

歩行者シミュレータのための深層強化学習による回避行動の改善

堀内 宏輔[†] 上村 健二[†] 高橋 章[†][†] 長岡工業高等専門学校

1. はじめに

人間とパーソナルモビリティやロボットが混在する空間における交通制御を実現するには、個々の動きを扱える歩行者シミュレータが必要である。シミュレータにおいては、歩行者に相当するエージェント同士に、人間と同様の衝突回避行動をさせるには歩行ルールを与える必要がある。歩行ルールには、回避行動の的確さや、ふるまいの人間らしさが求められる[1]。

本研究では、HMD とコントローラを用いて被験者がエージェントの 1 人(アバター)を操作できるようにする。被験者の反応やアバターを衝突から回避させる操作などを基に深層強化学習を用いて歩行ルールを改善する。

2. 研究内容

本研究で開発するシステム(図 1)はエージェントを扱うシミュレータ、歩行ルール、シミュレート空間を観察する HMD、アバターを操作するコントローラで構成される。

エージェントの歩行ルールを改善するため、以下の 4 つの工程を繰り返す。

1. 被験者がアバターを目的地へ移動させる。シミュレータは、被験者の視線情報や周囲のエージェントに対する被験者の回避操作などを記録する。
2. 記録したデータを基に深層強化学習が歩行ルールを学習する。
3. 学習した歩行ルールをエージェントに適用する。
4. エージェントの歩行ルールを評価する。

アバターの操作については、10 人程度の被験者が工程の繰り返し毎に行う。また、初期段階では、エージェントは実際の歩行者の移動経路に沿わせて歩かせる。

2.1 シミュレータ

エージェントの歩行空間を 2 次元平面で考え、エージェントの流入位置、目的地、基本的な歩行速度の設定、エージェント同士の衝突状況などを記録する。

被験者がアバターを操作する際には、3 次元仮想空間へ拡張し、人体モデルを歩かせる。シミュレートを実際の歩行環境へ近づけるため、HMD を用いて被験者

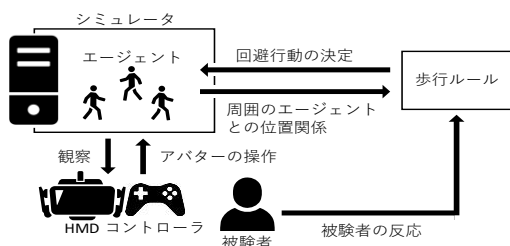


図 1 システムの概要

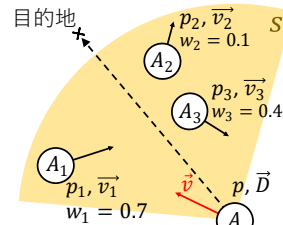


図 2 歩行ルールの概要



図 3 シミュレータの映像

にシミュレート空間への没入感を与える。

2.2 歩行ルール

歩行ルールは、先行研究[2]を応用し、深層強化学習を用いて作成する。エージェントに適用する歩行ルールの概要を図 2 に示す。深層強化学習モデルおよび歩行ルールは領域 S 内のエージェント $A_i (i \leq 5)$ の位置 p_i 、歩行速度 \vec{v}_i が入力され、 \vec{v} を出力する。エージェント A の移動方向 \vec{v} は、目的地に向かうベクトル \vec{D} と、 A_i との衝突危険度 w_i によって決める。 w_i は p_i 、 \vec{v}_i などによって決まり、 w_i が大きいほど危険度が高くなる。学習モデルの中間層は、シミュレート時に記録したデータを基に、 w_i の最適化と、それらを決定する特徴量の抽出を行う。

3. シミュレータの動作確認

シミュレータの動作確認として、エージェントを UCY データセット[3]に付属する実際の歩行者の移動経路に沿って歩かせる(図 3)。データセットに付属する映像中の人間と同じ経路・歩行速度で歩かせることができた。また、コントローラを用いてエージェントの 1 人を操作することができた。

4. まとめ

シミュレータの動作確認を行った。現在、被験者が HMD を用いて 1 人称視点でシミュレートを観察しながらアバターを操作する実験の準備を進めている。今後は実験で得られる被験者の視線情報や、アバターの移動経路、アバター同士の位置関係をもとに歩行ルールを学習させる。学習後、歩行ルールをシミュレータ内全てのアバターに適用し、歩行モデルの評価を行う。

参考文献

- [1] 小黒, “歩行者シミュレータ開発のためのバーチャルリアリティを用いた歩行者モデルの評価”, FIT2019, pp.37-40, 2019
- [2] H. Bi, R. Zhang, et.al, “How can i see my future? fvtraj: Using first-person view for pedestrian trajectory prediction,” European Conf. Computer Vision, pp.576-593, 2020.
- [3] A. Lerner, et.al, “Crowds by example,” Computer Graphics Forum, vol.26, no.3, pp.655-664, 2007.