

## 令和 2 年度実績報告書

令和 3 年 3 月 10 日

公立千歳科学技術大学  
学長 川瀬 正明 様

公立千歳科学技術大学特別研究等助成要綱第 7 条に基づき、下記のとおり報告いたします。

報告者	所属	情報システム工学科	職名	教授
	氏名	小林 大二	ふりがな	こばやし だいじ
研究課題名	利用者の身体化に基づく仮想現実環境の有効性評価手法の開発			
本研究費による発表論文、著書など	国際会議 Human Computer Interaction International 2021 にて発表の予定			

## 研究成果報告

バーチャルリアリティ (VR) は入出力システム、シミュレーションシステムなどの要素が組み合わされたシステムによって作られ、ユーザとのインタラクションによってユーザに現実感が生じる。

一方、J. J. Gibson は「生態学的視覚論」において、動物としての人間は、物体の面の肌理の手掛かりによって、距離や物体の性質を視覚を通して無自覚的に把握できる生理的基質を有していることを説明している。VR 環境の場合、ヘッドマウントディスプレイ (HMD) には、対象物の人工的な肌理や現実環境とは異なる不自然な視覚情報が表示される。このため、ユーザが VR 環境を認識する場合、生理的基質に基づく視覚的な経験則を意識的に適用する必要が生じると考えられる。この点について Synofzki (2008) は、環境は ‘feeling of agency’ によって、無意識的・自動的に知覚されるが、複数の感覚様相に矛盾が生じるような場面では、その問題を意識的に判断しようとする ‘judgement of agency’ が働く。その結果、遠心性信号の発出に遅れが生じ、パフォーマンスが滞る現象が現れる。我々の先行研究では、この反応の滞りによる行動の遅れの大きさと、主観的な身体化感覚 (SoE: Sense of Embodiment) との関係性を明らかにした上で、VR 環境の視覚および力覚デザインの質を評価することを提案した。

なお、Kilteni et al. (2012) は、Sense of Agency (SoA: 運動主体感)、Sense of Body Ownership (SoBO: 自己所有感)、Sense of Self Location (SoSL: 自己位置感覚) の 3 つの感覚によって構成される SoE の概念を提唱している。これらの点について、現在の VR 環境について検討した結果、VR 環境では視点の高さと姿勢との関係性が物理環境の場合と異なるように感じられる場合が多い。例えば、立っている姿勢と座っている姿勢において、HMD に表示される環境は物理環境での姿勢の違いによる視点の高さの変化とは異なる。このような物理環境とは異なる視点の変化によって、対象物までの目測を誤る場面が生じ、「自身の体性感覚に基づき自身の身体位置を知覚する感覚」、即ち 自己位置感覚が低下する。

そこで本研究では、SoSL が低下した VR 環境内でのタスク遂行中に視覚と触覚の情報が一致しない場面での SoA の変化およびユーザの認知の特性を実験的に明らかにすることを目的とした。

被験者に与えたタスクは、物理空間の机の上に配置した 2 つのボタンを順番に 1 回ずつ手掌で押下するとした単純なものとした。被験者に装着した HMD 内にも机の上に 2 つのボタンが配置された物理空間と同様の仮想空間を表示した。この仮想空間では、被験者の正面に、ボタンの押下後に点灯するライトを空中に配置し、被験者に開始音が鳴動したらボタンを右手で押下し、さらに、ライトが点灯したら 2 番目のボタンを左手で押下させた。その後、仮想空間が暗転し、暫くして空間が明転してから同様のタスクを実行させた。ただし、5 回ごとに仮想空間内の右ボタンの位置を本来の場所から 10cm 手前に表示した。なお、各ボタンの押下信号は I/O ターミナル (CONTEC AIO-16082AY-USB) を通して PC で記録し、HMD (HTC VIVE Pro Eye) 内の VR 環境および実験の課題を提示するプログラムは、Unity および C# を用いて独自に作成した。なお、アナログ信号のノイズ低減回路は独自に作成した。

被験者は本学大学生 16 人とし、1 人あたりの試行回数は 60 回とした。なお、各被験者から、事前にインフォームドコンセントを得た。測定項目は、パーソナルコンピュータ (Lenovo Legion T730) 及びビデオカメラで記録した、ボタン押下までの所要時間および被験者の様子、さらに、実験終了後に実施した SoA および SoSL に関する質問紙への回答、さらに、実験者が聴取した被験者の実験に対する主観的意見である。

実験の結果、VR 環境内でボタンの位置が定位置から移動した試行があったことは、60 試行を終えるまでに、全ての被験者が視覚的またはボタンを押下したときにボタンが手掌に触れた部位によって認識できていた。この点について、ボタンを上手く押せなかった原因を訊いた結果、主に、被験者自身の問題と捉えた内部帰属の被験者は 6 人、環境に問題があると判断した外部帰属の被験者は 10 人であった。内部帰属と外部帰属の被験者の質問紙による SoA の平均スコアには有意差は見られなかったが、SoSL の平均スコアでは、危険率約 10% で内部帰属の被験者のスコアが高かった。

この結果より、対象物までの目測が難しい VR 環境でのタスクでは、自身のパフォーマンスが期待通りではなかったことに対する原因が自身の問題と捉える場合、環境に問題があると捉える場合のいずれにおいても、運動主体感 (SoA) には差は生じないが、環境に問題があると捉えた被験者の自己位置感覚 (SoSL) は低下する可能性が高いことが判った。すなわち、ユーザにとっての VR 環境の質、つまり、物理環境との視覚的な類似性が高く、物理環境と同様に正しいパフォーマンスが可能であることへの評価が、SoSL の評価に強く反映されたと言える。

従って、VR 環境の質を評価する場合、ユーザのパフォーマンスに対する帰属の対象が外部の場合、主観的な評価は有効である一方、内部の場合では、環境の質の問題が自身の心的・身体的問題にすり替えられ、主観的な評価の妥当性が低下する可能性があることが判った。

今後は、SoA および SoSL と被験者のパフォーマンス、つまり、タスクの所要時間との関係性について、構築した実験装置を用いて実験を継続し、検討する予定である。