

氏名(本籍)	おお かわ かず や 大川一也(千葉県)		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博甲第2,107号		
学位授与年月日	平成11年3月25日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
学位論文題目	複数ロボットの協調作業における役割分担の生成手法に関する研究		
主査	筑波大学併任教授	工学博士	谷江和雄 (工業技術院機械技術研究所)
副査	筑波大学教授	工学博士	太田道男
副査	筑波大学併任教授	工学博士	小鍛冶繁 (工業技術院機械技術研究所)
副査	筑波大学教授	工学博士	油田信一
副査	筑波大学併任教授	工学博士	築根秀男 (工業技術院電子技術総合研究所)

論文の内容の要旨

本論文は、いろいろなサブタスクの組み合わせで達成される作業を複数のロボットが協調して行う場合の、各ロボットにおける作業分担の自律的生成法と、こうした複数ロボットに一人の人間が効率的に指示を与えるための、1対多のヒューマン・ロボットインタフェースの構成法について検討したものである。

複数ロボットにおけるサブタスク作業分担の割り当て方の、最も原始的な方法として、人間が直接分担を計画し、人間が直接個々のロボットにサブタスクを実行するプログラムをインプリメントする方法がある。この方法は、計画とプログラムインプリメンテーション作業を全面的に人間に要求するものであるが、ロボット数が多くなると人間の能力の限界を超え、実用的でない。また、作業変更柔軟に対応することも困難である。そこで、この研究では、人間が要求する作業の変化にも柔軟に対応しつつ、効率的に各ロボットが適切なサブタスクを実行できるシステムの構築を目指し、それぞれのロボットが均一のプログラム構造を持ち、人間から与えられる作業目標とロボット相互の情報交換に基づき、各ロボットが自律的に自己が実行すべきサブタスクを発見し、遂行するアルゴリズムを提案した。

具体的には、このアルゴリズムは、サブタスクを実行するプログラム群である行動モジュール群、それらを選択する行動選択モジュール、他のロボットの行動を観測するセンサモジュール、目標作業分担比率と周囲のロボットの行動観測結果からロボット群の行動の適切性を評価し、行動選択モジュールにどの行動を選択するかを信号を与える、学習機能を内蔵した評価学習行動選択モジュールで構成され、すべてのロボットは共通にこれらのモジュールを内蔵し、行動する。

本論文では、こうしたアルゴリズムを複数ロボットシステムに適用し、まず、与えられた目標作業分担比率のもとで、ロボット数、サブタスク数などの種々のシステムパラメータを変化して、ロボット群の行動シミュレーションを行い、提案アルゴリズムが適切なロボット群の役割分担を生成し得ることを示した。

また、群を管理する人間の指令によって群の行動を操作する手法として、群の行動を大局的に観測し、それが人間の望む目標作業分担状態にある時を「YES」、ない時を「NO」とする行動評価結果を人間が全体に放送することによって、各ロボットに内蔵された評価学習行動選択モジュールのパラメータを変化させることで、群の行

動に指示を与える手法を提案，シミュレーションによってその有効性を確認した。

一方，上記の方法は，群の規模が大きくなると指示分担比率に収束するのに時間を要することを指摘し，それを改善する方法として，群の分担行動比率が目標とする方向に遷移しつつあるか否かによって「YES」「NO」の指示を出し，群を誘導するとともに，群をサブグループに分け，サブグループ間で分担行動生成することをベースとする方法を提唱，シミュレーションによって，実用的な速度で群の誘導が可能なことを示した。

最後に，人間の指示によって作業分担をダイナミックに変化させる複数ロボットの具体的な作業システムを取り上げ，開発したアルゴリズムの有効性を確認した。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は，比較的研究例の少ない複数ロボットの作業分担行動の自律的生成法について検討した論文である。各ロボットに共通のアルゴリズムを搭載することで，行動が生成されるアルゴリズムを開発したこと，一対多のヒューマン・ロボットインタフェースを考案したこと，また，具体的なわかりやすい例題で，これら開発手法の有効を確認したことなど，今後の複数ロボットの行動制御の研究に貢献する成果を得ていると評価する。また，成果も国際的に十分公表されている。

よって，著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。