

多目的に衛星データを利用するためのコンテンツ開発環境

田中 里奈* 石川 千里† 高田 雅美† 城 和貴†

rina0418@ics.nara-wu.ac.jp

* 奈良女子大学 理学部 情報科学科

† 奈良女子大学大学院 人間文化研究科 複合現象科学専攻

概要

本稿では、衛星データをデータベース化してメタデータを付加することにより様々なクエリに対しての処理を行うことが可能となるようなコンテンツの一部である、リアルタイムに立体視画像を生成し、表示する Web コンテンツの機能を提案する。Web での動作をインタラクティブなものにするために Ajax を用いる。また、立体視はアナグリフ画像を生成して行う。これにより、商用や研究用などの限られた専門的な分野でしか利用されていない衛星データを一般のユーザも利用可能になる。

Developing Environment for Contents Using Satellite Data for a Multipurpose

Rina Tanaka* Chisato Ishikawa† Masami Takata† Kazuki Joe†

* Department of Information and Computer Sciences, Nara Women's University

† Graduate School of Humanities Culture, Nara Women's University

Abstract

In this report, we generate a stereoscopic vision image in real time that we can handle for various queries by compiling satellite data into a database, and adding meta data to suggest a function of the web content to display. We use Ajax to make interactive movement on the Web. In addition, the stereoscopic vision generated by a anaglyph image. The satellite data were used so far only in limited technical fields such as the business and study use, but general users can use these contents easily.

1 はじめに

宇宙開発分野の発展に伴い、これまでに約 6000 個もの人工衛星が打ち上げられてきた。これらの衛星は、高高度を飛行するため非常に広い地域を可視域とすることができるので、通信・気象・偵察衛星をはじめとし、測地衛星、資源探査衛星など多種多様の実用衛星がある。特に、地球観測衛星に搭載されたセンサを用いての地表面観測、探索技術は急速に進歩しており、大気、海洋、土地などの地球のあらゆる面についての全体的、地域的、あるいは局地的な情報を得ることが可能となっている。これらの情報は日々増え続けているため、リモートセンシング技術を用いた埋蔵資源、土地利用、環境汚染、漁場調査などの広範な応用が現実のものとなっている。

近年では、一般に普及しているパソコンの性能やインターネットの転送速度が発展し、一般のユーザに対しても観測データの提供が開始されているため、一般のユーザが衛星データを利用することが可能となっている。しかし、提供されている衛星データの量は非常に膨大であり、かつ内容が複雑であるため、専門的にデータを利用することを目的としない人にとっては敷

居が高く、倦厭されている。

そこで、一般のユーザが衛星データの処理を簡単にを行うことのできるシステムの開発が望まれている。システムでは、衛星データに対して様々な処理を行う。そこで、衛星データに対してメタデータを付加し、データベースに格納する必要がある。

本稿では、衛星データを Web ブラウザ上でリアルタイムに立体可視化画像にするシステムを開発する。なお、衛星データの対象としては、宇宙航空開発機構が 2006 年に打ち上げた ALOS と呼ばれる陸域観測技術衛星に搭載されたパンクロマチック立体センサ (PRISM) によって観測されたリモートセンシング用のデータを用いる。

本稿では、2 章において、ALOS に搭載されているセンサの概要とそれらが観測したデータの使用例について述べ、3 章において、開発するシステムの概要について述べ、4 章において、本コンテンツを用いた新たなデータ利用例を提案する。そして、5 章においてまとめと今後の課題について述べる。

表1 光学センサの主要諸元

PRISM	
バンド情報	パンクロマチック
波長帯域	0.52~0.77 μ m
地上分解能	2.5m(直下視)
ビット数	8ビット
AVNIR-2	
バンド情報	青, 緑, 赤, 近赤外
波長帯域	0.42~0.50 μ m(B)
	0.52~0.60 μ m(G)
	0.61~0.69 μ m(R)
	0.76~0.89 μ m(近赤外)
地上分解能	10m(直下視)
ビット数	8ビット

2 ALOS が搭載しているセンサ

ALOS[12] は、地球の 691 キロ上空を南北に約 100 分で周回しながら地表を観測する。地球の自転も考慮すると、46 日後に同じ場所に戻ってくることになる。ただし、センサは角度を変えながら撮影できるので、地球上のどんな場所でも 2 日以内に撮影可能となる。

ALOS 衛星画像は、財団法人リモート・センシング技術センター (RESTEC)[11] および代理店から購入が可能で、購入データの仕様にもよるが、1 シーン (35km*35km, 35km*70km, 70km*70km) を 3 万円前後で購入することができる。

ALOS に搭載されているセンサは 3 種類で、パンクロマチック立体視センサ (PRISM)、高性能可視近赤外放射計 2 型 (AVNIR-2)、フェーズドアレイ方式 L バンド合成開口レーダ (PARSAR)[11] である。表 1 は、この中の光学系センサのバンド情報と波長帯域と地上分解能とビット数を表にしたものである。マイクロ波センサである PARSAR は、観測モードを 3 パターン保持している。表 2 は、データを用いて画像として表示するのに関わってくるバンド幅と入射角範囲と地上分解能と観測幅を表にしたものである。

PRISM は、白黒の地上画素寸法 2.5m であり、前方視、直下視、後方視の 3 方向からの撮影が可能であるため、ステレオ画像として高さ方向のデータの取得に利用されている。つまり、縮尺 2 万 5 千分の 1 に相当する標高データを含む地形データを取得することが可能になるので、地形図作成に役立てることができる。AVNIR-2 は、地上画素寸法 10m の R,G,B, 近赤外による 4 バンド画像が取得可能であるため、地域環境監視等に必要な土地被覆分類図、土地利用分類図などの作成に利用されている。PARSAR は、合成開口レーダで自らマイクロ波を照射して地球を観測しているので、天候・昼夜に影響されずに観測することが可能である。このため、大地震や津波、洪水、土砂崩れなどの自然災害発生時にデータを利用し、災害による被害状況の把握が可能となり、大きな地震による隆起沈降の地殻変動状況を断彩で表した地図の製作や洪水時前後比較により冠水状況の把握に利用されている。

表2 マイクロ波センサの主要諸元

高分解能モード		
バンド幅	28MHz	14MHz
入射角範囲	8~60°	
地上分解能	7~44m	14~88m
観測幅	40~70km	
広観測域モード		
バンド幅	14MHz, 28MHz	
入射角範囲	18~43°	
地上分解能	100m	
観測幅	250~350km	
多偏波モード		
バンド幅	14MHz	
入射角範囲	8~30°	
地上分解能	24~89m	
観測幅	20~65km	

3 開発するシステムの概要

本稿では、衛星データを利用するためのシステムとして衛星データを Web で画像表示し、かつリアルタイムに立体視画像を作成する機能の構築を目標とする。開発するシステムは、衛星データをデータベース化したデータベースサーバ、Web で画像表示を行うための Web サーバ、データの処理を行うアプリケーションサーバ、Web ブラウザに表示するための GUI から成り立つ。図 1 は、開発するシステムの構成を示したものである。データベースには衛星データやその他のシステムで利用するデータを格納し、それらに対しメタデータを付加することにより、必要となるデータを取得、処理、表示するので、1 つのデータベースサーバを多目的に利用することが可能になる。

3.1 節で、データベースサーバの概要について述べ、3.2 節で、アプリケーションサーバの構築において述べ、3.3 節で、Web サーバの構築について述べ、3.4 節で、立体視画像表示機能の説明を行い、最後に 3.5 節で、立体視の方法について述べる。

3.1 データベースサーバ構築

衛星データをデータベース化する理由は、様々なメタデータを追加付加することにより様々なクエリに対して処理を行うことを可能にするためである。データベースには、一般に提供されている衛星データと、メタデータを格納してデータベースサーバとする。構築するシステムに応じてメタデータを付加する。また、PostgreSQL8.3[6] を用いてデータベースを構築する。

3.2 アプリケーションサーバ構築

アプリケーションサーバの構築において、Tomcat[5] を利用する。この Tomcat では、JavaServlet や JSP を使用した Web アプリケーションの作成と公開が可能である。アプリケーションサーバでは、データベースから受信した衛星データをアプリケーションサーバに内蔵したプログラムを用いて処理し、処理を終えたデータを Web サーバに送信する。また、複数のアプリ

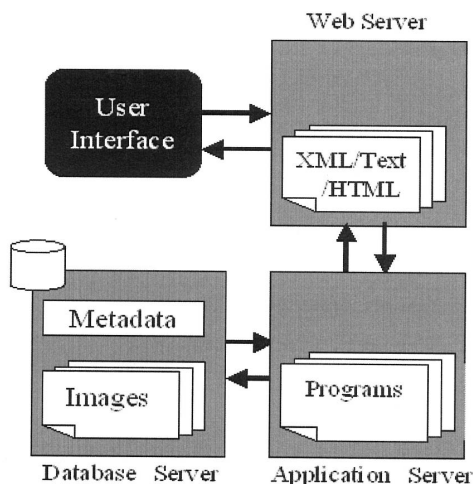


図1 システム構成図

ケーションサーバを Web サーバとつなげ、分散処理を行うことも可能なので、目的に応じて追加構築する。

3.3 Web サーバ構築

Web サーバでは、クライアントからのリクエストを受信すると、コネクタを介してアプリケーションサーバに処理のリクエストを転送する。アプリケーションサーバでの実行結果は、再びコネクタを介して Web サーバに転送され、クライアントに送信する。

Web サーバの構築において、Apache[4]を利用する。3.2節の Tomcat と連携することで、HTML などの静的な処理は Apache で、動的な処理は Tomcat でというように機能分担をすることにより、パフォーマンスの向上を図ることが可能になる。

3.4 立体視画像表示機能の概要

構築するシステムの立体視画像表示機能は、以下の事項が可能となる Web アプリケーションとする。

- 1 シーンの衛星データを画像化して表示。
- 指定した場所を中心とする画面表示への切り替え。
- ドラッグ方式を用いて、マウスで画像のスクロール。
- ツールバーを用いた拡大縮小。
- アナグリフ画像 [10] 表示。

クライアントから画像表示のリクエストが Web サーバに送信されると、リクエストはアプリケーションサーバに転送され、データベースサーバからリクエストに対応するメタデータを取得する。さらにそのメタデータを利用し、対応する衛星データが格納されたデータベースから指定された部分を取得し、アプリケーションサーバのプログラムで衛星データを画像化する。このデータベースサーバに格納するメタデータは、ツールバーでの拡大縮小率の情報である。

立体視画像表示のリクエストがあった場合も、データベースから受信した衛星データに対してアプリケーションサーバで DEM データを作成するプログラムを実行し、取得された DEM データからアナグリフ生成を行い、結果を Web サーバを通じてクライアントに送信する。尚、DEM データの抽出やアナグリフ画像生成については 3.5 節にて説明する。

今回は、PRISM が観測したデータを用いる。このデータは 1 シーンの幅が 35km*35km で、処理レベル 1B2 の CEOS フォーマット [11] で保存されている。

観測された衛星データは、まず日本測地系に補正するために国土地理院が刊行した数値地図 (fdmap)[8] とデータ画像を重ね合わせる。この処理では、fdmap から GCP (Ground Control Point: 地上基準点) を取得し、衛星データの画像からそれぞれの GCP に対応する画像基準点 (Image Control Point) を取得して、最小二乗法を用いて Affine 変換 [1] の変数を決定する。ここで、Affine 変換を行う際の再配列処理には、線形補間法 [9] を用いる。

Web ブラウザ上での立体視を行うにあたり、Web アプリケーションのアーキテクチャとして注目されている Ajax[2] を使用する。データの取得は JavaScript が XMLHttpRequest[3] というオブジェクトを作成し、非同期的にバックグラウンドで Web サーバと通信する。

Ajax を用いる理由は、ブラウザの画面遷移を発生させることなく動的に Web ページの内容を書き換えるといったデスクトップアプリケーションのような Web ページのユーザインターフェースの実現が可能だからである。Ajax を用いなかった場合、ユーザが Web ページにおいて何らかのアクションを起こし、その情報がサーバに送信されるたびにレスポンスとして新たな Web ページが返される。つまり、Web サイトにサーバから問い合わせるたびに画面遷移が発生し、新しいページへの書き換えが終了するまで、ユーザは何もアクションを起こすことができないことを意味する。それゆえ、Ajax を用いて画面遷移を行わずに情報の処理を続行することは、有意義であると考えられる。また、他に Comet と呼ばれる持続的な HTTP コネクションを使用してクライアントからの指示を必要とせずにサーバからデータを送信する Web アプリケーションのアーキテクチャも存在する。これには、クライアントがサーバ上のデータの更新を待っていて、しかも更新された場合にはすぐに反映したいという場合は通信量を減らすことができる。しかし、各通信スレッドやプロセスのメモリ消費量が大きいという欠点があるため、同期の必要性が低いアプリケーションに利用すると、利点がなくなる。本稿の立体可視化機能では、サーバとの同期を行うことを目的としないので、Web アプリケーションには Ajax のみを利用することとする。

3.5 立体視

本稿で構築するシステムの特性として、立体視が可能であるということが挙げられる。

3次元立体視に用いられる技術は様々なものがある

が、本稿では誰もが容易に見ることが可能であり、パソコンのモニターで表示が可能であることが必要なので、余色立体法とも言われるアナグリフ方式を用いる。

アナグリフ画像を作成するには、2 パターンの方法が考えられる。1 つは、投影図法にあてはまる斜投影図法を用いる方法である。これは、異なる 2 枚の画像を用いて、斜投影図を作り、高さの距離に比例した横方向の視差を与える方法である。この処理は右目用の画像である左側の画像にのみ行い、右側の画像はもとのまま青いフィルタをかけて表示させる。もう 1 つは、透視図法にあてはまる陰影法を用いる方法である。陰影図とは、太陽高度と方位を指定し、平行光線による陰影をシミュレーションすることで地形を表現するものである。多方位光源陰影図の表面に衛星画像を貼り付けたものが衛星画像を使った鳥瞰図になる。アナグリフ画像を作る場合は、作成した 2 枚の陰影図に対して、赤と青フィルタをかけ、2 枚重ねて表示させる。鳥瞰図への応用が可能なことから、構築する機能においてアナグリフを作成する方法は、陰影法を用いる。

これらの処理における高さのデータは数値標高モデル (DEM: Digital Elevation Model) [7] を用いて行う。DEM の抽出方法は 3 パターンある。1 つは、PRISM が観測した 3 枚のデータのうち 2 枚を用いてステレオマッチングを行うことによって抽出ができる。2 つは、PARSAR が観測したデータを用いてインターフェロメトリック解析を行うことによっての抽出する方法である。3 つは国土交通省国土地理院が配布している標高の数値地図をダウンロードして利用することである。本研究では、構築する機能において DEM データの作成には、データベースに保存されている PRISM のデータを用いて行う。

4 本コンテンツを用いた新たなデータ利用

2 章において、既存の利用例を紹介している。本章では、本稿で提案する衛星データの立体可視化機能を使うことによって可能となる新たな利用例を紹介する。1 つ目は、本コンテンツの立体可視化機能を用いて、現実の町を仮想立体空間に再現することである。多くのバーチャルタウンでは、開発者が任意に並べた町空間を表示している。一方、本コンテンツでは、衛星データから得られた現実の町の映像を用いて立体空間を作成している。そのため、バーチャルトラベルが可能であると考えられる。なお、このためには、PRISM より地上分解能が高いデータが必要であると考えられる。

2 つ目は、本コンテンツに含まれるデータベースに、各地域の町情報を格納し、新たなメタデータとして付加することによって、町案内図を作成することができる。衛星は一定周期で同じ場所を撮影するため、衛星データを用いることによって移転や新店舗などの情報を印刷物と比べると比較的短い時間で反映できると考えられる。さらに、この地域情報に対して、Wikipedia のようにハイパーテキスト文章を書き換えるシステムと連携させることにより、ユーザからの情報更新が可

能となり、一般的なガイドブックよりも早く新しい情報を得られる町案内図が作成できる。

5 まとめと今後の課題

本稿では、衛星データをデータベース化して様々なクエリに対しての処理を行うシステムの 1 つとして、Web ブラウザ上でリアルタイムに立体視を行う機能の開発を提案した。これには、衛星データを画像として表示し、マウスでの画像のスクロールやツールバーを用いた拡大縮小ができ、アナグリフ画像として表示させることによって、画像を立体的に見ることが可能となる特徴がある。この機能により、自分が望む場所を望んだスケールで見ることができる。

本稿で利用しているデータは、日本をいくつかに分割したデータで、1 シーン縦横 35km のデータを利用している。しかし、これは日本全土を連続して表示することができず、広範囲での任意の場所の表示はできない。そこで、今後はこれらを組み合わせて数シーンにまたがるデータも表示できる機能に改良すべきである。

謝辞

宇宙航空研究開発機構から ALOS 及び ALOS が搭載しているセンサに関する資料やデータを頂き、また、衛星データに関しての助言を頂いた村松加奈子准教授ならびに村松研究室の学生の方々に対して、ここに改めて御礼申し上げます。

参考文献

- [1] 昌達 慶仁：詳細画像処理プログラミング，ソフトバンククリエイティブ (2008)。
- [2] 漆尾 貴義：10 日で覚える Ajax 入門教室，翔泳社 (2007)。
- [3] Justin Gebtland, Ben Galbraith, Dion Almaer: 実践 Ajax, オライリージャパン (2006)
- [4] Ken Coar, Rich Bowen : Apache クックブック, オライリージャパン (2008)
- [5] Jason Brittain, Ian F. Daruvin : Tomcat ハンドブック, オライリージャパン (2003)
- [6] 浅羽 義之, 石田 朗雄, 稲葉 香理, 永安 悟史 : PostgreSQL 徹底入門第 2 版, 翔泳社 (2008)
- [7] 国土地理院 基盤地図情報 : <http://fgd.gsi.go.jp/download/>
- [8] 国土地理院 数値地図 : <http://www.gsi.go.jp/MAP/CD-ROM/cdrom.htm>
- [9] 画像データの処理と解析 (1), 資源観測解析センター (1989)
- [10] 井上 弘 : 立体視の不思議を探る, オプトロニクス社 (1999)
- [11] 財団法人リモート・センシング技術センター : <http://www.alos-restec.jp/>
- [12] だいちの目, 宇宙航空開発機構 (2007)