

令和 4 年 9 月 6 日現在

機関番号：17201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K03033

研究課題名(和文) 現実と仮想空間を融合する遺産・遺跡等屋外展示用モバイル型MR,SR教材の開発

研究課題名(英文) Development of mobile MR and SR teaching materials for outdoor exhibitions such as heritage and archaeological sites that fuse reality and virtual space

研究代表者

中村 隆敏 (Nakamura, Takatoshi)

佐賀大学・芸術地域デザイン学部・教授

研究者番号：70509786

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は世界遺産や古墳、城跡、窯跡等の国内に現存する歴史的、文化的な価値を持つ屋外における学習資産展示場において、専用タブレットやHMDを装着し移動しながら、XR環境として現実空間情報と仮想空間情報を融合させ、学習対象を学びながら体験できる教材の開発である。開発方法として地域連携として、自治体、企業、大学による遺産・遺跡等展示用VR,AR,MR教材の開発を行う中で、アイデア創出から事業化まで学生も参画可能なPBLによりコンテンツ開発の実践力を高めることができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は屋外遺産遺跡の空間情報として足りない部分をMRを用い、鑑賞者の意識もしくはその感覚を仮想の空間に没入させることによって、疑似体験を提供できた。今後は、そのリアリティーを高めるために、鑑賞者の感覚と仮想空間の連関を深め精度を高めることが重要となる。時間や空間を超え、あたかもそこにいるかのような経験をもたらすことができれば体験施設へのリピート率も高くなり、更に学習の深化や動機付けになるだろう。

研究成果の概要(英文)：We have developed teaching material content using XR for outdoor historical heritage museum through regional collaboration. Companies and universities collaborate to create ideas and commercialize them. We were able to improve the practical ability of content development.

研究分野：映像デザイン、教育工学

キーワード：VR MR SR 教材開発 遺産・遺跡

1. 研究開始当初の背景

本研究は世界遺産や遺跡、史跡、古墳、城跡、窯跡等の国内に現存する歴史的、文化的な価値を持つ屋外における学習資産展示場において、専用 HMD（ヘッドマウントディスプレイ）を装着し移動しながら、MR,VR 環境として現実空間情報と仮想空間情報を融合させ、映像として違和感なく過去と現在を結びつけ、学習対象を学びながら体験する教材開発である。

国内においては縄文、弥生時代から繋がる古墳や壁画、文化歴史的に重要とされた神社、仏閣跡地や城跡、さらに世界遺産や遺跡、史跡、戦争遺産に指定される建造物跡地が相当数に上る。また、陶磁器窯跡や紡績工場跡などが再開発で街並みに変わってしまい跡形そのものがなくなった貴重な過去の遺跡も多い。このような屋外展示教材は、事前の学習情報を持つか現地に赴き設置パネル等の解説情報を得る等の形態しか持ちえなかった。

生涯学習において、屋外の現実空間で五感を活用し本物を確認することは大切なことである。しかし、赴いた行為のみで終わってしまい、観光情報以上の学習情報を得ることができていない現状もある。本研究は屋外遺産遺跡の空間情報として足りない部分を CG で補完し、リアルタイムに当時の姿を再現し、鑑賞者が動くことに追随する。屋外展示環境において MR,VR は、鑑賞者の意識もしくはその感覚を仮想の空間に没入させることによって、疑似体験を提供できる。そのリアリティーを高めるために、鑑賞者の感覚と仮想空間の連関を深め精度を高めることが重要となる。時間や空間を超え、あたかもそこにいるかのような経験をもたらすことができればリピート率も高くなり、更に学習の深化や動機付けになる。

2. 研究の目的

(1) 概要

近年、博物館や科学館等における体験型学習の方策として、VR（Virtual Reality：仮想現実）や AR（Augmented Reality：拡張現実）による学習支援教材が普及してきた。没入型や学習情報支援として一定の成果を納めているが、屋内における教材が多数を占め、屋外における MR（Mixed Reality：実写と CG の合成による複合現実）の教材はまだ少ない。

また、多言語化や年齢に応じた学習内容へのニーズも高い。そこで、本研究では、屋外展示の回遊において体験型学習展示教材の質的向上と専用 HMD（ヘッドマウントディスプレイ）による実写映像と CG 映像をハイブリッドに体感できるモバイル型 MR 学習教材の開発を目指す。これにより、現実空間情報と仮想空間情報を融合させ、しかも映像として違和感なく過去と現在の学習対象を学びながら体験できる質的に高いコンテンツとなる。

本研究は、屋内展示環境において学習者の自由度を狭める完全な視覚没入型 VR ではなく、屋外展示において移動しながら実際の実写映像と CG を合成し、現実世界に仮想世界をマッピングするモバイル型 MR 教材の開発である。

具体的な目標設定は以下の項目である。

(2) コンテンツ開発と実装

本研究で開発対象とする学習展示物は、世界遺産や古墳、遺跡、史跡、窯跡など、過去の遺物の一部や再現展示するレプリカ等の学習資料である。それらが設置されている屋外現実空間で移動し回遊しながら MR（Mixed Reality：複合現実）として、仮想空間を現実空間に重ね合わせて見せることで、現実の世界の中の関心領域を学習対象として増幅・強調させ、それを違和感なく体験できるコンテンツ開発を目的とする。

さらに、鑑賞者が移動しながら展示物への関心を示す行動に反応し、仮想空間上で時代設定に応じたリアルな人物ナビゲーターが現実空間展示物の解説を行う。それに伴い、今は朽ち果てた遺跡がリアリティーを持った建造物として上書きされていく。

このように、現実の世界と仮想の映像を融合させて、本来実在しない人物や事象、事物が実時間及び実空間に存在し、現実時間・空間と過去空間あるいは虚構の空間の間を往還しながら、現実世界が代替されていく中で豊かに学べる環境構築を目指す。

(3) 形式知から実践知への支援教材

研究代表者はこれまで、伝統工芸職人の技能習得支援教材を研究してきた。ろくろ作業の多視点映像や職人目線の立体視映像、3D プリントを用いた触感再現のろくろ実物模型、VR による陶磁器絵付け再現教材等である。これらは、職人の技術という伝統的な無形の文化財を後世に残すための暗黙知から形式知への転移作業でもあった。

本研究は、生涯学習者のための文化的、歴史的な有形の屋外文化財学習に対し、デジタル表現により時間と空間を融合させ、学習者が多様な遺産・遺跡・文化財を辿りながら自らの見識を高める形式知から実践知への支援教材になり得る。知識のみでなく、現場を巡り五感を澄ましながらかつ更に MR,VR による仮想空間も加えた量的にも質的にも高度な知に触れることで実践知としての磨きをかけることを実証する。

3. 研究の方法

(1) 概要

本研究は3か年計画で行う。屋外向けモバイル型の教材コンテンツの実装を可能にする技術的かつ開発企画デザインの知見を調査し情報を収集する。さらにデバイスの選択と環境構築、さらに位置情報モーションキャプチャ用センシングの技術的な最適化を検証する。

最終年度は現実空間と仮想空間の融合および屋外学習用モバイル型 MR,VR 教材の有効性を検証し、その実証と形成的評価を行う。定期的に研究会や成果報告を行う。

(2) 2019 年度研究

MR,VR 教材が屋外環境の展示学習教材として有効であることを検証する。

MR,VR において技術的な環境構築の検討と、教材作成におけるコンセプトや企画デザインが重要となる。仮想現実関連技術はゲームや映画、遊戯施設のアトラクション等の屋内娯楽分野への応用が著しい。その技術的な部分は屋内活用でも同等であり、国内や海外の VR や CG 関連の学会、研究施設、開発プロダクションを視察する。

(3) 2020 年度研究

屋外モバイル型 MR デバイスの環境構築と位置情報センシングの最適化検証を行う。技術的な検証は屋外において位置情報を取得しリアルタイムに CG を上書きしていく必要がある。鑑賞者が保持する HMD のモーションキャプチャ用センシングを GPS と近距離及び遠距離において取得する技術的な最適化を検証する。視聴対象資料の現実映像と CG の仮想映像が違和感なく融合するには HMD の位置情報を明示するセンシングが重要である。

(4) 2021 年度研究

屋外学習用モバイル型 MR,VR 教材の形成的評価を行う。

屋外学習用モバイル型 MR,VR サンプル教材の実装を踏まえ、形成的評価を加えながら実際に屋外展示環境下でサンプルコンテンツを使い、MR や VR が屋外環境の学習コンテンツ提示方策として有効であることを実証する。屋外で使用する際の視聴については、歩きながら展示資料を見て回ることを想定し、視聴環境の危険度やふらつき、酔いやすき等の検証も行っていく。研究成果をホームページ等で公表する。

4. 研究成果

(1) 2019 年度成果

屋外向けモバイル型の教材コンテンツの実装を可能にする技術的かつ開発企画デザインの知見を調査し情報の収集を行なった。さらにデバイスの選択と環境構築、さらに位置情報モーションキャプチャ用センシングの技術的な最適化を検証した。

現実空間と仮想空間の融合および屋外学習用モバイル型 MR,SR 教材の有効性の検証は、技術的な環境構築の検討と教材作成におけるコンセプトや企画デザインが重要となる。仮

想現実関連技術はゲームや映画、遊戯施設のアトラクション等の屋内娯楽分野への応用が著しい。その技術的な部分は屋内活用でも同等であり、国内や海外の VR や CG 関連の学会、研究施設、開発プロダクションを視察した。

(2) 2020 年度成果

仮想現実関連技術はゲームや映画、遊戯施設のアトラクション等の屋内娯楽分野への応用が著しい。その技術的な部分は屋内活用でも同等である。

新型コロナ禍の中、国内や海外の VR や CG 関連の学会については参加できたが、研究施設、開発プロダクションを視察することはできなかった。その分、大学と地元企業が共同でコンテンツを研究開発できる拠点づくりと XR コンテンツの開発を目指した。



図1 次世代コンテンツ開発共同企業体1



図2 次世代コンテンツ開発共同企業体2

地域で最先端技術を活かしたコンテンツ開発の需要が高まるなか、佐賀県での研究開発や実践教育・人材雇用を活発化させるために、「佐賀大学と企業が共同でコンテンツを研究開発できる拠点づくり」を目指し活動することとした。

参画する企業は佐賀県内の IT 系 4 社からなる「次世代コンテンツ開発共同企業体」であり、共同研究者 1 名、実践指導員 5 名が大学施設内に研究開発室を備えた。(図 1,2)

仮想現実教材開発の知見を生かし、学内のバーチャルスタジオや仮想空間情報開発機器を用いながら VR,MR コンテンツのサンプルを作成開始した。視聴対象資料の現実映像と CG の仮想映像が違和感なく融合

するには HMD の位置情報を明示するセンシングとワイヤレスネットワーク環境が重要である。新型コロナ禍の中、大学外での研究時間が取りづらく、3D クラウドデータを用いたネットワークと接続し、鑑賞者が保持する HMD のセンシングの最適化の手法と実装については課題として残った。

(3) 2021 年度成果

最終年度は、MR コンテンツのサンプルを屋外展示環境において実装する段階であり、センシングやワイヤレス環境の整備実験等、屋外情報空間の整備とデバイスの設定、屋外使用の実験フィールドのポイントを絞り整備することを行うこととした。しかし、新型コロナ禍の状況下で、屋外におけるワイヤレス環境構築を縮小せざるを得なくなり、ローカルデータを元に MR コンテンツ視聴の環境を構築した。これまでの体験会や評価発表会(図 3)で屋内の使用実績はあるため、その知見を利用しサンプルモデルの開発を昨年から引き続き継続した。

開発サンプルの MR コンテンツは上記の理由により、屋内施設内で体験できる環境を整え、実証実験を行うこととした。

大学と企業連合からなる開発者らを中心として、佐賀市の世界遺産観光資源「三重津海軍所跡」(図 4)を PR する MR コンテンツ開発を行った(図 5,6)。視聴デバイスは Microsoft 社「HoloLens2」を用い、実験的に創設した体験ブースにより MR コンテンツを体験できる環境を整えた。

本研究の大きな成果として、大学と地域の関連企業で新たな開発方法や社会への適用化を目的に共同研究を進めることとした「次世代コンテンツ開発共同企業体」の設立であった。大学施設内に研究開発室を備え地元企業や行政が VR や MR、今後開発される新しい技術を

活用したクリエイティブなコンテンツを開発できる体制を整えることができた。



図3 MRコンテンツ体験会



図4 世界遺産三重津海軍所跡



図5 体験型MRコンテンツ1



図6 体験型MRコンテンツ2

(4) 今後の展望

本研究は屋外遺産遺跡の空間情報として足りない部分に対しMRを用い、鑑賞者の意識もしくはその感覚を仮想の空間に没入させることにより、疑似体験を提供できた。

今後は、そのリアリティーを高めるために、鑑賞者の感覚と仮想空間の連関を深め精度を高めることが重要となる。時間や空間を超え、あたかもそこにいるかのような経験をもたらすことができれば体験施設へのリピート率も高くなり、更に学習の深化や動機付けになるだろう

また、装置などのハードだけでなくソフトウェアの技術向上も普及の鍵を握る。今後、高度医療や高齢者（福祉施設）向け用途など裾野分野への展開が期待される。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 0件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 中村 隆敏, 角 和博	4. 巻 39
2. 論文標題 地域連携による MR コンテンツ開発と教育プログラム	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 佐賀大学教育実践研究	6. 最初と最後の頁 67-170
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 無
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 -
1. 著者名 中村 隆敏, 天賀 光広, 益田 智, 牛島 清豪	4. 巻 4
2. 論文標題 XR を用いた地域連携によるコンテンツ開発とPBLプログラム	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 佐賀大学芸術地域デザイン学部研究論文集	6. 最初と最後の頁 125-133
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 無
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 -
1. 著者名 青柳 達也, 宮崎 真優, 中村 隆敏, 角 和博	4. 巻 39
2. 論文標題 テレビ会議システムを用いた演劇的手法によるコミュニケーション能力育成の一考察	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 佐賀大学教育実践研究	6. 最初と最後の頁 171-177
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 無
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 -
1. 著者名 中村 隆敏	4. 巻 3
2. 論文標題 仮想と現実を融合した屋外展示物鑑賞ビューアの開発	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 佐賀大学芸術地域デザイン学部研究論文集	6. 最初と最後の頁 1-8
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 無
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 -

1. 著者名 中村 隆敏	4. 巻 38
2. 論文標題 リッチメディアを用いた屋外用 MR 教材の開発研究	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 佐賀大学教育実践研究	6. 最初と最後の頁 135-139
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 無
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5件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 中村 隆敏, 天賀 光広, 益田 智, 牛島 清豪
2. 発表標題 地域連携による MR コンテンツ開発と教育プログラム研究
3. 学会等名 第25回日本バーチャルリアリティ学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中村 隆敏
2. 発表標題 産学連携によるMRコンテンツ開発と教育プログラム
3. 学会等名 2020年度日本デザイン学会第5支部研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中村 隆敏
2. 発表標題 VR,MR 環境を用いた伝統的陶磁器絵付け教材の開発
3. 学会等名 芸術科学会 NICOGRAPH2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中村 隆敏
2. 発表標題 MR を用いた伝統的給付け技法修得教材の開発研究
3. 学会等名 情報処理学会 EC2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中村 隆敏
2. 発表標題 現実と仮想空間を融合する展示用モバイル型MR教材の開発
3. 学会等名 日本デザイン学会第5支部研究発表会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

佐賀大学と次世代コンテンツ開発共同企業体の公式サイト https://redeco.mystrikingly.com/

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
---------	---------