

実地図を用いた災害時通信システム評価シナリオの構築

高田 千暁[†] 黒崎 裕子[†] 本橋 史帆[†] 大和田 泰伯[‡] 高井 峰生^{†*} 小口 正人[†]
[†]お茶の水女子大学 [‡]情報通信研究機構 *UCLA

1. はじめに

今やインターネットは様々なアクセス網を包含し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はたしており、社会はネットワークに依存したものとなっている。それに伴い、従来は想定されていなかったような劣悪な環境下での通信アプリケーションの要求がでてきた。中でも、地震などの災害によって本来の通信インフラ機能や性能が低下、停止した場合の緊急代替情報交換手段を事前に設計し、準備しておくことは地震大国である日本にとって大変重要である。しかし、現在災害時に各キャリアや日本限定で Facebook から提供される安否確認掲示板や、goo アプリなどの災害に備えたサービスは、インターネットが機能しているという前提で考えられている。

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条件下でも部分的に稼働しているサーバ機能付 Wi-Fi アクセスポイントと Delay/Disruption Tolerant Network (DTN) 技術を利用した災害時通信システムを考え、そのシミュレーション評価シナリオの構築を行った。

2. DTN

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。

3. 災害時の想定環境

災害時のネットワーク環境として、サーバ機能付 Wi-Fi アクセスポイントを用いた無線メッシュ/DTN システム（図1）を想定している。このシステムは、使えなくなった経路が発生しても稼働している一部のサーバ機能付 Wi-Fi アクセスポイントと DTN 技術を用いて継続的に接続、再構成を繰り返し、送信先に達するまでノードからノードへ転送を行って目的端末まで情報を到達させることを可能

とするものである。これにより、大規模災害などによって地域的にネットワーク接続が切れている場合でも通信が可能となる。本研究ではこのような環境を想定して検討していく。



図1: サーバ機能付 Wi-Fi アクセスポイントを用いた無線メッシュ/DTN システム

4. 災害時通信システム

4.1 災害時通信システム概要

現在でも災害時では、紙媒体を用いて安否確認を行うことが少なくない。よって、災害時にはこうした紙媒体で表された情報をうまくまとめることが必要となってくる。

そこで、本研究では各避難所に設置されたサーバ機能付 Wi-Fi アクセスポイントとフェリーノードを用いて、白板等に記された安否情報を撮影した写真を同期させるシステムを考えた。ここでは、役場や消防、警察等の車両が避難所などを循環する際に情報の蓄積や運搬もする事を想定し、そのノードをフェリーノードとしている。以下にその概要を示す（図2）。

- 1) 避難所に避難している人々は従来通り、白板や壁に安否情報を書いた紙を貼るなどして安否情報を表す。
- 2) 安否情報が記された白板等を撮影した写真は、避難所に設置されたサーバ機能付き Wi-Fi アクセスポイントに保存される。このとき、接続しているアクセスポイント同士は、自動的に同期される。
- 3) 未接続なサーバ機能付き Wi-Fi アクセスポイント同士は、フェリーノードが情報を運ぶことにより同期される。

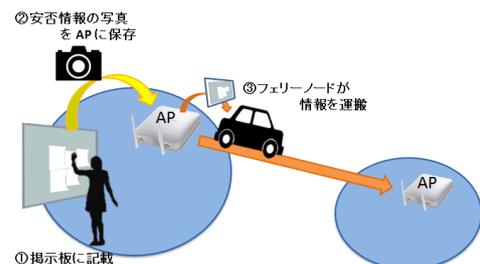


図2: 災害時通信システム概要

A Real Map Based Simulation Scenario for the Evaluation of Communication Systems in Disastrous Situations

[†] Chiaki Takada, Yuko Kurosaki, Shiho Motohashi, Masato Oguchi

[‡] Yasunori Owada

^{†*} Mineo Takai

Ochanomizu University (†)

NICT (‡)

UCLA (*)

4.2 通信で扱う対象について

本研究では通信で扱う対象に画像を選んでいる。その主な理由は、安否掲示板の写真を撮ることで情報をまとめられるため、被災者が普段と違った行動をしなくて済むという点や、写真で視覚的に伝えることで安心感を与えられると考えたためである。しかし、画像は他のデータに比べてサイズが大きいという懸念点がある。

5. シミュレーションシナリオの構築

5.1 通信速度の比較シナリオ

通信で画像を扱う上で難点となるのは、データサイズが大きいことであると予想できる。そこで、データサイズによる通信速度についてシミュレーションを用いて比較した。

シナリオは図3のような環境を想定し、左上に設置された AP は 40 個のバンドルを生成する。また、フェリーノードはバンドル生成が終わる 2000 秒後に動き始め、右下から時速 28.8~46.8km で 2 周時計回りに道路を回る。このとき、シミュレーション時間を 5000 秒、各ノードの送信電力を 10dBm (10mW) とし、バンドルサイズが 120 byte と 3MB でのフェリーノードのバンドル受信数の推移について調べた。

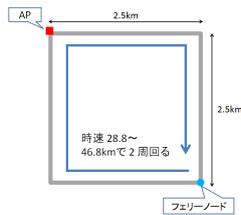


図 3: 通信速度の比較シナリオ

その結果が図4である。バンドルサイズが 120byte の場合は、1 回の通信で全てのバンドルをフェリーノードは受信できている。一方、サイズが 3MB の場合は、1 回の通信で 7 個のバンドルしか受信できていない。このことから、バンドルサイズが大きいとその分通信時間が長くなることがわかった。よって、災害時の画像を扱った通信システムのシミュレーション評価を行うためには、通信時間を考慮する必要があると考える。

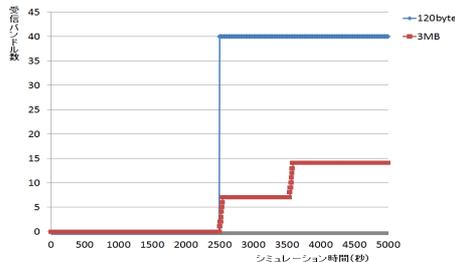


図 4: フェリーノードのバンドル受信数

5.2 実地図を用いたシナリオの構築

シナリオは図5のような約 2km 四方の南紀白浜地域を想定し、21 箇所の避難所に人々が避難しているとする。各

避難所にはサーバ機能付き Wi-Fi アクセスポイントが設置され、そこには白板等に記された安否情報を撮影した写真がバンドルとして保存されている。バンドル 1 つあたりの大きさは 3MB であり、各避難所の生成バンドル数は収容人数によって異なるが、その総計は 517 個となっている。フェリーノードはバンドルの生成が完了してから動き始め、時速 28.8~46.8km で各避難所を巡回する。各避難所では、自身が保持していないデータを全て受信し、自身が保持してアクセスポイントが保持していないデータを全て送信してから次の避難所へ移動する。また、災害時を想定しているため、各アクセスポイントの送信電力は 10dBm (10mW) であり、使用できない道路も存在する。

例として、フェリーノードが 1 台の場合の各ノードの同期率の推移を図6で示す。孤立し、フェリーノードとやり取りをしていないアクセスポイント以外は同期が完了しているが、同期率が 1 を越えているノードもあることから、重複してバンドルを受け取っているノードがあることがわかる。このようなシナリオを用いることで、通信性能の評価を行える。

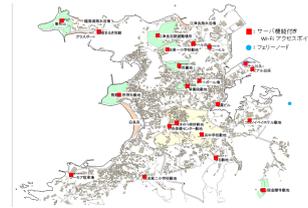


図 5: 実地図を用いたシナリオ

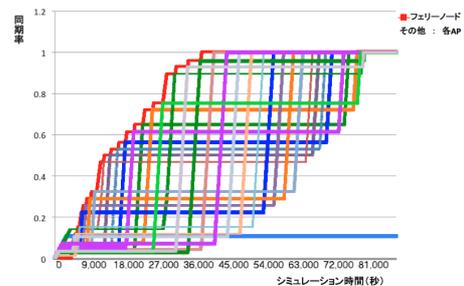


図 6: 各ノードの同期率

6. まとめと今後の課題

劣悪な条件下でも、部分的に稼働しているサーバ機能付 Wi-Fi アクセスポイントと DTN 技術を利用した、災害時通信システムの評価シナリオを構築した。

今後はこのシナリオを用い、フェリーノードの台数や経路選択等を変えることで、その通信性能を評価していく。

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、本研究を進めるにあたり、有用なアドバイスを頂いた(株)スペースタイムエンジニアリングの前野啓氏に深く感謝致します。