

SDNに適した機械学習ベース In-network アプリケーション識別手法の検討

Toward In-Network Application Identification Based on Machine Learning on SDN

持丸 雄匡¹ 下川 駿平¹ 妙中 雄三² 塚本 和也¹
Yuta Mochimaru Shunpei Shimokawa Yuzo Taenaka Kazuya Tsukamoto

九州工業大学¹
Kyushu Institute of Technology

奈良先端科学技術大学院大学²
Nara Institute of Science and Technology

1 研究背景・目的

異なるアプリケーションのフローを一様に扱う指標として QoE(Quality of Experience) の活用が期待されている。我々の研究グループでは無線ネットワーク資源の有効活用するために、QoE を指標としたネットワーク制御を SDN(Software Defined Network) を用いて実現する手段を検討している [1]。QoE 算出法はアプリケーション毎に異なるため、アプリケーションは既知のものとして扱っていた。しかし、実環境での QoE 算出には、通信フロー単位のアプリケーション識別が不可欠である。そこで本研究では、OpenFlow(OF) で制御するネットワークにおいて、OF が”ネットワーク内で取得可能な情報のみ”を用いて、機械学習により”フロー転送中”にアプリケーション識別を行う手法を提案する。

2 関連研究

ネットワーク内でのアプリケーション識別手法が複数提案されている。[2] では、トラフィックの転送経路上で全パケットをキャプチャし、宛先ポート番号、プロトコル番号、TTL 値、パケットサイズの 5 つの特徴量を抽出する。そして、正解データ(アプリケーション名) がタグ付けされたパケットを流し、5 つの特徴量と正解データを用いて、Deep Neural Network(DNN) によるアプリケーション分類器を作成する。学習した分類器を用いて、未分類のパケットから 5 つの特徴量を抽出しアプリケーション識別を行い、93.5 %以上の精度での識別を実現している。しかし、今後普及が予想される SDN の特徴を踏まえたアプリケーション識別には検討の余地が残る。

3 提案手法

OF では通信はデータプレーン上で行われ、制御プレーンでは通信の内容を見ることができない。しかし、OF では到着パケットが OF スイッチ (OFS) のフローテーブルにマッチしない場合、OFS は転送ルールが決定するまでは受信パケットを OF コントローラ (OFC) に Packet In メッセージとして送信する。本研究では、フロー開始から数パケットを意図的に Packet In させることで、それらのパケットに含まれる 5 つの特徴量(宛先アドレス、宛先ポート番号、プロトコル番号、TTL 値、パケットサイズ)に加え、OFC に届く Packet In の到着間隔も特徴量として学習させることで、アプリケーション識別にも利用する。パケットヘッダ情報に着目することで、トランスポート層だけでなく、アプリケーションプロトコル

の挙動も推定可能となる特徴を活用する。なお、Packet In 到着間隔はパケット転送間隔に OF の制御プレーンやソフトウェア処理のジッタを含むものの、ここでは、本来のパケット到着間隔と相関があると仮定し、アプリケーションプロトコルの初期挙動の特徴を活用する。これらの特徴量には時間相関が存在するため、Recurrent Neural Network(RNN) を学習モデルとして使用し、学習に用いるデータはあらかじめ正解データとヘッダ情報がセットになったものを使用する。

4 実機検証

実験の構成を図 1 に示す。本研究では実際に通信をしている間に Packet In で OFC が受信可能な少数のパケットから前述した 6 つの情報を抽出し、RNN を用いてアプリケーションの識別をリアルタイムに行うシステムを構築する。

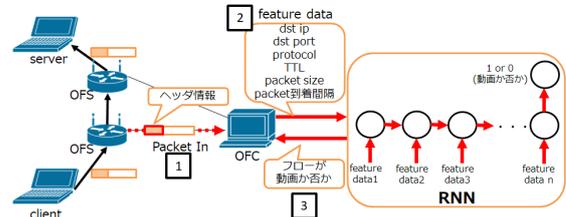


図 1 実験の構成

5 まとめ

本研究では SDN に適したアプリケーション識別のために、実機を用いて OpenFlow 上で流れるフローのパケットに関するヘッダ情報とパケット到着間隔を取得し、RNN を用いてリアルタイムにアプリケーション識別を行うためのモデルを構築した。今後は実際に RNN を用いたアプリケーション識別を実施する。その後、他のアプリケーション識別、及び、よりリアルタイムでの識別精度向上に向けた改善を行う。

参考文献

- [1] S. Shimokawa, et al., "SDN-based time-domain error correction for in-network video QoE estimation in wireless networks," INCoS 2019 WIND, Sep. 2019.
- [2] A. Nakao, et al., "Toward In-Network Deep Machine Learning for Identifying Mobile Applications and Enabling Application Specific Network Slicing" IEICE TRANS. Comm., VOL.E101-B, NO.7, pp.1536-1543.

本研究は、JSPS 科研費 JP17H03270、及び国立研究開発法人情報通信研究機構の委託研究による成果を含む。