

氏名(国籍)	リ-	す-	うん	李 秀 雄 (韓 国)
学位の種類	博 士 (工 学)			
学位記番号	博 甲 第 3698 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	ロボットスーツ HAL による脚のハイブリッド インピーダンス調整と関節モーメントの適応的推定に関する研究			
主 査	筑波大学教授	工学博士	山 海 嘉 之	
副 査	筑波大学教授	工学博士	鬼 沢 武 久	
副 査	筑波大学教授	工学博士	岩 田 洋 夫	
副 査	筑波大学助教授	博士(工学)	葛 岡 英 明	
副 査	筑波大学助教授	博士(工学)	中 内 靖	

論 文 の 内 容 の 要 旨

本論文は、装着者と下肢動作支援用ロボットスーツの両システムが混在する人間・機械系システムの機械インピーダンスをハイブリッドインピーダンスと定義し、パラメータ同定によって人間と機械が一体化したシステムの力学的パラメータを算出し、ロボットスーツ装着に伴うダイナミクスの影響を最小にするインピーダンス調整則を提案している。また、生体電位信号によって駆動されるロボットスーツの制御に必要な関節モーメントを、筋肉の非線形特性を包括して適応的に推定する手法を提案している。更に、これらの提案手法を実システムに組み込み、各種評価実験を行うことによって、その有効性を検証している。

ハイブリッドインピーダンスの調整を行うためには、ロボットスーツの慣性・粘性に関する力学的パラメータだけでなく、装着者の脚の慣性・粘性に関する力学的パラメータを推定し、装着者とロボットが一体化した後のパラメータを捉える必要がある。本研究では、人間とロボットスーツが一体化した状態で、ハイブリッドインピーダンスの調整に必要なパラメータを短時間で同定している。提案されたハイブリッドインピーダンス調整法をロボットスーツの制御系に組み込み、ロボットスーツを装着することによって付加される力学特性を仮想的にキャンセルし、装着者が感じる違和感を最小限に抑えることに成功している。

また、筋特性の変化、脚の曲げ伸ばし状態、計測状態などによって、計測される生体電位信号と脚が作り出す関節モーメントの関係は影響されることになるが、適宜これらの状態変化に対応した関節モーメントの算出法を、ニューラルネットによって構築し、実システムに組み込むことによって、従来の関節モーメント推定法よりも優れた換算系を実現している。

ロボットスーツにおける脚の制御に関して、ハイブリッドインピーダンス制御という新しい手法の提案、ならびに、生体電位信号と関節モーメントの関係を適応的に推定する手法の提案を行い、実際のロボットスーツによる実験を通してその有効性を示している。

審査の結果の要旨

本論文では、人間とロボットスーツが一体化した機械的インピーダンスを、装着後の脚系のパラメータ同定を行うことによって得られた力学モデルを活用することで、人間機械系ダイナミクスの調整を行うことのできるハイブリッドインピーダンス調整法を提案すると共に、筋特性変化や脚の状態などの影響に適応的に対処出来る関節モーメント推定法を提案し、その有効性を実際のロボットスーツ用いて検証している。特に、これらの手法は、従来実現されていなかった手法であり、非常に有用性の高い研究であると判断される。研究面においても、また、実用面においても有用な研究である。

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。