

属性データの組み合わせによる建物の高さ指標の検討

日大生産工 ○日大生産工(院) 藤原 遥夏
日大生産工 中澤 公伯

1. 背景

都市計画,防災計画や太陽光パネルの設置などの経済活動において,建築物の高さを把握することは必要不可欠である.しかしながら,建築物の高さの調査には時間と労力がかかる.従来の手法では,住宅地図に記載された建築物の階数を調べたり,現地調査を行う事が一般的である.そこで本研究では,GISツールを活用して,建築物の属性データから階数クラスを予測し,クラスごとに建築物の高さを推定する手法を提案する.

2. 対象地域

本研究の対象地域は,岡山県倉敷市阿知一丁目1-1に位置する倉敷駅から南東方向の18の町長・字等を対象地域とする.対象地域には重要伝統的建造物群保存地区の倉敷美観地区のほか,住宅街,商店街,医療・娯楽施設など多種多様な建築用途が存在する地域である (Fig.1) .

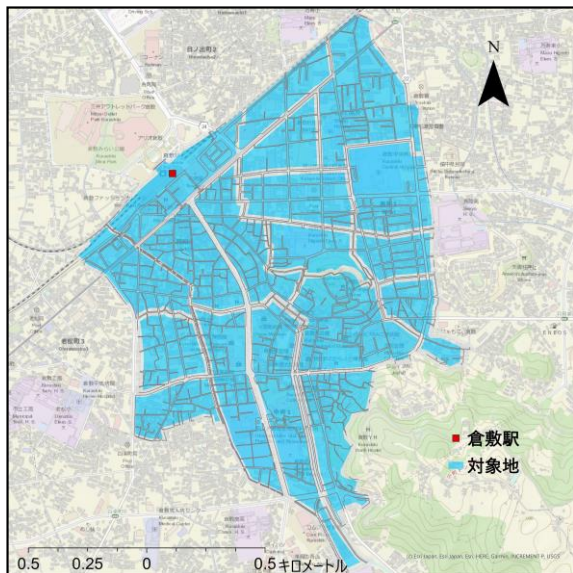


Fig.1 対象地域

3. 分析手法

本研究ではArcGISツールの「多変量クラスター分析」を使用する.本ツールは,K-meansアルゴリズムを使用しており,あらかじめクラスター数をK個指定し,ランダムにK個の点を選び,それを各クラスターの初期の中心とする.続けて,各データポイントを,それぞれの中心までの距離を計算し,最も近い中心のクラスターに割り当てる.各クラスターに割り当てられたデータポイントの平均位置を計算し,それを新しい中心として更新し,クラスターの割り当てが変更されなくなるか,移動が一定の閾値以下になるとアルゴリズムは収束したと見なされ終了する.

分析フィールドには,スケール率,間隔,等級などを表す数値を選択する.本稿では,建築面積,最寄駅・バス停からの距離,容積率,建蔽率,人口密度,用途地域を選択する.

クラスター数Kは,対象地域で最も大きい階数を事前に調査し,その階数と同じ15個とした.

各クラスターの階数は,それぞれのクラスターの建物の棟数からサンプルサイズを計算して,必要なサンプル数だけ無作為に選択し,その平均値を建物の階数として推定する.

推定した階数と,従来の手法で得た階数に階高を乗じて得られた建築物の高さを相関係数にて評価する.

4. データと推定結果

建築物のデータ数は3312棟.属性データは,GISデータを基盤地図情報や国土数値情報などのオープンソースから得たものを基にしており,建物のポリゴンの概形から得られる建築面積[m²],最寄駅[m]・バス停からの距離[m],容積率[%],建蔽率[%],人口密度[人/km³],用途地域の7項目を属性情報として選択する,

データの预处理として,建築物のポリゴンに整形を施し,推定した建築物の高さの評価に使用する本来の建物の高さは住宅地図に記載されている階数を参照する.また,階数が記載されていない場合は階数を0としデータに含まない.

本手法でのクラスタの結果をFig.2,3に示す.

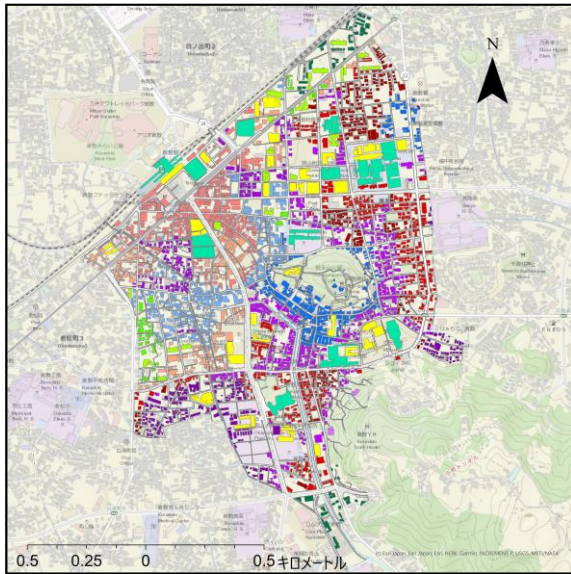


Fig.2 属性データによるクラスタ

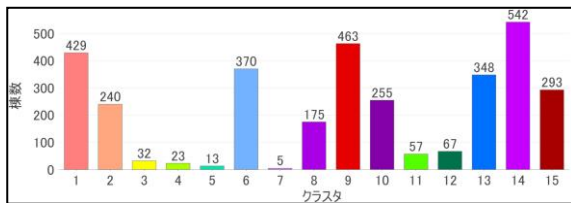


Fig.3 各クラスタの棟数

サンプルサイズ n を求めるための数式は以下で示される(無限母集団と仮定した場合)[1].

$$n = \left(\frac{Z \times \sigma}{E} \right)^2 \quad (1)$$

また,サンプルサイズが母集団の10%を超える場合,有限母集団補正を適用するための数式は以下で示される.

$$n = \frac{n}{1 + \frac{n-1}{N}} \quad (2)$$

ここで, Z は信頼水準に対応する標準正規分布の値, σ は標準偏差, E は許容誤差, N は母集団を表す.

サンプルサイズの信頼水準 Z (99%),標準偏差 σ ,許容誤差 E は, $Z=2.576$, $\sigma=3$, $E=1$ とし,この条件下でクラスタ14の母集団542棟のサンプルサイズの計算を行う.

$$n = \left(\frac{2.576 \times 3}{1} \right)^2 = (7.728)^2 = 59.72 \quad (3)$$

したがって無限母集団と仮定した場合,99%の信頼水準と許容誤差1で必要なサンプル数は60個となる.さらに,サンプル数が母集団の10%を超えているため,有限母集団補正を行う.

$$n_{\text{修正}} = \frac{60}{1 + \frac{60-1}{542}} = \frac{60}{1.1088} \approx 55 \quad (4)$$

このように,有限母集団補正を適用した結果,母集団542棟の場合,55個のサンプルが必要となる.

各クラスタの必要サンプル数を計算し,サンプル数分の建物の階数を確認し,その平均値を四捨五入したものに階高を乗算する.それによって推定された建物の高さの評価指標として,ピアソンの積率相関係数の式を用いた.ピアソンの積率相関係数 r は以下の式で示される[2].

$$r = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X_i - \bar{X})^2 \cdot \sum (Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (5)$$

X_i は推定した建物の高さ, Y_i は本来の建物の高さ, $\bar{X}$ は推定値平均, $\bar{Y}$ は実測値平均である.推定結果の相関係数 r は $-1 \leq r \leq 1$ をとり,本手法では $r=0.479018$ の弱い正の相関が見られた.

5. まとめ

本研究は,GISツールを用いて建物の属性データから建物の高さを推定する手法を提案した.岡山県倉敷市を対象に,建築物の面積や容積率,人口密度などのデータを基に多変量クラスタ分析を行い,各クラスタのサンプルサイズを求めることで,建物の階数の調査にかかる時間を短縮した.相関係数を用いて推定した建築物の高さを評価したところ,相関係数は0.479であり,一定の精度が確認された.オープンソース以外から得られる属性データを加えることで,更にクラスタ分析の精度が向上させることを今後の展望としたい.

参考文献

- 1) 統計web,21-4.必要なサンプルサイズ1, <https://bellcurve.jp/statistics/course/9129.html?srsId=AfmB0oqHB4rfEt-WJbavXViMQdnMX4jTP2bMPCu5Ip9Dm2A76cWmCN7->,(参照日2024-10-15).
- 2) 統計web,統計用語集(ピアソンの積率相関係数), https://bellcurve.jp/statistics/glossary/1233.html?srsId=AfmB0opYLRerq2L2WekvXR8UR0o_W7kZR29gdCviMB26Hym1q0kxVo4Q.