

OpenFlow を用いた災害時の動的な回線選択手法の検討

多幡 早紀[†] 堂ノ脇 梓[†] 福井 良太郎[‡] 嶋津 恵子[‡] 重野 寛[†]

慶應義塾大学理工学部[†] 慶應義塾大学先導研究センター[‡]

1. はじめに

災害発生時に、被災者の救助、救命を迅速に行うためには、情報の共有が不可欠である。災害時の情報共有を支援するシステムは、多数研究されている。中でも、特に発災後 72 時間に焦点を当てた、救命情報共有システム [1][2] が現在検討されている。このシステムの目的は、要救助者に関する情報の収集を通じて、救命隊が出動予定地の意思決定を行うための支援を行うことである。このシステムでは、公共車両に搭載された中継器が、周囲の端末から要救助者に関する情報を収集し、サーバへの中継を担う。このとき、中継器からサーバへの通信経路は、LTE や無線 LAN、衛星回線など、複数考えられる。しかし、災害時はネットワークが不安定であるため、使用する回線を状況に応じて選択する必要がある。

そこで本稿では、柔軟な経路制御が可能である OpenFlow [3] を用いて、複数の回線から通信に使用する回線を動的に選択する手法について検討する。

2. 救命情報共有システムとその通信

図 1 に救命情報共有システムの概要を示す。救命情報共有システムにおいて、要救助者に関する情報は、被災者や救命隊が所持する端末からサーバへと送信される。このとき、公衆回線が使用できない地域において、公共車両に搭載された中継器が臨時的の基地局となり、周囲の端末から情報を収集する。冗長化するため、中継

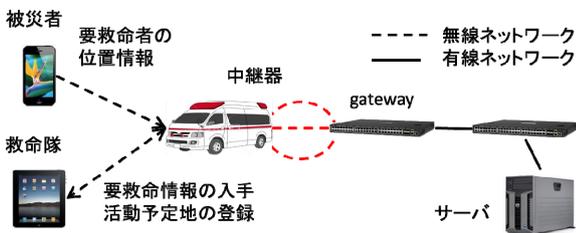


図 1 救命情報共有システム

OpenFlow-Based Dynamic Communication Link Selection in Large Scale Disasters

Saki TABATA[†], Azusa DONOWAKI[†], Ryotaro FUKUI[‡], Keiko SHIMAZU[‡] and Hiroshi SHIGENO[†]

[†] Department of Science and Technology, Keio University

[‡] Keio Advanced Research Center

器は、gateway スイッチ（サーバが接続している有線ネットワークへの入口）との通信に複数の回線を使用することが可能である。ここで災害時は、被災地の状況に応じて、回線の接続状況が変化することが予想される。そのため、回線の接続状況を考慮し、通信に使用する回線を動的に選択する必要がある。

3. 提案手法

本稿では、救命情報共有システムにおける、中継器と gateway スイッチ間の通信に着目する。そして、回線の接続状況を考慮し、通信に使用する回線を動的に選択する手法を提案する。本稿では、回線の動的な切り換えを可能にするため、OpenFlow を用いる。提案手法は以下の 2 つの機能を実現する。

- ・接続状況を考慮した回線選択機能
 - ・全回線切断時における情報の一時待機機能
- これらの機能により、ネットワークの耐災害性と、情報の伝達率の向上が期待できる。

3.1 接続状況を考慮した回線選択機能

回線の切断や接続を検知し、使用する回線の切り換えを行う。この機能は、通信可能な回線が、少なくとも 1 本は存在することを仮定している。この機能による回線の切り換えの様子を図 2 に示す。中継器と gateway スイッチの間の接続は無線であるため、回線の接続状況は LAN ポートのリンク状態と必ずしも一致しない。そこで、回線の接続状況の検知に LLDP (Link Layer Discovery Protocol) を用いる。OpenFlow コントローラは、中継器と gateway スイッチ間の回線の切断を検出した際、切断された回線を使用しているフローが、通信可能な状態にある別の回

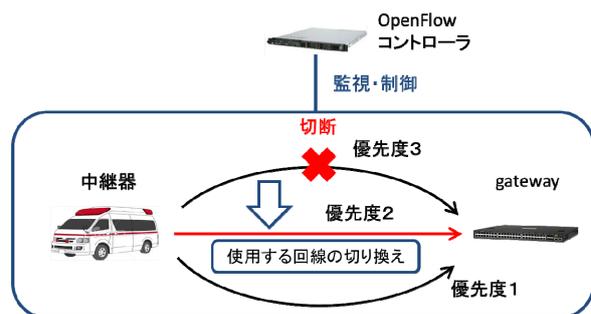


図 2 接続状況を考慮した回線選択機能

線を使用するよう、中継器と gateway スイッチのフローテーブルを変更する。このとき、通信可能な回線が複数存在する場合には、優先度が最も高い回線を選択する。図2では、優先度3の回線が切断した場合に、残る2本の回線がどちらも通信可能であるため、優先度がより高い優先度2の回線にフローが割り当てられている。なお、優先度を決定する指標として、回線の帯域や遅延などが考えられる。

3.2 全回線切断時における情報の一時待機機能

この機能は、中継器と gateway スイッチ間の全ての回線が切断された場合に動作する。この機能によるフローの変更の様子を図3に示す。このとき、救命情報共有システムのネットワーク全体を管理している OpenFlow コントローラ（以下、中央コントローラ）と中継器間のセキュアチャネルが切断されるため、中央コントローラは中継器を制御できなくなる。そのため、中継器に直接接続し、制御を行うコントローラ（以下、車載コントローラ）を新たに導入する。車載コントローラは全回線切断時のみ、中継器の制御を行う。また全回線切断中に、中継器が周囲の端末から受信した情報が廃棄されることを避けるため、待機サーバを導入する。待機サーバは中継器に直接接続され、中継器と gateway スイッチ間の通信が可能になるまでの間、情報を保持する役割を担う。車載コントローラは、中継器と gateway スイッチ間の全ての回線の切断を確認したとき、中継器が受信した周囲の端末からのパケットの宛先を待機サーバへ変更し、転送するよう、中継器のフローテーブルを変更する。

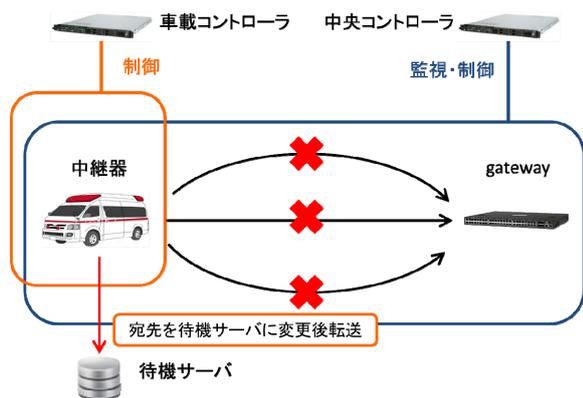


図3 全回線切断時の情報の一時待機機能

4. 評価

図4に実験環境を示す。中継器と gateway スイッチの間で、LTE と IEEE802.11g の2本の回線が存在することを想定する。今回は、OpenFlow コントローラの実装に Ryu [4]を用いる。中継器は Open vSwitch [5]を用いて実装した。さらに

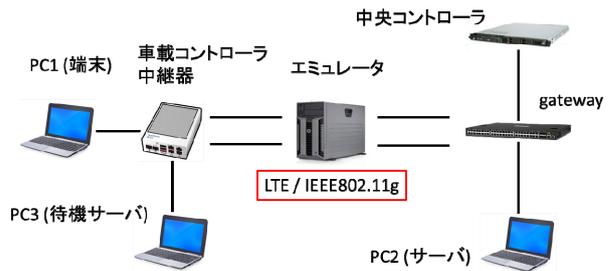


図4 実験環境

Ryu を導入することで、車載コントローラとしても動作させる。現在、中央コントローラを実装中である。今後この実験環境において、提案手法の2つの機能について、それぞれ以下のように動作確認と性能評価を行う予定である。

4.1 接続状況を考慮した回線選択機能

中継器、gateway スイッチ間の2本の回線を交互に切断し、フローの変化を確認する。また、PC2におけるパケットの受信率を測定する。

4.2 全回線切断時における情報の一時待機機能

中継器、gateway スイッチ間の回線を全て切断した際の、中継器におけるフローの変化を確認する。また、PC2、PC3におけるパケットの受信率を測定する。

5. おわりに

本稿では、災害時のネットワークの状態が不安定であることに着目し、OpenFlow を用いて、使用する回線を動的に選択する手法を提案した。提案手法では、回線の接続状況を考慮した回線選択を行い、全ての回線が切断された場合には、情報の一時待機を行う。今後は、提案手法の実装を行い、性能を評価する予定である。

謝辞

本研究の一部は、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の支援で行われました。

参考文献

- [1] 福井良太郎, 嶋津恵子, 重野寛, 大規模災害急性期サーチ・アンド・レスキュー支援システム, 情報処理学会研究報告, 2014年
- [2] 堂ノ脇梓, 多幡早紀, 嶋津恵子, 福井良太郎, 重野寛, 不安定なネットワークを想定した救命情報共有システムのためのオフライン運用機構, 情報処理学会第77回全国大会, 2015年
- [3] OpenFlow - Open Networking Foundation, <https://www.opennetworking.org/sdn-resources/openflow> (2015年1月閲覧)
- [4] Ryu SDN Framework, <http://osrg.github.io/ryu/> (2015年1月閲覧)
- [5] Open vSwitch, <http://openvswitch.org> (2015年1月閲覧)