

歴史的文化財のデジタルアーカイブのための点群データを用いた設計値の抽出に関する研究

小林満里奈[†] 中原匡哉[†]

大阪電気通信大学総合情報学部[†]

1. はじめに

近年, SDGs (Sustainable Development Goals) が提唱されたことにより, 国内でも SDGs が掲げる目標の達成をするための取り組みが急増している. その達成目標の1つに「世界の文化遺産や自然遺産を保護し, 保っていくための努力を強化する」とあり, 火事や老朽化から文化遺産を保護する必要がある. しかし, 現状では, 設計図面などの関連資料で現存していないことは多い. そのため, 歴史的文化財のデジタルアーカイブ化が進められている. しかし, 全国各地に文化遺産が多数点在しており, それらを保存すると, データ容量が膨大になる. そのため, 少ないデータ容量で3次元的に特徴を再現できる手法が必要とされている. 既存研究では, ブロック工の点群データの中からエッジの点を抽出する手法[1]や, 3次元の点群データから主要な特徴を抽出する手法[2]や点群データから物体の隅や端にある点だけを抽出する手法[3]が提案されている. しかし, 既存研究では単純な形状を対象に抽出しているため, 文化遺産のような複雑な形状を対象に抽出するのは難しい. そこで, 本研究では, 歴史的文化財の点群データから深層学習を用いて設計値を抽出可能な点群データを生成する手法を提案する.

2. 研究の概要

提案手法の処理フローを図1に示す. 提案手法は, ボクセル分割機能とエッジ抽出機能により構成される. 入力データは, 計測した点群データ, 出力データは, 設計値を判読可能なエッジ部分のみで構成された点群データとする.

2.1 ボクセル分割機能

本機能では, 入力データの点群データをボクセルに分割し, ダウンサンプリングする. まず, 点群データを一定の大きさのボクセルで分割する. 次に, 深層学習によりエッジを推定するために, 入力層の点数のサイズに合わせてダウン

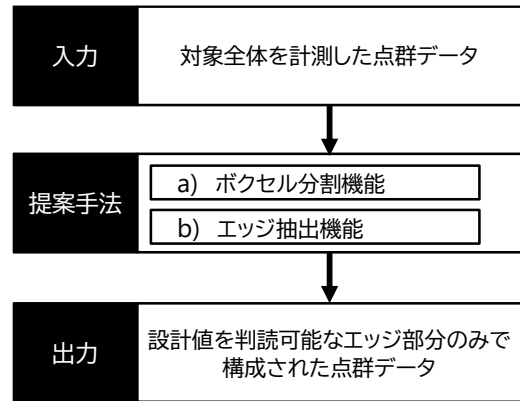


図1 処理フロー

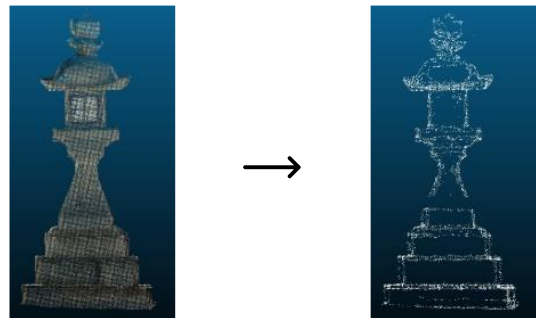


図2 エッジ抽出機能

サンプリングをする. 本機能により, 既存研究[3]で対象としているような単純な形状の点群データに分割できる.

2.2 エッジ抽出機能

本機能では, ボクセルで分割された点群データから深層学習を用いて, エッジの点群データを抽出する. まず, 図2に示すように一定の大きさで分割したボクセルごとの点群データから深層学習を用いて, 点群データからコーナとエッジの点だけを抽出する. 今回は, 深層学習を用いて点群データから物体の隅や端にある点だけを抽出する既存手法[3]を用いて, 抽出することにした. 次に, 床や壁面等をボクセルで分割した時に分割面付近もエッジとして抽出するため, 分割面付近で抽出された点を除去する. 最後に, 一定の大きさで分割したボクセルごとのエッジ部分だけ抽出した点群データを結合する.

3. 実証実験

3.1 実験内容

本実験では、神社の設計値を対象に提案手法の有用性を確認する。図3に示すように大阪府寝屋川市内の住吉神社、八坂神社と大利神社の文化遺産を計測し、評価対象とした。評価の際には、地上設置型レーザスキャナで計測した点群データから手動で抽出した設計値と、提案手法により出力した点群データから抽出した設計値を比較し、提案手法の有用性を確認する。評価する設計値は、図3に示す屋根の瓦、玉垣の大きさや柱間の幅などの計5箇所とした。

3.2 結果と考察

入力データとエッジを推定した点群データの可視化結果を図4に示す。図4により、ボクセル分割することで既存研究の課題でもあった、複雑な形状でもエッジを推定できたことがわかる。次に、点群データの設計値の結果を表1、表2に示し、それらの計測誤差を表3に示す。最小の誤差は、0.001mであり、平均の誤差は、0.021m以下の範囲で保存することができた。また、八坂神社の入力データの総点数は13,848,030点、提案手法により抽出した点群データの総点数は951,773点となり、約6.87%まで削減された。他の神社においても、住吉神社は約5.98%、大利神社は約5.56%まで削減できた。それらの結果から、少ないデータ容量で3次元的な特徴と設計値を保持できることを確認できた。以上のことから、提案手法の有用性を確認できたと言える。しかし、一部の設計値で0.114mの大きな誤差が見られた。これは、深層学習によりエッジを推定するために、入力層の点数のサイズに合わせてダウンサンプリングをしたため、文化遺産の設計値の保持に必要な柱や屋根などの点群データが除去され、エッジを推定していた箇所で誤差が生じたことが原因である。今後は、エッジの推定に必要なボクセルのサイズとボクセルあたりの点密度の再調整やダウンサンプリングの点数の調整が必要だと考えられる。

4. おわりに

本研究では、文化遺産の設計値を保持するため、点群データをボクセル分割し、深層学習を用いてエッジ部分を推定する手法を提案した。検証実験により、提案手法を用いて少ないデータ量で3次元的に特徴を再現し、設計値を保持できることを確認した。今後は、文化遺産の設計値の保持に必要な柱や屋根などを正確に抽出するため、効率的に処理を行える手法の開発し、設計値の抽出精度の高精度化を目指す。

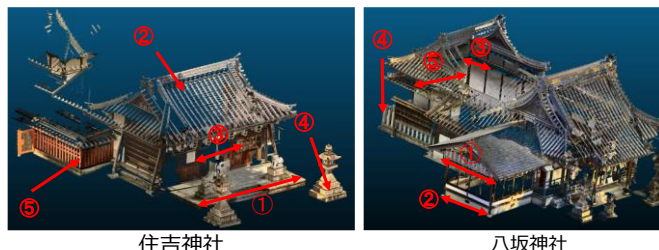


図3 計測箇所



図4 各手法によるエッジの点群データ

表1 計測した点群データの設計値の平均

計測箇所	①	②	③	④	⑤
住吉神社	6.292	0.188	1.882	1.238	0.533
八坂神社	2.606	3.561	1.054	1.104	4.648
大利神社	8.637	8.954	5.234	5.330	0.116

(単位:m)

表2 提案手法を用いた点群データの設計値の平均

計測箇所	①	②	③	④	⑤
住吉神社	6.275	0.183	1.893	1.259	0.523
八坂神社	2.602	3.538	1.021	1.111	4.661
大利神社	8.522	8.951	5.243	5.288	0.115

(単位:m)

表3 点群データの設計誤差

計測箇所	①	②	③	④	⑤
住吉神社	0.017	0.004	0.012	0.021	0.010
八坂神社	0.004	0.023	0.034	0.007	0.012
大利神社	0.114	0.002	0.010	0.042	0.001

(単位:m)

参考文献

- [1] 中原匡哉, 中村健二, 田中成典, 寺口敏生, 関谷浩孝: 点群データを用いたブロック工の設計要素抽出に関する研究, 情報処理学会論文誌, Vol.60, No.3, pp. 903-915 (2019) .
- [2] 赤塚紘輝, 原潤一, 渡辺裕: 主成分分析を用いた点群特徴抽出に関する一検討, 情報処理学会研究報, Vol. 2019-AVM-104, No.3, pp.1-2 (2019) .
- [3] Tan, X., Zhang, D., Tian, L., Wu, Y. and Chen, Y.: Coarse-to-fine pipeline for 3D wireframe reconstruction from point cloud, *Computers and Graphics*, Vol.106, pp.288-298, (2022).