

航空写真と建物閉領域情報を用いた建物の建築年代の推定方法の検討

東京工業大学 正会員 ○盛川 仁・上野 翔太・飯山 かほり

1. はじめに 近年、地震動推定のための数値計算技術や物理探査等の地盤構造の推定技術の向上に伴って、ミクロな視点から特定地点での地震動による構造物の被害を推定しようとする試みが現実的な課題となってきた。このようなミクロな被害推定においては、構造物がどのような設計規準に準拠して建設されたか、という情報は構造物の強度特性に直結する重要な情報であるため、個々の構造物の建築年代の情報の重要性が非常に高まっている。構造物の建築年代は課税台帳から精確に知ることは可能である。しかし、昨今の個人情報への配慮から、たとえ防災対策が目的であっても課税台帳の情報を第三者が閲覧することは容易ではない。また、たとえ課税台帳を閲覧できたとしてもその情報管理には多大の配慮が必要となり、地震による被害予測以前のハードルが非常に高いのが現実である。

このような背景の元で、個人のプライバシーに接することなく、一般的な手続きによって入手可能な情報から直接、構造物の建築年代を簡単に予測する技術が求められている。そのための手法のひとつとして、対象とする地域の航空写真を撮影年別に比較して建物の変化を調査することにより各建物が何年ごろに建てられたかということを推定する方法が用いられることがある(たとえば[1])。

このような作業を目視によって人が行うことは、慣れた人が作業することで精度は期待できるものの、作業量が膨大となるうえ、作業する人のスキルによって精度が大きく影響される、という問題が生ずる。そのため、計算機を用いた画像処理によって機械的に建築年代をある程度の精度で判定することができれば非常に有用である。

三浦・翠川[2]は衛星画像から既存のGISデータに登録されていない新しい建物を抽出して建物GISデータベースを更新する手法について検討している。既存のGISデータに登録されている建物閉領域については既存建物として解析対象から除外できるため、新しい建物の抽出にあたって大きな制約条件を与えることができる、というものである。本研究ではこのような考え方を逆に用いて過去の建物に適用することとした。すなわち、現時点でのGISデータから得られる建物閉領域のみを解析対象として、建物閉領域内の建物の有無および画像の変化を抽出することによって最新の建物がいつ頃建設されたかを同定する手法について検討する。

2. 建築年代の推定法 一般的なルートで入手可能なデータとして、本研究では、国土地理院の地図・空中写真閲覧サービスより航空写真を、建物閉領域の作成にはゼンリンの建物座標データを用いた。航空写真については、撮影時期が地域によって様々であるが、日本の多くの地域で

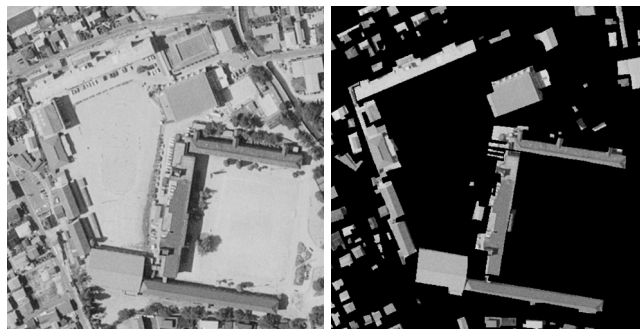


図1: 航空写真(左)と建物閉領域を用いて抽出した建物(右)

2006 年	1993 年	1975 年	1961 年	1947 年
建物	畑	畑	畑	畑

図2: サンプルとしたエリアの年代ごとの画像の違い

1940年代以降、10～20年ごとに撮影されている。そのため、日本国内の建物の建築年代を推定するためには汎用的に利用可能である。航空写真と建物閉領域を組み合わせる建物位置の画像のみを抽出した例を図1に示す。

建築年代の推定にあたっては、画像の特徴分析を行う。特徴分析とは、ある小さな範囲内の画像を切り出したときにその範囲内の画素がもつ値のヒストグラムの形状からその範囲にどのような画像が写っているかを判定しようとするものである。特徴分析に用いるパラメータには種々のものがあるが、本研究ではエッジ情報および輝度を用いた。紙数の制約のため、以下では輝度を用いた特徴分析について述べるが、解析方法はほかのパラメータを用いる場合でも同じである。

まず、対象とする地域内の航空写真から建物を含むいくつかのエリアを選び、そのエリアが建物か非建物かを過去に遡りながら目視によって決定した。図2にその例を示す。次に、これらの画像において、建物か非建物かによって輝度のヒストグラムの形状がどのように異なるかを調べた。その例を図3に示す。図3に見られる通り、輝度のヒストグラムは建物の場合は複数のピークがあるのに対して、畑の場合にはひとつのピークだけが見られる。

輝度以外のパラメータについてもヒストグラムのピークの高さと鋭さの違いによって建物か非建物かの判定ができそうであることがわかった。そこで、ヒストグラムの最大の頂点とその両側の谷に挟まれた面積が全体の面積に占める割合を「ピーク強度」と定義して、エッジ情報と輝度のヒストグラムそれぞれのピーク強度を用いて建物か非建物か、および建物の建替えを判定することとした。すな

キーワード：建築年代、航空写真、画像処理、建物閉領域、地震被害予測

連絡先：〒226-8502 横浜市緑区長津田町 4259-G3-7, 東京工業大学 環境・社会理工学院 土木・環境工学系

電話：045-924-5607, Fax: 045-924-5601

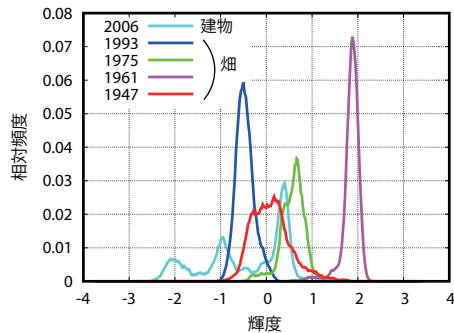


図 3: 撮影年代別の輝度分布

わち、新しい写真から過去に遡りながら、撮影年代が近接する 2 枚の航空写真について、同じ建物閉領域内の輝度およびエッジ情報のピーク強度の差をそれぞれ dM_P 、 dV_P としてこれらのパラメータに閾値を与えた。

輝度が大きく変化する場合 ($dM_P \geq 0.5$) は、多くは煙に建物が建てられた場合に相当するため、容易に判別ができる。そうでない場合は、輝度の平均値が変化していること、エッジの方向が変化していること、エッジ強度のばらつきが大きくなっていることを条件として組み合わせることで建替えの有無を判別する。

古い航空写真では、レンズの歪みなどにより建物の位置が新しい時代の建物と整合しなかったり、覆い焼きのような技法を用いて部分的な露出不足を補っていたりするのである。そのため、単純に輝度の違いを比較するだけではうまく建替えを判定することができず、ヒストグラムの形をなんらかの方法で正規化したうえで比較しなければならないことが明らかとなった。しかし、本研究ではそれを実際に行うための適切な手法を提案するまでには至らなかった。

3. 建築年代推定の結果と考察 必ずしも十分な精度が得られるとは限らないということを念頭において、実際に航空写真を用いて建物の建築年代の推定を行った。対象地域は、宮城県大崎市古川で、撮影年代は図 2 に示す 5 枚の航空写真を用いた。

対象地域内の全ての建物について、目視によって建物の建設または建替え年代を判定した結果を図 4 に示す。目視による判定が本当に正しいとする根拠は何もないが、主観的には実際の建物を見たときに想起される建物年代と大きくはずれていないようである。一方、提案した画像解析手法を適用して同様に建設または建替え年代を推定した結果を図 5 に示す。図 5 は図 4 に比較して全体的に建築年代が一代 (航空写真の撮影年代の間隔ひとつ分) ほど新しく推定されているように見える。対象地域の北端部分の 2000 年以降の建物の建築年代はよい精度で推定されているが、南側を中心にみられる非常に古い建物の推定が非常に難しいこともわかる。そのため、目視判定と画像解析によって推定された建築年代が個々の建物で一致したのは 40% 程度にとどまった。

4. まとめ 建物閉領域情報を援用して、歴年の航空写真から建物の建築年代をおよそ推定する手法を提案した。実際の航空写真に提案法を適用して建築年代を推定した結

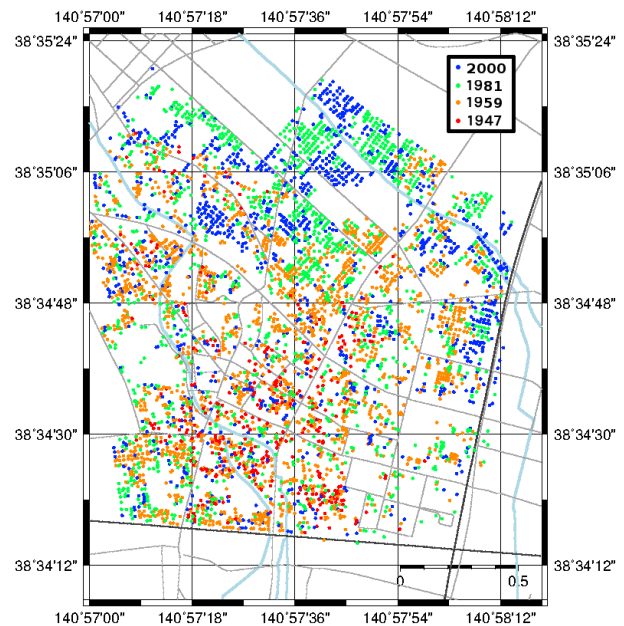


図 4: 建物年代の目視判定結果

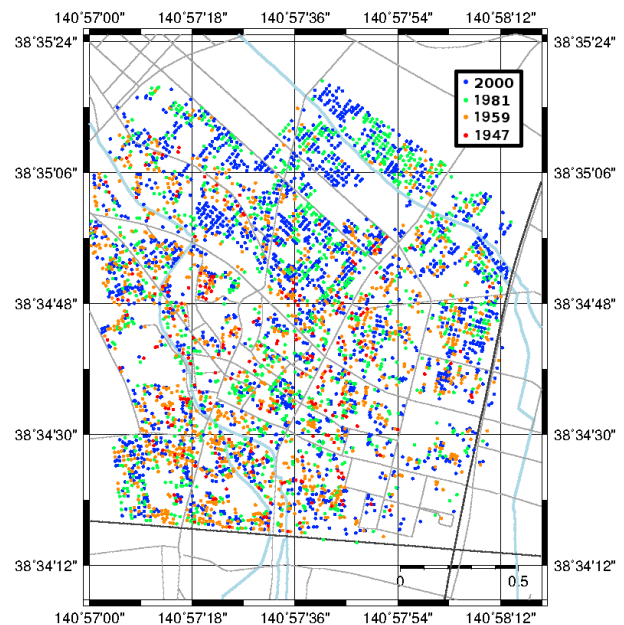


図 5: 提案手法による建物年代の推定結果

果、新しい建物についてはその推定精度は古い建物のそれに比べて比較的良好であったが、古い建物と新しい建物が混在してそれらが密集しているような場所の推定精度は非常に悪かった。古い写真の場合、現在の地図と位置を正しくあわせることが難しい場合があり、建築年代の推定精度に大きな影響を及ぼしていることが考えられる。今後はこれらの問題の解決に向けて改善を行っていく予定である。

参考文献

- [1] Yamada, M., Ohmura, J., Goto, H., "Wooden building damage analysis in Mashiki town for the 2016 Kumamoto earthquakes on April 14 and 16, Earthquake Spectra," 2016 (under review).
- [2] 三浦弘之, 翠川三郎: 建物 GIS データの更新を目的とした高分解能衛星画像からの建物の自動検出手法, 地域安全学会論文集, No.5, pp.37-44, 2003.