2T-01

Android端末における多数台通信時の性能を考慮したバッテリ消費に関する考察

小柳 文乃 †　　山口 実靖 ‡　　小口 正人 †

† お茶の水女子大学　　‡ 工学院大学

1　はじめに

近年スマートフォン端末は爆発的に普及しており，我々の生活に無くてはならないものとなりつつある．スマートフォンでできることはどんどん広がりを見せており，今後も大きな可能性を秘めていると言えるだろう．しかし，スマートフォンのバッテリの持続能力は非常に重要な課題である．

本研究では, 近年大変注目されている Android 端末を用いる．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であり, 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．そのような背景から, スマートフォン OS の中でのシェア率も年々上昇している (2014 年第 2 四半期では世界で 84.7 %のシェア)[1].

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, 同一のアクセスポイントに接続した複数台の端末が同時に通信する際の通信性能と消費電力についての考察を行う．具体的には，無駄な通信がバッテリ消費に与える影響を調査するし，状況に応じた通信方法の提案とバッテリ性能の考察を行う．

2　スマートフォンのバッテリ消費

スマートフォンのバッテリ消費の原因は主に「ディスプレイ」,「通信機能」,「便利機能」の三点があげられる．

第一に，最も影響があるとされる「ディスプレイ」による消費である．画面の明るさやスリープに入るまでの時間がバッテリ消費に大きく関わる．

第二に，Wi-Fi や 3G，4G(LTE)，GPS，Bluetooth などの「通信機能」である．

第三に，あらかじめスマートフォンに搭載されている「便利機能」である．これは，画面の縦横を回転させたり，着信時やアラームタイマを音やバイブレーションで知らせてくれる機能などが該当する．

ディスプレイの明るさや画面の回転などは，ユーザの好みで自由にカスタマイズするものであり，バッテリの持ちのためにスマートフォンが使いにくくなってしまうことは喜ばしくない．しかし，効率の悪い通信はユーザ個人で考えることは難しく，また，効率の悪い通信によるバッテリ消費を減らすことはユーザのためになる．そこで本研究では通信，特に多数台の端末が同時に通信する劣悪な環境でのバッテリ性能に着目をする．

3　実験

本章にて，アクセスポイントへの接続台数と通信速度とバッテリ消費量の関係について考察をする．

3.1　実験概要

公衆無線 LAN 環境などのひとつのアクセスポイントに対して接続されるスマートフォン端末が多いと，通信効率が悪くなり，通信速度が低下する [2]．その分，バッテリ消費が大きくなることが予想される．そこで，1 つのアクセスポイントに多数台の端末が接続されている際の通信性能とバッテリ消費に着目をした実験を行った．

具体的には，帯域測定ツール iperf を用いて 30 分間通信させ，バッテリの変化，通信量を測定する．また，Wireshark を用いてキャプチャした通信中のパケットを解析する．

3.2　実験環境

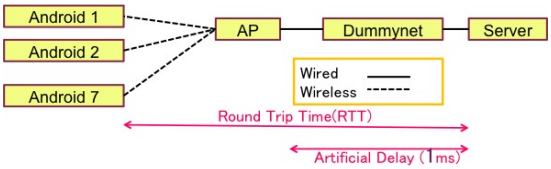

図 1 ：実験環境

実験は図 1 で示す様にサーバ，ダミーネット，アクセスポイントは有線で繋ぎ，Android 端末をアクセスポイントに接続させる．バッテリ残量，通信量を記録する事ができるように，カーネルにコードを加える改変を行った Android 端末を用い，表 1 で示した環境で実験を行った．スリープ状態になることを防ぐため，端末がスリープすることを防ぐ自作のアプリケーションを起動させ，その他の操作は一切行わない．

表 1：使用端末の仕様と実験環境

Android	Model number	Nexus S
	Firmware version	4.1.1
	Baseband version	19023XXKD1
	Kernel version	3.0.31-ai
	Build number	JRO03L
Server	OS	Ubuntu 12.04 (64bit) / Linux 3.0.1
	CPU	Intel(R) Core 2Quad CPU Q8400
	Main Memory	7.8GiB
AP	Model	MZR-HP-Ag300H (Planex)
	Communication system	IEEE 802.11g

A Study on Power Consumption of Android Devices in a Network with Multiple Terminals

† Ayano Koyanagi ,‡ Saneyasu Yamaguchi ,† Masato Oguchi

Ochanomizu University (†) , Kogakuin University (‡)

Copyright ©2016 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

3.3　実験結果

Android 端末数を変化させた時のバッテリの変化，1 台あたりのデータ送信量，スループットを以下の表 2 に示す．表 2 より，アクセスポイントに接続されている Android 端末が多いほど，1 台あたりのスループットとデータ送信量が少なく，1 台あたりのバッテリの減少も少なくなることがわかる．次に，送信量と消費電力の比 (1 bit 転送あたりの消費電力量) に着目すると，端末 3 台時の 1bit 転送あたりの消費電力量は端末 1 台時の約 1.0 倍，端末 5 台時は端末 1 台時の約 1.5 倍，端末 7 台時は端末 1 台時の約 2.3 倍となっており，端末数が増加し過ぎると送信量と消費電力の比が悪化することが分かる．また各端末の通信速度の時間変化を確認したところ，端末数が多いほど特定の端末の通信速度が極端に低下する頻度が大きかった．

この結果より，ひとつのアクセスポイントに接続される端末数が多くなると，1 台あたりの速度的な通信効率は低くなり，送信量あたりのバッテリの減少量も増大することがわかった．

表 2 ：バッテリの減少と通信量・通信効率

台数	バッテリの変化	30分間の送信量	スループット
1	- 14 %	1.75 GBytes	8.36 Mbit / sec
3	- 8 %	1046 Mbytes	4.93 Mbit / sec
5	- 7 %	580.2 Mbytes	2.71 Mbit / sec
7	- 6.23 %	338.23 Mbytes	1.57 Mbit / sec

3.4　通信制御手法を用いた実験

前節の実験結果より，ひとつのアクセスポイントに接続される Android 端末の台数が増加すると 1 台あたりの速度的な通信効率は低くなり，送信量あたりのバッテリの減少量も増大することが確認できた．そこで，通信制御ミドルウェアを用いて通信中カーネルモニタを監視し，RTT の最適化を図る手法を導入することで，効率的な通信制御を行った場合のバッテリ消費と通信量，通信効率を考える [2].

測定結果を表 3 に示す．表 3 より，前章と同様にアクセスポイントに接続されている Android 端末が多いほど，1 台あたりのスループットとデータ送信量が少なく，1 台あたりのバッテリの減少も少なくなることがわかる．次に，送信量と消費電力の比 (1 bit 転送あたりの消費電力量) に着目すると，端末 3 台時の 1bit 転送あたりの消費電力量は端末 1 台時の約 1.8 倍，端末 5 台時は端末 1 台時の約 2.7 倍，端末 7 台時は端末 1 台時の約 4.4 倍となっており，端末数が増加すると送信量と消費電力の比が悪化することが分かる．

表 3 ：バッテリの減少と通信量・通信効率

台数	バッテリの変化	30分間の送信量	スループット
1	- 10 %	2.48 GBytes	11.8 Mbit / sec
3	- 5.33 %	748.3 Mbytes	3.38 Mbit / sec
5	- 6 %	542.2 Mbytes	2.52 Mbit / sec
7	- 4.7 %	283.3 Mbytes	1.32 Mbit / sec

また，通信制御手法非適用時と適用時を比較すると，バッテリ消費 1 %あたりの送信量は適用時の方が平均 1.3 倍多くなっており，通信制御によりバッテリ効率の改善が実現できていることがわかる．

実験中パケットキャプチャにより取得された 1 秒ごとのパケット数を図 2 で示す．図より，端末台数が増加するほど通信されるパケット数も増加していることが分かる．また，端末が送った送信量は表 2，3 より通信制御手法を用いていない場合の方が多い．以上のことより，通信制御手法を用いたことによりパケットの無駄な再送を減らすことができたと考えられる．

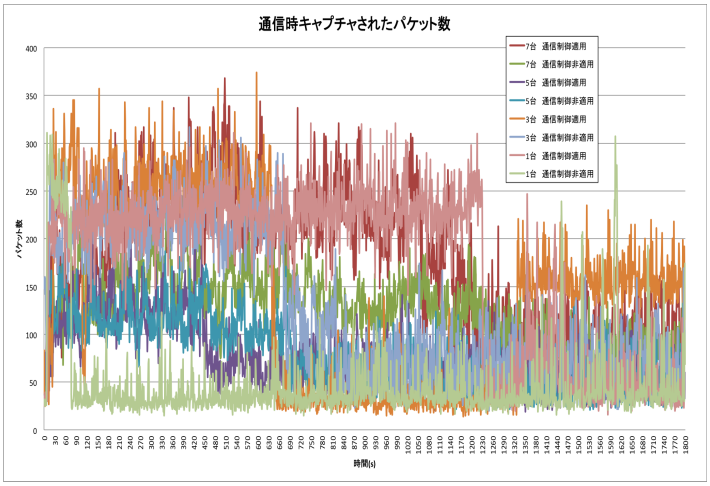

図 2 ：実験時キャプチャできたパケット数

4　まとめと今後の課題

本研究では, スマートフォンのバッテリ消費の原因として，通信による消費に着目をした．アクセスポイントに接続されている端末台数が多いほど速度的な通信効率は下がるが，RTT 最適化を図った手法を用いると、台数が多い場合の通信効率を上がることができ，バッテリ消費を抑えられることが確認できた．

今後はより効率の良い通信方法を考えると同時に，いかにして無駄な通信を抑えバッテリ消費の向上につなげていくのか検討していきたい．

謝辞

本研究を進めるにあたり，ご強力賜りました株式会社 NTT DOCOMO の早川愛さんに深く感謝致します．

参考文献

[1] IDC：http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS25037214

[2] 早川愛，　山口実靖，　小口正人:無線 LAN-AP における TCP ACK パケット蓄積回避のための協調的輻輳制御手法の提案と実装，　DEIM2015, C2-2,2015 年 3 月．

Copyright ©2016 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.