O-11

MAXI 突発天体発見システムにおける新天体発見率向上のための画像フィッティング

Image fitting for the improvement of the detection of transient objects in the MAXI Nova-Alert System

○南波 拓也 [1], 根來 均 [2]
*Takuya Namba [1], Hitoshi Negoro[2]

Abstract : We have developed a system to analyze observation data of MAXI, Monitor of All-sky X-ray Image, and to discover transient objects quickly. The system has just been implemented with the function to analyze an enhanced X-ray image by fitting with a 2-dimensional Gaussian function, roughly representing a point spread function of the X-ray camera, in order to judge whether the event comes from an astronomical object or not (e.g., local background fluctuations). A main purpose of this study is to determine the most suitable parameters (criteria) to judge events from past data.

1. 導入

1.1 MAXI

MAXI (Monitor of All-sky X-ray Image) は, 国際宇宙ステーション (ISS) にある日本実験棟 「きぼう」 に搭載されている全天 X 線モニターである. ISS が地球を周回することで MAXI は全天をスキャン観測する. 観測データは筑波宇宙センター内の JEM 運用管制システム (OCS) へと送られる. OCS へ送られたデータは筑波宇宙センター内の MAXI 運用室, 理化学研究所, 日本大学の順に送られ, その各機関で MAXI-DB と呼ばれるデータベースに保存される.

1.2 突発天体発見システム

突発天体発見システムとは, 突発天体 [3] を検出, 速報する為に我々の研究室で開発をしているシステムである. 本システムは主にノバサーチとアラートシステムと呼ばれる 2 つのシステムで構成されている. ノバサーチは MAXI-DB に送られたデータを読み込み, リアルタイムで解析, 描画を行う. 解析の結果, 設定した閾値を超えたデータをアラートシステムへ送信する. アラートシステムでは受信したデータを集約し, 再解析を行う [1]. その結果, 本物の天体現象だと判断されれば, フラッシュレポートというウェブインターフェースにその天体の情報が表示される. そして MAXI チームがその情報から突発天体だと判断した場合, 世界へ速報される. 突発天体の中でもガンマ線バーストは 1〜100 秒程度で終わる現象なので, MAXI で検出したあと素早く追観測するためにこのような速報システムが必要になる. しかし, 今まで本システムで検出したイベントの約 8 割は天体以外のバックグラウンドのゆらぎによるイベントであった. そこで, 天体起源のイベントの検出率を上げるための手段がアラートシステムでのフィッティングである.

2. フィッティングによるイベントの判断

観測データが突発天体のものであるかを判断するために, アラートシステムではフィッティングを行っている. この機能は 2010 年修了の三好翔によりアルゴリズムが開発され [2]、2014 年修了の福島康介によってアラートシステムに実装された [3]. MAXI の観測データにおける天体の空間強度分布は, スキャン方向 に三角山の形, スキャン方向と垂直な方向に正規分布に近い形になっている [4]. そこで, アラートシステムでは以下の 2 次元正規分布の式で観測データを近似してフィッティングを行っている.

$$f(x,y) = a\exp\left(-\frac{(x-x_0)^2+(y-y_0)^2}{2{\sigma_G}^2}\right)+b \tag{1}$$

(1) 式の a はカウント数を規格化する値, x_0, y_0 は天体の中心座標, σ_G は分布の広がりを示す正規分布の標準偏差, b はバックグラウンドの平均である. 空間強度分布に対してフィッティングを行うことで a, x_0, y_0, σ_G, b を求める. フィッティングは gnuplot の最小二乗法により行っている. 本研究では, 天体をフィッティングした場合のそれぞれのパラメータの統計をとることで, 突発天体発見に最適な値を探っていく.

---

[1]：日大理工・院（前）・物理
[2]：日大理工・教員・物理
[3]X 線新星やガンマ線バーストのような突然輝きだす天体

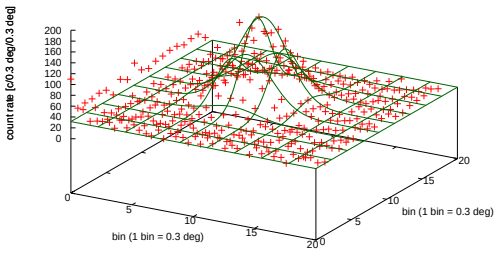

Figure 1 X-ray image of the intensity distribution. Photon counts (red points) and a fitting result (green lines).

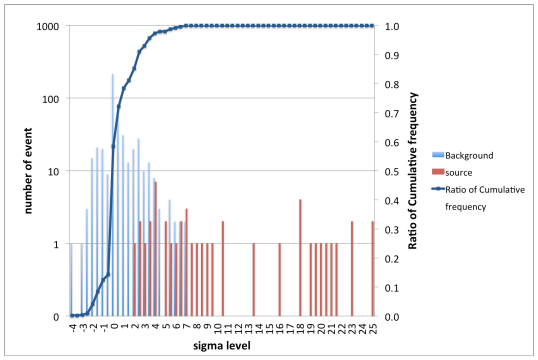

Figure 2 Distribution of the significance of fitting parameter a of Eq (1) (see text).

3. フィッティング結果の統計

2015 年 10 月 2 日から 2015 年 10 月 27 日 の約一ヶ月間のデータをアラートシステムに読み込ませ, イベントのフィッティングをした. 結果, 100 件の天体起源のイベントと 488 件のバックグラウンドによるイベントが検出された. ここでは, 100mCrab 以上で既知天体から 1 度以内のイベントを天体起源のイベント, それ以外をバックグラウンドによるイベントとしている. イベントのフィッティング結果から (1) 式の a の有意性 ((1) 式の $a/(a$ のエラー)) を求め, 分布図にしたのが Figure 2 である. Figure 2 より, a の有意性は天体起源のイベントでは 1.5 以上と分かる. a の有意性が 1.5 以下のイベントを除くことで約 78 % のバックグラウンドによるイベントを排除することができる. また, 天体起源のイベントの検出率は 17 % から 42% に向上することが出来る. このようにフィッティング結果のパラメータの統計から, 天体起源のイベントとバックグラウンドによるイベントを分ける値を探っていく.

4. まとめと今後の課題

ここでは, 一ヶ月分の観測データのフィッティング結果の統計をとったことで, 天体イベントとバックグラウンドによるイベントを, (1) 式の a の有意性に注目することで天体起源のイベントの検出率を 42% まで向上することができた. これからは, それ以外で天体の検出率を上げられるパラメータを探っていく. 例えば, 天体をフィッティングした場合、分布の広がりを表す (1) 式の σ_G^2 は, MAXI の PSF の影響で 1.5 程度になるはずである. このような, MAXI が天体を観測した際の期待される値を手がかりにフィッティングの統計結果を評価していく, そして, 実際にアラートシステムで突発天体を検出することが目標である.

5. 参考文献

[1] 諏訪文俊, 日本大学大学院 理工学研究科 物理学専攻 修士論文, 2011

[2] 三好 翔, 日本大学大学院 理工学研究科 物理学専攻 卒業論文, 2007

[3] 福島康介, 日本大学大学院 理工学研究科 物理学専攻 修士論文, 2014

[4] Mihara, T. et al., 2011, PASJ, 63, 623 - 634