

設計與實作手持裝置之體感門禁系統

朱鴻棋	許志安	張育彰	謝富傑
朝陽科技大學	朝陽科技大學	朝陽科技大學	朝陽科技大學
資訊與通訊系	資訊與通訊系	資訊與通訊系	資訊與通訊系
hcchu@cyut.edu.tw	s9630019@cyut.edu.tw	s9630018@cyut.edu.tw	s9630020@cyut.edu.tw

摘要

隨著智慧型手機的逐漸普及，使用者已可自行在智慧型手機上安裝所需的軟體。本文中我們將介紹一種結合智慧型手機的無線傳輸技術和重力感應器的應用，以個人肢體動作來模擬開關門的動作，並藉此判斷其是否具備進出管制出入口之權限，來完成更具安全性的門禁系統，有效的防止宵小的入侵。

關鍵字：智慧型手機、重力感應器、門禁系統

1. 前言

由於微處理機的製程與研發技術及無線通訊技術的普及，智慧型手機[1, 2]漸漸在手機市場中嶄露頭角。舉凡商務人士使用智慧型手機收發電子郵件、觀看股票最新動態、透過攝影機進行視訊會議、利用自動提醒功能的行事曆記錄重要會談時間與地點等，讓自己能夠掌握最新的商務資訊；旅客利用智慧型手機內建的 GPS (Global Positioning System) 系統搭配地圖程式功能來規劃旅遊路線、上網查看各個景點的網友評價，讓旅遊可以豐富又愜意；年輕人用智慧型手機玩遊戲、聽音樂，甚至看 YouTube 以及 DVD 影片，隨時隨地享受流行脈動。從前要透過電腦才能做到的事，現在可在任何地方使用智慧型手機即可完成。

一支好的智慧型手機，除了功能要強大以外，使用的流暢度、簡單性和介面親和程度都是重要的關鍵，而這些關鍵似乎都建立在手機的作業系統以及使用者介面上面。然而智慧型手機目前還算是成長的階段，尚仍未有一定的

標準的情況下，作業系統、軟體以及使用者介面就顯得更為重要。

另外，目前流行的各種家用電視遊樂器中任天堂的 Wii 能獨占鰲頭的主要因為其具備指標與動態感應的無線控制器，能模擬與現實狀況相似之動作，舉凡球類運動、射擊、划船及賽車等動作，來達成更擬真的遊戲環境。因此，基於此概念，我們提出以具無線網路功能和內建的重力感應器之智慧型手機為基礎，來模擬類似 Wii 的動態感應無線控制器，並與門禁做結合，開發出一套更具安全性的體感門禁系統。

本文之架構如下，第二章將探討目前在智慧型手機上之作業系統、重力感應器、無線通訊技術及其特性，第三章則是介紹本文所提出的體感門禁系統之架構與運作流程，第四章是則為系統之模擬結果。最後，第五章則探討本篇文章的研究成果與結論。

2. 背景知識

2.1 智慧型手機

智慧型手機(Smart Phone)[2]是一種在手機內安裝了作業系統(OS)的手機比一般只能打電話、傳簡訊或是玩遊戲、照相的手機具備更強大的功能，超強的運算效能、強大的影音功能、高速上網 GPRS (General Packet Radio Service), EDGE (Enhanced Datarate for GSM Evolution), UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access) (3G), HSDPA (High Speed Downlink Packet Access), Wi-Fi (Wireless Fidelity)等。智慧型手

機目前較常見的作業系統有：Symbian, Windows Mobile, iPhone OS 及 Android。其他也有使用 Linux, Palm 和 BlackBerry 等作業系統。但各作業系統之間的應用軟體互不相容，故使用者在選定智慧型手機及其所搭配的作業系統後，其所能使用的軟體功能便有所限制。而智慧型手機的盛行是因為使用者可以自行安裝所需的第三方軟體來擴增手機的功能。

◆ Symbian [3, 9]

Symbian 作業系統是由 Nokia 與 Ericsson 一同研發。其在手機用戶的接受程度、手機軟體的易用性、廠商的合作等方面都具有一定的優勢，並具有較好的開發工具和開發環境。Symbian 的最大優勢是在於它是為便攜式裝置而設計，而在有限的資源下，可以執行數月甚至數年。而這要歸功於節省記憶體、使用 Symbian 風格的編程理念和清除堆疊。

◆ iPhone OS [4]

iPhone OS 或 OS X iPhone 是由蘋果公司為 iPhone 開發的操作系統。它主要是給 iPhone 和 iPod touch 使用。就像其他基於 Mac OS X 操作的系統一樣，它是以 Darwin 為基礎。iPhone OS 的系統架構分為四個層次：核心操作系統層（Core OS Layer），核心服務層（Core Services Layer），媒體層（Media Layer），可輕觸層（Cocoa Touch Layer）。系統操作佔用約 240MB 的內部記憶體空間。

◆ Windows Mobile [5]

由 Microsoft 針對移動產品而開發的精簡作業系統。Windows Mobile 捆綁了一系列針對移動設備而開發的應用軟體，這些應用軟體建立在 Microsoft Win32 API 的基礎上。可以運行 Windows Mobile 的設備包括 Pocket PC、Smartphone 和 Portable Media Center。該作業系統的設計初衷是盡量接近於桌面版本的 Windows。

◆ 黑莓(BlackBerry) [6]

BlackBerry 作業系統是 Research In

Motion 專用的操作系統。BlackBerry 品牌由 Research In Motion (RIM) 公司開發，透過行動電話網路提供資訊。一些大型企業提供 BlackBerry 予其行政人員及其他僱員使用，以便他們隨時隨地收發電子郵件。

◆ Android [7]

Android 是基於 Linux 核心的軟體平台和作業系統，是 Google 在 2007 年 11 月 5 日公布的手持電話系統平台，早期由 Google 開發，後由開放手機聯盟（Open Handset Alliance）開發。它採用了軟體堆疊（software stack，又名以軟體疊層）的架構，主要分為三部分。低層以 Linux 核心工作為基礎，只提供基本功能；其他的應用軟體則由各公司自行開發，以 Java 作為編寫程式的一部分。另外，為了推廣此技術，Google 和其它幾十個手機公司建立了開放手機聯盟。Android 在未公開之前常被傳聞為 Google 電話或 gPhone。大多傳聞認為 Google 開發的是自己的手機電話產品，而不是一套軟體平台。

◆ Linux [8]

Linux 作業系統是一個完全開放嵌入式 OS 系統，軟體授權費低，最大優勢是便宜和開放性，其開放性使工程師可以對系統有更深入的了解，並能針對特定硬體方案和產品需求進行最佳化，透過了解原始程式碼開發各種應用。由於其原始程式碼的開放性，Linux + Java 的應用性能更好，主要使用者有 IBM、SUN 等大廠。

◆ Palm OS [8]

Palm 憑藉在 PDA 和掌上電腦市場上的優勢地位進入智慧手機領域，在智慧手持設備市場上具有一定的客戶基礎，並具有很好的專門開發工具，Palm OS 是一種半開放的架構，程式設計師可直接取得應用軟體的設計工具來撰寫自己所需的程式，以共享軟體或免費軟體的方式在網路上提供下載。

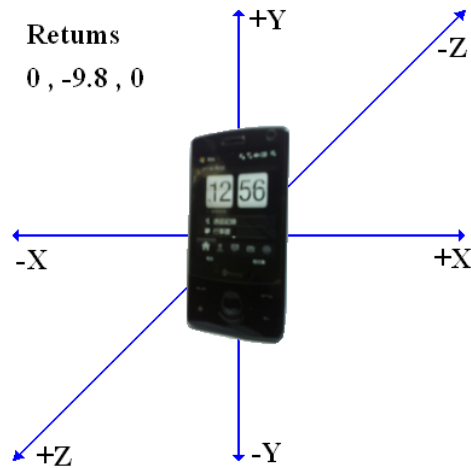


圖 1 設備垂直放置時之三維重力值[10]

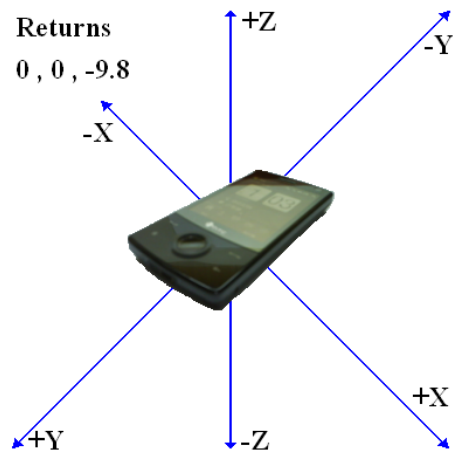


圖 2 設備水平放置之三維重力值[10]

2.2 重力感應器

重力感應器(Gravitational Sensor, 簡稱為 GSensor)[11], 類似於 Accelerometer 和 Tilt Sensor, 用來測量傾斜度的感應器。嚴格規定來說, Accelerometer 和 Tilt Sensor 是有區別的, Accelerometer 可以測量三維, 而 Tilt Sensor 只能測量二維。Accelerometer 被廣泛用於手機等移動設備上, 同時用於 Wii 的控制手柄上, Wii 遊戲的移動就是根據 Accelerometer 測量的數據進行移動的。當設備平放在水平的桌面上時, 設備處於靜止不動的狀態下, 因為受到地球引力的影響 Y 軸會有一個向下的引力常數 9.8, 如圖 1 所示 ($y=-9.8$); 當設備平放在一水平的桌面上時, 設備也是受到地球引力的影響會有一個向下的引力常數 9.8, 如圖 2 所示 ($z=-9.8$)。因此, 藉由重力感應器與手機的整合可讓手機發展出更直覺的使用者操作介面與應用, 模擬出更真實的操作情境。

2.3 無線網路

現今智慧型手機中包含各種無線上網技術, 其中 GPRS 傳輸速率為 100kbps; EDGE 傳輸速率為 384Kbps; UMTS WCDMA (3G) 系統傳輸速率可達 384Kbps(高速移動)至 2Mbps(低速移動); HSDPA 下載傳輸速率為 14.4Mbps, 上傳傳輸速率為 384Kbps; Wi-Fi

為 IEEE 802.11b/g, 其傳輸速率分別為 11Mbps (IEEE 802.11b)及 54Mbps (IEEE 802.11g)。這樣快速的上網頻寬足夠讓使用者完成多媒體的資料傳送, 讓智慧型手機的使用者可隨時隨地收發電子郵件、上網看新聞、股市行情等。

3. 系統功能

3.1 研究設備

本研究之系統設備包含有門禁控制伺服器(Server)一台及用戶端(Client)手持裝置一台。其相關之軟硬體規格說明如下:

- ◆ 用戶端(Client)手持裝置: 採用智慧型手機
型號: HTC Touch Diamond P3702
處理器: Qualcomm MSM7201A 528MHz
作業系統: Windows Mobile 6.1 Professional
記憶體: ROM: 256MB, RAM: 192MB
內建存儲: 4GB
螢幕: VGA 解析度、2.8 吋 TFT-LCD 平面式觸控感應螢幕
網路: GSM/WCDMA/HSDPA/HSUPA
藍牙: 2.0 with EDR
GPS: 配備 GPS 及 A-GPS
Wi-Fi: IEEE 802.11 b/g
內建重力感應器: 是

◆ 門禁控制伺服器：採用個人電腦

處理器：Intel Pentium4 3.0GHz

作業系統：Windows XP Professional

記憶體：1024MB

磁碟存儲：500GB

資料庫：Microsoft SQL server 2005

◆ 開發軟體：

- Visual Studio 2008 - Visual C#
- .NET Compact Framework 2.0
- Windows Mobile 6 Professional SDK

3.2 系統架構

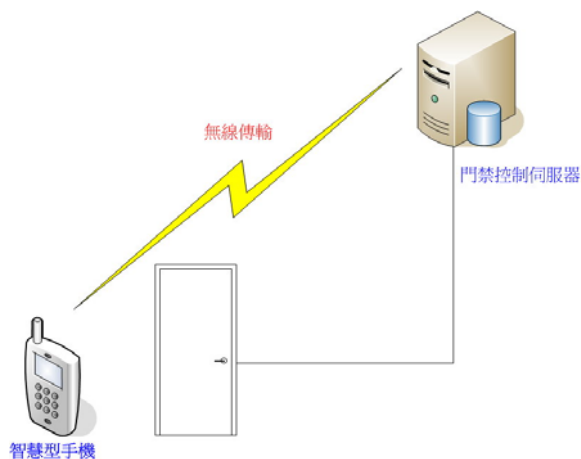


圖 3 系統架構圖

本研究所提出的體感門禁系統之系統架構如圖 3 所示。在使用者的智慧型手機上安裝所開發之用戶端門禁系統軟體，其主要功能是偵測與記錄開門之體感動作，並透過 WiFi 無線網路通訊方式將開門之體感動作回傳至後端門禁控制伺服器，以此與事先建立的使用者權限與使用者的開門體感動作過程相比對，用來判斷使用者是否符合開門的權限。後端門禁控制伺服器以有線網路的方式連線到特定的門來控制門的開啟與關閉。在本論文中將以電腦模擬的方式呈現後端門禁控制伺服器所控制門的開關狀態，以簡化實體門禁控制及便於觀察系統成效。

3.3 系統流程

本研究所提出的體感門禁系統流程（如圖 4 所示）包含兩個主要的程序：(1)體感門禁之設定程序；(2)體感門禁之開門程序。其中體感門禁之設定程序(Step 1-6)的主要功能是在設定/變更特定的門應以何種體感動作才能開啟；而體感門禁之開門程序(Step 1, 2, 3, 7-10)的主要功能是在執行及比對體感動作是否符合開門之動作，若符合則將門開啟，反之，則顯示出錯誤訊息。整個體感門禁系統之各項步驟說明如下：

Step (1)：透過手持裝置上安裝之程式來指定要執行的門，選取要執行體感門禁系統的開門或程序設定程序。

Step (2)：以手握手持裝置的方式移動/翻動/揮動等體感動作，並利用手持裝置的內的重力感應器，以每秒取樣的方式記錄手握手持裝置體感動作之軌跡(可依使用者需求調整體感動作軌跡的取樣時間)。

Step (3)：透過手持裝置上安裝之程式來選擇所要之程序（開門或設定），並將所記錄之體感動作之軌跡傳送至門禁控制伺服器。若為開門程序則跳至 Step (4)；反之，為設定程序則跳至 Step (7)。

Step (4)：本步驟包含一個感動作軌跡比對模組，依取樣之肢體動作軌跡與設定開啟此門之肢體動作軌跡是否相近(相同或相似)，若相近則跳至(5)；若不相近則跳至(6)。

Step (5)：符合開門之體感動作軌跡，則開啟此門，並顯示此門已開啟之訊息。

Step (6)：因不符開門之體感動作軌跡，則顯示無法開啟之錯誤訊息。並將此開啟錯誤訊息通知環境管理/監控人員，以確實掌握環境狀況。

Step (7)：設定程序用來設定開門之體感動作

軌跡，為求謹慎及避免無權限的使用者能任意變動，故需輸入權限密碼方可設定或變更。

Step (8)：輸入符合之權限密碼則跳至 Step (9)；若不符合則跳至 Step (10)。

Step (9)：密碼符合，將所設定之體感動作軌跡及所開啟之特定門儲存至資料庫

中，並顯示開門程序設定或變更成功之訊息。

Step (10)：密碼不符，則顯示無權限設定或變更開門之錯誤訊息。並將此開啟錯誤訊息通知環境管理/監控人員，以確實掌握環境狀況。

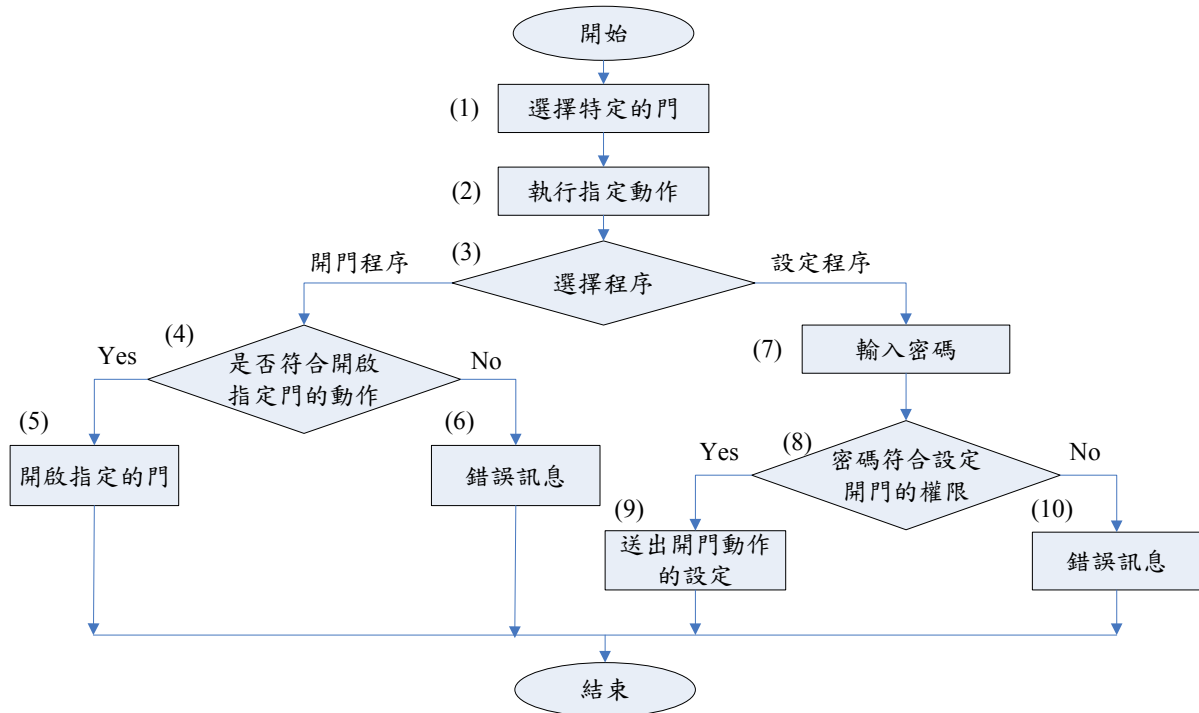


圖 4 系統流程圖

3.4 體感動作軌跡取樣

本研究以 HTC Touch Diamond P3702 作為體感動作軌跡取樣設備，透過 GSensorSDK 元件來取得智慧型手機內建的 GSensor 目前移動的向量狀態，程式碼如圖 5 所示，並將取得的向量資料依取樣之時間記錄於智慧型手機的記憶體內，待執行開門或設定程序時則將整個取樣資料回傳至門禁控制伺服器，並利用體感動作軌跡比對模組決定是否符合開門或設定程序之體感動作，並以此做出適當之回應。

```

public GVector GetGVector()
{
    GVector ret = new GVector();
    HTCGSensorData data = GetRawSensorData();
    ret.X = data.TiltX;
    ret.Y = data.TiltY;
    ret.Z = data.TiltZ;

    double htcScaleFactor = 1.0 / 1000.0 * 9.8;
    return ret.Scale(htcScaleFactor);
}
  
```

圖 5 取得向量程式碼

3.5 體感動作軌跡比對模組

體感動作軌跡比對模組共包含以下四個步驟：(1)取出初始設定之體感動作軌跡；(2)接收實際操作的體感動作軌跡；(3)設定誤差

容忍度；(4)體感動作軌跡比對處理。各步驟之運作內容如下：

(1) 取出初始設定之體感動作軌跡

在門禁控制伺服器中之體感動作軌跡比對模組可從體感動作軌跡資料庫中獲得(如圖 6(a)所示)初始設定之體感動作軌跡 $A1 \rightarrow A2 \rightarrow A3 \rightarrow A4 \rightarrow A5 \rightarrow A6 \rightarrow A7 \rightarrow A8$ 。其中 $A1, A2, \dots, A8$ 為取樣點。且此 8 個取樣點可由一個矩形 S 所包圍，其長、寬分別為 $Ai(x)_{max}$ 與 $Ai(y)_{max}$ ，而 $Ai(x)_{max}$ 表示此 8 個取樣點之 x 座標的最大值， $Ai(y)_{max}$ 表示此 8 個取樣點之 y 座標的最大值。

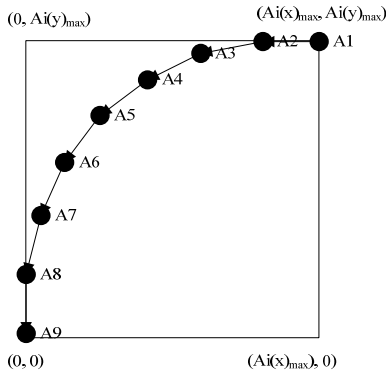


圖 6(a) 初始設定之體感動作軌跡

(2) 接收實際操作的體感動作軌跡

在取出初始設定之體感動作軌跡後，我們將智慧型手機所傳回實際操作的體感動作軌跡(如圖 6(b)所示) 為 $B1 \rightarrow B2 \rightarrow B3 \rightarrow B4 \rightarrow B5 \rightarrow B6 \rightarrow B7 \rightarrow B8 \rightarrow B9 \rightarrow B10 \rightarrow B11 \rightarrow B12$ 等 12 個取樣點。並將此 12 個取樣點由一個矩形 T 所包圍，其長、寬分別為 $Bi(x)_{max}$ 與 $Bi(y)_{max}$ ，而 $Bi(x)_{max}$ 表示此 12 個取樣點之 x 座標的最大值， $Bi(y)_{max}$ 表示此 12 個取樣點之 y 座標的最大值。

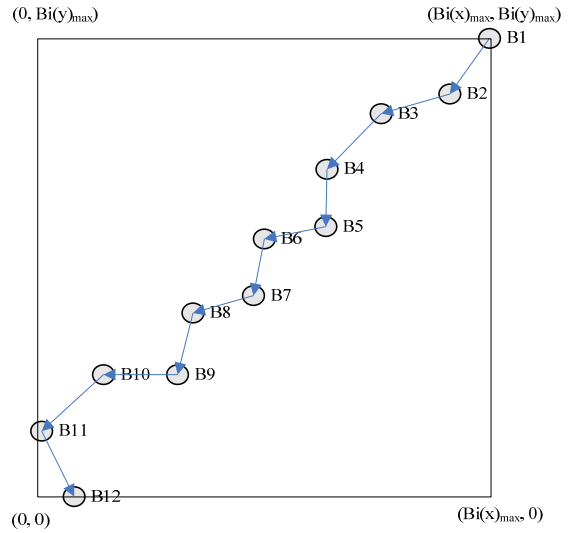


圖 6(b) 實際操作之體感動作軌跡

(3) 設定誤差容忍度

在本研究中，我們設定體感動作軌跡之誤差容忍度 Err_d 為 10% (可依使用者的需求調整以一參數。若 Err_d 愈大，則表示體感動作軌跡相似度較為寬鬆；反之，若 Err_d 愈小，則表示體感動作軌跡相似度較為嚴謹)，即實際操作的體感動作軌跡落在 R_o 與 R_i 兩個虛線弧線內即符合感動作軌跡(如圖 6(c)所示)。

(4) 體感動作軌跡比對處理

由於每次的體感動作軌跡之取樣點數及其軌跡範圍大小不一，故將初始設定之體感動作軌跡限制在矩形 S 內，而實際操作的體感動作軌跡限制在矩形 T 內，並將矩形 T 以等比例縮放的方式投影至矩形 S ，如圖 6(c)所示。藉由體感動作軌跡等比例縮放的方式及誤差容忍度之設定來決定初始設定之體感動作軌跡與實際操作的體感動作軌跡是否相符。

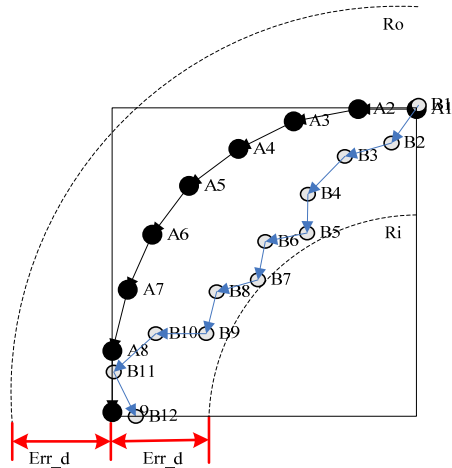


圖 6(c) 體感動作軌跡比對示意圖

4. 系統模擬結果

本系統已完成智慧型手機之體感門禁系統的程式開發，目前先利用電腦模擬使用者開鎖的過程來呈現系統之運作。首先在門禁系統資料庫建立一個開關門的體感動作，順時針轉是開門動作，而逆時針轉則是關門動作。在系統的初始狀態中門是關閉的，如圖 7 所示。當使用者利用智慧型手機做出順時針轉的開門動作後，如圖 8 所示，則手機會透過無線網路將動作軌跡傳回至門禁控制伺服器中依前一節所敘述之運作方法及步驟比對是否符合開門之體感動作，若符合則門就會開啟，並顯示歡迎使用者進入的訊息如圖 9 所示。反之若動作不符，則門將不會開啟，並顯示出開門動作錯誤之訊息。如圖 10 及圖 11 所示。



圖 8 門禁系統開鎖前



圖 9 門禁系統成功開鎖



圖 10 門禁系統開鎖動作錯誤



圖 7 門禁系統初始畫面



圖 11 門禁系統開鎖錯誤畫面

5. 結果與討論

本研究提出一個利用智慧型手機的無線通訊與重力感應器的整合應用程式，開發出體感門禁系統，來達到更具安全性的門禁控管系統。

使用傳統鑰匙開鎖的門，鑰匙一旦被偷或被複製，有心人士只要將其備份之鑰匙插入鑰匙孔轉動，就可以輕鬆的打開門。而使用體感門禁系統的門，是透過智慧型手機來開門，即使手機被偷，也無法將門打開。因為要將門打開除了要使用其智慧型手機來當開門的鑰匙外，仍需搭配特殊的體感開門動作，甚至可在加入動作的過程中要按下智慧型手機上某一個實體按鈕，才能順利將門打開。如此設計之體感門禁系統具有他人不易模仿的優點，且能具提高門禁的安全性、防止鑰匙被複製的風險及降低宵小入侵的機率。未來可將本研究與安全監控的功能整合，達成無線設定保全監控之目標。

誌謝

本研究要感謝行政院國家科學委員會 NSC 98-2221-E-324-021 研究經費的支持。

參考文獻

- [1]黃彥傑，“淺談智慧型手機”，國立台灣大學計算機及資訊網路中心電子報，2009 年 3 月 20 日。
- [2]Wikipedia, Smartphone – Wikipedia, 22 December 2009, <http://en.wikipedia.org/wiki/Smartphone>
- [3]Wikipedia, Symbian OS, 25 December 2009, http://en.wikipedia.org/wiki/Symbian_OS
- [4]Wikipedia, iPhone OS, 26 December 2009, http://en.wikipedia.org/wiki/IPhone_OS
- [5]Wikipedia, Windows Mobile, 24 December 2009, http://en.wikipedia.org/wiki/Windows_Mobile
- [6]Wikipedia, BlackBerry, 26 December 2009, <http://en.wikipedia.org/wiki/BlackBerry>
- [7]Wikipedia, Android (operating system), 26 December 2009, [http://en.wikipedia.org/wiki/Android_\(operating_system\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Android_(operating_system))
- [8]”智慧型手機(SmartPhone)”，DJ 財經知識庫 - MoneyDJ 理財網, <http://www.funddj.com/KMDJ/Wiki/WikiViewer.aspx?keyid=cf745714-3942-4786-86b1-15e117c5dc01>
- [9]數位時代 “Beta 3.0, 前瞻趨勢 - 智慧型手機”，2004 年 03 月 01 日 <http://www.bnnext.com.tw/article/view/cid/0/id/5769>
- [10]Windows Mobile Unified Sensor API, <http://sensorapi.codeplex.com/>
- [11]Jake Lin, ”Windows Mobile 下的重力感應器(Gravitational Sensor)開發”，Jake's Blog on 博客園, 2009 年 7 月 28 日, <http://www.cnblogs.com/procoder/archive/2009/07/28/1532592.html>
- [12]江家韻, ”Windows Mobile 6 應用與程式開發”，文魁資訊股份有限公司, 2008。
- [13]洪國勝, ”Visual C# 2008 程式設計範例教本”，旗標出版股份有限公司, 2008
- [14]黃嘉輝, ”Visual C# 2008 網路程式設計之道”，基峯資訊股份有限公司, 2008。