

## 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	三浦 一将
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学准教授	博士 (工学) 桂 誠一郎
	副査	慶應義塾大学教授	博士 (工学) 村上 俊之
		慶應義塾大学教授	博士 (工学) 滑川 徹
		慶應義塾大学教授	博士 (工学) 西 宏章
(論文審査の要旨)			
<p>学士 (工学), 修士 (工学) 三浦一将君提出の学位請求論文は「Variable-Structured Elastic Mechanism for High-Speed and Backdrivable Actuation」(高速・逆駆動性アクチュエーションのための可変構造弾性機構)と題し, 7章から構成されている。</p> <p>人間のパワーアシストを行うウェアラブルデバイスや, 人間の立ち入ることのできない環境で作業を行うための遠隔操作型ロボットなど, ロボット技術の社会への実装が進んでいる。ロボットはアクチュエータ, 電力変換, 制御, センサなどさまざまな要素技術の複合技術であるが, 特に駆動源であるアクチュエータはロボットの運動性能を決定づける重要な要素となっている。一般的にアクチュエータは用途に合わせて容量の選択が行われるが, 出力できる速度とトルクには制限がある。そのため, トルクを増幅する際には減速機等を導入することで高いトルク出力を得ることができるようになるが, その反面, 高速な動作や柔軟な接触動作の実現は困難になる。ロボットの利用範囲のさらなる拡大のためには, 高トルクかつ高速な動作の実現が望まれている。本論文では上記に鑑み, 可変構造弾性アクチュエータの新しい機構設計と制御系構築のための方法論を示している。</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, 電磁クラッチおよび機械バネを導入した可変構造弾性アクチュエータの機構設計について述べている。可変構造弾性駆動を実現するための2種類の構成法について示し, 比較検討により設計論に結びつけている。本機構設計により, 高減速比を有するギヤ付モータの利用においても高速な動作の獲得が可能になることを実験により確認している。</p> <p>第3章では, 可変構造弾性アクチュエータの構成要素である電磁クラッチの負荷制御系について述べている。電磁クラッチは受動システムであり, ロバストな制御性能を得るための外乱オブザーバの設計法を示している。提案する制御系により, システムのパラメータ変動へのロバスト性を向上することができ, 外乱抑圧特性に関する有効性を実験的に確認している。</p> <p>第4章では, 前章で述べた受動システムに対するロバストな制御系をギヤ付モータに電磁クラッチを直列に連結させたクラッチアクチュエータに適用し, その有用性を確認している。特に, 電磁クラッチと制御を総合することで, システムの慣性を理論的にゼロから無限まで変化させることが可能になることを明らかにしている。ソフトウェアにより慣性を変化させる制御系と比較することで, ハードウェアにより慣性を変化させる本手法の有効性を示している。</p> <p>第5章では, 前章までに示した機構設計ならびに制御設計を総合し, 可変構造弾性アクチュエータの制御系を提案している。本制御手法により, 高トルクかつ高速な動作を同時に達成し, 瞬発力を発生させることが可能になることを確認している。また速度拘束によりクラッチの滑り動作を制御することで, リアルタイムに任意の慣性を実現できることを示している。</p> <p>第6章では, 提案する可変構造弾性アクチュエータをユニット化するための設計手順を示すとともに, 2足ロボットの跳躍動作に適用した際の瞬発力の効果について示している。</p> <p>第7章では, 各章で得られた成果を纏め, 本論文全体の結論を述べている。</p> <p>以上要するに, 本論文では可変構造弾性アクチュエータの新しい構成法ならびにその制御手法を示すとともに, 理論と実験の双方から有効性を実証しており, メカトロニクス, 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>		