【155】

氏　名（国籍）	マルティネス　エドガル（メキシコ）
学位の種類	博　　士（工　　学）
学位記番号	博　甲　第　3702　号
学位授与年月日	平成 17 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
審査研究科	システム情報工学研究科
学位論文題目	**Research on Guiding a Group of Humans by a Multiple Mobile Robot System** （複数移動ロボットシステムによる人間のグループの誘導に関する研究）

主　査	筑波大学助教授	工学博士	坪　内　孝　司
副　査	筑波大学副学長	工学博士	油　田　信　一
副　査	筑波大学教授	工学博士	山　海　嘉　之
副　査	筑波大学助教授	博士（工学）	中　内　　靖
副　査	筑波大学助教授	博士（工学）	大　矢　晃　久

論　文　の　内　容　の　要　旨

本論文は，複数の移動ロボットにより人間のグループを目的地まで誘導する方法に関するものである。

本論文で対象とした誘導とは，複数の人間から成るグループを，グループ内の人間が必要以上に広がることなく，目的地まで指定された経路に沿って誘導することである。この目的のために必要な技術課題は，誘導対象の人間の位置認識，複数ロボット間の協調と制御，人間のグループの誘導のための移動計画であり，本論文ではそれぞれについて方式の提案を行った。また，ロボットが前方に 1 台，後方に 2 台の計 3 台のロボットにより人間のグループを誘導する場合を例に，実験システムを構築して検証した。

まず，人間の位置認識はステレオ視覚センサにより得られる距離情報を利用して行った。各ロボットにセンサを搭載し，それから得られるデータに対して適切なフィルタリング処理を施した後に，すべてのロボットで得られた結果を融合する。本論文では，これを実現する方法を構築し，実験的に 5 人までの人間の位置を誘導に十分な精度で計測可能なことを明らかにした。

次に，複数ロボットが協調して人間のグループを誘導するためのシステムアーキテクチャを検討した。複数のロボットが移動しながら協調して人間の位置を計測するためには，ロボット間での情報交換のために通信することはもちろん，各ロボットにおける計測動作の同期と，ロボット間の相対位置関係の正確な認識が必要である。本論文では，それぞれを実現するためのソフトウエア構成を検討し，既提案の手法も含めてシステム構築を行った。各ロボット上でステレオ視覚センサにより計測されたデータを処理して得られた人間の存在に関する情報を集約して処理し，各ロボットが次に移動すべき地点を求めて伝達する。構築したシステムにより，実時間の動作に十分な時間間隔で適切に処理を行うことができた。

本論文では，人間のグループの誘導のための移動計画は次のようにして行った。グループの現在位置とその広がりのサイズを求め，その値と目標経路，標準のサイズから次の時刻におけるグループの位置とサイズの目標値を算出する。その状態に対して適切な各ロボットの位置を計算し，次の時刻までにその位置に到達するように各ロボットに指示を与える。ここで，グループの位置としては人間の位置の重心，サイズとして

は人間位置の重心からの標準偏差を用いた。ただし，各人間の計測位置には誤差が存在するため，その影響を回避するために，拡張カルマンフィルタを用いたグループの位置推定を行った。人間の移動に関するモデルを構築してシミュレーションを行い，本論文で提案した方式により人間のグループを，必要以上に広がらずに，計画された経路上に誘導できることを示した。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本研究では，複数の移動ロボットを用いて人間のグループを誘導するという複雑な問題に対して，一つのモデルを与え，これに必要となるさまざまな課題をていねいに解析している。本方式の実用化へはまだ解決すべき問題が残っているが，複数移動ロボットのセンシング，協調，制御などの問題に対して貢献を与えているとともに，移動ロボットの応用の可能性を広げた点で高く評価できる。

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。