

被災地内安否情報交換のための DTN 通信手法*

東京電機大学大学院 未来科学研究科 ロボット・メカトロニクス学専攻[†]
川田 智彦 桧垣 博章[‡]

1 はじめに

震災等の災害や大規模な事故等の発生直後において、最もニーズの高い情報のひとつが安否情報である。特に甚大かつ広域に渡る災害では、被災地域における通信網が壊滅的な打撃を受ける。比較的災害に強いと考えられる無線通信を用いた携帯電話網においても、無線基地局の損壊により通信サービスの提供が困難あるいは不可能となる。このため、固定通信網の健全性を前提とした安否情報集約、提供サービスが必ずしも十分に機能しない。本論文では、隣接無線ノード間の情報交換と無線ノードの移動との組み合わせによって互いに隣接しない無線ノード間のメッセージ配送を、無線ノードが低密度に分布する環境であっても実現可能とする DTN (Delay-Tolerant Network) 技術を用い、被災地域内における安否情報交換を実現する手法を提案する。

2 関連研究

本論文で対象とする被災地域における安否情報とは、誰が、何時、何処で、どのような状態であるかという情報であり、論文 [5] における狭義の安否情報とする。適切な安否情報の交換には、被災者が互いの状態を知ることによる心理的安心とともに今後の行動を決定する指針を得る効果と、被災地域外へ被災者の状態を通知することによって人的、物的な救援、支援活動の指針を得る効果とが期待される。

安否情報の交換を目的としたシステムとして、通信会社、携帯電話事業者が提供する安否情報確認サービスがある。ここでは、提供サービスの位置透過性により、被災地域内の安否情報交換、被災地域外への安否情報提供を同一のシステムで実現することができる。また、被災地域外に設置されたデータベースシステムに安否情報を集約することで、豊富なりソースを安定的に活用した安否情報の集約、提供を実現する。しかし、被災地域における通信網等のインフラが壊滅的な打撃を受けた場合には、安否情報の集約が困難となる問題がある。無線通信を基礎とする携帯電話網においても、無線基地局の損壊により、安否情報確認サービスが十分に機能しないことが考えられる。

無線基地局を介したインフラネットワークに依存しない移動無線ネットワークとして、無線マルチホップネットワークの研究開発が進められている。無線マルチホップネットワークでは、送信元移動無線ノードから送信先移動無線ノードまでのデータメッセージ配送を中継移動無線ノード列によるデータメッセージの順次転送によって実現する。このため、災害時におけるインフラネット

ワークの脆弱性と無関係に、安否情報交換に貢献することが期待できる。ただし、無線マルチホップネットワークの接続性は、移動無線ノードの分布密度と分布特性に大きく依存する。被災地域においては、各避難所に集合した被災者群と比較的少数の点状の被災者という分布が見込まれることから、十分な接続性を期待することはできない。

各避難所に無線通信機器を備え、被災時には避難所間を無線マルチホップ通信技術によって相互接続することで、被災地域内の安否情報交換および被災地域外への安否情報提供を実現するシステムが提案されている [4]。ここでは、インフラネットワークの健全性とは独立に安否情報の集約と交換を実現している。しかし、各避難所が健全であることを前提として避難所間の相互接続性を保証しているため、避難所が損壊し、無線マルチホップ通信の中継機能を損なった場合には、ネットワーク全体の接続性が保証されない問題点がある。

東日本大震災においては、被災者の安否情報が被災地域内において必ずしも十分に交換することができなかった。図 1 に示すように、各避難所の待機者名簿等の安否情報は、必ずしもコンピュータにデータとして入力されておらず、避難所間での安否情報交換も適切に行なうことができなかったため、被災者が安否情報を求めて避難所を尋ね歩かざるを得ない状況であった。これに対して、Google の「避難所名簿共有サービス」では、待機者名簿の写真を被災地域外へ移送して集約する手法が取られた [1]。また、NTT 東日本の「伝言お預かり活動」では、被災者からの伝言を災害復旧作業員が被災地域外へと搬送し、電話等で伝達した [2]。このように、ネットワークの接続性が十分ではない状況においては、移動による情報搬送が有力な手段となる。



図 1 避難所の待機者名簿 [3]

移動無線ノードの分布が低密度であるなどの理由で接続性が十分ではない無線マルチホップネットワークにおける通信手法に DTN 技術を用いるものがある。ここでは、Store-Carry-Forward の配送戦略のもと、メッセージを保持した無線ノードの移動をも配送手段として用いる手法である。論文 [4] では、DTN 技術を活用して安否情報を被災地域外へと配送する手法を提案している。ここでは、被災地域にある携帯端末が隣接時に保持してい

* DTN Communication for Exchange of Safety Information in Stricken Area

[†] Department of Robotics and Mechatronics, Tokyo Denki University

[‡] Tomohiko Kawada and Hiroaki Higaki

る安否情報の交換を行ない、安否情報を保持した携帯端末が被災地域外の健全な無線基地局と通信可能となった時点で保持する安否情報を集約システムへインフラネットワークを介して配送する。このとき、隣接携帯端末が被災地域外へと移動する可能性を通信ログから推定する手法を導入しているが、その確度は不明であり、必要な転送がなされないまま携帯端末の記憶領域が不足となることが考えられる。

3 提案手法

本論文では、被災地域内における安否情報交換を対象として、DTN 技術によって安否情報を交換する手法を提案する。ここでは、被災者の安否情報をいずれかの避難所に集約し、避難所間で交換、共有することが求められる。この安否情報の集約と避難所間の安否情報交換に車載無線端末を活用する。東日本大震災においても、警察、消防、自治体、自衛隊等の車載に加え、報道車載や一般車載の通行が、災害による道路被害等を受けながらも存在した。そこで、被災地域に存在する無線ノードを(1)被災者等の保持する携帯無線端末、(2)避難所に設置された固定無線端末、(3)車載移動無線端末、から構成されるとし、車載無線端末が主として DTN 通信を担うことによって、被災地域内の安否情報交換を実現する(図 2)。

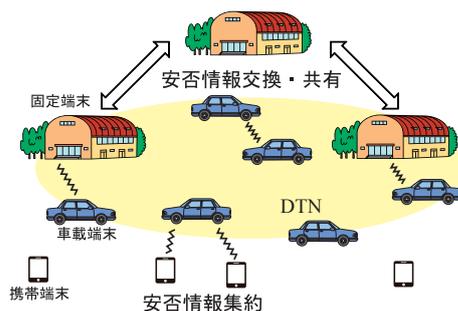


図 2 提案する安否情報システム

3.1 位置情報取得手法

安否情報は、避難所における固定無線端末への被災者等による入力と携帯無線端末へ入力された安否情報の固定無線端末への DTN 配送によって集約される。被災者状態の取得位置は、前者の場合には避難所となり、後者の場合には携帯無線端末の位置となる。携帯無線端末が GPS デバイスを備えている場合には、実時間で位置情報取得が可能である。携帯無線端末が GPS デバイスを備えていない場合でも、これと隣接した車載無線端末に備えられている場合には、車載無線端末位置を携帯無線端末位置で近似してもその差異は安否情報の用途、携帯無線端末の移動性(被災者等の移動性)を考慮すれば問題とならない。

携帯無線端末と車載無線端末がいずれも GPS デバイスを備えていない場合に対応するために、GPS デバイスを備えない車載無線端末は、GPS デバイスを備えた携帯無線端末あるいは車載無線端末と最後に通信した時刻とその端末の位置とを保持する。この情報と次に通信した GPS デバイスを備えた携帯無線端末あるいは車載無線端末の位置とその通信時刻、GPS デバイスを備えない携帯無線端末との通信時刻とを用いて、その位置を推定する。

3.2 DTN 配送手法

DTN 通信は、携帯無線端末からの安否情報の集約と避難所固定無線端末間の集約安否情報の交換を目的として、携帯無線端末と車載無線端末との間、車載無線端末間、車載無線端末と固定無線端末との間の無線通信によって実現される。

互いに隣接する携帯無線端末と車載無線端末との間では、携帯無線端末から車載無線端末へと安否情報が転送される。携帯無線端末には被災者等が安否情報を入力し、あらかじめ転送を許可する。携帯無線端末から車載無線端末へ転送された安否情報は、重複する安否情報が保持されていない限り受理される。これは、避難所外にいる被災者等が車載と遭遇する少ない機会に安否情報を取得するためである。

安否情報を保持する車載無線端末間では Epidemic Routing [7] を用いた安否情報交換を行なう。すなわち、隣接車載無線端末間では、互いに保持しない安否情報を交換する。この交換に対して車載無線端末が十分な記憶容量を備えない場合には、車載無線端末が携帯無線端末から受信した安否情報を優先的に受理し、固定無線端末から受信した安否情報の受理は低優先度とする。これは、避難所の固定無線端末間の情報共有よりも新規の安否情報の集約を優先すること、車載無線端末の移動方向が反対である場合には、安否情報の転送により安否情報が配送されてきた方向への配送となることを回避する必要があることによるものである。

避難所の固定無線端末と隣接する車載無線端末は、保持する安否情報を固定無線端末へと転送する。そして、車載無線端末は、より新しい安否情報を優先的に固定無線端末から受理し、避難所の固定無線端末間の安否情報共有に資する。

4 まとめ

本論文では、被災地域内における安否情報の集約と交換、共有を車載無線端末を中心とした DTN によって実現する手法を提案した。これまでに、Android 端末による隣接無線端末間通信(すれ違い通信)機能を実装した。今後は、DTN 通信手法の詳細を検討し、プロトタイプシステムを実現する。

参考文献

- [1] Google, “避難所名簿共有サービス,” <http://www.google.co.jp/intl/ja/crisisresponse/> (2011).
- [2] NTT 東日本岩手支店ニュースリリース, “被災地域の方からの伝言お預かり活動について,” <http://www.ntt-east.co.jp/iwate/news/data/H230318.html> (2011).
- [3] Wall Street Journal 日本版 2011 年 3 月 29 日, “避難所での生活” (2011).
- [4] 浦上, 重安, 亀川, 藤川, 松本, 吉木, 森, 森岡, 真野, 松野, “無線技術を用いた自律的な被災情報提供システムの構築,” 第 20 回 DPS ワークショップ論文集, pp. 128–129 (2011).
- [5] 小山, 水本, 今津, 安本, “災害データベース・Twitter と連携する DTN ベース災害安否確認システムの提案,” 第 20 回 DPS ワークショップ論文集, pp. 89–93 (2011).
- [6] 村上, “東日本大震災・安否情報システムの展開とその課題,” 放送研究と調査 2011 年 6 月号, pp.18–33 (2011).
- [7] Vahdat, A. and Becker, D., “Epidemic Routing for Partially-Connected Ad Hoc Networks,” Technical Report CS-200006, Duke University (2000).