

令和 3 年 6 月 23 日現在

機関番号：32660

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17K01342

研究課題名(和文) 災害時におけるMANETを利用した避難誘導システムの開発

研究課題名(英文) Development of disaster evacuation guidance system using MANET

研究代表者

松澤 智史 (MATSUZAWA, TOMOFUMI)

東京理科大学・理工学部情報科学科・講師

研究者番号：20385529

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：本課題では、自然災害時の被災者を支援するため、被災地での臨時ネットワークインフラ作成、避難誘導に関する情報の提供を行うシステムとそのアルゴリズムの研究を行った。被災地で形成するネットワークインフラは、既存のインフラが使えない前提で、被災者が持つ移動端末間でモバイルアドホックネットワークを形成するため、通信可能な状態時に可能な限り情報を目的の近くへ運ぶための情報伝達基盤としてモバイルエージェントの技術を応用した。臨時ネットワーク上で、被災者へ安全なルート提示を行った。ドローンを用いて撮影した被災地画像を機械学習により解析する手法の提案などの成果を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

自然災害の多い日本において、災害発生時の迅速な対応、被災者の避難を支援する技術は必要不可欠である。この課題は火災、地震、津波などの自然災害が発生した際に、ドローンや被災者が持つスマートフォンなどの移動端末間で臨時ネットワークを構成し、災害時に倒壊する恐れのある既存のネットワークインフラを用いずに、避難を迅速に行うための情報や被災地の情報を被災者や災害対応者で共有するための研究を行った。

研究成果の概要(英文)：In this project, in order to support evacuees of natural disasters, we studied a system and its algorithm to establish a temporary network infrastructure in the disaster area to provide information for evacuation guidance. We formed a mobile ad hoc network among the mobile terminals of evacuees, and applied the technology of mobile agents as the information transmission infrastructure to carry information as close to the destination as possible when communication is possible.

We also presented safe routes to evacuees on the ad hoc network.

We proposed a method to analyze the images of the disaster area taken by a drone using machine learning.

研究分野：ネットワーク科学

キーワード：避難誘導 自然災害 MANET 機械学習 移動エージェント

1. 研究開始当初の背景

自然災害の多い日本において、災害発生時の迅速な対応、被災者の避難を支援する技術は必要不可欠である。多くの自然災害において被災者の生存確率を上げるためには正確な情報を迅速に伝える必要があるが、現在は、公共放送や被災者間の人的ネットワークを活用した伝達が主な情報収集の手段となっている。計算機やネットワークの発達により、現在は多くの人がスマートフォンなどの移動端末を所持しており、日々の情報収集、情報伝達に活用しているが、実際の災害現場では通信ネットワークのインフラが倒壊している、非常に混雑して活用できないという問題が存在する。

2. 研究の目的

この課題は火災、地震、津波などの自然災害が発生した際に、ドローンや被災者が持つスマートフォンなどの移動端末間で臨時ネットワークを構成し、災害時に倒壊する恐れのある既存のネットワークインフラを用いずに、避難を迅速に行うための情報や被災地の情報を被災者や災害対応者で共有するための研究を行った。

3. 研究の方法

まず既存のネットワークインフラの代替ネットワークとして、被災地での臨時ネットワークを構成するためにモバイルアドホックネットワークの技術に着目した。モバイルアドホックネットワークは、被災者の持つ移動端末の無線インタフェースを近隣の被災者の移動端末のインタフェースにつなぎ、被災者の移動端末をノードとした網の目ネットワークを形成する。このネットワークは各ノードが随時移動し、時間とともに構成が変化するため、既存のインターネットなどで使用されているルーティングのアルゴリズムの適用が困難であり、必ずしも目的のノードへの情報伝達が保証されない。しかしながら移動を続けることによって到達可能な経路が一時的に形成されることもあり、到達率を向上させるためには、転送する情報を一時的に保持しておく手段が有効である。

そこで我々は情報のデータとその場の状況に応じて動作を決定できるプログラムをセットにした移動エージェントを作成し、モバイルアドホックネットワーク間を移動エージェントが移動し情報を伝達させた。我々は多くの移動エージェントの種類を定義し、被災者間や災害対応者、救助者への情報共有を可能にした。

また刻々と変わる被災地の状況を被災者の移動端末から送るには限界があるため、ドローンなどの無人機で撮影した映像を解析し、避難誘導や災害対応に役に立つ情報提供の手段の研究も行った。

4. 研究成果

避難誘導時に被災者の携帯端末間を移動してサービスを提供するモバイルエージェントの研究と、携帯端末間をつなぐネットワーク構築の研究を行った。

モバイルエージェントは避難誘導特化の仕様を用いたマルチエージェントを用い、現存する実マップを元に、避難者のシミュレーションなどを行うシステムを開発した。

また端末間ネットワーク構築においては、CDN (Contents Delivery Network) を元にしたアドホックネットワーク構築の仕組みを検討し、従来の CDN におけるキャッシュ手法をアドホックネットワーク向けに変更したことにより、情報伝達率がある程度高くなる結果を得られた。

MANET 上のパケットルーティングに関しては Content Centric Network (CCN) を想定しているが、CCN のキャッシュ方法についての検討を行い、従来の LRU を用いた方式よりも FIFO のキャッシュアルゴリズムの方が効率が良いので、実際の被災地での MANET 上のルーティング方式でも FIFO 方式を採用する案を検討しており、この件に関しては国際会議でも発表を行っている

モバイルエージェントと呼ばれる移動端末間をプログラムが移動して処理を行う通信ミドルウェアを用いた避難誘導方法について、シミュレーションプログラムを作成して検証実験を行い、その得られた良い結果を国際会議で報告した。

一方実機による実験は、iPod touch を複数使用した実験を行い、避難経路の提示を iPod touch でリアルタイムに表示して、東京理科大学内で多数の学生にキャンパスからの避難を実施した。この実験は実機実験で得られる結果とシミュレーション実験の結果の比較が主な目的で、可能な限り避難人数や災害 MAP、避難開始 (災害発生) のタイミング等と同じにして実施し、結果を比較をした。(この比較結果は情報処理学会で口頭発表を行った。)

得られた結果は実機実験の方が安全に避難できることが多く、実際の災害時ではシミュレーション結果よりも良い結果が得られる可能性を示した。

最終結果として、MANET 間で通信する際の情報共有の方式の違いによる最適な避難ルート提示アルゴリズムの検討と比較、ミドルウェアとして移動エージェントを用いた避難誘導の研究を完遂することができた。

本研究の具体的な成果としては、自然災害によりインターネット通信ができない環境下での情報共有を可能とする避難支援システムを提案し、このシステムを用いることで避難者に危険地点を事前に知らせ、回避できることを実験で示した。また、津波や河川の氾濫に見舞われた場合、避難者は高所のルートを避難経路として選択することで安全に避難できることも示した。このシステムは汎用性を持たせるために Google Maps API を採用して避難経路を構築しており、今後の研究や災害時を想定したシステム開発にも適用できると考えている。

災害時に形成されるネットワーク(MANET)を用い、その上で移動エージェントを使用することで、システムのサーバやアプリケーションの機能を有するエージェントが被災者の端末間を移動することにより、従来のサーバクライアントシステムを用いたデータベースやアプリケーションを運用する際に発生するサーバの単一障害点の問題を解決した。

また、災害時に活用する情報の収集手段として、ドローンのような無人機を用いて被災地の情報を映像で送るシステムの研究を行い、道路の破損などの異常を見つけるために深層学習のVQ(Vector Quantization)を用いた方法を提案した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Kaiyu Suzuki, Tomofumi Matsuzawa, Munehiro Takimoto, Yasushi Kambayashi	4. 巻 1
2. 論文標題 Vector Quantization to Visualize the Detection Process	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 13th International Conference on Agents and Artificial Intelligence	6. 最初と最後の頁 553-561
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5220/0010426005530561	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Itsuki Tago, Naoto Suzuki, Tomofumi Matsuzawa, Munehiro Takimoto, Yasushi Kambayashi	4. 巻 148
2. 論文標題 A Proposal of Evacuation Support System with Redundancy Using Multiple Mobile Agents	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Agents and Multi-agent Systems: Technologies and Applications - 13th KES International Conference, KES-AMSTA-2019, Proceedings	6. 最初と最後の頁 47-56
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-13-8679-4_4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Shohei Taga, Tomofumi Matsuzawa, Munehiro Takimoto and Yasushi Kambayashi	4. 巻 Vol.6 No.2
2. 論文標題 Multi-Agent Base Evacuation Support System Using MANET	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Vietnam Journal of Computer Science	6. 最初と最後の頁 177-191
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S219688881950012X	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Takuma Jogan, Tomofumi Matsuzawa, Masayuki Takeda	4. 巻 11
2. 論文標題 Acceleration of Homomorphic Arithmetic Processing Based on the ElGamal Cryptosystem	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Communications and Network (CN)	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4236/cn.2019.111001	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Shohei Taga, Tomofumi Matsuzawa, Munehiro Takimoto, Yasushi Kambayashi	4. 巻 1
2. 論文標題 Multi-Agent Base Evacuation Support System Considering Altitude	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 11th International Conference on Agents and Artificial Intelligence	6. 最初と最後の頁 299-306
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5220/0007693302990306	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Shouhei Taga, Tomofumi Matsuzawa, Munehiro Takimoto, Yasushi Kambayashi	4. 巻 1
2. 論文標題 Multi-Agent Approach for Evacuation Support System	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proceedings of the 9th International Conference on Agents and Artificial Intelligence	6. 最初と最後の頁 220-227
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5220/0006194202200227	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計6件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 Kaiyu Suzuki, Tomofumi Matsuzawa, Munehiro Takimoto, Yasushi Kambayashi
2. 発表標題 Vector Quantization to Visualize the Detection Process
3. 学会等名 The 13th International Conference on Agents and Artificial Intelligence (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shohei Taga, Tomofumi Matsuzawa, Munehiro Takimoto, Yasushi Kambayashi
2. 発表標題 Multi-Agent Base Evacuation Support System Considering Altitude
3. 学会等名 The 11th International Conference on Agents and Artificial Intelligence (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shouhei Taga, Tomofumi Matsuzawa, Munehiro Takimoto, Yasushi Kambayashi
2. 発表標題 Multi-Agent Approach for Evacuation Support System
3. 学会等名 The 9th International Conference on Agents and Artificial Intelligence (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 永沼郁華, 松澤智史
2. 発表標題 アントコロニーアルゴリズムを用いた災害用アプリの開発
3. 学会等名 情報処理学会 第82回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tomofumi Matsuzawa
2. 発表標題 A Study on MANET Construction at Natural Disaster
3. 学会等名 Asia Pacific Society for Computing and Information Technology 2018 (APSCIT 2018) Annual Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 123. 佐々木康德、武田正之、松澤智史
2. 発表標題 自律的に位置決定を行うドローンを用いたネットワーク構築
3. 学会等名 電子情報通信学会 2017総合大会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

東京理科大学 Research Output
<https://tus.elsevierpure.com/en/publications/a-proposal-of-evacuation-support-system-with-redundancy-using-mul>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	滝本 宗宏 (TAKIMOTO MUNEHIRO) (00318205)	東京理科大学・理工学部情報科学科・教授 (32660)	
研究分担者	神林 靖 (KAMBAYASHI YASUSHI) (40269527)	日本工業大学・先進工学部・准教授 (32407)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------