

小便斗遊樂器之設計與實現

趙春棠

蔡智倫

南台科技大學 電機系

tang@ mail.stut.edu.tw

M9520216@mail.stut.edu.tw

摘要

為了改善男士小便斗的清潔衛生，以及增添忙碌現代人的生活趣味，本論文設計及實現了一個小便斗遊樂器系統。此系統主要分成兩個單元，第一單元亦即發射單元，是放於小便斗的內部，主要是由壓力感測器，藍芽發射模組，以及一個 PIC 單晶片所組成。尿液噴灑於壓力感測器上所感應的訊號，經由 PIC 單晶片接收，再利用藍芽發射模組發送出去。系統第二單元則位於小便斗的外部上方，具有藍芽接收模組，負責接收第一單元所發射出的訊號。此單元核心為凌陽十六位元單晶片 SPCE061A，我們利用此晶片的強大功能，巧妙的結合了一些語音及動畫，設計了一些趣味電玩，並提供許多模式供使用者選定，讓使用者可以在如廁之餘，一方面可以不再外漏，另一方面也可以享受輕鬆的娛樂。希望藉由本論文的設計實現，可以為智慧生活的理想，盡一份心力。

關鍵詞：小便斗、遊樂器、廁所衛生、凌陽 SPCE 061A晶片、藍芽傳輸

1. 前言

人類自現代文明開始後，漸漸體認到廁所設立的重要性，不可否認，公共廁所是人類社會生活之一重要場所，公廁的整潔影響民眾的生活品質甚巨，也和一個城市給人的印象息息相關，甚至可以視為現代化程度的指標[6]。目前有關公廁方面的學術研究，多著重於公共衛生方面與使用者需求層面等議題[7]。

近年來，某些商業空間中甚至注重廁所氣氛

的營造，不但在實質功能方面，更在空間設計上投入大量資源，因而「主題式廁所」應運而生，也引起了坊間許多的關注與討論。各國家也將環境淨化列為重要的課題，於是就有學者應用最新的奈米光觸媒材料，來抑制空氣中細菌，以維護室內環境品質[5]。

以上的說明，可知廁所在現代社會中所扮演的重要角色。為了維護身體的健康，專家建議一天當中應攝取 1500 CC 以上的水分，以促進新陳代謝；每天則平均須上廁所 6 次以上才算正常，藉由尿液可以排出體內的毒素，是以每位男士對於小便斗真是非常熟悉了。可是一不小心，就很容易造成尿液四濺，廁所散發異香，讓人卻步的情形，這大部分是因為男士天生器官構造的緣故，再加上小便時不專心，隨心所欲，或是站離尿斗的位子太遠所致。

為了解決以上惱人的問題，於是在各大醫院及夜店等公共場所，就有各式各樣新奇古怪的設計，如：蒼蠅貼[11]、十字貼等，無奇不有，目的不外乎希望提供男生上廁所時有個方便瞄準的目標。然而效果都十分有限，這引發了本論文希望藉由現代科技，改善此問題的動機。本論文設計及實現了一個小便斗遊樂器系統，包含了兩大單元，分別以十六位元語音單晶片 SPCE061A[10]，以及 8 位元 PIC16F877 單晶片[1]作為核心，巧妙的設計了一些語音及動畫，結合了藍芽傳輸[4]，壓力感測等技術，提供了一些趣味電玩，並提供許多模式供使用者選定。

結果顯示本系統，確實能顯著引起使用者的

好奇及注意，有效改善男士如廁時尿液外漏的情形。希望藉由本論文的设计實現，可以為智慧生活的理想，盡一份心力。

2. 系統介紹

本系統主要分成兩個單元，第一單元亦即發射單元，是放於小便斗內部，主要是由壓力感測器，藍芽發射模組，以及一個 PIC 單晶片所組成。系統第二單元則位於小便斗外部上方，以凌陽十六位元語音單晶片 SPCE061A 作為核心，配備 LCD 顯示器以及喇叭，以產生多媒體遊戲，並連接藍芽接收模組，負責接收第一單元所發射出的訊號，以及連接紅外線感測器，負責感應使用者的出現與離開，如圖 1 所示。

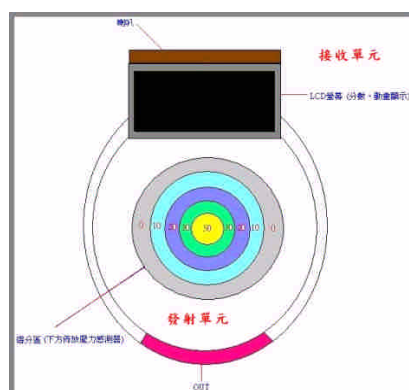


圖 1. 系統示意圖

以下詳細說明系統的運作流程。在初始尚未有使用者接近小便斗時，系統處於待機狀態。直到有使用者接近紅外線感測器，也就是距離紅外線感測範圍約 8 公分以內時，整個系統就會開始動作。系統一開始便會利用語音辨識功能，詢問使用者所選擇的模式，並依據所選定的模式，開始系統對應之功能。圖 1 所示為系統預設之打靶模式。

以賽車遊戲模式為例，LCD 模組就會立即出現賽車跑道，PIC 單晶片也開始接收壓力感測器之訊號，當使用者之尿液沒射中或是偏離壓力感測器時，LCD 模組會依據藍芽模組所接收到之訊號，而產生相對反應，而當壓力感測器在五秒過後要是沒

接收到訊號時，則會回到原本之待機狀態，所有功能也將回到最初，並且等待下一個使用者來使用本系統。

SPCE061A 是繼凌陽科技 SPCE500A 之後所推出的 16 位元結構的為控制器，與前一代不同的是在記憶體資源方面考慮到使用者的較少資源需求以及提供便於程式調整測試等功能，SPCE061A 裡內建 32k 快閃記憶體。較高的處理使得 u'nSP™ 能夠快速處理複雜的數位信號，所以在數位語音辨識方面是比 SPCE500A 更加的適合的。如圖 2



圖 2. SPCE061A 圖

本系統的第一單元，採用 PIC16F877 作為 CPU，第二單元則採用了凌陽科技十六位元語音單晶片 SPCE061A 作為核心晶片，負責數位訊號處理以及多媒體應用。

單晶片 PIC16F87X 的功能相當強大，它涵蓋了 PIC10、12、14、16 系列裡所有單晶片的功能，只要能熟悉 PIC16F87X 的所有功能，便能使用 PIC10、12、14、16 系列裡所有的單晶片了。

PIC16F87X 共有 4 型單晶片，其中 40 接腳的有 877/874，由於他的功能強大，因此大多數的接腳均同時有 2 到 3 個功能。

3. 壓力感測及發射單元

在發射單元部分，硬體設計是以 PIC16F877 為核心晶片，分別裝載上 4*4 壓力感測器、藍芽模組，而在接收單元部分，就以 SPCE061A 作為核心晶片分別裝載上 LCD 模組、紅外線感測器、藍芽模組及喇叭。

3.1 壓力感測元件設計

單晶片 PIC16F877 的 I/O 有 A, B, C, D, E 五組，而由 4*4 鍵盤當做輸入，經由 MAX232 解碼在給藍芽傳輸做傳輸，將訊號傳給接收單元的藍芽接收器，如圖 3 所示，此電路為發射單元之接線圖，

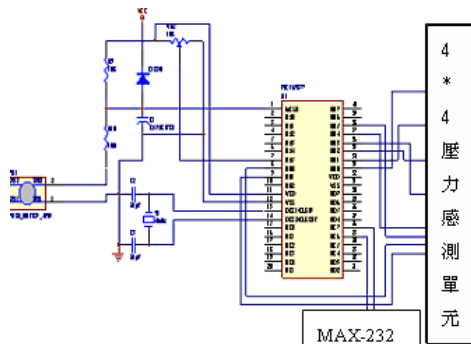


圖3. 系統第一單元的電路完成圖

接收單元目的在於感應尿液的壓力，以及將此訊號傳送出去。在感應尿液壓力的部分，原本採用真正的壓力感測器，但一個約5cm*5cm大小的壓力感測器就花了將近3千元，如果還要考慮方向性，勢必還要多購買幾個，實在不符成本。如圖4。因此，我們開始考慮利用開關，簡單有效的達成壓力感測的目的。



圖4. 壓力感測器

如圖5，此壓力感測的極限開關分別是裝載在單晶片中的B組以及E組接腳。本系統在接收男士們尿液的電路板上時，要使得尿液的壓力造成開關的ON/OFF其實並不容易，因此經過使用各種的方法的測試，以及多次的考量與思考，以小型極限開關做成4*4矩陣鍵盤來接收男士們的尿液，之所以不

使用一般4*4矩陣鍵盤是考慮尿液產生的力量，無法輕鬆的按下一般4*4矩陣鍵盤，因此使用極限開關來做代替，在防水這部份也使用一般包裝電子電路板的塑膠帶，來加以包裝以防矩陣鍵盤和後面電路板潮溼。

在對應的韌體程式部分，則記錄按鍵 ON 的時間，模擬壓力的大小，例如按鍵 ON 的時間越久，表示壓力越大，以射擊遊戲為例，此時可以漸漸加大射擊的音效，以提高使用者的興趣。



圖5. 壓力感測的極限開關實現

3.2 藍芽無線傳輸技術 -- 發射

本系統採用藍芽無線傳輸技術，目的在提高傳輸特性，以及方便未來的系統擴充。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。任一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；藍芽傳輸可以做一對一傳輸，傳輸範圍最遠在10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，因而很難接收，也不受電磁波干擾。

藍芽技術運作原理主要是運用跳頻與展頻技術的 (frequency Hopping Spread Spectrum -- FHSS) 方式，使得藍芽晶片的兩端，以某些定形式的窄頻載波同步地在 2.4MHz 頻帶上傳送訊號。詳細來說，此 FHSS 的傳輸技術，是將欲傳輸的信號透過一系列不同的頻率範圍廣播出去，而由傳送裝置先

傾聽頻道(Listens Channel)，若偵測出頻道處於閒置狀態時，信號便由此頻道傳送出去；反之，若偵測出頻道為使用中，便使用跳躍程序進行傳送。重要的是，傳送與接收必定要同步切換頻道才可以正常接收資料。

藍芽所帶來的不只是一個更快、更遠、更安全、更方便的網路傳輸方式；更重要的，藍芽是一種共通的標準，無論是通訊、資訊、媒體（消費性電子）等可攜式終端機，都可以使用一種語言，彼此自由溝通相互傳送寬頻訊息，打破3C產品之間的溝通障礙。藍芽比一般傳統式紅外線傳輸更快，且不用對準兩個傳輸埠成一直線。藍芽科技在傳輸方面的好處就是，它能夠允許兩個裝置，在不排成一直線的狀態下，還能夠以無線的方式傳送資料。不像紅外線傳輸最大的缺點是，你必須對準兩個傳輸埠成一直線才有辦法傳送資料。藍芽傳輸甚至無視於牆壁、口袋、或公事包的存在而可以順利進行。藍芽的資料傳輸速度比紅外線傳輸還要快，每秒鐘高達1MB。

本系統採用的藍芽模組，是由特邁通訊科技公司所研發出來的藍芽模組（BT-MS01）而值得注意的是此藍芽模組，只可以做一對一的傳輸，因為藍芽晶片在製作出來的時候就已設定好，因此絕不可做到一傳多之功能，在無線傳輸的部分，考量未來的擴充性及實用性，我們採用藍芽技術，作為本專題兩大單元之間的無線訊號傳輸。圖6為藍芽模組雙向傳輸的示意圖。

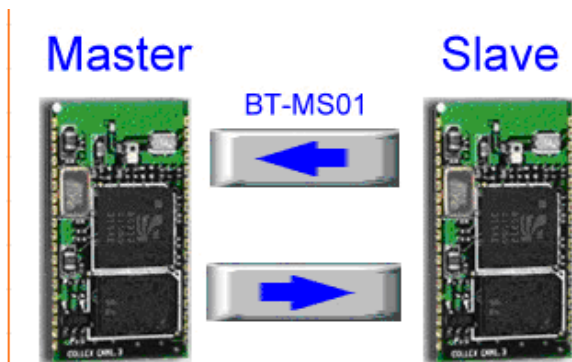


圖6. 藍芽模組雙向對傳資料

在傳輸率方面，藍芽裝置傳輸檔案最高速率可至115200，其中在圖7晶片上的RX與TX分是藍

芽模組之輸入與輸出之接腳，在模組方面，雖然有定義Master及Slave但在傳送資料時，是可互相傳誦接收資料。

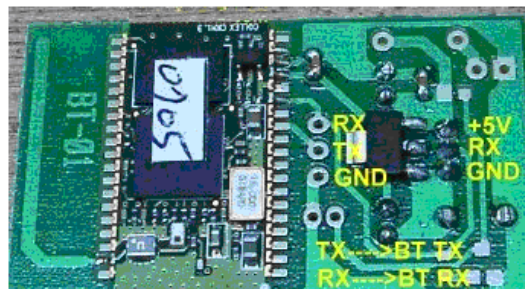


圖7. 藍芽模組內部接點

MAX-232 在本系統中是十分重要的晶片，不管是在發射單元還是接受單元都是需要靠此晶片才可完成藍芽傳輸之工作，在 PIC16F877 之中 IC 的第 25 和 26 接腳，也就是 PIC16F877 的 TX 和 RX，分別接在第 9 和 10 接腳，由此就可以將訊號藉由藍芽傳輸出去。而在 MAX232 IC 主要作用是在做轉換電壓，因為 MAX232 IC 的電壓，與一般電壓位準（當位準為 1 時則為 5V，當位準為 0 時則為 0V）不同，所以在接藍芽模組之時必須加裝 MAX232 IC。藍芽模組中分別有 RX 跟 TX 兩點接腳，而 RX 與 TX 分別也就是接收以及傳送，所以在接線部分必須注意到不可造成 PIC 或是 SPCE061A 的 RX 與 TX 跟藍芽模組的 RX 接 RX 與 TX 接 TX 的情形而是去需一端的 RX 接另一端的 TX。圖 9 為藍芽結合 RS-232 模組完成實體圖。

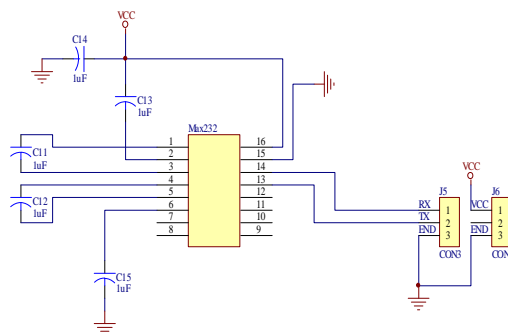


圖8. MAX-232接腳圖



圖 9. 藍芽結合 RS-232 模組

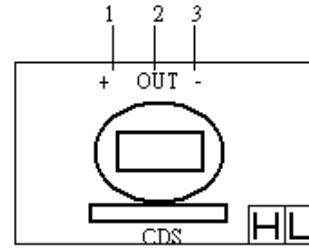


圖 11. 紅外線感測器

4. 接收及多媒體單元

十六位元 SPCE061A 晶片因為功能強大，所以在本系統成為接收單元，因此硬體部分也比發射單元來的繁雜如圖 10 為接收單元電路圖。



圖 12. 紅外線正面實體圖(32*24mm) (a)

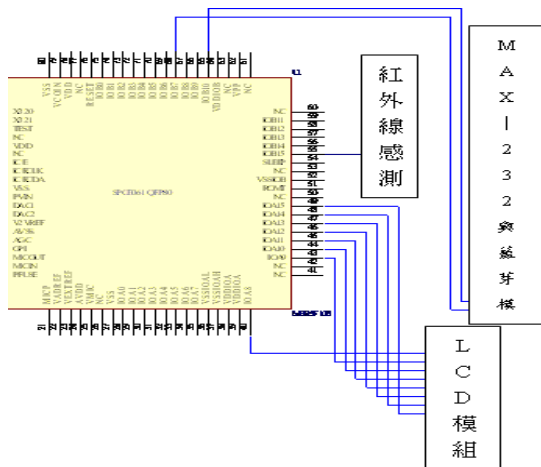


圖 10. 接收單元電路圖

4.1 紅外線感測器

本系統所使用的是紅外線感測器是由今華有限公司所製造的，如圖 12 與 13，在這邊所使用的觸控方式原理是當有使用者進入感應範圍內，則紅外線感測器會輸出高電位，在延遲一段時間結束後，則會自動關閉高電位輸出低電位，而當如果有使用者在延遲時間進行活動，其輸出將會一直保持高電位，直到有人離開後，延遲時間才會由高電位變為低電位，此感測器的特點在於它可以全自動感應、光明控制、具有感應封鎖時間、工作電壓範圍廣、功率消耗較少和輸出高電位信號。如圖 11。

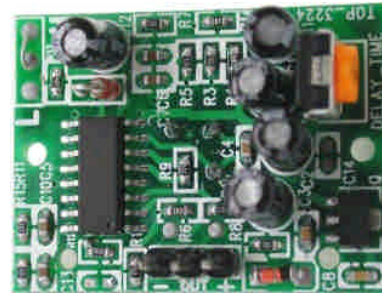


圖 13. 紅外線反面實體圖(32*24mm) (b)

4.2 藍芽無線傳輸技術—接收

SPCE061A 中有兩個串列介面，分別為具有同步時脈的 SIO 以及無同步時脈的通用非同步串列介面 UART。本論文使用的也就是非同步串列介面 UART，UART 的資料同步是靠起始位元的脈波來完成，當資料傳輸完畢後，其後需要有停止位元，那是因為系統必須用來與下一比資料的起始位元來做隔離。

UART 提供了一個全雙工的標準介面，用於完成 SPCE061A 與外界的串列通訊。UART 串列介面的接收腳 Rx 與發送腳 Tx 分別與 IOB7 和 IOB10 共用，借助於 IOB 埠的特殊功能和 UART IOB 中斷，可以同時完成 UART 介面接收與發送資料的過程。此外，UART 串列介面能緩衝 1byte 的接收資料，也

就是說，UART 可以在讀取暫存器內目前資料之前接收新的資料，但若新的資料被接收到暫存器之前一直位讀取先前的資料，會發生資料遺失的狀況。

使用 URAT 串列介面進行通訊時，必須事先分別將接腳 Rx(IOB7)、Tx(IOB10)設置為入狀態、輸出狀態，然後設定 P_UART_BaudScalarLow(\$7024H)、P_UART_BaudScalarHigh(\$7025H)暫存器指定所需鮑率，同時設定 P_UART_Command1(\$7021H)和 P_UART_Command2(\$7022H)暫存器以啟動 UART 通訊功能。以上設定完成後，UART 將處於啟動狀態。設置 P_UART_Command1 暫存器的第 6、7 位元可以啟動 UART IRQ(IRQ7)中斷，並決定中斷是由 TxRDY 或 RxRDY 信號觸發或由兩者共同觸發。設定 P_UART_Command2 暫存器的第 6、7 位元可以啟動 UART Tx、Rx 接腳功能，P_UART_Data(\$7023H) (讀/寫)暫存器則用於接收和發送的資料緩衝器，寫入該暫存器資料，可以將發送的資料送出，讀取該暫存器可以得到接收的資料位元組。當 SPCE061A 接收或發送一個位元組資料時 P_UART_Command2(\$7022H)暫存器的第 6、7 位元被設定為 1，且同時觸發 UART IRQ。無論 UART IRQ 中斷是否被啟動，UART 接收/發送功能都可以由 P_UART_Command2(\$7022H)暫存器的第 6、7 位元控制，讀取 P_UART_Command2(\$7022H)暫存器將清除 UART IRQ 中斷旗號。UART IRQ 中斷向量儲存再 FFFFH 位址，相對於其他 IRQ 中斷來說，該中斷的優先權最低。

本論文在程式上的撰寫分別是用 UART_Init() 來作出始設定，UART_getch()讀取接收到 1byte 資料，UART_putch()則用來發射傳送 1byte 的資料。程式撰寫如下：

```
UART_Irinit();
While(1){
    Data=UART_getch();//讀出接收的資料
    UART_putch(data);//echo 回去發射端
Char UART_getch()
{
    While(!(*P_UART_Command2&0*0080)){// 等待
```

接收完畢

```
*P_Watchdog_Clear=C_WDTCLR;
}return*P_UART_Data;//讀取接收資料}
Void UART_putch(char ch)
{
While (!(*P_UART_Command2&0*0040)){// 等待
前一次發射完畢
    *P_Watchdog_Clear=C_WDTCLR;
    *P_UART_Data=ch;//傳送本次資料}
```

4.3 其他周邊模組

本系統一開始時會感應是否有使用者進入小便池，爾後開啟語音系統詢問使用者要何種模式，若是使用者過兩秒後並沒有回應語音系統，則語音系統會自行替使用者選取模式，之後藉由藍芽傳輸系統來接收發射單元之訊號，這些動作將用 LCD 模組來實現也增加更多娛樂性。圖 14 為系統第二單元的周邊元件圖。



圖 14. 系統第二單元的周邊元件

結合了以上各單元的設計，圖 15 為本系實體圖。值得一提的是，系統第一單元裝製在小便斗的側邊，只將壓力感測元件，置於小便斗的內部。這樣的目的，可以解決電源更新的問題。



圖 15. 實體成品完成圖 (左圖為正面圖, 右邊為系統側面圖)

5. 系統進階主題之程式設計

在僑高科技 16 位元 SPCE061A 模組之下, 實現了多媒體電玩的設計, 以下說明 LCD 動態圖形顯示以及所需的相關技術。

5.1 LCD 動畫設計

利用液晶顯示模組顯示BMP點陣圖的過程, 一開始必須先建立一個專案, 再利用DM Tool提取圖型如圖16。並且壓縮轉換成SPCE061A單晶片可執行之檔案 (spp. c 以及 spp. h), 如圖17。SPLC501液晶顯示模組, 在本論文中將先提供兩種模式來供使用者來娛樂, 而如何顯現出來就是靠SPLC501液晶顯示模組。

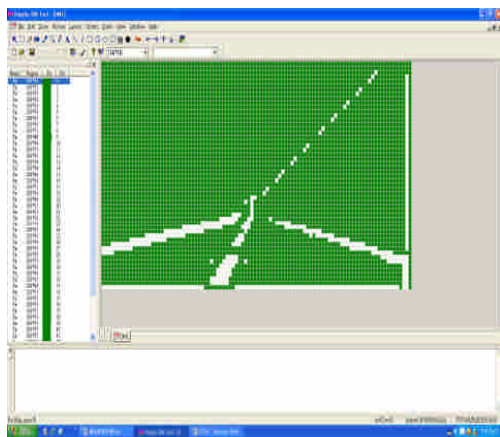


圖16. 利用DM Tool轉換一般圖檔

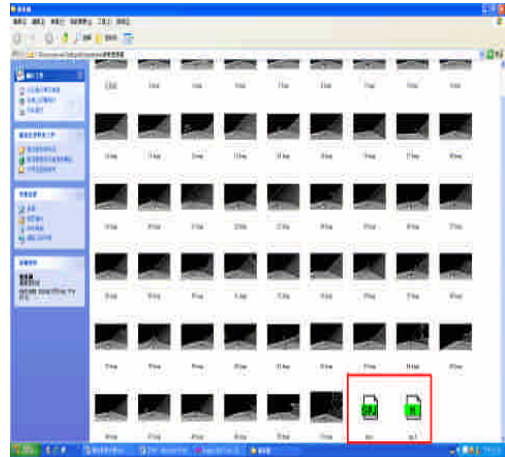


圖17. 建立 spp. c 以及 spp. h 檔

在程式方面, 我們必須先在LCD範例中將 Data0SforLCD.asm 、 SPLC501Driver_I0.asm 、 SPLC501User.c 、 SPLC501Driver_I0.inc 、 SPLC501User.h加進檔案內, 並且在主程式設定:

```
LCD501_Init(0); //初始化液晶顯示
LCD501_SetPaintMode(4); //設置LCD繪圖顯示模式為取反疊加模式
LCD501_Bitmap(40, 20, (unsigned int *)encoding_02); //顯示圖像
```

5.2 語音系統設計

在僑高科技SPCE061A語音模組之下, 完成語音辨識等應用, 以下說明實作上的技術。

語音部份凌陽公司提供了四種音頻模組分別為 SACM_S2000 、 SACM_S480 、 SACM_A240 、 SACM_MS01、SACM_DVR 四種模式, 其中 SACM_S2000 與 SACM_S480 又分為手動是播放與自動式播放, 當使用者需提供資料給起始位置與結束位置, 並檢查播放狀態以得知是否播放完畢, 資料的起始與結束位置需依函式庫指定的變數符號與格式定義在資源當中, 此時為自動播放, 當使用者需將佇列初值化, 並不斷檢查佇列的狀態, 適時填入資料, 才能連續播放, 此時為手動播放, 本論文所使用之語音系統就是自動方式播 SACM_S2000, 我們再製作語音系統檔時, 所需要使用的.asm 檔以及其他所需要之檔案並且坎入語音系統專案之中, 系統所需之

檔案為 Sacmv26.lib、Hardware,inc、Hardware,asm、以及之前自行自做兩個語音壓縮檔。語音壓縮工具(Compress Tool)支援.wav 格式的語音壓縮，但要求壓縮語音資源屬性為 8k, 16 位元，單聲道。Compress Tool 的安裝軟體按照預設的方式進行安裝。若語音屬性不是 8k, 16 位元，單聲道，則可用 Windows 的錄音機軟體去處理。處理方式如下：打開錄音機，打開要壓縮的.wav 格式的語音檔，之後使用 Compress Tool 就可以對.wav 格式語音資源進行壓縮了。

語音訓練方面必須考慮到在訓練之過程中環境是否太少、資料庫是否已滿、序號錯誤等等問題，這些問題在程式撰寫中會分別考慮進去。

一開始會先播放訓練提示音，爾後選取訓練結果，當兩次都訓練成功時，此時就會回傳訓練結果，此時就是系統訓練成功，若還需要訓練一次時，則會播放提示音樂，告知使用者必須還要再重新訓練一次，並且會傳回結果並且繼續訓練，直到成功為止。若沒有訓練成功(包含沒有接收到任何聲音、當時環境太吵、資料庫已滿或是兩次檢測出來的聲音不同或是序號錯誤的情況)，此時也會播放不同的音樂，來告知使用者，訓練並沒有成功。

6. 結論與未來工作

本專題使用 PIC 單晶片與十六位元 SPCE061A 語音晶片做結合，實現了一個小便斗遊樂器。首先利用紅外線感測器來感應是否有使用者接近小便斗，由壓力感測的極限開關來感測尿液壓力訊號，並且使用藍芽無線傳輸技術，使系統兩大單元可以互相搭配。本系統測試結果，確實能引起使用者的好奇及注意，顯著改善男士如廁時尿液外漏的情形。未來希望能提供更多有趣的遊戲，配合動人的音樂或語音，讓男士朋友每天的上廁所，變得更有興趣而令人期待，自然的解決現代人因工作緊張而憋尿的情形。

本專題在未來，可以更進一步改善系統的電源問題。提出一種有效方便的充電方法，又或許可以考慮用“嵌入印刷式 CLGS 太陽能電池”來替代一般電池。另外，還必須解決電路的防水問題，以及方便清潔等問題。如果能夠妥善解決這些問題，相信一定能推廣本專題的研究成果。

參考文獻

- [1] 趙春棠，PIC 單晶片學習密笈 以 PIC16F877 為例，全威。
- [2] 洪正瑞，詳細解析 PIC 16F 877 原理與應用，台科大 2007
- [3] 王新富，語音辨識技術於藍芽通訊環境之應用研究，國立台北科技大學電機工程系碩士論文 2004
- [4] 禹凡，無線藍芽技術的深入探討，文魁 2001。
- [5] 李玟錦，奈米光觸媒應用於廁所空氣之抗菌研究，國立臺灣科技大學碩士論文，2007。
- [6] 黃寬助，公共廁所環境整潔績效評估之研究—以臺北市列管公廁為例，國立台北科技大學碩士論文，2006。
- [7] 詹婉禎，商業空間中主題式廁所設置之研究—以百貨公司為例，大葉大學碩士論文，2008
- [8] “Visual Basic 與 電腦 I/O 控制實務”，郭盈顯編著，施純協策劃，知行文化，2002。
- [9] 盧明智，“電子實習與專題製作—感測器應用篇”，全華，2004。
- [10] 創意無所不在：廁所的蒼蠅貼紙，http://www.wretch.cc/blog/albertln&article_id=1931077
- [11] 蔡明志，C 語言全方位學習書，博碩文化，2004。
- [12] 杜勇進、郭進魁，微算機原理-SPCE061A 為例，2007。