

7S-04

無線通信端末のパケットを用いた深層学習による
無線LAN通信時のトラフィック予測山本 葵[†]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、高性能になったスマートフォン、タブレット端末は世界中で増え続けている。気軽にネットワークにアクセスし、動画やゲームなどの大容量のデータ通信を楽しむことが出来るようになった。それに伴い、ネットワークにアクセスするトラフィックの量も年々増加している。大容量かつ高速な通信に対する需要は増大しているが、無線接続環境においては膨大なパケットが通信中に無線LANアクセスポイントに蓄積され、その結果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Android端末を用いて無線LAN通信を行い、キャプチャしたアクセスポイント周りのパケットを用い深層学習を行なって解析する。無線LAN通信時のトラフィックの予測性能を評価した。

2. 研究背景

世界中に増加し続ける高性能、高機能化したスマートフォンやタブレット端末は動画やゲームなどの大容量データ通信を容易にしている。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. 先行研究

3.1 カーネルモニタ

先行研究で開発されたカーネルモニタ [1] は、通常見ることができない輻輳ウインドウやRTTなどの様々なカーネル内部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に組み込むことで、TCP通信時におけるカーネル内部の処理を、ユーザ空間からその様子をリアルタイムに解析し、各パラメータ値の変化を記録する。

3.2 輻輳制御ミドルウェア

さらに、カーネルモニタをベースとして、Android端末間の連携した制御を目的とした輻輳制御ミドルウェア [2] がスマートフォン端末向けに開発された。これにより無線LANアクセスポイントにおけるACKパケットの蓄積を回避することができる。

また、[3] では複数の端末が同時に通信した時に、より全体の通信速度と公平性を向上することを目的として、この輻輳制御ミドルウェアに手を加え改良をおこなった

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。機械が自分自身で特徴量を抽出、階層を深めることで精度が大幅に向上した。代表的な実用例は、郵便局で郵便番号を認識して選別する際に使われる文字認識、Amazonの売り上げを大きくあげたことで有名な商品レコメンドシステムなどである。

4.1 LSTM(Long Short-Term Memory)

LSTM(図1)は時系列データに対するモデルである。LSTMは隠れ層のユニットをLSTM blockと呼ばれるメモリと3つのゲートをもつブロックにすることで実現された。その最も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。

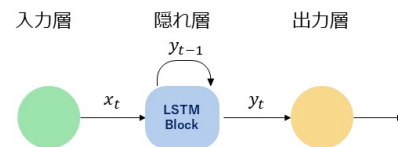


図1: LSTM

5. 実験

5.1 データセット

入力データとして無線LANアクセスポイント周辺のパケットを使用する。米国、riverbed社のキャプチャデバイス、AirPcapを用いた [4]。

正解データとしては、輻輳を示す値を用意する。輻輳が発生していればアクセスポイントが混み合い、アクセスポイント宛のRTT値は増加するのではないかとこの考えを元に、今回はPCとアクセスポイント間のRTT値を使用した。

5.2 実験結果

今回は2つの実験を図2の実験環境で実行する。データを取得しその後、適切なデータ形式に加工し、Preferred Networks社のChainerを用いてLSTMモデルで深層学習を行う。Android端末を4台用いて87秒間通信を行いデータセットとした。2つの実験は入力データが異なる。どちらの結果のグラフもtからt+9秒の入力データを用いてt+10秒の正解データであるRTT値を予測した。オレンジの線が正解のRTT値、青の線が予測した値である。

Traffic Prediction Based on Deep Learning Using Packets of Wireless Communication Terminal in a WLAN Environment

[†] Aoi Yamamoto, [‡] Saneyasu Yamaguchi, [†] Masato Oguchi
Ochanomizu University ([†]), Kogakuin University ([‡])

5.2.1 結果 1(一次元入力データ)

第1段階の実験として表2の一次元の入力データで深層学習を行なった. 全体的に平坦なグラフ図3が出力された.70秒付近の1番急激にRTT値が増加している部分は少し予測もついていっているが,これは十分に予測ができていたとはいえず,この程度の予測ではアクセスポイントが混み合っているかどうかの判断材料にすることはできないと考えられる.

5.2.2 結果 2(五次元入力データ)

次の実験は入力データを表3のように先ほどの一次元から五次元に増やし,精度の向上を目指して再度実験を行なった. 図4のように結果は先ほどよりも良く. 特に10秒付近のRTT値が急増している箇所や,65秒付近ではうまく予測が行われていることがわかる.

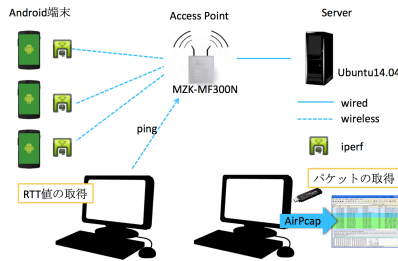


図 2: 実験環境

表 1: 実験機器の性能

Android	Model number	Nexus S	Nexus 7(2013)
	Firmware version	4.1.1	6.0.0
	CPU	1.0 GHz Cortex-A8	Quad-core 1.5 GHz Krait
	Memory(Internal)	16 GB, 512 MB RAM	16 GB, 2 GB RAM
	WLAN	Wi-Fi 802.11 b/g/n	Wi-Fi 802.11 a/b/g/n
server	OS	Ubuntu 14.04 (64bit) / Linux 3.13.0	
	CPU	Intel(R) Core(TM)2 Quad CPU Q8400	
	Main Memory	8.1GiB	
AP	Model	MZK-MF300N(Planex)	
	Support Format	IEEE 802.11 n/g/b	
	Channel	13	
	Frequency Band	2.4 GHz(2,1412-2,472 MHz)	

表 2: 実験 1 データセット

入力データ	正解データ
1秒間の平均データ量	RTT 値

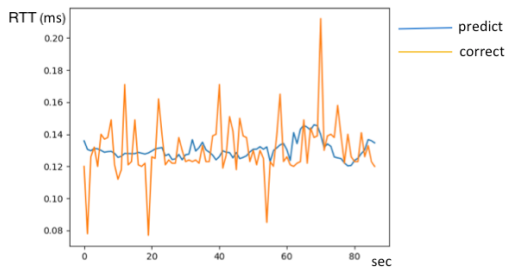


図 3: 実験 1 結果 (一次元入力データ)

表 3: 実験 2 データセット

1 秒間	入力データ		正解データ
	時間	平均データ量	RTT 値
	送信機器の台数	受信機器の台数	

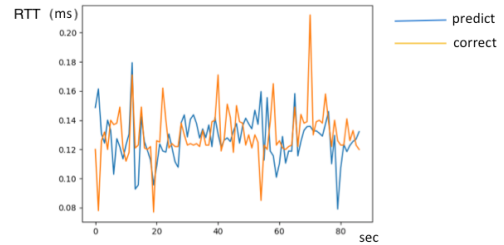


図 4: 実験 2 結果 (五次元入力データ)

6. まとめと今後の課題

本研究ではアクセスポイントに接続した Android 端末を用いてデータ通信を行い, そのパケットをデバイスを用いてキャプチャし, トラフィックの輻輳を予測するために深層学習を行なった. 入力データの情報を増やすことで精度が向上することが確認でき, トラフィックの予測には入力データの情報が非常に大きな意味を持つことがわかった. 今後はさらに入力データを増やして実験を行う.

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
- [4] riverbed, <https://www.riverbed.com>
- [5] Chainer,Framework for Neural Networks, <https://chainer.org/>
- [6] Iperf For Android Project in Distributed Systems, <http://www.cs.technion.ac.il/sakogan/DSL/2011/projects/iperf/index.html>