

DTN を用いた避難所物資管理支援システムにおける物資リクエスト処理

佐藤 沙央[†] 大和田 泰伯[‡] 高井 峰生[¶] 前野 誉[§] 小口 正人[†]

[†]お茶の水女子大学 [‡]情報通信研究機構 [¶]UCLA, 大阪大学 [§]株式会社スペースタイムエンジニアリング

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、小さな子どもから年配の方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劣悪な環境になることが想定される。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。

そこで本研究では、地震など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. 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。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。今回構築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する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実装する。フェリーノードは定期的に動くことが予想されることから、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することを検討している。

3. 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。この場合の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を利用し各サーバ同士が Wi-Fi を利用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な多層構造を目指す。

このアプリケーションの利用形態については以下の図 1 で詳しく説明する。

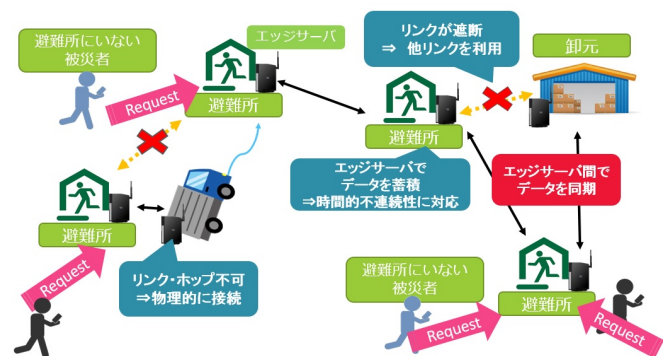


図 1: アプリケーションの利用形態

各指定避難所には平時からエッジサーバが設けられおり、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 で通信して互いにリンクを生

Request processing using DTN for relief goods in the material management support system of evacuation center

[†] Sunao Sato, Masato Oguchi, [‡] Yasunori Owada, [¶] Mineo Takai, [§] Taka Maeno

Ochanomizu University ([†]), NICT ([‡]), UCLA/Osaka University([¶]), STE ([§])

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、遠回りをしてもいず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前述の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。

4. 救援物資提供支援アプリケーションの概要

今回構築しているアプリケーションが扱う情報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。

- 避難所にあらかじめ貯蔵してある物資の数量一覧
- 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を見つけやすくする。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が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。

5. 有用なリクエストの同期方法の考察

ローカルのエッジサーバでは、リクエストが行われたり、間違いに気づいてキャンセルが行われたりなどが常時繰り返

返されている。この状況下においては、エッジサーバ同士が時々同期されアップデートが他のサーバに伝わって行く際に、適切なデータ管理の方法を考察する必要がある。あるサーバから別のエッジサーバに共有された時刻を常に登録するようにし、同期が行われる際には新規のリクエストはそのまま登録する。また、データベースに既に登録されており、削除等の変更がある場合は、その登録時間を比較し、常に最新の情報をデータベースに登録する。さらに、すべてのデータを一つ一つ比較するのでは時間がかかってしまうので、新しく投げられているリクエストやリクエストの削除に関する情報を記録しておき同期する際に共有することで、その部分のみアップデートを行うことで時間の効率化ができると考えられる。こうすることで、リクエストが間欠的に同期され様々なエッジサーバからデータベースを同期する可能性があるシステムにおいても、同期されている情報は常に最新である。

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救援物資提供支援アプリケーションの提案を行い、これを構築している。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は、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。さらに、今後はこのアプリケーションの有用性の検証・向上のために高知県でアプリケーションの実証実験も行う予定である。

謝辞

本研究の一部はお茶の水女子大学と情報通信研究機構との共同研究契約に基づくものである。また、本研究は一部、JST CREST JPMJCR1503 の支援を受けたものである。

参考文献

- [1] 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.
- [2] 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", 平成 25 年