

# 点群データをクエリとする類似形状の検索に関する一考察

塚田義典<sup>†</sup> 中原匡哉<sup>‡</sup> 梅原喜政<sup>†</sup> 西田義人<sup>†‡</sup> 窪田諭<sup>‡‡</sup>

田中成典<sup>††</sup> 清水則一<sup>‡‡</sup> 川崎悠史<sup>†††</sup> 大上航平<sup>†††</sup> 方俊<sup>†††</sup>

摂南大学経営学部<sup>†</sup> 大阪電気通信大学総合情報学部<sup>‡</sup> 金沢工業大学基礎教育部<sup>†‡</sup>

関西大学環境都市工学部<sup>‡‡</sup> 関西大学総合情報学部<sup>†††</sup> 関西大学先端科学技術推進機構<sup>†††</sup>

関西大学大学院総合情報学研究科<sup>††††</sup>

## 1. はじめに

我が国では、高度経済成長期に集中的に建設された建造物の多くが老朽化[1]してきている。そこで、国土交通省では、適切かつ効率的な点検・診断を行うため、点群データを活用した維持管理[2]を推進している。しかし、膨大な点群データには様々な地物が混在しているため、大規模な点群データから対象の地物を一括で検索可能になれば業務の効率化が期待できる。既存研究[3]では、点検対象の物体を計測した点群データを用いて、形状が類似する箇所を検索する技術が提案されている。しかし、建造物の種類ごとに膨大な数のテンプレートの点群データが事前に必要となるため、現実的ではない。そこで、本研究では、点検対象の建造物の点群データをクエリ（以下、クエリ点群）として、広域を計測した点群データ（以下、広域点群）から形状が類似する箇所を検索する技術を提案する。

## 2. 研究概要

提案手法（図 1）は、1) 候補点群抽出機能と 2) 類似形状検索機能で構成される。入力は、クエリ点群と広域点群とし、出力は、クエリ点群の形状に類似した点群データとする。

### 2. 1 候補点群抽出機能

Consideration on Searching Similar Features using Point Cloud Data

- <sup>†</sup> Yoshinori Tsukada and Yoshimasa Umehara  
Faculty of Business Administration, Setsunan University
- <sup>‡</sup> Masaya Nakahara  
Faculty of Information Science and Arts,  
Osaka Electro-Communication University
- <sup>††</sup> Yoshito Nishita  
Academic Foundations Programs,  
Kanazawa Institute of Technology
- <sup>‡‡</sup> Satoshi Kubota  
Faculty of Environmental and Urban Engineering,  
Kansai University
- <sup>†††</sup> Shigenori Tanaka and Jun Fang  
Faculty of Informatics, Kansai University
- <sup>†††</sup> Norikazu Shimizu  
Organization for Research and Development of  
Innovative Science and Technology, Kansai University
- <sup>††††</sup> Yushi Kawasaki and Kohei Oue  
Graduate School of Informatics, Kansai University

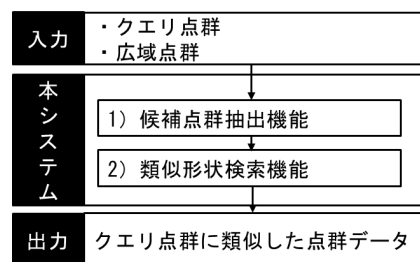


図 1 提案手法の流れ

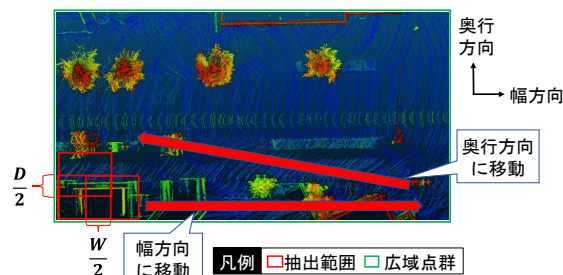


図 2 候補点群抽出機能

本機能（図 2）では、広域点群からクエリ点群と同サイズの検索候補となる点群データ（以下、候補点群）を抽出する。まず、広域点群およびクエリ点群を幅方向と奥行方向に平行な外包するバウンディングボックス（以下、BBox）を取得する。次に、クエリ点群の BBox を抽出範囲とし、幅  $W$  と奥行  $D$  の半分の幅ずつ BBox を幅方向と奥行方向のそれぞれに移動させ、内包する点群データを抽出し、候補点群とする。以上の処理を広域点群の全域に対して繰り返す。

### 2. 2 類似形状検索機能

本機能では、候補点群からクエリ点群に類似した点群データを検索する。まず、Deep Global Registration[4]（以下、DGR）に候補点群とクエリ点群を入力する。DGR は、点群データの幾何特徴に基づいて、対応点間で一致した特徴量の合計値である Weighted Sum 値（以下、WS 値）を算出する。次に、WS 値を正規化して類似度の評価指標とする。そして、WS 値が閾値を上回っている候補点群を検索結果として出力する。

### 3. 実証実験

#### 3.1 実験内容

本実験では、大阪府豊中市を MMS (Mobile Mapping System) で計測した点群データを広域点群とし、樹木と電柱をクエリ点群としたときの検索精度から提案手法の有用性を評価する。正解データは、広域点群から目視で抽出する。そして、樹木を多く含む地点と電柱を多く含む地点 (図 3) をそれぞれ 3 地点ずつ、計 6 地点を対象に検索する。WS 値の閾値は、0.6 とする。検索精度は、検索結果と正解データを比較して算出した適合率、再現率と F 値で評価する。

#### 3.2 結果と考察

検索精度を表 1 に示す。表から樹木の場合は、F 値が 0.615 以上であることがわかった。また、WS 値が上位の可視化結果 (図 4) を確認すると、概ね樹木を検索できることがわかった。しかし、地点 2 では地面を樹木と誤推定した。これは、地面上部の雑多なノイズや LiDAR の測線間隔が広く点密度の低い地面の点列を樹木の葉として同一の特徴と誤認識したためと考えられる。一方、電柱の場合は F 値が 0.388 以下となった。同様に可視化結果 (図 4) を確認すると、黄枠で示すように、ノイズのような点群データや壁面が上位の結果にあることがわかる。これは、電柱の点群データは樹木よりも点数や形状の特徴が少ないため、DGR で十分な特徴を抽出できず、WS 値が低下し、検索に失敗したためと考えられる。以上のことから、点数や形状の特徴が多い地物は正しく検索できるが、点数や特徴が少ない地物は、検索に失敗しやすいと考えられる。これらの地物の抽出のためには、深層学習を用いた特徴量抽出手法である PointNet[5]等を用いて特徴の抽出方法を改良する必要があると考えられる。

#### 4. おわりに

本研究では、DGR により算出した WS 値を基に、広域点群の中からクエリ点群に類似した地物を検索する手法を提案した。そして、実証実験により、点数や特徴の少ない地物に対する検索精度が低下する課題が明らかとなった。今後は、深層学習を用いて提案手法を改良し、より汎用性の高い検索技術の確立を目指す。

#### 参考文献

[1] 国土交通省：道路構造物の適切な管理のための基準類のあり方と調査の背景，入手先 (<https://www.mlit.go.jp/common/000986133.pdf>) (参照 2023-1-7)。  
 [2] 国土交通省：3次元データ利活用方針，入手先 (<https://www.mlit.go.jp/common/001210739.pdf>) (参照 2023-1-7)。  
 [3] Daniel, V., János, S., Bence, F., et al.: Template Matching for 3D Objects in Large Point Clouds using DBMS, *IEEE*

表 1 検索精度

クエリ点群	地点	対象件数	正解件数	適合率	再現率	F 値
樹木	1	49	39	0.591	0.796	0.678
	2	35	27	0.563	0.771	0.651
	3	20	12	0.632	0.600	0.615
電柱	4	35	13	0.406	0.371	0.388
	5	30	9	0.290	0.300	0.295
	6	28	8	0.308	0.286	0.296

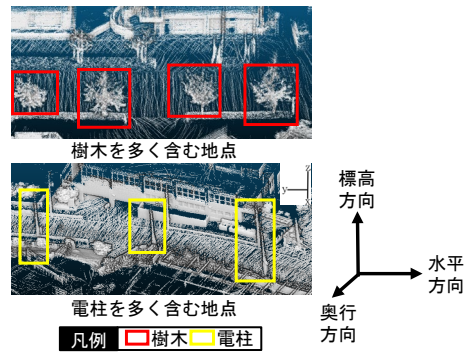


図 3 MMS で計測した点群データ

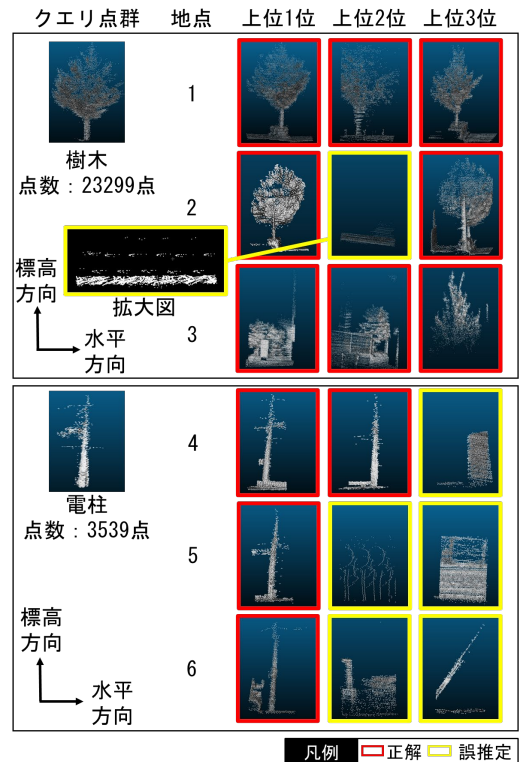


図 4 類似度上位の可視化結果

*Access*, Vol.9, pp.76894-76907 (2021).  
 [4] Christopher, C., Wei, D. and Vladlen, K.: Deep Global Registration, *Proc. IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp.2514-2523 (2020).  
 [5] Charles, Q., Su, H., Kaichun, M. and Guibas, J.: PointNet: Deep Learning on Point Sets for 3D Classification and Segmentation, *Proc. IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp.77-85 (2017).