OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Realization of a Humanoid Robot based onMuscular Skeletal Structure and Reflex-based Control
Author(s)	Hitzmann, Arne
Citation	大阪大学, 2021, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/85420
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

Form 3

Abstract of Thesis

Name （Hitzmann, Arne）	
Title	Realization of a Humanoid Robot based on Muscular Skeletal Structure and Reflex-based Control （筋骨格構造と反射的制御に基づくヒューマノイドロボットの実現）

Abstract of Thesis

Understanding humanoid manipulation attracted scientists as well as engineers for centuries. Scientists identify the importance of low-level local control for the system to achieve more complex tasks like manipulation. However, the specific mechanisms and their traversal from unconscious to conscious behavior are still in active research for humanoid manipulation. Current technology, however, does not allow to probe into a body's peripheral nerves to gather ground truth data. Robotic experiments and, to a limited degree, simulation allowed researchers to understand the underlying principles governing and scaffolding the higher competencies in biological entities.

In this thesis, we started with the development of a complex manipulator based on the human upper body. This platform was then used to experiment with different approaches which aimed to create complex motor skills. The development and initial results using learning-based approaches to create motor skills then lead us to investigate and develop components representing the lowest control layer in a musculoskeletal system. This work will introduce these initial efforts to create an experimentation platform, leading to the development of bio-inspired sensors augmenting each pneumatic artificial muscle. We will discuss two different iterations of such sensors and their characteristics. We will then investigate the particular behavior of antagonistic muscle pairs. Based on our preliminary work, we will show via an experiment that feedback available in biological systems is sufficient to create low complexity control schemes. Properties like compliance can emerge via the trivial forwarding of feedback into functional blocks. The results presented in this work should be considered as an interface of theoretical models, including simulations and the real-world deployment of such strategies to improve humanoid manipulation, as well as understand the underlying principles that allow adaptable behavior to emerge from the system rather than specific controllers.

様式７

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名　(Hitzmann, Arne)		
	(職)	氏　　名
論文審査担当者	主 査　教 授　細 田　耕 副 査　教 授　佐 藤 宏 介 副 査　教 授　原 田 研 介	

論文審査の結果の要旨

本博士論文は，複雑な筋骨格系を持つヒューマノイドロボットによって，人間と同等の適応的な運動を実現することを目的とし，そのために必要な人間型の筋骨格ロボット，人工筋の状態を観測するための新規なセンサ，および適応的運動を実現するために必要な反射的制御について考察，試作，実現，構成論的に人間の知能を理解することを目指した研究である．人間の複雑な筋骨格構造は，その適応的な運動を実現するための身体性として活用されているが，進化によって獲得されたその構造はあまりに複雑であるにもかかわらず，そこに存在する作業に対する冗長性や，観測性などが巧妙に利用されている．人間の知能的な運動を，身体性としての筋骨格と，そこに取り付けられたセンサに基づく反射的な行動によって構成的に解明しようとする研究は，実装の難しさもあり，これまでには行われてこなかった．本博士論文では，このような人間の適応的行動の原理を知るために，

（1）　人間と同等の複雑さを有する上半身筋骨格ロボットの試作
人間の腕部と同じ筋骨格構造を持つロボット腕部，さらに肩甲骨の機能を再現する人口の肩関節を作成し，人間と等身大の上半身筋骨格ロボットを試作した．また，このロボットを用い，その多大な冗長性にもかかわらず，ティーチングプレイバックや，クランク回しなど，身体の柔軟性を活用した運動を実現できることを示した．

（2）　人工筋の状態を観測するための頑健で感度の良いセンサ
空気圧人工筋の状態を計測するために，導電性スリーブを利用したセンサを開発し，その出力と人工筋の長さとの関係を調べ，さらに頑健性と信号の安定性について調査した．

（3）　センサ信号に基づく反射的行動の実現
導電性スリーブの信号をフィードバックすることにより，局所的反射を実現し，その組み合わせによって人間型筋骨格ロボットの冗長性に関する問題を解決，適応的な運動が実現できることを示した．

という3つの研究を進めた．人間の適応的行動を外部から観察するだけでは，その生成原理を理解することが非常に難しく，本博士論文で進められてきた研究によって，身体性や周辺制御としての反射がどのような役割を果たしているかについて新しい知見が得られている．よって，本論文を博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める．