

Title	Constructive Approach for Understanding Morphology and Nervous System of Bipedal Jumping
Author(s)	劉, 祥驍
Citation	大阪大学, 2019, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/72278
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

論 文 内 容 の 要 旨

氏 名 (劉 祥 驍 (Xiangxiao Liu))	
論文題名	Constructive Approach for Understanding Morphology and Nervous System of Bipedal Jumping (二足跳躍における形態と神経回路の構成論的理解)
論文内容の要旨	
<p>Understanding the theory of locomotion has attracted both scientists and engineers for centuries. Scientists identify the underlying mechanism in the human body, including the neural pathways and skeletal mechanism, for locomotion. However, it is difficult to understand the connection between these identified mechanisms and their effects in locomotion through experiments on human subjects since current technology does not allow to change the body (e.g. neural pathways) and make a systematical evaluation.</p> <p>Studies in recent years have demonstrated that the underlying mechanism for locomotion can largely be uncovered, by conducting robotic experiments and simulation since these approaches allow us to change the body components. Whereas, current robotic platform and simulation fall short in the replication of locomotion with expensive dynamics, including jumping and running.</p> <p>In this thesis, we developed bipedal musculoskeletal robots with similar body kinematics as human. By applying the muscular stimulation which is based on the electromyographic data of human jumping, the robot can realize human-like jumping behavior. By using the developed robots, we conduct three investigations and these stories are shown in the following chapters.</p> <p>In Chapter 2, we investigate the contribution of stretch reflex and crossed response in hopping (drop jumping). The results demonstrate that the stretch reflex contributes to the body balance during hopping. The combination of both stretch reflex and crossed response can improve the balance further.</p> <p>In Chapter 3, we build a bipedal musculoskeletal robot and investigate the effects of foot windlass mechanism in drop jumping. From the results, we confirm that the robot shows similar kinematic behavior as a human during drop jumping. Moreover, the foot windlass mechanism promotes the height of robotic jumping.</p> <p>In Chapter 4, we implement the up-ward jumping experiments and explore the effects induced by foot windlass mechanism. The experimental data demonstrate that the foot windlass mechanism contributes to the rise of longitudinal arch, the decrement of the contracting velocity of triceps muscles, increase the force output of triceps muscles, and increase the jumping height.</p> <p>In this thesis, we constructed biped robots that mimicking the body structure of a human. By implemented experiments on these robot platforms, we investigated the body components including spinal neural pathways (stretch reflex and crossed response) and musculoskeletal structure (foot windlass mechanism). We identify the effects of these body components in jumping, a simple and representative bouncing gait. Beyond the improvement of the knowledge in anatomy, such knowledge also contributes to the clinical treatment (e.g. the development of strategies for neural rehabilitation). Moreover, the knowledge in this thesis provide ideas for engineers to design an autonomous system, such as a prosthesis.</p>	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (劉 祥 驍 (Xiangxiao Liu))	
	(職) 氏 名
論文審査担当者	主 査 教授 細田 耕
	副 査 教授 石黒 浩
	副 査 教授 原田 研介
論文審査の結果の要旨	
<p>本博士論文は、ヒトの筋骨格構造とローカルな反射神経回路が、適応的な跳躍運動実現のためにどのような役割を果たしているのかを、ヒト型筋骨格を持つ二足ロボットを用いて、構成論的に理解することを目指した研究である。人間の観察実験によって、筋骨格構造と反射回路がどのように活用されているかを調べることは、その構造や回路の破壊・介入実験を行うことが倫理的に難しいため、困難である。二足ロボットを用いた実験では、これらの機能の一部を削除することによって、全体の運動に対する寄与を構成論的に実証することができる。本博士論文で示されたのは、</p>	
<p>(1) 二足跳躍における伸張反射と側方抑制の前額面内バランスへの寄与 筋骨格二足ロボットに伸張反射と側方抑制を導入し、姿勢に対するフィードバック制御を使わなくても、これらの局所的反射によって、前額面内の身体の倒れ込みを抑えることができることを示した。</p>	
<p>(2) 足部巻き上げ機構の跳躍高さへの寄与 足底に存在する腱膜によって構成される足部巻き上げ機構を活用することによって、跳躍高さを高くできることを実験的に示した。</p>	
<p>(3) 足部巻き上げ機構の筋活動への影響の評価 足底に存在する腱膜によって構成される足部巻き上げ機構によって、足部の形態の変化（足部縦アーチの上昇）、三頭筋の収縮速度の現象、ならびに三頭筋出力の増加が起こることを実験的に示した。</p>	
<p>である。これらの成果は、人間観察のみで得られることは難しく、筋骨格構造を持つロボットで実現することで初めてわかってきた知見である。また、これまでのモータによって駆動されるような二足ヒューマノイドロボットの適応性を、本論文によって得られた知見で、より向上することが期待される。</p>	
<p>以上のように、本論文によって得られる適応的二足跳躍に関する知見の学術的貢献は大きく、よって本論文は、博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。</p>	