

移動端末と DTN ルーティング手法を用いた災害情報システム

陶山 優一[†] 植田 裕規[†] 横田 裕介^{††} 大久保 英嗣^{††}

[†]立命館大学大学院理工学研究科 ^{††}立命館大学情報理工学部

1 はじめに

大規模災害発生時における被害状況の把握は、救助活動や避難経路確保において非常に重要となる。しかし、災害時には通信施設の倒壊、ネットワークケーブルの切断などにより、既存のネットワークインフラを利用できない場合がある。

このような環境では、既存のネットワークインフラに頼らない無線アドホックネットワーク技術が有効となる。このアドホックネットワーク技術を災害情報の収集に利用することが検討されてきている [1, 2]。しかし、アドホックネットワークではノードの配置や密集度によって、頻りにネットワークの分断が発生する。このため、遠隔地のデータサーバに対してデータを送信する場合、送信中に経路が切断されることや、ネットワークの分断により経路が孤立することが考えられる。

このため、本研究ではアドホックネットワークのルーティングに Delay/Disruption Tolerant Network (以下、DTN と記す) 技術を用いた災害情報システムを提案する。本提案システムにより、広域の災害情報を高い信頼性で収集することが可能となる。

2 Delay/Disruption Tolerant Network

DTN 技術とは、ノード間をストアアンドフォワード方式でルーティングすることにより、断続的な接続性や通信遅延が発生する環境におけるメッセージ配送を可能にする技術である。

これまで主に用いられてきた TCP/IP では、エンドポイント間に常にパスが存在することが前提となっている。しかし、DTN ではいくつかのノードにデータを複製し、それらのノードがデータを運ぶことにより、エンドポイント間にパスが存在しない場合においても通信を可能にする。

3 DTN を用いた災害情報システム

3.1 ネットワークアーキテクチャ

本研究では、被災者や救助隊の所持する携帯端末により構成されるアドホックネットワークと防災無線や衛星通信などによる専用回線を組み合わせた災害情報システムを想定する。図 1 に想定する災害情報システムの構成を示す。

本研究で想定するモデルは、アドホックネットワークレイヤと専用回線レイヤに分類される。アドホックネットワークは、携帯電話や PDA、小型ノート PC のような

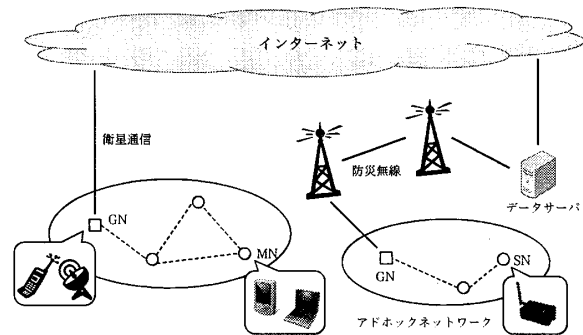


図1 ネットワークアーキテクチャ

モバイルノード (MN) やセンサネットワークの基地局のような固定ノード (SN)、専用回線とのゲートウェイとなるノード (GN) で構成される。モバイルノードや固定ノードで収集された災害情報は、アドホックネットワークでマルチホップ通信を行い、データサーバまたはゲートウェイノードまでデータを送信する。ゲートウェイノードに送られたデータは、専用回線を用いてデータサーバまで送信される。

このように、2種類のネットワークを組み合わせることにより、遠隔地からデータサーバに対してデータを送信する場合においても、ゲートウェイノードを経由することにより、確実かつ迅速にデータを送ることが可能となる。また、専用回線のみでネットワークを構築する場合に比較して、設置する設備、機器の数を削減することが可能となる。

3.2 災害情報システムにおける DTN ルーティング

我々は、災害情報システムにおけるルーティング方式としてユニキャスト、マルチキャスト、ブロードキャスト、エニキャストの4種類の方式を提供することを考えている。これらは、プロアクティブ型のルーティングプロトコルで構築されたアドホックネットワークにおいて、オーバレイネットワークを構築することにより実装する。以下、各通信方式について述べる。

ユニキャスト通信

ユニキャストは、救助隊同士の通信に用いる。各ノードは過去の一定期間の接続履歴をキャッシュし、他ノードと出会うたびにこの情報を交換する。送信元のノードは、この接続履歴を基に各ノード間のコストを求め、コストの低い経路へデータを送信する。

マルチキャスト通信

マルチキャストもまた、救助隊同士の通信に用いる。マルチキャストは、ユニキャストを複数回実行することにより実現する。ただし、目的ノードの数が多い場合、マルチキャストではなくブロードキャストを用いる。

A DTN Based System for Gathering Disaster Information by Mobile Nodes

Yuichi Suyama[†], Yuki Ueda[†], Yusuke Yokota^{††}, and Eiji Okubo^{††}

[†]Graduate School of Science and Engineering, Ritsumeikan Univ.

^{††}College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan Univ.

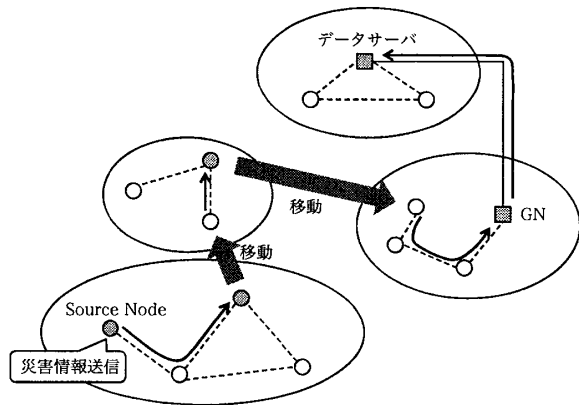


図2 災害情報収集システムにおけるデータの流れ

ブロードキャスト通信

ブロードキャストは、被災者が情報を取得するためにネットワーク全体にデータを頒布する場合や救助隊全体にデータを送る場合に用いる。送信されるデータにはTTLが設定され、データを受け取ったノードはデータを取得してから一定時間経過した後、フラッディングによりデータを送信する。また、データにはバージョン情報が添付されており、転送中に新しいバージョンのデータが見つかった場合、古いデータは破棄される。

エニキャスト通信

エニキャストは、データサーバへの通信に用いる。エニキャストでは、ゲートウェイノードまたはデータサーバのいずれかに届くことを目的とする。送信元のノードは、ゲートウェイノードとデータサーバを1つの目的ノードとみなして各ノード間のコストを求め、コストの低い経路へデータを送信する。

3.3 災害情報収集システム

災害情報収集システムでは、専門家、ボランティア、救助隊、被災者など多くの人々から被災地の情報を収集し、被害状況の把握を行うことを目的とする。本システムでは、特殊な機器を用いず、無線LANを搭載した携帯端末によりアドホックネットワークを構築するため、特殊な知識を持たない人々からの情報提供も可能となる。また、アドホックネットワークの問題点となるネットワークの分断においても、DTNを用いてルーティングを行うことにより、データサーバへデータを送ることが可能となる。災害情報は、規定の項目に入力する形で得られ、画像データや動画データも含まれる。災害情報収集システムにおけるデータの流れを図2に示し、以下で説明する。

1. ユーザは規定の項目に情報を入力し、データの送信を開始する。
2. 同一ネットワーク内にゲートウェイノードまたはデータサーバがない場合、自身が持っている他ノードの接続履歴を基に経路を決定する。
3. ノードの移動などにより同一ネットワーク内に経路上のノードが見つかった場合、そのノードにデータを転送する。ただし、DTNルーティングはオーバーレ

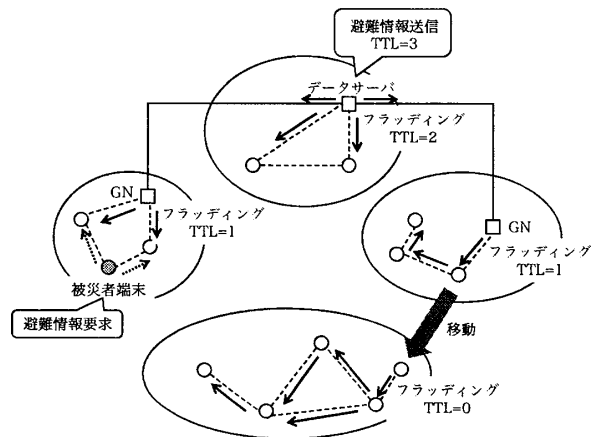


図3 避難情報提供システムにおけるデータの流れ

イネットワーク上のものであるため、転送先のノードまでのルーティングは、アドホックネットワークのルーティングプロトコルによって行われる。

4. ゲートウェイノードにデータが到達した場合、専用回線で用いられているプロトコルによってデータサーバまで転送される。

3.4 避難情報提供システム

避難情報提供システムでは、災害情報収集システムで得られた情報を基に避難経路や避難場所などの情報を被災者に提供する。これらの情報は、救助隊が所持する無線端末に送られ、被災者は近くの端末にアクセスすることにより情報を得る。避難情報提供システムにおけるデータの流れを図3に示し、以下で説明する。

1. データサーバは、同一ネットワーク上のゲートウェイノードを含めた各ノードにフラッディングにより避難情報を頒布する。
2. データを受け取った各ノードは、TTLが0でない場合、一定時間経過した後フラッディングを行う。
3. 被災者は、同一ネットワーク上のノードに自身の持つ避難情報のバージョンを返すクエリを送信し、最も新しいバージョンの避難情報を持つノードに対してデータを要求する。

4 おわりに

本稿では、移動端末とDTNルーティング手法を用いた災害情報システムについて述べた。今後、シミュレータによるルーティング手法およびシステム全体の評価と実機への実装を行う予定である。

参考文献

- [1] 柴山明寛, 遠藤真, 滝澤修, 細川直史, 市居嗣之, 久田嘉章, 座間信作, 村上正浩: 地震災害時における情報収集支援システムの開発, 日本建築学会技術報告集, no.23, pp.497-502, 2006.
- [2] 行田弘一, 岡田和則, 滝澤修: アドホックネットワークを用いた非常時通信モデルの基礎検討, 電子情報通信学会技術研究報告, vol.106, no.153, pp.95-98, 2006.
- [3] 陶山優一, 横田裕介, 大久保英嗣: 移動端末を用いた災害情報システムにおけるDTNルーティング手法, 電子情報通信学会ユビキタス・センサネットワーク研究会, 2009.