

採 択 番 号 : 19303
研究開発課題名 : スマートコミュニティを支える高信頼ネットワーク構成技術の研究開発
副 題 : ソーシャルメディア時代の高信頼災害時通信の研究開発

(1) 研究開発の目的

【背景】

地球温暖化に伴う自然災害の甚大化やテロリストによるアタックの頻発など、自然ならびに人的な災害の規模が大きくなりつつある。大規模災害時には、黄金の72時間と呼ばれる災害初期に、消防、警察などのレスキュー組織やその救急隊員が、最新の被災者や被害の状況を収集し、被災者を救出することが必須である。しかしながら、複数のレスキュー組織間での情報共有の難しさ、被災者や救急隊員を手助けするボランティアから高信頼に情報伝達する119番通報などの緊急通信の不通などにより、迅速で最適な救助活動が実現できない。一方、電話や携帯網と比較してインターネットは耐障害性が高く、ツイッターなどのソーシャルメディアを用いた、ボランティアからの被害情報の伝達が、有用であることが認識されつつある。しかしながら、レスキュー組織への救助要請などのクリティカルな情報伝達に使える安全性が無いため、この問題を解決して、救急隊員、ボランティア、被災者が、119番通報と同じ安全性で、ソーシャルメディアを用いて情報共有することを可能とすることが期待されている。

【課題】

しかしながら、ソーシャルメディアを119番通報の代替として、救急隊員、被災者、ボランティアの情報共有に使用するには、以下の課題がある。第一に、異なる組織の救急隊員が迅速に一時的にチームを形成する必要があるが、従来のIP通信を用いては、チームのメンバーの名前、メンバーの所有するIPアドレスの設定、管理などが煩雑で短時間に行うことは困難である。第二に、大規模災害時には、ネットワークが分断され認証局へのアクセスも出来なく、救急隊員がボランティアや被災者を認証する手段を失い、安全な通信を行うことが困難となる。第三に、一時的なチームの形成には、情報セントリックネットワーキング (ICN: Information Centric Networking) 技術の名前通信を利用することが期待できるが、複数の組織に跨ったチームのメンバーの名前を、従来のICNのような一つの根を持つ階層的な木構造の名前体系で表すことはできない。第四に、分断されたネットワークでは、被災者がレスキューチームの名前を知る術がないとともに、被災者と救急隊員が安全に通信できない。

【目的】

本研究の目的は、上記の課題を解決して、大規模災害時に、安心安全に、具体的には、119番通報と同等の安全性を担保しながら、救急隊員、被災者、ボランティアが迅速に情報共有することを可能とする災害通信アーキテクチャを開発することである。さらに、アーキテクチャの実現に向けて、以下の要素技術を開発する。第一に、普段使用しているソーシャルメディアを、災害時の情報共有に支障なく使うことを可能とする名前付けを開発する。第二に、救急隊員やボランティアなどの身元を確認する認証局が使用できないネットワークが分断された状況、かつ、ボランティアや被災者が認証局に事前登録されていない状況で、救急隊員、ボランティア、被災者の間に信頼を構築する機構を開発する。第三に、複数の組織に属するレスキューチームの救急隊員が一時的なチームを構成し、情報共有することを可能とするパケット転送フレームワークを開発する。第四に、ネットワークが分断された状況において、パケット転送のためのルーティング情報が広報できない環境においても、位置情報と信頼情報を用いて、最適な救助プランに基づいて確実に救急隊員にパケットを到達させるルーティングフレームワークを開発する。

(2) 研究開発期間
平成 30 年度から令和 3 年度 (36 か月)

(3) 実施機関
国立大学法人大阪大学<代表研究者>
国立大学法人静岡大学
学校法人名古屋電気学園 愛知工業大学

(4) 研究開発予算 (契約額)
総額 45 百万円 (令和 3 年度 7 百万円)
※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発項目と担当
研究開発項目 1: 信頼管理技術の開発
1-1. 時限トラスト値の割当と管理 (愛知工業大学)
1-2. 抑止力型トラストを考慮したトラスト API の開発 (静岡大学)
研究開発項目 2: セキュア位置ベースフォワーディングの開発
2-1. 位置ベースルーティング (大阪大学)
2-2. 位置ベースフォワーディング (大阪大学)
研究開発項目 3: 統合と実証
3-1. フォワーディング技術の統合と実証 (大阪大学)
3-2. 信頼管理技術の統合と実証 (静岡大学)

(6) 特許出願、外部発表等

		累計 (件)	当該年度 (件)
特許出願	国内出願	0	0
	外国出願	0	0
外部発表等	研究論文	2	0
	その他研究発表	36	0
	標準化提案・採択	0	0
	プレスリリース・報道	0	0
	展示会	0	0
	受賞・表彰	1	0

(7) 具体的な実施内容と成果

研究開発項目 1 信頼管理技術の開発

研究開発項目 1-1、および 1-2 の成果は以下の通りである。

研究開発項目 1-1 時限トラスト値の割当と管理

- 情報の矛盾や無関連を考慮する「二次元的トラスト値」を定式化し、既存のトラスト理論、Subjective Logic、および「アブセンス・オブ・トラスト」の概念の拡張になっていることを明らかにした。また、時々刻々と変化するトラスト値の安全性を定義し、効率的な検証手法を示した。さらに、トラスト値を用いた救助要請の判定法を開発し、有効性を確認した。
時限トラストに関する理論的な成果を、3 件の国際会議論文として発表した。
- オンラインのリモートボランティアに、「ソーシャルメディアに流れるメッセージの信憑性検証」を依頼する群衆ソーシングシステム (リモート群衆ソーシングシステム) を開発した。
- 被災地のオンサイトボランティアに、「リモートボランティアによって峻別されたメッセージの真偽検証」を依頼する群衆ソーシングシステム (オンサイト群衆ソーシングシステム) を開発した。

研究開発項目 1-2 抑止力型トラストを考慮したトラスト API の開発

- 「リモートボランティアによって峻別されたメッセージの真偽検証」を行うオンサイトボランティアの信頼性を高めるために、オンサイトボランティアの本人情報を登録させることによって、身元特定に基づく抑止力を働かせる仕組みを提案した。本人情報を登録することによってボランティアの中に生じる「不正を働くことに対する抑止力」の大きさと「プライバシーの懸念」の大きさの関係を、アンケート調査を通じて明らかにした。
- 身元特定に基づく抑止力の実現に当たり、救急隊員をトラストアンカとして機能させ、本人情報を用いてオンサイトボランティアの身元確認を行った場合に、救急隊員からオンサイトボランティアに PKI 秘密鍵と PKI 公開鍵が発行される仕組みを提案した。
- 本人情報を登録しないオンサイトボランティアには抑止力が働かないため、本人情報の登録を済ませたオンサイトボランティアとチームを組ませることによって同調圧力に基づく抑止力を働かせる仕組みを提案した。その際同調圧力の大きさと効果を、アンケート調査を通じて明らかにした。
- 「ソーシャルメディアに流れるメッセージの信憑性検証」を行うリモートボランティアの作業の妥当性を高めるために、多数決型の信憑性検証方式を採用した。

研究開発項目 2 セキュア位置ベースフォワーディングの開発

研究開発項目 2-1、および 2-2 の成果は以下の通りである。

研究開発項目 2-1 位置ベースルーティング

- プル型の通信とプロアクティブな経路広報により、DoS 攻撃やノード障害への耐性を有する Publish/Subscribe プロトコルを NDN の名前通信を活用して設計した。
- NDN のキャッシュ機能を活用して、Publish/Subscribe プロトコルに対して、コア網から分断されたアドホック網の救急隊員のグループ間でメッセージ配信できるように拡張した。シミュレーションにより高いメッセージ配送率(90%以上)を達成することを検証した(国際会議[2-1])。

研究開発項目 2-2 位置ベースフォワーディング

- Publish/Subscribe プロトコルを緊急通信に適用するために、Attribute based Encryption(ABE)を利用して、ボランティアから災害本部に緊急メッセージを送信する緊急通信サービスを設計し、プロトタイプにより評価した(国際会議[2-2])。
- プル型の Publish/Subscribe プロトコルを CCN のオープンソース Cefore 上に実装し、Wi-Fi P2P モードを用いたローカルテストベッドで実証した。

研究開発項目 3 統合と実証

西日本豪雨(2018年)の7月7日の約700万のSNS(ツイッター)への投稿メッセージを用いて、研究項目 2-1 で設計した災害通信アーキテクチャのメッセージの処理の流れに従って、各研究開発項目の成果を実証した。具体的には、ソーシャルメディアエンジンによる災害関連メッセージの抽出(研究開発項目 2-1)、ボランティアによるメッセージの信憑性の検査(研究開発項目 1-1、1-2)を実証した。

研究開発項目 3-1、および 3-2 の成果は以下の通りである。

研究開発項目 3-1 フォワーディング技術の統合と実証

- ソーシャルメディアエンジンを構成する 4 つのフィルタ（災害関連性フィルタ（米国開発）、名前空間フィルタ（米国開発）、一次情報フィルタ（日本開発）、救助要請フィルタ（日本開発））を、機械学習をベースに実装した。さらにフィルタの特性に合わせて、機械学習による分類結果を補助する技術を開発し、西日本豪雨災害時の約 700 万件のツイートを用いて実装したフィルタを実証した。
- 機械学習に基づく救助要請フィルタを用いて救助要請を抽出する実験を実施し、0.96 の精度（Precision 0.84, Recall 0.70）を得た。しかしながら、機械学習のみを用いた抽出では、災害情報と救助要請の見落としが多いことと、アテンション分析を行いその要因を明らかにした。
- 救助要請フィルタの抽出結果を、住所情報と二次元的トラスト値を用いた補正を行うことで、Precision を 0.84 から 0.90 に改善することを実証した。

研究開発項目 3-2 信頼管理技術の統合と実証

- オンサイト群衆ソーシングシステム（被災地のオンサイトボランティアに「リモートボランティアによって峻別されたメッセージの真偽検証」を依頼する群衆ソーシングシステム）の効果を、実データを参考にしたエージェントシミュレーションにより評価した。
- リモート群衆ソーシングシステム（オンラインのリモートボランティアに「ソーシャルメディアに流れるメッセージの信頼性検証」を依頼する群衆ソーシングシステム）の効果を、実データを用いた目視チェックにより評価した。
- 2 層情報クレンジングシステムを研究開発項目 3-1 のツイートフィルタリング手法と接続し、実データを参考にしたケーススタディを実施した。

(8) 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

1) 計画

本研究開発では、災害時にソーシャルメディア/SNS に投稿された記事から信頼性の高い記事抽出する信頼管理技術、ならびに災害時のグループ通信技術を開発した。それぞれの技術に対して、以下の通り発展させる予定である。

信頼管理技術については、災害時に SNS に投稿された記事から緊急度の高い記事を抽出し、さらにその記事の信頼性を検証する技術を開発する見通しをつけた。一方、人出の介入を削減したり、信頼性を検証する理論的な裏付けを行うなど、アーキテクチャを検証するため、基礎的な研究を引き続き進める。対外発表については、国際会議 ICT-DM2019 に発表した基本的なアーキテクチャの信頼性管理について改良した結果について、日米研究機関の共著論文として、国際会議に投稿後、論文誌に投稿する準備を進めている。実用化に向けては、人手の介入を無くした自動化できるように、本研究開発で開発した SME ならびに群衆ソーシング用のプログラムを改良するとともに、災害を模したイベントでの実証実験を実施する予定である。

グループ通信技術については、シミュレーションとローカルテストベッドでの検証を完了したため、その普及に向けて、対外発表、オープンソース化を進める。対外発表については、最終的なプロトコルについて未発表であるため、国際会議に投稿するとともに、論文誌論文として纏める予定である。さらに、開発した Publish/Subscribe 通信プロトコルは Cefore 上のアプリケーションとして、オープンソースとして公開することで普及を目指す。さらに、現在、科研費のプロジェクトで開発中の P4 プログラムブルスイッチを用いた NDN ルータに移植し、オープンソース公開する。

2) 展望

信頼管理技術ならびにグループ通信技術の展望は、以下の通りである。

信頼管理技術については、近年中に、災害時のソーシャルメディア/SNS の活用実際に適用されることが期待できる。国内外で多数の研究機関が活用の検討を進めてきたが、実現を阻む課題が明らかにされつつある状況で、まだ決定的な解法は開発されていない。これに対して、本研究開発では、アクティブラーニング(米国研究機関)、位置とボランティアを活用(国内研究機関)することで、一部、人手での作業は残るが、信憑性の高い記事を抽出できる見通しを得た。また、NICTなどの国内研究機関では、投稿された記事を頻出語句や位置で自動的に分類するツールの実用化も進められており、これらの研究結果を組み合わせることで、災害時のソーシャルメディア/SNS の活用が実現されることが期待できる。本研究開発では、研究成果を引き続き論文発表すること、ツイート解析のために開発したツールをオープンソースとして公開予定することで、この分野での研究開発に貢献する。

災害時のツイート活用の研究開発は、具体的な応用が中心であり、記事の意図や信憑性を明らかにする基礎的な研究が少なかった。これに対して、本研究開発では、災害時の人の動機やトラストについて、アンケートによる実践的、モデルによる理論的なアプローチで取り組んでおり、今後、災害時の人の振る舞いを明らかにする研究開発が進められることを期待する。

グループ通信については、NDN の研究分野において、複数の参加者の公開(Publish)するデータを同期させる Sync プロトコルがアプリケーションとして期待されている。Sync プロトコルと Publish/Subscribe プロトコルの差異や応用についても議論が進みつつあり、NDN 網におけるグループ通信の実用化が期待される。これに対して、本研究開発では、アドホック網ならびに分断されたアドホック網のグループ通信に焦点を当てており、安定した網での同期に焦点を当てた上記の研究を補完するものである、この分野での研究開発、実用化の進展に貢献することが期待される。

(9) 外国の実施機関

University California, Riverside (米国)