

ミクロ解析による土地利用変化要因 分析のためのツール開発

Development of the Tool for Micro Analysis of the Land Use Factor

早坂俊広*

稲村 肇**

by Toshihiro Hayasaka and Hajime Inamura

1. はじめに

近年、地区計画に代表されるように、小規模地域における土地利用計画の必要性が高まっているが、都市圏での立地活動は多様化し、その形態は複雑化する一方で、特に小規模な都市空間での土地利用形態は、分析するにあたって考慮すべき立地主体が多く非常に複雑である。したがって、小規模な区域において、どのような過程で市街化が進展しているかを解明することは都市計画を行う上で重要な課題となっており、この様な目的で従来メッシュデータを用いた様々な土地利用分析^{1)~5)}が行われてきた。しかし、実際の市街地は連続しており、従来のメッシュデータを利用した場合、曲がっている道路などでの近隣メッシュとの連続性を性格に表すことが困難である。特に土地利用変化要因を分析したものは、小規模な区域で連続性を保てるような対象地域毎の土地利用データが得にくいといった問題があり、メッシュの規模が大きいものも多く、連続性を十分に考慮にいれて分析を行っているものはない。そこで、本研究では、市街地の連続性を保てる、基本的には細街路まで表現し得る2mメッシュすなわちドット単位での分析を目的としているが、データの収集が非常に困難なため、まずデータ収集をおこなうためのデータ作成ツールの開発を試みた。従来開発されてきた地区情報システムでは任意の地域について時系列的にデータを入手することが難しく、仮に入手できたとしてもデータ作成に非常に手間がかかるといった問題があったが⁶⁾、本研究では、簡単に入手でき、ある程度の精度で土地区画単位の形状その他の情報が読みとれる住宅地図からドット単位のデータを容易に作成できるツール開発を目的と

したものである。

2. データ作成ツールの概要

小規模な地域を対象とした立地の要因を分析するために小規模地域の土地利用用途別のデータを正確な面積で、かつ任意の地域について時系列に入手する必要がある。このためにはドット単位のデータが望ましいが、これを人力で作成するには正確性と労力の面で問題がある。本研究は誰にでも、短時間で容易にデータを入力作成できるような実用的なツールを開発することを目的としている。図-1は本システムの構成を表したものである。まず、地域のデータを住宅詳細地図よりビデオスキャナで読み込む。

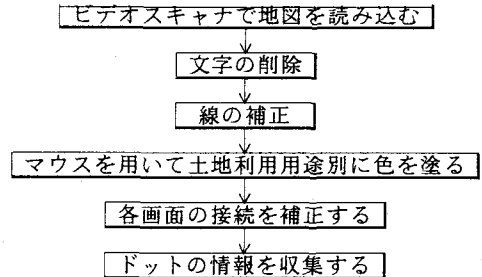


図-1 ツールの構成

スキャナで読み込んだバイナリー形式のデータを操作しやすいようにテキストデータに変換する。このテキストデータは加工しやすいように各ドットをグレースケールの256階調に変換した。さらに変換したデータの各土地利用用途の面積を正確に求めることができ、かつデータの加工を容易にするため文字を削除し、線の切れいているところをマウスを用いて補正し、続いてマウスを用いて囲まれている区域を土地利用用途別に色分けして塗る。それぞれ読みとった土地利用図を接続して広い地域での位置が分かるようにそれぞれの土地利用図のローカル座標

Key Words ミクロ分析 文字の削除

* 学生員 東北大学 情報科学研究科

(〒980 仙台市青葉区荒巻字青葉)

** 正会員 工博 東北大学教授 情報科学研究科

をワールド座標に変換し、任意の地域において得られたデータの各ドットの土地利用用途の情報を収集できるようにする。

3. 文字の削除

本研究は住宅詳細地図から正確な土地利用用途別のデータを得ることを目的としているので、文字を認識する必要はなく、スキャナで読み込んだ地図の線のみを認識し抽出することによって文字、その他のノイズをを削除することを考える。

3. 1 既往の線の抽出手法

従来、線の抽出方法として様々な手法が行われてきたが地図のような文字と直線と曲線が入り交った複雑なものを扱うには適していない。以下に地図を対象とした場合の従来の基本的な線の検出手法の概要⁽⁷⁾⁽⁸⁾と問題点を示す。

a)Hough変換による線の抽出

Hough変換は、直線、円、楕円などのパラメータ表現された図形を検出する方法として、様々な図形に対して使われてきた線の抽出手法である。原理について説明すると、x y 平面上の2値の原画像と、画像とは別のu v 座標で表されるu v 平面を考える。画像を走査し、抽出したい線を構成する階調のドットがあったら、次式で、u v 座標系に平面を描く。

$$v=x_i\cos u+y_i\sin u$$

ただし、線を構成するドットがある座標を (x_i, y_i) とする。この処理を全画像中の線を構成するドットに対して行い、x y 座標系の線を構成するドットの数と同じだけの曲線をu v 座標系に描く。x y 座標中で同一の直線上に複数の点があると、それらの点に対応するu v 座標系の曲線は1点で交わる。この交点の座標を(u_c, v_c) とすると、直線は次式で表される。

$$v_c=x\cos u_c+y\sin u_c$$

したがって、u v 座標系の交点を逆にx y 座標系の直線に変換することにより、画像中の直線の位置と傾きを求めることができる。この手法を実際の地図に適用してみると、近年では任意形状図形の検出を行うことのできるように改良されてはいる⁽⁹⁾とはいっても、地図のような複雑な図形を扱うためには、計算時間、精度の点でかなり問題が生じる。

b)フィルタリングによる線の抽出

この手法は線の形状に合わせたフィルタを用いることによって、線を抽出する方法である。つまりあるドット(i, j)の処理前の階調値をf(i, j)、処理後の階調値をg(i, j)とする。周囲8ドットの階調値を使う場合次のような式で表される。

$$g(i,j)=\{k_{11}f(i-1,j-1)+k_{21}f(i,j-1)+k_{31}f(i+1,j-1)+k_{41}f(i-1,j)+k_{42}f(i,j)+k_{43}f(i+1,j)+k_{51}f(i-1,j+1)+k_{52}f(i,j+1)+k_{53}f(i+1,j+1)\}K$$

ここで、k₁₁, k₂₁, k₃₁, k₁₂, k₂₂, k₃₂, k₁₃, k₂₃, k₃₃は各ドットにかける定数であり、Kは全体にかける定数である。このk₁₁~k₃₃の定数をフィルタといい、様々なフィルタを用いて処理を行う。線を抽出する場合は、図-2のようなフィルタを用いてフィルタリングを行う。この手法を実際地図に適用してみたが、文字まで抽出してしまい、7×7までフィルタを拡張したが、それでも、扱うフィルタの規模が小さく文字までも検出してしまうといった問題が生じてしまい、線のみを抽出するのには適さない。

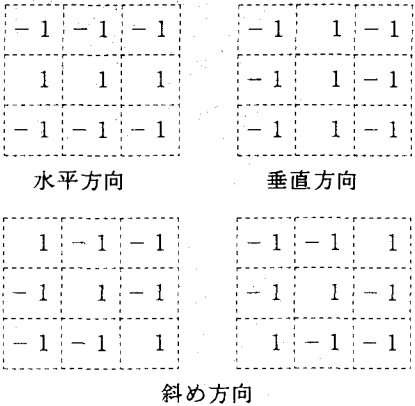


図-2 線抽出フィルタ

3. 2 線の抽出手法

データ入手の際スキャナで住宅詳細地図をカラーで読むため線を構成しているドットが一階調ではない。ただし、地図のほとんどのドットは線を構成する黒(階調値0)に近い階調と白(階調値255)に近

い階調から構成されているので、データを操作しやすくするために、白以外を全て黒に二値化する。続いて、二値化したデータを黒のドットがあるか検索し、ドットが存在した場合は、そのドットが連続しているか調べ、設定したしきい値以上の場合のみ線として抽出していく。連続性を調べる方法は、まず上からY軸正の方向に行数を増やしていき、各行について左側からX軸正の方向に線を構成するドットがあるか調べていく。もし線を構成するドットが存在した場合、それぞれのドットについて図-3の検索マトリックスの順で連続しているドットがあるかどうか随時調べていく。ただし、図-3の枠内の数字は検索する順序で、距離が近い順に、同じ場合は時計回りに検索していく。

2 4	2 0	9	1 3	2 1
1 9	8	1	5	1 4
1 2	4		2	1 0
1 8	7	3	6	1 5
2 3	1 7	1 1	1 6	2 2

図-3 検索マトリックス

この連続しているドットを検索している段階で、リカーシブコールを用いながら新しいドットに進んでいく度に検索したドットは格納していき、格納したドットは検索マトリックスで調べないようにする。検索マトリックス範囲内に格納していないドットがなくなったら、直前に格納したドットに戻り、検索していない座標に線を構成するドットがあるかを調査する。一連の連続したドットを格納し、そのトータル数が設定したしきい値以上なら線と認識し、しきい値以下だったら文字またはノイズと認識して抽出しない。線の抽出方法を図-4に示す。ただし、黒い点が線を構成するドットである。まず、ある座標Aがドットだと認識されたら検索マトリックスの順に検索し、分岐点座標nに進む。検索マトリックスの順に調べ矢印1の方向に進んで、格納したドット以外に線を構成するドットが検索マトリックス内に存在しなくなるドット(座標B)まで進んだ後、格納した座標に逆に戻っていき随時検索マトリックス内で調査していない座標について探索していく。同様に調査し矢印2→3→4→5と進み、このト

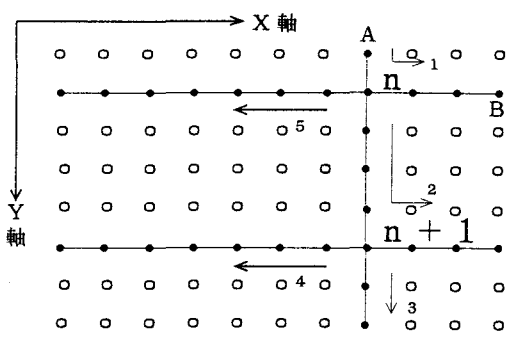


図-4 線の抽出

ータル数がしきい値以上の場合、線とみなして抽出する。

4. 検出結果

線を抽出するプログラムを実際の住宅詳細地図に実行させた結果を以下に示す。図-5がプログラム実行前で、図-6、図-7が実行後の地図である。図-6は3×3の検索マトリックス、図-7は5×5を用いたものである。図-5と図-6比較してみるとほとんどの文字が消去されているのが分かる。しかし、図-6の左下の住宅を表している格子が消えてしまっている。これは3×3の検索マトリックス以上離れている箇所がありしきい値以下になってしまっており、連続した線とみなされなかったためと思われる。図-7では直線は全て抽出されているが、図-6に比べると、文字が残っている。これは、検索マトリックスの範囲が広いので線に近い文字も線と連続しているとみなして格納してしまうためと思われる。線を全て抽出するために7×7の検索マトリックスを用いてみたが、5×5よりさらに線に近い文字もかなりの数抽出するため文字を消去する作業にかなり手間がかかり実用的ではない。文字を消去の観点では、3×3の検索マトリックスを用いた場合が最も優れているが、図-6からも分かるように、線がブロックごと消えてしまっている箇所があり手作業で補正できないケースがでてきてしまう。5×5の検索マトリックスを用いた場合は、若干、3×3のマトリックスより文字が残っているが、簡単に手作業で補正することができる範囲であり、最も実用的と思われる。

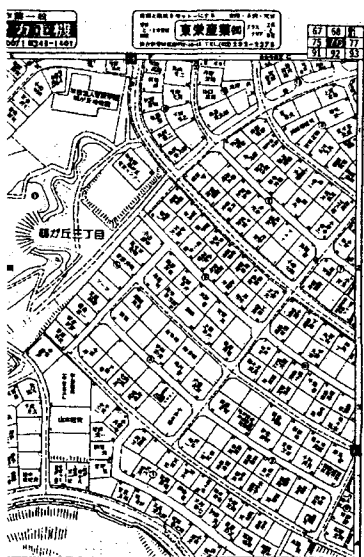


図-5 プログラム実行前



図-6 実行後 (3×3)

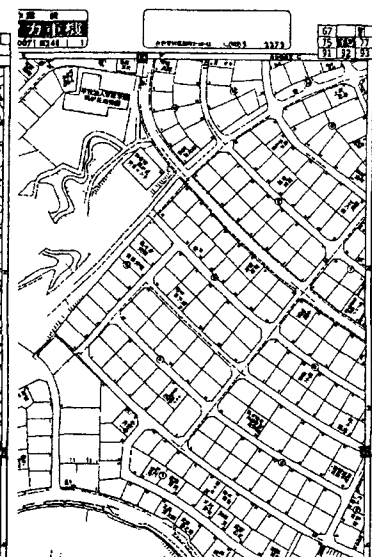


図-7 実行後 (5×5)

5. まとめ

今回作成したアルゴリズムを用いて住宅詳細地図の文字をほぼ削除することができた。残った文字は線と文字の間にマウスを用いて切れ目を入れ、途切れてた直線についてもマウスを用いて補正して同じプロセスを繰り返せば文字だけを完全に消去することができる。図-7を見れば分かるように残っている文字は少ないため削除する労力は少なく、十分実用的と思われる。今後は線で囲われた箇所について水漏れ探査方式で土地利用用途別に色を塗り、作成したデータを接続して任意の地域についてデータを検出していけるツールを作成する。

< 参考文献 >

- (1)天野, 阿部, 近藤: 都市における土地利用とその変動に関する実証的研究, 第16回日本都市計画学会学術研究発表会論文集, pp. 223-228(1981)
- (2)中原, 太田: 地価形成要因よりみた都市の土地利用変容予測に関する研究, 第18回日本都市計画学会学術研究発表会論文集, pp. 241-246(1983)
- (3)佐藤誠治: 土地利用の変化と用途地域との関連, 第25回日本都市計画学会学術研究発表会論文集, pp. 379-3

84(1990)

- (4)谷口, 天野: 既存建築物の更新実態とその変容に係わる物的条件について, 第18回日本都市計画学会学術研究発表会論文集, pp. 277-282(1983)
- (5)玉川英則: 都市内における土地利用パターン及びその変化の計量的分析, 第19回日本都市計画学会学術研究発表会論文集, pp. 343-348(1984)
- (6)天野, 山中, 木村: 住宅地図による地区情報システムの開発とその応用について, 土木計画学研究・講演集 No. 11, pp. 597-604(1988)
- (7)安居, 中嶋, 木見尻: c言語による画像処理, 昭晃堂(1990)
- (8)高木, 下田(監修): 画像解析ハンドブック, 東京大学出版会(1991)
- (9)松山, 長尾: Hough変換の幾何学的性質と直線群検出への応用, 情報処理学会論文誌, pp. 1069-1078(1985)