

中華民國第 54 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

091004

CAPTCHA 行動裝置門禁管制的設計及探討

學校名稱：新北市立鶯歌高級工商職業學校

作者： 職二 彭冠誠 職二 陳韻伊	指導老師： 劉仁昌 曾盛如
---------------------------------	-----------------------------

關鍵詞：手機、電子鎖、圖形驗證

作品名稱

CAPTCHA 行動裝置藍芽門禁管制的設計及探討

摘要

由於手機電子錢包的發展，可知在手機的辨識成熟度已無庸置疑。如果能以手機內建的無線功能，實現手機鑰匙功能，來取代傳統鑰匙，應該可以輕易勝任，使人們出門不必隨身帶一大串鑰匙，再透過完整的管理程式，提升整體效益。

本次研究是以圖形驗證(CAPTCHA)加上密碼的方式，透過手機 APP 程式來開啟藍芽電子門鎖；因為在開鎖的同時加入圖形驗證(CAPTCHA)，可以加強開鎖時資料的變化性，增加安全性，並針對安全性做分析比較。進一步探討所帶來的便利性及可靠性。

經由分析的結果，進一步導入 CAPTCHA 行動裝置藍芽門禁管制系統，使得解鎖時獲得絕佳的安全性，亦可透過即時監控增加便利性及防範非正常狀況發生。

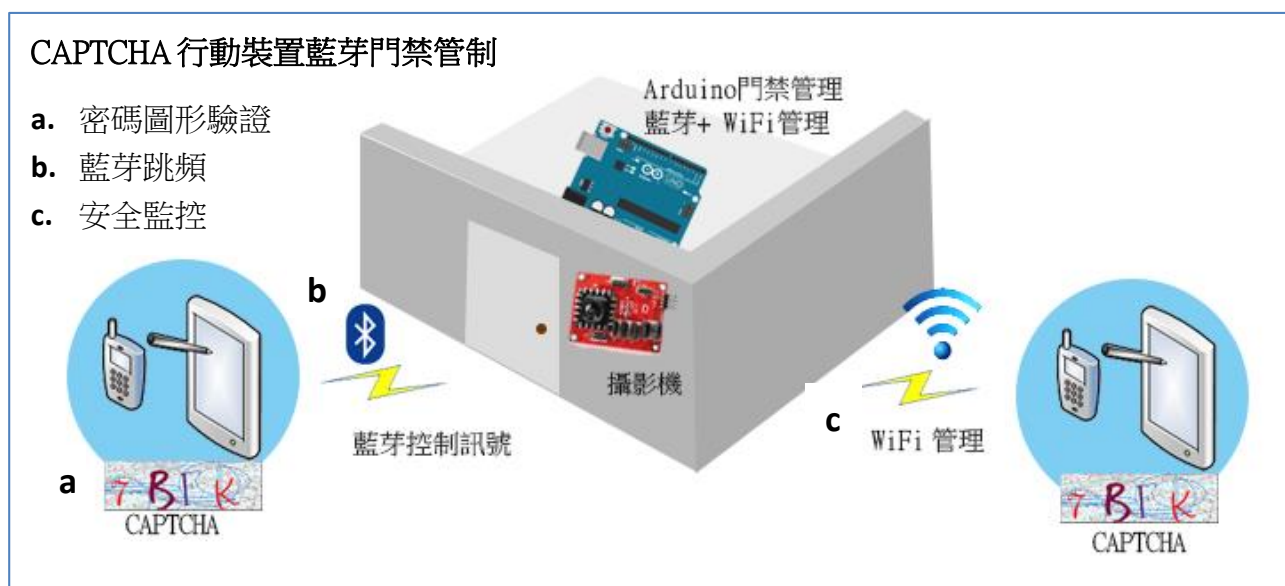


圖 1 CAPTCHA 行動裝置門禁管制運作圖

壹、研究動機

日常生活中一般人隨身要帶很多鑰匙，像是住家、房間及工作場所，口袋裡有一串鑰匙好像是理所當然的事，鑰匙在使用上要一支支試鑰匙也是常有的經驗，如果能以一支手機來取代全部的鑰匙，上面的不方便可立即獲得改善。再配合帳號及手機配對管理，可形成完善的開鎖設備。

在學校二年級「專題製作」的課程中，學習了如何使用 Arduino 電子積木來達到藍牙控制的功能，再加上一年級的電學實驗及二年級的選修 Android 程式設計，來做為本次研究的基礎。

表 1 CAPTCHA 行動裝置藍芽門禁管制-相關課程對照表

CAPTCHA 行動裝置門禁管制研究相關課程對照表			
項次	課程名稱	相關內容	備註
1	基本電學實習	電路元件、基本電路實作	
2	電子學實習	電子元件、電子電路實作	
3	電子電路實習	電子電路應用	
4	程式語言	Android SDK 程式設計	
5	專題製作 I	Arduino 電路程式及運用	

查詢當前網路資料已有 Lockitron、August smart lock、Kwikset 及 CalypsoKey 研發類似的藍芽鎖的產品，在上述商品及專利查詢並無手機使用 CAPTCHA(圖形驗證)開鎖功能。

表 2 CAPTCHA 行動裝置門禁管制-相關文獻探討

CAPTCHA 行動裝置藍芽門禁管制研究相關文獻探討				
項次	相關研究	運作方式	其它特點	備註
1	Lockitron	藍芽、Wi-Fi	安裝於輔助鎖上，APP 管理可開鎖的手機號碼	https://lockitron.com/
2	Augustsmart lock	Wi-Fi	APP 管理可開鎖手機號碼	http://www.august.com/
3	Kwikset	藍芽	設定簡易	http://www.kwikset.com/
4	CalypsoKey	NFC	距離短，設定容易	http://www.calypsocrystal.com

貳、研究目的

圖形驗證在網路上被廣泛使用，主要因素為圖形驗證可增加網路運作上的安全性。所以我們想利用圖形驗證的方式來設計藍芽鎖，以增加開鎖時驗證檢查機制，預定達成下面目的：

- 一、完成藍芽鎖運作電路設計及製作。
- 二、設計手機 APP 管理及開鎖程式。
- 三、探討圖形驗證行動裝置藍芽鎖的安全性。
- 四、分析圖形驗證行動裝置藍芽鎖的便利性。



參、研究設備及器材

一、硬體設備

使用行動裝置與 Arduino 藍芽電路進行通訊，再推動陽極門鎖；帳號及裝置管理 APP 使用 WiFi 進行通訊，因此所需的相關硬體如下：

表 3 相關軟體表

硬體設備表			
項次	設備或器材名稱	數量	規格
1	平板電腦	1	Android3，內建藍芽
2	智慧手機	1	Android2，內建藍芽
3	陽極門鎖	1	全合金，含門鎖展示架
4	Arduino 微控制器板	1	Uno R3
5	Arduino 藍芽 外接模組	1	
6	Arduino 繼電器 外接模組	1	1 路
7	Arduino WiFi 外接模組	1	Shield R3

二、相關軟體

在行動裝置部份是使用 Android 系統做為主控端程式；Arduino 受控端為韌體控程式制，開發上面程式，所需的相關軟體如下：

表 4 相關軟體表

相關軟體表			
項次	軟體名稱	數量	規格用途
1	Android SDK	1	手機程式設計、含 ADT
2	Java SE 7u45	1	手機程式設計
3	Arduino IDE	1	Aduino 開發、燒錄
4	fritzing.0.8.7b.pc	1	Aduino 電路繪製、PCB
5			

肆、研究過程或方法

本次研究從 Web 網站圖形驗證程式探討開始，接著進行藍芽門鎖及電路設計，再編寫 Arduino 藍芽受控程式，設計行動裝主控程式，最後完成實驗成果分析。所規劃研究程序如下圖，並加以說明：



圖 2 圖形驗證行動裝置研究程序

一、網站圖形驗證分析

目前最廣泛在 Web 網站所採用的安全機制是網頁圖形驗證(CAPTCHA)，而且親和力愈低(人眼辨識愈困難)安全性愈高，必須同時以驗證碼及密碼正確才能通過驗證，可以避免直接測試密碼，所以依然是目前公認可以提升安全性的機制之一。

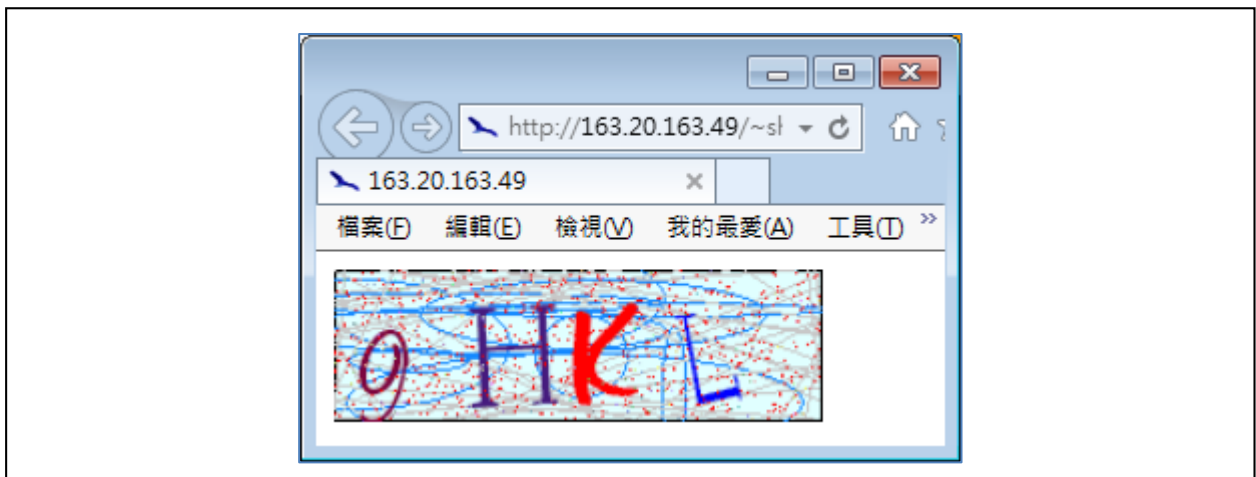


圖 3 網頁圖形驗證一例

在網頁中一般是以下面方式運作網頁圖形驗證(CAPTCHA)的程序。

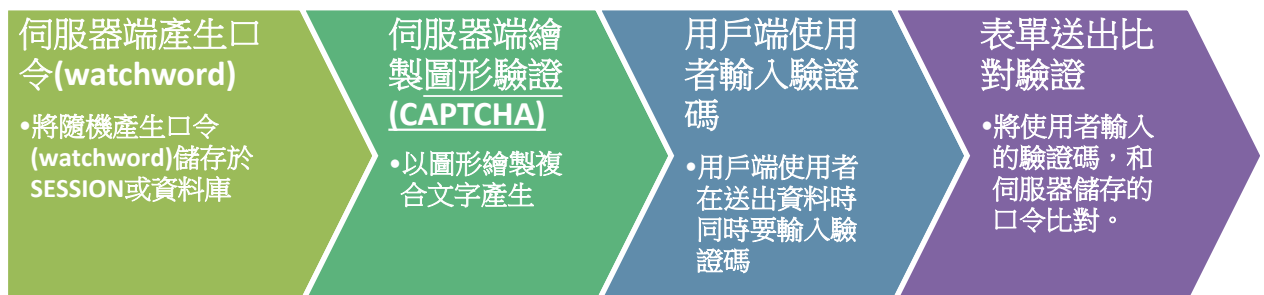


圖 4 網頁圖形驗證(CAPTCHA)的程序

網頁圖形驗證(CAPTCHA)的一般做法：因為產生驗證圖形的演算屬於安全機制，一般網站不會完全公開，僅就常見的方式整理如下：

- (一) 亂數產生口令，但要避開混淆字及符號。
- (二) 將口令逐字以不同顏色繪入圖形並加入各字的旋轉角度。
- (三) 亂數產生顏色繪線，但在親和力以內的可辨認色系。
- (四) 亂數產生顏色繪點，但在親和力以內的色系。

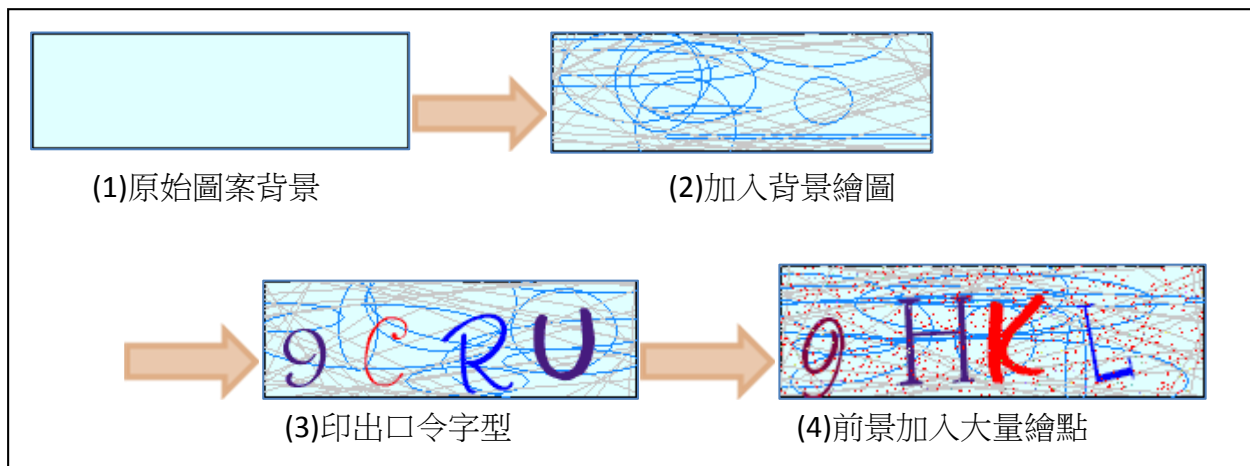


圖 5 圖形驗證口令圖產生步驟一例

表 5 圖形驗證技術破解率分析

網頁圖形驗證(CAPTCHA)技術與破解率分析					
項次	方式	圖例	破解率 1000 次	可讀性	實驗次數
1	4 色變化不同字型		49%	97%	100
2	3 色噪音線		84%	99%	100
3	4 色雜訊點 2000 點		75%	99%	100
4	全部合併後		0.3%	95%	100

二、Arduino 受控端電路設計

使用手機藍芽與 Arduino 藍芽控制板配對，再由手機控制陽極門鎖的開關。Arduino 可使用的模組非常完整，而具組合電路變化多，運用上極為方便容易。

本次電路設計以 Arduino 微控制板、藍芽模組、IO 模組完成陽極門鎖推動。

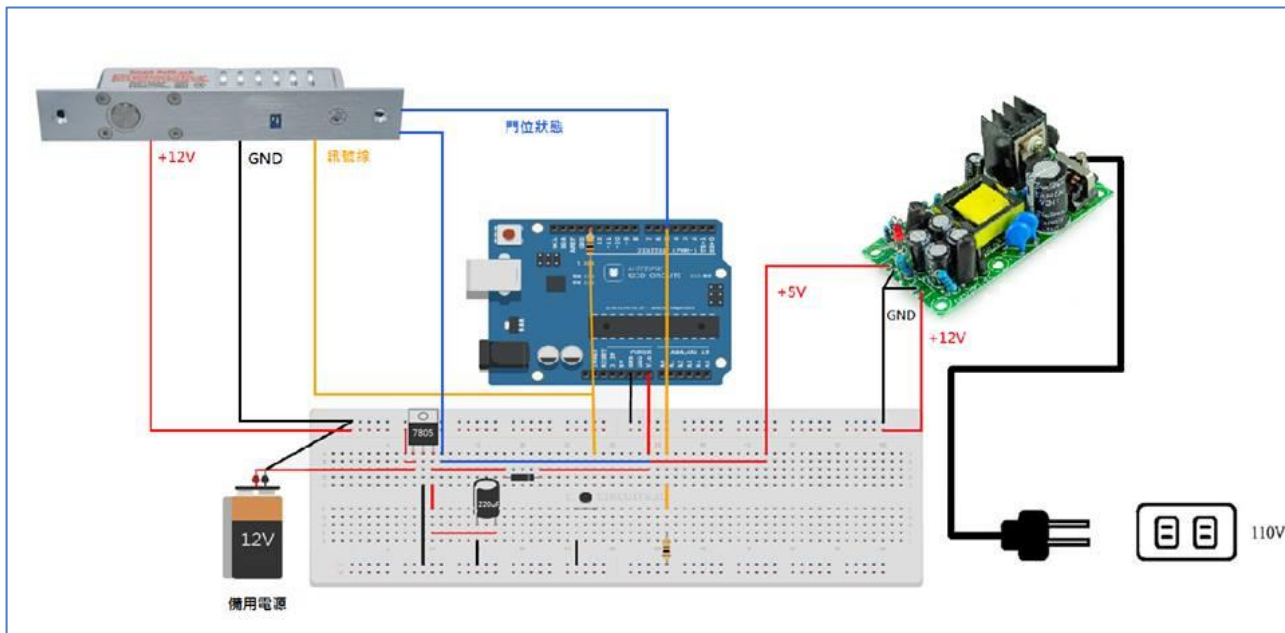


圖 6 Arduino 受控端電路接線

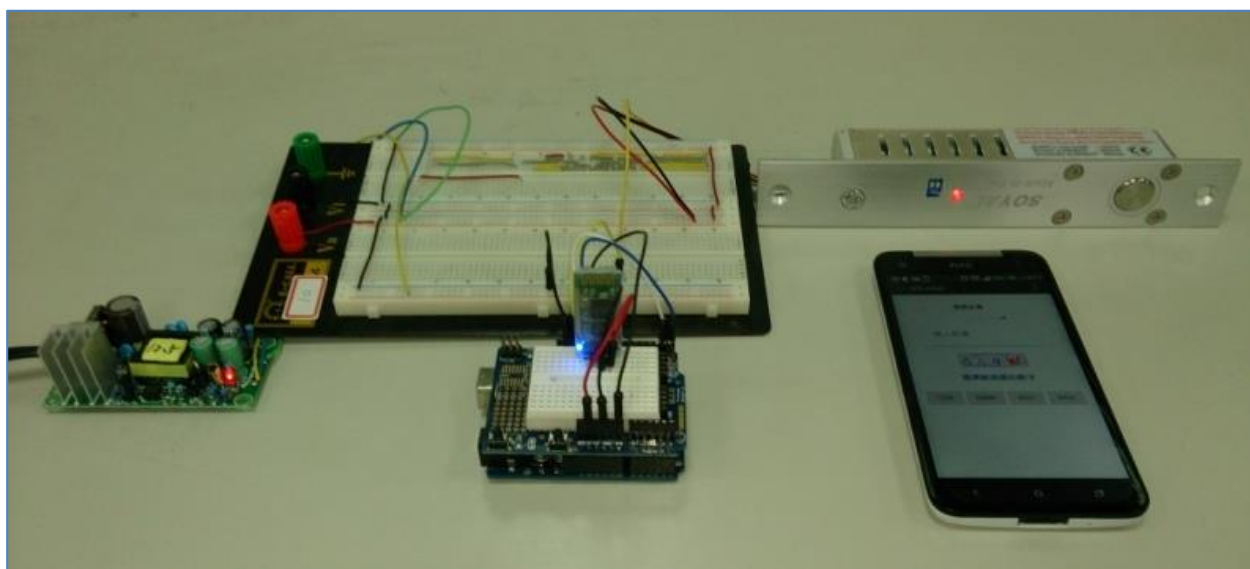


圖 7 陽極門鎖開啟時紅燈恆亮

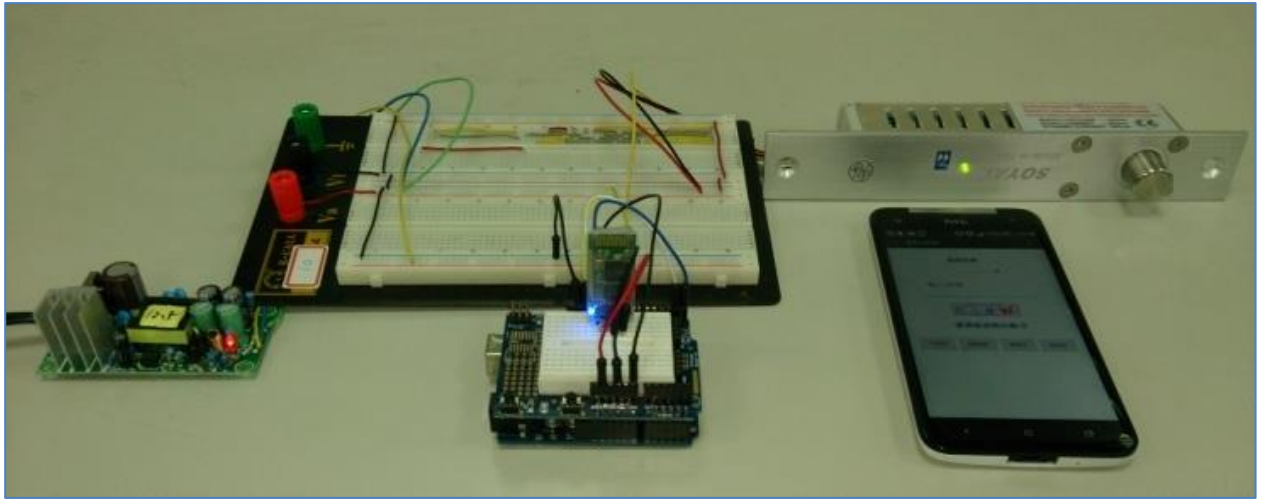


圖 8 陽極門鎖的關閉時黃燈恆亮

三、Arduino 韌體開發

以 Arduino IDE 編寫程式，程式語法簡捷明瞭，並且網路上有大量的程式庫可以取用，所以設計上可快速完成，大大縮短設計時間。

本次電路需求是以藍芽控制、IO 輸出程式為基礎，再依照這次電路的輸出要求來設計。

```

softPwm | Arduino 1.0.5-r2
File Edit Sketch Tools Help
softPwm
#include <SoftPWM.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#define SERIAL_BAUDRATE 9600
#define BT_SERIAL_BAUDRATE 9600
#define RX_PIN 10
#define TX_PIN 11
#define KEY_PIN 12
#define LED_PIN 2
#define LED_PIN2 3
#define LED_PIN3 4
#define LED_PIN4 5
#define LED_PIN5 6

SoftwareSerial BT(RX_PIN,TX_PIN);
//SoftwareSerial BT(10,9);
int i;

void setup(){
// pinMode(LED5_PIN,OUTPUT);
}

switch (inByte) {
  case 'A':
    SoftPWMSetPercent(LED_PIN, ++i*10);
    break;
  case 'B':
    SoftPWMSetPercent(LED_PIN, --i*10);
    break;
  case 'C':
    SoftPWMSetPercent(LED_PIN2, 100);
    break;
  case 'D':
    SoftPWMSetPercent(LED_PIN3, 100);
    break;
  case 'E':
    SoftPWMSetPercent(LED_PIN4, 100);
    break;
  default:
    if (inByte > 'd' )
      inByte -= 100;
}
  
```

圖 9 Arduino 接收端的程式

四、Android 主控端程式設計

手機程式的部分是以 Android SDK 編寫程式，並參考 Android developer 藍芽設計文件；從藍芽搜尋→選擇藍芽設備→顯示驗證碼圖形→送出開鎖控制字元；採用 SDK 編寫時間較長，但細節控制較容易，適合複雜的演算及控制。

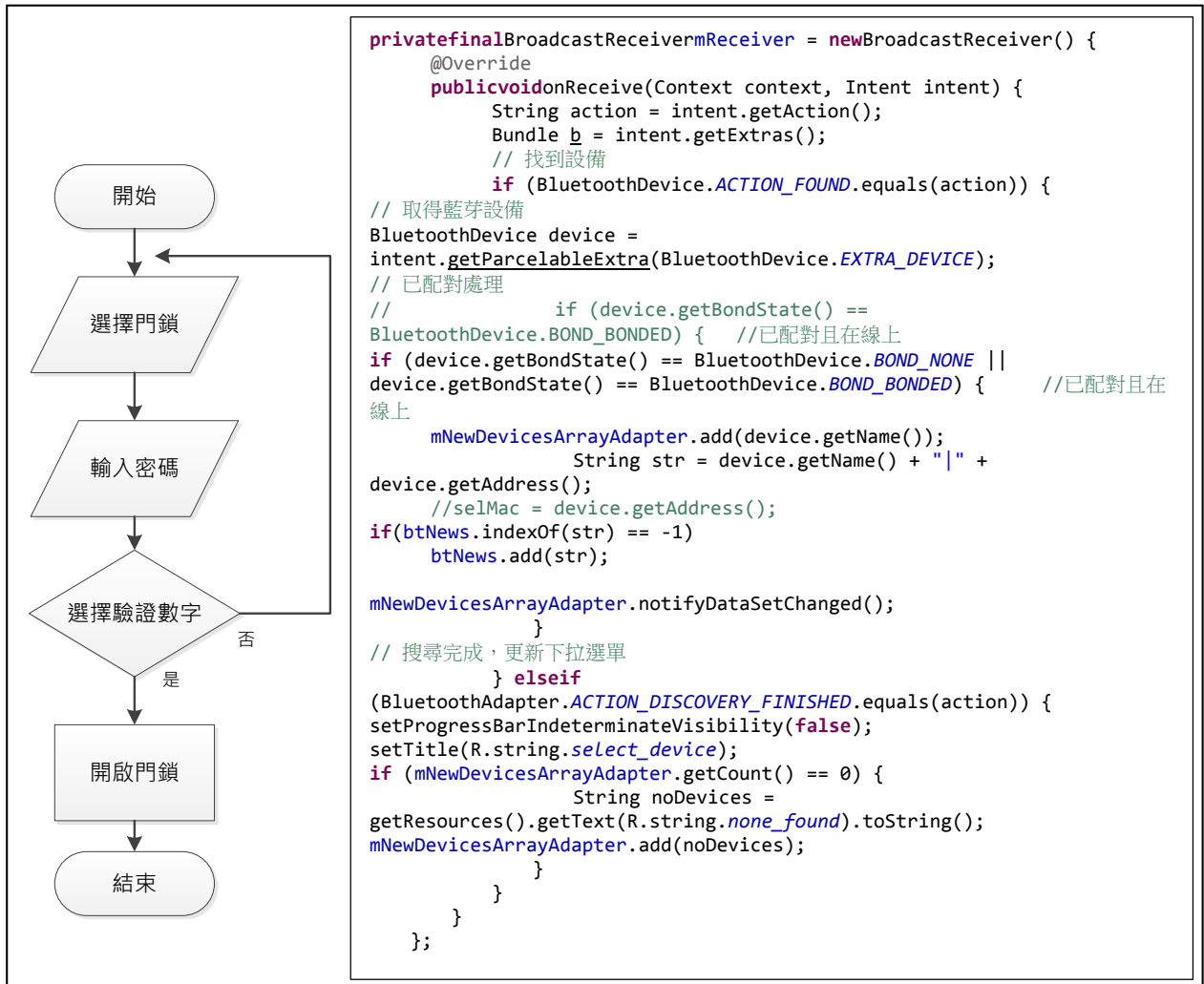


圖 10 Android 主控程式流程及藍芽搜尋接收器程式

為了預防試探性的密碼機器人程式，所以驗證圖的演算極為重要，希望在親和力和複雜度之間尋求一個平衡點，隨著有比較新的演算機制可以進一步增加安全性。以下列出本次驗證圖的產生程式演算。

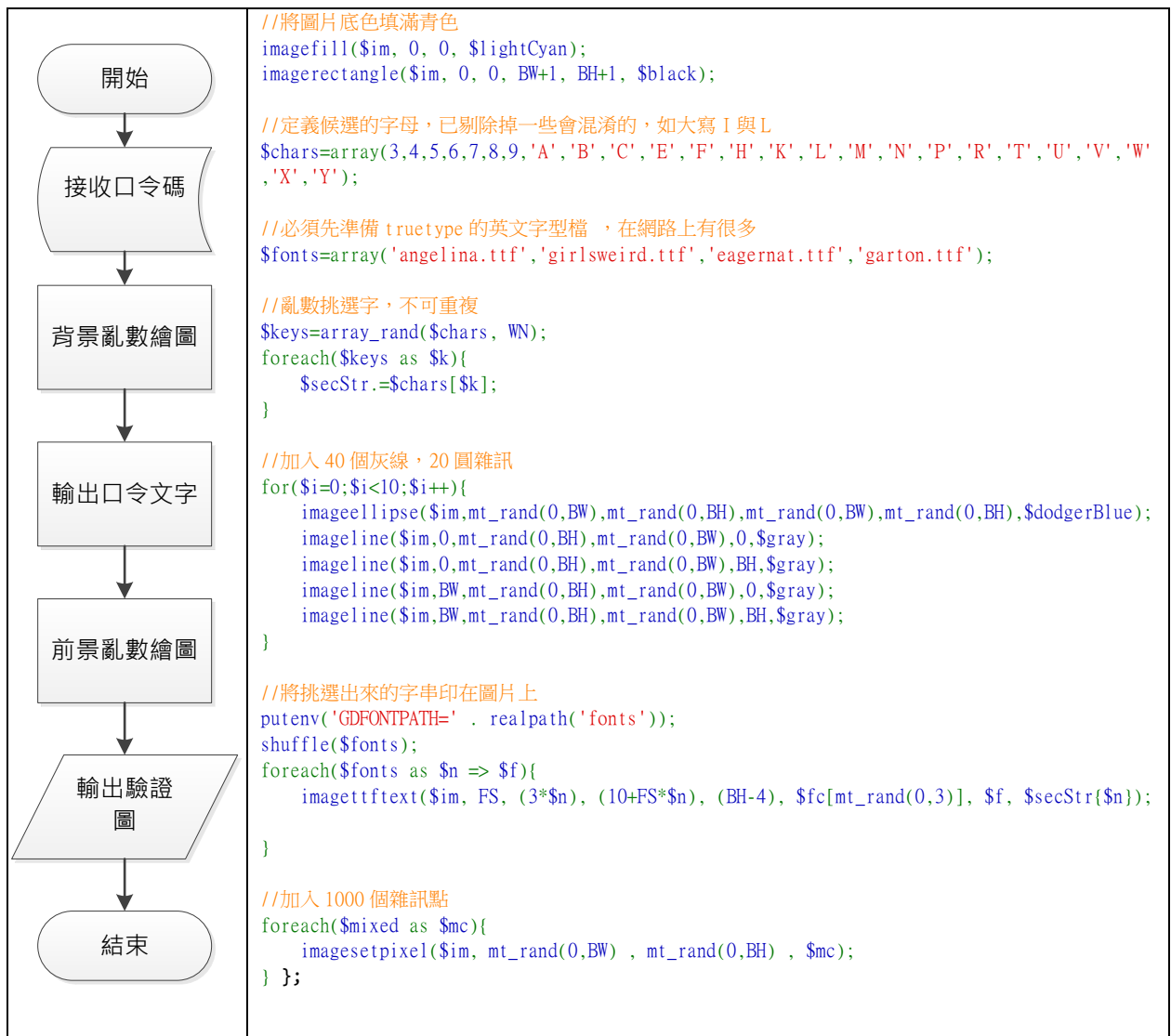


圖 11 驗證圖產生流程及部分演算程式

伍、研究結果

一、藍芽門鎖控制電路設計製作

為了可以實際測試，首先製作可供藍芽門鎖進行實體運作的木門，用木作工具加工成形，並鉋出陽極鎖之嵌槽，以供後續安裝。

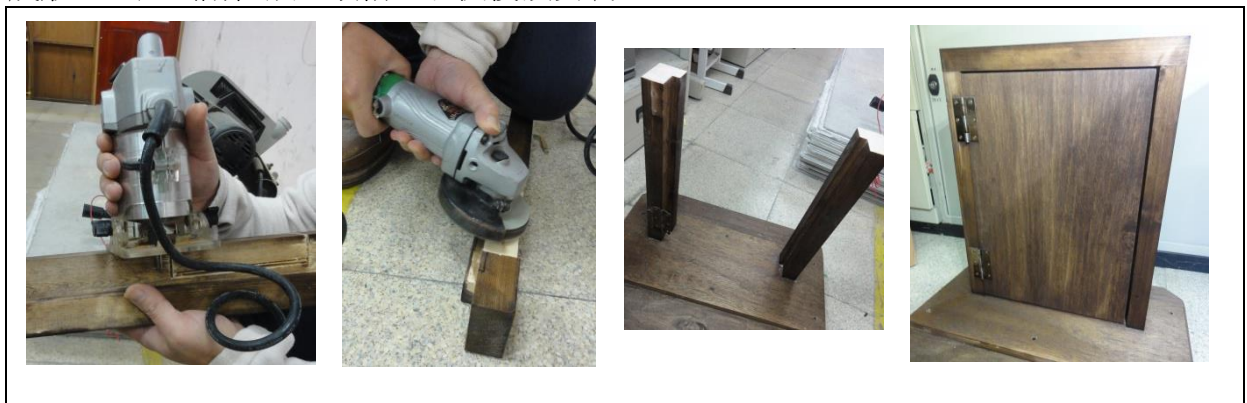


圖 12 實驗用木門製作

將 Arduino 電路板及模組組後，再分別固定並且連接上陽極鎖，固定陽極鎖的驅動電源線及訊號線於內門附近。

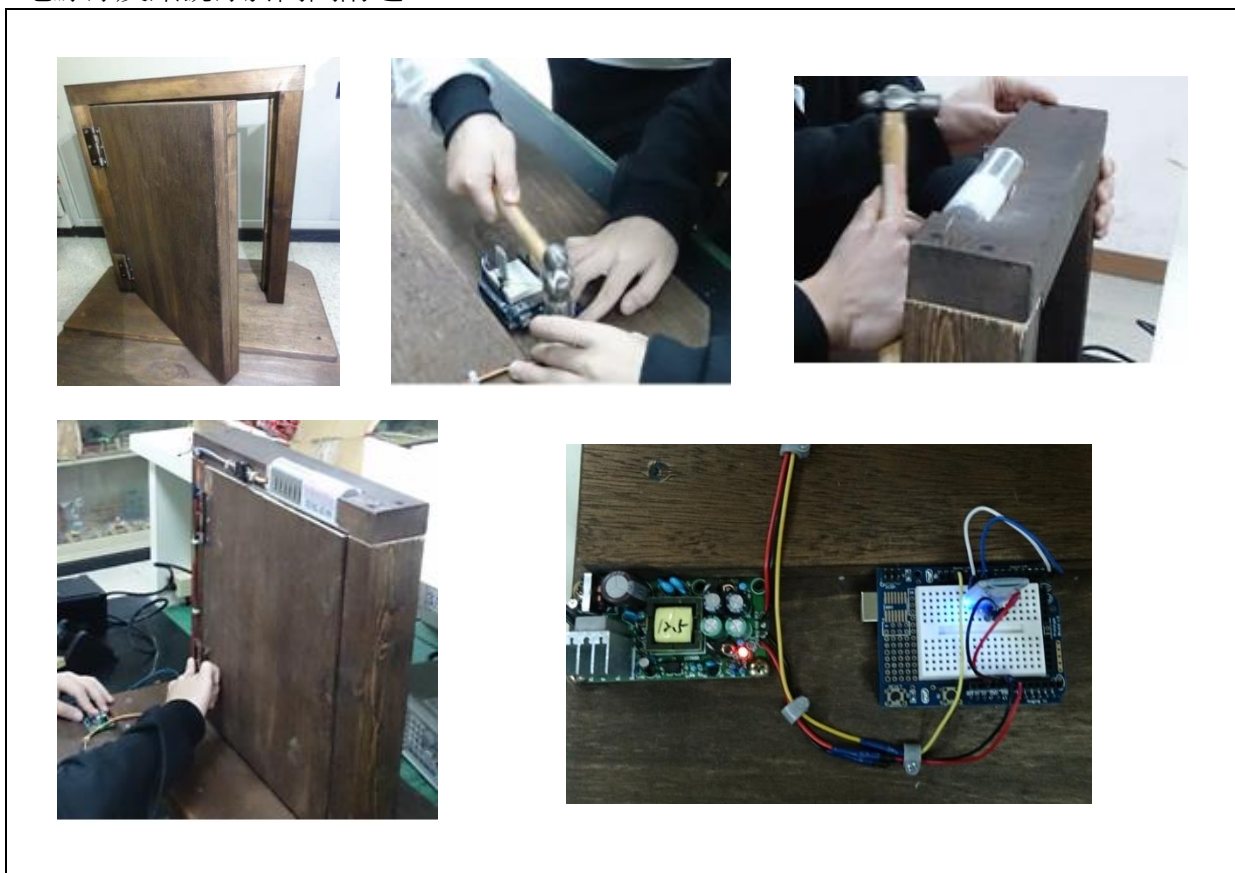


圖 13 藍芽門鎖的安裝與電路配置

實際測試陽極鎖的運作，確定鎖孔位置並調整，再以手機控制測試開關是否正當。

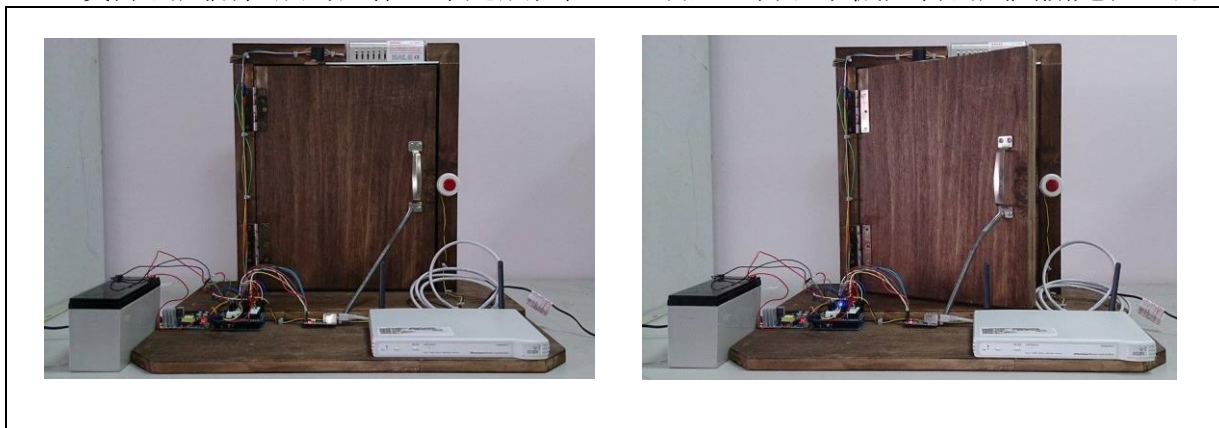


圖 14 完成電路測試

二、完成 Android 主控端 APP 程式

從藍芽裝置搜尋開始，輸入開鎖密碼，再依驗證圖的數字選擇，選擇後即開鎖。



圖 15 Android 主控端程式介面

(一) 藍芽裝置搜尋與選擇。

透過藍芽裝置接收器，可獲得即時的藍芽設備列表，選擇不同的門鎖藍芽裝置，即可進行後續開鎖，也便於做多個門鎖控制。



圖 16 Android 主控端程式，選擇藍芽設備

(二) 口令驗證圖回答選擇及密碼介面。

輸入開鎖密碼後，讀出驗證圖內數字，來選擇驗證圖數字的按鈕，可減少文字輸入時間，加快開鎖速度。



圖 17 Android 主控端程式，輸入密碼及選擇驗證數字

(三) 不當排除：逾時口令失效，密碼三次錯誤帳號停用處理。

三、完成 Android 手機 WiFi 監控 APP

藍芽門鎖透過密碼及圖形化驗證安全機制有效防止試探性的密碼機器人程式入侵，驗證藍芽門鎖的安全性，惟對於破壞性入侵方式無法藉由密碼及圖形化驗證防止。利用 Arduino 連接 WiFi 電路模組增加監控功能，在門鎖受到破壞性入侵威脅時，藉由 WiFi 立即通知管理者，並啟動攝影模組監控事件進行，管理者藉此判斷並採取有效應變措施，阻止事件繼續發生，且可於事後提出證據作為補救對策。



圖 18 Android WiFi 監控程式通知及控制

四、完成 Android 手機 WiFi 管理 APP

在 Arduino 連接 WiFi 電路模組以增加距離，再以手機 APP 進行管理，可新增開鎖的手機的密碼及管理。

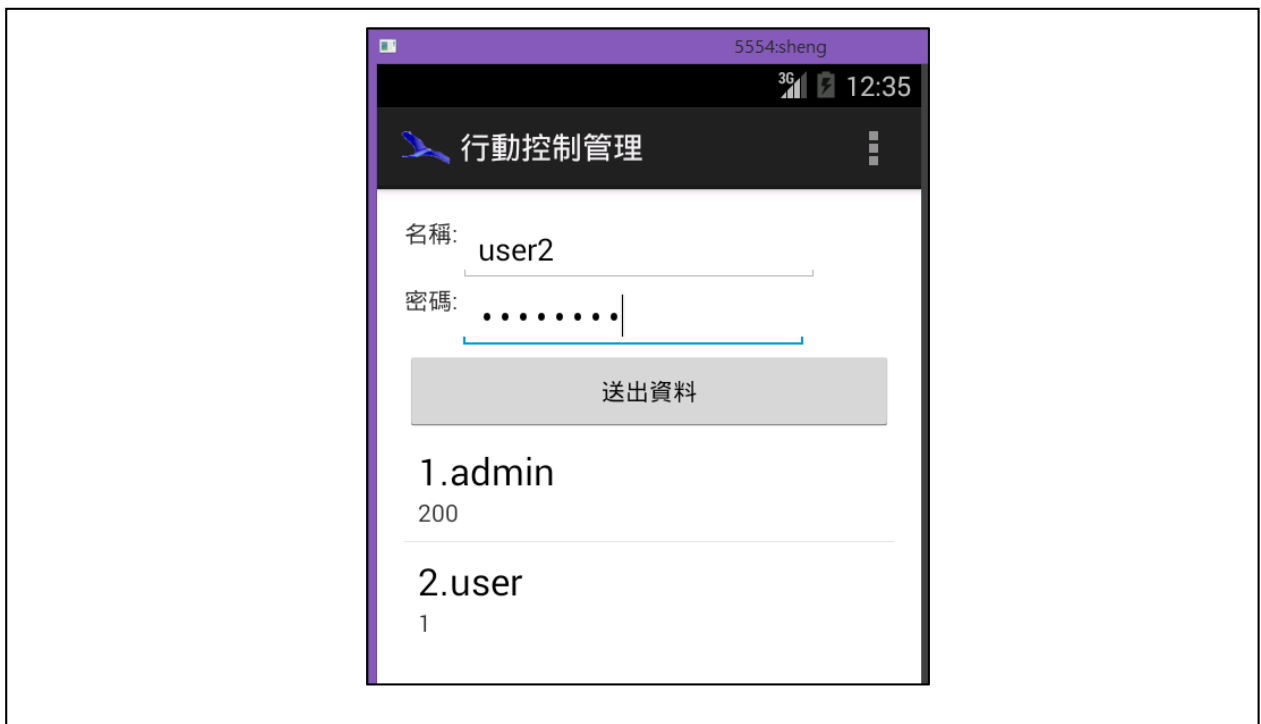


圖 19 Android WiFi 管理程式登入及管理

陸、結論與建議

手機開鎖真方便，但是更需要安全的機制，而圖形驗證正好可以增加安全性。以下是我們的各項結論：

- 一、使用手機開鎖方便性高：出門帶手機，就不用帶鑰匙。
- 二、手機新增刪除比配鑰匙容易：可以快速手機藍芽重新配對，不用到鎖店打鑰匙；遺失也只要刪除藍芽硬體位址。
- 三、圖形驗證可提升安全性：開鎖前程式先比對驗證碼，可以避免直接測試真正的密碼，安全性高。
- 四、手機藍芽開鎖距離適當：手機藍芽有效距離為 10 公尺，可以在車內直接開啟，不必取下鑰匙感應；手機 NFC 有效距離為 20 公分；Wi-Fi 距離為 100~300 公尺。
- 五、Wi-Fi 監控無遠弗界靈活應變：對於破壞性入侵或門鈴響起，管理者利用 Wi-Fi 可即時隨地監控，並做出適當處置。
- 六、管理採 Wi-Fi 適於大區域設定：可新增密碼、停用密碼及修改密碼，運用 Wi-Fi 長距離可快速管理全區多個門鎖。
- 七、使用手機開鎖適用於所有加鎖設備：學校或公共場所具有多個出入門、停車及電梯管制，可使用相同支手機開鎖，便利性高。
- 八、門禁配合資料庫系統運用廣：若配合使用即時性高的資料庫管理，除了可以立即新增或刪除資料庫的手機資料，也可以設定個別手機可開鎖的時間範圍。很適用於：飯店業、公司、學校宿舍的門禁管理。

柒、參考資料及其他

一、中文部分

【一本書】

李興華(2013.03)。徹底研究 Android 手機應用程式開發實戰經典。台北市：上奇資訊。

趙英傑(2013.12)。Arduino 互動設計入門。台北市：旗標。

王安邦(2012.06)。Android 4.X 應用程式開發之鑰。台北市：上奇。

【論文】

林明慧(2009)。應用於行動設備上 CAPTCHA 技術之研究。資訊工程系：銘傳大學。

二、網路資源

(一) 中文部分

【技術規格】

藍芽科技。<http://neuron.csie.ntust.edu.tw/>。

【科展文件】

新型汽車無鑰匙系統。<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/51/pdf/091011.pdf>

手機電子門鎖。<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/53/pdf/091003.pdf>

【專題製作】

智慧型門禁系統 ◦ <http://ir.lib.cyut.edu.tw:8080/retrieve/32295/004a.pdf>

(二) 英文部分

【技術規格文件】

Inaccessibility of CAPTCHA ◦ <http://www.w3.org/TR/turingtest/> ◦

Bluetooth SIG ◦ <http://www.bluetooth.com/> ◦

Decoding CAPTCHA's ◦ <http://www.boyter.org/decoding-captchas/> ◦

PWNtcha - captcha decoder ◦ <http://caca.zoy.org/wiki/PWNtcha> ◦

【SDK 及程式開發文件】

Android developer ◦ <http://developer.android.com/training/index.html> ◦

【IDE 及程式開發文件】

Arduino ◦ <http://www.arduino.cc/> ◦

【評語】 091004

1. 能善用巧思及應用所習得的專業知識與技能於生活應用上，值得鼓勵。
2. 「CAPTCHA」功能應用於加強門禁上，雖具創意，惟其實現方式及與原密碼門禁功能之配搭等得再設計，使能充分發揮原構想之目的。