

High Speed Data Acquisition Test of EPICS Channel Archiver

S.Yoshida^{1,A)}, M.Takagi^{A)}, N.Kamikubota^{B)}, K.Furukawa^{B)}, N.Yamamoto^{B)}, J.Chiba^{B)}, T.Katoh^{B)}

^{A)} Kanto Information Service (KIS)

8-21, Bunkyo, Tsuchiura, Ibaraki, 300-0045

^{B)} High Energy Accelerator Research Organization (KEK)

1-1, Oho, Tsukuba, Ibaraki, 305-0801

Abstract

The archive of accelerator devices is important for accelerator controls. We have introduced a standard data-archive tool, "Channel Archiver (V2.1.2)", which has been used widely in the EPICS community. We have made feasibility studies on Channel Archiver to archive waveforms at a high data-acquisition rate of 25-50 Hz. Experimental results and discussions are given in this report.

EPICS標準のデータ履歴システムの高速度データ収集試験

1. はじめに

J-PARC (Japan Proton Accelerator Research Complex) 入射用陽子リニアックの60MeVまでの初段部 (通称「60MeV」) は、KEKで建設され、2002年から2004年までMEBT/DTL1ビームコミッショニングを行いました^{[1][2]}。ここで開発されたプロトタイプ制御システム^[3]は、EPICS (Experimental Physics and Industrial Control System) で構築されています。EPICSは、分散型のリアルタイム制御システムを開発するソフトウェアツールキットです。90年代はじめにANLおよびLANLで加速器を対象に開発が始まり、現在ではKEKBなどの多くの大型加速器施設で採用されるに至っています^[4]。J-PARC制御システムも、EPICSをベースに開発を進めています^[5]。

EPICS環境でのデータアーカイブツールとして、1999年頃からLANLでChannel Archiver^[6]が開発されました。KEK60MeV陽子リニアックでは、2003年10月にChannel Archiverを導入し、様々な加速器機器データのアーカイブを行っていました。この際のアーカイブ更新頻度は1Hzでした^[7]。ビームコミッショニング活動を続けるうち、将来25/50 Hzで入射されるビーム波形のデータ収集を行いたいとの要望が出ました。これに対応し、Channel Archiverで要望のような高速データアーカイブが可能であるかどうかの試験を行ったので、結果を報告いたします。

2. アーカイブシステムの概要

図1で示すように、Channel Archiver はIOC²からの加速器機器データをArchive Engineを使用してアーカイブします。Archive Engineはアーカイブレコード名やアーカイブ更新速度などを定義したxml形式のconfig fileを用意することで動作します。データの流

れとしては、IOCで更新されたデータ (本試験では25/50Hzの波形データ) をネットワーク経由でアーカイブを行い、Storageにデータが保存されます。

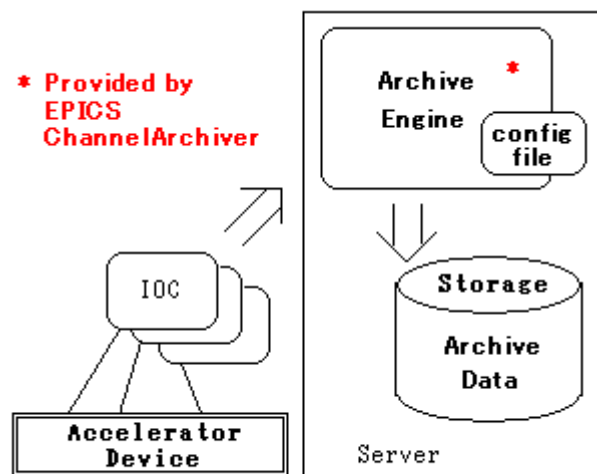


図1 アーカイブシステムの概念

3. 高速アーカイブ試験

3.1 試験用アーカイブシステムの概要

図2には、今回の試験のために整備したアーカイブシステムのハードウェア構成を示します。Archive Engineは、Archive Server機で走ります。IOCには、VME (Force 6750, Advanet 7501) 計2台、Linux IOC 1台の3種類を用意しました。Linux IOCには、ごく普通のデスクトップPCを利用しました。これらの計算機仕様は表1にまとめてあります。ネットワークはシンプルに1台のCisco switchを通

¹ E-mail: syoshida@post.kek.jp

² IOC = Input Output Controller, EPICSの用語で機器とのFront-end interfaceを指す。

し接続しています。このCiscoをSNMPでモニターすることで、試験時のネットワークトラフィックを測定できます。

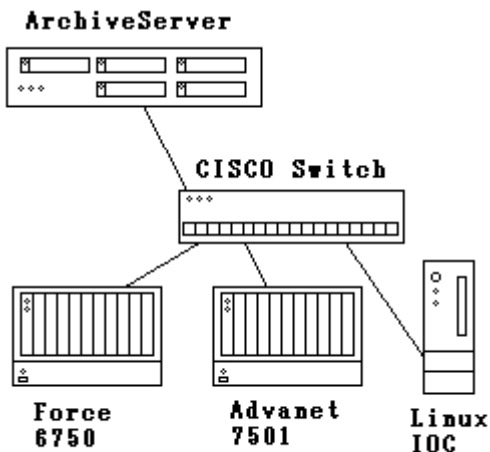


図2ハードウェア構成図

表1には、使用した計算機のOSおよびEPICS versionを合わせて示しています。IOCのうちVME 2台には、Windriver社のreal-time OS (VxWorks)を使用しました。またLinux IOCでは通常のRedHat OSを使用しました。いずれもEPICS制御系の要素として、よくある組み合わせになっています。また、アーカイブシステムには、EPICS Channel Archiver の最新版であるV2.1.2を導入して試験を行いました。

ハードウェア CPU, メモリ	ソフトウェア OS, EPICS
Archive Server Xeon 3.06GHz, 4GB	RedHat9.0 R3.14.4+CA2.1.2
Force6750 PPC 266MHz, 64MB	VxWorks5.5 R3.13.6
Advanet7501 PPC 300MHz, 128MB	VxWorks5.5 R3.13.6
Linux IOC Pentium4 2.60GHz, 1GB	RedHat9.0 R3.14.4

表1 試験に使用した計算機の仕様

3.2 測定の手順

測定は以下の手順で行いました。(1) 波形レコードサイズ(array size)、波形レコード数、データ更新速度(scan)、を決めて測定(データアーカイブ)する。(2) 測定中に、IOCのCPU負荷、Archive ServerのCPU負荷、network負荷、を測定する。(3) IOC起動後約20分測定し、取ったアーカイブデータを解析してデータ記録落ちがあるか調査する。測定は、波形レコードサイズ、波形レコード数、データ更新速度、の組み合わせ条件を変更しながら繰り返し行いました。さらにこの手順を、3種類のIOCそれぞれで行いました。

測定に使用した波形レコードはWaveFormレコード(配列型)、データタイプはULONG型、サイズ

として要素数2500と5000の2種類を用意しました。このレコード用EPICSデバイスサポートは、アーカイブ時のデータ欠損が確認しやすいように、プロセスされる毎に各要素がインクリメント(0-255)される特殊な仕組みのものを用意しました(図3)。

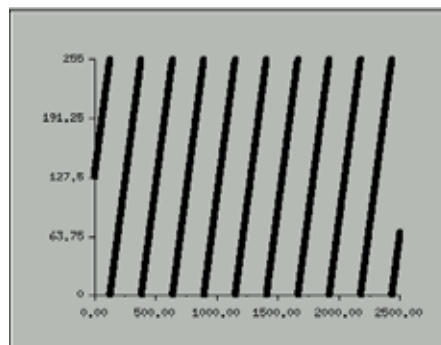


図3 試験に用いたWaveFormレコード

波形レコード数は4及び8の、2種類のデータベースを用意しました。また、データ更新速度(scan)は0.05秒(20Hz)と0.02秒(50Hz)の2種類で行いました。

3.3 測定の間

最初Linux IOCではscan 0.05設定でも実質17Hz、0.02設定では32Hz程度でしかサンプルされませんでした。原因を調べたところ、LinuxのデフォルトTickが100³になっているため早い繰り返しには追いつかないことが分かり、あらためてTickを1000に変更したカーネルを作成することでscan 0.05 : 20Hz、scan 0.02 : 49Hz⁴での測定が可能となりました。なお、VxWorks-IOCは、VxWorksのTickは60であるものの、scan 0.05 : 20Hz、scan 0.02 : 60Hzでサンプルされています。

VxWorks-IOCであるForce6750では、ネットワーク設定(Cisco Switch側)を100Mbps/Fullで固定して測定しましたが、予想していたような速度は出ず、むしろ10Mbps/Halfの設定の方が良い結果が出ていました。調査したところ、Force・Advanetとも、メーカ提供のボード依存VxWorksライブラリ(BSP)では最高でも100Mbps/Halfまでしかサポートされることが分かりました。そのため今回はVxWorks-IOCは100Mbps/Halfで測定しています。なおLinux-IOCは、最近のデスクトップPCを使用して100Mbps/Fullでの試験となっています。

3.4 測定結果と考察

測定結果を表2にまとめました。いろいろな測定条件に対し、測定時のネットワークトラフィックおよび結果(アーカイブされたデータに記録落ちなど問題が無いか)を示しています。

³ Tickは、OSのタスク切替え見直しの1秒当り回数。Tick100ならば10msに対応。

⁴ scan 0.02で50Hzが実現できない理由については「3.4 測定結果と考察」を参照

測定条件			force6750		Advanet7501		Linux IOC	
Scan (秒)	array size	Record数	ネットワーク量 IOC側/Server側 (kbps)	結果	ネットワーク量 IOC側/Server側 (kbps)	結果	ネットワーク量 IOC側/Server側 (kbps)	結果
0.05	2500	4	1726/1814	○	1700/1800	○	1670/1790	○
		8	3442/3632	○	3400/3600	○	3350/3480	○
	5000	4	3420/3540	○	3420/3510	○	3310/3450	○
		8	6830/6970	×	6800/6900	○	6620/6750	○
0.02	2500	4	6830/6975	○	5200/5300	○	4070/4190	△
		8	10200/10300	×	10300/10500	×	8110/8230	△
	5000	4	10200/10400	×	10200/10300	○	8060/8180	△
		8	19900/19900	×	16300/18700	×	16100/16300	△

表2 測定結果のまとめ

波形データ転送に伴うネットワークトラフィックは、IOCから出てServerに入ります。データ転送以外のトラフィックも混ざっているため数値に若干の違いがありますが、どの条件でもほぼ同量のトラフィックが入出力されていることが分かります。

VxWorks-I/OであるForceやAdvanetでは、アーカイブが限界に達すると定期的にデータを取りこぼすようになります。この時、IOCのCPU使用率は約60%程度、メモリー使用量も30%程度で、CPU及びメモリーについては特に増減の波もなく安定していました。ネットワークトラフィックを見てみるとある一定量を超えるとアーカイブに失敗しはじめ、その時Cisco Switchの接続ポートでコリジョンが多く発生していたことから、ネットワークに限界が来ているのではないかと推測されます。また、時間あたりのデータ転送量が同じでも、波形レコード数が少ない方がアーカイブ条件が良くなることが表2から理解することができます。

これに対し、Linux-I/Oでは、波形レコードサイズ5000×8chでも、49Hzでのデータアーカイブに成功しています。Linux-I/OではTickを上げてScan:0.02で50Hzが実現できませんでした。これはLinuxはreal-time OSではないため早い繰り返しでは他のタスクの影響を受け処理に遅れが出てしまうためだと考えられます。表2のScan:0.02の結果が△表示なのは50Hzでデータ更新が出来ていなかったことを表しています。

今回の高速アーカイブ試験を通して判明したのは、限界はArchive Server側ではなくIOC側に生じることです。実際のビーム波形アーカイブでは、IOC側の設定や負荷に細心の注意を払う必要があります。また、今回の結果を読むにあたり、LinuxとVME2種のCPU clockに約1桁の能力差があること、ネットワーク設定でForce及びAdvanetはインターフェースが100Mbps/Halfまでしか対応していないなど、ハードウェアの差がかなり影響していると推測されます。

4. まとめ

今回の高速アーカイブ試験の結果として、3種類のIOCそれぞれで、表3の条件までアーカイブが可能であることが分かりました。

IOC	更新	サイズ	レコード数
Force6750	60Hz	2500	4ch
Advanet7501	60Hz	5000	4ch
Linux IOC	49Hz	5000	8ch

表3 3種のIOCの高速アーカイブ上限

それぞれサイズやレコード数など条件差はあるが、すべてのIOCで25Hz以上でのデータアーカイブが可能であることが明らかになりました。

参考文献

- [1] 池上雅紀、他、"KEKにおけるJ-PARCリニアックMEBTのビームコミッショニング(I)"、第28回リニアック研究会会議録、p.297-299
- [2] 近藤恭弘、他、"KEKにおけるJ-PARCリニアックDTL1のビームコミッショニング"、第1回日本加速器学会会議録、p.156-158
- [3] 上窪田紀彦、他、「J-PARC 60MeV陽子リニアックの制御システムIII」、本会議
- [4] <http://www.aps.anl.gov/epics/>、およびそのリンク先
- [5] T.Katoh et.al, "Present Status of the J-PARC Control System", ICALEPCS2003, Gyeongju, Korea, Oct. 2003
- [6] <http://ics-web1.sns.ornl.gov/~kasemir/archiver/>、およびそのリンク先。
- [7] 吉田奨、他、"Data Archive System at the KEK 60-MeV Proton Linac"、第1回日本加速器学会会議録、p.552-554