

情報の特性による配信優先度を考慮した 災害情報共有システムの提案

丸山 博史^{†1} 福井 悠^{†1} 山田 俊輔^{†1}
池端 優二^{†2} 塚田 晃司^{†2}

本研究では、孤立する可能性のある中山間地域において情報共有する際に、あらかじめ付加した情報の特性をもとに配信順序や配信方法を決定し、決定された順序や方法で情報の配信を行うシステムを提案する。付加する特性には、優先度、周知性、即時性を用いる。そして、付加した特性より配信順序や配信方法を変更して、情報共有を行う。提案システムを用いることで、通信状況が不安定なことにより一度に大量の情報を共有できない場合でも、大量にある情報の中から必要な情報を優先的に共有できることを目指す。

Proposal of Disaster information sharing system considering delivery priority by property of the information

HIROSHI MARUYAMA,^{†1} YU FUKUI,^{†1}
SHUNSUKE YAMADA,^{†1} YUJI IKEBATA^{†2}
and KOJI TSUKADA^{†2}

We propose a system that changes delivery order and transport protocol by properties of information, and delivery information when sharing information between hilly and mountainous area. Additional properties are priority, publicity and immediateness. By additional properties, this system change delivery order and transport protocol. We aim at the disaster information sharing that required information is preferentially shared even when communication condition is unstable and it is difficult to share much information.

^{†1} 和歌山大学大学院システム工学研究科; Graduate School of Systems Engineering, Wakayama University

^{†2} 和歌山大学システム工学部; Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

1. はじめに

日本では、毎年地震や台風といった自然災害が数多く発生し¹⁾、一時的に公共の施設などに避難しなければならない被害をもたらすものも発生している。また、日本には中山間地域が多く存在し²⁾、広域災害発生時にはそれらの地域内にある集落が孤立してしまう可能性がある³⁾。そのような集落は、所属する地方自治体からの物理的な公助を受けることができず、復旧活動に支障をきたすことや二次災害の発生の可能性があるといったことなどが予想される。そこで、各集落が孤立した場合に、自助・共助の支援のための情報共有⁴⁾が必要となる。その集落ごとの物資の状況、安否情報、被災状況などの確認を情報共有で行う。集落内の避難所などを拠点とし、その拠点間で届くような無線通信機器を用いる。拠点に避難してきた人などが設置している端末を操作することで、自助・共助の支援を行うということが考えられる。それにより、復旧活動の効率化や二次災害の防止につながる。

拠点の端末同士で無線 LAN によるネットワークを構築し、自助・共助の支援のための情報共有を行う。しかし、共有する災害情報には、被災状況・避難情報・安否情報・ライフライン復旧情報などさまざまなものがあり、情報が大量にある場合に配信の順序が考慮されていないといったことにより、必要な情報がなかなか得られないことや通信状況が安定しないことで情報の配信が難しくなってしまう、といった問題点がある。

そこで本研究では、拠点に設置された端末間で情報共有を行う際に、共有する情報に災害情報の優先度や特性を付加しておき、それらを元に配信順序を変更することで情報が大量にある場合や不安定な通信状況においても必要な情報を優先的に配信する災害情報共有システムの提案を行う。

2. 関連研究

災害時の孤立集落における情報共有システムには、塚田ら⁵⁾の DTN (Delay-Tolerant Networking) と P2P モデルを用い、被災の影響を受けない通信インフラでの情報共有を行うことで、災害時に重要な地域内の共助を促進させることを目指すシステムがある。このシステムでは、集落内の各戸に情報端末を設置し、その端末同士で既存の通信インフラに依存しないネットワークを構築する。そして、災害時に重要な地域内の共助を促進させることを目指している。

また、瀧本ら⁶⁾の県・市町村間での情報共有システムがある。自治体の導入されている被害情報システムの多くは多機能かつ複雑であり、使いこなせば有効であるが、その多機能

さゆえに一般の職員では使いこなすことができないといった背景から、安価で簡易な補助的役割を果たす防災情報システムを開発し、その拡張的な機能として、県と市町村のシステム間で情報共有を可能とする、というものである。

防災情報システムが整備されている県もいくつかある。兵庫県のフェニックス防災システム⁷⁾では、阪神・淡路大震災の教訓を踏まえ、あらゆる災害に対応できるように開発された防災情報システムであり、各種被害情報や気象観測情報の収集機能、被害推定機能などから構成されている。そして、各機能で得られた情報を関係機関間で共有する。千葉県の防災情報システム⁸⁾では、災害時における県庁と市町村などとの間で被害情報、指示情報などの収集・処理の迅速化を図り、防災に関する各種情報を関係機関や県民と共有して、的確な防災対策の遂行に役立てることを目的としている。

災害対応の中心である地方自治体に焦点を当てた、危機管理対応情報共有技術による減災対策⁹⁾がある。この研究では、市町村の情報共有システムと情報コンテンツを標準化させる減災情報共有プラットフォームに関する研究・開発を行っている。また、省庁間の防災情報共有プラットフォームと連携するために、標準化を目指して災害時の情報共有を考慮したデータ構造の設計¹⁰⁾がされている。災害対応実施機関が他機関と災害対応情報を円滑に共有することを目的としたデータ構造 (XML スキーマ) の設計方針・手法を提案し、スキーマを構築している。

災害時における情報の配信順位に関する研究¹¹⁾は、情報のニーズが時間や空間とともに変化することを考慮し、それらの特徴から情報が大量にある場合にどの情報から配信していけばよいかを決定するための指標を作成している。大量の情報は整理されずに提供されることから、結局多くの被災者は欲しい情報をなかなか得ることができなくなってしまう。また、情報配信される上では被災者のニーズをあまり考慮されていないと考えられている。これらの理由より、情報のニーズから情報の配信順位の決定指標を作成している。

災害情報の共有を行う際には、災害情報を迅速に送信する必要がある。特に、塚田らのシステムでは、無線 LAN を用いたアドホックネットワークを構築し、DTN を構成することで、災害時の通信インフラを構築している。しかし、情報が大量にある場合に必要情報の送受信ができなくなってしまうことや、無線 LAN を用いることにより通信状況が不安定になり、一度に情報を配信するのが難しくなることから、情報の取得に遅延が発生してしまう、といった問題がある。

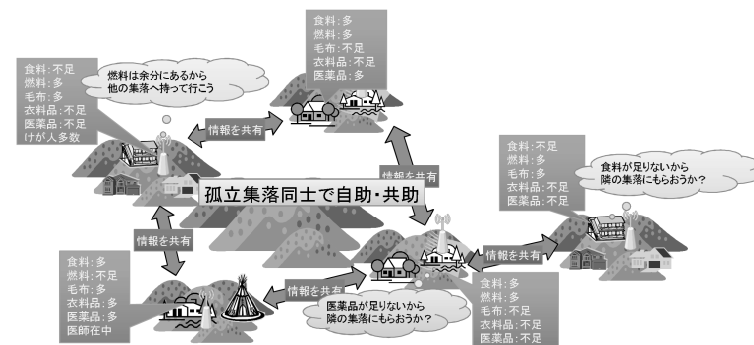


図 1 拠点間の災害情報共有のイメージ図
Fig. 1 Disaster information sharing between bases

3. 提案システム

本研究で提案するシステムは、中山間地域に存在する避難所などを災害時の拠点とし、それらの間で配信順序決定し、災害情報の共有を行うシステムである。提案システムを用いた中山間地域における拠点間の災害情報共有のイメージ図を図 1 に示す。

各拠点に設置されている情報共有に用いる端末は、平常時に業務などで使用しているものを想定している。端末内の災害情報を無線 LAN によって構築されたネットワーク内で共有する。災害情報の配信は 1 台の端末が別の端末 1 台に対して情報を送信する、ということ各端末において繰り返すことにより行う。拠点間の災害情報共有の際に、情報の特性に応じて配信方法や配信順序を変更することで、不安定な通信状況や大量の情報を所有している場合でも効率的な情報共有が可能となることを目的としている。

3.1 災害情報の種類

ここで述べる災害情報とは、災害時に拠点や関係機関などとの間で共有される情報のことである。拠点間で共有する情報には、さまざまな種類がある¹¹⁾。提案システムにおいて取り扱う災害情報も、同様のものを取り扱う。

また、災害情報の中には、情報の種類に関わらず、もれなく確実に伝えることを重視する情報や可能なかぎり速く伝えることを重視する情報というようなものが存在する。

表 1 周知性・即時性に当てはまる情報
Table 1 Information which is applied to publicity and immediate

周知性	即時性
被害情報	食料や生活に関する情報
安否情報	ライフライン情報
避難情報	被害情報
交通情報	交通情報
行政機関に関する情報	行政機関に関する情報

3.2 災害情報の特性

前節で述べた情報の種類に当てはまるかを情報の特性として付加し、配信順序決定に用いる。情報の特性を表す要素には、優先度、周知性、即時性といったものを用いる。これらの要素は、情報の作成時に設定しておく値であり、配信順序や配信方法に関する値である。それらを考慮し、配信順序を決定することで、情報が大量にある場合であったとしても、情報の取得に遅延が生じることなく情報共有が可能となる。

また、もれなく確実に伝えることや可能なかぎり速く伝えることというのは情報の配信において重視されているものであり、

- 周知性：情報を確実に配信するか
- 即時性：他の情報よりも先に配信するか

の判断基準として採用した。これらの要素を配信する情報そのものの特性として考慮し、情報の配信順序や配信方法を決定する。周知性や即時性が当てはまる情報を表 1 に示す。どちらにも当てはまる情報といったものも存在する。

自治体などが、事業に関する情報を報道機関に提供し、マスメディアで報道されるように働きかける広報活動のことをパブリシティといい、そのメリットとして、周知性、速報性、広域性、経済性が挙げられている¹²⁾。災害情報は、広く認知されること、より速く伝えることが必要であるため、広報活動のメリット 4 つから周知性、速報性（ここでは即時性とした）を情報の特性を表す要素として用いた。

各要素の定義と役割について具体的に述べる。優先度は、配信の順序を示すもので、重要な情報は高い値になる。即時性は、速く伝えることを重視するかどうかを表す。優先度が同じ情報が存在する場合、即時性があるものを先に配信する。周知性は、確実に伝えることを重視するかどうかを表す。周知性がある情報は、信頼性の高い通信方式を用いて配信する。

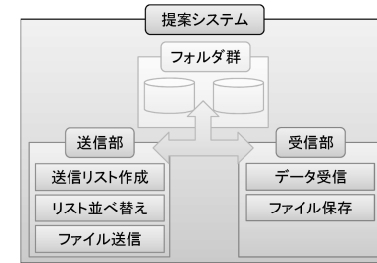


図 2 各端末のシステム構成
Fig.2 System configuration

4. プロトタイプシステム

各端末で動作させるプロトタイプシステムの構成を図 2 に示す。指定したフォルダ内に存在する XML ファイルから情報の特性を表わす要素や宛先などを抽出する。そして、要素に基づいて配信順を決定し、書かれた宛先に対してそのファイルを配信するというものである。

4.1 配信する XML ファイルの形式

提案システムは、共有する災害情報に付加された情報の特性を用いて配信順序の決定を行う。その配信する情報の形式として XML (eXtensible Markup Language: 拡張マークアップ言語) を用いる。XML は、文書やデータの意味や構造を記述するためのマークアップ言語の一つである。そして、

- XML 形式の文書は作成者が自由に構造や意味を決めることができる。
- 人が直接 XML 形式の文書を読む際に読みやすい。
- 文献 9), 13), 14) のように防災関連の機関がフォーマットとして用いている。

といった点から今回共有する情報の形式として採用した。また、この XML は、文献 5), 10) にも用いられている。

XML に記述する情報は大きく分けて 2 つである。情報の特性を表わす部分である <header> と実際の情報の内容を表わす部分である <body> の 2 つである。<header> 部分には、優先度、即時性、周知性、宛先などの情報の特性を記述する。これらの特性は、配信する XML ファイル作成時に設定しておく。<priority> には優先度を、<immediate> には即時性を、



図 3 XML のデータの例
Fig. 3 XML data example

<publicity>には周知性を<body>の子要素として記述する。また、<body>部分には、実際に伝えたい情報を記述する。配信する XML ファイルの例を図 3 に示す。配信に関する要素のとり値を以下に示す。

- 優先度：1 から 5 の整数値
- 即時性：true もしくは false
- 周知性：true もしくは false

優先度に設定された数値が大きいものほど、優先度が高く先に配信する情報となる。即時性に true が設定された場合、優先度の値が同じものの中でも先に配信する情報となる。周知性に true が設定された場合、false の情報よりも信頼性の高い通信方式を用いて配信する。

4.2 送信・受信の手順

それぞれの端末内で送信側の処理と受信側の処理を並行して繰り返すことで、他の端末と通信をし、災害情報の共有を行う。

4.2.1 送信の手順

送信の手順を図 4 に示す。周知性がある情報の場合、確実に送信することを重視しているため信頼性の高い通信方式である TCP を用いる。それに対し、周知性がない情報の場合は UDP を用いる。

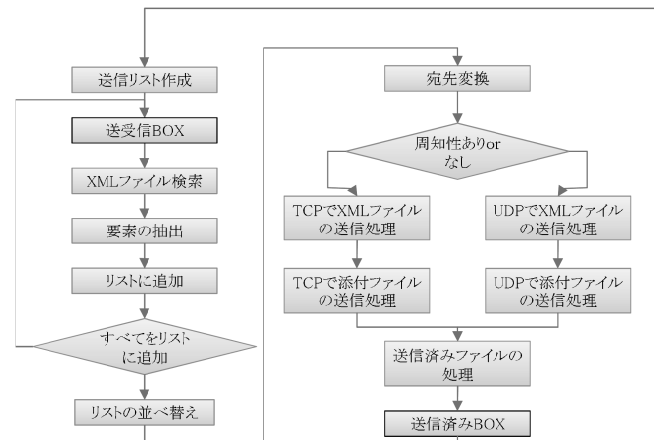


図 4 送信手順
Fig. 4 Sending flow chart

4.2.2 受信の手順

受信の手順を図 5 に示す。

5. 実 験

今回の実験は、無線 LAN 内蔵ノート PC5 台でアドホックネットワークを構築し、作成したプロトタイプシステムを各端末で動作させた。各端末と通信可能な端末との関係は、図 6 のようになる。そして、ファイルを送信したい端末の名前と通信可能な端末の IP アドレスを対応付けたリストを用いて通信する。各端末宛のファイルを 40 個用意して、情報配信を行った。また、屋外で実験する前に屋内で実験することにより、複数台用いた場合での動作確認をする必要があると考えたため、今回は屋内で実験を行った。

5.1 目 的

情報の特性に応じて、配信順序や配信方法を変更することの有効性を確認する。配信方法に関しては、UDP だけで情報配信を行った場合の到達率と TCP だけで情報配信を行った場合の到達率を比較する。配信順序に関しては、想定した順序にファイルを受信できている

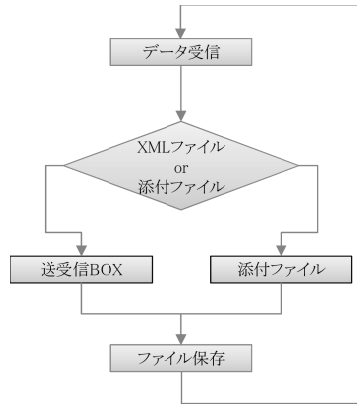


図 5 受信手順
Fig. 5 Receiving flow chart

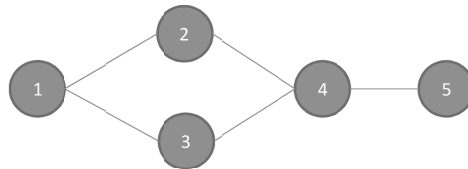


図 6 ネットワーク構成
Fig.6 Network configuration

のかを確認する。想定した順序とは、情報の特性に応じた配信順序に並んでいることである。よって、優先度などが低い情報の後にそれより高い情報を受信していると想定した順序ではない、ということになる。

5.2 結果

5.2.1 配信方法の変更

ファイルが XML 内に記述された宛先の端末まで到達しているかを表 2 に示す。UDP

表 2 各配信方法における到達率

端末名	UDP		TCP	
	到達数	到達率	到達数	到達率
端末 1	40	100 %	40	100 %
端末 2	38	95 %	40	100 %
端末 3	39	97.5 %	40	100 %
端末 4	40	100 %	40	100 %
端末 5	34	85 %	40	100 %

表 3 受信順序のずれ

Table 3 Confusion ratio of received order

端末名	ずれ数	ずれ率
端末 1	16	40 %
端末 2	25	62.5 %
端末 3	26	65 %
端末 4	22	55 %
端末 5	0	0 %

で送信した場合、室内による実験であったためか一番低い到達率でも 85 %となった。TCP で送信した場合、すべての端末において到達率が 100 %となった。

5.2.2 配信順序の変更

配信順序の変更による、受信順序のずれを表 3 に示す。端末 2~4 においては、50 %以上のファイルが想定した順序に受信されていない。端末 1 では他の端末よりも少し低い 40 %であった。しかし、端末 5 においては、すべてのファイルが想定した順序に受信された。

5.3 考察

UDP と TCP で到達率にそれほど差が見られなかったのは、室内で安定した通信状況のもとで行ったためである。よって、不安定な通信状況を屋外で距離を取り実験することで、到達率に差が出るのではないかと考えている。

順序に関する問題点は、今回の実験において安定して通信できたため、ファイルがある程度貯めこんでから通信する、という状況にならなかったためである。また、ある端末が別の端末に対して送信したファイルを受信した順序に関しては、その時点での順序に基づいたものとなっている。よって、配信方法と同様に不安定な通信状況で実験を行うことで、どの端末においても想定した順序に近い受信をするのではないかと考えている。端末 5 のみが想定した順序に受信できた理由としては、端末 5 宛のファイルはすべて端末 4 を経由するこ

となる。そして、端末 4 が端末 5 以外の端末に対してファイルを送信している間に端末 5 宛のファイルを受信・送信しているためであると考えられる。

6. まとめと今後の課題

災害時の孤立集落間における情報共有は、共助の支援につながるため重要である。しかし、情報が大量にある場合や通信状況が不安定な場合に情報の配信が難しくなる。そこで本研究では、災害時における情報の特性を考慮した情報共有システムの提案を行った。付加する情報の特性に、優先度、周知性、即時性を用い、配信時の順序を決定する。これにより、情報が大量にある場合でも、適切な順序で情報の共有を行うことができるようにするというものである。

プロトタイプシステムを構築し、実機実験を行った。この実験では、配信順序や配信方法を変更した場合にどのような影響が出るのかを確認した。その結果、配信方法に UDP や TCP を用いることで到達率に変化が見られることが分かった。また、配信順序を変更することにより通信状況に左右されると思われるが、その時点での順序による情報配信がされていることが分かった。しかし、今回の実験は室内で行ったため、不安定な通信状況における動作を確認していない。そのため、今後屋外実験を行い、配信順序や配信方法の変更による情報配信の有効性を再度確認する必要がある。また、実際に孤立の可能性がある集落間での情報共有実験も行う予定である。

今後の課題としては、今回用いた、優先度、即時性、周知性といった情報の特性をどのようにして決定するか、ということを検討していく必要がある。また、配信順序決定に関して反映させる必要のある項目としては、

- 文献 11) にあるような情報のニーズおよびその変化を反映
- 受信側の場所や被災状況を反映

といったものがある。これらを提案システムに反映させ、配信順序を時間や場所などによって動的に変化させることを検討している。そして、新たに評価内容を検討し実験を行う必要もある。

謝辞 本研究の一部は、和歌山大学オンリー・ワン創成プロジェクト「中山間地域における災害時の孤立による情報伝達システムの研究」の補助による成果である。

参 考 文 献

- 1) “平成 22 年版 防災白書”, <http://www.bousai.go.jp/hakusho/h22/> (2011/10/11 参照)
- 2) “農林水産省／中山間地域とは”, http://www.maff.go.jp/j/nousin/tyusan/siharai_seido/s_about/cyusan/ (2011/10/11 参照)
- 3) “中山間地等の集落散在地域における孤立集落発生の可能性に関する状況フォローアップ調査”, <http://www.bousai.go.jp/oshirase/h21/h21koritsu.pdf> (2011/10/11 参照)
- 4) “地方都市等における地震防災のあり方に関する専門調査会 (第 5 回)”, http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/toshibu_jishin/5/ (2011/10/11 参照)
- 5) 塚田晃司, 野崎浩平: “災害時孤立集落での利用を想定した地域内情報共有システム”, 情報処理学会論文誌 2010 Vol.51 No.1 pp.14-24
- 6) 瀧本浩一, 吉久誠二, 三浦房紀: “災害時における県・市町村間被害情報共有システムの開発”, 地域安全学会梗概集 2005-11 pp.123-124
- 7) “兵庫県フェニックス防災システム”, <http://web.bosai.pref.hyogo.lg.jp/public/> (2011/10/11 参照)
- 8) “防災情報システム／千葉県”, <http://www.pref.chiba.lg.jp/shoubou/saigaitaisaku/jouhou/bousaijouhou.html> (2011/10/11 参照)
- 9) “危機管理対応情報共有技術による減災対策”, <http://admire.jpn.org/gensaiproject/gensai.html> (2011/10/11 参照)
- 10) 浅野俊幸, 下羅弘樹, 間正浩, 天見正和, 佐土原聡: “災害対応情報の共有化を考慮した XML スキーマの設計”, 情報知識学会誌 2008 Vol.18 No.3 pp.220-239
- 11) 山下剛, 村田晶, 宮島昌克, 北浦勝: “地震災害時における防災情報の配信順位に関する研究”, 地域安全学会梗概集 2001-11 pp.77-80
- 12) “新たな広報広聴戦略の検討 (愛知県豊橋市)”, <http://www.city.toyohashi.aichi.jp/seisakukikaku/matiken/pdf/h16g5.pdf> (2011/2/20 参照)
- 13) “気象庁防災情報 XML フォーマット”, <http://xml.kishou.go.jp/> (2011/10/11 参照)
- 14) “統一河川情報システム XML スキーマ定義書 (Ver.1.1)”, <http://www5.river.go.jp/guideline/RiverXMLschema/XMLschema.pdf> (2011/10/11 参照)