

# 市街地 MMS 計測点群からの建物 3D モデリング —建物低層部のセグメンテーション精度改善とモデリングへの適用—

北海道大学 ○金山 拓也, 伊達 宏昭, 金井 理

## 要旨

本研究は、MMS 計測点群からの建物 3D モデルの自動生成を目的とする。これまでに、高さレイヤごとに推定した建物占有領域の重複度に基づいて、個々の建物セグメントを抽出する手法を提案した。本報では、過分割セグメントの統合と重複度閾値の適応的変更による、建物低層部のセグメンテーション精度の改善手法を提案し、抽出セグメントを用いた建物モデリング結果について報告する。

## 1. はじめに

現在、自動車にレーザ計測器を搭載し、道路面やその周辺物体の 3 次元形状を取得する MMS(Mobile Mapping System)により、市街地環境の高精度な 3 次元点群を取得する技術が、測量、地図作成等に用いられている。近年、峯後ら[1]は MMS 計測点群の都市計画や防災シミュレーション等への応用を目的とした、LOD と規則性を考慮した建物モデル自動生成手法を提案した。提案法では機械学習を用いた建物点抽出ならびにユークリディアンクラスタリングにより、個々の建物の点集合(建物セグメント)を抽出する建物セグメンテーションを行っていた。しかし、近接した建物の低層部間に存在する塀や看板、電線等の物体が原因で、アンダーセグメンテーションの問題が生じていた。

本研究では、高さレイヤごとに推定した建物占有領域の重複度を求め、重複度の高い領域に含まれる点の集合を建物セグメントとして抽出することで、低層部のつながりによるアンダーセグメンテーションの問題を改善した[2]。しかし同時に、建物低層部の一部が正確に抽出されない問題を確認した。そこで本報では、建物占有領域検出のためのレイヤ重複度閾値の適応的変更、ならびに、未検出建物点の建物セグメントへの統合による、建物低層部の正確なセグメンテーション手法を提案する。また、その結果に対する建物モデリング手法[1]の適用結果を報告する。

## 2. 提案する建物セグメンテーション法

### 2.1 概要

前報[2]での建物セグメンテーション手法の概要を以下に示す。まず、入力点群に対し点密度一様化と地面電線点除去を行う(図 1, A1)。次に、ユークリディアンクラスタリングおよび、平面領域が支配的なセグメントの抽出により、初期建物セグメントを得る(図 1, A2)。得られたセグメントの点群に対し、高さ方向の階層ごとのレイヤ分け、各レイヤの点群に対するクラスタ化と OBB 生成により、各レイヤの占有領域を推定し(図 1, A3)、その領域の重複度が一定以上の領域を建物占有領域として推定する。そして、推定した領域に含まれる点集合を建物セグメントとして抽出する(図 1, A4)。

前報[2]では、高さの低い建物や建物低層部のみ形状が異なる部分が重複度の閾値を満たさずに、建物セグメントとして抽出されなかった。そこで本報では、高さに応じた重複度閾値の適応的変更、さらに建物周辺に存在する建物と推定される点を建物セグメントに統合することで、建物低層部におけるセグメンテーションの精度を改善する。セグメントの統合は、建物セグメント周辺に存在する点群でセグメントを生成し、その近傍に存在する建物セグメントとの連結性の評価に基づいて行う。

### 2.2 点密度一様化と地面電線点除去

市街地 MMS 計測点群に対し、点数の低減と点密度一様化を目的としたボクセルダウンサンプリングを行う。次に、地面や電線による複数の建物の点群の接続の回避を目的とした地面点と電線点の除去を行う。地面点は、RANSAC を用いた平面フィットで得られる最大水平面領域上の点、電線点は、地面からの高さが一定値以上かつその周辺点が地面平面に平行に近い線状の分布を持つ点として認識し、除去する。

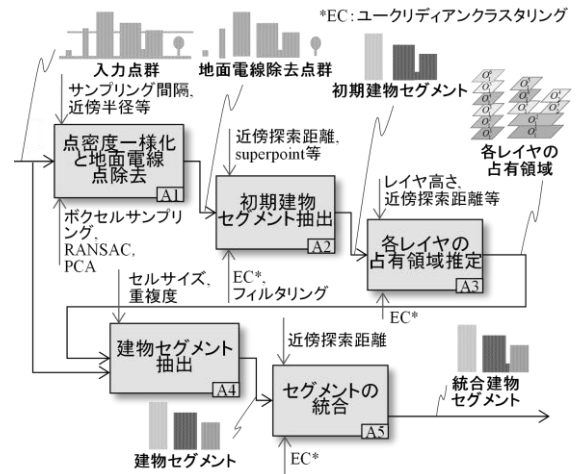


図 1 提案する建物セグメンテーション法

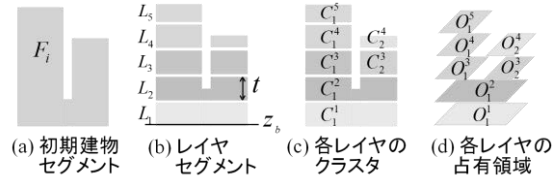


図 2 各レイヤの占有領域推定

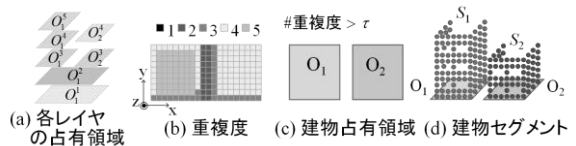


図 3 建物セグメント抽出

### 2.3 初期建物セグメント抽出

まず点群を地面平面に投影し、その投影点で 2 次元のユークリディアンクラスタリング(近傍探索距離  $r_1$ )を行い、得られたクラスタを初期セグメントとして抽出する。次に、平面領域が支配的かつ高さが一定以上の条件を満たすセグメントを初期建物セグメントとして抽出する。この処理ではまず、各初期セグメントに対し SuperPoint 集合  $P = \{P_k\}$  ( $P_k$ : ランダムに選択したシード点  $k$  から半径  $r_p$  以内の点集合)を生成し、セグメント中の平面的な SuperPoint の集合  $P_{2D}$  の割合を示す平面領域度  $R = |P_{2D}| / |P|$  を計算する。 $R$  が閾値  $\tau_R$  以上かつ高さ  $h$  以上のセグメントを初期建物セグメント  $\{F_i\}$  として抽出する。本研究では、 $r_1 = 0.05m$ ,  $r_p = 0.3m$ ,  $\tau_R = 0.5$ ,  $h = 3.0m$  とした。

### 2.4 各レイヤの占有領域推定

各初期建物セグメント  $F_i$  に対し、高さ階層ごとのレイヤ分けを行う。レイヤ分けは、 $F_i$  の最小の標高値  $z_b$  を算出し、 $z_b$  から一定間隔  $t$  ごとに、 $F_i$  に属する点群を水平面で分割することにより行う(図 2(b))。次に、各レイヤ  $L_i$  内に存在する点で 2.3 節と同様のユークリディアンクラスタリング(近傍探索距離  $r_2$ )を行い、各レイヤのクラスタ  $C_j^i$  を得る(図

