

1. はじめに

公共施設や家庭内で人間をサポートする生活支援ロボットは、与えられた目的地までの経路を自ら決定し、自律動作する必要がある。このような自律動作獲得のために、深層強化学習や模倣学習などが用いられている。しかし、これらの技術ではロボットが移動を行うたびに移動経路を計算する必要がある。スムーズに目的地までの自律移動を行うには、移動経路の算出に多くの計算時間を要することは望ましくない。そこで本研究では、効率的な自律移動動作の獲得を目的として、RRT*を用いた方策マップによる効率的な自律移動動作の獲得を提案する。

2. Rapidly-exploring Random Tree

Rapidly-exploring Random Tree (RRT) は経路の最適性が保証された経路生成手法である。RRT*[1] では、ノードと呼ばれる座標点をランダムに生成する。生成したノードの周りのノード群を選択し、その中から最も移動距離が短くなるノードを新しい親ノードとして選定する。その後、残りの隣接ノードの中で、新しいノードを親ノードとし、移動距離が短くなる場合、そのノードの親ノードを新しいノードに再接続することで、最適性が保証された経路を生成する。

3. 提案手法

提案手法では、与えられた目的地に到達するために、各地点でとるべき行動を表現した方策マップを事前に作成し、移動方向の獲得に要する計算コストを削減する。その後、そのマップに従ってロボットを移動させることで、効率的な自律移動を獲得する。提案手法の流れを図1に示す。



図1：提案手法の流れ

3.1. 方策マップの作成

方策マップを作成するために、RRT*を用いて生成した経路データを用いる。各スタート地点から目的地のペアに対する最適な移動経路データを収集し最適な移動経路データを用いて各地点でどのような行動をとればよいかを表現したマップを作成する。

3.2. 方策マップの補完

作成した方策マップには計算コストの削減のため、一定の間隔で方策を作成する。そのため、疎な方策マップとなり、方策が存在しない地点が存在する。エージェントがその地点に到達した際、次に移動すべき方向が取得できない。作成した方策マップを補完することで密な方策マップが必要となり、方策のない地点での移動を可能にする。本研究では、2種類の補完方法を検討する。一つ目は、作成した方策マップの最も近い経路上に移動できるように方策を補完する。二つ目は、補完を行う座標の4近傍の方策を平均することで、現在の地点の方策として補完する。図2に方策マップの補完例を示す。



(a) 補完方法1 (b) 補完方法2

図2：方策マップの補完例

3.3. 方策マップに基づいた経路選択

補完した方策マップを用いてエージェントが次に行う動作を決定することで、自律移動を実現する。初めにスタート地点とゴール地点を決定し、自己位置を推定する。次に、推定した自己位置に対応する座標の方策を取得する。取得した方策を用いることで、次にエージェントが行うべき行動を判定し、次の動作を決定する。最後に、判定した行動に従ってエージェントを移動させる。これを繰り返すことで、ゴール地点への効率的な自律移動を獲得する。

4. 評価実験

提案手法の有効性を確認するために、シミュレータを用いた動作実験を行う。

4.1. 実験概要

シミュレータとして、UnrealCVを用いる。シミュレータ上での移動回数は50回とし、移動方向は上下左右の4方向とする。エージェントがゴール地点を中心とした一定範囲内に到達した場合を成功、移動回数が50回を超える、または、動作のループ、壁に衝突した場合を失敗とする。本実験では、スタート地点とゴール地点を対応させたペアを1データとし、500データ分の成功・失敗率を比較する。

4.2. 実験結果

各方策マップに対する結果を表1に示す。補完なしでは、方策を獲得できない地点に到達した場合、失敗となるため成功率が著しく下がる。一方、補完方法2を用いることで、繰り返し、衝突率が減少している。これは、補完方法によって通っている経路が異なるため、獲得する方策が異なり、動作が変化しているためと考えられる。

表1：評価結果 [%]

補完方法	成功	失敗		
		繰り返し	衝突	方策未獲得
補完なし	26.8	10.4	12.6	50.2
補完方法1	42.8	19.8	37.4	-
補完方法2	59.2	14.4	26.4	-

図3に可視化した結果を示す。緑色の点はスタート地点、赤色の点はゴール地点を示している。青い点はエージェントの移動経路を示している。図3(a)(b)において、補完方法1では最初に下方向に移動しており、最適な移動経路であるとは言えない。一方、補完方法2では右方向に移動しており、最適な経路をたどっている。図3(c)(d)において、補完方法1では上方向と下方向の移動を繰り返すため、失敗していると考えられる。補完方法1と補完方法2では同じ地点でも方策が異なる場合があり、移動経路の違いが生じる。そのため、補完方法2を用いた場合に、より最適な自律移動を獲得できるということがわかる。

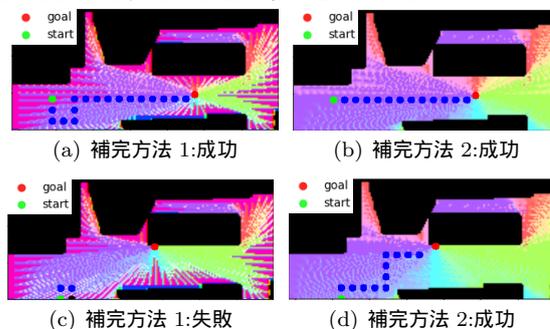


図3：経路生成の例

5. おわりに

本研究では、方策マップを用いた効率的な自律移動手法を提案した。今後は、方策マップを深層強化学習に導入することで、動的な環境に対応する自律動作獲得を行う。参考文献

- [1] S. Karaman, *et al.*, "Sampling-based algorithms for optimal motion planning", *IJRR*, vol. 30, no. 7, pp. 846-894, 2011.