

大規模災害時における被災者の情報交換のための環境構築

佐藤 沙央 (指導教員：小口 正人)

1 はじめに

今日では、私達の生活には情報を得る手段としてインターネットが無くてはならないものになっており、小さな子どもから高齢者まで様々な世代で身近に利用されている。インターネットは世界中を結ぶことのできる情報交換・共有システムとして社会・経済のインフラともいえる役割を果たしており、私達の生活はネットワークに依存して成り立っている。しかし、近年では東日本大震災や熊本地震のような災害によって通信インフラが被害を受けたことでインターネットにアクセスすることができなくなったことがあり、家族や友人の安否確認や災害情報等を受け取ることが一時困難であった。そういった災害時には情報の交換・共有が必要不可欠にも関わらず通信を行う上で中断や切断が多発したり、大きな伝送遅延が生じたりする劣悪な環境になる可能性がある。現在提供されている災害に備えたサービスの多くは、インターネットにアクセスできることが前提で考えられているため、そのような劣悪な環境に陥ると使えなくなってしまう。そうなると、災害対策として提供されているにも関わらず、有用な利活用ができない。

そこで本研究では、地震などの大規模な災害によって地域的にインターネットが機能しないような劣悪な環境においても、部分的に稼働しているエッジサーバと Delay/Disruption Tolerant Network (DTN) 技術を利用した災害時通信システムを検討する。具体的には大規模災害時の救援物資の提供をサポートする情報システムの構築を目指す。

2 救援物資提供の現状

内閣府が東日本大震災の被災者を対象に行ったアンケート [1] によると、回答者の約 70 % が避難所に避難をしなかった。その理由は多岐にわたるが、最も多く挙げられた理由は「大勢の人と同じ場所にいることが苦手だったため」であり、避難できなかったわけではなく敢えて避難しないという選択をする人が多いことが分かる。また自宅に滞在した際の問題点として、救援物資が手に入れづらかったと回答していた。被災者に提供されている救援物資は主に指定避難所に届けられるため、何がいつ届いているかを指定避難所にいる被災者には比較的容易に知らせることができる。そのため、指定避難所にいる人に優位性がある。しかし指定避難所以外に滞在している被災者にも救援物資の提供を平等に行う必要がある。

さらに、実際に救援物資を提供する際には、近隣の広い一時的な保管所に一度に多種多量な物資が集められ、そこから各指定避難所に分配されて届けられる。しかし、指定避難所ではなくその一時的保管所にもらいに行く被災者が出てきてしまい、各避難所に送る物資を仕分けするという作業に加えて、被災者に渡すという余分な作業が追加され、役割が増えたことで現場が混乱してしまったという報告が上がっている。また、災害が発生すると現地で何が必要かを知り得るメカニ

ズムが無い場合、物資を提供する側が食料や衣服など必要とされそうなものを推測して届けているという現状がある。しかし、時間が経つにつれニーズが高いために数が足りないものや、反対にニーズが低く余ってしまう物資が出てくる。限られた燃料や人手で物資を届けている被災時においては、効率的にニーズの高い物資を送る必要があることは明確である。そのため、とにかく現地に送るプッシュ型からリクエストベースのプル型への転換タイミングを限りなく早めるための仕組みをアプリで実現することを考えた。

3 DTN

ここではデータの転送方法として採用する DTN 技術について簡単に説明する。DTN は遅延耐性ネットワークとも呼ばれ、物理的なリンクの切断やデータの送受信遅延に対応していない TCP/IP 技術を拡張させた「中継転送技術」である [2]。この手法には、「届きそうな」端末にデータを送信し、端末間でデータをホップさせていくものや、メッセージ転送を目的とした移動端末 (以下、フェリーノードと呼ぶ) を用いて、端末とフェリーノード間で通信を行うことでデータ転送を可能とするメッセージフェリー方式というものがある。こうした手法により、中断や切断が多発したり、極端に長い通信遅延が生じたりするような劣悪な通信環境下でもデータ転送を実現することができる。今回検討しているアプリケーションは、避難者が所有しているスマートフォンを主なフェリーノードとしてメッセージフェリーノード方式の技術を利用して情報共有することができる環境があると想定し、そこで運用できるものを構築する。フェリーノードは定期的に動くことが予想されており、時間的遅延の対処のために物資を運搬するトラック等の車も採用している。

4 アプリケーションの利用形態

本論文で構築するアプリケーションは、災害等によってネットワークの切断や遅延など劣悪な環境下でも情報共有できることを前提にして構築していく。ここにおけるネットワークとはインターネットだけでなく、ローカルに構築されているネットワークも含んでいる。このアプリケーションはインターネットにアクセスできないようであれば、各避難所にあらかじめ設置されていると想定したエッジサーバ同士が Wi-Fi を利用して生成したリンクを介して通信することでデータを共有し、もしインターネットにアクセスできた場合にはすべてのデータアクセスと機能を利用可能にする多層構造を目指す。(図 1)

このアプリケーションの利用形態については以下の図 2 で詳しく説明する。

各指定避難所には平時からエッジサーバが設けられており、インターネットが生きている状況では、各エッジサーバがクラウドに接続して稼働していることを想定する。発災後インターネットとの接続が途切れ通信が困難になった場合は、各エッジサーバは Wi-Fi で通

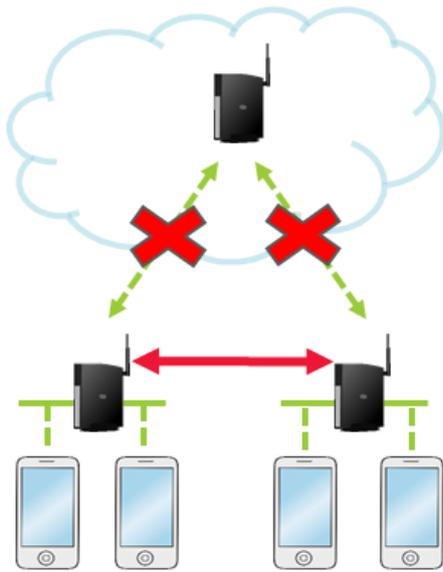


図 1: エッジサーバの形態

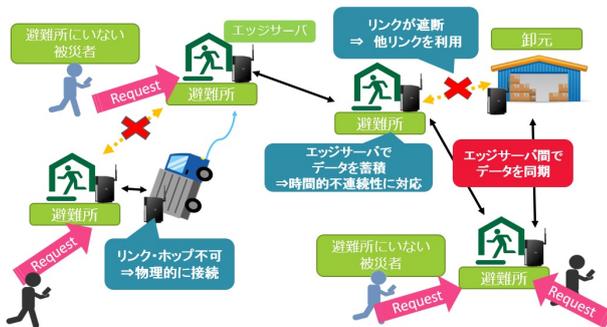


図 2: アプリケーションの利用形態

信じて互いにリンクを生成しデータを共有してアップデートする。さらに一部でリンクを生成できなかった、あるいは遮断されてしまった場合には DTN 技術を用いて自動で別のリンクを利用して、データをホップさせていくことで、遠回りをしてもいづれ全てのエッジサーバにデータが共有される。

指定避難所にいる被災者も指定避難所に滞在していない被災者も近くの指定避難所のエッジサーバにアクセスしてリクエストを登録する。そこに登録されたリクエストは先ほど述べた方法によって共有される。また、リンクが途絶えエッジサーバが孤立しており、データのホップができない場合は、ユーザの持つスマートフォンや車などの中継ノードで物理的に接続して他のエッジサーバに共有する。さらにエッジサーバでデータを蓄積することにより、通信遅延などですぐに共有することができないという時間的不連続性にも対応することができる。

5 救援物資提供支援アプリケーションの概要

今回作成したアプリへの要求条件は以下の通りである。インターネットに繋がってなくても情報共有ができるということが大前提である。

- 避難所にある物資の数量
- リクエストできる物資のリスト
- 指定避難所の位置、自分の位置の確認 (MAP)
- リクエスト到達状況
- 物資配送通知、受け取り確認等
- DTN 技術等を利用してネットワークが途切れていても情報共有が可能

アプリケーションは避難所にあらかじめ貯蔵してある物資の数量を一覧で提示する。ユーザはまずそれを見て、必要とする物資がその避難所にあるかどうかを確認する。そのうえで必要とする物資が一覧になかった場合、卸元に在庫があってリクエストできる物資のリストを表示する。また、指定避難所の位置と自分の位置がマップで確認でき、自分の位置から最寄りの指定避難所が見つけやすくする。さらにリクエストがどこまで届いているかの確認や物資が配送された通知、リクエストを出したユーザが物資を受け取ったという確認等も実装することで、物資の受け取りまでの過程の確認作業をユーザが自分で行うことが可能になる。最後の要求条件はサーバ側に求めるもので、ネットワークが途切れていても DTN 技術等を利用して情報共有が可能であるように構築する。

6 まとめと今後の課題

近年日本で多発している大規模災害時に避難生活を送る上で、救援物資を提供支援するアプリケーションの必要性が出てきた。そこで本論文ではインターネットに繋がらない劣悪な環境においても稼働することが可能な環境構築の提案を行った。今後はこのようなネットワークが途切れている可能性がある環境でも動かすことが可能なアプリケーションを構築を進める。また、各エッジサーバがデータを受け取るたびに合図を送るとしても、その合図が届く間にネットワークの途切れが起きてしまうと、合図を送りたいサーバまで届く間に時間的不連続性が出てしまいその時の状況とは違う合図が送られてしまうかもしれないといった問題や、リクエストには、数量の限界や輸送のできる量の上限の関係等の理由から、被災者の要求を全て受けるよりも避難所運営側のリクエストの方が優先度が高いと考えられることもあり、そのリクエストの受け方等も検討していく。

謝辞

本研究を進めるにあたり、ご助言を賜りました株式会社スペースタイムエンジニアリングの前野誉さん、情報通信研究機構の大和田泰伯さん、UCLA の高井峰生先生に深く感謝致します。

参考文献

- [1] 内閣府防災情報のページ, "避難に関する総合的対策の推進に関する実態調査結果報告書", 2013.
- [2] 鶴正人, et al. "DTN 技術の現状と展望" 通信ソサイエティマガジン, No.16[春号], pp.57-68, 2011.