

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	2021437	提出日	令和 5年 11月 29日
学生氏名	SCHIRM JOHANNES		
論文題目	Quantitative Evaluation of Subjective Experience in Virtual Reality VRにおける主観的経験の定量的評価に関する研究		
要旨			
<p>Virtual reality (VR) is a constantly progressing technology that essentially allows us to temporarily override the sensory input coming from actual reality. But with this, the range of controllable factors influencing subjective experience broadens. We are in need of new ways of connecting users' reactions back to the content that elicited them. I believe that in addition to directly asking users for their opinions, there is great benefit in analyzing their behavior and physiological responses. The foundation of this work is a review of the evaluation of subjective experiences, with a focus on (1) mental load and (2) sense of presence in VR. In addition to common quantitative measures like heart rate and continuous post-ratings, I propose the use of eye tracking (visual interface to VR) and electromyography (haptic interface to VR). First, an experiment was carried out that utilized eye tracking for identifying mental load during VR. The results indicated different response patterns in eye behaviors and subjective ratings of mental load. Next, an experiment was designed that utilized the same approach for identifying breaks in presence (BIPs). Presence is a particularly difficult subjective experience to evaluate, and with the definition we use, it is specific to VR. BIPs are anomalies in a VR experience that diminish the user's sense of presence. Finally, the "bipper" framework developed for Unity provides a structured approach to designing BIPs and recording quantitative data. These contributions not only make solid ground for the BIP research branch but also provide a framework general enough to be utilized for evaluating other subjective experiences not handled in this work, for example, attention or emotions.</p>			

(論文審査結果の要旨)

本論文は、バーチャルリアリティ (VR) におけるユーザの主観的体験の定量的評価という重要な課題を取り扱ったものである。本研究では、主観的体験の中でも精神的負荷と臨場感 (Presence) という 2 つの要素に着目し、それらを推定するために生体指標を計測するアプローチを提案している。本論文の主な成果は、以下の 2 点に要約される。

第一に、日本語と英語のリスニングタスクを用いて、VR を体験中のユーザの精神的負荷の推定を試みている。先行研究でよく用いられる瞳孔径、瞬目の頻度、固視の頻度等に加えて両眼の視線の交点の奥行きと対象物体の奥行きの差「焦点オフセット」を指標として用いることを提案し、これらの指標とユーザが感ずる精神的負荷の関連を調査している。その結果、精神的負荷が増加することにつれて、相対的な瞳孔径が増加しその分散が減少すること、固視の頻度が低下し、焦点オフセットが大きくなることなどを明らかにしている。

第二に、ユーザが感ずる臨場感を定量的に評価するために、ユーザの様々な生体指標や主観評価値をリアルタイムに記録するシステムを提案している。特に、VR の体験を構成する様々な要因やその品質と、臨場感の破綻 (Breaks in Presence) の関連を調査する研究を支援する、BIPPER と呼ぶ汎用的なフレームワークを提案している。BIPPER により、VR を体験中に視覚的品質を故意に下げるなどの様々なイベントを発生させた場合のユーザの応答を記録し、客観的データと主観的データの関連を調査することが可能となっている。実際に、BIPPER を用いてどのような実験を実施可能であるかを例示し、議論を展開している。

これらの成果は、VR 分野に顕著な貢献を果たすものである。以上より、本論文は博士 (理学) の学位論文として価値あるものと認める。