

令和元年6月12日現在

機関番号：34315

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K00288

研究課題名(和文) 多様な体験形態の複合による多人数参加型複合現実感エンタテインメントの基盤研究

研究課題名(英文) A study on multi-participant entertainment framework based on various mixed reality displays

研究代表者

大島 登志一 (Ohshima, Toshikazu)

立命館大学・映像学部・教授

研究者番号：40434708

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)：本課題では、現実環境とバーチャル環境とを融合して体験することのできる複合現実感(MR)技術を多様なディスプレイ形式で主にエンタテインメント分野に応用する研究に取り組んだ。MRディスプレイ形式として 対象物自体をディスプレイとするフィジカルMRディスプレイ形式、環境をディスプレイとする投影形式、HMDによる主観視点形式の3種類を適用し、併せて多感覚性と身体性を用いたユーザインタフェースで体験を拡張し、現実環境とバーチャル環境との融合による体験の増強をおこなった。エンタテインメント性を活かした学習用教材への活用にも対象の幅を広げ、理科とくに生物学や生態系の学びへの適用などを実現した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

教育応用も含む広い意味でのエンタテインメントに複合現実感(MR)技術を適用し、多様な形式のMRディスプレイと実世界指向インタフェースを導入することによって、体験や表現に応じた形式の現実環境とバーチャル環境との融合体験を実装する枠組みを構築した。デジタルな対象をフィジカルな空間に具現化し、あるいは逆にフィジカルな対象をデジタル化するという、デジタルとフィジカルとの間の往還により、新たなMR型教材への展開の可能性を示した。生態系学習シミュレータ、多感覚的なMR模型教材、書籍形式のMR型教材、実世界指向プログラミング学習システムなど、各形式の特長を活かした応用の原型を示すことができた。

研究成果の概要(英文)：Purpose of this study is to develop new technical platform for creation of mixed reality (MR) entertainment and educational tools with wide range of display styles of MR; the first one is a head-mounted display, which enables first-person view. The second is a projection-based scheme, which makes a physical environment into MR space. And the third is a physical MR display, which replaces physical counterparts in the real environment with MR devices. In addition to that, multimodal, natural and physical user interfaces augment the experience through the MR devices. Developed systems shown promised possibility to be deployed into not only entertainment but also educational area. Especially an educational system of ecosystem simulation replaces physical instruments with digital devices while keeping reality of experiments in a laboratory. On the other hand, a programming learning tool with a tangible interface bridges the gap between physical experience and creation of program logic.

研究分野：複合現実感

キーワード：EdTech 教育応用 プログラミング教育 バーチャル教材 生態系シミュレーション

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

「複合現実感」は、現実空間に仮想空間の情報を実時間で融合し、ユーザにその融合した感覚を提示する技術である。昨今、家庭用ゲーム機、カメラつき携帯端末やタブレット端末の高機能化と普及などに伴い、その表示画面上にカメラで観察した現実風景に CG(Computer Graphics)で情報を付加提示するサービスやゲームなども流通してきた。コンピュータビジョンによる位置合わせ技術や3次元空間再構築技術も進展してきており、個別の要素技術は実用性が高まっている。

元来、複合現実感、実世界を基盤として何らかのデジタル情報を重畳提示する「拡張現実感」から、仮想空間のみで構築される世界を没入体験する「人工現実感」まで、幅広く包含する概念として提唱された。しかしながら、上記のような状況もあり、ハンディな端末の表示画面やテレビあるいはパソコンのモニタ上に合成画像を表示する技術や仕組みが「拡張現実感」として普及しつつある一方で、「複合現実感」も同義として狭義に解釈されることも少なくない。

複合現実感では、据え置き型表示装置や手持ち型表示装置だけでなく、頭部装着型表示装置(Head-Mounted Display; 以下 HMD)による主観視点体験を包含するが、カメラ付き携帯端末などの普及が進む一方で、現実空間と仮想空間とを合成提示する機構を備えた複合現実感用の HMD がいまだ特殊な装置である状況もあった。そのため、そのような HMD を用いたシステムの実利用は、HMD でしか実現できない主観視点体験による、実際に近いスケール感や実在感を特に必要とする研究や業務用など、特殊な用途に限られている現状にあった。この状況の解決にあたり、本研究計画の独創的な着眼点は、主観視点型 MR システムそのものに取り組むだけでなく、HMD ユーザの体験をより多くの他のユーザが共有できる仕組みを多面的に研究するアプローチとした。

2. 研究の目的

本研究では、複合現実感システムの主に一般向けの展示応用に関し、頭部装着型表示装置(HMD)を用いた主観視点体験を主として、HMD 体験者だけでなく、周囲で展示を視聴するより多くの人々を含めて複合現実感体験レベルの向上を目指す。形式の異なる視覚ディスプレイや感覚体験の積極的な併用により、多様な複合現実感レベルと没入感の体験を混在させ、複数の体験者全体の複合現実感空間の共有感を増強する。具体的には、エンタテインメントを想定した実利用面に重点を置き、システムへのユーザの関わり方を実際の展示運用において分析し、コンテンツのデザインや表現上の課題と、ユーザインタフェースを中心とする技術上の課題の両面から取り組む。総合的な視点から複合現実感システムの実利用化を促進することを目的とし、制作開発の体系化を目指す。本研究の特色は、複合現実感の機能要素を実現する技術単体の高度化より、実運用を前提に、実際の制作・開発・運用で直面する諸課題に対し多面的に取り組む点にある。実際の応用領域の開拓と制作・開発層の拡大を連動して進める点も独創的であり、複合現実感技術の実用化・普及を促進するとともに、当該研究分野において新たな目標設定へと循環しうると期待される。

3. 研究の方法

技術的課題に関して、各ユーザ分類での体験に適したディスプレイやユーザインタフェースを明らかにしていく。視覚ディスプレイについては、コンテンツデザイン上の課題とは不可分と考えられ、ユーザ分類と視覚ディスプレイの特質とを踏まえた映像表現技法とも連動させながら、異なる形式の複合利用に取り組んでいく。下記5種類の形式をシステムで選択的に併用することを検討する。すなわち(a)ビデオスルーHMDによる没入的主観視点型MR (b)広視野立体スクリーンによる遠隔型MR (c)標準的なモニタやプロジェクタによる客観視点型MR (d)実世界に直接映像を投影する実世界指向のプロジェクション型MR (e)手持ちディスプレイによるハンドヘルド型MRの5種類である。ユーザインタフェースに関して、身体性を活かしたジェスチャ型インタフェースと実世界指向のフィジカルMRディスプレイの二つを中心に研究を進めていく。技術研究協力、コンテンツ制作協力、企業連携の3つの協力関係による研究実施体制により、4種の視覚ディスプレイを併用した事例開発と展示実験を行い、それによる知見の収集・分析を実施する。本研究のプロセスは、(a)各ユーザ分類における複合現実感体験の分析、(b)複合現実感応用システムの事例蓄積、(c)技術上の課題研究、(d)コンテンツ制作上の課題研究、(e)カリキュラム開発・試行であり、それらを循環的に接続しつつ、段階的に深化・高度化を行う。課題期間1年度目、事例開発を中心に各課題について一巡する。また、最終成果の形式を想定した中間報告版を作成する。課題期間2年度目以降、事例開発を重ね、精緻化・実用性の検証を行う。

4. 研究成果

本課題では、現実環境とバーチャル環境とを融合して体験することのできる複合現実感(MR)技術を多様なディスプレイ形式で主にエンタテインメント分野に応用する研究に取り組んだ。MRディスプレイ形式として対象物自体をディスプレイとするフィジカルMRディスプレイ形式、環境をディスプレイとする投影形式、HMDによる主観視点形式の3種類を適用し、併せて多感覚性と身体性を活かしたユーザインタフェースで体験を拡張し、現実環境とバーチャル環境との融合による体験の増強をおこなった。エンタテインメント性を活かした学習用教材への活

用にも対象の幅を広げ、理科とくに生物学や生態系の学びへの適用などを実現した。

教育応用も含む広い意味でのエンタテインメントに複合現実感（MR）技術を適用し、多様な形式の MR ディスプレイと実世界指向インタフェースを導入することによって、体験や表現に応じた形式の現実環境とバーチャル環境との融合体験を実装する枠組みを構築した。デジタルな対象をフィジカルな空間に具現化し、あるいは逆にフィジカルな対象をデジタル化するという、デジタルとフィジカルとの間の往還により、新たな MR 型教材への展開の可能性を示した。生態系学習シミュレータ、多感覚的な MR 模型教材、書籍形式の MR 型教材、実世界指向プログラミング学習システムなど、各形式の特長を活かした応用の原型を示すことができた。これらは、主に以下の 4 つの事例開発に代表して示される。

(1) 生態系学習システム (MitsuDomoe, Tactile Microcosm of ALife): 理科教育については、PC やタブレットなどのデジタル教材が普及しているが、本件は、実際の実験器具などのフィジカルな環境と VR/MR の融合を特長とする。この取り組みでは、フィジカルな実験学習環境の一部をデジタル化することで、身体的な体験を維持しながら、その利便性の向上と学習内容の情報強化をおこなう。本件では、生物分野を対象として、生命活動のシミュレーションやバーチャルな生体を使った解剖などに展開することもできる。また、こうした MR 型実験装置だけでなく、実験を周囲で観察する同じ班の生徒、教室内の他の生徒、指導をする教員にも MR 空間が共有できるよう、投影型など他の複数のインタフェースを併用した。図 1 に、開発したバーチャル生態系シミュレータを示す。このプロトタイプでは、シャーレやピペットといった実際の器具を使いながら、デジタルな生命体で構成される生態系の挙動を学ぶことが出来る



図 1 生態系学習システム

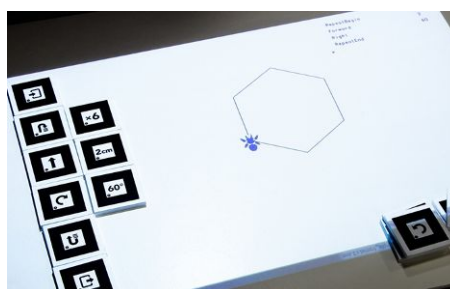


図 2 プログラミング学習システム

(2) プログラミング教育においては、S. Papert(MIT)の Logo Turtle(1972)をはじめ、J. Maloney(MIT)らの Scratch(2010)やそれと連携してロボット動作をタスクとするなどの目立った進展がある。本研究では、一般化したプログラミング概念の教育ではなく、C 言語など実際のプログラミング言語との接続性を重視することとする。すなわち、多くのプログラミング学習についての研究は、必ずしも実際にプログラミング言語を駆使してプログラムが書けることを目指しているわけではなく、プログラミングへのイントロダクションとして、ロボットやグラフィックスへのフィードバックをタスクとして、構文的なエラーを排除した特殊なプログラミング環境であり、汎用的・実際的なプログラムを書けるようにすることを必ずしも目的とするものではない。本件では、(1)の理科教育とは逆の指向として、デジタルな対象であるプログラムコードをフィジカルな対象として扱えるようにし、教育者と学習者、あるいは学習者同士が対話しながら、プログラミングを体感しながら学習することができることを実現した。実世界指向インタフェースを採用し、キーボードやマウスなどコンピュータを直接使うというインタフェースではなく、カード型のタンジブルなインタフェースによってプログラムの基本的な概念を学習し得るものとした。図 2 に、開発した AR カードとプロジェクションを併用したタンジブルなプログラミング学習ツール Code Weaver の様子を示す。

(3) 多感覚型 MR 教材システム HaptoBOX は、マーカとアクチュエータ類を備えて手に持つ箱型のデバイスであって、MR による視覚体験と同期して力触覚・音響・振動の提示を行うものである。拍動する心臓や、航空機などの稼働状態における振動の体感などのコンテンツを実装し、生物教育や医療・産業にも展開できる可能性を国内外の学会で示した。開発した人体構造学習システムを図 3 に示す。この図では、フィジカルなキューブ型のマーカの内部に CG で心臓が提示されており、CG の拍動とともに音と、手にソレノイドなどによる鼓動感が伝わるといったものである。こうしたインタフェースによって、各応用システムにおける MR 体験の増強を実現する。

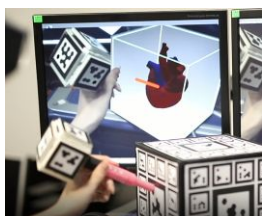


図3 多感覚型MR教材システム HaptoBOX

(4)図4に示す書籍型MR教材システム(MR Book)では、書籍をMRで増強するものであり、インタフェースの改良、コンテンツ制作のワークフロー整備など、実用性を重視して取り組みを行った。コンテンツとして、生物学教育を想定し「海洋生物図鑑」「脳」「地球の構造」を実装し、国内外の学会だけでなく、小学生や家族連れを含む一般参加者も訪れる展示会でも評価実験を行った。

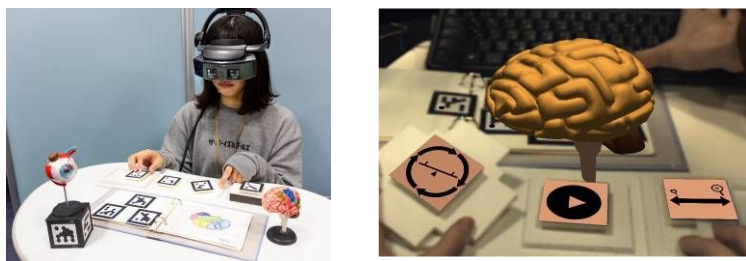


図4 MR Book

本研究では、上記のように事例開発を重ねるとともに、国内外での発表展示を重点的に行った。これらは、研究的な文脈での発表だけでなく、一般のユーザからのフィードバックが得られることを重視した。さらに、これらの成果は、小学校や医学分野の麻酔科および集中治療科の学会においても成果発表をおこない、教育・医療関係者との意見交換から、エンタテインメントを越えて、教育や人の健康に関わる応用にも展開しうる可能性を示すことができた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 10 件)

木川貴一郎、大島登志一、HaptoBOX: 複合現実体験を増強する多感覚型インタフェースの研究 (1) デバイスの試作、情報処理学会インタラクショナル2019 論文集、査読なし、2019、846 - 849

山内稀恵、大島登志一、MR Book: ミクストリアリティによるインタラクティブ図鑑の制作 (1) ユーザインタフェースの検討、情報処理学会インタラクショナル2019 論文集、査読なし、2019、290 - 293

Toshikazu Ohshima, Tsukasa Sumizono, Tactile microcosm of ALife: interaction with artificial life by aerial mixed reality display, Proceedings of SIGGRAPH Asia 2018 Posters, Article No. 53, 査読有, 2018

DOI: 10.1145/3283289.3283357

Toshikazu Ohshima, Tactile Microcosm of ALife: Haptic Interaction with Artificial Life by Aerial Mixed Reality Display, VRIC'18: Proceedings of the 2018 Virtual Reality International Conference 2018 - Laval Virtual, 査読有, 2018

DOI: 10.1145/3234253.3234320

坂本恋、大島登志一、MR Code Weaver: 投影型ミクストリアリティによるタンジブルなプログラミング学習ツール、情報処理学会インタラクショナル2018 論文集、査読なし、2018、895 - 899

Toshikazu Ohshima, Kenzo Kojima, MitsuDomoe: Ecosystem Simulator of Virtual Creatures in Mixed Reality Petri Dish, Proceedings of ACM SIGGRAPH ASIA 2017 Posters, Article No. 32, 査読有, 2017

DOI: 10.1145/3145690.3145742

Toshikazu Ohshima, Kenzo Kojima, MitsuDomoe: Ecosystem Simulation of Virtual Creatures in Mixed Reality Petri Dish (2), Proceedings of ACM SIGGRAPH 2017 Posters, Article No. 24, 査読有, 2017

DOI: 10.1145/3102163.3102198

Toshikazu Ohshima, Kenzo Kojima, MitsuDomoe: Ecosystem Simulation of Virtual Creatures in Petri Dish, VRIC'17: Proceedings of the 2017 Virtual Reality International Conference, 査読有, 2017

DOI: 10.1145/3110292.3110295

小島健三、大島登志一、MitsuDomoe: バーチャル生態系の捕食連鎖シミュレーション体験システム (第1報) 情報処理学会インタラクショナル2017 論文集、査読なし、2017、872 - 875

Toshikazu Ohshima, Ryuki Shibata, Hotaru Edamoto, Nozomi Tatewaki, Virtual ISU: Locomotion Interface for Immersive Virtual Reality Experience in Seated Position (1), Proceeding of SA '16 SIGGRAPH ASIA 2016 Posters, Article No. 18, 査読有, 2016

DOI: 10.1145/3005274.3005302

〔学会発表〕(計 14 件)

Kiichiro Kigawa, Toshikazu Ohshima, HaptoBOX: Multi-sensory Interface for Physical

Mixed Reality Experience, Laval Virtual 2019 ReVolution, 2019

Sakamoto Ren, Toshikazu Ohshima, Code Weaver: Programming Learning Tool with Tangible User Interface, Laval Virtual 2019 ReVolution, 2019

木川貴一郎、大島登志一、HaptoBOX: 複合現実体験を増強する多感覚型インタフェースの研究 (1) デバイスの試作、情報処理学会シンポジウム インタラクショナル 2019、2019

山内稀恵、大島登志一、MRBook: ミクストリアリティによるインタラクティブ図鑑の制作 (1) ユーザインタフェースの検討、情報処理学会シンポジウム インタラクショナル 2019、2019

大島登志一、集中治療における複合現実感技術の可能性を考える、第 46 回日本集中治療医学会学術集会、特別講演・展示発表、2019

Toshikazu Ohshima, Tsukasa Sumizono, Tactile microcosm of ALife: interaction with artificial life by aerial mixed reality display, ACM SIGGRAPH Asia 2018 Posters, 2018

大島登志一、ミクストリアティ/バーチャルリアリティの臨床医学応用の可能性を探る、日本麻酔科学会第 65 回学術集会、特別講演・展示発表、2018

Toshikazu Ohshima, Tactile Microcosm of ALife: Haptic Interaction with Artificial Life by Aerial Mixed Reality Display, Laval Virtual 2018 ReVolution, 2018

坂本恋、大島登志一、MR Code Weaver: 投影型ミクストリアリティによるタンジブルなプログラミング学習ツール、情報処理学会シンポジウム インタラクショナル 2018、2018

Toshikazu Ohshima, Kenzo Kojima, MitsuDomoe: Ecosystem Simulator of Virtual Creatures in Mixed Reality Petri Dish, ACM SIGGRAPH ASIA 2017 Posters, 2017

Toshikazu Ohshima, Kenzo Kojima, MitsuDomoe: Ecosystem Simulator of Virtual Creatures in Mixed Reality Petri Dish (2), ACM SIGGRAPH 2017 Posters, 2017

Toshikazu Ohshima, Kenzo Kojima, MitsuDomoe: Ecosystem Simulation of Virtual Creatures in Petri Dish, Laval Virtual 2017 ReVolution, 2017

小島健三、大島登志一、MitsuDomoe: バーチャル生態系の捕食連鎖シミュレーション体験システム (第 1 報) 情報処理学会シンポジウム インタラクショナル 2017、2017

Toshikazu Ohshima, Ryuki Shibata, Hotaru Edamoto, Nozomi Tatewaki, Virtual ISU: Locomotion Interface for Immersive Virtual Reality Experience in Seated Position (1), ACM SIGGRAPH ASIA 2016 Posters, 2016

6 . 研究組織

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。