

マルチエージェントシミュレーションとその メカニズムデザインのようなもの

Multi-Agent Social Simulation and Its Mechanism Design

伊藤 翼 (Tsubasa Ito)
u320008@st.pu-toyama.ac.jp

富山県立大学 情報システム工学科

December 26, 2025

概要

- この分野は、「自律的な個体（ミクロ）」が「共通のルール（メカニズム）」の下で動いた結果、「社会現象（マクロ）」がどう変化するかを科学する学問.
- 様々な分野について調べていった結果、この分野について興味を持った.

その他の分野

- ゲーミフィケーション・インフラ
- クラウドソーシング・シリアスゲーム
- 計算社会科学

主要な研究対象

- 公共交通・人流の最適化
- 環境・エネルギーの分散制御（スマートグリッド）
- 人工市場・金融プラットフォーム
- 資源配分とマッチング
- 災害非難と群衆心理

研究目標

- なんらかの社会シミュレーションについてエージェントの設定とモデルの具体化・改良をし，環境の変化への対応ができるように検証する．

例 1

- **目的：**日本全国の市区町村レベルで、居住地と勤務地を産業別に結びつける高精度な割り当て手法を確立すること。
- **手法：**既存の統計データを用いる。また、居住地、産業、勤務地の3地点を設定して、統計データをミクロに確率的に割り当てる。具体的な属性を持った、仮想の住民データを生成できる。

$$P_{i,j,k} = \frac{W_{i,j,k}}{\sum_{j \in D_{i,k}} W_{i,j,k}} \quad (1)$$

- 式1を用いてモンテカルロ法を行うことで個々のエージェントに職場を割り振る。
- 統計データの規模を大きくし、「日本のどこで、どんな人が、どう動いているか」を精密なデジタルツインを作ることで、精度の高い社会シミュレーションをすることができる。

例2

- **目的：**大規模交通シミュレータにおいて、渋滞の主要因となる「交差点内の対向車を考慮した車両挙動」を詳細に再現すること。
- **手法：**ポテンシャルフィールド法を用いる。車両エージェントに対し、目的地への引力と他車両・道路境界からの斥力を計算し、滑らかな走行軌跡を生成する。

$$a = \left(-\frac{V^2}{2(s_a - s_b)} - a_0 \right) \sin \theta \quad (2)$$

- 式2の加速度を用いてエージェントの速度ベクトルを更新することで「右折待ちによる後続車の減速」等の相互作用を表現する。
- 交差点内の滞留や後続車の減速をシミュレーション上で再現可能にし、都市全体の渋滞予測や信号制御アルゴリズムの評価精度を向上させる。

その他の事例

- 津波による人的被災リスク評価のための群衆避難モデルの作成
- 市場モデルに基づく分散資源割当の均衡的アプローチ
- 動的な密集回避を伴う移動者流の生成

- マルチエージェントシミュレーションが一般的な社会事例に用いられることが多いが、
- より身近な事例で有効に利用したい。

具体例 1

- LLM エージェントを用いた大学生の学習行動における『思考の外部化』プロセスの多主体シミュレーション

理由例

- 社会的な分野からより身近な分野で取り入れたい。
自身の学習スタイルへの疑問をきっかけに、LLM を単なる『回答生成器』として使う場合と、自己の思考を整理する『外部化の鏡』として使う場合の学習成果の差の違いはあるか。

具体例 2

- 履修状況に基づく学内行動者流のモデル化と、キャンパス動線の最適化

理由例

- 社会的な分野からより身近な分野で取り入れたい.
- 大学生の履修状況と授業時間割, 生徒数や教員数から生まれる学内の混雑や動線の絡み合いを緩和, 視覚的に予測する.

まとめ

- ミクロな個人の行動ルールが、マクロな社会現象（渋滞や混雑）を生み出すマルチエージェントシステムの仕組みに強く惹かれた。
- 今回は交通や職場割当を中心に調べたが、今後は「LLM エージェントを用いた学習行動」など、より高次な意思決定モデルについても調査を広げたい。
- 学内の履修データを用いた移動シミュレーションなど、身近な環境を対象としたモデル構築と検証に挑戦したい。
- 既存のシミュレーション手法を深く理解し、現実の課題解決に繋がるメカニズムデザインを提案することを目指す。