

# 論文審査の結果の要旨

氏名 仙石裕明

建物の築年代データは、地震時の建物倒壊危険性の評価や建物更新過程の分析などに不可欠なデータである。築年代データは課税にあたり建物の価値を評価するために自治体により収集されているが、課税情報の守秘義務があるために学術研究等にも提供されることも大変少なく、建物倒壊危険性の評価などを、多数の自治体にまたがって広域で実施することは非常に困難となっている。その一方で、建物の変化、例えば滅失や新築、建て替えなどは航空写真や住宅地図などに反映されていることから、地図や航空写真、あるいは土地利用図など各種資料を時系列に比較しその変化を発見することで、個々の建物の築年代を推定することができる。しかしながら広域をカバーするためには、一つ一つの建物を目視で確認して築年代を推定することには無理があることから、変化検出の自動化をできるだけ進め築年代を推定することが不可欠である。また広域をできるだけ長期にわたり効率的にカバーするためにはどのような資料を組み合わせるとどの程度の地域をカバーでき、どのような精度を期待できるのかを明らかにする必要がある。これまで、建物図形の形状変化を2時点の地図データから自動検知する手法などの研究は行われて来たが、大量・多様な資料を組み合わせ、建物変化を継続的に追跡することで築年代を推定し、その精度を検証する研究は行われていなかった。

本論文は、デジタル地図やスキャンされた紙地図、航空写真、あるいは土地利用データなどを組み合わせ、建物変化の自動検知を試みることで効率的な変化検出を可能とし、築年代を推定する手法を開発すること、そして不動産物件情報等を用いて築年代推定の精度を検証することを目的としている。

本論文は全7章からなっている。

第1章は研究背景と目的であり、研究の技術的、社会的な必要性を整理し、目的を定義している。

第2章は、研究手法と利用するデータであり、既存の建物変化検出手法などをレビューし、同時に広域、長期の築年代推定に利用可能なデータ資料を調査している。既存の建物変化手法はベクトルデータで表現された2時点の建物データを比較し変化を検出する手法などに限定されており、複数年代にわたる多様な資料を重ね合わせて築年代を推定している研究はなかった。また広域、長期にわたる個々の建物変化を追跡するためには、地図情報については民間企業である(株)ゼンリンが昭和30年代から出版している「住宅地図」が最も優れていることが明らかにされた。他の地図情報としては、自治体が作成する都市計画基本図があるが、都市計画対象区域に限定された5年おきの変化しか捉えることができず、しかもデジタルデータの貸与を受けるためには全国の自治体にそれぞれ貸与申請を行う必要があり、広域カバーの点から大きな困難がある。さらに、中小都市等では現在から20年程度しか住宅地図でもさかのぼれないことがあるため、補完的に利用することが有効な情報源として、国土地理院がほぼ全国を対象に提供している航空写真アーカイブや、さらに郊外で新規に開発された住宅団地等の検出には国土地理院が大都市圏を中心に時系列に整備した細密数値情報(土地利用情報)が適用可能であることが明らかにされ、それらのデータを組み合わせた築年代推定方法が提案された。

第3章は建物領域の抽出であり、地図データや航空写真画像からの建物領域の抽出手法が述べられている。地図データはベクトルデータと画像データに分けられる。過去ほぼ20年間の住宅地図データはベクトル化されていることから建物領域も座標点列として既に抽出されている。一方、それ以前の住宅地図は紙地図をスキャンした地図画像データとして存在しており、複数時点の地図画像データ

を重ね合わせたうえで建物領域を抽出しベクトル化して、異動を検出する必要がある。本論文では既存の線分抽出手法を比較・評価し、検出閾値の調整などを経て、中心市街地で80%程度、郊外地で90%程度の自動抽出精度を達成した。さらに航空写真データを利用する際には画像から建物を抽出する必要があるが、画像から直接建物を自動抽出することは精度が大きく低下することから、地図データと重ね合わせて建物輪郭を決め、そこから切り出される航空写真画像を用いて建物の変化を自動抽出する手法を開発した。その際、建物の存続、立て替えについてそれぞれ66%程度の精度が得られた。

第4章は建物同定であり、地図データ、航空画像データから抽出された建物領域、さらに土地利用データを組み合わせ、建物変化検知を連ねることで建築年代を推定するシステムを開発すると同時に、不動産物件情報を利用して精度を検証した。地図データを用いた建物変化検出においては建物名称の差異も組み合わせることで精度向上を実現している。八王子市のほぼ全域を対象に精度検証を行った結果、地図データ（ベクトルデータ、画像データ）を利用した場合に最も精度が高く1980年以降の建物築年代自動推定では60%程度の精度を実現した。一方、細密数値情報等の土地利用データや航空画像データだけを利用する場合は、更地での新規住宅開発などの場合を除くと高い精度を実現することが困難であることが示された。

第5章は建物被災予測であり、推定した個別の建物築年代推定結果を用いて地震時の倒壊確率を個別建物について推定した結果を示している。住宅地図に付与された属性情報から建物構造を推定し、築年代データと併せて倒壊確率を行った。従来の倒壊確率推定が、メッシュ単位等で集計された値に経験関数を当てはめる方法であり推定の信頼性に課題があると指摘されていたが、建物毎の築年代推定が可能になったことで、より信頼性の高い個別建物倒壊確率推定が実現した。

第6章は詳細な建物居住者の推定であり、推定した個別の建物築年代推定結果と国勢調査を組み合わせ、築年代と居住者の年代には高い相関があることを利用して個別の建物に居住する人数と属性推定を行っている。これもこれまで存在しなかったミクロな人口統計であり、災害時の被害想定等に大きな貢献をすることが期待される。

第7章は総括であり、結論と今後の課題、展望を整理している。

以上まとめると、本論文は多様なデータを組み合わせ、個別の建物築年代を推定する手法と全国に適用可能なシステムを初めて開発し、精度検証を行った点、さらに得られたデータが地震防災や都市計画等に利用可能であることを具体的に示した点において、空間情報科学の発展に大きな貢献をしている。さらに論文の成果は柴崎亮介や関本義秀らと共著で公表されているが、論文提出者が主体となって研究を実施しており、論文提出者の寄与は十分である。したがって、博士（環境学）の学位を授与できると認める。