

位相構造を有する大縮尺地図から小縮尺地図を自動生成する試み — 数値地図 2500 (空間データ基盤) を例として —

02302950 中央大学 鳥海 重喜 TORIUMI Shigeki

1 はじめに

地理情報システム (GIS) の発展とともに、従来利用されてきた紙地図ではなく、デジタル化された地図 (いわゆる数値地図) が利用されることが非常に多くなっている。さらに近年では、都市を 3 次元空間とする場合や、時間的変化を取り入れて時空間情報として扱う場合も増えてきている [3], [4]。

さて、GIS における“次元”を考えたとき、[2] では空間、時間に続く第 5 次元の例として「縮尺・精度」を挙げている。これは、「誤差 $\propto 1/\text{縮尺}$ 」を第 5 座標として持ち、空間データとして高精度データのみを所有し、低精度データが必要な場合には、高精度データを変換して生成する手続きが可能であるということの意味している。このことの実用面を考えると、小縮尺地図を自動生成することができれば、大縮尺地図のみを整備すればよいことになり、地図整備コストの低減が期待できる。

本稿では、2 次元平面地図に縮尺軸を加えた 3 次元空間データを取り扱う準備として、大縮尺平面地図から小縮尺平面地図を自動生成する試みを述べ、特に位相構造の変化について考察する。

2 位相構造の変化

大縮尺地図から小縮尺地図を自動生成するためには、「蓄えられている空間データの位相構造を整合性を保ちながらどのように変化させるべきか」という問題に直面する。例えば、大縮尺では“面”として扱われていた道路が、小縮尺では“辺”として扱われる。さらに小縮尺になると、表示されなくなることもある。

図 1 を例にして説明する。(a) に示す街区を縮小する場合、表示のみを目的とするならば、単純に街区を重ね合わせればよい。しかし (b) では、辺が重なり合うので位相構造は正しいものとはならず、面同士のつながりを計算することができない。

そこで、点同士のユークリッド距離を計算し、ある閾値よりも小さい場合、それらを 1 つにまとめる

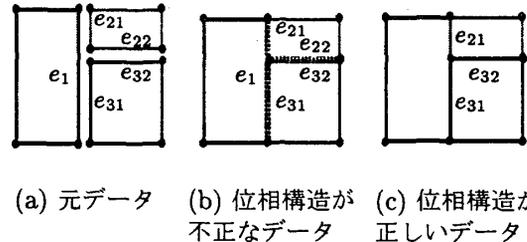


図 1. 位相構造の変化

操作を行う。(a) においては、辺 e_{22} 、辺 e_{32} のそれぞれの端点が該当する。また、このとき辺 e_{22} 、辺 e_{32} の境界 (端点) は同一の点であり辺が重複していると見なせるので、一方 (この場合、辺 e_{22}) を除去する。

次に、辺 e_1 と辺 e_{21} 、辺 e_{31} との関係調べて (このとき辺 e_{21} と辺 e_{31} とは接続していることに注意)、辺 e_1 の端点と、辺 e_{21} が辺 e_{31} と共有していない方の端点とをそれぞれ 1 つにまとめる。また、辺 e_{21} 、辺 e_{31} が共有している点は、辺 e_1 上に存在すると見なせるので、その点において、辺 e_1 を 2 つの辺 e_{11} 、 e_{12} に分割する。すると、先ほど同様に、辺の組 $\{e_{11}, e_{21}\}$ 、 $\{e_{12}, e_{31}\}$ は重複していると見なせるので、それぞれ一方を除去する。

これらの位相操作は、主として点と辺に関する操作であるが、面に関しても同様な操作が必要である。

以上の位相構造を正しく保つ一連の操作を行うと (c) の位相構造が正しいデータを生成することができる。

自動生成する際に位相構造が変化する例を以下に示す。

1. 点と点との縮約
2. 点と辺との縮約
3. 辺と辺との縮約
4. 辺の短絡除去
5. 辺の開放除去
6. 点の除去
7. 辺の除去
8. 面の除去

(1) は相違なる 2 点 (それらの間には辺がないとする) を同一の点とみなし, 一方の点を除去することである。(2) は辺を (辺の境界ではない) 点において分割することである。(3) は相違なる 2 辺の境界 (端点) が同一の場合, 一方の辺を除去することである (重複辺の除去)。(4) ~ (8) については [1] を参照されたい。

3 実験

位相構造を有する大縮尺地図として, 国土地理院発行の「数値地図 2500 (空間データ基盤)」(以下, 数値地図 2500 と表記する) の街区データ (図 2) を利用する。対象地域は, 東京-5 における文京区付近として実験を行った。

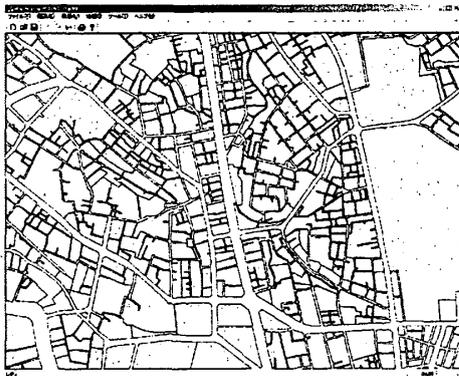


図 2. 数値地図 2500 における街区

図 2 の地図データから生成した 25000 分の 1 相当の地図を図 3 に示す。

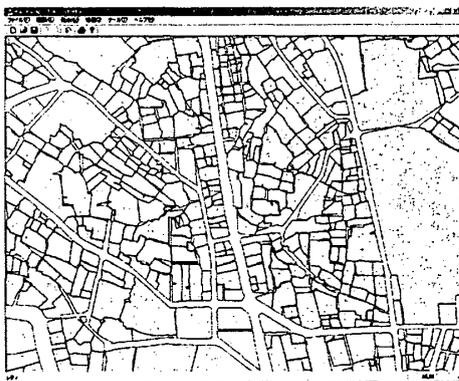


図 3. 自動生成された地図 (拡大表示)

図 2 と図 3 とを比較すると, 細かな街区の間の道路が辺によって表現されており, 地図が簡略化されていることが分かる。街区の一部を拡大したものを

図 4 に示す。元データ (図 4 (a)) では道路は面で表されていたが (街区と街区の間が道路), 自動生成された地図 (図 4 (b)) では道路は辺として表されていることがわかる。

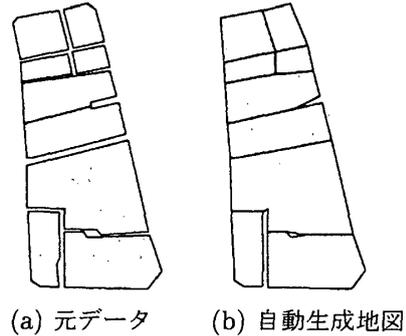


図 4. 街区の比較

また, 元データと自動生成された地図における空間データ数を表 1 に示す。位相構造の変化によって, 空間データ数が削減されていることが確認できる。

表 1. 空間データの数の比較

	元データ	自動生成地図
点	4562	3243
辺	4678	4011
面	536	519

4 おわりに

本稿では, 数値地図 2500 を例として, 位相構造を有する大縮尺地図から小縮尺地図を自動生成する試みを行った。今後は, 空間 3 次元に縮尺軸を加えた 4 次元データを扱っていく予定である。

参考文献

- [1] 伊理正夫 (監修), 腰塚武志 (編集), 他: 計算幾何学と地理情報処理【第 2 版】. 共立出版, 東京, 1993.
- [2] 伊理正夫: 高次元 GIS への一つの道. 地理情報システム学会講演論文集, Vol.7 (1998), pp.123-126.
- [3] 鳥海重喜, 伊理正夫: 位相幾何学的構造を重視した多次元地理情報システムの実例. 地理情報システム学会講演論文集, Vol.7 (1998), pp.119-122.
- [4] 鳥海重喜: GIS への応用を念頭に置いた多次元位相複体の表現と解析. 中央大学大学院理工学研究科情報工学専攻修士論文, 1999.