

論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨の公表

学位規則第8条に基づき、論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨を公表する。

フリガナ 氏名	タン ヨンチェン TANG Yongchen		授与番号 甲 第 1349 号
学位の種類	博士(工学)	授与年月日	2019年9月25日
学位授与の要件	本学学位規程第18条第1項該当者 (学位規則第4条第1項)		
学位論文の題名	Locomotion Study of Passive-Spine Multi-Legged Robot (受動体節構造を有する多脚ロボットの歩行研究)		
審査委員	(主査) 馬 書根 (立命館大学工学部教授)	平井 慎一 (立命館大学工学部教授)	
	上野 哲 (立命館大学工学部教授)		
論文内容の要旨	<p>柔軟な土壌や起伏の激しい地形などの環境においてムカデに代表される多脚の生物は高い移動適応性を発揮する。本研究は水平面環境において、単純な構造及び最少アクチュエータを有しながら基本的な機能を持つ多脚ロボットを設計するための新しい方法論を提案する。</p> <p>本論文は7章から構成されている。第1章で問題の提起、及び研究課題と本論文の構成を述べた。第2章では各脚に3個のアクチュエータを必要としている従来の多脚ロボットと違い、各脚に1つのアクチュエータのみを用いた多脚ロボット構造を提案し、動作検証実験のための実モデルについても述べた。提案した多脚ロボットはn個の体節と体節間に設置されるn-1個の受動関節で構成されている。第3章では本多脚ロボットに従来の多脚ロボットと同程度の移動能力を持たすため、スクルー理論に基づく解析方法でロボットが取りうる各姿勢を解析した。第4章は以上の解析結果を用いて、それぞれの姿勢で発揮される全方向への移動性能を検証した。また能動的な脚関節の動作と受動的な体節関節を適切に組み合わせ、移動量の解析結果を基準にして幾何学的な解析により全方向への移動原理を導出した。そして歩容遷移の際の回転方向に関する様々な姿勢の支持状態の持続期間も検討し、障害物回避も実現できる新たな歩容および歩容遷移を得た。第5章はFSM(有限状態機械)を本研究で提案した多脚ロボットに適用し、解析によらない方法で前進運動と回転運動を実現したことについて述べた。第6章では6本脚および10本脚の多脚ロボットの実機モデルを用いた実機実験より解析結果を検証した。実験結果より、提案した設計方法および解析方法が多脚ロボットのアクチュエータ数を効果的に削減するだけでなく、全方向への移動を可能にすることを検証した。第7章は本研究で得られた結果をまとめ、今後の研究方針も示した。</p> <p>本研究で得られた結果と知見により、実用的な多脚ロボットの基本設計方法が提供され、体節間の受動関節を用いた移動方法は様々な環境に適応移動できる2n本の多脚ロボットの制御の基礎になることが期待できる。</p>		

<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">論文審査の結果の要旨</p>	<p>本論文の貢献は以下の通りである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 機構の設計および制御方法が6脚以下のロボットより複雑になる問題を軽減するために、単純な構造及び最少アクチュエータ数を有しながら基本的な機能を持つ多脚ロボットの設計法を示した。 ● 水平面において効率的に移動可能である、各脚に1つのアクチュエータのみを用いた多脚ロボット構造を提案した。この多脚ロボットは n 個の体節と体節間に設置される $n-1$ 個の受動関節で構成され、$2n$ 本の脚を有する場合にアクチュエータ数は合計で $2n$ 個のみである。そのため従来の多脚ロボットと比較して、アクチュエータの数を $6n$ 個から $2n$ 個まで減らしただけでなく、ロボットの重量も大幅に削減することができる。 ● 本ロボットをモデル化し、スクルー理論に基づく解析方法でロボットが取りうる各姿勢を解析し、それぞれの姿勢で発揮される全方向への移動性能を検証した。能動的な脚関節の動作と受動的な体節関節を適切に組み合わせ、移動量の解析結果を基準にして幾何学的な解析により全方向への移動原理を導出した。なお、歩容遷移の際の回転方向に関する様々な姿勢の支持状態の持続期間を検討し、障害物回避も実現できる新たな歩容および歩容の遷移を得た。 ● 計算機シミュレーション及び実験結果より、提案した設計方法および解析方法が多脚ロボットのアクチュエータ数を効果的に削減するだけでなく、全方向へその移動ができることも検証した。 <p>以上、論文審査と公聴会での口頭試問結果を踏まえ、審査委員会は本論文が本研究科の博士学位論文審査基準を満たしており、博士学位を授与するに相応しい水準に達しているという判断で一致した。</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">試験または学力確認の結果の要旨</p>	<p>本論文の公聴会は、2019年7月19日(金)17時10分～17時50分イーストウイング4階機械システム系第3演習室において行われた。公聴会では、学位申請者による論文要旨の説明の後、審査委員は学位申請者 TANG Yongchen に対する口頭試問を行った。各審査委員および公聴会参加者より、歩容解析における仮定、歩容遷移の方法、モジュール構造の有効性、シミュレーションと実機実験の一致性などの質問がなされたが、いずれの質問に対しても学位申請者の回答は適切なものであった。審査委員会は、論文内容および公聴会での質疑応答を通して、学位申請者が十分な学識を有し、博士学位に相応しい学力を有していると確認した。</p> <p>以上の諸点を総合し、審査委員会は、学位申請者に対し、本学学位規程第18条第1項に基づいて、「博士(工学 立命館大学)」の学位を授与することが適当であると判断する。</p>