

# 中華民國第 55 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

高職組 電子、電機及資訊科

佳作

091001

攜帶式手指復健及肌耐力測試系統

學校名稱：高雄市私立大榮高級中學

作者：  職三 吳昆祐  職一 何福安  職一 鄭百佑	指導老師：  林進雄  楊慶和
---	-----------------------------

關鍵詞：復健球、握力、手指

## 摘 要

傳統手指復健大都採用復健球進行握力復健，其復健結果以時間或次數來進行，無法測試患者每次手指握力的壓力值，無法將數據作分析及比對。因此我們改變傳統手指復健項目，增加五個手指壓力測試、手指曲區張角度測試、手指肌耐力測試，再將其數據以智慧型裝置或平板電腦進行分析，以量化與值化提供給醫生作為診療參考依據。

系統設計以單晶片微電腦為主控制器，應用智慧型手機為測試、資料收集、紀錄分析裝置。復健者手握復健球用力，系統就能透過復健球上方的壓力感測器，測得手指作用力的大小，規律的反覆動作就能進行復健工作。手指曲區張角度測試，設計以電阻式彎取角度感測器，對復健者進行手指彎曲角度測試，將資料顯示於智慧型手機之顯示幕。

## 壹、研究動機：

- 一、一般中風患者或交通事故所造成的手腳無法正常活動者，除醫療外最有效的方法就是自我訓練，以免造成肢體神經萎縮僵硬，造成永久的肢體殘障。因此患者須要透過物理治療，也就是所謂的復健來訓練來恢復肢體功能。
- 二、我們的研究以復健用的握力器為研究主題，在醫院會使用握力器幫助中風患者、車禍及手部受傷患者之復健。但這些患者在使用握力器復健時，通常握力器無法偵測復健者握力的大小或施力點，握力器也不會紀錄復健者每天復健情形，因此復健者無法得知復健成效。
- 三、我們設計在握力器上加裝手指壓力感測器，就能偵測及紀錄使用者手指每點的壓力大小，並以智慧型手機為資料收集，並將壓力值顯示於手機螢光幕。
- 四、『手指的僵硬，手指沒有辦法動』的問題，可能是很簡單的一個問題；但對我們而言確是無比的重要，主要分析復健真正問題，才能得到最佳的復健成效。找真正影響的原因，再依據分析出原因，給予訓練方向，依據訓練方向來設計訓練治療活動，最後在給與建議。

## 貳、研究目的：

- 一、復健是治療方法但總覺得很麻煩的事情，很漫長的工作，如何達到手指的機能改善，最簡單的就是握拳手指用力，其次就是可以把手指打開。
- 二、研究中從普通的握力球得到的一個靈感，手掌用力在握力球上之手指之作用力是不同的，如何將握力器用來測試每一個手指力量，經由握力球將測量的數據傳送至智慧型手機或電腦，只要透過應用程式，就可得到每隻手指壓力。
- 三、改良後的攜帶式手指復健及肌耐力測試系統，患者只要在家中就能進行復健工作，系統會透過智慧型手機將復健資料透過雲端，傳送至醫療院所，因此復健師只要透過智慧型手機或電腦就能追蹤患者復健情形。因此患者也不用每天跑醫院來進行復健。
- 四、復健的方式如果能以互動有趣的方式進行，就能讓復健工作更輕鬆。居家復健不需要昂貴的醫療儀器就能在家中進行復健，也能降低醫療浪費與醫療成本。

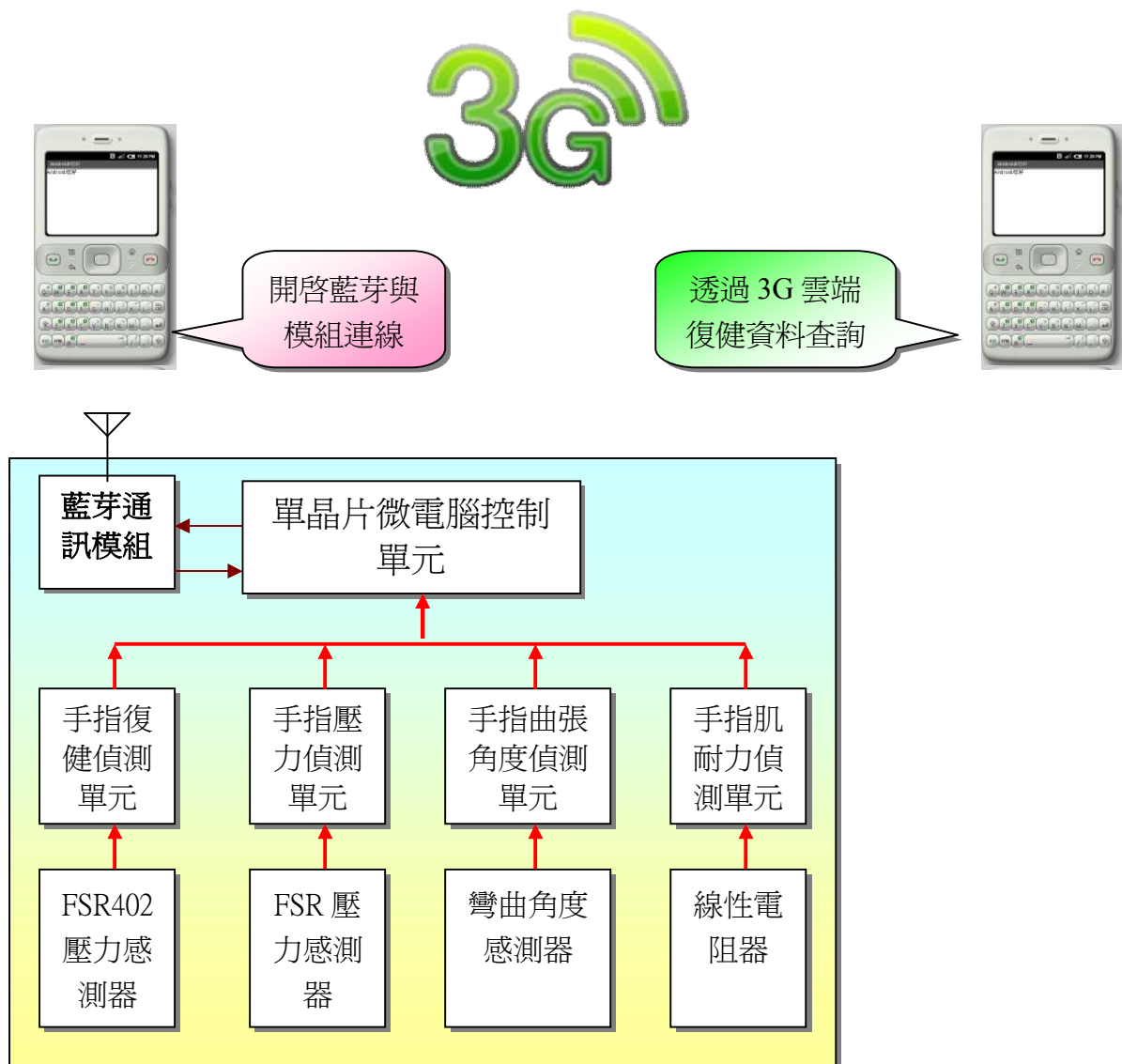
## 參、研究設備及器材：

設備名稱	數量	備註
筆記型電腦	1	系統控制電腦及 APP 程式撰寫
數位雙軌跡示波器(100MHz)	1	波形觀查與信號量測
雙電源直流電壓供應器	1	電路實驗
ArduinoUno 控制板	1	單晶片微電腦硬體電路設計及模擬
積體電路 ATmega328P	1	Arduino 單晶片為系統核心
函數波信號產生器	1	電路實驗所須信號源
數位三用電表	1	電壓量測與電阻量測
麵包板	2	硬體電路實驗為免焊萬用板
智慧型手機	2	Android 作業系統
藍芽通訊模組	1	通訊及資料傳送(鮑率 9600bps)
石英晶體(16MHz)	1	提供單晶片微電腦之工作時脈
FSR404 壓力感測器	4	製作復健球上之壓力感測器
FSR 壓力感測器	10	製作手指壓力偵測用
4.5 彎曲曲率檢知器	10	製作手指彎曲角度偵測用
10k $\Omega$ 線性電阻器	1	製作手指肌耐力之位移偵測用
波段開關(兩組五波段)	1	測試項目選擇鈕及測試燈號顯示
按鈕開關	2	開始及結束
復健球	10	製作手指復健之用
七段顯示器(共陽)	1	顯示測試功能選項
精密電阻器(10k $\Omega$ 、1/4W)	10	感測器電路分壓電阻
電源供應器(+5V/3A)	1	系統電源

## 肆、研究過程或方法：

### 4-1 系統架構方塊圖

攜帶式手指復健及肌耐力測試系統方塊圖，如圖 4-1 所示。攜帶式手指復健及肌耐力測試系統，分別有智慧型裝置、系統控制裝置。智慧型裝置設計以智慧型手機作為人機介面控制器，當復健者完成復健工作，系統控制裝置會將測試者所測試著資訊傳送至雲端資料庫，遠端醫療復健查詢，復健醫生就能透過自己的手機查詢復健者復健結果。系統控制裝置架構設計六個單元，分別為單晶片微電腦控制單元、藍芽通訊模組、手指復健偵測單元、手指壓力偵測單元、手指曲張角度偵測單元、手指肌耐力偵測單元。



### 4-1-1 單晶片微電腦單元

隨著科技的進步，已大幅改善人們的生活品質，全仰賴自動化為核心式微控制器，簡化控制方法，讓軟體開發更簡易，因此系統設計我們選用市面常用的 Arduino 控制器，他是屬於單晶片微電腦系統，單晶片微電腦硬體基本結構圖，如圖 4-2 所示。中央處理單元(CPU)負責算數／邏輯運算、程式提取、執行資料的讀取、儲存以及控制輸出／輸入工作。記憶單元(Memory)，提供程式及資料的儲存。輸入單元(Input)，輸出(Output)負責電腦和外界溝通的管道及介面輸出控制。

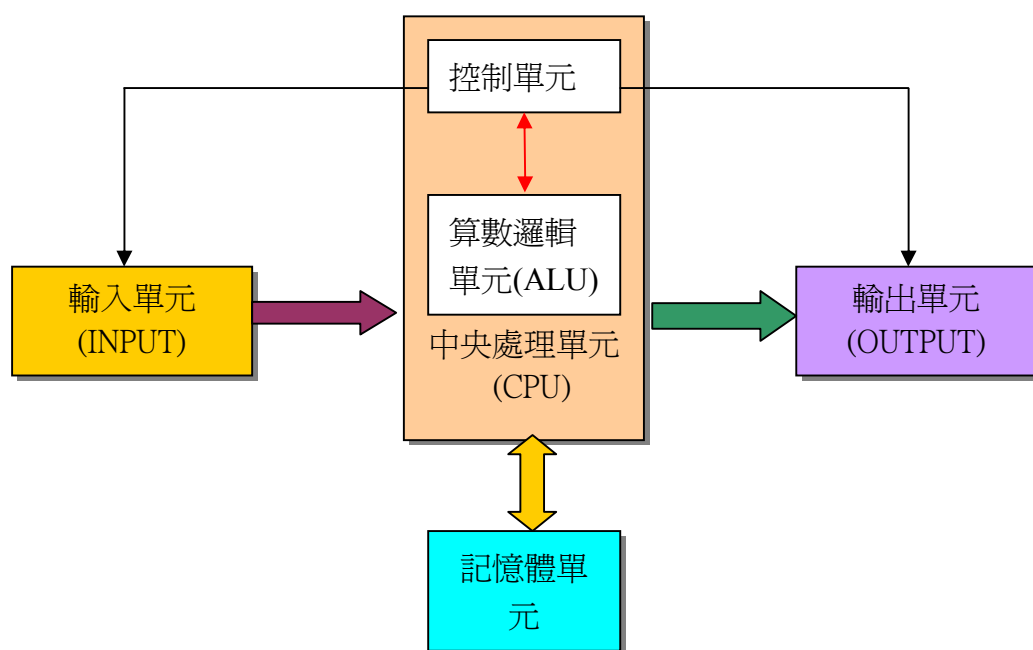


圖 4-2 單晶片微電腦系統硬體基本結構圖

Arduino 單晶片微電腦(Single-chip-microcomputer)就是把電腦的五大基本單元，輸入單元、記憶體單元、算數邏輯單元(ALU)、控制單元、輸出單元，濃縮做在單一 IC 晶片上，因此單晶片微電腦在 RAM，ROM 記憶體及 I/O 埠容量較少，因此單晶片微電腦只能做一些簡單的控制，所以手指復健感測電路我們採用單晶片微電腦作為控制單元。

#### 單晶片微電腦系統：

單晶片微電腦硬體結構：可分成五大單元

- (1)輸入單元(Input Unit,I/O):負責將各種形式的輸入資料或程式,傳送到電腦內部的 CPU 或記憶體。

(2)記憶單元(Memory Unit, MEM)：負責儲存程式資料或運算的結果，依用途可分成 ROM(唯讀記憶體)與 RAM(隨機存取記憶體)。

(3)算數邏輯單元(Arithmetic Logic Unit, ALU)：負責計算比較和判斷等運算。

(4)控制單元(Control Unit)：由記憶體中提取指令，加以解碼並產生控制信號指揮電腦工作。

(5)輸出單元(Output Unit, O/P)：負責輸出電腦運算的結果。

### Arduino Uno 控制器：

Arduino Uno 控制器，如圖 4-3 所示。系統控制裝置我們選用 Arduino Uno 作為系統開發介面，Arduino Uno 微控板採用 ATmega328P 單晶片為核心，該晶片主要提供數位輸出入腳、類比輸出腳、類比輸入信號腳、非同步串列埠 UART 可連接藍芽裝置，符合系統設計及控制。

#### 4-1-2 Arduino 開發環境

Arduino 提供使用者開發平台為，Arduino IDE 提供程式設計、編譯/連結、除錯與燒錄等功能，Arduino IDE 為綠色程式無須安裝，只要上網到官方網站即可下載，並提供繁體中文環境，Arduino IDE 開發環境，如圖 4-4 所示。



資料傳輸方面我們設計以藍芽為傳輸介面，其主要在智慧型裝置上都可藍芽裝置，因此系統裝置將所偵測的訊號即可透過藍芽傳送。藍芽技術 (Blue Tooth) 是新一代無線連結科技，也是通行全球的無線連結標準，由於是使用成本低功率的無線電傳輸技術。



藍芽是一種可應用在電腦、行動電話、及其他家電用品上的無線傳輸技術。藍芽的運作原理是在 2.45 GHz 的頻帶上傳輸，除了數位資料外，也可以傳送聲音。每個藍芽技術連接裝置都具有根據 IEEE 802 標準所制定的 48-bit 地址；可以一對一或一對多來連接，傳輸範圍最遠在 100 公尺。藍芽技術不但傳輸量大，每秒鐘可達 1MB，同時可以設定加密保護，每分鐘變換頻率一千六百次，因而很難截收，也不受電磁波干擾。

藍芽通訊模組，如圖 4-5 所示。我們選用普特企業有限公司生產藍芽通訊模組，BlueSMiRF Silver 藍芽模組是最新的藍牙無線串列裝置，此模組利用序列(RX/TX)來運行。鮑率 9600 到 115200 的序列資料都可以透過它傳到目標上。工作電壓從 3.3V 到 6V，適用各種電池，信號針腳也容許 3V 到 6V。如果你要把它接到 serial port，需接一個 RS-232 轉 TTL2 的電路在連接到電腦上。



圖 4-5 藍芽通訊模組

#### 4-1-4 手指復健單元

手指復健單元，如圖 4-6 所示。主控制器裝置之設計主軸，將各測試單元共用一組控制器，因此在各單元測試時，只要將各感測器輸出端接至類比訊號輸入端，即可進行各項測試。主控制器以 Arduino 單晶片微電腦為核心，輸入裝置規劃 5 組類比訊號輸入、測試模式選擇開關。輸出裝置設計將 Arduino 之 UART 介面接至藍芽模組，測試狀態燈號顯示。藍芽模組主要將測試資料以序列方式傳送至智慧型裝置。外部輸入設計右手壓力感測器、左手壓力感測器，分別接至類比訊號輸入端 A0、A1 位置。

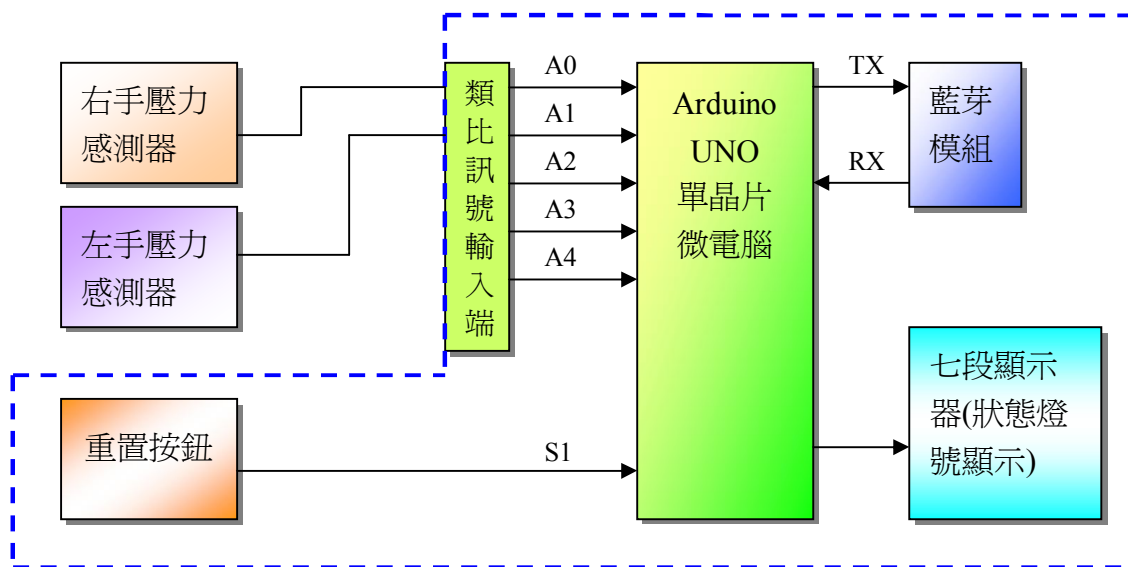


圖 4-6 手指復健單元

FSR402 壓力感測器，如圖 4-7 所示。壓力感測器是一個小的壓電式壓力感測器。壓力在約 10mm 直徑的圓形感測區域，再以兩個引腳延長至底部的圓形感測器。當壓力增加，其電阻值下降。當沒有壓力施加在感測區域上，其電阻將大於 1MΩ 以上，完全施加壓力的電阻會降至 2.5kΩ。復健球的製作，如圖 4-8 所示。將復健球上方以美工刀割出約壓力感測器之寬度，再將壓力感測器裝至於復健球中，即完成復健球製作。



圖 4-7 FSR402 壓力感測器



圖 4-8 復健球

以數位式三用電表測量 FSR402 壓力感測器，如圖 4-9 所示。在感測區域未加力量時，其電阻值呈現開路狀態，當在感測區域開始施加力量時，電阻值會隨力量的大小開始改變。FSR402 壓力感測器為電阻性元件，利用串聯分壓方式，如圖 4-10 所示。就可以將力量轉換成電壓變化，其輸出電壓  $V_{out} = \frac{RM \times V}{R_{FSR} + RM}$ 。FSR402 壓力感測器特性曲線，如圖 4-11 所示。圖中為 FSR 接上不同分壓電阻時之曲線圖，其以 10kΩ 分壓電阻之特性曲線較為線性，

輸出電壓變化範圍較其它明顯，因此手指復健測試 FSR 以 10k $\Omega$  之分壓電阻。



圖 4-9 FSR402 壓力感測器電阻測試

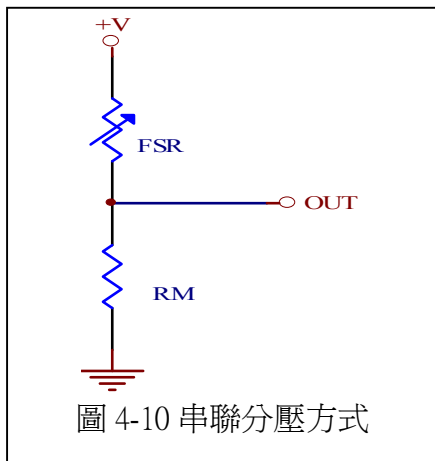


圖 4-10 串聯分壓方式

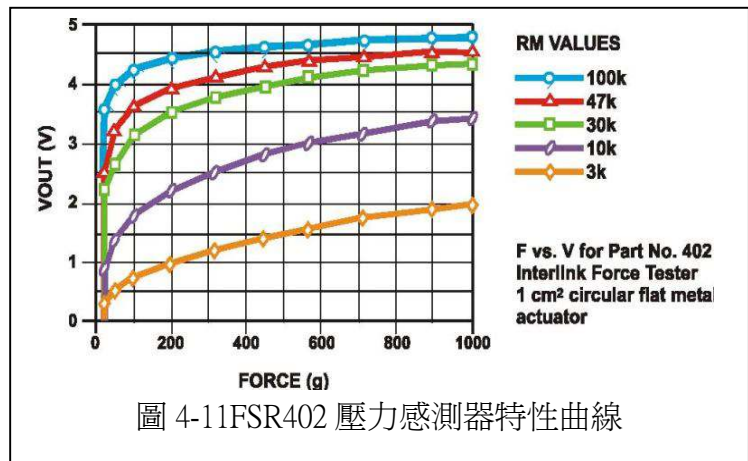


圖 4-11 FSR402 壓力感測器特性曲線

#### 4-1-5 手指壓力偵測單元

手指壓力偵測單元，如圖 4-12 所示。手指壓力偵測單元主要測試每一個手指之壓力值，因此我們設計在手指處裝置一壓力感測器，再將各壓力感測器分別接至類比訊號輸入端 A0~A4 位置。當測試模式選擇開關，選擇手指壓力測試單元，按下開始測試按鈕時，智慧型手機發出，第一次嗶聲，測試者手指開始用力，待嗶聲三聲後 Arduino 單晶片微電腦將各壓力感測器所輸出類比電壓，經 A/D 轉換後將資料由藍芽模組傳送至智慧型手機，手機接收資料後將各手指之作用壓力顯示於手機螢幕。

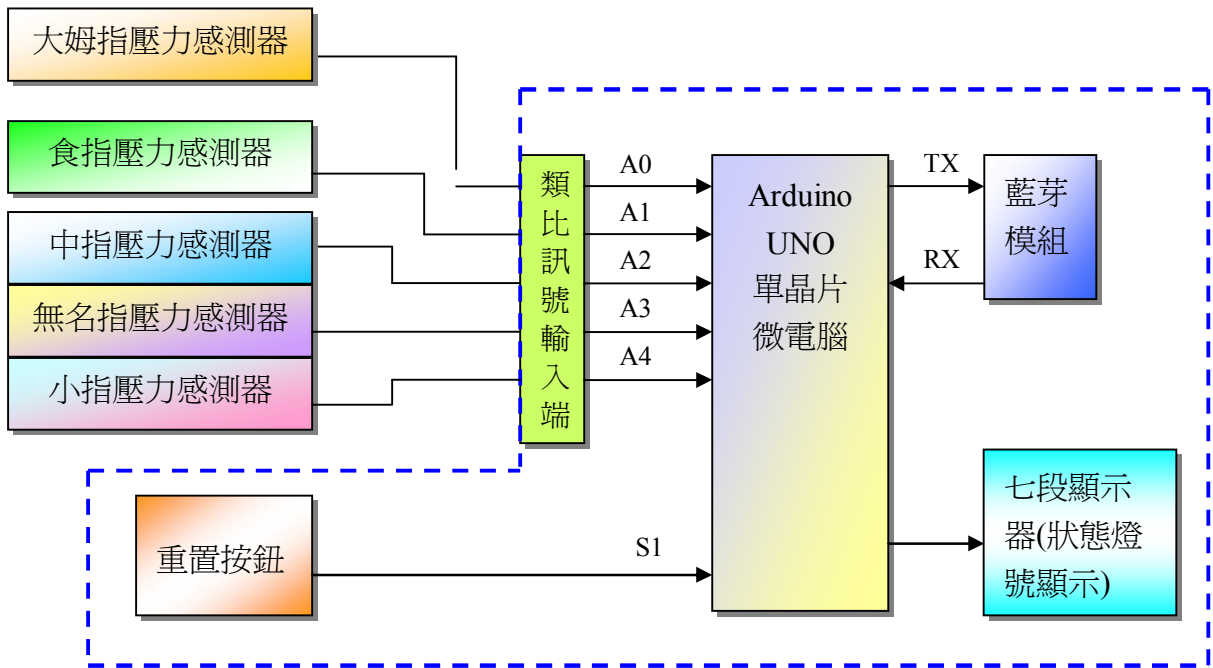


圖 4-12 手指壓力偵測單元

FSR 壓力感測器，如圖 4-13 所示。壓力感測器是一個小的壓電式壓力感測器。壓力在約 5mm 直徑的圓形感測區域。這是一個 壓電式壓力感測器。力量上升，降低感測器的電阻，從無限~50k。而感測器本身薄、靈活但被彎曲時不會改變電阻值。電阻變化只有當壓力施加到圓形感測器區域上。以數位式三用電表測量FSR 壓力感測器電阻值，如圖 4-14 所示。其電阻與力量之變化情形與 FSR402 相同。



圖 4-13FSR 壓力感測器



圖 4-14 三用電表測量FSR 壓力感測器電阻值

手指壓力偵測器，如圖 4-15 所示。我們使用紙黏土以壓模方式，完成手掌模型，在將五個手指部位分別安裝手指壓力感測器，再將各壓力感測器以並聯方式接至 USB 接線中。



圖 4-15 手指壓力偵測器

#### 4-1-6 手指曲張角度偵測單元

手指曲張角度偵測單元，如圖 4-16 所示。手指曲張角度偵測單元主要測試每一個手指之彎曲角度值，因此我們設計在每一手指處裝置彎曲角度感測器，再將各彎曲角度感測器分別接至類比訊號輸入端 A0~A4 位置。當測試模式選擇開關，選擇手指曲張角度測試單元，按下開始測試按鈕時，智慧型手機發出，第一次嗶聲，測試者手指開始彎曲，待嗶聲三聲後 Arduino 單晶片微電腦將各彎曲角度感測器所輸出類比電壓，經 A/D 轉換後將資料由藍芽模組傳送至智慧型手機，手機接收資料後將各手指之作用壓力顯示於手機螢幕。

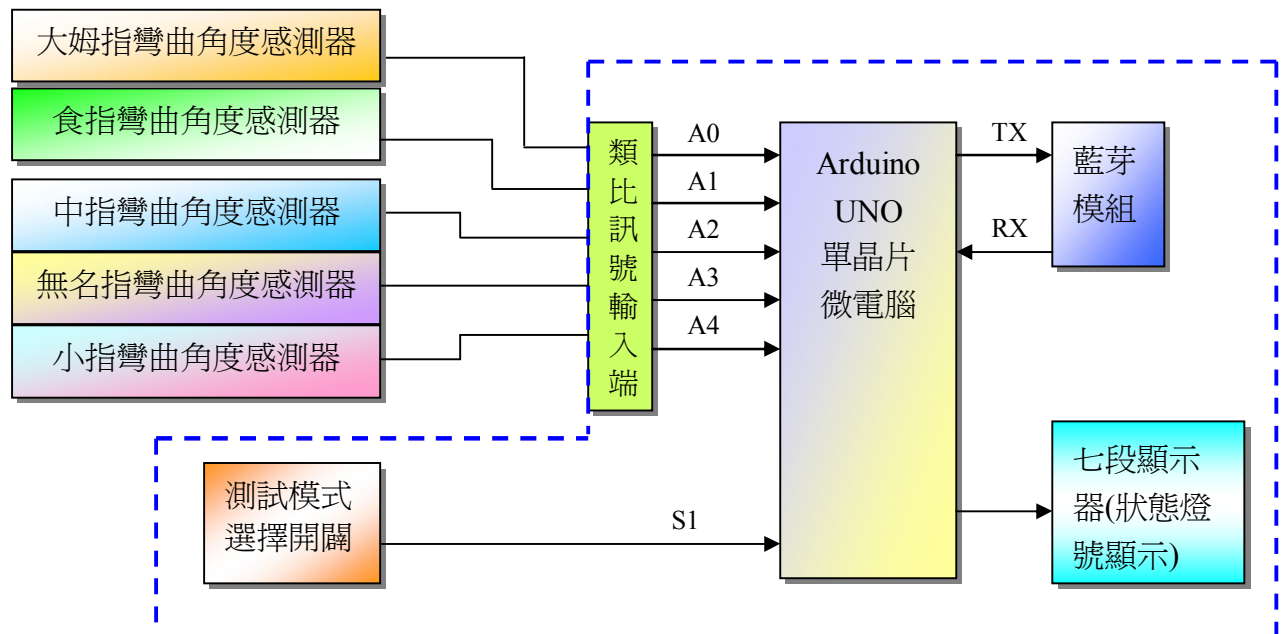


圖 4-16 手指曲張角度偵測單元

彎曲形變檢知器，如圖 4-17 所示。角度由於傳感器彎曲，通過傳感器的電阻增大。當感測器在外面的金屬墊在外面的彎曲的電阻變化的，當金屬墊在外面的彎曲，文字於內側



彎曲。彎曲感測器通常為  $10K\Omega$ ，隨著彎曲曲率增加，其電阻值大約增加  $30 \sim 40$ 。此彎曲感測器僅能針對單一方向的彎曲作檢測，當白色四角逆向彎曲時，才會出現阻值變化。同樣的彎曲及同樣的貼附狀態，可得到同樣的阻值。以數位三用電表測試之彎曲角度之電阻值，如圖 4-18 所示。將其測試角度之電阻值記錄，如表 4-1 所示。



圖 4-17 彎曲形變



圖 4-18 數位三用電表測試之彎曲角度之電阻值

表 4-1 彎曲角度之電阻值

彎曲角度	直線 (無彎曲)	45 度	90 度	135 度	180 度
電阻值	約 $10K\Omega$	9.15k	8.63	約 $8.18\Omega$	約 $7.5\Omega$

手指曲張角度偵測手套，如圖 4-19 所示。手指曲張角度偵測依測試方法，分左右手進行測試，我們設計將彎曲角度感測器安裝於手套手指上方，在手指活動關節中，我們爲了能讓彎曲電組隨手指變化，因此在關節處加裝吸管以利彎曲電阻器活動。



圖 4-19 手指曲張角度偵測手套

#### 4-1-7 手指肌耐力偵測單元

手指肌耐力偵測單元，如圖 4-20 所示。手指肌耐力偵測單元主要測試手指之抓力上提

力值，因此我們設計以彈簧及線性電阻器，完成肌耐力機構，將線性電阻器之分壓接至類比訊號輸入端 A0。當測試模式選擇開關，選擇手指肌耐力測試單元，按下開始測試按鈕時，智慧型手機發出，第一次嗶聲，測試者手掌開始用力上提，待嗶聲三聲後 Arduino 單晶片微電腦將線性電阻器之分壓位移，經 A/D 轉換後將資料由藍芽模組傳送至智慧型手機，手機接收資料後將肌耐力作用力顯示於手機螢幕。

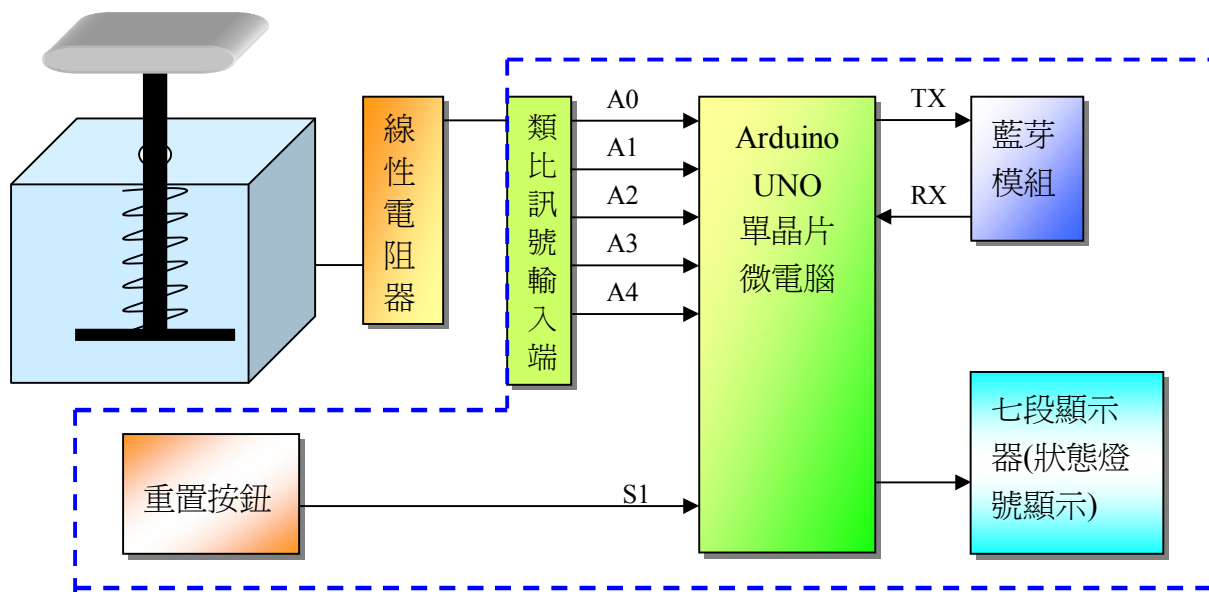


圖 4-20 手指肌耐力偵測單元

手指肌耐力偵測機構，如圖 4-21 所示。設計一長寬高約 20cm 之木箱，頂視面鑽一 4 分孔徑，以 PVC 管設計 T 型拉把，於管壁加裝一 15cm 彈簧，T 型底加裝一線性電阻，當握把上提時，線性電阻器電阻值隨力量大小而改變電阻值，以分壓方式將輸出接至類比訊號輸入端 A0 位置，由單晶片微電腦進行 A/D 轉換。

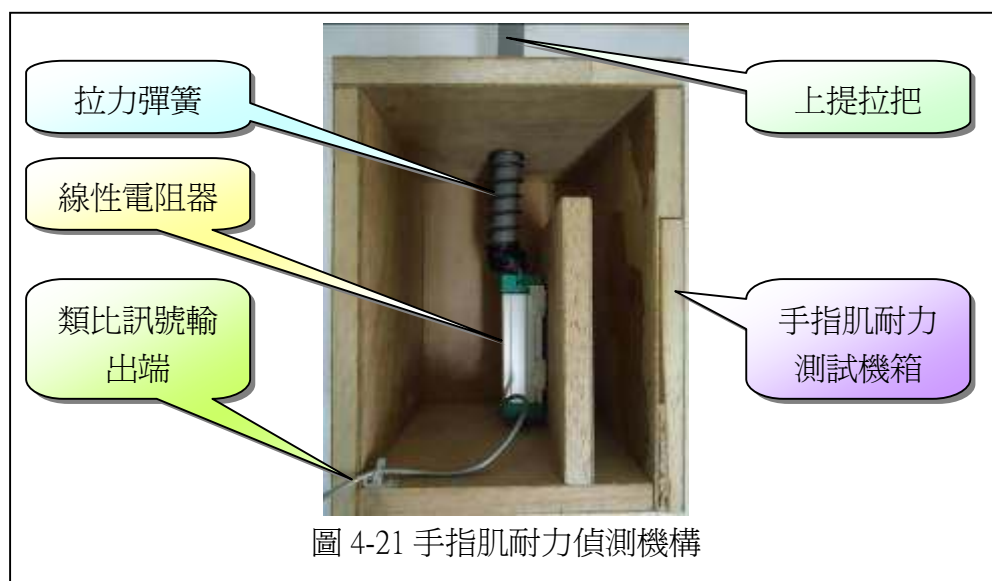


圖 4-21 手指肌耐力偵測機構

#### 4-1-8 系統硬體電路設計流程圖

硬體電路之設計與規劃是系統的命脈，軟體與硬體整合互通性要高，相關資料之收集、參考、整理、構想，硬體電路設計與製作，數據的量化測試抽樣及準確度，將硬體電路與軟體程式結合測試使能達到正常連線動作。

硬體電路設計流程圖中，系統各單元電路規劃及電路設計，先以麵包板製作電路，並利用單晶片模擬器，模擬硬體電路動作及撰寫程式，待硬體電路與程式正常工作時，即可將程式燒錄於單晶片微電腦上，在規劃電路板之尺寸及零件位置，並完成印刷電路板之焊接工作，再將完成的電路板與系統整合測試，系統動作正常後結束。

#### 4-1-9 系統發展流程圖與步驟

硬體電路以單晶片微電腦設計主軸，單晶片微電腦 ATmega328p 的應用，是以軟體程式來控制硬體電路工作，因此系統的發展必須包含軟體程式設計與硬體電路製作，最後才結合軟體與硬體並測試其功能，以符合系統要求。

#### 4-1-10 軟體設計流程圖

系統軟體設計方面，需使用到 APP INVENTOR2 語言、Arduino 高階程式語言，分別撰寫系統程式，為達到系統穩定要求因此設計原則如下：圖控語言是一種易學、易懂的程序導向語言，因此系統模擬及介面讀取，撰寫，高階語言在執行之前必須先經過編譯程式的轉換，電腦才能執行所設計之程序與動作。

**【圖控語言程式設計的原則如下】**

1. 程式結構草擬與流程圖規劃。
2. 畫面設計必須操作簡便為設計目標。
3. 軟體程式與硬體控制須密切配合。
4. APP 軟體設計流程圖，如附圖 A-3 所示

## 4-2 智慧型手機

智慧型手機（又稱作智能手機、智慧型電話，英語：Smart phone），如圖 4-22 所示。是對於那些運算能力及功能比傳統功能手機更強的手機的集合性稱謂。智慧型手機使用最多的作業系統為：Android、iOS、BlackBerry OS、Windows Mobile、bada OS、Symbian OS，但他們



之間的應用軟體互不相容。智慧型手機因為可以像個人電腦一樣安裝第三方軟體，所以它們功能豐富，而且可以不斷擴充。智慧型手機良好的用戶介面，它擁有很強的應用擴展性、能方便隨意地安裝和刪除應用程式；智慧型手機擁有超大高清觸摸螢光幕，能隨時調用鍵盤來進行觸摸手寫，能進行多任務操作，因此系統設計以智慧型手機能替代傳統電子儀器。



圖 4-22 智慧型手機

### 4-3 有關 APP Inventor2

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 Inventor2 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。除此之外它也正式支援樂高 NXT 機器人，對於 Android 初學者或是機器人開發者來說是一大福音。因為對於想要用手機控制機器人的使用者而言，他們不大需要太華麗的介面，只要使用基本元件例如按鈕、文字輸入輸出即可。

App Inventor 於 2012 年 1 月 1 日移交給麻省理工學院行動學習中心，並已於 3 月 4 日公佈使用。開發一個 App Inventor 程式就從的網路瀏覽器開始，首先要設計程式的外觀。接著是設定程式的行為，這部分就像玩樂高積木一樣簡單有趣。最後只要將手機與電腦連線，剛出爐熱騰騰的 APP 應用程式就會出現在的手機上了。

#### 4-3-1 App Inventor2 環境介紹

App Inventor2 可在網路瀏覽器上來開發 Android 手機應用程式，開發完成的程式可下載到實體手機或在模擬器上執行。App Inventor2 伺服器會儲存目標的工作進度還會協助管理專案進度。App Inventor2 架構圖，如圖 4-23 所示。

手機程式開發對我們而言最困難？必須要 java 程式設計能力才能完成，因此我們找尋相關用書，發現開發 Android 手機應用程式。也可以使用 App Inventor2 圖形化介面撰寫程式，

App Inventor2 是一個可以直接在瀏覽器上編寫程式的工具，讓開發的環境又更加簡單了！只要有一台電腦，不管哪種(Windows、Mac OS、Linux) 作業系統，只要能夠上網連接上網路，開啓火狐(跨平台)連上該工具網頁，就可以直接快速編寫程式，整個開發就很方便。App Inventor2 程式開發也適合無 Java 基礎的初學者，操作概念很類似 Scratch 及全雲端，所有作業都在瀏覽器完成。App Inventor 程式開發，如圖 4-24 所示。



圖 4-23 App Inventor2 架構圖

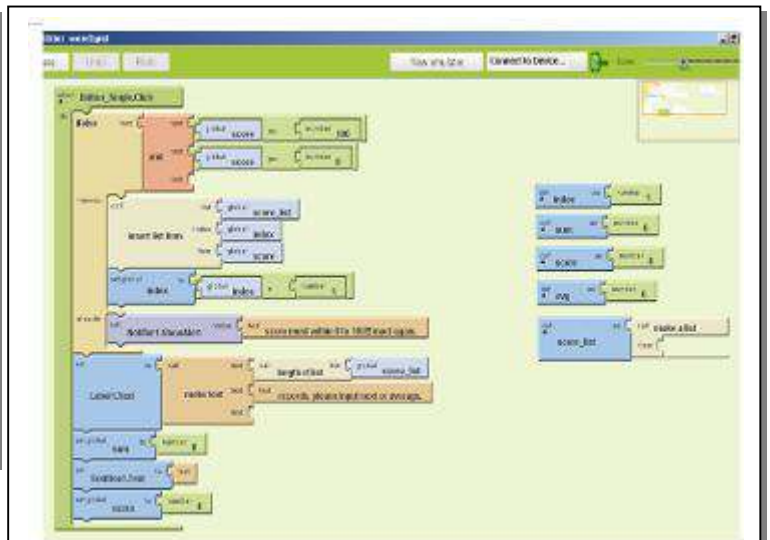


圖 4-24 App Inventor 程式開發

#### 4-4 電路設計

攜帶式手指復健及肌耐力測試系統電路圖，如圖 4-25 所示。電路以 Arduino 為核心，規劃 ADC0~ADC4 為外部類比訊號轉換輸入，分別接至 Arduino 之 23~27 腳位。測試項目選擇開關，使用兩組 5 波段開關，第一組波段開關將 S1~S4 分別由單晶片微電腦 digital 數位輸入腳 2~5 位置。第二組波段開關 S0~S4 分別接至 LED 燈號顯示。單晶片之 TX、RX 腳分別接至藍芽模組 RX、TX 位置。

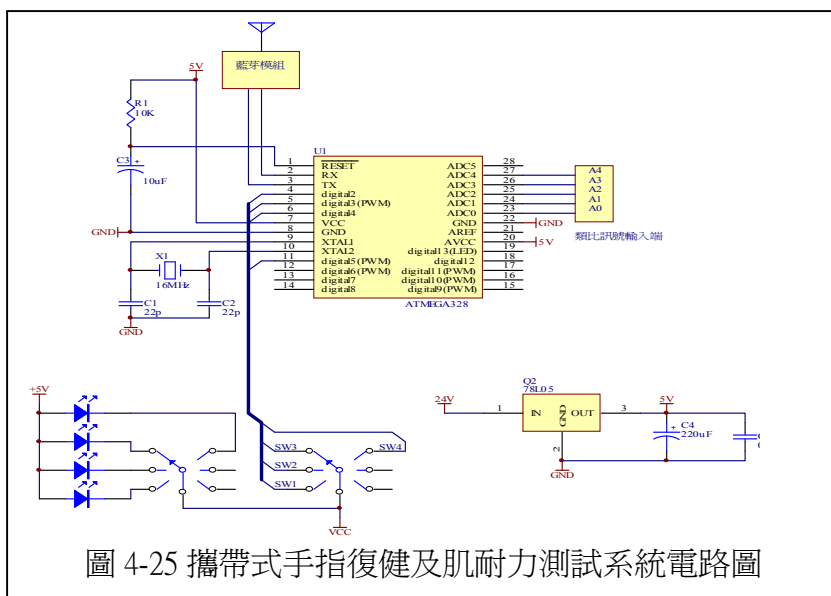
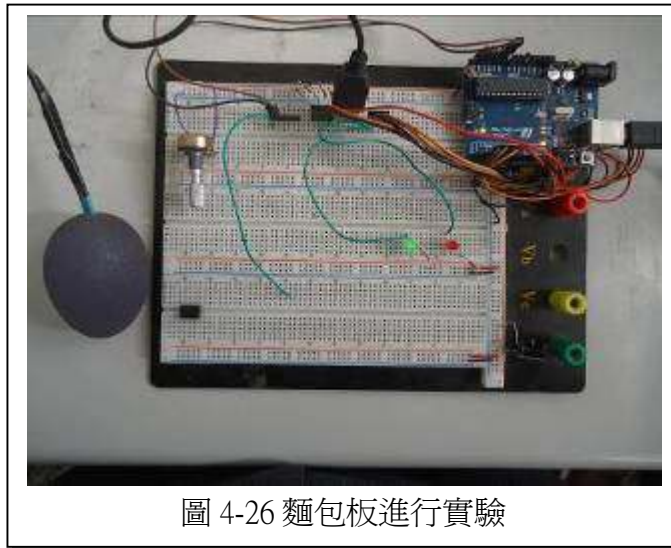


圖 4-25 攜帶式手指復健及肌耐力測試系統電路圖

## 4-5 電路實驗

電路設計先以麵包板進行實驗，如圖 4-26 所示。將電路製作於麵包板中，開始撰寫 Arduino 程式，待硬體電路與軟體完成後，再進行電路板規劃與設計，將各元件焊接於印刷電路板上，接上電源即可進行系統整合測試，並開啓 APP 程式及藍芽，如果產生錯誤，再修正硬體電路或軟體程式，直到功能正常。



## 伍、研究結果：

### 5-1 前言

研究結果針對所設計的電路進行測試，系統電路動作及功能是系統設計的命脈，藉由測試結果校正電路動作完成系統整合工作。系統測試依其功能屬性，分成硬體電路測試及軟體測試兩部份。

### 5-2 硬體系統電路測試

研究結果主要在探討感測器應用技術、智慧型手機控制與單晶片微電腦整合科技，藍芽通訊技術，類比/數位轉換電路之技術能力及系統整合控制能力。完成”攜帶式手指復健及肌耐力測試系統”。在電路測試中我們以現有的學校設備及儀器來進行系統測試，並以記錄觀察及量測方式各別對電路進行測試，只要有良好程式設計，配合適當的硬體設備，則可以大幅提昇電路測試完成的結果及效率。

### 5-3 軟體測試

軟體完成之後，需與硬體電路搭配進行測試，軟體測試目的，用來促進鑑定軟體的正確性、完整性、安全性、和品質的過程。軟體測試是一種實際輸出與預期輸出間的稽核或者比較過程。以發現程序錯誤，衡量軟體品質，並對其是否能滿足設計要求進行評估的過程。

#### 5-3-1 APP 軟體介面測試與分析

在我們研究的作品 App Inventor2 是用來開發 Android 平台上的應用程式，同時開發介面是透過一般的瀏覽器如 Internet Explorer、FireFox、Chrome 皆可使用，同時透過網路來進行設計，也可將設計的專案儲存在 Server 上，App Inventor 主要區分成三大作業模組分別為，App Inventor2 Designer 設計師，如圖 5-1 所示。主要作業為專案設計、元件布置與元件屬性設定。App Inventor Blocks Edit 圖控編輯器，如圖 5-2 所示。主要作業為透過拼圖作業方式進行程式整治，同時可透過不同屬性的定義元件與控制元件、邏輯元件等等來進行程式撰寫。





示於小指位置，此時”測試中”文字會顯示”結束”，當按下結束鈕時，清除顯示值及圖片。主選單點選手指肌耐力測試，進入手指肌耐力測試，如圖 5-7 所示。當按下開始測試鈕時，此時按鈕文字顯示”測試中”，開始進行手指肌耐力測試，由手機發出(嗶長聲)二秒，由手機藍芽每秒接收一次(16 進制值)，在將手指肌耐力值顯示於手機螢幕。當按下結束或重新測試鈕時，系統反回主選單或進行重新測試。



圖 5-3 主選單

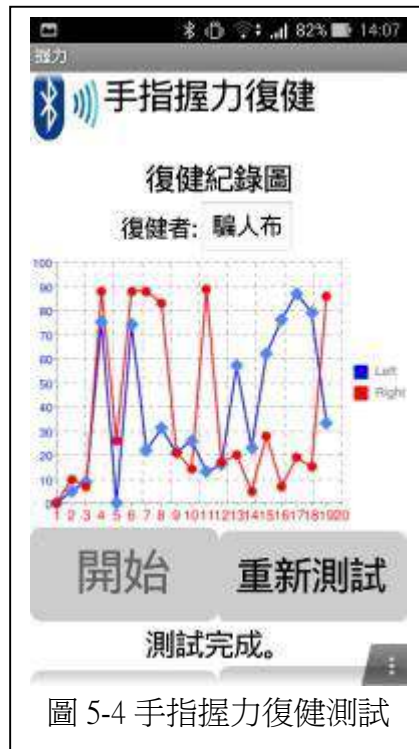


圖 5-4 手指握力復健測試



圖 5-5 手指壓力測試



圖 5-6 手指彎曲角度測試



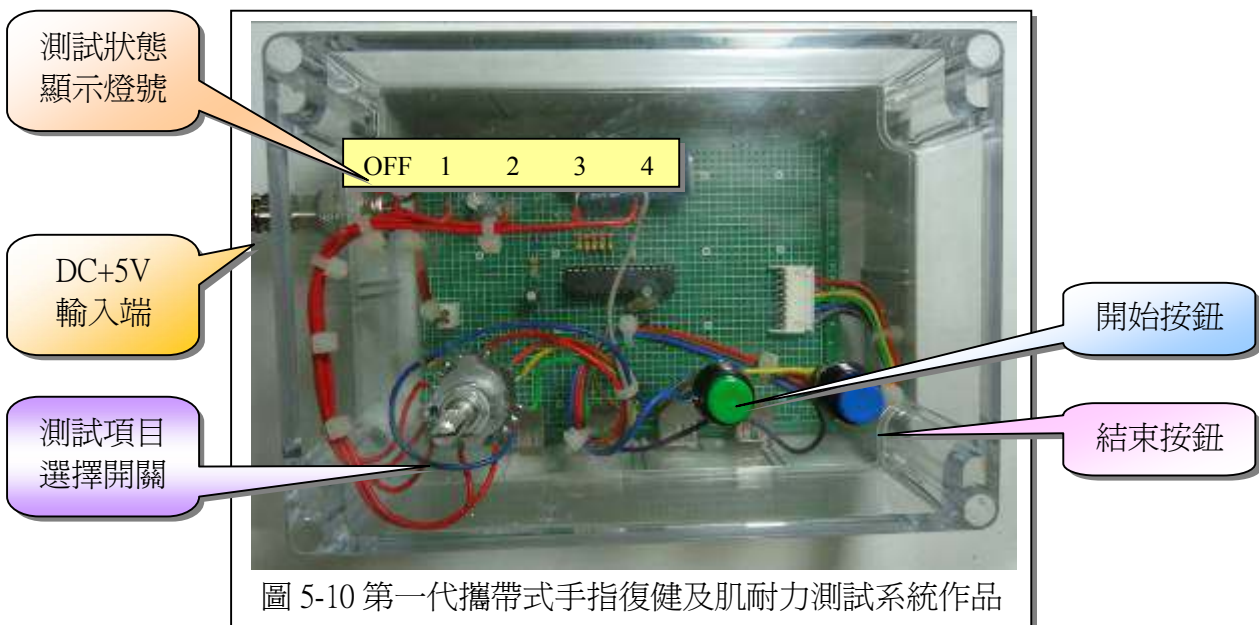
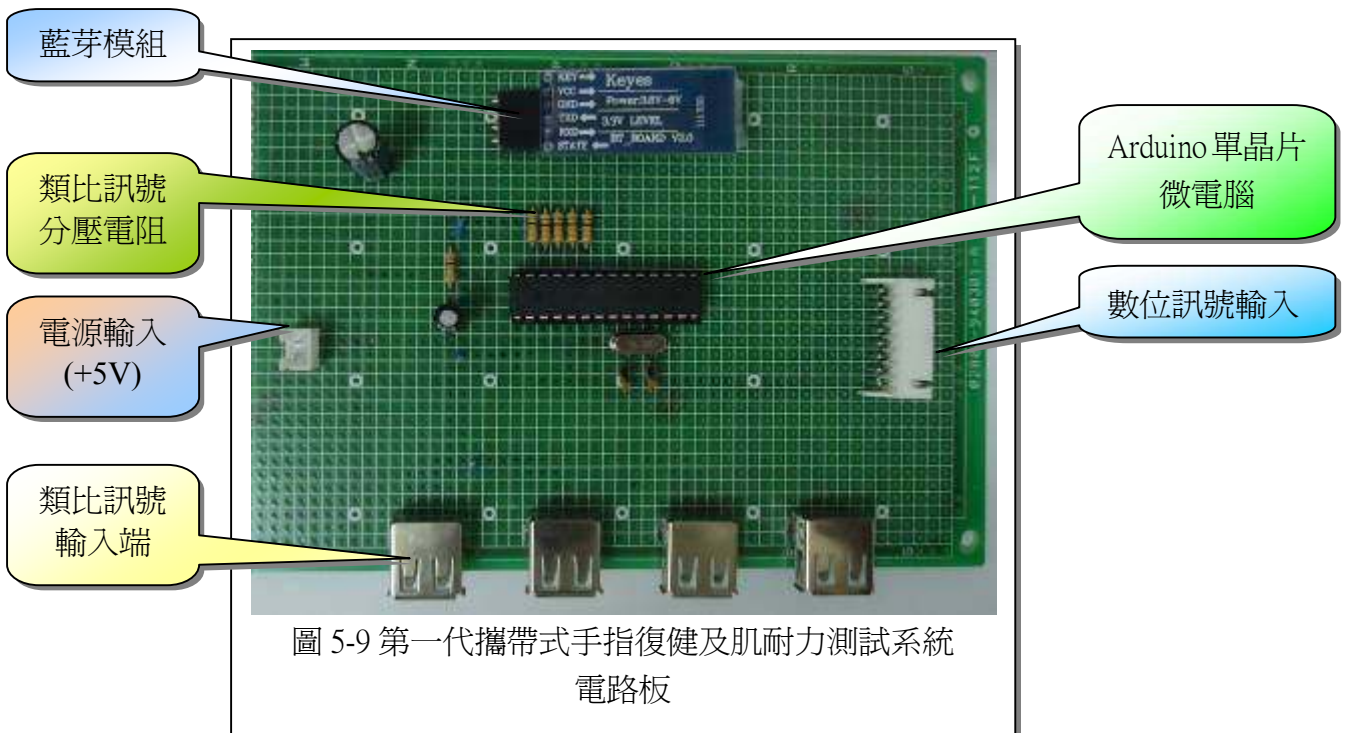
圖 5-7 手指肌耐力測試

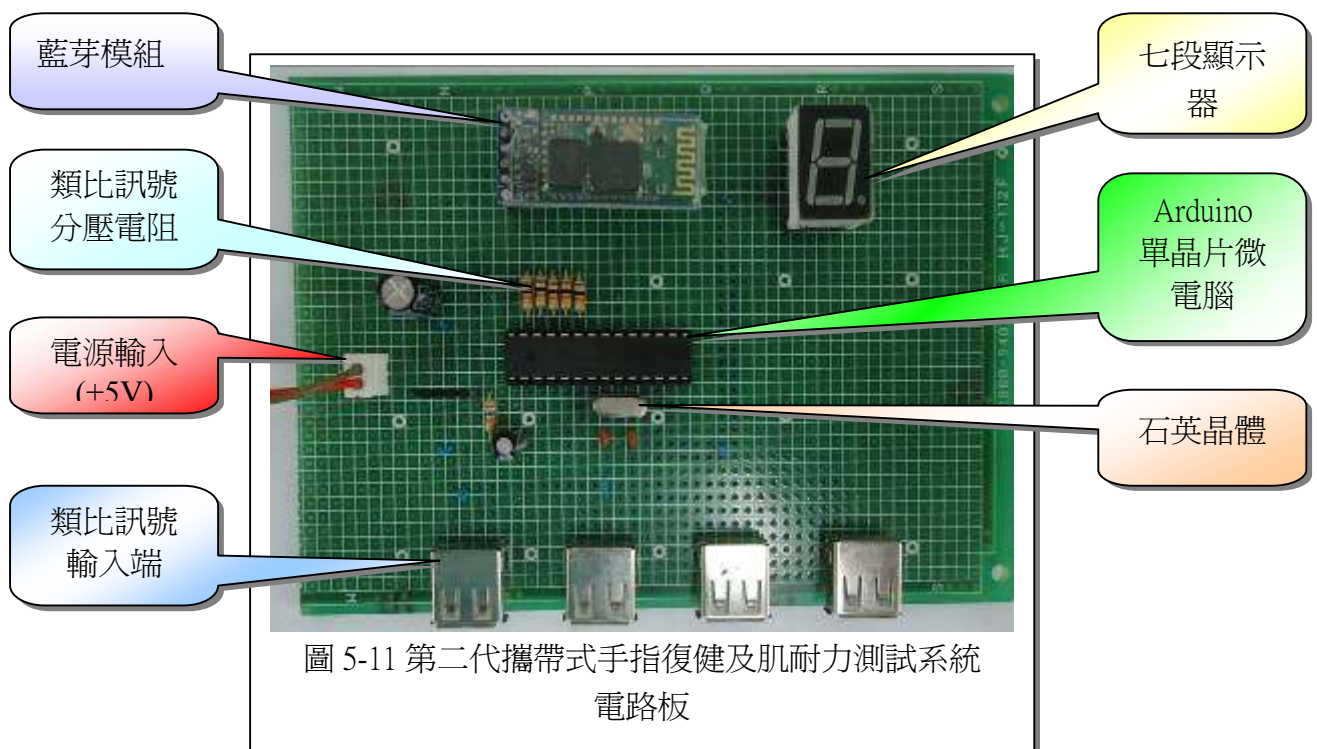


圖 5-8 手指復健測試結果

## 5-4 攜帶式手指復健及肌耐力測試系統作品圖

第一代攜帶式手指復健及肌耐力測試系統電路板，如圖 5-9 所示。攜帶式手指復健及肌耐力測試系統作品，如圖 5-10 所示。在區域科展評審期望作品能縮小，測試方法更簡便，因此我們開始修改硬體電路，完成第二代攜帶式手指復健及肌耐力測試系統電路板，如圖 5-8 所示。





## 5-5 系統整合測試

電路進行個別測試後最重要的就是系統整合測試，軟體需與硬體電路搭配進行測試，測試方法流程圖，如圖 5-12 所示。開啓「攜帶式手指復健及肌耐力測試系統」APP 程式，進入主畫面選單。復健者點選子畫面 1，進入手指復健測試，並進行藍芽連線，當連線成功後七段顯示器顯示功能”1”，智慧型手機即進入測試中狀態，智慧型裝置會發出嗶長聲 2 秒，復健者聽到嗶聲後手指即可開始用力，嗶聲停止後再將手指鬆開，硬體電路會將壓力值透過藍芽傳送至智慧型手機，在智慧型裝置顯示幕中顯示手指握力值，並進行 20 次復健後智慧型裝置會將復健資料存入雲端資料庫中。

復健者點選子畫面 2，進入手指壓力測試，此時七段顯示器顯示功能”2”，智慧型手機即進入測試中狀態，智慧型裝置會發出嗶長聲 2 秒，復健者聽到嗶聲後手指即可開始用力，2 秒後再將手指鬆開，此時智慧型手機在顯示幕中，顯示測試者每一手指之壓力值。復健者點選子畫面 3，進入手指曲張角度測試，智慧型手機即進入測試中狀態，智慧型裝置會發出嗶長聲 2 秒，復健者聞嗶聲手指開始彎曲後，將每一手指之彎曲角度值顯示智慧型手機中。復健者點選子畫面 4，進入手指肌耐力測試，智慧型手機即進入測試中狀態，智慧型裝置會發出嗶長聲 2 秒，復健者聞嗶聲後手指握住圓球開始上拉，2 秒後智慧型手機會將拉力重量顯



示於智慧型手機之顯示幕。

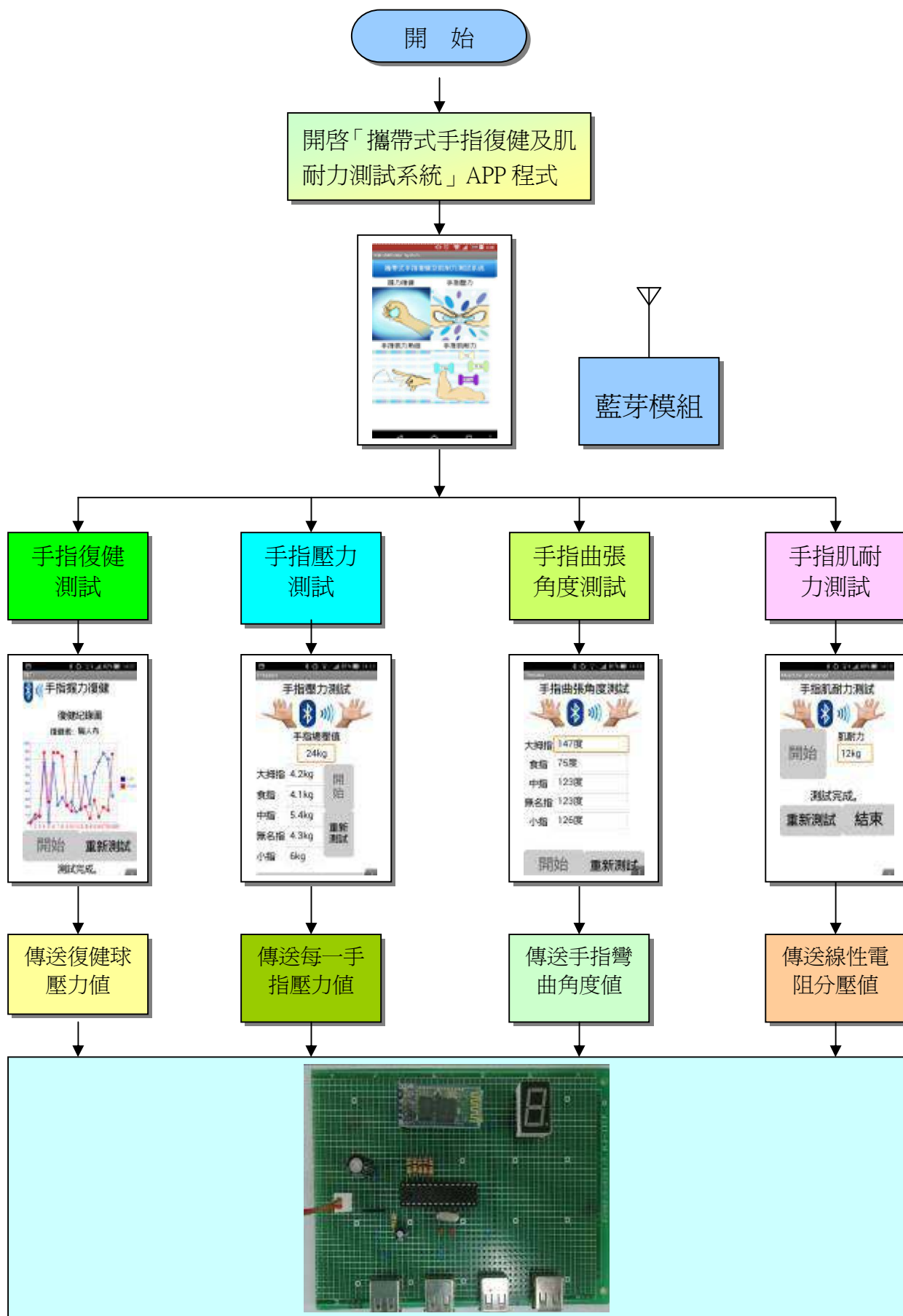


圖 5-12 測試方法流程圖

### 5-5-1 系統整合測試

系統整合測試，如圖 5-13 所示。開啓 APP 應用程式並進入主選單，點選測試項目即可進行測試，在依圖 5-12 測試流程圖[進行各項系統測試，測試完成後可點選結束或重新測試選項。



圖 5-13 系統整合測試

### 5-6 復健實驗與成效評估

復健實驗需尋求受測者並進行學習，瞭解每位受測者病情及年齡，如表 5-1 所示。為期兩週的時間進行復健工作，安養中心復健情形，如圖 5-14 所示。一般成年人男姓手掌握力值約為 27kg，慣用右手握力值大於左手握力值，男女老少也有所不同，因此我們在 APP 程式設計可以隨年齡層的不同，可以設定測試上下限範圍。並分三個等級，分別為優良、佳、加強等。

編號	復健者姓名	年齡	病情描述	復健師建議
A1	洪○○女士	79	高血壓、右手沒力	左右手可同時進行
A2	郭○○女士	79	高血壓、中風、糖尿病、左手沒力	以左手訓練為主
A3	顏○○先生	67	高血壓、中風、右手沒力	手指退化需加強復健
A4	高○○女士	63	帕金森氏症、左測手指無力	慣用右手正常左手復健
A5	張○○女士	76	小腦萎縮	更需進行復健
A6	洪○○先生	92	肥大、胃潰瘍、老化	老化造成復健城校有限
A7	胡○○女士	77	高血壓、糖尿病、雙下肢無力	開朗積極復健
A8	蔡○○女士	88	腎臟疾病	復健正常

表 5-1 每位受測者病情及年齡



圖 5-14 安養中心復健情形

復健實驗我們從 8 位測試者中選擇 5 位進行測試，分別為 A1、A2、A3、A4、A7 等，設定評估範圍上下限值分別 70 與 30，70 以上為優良、70~30 為佳、30 以下為加強等級。測試日期 104 年 5 月 4 日(一)~104 年 5 月 17 日(日)共兩週，復健資料如附件。我們將每位測試者以曲線圖方式進行成效分析與評估。A1 測試者右手復健資料成效柱狀圖，如圖 5-15 所示。A1 測試者左手復健資料成效柱狀圖，如圖 5-16 所示。

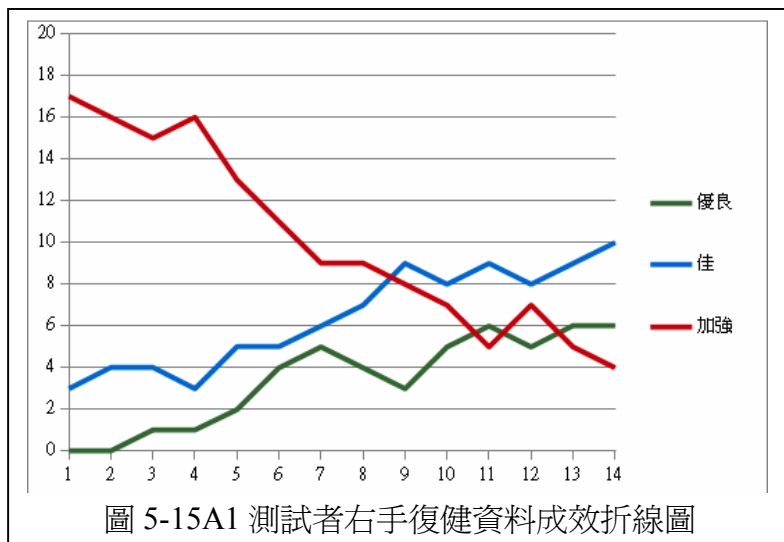


圖 5-15A1 測試者右手復健資料成效折線圖

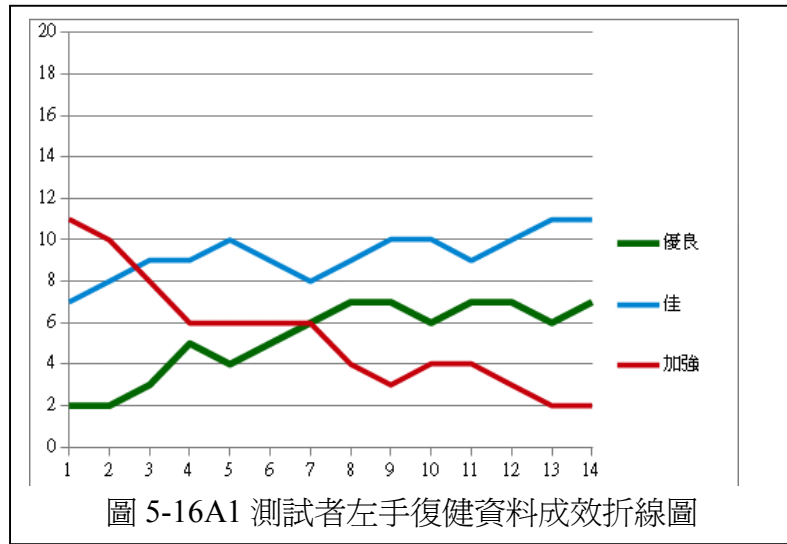


圖 5-16A1 測試者左手復健資料成效折線圖

復健評估分析中，復健者右手折線圖強紅色線下降中，優良極佳的摺線圖上升中，表示復健者復健成效是進步，左手正常因此復健折線圖區近平坦。成效值評估，如公式一所示。當成效評估值>0.7 表示復健進步，當成效評估值<0.7 表示無達標準值，需繼續進行復健，因此 0.7 值為評估復健成效之優劣。A1 測試者復健成效值，如表 5-2 所示。由表 5-2 所示右手處於復健恢復狀態，左手為正常值。

$$\text{成效值評估} = \frac{\text{優良} + \text{佳}}{20} = x \quad \text{公式一}$$

復健次數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
右手	0.15	0.2	0.25	0.2	0.35	0.45	0.55	0.55	0.6	0.65	0.75	0.65	0.75	0.8
左手	0.45	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.9	0.8	0.8	0.85	0.85	0.9

表 5-2A1 測試者復健成效值

## 陸、討論：

- 一、電路規劃正確可節省研究時間，因此在系統硬體電路設計，我們使用 Arduino 單晶片微電腦其主要控制器，內部具有類比與數位轉換電路，因此簡化硬體電路。初期我們選用自己較熟悉的 89S51 單晶片，在類比轉換電路中，電路就必須設計 5 組的 A/D 轉換電路，使作品更加複雜，所以經老師建議討論後，最後作品改用 Arduino 單晶片微電腦系統。
- 二、作品所使用的壓力感測器與彎曲角度感測器均為電阻性元件，因此只要設計一分壓電路，即可得到相對應的壓力電壓值與彎曲角度電壓值。針對感測器部分我們根據特性曲線進行修正與測試，讓感測值達最佳化。
- 三、使用智慧型手機為虛擬儀器，可節省人機介面成本，只要開發不同的 app 程式，再搭配不同的控制器及感測器，就能完成所需復健或醫療設備。我們的作品除可對患者進行復健外，也能透過系統進行復健成效測量。
- 四、在地方科展評審期望我們將作品體積變小，簡單測試方法才不會造成受測者的負擔，因此我們的作品也做修改。

## 柒、結論：

- 一、科技不僅帶來便利的生活，也給人們潛在著許多方便性。因此我們作品利用智慧型裝置，完成虛擬的檢測儀器，結合硬體電路與軟體完成本作品。老師建議我們要實際請教復健師之意見，並要瞭解每一位患者病徵，提供實際量測作為系統復健成效參考數據。
- 二、我們找尋安養中心，在護理長協助下又找到願意接受測試的阿公、阿媽們，開始進行復健工作，兩週的時間的測試中，從懷疑慢慢轉為接受。從復健數據分析中，成效雖然緩慢但這些長輩們願意接受復健工作，也是我們設計作品最大的獲益與成效。
- 三、居家復健不需要昂貴的醫療儀器就能在家中進行復健，也能降低醫療浪費與醫療成本。利用智慧型裝置只要接上不同的感測器，就能進行復健或醫療檢測，是我們設計本作品最大的原動力。
- 四、我們所設計的「攜帶式手指復健及肌耐力測試系統」，最重要的是連結手機藍芽與 3G 網路，這樣才能發揮我們需要得到最好的結果，但如果將來能進一步的研發，我們希望達到一個目的就是雲端網路醫療服務。
- 五、智慧型手機越來越多人使用，且功能愈來愈強大，尤其用網路做結合更是現今科技的一大進步。手機不單單能用來接聽電話、通訊、上網玩遊戲及關心時事外，也可以將手機應用於醫療檢測，這是我們意想不到的搭配，因此也讓更多的功能應用程式被開發出來，應用在預防及安全上更是一大功能。
- 六、一部好機器，必須具備象徵性，效率性及安全性等科技特質，必須要有週密而仔細計劃及相當專業知識的應用。而我們本著一股熱誠及俱有一些粗淺的知識和研究發展的科學精神，藉此拋磚引玉，但願未來能有更實用，且更有效率的科技新產品出現，就是研究中最俱意義的結論。

## 捌、參考資料及其它：

### 【一本書】

曾吉弘、蔡宜坦(民 101)。Android 手機程式超簡單-APP Inventor。馥林文化事業股份有限公司。  
王培坤(民 101)。APP Inventor 開發手冊-不會寫程式也能設計你的 APP。上奇資訊股份有限公司。  
梅克工作室(民 103)。Arduino 微電腦控制實習。台科大圖書股份有限公司。  
陳春福(民 90)。感測器。全華科技圖書股份有限公司。  
柯建平(民 92)。微處理機。知行文化圖書公司。

### 【學位論文】

林致任(民 101)。嵌入式 Android 系統之 App 開發與應用。清雲科技大學 /電機工程研究所。  
詹政翰(民 100)。腦機介面控制機器人於中風病患手指復健及大腦聯結評估。國立成功大學/  
機械工程學系。  
鄭杏妃(民 102)。利用體感裝置應用於高齡者手指活動遊戲之研究。崑山科技大學/數位生活  
科技研究所  
蔡依穎(民 101)。用於復健任務導向訓練之穿戴式手指研發。國立交通大學/電控工程研究  
所。

### 【網頁】

[http://www.cg.com.tw/AppInventor/htm/AppInventor\\_001.asp](http://www.cg.com.tw/AppInventor/htm/AppInventor_001.asp)(數位學習網)

<http://appinventor.mit.edu/>(MIT APP Inventor 雲端程式)

<http://www.appinventor.tw/>(臺灣 APP Inventor 中文學習網)

## 【評語】 091001

1. 本專題利用電子感測元件測量手指復健及肌耐力強度，提昇復健效果，據實用推廣價值。
2. 建議應進行實驗以提出系統之準確性與穩定度。若能進行實證研究並分析實驗結果會更佳。
3. 建議在簡報過程善用海報上的內容，扼要敘述專題內容與實驗結果。