

国土画像情報管理実験システムの検討

森 克己 金子 透 若菜 忠

(日本電信電話公社 横須賀電気通信研究所)

1. まえがき

最近の計算機技術の発展, 伝送技術の発展に伴い, 高速なデータ処理装置, 大容量のファイル装置および大容量の伝送方式が着実に実用化されつつある。これらの技術的進歩を背景に, 画像データベースの研究, 開発が盛んに行なわれるようになってきた。

我々は, 従来から画像応答システム(VRS)やファクシミリ応答システムなど, 大量の文字, 図形, 画像情報を情報センタのファイル内に蓄積しておき, これを端末からの要求に応じて検索し, 出力する情報提供システムについて検討してきた。

しかし, 今後, さらにより高度な画像情報のサービスを考えると, 柔軟な画像の検索手段と加工処理手段を具備することが不可欠である。

そこで我々は線図形, カラー濃淡画像, それに数値データを, それぞれ, 地図, カラー空中写真, 統計メッシュデータとして含む国土画像情報システムを取りあげ検討を進めた。

画像データベースを従来の文字, 数値データベースと比較すると次のような解決すべき課題が生じてくる。

- (1) 画像, 図形データの効率的な入力法
- (2) 画像, 図形データの効率的な蓄積法(符号化法)
- (3) 画像, 図形データの効率的な検索, 管理法(データベース管理システム)
- (4) 画像, 図形データの効率的な操作法(画像処理技術)

2. 実験システムの構成

図1に以下の検討に使用した実験システムの構成を示す。

2台のミニコンをそれぞれ, データベースセンタと端末制御装置とし, 両者の間を計算機間通信装置を用いて接続した構成としている。端末制御装置にはドラムスキャナ, ファクシミリ送受信機, 高精細デジタルテレビジョンなど画像入出力機器が接続されている。

3. 画像情報の入力処理

データベースの構築には大量のデータの初期投入が不可欠である。画像情報の入力には文字, 数値の入力装置に比較して極めて高価で特殊な画像入力装置が必要となり, 画像の入力技術はデータベースを構築する上で, 解決すべき最大の現実的課題である。

用いる画像入力装置は対象画像の種類, 所要精度で決まり, 所要入力精度は提供するサービス内容によって異なる。

3.1 入力精度とデータ量

1/2.5万の地形図と23cm四方の

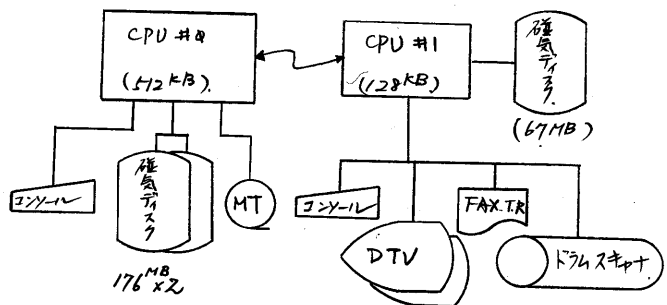


図1. 実験システムの構成

カラープリント空中写真を対象に所要の解像度と階調数を検討した。その結果、カラー空中写真による地表の状況把握の目的には解像度6~7本/mm,階調数32~64程度,駐車場の車輛を計数するためには10本/mm程度がまた、地形図に対しては解像度10本/mm階調数は4程度が必要であると判断した。

例えば、日本全国をおおう空中写真約33万枚,地形図(1/2.5万)約4500枚という、大量の画像を対象とする時、画像の精度は必要となる画像データファイルの容量を直接左右することになる。

表1に入力精度とファイル容量の関係を示す。

3.2 画像の入力と処理

入力された画像データはファイル化する前に、歪の除去と情報の内容による分離処理を行なう。

(1) 地形図の傾き補正

本システムでは地形図を幾何学的な基準情報として用いることとした。したがって、地図の入力装置への設定時に生じる傾きの補正精度がこのシステム全体の位置精度を支配することになる。

地図の入力は入力装置の都合上4分割し、ドラムスキャナを用いて行なったが、ガイドラインを用いて多少注意することにより10分以内の傾き範囲で設定することが出来た。これはA4サイズで端点に数画素のずれに相当す

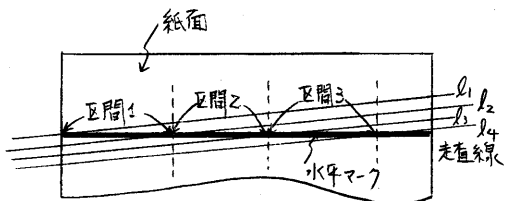


図2. 傾き修正処理

る。この傾きについては図2に原理を示すように、地形図枠を走査線が横切る走査範囲を単位に走査線上のデータを入れ換える処理により補正を行なっている。

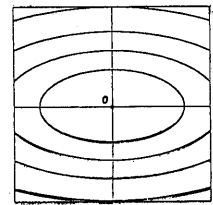
(2) 空中写真の歪補正

地形図を基に空中写真の幾何学歪補正を行なう。幾何学歪補正処理については衛星写真を対象に種々の検討結果が報告されている。²⁾

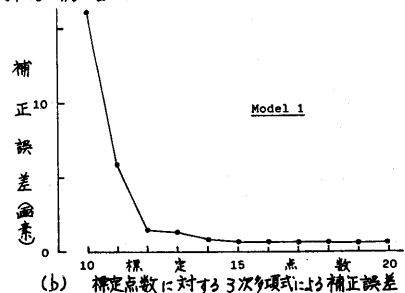
空中写真の幾何学歪は不規則な地表の凸凹が主要な要因となって生じているので、要因別の規則的な歪補正は期待できないため、多項式による画素の座標変換処理で行なうこととした。

この時、多項式の次数と多項式の係数の決定に用いる標定点の個数が歪補正精度と補正作業量を決めることになる。そこで、地形モデルを設定し多項式の次数と標定点数の検討を行なった。³⁾

すなわち、多項式の次数が1次,共1次,2次,3次,4次の場合に対して標定点数を10~20まで変えて歪補正精度を評価した。その結果の1例を図3に示す。次数,標定点数とも増える程歪補正精度は上がるが、次数は3次、標定点数は15程度以上では飽和してくる。



そこで、作業量との兼ね合い (a) 地形モデル



(b) 標定点数に対する3次多項式による補正誤差

図3. 地形モデルによる標定点数と誤差の関係

として座標変換多項式の次数は3次、標定点の個数は15として歪補正を行なうこととした。

なお、空中写真は場所により、 $1/8000$ ~ $1/10,000$ 程度の縮尺の差異があるがこの歪補正処理を行なった結果として縮尺が統一される。

(3) 画像の接続処理

地図、空中写真など国土画像は本来連続した地表を、止むを得ず分割して記録しただけであり、これらを接続して1枚の画像とした方が、以下のような点で多くの利点がある。

- ① 地図等の境界が無くなり、全ての場所を等質に扱える。
- ② 空中写真は互いに60~70%の面積率で重畳して撮影されておりこの重畳部分を除くことによりデータ量を大幅に削減できる。表1には、重畳部分を除いた時のデータ量も示している。
- ③ 空中写真では同一地点が最高4枚の異なる写真に含まれる場合が生じ、検索、管理が複雑であるが、これらの問題が無くなる。

具体的な接続処理としては、地図は図郭(地図の外周枠)の角を検出して辺を一致させる方法を用いた。図4に

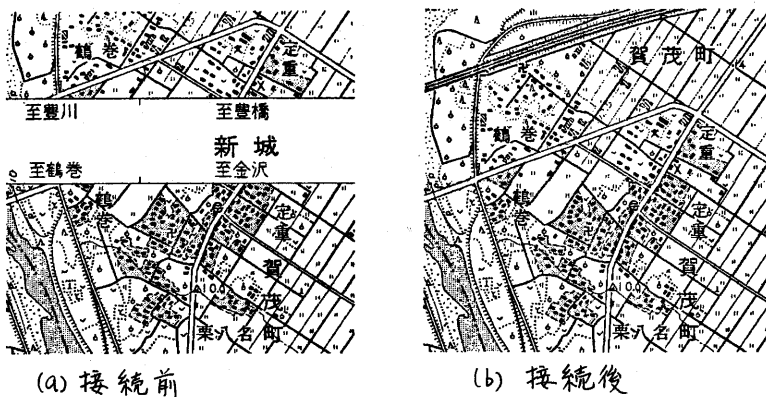


図4. 地形図の接続例

接続例を示す。また、空中写真は互いに重畳部分を持つ状態で歪補正を行なった後、重なりが無いように適当な範囲で切り出すことにより行なった。

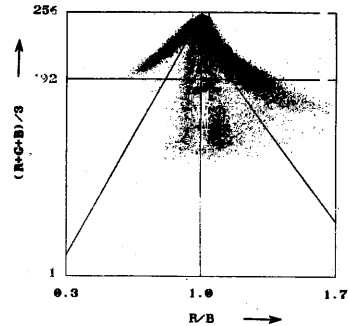


図5. 色分離用判別関数

(4) 地形図の色分離処理

地形図は等高線、河川、道路、鉄道文字、記号など、情報の内容からも、また、画像の質からも点、線、面と種々の性質の異なる図形を含んだ複合図形である。

そこで

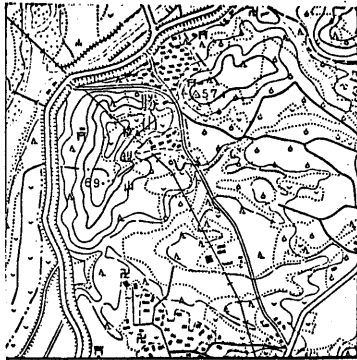
- ① 点、線、面の各画像の性質に適した符号化法を用いることにより、データ量を減らす。
- ② 等高線、河川、市街地分布など、利用目的に応じた画像情報の検索を可能にする。

の2点を目的に符号化に先立って地形図の色分離を行なう。

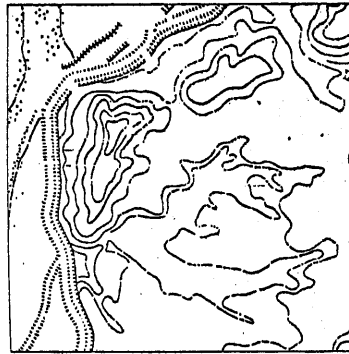
すなわち、地形図の凡例部から作成した図5の判別関数を用い、R, G, Bの色成分率に応じて地形図上の各画素を分類する。

分離処理時間は
512 × 512 サ

イズの画像に対して約15秒である。
分離された結果の例を図6に示す。



(a) 色分離対象例



(b) 分離褐色画像

図6. 色分離画像の例

4. 画像情報の蓄積と検索

画像データベースの特徴の一つとしてデータ量の多さがあげられる。このことから効率的な画像データの符号化と検索技術が必要となってくる。

4.1 画像の符号化

(1) 空中写真の符号化

カラー空中写真はY, I, Qの各カラー成分に分けて、Y成分についてはアダプティブ・ブロック符号化法⁵⁾を、I, Q成分についてはそれぞれ4×4, 8×8のブロックについての平均値近似符号化を行なう。この符号化により画素当り約2.4ビットの符号化効率を得ている。

(2) 地形図の符号化

地形図は前述したように、黒色、褐色、藍色の色別に分離し、各色画像別に符号化を行なう。

① 黒色画像

黒色画像には道路、市街地、文字、記号等、他の2色の画像に比較して精細で、地図の主要な情報を含んでいるため、4階調表現することとした。符号化法としては階調を含む多段分割符

号化法を検討し、約0.5ビット/画素で符号化が可能であることがわかった。

② 褐色画像、藍色画像

褐色画像の主たる内容は等高線であり、これはチェーン符号化法を改良したセグメント分割形チェーン符号化法⁶⁾を適用することにより、画素当り0.2ビット弱で符号化が可能となった。

藍色画像は河川、

湖沼、海など面情報を含んでいるが、境界線を上記セグメント分割形チェーン符号化法により符号化した後、彩色処理で復元することとした。

4.2 画像データのファイル構成

国土画像情報の検索法として、位置別検索と対象別検索の2通りを用意した。すなわち、位置別検索は場所を指定して、その場所の様子を知る利用法、対象別検索は道路、建築物等の対象物の名称や番号を指定し、その対象物の位置と状態を知る利用法を考えている。

地図と空中写真は場所の対応をとって格納しておき、地図を主情報、空中写真を従情報としている。すなわち、地図については位置別検索用ファイルと対象別検索用ファイルの2つを、空中写真については位置別検索用ファイルのみを用意している。

(1) 画像の分割単位

地図、空中写真は次の2つの分割単位をもつ。

① 処理単位；画像の処理を行なう単位で、128×128画素である。

② ファイル単位；地図の分割法は図7に示すようにJISにより定め

られている。各縮尺毎にJISコードで指定できる単位をファイル単位とする。

空中写真は、図で第2次ファイル単位のカバー範囲とした。

処理単位とファイル単位は整数倍の関係に無いので、ファイル単位の左上端で両者の境界を一致させている。

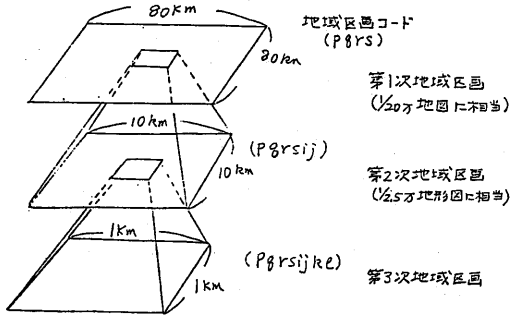


図7. 地域区画の階層構造

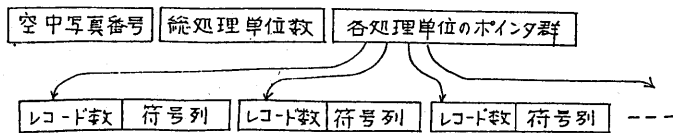


図8 空中写真のファイル構成

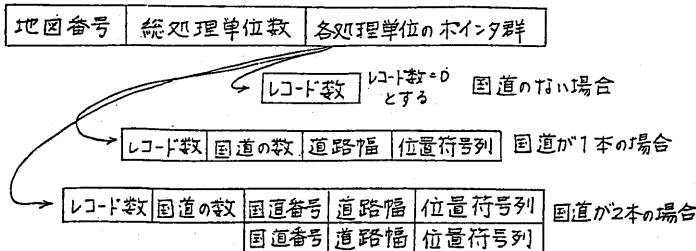


図9. 国道のファイル構成

(2) 画像データのファイル構成

(i) 空中写真のファイル構成

空中写真は位置別検索用ファイルのみをもつ。

空中写真は処理単位ごとにブロック符号化された符号列の集合であり図8に示すファイル構成をもつ。図で空中写真番号とはファイル単位で付けられるファイル番号である。

(ii) 地図のファイル構成

地図は位置別、対象別の両検索用ファイルをもつ。位置別検索用ファイルは指定された場所の地図の符号化データファイルであり、地図をそのまま符号化したものでも良いわけであるが、ここでは前述のように、色別に分離し、かつ、情報種別に符号化することにより、対象別検索を可能としている。

国道を例に位置別検索用ファイルの構成を図9に、また、一般道路を例に対象別ファイルの構成を図10に示す。

図9で地図番号は前述のJISコード番号であり、位置符号列はセグメント分割形チェーン符号化により符号化されたデータ列である。

図10の対象別ファイルは対象物が含まれる地図と処理単位番号、それに、各処理単位毎に符号化された画像データから成っている。

特に、道路が国道であれば、画像データは位置別検索用ファイルに含まれているため、対象別検索用ファイルは地図番号のみをもてば良いことになる。

4.3 画像データベース管理システム

画像データベース管理システムには、画像データベース本体以外に画像データベースおよび数値データ等の付属情報の管理を行ない、それらの登録、削除、編集、検索などを行なうデータベース管理システムが必要となる。

画像用のデータベース管理システムとしては、既存の階層モデル、網モデル、関係モデルといった数値データベース管理システムを利用して、その中で如何に画像データを表現し管理するかを検討している段階だと考える。

画像データベース管理システムで使用するデータ表現法としては、

- ① 画像データそのものの構造記述
- ② 画像の検食用データの記述

がある。①は従来、コンピュータグラフィックスの分野で用いられ、②はリモートセンシングや医用画像など1枚の画像の情報量が膨大で、かつ、枚数も非常に多い分野で用いられてきた。

本実験システムでは上記②の立場をとり、関係形データベース検索システムを作成した。

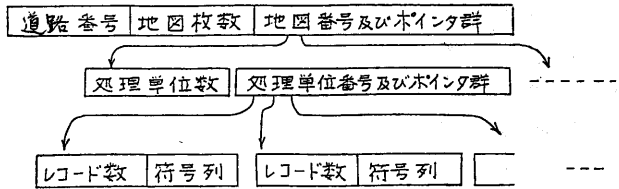


図10 道路のファイル構成

(1) システム機能

このシステムでは最も基本的な、関係テーブルの作成機能と既存の関係テーブルからの検索処理機能の2つの機能のみをもっている。

(2) 画像データの表現例

前述のように、空中写真と地図からなる画像データベースにおいては、地図情報を主体として、空中写真は地図との対応をとることにより検索、表示する方法をとる。

そこで、地形図と空中写真の対応を示す基本関係テーブルを図11のように作成する。同図(a)で、第1次地域区画単位での地図名と区画コードの対応を示し、同図(b)で第1次区画内での第2次区画単位の地図と空中写真番号との関係を示している。

これ以外に点要素と線(面)要素の属性データを表わす関係テーブルを対象別に準備する。

その例として、点要素である駅、線要素である河川の関係テーブルの構成を図12と図13に示す。

以上、例に示した関係テーブルを用いて、

「××駅が含まれている空中写真を表示せよ。」に対する検索処理例を示す。

まず、図12に示した関係テーブルを用いて××駅の経度、緯度の値を求める。地域区画コードと経度、緯度との間には1

地図	地図名	区画コード	付属情報
AAA	P ₁ Q ₁ R ₁ S ₁		
BBB	P ₂ Q ₂ R ₂ S ₂		

(a)

CCC	地図名	区画コード	地図番号	空中写真番号	付属情報
BBB	地図名	区画コード	地図番号	空中写真番号	付属情報
AAA	地図名	区画コード	地図番号	空中写真番号	付属情報

(b)

図11. 地図-空中写真の基本関係テーブル

対1の対応があるので、その変換式を用いて区画コードを求め、さらに、図11(a)の基本関係テーブルより××駅が含まれている20万の1の地図名を求める。

次に、図11(b)の関係テーブルを用いて区画コードと××駅の経度、緯度情報から空中写真番号がわかる。

この空中写真番号を用いて図8に示した空中写真の位置別検索用ファイルを検索し、そのファイルに含まれる空中写真の符号化データを復号し表示する。

駅	駅名	経度	緯度	付属情報

図12. 駅の関係テーブル

河川	河川名	河川番号	付属情報

図13. 河川の関係テーブル

社会統計データ、メッシュデータ等の数値データに関しても、同様に関係テーブルを用いて表現することができる。表現例を図14に示す。

5. むすび

本資料では地図、空中写真を対象とした国土画像データベース実験システムを構築するために検討した画像情報の入力と処理、符号化、ファイル構成データベース管理システムについて述べた。

現在、1/2.5万の地形図1枚とカラー空中写真約90枚を入力して、実験システムの構築段階であり、今後、地図、空中写真の位置的対応関係を利用した、高度な処理技術の研究を進めてゆく予定でいる。

なお、数万枚から数十万枚にも達する画像の入力が必要な実用的な画像データベースの普及を図るためにも、操作性に優れた、高速の画像入力装置の開発が切望される。

人口データ

市町村名	面積	人口	人口増加率	付属情報

図14. 数値データの関係テーブル

表1 入力精度とファイル容量

対象	入力精度		ファイル容量 (ギガバイト)	符号化後ファイル量 (GB)	備考
	解像度	階調数			
カラー空中写真	6.7 μ m	R.G.B各 256	2330 (700)*	65 (256階調)	枚数約33万枚 路上の車両数の カウントが可能。
		64	1750 (520)*		
		32	1450 (440)*		
	10 μ m	256	5240 (1570)*	150 (同上)	駐車場の密集した車 輛のカウントが可能。
		64	3930 (1180)*		
		32	3280 (980)*		
地形図	10 μ m	黒... 4 緑... 2 藍... 2	40 (約4500枚)	8	縮尺: 1/25000 サイズ: 45x37cm

*)... 空中写真のオーバーラップ分(約70%)を除去した場合を示す。

謝 辞

本検討を進めるにあたって御指導をいただきました刑部技術局部門役(前画応室長), 米沢画応室長, それと共に検討していただいた, 若山, 奥平, 三ツ矢, 正木, 河田の各氏に対して感謝いたします。

参照文献

- (1) 森, 金子, 村上; "画像の接合に関する一考察", 昭54, 信学会情報システム部門別大会, 1/14
- (2) 村井, 前田; "地球資源衛星MSSデータの幾何学的補正に関する研究", 東大生研技報, Vol. 27, No. 5, 1978
- (3) 正木, 森; "空中写真の歪補正に関する一検討", 信学技報 IE 81-15
- (4) 金子, 奥平; "地形図の色分離ファイル化法", 第11回画像工学コンファレンス, 1980
- (5) 三ツ矢, 森; "静止画像のデータ圧縮", シミュレーション技術研究会, 1980年10月
- (6) 金子, 奥平; "地図の符号化に関する一考察", 55年度信学全大, 1/17