

MRF イベントタイミングレシーバのためのデバイスドライバ及び LabVIEW API

A VISA DEVICE DRIVER AND A LabVIEW API FOR MRF EVENT TIMING RECEIVER

榎本嘉範^{*A)}, 佐藤政則^{A)}, 早乙女秀樹^{B)}

Yoshinori Enomoto^{*A)}, Masanori Satoh^{A)}, Hideki Saotome^{B)}

^{A)}KEK

^{B)}KIS

Abstract

An easy way to develop a device driver using Virtual Instrument Software Architecture (VISA) and Application Programming Interface (API) for LabVIEW is described. PXI-EVR-230, an Event Receiver Board in PXI form factor from Micro Research Finland (MRF), is taken as an example.

1. はじめに

1.1 Event timing system

KEK 電子陽電子入射器（入射器）では下流の互いに周回タイミングが同期していないリング（SuperKEKB HER/LER, PF, PF-AR）に電子もしくは陽電子ビームの入射を行っている [1]。入射先は 50 Hz で切り替え可能になっており、各パルスごとに入射先に合わせたタイミングでビームを供給するとともに、Table 1 に示す、それぞれのリングが要求するエネルギーやバンチチャージに合わせて RF やマグネットの設定を変更できるようになっている。これを実現するために、入射器では Micro Research Finland (MRF) 社 [2] の Event timing system [3] を導入している。このシステムでは Event generator (EVG) から光ファイバーを通して配信されるタイミング信号を Event receiver (EVR) が受けて、トリガーを出力する形になっており、EVR 側で個別に delay を設定することもできるようになっている。さらに光ファイバーを通して shot ID などの付加的な情報を送ることもできるようになっている。

Table 1: Beam Energy and Bunch Charge Required for Each Storage Ring

Destination	Energy [GeV]	Bunch charge [nC]
SuperKEKB HER	7	4
SuperKEKB LER	4	4
PF	2.5	0.3
PF-AR	6.5 or 5	0.3

1.2 パルスマグネット

エネルギーの異なるビームを輸送するために、入射器では約 100 台のパルスマグネットが使われている [4]。Figure 1 にパルスマグネット電源の制御系

を模式図を示す [5]。各電源の出力制御は DAC (NI PXI-6733) により行われている。入射先（ビームモードと呼んでいる）に応じて予めソフトウェア上で設定値¹をもたせておき、次のビームモードを EVR を通して伝達することにより、出力値を 20 ms ごとに設定している。DAC の出力開始トリガーは EVR の汎用出力からの信号を使っており、約 8.7 ns の分解能で delay を設定することができる。また安定度は DAC のサンプリングレート (1 MSa/s) に比べて十分高い。パルスマグネットの制御系では DAC、およびモニター用 ADC (NI, PXIe-6356) に PXI フォームファクターを採用した。そのため EVR も PXI 接続の PXI-EVR-230 という機種を使っている。またソフトウェアは LabVIEW で書かれており、Windows 8.1 上で実行されている。EVR を上記環境下で動かすための device driver 及び LabVIEW から呼び出せる API が必要であるが、ベンダーからは提供されていない。したがって両者をユーザー側で開発する必要がある。本稿ではそれぞれの開発について具体的に紹介する。

2. VISA DEVICE DRIVER

National Instruments (NI) 社が提供する NI-VISA Driver Wizard は NI-VISA を通してハードウェアを制御するために必要となるファイルを、ウィザード形式で手軽に生成するためのソフトウェアである [6]。起動すると Fig. 2 に示すダイアログが表示される。今回は PXI の EVR を動かすドライバーを作るので、Hardware Bus は PXI/PCI 選択する。Next を押して次へ進むと、Device Information 入力画面となるので、必要な情報を入力する。MRF 社の PXI-EVR-230 の場合 Fig. 3 に示した値を入力した。Subsystem Model Code については Fig. 3 中の 11E6 という値の他に 10E6 を指定しないと動かないボードがあった。おそらく製造ロットのちがいが等によるものと考えられる。この後 Next を押して最後まで進むと必要なファイルが生成されるので、生成されたファイルをインストー

* yoshinori.enomoto@kek.jp

¹ この設定値は operator's machine からネットワークを経由して変更することができる。

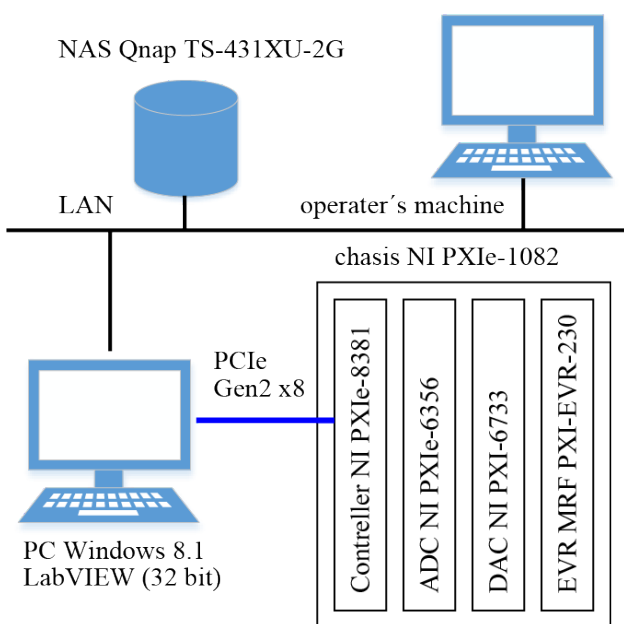


Figure 1: Configuration of control system for pulsed magnet power supply.

ルすれば、Fig. 4 に示すように当該ボードがデバイスマネージャーで上で表示されるようになる。また NI MAX 上でも Fig. 5 のように情報を表示させることができるようになる。

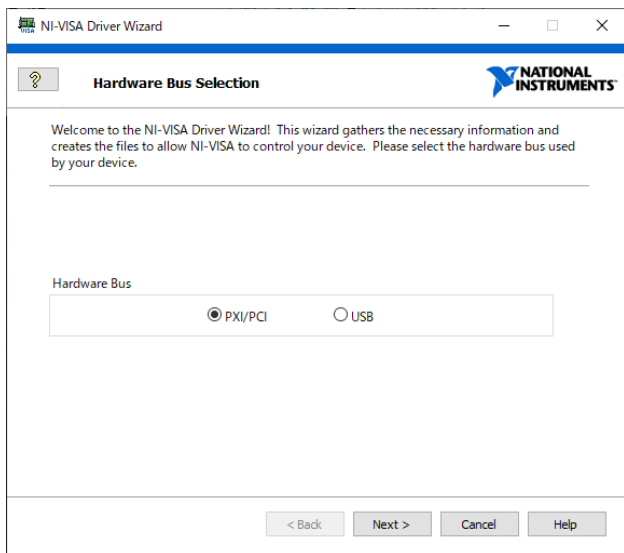


Figure 2: NI VISA Driver Wizard 1.

3. API

デバイスドライバによって EVR へのアクセスができるようになったので、次にメインプログラムから設定を行うための API をつくる。EVR の各機能を利用するためには指定のレジスタへ値をセットしたり、レジスタから値を読み出したりすればよい。Figure 6 に具体例として、あるアドレスのレジスタ

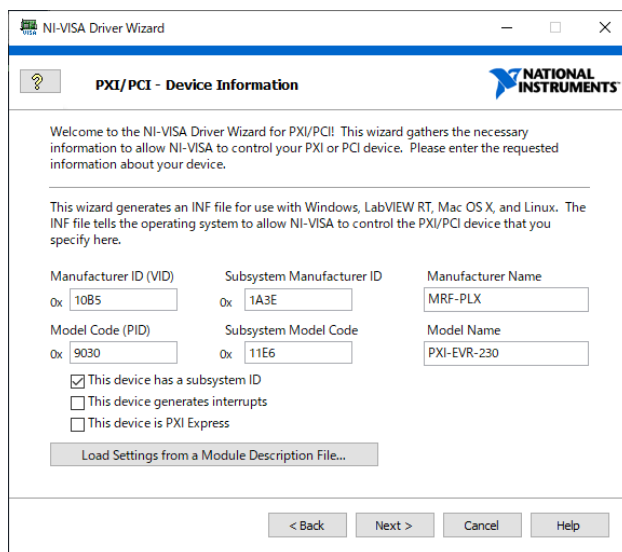


Figure 3: NI VISA Driver Wizard 2.

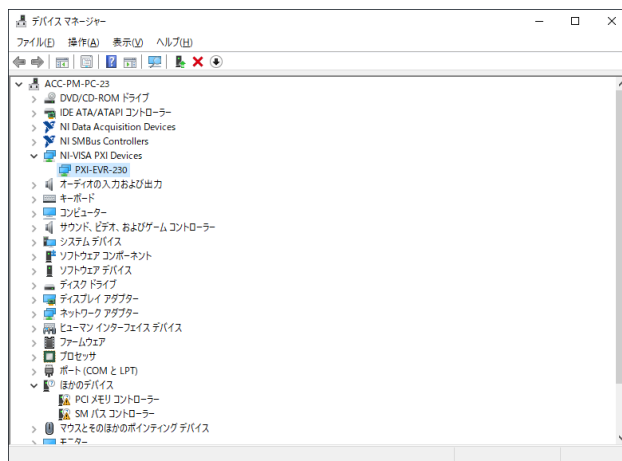


Figure 4: PXI-EVR-230 board shown in device manager.

から 8 bit の値を読み取る vi を示す。VISA を用いたデバイスドライバを制作したので、機器との接続、切断は VISA open/close 関数を用いて行うことができる。レジスタへのアクセスは VISA in/out 関数を用い、Address space と offset に適切な値をセットすることによって行う。必要な機能と対応するアドレスはハードウェアのマニュアルを参照しつつ実装する。

4. まとめ

NI-VISA Driver Wizard を使うことによって、サードパーティ製 PXI ボードのデバイスドライバを簡単に作れることを示した。一度 Wizard の使い方を覚えれば、数分で作業は完了する。また VISA を利用した Device driver により、VISA 関数を使って、レジスタアクセスを行う事ができ、デバイス固有の事象を気にすることなく、統一的に API の開発ができるようになる。今回は MRF 社の PXI-EVR-230 を具体例として取り上げたが、PXI 規格に準拠したボードであればここに紹介した手法でデバイスドライバおよ

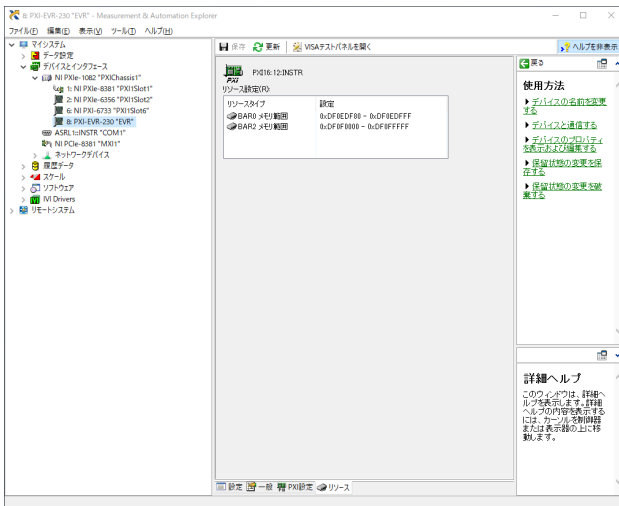


Figure 5: PXI-EVR-230 board shown in NI MAX window.

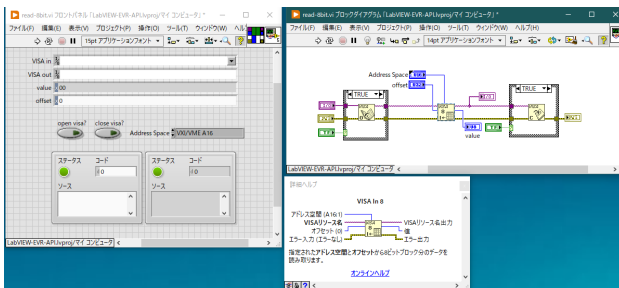


Figure 6: Basic vi to access register in the EVR.

び API の開発が可能である。

参考文献

- [1] K. Furukawa *et al.*, “同時トップアップ入射のための KEK 電子陽電子入射器の加速モード切替の高度化”, Proceedings of the 17th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, Online, Sep. 2-4, 2020, pp. 1-6, WEOOP01.; https://www.pasj.jp/web_publish/pasj2020/proceedings/PDF/WEO0/WEOOP01.pdf
- [2] <http://www.mrf.fi>
- [3] K. Furukawa *et al.*, “EVENT-BASED TIMING AND CONTROL SYSTEM FOR FAST BEAM-MODE SWITCHING AT KEK 8-GeV LINAC”, Proceedings of PAC09, Vancouver, BC, Canada, May. 2009, pp. 4797-4799, FR5REP010.; <https://accelconf.web.cern.ch/pac2009/papers/fr5rep010.pdf>
- [4] Y. Enomoto *et al.*, “Pulse-to-pulse Beam Modulation for 4 Storage Rings with 64 Pulsed Magnets”, Proceedings of LINAC2018, Beijing, China, Sep.16-21, 2018, pp. 609-614, WE1A06.; <https://doi.org/10.18429/JACoW-LINAC2018-WE1A06>
- [5] Y. Enomoto *et al.*, “Pulsed Magnet Control System Using COTS PXIe Devices and LabVIEW ”, Proceedings of ICALEPCS2019, New York, NY, USA, Oct. 5-11, 2019, pp. 946-949, WECPR05.; <https://doi.org/10.18429/JACoW-ICALEPCS2019-WECPR05>
- [6] <https://zone.ni.com/reference/>

[en-XX/help/370131S-01/ni-visa/
configuringnivistorecognizeapixpcidevice/](https://zone.ni.com/reference/en-XX/help/370131S-01/ni-visa/configuringnivistorecognizeapixpcidevice/)