

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 22 日現在

機関番号：11301
 研究種目：若手研究（B）
 研究期間：2011～2012
 課題番号：23700069
 研究課題名（和文） グリーン・ユビキタス環境において高齢者を支援するデータ統合制御技術の基礎的研究
 研究課題名（英文） Fundamental Study on Data Integrated Management to Support Elderly Person on Green Ubiquitous Environments
 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

研究成果の概要（和文）：

在宅高齢者の健康維持や安否確認を支援する情報通信システムの実現は、急速に進む超高齢化社会にとって重要な課題である。多様で膨大なセンサデータの知的利活用支援を焦点とし、ウェルネスアプリケーションを実現するための理論的な枠組みとデータ統合制御技術の開発を行った。具体的には、エージェント指向フレームワーク、センサデータ管理方式、知的サービス連携方式などの開発を行い、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 a super-aging society to realize information and telecommunications system to support health maintenance and safety confirmation for housebound senior. In this research project, we focus on a support for utilization of a huge amount and various sensor data. We developed the theoretical framework and data integrated management for wellness application. In particular, we developed agent-based framework, sensor data management scheme and service cooperation mechanism. We also evaluated effectiveness using some experimental systems.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・計算機システム・ネットワーク

キーワード：サービス構築基盤技術、グリーン指向ウェルネスアプリケーション、ユビキタスコンピューティング、マルチエージェント、情報システム

1. 研究開始当初の背景

日本においては、特定健診・特定保健指導の義務化により、生活習慣病対策に関する様々な情報をインターネットを利用して入手することが可能となった。また、情報通信システムの分野では、生活習慣病対策だけでなく、一人暮らしの在宅高齢者の増加に伴う健康や介護の支援として、健康機器と PC 上で処理可能なソフトウェアとの連携による健康管理支援システム、遠隔地からのライブ映像や生体データを利用し緊急時への対応を目的とした見守り支援システムなどの研究開発が行われている。これらは高齢化社会

に対するアプローチとして期待されている。しかし、現状のウェルネスアプリケーションは、事前に設計された特定の機器とソフトウェアとの連携のみでシステムが構成されるため、新たな生体情報獲得機能を持つ機器やソフトウェア機能の追加への対応といった、システムの拡張性や再利用性が欠如しており、機器やソフトウェアの発展に伴う再設計、再開発による開発コストの増大、利用者負担の増大が懸念される。また、支援者にとっては利用可能な機器やソフトウェア、利用形態が制限されていること、高齢者にとってはシステムの使いにくさといった、双方の利用者

に対する様々な課題がある。

加えて、グリーンICTを背景に、環境負荷低減のための電力センサを活用し、プライバシーを考慮した見守り支援への適用を目指した研究が行われつつある。様々な情報や機器が偏在するユビキタス環境上に、スマートグリッドに関連する電力センサなどが融合した環境（グリーン・ユビキタス環境）で、多種多様かつ膨大な情報を収集・分析し、高齢者支援に役立つ情報を提供する安全・安心な社会の構築を目指す試みに期待が高まっている。

2. 研究の目的

在宅高齢者の健康維持や安否確認を支援する情報通信システムの実現は、急速に進む日本の超高齢化社会にとって重要な課題である。高齢者だけでなく、家族や介護士などの支援者の状況や要求を反映した新たなウェルネスアプリケーションを提供するための情報処理基盤技術が必要である。本研究では、環境情報、電力情報、電力情報などの多様で膨大なセンサデータの知的利活用支援を焦点とし、高齢者の健康状態の変化や利用可能な情報通信環境の変化に加えて、支援者の利用状況や環境の変化も考慮した、ウェルネスアプリケーションを実現するための理論的な枠組みとデータ統合制御技術の開発を目的とする。具体的には、高齢者と支援者の双方の状況に応じて、必要なデータの収集や分析、統合制御を行い、即興的に支援環境が構築され必要な情報やサービスの提供が可能でデータ統合制御技術に関する基礎的研究を行う。

3. 研究の方法

高齢者と支援者の双方の状況に応じて、必要なデータの収集や分析、統合制御を行い、即興的に支援環境が構築され、必要な情報を提供することが可能なウェルネスアプリケーションを実現するための理論的な枠組み、およびデータ統合制御技術を開発する。具体的には、以下の(1)～(7)の7項目について研究開発を推進した。

(1) 既存関連技術の調査・分析

生体情報を検出する生体センサと電力情報を検出する電力センサをはじめとしたウェルネスアプリケーション関連技術の調査・分析により、解決すべき技術課題を明確にする。

(2) ウェルネスフレームワークの開発

(1)の調査・分析結果を整理し、本研究の核となるデータ統合制御に基づきウェルネスアプリケーションを提供するウェルネスフレームワークのためのアーキテクチャの設計と開発を行う。

(3) データ収集・集約およびデータ統合処理

を行うデータ統合制御技術の開発

(2)で設計したフレームワークに基づき、生体情報、環境情報、電力情報、マルチメディア情報、健康アドバイス情報などを効率的に各種データベースに収集するエージェントとして実現し、必要に応じて集約や統計処理・分析、データの統合、データの可視化のための処理などを行う分散型のデータ統合制御技術を開発する。

(4) 知的サービス連携技術の開発

(2)、(3)で開発したフレームワーク、データ統合制御技術に基づき、利用可能な機器やセンサ、ソフトウェア、データベースの情報を発見し、即興的に組み合わせ、ウェルネスアプリケーションを構築するサービス連携技術の開発を行う。

(5) ウェルネスアプリケーション向けインタフェースの開発

(4)の知的サービス連携技術によって提供されるウェルネスアプリケーションの情報や操作に関して、利用者へ負担の少ない形で提供することが可能なインタフェースの開発を行う。

(6) プロトタイプシステムの実装と評価

(1)～(5)を統合し、データ統合制御技術の評価用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・定量的評価を行う。

(7) 総合評価

(1)～(6)の開発項目を総括し、総合評価を行う。

4. 研究成果

3章で述べた研究計画に沿って実施した各研究課題の研究成果は以下の通りである。

(1) ウェルネスフレームワークの開発

ウェルネスフレームワークのためのアーキテクチャの検討とソフトウェアプラットフォームの開発を行った。具体的には、高齢者と支援者双方に対し状況に応じた支援を行うため、自律性、協調性などの特徴を基本としたマルチエージェントに基づくウェルネスフレームワークを開発した。本フレームワークの機能として、センサやアクチュエータ等の実環境の個々の構成要素に対して知識を付加することで、エージェントとして自律的な動作を可能する枠組みと様々な値のセンサデータを統一的に扱うためのデータ形式に基づきエージェント間でやり取りを行う仕組みを開発した。また、コンテキスト管理機構、エージェント間協調機構、エージェント間の通信の性質や計算機・ネットワークの状況に基づいて適応的に通信方式の切り替えを実現する通信機構を与えることで、異種センサ間の連携時に発生する多様な要求を満たしながら柔軟な連携を行うことが可能なフレームワークを開発することがで

きた。

(2) データ統合管理機構の開発

ウェルネスアプリケーションが利用する生体情報、電力情報、マルチメディア情報、健康アドバイス情報に対して、エージェントが連携して処理するための仕組みを開発した。また、効率的なデータ収集方法およびデータの統計処理方法、各種データベース連携方式とデータを制御する処理機構の開発を行った。

具体的な処理機構として、データ収集層、データ蓄積層、データ提供層の基本構造から構成されるセンサデータ統合管理機能を提案した。データ収集層では、分散環境下にある様々な環境センサ、利用者の生体センサ、携帯端末等に搭載されているセンサなどのセンシングデータを収集する。収集時には、各センサ機器のバッテリーや処理負荷を考慮し、サンプリングレート等の調整を行いながらデータの収集を行う。また、各種センサが出力するデータ形式や規格の違いを、データ収集層で吸収する。データ蓄積層では、データ収集層で収集したデータを分散環境下にあるデータベース等に蓄積する。データ収集層との連携によりデータの種類や利用者、サービスに応じてデータの蓄積を行う。収集層でデータ形式や規格は吸収されるが、データマイニングやデータフュージョンの分析・処理を行う際のアルゴリズムやサービスが利用するデータ形式に応じて、データの変換や抽象化、ストリームデータ処理等の役割を持つ。データ提供層では、蓄積層のデータを利用したデータ分析・処理のため、あるいはサービスを提供するためにシステム構成要素にデータを提供する。システムが状況を判断する際に活用するデータに関しては、膨大かつ様々なデータから必要となるデータの抽出を効率的に行うマイニング支援技術を提案し、精度を維持しながら効率的なデータ処理が行えることを確認した。これにより、データ分析・処理では、データマイニングやデータフュージョンの実行時に必要なデータを利活用しながらコンテキストの解釈を行いつつ、ウェルネスアプリケーションを提供することが可能となる。

以上より、各種センサのデータ形式やデータフォーマットの違いに関する知識をエージェントに与えることで違いを吸収する連携プロトコルに基づき、例えば、リソース状況に応じたサンプリングレートの調整を行いながら用途に応じたデータの提供が可能となる、エージェント間の連携によるセンサデータ処理、蓄積、提供が可能でデータ統合制御技術の基礎となる基盤を開発することができた。

(3) 知的サービス連携技術の開発

(1) ウェルネスフレームワークと (2) デー

タ統合制御機構の連携、様々な機器、センサ、ソフトウェア、データベース等の連携に必要な基本機能の開発を行った。また、分散環境上の機器や各種センサを発見し、各種データが連携してサービスを提供するためのエージェント間サービス連携プロトコルを提案した。定期的なポーリングによる各センサの機能発見、各種基本情報の登録や追加・削除等を行う仕組みを持ち、センサや各種情報の即興的な追加・削除への対応を可能にする。サービス提供中のシステムの動作を停止させることなく、センサの追加や削除等への対応が可能でサービス連携方式を開発した。

さらに、ウェルネスアプリケーション向けインタフェースの開発を行った。利用者に対して視覚的に提供する情報と関連する情報を関連度から算出し、利用者へ関連情報として提供あるいは提示するためのユーザインタフェースを開発した。具体的には、近年のタブレット端末をはじめとする携帯端末に応じた情報の可視化方式、インタラクティブなインタフェースを実現するための端末の状況や性能に応じた動的調整方式の基本機能の開発を行った。

(4) 評価実験および総合評価

グリーン・ユビキタス環境およびウェルネスアプリケーション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、センサの追加や削除への対応を確認するため照度センサ、電力センサ、湿度センサ、RFID などの様々なセンサやマルチメディア端末が設置された環境を想定し、在室状況などに連動したエアコン制御システム、あるいは一定時間ガスコンロが点火状態のままであることをセンサ間の連携によって検知し、警報と警告の表示を行うことでガスの注意を促すシステム、人の在室状況や湿度・温度、照度に応じて湿度を調整する加湿器制御システム、閲覧中のコンテンツと関連性のある情報を提示するインタラクティブな情報提供システムなどを開発した。利用者の状況に応じて即興的に支援環境が構築され、必要な情報を提供することが可能なウェルネスアプリケーションを実現することができた。さらに、フレームワーク上で複数のセンサデータの入出力をデータベース上で管理するためのデータの格納、問い合わせ処理、センサの追加や削除への対応が可能であることに加え、開発を行った基本機能の定性的および定量的評価によって有効性を確認した。

以上により、ウェルネスアプリケーションを実現するデータ統合制御技術の有効性や実用可能性の検証を行うことができた。さらに、フレームワークやデータ収集・集約、データ統合処理に関する成果の一部を学会で発表した結果、RESEARCH AWARD、学生奨励賞、

Student Encouragement Prize 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)

- ① Khamisi Kalegele, Johan Sveholm, Hideyuki Takahashi, Kazuto Sasai, Gen Kitagata, Tetsuo Kinoshita, "Multiagent-based processing and integration of system data," International Journal of Intelligent Systems Technologies and Applications, 査読有, 2013. (印刷中)
- ② Taishi Ito, Yasuhiro Kurita, Hideyuki Takahashi, Kazuto Sasai, Gen Kitagata, Tetsuo Kinoshita, "A Cooperative Multi-agent System Infrastructure for Heterogeneous Sensor Environment," International Journal of Energy, Information and Communications, Vol.4, No.2, pp.55-70, 査読有, Apr. 2013.
- ③ Khamisi Kalegele, Hideyuki Takahashi, Johan Sveholm, Kazuto Sasai, Gen Kitagata, Tetsuo Kinoshita, "Numerosity Reduction for Resource Constrained Learning," Journal of Information Processing (JIP), Vol.21, No.2, pp.329-341, 査読有, Apr. 2013.
DOI:
<http://dx.doi.org/10.2197/ipsjjip.21.329>
- ④ Khamisi Kalegele, Hideyuki Takahashi, Kazuto Sasai, Gen Kitagata, Tetsuo Kinoshita, "Sequence Validation Based Extraction of Named High Cardinality Entities," International Journal of Intelligence Science (IJIS), Vol.2, No.24, pp.190-202, 査読有, Oct. 2012.
DOI: 10.4236/ijis.2012.224025

[学会発表] (計 28 件)

- ① Taishi Ito, Yasuhiro Kurita, Hideyuki Takahashi, Kazuto Sasai, Gen Kitagata, Tetsuo Kinoshita, "A Concept of Agent-based Cooperative Framework for Heterogeneous Sensor," The 1st International Workshop on Smart Technologies for Energy, Information and Communication (IW-STEIC2012), 2012 年 10 月 18 日, 仙台.
- ② Hideyuki Takahashi, Taishi Ito, Kazuto Sasai, Gen Kitagata, Tetsuo

Kinoshita, "Design and Implementation of An Agent-based Smart Home System," The 4th International Conference on Awareness Science and Technology (iCAST2012), 2012 年 8 月 23 日, Seoul, Korea.

- ③ Wenpeng Wei, Hideyuki Takahashi, Takahiro Uchiya, Tetsuo Kinoshita, "Repository-based Methodology of Cooperation Protocol Design for Multi-agent System," The 11th International Conference on Cognitive Informatics and Cognitive Computing (ICCI*CC2012), 2012 年 8 月 22 日, 京都.
- ④ 加藤 匠、高橋秀幸、笹井一人、北形元、金 学萬、木下哲男、"マルチエージェントによるアイランドモード・マイクログリッドの需給制御手法," 情報処理学会第 35 回ユビキタスコンピューティングシステム・第 25 回エンタテインメントコンピューティング合同研究発表会、2012 年 07 月 14 日、仙台。(学生奨励賞を受賞)
- ⑤ Khamisi Kalegele, Johan Sveholm, Hideyuki Takahashi, Kazuto Sasai, Gen Kitagata, Tetsuo Kinoshita, "Dynamic Numerosity Reduction for Mining-Based Agent Learning," The 19th IPSJ Workshop On Multimedia Communications and Distributed Processing, 2011 年 10 月 5 日, 十和田。(Student Encouragement Prize を受賞)
- ⑥ Hideyuki Takahashi, Taishi Ito, Tetsuo Kinoshita, "The Concept of an Agent-based Middleware for Smart Home Environments," Proc of the International Workshop on Informatics (IWIN2011), 2011 年 9 月 19 日, Venezia, Italy. (Research Award を受賞)

[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