

地質調査所の画像処理システムについて

—地質リモートセンシングのための画像処理システム—

浦井 稔・佐藤 功 (地殻物理部)

Minoru URAI・Isao SATO

1. はじめに

「リモートセンシング (remote sensing)」. あまり聞き慣れない言葉であるが わかりやすく言えば「離れて感知する」という意味の英語である. 従って 人間が物を見ることや テレビカメラで野球を中継することも広い意味で「リモートセンシング」の範ちゅうに入る. 狭い意味では「人工衛星や航空機などから種々の波長の電磁波を使って 地球上の事物を観測すること」と定義される. ここでは リモートセンシングという言葉は狭い意味で使用する. 一番なじみの深いリモートセンシングは 人工衛星「ひまわり」による雲の観測であろう. また アメリカの地球観測衛星 LANDSAT によって撮影された緑あふれる日本列島の画像をご覧になった方も多いと思う. リモートセンシングは 気象学・土地利用分野・環境問題・農業分野をはじめとし 漁業や地下資源探査に積極的に利用されている. 特に 人工衛星によるリモートセンシングは 他の方法に比較して 広範囲を短時間でカバーできること 周期的観測ができることなどの利点を有する. 人工衛星によるリモートセンシング技術は 1972年に LANDSAT 1号が打ち上げられて以来着実に進歩し より詳細な情報を得ることが出来るアメリカの LANDSAT 4号・5号 フランスの SPOT や日本の MOS-1 等が打ち上げられ 様々なリモートセンシングデータをだれでも入手することができるようになった. 一方 リモートセンシングデータを処理するコンピュータも飛躍的に進歩し パソコンでリモートセンシングデータを処理することもできるようになった. そこで今回は 地質調査所における地質リモートセンシングのための画像処理システムについて昭和63年に導入した画像処理システムを例に解説する.

2. 画像処理

画像処理とは リモートセンシングによって得られたデータから目的とする情報を取り出すための一連の処理をいう. リモートセンシングの画像処理で最初に行われる処理は 放射量補正と幾何学的補正である. 放射量補正は センサーの検出素子感度のバラツキ・大気に

よる吸収・散乱等による放射量の歪を補正するものである. 幾何学的補正は センサーを搭載したプラットフォームの動揺やプラットフォームに対する地球の自転等による幾何学的歪みを補正するものである. これらの補正処理のうち 一般的な項目については データ提供元に依頼して代行してもらえる場合が多い.

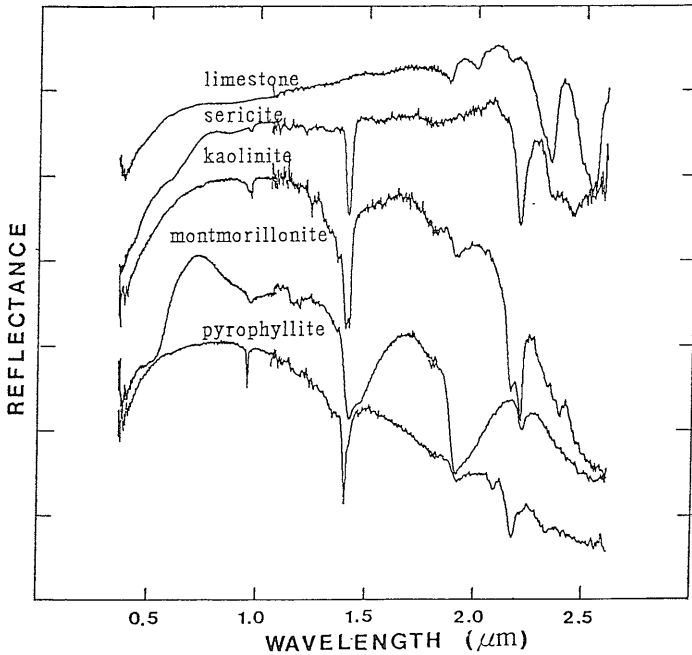
地質分野において リモートセンシング画像から得られる情報は

- ・スペクトル情報
- ・パターン情報
- ・テクスチャ情報
- ・マルチテンポラル情報

に分けることができる.

スペクトル情報とは 電磁波の波長ごとの明るさつまり 可視光の他に赤外線やマイクロ波を含めた広い意味の色情報である. 例えば木が緑に見えるのは 木が緑色の光 (電磁波) を多く反射しているからである. 人間の眼 つまり 可視域ではただ白く見える鉱物でも赤外線の眼で見ると独特の色を持つ鉱物がある. 第1図に示す鉱物は 可視域 (約 $0.4\mu\text{m}$ ~ $0.7\mu\text{m}$ の範囲) では特徴を示さないが 近赤外域 ($0.7\mu\text{m}$ 以上) ではそれぞれの鉱物が独特の反射スペクトルパターン つまり 色を持っている. これらの反射スペクトルパターンは 鉱物に含まれる原子の電子遷移や結晶分子の振動・回転等に起因すると考えられている. 第1図に示す鉱物は 金属資源・石油資源および地熱資源等の探査に重要な指針となる鉱物として注目されている. 第1図では 鉱物の反射スペクトルを $0.4\mu\text{m}$ から $2.6\mu\text{m}$ まで連続して測定しているが 実際のリモートセンシングではセンサー技術やデータ量等に制限を受けているため いくつかの限られた波長で観測を行なっている. 日本が1992年に打ち上げを予定している地球観測衛星 JERS-1 は第1表に示すように全部で8個のバンドを有し 特に $2.0\mu\text{m}$ ~ $2.4\mu\text{m}$ の範囲に3個のバンドを集中していることから 各種の地下資源探査に有効であると世界的に注目されている.

地震が発生した時に動いた地震断層や地表調査で確認されている断層は リモートセンシング画像で 直線的面が見えることが多い (口絵7). また 火山による環状



第1図 可視・近赤外域における鉱物の反射スペクトル REFLECTANCE の一目盛は10パーセント 各反射スペクトルは重なり合わないよう上下にシフトした

の構造(カルデラ等)も容易に認識される場合が多い。このように リモートセンシング画像から 既知の断層や環状構造等を確認することができるが これらのほかに地表調査では確認されていないが 地下の地質構造を反映していると推定される多くの線状や環状の構造を認識することができる。これらは 既知の構造を含めてパターン情報またはリニアメントとよばれ リモートセンシング画像から得られる情報として重要である。

テクスチャとは 比較的小さな要素(サブパターン)の繰り返しが空間的に分布しているパターンである。テクスチャ情報とは「粗さが粗いか細いか」「コントラストが高いか低いか」「方向性が有るか無いか」等の情報である。パターン情報とテクスチャ情報の違いは ここでは パターンは線(直線または曲線)に沿って要素が配列しているのに対して テクスチャは画的に要素が配列しているものを指すとする。口絵8に九州北部のTM画像から選んだ様々なテクスチャを示す。

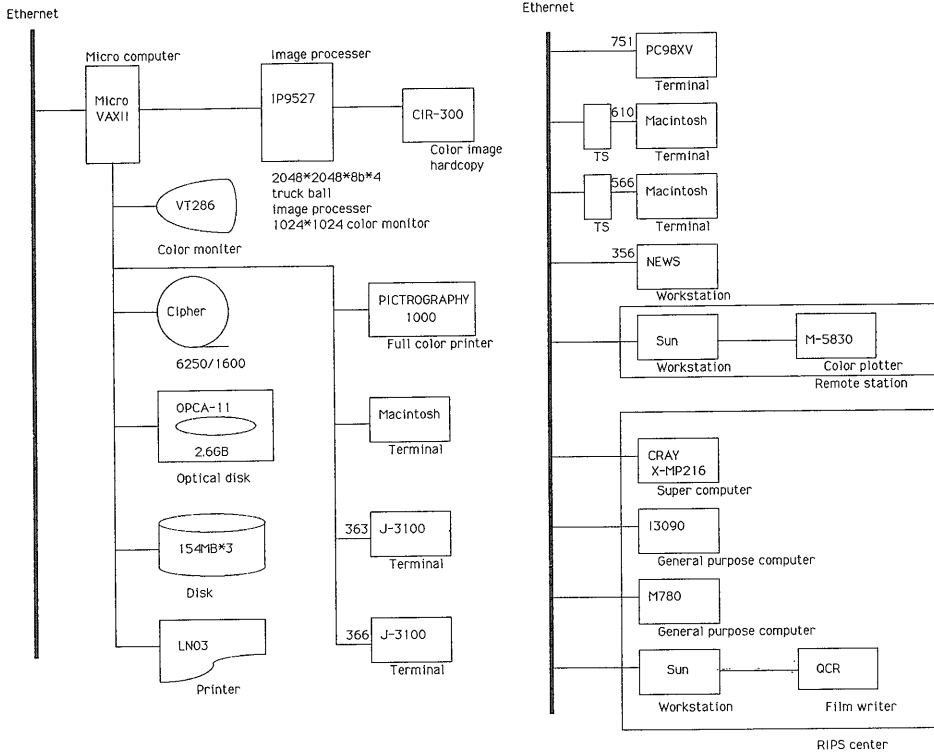
マルチテンポラル情報は 同一対象物の時間的変化に関する情報である。マルチテンポラル情報は 主に季節の変化による植生の変化による情報であるため 農林業の分野では多く使用されているが 地質分野ではあまり使用されていない。しかし 土壌に含まれる金属や鉱物によって 特定の種の植生が粗になったり密になったりすることや 植生の芽吹きや開花の時期が遅れること等が報告されており 今後発展が予想される分野である。

第1表 JERS-1 光学センサ主要性能表(資源リモートセンシングシステム技術研究組合 1986)

	性 能	
地表分解能	18.3 m(センサ・ライン方向) 24.2 m(衛星進行方向)	
走査幅	75 km	
観測波長帯	中心波長(μm)、観測波長幅(nm)	
バンド 1	0.56	80
〃 2	0.66	60
〃 3	0.81	100
〃 4	0.81	100(立体視)
〃 5	1.65	110
〃 6	2.06	110
〃 7	2.19	120
〃 8	2.34	130
立体視角度	15.3° (B/H比=0.3)	
量子化ビット数	6 ビット	
データレート	30 Mbps×2	
ゲイン切替特性	ノーマル、ハイゲイン切替	

3. 画像処理に必要なハードウェア・ソフトウェア

ここでは 地質調査所が昭和63年に導入した画像処理システム(以下地質調査所の画像処理システムと略記する)を例として 地質リモートセンシングのための画像処理システムについて記述する。



第2図 地質調査所における画像処理システムのハードウェア構成

市販の画像処理システムは 画像データベース・データ入出力・画像演算機能・プリント出力機能全体を一つのパッケージとして提供している場合が多く これらの機能の範囲で使用すれば 非常に使い易いシステムであるが 一部の機能を変更・追加する場合は パッケージ全体の変更を伴い ユーザが簡単に変更・追加を行うことは難しい。地質調査所では 地質リモートセンシングに適した画像処理の研究を行なっているため 画像処理システムへの変更・追加が頻繁に行われると考えられる。このため 地質調査所の画像処理システムでは第2図・第3図に示すように 画像データベース・データ入出力・画像演算機能・プリント出力機能に分割してハードウェア・ソフトウェアを導入し これらを結合して画像処理システムを構築した。写真1に地質調査所の画像処理システムの外観を示す。

3.1 リモートセンシング画像処理の特徴

リモートセンシングデータは一般の科技術計算に使用されるデータと比較して

- ・データ量が多いこと
- ・データが三次元格子状に配列していること
- ・データの記録形式がセンサや受信局によって異なる

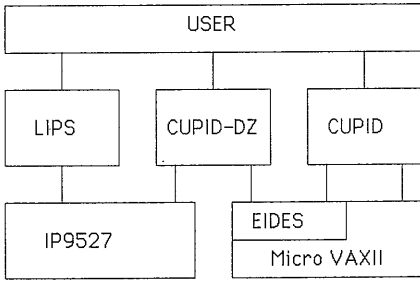
1989年8月号

こと

等の特徴を有する。例えば LANDSAT 5号のTMデータの単位(シーン)は 地表約185km×170kmに対応する約7,000×6,000の格子点データ(ピクセル)から構成されている。各格子点データは7個のバンドのデータから構成されている。各バンドのデータはある点のある波長における反射強度を表す0~255の値であり1バイト(8ビット)を占める。したがって LANDSAT 5号TMの1シーンのデータ量は 約300MB(3×10⁸バイト)である。これは 研究社の新英和大辞典第五版のデータ量(約3.3×10⁷バイト)の約9倍のデータ量に相当する。また データの構造は 地表に対応して二次元的な広がりを持つと同時にバンド(波長)方向に複数のデータを持つ三次元的データ構造となっている。またリモートセンシングデータは一般に磁気テープを媒体として提供されるが そのデータの記録形式は センサの種類や受信局のソフトウェアによって異なっている。

これらの特徴を有するリモートセンシングデータを処理する画像処理システムは 画像データベース データ入出力機能 画像演算機能およびプリント出力機能を必要とする。

Image work station



LIPS: Library of Image Processing Software

CUPID-DZ: CUPID for DeAnza developed by ETL modified by GSJ

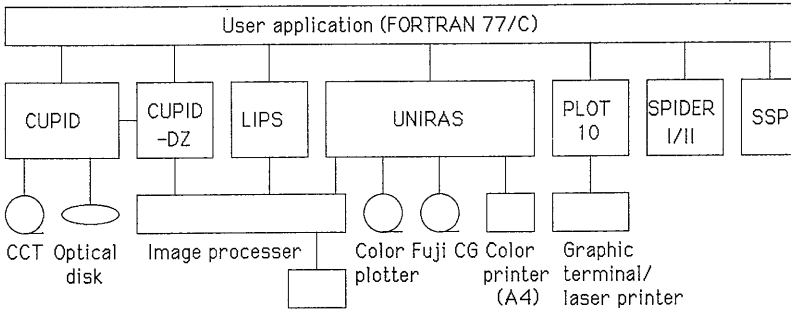
CUPID: Conversation-mode Utilities for Processing Image Data developed by ETL

IP9527: Image processor

EIDES: ETL Image Database for Experimental Studies

(a)

Application environment



CUPID: Conversation-mode Utilities for Processing Image Data developed by ETL

CUPID-DZ: CUPID for DeAnza developed by ETL modified by GSJ

LIPS: Library of Image Processing Software

UNIRAS: UNIVERSal RASter System

PLOT10: Graphic subroutine library

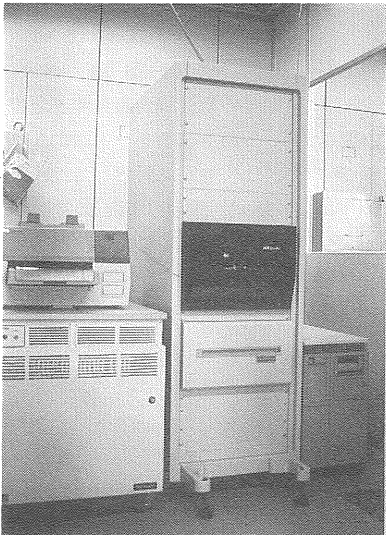
SPIDER I/II: Subroutine Package for Image Data Enhancement and Recognition developed by ETL

SSP: Scientific Subroutine Package

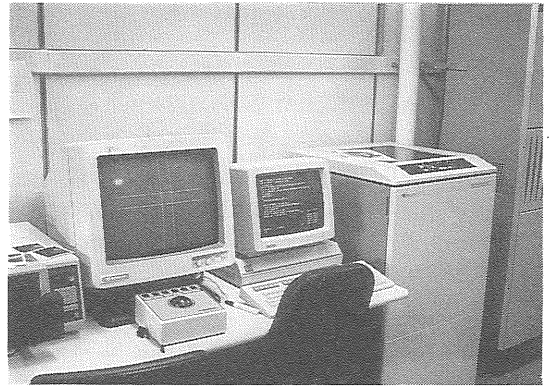
(b)

第3図 地質調査所における画像処理システムのソフトウェア構成

- (a) 会話型プログラム
- (b) FORTRAN およびC言語から利用できるサブルーチン群



(a)



(b)

写真1 地質調査所における画像処理システムの外観

- (a) 写真左からプリンタとイメージプロセッサ 磁気テープ装置と光ディスク装置を格納したラック ミニコン
- (b) 写真左からカラー・イメージ・ハードコピー装置 イメージディスプレイとトラックボール グラフィック端末 フルカラー・プリンタ

第2表 CUPID の概要 (田村 1983)

- (a) 会話型プログラム
- (b) FORTRAN から利用できるサブルーチン群

サブシステム名	コマンド	機	能
FRMT 以外の全サブシステムに共通なコマンド	LH	ヘッダのローディング	
	PH	// の内容の表示	
	PLST	ファイル内の画像のリスタリング	
	SCAL	TSS スーパーバイザ・コール	
	DONE	サブシステム実行の終了	
HEADER:	SH	ヘッダの格納	
	MH	// の修正	
	CH	// の作成	
	WEOF	EOF マークの書き込み	
FEDIT:	DF	画像 (フレーム) の削除	
	IF	// の挿入	
	RF	// の置換	
	CF	// のコピー	
PALTER:	PEEP	小領域の画素の値の表示	
	MDFY	// の修正	
	SET	画像 (フレーム) の全画素に定数値を代	
	SIZE	表示幅の指定	
FALTER:	NAME	データ名の変更	
	SUB	サブフレーム・サイズ、// 情報の変	
	NBIT	濃淡情報の変更	
	PODR	画素配列の変更	
	SODR	サブフレーム配列の変更	
	REMG	再マージニング処理	
PLOT:	STAT	基礎統計量の計算と表示	
	HIST	ヒストグラムの計算と表示	
	CROS	X または Y 方向の断面の表示	
	PROJ	// への投影の表示	
	DISP	画像のディスプレイ端末への濃淡表示	
	PERS	画像の透視投影図の表示	
	LP	画像の LP 出力	
THRESH:	HIST	ヒストグラムの計算	
	HSTM	マスクをした領域のヒストグラムの計算	
	THDS	しきい値の計算	
	SLIC	濃淡画像の 2 値化	
	PHST	ヒストグラムの表示	
GSCALE:	HIST	ヒストグラムの計算	
	HSTM	マスクをした領域のヒストグラムの計算	
	HGTR	一般のヒストグラム変換	
	HGEQ	ヒストグラムの平坦化	
	HGHY	ヒストグラムの双曲線化	
	NORM	濃度階調の正規化	
	LOG	濃度階調の対数変換	
	GSFT	濃度階調の平行移動	
	GMLT	濃度階調の伸縮	
	PHST	ヒストグラムの表示	
PIXOP:	INV	画像の反転	
	IMIM	画像間の四則演算	
	IMC	画像と定数の四則演算	
	LGOP	画像間の論理演算	

(a)

サブルーチン名	機	能
READH	指定された画像のヘッダを読み込む。	
WRITEH	SFPI ファイルの指定された位置にヘッダを書き込む。	
READS	指定されたサブフレーム・データをロードし、与えられたバッファ上で、1画素が 1配列要素 (即ち 1 語) を占めるようにアンパックする。	
WRITES	ヘッダ情報に応じて、バッファ上のデータをパックし、1サブフレームとして、指定されたファイルにストアする。	
READPS	指定されたサブフレーム・データをアンパックせずに、バッファ上にロードする。	
WRTEPS	既にパックされているバッファ上のサブフレーム・データを指定されたファイルにストアする。	
READW	画像の任意の矩形領域 (ウィンドウ) をロードして、アンパックする。	
WRITEW	バッファ上のデータをパックして、画像の任意の矩形領域にストアする。	
READSR	READS と同じ処理の後、データを整数型から実数型に変換する。	
WRTESR	実数型のデータを整数型に変換してから、WRITES と同じ処理を行なう。	
READWR	READW と同じ処理の後、データを整数型から実数型に変換する。	
WRTEWR	実数型のデータを整数型に変換してから、WRITEW と同じ処理を行なう。	

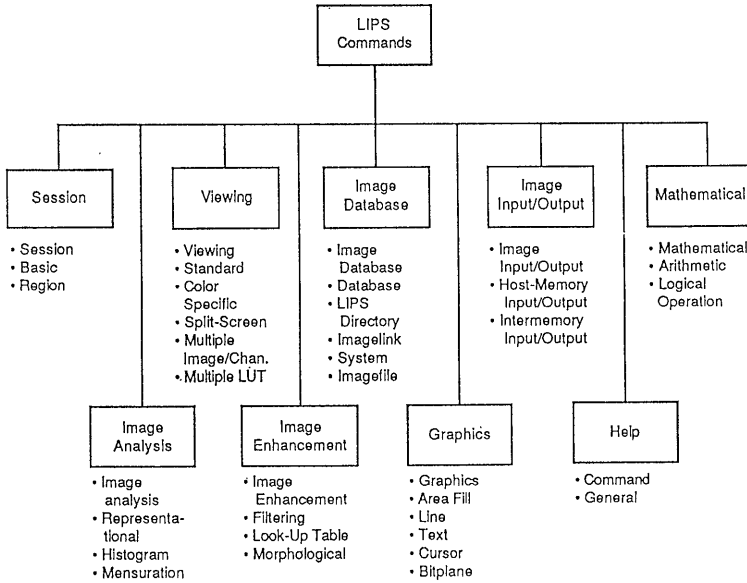
(b)

3.2 画像データベース

画像演算はリモートセンシングデータのデータ量が多いため、少しづつデータを読み込んで処理することをくりかえす必要がある。また、データが三次元的であるため、座標を指定してデータを検索する機能が必要である。さらに、画像演算部がセンサの種類や受信局の違いによるデータ記録形式の違いを意識せずに演算できることが望ましい。これらの要求を満たすため、電子技術総合研究所で開発された EIDES および CUPID (田村 1983) を導入した。EIDES は、情報処理学会イメージプロセッシング研究会が、デジタル画像データの交換のために起案した画像データの磁気テープ上のフォーマット (SIDBAMT 76) に準拠した磁気ディスクまたは光ディスク上の画像データベースである。画像データベースは、シーン毎に作成され、光ディスク上に格納されている。CUPID は会話型コマンドおよび FORTRAN プログラムから画像データベースをアクセスするために使用される。第 2 表に CUPID の機能を示す。光ディスクは、約 30cm 角のカードリッジに納められ、2.6GB (2.6 × 10⁹ バイト) の記憶容量を持つ。この記憶容量は LANDSAT TM データに換算して約 8 シーン分のデータ量に相当する。光ディスクは磁気ディスクに比較して低価格で大容量記憶を提供することができる。今回導入した光ディスクは、一旦書込んだデータを書換えることはできないが、最近では書換えが可能なタイプの光ディスクも市販されている。このタイプの光ディスクはより使いやすいためであろう。光ディスクは現在のところ、多量のデータをランダムアクセスする画像データベースの媒体として最適であると考えられる。

3.3 データ入出力機能

画像データベース EIDES は、SIDBAMT 76 フォーマットの磁気テープのみ入出力可能であるため、各種リモートセンシングデータを SIDBAMT 76 フォーマットに変換するプログラムを作成した。現在のところ、LANDSAT MSS、LANDSAT TM



LIPS Command Groupings

第4図 画像処理プログラム LIPS の概要

データ等に関する変換プログラムは完成しており SPO T データ用の変換プログラムは作成中である。センサの種類や受信局の違いによるデータ記録形式の違いは全てここで吸収される。リモートセンシングデータは一般に磁気テープを媒体として提供されることが多いため 入力装置として 6250/1600BPI の磁気テープ装置を導入した。

3.4 画像演算機能

画像演算機能は 画像処理専用のハードウェア (イメージプロセッサ) 上で動作する LIPS ソフトウェア (Gould Inc, 1987 a, 1987 b) と 32ビット CPU を有する汎用ミニコンで動作する SPIDER I/II (電子技術総合研究所 1980; 情報処理振興事業協会・共同システム 1986) および SSP (日本デジタルイクイップメント㈱ 1985) に分けられる。

イメージプロセッサは 画像処理を目的とした専用処理装置で 一般に $n \times m$ の大きさの画像メモリを k 個持ち この画像メモリを単位としてコンポリューション計算や四則演算 論理演算等を高速で行なうことができる。今回導入したイメージプロセッサは $2048 \times 2048 \times 8$ ビットの画像メモリを 4 枚持ち この画像メモリを単位としてコンポリューション計算 画像間の加減乗除論理演算等を高速 (最高 170MIPS) に行い その結果を 1024×1024 点の解像度を有するイメージディスプレイに表示し ズーム・スクロール等を行うことができる。

LIPS は このイメージプロセッサをコントロールする

ためのソフトウェアで 会話型コマンドおよび FORTRAN サブルーチンから利用することができる。第4図に LIPS の概要を示す。

SPIDER I/II は 汎用画像処理ソフトウェアとして開発され 内外の多数の大学・研究所等で使用されている。SPIDER I は直交変換 エッジと線の検出 テクチャー解析等を含み SPIDER II はパターン分類 主成分変換等を含む。SPIDER I/II の演算は汎用ミニコンで実行されるため イメージプロセッサほど高速で処理を行なうことはできない。SPIDER I/II の概要を第3表に示す。また SSP は汎用科学技術計算用ソフトウェアであり 画像の統計量計算等に使用する。

3.5 プリント出力機能

画像処理の結果は画像としてプリントされることが多い。このためリモートセンシング画像のプリント出力用ハードウェアとして カラー・イメージ・ハードコピー フルカラー・プリンタ カラー静電プロッタを導入した。また これらのハードウェアに画像を出力するために UNIRAS ソフトウェア (European Software Contractors, 1983) を導入した。

カラー・イメージ・ハードコピー装置は ディスプレイの RGB 信号線から信号を取り出し インスタントフィルムまたは 35mm フィルムに画像をプリントすることができる装置である。この装置は CRT を使用して撮像するため 解像度が不十分であったり画像のゆがみを感じる場合もあるが ボタン一つでハードコピーを

第3表 SPIDER の概要 (電子技術総合研究所 1980; 情報処理振興事業協会・共同システム 1986)

(a) SPIDER-I の概要
(b) SPIDER-II の概要

直交変換 (1 次元および 2 次元, 順変換および逆変換)

FFT (基数...2, 混合, 任意), WHT, Haar 変換, Slant 変換, 離散的 Cosine 変換 (バタフライ形式, FFT 形式) 関連ルーチン...フーリエベクトル計算, WHT スペクトル計算 (2 種), たたみこみ (直接法, FFT 法), 相関 (直接法, FFT 法), パワースペクトル面での分布計算 (半径方向, 角度方向) と窓処理 (矩形, ガウス, ハミング, ハニング), 周波数領域での微分フィルタ (差分, gradient, Laplacian), その他.

位置合わせ

相関法 (粗サーチ, 精サーチ), SSDA 法 (固定又は傾斜しきい値, しきい値の指定又は自動決定, 粗サーチ又は精サーチ), アフィン変換 (4 点線形補間, 9 点 2 次補間, 補間なし) とパラメータ決定 (回転角, 参照点), 一般 2 次変換 (アフィン変換と同じ 3 種).

強調と平滑化

ヒストグラム変換 (平坦化, 双曲線化, 一般), 反復による強調とノイズ除去 (2 種), ヒステリシス平滑化 (標準型, 対称型), E-フィルタ, 高速メディアン・フィルタ, エッジ保存平滑化.

復元

逆フィルタ (4 種), ウィナー・フィルタ, 制限つき最小 2 乗フィルタ, SVD による擬似逆変換 (3 種).

エッジと線の検出

差分型 (差分, gradient, Laplacian, Roberts, Sobel, Prewitt), テンプレート・マッチング型 (Prewitt, Kirsch, Robinson, Frei & Chen), Hueckel オペレータ (Hueckel, M  r   & Vassy), 反復型 (Kasvand), Hough 変換 (Duda & Hart, Perkinson & Bin-

ford), ヒューリスティック探索法, その他.

弛緩法の応用

基本ルーチン群, 線の強調 (係数の指定又は自動決定 2 種), エッジの強調, ノイズ除去.

テクスチャー解析

Cooccurrence 行列, 差分統計量, 局所的極値, ランレンジス, 自己回帰モデル, 自己相関, フーリエ特徴, テクスチャーエッジ検出, テクスチャーエッジ保存平滑化.

領域分割

KS 検定法, ヒューリスティック法, 反復併合法, 反復しきい値処理法, Split and Merge 法, その他.

幾何学的特徴の処理

連結成分の処理 (ラベル付け, ラベルの通し番号化, 取捨選択), 境界線抽出, 膨張と収縮, 細線化 (4 種), 縮退化 (5 種), WPM 法, 距離変換とスケルトン, 境界線の記述 (チェーン符号, 傾き, 曲率, フーリエ記述), 形状的特徴 (始点, 重心, 外接長方形, 面積, 周囲長, サイズ, 伸長さ, モーメント, フーリエ記述).

基本的処理

線形フィルタ, 正規化, ヒストグラム作成, 断面・投影の計算, しきい値処理 (各種) としきい値選択 (4 種), 基本統計量, 形変換, 画像定数間, 画像間演算, 量子化, 代入, データ転送.

その他

図形 (テストパターン) の発生, LP への画像出力, サービスプログラム (3 種).

(a)

直交変換とその応用

KL 変換, Hartley 変換, フーリエ変換 (実数, 多項式, 特定周波数成分), フーリエ変換の積, 振幅ベクトル強度分布・特徴量, フィルタ (理想帯域制限型, 任意の通過帯域特性)

位置合わせ

幾何学的変換 (ヘルマート, 擬似アフィン, アフィン, 2 次射影, 高次多項式), 内挿 (最小値/最大値, 最近傍, 4 点線形補間, 9 点 2 次補間, 3 次たたみこみ), 重ね合わせ (相互相関係数, ピラミッド構造)

強調と平滑化

FIR フィルタ, アンシャープマスキング (3 種), ヒストグラムの鮮鋭化, Gradient inverse weighted smoothing, Separable median filter, Slope faset model smoothing, Percentile フィルタ

復元

射影フィルタ, 最大エントロピー法; Direct algorithm, Point spread function, パラメトリックウィナーフィルタ

エッジと線の検出

モーメントオペレータ, Marr-Hildreth のエッジオペレータ, Hough 変換及び直線の抽出, Percentile filter によるエッジ検出, などらかなエッジ検出オペレータ (14 種), Vander Brug オペレータ, 1 次元エッジ検出 (2 種)

テクスチャー解析

線方向密度から平面の傾き, 角度・半径方向の特徴量, 配列規則

領域分割

再帰的しきい値, K-means 法

幾何学的特徴の処理

フーリエ記述子, 形状特徴量の計算, 距離変換とスケルトン(4種), 線図形の距離変換(3種), ボロノイ分割, 屈折点の検出, 細線化(2種), 特徴点の抽出

基本的な画像演算

多値化しきい値選択, 拡大・縮小, 濃度階調変換テーブルの発生, 2値化(4種)

ステレオ

ステレオ視(2種), インタレスト・オペレータ(2種), 照度差ステレオ, 非最大値抑制

グラフィックス

直線, 円(4種), 楕円, スプライン曲線の発生, 投影変換, 三角形領域の塗りつぶし

距離画像

リングオペレータ(エッジ抽出, ラベリング, 領域分割, 勾配空間ヒストグラム), 平面, 曲面近似

再構成

フーリエ変換法, コンボリューション法, フィルター補正逆投影法, 投影データ(ファンビーム, パラレルビーム)の作成及び並び換え, イメージデータの作成

データ構造

Quad-tree, Binary-tree, ピラミッド構造レベルup, down

符号化

フレーム内符号化・復号化(3種), DPCM符号化・復号化, Zonal及びThreshold coding, デリザ法(6種)

動画像

画面類似度検定法, Barnard & Thompsonの方法による特徴点の対応, 差分法(4種)

パターン分類

最尤法による分類実験, マルチチャンネル用画素分類(最尤法, 最短距離法)

リモートセンシング

走査線・ピーク雑音の除去(3種), 主成分変換, 条件付平滑化, チャネル間演算, データ型の変換, 基礎統計量の算出

文書処理

合法パターンによる近似表現, 擬似濃淡表現(2種), 文字の切り出し(2種)

図面処理

点列の多角形近似(3種), 連結点の抽出

産業応用ロボット

射影変換係数の算出, 光切断法

マッチング

グラフのクリーク抽出

高速プロセッサ対応

エッジ検出オペレータ(14種), 膨張と収縮, 最大値/最小値フィルタリング, メディアンフィルター, 細線化(2種), 画像定数間演算, 画像間演算

(b)

取ることが可能である。

フルカラー・プリンタは3色のLEDを使用してドナーフィルムにスキヤニング露光した像を受像シートに転写する方法でA4サイズのプリントを作成する装置である。色数はシアン・マゼンタ・イエロー各256階調1,670万色であり解像度は5.6ドット/mmである。最大プリント画素数は1,280×1,024で22.9cm×18.3cmの大きさでプリントされる。プリントの幾何的ゆがみはほとんど感じられない。OHPフィルムにプリントすることも可能である。プリントに要する時間は約4分である。このプリンタの出力は最終成果画像として十分な色数および解像度を有すると考えられる。

口絵1 口絵2および写真2はこのフルカラー・プリンタで作成された。

カラー静電プロッタはシアン・マゼンタ・イエローおよび黒の4色のトナー液を静電気を利用して用紙に付着させてプリントする装置である。解像度は400ドット/インチであるがカラー画像をプリントする場合は中間色を4色のドットパターンの組合せで表現するため解像度はこれより悪くなる。最大プリント幅は883mm最大プリント長は無制限(ただし用紙の長さに制限される)である。プリントに要する時間は80cm×80cmの画像で約15分である。カラー静電プロッタは大きな画像出力を必要とする場合や地図と重ね合わせることを目的と

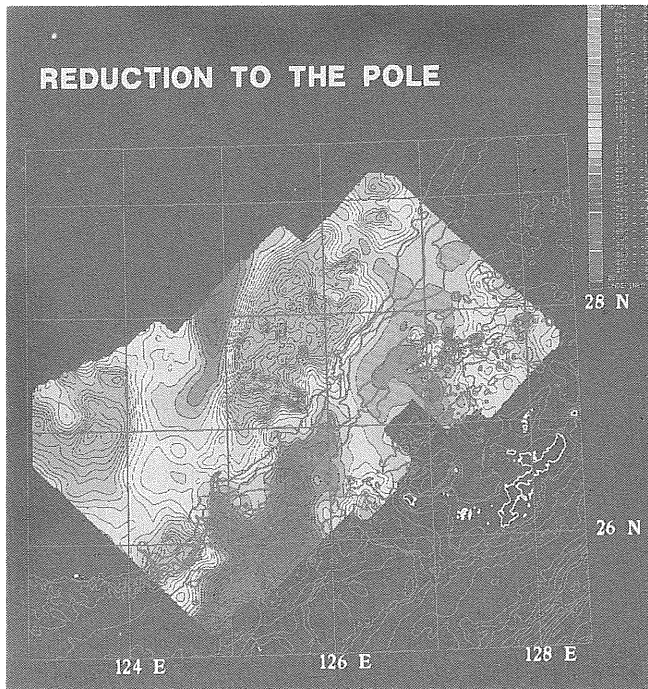


写真2 南西諸島西方海域の極磁力異常図 大熊ほか(1988)より

した標準スケールの画像を必要とする場合に使用する。

UNIRAS ソフトウェアは上記のプリンタに画像を出力するためのサブルーチン群である。UNIRAS ソフトウェアで作成されたプログラムは画像を出力する装置と独立であるため プログラムを変更することなく 全ての出力装置に画像を出力することが可能である。また UNIRAS ソフトウェアはリモートセンシングデータの処理だけでなく 物理探査データの処理に必要なグリidding機能やコンタリングの機能を有するため 物理探査データの処理も可能である。写真2に UNIRAS ソフトウェアによる磁気データ処理の結果を示す。

4. おわりに

地質リモートセンシングに必要なハードウェア・ソフトウェアを地質調査所が昭和63年に導入した画像処理システムを例に解説した。今後 同様の画像処理システムを導入される方々の参考となれば幸いである。

地質調査所の画像処理システムを導入するに当って 電子技術総合研究所情報部画像研究室の坂上勝彦博士には 電子技術総合研究所が開発したソフトウェア EIDES・CUPID を提供していただくとともに 適切なアドバイスをいただいた。地質調査所の大熊茂雄氏には南西諸島西方海域の極磁力異常図を提供していただいた。住商電子システム(株)千葉次男氏・小泉賀裕氏に

は システムの設計に関してアドバイスをいただくとともに 各コンポーネントのまとめをしていただいた。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 電子技術総合研究所 (1980) 画像処理サブルーチン・パッケージ SPIDER User's Manual. 電子技術総合研究所 642p.
- European Software Contractors A/S (1983) RASPAK User's manual. European Software Contractor A/S.
- Gould Inc. (1987a) LIPS IP8000/IP9000 Reference manual. Gould Inc.
- Gould Inc. (1987b) IP9000 Hardware reference manual. Gould Inc.
- 情報処理振興事業協会・共同システム (1986) SPIDER II User's Manual. 情報処理振興事業協会・共同システム 562p.
- 日本デジタルイクイップメント(株) (1985) VAX-11 SSP I 説明書. 日本デジタルイクイップメント(株) 140p.
- 大熊茂雄・牧野雅彦・中塚正 (1988) 南西諸島西方海域の磁氣的構造—(I)—. 物理探査学会昭和63年度秋期学術講演会講演論文集 p310-314.
- 資源リモートセンシングシステム技術研究組合 (1986) RRSS NEWS, no. 2.
- 玉生志郎・上村不二雄・笹田政克・角清愛 (1982) 10万分の1 豊肥地熱地域地質図. 地質調査所.
- 田村秀行 (1983) 第6章画像データベース管理ソフトウェア・システム. 多面的画像処理とそのソフトウェア・システム 電子技術総合研究所研究報告第835号 p.122-153.
- 対馬坤六・小野晃司 (1958) 20万分の1地質図幅「大分」. 地質調査所.