

JASMINE シミュレーターの開発V



山田良透(京大理)、上田誠治(総研大)、桑原立(新潟大)、郷田直輝、矢野太平(国立天文台)、
他JASMINE Working Group 現所属:(株)ドリームメカニズム

人工衛星による赤外線的位置天文観測計画(JASMINE)では、観測対象から、観測機器の仕様、衛星仕様による様々な擾乱を取り入れて、最終的なサイエンスの精度を評価するための統合シミュレーターの開発を行っている。

我々は、JASMINE Simulatorの仕様計算のためのフレームワークを構築した。このフレームワークは、観測機器や衛星などのJASMINE特有の計算パーツを、情報科学の言葉で言う有向非巡回グラフのノードとして割り当て、依存性を有向グラフの「線」で表現して、グラフを構築するツールとトリガーにより依存性に沿った順序で計算を進めるためのツールである。実際の検討を進めるためには、ノードに割り当てられる計算ツールを構築する必要がある。

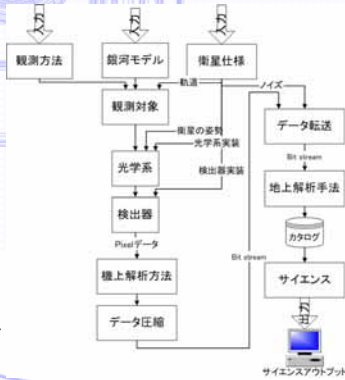


図1 仕様計算を「グラフ」で表現したもの

フレームワークに対する要求

- ここで、再度フレームワークに対する要求をまとめておく
- ・計算モジュールは拡張可能である、
- ・データタイプは拡張可能である、
- ・(既存のソフトウェアを使う場合は)オープンソースである、
- ・DAGを管理するためのGUIプログラムが提供される、
- ・platformに依存しない、

こういった大規模開発の手法は近年ビジネスプログラミングなどで大きく発展した。JASMINE Simulatorでもそういった手法を取り入れ、開発にはUML(統一モデリング言語)を用いており、これで表現したクラス図は図2に示す。

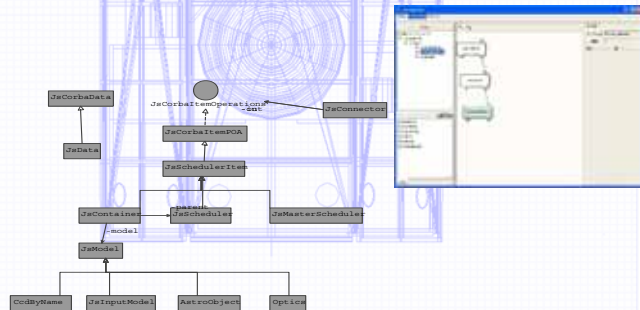


図2. JASMINE SimulatorのフレームワークのプロトタイプUML図。クラス名JsModel, JsContainer, JsConnector, and JsDataであらわされるクラスは、それぞれ「モデル」、「箱」、「線」、「データ」に相当する。右は起動画面のサンプル。

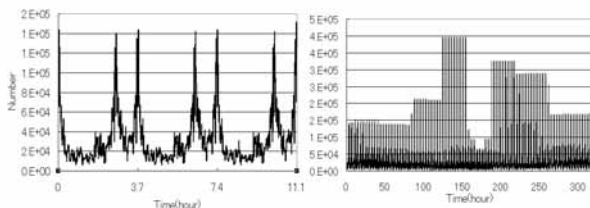


図3. 左図は、JASMINEで観測される星の数の時間変化を求めたもの。右の図は、長周期での数の変化を表したものの。(15 day)

構築中のSimulationツール

現在、以下のようなツールを構築中である。

- ・観測手法および精度評価、
- ・星像検出アルゴリズムの比較・検討、
- ・data reduction アルゴリズムの比較・検討、
- ・焦点面での星のイメージの解析、
- ・データ圧縮、
- ・観測可能な星の数、
- ・光学系の性能評価、
- ・衛星の軌道・姿勢・熱安定、

観測される星の数を数えるプログラムは既に完成している。計算例は図3に示す。Cohen(1994)のモデルに基づく。図は総数だが、星のタイプごと、等級ごとに数をかぞえることができるので、フィルターの設計やサイエンスなどにも示唆を与えることができる。

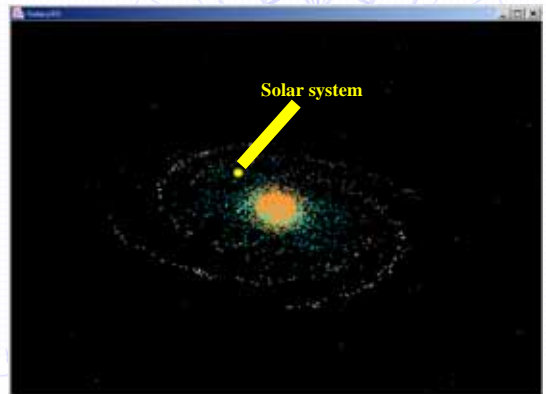


図4. 3次元的に銀河の星の様子を描いたもの。

JASMINEの生データはおよそ数Gbpsのレートで出力される。サイエンスに意味ある星像を切り出しても、10Mbps程度となる。一方太陽-地球L2点からの転送レートは最大数Mbpsであり、1/3程度に圧縮する必要がある。JASMINEなどの衛星計画では、宇宙放射線の影響で使用できるCPUなども限られたものになる。このため、地上PCなどで用いられている圧縮手法は使えず、衛星計画に適した手法を選択する必要がある。数値実験により、Karhunen-Loeve変換とGolomb-Rice符号化の組み合わせが適していることが分かった。

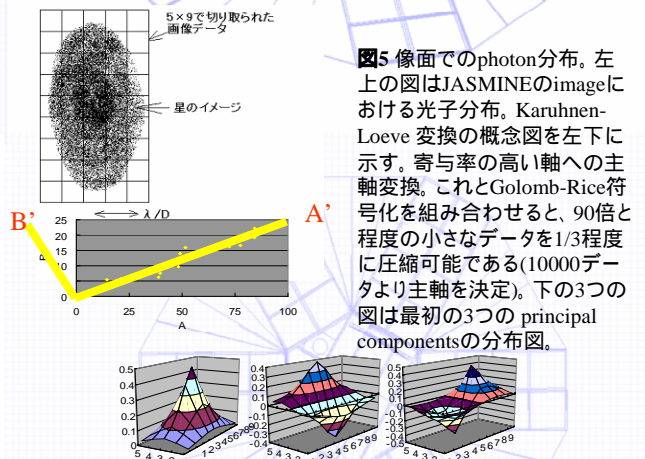


図5 像面でのphoton分布。左上の図はJASMINEのimage1における光子分布。Karhunen-Loeve 変換の概念図を左下に示す。寄与率の高い軸への主軸変換。これとGolomb-Rice符号化を組み合わせると、90倍と程度の小さなデータを1/3程度に圧縮可能である(10000データより主軸を決定)。下の3つの図は最初の3つの principal componentsの分布図。