

大阪大学工学部

大阪大学環境イノベーションデザインセンター特任助教

大阪大学大学院工学研究科教授

大阪大学大学院工学研究科准教授

学生員 ○日高 菜緒

非会員 道川 隆士

フェロー 矢吹 信喜

正会員 福田 知弘

1. 背景と目的

高度経済期に建造した膨大な数の土木構造物(社会インフラ)が急速な老朽化を迎えており、維持管理による長寿命化が課題となっている。設計、建設、維持管理の各段階で3次元モデルと情報を連携させ、ミスや単純作業を減らしコストを削減できるCIM(Construction Information Modeling)¹⁾が導入され始めた。このような3次元モデルをプロダクトモデルと呼び、作成手段として実データが取得可能な点群が注目されている。点群をポリゴン化する手法は数多くあるが、1つのポリゴンを作成する手法が主であり、複数の部材からなるプロダクトモデルに対応させるには後工程で分割しなければならない。本研究では、点群を幾何学的類似性に基づいてポリゴン化することで、点群から効率的にプロダクトモデルを作成することを目的とする。

2. 提案手法

提案手法では、入力した点群を幾何学的に類似した局所領域(パーツ)でクラスタリングし、パーツごとにポリゴン化する。図1に手法の流れを示す。点群(図1(a))を入力し、初めに幾何学的類似性を利用した局所的3次元形状マッチング²⁾を用いて類似するパーツを見つける

(b)。全ての点において半径 r の球を定義し、任意の1点をシード点に設定する。球内の点群を用いてN次元の幾何学的特徴量³⁾を計算し、シード領域における特徴量との距離で定義される類似度が閾値より小さい候補を除去する。この処理を r を大きくしながら繰り返し、最後まで残ったものを類似パーツとみなす。次に、検索結果に基づき、点群を類似パーツとそれ以外に分割する(c)。得られた類似パーツのうち代表の1個について、それぞれポリゴン化を適用する(d)。最後に作成したポリゴンを類似した箇所に複写することでポリゴン化が完了する(e)。

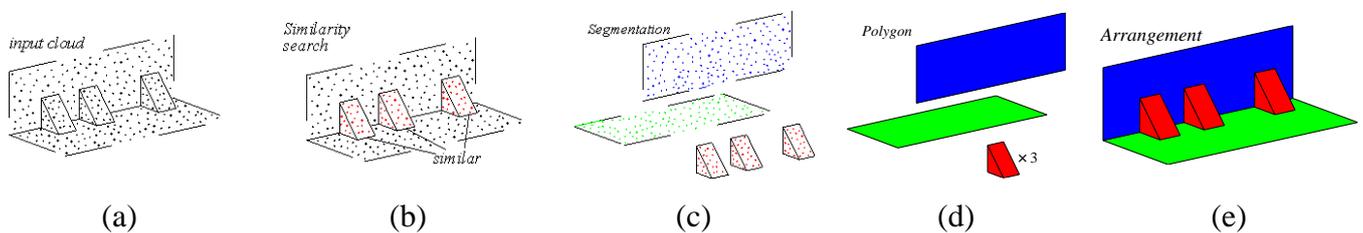


図1 手法の流れ

3. 検証

兵庫県西宮市鳴尾川付近の堤防の点群を用いて、検証実験を行った。堤防の一部の写真を図2に示す。この堤防は図2(a)に示すように、2種類の支柱が規則的に配置された構造をしている。前処理として、点群に含まれていた樹木や電柱などを手動で除去し、類似性を評価する必要がないと判断した広い平面部(壁面、地面)を自動でクラスタリングした。検証実験結果を図3、図4に示す。



(a)

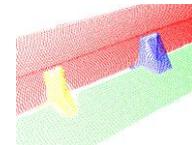


(b)

図2 対象点群の堤防

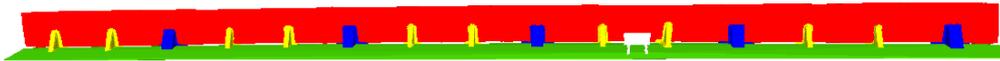


(a)

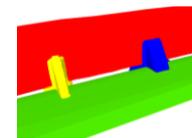


(b)

図3 堤防の点群を幾何学的に類似したパーツで分割した結果



(a)



(b)

図4 パーツをポリゴン化し配置した結果

入力データの点群数は 141,270, パーツの種類は 5, パーツ数は 18, 生成された総ポリゴン数は 238,947 であった. 所要時間は 1 種類の類似パーツを検出する場合は約 20 秒, 1 種類の類似パーツの代表のパーツをそれぞれの対応した位置に配置する場合は 1 秒未満であった. 複数の類似パーツが含まれている局所領域は, 図 3 (a) 内で矢印で指しているパーツをポリゴン化した. 結果, 実際に堤防の構造に基づいた分割が行え, 対応した位置へのポリゴンデータの配置も誤差 1cm 未満で行うことができた. しかしながら, 適切なシード点を決定するため何度も試行し, 類似度の閾値をかなり細かく, かつ領域ごとに異なる値で設定する必要があった.

4. 結論

本研究では, 点群を幾何学的類似性に基づいたポリゴン生成する手法を提案した. 堤防の点群を対象に検証したところ, 実際の土木構造物の構造に基づいた分割, 配置が行えた. 今後の課題として, 複雑な構造を持つ土木構造物の点群への対応, パラメータの適切な値を自動的にかつ効率的に算出して設定することが挙げられる.

謝辞

本研究の一部は, 一般財団法人 日本建設情報総合センター研究助成によるものである. ここに謝意を表す.

参考文献

- 1) 矢吹信喜: CIM と土木情報学のスタート, The Journal of Survey 測量, 2013 年 3 月号, pp.4-5, 2013
- 2) Marco Attene, Simone Marini, Michela Spagnuolo and Bianca Flacidieno : The Fast Reject Schema for Part-in-Whole 3D Shape Matching, Proc. EG 3DOR '10, pp.23-30, 2010
- 3) Mori G, Belongie S and Malik J : Efficient shape matching using shape contexts, IEEE PAMI 27, 11 (2005), pp.1832-1837, 2005