

宇宙探査データ視覚化の開発

p00155 松井 宏道

指導教員 久保田 あや

平成20年1月25日

1 研究の目的と手段

本研究の目的は、宇宙探査・観測研究が進み、研究成果が蓄積される中、それらをより一般社会にわかりやすく理解できるような形で提供するためのシステムを開発することを目的とし、公開されたデータを基にした可視化を容易に行えるようなモジュールを作成することにある。本研究では可視化ソフトウェアとして AVS/Express を使用し、そのソフトウェア上で動作する Spice Kernel の操作を行うモジュール群の開発を行った。本研究では実際にそれらのモジュールを用いて、2007 年 4 月 24 日に公開されたはやぶさの軌道データから、はやぶさとイトカワの位置関係を 3D で可視化するためのソフトウェアを作成し、動作の確認を行っている。

2 小惑星探査機はやぶさによるイトカワの観測

小惑星探査機はやぶさは小惑星イトカワの表面からサンプルを採取し、それを地球へ持ち帰ることを目的とし、2003 年に ISAS(宇宙科学研究本部) によって打ち上げられた [2]。はやぶさミッションは、1. イオンエンジンによる航行、2. 低推力推進機関とスウィングバイ併用による加速操作の実証、3. 光学情報を用いた自立航行によるイトカワへの接近・着陸、4. 惑星間飛行軌道からの地球へのカプセル投下・回収などサンプルリターンに必要な技術を確立することを目的としている。

はやぶさに搭載されている機器のうち、データが公開されているものは、1. レーザ高度計 (LIDAR:Light Detection And Ranging)、2. 望遠分光撮像カメラ (AMICA:Asteroid Multi-band Imaging CAmera)、3. 近赤外線分光器 (NIRS:Near Infrared Spectrometer)、4. 蛍光 X 線分光器 (XRS:X-ray fluorescence spectrometer) の 4 つであり、本研究ではこの 4 つの

機器のデータを使用している [3]。

3 使用するライブラリとソフトウェア

SpiceToolkit

Spice(Spacecraft, Planet, Instrument, Camera-matrix, Events) toolkit[1] は探査計画に必要な形状観測や科学データ解析を正確に行うために開発された関数群である。入力として Spice Kernel と呼ばれる各種データを格納したカーネルファイルを受け取り、演算処理や変換などを行う。

AVS/Express

AVS/Express とは実験・解析結果などの数値データを可視化するソフトウェアで、提供されている多数のモジュールを用いてネットワークを組むことで様々なデータの可視化を行うことができる。また、独自にモジュールを作成することで機能を追加することが可能であり、必要なモジュールを追加するだけで多様なデータの可視化を行うことができる。

4 開発

開発の手順を図 1 に示す。開発は大別して SpiceKernel を AVS 上で使用可能にすること、AVS 上でのコントロールモジュールの開発、可視化ソフトウェアの開発の 3 つを行った。

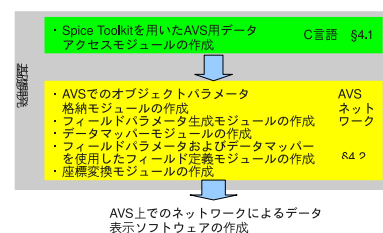


図 1: 開発の手順

4.1 C 言語による AVS モジュールの開発

Spice Kernel に含まれるモジュールを用いて、視覚化に必要な機能を AVS 上で動作するモジュールとして組み込むことで、AVS 上でのネットワーク作成のみで視覚化を行えるようにした。図 2 に示したように、このモジュールは処理に応じて Spice Kernel に含まれる多数のファイルから必要なデータを取り出し、それらを用いて演算を行い、要求されるデータを出力する。作成した AVS 上のモジュールでは、1.Spice Kernel の

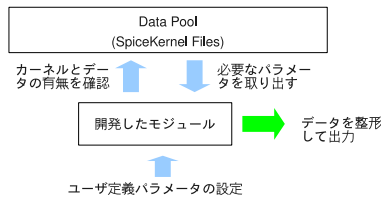


図 2: データへのアクセス

読み込み、2. 特定の天体において、ある時間における光源の幾何位置、実位置、見かけ上の位置を求める、3. 探査機の姿勢からカメラの視線方向を決定、4. フレームの変換行列の生成、5. 略歴時 (ET) と協定世界時 (UTC) の相互変換などの機能を提供する。

4.2 AVS 上でのモジュール開発

AVS 上で開発したモジュールは、§4.1 で開発したモジュールを使用して得られたデータを基にした、パラメータ定期の自動化によるフィールドの生成、フィールドへのデータのマップ、表示するオブジェクトの自動生成などの機能を提供する。このモジュールは図 3 のようなデータの操作を行う。

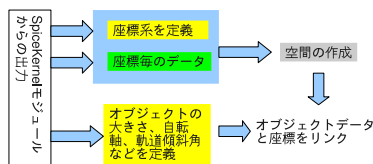


図 3: データの操作

4.3 視覚化ソフトウェアの開発

ソフトウェアは視覚化する際のパラメータやファイルを受け取るインターフェイス部分と、処理を行ったデータを基に画像を生成し、可視化結果を表示する部分に分けられる。ソフトウェア部分で行う処理の概要を図 4 に示す。

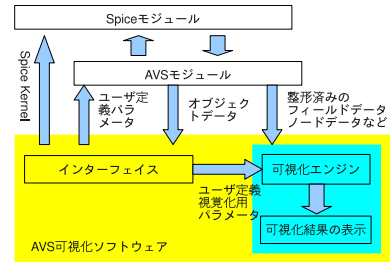


図 4: データの表示

5 ソフトウェアの動作結果

はやぶさ・イトカワの視覚化を行うためのカーネルをソフトウェアへの入力とし、表示座標系をイトカワを中心とし、太陽方向を+X、イトカワ自転軸北極方向を+Z とした座標系としたときのはやぶさ AMICA 視点で出力した画像は図 5 のようになる。



図 5: ソフトウェアの出力

6 ソフトウェアの動作確認と考察

2005年10月10日09:23:13 UTにははやぶさが実際にAMICAでイトカワの撮像を行っている。開発したソフトウェアを用いて、同時刻にはやぶさのAMICA視点で得られるであろう画像を再現し、実際に撮像された画像との比較を行った。その結果、ソフトウェアで作成した画像と実際に撮像された画像の間には大きな差異は認められなかった。今後の課題としては、実画像と出力イメージの定量的な比較を行うことと、インターフェイス部をGUIで提供できるようにすることなどがあげられる。

参考文献

- [1] <http://naif.jpl.nasa.gov/naif/>
- [2] <http://www.isas.jaxa.jp/j/enterp/missions/hayabusa/>
- [3] <http://hayabusa.sci.isas.jaxa.jp/>
- [4] はやぶさ・イトカワ可視化ツールと AMICA 機上

校正 IPSJTohoku 2006