

O-21

MAXI-DB (Monitor of All-sky X-ray Image database) の最適化 Optimizing the MAXI-DB (Monitor of All-sky X-ray Image database)

○浅田真¹ , 根来均²*Masato Asada¹, Hitoshi Negoro²

Abstract: MAXI, Monitor of All-sky X-ray Image, is an X-ray observatory which observes all the sky in X-rays from the International Space Station. The data of MAXI are analyzed for each X-ray event by the MAXI database system, MAXI-DB, and saved into the database. It takes, for instance, 20 - 30 minutes to retrieve past 20 - 30 days data from MAXI-DB to analyze the data. Here, we have been trying to improve access database performance in the following three ways. The first is the use of the solid state drive, SSD, instead of the hard disk drive, HDD, as the storage media, which makes the retrieve time about three times faster. The second is the use of a clustered index function of the database, which is found to give a better performance only for a small number of data. The third is the use of cache, which must reduce access times to the database and is expected to improve the performance greatly.

1. 序

本研究は MAXI-DB と呼ばれるデータベース (DB) の検索速度を高速化である。手法としてハードウェアレベルとソフトウェアレベルの高速化を行っている。

2. MAXI

宇宙には、X線を放射する高エネルギー天体が数多く存在する。X線を観測することにより、その天体の正体（ブラックホールや中性子星など）や、高速ジェット放出などの現象を知ることができる。しかし高エネルギー天体は X線強度の変動が激しく、いつ起こるか予測できないので、絶えず全天の監視が必要である。そのために開発されたのが、国際宇宙ステーション「きぼう」に搭載されている全天監視装置（MAXI: マキシ）である [1]。

3. MAXI-DB (MAXI-database)

MAXI-DB は、日大と理化学研究所で開発した、MAXIで観測したデータを地上で処理するシステムである。同システムは、常時 MAXI から送られてくる観測データを X線イベント毎に解析し時刻・飛来方向・エネルギーを求める。この結果は突発天体発見システム等に送信され PostgreSQL で管理している DB に保存される。また、同システムには突発天体発見システムからの過去データの問い合わせに対し、データの転送を行う機能も有する。

4. 突発天体発見システム

本システムは MAXI の主目的の 1 つである突発天体を発見するために、我々の研究室で開発された。

本システムは SQL を利用して DB から過去のデータを読み込み再解析が可能である [2]。

5. 研究目的

約 3 年間におよぶ MAXI の観測データは MAXI-DB によって管理されている。データ解析等でデータの検索を行うとき、一般的に要求するデータ量に比例して処理時間が長くなる。数秒間分の短いデータでは検索を数秒で行われるが、数日間を越える長いデータを検索すると数 10 分以上の時間がかかる。本研究は、MAXI-DB の処理時間を短くする為にボトルネックとなる原因を究明し、以下に示す研究に対して最適な検索環境と条件を求める。

1. 観測データの再解析

運用開始後も突発天体発見システムは改良が行われ [2]、運用当初には発見出来なかつ暗いイベント (1日積分の検出限界で 15mCrab) の検出等が可能になった。現在、最新のシステムで過去の観測データを再解析する準備をしている。しかし、DB から全データを解析するデータ送信に半年ほどかかると見積もられ、DB のデータ検索の性能を上げることで、再解析をより効率的に行えるようになる事が期待できる。

2. MAXI アーカイブの作成

赤外線天文衛星「あかり」の天文DB は約 130 万天体の大規模なカタログの観測データを管理している一方、MAXI では X線の光子毎に観測データを管理しているため、あかりの DB と比較して 10-100 倍の約 100 億件のデータが DB のテーブル内に格納されている。

1 : 日大理工・院 (前) ・物理 2 : 日大理工・教員・物理

MAXI-DB は、数日分のデータを要求するのに数 10 分以上の処理時間がかかる。より早い処理時間で一般公開ができるように検索速度の高速化をしている。

6. 高速化の方法

DB の検索効率を測定するため 2 ヶ月分の観測のデータを記憶媒体に挿入し、1 日分のデータを取り出すのにかかる処理時間を測定した。検索条件は中性子星連星の 1A 1742-294 の周辺 ($0.4 \sim 12.8^\circ$) のイベントである。

1. 記憶媒体による高速化

DB に用いる記憶媒体が HDD と SSD で検索速度が異なるか比較した。結果、HDD は約 10 秒、SSD は約 3 秒で検索を行った。この例では約 3 倍の高速化が SSD で行えた [3]。 (Fig.1) しかし、HDD、SSD 共に 2000 ~ 5000 件を境に検索数の増加に伴い遅延が起き、約 10 万件辺りでは共に約 20 秒の検索時間になる傾向が確認できる。この現象が共に起きているので、記憶媒体に依存しない原因が考えられ、現在究明中である。

2. インデックス機能による高速化

PostgreSQL には検索キーとデータのポインタで構成されるインデクステーブルを作成し、検索を行う機能がある。通常の検索では DB 内の全データにアクセスし、検索条件と一致するかの判断を行う。この機能を用いると、初めにインデクステーブルで条件と一致するデータを求めるので、効率的なアクセスで処理できる。しかし、MAXI-DB のようにデータ量が膨大な DB ではアクセス数が多くなり遅延が起きる。そこで、膨大な DB は付属機能のクラスター化を用いることで、データをシーケンシャルにアクセスし高速に検索が出来る。

Fig.1 において、インデックス機能は検索データの増加に伴い遅延が起きている。アクセス数が多くなった事で起きる遅延が確認できる。2000 ~ 5000 件からは機能無しと同じ早さで検索を行っているが、これはシステム上で機能無しで検索した方が早いと判断され、機能無しと同じ検索を行ったからである。

クラスター化インデックスではシーケンシャルにアクセスしているので数秒と高速である。しかし、2000 ~ 5000 件を越えると HDD では約 2 万秒、SSD では約 1000 秒と急激に検索時間が遅くなる現象が確認できた。この現象が起きる原因は調査中である。

3. キャッシュによる高速化

解析を行う CPU にはキャッシュと呼ばれる高速メモリがある。DB でデータの検索を行う際もデータは

キャッシュ上に読み込まれる。キャッシュ上にデータ読み込みの際、コンピュータは 1 つのデータだけでなくアドレス上に隣接する複数のデータも同時に読み込む。なので、DB のデータを媒体中に連続で入れる事でキャッシュを有効に活用し高速化できると思われる。

DB にデータを挿入する際に 1 イベント毎に挿入し記憶媒体内に保存したデータと、1 日分毎に挿入をしたデータを用意して検索速度を測定した。結果、1 イベント毎は約 400 秒で検索を行い、1 日毎は約 40 秒で検索を行った。これから、データを連続して保存する事で高速化が可能と考えられるので、更に高速検索を行うデータの入れ方を模索中である。

4. DB のパラレル化による高速化

Pgpool-II と呼ばれる PostgreSQL 専用のミドルウェアがある。このソフトを用いると Postgres でパラレルクリエを行える [4]。MAXI-DB には Postgres を用いているので、この機能を使い負荷を分散させ高速化が可能か測定を行っている。

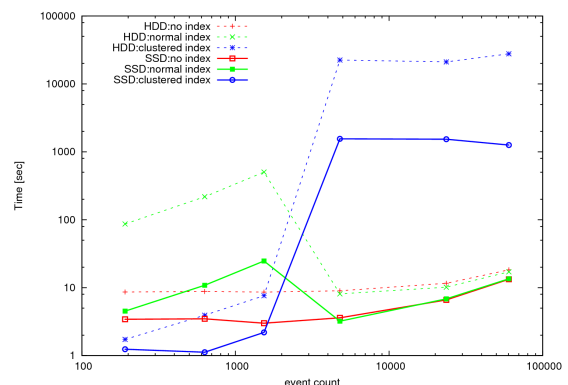


Figure 1. Data retrieval time for the number of data of the neutron star binary 1A 1742-294 in using the HDD and SSD.

7. 参考文献

- [1] 理化学研究所 MAXI, <http://maxi.riken.jp>
- [2] 斎藤裕紀 2008, 三好翔 2009, 小澤洋志 2010, 諏訪文俊 2011, 日本大学大学院 理工学研究科 物理学専攻 修士論文
- [3] 浅田真 日本大学理工学部学術講演会, 2011
- [4] Pgpool-II <http://pgpool.projects.postgresql.org/pgpool-ii/doc/pgpool-ja.html>