

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 5 月 29 日現在

機関番号：22604

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K21262

研究課題名(和文) 没入型HMDを用いて災害時行動を学習するシステムの開発と評価

研究課題名(英文) A Development and Evaluation of a System for Learning Disaster Prevention Behavior Using an HMD

研究代表者

畠山 久(Hatakeyama, Hisashi)

首都大学東京・学術情報基盤センター・助教

研究者番号：20725882

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、没入型ヘッドマウントディスプレイ(HMD)を用いて災害時の行動を学習する災害体験学習システム「もしも」を開発した。視界を覆うタイプのHMDを用いることで没入感の高い映像提示を実現すると同時に、操作感の向上と学習者の安全確保のため、ゲーミングフットコントローラを組み合わせた。このシステムを用いて学習するために、ゲームエンジンを用いて学習コンテンツを開発した。ビルが建ち並ぶ都内で首都直下地震(震度 相当)が発生した状況を想定し、災害発生後の時間経過と共に発生する二次災害を定義したシナリオとした。ゲームエンジンを利用することで、ユーザの行動をリアルタイムに反映させることができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

一般的な防災学習で行われる訓練は、災害が発生していない日常の世界での訓練となるため、現実感に欠けてしまう面がある。このため、より災害が自分の身に起こりうる事として捉えやすくする、つまり「わがこと意識」が醸成されるような工夫が必要となる。学習者が没入しやすくなる仕組みを実装した点は有用であると考えられる。また、防災教育の機会を設けやすい学校現場で取り入れる際には、手軽に安価で実施できることが重要なポイントとなる。本研究では民生機器を用いて開発しているため、現場での実践にも転用できるシステムである。

研究成果の概要(英文)：In this research, we developed a disaster experience learning system, "MOSHIMO" that learns the behavior at the time of disaster using an immersive Head-Mounted Display (HMD). By using a type of HMD that covers the field of vision, a highly immersive image presentation was realized, and at the same time, a gaming foot controller was combined to improve the operational feeling and ensure the safety of learners. In order to learn using this system, we have developed learning content using a game engine. Assuming a situation where an earthquake directly below the Tokyo metropolitan area (equivalent to seismic intensity VII) occurred in Tokyo with many buildings, a scenario was defined that defines secondary disasters that occur over time after the disaster. By using the game engine, we were able to reflect user behavior in real-time.

研究分野：教育工学

キーワード：防災教育 シリアスゲーム システム開発 VR

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年、情報技術の進歩により、仮想現実感(VR: Virtual Reality)や拡張現実感 (AR: Augmented Reality) など、現実環境をコンピュータにより再現・拡張する技術が盛んに研究されている。これらの技術の利点として、実際に体験することが難しい事象、あるいは危険な事象を疑似体験できることが挙げられる。

VR・AR 技術を活用した防災・減災への取り組みとして、建築や都市計画の観点からいくつかの研究・報告がなされている。没入感のある映像を被験者に提示する方法として、大型スクリーンを組み合わせた VR システムや、スクリーンに投影した映像と同期した揺れを再現する振動台を開発し、体感させるシステムの事例が挙げられる。しかし、スクリーンを利用するシステムは大規模で、設置場所にもある程度の面積が必要となる。いずれも展示などを前提とした大規模なシステムとなっており、教育現場などで手軽に利用できるシステムとはなっていない。手軽に被験者視点での映像に災害時の状況を重ねる AR 教材として、スマートフォン端末を利用した研究もあるが、視界を覆うことはできないため没入感に欠けてしまう。最近では HMD(ヘッドマウントディスプレイ)が比較的安価に入手可能となったこともあり、HMD を用いて現実映像に仮想的な災害の状況を提示する AR システムの試作なども報告されている。いずれの研究でも災害の疑似体験に VR・AR を用いることで災害に対する意識変化に効果があることが報告されているためアプローチとしては有効と考える。

ここで、学校教育の現場における防災教育について整理する。東日本大震災以降、学校教育の現場における防災教育の考え方の方向の一つとして「自らの命を守り抜くための主体的に行動する態度の育成」があげられている。これまで研究代表者は、この「主体的な行動」をテーマに、ICT を活用した防災学習について研究を進めてきた。この一つのアプローチとして、野外における防災学習を支援するシステムを開発し、高校において実践的研究を進めている。この研究では、実体験を伴って地域に応じた防災学習が行えるメリットがある一方で、災害が発生していない日常の世界での訓練となるため現実感に欠けてしまう面がある。このため、より災害が自分の身に起こりうる事として捉えやすくする工夫が必要と考えている。そこで、学習者を災害発生時の状況に没入させ、その中で失敗行動であっても経験できる VR は、テーマである「主体的な行動」のための能力・態度を育てるためにも有効と考える。また、研究代表者はこれまで、民間企業においてエンジニアとして携帯端末向けオンラインゲームやスマートフォン向け 3D ゲームの企画・開発に従事していた。この経験を活かし、ゲーミング要素なども取り入れたゲーミング教材の開発という着想に至った。

2. 研究の目的

本研究では、従来の「災害の疑似体験」に留まらない災害時の行動を学習するシステム“Virtual Disaster Simulator (VDS、仮称)”の開発を目的とした。学習者に主体的な判断・行動を促すシナリオ型教材をコンテンツとして開発し、教育現場で実際に利用できるよう、安価な市販の機器で利用できるシステムを構築する。そして、本システムを用いた仮想環境における災害体験学習の評価実験を通じて、システムの有効性と、仮想環境におけるシナリオ型教材を用いた防災学習が「主体的な行動」の訓練や態度の育成に与える影響を解明する。

3. 研究の方法

(1) “Virtual Disaster Simulator (VDS、仮称)”の開発

HMD を用いた災害体験学習システム“Virtual Disaster Simulator (VDS、仮称)”を開発する。

また、臨場感・没入感を高めるため、一般のゲームコントローラではなく身体の動きをシステムに反映させるフットコントローラ等を用いる。

(2) シナリオ型学習コンテンツの開発

“VDS”で提示する学習コンテンツとして、VRの街の中で仮想的な災害が発生するシナリオ型教材を開発する。シナリオを体験するだけに留まらず、遭遇したイベントにおける学習者の行動をシナリオ分岐に反映させる仕組みとする。

(3) システムの有用性と学習者の判断・態度に対する影響の検証（未達成）

開発した“VDS”を用い、数人の被験者を対象とした評価実験を行う。有用性だけでなく、仮想環境におけるシナリオ型教材を用いた防災学習が「主体的な行動」の訓練や態度の育成に与える影響について、質的・量的の両側面から検討する。

4. 研究成果

(1) VR 災害体験学習システム “もしも” の開発

本研究では、HMDを用いた災害体験学習システム“もしも”を開発した。HMDとして、安価であるが臨場感・没入感が優れているOculus Riftを用いた。Oculus Riftは学習者の視界を覆うように装着する非透過型のHMDで、頭の向きに追従した映像が表示することで没入観の高い映像提示を実現する。Oculus Riftは単体では映像を表示するディスプレイであるため、別途ゲームエンジンが動作し描画処理を行うためのPCが必要となる。視界を覆うような装置であることに加え、外部にPCが必要となることを踏まえると、疑似体験するためとはいえVR映像を閲覧しながら移動をすることは不可能となる。このため、フットコントローラ3DRudderおよびCybershoesを組み合わせることで、学習者の身体の動きを行動として捉えコンテンツ中の行動に反映させる仕組みとした。これにより、没入感を損なわないままVR空間内での活動を実現した。

(2) “もしも”で利用するシナリオ型学習コンテンツの開発

災害を想定した防災・減災のための学習として、知識に基づいた判断・行動が必要とされている。そこで、VR技術を用いて再現した災害発生状況下で擬似的な避難行動を体験し、自らの行動の振り返りを通じて災害時の判断・行動を学ぶ活動を設計した。もしも”で提示する学習コンテンツとして、VRの街の中で災害発生後の時間経過と共に発生する二次災害を定義したシナリオを開発した。学習者には、シナリオに基づく仮想的な被災状況が提示される。そして、学習者の身体の動きを映像に反映すると共に記録する。

この学習でベースとする街区をビルが建ち並ぶ都内に設定し、首都直下地震（震度相当）の被害想定に基づきシナリオのアウトラインを作成した。ゼンリンが提供する現実都市の3Dアセット（部品）をベースに、米Unity Technologies社の3DゲームエンジンUnityを用いてコンテンツを開発した。Unityには物理エンジンが搭載されており、単純なオブジェクトの描画だけでなく倒れる・崩れるといった物理表現が容易に行える。このため、被災状況を事前に作成するのではなく、オブジェクトとして作成した街全体に対して地震の揺れをシミュレートし被災状況を再現する。そして、その後は一定の時間経過やユーザの行動を反映して追加のイベントを発生させる。延焼する家屋が倒壊したり、避難中の余震により二次的な崩壊を起こしたり、といった表現が可能となった。

5. 主な発表論文等

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

〔学会発表〕 計8件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 Hatakeyama, H., Nagai, M. and Murota, M.
2. 発表標題 Acquiring Disaster Prevention Knowledge from Fieldwork Activities in a Region
3. 学会等名 HCI International 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hatakeyama, H., Nagai, M. and Murota, M.
2. 発表標題 Earthquake Disaster Prevention Learning Approach in Japan Combining Fieldwork Survey Learning and Evacuation Drill Training
3. 学会等名 the 25th International Conference on Computers in Education (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 畠山 久, 光原弘幸, 田中孝治, 永井正洋, 室田真男
2. 発表標題 WS-06 安全・安心分野における教育システム構築のこれからを考える
3. 学会等名 日本教育工学会 第33回全国大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 畠山 久, 永井正洋, 室田真男
2. 発表標題 移動を伴う避難訓練を擬似体験する学習支援システムの提案
3. 学会等名 教育システム情報学会第41回全国大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 畠山 久, 永井正洋, 室田真男
2. 発表標題 地域に応じた避難行動の学習を支援するシステムの開発
3. 学会等名 日本教育工学会第32回全国大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 畠山 久, 倉田和己, 光原弘幸, 永井正洋, 室田真男
2. 発表標題 WS06: 防災・減災学習におけるICT活用の可能性を考える
3. 学会等名 日本教育工学会第32回全国大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Hatakeyama,H., Nagai,M. and Murota,M.
2. 発表標題 Examination of the Learning Effects of Creating Disaster Prevention Maps Outdoors Using ICT Devices as a Learning Activity
3. 学会等名 the 27th International Conference on Computers in Education (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hatakeyama,H., Nagai,M. and Murota,M.
2. 発表標題 Earthquake Disaster Prevention Learning Approach in Japan Combining Fieldwork Survey Learning and Evacuation Drill Training
3. 学会等名 the 26th International Conference on Computers in Education (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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