

MANAGEMENT OF ARCHIVE DATA IN KEKB ACCELERATOR CONTROL SYSTEM

Tatsuro Nakamura, Kazuro Furukawa
High Energy Accelerator Research Organization (KEK)
1-1 Oho, Tsukuba, Ibaraki, 305-0801, Japan

Abstract

KEKBLog is the data archiving system used in the KEKB Accelerators. Currently it monitors more than 100,000 channels and accumulates more than 4GB data per day. Almost all of the archive data from the beginning of the commissioning are kept. Especially the data since 2004 are kept online. To maintain the increasing data, we have added inexpensive NAS (Network Attached Storage) several times for these years. To provide the historical information of the archiving channels to the users, the Catalogue files have been introduced. Management of archive data in KEBBLog and details of the Catalogue are reported.

KEKB加速器制御システムにおけるアーカイブデータ管理

1. はじめに

KEKB加速器ではKEKBLog^[1]と呼ばれるアーカイブシステムによって、主要な制御点を常時モニターしてその値を記録・蓄積している。このように記録されたデータ（アーカイブデータ）は、データの相関を調べる事などで加速器の性能向上に役立っているだけでなく、長期間の履歴を追う事にも使われている。そのためほぼ全てのアーカイブデータはKEKBの運転開始以来保管されていて、必要に応じて参照できるよう整備している。特に2004年以降のデータはオンライン状態にあり、いつでも読み出すことができる。KEKB加速器では各種装置の追加や運転の高度化に伴い記録量は年々増大する傾向にあり、現在は100,000点以上をモニターし、1日当たり4GBを越えるデータを蓄積している。

KEKBLogでは長期間の安定稼働を目指すと共に、年々増加するアーカイブデータを効率よく管理・保守する事にも重点を置いて運用している。そのためにアーカイブ専用のサーバーとストレージ装置を導入するなどのハードウェアの整備や、カタログと呼ばれるファイルを用意して検索の便宜を図るなどのソフトウェアの整備を行なって来た。

以下では主にデータ管理の面からKEKBLogの現状を報告する。

2. システム構成

KEKB加速器の制御システム^[2]はEPICS¹を基盤としているためKEKBLogもまたEPICSのCA (Channel Access)プロトコルを利用してデータ収集を行なうシステムになっている。モニターしている制御点はEPICSではチャンネルと呼ばれ、名前で参照される。

KEKBLogの中核にあるのはデータ収集を担う

kblogプロセスと、データを読み出すためのkblogrdコマンドである。アプリケーションプログラムからの読み出しは全てこのkblogrdコマンドを通じて行なっている。

KEKBLogを稼働させるためのハードウェアは何度かの変遷を経て来た。図1は現在のシステム構成を示している。データ収集には専用のLinuxサーバー3台を割り当てている。全てのkblogプロセスはこのうちの1台で走っていて、残りの2台は予備機である。予備機の少なくとも1台は障害に備えて即時にkblogプロセスを起動できるよう待機させている。

一方、データの読み出しを行なうのは専用の計算機である必要はない。KEKB加速器の制御・運転用の主な計算サーバー/ワークステーションにはLinux、HP-UX、Macintosh (PowerPCおよびi386)、Alpha/Tru64 UNIXが使われているが、これら全てでkblogrdコマンドを直接実行できるようにしている。

3. データ収集

KEKBLogでは複数のkblogプロセスを稼働させてチャンネルを分担してデータ収集を行なっている。これは運用上の便宜が主な理由だが、一つのkblogプロセスが扱えるチャンネル数の制限（最大32767）にもよる。一つのkblogプロセスが受け持つチャンネルの集合はサブグループと呼ばれ、現在37のサブグループがある。

アーカイブデータはlog1, log2と呼ばれる二種類の形式のファイルに記録される。log2ファイルはデータ本体であり、モニターされた値が時刻と共に順に書き込まれる。大部分のチャンネルは値が変化した時だけ記録するようになっている。log2ファイルにはこのほかMilestoneと呼ばれる全チャンネルのスナップショットも一定間隔で記録される。一方log1ファイルにはチャンネルの情報や索引が記録される。索引はMilestoneの時刻とファイル上の位置の対応表であり、

¹ <http://www.aps.anl.gov/epics/>

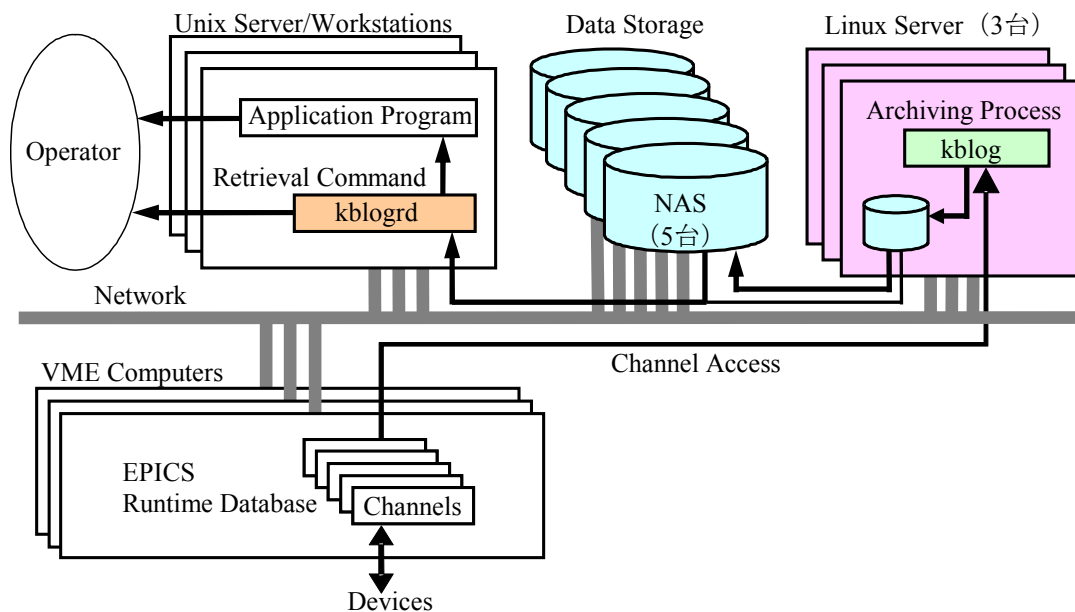


図1：KEKBLogのシステム構成

読み出しの際に頭出しの高速化に利用される。

kblogプロセス毎にlog1, log2ファイルはそれぞれ一つずつ生成される。生成されたファイルはkblogプロセスが終了した時点で閉じられ、その後は二度と追記される事も書き換えられる事もない。実際の運用ではlog2ファイルが大きくなる(2040MBを超えるか30日経過する)と自動的にkblogプロセスを一旦終了し、すぐ再起動して新しいlog1, log2ファイルが作られるようにしている。表1にデータ収集量をまとめた。収集量はlog2ファイルのサイズを基にしている。log1ファイルは通常log2ファイルに比べ非常に小さいので無視できる。

4. アーカイブデータの保管

データ収集用の各Linuxサーバーは400GB+400GB

表1：KEKBLogのデータ収集量

区分	サブグループ数 (*1)	チャネル数 (*1)	データ収集量 (*2) [GB/day]
RF	2	8643	0.45
Magnet	4	61634	0.36
Vacuum	6	5954	0.38
Beam Monitor	10	6326	2.27
Beam Transport	3	9288	0.26
Injector Linac	6	8394	0.39
その他	6	1686	0.24
合計	37	101925	4.35

(*1) 2008年6月末の時点での値

(*2) 2008年5~6月頃のサブグループ別の平均を積算

のRAID1ディスクをローカルに持っており、kblogプロセスが収集したデータは一時的にここに記録される。その後データはおよそ1~2か月に一度の頻度で長期保管用のストレージ装置に移される。ストレージ装置には安価なNAS (Network Attached Storage) を使用し、これまでデータ量の増大と共に増設を行なって来た。現在までに5台のNAS (うち1台は増設ディスク装置を併設) を導入した。幸いにも近年のハードディスクの技術向上は目覚しく、アーカイブデータの増大率よりもディスク容量の増大率が上回っているため、NASの増設のペースは下がる傾向にある。

最も新しく導入した4.2TBのNASに対し制御用サーバー計算機からファイルを読み出す速度を測ったところ、2040MBのファイルをシーケンシャルに読むのに要した時間は約30秒であった。実用上問題無い速度である。実際にkblogrdコマンドによる読み出しではCPU処理時間の寄与の方が支配的である。

アーカイブデータのバックアップにはKEKの計算科学センターにある大容量記憶システムHPSS (High Performance Storage System) を利用している。データの性格上、一度作られたファイルは変更される事がないため、バックアップ作業は増加分のファイルをコピーしていくだけで済む。

5. カタログ

5.1 カタログの導入

KEKBLogでは個々のlog1, log2ファイルのペアの中だけで情報が完結しており、それが置かれているディレクトリとファイル名だけを頼りにアーカイブデータへのアクセスが可能となっている。このように全体を管理するようなファイルもサーバーも必要のない単純な構造になっているため、アーカイブ

データの保守は楽である。その反面、過去に遡ってどのチャンネルがいつからいつまでデータ収集されていたか、それはどの時期のファイルに含まれているかといった情報を検索するのは容易ではない。原理的にはlog1ファイルを順に当たっていけば情報を得る事はできるが、非常に効率が悪い。

そこで過去から現在に至るデータ収集チャンネルの状況をlog1ファイルから抽出して集めたファイルを作るようにした。このファイルをカタログと呼ぶ。カタログはサブグループ毎に一つ作られ、そのサブグループに登録されているチャンネルに追加や削除があった時に更新（再生成）するようにしている。

5.2 カタログの構造

カタログはテキストファイルである。図2はその内容の例である。最初にファイルリストの部があり、その後にチャンネルリストの部が続く構成となっている。どのファイルにはどのチャンネルが含まれているかといった、ファイルとチャンネルの対応関係はキー番号と呼ばれる番号で結び付けられている。ファイルリストの部ではlog1ファイルの一つ一つにキー番号が一つずつ付けられている。一方、チャンネルリストの部では一つのチャンネルに一つ以上のキー番号が対応していて、それらのキー番号を持つファイル全てにそのチャンネルが含まれている事を示している。

ファイルリストの部では参考情報（動作モード、内部基準時刻、終了時刻）も内部形式のまま付記されている。ちなみに開始時刻はファイル名に「年月日時分秒」の形式で埋め込まれている。チャンネルリストの部ではチャンネル名に加えてチャンネルの型と長さ（配列の場合2以上になる。）も併記されている。

5.3 カタログの利用

カタログはテキストファイルであるため可読性があり、SADやPythonといったスクリプト言語からも参照が容易である。カタログの利用方法には、アプリケーションプログラムからカタログを直接読んで使う方法のほかに、カタログを読むためのPythonのライブラリーモジュールも用意している。また、検索コマンドも用意した。このコマンドはチャンネル名で検索してそのチャンネルを含むファイルのリストが得られるもので、そこからデータ収集期間も判る。

6. まとめ

KEKBLogではアーカイブデータの増加に対し安価なNASを増設するという単純な手段で対応して来た。全体を管理するファイルもサーバーも無く、ただデータファイルが増加していくだけという単純なシステムである事も運用の省力化の面で有利である。その一方で全体を俯瞰する情報が容易に得られないという欠点があり、これを補うためカタログを導入した。カタログは既存の情報だけから作られる二次的なファイルのため保守は容易であり、アーカイブデータの利便性を高めるのに大いに役立っている。

参考文献

- [1] T. T. Nakamura et al., "Data Archiving System in KEKB Accelerators Control System", Proceedings of the 10th ICALEPCS, Geneva, Oct. 10-14 2005
- [2] Tatsuro Nakamura, et al., "Status of KEKB Accelerators Control System in 2006", Proceedings of the 3rd Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, Sendai, Aug. 2-4, 2006

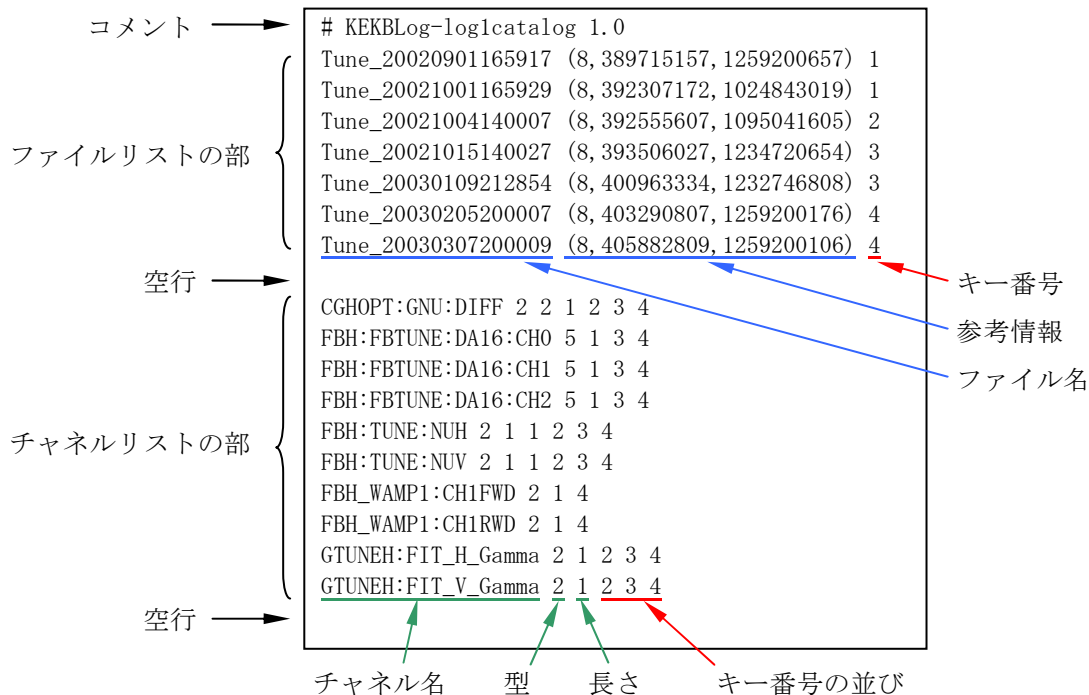


図2：カタログの例（説明のため実際のものとは異なる。）