

自然災害発生時における回線利用状況を考慮した資源適合型ネットワークシステム

戸川和晃[†] 佐藤剛至[‡] 橋本浩二[†] 柴田義孝[†]
[†]岩手県立大学ソフトウェア情報学部 [‡]岩手県立大学ソフトウェア情報学研究科

1 はじめに

我が国は自然災害多発国である。2011年3月の東日本大震災においては、ネットワークケーブルの断線や電波塔の倒壊によって大規模なネットワーク障害が発生した。ネットワーク障害発生エリアには移動基地局車が配備されることでネットワークの復旧が行われる。しかし、その移動基地局車に多くのトラフィックが集中することで、輻輳やオーバーフローが発生した。このようなネットワーク障害は被災地の現状把握を極めて困難にし、安否確認、救助活動等に大きな障害を発生させる。一方、災害情報共有プラットフォームによる効果的な災害情報の伝達・共有に関する研究[1]で述べられている通り、情報には重要度があり、重要な情報であれば迅速かつ確実に伝達する必要性が高い。しかしながら、現在のIPネットワークでは情報の優先度に応じた優先制御を行うことは困難である。したがって、災害発生時のように、日常の何倍ものネットワーク資源が必要とされる状況においては、ネットワーク資源をより有効的に活用する手法の確立が強く望まれている。これまで災害時のネットワーク障害に対応するために、ネットワークリンクを確立するための研究が行われてきた。先行研究[2][3]においてはネットワークのコネクティビティを確保することに重きをおいており、情報の優先度に応じた制御、輻輳発生前の帯域制御やネットワーク資源の有効活用については考慮されていない。

そこで本研究では先行研究の成果を踏まえて、災害発生時においてコネクティビティを確保したあとの回線利用状況を考慮した資源適合型ネットワークシステムを提案する。提案システムの概要は図1に示すとおりである。提案システムでは優先度に応じて帯域を制御する優先制御機能、輻輳発生前に帯域制御を行う帯域制御機能、ネットワーク資源の有効活用を周辺端末間で連携して行う周辺端末連携機能を実現する。

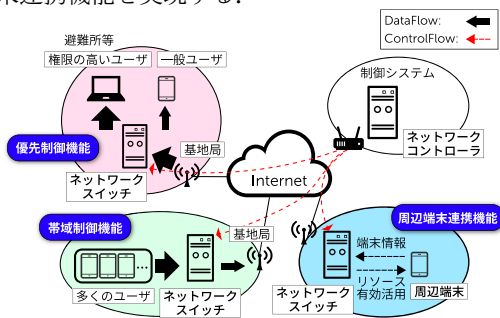


図1: システム概要図

Adaptive Resource Control System for Network Congestion and Failure in Natural Disasters

Kazuaki Togawa[†], Goshi Sato[‡], Koji Hashimoto[†], Yoshitaka Shibata[†]

[†]Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University, Japan

[‡]Graduate School of Software and Information Science, Iwate Prefectural University, Japan

2 システム概要

図1のシステム概要図で示されているネットワークコントローラアーキテクチャを図2に示す。ネットワークコントローラはインターネット回線を介して常にネットワークスイッチ、周辺端末と接続しており、ネットワーク状態の取得や制御を行うものである。

ネットワークスイッチは避難所や病院などに配置され、インターネットゲートウェイとして動作するものである。

周辺端末はネットワークスイッチと接続しており、またアクセスポイントとして動作するものである。

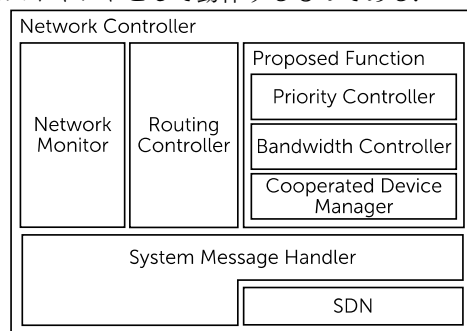


図2: ネットワークコントローラアーキテクチャ

(1) 優先制御機能

優先制御機能では権限の高いユーザの帯域を保証する。ネットワークコントローラは Network Monitor によって帯域推定を行い、推定結果から帯域保証値を決定する。Priority Controller は MAC アドレスからユーザの権限を決定し、System Message Handler が帯域保証値と権限情報をネットワークスイッチに通知を行う。

この優先制御機能によって通常のネットワークと比べて、重要度の高い情報伝達に使われる帯域は広がる。そのため、重要度の高い情報を迅速かつ確実に伝達することが可能となる。

(2) 帯域制御機能

帯域制御機能では輻輳予測を行い、輻輳発生前に帯域を制御することで輻輳やオーバーフローが発生するのを防ぐ。ネットワークコントローラは Network Monitor によって帯域推定を行う。Bandwidth Controller はネットワークスイッチから統計情報を取得し、帯域推定結果と統計情報から輻輳予測を行う。輻輳の発生が予測された場合は帯域上限を設定する。

この帯域制御機能によって輻輳発生前に帯域制御が行われるため、トラフィック量がネットワーク許容量を超えることはなくなり、バッファがあふれることもなくなる。そのため、輻輳やオーバーフローを防ぐことが可能となる。

(3) 周辺端末連携機能

周辺端末連携機能は周辺端末が連携することでネットワーク資源の有効活用を行う。ネットワークコントローラ

は Cooperated Device Manager によって周辺端末の情報を収集する。収集した情報によって、接続ユーザが少なく余力のある周辺端末への接続先の変更や輻輳ウィンドウサイズの大きさを適切に設定し、利用帯域幅を調整する機能を提供する。

上述した(1)~(3)の機能を実現するためには、通信機器を集中的、スケーラブルかつ動的に制御することが必要である。そこで本研究では SDN を利用する。SDN はソフトウェアによってネットワーク構成を制御することができるネットワーク制御技術である。本研究では SDN として OpenFlow を適用し、その Framework である Ryu[4]を使用して、ネットワークスイッチの統計情報の取得や、経路制御・優先度設定の定義変更を行う。

3 プロトタイプシステムと機能評価

現在、提案機能の有効性を評価するためにプロトタイプシステムを構築している。スケーラビリティを考慮した評価実験を行うために、ネットワーク仮想環境である mininet[5]を使用する一方で、実環境を想定した実機による実験環境の構築を進めている。図3は mininet を用いたプロトタイプシステムの構成を示している。

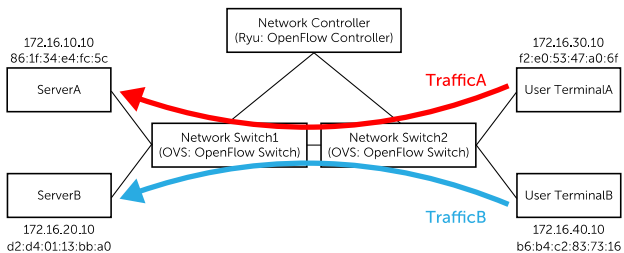


図3: プロトタイプシステム

今回はこのプロトタイプシステムを用いて優先制御機能の評価を行ったので以下にまとめる。評価では帯域保証を行わない場合と行った場合で測定を行い、比較した。帯域保証を行わない場合は帯域制御を行うための tc コマンドを用いて Switch 間のスループットを 1Mbps に設定し、帯域保証を行う場合は表 1 のような QoS 設定を Network Switch2 の出力側のポートに対して行った。

表 1: QoS 設定値

トラフィック A	帯域上限値：1Mbps
トラフィック B (優先)	送信元 MAC アドレス：b6:b4:c2:83:73:16 帯域上限値：1Mbps 帯域保証値：500kbps

測定シナリオは以下の通りである。

1. User TerminalA から ServerA へトラフィック A を送出
2. トラフィック A 送出開始 20 秒後にトラフィック B を User TerminalB から ServerB へ送出

帯域保証を行わなかった場合の結果を図 4、帯域保証を行った場合の結果を図 5 にそれぞれ示す。図 5 に示す測定結果では、優先トラフィックの一時的な低下が見られるものの、図 4 と図 5 の比較から、帯域保証を行った方が優先トラフィックのスループットが高いことが分かる。このように、優先制御機能により優先情報に使われる帯域が広くなることから、優先情報を迅速かつ確実に伝達することが

可能となる。一方、今回の実験で発生した一時的なスループットの低下については、原因の調査と改良を進める。

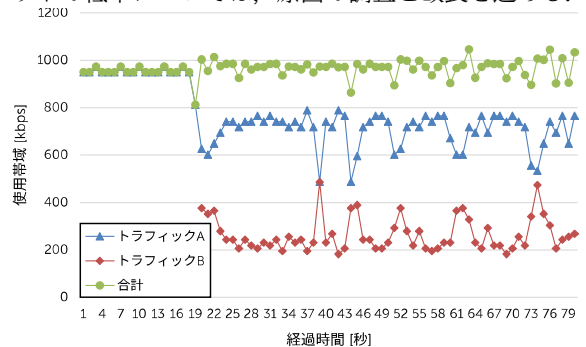


図 4: 帯域保証を行わなかった場合のスループット測定結果

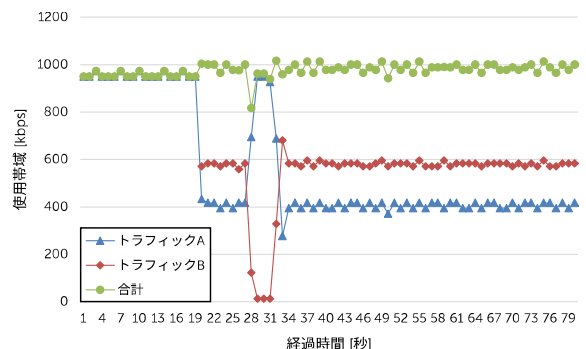


図 5: 帯域保証を行った場合のスループット測定結果

4 まとめ

本稿では、災害発生時においてコネクティビティを確保したあとの回線利用状況を考慮した資源適成型ネットワークシステムを提案した。機能評価ではネットワーク仮想環境である mininet を用いてプロトタイプシステムの構築を行い、ユーザの権限を MAC アドレスから判別することで、優先的に帯域を割り当てる優先制御機能の有効性を示した。これによって、重要度の高い情報を迅速かつ確実に伝達することが出来る。今後は実機による評価や、帯域制御機能、周辺端末連携機能の実装を目標として検討していく予定である。

参考文献

- [1] 国土交通省 国土技術政策総合研究所: “国土技術政策総合研究所資料 災害情報共有プラットフォームによる効果的な災害情報の伝達・共有に関する研究”, <http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryounn/tnn0423pdf/ks0423.pdf> (2015 年 1 月 5 日参照).
- [2] Goshi Sato, Koji Hashimoto, Noriki Uchida, Yoshitaka Shibata: “Network Link Selection Method for Disaster Oriented Mobile Network Based on OpenFlow Framework”, Proc of Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing (IMIS), 2013 Seventh International Conference pp. 326 - 330 (2013).
- [3] 隆晃人, 山本翔, 水野修: “都市災害を想定した減災情報ネットワークの運用方法の検証” 電子情報通信学会技術研究報告. IN, 情報ネットワーク, 112(393), 15-20 (2013).
- [4] Ryu SDN Framework: <https://osrg.github.io/ryu/> (2015 年 1 月 6 日参照)
- [5] Mininet An Instant Virtual Network on your Laptop (or other PC): <http://mininet.org/> (2015 年 1 月 5 日参照).