

エージェントシステムの動作特性の観測と分析

小泉 慶太[†] 高橋 秀幸[†] 笹井 一人[†] 北形 元[†] 木下 哲男[†]東北大学 電気通信研究所[†]

1. 序論

現在、人間が行う作業を代行するシステム実現の手段のひとつとしてエージェントシステム (AS) へ関心が高まっている。AS において、システムの特徴が時間的に変化するとき、その変化をシステム自身が察知して柔軟に対応可能であれば、システムの利便性は向上する。このように AS 全体の調整や再構成を実行する発展型エージェントシステム (EAS) [1][2]の研究が進められている。本稿では、EAS の実現基盤として、AS の動作状況の観測・分析により AS の動作状況を監視する機能とそこで用いられる観測指標を提案し、当該機能を導入した観測・分析の実験の結果を報告する。

2. 動作特性の観測と分析

AS の動作特性は、稼働中の AS の状況や状態を表す指標によって表現される。そこで、AS に対して、こうした指標を観測・記録・分析するための機能 (動作状況監視機能) を付加する必要がある。図 1 は、AS の実行制御を司るエージェントプラットフォームにおいて、エージェントの動作領域 (ワークスペース) で稼働する AS に対する動作状況監視機能の実現形態を示したものである。同機能は、観測機能と分析機能により構成される。観測機能はワークスペース上のエージェントから取得した動作情報を受け取り、これを動作特性として集約し、その結果を分析機能ならびにエージェントシステム自身に送付する。また、分析機能は、動作特性の分析

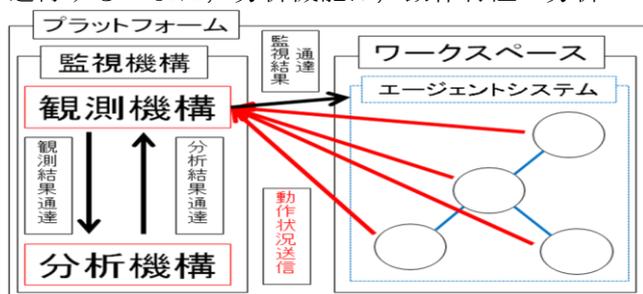


図 1. エージェントシステム動作状況監視機能

により AS の機能や性能の変化を検査し、適宜、その結果を観測機能に通知する。こうした動作状況監視機能の実現においては、動作特性の観測に伴うオーバーヘッドの低減や観測結果の信頼性の向上などに配慮する必要がある。そこで、次章ではこれらの要件を考慮した動作状況監視機能とその実現方法を提案すると共に、AS の観測で用いる指標について述べる。

3. 動作状況監視機能の設計

本稿では、リポジトリ型エージェントフレームワーク DASH/IDEA[3]を基盤とした AS の動作状況監視機能を提案する。すなわち、当該フレームワークを用いて構築・運用されるエージェント/マルチエージェントシステムを対象とした動作観測を行う場合、個々のエージェントに対する観測機能の搭載、或は、新たに観測処理を支援する機能やエージェントを導入するなどの簡便な方法が考えられる。しかし、これらは観測に伴うオーバーヘッドや観測値の誤差の増大が問題となる。そこで、本稿では、エージェントフレームワーク自身に当該監視機能を埋め込み、そこで動作する AS に対する影響を最小限に留める実現法を採用する。また、観測量は、AS の動作状況を直接的に反映する推論処理時間やメッセージの送受信数とし、これらをもとに算定される稼働率や変動率を指標として利用する。具体的には、エージェントの稼働率は、所定の単位時間あたりでエージェントが推論処理に要した時間の割合、メッセージの送受信数の変移は所定の単位時間当たりの送受信数の変化 (増分) と定義した。

4. 実験と評価

前節で提案した動作状況監視機能、及び、動作特性の指標を検証するために、マルチエージェント型マイクログリッドのプロトタイプ [4]、及び、マイクログリッドを含む AS の動作をシミュレートした実験用エージェントシステムを用いて実験を行った。後者は、1 個の manager エージェントと多数の worker エージェントから成るタスク分配形の協調的マルチエージェントシステムであり、manager は複数の worker へのタ

Observation and Analysis of the Operating Characteristic of an Agent System

Keita Koizumi[†], Hideyuki Takahashi[†], Kazuto Sasai[†], Gen Kitagata[†], Tetsuo Kinoshita[†]

[†]Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University

スク割り当てや結果統合の動作, また, 各 worker は割り当てられたタスクの処理や結果報告の動作を担当する.

まずマルチエージェント型マイクログリッドのシミュレーションシステムに適用した場合の結果について述べる. 電力の需給制御を行うエージェントの条件を変化させることで, 様々なシステム状態を発生させ実験を行った. 動作特性は観測できたが, 分析結果より有意な差はみられなかった. これはシステムの挙動に大きな変化が発生せず, またエージェント数が少なかったためと考えられる. そこで, 次に, 多数のエージェントを用いたシステムに適用した場合で実験を行った.

シミュレーション実験用エージェントシステムに適用し, 様々な条件で実験を行った. 実験結果を図2から図5に示す. 図2から図4の実験結果に関しては, 実験開始時のエージェント数は30個であり, 徐々にエージェント数が減少するシナリオ上で実験を行った結果である. 図2より, エージェントの数が約15個に減少した場合, 分散が増大した. 図3より, エージェント数が減少する前と減少後において, ゆらぎの傾きが-1に近く, エージェント数が減少するに伴い傾きが0に近づいていく傾向があった. 図4より, エージェント数が減少するにつれ波高分布のピークが異なる結果となり, エージェント数の変化時には, ピークが複数表れた. 図5はエージェント数が150個の場合である. このときゆらぎの傾きは-0.8であり比較的-1に近い値が算出された.

以上の実験結果より, システムの状態が安定している場合には, ゆらぎの特性として $1/f$ のような傾向が見られた. また, システムの状態が変化し, 不安定な場合には, ゆらぎの特性が変化する傾向が得られた. 加えてシステムの状態が変化する際, その変化に伴い, 分散が大きくなると推察される. さらに, 波高分布においては, 状態変化の前後では, 波のピークは1つであったが, 状態の変化中は波のピークは複数発生する結果となった.

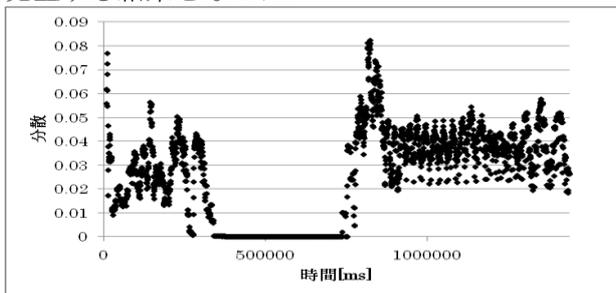


図2. 稼働率と分散の実験結果

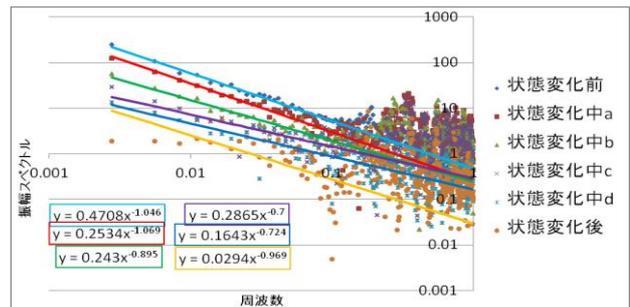


図3. 受信数とゆらぎの実験結果

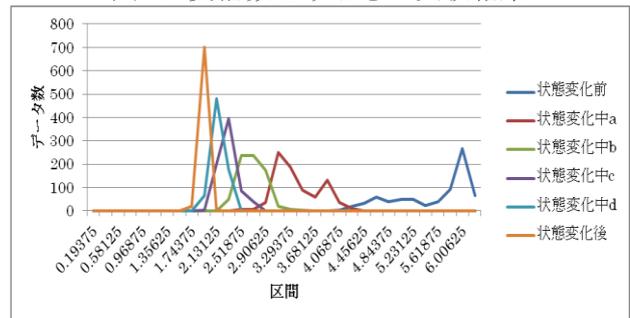


図4. 受信数と波高分布の実験結果

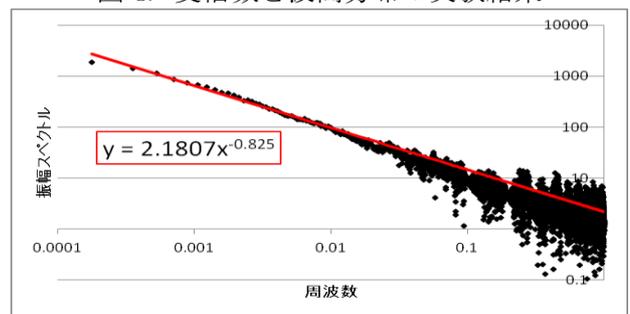


図5. 送信数とゆらぎの実験結果

5. 結論

動作状況から動作特性を観測し, それを分析することで変化を察知することができていると考えられる. 今後はエージェント数が多い場合にも様々な場合で実験を行い, さらなる調査を行うとともに, 動作状況監視機能自体の評価を行い, 監視機能の改良や実装を進めていく.

参考文献

- [1] 木下哲男, "発展型エージェントシステムの動作状況認識機能," JAWS2008, 2008.
- [2] 前村貴秀, 石井貴光, 打矢隆弘, 今野将, 木下哲男, "発展型エージェントシステムのための柔軟な組織再構成方式," JAWS2007, 2007.
- [3] IDEA/DASH, <http://www.k.riec.tohoku.ac.jp/idea/index.html>.
- [4] H. Kim, T. Kinoshita, M. Kim, "A Multiagent System for Autonomous Operation of Islanded Microgrids Based on a Power Market Environment," Energies, Vol. 3, pp.1972-1990, 2010.