

点群データの稜線抽出技術を用いた
文化財建造物の破損図作成の適用可能性について

正会員 ○味岡 収*
会員外 渡邊 弘行*

3D レーザスキャナ 点群 稜線
破損図 文化財

1.はじめに

3D レーザスキャナの技術的特徴の一つは計測対象の構造物の形状をありのままに 3次元で記録することが出来る点であるが、そのデータは点群データと呼ばれる 3次元座標値の集まりに過ぎない。図面を作成するにはこの点群データからオルソ画像(正射投影)を作成し、それを下敷きに CAD 上で 2次元トレースするものであり、この作業には従来多大な時間がかかっていた。一方、文化財調査時にはしばしば「破損図」と言われる構造物の変状や変形を図中に示した図面が作成される。対象とする文化財によっては破損が大きく見られるものがありこれを正確に図化することが課題の一つとなっている。

近年 BIM (Building Information Modeling) と呼ばれる設計概念が浸透してきている。これはプロジェクトの初期段階から 3次元によって設計を進めていくことでプロジェクト全体の効率化を図るものである。我が国の今を鑑みると構造物の利活用や耐震補強、長寿命化などの維持管理分野においても重要な概念といえる。文化財建造物の維持管理においても近い将来 BIM の概念が導入される事も大いに考えられる。

このような状況を背景に、既存の構造物から取得した点群データを活かして正確な 3次元の図面を効率的に作成する手法が今後有効であると考えられる。そこで我々は点群データから稜線(特徴線)を抽出する手法を検討した。抽出した稜線は 3次元の CAD データであるため、破損図作成の効率化や BIM への活用が可能である。本稿では形状の複雑さの異なる 3つの事例を用いてそれぞれの稜線を抽出し、適用可能性について検証を行った。

2.稜線抽出技術のアルゴリズムについて

点群データからの稜線抽出の手法は、点群データから面を抽出し、その境界を稜線とすることで抽出するものである。稜線抽出処理のフローを図 2.1 に示す。計測位置から取得した 3次元の各点を注目点とし、注目点近傍の $n \times n$ 点(通常 5 から 7 点)の 3次元座標から面の法線ベクトルを算出する。次に、注目点と隣接する点の法線ベクトルの向きを比較し、その差が予め決めたしきい値よりも小さければ同一面とし面の抽出を行う。このとき計測対象構造物の破損の状況に応じてしきい値を設定す

る。最後に、面の境界部分において、隣接する面との交線を算出し、それを稜線として抽出する。

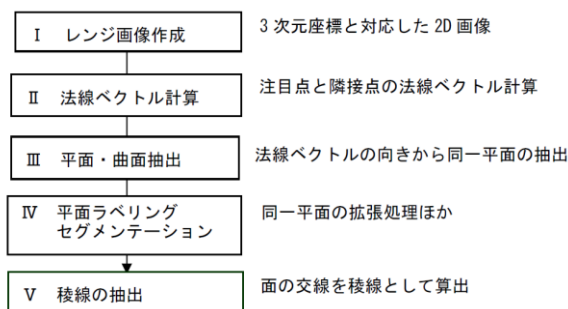


図 2.1 稜線抽出フロー

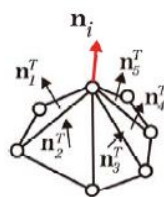


図 2.2 法線ベクトル

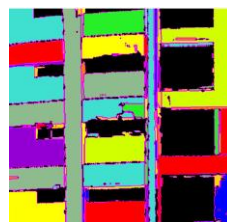


図 2.3 セグメンテーション

3.適用事例

3-1.一般的なオフィス

シンプルな幾何学的形状を持つ一般的なオフィスビルにて検証を行った。

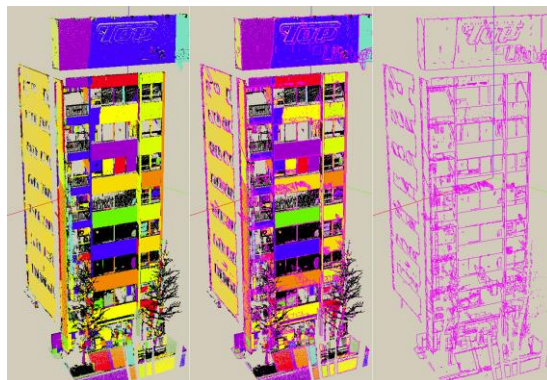


図 3.1 オフィスビルの稜線抽出事例

抽出したラインは詳細に見るとジグザグ状のラインとなっているが、概ね全体寸法値に間違った値はなかった。

しかし、低層部の樹木によるノイズや欠測部に誤ったラインが抽出されており、これの除去と修正に時間を要した。

3-2.複雑な形状の構造物

ここでは構造物より部分的に複雑な形状の箇所を抜き出し検証を行った。

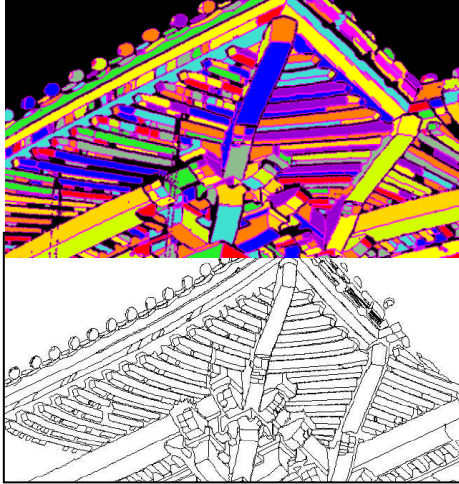


図 3.2 複雑な形状の稜線抽出事例

ラベリングの段階でかなり正確に面が抽出されており、最終的なラインの抽出も形状が正確に保たれている。

3-3.大きく破損した構造物

最後に破損が大きく進行している事例を用いる。

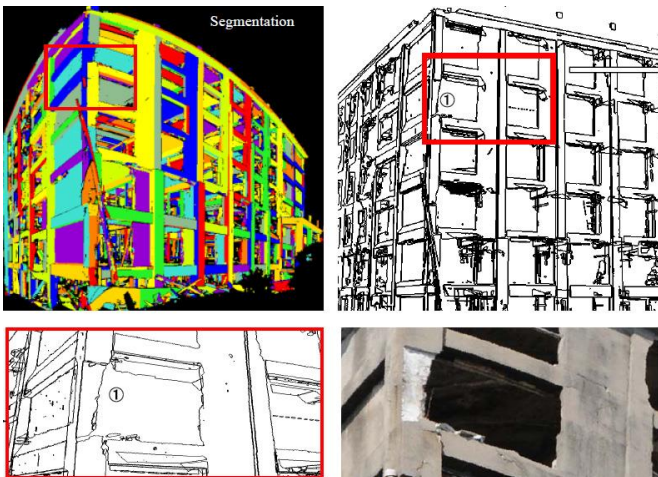


図 3.3 破損した構造物の稜線抽出事例

破損した断面などの本来複雑な面が構成されるはずの箇所が一面として抽出されているなど部分的に実際と合わない箇所が見られる。ただし、柱や梁などの主要部

材の稜線は概ね良好に抽出されている。

4.適用可能性についての検証

3つの事例とも全体的には上手く稜線が抽出されており、柱間や高さなどの全体寸法で大きく違っていることがなかった。しかし、複雑な多面状の形状をなしているところや点群データにノイズや欠測がある箇所でも誤った形の稜線が抽出された。また、一般的な傾向として点群密度の高い箇所の方が正確な稜線が抽出された。これは法線ベクトルを求める際に使用する隣接する点が近ければ近いほど正確に元の形状を反映するためであり、計測時に注意すべき点と言える。3-2の例では複雑な形状であるものの面は概ね正確に抽出されている。これは各面の形状自体が一面の幾何学的であったことが要因であると考えられる。つまり全体的な構成の複雑さは結果に与える影響はそれほど大きくないと考えられるが、3-1の事例のように欠測部には不要なラインが抽出されることから、出来るだけ全体をカバーするように計測することが重要といえる。

5.おわりに

本稿ではレーザスキャナで取得した点群データを用いて稜線抽出を行った。

その結果、以下のことが判明した。

- ・現状のアルゴリズムでは幾何学的でない複雑な形状の抽出にはまだ課題が残る。
- ・解析毎にしきい値を設定することから解析対象範囲をある程度絞ることで良好な結果が得られる。
- ・計測時には欠測部を出来るだけ少なくするような計測計画が必要である。
- ・計測密度は結果に大きく影響することから出来るだけ全体を均一的に高密度で計測することが望ましい。
- ・稜線抽出の評価は未だ定量的評価方法がないため、今後の課題とする。

【参考文献】

1.西村正三ほか,3D レーザ・デジタル画像を用いた軍艦島計測と損傷図作成-3D点群のレンダリング・ひび割れ描画支援システム,写真測量学会,2012年1月.