

DAQ-Middleware 1.0.0 開発マニュアル

千代浩司

高エネルギー加速器研究機構

素粒子原子核研究所

\$Date: 2010/08/01 06:30:08 \$

概要

これは DAQ-Middleware 開発用マニュアルです。次の事項を解説します。

1. DAQ-Middleware 1.0.0 開発環境の準備方法
2. DAQ-Middleware 1.0.0 開発環境の使い方
3. サンプルコンポーネントの作成と起動方法

DAQ-Middleware 1.0.0 で実装されている事項については「DAQ-Middleware 1.0.0 技術解説書」[2] を参照してください。

このテキストで作製するサンプルコンポーネントはデータをリードアウトモジュールから読み取る SampleReader コンポーネント、および SampleReader コンポーネントからデータを受け取ってヒストグラムを画面に表示する SampleMonitor コンポーネントです。SampleReader は、とくにハードウェアを必要としないようにするためソフトウェアエミュレータからデータを読むことにしました。

このマニュアルで前提とするプログラミング技能は以下のとおりです。

1. C および C++ 言語でプログラムが書けること。
2. gcc, make など開発ツールが使えること。
3. ネットワーク機器からデータを読みとるソケットプログラミングができること。

目次

1	このマニュアルについて	3
2	開発環境の準備	4
2.1	VMware Player を使う場合	4
2.2	Scientific Linux 5.x に RPM バイナリをインストールする方法	5
2.3	ソースからインストールする方法	6
2.4	インストールの確認	6
2.5	インストール後のディレクトリ構造	7

3	DAQ-Middleware の概要	9
3.1	コンポーネントの状態、および遷移	9
3.2	コンポーネント間を流れるデータフォーマット	9
3.3	エラーが起きたときの処理	10
4	コンポーネント開発環境	11
4.1	newcomp コマンド	11
4.2	Makefile の書き方	14
5	開発ディレクトリの準備	17
6	Skeleton コンポーネントによる状態遷移の確認	17
7	単純なコンポーネントの作成例	19
8	この文書で開発するデータ収集システムの概要	24
9	ソフトウェアエミュレータ	24
9.1	ダウンロード	24
9.2	起動	25
9.3	ソフトウェアエミュレータのデータフォーマット	25
9.4	エミュレータからのデータの確認	25
10	SampleReader コンポーネントの開発	26
10.1	SampleReader.h の変更	28
10.2	SampleReader.cpp の変更	29
10.3	Makefile の変更	35
11	SampleMonitor コンポーネントの開発	36
11.1	SampleData.h の作成	37
11.2	SampleMonitor.h の変更	37
11.3	SampleMonitor.cpp の変更	38
11.4	SampleMonitorComp.cpp の変更	44
11.5	Makefile の変更	44
12	起動および動作確認	45
13	パラメータの Condition データベース化	50
13.1	Condition データベースを使ったヒストグラムのテスト	54
付録 A	rpm および yum コマンドを使用してセットアップしたときのログ	57

1 このマニュアルについて

このマニュアルは以下のような構成になっています。

- DAQ-Middleware 1.0.0 開発環境の準備方法 (第 2 節)
- DAQ-Middleware のごく簡単な概要 (第 3 節)
- DAQ-Middleware 1.0.0 開発環境の使い方 (第 4 節)
- 開発ディレクトリの準備 (第 5 節)
- Skeleton コンポーネントによる状態遷移の確認 (第 6 節)
- 簡単なコンポーネントによるコンポーネント間データ転送 (第 7 節)
- サンプルコンポーネントの作成と起動方法 (第 8 節以降)
- Condition データベースを使ったパラメータの変更 (第 13 節)

このマニュアルではコンポーネントを開発する方法について解説します。データ収集システムへ配備する方法についての解説はありません。

DAQ-Middleware 1.0.0 の設計と実装、使用できるクラス、メソッドについては「DAQ-Middleware 1.0.0 技術解説書」[2] を参照してください。

このマニュアルで解説するソースコードについて

このマニュアルで解説するソースコードは DAQ-Middleware 1.0.0 をインストールすると `/usr/share/daqmw/examples` ディレクトリ以下に入ります。手で入力するのが大変である場合とか、このマニュアルのソースコード説明で抜けているのではないかと思われる部分はこのディレクトリ以下のソースコードを参照してください。

2 開発環境の準備

現在のところ DAQ-Middleware 1.0.0 の開発環境を準備する方法には

1. DAQ-Middleware 開発グループが用意した VMware Player イメージを利用する
2. Scientific Linux 5.x へ RPM パイナリをインストールする
3. 自力で依存物をセットアップしソースからインストールする

の三つの方法があります。以下この順番で説明します。

2.1 VMware Player を使う場合

この解説書で必要なソフトウェアのインストール、設定を済ませた VMware Player で使える Scientific Linux 5.5 ディスクイメージを用意しました。このイメージを使えばすぐに DAQ-Middleware コンポーネントの作成作業にとりかかることができます。

VMware Player は VMware のサイト <http://www.vmware.com/jp/products/player/> からダウンロードしてください。最新版の VMware Player 3.x は使用する CPU によってはインストールすることができません。VMware Player 3.x を使用するためには CPU が CMOV、PAE、TSC、FXSAVE 命令をサポートしている必要があります。最近の CPU のほとんどはこの命令をサポートしていると思われます。CPU として Pentium M を使用した計算機には PAE がなくて 3.x はインストールできませんでした。3.x をインストールできない場合は <http://www.vmware.com/download/player/download.html> から VMware Player 2.5.4 をダウンロードしてください。

VMware Player で使える Scientific Linux 5.5 ディスクイメージは <http://daqmw.kek.jp/vmplayer/sl-55-daqmw.zip> からダウンロードしてください。一般ユーザーとしてユーザー名 daq、パスワード abcd1234 が登録されています。また root のパスワードは abcd1234 です。

このイメージではメモリーとして 512MB を指定してあります。この解説書で作るコンポーネントシステムでは支障がないと思いますが、もっとメモリーを必要とする場合は VMware Player アイコンをクリックしたあと出てくる画面で、当該イメージを選択し、右側「仮想マシン設定の編集」を選び、ハードウェア メモリを選択し調節してください。

この解説書で開発するモニターコンポーネントのヒストグラムの作成では ROOT (<http://root.cern.ch/>) を使用していますがこれは /usr/local/root 以下に入っています。また daq ユーザーでログインすると環境変数 ROOTSYS および LD_LIBRARY_PATH はこの /usr/local/root を使うように設定されています。

VMware Player イメージを使う場合はこのセクションの残りはやる必要はありません。続けて第 2.5 節をお読みください。

2.2 Scientific Linux 5.x に RPM バイナリをインストールする方法

Scientific Linux は RedHat Enterprise Linux を元に作られた Linux ディストリビューションです。詳細は <http://www.scientificlinux.org/> を見てください。

2.2.1 DAQ-Middleware 2008.10 ~ 2009.10 版を使用していた人向けの注意

DAQ-Middleware 1.0.0 から rpm の配布 URL が変わりました。アップデートの際には、次節のコマンドを使ってセットアップを行う前に、まず以下のコマンドをまず行い、古い環境を削除してください。

```
root# rpm -e kek-daqmiddleware-repo
root# rpm -e OpenRTM-aist
root# rm -fr /var/cache/yum/kek-daqmiddleware
```

一括して実行するシェルスクリプトを用意しました。 <http://daqmw.kek.jp/src/daqmw-rpm> にありますのでこれをダウンロードして root ユーザで

```
# chmod +x daqmw-rpm
# ./daqmw-rpm distclean
```

としてください。

2.2.2 セットアップ方法

Scientific Linux 5.x 環境下に DAQ-Middleware 1.0.0 をインストールするには root ユーザーになって以下のコマンドを実行します。

```
root# rpm -ihv http://daqmw.kek.jp/rpm/el5/noarch/kek-daqmiddleware-repo-2-0.noarch.rpm
root# yum --enablerepo=kek-daqmiddleware install DAQ-Middleware
```

以上のコマンドで DAQ-Middleware 1.0.0 の開発環境がセットアップされます。これらふたつのコマンドは Web ブラウザで <http://daqmw.kek.jp/rpm/el5/> にアクセスしてそこに書かれているコマンドをカットアンドペーストするのが簡単です。あるいは一括して実行するシェルスクリプトを用意しましたのでこれを使うのもよいです。 <http://daqmw.kek.jp/src/daqmw-rpm> にありますのでこれをダウンロードして root ユーザで

```
# chmod +x daqmw-rpm
# ./daqmw-rpm install
```

としてください。

このコマンドを実行した際のログを付録 A にのせておきます。

この yum コマンドでインストールされる rpm パッケージは以下のとおりです。

- DAQ-Middleware-1.0.0
- OpenRTM-aist-1.0.0
- OmniORB サーバー、ライブラリ、開発環境
 - omniORB-doc-4.0.7
 - omniORB-servers-4.0.7
 - omniORB-bootscripts-4.0.7
 - omniORB-utils-4.0.7
 - omniORB-devel-4.0.7
 - omniORB-4.0.7
- xerces-c-2.7.0 および xerces-c-devel-2.7.0
- xalan-c-1.10.0 および xalan-c-devel-1.10.0

モニターコンポーネントの作成でヒストグラムに必要なソフトウェア (ROOT など) がある場合は別途インストールする必要があります。

2.3 ソースからインストールする方法

DAQ-Middleware のソースは <http://daqmw.kek.jp/src/> にあります。ファイル名は DAQ-Middleware-M.m.p.tar.gz 形式になっていて M、m、p には数が入ります。

ソースからインストールするにはこれをダウンロードして make; make install する必要があります。コンパイルには OpenRTM-aist が必要で、また動作させるには OmniORB が必要です。依存物を用意するのは大変ですから RPM あるいは yum でセットアップできる場合はこれらを使ってバイナリファイルをダウンロードしインストールするのが簡単でおすすめです。

2.4 インストールの確認

自力でインストール、セットアップした場合は以下の方法で開発環境が正常にセットアップできたかどうか確認することができます。

Skeleton コンポーネントを使って、開発環境が整っているか確認します。Skeleton コンポーネントは DAQ-Middleware 1.0.0 のセットアップが済んでいれば /usr/share/daqmw/examples/Skeleton/ ディレクトリ以下にソースがインストールされています。

以下の要領で開発環境が整っているか確認します。

```
% cp -r /usr/share/daqmw/examples/Skeleton . (最後にドット(".")があります)
% cd Skeleton
% ls
Makefile Skeleton.cpp Skeleton.h SkeletonComp.cpp
% make
```

正常ですと SkeletonComp という実行形式ファイルができます。make コマンドがエラーとなって

異常終了した場合は、原因を追求し解決しておく必要があります。解決方法はエラーの内容によります。

2.5 インストール後のディレクトリ構造

VMware Player を使う場合も、native Linux 環境で rpm を使ってセットアップを行った場合も DAQ-Middleware のディレクトリ構造は以下のようになっています。

`/usr/bin`

ユーザが手でコマンドを起動するコマンド類がここに入っています。たとえば新規にコンポーネントを開発するときにファイルの準備に使用する `newcomp` であるとかコンポーネントを起動する `run.py` などのコマンドが入っています。`newcomp`、`run.py` などは後ほど必要になったところで説明します。

`/usr/include/daqmw`

このディレクトリに DAQ-Middleware の基本となるクラスファイル等が入っています。また下記ライブラリの API インクルードファイルもあります。

`/usr/include/daqmw/idl`

IDL ファイル置場。

`/usr/lib/daqmw`

DAQ コンポーネントを作成するうえで必ず使う (であろう) ファイルが入っています。現在はソケットライブラリおよびコンディション関連のライブラリ (`json_spirit`) が入っています。

`/usr/libexec/daqmw/DaqOperator`

DAQ オペレータコンポーネントの Scientific Linux 5.x 用の実行形式ファイルです。ソースは `/usr/share/daqmw/DaqOperator/` 以下にあります。

`/usr/share/daqmw/conf`

DAQ-Middleware の設定ファイル (コンフィギュレーションファイル、およびコンディションファイル) の雛型がこのディレクトリにあります。この文書で `SampleReader` および `SampleMonitor` を動かすときに使用するコンフィギュレーションファイルはこのディレクトリの下に `sample.xml` という名前が入っています。実行ファイルの配置場所によっては `sample.xml` はそのままでは使えません。どう変更するかは第 12 節を見てください。

`/usr/share/daqmw/DaqOperator`

DAQ オペレータコンポーネントのソースコード一式が入っています。DAQ システムに必要なコンポーネントのソースをひとつのディレクトリにまとめたい場合には DAQ オペレータコンポーネントについてはこのディレクトリからソースをコピーしてください。

`/usr/share/daqmw/docs`

DAQ-Middleware のドキュメントがこのディレクトリにあります。

`/usr/share/daqmw/etc`

複数の計算機を使って DAQ システムを構築するさいにはリモートブート機能が必要になります。xinetd を使ってリモートブートを実現する場合の雛型ファイルがこのディレクトリに入っています。この文書では使用しません。

`/usr/share/daqmw/examples`

例題コンポーネントがこの下のディレクトリに、まとめられています。このディレクトリの下にはこの文書で開発するコンポーネントのソース (SampleReader および SampleMonitor) がこの名前が入っています。

`/usr/share/daqmw/mk`

Makefile の記述を簡略化するための定型コマンドがこの下の `comp.mk` にまとめられています。Makefile の書き方については 4.2 節を見てください。

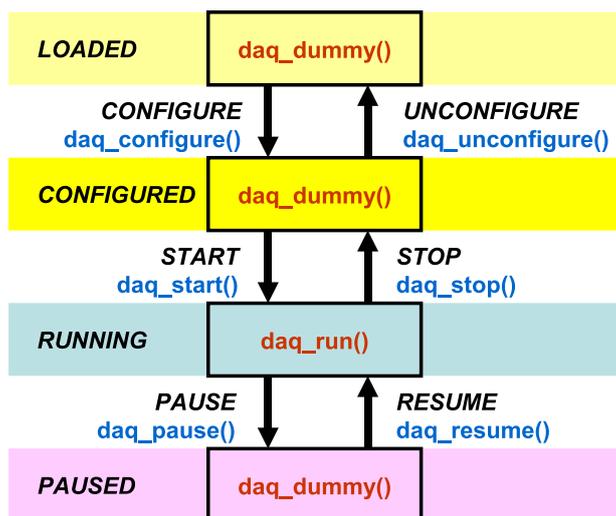


図 1 ステートチャート

3 DAQ-Middleware の概要

DAQ-Middleware のアーキテクチャ、コンポーネントの仕様、コンポーネント間を流れるデータのフォーマット等については「DAQ-Middleware 1.0.0 技術解説書」[2] に書かれています。コンポーネント開発を始めるまえに読んでおいてください。この節ではコンポーネントのコードを書く上で知っておかなければならないことがらをまとめておきます。

3.1 コンポーネントの状態、および遷移

各コンポーネントは起動している間、図 1 にあるステートチャートの状態のうちどれかの状態にあります。ひとつの状態にある間、その状態に対応する関数が呼ばれています。ある状態から別の状態へ遷移する場合にはそれに対応する遷移関数が呼ばれます。

コンポーネントはこれらの関数を実装することにより実現します。

3.2 コンポーネント間を流れるデータフォーマット

図 2 に各コンポーネント間を流れるデータのフォーマットを示します。この図にあるコンポーネントヘッダ、コンポーネントフッタはリードアウトモジュールが送ってくるデータ中(にあるかもしれない)ヘッダ、フッタとは無関係です。コンポーネントヘッダ、コンポーネントフッタのフォーマットを図 3 に示します。

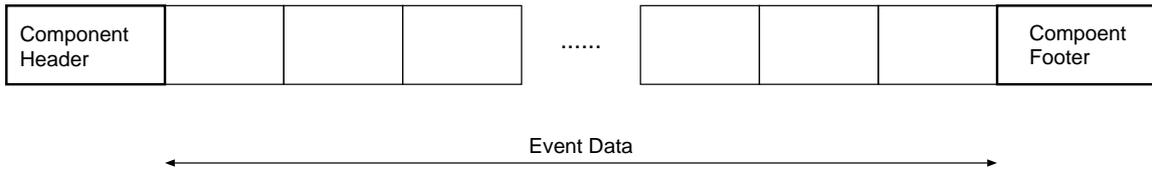


図 2 コンポーネント間を流れるデータのフォーマット。コンポーネントヘッダとフッタのフォーマットについては図 3 を参照。

Header

Header Magic (0xe7)	Header Magic (0xe7)	Reserved	Reserved	Data ByteSize (24:31)	Data ByteSize (16:23)	Data ByteSize (8:15)	Data ByteSize (0:7)
0	7 8	15 16	23 24	31 32	39 40	47 48	55 56 63

Footer

Footer Magic (0xcc)	Footer Magic (0xcc)	Reserved	Reserved	sequence number (24:31)	sequence number (16:23)	sequence number (8:15)	sequence number (0:7)
0	7 8	15 16	23 24	31 32	39 40	47 48	55 56 63

図 3 コンポーネントヘッダ、フッタフォーマット。

3.3 エラーが起きたときの処理

コンポーネントで致命的エラーが起きた場合は `fatal_error_report()` を使って `DaqOperator` にエラーが起きたことを通知するようにします。`fatal_error_report()` の詳細は「DAQ-Middleware 1.0.0 技術解説書」[2] をご覧ください。なにが致命的エラーかはコンポーネント開発者が決めます。

4 コンポーネント開発環境

4.1 newcomp コマンド

コンポーネント開発作業を始めるにあたって 2.4 節のように Skeleton コンポーネントをコピーして、ファイルを書き換えるのもよいですが、実際にコンポーネントに適切な名前を付けることになると、インクルードガード名、コンポーネント名のように機械的に変更しなければならないところがありますので、自動化できるように newcomp というコマンドを用意しました。/usr/bin/newcomp にあります。このコマンドに開発するコンポーネント名を引数として指定すると、指定したコンポーネント名のディレクトリをカレントディレクトリに作成し、その下に以下のファイルを作ります (例として newcomp MyMonitor とした例を示します):

- Makefile
- MyMonitor.h
- MyMonitor.cpp
- MyMonitorComp.cpp

```
% newcomp MyMonitor
% ls
MyMonitor
% cd MyMonitor
% ls
Makefile  MyMonitorComp.cpp  MyMonitor.cpp  MyMonitor.h
```

ファイル名中 MyMonitor の部分は newcomp の引数で指定したコンポーネント名に置き換わります。

Makefile 中のインクルードガード名が MYMONITOR になっていたりコンポーネント名を定義するところが mymonitor になっている以外のロジックの中身は Skeleton コンポーネントと同一です。この状態で make できるようになっていますので一度 make コマンドを使って開発環境が正常にセットされているかどうか確認することができます。^{*1}

これらのファイルのうち MyMonitorComp.cpp はプログラムのみにて main() 関数になにか入れたい場合以外は変更する必要はありません。この文書で作成する SampleMonitor コンポーネントは、ヒストグラムを書くのに ROOT を使用しますが、このコンポーネントでは main() 関数で TApplication オブジェクトを生成するために SampleMonitorComp.cpp を変更します。

MyMonitor.cpp で daq_start()、daq_run() などのメソッドを実装してコンポーネントを作成します。

^{*1} make コマンドを実行すると autogen ディレクトリが作成されそこには自動生成されたファイルが入ります。コンポーネント開発では autogen ディレクトリのファイルは変更する必要はありません。

コンポーネント間のデータ流に着目し、他のコンポーネントへデータは送るが、他のコンポーネントからデータを受け取ることがないコンポーネントを Source 型コンポーネント (あるいは Source タイプコンポーネント) といいます。それとは逆に他のコンポーネントからデータは受け取るが、他のコンポーネントへデータを送ることがないコンポーネントを Sink 型コンポーネント (あるいは Sink タイプコンポーネント) といいます。newcomp コマンドには、作るコンポーネントの型にあわせて InPort、OutPort を削除、追加するオプションがあります。利用できるコンポーネントタイプは newcomp -h で newcomp コマンドのヘルプメッセージを表示させるとできます。

```
$ newcomp -h
Usage: newcomp [-f] [-t component_type] NewCompName
(中略)
You may specify component type as -t option. Valid component types are:

null
sink
source
(後略)
```

上の newcomp -h ででてくる null 型はほとんどのメソッドが空の雛型ファイルを作るものです。-t でタイプを指定しなかった場合は null を指定したのと同じものができます。Source 型でもないし Sink 型でもないコンポーネントを作成する場合はこの null 型 (あるいは -t で型を指定しない) を作成して作業を始めてください (中身はなにもありませんが、実装すべきメソッド (の空のもの) は全て入っています)。

Source タイプのコンポーネントを作成するには

```
% newcomp -t source MySampleReader
```

とします。MySampleReader のところは自分が使いたいコンポーネント名に置き換えてください。また Sink タイプのコンポーネントを作成するには

```
% newcomp -t sink MySampleMonitor
```

とします。MySampleMonitor のところは自分が使いたいコンポーネント名に置き換えてください。

4.1.1 Source 型のロジック

newcomp -t source MyReader とすると雛型として MyReader.h 内に

```
1 private:
2     int daq_dummy();
3     int daq_configure();
4     int daq_unconfigure();
5     int daq_start();
6     int daq_run();
7     int daq_stop();
8     int daq_pause();
```

4 コンポーネント開発環境

```
9     int daq_resume();
10
11     int parse_params(::NVList* list);
12     int read_data_from_detectors();
13     int set_data(unsigned int data_byte_size, unsigned int seq_num);
14     int write_OutPort();
15
16     static const int SEND_BUFFER_SIZE = 4096;
17     unsigned char m_data[SEND_BUFFER_SIZE];
```

が定義されます。最後の2行がリードアウトモジュールからのデータ読みだしに使用するバッファ(の雛型)です。読み取りロジックはMyReader.cppの

```
1 int MyReader::read_data_from_detectors()
2 {
3     int received_data_size = 0;
4     /// write your logic here
5     return received_data_size;
6 }
```

の部分に書くように雛型ができます。ここで想定しているread_data_from_detectors()の様子は

- 戻り値は読んだバイト数
- 読んだデータはm_dataに入れる

です。これはあくまでも雛型ですので、必ずしもこういうふうにコンポーネントを実装しなければならないということではありません。

4.1.2 Sink型のロジック

newcomp -t sink MyMonitorすると雛型としてMyMonitor.cpp内に

```
1 check_header_footer(m_in_data, recv_byte_size); // check header and footer
2 unsigned int event_byte_size = get_event_size(recv_byte_size);
3
4 //////////////// Write component main logic here. ////////////////
5 // online_analyze();
6 ///////////////////////////////////////////////////////////////////
7
8 inc_sequence_num(); // increase sequence num.
9 inc_total_data_size(event_byte_size); // increase total data byte size
```

が定義されます。この雛型は5行目のonline_analyze()関数にヒストグラムを書くなどの処理を入れると想定してこうしてあります。event_byte_sizeには、上流コンポーネントから送られてきたデータのうち、コンポーネントヘッダ、フッタを除いたユーザーデータの長さがバイトサイズで入ります。ユーザーデータの中身はm_in_data.data[HEADER_BYTE_SIZE]からm_in_data.data[HEADER_BYTE_SIZE + event_byte_size - 1]になります(図2を参照して

ください)。このデータからヒストグラムを書くなどのロジックを実装することになります。これはあくまでも雛型ですので、必ずしもこういうふうにコンポーネントを実装しなければならないということではありません。

4.2 Makefile の書き方

`newcomp` コマンドでできる Makefile を以下に示します (`newcomp MyMonitor` とした場合の例です):

```
COMP_NAME = MyMonitor

all: $(COMP_NAME)Comp

SRCS += $(COMP_NAME).cpp
SRCS += $(COMP_NAME)Comp.cpp

# sample install target
#
# MODE = 0755
# BINDIR = /tmp/mybinary
#
# install: $(COMP_NAME)Comp
#     mkdir -p $(BINDIR)
#     install -m $(MODE) $(COMP_NAME)Comp $(BINDIR)

include /usr/share/daqmw/mk/comp.mk
```

`MyMonitor.cpp` および `MyMonitorComp.cpp` の処理は `/usr/share/daqmw/mk/comp.mk` に書かれていますので Makefile 中にこれらふたつのファイルを手で追加する必要はありません (追加するとエラーになります)。

`newcomp` コマンドでできたファイルのみを使ってコンポーネントを実装する場合は Makefile は変更する必要はありません。ソースファイル (*.cpp) を追加した場合には Makefile に以下のように `SRCS` 変数に追加します (`ModuleUtils.cpp` と `FileUtils.cpp` を追加した場合の例を示します):

```
1 COMP_NAME = MyMonitor
2
3 all: $(COMP_NAME)Comp
4
5 SRCS += $(COMP_NAME).cpp
6 SRCS += $(COMP_NAME)Comp.cpp
7 #
8 # ModuleUtils.cpp と FileUtils.cpp を追加した例
9 #
10 SRCS += ModuleUtils.cpp
11 SRCS += FileUtils.cpp
12
13 # sample install target
14 #
15 # MODE = 0755
16 # BINDIR = /tmp/mybinary
```

4 コンポーネント開発環境

```
17 #
18 # install: $(COMP_NAME)Comp
19 #     mkdir -p $(BINDIR)
20 #     install -m $(MODE) $(COMP_NAME)Comp $(BINDIR)
21
22 include /usr/share/daqmw/mk/comp.mk
```

10 行目と 11 行目が追加したファイルの行です。あるいは OBJS 変数にオブジェクトファイル名で指定することもできます:

```
OBJS += ModuleUtils.o
OBJS += FileUtils.o
```

以下のように SRCS 変数と OBJS 変数に同一ファイルを指定することはできません (コンパイルがシンボルの多重定義で失敗します):

```
(これはだめな例)
SRCS += FileUtils.cpp
OBJS += FileUtils.o
```

また OBJS 変数に誤ってソースファイル名 (*.cpp) を書くと make clean でそのソースファイルが消えてしまいますのでご注意ください。

FileUtils.o の作成に FileUtils.h と FileUtils.cpp が必要な場合、以下のように依存関係を書いておくと、FileUtils.h あるいは FileUtils.cpp を変更した場合に、ソースファイル全体をコンパイルしなおすのではなく、変更があったソースファイルだけコンパイルしなおすようになります。

```
FileUtils.o: FileUtils.h FileUtils.cpp
```

(newcomp MyMonitor とした場合の)MyMonitor.o および MyMonitorComp.o の依存関係は comp.mk 内に書かれているので書く必要はありません。

comp.mk では CPPFLAGS として -I./usr/include/daqmw および /usr/include/daqmw/idl を追加しています。make コマンドを実行するディレクトリ中の *.h ファイル読み込みのために -I. を追加する必要はありません。これら以外、および /usr/include 以外の場所にあるインクルードファイルを読み込ませたい場合には CPPFLAGS += /path/to/myheader_dir のように CPPFLAGS += を使います。

また外部のライブラリを使いたい場合には LDLIBS 変数に追加します。たとえば mylibrary というライブラリを使う場合でこのライブラリのインクルードファイルが /usr/local/include 以下にあり、ライブラリファイルが /usr/local/lib/libmylibrary.so であった場合は以下のように Makefile に追加します。13 行目と 14 行目が追加した行です。

```
1 COMP_NAME = MyMonitor
2
3 all: $(COMP_NAME)Comp
```

```
4
5 SRCS += $(COMP_NAME).cpp
6 SRCS += $(COMP_NAME)Comp.cpp
7
8 #
9 # インクルードファイルが/usr/local/include にあり
10 # ライブラリファイルが/usr/local/lib/libmylibrary.so にある
11 # ライブラリを使用する場合は次のように Makefile に追加します。
12 #
13 CPPFLAGS += -I/usr/local/include
14 LDLIBS += -L/usr/local/lib -lmylibrary
15
16 # sample install target
17 #
18 # MODE = 0755
19 # BINDIR = /tmp/mybinary
20 #
21 # install: $(COMP_NAME)Comp
22 #     mkdir -p $(BINDIR)
23 #     install -m $(MODE) $(COMP_NAME)Comp $(BINDIR)
24
25 include /usr/share/daqmw/mk/comp.mk
```

make コマンドを実行すると autogen ディレクトリが作成されそこには自動生成されたファイルが入ります。コンポーネント開発では autogen ディレクトリのファイルは変更する必要はありません。

コンポーネントを開発する場所はどこでもかまいませんが DAQ-Middleware に含まれている makefile サブルーチンユーティリティ (comp.mk) は 1 ディレクトリ 1 コンポーネントを前提として作られています。

5 開発ディレクトリの準備

この解説では開発システムに daq ユーザーとしてログインして作業するものとして解説を行います。複数のコンポーネントを作成することになるので、それらをまとめるため開発ディレクトリを /home/daq/MyDaq とすることにしてこのディレクトリを作成します。

```
% cd
% mkdir MyDaq
% cd MyDaq
% pwd
/home/daq/MyDaq
```

6 Skeleton コンポーネントによる状態遷移の確認

Skeleton コンポーネントで状態遷移を確認してみます。Skeleton コンポーネントは、コンポーネント動作に必要なすべてのメソッドが、中身が空の状態実装してあるコンポーネントです。前節で作った開発用ディレクトリに移動して newcomp コマンドで Skeleton コンポーネントのソースを作ります (できるソースは /usr/share/daqmw/examples/Skeleton 以下にあるものと同じです)。新たにできた Skeleton ディレクトリに移動し、make を実行します。

```
% cd
% cd MyDaq
% newcomp Skeleton
% ls Skeleton
Makefile  SkeletonComp.cpp  Skeleton.cpp  Skeleton.h
% make
(途中省略)
% ls -l SkeletonComp
-rwxrwxr-x 1 daq daq 281923 Apr  1 09:00 SkeletonComp
```

続けてこのコンポーネントを動かすためのコンフィギュレーションファイルをコピーします。

```
% cd
% cd MyDaq
% cp /usr/share/daqmw/conf/skel.xml .
```

skel.xml をエディタで開いて execPath を調べます。execPath は上で作った SkeletonComp 実行ファイルを指定している必要があります。この例のとおりやった場合は変更する点はありませんが、違うディレクトリにある場合は SkeletonComp ファイルがあるパスをフルパスで指定するように編集してください。/usr/share/daqmw/conf/skel.xml のコード部分を以下に示します。

```
1 <configInfo>
2   <daqOperator>
3     <hostAddr>127.0.0.1</hostAddr>
4   </daqOperator>
```

```

5 <daqGroups>
6   <daqGroup gid="group0">
7     <components>
8       <component cid="SkeletonComp0">
9         <hostAddr>127.0.0.1</hostAddr>
10        <hostPort>50000</hostPort>
11        <instName>Skeleton0.rtc</instName>
12        <execPath>/home/daq/MyDaq/Skeleton/SkeletonComp</execPath>
13        <confFile>/tmp/daqmw/rtc.conf</confFile>
14        <startOrd>1</startOrd>
15        <inPorts>
16        </inPorts>
17        <outPorts>
18        </outPorts>
19        <params>
20        </params>
21      </component>
22    </components>
23  </daqGroup>
24 </daqGroups>
25 </configInfo>

```

タグの詳細については「DAQ-Middleware 1.0.0 技術解説書」[2] を参照してください。execPath でコンポーネント実行ファイルのフルパスを指定しています。このコンポーネントは他のコンポーネントと接続することはないので inPorts、OutPorts は空になっています。

「DAQ-Middleware 1.0.0 技術解説書」[2] に書かれているとおり DAQ-Middleware では DAQ システムの統括は DaqOperator が行います。コンポーネントの接続、データ収集の開始、終了の指示は DaqOperator が行いますが、指示されるほうのコンポーネントは別の方法で既に起動されている必要があります (DaqOperator が各コンポーネントを起動するわけではありません)。各コンポーネントをブートする方法には手で起動する、xinetd を使ってネットワークブートを行うなどの方法があります。ここでは DAQ-Middleware に含まれている /usr/bin/run.py コマンドのローカルブート機能を使ってブートを行います。

run.py でオプション -l (1 ではなくてエル) を指定すると、run.py は最後の引数で指定したコンフィギュレーションファイルを読み、起動すべきコンポーネントのパス名を取得します。そのパスにあるコンポーネントをローカル計算機で起動したあと、DaqOperator をローカル計算機で起動します。また run.py で -c オプションを指定すると、run.py は DaqOperator をコンソールモードで起動します。コンソールモードでは DaqOperator はユーザからの指示をキーボードから読みます。また定期的に各コンポーネントが取り扱ったデータバイト数を端末に表示します (各コンポーネントは定期的に DaqOperator に自身が処理したデータバイト数を報告しています)。Skeleton コンポーネントではデータは流れないのでデータバイト数は 0 のままになっています。

```

% cd
% cd MyDaq
% run.py -c -l skel.xml
(あるいは run.py -cl skel.xml のようにオプションをまとめて指定することもできます)

```

7 単純なコンポーネントの作成例

run.py を起動してしばらく待つと (計算機の CPU 性能で差はありますがおおよそ 4 秒くらい)、

```
Command: 0:configure 1:start 2:stop 3:unconfigure 4:pause 5:resume

RUN NO: 0
start at:      stop at:

GROUP:COMP_NAME      EVENT  SIZE      STATE      COMP STATUS
group0:SkeletonComp0:      0      LOADED      WORKING
```

のようになります。この文字を出力しているのは DaqOperator で、DaqOperator はこの状態でコマンドキー入力を待っています。利用できるコマンドは 1 行目の Command: と書いてある行に表示されています。コマンド入力に対応する数字キーを押すことで行います。状態遷移はひとつづつ行う必要があります。たとえばこの LOADED の状態で、start を押すと不適切な入力と判断されます。コマンドを入力すると DaqOperator は各コンポーネントに遷移命令を送ります。

上の画面で STATE 欄が LOADED になっていることを確認してください。0 を押して configure すると STATE 欄が CONFIGURED に変わります。続けて 1 を押して start するとランナ番号の入力を求められるので適当にランナンバー (1 とか) を入力するしてください。すると STATE 欄が RUNNING に変わります。続けて 2 を押して stop すると STATE 欄が CONFIGURED に変わります。

2 を押してコンポーネントを stop させたあとに Ctrl-C を押すと DaqOperator に SIGINT が送られて DaqOperator が終了します。DaqOperator と同時に run.py が起動したコンポーネントにも SIGINT が送られます (run.py から起動した DaqOperator、および各コンポーネントが同一プロセスグループに属しているため)。通常コンポーネントのほうが先に exit して DaqOperator は数回コンポーネントと接続しようとししますので、Ctrl-C を押したあと画面に

```
### ERROR:      : cannot connect
```

という行がコンポーネントの数だけ表示されます。少し待って DaqOperator が終了します。

run.py から起動されたコンポーネントの標準出力、標準エラー出力は/tmp/daqmw/log. コンポーネントプログラム名に保存されます。いまの場合は/tmp/daqmw/log.SkeletonComp に保存されます。

7 単純なコンポーネントの作成例

コンポーネント間のデータ転送ができるようにここで単純なコンポーネントを作成してみます。

作るコンポーネントは newcomp でできる Source 型コンポーネント (TinySource コンポーネントと名付けます) と Sink 型コンポーネント (TinySink コンポーネント) で、TinySource は自分でデータを作ってそれを送る、TinySink は受け取ったデータを 16 進で標準エラー出力に出すものとなります。DAQ-Middleware 1.0.0 をインストールすると TinySource、TinySink のソースはそれぞれ /usr/share/daqmw/examples/TinySource、/usr/share/daqmw/examples/TinySink に入

ります。使用するコンフィギュレーションファイルは/usr/share/daqmw/conf/tiny.xml です。

```
% cd
% cd MyDaq
% newcomp -t source TinySource
% newcomp -t sink TinySink
% cp /usr/share/daqmw/conf/tiny.xml .
```

として TinySource、TinySink を以下のように変更します。

TinySource.cpp の変更

```
1 int TinySource::read_data_from_detectors()
2 {
3     int received_data_size = 0;
4     /// write your logic here
5     usleep(500000); // 追加
6     for (int i = 0; i < SEND_BUFFER_SIZE; i++) { // 追加
7         m_data[i] = (i % 256); // 追加
8     } // 追加
9     received_data_size = SEND_BUFFER_SIZE; // 追加
10    /// end of my tiny logic
11
12    return received_data_size;
13 }
```

TinySource.h で確保されたバッファに単純に数値をうめこんでいます。あまり頻繁にぐるぐるまわしても大変ですから 5 行目で 0.5 秒 sleep させています。

TinySink.h の変更

```
1 private:
2     int daq_dummy();
3     int daq_configure();
4     int daq_unconfigure();
5     int daq_start();
6     int daq_run();
7     int daq_stop();
8     int daq_pause();
9     int daq_resume();
10
11     int parse_params(::NVList* list);
12     int reset_InPort();
13
14     unsigned int read_InPort();
15     //int online_analyze();
16     static const unsigned int RECV_BUFFER_SIZE = 4096; // 追加
17     unsigned char m_data[RECV_BUFFER_SIZE]; // 追加
18     BufferStatus m_in_status;
19     bool m_debug;
```

16 行目と 17 行目で InPort にあるデータをコピーするバッファを追加しました。

TinySink.cpp の変更

7 単純なコンポーネントの作成例

```
1 check_header_footer(m_in_data, recv_byte_size); // check header and footer
2 unsigned int event_byte_size = get_event_size(recv_byte_size);
3
4 //////////////// Write component main logic here. ////////////////
5 // online_analyze();
6 if (event_byte_size > RECV_BUFFER_SIZE) { // 追加
7     fatal_error_report(USER_DEFINED_ERROR1, "Length Too Large"); // 追加
8 } // 追加
9 memcpy(m_data, &m_in_data.data[HEADER_BYTE_SIZE], event_byte_size); // 追加
10 for (unsigned int i = 0; i < event_byte_size; i++) { // 追加
11     fprintf(stderr, "%02X ", m_data[i]); // 追加
12     if ((i + 1) % 16 == 0) { // 追加
13         fprintf(stderr, "\n"); // 追加
14     } // 追加
15 } // 追加
16 ///////////////////////////////////////////////////////////////////
17
18 inc_sequence_num(); // increase sequence num.
19 inc_total_data_size(event_byte_size); // increase total data byte size
```

memcpy() で m_in_data.data[HEADER_BYTE_SIZE] から event_byte_size ぶん memcpy() でデータをコピーしています。バッファオーバーランしないように memcpy() の前にイベントデータバイト数を確認してバッファサイズ (RECV_BUFFER_SIZE) より大きかったら致命的エラーが発生したと判断することにして fatal_error_report() で DaqOperator に報告しています。10 行目からの for ループで取り出したデータを標準エラー出力に出力しています。

変更したらコンパイルします。

```
% cd
% cd MyDaq
% cd TinySource
% make
% cd ..
% cd TinySink
% make
% cd ..
```

動作テスト /usr/share/daqmw/conf/tiny.xml が Tiny コンポーネント用コンフィギュレーションファイルです。コピーして使用します。execPath が上で作ったコンポーネントの実行ファイルのフルパスになっているかどうか確認してください。違っていたらエディタで編集します。/usr/share/daqmw/conf/tiny.xml のコード部分を以下に示します。

```
1 <configInfo>
2   <daqOperator>
3     <hostAddr>127.0.0.1</hostAddr>
4   </daqOperator>
5   <daqGroups>
6     <daqGroup gid="group0">
7       <components>
8         <component cid="TinySource0">
9           <hostAddr>127.0.0.1</hostAddr>
```

```

10         <hostPort>50000</hostPort>
11         <instName>TinySource0.rtc</instName>
12         <execPath>/home/daq/MyDaq/TinySource/TinySourceComp</execPath>
13         <confFile>/tmp/daqmw/rtc.conf</confFile>
14         <startOrd>2</startOrd>
15         <inPorts>
16         </inPorts>
17         <outPorts>
18             <outPort>tinysource_out</outPort>
19         </outPorts>
20         <params>
21         </params>
22     </component>
23     <component cid="TinySink0">
24         <hostAddr>127.0.0.1</hostAddr>
25         <hostPort>50000</hostPort>
26         <instName>TinySink0.rtc</instName>
27         <execPath>/home/daq/MyDaq/TinySink/TinySinkComp</execPath>
28         <confFile>/tmp/daqmw/rtc.conf</confFile>
29         <startOrd>1</startOrd>
30         <inPorts>
31             <inPort from="TinySource0:tinysource_out">tinysink_in</inPort>
32         </inPorts>
33         <outPorts>
34         </outPorts>
35         <params>
36         </params>
37     </component>
38 </components>
39 </daqGroup>
40 </daqGroups>
41 </configInfo>

```

TinySource コンポーネントは OutPort をひとつ持つので 17 行目の OutPorts で OutPort をひとつ指定しています。また TinySink コンポーネントは InPort をひとつ持つので 30 行目の InPorts で InPort をひとつ指定しています。その他タグの詳細は「DAQ-Middleware 1.0.0 技術解説書」[2] を参照してください。

では起動してみます。

```

% cd
% cd MyDaq
% ls tiny.xml (tiny.xml があることを確認。まだコピーしていなかったら下のコマンドを実行)
% cp /usr/share/daqmw/conf/tiny.xml .
% run.py -c -l tiny.xml
(どんだんログに出力されているので 5 秒程度で 2 を押して止めてください)。
(CONFIGURED になったら Ctrl-C で run.py を抜ける)。

```

run.py は、コンポーネントが出すエラー出力を /tmp/daqmw/log. コンポーネントプログラム名に出力するようにコンポーネントを起動します。/tmp/daqmw/log.TinySinkComp に fprintf() で出力したデータが記録されていることを確認してください。

以上でコンポーネント間での通信ができるようになりました。あとはソケットプログラミング実際の DAQ システムでは Source 型コンポーネントはリードアウトモジュールからデータを読むよ

7 単純なコンポーネントの作成例

うにソケットプログラミングをして、読んだデータを後段のコンポーネントに送るということになります。また Sink 型コンポーネントは上流コンポーネントから送られてきたデータを単に標準エラー出力に出すのではなくヒストグラム化ツールを使ってデコード、およびヒストグラムを書くということになります。

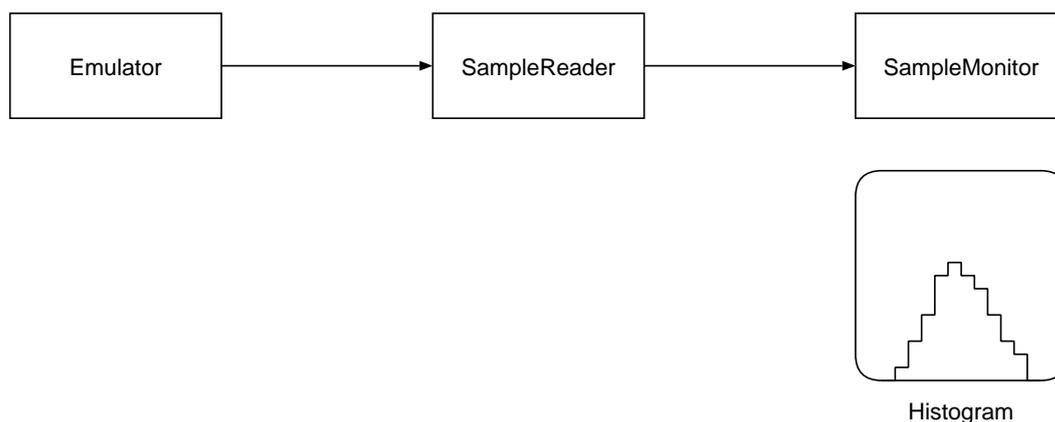


図 4 この文書で開発するデータ収集システムの概要図。SampleReader が Emulator からデータを読み、後段の SampleMonitor に送る。SampleMonitor は受け取ったデータをデコードしてヒストグラムを書いて画面上に表示する。

8 この文書で開発するデータ収集システムの概要

この文書で開発するデータ収集システムの概要を図 4 に示します。SampleReader が Emulator からデータを読み、後段の SampleMonitor に送ります。SampleMonitor は受け取ったデータをデコードしてヒストグラムを書いて画面上に表示するというシンプルなデータ収集システムです。Emulator としてここではソフトウェアエミュレータを使用します。

9 ソフトウェアエミュレータ

9.1 ダウンロード

以下に示す URL からダウンロードできます。

```
http://daqmw.kek.jp/src/emulator-GEN_GAUSS.tar.gz
```

この tarball には Scientific Linux 5.x で作成したバイナリも含まれています。ダウンロードしたら /home/daq/MyDaq/ディレクトリ以下に展開します。

```
% cd
% cd MyDaq
% lftpget http://daqmw.kek.jp/src/emulator-GEN_GAUSS.tar.gz
% tar xf emulator-GEN_GAUSS.tar.gz
% ls
emulator-GEN_GAUSS
```

9.2 起動

コマンドラインから

```
% cd $HOME/MyDaq/emulator-GEN_GAUSS
% ./emulator
```

とするとポート 2222 で接続を待ちます。接続があるとすぐにデータを送りはじめます。オプションをなにもつけない場合は約 8kB/s でデータを送ります。転送レートを変更するには `-t` オプションで指定して

```
% ./emulator -t 128k
```

のようにします。これで 128kB/s でデータを送るようになります。`-t 1M` を指定すると 1MB/s でデータを送るようになります。あまり大きな値を指定すると、特に VMware Player で使用している場合は計算機負荷がかかるのでさげましょう。

停止させるには通常よくやるように `Ctrl-C` を押します。

9.3 ソフトウェアエミュレータのデータフォーマット

この解説書で使用するソフトウェアエミュレータのデータフォーマットを図 5 に示します。1 イベントデータを送るのに 8 バイト使用します。最初にシグネチャ (マジック) `0x5a` がきます。デコードする際にはこのバイトがこの値になっているかどうかで違うところを読んでいないかどうか確認することができます。続けてデータフォーマットバージョン (`0x01`) がきます。その次にモジュール番号がきます。このソフトウェアエミュレータでは `0x0 ~ 0x7` の値が入っています。次の 1 バイトは将来の拡張用として予約になっています。最後の 4 バイトにイベントデータ (整数値) がはいつています。このイベントデータには `0.000 ~ 1000.000` までの数値を 1000 倍して整数に丸めた値が入っています。数値の意味がある複数バイトをネットワークで送る場合、どういうバイト順で送って来るのか決める必要があります。このソフトウェアエミュレータではネットワークバイトオーダーで送って来るようになっています。読み取り側でホストバイトオーダーに変換するには `ntohl()` 関数を使用します。

9.4 エミュレータからのデータの確認

エミュレータからどういうデータがやってくるのか確認しておきましょう。 `nc` コマンドを使うのが簡単です。以下のようにコマンドを実行します。このコマンドは複数行に分けるのではなく 1 行で投入してください*2。

*2 単に `pkill nc` とすると `nc` プロセス以外の “nc” という文字列を含んだ他のプロセスへもシグナルが送られてその結果それらの関係ないプロセスも `exit` してしまいますのでここでは `nc` をフルパスで指定しています。

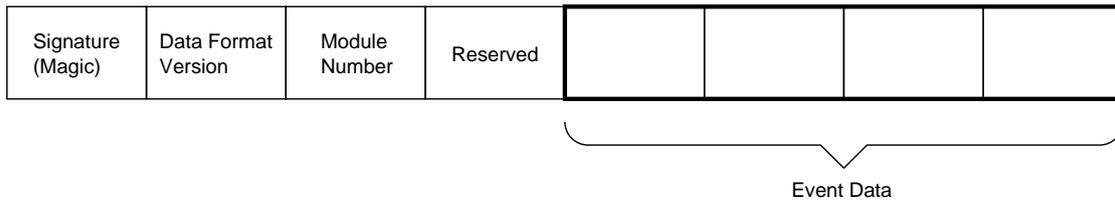


図5 ソフトウェアエミュレータからやってくるデータのデータフォーマット。1 イベントデータを送るのに 8 バイト使用する。イベントデータは物理量的には 0.000 ~ 1000.000 の値をとるもので、エミュレータはこれを 1000 倍して 4 バイト整数値に丸めて送ってくる。バイトオーダーはネットワークバイトオーダーになっている。0 バイトから 3 バイトまではメタデータ。マジックは 0x5a に固定。データフォーマットバージョンは 0x01 固定。モジュール番号は 0x01 から 0x07 を送ってくるが、この解説書ではモジュール番号は使用しない。

```
(sleep 10; pkill -f /usr/bin/nc) & /usr/bin/nc 127.0.0.1 2222 > data.out
```

これで nc コマンドが 127.0.0.1 のポート 2222 に接続します。読んだデータは data.out ファイルに保存されます。読み込み時間は sleep で指定した秒数でここでは 10 秒です。データフォーマットについては前節をごらんください。適当にデコードして (たとえば 8 バイト読んで、4 バイト目から 8 バイト目を int としてとりだし ntohs() でホストバイトオーダーに変換し 1000.0 で割るプログラムを書くなどする) ヒストグラムを書くと図 6 のように 100、200、300、…、800 にピークがある図になります。この図を画面に表示し、定期的にアップデートされるようなシステムを作ることがこの解説の目的です。

エミュレータデータの詳細になりますが、図 6 の 100 付近のピークのデータは全てモジュール番号が 0 になっています。200 付近のピークのデータは全てモジュール番号が 1 になっています。800 付近のピークのデータは全てモジュール番号が 7 になっています。図 6 はモジュール番号は無視して全てのモジュールからのデータを重ね合わせたものになっています。この文書ではエミュレータから送られてくるモジュール番号は利用しません。

10 SampleReader コンポーネントの開発

以下で解説する SampleReader および SampleMonitor のコードは /usr/share/daqmw/examples/ 以下の SampleReader ディレクトリ、および SampleMonitor ディレクトリにあります。newcomp で作った雛型ファイルとの変更点はたとえば diff コマンドを以下のように使って調べることができます。

```
% mkdir diff-test
% cd diff-test
% newcomp -t source SampleReader
% ls
SampleReader
% newcomp -t sink SampleMonitor
```

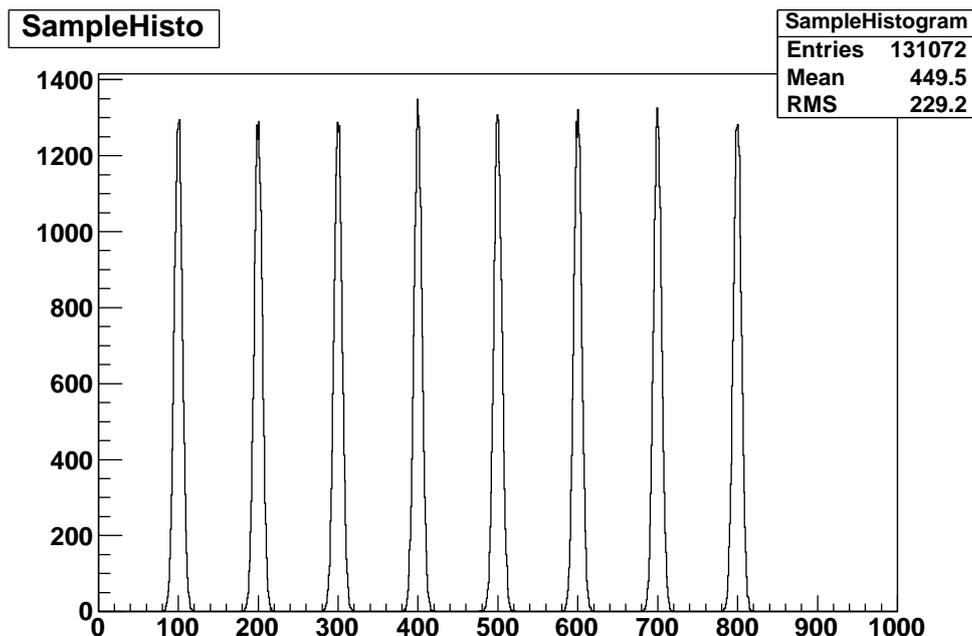


図 6 この解説書で使うソフトウェアエミュレータからのデータのヒストグラム

```
% ls
SampleMonitor SampleReader
% mv SampleReader SK-SampleReader
% mv SampleMonitor SK-SampleMonitor
% cp -r /usr/share/daqmw/examples/SampleReader .
% cp -r /usr/share/daqmw/examples/SampleMonitor .
% diff -urNp SK-SampleReader SampleReader | less
% diff -urNp SK-SampleMonitor SampleMonitor | less
```

diff コマンドの `-p` オプションを使うと、以下のように変更があった行を示す `@@` の行と一緒にその変更がなんという関数名のところであるのか表示するようになるので、変更箇所の判別に役立ちます。

```
@@ -85,6 +87,9 @@ int SampleReader::daq_configure()
(以下変更点がでてる)
```

では実際にコンポーネントを開発してみましょう。ここでは第 8 節で書いたような DAQ システムを構成するコンポーネントを作成することにします。この節ではエミュレータからデータを読み取って後段のコンポーネントに送る `SampleReader` コンポーネントを作成します。まず `SampleReader` コンポーネントのデータ読み取り部分の仕様を考えます。ここでは以下のようにしました。

- ソケット部分については DAQ-Middleware 付属の `Sock` ライブラリを使用する。
- 接続に失敗したら致命的エラーが起きたと考えることにする。

- ソケットからの読み取りバッファとして 1024 バイト用意する。
- 一度に 1024 バイト必ず読むことにする。
- 2 秒以内に 1024 バイト読めなかった場合は致命的エラーが起きたと考えることにする。
- エミュレータの IP アドレス、およびポート番号はコンフィギュレーションファイルで指定する。
- `daq_run()` 中、後段のコンポーネントにデータを送ることができなかった場合は次の `daq_run()` ではエミュレータから新たにデータを読むことはせず、送れなかったデータを再送する。

DAQ-Middleware 付属の Sock ライブラリのインクルードファイルは `/usr/include/daqmw/Sock.h` で、ライブラリファイルは `/usr/lib/daqmw/libSock.so` です。

仕様が決まったら実装作業に移ります。まず `newcomp -t source SampleReader` とコマンドを実行して Source タイプコンポーネントを指定して雛型ファイルを作ります。またできたディレクトリ (いまの場合は `SampleReader`) に移動して `make` し、開発環境が正常かどうか確認しておきます。

```

1 % newcomp -t source SampleReader (雛型ファイルを作成する)
2 % cd SampleReader                (SampleReader ディレクトリができていますので移動)
3 % ls                              (作られたファイルを見てみる)
4 Makefile SampleReader.cpp SampleReader.h SampleReaderComp.cpp
5 % make                            (開発環境の確認)
6 rm -fr autogen                   (正常なら SampleReaderComp という実行形式
7 mkdir autogen                    ファイルができる)
8 (中略)
9 % ls                              (できたファイルの確認)
10 Makefile SampleReader.h SampleReaderComp* SampleReaderComp.o
11 SampleReader.cpp SampleReader.o SampleReaderComp.cpp autogen/
12 % make clean                     (オブジェクトファイル、実行形式ファイルおよび
13                                 自動生成されたファイル (autogen ディレクトリ
14                                 以下) の消去)
15 % ls
16 Makefile SampleReader.cpp SampleReader.h SampleReaderComp.cpp

```

10.1 SampleReader.h の変更

`SampleReader.h` を以下のように変更します。

10.1.1 Sock ライブラリの利用

まず Sock ライブラリを使えるようにします。

```

1 #include "DaqComponentBase.h"
2 #include "DAQServiceSVC_impl.h" // Service implementation headers
3
4 #include <daqmw/Sock.h> // 追加
5
6 using namespace RTC;

```

この変更点は 4 行目の#include の追加でこれは DAQ-Middleware 付属の Sock ライブラリを利用できるようにするものです。

10.1.2 メンバ変数等の追加

メンバ変数、定数を変更します。

```

1   int set_data(unsigned int data_byte_size, unsigned int seq_num);
2   int write_OutPort();
3
4   DAQMW::Sock* m_sock;           /// 追加 socket for data server
5
6   static const int EVENT_BYTE_SIZE = 8;    // 追加 event byte size
7   static const int SEND_BUFFER_SIZE = 1024; // 変更
8   unsigned char m_data[SEND_BUFFER_SIZE];
9   unsigned int m_recv_byte_size;          // 追加
10
11  BufferStatus m_out_status;
12
13  int m_srcPort;                       // 追加 Port No. of data server
14  std::string m_srcAddr;                // 追加 IP addr. of data server

```

変更内容はコメントで書いたとおりです。

- (4 行目) Sock オブジェクト追加
- (6 行目) エミュレータからやってくるデータは 1 イベントデータが 8 バイトなのでそれを定義した。
- (7 行目) 上で述べたように 1 回のリードで 1024 バイト読むことにしたのでそれを定義。
- (13 行目) エミュレータの IP ポート番号を指定する変数。ポート番号はコンフィギュレーションファイルから取得する。
- (14 行目) エミュレータの IP アドレス変数。IP アドレスはコンフィギュレーションファイルから取得する。

この他 9 行目で m_recv_byte_size という変数をメンバ変数に追加しています。これは上記の仕様で「daq_run() 中、後段のコンポーネントにデータを送ることができなかった場合は次の daq_run() ではエミュレータから新たにデータを読むことはせず、送れなかったデータを再送する」と決めたのでそれを実装するための変数です。再送のためには前回の daq_run() でエミュレータから何バイトデータを読んだか記憶しておく必要があります。この変数はそのために使います。今回は必ず 1024 バイト読むと決めましたが今後の拡張を考えてこのようにしました。

10.2 SampleReader.cpp の変更

次に SampleReader.cpp の変更に移ります。ここではステートチャート (図 1) にある関数毎に解説します。

fatal_type

```

1 using DAQMW::FatalType::DATAPATH_DISCONNECTED;
2 using DAQMW::FatalType::OUTPORT_ERROR;
3 using DAQMW::FatalType::USER_DEFINED_ERROR1;
4 using DAQMW::FatalType::USER_DEFINED_ERROR2;

```

using 宣言を使って、fatal_error_report() の引数で名前空間名を省略できるようにしています。fatal_error_report() については「DAQ-Middleware 1.0.0 技術解説書」[2] をご覧ください。

daq_configure()

```

1 int SampleReader::daq_configure()
2 {
3     std::cerr << "*** SampleReader::configure" << std::endl;
4
5     ::NVList* paramList;
6     paramList = m_daq_service0.getCompParams();
7     parse_params(paramList);
8
9     return 0;
10 }

```

上は、newcomp -t source SampleReader が作成した daq_configure() です。今回の実装ではここで変更する事項はありません。6 行目の getCompParams() でコンフィギュレーションファイルで指定されたパラメータを取得しています。取得したパラメータの解析、および変数への設定は parse_params() で行うようになっていきますので続けて parse_params() の変更に移ります。

parse_params() を変更して m_srcAddr および m_srcPort 変数にコンフィギュレーションファイルから取得した値をセットできるようにします。

```

1 int SampleReader::parse_params(::NVList* list)
2 {
3     bool srcAddrSpecified = false; // 追加
4     bool srcPortSpecified = false; // 追加
5
6     std::cerr << "param list length:" << (*list).length() << std::endl;
7
8     int len = (*list).length();
9     for (int i = 0; i < len; i+=2) {
10         std::string sname = (std::string)(*list)[i].value;
11         std::string svalue = (std::string)(*list)[i+1].value;
12
13         std::cerr << "sname: " << sname << " ";
14         std::cerr << "value: " << svalue << std::endl;
15
16         // 追加 (m_srcAddr および m_srcPort の設定)
17         if ( sname == "srcAddr" ) {
18             srcAddrSpecified = true;
19             if (m_debug) {
20                 std::cerr << "source addr: " << svalue << std::endl;

```

```

21     }
22     m_srcAddr = svalue;
23 }
24 if ( sname == "srcPort" ) {
25     srcPortSpecified = true;
26     if (m_debug) {
27         std::cerr << "source port: " << svalue << std::endl;
28     }
29     char* offset;
30     m_srcPort = (int)strtol(svalue.c_str(), &offset, 10);
31 }
32
33 }
34 // 追加 (srcAddr および srcPort が取得できていなければ致命的エラー
35 // とする)
36 if (!srcAddrSpecified) {
37     std::cerr << "### ERROR:data source address not specified\n";
38     fatal_error_report(USER_DEFINED_ERROR1, "NO SRC ADDRESS");
39 }
40 if (!srcPortSpecified) {
41     std::cerr << "### ERROR:data source port not specified\n";
42     fatal_error_report(USER_DEFINED_ERROR2, "NO SRC PORT");
43 }
44
45 return 0;
46 }

```

bool 変数を追加 (3 行目、4 行目) して、これから追加する m_srcAddr および m_srcPort 変数の取得に成功したか失敗したか記録できるようにしておきます。

list 変数にはコンフィギュレーションファイルで指定されたパラメータが、パラメータ名、値、パラメータ名、値、パラメータ名、値、… の順に入っていますので必要なパラメータ名があるかどうか線形サーチします。見つければ変数に値をセットします。これを行っているのが 17 行以下のコードです。値はストリングになっていますので strtol() で数値に変更しています。また 36 行目以下で m_srcAddr および m_srcPort が取得できないときには致命的エラーが起きたと判断することにして fatal_error_report() でエラーが起きたことを DaqOperator に通知しています。以上で daq_configure() の変更は終了です。

daq_start()

```

1 int SampleReader::daq_start()
2 {
3     std::cerr << "*** SampleReader::start" << std::endl;
4
5     m_out_status = BUF_SUCCESS;
6
7     // 以下を追加
8     try {
9         // Create socket and connect to data server.
10        m_sock = new DAQMW::Sock();
11        m_sock->connect(m_srcAddr, m_srcPort);
12    } catch (DAQMW::SockException& e) {
13        std::cerr << "Sock Fatal Error : " << e.what() << std::endl;
14        fatal_error_report(USER_DEFINED_ERROR1, "SOCKET FATAL ERROR");

```

```

15     } catch (...) {
16         std::cerr << "Sock Fatal Error : Unknown" << std::endl;
17         fatal_error_report(USER_DEFINED_ERROR1, "SOCKET FATAL ERROR");
18     }
19
20     // Check data port connections
21     bool outpost_conn = check_dataPort_connections( m_OutPort );
22     if (!outpost_conn) {
23         std::cerr << "### NO Connection" << std::endl;
24         fatal_error_report(DATAPATH_DISCONNECTED);
25     }
26
27     return 0;
28 }

```

ここでは9行目以下を追加しました。追加した内容は、Sock オブジェクトを生成し(10行目)、m_srcAddr および m_srcPort で指定されたサーバー(今回の場合はエミュレータ)に接続します。接続に失敗したら致命的失敗が起きたと考えることに仕様を決めましたのでそのコードを追加しています(12行目以下)。check_dataPort_connection() は後段コンポーネントと接続ができていかどうかを確認する関数です。接続できていなければ致命的エラーが起きたとしています(21行目以下)。

daq_run()

```

1 int SampleReader::daq_run()
2 {
3     if (m_debug) {
4         std::cerr << "*** SampleReader::run" << std::endl;
5     }
6
7     if (check_trans_lock()) { // check if stop command has come
8         set_trans_unlock(); // transit to CONFIGURED state
9         return 0;
10    }
11
12    if (m_out_status == BUF_SUCCESS) { // previous OutPort.write() successfully done
13        int ret = read_data_from_detectors();
14        if (ret > 0) {
15            m_recv_byte_size = ret;
16            unsigned long sequence_num = get_sequence_num();
17            set_data(m_recv_byte_size, sequence_num); // set data to OutPort Buffer
18        }
19    }
20
21    if (write_OutPort() < 0) {
22        ; // Timeout. do nothing.
23    }
24    else { // OutPort write successfully done
25        inc_sequence_num(); // increase sequence num.
26        inc_total_data_size(m_recv_byte_size); // increase total data byte size
27    }
28
29    return 0;
30 }

```

daq_run() の部分は newcomp コマンドでできたものから変更したところはありません。以下、コードの解説をします。

(7~10 行目) stop コマンドがきているかどうかをチェックしているところです。stop コマンドがきていたら check_trans_lock() は true を返します。この場合は set_trans_lock() を呼んで CONFIGURED ステートに移行して daq_run() を終了します。stop コマンドがきていなかった場合はデータの読み取りを行います (ただし前回の daq_run() で後段のコンポーネントにデータを送ることができなかった場合は新たにエミュレータからデータを読まずに、前回読んだデータを再送すると仕様で決めたのでそのようにコーディングします)。check_trans_lock()、set_trans_lock() の意味と詳細は「DAQ-Middleware 1.0.0 技術解説書」[2] を参照してください。

(12~19 行目) if で前回の daq_run() でデータを正常に後段コンポーネントに送れたかどうかを調べています (m_out_status が BUF_SUCCESS の場合にはデータが正常に送られています)。前回の daq_run() で後段のコンポーネントにデータが送れている場合はエミュレータからデータ読みだしを行います。読み出したデータは SampleReader.h で定義された m_data 配列に入るように read_data_from_detector() を書きます。この関数はこのあと取り上げます。データが読めれば read_data_from_detector() は読んだバイト数を返す (ように read_data_from_detector() を書く) ので 13 行目で戻り値を調べています。16 行目の set_data() は、コンポーネント間ヘッダ、フッタ、データを OutPort バッファにセットする関数で、その実装はこのあと解説します。

(20 行目) write_OutPort() は後段コンポーネントにデータを送る関数でこの実装もこのあと取り上げます。後段コンポーネントにデータを送れたら inc_sequence_num() を使ってこのコンポーネントが保持しているシーケンス番号を 1 増やします。また inc_total_data_size() を使って、このコンポーネントが保持している、いままで取り扱ったイベントデータバイト数を増やします。inc_sequence_num()、inc_total_data_size() およびコンポーネントが保持しているシーケンス番号等のデータについては「DAQ-Middleware 1.0.0 技術解説書」[2] を参照してください。

read_data_from_detectors()

```

1 int SampleReader::read_data_from_detectors()
2 {
3     int received_data_size = 0;
4
5     /// write your logic here
6     /// read 1024 byte data from data server
7     int status = m_sock->readAll(m_data, SEND_BUFFER_SIZE);
8     if (status == DAQMW::Sock::ERROR_FATAL) {
9         std::cerr << "### ERROR: m_sock->readAll" << std::endl;
10        fatal_error_report(USER_DEFINED_ERROR1, "SOCKET FATAL ERROR");
11    }
12    else if (status == DAQMW::Sock::ERROR_TIMEOUT) {
13        std::cerr << "### Timeout: m_sock->readAll" << std::endl;
14        fatal_error_report(USER_DEFINED_ERROR2, "SOCKET TIMEOUT");

```

```

15     }
16     else {
17         received_data_size = SEND_BUFFER_SIZE;
18     }
19
20     return received_data_size;
21 }

```

上で述べたようにエミュレータからのデータ読みだしは `read_data_from_detectors()` で行っています。その仕様は

- 戻り値は読み取ったバイト数。
- 読み取ったデータは `m_data` メンバー変数が示す配列に入れる。
- データの読みだしに失敗した場合は致命的エラーとする。
- 読みだしタイムアウト (Sock ライブラリのデフォルトの 2 秒を採用) が起きた場合は致命的エラーとする。

です。

ソケット関連の読みだしは必ずしも指定したバイト数分読み出せると決まっているわけではありません (たとえば 100 バイト指定して読もうとしたとき 50 バイトしかデータが到着していなかった場合など)。指定したバイト数だけかならず読めるようにしたい場合は自分で関数を書く必要があります。このような関数は一般的によく使われるので DAQ-Middleware では Sock ライブラリで `readAll()` 関数を提供しています。`readAll()` の引数はふたつで、最初の引数にデータが読めた場合にデータを格納する配列を指定します。2 番目の引数に読むバイト数を指定します。`readAll()` の戻り値は

- 読み取りエラーが起きた場合は `DAQMW::Sock::ERROR_FATAL` を返す
- 読み取りタイムアウト (デフォルトで 2 秒) が起きた場合は `DAQMW::Sock::ERROR_TIMEOUT` を返す
- 正常に読みだしができた場合は読み出したバイト数を返す

となっています。7 行目で `readAll()` を使い、8 行目から 18 行目では戻り値によって、致命的エラーが起きていないかどうか調べています。致命的エラーが起きていなくて正常に読めた場合は上記 `read_data_from_detectors()` の仕様にしたがい読み出したバイト数を返しています (20 行目)。

`set_data()`

```

1 int SampleReader::set_data(unsigned int data_byte_size, unsigned int seq_num)
2 {
3     unsigned char header[8];
4     unsigned char footer[8];
5
6     set_header(&header[0], data_byte_size);
7     set_footer(&footer[0], seq_num);

```

```

8
9     ///set OutPort buffer length
10    m_out_data.data.length(data_byte_size + HEADER_BYTE_SIZE + FOOTER_BYTE_SIZE);
11    memcpy(&(m_out_data.data[0]), &header[0], HEADER_BYTE_SIZE);
12    memcpy(&(m_out_data.data[HEADER_BYTE_SIZE]), &m_data[0], data_byte_size);
13    memcpy(&(m_out_data.data[HEADER_BYTE_SIZE + data_byte_size]), &footer[0],
14           FOOTER_BYTE_SIZE);
15
16    return 0;
17 }

```

set_data() の部分は newcomp コマンドが作成した雛型と変更ありません。set_data() では後段コンポーネントに送るデータにコンポーネントヘッダ、およびフッタを追加しています*3。

まず header 配列、および footer 配列を確保します。つぎに set_header() を使って、ヘッダの 32 ビット目から 63 ビット目にある DataByteSize をセットします。また set_footer() を使って sequence number をセットします。10 行目の m_out_data.data.length() で引数に OutPort に書くバイト数を指定し m_out_data.data バッファを確保しています。続いてこのバッファに、さきほど作ったヘッダ、フッタ、およびデータを memcpy() を使ってコピーします (11 行目から 14 行目)。

daq_stop()

```

1 int SampleReader::daq_stop()
2 {
3     std::cerr << "*** SampleReader::stop" << std::endl;
4
5     m_sock->disconnect(); // 追加
6     delete m_sock;       // 追加
7     m_sock = 0;          // 追加
8
9     return 0;
10 }

```

ここでは Sock ライブラリの disconnect() メソッドを使ってエミュレータから切断しています。

daq_pause() および daq_resume() daq_pause() および daq_resume() には変更がありません。

10.3 Makefile の変更

SampleReader では Sock ライブラリを使用することにしましたので Makefile でライブラリファイルの位置を指定する必要があります。以下のように Makefile を変更します。

*3 コンポーネント間のデータフォーマットは既に図 2 に示したとおりです。またその図のヘッダフォーマット、フッタフォーマットは図 3 にあるとおりです。ヘッダ、フッタフォーマット中の DataByteSize および sequence number は後段のコンポーネントが check_header_footer() を使って上流コンポーネントからのデータの受け取りで読み落としがなかったかどうかの検証を行うのに使用します。

```
SRCS += $(COMP_NAME).cpp
SRCS += $(COMP_NAME)Comp.cpp

# 以下の行を追加
LDLIBS += -L/usr/lib/daqmw -lSock
```

Sock ライブラリのインクルードファイルは `/usr/include/daqmw/Sock.h` にあります。本来ですとこの場所は標準の場所ではありませんので `CPPFLAGS` に `-I/usr/include/daqmw` を追加するなどの対処が必要になりますが、この追加は Makefile 中、最後に include されている `/usr/share/daqmw/comp.mk` で追加されているので行う必要はありません。なお、たとえば `ROOT` のように `/usr/local/root/include` を見る必要があるなど `/usr/include/daqmw` 以外の非標準な場所にあるインクルードファイルを読ませる必要がある場合はそのように Makefile に書く必要がありますのでご注意ください (たとえば次節の `SampleMonitor` はそうになっています)。

これで `make` してエラーになる場合はエラーメッセージを見て対処します。

11 SampleMonitor コンポーネントの開発

続いて `SampleReader` からデータを受け取ってヒストグラムし画面上に表示する `SampleMonitor` コンポーネントの開発に移ります。ここではヒストグラムを書くツールとして `ROOT`^{*4} を使用します。

`SampleReader` 同様 `newcomp` コマンドで雛型ファイルを作成します。今度は Sink 型コンポーネントの作成ですので `-t sink` を指定します。

```
% cd (ホームディレクトリに移動する)
% mkdir MyDaq (作ってなければ作る。この名前でもよい)
% cd MyDaq
% newcomp -t sink SampleMonitor (-t sink を指定して newcomp を実行)
% cd SampleMonitor
% ls (できたファイルを確認する)
Makefile SampleMonitor.cpp SampleMonitor.h SampleMonitorComp.cpp
% make (make してみて開発環境が OK かどうか確認する)
rm -fr autogen
mkdir autogen
(中略)
% ls
Makefile SampleMonitor.h SampleMonitorComp* SampleMonitorComp.o
SampleMonitor.cpp SampleMonitor.o SampleMonitorComp.cpp autogen
% make clean
```

ヒストグラムの仕様はここではヒストグラムの最小値は 0、最大値は 1000、ビンの数は 100 にします。

このコンポーネントはだいたい以下のような動作をします。

^{*4} <http://root.cern.ch/>

1. 上流コンポーネントからデータを読む。
2. コンポーネントヘッダ、フッタを使って読み落としがないかどうか確認する。
3. 複数あるイベントデータをデコードする。
4. イベントデータを ROOT ヒストグラムデータにインクリメントする。
5. ヒストグラム図をアップデートする条件がととのっていればアップデートする。
6. 以下くりかえし。

この SampleMonitor コンポーネントではヒストグラム図をアップデートできる条件として、何回 `daq_run()` がまわったかを `get_sequence_num()` で取得し、一定回数ごとにヒストグラム図をアップデートすることにしました。

11.1 SampleData.h の作成

今回のエミュレータからのデータフォーマットは比較的、単純であるため、データ構造を構造体として定義しなくても取り扱うことが可能かもしれませんが、将来の拡張のため^{*5}イベントデータフォーマットの構造体を定義しておきます。ここでは `SampleData.h` という名前のファイルを新しく作り、以下のように定義しました。エミュレータからのイベントデータフォーマットについては第 9.3 節の図 5 を参照してください。

```
#ifndef SAMPLEDATA_H
#define SAMPLEDATA_H

const int ONE_EVENT_SIZE = 8;

struct sampleData {
    unsigned char magic;
    unsigned char format_ver;
    unsigned char module_num;
    unsigned char reserved;
    unsigned int data;
};

#endif
```

11.2 SampleMonitor.h の変更

`SampleMonitor.h` を以下のように変更します。

インクルードファイル

```
1 #include <arpa/inet.h> // 追加 for ntohs()
2
3 /////////////// ROOT Include files ///////////////
4 #include "TH1.h" // 追加
```

^{*5} および他人 (2 か月後の自分を含む) のため

```

5 #include "TCanvas.h"      // 追加
6 #include "TStyle.h"      // 追加
7 #include "TApplication.h" // 追加
8
9 #include "SampleData.h"   // 追加

```

1 行目の<arpa/inet.h>は `ntol()` 関数用です。3 行目から 7 行目はヒストグラムを作るのに ROOT を使用するのでそれ様のインクルードファイルです。9 行目の `SampleData.h` に前節で見たとようにエミュレータからのデータフォーマットが構造体として定義されています。

変数およびメソッド

```

1 int decode_data(const unsigned char* mydata); // 追加
2 int fill_data(const unsigned char* mydata, const int size); // 追加
3
4 BufferStatus m_in_status;
5
6 /////////////// ROOT Histogram ///////////////
7 TCanvas *m_canvas; // 追加
8 TH1F *m_hist; // 追加
9 int m_bin; // 追加
10 double m_min; // 追加
11 double m_max; // 追加
12 int m_monitor_update_rate; // 追加
13 unsigned char m_recv_data[4096]; // 追加
14 unsigned int m_event_byte_size; // 追加
15 struct sampleData m_sampleData; // 追加

```

1 行目の `decode_data()` はデータをデコードするメソッドです。2 行目の `fill_data()` は ROOT ヒストグラムデータにデータをフィルするメソッドです。7 行目から 11 行目はヒストグラム用の変数で、ヒストグラム図は 7 行目で定義した `m_canvas` 上に描画されます。このモニターではヒストグラム図を更新するタイミングとして `daq_run()` を実行した回数をもとにすることに決めました。具体的には 12 行目の `m_monitor_update_rate` 変数で指定した回数ぶん `daq_run()` が走ったときにヒストグラム図をアップデートしています。13 行目の `m_recv_data` は上流コンポーネントから送られてきたデータのうちコンポーネントヘッダ、フッタをとりのぞいたデータを格納するバッファです。14 行目の `m_event_byte_size` は上流コンポーネントからのデータについて 1 回の読みだしで何バイト読めたかを保持する変数です*6。15 行目の `m_sampleData` はエミュレータからのデータのフォーマットを定義した構造体です。デコードしたデータをここにに入れてヒストグラムデータヘインクリメントする際はこの変数の値を使って行います。

11.3 SampleMonitor.cpp の変更

変数の初期化

*6 `SampleReader` は 1024 バイト送ってくるのでここで読めるバイト数はいつも 1024 バイトなのですが、今後の拡張のために変数を準備しました。

```

1 SampleMonitor::SampleMonitor(RTC::Manager* manager)
2   : DAQMW::DaqComponentBase(manager),
3     m_InPort("samplemonitor_in", m_in_data),
4     m_in_status(BUF_SUCCESS),
5     m_canvas(0),           // 追加
6     m_hist(0),           // 追加
7     m_bin(0),            // 追加
8     m_min(0),            // 追加
9     m_max(0),            // 追加
10    m_monitor_update_rate(30), // 追加
11    m_event_byte_size(0), // 追加
12    m_debug(false)

```

使用する変数の初期化を行っています。

daq_dummy()

```

1 int SampleMonitor::daq_dummy()
2 {
3     if (m_canvas) {           // 追加
4         m_canvas->Update(); // 追加
5     }                         // 追加
6
7     return 0;
8 }

```

CONFIGURED ステートに移行した場合 (stop の指令を出したあとなど) に ROOT 以外の window を ROOT の canvas 上に移動させて、またもとに戻した場合そのままヒストグラムが消えたままになってしまうので、CONFIGURED ステートでも定期的にヒストグラムを描画するようにしています。ここでやっているのは、すでに作られたヒストグラム図の描画のみで、ヒストグラム図のアップデートは行っていません。

daq_unconfigure()

```

1 int SampleMonitor::daq_unconfigure()
2 {
3     std::cerr << "*** SampleMonitor::unconfigure" << std::endl;
4     if (m_canvas) {           // 追加
5         delete m_canvas;     // 追加
6         m_canvas = 0;        // 追加
7     }                         // 追加
8
9     if (m_hist) {            // 追加
10        delete m_hist;        // 追加
11        m_hist = 0;           // 追加
12    }                         // 追加
13    return 0;
14 }

```

ここではヒストグラム図を書く canvas とヒストグラムデータを delete しています。

daq_start()

```

1  ////////////////////////////////// CANVAS FOR HISTOS //////////////////////////////////
2  if (m_canvas) { // 追加
3      delete m_canvas; // 追加
4      m_canvas = 0; // 追加
5  } // 追加
6  m_canvas = new TCanvas("c1", "histos", 0, 0, 600, 400); // 追加
7
8  ////////////////////////////////// HISTOS //////////////////////////////////
9  if (m_hist) { // 追加
10     delete m_hist; // 追加
11     m_hist = 0; // 追加
12 } // 追加
13
14 int m_hist_bin = 100; // 追加
15 double m_hist_min = 0.0; // 追加
16 double m_hist_max = 1000.0; // 追加
17
18 gStyle->SetStatW(0.4); // 追加
19 gStyle->SetStatH(0.2); // 追加
20 gStyle->SetOptStat("em"); // 追加
21
22 m_hist = new TH1F("hist", "hist", m_hist_bin, m_hist_min, m_hist_max); // 追加
23 m_hist->GetXaxis()->SetNdivisions(5); // 追加
24 m_hist->GetYaxis()->SetNdivisions(4); // 追加
25 m_hist->GetXaxis()->SetLabelSize(0.07); // 追加
26 m_hist->GetYaxis()->SetLabelSize(0.06); // 追加

```

ここではヒストグラム変数 `m_canvas` および `m_hist` の設定を行っています。

`m_canvas` も `m_hist` も `stop` のあともう一度 `start` する場合に備えて値が設定されているかどうか調べて、設定されていればいったん `delete` して 0 で初期化した後、`new` しています*7。14~16 行目でヒストグラムのパラメータを指定しています。18~26 行目で ROOT のコマンドを使ってヒストグラム図のパラメータを指定しています。この詳細は ROOT のマニュアルを見てください。

daq_run()

```

1  int SampleMonitor::daq_run()
2  {
3      if (m_debug) {
4          std::cerr << "*** SampleMonitor::run" << std::endl;
5      }
6
7      unsigned int recv_byte_size = read_InPort();
8      if (recv_byte_size == 0) { // Timeout
9          return 0;
10     }
11
12     check_header_footer(m_in_data, recv_byte_size); // check header and footer
13     m_event_byte_size = get_event_size(recv_byte_size); // 変更
14
15     ////////////////////////////////// Write component main logic here. //////////////////////////////////

```

*7 `daq_stop()` でも上に見るように、念のため `delete` のあと 0 にしています

11 SAMPLEMONITOR コンポーネントの開発

```

16     memcpy(&m_recv_data[0], &m_in_data.data[HEADER_BYTE_SIZE], m_event_byte_size); // 追加
17
18     fill_data(&m_recv_data[0], m_event_byte_size);           // 追加
19
20     if (m_monitor_update_rate == 0) {                       // 追加
21         m_monitor_update_rate = 1000;                       // 追加
22     }                                                         // 追加
23
24     unsigned long sequence_num = get_sequence_num();        // 追加
25     if ((sequence_num % m_monitor_update_rate) == 0) {     // 追加
26         m_hist->Draw();                                     // 追加
27         m_canvas->Update();                                 // 追加
28     }                                                         // 追加
29     //////////////////////////////////////
30     inc_sequence_num();                                     // increase sequence num.
31     inc_total_data_size(m_event_byte_size); // 変数名変更 increase total data byte size
32
33     return 0;
34 }

```

(7~10 行目) 後述する read_InPort() を使って Inport にあるデータの読みだしを試みます (読めた場合は、読んだデータは m_in_data.data 配列に入ります)。read_InPort() の戻り値は

- timeout が起きた場合は 0 を返す
- データが読めた場合は読めたバイト数を返す

ように実装しています。データが読めた場合のバイト数にはコンポーネントヘッダとフッタの分も含まれています。なおこの解説書が取り扱う範囲では read_InPort() は newcomp -t sink でできる雛型ファイルから変更する点はありません。

(12 行目) データが読めた場合は、まず check_header_footer() でシーケンス番号に矛盾がないかどうか確認します。check_header_footer() で異常が見付かった場合は fatal_error_report() で DaqOperator にエラーを通知して、コンポーネントはアイドル状態に遷移するようになっています。

(13 行目) get_event_size() 関数を使って、イベントデータのバイト数を取得しています。

(16 行目) read_InPort() でデータが読めた場合、データは m_in_data.data 配列に入っていますので、デコードのためにイベントデータ列のみを memcpy() でコピーしています。

(18 行目) ヒストグラムデータに fill する関数 fill_data() を使ってインクリメントしています。fill_data() の実装は後述します。

(20~28 行目) このモニターではヒストグラム図は、データを受け取れた daq_run() の回数をもとにヒストグラム図をアップデートするタイミングを決めています。24 行目で get_sequence_num() で自身もっているシーケンス番号をとりだして、25 行目で m_monitor_update_rate で指定された回数ごとにヒストグラム図をアップデートし、画面に描画しています。割算をするので念のため 20 行めの if ブロックで 0 でないかどうか確認しています。

(29~30 行目) シーケンス番号をインクリメントし、また取り扱ったイベントバイト数をインクリメントしています。シーケンス番号、get_sequence_num() および inc_total_data_size() の

意味は「DAQ-Middleware 1.0.0 技術解説書」[2]を参照してください。

read_InPort

```

1 unsigned int SampleMonitor::read_InPort()
2 {
3     //////////////// read data from InPort Buffer ////////////////
4     unsigned int recv_byte_size = 0;
5     bool ret = m_InPort.read();
6
7     //////////////// check read status ////////////////
8     if (ret == false) { // false: TIMEOUT or FATAL
9         m_in_status = check_inPort_status(m_InPort);
10        if (m_in_status == BUF_TIMEOUT) { // Buffer empty.
11            if (check_trans_lock()) { // Check if stop command has come.
12                set_trans_unlock(); // Transit to CONFIGURE state.
13            }
14        }
15        else if (m_in_status == BUF_FATAL) { // Fatal error
16            fatal_error_report(INPORT_ERROR);
17        }
18    }
19    else {
20        recv_byte_size = m_in_data.data.length();
21    }
22
23    if (m_debug) {
24        std::cerr << "m_in_data.data.length():" << recv_byte_size
25                << std::endl;
26    }
27
28    return recv_byte_size;
29 }

```

この関数では InPort からデータ読みだしを試みています。この関数は `newcomp -t sink` ができる関数そのままになっていて変更する点はありません。以下コードの解説をします。

(5 行目) `read()` メソッドを使って InPort からデータ読みだしを試みます。読んだデータは `m_InPort.data` 配列に入ります。続いて `read()` で読んだ結果を調べます。

(8~14 行目) `read()` が `false` を返した場合、`check_inPort_status()` で InPort の状態を調べます。`BUF_TIMEOUT` が返ってきた場合は読むべきデータがなかったという意味です。この場合は `check_trans_lock()` で STOP コマンドがきていたかどうか調べて、STOP コマンドがやってきた場合には CONFIGURE ステートに戻るようになっています。

(15~17 行目) `check_inPort_status()` が `BUF_FATAL` を返してきたら致命的エラーが起きたと判断することにして、`fatal_error_report()` で DaqOperator にエラーをなげています。`fatal_error_report()` を読んだ結果コンポーネント自身はアイドル状態に移行します。

(19 行目~21 行目) `read()` メソッドが `true` を返した場合には正常にデータが読めたという意味ですので、`m_in_data.data.length()` メソッドを使って読めたデータ長 (単位はバイト) を取得しています。

(28 行目) 読めたデータの長さ、あるいは正常動作しているがデータがなかった場合は 0 を返して

この関数は終了しています。

fill_data()

```

1 // この関数全体を追加
2 int SampleMonitor::fill_data(const unsigned char* mydata, const int size)
3 {
4     for (int i = 0; i < size/(int)ONE_EVENT_SIZE; i++) {
5         decode_data(mydata);
6         float fdata = m_sampleData.data/1000.0; // 1000 times value is received
7         m_hist->Fill(fdata);
8
9         mydata+=ONE_EVENT_SIZE;
10    }
11    return 0;
12 }

```

デコードしたデータをヒストグラムに fill するルーチンです。引数はデータバイト列へのポインタと、データバイト列の長さです。データバッファの先頭から 1 イベントサイズ (エミュレータの場合は ONE_EVENT_SIZE = 8 バイト) ごとにスキャンしていったイベントデータを取り出しています*8。とりだしたデータは順次 ROOT の Fill() を使ってヒストグラムデータにフィルしています。

decode_data()

```

1 int SampleMonitor::decode_data(const unsigned char* mydata) // この関数全体を追加
2 {
3     m_sampleData.magic      = mydata[0];
4     m_sampleData.format_ver = mydata[1];
5     m_sampleData.module_num = mydata[2];
6     m_sampleData.reserved   = mydata[3];
7     unsigned int netdata    = *(unsigned int*)&mydata[4];
8     m_sampleData.data       = ntohl(netdata);
9
10    if (m_debug) {
11        std::cerr << "magic: "      << std::hex << (int)m_sampleData.magic      << std::endl;
12        std::cerr << "format_ver: " << std::hex << (int)m_sampleData.format_ver << std::endl;
13        std::cerr << "module_num: " << std::hex << (int)m_sampleData.module_num << std::endl;
14        std::cerr << "reserved: "   << std::hex << (int)m_sampleData.reserved   << std::endl;
15        std::cerr << "data: "       << std::dec << (int)m_sampleData.data       << std::endl;
16    }
17
18    return 0;
19 }

```

データのデコードをする関数を decode_data としてまとめてみました。ここではデコードしたデータはメンバー変数 m_sampleData に入れています。

daq_stop()

*8 ここでは使っていませんが、データ構造体を定義して、バイト列を構造体でフィットしてスキャンする方法をとる場合は、構造体にはアライメントの問題があるのを認識しておく必要があります。

```

1 int SampleMonitor::daq_stop()
2 {
3     std::cerr << "*** SampleMonitor::stop" << std::endl;
4
5     m_hist->Draw();    // 追加
6     m_canvas->Update(); // 追加
7
8     reset_InPort();
9
10    return 0;
11 }

```

5 行目と 6 行目を追加しました。この目的は daq_stop 時にそれまでインクリメントされたデータを元にヒストグラムを書きなおすことです。これで stop したときにヒストグラム図中の Entries の数と DaqOpertor が端末上に表示するイベントバイト数 ÷ 8(1 イベントバイト数) があうことになります。

11.4 SampleMonitorComp.cpp の変更

SampleReader コンポーネントでは main() 関数がある SampleReaderComp.cpp の変更は必要ありませんでしたが、SampleMonitor ではヒストグラムを作るのに ROOT を使用したので main() 関数で TApplication オブジェクトを作成する必要があります。以下のように SampleMonitorComp.cpp を変更します。

```

1 int main (int argc, char** argv)
2 {
3     RTC::Manager* manager;
4     manager = RTC::Manager::init(argc, argv);
5
6     // for root application
7     TApplication theApp("App", &argc, argv); // 追加
8
9     // Initialize manager
10    manager->init(argc, argv);

```

11.5 Makefile の変更

このコンポーネントではヒストグラム化に ROOT を使いますのでそのインクルードファイル、およびライブラリの位置をコンパイラに教える必要があります。Makefile を以下のように書き換えます。まず Makefile の先頭に

```

ifndef ROOTSYS
$(error This program requires ROOTSYS environment variable\
but does not defined. Please define ROOTSYS as follows at\
shell prompt: "export ROOTSYS=/usr/local/root". If you don't install\
ROOT in /usr/local/root, please substitute your ROOT root directory)

```

12 起動および動作確認

```
endif
```

を追加します。これは下の CPPFLAGS および LDLIBS 変数を設定するところで ROOT のユーティリティプログラム `root-config` の呼び出し中で `ROOTSYS` 環境変数を使っているためです。

CPPFLAGS、LDLIBS については以下の行を追加します。

```
CPPFLAGS += -I$(shell ${ROOTSYS}/bin/root-config --incdir)
LDLIBS += $(shell ${ROOTSYS}/bin/root-config --glibs)
```

`root-config --glibs` の方は LDLIBS で使えるように先頭に `-L` が付いた値が返りますので右辺の先頭に `-L` を付ける必要はありません。一方 `root-config --incdir` では `-I` を付ける必要があります。

これで `make` を実行し、`SampleMonitorComp` 実行形式ファイルができるかどうか確認します。

12 起動および動作確認

これでコンポーネント開発は終了しましたので、エミュレータからデータを読ませてヒストグラムを画面に表示してみましょう。

第 5 節で述べたように

```
/home/daq/MyDaq
/home/daq/MyDaq/emulator-GEN_GAUSS
/home/daq/MyDaq/SampleReader
/home/daq/MyDaq/SampleMonitor
```

というディレクトリ構造をもとに起動方法について説明します。

「DAQ-Middleware 1.0.0 技術解説書」[2] に書かれているとおり DAQ-Middleware では DAQ システムの統括は `DaqOperator` が行います。既に起動されているコンポーネントの接続、データ収集の開始、終了の指示は `DaqOperator` が行います。各コンポーネントをブートする方法には手で起動する、`xinetd` を使ってネットワークブートを行うなどの方法があります。ここでは DAQ-Middleware に含まれている `/usr/bin/run.py` コマンドのローカルブート機能を使ってブートを行います。

DAQ-Middleware では XML 文書による DAQ システムのコンフィギュレーションが可能です。詳細は「DAQ-Middleware 1.0.0 技術解説書」[2] を御覧ください。ここでは `/usr/share/daqmw/conf/sample.xml` をコピーして使います。

```
% cd
% pwd
/home/daq/MyDaq
% cp /usr/share/daqmw/conf/sample.xml .
```

この文書で仮定しているディレクトリ構造になっている場合は変更する点はありませんが、この

ようになっていない場合は以下の点を変更する必要があります。

- 2箇所ある `execPath` をコンポーネントのファイルのパス名に置き換える

`/usr/share/daqmw/conf/sample.xml` のコード部分を以下に示します。

```

1 <configInfo>
2   <daqOperator>
3     <hostAddr>127.0.0.1</hostAddr>
4   </daqOperator>
5   <daqGroups>
6     <daqGroup gid="group0">
7       <components>
8         <component cid="SampleReader0">
9           <hostAddr>127.0.0.1</hostAddr>
10          <hostPort>50000</hostPort>
11          <instName>SampleReader0.rtc</instName>
12          <execPath>/home/daq/MyDaq/SampleReader/SampleReaderComp</execPath>
13          <confFile>/tmp/daqmw/rtc.conf</confFile>
14          <startOrd>2</startOrd>
15          <inPorts>
16            </inPorts>
17          <outPorts>
18            <outPort>samplerreader_out</outPort>
19          </outPorts>
20          <params>
21            <param pid="srcAddr">127.0.0.1</param>
22            <param pid="srcPort">2222</param>
23          </params>
24        </component>
25        <component cid="SampleMonitor0">
26          <hostAddr>127.0.0.1</hostAddr>
27          <hostPort>50000</hostPort>
28          <instName>SampleMonitor0.rtc</instName>
29          <execPath>/home/daq/MyDaq/SampleMonitor/SampleMonitorComp</execPath>
30          <confFile>/tmp/daqmw/rtc.conf</confFile>
31          <startOrd>1</startOrd>
32          <inPorts>
33            <inPort from="SampleReader0:samplerreader_out">samplemonitor_in</inPort>
34          </inPorts>
35          <outPorts>
36            </outPorts>
37          <params>
38            </params>
39        </component>
40      </components>
41    </daqGroup>
42  </daqGroups>
43 </configInfo>

```

SampleReader コンポーネントは OutPort をひとつ持ちますので 17 行目の OutPorts でそれを指定しています。また SampleReader コンポーネントはパラメータとしてエミュレータの IP アドレスとポートを指定することにしましたので 20 行目の params でそれらを指定しています。SampleReader コンポーネントのソース (SampleReader.cpp) では `parse_params()` でここで指定された値を取得しています。SampleMonitor コンポーネントは InPort をひとつ持ちますので

32 行目の `InPorts` で指定しています。その他のタグについての詳細は「DAQ-Middleware 1.0.0 技術解説書」[2] を参照してください。

では起動してみます。SampleMonitor では ROOT を使用しますので `LD_LIBRARY_PATH` に ROOT のライブラリファイルがあるディレクトリが設定されていない場合は設定しておいてください (開発環境として VMware Player を使う場合は、こちらで配布したイメージ内の `daq` ユーザーはすでに設定されています)。

エミュレータ起動用端末を開いてエミュレータを起動しておきます。

```
% cd /home/daq/MyDaq/emulator-GEN_GAUSS
% ./emulator
```

以下のように `run.py` を起動します。

```
% cd /home/daq/MyDaq
% ls
SampleReader SampleMonitor emulator sample.xml
% run.py -c -l sample.xml
```

`run.py` のオプション `-c` は DaqOperator がコンソールモードで起動するオプションで、これを指定すると DaqOperator は定期的に各コンポーネントが取り扱ったデータバイト数を端末に表示します (各コンポーネントは定期的に DaqOperator に自身が処理したデータバイト数を報告しています)。`run.py` のオプション `-l` は `sample.xml` から起動するコンポーネントのパスを探し、そのパスにあるコンポーネントをローカル計算機で起動します。

`run.py` を起動してしばらく待つと (計算機の CPU 性能で差はありますがおおよそ 4 秒くらい)、のようになります。この文字を出力しているのは DaqOperator で、DaqOperator はこの状態でコマンドキー入力を待っています。利用できるコマンドは 1 行目の `Command:` と書いてある行に表示されています。コマンド入力に対応する数字キーを押すことで行います。状態遷移はひとつづつ行う必要があります。たとえばこの状態で、`start` を押すと不適切な入力と判断されます。コマンドを入力すると DaqOperator は各コンポーネントに遷移命令を送ります。`run.py` 起動直後のこの状態でコンポーネントは状態遷移図 図 1 の UNCONFIGURED になっています。

```
Command:    0:configure  1:start  2:stop  3:unconfigure  4:pause  5:resume

RUN NO: 0
start at:      stop at:

GROUP:COMP_NAME      EVENT  SIZE      STATE      COMP STATUS
group0:SampleReader0:      0      LOADED      WORKING
group0:SampleMonitor0:    0      LOADED      WORKING
```

この状態で 0 を押ししばらく待つと CONFIGURED 状態に移行します。

```
Command:    0:configure  1:start  2:stop  3:unconfigure  4:pause  5:resume

RUN NO: 0
```

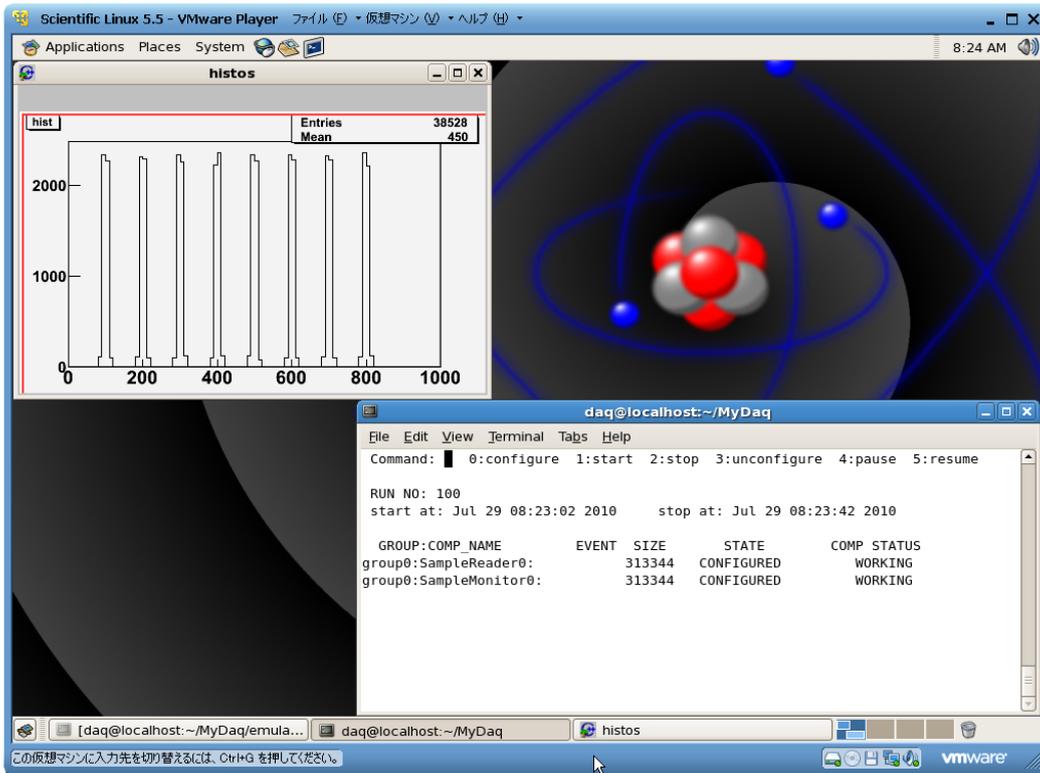


図 7 データ収集終了した画面。エミュレータを起動した端末は最小化して下のパネルにおさめてある。

```
start at:      stop at:
```

GROUP:COMP_NAME	EVENT	SIZE	STATE	COMP STATUS
group0:SampleReader0:	0	0	CONFIGURED	WORKING
group0:SampleMonitor0:	0	0	CONFIGURED	WORKING

次に 1 を押すとランナンバーを聞いてきますので適当に 1 等の数字を入力します。これで DaqComponent が SampleReader と SampleMonitor に start の指示を出します。DaqOperator は各コンポーネントから報告された処理したデータバイト数を画面に表示し数秒に一度、更新します。またこのコードであたえた m_monitor_update_rate の値 (30) ではヒストグラム図は 4 秒に一度程度アップデートされます。終了するには 2 を押して各コンポーネントを STOP 状態に遷移させます。このときの画面の状態を図 7 に示します。

2 を押してコンポーネントを stop させたあとに Ctrl-C を押すと DaqOperator に SIGINT が送られて DaqOperator が終了します。DaqOperator と同時に run.py が起動したコンポーネントにも SIGINT が送られます (run.py から起動した DaqOperator、および各コンポーネントが同一プロセスグループに属しているため)。通常コンポーネントのほうが先に exit して DaqOperator は数回コンポーネントと接続しようとするので、Ctrl-C を押したあと画面に

```
### ERROR:      : cannot connect
### ERROR:      : cannot connect
```

という行がコンポーネントの数だけ表示されます。少し待って DaqOperator が終了します。

ヒストグラムの更新頻度は `m_monitor_update_rate` の値で指定されています。
SampleMonitor.cpp 中の初期化の部分

```
1 SampleMonitor::SampleMonitor(RTC::Manager* manager)
2   : DAQMW::DaqComponentBase(manager),
3     m_InPort("samplemonitor_in", m_in_data),
4     m_in_status(BUF_SUCCESS),
5     m_canvas(0),           // 追加
6     m_hist(0),            // 追加
7     m_bin(0),             // 追加
8     m_min(0),             // 追加
9     m_max(0),             // 追加
10    m_monitor_update_rate(30), // 追加
11    m_event_byte_size(0),   // 追加
12    m_debug(false)
```

の `m_monitor_update_rate()` の括弧内の数値を小さくすると更新頻度があがります。このコードのままでは更新頻度を変更するにはソースコード自身を変更し、再コンパイルする必要があります (数値を変更しやってみてください)。再コンパイル無しで変更するには DAQ-Middleware では、次節の Condition データベースを使います。

13 パラメータの Condition データベース化

DAQ-Middleware ではラン毎に変わるようなパラメータをシステムにあたえるために Condition データベースという枠組があります。前節の SampleMonitor コンポーネントでは

- ヒストグラムのビン数
- ヒストグラムの最小値
- ヒストグラムの最大値
- ヒストグラムを更新する頻度

が決め打ちになっていて、これらを変更するにはソースコードを変更する必要がありました。Condition データベースを使用するとソースコードの改変をしなくてもパラメータを変更することができるようになります。

Condition データベースについては別に解説文書「Condition データベースの開発マニュアル」[3] がありますのでこれを参照してください。ここではこのマニュアル中の「class を用いた実装」に沿って、上記ヒストグラムのパラメータをセットすることにします。パラメータをセットするタイミングは `daq_start()` 時に行うことにします。

`/usr/share/daqmw/examples/ConditionSampleMonitor` ディレクトリ以下に、これから述べる変更を行ったソースがあります。`/usr/share/daqmw/examples/SampleMonitor` を元に変更してありたとえ

```
% cd /usr/share/daqmw/examples
% diff -uprN SampleMonitor ConditionSampleMonitor
```

とすると変更点がわかるようになっています。また `condition.xml` のサンプルは `/usr/share/daqmw/conf/condition.xml` にあります。以下では前述の SampleMonitor のソースをコピーして Condition データベースを使えるように改造することにします。

```
% cd
% cd MyDaq
% cp -r SampleMonitor ConditionSampleMonitor
% cd ConditionSampleMonitor
```

新規に `ConditionSampleMonitor.h` と `ConditionSampleMonitor.cpp` ファイルを作成しこの中でパラメータを保持する変数およびパラメータを取得するクラス `ConditionSampleMonitor` クラスを作ります。また、DAQ コンポーネントが Condition データベースを読めるようにするためには `JsonSpirit` ライブラリ、および `boost_regex` ライブラリをリンクする必要があります。そこで増えたソースファイルの分もあわせて `Makefile` を変更します。変更点は

- `JsonSpirit` ライブラリ、および `boost_regex` ライブラリをリンクするようにする
- ソースファイル `ConditionSampleMonitor.cpp` が増えたのでこれを `SRCS` に追加する

13 パラメータの CONDITION データベース化

の 2 点です。

```
SRCS += ConditionSampleMonitor.cpp
ConditionSampleMonitor.o: ConditionSampleMonitor.h ConditionSampleMonitor.cpp
LDLIBS += -L/usr/lib/daqmw -lJsonSpirit -lboost_regex
```

パラメータのデータ構造は、ConditionSampleMonitor.h 内で構造体 monitorParam で定義することにします。

```
1 #ifndef _CONDITION_SAMPLEMONITOR_H
2 #define _CONDITION_SAMPLEMONITOR_H 1
3
4 #include <string>
5 #include "Condition.h"
6
7 struct monitorParam {
8     unsigned int hist_bin;
9     unsigned int hist_min;
10    unsigned int hist_max;
11    unsigned int monitor_update_rate;
12 };
13
14 typedef struct monitorParam monitorParam;
15
16 class ConditionSampleMonitor : public Condition {
17 public:
18     ConditionSampleMonitor();
19     virtual ~ConditionSampleMonitor();
20     bool initialize(std::string filename);
21     bool getParam(std::string prefix, monitorParam* monitorParam);
22 private:
23     Json2ConList m_json2ConList;
24     conList      m_conListSampleMonitor;
25 };
26
27 #endif
```

次に condition.json ファイルを読み monitorParam 構造体変数にセットするメソッドを ConditionSampleMonitor.cpp に追加します。

```
1 #include "ConditionSampleMonitor.h"
2
3 ConditionSampleMonitor::ConditionSampleMonitor() {}
4 ConditionSampleMonitor::~~ConditionSampleMonitor() {}
5
6 bool
7 ConditionSampleMonitor::getParam(std::string prefix, monitorParam* monitorParam)
8 {
9     setPrefix(prefix);
10    unsigned int hist_bin;
11    unsigned int hist_min;
12    unsigned int hist_max;
13    unsigned int monitor_update_rate;
14
15    if (find("hist_bin", &hist_bin)) {
16        monitorParam->hist_bin = hist_bin;
```

```

17     }
18     else {
19         std::cerr << prefix + " hist_bin not found" << std::endl;
20         return false;
21     }
22
23     if (find("hist_min", &hist_min)) {
24         monitorParam->hist_min = hist_min;
25     }
26     else {
27         std::cerr << prefix + " hist_min not found" << std::endl;
28         return false;
29     }
30
31     if (find("hist_max", &hist_max)) {
32         monitorParam->hist_max = hist_max;
33     }
34     else {
35         std::cerr << prefix + " hist_max not found" << std::endl;
36         return false;
37     }
38
39     if (find("monitor_update_rate", &monitor_update_rate)) {
40         monitorParam->monitor_update_rate = monitor_update_rate;
41     }
42     else {
43         std::cerr << prefix + " monitor_update_rate not found" << std::endl;
44         return false;
45     }
46
47     return true;
48 }
49
50 bool ConditionSampleMonitor::initialize(std::string filename)
51 {
52     if (m_json2ConList.makeConList(filename, &m_conListSampleMonitor) == false) {
53         std::cerr << "### ERROR: Fail to read the Condition file "
54                 << filename << std::endl;
55     }
56     init(&m_conListSampleMonitor);
57     return true;
58 }

```

以上で ConditionSampleMonitor クラスの準備ができました。

続けて SampleMonitor 側で Condition データベースを使ってヒストグラムのパラメータを取得するようにします。まず、Condition データベースのファイル名 CONDITION_FILE、およびパラメータを保持する構造体 m_monitorParam を SampleMonitor.h に追加:

```

////////// ROOT Histogram //////////
TCanvas *m_canvas;
TH1F     *m_hist;
unsigned char m_recv_data[4096];
unsigned int  m_event_byte_size;
struct sampleData m_sampleData;
////////// Condition database //////////
static const std::string CONDITION_FILE; // 追加

```

13 パラメータの CONDITION データベース化

```
    monitorParam m_monitorParam;           // 追加

    bool m_debug;
};
```

さらに SampleMonitor.cpp で CONDITION_FILE に値を代入します。

```
static const char* samplemonitor_spec[] =
{
    "implementation_id", "SampleMonitor",
    "type_name",         "SampleMonitor",
    "description",       "SampleMonitor component",
    "version",           "1.0",
    "vendor",            "Kazuo Nakayoshi, KEK",
    "category",          "example",
    "activity_type",     "DataFlowComponent",
    "max_instance",     "1",
    "language",          "C++",
    "lang_type",         "compile",
    ""
};

const std::string SampleMonitor::CONDITION_FILE = "./condition.json"; // 追加
```

つぎにこのクラスを使用するように DAQ コンポーネントのソースを変更します。まず、SampleMonitor.cpp で set_condition() 関数を追加し、ConditionSampleMonitor クラスを使ってパラメータを取得します。また daq_start() で set_condition() を呼ぶようにします。

```
// この関数全体を追加
int set_condition(std::string condition_file, monitorParam *monitorParam)
{
    ConditionSampleMonitor conditionSampleMonitor;
    conditionSampleMonitor.initialize(condition_file);
    if (conditionSampleMonitor.getParam("common_SampleMonitor_", monitorParam)) {
        std::cerr << "condition OK" << std::endl;
    }
    else {
        throw "SampleMonitor condition error";
    }

    return 0;
}

int SampleMonitor::daq_start()
{
    std::cerr << "*** SampleMonitor::start" << std::endl;

    m_in_status = BUF_SUCCESS;

    try {
        set_condition(CONDITION_FILE, &m_monitorParam);
    }
    catch (std::string error_message) {
        std::cerr << error_message << std::endl;
        fatal_error_report(USER_DEFINED_ERROR1, "Condition error");
    }
}
```

```

catch (...) {
    std::cerr << "unknown error" << std::endl;
    fatal_error_report(USER_DEFINED_ERROR1, "Unknown error");
}
// 追加
// 追加
// 追加
// 追加

```

さらにヒストグラムのビンの数、最小値、最大値としてこの取得した値を使うように、TH1F()の引数を変更します。またヒストグラムを更新するタイミングを決めているところも変更します。

```

m_hist = new TH1F("hist", "hist",
    m_monitorParam.hist_bin, // 引数変更
    m_monitorParam.hist_min, // 引数変更
    m_monitorParam.hist_max); // 引数変更

```

```

unsigned long sequence_num = get_sequence_num();
if ((sequence_num % m_monitorParam.monitor_update_rate) == 0) { // 変更
    m_hist->Draw();
    m_canvas->Update();
}

```

また SampleMonitor のコンストラクタから m_hist_bin 等の初期化をしている部分を削除します。

```

SampleMonitor::SampleMonitor(RTC::Manager* manager)
: DAQMW::DaqComponentBase(manager),
  m_InPort("samplemonitor_in", m_in_data),
  m_in_status(BUF_SUCCESS),
  m_canvas(0),
  m_hist(0),
  // m_hist_bin, m_hist_min, m_hist_max, m_monitor_update_rate の初期化を削除
  m_event_byte_size(0),
  m_debug(false)

```

13.1 Condition データベースを使ったヒストグラムのテスト

パラメータの値を condition.xml で与えます。サンプルは/usr/share/daqmw/conf/condition.xml にありますのでこれを/home/daq/MyDaq ディレクトリにコピーします。

```

% cd /home/daq/MyDaq
% cp /usr/share/daqmw/conf/condition.xml .

```

コンポーネントは直接、この xml ファイルを読むのではなく、JSON 形式に変換したファイル condition.json を読みます。JSON 形式への変換は condition_xml2json コマンドを使っています。

```

% condition_xml2json condition.xml

```

このコマンドで condition.json ファイルができます*⁹。起動は、Condition データベース化前と同様に run.py -c -l sample.xml コマンドで行います。コンポーネント実行ファイルのパスが変わりました (ディレクトリが SampleMonitor から ConditionSampleMonitor に変わったので sample.xml ファイルの execPath を起動するコンポーネントのフルパスに変更します。以下に sample.xml の変更点を示します。

```

<component cid="SampleMonitor0">
  <hostAddr>127.0.0.1</hostAddr>
  <hostPort>50000</hostPort>
  <instName>SampleMonitor0.rtc</instName>
  <!-- execPath changed -->
  <execPath>/home/daq/MyDaq/ConditionSampleMonitor/SampleMonitorComp</execPath>
  <!-- execPath changed ~~~~~ -->
  <confFile>/tmp/daqmw/rtc.conf</confFile>
  <startOrd>1</startOrd>
  <inPorts>
    <inPort from="SampleReader0:samplerreader_out">samplemonitor_in</inPort>
  </inPorts>
  <outPorts>
  </outPorts>
  <params>
  </params>
</component>

```

起動は以前と同様 run.py -c -l sample.xml で行います*¹⁰。ヒストグラムビン数、最小値、最大値等が上の condition.xml の値になっていることを確認してください。また condition.xml のパラメータを変更後、再び condition.xml2json condition.xml で condition.json をアップデートし、コンポーネントを起動させて、ヒストグラムが Condition ファイルで指定した値になっていることを確認してください。

ヒストグラムビン数 100、最小値 0、最大値 150 と Condition データベースでセットした場合の例を図 8 に示します。DaqOperator が端末に示したバイト数 423936 バイトから、全部で 52992 個のイベントデータを収集したことがわかります。エミュレータからのデータは 100、200、…、800 を中心としたデータを均等に送ってきています。全データ数 52992 個のうち 8 分の 1 の 6624 個のデータがヒストグラムにインクリメントされたことが図中左側ヒストグラム図の Entries の欄で確認することができます。

*⁹ このコマンドはシェルスクリプトでその内部で Xalan コマンドを使っていますので xalan パッケージが必要です。

*¹⁰ あるいは sample.xml は以前のままにして sample.xml を conditionsample.xml にコピーして、上記の execPath の変更を行い run.py -c -l conditionsample.xml として起動する手もあります。

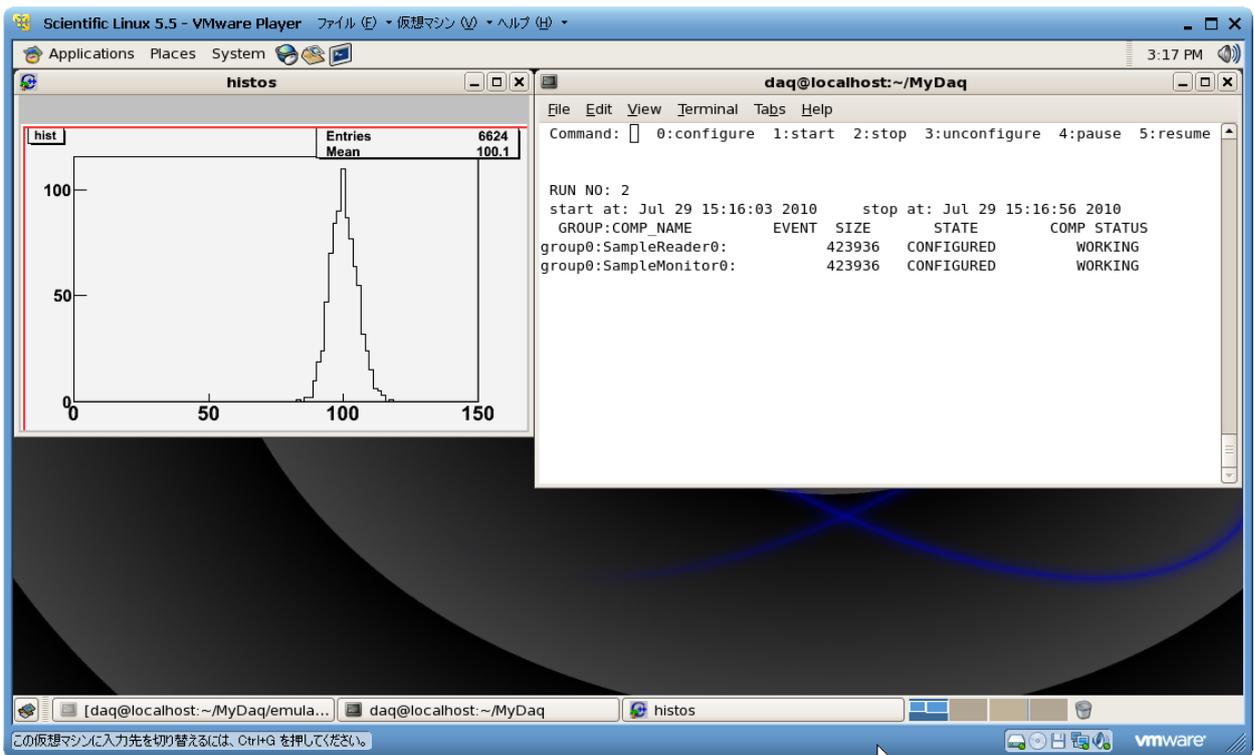


図 8 Condition データベースを使ってヒストグラムの最小値を 0、最大値を 150、ビン数を 100 としてデータを読み取った例。ヒストグラム図中の Entries の数値については本文を参照。

付録 A rpm および yum コマンドを使用してセットアップしたときのログ

```
[root@localhost ~]# rpm -ihv http://daqmw.kek.jp/rpm/el5/noarch/
( ) kek-daqmddleware-repo-2-0.noarch.rpm (長いので ( ) で折り返しています)
Retrieving http://daqmw.kek.jp/rpm/el5/noarch/kek-daqmddleware-repo-2-0.noarch.rpm
Preparing... ##### [100%]
 1:kek-daqmddleware-repo ##### [100%]
[root@localhost ~]# yum --enablerepo=kek-daqmddleware install DAQ-Middlewre
Loaded plugins: kernel-module
kek-daqmddleware           | 951 B      00:00
kek-daqmddleware/primary  | 5.1 kB     00:00
kek-daqmddleware           |              15/15
Setting up Install Process
Resolving Dependencies
--> Running transaction check
----> Package DAQ-Middlewre.i386 0:1.0.0-0.el5 set to be updated
--> Processing Dependency: OpenRTM-aist >= 1.0.0 for package: DAQ-Middlewre
--> Processing Dependency: xerces-c-devel for package: DAQ-Middlewre
--> Processing Dependency: libomniDynamic4.so.0 for package: DAQ-Middlewre
--> Processing Dependency: libcoil.so.0 for package: DAQ-Middlewre
--> Processing Dependency: libRTC-1.0.0.so.0 for package: DAQ-Middlewre
--> Processing Dependency: xalan-c-devel for package: DAQ-Middlewre
--> Processing Dependency: libxerces-c.so.27 for package: DAQ-Middlewre
--> Processing Dependency: libomniORB4.so.0 for package: DAQ-Middlewre
--> Processing Dependency: libomnithread.so.3 for package: DAQ-Middlewre
--> Running transaction check
----> Package OpenRTM-aist.i386 0:1.0.0-2.el5 set to be updated
--> Processing Dependency: omniORB-doc for package: OpenRTM-aist
--> Processing Dependency: omniORB-bootscripys for package: OpenRTM-aist
--> Processing Dependency: omniORB-utills for package: OpenRTM-aist
--> Processing Dependency: omniORB-servers for package: OpenRTM-aist
--> Processing Dependency: omniORB-devel for package: OpenRTM-aist
----> Package omniORB.i386 0:4.0.7-4.el5 set to be updated
----> Package xalan-c-devel.i386 0:1.10.0-2.el5 set to be updated
--> Processing Dependency: xalan-c = 1.10.0-2.el5 for package: xalan-c-devel
--> Processing Dependency: libxalanMsg.so.110 for package: xalan-c-devel
--> Processing Dependency: libxalan-c.so.110 for package: xalan-c-devel
----> Package xerces-c.i386 0:2.7.0-1.el5.rf set to be updated
----> Package xerces-c-devel.i386 0:2.7.0-1.el5.rf set to be updated
--> Running transaction check
----> Package omniORB-bootscripys.i386 0:4.0.7-4.el5 set to be updated
----> Package omniORB-devel.i386 0:4.0.7-4.el5 set to be updated
----> Package omniORB-doc.i386 0:4.0.7-4.el5 set to be updated
----> Package omniORB-servers.i386 0:4.0.7-4.el5 set to be updated
----> Package omniORB-utills.i386 0:4.0.7-4.el5 set to be updated
----> Package xalan-c.i386 0:1.10.0-2.el5 set to be updated
--> Finished Dependency Resolution
Beginning Kernel Module Plugin
Finished Kernel Module Plugin

Dependencies Resolved

=====
Package                Arch      Version                Repository              Size
=====
```

付録 A RPM および YUM コマンドを使用してセットアップしたときのログ

```

Installing:
DAQ-Middleware          i386      1.0.0-0.e15          kek-daqmiddleware    1.0 M
Installing for dependencies:
OpenRTM-aist           i386      1.0.0-2.e15          kek-daqmiddleware    6.6 M
omniORB                i386      4.0.7-4.e15          kek-daqmiddleware    6.4 M
omniORB-bootscripts    i386      4.0.7-4.e15          kek-daqmiddleware    6.1 k
omniORB-devel          i386      4.0.7-4.e15          kek-daqmiddleware    2.9 M
omniORB-doc            i386      4.0.7-4.e15          kek-daqmiddleware    986 k
omniORB-servers        i386      4.0.7-4.e15          kek-daqmiddleware    59 k
omniORB-utils          i386      4.0.7-4.e15          kek-daqmiddleware    37 k
xalan-c                i386      1.10.0-2.e15         kek-daqmiddleware    1.2 M
xalan-c-devel          i386      1.10.0-2.e15         kek-daqmiddleware    443 k
xerces-c               i386      2.7.0-1.e15.rf       kek-daqmiddleware    1.6 M
xerces-c-devel         i386      2.7.0-1.e15.rf       kek-daqmiddleware    649 k

Transaction Summary
=====
Install      12 Package(s)
Upgrade      0 Package(s)

Total download size: 22 M
Is this ok [y/N]: y (y を入力する)
Downloading Packages:
(1/12): omniORB-bootscripts-4.0.7-4.e15.i386.rpm | 6.1 kB 00:00
(2/12): omniORB-utils-4.0.7-4.e15.i386.rpm | 37 kB 00:00
(3/12): omniORB-servers-4.0.7-4.e15.i386.rpm | 59 kB 00:00
(4/12): xalan-c-devel-1.10.0-2.e15.i386.rpm | 443 kB 00:00
(5/12): xerces-c-devel-2.7.0-1.e15.rf.i386.rpm | 649 kB 00:00
(6/12): omniORB-doc-4.0.7-4.e15.i386.rpm | 986 kB 00:00
(7/12): DAQ-Middleware-1.0.0-0.e15.i386.rpm | 1.0 MB 00:00
(8/12): xalan-c-1.10.0-2.e15.i386.rpm | 1.2 MB 00:00
(9/12): xerces-c-2.7.0-1.e15.rf.i386.rpm | 1.6 MB 00:00
(10/12): omniORB-devel-4.0.7-4.e15.i386.rpm | 2.9 MB 00:00
(11/12): omniORB-4.0.7-4.e15.i386.rpm | 6.4 MB 00:00
(12/12): OpenRTM-aist-1.0.0-2.e15.i386.rpm | 6.6 MB 00:00
-----
Total                               10 MB/s | 22 MB 00:02
Running rpm_check_debug
Running Transaction Test
Finished Transaction Test
Transaction Test Succeeded
Running Transaction
  Installing      : omniORB                               1/12
  Installing      : xerces-c                               2/12
  Installing      : xerces-c-devel                         3/12
  Installing      : omniORB-doc                             4/12
  Installing      : omniORB-utils                           5/12
  Installing      : omniORB-servers                         6/12
  Installing      : xalan-c                                 7/12
  Installing      : omniORB-devel                           8/12
  Installing      : xalan-c-devel                           9/12
  Installing      : omniORB-bootscripts                    10/12
  Installing      : OpenRTM-aist                           11/12
  Installing      : DAQ-Middleware                         12/12

Installed:
  DAQ-Middleware.i386 0:1.0.0-0.e15

Dependency Installed:
  OpenRTM-aist.i386 0:1.0.0-2.e15          omniORB.i386 0:4.0.7-4.e15

```

付録 A RPM および YUM コマンドを使用してセットアップしたときのログ

```
omniORB-bootscripts.i386 0:4.0.7-4.e15  omniORB-devel.i386 0:4.0.7-4.e15
omniORB-doc.i386 0:4.0.7-4.e15          omniORB-servers.i386 0:4.0.7-4.e15
omniORB-utils.i386 0:4.0.7-4.e15        xalan-c.i386 0:1.10.0-2.e15
xalan-c-devel.i386 0:1.10.0-2.e15        xerces-c.i386 0:2.7.0-1.e15.rf
xerces-c-devel.i386 0:2.7.0-1.e15.rf

Complete!
[root@localhost ~]#
```

参考文献

- [1] DAQ-Middleware Home page <http://daqmw.kek.jp/>
- [2] DAQ-Middleware 1.0.0 技術解説書、2010 年 7 月、
<http://daqmw.kek.jp/docs/DAQ-Middleware-1.0.0-Tech.pdf>
- [3] 安芳次、Condition データベースの開発マニュアル、2009 年 7 月 3 日、
<http://daqmw.kek.jp/docs/ConditionDevManual.pdf>