

令和 3 年 6 月 16 日現在

機関番号：32689

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18K11411

研究課題名（和文）VR空間における拡張クロスモダリティの概念実証

研究課題名（英文）A proof-of-concept study of augmented cross-modality in VR space

研究代表者

河合 隆史（Kawai, Takashi）

早稲田大学・理工学術院・教授

研究者番号：90308221

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、VRにおけるヒューマンインタフェース/インタラクションの構築にかかわるアプローチとしてクロスモダリティに着目し、新たな概念として「拡張クロスモダリティ」を提案した。拡張クロスモダリティによって、VR空間で生じられる感覚・体験強度の増進やアプリケーションの明確化について、実証実験を通して様々な知見を得ることができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、拡張クロスモダリティを用いたVR空間における他者の感覚情報提示のアプリケーションとして、アスリートの技能習得に着目した。具体的には、アスリートの生体データを測定・提示する実験系を構築し、VRコンテンツ内での視線や動作の表現手法の有効性について、基礎的な知見を得ることができた。

研究成果の概要（英文）：In this study, the author focused on cross-modality as an approach to constructing human interface/interaction in VR, and proposed "augmented cross-modality" as a new concept.

Through the proof experiments, the author has obtained various findings about the enhancement of sensory and experiential intensity and the clarification of applications represented in VR space by augmented cross modality.

研究分野：先端メディアと人間工学

キーワード：バーチャルリアリティ クロスモーダル 人間工学

1. 研究開始当初の背景

クロスモダリティとは、感覚間の統合に伴う相互作用を意味し、ある感覚情報から他の感覚情報を補完する人間の知覚特性を指す。バーチャルリアリティ (VR) をはじめとしたヒューマンインタフェース/インタラクションの分野では、こうした人間の知覚特性を活用し、本来、呈示されていない感覚や体験を呈示するための技術アプローチの総称としても用いられている。

クロスモダリティは、VR におけるヒューマンインタフェース/インタラクションの新たなアプローチとしての活用が大いに期待される一方で、課題も存在する (下表)。

表 クロスモダリティにおける主な Pros and Cons

Pros	Cons
<p>所望する感覚情報の補完という特性から、従来のアプローチと比べ、システムの簡略化が可能であること</p>	<p>一種の錯覚であるという特性から、その感覚や体験の強度が十分でなく、個人差などの影響も大きいこと</p>
<p>温冷感や風感、味覚や嗅覚といった、従来のアプローチでは容易でない感覚呈示の可能性があること</p>	<p>クロスモダリティによって呈示される、感覚や体験のアプリケーションや有効性が明らかでないこと</p>

2. 研究の目的

本研究では、VR におけるヒューマンインタフェース/インタラクションの構築にかかるアプローチとしてクロスモダリティに着目し、新たな概念としての「拡張クロスモダリティ」を提案する。拡張クロスモダリティとは「所望する感覚や体験に伴う生体情報を、感覚刺激として表現・付加して呈示する」アプローチと定義する。

拡張クロスモダリティによって、VR 空間で生起される感覚・体験強度の増進やアプリケーションの明確化について、実証実験を通して検討を行うことが、本研究の目的である。

3. 研究の方法

(1) 初年度は、VR 空間における重さ感覚を対象として、拡張クロスモダリティのアプローチによる実験系を構築し、実証実験を行った。具体的には、力をこめているときの生体情報を分析・変換・表現することで、所望とする感覚や体験に及ぼす影響について検討した。

われわれが力をこめる際の生体情報の変化として、筋肉の緊張に伴うけいれん様の運動や、心拍数の上昇、顔面の紅潮などの生起を挙げることができる。そこで拡張クロスモダリティのアプローチとして、こうした筋肉の緊張に伴う生体情報の変化を、把持するコントローラの振動や、VR ヘッドセットで呈示される手の CG モデルの色変化や心音に変換・表現した。

(2) 次年度は、他者の生体情報や周囲環境を計測し、感覚情報として表現する「憑依」様体験の実験系の構築に取り組んだ。憑依する他者としてフェンシング選手を選定し、まず、VR カメラに向かってシャドーフェンシングを求めた。次に、その様子を VR 空間に再現し、当該選手に自身との対戦を求め、その間の生体情報を測定した。具体的には当該選手の頭部や視線、手や腕の動き、心拍を測定するとともに、試合中の周囲環境の見え方や音の聞こえ方の主観的な変化に

ついてインタビューを行った。さらに、得られたデータを分析・統合し、VR コンテンツとして体験可能なフォーマットに変換することで実験系を構築した。

(3)最終年度は、前年度に構築したコンテンツを対象として、実証実験を行った。具体的には、コンテンツ内での感覚情報の表現に用いた、注視点のマーキングの効果と、VR 空間内の参加者の前腕に選手の動きを合成する効果を検討する、二つの実験を行った。

4. 研究成果

(1)初年度の実験の結果から、ほとんどの参加者が力み感の増大を体験し、さらに実際にコントローラを握る力や握り方が変化することも確認されたことから、当該アプローチの有効性を認めるに至った。このことは、クロスモダリティの課題である錯覚強度の不足を解決する可能性を示している。

(2)次年度に構築した実験系では、参加者がヘッドセットを装着すると、眼の前にフェンシング選手が立っており、試合が始まると VR 空間の中で剣を持った自身の手と測定した選手の動きが徐々に混在していき、重畳表示された注視点が参加者の視線を選手の視線に近似させるよう誘導する。その他、視野の狭窄や心拍の上昇など映像・音響によるエフェクトによって、対戦中のアスリートの生体情報や周囲環境の変化を表現した(右図)。

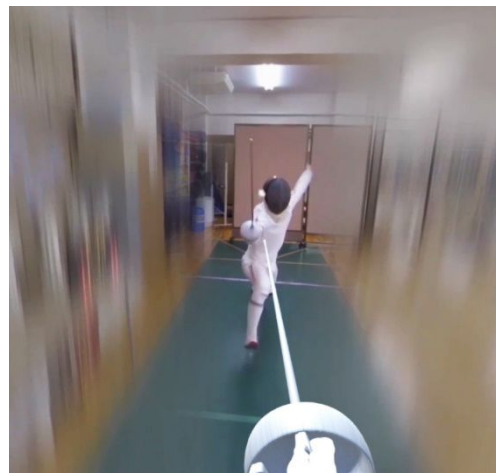


図 参加者の視界の例

(3)最終年度に実施した実証実験の結果から、まず、注視点のマーキングの効果に着目した実験からは、マーキングによって、参加者の視線が選手の注視点の近傍に有意に誘導されることが分かった。一方、参加者の前腕に選手の動きを合成する効果に着目した実験からは、VR 空間内の参加者の前腕に選手の動きを合成しても、身体所有感や運動主体感に変化はみられず、一部の参加者に類似した前腕の動きが誘発されることが示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 伴地 芳啓, 竹永 羽, 河合 隆史	4. 巻 26 (3)
2. 論文標題 アスリートへの憑依体験を意図したVRコンテンツの試作と評価	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本バーチャルリアリティ学会論文誌	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Hirao Yutaro, Kawai Takashi	4. 巻 62
2. 論文標題 Augmented Cross-modality: Translating the Physiological Responses, Knowledge and Impression to Audio-visual Information in Virtual Reality	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Imaging Science and Technology	6. 最初と最後の頁 60402 ~ 1-60402-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2352/J.ImagingSci.Technol.2018.62.6.060402	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Y. Banchi, T. Kawai
2. 発表標題 Evaluating user experience of different angle VR images
3. 学会等名 Electronic Imaging 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Y. Banchi, T. Kawai, K. Yoshikawa
2. 発表標題 Evaluating user experience of 180 and 360 degree images
3. 学会等名 Electronic Imaging 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

クロスモーダルフェンサー体験
<https://www.waseda.jp/inst/tokyo/news/2020/04/03/2370/>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------