

身体スキーマの操作によるテレプレゼンス追体験の研究開発 (141203019)

Telepresence reliving experience by body schema manipulation

研究代表者

池井 寧 首都大学東京

Yasushi Ikei Tokyo Metropolitan University

研究分担者

広田光一[†] 北崎充晃^{††}

Koichi Hirota[†] Michiteru Kitazaki^{††}

[†]電気通信大学 ^{††}豊橋技術科学大学

[†]University of Electro-Communications ^{††}Toyohashi University of Technology

研究期間 平成 26 年度～平成 28 年度

概要

本研究開発の目的は、遠隔の観光地などを歩行している人の体験を臨場感高く別の場所で追体験する技術を開発することである。このためには、遠隔地の環境の視覚情報と、運動している身体感覚の両者を追体験者に再現することが必要である。追体験者は、先行実体験者と同じ身体運動をするわけにはいかないので、身体状態知覚の操作が必要である。本研究では、着座している追体験者の身体を外的に駆動することで、遠隔地にいて歩行している体験を作るシステムを開発した。屋外を歩行することを前提に、ウェアラブルセンサを用いる手法とカメラで追跡する手法を構築した。遠隔環境の映像を2眼の全天球カメラで撮影するシステムを開発し特許出願（国内、PCT 国際）した。追体験者に身体運動感覚を提示するために、下肢、上肢、皮膚、前庭感覚に刺激を提示するシステムを構築した。これらによる身体感覚を定量化し、身体スキーマを適切に変更する刺激量を求めた。これらの要素技術に基づいて、テレプレゼンス追体験旅行システムを試作した。Head Mounted Display(HMD)と足底振動による簡易型と、HMD 全天球視覚、立体音響、前庭感覚・固有感覚・皮膚感覚の表現を用いる多感覚全身型で、旅行者の追体験を可能とした。

1. まえがき

本研究では身体運動の感覚を遠隔で追体験する技術の開発を目的とした。追体験とは、他者（実体験者）の体験をあたかも自身（追体験者）が能動的に体験したかのように感じることであり、遠隔の実体験者から追体験者に実時間で体験を伝達する仕組みをテレプレゼンス追体験と呼ぶ。身体運動や感覚刺激から体験としての認識を生じる過程（身体メディア）の伝達特性を解明することで、追体験者が実体験者（旅行ガイド、一般参加者）の旅行地での身体運動感覚と同様の体験を得られるシステムを開発した。

2. 研究開発内容及び成果

(a) 実体験者の身体の運動を計測し、環境の映像記録・伝送するシステムを構築した。実体験者の身体に取り付ける運動センサ（図 1）および移動光学式センサを開発し、これにより歩行運動を計測し、その情報によりアバターをリアルタイムで運動させることができた。全天周映像提示システム、前庭感覚ディスプレイ、上肢・下肢固有感覚ディスプレイ、皮膚感覚ディスプレイ、気流ディスプレイ、電気刺激ディスプレイを新たに開発した。それらによる歩行感覚の生起特性を計測することにより、着座したユーザの身体スキーマの操作に必要な受動的刺激量を明らかにした。

全天周の立体映像を取得提示可能なテレプレゼンスカメラシステム（図 2）を新規に開発した。本システムの特徴は、ユーザが見まわし動作を行った際に、映像が提示される Head Mounted Display (HMD) の回転に応じてカメラヘッドが回転するが、光軸を一定とする機構により、映像ぼけがほとんど発生しないこと（図 3 左）、遠隔地通信の遅延が存在する場合でも、遅延するのは視差情報だけとなるため、映像酔いが抑制される（図 3 右）ことである。全天周のリアルタイム立体視が可能なカメラのオリジナ

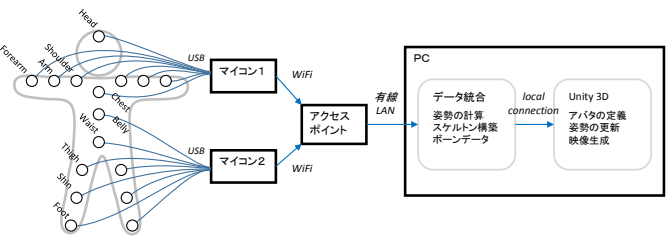


図 1 加速度計によるウェアラブル運動計測系図

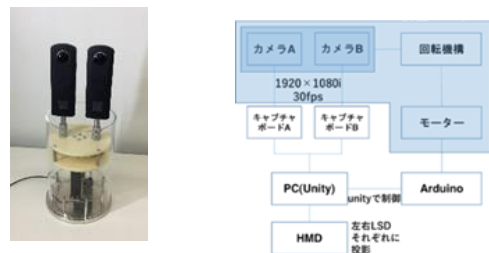


図 2 全天球立体映像伝送テレプレゼンスカメラシステム

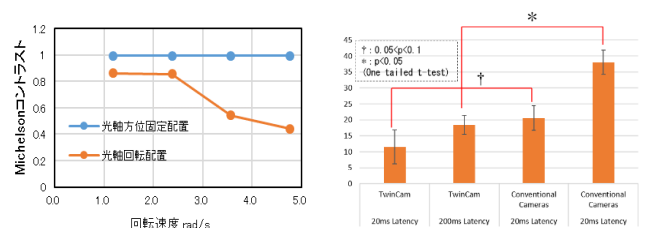


図 3 映像ぼけ (左) および映像酔い (右) の通常型光軸回転カメラとの比較

リティは高く、PCT 国際特許出願の国際調査報告で高い評価を得た。

アバターの運動と同期して、五感シアターの前庭感覚ディスプレイ、下肢固有感覚ディスプレイ、上肢固有感覚ディスプレイ、皮膚感覚ディスプレイ、気流ディスプレイ、筋腱電気ディスプレイを統合して駆動することにより、受動的運動刺激提示で歩行感覚を臨場感高く提示することができた。

(b) 全天周映像提示を含む歩行感覚表現の受動的刺激を、能動的な手の振りによって制御することにより、歩行感覚および身体所有感を高めることができることを示した。アバターの提示を一人称または三人称で行うことにより、アバターがない場合に比して映像酔いを低減できることを示した。
 (c) 全天周映像と多感覚提示による追体験旅行システムを試作した。低解像度版の構成では、音声対話を含むリアルタイムの全天周映像提示による遠隔体験を実現した。高解像度全天周映像版では、6台の高解像映像をオフラインで8Kの全天周映像に変換し、図4の五感シアターにより、多感覚提示を行った。バーチャルリアリティ学会の技術展示参加者80名による評価で、現地トロント(図5)に近い74ポイントのきわめて高い臨場感評価を得た。一方で、高解像アバター(図6)提示と多感覚提示により、8Kの高解像映像にもかかわらず、映像酔いは6ポイントと非常に低く抑制することができた。

旅行地に知人のガイドアバターの提示することにより、現地での共有感を高められることを示唆した。

3. 今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取り組み

本研究では遠隔地の活動の追体験を実現するための基礎技術が多数実現されたが、社会実装としては、追体験旅行システムを次の分野で実用化することがあげられる。旅行会社、病院、博物館などで、臨場感のあるバーチャル旅行体験を提供することにより、新たな旅行の提案、入院患者への娯楽の提供、リハビリへの応用、博物館における遺跡などのリアリティの高い体験による学習機会の提供などが考えられ、これらの実現に取り組む。

本研究で中心的仮説としている身体のバーチャル化は、人間が時空を超えてサイバー空間と結合するために必要であり、学術的にも重要な課題を多く残す目標であり、引き続きその実現に向かって努力する。遠隔地の臨場感体験(テレプレゼンス)に不可欠なリアルタイム全天球立体視伝送システムは、ACM Siggraph 2017 Emergent Technologies およびデジタルコンテンツ Expo 2017、Innovative Technologies+において採択され、高く評価されており、今後さらに機能を高めると同時に多方面における実用化を図る考えである。

4. むすび

テレプレゼンス追体験は、本質的には極めて応用範囲が広い技術であり、時空間を超えて暗黙知を伝えることで我国の持続的発展に不可欠な人的資源の拡張に貢献できると考えている。本研究の展開を引き続き進める予定である。

【誌上发表リスト】

- [1] Yasushi Ikei, Koichi Hirota, Tomohiro Amemiya and Michiteru Kitazaki, "Five Senses Theatre: A multisensory display for the bodily Ultra Reality", Emotional Engineering Vol.4, (Ed.) Shuichi Fukuda, Springer, June 2016.



図4 五感シアターによる旅行追体験提示



図5 トロント・ナイアガラ提示画像例



図6 実験参加者の高解像アバター

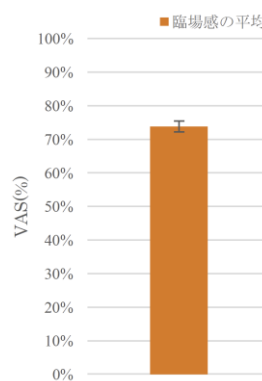


図7 臨場感評価値

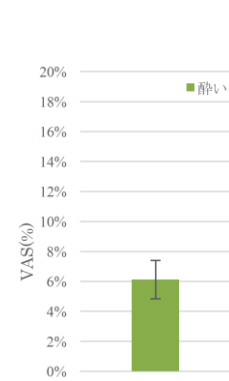


図8 映像酔い評価値

- [2] Kento Tashiro, Toi Fujie, Yasushi Ikei, Tomohiro Amemiya, Koichi Hirota, and Michiteru Kitazaki. 2017. TwinCam: Omni-directional Stereoscopic Live Viewing Camera for Reducing Motion Blur during Head Rotation. In Proceedings of SIGGRAPH '17 Emerging Technologies, Los Angeles, CA, USA, (July 30 - August 03, 2017)

- [3] 雨宮智浩、池井 寧、広田光一、北崎充晃、“歩行を模擬した足底振動刺激による身体近傍空間の拡張”、日本バーチャルリアリティ学会論文誌、Vo. 21、No. 4、pp.627-633, 2016

【申請特許リスト】

- [1] 池井寧、田代研人、撮影装置、日本、平成 28 年 12 月 27 日、国内特許出願 (特願 2016-253291)
 [2] 池井寧、田代研人、撮影装置、国際特許 PCT 出願、平成 29 年 2 月 13 日 (PCT/JP2017/ 5161)

【受賞リスト】

- [1] 田代研人、藤江終生、池井 寧、雨宮智浩、広田光一、北崎 充晃、Innovative Technologies+2017 表彰、“TWINCAM: 全天周リアルタイム立体視テレプレゼンスシステム”、平成 29 年 10 月 27 日
 [2] 雨宮、池井 寧、広田光一、北崎充晃、日本バーチャルリアリティ学会論文賞、“歩行を模擬した足底振動刺激による身体近傍空間の拡張”、2017 年 9 月 28 日

【報道掲載リスト】

- [1] “進化 あり得ないところを体験 VR 最前線”、中京テレビ キャッチ!、2016 年 10 月 13 日