

## 災害時ネットワークの通信の混雑を想定した 通信制御手法

関口和希<sup>†</sup> 武田敦志<sup>†</sup>

東日本大震災では、東北地域の基地局や伝送設備の倒壊により、被災地のネットワークは甚大な被害を受けた。災害時の臨時的通信手段として、避難所等では衛星通信システムが利用された。しかし、この接続環境はADSLや光ファイバーによる通信に比べ通信速度が遅く、利用者が殺到すると輻輳による切断が起きやすくなるという欠点がある。そこで、本稿では衛星通信システムにOpenflowスイッチと通信制御用のサーバを設置し、LAN内のクライアントと外部サーバ間のパケットの送受信を制御するシステムを提案する。提案システムでは、通信制御用のサーバにクライアントからのリクエストを待機させ、通信路の状況を考慮して外部のWebサーバに送信する。提案システムを利用することで、災害時の通信速度が遅い接続環境で確実に通信を行うことが可能となる。

## Communication Control against Network Congestion on Disaster Environmental

Kazuki Sekiguchi<sup>†</sup> and Atsushi Takeda<sup>†</sup>

The big earthquake at 3.11 in 2011 broke a lot of infrastructures for computer network, so satellite communication system was used for communicating between disaster areas and other areas. The satellite communication system can be used all over the world, but the band width of communication is limited. Therefore, flow control is required for the system in order to avoid congestion or disconnection. In this paper, we propose a flow control system for disaster areas which are connected to other areas via narrow band network. Our system contains an openflow switch and flow control server which perform flow control based on bandwidth of the network. In addition, the flow control server indicates the network condition to client computers. In this paper, we describe that the proposed system can avoid network congestion and can reduce network packets from disaster areas to other areas.

### 1. はじめに

東日本大震災発生時、安否確認、震災情報確認にインターネットが広く利用された。NHK放送文化研究所によって行われた調査では、調査の回答者8,997人の中で、地震発生後の一週間にインターネットを利用した人数は、8,104人であった<sup>[1]</sup>。この結果より、災害発生時のインターネットは、テレビやラジオといった既存メディアに続く情報源になっていると言える。しかし、被災地では、基地局や伝送設備の倒壊により、ネットワーク回線や電話回線のバックボーンが切断され、PCや携帯電話がネットワークに接続できなくなる。その対策として、東日本大震災では、衛星通信や移動基地局を避難所などの人の集まる場所に準備し、臨時のインターネット接続環境として提供した。しかし、この接続環境は、ADSLや光ファイバーによる通信に比べ通信速度が遅く、利用者が殺到すると輻輳による遅延や切断が起きやすくなるという欠点がある。そこで本稿では、衛星通信や移動基地局にOpenflowスイッチと通信制御サーバを設置し、遅延や切断が起きやすい災害時のネットワークに対してパケットの送信制御を行うことで輻輳の発生を減らすことを目的とする。

### 2. 災害時通信の問題点と関連研究

衛星通信のような通信速度が遅い回線で複数のクライアントによるリクエストが増えると輻輳が発生しパケットの破棄が発生する。回線に輻輳が起きていることがクライアントに通知されない為にクライアントはリクエストを再送する。その結果、リクエストの増加により輻輳の発生頻度が高くなり、クライアントの通信の失敗率が上がる(図1)。以上より、災害時の回線の問題点は以下の二つである。

問題① 伝送能力が低い為輻輳が起きやすい。

問題② 通信状態がクライアントに明示的でない。

本稿ではこの二つの問題点をパケットの転送制御を行うことで解決するシステムを提案する。

パケットの送信制御を行っている先行研究としてファイル転送時間短縮のためのOpenflowスイッチを用いたフロースケジューリングの研究が挙げられる<sup>[2]</sup>。この研究ではネットワークの要所に高機能通信ノードを配置し、通信に掛かる時間の短縮に成功している。しかし、この研究はバックボーン側の通信状況が安定していることを想定しており、衛星通信などの不安定なバックボーン回線は想定していない。パケットの送信制御により問題点①には対応できると考えられるが、問題点②には対応できない。

<sup>†</sup> 東北学院大学教養学部情報科学科  
Department of Information Science, Tohoku Gakuin University

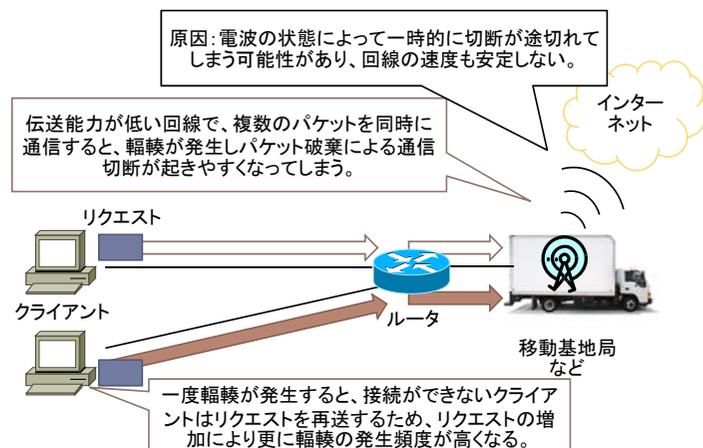


図 1 災害時通信の問題点

### 3. 提案システムの概要

本稿では災害時通信の問題点のそれぞれに対応策を提案する。問題①の対策として、LAN内に通信制御サーバを設置する。このサーバには Web サーバへのリクエストを待機させ、バックボーン回線の状況に合わせてパケット送信できる機能を実装する。これにより、回線が一度に通信するパケットの量を制御し、輻輳の発生をおさえる。問題②の対策として、クライアントが混雑状況を認識できる Web ページを作成する。これを通信制御サーバからクライアントに送信し、Web サーバとの通信が完了するまでの間に表示させることで、クライアントに通信状態が明確になり、クライアントからの再送を防ぐ。

以上の二つの対策を実現するため、本稿では Openflow を用いて、通信経路に通信制御サーバが含まれるネットワークを構築した。Openflow を用いることで、サーバを介した通信を行う際に必要となるプロキシの設定が不要になり、設定に掛かる時間や手間を省くことができる。また Openflow はプログラマブルな経路制御が可能になるという特徴があるため、利用状況に応じて、提案システムの一時停止や経路変更等が行えるという利点がある。

### 4. 提案システムの設計

問題①を解決するために、クライアントから Web サーバへのリクエストを通信制御サーバに待機させる機能と待機させたリクエストを通信路の状況を考慮して Web サーバに送信する機能を通信制御サーバに実装する。これにより、リクエストを断続的

に送るのではなく、間を空けて送信することができる。その結果、輻輳の発生をおさえ、確実に通信を行うことができる。また、Web サーバから返ってきたレスポンスに対応するクライアントへ送信する必要があるため、Web ページのセッション情報から対応するクライアントを判断しレスポンスを返す機能を実装する。

更に問題②を解決するために、通信制御サーバにリクエストが到達した時点ですぐに待機通知の Web ページ(図 2)をクライアントに送信する。混雑時でもすぐにクライアントが待機を認識できるため、クライアントからのリクエスト再送を防ぎ、輻輳が発生する原因を減らすことができる。クライアントが送信した最初のリクエストには待機通知の Web ページを返信しているため、インターネット上の Web サーバから送信された Web ページを受信することはできない。そこで、待機通知の Web ページに、通信制御サーバとインターネット上の Web サーバの通信が終了した段階で、再びインターネット上のサーバにリクエストを送信する機能を実装する。

また輻輳が起きていない場合にも電波の状態等により通信に失敗することがある。こういったバックボーン側の通信障害には通信制御サーバからリクエストを再送することで対応し、クライアントがリクエストを再送する手間や再送によるリクエストの増加を防ぐ。



図 2 待機通知の Web ページ

### 5. 実行順序

提案システムは、Openflow スイッチとそのコントローラ、通信制御サーバで構成されている。システムの実装方法と、実行順序を図 3 に示す。

- ① クライアントは通常時と同じようにインターネット上のサーバに向けたリクエストを送信する。本システムでは、Openflow スイッチを利用しパケットを通信制御サーバに転送しているため、本来必要となるプロキシの設定が不要になる。
- ② 通信制御サーバにリクエストを転送する。通信制御サーバは待機通知の Web ページをクライアントに返す。クライアントに通信路の混雑状況を通知することで、クライアントがリクエストを再送することを防ぐ。

- ③ 通信制御サーバはクライアントから受け取ったリクエストを、受け取った順に Web サーバに送信する。ここで通信に失敗した場合、通信制御サーバから Web サーバへのリクエストを再送する。通信制御サーバでバックボーン側の通信障害に対応することにより、クライアント側が再送する手間や再送によるリクエストの増加を防ぐ。
- ④ 通信制御サーバが Web サーバからレスポンスを受け取る。その後、クライアントからリクエストを通信制御サーバに送信し、レスポンスをクライアントに送信する。

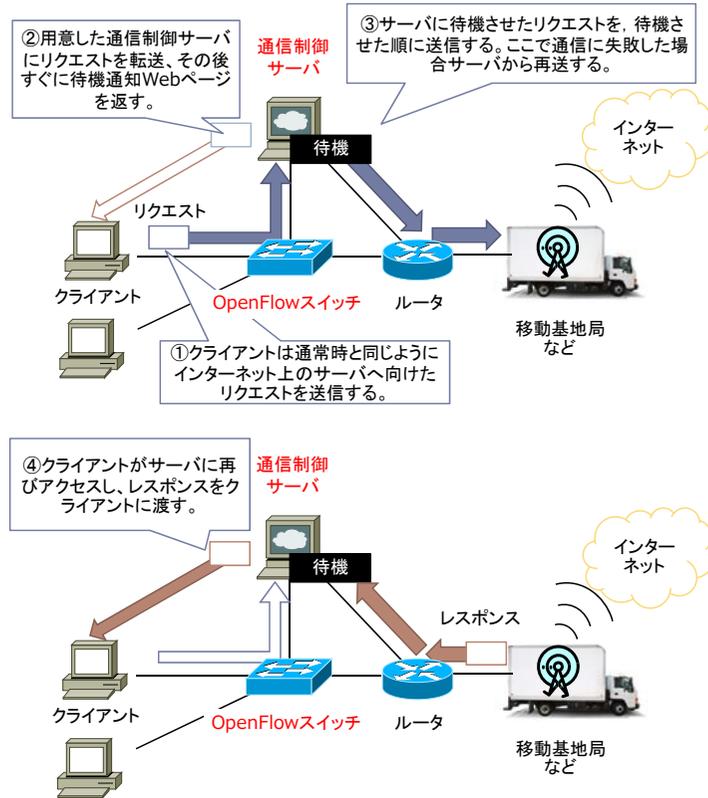


図 3 提案システムの通信

## 6. おわりに

本稿では災害時にネットワークが抱える問題点に対応し、Web サービスに必要な通信を確実にできるシステムを開発した。本稿で開発したシステムは、通信制御サーバにリクエストを待機させることで従来の通信路では発生していた輻輳を減らすことができる。今後の課題として本稿で開発したシステムが回線の状態により不必要な場合には停止、必要な場合には利用できるようなことが挙げられる。これにより常設の衛星通信で本稿利用をできる他、回線が安定している場合に起きてしまう不必要な待機に掛かる時間を減らす事ができる。

## 参考文献

- [1] 「東日本大震災・ネットユーザーはソーシャルメディアをどのように利用したのか」、執行文子、放送研究と調査 vol.61, No.8, pp.2-13, 2011.
- [2] 「ファイル転送時間短縮のための OpenFlow スイッチを用いたフロースケジューリング」、石見亮太、中山義彦、佐藤広和、永田晃、鶴正人、電子情報通信学会技術研究報告.NS、ネットワークシステム vol.111, No.468, pp.427-432, 2012.