

## 論文内容の要旨

### GIS データから見た都市内建物の変容に関する研究

宮崎 慎也

本研究は GIS のデータから都市における建物の変容を分析することを目的とする。具体的には時系列の異なるデータの重ね合わせから建物の同定を行い、建物の変容に関する分析を行う。

本研究は大きく2つに分けて、都市解析手法としての位置づけと場所論的位置づけとが可能である。都市解析手法としては、①多角形の重なりを用いた建物同定手法の研究、②建物同定における誤差の影響についての研究、③局所探索法を用いた系統誤差の補正の研究としての位置づけができる。また場所論としては、④GIS データを用いた建物利用分布の実証的研究、⑤GIS を用いた建物利用の時系列変化の実証的研究としての位置づけができる。以下それぞれについて具体的に示す。

#### ① 多角形の重なりを用いた建物同定手法の研究

建物同定を扱った既往の手法として代替円を用いる手法が提案されているが、本研究では多角形の重ね合わせから、その重なり合う領域を抽出して、建物同定を行う方法を提案する。代替円を用いる手法では、建物の形状を考慮しないが、本手法は建物形状を考慮できるモデルとなっている。またブーリアン演算を用いたアルゴリズムによって任意の重なり合う領域を抽出するプログラムを開発した。

#### ② 建物同定における誤差の影響についての研究

複数の空間情報から建物のデータを重ね合わせる時、誤差の影響を考慮した同定モデルが必要である。本研究では、モンテカルロシミュレーションにより、建物が空間情報上に投影される時の誤差の影響を分析し、建物図形の重なり合う面積の割合について、同定する建物面積によって変化する閾値を与えるモデルを開発した。

#### ③ 局所探索法を用いた系統誤差の補正の研究

系統誤差が含まれる空間情報上の建物図形の同定手法について提案する。これは系統誤差によ

る同定精度への影響を軽減するために、局所探索法を用いて重なり合う建物図形の面積が最大となる位置にあらかじめ建物位置をずらしておくことで、系統的な誤差に対してロバストに対応する手法である。

#### ④ GIS データを用いた建物利用分布の実証的研究

実際の GIS データを用いて、建物利用の分布をメッシュ図として示し、空間的な特徴を把握する。また建物利用別の棟数、延べ床面積についてもメッシュ図にして可視化し、空間的な特徴を調べる。

#### ⑤ GIS を用いた建物利用の時系列変化の実証的研究

④における建物利用の空間的分布の分析に加えて、実際の時系列のデータを用いて建物利用の変化を抽出し、これをメッシュ図にして可視化する。これに基づいて、建物利用の変化とその空間的な特徴について分析を行う。この他、建物の構造種別や建物階数などについても変化を抽出し分析する。

### 論文構成

本研究は I 編 (手法)、II 編 (手法の検証と応用) とから構成される。I 編 (手法) では、GIS データの重ね合わせから時空間の建物の変容を抽出する手法について考察する。II 編 (手法の検証と応用) では、実際の時系列の GIS データの重ね合わせから、I 編 (手法) で考察した手法を適用し、有用性を検証する。各章は以下のようにまとめられる。

## I 編 (手法)

### 1 章 研究背景

研究の背景についての概説を行う。ここでは都市における時空間の変容の基礎的な概念を述べた後に、本研究と直接関係する既往の研究や、間接的に示唆を与えたものについて述べる。まず古典的な都市の成長モデルから現代の空間経済学の都市モデルなど、都市の成長や変容の過程について、数理的な理論的立場から捉えたものについて説明を行う。また、GIS の歴史や、データ形式、座標系といった基礎的な内容に触れる他、本研究と関係の深いオーバーレイ分析や、土地利用、建物利用の分野での GIS の応用的な研究について考察する。この他、計算機を用いたシミュレーションの分野においてヒューリスティクスや、GIS のデータ構造、画像認識、パターン認識、建物同定の既往研究にふれる。

### 2 章 建物同定の手法

本章では、2 以上の異なる空間情報を重ね合わせた時の建物の同定手法について考察する。まず建物同定の定義や、空間情報のオーバーレイ分析の基礎的事項について概説する。さらに既往

の研究により提案されている代替円を用いた手法について説明を行う。この手法は空間情報を重ね合わせ同定を行う際に建物を円に近似する方法で、建物図形の重心位置とその面積情報を用いて同定の判定を行う。ただし、この同定手法では建物の形状の情報を考慮しないために、建物形状が著しく変化した建物図形であっても、面積と重心位置が近い場合には同定と判断してしまう恐れがある。このため本章では、幾何学情報を考慮した建物図形の重ね合わせによる建物同定の手法について考察する。この手法は、異なる空間情報の建物を同定する際に、建物図形を重ね合わせて、その重なり合う面積の割合が閾値以上の場合に同定と判定するものである。この手法では、建物図形の重なり合う領域を抽出する必要なため、ブール演算によって多角形の重なり合う領域を抽出アルゴリズム (BOOP) を開発しこれを実装する。

またこのアルゴリズムを組み込んだ建物同定のスキームや、実際のデータを適用して解析する際のデータ処理の過程について述べる。

### 3章 誤差を持つ空間情報上の建物図形重ね合わせによる建物同定

本章では、誤差を持った空間情報に対してどのように適用できるか考察する。ベクタ型の GIS データは、現実の空間上にある建物が空間情報として 2 次元の平面上に投影される際に生じる誤差を含む。これらの誤差を含んだ空間情報を重ね合わせて建物を同定する場合、たとえ同じ建物を示す建物図形であっても、完全に重なり合うことがない。本章では誤差が正規分布するという仮定のもとで、実際の空間上の建物が空間情報上に投影される際に生じる、面積や重なり合う領域の誤差の分布を計算機によるシミュレーションによって求める。これによって、多角形の重ね合わせを用いて建物を同定する時に、同定の対象となる建物図形の面積によって閾値を変化させる手法を考察する。

### 4章 局所探索法による系統誤差の補正

本章では空間情報に系統誤差が含まれる時の建物同定手法について考察する。系統誤差は、正規分布に従わない偏った傾向を持つ誤差である。建物図形の重ね合わせによる建物の同定精度は、このような系統誤差に大きく影響される。従って本章では、局所探索法を用いて、同定対象となる建物に回転・移動を加えてあらかじめ重なり合う面積が最大になるところまで移動させてから同定判定にかけ手法を提案する。

## II 編 (手法の検証と応用)

II 編では、5 章において I 編で提案する建物図形の重ね合わせによる建物同定手法と既往の手法とをケーススタディーによって比較し、手法の有効性について検証する。また 6 章ではこの手法を東京都地理情報システムのデータに適用して、都市の解析ツールとして応用する。5 章のケーススタディーは手法の検証のためのものであり、6 章のケーススタディーは手法を用いた応用として位置づけられる。

## 5章 ケーススタディーⅠ —建物同定手法の比較 東京都の5つの地域を事例として—

本章では東京都地理情報システムの時系列データを用いて建物同定のケーススタディーを行う。ケーススタディーでは代替円による同定手法、建物図形の重ね合わせによる同定手法、目視による同定手法を実際のデータに適用して、精度を比較する。対象地域は東京都の赤羽、両国、京島、原宿、田園調布とし、それぞれの手法について目視による同定が正しいと仮定したときの同定精度を比較する。さらに建物図形の重ね合わせによる同定手法については、局所探索法を用いあらかじめ建物の位置に補正をかけたものについてもケーススタディーを行ない同定精度の比較を行う。

## 6章 ケーススタディーⅡ—東京都全域を事例として—

本章では東京都全域を対象としたケーススタディーを行う。東京都地理情報システムの平成3/4年、平成8/9年、平成13/14年に集計された3つの異なる時系列データの重ね合わせから建物利用の変化に着目し、空間的な分布や変化のパターンについて分析を行う。ここでは、まず時系列の異なるデータを重ね合わせることによって、同定された建物については属性の変化を抽出し、同定されなかったものについては出現 / 消滅に分類する。この操作を平成3/4年と平成8/9年、平成8/9年と平成13/14年のデータに対してそれぞれ行うことによって、建物の変容のパターンを統計的に分析する。さらにこれをメッシュ図として示すことによって建物の変容の様子を空間的な観点から分析する。また建物の棟数、延べ床面積の分布についての建物利用ごとの定量的な分析や、建物の属性情報である建物構造や建物階数の情報を、建物の同定の際の補助情報として考慮する場合について分析する。

## 7章 課題と展望

本章では、本研究の各章で得られた成果と内容についてまとめる。また本研究で残った課題と展望、また本研究で得られた成果について記述する。

### Appendix I メッシュデータの表示

本章では、メッシュ図を色分けして表示する際の、度数の階級分類について考察する。GISアプリケーションに一般的に組み込まれる自然階級分類法をはじめ、その他の既往の手法を実装して、仮想データに適用し、シミュレーションによって色分けの比較を行う。

### Appendix II ケーススタディーⅢ—横浜を事例とした代替円を用いた建物同定—

本章では、既往の建物同定手法を用いたケーススタディーを行う。対象地域は横浜市とし、平成7年と平成12年の調査データを重ね合わせ、建物同定を行い建物利用の変化動向を調べ、メッシュ図として可視化するとともに、定量的な分析を行う。