

# JGN-Xのネットワーク仮想化ノードFLAREによるSDN経路制御実験

平久 紬<sup>†</sup> 柳田 晴香<sup>†</sup> 中尾 彰宏<sup>‡</sup> 山本 周<sup>‡</sup> 山口 実靖<sup>††</sup> 小口 正人<sup>†</sup>  
<sup>†</sup>お茶の水女子大学 <sup>‡</sup>東京大学 <sup>††</sup>工学院大学

## 1. はじめに

現在のインターネットは、多種多様なアプリケーションのトラフィックが混在しているため、大地震などの災害時のネットワーク輻輳では、すべてトラフィックが同一に扱われ緊急情報に中々アクセスできないという問題が生じる。そこで、トラフィック種別を判定し、アプリケーションごとに制御を行う方式と、ソーシャル・データから実社会の急激な状況変化を検出し、自動でユーザが必要とするアプリケーション情報を安定に提供できる仕組みが必要と考える。

そこで本研究では、自動制御を実現するプラットフォームとしてJGN-Xの各拠点間をVLAN結合したネットワーク仮想化ノードFLARE[1][2]を使用し、Twitterなどのソーシャル情報に基づくSDNによる自動経路制御実験を行うことにより、ソーシャル情報に基づくSDN経路制御システムの有効性を示す。

## 2. ソーシャル情報に基づく経路制御システム概要

災害時におけるソーシャル・データに基づいた自動経路切り替えシステムの概要は以下の通りである。

### 1) Twitterによる障害検知 [3]

リアルタイムにツイートを確認し、通信障害に関係のあるツイート数と障害が発生した地名を取得することにより、どこで障害が起こっているのかを検知する。

### 2) スイッチ間のコスト値の更新

スイッチ間のコスト値のデフォルト値を1とし、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+1する。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、コスト値が最小になるような最適経路探索を行い、経路を決定する。

### 4) 経路の再設定

OpenFlowのREST-APIを使用し、コントローラから経路を自動で切り替える。

## 3. 実験環境

本研究では、NICTが運用する研究用ネットワークを使用した。[4] JGN-Xの拠点および大学に設置したFLAREノードを使用し、ソーシャル情報によるSDN切替実験を実施した。使用したFLAREノードはコントロール・プレーンに加え、データプレーンもソフトウェア化されDPN(Deeply Programmable Network)が実現できる。また、FLAREは、ネットワーク仮想化により、複数のネットワーク機能をプログラミングし動作させることができる。それぞれのアプリケーションに対し、適切な仮想化されたネットワークに割りあて、制御できる。

## 4. 実験ネットワーク

本研究で使用するJGN-X上のFLAREは図1のように全国8カ所に9個設置されており、それぞれのノードはVLANで接続されている。

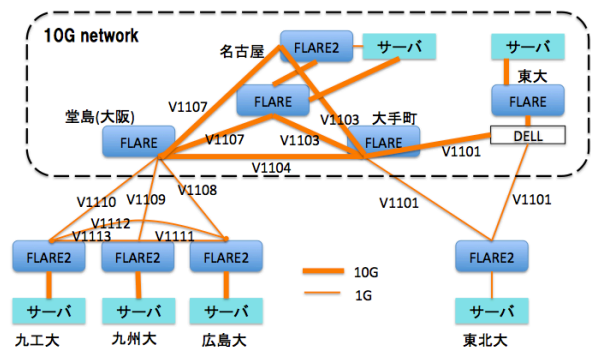


図1: JGN-X上のFLARE

実験を行うにあたり、各ノードにおいてFLAREスイッチをVLAN対応の形で構成した。FLAREはOpenFlow機能をサポートしており、FLAREのOpenFlowはClickで実装されているため、VLAN機能をスイッチ外で処理することが可能である。図2は名古屋のFLAREスイッチである。

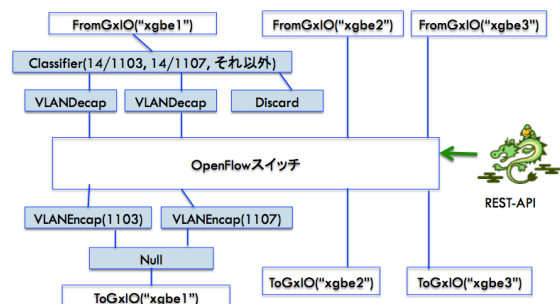


図2: VLAN対応のFLAREスイッチ(名古屋)

SDN path control experiments using network virtualization node FLARE of JGN-X

<sup>†</sup> Tsumugi Tairaku, Haruka Yanagida, Masato Oguchi

<sup>‡</sup> Akihiro Nakao, Shu Yamamoto

<sup>††</sup> Saneyasu Yamaguchi

Ochanomizu University (<sup>†</sup>)

University of Tokyo(<sup>‡</sup>)

Kogakuin University (<sup>††</sup>)

このような形にすることにより、VLANで接続されていない場合と同じ経路設定を行うことが可能である。

## 5. 仮想環境 Mininet 上の実験

### 5.1 実験概要

JGN-X 上で実証実験を行う前に、仮想環境である Mininet 上で実験を行った。JGN-X 上の FLARE スイッチと同様のトポロジを作成し、災害時システムの実験を行った。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に基づき、東北大から東大への通信を想定し実験を行った。

### 5.2 実験結果

実験より、東大と東北大の間で障害を検知し、名古屋を経由する経路に切り替わった。このことから、ソーシャルメディアの情報から経路が切り替わることを確認した。

## 6. JGN-X 上の実験

### 6.1 実験概要

JGN-X での実験では、仮想環境 Mininet と同様に東日本大震災時のツイートに基づき、東北大から東大への通信を想定する。実験構成の都合上、東北大-東大サーバ間の障害経路切替として、アクセスするサーバを東大サーバのデータをレプリケーションしている名古屋に設置したサーバにアクセスする経路切替シナリオで実験を行った。

### 6.2 実験結果

図 3 に実験の結果を示す。2700 秒付近で経路の切り替えを行っている。経路が切り替わったことを Ping の応答遅延時間を測定することにより確認した。

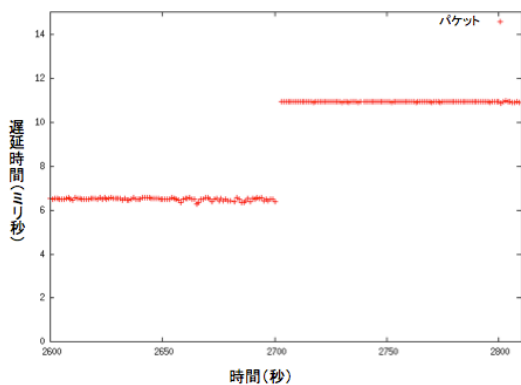


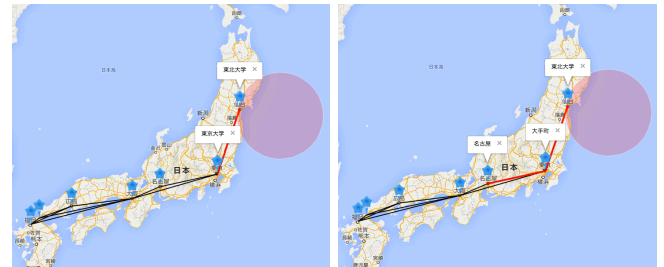
図 3: 実験結果 (遅延時間)

最初は東北大と東大間の経路を通る通信を行っていたが、東北大と東大の間で障害を検知した後、東北大、大手町、名古屋の経路を通り通信が行われたことが分かる。現時点では、システムが障害を検知してから、約 3 秒ほどで経路が切り替わった。

この結果より、Twitter の情報からネットワークの経路を自動で切り替える実験に成功し、本システムが有効であると言える。

### 6.3 実験結果の可視化

経路が自動で切り替わったことを確認するため、ネットワークの経路の可視化を行った。実証実験での障害検知前と障害検知後のネットワークを図 4 に示す。



障害検知前

障害検知後

図 4: 実験結果の可視化

図 4 では図 1 の JGN-X 上の FLARE を Google Map 上に表示している。青いピンは、各 FLARE スイッチ、赤い円は震源地であり、赤い線がネットワークの経路である。可視化結果からも、ネットワークの経路が切り替わったことを確認した。

## 7. まとめと今後の課題

JGN-X 上の FLARE スイッチを VLAN 対応の形に構成し、実験環境を整え、Twitter の障害情報をもとに、障害を回避する経路に SDN 制御で自動切替えする仕組みを Mininet および JGN-X で実験的に確認した。

今後の課題としては、実際のネットワークにさらに近いシナリオで実験を行い、本システムの有効性について検討していく。

### 謝辞

本研究は一部、総務省戦略的情報通信研究開発推進事業 (SCOPE) 先進的通信アプリケーション開発推進型研究開発によるものである。

### 参考文献

- [1] Akihiro Nakao, "FLARE: Open Deeply Programmable Network Node Architecture," Stanford Univ. Networking Seminar, October 2012. [http://netseminar.stanford.edu/10\\_18\\_12.html](http://netseminar.stanford.edu/10_18_12.html)
- [2] A. Nakao. Software-defined data plane enhancing sdn and nfv. Special Section on Quality of Diversifying Communication Networks and Services, IEICE Transactions on Communications, E98-B(1):12-19, 2015.
- [3] 丸千尋:「Twitter を用いた大規模災害時におけるシステム制御に有用な情報の抽出」, 情報処理学会第 77 回全国大会, 4M-07, 京都大学, 2015 年 3 月.
- [4] NICT: Network Testbed JGN-X, <http://www.jgn.nict.go.jp/>