

自己評価報告書

平成23年5月20日現在

機関番号：32503
研究種目：基盤研究（B）
研究期間：2008～2011
課題番号：20360120
研究課題名（和文） 複数ロボットシステムの動的環境情報取得と非完全拘束型協調作業の統合に関する研究
研究課題名（英文） System Integration of Information Acquisition of Dynamic Environments and Caging based Cooperative Object Handling for Multiple Robot System
研究代表者
王 志東（WANG ZHIDONG）
千葉工業大学・工学部・教授
研究者番号：40272017

研究分野：工学

科研費の分科・細目：機械工学・知能機械学・機械システム

キーワード：ロボット工学、知能機械、制御工学、計測工学、システム工学、協調ロボットシステム、人間協調

1. 研究計画の概要

移動ロボットによる環境情報の動的取得手法として、SLAMなどに用いた計測及び移動の不確かさを考慮できる確率的な推定手法を、複数ロボット協調作業に導入する。これにより、マップの更新や自己位置推定のみではなく、環境の変化を動的に考慮した協調作業の計画と制御、そして異なる形態の人間—ロボットの作業協調を実現し、新たな情報の取得・相互利用に基づく協調作業の形態を確立する。

- (1) 環境中のランドマックと作業中の他のロボット・人間が混在している状況で、移動のみではなく、協調作業を行うと共に、動的作業環境情報の取得手法を研究・開発する。これにより、協調作業を中心とした新しい環境情報の動的取得の形態を確立する。
- (2) 非完全拘束型の協調作業手法として、物体への操作性を完全に保証しながら物体との接触の維持を必要条件としないケーシング(Caging)作業手法を分散協調作業に導入し、環境情報の取得などの他の作業からの要求に応じて異なる協調作業形態を実行できる協調作業システムを構築する。そのうえ、協調作業への人間の随意的な参加・中断に柔軟に対応できる複数ロボットの協調作業メカニズムの確立を目指す。

2. 研究の進捗状況

- (1) 広範囲での移動や組み立て作業を行うため、非拘束型協調搬送を実現する協調戦略に適用できる動的作業環境情報システムを考案し、環境センシングおよび作業の不確かさを考慮した基本要素システムの設計を行った。作業情報の生成と協調作業の計画を目的とするマネージャロボットと複数台全方向移動型ワーカーロボットを有するプロトタイプシステムを構築した。
- (2) 非完全拘束型協調物体ハンドリングに関して、物体の運動特性やロボットの作業能力を考慮した動的ケーシングフォーメーションをモデル化し、軌道余裕とケーシング余裕に基づく不確かさを考慮した動的フォーメーションの準最適解を求めるアルゴリズムを提案した。
- (3) 構築した非拘束型協調搬送と環境情報システムを対象とし、予備実験に得た知見に基づき、協調搬送および動的環境情報の取得と形成の二つの基本タスクの実装を行った。それと共に、提案したパス余裕とケーシング余裕に基づき、二つの作業におけるマネージャロボットの運動拘束および作業余裕条件をモデル化し、協調作業システムへの統合に必要なダイナミックケーシングのためのマネージャロボットの移動可能範囲の十分条件の決定アルゴリズムを確立した。

- (4) マネージャロボットにおいて、構築したオフィスおよび室内歩行環境の二種類の屋内環境の確率モデルを用いて、それぞれ環境で活動する人間の推定および人間行動地図の作成に関する比較実験を行い、提案するモデルへの有効性を実証したうえ、異なるタイプの屋内環境における人間活動の確率モデルおよび人間行動地図の精度向上の基本実験手法を確立し、基本環境情報のデータを蓄積してきた。
- (5) さらに、マネージャロボットに3次元空間距離情報センサを搭載し、既存の2台のLRFセンサ情報との融合を行い、動的環境での人間の作業指示ジェスチャの抽出を実現した。そのうえ、作業指示を含む人間の行動情報を人間行動マップへの埋め込み手法について研究し、次年度の人間行動地図に基づく推定と人間のジェスチャへの観測との融合の基礎要素の研究を展開した。

3. 現在までの達成度

- ②おおむね順調に進展している。

動的環境情報の取得に関して順調にシステムを構築し、新しいセンサとアルゴリズムの導入により、人間の作業指示を含む人間の行動状態情報に関する人間行動マップの構築に関して当初の計画より進展している。

ケーシング作業との融合の実装の面に関しては、基本計画を達していたが、環境情報マップの構築に比べてやや進展が遅れている。

4. 今後の研究の推進方策

動的環境情報の取得と作業への適用の研究に関して、より多様な人間—ロボット協調作業を人間行動マップのマップデータ構築に統合する枠組みの確立を目指す。非拘束型協調作業の研究に関して、環境拘束を有する非拘束型ケーシング作業のマネージャロボットの運動計画手法の提案及び研究を行う。そして、研究全体の目標としている、人間との協調作業と動的環境情報・人間行動マップの二つのコア要素の統合を具体的な作業への実装を通して実現を目指す。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計5件)

- ① 小川祐司、屋内環境における移動ロボットのための人間活動状態の推定と人間行動マップの構築、ロボティクス・メカトロニクス講演会2011、2011年5月27日、岡山市 岡山コンベンションセンター
- ② Z. D. Wang, Building Human Motion Map for Mobile Robot in the Indoor Dynamic Environment, 2010 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetic Systems, 2010年12月15日、中国天津市 日航ホテル
- ③ 和田哲也、屋内動的環境における移動ロボットのための人間行動マップの生成、ロボティクス・メカトロニクス講演会2010、2010年6月14日、北海道旭川 旭川大雪アリーナ
- ④ Z. D. Wang, A Path Planning Method for Dynamic Object Closure by using Random Caging Formation Testing, IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2009年10月13日、米国St.Louis.
- ⑤ 松本英統、協調搬送のための動的ケーシングを実現する複数ロボット軌道計画、ロボティクス・メカトロニクス講演会2009、2009年5月24日、福岡市 福岡国際会議場