

色と不透明度のグラデーションに基づく 3次元計測点群のエッジ強調可視化

立命館大学情報理工学部 山田祐里, 田中寛, 長谷川恭子, 李亮

1. 研究背景 / 研究目的

研究背景

- 有形文化財を半永久的に保存・活用するデジタルアーカイブ
- データを活用するために半透明可視化が有効
- 確率的ポイントレンダリング(SPBR)[1]による透視可視化
- 物体の特徴領域(エッジ部分)の特徴強調可視化

半透明可視化・従来の特徴強調可視化の問題点

- 特徴領域が局所的に集中する時, 奥行きなどの視認性が低下する。

研究目的

- 半透明可視化における3次元形状の視認性を向上させる
- 特徴領域の**不透明度**・**特徴色**を同時に適応的に変化させ, 3次元点群データの形状把握において視認性向上

[1] S. Tanaka, K. Hasegawa, N. Okamoto, R. Umegaki, S. Wang, M. Uemura, A. Okamoto, and K. Koyamada, "See-Through Imaging of Laser-scanned 3D Cultural Heritage Objects based on Stochastic Rendering of Large-Scale Point Clouds," ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume III-5, 2016, pp.73-80, 2016.

2. 特徴領域の抽出方法

主成分分析に基づいた特徴量

- ある点を中心とする計測球(半径 r)にある点群の位置ベクトル (x, y, z) から共分散行列 S を求める。
- 共分散行列 S から, 固有値 $(\lambda_1^{(i)} \geq \lambda_2^{(i)} \geq \lambda_3^{(i)})$ と固有ベクトルを求め固有値から特徴量 f を計算する。

$$\text{特徴量} : F^{(i)} = \frac{\lambda_3^{(i)}}{\lambda_1^{(i)} + \lambda_2^{(i)} + \lambda_3^{(i)}}$$

[2] Weinmann, M., Jutzi, B., Mallet, C., 2013. Feature Relevance Assessment for the semantic interpretation of 3D point cloud data. ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci. (Proc. ISPRS Workshop Laser Scanning 2013, Antalya, 2013), II(5/W2), 313-318.

[3] Martin Weinmann, Boris Jutzi, Clément Mallet, "Semantic 3D scene interpretation: A framework combining optimal neighborhood size selection with relevant features," ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume II-3, 2014, pp.181-188, 2014.

3. 特徴量に応じた不透明度・色制御

不透明度に基づくエッジ強調

- 特徴領域の不透明度 α を特徴量
- SPBRでは点密度調整を行うことで, 半透明可視化の不透明度制御を行う。[5]
- 不透明度 α** と**特徴量 f** を関連付ける。

$$\alpha(f) = \frac{\alpha_{\max} - \alpha_{\min}}{(1.0 - f_{th})^d} (f - f_{th})^d + \alpha_{\min}$$

f_{th} : 3次元特徴量閾値

α : 不透明度

d : 不透明度増加速度

→**不透明度を用いた明度のグラデーション**

可視化対象

従来手法

不透明度制御



[5] K. Kawakami, K. Hasegawa, L. Li, H. Nagata, M. Adachi, H. Yamaguchi, F. I. Thufail, S. Riyanto, Brahmantara, S. Tanaka, "Opacity-based edge highlighting for transparent visualization of 3D scanned point clouds," ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci. (Proc. XXIV ISPRS Congress), V-2-2020, pp.373-380, 2020.

4. 特徴量に応じた色制御

提案手法

- 色 C を特徴量 f に関連付け制御する。

$$C(f) = \frac{C_2 - C_1}{(1.0 - f_{th})^d} (f - f_{th})^d + C_1$$

C_1 : 収束色

C_2 : 特徴色

d : 色増加速度指数

→**不透明度と色のグラデーションを同時実施**

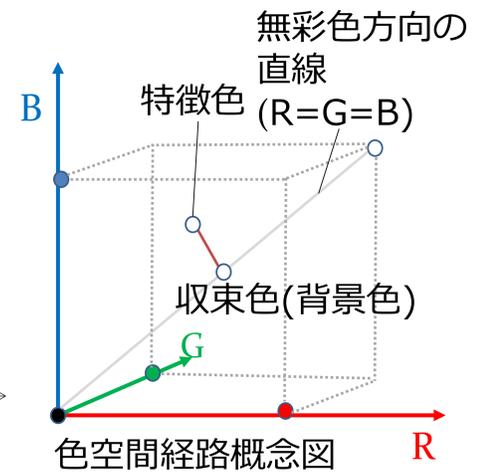
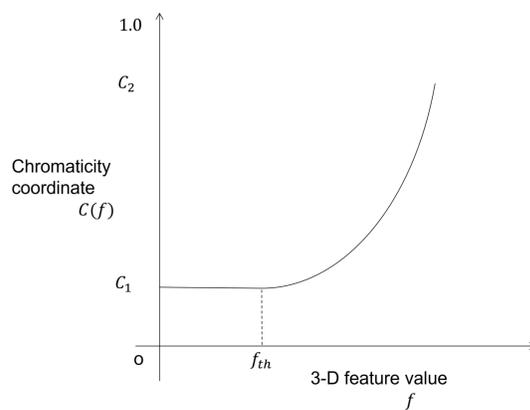
収束色の設定

収束色は可視化対象の背景色を設定する。

-特徴領域の可視化はエッジ部分のみの可視化を行う時が多い。

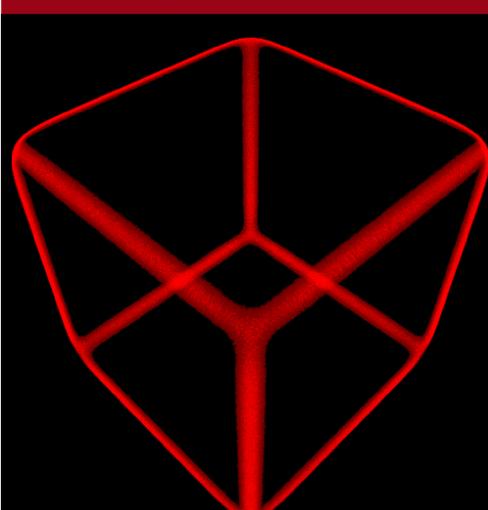
-**HSV空間**での明度は不透明度と関係が強い

-背景色は無彩色であることが多い。



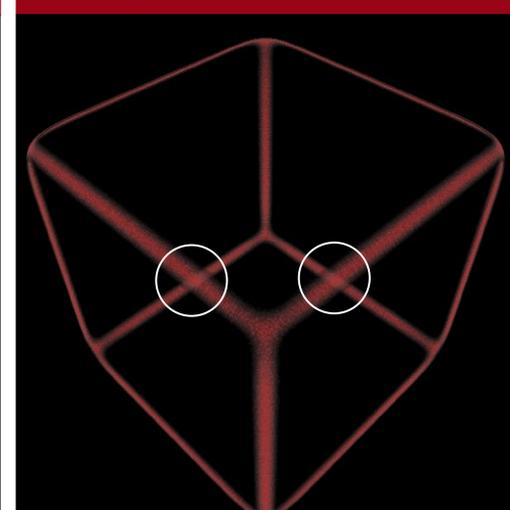
5. 可視化結果

不透明度制御



- 不透明度グラデーションによるソフトエッジ(丸みを帯びたエッジ)の可視化

不透明度・色制御



- 色グラデーション追加によるHalo効果

6. まとめ・展望

まとめ

- 特徴分布に基づく色空間経路を用いた3次元点群エッジ強調可視化を提案した。
- 特徴領域の構造把握の視認性が向上した。

展望

- 色制御関数の収束色を複数色設定する手法
- 3次元計測データへの適用
- 特徴領域外との同時半透明可視化