大規模災害時における被災者への物資提供支援アプリケーションの構築

佐藤 沙央[1]　前野 誉[2]　高井 峰生[3,4]　大和田 泰伯[5]　小口 正人[1]

概要：近年日本で多発している大規模な災害では，普段利用している通信インフラが切断されてしまった場合, インターネットにアクセスすることができず，情報交換ができなくなってしまう．多様な理由により避難所に避難できなかった人には, 救援物資情報は手に入れづらいという現状がある．そこでエッジサーバを利用し, 各端末は情報をそこにアップロード，閲覧できるようにして，エッジサーバ同士が情報を同期しておくことで情報交換を可能にする環境構築を考える．この論文では, そのような環境において被災時に提供される物資以外に必要となるもののリクエストを受け付けて集計し，物資の卸元と情報を共有するアプリケーションの構築を行った．

A Development of an Application to Support Distribution of Relief Supplies to Victims in A Large-Scale Disaster

SUNAO SATO[1]　TAKA MAENO[2]　MINEO TAKAI[3,4]　YASUNORI OWADA[5]　MASATO OGUCHI[1]

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．

実際に，そういった環境下における実験として，高知県香南市が実施しているものがある．高知県香南市では，スペースタイムエンジニアリング社と共同して，同様に劣悪な環境下において利用することが可能な災害医療用情報共有システムの構築と実証実験が行われている．この研究は，大規模災害時に通信インフラが利用できないような劣悪な環境においても，情報共有可能なネットワークを構築し，従来は紙やホワイトボードを情報伝達ツールとして使用していたところを，情報通信システムを独自に設計し実装することで情報伝達の効率化を図っている．この情報共有システムに対する意見は概ね良好であり，効率化も果たされているという評価であった [3].

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 De-

[1] お茶の水女子大学
〒 112-8610　東京都文京区大塚 2-1-1
[2] 株式会社スペースタイムエンジニアリング
〒 101-0025 東京都千代田区神田佐久間町 3-27-3 ガーデンパークビル 7F
[3] 大阪大学 〒 565-0871 大阪府吹田市山田丘 1-1
[4] UCLA
3532 Boelter Hall, Los Angeles, CA 90095-1596, USA
[5] 情報通信研究機構
〒 980-0821 宮城県仙台市青葉区片平 2-1-3

© 2018 Information Processing Society of Japan

lay/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

近年発生している東日本大震災や熊本地震では家屋が多く倒壊し，多くの被災者が避難所へ身を寄せることになった．図 1 は復興庁が公開している東日本大震災時に設けられた避難所の推移をグラフにしたものである [1]．ピーク時には 2417 箇所も設けられ，長期に渡って避難所に滞在せざるをえない状況にあったことが分かる．その間避難した被災者は届けられる救援支援物資を頼りに生活することになるわけであるが，避難所のキャパシティを超える避難者がおり，当時は物資の提供に関しては物資の不足や多くの混乱があった．

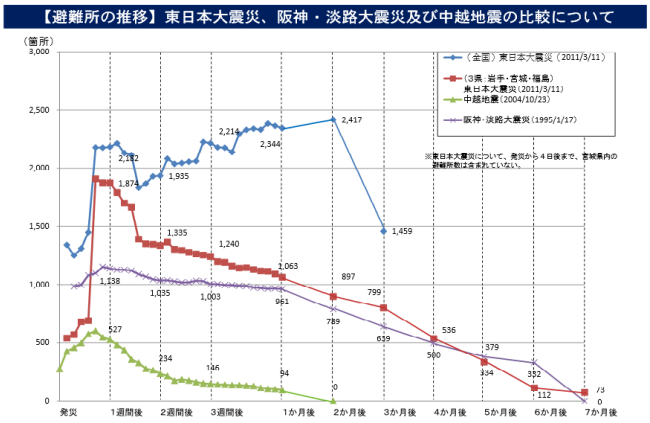


図 1　東日本大震災時の避難所数の推移 [1]

また，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 (図 2) 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（図 3）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 [4]．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，役割が増えてしまっ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ため，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．

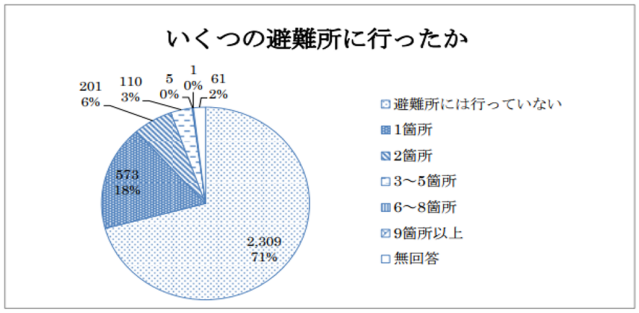


図 2　東日本大震災時に避難所へ避難したかどうか [4]

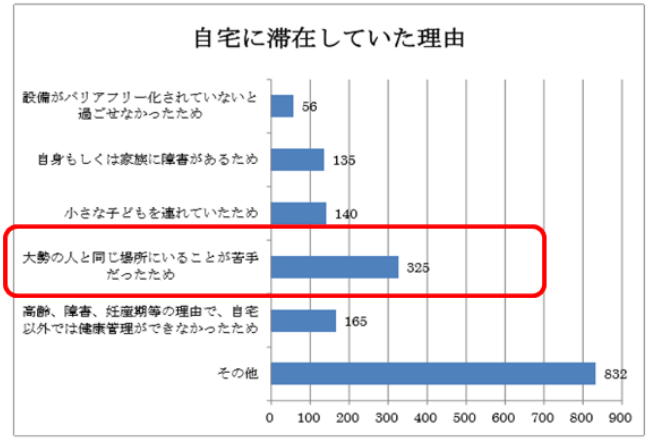


図 3　自宅に滞在していた理由 [4]

3. DTN

ここではデータの転送方法として採用する DTN 技術 [2] 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

© 2018 Information Processing Society of Japan

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情報共有することができる環境があると想定して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．

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にする多層構造を目指す．(図 4)

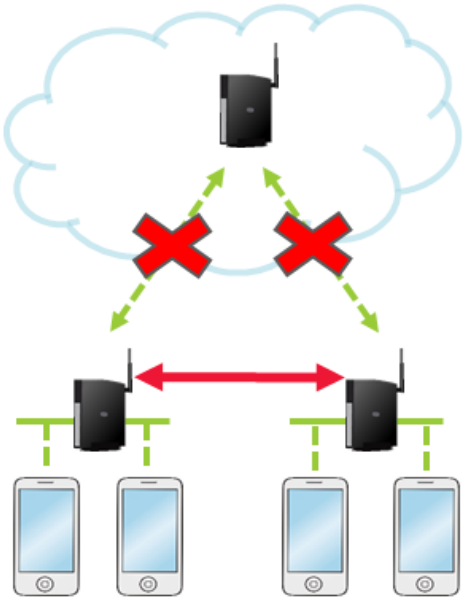


図 4　エッジサーバの形態

このアプリケーションの利用形態については以下の図 5 で詳しく説明する．

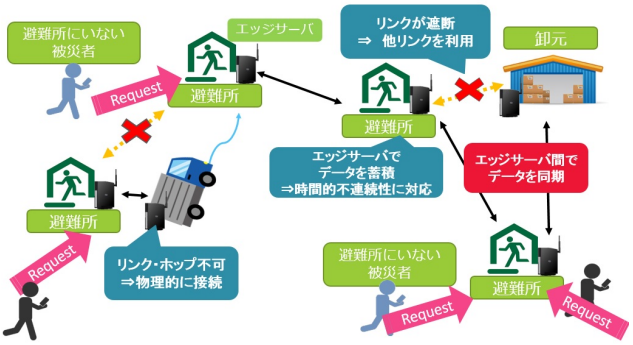


図 5　アプリケーションの利用形態

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とデータを共有する．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

今回作成したいアプリケーション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いなくても情報共有ができるということが前提である．

- 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

© 2018 Information Processing Society of Japan

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．

実装環境は，Windows10 で，ユニティ・テクノロジーズ社が提供するゲーム開発プラットフォームである Unity を利用してアプリケーションを作成している．Unity のバージョンは 2017.3.0 である．内部の動きは C#で実装している．現在は，ログイン後に自分の位置をマップで確認することが可能であり (図 6)，リクエスト可能なアイテムの一覧の表示とリクエストするユーザの名前，立場，滞在中の避難所名，リクエストするアイテム名とその個数の入力と，リクエストした日時の取得まで実装することができた（図 7，図 8）．今後は要求条件をさらに実装していくとともに，出したリクエストの削除や修正ができるように実装を拡張する．さらに，各避難所にある物資の取り置きの予約機能も実装していこうと考えている．



図 6　ログイン画面とログイン後のマップ表示

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，救援物資の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

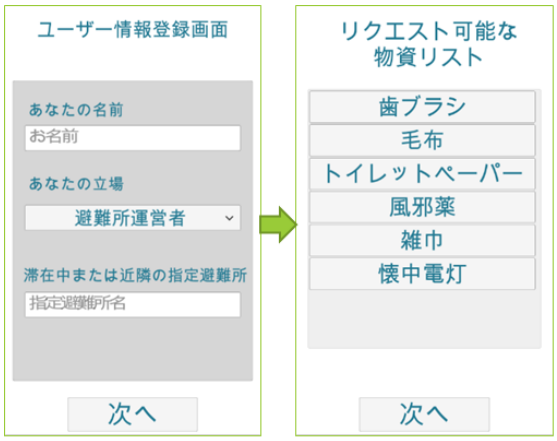


図 7　リクエストの受付画面の流れ (1)



図 8　リクエストの受付画面の流れ (2)

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，リクエストに関しては，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．さらに今後は作成したアプリケーションの改良を重ね，実証実験を行う予定である．

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]　復興庁，”避難所生活者・避難所の推移（東日本大震災，阪神・淡路大震災及び中越地震の比較）”

© 2018 Information Processing Society of Japan

[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.
[3] 高井峰生，前野誉，守屋光雄，川渕雅恵，久保雅裕，福本昌弘，”通信インフラに依存しない災害医療救護活動用情報共有システムの実証実験”，IT ヘルスケア，第 12 巻 1 号，May 27-28，2017
[4] 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

© 2018 Information Processing Society of Japan