

航空機 LiDAR からの伝統的建造物群保存地区における三次元建造物モデリング

京都大学 正会員 ○須崎 純一
大林組 非会員 幸良 淳志

1. 目的

近年, 伝統的な木造建造物を多く含む古い町並みにおいて, 火災延焼対策の一環であるスプリンクラーや消火栓の最適配置問題に利用できる三次元都市モデルの需要が高まりつつある. 広範囲の三次元都市モデル作成に有効な航空機 LiDAR(Light Detection and Ranging)データから三次元モデルを作成するには, 点群データを建造物を構成する屋根面ごとの集合に分類する前処理が一般的に必要とされる. これまでに, 隣接する点との水平方向および鉛直方向の距離を用いて点群データを分類する手法¹⁾や, 点群データをある一定幅のグリッドに分割して, 隣接グリッドとの標高差によって建造物の境界線を抽出する手法²⁾などが都市部において適用されている. しかしながら古い町並みの場合は, 日本の伝統的家屋である切妻造や寄棟造, 入母屋造といった屋根が傾斜した家屋が密集し, 同様の高さの家屋が連続するため, 単純に高さ方向の距離を用いた分類手法は効果的ではない.

そこで本研究では, 古い町並みにおける家屋の形状・配置に着目し, 屋根面がもつ傾斜や法線ベクトルといった情報を利用することで, 建造物屋根面の分類精度向上に取り組んだ. さらに, 分類されたデータ間の位置関係から切妻屋根や寄棟屋根を特定し, より本来の形に近いモデルの構築を目指した.

2. 対象地域と使用データ

本研究では, 京都府京都市産寧坂重要伝統的建造物群保存地区を解析対象地域に選んだ. 昔からの町並みをよく残し, また近年防災への取り組みが盛んに行われている. 使用した航空機 LiDAR データの平均点密度は, 1m 四方に 1 点であった.

3. 三次元建造物モデリングアルゴリズム

本研究で提案するアルゴリズムでは, 次に示す 4 段階で航空機 LiDAR データから三次元建造物モデルを生成する.

- 1)DTM(Digital Terrain Model)を推定し, 地表面と屋根面データを分離
- 2)分離された屋根面データを個々の屋根ごとに分類・屋根種類の特定
- 3)分類した屋根面データ・屋根種類から屋根輪郭線を推定
- 4)推定した DTM まで高さを掃引し, 三次元フレームモデルを出力

本論文では紙面の都合上, 2)と 3)の処理について報告する.

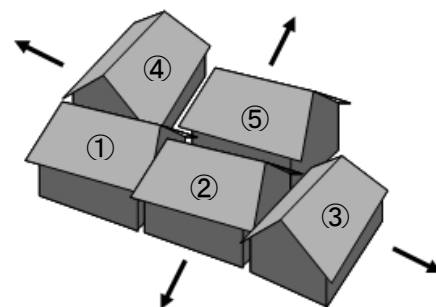


図1 家屋の並び

4. 屋根の種類の分類

古い町並みにおける家屋は, 日本の伝統建築である切妻造や寄棟造がほとんどを占め, それらが図1のようにお互いの棟が平行もしくは直交した状態で並んでいる. 本研究では, この特性を利用して分類を試みた. 図1から, 古い町並みにおける家屋の屋根面はほぼ4方向に決まるといえる. したがって, 図1の図中の矢印の向きを知ることができれば, それぞれの方向を向いている屋根面ごとに分類が可能であると考えられる. そこで, 各点の近傍数点から平面を推定し, 法線ベクトルの水平角のヒストグラムを作成する. ヒストグラムが最大となるときの角度を基に, 各点の法線ベクトルの水平角を利用して点群データを4つに分類した.

また棟の両側の屋根の対応関係を調べることで, 複数の屋根面から一戸の建造物を推定した. この際に, 図2のように左側に1つの屋根, 右側に2つの屋根が隣接する, 1対2の対応関係が多数の地点で確認された. この1対2の対応関係となっているものについては, 2にあたる屋根面の位置関係を比較することで, 図2に

キーワード 三次元建造物モデル, 航空機 LiDAR, 伝統的建造物群保存地区

連絡先 〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 京都大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻 TEL 075-383-3300

示すような分類を行った。この結果、全ての屋根において 1 対 1 の対応関係を持つように修正した。この後でこれら进行分类・対応付けした屋根面をモデル化していく。

5. 屋根輪郭線の推定

分類された屋根面データに対して屋根の輪郭線を推定するが、古い町並みでは切妻屋根が多くを占めるため、本研究では簡単のために屋根の外形をすべて長方形と仮定してモデル化を行った。長方形枠のうち法線ベクトルと直交する辺についてはそれぞれの分類データから決定し、法線ベクトルと平行する辺については両側の分類データ全体から決定する。このとき、分類データごとに推定した法線ベクトルは、左右対称形を維持するため事前に水平成分は符号が逆、鉛直成分は等しくなるように修正を行っておく。

6. 結果

図 3 に町並み全体の三次元フレームモデルを示す。これは家屋の形状について色分けしたもので、青が切妻屋根、紫が寄棟屋根、緑が片流れ屋根、赤が陸屋根である。図 3 の黄色枠の中の建造物のように大きさが一定値以上の屋根であれば

屋根分類・モデル化について良好な結果が得られたが、水色枠の中のように小さい屋根が集合している箇所では、精確な屋根分類・モデル化は困難であった。本研究で使用した航空機 LiDAR データは点密度がそれほど高くなく、屋根が小さいとその屋根面に含まれるデータ数も少なくなるため、各分類過程で同一屋根面と認識するのが困難であったためと考えられる。この問題を解決するには、各分類段階で設定する水平距離等の閾値を緩めることが考えられるが、実際以上に多くの屋根が一つの屋根として分類される可能性があり、対話処理が必要と思われる。

7. まとめ

本研究では、古い町並みにおける屋根面データの分類精度向上に主眼を置き、航空機 LiDAR データからの三次元モデル生成アルゴリズムの構築に取り組んだ。その成果として、古い町並みにおける家屋の形状や配置、屋根面が持つ法線ベクトルや傾斜といった情報を利用することで、従来の方法では困難であった屋根面の分類が可能になったことを示した。さらに、分類データ間の位置関係や屋根面の向きといった情報から切妻屋根や寄棟屋根の判定を行い、それらをモデルで再現することも可能になった。

参考文献

- 1) 其阿彌大祐, 沼田洋一: 航空レーザスキャナデータを用いた建物屋根面モデルの自動生成に関する研究, 平成 21 年度秋季学術講演会発表論文集, 日本写真測量学会, pp.51-54, 2009.
- 2) 政春尋志, 長谷川裕之: レーザスキャナによる高密度 DEM の領域分割による建物形状の抽出, 写真測量とリモートセンシング, 日本写真測量学会, Vol.38, No.4, pp.65-68, 1999.

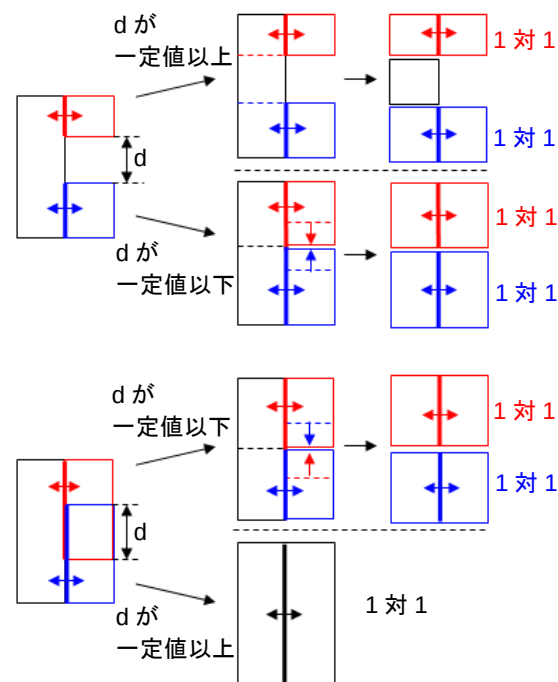


図 2 対応関係を利用した分類。(上) 空白が存在する場合 (下) 重なり合っている場合

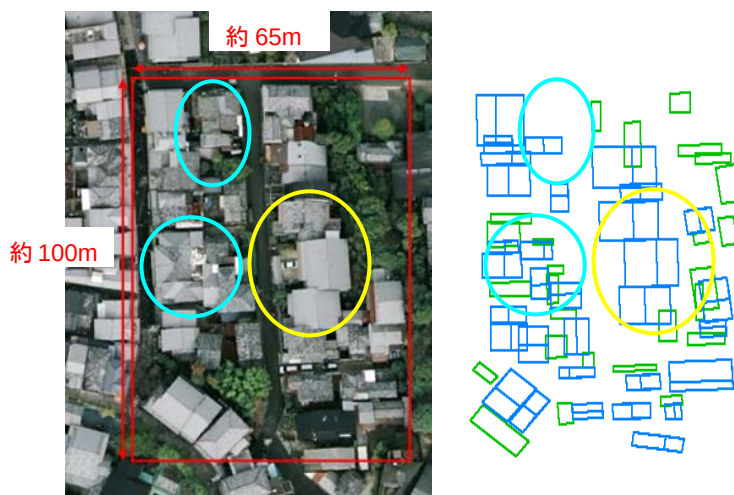


図 3 町並みのフレームモデル