

## 論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲 第 号	氏 名	野 崎 貴 裕
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学教授	工学博士 大西 公平
	副査	慶應義塾大学教授	博士(工学) 村上 俊之
		慶應義塾大学准教授	博士(工学) 滑川 徹
		慶應義塾大学教授	博士(工学) 斎藤 英雄
(論文審査の要旨)			
<p>学士(工学), 修士(工学) 野崎 貴裕 君提出の学位請求論文は「Realization of Human Manipulation Based on Haptics」(触覚学に基づく人間の操作の実現)と題され, 8章から構成されている。</p> <p>人間の動作を分析し, これをロボット等に適用することは人間支援の基礎となるばかりでなく, 将来の生産工程やリハビリテーションなどに対する重要な貢献となる。既に, 速度と力がこのような動作の基本であり, 双対性に基いたシステム設計が必要であることは認識されていたが, これまで具体化するための方法論がなかった。本論文は, 触覚学(ハプティクス)技術を積極的に利用することで人間動作を分解し, 解析し, 更にこれを人工的に再現する基本方法を示したものである。</p> <p>第1章では, 研究の背景と目的を述べ, 従来の研究を概説している。</p> <p>第2章では, 加速度に基く統一的な運動制御系の重要性を述べ, その基礎事項を概説している。</p> <p>第3章では, 本論文の基礎となる実世界ハプティクス技術を概説するとともに, 本論文の重要な提案の一つである, 運動の機能をモード座標で表現することと, さらにモード外乱観測器を構成することで非干渉化が可能になることを明らかにしている。</p> <p>第4章では, 上記の結果を受けて, 与えられた機能を実現する人間動作がモード空間の組み合わせで表現できることを示すと共に, 行列表示した場合の単位ベクトルがそれぞれ速度制御系か, 力制御系かで環境の順応性と機能の能動的実現性を表すことを明らかにしている。これを実際の人間動作に適用し, 主成分分析を行い動作のモードが抽出できることを実験的にも示している。</p> <p>第5章では, 第4章で得られた結果をコサイン類似度と動的計画法を用いて検証したものである。この実験的検証を, オフラインによるモード抽出とオンラインによるモード抽出の双方に適用し, 共に有効であることが示されており, 実用的な手法であることを明らかにしている。</p> <p>第6章では, 触覚情報のスケール機能に伴うバイラテラル制御技術による剛性推定手法を提案し, これを援用した人間動作の人工的な再現手法を提案している。そのためには, モード変換行列とコンプライアンス選択行列, およびその背景にある速度制御系と力制御系を用いれば可能であり, 機能を表すモードが決まれば, 動作の人工実現のための制御系が設計可能であることを明らかにしている。</p> <p>第7章では, 第6章の結果を単指によるねじの緩和機能の動作実現実験で検証したものである。径の異なるねじに対しても緩和動作が可能になっており, 第6章における設計法が有効であることを明らかにしている。</p> <p>第8章では, 本論文全体の結論を述べている。</p> <p>以上要するに, 本論文では人間の運動機能を人工的に実現するためのモード空間の抽出方法とそれに基づく運動制御の設計法を提案し, 理論と実験の双方からその有効性を実証したもので, ロボティクス分野において, 工学上, 工業上寄与するところが少なくない。</p> <p>よって, 本論文の著者は博士(工学)の学位を受ける資格があるものと認める。</p>			
学識確認結果	<p>学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員および総合デザイン工学特別研究第2(システム統合工学専修)科目担当で試問を行い, 当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。</p> <p>また, 語学(英語)についても十分な学力を有することを確認した。</p>		