

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 4 月 12 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010～2012

課題番号：22500116

研究課題名（和文） エージェント組織の状態推測型動作制御機構に関する研究

研究課題名（英文） Prediction-based Behavior Control Mechanism of Agent Organization

研究代表者

木下 哲男 (KINOSHITA TETSUO)

東北大学・電気通信研究所・教授

研究者番号：20282006

研究成果の概要（和文）：本研究は、種々の変化に能動的に対処しながら安定的かつ永続的に稼働するマルチエージェント応用システムの構築技術に関するものである。すなわち、システム動作の自由度や柔軟性を表す特徴量を導入し、その特徴量の変化からシステムが不安定化する状況を検知して、当該状況を緩和／回避するための動作制御方式を提案し、マルチエージェント応用システムの事例を用いた実験により提案機構の有効性を実験的に検証した。

研究成果の概要（英文）： The design technologies of Multiagent application systems which can work stably and continuously based on the abilities to deal with various changes occurred in the systems' environment, had been studied in this research work. New behavioral measure had been proposed and introduced to observe the behavior properties such as flexibility and the control margin of multiagent system. Then, a new behavior control method had also been proposed to deal with the unstable behavior situations. The usefulness of the proposed method had been confirmed based on the results of experiment using multiagent application systems.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	971,220	240,000	1,211,220
2011年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2012年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	3,171,220	960,000	4,331,220

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・知能情報類

キーワード：知的システムアーキテクチャ、知的エージェント

1. 研究開始当初の背景

マルチエージェントシステムは、協調的に動作する複数のエージェントを組織化して構成されるシステムであり、種々の応用に適した問題解決機能を実現する際の自由度や柔軟性を備えたシステムである。しかし、マルチエージェントシステムの動作や性能は、シス

テムに与えられる処理要求や動作条件に基づいてシステム実行時に確定する。また、複数の分散プラットフォームからなるシステム環境上でエージェントが組織化されて稼働する場合には、変動する環境からの影響を直接／間接的に受けてシステム動作が不規則に変動したり劣化したりする。こうした問題は、マルチエージェントシステムの応用の拡大に伴

って、解決すべき重要な課題として研究が進められている。提案者らの先行研究では、マルチエージェント応用システムの構築を通して、システム自身がサービス要求や環境の変化を察知して、エージェント組織の自律的な調整や再構成が可能となることを実証した。しかしながら、システム機能やサービスの安定性や永続性が要請されるマルチエージェント応用システムでは、有用性が確認されているサービス品質(QoS)などの性能指標に基づく動作制御を適用した場合でも、稼働中のシステムの動作特性を維持することが困難となる場合が生じる。これは、永続的な情報収集・分析処理が要請されるネットワーク運用管理などの応用システムにとって大きな障害となることから、システムが不安定化する状態を軽減・回避し、システムを安定的かつ永続的に稼働させるための動作制御手法の確立が要請されている。

2. 研究の目的

本研究では、システムの対応力を把握する新たな特徴量を導入し、従来のエージェント組織の動作制御手法を拡張した状態推測型動作制御機構の実現を目指す。具体的には

(i) 変動に対するシステムの対応力などを表す特徴量(耐性パラメータ)に基づくシステム動作の監視機能、

(ii) システム動作状況の不都合な変化(性能劣化やシステム動作の不安定化など)を察知する機能、

(iii) システムが不安定化する状態を軽減・回避するためのエージェント組織の**調整／再構成の自律的実行機能**、

を主要機能として構成される状態推測型動作制御機構の開発を目指す。

3. 研究の方法

本研究では、エージェント組織の状態推測型動作制御機構を実現するために、次の3項目の研究課題に取り組む。(1)耐性パラメータに基づく状態推測型動作制御方式の設計、(2)状態推測型動作制御機構の設計と試作、(3)提案機構のプロトタイプによる実験と評価。なお、提案機構の設計と試作は、応募者が提案・開発してきたリポジトリ型エージェントフレームワーク、及び、同フレームワークが提供するエージェント・アーキテクチャに準拠して行なう。更に、分散型ネットワーク運用管理アプリケーションを適用事例として提案機構の評価と実験を行なう。本研究は3年計画とし、各年度では、以下の3項目の研究課題にそれぞれ取り組んでゆく。

(1) 耐性パラメータに基づく状態推測型

動作制御方式の設計(平成22年度)

(1-1) 耐性パラメータの定式化

(1-2) 動作制御モデルに基づくシステム不安定化の状態推測

(1-3) 予測型動作制御機構のアーキテクチャ

(2) 状態推測型動作制御機構の設計と試作(平成23年度)

(2-1) システム動作情報の集約機能の設計

(2-2) 状態推測型動作制御のための調整／再構成プロトコルの設計

(2-3) リポジトリ型エージェントフレームワークに基づくプロトタイプの実装

(3) 提案機構のプロトタイプによる実験と評価(平成24年度)

(3-1) 分散型ネットワーク運用管理アプリケーションなどを対象とした提案機構の試作・実装

(3-2) 評価実験・改良

4. 研究成果

システムに影響を及ぼす種々の変動に柔軟に対処しながら、継続的かつ安定的に稼働するマルチエージェントシステムとその制御機構の実現に向けて、発展型エージェントシステムの考え方に基づいて、次の3つの観点から研究を行った。

(i) システムの動作状況の変化を捉えるのに適した特徴量とその観測方法

(ii) 特徴量の観測結果に基づくシステム動作制御とその実現方法

(iii) マルチエージェント応用システムによる実証実験

すなわち、マルチエージェントシステムの稼働時に生起する種々の変化によってシステムが不安定化する状況(性能低下や動作停止など)を捉えるために、システム全体としての動作状態を把握するための情報とその観測機能を検討すると共に、変動に対する自由度や柔軟性などを表す新たな特徴量について考察した。そして、これらの特徴量をもとに、マルチエージェントシステムの動作状況を推定し、可能な場合には、エージェント組織の調整・再編を発動して、システムにとって不都合な状況を緩和／回避するようにエージェント組織の動作制御を行なう機構について検討した。更に、これらの結果を踏まえて、既開発のマルチメディア通信サービス、マルチエージェント型マイクログリッド、知識型ネットワーク管理支援システムなどのマルチエージェントアプリケーションを対象として、システムの状態監視に基づくエージェント組織の動作制御機構とその実現法について検討した。その結果、以下の成果を得た。

(1) 発展型エージェントシステムの動作制御モデルに基づいて、マルチエージェントシステムの余裕度などのシステム特性の特徴量、及び、これらを利用したエージェント組織の動作制御方式を提案した。そして、マルチメディア通信サービスのアプリケーションを利用して、提案方式の効果を実験的に検証した。

(2) マスター方程式を用いてマルチエージェントシステムの振舞いをモデル化した。これをもとにエージェント組織の巨視的な挙動を理論的に解析すると共に、実験システムを用いたシミュレーションにより、システムの動作情報のゆらぎの分散が、システム特性の変化を検出する際の特徴量として利用できる可能性を示した。

(3) リポジトリ型マルチエージェントフレームワーク上で稼働するマルチエージェントシステムの動作情報を計測し、これをもとにシステム特性を捉える特徴量を導出する機能を開発し、実験用マルチエージェントシステムを用いた評価実験により、その有用性を確認した。また、当該機能が実装されるリポジトリ型マルチエージェントフレームワークの支援機能やエージェント応用システムの設計法についても考察を加え、当該フレームワークの改良・拡張に関する知見を得た。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 8 件)

1. Akiko Takahashi, Tetsuo Kinoshita, "A behavioral characteristics model for a flexible distributed system", Intern. J. Pervasive Computing and Communications, Vol. 6, No. 2, pp. 192-213, Emerald Group Publishing Limited, 2010. 7. (査読有)
2. Akiko Takahashi, Tetsuo Kinoshita, "Configuration and control design model for an agent based Flexible Distributed System", Intern. J. of Web Intelligence and Agent Systems, Vol. 9, No. 2, pp. 161-178, IOS Press, 2011. 4. (査読有)
3. Takahiro Uchiya, Yuta Nakashima, Ichi Takumi, Tetsuo Kinoshita, Hideki Hara, Kenji Sugawara, "Repository-centered Agent Organization Method among Heterogeneous Agent Platforms", Int. J. Energy, Information and Communication, Vol. 2, N. 4, pp. 47-66, 2011. 11. (査読有)
4. Takahiro Uchiya, Hideki Hara, Kenji Sugawara, Tetsuo Kinoshita, "Repository-Based Multiagent Framework for Developing Agent Systems", Y. Wang (Ed.), Transdisciplinary Advancements in Cognitive Mechanisms and Human Information Processing, Ch. 4, pp. 60-79,

IGI Global, ISBN 9781609605537, 2011. 5. DOI:10.4018/978-1-60960-553-7.ch004

(査読有)

5. Hak-Man Kim, Wenpen Wei, Tetsuo Kinoshita, "A New Modified CNP for Autonomous Microgrid Operation based on Multiagent System", Journal of Electrical Engineering & Technology, Vol. 6, No. 1, pp. 139-146, 2011. 1. DOI: 10.5370/JEET.2011.6.2.284 (査読有)
6. Sameera Abar, Tetsuo Kinoshita, "Design and Implementation of a Reusable Knowledge Model for Supporting the Network Management Functions", Interdisciplinary Information Sciences, Vol. 17, No. 1, pp. 19-37, Graduate School of Information Science, Tohoku University, 2011. 3. (査読有)
7. Kazuto Sasai, Johan Sveholm, Gen Kitagata and Tetsuo Kinoshita, "A Practical Design and Implementation of Active Information Resource based Network Management System", Int. J. Energy, Information and Communication, Vol. 2, N. 4, pp. 67-86, 2011. 11. (査読有)
8. Hak-Man Kim, Yujin Lim, Tetsuo Kinoshita, "An Intelligent Multiagent System for Autonomous Microgrid Operation". Energies, vol. 5, pp. 3347-3362, ISSN: 1996-1073, 2012. 9. doi:10.3390/en5093347 (査読有)

[学会発表] (計 17 件)

1. Takahiro Uchiya, Tetsuo Kinoshita, "Behavior Analyzer for Developing Multiagent System on Repository-Based Multiagent Framework", Proc. ICCSA2011, Part V, LNCS6786, pp. 410-420, Springer, 2011. 6. (Santander, Spain)
2. Akiko Takahashi, Mitsuru Abe, Noriyuki Horikawa, Wenpeng Wei, Tetsuo Kinoshita, "Design and Evaluation of System Margin in Evolutional Multiagent System," Proc. of the 1st International Workshop on Smart Technologies for Energy, Information and Communication (IW-STEIC2012), pp. 69-79, 2012. 10. (仙台)
3. Akiko Takahashi, Mitsuru Abe, Wenpeng Wei, Tetsuo Kinoshita, "Proactive Control Method based on System Margin in Evolutional Agent System," Proc. of the 2012 IEEE/WIC/ACM Intern. Conf. on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology, pp. 64-68, 2012. 12. (香港)
4. 小泉慶太, 魏文鵬, 木下哲男, "エージェントシステムの動特性観測機能の設計と実装," 平成 23 年度電気関係学会東北支部連

- 合大会講演論文集, p.144, 2011.8. (仙台)
5. 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”, 信学技法 NS2011-165, pp.115-120, 2012.1. (沖縄)
 6. 高橋晶子, 安部 充, 木下哲男, “利用者と環境へ配慮したマルチエージェントシステムの実現”, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOM2012) シンポジウム, pp.715-723, 2012.7. (金沢)
 7. Takahiro Uchiya, Tetsuo Kinoshita, “Design and Implementation of Repository-based Agent Organization Method on Heterogeneous Agent Platform”, Proc. 2010 Intern. Conf. Broadband, Wireless Comput Commun. Appl., pp.772-779, IEEE, 2010.11. (福岡)
 8. Takahiro Uchiya, Tetsuo Kinoshita, “Design Support Functions for Developing Intelligent Multiagent System on Repository-based Multiagent Framework,” Proc of the 10th IEEE International Conference on Cognitive Informatics and Cognitive Computing (ICCI*CC'11), pp.240-246, 2011.8. (バンフ, カナダ)
 9. Wenpeng Wei, Hideyuki Takahashi, Takahiro Uchiya, Tetsuo Kinoshita, “Repository-based Methodology of Cooperation Protocol Design for Multi-agent System,” Proc. of The 11th Intern. Conf. on Cognitive Informatics and Cognitive Computing (ICCICC2012), pp.283-288, 2012.08. (京都)
 10. Takahiro Uchiya, Tetsuo Kinoshita, “Enhancement of Agent Design Environment for Agent Interoperability,” Proc. of the 1st International Workshop on Smart Technologies for Energy, Information and Communication (IW-STEIC2012), pp.89-94, 2012.10. (仙台)
 11. Wenpeng Wei, Tetsuo Kinoshita, “A Survey on Agent Design Support Functions using Repository based Agent Framework”, iJAWS2010, 合同エージェントワークショップ&シンポジウム JAWS2010, 講演論文集, pp.1-4, 2010.10. (静岡)
 12. Wenpeng Wei, Takahiro Uchiya, Tetsuo Kinoshita, “Repository-based Design Method of Cooperation Protocol for Multiagent System,” FIT2011 (第10回情報科学技術フォーラム), B-021, 第1分冊, pp.289-290, 2011.9. (東京)
 13. Kazuto Sasai, Naoyuki Tanji, Yusuke Takahashi, Gen Kitagata, Tetsuo Kinoshita, “An Architecture of Extended Network Management System: Autonomous Cooperation between Knowledge Resource

- and Network Equipments”, Proc. 9th IEEE/ACIS International Conference on Computer and Information Science, pp.617-622, IEEE, 2010.8. (山形)
14. Yusuke Takahashi, Daisuke Misugi, Akira Sakatoku, Akihiro Satoh, Akiko Takahashi, Kazuto Sasai, Gen Kitagata, Toru Abe, and Tetsuo Kinoshita, “Knowledge oriented Network Fault Resolution Method based on Active Information Resource”, Proc. Intern. Joint Conferences on Web Intelligence and Intelligent Agent Technologies (WI-IAT-2010), Vol.2, pp.361-365, IEEE/WIC/ACM, 2010.9. (トロント, CA)
 15. Kazuto Sasai, Gen Kitagata, Tetsuo Kinoshita, “Multiagent Architecture of Knowledge based Network Management Support System”, Proc. 2010 Intern. Conf. Broadband, Wireless Computing, Communication and Applications, pp.782-787, IEEE, 2010.11. (福岡)
 16. Hideyuki Takahashi, Taishi Ito, Tetsuo Kinoshita, “The Concept of an Agent-based Middleware for Smart Home Environments,” Proc Intern. Workshop on Informatics, pp.41-47, 2011.9. (ベニス, イタリア)
 17. Hideyuki Takahashi, Taishi Ito, Kazuto Sasai, Gen Kitagata, Tetsuo Kinoshita, “Design and Implementation of An Agent-based Smart Home System,” Proc. of the 4th International Conference on Awareness Science and Technology, pp.227-232, 2012.08. (ソウル, 韓国)

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

[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

木下哲男 (TETSUO KINOSHITA)
東北大学・電気通信研究所・教授
研究者番号: 20282006

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし