

# マルチエージェントシミュレーションのための 実験支援システムの開発

青木悠祐, 前田太陽, 村田忠彦



文部科学省私立大学社会連携研究推進拠点  
関西大学政策グリッドコンピューティング実験センター

Policy Grid Computing Laboratory,  
Kansai University  
Suita, Osaka 564-8680 Japan  
URL : <https://www.pglab.kansai-u.ac.jp/>  
e-mail : [pglab@jm.kansai-u.ac.jp](mailto:pglab@jm.kansai-u.ac.jp)  
tel. 06-6368-1228  
fax. 06-6330-3304

## **関西大学政策グリッドコンピューティング実験センターからのお願い**

本ディスカッションペーパーシリーズを転載、引用、参照されたい場合には、ご面倒ですが、弊センター（[pglab@jm.kansai-u.ac.jp](mailto:pglab@jm.kansai-u.ac.jp)）宛にご連絡いただきますようお願い申し上げます。

## **Attention from Policy Grid Computing Laboratory, Kansai University**

Please reprint, cite or quote WITH consulting Kansai University Policy Grid Computing Laboratory ([pglab@jm.kansai-u.ac.jp](mailto:pglab@jm.kansai-u.ac.jp)).

# マルチエージェントシミュレーションのための 実験支援システムの開発

青木悠祐<sup>1</sup>, 前田太陽<sup>2</sup>, 村田忠彦<sup>1,2</sup>

## DEVELOPMENT OF EXPERIMENT SUPPORT SYSTEM FOR MULTI-AGENT SIMULATION

Yusuke Aoki<sup>1</sup>, Taiyo Maeda<sup>2</sup>, Tadahiko Murata<sup>1,2</sup>

### 概要

マルチエージェントシミュレーション (Multi-Agent Simulation : MAS) 実験を行う際、プログラムの再現性の確認や手法の比較のために複数の入力データを用いて数値実験を行う必要がある。入力データの組合せが増えれば、それに対する出力データも膨大となり、プログラム・入力データ・出力データの管理は困難となる。そこで、本研究では、実行支援機能とデータ管理機能を持った MAS 実験支援システムを提案する。本システムでは、実行支援機能として、プログラムと入力データからバッチファイルを自動的に生成し、プログラムの実行を代行する自動実行と、プログラムから出力される出力データとプログラム・入力データとの対応関係の自動登録を行う。データ管理機能として、ユーザ・研究分野・プログラム・入力データ・出力データの管理とその対応関係の管理を行う。適用事例として強化学習による協調行動を適用し、MAS 実験者にとって負担となるデータの登録に着目し、本システムにより自動でデータ登録した時間と被験者により手作業でデータ登録した時間を比較し、システムの有効性を示す。

### Abstract

Multi-agent simulation has to use many input data. Therefore multi-agent simulation output many data. You will become difficult to manage data. In this paper, we develop a numerical experiment support system for multi-agent simulation. This system has data management function and execution support function. This system applies to reinforcement learning with the genetic algorithm. We compare our proposed system to manual work for data registration. As the result, we obtain about 100 times speed-up for data registration by using our proposed system.

キーワード : MAS, 実行支援機能, データ管理機能

Keywords: Multi-agent simulation, data management function, execution support function

---

1 関西大学総合情報学部 Faculty of Informatics, Kansai University

2 関西大学政策グリッドコンピューティング実験センター Policy Grid Computing Laboratory, Kansai University

## 1. はじめに

近年、マルチエージェントシミュレーション (Multi-Agent Simulation : MAS) について様々な方法が検討されている[1]. MAS 実験を行う際、プログラムの再現性の確認や手法の比較のために、一般的には複数の入力データを用いて実験を行う必要がある[2]. これらの入力データの組合せが増えれば、それに対する出力データも膨大となる. 例えば、入力データ 1 が 100 種類・入力データ 2 が 100 種類となると、出力データは 10000 種類となる. そのため、データの紛失・入力や操作によるミス・大量のデータから詳細を閲覧するという作業・重複した実験を行う可能性が発生する. その結果、多量のデータを効率的に扱うこととデータを効率的に取得することが研究の促進に大きく関与する. そこで、シミュレーション実行支援とアプリケーションに特化したデータ管理が必要となる. 試行錯誤的なパラメータ調整が必要な創薬の研究分野ではパラメータ調整支援システムが開発されている[3,4]. しかし、それらを MAS に適用することは、専門用語・変数・プログラム・結果・検討内容が異なるため困難である.

本研究では、多数の試行を行う MAS について、アルゴリズムを変更して数値実験する際の時間的な効率化を図るために、MAS 実験支援システムを提案し、開発する. 本システムの適用事例として、Q-learning with Dynamic Structuring of Exploration Space Based on Genetic Algorithm (QDSEGA) による協調行動 MAS[5,6]を用い、本システムの実行支援機能とデータ管理機能を検証する. 本システムを用いた時の MAS 実験時間の効率化の指標として、MAS 実験者にとって負担となるデータ登録時間に着目し、入力データと実験用プログラムから出力された出力データに対し、本システムによる自動でのデータ登録時間と被験者による手作業でのデータ登録時間を比較し本システムの有効性を示す.

## 2. システムの概要

本システムは、実行支援機能として、プログラムと入力データからバッチファイルを自動的に生成しプログラムを自動的に実行する自動実行、そこから出力される出力データとプログラム・入力データとの対応関係を自動的に登録する自動登録を行う機能を持つ. また、データ管理機能として、ユーザ・研究分野・プログラム・入力データ・出力データの管理とその対応関係の管理を行う機能を持つ.

本システムでは、データベース (Data-Base : DB) によるデータ管理をデータベース管理システム (Data-Base Management System : DBMS) である MySQL により行う. また、ユーザが利用環境に依存せずシステムを利用できるように web ベースのシステムを PHP により開発する. 本システムで想定するユーザは MAS のプログラム提供者とプログラム利用者とする. 図 1 に本システムの概要を示す.

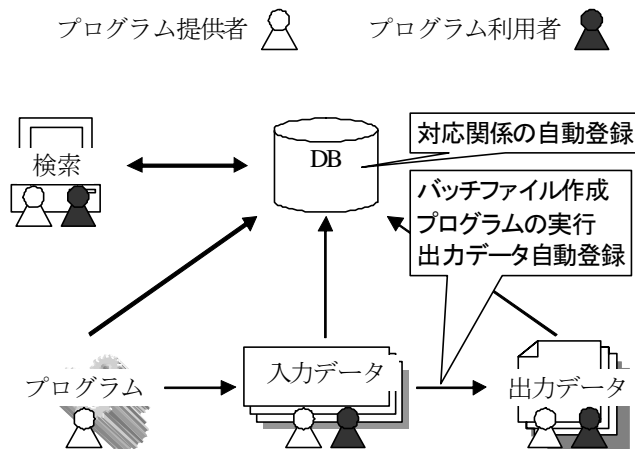


図 1 システムの概要

## 2.1 自動実行機能

本システムでは、プログラム提供者により提供されたプログラムに対し入力データを指定し実行することができる。ユーザはプログラムに対し引数の開始値と終了値、さらに開始値から終了値までの刻みを入力する。システムは、ユーザからの入力が完了すると入力の内容に応じたバッチファイルを生成する。バッチファイルが生成されるディレクトリは常に監視が行われ、バッチファイルが追加されると、システムは自動的にバッチファイルの内容に応じたプログラムを実行する。

## 2.2 自動登録機能

自動実行機能によって実行されたプログラムが正常終了した場合、システムは、終了検知用のファイルを生成する。終了検知用ファイルが生成されるディレクトリは常に監視が行われ、終了検知用のファイルを発見した後に、出力データの登録を行う。出力データの登録を行った後、以下の節で述べる、データ管理機能により、実行プログラム・実行に使用された入力データ・出力データの対応関係を DB へ保存する。例えば、開始値を 0・終了値 10・刻み 1 としてプログラム A を実行した場合の対応関係はプログラム A・引数 0・出力データ、プログラム A・引数 1・出力データとなる。また、引数の数や引数の値は、ユーザやプログラムによって異なり、出力データ数も異なる。そこで、本システムの仕様では、プログラム提供者がプログラムを提供する際、プログラムの引数の数を指定することとし、出力データは、1つのバッチファイルに対し1ファイルとした。

## 2.3 データ管理機能

DB に格納するデータは、ユーザ・研究分野・プログラム・入力データ・出力データとする。ここで、ユーザは本システムが想定するユーザであるプログラム提供者とプログラム利用者である。ユーザは研究分野・プログラム・入力データ・出力データと対応関係がある。この対応関係を記録することによって、プログラムの提供者やプログラムの実験者を管理することができる。研究分野は強化学習・政策シミュレーション・分散 MAS といった、ユーザが何のために本システムを利用するかをグルーピングしたものである。ユーザと同じように研究分野はユーザ・プログラム・入力データ・出力データと対応関係がある。これによって、どういった分野でのプログラムか、どういった分野での実験かを管理することができる。プログラムはプログラム提供者が提供するプログラムである。入力データは登録されたプログラムに対する引数や入力ファイルである。出力データはプログラムから出力された結果データである。システムは、出力データが生成されると実行に用いられたプログラムと入力データの対応関係をユーザに代わり自動的に登録する。対応関係を持たせて管理することで、プログラム提供者・プログラム利用者・実験履歴を明確にしている。

## 3. 検証実験

### 3.1 適用事例

本システムに対し、QDSEGA を用いた MAS (以下、適用事例 1)・近傍交叉 QDSEGA を用いた MAS (以下、適用事例 2)・削除アルゴリズムと近傍交叉 QDSEGA を用いた MAS (以下、適用事例 3) の 3 種類のプログラムを適用した。入力データの組合せ数を以下に示す。

適用事例 1 の引数の数は 2 つであり、引数 1 には SEED 値を 0 ~ 9 の 1 刻み、引数 2 には学習回数を 5000, 10000 とする。よって合計 20 通りの組合せとなる。適用事例 2, 適用事例 3 の引数は 3 つであり、引数 1 には SEED 値を 0 ~ 9 の 1 刻み、引数 2 には学習回数を 5000, 10000, 引数 3 には近傍数を 0 ~ 8 の 2 刻みとする。よって合計 100 通りの組合せとなる。

### 3.2 実行例

本システムを利用するために、想定するユーザであるプログラム提供者とプログラム利用者はログインを行う必要がある。もし、ユーザ登録が行われていなければ CREATE USER

ボタンから各必要項目を入力し、ユーザ登録を行う。

次に、ユーザは1つ以上のグループに属する。グループとは前述した研究分野にあたる。プログラム提供者は、どのグループに対してのプログラムを提供するかを入力する。新たにグループ名を登録する場合は、ユーザ登録と同じく **CREATE GROUP** ボタンから新規のグループを登録することが可能である。以上の作業画面を図2に示す。データ管理機能により、このユーザ情報とグループ情報からプログラム・入力データ・出力データに対するユーザ情報とグループ情報の対応関係を保存する。

プログラム提供者はログイン作業を行った後、プログラムの提供を行う。プログラム提供者は追加プログラムを選択し、そのプログラムに対する説明を加える、さらに、プログラムに対する引数の個数を選択し、引数の説明を加える。登録後、システムは、プログラムをディレクトリへアップロードする。アップロードが完了した後、ユーザ情報・グループ情報・プログラム名に対応関係を持たせDBへ登録を行う。

プログラム提供者とプログラム利用者は検索画面より実験を行いたいプログラムを検索する。ここでは、各適用事例がすでに登録されているものとする。プログラムの追加と検索画面を図3に示す。

ここで、**QDSEGA.exe** はアップロードを行ったプログラム名である。また、その下の**QDSEGA オリジナル・近傍交叉を用いた QDSEGA 閾値=100・削除アルゴリズムと近傍交叉を用いた QDSEGA 閾値=100** はプログラムに対する説明である。作成者とグループはプログラム提供者がログイン時に使用したユーザ名とグループ名である。これによって、各プログラムが同一のユーザによって提供されていることがわかる。

プログラム提供者とプログラム利用者は検索を行った後、実験を行いたいプログラムを選択し実験を行う。選択後の画面を図4に示す。

図4では、検索画面と同様にプログラム名・プログラムに対する説明・作成者・グループが表示されている。その下に、新たな引数項目を追加するという記述があるが、これは引数の個数を複数個とりえるプログラムに対し、新たに引数の個数を設定するためのものである。プログラム登録時と同様に引数の個数と引数に対する説明を加え登録を行う。新たな引数項目を追加するという記述の下に、引数の説明という記述がある。これはプログラムの引数に対する説明である。プログラム提供者とプログラム利用者はこの説明を元にそれぞれの引数に対する開始値・終了値・刻みを入力していく。本システムは上記の引数で実行ボタンが押されると、自動実行機能により、プログラムの各引数に対し入力された開始値から終了値までのバッチファイルをそれぞれ生成する。生成されたバッチファイルを実行し、正常終了した場合、監視ディレクトリへ終了検知用ファイルが出力される。次にシステムは自動登録機能により、終了検知用ファイルが出力されると同時にプログラム・入力データ・出力データの対応関係が保存する。それぞれ、引数1・引数2・出力データの対応関係がとれていることがわかる。また、ここで**100** 世代目を表示という記述があ

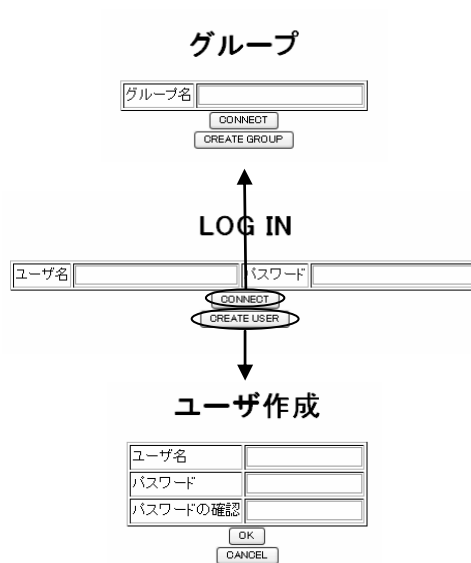


図 2 ログイン時の画面遷移

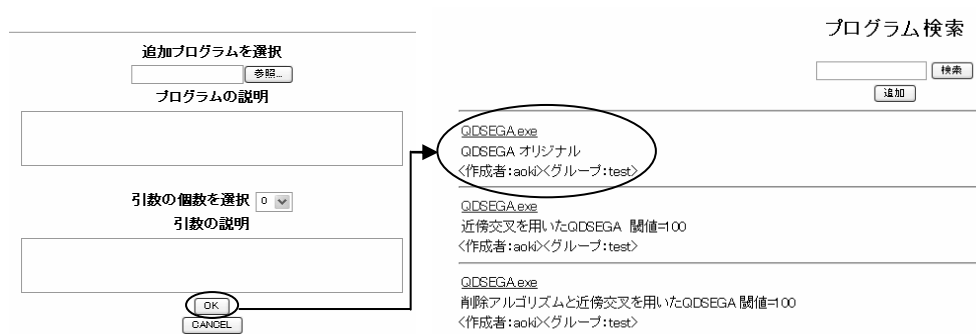


図 3 プログラムの追加と検索画面

るが、これはユーザが検索の際に大量のファイルを開くことなく検索したい出力データを探すために、本システムが出力データより自動登録したものである。

### 3.3 実験

本システムによる MAS 実験の時間的な効率化に対する、有効性を示すために、データ登録時間の作業時間を測定する。入力データと実験用プログラムから出力された出力データに対し、本システムによって自動化されたデータ登録時間と被験者による手作業によるデータ登録時間を比較する。結果を表 1 に示す。

ここで被験者は、MAS を行ったことがあり適用事例のデータに慣れた被験者を 1 名、



http://localhost...It=100&exid=3

戻る

プログラム名: QDSEGA.exe  
 プログラム説明: 削除アルゴリズムと近傍交叉を用いたQDSEGA 閾値=100  
 作成者: aoki グループ: test

---

新たな引数項目を追加する  
 引数の数 0  
 引数の説明

追加

---

引数説明: 引数1 SEED値 引数2 近傍数 引数3 学習回数

	開始値	終了値	刻み
引数1			
引数2			
引数3			

上記の引数で実行

---

100世代目を表示  
 結果データを表示

DATE TIME	引数1	引数2	引数3	結果ファイル	行動数	ゴール回数	GAIN
2008-08-10 01:44:37	0	0	5000	3.QDSEGA.exe.0.0.5000.txt	71	43	111
2008-08-10 01:45:02	0	2	5000	3.QDSEGA.exe.0.2.5000.txt	71	43	111
2008-08-10 01:45:27	0	4	5000	3.QDSEGA.exe.0.4.5000.txt	71	43	111
2008-08-10 01:45:47	1	0	5000	3.QDSEGA.exe.1.0.5000.txt	20	46	119
2008-08-10 01:51:56	1	2	5000	3.QDSEGA.exe.1.2.5000.txt	20	46	119
2008-08-10 01:52:17	1	4	5000	3.QDSEGA.exe.1.4.5000.txt	20	46	119

完了

図 4 プログラムの選択画面

表 1 1 データあたりの登録作業時間の比較

	15 ファイル登録時の 平均作業時間 (秒)
被験者 1	14.3
被験者 2	13.8
被験者 3	24.1
被験者 4	19.4
被験者 5	20.5
被験者 6	20.9
被験者 7	12.7
システム	0.128

MAS の知識があり適用事例のデータフォーマットを知らない被験者 6 名を対象とした、作業内容は出力データであるテキストファイルから最終世代である 100 世代目における行動数・ゴール回数・GAIN の値をデータベースに登録する作業である。被験者らがデータベースの知識に差がある場合、個々の作業で個人差が発生するため、Microsoft Excel への記録を登録として計測を行った。また作業中の慣れを考慮し、1 ファイル 1 登録の作業を 15 回行いその平均時間を作業時間とした結果と、本システムで同様の作業を 15 回行いその平

均時間を作業時間とした。

ここで、被験者 1 が適用事例のデータに慣れた被験者である。本システムで 15 回の平均時間は 0.128 秒であり、被験者による手作業の結果の中央値 19.4 秒を 1 登録あたりの手作業時間とした。本システムと被験者による作業時間を比較すると、作業時間が約 1/100 に短縮されたことが確認できる。

#### 4. まとめ

本研究では、実行支援機能とデータ管理機能を持った MAS 支援を行うシステムを開発し、適用事例においてデータ管理機能により誰が提供したプログラムか、登録されているプログラムは何かを明確に把握することが可能となった。

また、本研究で提案した評価方法から、出力データを保存管理する必要があるアプリケーションの場合、データ登録作業はデータ量に依存してユーザの作業時間を必要とし、作業の自動化を図ることでユーザの作業時間の短縮を実現できることを示した。システムの適用事例から、MAS での作業時間の効率化を、本研究で提案した評価方法で比較することでシステムによって実現したデータ管理の自動化の有効性を示した。

今後の課題として、本研究の適用事例に対して、データ登録作業によるユーザの作業時間の短縮を実現できたが、自動登録可能なデータは自動化の実現方法により変化するため、他のアプリケーションに対しても利用可能なシステムへ拡張していく必要がある。

また、データ管理機能を用いることで重複した実験を行うという人為的なミスの軽減と、実行支援機能を用いることで、手作業でバッチファイルを作成する際の人為的なミスの軽減についての評価を行い、システムによる支援の有効性を検証していく。

#### 参考文献

- [1] 荒井幸代, 宮崎和光, 小林重信: マルチエージェント強化学習の方法論 -Q-learning と Profit Sharing による接近-, 人工知能学会誌, Vol. 13, No. 4, pp. 609-618, 1998.
- [2] Hiroshi Arikawa, Tadahiko Murata, "Implementation Issues in a Grid-based Multi-Agent Simulation System used for Increasing Labor Supply", The Review of Socionetwork Strategies, No.1, pp.1-13, 2007.
- [3] Takashi Maeno, Susumu Date, Yoshiyuki Kido, Shinji Shimojo, "Analytic Space Management for Drug Design Application", IPSJ Journal, Vol.41, No.6, pp.93-104, 2000.
- [4] 前野 隆志, 伊達 進, 木戸 善之, 下條 真司, "ドッキングシミュレーションにおける試行錯誤的なパラメータ調整支援システム", 情報処理学会研究報告 (2007-BIO-8-(9)), Vol.2007, No.21, pp.63-70, 2007.

- [5] 青木 悠祐, 村田 忠彦, “マルチエージェントの行動制御のための QDSEGA における近傍交叉の適用法”, 第 23 回ファジィ・システム・シンポジウム講演論文集, pp.615-618, 2007.
- [6] Tadahiko Murata, Yusuke Aoki, “Developing Control Table for Multiple Agents Using GA-Based Q-Learning With Neighboring Crossover”, Proc. of IEEE Congress on Evolutionary Computation, pp.1462-1467, 2007.