

1V-09

深層学習を用いた無線LAN通信時のパケットの移動平均の解析に基づく輻輳の予測

山本 葵[†]山口 実靖^{††}神山 剛^{†††}小口 正人[†][†]お茶の水女子大学^{††}工学院大学^{†††}九州大学

1. はじめに

近年、気軽に動画やゲームなどのデータ通信を楽しむことが出来るようになり、大容量かつ高速な通信に対する需要は増大している。しかし有線接続に比べ低帯域かつノイズの多い無線接続においては、輻輳が発生してしまうという問題も生じている。本研究では輻輳発生前に制御を加え無線LAN APの輻輳を回避することを最終目的とし、本稿では目的達成のため輻輳の予測を行う。

2. 研究背景

世界中に増加し続けるスマートフォンやタブレット端末は大容量データ通信を容易にし、それに伴い無線LANへの負荷は増大すると考えられる。解決法としては、高速通信の規格化があり、可用帯域の増加や伝送速度の向上があるが、規格が広く普及するには時間がかかり、実際街中では狭い帯域を取り合っているのが現状である。

よって輻輳を早期検出しトラフィックを制御する必要がある。

3. 関連研究

3.1 カーネルモニタ

先行研究 [1] で開発されたカーネルモニタは、カーネル内部のTCPパラメータをモニタできるツールである。このツールをAndroidに組み込む [2][3] ことで、輻輳ウィンドウやRTTなどの変化を記録する。本研究は輻輳を回避するために制御を行うことを目標としている点で関連研究を継承しているが、輻輳が起こった後に制御を加える関連研究に対し、輻輳が起こることを予測して輻輳が起こる前に制御を加えることを目標としている点で異なる。

4. 深層学習

本研究では深層学習を行う。深層学習はニューラルネットワークの階層を深めたアルゴリズムで機械学習を実装するための1つの手法である。LSTMは時系列データに対するモデルである。大きな特徴は文章などの長い依存関係にあるデータも覚えておくことができる長期依存が可能であるということである。

本研究は時系列データであるパケットの解析であるため、このLSTMをモデルとした深層学習を行う。

5. 予測対象とする輻輳状態

本章では深層学習をする際の正解データをどのように設定するか検討する。輻輳を示す値としてどのパラメータを採用すべきか実験を行い決定する。先行研究にて開発さ

れたカーネルモニタを導入したAndroid端末を用いて通信を行い、TCPパラメータを取得する。また、通信にはiperfを使用して通信速度を測定する。輻輳の発生を観察するために3600秒間パラメータを取得し、10秒付近で全てのAndroid端末から一斉にパケットを送信した。

5.1 0-200秒間の合計通信速度とCWND値

図1はAndroid端末5台で通信をおこなったときの0-200秒での合計通信速度とcwnd値の振る舞いである。10秒で一斉にパケットを送信したときは大きくcwnd値があがっているが、その後は多少の値の増減はあるが、5台の端末はほぼ同じような値を維持している。また合計通信速度も急激な変化はなく、5台の端末が公平に通信を行なっていることがわかる。

5.2 1770-2010秒間の合計通信速度とCWND値

図2は3600秒測定しているなかの1770-2010秒での合計通信速度とcwnd値の振る舞いである。1790秒付近でcwnd値が大きく下がったあと、5台ともほぼ同じ値を維持していたcwnd値の均衡が崩れ、一部の端末のみが帯域を占有している様子がわかる。cwnd値の大きな変化に伴い、合計通信速度も大きく増減し始めている様子がわかる。



図1: 0-200秒の合計通信速度とCWND値の推移

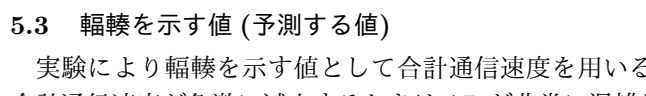


図2: 1770-2010秒の合計通信速度とCWND値の推移

5.3 輻輳を示す値(予測する値)

実験により輻輳を示す値として合計通信速度を用いる。合計通信速度が急激に減少するときはAPが非常に混雑していると考えられ、また通信をしたいのにできていない状態というのはネットワークが正常ではないと考えられる。一部の端末のみが帯域を占有し、各端末が十分な通信速度を出すことができない状態は、今後制御することで避けるべき状態であるので合計通信速度を深層学習の正解データとして予測する。またt-4からt秒までの移動平均をとる。よって次の章では通信時のパケット情報等から移動平均をとった合計通信速度を予測できるか実験する。

6. 実験

本章では端末によるデータ通信を行なった時に深層学習を用いて輻輳が予測できるか評価実験を行なった。使用した深層学習用フレームワークはChaierである。実験環境は図3である。1台のAPに接続した複数台の端末からiperfによって、データをサーバに送信する。入力データの要素が異なる2つのデータセットで学習させ実験1、実験2とした。

Congestion Prediction Based on Wi-Fi Packet Moving Average Analysis Considering Terminal Information Using Deep Learning
[†] Aoi Yamamoto, ^{††} Saneyasu Yamaguchi, ^{†††} Takeshi Kamiyama, [†] Masato Oguchi
 Ochanomizu University ([†]), Kogakuin University (^{††}), Kyushu University (^{†††})

6.1 実験1 学習

データセットは表1である。t秒までの入力からt+1秒の合計通信速度を予測するため、学習を行なった。5.章でも使用したAndroid端末5台で3600秒通信したデータを使用する。今回は一部の端末が帯域を占有し、合計通信速度が大きく減少する箇所を予測できるか検証するため1800-3000秒のデータを使いデータセットとし学習を行う。

表 1: 実験1 データセット

入力データ		正解データ
t-4からtまで移動平均	合計通信速度	合計通信速度

6.2 実験1 予測結果

図4が1800-3000秒の学習用データを学習させたモデルに再び同じ学習用データを入力データとして与えたものである。図は2000-2200秒を抜き出した結果である。図5は学習で使ったデータの後3000-3400秒をテスト用データとして学習済みのモデルに入力した結果である。オレンジの線が正解の合計通信速度、青の線が予測した値である。

精度よく学習できているように見えるが、1秒前の入力結果を出力するように学習されていることがわかる。

6.3 実験2 学習

さらに精度の良い結果を目指すため、入力データの要素を増やしデータセットとした。表2である。入力データの値もt-4からt秒までの移動平均をとる。t秒までの入力からt+1秒の合計通信速度を予測するため、学習を行なった。先ほどと同じく1800-3000秒のデータを使いデータセットとし学習を行う。

表 2: 実験2 データセット

入力データ				正解データ
t-4からtまで移動平均	パケット数平均	time-deta cwnd分散	length rtt平均	cwnd rtt分散
				合計通信速度

6.4 実験2 予測結果

図6が1800-3000秒の学習用データを学習させたモデルに再び同じ学習用データを入力データとして与えたものである。図は2000-2200秒を抜き出した結果である。図7は学習で使ったデータの後3000-3400秒をテスト用データとして学習済みのモデルに入力した結果である。オレンジの線が正解の合計通信速度、青の線が予測した値である。

図6をみると、大きく合計通信速度が減少するところをうまく予測できているところもあるが、図7をみるとほとんど予測がうまくいっていない。

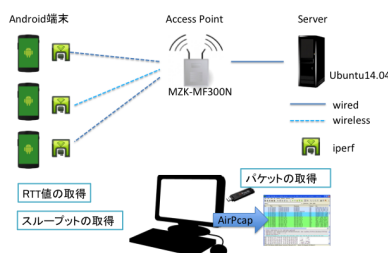


図 3: 実験環境

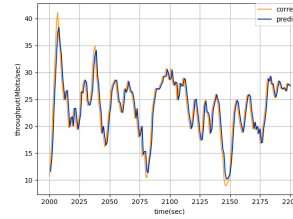


図 4: 実験1 学習データによる予測結果

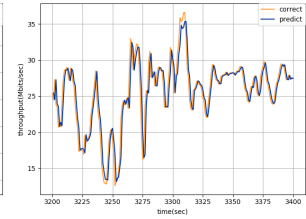


図 5: 実験1 テストデータによる予測結果

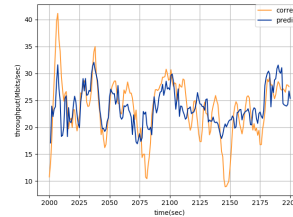


図 6: 実験2 学習データによる予測結果

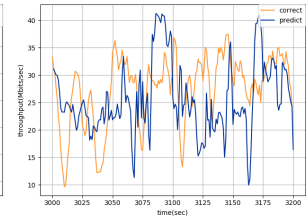


図 7: 実験2 テストデータによる予測結果

7. まとめと今後の課題

本研究では、APに接続する端末が通信を行い、輻輳発生前に制御を行うことを目標とし、その前段階として輻輳の早期発見のために深層学習を用いて予測を行なった。

学習データによる予測結果より、特徴を良く学習できていることがわかった。テストデータによる検証でもある程度の誤差で予測できた。

今後の課題としてはあらゆる状況においてのデータを用いて十分に学習をさせ、様々な場合においても精度よく予測ができるように学習を行って行きたい。

また今後輻輳制御を行っていくことを見据え、計算時間も考慮に入れて実験を行って行きたい。

謝辞

本研究は一部、JST CREST JPMJCR1503の支援を受けたものである。

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 IMCOM2015, 5-4, January 2015.
- [3] Ayumi Shimada and Masato Oguchi: "A Study of Android Tables Performance," Proc.DEIM2017,H2-3,March 2017