

DEVELOPMENT OF EPICS DEVICE/DRIVER SUPPORT MODULES FOR NETWORK-BASED DEVICES

Jun-ichi Odagiri^{A)}, Tetsuo Abe^{A)}, Atsuyoshi Akiyama^{A)}, Sakae Araki^{A)}, Kazuro Furukawa^{A)}, Norihiko Kamikubota^{A)}, Tadahiko Katoh^{A)}, Misaki Komiyama^{B)}, Hiroaki Miyaji^{C)}, Hidetoshi Nakagawa^{A)}, Tatsuro Nakamura^{A)}, Takashi Obina^{A)}, Hiroaki Satoh^{C)}, Makoto Sugimoto^{C)}, Makoto Tobiyama^{A)}, Noboru Yamamoto^{A)}, Yuichi Yamamoto^{D)}

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

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

^{B)} The Institute of Physical and Chemical Research (RIKEN)

2-1 Hirosawa, Wako-shi, Saitama, 351-0106

^{C)} Mitsubishi Electric Control Software Corporation

1-1-2 Wadasaki-cho, Hyogo-ku, Kobe, 652-8555

^{D)} Mitsubishi Electric Corporation

1-1-2 Wadasaki-cho, Hyogo-ku, Kobe, 652-8555

Abstract

A set of EPICS device/driver support modules has been developed based on a consolidated design in order to support many different types of network-based devices for the minimal effort of development. The library has been upgraded to make it work with EPICS 3.14, which runs on multiple operating systems including Linux. Cost effective control with the library running on PC/Linux has been adopted in many EPICS-based control systems of new accelerators under development or construction, as well as accelerators currently in operation.

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

1. はじめに

近年、データ・ロガー、プログラマブル・ロジック・コントローラ (PLC) 等の計測・制御機器の多くがイーサネット・インタフェースを備え、TCP/IP 通信機能をサポートするようになった。これらのデバイスは加速器制御の分野においても多用される傾向にあり、イーサネットがEIA RS-232C、GPIBといった伝統的なフィールド・バスを置き換えつつある。フィールド・バスとしてのイーサネットには柔軟性、拡張性、安定性など、数々の長所があるため、今後もこの傾向は強まると予想される。

これらのネットワーク・ベースのデバイスを Experimental Physics and Industrial Control System (EPICS) を採用した制御システムに接続するためには、いわゆるドライバ・ソフトウェアが必要となる。EPICSでは、これをデバイス・サポートとドライバ・サポートと称する二層のソフトウェアとして構成する。デバイス/ドライバ・サポートは Input/Output Controller (IOC) と呼ばれるフロントエンド計算機の上で実行され、デバイスをIOC上で稼動するEPICSのコア・ソフトウェアにインタフェースする役割を担う^[1,2]。

筆者らは、EPICSを採用する加速器制御システムにおいて各種ネットワーク・ベースのデバイスを利用するためのデバイス/ドライバ・サポートの開発

を進め、これまでに表1に掲げる9機種のサポートを実現した。

表1：サポートされるデバイス

型式名	種別	製造元
FA-M3	PLC	横河電機
MELSEC	PLC	三菱電機
CVM1/CS1	PLC	オムロン
KV-1000	PLC	キーエンス
DARWIN	Data Logger	横河電機
KE3000	Data Logger	チノー
EMB-LAN100	DIO	Custom (KEK)
N-DIM	AI/DIO	Custom (RIKEN)
BPMC	AI	Custom (KEK)

本稿では、まず、本デバイス/ドライバ・サポート（以下では「本ライブラリ」と称する）の構成の特徴について述べ、次に、これまでに実際の制御システムにおいて採用された事例を報告する。

2. 本ライブラリの構成

イーサネット上のTCP/IP通信は、EIA RS-232Cや GPIBと同様、メッセージ・ベースの通信であり、通常、コマンドの送信からレスポンスの受信までにミリ秒のオーダーの時間を必要とする。このため、ドライバ・ソフトウェアは、I/O要求を非同期的に処理するためのバッファや処理タスクなどを必要とし、その構造が複雑になる。その結果、開発の工数が増し、多くの機種を個別にサポートするとなればトータルの開発コストは膨大になる。これを避けるための方策としてソフトウェア・コンポーネントの共通化が考えられるが、その際に注目すべきことは、「どのようなメッセージを通信相手と送受信するか」は機種に依存するのに対し、「どのようにしてメッセージを送受信するか」は機種によらずに殆ど同じであることである。両者の処理を分離し、前者は機種ごとのモジュールとして、後者は機種間で共有されるモジュールとして実装することによって開発工数を大幅に削減することが可能である。また、これは開発後の維持コストを抑えることにも繋がる。図1に上述の方針に従って設計された本ライブラリの構成を示す。

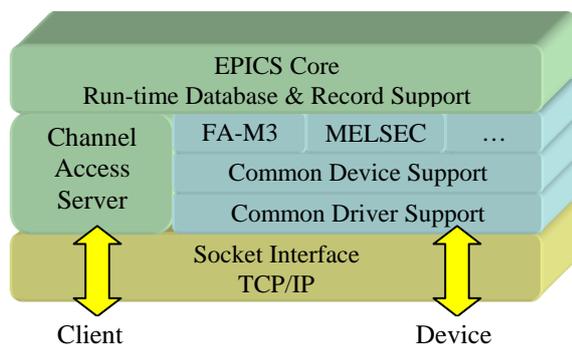


図1 本ライブラリの構成

3. 加速器制御システムにおける利用例

3.1 EPICS 3.14への対応とPC/Linux上での利用

本ライブラリは、当初、VME計算機上でEPICS 3.13/VxWorksと共に実行することを前提として開発されたが、その後、複数のOS上で実行可能となったEPICS 3.14に対応するために全面的に改訂された。これによりLinuxをOSとしたPC（PC/Linux）をプラットフォームとして利用する道が開け、デスクトップPCのみならずラップトップPCでの利用も可能となった。実際、本稿執筆時に本ライブラリを実行するIOCとしてVME/VxWorksを使用するのは国内で一例のみであり、他の全ての事例ではIOCとしてPC/Linuxを使用している。

本ライブラリの開発は、イーサネットをフィード

ド・バスとして利用することを明確に意図して設計されたJ-PARC、RIBFといった次世代加速器の制御システムからの要請に基づいて始まったが、その後、PC/Linux上での利用の手軽さにより、小型の試験加速器、既存の加速器の制御にも幅広く利用されるようになった。

3.2 J-PARC

本ライブラリはJ-PARC加速器の制御システムで使用される2機種のPLCと2機種のカスタム・デバイス、計4機種との通信をサポートする。PLCについては、主に横河電機社製FA-M3が使用されるが、主リングのパルス電磁石電源の制御の一部には三菱電機社製MELSECも使用される。2機種のカスタム・デバイスの1つはEMB-LAN100^[1]と呼ばれるデジタルI/Oボードであり、電源の筐体内の制御基盤に接続され、この制御基盤にイーサネット経由でアクセスすることを可能にする。もう1つはビーム位置モニタのコントローラ（BPMS）であり、ビーム位置モニタの電極信号の処理回路とイーサネット・インタフェースを備えたCPUボードから構成される。J-PARC制御では各種波形のモニタのため、横河電機社製の計測器、WE7000を使用するが、そのデバイス/ドライバ・サポートは、本ライブラリに先行して開発されたため、本ライブラリの枠組みの中には入っていない^[3]。

現在、KEKのつくばキャンパスではJ-PARC主リングの各種加速器コンポーネントの耐久試験が行われている。そのために一時的に設けられた試験エリアにおいて、本ライブラリはPC/Linuxと共に用いられ、費用対効果の優れた制御手段を提供している^[4]。また、ラップトップPC上で利用可能になったことにより、EPICSによる制御を文字通り持ち運ぶことが可能になった。これまでに数回、パルス電磁石電源の製造を請け負う企業の工場に出向き、納入に先立って制御系の試験を行なった。その経験によれば、不具合を修正するための物的、人的な資源が揃った現地工場で制御系の試験を行うことは効果的な開発手法であると言える。

3.3 RARF/RIBF

理化学研究所の加速器制御システムでは、CAMAC、及びCAMACとデバイスをインタフェースするCIM-DIMと呼ばれる独自のデバイス・インタフェース・モジュールが使用されてきたが、現在建設中のRIBFの制御に備えて新たにN-DIM (Network-Device Interface Module)と呼ばれる汎用のネットワーク・ベースのI/Oコントローラが開発され、そのためのデバイス・サポートが開発された^[5]。

N-DIMが上位計算機との通信に使用するプロトコルには以下の二点において特徴がある。第一にTCPとUDPを通信の種別に応じて使い分けること、第二にN-DIMがサーバとしてのみならず、自らがクライアントとなってビーム・プロファイル測定の結果等を上位計算機に送信する機能を持つこと、である。

このようなN-DIMの通信仕様をカバーするためにドライバ・サポートが汎用性を備えるに至り、結果的に、その後多くの種類のデバイスをサポートすることが可能になった。N-DIMのデバイス・サポートは既にRARFにおいて既存のサイクロトロン制御に供せられ、特に問題なく使用実績を積みつつある。

なお、RIBFの制御ではオムロン社製CVM1/CS1シリーズPLC、MELSEC PLC及びFA-M3 PLCの3種類のPLCが使用され、これらもN-DIMと同様、本ライブラリによってPC/LinuxをプラットフォームとするEPICSベースの制御システムにインタフェースされる予定である。

3.4 LUCX

LUCXはX線源要素技術開発のためにKEKに建設された小型電子線形加速器であり、その制御にはEPICSが利用されている^[6]。クライストロン電源制御のためのFA-M3 PLC、インターロック系制御のためのキーエンス社製KV-1000 PLC、温度モニタのための横河電機社製データ・ロガー、DA100（通信インタフェースはDARWIN）などのデバイスが、イーサネットを介してIOCとOperator Interface (OPI)を兼ねたPC/Linuxに接続され、コンパクトながらEPICSベースの完結した制御システムを構成している。

3.5 KEK-PF

ビーム輸送路とリングの真空系の制御、及びクライストロン関連機器の制御にオムロン社製CS1 PLCが使用されている^[7]。通信モジュールとして新型のCS1W-ETN21を使用しているため、従来の通信プロトコルであるFINS/UDPに加えてFINS/TCPも利用可能である。デバイス・サポートはどちらのプロトコルにも対応しているが、これまでのデバイス・サポートの使用実績などを考慮し、現在はFINS/UDPによって運用されている。

3.6 KEKB/LINAC

KEKB加速器の制御システムでも、CAMACやGPIBといった伝統的なフィールド・バスを置き換える形で、あるいは新規に追加する形で、徐々にイーサネット接続可能なデバイスが導入されつつある^[8]。

例えば、RFシステムの温度モニタに使用されている横河電機社製の多チャンネルのペン・レコーダ、HR1300（通信インタフェースはDARWIN）の場合、これまでIOCとのインタフェースにはGPIBが使用されてきたが、より高い通信の安定性を求めてイーサネットに置き換えることが検討されている。現在、試験的な運用を通して長期的な安定性の評価が行われている。また、クライストロン制御に使用されてきたCAMACをイーサネット接続可能なPLCで置き換えることも検討されており、FA-M3 PLCを採用した試験的なシステムの構築が進められている。

制御ロジックを実装したコントローラを持たない

GPIBやCAMACをPLCで置き換える場合、旧来の制御ソフトウェアを可能な限り再利用しようとするれば、PLC上での制御ロジック（ラダー・プログラム）は全く必要ないか、あるいはごく簡単なもので済む。このため、PLCというよりも、むしろネットワーク接続可能な汎用I/Oモジュールとしての使い方が多くなると考えられる。このような使用法を想定してFA-M3 PLC及びMELSEC PLCのデバイス・サポートでは、ラダー・プログラムの介在なしにAD/DAモジュール等のレジスタにアクセスする機能を利用できるようにした。

既存のフィールド・バスの置換えではなく、新たにネットワーク・ベースのデバイスを導入した例としては、クラブ空洞のバンプ電磁石電源の制御のためのMELSEC PLC、RF空洞の開発ベンチの計測・制御のためのFA-M3 PLC、ビーム位置モニタの変位計測のためのチノー製データ・ロガー、KE3000がある。KE3000はKEK電子リニアックでも機器の温度モニタのために使用されており、今後、その台数は増えていくと予想されている。

4. 結論

EPICSに基づく加速器制御システムにおいてネットワーク接続可能な各種デバイスを利用するためのデバイス/ドライバ・サポートを開発した。

機種依存部分と機種非依存部分を分離し、後者を各機種の間で共有することにより開発工数を大幅に削減した。

複数のOSに対応したEPICS 3.14へのバージョン・アップによりプラットフォームに関する選択の幅が広がった。PC/Linux上での利用による導入障壁の低減は、EPICSに基づく加速器制御システムにおいて本ライブラリが幅広く利用される道を拓いた。

参考文献

- [1] K. Furukawa, et al., "Implementation of EPICS Device Support for Network-based Controllers", ICALEPCS 2001, San Jose, California, USA, Nov. 27-30, 2001.
- [2] J. Odagiri, et al., "EPICS Device/driver Support Modules for Network-based Intelligent Controllers", ICALEPCS 2003, Gyeongju, Korea, Oct. 13-17, 2003.
- [3] M. Takagi, et al., "Linux Support of WE7000 EPICS driver for J-PARC MR", in this meeting.
- [4] H. Nakagawa, et al., "Status of Control System for J-PARC MR", in this meeting.
- [5] M. Komiyama, et al., "Control System for the RIKEN RI-Beam Factory, in this meeting.
- [6] S. Araki, et al., "Control system of the KEK Laser Undulator Compact X-ray source (LUCX)", in this meeting.
- [7] Y. Tanimoto, et al., "Upgrade of the PF Ring Vacuum Control System", PAC 2005, Knoxville, Tennessee, USA, May 16-20, 2005.
- [8] T. T. Nakamura, et al., "Status of KEKB Accelerator Control System in 2006", in this meeting.