

無線LANアクセスを行う多数台 Android 端末の距離に応じた通信制御とバッテリー消費の考察

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。そのため、スマートフォンのバッテリーの持ち時間の改善は非常に重大な課題となっている。スマートフォンのバッテリー消費の原因は主に「ディスプレイ」「通信機能」「便利機能」の三点があげられる。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、バッテリー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ふことは好ましくない。しかし、「通信機能」については、ユーザ個人で通信によるバッテリー消費を改善することは難しい。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に着目をする。

具体的には、代表的なスマートフォンの一つである Android 端末 [1] を用いて、複数台の Android 端末が同時に 1 台のアクセスポイント (AP) に無線 LAN 通信する際の性能を考慮し、AP 周りの混雑や、距離による通信制御について調査する。そして、状況に応じた通信制御手法の提案とバッテリー性能の考察を行う。

2 実験概要

本章では本研究の実験環境について説明する。

2.1 実験環境

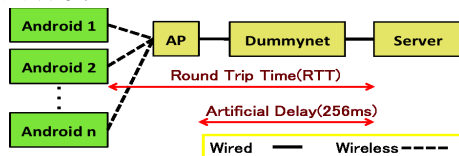


図 1: 実験環境

実験は図 1 で示す様にサーバ、ダミーネット、AP は有線で繋ぎ、Android 端末を AP に接続させる。バッテリー残量、データ送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 端末を用いる。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、iperf を用いて Android 端末を AP に 30 分間接続し通信させる。

2.2 評価方法

評価式は式 1 で表す。本研究では、バッテリー消費の大小やデータ送信量の大小をただ単純に比較するのではなく、少ないバッテリー消費でいかにデータ送信量を

大きくできるか評価する。この評価方法によって、例えばデータ送信量が同じ場合でもバッテリー消費が小さい方が評価は高くなる。

$$\text{バッテリー消費 1\%あたりの送信量} = \frac{30 \text{ 分間のデータ送信量 (MBytes)}}{30 \text{ 分間のバッテリー消費量 (\%)}} \quad (1)$$

3 関連研究

3.1 通信制御ミドルウェアの導入

基本性能調査として、AP に同時接続する端末台数と、AP と端末の距離がバッテリー消費やデータ送信量にどのような影響を与えるのか測定を行った。その結果、AP に同時接続する端末台数が多い程、また、AP と端末の距離が遠い程、バッテリー消費 1%あたりの送信量が悪化することを確認できた。よって本研究では、そのような劣悪な環境でいかに通信効率を上げられるかを考える。

先行研究で開発された輻輳制御ミドルウェア (MW) は、同一 AP に接続した端末間でお互いの接続状況を把握し、その混み具合を予測し、輻輳ウィンドウの上限値を設定する。可用帯域を公平に分け合うことで、全体の通信速度と公平性の向上に成功している [2]。

本研究ではこの通信制御を導入し、バッテリー消費とデータ送信量への影響を調査した。この結果を図 2 に示す。

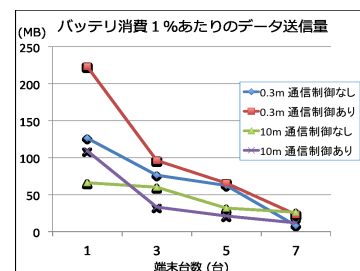


図 2: 通信制御 MW の効果

図 2 より、通信制御手法は距離が短い場合、端末台数に関わらず通信効率の向上に効果があることが確認できた。しかし AP と端末の距離が 10m の場合、端末台数が増加した際に通信制御手法を用いていない方がバッテリー消費の効率は良くなっている。

以上のことから、通信制御手法は距離に応じた柔軟な制御が必要であるといえる。

4 提案手法

4.1 提案手法の概要

前章より、輻輳制御 MW は距離を考慮しなくては、かえってバッテリー消費と送信量の比を悪化させてしまう場合もある。そこで本研究では、距離に応じた柔軟な制御手法を提案する。なお、端末台数は 5 台とする。

A Study on Relation between Battery Consumption and Transmission Rate Control Based on Distances among Many Android Devices in Wireless LAN

[†] Ayano Koyanagi [‡] Saneyasu Yamaguchi [†] Masato Oguchi
Ochanomizu University ([†]), Kogakuin University ([‡])

先行研究と同様に、通信中 RTT とその最小値 (min_rtt) を常に取得する。 min_rtt は通信中で最も小さい RTT を上書きしていくことで値を更新する。取得した値をもとに、式 2 を用いて増減の比率 (ratio_rtt) を求める。

$$\text{ratio_rtt} = \text{RTT} - \text{min_rtt} \quad (2)$$

この ratio_rtt の値でトラフィックが混雑しているかを判断し、輻輳ウィンドウ値を補正するフェーズに切り替わる。 AP と端末の距離が 0.3m と 10m の時、輻輳の最大値と最小値を表 1 のように設定した際の評価が最も高かった。この結果を元に、3m, 5m, 7m の最適なパラメータを表 2 のように設定した。

表 1: 基準とするパラメータの値

	0.3m		10m	
	max	min	max	min
$0 \leq \text{ratio_rtt} < 51$	330	330	330	300
$51 \leq \text{ratio_rtt} < 106$	330	300	300	200
$106 \leq \text{ratio_rtt} < 161$	330	250	250	150
$161 \leq \text{ratio_rtt} < 331$	330	200	250	100
$331 \leq \text{ratio_rtt}$	330	100	200	50

表 2: それぞれの距離における最適なパラメータの値

	3m		5m		7m	
	max	min	max	min	max	min
$0 \leq \text{ratio_rtt} < 51$	330.0	321.6	330.0	315.5	330.0	309.3
$51 \leq \text{ratio_rtt} < 106$	321.6	272.2	315.5	251.5	309.3	230.9
$106 \leq \text{ratio_rtt} < 161$	307.7	222.2	291.2	201.5	274.7	180.9
$161 \leq \text{ratio_rtt} < 331$	307.7	172.2	291.2	151.5	274.7	130.9
$331 \leq \text{ratio_rtt}$	293.8	86.1	267.0	75.8	240.2	65.5

本研究では、このパラメータ値を用いて距離を自動で判定し、柔軟な制御を行える MW を作成した。図 3 で表すように、AP と端末の距離は、通信成功率に大きく影響することを性能調査の時に確認した。よって、この通信成功率を常に更新し、そこから算出した距離が 0~2m の場合 0.3m の、2~4m の場合 3m の、4~6m の場合 5m の、6~8m の場合 7m の、8m~ の場合 10m の表 2 で示した最適パラメータ値を設定をする。

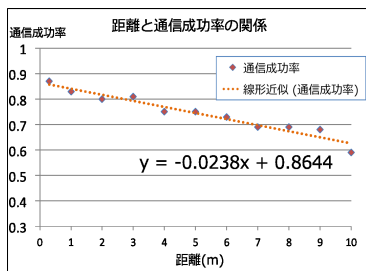


図 3: 距離と通信成功率

4.2 性能評価

図 4 は通信制御手法オフの場合と、それぞれの距離における最適パラメータを設定した場合と、距離を自動算出し制御する MW を用いた提案手法の測定結果である。図より、提案手法は距離に関係なく通信制御を行わない場合より通信効率を良くすることができた。

しかし、最適パラメータを設定した結果より性能が悪化していることから、距離を算出する過程で誤差が生じていると考えられる。

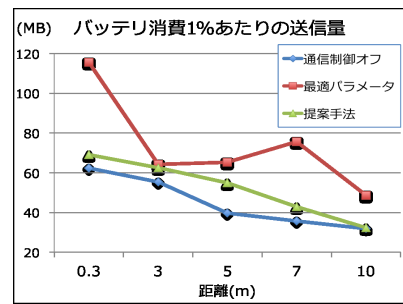


図 4: 実験結果

4.3 距離の算出結果

4.2 節より、提案手法は距離の自動判別を行うことから柔軟な通信制御を実現が実現できた。しかし、手動で各距離における最適パラメータを設定した場合よりも性能は悪化してしまう。これは、距離の判定の誤差によるものだと考えられる。図 5 は各距離における測定で、MW より算出された距離を表す。

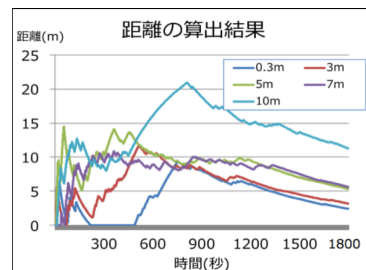


図 5: 時間経過における距離の算出結果

結果より、実際の距離と算出された距離にかなりの誤差があることがわかる。しかし、時間が経つにつれて距離が正しい値に収束していくことから、距離の算出方法を改善することで性能向上が期待できる。

5 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ー消費の原因として、通信による消費に着目をした。AP に接続されている端末台数が多いほど、また AP と端末の距離が遠くなるほど通信効率率は下がる。先行研究で提案された通信制御手法を用いると、台数が多い場合の通信効率を上げることができるが、距離が遠い場合はうまく働いていない。そこで距離に応じた柔軟な制御手法を提案した。提案手法により、バッテリー消費あたりのデータ送信量の向上に成功した。

今後は距離測定の誤差を小さくするために、距離を算出するための手法を改善し、より性能のよい制御手法を用いて更なるバッテリー性能の向上を目指す。

参考文献

- [1] Android スマートフォン: https://www.android.com/intl/ja_jp/phones/
- [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。