



## 拡張現実感を用いて発災時の判断力を育成する 次世代型避難訓練の開発と実施

徳島大学大学院 ソシオテクノサイエンス研究部

講師 光原 弘幸

### 1. はじめに

自然災害が世界各地で多発している。我が国でも地震・津波、噴火、豪雨などの大規模災害が発生し、防災が最重要課題のひとつになっている。避難訓練をはじめとした防災教育は身近な防災である。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。

そこで研究代表者らは、防災教育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てきた。RWE による避難訓練では、避難シナリオに基づき、学習者の現在位置などに応じて、発災時に遭遇する状況がデジタルコンテンツ(動画など)としてタブレット PC に提示される。例えば、避難中に負傷者から救助を求められたり、避難路が通行不可になっていたりと、難しい判断を迫られる状況を疑似体験させる(考えさせる)ことで、発災時(避難時)の判断力を育成する。徳島県内の小中学校での実践を通じて、RWE による避難訓練の有用性を確認できたが、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。

そこで本研究では、コンテンツのリアリティ向上をめざして、拡張現実感 (Augmented Reality : AR) に着目し、RWE システムを基盤として、リアルタイム映像に仮想の被災映像を重畳表示する AR 機能を実装した。

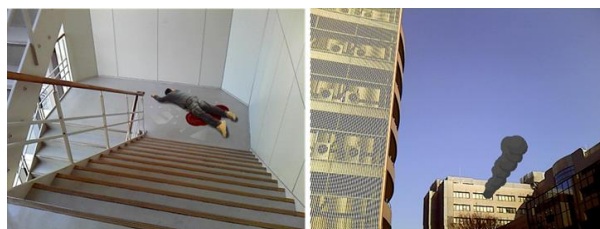
### 2. タブレット端末と AR を組み合わせた避難訓練

RWE による避難訓練のコンテンツには、「今ここに負傷者がいる」や「今ここに危険がある」といったリアリティが必要である。本研究では、画像処理によるマーカレス AR を採用し、眼前の光景を被災したように見せる AR コンテンツの実現をめざした[1]。

マーカレス AR 機能は、画像処理ライブラリ OpenCV を用いて Visual C# で実装した。以下に処理手順を示す。

#### (1) 重畳表示の開始

避難訓練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



(a) 負傷者 (b) 黒煙 (ビル火災)

図 1 AR コンテンツの例

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、仮想の被災画像 (GIF アニメーションを含む) を重畳表示する。なお、閾値は検証員から設定される。

#### (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、被災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、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災画像を移動させる(重畳表示先の座標を変更する)。

図 1(a) では、階段の踊り場に負傷者を重畳表示している。図 1(b) では、ビルの一室に黒煙を重畳表示している。

徳島県内の小中学校や防災イベントにおいて、タブレット端末と AR を組み合わせた避難訓練を実施し、AR 機能を評価した。被験者は AR コンテンツを概ねリアルに感じたが、十分なリアリティは達成できなかった。また、場面認識の精度が低く、AR コンテンツが提示されないこともあった。



(a) 避難訓練の様子



(b) 火災の AR



(c) 負傷者の AR



(d-1) エレベータの使用



(d-2) エレベータの落下

(b) 負傷者

(b) 黒煙 (ビル火災)

図 2 AR コンテンツの例

### 3. HMD と AR を組み合わせた避難訓練

タブレット端末に代わる映像出力デバイス、ならびに、より頑強で表現力の高い AR を検討した結果、没入型 HMD (Oculus Rift)、ならびに、マーカ型 AR (ArUco) とゲームエンジン (Unity) を採用して、RWE システムを拡張することにした[2]。

#### 3.1 拡張システム

拡張システムは、Oculus Rift と両眼カメラ (Ovrvision) を接続したノート PC 上で動作し、SDK (Ovrvision SDK for Unity Pro) を使用して AR を実現した。印刷された AR マーカは実世界にあらかじめ設置される。炎や煙などのエフェクトの描画には Unity のパーティクルシステムを利用している。

##### (1) 拡張システムによる避難訓練

オープンキャンパス来場者の高校生を対象に、本システムによる屋内避難訓練 (試用実験) を実施した (図 2(a))。代表的な AR コンテンツを以下に示す。

**火災:** 避難路上で発生した火災により、階段が通行不可になっている (図 2(b))。

**負傷者救助:** 出血した負傷者が廊下に倒れており、負傷者を救助するかどうかを選択させる (図 2(c))。

**エレベータ:** 避難訓練参加者は選択肢マーカを 3 秒間見続けることで、エレベータを使用して避難するか選択



図 3 派生システム利用時の様子

できる (図 2(d-1))。「使用する」を選択した場合、エレベータのドアが開いた瞬間にエレベータのロープが切れて落下してしまう (図 2(d-2))。

試用実験におけるアンケートの結果から、視覚的リアリティの向上などについて良好な評価を得たが、課題も多く残されている。例えば、参加者の多くが VR 酔いにより気分が悪くなった。また、本システム (ノート PC) を持って同行したり、参加者の安全を確保したりするスタッフが多く必要であった。実用化に向けてさまざまな課題をクリアしていかなければならない。

#### 3.2 派生システム

拡張システムから派生させる形で、仮想の竜巻 (竜巻を動画の半透明合成または Unity で描画) をリアルタイム映像に重畳表示 (オプティカルフローまたは Oculus Rift のヘッドトラッキング機能で竜巻の描画位置を調整) するシステムを開発した[3]。本システムは避難訓練用ではなく、移動を伴わない災害疑似体験をめざしている。

徳島県内の防災イベントに本システムを出展し、来場者に竜巻を疑似体験してもらった (図 3)。アンケート調査を実施し、多くの来場者から「竜巻をリアルに感じられた」、「防災に役立つ」との回答が得られた。

#### 4. おわりに

本研究では、AR を用いた次世代避難訓練システムを開発し、避難訓練の実施や防災イベントへの出展を通じてシステムの有用性を検証した。改善すべき課題は多いものの、開発システムがリアリティの高い AR コンテンツを提供し、発災時の判断力育成などに貢献することが示唆された。

#### 参考文献 (研究成果の一部)

- [1] Mitsuhashi, H., et al., "Game-based evacuation drill using real world edutainment", *Interactive Technology and Smart Education*, Vol.10, No.3, pp.194-210, 2013.
- [2] Kawai, J., et al., "Game-based Evacuation Drill System using AR, HMD, and 3DCG", *Proc. of INTED2015*, pp.6688-6698, 2015.
- [3] Iwama, S., et al., "Using AR and HMD for Disaster Prevention Education", *Proc. of INTED2015*, pp.6681-6687, 2015.