

透過型 HMD と AR を用いて 校内発災時の避難指示を疑似体験させるシステムの提案

HMD and AR-based Simulation System for Learning Evacuation Order in Time of Disaster in School

井口 恵介^{*1}, 川井 淳矢^{*2}, 岩間 智視^{*2}, 光原 弘幸^{*3}, 獅々堀 正幹^{*3}
Keisuke IGUCHI^{*1}, Junya KAWAI^{*2}, Satoshi IWAMA^{*2}, Hiroyuki MITSUHARA^{*3}, Masami SHISHIBORI^{*3}
^{*1} 徳島大学工学部知能情報工学科

^{*1} Faculty of Engineering, Tokushima University

^{*2} 徳島大学大学院先端技術科学教育部

^{*2} Graduate School of Advanced Technology and Science, Tokushima University

^{*3} 徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部

^{*3} Institute of Technology and Science, Tokushima University

Email: c501206068@tokushima-u.ac.jp, mituhara@is.tokushima-u.ac.jp

あらまし：学校における一般的な防災教育として、校内で実施する避難訓練が挙げられる。多くの場合、このような避難訓練の対象は生徒であり、教師は適切な避難経路や避難行動を指示する立場である。しかし、教師が校内発災時に適切に避難指示できるようにする訓練は十分には実施されていない。そこで本研究では、透過型 HMD と AR を用いて、教師の眼前に発災時の仮想生徒（CG）を提示することで、避難指示を疑似体験できるシステムを提案する。

キーワード：透過型 HMD, AR, ウェアラブル端末, 避難訓練, 学校における防災教育, 教師教育

1. はじめに

近年、大規模災害の多発により、防災教育の重要性が再認識されている。特に、災害弱者になりうる子どもたちへの防災教育は喫緊の課題であり、学校における防災教育（以下、学校防災教育と記す）の充実が求められている。代表的な学校防災教育は避難訓練であり、校内の避難場所や避難経路の確認だけにとどまらないよう、さまざまな工夫が取り入れられている。例えば、避難経路上に障害物を設置するなどして、生徒に避難の困難さを疑似体験させる避難訓練が存在する。

本研究では、ICT 活用型防災教育として、タブレット端末や没入型 HMD（Head-Mounted Display）を用いた避難訓練を提案し、学校や教育イベントを中心に実施してきた⁽¹⁾。この避難訓練では、避難経路上の仮想的な被災状況を CG で表現し、この CG を AR（Augmented Reality：拡張現実）により実世界のリアルタイム映像に重畳表示することで、参加者に避難中の困難な状況を疑似体験させる。

これまでの学校防災教育は主に生徒に対して実施されてきたが、教師への防災教育も重要である。特に、教師が校内発災時に生徒に適切に避難指示できるようになる訓練が求められる。そこで本研究では、透過型 HMD と AR を用いて、教師の眼前に発災時の仮想生徒（CG）を提示することで、避難指示を疑似体験できるシステムを提案する。

2. 関連研究

ICT 活用型防災教育として、VR（Virtual Reality：仮想現実）を用いたシステムが挙げられる。例えば、

Wang ら⁽²⁾のシステムはゲームエンジン Unity3D を用いて 3 次元 CG の建物を構築し、マルチプラットフォームで仮想的な火災避難訓練を実現している。近年では、AR を用いた防災教育システムも多く開発されている。例えば、広兼ら⁽³⁾のシステムはマーカ型 AR を用いて実空間を認識し、没入型 HMD に降雨 CG を重畳表示して、豪雨災害を疑似体験させる。

教師を対象とした ICT 活用型防災教育として、岡田ら⁽⁴⁾の災害状況再現・対応能力訓練システムが挙げられる。このシステムは、教師が校内発災時に生徒に適切に避難指示できるようになることをめざしており、本研究の目的と合致する。具体的には、教師が大型ディスプレイに表示される発災時の校内の 3 次元 CG を見ながら声を出したりして避難指示する、という VR 型の訓練を実現している。

3. 提案システム

本研究では、岡田ら⁽⁵⁾のシステムを参考にして、教師が実際の職場（教室や廊下など）で避難指示を疑似体験できる、ポータブルなシステムを提案する。このようなシステムの要件として、

（要件 1）小型かつ軽量のデバイスを使用する。

（要件 2）発災時の状況をリアルに提示する。

が挙げられる。

要件 1 は、スマートフォンサイズの端末に接続される透過型 HMD（EPSON 社製 MOVERIO. ヘッドセット部は 88 グラム）を採用して、要件を満たすことにする。要件 2 は、発災時の状況（特に生徒の振る舞い）を CG で表現し、透過型 HMD に重畳表示する AR を採用して、要件を満たすことにする。

3.1 システムの利用形態

提案システムはマーカ型 AR により、重畳表示する CG（仮想生徒など）の位置を合わせる。したがって、システム利用空間には AR マーカが設置される。システムを教室で利用する場合、2 つの利用形態があり、重畳表示される CG が異なる（図 1）。

(1) 机椅子を残して利用する（図 1-a）

教室内の机（または椅子）の位置に合わせて生徒 CG を重畳表示する必要がある。机の配置情報の入力が必要。位置合わせの精度が高ければ、実際の机の位置に生徒がいるように見せることができるため、リアリティの向上が期待できる。

(2) 机椅子を撤去して利用する（図 1-b）

机のない教室に机と生徒の CG を重畳表示することになる。(1)のような高精度の位置合わせは必要ないものの、撤去作業が負担になったり、リアリティが低下したりする可能性がある。

3.2 システムの実装

提案システムは、透過型 HMD 用の OS が Android であるため、Android アプリとして実装している。AR マーカの認識は AR ライブラリ Vuforia を用い、CG の重畳表示とその制御は Unity 3D (C#) を用いて実装している。また、AR マーカの複数設置と透過型 HMD のヘッドトラッキング機能を併用して、位置合わせの精度向上を試みている。

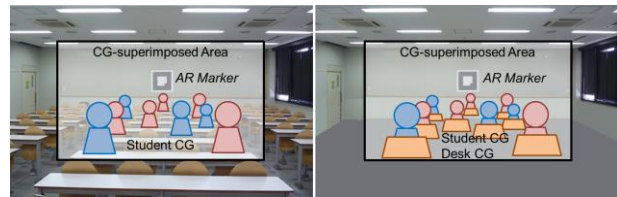
図 2 に試作システムの利用時（透過型 HMD 装着時）の様子と重畳表示される生徒 CG の例を示す。透過型 HMD はカメラを内蔵しており、装着者の視線方向の映像を取得する。生徒 CG の背景は、HMD 上で透過させるために黒で塗りつぶしている。

3.3 システムの利用例

ここでは地震発生時の疑似体験を例示する。教師が教壇上で透過型 HMD を装着し、システムを起動すると、生徒 CG が重畳表示される。その後、緊急地震速報が再生され、数秒後に生徒 CG を振動させることで地震を表現する。地震の間、机下に隠れない生徒や教室外に飛び出す生徒などを CG のアニメーションで表現する。教師はこのような仮想生徒を見て、口頭で安全確保を指示する。揺れ（CG の振動）が止まると、教師は口頭で仮想生徒に避難を指示し、仮想生徒を廊下に誘導する。廊下にも AR マーカが設置されており、廊下で発生しうる状況が CG で表現される。

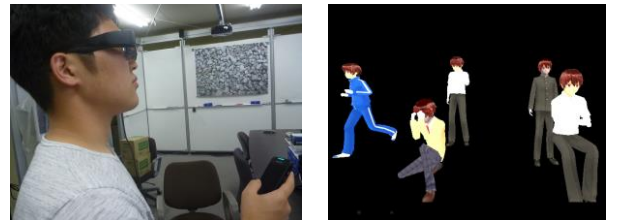
3.4 システムの課題

採用した透過型 HMD は画角が約 23 度であり、著者の感覚では、表示領域は視野の 1/9 程度である。教師の眼前に生徒 CG を重畳表示できるものの、視野全体を覆うような重畳表示はできていない。また、AR マーカの認識及び重畳表示の不安定さも課題として挙げられる。HMD 内蔵カメラに依存する AR マーカの精度（認識可能距離等）は必ずしも良くない。装着者の頭部の瞬間的な移動量が大きいと、ヘッド



(a)机椅子を残した場合 (b)机椅子を撤去した場合

図 1 システムの利用形態



(a) システム利用時 (b) 重畳表示される CG 例

図 2 試作システム

トラッキング時の CG の位置ずれも発生し、リアリティを低下させる。これらの課題を改善しなければ、システムの教育現場の実利用は難しいと考えられる。

4. おわりに

本稿では、教師への防災教育が重要との立場から、教師が校内発災時の避難指示を疑似体験できるシステムを提案した。提案システムは、今後普及が期待される透過型 HMD を採用しており、現在のところ、教育現場で即座に利用されるものではない。また、AR マーカの設置や CG の位置合わせなどの事前準備の負担も無視できない。しかし、実際の職場で避難指示を疑似体験できることは、リアリティの向上、避難指示の学びの強化につながることを期待される。

今後は、システムの課題を解決しながら実装を進め、学校防災教育の現場で効果を検証したい。

謝辞

本研究の一部は、科学研究費基盤研究 C (No. 15K01026) の支援を受けた。ここに謝意を表する。

参考文献

- (1) 川井淳矢, 岩間智視, 光原弘幸, 田中一基, 井若和久, 上月康則, 獅々堀正幹: “没入型 HMD と AR を組み合わせたインタラクティブな避難訓練システム”, 教育システム情報学会研究報告, Vol.29, No.5, pp71-78 (2015)
- (2) Wang, B., Li, H., Rezgui, Y., Bradley, A., and Ong, H.N: “BIM Based Virtual Environment for Fire Emergency Evacuation”, The Scientific World Journal, Vol.2014 (2014)
- (3) 広兼道幸, 松岡隼平, 辻原涼, 戸松純一, 徳井亮輔: “拡張現実感を用いた集中豪雨疑似体験システムの開発と評価”, 土木学会論文集 F6, Vol.69, No.2, pp.141-146 (2014)
- (4) 岡田紘明, 井面仁志, 高橋亨輔, 白木渡, 磯打千雅子, 岩原廣彦: “災害状況再現・対応能力訓練システムの開発”, 日本材料学会第 28 回信頼性シンポジウム, pp.115-120 (2014).