

エージェントの移動におけるスキーマとパターンに関する研究

北海道科学大学 ○小柳 孝明 大堀 隆文 北守 一隆 川上 敬 西川 孝二 木下 正博

エージェントの行動獲得により、経路探索を実現することは、時系列的な行動のパターンを見つけることに影響される。すなわち、障害物の存在する空間において目的達成のための行動系列はGAではスキーマの出現形態として表現可能であり、本研究ではその考察を行う。

1. はじめに

制約条件化における時系列を伴った自律エージェントの意思決定の方法論はweb サービスやロボティクスなどのいくつかの分野において重要である。

例えば、移動するエージェントでは障害物の配置や形状が複雑である場合、経路としての解を探索することは困難である。

本研究では、環境の複雑性と目的地までの距離というGAの適応度との相反する事象が行動パターンにどのように影響するかを、スキーマ理論を用いて分析する。

2. 障害物による行動の問題

移動エージェントの経路探索において、設計者はエージェントに対して強化学習や遺伝的アルゴリズムを用いて、環境にたいして試行錯誤を繰り返すことで学習し、目的地にたどり着く必要がある。

この時障害物が存在しない環境ならばエージェントが目的地に比較的直線的に進めると考えられる。しかしエージェントと目的地の間に何らかの障害物が存在している場合エージェントは回り道をする必要がある。この場合障害物が一つでも存在するだけで様々な行動の選択をエージェントが学習する必要があり、また行動のパターンも様々になると考えられる。

本研究ではスキーマを利用して文字列から行動パターンが取れるかを観察する。

3. 遺伝的アルゴリズムとスキーマ

遺伝的アルゴリズムでは、遺伝子表現や適応度、交叉、突然変異などの遺伝的オペレータの設定を行うことで探索における意思決定を学習する方法である。ここでスキーマという考え方があり、これは遺伝子集団に保持される部分構造であり、探索はスキーマの交叉の組み合わせで進められる。スキーマは[0,1,*]の文字列で定義される、ここで*は1でも0でもよいワイルドカードである。

経路探索問題においては文字列を取り出すことでどのような行動を取ったかがわかり文字列をちょうさすることで障害物に対応できたかを検証できると考えられる。

しかしスキーマの定義長はビットの数が増えるほど長くなり、それに伴いワイルドカードが増えるためスキーマのオーダである*以外の[0,1]の数も増えるために検証が難しい問題である

4. 経路探索のための方法論

扱う環境はタイルワールドとし、移動ロボットを自律移動エージェントとして、1つのエージェントがスタート地点から、目標値までの経路を探索。探索空間の一つの例を図1に示す。

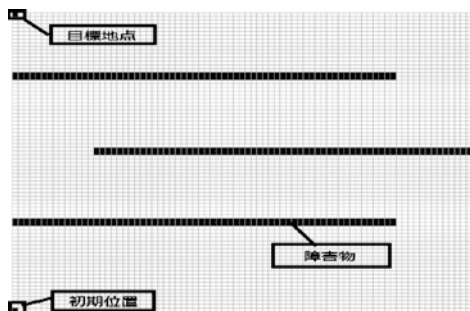


Fig.1 探索空間の例

80×80 グリッドの2次元空間上で1エピソード 20000 ステップ以内に目的地へ向かう問題を与える。個体は1ステップ事に上下左右いずれかに移動する事が出来る。これを3000 エピソード繰り返すことで、障害物を回避して目的地に到達できる個体が現れるか実験する。

この環境に対する適応度を個体から目的地までの距離とする。よって適応度を距離の関数として与える。この適応度は以下の式で表される。

$$fitness = \frac{1}{\sqrt{(g_x - l_x)^2 + (g_y - l_y)^2}} \quad (1)$$

g : 目的地の座標 l : 個体の座標

式1は20000ステップ経過した時点での個体の現在座標と目的地までの距離の逆数を取ったものである。最終的にゴールした個体が最大の適応度を持つことができる。

遺伝子は、移動方向の情報を染色体として、上[0,0], 下[1,1], 左[1,0], 右[0,1]のように2ビットを参照する。

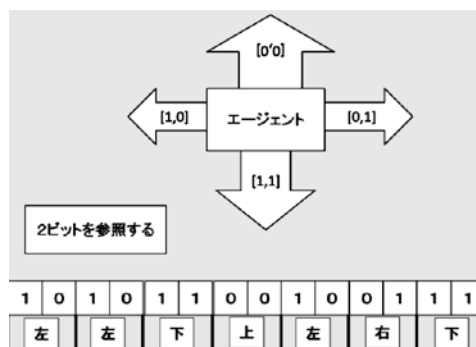


Fig.2 2ビットの移動の例

そして移動可能な最大数を遺伝子長とする。遺伝操作の選択方式は、エリート戦略を用いて、交叉は2点交叉で行い、個体の初期位置と目的地は実験環境によって変化させて

いる。

さらに障害物の配置が与える影響を調べるために、途中結果を参照し、探索環境の考察を行う、エージェントの障害物に対する影響を調査する。

6. 実験・考察

実験の概要は以下である

- ① 20000 回行動するまでに目的地へ到達する
- ② 個体は上下左右 4 方向に移動可能
- ③ 上[0, 0], 下[1, 1], 左[1, 0], 右[0, 1]の 2 ビットを参照する
- ④ 個体は障害物を越えることが出来ない
- ⑤ 個体は目的地との距離で評価の内容で探索を 3000 エピソード行う

経路探索の様相を以下に示す。

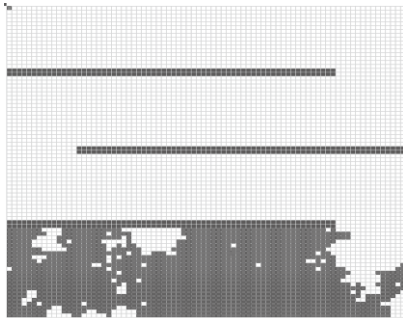


Fig. 3 3つの横棒の障害物環境 1

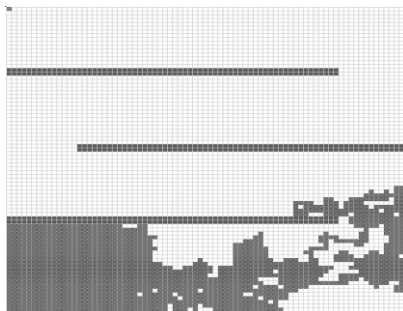


Fig. 4 3つの横棒の障害物環境 2

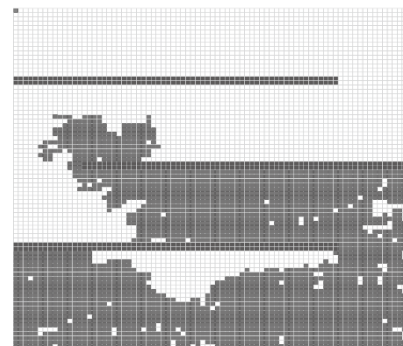


Fig. 5 3つの横棒の障害物環境 3

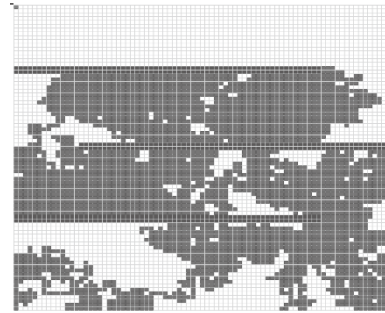


Fig. 6 3つの横棒の障害物環境 4

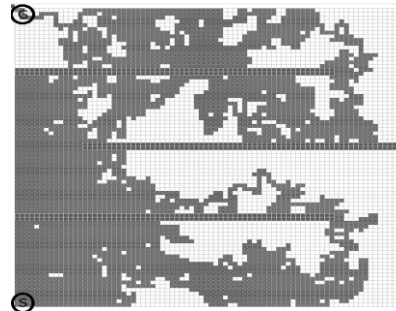


Fig. 7 3つの横棒の障害物環境 5

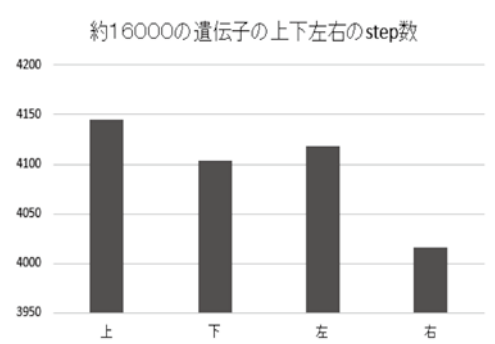


Fig. 8 図3のグラフ

以上の条件で3つの横棒の障害物環境を探索した結果である。グラフは探索空間の遺伝子の上下左右の2ビットの文字列をグラフにしたものだが16000ステップ分をグラフにしている。図3では最初の棒状の障害物の影響によって目的地に近づくことすらできなかつたが図4では最初の障害を抜けている。図5では2段目の障害物を抜けることに成功し図6では最後の障害物を抜けかけて最終的には目的地にたどり着いている。この図から結果的に目的地に対して右側から左側に行くときに最短経路をとっていると考えられる。

7. おわりに

本研究では障害物の存在する空間の行動系列を考察しスキーマを調べることで障害物環境においても行動系列の確認が出来ることがわかった。

参考文献

- (1) 伊庭 斉志 : 「遺伝的アルゴリズムの基礎 - GA の謎を解く -」 オーム社
- (2) 古川 正志 川上 敬 渡辺美智子 木下正博 山本 雅人 鈴木 育夫 共著 : 「メタヒューリスティクスとナチュラルコンピューティング」 コロナ社