

I-11 インターネット環境で稼働する衛星画像処理・解析システムの構築

*Development of the internet-based satellite data processing and analysis system*小島尚人¹・大林成行²・古田明広³

Hirohito Kojima, Shigeyuki Obayashi, and Akihiro Fruta

抄録: 本研究は、衛星リモートセンシングデータの利用・普及支援を目的として、インターネット環境下で稼働する衛星画像処理・解析システムを設計・開発したものである。「前処理、画像処理解析、後処理」といった機能区分に大別するとともに、処理対象となる各種データや処理パラメータの入出力の関係の違いについて検討した上で、さらに3種類の「処理構成区分」を設定した。また、サーバと入出力データの関係を検討するとともに、システムの運用形態を4種類に区分し、これらの設計内容に基づいて特色あるソフトウェアライブラリ管理・運用システム(SLMS: Software Library Management System)を構築している。本研究の設計指針に従えば、利用者からの機能追加要求や新しい画像処理アルゴリズムの追加等に柔軟に対応していくことができ、拡張性あるシステムを実現している。

Abstract: To support practical utilization and promotion of the satellite remote sensing data, the internet-based satellite data processing and analysis system (termed "In-SAT") have been developed, which could be operated under the network environment. The processing procedures for satellite data are divided into the following three groups; 1) pre-image processing, 2) image analysis, and 3) post-image processing. Furthermore, in terms of the input or output of data, the presence of parameters in analysis, etc., the peculiar processing and analysis algorithms are grouped into three types. Also, the four kinds of system operating orders are defined under the relation between the server and the processing data. Based on those system designs, the Software Library Management System (SLMS) has been also constructed. The system designs presented in this study might be a good guide to improve the efficiency in the management and operation of software-library, as well as to keep the continuity and the flexibility of software development.

キーワード: 衛星データの処理・解析、ソフトウェアライブラリ、ネットワーク環境、データ資源管理

Key Words: satellite data processing and analysis, software library, network environment, data resource management

1. はじめに

1972年に米国航空宇宙局(NASA)が地球観測衛星ランドサット1号を打ち上げてから30年の歳月が経過する。その間、衛星データの多バンド化、高分解能化が進むとともに、光学センサに加えて衛星搭載のマイクロ波センサが登場し、地球観測技術はめざましい進歩をとげてきている。この間に、多くの研究者が衛星リモートセンシングデータ(以下、衛星データ)をベースとした基礎研究から応用研究へと展開するとともに、今や衛星データは資源探査、環境調査、広域防災計画、土地利用構想計画等、多くの分野にわたって活用されるようになった^{1),2)}。さらに、最近ではパーソナルコンピュータの処理能力の飛躍的な向上とネットワーク上での開発環境の充実と相まって、地球環境情報を広く世界の研究者間で共有しようとする新たな研究アプローチにも注目が寄せられている^{4),5),6)}。

しかし、このようなセンサ開発と衛星データの利用に関わる多くの研究は、一般の利用者には判りにくく、衛星リモートセンシングという専門技術に特化した内容

であると言われている。そのために、パーソナルコンピュータ上で稼働する衛星データの画像処理システムに関する開発も積極的に行われ、衛星データ利用者層の拡大に向けた対応がとられてきた。しかし、それぞれのシステムに特有の操作方法や処理解析手順をマスターしたとしても、一般の技術者は多くの業務の中で常時これら画像処理システムを使用しているわけではなく、必要に応じて衛星データの処理や解析をしようとした場合、操作マニュアル等を参照して時間のかかる煩しい手順を強いられるといった現実もまた事実である。処理・解析内容が煩雑になるほどこの種の問題が顕在化する。また、一般の利用者にとっては、あえて高価な衛星データの処理・解析システムを導入する必要はなく、処理要求に応じて目的とする処理結果だけが欲しいといった利用形態が多いことも無視できない。衛星データの利用要求が高まる中、適用業務別に誰もが手軽に利用できるシステムを新たに設計・開発していくことが不可欠な要件となる。

以上の背景のもとに、本研究では建設分野における衛星データの利用・普及支援を目的として、インター

1: 正会員 工博 東京理科大学助教授 理工学部土木工学科
(〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641, Tel: 04-7124-1501, E-mail: kojima_h@rs.noda.tus.ac.jp)
2: 正会員 工博 (株)国土情報技術研究所 代表取締役社長 (〒150-0002 渋谷区渋谷 1-16-14、渋谷地下鉄ビル)
3: 正会員 工修 (株)国土情報技術研究所 研究員

ネット環境下で稼働する衛星画像処理・解析システム (In-SAT : Internet-based SATellite data processing and analysis system)を構築したものである。

2. 研究開発の目的

本研究開発の目的は、以下の3点である。

- ①インターネット環境下で衛星データの画像処理・解析を実施する際に必要となる基本要件について検討・整理する。
- ②処理対象となる各種データや処理パラメータの入出力関係について検討した上で、「処理構成区分」を設定する。これらの処理構成区分に基づいてソフトウェア群を一元管理するための設計指針を整理する。さらに、サーバと入出力データの関係を検討するとともに、システムの運用形態についても検討する。
- ③検討した設計指針にしたがい、ソフトウェアライブラリ管理システム (SLMS : Software Library Management System) を新たに構築するとともに、インターネット環境下で稼働する衛星データの画像処理・解析システムとして体系化する。

3. 既往の研究と本研究開発の意義

3.1 衛星データの画像処理・解析システムを導入・利用する上での問題点

衛星データの画像処理・解析技術は、広く一般に浸透していきっているが、その一方で、衛星データの画像処理解析システムを導入し、実務において活用する上で、以下のような問題がある。

① システム導入時の問題

パーソナルコンピュータ上で稼働する画像処理・解析システム等では、基本機能と任意に追加できる機能を分けて購入できるようになっているものもあるが、衛星データの画像処理・解析に精通していない場合には、どのような機能構成とすればよいかといった問題に直面することが多い。実務において衛星データを活用する際には、目的とする処理機能だけがあれば十分なことが多く、これに対応できるシステムを設計する必要がある。

② システム継続稼働における問題

一般に利用されているシステムを操作してみると、特殊な構成のファイルを理解しないと処理が開始できないものや、処理内容によっては、パラメータ入力時等の GUI (Graphical User Interface) が複雑であることを経験する。建設コンサルタント業務等において、衛星データから各種の主題図等を利用したいといった場面では、処理結果を即時出力でき、分析・打合わせ、試行検討を

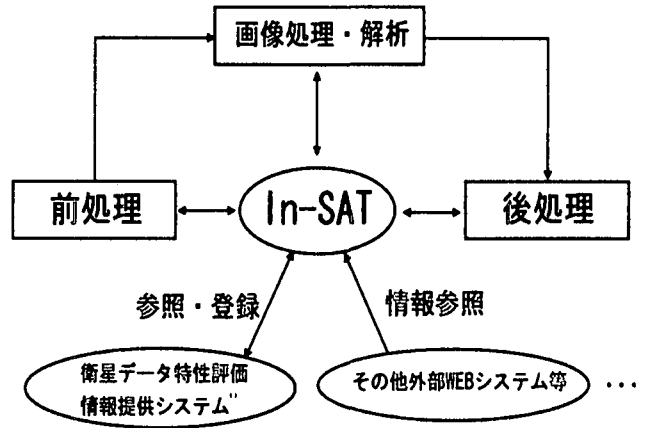


図-1 本システム (In-SAT) の位置付け

経て、迅速に報告書の取りまとめにつなげることが求められる。

例えば、衛星データの利用事例として、国土調査や環境アセスメント等の事業において、土地被覆の分析ニーズは高く、衛星データの適用事例が多くなってきているが、この処理では「領域の切り出し、幾何学的歪補正、トレーニングデータの選定、判別分類、後処理 (分類精度評価等)」といった手順を踏むことが必要となる。しかし、一般に技術者は複数の担当業務の中にあって、ワープロや表計算ソフトのように画像処理・解析システムを常時操作しているわけではなく、一度処理を担当したとしても、しばらく期間がたつと操作記憶をたどりつつ、再度マニュアルを見直さざるを得ないといった煩わしさを経験する。

衛星データを実務で利用する際には、適宜性と簡易性さらには拡張性を備えたシステムが求められることは言うまでもなく、この点を含めて、操作性に優れた GUI の設計に関する検討が不足していると言える。

3.2 本研究開発の特徴

以上の問題に対応できる拡張性の高いシステムを構築することが本研究開発の目的である。図-1に In-SAT (前述) の位置付けを示した。

In-SAT から得られる処理を筆者らが開発した画像特性評価情報提供システム⁶⁾へ登録管理するといったトータルシステムとなっている。本研究開発の特徴は、以下の3点にまとめられる。

① システム利用上の適宜性と簡易性

In-SAT はインターネット環境下で稼働し、機能一覧から目的とする処理を適宜選択・実施できることから、あえて規模の大きい、あるいは高価なシステムを導入する必要はない。パーソナルコンピュータ上で適宜、統一性ある簡単な操作で処理を実施できることから、衛星データを利用している技術者はもとより、これか

ら利用しようとする人にとって有用になる。

②ソフトウェア管理運用上の拡張性と効率性

衛星データの処理・解析は、種々の処理内容が合わさって構成されている。これらの処理ソフトを管理していく上で、図-1に示すように「前処理、画像処理・解析、後処理」といった機能区分に大別した。さらに、処理対象となる各種データや処理パラメータの入出力の関係の違いについて入念に検討した上で、3種類の「処理構成区分」を設定している(5.2節)。これにより、システムの供用と並行して、利用者からのニーズに応じて、機能拡充に柔軟に対応できる運営体制をとることができるようになっている。

また、サーバと入出力データの関係を検討するとともに、システムの運用形態を4種類に区分し(5.3節)、これらの設計内容に基づいてソフトウェアライブラリ管理システムを構築している点も本研究開発の特色となる。本研究で検討した設計指針に従えば、利用者からの機能の追加要求やシステムの改良等に柔軟に対応していくことができ、拡張性あるシステムを実現している。

③ 各種外部情報提供システムとの連携

インターネットの普及とともに、最近では、衛星データをはじめとした国土に関わる種々の情報に関する情報提供システムの構築に関する研究開発がさかんになっているが、その多くは、データ所在情報のデータベース化、いわゆるメタデータベースの構築が主たるものになっている³⁾⁵⁾。筆者らも地球環境情報に関わる所在情報のデータベース(メタデータベース)からさらに進めて、衛星データの画像特性評価情報提供システムを構築したが⁶⁾、画像特性評価結果を参照した利用者が、画像処理・解析を実施したいといった利用ニーズも持ち上がっている。

これらのニーズに対応することも In-SAT の開発要件の一つとなっている。図-1に示すように、In-SAT は他の情報提供システムとの連携ができるように設計されており、各種のデータセットの構築にも寄与できる。

4. システム全体設計

4.1 システムの要件定義

In-SAT の開発は、図-1に示したように「前処理、画像処理・解析、後処理」といった3つの処理区分にしたがって進めた。開発上の基本要件は以下の2点にまとめられる。

①システムの利用時間や場所、システム導入時等の制約に煩わされることなく、インターネット環境下において、利用者が容易に衛星データの処理解析を実施できるシステムとする。

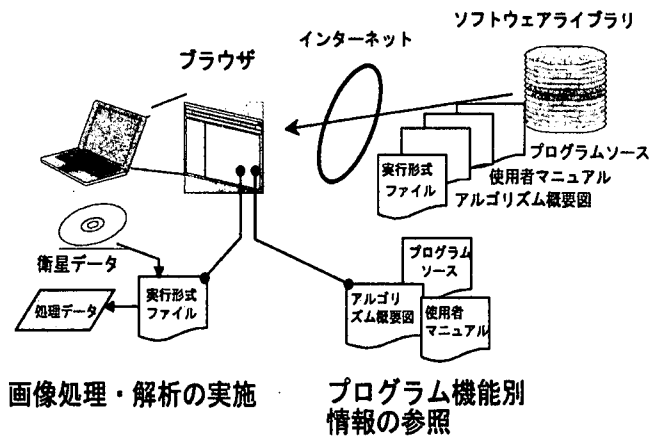


図-2 In-SAT の稼働概念

②開発したシステムの運用・管理を効率的に実施できるように処理構成区分(図-4参照)を設定した上で、この処理区分にしたがってソフトウェアライブラリ管理システムを設計・構築する。

4.2 システム稼働環境

図-2にソフトウェアライブラリを含めた In-SAT の稼働環境を示す。インターネットに接続できるパーソナルコンピュータであれば、時間と場所の制約なく利用でき、特別な周辺機器も一切必要ない。通常のネットワーク環境下で稼働し、「システム利用環境(クライアント側)」と「システム管理環境(サーバ側)」の2つに分けて運用される。

(1) システム利用環境(クライアント側)

In-SAT におけるクライアント側の環境である。システム管理側からパスワードが配信され、使用許可を得た上で、インターネット環境下でシステムを利用する。

(2) システム管理環境(サーバ側)

サーバ側で SLMS を管理運用する環境である。権限を委譲されたシステム管理者のみがこの環境に入ることができる。多くの管理機能を整備したが、一般の利用者は、これらの管理機能は利用できない。なお、管理者と利用者がアクセスできるソフトウェアライブラリの情報の種類については後述する。

5. システム詳細設計

5.1 プログラム機能別の情報項目

本研究開発では、膨大な量の画像処理・解析プログラムを効率良く「開発、管理、運用」していくことが不可欠となるが、これを実現する上で「プログラム機能別の情報項目」について検討することが重要となる。プログラム情報データセットは、以下に示すように4

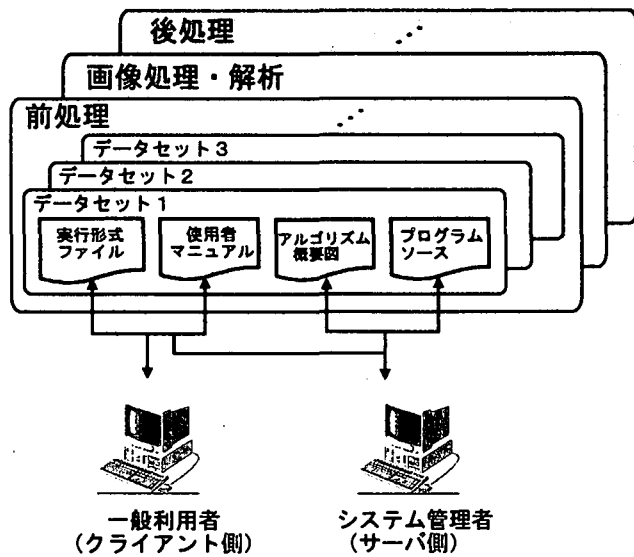


図-3 プログラム機能別の情報の参照と利用権限

種類の情報項目 (図-3 参照) から成る。

a) 実行形式ファイル

衛星データに対して画像処理・解析を施すプログラムの本体である。実行形式ファイルは言うまでもなく、稼働環境 (プラットフォーム) に依存しない Java アプレットとし、ネットワークを介して実行形式プログラムを提供する。

b) 使用者マニュアル

実行形式ファイルの使い方や画像処理・解析手法 (処理手順図含) を整理したものである。ユーザはこの使用者マニュアルを参照することにより、画像処理・解析に関する知識がなくても容易に実行形式ファイルを利用できる。

c) アルゴリズム概要図

プログラムの設計図である。新たな衛星センサが登場した際に、既存の画像処理・解析プログラムを変更・再利用する場合には、アルゴリズム概要図が複雑なソースファイルを解読する際の支援情報となる。

d) プログラムソース

Java で記述されたプログラムリストである。画像処理・解析機能を変更する場合には、このプログラムソースを基に改良を加える。

以上の4つの情報を処理機能別に1セットとし、ソフトウェアライブラリに登録・管理する。一般の利用者がアクセスできる情報は、図-3に示すように「実行形式ファイル」と「使用者マニュアル」の2種類のみである。もちろんシステム管理者は、上記すべての情報にアクセスできる。

5.2 処理構成区分の定義

一口に画像処理・解析といっても、処理手順は異なり、

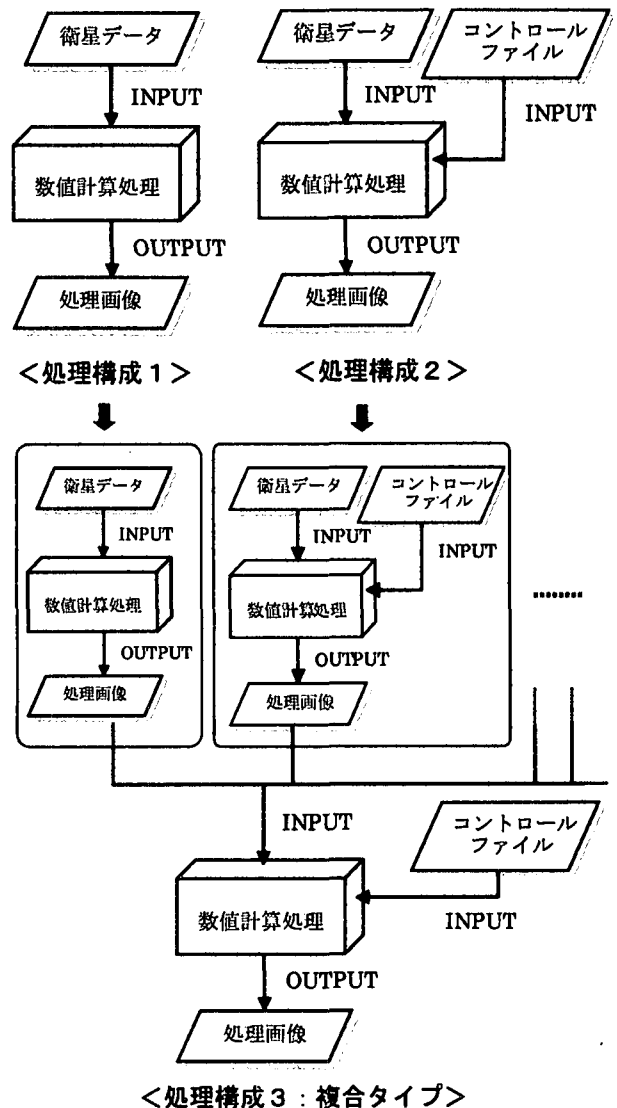


図-4 処理構成区分

処理内容も多岐にわたる。複雑なプログラムを利用する処理工程では、一般に入力データやパラメータの設定等、事前にユーザが準備しなければならない項目が多くなる。ソフトウェアライブラリによって、これらの機能群を効率的に管理していく上で、図-4に示す3種類の「処理構成区分」を設定した。In-SATの設計過程において、後述する「運用形態」のあり方とともに、多くの検討時間を費やした点でもある。

a) 処理構成1

処理パラメータは必要とせず、入力する衛星データを指定するだけで、処理結果を得ることができる処理プログラム群が「処理構成1」に属する。

例えば、各種の強調処理画像 (フィルタ処理) や植生活性度指標 (NVI: Normalized Vegetation Index) 画像等の作成が該当する。

b) 処理構成2

「処理構成1」の処理に加えて、画像処理・解析を

実行する前に「コントロールファイル」を作成するプログラムが、「処理構成2」に属する。

例えば、教師付き最尤法を用いて衛星データから土地被覆分類図を作成する場合には、トレーニング領域を指定する処理が必要となる。また、衛星データの前処理として不可欠な幾何学的歪補正処理では、あらかじめ地上基準点とこれに対応する画像上の基準点を対応させた「基準点セット」の情報が入力情報として必要となる。In-SATでは、これらの情報をコントロールファイルに記述する。

コントロールファイルの記述は、あらかじめ指定された書式にしたがうのみであり、利用者は複雑な処理操作を必要としない。後述するコントロールパネルを介して、これらのコントロールファイルを指定をするだけで処理を実施できるようになっている。

c) 処理構成3

「処理構成1」と「処理構成2」の処理機能が複合して構成されるプログラム群を「処理構成3」とする。

例えば、斜面崩壊危険箇所評価図等の各種主題図を作成する場合には、衛星データのみならず、トレーニングデータ(既崩壊地)や地形分類図、土壌図等の素因データを準備しなければならない。

素因データは、処理構成1あるいは処理構成2に所属する機能を利用する必要がある。処理構成3の機能を利用する際には、これらの関連機能も選択できるようになっており、さらに処理単位別にグループ化(カスタマイズ機能: 6.4節参照)して効率的に処理を実施できるようになっている。

処理構成3に属するソフトウェアは、斜面崩壊危険箇所評価モデル、土地分級評価モデル、土地被覆変化箇所評価手法等、長年にわたって東京理科大学リモートセンシング研究所で開発・整備されてきた独自の評価モデルが数多く含まれている^{7),8)}。市販の処理ソフトにはないIn-SATの特色の一つである。

5.3 システムの運用形態

ソフトウェアライブラリに格納されている各種画像

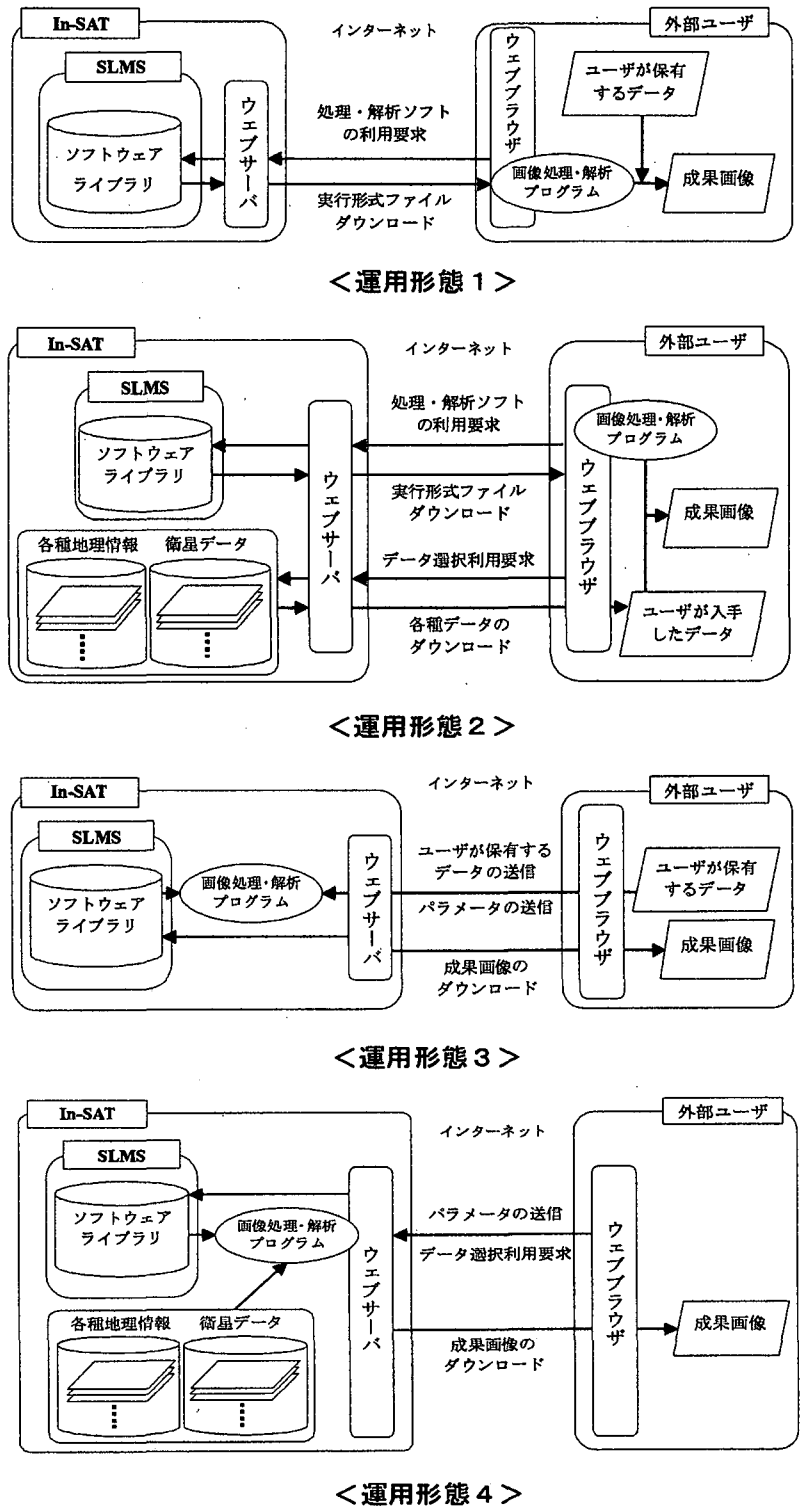


図-5 In-SATにおけるソフトウェアライブラリの運用形態

処理・解析プログラムを利用者側で効果的に利用できるようにするために、上述した「処理構成区分」を考慮して「画像処理・解析を実施する場所」と「処理対象データの保有場所」の関係から、図-5に示す4種類のシステム運用形態を設定した。

a) 運用形態1

画像処理・解析プログラム (Java アプレット) をク

表-1 ソフトウェアライブラリ内の機能区分

	前処理機能	画像処理・解析機能			後処理機能
		単一目的画像処理解析	主題別画像処理解析	各種地理情報作成	
処理構成1	<ul style="list-style-type: none"> ノイズ除去 (ライン状、点状) 画像復元 陰の補正 前処理としての画像間演算 フォーマット変換 (衛星センサ種別) 	<ul style="list-style-type: none"> 2値化処理 画像強調処理 (ラプラシアン処理等) 平滑化処理 画像間演算 (比演算処理等) 	<ul style="list-style-type: none"> 植生活性度画像 (NVI, DVI, SVI等) 流況パターン図 汀線抽出 リニアメント抽出 画像間非類似度画像 	<ul style="list-style-type: none"> 標高区分図 谷密度図 可視不可視領域図 	<ul style="list-style-type: none"> スライス統一 ラスタ、ベクタ変換 画像温度値分析 等
処理構成2	<ul style="list-style-type: none"> 幾何学的歪補正 アフィン変換 2等角変換 射影変換 放射歪補正 等 	<ul style="list-style-type: none"> 各種回帰分析 主成分分析 数量化分析 クラスタ分析 テクスチャ解析 濃度変換 HIS変換 等 	<ul style="list-style-type: none"> 土地被覆分類図 (GA, 最尤法, クラスタ分析等) 土地被覆変化箇所評価図 地表面温度分布図 水温分布図 水質分布図 流水密度分布図 地質分類図 日射量図 	<ul style="list-style-type: none"> 陰影図 水系図 接峰面図 開度図 不可視深度図 俯角・仰角図 	<ul style="list-style-type: none"> 画像オーバーレイ処理 地形オーバーレイ処理 マスク処理 等
処理構成3	<ul style="list-style-type: none"> 複数シーンのデジタルモザイク ディストライブ処理 (累積頻度による) シーン間輝度補正 正規化処理 ディコンボリューション MTF補正 等 	<ul style="list-style-type: none"> 複数シーンのデジタルモザイク サテライトマップ作成 	<ul style="list-style-type: none"> 各種土地分級評価図 斜面崩壊危険箇所評価図 (数量化理論、ベイジアン、ファジィ、ニューラルネット等) 斜面崩壊誘因影響図 (共分散構造分析法) 土地利用構想図 土地利用相互調整図 液状化危険箇所評価図 市街地変遷予測図 等 	<ul style="list-style-type: none"> 傾斜区分図 斜面方位図 起伏量図 数値地形モデルと各種主題図との重ね合わせ処理 等 	<ul style="list-style-type: none"> 数値地形モデルと各種主題図との重ね合わせ処理 鳥瞰図作成 3次元動画処理 等

クライアント側からダウンロードして、ユーザの手元で処理・解析を実施する運用形態である。ユーザ側が処理対象データ（衛星データ、数値地形モデル (DTM:Digital Terrain Model) 等）を保有していることが前提となる。

b) 運用形態 2

運用形態 1 と同様に画像処理・解析プログラムをダウンロードする運用形態である。処理対象データもダウンロードして利用できる場所が運用形態 1 との相違点である。処理画像を即座に入手したい場合等のニーズに対応できる。

c) 運用形態 3

運用形態 1 と運用形態 2 とは異なり、サーバ側に画像処理・解析を依頼する運用形態である。ユーザは処理対象データ（圧縮後）をサーバ側へ転送する必要がある。衛星データに対して作業工程の複雑な処理「処理構成 3」を実施する場合に適している。

d) 運用形態 4

運用形態 3 と同様にサーバ側に画像処理・解析を依頼する運用形態である。サーバ側に処理対象データがあり、クライアント側から解析に必要となるパラメータを送信するだけで処理結果を得ることができる。運用形態 2 と運用形態 3 の折衷型である。

処理構成区分 (図-4) と運用形態 (図-5) の両面から判断して、どのようなシステム構成とするかは、設

計者の考えに依存することになる。In-SAT では、すべての運用形態の稼働を念頭において設計している。システム利用者は、これらの処理構成の違いを意識することなく、コントロールパネルの誘導情報にしたがって操作していけば目的とする処理結果を得る。

以上までの処理構成区分と運用形態に関する検討は、ネットワーク環境下で稼働する衛星データの画像処理・解析のみならず、専門性の高い解析処理システム等の設計・開発時にも参考になるはずである。

5. 4 ソフトウェアライブラリ管理システム

(1) 処理機能区分

膨大な量のソフトウェアを継続して開発、運用・管理していく上で、ソフトウェアライブラリ内の機能区分について検討することが重要な要件となる。表-1 に機能区分の検討結果を示す。前処理機能、画像処理解析機能、後処理機能といった区分別に、前述した処理構成 1 ~ 処理構成 3 に属する機能群を整理した。

a) 前処理機能

前処理とは、衛星データの解析に先立って不可欠となる「画像の切り出し、幾何学的歪補正 (地形図と位置合わせ)、ノイズ除去等」の処理を言う。

b) 画像処理・解析機能

前処理が済んだ衛星データに対して、さらに目的別

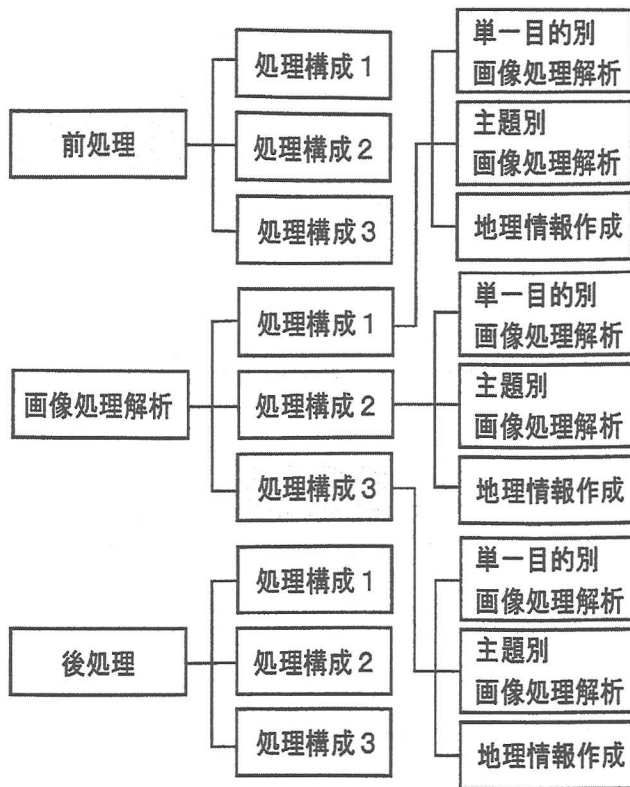


図-6 ソフトウェアライブラリの階層構造

の画像処理と解析を施す処理を言う。本研究開発では、画像処理・解析の性質から、「単一目的別画像処理解析機能、主題別画像処理・解析機能、地理情報作成」といった3種類の整理区分を設定した。

①**単一目的別画像処理・解析**：テキスト解析やエッジ強調処理等のように処理目的が単一のものを言う。衛星データの処理解析では基本的なものである。

②**主題別画像処理・解析**：衛星データから土地被覆分類図や植生指標図を作成する、あるいは衛星データと地理情報を融合利用して、新たな評価図を作成するといった複合的な処理を担う工程を言う。いわゆる主題図作成を目的とした処理工程である。

③**地理情報作成**：数値地形モデルの単独利用、あるいは数値地形モデルから各種地理情報（表-1参照）を作成する工程を言う。これら地理情報は、各種の主題図を作成する上での入力情報（素因）となる。

c) 後処理機能

各種主題図と地形図等との重ね合わせ処理や表示形態の統一等、処理結果を成果品として仕上げるための処理工程を言う。なお、プレゼンテーション用の資料作成、例えば、3次元動画画像の作成等は、後処理機能に所属させることとした。

以上の機能区分をソフトウェアライブラリ構造の設計に反映させる。図-6にソフトウェアライブラリの構造を示す。前述した機能区分にしたがう階層構造となっ

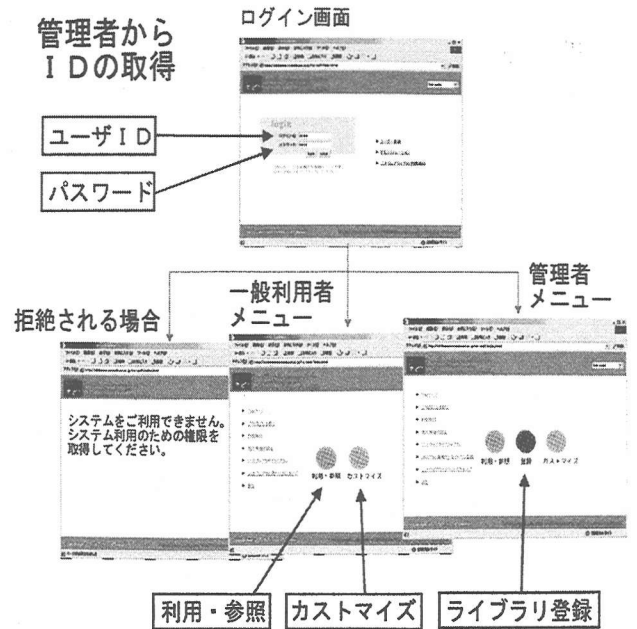


図-7 システム利用権限

ており、このような枠組みを設定することによって、データセットの追加作業の効率化を図るとともに、プログラム情報の継続的な維持・管理を実現している。

(2) ソフトウェアライブラリ管理システム機能構成

a) ソフトウェアライブラリ管理機能

ソフトウェアライブラリ管理機能は、ユーザからのアクセス認証についての制御やソフトウェアライブラリに蓄積されているプログラム情報のバックアップ作業等を担う。

b) ソフトウェアライブラリ提供機能

この機能は、クライアント側からの利用要求に対して、プログラム情報データセットの提供を担う。システム利用者は、WEBブラウザを介してアクセスする。

c) データセット登録機能

プログラム情報データセットの登録・更新作業を担う機能である。システム管理者のみが利用できる機能であり、ローカルエリア内のセキュリティ管理環境下においてプログラム情報データセットを操作できる。

d) カスタマイズ機能

一般利用者がソフトウェアライブラリのプログラム情報を効率良く利用できる機能として「カスタマイズ機能」を整備した。ユーザは、ソフトウェアライブラリから頻りに利用する処理機能だけを抜き出して独自のメニューを作成できるようになっている。この機能は、HTMLの中に埋め込んだJava-Scriptに基づいて構築されている。

以上の機能群を操作する上で、GUIの設計には入念な検討を要した。次章においてシステム稼働事例とともにGUIの設計例を示す。

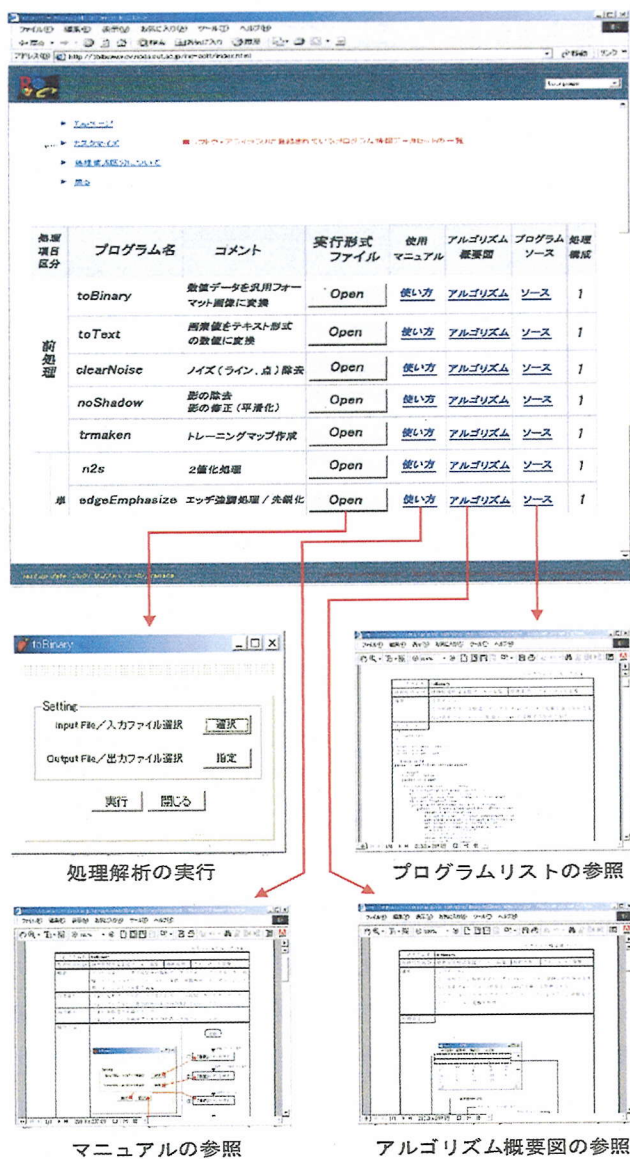


図-8 各種処理機能の利用画面

6. システム(In-SAT)の稼働例

6.1 利用権限

利用者は、ユーザIDの事前登録が必要となる。ブラウザ上でhttpリクエストをかけると、図-7に示すログイン画面が表示される。ユーザIDによって権限が異なり、権限がない場合は拒絶される。ログイン後は、一般利用者用と管理者用のメニューは異なっており、利用者は、ソフトウェアライブラリの登録機能を使用できない。

6.2 画像処理・解析の実行

図-7の「利用・参照」ボタンをクリックすると、図-8の上部に示すようなソフトウェアライブラリ提供機能のメイン画面に移行する。利用者に対してプログラム情報をインターネットを介して提供する機能である。

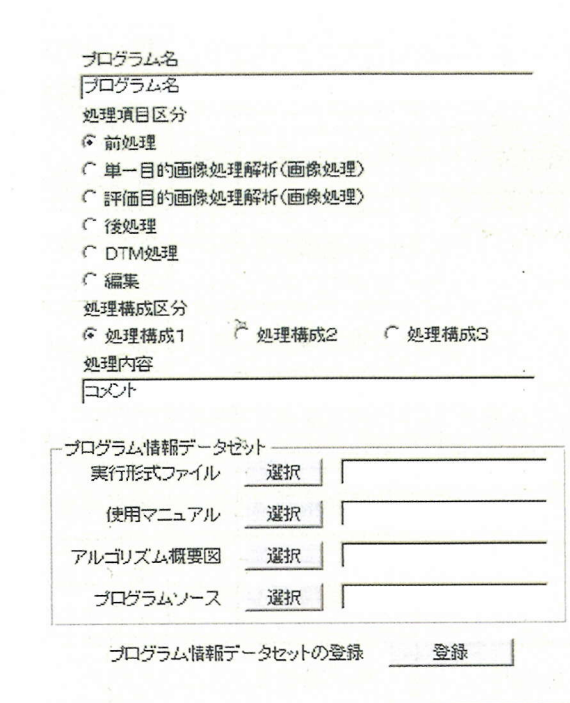


図-10 データセット登録時のコントロールパネル

図-8のメイン画面内の情報は、表-1に示した機能区分(前処理機能、画像処理・解析機能、後処理機能)に対応しており、「ソフトウェアの実行」と「情報参照」の2つの機能に大別されている。機能区分の設計内容は、このような画面設計に反映されている。

システム利用者は、このメニューのみから全ての処理機能を選択でき、利用したい機能を即時に選択できるようになっている。また、図-8の下部に示すように「画像処理解析の実行」に加えて、機能毎に「使用者マニュアル、ソースファイル、アルゴリズム概要図」を参照できる。但し、前述したとおり、プログラムソースは管理者のみが参照できる。

図-9に植生指標図を作成する場合の実行例を示す。コントロールパネルを介して、ランドサットTMデータのうちバンド4(近赤外域:0.76~0.90μm)と赤色波長帯域のバンド1(0.58~0.68μm)を指定した後、実行ボタンを押せば植生指標値($NDVI = (\text{バンド4} - \text{バンド1}) / (\text{バンド4} + \text{バンド1})$)が計算され、指定したファイル名で画像として出力される。前述した「処理構成1」に相当する処理である。コントロールファイルがある場合(処理構成2と処理構成3)のファイル指定も同様であり、極めて簡易な操作で処理が実施できるように配慮されている。

6.3 機能別のプログラム情報の登録

機能別のプログラム情報の登録は、システム管理者が担当する。データセット構造を意識することなく、

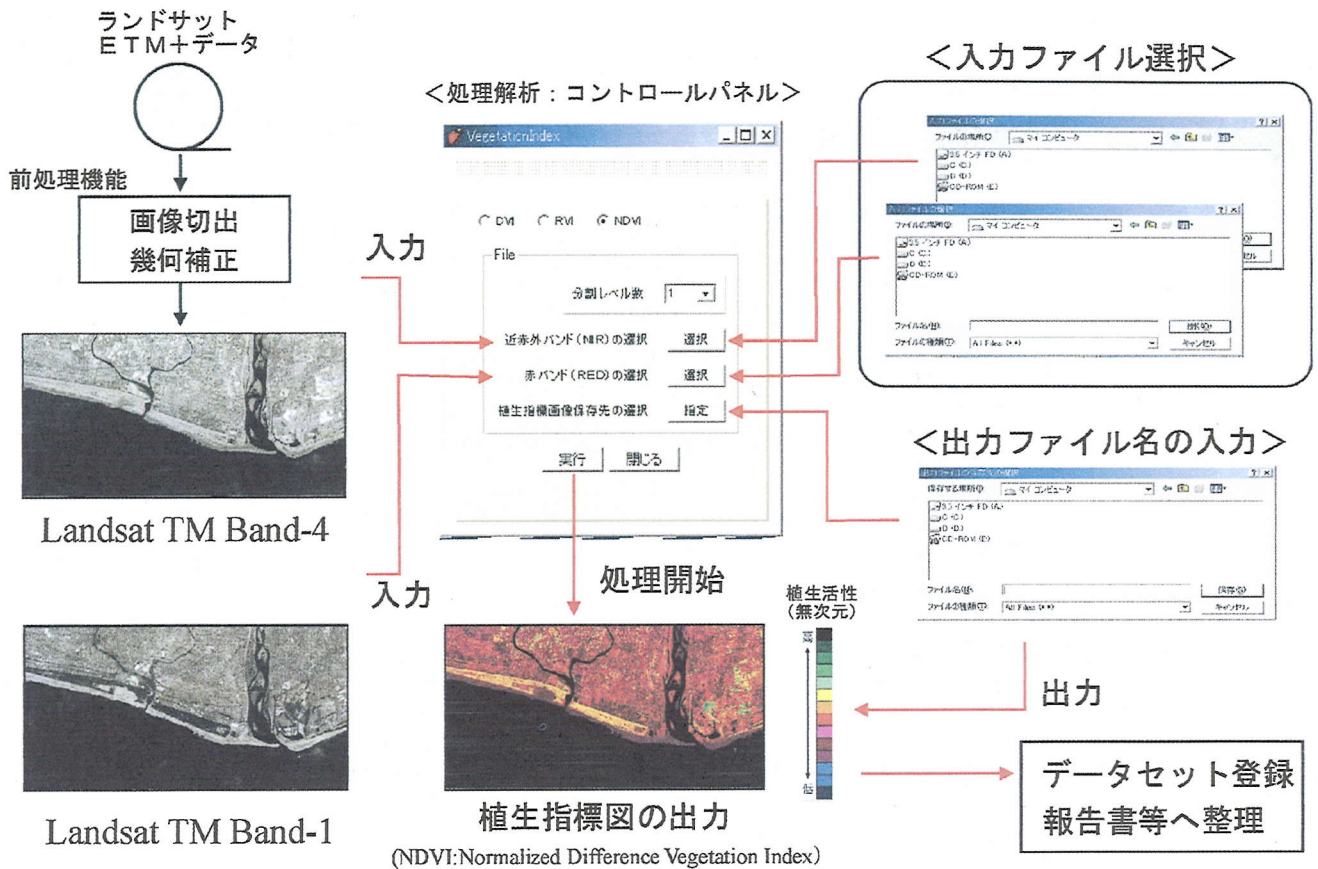


図-9 画像処理・解析の実行指定例(植生指標図の作成、NDVI: Normalized Difference Vegetation Index)

機能別のプログラム情報の追加が簡単にできるようになっている。システムの機能拡充を担う機能として In-SAT に装備した SLMS の特色の一つである。

図-7 に指示した「ライブラリ登録」ボタンを押すと、図-10 に示すデータセット登録画面に移行する。この画面上を介して、以下の5つの項目について入力すれば、プログラム情報として登録できる。

- ① プログラム名
- ② 機能区分 (前処理、画像処理・解析、後処理)
- ③ 処理構成区分
- ④ 処理内容のコメント
- ⑤ プログラム情報 (実行形式ファイル、使用マニュアル、アルゴリズム概要、プログラムソース)

さらに、作成された主題図等についても、すでに筆者らが開発した衛星画像特性評価情報提供システムのデータセットとしても登録できるようになっている⁶⁾。画像処理・解析結果を繰り返し参照したいといったニーズが多く、In-SAT を介して、これらの画像処理・解析結果もデータセットの一つとして蓄積できる。衛星データの処理・解析システムとして重要な機能の一つと言える。

6.4 カスタマイズ機能

実務では、利用頻度の高いプログラムをひとまとめにして、容易に繰り返し利用できるように管理しておくとい

ったニーズが高い。これに応えるために In-SAT には、カスタマイズ機能がある。図-11 にカスタマイズ機能のメイン画面を示す。この画面上で利用頻度の高いプログラム群あるいは、一連の処理を構成する機能を選択した後に、「作成ボタン」を押せば、機能群のみをまとめた新たなコントロールパネルがデスクトップ上に生成される。このコントロールパネルを介して処理作業を効率的に行えるようになっている。

7. まとめ

本研究は、建設分野における衛星データの利用・普及支援を目的として、インターネット環境下で稼働する衛星画像処理・解析システムを設計・開発したものである。研究開発の内容は以下の3点にまとめられる。

①衛星データを含めて処理対象となる種々のデータやパラメータの入出力の関係を念頭に検討した上で、処理構成区分(図-4)を設定し、ソフトウェア群を継続して運用・管理していく上での情報区分(表-1)を新たに提示した。

②さらに、サーバ構成と入出力データの関係を検討するとともに、システムの運用形態を4種類に区分(図-5)した。

処理機能群のカスタマイズ用画面

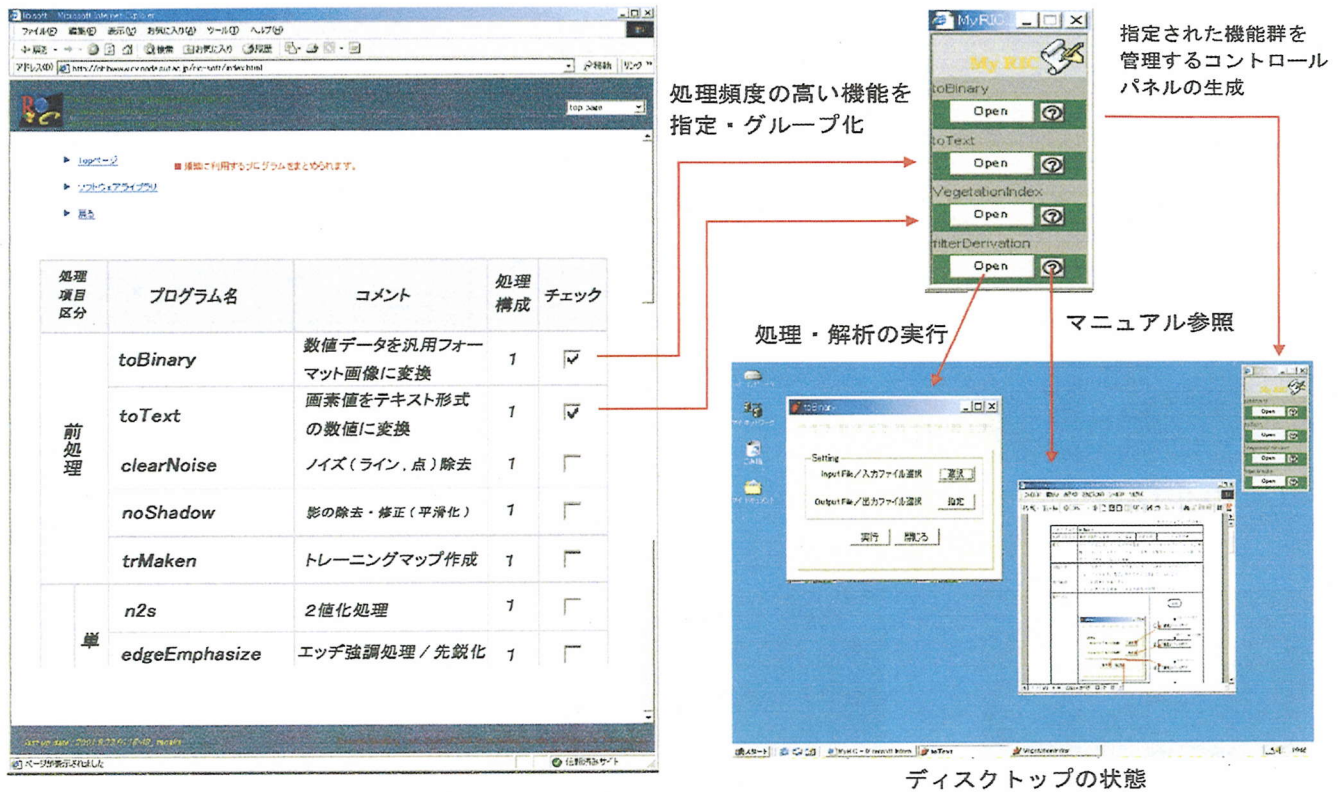


図-1-1 「利用頻度の高い処理機能群」や「一連の処理工程を構成する機能群」のグループ化(カスタマイズ機能)

③これらの検討のもとにネットワーク環境下においてソフトウェアライブラリを管理・運用するためのSLMS (Software Library Management System) を構築し、継続性、拡張性あるシステム運用を実現した。

In-SAT の供用とともに、画像処理内容別のソフトウェア配信方式、入出力データの取り扱い方等、ネットワーク環境下において継続して画像処理・解析ソフトウェア群を管理・運用していく上での技術指針をとりまとめている点において、本研究開発の内容は情報科学技術研究の一つとしての意義もあると考えている。

建設分野においてもASP (Application Service Provider) の運用が注目され、多くの理想が掲げられている⁹⁾。しかし、専門性の高いシステムの開発・運用体制に関する問題点を明らかにし、それに対するシステム設計論や具体的な対応策に関する検討が不足していることも事実である。衛星データや地理情報を扱う研究開発分野においても、「情報技術 (IT : Information Technology)」と「環境技術」というキーワードが流布しているが、常に専門分野の技術内容に立脚した適用業務分析を実施するとともに、これらの分析結果をシステム設計へ反映させることが肝要となるのではないかと考えている。

本研究開発の内容が、衛星データを扱う各種システム開発のみならず、インターネット環境下で稼働する建設

分野における各種の技術系処理・解析システムの構築に関する設計開発に関して、何らかの問題提起になれば幸いである。

参考文献

- 1) Lintz, J., and D.S., Simonett: Remote Sensing of Environment, Addison-Wesley Publishing, 1978.
- 2) Star, J.L., Estes, J.E., and K.C. McGwire : Integration of Geographic Information Systems and Remote Sensing, Cambridge University Press, 1997.
- 3) Estes J, Belward A., et al. : The way forward, Photo. Eng. & Remote Sensing, Vol.65, No.9, pp.1089-1093, 1999.9.
- 4) Douglas Nebert: Interoperable Spatial Data Catalogs, Photo. Eng. & Remote Sensing, Vol.65, No.5, pp.573-575, 1999.5.
- 5) 大林成行、建石隆太郎、小島尚人：ネットワーク環境下での公開を前提とした地球観測情報データセットの整備と管理・運用についての具体的な提言、土木情報システム論文集、Vol.7, pp.17-24, 1998年10月。
- 6) 小島尚人、大林成行、古田明広：衛星データ利用者のための画像特性評価情報提供システムの構築、土木情報システム論文集、Vol.10, pp.43~52, 2001年10月。
- 7) 小島尚人、大林成行：衛星マルチスペクトルデータを用いた土地被覆変化箇所の評価方法について、日本リモートセンシング学会誌、Vol.18, No.4, pp.30~44, 1999年1月。
- 8) 小島尚人、大林成行：土地分級評価における評価作業を支援するアルゴリズムの構築、土木学会論文集、No.686/VI-52, pp.145~157, 2001年9月。
- 9) Beverly A.Beckert: ASPs & Potals put engineers on the fast track, Computer-Aided Engineering, pp.26-29, 2000.6.