

SDN に基づくインターネットアクセス回線選択手法の検討

井上大誠^{†1} ギリエルイス^{†3} 和泉諭^{†4} 阿部亨^{†2,†5} 水木敬明^{†2,†5} 菅沼拓夫^{†2,†5}

^{†1} 東北大学工学部電気情報物理工学科 ^{†2} 東北大学大学院情報科学研究科 ^{†3} 東北大学電気通信研究所 ^{†4} 仙台高等専門学校 ^{†5} 東北大学サイバーサイエンスセンター

1 はじめに

Wi-Fi, WiMAX, LTE, 4G/5G など, インターネットを通じてデータ通信を行うためのアクセス回線が多様化している. それらの課金形態やユーザ端末の多様化に伴い, ネットワークの活用方法の選択肢が広がっている. また, オンラインチャットやビデオ会議では Quality of service (QoS) や Quality of experience (QoE) などのネットワーク要件が大きく異なるように, アプリケーションの種類やその特性も多様化している. このようにネットワークを活用するための選択肢が増えた一方で, 専門的な知識を持たないユーザが自らの利用状況に適したインターネットアクセス回線を選択することやインターネット接続機器にそれらの設定を行うことは困難である.

本稿では, アクセス回線の利用環境やアプリケーションの特性, ユーザの要求に基づく柔軟なアクセス回線選択手法を提案する. 柔軟なアクセス回線制御を実現するために Software Defined Network (SDN) 技術を用いることで回線の状況やフローの情報を動的に反映させ, アプリケーションに対して適切なアクセス回線を自動的に選択する.

2 関連研究

SDN アーキテクチャを利用し, 複数のインターネットアクセス回線からなるネットワークを評価する研究として文献 [1] がある. この研究では, LiFi, WiFi, LTE AP で構成された異種ワイヤレスネットワークで Northbound Interface (NBI) と Southbound Interface (SBI) のトラフィックを分析し, サービス要件を満たす効率的なルーティングをサポートする.

また, アプリケーション要求とユーザ要求を反映したアクセス回線制御手法に関する研究として文献 [2] がある. この研究では, 帯域やジッタなどのアプリケーション毎に変化する要求とユーザが記述した要求する帯域, ジッタ, セキュリティ, コスト等の

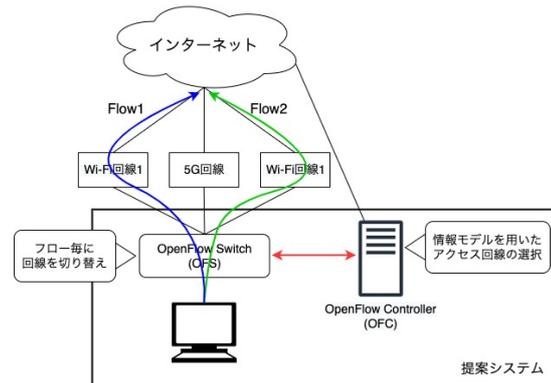


図 1: システム概要図

評価項目からなる一対比較表を用いてアクセス回線を決定する. 一対比較表とは, 人間の意思決定に関する問題の分析手法である階層分析法で用いられる表であり, 複数評価項目の全ての組み合わせを比較することで作成する. この手法においてユーザはそれぞれの評価項目を比較するだけであるため, ユーザ要求の設定が容易である. しかし, 技術的な知識がないユーザが帯域やジッタといった項目を評価しないといけないため不適切な回線選択が行われる可能性がある点や, 通信容量制限や従来課金方式などのユーザ要求を表現することができない点が課題となる.

3 提案手法

3.1 概要

本研究では, 2 章であげた課題を解決するために SDN を用いて, ユーザ要求を反映した複数のアクセス回線制御手法を提案する. そのシステム概要を図 1 に示す.

本提案手法ではユーザの要求に応じたアクセス回線の選択を行う先行研究 [2] をベースとし, 技術的要求とユーザの要求を分離することでより柔軟かつ容易にユーザ要求を反映した. さらに, 通信容量制限や従来課金方式など現代的なネットワーク利用状況におけるユーザの要求を回線選択に反映できるようにユーザ要求の拡張拡張を行った.

3.2 アクセス回線選択の機構

本提案システムの利用においてネットワーク管理者は予めアプリケーションの宛先 IP アドレスやポート番号といった情報と, 回線の評価するために

A Study on Application-based Internet Access Line Selection Method Using SDN

Inoue Taisei^{†1}, Luis GUILLEN^{†3}, Satoru IZUMI^{†4}, Toru ABE^{†2,†5}, and Takaaki MIZUKI^{†2,†5}, and Takuo SUGANUMA^{†2,†5}

^{†1}Department of Electrical Engineering and Computer Physics, School of Engineering, Tohoku University

^{†2}Graduate School of Information Sciences, Tohoku University

^{†3}Research Institute of Electrical Communication, Tohoku university

^{†4}National Institute of Technology, Sendai College

^{†5}Cyberscience Center, Tohoku University

表 1: 評価基準表の例

	遅延 (ms)	転送速度 (Mbps)	損失 (%)	ジッタ (ms)
理想的	~100	5.0~	~10	~500
許容可能	100~300	3.0~5.0	10~15	500~2000
許容不可能	300~	~3.0	15~	2000~

表 1 に示すようなアプリケーション毎の評価基準表を記述しておく。評価基準表は遅延 (ms), データ転送速度 (Mbps), パケット損失 (%), ジッタ (ms) などから構成されておりそれぞれの項目において, 理想値 (2 点), 許容可能値 (1 点), 許容不可能値 (0 点) が記述される。

フローが OpenFlow Switch(OFS) に到達すると OpenFlow Controller(OFC) に転送しフローに含まれる宛先 IP アドレスと宛先ポート番号からアプリケーションを推測する。アプリケーションが推測されると, 評価基準表と OFS から定期的に収集している各回線の状況を比較し, 各回線の評価を行う。評価基準表から算出した各回線の合計点数からそれぞれの回線の快適さ (高, 中, 低) を決定する。また, ユーザー要求として「快適さが中以上であればコストを重視する」といったように快適さとコストの優先度を相対的に評価することで最終的に利用する回線を決定する。さらに, 別のユーザー要求としてコストの上限やセキュリティの程度など, 複雑なユーザー要求を設定することができる。これにより現代のアプリケーション要求, ユーザー要求を反映したアクセス回線制御を実現する。

4 予備実験

予備実験として, SDN を用いたアクセス回線の使い分けを行うため特定の状況を想定した実験を行った。本実験の目的は, 現代化したネットワーク利用におけるユーザーの要求の一つである通信量制限や利用料金の制限による切り替えをシミュレートすることである。実験環境として, Ubuntu 20.04 LTS 上で mininet 2.3.0 を用いてネットワークを構築し, host1 から host2 へ 1Mbps の UDP パケットを 10 秒間送信した。その際に構築した実験ネットワークを図 2 に示す。本実験のシナリオとして, 3 章でとりあげた回線選択手法により初めに回線 1 が選択されたという仮定のもとで行う。host1 は回線 1 に対して, 10MB までという通信量の制限をかける。この実験は, 3 章であげた回線選択手法により初めに回線 1 が選択されたという仮定のもとで行った。実験結果を図 3 に示す。

図 3 より回線 1 の通信量が 10MB に達した時点で自動で回線が切り替わり, もう一つの回線である回線 2 が利用されることが確認できた。これにより, リアルタイムで変化する通信量といった情報に基づいてアクセス回線を制御できることがわかり, 現代的なユーザー要求である通信量制限や利用料金の制限を SDN を用いて記述できることが確認できた。

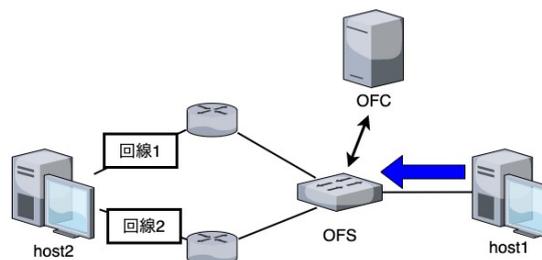


図 2: 予備実験ネットワーク

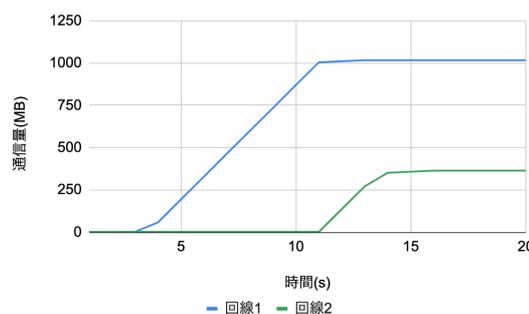


図 3: 予備実験における各アクセス回線の通信量

5 おわりに

本稿では, アプリケーション要求とユーザー要求を反映させた複数接続回線の効果的な制御手法の実現にむけて, 現代のネットワーク利用環境やユーザー要求に対応したインターネットアクセス回線制御手法を提案し, 予備実験として, 通信量制限をユーザー要求として設定した場合の回線の振り分けを行い, その動作を確認した。今後はより具体的な現代のネットワークの利用状況に対応できることを確認するために, オンライン授業などで本手法を活用するシナリオを作成し, その評価を行う予定である。

参考文献

- [1] H. Alshaer et al., “Software-Defined Networking-Enabled Heterogeneous Wireless Networks and Applications Convergence,” IEEE Access, Vol.8, pp. 66672-66692, 2020.
- [2] J. Ito et al., “A Flexible Selection of Internet Connections based on Network Expert Knowledge,” Proc. of the 13th IEEE International Conference on Cognitive Informatics & Cognitive Computing (ICCI × CC2014), pp.251-257, 2014.