

O-30

SSD を用いた MAXI-DB (Monitor of All-sky X-ray Image database) の高速化 Fast data acquisition with SSD from 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 ISS (International Space Station). The data of MAXI are analyzed for a each X-ray event by the MAXI database system (MAXI-DB), and saved into the database. The MAXI-DB also transfers the data to a nova alert system. It takes however as much as 20 - 30 minutes for the alert system to retrieve past 20 - 30 days data from MAXI-DB. Here, we have used the solid state drive (SSD) instead of the hard disk drive (HDD) as the storage media, and confirmed that retrieval speed of the SSD is 10 to 100 times faster than that with the HDD.

1. 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変動が激しく、千載一遇の観測のチャンスを逃さないためには、絶えず全天を見張る監視が必要である。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」に搭載される全天監視装置（MAXI: マキシ）である。

2. 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。MAXI-DBは、常時 MAXI から送られてくる観測データを X線イベントごとに解析し、突発天体発見システム等に解析データの送信を行い、データベース (DB) に保存する。また、同システム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。

3. SSDを用いた高速化

突発天体発見システムから、過去データ要求の際、20~30日分の大量のデータが要求される時がある。この時、DB 検索に約 20~30 分の時間がかかっている。突発天体発見の際に、より速く世界に向け解析データを速報する為に、検索を高速に行う必要がある。

MAXI-DB は、スキャン観測で得られたデータは時刻順でデータを保存しているため、同じ天球領域のデータは記憶媒体内で分散して保存されているそのため、天球の一定範囲の情報を検索する時は、分散したデータを取り出す。MAXI-DB の記憶媒体には HDD

が使われているので、分散したデータを取ると、HD の磁気ヘッドの種加時間（シークタイム）と円盤回転時間（サーチタイム）の影響を受け、1 イベント辺りに数 m sec の時間がかかる。SSD は HDD と比べ、シークタイム・サーチタイムなどの物理的な種加時間が無いので、1 イベント当たりのリードタイムが数 100 μ sec と非常に短い。そこで、記憶媒体に SSD を用いて、DB 検索が高速化するかを評価した。

4. クラスタ化インデックスを用いた高速化

DB の検索高速化技術にインデックス機能とクラスタ化インデックス機能がある。MAXI-DB では原理上不向きで、使用していないが、MAXI-DB をアーカイブ化した時には有用な機能なので、アーカイブ化に向けて性能の評価をした。

DB はデータが記憶されているテーブル（データテーブル）を検索して目的のデータを見つけるこの方法ではテーブルデータの全データを調べるため時間がかかる。ここで、検索時に用いる検索キーワードで、予め検索キーワード（インデックス）とデータの場所（アドレス）でテーブル（インデックステーブル）を作成する。先にインデックステーブル調べることで、必要なデータのみを取りに行けるため、データテーブル全てを検索しなくて済み、高速に検索が出来る。運用中の MAXI-DB では、スキャン観測された時刻順でデータを保存しているため、同じ天球領域のデータが HDD 内で分散して保存されている事と、データ量が膨大なので、HDD のシークタイム・サーチタイムの影響を大いに受けてしまい高速に検索出来ないで使用していない。

1 : 日大理工・院(前)・物理
2 : 日大理工・教員・物理

インデックス機能は、データが分散して保存されている時、検索速度が遅くなる。そこで、データテーブルのアドレスをインデックステーブルにそって並べ直す(クラスター化)のがクラスター化インデックスである。これにより、シークタイム・サーチタイムの影響が減り、高速に検索が出来る。MAXI-DB に不向きな理由は、クラスター化において、新たなデータが DB に加わったとき再クラスター化を行わなければならないので、随時データが増えていく MAXI-DB では細工クラスター化が出来ないからだ。

5. 実データを用いた観測

試験に用いた DB のテーブル各々には、MAXIで観測した 1 日分のデータが保存してある。テーブルには時刻・ID・飛来方向・X線強度などの要素があり、時刻と ID で特定のデータを識別する主キーを形成している。以下に測定に用いたテーブルの特徴を示す。

- normal : 現在使われている MAXI-DB と同じテーブル構造
- index : normal に対して、(赤経, 赤緯)の複合インデックスを加えた構造
- cluster : index に対して、(赤経, 赤緯)の複合インデックスでクラスター化した構造

明るさが異なる天体毎に天体周辺の X線イベントを取り出すのにかかる時間を、検索半径を 0.5~6.0 度まで 0.5 度ずつ変化させ測定した。

Table 1. Equipment information

HDD	Maker	HITACHI
	Product Family	HGST HDS722020 ALA330
	RAID	5
	Search time	4 ms
SSD	Maker	SUPER TALENT
	Product Family	RAID Drive GS
	RAID	0
	Access time	0.1ms
DB	PostgreSQL-9.0.1	

6. 測定結果

以下に、数 100m Crab 天体として取り上げた超新星残骸 Cas A の結果を示す。Figure1 は記憶媒体に HDD

を、Figure2 は SSD を用いた結果である。

HDD において、現状の検索方法では約 100 sec で検索を行っているのが確認できた (Figure.1)。インデックス機能を用いると、検索時間が検索数に伴い急激に増加し、5000 件を越えると、インデックスを用いた方が遅くなるのが確認できる。しかし、クラスター化する事で、高速に検索を行っている。

SSD は、HDD と比較して 10~100 倍速く検索を行っている (Figure.2)。しかし、インデックス機能は HDD 同様に検索数増加に伴い検索の効率が悪化している。クラスター化する事で高速に検索しているが、HDD のクラスター化と同等の速度である。

この結果を踏まえて、アーカイブにはクラスター化した HDD を使い、運用中の MAXI-DB には SSD を使うことを検討している。

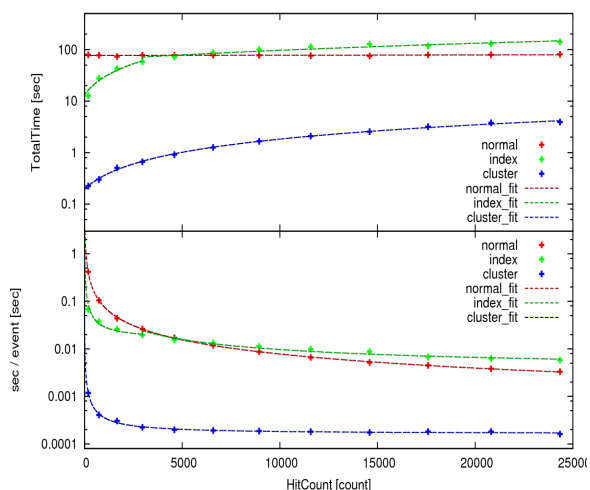


Figure 1. Data retrieval time for the number of data of the supernova remnant Cas A in using the HDD.

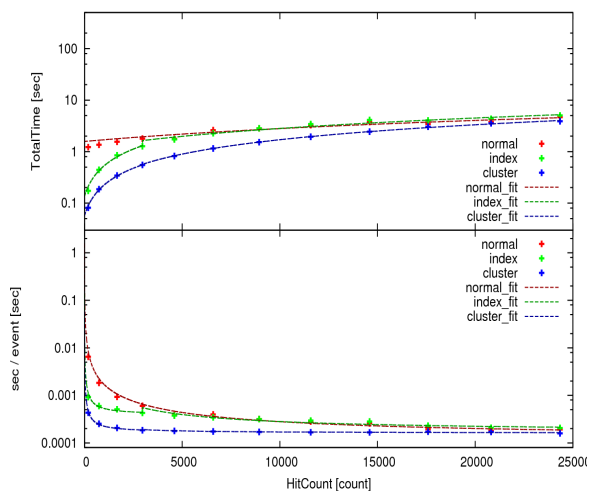


Figure 2. SSD case (see figure1).