

VR 避難訓練のための没入型災害設置機能 Immersive Disaster Placing Function for VR-based Evacuation Training

大江 海斗^{*1}, 谷岡 樹^{*1}, 光原 弘幸^{*2}, 獅々堀 正幹^{*2}

Kaito OE^{*1}, Itsuki TANIOKA, Hiroyuki MITSUHARA^{*2}, Masami SHISHIBORI^{*2}

^{*1}徳島大学大学院創成科学研究科

^{*1}Graduate School of Sciences and Technology for Innovation, Tokushima University

^{*2}徳島大学大学院社会産業理工学研究部

^{*1}Graduate School of Technology, Industrial and Social Sciences, Tokushima University

Email: c612235054@tokushima-u.ac.jp

あらまし : VR 避難訓練の実現に必要な没入型災害設置機能を述べる。本機能は、VR デバイスを装着した設置者が仮想空間にアバタとして入り、一人称視点で災害（炎や瓦礫など）を設置できるようにしている。評価実験を通じて、本機能は没入感が高く、長い時間をかけて多くの災害を設置することにつながるなどの結果を得た。

キーワード : 災害状況, 避難訓練, 没入感, HMD, VR

1. はじめに

地震などの災害はいつ発生するか分からない。よって、普段から災害に備えておくことが重要である。災害への備えとして防災学習が挙げられる。馴染み深い防災学習に避難訓練があり、学校や地域で定期的に行われている。しかし、従来の避難訓練は、災害状況の表現力に乏しく、避難場所や避難経路が固定されるなど、参加者が緊迫感をもって主体的に考えながら避難することを疑似体験させていない。このような背景から、著者らのグループはリアリティと訓練効果の向上をめざし、シナリオ、デジタルコンテンツや拡張現実を用いる ICT 活用型避難訓練に取り組んできた⁽¹⁾⁽²⁾。

近年、仮想現実 (Virtual Reality : VR) の発展・普及に伴って、VR 活用型避難訓練が多く研究開発されている⁽³⁾。本研究では現在、VR 避難訓練システムの開発をめざして、VR 災害疑似体験における避難行動分析や NPC (Non-Player Character) の導入⁽⁴⁾に取り組んでいる。VR 避難訓練システムの開発を通じて、仮想空間内のどこにどのような災害を設置するのかを効果的に行う必要が生じた。そこで、VR デバイスを装着した設置者が仮想空間に没入して災害を設置できる機能を実装した。

2. 災害状況設定と災害設置

本研究では、VR 避難訓練で表現すべき災害状況を「避難中に遭遇すると、判断や行動に困ってしまう状況」と定めた。例えば、「前方のどの方向にも煙が見える」や「狭い道の先を曲がると瓦礫で通行不能になっている」といった状況が挙げられる。参加者がこのような状況を VR で疑似体験することで、「最寄りの避難場所を探して避難すべき」や「できるだけ広い道を通って避難すべき」といった教訓を得ると期待される。そのような災害状況を設定するにはまず、仮想空間内に災害（危険、被害）を設置する必要がある。

そこで、効果的な災害設置を「訓練参加者と同じように仮想空間を移動しながら災害を設置できるこ

と」と定め、災害設置者が HMD (Head-Mounted Display) などを装着して仮想空間にアバタとして入り、一人称視点で災害を設置できる機能を実装することにした。例えば、「道の角を曲がるといきなり火災の光景が見える」という状況は、アバタの視点で確認しながら場所を設定することが求められる。

3. 没入型災害設置機能

没入型災害設置機能は、本研究で開発中の VR 避難訓練システムの一部として実装される。なお、システムは現在、避難訓練ではなく災害疑似体験の提供にとどまっている。VR デバイスとして、没入型 HMD の Oculus (Meta) Quest 2、ポインティングデバイスの Oculus Touch Controller を採用し、Unity3D を用いて機能を実装した。

3.1 設置の流れ

設置者は Oculus アプリである VR 避難訓練システムを起動し、災害設置モードに移行する。

1. 災害を設置するシナリオを選択する
2. シナリオと対応付けられた仮想空間のモデルを読み込む
3. 仮想空間を移動しながら災害を設置する
4. 災害設置のデータがシナリオ (XML 形式) に書き込まれる

体験者は災害疑似体験モードから、保存されたシナリオを読み込むことで、災害設置が反映された仮想空間に入って移動することができる。

3.2 ユーザーインタフェース

(1) 災害配置

設置者はコントローラを操作して仮想空間内を移動し、視線に合わせて表示される仮想空間を見ながら、コントローラのレーザポインタで指し示した位置に災害を配置していく (図 1)。地面だけでなく建物の壁にも配置できる。現在のところ、炎、爆発、煙、雨、雨雲、瓦礫、負傷者を配置できるようになっており、一部の災害は線形的な音量で効果音が再生される (近づくと音量が大きく、離れると小さくなる)。



図1 ユーザインタフェース

- (2) 災害削除
直近に保存した災害状況を削除できる。
- (3) 説明書表示
操作説明が記載されたパネルを表示する。

4. 評価実験

仮想空間には、PLATEAU⁽⁶⁾が提供する沼津市中心街の3次元モデルを採用した。設置者がどのような災害を設置するか、3条件を設けて検証した。

- A) 実装機能を用いて設定 (VR デバイス装着)
- B) PC とキーボード操作で仮想空間に対して設置
- C) 沼津市中心街の2次元紙マップ上で設置

さらに、これら設置方法の違いによって体験者の災害疑似体験に対する印象が変化するかも検証した。なお、条件Cでは災害は地面への設置に限られ、実験実施者が設置情報を仮想空間に反映させた。

4.1 実験設定

大学生12名を対象に、ランダムに6名ずつ設置者と体験者に分けた。設置者には時間を制限せず、「参加者を困らせるような災害設置」を求めた。設置者は3条件で設定後、体験者は3条件で体験後にアンケートに回答した。

設置者はそれぞれ異なる順番で、3条件すべてにおいて災害を設置した。災害設置エリアは沼津市中心街を対象に3条件ごとに異なるエリアを設定したが、体験者の疑似体験スタート地点とゴール地点間は直線距離で250mに統一し、3条件のエリア面積に大きな差が生じないようにした。

体験者はVRデバイスを装着し、それぞれ異なる順番で、3条件すべてにおいて災害状況を疑似体験した。体験者には、ゴール地点まで到着することを求め、到着までの時間(体験時間)を計測した。

4.2 結果と考察

(1) 設置者

評価項目とした3条件ごとの設置作業時間、災害設置数、再配置回数の平均値を表1に示す。すべての評価項目において、条件A(実装機能)、条件B(PC+キーボード)、条件Cの順で平均値が高かった。3条件の順位を尋ねたアンケート結果は平均して、没入感の高さがA,B,Cの順、操作感の良さがA=B,Cの順、相手を困らせる配置のしやすさがC,B,Aの順になった。

Aでは、他条件よりも長い時間をかけて多くの災害が設置されていた。これは没入感の高さに起因する結果だと考えられる。操作性はBと同じ平均順位であったが、配置のしやすさはAが最下位であった。設置者がVRデバイスに慣れていなかった可能性が考えられるが、体験者の視線に加え、仮想空間内を



図2 評価実験における3条件

表1 設置者の評価項目の平均値

条件	設置作業時間	災害配置数	再配置回数
A	507 秒	77.5	5.5
B	413 秒	48.2	1.0
C	240 秒	9.5	0

俯瞰することのできるユーザインタフェースが必要かもしれない。

(2) 体験者

体験時間の平均は、条件Aが148秒、条件Bが104秒、条件Cが132秒と大きな差はなかった。3条件ごとに尋ねた5段階リッカート尺度アンケートにおいて、「ゴールにたどり着くまでに困りましたか」の平均値は、Aが3.7、Bが2.3、Cが3.3であった。「ドキッとした(驚いた)場面はありましたか」の質問に「あった」と回答した体験者は、Aが4名、Bが3名、Cが2名であった。

Aがもっとも体験者を困らせる災害設置になっており、設置された災害に驚いた体験者も多かった。これは、高い没入感を伴いながら、設置者が体験者の視点で仮想空間を移動して災害を設置できたことに起因すると考えられる。

5. おわりに

本稿では、VR避難訓練システムにおける災害設置機能を述べた。本機能は現在までに、VRデバイスを装着して仮想空間内に災害を設置できるようにしており、評価実験を通じて高い没入感などを確認した。今後は、時間経過や他者の行動によって変化する災害状況をシナリオとして設定できるように改良し、VR避難訓練システムとして完成させていく。

謝辞

機能実装を担当した齋藤匠将氏に謝意を表す。本研究はJSPS科研費JP18H01054の助成を受けた。

参考文献

- (1) 光原弘幸ほか: “考えさせる ICT 活用型避難訓練の実践”, 教育システム情報学会研究報告, Vol.31, No.7, pp.65-72 (2017)
- (2) Mitsuhashi, H., et al.: “Expressing disaster situations for evacuation training using markerless augmented reality”, Procedia Comput. Sci., Vol.192, pp.2105-2114 (2021)
- (3) Rahouti, A., et al.: “Prototyping and validating a non-immersive virtual reality serious game for healthcare fire safety training”, Fire Technology, Vol.57, pp.3041-3078 (2021)
- (4) 谷岡樹ほか: “地震疑似体験 VR における避難行動記録・再現による NPC 生成”, 教育システム情報学会研究報告, Vol.36, No.5, pp.44-50 (2022)
- (5) 国土交通省: PLATEAU, <https://www.mlit.go.jp/plateau/>