# 2014 高雄市第 54 屆中小學科學展覽會

# 作品說明書

科別：生活與應用科學

組別：高中組

作品名稱：智慧家庭語音控制系統

關鍵詞：聲控系統、藍芽、無線監控

編號：3601

# 目錄

摘要.....1

壹、研究動機.....2

貳、研究目的.....3

參、研究設備及器材.....4

肆、研究過程與方法.....6

伍、研究結果.....14

陸、討論.....22

柒、結論.....23

捌、參考資料與其他.....24

# 摘要

隨著科技之進步，人類對居家生活品質之要求提高，並強調智慧生活、快速便利與高品質，本專題研製一套『智慧家庭語音控制系統』，利用語音操控所有居家生活電器設備(例如:冷氣、電視、收音機、電風扇、客廳電燈…等)，本系統可同時啟動與關閉居家電器設備，可透過各種操作介面(例如:藍芽耳機、平板電腦、手機、網路、遠端監控系統…等)簡易操控本系統；透過各類行動電子產品與週邊設備，以聲控、觸控與遙控居家電器設備，亦讓家中有行動不便者(肢體障礙)、盲啞人士(在平板電腦上貼點字薄膜)，享受優質生活品質。本系統亦可移植至各類場所應用，例如汽車行進中透過語音方式，控制車內所有設備系統(音響、寫E-Mail、接聽電話、衛星導航系統…等)，可避免駕駛者手動操做造成分心發生意外事故。

# 壹、研究動機

近年來，各國科技不斷提升與進步，科技的發展始終來自人類的夢想，未來生活科技是新世紀之科技生活，『科技始終來自於人性』開創人類新科技之便利智慧生活。近年來人機介面科技發展盛行，如:智慧型手機、數位化家電產品、藍芽技術…等，人們開始注重居家生活品質與便利性之問題，現今觸控式已取代傳統按鍵式控制，未來將由聲控取代現今觸控式科技，因此聲控堪稱目前最夯之人機互動方式之一。現今生活之所有系統，例如各種語音辨識演算法，以及自然語音理解技術發展更趨完備後，讓聲控介面進駐 4C 產品，包括行動裝置、電視、汽車…及個人電腦均相繼導入此一功能，以創造更直覺、友善的使用體驗，且語音控制可提供安全且便捷的操作方式，已成人機介面中不可或缺的一環，而在各種嵌入式系統中導入聲控功能亦蔚為風潮。

本研發團隊之核心理念，將建構出未來夢想家園之生活，創造智慧家庭生活科技之文明時代。本團隊成員每個都具有強烈之興趣、創意與創造能力，並積極主動從生活中觀察，未來科技生活之需求與如何實現優質化生活，因此研發『智慧家庭語音控制系統』如圖 1-1 所示之系統示意圖，強調『只讓你動口，不讓你動手』方式，語言是人與人溝通最方便的方式，因此利用語音方式控制，居家中所有電器設備系統(如圖 1-2 所示)，將是最便利迅速方式達到優質化生活與改善生活機能，促進心靈提升建構完美居家生活之人生。

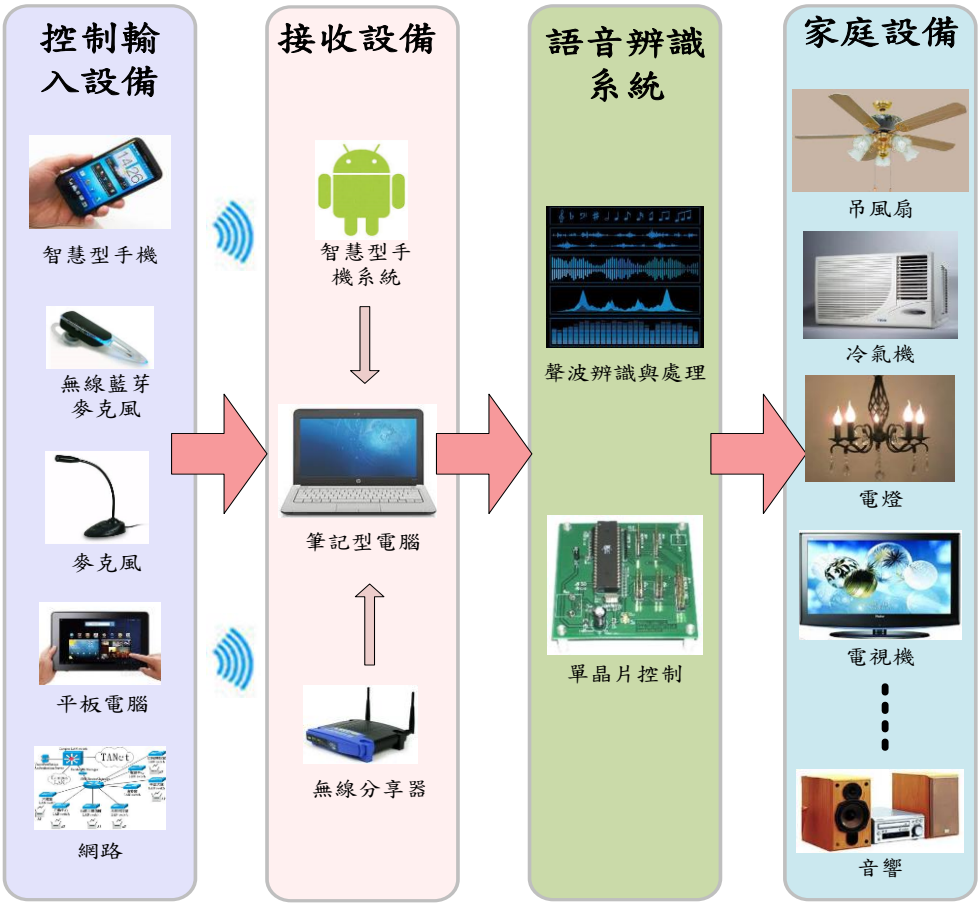



圖 1-1 智慧家庭語音控制系統之示意圖

圖 1-2 智慧家庭語音系統控制電器設備示意圖

## 貳、研究目的

科技的發展始終創造人類便利之生活，智慧家庭生活將是全球未來家庭之趨勢，因此本團隊開發一套『智慧家庭語音控制系統』為目標，改善生活機能創造優質便利生活品質，經本團隊小組之討論下，我們想探討追求新科技之技術，並建置一個人性化介面且簡單又便利之系統，突破傳統科技舊思維，建構智慧家庭生活，因此我們決定以語音模式來解決生活中任何問題，以下是我們研究思考之方向：

1.思考哪些短距離通訊裝置，能實現該系統之需求與便利性。
2.研究如何利用語音來操控所有家電，以達成聲音控制家電之目的。
3.研究開發語音辨識技術，目的讓電腦能聽懂人類說話的聲音，執行命令之工作。
4.研究如何撰寫人性化介面程式，透過 PC 平台驅動各項家庭電器設備。
5.研究開發模組化電路，達到易於維修且易於結合數位家電設備之特性。

因此本團隊小組開始進行構思，深入研究居家環境之聲控系統，透過舊知識(過去經驗)與現有之課程如專題製作之課程來製作，並藉由『計算機概論課程』、『程式語言設計』、『生活科技課程』、『軟體應用實習課程』、『微處理機』，撰寫人性化之人機介面程式，透過二年級

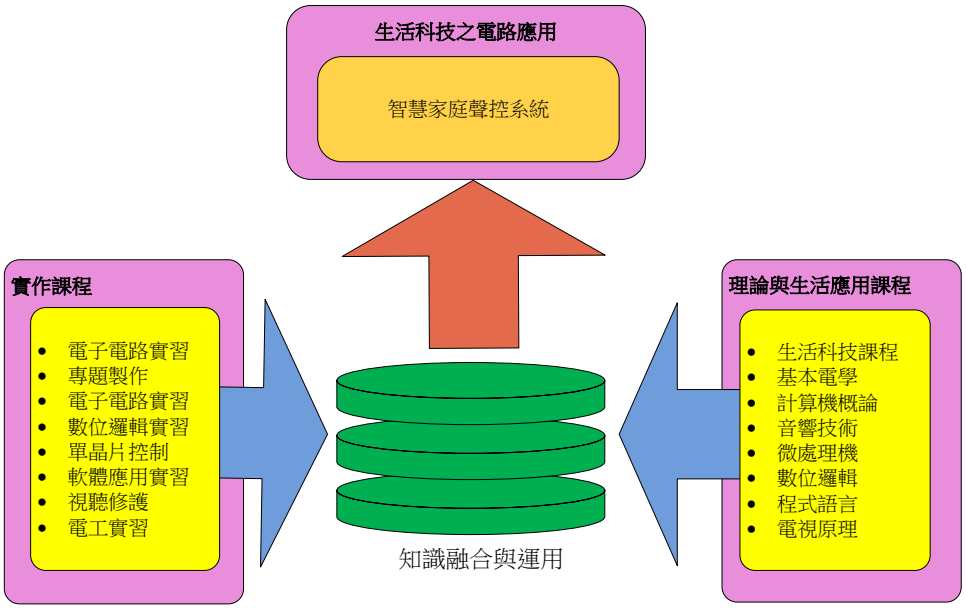



圖 2-1 相關課程融入開發智慧家庭語音控制系統

的『基本電學』、『電子電路實習』、『數位邏輯實習』、『單晶片實習課程』相關課程(如圖 2-1 所示)與所學的理論及新知，運用電腦程式設計與硬體電路之設計，設計製作出一套『智慧家庭語音控制系統』，以整合居家所有電器用品之控制，提升優質化居家生活品質與便利性。

## 參、研究設備及器材

本團隊小組研發之『智慧家庭語音控制系統』，是非常穩定、容易控制、安裝簡易且價格低廉，表 1-1 所列為本專題所使用到之相關器材設備、儀器項目與製作智慧家庭系統材料表。透過本科上之儀器量測，人類聲波音量大小、頻率與空中雜訊…等，經實際測量環境訊號與統計分析，將有助於改善系統產生之誤判狀況，增加系統精準性、穩定性與服務品質。

表 1-1 研究相關之設備與材料

| 研　究　設　備 | 規　格 | 數量 |
|---|---|---|
| 1. 筆記型電腦 | 一般電腦 | 1 台 |
| 2. 桌上型電腦 | 一般電腦 | 1 台 |
| 3. 函數波信號產生器 | MOTCH PS-506 60MHZ | 1 台 |
| 4. VB(Visual Basic)程式 | 6.0 | 1 套 |
| 5. USB IO 卡(益眾科技) | A20-0016 | 1 套 |
| 6. 80S51 程式選寫軟體 | SimLab　8051 | 1 套 |
| 7. 電源供應器 | 可供應 5V 電壓源 | 1 台 |
| 8. 電子實習工具包 | 電子實習工具 | 3 套 |
| 9. 三用電表 | 指針式與數位式 | 2 組 |
| 10. 控制電路(控制居家電器設備) | 自製設計電路 | 1 套 |
| 11. 藍芽耳機 | Jabra BT2045 | 1 套 |

| | | |
|---|---|---|
| 12. 智慧型手機 | S3 | 1 支 |
| 13. IC 燒錄器 | ALL-100A | 1 套 |
| 工具項目 | 規　　格 | 數量 |
| 1. 電烙鐵 | 40W | 1 套 |
| 2. 尖嘴鉗 | SM-16 | 1 套 |
| 3. 斜口鉗 | SPN-120 | 1 套 |
| 4. 剝線拑 | SP0201-CO2-30 | 1 套 |
| 5. 吸錫器 | TP-100 | 1 套 |
| 6. 迷你電鑽 | AV110V 0~2.5mm | 1 組 |
| 7. 小鑽床 | 110V(LT-848) | 1 組 |
| 8. IC 拔取器 | 8PK-610 | 1 支 |
| 9. IC 整腳器 | P1000353 | 1 支 |
| 10. 螺絲起子組 | HOT00011 | 1 組 |
| 11. 麵包版 | EIC-102J | 1 組 |
| 12. 熱熔膠槍 | 10W | 1 組 |
| 研　究　材　料 | 規　　格 | 數量 |
| 1. 發光二極體 | PS2N-TF<br>(藍、黃、紅、綠) | 8 個 |
| 2. 電容 | 10μ/25V | 1 套 |
| 3. 電容(SMD) | 104pF/22pF/47pF | 10 個 |
| 4. 電感(SMD) | INDUCTOR2 | 1 台 |
| 5. 排阻 | PORTO　1k | 3 套 |
| 6. USB 母座 | mini USB 5pin | 2 組 |
| 7. 排針 | 8pin/5×2pin/10×2pin | 1 套 |
| 8. IC 座 | 40pin /8pin | 1 套 |
| 9. 排線 | 8pin/2pin | 1 套 |
| 10. 杜邦端子 | 2.54mm 母(半鍍金) | 16 條 |
| 11. USB 線 | 1m | 1 套 |
| 12. 石英震盪器 | YIC6.0000E1 | 1 套 |
| 13. 袖珍屋 | 一般型 | 1 套 |
| 14. 印刷電路板 | FR4 | 1 套 |
| 15. 喇叭 | 8Ω | 2 組 |
| 16. I/O 測試版 | W78E052DDG | 1 套 |
| 17. 電路板 | 5 cm x 3 cm | 8 套 |
| 18. 小型馬達 | K530 | 1 組 |
| 19. 單芯線 | 黑、紅 | 8 組 |
| 20. 風扇葉片 | 厚紙板製 | 1 組 |
| 21. 80S51 單晶片 | ATMEL 89S51 | 1 組 |
| 22. 電晶體 | S1815、S1384 | 2 組 |
| 23. 書面木板 | 16cm×20cm | 8 組 |
| 24. 木棒 | 1 cm x 1 cm | 15 支 |

# 肆、研究過程與方法

繼觸控之後，聲控堪稱目前最夯的人機互動方式之一。在各種語音辨識演算法，以及自然語音理解技術發展更趨完備後，聲控介面已開始大舉進駐 4C 產品，包括行動裝置、數位電視、汽車及個人電腦均相繼導入此功能，創造更直覺、更友善的使用體驗。圖 4-1 所示為本團隊研發小組，研究開發『智慧家庭語音控制系統』之詳細流程圖。蒐集相關語音辨識資料後，開始研發『發智慧家庭語音控制系統』內部之語音辨識系統（如圖 4-2 所示為語音辨識系統基本方塊模組）。

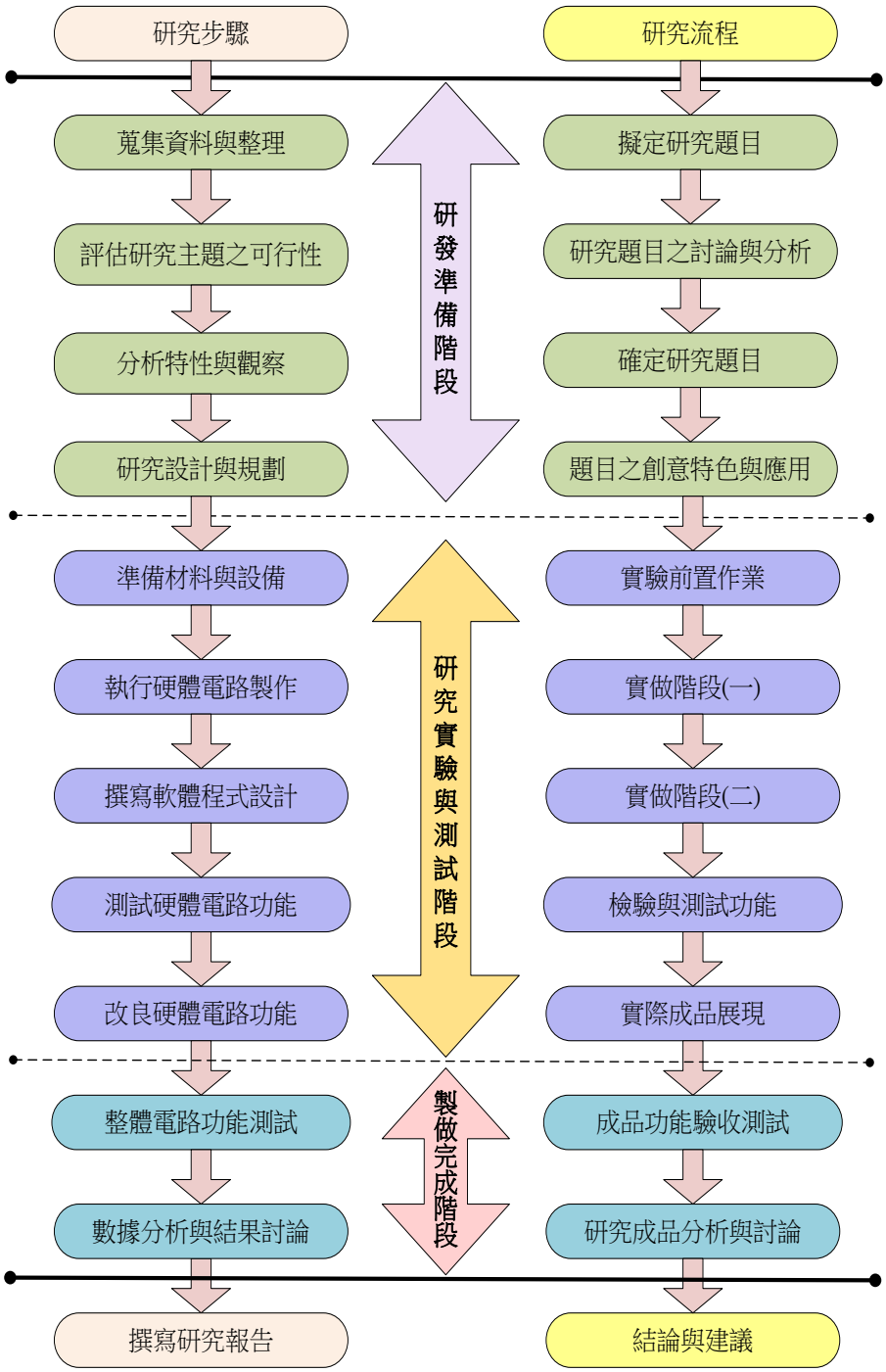



圖 4-1 開發智慧家庭語音控制系統流程圖

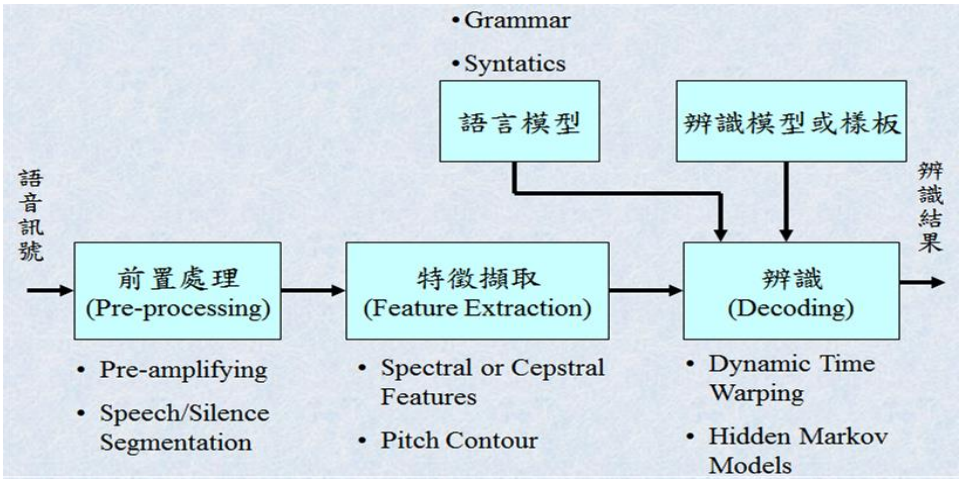



圖 4-2 語音辨識系統基本方塊圖

一、『語音訊號』:泛指人類耳朵所能聽見之聲音(約 20Hz～20KHz 如圖 4-3 所示)，但不包括使用音樂處理晶片所製造之音樂。因我們在處理語音時，語音所播錄之資料與我們耳朵所聽見聲音是相同；而利用音樂處理晶片所製造音樂，與我們所聽見聲音並不一樣如圖 4-4 所示。任何語音信號都可以用波之形式表示，波形包含週期、振幅、相位…等等。

像語音波形的訊號，我們可以在不同時間區段上找到不同週期，會產生此種現象之原因，因語音訊號是由很多不同週期的訊號所組成，因此訊號會隨時間變化形成週期，我們稱這種週期為非固定式（non-stationary）的週期訊號，如圖 4-3 所示，而固定式週期如圖 4-5Sin(ωt)、Cos(ωt)所示。

然而要辨識對非固定式訊號來說並不容易，由於語音訊號在不同時間與區段有不同的週期與振幅大小，因此一段非固定式之訊號週期與振幅等參數數目，都比固定式訊號來得多，雖然語音是非固定式訊號，但我們可以用處理固定式之訊號方式，處理非固定式訊號，處理語音每一時間區段，為一短時距（short-time）或被稱為一個音框（frame）如圖 4-6 所示。

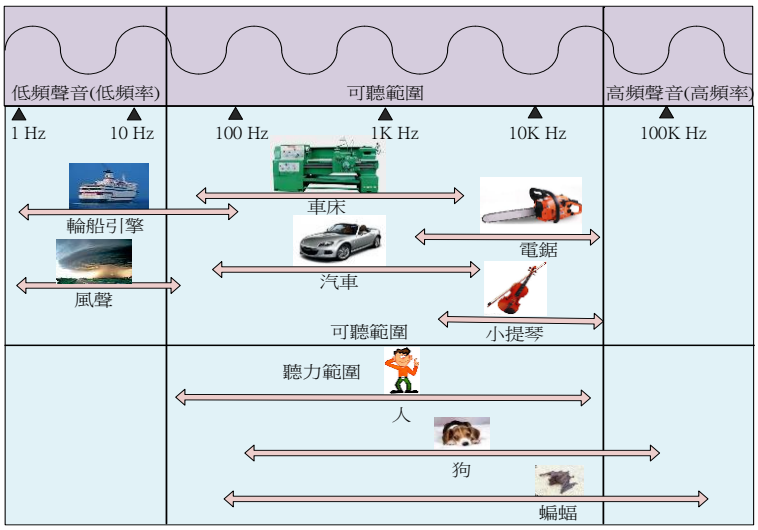



圖 4-3 各類聲音之頻率範圍所示

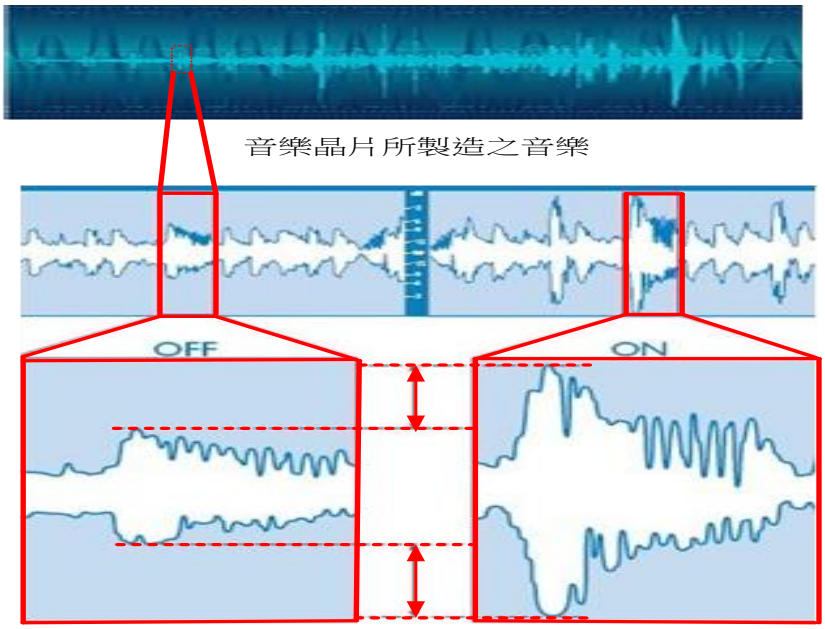



圖 4-4 音樂處理晶片所製造之音樂

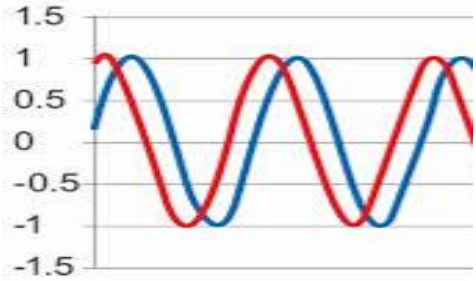
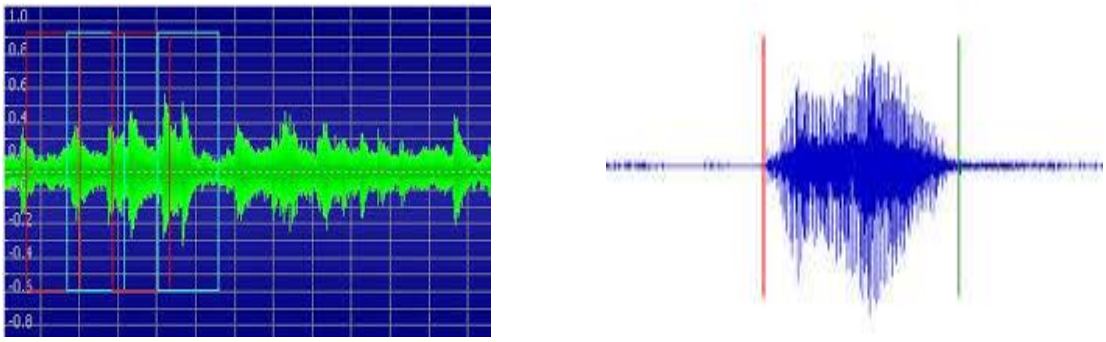



圖 4-5 Sin(ωt)與 Cos(ωt)波形振幅、頻率與相位



(a) 語音信號不同時間之音框區段　　(b) 一個音框含數個不同頻率

圖 4-6 語音信號處理音框

二、『前置處理』:從語音訊號中截取一個音框(在語音信號截取短時段區域)，並分析音框中語音信號且取得語音特徵參數，因此語音特徵參數的單位為一個音框大小。若將此組特徵參數代表一個向量，則一串音框即可得出一特徵向量，所有參數都根據

時間軸變化。經由高頻濾波器的處理從嘴唇發出後語音，部分高頻會損失為了補償這些損失，每一個音框內的語音訊號，都經由下面高頻濾波器來加強高頻成分：

$$Y(Z) = H(Z)X(Z) = (1 - 0.95 * Z^{-1})X(Z)$$

$$Y[n] = X[n] - 0.95 * X[n] \quad , \; 1 \le n \le 299 \quad \mathrm{Y}[0] = X[0]$$

在時域上來看，原取樣值通過高頻濾波器後，變成每個音框乘上漢明視窗（Hamming Window）：

$$h[n] = 0.54 - 0.46 * \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right) \quad , \quad 0 \le n \le N-1$$

其中 N 值代表音框大小，為了取得每個音框在頻譜上能量更集中，我們將每個音框內的取樣值再乘上一個漢明視窗，漢明視窗方程式為：

$$\bar{Y}[n] = y[n]h[n] \quad , n = 0,1,2,\cdots,299$$

假設一個音框取樣 299 點， y[n] 為 n=0,1,…299（y[n]是已經用高頻濾波器處理過的訊號）所得的值。

三、『特徵擷取』:語音訊號有一項重要之特性（同一句話或音階在不同時間波形卻不儘相同），語音是一種隨時間變動的訊號（動態訊號），從這些動態訊號中找出規律性，利用統計方式找到規律性之後，無論訊號隨時間變化，大抵都能指出語音訊號特性所在，再進行語音辨識出來，這種規律性在語音辨識上稱為特徵參數，最常用的特徵參數是訊號在頻譜（Spectrum）上的能量值，例如：高頻訊號的能量值，大部分集中在高頻部分，低頻訊號則能量值大部分集中在低頻部分，經由傅立葉轉換（Fourier Transform）的方式，可幫我們在時間軸上的訊號轉換到頻譜上來處理。然而，對語音訊號而言，另一種稱為倒頻譜的參數，卻更能代表語音訊號之特性，語音辨識的原理就是以這些特徵參數做基礎而使辨識率提高。

語音訊號在空氣中是以波的方式來傳遞，此波訊號稱為類比訊號（Analog signal），電腦無法直接處理類比訊號，因在電腦中所有的資料都是以『0』或『1』表示，要用電腦來處理類比訊號時，必須將類比訊號轉換為數位訊號才行，訊號經轉換會以數值大小表示稱為數位訊號（Digital Signal）如圖 4-7 所示類比轉換成數位信號。

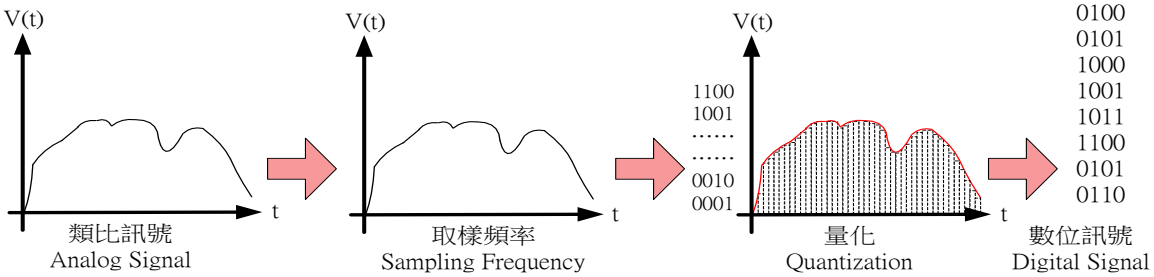
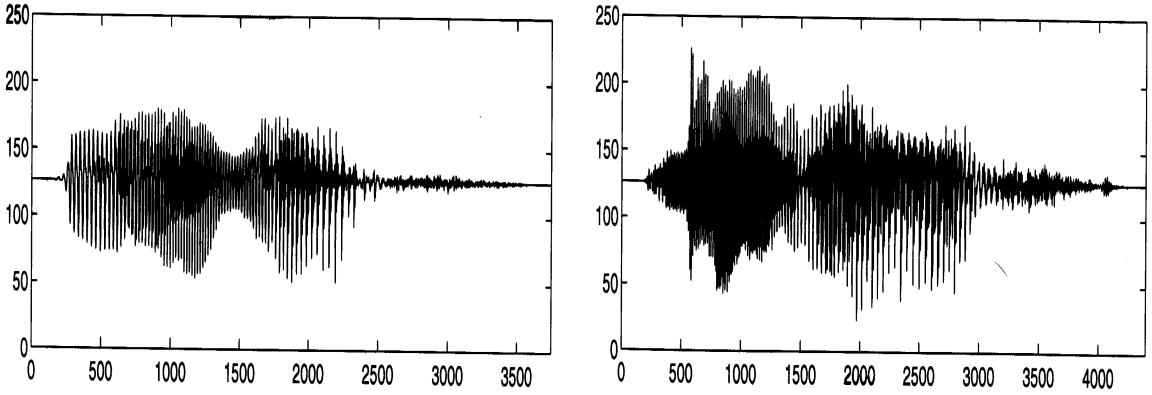



圖 4-7 類比轉換成數位信號過程

語音訊號在進入電腦處理前是一種連續性訊號，所謂連續性訊號是指時間上的連續，經由麥克風收音，把我們聲音傳到電腦裡面，這中間過程稱為數位化。原來連續性訊號，經過數位化處理後，變成一種不連續的訊號，這個訊號只在某些固定時間刻度上有值，這些刻度稱為取樣點，取樣點上的振幅大小稱之為取樣值，兩個取樣點之間的時間間隔稱之為取樣週期，取樣週期的倒數稱為取樣頻率(取樣頻率為一秒中內對原始訊號做幾次取樣)。取樣頻率要符合取樣定理（Sampling Theorem），就是取樣頻率需大於原信號兩倍頻率，否則會造成取樣失真（Aliasing），一旦發生取樣失真，所得到的聲音取樣便不能代表原來之訊號；圖 4-8 所示為我們實際透過麥克風錄音(訊號是一種細微交流電壓之型態)，男生聲音訊號與女生聲音訊號。




(a)女生語音訊號　　(b)男生語音訊號

圖 4-8 語音訊號頻率與振幅大小

特徵參數是以音框為單位，每個音框皆可求一組特徵參數，在求倒頻譜特徵參數前，需先求出另一組線性預測係數（Linear Predictive Coefficient，簡稱：LPC），線性預測的基本原理，是假設目前的聲音取樣值，可由前面的 P 個取樣值以線性組合來預測，這個假設是很合理的，因為大部分的語音訊號都具有週期性，然而要預測還是會有稍微誤差產生，所以線性預測的公式為：

$$\bar{Y}[n]=\sum_{k-1}^{p}\alpha[k]\bar{Y}[n-k]+e[n]$$

其中的 $\alpha$[k]即稱為線性預測係數，共有 P 個，P 的值可以自己決定，目的是對一個音框內的所有取樣值，求出一組線性預測係數，而這組線性預測係數能使誤差達到最小（minimize），亦即求出下式的最小值：

$$E=\sum e[n]^2$$

經代換後所得如下：

$$E=\sum\left(\bar{Y}[n]-\sum_{k-1}^{p}\alpha[k]\bar{Y}[n-k]\right)^2$$

求解最小值的問題，可以用數學上偏微分的方法來解，而最後求出來的結果為：

$$\begin{bmatrix} r[0] & r[1] & r[2] & \cdots & r[p-1] \\ r[1] & r[0] & r[1] & \cdots & r[p-2] \\ r[2] & r[1] & r[0] & \cdots & r[p-3] \\ \vdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ r[p-1] & r[p-2] & r[p-3] & \cdots & r[0] \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha[1] \\ \alpha[2] \\ \alpha[3] \\ \cdots \\ \alpha[p] \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r[1] \\ r[2] \\ r[3] \\ \cdots \\ r[p] \end{bmatrix}$$

$$r[k] = \sum_{n=0}^{N-k-1} \bar{Y}[n] * \bar{Y}[n+k] \quad , \quad k = 0,1,2 \cdots p$$

其中 r[k]稱為自相關係數（Autocorrelation Coefficient），其中 P 代表線性預測係數的階數，一般在做語音辨識時會採用 8 到 15 階的 P 值。

$$\alpha_j^{(i)} = k_i$$

$$k_i = \frac{r[i] - \sum_{j-1}^{i-1} \alpha_{j-1}^{(i-1)} r[i-j]}{E^{(i-j)}} \quad , \quad 1 \le i \le p$$

$E^{(0)} = r[0]$求線性預測係數變成一個求反矩陣解的問題，解這個矩陣最有名的方法是由 Durbin 提出來的一個演算法，其演算流程為：

$$\alpha[j] = \alpha_j^{(p)} \ , \ 1 \le j \le p$$
$$E^{(i)} = (1 - k_i^2) E^{i-1}$$
$$\alpha_j^{(i)} = \alpha_j^{i-1} - k_i \alpha_{i-j}^{(i-1)} \quad , \quad 1 \le j \le i-1$$

計算倒頻譜參數之值:求完 LPC 後再利用下式把 LPC 係數轉為倒頻譜參數，倒頻譜參數較 LPC 係數更能表現出語音訊號特性。

$$c[n] = \alpha[n] + \sum_{k=1}^{n-1} \left( \frac{k}{n} \right) c[k] \alpha[n-k] \quad , \quad 1 \le n \le p$$

最後就是以相異度法來比較所求的特徵值的相異度，以達到辨識的目的。我們實際透過麥克風測試收錄語音信號(大聲唸電視打開)，如圖 4-9 為一語音『電視打開』之訊號，並經由高能量特徵值求其特徵向量如圖 4-10 所示，由兩圖相互比較，可輕易看出其為圖 4-10 高能量部分的波形。不過聲音的輸入，雖然為同一句話，其訊號卻會有大有小有長有短。為了解決這個問題，所擷取圖 4-10 之特徵值，必須再經過調整(減去輸入訊號後面非語音部分的信號)後如圖 4-11 所示，最後就是以相異度法來比較所求的特徵值的相異度，以達到辨識的目的。

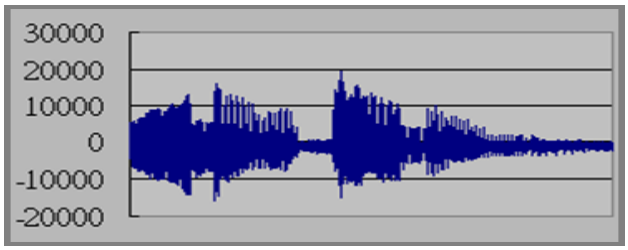



圖 4-9 『電視打開』之語音訊號

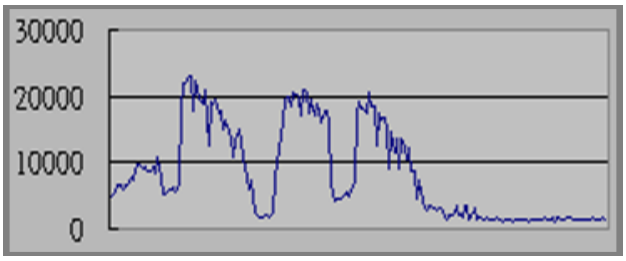
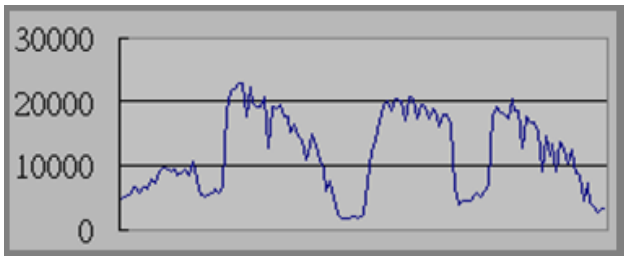



圖 4-10 高能量特徵向量圖




4-11 刪除非語音部分信號

四、『辨識』:語音辨識最主要的目的是電腦能聽懂人類說話的聲音，進而下指令讓電腦執行相對應之工作。當聲音由類比到數位的轉換裝置輸入電腦內部時，並以數值方式儲存後，語音辨識程式便開始，將事先儲存好的聲音樣本與輸入的測試聲音樣本進行比對工作。比對完成後點腦即輸入一個它認為最『相似』的聲音樣本序號，我們就可以知道使用者剛剛唸進去的聲音，代表何意進而命令電腦做事。

語音辨識演算法有人工設定、能量曲線判別法、R-S 判別法、自動選定判別法…等等方式，各有其優缺點。我們採用各種技術判別，增加語音辨識能力，如圖 4-12 為語音訊號未受雜訊干擾之端點偵測結果。在自由空間中經過雜訊干擾後，使用各種技術判別結果如圖 4-13 所示，與圖 4-12 互相比較可清楚看出干擾後的差異程度。

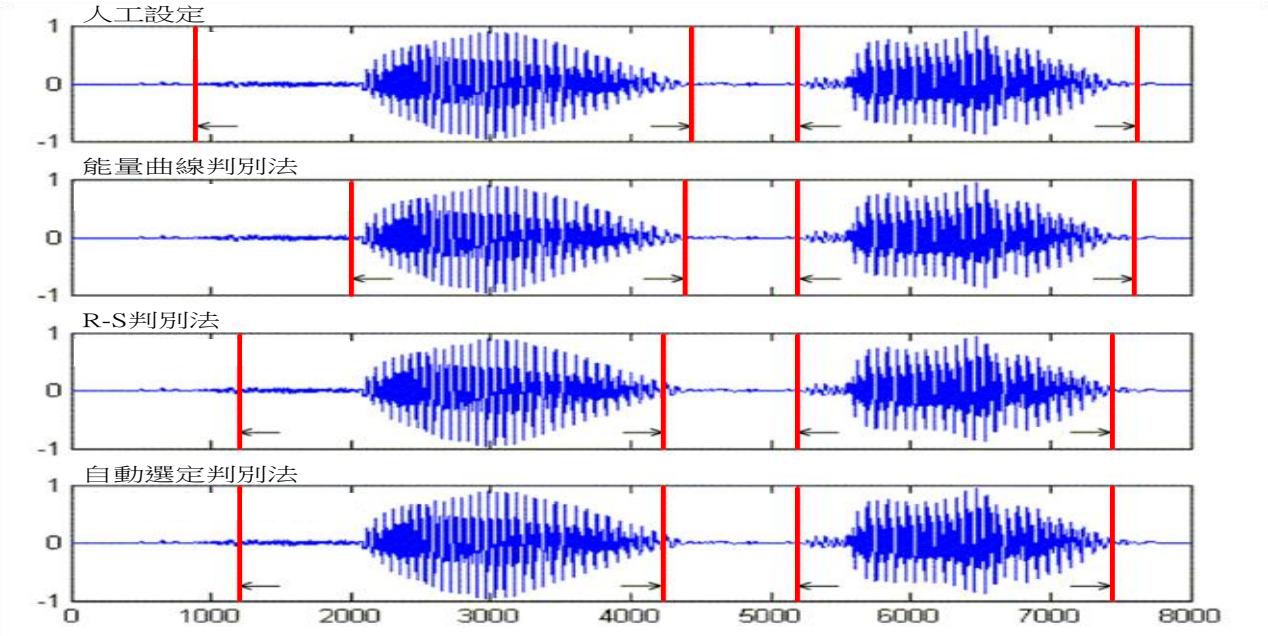



圖 4-12 為訊號未受雜訊干擾之端點偵測結果

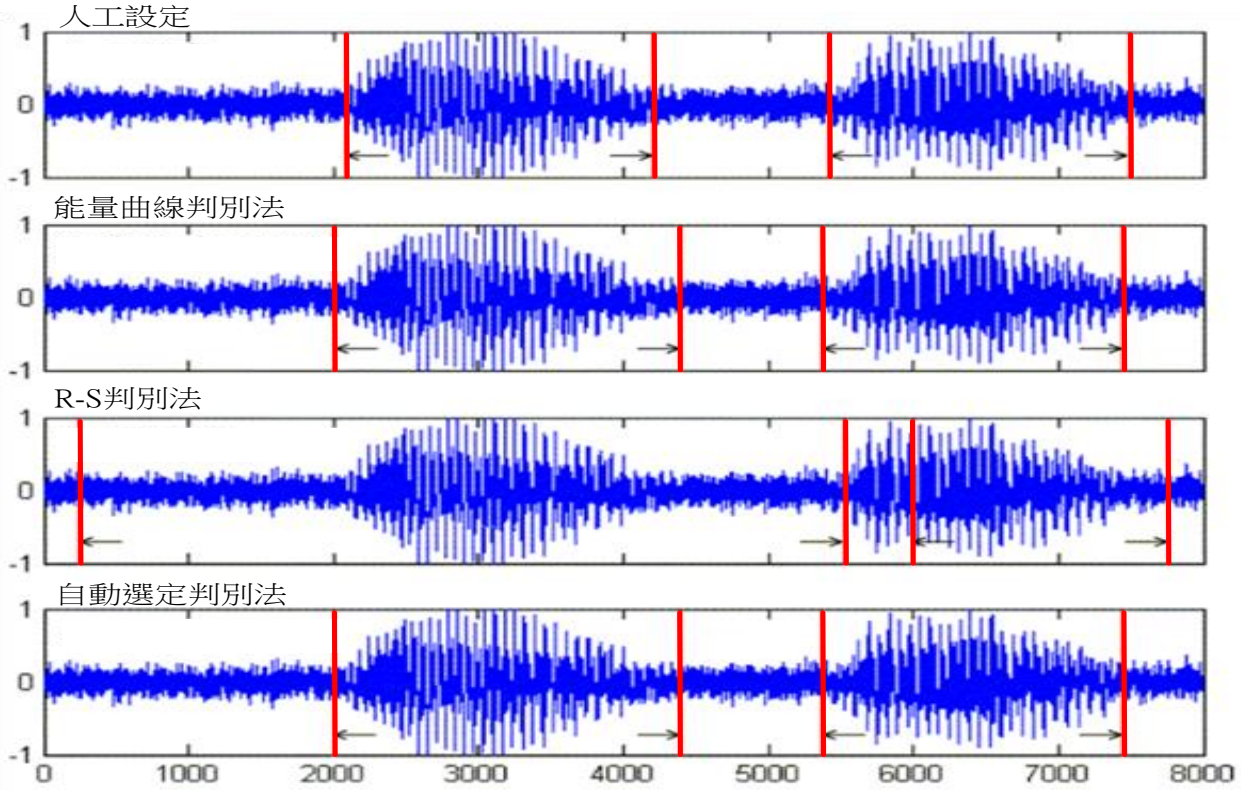



圖 4-13 語音訊號受雜訊干擾之端點偵測結果(SNR = 20 dB)

我們分別採用不同的四個參數，線性頻譜參數(LFS)、梅爾頻譜參數(MFS)、線性倒頻譜係數(LFCC)與梅爾倒頻譜係數(MFCC)所做的測試結果如圖 4-14 所示，從實驗結果發現採用 LFCC 或 MFCC 做為語音特徵參數系統，會比採用頻譜參數 LFS 或 MFS 系統，在收斂速度上較快亦即要達到相同水準之辨識率，採用倒頻參數所需的訓練次數較少即可辦到。系統在中文與數字辨識能力測試與訓練，系統約 2.5 個月的時間辨識率可達 90%以上，經過 5 個月之訓練系統辨識率維持在 94%～96%之間變動，如圖 4-15 所示為系統的學習曲線。

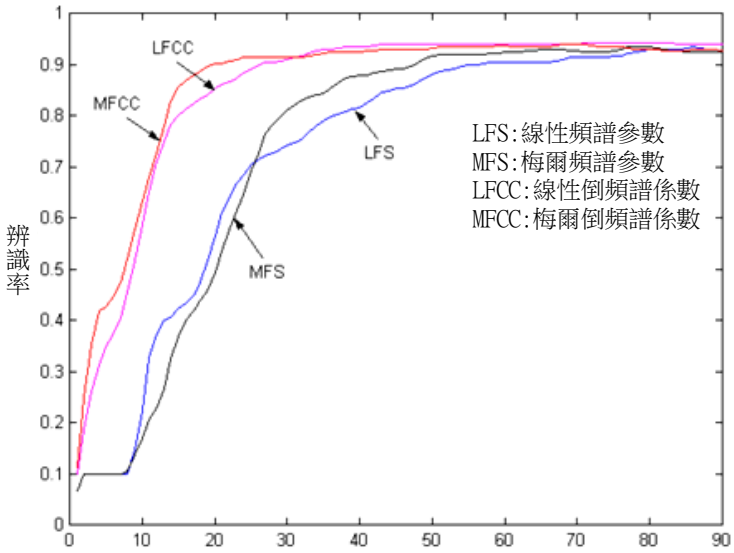



圖 4-14 不同特徵參數對系統辨識效能之影響

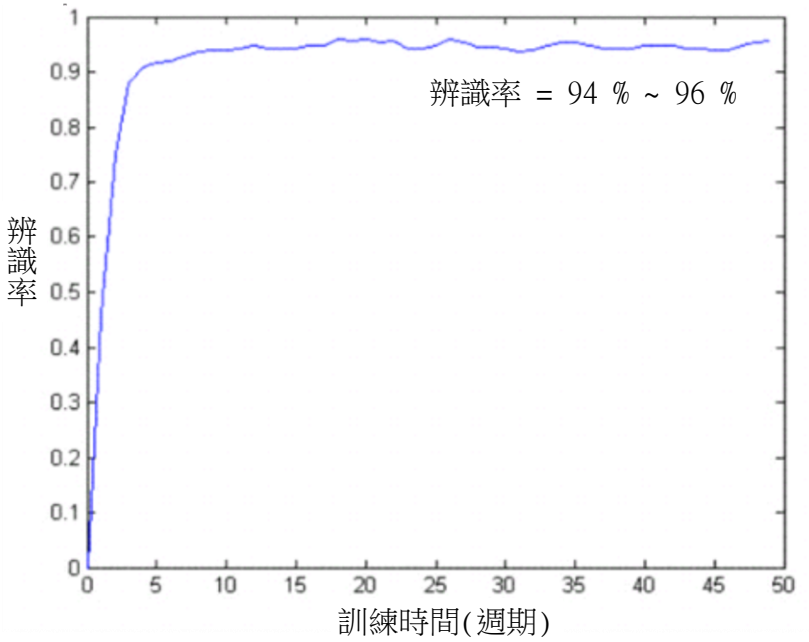



圖 4-15 系統在中文與數字辨識能力響應圖

# 伍、研究結果

在很多科幻影片中都有相同的一幕，只要對電腦說話就能下達各種命令(如圖 5-1 所示之示意圖)，沒有滑鼠和鍵盤經由人類語音(喉嚨聲帶震動發出不同的聲調來發出聲音)方式下達「命令」，透過無線麥克風收音(將聲波轉電壓)輸入電腦內部(藉由藍芽無線裝置傳送到電腦裡的程式)，再經由電腦語音辨識軟體，辨識語音「命令」(分辨出詞和語句)再透過電腦控制居家中電器設備，儘管人類語音有不同頻率之音調，也可經由聲音辨識系統來選出正確的指令，假如指令的詞(語句)相同或是辨識不出來，可以經由系統再確認方式來下正確之指令，因此在家中皆可準確性的，在家中任何位置接收正確指令，形成智慧家庭屋改善人類生活品質、建構整體人類生活機能，完成控制居家所有電器設備產品。本團隊研發過程主要分兩部分(軟體與硬體部分)，開發研究過程如下所述:

圖 5-1 語音命令控制之示意圖

軟硬體系統部分:本系統使用 VB (Visual Basic)程式語言，具物件功能的程式設計，Visul 的中文意思為「視覺的」，在撰寫 VB 程式的同時，有許多看的見的物件可以供使用者直接利用，而不必再用大量的程式碼來編寫，原件的外觀與配置 VB 提供的是一種視覺化的 BASIC 語言程式設計環境。VB 程式組成分為下列三個部份：專案在每次編輯程式時，所設計出一個可以執行特定用途的應用程式便稱為專案，表單可以是一個交談窗，或是一個視窗，表單上可以放置許多物件。每一個專案可由一個或多個表單構成。控制項：設計視窗應用程式所需使用的視窗元件，這些控制項可用來設計程式中與只使用者互動的介面，例如標籤、文字方塊、按鈕…。撰寫本系統軟體程式，撰寫 Visul Basic 的流程圖如圖 5-2 所示，如圖 5-3 所示自行開發「智慧家庭聲控系統」畫面，透過本系統軟體去驅動硬體設備，因此所有家電設備都可以透過此系統來控制，硬體設備系統如圖 5-4 所示，透過單晶片 8051 直接驅動硬體控制家庭設備。

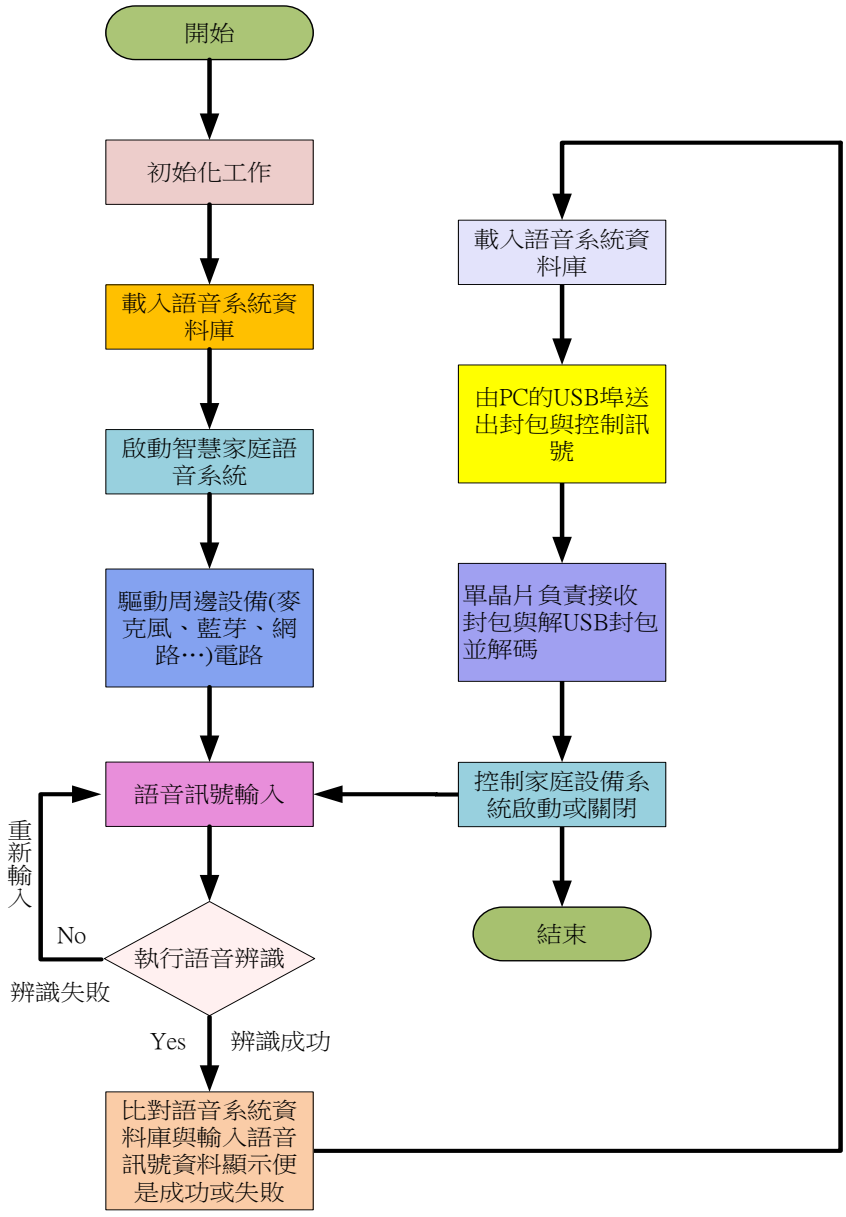



圖 5-2 軟體開發流程

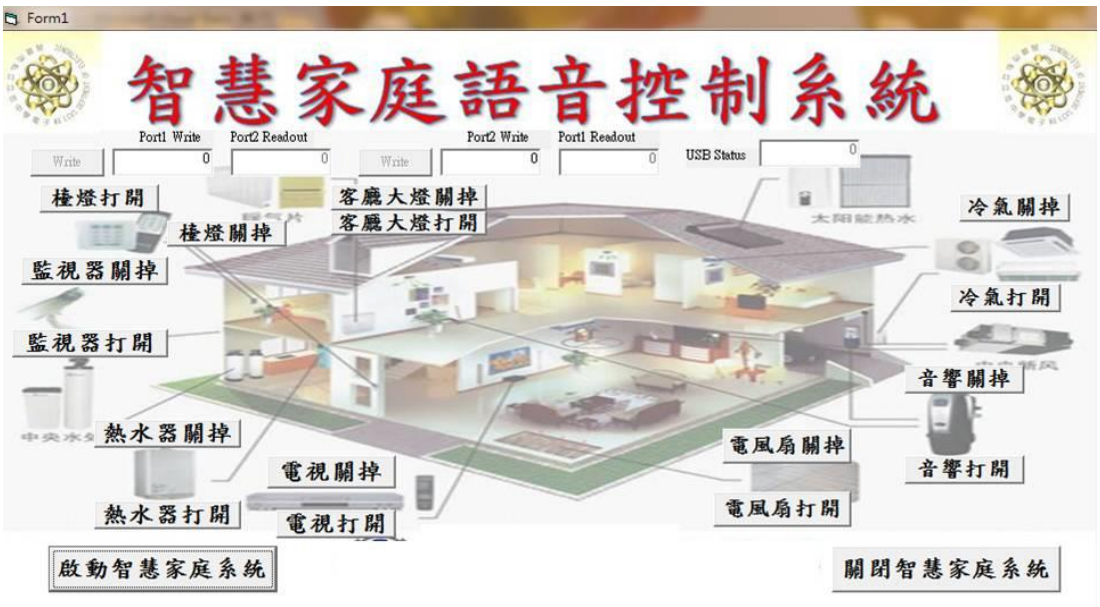
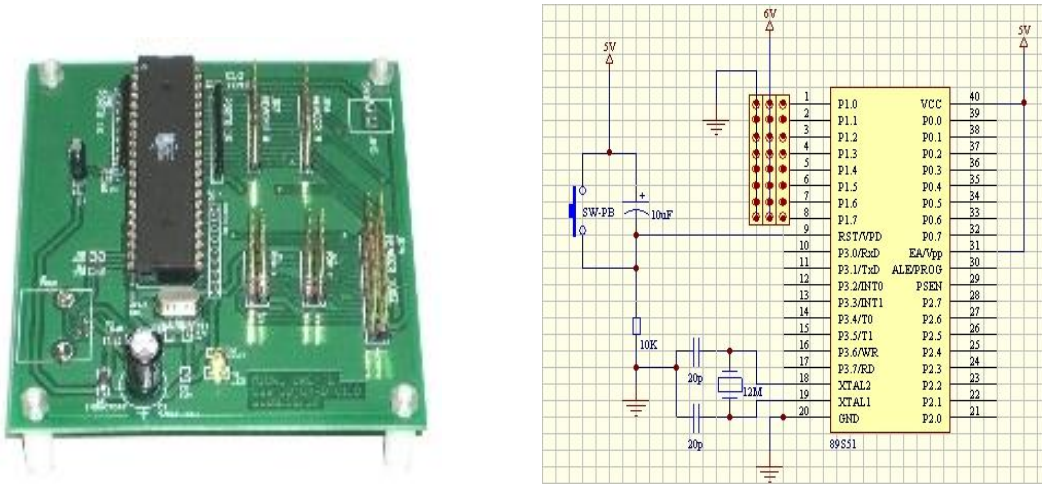



圖 5-3 自行開發系統軟體控制畫面

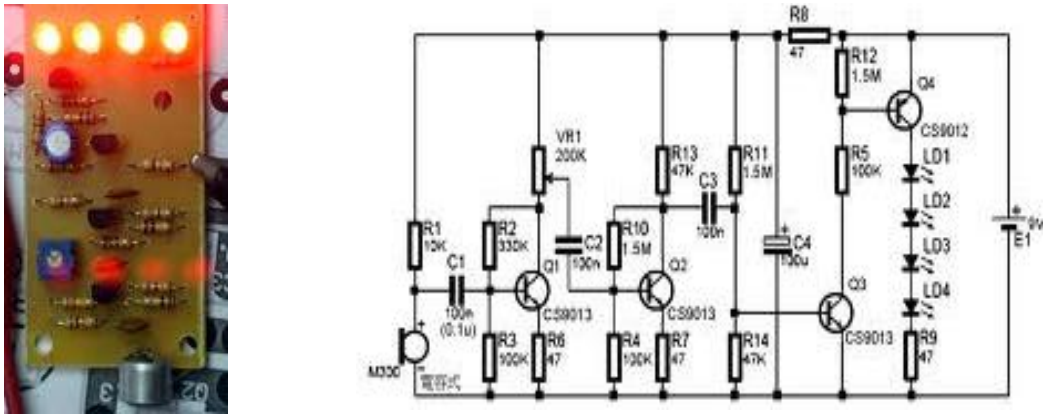



(a) 8051 單晶片實體電路　　(b) 設計 8051 單晶片電路

圖 5-4 單晶片 8051 驅動硬體設備(硬體與設計電路圖)

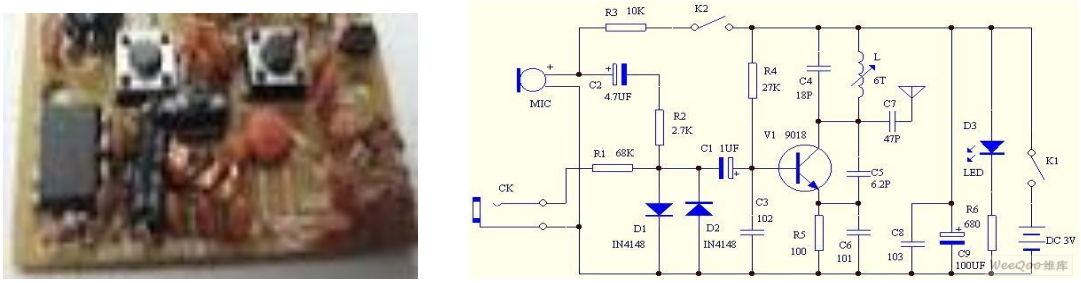
本團隊以手工模擬打造一間模型屋(如圖 5-5 所示整間房屋之架構圖)，圖 5-6 為學生自製的音響電路與硬體實體圖，並配合控制電路控制家電設備如圖 5-7 與圖 5-8 所示為控制電路圖、繼電器控制電路與硬體實際圖，圖 5-9 至圖 5-14 為學生實作狀況與情形，來測試本專題之功能(模擬實際家庭屋控制所有家電設備之各項動作)是否能正常運作，經由多次測試之結果，本團隊小組研發之「生活優化居家聲控系統」，是非常穩定且容易控制安裝之價格低。本團隊所發之時間與規畫表如表二所列，從 2013 年 9 月開始尋找有相關的資料與有興趣之同學，並且討論本專題之方向，之後我們各自分頭搜尋本專題所需要的專業知識與互相溝通，透過各方面之探討與綜合各項意見，進而整合出本專題之研究所需要的資料，接著本團隊利用四個月的時間，研發製作軟硬體設備兼具測試，接續改進本專題之功能，讓功能更加完美無缺更人性化兼具使用性及便利性。

圖 5-5 整體房屋之架構圖



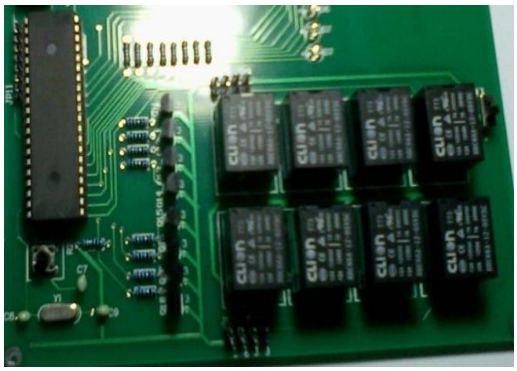

(a) 音響電路實體圖　　(b) 設計音響電路

圖 5-6 音響電路與硬體實體圖

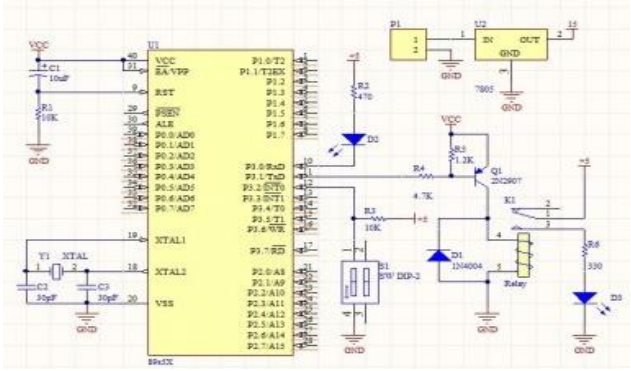



(a) 音響電路實體圖　　(b) 設計控制器電路

圖 5-7 控制器電路圖與實際圖



(a) 繼電器控制電路實體圖



(b) 設計繼電器控制電路

圖 5-8 繼電器控制電路圖與實際圖

表二 研究規劃之時間

| 規劃時間表 / 項目 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.組隊與探討本專題之方向 | | | | | | | | | | |
| 2.蒐集資訊與組員討論 | | | | | | | | | | |
| 3.規劃主題 | | | | | | | | | | |
| 4.開始製作硬體電路 | | | | | | | | | | |
| 5.開始製作聲控裝置與測試 | | | | | | | | | | |
| 6.撰寫 VB 程式軟體 | | | | | | | | | | |
| 7.測試軟硬體電路結合功能 | | | | | | | | | | |
| 8.探討與分析系統如何改善 | | | | | | | | | | |
| 9.精進各子系統之功能 | | | | | | | | | | |
| 10.韌體系統之測試(軟硬體測試功能) | | | | | | | | | | |
| 11.數據分析系統性能 | | | | | | | | | | |
| 12.測試改良軟硬體系統 | | | | | | | | | | |
| 13.總問題之探討與分析改善 | | | | | | | | | | |
| 14.撰寫評估系統報告 | | | | | | | | | | |
| 15.撰寫系統使用說明書 | | | | | | | | | | |
| 16.分析產品未來之應用與擴充 | | | | | | | | | | |

圖 5-9 組裝房屋狀況

圖 5-10 銲接電路

圖 5-11 房屋雛形已就夠完成

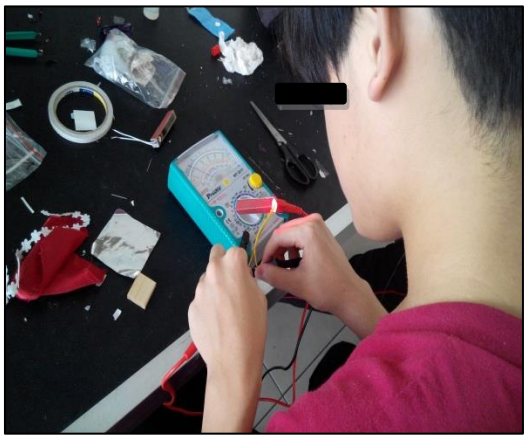


圖 5-12 測試電路

圖 5-13 居家室內佈線情形

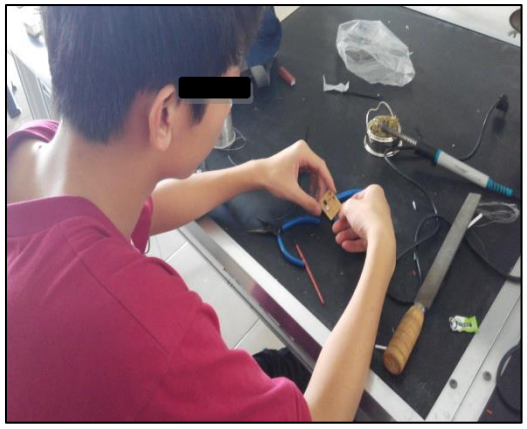


圖 5-14 檢修有問題之電路

圖 5-15 為本專題之整體系統示意架構圖，透過有線或無線之硬體設備(例如: 藍芽耳機、平板電腦、手機、網路…等等)來控制家電設備，因每一個人的講話頻率音階不一樣，所以先將聲波收集轉換成電壓型式輸入至電腦內部，再經由電腦語音辨識軟體，辨識人類日常中所下的語音『命令』，並經由電腦精確控制居家中每一個電器設備。本專題之整體系統測試結果如圖 5-16 與圖 5-25 所示，圖 5-16 為模擬家庭中的客廳電視未動作情形，圖 5-17 為家庭中客廳電視動作(開啟欣賞電視節目)情形。本團隊以藍芽耳機測試本系統，如圖 5-18 為模擬家庭中的房間冷氣未動作(沒有運轉)情形，對藍芽耳機說出「房間冷氣打開」的『指令』後，如圖 5-19 房間冷氣接收到指令後開始動作(開始啟動運轉)情形。系統在經過多次修改測試，以及同學、師長的建議與指正後，我們完成了「居家聲控系統」。本專題製作之測試是以 PC 與模型家具相連接以利測試。一開始測試時雖然有些瓶頸但是在經過多次修正後能過順利的透過遠端裝置來控制所有模型家具。

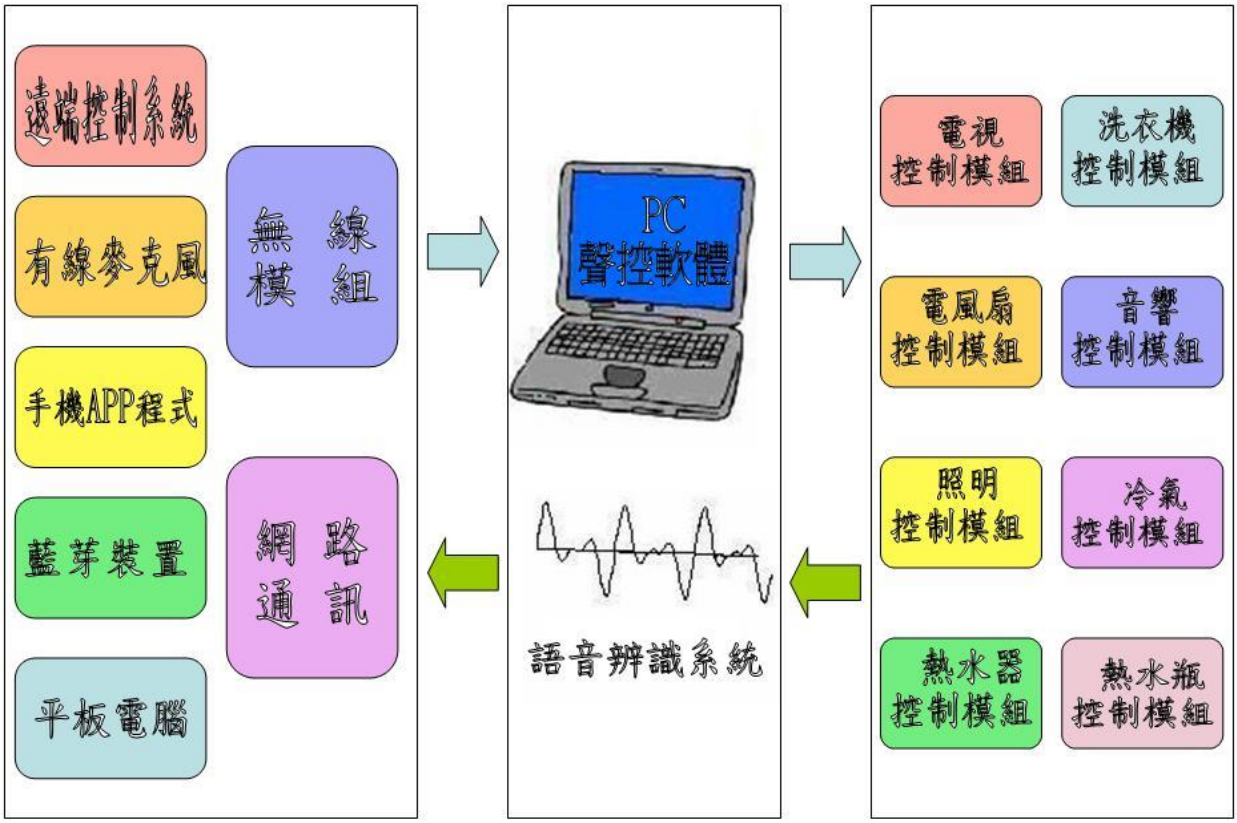



圖 5-15 本系統整體示意架構圖

圖 5-16 電視未動作圖

圖 5-17 電視經指令後動作

圖 5-18 冷氣未動作狀態

圖 5-19 冷氣經指令後動作之狀態

圖 5-20 床頭燈未動作狀態圖

圖 5-21 床頭燈動作之狀態

圖 5-22 音響未動作狀態圖

圖 5-23 音響動作之狀態

圖 5-24 樓梯燈未動作狀態圖

5-25 樓梯燈動作之狀態

# 陸、討論

**一、問題：**硬體電路設計時，發現 Protel 軟體不太會使用。
**方法：**目前尚未上到此課程(Protel 軟體)，求助科內學長幫忙教學使用。
**結果：**順利學會此軟體佈線與設計電路。

**二、問題：**測試無線藍芽耳機，無法正常與 PC 連線傳送信號。
**方法：**與老師討論如何使用，無線藍芽耳機與 PC 連線。
**結果：**經老師指導後，可正常運作連線傳送信號。

**三、問題：**模型屋居家客廳大燈，發光二極體(LED)亮度不明顯(不夠亮)。
**方法：**量測與檢視電路板電流量是否充足(不夠)、連接錯誤或更換高亮度發光二極體。
**結果：**順利解決 LED 亮度不足問題(可正常工作)且亮度足夠。

**四、問題：**上網搜尋無適合本專題之模型家具展示使用。
**方法：**上網搜尋類似模型家具圖案、詢問模型店家或自己製作加工模型家具。

**結果：**學生自己製作模型家具，在模型外表貼上相關類似圖片(拍攝)來表示。

**五、問題：**電腦無法正常傳送訊號與接收訊號至 USB I/O 介面板。
**方法：**正常程序安裝驅動程式。
**結果：**順利解決電腦傳輸資料問題，可正確正常工作(運作)。

**六、問題：**USB I/O 介面板供應電壓（5V）不足之問題。
**方法：**使用額外電路增加電源與電流驅動能力(透過 7805 相關電路與升壓電路之設計)。
**結果：**順利解決(完成)驅動輸入之電壓與電流不足之狀況。

**七、問題：**測量整體電流與電壓過低供應不足問題(負載過多導致電壓與電流不足)。
**方法：**降低整體阻抗值(電阻值)之設計(調整、計算電路之阻抗匹配值)。
**結果：**順利解決電流供應不足之問題。

**八、問題：**音響輸出音量(聲音)過低、功率輸出不足之問題。
**方法：**增加一級後級放大電路，提高輸出功率。
**結果：**順利完成後級放大電路設計，音響輸出音量適中。

**九、問題：**收音機接收訊號不佳，導致訊號不穩，輸出音量(聲音)時有時無，雜訊過大等問題出現。
**方法：**改良(增強)檢波電路，增加靈敏度能力，更換高感度檢波二極體。
**結果：**順利解決接收訊號問題，增加穩定接收電台信號。

**十、問題：**麥克風收音靈敏度不佳，例如:環境中之反射、回音、麥克風特性及與語者的距離等。
**方法：**改良麥克風靈敏度電路或購置靈敏度高之麥克風。
**結果：**已順利解決完成所需要之功能。

# 柒、結論

本團隊研發創造新系統「智慧家庭語音控制系統」，讓生活機能更優質化、便利與舒適的生活居家生活，以符合人類未來生活上之期待與實務之應用策略(本系統亦可移植至各地方場所應用如移植至汽車內使用，當汽車行進中透過語音方式控制車內設備，如音響、手機、衛星導航系統…等等)，開創人類新科技之便利生活，而未來發展層面不僅可在居家，甚至應用於汽車的電腦控制系統、機器人、環境監控控管、醫療應用、開刀技術、病歷資訊查詢、人工智慧…等等，在未來的發展性是指日可待，上也會有相當的便利。

# 捌、參考資料及其他


[1] 吳一農編著，單晶片 8051 實務(增修版)，台北，松崗圖書有限公司，2008 年。

[2] 楊明豐編著，8051 單晶片設計實務，台北，碁峰資訊有限公司，2002 年。

[3] 李克宇編著，8051/52 單晶片微電腦原理與應用，台北，知城數位有限公司，2002 年。

[4] 黃世陽、吳明哲、何嘉益、張志成、吳志忠、曹祖聖編著，VisualBasic6.0 中文版學習範本，台北，文魁資訊股份有限公司，2003 年。

[5] 余兆棠、陳順智，數位信號處理-使用 Matlab，台北，滄海出版社，2000 年。

[6] 黃嘉輝編著，Visual Basic 網際網路程式設計-TCP/IP 與 InternetProgramming 篇，台北，文魁資訊股份有限公司，2002 年。

[7] 范逸之、陳立元著，Visual Basic 與串並列通訊控制實務，台北，文魁資訊股份有限公司，2001 年。

[8] 黃國軒、廖哲義編著，電子電路實習，台北，全華科圖書股份有限公司，2002 年。

[9] 劉書生、趙海主編著，藍芽技術應用，台北，五南出版社，2003 年。

[10] 鄧明發、陳茂璋編著，微電腦專題製作應用電路，台北，知行文化股份有限公司。

[11] 莊奕琪編著，藍芽革命，台北，知識風出版社，2004 年。

[12] 金鈍、許光辰著，藍芽技術，台北，五南出版社，2002 年。

[13] 禹帆著，新趨勢技術系列－無線藍芽技術的深入探討，台北，文魁資訊股份有限公司，2001 年。

[14] V. L. Georgiou, Alevizos, and M. N. Vrahatis. "Novel approaches toprobabilistic neural networks throughbagging and evolutionary estimatingof prior probabilities", NeuralProcessing Letters, Vol. 27, no. 2, pp.153 – 162, 2008.

[15] H. Kaprykowsky, "Alignement d'unenregistrement Audio avec sa Partition: passage de l'algorithme DTW global'a un DTW a courtterme", Master Thesis, Ircam CentrePompidou, Paris, France, 2005.

[16] B. Xiang and T. Berger, "Efficient Text-Independent Speaker Verification with Structural Gaussian Mixture Models and Neural Network", IEEE Transactions on Speech and Audio Processing, VOL. 11, NO. 5, Sep. 2003.

[17] B. Xiang, U. V. Chaudhari, J. Navrátil, N. Ramaswamy and R. A. Gopinath, "Short-time Gaussianization for robust speaker verification", Proc. Int. Conf. Acoustics, Speech, Signal Processing, 2002.

[18] R. Auckenthaler and J. Mason,"Gaussian selection applied totext-independent speaker verification",A Speaker Odyssey- SpeakerRecognition Workshop, 2001.

[19] G. D. Wu and C. T. Lin, “A Recurrent Neural Fuzzy Network for Word BoundaryDetection in Variable Noise-Level Environments,” IEEE Trans on System, Man,and Cybernetics, Vol. 31, No. 1, pp 84-97, Feb. 2001.