

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 5 日現在

機関番号：51303

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2016

課題番号：26730054

研究課題名（和文）協調メカニズムデザインに基づく安心でロバストな災害情報共有システム

研究課題名（英文）Safe and robust disaster information sharing system based on mechanism design

研究代表者

高橋 晶子（Takahashi, Akiko）

仙台高等専門学校・総合工学科・准教授

研究者番号：10537492

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,900,000円

研究成果の概要（和文）：東日本大震災発生後には、インターネット上の様々なサービスにおいて、地震の詳細情報や避難所の被災者の収容状況、死者の氏名、ライフラインや交通の復旧状況等、沢山の情報があふれ、共有・利用された。しかし、この被災者に関する情報は被災者本人の同意を得ることなく公開されたものも多く、情報の保護に関しては十分に配慮されておらず、大きな問題となった。そこで、本研究課題では、大規模災害時に大量に発生する安否やライフライン等の災害時情報を対象とし、利用者自身に関する情報を保護しつつ、利用者の要求に応じて必要十分な災害時情報を動的に提供する、災害時情報共有手法の検討を行った。

研究成果の概要（英文）：During natural disasters such as the 2011 Great East Japan Earthquake, a significant amount of information, such as detail of the earthquake, safety, shelter, lifeline and transport restoration and so on, is shared over the internet services. However, the information was included the user information which disagreed to disclose and the protection of information was not considered, it became a big problem after the disasters. Therefore, this study have proposed the disaster information sharing method considering the protection of user information and the quality of the disaster information services intended for a large amount of the disaster information during large disasters.

研究分野：エージェント

キーワード：情報の共有 災害時情報 利用者の情報

1. 研究開始当初の背景

東日本大震災発生後には、インターネット上の様々なサービスにおいて、地震の詳細情報や避難所の被災者の収容状況、死者の氏名、ライフラインや交通の復旧状況等、沢山の情報があふれ、共有・利用された。しかし、この被災者に関する情報は被災者本人の同意を得ることなく公開されたものも多く、情報の保護に関しては十分に配慮されておらず、大きな問題となった。これらの経験から、情報を求める人（以降、利用者と記述）が必要とする災害に関する情報（以降、災害時情報と記述）を十分に提供しつつ、利用者自身に関する情報や被災者の保護に十分配慮した、大規模災害時の災害時情報共有を支えるネットワークシステムの実現が求められていた。

そこで、研究代表者はマルチメディア通信サービスをエージェント指向コンピューティングに基づき実現した研究成果を基に、災害時情報共有に複数要素間での社会的意思決定を行う際の最適性を導くルール設計^[1, 2]を適用することで、必要以上の利用者自身に関する情報の開示を防ぎつつ、利用者が必要とする災害時情報提供を行う手法の実現が可能であることを認識した。すなわち利用者や被災者に関する情報開示は最小限に抑制しつつ、利用者の要求に応じて災害時情報を提供するためのネットワークシステムを実現することで、利用者自身の情報開示を考慮した大規模災害時の情報共有を実現することが可能であると考えた。

2. 研究の目的

本研究課題の目的は、大規模災害時に大量に発生する安否やライフライン等の災害時情報を対象とし、利用者自身に関する情報を保護しつつ、利用者の要求に応じて必要十分な災害時情報を動的に提供する、災害時情報共有手法を確立することであった。具体的には、利用者自身に関する情報の開示は最低限に抑制しつつ、利用者の要求に基づいて動的かつ安定的に災害時情報を提供するシステム、すなわち安心してロバストな災害時情報共有システムの実現を目指した。そのために、利用者自身の利用者情報開示程度とそれに対応した災害時情報提供の程度の合意形成交渉をエージェント間の自動交渉によって行い、これらをネットワークシステムとして実現する手法を明らかにした。具体的には、1) 利用者の代理で、利用者自身に関する情報の開示の交渉を行う機能と、2) 大量の災害時情報を保持し、質の高い有用な情報を収集しつつ、有用でない災害時情報を収集することを防止するための機能をエージェントフレームワークとして実現することで、利用者自身に関する情報を考慮しつつ、共有する災害時情報も考慮したネットワ

ークシステムを実現する手法を検討した。

3. 研究の方法

(1) 利用者自身の情報を考慮しつつ提供する災害時情報を考慮した利用者情報開示程度決定手法の構成

利用者が求める災害時情報の量と質を満足しつつ、利用者自身に関する情報の保護も考慮して災害時情報提供を行うための指針として、利用者自身に関する情報の開示程度とそれに対する災害時情報の提供の程度との間のトレードオフに関して、合意形成に至るための交渉モデルを構成する。具体的には、大規模災害発生後の混乱した状況下において、インターネット上の大量の災害時情報から、利用者に応じて、利用者自身に関する情報（名前、年齢、所属、住所等）をどこまで開示すると、それに応じてどこまで災害時情報（関係者の安否、避難場所等）を提供するかを交渉によって決定するための利用者情報開示程度決定手法を構成する。

(2) 沢山の災害時情報を適切に収集するためのエージェントフレームワークのための情報価値決定手法の構成

利用者自身に関する情報を考慮しつつ、適切な災害時情報共有を行うシステムを実現するため、(1)で構成した利用者情報開示程度決定手法を適用した災害時情報共有システムには、適切な情報収集が求められる。そこで、情報収集を適切に行うために、エージェント間交渉により情報の価値を決定する情報価値決定手法とそのエージェントフレームワークを構築する。具体的には、情報提供を行う利用者の代理となる情報提供者エージェントと情報の価値を決定するための交渉を行うサービスエージェントを構成し、エージェント間の自動交渉によって情報の価値を決定し、適切に情報収集を行う手法を構成する。

(3) (1), (2)の研究成果を用いた災害時情報共有システムへの応用と評価

提案手法の応用として、災害時情報共有システムのプロトタイプを実現する。また、プロトタイプを動作させることで、本研究課題の実現可能性を検証する。

4. 研究成果

(1) 利用者情報開示程度決定手法の構成

大規模災害発生時の災害時情報の共有は、情報を求める利用者自身に関する情報を適切に開示することで、より広く詳細な情報を取得・共有することが可能である。一般的に、利用者が利用者自身に関する情報の保護を求めない場合は、利用者自身に関する情報の共有を最大限

に利用することが可能であるが、多くの利用者は利用者自身に関する情報を可能な限り保護しつつ、自分が求める、自分自身に関連する情報共有機能は最大限に利用したいと希望すると考えられるため、ここにトレードオフの関係が生じる。本研究課題で検討を行った利用者情報開示程度決定手法は、災害時情報共有を行う利用者を対象とし、利用者にとって合理的な利用者情報開示程度(利用者がどの程度まで自分自身の情報を開示したら良いかの程度)を決定し、利用者に提示するものである。さらに、利用者自身に関する情報を可能な限り保護しつつ災害時情報共有機能は適度に利用できればよいと考える利用者や、利用者自身に関する情報の保護と災害時情報共有機能を適度に利用したい利用者等も対象とし、利用者情報開示程度を合理的に決定する手法を検討した。

具体的には、利用者情報開示程度を決定する際のトレードオフの処理を行うトレードオフ処理機構を設計した。トレードオフ処理機構は、利用者が入力する利用者自身に関する情報を保護したいという意思である利用者情報保護意思と災害時情報が欲しいという利用者の意思である災害時情報要求意思の重みと、システム側で客観的に評価した利用者自身に関する情報を開示することのリスクを基に利用者意思決定ゲームを構築し、利用者情報保護と利用者が享受できる情報やサービスの質の間に生じるトレードオフを処理する。トレードオフ処理機構は利用者情報セットと災害時情報共有機能セットの2つのパラメータ集合を持つ。利用者情報セットは扱う利用者情報の数、災害時情報共有機能セットは利用者が利用可能な災害時情報共有機能の数である。例えば、利用者に関する情報が「氏名」、「住所」、「電話番号」の3つとした場合は、利用者情報セットは3つとなり、利用者が利用できる災害時情報共有機能が「自身の安否情報提供機能」、「第三者の安否情報提供機能」、「安否情報提供を求める要求機能」、「安否情報の検索を求める機能」の4つとした場合は、災害時情報共有機能セット数は4つとなる。

トレードオフ処理機構は、利用者が入力する利用者情報保護度と災害時情報要求度とトレードオフ処理機構で設定した利用者情報が悪用された際のリスクである利用者情報開示リスクと災害時情報共有機能が利用される際に、利用者情報に及ぶリスクの要素集合である機能利用リスクによるパラメータセットを用いて、利用者意思決定ゲームを構築し、利用者にとって合理的な利用者情報開示程度としてゲームの均衡を求め

る。利用者情報開示程度は、合理的な利用者情報開示程度を求めたい利用者情報の項目毎に決定する。これにより、全ての利用者情報項目について、利用者にとって適切な利用者情報開示程度を求める。

(2) 情報価値決定手法

大規模災害時の災害時情報共有は、利用者に対してより多くの情報提供を促すことが重要である。そこで、大規模災害時の情報共有のための情報価値決定手法は、情報提供を行う利用者の特典を与えることで利用者からの情報提供を促す。具体的には、災害時に情報提供を行う利用者として、情報共有において情報共有全体の運営を行うサービス運営側の2者を対象とし、2者間の自動交渉によって情報の価値を決定する。この自動交渉は、情報を提供する利用者の意思を持ち、この利用者の代理となり行動する情報提供者エージェント、情報共有のサービス運営側の意思を持ちサービス運営側の代理となり行動するサービスエージェントが、それぞれ異なる効用関数に基づき行動することで、情報提供者とサービス運営側の意思を考慮した情報の価値決定を行う。この2者間の自動交渉を、情報価値決定機構で行う。情報提供者エージェントとサービスエージェントは、情報提供者の情報に対する評価と提供された情報を利用した利用者による評価、提供された情報を利用した利用者による評価を集計した評価であるサービス評価を用いて自動交渉を行う。この時、情報提供者の情報に対する評価は提供者エージェントの要求、サービス評価はサービスエージェントの要求を表し、これらの要求を満たすためにエージェント間の自動交渉を行い、お互いに相手の要求を受け入れていくことで適切な情報の価値を決定する。

(3) 災害情報共有システムへの応用

(1)の情報価値決定手法に基づき利用者に関する情報の開示程度を決定し、実際の利用を想定したシミュレーション実験を行い、本研究課題の実現可能性の確認を行った。また、(2)の情報価値決定手法に基づいて、実際の利用者の情報共有への貢献等を考慮した情報の価値決定が可能であるかの確認を行った。

<引用文献>

- [1] R.K.Dash, et al., "Computational-Mechanism Design: A Call to Arms," IEEE Intelligent Systems, Vol.18, No.6, pp.40-47, 2003.
- [2] H.R.Varian, "Designing the Perfect Auction," Communications of the ACM, Vol.51, No.8, pp. 9-11. 2008.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 2 件)

Keita Kayaba, Akiko Takahashi, Design of User Information Disclosure Decision Method for Disaster Information Sharing System, International Journal of Networking and Computing, Vol.6, No.2, pp. 328-344, 2016. (査読有)

〔学会発表〕(計 13 件)

園部達也, 高橋晶子, 積極的な災害時情報提供を促すための貢献度決定機構の設計, 2017年電子情報通信学会総合大会, 2017年3月22-25日, 愛知県名古屋市名城大学天白キャンパス.

戸嶋丈士, 園部達也, 高橋晶子, トレードオフ処理機構を用いた災害情報共有システムの設計, 第22回高専シンポジウム inMie, 2017年1月28日, 三重県鳥羽市鳥羽商船高等専門学校.

園部達也, 高橋晶子, 積極的な災害時情報提供を促すための情報価値決定機構の評価, 平成 28 年度東北地区高等専門学校専攻科産学連携シンポジウム, 2016年 11 月 26-27 日, 宮城県仙台市仙台高等専門学校広瀬キャンパス.

園部達也, 高橋晶子, 災害時情報共有における積極的な情報提供を促す情報提供のための情報価値決定手法の設計, 第24回マルチメディア通信と分散処理ワークショップ, 2016年10月19-21日, 秋田県仙北市田沢湖高原プラザホテル山麓荘 (査読有).

園部達也, 高橋晶子, 利用者の貢献度を考慮した情報提供のための情報価値決定手法の設計, 情報処理学会第78回全国大会, 2016年3月10-12日, 神奈川県横浜市慶応大矢上キャンパス.

園部達也, 萱場啓太, 高橋晶子, 積極的な情報提供を促す災害時情報共有システムの設計, 第 21 回高専シンポジウム in 香川, 2016 年 1 月 23 日, 香川県丸亀市丸亀市民会館.

Keita Kayaba, Akiko Takahashi, Design of Trade-Off Processing Mechanism in User Information Disclosure Decision Method, 2015 Third International Symposium on Computing and Networking, 2015年12月8-11日, Sapporo, Japan (査読有)

園部達也, 萱場啓太, 高橋晶子, 災害時

情報提供のための自動交渉を用いた利用者効用決定手法, 平成27年度東北地区高等専門学校専攻科産学連携シンポジウム, 2015年12月5-6日, 宮城県仙台市仙台高等専門学校広瀬キャンパス.

萱場啓太, 高橋晶子, 災害時情報共有における合理的な利用者情報開示程度決定手法の設計, DPS Workshop 2015 第23回マルチメディア通信と分散処理ワークショップ, 2015年10月14-16日, 長崎県雲仙市雲仙富貴屋.

Keita Kayaba, Akiko Takahashi, Design of Method for Disclosure of User Information Considering Tradeoff, 2015 年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会, 2015年9月8-11日, 宮城県仙台市東北大学川内北キャンパス.

萱場啓太, 高橋晶子, 個人情報保護と災害時情報共有に生じるトレードオフ解決機構の設計, 情報処理学会第77回全国大会, 2015年3月17-19日, 京都府京都市京都大学吉田キャンパス.

萱場啓太, 高橋晶子, 個人情報保護と災害時情報共有に関するトレードオフを解決する個人情報開示程度決定手法の検討, 第20回高専シンポジウム in 函館, 2015年1月10日, 北海道函館市函館高等専門が高.

萱場啓太, 高橋晶子, ゲーム理論に基づく個人情報を考慮した災害時情報共有システム, 平成26年度東北地区高等専門学校専攻科産学連携シンポジウム, 2014年11月29-30日, 宮城県仙台市仙台高等専門学校広瀬キャンパス.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

高橋 晶子 (Akiko Takahashi)
独立行政法人国立高等専門学校機構
仙台高等専門学校・総合工学科・准教授
研究者番号: 10537492

(2) 研究協力者

萱場 啓太 (Keita Kayaba)
独立行政法人国立高等専門学校機構
仙台高等専門学校・専攻科情報電子システム工学専攻

園部 達也 (Tatsuya Sonobe)
独立行政法人国立高等専門学校機構
仙台高等専門学校・専攻科情報電子システム工学専攻

戸嶋 丈士 (Joji Toshima)
独立行政法人国立高等専門学校機構
仙台高等専門学校・情報システム工学科