

フィールド科学体験型 VR シアターのコンテンツ開発と運用 ～VR 技術を用いた教育・研究支援～

○大塚 尚広^{A)}、川村 洋平^{B)}

北海道大学大学院工学研究院工学系技術センター技術部^{A)}、北海道大学大学院工学研究院^{B)}

1. はじめに

北海道大学工学部では、2022 年 3 月にフィールド科学体験のための立体視可能な 360 度 VR シアターを設置した。VR シアターは、国内大学初のシステムとなっており、教育・研究利用を促進するためにコンテンツ制作のワークフローを確立し、教材となるコンテンツ開発とシステム運用が急務となった。

これらの課題を解決するために、汎用的な技術を用いて VR シアター用コンテンツを誰でも簡単に制作するための編集ツールと Unity ゲームエンジンを用いた立体視可能な 360 度投影システムを開発した。

本発表では、これらツールの開発内容と新たな研究支援への発展について報告する。

2. 北海道大学 VR シアターの仕様

VR シアターは、直径 8m、高さ 2.4m の円筒型で全周囲が覆われたスクリーンと 6 台のプロジェクターにより投影される(図 1)。

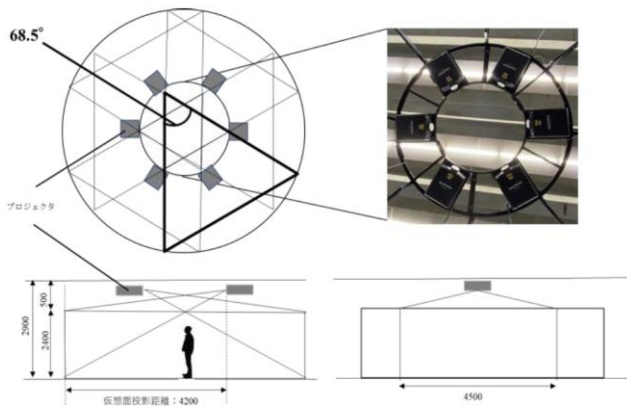


図 1. プロジェクター位置と投影範囲^[1]

投影される解像度は、横 10320px 縦 1200px となっている。立体視表示の場合は、瞳孔間距離分の視差を持つ同様の解像度映像を追加した横 10320px 縦 2400px の映像を上下に 2 分割し、立体視用電子シャッターを搭載したゴーグルにより右目用映像と左目用映像を別々に届けることで実現している(図 2)。

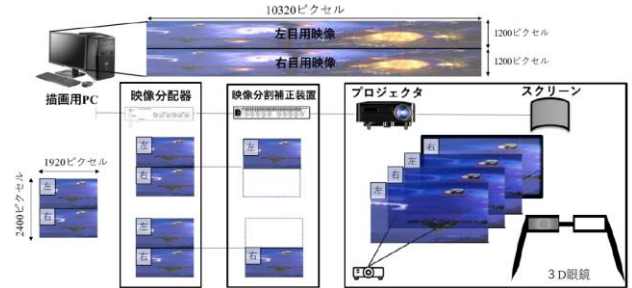


図 2. VR シアターにおける立体視の仕組み^[1]

3. VR 動画用編集ツールの開発

VR シアター用の動画コンテンツは、多くの 360 度カメラが採用している equirectangular 形式のデータのままで、正しく再生できない。正しく再生するためには、シアタースクリーンのアスペクト比に合わせたクロップと投影画像終端部のプロジェクターの重ね合わせ(エッジブレンディング)を考慮するため、画像始端から横幅 240px 分を終端部に結合する必要がある(図 3)。

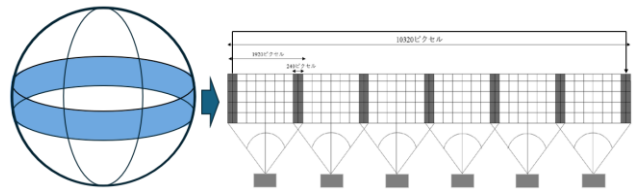


図 3. 映像編集作業内容

当初これらの作業は、Adobe After Effect や Premiere といった映像編集ソフトウェアを利用していたが、利用したカメラによって異なる解像度や立体視映像撮影できるカメラも混在し、誰もが編集することができない課題があった。

そこで、プログラミング言語である Python と動画編集アプリケーションの ffmpeg を利用して、自動編集ツールを開発した。このツールは、立体視の有無を問わず equirectangular 形式の映像を入力ことで、解像度情報を取得し、出力すべきアスペクトに対応する画素数を求め、クロップと結合するための座標を求め自動処理することで実現した。

4. Unity を用いた立体視 360 度投影システム

360 度カメラで撮影された動画では、固定された地点での映像であるため、自由視点で移動することができない。この課題を解決するための手段として、PC や HMD における VR では、3D モデルで構築された VR 空間の任意の点から映像をレンダリングすることで、自由視点によるウォークスルーを実現している。360 度 VR シアターの仕様に合わせて、ウォークスルーを実装するには、視点の移動に加え任意の点からの視野角 360 度の映像をレンダリングし、右目と左目の各視差映像（横 10320px 縦 1200px）を上下に結合し投影する必要がある。

これを実現するために汎用ゲームエンジンの Unity を利用し、プロジェクターの重ね合わせと曲面スクリーンへ投影することを考慮した仮想カメラの視野角と台数を定義し、各視差映像をレンダリングする仮想カメラアセットを開発した。この開発により、国土交通省が主導するオープン 3D 都市データ (PLATEAU) やフォトグラメトリ技術による内製した 3D データを用いた立体視投影が可能となり、デジタルツインを構成するための重要な要素である 3D モデルによる自由視点コンテンツ制作の拡大に寄与した。



図 4. オープン 3D 都市データの立体視投影の様子

5. 新たな 3D 再構成技術 (3DGS) の導入

Unity ゲームエンジンを用いた立体視可能な 360 度仮想カメラアセットの開発により 3D モデルのレンダリングができるようになったが、現実世界のようなリアルな 3D モデルコンテンツを制作するには、3DCG 編集ソフトウェアを用いての詳細な制作や修正する技術が必要であり、困難であった。そこでフォトリアリスティックな新たな 3D 再構成技術として 3D gaussian splatting^[2] (以下 3DGS) に着目し、実行環境を構築の上、VR シアターでのレンダリングを試行した。3DGS は、機械学習の技術を用いた新しい手法であり、データを生成するために GPU 搭載の PC に学習環境を構築した。映像から学習し生成したデータは、UnityGaussianSplatting^[3] を用いて Unity 内に配置した。さらに 4. で開発した立体視投

影システムを統合することで、VR シアター内での 3DGS の立体視を実現した (図 5)。



図 5. VR シアター内で 3DGS を立体視している様子

6. まとめ

これら開発したツールを使用することで 360 度動画コンテンツを 47 個、立体視 360 度動画コンテンツを 32 個、3D モデルコンテンツ 24 個を短期間で作成することができた。その結果、教育利用だけでなく文部科学省、フランス大使館、海外大学、国内一般企業からの見学や本学学生の保護者や小中学生の課外学習など社会貢献活動のイベント利用も可能になり延べ数百名以上の方へ VR 体験を提供した。

また VR シアター内の 3DGS の導入をキッカケに、「3D ガウシアンスプラッティングを用いたトンネル 3D モデル技術の精度検証」として修士学生の研究へと発展した。さらに当該の修士学生の研究は、2024 年度資源・素材関係学協会合同秋季大会において、若手ポスター発表賞を受賞した。

このように技術支援を通じて、教員・学生と技術職員が協働することにより、大学の社会貢献活動の一助となることや、新たな技術を活用した研究成果を生み出すことができた。

参考文献

- [1] 田中洋輔 大塚尚広 田中優太朗 川村洋平：フィールド科学体験型 VR シアターの構築とその教育現場への適用と評価, 会誌「情報処理」「デジタルプラクティスコーナー」Vol. 64 No. 8, Aug. 2023.
- [2] B. Kerbl, G. Kopanas, T. Leimkühler, and G. Drettakis: 3D Gaussian Splatting for Real-Time Radiance Field Rendering, ACM Transactions on Graphics, Vol. 42, No. 4, 2023
- [3] Aras Pranckevičius, UnityGaussianSplatting, <https://github.com/aras-p/UnityGaussianSplatting>

謝辞

本技術支援において、Unity に関する貴重なご助言を賜りました北海道大学情報科学院坂本大介准教授、施工及び実務的観点からご助言いただきました株式会社ソリッドレイ研究所の関係者の皆様に深く感謝申し上げます。