

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Realization of Robust and Efficient Bipedal Robot Mobility based on Mechanical Modular Devices and Control
著者(和文)	ジャンジュンホ
Author(English)	Jun Ho Chang
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11926号, 授与年月日:2021年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:山北 昌毅,三平 満司,中島 求,畑中 健志,石崎 孝幸
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11926号, Conferred date:2021/3/26, 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		ジャンジュンホ	
論文審査 審査員		氏 名		職 名		氏 名	職 名
	主査	山北昌毅		准教授		石崎孝幸	准教授
	審査員	三平満司		教授	審査員		
		中島 求		教授			
		畑中健志		准教授			

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は「Realization of Robust and Efficient Bipedal Robot Mobility based on Mechanical Modular Devices and Control」と題し、全7章よりなっている。

第1章「Introduction」では、論文の背景や研究の動機について説明し、本論文の目的が2足ロボットのテンプレートモデルを拡張し、制御則やモジュラーな機械要素によってロバストで高効率な2足ロボットを実現するための手法を提案することであると述べている。

第2章「Preliminaries」では、本論文で用いる数学的ツールについて、オイラー・ラグランジェの運動方程式、拘束力、インパクト力による速度変化であるリセット写像について説明している。更に、モデルマッチング制御則や出力ゼロ化制御則についても説明している。

第3章「Bipedal Walking with Modified Simple Model」では、SLIP (Spring Loaded Inverted Pendulum) テンプレートモデルを拡張して、遊脚の動特性を考慮した SLIP-SL(Swing Leg)モデルを提案している。この提案されたモデルは足の剛性パラメータと初期状態を調整するだけで周期軌道が生成されるのが特長で、これらのパラメータを最適化の手法により決定し目標の周期軌道を生成する手法を提案している。この生成された目標周期軌道は時間関数として得られるため、この得られた軌道をロバストに実現するための出力ゼロ化制御に基づく、より自由度の大きいロボットモデルに対する制御則も提案している。提案された制御則の有効性は数値シミュレーションにより確認されている。

第4章「Robust Analysis of Biped Walking Using Output Zeroing Control with Trajectory Optimization」では、3章で用いた出力ゼロ化制御則を4リンクのテンプレートモデルに適用できるように拡張し、同時に軌道も数値的に最適化を行う手法を提案している。この数値最適化によって得られたものは、時間の離散点のみに定義されたもので、そのままフィードバック制御則に用いることができない。そのためベジエ曲線によって目標状態を内挿する手法を提案している。提案する数値最適化とそれを用いたフィードバック制御によって、従来提案されている手法に比べて外乱に対するロバスト性が向上していることを数値シミュレーションにより確認している。

第5章「Running Control of Bipedal Robot with Series Elastic Actuator」では、SEA (Series Elastic Actuator) を用いた2足ロボットの走行制御アルゴリズムを提案している。特に、本論文では実現が容易な直動バネを用いたSEA機構を考えており、従来の制御則をそのまま用いることが出来ない。そのために、SEAを用いないSLIPテンプレートモデルの走行ダイナミクスから、システムティックに制御アルゴリズムを導く手法を提案し、その有効性を数値シミュレーションにより確認している。

第6章「Verification of Mechanical Improvement for Bipedal Walking Robot」では、モジュラー機械要素である直列弾性要素、イナータと呼ばれる回転慣性要素や揺動質量機構による歩行性能の向上について議論している。これらのモジュラーな機械要素を導入することにより、歩行の性能がそれらを用いないものに比べて、30%程度向上することを数値シミュレーションにより確認し、数値最適化によってそれらの要素のパラメータがどのような範囲にあるかを示している。また、それらの最適な値が、目標の歩行速度によってどのように変化するかも明らかにしている。

第7章「Conclusion」では、本論文で得られた結果を総括するとともに、今後の研究への展望を述べている。

以上を要するに、本論文は、2足ロボットの歩行・走行制御のための種々のテンプレートモデルを提案し、それらを用いた制御則やモジュラー機械要素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