

フォーカルポイントに基づくマルチエージェントの 協調行動に関する基礎研究*

山内 法 山田 孝治 遠藤 聡志 宮城 隼夫†
琉球大学工学部情報工学科‡

1 はじめに

複数のエージェント間での協調行動を実現するためには、各エージェント間での情報の共有が重要な問題となる。松原らは、ロボットシミュレータ (MARS) において、Cleanup Room Problem を処理させるために、この問題をとりあげている [1][2]。

本報告では、エージェント間での通信を行わずに環境内から共同の注目点フォーカルポイントを形成することによる複数エージェント間での情報の共有法 (フォーカルポイント探索) について考察する。また、フォーカルポイント探索の問題点である、ロボットどうしの干渉を解消する方法を提案する。

2 ロボットの協調行動

2.1 Cleanup Room Problem

協調行動の問題設定として Cleanup Room Problem を扱う。この問題は、環境内に片付けるべき対象物がいくつか配置されており、ロボットがその対象物を押すことにより部屋内を片付けていく問題である。この問題の特徴は、対象物を処理するのに1台のロボットでは処理できない設定になっており、他のロボットとの協調行動が必要になる。すなわちタスクの遂行には

$$\sum_i (\text{Power of robot } i) \geq (\text{Weight of Target})$$

が成立することが要請される。そのため、タスクを遂行するためにそれぞれのロボットが同じ対象物を目指すように行動させることが必要になる。

2.2 MARS 上での設定

MARS は電子技術総合研究所で、マルチ・エージェントシステムにおける学習について研究するために作成された、ワークステーション上で稼働する複数自律ロボットの汎用シミュレータであり、エージェントの協調学習を実験するのに適した作りになっている [4]。

*A study on Cooperative Action of Multiagents based on Focal Point Concept

†Sadamu Yamauchi, Koji Yamada, Satoshi Endo, Hayao Miyagi

‡Faculty of Engineering, University of the Ryukyus

MARS 上で Cleanup Room Problem を行なうために、以下のように設定する。

- 片付けるべき対象物 (ゴミ) をブロックで表現し環境内に配置する。このブロックを、複数台のロボットが押すことにより消滅するように設定する。この動作により、複数台のロボットにより1つのゴミを片付けることを表現する。

終了条件はすべてのブロックを消滅した時とし、実験の評価は、シミュレータ内部時間 (STEP) で行なう。

3 フォーカルポイント探索による協調行動

協調行動を行なわせるために、ここではフォーカルポイントアルゴリズムによる探索法であるフォーカルポイント探索を用いた。

- フォーカルポイント探索
対象物に優先順位を付けることにより順序性を持たせる。これにより、ロボットは対象物を複数観測した時、優先順位の高い対象物の方向へ進行方向を決定する。

フォーカルポイント探索の特性を検討するため、観測された対象物の中から近いものへ進行方向を決定する単純探索との比較実験を行なった。

実験した結果、ロボットとブロックをランダムに配置した環境ではフォーカルポイント探索の有効性が見られたが、図1のように任意にブロックを集めた環境では、単純探索の方がタスク終了時間が短かく、有効性が見られなかった。

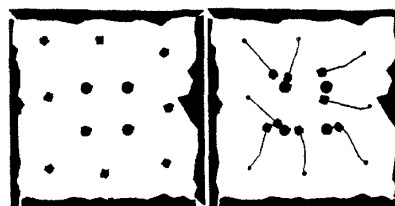


図1 単純探索に有利に働く環境
(左. 初期状態 右. 探索過程)

原因として、フォーカルポイント探索の特性である同じ対象物に多数のロボットが集まりすぎることにより、ロボットが身動きをとれなくなる状態（ロボットの混雑によるデッドロック）が起こることが確認された（図2）。

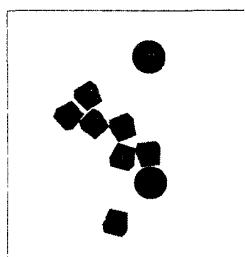


図2 混雑によるデッドロック

4 デッドロック回避のための拡張

4.1 混雑の回避

改善点として、フォーカルポイント探索の利点と、単純探索の利点を合わせもつ探索方法を提案する。原理を以下に示す。

- ロボットが観測した多数の対象物のうち、すべての対象物が一定の距離以上に存在した場合、探索方式をフォーカルポイント探索に決定する。
- ロボットが観測した多数の対象物のうち、一つでも一定の距離以下に対象物が存在した場合、探索方式を単純探索に切替える。

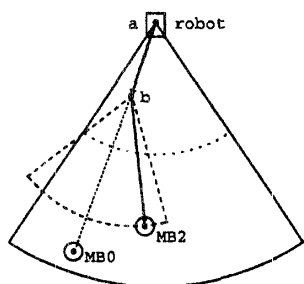


図3 探索方法の変更による進行方向の変更

図3においてロボットは最初MB0とMB2を観測しMB0へ向かうが、b点に達した時に近くにMB0があることを観測し、進行方向をMB2の向きへ変える。

4.2 実験

図2の単純探索に有利に働く環境において、単純探索、フォーカルポイント探索、探索方式を変えながら探索をそれぞれ10回ずつ行ない比較した。それぞれの探索方式の平均タスク終了時間の平均を図4に示す。

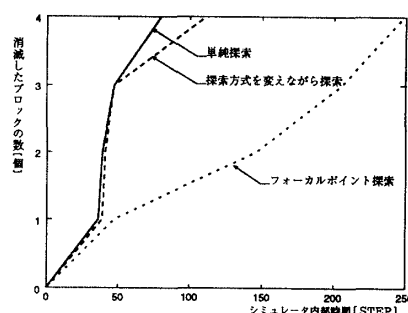


図4 それぞれの探索方式の平均値比較

図4において、横軸がシミュレータ内部時間 (STEP)、縦軸が消滅したブロック数である。この図より、新たな探索方法（探索方式を変えながら探索する方法）は、フォーカルポイント探索よりも速く、タスク処理できたことがわかる。また、この単純探索に有利に働く環境において、単純探索と同様に有効な結果が得られた。

4.3 考察

実験結果より、探索方式を変更しながら探索する方法により、フォーカルポイント探索の問題点である複雑によるデッドロックが解消されたのがわかる。

また、ロボットとブロックをランダムに配置したフォーカルポイント探索に有利に働く環境においても、その有効性が確認されている。

5 おわりに

本報告では、フォーカルポイント探索の問題点である、混雑によるデッドロックに対し、距離により探索方法を変更することが有効であることを示した。

このフォーカルポイント獲得による探索方法に関しては、まだ拡張の余地が残されており、様々な環境に応じたフォーカルポイントの獲得が必要である。

参考文献

- [1] 松原 仁, 開 一夫, 本村 陽一, 國吉 康夫, マルチエージェントシステムにおける学習へのアプローチ, 第4回マルチエージェントと協調計算ワークショップ, 日本ソフトウェア学会 1994.
- [2] 本村 陽一, 麻生 英樹, 國吉 康夫, 原 功, 赤穂 昭太郎, 松原 仁, 開 一夫, Formation of the Focal Point in environment for Multi Autonomous Robots, 電子技術総合研究所.
- [3] 國吉 康夫, 実世界エージェントにおける注意と視点-情報の文節・統合・共有-, 人工知能学会誌, Vol.10, No.4, pp.507-514, 1995.
- [4] T.Endo, MANUAL for MARS Version 0.9.4, 電子技術総合研究所, 1996.