

DAQミドルウェア概要

仲吉一男 安 芳次 千代浩司

概 要

この文章では、これから DAQ ミドルウェアを使用してデータ収集を行いたいという方を対象に DAQ ミドルウェアの概要について説明します。

目 次

1	はじめに	2
2	DAQ ミドルウェアについて	2
2.1	DAQ ミドルウェアの特徴	3
2.2	DAQ コンポーネントの特徴	3
3	コンフィグレーション・ファイルとコンディションファイル	4
3.1	コンフィグレーション・ファイル	4
3.2	コンディション・ファイル	5
4	ユーザーインターフェイス	5
5	オンライン・モニタリング	6
5.1	Monitor コンポーネントによるオンラインモニタ	6
5.2	Web ブラウザによるオンラインヒストグラム表示	6
6	その他のドキュメント	6
	References	6

1 はじめに

DAQ(Data Acquisition) ミドルウェアは、ネットワーク分散環境でデータ収集用ソフトウェアを容易に構築するためのソフトウェア・フレームワークです。ユーザは、DAQ コンポーネントと呼ばれるソフトウェア・コンポーネンを組み合わせて DAQ システムを構築することができます。

DAQ ミドルウェアの実装は、RT(Robot Technology) Middleware[1] をデータ収集用に拡張したものです。RT ミドルウェアは、独立行政法人産業技術総合研究所 (AIST) ・ 知能システム研究部門・タスクインテリジェンス研究グループにより研究・開発が行われています。RT ミドルウェアは様々なロボット要素 (RT コンポーネント) を通信ネットワークを介して自由に組み合わせることで、ロボットシステムの構築を可能にするネットワーク分散コンポーネント化技術による共通プラットフォームです。RT ミドルウェアで中心となる RT コンポーネントは、ソフトウェアの国際標準化団体 OMG(Object Management Group) において、標準仕様が採択され国際標準規格”Robotic Technology Component Specification” [2] となりました。我々は、RT コンポーネントをベースとするロボット・ネットワーク分散モデルは、データ収集にも適用可能であると考え 2006 年から AIST と共同研究を開始し、その実現可能性の検討を行ってきました [3, 4]。その結果、RT コンポーネントに一部拡張を行うことでデータ収集においても適用可能であるという結論に至りました。

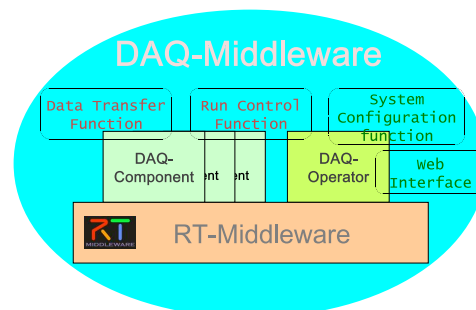


図 1: DAQ ミドルウェアと RT ミドルウェアの関係。

2 DAQ ミドルウェアについて

図 1 に、DAQ ミドルウェアと RT ミドルウェアの関係を示します。図のように、RT ミドルウェアをベースとして、DAQ コンポーネントと DAQ オペレータが実装されています。DAQ コンポーネントは、上記の RT コンポーネントを拡張して作られており、コンポーネント間のデータ転送、コンポーネントがコマンドを受信、またはコンポーネントからステータスを送信するための機能は RT ミドルウェアにより実現しています。各 DAQ コンポーネントを制御するための DAQ オペレータ・コンポーネント、それが持つコンフィグレーション・ファイルによる DAQ システムのコンフィグレーション機能および Web インターフェイスは、DAQ ミドルウェア独自のものです。図 2 に DAQ ミドルウェアの基本構成を示します。CPU UI, CPU DAQ#1 はそれぞれ、ユーザインターフェイス用計算機と DAQ 用計算機を示しています。ユーザーは DAQ コンポーネントを制御する DAQ Operator へ Web ブラウザ等からコマンドを送り実験のランを制御します。CPU DAQ 上の基本 DAQ コンポーネントと呼ばれる 4 つの DAQ コンポーネントは DAQ Operator からコマンドにより動作を行います。各コンポーネントについては後述します。DAQ コンポーネント間の通信はネットワーク透過であるので、1 台の計算機上で 4 つのコンポーネントと DAQ Operator を動作させることも可能です。

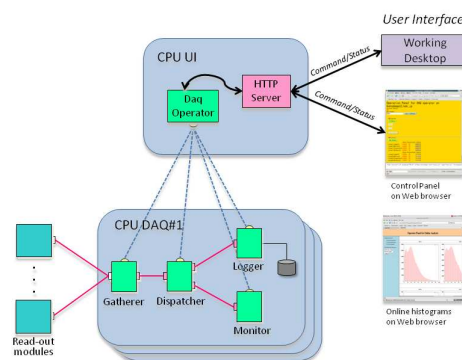


図 2: DAQ ミドルウェアの基本構成。

2.1 DAQ ミドルウェアの特徴

DAQ ミドルウェアは次のような特徴を持っています。

- RT コンポーネントを拡張した DAQ コンポーネントを組み合わせて DAQ システムを構築する
- コンフィグレーション・ファイルと呼ばれる XML 文章により DAQ システムを記述し構成できる
- コンディション・ファイルと呼ばれる機器およびコンポーネント設定ファイルにより読みだし機器や DAQ コンポーネント独自のパラメータを設定可能である
- リモートブート機能により、DAQ コンポーネントがネットワーク分散環境下でブート可能である
- DAQ オペレータは、Web インターフェイス (XML/HTTP プロトコル) を持っており Web ブラウザからランの制御が可能である
- Web ブラウザにより、オンラインモニタのヒストグラムを見ることができる
- DAQ ミドルウェアは、J-PARC MLF(Materials and Life Science Facility) で採用され [5] 使用されており、PSD(Position Sensitive Detecotr) 用 Gatherer、Monitor、シンチレータ検出器用 Gatherer、Monitor、GEM(Gas Electron Multiplier) 用 Gatherer、Monitor がある (図 3,4)。

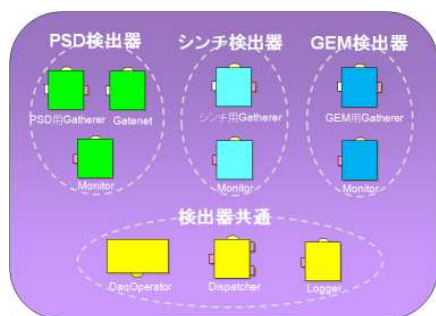


図 3: MLF で使用中の各検出器用 DAQ コンポーネント

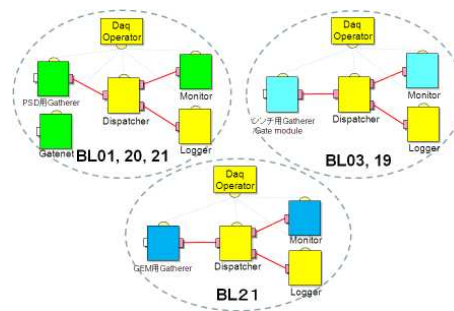


図 4: MLF 各ビームラインでの DAQ コンポーネントの構成

2.2 DAQ コンポーネントの特徴

- 任意の数のデータ入力ポートと出力ポートを持つ DAQ コンポーネントを作ることができる。DAQ ミドルウェアでは、サービスポートを利用してコントローラからのコマンド受信、コントローラへのステータスの送信を行う (図 5)。
- 新たな DAQ コンポーネント開発は、コンポーネントのコアロジックと呼ばれる部分を実装することで可能。
- 現時点で、DAQ ミドルウェアに含まれる DAQ コンポーネントは、ネットワークからデータを取得して後段のコンポーネントへ送信する Gatherer コンポーネント、取得したデータを後段の 2 つのコンポーネントへ送信する Dispatcher コンポーネント、取得したデータをディスクに保存する Logger コンポーネント、取得したデータをヒストグラムにする Monitor コンポーネントである (図 2)。

ファイル名	機能	ファイルの作成と変更
config.xml	DAQ システムのコンフィグレーション	DAQ 担当者
condition.xml	機器設定、オンライン解析用パラメータ設定	DAQ 担当者、一般ユーザ

表 1: DAQ 構成設定ファイルと機器設定ファイルの機能

- DAQ コンポーネントは、単一ホスト上でも複数のリモートホストの分散環境下でも動作が可能 (図 6)
- DAQ コンポーネントの相互の接続情報やパラメータは、XML 形式のコンフィグレーション・ファイルに記述することが可能
- DAQ コンポーネントを制御する DAQ Operator は、Web とのインターフェイスを持っており Web ブラウザ等からランの制御が可能

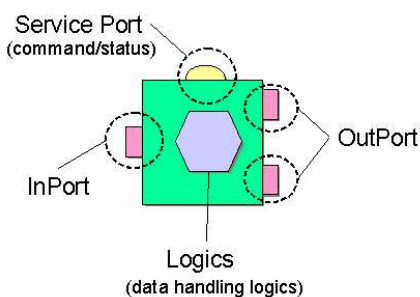


図 5: DAQ コンポーネントの入出力ポート

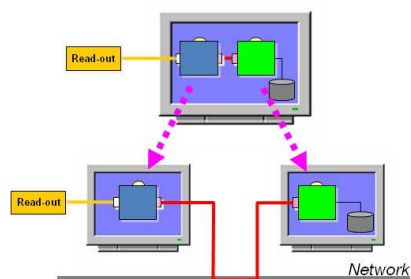


図 6: DAQ コンポーネントのネットワーク透過性

3 コンフィグレーション・ファイルとコンディションファイル

DAQ ミドルウェアには前述の 2 種類の設定ファイルが存在します。DAQ 構成設定ファイルと機器設定ファイル（それぞれコンフィグレーション・ファイル、コンディション・ファイルと呼ばれます）です。それぞれの役割を表に示します。コンフィグレーション・ファイルとコンディション・ファイルは、XML 文章です。前者は、使用する DAQ コンポーネントとそれらの接続情報等が入っており、DAQ 担当者または DAQ エキスパートにより準備・変更されるものです (図 7)。DAQ コンポーネントの組み合わせ等は、データ収集性能に大きく影響します。一旦 DAQ システムの構成が決まれば、度々変更すべきものではありません。後者は、読みだし機器やオンライン解析用のパラメータファイルで各コンポーネント毎に用意します。これは、DAQ 担当者、一般ユーザにより準備・変更されます。これは、実験のラン毎に変更可能なもので、一般ユーザにより (ラン毎) に変更が可能です。XML 文章の構文解析をユーザが個別に実装するのは手がかかるため、JSON (JavaScript Object Notation) というより簡潔なデータ記述形式に変換し、各 DAQ コンポーネントがそれを読み込んで構文解析します。

3.1 コンフィグレーション・ファイル

複数の DAQ コンポーネントを組み合わせる DAQ システムを構築する際、XML 文章によりシステムを記述します。この中で記述するのは、

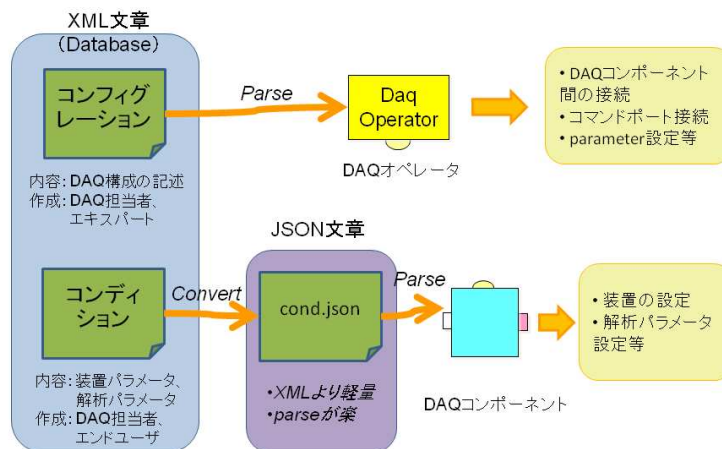


図 7: DAQ 構成設定ファイルと機器設定ファイル。

- 使用する DAQ コンポーネントの名前
- 使用する DAQ コンポーネントを起動するホストの IP アドレス
- 使用する DAQ コンポーネント間の接続情報
- 使用する DAQ コンポーネントの起動順番情報

等です。ユーザが用意したコンフィグレーション・ファイルを DAQ オペレータ・コンポーネントが読み込み、パースを行って必要なコンポーネント間を接続します。

3.2 コンディション・ファイル

DAQ コンポーネントが関連する機器の設定やオンライン解析用を行うために必要なパラメータが記述されているコンディション・ファイルと呼ばれる XML 文章があります。具体的な例では、MLF J-PARC での PSD 検出器のデータをデジタイズする NEUNET モジュールの波高値スレッシュホールドの設定やシンチレータ検出器に対応するリードアウトモジュールの設定等です。

4 ユーザーインターフェイス

DAQ ミドルウェアの DAQ オペレータ・コンポーネントは、Web インターフェイスを持っておりユーザからのコマンドを Web サーバ経由で取得できます。図 8 は、J-PARC MLF で使用されている例で、Web ブラウザ上のボタンを押すことで DAQ オペレータ・コンポーネントへコマンドを送信してランをコントロールします。”Get Status”

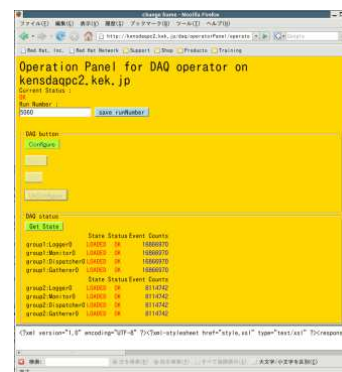


図 8: Web ブラウザによるオペレーションパネル。

ボタンを押すと各DAQコンポーネントのステートやイベント数などの情報を取得して表示します。

J-PARC MLF ではワーキングデスクトップという統一されたユーザインターフェイスが導入予定(2009年2月時点ではテスト中)ですが、このワーキングデスクトップも同じ Web インターフェイスを採用したのでワーキングデスクトップからも同じ形式でコマンドおよびステータスの送受信が可能になっています(図2参照)。

5 オンライン・モニタリング

5.1 Monitor コンポーネントによるオンラインモニタ

DAQ ミドルウェアの基本DAQコンポーネントの Monitor コンポーネントは、受信したデータをオンラインで解析しヒストグラムを作ることが可能です。一般用DAQミドルウェアでは、ROOT[6]という解析用フレームワークを使用しますが、MLF/J-PARC 中性子では Manyo ライブラリという中性子実験に特化した解析フレームワークを使用しています。

5.2 Web ブラウザによるオンラインヒストグラム表示

Monitor コンポーネントによりオンライン解析されたデータは、ヒストグラム化され定期的に画像ファイルにして Web サーバへ書き込みます。ユーザは、Web ブラウザを通してそのヒストグラムの画像ファイルをみるすることができます。

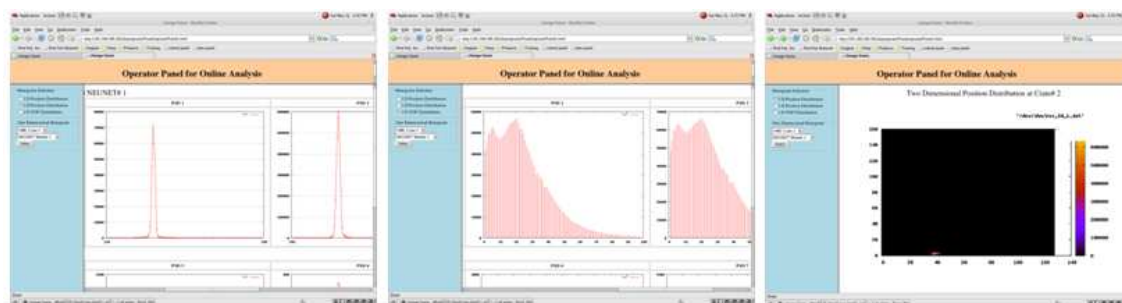


図 9: Web ブラウザによるヒストグラムファイルの表示

6 その他のドキュメント

J-PARC MLF 中性子を対象としたインストールおよび操作マニュアルがあります [8]。これはDAQミドルウェアをMLF中性子に適用してDAQシステムを構築するための手順が詳しく書かれています。

参考文献

- [1] 産業技術総合研究所 知能システム研究部門 OpenRTM-aist の公式 Web サイトを参照。
<http://www.is.aist.go.jp/rt/OpenRTM-aist/html/>
- [2] Robotic Technology Component (RTC),Version 1.0
<http://www.omg.org/spec/RTC/1.0/>
- [3] Y. Yasu, et al., Feasibility of data acquisition middleware based on robot technology, CHEP06, 2006.
<http://greentea.kek.jp/daqm/>
- [4] Y. Yasu, et al., A data acquisition middleware, IEEE NPSS Real-Time 2007, 2007.
<http://greentea.kek.jp/daqm/>
- [5] K. Nakayoshi, et al., Development of a data acquisition sub-system using DAQ-Middleware, Nucl. Inst. and Meth. A600(2009), P173.
- [6] <http://root.cern.ch/>
- [7] Jiro Suzuki, et al, Object-oriented data analysis framework for neutron scattering experiments, Nucl. Inst. and Meth. A534(2004), p.175.
- [8] 千代浩司、仲吉一男、安 芳次、MLF 中性子用 DAQ ミドルウェアインストールおよび操作マニュアル、2009. <http://www-jlc.kek.jp/~sendai/OpenRTM/EL5/tars.2009.07/DAQMM.pdf>