

Android系統之錄製與重播功能實現

The Design of Record/Replay Function in Android System

黃筱涵

吳景弘

Hsiao-Han Huang, Ching-Hung Wu

中文摘要

智慧型手機等行動裝置的蓬勃發展，在智慧型手機的作業系統當中，Android是目前市占率最高且未來也最令人期待的作業系統。Android手機的操作介面以觸控為主，本篇論文將敘述可程式化應用軟體控制技術的應用，針對Android觸控的錄製與重播技術，並自行開發一套coordinate method的技術。錄製與重播觸控事件有利於簡化重複的操作，也可應用在自動化流程。本論文旨在對Android系統上錄製與重播技術進行探討，並在文中舉例說明其應用，期待此錄製與重播技術可以為Android系統帶來更多不同的應用層面。

Abstract

Mobile devices such as smartphones become increasingly popular. Android dominates the market of smartphones and is the most promising operating system of mobile devices in the future. The user interface of Android smartphones is based on touchscreens. In this paper, we present the applications of programmatic control over Apps and focus on record-and-replay technology on touchscreens in Android system. We also develop a record-and-replay “coordinate method” by ourselves. Record and replay can be used for simplifying repetition of complicated operations and automated processes. The goal of this paper is to take a deep look at record-and-replay technology and demonstrate some applications of it. We expect the applications based on this technology can broaden the usage of Android system.

關鍵詞(Key Words)

安卓作業系統 (Android Operation System)

錄製與重播 (Record-and-Replay)

行動裝置 (Mobile Device)

1 · 前言

網路科技日新月異，近年來智慧型手機等行動裝置更是蓬勃發展。而在智慧型手機上運作的作業系統，絕大多數為Android和iOS，其中Android作業系統在智慧型手機市場的市占率不斷上升，在2015年第二季的統計[1]，Android以82.8%的市佔率遠超過第二名iOS的

13.9%。獨佔鰲頭的市佔率，證明了Android系統在智慧型手機市場上的重要性。Android手機上的操作介面以觸控為主，觸控螢幕上的輸入事件有點擊、長按及滑動等等。藉由錄製與重播這些觸控事件，可以衍伸出許多不同的應用，進一步幫助Android系統的蓬勃發展。本論文針對觸控事件的錄製與重播技術進行研究，

並提出可能的應用。

本論文首先介紹在Android作業系統下關於錄製與重播技術的研究，接著介紹Android系統架構下輸入事件的流程，並在第4章節介紹錄製與重播的技術，以及說明我們開發的coordinate method。在第5章舉實錄實播這個例子，說明錄製與重播技術的應用，並進行實驗測試。最後結論呈現於第6章節。

2 · 相關研究

有許多文獻探討如何在Android作業系統下，進行觸控行為錄製與播放的研究，如RERAN[2]、FRep[3]和RepetiTouch Free[4]。以下將簡單介紹這些研究。

2.1 RERAN

RERAN是一個為Android智慧型手機設計的錄製與重播工具。首先，它利用Android SDK中的getevent工具來截取輸入事件，並將事件紀錄在一個文件檔，像是record.txt。接著，它把紀錄好的內容送至RERAN的轉換器，此轉換器會產生一個轉換好的文件，如translated.txt，並把此文件傳送到手機中。最後它會啟動RERAN的重播軟體來重播事件，而該軟體使用了Android Debug Bridge(adb)[5]中的指令，故須建立adb連線。使用RERAN的缺點為，由於須用到adb指令，在使用時需要建立adb連線，且還需要鍵入對使用者不友善的命令才能執行此工具。

2.2 FRep

FRep是一個Android的錄製與重播App，它需要使用者擁有root權限，才能夠順利運作。一般使用者需先安裝FRep Setup工具來設置FRep，此時Android裝置需要另外利用USB，連線至Win/Mac/Linux/Android作業系統。

2.2 RepetiTouch Free

RepetiTouch Free是一個Android的錄製與重播App，此App利用錄製鍵與重播鍵，令使用者能簡單地錄製與重播事件。然而，使用RepetiTouch Free需要擁有root權限，否則無法達到錄製與重播的功能。

3 · Android系統輸入事件流程

在研究觸控事件的錄製與重播技術前，本小節先介紹Android系統中的輸入事件流程。所

謂輸入事件泛指來自觸控螢幕的碰觸、音量鍵和電源鍵等實體按鍵的按壓，以及各種外接輸入裝置(例如：鍵盤、滑鼠等)所產生的事件。Android底層使用Linux核心，並對其進行修改和擴充，而Linux核心中的事件輸入驅動程式都被整合到了Input子系統中[6]。本小節介紹從Linux核心至Android framework中輸入事件的流程。

3.1 Linux Input子系統

Input子系統由驅動層(Driver)、輸入子系統核心層(Input Core)和事件處理層(Event Handler)組成。碰觸螢幕、移動滑鼠、按下按鍵等輸入事件，依序經過驅動層、輸入子系統核心層以及事件處理層，最後到達應用程式可以存取的使用者空間(User Space)。驅動層對硬體進行存取，並呼叫輸入子系統核心層的input_event函式回報按鍵、觸控螢幕、滑鼠等類的事件。在驅動層中，用input_dev結構描述硬體設備，並呼叫輸入子系統核心層的input_register_device註冊此input_dev。

輸入子系統核心層向下層提供設備驅動程式的介面，向上層提供事件處理層的程式設計介面，並提供input_register_device和input_register_handler函式，分別用於註冊device和handler。輸入子系統核心層會將來自驅動層的事件發派給事件處理層相對應的handler來處理。

事件處理層處理來自輸入子系統核心層傳來的事件。在此層使用input_handler描述對不同事件的處理方案，並呼叫輸入子系統核心層的input_register_handler來註冊。當input_dev和input_handler註冊時，會呼叫input_handler裡的connect函式建立它們之間的關聯，並建立input_handle。input_handle會在/dev/路徑下產生對應的節點設備(device node)。Android系統的/dev/input/路徑下有event0到event5這六個節點，只要開啟這些節點，即可獲取輸入事件。在Android中獲取這些事件的角色就由framework的EventHub來擔任。

3.2 Framework中輸入事件流程

在framework(Android 4.4)中，和輸入事件相關的類別主要有：EventHub、InputManager、

InputReader和InputDispatcher (如圖1) · 這些類別由C++撰寫。Android支援的輸入事件包括單點觸控、多點觸控、按鍵、外接滑鼠、外接搖桿等類。

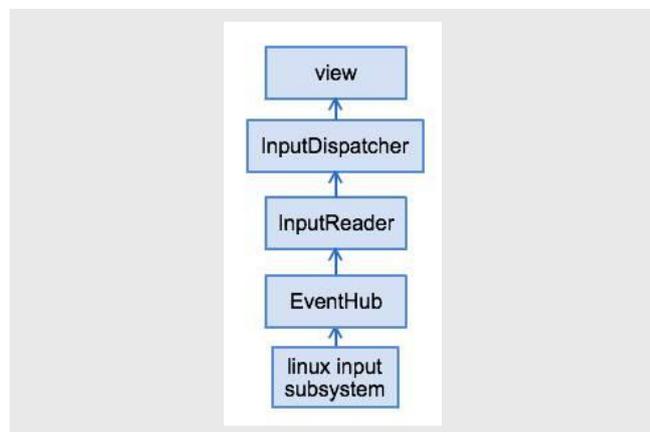


圖 1 Android系統輸入事件流程

EventHub是系統中所有事件的中央處理站 · 它管理所有系統可辨識的輸入裝置之輸入事件。經由監控/dev/input/路徑下有無設備節結產生 · 即可知道設備的接入或移除。EventHub透過讀取設備節點 · 提供了getEvents函式讀取輸入事件。

InputManager有兩個重要的資料成員 · InputReader和InputDispatcher · 並用這兩個成員分別啟動InputReaderThread和InputDispatcherThread這兩支線程。InputManager不做具體的事 · 其主要工作就是啟動這兩支線程。

InputReaderThead會例行執行InputReader的一個函式：loopOnce · 而InputReader大部份的工作也由loopOnce觸發。InputReader有一個EventHub的物 · loopOnce可從EventHub中讀取事件原始資料(RawEvents) · 交給InputReader的其它函式處理 · 並將處理過的事件送到InputDispatcher派發。

InputDispatcher負責將來自loopOnce函式處理好的事件資料正確分派到系統畫面所對應的元件。由這些元件所處發的動作 · 就是使用者的觸控體驗。

4 · 錄製與重播功能之實現

本小節將介紹三種Android官方提供的錄製與重播的技術 · 以及我們所開發出來的方法：coordinate method。表1為各種錄製與重播技術的使用條件。

表 1 錄製與重播技術的使用條件

方法	使用條件
adb command	須建立adb連線
monkeyrunner	須建立adb連線
Accessibility Service	須允許App使用Accessibility服務
coordinate method	須有燒入framework的權限

4.1 Adb command – getevent, sendevent, input

Android Debug Bridge(adb)是一個Android官方提供的命令列工具(command line tool) · 開發者可以利用adb和Android設備進行溝通。Adb提供許多命令(command) · 利用其中幾種命令 · 即可實現錄製與重播。在錄製方面 · 可以利用getevent這個命令來達成。此命令能轉儲(dump)來自輸入設備的輸入事件 · 利用此一特性 · 即可做到錄製的功能 · RERAN[3]即是利用此命令來進行錄製；而重播的部分 · 可以利用sendevent或input這兩個可以製造觸控事件的命令。搭配由getevent所得到的事件 · 將其用sendevent或input播放出來 · 即實現了重播的功能。

由於adb的運作需仰賴電腦端中的adb server和client · 由client透過server和Android系統連線 · 最後再由Android系統中的ADB daemon(adbd)負責執行被下達的命令。此方法的限制是Android系統必須和電腦連線。

4.2 Monkeyrunner

在Android SDK中提供了一套名為monkeyrunner[7]的測試工具 · 此工具提供一系列API讓開發者可以在Android程式碼之外控制Android系統 · 除了可以透過交互式對話的方式下達命令 · 也可以將許多命令寫成腳本(script)中讓monkeyrunner去執行。在monkeyrunner提供了操作觸控螢幕的命令 · 如發送按鍵事件(key event) · 觸碰事件(touch event)和滑動手勢(drag gesture) · 利用這些 · 亦可以達到播放的功能。然而 · 透過monkeyrunner控制Android設備 · 和4.1小節adb command方法相同 · 亦須先建立adb連線 · 並打開USB偵錯。

4.3 Accessibility Service

Accessibility Service[8]是一套官方提供的服務工具。此服務工具最初的目的為Android因應身障人士，考量到他們可能無法使用既有的服務模式，而設計出來的一種傾聽螢幕事件，模擬螢幕點擊的工具。舉例來說：視障者無法看到螢幕上的訊息，就可以透過Accessibility Service代為讀取螢幕上資訊後，發送聲音給使用者。或是使用者藉由聲音，讓Accessibility Service模擬點擊。必須注意的是，在4.1、4.2小節討論的工具，是以螢幕上的座標為主要根據，而Accessibility Service在傾聽螢幕及模擬點擊時，則是透過App Layout的樹狀結構來運作。也因此，在開發上較4.1和4.2小節複雜。

如圖2所示，Accessibility Service將每個view視為一個節點。開發者可以使用getRootInActiveWindow函式直接獲取目前畫面的根節點，並透過getchild與getparent函式來存取子節點與父節點。利用這些函式，鎖定要操作的節點，並對該節點進行操作，以此達到錄製及重播的效果。

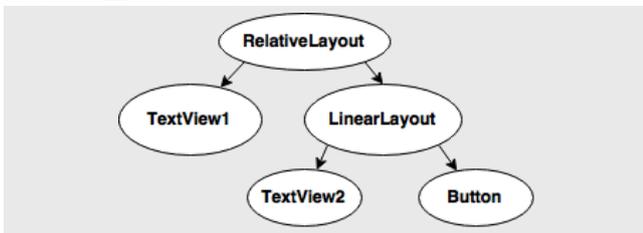


圖 2 Android Layout

在Accessibility Service中，可供傾聽(event)和點擊(action)的事件非常多，表2和表3分別列出在實做錄製與重播功能時的幾個重要事件。使用Accessibility Service，使用者必須同意App使用該服務，否則便無法使用。另外，由於此方法是將每個view視為一個節點，如果遇到Layout比較複雜的App，在開發上的複雜度便會增加。

表 2 Accessibility Service Events

動作	意義
TYPE_VIEW_CLICKED	點擊事件。
TYPE_WINDOW_STATE_CHANGED	更改 editView 內部內容，但只有 API LEVEL21 以上才能使用。

表 3 Accessibility Service Actions

動作	意義
ACTION_CLICK	點擊。
ACTION_SET_TEXT	更改 editView 內部內容，但只有 API LEVEL21 以上才能使用。
ACTION_FOCUS	更改畫面焦點。
ACTION_PASTE	貼上。

4.4 Coordinate Method

本論文所提出的coordinate method是利用修改Android輸入事件流程中framework的部分，並以觸控螢幕的座標為基準進行錄製與播放。換句話說，此方法是藉由修改Android系統的原始碼[9]，讓我們可以攔截輸入事件的原始資料，將其複製以達到錄製的效果；也可以將這些資料存放、並「播放」這些資料，就可以做到重播的功能。framework修改完後，將原始碼重新編譯出的system.img燒入到手機裡，此Android系統即可使用此錄製與播放的功能。必須注意的是：本論文所提出的方法須要有可以重新燒入新framework的權限。在燒入完成後，使用上便不會有其他限制了，既不需要建立adb連線，也不需要擁有root權限。

4.4.1 修改framework輸入事件流程

如3.2小節所述，InputReaderThread建立之後，會例行地執行InputReader::loopOnce函式。這個函式接獲事件(觸控、按鍵...等)，經過分類、處理(cook)後送到InputDispatcher做進一步的派發。所以我們只要在這個函式裡攔截它所收到的事件並複製一份，就是錄製的實作。至於播放的方法，就算此函式並沒有真正接獲事件的輸入，播放當下只要將剛剛複製起來的事件送到InputDispatcher，InputDispatcher之後的流程在不知這些事件是我們「偽造」的情況下，會照常執行，這樣就做到播放了。

4.4.1.1 原始輸入事件流程

原始輸入事件在Android framework中的流程示意如圖3：進loopOnce函式之後，系統有自己的方法計算出一個timeout的值，然後進入一個接獲事件的函式，此函式會等待一段時間來偵測有無事件發生，若有事件發生，會馬上回

傳得到的事件原始資料(RawEvents)；若無，經過timeout的時間後就會跳出，獲取的事件數為0。當事件原始資料數大於0，會進入一個處理(cook)這些資料的函式，處理完後，將事件資料送到 InputDispatcher，並進入下一圈的 loopOnce 等待下一筆事件。

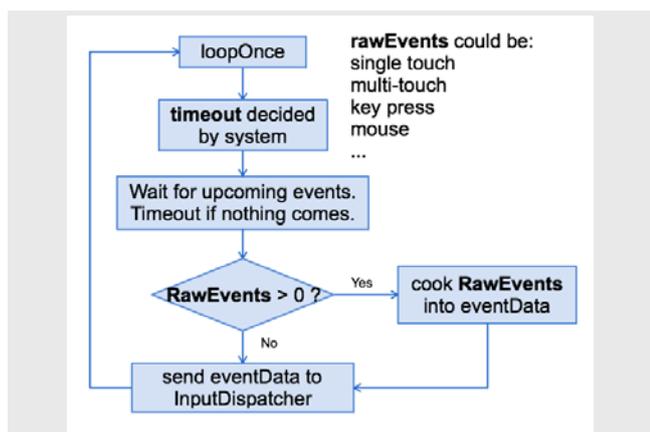


圖 3 原始framework輸入事件流程

4.4.1.2 修改後輸入事件流程

為了做到錄製與重播的功能，我們在 loopOnce 函式增加額外的流程，如圖4所示。當 replaying 這個變數設為 true，表示當下是播放的狀態；recording 變數設為 true，表示當下是錄製的狀態，兩者不會同時成立。

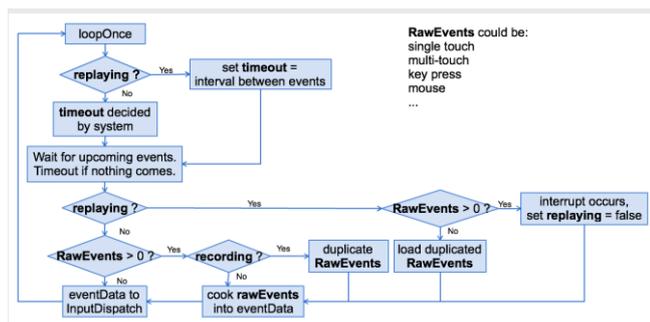


圖 4 修改後framework輸入事件流程

4.4.2 錄製

如圖4所示，當 recording 這變數設為 true，使用者可以和平常一樣透過觸控來操作裝置，唯一的不同是，函式接獲的事件後，在分類、處理(cook)這些這件之前，我們會另外複製這些所接獲的事件。其它的流程不變。

4.4.3 重播

當重播的變數 replaying 被啟動，接下來使用者不應該有其它多餘的操作，而是看手機如同被隱形的手指控制了一般，一步步執行剛剛所錄製的動作。因此，流程走到了「wait for upcoming events」時，偵測不到來自使用者輸入的事件，整個流程會暫時停在此處，直到系統設定的 timeout 時間過了之後才會繼續往下走。為了避免這樣的情形，我們把事件與事件之間的時間賦值給 timeout 這個變數(可能會是數十到數千毫秒，根據錄製的情形而有不同)，如此一來可以流暢地播放。接著，判斷現在狀態為播放的時候，會去查檢剛剛有無偵測到使用者輸入事件。如果使用者靜靜等待播放執行完畢，這裡將不會偵測使用者輸入事件，RawEvents 的數量為 0，此時拿出剛剛複製起來的事件，交給分類、處理事件的函式後，送到 InputDispatcher 派發，裝置因此有了動作，到了下一圈的 loopOnce，重覆這樣的動作，將錄製所得到的事件一件一件播完。

若播放當下，使用者觸碰了螢幕，可能會改變螢幕的畫面(view)，並導致接下未播放完的事件在非預期畫面上執行，產生非預期的結果，因此我們將使用者的這個行為判斷為干擾。意即播放當下，有偵測到使用者輸入的事件，RawEvents 數量大於 0，表示干擾發生，此時我們將 replaying 變數設為 false，中斷播放，並將剛剛使用者干擾的事件正常送出。

4.4.4 安全機制設計

本技術目標鎖定的廠商為手機系統廠，故 coordinate method 修改 framework 原始碼的部分需符合 Android CTS 相容性測試標準。另，本技術在 Android 底層擷取輸入事件原始資料，為避免惡意軟體的攻擊，我們參照 Android Accessibility Service 設計方法，訂定了一套安全機制。當第三方 App 欲使用錄製與重播相關功能時，需提醒手機使用者並經過其同意，以避免惡意軟體攻擊情況發生。

5 · 實驗結果

Android 系統中的錄製與重播技術可以應用在許多地方。為驗證本論文所提的 coordinate method，我們實做具備實錄實播功能的 App，

並利用此 App 來進行 coordinate method 的實驗及測試。最後，我們會將本文所介紹到的錄製與重播技術進行優缺點比較的統整。

5.1 實錄實播App

如圖 5 所示為一個具有實錄實播功能的 App，實錄實播是指將使用者開始錄製到停止錄製之間所有的觸控行為，都再重播時重新觸發一遍。

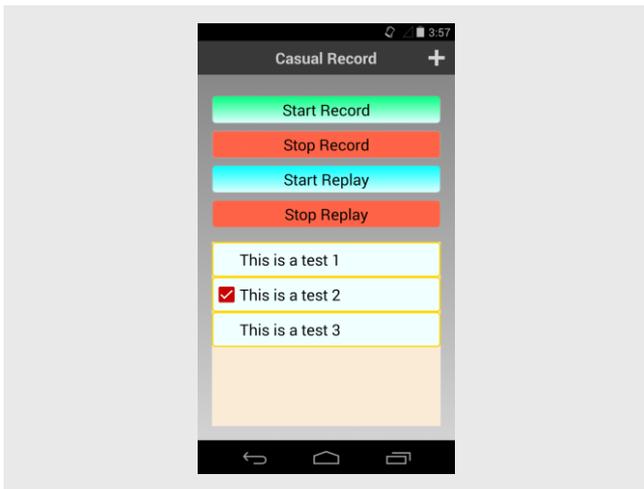


圖 5 實錄實播App

在此 App 中，我們設置了四個按鈕：開始錄製、停止錄製、開始播放和停止播放。這四個按鈕分別執行 4.4.2 和 4.4.3 的錄製與重播功能。除了錄製與重播，我們另外定義了其它 API 允許事件原始資料在 framework 層和 application 層之間傳遞，如此一來，錄製的事件原始資料可以儲存 application 層的資料庫，播放時再將事件原始資料從資料庫拿出來，傳到 framework 層來播放。有了資料庫的幫忙，我們可以紀錄多組觸控事件，如圖 5 中的「This is a test 1」即為一則錄製好的紀錄。

利用此實錄實播 App，可以將一連串複雜的操作錄製下來，變成「捷徑」，下次要做相同的事情時，就可利用此捷徑將事情重播出來。捷徑可以幫助使用者更輕鬆地完成重複而複雜的操作，例如帳號密碼的輸入；亦可以幫助不甚熟悉 Android 系統的人，例如，將「打視訊電話給兒女」的流程預錄在長者的手機中，長者便可以輕鬆地享受科技的便利。

5.2 實驗數據

我們對 Google Play[10] 上熱門程度前一百的 App[11] 進行測試(見附錄 1)，以便了解實錄實播 App 的應用範圍即其限制。表 4 是我們的實驗環境。經由實驗發現，100 個 App 中，coordinate method 可以順利錄製與重播 93 個，而無法順利錄製與重播的 App 如表 5 所示。從結果可以得知，除了少數的限制，實錄實播能應用的範圍十分廣泛。

表 4 實驗環境

Android Phone	Nexus 5 (HammerHead)
Android Version	KitKat android-4.4_r1
Linux Kernel Version	3.4.0

表 5 無法實錄實播的App及其原因

APP	Reason
Samsung Smart Switch Mobile	只能在 Samsung 手機上運作。
360 Security - Antivirus Boost, DU Battery Saver(power saver), Clean Master (Boost & AppLock), 360 Security Lite Speed Boost, Hola Launcher	錄製 boost 功能時會失敗。因為實錄實播 App 的暫存資料會被 boost 功能清除，導致錄製的資料無法被存進資料庫，故無法錄製 boost 功能。
Temple Run 2	此遊戲需要用到三軸加速器，而 coordinate method 無法錄製來自 sensor 類型的資料。

5.3 技術比較

本論文所提的 coordinate method 與其他相關的錄製重播技術(詳見第 2 章與第 4 章)之比較，如表 6 所示。

表 6 錄製與重播技術比較

Tool Name	Tool Features		
	USB Connection	Root Permission	Accessibility Permission
RERAN	Y	N	N
FRRep	N	Y	N
RepetiTouch Free	N	Y	N
Adb Commands	Y	N	N
Monkeyrunner	Y	N	N
Accessibility Service	N	N	Y
Coordinate Method	N	N	N

FRep和RepetiTouch Free要求使用者先取得root權限，才有辦法順利使用錄製與重播功能。RERAN使用了adb的指令，而monkeyrunner亦須透過adb建立連線，故此二種方法都和adb commands一樣須透過USB連線至電腦(或者透過TCP/IP連線)。FRep只有在setup設定實需要和電腦連線，故在表6中該欄為「N」。而Accessibility service雖然不需要root權限也不需要另外與電腦連線，但是它需要使用者授权使用Accessibility的權限，且進行錄製與重播的開發過程較為複雜。故，由表6可以清楚看出，coordinate method在使用上較其他方法都為方便且限制較少。

6 · 結論

Android系統在智慧型手機市場一席之地，本論文針對觸控事件的錄製與重播技術進行研究，發現多種不同的方法。除了可以利用官方提供的工具來達成外。我們也藉由修改framework開發出一套coordinate method的錄製與重播技術。使用coordinate method時不需要另外獲取root權限，亦不需要另外建立adb連線，較其他方法如RERAN更為方便。同時，本文基於coordinate method的錄製與重播技術，開發一具備實錄實播功能App，說明錄製與重播技術的應用。在100個App中可以順利錄製與重播多達93個，相信若善用這些技術，可以有效豐富Android系統的應用層面，令人們在使用智慧型裝置時更加便利。

參考文獻

- [1] International Data Corporation (IDC), “Smartphone OS Market Share, Q1 2015.” <http://www.idc.com/prodserv/smartphone-os-market-share.jsp>.
- [2] Lorenzo Gomez, Iulian Neamtii, Tanzirul Azim, Todd Millstein, “RERAN: Timing- and Touch-Sensitive Record and Replay for Android” International Conference on Software Engineering, May. 2013.
- [3] trAI, “FRep, Finger Replayer for Android”, <http://strai.x0.com/frep/>.
- [4] Erwin Goslawski, “RepetiTouch for Android”, <http://cygery.com/wordpress/apps/repetitouch/>.
- [5] Android Developers, Android Debug Bridge, <http://developer.android.com/tools/help/adb.html>.
- [6] 楊豐盛, Android 技術內幕:系統卷. 北京:機械工業出版社, 六月, 2011.
- [7] Android Developers, monkeyrunner, http://developer.android.com/tools/help/monkeyrunner_concepts.html.
- [8] Android Developers, Building Accessibility Services, <http://developer.android.com/guide/topics/ui/accessibility/services.html>.
- [9] Android Open Source Project, The Android Source Code, <https://source.android.com/source/index.html>.
- [10] Google Play, <https://play.google.com/store>.
- [11] App Annie, <https://www.appannie.com/apps/google-play/top/united-states/>.

作者簡介

黃筱涵



現任於嵌入式系統軟體技術部。畢業於成功大學資訊工程學系(2015)。

E-mail:

HsiaoHanHuang@itri.org.tw

吳景弘



現任嵌入式系統與晶片技術組/嵌入式系統軟體技術部工程師。畢業於成功大學電機工程碩士(2000)。專長於嵌入式系統軟體設計，Linux kernel及驅動程式開發。

E-mail: ching.wu@itri.org.tw

附錄1 Google Play熱門程度前100名App (統計至2015.11.17 , 國家: US , 類別: 全部)

Kik	musical.ly	Subway Surfers	Bubble Shooter Birds	Casino X - Free Online Slots
eBay	NFL Mobile	Amazon Shopping	Candy Crush Soda Saga	Castle Clash: Age of Legends
Hulu	8 Ball Pool	Fallout Pip-Boy	LEGO® DC Super Heroes	Emoji Keyboard Pro Kika Free
Uber	Crossy Road	Fallout Shelter	Sing! Karaoke by Smule	Flipp - Weekly Ads & Coupons
Bible	Descendants	Minimon Masters	Solitaire [Harpan LLC]	letgo: Buy & Sell Used Stuff
Agar.io	Billionaire.	Break the Prison	AliExpress Shopping App	Neko Atsume: Kitty Collector
Moments	Epic Knights	Candy Crush Saga	Coin Dozer - Free Prizes	360 Security Lite Speed Boost
Netflix	Temple Run 2	Clash of Lords 2	Solitaire [MobilityWare]	CM Security Antivirus AppLock
Twitter	Cooking Fever	DEER HUNTER 2016	Wish - Shopping Made Fun	DU Battery Saver(power saver)
Walmart	Despicable Me	Google Play Games	ZENONIA S: Rifts In Time	Dumb Ways to Die 2: The Games
Facebook	Google Photos	Hill Climb Racing	Jurassic World™: The Game	OfferUp - Buy, Sell, Offer Up
Snapchat	Hola Launcher	Madden NFL Mobile	Texas HoldEm Poker Deluxe	Skype - free IM & video calls
Wallapop	Mobile Strike	My Talking Angela	SoundCloud - Music & Audio	ZEDGE™ Ringtones & Wallpapers
Instagram	Spotify Music	Spin To Win Slots	Blackjack - myVEGAS 21	360 Security - Antivirus Boost
Messenger	Unison League	Blossom Blast Saga	Episode - Choose Your Story	Clean Master (Boost & AppLock)
Pinterest	YouTube Music	Geometry Dash Lite	iHeartRadio - Radio & Music	Hidden Mahjong: Country Corner
Pixduel™	Bakery Story 2	WhatsApp Messenger	Samsung Smart Switch	Hidden Object - Autumn Harvest
BLACKJACK!	Clash of Clans	Fantasy War Tactics	Super-Bright LED Flashlight	Layout from Instagram: Collage
GO SMS Pro	My Talking Tom	Smashy Road: Wanted	TextNow - free text + calls	YouCam Makeup- Makeover Studio
McDonald's	Pandora® Radio	The Weather Channel	Yahoo Mail – Free Email App	Piano Tiles 2(Don't Tap The White Tile 2)