

Android 端末におけるアプリケーションごとの消費電力の解析に関する一考察

早川 愛[†] 磯村 美友[†] 竹森 敬祐[‡] 山口 実靖[§] 小口 正人[†]
†お茶の水女子大学 ‡KDDI 研究所 §工学院大学

1. はじめに

近年スマートフォンが爆発的に普及し、スマートフォンの消費電力の低減は非常に重要な課題の一つとなっている。スマートフォンのバッテリー消費の原因の一つとして考えられるのが、アプリケーションによる動作である。アプリケーションには、端末の無操作時においてもバックグラウンドに常駐し動作し続けるものや、ブロードキャストインテントに反応して起動したり通信を始めるものが数多く存在する。

本稿では、Android 端末に生じるブロードキャストインテントと電池消費の関係に着目し、無操作時のアプリケーションの振舞いとアプリケーションごとの消費電力の調査方法について検討していく。

2. Android OS

Android 端末とは、Google 社を中心に開発されている Android OS を搭載したスマートフォンを指す。Android は、Linux2.6 カーネルをベースとし、オープンソースで提供されているためキャリア間の制約がなく、様々なデバイスに自由に応用することができるという点で大変注目されている [1]。そのような背景から、スマートフォン OS 中でのシェア率も年々上がってきており、2013 年第 3 四半期では世界で 81.9% のシェアを占めている [2]。

以上の理由から、本研究で取り扱うスマートフォン OS として Android に焦点を当て、Android アプリケーションと Android 端末のバッテリー消費の関係について検討していく。

3. アプリケーションごとの通信頻度

本研究ではまず、Android 端末無操作時においてアプリケーションがバックグラウンドで動作している時の通信頻度を調べた。一般に、アプリケーションのバックグラウンド時にはフォアグラウンド時に比べて、リアルタイムな操作を必要としないことが多いため、通信頻度は多少低くてもユーザビリティの面では問題ないはずであるが、アプリケーションの中には、例えば 1.5 秒に 1 回など、かなり高頻度に通信しているものが存在する。これにより、その端末のバッテリーが消耗されるだけでなく、受信機やネットワーク帯域への負荷がかかるなどの様々な問題が生じていると考えられる。

4. ブロードキャストインテント

そこで本研究では、この端末無操作時において高頻度通信が発生しているという現状から、勝手に通信したり起動するアプリケーションの存在が電池消費に影響を与えていると仮定し、アプリケーションや OS が発行するインテントに着目した。

インテントとは、Android 特有の仕組みで、アプリケーションの中の一つ一つの機能、例えばアプリケーション同士やアプリケーションとウィジェット、アプリケーションとシステムなどを橋渡しするものである。インテントには、明示的インテント、暗黙的インテント、そしてブロードキャストインテントの三種類が存在する。

明示的インテントと暗黙的インテントは、主にユーザがアプリケーション内のボタンをタップしたときなどに発行され、次の特定のアクティビティが受信することで画面が遷移するものである。

それに対して、ブロードキャストインテントは、例えば、ACTION_TIME_TICK(現在時刻が変わった) や、ACTION_BATTERY_CHANGED(バッテリー状態が変化した) などのイベントが発生した時に、主にシステムが発行するものであり、登録されている任意の複数のレシーバが受信し、各々の処理を実行させるものである。

つまりこのブロードキャストインテントは、端末がスリープに入っている時にも発行されることから、ユーザだけでなくアプリケーションでさえも意図せず発行している可能性があると考えられる。

よって、本研究ではブロードキャストインテントと電池消費に因果関係があると予想した。

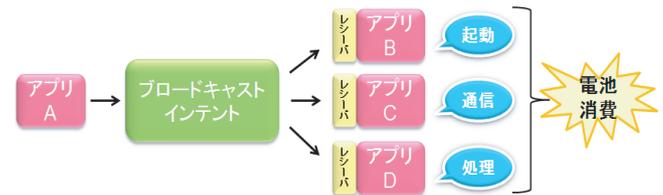


図 1: アプリケーション、ブロードキャストインテント、電池消費の因果関係

図 1 において、本研究で検討を行う、アプリケーションとブロードキャストインテントと電池消費の因果関係を説明する。まず、アプリ A がトリガーとなって、あるブロードキャストインテントが発行されるとする。次にそのブロードキャストインテントをレシーバ登録しているアプリ B、アプリ C、アプリ D が存在すると仮定すると、それらのアプリがそのブロードキャストインテントを受信したことで、起動したり通信を始めたり、ディスク書き込みや各々の処理を実行することになる。そしてこれが結果的に端末の電池消費につながるという構図である。

A Consideration about The Analysis of The Consumption Electricity of Each Application in The Android Terminal
†Ai Hayakawa, †Mitomo Isomura, ‡Keisuke Takemori, §Saneyasu Yamaguchi, and †Masato Oguchi
Ochanomizu University (†)
KDDI Lab (‡)
Kogakuin University (§)

またこのように、あるアプリケーションやブロードキャストインテントがきっかけとなって、ある時間に通信が集中してしまうなどという問題に対処している研究 [3] も行われている。しかしながら、図 1 の中でも左側の、アプリケーションとブロードキャストインテント、レシーバの関係についてはまだ明らかになっていないことが多いため、これらの関係を深く解析していくことは大変興味深く有意義であると考えられる。

以上のことから本研究では、OS 側から発行されるブロードキャストインテントを取得し解析を行うことで、これらの因果関係についてさらに詳しく検討していく。

5. 解析方法

本項では、ブロードキャストインテントの取得方法について説明する。Android4.0.3 を対象に OS のソースコード内にデバッグメッセージを入れ、解析を行う。具体的には、framework/base/core/java/android/content/Intent.java において関数の中にデバッグメッセージを挿入し、発行されたブロードキャストインテントが入っている変数 mAction を取得する。このようにブロードキャストインテントを取得できるように改変した後、ソースコードを再コンパイルし、Android 実機に導入する。そして実機において、このデバッグメッセージを Android の Shell 上で Logcat により表示させることで、測定期間内にどのインテントが何回発行されたかを解析する。

6. 測定実験

6.1 測定環境

前項のように、改変を行った Android 端末 (Nexus S, Android4.0.3) を用いて無操作で 24 時間放置した状態において、評価アプリを任意に 10 個選択し、デフォルトの状態からアプリ A~J を一つずつインストールしたものを 10 通りと、それら 10 個のアプリをすべてインストールした場合、すべてインストールしなかった場合、さらに電話帳やカメラなどデフォルトのアプリを強制終了した場合の、計 13 通りを Wi-fi 通信がある場合とない場合で測定した。

また同時に、バッテリー消費量も調査した。

6.2 測定結果

まず、バッテリー消費量を表 1 に示す。結果より、やはり Wi-fi 通信をしている方がしていないときに比べて全体的に電池消費量も多くなっていることが分かる。また、アプリ A~J が全てインストールされているときで、かつ Wifi 通信時には-29%もの電池消費がみられ、アプリが全く入っていないときや単独で動作しているときよりも多く消費していることが分かる。

次に、取得されたブロードキャストインテントを解析した結果、アプリの種類や有無に関わらず、BATTERY_CHANGED や TIME_TICK などが大半を占めていることが分かった。さらに、そのアプリ特有のインテントが発行されていることも確認された。そこで、これらのブロードキャストインテントと電池消費量との相関を解析した。その結果として表 2 に、特に相

表 1: バッテリー消費量

アプリの状態	Wi-fi あり	Wi-fi なし
アプリ A	-22	-6
アプリ B	-17	-5
アプリ C	-21	-5
アプリ D	-21	-4
アプリ E	-20	-22
アプリ F	-20	-5
アプリ G	-21	-5
アプリ H	-21	-5
アプリ I	-19	-5
アプリ J	-19	-4
アプリ A~J 全てあり	-29	-22
アプリ A~J 全てなし	-18	-6
デフォルトアプリ強制終了	-18	-7

表 2: 電池消費と相関の高いブロードキャストインテント

ブロードキャストインテント	相関係数
android.intent.action.SCREEN_OFF	0.478802
sonyericsson.home.action.UPDATE_BADGE	0.460682
android.intent.action.DATE_CHANGED	0.435613
calendar.APPWIDGET_SCHEDULED_UPDATE	0.397487
android.intent.action.SCREEN_ON	0.380613
wifi.suppllicant.CONNECTION_CHANGE	0.301349

関の高いものを示す。これらの相関の高いブロードキャストインテントがトリガーとなり、電池消費につながるのではないかと予測できるため、今後より深く解析する必要があると言える。

7. まとめと今後の課題

本研究では、Android 端末においてアプリケーションの振舞いが電池消費量に及ぼす影響を明らかにするために、ユーザやアプリケーションが意図せず発行していることが多いブロードキャストインテントに着目し解析を行った。測定結果より、アプリケーションや通信状況により取得されるブロードキャストインテントが異なることが分かり、電池消費量と相関の高いブロードキャストインテントを炙り出すことができた。

今後は、これらのブロードキャストインテントをレシーバ登録しているアプリケーションなどについて詳しく調査するとともに、SIM カードを挿入するなどユーザの実利用環境に近い状態での測定を行いたい。

参考文献

- [1] Android developers:<http://developer.android.com>
- [2] Gartner:<http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=2237315>
- [3] 川崎 仁嗣, 神山 剛, 稲村 浩:Android OS の状態変化通知機構における通信集中回避制御手法の検討, GN・CDS 合同研究発表会, Vol.2013-GN-86, No.20, pp.1-8, 2013 年 1 月.