

SDN を用いた災害時の異種ネットワーク切替に関する一検討

野崎 亮也^{†1} ギリエルイス^{†2} 和泉 諭^{†3} 阿部 亨^{†4,†5} 菅沼 拓夫^{†4,†5}^{†1} 東北大学工学部 ^{†2} 東北大学電気通信研究所 ^{†3} 仙台高等専門学校
^{†4} 東北大学サイバーサイエンスセンター ^{†5} 東北大学大学院情報科学研究科

1 はじめに

無線通信技術の進展に伴い、Wi-Fi, WiMAX, LTE, 5G などの様々な規格の無線通信技術が利用可能となっている。これら異種ネットワークを同時に活用したり、切り替えるたりするマルチホーミング技術を災害時に適用することで、通信の継続を目指す試みが注目されている。マルチホーミングの実現には異種ネットワークの切り替え（垂直ハンドオーバー）が必要であるが、規格の違いなどにより切り替えが困難である。また、大掛かりな設備が必要となり、災害時のような状況では導入が難しい場合がある。

そこで本研究では、IoT デバイスを用いた Software Defined Networking (SDN) 型の異種ネットワーク切替フレームワークを提案する。SDN により異種ネットワークを効率的に切り替えることを可能とし、また IoT デバイスにより導入の手間を削減する。本稿では、フレームワークの概要と実装の指針を述べる。

2 関連研究

災害時でも利用可能な資源を活用することで途絶することなく稼働し続けるネットワークとして Never Die Network (NDN) の概念が提案されている [1]。この NDN の概念をもと、に SDN を利用して耐災害ネットワークを実現する研究がある [2]。文献 [2] では、移動可能な車載型の SDN スイッチを用意し、直接、被災地域に向いて、故障したデバイスに代わりネットワークを再構築する。さらに異種ネットワークを用いて回線の冗長化を行っている。しかし、車載型の SDN スイッチであることから、災害時の道路状況を考えると車だけで全ての被災地域を網羅的にカバーすることは難しい。小型軽量の SDN スイッチの実現により、柔軟なネットワークの再構築が可能になると考えられる。

SDN を利用して垂直ハンドオーバーを実現する研究として [3] や文献 [4] などがある。文献 [3] では Wi-Fi と Bluetooth の切り替えを行っている。

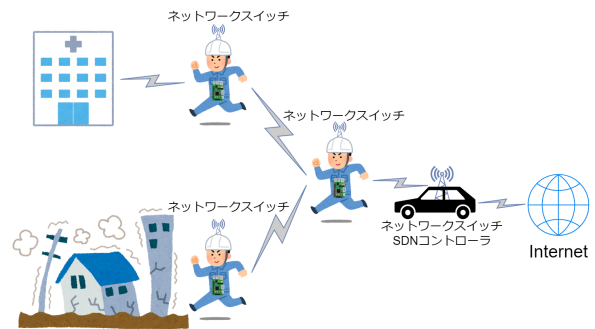


図 1: 災害時のネットワーク再構築

ファイル転送中に回線を切り替えても破損させずに転送でき、さらに消費電力が小さい Bluetooth を優先して利用することで省電力化にも成功している。一方で、クライアント端末内に仮想的な SDN スイッチと SDN コントローラを配置する必要があることから、高性能なクライアント端末が求められる。

文献 [4] では、アプリケーション要求やユーザの役割、回線状況を反映し垂直ハンドオーバーを行っている。例として、アプリケーションに基づく回線選択では、E-mail は遅い回線でも問題ないためコストがかからない回線を選択し、VoIP はコストがかかっても速い回線を使用する。また、ユーザに基づく回線選択の例としては、医師の通信を優先するなどがあげられる。異種ネットワークをそれぞれの性質を生かし有効的に利用することが可能となっているが、その一方で、事前に設定する事項が多く、導入の手間が大きい。また、シミュレーションやエミュレーションの評価にとどまっており、実機を用いた性能評価は未実施である。

3 提案

上記の課題を解決するために、IoT デバイスを用いた SDN 型の異種ネットワーク切替フレームワークを提案する。持ち運びが容易な IoT デバイスに SDN スイッチの機能を導入することで、図 1 に示すように災害時において、被災地にスイッチを持参し、容易にネットワークの再構築が可能となる。また、SDN を利用することで、回線などの状況に応じて、効率的に異種ネットワークの切替を可能にする。本研究ではこのフレームワークを実装し、その性能を評価し、実用性を検討する。

A Study on Heterogeneous Network Switching in Disasters Using SDN

Ryoya NOZAKI^{†1}, Luis GUILLEN^{†2}, Satoru IZUMI^{†3}, Toru ABE^{†4,†5}, Takuo SUGANUMA^{†4,†5}^{†1}School of Engineering, Tohoku University^{†2}Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University^{†3}National Institute of Technology, Sendai College^{†4}Cyberscience Center, Tohoku University^{†5}Graduate School of Information Sciences, Tohoku University

4 実装

IoT デバイスとして Raspberry Pi 3B+ を使って実装する。Raspberry Pi は ARM プロセッサを搭載した小型のシングルボードコンピュータであり、Wi-Fi と Bluetooth のインターフェイスを持つ。またインターフェイスを追加することも容易である。加えて、安価であることから多数用意することが可能であり、様々なネットワークポロジが構築しやすいという利点もある。以上の点から今回の実験に適していると言える。

SDN として OpenFlow を利用する。Raspberry Pi を OpenFlow スイッチ、OpenFlow コントローラとして利用し、OpenFlow スイッチをマルチホーミングデバイスとして冗長構成にすることで使用者は多重の回線を意識せずに使うことができる。

5 予備実験

提案するフレームワークにおいて、垂直ハンドオーバーによる回線切り替えにより、その影響を調査するためにシミュレーション実験を実施した。

実験環境を表 1 に示す。また、図 2 に実験に用いたネットワークポロジを示す。ホストを 2 台、スイッチを 2 台用意し、スイッチ間を 2 本の回線で接続する。回線はどちらも通信速度 100Mbps とした。トラフィックの生成と回線状況の取得には Iperf を利用する。TCP 通信を利用し、10 秒間、ホスト 1 からホスト 2 にトラフィックを送信する。その際、1 つの回線を使用し、送信開始から 5 秒経過後に回線を切断し、自動で別の回線に切り替える。計測のインターバルは 0.02 秒に設定した。その際の通信の復旧時間やスループットの変化などを測定し、垂直ハンドオーバー時の影響を調査した。

表 1: 予備実験環境

OS	Ubuntu 18.04(vmware)
CPU	AMD Opteron(TM) Processor 2 コア 2600MHz
RAM	2GB
OpenFlow	1.3
コントローラ	Ryu 4.34
シミュレータ	Mininet 2.2.2
計測ツール	Iperf 2.0.10

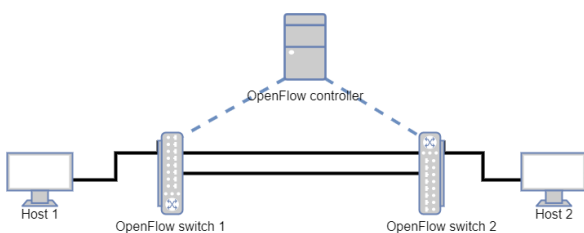


図 2: 予備実験のネットワークポロジ

実験結果を図 3 に示す。横軸が実験開始からの時間、縦軸が帯域幅となっている。実験開始から約 5.3 秒で、帯域幅が 0 になっており切り替えが起きていることが確認できる。回線が切断され通信が遮断してから復旧までの時間は約 0.08 秒であった。結果から、SDN の仕組みを用いて垂直ハンドオーバーの機能を実装することで、ホストでは特別な設定を行うことなく、回線が一部途切れても通信を継続できることが確認できた。

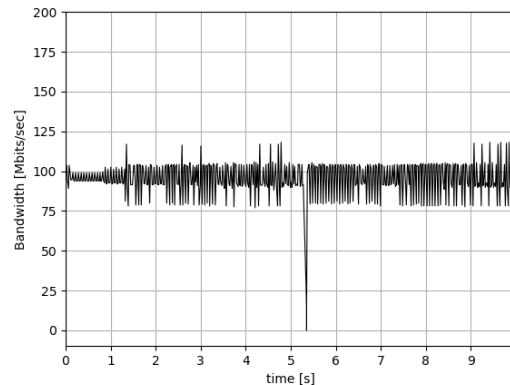


図 3: 予備実験の結果

6 まとめ

本稿では IoT デバイスと SDN 技術を利用した異種ネットワーク切替フレームワークを提案した。また基本機能を実装して、シミュレーションによる予備実験により、動作確認を行った。このフレームワークにより、利用可能な通信に自動的に切り替えることで、災害時において通信継続が期待できる。

今後は、実際にフレームワークを Raspberry Pi などの実機に実装し、性能評価や、シミュレーションとの結果の違いについて考察する。

参考文献

- [1] 菅沼拓夫 他: 無線ネットワークにおける Never Die Network サービス機構の構成, 2003 年電子情報通信学会総合大会, Vol. B-7-116, p. 376.
- [2] Sato, G. et al.: Research on Never Die Network for Disaster Prevention Based on OpenFlow and Cognitive Wireless Technology, in *Proc. of 30th IEEE AINA*, pp. 370–375 (2016).
- [3] Nguyen-Duc, T. and Kamioka, E.: Feasibility of SDN-based vertical handover between bluetooth and Wi-Fi, in *Proc. of 2015 ComManTel*, pp. 24–29 (2015).
- [4] Jin, I. et al: A flexible selection of Internet connections based on network expert knowledge, in *Proc. of 13th IEEE ICCT*CC*, pp. 251–257 (2014).