

近年のマルチエージェントシミュレーション研究の動向調査

岸本 憲幸†

株式会社オープンストリーム†

1. はじめに

マルチエージェントシミュレーションは、比較的単純な内部状態や行動ルールで振る舞う多数の要素が、その相互作用により創発される大域的に複雑な現象を解析するためにしばしば用いられる手法である。その応用範囲は多岐にわたり、自然、社会、人文科学のさまざまな分野に及ぶ。

本稿では、過去の情報処理学会 全国大会に投稿されたマルチエージェントシミュレーションに関する論文を調査し、その研究内容や適用範囲について分類し考察することで、近年の動向を把握することを目的とする。筆者はマルチエージェントシミュレーションに興味があり、将来的に自身でテーマを立案して研究を進めていきたいと考えている。

2. 調査ならびに考察

本稿では、情報処理学会全国大会第 75～84 回に投稿された論文の中で、キーワードに「マルチエージェント」or「multi」or「agent」or「multi-agent」を含む計 65 篇を調査対象とした([1]～[65])。図 1 は、前半(第 75～79 回)と後半(第 80～84 回)に分けて分野別の投稿数をカウントしたものである。なお、1 稿で複数分野に跨る論文もあるため、投稿数の合計は調査対象の 65 稿より多くなっている。これによると、基礎理論に関する投稿が最も多くおよそ 3 分の 1 を占める。この分野に関しては後述する。続いて交通の分野が盛んに投稿されている。交通については、大都市/地方でそれぞれ個別に様々な課題を抱えており、個々の車両の振る舞いの相互作用により、渋滞等の大域的な問題が発生しているという点で、マルチエージェントシミュレーションと非常に相性がよく、また課題に対する解決策の実行に多額の費用がかかる点や、環境の問題が懸念されるため、事前検証が重要になってくる。このため盛んに研究が行われた結果、投稿数が多いものと思われる。続いて災害、IoT 分野が続く。災害については最善の避難方法の検討に関するものがほとんどである。憂慮すべきは、投稿が前半に偏っている点である。東日本大震災の影響が多分に考えられるが、本来一過性であってはならないテーマであるだけに僭越ながら個人的に気になる点である。IoT については、様々な IoT デバイス間の協調動作により人間の生活をより豊かにするサービスの提供に力点が置かれた投稿が多い。両者とも交通分野同様、世間のニーズが高く、かつ多数のエージェントの相互作用が織り成す問題が論点であり、マルチエージェントシミュレーションとの相性がよいことが投稿数の多さにつながっていると考えられる。

次に、投稿数が最も多かった基礎理論について、何に焦点を当てているかを分類した。図 2 にそれを示す。最も多かったのは経路探索問題に関するものであった。先の交通分野にも使われ、応用範囲が広いことが起因していると考えられる。続いて言語獲得、追跡問題に関するものが挙げられる。追跡問題も警備ロボット等に使われ、経路探索問題同様 応用範囲の広さが投稿数の多さにつながっていると考えられる。そして言語獲得については、投稿が後半に集中しており、先進的な研究内容であることが伺える。今日実用化が進んでいるのは機能限定型のいわゆる「弱い AI」である。一方で映画、アニメ等でしばしば登場するなんでもできる筐体、すなわち人間が持つ能力をほぼ網羅した「強い AI」についても研究が進められている。この「強い AI」の実現に言語獲得は密接に関わっており、先進的な研究であるが故に投稿数が増えていると思われる。

最後に筆者が興味を抱いた論文をいくつか挙げさせて頂く。図 2 で「社会性行動」という名で分類している 2 つの論文である。1 つはあるゲームにおいて、他のプレイヤーを過度に攻撃しないような協調的動作を実現するというもの[28]。もう 1 つは、近くのゴールを他エージェントに譲り、自身は遠くのゴールへ向かう社会性行動の獲得というものである[20]。

無機質な最適解ではなく、人間が模索するような最適解をエージェントに持たせようという試みに、安心感を抱くとともに、高度な取り組みであると感じた。

3. 終わりに

近年のマルチエージェントシミュレーション研究の動向を、情報処理学会全国大会の直近 10 年分の論文をもとに調査した。応用研究としては交通、災害分野に関するものが最も多く、ニーズの高い研究分野であることが確認できた。また基礎研究が全体の 3 分の 1 を占め、今なお発展途上中である分野であることが伺えた。その中で応用範囲が広いと思われる経路探索、追跡問題、またエージェントの言語獲得という先端技術が注目されていることが伺えた。今回情報処理学会全国大会の投稿論文、というかなり限定された範囲での調査であること、ならびに筆者が初学者であり、分析に不十分な点があることも否めない。この点は今後の課題である。課題を解決しつつ、この分野で何らかの研究に着手していきたいと考えている。

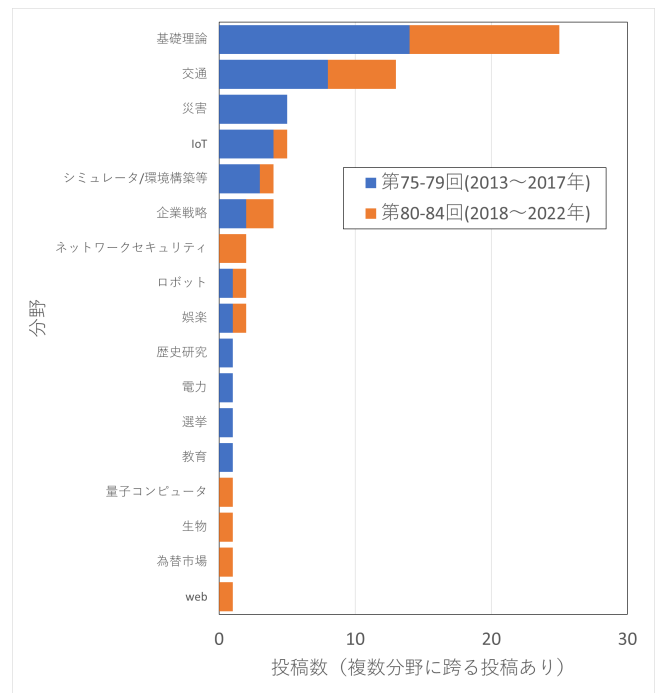


図 1. 年次別、分野別投稿数

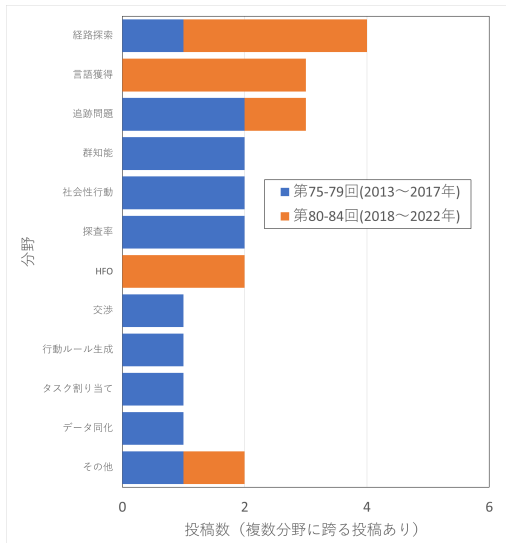


図2. 年次別、分野別投稿数 (基礎理論)

参考文献

[1] 栗田泰洋, 伊藤大視, 高橋秀幸, 木下哲男, センサ情報利活用支援のためのエージェント指向データ管理, 情報処理学会第75回全国大会, 2013

[2] 関川大樹, 小原和博, マルチエージェントの街モデルによる売上予測とAHPによる立地判定, 情報処理学会第75回全国大会, 2013

[3] 牧石大輝, 長名優子, マルチエージェントを用いた大学等を対象とした避難シミュレーションシステムの高速化, 情報処理学会第75回全国大会, 2013

[4] 西山瑞紀, 山崎誠治, 西尾典晃, 武藤敦子, 大塚信博, 人工社会を用いて創発現象を研究するためのルール学習の検討, 情報処理学会第75回全国大会, 2013

[5] 熊沢雄介, 高丸尚教, 多階層抽象層導入による探索ロボットシミュレータの構築, 情報処理学会第75回全国大会, 2013

[6] 杉山拓也, 小原和博, MAによる津波避難シミュレーションとAHPによる対策意思決定, 情報処理学会第76回全国大会, 2014

[7] 岡田薫, 福田直樹, シナリオに基づく事象発生時の制御可能なエージェントシミュレーションプラットフォームの試作, 情報処理学会第76回全国大会, 2014

[8] 新倉春樹, 関口大貴, 芹生拓也, 古市昌一, マルチエージェントシミュレーション方式による歴史研究支援環境の構築と評価, 情報処理学会第76回全国大会, 2014

[9] 千葉遼, 加藤匠, 高橋秀幸, 笹井一人, 北形元, 木下哲男, マルチエージェントに基づく異種デバイス間連携機能の設計, 情報処理学会第76回全国大会, 2014

[10] 川口英俊, 秋吉政徳, マルチエージェントを用いた事業分析シミュレータの構築, 情報処理学会第76回全国大会, 2014

[11] 山岸貴広, 長名優子, マルチエージェントを用いた大学等を対象とした避難シミュレーションシステムにおけるグループの移動方法の改善, 情報処理学会第76回全国大会, 2014

[12] 笹岡久行, マルチエージェント環境下における群知能を用いた協調行動獲得手法の評価, 情報処理学会第76回全国大会, 2014

[13] 木田棕子, 長行康男, 多目的タスクにおけるタスク空間分割を利用した Multi-agent profit sharing, 情報処理学会第76回全国大会, 2014

[14] 野田五十樹, 非定常環境マルチエージェント学習におけるエージェント数と最適 Exploration 率の関係, 情報処理学会第76回全国大会, 2014

[15] 小堀一樹, 米田征司, 能登正人, 分散型電源における電力変動予測による電力融通最適化手法, 情報処理学会第76回全国大会, 2014

[16] 長谷川雄紀, 水野一徳, 坪山幸, 西原清一, 仮想都市におけるデマンドパスの評価, 情報処理学会第77回全国大会, 2015

[17] 徳田 渉, 金森 亮, 伊藤 孝行, 車両間の自動交渉に基づく駐車場の利用権割り当てメカニズム, 情報処理学会第77回全国大会, 2015

[18] ラフィック ヘドゥフィ, 鳥居 義高, 伊藤 孝行, 徳田 渉, 金森 亮, 田中 雅章, 渋滞緩和のためのクラウドベースのアーキテクチャ, 情報処理学会第77回全国大会, 2015

[19] 森井 翔太, 伊藤 孝行, 非線形効用関数の論点依存関係に基づくマルチエージェント自動交渉機構, 情報処理学会第77回全国大会, 2015

[20] 木田 棕子, 長行 康男, 複数のゴールが存在するマルチエージェント環境における社会的強化学習法, 情報処理学会第77回全国大会, 2015

[21] 横山 真悟, 加藤 匠, 高橋 秀幸, 木下 哲男, エージェント型 IoT システムの自律適応制御手法, 情報処理学会第78回全国大会, 2016

[22] 大室 高志, 服部 宏充, 小川 祐樹, シミュレーションプラットフォーム GAMA に基づく大規模都市交通シミュレーション環境の構築, 情報処理学会第78回全国大会, 2016

[23] 岡野 拓哉, 野田 五十樹, マルチエージェント強化学習における進化的探索率調整法とその拡張, 情報処理学会第78回全国大会, 2016

[24] 川口 英俊, 野田 五十樹, マルチエージェント社会シミュレーションにおけるデータ同化の可能性評価の枠組み, 情報処理学会第78回全国大会, 2016

[25] 林 幸次, 打矢 隆弘, 内匠 逸, 災害時の無線通信路確立におけるマルチエージェントを用いたロボット制御, 情報処理学会第78回全国大会, 2016

[26] 織田 尚晋, 中島 悠, 参加型シミュレーションのための Web サービス化された

マルチエージェント交通シミュレータ構築, 情報処理学会第78回全国大会, 2016

[27] 賀数 元春, 深海 悟, 障害物で視界が限定されたマルチエージェント追跡問題に関する研究, 情報処理学会第78回全国大会, 2016

[28] 杉浦 生準, 福田 直樹, 鉄道経営ゲームにおける思いやりある協調的動作の実現, 情報処理学会第78回全国大会, 2016

[29] 北島 秀有記, 芳賀 博英, MAS による国民の不満を考慮した選挙制度のシミュレーション, 情報処理学会第79回全国大会, 2017

[30] 横山 真悟, 加藤 匠, 高橋 秀幸, 木下 哲男, マルチエージェントに基づく異種 IoT デバイスの協調制御手法, 情報処理学会第79回全国大会, 2017

[31] 富山 侑子, 宇都宮 陽一, 奥田 隆史, マルチエージェントを用いた乗客の最適車内立ち位置に関する考察, 情報処理学会第79回全国大会, 2017

[32] 牧野嶋 文泰, 今村 文彦, マルチエージェント津波避難シミュレーションの高速度と市街地スケール計算での評価, 情報処理学会第79回全国大会, 2017

[33] 唐 霄, 延原 肇, リアルタイムグリッド環境における単一移動目標探獲マルチエージェントの性能向上, 情報処理学会第79回全国大会, 2017

[34] 西山 幸寛, 井手 広康, 奥田 隆史, 教育現場におけるヒューマノイドロボットのいじめ抑制に対する効果に関する研究, 情報処理学会第79回全国大会, 2017

[35] 相井 良太, 大室 高志, 中平 天明, 小川 祐樹, 服部 宏充, 公共交通改善策検討のためのマルチエージェント交通シミュレーション環境の構築, 情報処理学会第79回全国大会, 2017

[36] 野口 渉, 飯塚 博幸, 山本 雅人, 深層強化学習によるシグナル伝達を介したマルチエージェントフォーメーションの形成, 情報処理学会第79回全国大会, 2017

[37] 井手 広康, 奥田 隆史, 全自動麻雀卓における牌の攪拌率に関するマルチエージェント・シミュレーションを用いた研究, 情報処理学会第79回全国大会, 2017

[38] 早野 真史, 菅原 俊治, 非同期チーム編成における互恵編成戦略の提案と評価, 情報処理学会第79回全国大会, 2017

[39] 林 政行, 伊藤 孝行, スマートフォンを用いた走行データの収集とドライバー行動モデルの構築, 情報処理学会第80回全国大会, 2018

[40] 谷 文, 伊藤 孝行, マルチエージェント技術を用いた信号を使わない複数交差点制御の提案, 情報処理学会第80回全国大会, 2018

[41] 西浦 太郎, 中村 泰士, 大室 高志, 服部 宏充, 小川 祐樹, マルチエージェント交通シミュレーションにおける公共交通を再現するエージェントの実装, 情報処理学会第80回全国大会, 2018

[42] 湯徳 尊久, 杉山 歩未, 菅原 俊治, マルチエージェント探索問題における粗視化とフィルタリングの統合手法による領域分割について, 情報処理学会第80回全国大会, 2018

[43] 筒井 壮太郎, 福田 直樹, マルチパーティ戦闘ゲームにおけるユーザーからの教示を導入したエージェント学習機構の検討, 情報処理学会第80回全国大会, 2018

[44] 御野 稜太, 的場 隆一, 為替レートの変動予測システムの提案, 情報処理学会第80回全国大会, 2018

[45] 宮田 直人, 平山 勝敏, 沖本 天太, 時間拡張グラフ上のナンバーリンクパズルとしてのマルチエージェント経路発見, 情報処理学会第80回全国大会, 2018

[46] 加納 勇治, 田中 輝雄, 藤井 昭宏, MAS ツールを用いた TSP における量子アニーリングプログラムの挙動解析, 情報処理学会第81回全国大会, 2019

[47] 川上 翔平, 田村 啓朗, 相馬 隆郎, RoboCup サッカーの Half Field Offense タスクへの深層強化学習の適用, 情報処理学会第81回全国大会, 2019

[48] 長谷川 澁, 宮本 侑希, 日下 大舜, 笹岡 久行, 岩田 貞典, 伊藤 暢浩, RRS を用いたマルチエージェント・ベンチマークについて, 情報処理学会第81回全国大会, 2019

[49] 平山 千明, 長尾 智晴, クラシファイアシステムを用いたマルチエージェント搬送タスクにおける渋滞緩和, 情報処理学会第81回全国大会, 2019

[50] 西山 幸寛, 村上 和人, マルチエージェント・アプローチを用いた偵察蜂の定足数反応による最適巣作り場所の決定作用に関する研究, 情報処理学会第81回全国大会, 2019

[51] 岡野 拓哉, 野田 五十樹, 大西 正輝, マルチエージェント強化学習による交通信号機制御に向けて, 情報処理学会第81回全国大会, 2019

[52] 川添 智貴, 福田 直樹, DRDoS 攻撃回避のためのマルチエージェント強化学習に基づく増幅トラフィックフィルタリング戦略学習機構の試作, 情報処理学会第82回全国大会, 2020

[53] 藤本 祥, 市川 嘉裕, 山口 智浩, Web ページの配色のためのインタラクティブな推薦システムの試作, 情報処理学会第83回全国大会, 2021

[54] タサバット トリシティシヨク, 鶴岡 慶雅, コミュニケーション発生システムにおける拡張可能な語彙モデル, 情報処理学会第83回全国大会, 2021

[55] 駒井 宏至, マルチエージェントを用いた雇用状態シミュレーション, 情報処理学会第83回全国大会, 2021

[56] 奥村 圭祐, 田村 康特, Xavier DEFAGO, マルチエージェント経路計画を柔軟に解くフレームワーク, 情報処理学会第83回全国大会, 2021

[57] 岩井 大河, 三宅 陽一郎, 「一般化塗りつぶし問題」におけるマルチエージェント強化学習, 情報処理学会第84回全国大会, 2022

[58] 田村 純一, 李 嘉誠, 能登 正人, Half Field Offense における好奇心駆動探索とコミュニケーションを利用した深層強化学習, 情報処理学会第84回全国大会, 2022

[59] 高橋 大夢, 伊藤 優樹, 阿部 亨, 菅沼 拓夫, LPWA を用いた IoT アプリケーション向けエージェントフレームワークの設計と実装, 情報処理学会第84回全国大会, 2022

[60] 柳井 貴裕, Rafik Hafdi, 伊藤 孝行, Multi-attribute Utility-based Agent-based Interactive Interior Design, 情報処理学会第84回全国大会, 2022

[61] 豊島 健太郎, 坂本 充生, 阿部 拳之, 岩崎 敦, クールノー競争におけるマルチエージェント強化学習に関する研究, 情報処理学会第84回全国大会, 2022

[62] 荒木 武人, 三宅 陽一郎, マルチエージェントコミュニケーションにおける共通の記号接地の創発, 情報処理学会第84回全国大会, 2022

[63] 花川 拓, 神林 靖, マルチエージェントを用いた屋内警備群ロボットの研究, 情報処理学会第84回全国大会, 2022

[64] 川添 智貴, 福田 直樹, 反射型 DRDoS 攻撃を緩和するマルチエージェント学習機構構築のための DRDoS シミュレータの試作, 情報処理学会第84回全国大会, 2022

[65] 進士 純之介, 山口 文彦, 複数種類のシグナルからなる通信手段を持つマルチエージェント系における強化学習, 情報処理学会第84回全国大会, 2022