

先端科学技術研究科 博士論文要旨

所属研究室 (主指導教員)	サイバネティクス・リアリティ工学 (清川 清 (教授))		
学籍番号	2021031	提出日	令和 5年 1月 20日
学生氏名	萩森 大貴		
論文題目	Effects of Visual and Somatosensory Stimuli for Locomotion in Virtual Reality VRにおけるロコモーションのための視覚と体性感覚刺激の影響		
要旨			
<p>A locomotion technique in virtual reality (VR) should consider the effects of the user's physical state on the sense of presence. We focus on the effects of visual and somatosensory stimuli by the consistency of posture and movement changes on the sense of standing (SoSt) and the sense of self-motion (SoSm). The objective of this study is to provide three foundations for developing locomotion techniques: posture, movement, and augmentation. Chapters 3 and 4 show that SoSt and SoSm are higher in a higher sitting posture than in a lower sitting posture, and lower in sitting postures than in a standing posture (Experiments 1 and 2). The result led to the foundation for posture for locomotion is that you should design with as high a seating surface as possible in seated locomotion. Chapter 5 show that SoSt is higher with a postural transition by a sit-to-stand movement than without the postural transition (Experiment 3). These results led to the foundation for movement for locomotion is that you should integrate a rising and falling seat function into seated locomotion so that you can perform a sit-to-stand movement. Chapters 6 and 7 show that a joint sensation during a reaching movement of a lower limb without vision is changed by vibration stimulation to a hamstring (Experiments 4 and 5). Therefore, in augmentation for locomotion, vibration stimulation has the potential to augment the function of locomotion simulation systems. These findings contribute to the development of locomotion techniques.</p>			

(論文審査結果の要旨)

バーチャルリアリティ(VR)内でのロコモーション技術は、ユーザの身体状態が臨場感に与える影響を考慮する必要がある。本研究では、姿勢と動作の変化の整合性による視覚刺激と体性感覚刺激が、立位感覚(SoSt)と自己運動感覚(SoSm)に与える影響に着目している。本研究の目的は、ロコモーション技術開発のための姿勢、動作、増強の3つの基盤を提供することである。本論文の主な成果は、以下の3点に要約される。

1. 第1に、第3章と第4章において、SoStとSoSmが低い座位姿勢よりも高い座位姿勢で高くなり、立位姿勢よりも座位姿勢で低くなることを示している(実験1, 実験2)。これらの結果から、座位でのロコモーションでは、できるだけ座面を高くして設計することが望ましいというロコモーションのための姿勢の基本が導き出されている。
2. 第2に、第5章において、座位から立位への動作による姿勢遷移がある方が、姿勢遷移がない場合よりもSoStが高くなることを示している(実験3)。これらの結果から、座位から立ち上がり動作を行えるように座面の上昇・下降機能を座位ロコモーションに組み込むことが、ロコモーションを伴うVRシステムの設計指針として有用であることが導き出されている。
3. 第3に、第6章と第7章において、視覚のない下肢のリーチング動作時の関節感覚が、ハムストリングへの振動刺激により変化することを示している(実験4, 実験5)。したがって、ロコモーションのための拡張機能において、振動刺激はロコモーションシミュレーションシステムの機能を拡張する可能性を有することが示されている。これらの知見は、ロコモーション技術の開発に貢献するものである。

VRにおけるロコモーションに関する研究は数多いが、座位姿勢によるロコモーション技術に特化し、その認知特性を明らかにした研究は少ない。高い座位ほどロコモーションの感覚提示に有利であり、低い座位から高い座位への立ち上がり動作を含めるとさらに有利であることを示した初の成果である。また、下肢への振動刺激が足の姿勢知覚に大きく影響することを示しており、ロコモーション感覚の増強につながる優れた成果と言える。これらの成果は著名な英文論文誌で刊行されており、学術的意義が認められている。

以上より、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。

氏名	萩森 大貴
----	-------

(最終試験結果の要旨)

令和5年2月9日、審査員全員出席のもと、修了予定者、萩森大貴氏に対して最終審査を行い、学位論文の内容に関して口頭試問を行った。

最終審査においては、令和4年12月22日の公聴会における発表を踏まえ、主に以下の事項について質疑応答がなされ、いずれについても明確な回答を得ることができた。また、学位論文においても質疑応答の内容が反映されていることが認められた。

- (1) Visual and Somatosensory Integration から Visual and Somatosensory Stimuli へのタイトルの変更について
- (2) 自己運動感の定義について
- (3) Vection から Perception of travel distance への用語の変更について

以上のことから、審査委員が合議した結果、萩森大貴氏は大学院博士後期課程修了者として、博士(工学)の学位を授与するに十分であると判断した。