

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

高木 誠^{1,A)}、吉田 奨^{A)}、上窪田 紀彦^{B)}、小田切 淳一^{B)}、古川 和朗^{B)}、中川 秀利^{B)}、

山本 昇^{B)}、千葉 順成^{B)}

A) 関東情報サービス株式会社

〒300-0045 茨城県土浦市文京町8番21号

B) 高エネルギー加速器研究機構

〒305-0801 茨城県つくば市大穂1-1

概要

ビーム モニタおよびRFシステムなどで、波形モニタの遠隔観測はきわめて重要です。我々は、低コストのネットワークベース オシロスコープとして横河の製品WE7000に興味を持ちました。J-PARC加速器の制御システムをEPICSをベースに開発していくなかで、我々は100MS/sオシロスコープ(WE7111)、100kS/sディジタイザ(WE7271)および10MHzの関数ジェネレータ(WE7121)の3つのWE7000モジュールのEPICSドライバを開発しました。この報告では、WEドライバの機能と評価、またKEKのビーム試験でのWEの応用について述べます。

1 . はじめに

J-PARC加速器では、ビーム モニタおよびRFシステムなどの波形モニタの遠隔観測が必須です。J-PARC制御グループでは、横河電機(株)のモジュール型計測器WE7000^[1]を組み込み波形モニタとして使う準備を進めてきました(図1)。WEは豊富な計測モジュールを持ち、光(専用線)、Ethernet、シリアル²⁾の3種類の通信方式を選択できます。Ethernet通信型のWEを低コストなネットワーク ベース波形取り込み機器として用い、また将来の光ファイバ化(電氣的絶縁によるノイズ軽減)を期待しています。

なお、J-PARC制御グループでは、WE以外にもPLC、EMB(Ethernet controller)などのネットワークベース機器のEPICSドライバの開発を行っています^[2]。



図1:テストベンチのWE7000

2 . EPICSドライバ開発

2.1 EPICSとは

EPICS(Experimental Physics and Industrial Control System)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年代始めにANLおよびLANLで加速器を対象に開発が始まり、現在ではKEKBなど世界の多くの大型加速器施設で採用されるに至りました^[3]。J-PARCの制御システムも、EPICSをベースに開発します^[4]。

2.2 EPICS用WEドライバ開発

平成13年度、我々は以下の3種類のモジュールのWEドライバを開発しました(a)100MS/sオシロスコープ(WE7111)、(b)100kS/sディジタイザ(WE7271)、(c)10MHzの関数ジェネレータ(WE7121)。

表1は、100MS/sオシロスコープ(WE7111)モジュール用にサポートされているコマンドと、選択できる値を示したものです。上から順に、波形データ サイズ、時間軸(横軸)、信号レベル(縦軸)、カップリング、を示しています。

その後(平成14年度以降)、応用ソフトの開発を進めるにつれ更なる機能追加の必要性が判明し、随時機能拡張を行ってきました。例えば、それまで未サポートだったシーケンス同期、ステーションバス設定コマンドなどのサポートなどを行いました。

2.3 試験アプリケーション開発と評価

WEをPC(MS Windows)環境で使用するソフトは横河電機(株)から提供されています。しかし、EPICSは通常Unix環境で使います。そこで、汎用的な波形観測及び表示を行うEPICSアプリケーションの開発を行いました(図2)。波形観測用パネルの作成は、EPICSのGUI開発ツールの標準であるdm2kを使用しました。

¹ E-mail: mtakagi@post.kek.jp

RECLN/RECLN_R	mbbi / mbbo	0 1k 1 5k 2 10k 3 30k 4 100k
TIMDIV/TIMDIV_R	mbbi / mbbo	0 50s 1 20s 2 10s 3 5s 4 2s 5 1s 6 500ms 7 200ms 8 100ms 9 50ms 10 20ms 11 10ms 12 5ms 13 2ms 14 1ms 15 500ns 16 200ns 17 100ns
VDIV/VDIV_R	mbbi / mbbo	0 5v 1 2v 2 1v 3 500mv 4 200mv 5 100mv 6 50mv 7 20mv 8 10mv 9 5mv
CPLNG/CPLNG_R	mbbi / mbbo	0 AC 1 DC 2 GND

表1: サポートされているコマンド(抜粋)

また、作成した汎用波形観測アプリケーションを使用して、基礎的パフォーマンス測定を行いました。波形データ サイズ 5 kB 固定で、dm2k から出た最初の波形要求と波形データ全部が帰ってくるまでの時間を、パケット モニタ記録の時刻差を見ることで測定しました。また、WE7111 の枚数を順に 8 枚まで増やし、複数の波形を同時に観測する場合のデータ取得時間の变化の測定を行いました。結果は表 2 にまとめてあります。1 波形取得にかかる時間は約 30ms で、同時に取得する波形の数が増えても転送効率はあまり良くならないことが分かります。

	1回目	2回目	3回目	平均
1枚	33.552	33.516	32.750	33.3
2枚	66.654	76.954	70.108	71.2
3枚	88.575	78.233	89.886	85.6
4枚	102.430	115.792	100.209	106.1
5枚	141.856	120.402	141.923	134.7
6枚	144.947	168.838	145.009	152.9
7枚	169.035	194.488	164.043	175.9
8枚	191.082	186.321	191.952	189.8

表2: 波形取得の時間 (ms単位)

3 . KEK陽子リニアック棟での応用

3.1 60MEVの活動

J-PARC 入射用陽子リニアックの 60MeV までの初段部 (通称「60MeV」) を、KEK 陽子リニアック棟で建設中です。制御グループも、EPICS プロトタイプ制御システムの試験を行っています^[5]。60MeV 加速器の現状については、別報告^{[6][7]}を参照してください。

3.2 JK テンプレート

60MeV 加速器を EPICS で制御するために、実際に使用する機器のドライバを組み込んだ EPICS テンプレート「JK」を整備しました。EPICS 環境で制御ソフトを開発する際にテンプレートとして JK を指定する事で、ドライバ ソースのコンパイル、登録等の手間を省くことができます。現在、JK テンプレートには、WE、PLC、EMB、GP-IB/LAN、VME モジュール (試験用)、などのドライバが組み込まれています。

3.3 CT 波形観測

CT ビーム電流モニタは、60MeV ではこれまで EPICS 制御とは独立した PC (MS Windows) と 100MS/s オシロスコープ (WE7111) で観測していました。そこで、Visual Basic で作成されていた CT 波形観測ソフトを EPICS (dm2k) に移植する作業を行いました。図 3 は、dm2k での開発途中で 3 台の CT の実際の波形を表示さ

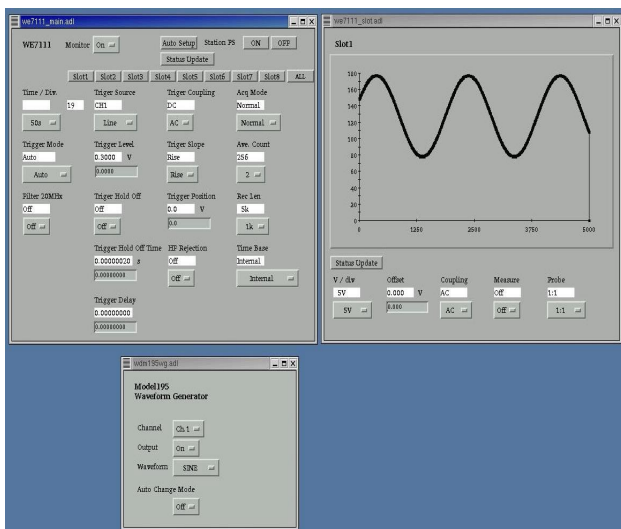


図2: 汎用波形観測パネル

せたものです。

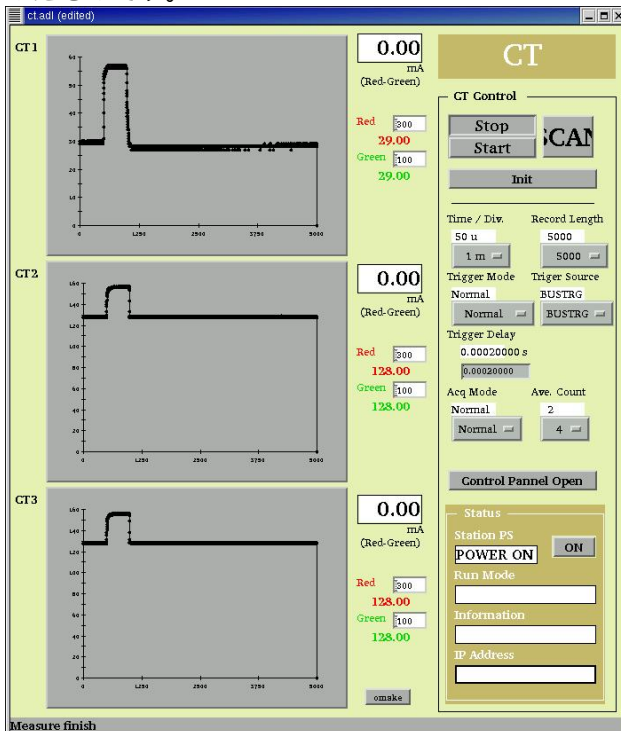


図3:CT波形観測パネル

EPICS版CTモニタの開発により、これまで特定のPCでしか行えなかったCT波形観測が、制御ネットワーク内のどの端末からでも行えるようになります。また、測定したビーム電流値をEPICSレコードの値として持つことにより、それを利用した2次的アプリケーションの開発が可能になります。

3.4 次回のビーム試験に向けて

現在(2003年3-7月)、KEK60MeVではDTLまでの加速器コンポーネントを建設しています。8月から、

ビームを出した試験運転を再開する予定です。このビーム試験で使用するために、ビームモニタ関連のEPICSソフト整備を急いでいます。

CTモニタの波形観測用のソフトは開発が終了し、ビーム試験を待っている状態です。位相モニタの波形観測用ソフトは、現在(2003年6月)開発中です。BPM(beam-position monitor)は、位相モニタソフトウェアの開発終了後に着手予定です。ビーム試験開始時には、CT、位相、BPM、の3種類のモニタ監視ソフトウェアが間に合う予定です。

4.まとめ

100MS/sオシロスコープ(WE7111)については、運転用ソフトの開発・試験を通してドライバの試験・評価が行われ、実用に値するレベルに到達しました。ビーム試験を通じて今後も改修が進み、より完成度が上がると考えられます。

WE7121およびWE7271用ドライバのテスト及び現在未サポートのモジュールのドライバ開発が今後の課題になります。

参考文献

- [1] <http://www.yokogawa.co.jp/Measurement/Bu/WE7000/>、およびそのリンク先
- [2] K.Furukawa et al., "Implementation of the EPICS Device Support for Network Based Controllers", ICALEPCS2001 proceedings, pp.197-199
- [3] <http://www.aps.anl.gov/epics/>、およびそのリンク先
- [4] J.Chiba et al., "A Control System of the Joint-Project Accelerator Complex", ICALEPCS2001 proceedings, pp.77-79
- [5] 上窪田紀彦、他、"J-PARC 60MeV 陽子リニアックの制御システム", 本会議
- [6] 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(1)", 本会議
- [7] 加藤隆夫、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(11)", 本会議