

論文審査の結果の要旨

氏名 神尾正太郎

本論文はマルチエージェント協調作業のための経路プランニングに関する研究と題し、7章からなり、複数ロボットのための効率的な経路プランニングアルゴリズムを提案し、シミュレーション結果とヒューマノイドロボットによる実験結果に基づき提案手法の有用性を検証している。

第1章は序論であり、主題と経路プランニングについて述べられている。また本論文に関係する従来手法の持つ問題点についても議論されている。

第2章では、対象とする問題領域について述べられ、提案アルゴリズムが説明されている。提案アルゴリズムは、複数ロボット環境下での効率的な経路プランニングを中心とした複数のアルゴリズムからなる。多数のロボットが存在する中での協調作業には、タスクを割り当てられたロボットとタスクを割り当てられないロボットが存在しうる。このタスク割り当ての有無それぞれの場合に適した経路プランニングアルゴリズムを提案している。また、2台のロボットで協調するためのサブゴールを探索するアルゴリズムも示される。

第3章では、マルチエージェント環境における物体再配置問題への適用が示される。物体の再配置問題とは、複数の物体をそれぞれのゴール位置まで移動するようなロボットの行動系列を得る問題である。この問題では複数のロボットが同時に行動するために計算量が非常に多い。シミュレーション実験が行われ、提案手法を用いることで経路プランニングの計算量を抑えられることが示されている。さらに、ロボットを増やすことで全体のタスク実行時間を短縮するようなロボットの平行作業が得られている。従来手法であるダイナミックプログラミング手法との比較も行われる。その結果、従来手法と同程度の経路が、提案手法ではより短時間で安定的に得られている。

第4章では提案手法が協調荷物搬送問題へ適用される。対象とした問題は、複数のロボットが協力して、荷物を受け渡ししながらゴール位置まで運搬するタスクである。従来の経路プランニングではサブゴールの情報を必要とする上に、ロボットに無駄な動きが生じる。提案手法では従来手法と異なりサブゴールを自動的に生成するため、必要とする情報が少なく扱いやすい。シミュレーション実験を行ない、複雑な環境では提案手法のほうが従来手法よりも探索が速いことが示されている。また、経路が複数ありうる環境では短い経路が生成されることが多く、プランニングアルゴリズムとして望ましい性質を持つことも確認されている。

第5章では前章で扱ったタスクの荷物受け渡し手順を探索するアルゴリズムが示される。このアルゴリズムは、ロボットと環境のモデルを利用して受け渡し順序を探索する。また、本章のアルゴリズムには提案する経路プランニングが組み合わさ

れているため、より少ない情報でロボットを操作できるようになる。シミュレーション実験を行い、提案手法で適切な受け渡し手順を得られることが確認されている。

第6章では、提案アルゴリズムの実環境への応用として、ヒューマノイドロボットによる協調荷物搬送が示される。実環境ではロボットの足裏と床との摩擦やロボット動作のぶれなどによる「ずれ」が生じる。そのため単純な環境であってもプランニングされた経路をそのまま実行するだけではタスクが達成できないことが多い。この問題を克服するため、ロボットの位置が予定した経路から大きくずれた場合に経路を生成しなおすという再プランニング手法が述べられる。さらに、これを実現する制御システムが示される。実験では障害物のある環境で二台のヒューマノイドロボットを用いて荷物を運搬し受け渡す作業が扱われる。ヒューマノイドロボットは頭部の回転可能なカメラから環境の情報を能動的に得る。環境内に配置した色つきマーカーをランドマークとして用い、Monte Carlo Localization手法による位置同定が行われている。実験において、再プランニングにより環境との衝突を回避する適切な経路が生成でき、ロボットによる協調荷物搬送作業が実現されている。

第7章においては、本論文のまとめと今後の展望が述べられている。

以上これを要するに本論文は、複数ロボットによる協調作業のための経路プランニングを効率的に行うアルゴリズムを提案し、そのアルゴリズムを複数の問題に適用して有用性を実験的に実証するとともに、実環境における制御システムへの適用可能性を検証しており、情報学の基盤の発展に貢献するところが少なくない。

したがって、博士（科学）の学位を授与できると認める。