

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Robust and Efficient Bipedal Walking Robot Control via Trajectory Optimization and Biarticular Muscles
著者(和文)	PELITMustafa Melih
Author(English)	Mustafa Melih Pelit
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第12535号, 授与年月日:2023年9月22日, 学位の種別:課程博士, 審査員:山北 昌毅,三平 満司,倉林 大輔,塚越 秀行,畑中 健志
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12535号, Conferred date:2023/9/22, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	PELIT Mustafa Melih	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	山北昌毅	准教授	畑中健志	准教授
	審査員	三平満司	教授		
		倉林大輔	教授		
塚越秀行		教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Robust and Efficient Bipedal Walking Control via Trajectory Optimization and Biarticular Muscles」と題し、全8章よりなっている。

第1章「Introduction」では、二脚ロボットが人間社会の環境に親和性が高く、実用化することにより社会に大きなインパクトを与える可能性があることを指摘した上で、本論文の目的が二脚ロボットの新しいテンプレートモデルとして、遊脚の動特性を考慮したものや2関節筋構造並びに揺動質量機構などの機械的要素を用いたものを提案し、それらを用いた二脚ロボットの軌道とパラメータの同次最適化の手法や制御法を提案し、その有効性を示すことであるとしている。

第2章「Extending Spring Loaded Inverted Pendulum (SLIP) with Swing Leg Dynamics (SLIP-SL)」では、従来のSLIPモデルを拡張したExtending Spring Loaded Inverted Pendulum with Swing Leg Dynamics(SLIP-SL)を提案し、そのモデルを用いた制御法について導出し、従来のSLIPモデルに比べSLIP-SLモデルが軌道生成に対して優位性があることを示している。

第3章「Variable Stiffness Spring Loaded Inverted Pendulum Model with Swing Leg Dynamics (VSLIP-SL)」では、前章で提案したSLIP-SLのバネ剛性を可変にしたテンプレートモデルであるVariable Stiffness Spring Loaded Inverted Pendulum Model with Swing Leg Dynamics (VSLIP-SL)を提案している。その上で、このテンプレートモデルを用いて、5リンクの全駆動二脚ロボットモデルの制御法を提案し、その剛性を制御することによりロボスタな歩行が実現できることを示し、そのモデルの有用性を数値実験により示している。

第4章「Effects of Passive Biarticular Muscles on Walking Performance for Bipedal Robots」では、2関節筋機構の導入を提案し、軌道とパラメータの同次最適化によりエネルギー効率並びに歩行速度が向上する子と示している。また、フィードフォワードとフィードバックを併用した制御系により、テンプレートモデルに対して最適化によって得られた軌道とほぼ同じ軌道が詳細モデルに対してフィードバック制御によって得られ、歩行性能が高く外乱にロボスタな歩行が実現できることを数値実験により示している。

第5章「Effects of Active Wobbling Mass on Biped Robot's Walking Performance in Combination with Biarticular Springs」では、前章で提案した2関節筋機構に腕の振り運動を簡単に模擬できる揺動質量機構を組み合わせた機構を提案し、パラメータと軌道を同次最適化することにより、エネルギー効率のよい歩行が実現でき、関節トルクが制限された状況でも高速な歩行が実現できることを数値実験により示している。

第6章「Terrain-Blind Humanoid Walking on Rough Terrain with Trajectory Optimization and Biarticular Springs」では、不規則な形状の地面を外界センサを用いることなく歩行を実現するブラインド歩行問題に対して、内界センサーのみを用いて位相変数を修正する制御手法を提案している。その上で、2関節筋機構のパラメータを最適化することで、不規則性に対してよりロボスタな歩行を実現できることを数値実験により示している。

第7章「Walking Control of a 5-Link Underactuated Bipedal Robot with Variable Stiffness Biarticular Springs Based VSLIP-SL」では、4章で提案したVSLIP-SLのテンプレートモデルを用いて、バネ剛性が可変である2関節筋機構を持つ5リンク劣駆動ロボットのロボスタな歩行を実現する制御手法を提案し、数値実験によりその有効性を示している。

第8章「Conclusion on Future Prospects」では、本論文の各章での内容を要約するとともに、本論文で新たに得られた結果を総括している。

以上を要するに、本論文は、二脚ロボットの歩行のための2関節筋機構や揺動質量を用いた新しいテンプレートモデルを提案し、それらを用いたロボットのパラメータと軌道の同時最適化並びに制御則の適用によって性能向上が得られることを示したもので、工学上・工業上寄与するところ大である。よって本論文は、博士(工学)論文として十分価値あるものと認められる。

注意:「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。