



琉球大学学術リポジトリ

University of the Ryukyus Repository

Title	琉球大学地理情報システムの開発2：地図データの数值化
Author(s)	國吉, 剛司; 陳, 延偉; 仲尾, 善勝
Citation	琉球大学工学部紀要(58): 95-98
Issue Date	1999-09
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/1960
Rights	

琉球大学地理情報システムの開発 II †

——地図データの数値化——

國吉 剛司*

陳 延偉**

仲尾 善勝**

Geographic Information System of University of the Ryukyus II †

—— Map Data Processing ——

Takeshi KUNIYOSHI*, Yen-Wei CHEN**, and Zensho NAKAO**

Abstract

Geographic Information System (GIS) is an integration information system, which is composed of map data and its information. The key point is to digitize the map data. In this paper, we propose some new ideas for digitizing the map data. It has been shown that the quality of the digitized map data is significantly improved by the proposed methods.

Key Words: Geographic Information System, ベクトルデータ化, ノイズ除去, 細線化処理, 補間処理

1. はじめに

GIS では数値化された地図データに情報システムの中に蓄積されたデータと融合することで、地図と結びつけた視覚的な検討・分析・提示が可能となり、施設の工事計画・管理などが容易にできる[1]。実際に、営業戦略の立案や、広告の効果測定、販売管理、出店計画、防災システムなどに広く用いられている。現在、我々の研究室では総合案内として外部の人が利用できる琉球大学の地図情報システムの構築を行っている[2]。しかし現時点で、地図データ数値化ソフトの精度が低いために、手作業による修正が多くコストがかかるという欠点がある。それは GIS の普及の妨げにもなっている。

そこで本研究では、地図データの数値化手法を新しく提案し、数値化精度の向上を目的とする。

2. 地図データの数値化およびその従来法

GIS の構成要素には、地図データのベクトル化が最も重要である[3]。その流れ図を Fig.1 に示す。ベクトル変換するには、線の太さが1ピクセルであることが必要であるので、前処理としてノイズ除去、細線化、補間を行っている。この節では、まず従来の処理手法[3]について述べ、その欠点を指摘する。

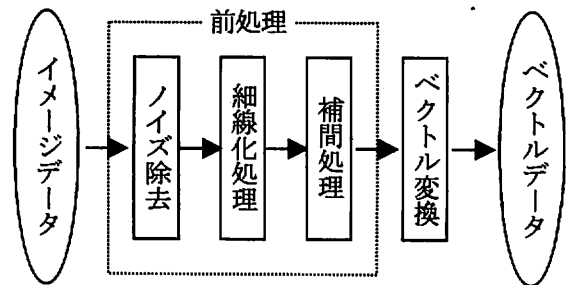


Fig. 1 数値化のアルゴリズム

2.1 ノイズ除去

スキャナで読み込んだ地図データにはノイズが混入するので、それを除去する必要がある。方法は Fig.2 のような 3×3 マスクを用いて行い、中心の白画素の周りが白画素だけのとき、ノイズとみなし除去する。

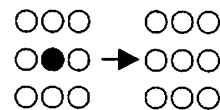


Fig. 2 ノイズ除去

この手法の欠点は、Fig.12(a)に示すような太い線の中にあるノイズに対応していないことである。

2.2 細線化処理

細線化処理では、イメージ上の線すべてを、太さ1ピクセルの線に変換する。Fig.3 に細線化の手順を、Fig.4 にマスク処理に使用する 3×3 のパターン例を示す。(当然このパターンの90度、180度、270度、回転したパターンがある。)

受理：1999年6月7日

†本論文の一部分は平成10年度電気学会・電子情報通信学会合同講演会にて発表済み

*大学院理工学部研究科電気電子工学専攻

(Graduate Student, Dept. Electrical and Electronics Eng.)

**工学部電気電子工学科

(Dept. of Electrical and Electronics Engineering, Fac. of Eng.)

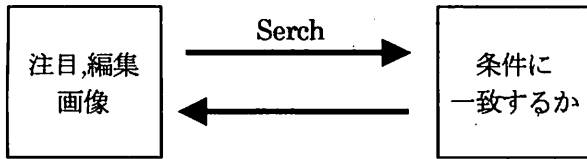


Fig. 3 細線化の手順

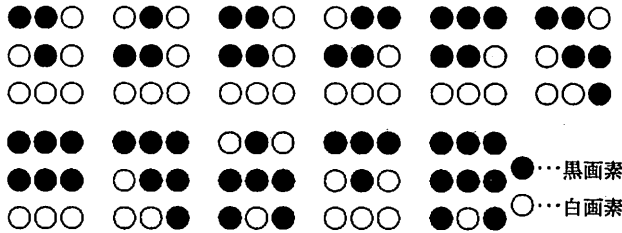


Fig. 4 細線化処理

イメージデータ上を3×3領域でスキャンし Fig. 4と同様パターンがあった場合は中央画素を削除(白にする)することができる。一度のスキャンでイメージデータの周辺から1画素(ピクセル)ずつ削除していき、最終的にすべての線の太さが1ピクセルの線になるまで処理を繰り返す。

この手法の欠点は、Fig.13(a)が Fig.13(b)のように、線の途中に枝ができてしまうことである。小さな画像では、あまり問題ないように思われるかもしれないが、A0サイズの画像になると、200から300もの修正が必要になる。

2.3 補間処理

地図の長期保管やデータの読み込み等によって、線がかすれたり、切れたりするので、そこを検出し補間する必要がある。

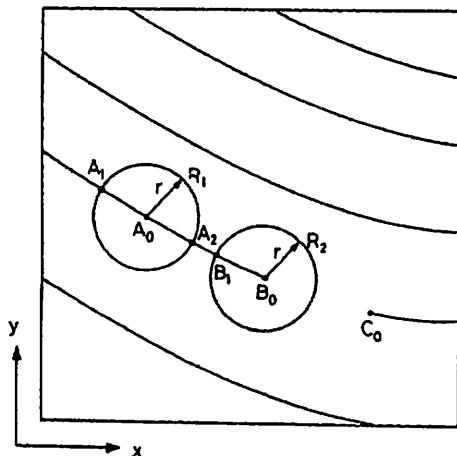


Fig. 5 端点検出

まず接続する端点同士の検出を行う。Fig.5においてA₀は等高線の連続部分の点であり、B₀,C₀は切断された点である。画像データ上の任意の黒画素が端点であるかどうかの判断は、その点を中心とした半径 r の円 R を描いたときの交差回数で判断でき

る。例として Fig.5の円 R₁, R₂の場合を考えると、交差回数はそれぞれ2回、1回であるので、連続線分、端点と認識される。

次に端点同士の接続について説明する。結ぶ端点同士は距離が短いものを結んでいる。ここでは、対象が等高線の切断の際の線分なので、3次スプライン補間を用いている。スプライン補間は、端点同士を任意の多項式

$$g(x) = ax^2 + bx + c$$

で近似できるという仮定から、先ほど検出した端点(x₀,y₀),(x₁,y₁)とその近くの黒画素(x₂,y₂)の3点を使ってg(x)の係数 a,b,cを求めることにより、補間を行う。

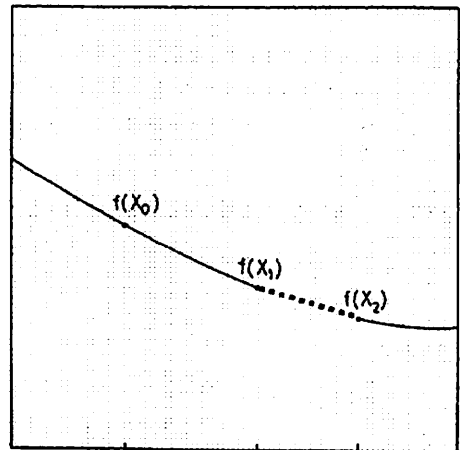
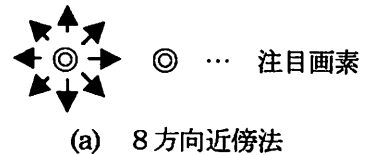


Fig. 6 スプライン補間

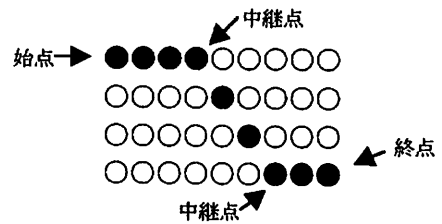
この手法の欠点は、Fig.14(a),(b)に示すように、距離が遠い端点同士は補間できないという点である。

2.4 ベクトル変換

細線化、補間処理を終えた地図データを Fig.7(a)に示すようなベクトルにする。ベクトル変換では、線の始点、中継点、および終点を検出しそれぞれの座標を記録していく。Fig.7(b)に示す8方向近傍法を使って、となりの点を逐次に検索し、記録していく。



(a) 8方向近傍法



(b) ベクトルの例

Fig. 7 ベクトル変換 (細線化)

3. 地図データ数値化の新しい提案法

3.1 ノイズ除去

提案法では Fig.8 のような 3×3 マスクを用いて行い、条件にあえば、ノイズとみなし除去する。従来法にこの手法を加えることにより、細線化後の線が分岐することが少なくなる。

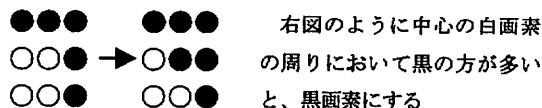


Fig. 8 ノイズ除去

3.2 細線化処理

細線化処理では、イメージ上の線すべてを、太さ 1 ピクセルの線に変換する。イメージデータ上の黒画素が以下の 4 つの条件を満たしたとき、白に変えていく。

- ① 黒画素である。
- ② (x,y)を中心とした 3×3 マスク内の黒画素の数が 4 つ以上 6 つ以下である。

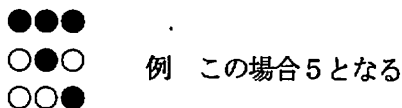


Fig. 9 条件 1 (細線化)

- ③ 注目画素の隣接点 8 つに、黒のまとまりが 1 つ以下である。

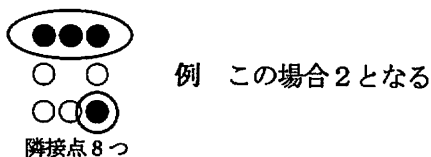


Fig. 10 条件 2 (細線化)

- ④ (a) 線の太さが 2 以外 or (b) 太さが 2 である画素が、まわりに 1 つ以下である

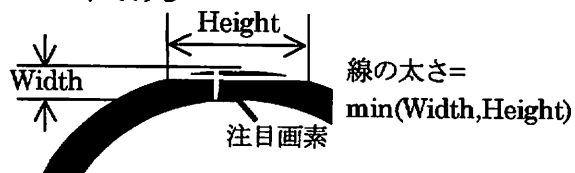


Fig. 11 条件 3 (細線化)

条件①～③で Fig.4 のような 3×3 パターンを定義し、④で線が途中で途切れるのを防いでいる。

本提案法はあくまで、線の太さを 2 pixel 以下にする手法なので、最後に従来法を通す必要がある。

3.3 補間処理

地図の長期保管やデータの読み込み等によって、線がかすれたり、切れたりするので、そこを検出し補間する必要がある。

まず接続する端点同士の検出を行う。その手法は細線化処理の条件 2 と同じ方法を使って行っており、条件 2 においては 3×3 マスク内の黒画素数が 2 である黒画素を端点としている (Fig.9 参照)。端点同士の検出は見つけた端点から長さ 5 であるベクトル (Fig.11 参照) を作成し、端点からそのベクトルをのぼして検索していく。三次スプライン補間を用いる方法もあったが、経験的にこちらのほうが、端点を見つけやすい。補間は従来と同じでスプライン補間で行っている。

本提案法は従来法に比べ、探索する方向が妥当であるので遠くまで端点を探索することができる。それにより、入力画像の解像度を増やしても高精度な補間を行うことができる。

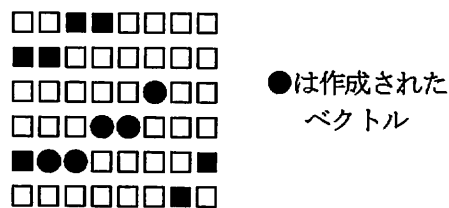


Fig. 11 ベクトル作成の例

4. 実験結果とまとめ

地図データの一部の画像を用いて各処理の有効性を以下に示す。ノイズ除去では、Fig.12(a)に示すような線の中にあるものまで、考慮していなかった。それによって、後に行う細線化後に線の途中が分岐する部分ができってしまう。提案法では、Fig.12(d)に示すように、線の中のノイズが減少し細線化がうまく行えるようになった。

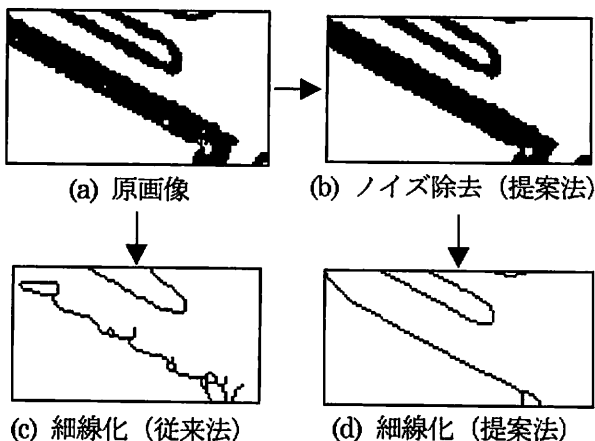
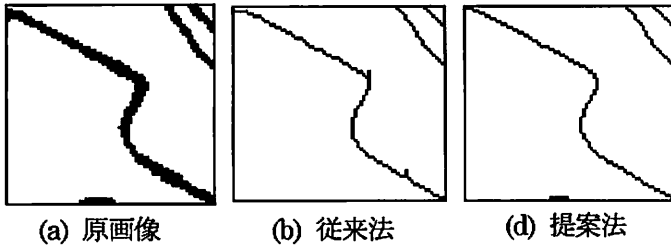


Fig. 12 ノイズ除去例 (テストデータ)

細線化では、 3×3 パターンの定義が難しく、Fig.13(a)を細線化すると Fig.13(b)のように途中に枝ができてしまう。提案法では消去する黒画素の定義がうまくできているために、きれいに細線化することができた。



(a) 原画像 (b) 従来法 (c) 提案法

Fig.13 細線化処理例 (テストデータ)

従来の補間処理では、提案する端点の範囲が、先導しの間隔よりも広げることができないので、Fig.14(a)から Fig.14(b)のようになる。提案法では、探索する距離を広くすることができるので、Fig.14(c)から Fig.14(d)のように、うまく補間できるようになった。



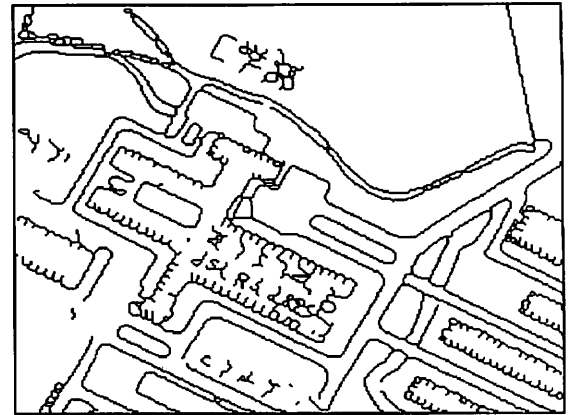
(a) 原画像 (b) 従来法



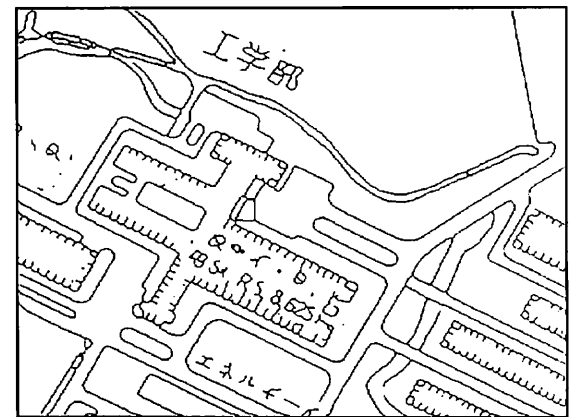
(d) 提案法

Fig.14 補間処理例 (テストデータ)

従来法の結果は、線が消えたり、補間がうまくいかなかったりするなど問題点が多い。それに対し提案法では、それらの問題が克服でき、さらに比較的遠くの端点との接続ができるなど、高精度な数値化が行えるようになった。従来法と提案法による琉球大学地図の数値化の一例を Fig.15 に示す。提案法の高精度化が良くわかる。また本手法により琉球大学地図を数値化し、琉球大学のデジタル地図データベースを構築することができた。また、それをベースに琉球大学地図情報システムをはじめ構築することができた[4]。



(a) 従来法



(b) 提案法

Fig.15 琉球大学地図データの数値化例

謝辞

本研究を進めるにあたり、ご指導と御協力をいただきました、TTC の上間淳也氏に心より敬意と感謝の意を表します。

参考文献

- [1] 桜井弘幸, GIS 電子地図革命, 東洋経済新報社, 1997
- [2] 我如古慎, 國吉剛司, 琉球大学地図情報システムの開発, 平成 10 年度電気学会・電子情報通信学会合同講演会
- [3] (株) TTC, マッピングシステム構築利用に関する調査研究報告書, H6.3
- [4] 我如古慎, 琉球大学地図情報システムの構築 I-アプリケーションソフトの開発-, 平成 10 年度 琉球大学工学部電気電子工学科 卒業論文