

大規模災害時における仮想化ノードを用いたアプリケーション毎の SDN 制御手法の提案と評価

理学専攻・情報科学コース 平久 紬 (指導教員: 小口正人)

1 はじめに

地震などの大規模災害時にネットワーク輻輳が発生すると、現在のネットワークでは全てのアプリケーションのトラフィックが同一に扱われ同様のトラフィック制御が行われているため、人々が本当に必要とする緊急情報を取得するのが困難になるという問題が発生する。また、通常ではネットワークの状態はセンサのみを用いて管理されているが、東日本大震災が発生した際にはトラフィック量は通常の数十倍以上にも増え、制御に必要な情報が膨大となりセンサのみでネットワーク全体の状態を迅速に把握することが困難であった。

本研究では大規模災害時に通信障害が発生した場合、ソーシャル情報に基づき通信障害を検知すると共にトラフィックの種別を判定し優先度を高くすべきアプリケーションを優先できるネットワーク制御システムを提案する。自動制御を実現するプラットフォームとして FLARE [1] を使用し、実アプリケーションを用いたアプリケーション毎の SDN 制御実験を行うことにより提案システムの有効性を示す。

2 提案システムの概要

大規模災害時における通信障害発生時のソーシャル情報に基づいたアプリケーション毎のネットワーク自動制御システムの概要は以下の通りである (図 1)。(1)-(4) の流れで、自動でネットワーク制御を行う。SDN 対応のネットワークインフラを用いる。

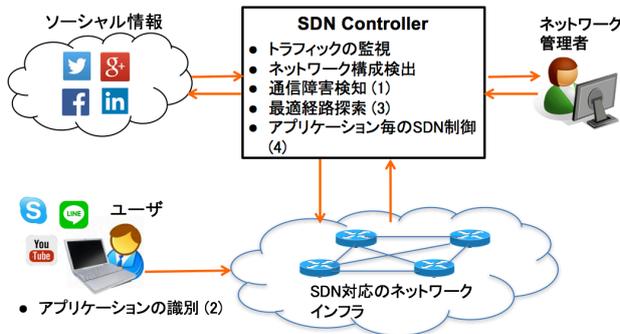


図 1: アプリケーション毎の SDN 制御システム

(1) 通信障害検知

ソーシャルデータとして Twitter を用いる。リアルタイムにツイートを監視し、通信障害が発生している地域に関する情報を含むツイート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) アプリケーションの識別

ユーザ端末上でアプリケーションの識別を行う。プロセステーブルと宛先ポート番号からアプリケーションを識別する。アプリケーション識別子とし

てパケットの後ろにトレーラバイトを付加する。本システムではアプリケーション名とアプリケーション名の長さをアプリケーション識別子として付加する。

(3) 最適経路探索

ネットワーク制御として経路切り替えを行う場合に最適経路探索を行う。スイッチ間のリンクのコスト値の更新として、コスト値のデフォルトを 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ある閾値以上あったら +1 する。コスト値の更新は 60 秒間隔で行う。スイッチ間のリンクのコスト値が更新されると、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検索を行い経路を決定する。

(4) アプリケーション毎の SDN 制御

SDN 対応のネットワークインフラを制御するコントローラ上で、クライアント PC 上で付加したトレーラバイトを確認しアプリケーションを識別する。トレーラバイトの代わりに Table id を付加することにより、OpenFlow の REST-API を用いコントローラからスイッチに帯域制限や経路切り替えの命令を行う。本システムではアプリケーション毎に制御可能だが、本研究では災害時に重要度が高いと考えられるリアルタイムに情報交換を行うアプリケーションを優先するように制御する。また、本システムは自動でネットワーク制御を行なっているが、ネットワーク管理者が手動で帯域制限や経路切り替えを行うことも可能である。

3 実験

本章では、広域ネットワークテストベッド上で経路切り替え実験を行うことにより、提案システムの有効性を示す。

3.1 実験環境

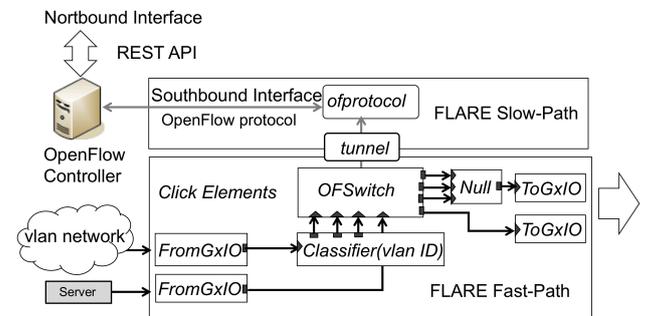


図 2: FLARE スライスで実装された VLAN ステッチング

全国各地に FLARE スイッチが設置されている広域ネットワークテストベッドを用いる。スイッチ間のノードには、タグ VLAN が使用されている。実験を行うに

あたり、各ノードにおいて VLAN 対応の形に構成する。図2にSDNノードの実装の一例を示す。OpenFlowデータパスは、遅い経路で実行されている OpenFlow プロトコルプロセスを介してコントローラによって制御することができる。また、Click Classifier エレメントを使用して、パケットを VLAN ID によって割り当てられたポートに転送する。

3.2 実験概要

図3に広域ネットワークテストベッドを示す。ソーシャル・データとして2011年3月11日14時から15時の東日本大震災時の実際のツイートを基に、東北大学から東京大学への通信を想定しトラフィックを発生させる。本システムを動作させたところ、ソーシャル・データより東北大学と東京大学の間で通信障害を検知し、実験構成の都合上、アクセスするサーバが東京大学の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り替えが自動で行われた。結果より、広域ネットワークテストベッド上で経路切り替え実験を行うことにより、本システムがソーシャル情報を基に自動でネットワーク制御が行えることが示された。

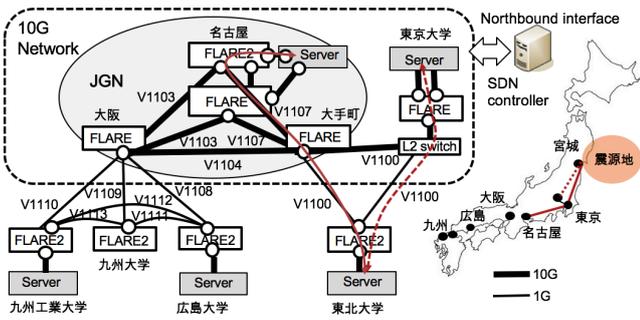


図3: 広域ネットワークテストベッド

4 実アプリケーションによる実験

本章では、実インターネットアプリケーションを用いた帯域制御実験を行うことにより、提案システムの有効性を示す。

4.1 実験概要

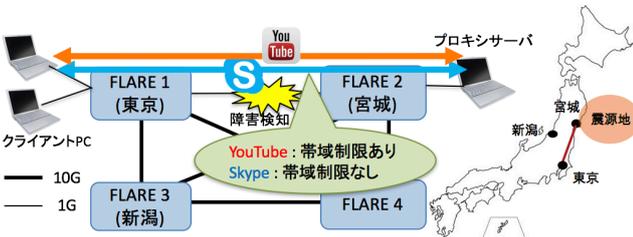


図4: 実験ネットワーク

実インターネットアプリケーションとして Skype と YouTube を用いて提案システムの有効性を示す実験を行う。Skype は情報交換をリアルタイムに行うことが可能なため災害時に人々にとって重要度が高いアプリケーション、YouTube は帯域を多く使用してしまい娯楽目的であるため重要度が低いアプリケーションと

して考えられる。実験ネットワークを図4に示す。各スイッチが東京、宮城、新潟にあると想定し本システムの実験を行う。スイッチ間のリンク帯域に余裕があるため、輻輳状態を作るためにリンク帯域を FLARE の Click を用いて絞る。クライアント PC 上で Skype のテレビ電話を行うと同時に YouTube を流す。ソーシャルデータとして東日本大震災時の実際のツイートを基に本システムを動作させたところ、システムは東京と宮城の間で通信障害を検知し YouTube のみ利用可能帯域が 100Kbps になるように帯域の制限を自動的に行った。

4.2 性能評価

図5に帯域制御前と帯域制御後の Skype のテレビ電話におけるパケットロス率を示す。リンク帯域を 500, 400, 300Kbps に制限した場合を見ると、帯域制御前に比べて制御後の Skype のパケットロス率が下がっていることがわかる。またリンク帯域を 500, 400Kbps に制限した場合で Skype のテレビ電話を行うと、帯域制限前にはテレビ電話が利用不可能な状態であったのに対して、帯域制限後は画像や音声に乱れがあるもののテレビ電話が可能な状態になる。実験結果より、提案システムによりアプリケーション毎にネットワーク制御が可能となり、輻輳が発生した際に重要度が高いアプリケーションを優先するような制御が可能となることが確認できる。

スイッチ間のリンク帯域	帯域制御前の Skype のパケットロス率 (%)	帯域制御後の Skype のパケットロス率 (%)
1Mbps	0	0
500Kbps	0.01	0
400Kbps	7.1	3.1
300Kbps	7.5	7.3

図5: 帯域制御前と帯域制御後の Skype のパケットロス率

5 まとめと今後の課題

本稿では、大規模災害時のネットワーク輻輳が発生した際に必要となる、ソーシャル情報に基づき通信障害を迅速に検知すると共にトラフィックの種類を判定し優先度が高いアプリケーションを優先するようなネットワーク制御システムを提案をした。また、広域ネットワークテストベッド上で実証実験を行うことや実インターネットアプリケーションを用いた実験を行うことにより、提案システムの有効性を示した。

今後の課題として、実際に起こりうる輻輳状態に近いネットワークで本システムの実験を行うことや経路切り替えと帯域制限を組み合わせたアプリケーション毎のネットワーク制御を考える。

参考文献

- [1] 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