九)肌肉感測器數值

(三)、實驗結果

正常來說肌肉感測器感測到的數值有分前臂跟手臂，前臂的數值為 0~255，手臂則為 0~1023，正常人的前臂肌肉力量大約為 150~220 左右，手臂則約為 600~700。而癱瘓的病人由於肌肉力量較為薄弱，故他們的肌肉數值會遠低於正常值，前臂大約為 24~83，手臂則為 215~436 左右。當復健結束後，數據會全數上傳雲端並在雲端做成折線圖來做總結，參考下圖(三十)。



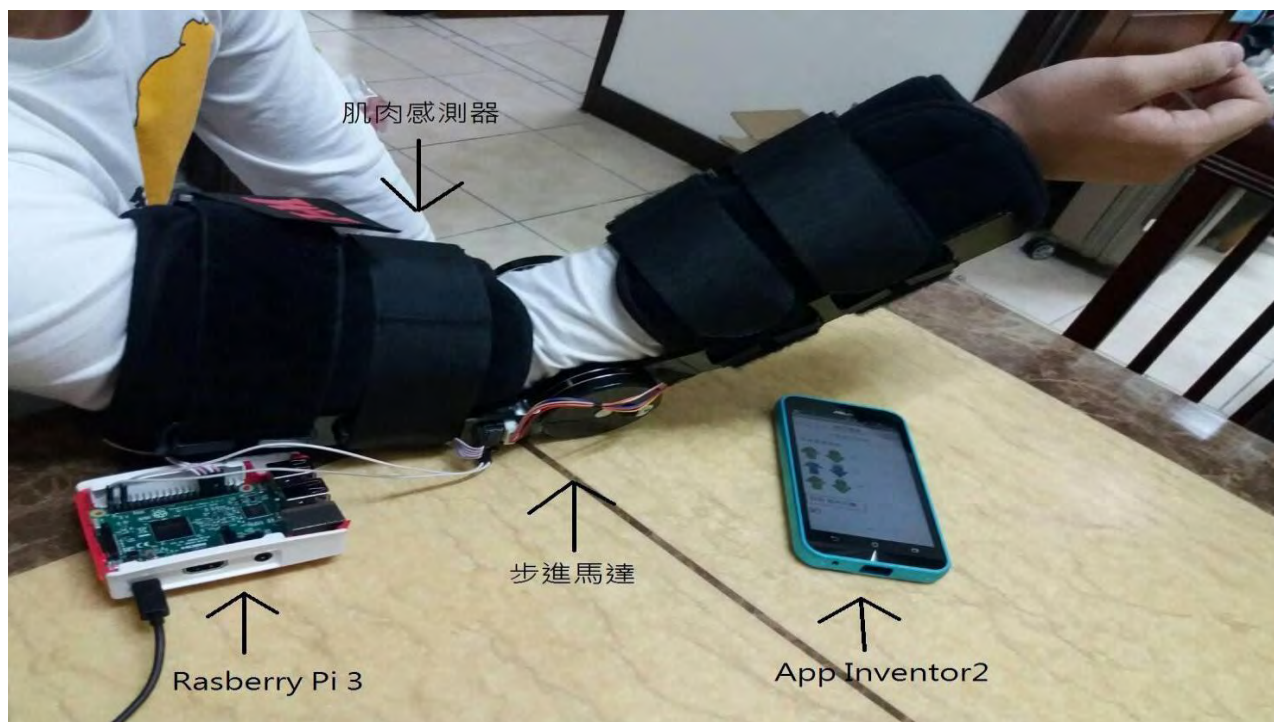
圖(三十)肌肉數值回傳電腦折線圖

三、作品功用

我們利用手機 APP 來操控束套上的馬達轉動，透過設定復健次數、角度和速度來做精確的控制，復健完成後肌肉力量感測器就會將今天的成果呈現在 APP 上以便我們確認進步的程度。此外，由於考量到時代的變遷以及科技的進步，我們想到利用「數據庫」來做為成果的記錄及檢閱。

現在是一個物聯網的時代，很多數據都能藉由雲端或是網際網路做連接，所以我們會把每天復健的成果上傳雲端，當我們要復健回診時，復健師就能透過雲端數據得知這些日子的復健成果了！

四、作品完成圖



陸、討論

一、肘關節束套使用的材料？

解決方法:經過與老師的討論，老師建議我們使用 3D 列印來做成束套的主要手臂位置，且使用 PLA 線材，因為其特性非常輕及堅固，足以支撐手臂動作。

二、要用怎樣的馬達才能達到精確的控制而且夠力？

解決方法:我們選用步進馬達來做精確的控制，因為不盡馬的是 P 用小齒輪一格一格的去控制，所以可以做到比較精確的控制，並且我們使用伏特數較大的馬達。

三、要如何將數據資料上傳雲端？

解決方法:使用來將數據傳至雲端的 Google 試算表做成折線圖。

四、做復健手部專題時在想要做哪個位置，是要做手指頭關節還是手肘關節呢？

解決方法:經過與老師和隊友的協調溝通，我們當初是覺得說手關節的會比小應該會比較好放起他零件，但應為人的手指關節結構比較複雜，所以就選擇手肘應為他只需要讓前面的手帶動起來所以只需要做一個軸心讓它帶動。

柒、結論

有鑑於近幾年老人中風的事件以及車禍等重大事故，對人們造成的影響是越來越大，其中癱瘓就是一個主要影響，尤其是中風，這種疾病通常好發於 65 歲以上的老人家，甚至我們自家長輩就是中風的患者之一，因此我們想要做到的目標就是在這樣的結果發生時做最大的挽救，讓長輩們或是意外事故的親人能在經過有效的復健之後得到改善。我們的馬達可以將復健的效率提高以及降低親人的負擔；肌肉感測器可以讓使用者以及家人明確知道自己今天的復健成果，而不是憑著自己模模糊糊地感覺；透過藍芽模組及 Raspberry 可以將我們的數據做儲存，並在雲端上面製成折線圖，讓我們更清楚的看到自己的復健情況，也提供了復健師一個明確的成效展示，以利他做修正。

在製作專題的過程中，提供了我們很多學習的機會，除了能夠將課堂上的所學知識做一個彙整及利用之外，最重要的還是從中學習到了團隊的配合及默契，讓我們從一開始的懵懂無知，到後來慢慢結合自己的專長，並且一起有了知識上的交流與討論，共同完成這項專題，其中的成就感不言而喻！這在我們高中三年的生涯中，更是一段不可抹滅的獨特回憶。

捌、參考資料及其他

1.肌電感測的應用，2016 年 9 月 23 日，出自：

http://miscp3.cnu.edu.tw/myblog/blogMessage.aspx?blog_id=272

2.藍牙模組補充說明(四):無線連結兩個 Arduino 控制板，2017 年 2 月 9 日，出自：

<http://swf.com.tw/?p=750>

3.藍牙-維基百科，自由的百科全書 – Wikipedia，2016 年 12 月 17 日，出自：

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/藍牙>

4.樹莓派 RASPBERRY PI 控制步進馬達，2016 年 8 月 7 日，出自

<http://hophd.com/raspberry-pi-stepper-motor-control/>

5.AppInventor 中文學習網，2016 年 4 月 5 日，出自:

<http://www.appinventor.tw/>

6.3D 列印(printing)甚麼是 3D 列印?，2016 年 9 月 23 日，出自

[http://moreclean.pixnet.net/blog/post/131336627-E380903dE58897E58DB0\(printing\)E38091E4BB80E9BA BCE698AF3d-E58897E58DB0EFBC9F](http://moreclean.pixnet.net/blog/post/131336627-E380903dE58897E58DB0(printing)E38091E4BB80E9BA BCE698AF3d-E58897E58DB0EFBC9F)

7.步進馬達:2016 年 10 月 3 日，出

自:<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%AD%A5%E9%80%B2%E9%A6%AC%E9%81%94>

8.SketchUP 實戰演練:最簡單的 3D 繪圖法,進階應用篇(2014)，易習圖書，梁景華著，
2016 年 12 月 20 日

9.RaspBerry pi。維基百科:，2016 年 8 月 30 日，出自:<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%A0%91%E8%8E%93%E6%B4%BE>

10.Raspberry Pi Python 編程入門(2014)，科學，Dr. Simon Monk 普雷斯頓，2016 年 9 月
5 日

11.App Inventor2 初學特訓班(2016)，碁峰，文淵閣工作室著，2016 年 9 月 20 日

12.給邪惡天才的 30 個 Arduino 專題(2014)，馥林文化，西蒙·孟克著，2016 年 7 月 5 日

13.電工機械 1(2016)，科友圖書，楊德明、陳伯爵，2016 年 10 月 13 日

14.圖(一)新聞實例，2017 年 2 月 15 日，出自

<https://i.ytimg.com/vi/bzRVHocfIYk/maxresdefault.jpg>

15.圖(3)、(4)資料庫示意圖，2017 年 2 月 15 日，出自：

http://imil.au.edu.tw/~hsichcl/Excel/Unit6/excel6_1_1.files/image004.gif

http://www.codedata.com.tw/wp-content/uploads/2013/12/mysql_02_snap_05.png

【評語】 052312

主要研究智慧肘關節束套，應用 Raspberry Pi 3 控制器、步進馬達、肌肉感測器、藍芽傳輸等元件技術來發展，並撰寫手機 APP 來控制，是非常好的構想，符合現階段科技發展趨勢，且有實用價值。系統可再精進，使其更具實用性。

作品海報

壹、研究動機

早期醫療復健機構所使用的患者進行機械性復健裝置大都以簡單的機構讓患者進行機械性復健的動作，但復健是一個漫長且枯燥又重複的過程，這些傳統復健器材無法提供無聊的資訊為復健成效做評估，因此往往會讓復健者失去信心而放棄，但是很多的類型傷害經過有效的復健是能夠痊癒的，而近期國內也在開始研發了專門復健中風手指關節處，所以我們才想試試看制作出專門復健在手肘關節處的作品以此改革復健的印象，讓復健可以變得更科技化和創新以讓患者的復健更有效率也不忘記。

貳、研究目的

一般的肘關節束套，在復健時其實是需要另一個人來幫助患者做伸張、屈曲的動作的，所以就造成「一人受傷，兩人復健」的狀況。因此我們就想製作此專題，以達到「一人復健」的成果。我們利用手機APP結合藍芽傳訊來控制樹莓派，只要透過簡單的操作，設定復健次數、角度和速度，就能操控束套上的馬達轉動。而在復健過程中，肌肉感測器會感測肌肉施力時的用力程度，並將數據呈現在APP上，以便我們確認進步的程度。此外，我們還會將每天復健時的數據上傳到雲端資料庫，方便我們、復健師或是醫師來做檢閱及評估。



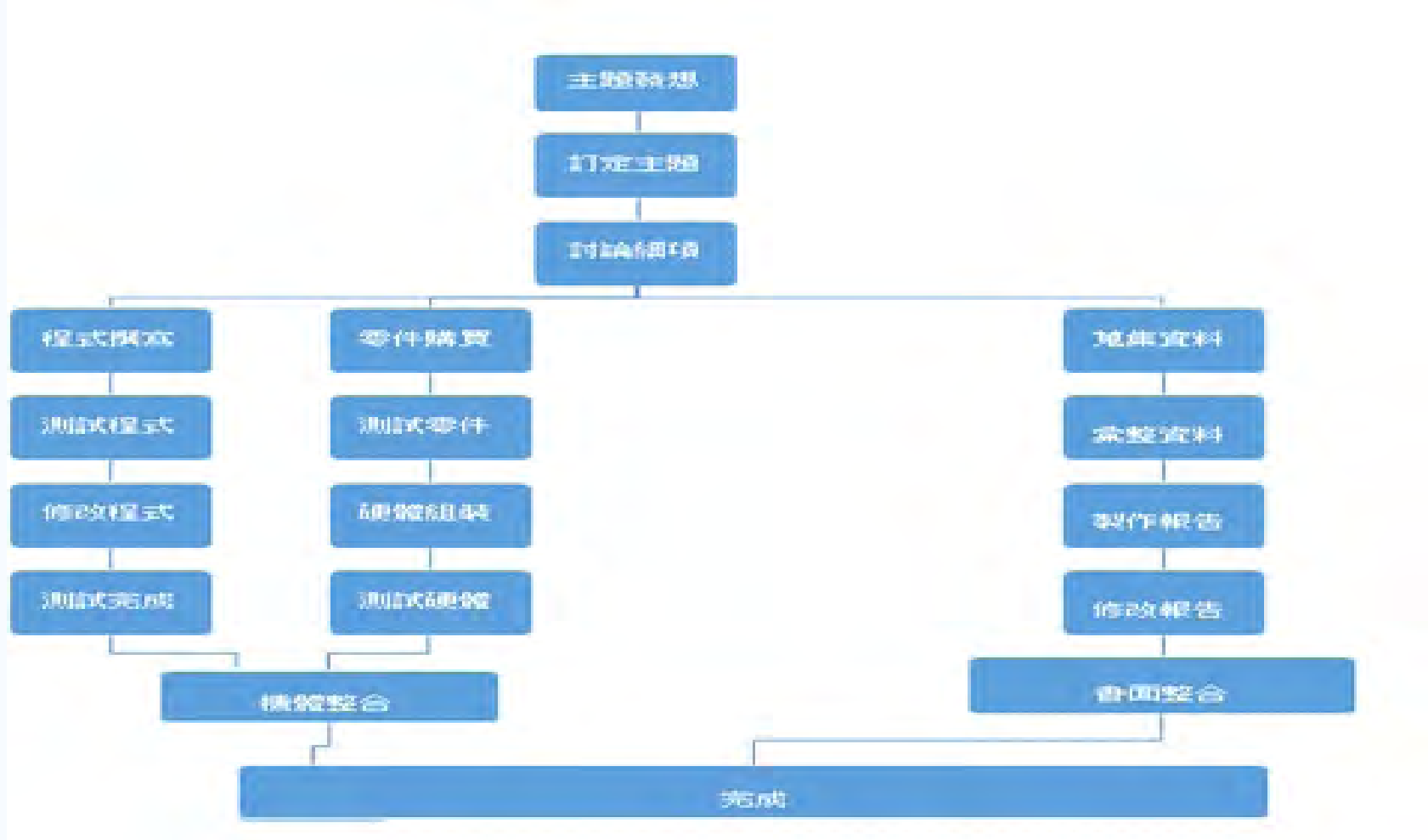
圖(一)新聞實例



圖(二)曲屈、伸展示例

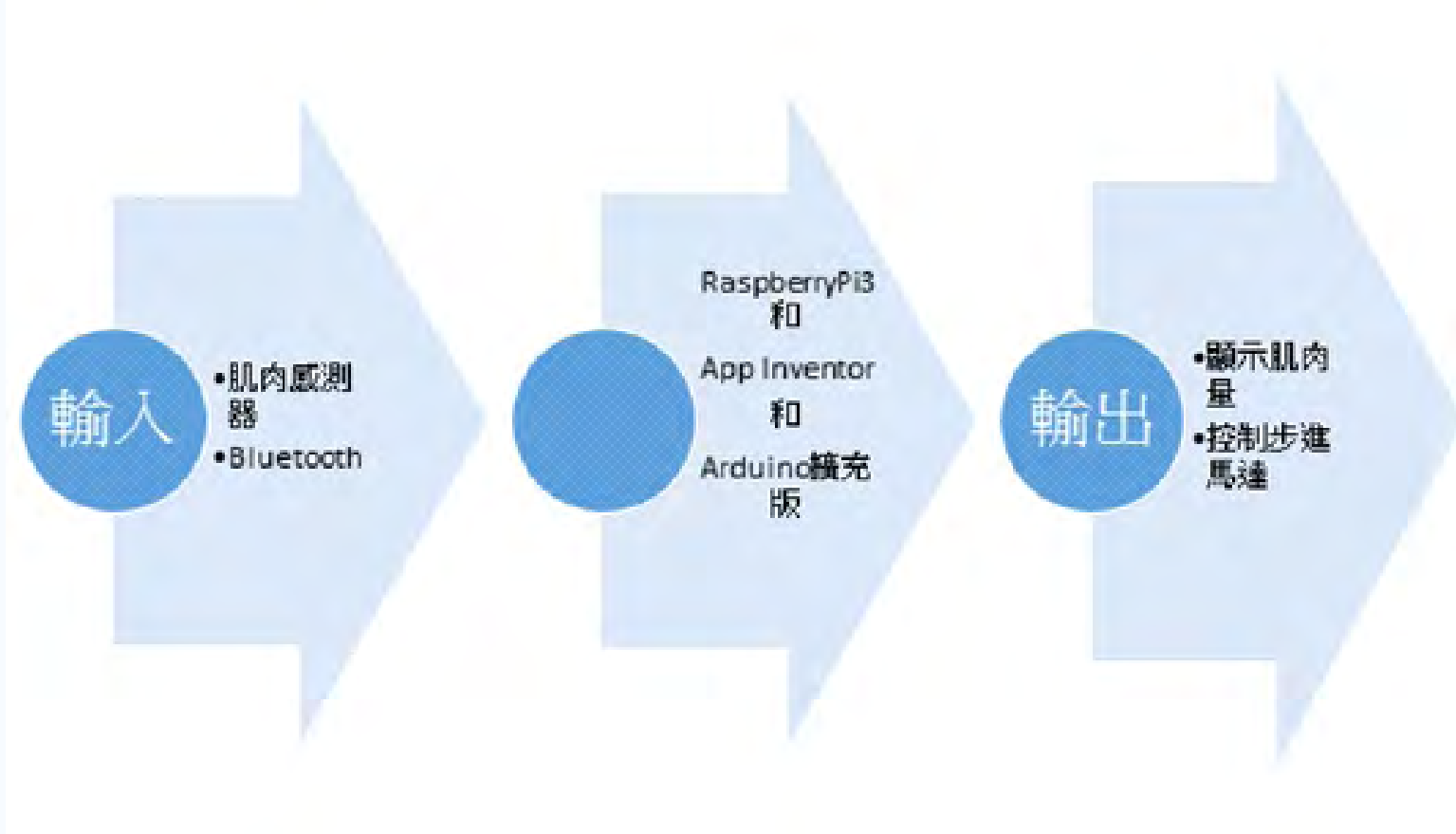
肆、研究過程或方法

下圖(一)是我們的研究方法，首先是做專題的討論，我們在這個方面做了比較多的討論，因為我們選擇的控制器是樹莓派，因此在思考要如何呈現作品時作了比較多的調整，再來就是分工買材料及手臂的3D列印繪製，當材料購齊後再做程式的編輯，並且等待整個束套印好，最後就能做硬體的組裝及修改，完成本作品。



圖(三)系統架構圖

下圖()為我們的整個控制流程，其中包含了控制元件、感測元件、控制中心及動作元件。首先是用自製APP及藍芽模組下指令給Raspberry使其控制馬達運作，使肘關節束套能夠在不需要輔助者長期陪伴的情況下自主運作，再來肌肉感測器就會開始接收肌肉用力的數值且顯示在APP上，使我們能夠得知目前肌肉施力的狀況，另外還會將數據傳至Raspberry作紀錄，當整個復健結束時，Raspberry會將整個成果上傳雲端資料庫並自動整理成折線圖來呈現，以利他人檢閱。



圖(四)控制流程圖

參、研究設備及器材

使用設備	規格	數量
設備		
1. 個人電腦	I3-4160 RAM 4GB	1
2. Raspberry Pi 3	1GB B 型	1
3. 3D 列印機器	TreeMaker NO2	1
4. 調整式肘關節束套	OH-201	1
器具		
1. 排針	電子用	13
2. 吸錫器	電機用	1
3. 斜口鉗	電機用	1
4. 尖嘴鉗	電機用	1
5. 烙鐵架	電機用	1
6. 剝線器	電子用	1
7. 綁帶	電機用	4
8. 焊錫(捲)	電子用	1
9. 烙鐵	電子用	1
10. 電工膠帶	電子用	1
11. PLA 3D 列印線材(捆)	電子用	1

伍、作品功能說明

一、Raspberry Pi 3



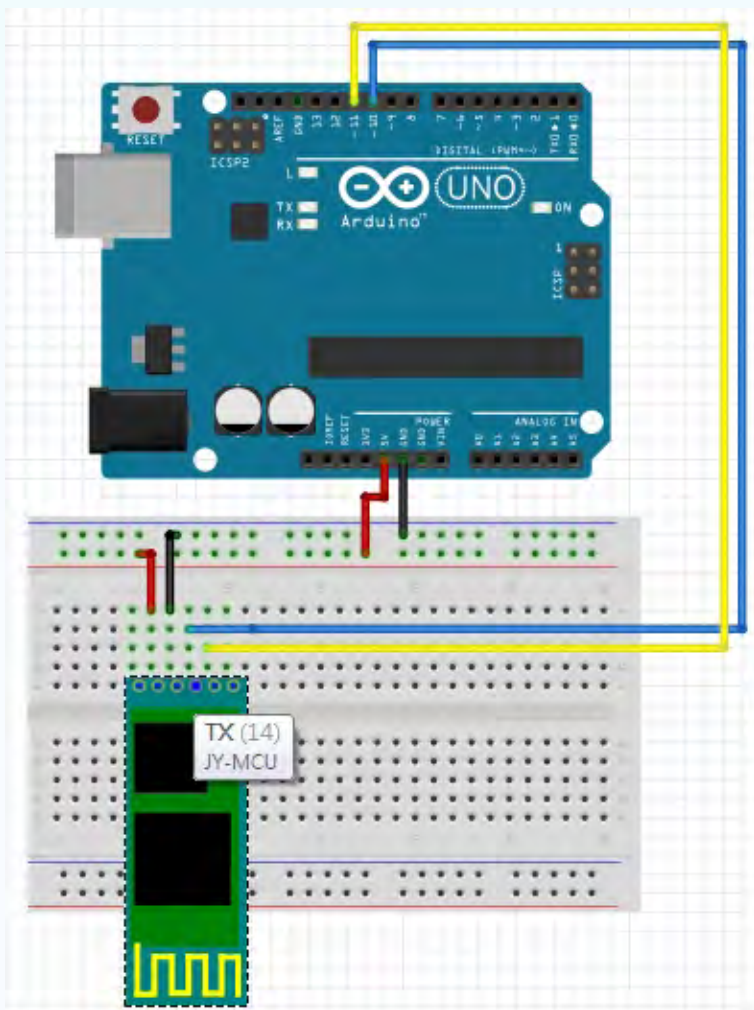
圖(四)樹莓派示意圖

樹莓派（英語：Raspberry Pi），是一款基於Linux的單板機電腦。配備一枚博通（Broadcom）出產的ARM架構700MHz BCM2835處理器，256MB記憶體（B型已升級到512MB記憶體），使用SD卡當作儲存媒體，且擁有一個Ethernet、兩個USB介面、以及HDMI（支援聲音輸出）和RCA端子輸出支援。樹莓派只有一張信用卡大小，體積大概是一個火柴盒大小，可以執行像《雷神之鎚III競技場》的遊戲和進行1080p影片的播放。操作系統採用開源的Linux系統如Debian、ArchLinux，自帶的Iceweasel、KOffice等軟體，能夠滿足基本的網路瀏覽、文字處理以及電腦學習的需要。分A、B兩種型號。

二、藍芽模組



圖(五) 藍芽模組



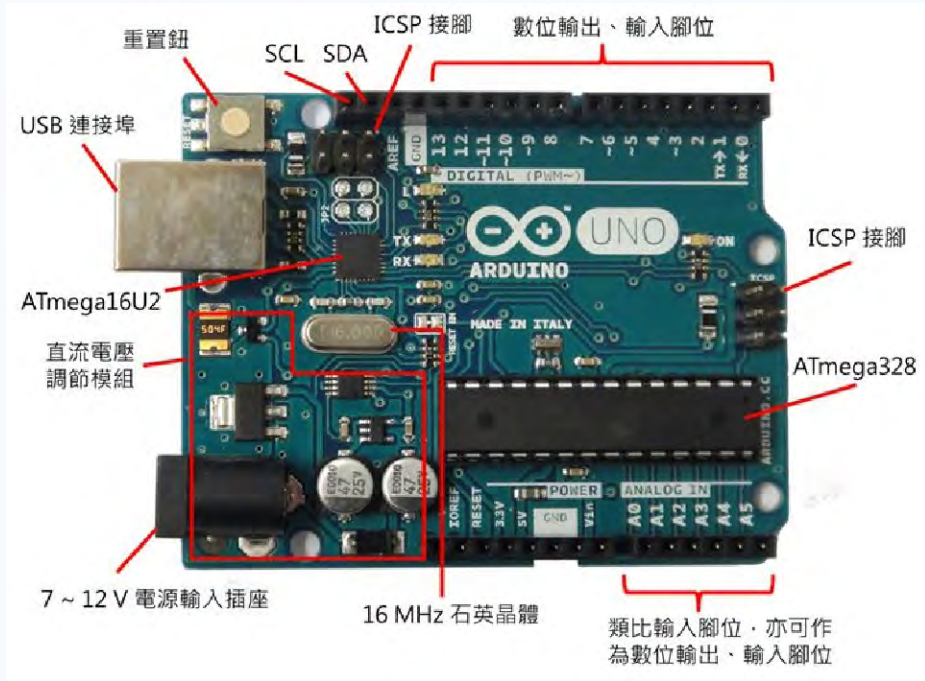
圖(六)藍芽電路

藍牙是一種無線技術標準，用來讓固定與行動裝置，在短距離間交換資料，以形成個人區域網路（PAN）。其使用短波特高頻（UHF）無線電波，經由2.4至2.485GHz的ISM頻段來進行通訊。現在市面上非常流行藍芽(Bluetooth)技術下的電子產品，它使各種數位裝置擺脫了電纜的束縛，而藍芽技術簡單說明就是一種電信、電腦的無線傳輸技術，其傳輸內容可以是資料、聲音。傳輸範圍最遠可達10公尺，傳輸量大，並可同時設定加密保護且不受電磁波干擾。藍牙技術目前由藍牙技術聯盟（SIG）來負責維護其技術標準。截至年為止，SIG已擁有超過20,000間公司成員，其成員的領域分布在電信、電腦、網路與消費性電子產品上。

三、Arduino 微控制器



圖(七)Arduino微控制器



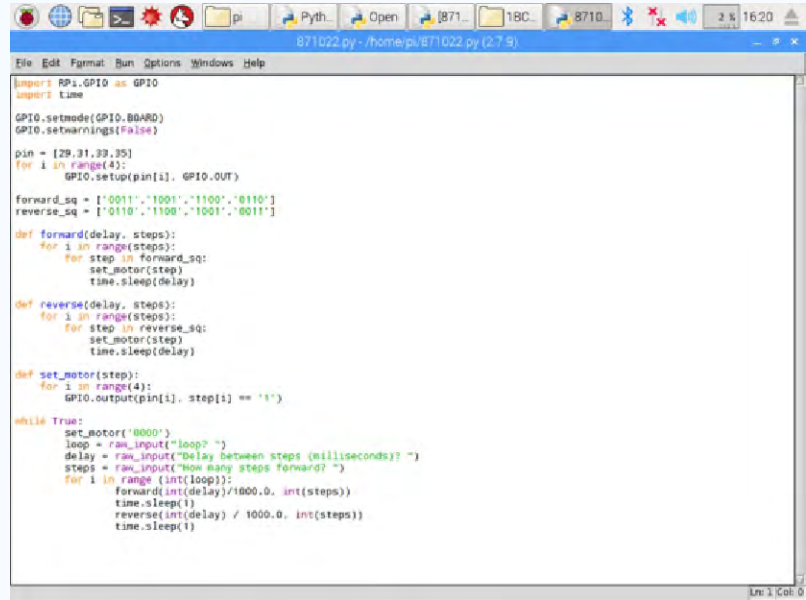
圖(八)內部結構

Arduino，是一個開放原始碼的單晶片微控制器，它使用了Atmel AVR單片機，採用了開放原始碼的軟硬體平台，建構於簡易輸出/輸入（simple I/O）介面，並且具有使用類似Java、C語言的Processing/Wiring開發環境。Arduino Uno是最新的Arduino產品系列，它與之前的Arduino板最大的不同在於它不是使用FTDI USB-to-serial串列驅動器晶片，而是採用Atmega8U2晶片進行USB到串列資料的轉換。目前Arduino Uno已成為Arduino主推的產品，相信各位都在網路上購買的和所看到的，大部分都是這個Arduino Uno版子。

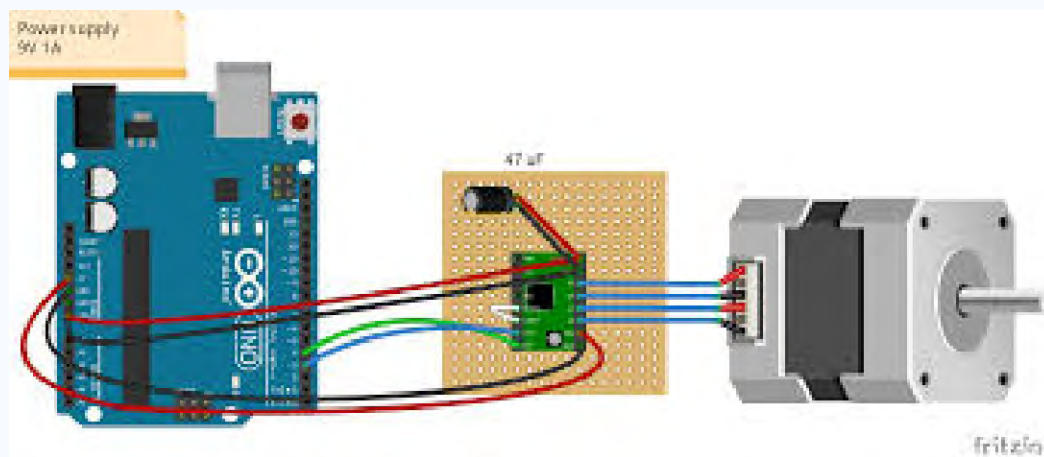
四、步進馬達



圖(九)步進馬達



圖(十)步進馬達程式



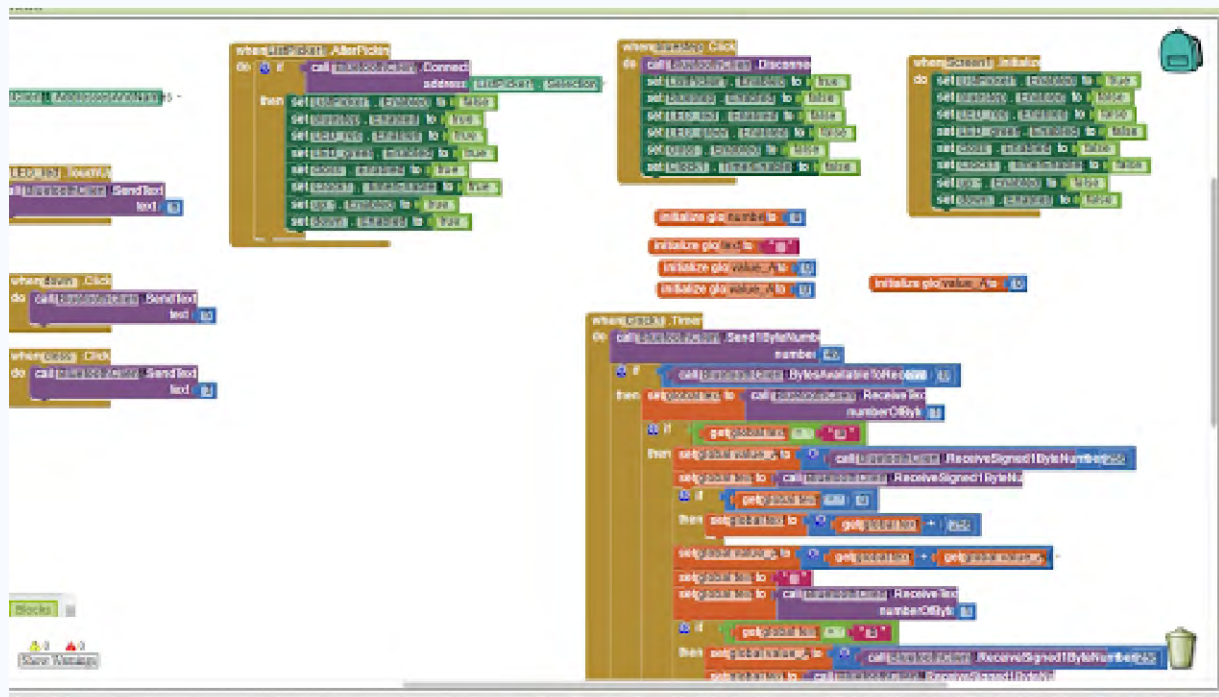
圖(十一)步進馬達接線

步進馬達是直流無刷馬達的一種，為具有如齒輪狀突起（小齒）相契合的定子和轉子，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。步進馬達的特徵是採用開迴路控制處理，不需要運轉量檢知器或編碼器，且因切換電流觸發器的是脈波信號，故不需要位置檢出和速度檢出的回授裝置，所以步進馬達可正確地依比例追隨脈波信號而轉動，因此就能達成精確的位置和速度控制，且穩定性佳。

五、App Inventor 2

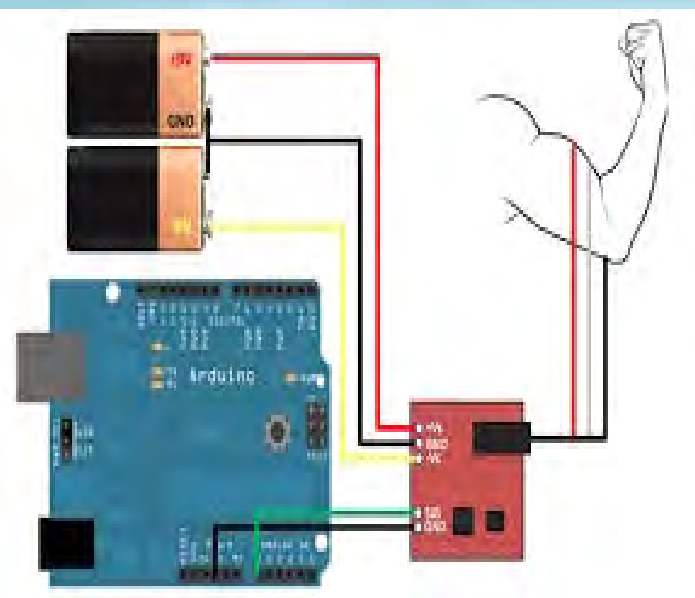


圖(十二)App控制介面



圖(十三)App程式設計

六、肌肉感測器



圖(十四)肌肉感測器電路圖



圖(十五)肌肉感測器程式

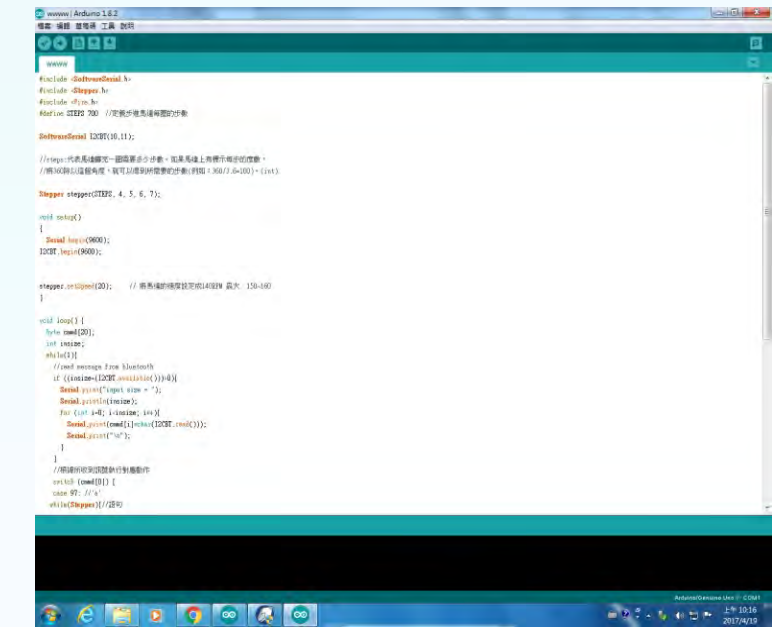
通過肌肉感測器可以測量肌肉的電訊號活動，在過去實驗一般稱之為肌電儀器(EMG)。當大腦下指令告訴你的肌肉收縮，將發送一個傳遞路徑提醒肌肉開始徵招肌肉運動單元（肌束纖維使肌肉產生力量）。當肌肉越用力，產生越多的肌肉運動單元來招募更大的肌肉力量。當招募越多的肌肉單元數目，將會產生更多的肌肉電位改變。肌肉感測器會分析此電訊號並輸出訊號來表示肌肉如何用力。

陸、研究結果

一、藍芽控制步進馬達



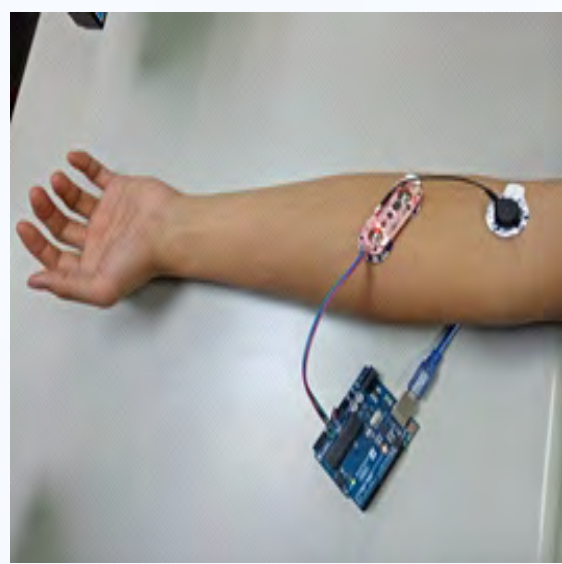
圖(十六)步進馬達測試



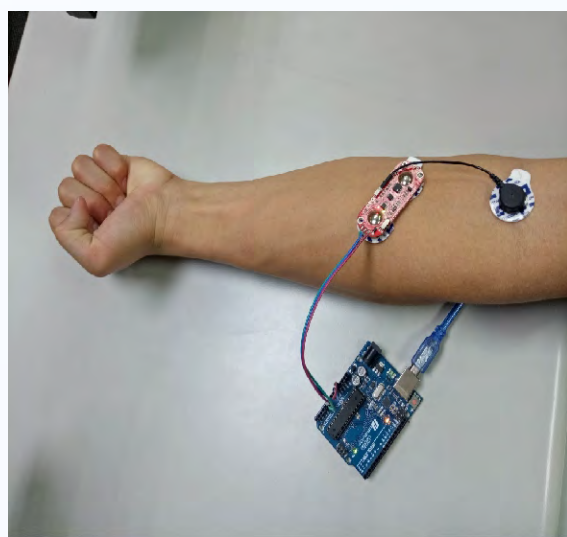
圖(十七)步進馬達程式

步進馬達程式裡預設的數值分為角度、次數和速度，角度的計算數值為0~500，0所對應到的角度為0度，122所對應到的角度是90度，所以當手機輸入角度數值122時他就會轉90度，以此類推；速度則是他轉動的delay時間，當我們設的數值愈小，代表它移動一個齒輪所要停頓的時間就愈小，換言之就是轉得愈快；次數就是指他的迴圈(loop)數，來回轉動一次稱為一個迴圈，也就是做一次的復健，故我們設定的loop數越多就做越多下。

二、肌肉感測器數值顯示

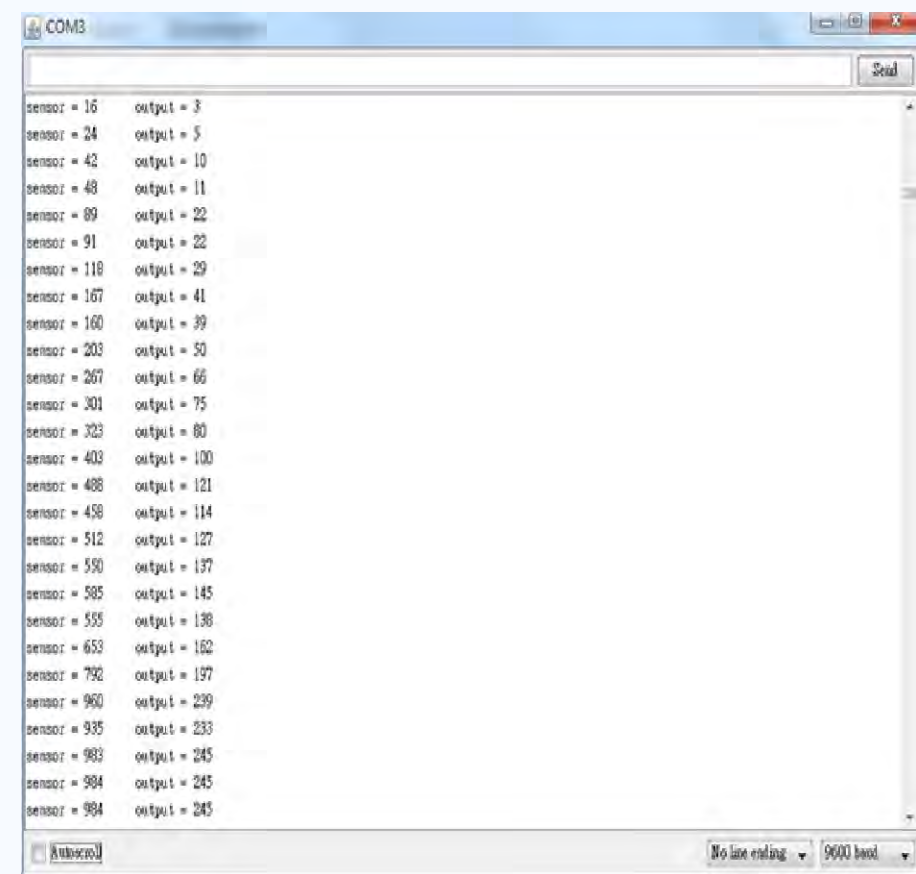


圖(十八)肌肉放鬆時

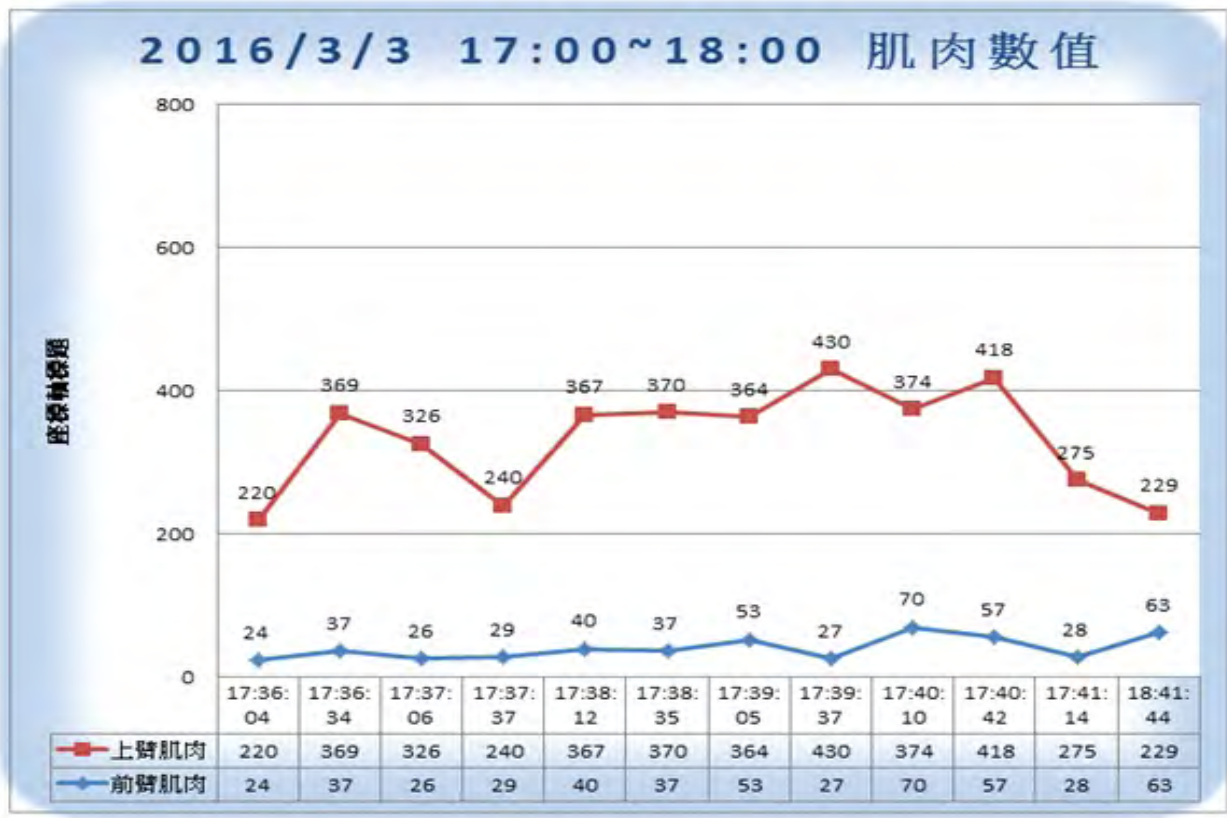


圖(十九)肌肉用力時

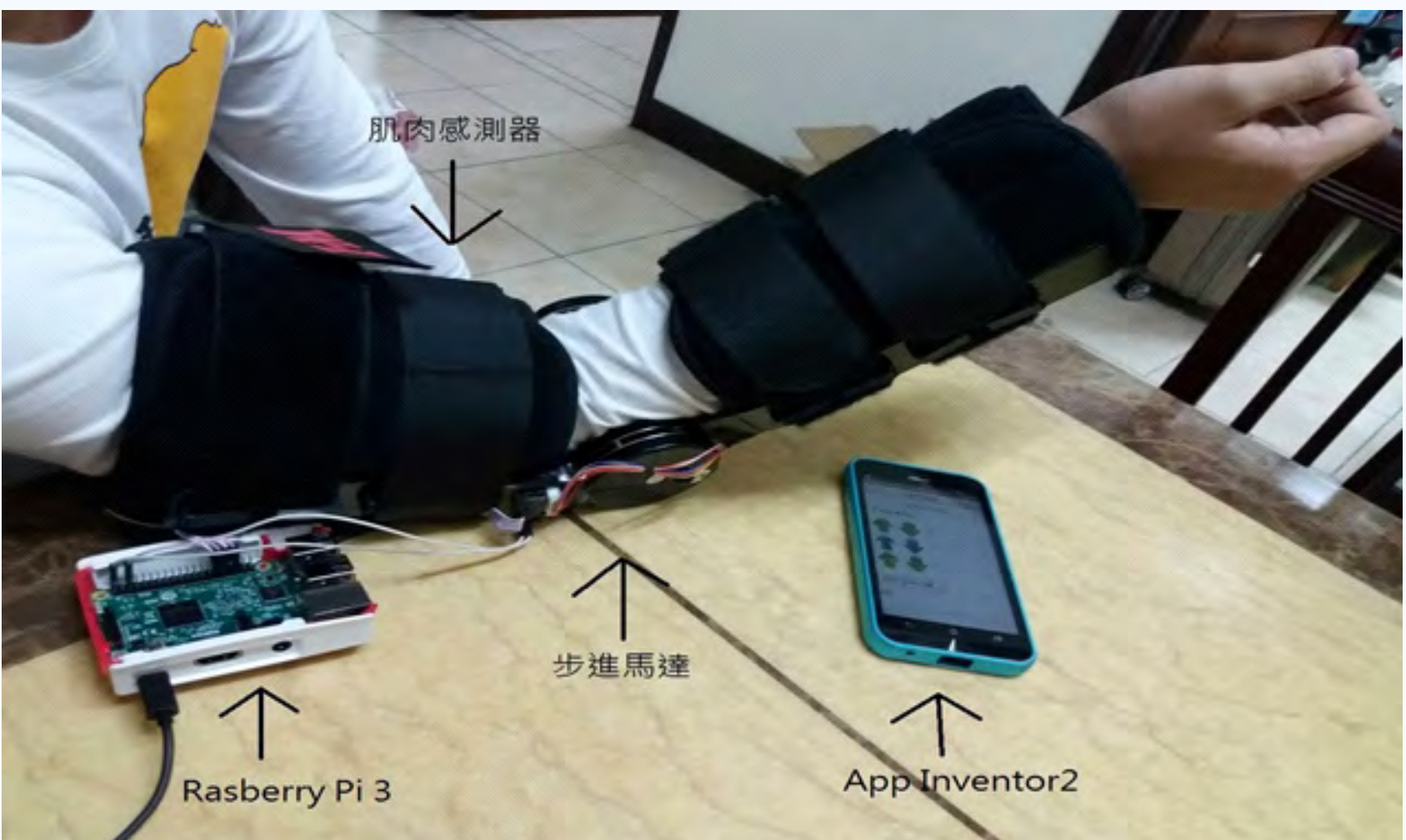
正常來說肌肉感測器感測到的數值有分前臂跟上臂，前臂的數值為0~255，上臂則為0~1023，正常人的前臂肌肉力量大約為150~220左右，上臂則約為600~700。而癱瘓的病人由於肌肉力量較為薄弱，故他們的肌肉數值會遠低於正常值，前臂大約為24~83，上臂則為215~~436左右。當復健結束後，數據會全數上傳雲端並在雲端做成折線圖來做總結。



圖(二十)肌肉感測器數值



圖(二十)雲端折線圖



圖(二十一)成品圖

柒、討論

一、肘關節束套使用的材料？

解決方法:經過與老師的討論，老師建議我們使用3D列印來做成束套的主要手臂位置，且使用PLA線材，因為其特性非常輕及堅固，足以支撐手臂動作。

二、要用怎樣的馬達才能達到精確的控制而且夠力？

解決方法:我們選用步進馬達來做精確的控制，因為不盡馬的是P用小齒輪一格一格的去控制，所以可以做到比較精確的控制，並且我們使用伏特數較大的馬達。

三、要如何將數據資料上傳雲端？

解決方法:使用來將數據傳至雲端的Google試算表做成折線圖。

四、做復健手部專題時在想要做哪個位置，是要做手指頭關節還是手肘關節呢？

解決方法:經過與老師和隊友的協調溝通，我們當初是覺得說手關節的會比小應該會比較好放起他零件，但應為人的手指關節結構比較複雜，所以就選擇手肘應為他只需要讓前面的手帶動起來所以只需要做一個軸心讓它帶動。

捌、結論

有鑑於近幾年老人中風的事件以及車禍等重大事故，對人們造成的影響是越來越大，其中癱瘓就是一個主要影響，尤其是中風，這種疾病通常好發於65歲以上的老人家，甚至我們自家長輩就是中風的患者之一，因此我們想要做到的目標就是在這樣的結果發生時做最大的挽救，讓長輩們或是意外事故的親人能在經過有效的復健之後得到改善。

在製作專題的過程中，提供了我們很多學習的機會，除了能夠將課堂上的所學知識做一個彙整及利用之外，最重要的還是從中學習到了團隊的配合及默契，讓我們從一開始的懵懂無知，到後來慢慢結合自己的專長，並且一起有了知識上的交流與討論，共同完成這項專題，其中的成就感不言而喻!這在我們高中三年的生涯中，更是一段不可抹滅的獨特回憶。