

Android 端末上での無線 LAN 通信時の制御に向けたパケット解析の検討

松野 瑛南† 山口 実靖†† 神山 剛††† 小口 正人†
 †お茶の水女子大学 ††工学院大学 †††長崎大学

1 はじめに

近年、スマートフォンやパソコンで手軽にインターネット接続が可能になり、無線通信環境で使用する端末の市場が急速に拡大している。メールや電話を主に使用していた従来の電話から、オンライン授業や会議の参加など様々な使用が可能であるスマートフォンに変化している。このような背景から、同時に大容量データの通信や、多数のユーザが同じサイトにアクセスする機会が増加し、ネットワークトラフィック量が急激に増加している。そして、AP(アクセスポイント)に膨大なパケットが蓄積し、輻輳が発生してしまう。輻輳を発生させないためには、輻輳の発生前に予測し、回避することが重要である。

本稿では、無線 LAN 通信環境で Ubuntu と複数の Android 端末、PC の iperf 通信を行う実験環境を構築し、スループットを測定する。

2 関連研究

2.1 カーネルモニタ

先行研究 [1] では、カーネルモニタというカーネル内部の処理を監視するツールが開発された。カーネルモニタは、輻輳ウィンドウ、ソケットバッファのキュー長、重複 ACK, SACK 受信、タイムアウト検出など各種エラーイベントの発生タイミング等がモニタ可能である。このツールを Android 端末上に実装し、リアルタイムにユーザ空間で解析し、TCP パラメータの値の変化を記録する。

2.2 輻輳制御ミドルウェア

輻輳制御ミドルウェア [2] は、アクセスポイント間で接続している端末を制御することで通信速度の高速化と帯域の公平性を向上するために開発されたシステムである。Android 端末同士を連携し、各端末の通信状況を計測する。その値を元に可用帯域幅を算出し、輻輳ウィンドウの上限値を自動で設定するシステムである。

3 提案手法

本研究では、AP 周辺でパケットキャプチャを行い、そのデータを深層学習で学習させ、学習モデルを作成する。学習モデルを端末上で実装可能なモデルに変換し、今後のトラフィック予測を行う。その予測したデータから輻輳の発生を検出すると、輻輳制御ミドルウェアに通知し、制御を行うことで輻輳の発生を回避する

A Study of Packet Analysis for Controlling WLAN Communication on Android

†Ena Matsuno ††Saneyasu Yamaguchi †††Takeshi Kamiyama
 †Masato Oguchi
 †Ochanomizu University
 ††Kogakuin University
 †††Nagasaki University

というシステムの構築を最終目的とする。本稿では、無線 LAN 通信環境で iperf 通信を行い、スループット測定を行う。

4 実験概要

無線 LAN 環境上で iperf[3] を用いて、複数台の Android 端末からデータをサーバに送信する通信を行い、スループットを測定した。測定は 10 回行い、最大値と最小値を除いた平均を求めた。

構築した実験環境は図 1 である。各端末と AP 間を無線接続環境、AP とサーバ間を有線接続環境となっている。スマートフォン、タブレット、PC の各端末のスループットを測定する。実験は、スマートフォン 2 台と PC 1 台の 3 台、タブレット 2 台、スマートフォン 2 台とタブレット 1 台の 3 台、スマートフォン 2 台とタブレット 2 台の 4 台、スマートフォン 2 台とタブレット 2 台と PC 1 台の 5 台での実験を行なった。表 1 に実験に使用した機器の性能を示す。

本稿では、Pixel4 はスマートフォン 1、Pixel5 はスマートフォン 2、Nexus7 の 2 台のタブレット 1、2、Surface は PC と記す。

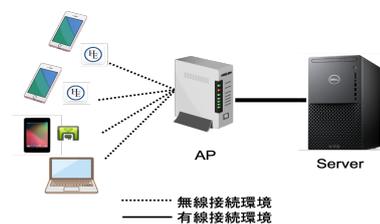


図 1: 実験環境

表 1: 実験機器の性能

Android	Model number	Pixel4	Pixel5	Nexus 7(2013)
	OS	Android 10	Android 11	Android6
	CPU	Snapdragon 855	Snapdragon 765G	Snapdragon S4 Pro
	Memory	6 GB	8 GB	2 GB
	WLAN	Wi-Fi 802.11 a/b/g/n/ac	Wi-Fi 802.11 a/b/g/n/ac	Wi-Fi 802.11 a/b/g/n
PC(Surface)	OS	Windows 10 pro		
	CPU	i7-6650U		
	Main Memory	16GB		
server	OS	Ubuntu 20.04 LTS		
	CPU	Intel(R)Core(TM) i7-10400		
	Main Memory	32GB		
AP	Model	WSR-2533DHP2		
	Support Format	IEEE 802.11a/b/g/n/ac		
	Frequency Band	5 GHz		

5 実験結果

5.1 各端末1台ずつの比較

実験環境で使用できる全帯域から、端末1台ずつの平均スループットを調べた。結果を図2のグラフに示す。タブレットは37.92Mbps、スマートフォンは94.04Mbps、PCは94.67Mbpsである。スマートフォンとPCは802.11ac、タブレットは802.11nの通信と無線LAN規格の種類が異なるためこのような結果となった。

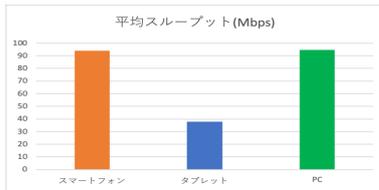


図2: 各端末の平均スループット

5.2 802.11ac 端末3台の同時通信における比較

図3は、スマートフォン2台とPC1台の同時通信の平均スループットの結果を示す。スマートフォンとPCは同一の通信規格の為、同時にiperf通信を行うと帯域の取り分けは3台とも均一になるのが理想だが、結果を見るとスマートフォン2台がPCよりも多く確保していることがわかった。

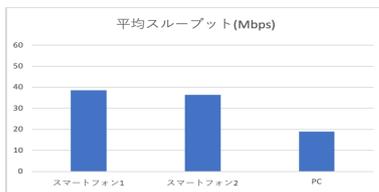


図3: 802.11ac 端末3台

5.3 全帯域の内訳

図4はタブレット2台のiperf通信結果、図5はスマートフォン2台とタブレット1台の3台のiperf通信結果を表す。図4のタブレットの1台目の平均スループットは29.75(Mbps)、タブレットの2台目の平均スループットは30.11(Mbps)と2台ともほぼ同じ値となった。また図5も同様に、3台とも30Mbps前後と均等に帯域を確保していることがわかる。

ここで、タブレットに注目してみると、図4、5、6、7とも全て30Mbps前後を確保していることがわかる。高速通信が可能な802.11ac規格を使用しているスマートフォンとPCよりも、802.11n規格を使用するタブレットが平均スループットの値が高く、より多くの帯域を確保していることがわかる。タブレット2台の実験結果から全体の使用帯域うち60Mbpsほどしか使用していないこと、そして総端末数が増えてもタブレットはおよそ30Mbpsを確保していることから、タブレットの使用最大帯域は30Mbps程度であることがわかる。

これにより、802.11nのタブレットが最大帯域およそ30Mbpsを優先的に確保する。そして全体帯域からタブレットが使用していない帯域を802.11ac通信である端末で分け合うような結果になった。

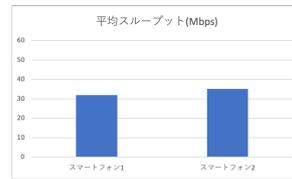


図4: 端末2台

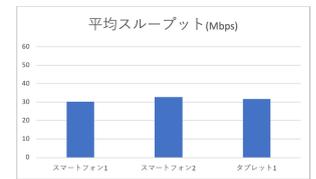


図5: 端末3台

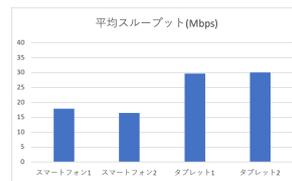


図6: 端末4台

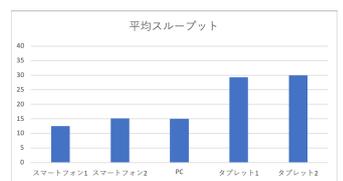


図7: 端末5台

6 まとめと今後の予定

本研究では、無線LAN環境でLinuxサーバと複数のAndroid端末がiperf通信を行う実験環境を構築し、スループット測定を行った。

iperf通信の結果から、スマートフォンとPCは同等の通信性能だが、スマートフォンとPCの同時通信を行なうと、PCの方が平均スループットが低く偏りが出てしまった。また、複数台の端末の実験では、通信規格が802.11nのタブレットが同時通信の端末数が2台から5台に増えても平均スループットの値が同じである。このため、同時通信の帯域は、タブレットが使用する帯域およそ30Mbpsを先に確保し、その残りをスマートフォンとPCが分け合うような内訳になっていることがわかった。

今後の課題としては、先行研究であるカーネルモニターや輻輳制御ミドルウェアを用いて802.11nと802.11acの帯域をうまくコントロールできるようなミドルウェアの構築を行っていききたい。また、同時通信の端末を増やし、帯域の取り合いに差が出るのか検証していきたい。

参考文献

- [1] Kaori Miki, Saneyasu Yamaguchi, and Masato Oguchi: "Kernel Monitor of Transport Layer Developed for Android Working on Mobile Phone Terminals," Proc. ICN2011, pp.297-302, January 2011.
- [2] Ai Hayakawa, Saneyasu Yamaguchi, Masato Oguchi: "Reducing the TCP ACK Packet Backlog at the WLAN Access Point," Proc. ACM IM-COM2015, 5-4, January 2015.
- [3] iPerf - The ultimate speed test tool for TCP, UDP and SCTP, <https://iperf.fr/iperf-download.php>