

# 災害時における複合ネットワーク環境の経路選択 Route selection method for complex network environment in disaster

柿崎謙人<sup>†</sup> 佐藤剛至<sup>‡</sup> 柴田義孝<sup>†</sup>

岩手県立大学 ソフトウェア情報学部<sup>†</sup>

岩手県立大学 ソフトウェア情報学部研究科<sup>‡</sup>

## 1 はじめに

近年、災害や事故などを始めとしたネットワークに対する障害への対策案として、インターネットアクセスの冗長化を行い、ネットワーク全体の耐故障性の向上や接続性の保証を図ることが重要である。特に2011年3月に発生した東日本大震災では、災害時に有線ネットワークを始めとするネットワークが障害によって使用できず、FWA、3G回線、衛星IPネットワーク通信技術により仮復旧され、被災地域からインターネット接続がなされた。

本研究室では、次世代ネットワーク技術 OpenFlow を用いて上記のような災害時を想定して複数のネットワークを利用して、その通信状態に応じたリンクの最適経路切り替えに関する研究が中心に行われてきた<sup>1)-3)</sup>。また、ネットワークのQoSを考慮する為に帯域幅などを推定する技術として PathChirp を使用してきたが、測定時間が長いという問題点が挙げられている<sup>4)</sup>。

そこで本研究では、OpenFlow を用いて、有線と無線の複合環境の End-to-End での接続性や QoS を考慮した最適経路切り替えの出来るシステムを構築し、切り替え時間の評価を行う。また、これまでの研究で使用されてきたスループット測定ツール PathChirp を、PathQuick<sup>[4]</sup>を参考に改良し、その測定精度の性能比較を行う。

## 2 システム概要

### 2.1 システム概要図

本研究のシステム概要図を図1に示す。地域のバックボーンとしての有線ネットワークと、地域のアクセス網としての複数の無線ネットワークの相互接続された OpenFlow ベースのネットワーク環境から構成されるものとし、各自治体職員や住民と災害対策本部を結ぶことを想定する。本システムは PC、スマートフォン、タブレット等の端末から直近のノード兼管理サーバへ接続し、無線通信で同様のノードを経由して有線接続されているノードの端末と通信を行える。各ノードには OpenFlow Switch、管理サーバは OpenFlow Controller を持つ。

OpenFlow Controller は1台でも複数の OpenFlow Switch の制御が出来るが、各ノードが持つ事で障害発生時の対策や可用性の向上に繋がる。管理サーバは各ノードのアクセス制御を行い、ノードから定期的に各リンクの帯域幅や RTT 等の通信状態を取得することでノード間のリンク切り替えを行う。

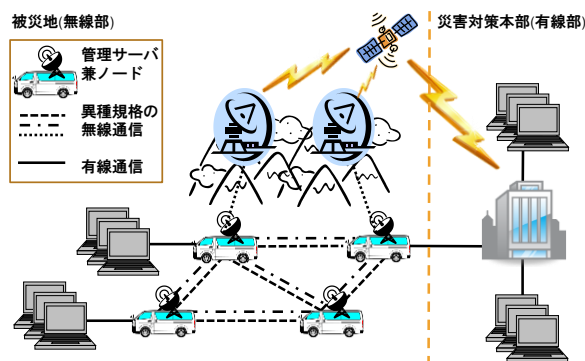


図1. システム概要図

### 2.2 OpenFlow

OpenFlow の概要図を図2に示す。

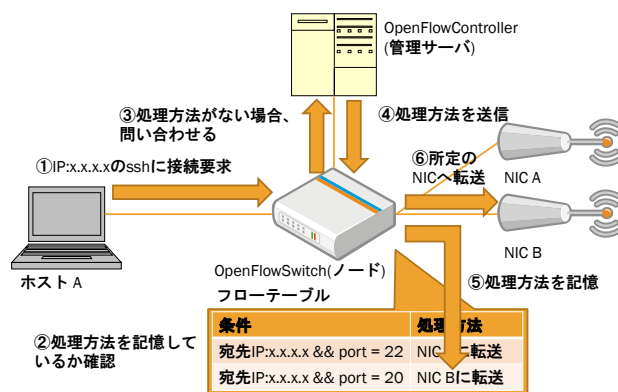


図2. OpenFlow 概要図

OpenFlow は SDN(Software Defined Network)を実現するために標準化されたアーキテクチャであり、ネットワークの経路制御機能を持つ OpenFlow Controller とデータ転送機能を持つ OpenFlow Switch によってネットワークが構成される。Controller と Switch 間では OpenFlow Protocol による制御情報の通信が行われ、ネットワーク

Route selection method for complex network environment in disaster

<sup>†</sup>Kento Kakizaki, Yoshitaka Shibata, Faculty of Software and Information science, Iwate Prefectural University

<sup>‡</sup>Goushi Sato, Graduate Software and Information science, Iwate Prefectural University

をプログラムで制御することで、柔軟なネットワーク論理構成や経路変更が可能である。ネットワーク制御は集中型の Controller から、各 Switch の Flow Table を書き換えることで実現される。

### 3 アーキテクチャ

アーキテクチャの構成図を図 3 に示す。ノード側では OpenFlow Switch とは別に逐次スループット、RTT、パケットロス率、電界強度のログを取るモジュールを配置し、それを sender で管理サーバへ送信する。管理サーバでは受け取ったデータを、AHP 法を用いて経路変更計算を行い、リンクの決定、切り替え制御命令を OpenFlow Controller が OpenFlow Switch に発行する。

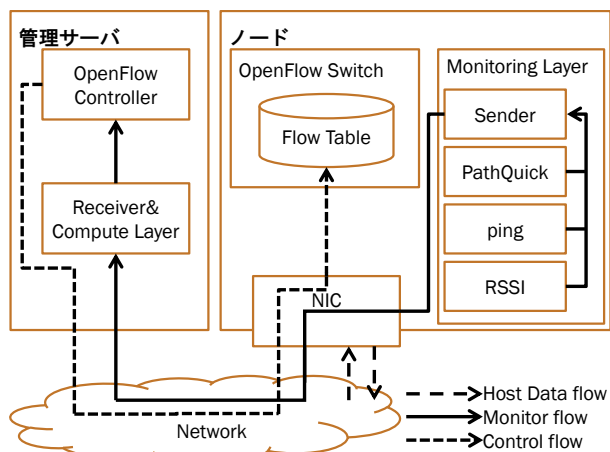


図 3. アーキテクチャ構成図

#### 3.1 Pathquick

経路変更を行う為にネットワークにおけるスループットを同期的に測定する Pathquick は PathChirp に代わる可用帯域推定方式である。

従来の PathChirp との相違を図 4 に示す。

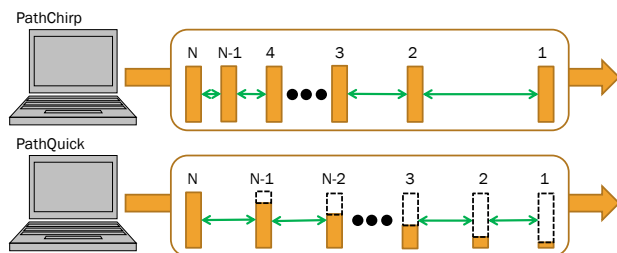


図 4. PathChirp と PathQuick 概要図

PathChirp はパケットトレイン内のプローブパケットと呼ばれる一定サイズのパケットの送信間隔を指数関数的に増加させて送信しレシーバで受信、パケットの到着が遅れる所でスループットを測定しているが、PathQuick では送信間隔を等間隔とし、かつ送信するパケットサイズを線形的に増加していく事で、測定時間や精度が向上することが出来る。本研究では OpenFlow の切り替え時に PathChirp と PathQuick を使用し、その精度の比較により改良を行う。

### 4 プロトタイプ構成

本研究のプロトタイプ構成図は図 5 に示す。まずホス

ト 1 からホスト 2 へのテキストや動画等のデータを送信することを目的として、Switch を起動しているノード間のいずれかのリンクを介してデータが送られる。Controller では、周期的にノードからノード間の複数のリンクのスループット、RTT、パケットロス率、無線部分では電界強度を取得し、AHP 法を用いてリンクの変更が必要かどうかの評価計算を行う。例えば災害によってあるリンクが、急激にネットワーク状態が悪化して、リンクの切り替えが必要な場合は Controller が切り替え制御命令を Switch 側へ送信し、別のリンクへの切り替えを行う。

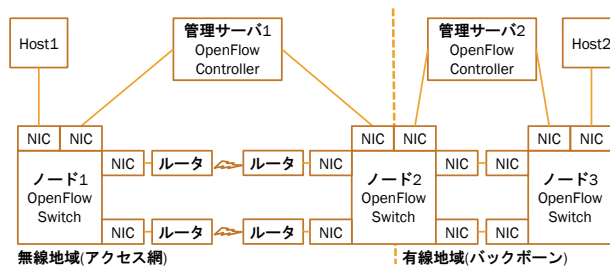


図 5. プロトタイプ構成図

### 5 評価

アクセス網としての無線ネットワークと有線ネットワークを想定した図 5 のプロトタイプを用いて、ホストがデータを送っている各ノードのリンクに負荷を掛けてサーバ側でリンクの適切な切り替えにどれだけの時間を要するのかを評価する。また PathChirp と PathQuick の測定時間や精度を比較し、プロトタイプ環境で使用したときの時間の影響も評価する。

### 6 まとめ

本研究では、災害時を想定した複合ネットワーク環境での経路選択の提案を行った。このシステムにより、有線、無線の複合ネットワークノード間の複数のリンクで特定のエンド間でのアプリケーションや通信に適した通信経路を選択、確保することが可能になる。

### 参考文献

- 1) Goshi Sato, Yoshitaka Shibata. "PC Router Based Dynamic Network Configuration Method for Cognitive Radio LANs" 2010 13th International Conference on Network-Based Information Systems, Takayama, Gifu Japan September 14-September 16, pp. 98-102, (2010).
- 2) 関野 雄人. "OpenFlow によるモバイルネットワークノード間のリンク選択技法の実現に関する研究" (2012).
- 3) 熊谷 友来. "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," (2012).
- 4) 大芝 崇, 中島 一彰. "マルチメディアコミュニケーションの QoS を確保するための実時間可用帯域推定方式" 情報処理学会研究報告. EIP, [電子化知的財産・社会基盤], pp. 1-8, (2010)