

クラウドを用いたマルチエージェントシミュレーションの大量並行実行

A Cloud-Based System for the Massively Parallel Execution of MultiAgent-Simulations

吉田 慎吾*¹
Shingo Yoshida

八槇 博史*²
Hirofumi Yamaki

岩崎 裕太郎*³
Yutaro Iwasaki

*1*³名古屋大学 大学院 情報科学研究科
Graduate School of Information Science, Nagoya University

*2名古屋大学情報基盤センター
Information Technology Center, Nagoya University

The parameter space of a multi-agent simulation (MAS) tends to be large. Effective usage of large-scale computers such as cloud computers is important for the efficiency of simulation-based research. We implemented a simulation execution environment, which performs parameter survey for MAS, using commercial cloud services. By applying metaheuristic algorithms such as genetic algorithms, it performs search in parameter spaces, which reduces the cost for such studies. In this paper, we present the architecture of a prototype of our MAS execution environment for the massively-parallel run of simulations with different parameters, built on commercial cloud services. Each simulation is run on a VM which receives the parameter set from message queue mechanism, and results are stored in online storage. The automation of the configuration and the execution of the cloud services is achieved using a commercial cloud management tool, where the description of the process is given by scripts generated by our system.

1. はじめに

国際政治学・経済学などの社会科学分野においてシミュレーションは重要な研究手段であるとみなされている。そこで個々に独自のルールを持つエージェントを仮想空間上に複数配置してシミュレーションモデル化し、エージェント同士の強調や交渉などの相互作用やその結果を分析・検討する研究を行うマルチエージェントシミュレーションがある。

マルチエージェントシミュレーションの特徴として、探索すべきパラメータ空間が膨大となる傾向にある事が挙げられる。そのためシミュレーション実行にかかる時間短縮のために多数の計算機による効率的な大量並行実行が必要とされている。

マルチエージェントシミュレーションにおけるシミュレーションの効率的な実行を行う機構としてパラメータサーベイ機構が提案されている [1]。パラメータサーベイ機構とは利用者の求める特徴を示すパラメータセットから優先的に分析・検証が行えるよう実行順序を制御する機構である。

本研究ではクラウドサービスを用いたマルチエージェントシミュレーションの効率的な並列実行のためのパラメータサーベイ機構を提案し、クラウドサービスである Amazon Web ServicesTM*¹と共にクラウド運用管理ツールとして RightScale[®]*²を用いて実装を行った。

2. クラウドサービスを用いたパラメータサーベイ機構の実現

図 1 にクラウドサービスを用いたパラメータサーベイ機構の構成図を示す。クラウドサービスの持つメッセージキューを利用する事でパラメータサーベイ機構のためのデータ転送を行い、オンラインストレージを利用する事でシミュレーションの実行結果を集約する。以下に各構成要素の概要を示す。

Web インタフェース シミュレーション実行者から実行した

連絡先: 吉田慎吾, 名古屋大学, shingo@net.itc.nagoya-u.ac.jp

*1 <http://aws.amazon.com>

*2 <http://www.rightscale.com/>

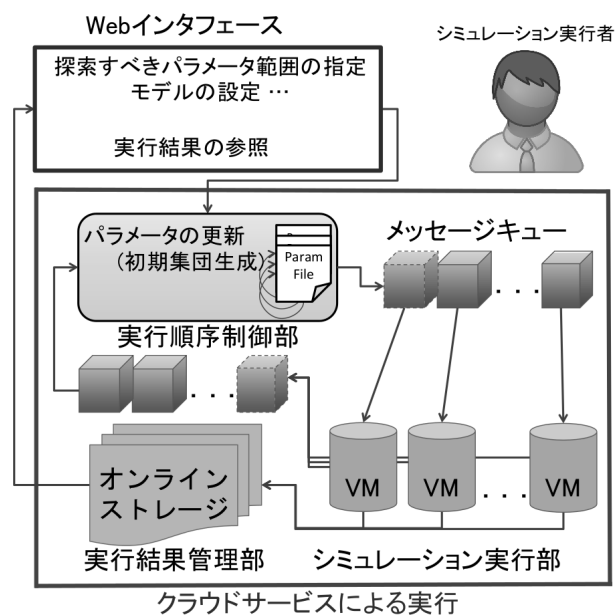


図 1: クラウドサービスを利用したパラメータサーベイ機構

いモデル, 探索したいパラメータ範囲等の入力を受け, それらを実行順序制御部に送信する。また, オンラインストレージに格納されている実行結果を取得し表示する。

実行順序制御部 シミュレーション実行の指示を行う。パラメータセットを生成し, メッセージキューを介してシミュレーション実行部の各 VM に送信する事でシミュレーションを実行する。さらに, 各 VM から実行結果をメッセージキューを介して受信し, それらを基にパラメータセットを更新, 次のシミュレーションを実行する。

メッセージキュー メッセージによって実行順序制御部とシミュ

レーション実行部間のデータ転送を行う。メッセージキューを用いる事で実行順序制御部とシミュレーション実行部間の結合度を疎にする。これによりシミュレーション実行部のスケールアウトがしやすくなる。

シミュレーション実行部 クラウド上にインスタンスとして VM を起動することで構成される。それぞれの VM において、メッセージキューから受信したメッセージ内のパラメータセットを基にシミュレーション実行を行い、その結果をメッセージキューに送信、実行結果管理部にアップロードする。

実行結果管理部 オンラインストレージを利用して実行結果を管理する。アップロードされた実行結果は、公開設定を変更する事でウェブブラウザからも閲覧できる。

実行順序制御部においてパラメータセットはシミュレーション実行者が指定したパラメータサーベアルゴリズムに従って更新される。これにより、研究者が求める現象を示すパラメータセットから優先的にシミュレーションを実行する事ができ、効率の良いシミュレーションの実行が可能となる。

3. 実装

本実装において 2. 節で述べた実行順序制御部と VM は Amazon EC2^{TM*3}により作動する。メッセージキューは Amazon SQS^{TM*4}により作動する。オンラインストレージは Amazon S3^{TM*5}により作動する。

シミュレーション実行部の VM では実行するシミュレーションによってシミュレータ等の設定が異なる事が考えられる。また、クラウドサービスは利用する時間に対して課金されるため使用していない時は VM を停止しておくことが重要であるが、起動するたびに細かな設定をやり直すのは煩雑である。そこでパブリッククラウドに幅広く対応しているクラウド運用管理ツールである RightScale[®]を用いた。

RightScale[®]は VM の OS 等を設定する ServerTemplatesTM と VM の起動、稼働、シャットダウン時に実行可能な bash, ruby 等で記述する RightScripts を備えている。シミュレーション実行時に指定されるモデルやパラメータサーベアルゴリズムに応じて起動する VM の ServerTemplatesTM と実行する RightScripts を選択することでそのシミュレーションの必要とする実行環境を自動的に構築する事が可能である。本実装では実行順序制御部と VM の ServerTemplatesTM に Base ServerTemplate -11H1-EBS-JP を設定した。そして 4. 節で述べるスキーマ認識モデル実行のための設定を記述した RightScripts を作成した。

Amazon SQSTM に基づき構築されたメッセージキューでは 1 つのメッセージサイズは 64KB 以下に制限されている。そこで、今回の実装ではパラメータ等を直接メッセージキューを介して渡すのではなく、オンラインストレージ上に展開して URL を渡す事とした。まず実行順序制御部は、シミュレーション実行用のパラメータファイルをオンラインストレージに公開設定でアップロードする。そして実行順序制御部はそのファイルの URL をメッセージとしてメッセージキューに送信し、VM はメッセージキューから取得した URL を基にオンラインストレージ上のパラメータファイルをダウンロードし、シミュレーションを実行する。

*3 <http://aws.amazon.com/ec2/>

*4 <http://aws.amazon.com/sqs/>

*5 <http://aws.amazon.com/s3/>

4. 提案システムにおけるスキーマ認識モデルを用いたシミュレーション実行

構築した機構を利用してシミュレーション実行を行った。岩崎らの先行研究 [1] を参考に実行するモデルにはスキーマ認識モデル [2] を、またパラメータサーベアルゴリズムには実数値型遺伝的アルゴリズムを用いた。

実行順序制御部は RightScale API を用いて 3. 節で設定した ServerTemplatesTM と RightScripts により VM のシミュレーション実行環境を構築する。VM ではシミュレーション実行の後、得られた実行結果から RightScripts により設定された評価関数によって求められる適応度を算出、適応度はメッセージキューを通じて実行順序制御部に送信される。次に実行順序制御部で各 VM から送信された適応度の値に実数値型遺伝的アルゴリズムを適用し、パラメータセットを更新、次のシミュレーションサイクルを実行する。

今回の実行で使用したパラメータ探索範囲の指定では総パラメータセット数が 17000 であった。そのうちのおよそ 600 セットを実行した段階で利用者の望む挙動を示すパラメータセットを実行できた。この実行結果から岩崎らの先行研究と同等の機構が提案システムによって実現できる事を確認した。

5. おわりに

本研究ではクラウドサービスを用いた効率的なマルチエージェントシミュレーションの大量並行実行に有用な機構を提案した。パラメータサーベアルゴリズムはクラウドサービスの持つメッセージキューを利用する事で実現され、オンラインストレージを利用する事でシミュレーションの実行結果を集約する。また、クラウド運用管理ツールを用いる事で実行するモデル、パラメータサーベアルゴリズムの指定等から VM の構築を自動化する事を提案した。そして提案した機構をクラウドサービスである Amazon Web ServicesTM と共にクラウド運用管理ツールとして RightScale[®]を用いて実装し、スキーマ認識モデルを用いて岩崎らの先行研究と同等の結果が得られることを確認した。

今後は実行可能なモデル、パラメータサーベアルゴリズムをさらに増やす事でより詳細な評価を行っていく。

また、千葉らの研究 [3] で提案されているような Amazon S3TM のためのデータ転送をより効率よく行うアルゴリズムの利用によるシミュレーション実行時の通信時間短縮も今後の課題である。

参考文献

- [1] 岩崎裕太郎, 八槇博史. マルチエージェントシミュレーションのためのパラメータサーベアルゴリズムの開発. エージェント合同ワークショップ&シンポジウム (JAWS2012), pp. 1-6, 2012.
- [2] 鳥山正博, 菊地剛正, 山田隆志, 寺野隆雄. エージェントシミュレーションを用いた組織構造最適化の研究: スキーマ認識モデル. 電子情報通信学会論文誌. D, 情報・システム, Vol. 92, No. 11, pp. 1919-1926, 2009.
- [3] 千葉立寛, ティロキールマン, マタイスデンバーガー, 松岡聡. クラウド環境における大規模データブロードキャストの動的最適化. 情報処理学会論文誌. コンピューティングシステム, Vol. 3, No. 2, pp. 126-137, 2010.