

等高線ナビゲーションを導入した 當麻寺西塔の高品質点群VR観覧システム

立命館大学 情報理工学部 小柴雄人, 長谷川恭子, 李亮, 田中覚

研究背景と目的

文化財をデータとして保存・活用するデジタルアーカイブという取り組みが盛んに行われている

- 経年劣化や損傷からの保護, ネットワークを通じた知識の共有が可能
- 計測技術の発展によって, 3次元計測点群が手法の一つとして用いられる

3次元計測点群

レーザー計測やフォトグラメトリによって計測され, 計測したそのままのデータを用いる事ができるため色や光の再現度が高い

VRを用いたデジタルアーカイブ

- 画像や動画と比較して直感的な立体構造の把握, 高い没入感が利点
- ポリゴンを用いたものが主流

大規模な3次元計測点群はVR環境では, FPS低下を招く

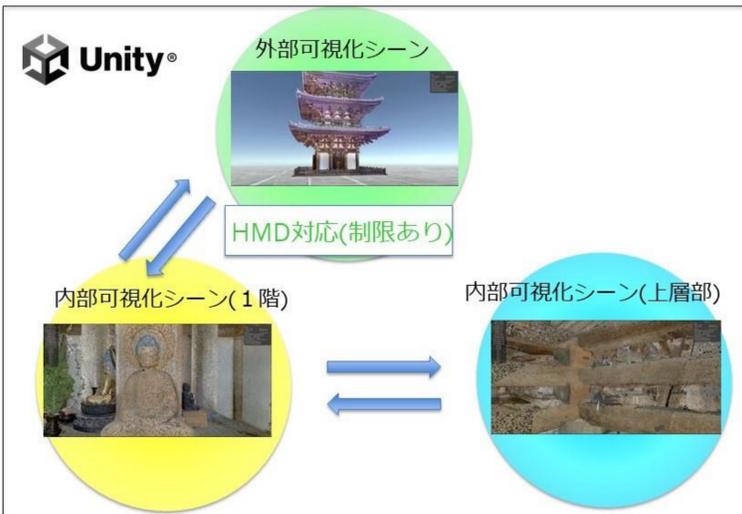
研究目的

3次元計測点群を用いた文化財VRシステム

- FPS低下を抑えつつ3次元計測点群の高い再現度を活かしたVRコンテンツ作成
- 対象・當麻寺西塔(国宝)

システム構成

- 一人称視点での自由な観覧が可能
- キー入力によるシーン間の移動が可能



点群LoD + ポイントサイズ動的変更

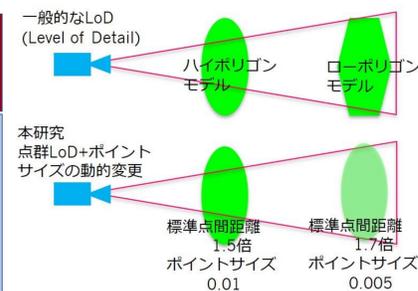
高FPS, 高品質の両立を実現するための効率的なデータ利用を実現する

実装手法

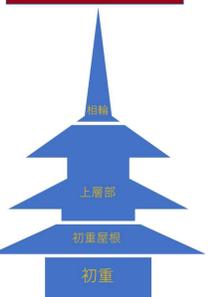
1. 分割した点群に, 切り取りやポアソンディスクサンプリングによる間引きを行い, 点密度や可視化部位の異なるデータを作成
2. カメラとの距離に応じて点群LoDとポイントサイズの動的変更を用いて適切な点群を表示

一般的なLoDと本研究の点群LoD+ポイントサイズの動的変更

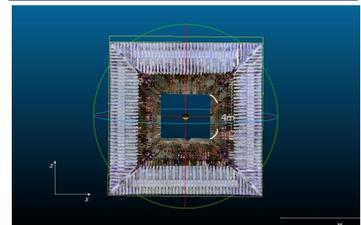
本システムでは
距離15まではポイントサイズ0.01,
一部点群の標準点間距離1.5倍
15以上ではポイントサイズ0.005,
一部点群の標準点間距離1.7倍



分割イメージ



分割, 切り取りを行った初重屋根部点群



等高線ナビゲーション

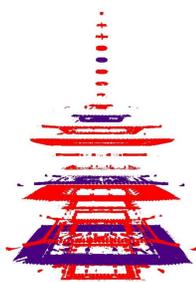
當麻寺西塔の特性を活かしたVRシステムを構築する

- 25.2mと高さのある建築物
- 内部の昇降が可能(内部構造の把握に難あり)

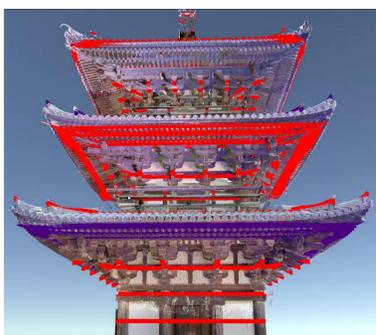
➢ 等高線ナビゲーションの導入

- 外部
 - 1m間隔の赤い等高線 + 5m間隔の紫の等高線
 - 等高線の高さを容易に把握できる
- 内部
 - 1m間隔のViridisカラーマップに基づく等高線
 - 昇降時の位置把握のサポート

等高線(外部)全体図



等高線(外部)



15m以上

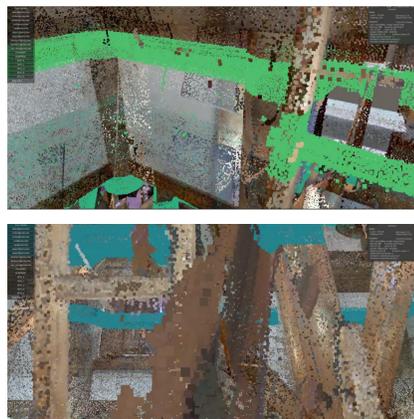
10m

5m

1m

赤色が1m間隔
紫色が5m間隔の
外部の等高線

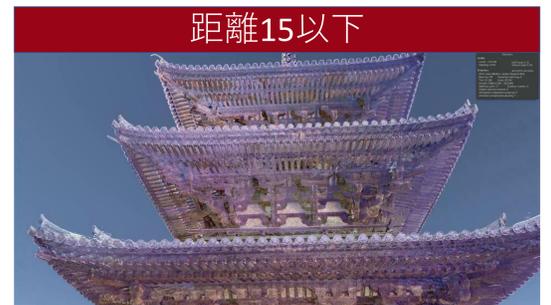
等高線(内部)



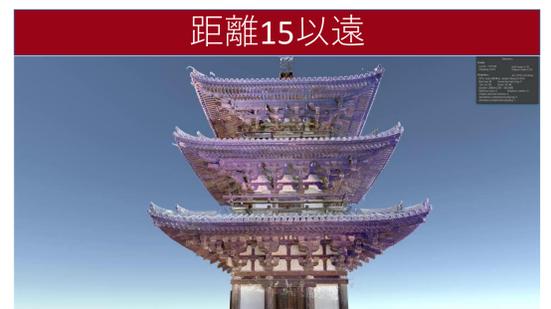
上図の緑部, 下図の青部が
Viridisカラーマップに基づく
等高線となっている

結果

- シーンに合わせた切り取り, 間引きを行った点群を用いることで, 必要な点群のみを表示し, 劣化を抑えつつ高FPSを得られる高効率可視化



- 点群LoDとポイントサイズの動的変更を組み合わせることによって, 接近時に点が疎になることなく, また遠距離では見え方を変えずに負荷の軽減を実現



- 環境(OS:Windows11 Home, CPU:Intel Core i7-9700K 3.60GHz, GPU:NVIDIA GeForce RTX 2070, メモリ:16GB)
- 元データ利用FPS15~30→本手法FPS35~60と2倍から2.3倍の値を示す

まとめ・展望

まとめ

- 當麻寺西塔 3次元計測点群VRシステムの発展
- データ処理, LoDやポイントサイズの変更を生かした高効率点群可視化
- 等高線ナビゲーションの実装

今後の展望

- シェーダーを用いたLoDの導入
- 視線追跡(Mata Quest Pro)の利用
- これらを合わせた視点中心のLoDの実装