

Wi-Fi Direct を用いた DTN による被災時情報共有システムの提案

稲岡 裕紀[†] 峰野 博史[†]

[†] 静岡大学情報学部

1 はじめに

大規模災害によって電話やインターネット等の通信インフラが機能しなくなり、被災地における情報伝達が困難になる事例が起きている。2011年3月11日に発生した東日本大震災では、東北・関東エリアにおいて約190万回線（総契約数の約8%）の通信回線が被災し、約2万9千局（総基地局数の約22%）の基地局が停止した[1]。被災情報は安否確認や救助・復旧計画等のために重要であるが、通信の復旧には通常3日～7日程度の時間を要する。しかし被災者の生存率は、発災から72時間で急激に低下するとされており[2]、生存率の高い72時間以内にいかに通信環境を提供するかが課題となる。

そこで、災害現場において、既存のインフラに依存せずに一時的な通信環境を提供する技術としてDTN (Delay Tolerant Network) [3]が注目されている。DTNを災害時に利用する研究ではアドホックモードの通信を用いるケースが多いが、事前に個別の通信設定を行う必要があり、またインフラモードと併用ができない等の課題が存在する。

本稿では、DTN通信に無線LAN規格のWi-Fi Directを利用することで前述の課題を解決し、通信インフラが使えないエリアでも被災情報を共有するためのシステムを提案する。

2 関連研究

2.1 DTN (Delay Tolerant Network)

DTNは、継続的なネットワーク接続が不可能な通信環境でもデータ通信を行うために提案された技術であり、最終的に送りたい宛先に直接通信できないときはその間に存在するノードを中継させてデータの転送を行う。単にマルチホップによる伝搬だけでなく、ノードはデータを保持しながら移動することによって通信可能領域に入ることも見込まれる。そのため、確実性や即時性は望めないが、通信インフラが使えないエリアにおいて少しでもデータ到達の可能性を上げるには有効であると考えられる。

2.2 災害時にDTNを用いた研究

災害時に一時的な通信環境を提供する手段としてDTNを用いる研究は、これまでに多数行われている。被災地におけるDTNに基づいた情報収集・共有方式の提案[4]では、救助隊の行動パターンをモデル化し、DTNを用いた被災地での効率的な情報収集が提案されている。また、被災者向けのシステムとして、通信不可能エリアでTwitterにつぶやかれた安否情報をDTNにより配送を行う手法[5]も提案されている。しかしこれらの研究では、シミュレーショ

表 1: 通信方式の比較

	Bluetooth	Wi-Fi Direct	Android Beam
通信範囲	10~100m	100-200m	10cm
通信速度	24Mbps	11-250Mbps	424kbps
発見に要する時間	大	小	小
同時接続	○	○	×
消費電力	小	中	小
セキュリティ	低	高	高
最小 Android バージョン	1.0	4.0	4.0

ンおよび実際のアプリケーション開発は行われていない。

実装実験を行った研究[6]もあるが、DTN通信にアドホックモードが使用されており、事前に機器ごとの通信設定を行う必要がある。また通常アドホックモードで通信を行う際は、インフラモードが使えないため、インフラ使用可能エリアに入ったときにモードを切り替える必要がある。救助隊の使用を想定したシステムでは、時間的余裕はないと考えられるため、実用的であるとは言えない。

また海外では、大規模災害を想定した災害支援プロジェクトの一部として、DTN用の中継ノードを車両に搭載して被災データを伝送するシステムの実験およびシミュレーションが行われている[7]。しかし日本の土地の性質上、狭い範囲に建物が密集しているため建物の倒壊により車両の乗り入れができない可能性が高い。よって車両の移動経路の確保は比較的被害の少ない地帯に限られると想定される。

3 提案システム

本稿では、救助隊が収集した被災情報をDTNを用いて災害対策本部へ伝達するためのシステムを提案する。情報収集および通信には、救助隊が携帯する必要があるためAndroid端末を用いる。

3.1 端末間の通信方式

事前の通信設定が不要でアクセスポイントを介さずにAndroid端末同士で直接通信を行う手段として、Bluetooth, Wi-Fi Direct, Android Beamが挙げられる。これらの通信方式を比較したものを表1に示す。まずBluetoothは、1998年に設立されたBluetooth SIGによって仕様策定された規格である。低消費電力で最大100mの有効通信範囲をもち、本システムで用いることは可能であると考えられる。次にWi-Fi Directは、Wi-Fi Allianceが2010年に仕様策定した規格であり、通信範囲、通信速度、機器の発見に要する時間等の面でBluetoothよりも優れた性能をもつ。Wi-Fi Directは比較的新しい通信技術であり対応する機器がまだ多くないが、今後Bluetoothを置き換えて主流の無線通信になると言われている。最後にAndroid Beamは、近距離無線通信であるため本システムで用いるのは不可能である。よって本システムのDTN通信には、Wi-Fi Directを用いることとした。

The Proposal of a Disaster Data Sharing System by Wi-Fi Direct Delay Tolerant Network

Yuki Inaoka[†], Hiroshi Mineno[†]

[†]Faculty of Informatics, Shizuoka University

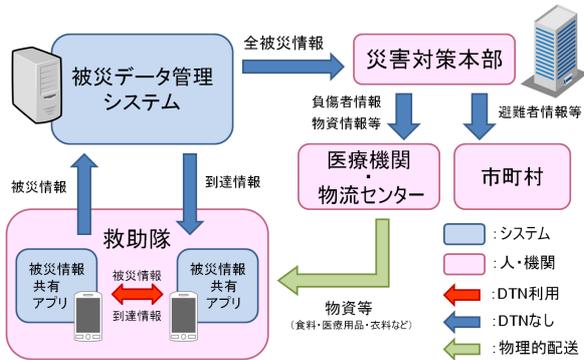


図 1: システム全体図

表 2: Android アプリ動作確認

操作	Wi-Fi Direct			保持データ		
	A	B	C	A	B	C
初期状態	×	×	×			
A で d ₁ 入力	×	×	×	d ₁		
A → ON	○	×	×	d ₁		
B → ON	○	○	×	d ₁	d ₁	
A → OFF	×	○	×	d ₁	d ₁	
A で d ₂ 入力	×	○	×	d ₁ d ₂	d ₁	
A → ON	○	○	×	d ₁ d ₂	d ₁ d ₂	
A で d ₃ 入力	○	○	×	d ₁ d ₂ d ₃	d ₁ d ₂ d ₃	
A → OFF	×	○	×	d ₁ d ₂ d ₃	d ₁ d ₂ d ₃	
C → ON	×	○	○	d ₁ d ₂ d ₃	d ₁ d ₂ d ₃	d ₁ d ₂ d ₃

3.2 システム構成

システムの全体図を図 1 に示す。救助隊が収集したデータは、DTN を用いて被災データ管理システムへと自動的に送信される。被災データ管理システムは Web サーバとして稼働しており、被災データを重複のないように保管しインターネットを通じて閲覧することができる。災害対策本部は被災情報に基づいて次の行動を決定し、市町村や医療機関、物流センター等に情報を提供する。

本研究では各救助隊の Android 端末で実行される被災情報共有アプリと、収集したデータを統括管理するための被災データ管理システムの開発を行う。以下に、被災情報共有アプリの動作について説明する。

インターネット接続が可能なときは、被災データ管理システムへ直接被災情報を送信し、同時に被災データ管理システムが受信したデータの識別番号リストを到達情報として受け取る。インターネット接続が不可能なときは、被災情報と到達情報を DTN を用いて周囲の端末へ送信する。このとき、Wi-Fi Direct とインフラモードは併用可能であるため、使用者がモードを切り替える必要はない。また、通信範囲内にある端末を探知する機能があるため、事前に端末ごとの設定を行うこともない。

その他、以下の要求仕様を満たすこととする。

- デバイス探知、接続、データの送受信を自動で行う
- すでに端末が保持しているデータと、被災データ管理システムに到達したデータの送受信は行わない
- テキストの入力、画像・音声・動画ファイルの添付を行えるようにする
- 被災データの一覧・詳細を表示することができる

4 実装および動作確認

4.1 実装状況

3 章で示した仕様に基づき、被災情報共有アプリの実装を行った。現在、大容量ファイルの添付機能においては未実装で、テキストの入力のみ行えるようになっている。被災データ管理システムについては現在実装中であり、Android アプリとの連携はまだ行っていない。

4.2 DTN 通信の動作検証

3 台の Android 端末 (GALAXY SIII) を用いて、Wi-Fi Direct の ON/OFF を切り替えながら Android 端末間で正しくデータが伝送されるかどうかの実験を行った。このとき、以下の 5 つの条件を満たすことを確認する。

1. 受信側が ON になったときにデータが送信される
2. 送信側が ON になったときにデータが送信される
3. 受信側と送信側が共に ON の状態でデータ入力が行われたときにデータが送信される

4. すでに該当データを保持していることがわかっている端末にデータを送信しない
5. データが複数あるときにすべて送信される

実行結果を表 2 に示す。A,B,C は端末、d₁,d₂,d₃ はデータ、○は Wi-Fi Direct が ON、×は Wi-Fi Direct が OFF の状態であることを示す。A,B,C のいずれかの端末でデータの入力もしくは Wi-Fi Direct の切り替えによる操作を行い、その時点での各端末の保持データを記録した。この結果より、上記で示した条件をすべて満たすことが確認できた。

5 おわりに

本稿では、DTN 通信に Wi-Fi Direct を用いた被災情報共有システムを提案し、Android アプリの実装と端末間における DTN 通信の動作検証を行った。

今後は、被災データ管理システムとアプリの連携を行い、データの到達率測定実験を行う予定である。テキストデータの共有システムが完成し次第、大容量ファイルの通信を行えるようにする。その場合、ファイルの送信途中で Wi-Fi Direct が切断されたときの有効な処理方法を考えることが課題となる。また、優先度やルーティング手法の導入による最適化を行うことも検討していく。

参考文献

- [1] 総務省 総合通信基盤局・政策統括官, 防災情報の活用に関する情報通信分野の取組 (2013.1.9 確認) <http://www.bousai.go.jp/10suishin/project/240607/3.pdf>
- [2] 東京都防災ホームページ, 地域防災計画 震災編 (2013.1.9 確認) <http://www.bousai.metro.tokyo.jp/japanese/tmp/pdf/keikaku/h-sinsai.pdf>
- [3] J. Crowcroft et al, "Promoting Tolerance for Delay Tolerant Network Research" ACM SIGCOMM Computer Communications Review, Vol. 38, No.5, pp.63-68, 2008
- [4] 孫為華, "被災地における DTN に基づいた情報収集・共有方式の提案" 情報処理学会研究報告, Vol.2009, No.20, pp.61-66, 2009.
- [5] 小山由 "大規模災害時の安否確認システムと広域無線網利用可能エリアへの DTN に基づいたメッセージ中継線" 情報処理学会研究報告, Vol.2012-MBL-62, No.29, pp.1-7, 2012
- [6] 横山輝明 "蓄積転送型通信を用いた広域災害時通信システムの性能評価" 第 74 回情報処理学会全国大会講演論文集, Vol.3, pp.3.41-3.42, 2012
- [7] H. Chenji et al, "A Wireless Sensor, AdHoc and Delay Tolerant Network System for Disaster Response" Technical report, LENS-09-02, 2011.