



3D Tiles を用いた戦災 VR システムの開発

Development of war damage VR system using 3D Tiles

小松 尚平¹⁾, 渡邊 英徳²⁾

Shohei KOMATSU, and Hidenori WATANAVE

1) 東京大学大学院 情報学環・学際情報学府 (〒 113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1)

概要: 本研究では、ウクライナ戦争の被害状況を再現し、その深刻な状況をより多くの人々に知ってもらうことを目的とした戦災 VR システムの開発を提案する。具体的には、3DCG データのストリーミングに適した 3D Tiles を活用し、これを没入型 VR システムに導入する。さらに、ウクライナ現地のクリエイターとの協力により制作された 3DCG のデジタルアーカイブを活用し、ガイド音声を実装することで、戦災の被害状況のシーンの背景や戦争の実情を伝える。このシステムにより、ユーザーはまるで現地にいるかのような感覚で戦争の被害を直接体験し、その実態を理解することができる。この戦災 VR システムは、戦争の現実を伝え、今後の教育や啓発活動に貢献することを目指す。

キーワード: VR, 3D Tiles, フォトグラメトリ, 3DCG, デジタルアーカイブ, 戦災

1. はじめに

ウクライナ戦争は、多くの人々に深刻な影響を与えている [1]。このような戦争の現実を伝えるための手段として、視覚化技術が注目されている [2]。その中でも、3D Tiles は、都市空間データを効率的に扱うための技術であり、3次元の都市モデルをリアルタイムで視覚化するための特化したフォーマットを提供している [3]。この技術を活用することで、戦争の被害をリアルタイムで再現し、ユーザーに現地にいるかのような体験を提供することができる。

本研究では、ウクライナ戦争の被害状況を再現し、体験することを目的とした戦災 VR システムの開発を行う。VR 空間内での戦争被害の風景の再現を通じて、ユーザーが戦争の現実を直接的に感じ取ることができるようにすることを目指す。このシステムの開発により、戦争の現実とその影響をより効果的に伝える新しい手段を提供することができると考えられる。

2. 提案する手法

現在、VR (Virtual Reality) 技術は、ユーザーに高度な没入感を提供する能力を持っている。特にヘッドマウントディスプレイ型の VR は、ユーザーが仮想空間内に存在しているかのような感覚を強く引き出すことができる [4]。さらに、フォトグラメトリ技術により、現実のオブジェクトや場所を高精度な 3D モデルとして再現することが可能となる [5]。そして、3D Tiles 技術を活用することで、これらの 3D モデルを効率的に VR 空間に組み込むことができる。

提案する手法は、フォトグラメトリ技術を用いて再現されたウクライナ戦争の被害地域の 3DCG モデル [5] を、3D Tiles を活用してヘッドマウントディスプレイ型の VR システムに取り入れることで、ユーザーは VR ゴーグルを着用し

て 360 度の被害地域を体験することができる。このシステムを使用することで、ユーザーは戦争の実際の被害についてより直感的に理解し、戦争の厳しい実情についての認識を深めることができる。

以下では、実装するシステムについて詳細に述べる。

2.1 3D Tiles 技術と音声データを活用した戦災 VR コンテンツの配信

3D Tiles は、大量の 3D データを効率的にストリーミングし、高精度な 3D モデルをリアルタイムで表示するための技術である [3]。この特性により、複雑な被害地域の 3DCG モデルもスムーズに VR 空間で再現することが可能となる。本研究では、この 3D Tiles 技術を活用して被害地域の 3DCG モデルを VR 空間に変換し、複数の登録された VR デバイスに戦災 VR コンテンツを配信するシステムを開発する (図 1)。

このシステムは、3D Tiles データとコンテンツシーンに合わせた音声データをアップロードすることで、戦災 VR コンテンツを体験させることができる。ユーザーは、3D Tiles を用いて再現された被害地域の 3DCG モデルを VR 空間内で体験することができ、同時に音声データを通じてその場所の背景や歴史的な意義を理解することができる。また、3D Tiles のデータセットを使用することで、戦災 VR コンテンツ以外の様々な応用可能性も考えられる。例えば、歴史的な場面の再現や教育用コンテンツの作成など、多岐にわたる用途が期待される。本システムの実装では、ユーザーが戦争の被害状況をより直感的に体験できるシステムを目指す。

2.2 ウクライナ現地クリエイターのデジタルアーカイブの活用

ウクライナの戦争被害を正確に再現するため、ウクライナ現地のクリエイターが制作したデジタルアーカイブを活用する。3D マッピング技術を用いてウクライナの被害地域を詳細に可視化することができる技術 [5] を活用することで、現地の被害状況やその影響をリアルタイムで体験することができる。本研究で開発されたシステムもこのデジタルアーカイブを取り込んでおり、ユーザーは実際の戦争被害の再現を体験することができる。これにより、ウクライナ現地の被害状況を、VR 体験を通じてより深く理解することが可能となる。

2.3 ガイド音声による戦争被害の解説

音声ガイドは学習者の理解を深める効果があるとされている [6]。本システムでは、戦災 VR 内の各コンテンツシーンの背景や歴史的な意義を伝えるガイド音声を導入している。これにより、ユーザーは被害地域を体験しながら、同時にその場所の背景や意義についての情報を得ることができる。このガイド音声は実際のシステムに実装されており、ユーザーの理解を助ける役割を果たしている。

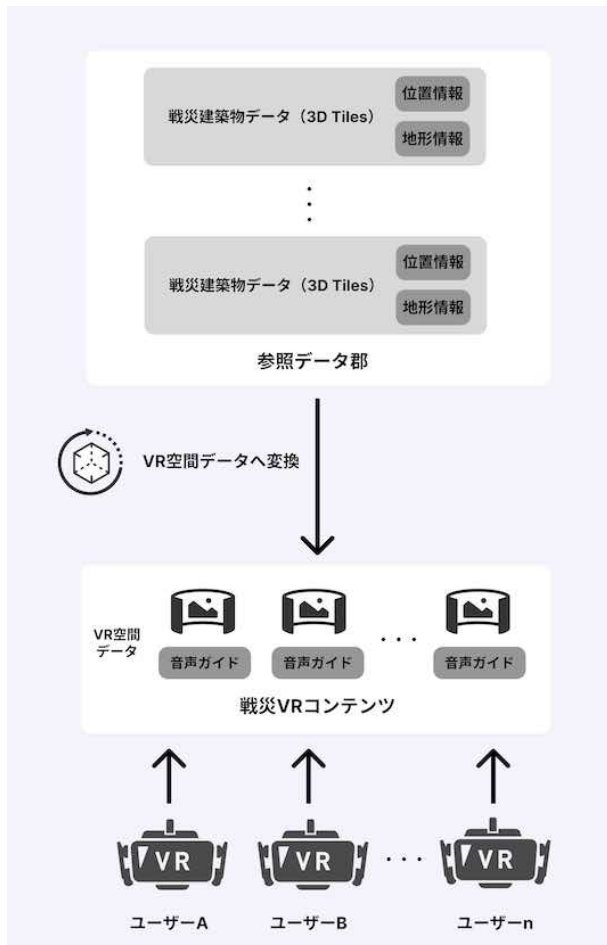


図 1: 3D Tiles を活用した戦災 VR コンテンツ配信システム構成図

2.4 ユーザーデータの保存と共有

本システムでは、PICO4 という VR デバイスを使用して取得したユーザーの体験データを保存している。PICO 4 は、ヘッドセットとコントローラの追跡とユーザーの位置を高精度で検出する機能により、ユーザーの体験データを取得することができる [7]。この機能により、ユーザーの体験データを共有することで、ユーザー以外の鑑賞者は自由視点で、VR 体験をしている映像をリアルタイムで視聴することができる。さらに、ユーザーの体験データは保存されているため、ユーザーが体験した映像を、体験後にユーザーの体験をリプレイすること (図 2) でコンテンツの分析が可能となり、教育や研究の場での利用を想定している。この機能も本システムに実装を予定しており、さまざまな用途での利用が可能である。

2.5 コンテンツシーン構成

システムのコンテンツシーン選定には、戦災が伝わりやすいようなコンテンツを Satellite Images Map of Ukraine[5] から選択している。システム内での音声は、戦争被害の背景や実情を補足する役割を果たしている。また、シーンは 30 秒ごとに自動的に切り替わる設計となっており、これによりユーザーは連続的な体験を得ることができる。具体的には、以下の 5 つのシーン構成で、システム内の音声を設定されている。

1. ヤヒドネ村の学校に残された子どもたちの絵: 2022 年 3 月から 4 月にかけて、ロシア軍がヤヒドネ村を占領し、子ども・幼児を含む 366 人の村民が学校に監禁された。(図 3)
2. 破壊されたホレンカのアパート: ロシア軍の砲撃で大きな被害を受けたキーウ近郊の集合住宅。(図 4)
3. 世界最大の航空機 An-225 「ムリーヤ」: 2022 年 2 月 24 25 日、ロシア軍の攻撃によって破壊された。(図 5)
4. 破壊されたモシュンの別荘地: ロシア軍によって破壊されたキーウ近郊の別荘地。(図 6)
5. 破壊されたポロディアンカの集合住宅: 2022 年 3 月、ロシア軍の砲撃によって破壊された集合住宅。(図 7)



図 2: 体験者データのリプレイ再現画面



図 3: 戦災 VR 画面：ヤヒドネ村の学校に残された子どもたちの絵



図 4: 戦災 VR 画面：破壊されたホレンカのアパート



図 5: 戦災 VR 画面：世界最大の航空機 An-225「ムリーヤ」



図 6: 戦災 VR 画面：破壊されたモションの別荘地



図 7: 戦災 VR 画面：破壊されたボロディアンカの集合住宅

3. 実装結果

本研究において開発された戦災 VR システムは、2023 年 8 月 1 日に広島テレビ本社（広島県広島市東区二葉の里 3-5-4）で開催された暗示「ミライの平和活動展 ～テクノロジーでつながる世界～」で公開展示された。この展示を通じて、多

数の来場者が本システムを実際に体験し、その反応や評価を得ることができた。得られたフィードバックとして、多様な年齢層や背景を持つ来場者からの前向きな反応が多く寄せられ、システムが広い客層に向けて効果的に機能していることが確認された。

これらの意見を基に、今後はシステムのさらなる改善を進めていく。

4. 終わりに

本研究では、ウクライナ戦争の被害状況を高度な没入感を持って体験することを目的とし、VR 技術を活用して戦災 VR システムを開発した。3D Tiles 技術とコンテンツシーンに合わせた音声データを組み合わせることで、ユーザーは現地の戦争被害をリアルタイムで体験することが可能となった。

本研究の成果を通じて、戦争の被害の実情を体験することで、未来の平和教育や戦争の記憶の継承に貢献することが期待される。今後も研究を進め、より多くの人々に戦争の記憶と教訓を伝えることを目指していく。

謝辞

本研究において、ウクライナの 3D モデルの作成に尽力して下さった世界各地のクリエイターの方々に心から感謝申し上げます。また、本研究の背景やデータマッピングの技術的側面において、渡邊英徳教授のご指導とご協力に深く感謝いたします。

参考文献

- [1] アルフレッド・カマー, ジハド・アズール, アベバ・アムロ・セラシ, イラン・ゴールドファイン, イ・チャンヨン. ウクライナでの戦争が世界地域にどう影響しているか. IMF Blog. 2022.
- [2] 河村広之. 小学校における AR 技術を用いた「歴史の視覚化学習」による戦争・災害記憶の継承の研究. KAKEN, 2016.
- [3] 福島佑樹, 関本義秀, 瀬戸寿一. 3D Tiles を用いた 3 次元都市空間データの作成. 地理情報システム学会講演論文集, 2017.
- [4] 横井梓, 斉藤美穂. A STUDY OF EVALUATION ON PSYCHOLOGICAL EFFECTS OF VIRTUAL REALITY IN A RESIDENTIAL ENVIRONMENT. 日本建築学会環境系論文集, 第 78 巻, 第 683 号, 2013.
- [5] 渡邊英徳. 3D マップで可視化されるウクライナの被害. 東京大学, 2022.
- [6] 平林輪樹, 小竹元基, 中平勝子, 北島宗雄. 鑑賞行動における記憶促進のための音声ガイド提示タイミング. 第 18 回情報科学技術フォーラム, 2019.
- [7] PICO Global. Live the Game with PICO 4 All-in-One VR Headset. PICO Global, 2023.