

SDN と DTN を融合した耐災害ネットワークの一検討

坂元 晴彦^{†1} 和泉 諭^{†1}^{†1} 仙台高等専門学校

1 はじめに

東日本大震災などの影響から耐災害ネットワークに関する研究が行われている。例えば、文献 [1] では位置信頼性による自律的経路制御手法を提案している。この手法では、特定のエリアをセルで分割し、各エリアごとに地震情報と振動センサ等から得た情報をもとにセルの信頼度を 0 から 1 の数値で算出し、Software Defined Network(SDN) により信頼度が高いセルを通る経路を設定する。SDN とはソフトウェアによるネットワーク制御技術で、一括でネットワーク機器の設定を行うことにより、ネットワークの迅速な制御が可能である。

本研究は新たな伝送手法アルゴリズムの開発によるネットワークの耐災害性強化の実現を目的とする。具体的には上記の経路の安全度を考慮した経路制御システムに加え、災害時において、警察署や消防署などの機関を宛先とする通報パケットは先に伝送し、その他の一般ユーザ間のパケットは後で伝送するなどのように、優先度を考慮したパケットの伝送手法を提案する。

2 関連研究

文献 [2] では SDN による経路制御システムと Delay Tolerant Networking (DTN: 遅延耐性ネットワーク) を融合した耐災害ネットワークアーキテクチャを提案している。DTN は通信路を確保できない環境でもストアアンドフォワードによりデータ通信を実現する枠組みである。この手法ではまず、スマートフォン等の端末間でパケットを送受し、無線 AP まで転送する。無線 AP にデータが到達するとパケットは SDN コントローラに転送され、経路制御システムと転送されたパケットをもとに警察署や消防署、避難所などの宛先ごとに経路を設定し、データを転送する。この手法ではネットワーク全体を管理するサーバを設けないため、災害の影響を最小限に抑えつつ、スマホ等のバッテリーが残る限り情報のやり取りが可能である。

しかし、この手法には無線ネットワークを前提にしている点とパケットの伝送順位が考慮されていない点などの課題が存在する。無線ネットワークを前提としている点について、従来手法では携帯端末同士のデータのやり取りが前提となっている。そのため、有線ネットワークを対象としている SDN と

DTN を融合したネットワークシステムの提案が必要と考えられる。また、従来手法ではパケットの伝送順位が考慮されていないため、例えば災害時に警察や消防への通報を行う場合、パケットが伝送されるのに時間がかかる可能性がある。

3 提案

前章で提示した課題を解決するために、本研究では有線ネットワークにおける SDN と DTN を組み合わせた優先度と経路の安全度を考慮したパケットの伝送手法を提案する。本提案手法の概要を図 1 に示す。

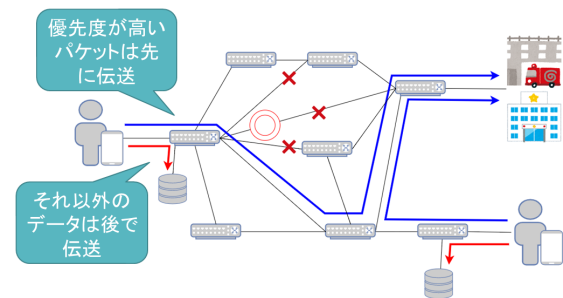


図 1: 提案の概要

本提案手法は、以下二つの機能から実現される。

- (S1) ストアアンドフォワード
- (S2) 災害リスクを考慮した経路制御

3.1 (S1) ストアアンドフォワード

本提案は、消防や警察への通報はインターネットで行うことを前提とする。本提案では事前にパケットに優先度を付与し、優先度が低いパケットの伝送時や通信路が確保されていない場合はユーザ側のスイッチに接続された DTN サーバにパケットを一時保存し、後で伝送を行う。

例えば消防署や警察署等の機関を宛先とするパケットは優先度を高く割り当て、それ以外のパケットは優先度を低く割り当てる。通信路が確保されていて、災害発生直後に消防署や警察署への通報パケットが多くやり取りされている間はそれらのパケットを優先的に伝送し、安否確認などの一般ユーザ間でやり取りされる通信パケットは DTN サーバに一時保存し、通報パケットが落ち着いた際に DTN サーバからパケットを宛先に送信する。また、地震や津波、土砂崩れ等の災害が発生し、通信路が途絶した際にパケットのやり取りを行う場合は一時的

に DTN サーバにパケットを保存し、通信路が復旧した際に保存されたパケットを優先度順に宛先に送信する。

3.2 (S2) 災害リスクを考慮した経路制御

本提案では SDN を使用し、事前に通信路に割り当てた安全度の数値や回線接続時等に取得した帯域幅の情報から経路制御を行う。例えば海岸や土砂崩れの恐れがある山側の通信路は事前に安全度を低く割り当て、それ以外の地域を通る通信路は安全度を高く割り当てる。

さらに、災害発生時には災害の種類や規模、発生地等の情報から安全度を見直し、再度割り当てを行う。また回線接続時や災害発生時等に帯域幅の情報を取得し、災害発生により経路が途絶した際に割り当てられた安全度の数値と帯域幅の値からスコアを算出し、通信路が復旧した際にスコアが高い経路を通るよう迅速に通信フローを設定する。

4 設計・実装

初期実験として Mininet [3] を使用し、ネットワークを仮想的に構築した。図 2 に今回構築したネットワークを示す。

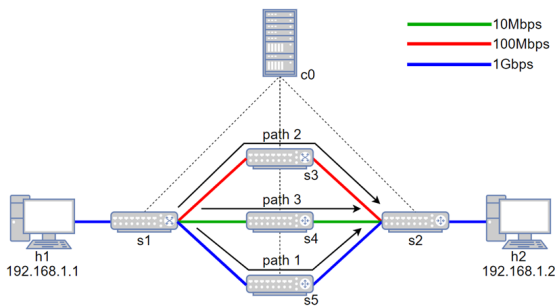


図 2: 初期実験のネットワークトポロジ

Mininet とは仮想ホスト、スイッチ、コントローラ、およびリンクのネットワークを作成するネットワークエミュレーターであり、SDN を実現する技術である Openflow を使用することが可能である。OpenFlow に準拠したネットワークは、ネットワーク経路制御機能を持つ OpenFlow コントローラ、ネットワークの伝送機能をもつ OpenFlow スイッチ、コントローラとスイッチがやり取りする OpenFlow プロトコルで構成される [4]。

今回はホスト [h1, h2] と OpenFlow スイッチとして OpenVswitch[s1, s2, s3, s4, s5], OpenFlow コントローラとして、Mininet 標準のコントローラ c0 を用意し、h1-s1, s1-s5-s2(path1), s2-h2 間を 1Gbps, s1-s3-s2 間 (path2) を 100Mbps, s1-s4-s2 間 (path3) を 10Mbps で接続する。path1 を通る通信フローを設定し、h1 から h2 宛に通信を開始する。通信は iPerf を用いて生成する。通信開始から 10 秒後地震が発生したと仮定し、s1-s5 が切断される。その後、path2, または path3 に経路を自動的に切り替えるようコントローラがフローを設定する。この時、それぞれの path を固定で利用した場

合、帯域に応じて path を切り替えた場合のスループットを継続する。

5 結果・考察

表 1 に初期実験の結果を示す。結果より、動的に設定された経路は帯域幅が 100Mbps の path2 であることから、設計通り帯域幅が広い経路を通る通信フローが設定されていることがわかる。今回は初期実験として、iPerf を用いて一つの通信のみを扱った。しかし実際は複数のユーザが様々な通信を行うことから、他のユーザのネットワークパフォーマンスが低下する懸念があるため、他のユーザのネットワークパフォーマンスを低下させないようにしつつ、帯域幅を取得する必要があると考えられる。

表 1: 初期実験結果

利用した path	スループット [Mbps]
path1	950
path2	95.9
path3	9.62
動的変更後の経路	95.9

6 おわりに

本研究ではネットワークの耐災害性強化を目的とし、優先度を考慮したパケットの伝送手法を提案した。今回は初期実装として帯域幅が広い経路を通る通信フローを自動で設定するプログラムを開発し、動作の確認を行った。

今後はユーザにネットワークパフォーマンスの低下などの影響が及ぶ可能性を考慮し、他のユーザのネットワークパフォーマンスを低下させないようにしつつ、帯域幅を取得する必要がある。さらに、帯域幅の取得方法や安全度の計算方法、優先度の付与手法の検討、DTN アーキテクチャの実装を行う。

参考文献

- [1] Nguyen, V.-Q. et al.: Enabling disaster-resilient SDN with location trustiness, *2017 4th International Conference on Computer Applications and Information Processing Technology (CAIPT)*, pp. 1-4 (2017).
- [2] Hoque, M. A. et al.: SDN-DTN Combined Architecture in Post Disaster Scenario — A new way to start, *2020 6th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS)*, pp. 230-235 (2020).
- [3] MininetProject: Mininet, , available from (<https://mininet.org/>) (accessed 2023-01-05).
- [4] 谷口 功: 図で考えるから見えてくる。ネットワーク仮想化と SDN/OpenFlow の仕組み (2014).