

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 5月23日現在

機関番号：13903

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2010～2012

課題番号：22700068

研究課題名（和文）ユビキタス環境における情報システムの進化・発展フレームワーク

研究課題名（英文）Evolutional Framework of Multiagent System in Ubiquitous Environment

研究代表者

打矢 隆弘 (UCHIYA TAKAHIRO)

名古屋工業大学・工学研究科・准教授

研究者番号：10375157

研究成果の概要（和文）：「人間性」や「社会性」を考慮して人々の生活を支援する情報基盤として、ユビキタス環境における情報システムの進化・発展フレームワークを開発した。

研究成果の概要（英文）：As the intelligence information infrastructure which supports people's life in consideration of "humanity" and "sociality", we developed the evolutional framework of information system in the ubiquitous environment.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2011年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2012年度	600,000	180,000	780,000
総計	2,900,000	870,000	3,770,000

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：エージェント、ネットワーク

1. 研究開始当初の背景

現在のユビキタス情報社会では、至る所に情報端末が配置される Ambient 環境が整備されつつあるが、一方で、情報通信技術の恩恵を受けることのできる人とできない人の間に生じる情報格差(デジタルディバイド)が大きな課題となっている。この課題を解決するためには、新しい情報通信パラダイムである「人間と情報システムの共生」の考え方が重要である。国内では関連研究としてグローバル COE の「Ambient 技術」に関する研究や JST CREST の「人間調和型情報技術の構築」プロジェクトが推進されている。国外では、IST プロジェクトにおいて、生活空間に埋め込まれたコンピュータが「人間性」や「社会性」を考慮して人々の生活を支援する仕組み

が研究されている。本研究はこれらの研究動向を背景として、人間性を反映した「人にやさしい」情報環境の構築を目指し、ユビキタス環境における情報システムの進化・発展フレームワーク(図 1)を開発する。このフレームワークでは、エージェント技術を応用して情報システムが利用者の動作や状況／とりまく環境の状況を認識することで、利用者がいかなる環境でサービスを要求した場合でも、利用者の手を一切煩わせることなく、その利用者に適した情報システムを利用者環境に自動生成する。さらに利用者の PC 利用スキルやシステムの利用履歴を把握することで、システムの利用状況に即して情報システム自身を段階的に進化・発展させ、情報弱者に対する高度なサービス提供を実現する。

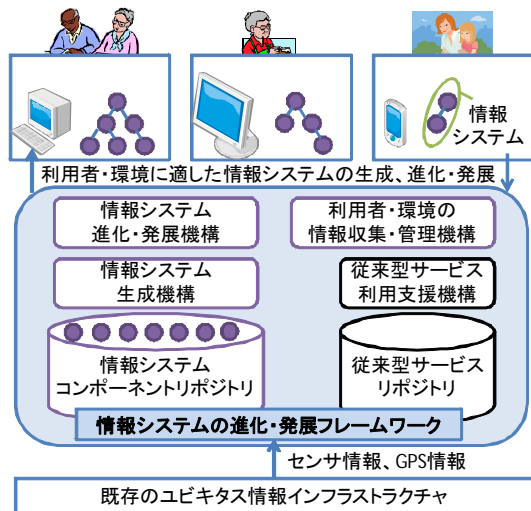


図1: 本研究で開発する情報システムの進化・発展フレームワーク

2. 研究の目的

本研究では高齢者などの情報弱者が高度なサービスを楽しむための情報環境の構築を目的として、次の4つの研究課題に取り組む。

(1) 進化・発展フレームワークにおける利用者・環境の情報収集・管理機構の設計：図1におけるユビキタス情報インフラから利用者の動作や状況ととりまく環境の情報を収集し、それらの情報を2次利用しやすい形で管理・保持する機構の設計開発を行う。

(2) 進化・発展フレームワークにおける情報システム進化・発展機構の設計：利用者のPC利用スキルやシステムの利用状況に即して情報システム自身を強化・高機能化させるために、(1)の機構及び情報システムコンポーネントリポジトリと連動してシステムを進化・発展させる機構の設計開発を行う。

(3) 進化・発展フレームワークにおける従来型サービスの利用支援機構の設計：既存の多数のソフトウェア・アプリケーションやWebサービスを本フレームワークで実現する情報システムと連携・相互運用するための機構の設計開発を行う。

(4) 評価用情報システムの開発：提案開発したフレームワークの有効性と適用範囲を明確にし、かつ社会的に期待の大きい評価用情報システムを研究開発する。

3. 研究の方法

(1) 進化・発展フレームワークにおける利用者・環境の情報収集・管理機構の設計
ユビキタス情報インフラから収集する利用者の動作情報、状態情報、環境情報のデータ

モデルの設計を行う。また、情報システムが動作する動作環境の観測と管理に関する検討・開発を進める。本フレームワークでは、情報システムを自律性・協調性を有するエージェントの集合体として構成する手法を採用する。情報システムの動作環境はエージェント処理系とその実行環境を提供するコンピュータからなり、それらは様々なアプリケーションやコンピュータプラットフォームの出生・消滅により変動するものである。そこで、これらの外部変動状況を環境情報として収集・管理する仕組みの検討を進め、環境情報の収集機構を開発する。

(2) 進化・発展フレームワークにおける情報システム進化・発展機構の設計

同機構と(1)の機構、及び、情報システムコンポーネントリポジトリの間でやり取りされるデータモデルを設計する。続いて、進化・発展機構の基本アーキテクチャの策定、進化・発展機構の内部仕様に関する検討を行う。そして、環境情報の情報システムへの反映機能、情報システムの監視機能、情報システムの進化・発展的操作機能を備えた製品版の設計・実装を進める。

(3) 進化・発展フレームワークにおける従来型サービスの利用支援機構の設計

提案フレームワークにおいて既存の多数のソフトウェア、アプリケーション、及び、Webサービスを有効活用するために、これらと情報システムが相互連携するための仕組みについて検討を進め、支援機構の設計・実装を実施する。具体的には、以下の相互連携を支援する。

(S1) 情報システム(エージェントシステム)と、情報システムとは処理系が異なる多種多数なエージェントシステムの連携

(S2) 情報システム(エージェントシステム)と、非エージェントシステムの連携

また、動作検証実験を実施することで同機構の設計モデルの妥当性を検証し、必要に応じて機構の改善・改良を図る。

(4) 評価用情報システムの開発

本提案研究の全体評価を行うために、以下の評価用情報システムを設計・実装する。また小規模な評価実験を行い、実験結果から本提案研究の総合評価を行う。

・分散バックアップシステム

耐障害性を考慮し自律的に重要データの分散バックアップを行うシステムを開発する。

4. 研究成果

(1) 進化・発展フレームワークにおける利用者・環境の情報収集・管理機構
アプリケーションやコンピュータプラット

フォームの出生・消滅などの外部変動状況を環境情報として収集・管理する仕組みの検討を進め、環境情報の収集機構の製品版を開発した。また、単一環境・広域環境における情報システムの監視アーキテクチャを試作し、メッセージによる情報収集を介して情報システムの変動状態を測定できる仕組みを確立した(図 2)。本アーキテクチャでは、CPU 使用率による異常状態の検出と、メッセージ遅延による異常エージェントの特定が可能である。

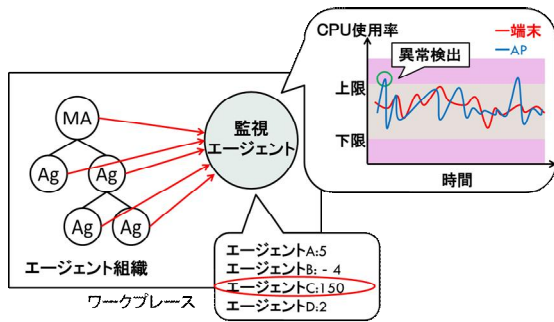


図 2: 監視アーキテクチャ

(2) 進化・発展フレームワークにおける情報システム進化・発展機構

2010 年度は、情報システム進化・発展機構と情報システムコンポーネントリポジトリでやり取りされるデータモデルを設計した。続いて、基本アーキテクチャとして、分散環境向け帰還型マルチエージェントフレームワーク(図 3)の設計・試作を行い、同フレームワークの利用により情報システムの永続性が実現されること、及び、情報システムの効率的な利用が可能になることを確認した。さらに、異種エージェントの組織化機構・協調処理機構の設計・試作を行い、コンポーネントリポジトリを軸とする性質の異なる情報システムの共生の有用性を確認した。

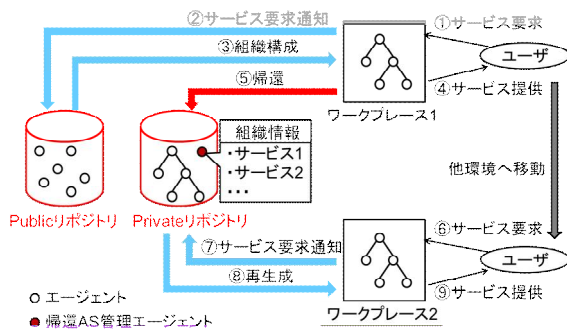


図 3: 帰還型マルチエージェントフレームワーク

2011 年度は、前年度のプロトタイプを強化・拡張し、情報システムの監視機能、進化・発

展的操作機能、自動評価機能を備えた製品版の設計・実装を進め、評価実験によりこれらの諸機能の有効性を検証した。実験結果から、情報システムの監視による不安定エージェントの早期発見や、組織再構成の高速化が達成されたことを確認した。

2012 年度は、前年度の製品版を強化・拡張し、情報システムの永続化機能、情報システムの監視機能、情報システムの学習機能(図 4)、情報システムの進化・発展的操作機能を付与した高機能版の設計・実装を進め、評価実験によりこれらの諸機能の有効性を検証した。

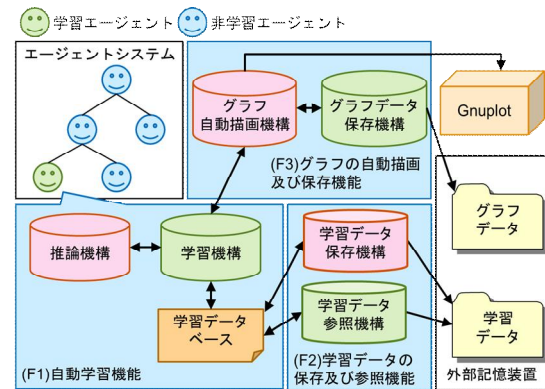


図 4: 情報システムの学習機能

(3) 進化・発展フレームワークにおける従来型サービスの利用支援機構

現存の多数のソフトウェア/アプリケーション/Web サービスを有効活用するため、これらと情報システムが相互連携するための仕組みについて検討を進め、支援機構の設計・実装を実施し、以下の 2 つの相互連携を支援することに成功した。

(S1) 情報システムと、情報システムとは処理系が異なる多種多様なエージェントシステムの連携: エージェントリポジトリを用い、提案フレームワーク上で動作する DASH エージェントと、OMAS/JADE プラットフォーム上のエージェントの動的な組織化を実現した。また、携帯向けプラットフォーム LEAP 上のエージェントの動的な組織化も実現した。

(S2) 情報システムと、非エージェントシステムの連携: 提案フレームワーク上で動作する DASH エージェントと、大規模分散処理フレームワーク Hadoop 上で動作する Map-Reduce プログラムとの連携を実現した。また、提案フレームワーク上で動作する DASH エージェントと、Java 言語で記述された外部 Web アプリケーションの連携を実現した。

(4) 評価用情報システムの開発

2011 年度は、分散バックアップシステムを設計・試作した(図 5)。本システムは移動性を有する DASH エージェントを用いており、

復旧用データを遠隔地に分散して保存するため、局所的な災害により全ての復旧用データが失われる可能性は低く、複数台の計算機の余剰 HDD を上手く活用することも可能である。また、分散エージェントがバックアップ処理を自律的に実行するため、バックアップを行う際のユーザの負担はほぼ皆無である。プロトタイプを用いて行った名工大ー東北大における分散バックアップシステム利用実験により、提案手法の有効性を確認した。

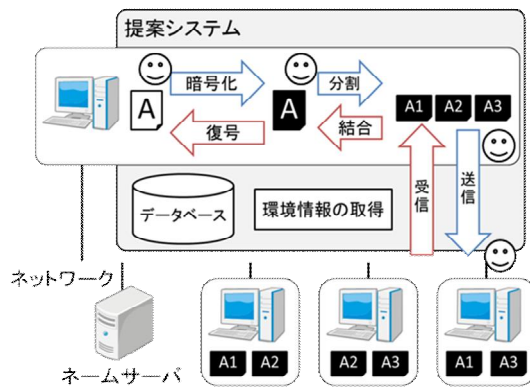


図 5：分散バックアップシステム

2012 年度は、前年度開発した分散プロトタイプを強化・拡張した。分散環境におけるバックアップサーバの自動認識やデータ冗長化の仕組みを新たに導入し、データの耐障害性を向上した。また、エージェントの推論機能の改良により推論中の割り込み処理が可能となった。これにより、エージェントの協調動作がより円滑になり、結果的にデータのバックアップ時間を大幅に短縮することに成功した。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 12 件)

- ① Takahiro Uchiya, Ichi Takumi, Tetsuo Kinoshita, Circulation Mechanism of Multiagent System based on Agent Repository, Proc of IEEE BWCCA-2012, pp. 679-683, 2012. 査読有, 2012, DOI:10.1109/BWCCA.2012.116
- ② Naoya Tatematsu, Takahiro Uchiya, Ichi Takumi, Tetsuo Kinoshita, Enhancement of Repository based Agent Framework for Ubiquitous Environment, Proc of IEEE BWCCA-2012, 査読有, 2012, pp.673-678, DOI:10.1109/BWCCA.2012.117
- ③ Syo Itazuro, Takahiro Uchiya, Ichi Takumi, Tetsuo Kinoshita, Design Environment of Reinforcement Learning Agents for Intelligent Multiagent System, Proc of IEEE BWCCA-2012, 査読有, 2012, pp.679-683, DOI:10.1109/BWCCA.2012.118
- ④ Syo Itazuro, Takahiro Uchiya, Tetsuo Kinoshita, Ichi Takumi, Development Support of Learning Agent on Repository-based Agent Framework, International Journal of Software Science and Computational Intelligence, 査読有, Vol.4, 2012, pp.62-79, DOI:10.4018/jssci.2012070104
- ⑤ Takahiro Uchiya, Tetsuo Kinoshita, Enhancement of Agent Design Environment for Agent Interoperability, Proc of IW-STEIC2012, 査読有, 2012, pp.89-94
- ⑥ Wenpeng Wei, Hideyuki Takahashi, Takahiro Uchiya, Tetsuo Kinoshita, Repository-based Methodology of Cooperation Protocol Design for Multi-agent System, Proc of ICCI*CC2012, 査読有, 2012, pp.283-288
- ⑦ Syo Itazuro, Takahiro Uchiya, Ichi Takumi, Tetsuo Kinoshita, Design Support Mechanism of Learning Agent on Repository-based Agent Framework, Proc of ICCI*CC2012, 査読有, 2012, pp.300-304
- ⑧ Takahiro Uchiya, Yuta Nakashima, Ichi Takumi, Tetsuo Kinoshita, Hideki Hara, Kenji Sugawara, Repository-centered Agent Organization Method among Heterogeneous Agent Platforms, International Journal of Energy, Information and Communications, 査読有, Vol.2, Issue.4, 2011, pp.47-66
- ⑨ Takahiro Uchiya, Hideki Hara, Kenji Sugawara, Tetsuo Kinoshita, Repository-Based Multiagent Framework for Developing Agent Systems, Transdisciplinary Advancements in Cognitive Mechanisms and Human Information Processing, 査読有, Ch.4, 2011, pp.60-79, DOI:10.4018/978-1-60960-553-7.ch004
- ⑩ Takahiro Uchiya, Tetsuo Kinoshita, Behavior Analyzer for Developing Multiagent System on Repository-Based Multiagent Framework, Proc. of ICCSA2011, 査読有, Vol.6786, 2011, pp.410-420, DOI:

- 10.1007/978-3-642-21934-4_33
- ⑪ Takahiro Uchiya, Tetsuo Kinoshita, Design Support Functions for Developing Intelligent Multiagent System on Repository-based Multiagent Framework, Proc of ICCI*CC2011, 査読有, 2011, pp.240-246
- ⑫ Takahiro Uchiya, Tetsuo Kinoshita, Design and Implementation of Repository-Based Agent Organization Method on Heterogeneous Agent Platform, Proc of BWCCA2010, 査読有, 2010, 772-779

〔学会発表〕(計 15 件)

- ① 打矢隆弘, 伊藤翔太, 内匠逸, 木下哲男, 発展型エージェントシステムにおける動作特性指標, 情報処理学会第 75 回全国大会, 2013
- ② 岸上友樹, 打矢隆弘, 内匠逸, 木下哲男, エージェントフレームワーク DASH におけるスナップショット管理機構の構築, 情報処理学会第 75 回全国大会, 2013
- ③ 仲野良佑, 打矢隆弘, 内匠逸, 木下哲男, マルチエージェントシステムを用いた節電機構に関する研究, 情報処理学会第 75 回全国大会, 2013
- ④ 立松直也, 打矢隆弘, 内匠逸, 木下哲男, ユビキタス環境に向けたリポジトリ型マルチエージェントフレームワークの拡張, 合同エージェントワークショップ&シンポジウム 2012, 2012
- ⑤ 板津呂翔, 打矢隆弘, 内匠逸, 木下哲男, 知的マルチエージェントシステムにおける強化学習エージェント設計支援機構, 合同エージェントワークショップ&シンポジウム 2012, 2012
- ⑥ 柴川元宏, 打矢隆弘, 内匠逸, 木下哲男, エージェント技術を用いた分散バックアップシステムの開発, マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム 2012, 2012
- ⑦ 打矢隆弘, 奥村文雄, 内匠逸, 木下哲男, リポジトリ型エージェントフレームワークにおける協調エージェント開発支援機構, マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム 2012, 2012
- ⑧ 中島悠太, 打矢隆弘, 内匠逸, 木下哲男, エージェントリポジトリを用いた異種エージェント組織化手法, NS 研究会 2012, 2012
- ⑨ 金子智哉, 打矢隆弘, 内匠逸, 木下哲男, 発展型エージェントシステムのための監視アーキテクチャの実装, NS 研究会 2012, 2012

- ⑩ 奥村文雄, 打矢隆弘, 内匠逸, 木下哲男, エージェント相互運用のための開発支援機構の設計, NS 研究会 2012, 2012
- ⑪ 打矢隆弘, 木下哲男, マルチエージェントシステムの進化・発展フレームワーク, 平成 23 年度電気関係学会東海支部連合大会シンポジウム「新しい社会の仕組みを創造する先端情報技術」, 2011
- ⑫ 板津呂翔, 打矢隆弘, 内匠逸, Q 学習を用いたルール優先度自動決定機構の構築, FIT2011, 2011
- ⑬ 立松直也, 打矢隆弘, 内匠逸, Web ブラウザを用いたリポジトリのモニタリング機構, FIT2011, 2011
- ⑭ 秋元悟史, 打矢隆弘, 内匠逸, 大規模処理機構との連携を考慮した DASH エージェントの設計, 情報処理学会第 74 回全国大会, 2012
- ⑮ 伊藤翔太, 打矢隆弘, 内匠逸, ユビキタス環境用帰還型エージェントフレームワークの設計, FIT2010, 2010

6. 研究組織

(1) 研究代表者

打矢 隆弘 (UCHIYA TAKAHIRO)
 名古屋工業大学・工学研究科・准教授
 研究者番号：10375157