

跨智慧型手機與 PC 之直覺操作介面設計

Feng-Chi Chang(張豐麒)、Chun-Chang Huang(黃俊璋)、Ping-Hsuan Ho(何秉軒)、Wei-Ta Chu(朱威達)

資訊工程學系
國立中正大學

Email: wtchu@cs.ccu.edu.tw

摘要¹

爲了讓老一輩的人更易於使用電腦，改善並簡化當今複雜繁瑣的使用介面，是一個既方便且有效的辦法。於是我們以熱門遊戲機 Wii 作爲靈感，在當今流行的藍牙(bluetooth)傳輸協定上，將功能強大的 Google Android 智慧型手機當作使用者的遙控器，進而對電腦進行遙控。藉由手機內部的重力感測器(G-sensor)，本系統感知使用者的各式指定動作，並將在電腦端的多媒體程式做出對應之運作。如此一來，不須使用傳統的鍵盤、滑鼠等輸入介面，即可以直覺的方式對電腦進行操作。

壹、導論

一、動機

自從邁入 IT 世代後，電腦的應用可說是現代人的基本技能，但還是有兩種群體對電腦一竅不通。第一種群體是小孩子，不過對於這些學習速度極快的孩子們來說，在往後的日子中大多會具備基礎的能力。但對於第二個群體，也就是上了年紀的老年人，來說這可能是難如登天了。對於家中年邁的阿公阿嬤來說，這黑盒子的使用可以說是霧裡探花一般，再加上學習效率上的弱勢，往往造成了老年人學習使用電腦的排斥感。我們在此列出了幾個可能遇到的困難：

1. 對新事物的排斥感
2. 老花眼
3. 介面複雜不易操作
4. 過程單調乏味
5. 缺乏互動性

因此，我們想設計一個便於老年人使用的互動介面，來使老年人也能夠跟上時代的潮流，進而成爲現代社會中重要的一環。

二、概念

老年人不喜歡學電腦的主要原因是因爲電腦的使用介面太不人性化了。當他們想讓電腦做一些簡單地運作時，往往需要使用鍵盤或是滑鼠做出一連串的指令，如此複雜的步驟對於學習來說困難重重。所以改良簡化這種傳統複雜且繁瑣的使用介面，想必是一個既方便又有效的方法。爲了這個目的，我們必須設計出非常直覺的使用介面。如果將介面設計成類似現今

世界上流行的 Wii 一般的話，這種直覺的人性化操作，想必可讓學習的障礙不像以往那般難以克服，更能夠讓人自然而然地熟悉電腦的操作。

在十分人性化的介面中，i-Pad 等平板電腦可以說是最直接的。但是這種電腦往往價格不斐，所以直接學習 Wii 那樣的動態感應，可以說是另一種辦法。因此我們選擇了有重力感測器(G-sensor)的智慧型手機作爲遙控器，並透過手機以及電腦皆可使用的藍牙(bluetooth)傳輸，來動態遙控電腦。

爲了要讓他們更樂於使用電腦，我們從日常相關的部分下手。在這個充斥著 3C 產品的時代中，數位相機等攝影設備可說是人手一機了。資料大多已利用數位訊號來處理，保存著珍貴回憶的相片也不例外。這些相片並非存在於他們所熟悉的相簿之中而是存在於電腦當中，要是無法讓他們隨心所欲使用這些回憶的話，是一件十分令人惋惜的事情。

因此，我們所設計之程式即是解決上述問題之多媒體互動式系統。

三、文獻探討

1. Android 近年發展

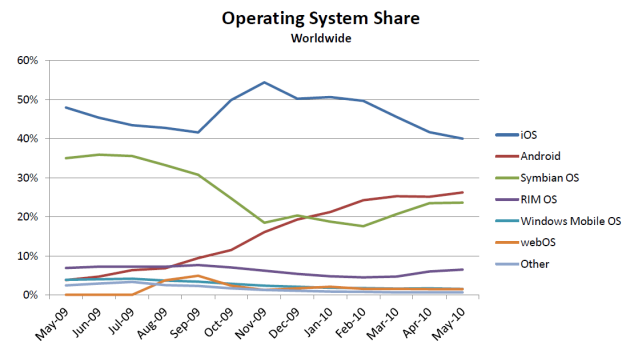


圖 1. 智慧型手機使用之作業系統比例圖

全球最大的手機廣告網路公司 AdMob [1]，在 2010 年提出的五月份報告中[2]顯示，Android 手機的比例持續攀升，在 2010 年已經成爲全球第二大的手機作業系統，而且比例仍不斷在上升中，如圖 1 所示。根據這份報告，AdMob 也統計出 iOS 與 Android 使用者在全球的分佈比例，Android 在北美以 67% 超越 iOS 的 58%。我們可以得知 Android 的發展已經逐漸趕上 iOS，全球銷售量的快速成長，使得 Android 成功打入市場。

¹ The work was partially supported by the National Science Council of Taiwan, Republic of China under research contract NSC 99-2221-E-194-036.

2. 人機介面互動方式之討論

隨著近年來技術的不斷進步，人機介面的發展也有不少的突破與創新。例如全球知名的任天堂(Nintendo)公司在 2006 年所推出的家用遊戲主機 Wii[3]，其獨特的控制器(Wii Remote) [4]更是造就前所未見的人機互動模式。此外，近年來興起的智慧型手機，內建許多的感應器與硬體裝置，也讓我們可以藉由手機輕易的控制生活周遭的設備，而不再是透過傳統的遙控器。

在此我們將本論文測試所用的智慧型手機 HTC Desire，與 Wii Remote 作裝置和互動方式的比較。Wii Remote 透過藍牙與主機連結作溝通，使用加速度感測器取得裝置的加速度數值，並使用光學感應器感測裝置外的紅外線光源，定出目前所指向的位置。本系統使用的 HTC Desire 同樣透過藍芽與 PC 作溝通，使用重力感應器取得手機的加速度數值，並使用方向感應器取得手機不同的方向角度。由比較我們可以得知，Wii Remote 和我們使用的智慧型手機都可以感測使用者對裝置的動作，藉由裝置取得使用者部分身體姿勢，此人機互動介面帶給我們更多方便性與娛樂性。

與 Wii Remote 大都用於遊戲不同，我們希望在此種直覺的介面控制之下，在 PC 中進行廣泛地應用。例如，在 PC 上的已有成熟的影像處理及瀏覽功能，我們希望利用本系統設計的介面將人機互動變得更為直覺。此外，利用 Wii Remote 沒有的感測器，如 GPS 資訊，以及開放的 programming 環境，我們所提的介面概念可有廣泛地延伸應用，這是目前 Wii 相關應用所達不到的。

四、相關技術及開發環境

1. Android 簡介

Android 是 Google 推出的開放式手機軟體平台，開發人員能任意在此平台上開發與安裝相關的軟體。Android 平台架構主要可分為三個部份，最底層以 Linux 核心為基礎，上層包含 C 語言的標準函式庫，最上層的應用程式以 Java 編寫在 Dalvik Virtual Machine 上執行，應用程式的開發環境以 Eclipse 為主。近年來迅速的發展，許多廠商紛紛主打 Android 作業系統推出各式各樣的智慧型手機。

2. Bluetooth 簡介

藍牙是無線數據與語音傳輸的開放式標準，在藍牙通訊協定 stack 中，我們透過 RFCOMM(Radio frequency communication)與 OBEX(Object exchange)來達到數據傳輸的目的。透過藍牙無線技術官方所提供的 Java API，也就是 JSR-82 [5]，來建立具備基本功能的藍牙應用程式。

3. 開發環境

我們使用 Google 提供的 ADT (Android Development Tools)與 Android Emulator，配合 Eclipse 的使用進行開發。測試的實機為 HTC Desire，內建 Android 2.1 (Eclair)，裝置支援 G-sensor、Bluetooth 2.1 的 Profile OPP(Object Push Profile)、SPP(Serial Port Profile)。

PC 端所使用的作業系統為 Windows XP (32-bit)與 Windows Vista (32-bit)。

貳、系統說明

一、系統架構

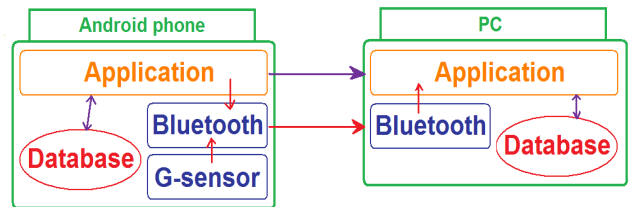


圖 2. 系統架構圖

為了讓圖片做到旋轉、放大縮小等功能，我們必須透過 Android phone 上所擁有的感應裝置，例如利用支援多點觸控的觸控式螢幕、重力感應器 (G-sensor) 等等，來感測使用者當下的動作。這些動作資訊藉由 Application 的處理轉換成指令數據，並經由藍牙裝置將此指令數據由 phone 端傳輸到 PC 端，如圖 2 所示。手機透過藍牙傳輸指令前會先與 PC 做連結，當 PC 端的藍牙裝置接受到來自 Android phone 的指令數據，PC 端的 Application 依據所得到的指令，對圖片做適當對應的處理，使用者就可以在電腦螢幕上即可看見依自己的動作而產生圖片的變化。在 Android phone 與 PC 上都有各自的 database，存放使用者所擁有的圖片資料，使用者在 Android phone 上的圖片可以透過藍牙裝置傳輸到 PC，Application 就可以從資料庫(database)中取得新加入的圖片資料，進一步等待使用者的動作。

二、圖片切換功能

在傳統的圖片瀏覽方式中，使用者需要根據功能的不同來選擇相對的按鍵。但複雜的功能往往以許多按鍵表示，對於不熟悉電腦操作的老年人，單純要辨認螢幕上的按鈕圖示就很不容易，如果要他們點選想要的功能，一定得花上不少時間和精力，甚至會經常選到錯誤的功能，因而造成使用的不便。所以在設計的介面上，我們採取幾個能夠簡單達成的動作，透過這些直覺得操作，幫助老年人輕易的完成他們想要的功能。

由於圖片資料通常數量眾多，需要切換才能檢視每一張圖片。我們利用 Android phone 的觸控式螢幕，如圖 3 所示，當使用者將手指放在螢幕上進行滑動的動作時，會觸發 Android 的 View API 中的 onTouchEvent [6]，搭配我們實作 Gestures API [7] 中的 Listener，程式透過 onFling 會偵測手指滑動經過的特定距離，接著產生下一張的圖片設置到 View 上，因此 phone 上的圖片就會進行切換。同時，PC 上的圖片接收到藍牙傳送過來的切換指令，Application 中專門用來 Listen 指令的 Thread 就會被觸發，再透過 Java

的 Graphic API 來繪製下一張圖片，PC 上的圖片也就跟著切換。

舉例來說，當手指在螢幕上向左滑動時，我們計算手指接觸螢幕與離開螢幕的位置差值。為了避免與移動圖片位置互相衝突，我們也另外設置滑動速度必須大於某個門檻才會作切換。如此一來，phone 以及 PC 上圖片就向左切換到下一張圖片，反之向右滑動也是相同概念，圖 3 就是向右滑動的示意圖。此功能可讓使用者不需要透過額外的按鈕來觸動切換，即可隨心所欲地直接使用此功能。

另外，為了使 View 的變化看起來更美觀，我們對於 phone 上的切換動作加上了動畫效果，利用 Android 的 ViewAnimator API [8]，設置了淡入與淡出的動畫，讓切換的動作不再像傳統一般的普通。

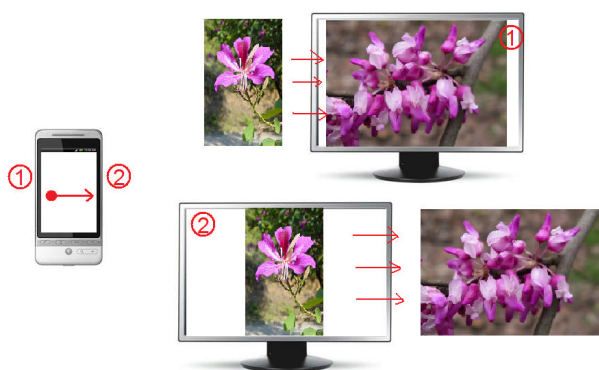


圖 3.圖片切換示意圖

三、圖片縮放功能

傳統 PC 的圖片縮放需要透過滑鼠，才能讓圖片從特定位置縮放，但對於電腦操作不熟悉的老年人往往造成不方便。所以我們利用 Android phone 支援的多點觸控的觸控式螢幕來改善這個問題。

當使用者的兩隻手指在螢幕上滑動時，會觸發 Android 的 TouchEvent API。根據使用者的接觸，我們偵測出兩手指的相對位置，以及使用者滑動的距離，利用距離作為縮放的比例，並以兩手指的中間點作為縮放的基準點，產生適當尺寸的圖片，最後設置到 View 上，因此圖片就產生縮放的效果。

如圖 4 所示，手機上的紅色兩點為兩手指接觸的位置，箭頭為其中一手指滑動方向，紅色叉為圖片縮放的基準點，在 PC 上的圖片也有相對的縮放基準點，當手指開始滑動時，Phone 與 PC 上的圖片同時以基準點進行縮放。

Phone 上的圖片在縮放的同時，透過藍牙傳送縮放的基準點位置座標與縮放的比例。PC 端專門 listen 的 Thread 接收到指令後，我們利用 Java 的 Graphics API 來繪製縮放後的圖片，以及 AffineTransform [9] API 來控制圖片的尺寸。此時所做的 scaling 是採用 bicubic interpolation [13]的方式，能夠使縮放後圖片保留較多的細節部份。

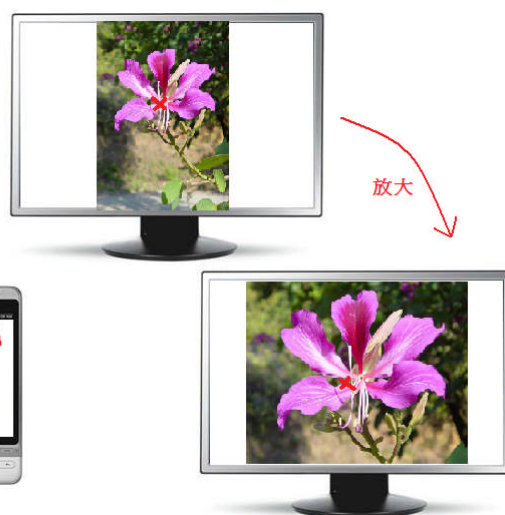


圖 4.圖片縮放示意圖



圖 5.重力加速度三軸方向示意圖

四、圖片翻轉功能

傳統介面中順時鐘與逆時鐘的旋轉按鈕經常讓老年使用者無法分辨，造成使用的困難。所以我們捨棄一般傳統以滑鼠或鍵盤點擊按鈕來旋轉圖片的作法，轉而利用 Android phone 內建的重力感測器來取代傳統作法。我們透過 Android 的 SensorManager API [10] 來向裝置註冊與 listener 的設定，接著 SensorListener API [11] 用來被觸發以取得裝置感測到的重力加速度。

重力加速度在此可分為 x、y、z 三種類型，如果手機直立並垂直於地面時，手機上的 3 條軸線，分別是與地面垂直的軸線為 Y 軸、與地面及螢幕平行的軸線為 X 軸、與地面平行但與螢幕垂直的軸線為 Z 軸，如圖 5 所示。翻轉功能的判斷概念是根據手機上的軸線與地心引力方向間的關係，加速度值的算法為以裝置表示加速度 $0 m/s^2$ 減去外在加速度，其理想情況下的關係如下：

1. 地心引力方向與 Y 軸方向之夾角為 0 度，所以 (X, Y, Z) 所表示的加速度值分別為 (0, +9.81, 0)，單位為 m/s^2 。此時圖片就旋轉 0 度，即為圖片不翻轉。
2. 若將正常狀態旋轉 180 度，此狀態下地心引力方向與 Y 軸方向之夾角為 180 度，所以 (X, Y, Z) 所表示的加速度值分別為 (0, -9.81, 0)，單位為

m/s^2 。此時圖片就旋轉 180 度，即為圖片 180 度翻轉。

- 若將正常狀態逆時針旋轉 90 度，此狀態下地心引力方向與 X 軸方向之夾角為 0 度，所以(X, Y, Z) 所表示的加速度值分別為(+9.81, 0, 0)，單位為 m/s^2 。此時圖片也逆時針旋轉 90 度。
- 若將正常狀態順時針旋轉 90 度，此狀態下地心引力方向與 X 軸方向之夾角為 180 度，所以(X, Y, Z) 所表示的加速度值分別為(-9.81, 0, 0)，單位為 m/s^2 。此時圖片也順時針旋轉 90 度。

我們只需要依據 x 與 y 就能得到四個方向的加速度，即為面向直立螢幕的上下左右四方，分別產生出 0 度、逆時鐘 90 度、180 度、順時鐘 90 度這四種旋轉效果，最後在 View 上呈現旋轉後的圖片。如圖 6 所示，當 phone 向右順時鐘旋轉 90 度時，PC 上的圖片就會跟著向右順時鐘旋轉 90 度。在現實狀況下，加速度不可能為以上所示的數值，只能夠得到趨近於理想狀況的數值，於是我們對於每個旋轉效果設置某個加速度範圍，當感應的加速度超過設置的範圍，就會發出旋轉的指令。

Phone 上的圖片在旋轉的同時，藍牙裝置會傳送旋轉的指令給 PC，專門 listen 的 Thread 接收到指令後，同樣利用 Java 的 Graphics API [12] 來繪製圖片，AffineTransform API 則用來產生圖片旋轉效果。

使用者可以用這種最簡單又最直覺的方式直接旋轉圖片，而只需將 Android phone 用手腕轉動而已。藉由此動作來控制 PC 端螢幕上的圖片，使其圖片能夠在使用者的控制在 PC 端螢幕中有最佳的觀賞角度。

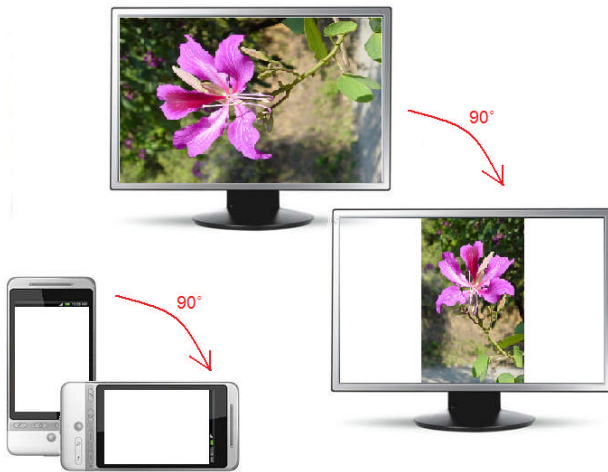


圖 6.圖片翻轉示意圖

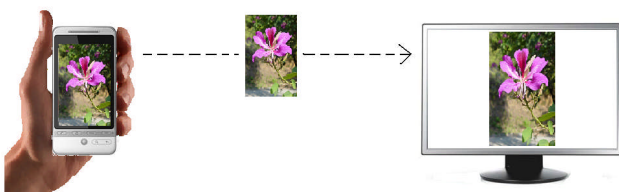


圖 7.圖片傳輸示意圖

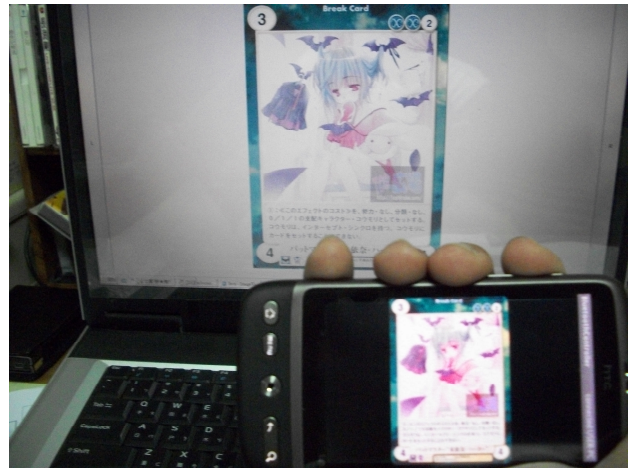


圖 8.系統實際操作圖

五、感測用動手勢之藍牙傳輸功能

除了以上三個功能以外，本系統將來為了讓使用者能以更方便、更直覺的方式，來進行儲存與傳輸控制，不使用傳統按鈕式的操作方式。

如圖 7 所示，我們利用 Android phone 上內建的重力感測器與方向感應器，透過 Android 的 SensorManager 與 SensorListener API，來取得重力加速度與三軸方向角度。透過特定的甩動手勢在裝置上產生加速度與角度，我們設定重力加速度 y 方向的某個範圍數值，以及角度作為標準，當裝置感測的數值達到此標準時，圖片就會透過 Android phone 上的藍牙裝置傳輸到 PC。PC 上專門接收藍牙訊息的 Thread 會將圖檔建立在目錄底下，開啓圖檔準備讓使用者操作。

使用者在不需要複雜設定的情況下，可以輕易的傳輸圖片資料，讓不熟悉電腦操作的使用者能夠得心應手。

參、實驗

一、實驗環境設定說明

首先，我們準備了六張相異的圖片，圖片資訊如表一所示，各別存放於 PC 與 Android phone 上。因此每一組實驗會有兩張相同的圖片，如圖 8 所示，接著對於系統介紹中提到的功能進行實驗。

表一.實驗圖片資訊表

單位：像素

	寬度	高度
第一組	640	459
第二組	459	640
第三組	500	500
第四組	500	500
第五組	640	459
第六組	459	640

表二.實驗數據表

單位：秒

	第一組	第二組	第三組	第四組	第五組	第六組
0 度轉 90 度	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
90 度轉 180 度	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03
180 度轉 270 度	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
270 度轉 360 度	0.07	0.06	0.05	0.06	0.07	0.03
原圖放大為 兩倍尺寸	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
兩倍放大為 三倍尺寸	0.06	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
三倍縮小為 兩倍尺寸	0.03	0.04	0.04	0.03	0.04	0.03
兩倍縮小為 原圖尺寸	0.04	0.03	0.04	0.03	0.03	0.04
向左切換	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
向右切換	0.12	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11

由於本系統牽涉到異質性裝置的互動與訊息傳遞，順暢且及時的互動效果至關重要，因此我們測量執行各種動作所需要的時間(時間從利用手機進行動作到在手機及 PC 上觀測到效果為止)。動作包含由 0 度向右旋轉至 90 度、由 90 度向右旋轉至 180 度、由 180 度向右旋轉至 270 度、由 270 度向右旋轉至 360 度、由原圖尺寸放大為兩倍尺寸、由兩倍尺寸放大為三倍尺寸、由三倍尺寸縮小為兩倍尺寸、由兩倍尺寸縮小為原圖尺寸、向左切換圖片、向右切換圖片，總共十種動作。

我們計算各種動作所需的回應時間，以確定本系統的效能是否能符合即時互動的效果。我們的實驗數據如表二所示，其中實驗的開始點設定在 phone 端發出指令至 PC 端，結束點設定在 phone 端接收到 PC 成功接收指令後的回覆訊息。

二、實驗探討

六組實驗數據的數值差異都很小，我們可以得知使用藍牙傳輸是一種很穩定的方式，保證每個動作的都能有同樣的反應速度。

旋轉與縮放功能的執行時間都在 0.1 秒以下，我們可以得知透過藍牙傳輸能達到裝置之間良好的即時性，對於動作的反應時間使用者幾乎不會察覺，保證每個動作都能非常快速完成。

圖片的向左與右切換所花費的時間叫其他動作還要長，但依舊能維持在 0.1 秒左右的執行時間，我們可以得知即使是讀檔的動作，也能讓使用者幾乎不察覺，保證程式的即時性。

肆、結論與未來目標

一、結論

為了讓電腦的使用介面更加直覺以及人性化，我們嘗試以動態感應技術做為電腦的 Input，並憑藉著近年來迅速發展的智慧型手機，運用其高規格的硬體裝置，以及發展成熟的藍牙技術來達成我們的想法。

智慧型手機上的硬體跟著軟體同步發展，為了讓影像處理能夠快速的達成，我們選擇具有良好運算效能的智慧型手機，幫助我們實現快速的多媒體處理。

我們研究藍牙部份相關技術，使用當中的 RFCOMM 與 OBEX，以此達成我們想要實現的即時互動效果，展現藍牙所帶給人們的便利性，可以不受環境的限制，輕易的透過藍牙幫助使用者操作 PC。

二、未來目標

本系統的開發上有幾項功能尚未實現，為了使圖片能更輕易地由手機傳輸到 PC，我們在手機與 PC 同步化上仍需要更謹慎的設計。另外在手機的操作效能上我們希望能更有效率，進而改善圖片呈現的速度，讓使用者的操作更加流暢，所以在將來我們將繼續完成以上功能，使本系統更加完善。

伍、參考文獻：

- [1] AdMob Mobile Metrics, <http://metrics.admob.com/>
- [2] AdMob Mobile Metrics, May 2010 Mobile Metrics Report, <http://metrics.admob.com/2010/06/may-2010-mobile-metrics-report/>
- [3] Wii.com, <http://wii.com/>
- [4] Wii controller, <http://wii.nintendo.com/controller.jsp>
- [5] Java™ APIs for Bluetooth™ Wireless Technology (JSR-82), <http://jcp.org/en/jsr/summary?id=82>
- [6] Android SDK, <http://developer.android.com/reference/android/view/View.html>
- [7] Android SDK, <http://developer.android.com/resources/articles/gestures.html>
- [8] Android SDK, <http://developer.android.com/reference/android/widget/ViewAnimator.html>
- [9] Java API, <http://download.oracle.com/javase/1.4.2/docs/api/java/awt/geom/AffineTransform.html>
- [10] Android SDK, <http://developer.android.com/reference/android/hardware/SensorManager.html>
- [11] Android SDK, <http://developer.android.com/reference/android/hardware/SensorListener.html>
- [12] Java API, <http://download.oracle.com/javase/1.4.2/docs/api/java/awt/Graphics.html>
- [13] R.C. Gonzalez and R.E. Woods, Digital Image Processing 3rd edition, Prentice Hall, 2007.