

防災におけるスマートグラス活用の事例研究

尹喜眞¹ Inglese, Guillaume² Tijerino, Yuri A.¹

概要: 近年, AR における注目度は高まっている. AR は, 製造業や建築業といった様々な分野における活用が期待されているが, 防災分野における活用も考えられる. 日本の関西学院大学と欧州との共同研究プロジェクトである「FASTER」プロジェクトは, 災害時のファーストレスポンドーの災害初期対応におけるスマートグラス, あらゆる IoT, そして分散型台帳技術の応用と実用化を目指し, システムを研究, 開発するものである. 先日, 兵庫県広域防災センターにて実施された第 1 回目評価実験においては, 複数の消防隊員がスマートグラスを装着し, 被害者や危険要素の場所を示すアノテーションを追加, 共有すること, 中央管理システムと連携して情報をやり取りする試みがなされた. 本稿では, その評価実験から得られた結果の報告とともに, 「FASTER」プロジェクトから派生した災害シミュレーション開発の概要と目的を述べる. そして, 防災分野におけるスマートグラスの活用に関する考察を行う.

キーワード: 災害初期対応, ファーストレスポンドー, 拡張現実 (AR), 災害シミュレーション

A Case Study on the Use of Smart Glasses in Disaster Prevention

HEEJIN YOON¹ GUILLAUME INGLESE²
YURI A. TIJERINO¹

Abstract: In recent years, augmented reality (AR) technology has been attracting because of its uses various fields such as manufacturing and construction. This paper describes an application AR technology in disaster response and rescue operations. The "FASTER" project, a joint research project between the Kwansai Gakuin University in Japan and 22 other partners from European Union, aims to develop and research a system for the practical use of augmented reality glasses, IoT devices, and distributed ledger technology in first responder rescue operations during disasters. The paper describes a pilot experiment held recently at the Hyogo Prefecture Disaster Management Center. During this experiment, among other tools, firefighters evaluated a smart AR glass smart application developed for management of shared 3D tags at the disaster site. Shared 3D tags indicating the location of victims, possible entry and exit points, and danger areas or objects, are transmitted with other relevant data to a Common Operational Picture system used as a centralized rescue management operations. In this paper, we report the results obtained from the evaluation experiment. In addition, the paper describes the outline and purpose of a disaster simulation tool, which derives from the smart AR tools developed for the FASTER project. The paper also discusses the application of smart glasses in the field of disaster first response, in general.

Keywords: First Disaster Response, First Responders, Augmented Reality (AR), Disaster Simulation

1. はじめに

今日の日本社会において地震や豪雨といった自然災害のリスクは増大している. 政府が策定した「統合イノベーション戦略 2020」においては, Society5.0 の実現とともに, 大規模な自然災害やサイバー攻撃といった国民生活及び社会・経済活動への脅威にイノベーションを通して対応し, 総合的な安全保障の実現を目指して戦略的に取り組むことが掲げられた[1]. こうした背景の中, XR 技術を防災分野にて実用化しようとする研究や開発の動きが活発になりつつある. 徳島大学大学院の津波避難訓練システム[2]や, 東北学院大学の防災教育 VR 教材[3]といった先行研究事例では, 評価実験などにおいて, 迅速な避難訓練への有効性及び災害の怖さを実感的に伝達することへの有用性が示唆された. また, スマートグラスは遠隔作業支援においてもその

実用化が進んでおり, 遠方においても作業のノウハウ等を伝承できるといった点が先行事例において評価された[4].

このように, スマートグラスの防災分野や作業支援, 訓練における有用性が期待されている中, FASTER プロジェクト[a]は発足した. FASTER プロジェクトは, 自然災害発生時, 真っ先に現場に派遣される消防隊員や救助団体などのファーストレスポンドーの安全かつ効率的な救助活動を支援する分散型台帳技術や AR, IoT 技術応用の研究開発プロジェクトである. 本稿では, 先日実施された FASTER プロジェクト評価実験における AR システムの評価と分析結果を報告するとともに, 本プロジェクトから派生した開発システムである災害シミュレーションシステムの 2 つの事例から, 防災において如何にスマートグラスを活用できるのかを考察する.

1 関西学院大学大学院総合政策研究科
2 CS GROUP

a) JST SICORP Grant JPSMJSC1811,
EC Horizon 2020 Grant 833507

2. FASTER プロジェクト

2.1 FASTER プロジェクトの概要

「FASTER」(First responder Advanced technologies for Safe and efficient Emergency Response) プロジェクト[5]は、日本語では「安全かつ効率的な災害初期対応」と呼ばれ、災害救助活動においてファーストレスポnderが晒される危険要素を分散型台帳技術や IoT 機器を用いて回避し、より効率的な救助を可能にするシステムの研究・開発プロジェクトである。本プロジェクトは国立研究開発法人科学技術振興機構の戦略的国際共同研究プログラムと EU の Connecting Europe Facility との共同出資(図 1)の下進行している日本と欧州との共同研究プロジェクトであり、計 23 組織が参加している。本章では、フランスの CS GROUP が開発した、Microsoft 社の HoloLens2(以降 HL2)を実機とする「AR Operational System」の技術評価実験の結果を報告する。



図 1 Co-financed by the Connecting Europe Facility of the European Union

2.2 第 1 回技術評価実験

2021 年 7 月 21 日、兵庫県広域防災センターにて第 1 回技術評価実験が実施された。評価対象技術であった CS GROUP の「AR Operational System」の機能は以下の通りである。

(1) アノテーション・2D マップ機能

アノテーション機能は、スマートグラスを装着したファーストレスポnderが要救助者や転倒のリスクがある場所のような危険要素を発見した際、音声又は仮想的ボタンのタッチ操作で該当仮想空間にマーカーを追加する機能(図 2)である。そして 2D マップ機能(図 3)は、ファーストレスポnderの位置やアノテーションの位置を表示する 2D マップ機能である。この際、現実世界と仮想世界の空間的位置の整合が必要となる。そこで、CS GROUP は HL2 に付随されているヘッドトラッキング、IMU (慣性計測装置)、深度センサーを使用し、現実空間と HL2 によって認識された仮想空間との位置を関連づけている。

具体的方法としては、QR コードを読み取り、現実空間と仮想空間を整合している(図 4)。この際、QR コードが設置される場所の緯度、経度のテキスト情報が QR コードに含まなければならない。また、これは北向きに設置される必要がある。この過程を通して、QR コード読取後に該当位置が仮想空間において原点となり、位置及び方向が整合され、その後もファーストレスポnderの動きが追跡、反映される仕組みとなっている。また、これにより室内、野外を問わず位置の整合が可能となった。

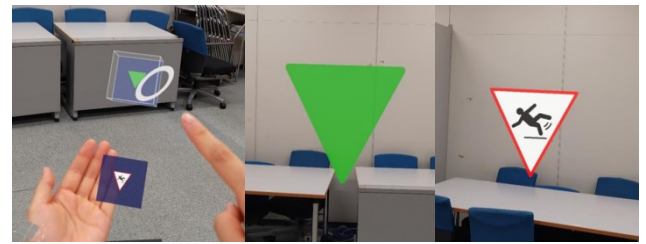


図 2 アノテーション機能

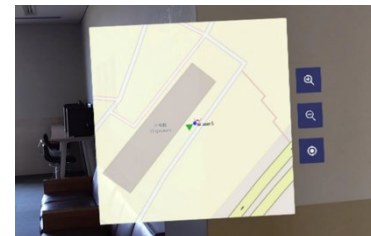


図 3 2D マップ

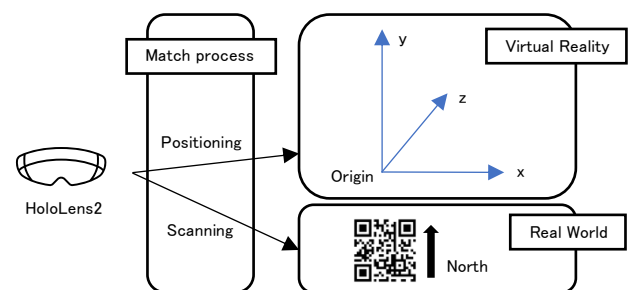


図 4 空間的位置の整合

(2) アラート・ミッション機能

アラート・ミッション機能(図 5)は本システムと連携する中央管理システム(COP)から伝達された情報を表示する機能である。アラート機能は、危険要素が近くにある場合の通知など、緊急を要する時にメッセージを表示する。またミッション機能は、中央管理システムを操作する指令部から受信したミッションを救助現場にいるファーストレスポnderが確認し、承諾若しくは拒否の意向を伝えられる機能(図 6)である。



図 5 アラート(左)・ミッション表示



図 6 アラート・ミッション操作

(3) 中央管理システムとの連携

本システムにて行われる中央管理システムや他のスマートグラス間のリアルタイムな情報共有と連携は、AR サーバーを介する。HL2 向け応用プログラムのより簡単な開発を可能にするオーサリングツールである「Inscape Platform」(CS GROUP 開発) から公開された AR アプリケーションが AR サーバーを介し、複数の HL2 間で視覚的情報を共有するのである。また、この AR サーバーはゲートウェイをホストするため、中央管理システムといった FASTER プロジェクトにおける他システムと連携できる仕組みとなっている。

2.3 実験結果

結論から言うならば、CS GROUP の AR Operational System は評価実験において問題なく動作し、ファーストレスポンスによる操作も円滑に進行した。ほとんどの場合、音声操作の様子が見られ、認識の精度も高いものであった。特に、屋内において要救助者や危険要素の発見時にアノテーションを設置し、中央管理システムから示された脱出口を目掛けて迷路の脱出を試みるシナリオは順調に進行した。

しかし、システムの問題点として挙げられたのは、QR コード読取の不便さであった。実験の際、ヒートアップや不明な原因によりアプリケーションが強制終了される現象が見られたが、再びそれを立ち上げた時に、もう一度現実空間と仮想空間を整合するため QR コードを読み取らなければならない、QR コードが設置された場所へファーストレスポンスが再び移動しなければならない不便さが見られた。また、アノテーションの削除を HL2 側で実行できない点や地図の位置を変えられない点などが指摘され、これらの貴重なフィードバックは次のアプリケーションの改善に反映された。

2.4 ファーストレスポンスによる評価

ファーストレスポンスとして参加した神戸市消防局垂水消防署の消防隊員を対象としたシステムに関する聞き取り調査において、実用化に対する期待が見られた。一方システムの不安定性や、UI/UX に関する不便さなどが指摘された。しかし、今後続けてファーストレスポンスからフィードバック受け、必要又は不必要とを感じる機能の提案が反映され、システムの安定性が改善されるならば、本 AR システムは安全な救助活動を支援する目的において役立つものであると評価された。また、情報の可視化において、ファーストレスポンス間で情報を分かりやすく共有できる点が評価された。

3. 災害シミュレーションシステム

3.1 開発背景、目的

評価実験のヒアリング調査において、ファーストレスポンスより「デバイスの使い方が今ひとつわからない」という意見が寄せられた。事前に画像と文章で構成されたマ

ニュアルを準備していたにもかかわらず、そのような意見が出たことは、紙媒体に掲載された画像情報と実際にスマートグラスを使用することの間に大きな乖離があったからだと考えられる。

また、今回の評価実験を準備する際、災害現場を再現した会場の確保や物理的迷路の設計・設営において多くの時間と人材、労働のコストを要した。しかし、2.4.で述べたように、システム改善のためには続けてフィードバックを受ける必要があり、その都度多くのコストを要する評価実験を実施することは困難である。

そこで、低コストで仮想環境上に災害現場を再現すること、スマートグラスをデバイスとする FASTER 関連システムの習得を支援する災害シミュレーションを提案、開発するに至った。

3.2 開発方法

本システムは Unity の OpenXR プラットフォームを利用し、開発された。また、空間マッピングや床、壁といった物理的環境の認識、検出のためにマイクロソフトの Mixed Reality Toolkit Foundation, Scene Understanding パッケージを導入した。

3.3 シミュレーションの概要

(1) 火災シミュレーション

火災シミュレーション(図 7)は、音声認識によってシーンが開始され、それと同時に火と煙が発生し、時間が立つに連れて燃え広がる様子をシミュレーションしている。ユーザーは火を避け、ゴールまで避難しなければならない。この際、消化器やゴールの方向を示すナビゲーション(図 9 図 9)が表示される。



図 7 火災シミュレーション

(2) 瓦礫シミュレーション

瓦礫シミュレーション(図 8)は、音声認識によるシーン開始とともに地震を模倣した揺れが発生し、天井や壁、家具などが崩れ、倒れる様子をシミュレーションしている。ユーザーは瓦礫の中で事前に設置したゴールオブジェクトを目掛けて自主的に避難経路を考え、ゴールまで避難しなければならない。この際、ゴールの方向を見失うことを防ぐ補助ツールとして、ナビゲーション(図 9)が表示される。



図 8 瓦礫シミュレーション

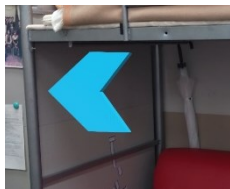


図 9 ナビゲーションとなる矢印

3.4 避難訓練教材としての応用

災害シミュレーションシステム開発を通して、スマートグラスを用いた災害シミュレーションには避難訓練の教材としての応用可能性があることが見られた。

本シミュレーションでは HL2 が手の動作を認識することにより、仮想オブジェクトに触れ、移動させることが可能である。したがって、指定された物理的環境に限定されることなく、柔軟にプレイする場所を選択できるという利点がある。また、瓦礫や火、煙といった仮想オブジェクトは物理エンジンを持ち、空間マッピングと Scene Understanding (図 10 図 10)によって定義された床、天井、壁などの要素との衝突を感知するため、シーン開始とともに生成される各オブジェクトはプレイする現実環境に合わせて配置される。

したがって、シミュレーションの設計においてユーザー自ら現実環境の消火器の位置に仮想消火器を設置する行動や脱出口を目指す行動といった、インタラクティブ性を誘導するコンテンツの設計が可能である。このことから、多様な場所に対応する自主的な避難訓練への活用が期待できる。

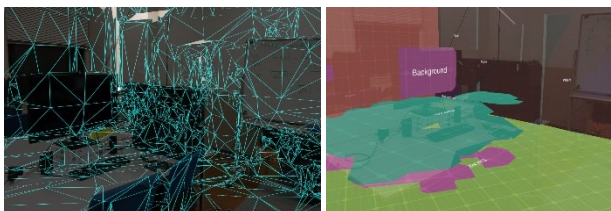


図 10 空間マッピング(左), Scene Understanding(右)

4. 結論と考察

本稿で挙げた FASTER や災害シミュレーションの事例を

通して、明らかになった点がいくつかある。

まず、ハンズフリー操作や音声認識操作を可能にするスマートグラスの活用は、ファーストレスポnder瓦礫災害現場といった危険な環境下でも操作に大きな手間をかけることなく容易に救助活動に必要な情報を取得でき、共有できる点において有用であることが確かになった。これらは現場から視線を逸らすことなく、実行できるため、より安全な災害初期対応を支援するという目的においてスマートグラスの活用は有効であると考えられる。

情報伝達による災害初期対応や救助活動の効率化という目的に関しては、共有情報の種類による表示方法の最適化が今後の課題である。評価実験の段階では、アノテーションなどの仮想オブジェクトを視覚的に表示することによって、ファーストレスポnderが直感的に要救助者や危険要素などの位置を確認し、その情報を基に動線を考え、指令部に伝達する、といった円滑な救助の流れが誘導された。この点に関して、ファーストレスポnderが自身の現在地を無線などで説明する時間を短縮できることは、迅速な人命救助に繋がると期待できる。

一方、HL2 は光学カメラや深度センサーなどのセンサーを使って空間を認識するデバイスであるため、暗闇や日差し強い環境に敏感であるという脆弱性が見られた。また、暑い気温の環境ではヒートアップしやすいといった現象も明らかになった。しかし、FASTER プロジェクトが始動される際、こういった難点は承知の事実であった。そこで、CS GROUP はこういった脆弱性を考慮した上で、最新のスマートグラスの能力を最大限に活用し、ファーストレスポnderの活動や他システムとの連携を支援する AR Operational Support システムの開発に取り組んだ。

したがって、現段階においてはハードウェアの脆弱性によりシステムの最適な活用範囲が限定されるのが事実であるものの、中期的な展望として、より頑丈なスマートグラスの登場により、システムの潜在能力を最大限に活用することが期待できる。また、そういった展望からスマートグラスの災害現場における実用化は充分可能であると考えられる。

災害シミュレーションにおいては、今後 FASTER プロジェクト関連システムと統合する必要があり、デジタルマニュアルとしての有効性は期待の段階で止まっている。しかし、新たな発見として、避難訓練への有用性が確認された。スマートグラスを用いることによって柔軟な仮想オブジェクトの配置や空間マッピングが可能となり、多様な場所に対応できると考えられる。また、ユーザーが自ら災害発生時の行動や避難経路を考えることを誘導できるという点から、実践に備えた訓練方法として有用であると考えられる。

5. 今後の課題

FASTER プロジェクトの第 2 回目評価実験が 2022 年 2 月

に予定されており、実用に向けた更なるシステムの改善が必要である。最も考慮すべき事項は日本、欧州のファーストレスポnderからのフィードバックであり、システムの安定化は勿論、日本側は CS GROUP とともにより日本語に適した UI/UX 提案と改善を行う必要がある。

災害シミュレーションシステムにおいては、避難訓練とデジタルマニュアルという二つの目的をより明確にし、目的ごとのシステム分離及び再設計と開発が必要である。また、ファーストレスポnderや学生を対象に評価実験を実施し、その有用性を検証する。

謝辞 本研究は、国立研究開発法人科学技術振興機構（JST SICORP） Grant JPSMJSC1811 及び EC Horizon 2020 Grant 833507 により支援され、実施されました。FASTER プロジェクトの共同研究者殿、兵庫県広域防災センターの関係者及び神戸市消防局垂水消防署の関係者に感謝の意を表します。

参考文献

- [1] 内閣府. “総合イノベーション戦略 2020”.
https://www8.cao.go.jp/cstp/togo2020_honbun.pdf, (参照 2021-11-04).
- [2] 川井淳矢, 光原弘幸, 獅々堀正幹. スマートグラスを用いた津波避難訓練システム. 情報処理学会第 78 回全国大会, 2016, p. 4-711-4-712.
- [3] 稲垣忠, 坂本新太郎, 石井里枝, 新妻浩平. スマートグラスを用いた防災教育 VR 教材・遠隔配信プログラムの開発と実践. 日本教育工学会研究報告集. 2021, vol. 2021, no. 1, p. 115-120.
- [4] スマートグラスの AR 表示による遠隔フィールド作業支援システムの開発. 映像情報メディア学会誌. 2017, vol. 71, no. 1, p. J35-J43.
- [5] “H2020 FASTER 833507 | H2020 FASTER Project Website”.
<https://www.faster-project.eu/>, (参照 2021-11-03).
- [6] “Acknowledge EU funding”.
<https://ec.europa.eu/inea/en/connecting-europe-facility/cef-energy/beneficiaries-info-point/publicity-guidelines-logos>, (参照 2021-11-03).