

理学・工学	【代表的な研究テーマ】 □ 強化学習を用いた歩行者シミュレーションの実装
key word	
■ 平均場理論 ■ マルコフ連鎖モンテカルロ法 ■ 強化学習	課題解決に役立つシーズの説明 歩行者ダイナミクス、つまり道路や建物などにおいて歩行者がどのように動くかの研究は交通工学や都市工学などにおいて重要であるだけでなく、物理学においても、自律的に動く物体(アクティブマター)の集団運動の一種として強く関心を持たれている。こうした歩行者ダイナミクスの研究は実験のコストが高いため、数値シミュレーションによるアプローチが不可欠である。計算機上で歩行者の運動を再現する際、従来はルールベースモデル、つまり歩行者があらかじめ決められた数学的なルールに従うと仮定した状況を考えることが多かったが、近年の機械学習技術の発展に伴い、歩行者に AI を搭載し、各々が進むべき方向を判断させる方法が研究され始めている。 また、機械学習による歩行者シミュレーションの実装と一口に言っても、教師あり学習によるアプローチと強化学習によるアプローチが存在する。これらのうち前者については、学習自体は比較的容易であるものの、教師データとして実際の歩行者のデータを確保する必要がある。一方で、後者は学習自体が難しく、計算時間も要するが、教師データを用いなくとも AI 自身が適切な行動を学習してくれるというメリットがある。 私自身はこれらのアプローチのうち、特に強化学習による実装法、特にリザバーコンピューティングなどの計算コストが軽い学習手法を併用した学習の高速化などのテーマを中心に研究している。現在のところ、混雑した経路を避けたり対向歩行者を回避したりしながら目的の方向に進む、部屋を模した小規模な空間から脱出する、などの簡単な課題を学習できるかどうか調べている段階であるが、今後はより複雑な行動パターンを学習させ、シミュレーション内の歩行者をより人間らしく動かすことに挑戦するつもりである。 この他、上記の研究で用いたアルゴリズムを流用し、教育用プログラムの作成も行っている。こちらは GUI で歩行者や壁、出口を配置し、学習途中や学習後の歩行者の動きを gif アニメーションとして出力するものである。このプログラムは高大連携事業に基づく高校での特別講義において、高校生に AI の学習の過程を体験してもらう目的で作成したものである。そのため、プログラミングの知識が無くとも操作が可能で、かつ市販の PC であっても短い計算時間で動かせるように設計している。下の図はこのプログラムを使って出力した gif アニメーションから、一部のフレームを抜粋した例である。このプログラムの場合、障害物を避けることに対して明示的な報酬は与えていないが、それでも AI は「ゴールに到達するためには障害物を避ける必要がある」ということを自らの経験から学習できている。
	
小松 尚登 Hisato Komatsu	
データサイエンス・AI イノベーション 研究推進センター助教	
【プロフィール】 専門分野: 統計物理学 ●略歴 ・2017 年 3 月 東京大学大学院総合文化 研究科博士課程修了 博士(学術) ・2017 年 4 月～2021 年 9 月 芝浦工業大学 非常勤講師 ・2017 年 5 月～2022 年 3 月 国立研究開発法人物質・材 料研究機構 ポスドク研究員 (上記と兼務) ・2022 年 4 月～2023 年 3 月 九州大学 学術研究員 ・2023 年 4 月～ 現職	【主な社会的活動】 ●所属学会 ・日本物理学会
	企業・自治体へのメッセージ 歩行者シミュレーション以外にも、アルゴリズムそのものの改良を含めた強化学習の研究を行っております。また、元の専門は統計物理学であり、モンテカルロシミュレーションなどの手法や、それを使った磁性体などの様々な物質の研究も対応できます。

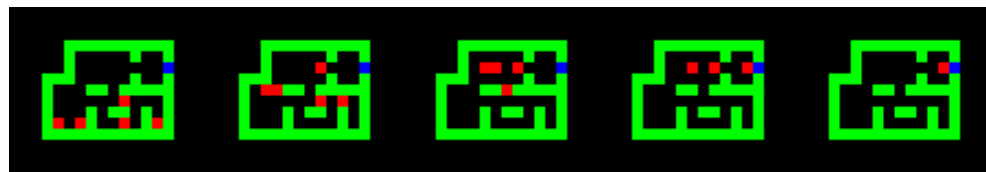


図: 強化学習を利用した歩行者シミュレーションの例、格子空間上に壁や障害物(緑)と出口(青)を配置して部屋を作り、そこから脱出する経路を歩行者(赤)に搭載した強化学習 AI に学習させた。

左から時間ステップ $t = 0, 5, 10, 15, 20$ の時点のスナップショット