

Linux Support of WE7000 EPICS Driver for J-PARC MR

Makoto Takagi^{1,A)}, Susumu Yoshida^{A)}, Shigenobu Motohashi^{A)}, Norihiko Kamikubota^{B)},
Jun-ichi Odagiri^{B)}, Noboru Yamamoto^{B)}, Tadahiko Katoh^{B)}, Hidetoshi Nakagawa^{B)}

^{A)} Kanto Information Service (KIS)

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

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

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

Abstract

Intel-based VME-bus CPU board and Linux Operating System will be used for EPICS IOCs in the J-PARC MR controls. WE7000 is a commercial PC-bases measuring instrument. In the past, EPICS device drivers for WE7000 modules were developed under VxWorks environment, and used during the DTL beam commissioning. Now driver support for Linux is necessary for J-PARC MR control. In this report, we report development status of EPICS WE7000 drivers for J-PARC MR.

J-PARC MR の為の EPICS WE7000 ドライバの Linux 対応

1. はじめに

J-PARC加速器制御システムは、EPICSツールキットをベースに開発されている^{[1][2]}。J-PARC Linac/RCS の制御システムでは、EPICS IOC(Input Output Controller)として、PowerPCベースVME CPU(Advanet社 Advme7501 300MHz 128MB)とOS(Operating System)にVxWorks 5.5を使用する。2004年のDTLビームコミッショニングで使用したKEK 60MeV Linacの制御システムでも、これをフォローしてPowerPCベースのVME CPUとVxWorksを使用した^[3]。しかし、J-PARC MRの制御システムでは、IntelベースのVME CPUボードとLinux OS(Operating System)を使用することになった^[4]。

WE7000は豊富な計測モジュールを持ち、Ethernet通信が可能なPCベース計測器である^[5]。J-PARC制御グループでは、WE7000をEPICSから制御するために、PowerPCベースのVME CPUボード・VxWorksに対応したデバイス・ドライバを開発した^[6]。これらドライバはDTLビームコミッショニングでビームモニターなどに実際に使用した^[7]。しかし、J-PARC MR向けには、IntelベースVME CPU・Linuxに対応したドライバが必要である。そのため、VxWorks用に開発されたWE7000ドライバのLinux対応作業を行ったので、ここで報告する

2. Linux対応について

2.1 Linuxの利用

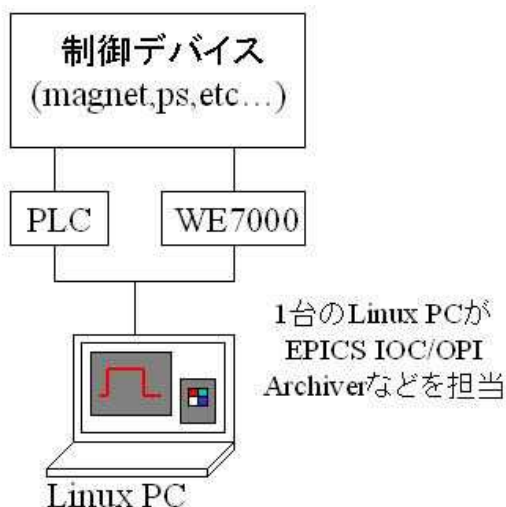
J-PARC MRの制御システムでは、IOCのOSにLinux(Scientific Linux 3)^[8]を採用した。OSにLinuxを利用する事で、EPICS開発環境の構築のために今ま

で必要だったVxWorksの開発環境の整備が必要では無くなり、安価にEPICSの開発環境を構築する事が出来るようになった(VxWorksのようなリアルタイムOSの開発環境構築は非常に高価になる場合がある)。MRではLinac(50Hz運転)やRCS(25Hz運転)のようなリアルタイム性が要求されないことも、Linux採用が可能になった背景の一つである。

LinuxをIOCとして利用出来るようになった事により、1台のLinux PC上で小規模ながらもstand-aloneなEPICS制御システムの構築が可能になった。含まれる要素は、a) EPICS開発環境の構築、b) Linux IOCプロセスの起動(EPICS Runtime Databaseの実行)、c) OPI(Operation Interface)としてGUIツールを使用した監視と操作(EPICS Record値のRead/Write/Monitor)、d) Channel Archiver(EPICS標準データアーカイブツール)を利用したデータ履歴の保存、などである。ここ1年の間に、EPICS環境をインストールしたノートPCをJ-PARC制御ネットワークの整備されていないテスト現場や機器製作メーカーの工場に持ち込むことで、MR運転の本番を模倣したEPICS環境での機器動作試験が容易に行えるようになった。

図1は、制御ネットワークの整備されていない場所でのEPICS stand-alone試験の例である。PLCやWE7000などのEPICSドライバが整備されているネットワーク機器のテストであれば、EPICS環境をインストールしたLinux PCを用意する事で、stand-aloneなテスト環境を容易に構築できる。Note PCなどの持ち運び可能なLinux PCにEPICS環境を整備しておけば、実験室や工場などでのローカルな試験を行う必要が出てきた場合、容易にEPICS stand-alone試験の環境を構築することが可能である。

¹ E-mail: mtakagi@post.kek.jp



Note PCならば、実験室、工場等への持ち運びが容易

図1 : stand-alone試験の例

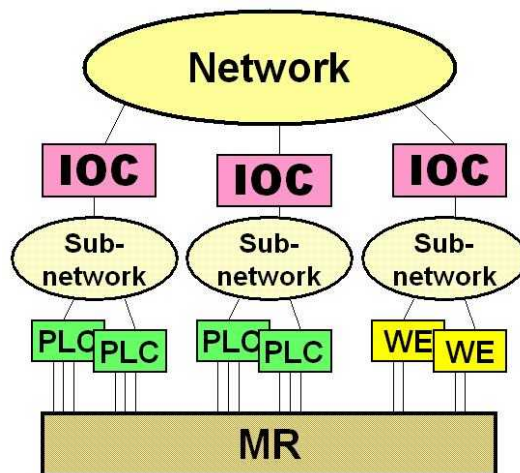


図2 : MR制御ネットワーク構成

2.2 IntelベースCPU

MR用IOCとして採用するIntelベースのVME CPUボードの条件として、a)ネットワーク経由のブートが可能、b)2つのEthernetインタフェース装備、がある。ネットワークブートは、多数のIOCでのOS(Linux)一括管理の為である。また、2つのEthernetインタフェースは、ネットワーク負荷のローカライズに必須と考えている。

図2は、2つのEthernetインタフェースを持つIOCを利用したMR制御のネットワーク構成の一例である。2つのEthernetインタフェースがあれば、IOCと制御対象機器間を独立したサブネットワークにする事が出来る。これにより、IOCと制御対象機器間で波形データ取得などの大量なデータ通信を行った際も、制御ネットワーク基幹部のネットワーク負荷の増大を防ぐ事が出来る。また、制御ネットワークから制御対象機器に対して直接アクセスする事が出来なくなる為、安全性の向上にも繋がる。

現在は、上記の条件を満たした3種類のIntelベースVME CPUボードで各種テストを行っている。ボードの詳細を表1に示す。参考として、Linac/RCSで使用するPowerPCベースVME CPUボード(OSはVxWorks)の詳細も示す。

	CPU	メモリ
V社 CPU(Low Spec)	Cel-400MHz	512MB
V社 CPU(High Spec)	P4M-1.8GHz	1GB
S社 CPU	P4M-1.1GHz	1GB
A社 CPU <参考> (Linac/RCSで使用)	PPC-300Hz	128MB

表1 : テスト中のIntelベースVME CPU

3. ドライバの整備

3.1 Linux対応デバイス・ドライバの整備

WE7000ドライバのLinux対応作業は、2005年10月に開始した。VxWorks用に開発されたEPICS用デバイス・ドライバは一般にVxWorks依存の関数を使用しているため、それらをEPICSで用意しているOSI関数(OS Independent関数)に置き換えていく作業が必要になる。これによりソースコードのOS依存部分の違いを吸収し、EPICSがサポートしているどのアーキテクチャでも利用可能になる。

2006年7月時点でサポートされているWE7000モジュールの一覧を表2に示す。J-PARC MRの制御で利用する予定のデジタルオシロモジュール、3種類のデジタルタイザモジュール、32bitのデジタルI/Oモジュール、ファンクションジェネレータモジュールが現在サポートされている。

型番	種類	備考
WE7111	デジタルオシロ	8bit 100MS/s
WE7116	デジタルタイザ	2ch 12bit 20MS/s
WE7271	デジタルタイザ	4ch 16bit 100kS/s
WE7272		
WE7251	デジタルタイザ	10ch 16bit 100kS/s
WE7261	デジタルI/O	32bit
WE7121	ファンクションジェネレータ	10MHz

表2 : サポートしたWE7000モジュール

整備されたWE7000ドライバは、J-PARCのEPICS標準開発環境(jk-template)に追加されている。jk-templateには、WE7000だけでなくNetDevなどJ-PARC制御で利用予定のドライバやEPICSデータベースのサンプルが整備されている^[9]。

3.2 テスト用EPICSアプリケーション

ドライバの動作テストの為、サポートモジュール

のEPICSデータベースを整備した。モジュール毎に全てのコマンドに対応したEPICS Recordが用意され、アプリケーション作成の為の雛形としても利用出来るようになっている。また、サポートモジュール用のedmパネルのサンプルも整備した。edmはEPICS標準OPIツール (GUIエディター) の1つであり、制御パネルを容易に作成できる。

図3は、edmで作成したWE7121とWE7272用の制御パネルである。

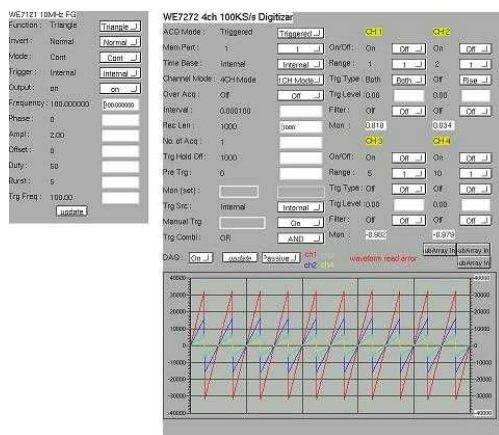


図3 : WE7121&WE7272用制御パネル(edm)

3.3 パフォーマンス測定

作成したLinux対応 EPICS WE7000ドライバを使用し、IntelベースVME CPU・Scientific Linux 3でのIOCのパフォーマンス測定を行った。PowerPCベースVME CPU・VxWorks5.5との比較を行うために、Linac/RCSで使用されるAdvanet社のAdvme7501(300MHz 128MB)でも同様の測定を行った。

WE7000ステーションとして5SlotのWE500を使用し、モジュールは5枚のWE7111を使用した。1モジュールで1つの波形データを測定し、1波形データのサイズは8bit*1000点である。WE7111モジュールの波形測定のプロセスは、1) IOCから測定開始コマンドを発行、2) WEがトリガを取得、3) WEが測定を終了後IOCに測定終了を通知、4) IOCから波形取得コマンドを発行、5) 全てのモジュールから波形データを取得しEPICS Recordにセット、6) 1に戻り繰り返し、となっている。今回は、測定開始コマンドの発行から次の測定開始コマンドの発行までに掛かっている時間を測定した。WEには1000Hzのトリガを入力している為、測定開始コマンドの受信からトリガ受信までの時間は最大で1msである。測定結果を表3に示す。

測定の結果、CPU速度の違いによるCPU負荷率の違いはあるものの、1回の測定に必要な時間に関しては3種類のCPUでほとんど差が無く約20m秒である。

	1回の測定に必要な時間(ms)	CPU使用率 (%)
V社CPU (Low Spec)		
Scientific Linux 3	20.3	13.8
V社CPU (High Spec)		
Scientific Linux 3	44.2	69.9

S社CPU		
Scientific Linux 3	19.4	4.4
A社CPU		
VxWorks5.5	21.1	21.3

表3 : パフォーマンス測定結果

この時間は、CPU側のスペックでは無くWE側の処理能力で決まっていると考えられる。この結果により、WE7000の制御において、Low SpecなIntelベースVME CPU・Linuxでも、標準的なPPC CPU・VxWorksと同等以上のパフォーマンスが得られると結論できる。

V社 High Spec CPUの測定結果が同社のLow Spec CPUより悪いのは、Linux起動時に何かか15%程度のCPU負荷が掛かっている事に関連すると思われる。この原因は調査中である。

4. まとめ

J-PARC MRの制御システムでは、EPICSのIOCとしてIntelベースVME CPU・Scientific Linux 3を使用する。開発環境を安価に構築できる事や、MRでは高いリアルタイム性を必要としない事などがLinux採用の理由である。また、stand-aloneなEPICSテスト環境の構築も容易である。J-PARC MRの制御システム構築の為、EPICS WE7000ドライバのLinux対応が行われ、現在7種類のモジュールがサポートされている。作成したドライバを用いてのパフォーマンス測定の結果、Linuxでも十分なパフォーマンスが得られる事が実証された。

参考文献

- [1] <http://www.aps.anl.gov/epics/> , およびそのリンク先
- [2] T.Katoh et al, "Towards the Commissioning of J-PARC", Proceedings of the ICALEPCS2005 in Geneva
- [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", Proceedings of the 30th Linear Accelerator Meeting in Japan, URL: <http://www.kasokuki.com/dai2kainenkai/>
- [4] 中川秀利、他、"J-PARC MR部の制御装置開発の状況報告", 本会議
- [5] <http://yokogawa.co.jp/Measurement/Bu/WE7000/> , およびそのリンク先
- [6] 高木誠、他、"ネットワークベース波形モニタのEPICSドライバ開発と評価", Proceedings of the 28th Linear Accelerator Meeting in Japan
- [7] 高木誠、他、"KEK 60MeV陽子リニアックのビームモニタソフトウェア", Proceedings of the 29th Linear Accelerator Meeting in Japan, URL: <http://www.kasokuki.com/lam29/>
- [8] <https://www.scientificlinux.org/> , およびそのリンク先
- [9] 小田切淳一、他、"ネットワーク・ベースのデバイスのためのEPICSデバイス/ドライバサポート・モジュールの開発", 本会議