

学位論文及び審査結果の要旨

氏名 鈴木 章洋

学位の種類 博士(工学)

学位記番号 工府博甲第529号

学位授与年月日 平成29年3月24日

学位授与の根拠 学位規則(昭和28年4月1日文部省令第9号)第4条第1項及び横浜国立大学学位規則第5条第1項

学府・専攻名 工学府 物理情報工学専攻

学位論文題目 多自由度移動ロボットの高機動化運動生成法とモーションコントロール
(Motion generation and control for multi-degree-of-freedom mobile robots towards high-mobility)

論文審査委員 主査 横浜国立大学 教授 藤本康孝
横浜国立大学 教授 河村篤男
横浜国立大学 教授 大山 力
横浜国立大学 准教授 辻 隆男
横浜国立大学 准教授 下野誠通

論文及び審査結果の要旨

本論文は、脚車輪型移動ロボットのような多自由度車輪移動ロボットの高速度性と安定性の向上を目的とし、(1) 関節駆動制御の高性能化、(2) 高機動化を実現する全身運動生成法、の二部から構成され、第一部では、複数のセンサを備えた制御系において、センサの配置に応じて伝達関数を分割することにより制御系の感度を統一的に設計できる N 自由度制御を提案した。位置センサと加速度センサを備えた運動制御系において、位置決め制御、トルク制御、バイラテラル制御、インピーダンス制御に適用し、優れた性能を実現できることを示した。第二部は、脚車輪型移動ロボットをはじめとした多自由度移動ロボットの **Zero Moment Point** に基づいた高機動化運動生成法について計算量的に優れた手法の提案と実験検証を行った。

第1章では、研究の背景と関連研究、および、本研究の位置づけについて述べている。第2章では、モーションコントロールにおける複数センサフィードバックの類似研究についての研究調査を行っている。第3章では、 N 自由度制御の理論について具体的な提案を行っ

ている。第4章では、1慣性系としてモデル化が可能なモータドライブシステムにN自由度制御を適用し、有効性を実験的に示している。第5章では、2慣性系としてモデル化が可能な直列弾性アクチュエータにN自由度制御を適用している。第6章では、N自由度制御から等価変形を経て得られる外乱オブザーバの構造について解析し、1慣性系と2慣性系に適用している。類似研究 PAIDO との比較実験を行い、同等の性能を実現できることを示している。第7章では、位置情報のみを用いたバイラテラル制御問題に対してN自由度制御を適用し、第8章では、インピーダンス制御問題に対するN自由度制御の有効性を論じている。

第二部では、脚車輪型移動ロボットの運動制御と高機動化を実現するための運動生成法について述べている。まず第9章では、脚車輪型移動ロボットの研究事例と本研究の位置づけについて述べている。続いて第10章では、脚車輪型移動ロボットに特有な運動学と動力学について述べている。第11章では、ZMPに基づいた直進運動の高機動化運動生成法を提案し、第12章では、ZMPに基づいた旋回運動の高機動化運動生成法を提案し、それぞれ実験により有効性を示している。

第13章では、本研究の総括を行っている。複数のセンサを備えた制御系において見通しの良い感度設計が行えるN自由度制御を提案し、位置センサと加速度センサを備えた様々な運動制御系において優れた性能を実現した、と結論づけている。さらに、脚車輪型移動ロボットをはじめとした多自由度移動ロボットに対して、Zero Moment Point に基づいた高機動化運動生成法の計算量的に優れた手法を提案し、優れた全身運動の生成を実現した、と結論づけている。

以上より、多自由度移動ロボットの高機動化運動生成と新しいモーションコントロールシステムの提案と検証を試みた本論文は博士(工学)の学位論文として十分な価値があるものと認められた。