

# 拡張現実感を用いたバーチャル避難訓練

## Virtual Evacuation Drill using Augmented Reality

光原 弘幸<sup>\*1</sup>, 角川 隆英<sup>\*1</sup>, 宮下 純<sup>\*1</sup>, 井若 和久<sup>\*1</sup>, 上月 康則<sup>\*1</sup>, 田中 一基<sup>\*2</sup>

Hiroyuki MITSUHARA<sup>\*1</sup>, Takahide SUMIKAWA<sup>\*1</sup>, Jun MIYASHITA<sup>\*1</sup>,  
Kazuhisa IWAKA<sup>\*1</sup>, Yasunori KOZUKI<sup>\*1</sup>, Kazumoto TANAKA<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> 徳島大学

<sup>\*1</sup> The University of Tokushima

<sup>\*2</sup> 近畿大学

<sup>\*2</sup> Kinki University

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

あらまし：著者らはこれまで、学習者の現在位置などに応じてコンテンツをタブレット PC に提示する Real World Edutainment を避難訓練に応用し、バーチャル避難訓練 (VED) を実践してきた。本研究では、VED コンテンツのリアリティ向上を目指して、拡張現実感 (マーカレス AR) に着目し、タブレット PC の背面カメラから取得したリアルタイム映像に仮想の被災画像を重畳表示する機能を実装している。大学院生を対象にした試用実験を通じて、この機能が受け入れられることと今後の課題を確認した。

キーワード：拡張現実感, 避難訓練, 防災教育, タブレット PC, Real World Edutainment

### 1. はじめに

東日本大震災以降、全国的に防災意識が高まっている。しかし、災害を“他人事”と考え、防災に関心をもたない人も一部にいる。著者らは、すべての人が防災に関心をもつには、防災教育の多様化が必要であると考えている。代表的な防災教育として避難訓練が挙げられるが、推奨避難経路を辿るだけになりがちで、必ずしもすべての人が避難訓練に積極的に参加しているわけではない。

そこで著者らは、避難訓練の多様化のひとつとして、実世界 Edutainment (Real World Edutainment: RWE) を避難訓練に応用した“バーチャル避難訓練 (Virtual Evacuation Drill: VED)”を徳島県内で実践してきた<sup>(1)</sup>。RWE では、物語 (学習シナリオ) に基づき、学習者の現在位置などに応じてコンテンツ (動画や選択肢質問など) がタブレット PC に提示される。VED 実践では、南海地震が発生したとの想定で、津波襲来 (約 30 分後) までに正しい避難場所へ辿り着くことを訓練参加者に要求した。そして、発災時に遭遇しうる状況 (負傷者を発見するなど) が避難訓練中に動画で提示され、参加者はその状況に対する行動を選択しながら避難場所へ向かった。さらに、例えば、「保育園児を背負って避難場所へ向かう」を選択した場合、参加者は実世界で重り (10kg) を背負って避難しなければならなかった。VED 実践後のアンケートを通じて、VED の防災教育としての有用性を確認できたが<sup>(2)</sup>、コンテンツのリアリティ向上が課題として浮かび上がった。

本研究では、VED コンテンツのリアリティ向上を目指して、拡張現実感 (Augmented Reality: AR) に着目し、リアルタイム映像に仮想の被害画像を重畳表示するマーカレス AR 機能を実装している<sup>(3)</sup>。

### 2. バーチャル避難訓練

VED では、参加者の現在位置が GPS (タブレット PC に内蔵) で取得され、推奨避難経路周辺の複数の場所でコンテンツが提示される。コンテンツは主に動画 (図 1(a)) と選択肢質問 (図 1(b)) であり、物語 (避難シナリオ) の構造に対応づけられ、参加者の選択に応じて避難状況 (次に提示されるコンテンツ) が変わる。例えば、「どこに避難する？」に対して、不適切な避難場所を選択した場合、その場所に



(a) 動画 (b) 選択肢質問  
図 1 バーチャル避難訓練コンテンツ

辿り着くと「この場所には避難できない」という状況が動画で提示され、参加者は移動に伴う疲労と短い残り時間の中で正しい避難場所へ向かうことを余儀なくされる。このようなコンテンツにより、避難訓練にゲーム要素を取り入れることができ、避難訓練への参加を動機づけることが期待される。

動画コンテンツは、提示場所で事前に撮影した画像をベースに作成されている。したがって、参加者は眼前の光景と動画の位置関係を容易に把握できる。しかし、発災時の状況をよりリアルに表現しようとすれば、参加者に「今そこに負傷者がいる」や「今そこに危険がある」といった感覚を与える、よりリアルなコンテンツが必要となる。

### 3. マーカレス AR の導入

本研究では、画像処理によるマーカレス AR を導入し、VED コンテンツのリアリティを向上させる。マーカ型 AR は実世界指向学習支援で多く導入され<sup>(4)</sup>、安定的なコンテンツ提示が期待できるが、VED では屋外 (街中) へのマーカ設置が難しいことから導入しなかった。また、電子コンパスや加速度センサによるマーカレス AR も検討したが、これらのセンサを内蔵しないタブレット PC もあることから導入しなかった。

#### 3.1 実装

本研究で実装するマーカレス AR 機能は、タブレット PC (Windows 7) の背面カメラから取得したリアルタイム映像に仮想の被害画像を重畳表示する (図 2)。本機能は、画像処理ライブラリ OpenCV を用いて Visual C# で実装されている。以下に処理手順を示す。

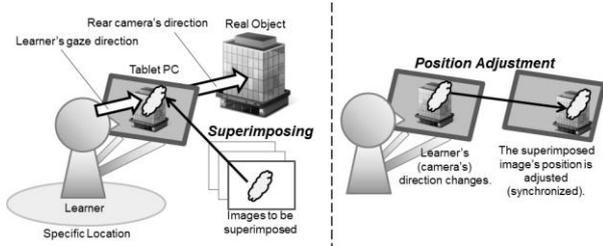


図2 実装したマーカレスARの概要



(a) 負傷者 (b) 黒煙 (ビル火災)  
図3 ARコンテンツの例

(1) 重畳表示の開始

参加者が特定の場所に辿り着くと、タブレットPCに「そこから見える8階建てのビルを映してください」といった指示を表示し、背面カメラを起動する。

- i. その場所で予め撮影した画像（比較画像）とリアルタイム映像（フレーム画像）から輝度値の相違度（Sum of Absolute Difference: SAD）を算出する。このとき、SAD値に加え、半透明化した比較画像をリアルタイム映像に重畳表示する。参加者はこのような視覚的補助を受けながら、カメラの撮影方向を調整して比較画像とフレーム画像の一致を試みる。
- ii. SAD値が閾値を下回ったとき、仮想の被害画像（GIFアニメーションを含む）を重畳表示する。なお、閾値は経験則から設定される。

(2) 重畳表示の位置調整

背面カメラの動き（撮影方向の変化）に応じて、被害画像の重畳表示位置を調整する。

- i. 2つのフレーム画像から、Lucas-Kanade オプティカルフローを用いて物体移動ベクトルを取得する。
- ii. カメラの動きはフレーム画像間の全体的な物体移動として捉えられることから、物体移動ベクトルの平均を算出する。
- iii. ベクトル平均に沿って被害画像を移動させる（重畳表示先の座標を変更する）。

3.2 ARコンテンツの例

図3(a)では、階段の踊り場に負傷者を重畳表示している。図3(b)では、ビルの一室に合わせて黒煙を重畳表示している。これらのようにリアルタイム映像に被害映像を重畳表示することで、VEDコンテンツのリアリティを向上させ、よりリアルな避難訓練を提供する。

4. 試用実験

防災に興味をもつ徳島大学大学院生 13 名を対象に、ARコンテンツの提示を含むVEDを試験的に実施した。このVEDでは南海地震を想定し、津波襲来までに大学キャンパス内の正しい避難場所へ向かうことが要求され、3つの場所でARコンテンツが提示された。2~3名で構成されるグループごとに1台のタブレットPCが渡され、避難訓練が開始された。避難訓練終了後に実施した5段階アンケートの

表1 アンケート結果

質問	AVG	SD
Q1.合成映像をリアルに感じたか?	3.66	0.47
Q2.合成映像から災害の恐怖を感じたか?	3.11	1.09
Q3.合成映像を見て防災意識は向上したか?	3.22	0.91
Q4.合成映像の動きはスムーズだったか?	3.11	1.28
Q5.合成映像を防災教育（避難訓練）に使うことは良いと思うか?	4.38	0.62

結果を表1に示す。

6グループ中2グループがARコンテンツを閲覧できなかった。これはSAD値が閾値を下回らなかったことに起因する。比較画像撮影時と避難訓練時の天候が異なるなど、重畳表示の開始に関わる不安定要素をいかに克服するかが今後の重要な課題である。Q1の平均値から、参加者（9名）はARコンテンツを概ねリアルに感じたといえる。しかし、Q2~Q4の平均値も含めて、必ずしも良好とはいえない。参加者が記憶している過去の大震災（被害映像）とARコンテンツを比べたため、リアリティや恐怖を強く感じなかったとも考えられるが、被害画像を洗練したり、重畳表示処理を改善したりする必要がある。ただ、Q5の平均値が高いことから、ARを用いたVEDは防災教育の多様化のひとつとして十分に（特に、ゲーム要素に興味をもつであろう多くの子どもに）受け入れられる、と著者らは考えている。

5. おわりに

本稿では、ARを用いたVEDの背景、実装や試用実験について概説した。

防災教育にゲーム要素を取り入れて多様化することには賛否両論あると予想される。今後は、高い性能（幾何学的、光学的、時間的整合性）を有するAR/MR(Mixed Reality)システム<sup>例えは(5)</sup>を参考にしながらAR機能を充実させるとともに、ARを用いたVEDの実践件数を増やし、その有用性を明らかにしていきたい。

謝辞

本研究の一部は、中山隼雄科学技術文化財団平成24年度研究開発助成（助成研究A）を受けた。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- (1) 三木啓司, 角川隆英, 宮下純, 光原弘幸, 小西正志, 井若和久, 上月康則: “実世界 Edutainment によるバーチャル避難訓練—南海地震津波を想定した徳島県徳島市津田地区の場合—”, 日本災害情報学会第14回研究発表大会予稿集, pp.34-37 (2012)
- (2) Miki, K., Mitsuhara, M., Sumikawa, T., Miyashita, J., Iwaka, K., Konishi, M. and Kozuki Y.: “REAL WORLD EDUTAINMENT SYSTEM AND ITS APPLICATION TO EVACUATION DRILL”, Proc. of IADIS International Conference e-Society 2013, pp.59-66 (2013)
- (3) 角川隆英, 三木啓司, 宮下純, 光原弘幸, 井若和久, 上月康則: “実世界 Edutainment によるバーチャル避難訓練のためのリアリティの高い教材”, 日本災害情報学会第14回研究発表大会予稿集, pp.30-33 (2012)
- (4) Nilsson, S., Arvola, M., Szczepanski, A. and Bång, M.: “Exploring Place and Direction: Mobile Augmented Reality in the Astrid Lindgren Landscape”, Proc. of OzCHI 2012, pp. 411-419 (2012)
- (5) 角田哲也, 大石岳史, 池内克史: “高速陰影表現手法を用いた飛鳥京 MR コンテンツの開発とその評価”, 映像情報メディア学会誌, Vol.62, No. 9, pp.1466-1473 (2008)