

法政大学学術機関リポジトリ

HOSEI UNIVERSITY REPOSITORY

PDF issue: 2024-10-06

マイクロ・コンピューターによる人工衛星画像の解析システムとその実例について

Oshima, Taichi / Tanaka, Sotaro / MIYASHITA, Kiyoe / 大嶋, 太市 / 田中, 總太郎 / 宮下, 清栄

(出版者 / Publisher)

法政大学工学部

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政大学工学部研究集報 / Bulletin of the Faculty of Engineering, Hosei University

(巻 / Volume)

20

(開始ページ / Start Page)

77

(終了ページ / End Page)

93

(発行年 / Year)

1984-03

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00004076>

マイクロ・コンピューターによる人工衛星画像の 解析システムとその実例について

大 嶋 太 市*・宮 下 清 栄*・田 中 總 太 郎**

Landsat Data Analysis System Using Micro-Computer

Taichi OSHIMA*, Kiyoe MIYASHITA*, Sotaro TANAKA**

Abstract

Remote sensing system requires usually large computer for processing of a large amount of data.

However, recent expansion of application fields requests easy handling and low cost system.

Recently we have been able to buy micro-computer, peripheral units and color-CRT at a low price.

This paper discusses mainly on fundamental study of system for analyzing the remote sensing data using micro-computer which has been developed in our laboratory room.

§ 1. はじめに

リモートセンシングとは、人工衛星や航空機から地表の情報を光を媒体として収集し、資源調査や都市環境調査、森林調査等に利用する技術である。

人工衛星ランドサットで代表されるリモートセンシングデータは、膨大なデータ量であり、しかも高度な計算処理が多いため、デジタル解析は、従来大型の汎用コンピュータが利用されている。しかし、リモートセンシングの利用分野の拡大に伴い、多くの人が手軽にデータ解析を行える必要があり、その上低価格なシステムの出現が望まれている。そのため、著者らは、マイクロコンピューターによるリモートセンシングデータ解析システムの開発を行ってきた。

研究目的としては、大きく2つに分けられる。1つは、組織内に大型計算機が有り、それを研究室単位などで回線を通して処理を行い、仮想的に大型処理システムと等価な処理能力を備えるものとする。もう一方は、マイコン独自ですべての処理を行うものである。

* 工学部土木工学科

** リモートセンシング技術センター

§ 2. システムの全体構成

システムは、2つの単位で構成されている。1つは、本学計算センターの大型計算機 (ACOS 700) と TSS 回線によって結び、解析処理はすべて ACOS が行い、入出力のコントロール等をマイコンが行うもので、これを IDAS (Image Data Analysis System) と呼ぶ。もう一方は、フロッピー・ディスクをベースとして解析処理等すべてマイコンが行うもので、TRESS (Tiny Remote Sensing Data Processing System) と呼んでいる。

また、それぞれのシステムは、標準的なインターフェースである GP-IB によって接続され、1つのシステムを構成している。

入力としては、IDAS では MT および ACOS のディスクファイルからで、TRESS では、8 インチのフロッピーディスクを基本としている。

出力としては、それぞれにカラーディスプレイとラインプリンターがある。

本論文では、低価格な解析処理システムを実現するという観点に立って、1つのシステムとしてではなく、それぞれ単独なシステムとして以下に述べる。

§ 3. IDAS システム (Image Data Analysis System)

IDAS は、本学の計算センターの大型コンピューター ACOS 700 に画像処理システムを接続させて仮想的に大型解析システムと等価なシステムを実現させたものである。

IDAS の特徴は、マイコンがコントローラーとして作動し、ACOS, MT およびカラー画像表示コントローラー (I-DAS) からのデータ収集や送出手を行うことである。

マイコンは、ACOS や MT からのデータを I-DAS に転送し、濃度変換等を行いカラーディスプレイ上に表示したり、I-DAS で求めたグランドコントロールポイントやトレーニングフィールドのデータを ACOS に転送するという仲介的な役目を持っているのみで、画像データの記憶・分類演算等は、ACOS が行っている。

マイコンは、ACOS とモデムにより RS-232C によって接続されており、また I-DAS とは GP-IB によって接続されている。ただし、ACOS とマイコンのデータ転送は 1200 ボーであるため、画像のような多量のデータ転送にはたいへん時間がかかる。この点は今後の改良点とし、現在は主に MT 渡しとしている。

3.1 ハードウェア構成

- | | |
|------------|---------------------|
| a) マイコン | APPLE IIe |
| | SORD M233 Mark III |
| b) カラー表示装置 | I-DAS (I. C. C. 社製) |
| CPU | 6502 (クロック 1MHz) |

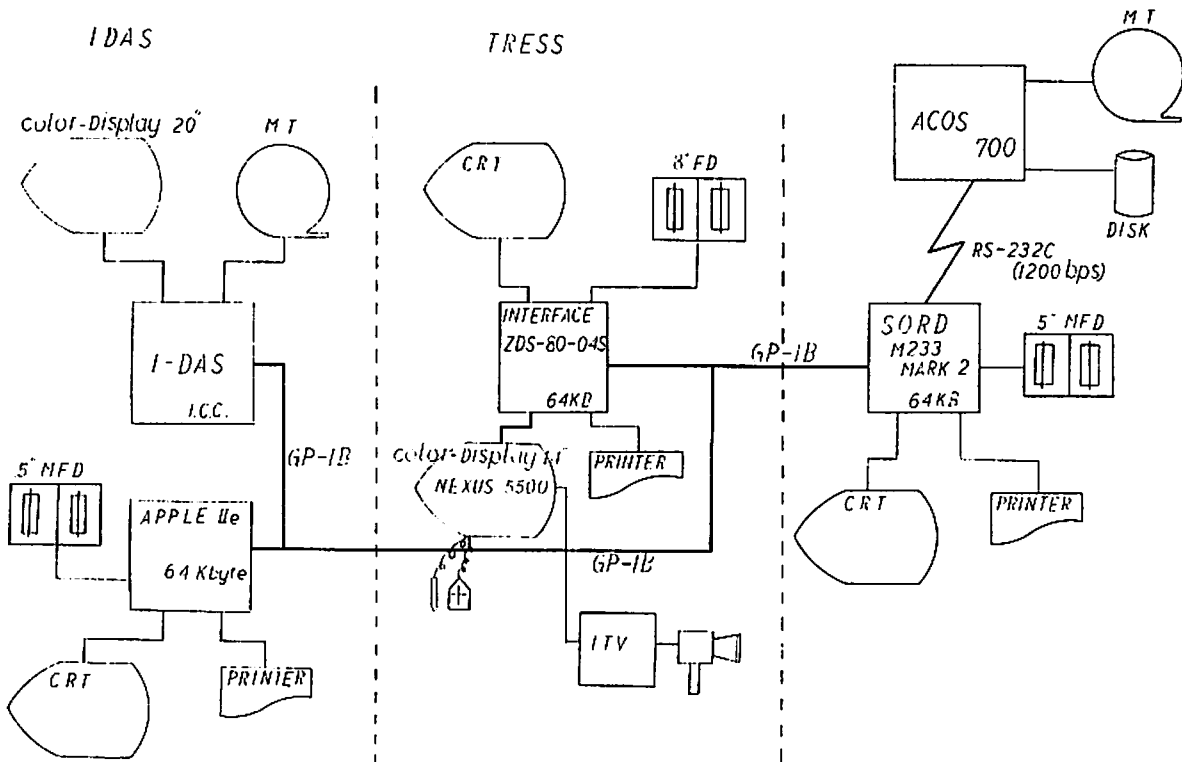


Fig. 1 System Configuration.

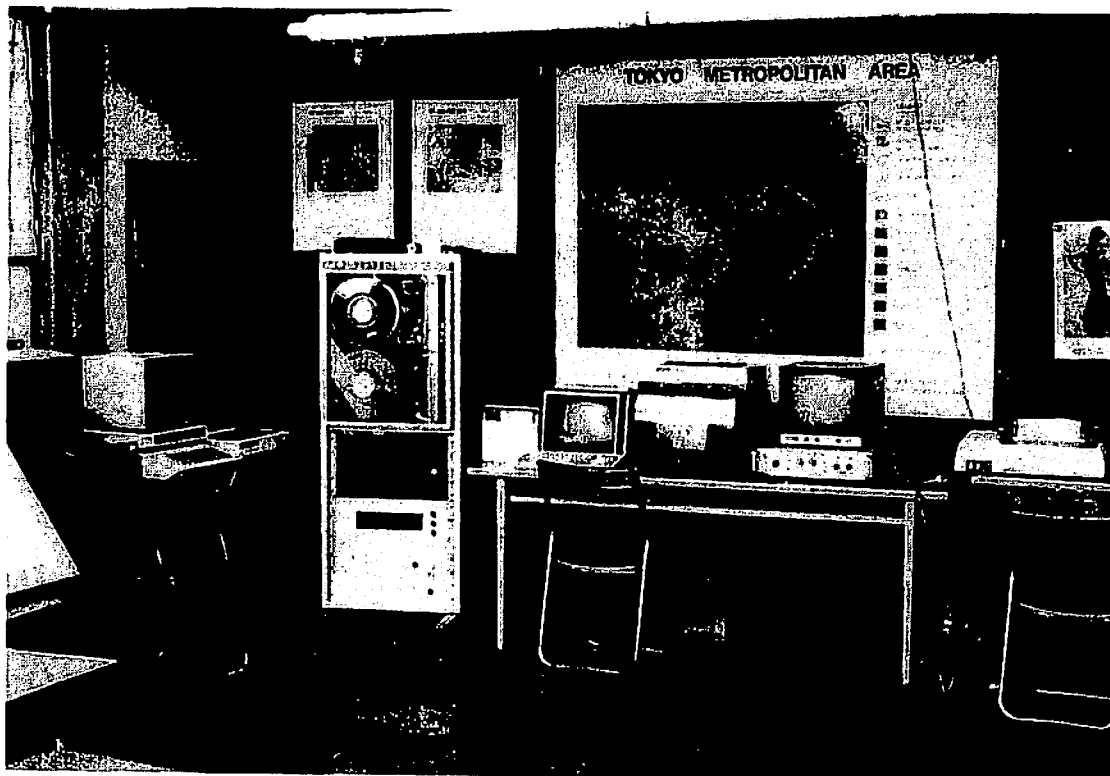


Fig. 2 View of system configuration.

メモリ	RAM	システム用 4Kbyte
		ルックアップテーブル (R, G, B 各 4Kbyte)
		イメージ用フレームメモリー (R, G, B 各 256Kbyte)
		カーソル用メモリー (256Kbyte)
	ROM	システム OS 用 (8Kbyte)
		ジョブ用 (12Kbyte)
CRT	20"	320ピクセル×256ライン
		ルックアップテーブル (16 ページ)
		512ピクセル内で左右スクロール可
		表示色 (2^{24} 色)

c) 補助記憶装置 MT 装置 1 台 (1,600/800BPI)

3.2 I-DAS の機能

I-DAS の機能は、画像データを表示することが主な役割である。従来の方式では、画像データをディスプレイ用に数値変換する必要があったが、本システムでは、I-DAS 内に自動的に濃度変換を行うパラメータを存在させ、画像データはこのパラメータに従って明度が変化する手法を用いている。すなわち、画像データ値の最大値および最小値を入力すると、その幅で 256 段階の明度を得ることができ、鮮明な画像が得られる。実際には直線的なパラメータだけでなく、画像データの必要に応じて強調したい部分の明度を定めることができるために、0 から 255 の範囲内で対応する関数でパラメータを表現可能であり、また、決して連続的なパラメータである必要もない。

テーブルは 16 ページあり、その内 10 ページに、任意のパラメータの書き込みが可能で、必要に応じて、テーブル番号を選択することにより、画像の表示や強調が瞬時に行うことができる。

3.3 ソフトウェア構成

アプリケーション・プログラムは、幾何補正や分類演算等、多くの計算過程を必要とするものは、すべて ACOS を用い、画像表示等に関する処理プログラムは、マイコンで行っている。

一般に、リモートセンシングデータは、電子計算機適合テープ (CCT : Computer Compatible Tape) に記録され提供される。1 シーンは約 2400 ライン × 3200 ピクセル × 4 バンドで構成され、1 データは 1 バイト (8 ビット) の整数で表わされている。

本学の ACOS FORTRAN では、そのまま入力テープとして扱うことができないため、ACOS FORTRAN 入力用テープに変換する必要がある。その他、前処理として、ヘッダーの検索、データの質の点検を行い、ディスクファイルとする場合は、解析対象地域の切り出しを行う。

その他のソフトは、大型計算機用、マイコン用に分けて説明する。

1) 大型計算機用ソフト

a) 幾何学的補正

幾何学的補正とは、記録されたときの画像データの持つ幾何歪を補正して、出力すべき座標系に変換して幾何歪のない画像データを作成することである。本システムでは地上基

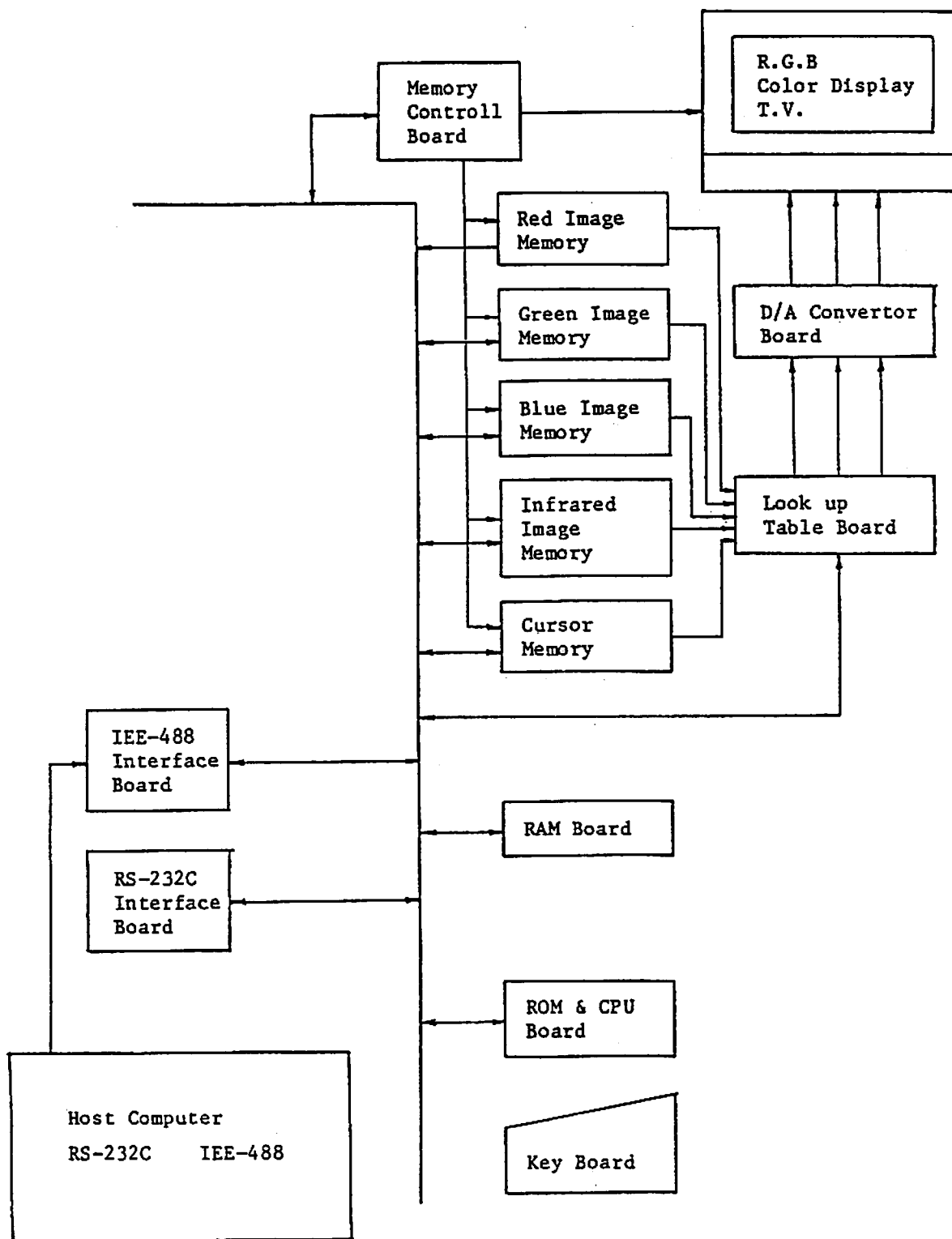


Fig. 3 System function of I-DAS.

準点 (GCP) を用いた補正を行っている。

画像の中に地図座標が測定可能な点を数点選び、画像座標系と地図座標系との座標変換式を見いだすことによって、幾何学的補正を行う。座標変換式は、アフィン変換式を用いている。また、再配列による補正画像の作成には、最近隣内挿を採用している。

写真-1 に補正前画像、写真-2 に補正後画像を示す。

b) 統計量算出

統計量は、画像データのスペクトル特性を把握し、画像強調やパターン分類に必要な基礎データを得るものである。本システムでは、最大値、最小値、平均値、分散、標準偏差、およびヒストグラムを算出している。

c) プロフィール

ライン方向あるいはピクセル方向の断面図を作成し、濃度変化点、すなわちエッジの抽出に利用する。

d) グレーマップ

簡便な出力方式として、ラインプリンターに濃淡図として出力するもの。

e) 分類

分類とは、画像データが帰属すべきクラスを決定することをいう。本システムでは、教師付き分類の代表的な2つの手法を採用している。教師付き分類とは、各クラスの代表的な地域を、ディスプレイ上から抽出し、統計的な特徴を算出し、未知のデータが確率統計的にいずれのクラスに属するかを判定する分類方法である。

○最尤法(Maximum Likelihood Method) : 未知のデータの尤度が最大のクラスに属するとして分類する方法である。

○最短距離法(Minimum Distance Method) : 未知のデータからの距離が最小になるクラスに属するとして分類する方法で、距離としては標準ユークリッド距離を採用している。

分類の解析例として名古屋地方の土地被覆分類例を示す。写真-3 は最尤法による分類で、写真-4 は最短距離法による分類である。

2) マイコン用ソフト

マイコン用アプリケーション・プログラムとしては、データ転送用プログラムと画像表示用プログラムに大別される。

マイコン用ソフトはメニュー方式を採用しているため、メニュー番号を選択し、マイコンと対話形式で情報を返答することにより実行する。そのため、だれでも簡単に利用することができる。以下に主なメニューを列記する。

a) ACOS とマイコンのデータ転送

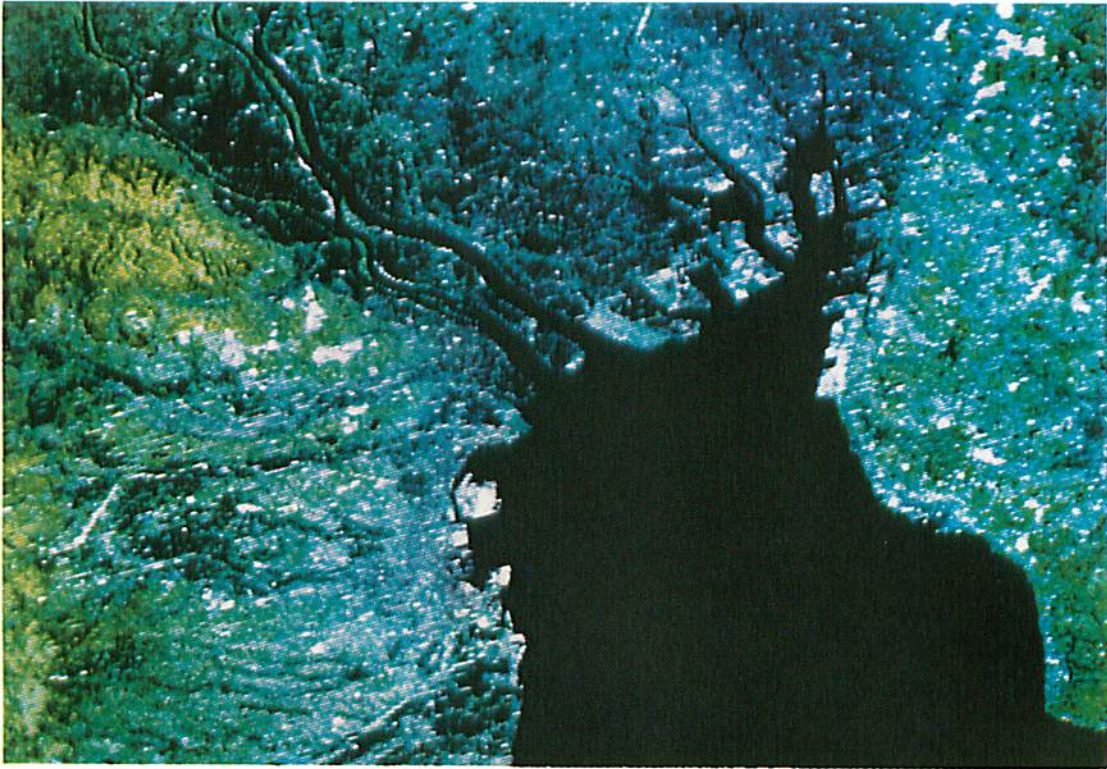


Photo 1 Composite natural color image

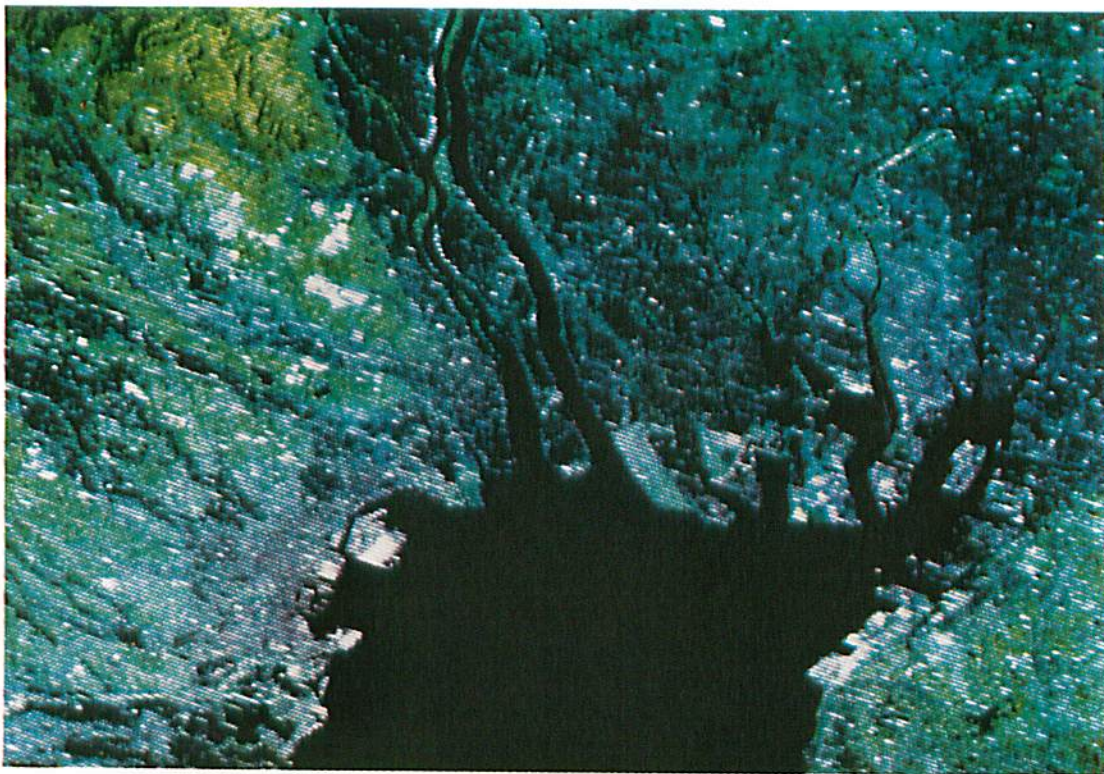


Photo 2 Composite natural color image
(Geometric correction)



Photo 3 Classification map of "IDAS" (MLM)



Photo 4 Classification map of "IDAS" (MDM)

計算センターの交換回線を利用した TSS サービスに準じるためのプログラムである。

ここで、データファイルを直接呼び出すとマイコンが、データを取り込む時間に無関係に送出してくるため、画像データの取り込みミスや画素の飛越し等が行ってしまう。そこで本システムにおいては、ライン番号、バンド番号および 512 画素のデータを取込むごとにマイコンから信号を受け次のデータを送る方法を用いている。

b) マイコンと I-DAS のデータ転送

標準的なインターフェースである GP-IB で接続されているため、ビットパラレルでデータ転送は容易に行える。

c) IMAGE DATA WRITE

d) IMAGE DATA READ

ディスクファイルや MT からの入出力データ制御

e) INITIL LEVEL SET

出力表示用の濃淡変換データセット

f) TABLE SELECT

I-DAS 内に備わっている 16 ページの内の任意のテーブルの選択

g) TABLE PARAMETOR WRITE

h) TABLE PARAMETOR READ

ルック・アップ・テーブル用パラメータのセットおよび読み出し

i) CURSOR WRITE

j) CURSOR READ

GCP およびトレーニングフィールドデータの設定および読み込み

k) SCREEN MOVE

I-DAS の画像データ収容領域は 256×512 であり、カラーディスプレイ上に表示できる領域は 256×312 であるため、ピクセル方向に出力画像データの移動を行う。

§ 4. TRESSシステム (Tiny Remote Sensing Data Processing System)

TRESS の特徴は、低価格なシステムであり、可能なかぎりの処理機能をマイコンで行うことである。

設計目標としては、

- i) データファイルをフロッピーベースとする。
- ii) ホストコンピュータとカラーディスプレイの連結は標準的なインターフェースを利用する。
- iii) ソフトの移動性を高くする。

マイコンは種々のタイプが市販されているが、応用ソフトの移植性を考慮してオペレーティングシステムとして、CP/M (Control Program for Microprocessors) を用いる。

iv) 低価格化の実現

特殊な装置を用いず、市販されている機器の組み合わせで構成する。

以上4項目を実現するシステムの作成を行う。

4.1 システム構成

a) マイコン (インターフェース社製)

CPU ZDS-80-04S
主記憶容量 64Kbyte
CRT 80カラム×40ライン

b) 磁気ディスク

両面倍密度フロッピー 2台

c) プリンター (EPSON) MP-82

d) カラー表示装置 (柏木研究所製)

NEXUS 5500
256カラム×240ライン×4ビット×3画面

4.2 データファイルの種類と構成

マイクロ・コンピューターでの解析は、大型のコンピューターを利用する場合と異なり、大きなプログラム (F80-FORTRAN で約 900 ステップ以上) では実行中にオーバ・フローすることが多いため、画像解析などのように多くの計算過程を必要とする場合は、各々の処理やその結果を別々のファイルとして保存し、ファイルを系統づけて解析する必要がある。

そこで、フロッピーディスク上のファイルは、ファイルネームとファイルネーム・エクステンションのつけ方によって画像のセグメントおよび処理結果等の区別を明確にしている。

本システムで取り扱える画像サイズは、最大 512×512 とする。これは、主としてフロッピーディスクの容量と CP/M が扱えるレコード長が 1 セクター当り 128 バイトの制限があるためである。

データをフロッピーディスク上にファイルとして保存する方式は、512×512 と 256×256 の 2 種類の画像サイズを基本とする。また、データファイルの形式には、1 ファイルに 4 バンドのデータを保存して分類、比演算等に便利にするファイルと 1 ファイルに 1 バンドのデータを保存する方式を用いる。

この他、ファイルにはライトペンやカーソルによって指定された画素の座標値を保存する座標用ファイル、ヒストグラム等の統計量データファイル、画像のプロフィルデータファイル、解析結果を保存するためのファイル、画像データにおけるヘダー情報ファイル、パラメータを保存す

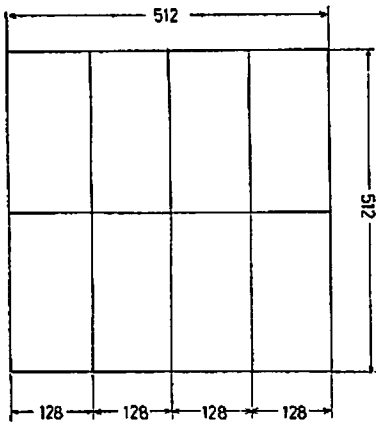


Fig. 4 Configuration of image file.

File Name	EXT	Type
LDxxxxxxx	HDR	HDR Information File
LDxxxxxB	IMN	Image Data
		In case of N = T 256 x 256 N = F 512 x 512
		In case of B = M Multiband B = 4~7 Single band
LDxxxxxxx	STA	Statistical Data File
	PN1	1 Point Data File
	PN2	Rectangle Data File
	PNN	Polygon Data File
	LIN	Profile Data File
	RES	Results File

Fig. 5 Type of file.

るファイル等が必要で、各々のファイルネームおよびファイルネーム・エクステンションによって区別されている。

また、ファイル構成としてそれぞれの処理結果をファイルに保存するときには、最初のレコードにイメージファイルネーム、CRT 出力範囲、出力間隔、観測日、バンド数、ファイルテーマ等を記憶することによって、同一ファイルネームでも第1レコードを読み込むことによってファイル間の操作誤りをなくすことが可能となっている。

4.3 データ処理機能

使用するデータは、CCT から対象地域の切り出しを行い、フロッピーディスク上に保存する。ただし、変換されたデータのフォーマット形式が IBM フォーマットの場合は、CP/M フォーマットへの変換が必要である。

1) 画像出力表示

カラー CRT へのデータ転送は、インターフェースとして GP-IB を使い、NEXUS5500 の機能としてのいくつかの表示コマンドをデータとして送ることにより、カラー CRT 上に表示できる。

データは4ビットのカラー情報としてバイナリーで転送する。ただし、このバイナリー転送において、最大バイト数は128バイトであるため画像を出力する時には、1ラインデータ分の256バイトを2回に分けて128バイトづつ転送する方法を用いている。

また、この他にバイナリーデータをカラー CRT へ転送するときの転送位置は、キャラクターコードで指定し、1ライン分のデータ転送ごとに変数をキャラクターに変換する必要がある。

2) 濃度レベルスライス

レベルスライスは、ヒストグラムを参照して決定する。分割数としては、NEXUS5500 の機能

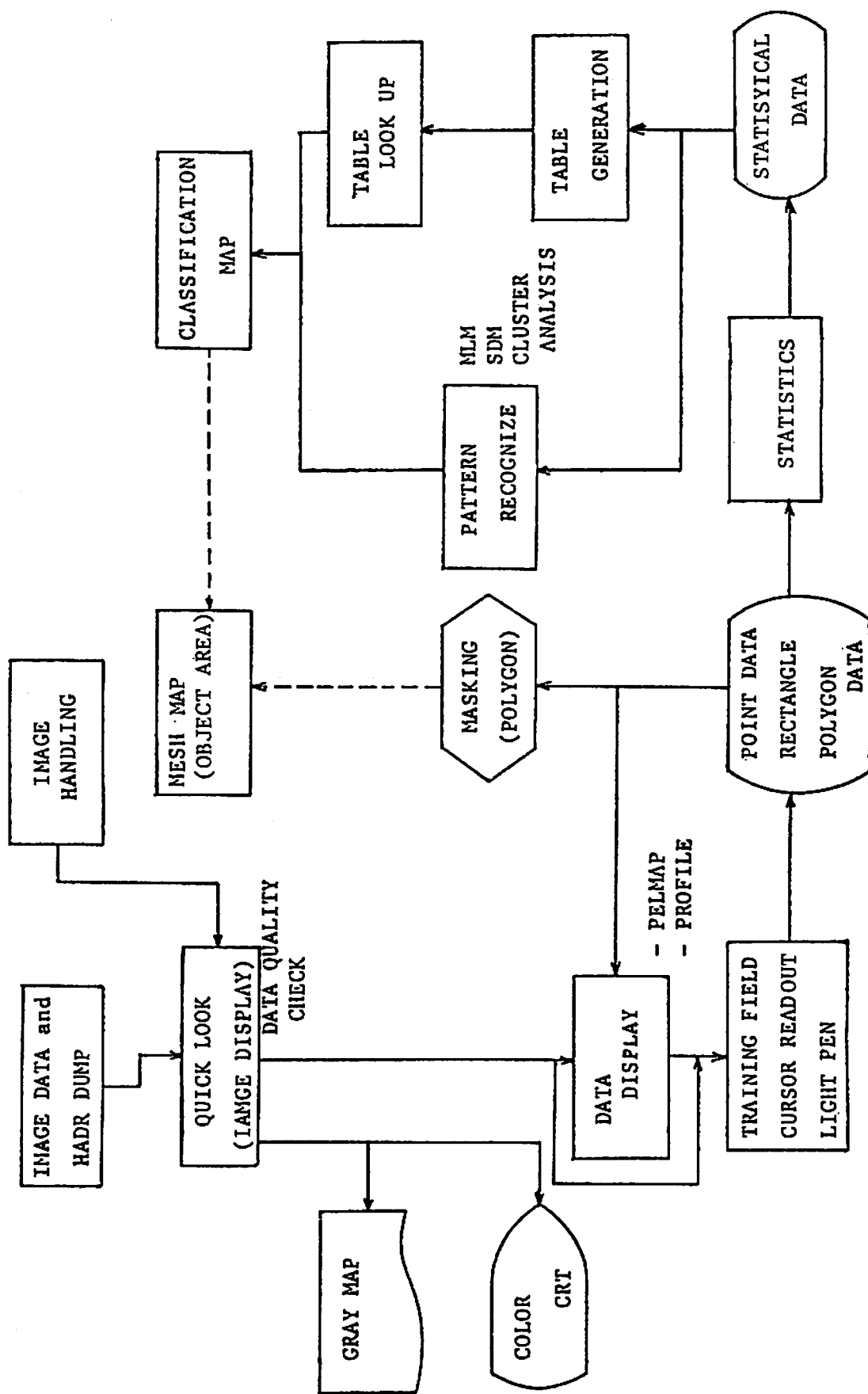
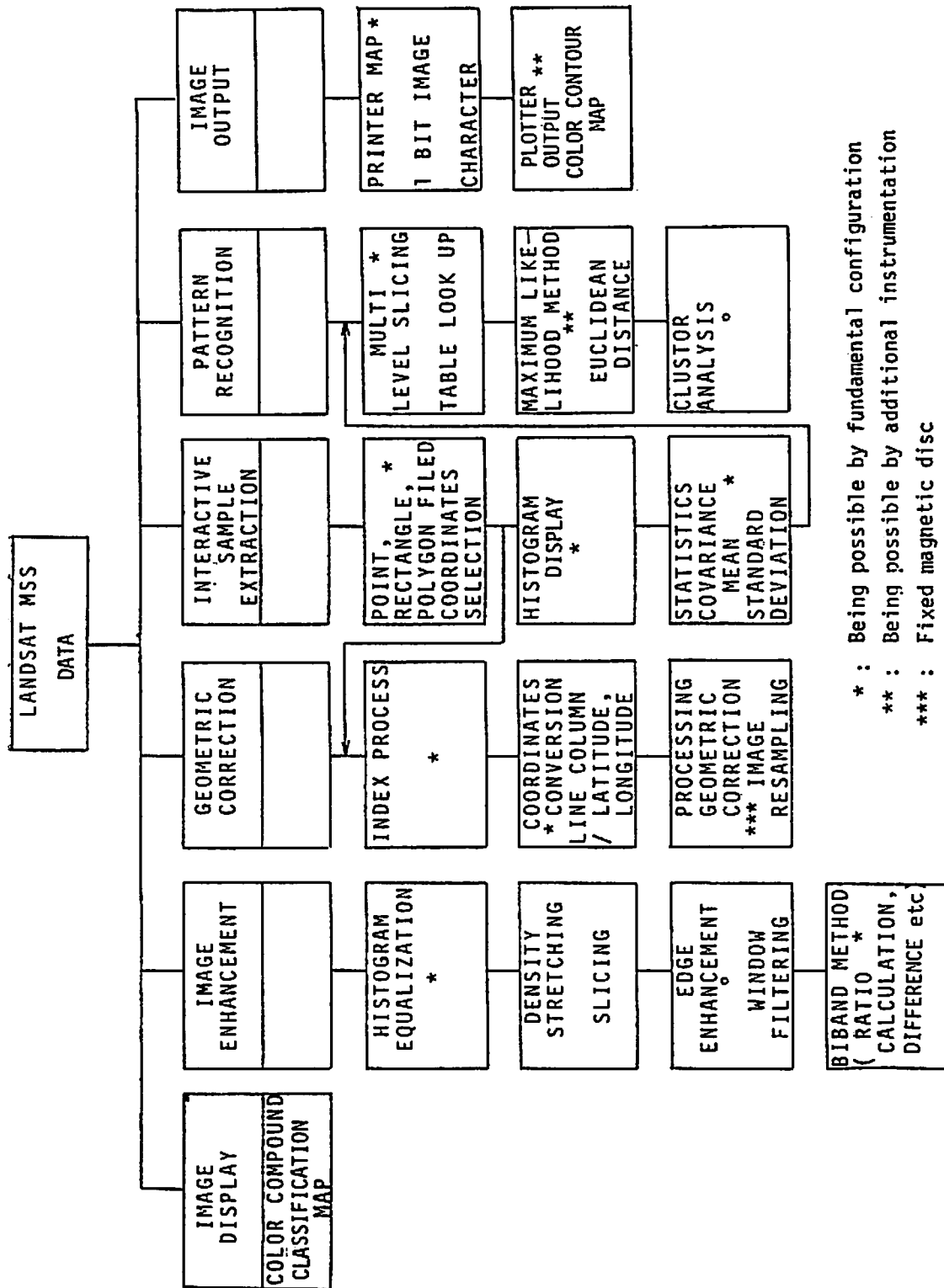


Fig. 6 Data processing function



* : Being possible by fundamental configuration
 ** : Being possible by additional instrumentation
 *** : Fixed magnetic disc

Fig. 7 Operational function of "TRESS".

上16段階まで可能であるため16分割とした。

レベルスライスの方法としては、以下の手法を用いている。

a) 等間隔分割

最大値と最小値の間を16段階に等間隔に分割する。

b) レンズ分割

平均値から下位に8段階と上位に8段階に分割する。

c) 分散レベル分割

平均値から上・下位に標準偏差を用いて分割する。

d) 等頻度分割

ほぼ出現頻度が等しくなるように分割幅を決定する。

e) ヒストグラムを2分割して、各々を正規分布に近似する方法

以上の5つの手法のうち、解析対象地域の特性や解析目的に応じて最適な手法を適用し、最も視覚的な画像を得るようにする。

3) トレーニングフィールド座標値入力

レベルスライスによって出力表示された画像から目的とする対象物の情報を抽出するためには、その対象物の特徴的パターンを把握する必要がある。そのため、目的とする対象物に応じたトレーニングフィールドを選択し、各トレーニング間のサンプルデータを抽出し、コンピューターで識別できるような分類クラスのパラメータを決定する必要がある。

TRESSではNEXUS5500の附加機能であるライトペンおよびカーソルによってカラーCRTから任意にトレーニングフィールドの座標値、カラー情報等のデータ抽出を行うことができる。

機能としては、1点データ、矩形データの読み込み、フィールドの名前付け、ディスクセーブなど12の機能がある。

4) 統計量の算出

統計量は、地表の各クラスのスペクトル特性の統計的分布を算出し、ヒストグラムを作成し、その平均値や共分散行列を算出してパターン分類に必要なパラメータを求めるために行う。

また、共分散行列から相関係数を求めて、各クラスにおける最適バンドを決定する。

5) パターン分類

一般に、パターン分類には最尤法やクラスター分析等が用いられているが、これらの手法は計算量が多いため、マイコンには不向きである。

TRESSでは、テーブル・ルック・アップ方式と最短距離法を用いている。

テーブル・ルック・アップ方式は異なる波長におけるデータをパターン分類するための手法であり、各対象物に対する最適バンドを決定し、その分布状態を知ることによって複雑な計算を除くことができるため、マイコンでは非常に有効である。

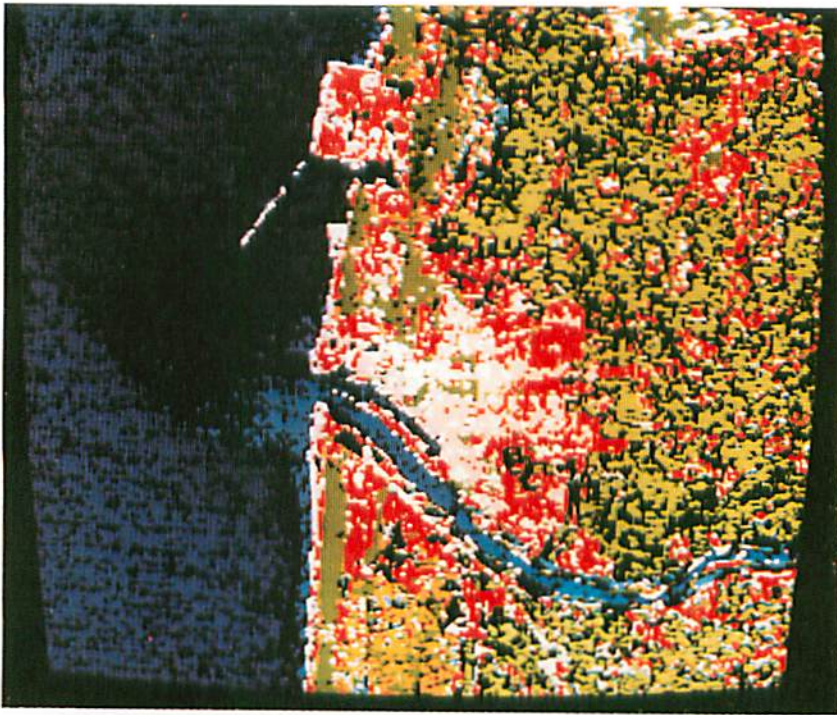


Photo 5 Classification map of "TRESS" (TLUM)

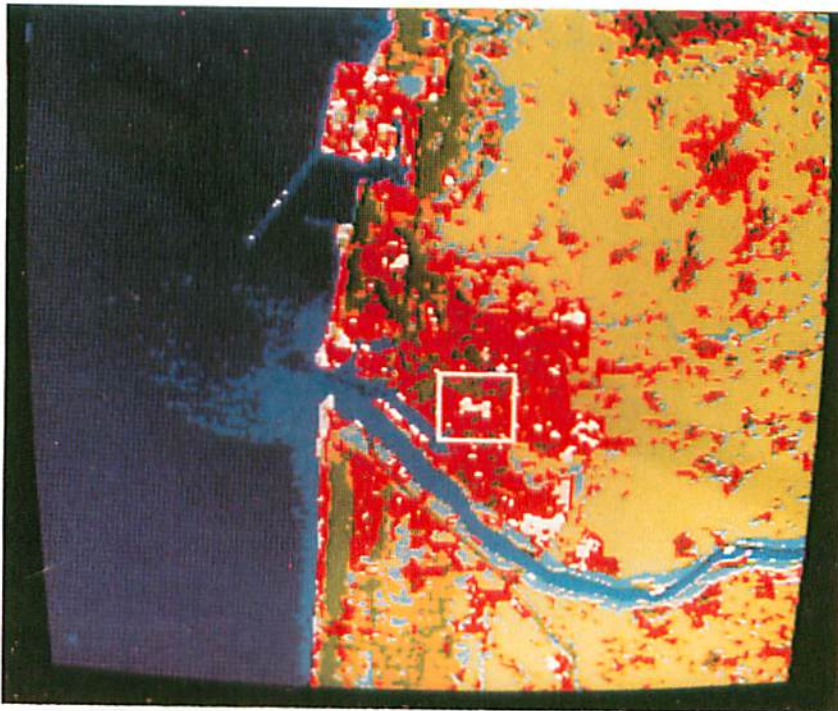


Photo 6 Classification map of "TRESS" (MDM)

応用例として山形県酒田地方の解析結果を示す。写真-5は、テーブル・ルック・アップ方式による土地被覆分類図で、写真-6は、最短距離法による分類図である。テーブル・ルック・アップ方式による分類では、未分類（写真の黒色の部分）が多少あるが、これは、トレーニングフィールドの選択による影響が大きいためである。写真-6の白枠内の白色の部分は、酒田地方の大火災の跡が裸地として分類されたものであり、貴重なデータである。

処理時間は、240ライン×256カラムの画像を処理しカラー CRT に出力するまでに、レベルスライス画像の場合約 10 秒、テーブル・ルック・アップ法による分類画像出力は約 10 分、最短距離法では約 20 分を要している。

§ 5. おわりに

本システムは、低価格でリモートセンシングデータ処理システムを開発するという目的には、十分満足できるものと考えられる。これにより、大型の画像処理システムが備わっていない所でも容易にデジタル解析を行うことができ、リモートセンシングの教育や普及に役立つものと思う。

ただし、今後の改良点としては、次のものがある。

- 1) IDAS システムにおいては大型計算機からのデータ転送速度を早くする。
- 2) TRESS については、処理時間の短縮化。

最後に、本研究を遂行するにあたり、IDAS システムの開発には、(株) I. C. C. の河本幹雄氏、TRESS システムの開発には日本 I. B. M の飯坂譲二氏に御指導を受けた。

ここに、深く感謝致します。

参 考 文 献

- 1) 大嶋, 宮下, 飯坂; 「マイクロコンピュータによるリモートセンシングデータ処理システム」, 日本写真測量学会, 昭和56年度秋季学術講演会論文集.
- 2) 大嶋, 宮下, 飯坂, 村岡; 「マイクロコンピュータによるリモートセンシングデータ解析」, 日本写真測量学会, 昭和57年度年次学術講演会発表論文集.
- 3) 末広, 赤木, 三戸部, 大嶋, 田中, 杉村; 「リモートセンシングデータ解析システム MASH の開発とその応用」, 日本写真測量学会, 昭和58年度年次学術講演会発表論文集.
- 4) 日本リモートセンシング研究会編; 画像の処理と解析, 1981年.
- 5) The American Society of Photogrammetry; Manual of Remote Sensing Vol. 1, 2, 1975年.
- 6) Philip H. Swain, Shirley M. Davis; Remote Sensing The Quantitative Approach, 1978年.
- 7) 奥野忠一ほか; 多変量解析法, 日科技連, 1976年.
- 8) 和達 他; 「リモートセンシング」, 1976年, 朝倉書店.
- 9) 大嶋, 宮下, 田中, 杉村; 「法政大学リモートセンシングデータ処理システムについて」, 計測自動制御学会第9回リモートセンシングシンポジウム講演会論文集.
- 10) 大嶋, 宮下; 「マイクロ・コンピュータによるリモートセンシングデータ解析システムについて」, リモートセンシング学会誌 Vol. 3 No. 4 1983年