



國立勤益科技大學
電子工程研究所碩士班

碩士論文

嵌入式系統應用於棒球遊戲之設計與實作

Baseball Game Design Implemented in an
Embedded System

研究生：鍾昇達

指導教授：陳文淵 教授

中華民國一〇二年一月

國立勤益科技大學
研究所碩士班
論文口試委員會審定書

本校 電子工程系 碩士班 鍾昇達 君

所提論文 嵌入式系統應用於棒球遊戲之設計與實作

合於碩士資格水準，業經本委員會評審認可。

論文口試委員會：

召集人： 詹阿堯

委員： 李玄淵

王川木

詹阿堯

指導教授： 李玄淵

所 長： 林熊徵

中 華 民 國 1 0 2 年 1 月

國立勤益科技大學電子工程系研究所碩士班

嵌入式系統應用於棒球遊戲之設計與實作

中文摘要

近年來科技日新月異，吾人可見各項娛樂設施充斥於百貨公司、夜市與遊樂場。然此大多數之遊戲設施均係由鍵盤與按鈕來操控，故當你沉浸享受玩此遊戲機時，其對你的身體健康是不利的。

本研究以嵌入式系統設計開發一台具有計分與條數功能的棒球九宮格遊戲機。此嵌入式系統之微處理器係採用義大利 Ivrea 高科技學校所開發的 Arduino 晶片 [1]。同時，本裝置以 Arduino 晶片搭配磁簧開關、LED、超大型七段顯示器、紅外線發射遙控模組及 XBee 通訊模組等週邊元件設計組合而成。此外，本計分系統可分為二個部分，一為棒球九宮格機構發射端部分，其具有大型七段顯示器即時計分顯示功能；另一為個人電腦接收端的計分系統，其除了具有即時計分顯示與儲存功能之外，並可將比賽結果排名。為了提升棒球九宮格遊戲機之娛樂與競賽趣味性，期以在不久的將來，各地參賽者皆可透過網路一起加入九宮格遊戲機的玩樂，或變更遊戲規則，如選定特定目標、任意排列之數字及顏色。

關鍵詞： 嵌入式系統，九宮格，棒球遊戲，Arduino 晶片，磁簧開關。

Department of Electronic Engineering, National Chin-Yi
University of Technology
Baseball Game Design Implemented in an
Embedded System

Student : Sheng-Da Chung

Advisors : Dr. Wen-YuanChen

Abstract

In the recent years, everyone enjoys and benefits from technology development, we can find lots of entertainment games are available around department stores, night markets and theme parks. However, most of the games are based on the facility which widely controlled by keyboards or by pressing the buttons, therefore when you are enjoying the games but it is not necessary gaining any benefit on your health.

A 3x3 grid device for baseball game was designed with embedded system, which has the function on counting score and lines. The Arduino chip is a processing core of embedded system which was developed by one high-tech design school (Ivrea) in Italy.[1] The component of 3x3 grid device contains reed switch, LED, very large segment display, infrared transmitter remote modules and XBee communication modules. In this study, the counting system can divide into two parts. One is transmitted part (3x3 grid device) which can counting the score and lines and the other part is receiver (PC and XBee module), which can rank and save in real time.

In order to raise the interest of entertainment and competition, it is possible to add the players everywhere by internet or to change the game rule, such as specific object and random array on number and color, in the near future.

Keywords: embedded system, 3x3 grid, baseball game, Arduino chip, reed switch.



誌謝

在勤益求學的日子承蒙指導教授陳文淵的細心指導與耐心教誨，在就讀研究所的兩年時間，不辭辛勞的指導和督促才得以完成整個研究過程，在專業領域學習到更多理論以及實務經驗，使我受益良多，撰寫論文過程不斷提供寶貴意見才使得論文更臻完善。

本論文能夠完成還要感謝實驗室的學長張志銘、吳栢融、蘇毓斌，在讀碩士班期間不斷指導、討論與幫助。以及陳泳承同學、學弟孫榮鴻、何育岱、陳穎川在研究過程中也參與討論，使得在學習過程中能夠獲得更多的成長。

最後感謝我的家人及所有關心我的人，在就學期間給予我最大的支持和鼓勵，讓我能順利完成碩士學位，願大家共同分享這份榮耀和喜悅。

鍾昇達 謹致

于國立勤益科技大學 電子工程系研究所

中華民國一百零二年一月二十六日

目 錄

	頁 碼
中文摘要	i
Abstract	ii
誌謝	iv
目 錄	v
圖 目 錄	vii
表 目 錄	ix
第一章 簡介	1
1.1 研究動機	1
1.2 文獻探討	2
1.3 章節概要	6
第二章 相關原理	7
2.1 信號傳遞	7
2.1.1 XBee 原理	8
2.1.2 磁簧開關	13
2.2 編碼電路與解碼電路	15
2.2.1 編碼器 HT-12A 在本研究的運作說明	15
2.2.2 HT-12D 解碼器在本研究的運作說明	18
2.3 Arduino 開發板介紹	21
2.3.1 Arduino Mega 2560 特性與運用	22
2.3.2 Arduino Uno 特性與運用	25
2.4 Visual Basic 簡介	27
第三章 系統架構及流程圖	30

3.1 系統結構	31
3.1.1 遊戲機發射端流程	34
3.1.2 個人電腦接收端流程	35
3.2 電路圖與說明	36
第四章 實驗結果	46
4.1 實驗環境設定	46
4.2 實驗過程與結果	48
第五章 結論與展望	55
參考資料	56



圖目錄

圖 1-1 傳統棒球九宮格	2
圖 1-2 資訊家電產品	4
圖 1-3 Android Smart TV	5
圖 2-1 XBee 實體圖	9
圖 2-2 XBee 模組內部框圖	10
圖 2-3 XBee 與 Arduino 的基本接線	11
圖 2-4 磁簧開關	13
圖 2-5 磁簧開關工作原理	13
圖 2-6 HT 12A 腳位圖	16
圖 2-7 紅外線遙控器電路圖	17
圖 2-8 HT-12A 時序圖	17
圖 2-9 HT-12D 腳位圖	18
圖 2-10 紅外線接收端電路	20
圖 2-11 Arduino ATmega2560 硬體框圖結構	22
圖 2-12 Arduino ATmega2560 腳位示意圖	23
圖 2-13 Arduino UNO 實機圖	25
圖 2-14 Visual Basic 操作界面	29
圖 3-1 本研究系統結構圖	31
圖 3-2 無線信號發射端	32
圖 3-3 無線信號接收端	33
圖 3-4 XBee 1 對 1 通訊參數設定參考	33

圖 3-5 九宮格發射端流程圖	34
圖 3-6 個人電腦接收端流程圖	35
圖 3-7 九宮格電路圖	36
圖 3-8 指撥開關電路圖	37
圖 3-9 指撥開關實際圖	37
圖 3-10 ULN2003 實際圖	39
圖 3-11 ULN2003 邏輯圖	40
圖 3-12 74LS373 實際圖	41
圖 3-13 74LS373 腳位圖	42
圖 3-14 74LS373 邏輯圖	42
圖 3-15 紅外線遙控開關圖	43
圖 3-16 九宮格電路實際背面圖	44
圖 3-17 九宮格實際圖正面	45
圖 3-18 九宮格投球機	45
圖 4-1 九宮格投球機	46
圖 4-2 九宮格底部輪軸	47
圖 4-3 九宮格磁簧開關裝置圖	47
圖 4-4 第一位參賽者所擊中的九宮格	48
圖 4-5 第一位參賽者的得分與對應的 LED	49
圖 4-6 第一位參賽者所得條數	49
圖 4-7 電腦以 VB 介面顯示第一位參賽者得分	50
圖 4-8 第二位參賽者所擊中的九宮格	50
圖 4-9 第二位參賽者的得分與對應的 LED	51
圖 4-10 第二位參賽者所得條數	51

圖 4-11 電腦以 VB 介面顯示第二位參賽者得分	52
圖 4-12 第三位參賽者所擊中的九宮格	52
圖 4-13 第二位參賽者的得分與對應的 LED	53
圖 4-14 第三位參賽者所得條數	53
圖 4-15 三位參賽者總排名	54

表目錄

表 2-1 ZigBee、藍牙、Wifi 特性比照表	8
表 2-2 XBee 主要使用腳位	11
表 2-3 XBee 規格	12
表 2-4 Arduino MEGA 2560 規格表	22
表 2-5 Input Pin 分配表	24
表 2-6 Output Pin 分配表	24
表 2-7 Arduino UNO 規格表	25

第一章 簡介

1.1 研究動機

在科技發展成熟的今日，各地的百貨公司、夜市、遊樂場充斥著電子化的娛樂產品與設施，然而許多遊樂設備是坐在椅上使用鍵盤、按鈕操作遊戲，缺乏了運動效果，使得健康大打折扣，市面上常見的棒球九宮格遊戲，如圖 1.所示，用木材當作九宮格板子，在九個板子上繪上 1~9 的阿拉伯數字，然後瞄準所想要的目標投擲棒球，使得板子受力倒下，將所有倒下的板子上的數字計算總和，兩人可以分別投擲一樣的球數，誰獲得的分數高就獲得勝利，這樣對喜好棒球不分男女老少的玩家以及棒球選手可以訓練控球、訓練協調度以及訓練穩定度。然而傳統棒球九宮格遊戲雖有運動效果，但比賽過程單調乏味，且需將比賽結果記憶在個人的腦海。

為求增加娛樂與競賽趣味性，因而結合現代科技發展出以嵌入式系統設計開發一台具有計分與條數功能的棒球九宮格遊戲機。除了現場具有大型七段顯示器即時計分顯示；並將結果無線傳輸至個人電腦接收的計分系統，同步具有即時計分顯示與儲存功能之外，並可將比賽結果排名。



圖 1-1 傳統棒球九宮格[2]

1.2 文獻探討

嵌入式系統(Embedded System) [3]，是一種特定應用設計的專用電腦系統，其完全嵌入於受控制的元件內部。通常其執行是帶有特定要求的預先定義任務，且其核心是由一個或多個預先編程好的微處理器或是微控制器所組成，而其韌體 (firmware)通常是暫時不變的。

嵌入式系統本身的重大特點，不僅是為工業應用的創新服務，且為各類新的行業所應用。除了過去活躍在工業自動化、醫療和資訊安全系統外，近年來嵌入式系統亦在消費電子的表現，也相當驚人，如資訊家電類。一般而言，資訊家電系統(Information Appliance System，IAS)產品 [4]可分成三類：(1)個人型/行動型 (personal/mobile) 資訊家電產品；(2)家庭式/娛樂式/視聽式

(Home/Entertainment 或 Audio/Video)；(3) 企業型 / 網路型 (Enterprise/Networking)。目前 IAS 已推出的產品有：精簡型電腦 (Thin Client)、網路電視 (NetTV)、螢幕電話 (Screen Phone)、智慧型掌上裝置 (Smart Handheld Device；SHD) 等。

據經濟部 ITIS 計畫報告所述，IA 在家庭應用方面，有網路電視配合視訊轉換器 (WebTV and Set-Top Box)、家庭娛樂設備及其他傳統家電與網路界面的整合。且 IA 在個人應用方面，有電子書、可攜式全球定位系統裝置 (Portable global positioning devices)、可上網行動電話、個人數位助理 (PDA) 配合無線傳輸功能及穿戴式電腦 (Wearable computers)。在企業界的應用上，有嵌入式伺服器 (embedded server) 及精簡型終端設備 (thin client)。

在低階的消費電子產品中，嵌入式系統已佔了半數以上的市場；但是在高階的消費電子產品中，嵌入式系統也逐漸在這幾年中顯露出其重要程度，尤其是這幾年的發展情況，吾人可以發現在嵌入式系統產品中，下列三種特性是目前發展重點：

1. 從以電腦為中心的設計轉向以消費者為中心的設計
2. 多種產業標準並存的網路架構以及互動性
3. 保證頻寬等先進網路特性



圖 1-2 資訊家電產品[4]

在消費型電子上，嵌入式系統從早年的 PDA、行動電話到現在已經廣泛應用在蘋果(Apple)、安卓(Android)、Microsoft 所推出的平板電腦、手機。

智慧型手機[5]由於兼具連網、多媒體播放...等諸多應用功能，其採行的嵌入式系統核心應用領域已漸受消費者關注。Apple 的 iOS 和 Android OS 嵌入式系統相繼鎖定大螢幕的 TV 應用，以現成的嵌入式系統與硬體的高度整合，以作為智慧家電的解決方案，是未來智慧家電發展的成功方程式。

就 Google Android 作業系統而言，其連網需求相較於電視產品為高。目前 Google Android 作業系統也發展出 Smart TV 智慧電視產品，透過 Android 機上盒或是單板模組(具處理運算、網路連線應用功能)與電視設備進行整合，以形成一體的 Smart TV 產品，是時下針對電視連網與數位娛樂需求，一個最便捷且利於產品開發整合工具。此種 Google Android 開放作業系統搭配簡易之硬體平台，不僅可使其設備達到上網應用之目的，且成為發展智慧家電不可或缺之工具。



圖 1-3 Android Smart TV [5]

1.3 章節概要

本篇論文的主體架構共分成五章，

第一章是簡介，說明本篇論文的研究動機與目的及其它相關研究與發展。其它章節內容如下：

第二章 相關原理：簡介運用於此篇研究中的相關理論。

第三章 系統控制：對於此次設計的軟硬體架構和功能加以介紹。

第四章 實驗結果：將實體做實驗所得之相關數據資料做分析與說明。

第五章 結論：針對此研究結果做總結和進行探討。



第二章 相關原理

2.1 信號傳遞

ZigBee [6]是一種架構在 IEEE 802.15.4 協定的開放式無線個人局域網 (Wireless Personal Area Networks)。其主要用於資料傳輸率需求較低、消耗功率較少、工作活動空間直徑小於 10 公尺範圍的簡單器件，且其可應用在設備管理、空調及通風設備控制、家居控制等用途上，例如 ZigBee 可應用在住家遙控器。目前大多數住家遙控器均採用全球通行的紅外線標準，且 ZigBee 在 2.4GHz 頻段的遙控作業也可以於全球通用，甚至不像紅外線遙控器需要與遙控的目標進行瞄準，且 ZigBee 遙控器可提供更廣泛的操作範圍，即使要控制另一個房間的有線電視或機上盒，也變得更為方便。同時，ZigBee 的低功耗特性，讓電池壽命可以達到如同紅外線遙控器一樣持久的功能。

表 2-1 ZigBee、藍牙、Wifi 比照表[6]

種類	ZigBee	BlueTooth	Wifi
單點覆蓋距離	50-1600m	10m	50m
網絡擴展性	自動擴展	無	依賴現有網絡
電池壽命	數年	數天	數小時
複雜性	簡單	複雜	複雜
傳輸速率	250Kbps	1Mbps	1 to 54Mbps
頻段	868M、916MHz、 2.4GHz	2.4GHz	2.4GHz
網絡節點數	65535	8	50
聯網時間	30ms	10s	3s
終端設備費用	低	低	高
使用費用	無	無	無
安全性	128 bit AES	64bit，128 bit	SSID
集成度和可靠性	高	高	一般
成本	低	低	一般
使用難度	簡單	一般	難

2.1.1 XBee 原理

XBee[7]是一個無線傳輸模組，其架構係植基於 ZigBee 通訊協定的技術。XBee 模組使用起來非常簡單，且僅需要簡單的將數據輸入至一個模組，其就能自動的被發送到無線連接的另一端。

本嵌入式系統研究的遊戲機，係在九宮格板子旁分別加裝 9 個磁簧開關。當其中九宮格的板子被擊中後，磁簧開關斷開會讓 Arduino 處理器接受電位變化感應，藉由 XBee 做傳輸，使其遊戲機和個人電腦之間能同步顯示遊戲結果。



圖 2-1 XBee 實體圖[7]

連接 Arduino 與 XBee 的方式主要是透過 Arduino 上的 UART (RX/TX) 與 XBee 上的 Dout/ Din 相連接。從 Arduino + ADXL + XBee 模組電路來看，Arduino 上的 RX 就跟 XBee 的 Dout 連接，而 TX 就與 Din 連接，對於簡單的點對點通信來講，只需通過串行接口向 XBee 模組寫數據，就可以實現數據的發送。

XBee 模組內有發射 (RF TX) 緩存(Buffer)和接收 (RF RX) 緩存，每一緩存提供 100bytes 暫時存儲的地方，數據可以從兩個方面同時抵達。發射數據來自 UART，以及接收數據來自 RF 經天線而來。當天線正在接收無線數據時，它不能在同一時間發射無線數據，故將要發射的數據可暫時存儲在發射緩存裡，而接收到的數據就堆放在接收緩存內。

無線傳輸上總是半雙工式通信，用一條天線作發射或接收，但非
兩者在同一時間。不過由圖 2-2. 所示，Xbee 模組可以透過分時的方
式達到 UART 端的同時發射和接收（全雙工模式）。當 RF 端數據流停
止，XBee 模組將天線從接收切換至發射，並且將發射緩存內的數據
發送出去，與此同時，UART 接收緩存，把裡面的數據傳輸給應用設
備。

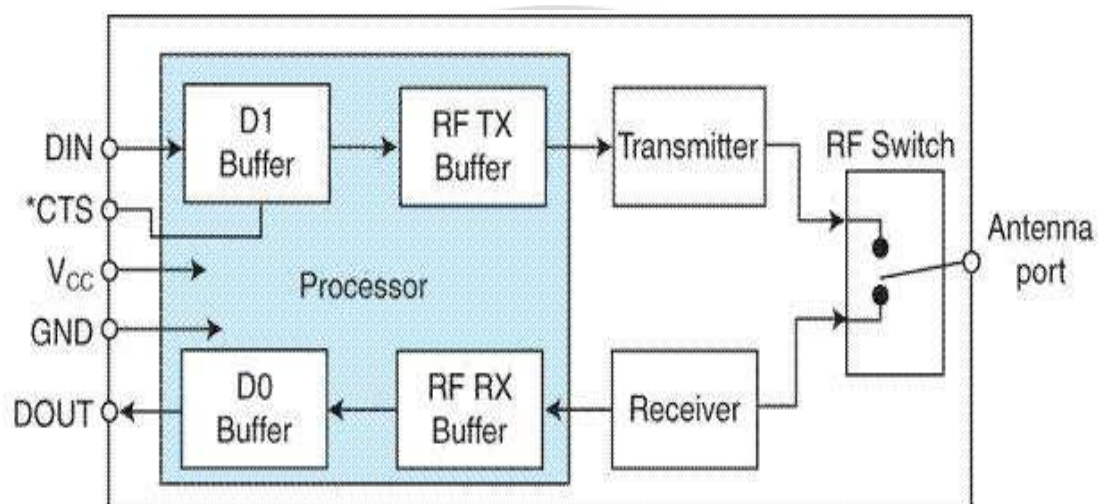


圖 2-2 XBee 模組內部框圖[7]

雖然 XBee 有 20 隻接腳，但是本實驗用不著那麼多，表 2-2 列出幾個常用且需接上的腳位：

表 2-2 XBee 主要使用腳位[8]

腳位號碼	名稱	功能
1	VCC	模組電源（建議值為 2.8~3.4 伏特）
2	DOUT	資料輸出端（輸出接收到的資料）
3	DIN	資料輸入端（將要傳送的資料接至此腳位）
10	GND	電源接地端

在本實驗中，結合 Arduino 與 XBee 以作為測試平台，其基本接線如圖 2-3 所示。

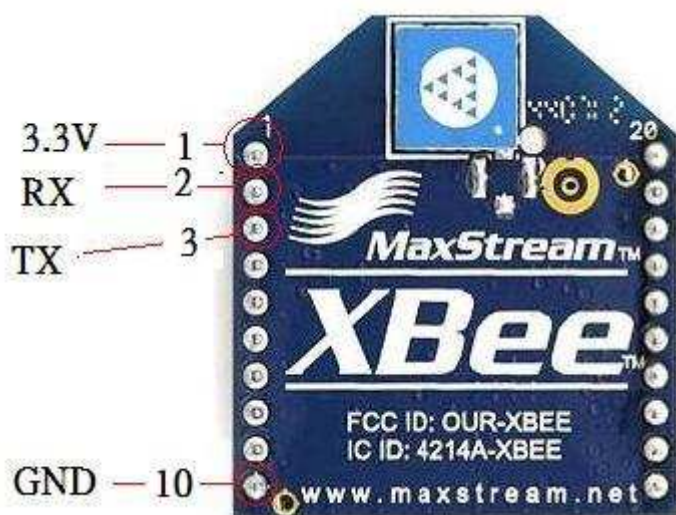


圖 2-3 XBee 與 Arduino 的基本接線[8]

XBee 的工作電壓為 3 伏特左右，故需接在 Arduino 板的 3.3V 接腳上。另外 XBee 的第 2 隻腳為 DOUT，故要與 Arduino 的 RX（也就是第 0 隻腳）接在一起，TX（第一隻腳）與 XBee 的 DIN 接，在燒錄程式時，需要將這兩條線暫時拔除，以避免有其他資料傳入，以造成不必要之干擾。

表 2-3 XBee 規格[8]

室內最大傳輸距離	30 公尺
室外最大傳輸距離	250 公尺
資料傳輸速率	250 Kbps
傳輸頻段	2.4GHZ
網路位址選項	PAN(Personal AreaNetwork)
可調頻段	16 Direct Sequence Channels
加密方式	128-bit AES

2.1.2 磁簧開關

為確定棒球九宮格板與框架是否分離，本研究使用了磁簧開關[9]當感測元件，安裝在棒球九宮格板和框架上。平時是兩片開關在閉合狀態，當九宮格板受力倒下兩片磁簧開關將會分離，傳送訊號給 Arduino 微處理器作動作。



圖 2-4 磁簧開關[9]

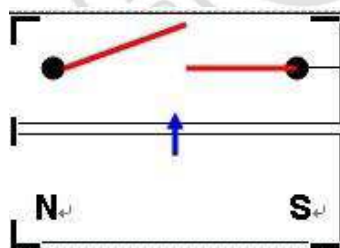


圖 2-5 磁簧開關工作原理

有關磁簧開關的工作說明如下：

當下面的磁鐵發生磁性作用時，上方的開關會由 OFF 的狀態轉變為 ON 的狀態，進而使開關導通，如圖 2-5[10]所示。

通常磁簧開關的組成是由兩片磁簧片(鐵和鎳這兩種金屬)且封裝在玻璃管內所組成的。管內的磁簧片呈重疊狀況，但中間有一小間隔空隙，若加上適當的磁場將會使兩片磁簧片閉合。這兩片簧片上的接觸點有鍍一層很硬的金屬(銻和鈦)，此層硬金屬能夠提升開關切換的次數。玻璃管內注入了氮氣或一些相等的惰性氣體，而磁簧開關為了提升切換電壓的速度，更會把內部做成真空狀態。而有關磁簧開關的特點，可歸納如下：

- (1) 體積小、重量輕，且接觸點與惰性氣體密封在玻璃管內，不會受到外部空氣的影響。若使用永久磁鐵組合，能簡單的構成非接觸式開關。
- (2) 反應速度快，也適合使用於高頻率的傳輸產品，同時接觸點既耐腐蝕又抗磨損，壽命長，穩定度高。適合安裝在本研究的九宮格機構上。

2.2 編碼電路與解碼電路

2.2.1 編碼器 HT-12A 與解碼器 HT-12D 在本研究的運作說明

本研究的棒球九宮格的可顯示分數與條數，分數是指被擊倒板子的分數總和，條數是指每 3 格無論是縱、橫、斜，只要連成一直線，稱為一條，參賽者可按下遙控器，以切換九宮格機構上大型七段顯示器顯示累加的計分或條數。本研究遙控器採用 HT-12A[11]作編碼器，搭配其他零件作成紅外線遙控模組做遙控切換，只要參賽者按下遙控器，遙控器上 HT-12A 開始作編碼，透過紅外線 LED 發射送出訊號，而九宮格機構的接收端 HT-12D[12]解碼器接收到訊號再送到微控制器，藉此切換大型七段顯示器的顯示模式。

有關 HT-12A 的特性說明：

1. 工作電壓範圍：2.4V~5V
2. 具低耗電率與高抗雜訊的特色。
3. 極低的待命時電流：0.1 μ A，Vdd=5V。
4. 傳送 38 KHz 的紅外線傳遞訊號
5. 擁有 1 個字元(word)的最小傳輸位元。
6. 內建振盪器，只需外加電阻即可。
7. 已整合大部分的功能，只需搭配最少元件。

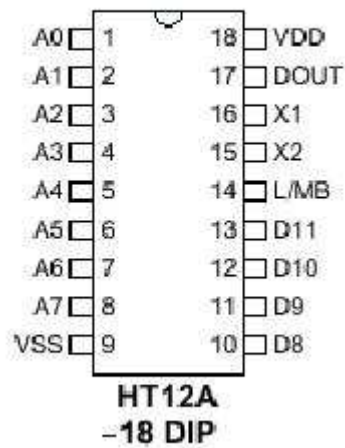


圖 2-6 HT 12A 腳位圖

至於HT-12A編碼IC的接腳說明：

HT - 12A 編碼IC 接腳圖，如圖 2-6所示。

Pin1~Pin8(A0~A7)：位址訊號輸入腳，作為 8 位元密碼設定。

Pin10~Pin13(D8~D11)：資料輸入腳，用來設定和開啟傳輸，在低電位時動作。

Pin17(DATA OUT)：編碼器的資料輸出端

Pin15(X2)與 Pin16(X1)：固定連接於 455KHz 震盪器來產生工作頻率。

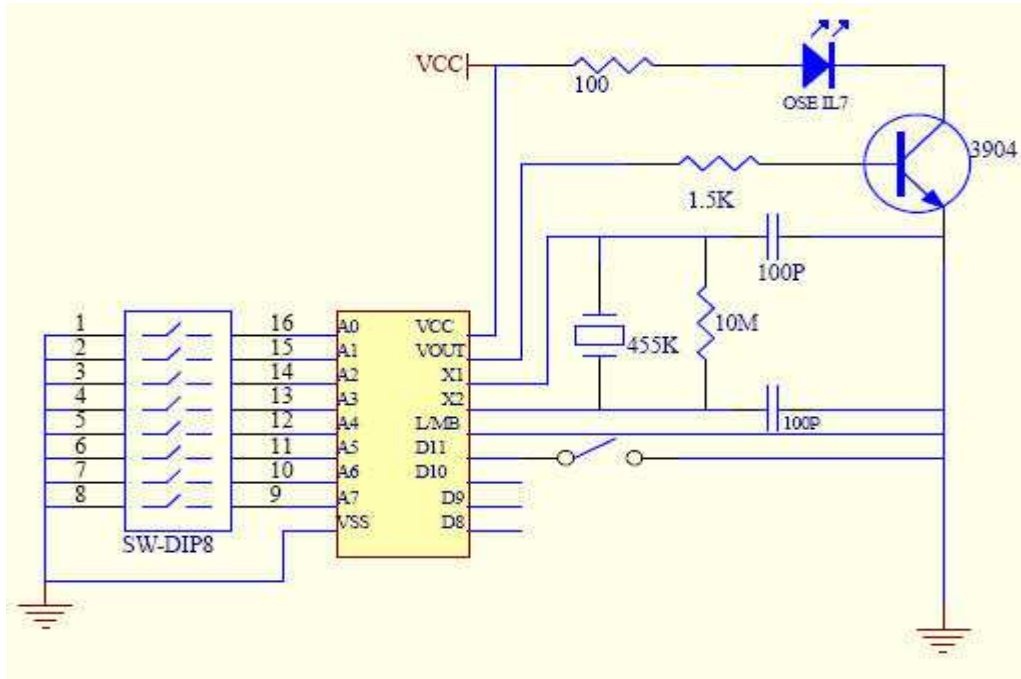
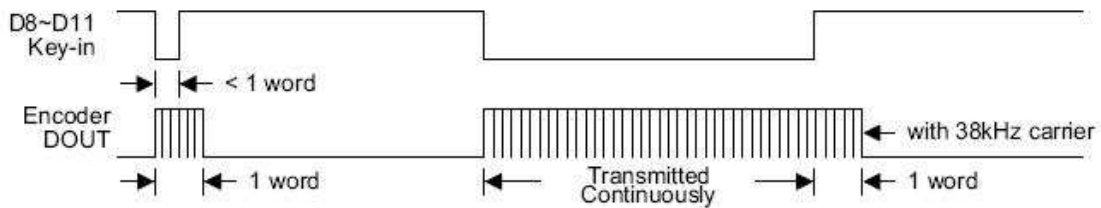


圖 2-7 紅外線遙控器電路圖



Transmission timing for the HT12A (L/MB=Floating or VDD)

圖 2-8 HT-12A時序圖[11]

對照紅外線發射模組的電路圖以及HT-12A的時序圖，當腳位 D8~D11接到低電位，將會傳送出一編碼的波動，所以當按下遙控器，也就是等於將D11接到低電位，編碼器將會透由紅外線LED發送可達到38 kHz 傳輸信息，交給解碼器 HT-12D作處理。

2.2.2 HT-12D解碼器在本研究的運作說明：

HT-12D與HD12A聯合使用，HT-12D作為紅外線接收端電路的晶片示，並簡略說明如下：

HT-12D解碼器的特性：

- A. 工作電壓範圍廣大在2.4V~12V。
- B. 擁有低耗電、高抗雜訊的特性。
- C. 待命時所需極低電流。
- D. 可編碼12bits 的資訊。
- E. 內建震盪器，只須外加電阻即可。
- F. 收到的碼（code）有再確認的功能。
- G. 能簡易的搭配使用無線模組。
- H. 已整合大部分的功能，只需搭配最少的元件。

HT-12D 接腳說明：

- A. Pin10~Pin13(D0~D3):4位元資料輸出線，當發射端與接收端密碼相同時，所傳送的資料會顯示在解碼電路4位元資料輸出接腳。
- B. Pin14(DATA IN)：資料接收端，連結接收模組。
- C. Pin15(OSC2) 與Pin16(OSC1)：振盪器輸出腳，只要連接電阻產生工作頻率。
- D. Pin17(VT)為解碼致能接腳。



圖 2-9 HT-12D腳位圖[12]

圖2-10為紅外線接收端電路。當按下紅外線發射端的按鈕，接收端電路將會發送低電位給Arduino板，會讓Arduino做出條數和分數的切換，在大型七段顯示器做出變化。

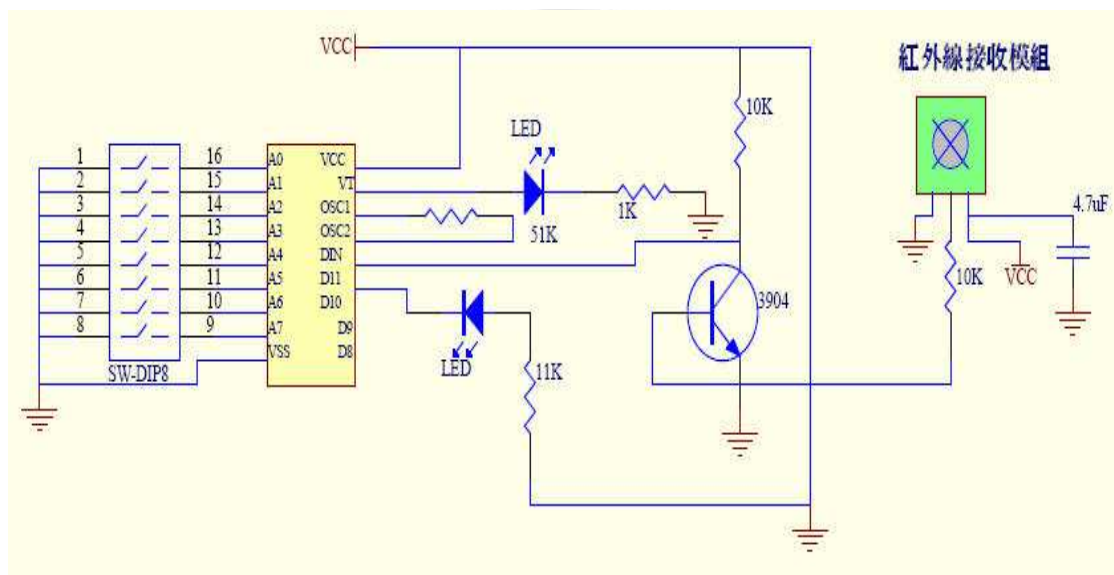


圖 2-10 紅外線接收端電路

2.3 Arduino開發板介紹

本研究採用了Arduino Mega2560[13]這塊開發板作為主控制器，可以使用開發完成的電子元件，如Switch或sensor或其他控制器、LED、步進馬達或其他輸出裝置。Arduino也可以獨立運作成為一個可以跟軟體溝通的介面。

2.3.1 Arduino Mega 2560特性：

Arduino Mega2560是一以ATmega2560為核心的微控制器開發板，其本身具有54組數位I/O Input/Output端（其中14組可做PWM輸出），16組類比輸入端，4組UART（hardware serial ports），使用16 MHz 晶體震盪器。由於具有bootloader，故能通過USB直接下載程式而不需透過其他外部的燒錄器。其供電部份，可選擇由USB直接提供電源，或使用AC-to-DC 變壓器及電池以作為外部供電之用。

由於開放原代碼(open Source)及使用Java概念（跨平臺）的C語言開發環境，讓Arduino的周邊模組以及應用迅速的成長。而吸引使用者採用Arduino的主要原因，係Arduino可以快速使用C語言與Flash或Processing…等軟體通訊，作出多媒體互動作品。Arduino開發IDE介面基於開放原代碼原則，可以讓使用者免費下載使用於專題製作、學校教學、電腦控制、互動作品等等。

表 2-4 Arduino MEGA 2560規格表[13]

微控制器晶片	ATmega2560
工作電壓	5V
輸入電壓 (建議值)	7-12V
輸入電壓 (限制)	6-20V
數位 I/O 腳數	54 (其中 14 個是 PWM 輸出)
類比輸入 Pins	16
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 4 KB used by bootloader
靜態記憶體	8 KB
EEPROM	4 KB
時脈速度	16MHz

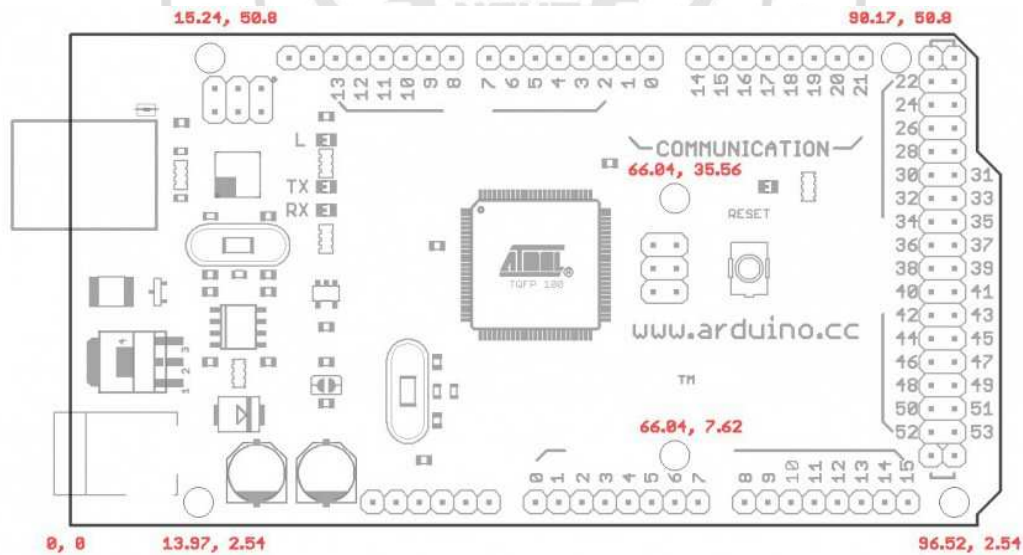


圖 2-11 Arduino ATmega2560硬體框圖結構[13]

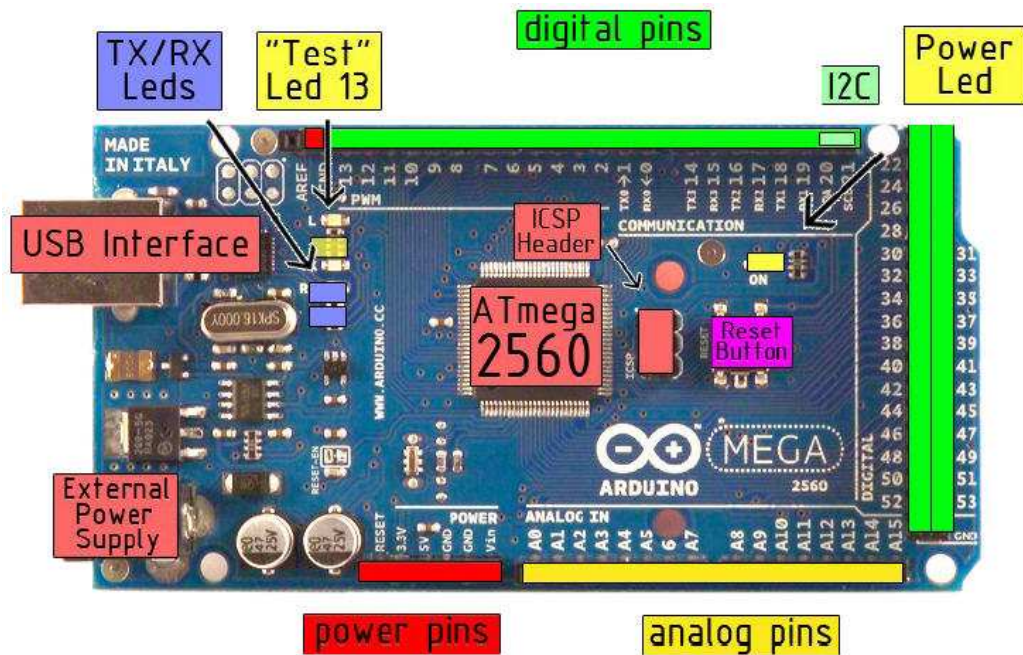


圖 2-12 Arduino ATmega2560腳位示意圖[13]

它擁有夠多的數位I/O接腳，可方便我們來控制大型七段顯示器的狀態以及讀取磁簧開關的狀態。內建的TX\RX腳可直接連接到XBee的Din\Dout腳作發送訊號的處理，就成了一個無線傳送模組。

表 2-5與表 2-6所示 分別為Arduino輸入腳位配置表與輸出腳位配置

表 2-5 Arduino輸入腳位配置表

個位數顯示控制腳	十位數顯示控制腳	分數/條數顯示控制腳位	讀取九宮格開關腳位
50	52	11	22、24、26、28、30、 32、34、36、38

表 2-6 Arduino輸出腳位配置表表

七段顯示器控制腳	對應LED的腳位	發射/輸入腳
53、51、49、47、45、 43、41	23、25、27、29、31、 33、35、37、39	TX0/RX0(1、2腳)

2.3.2 Arduino Uno特性與運用

而在個人電腦資料接收端毋需大量I/O腳，本研究就採用了 Arduino UNO這塊開發板(如圖 2-13)接合XBee當做資料接收端。



圖 2-13 Arduino UNO實機圖[8]

表 2-7 Arduino UNO 規格表[8]

微控制器晶片	ATmega328
工作電壓	5V
輸入電壓(建議值)	7-12V
輸入電壓(限制)	6-20V
數位 I/O 腳數	14 (其中6個是PWM output)
類比輸入 Pins	6
I/O腳直流電流	40 mA
3.3V腳直流電流	50 mA
快閃記憶體	32 KB 其中 0.5 KB 用在 bootloader
靜態記憶體	2 KB
EEPROM	1 KB
時脈速度	16 MHz

如表 2-7. Arduino UNO 規格表所看到，Arduino UNO比 Arduino MEGA 2560 較陽春一些，但同樣內建有TX/RX腳位，連上XBee的Dout/Din腳就成了一組無線接收模組，接收到訊息就給個人電腦，讓VB程式在電腦畫面作顯示動作。

本研究搭載了Arduino晶片專用的XBee無線傳輸套件，它是由Digi公司根據IEEE 802.15.4 zigbee所生產的無線通訊模組，可連接RS-232或是 USB傳輸介面，在模組上外加天線，更可以達到250公尺的傳輸距離，是個技術十分純熟的無線通訊套件，當九宮格受力倒下時，Arduino板和個人電腦可以透由一對XBee來做無線通訊，每倒下一個板子，電腦螢幕將會做出同步顯示。

2.4 Visual Basic 簡介

BASIC[14] 是一種高階程式語言，其適用於初學者且為最廣泛的程式語言應用。Visual 係指以圖形使用者介面(GUI)開發的方法。Visual Basic[15] 是一個高度親和力的操作介面，使得 Visual Basic 成為程式設計師眼中優秀的視窗程式開發工具，透過專業的程式設計師，可以快速且容易結合Windows或Windows NT作業系統，以開發出有功能強大的圖形使用者介面的應用程式。Visual Basic[16] 和早期的 Basic 程式開發工具均使用 Basic 語言為基礎，只不過 Visual Basic是以事件導向的方式來設計應用程式。Visual Basic 提供了快速應用程式開發(Rapid Application Development, RAD)及豐富的物件，且有一組容易使用的應用程式除錯工具，可以很有效率地開發應用程式。

新的使用者喜歡使用滑鼠操作應用程式，如Microsoft Office、VBA(Visual Basic for Applications)。有經驗的使用者喜歡使用應用程式易於操作的功能，例如下拉式列示盒和同時可以開啟多個視窗的應用程式。Visual Basic Scripting Edition (VBScript) 是 Visual Basic 語言的子集合，且為一廣泛使用的Scripting 語言。故學會 Visual Basic 之後，可以應用到其它不同的領域中，很多其他公司開發的應用程式都以Visual Basic為應用程式開發語言。



以下圖示 Visual Basic 的程式介面，有許多簡易的小工具和選項讓使用者簡易上手。

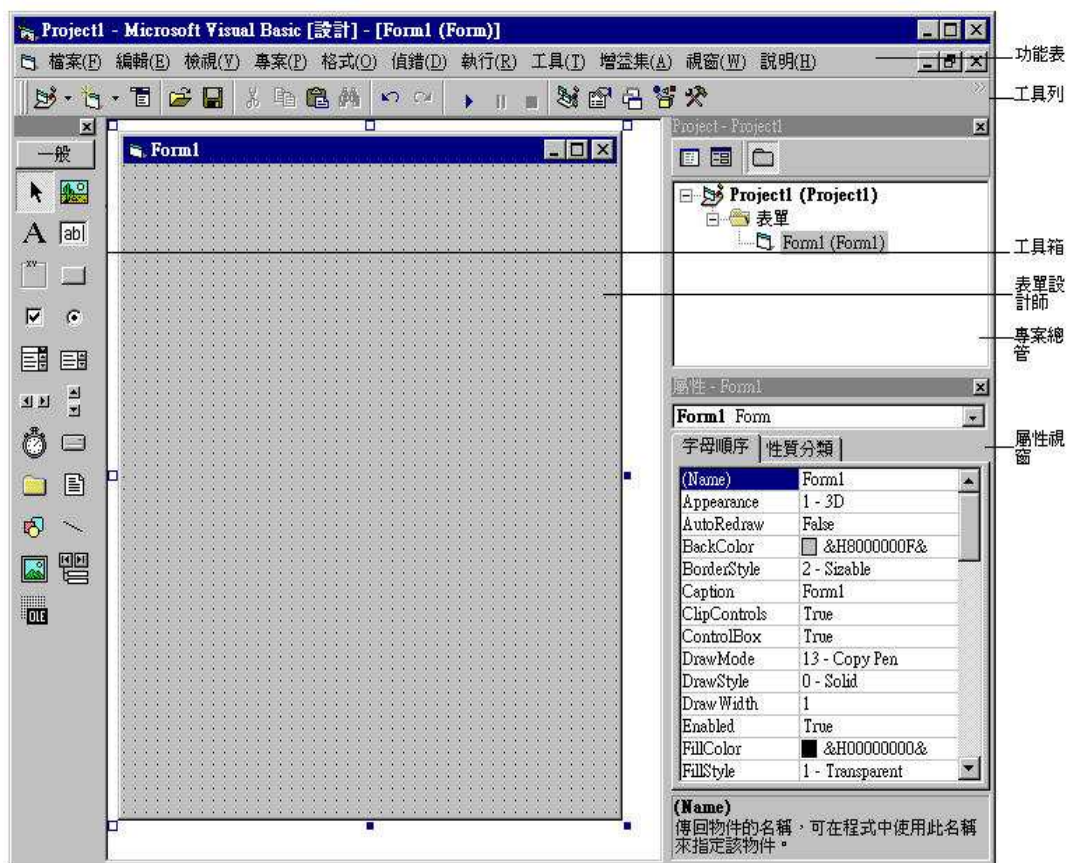


圖 2-14 Visual Basic 操作界面[16]

第三章 系統架構及流程圖

有了以上的實驗配備，就可以開始著手更詳細的電路設計與系統方塊，於是就設計了以下硬體系統方塊圖。

利用九個磁簧開關安裝在九宮格機構上，Arduino 板上九個腳位提供輸出到九個小 LED，當每一個板子倒下，就對應一個 LED 發亮，好觀察電位的高低，以及在 LED 發亮的同時，電路板上的 XBee 將會發送訊號到個人電腦那一端的 XBee 做接收，好在電腦螢幕上做出得分之後的顯示。而在焊接電路過程中，九宮格體積龐大，實驗不易，所以使用指撥開關模擬九宮格板被擊倒的動作。



3.1 系統結構

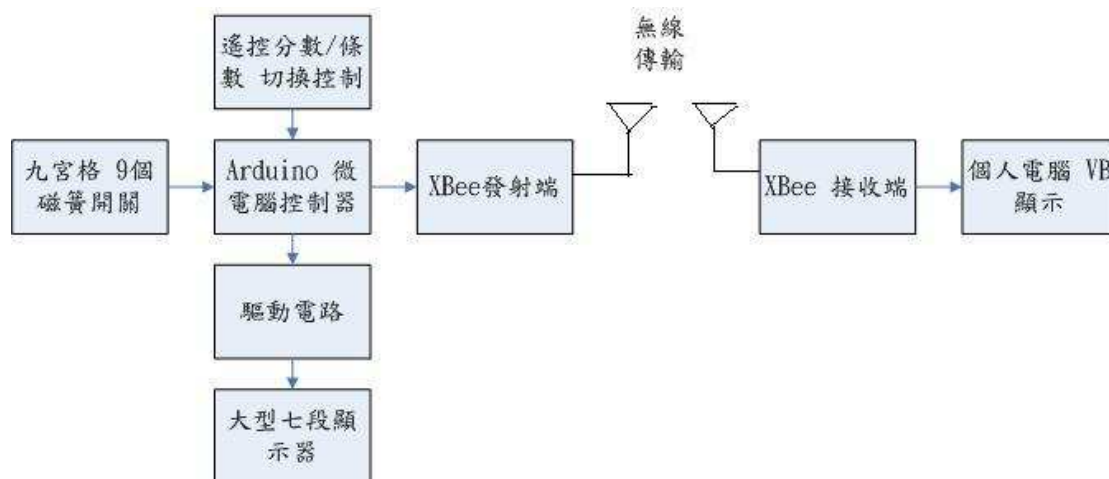


圖 3-1 系統結構圖

本研究系統結構如圖3-1所示，由九宮格板結合磁簧開關輸入數位資料給Arduino微控器，Arduino微控器將資料加總計算出條數和分數，微控器依據來自遙控器的訊號決定送出條數或分數資料，此資料送至驅動電路再送達大型七段顯示器顯示，驅動電路是作電流放大用以推動大型七段顯示器之用，此資料亦同步透過XBee發射端無線傳送資料給個人電腦的XBee接收端，個人電腦接收到來自XBee的資料後，建立在VB應用程式上可做儲存、排列名次、遊戲畫面同步顯示等等。

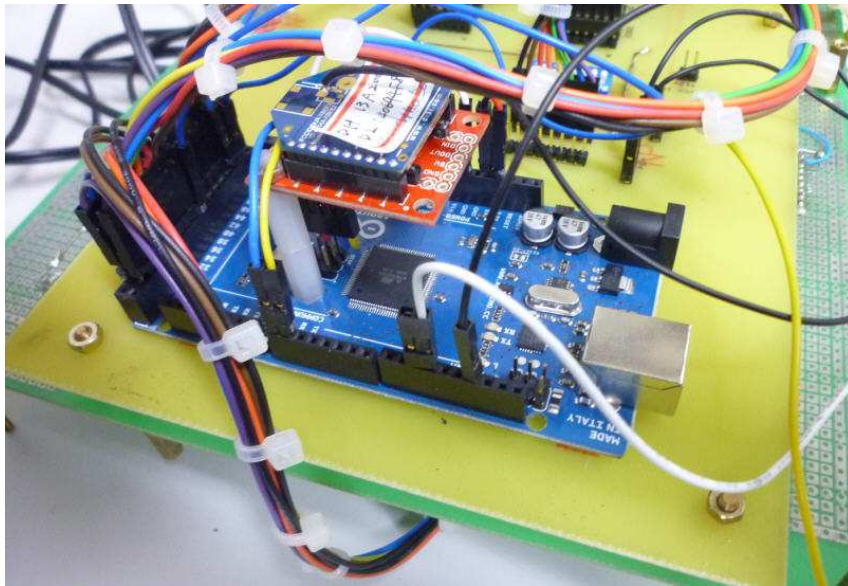


圖 3-2 無線信號發射端

如圖3-2 所示，發射端以Arduino MEGA 2560作為主要微控制器，大量腳位分配給LED與七段顯示器或連接到磁簧開關，一組XBee模組負責作發射無線訊號的功能。

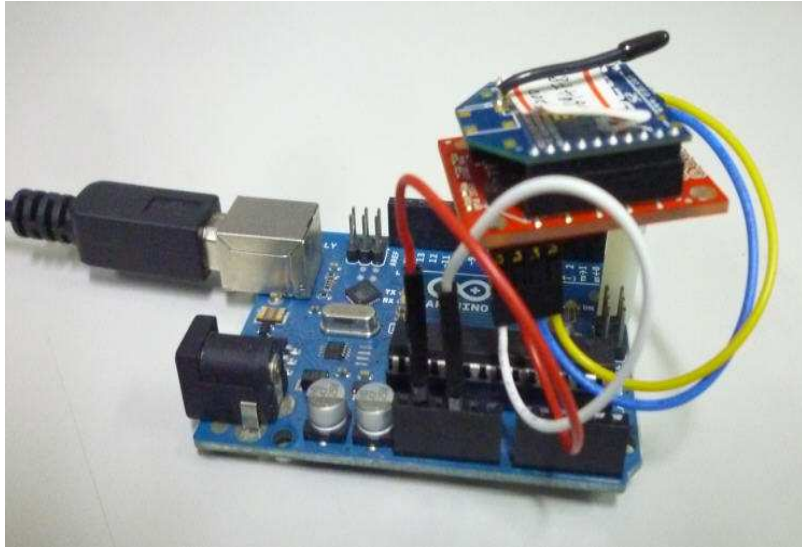


圖 3-3 無線信號接收端

而接收端就以Arduino UNO作為控制晶片，接上另一組XBee模組作為無線訊號接收端。而本研究中兩端的XBee模組要做到無線傳輸的目的，必須由XBee專用的X-CTU軟體[17]來設定兩組XBee的Point-to-Point接收端

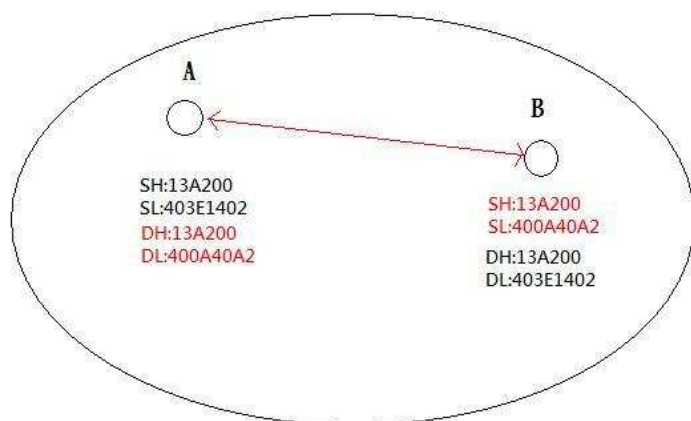


圖 3-4 XBee 1對1通訊參數設定參考[17]

3.1.1 遊戲機發射端流程

軟體系統部分，如圖3-5 所示九宮格發射端流程圖，初始設定包括Arduino板各I/O腳位的配置與傳輸速率設定，接著微控器讀取九宮格各磁簧開關之狀態，輸出設定相對應位置LED燈發亮，依所讀取的開關狀態資料作加總計算出分數與條數，讀取遙控器開關給予之訊號，決定送出分數或條數至大型七段器顯示分數或條數，也透過 XBee 發射訊號傳送開關狀態資料、分數與條數給個人電腦接收端。

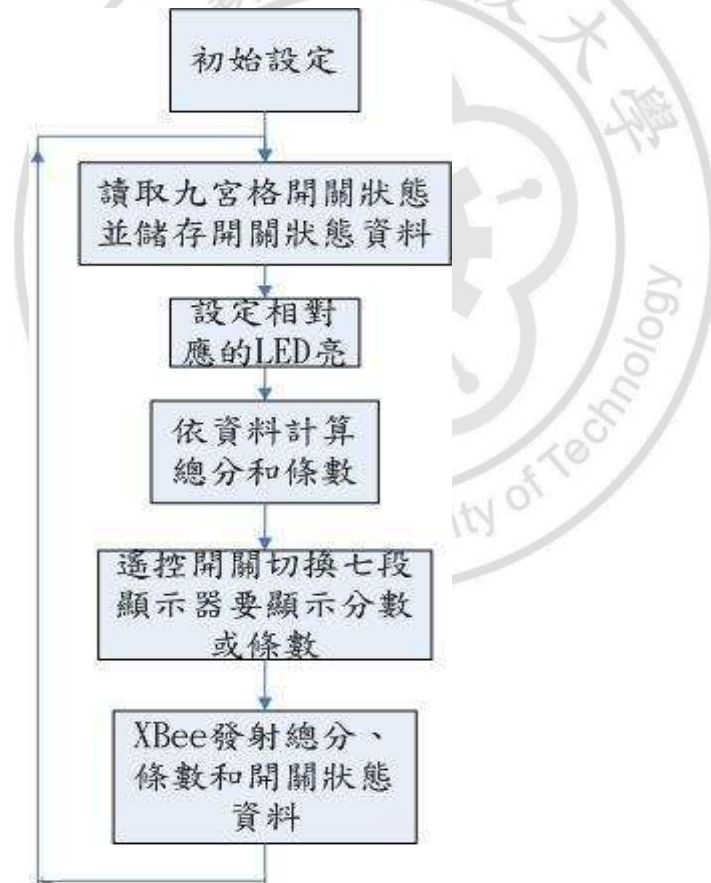


圖 3-5 九宮格發射端流程圖

3.1.2 個人電腦接收端流程

如圖3-6 所示為個人電腦接收端的軟體流程圖，初始設定包括VB程式螢幕畫面配置與傳輸速率設定，接收 XBee 發射端所傳送開關狀態、分數與條數等資料，在個人電腦螢幕畫面給予九宮格相對應位置變化的顯示，以及分數與條數等資料即時顯示，並接受鍵盤與滑鼠之輸入事件，給予儲存分數與條數等資料且分別加以排名。

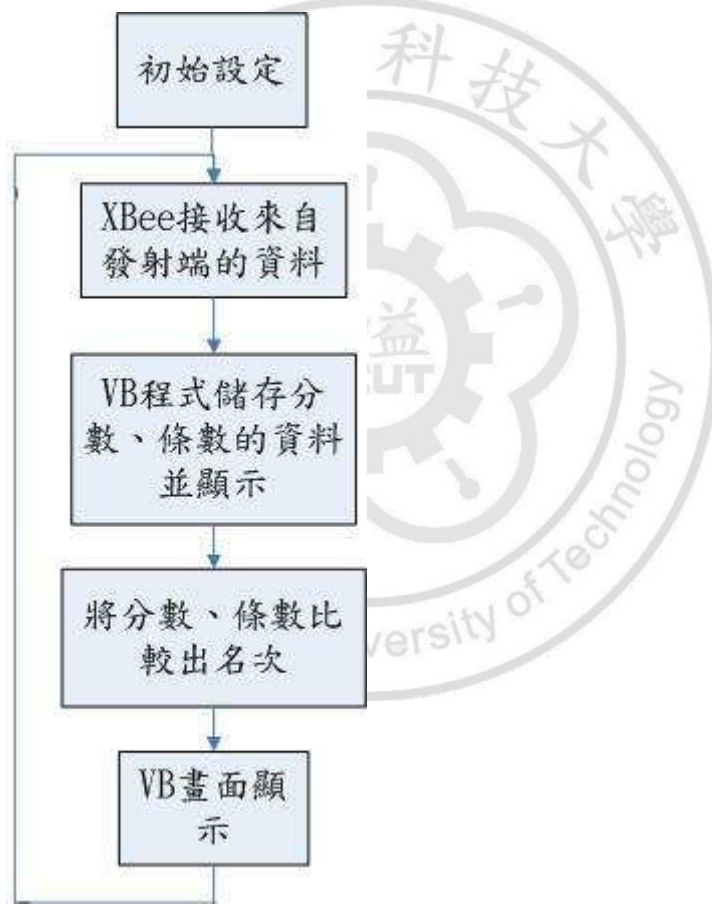


圖 3-6 個人電腦接收端流程圖

3.2 電路圖與說明：

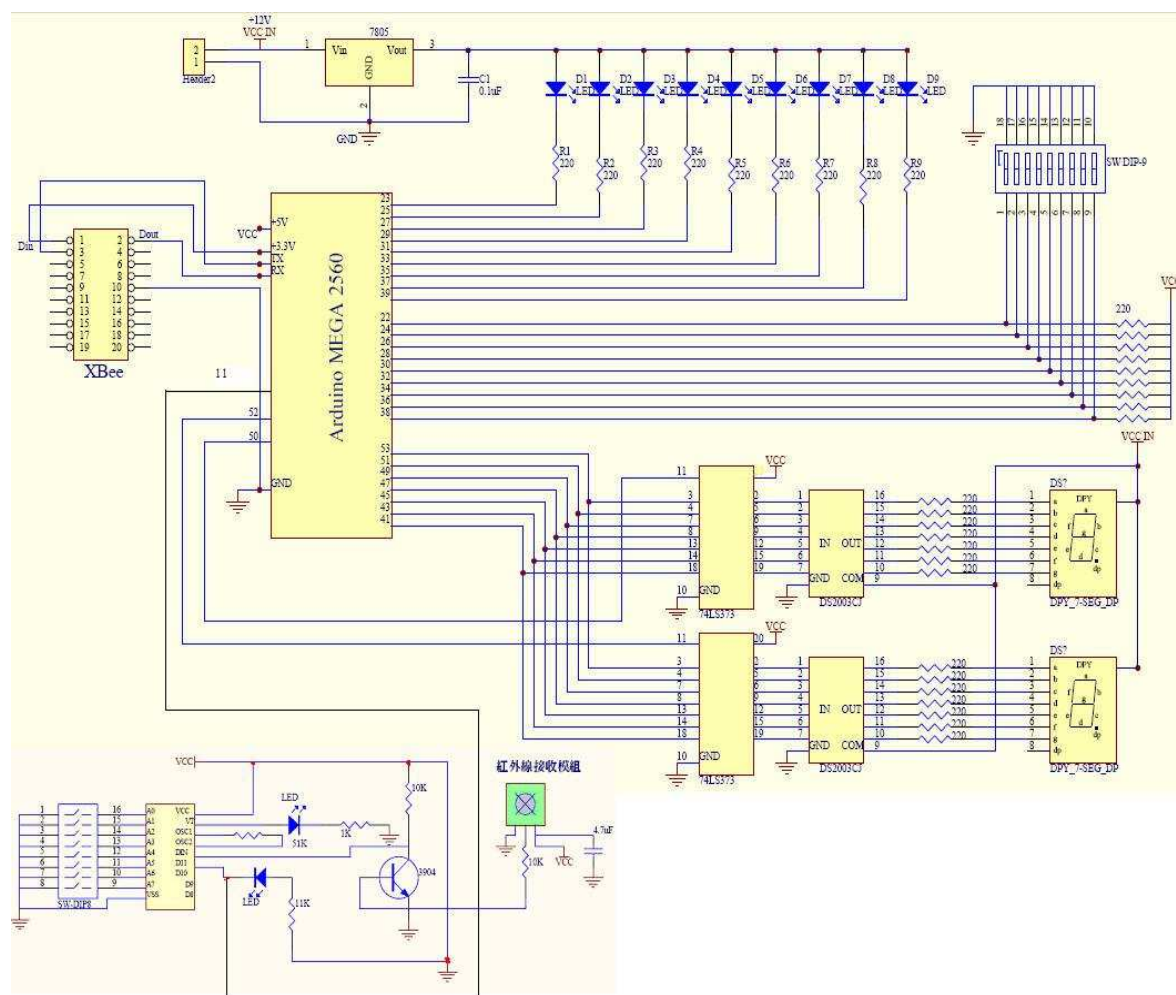


圖 3-7 九宮格電路圖

這電路圖是在九宮格板發射端的電路板，在電路圖可看到我們結合了大型七段顯示器、9個對應顯示的LED、在實驗時暫時取代九宮格板的指撥開關，而在Arduino MEGA 2560和大型七段顯示器之間，中間多了74LS373位址鎖存器[18]和ULN2003反向器[19]，目的是為了穩定控制大型七段顯示器的顯示效果。

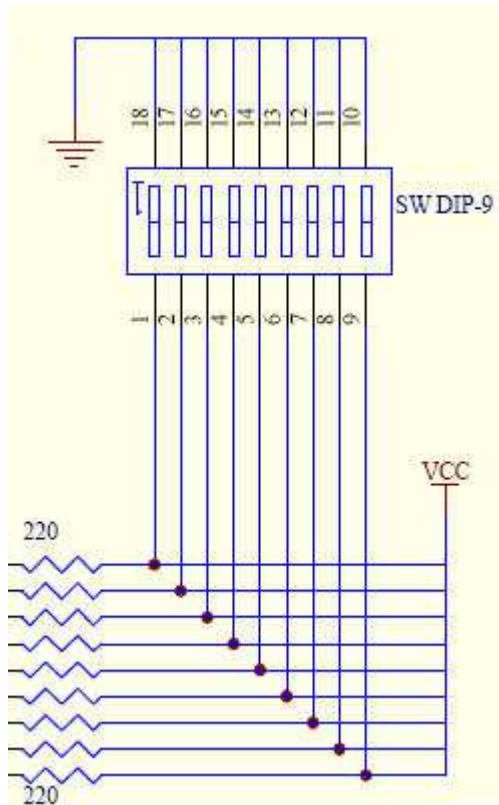


圖 3-8 指撥開關電路圖

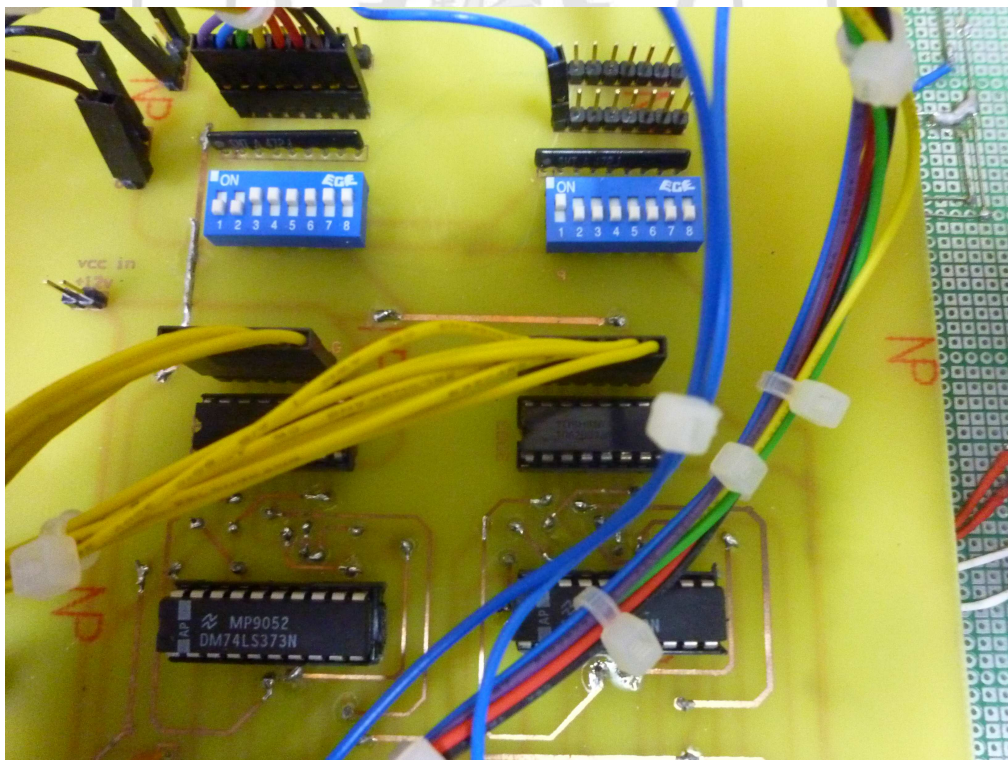
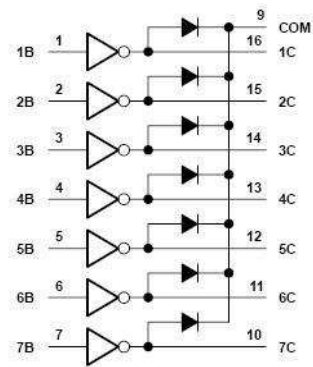


圖 3-9 指撥開關與驅動電路實際圖

而電源供應部份，利用穩壓IC LM7805 C[20]來負責固定的輸出電壓，一邊使用5伏特電壓給對應發亮的小 LED，一邊則用12伏特供給超大共陽極七段顯示器來顯示計分，而穩壓 IC外加散熱片來達到散熱與保護電路的效果。

然後連接到一個 74LS373 位址鎖存器，再連接到 Arduino 晶片板上的腳位上。而為了分別顯示十位與個位數，於是用了 2 個超大七段顯示器，兩個各自搭配穩壓 IC、電流放大器與緩衝器。





ULN200X邏輯圖

圖 3-10 ULN2003 實際圖 [18] 圖 3-11 ULN2003邏輯圖[19]

ULN2003[20] :

ULN2003 是由七個高耐壓、大電流的矽NPN達林頓電晶體所組成。而 ULN2003 是利用電晶體其基極與射極電壓會反向的原理製作而成。有關ULN2003的特點如下，

- (1) ULN2003 的每一對達林頓都串聯一個2.7K 的基極電阻，在 5V 的工作電壓下它能與TTL 和CMOS 電路直接相連，可以直接處理原先需要標準邏輯緩衝器來處理的資料。
- (2) 工作電壓高，工作電流大，灌電流可達500mA，並且能夠在關態時 承受50V 的電壓，輸出還可以在高負載電流並行運行。
- (3) 採用DIP—16 或SOP—16 塑膠封裝。

ULN2003 是反相器(Inverter)<或者反閘(NOT Gate)>，其與一般 7404 IC 反閘之間差別在於 ULN2003 反相器後面多加一個二極體(Diode), 使它傳輸到別的驅動電路較穩定些。使用 ULN2003 和 7404 反閘其實都可以用, 只是差別在於 ULN2003 傳送到驅動電路會比 7404 反閘來的穩定些, 比較不受到雜訊干擾影響。只要讓電路做反相動作, 就可以用到他, 如: 驅動步進馬達, 驅動點矩陣電路... 等



74LS373是常用的位址鎖存器晶片[21]，它實值是一個三態緩沖輸出的8bits 觸發器，在單晶片系統中為了擴展外部存儲器，通常需要一枚74LS373晶片，為了防止無線訊號發射時的雜訊影響到七段顯示器和LED的顯示，所以我們選用了有拴鎖功能的 74LS373



圖 3-12 74LS373 實際圖

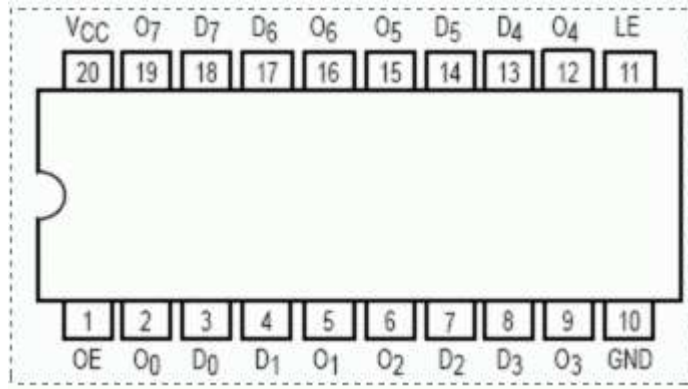


圖 3-13 74LS373腳位圖[21]

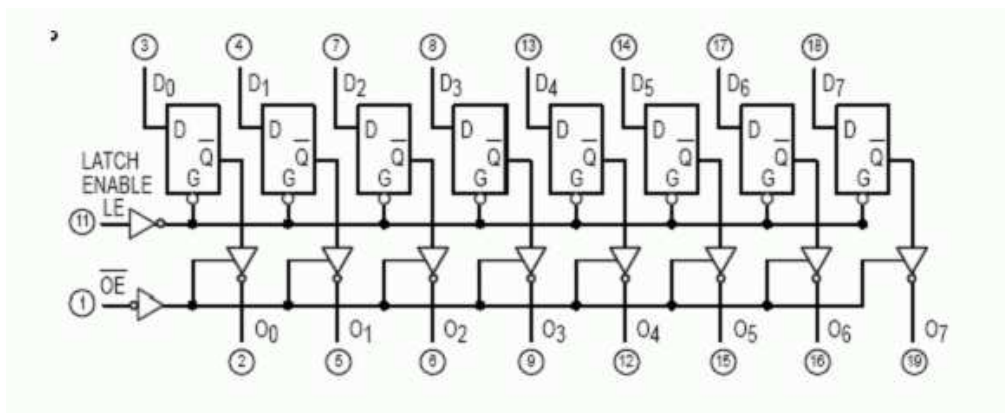


圖 3-14 74LS373 邏輯圖[22]

74LS373腳位說明：

(1)1脚是輸出使能(OE), 在低電位有效, 當1脚是高電位時, 不管輸入3、4、7、8、13、14、17、18 如何, 也不管11脚(鎖存控制端, G)如何, 輸出腳2(Q0)、5(Q1)、6(Q2)、9(Q3)、12(Q4)、15(Q5)、16(Q6)、19(Q7)全部呈現高阻抗狀態;

(2)當1脚是低電位時, 只要11脚(鎖存控制端, G)上出現一個下降電位, 輸出腳2(Q0)、5(Q1)、6(Q2)、9(Q3)、12(Q4)、15(Q5)、

16(Q6)、19(Q7)立即呈現輸入腳 3、4、7、8、13、14、17、18 的狀態。鎖存端 LE 由高變低時，輸出端 8 bits 信息被鎖存，直到 LE 端再次有動作。OE 為低電位時，三態閘導通，允許 Q0~Q7 輸出，OE 為高電位時，輸出懸空。

而紅外線遙控模組的接收模組，就焊接在電路板上，HT12D 的接收腳與 ATmega2560 做相連接，發射模組的 IC 則使用 HT12A，而我們就另外用小塊電路板焊上發射模組，當成遙控器。



圖 3-15 紅外線遙控開關圖

而以上所述的超大型顯示器、各種IC、LED和Arduino都焊接在一塊呎吋為長30cm寬20cm的大型萬用電路板上，算是完成了硬體電路。

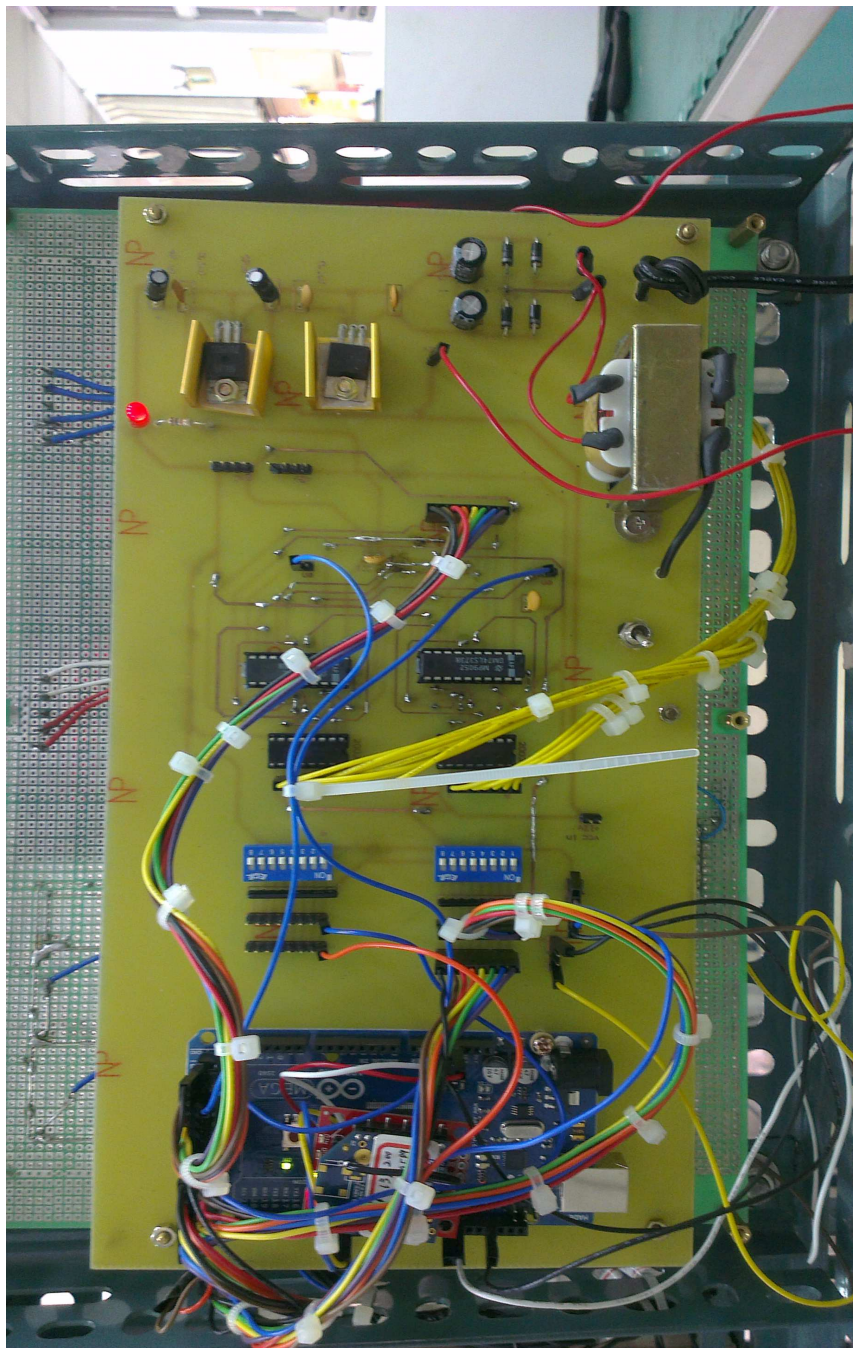


圖 3-16 九宮格電路實際背面圖

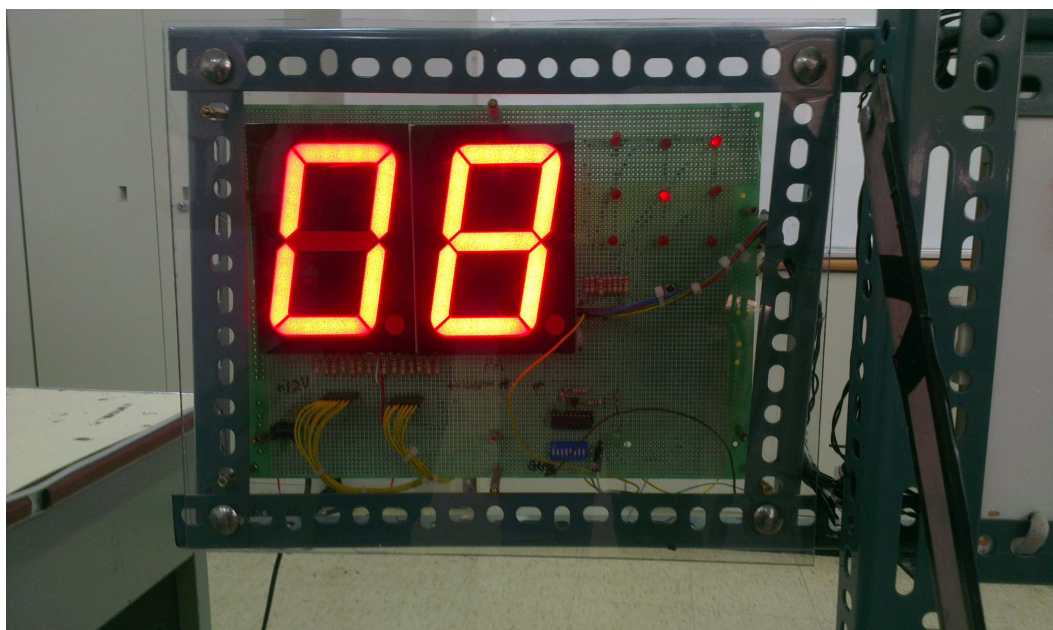


圖 3-17 九宮格實際圖正面



圖 3-18 九宮格投球機

第四章 實驗結果

4.1 實驗環境設定

本研究使用下列元件，來作為本研究實驗的標的：

1. Arduino Mega2560 是一塊以 ATmega2560 為核心的微控制器開發板，
2. Arduino UNO 作為接收端的處理控制器
3. 兩個 XBee 晶片作為無線通訊的橋樑
4. HT12A 和 HT12D 所做的紅外線遙控模組
5. 大型的棒球九宮格



圖 4-1 九宮格投球機

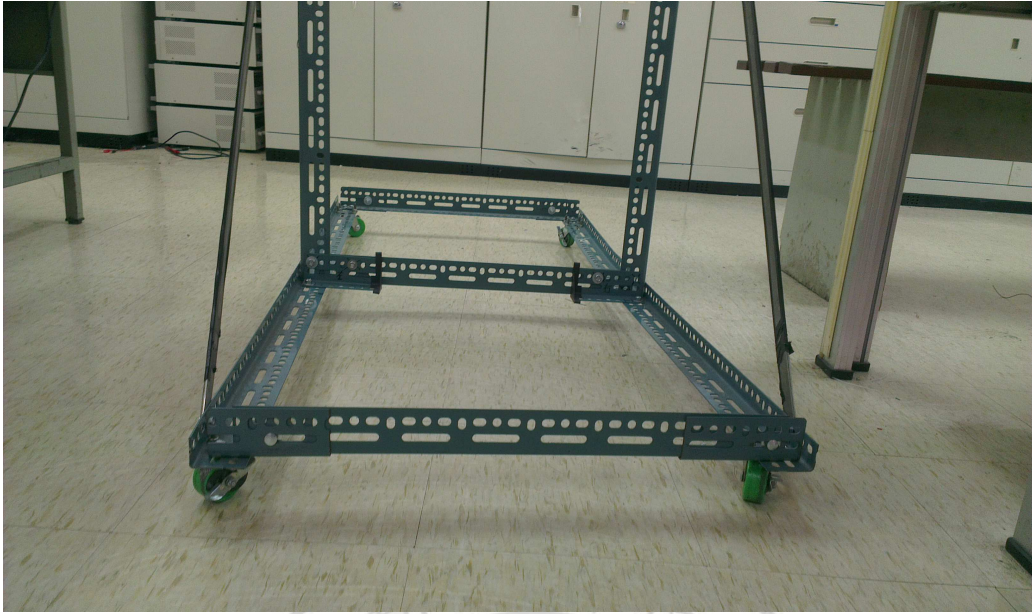


圖 4-2 九宮格底部輪軸

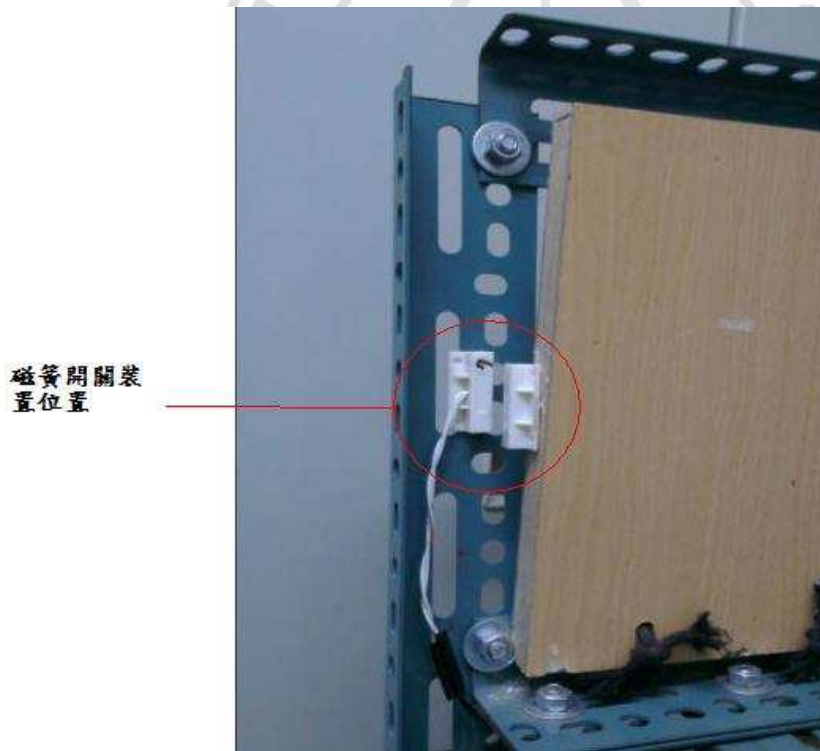


圖 4-3 九宮格磁簧開關裝置圖

而電子九宮格棒球遊戲機就由鋼架與木板所裝而成，底部外加輪軸可推動，方便移動，而木板與鋼架以繩索做固定，受力倒下的板子以磁鐵吸附回到磁簧開關OFF的狀態

在九宮格底下加裝輪軸，便可以增加機動性與方便性

4.2 實驗過程

本次實驗方式就是由三位參賽者照順序投球，然後在由電腦上作計分排名。

第一位參賽者投中了4球，四個板子倒下得了14分



圖 4-4 第一位參賽者所擊中的九宮格

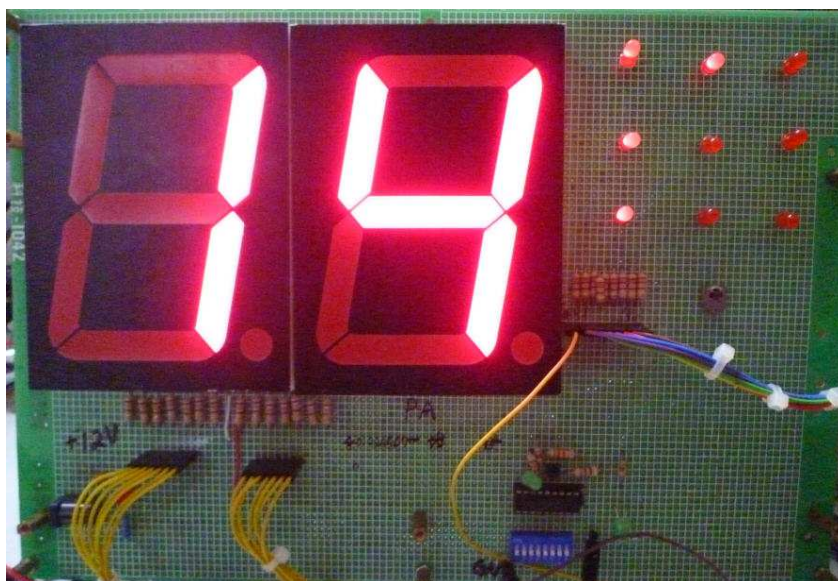


圖 4-5 第一位參賽者的得分與對應的LED

可在板上看到對應發亮的LED亮了4顆，分別是1、2、4、7號，號碼相加為14分，而1、4、7號連成一直線。

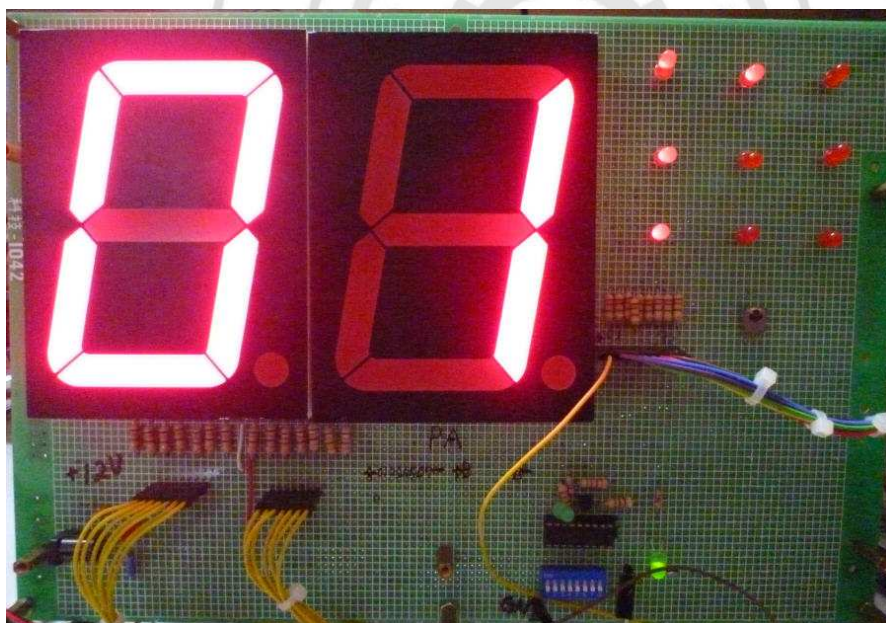


圖 4-6 第一位參賽者所得條數

按下紅外線遙控器按鈕，可顯示連成的條數，

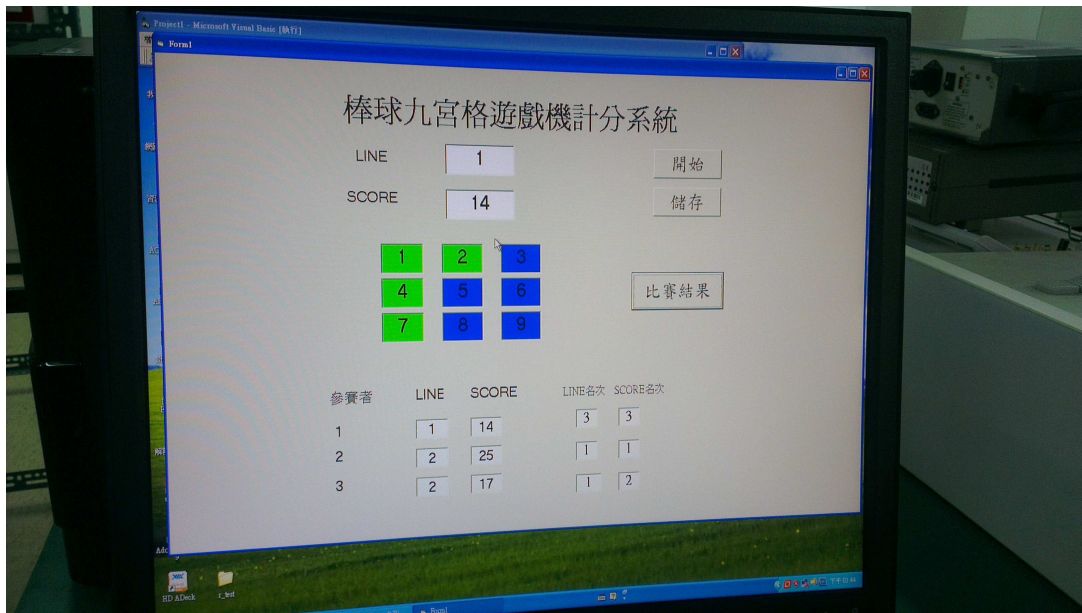


圖 4-7 電腦以VB介面顯示第一位參賽者得分

我們可以在個人電腦上看到對應發亮的燈號，被擊中的號碼會顯示綠色，分數與條數顯示在計分欄。

第二位參賽者得了25分



圖 4-8 第二位參賽者所擊中的九宮格，分別擊中了3、4、5、6、7號，各號碼相加後為25分。



圖 4-9 第二位參賽者的得分與對應的LED

而在圖 4-9. 中可看到橫的4、5、6號與斜的2、5、7號都連成一條線，
可以看到發亮的LED連成橫、斜各一條

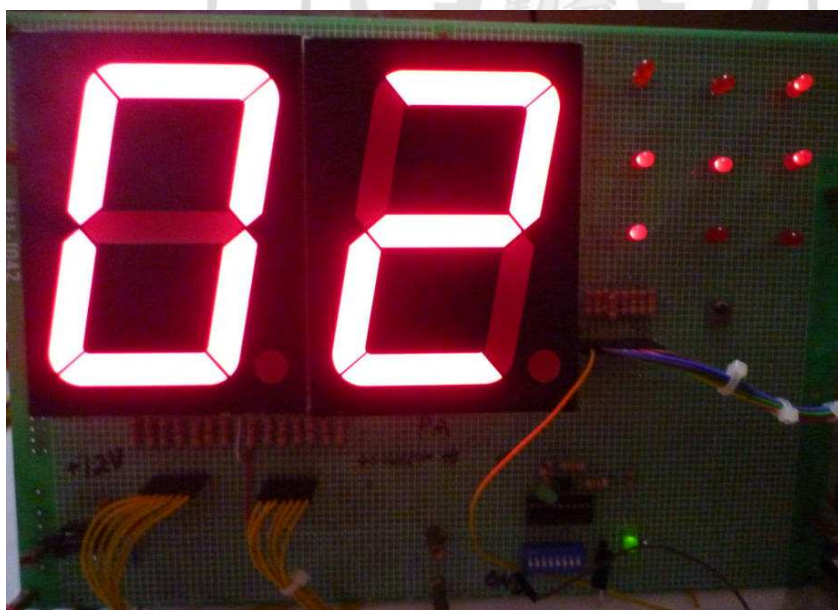


圖 4-10 第二位參賽者所得條數

按下遙控器按鈕顯示得了2條

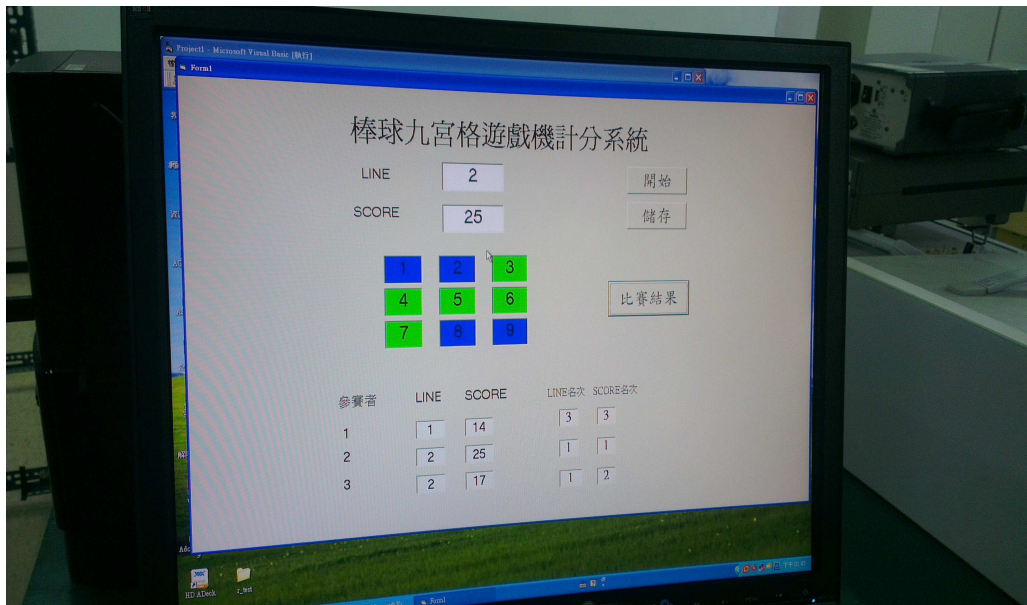


圖 4-11 電腦以VB介面顯示第二位參賽者得分

在個人電腦從VB程式上看到對應發亮的3、4、5、6、7號以及儲存了條數與分數。

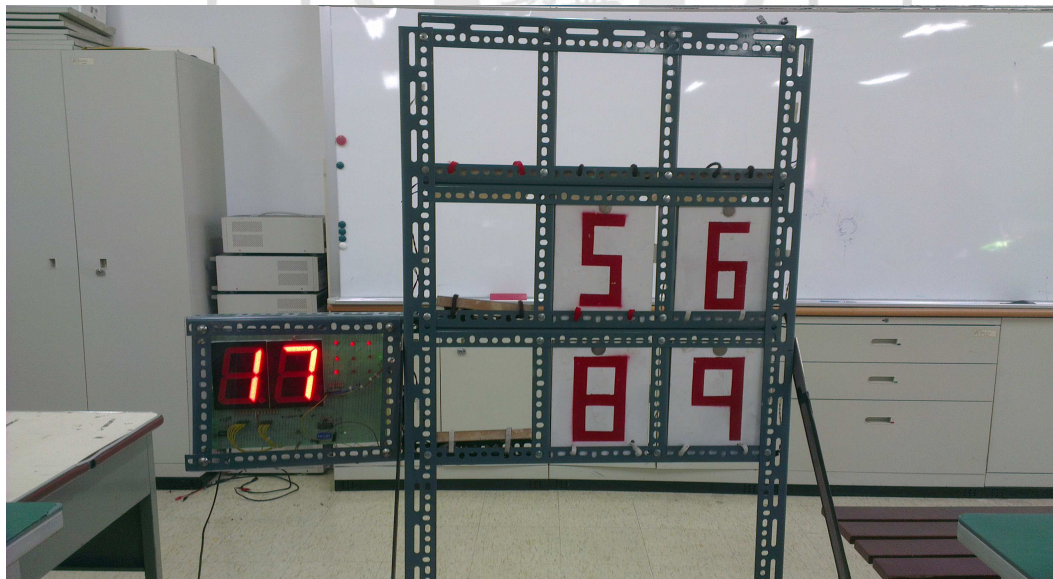


圖 4-12 第三位參賽者所擊中的九宮格

第三位參賽者投中5球，可看到第1、2、3、4、7號板子倒下，相加分數為17分。

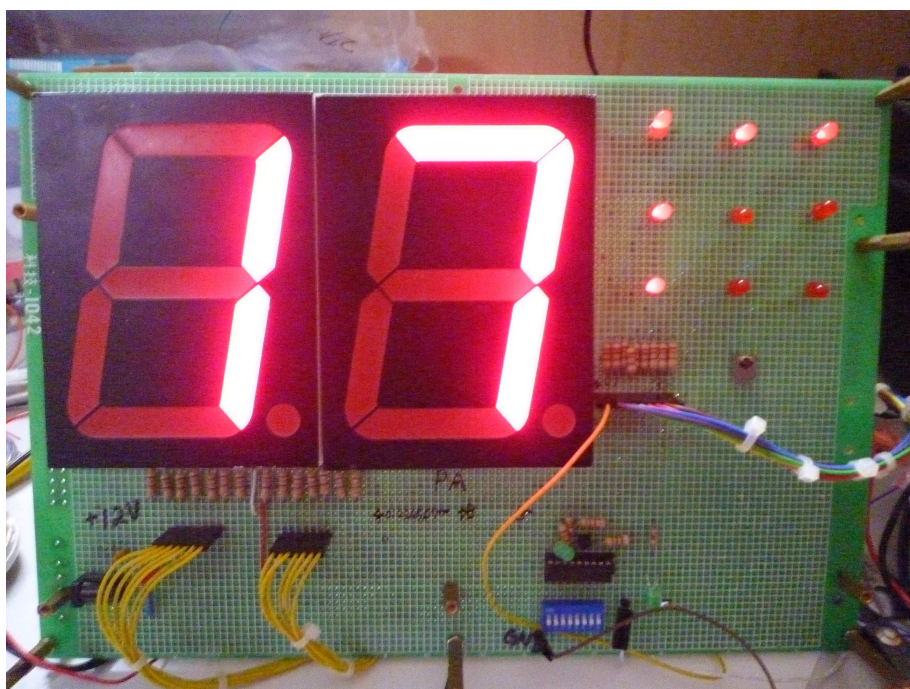


圖 4-13 第三位參賽者的得分與對應的LED

1、2、3號連成一橫線而1、4、7連成一直線，總共得了兩條

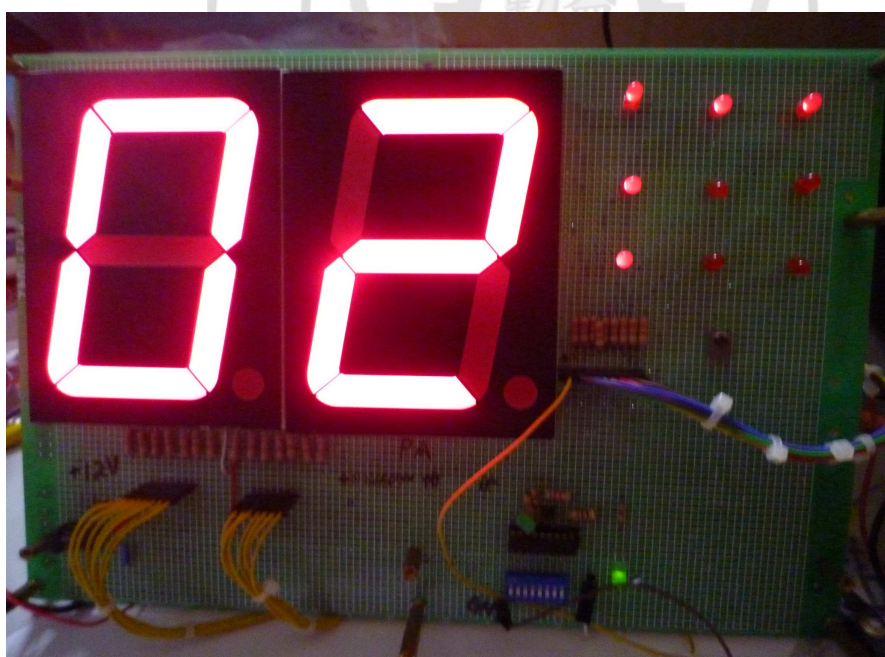


圖 4-14 第三位參賽者所得條數

按下遙控器按鈕後，顯示條數為2條



圖 4-15 三位參賽者總排名

而我們可以儲存這三位參賽者的分數，並做出條數與分數排名

第五章 結論

本研究使用 Arduino、磁簧開關，配合周邊電路與 LED 等零件開發出電子棒球九宮格遊戲機，與傳統九宮格不同之處是使用晶片與軟體來做計分，由大型共陽極 LED 顯示，另外加入計算連成條數的模式，由紅外線遙控模組來做控制顯示計分或條數，我們在 Arduino 板外加上 XBee 無線傳輸模組，使得在板子倒下時，傳送無線訊號，在個人電腦的螢幕上顯示不同畫面，這樣一來便十分容易符合家庭娛樂方面的市場需求，未來甚至可以加入音效或是閃爍的 LED 在九宮格外圍，以達到更加的娛樂效果，是個值得研究的計畫。

本研究完成具有計分與條數功能的嵌入式系統棒球九宮格遊戲機後，確實吸引更多人參與此遊戲。如在不久的將來，將此系統加上網路模組更能提升棒球九宮格遊戲機之娛樂與競賽趣味性，各地參賽者皆可透過網路一起加入九宮格遊戲機的玩樂，或變更遊戲規則，如選定特定目標、任意排列之數字及顏色等等，這是下階段吾人努力的目標。

參考資料

[1] Arduino. tw 樂園; <http://arduino.tw>

[2] 棒球九宮格歷史文化網;

<http://culture.edu.tw/park/show.php?flashid=117>

[3] 電子工程專輯-嵌入式系統;

http://www.eettaiwan.com/SEARCH/ART/%B4%A4J%A6%A1%A8t%B2%CE.HTM?jump-to=view_welcomead_1358590759254

[4] 搶救台灣大作戰 - 嵌入式系統的應用與服務

<http://playstation2.idv.tw/iacolumns/j1000013.html>

[5] 物聯網-以嵌入式系統開發智慧連網數位家電產品;

http://www.digitimes.com.tw/tw/iot/shwnws.asp?cnlid=15&cat=&packageid=5274&id=0000260736_7HS6VDMP4FXG3Z5HDQVK5#ixzz2IpY4coL

[6] 隨樂電子科技 - Zigbee 概述及 XBee 開發介紹;

<http://www.saylex.com/Tech/Read.aspx?id=158>

[7] 普特-飆機器人 XBee Wireless Kit;

<https://sites.google.com/site/playrobotquickstart/home/xbee-wu-xian-tao-jian>

[8] 孫駿榮、吳明展、盧聰勇,“最簡單的互動設計 Arduino 一試就上手”, 基峯, 15-17, 2010

[9] 中華百科 ;

<http://wikiyou.tw/磁簧開關/>

- [10] 李仁輔，2009，磁性感測器專題討論報告，南台科技大學，四技 自控四甲
- [11]HT-12A, Datasheet;
<http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/64408/HOLTEK/HT12A.html>
- [12]HT-12D, Datasheet ;
http://www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/H/T/-/1/HT-12D.shtml
- [13]藝科資訊;
<http://www.aroboto.com/blog/arduino-2010-%E6%96%B0%E7%89%88%E6%9C%AC%E7%BC%9Aarduino-uno%E3%80%81mega2560>
- [14] 吳明哲 何嘉益 張志成”Visual Basic 2008 學習範本”，出版：松崗，頁數：1-2，年度：2009
- [15] 黃世陽，”Visual Basic 6.0 學習範本”，文魁，1-3，2008，
- [16] 陳徹，”Visual Basic 6 程式設計實務入門”，出版社：文魁，頁數：57，年度：2007
- [17] Tutorial.cytron. XBee Series 2 Point to Point Communication ;

<http://tutorial.cytron.com.my/2012/03/08/xbee-series-2-point-to-point-communication/>

[18] 羅煥茂”數位電子(理論、實作、測量、應用)”,出版社:滄海,頁數:80,年度:2007

[19] 黃敏祥”數位 IC應用設計與實習”,出版社:全華,頁數:77,年度:1990

[20] 逸塵、艾倫,”8051 單晶片教學範本”,出版社:金禾,頁數:4-5,年度:2003

[21]單晶片教程網 網頁;
<http://www.51hei.com/>



姓名：	鍾昇達	
出生日期：	民國77年2月20	
學歷：	國立勤益科技大學	
專長：	嵌入式系統控制	
E-mail：	Biss0220@hotmail.com	
發表論文：	陳文淵、鍾昇達, " The Counting Device for 3x3 Grid of Baseball Game(九宮格投球機)", ILT2012 第七屆智慧生活科技研討會, Page-2267, 2012	