 大阪大学 1

## 実空間確率場表現を利用した ネットワーク型仮想現実サービスのための レンダリング手法の提案と評価

大阪大学 基礎工学部 情報科学科  
内田 悠斗

1

### 研究背景 2

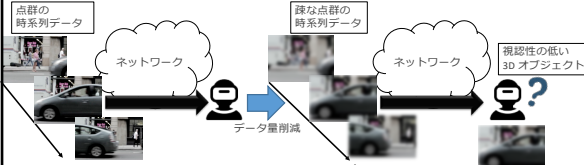
- **仮想現実技術の普及**
  - 仮想的に作られた世界が身近に
  - 3D メディアを用いたアプリケーション・サービスの増加
    - 例: 専用カメラで撮影した現実空間を 3Dモデル で再現し共有するサービス<sup>[1]</sup>
    - 現在のサービス: 静的データを高解像度に再現
- **仮想現実技術の展望**
  - 視覚情報をより鮮明に
  - 実空間での物理法則をより正確に仮想空間上で再現
  - 視覚以外の情報をユーザに与える: 実空間へフィードバックする情報の増加
  - 動的な実空間情報を扱う
    - ネットワークを通して実空間情報を逐次更新

[1] MatterPort, <https://go.matterport.com/Homepage-Japan.html>

2

### ネットワーク型仮想現実サービスの課題 3

- **高解像度の点群データを送信するとネットワークが輻輳**
  - ネットワークの輻輳を避けるため転送するデータ量を削減する必要
    - 削減されたデータによって作成される 3D オブジェクトの視認性の低下
    - ⇒ VR 機器への処理負荷が小さい、3D オブジェクトの表示を補正する手法が必要



点群の時系列データ → ネットワーク → データ量削減 → ネットワーク → 視認性の低い 3D オブジェクト

3

### 研究目的・アプローチ 4

- **研究目的**
  - 3D オブジェクトの視認性の向上
  - 処理負荷の軽減
- **アプローチ**
  - 3D オブジェクトを補正描画するレンダリング手法を採用
  - 補正を行う対象 3D オブジェクトの限定
    - 確率場情報の利用
      - 機械学習によって算出
      - 物体インスタンス情報: 点群が構成する物体の ID 情報



点群情報 (座標 + 色) + 確率場情報 (ラベル + 確度 + 物体インスタンス) → 確定場情報

4

### 既存レンダリング手法 5

- **レンダリング: 点群データを 3D オブジェクトとして描画**
  - 点群それぞれの点を円としてレンダリング
    - 円同士が互いを隠しあう ⇒ 輪郭や細部の情報が不鮮明
  - 点群それぞれの点を放物面として補正しレンダリング
    - 立体的な点の位置関係を計算し描画
- **既存レンダリング手法の問題点**
  - 補正するべき部分 / 補正がなくても視認性が高い部分を区別しないため高負荷



補正なし vs 放物面補正

5

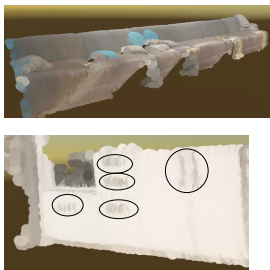
### 提案レンダリング手法 6

- **物体ごとに 3D オブジェクトの描画サイズを変更**
  - 物体を構成する点群の密度から点を表す円または放物面のサイズを決定
    - ⇒ 3D オブジェクトに隙間をなくす
  - $x$ : 点を表す円の半径  $V$ : 物体を構成する点群の存在範囲  $pts$ : 物体を構成する点群数
 
$$\frac{4}{3}\pi x^3 = \frac{V}{pts}$$
- **確率場情報によって補正を行う対象 3D オブジェクトを限定**
  - ⇒ 低い処理負荷でユーザの視認性を向上
  - 確度が高い 3D オブジェクトは補正せず、確度が低い 3D オブジェクトを補正
    - 確度が高いオブジェクトは識別に必要な情報量が多く、ユーザが識別可能
    - 確度が低いオブジェクトは識別に必要な情報量が少なく、ユーザは識別困難

6

### 7 精度と視認性の検証


- 精度の高い点群のレンダリング結果**
  - ソファである精度が0.977の点群を補正なしでレンダリング
    - ソファの形状の特徴が確認可能
    - クッション等が上に置かれたりソファの特徴を確認可能
- 精度の低い点群のレンダリング結果**
  - 戸棚である精度が0.857の点群を補正なしでレンダリング
    - 戸棚の特徴である取っ手の部分の視認性が低い



7

### 8 提案レンダリング手法の実機実験

- 実験の目的**
  - 点群データ量に対する提案レンダリング手法の効果を確認
  - VR 機器に描画される点群データの視認性を確認
  - 処理遅延の削減効果を確認
- 実験環境**
  - ローカルに保存した点群データに対して提案レンダリング手法を適用
  - 同一データに間引きを行い3種のサイズの点群データを用意
    - 基本点群データ (9.02MB)
    - 3cm以内に属する点群がないように間引いたもの (2.92MB)
    - 5cm以内に属する点群がないように間引いたもの (1.09MB)
  - ネットワークの輻射回避のためのデータ量削減を再現
  - Oculus Rift S を用いて視認性を確認



Oculus Rift S

8

### 9 評価結果 (視認性)




補正なしのレンダリング手法      提案レンダリング手法

データ量を削減した点群データに対して提案手法の有効性を確認

9

### 10 評価結果 (視認性)



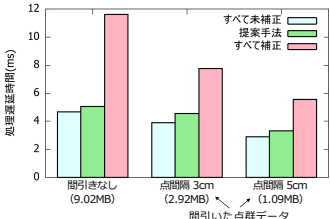
補正なしのレンダリング手法      提案レンダリング手法

データ量を削減した点群データに対して提案手法の有効性を確認

10

### 11 評価結果 (処理遅延)

- シーンを表示した際の処理遅延時間を測定**
  - 提案手法によって補正を行う 3D オブジェクトを約20%に限定することで、処理遅延を84.1%~94.8%削減



間引いた点群データ (MB)	すべて未補正 (ms)	提案手法 (ms)	すべて補正 (ms)
9.02 (9.02MB)	~11	~5	~4
2.92 (2.92MB)	~8	~4	~3
1.09 (1.09MB)	~5	~3	~2

11

### 12 まとめと今後の課題

- 点群データに対するレンダリング手法の提案**
  - 3Dオブジェクトの領域にもとづいて点の描画サイズを決定
  - 処理負荷の軽減
    - 確率情報に基づく放射面補正を行う対象 3D オブジェクトを限定
- Oculus Riftを用いた実機実験**
  - 全体を補正するレンダリング手法と比べて、処理遅延を84.1%~94.8%削減
  - 提案レンダリング手法による視認性の向上を確認
- 今後の課題**
  - 点群データのネットワーク型仮想現実サービスの実装
  - 点群データのストリーミング転送
  - リアルタイムに変化する点群データを用いた動作検証

12