

# 大專校院軟體創作競賽作品設計測試文件

## 1. 系統名稱

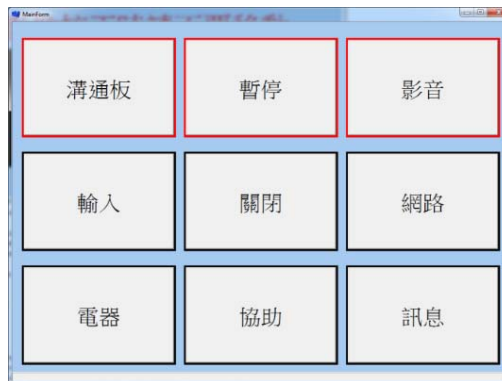
閉合之間的人生 (Life Between Closure and Openness, LCO)

## 2. 系統目的與範圍

漸凍人隨著時間會有不同型態與程度的運動能力退化，如此將阻礙其與外界的溝通，影響生活品質。漸凍人運動能力退化的病徵及進程變化很大，無法長期使用單一固定的科技溝通輔具。這種狀況不但加重病患及家屬的經濟負擔，不同時期還需學習使用不一樣的溝通輔具，使病患和家屬或醫護人員間的溝通更形困難。本專案實際調查使用者，包括病患、家屬、醫護人員，了解其對溝通輔助的需求，開發本專案系統。

### 本系統的目的：

- (1) 協助不同運動退化功能型態與程度的病患與照護人員之溝通。
  - a. 溝通介面能讓病患明確、有效率的表達感受及需求給照護人員。
  - b. 溝通介面能讓病患在危急時刻即時向照護人員求救。
- (2) 以單一輔具減輕病患與家屬經濟負擔，不需頻繁更換學習各式溝通輔具。
- (3) 讓病患自主控制家中電器，如電視、音響、空調設備、電風扇，提升病患自尊與生活品質。



圖一：系統主介面示意圖

## 3. 系統非功能需求

系統主介面示意圖如圖一所示，透過圖形介面，讓病患選取所需動作。其非功能需求如下所示。

非功能需求編號	非功能需求描述
LCO-NF-001	圖形與表格化的介面：系統以表格化方式列出病患需求，透過圖形化

一目了然 (目的 1)	介面快速找到需求在表格中位置，免除照護者與漸凍人溝通時，毫無頭緒向病患提問所花冗長時間與過程，病患亦不需頻繁的動作，造成身心疲累，僅須在系統標示需求選項時，做出選取動作，便能輕易選擇該需求。
LCO-NF-002 清楚快速 (目的 1)	<b>有效分類與迅速選取：</b> 表格選取方法，採用座標化方式，由第一列開始標示，依序往第二列與第三列移動，當病人選取該排需求後，系統再由此列的選項依順序標示每一個需求，提供病人選取。表格的標示以分類方式由大而小，如溝通板→動作→翻身，使病人可由大範圍的需求指令，一步步選取至精確需求指令，且在需求編排上，盡可能精簡需求的表格層數。
LCO-NF-003 彈性偵測 (目的 2)	<b>彈性偵測不同臉部動作：</b> 以單一輔具掛載各種偵測設備與技術，偵測病患臉部動作，讓不同運動障礙的病患都能使用系統表達獲選取其需求動作。
LCO-NF-004 自主操作 (目的 3)	<b>獨立處理及主動要求的能力：</b> 病患喪失大部分運動能力，無法進行大部分的行為，生活上處處皆須他人服務，會使病患產生自卑感。系統使病患能保持某部分的自主性，提供病患自主操作電器及閱覽電子書或網站的能力，在生活上能更加獨立。

#### 4. 系統功能需求

系統功能需求如下所示。

功能需求編號	功能需求描述
LCO-F-001 偵測眉毛上提	偵測病患眉毛上提，以確認其選擇設定。
LCO-F-002 偵測嘴巴閉合	偵測病患嘴巴閉合，以確認其選擇設定。
LCO-F-003 偵測眼球動作	偵測病患眼球動作，以確認其選擇設定。
LCO-F-004 輸入文字	提供病患輸入文字與照顧人員溝通。
LCO-F-005 電腦語音	透過病患選取設定需求或所輸入的文字，以電腦語音通知照顧人員。
LCO-F-006	確認病患選取"協助翻身"的選擇設定。

協助翻身	
LCO-F-007 觀看電視	確認病患選取"協助翻身"的選擇設定。
LCO-F-008 觀看影片	確認病患選取"觀看影片"的選擇設定。
LCO-F-009 閱覽電子書	確認病患選取"閱覽電子書"的選擇設定。
LCO-F-010 觀看電視	確認病患選取"觀看電視"的選擇設定。
LCO-F-011 ....	....

一般性的系統功能操作使用案例(Use case, UC)之劇本(Scenario)描述如下。

<b>使用案例編號：LCO-UC001</b>	<b>使用案例名稱：一般性的系統操作</b>
<b>系統反應動作</b>	<b>使用者操作動作</b>
a. 系統溝通介面主頁如圖一，其紅色標示會依序標記整個列表。	
	b. 病患在系統標記至欲選取之需求時，做出設定動作，啟動感測器。
c. 系統感測器將訊號傳至系統，選取需求。	
d. 系統確定選取該列需求，進一步標示該列的每項需求。	
	d. 病患再次設定動作，選取到想要需求。
e. 系統依所選需求，完成動作或聯繫相關人員。	

<b>使用案例編號：LCO-UC002</b>	<b>使用案例名稱：以眉毛動作開關電燈操作</b>
<b>系統反應動作</b>	<b>使用者操作動作</b>
a. 系統溝通介面主頁如圖一，其紅色標示會依序標記整個列表。	
	b. 病患在系統標記至選取電器選項，做出設定動作，進入電器選項介面。
c. 系統顯示電器選項內容。	
	d. 病患在系統標記至選取電燈選項，做出設定動作，進入電燈控制介面。
e. 系統提供三個電燈開關分別為電燈一、電燈二與電燈三。	
	f. 病患在系統標記至選取電燈一選項，做出開啟設定動作。

g. 選項文字部分隨即更變為電燈一。	
h. 系統依開啟電燈一開關。	

<b>使用案例編號：LCO-UC003</b>	<b>使用案例名稱：以眉毛動作觀看電視操作</b>
<b>系統反應動作</b>	<b>使用者操作動作</b>
a. 系統溝通介面主頁如圖一，其紅色標示會依序標記整個列表。	
	b. ....
c. ...	

<b>使用案例編號：LCO-UC004</b>	<b>使用案例名稱：以眉毛動作閱覽電子書</b>
<b>系統反應動作</b>	<b>使用者操作動作</b>
a. 系統溝通介面主頁如圖一，其紅色標示會依序標記整個列表。	
	b. ....
c. ...	

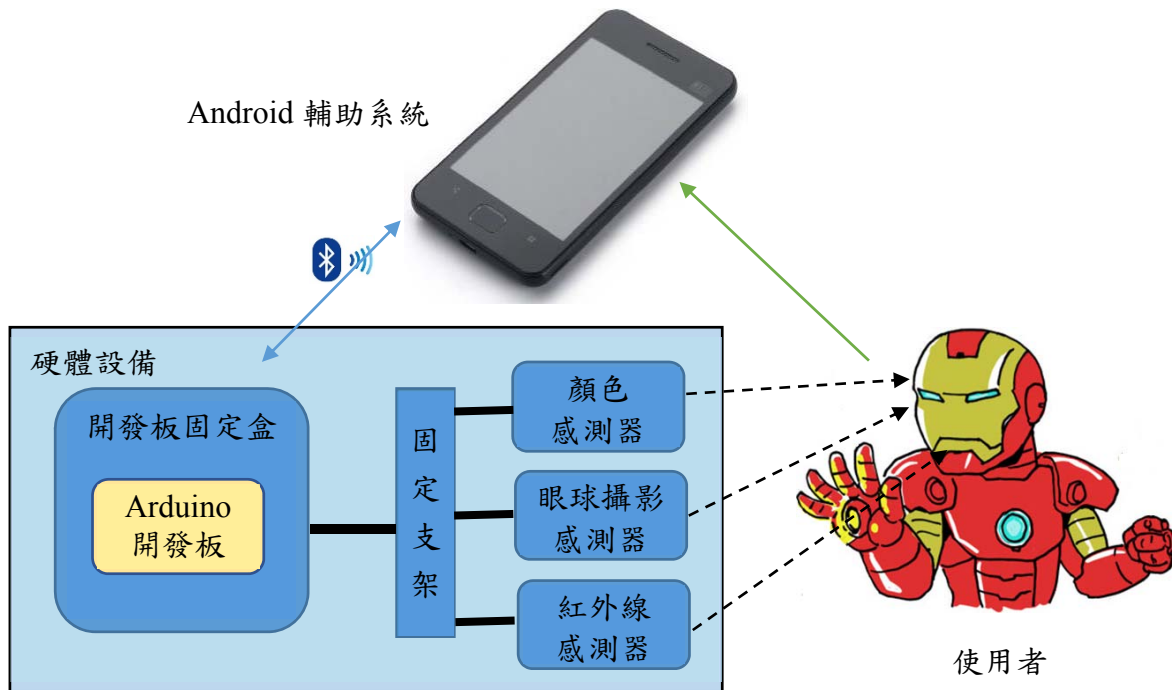
<b>使用案例編號：LCO-UC005</b>	<b>使用案例名稱：以嘴巴動作開關電燈操作</b>
<b>系統反應動作</b>	<b>使用者操作動作</b>
a. 系統溝通介面主頁如圖一，其紅色標示會依序標記整個列表。	
	b. ....
c. ...	

<b>使用案例編號：LCO-UC006</b>	<b>使用案例名稱：以嘴巴動作觀看電視操作</b>
<b>系統反應動作</b>	<b>使用者操作動作</b>
a. 系統溝通介面主頁如圖一，其紅色標示會依序標記整個列表。	
	b. ....
c. ...	

<b>使用案例編號：LCO-UC007</b>	<b>使用案例名稱：以嘴巴動作閱覽電子書</b>
<b>系統反應動作</b>	<b>使用者操作動作</b>
a. 系統溝通介面主頁如圖一，其紅色標示會依序標記整個列表。	
	b. ....
c. ...	

(以下撰寫其他操作方式.....)

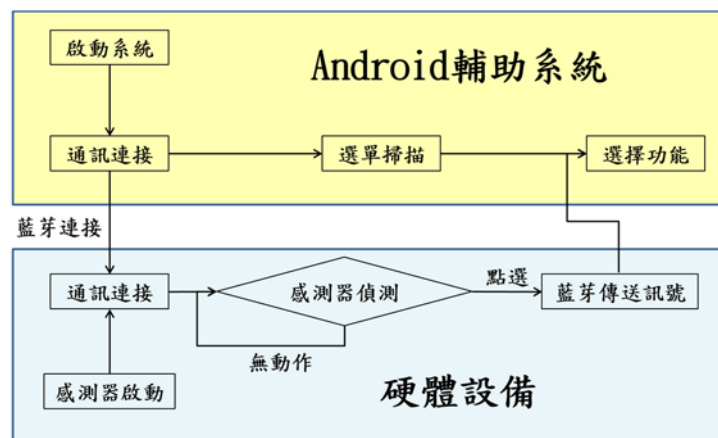
### 三、系統架構設計



圖二：系統架構圖

系統軟硬體架構如圖二所示，包括：

- (1) 智慧型動裝置 Android 輔助系統。
- (2) 硬體設備，包括開發版、固定盒、固定支架、顏色感應器、眼球攝影感應器、紅外線感應器。



圖三：系統溝通流程圖

感測器會偵測使用者的動作，透過 Arduino 開發版，確認使用者的動作選擇，利用藍芽傳輸方式與智慧行動裝置 Android 輔助系統溝通，Android 輔助系統將做出相應的動作。

**溝通流程設計：**其溝通的系統流程圖如圖三所示。執行輔助系統程式，程式會先與 Arduino

上的藍芽裝置進行通訊連接，連接完成之後隨即進入感測設備校正，系統將請使用者做出點選動作與未點選動作，如圖 4.2 與 4.3 所示，並偵測與計算兩動作感測器之數值，將取一閾值設為使用者點選動作之判定，並且將請使用者進行兩次點選動作，以判定是否完成系統校正動作，當完成校正動作後即可進入輔助系統介面。

以下針對硬體元件以及其功能分述如下。

- (1) 紅外線感測器，包含紅外線發射器、紅外線接收器與可變電阻，如圖四所示，紅外線發光光源發出 950nm 近紅外線光，當光源接觸物品時，反射紅外光之光束至接收器，藉由此方式測量前方是否有物品存在。



圖四：紅外線感測器

本系統將感測器架設於嘴巴前方，利用紅外線感測器偵測嘴巴之開闔。當嘴巴閉闔時，紅外線發射器發出之紅外線會因嘴唇而反射，此時紅外線接收器就可接收到紅外線所反射的光源，進而判斷感測器已偵測到物品，開發板得到 1 的數值，表示偵測到物品；反之，當嘴巴打開時，接收器接收不到紅外線光源時，感測器判定為偵測不到物品，此時開發板得到 0 的數值，藉由紅外線偵測物品的方式來偵測嘴唇的開闔，

- (2) 顏色感測器，包含白光的 LED 燈與 RGB 感測芯片，如圖五所示。感測器中設置有紅、藍、綠三種濾波器，能分析物體反射之光線，並解析為 RGB 值回傳至開發板。



圖五：顏色感測器

系統利用顏色感測器偵測眉毛與皮膚顏色之差異，將感測器架設於眉毛上方的皮膚處。一開始感測器偵測到的位置是皮膚，將膚色 RGB 數值送至開發板。當使用者將眉毛上提，感測器偵測到眉毛黑色的 RGB 數值，將數值回傳至開發板。反之，偵測到皮膚會將 RGB 值反射，膚色 RGB 數值相對較高。藉由此數值差異設定閾值，當數值低於閾值時，表偵測到眉毛，高於閾值時，表偵測到皮膚。

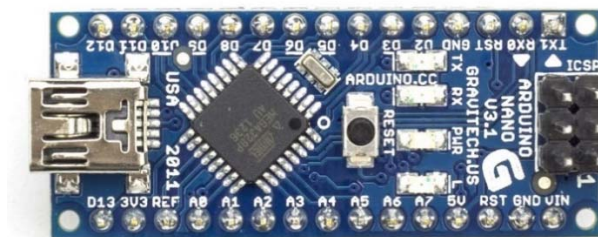


圖六：PIXY 攝影模組



(3) PIXY 攝影模組如圖六所示，包含影像處理器，可以簡易設定追蹤眼球顏色，依此可追蹤病患眼球動作。

(4) Arduino 是一個開放原始碼的單晶片微控制器，Nano 為體積較小的版本，如圖七所示。使用 Atmel 開發的 ATmega328，具有高效能、低功耗的優點，可直接透過 USB 進行供電及編譯。Arduino 可透過 RS232 通訊協定與電腦傳遞訊息，由感測器端接收到的動作訊號傳回電腦，進行需求的選擇。



圖七：Arduino Nano, <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano>



圖八：硬體設備概觀圖

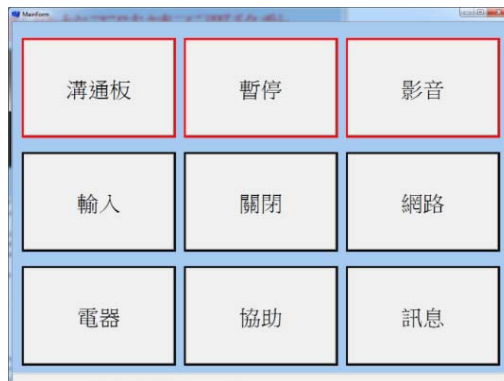


圖九：系統使用示意圖(右邊眉毛上提)

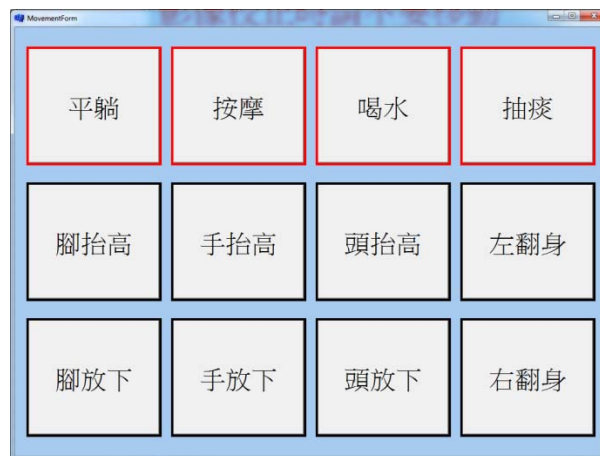
圖八是硬體設備概觀圖，包括感測器、支架、開發固定板，以及 Arduino 開發板。圖九是使用者以眼睛眉毛上提，透過顏色感測器使用系統的開關動作。

#### 四、系統介面設計

溝通介面滿足病患運動退化能力不一的需求，讓病患以可運動之部位，例如眼睛、嘴巴、眉毛，以閉合動作做為開關，選取溝通介面指令與外界、照顧者聯繫。



圖十：系統主介面



圖十一：溝通板-動作-選單的功能介面



圖十二：文字輸入介面



本系統主要介面如圖十所示，主要可分兩類

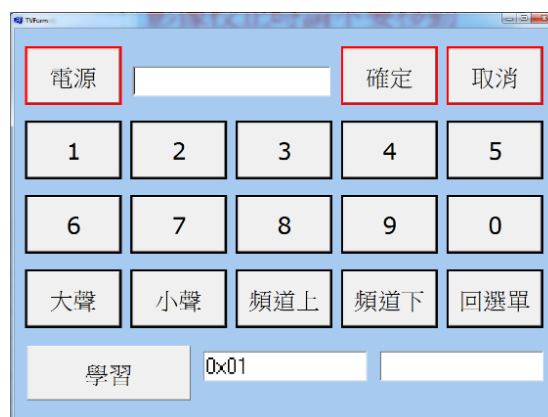
- (1) 須透過旁人協助，例如左上角「溝通板」，可告知旁人想做的動作、自己的感受、身體上的不適等，圖十一為「溝通板-動作」選單下的功能介面，包括平躺、按摩、喝水等。為避免所設計的選擇項目無法描述病患狀況，系統提供文字輸入介面，如圖十二所示，讓病患直接寫出想表達之句子。



圖十三：播放影片之介面設計



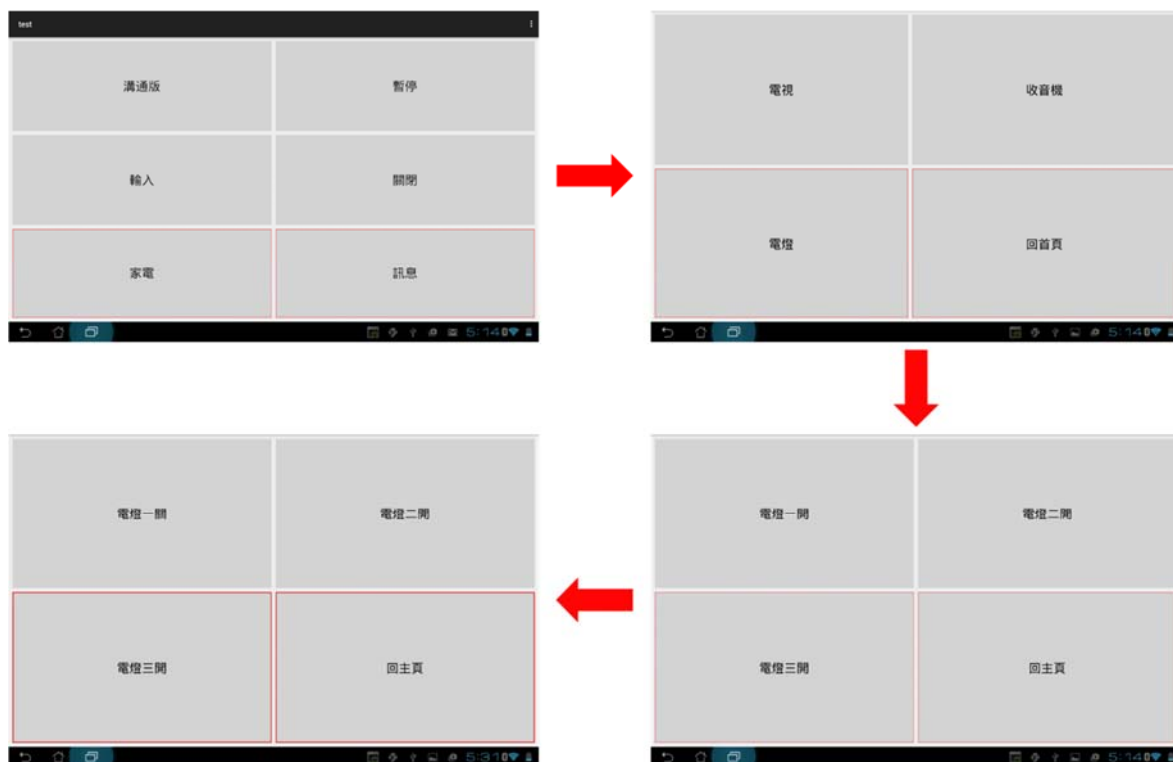
圖十四：操作電器選項之介面設計



圖十五：操作電視之介面設計

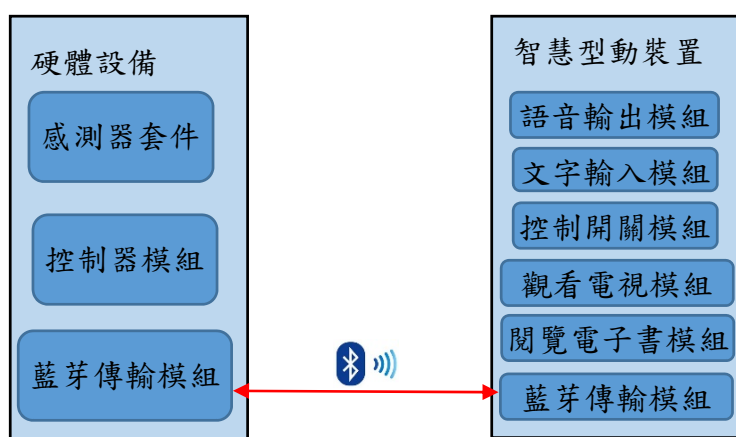
- (2) 病患可直接透過系統執行，不須旁人協助的部分，包含操作電器、播放音樂或影片、瀏覽

網頁、傳送電子郵件及簡訊等。圖十三為撥放影片之介面，圖十四為電器控制介面，圖十五為操作電視之介面，圖十六為電燈操作流程。



圖十六：電燈操作流程示意圖

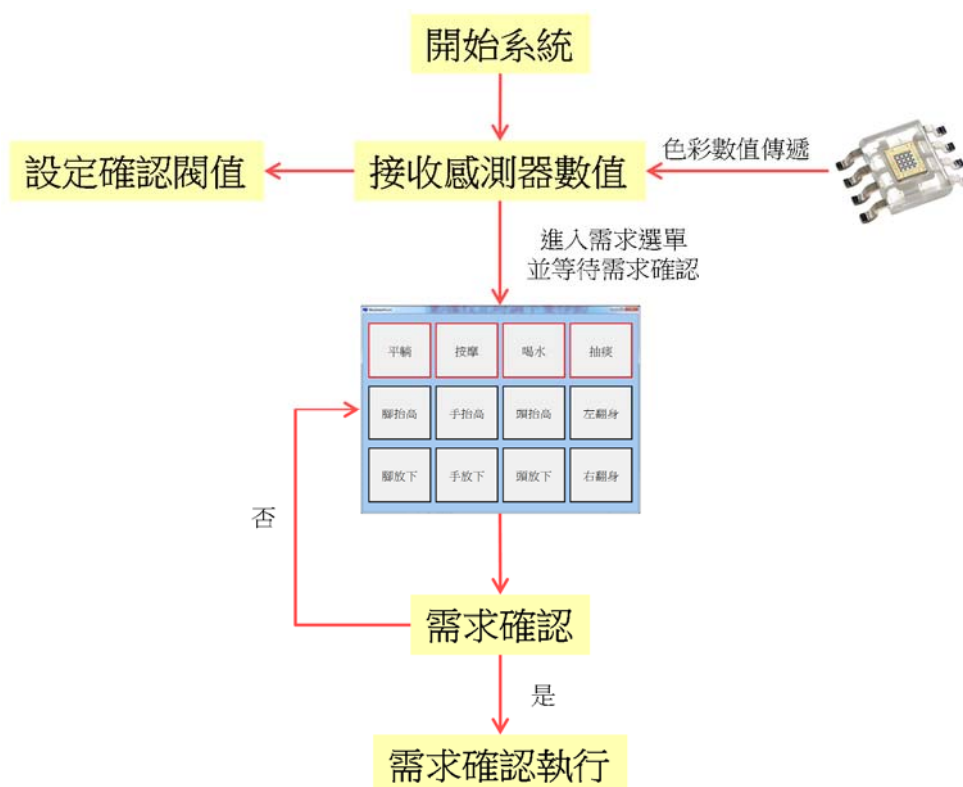
## 五、軟體架構設計



圖十七：軟體架構圖

圖十七為本專案之軟體架構圖，分為硬體設備與系統運算之智慧型動裝置端。硬體設備為穿戴於病患之 Arduinod 開發版、感測器端，以一個微控制器為主體，裝置色彩感測器，用來抓取眨眼時眉毛移動之色彩變化，並以傳輸模組將擷取的訊號傳送至電腦。電腦

端設置傳輸模組接受訊號，確認收到訊息時所選擇的需求，並進行後續的工作。



圖十八：系統執行流程圖

圖十八為系統流程圖，茲說明如下：

(1) 感測器端：

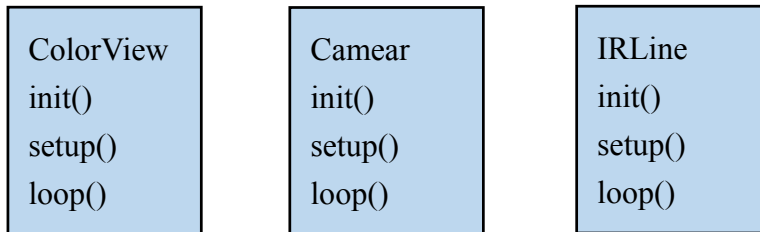
- 以 100 ms 為單位偵測色彩傳感器之數值變化。
- 將每筆數值變化資訊傳送至電腦端。

(2) 電腦端：

- 接收感測器數值。
- 設定選定閾值。
- 顯示需求選單。
- 標示指定需求（需求列/需求）。
- 等待並確認是否接收到動作訊號。
- 變更指定的需求（選取需求列/選取需求/進入子需求選單）。
- 當需求確認時執行，否則回到(c)繼續程式。

## 六、軟體模組設計

### (1) 控制器模組



### (2) 藍芽傳輸模組

### (3) 語音輸出模組

### (4) 文字輸入模組

### (5) 控制開關模組

### (6) 觀看電視模組

### (7) 閱覽電子書模組

## 七、開發環境

### (1) C++ Builder

本專案使用 C++ Builder(簡稱 BCB)開發系統，BCB 採 RAD 方式開發，以圖形化介面的方式建立使用者介面，而介面設計方式也相當簡單明瞭，符合此專案的需求，能有效率完成電腦端的設計。

### (2) Arduino IDE

Arduino IDE 是專為 Arduino 系列產品設計的開源編輯軟體，使用類似 java 或 c 語言的 Arduino 語言進行編譯，並透過 Serial Port 將感測器模組所需要之程式碼寫進單晶片的微控制器中。

### (3) OpenCV

OpenCV 用於處理電腦視覺的開放原始碼函式庫，採用 BSD 授權條款，支援許多平台，可用於手機 App 的編寫，相容於 C/C++ 語言。OpenCV 功能包括影像識別、事件偵測等，能建立圖形化介面。本專案使用 OpenCV 繪製使用者介面的圖形。

## 八、測試案例設計

## 1. 模組測試

### (1) 控制器模組

ColorView: 測試顏色感應器是否能感應顏色變化，正確傳輸設定開關。

Camear: 測試攝影感應器是否能感應顏色變化，正確傳輸設定開關。

IRLine: 測試紅外線感應器是否能感應顏色變化，正確傳輸設定開關。

### (2) 藍芽傳輸模組

....

### (3) 語音輸出模組

....

### (4) 文字輸入模組

....

### (5) 控制開關模組

....

### (6) 觀看電視模組

....

### (7) 閱覽電子書模組

....

## 2. 系統**功能與非功能**測試

### (1) LCO-NF-001

### (2) LCO-NF-002

### (3) LCO-NF-003

**彈性偵測不同臉部動作：**以單一輔具掛載眉毛、眼球、嘴巴偵測設備，偵測病患臉部相關動作，模擬三種不同運動障礙程度的病患各兩人，測試都能使用系統表達獲取其需求動作。

### (4) LCO-NF-004

### (5) LCO-F-001

### (6) LCO-F-002

### (7) LCO-F-003

### (8) LCO-F-004

### (9) LCO-F-005

(10) LCO-F-006

(11) LCO-F-007

.....

### 3. 驗收測試

(1) LCO-UC001

(2) LCO-UC002

(3) LCO-UC003

....

## 九、測試報告

### 1. 模組測試

測試案例編號名稱	測試結果	測試人員	測試時間
控制器模組	Pass	Mary	2016/06/06
藍芽傳輸模組	Pass	Mary	2016/06/06
語音輸出模組	Pass	Mary	2016/06/06
文字輸入模組	Pass	John	2016/06/07
控制開關模組	Pass	John	2016/06/08
觀看電視模組	Pass	John	2016/06/08
閱覽電子書模組	Pass	John	2016/06/08

### 2. 系統**功能與非功能**測試 – 眉毛操作測試

本測試目的是為判斷顏色感測器偵測眉毛移動之操作開關。下表為測試結果。

使用者	執行成功次數(次)	總點擊次數(次)	文字輸入時間(秒)
1	10	30	106
2	9	36	122
3	10	33	118
4	9	41	131
5	10	37	114

(1) 功能測試，執行功能選項的正確率為 96%；其中有兩位測試者各有一次在操作中，並沒有完成選擇自己的需求選項。

(2) 在總點擊次數上，五位測試者總共點擊 177 次，與標準 150 次有誤差，點擊正確率



為 85%。

- (3) 文字輸入，五位測試者平均花費 118.2 秒的時間，與一般常人手動觸控螢幕 18 秒比較，大約是 6 倍的時間。

造成點選功能誤差的原因，應是因為顏色感測器在眉毛與膚色的偵測中，眉毛抬舉的幅度不足，也可能因感測器在皮膚與眉毛的放置距離上有所差異，導致顏色感測器中通過濾波器的光源影響數值判斷，造成點擊時無法有效判斷使用者是否作出點選動作。

### 3. 驗收測試

測試案例編號	測試結果	測試人員	測試時間
LCO-UC001	Pass	Mary	2016/06/06
LCO-UC002	Pass	Mary	2016/06/06
LCO-UC003	Pass	John	2016/06/07
LCO-UC004	Pass	John	2016/06/08
.....			