



# 低水位氾濫流の危険性を実感できる拡張現実 スマートフォンアプリの開発

山本怜央<sup>1)</sup>, 宮向井剛<sup>1)</sup>, 田代イサム<sup>1)</sup>, 那須田陽平<sup>1)</sup>, 板宮朋基<sup>1)</sup>

1) 愛知工科大学 工学部情報メディア学科 (〒443-0047 愛知県蒲郡市西迫町馬乗 50-2, itamiya@g.aut.ac.jp)

**概要:** 本研究では, 3D 奥行きセンサを搭載したスマートフォンを用いて, 実風景に水面を重ねて表示する拡張現実アプリを開発した. リアルタイムにオクルージョン処理を行い, 1m 以下の低水位でもリアルな浸水表現を可能にした. 氾濫流と漂流物も表現できる. 体験者の周囲の建造物の形状が認識されているため, CG の漂流物が実空間の建造物に接触すると, せき止められ跳ね返るなどの物理挙動が表現され, 氾濫流の危険性を実感できる.

**キーワード:** 防災, 避難訓練, 津波, 拡張現実, スマートフォン, オクルージョン処理, 接触判定

## 1. はじめに

日本は自然災害大国であるが, 2011 年 3 月の東日本大震災や 2018 年 7 月の西日本豪雨などにおいては, 警報を見聞きした際に迅速な避難を行うための危機意識が十分であったとは言えず, 平時からの教育啓発による意識の向上が求められている. 東日本大震災では, 発生から 1 時間以上あったにもかかわらず, 避難行動が遅れ, 犠牲者が多く出た地区もある[1]. 本研究では, 自らハザードマップを読み取り頭の中でイメージすることが難しい小・中学生, 高校生の児童・生徒を対象に, 平時における災害への危機意識の向上を目的とし, 1m 以下の低水位氾濫流の危険性を実感できる拡張現実スマートフォンアプリ Disaster Scope2 を開発した. 避難訓練や防災イベントにおいて実用した. 本アプリは, 実施場所においてスマートフォンと廉価な紙製ゴーグルのみを用いるため, 機器の調達・設置・運用コストが低く, 多人数同時に体験可能である. 3D 奥行きセンサを搭載したスマートフォンを用いることにより, 端末の地面からの高さや周囲の物体の 3 次元形状を認識できるため, 体験者の周囲の人物や建造物の輪郭に沿うように CG の水面がリアルタイム・オクルージョン処理によって表示され, 低水位時のリアルな浸水表現が可能になる. CG の漂流物が実空間の建造物に接触するとせき止められ跳ね返るなどの物理挙動が表現され, 氾濫流の危険性を実感できる. 小・中学校, 高校における避難訓練などにおいて本システムを実用した. アンケート調査の結果, 低水位氾濫流の危険性を実感でき, 警報発令時の迅速な避難など具体的な防災対策の実行につながる事が示唆された.

## 2. 先行研究

鶴川ら[2]は, スマートフォンを用いた防災教育用津波

AR アプリを開発した. 東日本大震災で実際に到達した津波の高さをリアルタイム映像上にアイコンと数字で表示する. しかし, 数字のみの表示なので視覚的にわかりにくい. 東京大学生産技術研究所加藤孝明研究室および株式会社キャドセンター[3]は, スマートフォンを用いた防災情報可視化アプリを開発した. 端末の GPS 位置情報に基づき, 想定される浸水の高さの水面をスマートフォンのカメラのリアルタイム映像上に重ねて CG で表示する. 実風景映像に重ねて表示された CG の水面と比較表示されている人物のシルエット表示はあくまで定規であり, 周囲に実在する人物や建造物の輪郭に水面が沿うようなオクルージョン表現はできない. また, 没入体験することはできない. 板宮ら[4]は, スマートフォンと紙製ゴーグルを用いて, 浸水状況を現実風景に重ねて CG で立体的に表示し, 没入体験できる AR アプリを開発した. しかし, スマートフォンの傾きセンサ情報のみを利用し, 地面からの高さは感知できないため, シャガむなど低い姿勢をとっても水面の見え方は変わらない. 周囲の人物やなどの輪郭を水面が沿うようなオクルージョン表現はできないため, 1m 以下の低水位のリアルな表現はできない.

## 3. システムの概要

### 3.1 ハードウェア

スマートフォンは ASUS 社製 Zenfone AR (Android7.0) を用いた. 紙製ゴーグルとして, スマホシアターゴーグルクラス シングル (1 眼タイプ) を用いた.

### 3.2 水害疑似体験アプリ Disaster Scope2

本アプリは Unity5.6.2p4 および GoogleTangoSDK を用いて開発した. 本アプリは, 現実空間と密接に関係するリアルな浸水表現をスマートフォンのみで可能にする. スマー

トフォン Zenfone AR には、ToF(Time of Flight)方式による 3D 奥行きセンサが搭載されている。スマートフォンの地面からの高さ位置情報を精密に取得できるとともに、周囲の物体の 3 次元形状を認識できる。アプリの起動後にスマートフォンを地面に向けた状態で画面上の「Set」ボタンを押すと、任意の高さに水面が表示され、水位は 10cm 毎に設定が可能である。設定された水位以上に存在する物体には水面がかからないようにリアルタイムにオクルージョン処理を遅延なく行える。また、氾濫流（水流）とそれに伴う漂流物も表現できる。CG の漂流物が現実空間の構造物や人物に見かけ上接触すると、せき止められ跳ね返るなどの物理挙動が表現される。水害疑似体験アプリ Disaster Scope2 の表示例を図 1 に示す。



図 1 水害疑似体験アプリ Disaster Scope2 の表示例

#### 4. システムの実用

本システムを、小中学校・高校における避難訓練および防災イベントで実用した。茨城県土浦市立真鍋小学校、静岡県掛川市立千浜小学校、東京都三鷹市立第七小学校、愛知県額田郡幸田町立南部中学校、神奈川県立川崎高校で実施した。アンケート調査における自由回答の結果、「友達がおぼれていて怖くなった」「津波で亡くなった人の気持ちが分かるような気がした」「今回の訓練はとても良い体験になった。もし本当に来ても冷静に行動できるようになりたい」「いつもの避難訓練より緊張した」「絶対に準備をしなきゃだめだなと思いました」などの感想が得られた。小学校の避難訓練における実用の様子を図 2 に示す。



図 2 小学校の避難訓練における実用の様子

#### 5. システムの評価

小・中学校、高校の避難訓練や自治体が主催する防災イベントにおいて、体験した 7 歳から 70 代の 807 人にアンケート調査を実施し主観評価を行った。水害疑似体験における調査結果を図 3 に示す。

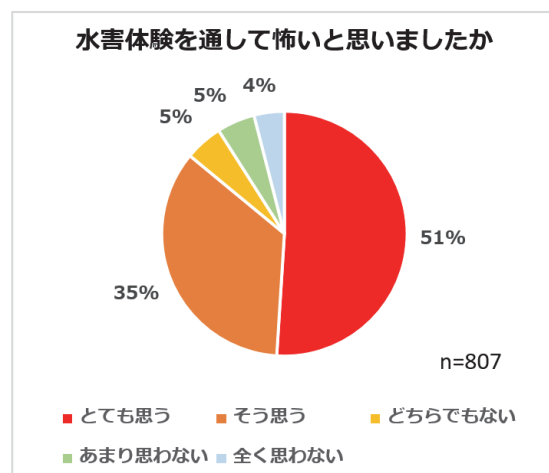


図 3 水害疑似体験の調査結果

#### 6. 運用における課題と今後の展望

本システムの 3D 奥行きセンサは赤外線を利用している都合上、晴天時の屋外など直射日光下では浸水表現にブロックノイズが表示する頻度が増した。赤外線を吸収しやすい黒い服や物体などはオクルージョン処理が正常に行えない場合があった。また、起動後 10 分程度以上経過すると高さ位置情報に誤差が生じる頻度が高くなることが分かった。高さ位置情報の修正のためには、画面内の「Set」ボタンを再度押す必要があり、運用に手間が生じた。3D 奥行きセンサで感知できる範囲は約 5m であったが、直射日光下では 2m 以上離れた物体のオクルージョン処理はできない場合があった。屋内では 5m 以内の物体は安定的にオクルージョン処理が可能であった。本アプリは Zenfone AR のみで稼働するため汎用性に乏しい。3D 奥行きセンサを用いずに一般的なスマートフォンに付属しているカメラの映像のみでソフトウェア的に空間認識を実現する ARKit や ARCore などの仕組みが登場してきたため、それらの認識精度が向上することにより、一般的なスマートフォンにおける利用が可能になることが期待される。

#### 参考文献

- [1] 東日本大震災第三者検証委員会：東日本大震災第三者検証委員会報告書—宮城県名取市閑上地区の検証一、2014.
- [2] 鶴川義弘，福地彩，栗木直也：スマートフォンを用いた防災教育用津波 AR アプリの開発，宮城教育大学環境教育研究紀要，第 16 巻，pp. 7-12，2014.
- [3] 株式会社キャドセンター：防災情報可視化アプリ「AR ハザードスコープ®」，2011.
- [4] 板宮朋基，吉村達之：拡張現実による災害想定没入体験アプリの開発と避難訓練における活用，日本災害情報学会第 18 回学会大会予稿集，pp.122-123，2016.