

DPN環境におけるSNS情報に基づいたプログラマブルなトラフィック制御手法の検討

柳田 晴香[†]

中尾 彰宏[‡]

山本 周[‡]

山口 実靖^{††}

小口 正人[†]

[†]お茶の水女子大学 [‡]東京大学 ^{††}工学院大学

1. はじめに

地震や台風などの大規模災害が発生した際に、直接的な被害や被災後のトラフィック急増によりネットワークが繋がりにくくなる問題がある。この問題に対して、SDNやOpenFlowといった、ネットワークをソフトウェアによって動的に制御可能にする技術を用いることで、災害時もユーザが安定して情報へアクセスできる仕組みが考えられてきた。しかし、これらの技術で可能な制御は、従来と同じ制御をソフトウェアで実装するものが殆どであり、有事に備えてソフトウェアによる柔軟な制御を取り入れる手法はまだ研究開発の余地が大いにあると考えられる。

そこで本研究では、以下の2つの観点からそれを提案する。第一に、近年利用者が著しく増加しているSNSの利用である。実社会を濃く反映するTwitterからリアルタイムで障害情報を検知し、それを基に制御を行う。第二に、アプリケーション毎のトラフィックを分別し、その各々に対する最適な制御である。近年爆発的に増加した動画視聴のトラフィック帯域に注目する。

本研究ではTwitterから検知した障害情報を基に障害地区を迂回する自動経路制御をOpenFlowのソフトウェアコントローラで実装し、更にアプリケーション毎のトラフィックを分別して、メールやSNSのトラフィックを優先し、娯楽目的の動画配信のトラフィックは制限するような優先制御手法を提案する。

この優先制御はコントロールプレーンのみプログラム可能なSDNやOpenFlowの技術だけでは実現が難しいため、SDNを拡張しデータプレーンのプログラム可能性も追求するDPN (Deeply Programmable Network) 環境を考える。本稿では、OpenFlowの機能とデータプレーンの内容に基づく制御が行える機能の両方を実装可能なFLAREスイッチ [1]-[2] を用いてDPN環境を構築し、この提案システムの実装と評価を行う。

2. 関連研究

これまでもSDNやOpenFlow技術を利用した障害対策手法が提案されてきた [3]-[4]。また、アプリケーション毎のQoSをOpenFlowを用いて実現しようとする研究も行われている [5]。

しかし、既存の研究はソフトウェアによるネットワーク機器の動的管理というSDNの概念に留まっている。すなわちこれらの研究では、コントローラからのネットワーク機器の集中制御を考えており、ネットワーク機器中で特別な制御をすることは考えられていない。その場合、通信内

容に基づく詳細なレベルでの柔軟な制御の実現は難しい。よって本研究では、この詳細で柔軟な制御を可能にするため、コントロールプレーンだけでなくデータプレーンをもプログラム可能にする、DPNやFLAREの技術を用いて障害対策手法を検討する。

3. 提案システム

本研究で提案するシステムの概要を図1に示す。動作は以下の通りである。

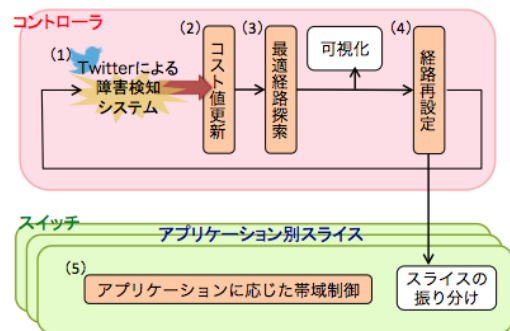


図1: 提案システム概要

- (1) Twitterによる障害情報の受理
文献 [6] よりリアルタイムでTwitterを解析し、障害ツイート数と障害が発生した地名を取得。取得した地名とスイッチを対応させる。
- (2) リンクのコスト値更新
スイッチ間のリンクのコスト値を以下の条件で更新。デフォルトのコスト値は全て1で、障害ツイート中に対応させた地名を含むツイートが20件以上あったらコスト値を+1。コスト値の更新は60秒間隔で行う。
- (3) 最適経路探索
ダイクストラ法を用いて、スタートからゴールへコスト値最小の経路をリストで出力。
- (4) 経路再設定
リストを場合分けし、それぞれの場合に合ったフローエントリをREST-APIでスイッチ側に投げることで経路設定。
- (5) アプリケーション毎のQoS
文献 [7] よりFLAREスイッチ上でアプリケーションの振り分けを行う。これにより、トラフィックはスライスと呼ばれる複数の仮想スイッチから成る仮想ネットワーク空間にアプリケーションの種類別に各々振り分けられる。仮想スイッチはClickというプログラム言語で記述されており、自由に書き換えが可能である。よって、スライスに振り分けられたアプリケーション別に帯域を設定し、アプリケーション毎のQoSを実現する。

(1)-(4)についてはコントローラ上にPythonで、(5)はス

A Study on Traffic Control Method Using SNS Information in a Deeply Programmable Network

[†] Haruka YANAGIDA, [‡] Akihiro NAKAO, [‡] Shu YAMAMOTO, ^{††} Saneyasu YAMAGUCHI, [†] Masato OGUCHI

Ochanomizu University ([†]), Tokyo University ([‡]), Kogakuin University (^{††})

イッチ上に Click で実装し、一連の動作は全て自動化を行うものとする。

4. 実験

実験として提案システムの動作確認実験と、iPerf によるスループット測定実験を行う。ただし本論文においては、図 1 に示す提案システム中の (5) のアプリケーション毎の振り分けは未実装である。つまり、コントローラ上では (1)-(4) の Python プログラムを動作させ、FLARE スイッチ上では再設定した経路に基づき、OpenvSwitch の Click プログラムを動作させ実験を行う。

4.1 動作確認実験

物理構成と動作確認実験の結果を図 2 に示す。図中で 1G は 1Gbps、10G は 10Gbps のネットワーク接続である。設定したパラメータとしては、Twitter への入力に東日本大震災時の 2011 年 3 月 11 日 14 時から 15 時の実際のツイートを用いた。地名は図 2 中通りに対応させ、通信としては岩手付近の h1 がスタートで東京付近の h5 をゴールに設定した。以上の設定で提案システムを動作させたところ、以下の通信制御が実行された。まず全てのリンク間のコスト値はデフォルトで 1 なので、図 2 中のコスト値最小の route1 の経路が設定された (赤線)。次に Twitter の解析より岩手東京間で障害を検知し、岩手と東京間のリンクのコスト値が +1 に更新された。これによりコスト値最小の京都を通る route2 に経路が再設定され (青線)、自動経路切替えに成功した。

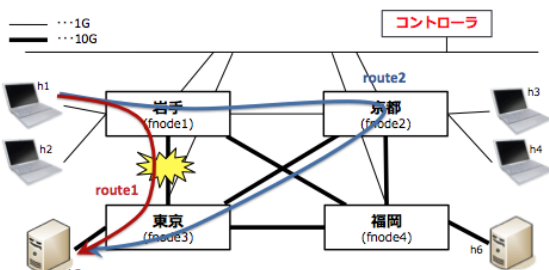


図 2: FLARE 実機実験

4.2 スループット測定実験

次に、route1 と route2 を含む各経路のスループットを iPerf により測定した。結果を表 1 に示す。1G と 10G が混合している経路は、1G のみや 10G のみの経路に比べてスループットの低下が見られた。このことより 1G と 10G の繋目がボトルネックになっていることが考察される。

表 1: 各経路のスループット測定結果

	経路	スループット
1G10G 混合	route1	500(Mbits/sec)
	route2	590(Mbits/sec)
1G のみ	h1-s1-s2-h3	930(Mbits/sec)
10G のみ	h5-s3-s4-h6	2.1(Gbits/sec)

4.3 可視化

図 1 の提案システム中に示す、可視化の出力結果を図 3 に示す。(3) より出力された最適経路のリストを基に Google Map 上に可視化を行う。route1 から route2 への経路切替が GUI で確認できる。



図 3: 経路可視化 web サイト

5. まとめと今後の課題

実験より災害時における Twitter 情報に基づいた自動経路切替と、性能測定に成功した。FLARE4 台の実機環境で経路切替に 15-25ms 程度の RTT 値、1G10G 混合経路でも理論値 50% 以上のスループット値を得られたため、FLARE7 台で実装される広域環境 JGN-X でも提案システムが十分な性能で動作する可能性が確認できた。

今後の課題は、線形計画法による組み合わせ最適を用いて単純なダイクストラ法での最短経路探索を拡張し、本システムの精度を上げることに加え、アプリケーション毎の QoS を実装することで提案システムを完成させ、本研究の有効性を評価したい。

参考文献

- [1] FLARE, http://netseminar.stanford.edu/10_18_12.html
- [2] Akihiro Nakao : Software-Defined Data Plane Enhancing SDN and NFV, IEICE Transactions on Communications vol.E98-B, No.1, pp.12-19, 2015
- [3] NTT ドコモ, 東北大学, 日本電気株式会社, 富士通株式会社, 株式会社日立ソリューションズ東日本:「大規模災害時における移動通信ネットワーク動的通信制御技術の研究開発」総務省平成 23~24 年度研究開発.
- [4] 熊谷友来, 関野雄人, 内田法彦, 柴田義孝:「OpenFlow をベースとした災害時における End-to-End 通信路の選択方法の実現」, 情報処理学会第 75 回全国大会, pp.3-337-338, 2013 年 3 月.
- [5] 小川康一, 吉浦紀晃:「災害 ID 付与方式による災害時のネットワーク優先配送 OpenFlow による実装と評価」, vol.2014-IOT-24, no.23, pp.1-6, 2014-02-20
- [6] Chihiro Maru et. al., "Network Failure Detection System for Traffic Control using Social Information in Large-Scale Disasters," ITU Kaleidoscope Conference 2015: Trust in the Information Society, S5.3, December 2015.
- [7] Akihiro Nakao, Ping Du, Takamitsu Iwai : Application Specific Slicing for MVNO through Software-Defined Data Plane Enhancing SDN, IEICE TRANSACTIONS on Communications Vol.E98-B, No.11 pp.2111-2120, 2015