

広域観測データの画像処理システム作成に関する研究

東京理科大学 理工学部 土木工学科 教授 正会員 大林 成行
 東京理科大学 理工学部 土木工学科 助手 正会員 岡 雅夫
 東京理科大学 理工学部 土木工学科 院生 学生員 高橋 康夫

1. はじめに

現在、人工衛星や航空機により観測・収集したデータを使ってスペクトル反射分光特性による研究が多くの分野で行われるようになってきた。このことは、最近における宇宙科学の発展と電子技術の飛躍的な発展と低廉化に負うところが多い。土木の分野も例外でなく、水域環境、土地被覆、地域や都市の変化といった問題に応用できるまでになってきた。人工衛星や航空機から観測されたデータの処理や解析は従来の図形データの取り扱いとは異なったところが多い。東京理科大学リモートセンシング研究所では、数年来、広域観測データを対象とした画像解析システムの開発・整備に努め、現在、どうにか目的とした画像解析機能の一端が発揮できるようになってきた。ここでは東京理科大学リモートセンシング研究所におけるソフトウェアシステム（東京理科大学広域観測データ画像解析システム RIPS: Rika university Image Processing System for remote sensing data）の概要とそれによる解析例の一部について紹介する。

これまでにも、広域観測データの画像解析用プログラムは、多くの機関で様々な目的に開発され使用されている。しかし、それらは個々の専用システムである場合が多く、利用目的が極めて多岐にわたる広域観測データの処理には難点が多い。

本システムでは、これらの難点を解決し、さらに多くの利用者の多方面にわたる目的に応えられる対話型画像解析支援システムとなることを目指している。更に、画像の付加価値を高めるため、道路、河川、行政界、土地利用図等々の線構造データと重ね合わせたりすることが出来るよう配慮されている。

2. 広域観測データ

地球上にある全ての物質は、太陽光などの電磁波を受けると、物質の種類によって、図-1に示すように、それぞれ異なった波長の電磁波を吸収・反射・放射したりする。したがって、いくつかの波長帯の電磁波の強さを観測することによって、その対象物が何であるかを推測することが出来る。このようなデータは、通常人工衛星や航空機に搭載したマルチスペクトルスキャナ（MSS）によって収集されることが多い。ここでは、このように収集されたデータのことを広域観測データと呼ぶ。図-2に人工衛星ランドサットおよび航空機MSSが収集する波長帯域の例を示す。

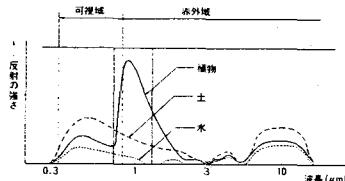


図-1 植物・土・水の反射特性

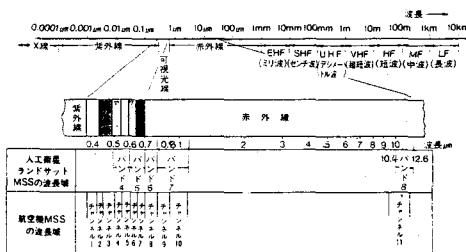


図-2 人工衛星・航空機MSSが収集する波長帯域

3. システムの概要

本システムRIPSは、次に掲げる五つの趣旨により開発されている。

①画像処理機能

広域観測データの多くは、2次元の数値情報として与えられる。このようなデータに対して画像の処理・解析が容易に行えるような基本的な機能を完備するとともに、それらの機能を必要に応じて利用者が端末装置から対話的に利用出来るようにする。また、このような数値情報を利用者が画像として認識出来るような表示機能を持つこと。

②画像データと非画像データとの統一的な取り扱い

広域観測データから、応用に必要な情報を抽出するには、多くのグランドトゥースデータと照合することが必要であるが、これらのデータは一般に画像データ形式になっていないことが多い。また道路、河川、行政界等の線構造データと画像データとを重ねて表示したい場合が多い。これらの要求を満足するような機能を持つこと。

③研究・教育的効果

広範囲にわたる応用分野のニーズに合わせた解析処理が行えるとともに、リモートセンシングの普及・発展をは

かるための教育効果を高めるため、多くの利用者が同時にシステムを利用出来るようにする。開発されたプログラムはなるべく利用者間相互に開放し蓄積していくこと。

④信頼性・互換性・転移性

広域観測データの解析結果は、いろいろな検証を受けて、その精度を高めるとともに、つぎの解析ステップや他の利用者にとって信頼のある情報として利用出来るようにする。画像処理結果を、他のモデルを動かすためのパラメーター等に利用出来るように、データの互換性・転移性を満足すること。

⑤既存ソフトウェアの有効利用

広域観測データの解析や画像処理を目的としたソフトウ

エアは応用分野毎や利用目的によって異なることが多い。そして、それらのソフトウェアは規模が大きく、新規に開発するには、大変多くの時間と労力を必要とする場合が多い。そこで、既存のソフトウェアでその有効性が認められているものについては、積極的に導入し、さらに高度な研究活動が出来るようにする。

4. ハードウェアシステム

本システムのハードウェア構成を図-3に示す。

計算機は汎用計算機を使用し、時分割処理により多くの利用者が同時に画像解析をキャラクターディスプレイ装置やカラーグラフィック装置を前にして、対話モードで操作

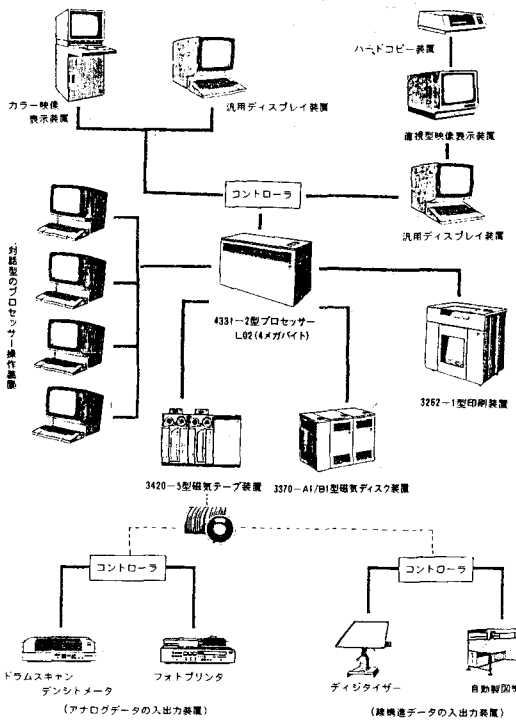


図-3 ハードウェア構成

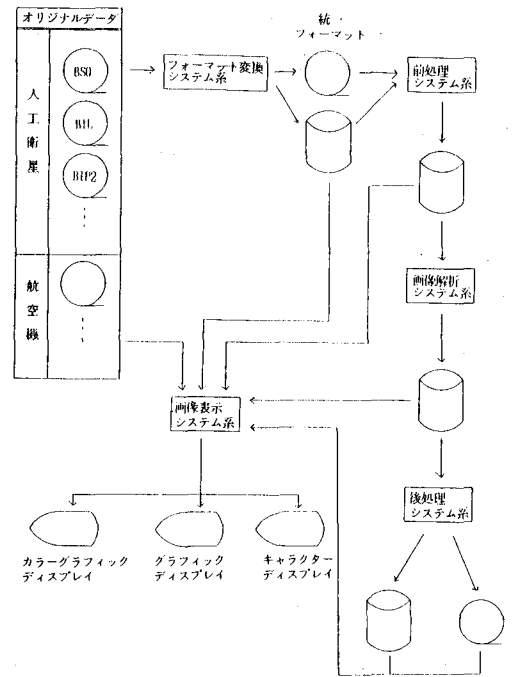


図-4 ソフトウェア構成

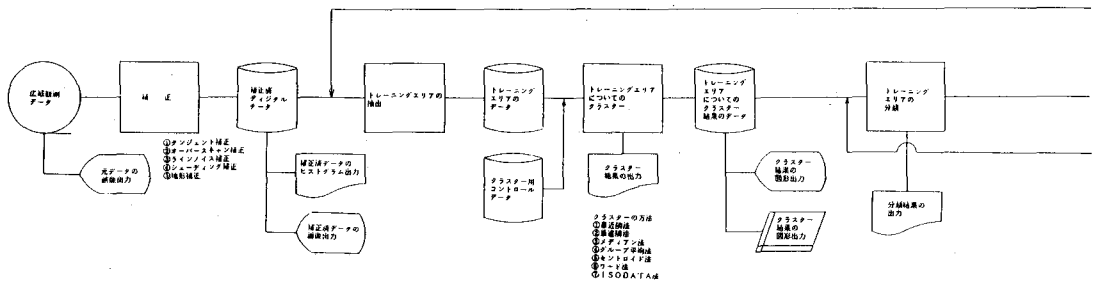


図-5 広域観測データの解析・処理の流れ

が出来る。画像データは磁気テープまたは磁気ディスクのいづれにも記憶させておくことが出来るとともに、カラーグラフィックディスプレイ装置上に表示したり、必要に応じてフォトリンターを通してカラー／白黒のポジ／ネガフィルムに出力することが出来る。また逆にドラムスキャンデンストメーターを通してカラー／白黒のポジ／ネガフィルムや地形図を画像データとして入力することが出来る。線構造データはディジタイザーを通して入力し、プロッターを通して出力出来るようになっている。この様に画像データ・非画像データの入出力が可能なハードウェアシステムが構成されている。

5. ソフトウェアシステム

本システムのソフトウェアは、システムの概要で述べた趣旨により作成され、大別して図-4に示す五つの特徴あるサブシステム系により構成されている。以下でそれぞれのサブシステム系について説明する。

5. 1 フォーマット変換サブシステム系

広域観測データは、観測収集するプラットフォーム（一般には人工衛星や航空機がよく利用されている）の違いにより高度・軌道・センサー等が異なったものから得られる場合が多い。また観測されたデータをコンピュータで読み取ることが出来るように編集したデータ（CCTデータ：Computer Compatible Tape データ）のフォーマットについても異なる場合が多い。画像解析用のソフトウェアを出来るだけ汎用化し、これらの全てのデータを入力可能にするため、広域観測データを入力した段階でデータのフォーマットを統一しておくことが必要である。次のようなソフトウェアがある。

- ・人工衛星LANDSAT BSQ フォーマット変換
- ・ " BIL フォーマット変換
- ・ " BIP2フォーマット変換
- ・その他人工衛星、航空機用
- ・ドラムスキャンデンストメーターによって作成された画像データのフォーマット変換

5. 2 前処理サブシステム系

前処理とは、データが得られてから実際に画像解析を行うために前もって行われる種々の作業であり、入手データの種類や画像解析の目的によって大きく異なる。具体的には、入力画像データが内包している各種の歪の補正、ノイズの除去、解析対象範囲の画像の切り出し、合成等である。ソフトウェアとしては

- ・画像の切り出し
- ・異なったシーンにある画像の合成
- ・スムージング
- ・放射量歪の補正
- ・オーバースキャンの補正
- ・タンジェント補正
- ・幾何学的歪の補正
- ・その他各種歪の補正

がある。

5. 3 画像解析サブシステム系

広域観測データの解析処理には、対象物の持つ分光特性の違いを利用した統計的なパターン認識の手法を応用して画像を分類したり、画像が持つ特徴を抽出したりする方法が良く用いられている。また、このときグランドトルース等によるバックデータの有無により教師有り分類と教師無分類とに分けられる。ソフトウェアは

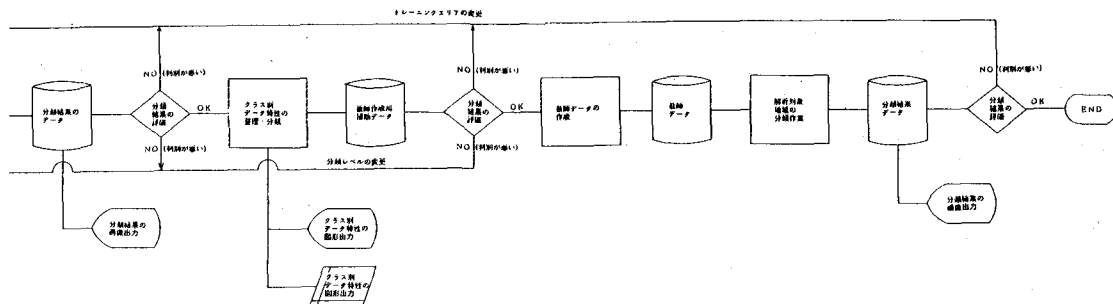
- ・確率統計を用いた分類
- ・クラスター解析を用いた分類

等がある。

5. 4 後処理サブシステム系

画像解析サブシステム系で得られた解析結果画像データを整理し、最終的に必要な画像を作成するシステム系である。具体的には

- ・不要な部分のマスキング
- ・画像データへ文字の埋め込み
- ・画像データへ線構造データや地図データの重ね合わせ
- ・画像の強調
- ・プロッター、フォトリンター出力のためのデータ変換



5. 5 画像表示サブシステム系

広域観測データ、画像解析の途中結果、最終結果は一般に数値データとして得られる。数値データはコンピュータの解析処理においては都合が良い、しかしながら解析者にとって数値データから画像を理解することは困難であり対話的に操作するには都合の良い表現形態とはいえない。そこで、このサブシステム系が他のサブシステム系により得られた様々の数値データを視覚化表現出来る機能をもっている。それにより、各サブシステム系での途中結果や最終結果を視覚的に評価しながら次の段階へ進むための判断をすることが出来る。このサブシステム系の使い易さが全体の処理能率に大きく影響する大事な部分である。次のような機能を持っている。

- ・画像の拡大、縮小表示
- ・画像の重ね合わせ表示
- ・線構造データの表示
- ・文字の表示
- ・画像の各種強調表示
- ・画像間の演算機能
- ・ヒストグラムの表示
- ・ライン、カラムグラフの表示
- ・数値データの表示

6. データの解析例

ここでは、本システムを使用して実際に広域観測データを処理する過程を具体的な処理例を交えながら説明する。解析・処理の流れは図-5に示すとおりである。

6. 1 データの質の検討

広域観測データの解析結果の良否は、使用した解析方法と同程度に、解析に使用したデータの質によることが多い。そこで解析に先立ってデータの質の検討が行われる。検討項目としては、

- ・データの観測範囲
- ・雲の量
- ・各種歪の状態
- ・ノイズの状態
- ・センサー感度によるCCDカウント値の分布状態

等があげられる。検討は主にディスプレイ上に画像を表示し、目で確認したり、ヒストグラムを出力することによって、解析の目的に応じた検討を行う。

6. 2 データ解析の準備

広域観測データには、様々の歪やノイズが含まれている。これらの歪の補正やノイズの除去等の作業を必要に応じて行う。人工衛星のデータの場合は、補正済のデータを入手することにより解析の目的によっては、ほとんど補正を必要としない場合もある。しかし航空機によって得られたデータは、タンジェント補正をはじめ種々の補正作業が必要になる。さらに解析の対象となるエリアの切り出し、合成を行う。

6. 3 解析作業

広域観測データは、一般に複数の波長帯域に分けてデータが得られる。これをマルチスペクトル画像と呼び、これを解析することをマルチスペクトル解析と呼ぶ。

まず、解析対象地域の中から平均してトレーニング領域を選択する。この領域に対してマルチスペクトル解析を行い画像の持つ特徴を抽出する。この特徴をもとにして解析対象地域全域を分類する。分類結果を画像表示して解析の目的に合った結果が得られているか否かの判断をする。目的の結果が得られていれば次の作業段階に進む。目的の結果が得られないときには、トレーニング領域、特徴抽出の方法、分類の方法の再検討を行い、目的の結果が得られるまで繰り返す。

6. 4 解析結果の出力

解析の目的とする結果が得られると、必要に応じて得られた解析結果の画像に線構造データ、説明用文字等を重ねる。さらに最終画像のディスプレイ表示画像を撮影するか、直接フォトプリンターに出力して保存する。

7. おわりに

ここで発表したシステムは、これで完成したシステムではなく、ようやく広域観測データの画像解析・処理が対話形式でしかも効率良く出来るようになったばかりで、いわば出発点に立ったシステムである。これから多くの研究を通して新しい機能の追加や、不備な点の改良を行っていくつもりである。

最後に、本システムの開発・整備には東京理科大学土木工学科計画研究室の数年にわたる卒業生、修論生の努力に負うところが大きい。記して謝意を表します。