ドット方式による新しい地図作成の手法

朝 倉 堅 五*

A New Method for Making a Map by Using Dot Representation

by Kengo Asakura*

Abstract: A map gives us various kinds of informations accurately. The work to make a map is divided into many stages. In most of these stages, a lot of time and manual labour are necessary.

In order to reduce the time and manual labour, the binary dot devices are used. With the use of these devices, each element—lines, planes, characters, etc.—which constitutes a map is expressed by a set of small dots.

Many computer programs are developed in this paper, and most of them are concerned with figure processing. Actually, the map is produced for simulation.

Moreover, the method developed here can be applied to any kind of digital data, no matter what form they take. Therefore, it may be possible to use this method for the visualization of various kinds of digital data.

要旨 いろいろな情報を正確に持っているものとして、地図がある。地図の作成には、教多くの段階を経ねばならない。本研究は、こうした段階のいくつかを、できる限り自動化しようとして、地図を構成する要素（点、線、面、記号、数字、漢字）を全て、点(Dots)の集合で表現しようとするものである。

そのために、多くのソフトウェアが開発されたが、この多くは、図形処理用のソフトウェアである。

そして、実際に、シミュレーション用のデータから地図を作成した。

さらに、ここで開発されたソフトウェアは、デジタルデータなら、メッシュ形態であろうとなかろうと、何にでも適用できる。従って、ドットを用いる表現は、さまざまなデータの視覚化に利用できるだろう。

1, はじめに

本研究は、写真測量による地形図作製において描画の段階をできる限り自動化することをめざして、地図を構成する要素を全て、点の集合で表現しようとするものである。

地図を描画する段階をいくつかに分ける。この段階ごとに、コンピュータの内部で、重ね合せの手法により、次々に新しい情報を付加していく。以前あった情報を消して、付加することもできるし、以前の情報をそのままにして、付加することもできる。これは、コンピュータ処理の大きな特徴であり、利点でもある。

2, ドット方式による図形処理

ドット方式を採用する場合の図形処理方法は、2つある。1つは、1行（1ドットライン）ごとに計算処理を行って、順次出力していくものであり、これを順

次処理としておこう。もう1つは、計算すべきデータの領域を全て、コンピュータ内に取り、ランダムに計算処理を行い、これが終わってから、出力していくものである。これをランダム処理としておこう。

順次処理では、コンピュータの容量はそれほど大きくなくてもよいが、処理のアルゴリズムは、一般に複雑となる。ランダム処理では、処理のアルゴリズムは、比較的簡単であるが、コンピュータの容量はかなり大きいものを必要とする。

2.1 線処理の方法

ドット方式によって、等高線を発生させる方法は、順次処理である。この方法は、参考文献1に詳細に述べられているので、これを参照されたい。

ここでは、ランダム処理によって、線を発生させる方法について述べる。ランダム処理に必要とされる線の入力データは、一般に2次元の座標で示される点列である。この点列に、滑らかな曲線をあてはめる場合と、直線で結んでいく場合の2つが考えられる。この両者のどちらでも満足するのが、サーキュロイドカー

*三菱総合研究所ソフト開発部ソフト開発1課
Mitsubishi Research Institute Inc.
「写真測量」 Vol. 13 No. 4, 1974

ブである。サーキュロイドカーブは、もともとと道路の平面線形に使用される曲線で、この詳細は、参考文献2, 2を参照されたい。サーキュロイドカーブによれば、ある係数（曲折係数という）を操作することにより、曲線でも、直線でも処理できる。

この曲線もしくは直線に沿って、ある任意の幅を持った線状帯を作り、その中に入るドットを全て on にすれば、線が構成されるわけである。

線状帯の内部を全てドット on にするというのが、一般的であるが、ここで実行する判定をいろいろと変化させると、複雑な形状の線（たとえば、鉄道を示す線、送電線を示す線）を作り出すことも可能である。

2.2 面処理の方法

ドット方式で面処理を行う場合は、コンピュータの容量が小さくても行える順次処理の方が有利である。

面を作り出すための入力データは、外郭線の点列データと、その面に満すべきイメージである。イメージは、ドットマトリクス示される。外郭線の入力データは、そのままでは、点な点との間の距離が一般にはまちまちなので、これをほぼ一定にするために、次の操作を加える。

まず与えられた点列データに、2.1で紹介したサーキュロイドカーブをあてはめる。このカーブ上で、ある特定の距離をおいて、次々に次元座標を抽出する。こうして得られた点列データから、面を構成する。この点列データ間は、直線で結ぶ。こうすれば、ほぼ均等な平滑度の外郭線が構成される。

こうした点列データ（即ち、閉多角形）に対して、順次処理を行う際には、図1に示すように、任意の閉多角形と直線が交わるときには、交点の数は必ず偶数となるという法則を用いる。ただし、直線と閉多角形の尖点とが交わるときには、この点を除くような数学的操作を加えてある。交点が、1ドットラインについて、 $a_1, a_2, a_3, a_4 (a_1 < a_2 < a_3 < a_4)$ の4つあれば、 $a_1 \leq x \leq a_2, a_3 \leq x \leq a_4$ 、とで示される領域を、与えられたイメージで満たせばよいわけである。一般に交点が、 $a_1,$

図1 閉多角形と直線の交点

$a_2, \dots, a_{2n} (n=1, 2, \dots)$ の $2n$ 個あれば、

$$a_1 \leq x \leq a_2$$

$$a_3 \leq x \leq a_4$$

$$\vdots$$

$a_{2n-1} \leq x \leq a_{2n}$ で示される領域を、与えられたイメージで満す。

2.3 数字、漢字などの文字と記号の処理方法

文字や記号を処理する場合、これらを構成するデータをあらかじめ作成して、コンピュータに記憶させておく必要がある。

記憶させる形態としては、2つある。1つは、ある特定のドットマトリクスで構成される領域内に、ドットの on, off として、一意的に与えてしまうものである。もう1つは、文字や記号を構成する要素として、直線だけを考えて、その始点座標と終点座標を与える方法である。前者は、作成は簡単であるが、任意の大きさの文字や記号ができない。後者は、任意の大きさに作成できるが、ドットパターンに変換するソフトウェアが、かなり複雑になる。本研究では、前者を用いた。

ここでも、順次処理を用いる。データ入力は、コンピュータ内で文字や記号の記憶位置を示すデータと、それが書きこまれる位置を示す2次元座標である。計算処理自体は、非常に簡単である。コンピュータが処理しているドットラインごとに、全ての位置データ（2次元）について、文字や記号を書きこむべき位置かどうかの判定を行っているだけである。

3. ドット方式による地図作成の方法

3.1 データ収集

コンピュータ処理を行う以上、データは全て、デジタルな形態で収集されねばならない。地形データと土地利用データは、測地座標系で正方形格子状に収集する。写真座標系で収集されたものは、測地座標系に変換されねばならない。

さらに線をなすものは、格子間隔を単位とする2次元の点列データ、面をなすものもやはり、外郭線の点列データとして、収集される。こうしたデータも全て、測地座標系でのデータでなければならぬ。A7などの図化機を利用して、この作業を行うのが最も効率的であろう。

3.2 地図作成のプロセス

地図作成のプロセスを、コンピュータ処理の段階に従って、次の7つに分割した。

STEP 1. 等高線の作成

- STEP 2. 面状帯（たとえば、湖，ゴルフ場）の挿入
- STEP 3. 土地利用記号の凡例と縮尺の挿入
- STEP 4. 土地利用記号の挿入
- STEP 5. 線状帯（たとえば、道路，河川）の挿入
- STEP 6. 数字（たとえば、標高値）の挿入
- STEP 7. 漢字（たとえば、地名）の挿入

計算技術上の問題から，STEP 1 STEP 4からまでは，1ワード（16ビット）に対して，1ドットが対応している。1ドットは，1ビットに対応しているため，残りの15ビットは意味がない。STEP 5は，1ワード（16ビット）が，16ドットに対応している。STEP 6とSTEP 7は，1ワード（16ビット）が，8ドットに対応している。

図 2 等高線図の一部

3.3 作図例

以下の例で用いられるデータは，25mメッシュで，A 7により収集されたものである。メッシュサイズは，80×110である。

STEP1. 等高線の作成¹⁾

図 2は，等高線図の一部である。等高線間隔は20mである。

STEP2. 面状帯の挿入

2.2で説明した方法を用いる。ここでは，人工のあるいは自然の面状帯を挿入しようとするものである。人工の面状帯としては，ゴルフ場，宅造地などがあり，自然の面状帯としては，湖沼，湿地などがある。この情報は，STEP 1で作成された図に付

加するが，等高線を消さないような処理を行う。図3-1, 3-2, 3-3は，面状帯として，それぞれ池，宅造地，ゴルフ場を挿入したものである。

STEP3. 土地利用記号の凡例と縮尺の挿入

図 3-2 宅造地の挿入

図 3-1 池の挿入

図 3-3 ゴルフ場の挿入

図 4-1 土地利用記号の凡例の挿入

図をわかりやすくするため、土地利用

記号の凡例と縮尺を挿入

する。図4-1、図4-2は、そ

の例である。
STEP4. 土地利用記号

の挿入

ここでは、土地利用デ

ータから、あるメッシュ

ポイントに、土地利用記

号を挿入しようとするも

のである。ただし記号

は、X, Y 2 方向に、あ

る間隔を置いて配置され

るような配慮がなされて

いる。図-5は、この例

で、水田、畑、果樹園、

針葉樹林、広葉樹林、竹

林、住宅地、荒地の8つ

の土地利用が挿入されて

いる。
STEP5. 線状帯の挿

入

ここでは、人工のあるいは自然

の線状帯を挿入しようとするもの

である。人工の線状帯としては、

たとえば、道路、水路などがあ

り、自然の線状帯としては、たと

えば、河川などがある。図 6 は、

線状帯として、道路を挿入したも

のである。
STEP6. 数字の挿入

ここでは、説明情報として、数

字を挿入しようとする も の である。

数字は、標高を示したりする

のに、利用される。図 7 は数字

として主なピークの標高値を挿入

したものである。
STEP7. 漢字の挿入

ここでは、説明情報として、漢

字を挿入しようとする も の である。

漢字は、地名などに利用され

る。図 8 は、漢字を挿入した例で

ある。

以上、STEP 1 から STEP 7 ま で

で、地図が完成する。図 9 (p. 26)

図 4-2 縮尺の挿入

図 5 土地利用の挿入

図 6 道路の挿入

図 7 標高値の挿入

図 8 漢字の挿入

はその例である。コンピュータによる処理データは約300万個で、演算時間は、IBM 370/168を使用して、STEP1から、STEP7までで合計7分位である。ドットプリンターによるプリント時間は、MTを介して、約1分ほどである。

4. 考 察

ここで開発した手法の問題点と、将来性について論じてみよう。

- (1) ここでは、方法論の開発に重点を置いたため、地図作成の細かい規則は無視した。今後、これらを考慮に入れて、改善していく必要があろう。
- (2) 計算時間の短縮のため、プログラム言語の検討を含む、さまざまな改良を行う余地がある。
- (3) もっと精巧な画像機器が、開発される可能性が大きいので、ここに示した方法は、さらに発展する余地がある。
- (4) ここで、使用したデータは、データの精度がまちまちだったので、図9には、不合理な箇所もいくつかあるが、これは、克服されるだろう。
- (5) ここに示した図形処理のいくつかの手法は、デジタルデータの視覚化手法として、汎用性の強いものである。この方面での応用例の蓄積を希望する。

5. おわりに

本研究を進めるにあたっては、データの提供等で、東大工学部土木工学科測量研究室の田中助手、サーキュロイドカーブの説明等で、東大生産技術研究所村井研究室の大林助手に、援助をいただいた。記して、感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 朝倉：ドットを用いた等高線図の自動作成に関する研究：写真測量Vol.13, No.3, 1974
- 2) 丸安, 村井, 大林, 金森：比較路線選定の自動化に関する研究：生産研究, Vol.23 No.4, 1971
- 3) 村井, 大林：サーキュロイド曲線を用いた新しい道路設計の手法：土木学会論文報告集, 311号, 1973年3月

図 9 タイトル「地形図」