

論文審査の結果の要旨

氏名 井上 豊

本論文では、ヒューマノイドロボットに協調的な作業をさせることを目的とし、協調型マルチエージェントシステムの実現を試み、実機での検証を通して現実世界における有効性を示している。

本論文は全 8 章から構成されている。

第 1 章では、ロボットの研究における背景、ヒューマノイドロボットを用いた協調および協調動作を行う目的について述べている。

第 2 章では、ヒューマノイドロボットを使用して協調的な行動を行うためのシステムにどのような役割があるのか、またどのような機能が要求されるのかを、ヒューマノイドロボットの特徴、制御の難しさおよびエージェント工学的な視点から説明している。ヒューマノイドロボットが人間の世界で存在していくためには、人間や他の動物と協調することがもっとも重要である。さらに、それ自身が人間社会で一般化するためには同型のロボット自身の協調も必要不可欠である。この章では、ヒューマノイドロボットの必要性を様々な立場から解説し、それを踏まえたシステムの役割や機能の抽出を行っている。

第 3 章では、前章で抽出した機能を満たすシステムの構築を行い、その説明を具体的にを行っている。ここで説明されている協調型マルチエージェントシステムで用いられるヒューマノイドロボットは、富士通製のヒューマノイドロボット HOAP-1 である。HOAP-1 は、研究開発用に作られた小型のヒューマノイドロボットである。小型であることの利点としては、実験のための空間や保管のための敷地が小さくてすみ、かつ動作させる際の労力も少なくてよいということが挙げられる。また、ハード自体のコストを少なく抑えることもできる。提案するヒューマノイドロボット協調型マルチエージェントシステムでは、複数台の HOAP-1 をエージェントと見立てており、各ロボットには視覚認識のために CCD カメラが取り付けられている。

第 4 章では、ヒューマノイドロボットによる視覚認識に基づく協調的なダンス動作について述べられている。この実験の目的は、複数のヒューマノイドロボットを用いて協調的なダンスを行うことである。この協調的なダンスは、各ロボットに取り付けられた CCD カメラから得られる視覚情報をもとに行われている。人間がダンスを踊る場合、小さなダンス的動作を組み合わせて 1 つの踊りを完成させている。複数人で踊る場合も同様であるが、各人の動きは音楽を基準として合わせていることが多い。この実験では、細かなダンスを自由に組み合わせてヒューマノイドロボットの踊りを作成し、複数のロボットが同時に動く際のトリガに各ロボットから得られる視覚情報を用いている。この視覚認識によって協調的なロボットダンスの実現を試みている。

第 5 章では、ヒューマノイドロボット同士による荷物の手渡しを試みている。このロボット作業は、荷物を持った 1 体のヒューマノイドロボットが別の場所にいるヒューマノイドロボットを探索し、そのロボットに荷物を渡すというものである。ヒューマノイドロボ

ットが別のヒューマノイドロボットへ荷物を手渡し際には、お互いの位置を正確に認識してから手渡し動作を行わなければならない。ヒューマノイドロボットに取り付けられる程度の小さいカメラでの画像認識には、ある程度の誤差が生じることを考慮する必要がある。こうした要因で生じる認識誤差をなるべく少なくするための方法を検討し、ヒューマノイドロボットでの荷物の手渡し作業に利用することを試みている。

第6章では、協調動作に付随する同期移動の際の難しさを調査し、それを解決するとともにヒューマノイドロボットの協調的な作業について取り扱っている。協調作業としては搬送物の協調運搬を試みている。複数のヒューマノイドロボットが協調して対象物を持ちながら移動する場合の問題点の1つは、歩行時における胴体の振動による協調動作の乱れである。そこでこの章では、動作の乱れによって発生したお互いの位置のずれを修正するために適応的学習が用いられている。これには強化学習の1つであるQ学習および遺伝的アルゴリズムを利用したクラシファイアシステムの2種類の方法が採用されている。学習のシミュレーション結果により、位置のずれを的確に修正する行動が獲得されたことが示されている。また、このシミュレーションで得たデータを使用して実機での動作検証と目標位置までの協調搬送実験が行われている。

第7章では、ヒューマノイドロボットによる協調、システム化による効率性、科学的アプローチと工学的アプローチという3つの観点から考察が行われている。

第8章では、本研究の成果がまとめられ、さらにヒューマノイドロボットの協調という視点からロボティクスについて将来の展望が述べられている。

以上これを要するに、本論文は、人工知能分野におけるマルチエージェントシステムを現実世界で実現するためのヒューマノイドロボットによる協調的システムを提案および構築し、その有効性を実験的に検証したものであり、情報科学の発展に貢献するところが少ない。

したがって、博士（科学）の学位を授与できると認める。