

図形画像ハイブリッドシステム

山平拓也⁺、古山欣哉^{*}、笠原 裕⁺

⁺日本電気(株)C&Cシステム研究所 ^{*}日本電気技術情報システム開発(株)

図形画像ハイブリッドシステムでは、図形データと画像データの区別を利用者側に感じさせることなく、図面や画像を容易に扱わせることを目標としている。

本システムでは、利用者の定義する図面上の部分画像(図形)を画像のまま構造化する手法をとった。利用者のインタラクティブな操作と画像処理の力を借りて、応用を前提とした図面データを作成できる。ケーススタディとして、本概念に基付いて構築したシステムを利用して家屋や管網図を対象とした主題図を作成し、作業の効率化が計れることが確認できた。

"Hybrid System for both figure and image data" (in Japanese)

by Takuya YAMAHIRA (NEC Corp. C&C Systems Research Labs.), Yoshichika KOYAMA (NEC Scientific Information System Development, Ltd.) and Yutaka KASAHARA (NEC Corp. C&C Systems Research Labs.)

This paper describes a method to generate drawing data. At present, the data, which are presented in the image format data, are transformed into vector format data to be used in the drawing processing. However, the transformation cost becomes extremely high and the time required is too long. It is insignificant that the drawing data are transformed into temporal figures in the sense of computer utilization.

In this paper, a method, which simplifies data generation by directly treating image data in drawing processing, is mentioned. As a case study, a process to make thematic maps using this method is presented.

1. はじめに

図形画像ハイブリッドシステムでは、図形データと、画像データの区別を利用者側に感じさせることなく図面や、画像を容易に扱わせることを目標としている。

図面を扱う場合、利用者はその図面内の各情報にそれぞれ意味付けを行なって利用している。その結果、対象となる図形はベクトルデータに変換されている。しかし、元々図面として提供されるのは紙面上に書かれた画像であるため、ベクトルデータが図面情報として利用できる形式になるまでには、種々の加工処理や利用者によるデータ変換作業が介在し、図面情報の効率的な利用の妨げになっている。

図形データは、元来、線分や面の集合として、利用者独自の意味を付けられ管理されているベクトルデータである。このデータは、加工処理や、検索処理には利用しやすいという利点がある反面、元図面からのデータの構造化、データ作成処理は非常に工数を要するという欠点を持つ。一方、画像データは、画素情報の集合であり、その中の情報には全く意味付けがなされていない。このデータは、データ入力、作成は容易であるが、加工処理は困難である。

画像データの持つデータ作成の容易な点、図形データの持つデータ利用の容易な点を利用した図形画像ハイブリッドシステムを開発し、主題図作成処理に適用したところ効果的な結果が得られた。

以下、本文では、図形画像ハイブリッドシステムの問題点と利用例について述べる。

2. 図面入力上の問題点

図面情報処理におけるデータ作成の多くは、タブレットディジタイザなどにより実行され、その結果、元々画像であったものがベクトルデータ（図形データ）に変換

されている。タブレットディジタイザの利用には、次の問題点が挙げられる。

- ・ベクトルデータ入力に多大な工数が必要

- ・手作業による誤差が考えられる

- ・図面の張り付け作業などが不便

- ・座標補正など種々の変換処理が必要

例えば、各都道府県の統計情報を表現する主題図を作成するため、日本地図をタブレットディジタイザを用いて入力する場合、地図の種類によって多少の違いはあるが半日程度の地図データ作成作業は必要とされる。簡単な日本地図でさえこのような工数が必要である。さらに手作業による誤差や、確認作業の必要性など種々の不便が挙げられている。現在多くの図面入力は、この方法で行なわれているが、図面処理システムの大きな問題点と考えられている。

ベクトルデータを入力するための他の方法として、オートディジタイザを用いる方法が挙げられる。オートディジタイザには次に挙げる問題点がある。

- ・高価である

- ・精度が100%でないため検査修正の手間がかかる

- ・検査修正の精度が保証できない

- ・ベクトル化時間が速いとは限らない

- ・図面上のベクトル化するデータを特定できない

検査修正に要する手間が必要であることは、既存のタブレットのような入力システムと作業内容の違いがそれほど存在しないことになる。

図面情報には3種の形式がある。一つは画像であり、図面上に描かれているだけで、背景としての意味を持つ。ベクトル的扱いは不要である。一つは記号であり、例えば図面上のシンボルや文字が対応する。これは、図面上に表現されてなくても良く、利

用者が必要に応じて参考にするものである。もう一つは、図形である。たとえば、図面上で処理を行なうとき、その対象はただ図面上に描かれた画像ではなく、対象固有の意味が必要となる。この場合、その対象は、ただの画像ではなく図形として扱いをうけることになる。問題は、第1番目の情報と3番目の情報の取り扱いであり、現在これらの情報の切り分けを効果的に行なう方法についての研究が十分には行なわれていない。

このように、既存の図面を扱う技術は、利用者が効率的に作業を行なうためには、まだ問題点があると考えられる。今回提案する図形画像ハイブリッドシステムのご概念は、利用者のインタラクティブな操作を借りて、画像と図形の部分を効果的に切り分け、更に高度の図面や画像の利用を可能にし、以上述べた問題点の一つの解決方法を提案するものである。

3. 図形画像ハイブリッドシステム

本システムでは、図面を画像のまま扱い、部分画像に意味付けを行ない、意味付けられた画像を図形として利用することで従来の図面処理システムと同等の機能の実現を主眼にしている。

図面内の必要な要素を意味付けるために、図面要素(部分画像)を定義する。そのため、部分画像の定義言語を用意しており、利用者は定義に従って画面上に部分画像の抽出に必要な指定を行なう。部分画像の定義に従って画像処理が行なわれ、得られた結果は画面上にフィードバックされる。結果の良否は利用者が判定し、必要な部位が抽出された時は、利用者の指定した画像がそのまま部分画像のデータとして記憶され、画像を扱うための情報となる。さらに、部分画像は、登録されることにより他の部分

画像を定義するための基本図形として、利用することができる。

登録後、他の応用に利用する場合、参考のできる図面データは部分画像の定義内容と、それに対応する利用者の指定情報である。そのため、逐次画像処理を行ないながら図形を抽出し利用する。

図1に図形画像ハイブリッドシステムの概念図を示す。

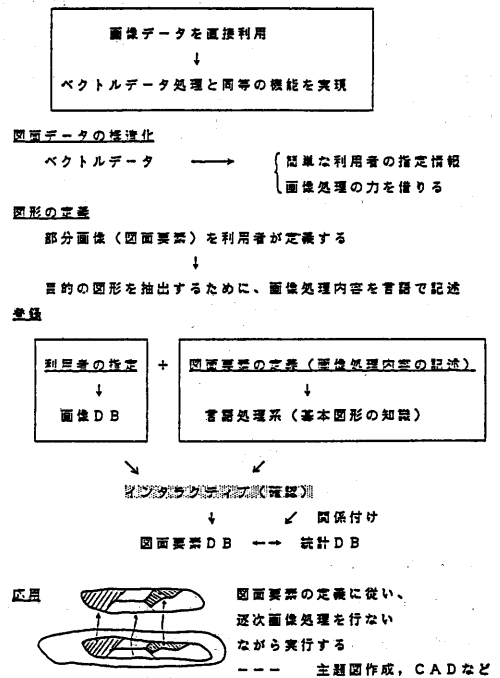


図1 図形画像ハイブリッドシステム概念図

3.1 システム機能

(1) 画像の補正

スキャナなどから読み取った画像には、次のような障害が生じる。

- ・ 図面の汚れや、切れ目
- ・ 読みとり時に生じる線の太さや、濃度の変化
- ・ 図面の傾き

これらの補正には、細線化処理(Deutschの8連結[4])と、孤立点の除去、切れ目の

連結、髭の除去機能を組み合わせて対応している。

① 切れ目の連結

線分の切れ目は、線分の端点から指定された方向と距離の範囲内に存在する端点を見つけ、利用者に示す。接続する点は、利用者が指定する。

② 髭の除去

髭は、細線化後、入力図面の汚れや線分の太さの変化により生じる。髭は、分岐点と端点間の線分であるので、分岐点と端点の道が、指定された道のりの範囲内であれば髭の候補として利用者にフィードバックしている。

図2に切れ目の処理と、髭の処理を示す。



図2 切れ目と髭の例

(2) 画像の表象

図面内の処理対象図形のそれぞれに対応する処理プログラムを個別に開発することは困難である。また、利用者にとっては、独自の部分画像が定義できることも必要である。そのため、図面内の処理対象図形を部分画像と考え、各図形に共通の特徴を図面要素として利用し、対象とする部分画像を表現することが、種々の図形を扱うためには効果的と思われる。

利用者の利用する図面上の図形（図面要素）は用意された簡単な図形（基本図形）の集合として、利用者の指定で、画像の形式で表現される。基本図形は、例えば、閉路、線群、（円、矩形、…）などの図形が利用でき、また、距離、面積、方向、色な

どの属性を持たせることができる。

意味付けルールとして以下の方法をとる。

基本図形Bの各要素bは、その属性内容と属性値により次式で定義される。

属性内容 A_1, A_2, \dots, A_n と属性値 V_1, V_2, \dots, V_n として、

$$I_i = b(A_1(V_1), A_2(V_2), \dots, A_n(V_n))$$

得られた結果は、部分画像Iの要素 I_i として定義される。

利用する図面要素は、定義された部分画像の要素の集合演算により、

$$I_k = I_1 \text{ \$ } I_2 \text{ \$ } \dots \text{ \$ } I_n$$

の形式で表現される。

定義された図面要素は、新たに基本図形の要素として登録される。

$$B \ni I_k$$

上記のように既に登録した部分画像を利用し、更に複雑な部分画像を登録することができる。

基本図形は、現在閉路、線群、髭、切れ目を用意している。家屋を登録する場合は、基本図形として与えられる閉路、髭、切れ目を利用して登録する。現在、基本図形の組み合わせにより、ある程度の図形を定義できるが、例えば、地図記号や道路の領域などは、現時点では定義が困難である。

例えば、住宅地図に統計データに対応する色付けをした主題図を作成する場合は、家屋という図面要素をHOUSEとして、髭(WHISKER)と切れ目(GAP)を取り除いた閉路(LOOP)として次式により定義することができる。

HOUSE:

A: LOOP

B: WHISKER(LENGTH < a)

C: GAP(LENGTH < b)

{A - B - C}

(3) 部分画像の構造化

画像データを扱うために効果的な部分画

像のデータ構造化を行なう。例えば、図形の一つとして、閉路は閉じた領域を形成する多くの線分の集合である。従来のベクトルデータでは、各線分の両端点を利用者が逐次指定し、各線分の両端点の座標が登録される。しかし、図形画像ハイブリッドシステムでは、領域を認識する処理を使えば、閉路はその内点の1点だけにより構造化することができる。利用者の行なう操作は閉路の内点を1箇所指定するだけでよい。

現在閉路の構造化には内点、線群の構造化には端点とその端点からの線分の進行方向、分岐点において進むべき方向（最も直進に近い進路の場合は不要）を示す情報を利用している。

3.2 システム構成

(1) データ構成

画像データを直接利用するために効果的なデータベース構造が必要である。従来の様に、ベクトル情報を表現するために、座標が列挙されたデータ構成ではなく、利用者定義の部分画像とその座標値からなる図面要素データ、主にスキャナから入力された原画像データ、それらを認識するための基本図形を処理をするための図形要素データ、および統計データからなる。

① 画像データベース

入力された図面情報が、画像データとして圧縮され、画像データベースに記憶されている。尚、データ圧縮方法は、4.2 (1) 入力に記載している。

② 図形要素データベース

基本図形（閉路、線群、利用者の定義した図形など）を示す情報は、図形要素データベースに記憶される。

内容は、基本図形の名称と対応する論理式が記述されている。

③ 図面要素データベース

登録処理により作成された図形データが

記憶されている。図面要素データベースには、図面要素の定義に従って処理されるように、処理される画像の識別子と、各定義に対応するパラメータが統計データと関係付けられて記憶されている。

図面要素データベースの形式は、図3に示す。

データA	
...	
データI (データ名称、対象地図名、図形名)	
図面要素名	座標群
北海道	(x1,y1),... 図形の定義(論理式)に対応した形式
青森	(x2,y2),...

データ名称 - 都道府県境界、A町家屋団など
 対象地図名 - 日本地図、A町団など
 図形名 - 図形要素データとして登録された基本図形

図3 図面要素データの形式

④ 統計データベース

利用される統計値を記憶している。

(2) 機器構成

図4に本システムの機器構成例を示す。

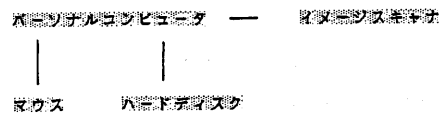


図4 機器構成

3.3 利点

(1) 入力の効率化

画像認識技術を図面処理システムに導入することにより、画像データに図形的意味を持たせることを可能とし、デジタル化入力されていたベクトルタイプのデータの利点であったものを画像データでも実現する。この場合、従来のベクトルタイプのデータにより表現されていた場合と比較し、複雑な折れ曲がり点等の座標データを記憶

させる必要もないため非常に容易に図面データを入力することが可能である。

(2) 容易な画像、図面管理と編集

図面を画像単位で管理し、図面上の任意の箇所のデータの追加、除去を可能とする。従来のベクトルデータはベクトルの端点が操作単位であるのでデータ操作に制限があったが、画像単位により自由度が増加する。また、背景画像として利用されるデータは、画像のまま入力されるので、図面をデジタルサイズしていた方法より大幅にデータ作成時間が短縮される。

(3) 日常業務への利用

従来のベクトルタイプのデータで行なわれていた図面データ処理と同等の処理を画像データ上で可能にし、データ入力から意味のある図面作成までの一貫した図面扱う業務を一般の人にも可能にする。

4. 主題図作成システムへの応用

4.1 システム概要

ハイブリッドシステム概念実現のケーススタディとして主題図を作成するシステムを構築した。

地理的意味付けに有効と考えられる閉路、線分、さらに各記号を基本図形として扱い、利用者の定義に応じた抽出処理を行なう。抽出後画像データそのものに直接意味付けを行ない、画像を利用し易い形式に整えられたデータベースに記憶される。意味付けされたデータは、画像上に直接主題図を作成するための情報となる。

本システムでは、家屋図を作成して主題図を作成する場合と、水道やガス管のような管網図を利用する場合を対象とした。

4.2 機能と構成

(1) 入力

画像の読み取り後、画像データは画像圧縮処理により変換され、画像データベース

に格納される。

圧縮方法は下記の処理を用いた。

各ライン間の排他的論理和をとった後のデータに下記の1次元圧縮を行なう。

1次元圧縮方法は、1ライン中のデータを8ビット毎に分割し、8ビットが全て0かそうでないかによって、その8ビット分を1ビットの圧縮符号として表わす。8ビットが0の場合は圧縮符号を0、でない場合は圧縮符号を1として8ビットを転送している。この1画面分の圧縮符号をさらに2回同様の操作を行ない3階層多段分割符号化を行う。

(2) 抽出、登録

図面データを以後の処理で画像データのまままで利用できるように、利用者の指定する部分画像(図形)を登録する。登録する図形種は、基本図形である領域、線群、簡単な記号の他に、既に利用者が登録した部分画像が利用できる。

本システムで利用した基本図形は表1の通りである。

表1 基本図形の内容

利用者の指定	対応する画像処理内容
閉路 内点 - 1点	極小閉路の抽出
線群 端点、分岐点の情報	端点間の線分を抽出
経 道のり	線分を抽出
切れ目 方向、距離	端点間の領域を抽出

利用者の指定する情報と定義内容に対応する画像処理を利用して、画像レベルで指定された図形を抽出する。必ずしも利用者の期待する図面要素に対応する情報が抽出

されずとは限らない。そのため、フィードバック機能を用意し、インタラクティブに抽出を行なっている。

(3) 主題図作成機能

本システムは次に挙げる主題図作成機能を有する。

① コロプレスマップ作成機能

データベースに登録された要素クラスを代表する点は、統計データと対応付けられ、主題図作成のための基準点として利用される。コロプレスマップは、閉領域の内点を基準点として、各領域に対応した統計値に応じて色分けされ作成される。

② 線図を利用した主題図作成機能

線分を、対応する統計値に応じて色分けしたり、属性を記号で表現することにより、線図を利用した主題図を作成する。例えば、管網の容量などを色分けして表示する。

4.3 利用例

(1) 住宅地図に主題図を作成する場合

利用者は、必要な住宅を閉路として定義する。統計データに登録されている家屋に対応する地図上の家屋の内部の点を指定する。システムは、定義に従って画像処理を行ない、その結果を利用者に示す。髭、切れ目の選択、閉路の最終確認は利用者が行なっている。

確認された家屋は、図形データとして登録される。そのとき同時に、髭、切れ目は図面上で修正される。修正しない場合は、分岐点、端点の座標で記憶することもできる。各家屋は、内点の座標を基準点として登録され、主題図作成に必要な処理に利用できる。

地図をスキャナーで入力する場合、原図上での断線や、入力機器精度の問題から、もともと閉領域であるものが開放されていたり、離れている所が合併されたりする等の問題が生じる。主題図を作成する場合、

種類によってはこれらの誤り入力の問題となることもある。本例では、スキャナで読み取った原図にそれらの誤り入力がある場合も対処できるように背景画像の修正も行なえる機能を付けている。

(2) 水道管網の工事区間を記述した場合

利用者は、必要な水道管区を線群として定義し、抽出には、線群の操作子を使用する。髭や、切れ目の処理は、閉路の場合と同様の処理を行なうことができる。操作子の入力は、システムが抽出した線群の表示に対してインタラクティブに行なう。最終確認された線群は、操作子の種類とその座標により記憶される。

既に登録された工事区間を示す線群に、期日や、工事種などの属性を付加した統計データを作成する。それらの属性に応じた色や文字を図面上に表示することが可能である。

図5に利用例を示す。



(A) 住宅図を利用した主題図



(B) 管網図を利用した主題図

図5 利用例

5. おわりに

図面上に描かれた情報の取り扱い、データ入力、データチェックなど、まだ多くの機能的な問題がある。その原因の一つとして、図形として意味付けされるものと、画像のまま扱われるものとの切り分けが旨くされていないことが考えられる。図形画像ハイブリッドシステム概念では、それらの切り分けが、利用者のインタラクティブな操作を借りて、効率的に行なわれることを狙った。

図形画像ハイブリッドシステムの利点として、次ぎの点が上げられる。

- ①ベクトル化より手間が少ない
- ②不要なデータの意味付けに工数は不要
- ③図面の要素を意味付け時に統計データベースと結合
- ④安価である

ケーススタディで示したように、利用者の指定する内容に基付き画像処理により図形を抽出するため、従来のベクトル化を行っていた場合より、非常に手間が少なくなり、同時に図形としての意味付けが可能である。

背景として利用する図面データは画像として扱い、意味付けが不要である。同時に、対象とする図形は抽出と同時に統計データベースと関係付けることが可能である。

本報告書に挙げた例は、日常多く実行されている例であり、従来の方法で行なわれていたものと出力結果にそれほど大差ないと考える。この概念を用いて図面や写真の様な画像の効果的な利用が可能になると思われる。

[参考文献]

- [1] 岡崎、恒川、'サーベイ：線図形認識技術のEA, OAへの応用, コンピュータビジョン34-8, '85. 1. 24
- [2] 安居院、中島ほか、'ピラミッド階層構造データの位相変化情報を利用した市街地地図の処理, 信学論文誌'82/10 VOL. J65-D NO10 PP1243-1249
- [3] 吉田、福村、'線図形の構造的処理とその応用, コンピュータビジョン17-5, '82. 3. 25
- [4] E. S. DEUTSCH, 'Thinning Algorithms on Rectangular, Hexagonal, and Triangular Arrays, '72 COMMUNICATIONS OF THE ACM VOL. 15 NO. 9 PP827-837
- [5] 大沢、白井、坂内、'図面処理システム(AI-MUDAMS)における破線、鎖線の入力方式, コンピュータビジョン 37-6, '85
- [6] 恒川、角本ほか、'図面自動認識技術はどこまで来たか, 映像情報 1986/1, PP48-62
- [7] 山平ほか、'図形画像ハイブリッドシステム概念, 情報32回全大 3N-8