

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 25 日現在

機関番号：11301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25730052

研究課題名(和文)被災地の地域包括ケアシステムを実現する情報連携フレームワークの研究開発

研究課題名(英文) Research and Development of Information Cooperation Framework for Achieving Integrated Community Care System in the Disaster Area

研究代表者

高橋 秀幸 (Takahashi, Hideyuki)

東北大学・電気通信研究所・助教

研究者番号：40509072

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：東日本大震災後の仮設住宅などにおける高齢者の健康維持や地域コミュニティを支援する情報通信システムの実現は、非常に重要な課題である。本研究では、高齢者の健康維持や地域コミュニティの形成・維持の支援、生活情報の提供が可能な地域包括ケアシステムの理論的な枠組みとシステム処理基盤技術の開発を行った。具体的には、情報連携フレームワーク、分散協調制御方式、知識ベース環境構築技術などの開発を行い、試作システムを用いた有効性の検証を行った。

研究成果の概要(英文)：It is important for elderly persons in temporary compounds to realize information and telecommunications system to support health maintenance and a local community after the Great East Japan Earthquake. In this research project, we focus on theoretical framework and system's fundamental technologies for integrated community care system to support the health maintenance and the local community, and to provide valuable information. In particular, we developed an information cooperation framework, a decentralized cooperation control method, and fundamental technologies for knowledge-based environment, etc. We evaluated effectiveness using some experimental systems.

研究分野：統合領域

キーワード：サービス構築基盤技術 地域包括ケアシステム Internet of Things 情報システム マルチエージェント

1. 研究開始当初の背景

東日本大震災後の仮設住宅を含めた高齢者の健康維持や地域コミュニティを支援する情報通信システムの実現は、高齢者の心身の機能低下予防として非常に重要な課題である。従来我的生活習慣病対策支援に加えて、東日本大震災以降、仮設住宅居住者向けの健康管理、地域コミュニティに関する新たな支援が必要となり、情報通信システムの分野では、健康管理支援システム、独居高齢者見守り支援システム、被災地の地域コミュニティの維持や形成のための自治体や住民による自主制作コンテンツ配信システムの開発などの取り組みが盛んである。これらは、医療・介護・生活支援などを一体的に提供する地域包括ケアシステムの一部として、今後の高齢化社会に対するアプローチとしても期待されている。

一方、ICTを利活用した地域包括ケアシステムの実現には、家族や医療・介護支援者による遠隔からの高齢者の状態把握、医療・介護に関連する情報のシームレスな連携、センサ、ロボットやネットワーク家電などを含めた様々な機器による生活支援、社会的孤立を防止する地域コミュニティに関連する情報や生活に必要な情報の入手や提供が容易な情報提供支援が必要である。また、様々な機器、ソフトウェア、情報が状況に応じて連携し、高度な地域包括ケアサービスを提供するための試みに期待が高まっている。

2. 研究の目的

2011年の東日本大震災後の健康維持や地域コミュニティを支援する情報通信システムの実現は、高齢者の心身の機能低下予防として非常に重要な課題である。そこで、高齢者の健康維持や地域コミュニティの形成・維持の支援、生活情報の提供が可能な地域包括ケアシステムを高齢者と支援者双方の状況や要求に応じて提供するための新しい情報処理基盤技術が必要である。本研究では、被災地の仮設住宅地域などを想定し、様々な機器(家電、ロボット、センサなど)と地域に関するコンテンツの柔軟な連携による知的利活用支援を焦点とした地域包括ケアシステムを実現するための理論的な枠組みと情報連携フレームワークの開発を目的とする。

3. 研究の方法

利用者の状況に応じて、ネットワーク接続可能な機器(Internet of Things (IoT)デバイス)、ソフトウェア、情報(コンテンツ)が連携することで、高齢者の健康維持・生活支援環境を構築することが可能な「地域包括ケアシステム」を実現するための理論的な枠組みと情報連携フレームワークを開発する。具体的には、以下の開発項目(1)~(6)に沿って研究開発を推進した。

(1) 既存関連技術の調査・分析

仮設住宅の高齢者の生体情報や電力情報

を検出するセンサ、地域コミュニティ支援に関する地域包括ケアシステム関連技術の調査・分析により、解決すべき技術課題を明確にする。

(2) 情報連携フレームワーク(知的情報処理基盤技術)の開発

(1)の調査・分析結果を整理し、地域包括ケアシステムを提供する情報連携フレームワークのためのアーキテクチャ設計を行う。

(3) 情報(データ・コンテンツ)管理・制御技術の開発

(2)で設計した情報連携フレームワークに基づき、センサ情報、マルチメディア情報、地域に特化した生活情報・知識などの獲得・管理を行う仕組みを構築する。また、適宜、獲得・蓄積による情報の抽出、分析処理を行い、可視化処理などを行う情報管理・制御技術を開発する。

(4) サービス構成・連携技術の開発

(2)、(3)で開発した情報連携フレームワーク、情報管理・制御技術に基づき、利用者の環境において利用可能な機器やセンサ、ソフトウェア、コンテンツを状況に応じて組み合わせ、タスクに応じて様々な生活支援が可能な地域包括ケアシステムサービスの構成技術、機器、センサなどの分散協調・連携技術の開発を行う。

(5) 地域包括ケアシステム向けユーザインタフェースの設計と開発

(4)のサービス構成・連携技術によって提供される情報提供サービスに関して、高齢者にとっては要求の入力操作が簡単で、情報提供者にとっては必要な情報の登録が容易なインタフェース技術の開発を行う。

(6) プロトタイプシステムの実装と評価

(1)~(5)を統合し、評価用プロトタイプシステムとして生活支援、情報提供支援を想定したシステムの設計および実装を行う。評価実験を実施し、有用性に関する定性的・定量的評価と総合評価を行う。

4. 研究成果

3章で述べた研究方法に従い研究開発を推進した結果、以下の主な成果が得られた。

(1) 情報連携フレームワークの開発

ネットワーク接続可能な情報家電、携帯端末、センサや自走ロボットなどの性質や動作の異なるデバイス(IoTデバイス)が、マルチエージェントとして自律的に協調・連携し、様々な支援サービスを提供することが可能な情報連携フレームワークの機能要件整理、ソフトウェアプラットフォームの設計と開発、アーキテクチャの設計を行った。具体的には、各デバイスの種類、規格、処理能力などの違いを吸収しながら、デバイス同士が透過的に連携を行い、利用者の要求や用途、環境の状況に応じてサービスの提供を行うための構成要素のエージェント化、タスク処理状況、処理負荷、通信状況などの様々な動作状態を管理するエージェントの状態管理機

能を開発した。

(2) 情報（データ・コンテンツ）管理・制御技術の開発

センサ情報、マルチメディア情報、地域に特化した生活情報・知識などの獲得・管理を行う仕組みとして、エージェント間の関係性に基づくセンサ連携プロトコル、マルチメディア情報（コンテンツ）などを対象とした情報資源の構造化支援機構の開発を行った。

センサ連携プロトコルは、センサの追加、削除等による動的な変更への対応とセンサ間の連携を支援するものである。センサの発見、センサの基本情報の登録、サービスや要求、資源状況に応じたセンサデータの要求、データの送受信を行うことが可能となった。また、センサデータの変化の程度を示すデータの性質を用いて、状況等に応じたデータ量の動的調整を行うことが可能となった。

情報資源の構造化支援機構は、情報資源からメタ情報の自動抽出、抽出した知識を付加することで、能動的に動作可能な情報資源の生成を支援する機構である。本機構は、利用者が作成、あるいは、収集した情報資源からキーワードや作成時刻などの様々なメタ情報を自動的に抽出し、情報資源に知識として付加すること、そして、メタ情報に基づく関連度の算出知識を付加することで、自律的にコンテンツ間の関連度を求め、各コンテンツ間の関連付けを行う。これにより、情報提供を行う際の負担や関連度算出そのものの負担を軽減することが可能となった。

(3) サービス構成・連携技術の開発

利用者の環境において利用可能な機器やセンサ、ソフトウェア、コンテンツを状況に応じて組み合わせたサービスを構成するために、プラン知識を用いた自律的な協調・連携動作制御、行動ポリシー切り替えを伴う動作制御などの処理方式を開発した。また、多種多様なコンテンツの特性や意味を考慮し、情報が連鎖する能動的情報資源に基づく異種コンテンツの自律的連携制御と活性化制御などの処理方式を開発した。

プラン知識を用いた協調・連携動作制御は、与えられたタスクを遂行するため IoT デバイスの機能、能力、状況などを考慮しながら、ルール知識に基づくプランニングによって動作に関する実行系列を生成する処理方式である。また、行動ポリシー切り替えを伴う動作制御は、タスク処理の基本方針となる行動ポリシーを状況の変化に応じて切り替えることによって、適応的な制御を可能にするための処理方式である。上記の処理方式によって、性質や動作の異なる IoT デバイス・ソフトウェアなどが連携し、単体では実現不可能な高度なサービスを構成することが可能となった。

異種コンテンツの自律的連携制御と活性化制御は、コンテンツの追加や削除、利用者要求の変化に応じた関連度の導出によるコンテンツ間の連携促進、コンテンツ間の関連

度やアクセス回数などによる情報資源の非活性化、再活性化を行うことで、利用者が閲覧しているコンテンツに対して関連性の高いコンテンツの提供が可能となった。

(4) 地域包括ケアシステム向けユーザインタフェースの設計と開発

地域コミュニティに関連する情報や生活に必要な情報の入手や提供が容易な情報提供支援技術に関する情報提供機構は、多種多様な情報の自律的な関連付けによって、利用者に関連する情報を提供する。その際、利用者による様々な情報の登録を容易に行うことが可能なインタフェースの開発を行った。また、利用者に関連する様々な情報を容易に選択し、閲覧することが可能なインタフェースとして、タブレット端末上に関連度に応じて関連する情報を提示し、選択されたコンテンツに応じたパソコン上のアプリケーションの起動・終了などのプロセスを管理するインタフェースを開発した。

(5) プロトタイプシステムの実装と評価

地域包括ケアシステムによるサービスを想定した複数の試作システムを実装し、評価を行った。具体的には、車椅子で生活している独居高齢者の転倒検出を行い、異常を検知すると遠隔地の家族へ通知を行う見守り支援システム、家電、自律走行（飛行）可能なデバイス、センサなどの様々な IoT デバイスの連携によって、不審者の侵入検知や追従などの様々なタスクを行うことが可能なホームセキュリティシステム、ウェブ上のコンテンツ、個人の PC や携帯端末等に保存されているコンテンツが、能動的資源として協調連携を行い、利用者の要求や状況に応じて自律的にコンテンツ間の関連度を計算し、関連性の高いコンテンツを提示する利用者指向の情報提供システムを開発した。実環境において、多種多様な IoT デバイスが自律的に連携し、利用者の状況に応じて見守り支援や生活支援を行うことが可能であることを確認した。また、必要な情報の入手や提供が容易となる情報提供支援を実現するための情報資源の構造化機構によって、非専門家でも役立つ様々な情報を能動的情報資源として生成し、情報を提供することが可能であることを確認した。

さらに、情報管理・制御技術においては、センサ連携プロトコルによる状況に応じたデータ量の削減、サービス構成・連携技術においては、プラン知識を用いた自律的な協調・連携動作制御、行動ポリシー切り替えを伴う動作制御によって、実行時間の短縮、推論時間の削減などの効果を確認した。

以上より、地域包括ケアシステムを実現する情報連携フレームワークの有効性と実用可能性の検証を行うことができた。また開発したフレームワーク、サービス構成技術、プロトタイプシステムなどの一部の成果を学会で発表し、Outstanding Student Paper Award、IEEE Sendai Section Student Awards

(The Best Paper Prize)、学生奨励賞の受賞、
本学の一般公開を通して本研究課題の成果
を紹介することができた。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計4件)

Khamisi Kalegele, Kazuto Sasai, Hideyuki Takahashi, Gen Kitagata, Tetsuo Kinoshita, "Four Decades of Data Mining in Network and Systems Management," IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, Vol.27, No.10, pp.2700-2716, 査読有, 2015.

DOI: 10.1109/TKDE.2015.2426713

Tetsuo Kinoshita, Gen Kitagata, Hideyuki Takahashi, Kazuto Sasai, Khamisi Kalegele, "A Knowledge-based Network Management System Using Active Information Resources," International Journal of Advanced Smart Convergence, Vol.3, No.1, pp.1-6, 査読有, 2014.

DOI: 10.7236/IJASC2013.2.2.3

Takumi Kato, Hideyuki Takahashi, Kazuto Sasai, Gen Kitagata, Hak-Man Kim, Tetsuo Kinoshita, "Priority-Based Hierarchical Operational Management for Multiagent-Based Microgrids," Energies, Vol.7, No.4, pp.2051-2078, 査読有, 2014.

DOI: 10.3390/en7042051

Wenpeng Wei, Hideyuki Takahashi, Takahiro Uchiya, Tetsuo Kinoshita, "Cooperation Protocol Design Method for Repository-Based Multi-Agent Applications," The International Journal of Software Science and Computational Intelligence, Vol.5, No.2, pp.1-14, 査読有, 2013.

DOI: 10.4018/ijssci.2013040101

[学会発表](計33件)

Zhaoqing Peng, Takumi Kato, Hideyuki Takahashi, Tetsuo Kinoshita, "Intelligent Home Security System Using Agent-based IoT Devices," The 4th IEEE Global Conference on Consumer Electronics (GCCE 2015), 2015年10月29日, 大阪府立国際会議場(大阪).

Yusuke Hachiya, Shota Kotato, Hideyuki Takahashi, Tetsuo Kinoshita, "Cooperation Mechanism of Heterogeneous Contents in User-Oriented Information Delivery System," The 2014 IEEE 3rd Global Conference on Consumer Electronics (GCCE 2014), 2014年10月7日, 幕張メッセ(千葉). (Outstanding Student

Paper Awardを受賞)

Takumi Kato, Ryo Chiba, Hideyuki Takahashi, Kazuto Sasai, Gen Kitagata, Tetsuo Kinoshita, "Multiagent-Based Cooperation Infrastructure for IoT Devices," The 2014 IEEE 3rd Global Conference on Consumer Electronics (GCCE 2014), 2014年10月9日, 幕張メッセ(千葉).

Lana Sinapayen, Keisuke Nakamura, Kazuhiro Nakadai, Hideyuki Takahashi, Tetsuo Kinoshita, "Sound Source Localization with an Autonomous Swarm of Quadcopters," The workshop on Modular and Swarm Systems - from Nature to Robotics of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS2014), 2014年9月14日, Chicago (Illinois).

Takumi Kato, Ryo Chiba, Hideyuki Takahashi, Kazuto Sasai, Gen Kitagata, Tetsuo Kinoshita, "Agent-Oriented Middleware for Cooperation of Heterogeneous Devices," International Conference on Smart Technologies for Energy, Information and Communication 2014 (IC-STEIC2014), 2014年8月6日, 千葉工業大学(習志野).

Khamisi Kalegele, Hideyuki Takahashi, Kazuto Sasai, Gen Kitagata, Tetsuo Kinoshita, "System Monitoring Models as Active Information Resources," The 5th IEEE International Conference on Awareness Science and Technology (iCAST2013), 2013年11月2日, 会津大学(会津若松).

Shota Kotato, Aki Asanuma, Wenpeng Wei, Hideyuki Takahashi, Tetsuo Kinoshita, "Interactive Information Delivery System based on Active Information Resources," The 12th IEEE/ACIS International Conference on Computer and Information Science (ICIS 2013), June 2013年6月18日, 朱鷺メッセ(新潟).

[その他]

ホームページ等

<http://www.k.riec.tohoku.ac.jp/>

6. 研究組織

(1)研究代表者

高橋 秀幸 (TAKAHASHI HIDEYUKI)

東北大学・電気通信研究所・助教

研究者番号: 40509072

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

なし