

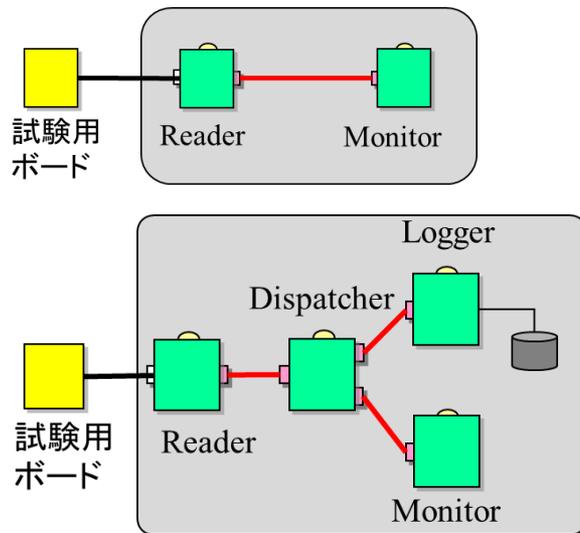
DAQ-Middleware トレーニングコース実習

濱田英太郎
高エネルギー加速器研究機構
素粒子原子核研究所

目標と目的

「目標」

データを読んでグラフを画面に表示するシステムをDAQ-MWで作る



「目的」

DAQ-MWを利用したソフトウェアの基本を学ぶ

試験用ボード

スイッチで設定を可能にする。

・データ種類

00 : サイン波

01 : 三角波

10 : 矩形波

11 : パルス波

・周波数(1イベ

データを送る周

00 : 1Hz

01 : 5Hz

10 : 10Hz

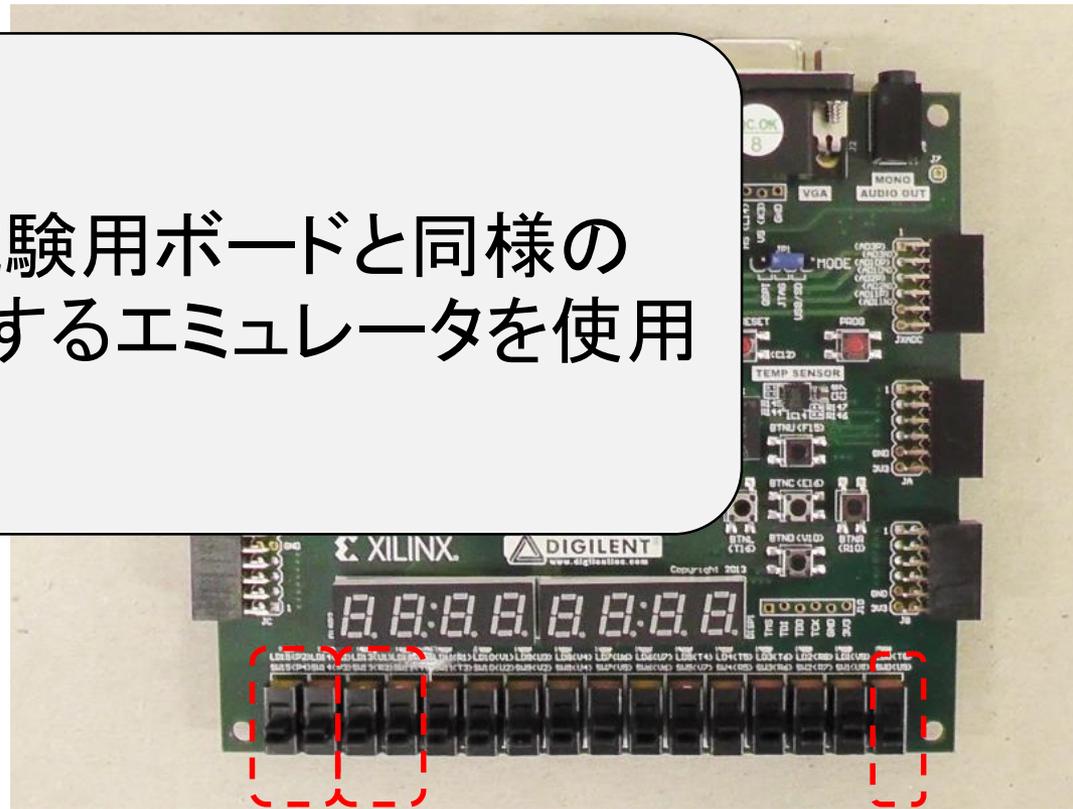
11 : 100Hz

・データ送信ON

0 : データ送信OFF

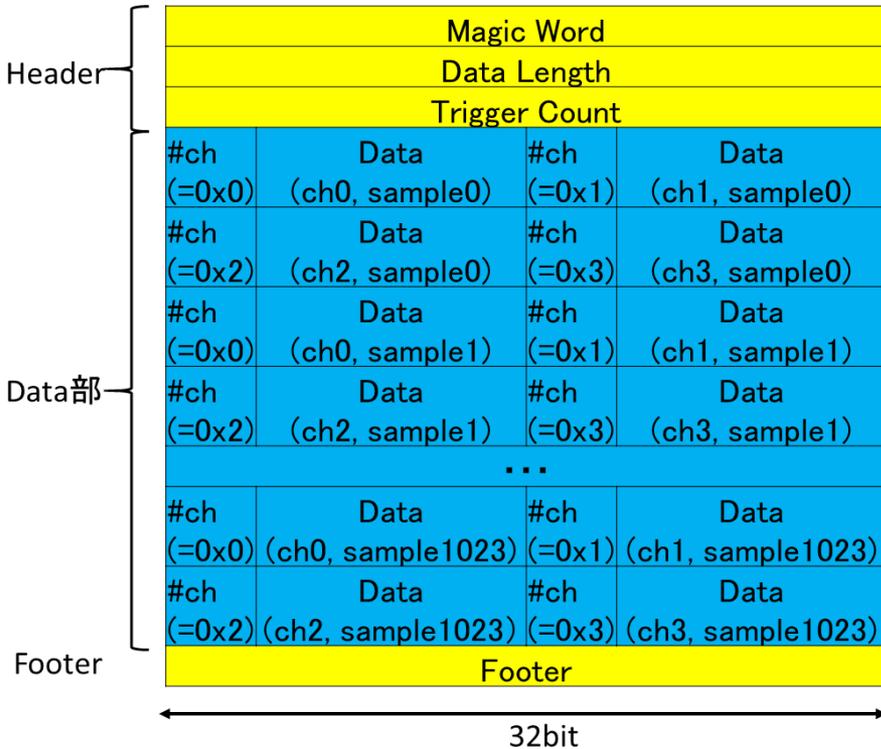
1 : データ送信ON

今年度は試験用ボードと同様の
データを出力するエミュレータを使用



データ種類 周波数 データ送信ON

試験用ボード



「Header」

- Magic Word
常に 0x01234567

- Datalength
Data部のバイト長

- Trigger Count
1イベントのデータを送るごとに+1されていく。

「Data部」

- 各データは16bit
(上位4bitはch番号、下位12bitにデータ値)
- 1イベントはsample0から順々にsample1023まで1024sampleを送る
- 各sampleはch0からch3までの4ch分を送る

「Footer」

- Footer
常に 0x89ABCDEF

※全てビッグエンディアン

実習で行う事項

- ex01 DAQ-Middleware付属サンプルコンポーネントを動かしてみる
- ex02 Webモードでシステムを動かす
- ex03 ログの確認(状態遷移の確認)
- ex04 コンフィグレーションファイルの編集(コンポーネント構成)
- ex05 パラメータ取得
- ex06 コンポーネント間のデータについて
- ex07 ボードを読むシステムを動かしてみる(Reader - Logger)
- ex08 DAQ-Middlewareでモニターコンポーネントを開発する
- ex09 (余裕がある人向け)
Mergerを利用して複数台のネットワークノードからデータを収集する

実習ファイルダウンロード

- 実習ファイルダウンロード
(下記はwebページに記載されています。)

```
% cd  
% git clone https://github.com/e-hamada/daqmw-tc2.git
```

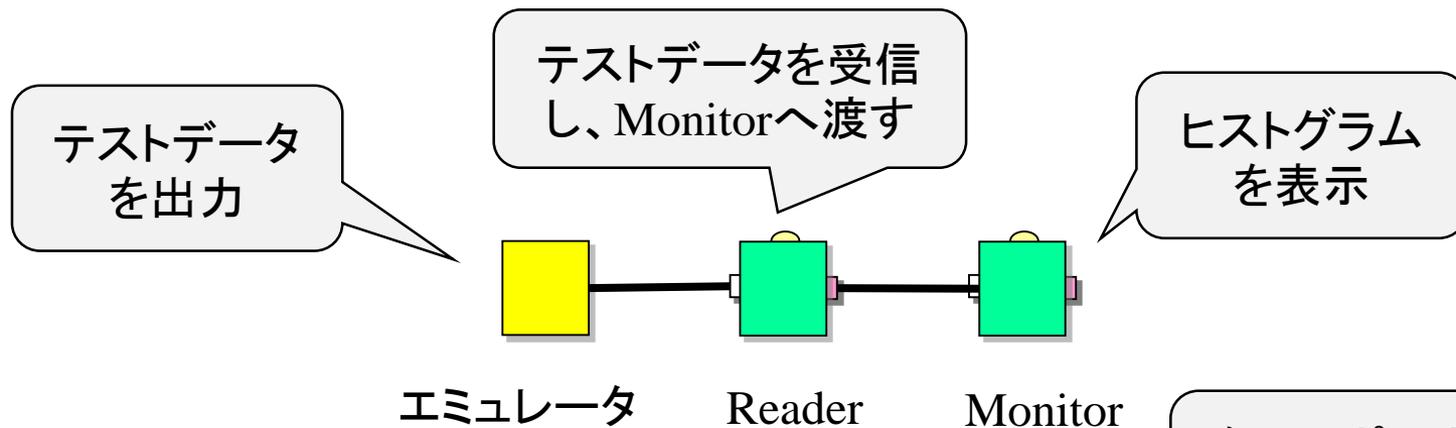
ホームディレクトリに「daqmw-tc2」というディレクトリが追加されます。

実習ファイル 中身の説明

- ex
実習で行う項目の解説
- sandbox
特に使わない
- doc
ボードの出力データフォーマットの説明資料がある
- trigger
特に使わない
- daqmw
DAQコンポーネントの答え(できるだけ見ないでください)

~/MyDaqディレクトリを作り、その中でプログラムを作っていく
(daqmw-tc2の中ではない)

ex01 DAQ-Middleware付属 サンプルコンポーネントを動かしてみる



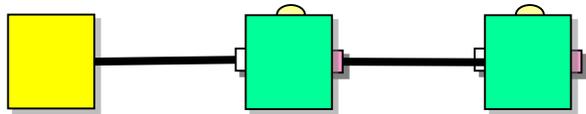
手順

1. ソースコードのコピーとコンパイル
2. コンフィギュレーションファイルの作成
3. コンポーネントの起動
4. システム起動
5. エミュレータの起動
6. データ収集開始
7. システム終了

各コンポーネントごと
にプログラムを用意

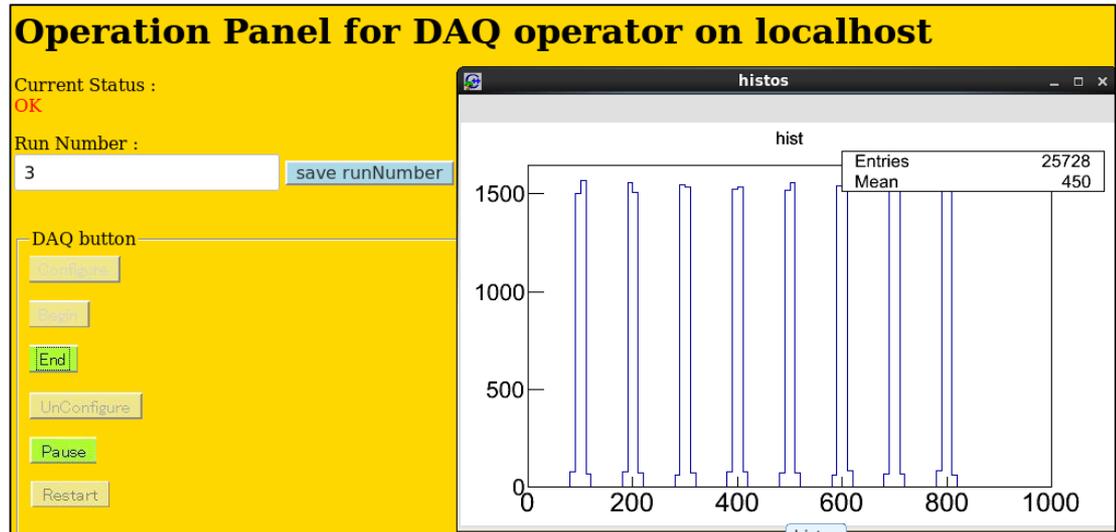
設定ファイル
(コンポーネントとそ
の接続情報等)

ex02 Webモードでシステムを動かす



エミュレータ Reader Monitor

ex01と同様、ReaderとMonitorから構成されるシステムを起動



webブラウザに表示

手順

1. apache (webサーバ)を起動
2. DAQ-Middlewareをコンソールモードを抜かして起動
3. webブラウザで確認

ex03 ログの確認(状態遷移の確認)

目的

プログラム内の各関数にログを記載するよう編集し、状態遷移の確認を行う。

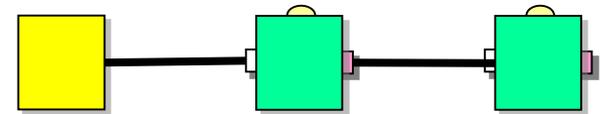
ログの出力方法

プログラム内にて

```
std::cerr << "○○○" << std::endl;
```

ログはコンポーネントごとに作成され、

/tmp/daqmw/log.(コンポーネント名)Compに置かれる



エミュレータ

Reader

Monitor

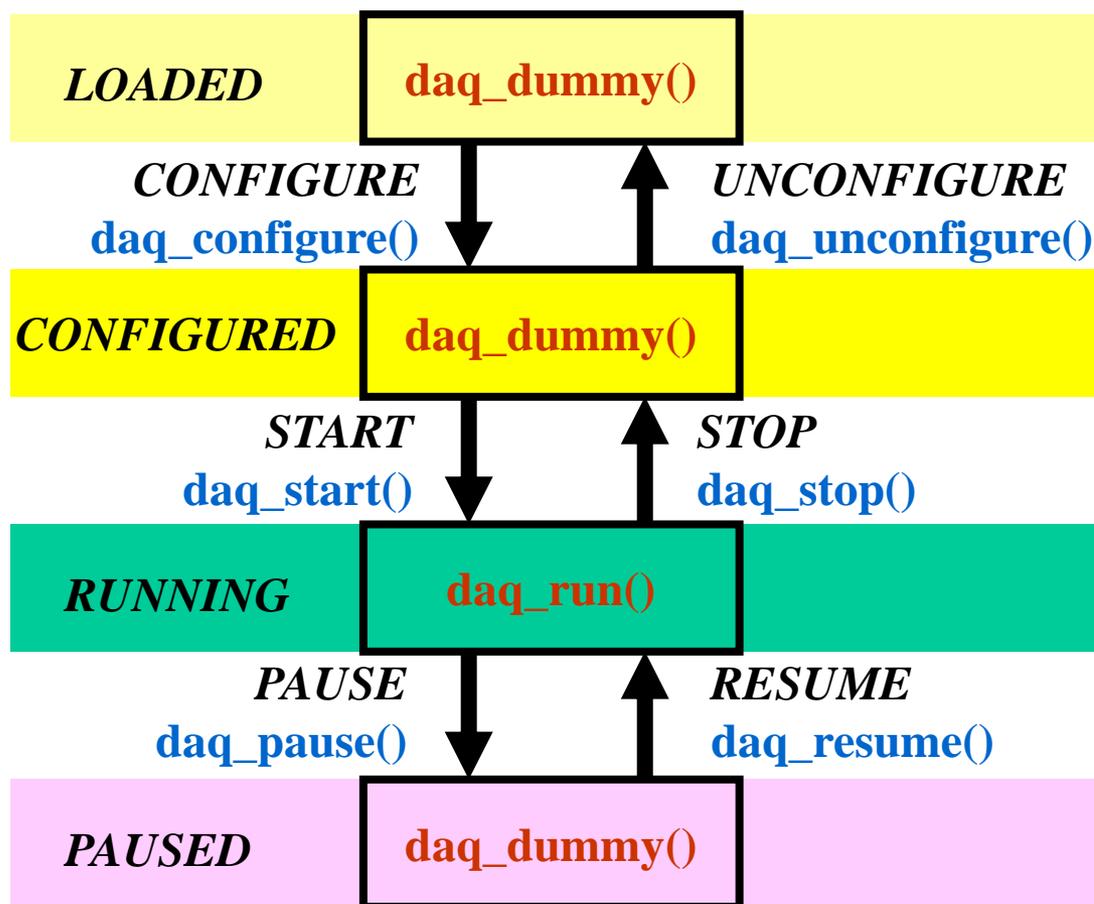
手順

1. SampleReaderのconfigureするときに、出力されるログを確認
2. SampleReaderのrun状態のときにログが出力されるよう、プログラムを編集

ex01と同様、ReaderとMonitorから構成されるシステムを起動

コンポーネント状態遷移

技術解説書15-17ページ



各状態(LOADED, CONFIGURED, RUNNING, PAUSED)にある間、対応する関数が繰り返し呼ばれる。

状態遷移するときは状態遷移関数が呼ばれる。

状態遷移できるようにするためには、`daq_run()`等は永遠にそのなかでブロックしてはだめ。
(例: Gathererのソケットプログラムでtimeoutつきにする必要がある)

各関数を実装することでDAQコンポーネントを完成させる。

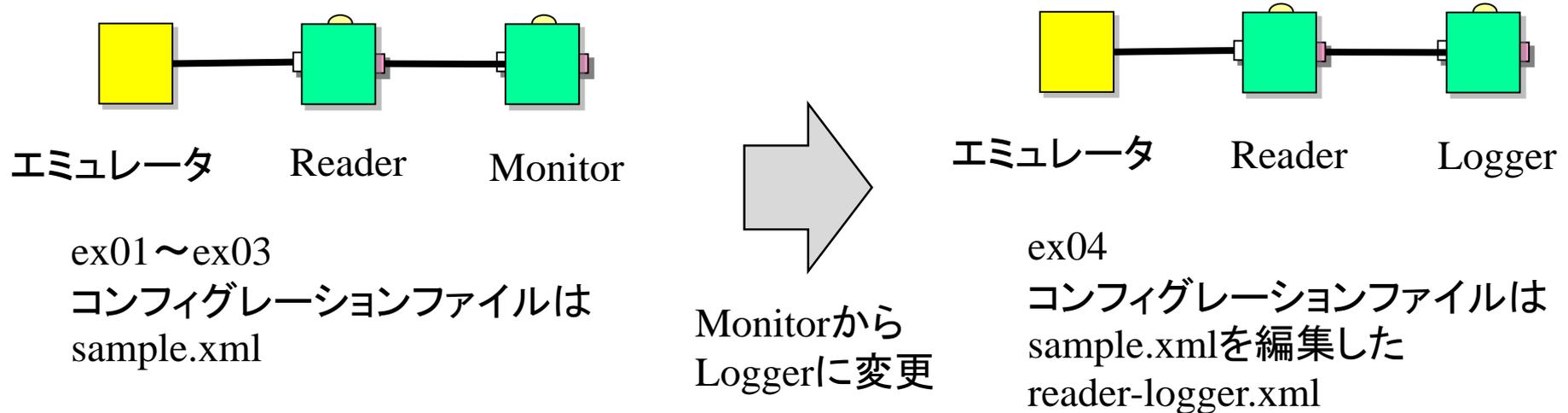
ex04 コンフィグレーションファイルの編集 (コンポーネント構成)

目的

コンフィグレーションファイルの編集方法を学ぶ。

行うこと

コンフィグレーションファイルを編集し、使用するコンポーネントを変更する。



コンフィグレーションファイル

sample.xml

```
<configInfo>
  <daqOperator>
    <hostAddr>127.0.0.1</hostAddr>
  </daqOperator>
  <daqGroups>
    <daqGroup gid="group0">
      <components>
        <component cid="SampleReader0">
          SampleReaderの情報(詳細は次ページ)
        </component>
        <component cid="SampleMonitor0">
          SampleMonitorの情報(詳細は3ページ後)
        </component>
      </components>
    </daqGroup>
  </daqGroups>
</configInfo>
```

DAQ-Operatorのアドレス
= ローカルホスト

コンポーネントID

SampleReaderの情報(詳細は次ページ)

SampleMonitorの情報(詳細は3ページ後)

コンポーネントの情報

コンフィグレーションファイル(Reader)

```
<hostAddr>127.0.0.1</hostAddr>
<hostPort>50000</hostPort>
<instName>SampleReader0.rtc</instName>
<execPath>(省略)</execPath>
<confFile>/tmp/daqmw/rtc.conf</confFile>
  <startOrd>2</startOrd>
  <inPorts>
  </inPorts>
  <outPorts>
    <outPort>samplereader_out</outPort>
  </outPorts>
  <params>
    <param pid="srcAddr">127.0.0.1</param>
    <param pid="srcPort">2222</param>
  </params>
```

コンポーネントが置いてあるPCのIP
とポート番号

コンポーネントのインスタンス名

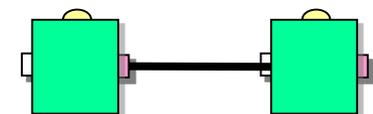
コンポーネントの実行形式ファイルのパス

コンポーネントのスタートコマンド投入の際
の順番

inportの設定 (readerの場合はない)

outportの設定

初期パラメータ



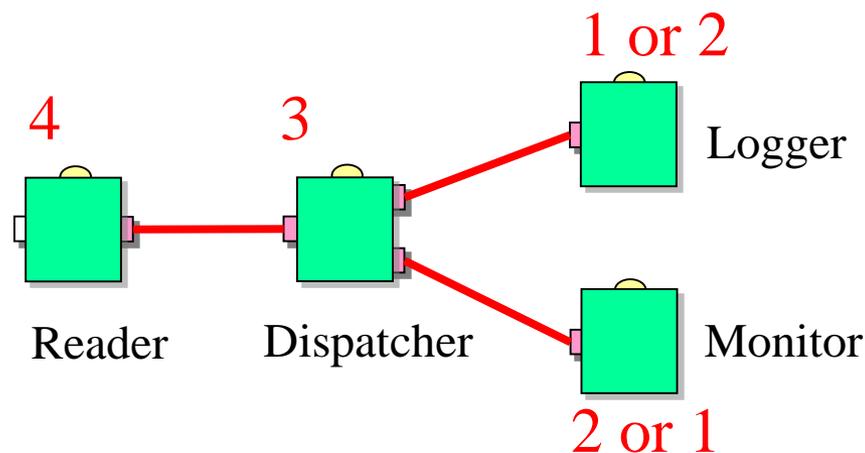
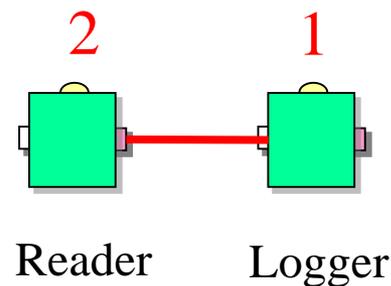
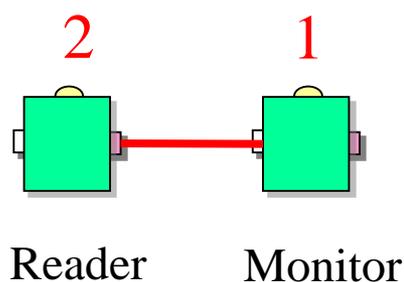
Reader

Monitor

コンフィグレーションファイル (スタートコマンド投入の際の順番)

DAQコンポーネント起動の順序は下流から起動を開始させる。

例



LoggerとMonitorは
どちらが先でもよい

コンフィグレーションファイル(Monitor)

```
<hostAddr>127.0.0.1</hostAddr>
```

コンポーネントが置いてあるPCのIP
とポート番号

```
<hostPort>50000</hostPort>
```

```
<instName>SampleMonitor0.rtc</instName>
```

コンポーネントのインスタンス名

```
<execPath>(省略)</execPath>
```

コンポーネントの実行形式ファイルのパス

```
<confFile>/tmp/daqmw/rtc.conf</confFile>
```

```
<startOrd>1</startOrd>
```

コンポーネントのスタートコマンド投入の際
の順番

```
<inPorts>
```

```
<inPort from="SampleReader0:samplerreader_out">samplemonitor_in</inPort>
```

```
</inPorts>
```

inportの設定

```
<outPorts>
```

```
</outPorts>
```

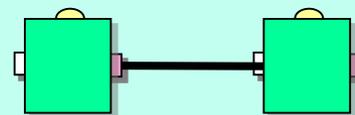
outportの設定(Monitorの場合はない)

```
<params>
```

```
<param pid="monitorUpdateRate">20</param>
```

```
</params>
```

初期パラメータ



Reader

Monitor

Emulatorの仕様

- daqmw-emulator [-t tx_bytes/s] [-b buf_bytes] [-p port num]
- デフォルトは -t 8k -b 1k (8kB/sec, 1回1kB) -p 2222
- 数値はm, kのサフィックスが使える
- 指定された転送レートをできるだけ守るようにデータを送る
- 送ってくるデータフォーマット:

Magic	Format Version	Module Number	Reserved	Event Data	Event Data	Event Data	Event Data
-------	----------------	---------------	----------	------------	------------	------------	------------

Magic: 0x5a

Format Version: 0x01

Module Number: 0x00 – 0x07

Event Data: 複数のガウス関数。100, 200, 300, ... 800にピークがある。
1000倍した整数値で送ってくる。ネットワークバイトオーダー。

このようなデータフォーマットになっているか、hexdumpコマンドで確認してください。

```
% hexdump -Cv (ファイル名)
```

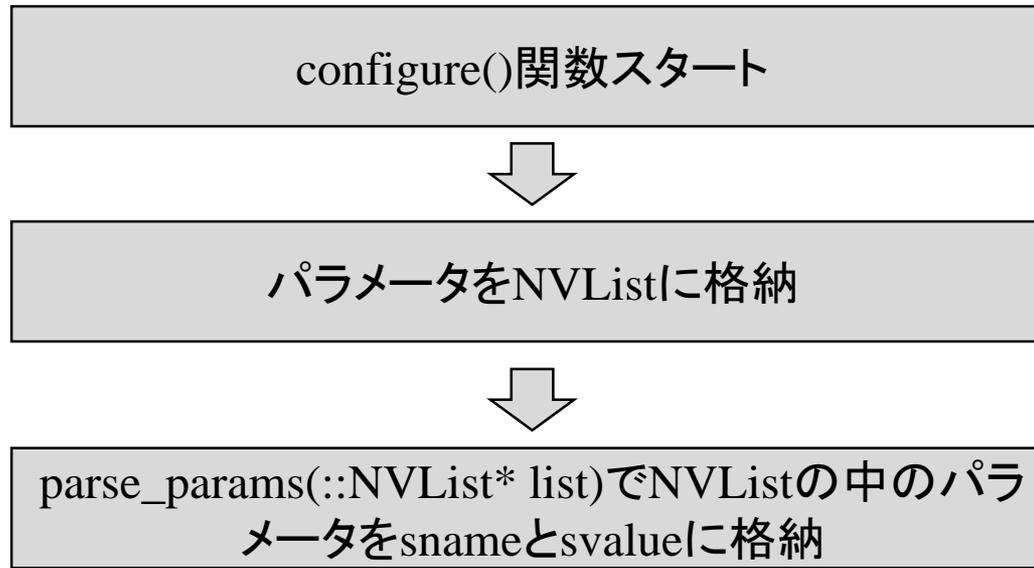
ex05 パラメータ取得

目的

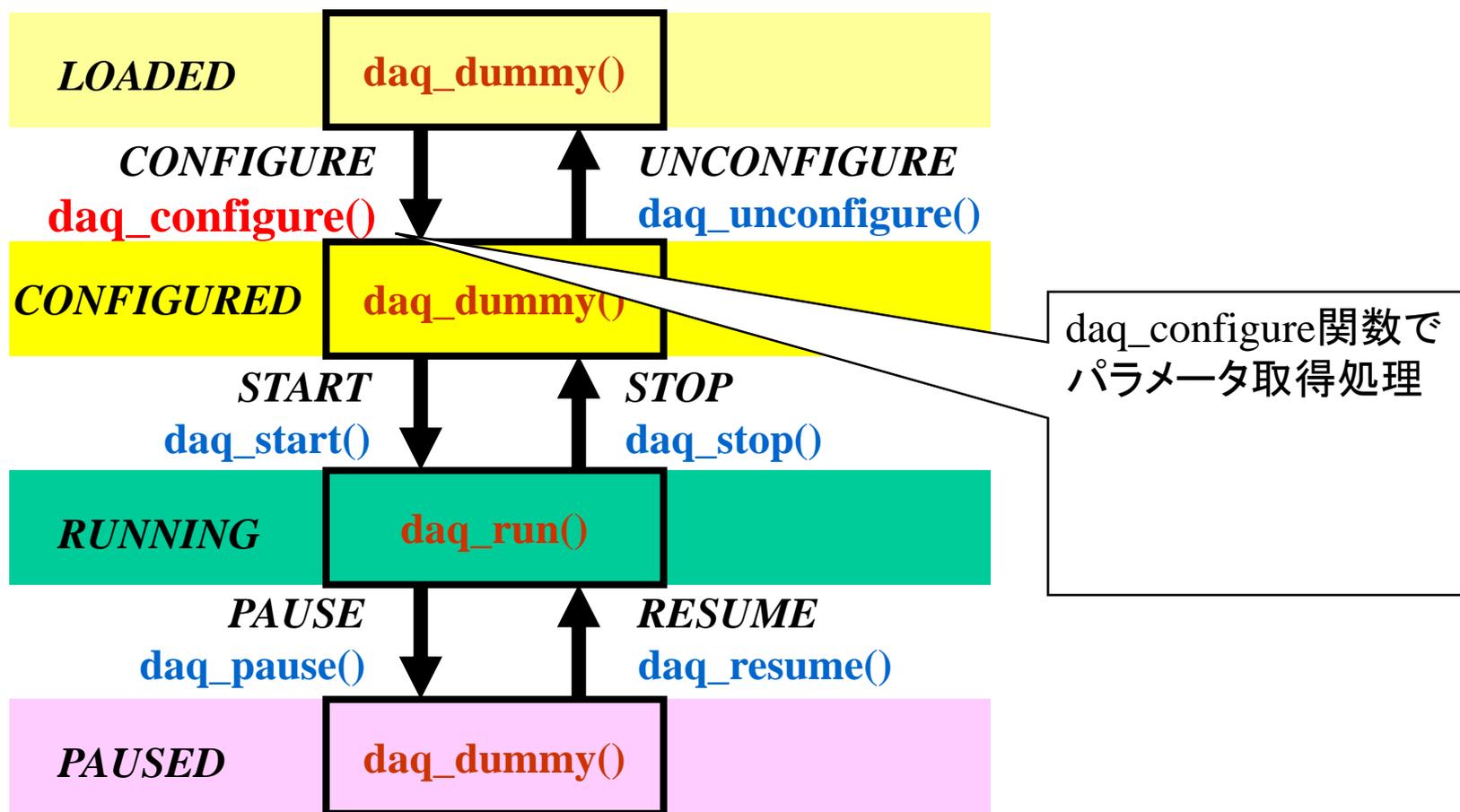
パラメータの設定方法について学習する

コンポーネントプログラムにおけるパラメータ取得処理

→configure関数で読み込みを行っている。



コンポーネント状態遷移



SampleReader (SampleReader.cpp)

daq_configure() パラメータの取得

```
int SampleReader::daq_configure()
{
    std::cerr << "*** SampleReader::configure" << std::endl;

    ::NVList* paramList;
    paramList = m_daq_service0.getCompParams();
    parse_params(paramList);

    return 0;
}
```

SampleReader - daq_configure()

(*list)[1].value

(*list)[0].value

(*list)[2].value

```
<!-- config.xml -->
<params>
  <param pid="srcAddr">127.0.0.1</param>
  <param pid="srcPort">2222</param>
</params>
```

(*list)[3].value

```
int SampleReader::parse_params(::NVList* list)
{
  int len = (*list).length();
  for (int i = 0; i < len; i+=2) {
    std::string sname = (std::string)(*list)[i].value;
    std::string svalue = (std::string)(*list)[i+1].value;
    if ( sname == "srcAddr" ) {
      m_srcAddr = svalue;
    }
    if ( sname == "srcPort" ) {
      char* offset;
      m_srcPort = (int)strtol(svalue.c_str(), &offset, 10);
    }
  }
}
```



ex05 課題 ヒストグラムの大きさを変える

変更点

SampleMonitor ヘッダファイル

- Tcanvasの縦のサイズをあらわす変数を追加
- Tcanvasの横のサイズをあらわす変数を追加

SampleMonitor cppファイル

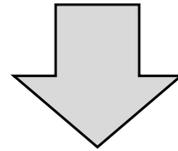
- parse_params関数で、「縦のサイズ」と「横のサイズ」を取得し、グローバル変数に格納int型にする必要があります。SampleReaderのポート番号を取得する処理を参考にしてください
- daq_start関数で
(修正前) `m_canvas = new TCanvas("c1", "histos", 0, 0, 600, 400);`
(修正後) `m_canvas = new TCanvas("c1", "histos", 0, 0, 「横のサイズ」, 「縦のサイズ」);`

コンフィグレーションファイル

- 「縦のサイズ」と「横のサイズ」のパラメータを追加

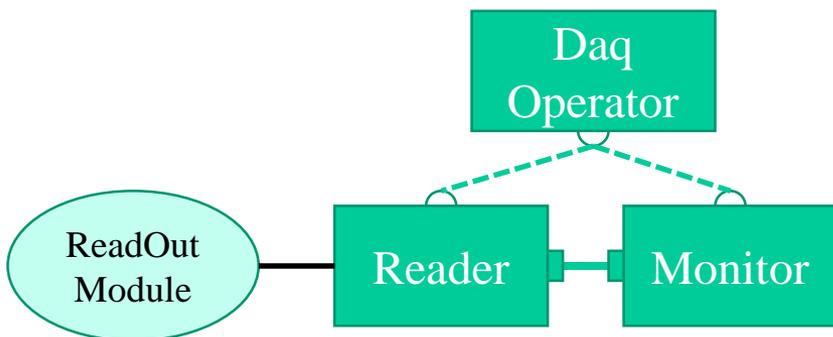
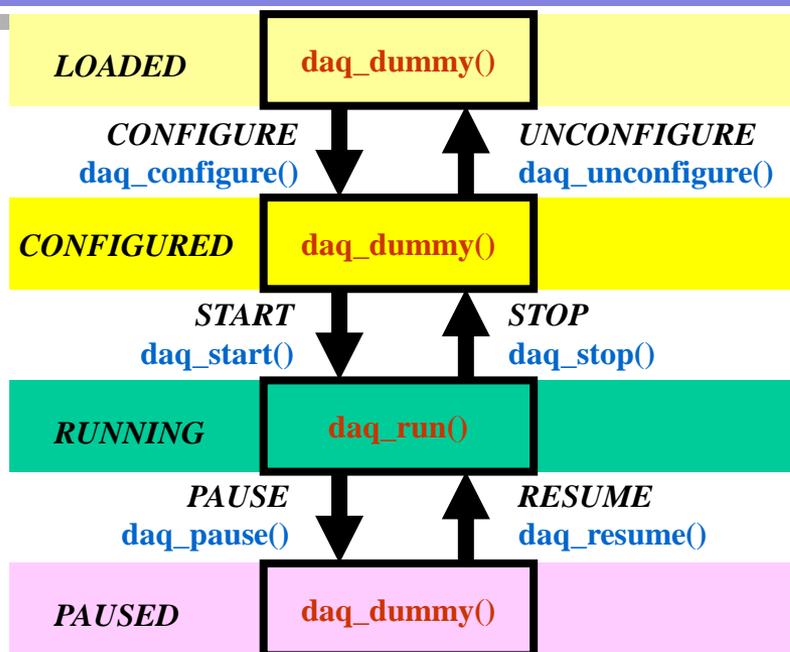
ex06 コンポーネント間のデータについて

- SampleReaderおよびSampleMonitorの処理について説明
- コンポーネント間のデータについて説明
(DAQ-Middlewareオリジナルのデータ構造があることに注意)



- SampleReader-SampleMonitor間のデータを確認できる処理を追加する。

SampleReader, Monitorの仕様



Gatherer (SampleReader)

daq_configure(): リードアウトモジュールのIPアドレス、ポートを取得 (DAQ-Operatorからふってくる)

daq_start(): リードアウトモジュールに接続

daq_run(): リードアウトモジュールからデータを読んで後段コンポーネントにデータを送る

daq_stop(): リードアウトモジュールから切断。

Monitor (SampleMonitor)

daq_start(): ヒストグラムデータの作成

daq_run(): 上流コンポーネントからデータをうけとり、デコードしてヒストグラムデータをアップデートする。定期的にヒストグラム図を書く

daq_stop(): 最終データを使ってヒストグラム図を書く

コンポーネント間のデータフォーマット



Component Header

Header Magic (0xe7)	Header Magic (0xe7)	Reserved	Reserved	Data Byte Size	Data Byte Size	Data Byte Size	Data Byte Size
---------------------	---------------------	----------	----------	----------------	----------------	----------------	----------------

Data Byte Sizeには下流コンポーネントに何バイトのイベントデータを送ろうとしたかを入れる

下流側ではDataByteSizeを読んでデータが全部読めたかどうか判断する

Component Footer

Footer Magic (0xcc)	Footer Magic (0xcc)	Reserved	Reserved	Seq. Num	Seq. Num	Seq. Num	Seq. Num
---------------------	---------------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Sequence Numberにデータを送るのは何回目かを入れる

下流側では受け取った回数を自分で数えておいて、Sequence Numberとあうかどうか確認する

SampleReader (SampleReader.h、cpp)

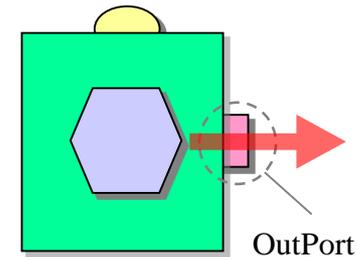
重要な変数についての紹介

```
// SampleReader.h
class SampleReader
    : public DAQMW::DaqComponentBase
{
private:
```

```
    TimedOctetSeq
```

(省略...)

```
    m_out_data;
```



outportのデータバッファ

```
    unsigned char m_data[SEND_BUFFER_SIZE]
```

(省略...)

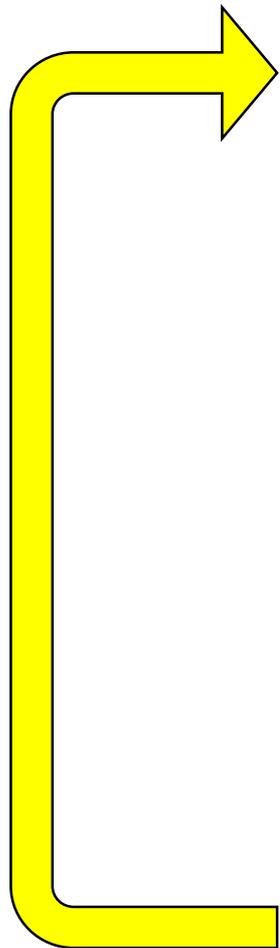
読み込んだデータ用のバッファ
(SEND_BUFFER_SIZE = 1024)

SampleReader - daq_start()

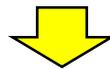
```
int SampleReader::daq_start()
{
    m_out_status = BUF_SUCCESS;

    // リードアウトモジュールに接続
    try {
        // Create socket and connect to data server.
        m_sock = new DAQMW::Sock();
        m_sock->connect(m_srcAddr, m_srcPort);
    } catch (DAQMW::SockException& e) {
        std::cerr << "Sock Fatal Error : " << e.what() << std::endl;
        fatal_error_report(USER_DEFINED_ERROR1, "SOCKET FATAL ERROR");
    } catch (...) {
        std::cerr << "Sock Fatal Error : Unknown" << std::endl;
        fatal_error_report(USER_DEFINED_ERROR1, "SOCKET FATAL ERROR");
    }
}
```

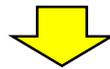
SampleReader - daq_run()



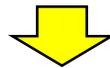
stopコマンドの確認



read_data_from_detectors関数
1024BYTEを読み込み、m_dataにそのデータを格納



set_data()関数
outportのデータバッファの作成
(m_dataのデータにDAQ-MWのヘッダとフッタを追加)



write_OutPort()関数
outportのデータバッファを後段のコンポーネントに送信

SampleReader - daq_run()

```
int SampleReader::daq_run()
{
    if (check_trans_lock()) { // check if stop command has come
        set_trans_unlock(); // transit to CONFIGURED state
        return 0;
    }
    if (m_out_status == BUF_SUCCESS) {
        int ret = read_data_from_detectors();
        if (ret > 0) {
            m_rcv_byte_size = ret;
            set_data(m_rcv_byte_size);
        }
    }
    if (write_OutPort() < 0) {
        ; // Timeout. do nothing.
    }
    else { // OutPort write successfully done
        inc_sequence_num(); // increase sequence num.
        inc_total_data_size(m_rcv_byte_size); // increase total data byte size
    }
}
```

stopコマンドの確認

1024BYTEを読み込み、
m_dataにそのデータを格納

outportのデータバッファの作成
(m_out_dataの作成)

outportのデータバッファを
後段のコンポーネントに送信

SampleReader - read_data_from_detectors ()

```
int SampleReader::read_data_from_detectors()
```

```
{  
    int received_data_size = 0;
```

```
    /// read 1024 byte data from data server
```

```
    int status = m_sock->readAll(m_data, SEND_BUFFER_SIZE);
```

```
    // 書き方はいろいろあるがここでは先にエラーチェックを書いた
```

```
    if (status == DAQMW::Sock::ERROR_FATAL) {
```

```
        std::cerr << "### ERROR: m_sock->readAll" << std::endl;
```

```
        fatal_error_report(USER_DEFINED_ERROR1, "SOCKET FATAL ERROR");
```

```
    }
```

```
    // ここではデータがタイムアウトで読めなかったらエラーとなるように決めた
```

```
    else if (status == DAQMW::Sock::ERROR_TIMEOUT) {
```

```
        std::cerr << "### Timeout: m_sock->readAll" << std::endl;
```

```
        fatal_error_report(USER_DEFINED_ERROR2, "SOCKET TIMEOUT");
```

```
    }
```

```
    else {
```

```
        received_data_size = SEND_BUFFER_SIZE; 通常の処理
```

```
    }
```

```
    return received_data_size;
```

```
}
```

SEND_BUFFER_SIZE(=1024BYTE)
だけデータをreadする
readしたデータはm_dataに格納

エラー
処理

(SEND_BUFFER_SIZE = 1024)

SampleReader - set_data()

```
int SampleReader::set_data(unsigned int data_byte_size)
```

```
{
```

```
    unsigned char header[8];
```

```
    unsigned char footer[8];
```

headerとfooterを作成
(DAQ-MWオリジナルの関数を使用)

```
    set_header(&header[0], data_byte_size);
```

```
    set_footer(&footer[0]);
```

```
    ///set OutPort buffer length
```

```
    m_out_data.data.length(data_byte_size + HEADER_BYTE_SIZE + FOOTER_BYTE_SIZE);
```

```
    memcpy(&(m_out_data.data[0]), &header[0], HEADER_BYTE_SIZE);
```

```
    memcpy(&(m_out_data.data[HEADER_BYTE_SIZE]), &m_data[0], data_byte_size);
```

```
    memcpy(&(m_out_data.data[HEADER_BYTE_SIZE + data_byte_size]), &footer[0],
```

```
        FOOTER_BYTE_SIZE);
```

m_out_dataを作成

- m_out_data.lengthで後段コンポーネントに送るデータの長さを指定 (header + Data + footer)

- m_out_data.dataに送るデータの中身を指定

```
    return 0;
```

```
}
```

SampleReader::write_OutPort()

```
int SampleReader::write_OutPort()
{
    //////////////// send data from OutPort ////////////////
    bool ret = m_OutPort.write();

    //////////////// check write status ////////////////
    if (ret == false) { // TIMEOUT or FATAL
        m_out_status = check_outPort_status(m_OutPort);
        if (m_out_status == BUF_FATAL) { // Fatal error
            fatal_error_report(OUTPORT_ERROR);
        }
        if (m_out_status == BUF_TIMEOUT) { // Timeout
            return -1;
        }
    }
    else {
        m_out_status = BUF_SUCCESS; // successfully done
    }
}
```

後段のコンポーネントにデータ送信

エラー
処理

SampleMonitor - SampleData.h

```
#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
```

データフォーマット構造体を定義。
デコードしたらすぐにこの構造体に
代入して、変数名で処理できるよう
にする。
(エミュレータのデータ構造より)

Magic	Format Version	Module Number	Reserved	Event Data	Event Data	Event Data	Event Data
-------	-------------------	------------------	----------	---------------	---------------	---------------	---------------

Emulatorの仕様

- daqmw-emulator [-t tx_bytes/s] [-b buf_bytes] [-p port num]
- デフォルトは -t 8k -b 1k (8kB/sec, 1回1kB) -p 2222
- 数値はm, kのサフィックスが使える
- 指定された転送レートをできるだけ守るようにデータを送る
- 送ってくるデータフォーマット:

Magic	Format Version	Module Number	Reserved	Event Data	Event Data	Event Data	Event Data
-------	----------------	---------------	----------	------------	------------	------------	------------

Magic: 0x5a

Format Version: 0x01

Module Number: 0x00 – 0x07

Event Data: 適当にガウシアン風。100, 200, 300, ... 800にピークがある。
1000倍した整数値で送ってくる。ネットワークバイトオーダー。

SampleMonitor.h

```
TimedOcteSeq      m_in_data  
InPort<TimedOcteSeq> m_InPort
```

(省略)

```
int      m_monitor_update_rate;  
unsigned char m_recv_data[4096];  
unsigned int m_event_byte_size;  
struct sampleData m_sampleData;
```

```
bool m_debug;
```

```
};
```

前段のコンポーネントから受信したデータはm_in_dataに格納

m_in_data.dataからDAQ-MWのヘッダとフッタを取り除いた正味のデータを格納

エミュレータのデータフォーマットに対応させた構造体

SampleMonitor.cpp - daq_dummy()

```
int SampleMonitor::daq_dummy()
{
    if (m_canvas) {
        m_canvas->Update();
        // daq_dummy() will be invoked again after 10 msec.
        // This sleep reduces X servers' load.
        sleep(1);
    }

    return 0;
}
```

SampleMonitor - daq_configure()

```
int SampleMonitor::daq_configure()
{
    ::NVList* paramList;
    paramList = m_daq_service0.getCompParams();
    parse_params(paramList);

    return 0;
}

int SampleMonitor::parse_params(::NVList* list)
{
    int len = (*list).length();
    for (int i = 0; i < len; i+=2) {
        std::string sname = (std::string)(*list)[i].value;
        std::string svalue = (std::string)(*list)[i+1].value;

        if (sname == "monitorUpdateRate") {
            if (m_debug) {
                std::cerr << "monitor update rate: " << svalue << std::endl;
            }
            char *offset;
            m_monitor_update_rate = (int)strtol(svalue.c_str(), &offset, 10);
        }
    }
}
```

ヒストグラムの更新レートをコンフィ
グレーションファイルから取得

SampleMonitor - daq_start()

```
int SampleMonitor::daq_start()
{
    m_in_status = BUF_SUCCESS;
    //////////////// CANVAS FOR HISTOS ///////////
    if (m_canvas) {
        delete m_canvas;
        m_canvas = 0;
    }
    m_canvas = new TCanvas("c1", "histos", 0, 0, 600, 400);

    ////////////////          HISTOS          ////////////////
    if (m_hist) {
        delete m_hist;
        m_hist = 0;
    }

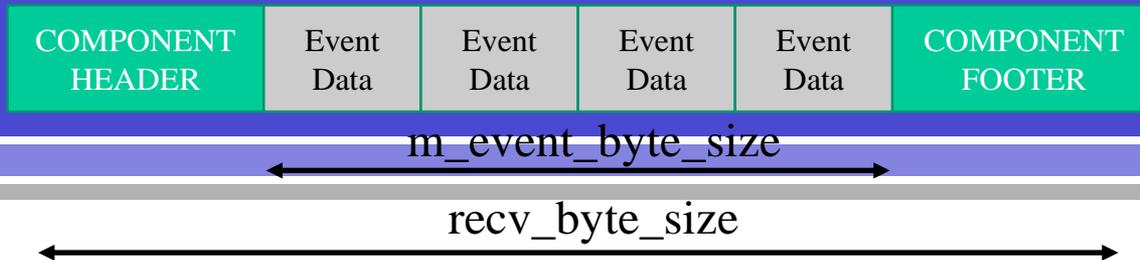
    int m_hist_bin = 100;
    double m_hist_min = 0.0;
    double m_hist_max = 1000.0;

    m_hist = new TH1F("hist", "hist", m_hist_bin, m_hist_min, m_hist_max);
```

ヒストグラム、キャンバス
を定義
(ROOT特有の書き方)

SampleReader

- daq_run()



```
int SampleMonitor::daq_run()  
{
```

```
    unsigned int recv_byte_size = read_InPort();
```

```
    if (recv_byte_size == 0) {  
        return 0;  
    }
```

データを前段の
コンポーネントから受信
データはm_in_dataに格納

ヘッダフッタの確認
イベントデータのデータ長を取得
(DAQ-MWオリジナルの関数を使用している。
詳細は技術解説書を読むこと)

```
    check_header_footer(m_in_data, recv_byte_size); // check header and footer  
    m_event_byte_size = get_event_size(recv_byte_size);
```

(DAQ-MWの)ヘッダとフッタを除いたデータのバッファ数を取得
(get_event_sizeはDAQ-MWオリジナルの関数)

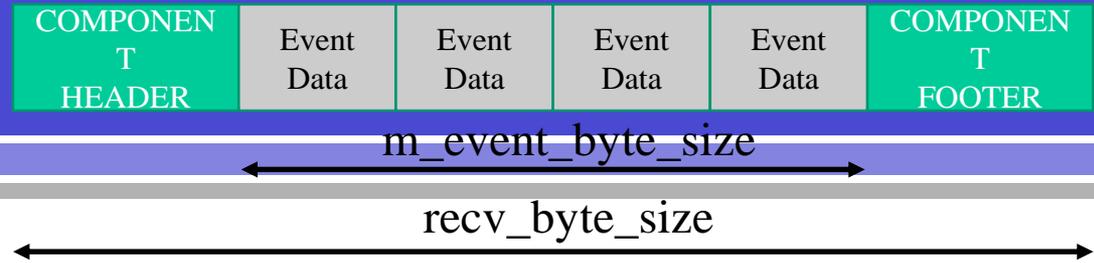
```
    //////////// Write component main logic here. ////////////  
    memcpy(&m_recv_data[0], &m_in_data.data[HEADER_BYTE_SIZE], m_event_byte_size);
```

(続く)

イベントデータをm_recv_dataに格納

SampleReader

- daq_run() 続き



```
fill_data(&m_recv_data[0], m_event_byte_size);  
if (m_monitor_update_rate == 0) {  
    m_monitor_update_rate = 1000;  
}  
unsigned long sequence_num = get_sequence_num();  
if ((sequence_num % m_monitor_update_rate) == 0) {  
    m_hist->Draw();  
    m_canvas->Update();  
}
```

ヒストグラムにデータをfill処理する関数

シーケンス番号を+1する

シーケンス番号が
m_monitor_update_rateで割り切れるときに、ヒストグラムを更新

SampleMonitor - fill_data()

```
int SampleMonitor::fill_data(const unsigned char* mydata, const int size)
{
    for (int i = 0; i < size/(int)ONE_EVENT_SIZE; i++) {
        decode_data(mydata);
        float fdata = m_sampleData.data/1000.0; // 1000 times value is received
        m_hist->Fill(fdata);

        mydata+=ONE_EVENT_SIZE;
    }
    return 0;
}
```

1イベント分のデータをデコードし、
m_sampleData.dataに格納
(次のページでこの関数について説明)

ONE_EVENT_SIZEは
8BYTE

SampleMonitor - decode_data()

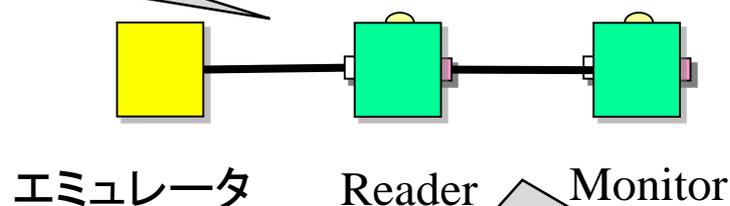
```
int SampleMonitor::decode_data(const unsigned char* mydata)
{
    m_sampleData.magic          = mydata[0];
    m_sampleData.format_ver     = mydata[1];
    m_sampleData.module_num     = mydata[2];
    m_sampleData.reserved       = mydata[3];
    unsigned int netdata        = *(unsigned int*)&mydata[4];
    m_sampleData.data           = ntohl(netdata);
}
```

Magic	Format Version	Module Number	Reserved	Event Data	Event Data	Event Data	Event Data
-------	-------------------	------------------	----------	---------------	---------------	---------------	---------------

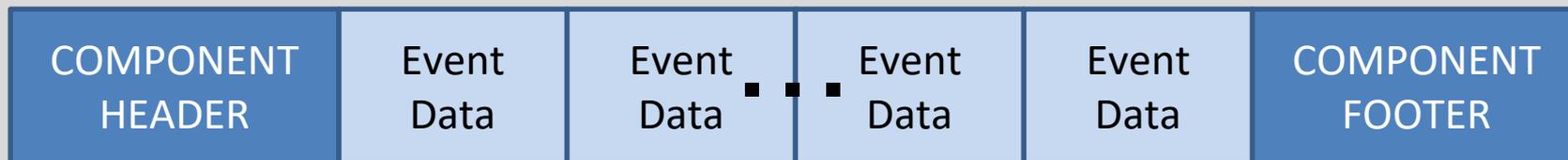
ntohl(): ネットワークバイトオーダーからホストバイトオーダーへ変換

SampleReader – SampleMonitorの場合

1回のdaq_run関数で
1024BYTE
読み込む



ReaderからMonitorへのデータ



1024BYTE

ex06 コンポーネント間のデータについて

実習内容

シーケンス番号が20で割り切れる時、
SampleReaderが送るデータの初めの
20Byteを確認する。

COMPONENT
HEADER

エミュレータデータ
1イベント目

ログ出力の例

```
sequence_num = 580  
Data0 = 0xe7  
Data1 = 0xe7  
Data2 = 0x0  
Data3 = 0x0  
Data4 = 0x0  
Data5 = 0x0  
Data6 = 0x4  
Data7 = 0x0  
Data8 = 0x5a  
Data9 = 0x1  
Dataa = 0x0  
Datab = 0x0  
Datac = 0x0  
Datad = 0x1  
Datae = 0x79  
Dataf = 0x80  
Data10 = 0x5a  
Data11 = 0x1  
Data12 = 0x1  
Data13 = 0x0
```

ex07 ボードを読むシステムを動かしてみる (Reader - Logger)

ここまで作ったプログラムを利用し、ボードからデータを読んでデータを保存するシステムを作成する

手順

- 1.RawDataLoggerコンポーネントの作成
- 2.RawDataReaderコンポーネントの作成
- 3.コンフィギュレーションファイルの作成
- 4.システム起動、ラン
- 5.trigger.pyでボードにトリガーを送る
- 6.データがセーブされていることを確認

SampleLoggerの
名前を変えるだけ

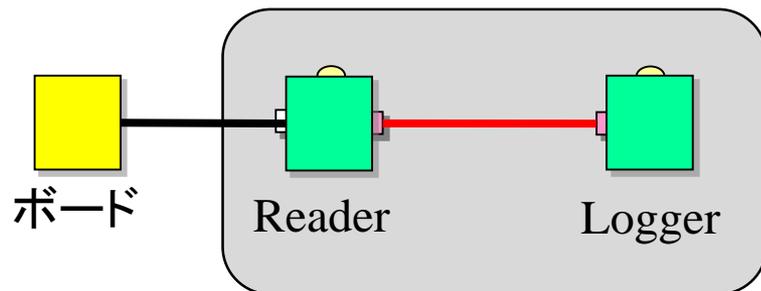
この章の課題

プログラムの変更が必要

- SampleReader
1024BYTEごとreadしていた



- RawDataReader
 1. はじめにヘッダをread
 2. ヘッダからデータ長を取得
 3. 取得したデータ長の分だけread
 4. フッタをread



ex07 ボードを読むシステムを動かしてみる (Reader - Logger) 解答例

```
int SampleReader::daq_run()
{
    if (check_trans_lock()) { // check if stop command has come
        set_trans_unlock(); // transit to CONFIGURED state
        return 0;
    }
    if (m_out_status == BUF_SUCCESS) {
        int ret = read_data_from_detectors();
        if (ret > 0) {
            m_recv_byte_size = ret;
            set_data(m_recv_byte_size); // set data to OutPort Buffer
        }
    }
    if (write_OutPort() < 0) {
        ; // Timeout. do nothing.
    }
    else { // OutPort write successfully done
        inc_sequence_num(); // increase sequence num.
        inc_total_data_size(m_recv_byte_size); // increase total data byte size
    }
}
```

readを行う関数
readしたデータはm_dataに格納される
戻り値はreadしたデータのBYTE数
今回は、この関数の中身を修正する

後段のコンポーネントに送るデータの作成
(m_out_dataの作成)

後段のコンポーネントにデータを送信

ex07 ボードを読むシステムを動かしてみる (Reader - Logger) 解答例

```
int RawDataReader::read_data_from_detectors()
{
    int received_data_size = 0;

    /// write your logic here
    /// read 1024 byte data from data server
    int status = m_sock->readAll(&m_data[0], HEADER_SIZE);
    if (status == DAQMW::Sock::ERROR_FATAL) {
        std::cerr << "### ERROR: m_sock->readAll" << std::endl;
        fatal_error_report(USER_DEFINED_ERROR1, "SOCKET FATAL ERROR");
    }
    else if (status == DAQMW::Sock::ERROR_TIMEOUT) {
        std::cerr << "### Timeout: Header Read Timeout" << std::endl;
        return DAQMW::Sock::ERROR_TIMEOUT;
    }

    int data_length = 0;

    // get data part length
    data_length = get_data_length(&m_data[0], HEADER_SIZE);
}
```

データをHEADER_SIZE(= ヘッダの12Byte)だけread
m_dataの先頭に、そのデータを格納

ヘッダからデータ長を取得する関数
(3ページ後で解説)

ex07 ボードを読むシステムを動かしてみる (Reader - Logger) 解答例

データをデータ長の分だけread

m_dataの中のヘッダの後にそのデータを格納

(続き)

```
// Then read data part (data_length bytes)
status = m_sock->readAll(&m_data[HEADER_SIZE], data_length);
if (status == DAQMW::Sock::ERROR_FATAL) {
    std::cerr << "### ERROR: m_sock->readAll" << std::endl;
    fatal_error_report(USER_DEFINED_ERROR1, "SOCKET FATAL ERROR");
}
else if (status == DAQMW::Sock::ERROR_TIMEOUT) {
    std::cerr << "### Timeout: Data Read Timeout" << std::endl;
    return DAQMW::Sock::ERROR_TIMEOUT;
}
```

ex07 ボードを読むシステムを動かしてみる (Reader - Logger) 解答例

(続き)

データをFOOTER_SIZE(= 4Byte)だけread
m_dataの中のデータ部の後に格納

```
// Finally, Read footer
status = m_sock->readAll(&m_data[HEADER_SIZE + data_length], FOOTER_SIZE);
if (status == DAQMW::Sock::ERROR_FATAL) {
    std::cerr << "### ERROR: m_sock->readAll" << std::endl;
    fatal_error_report(USER_DEFINED_ERROR1, "SOCKET FATAL ERROR");
}
else if (status == DAQMW::Sock::ERROR_TIMEOUT) {
    // Header read timeout is not an error
    std::cerr << "### Timeout: Footer Read Timeout" << std::endl;
    return DAQMW::Sock::ERROR_TIMEOUT;
}

return data_length + HEADER_SIZE + FOOTER_SIZE;
```

1イベント当たりのサイズ
(=データ長 + ヘッダの長さ + フッタの長さ)

ex07 ボードを読むシステムを動かしてみる (Reader - Logger) 解答例

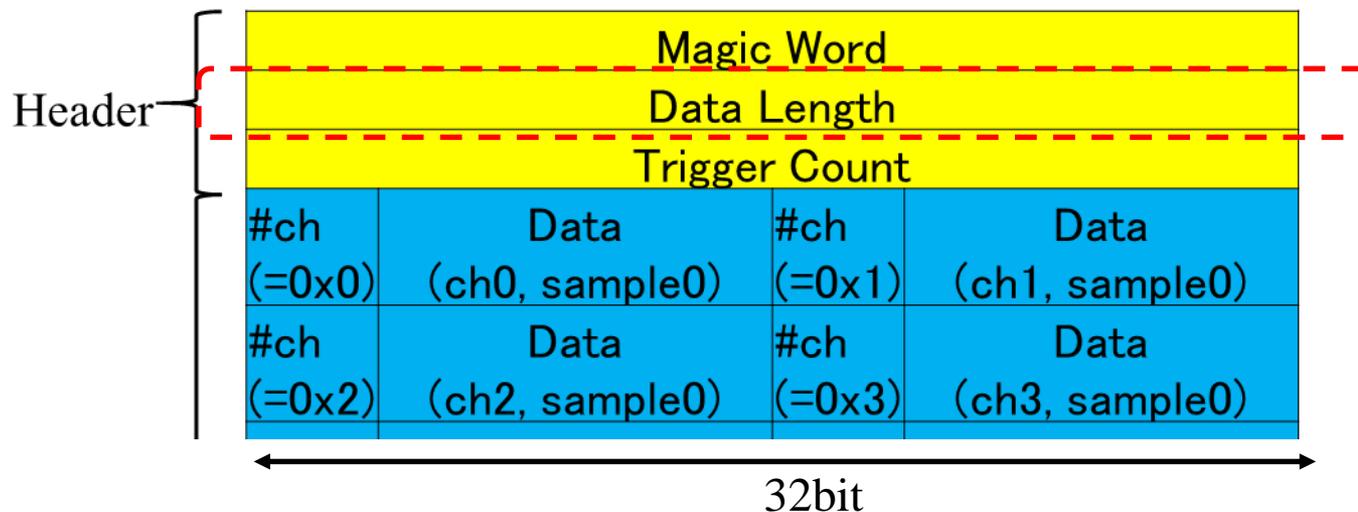
(続き)

```
int RawDataReader::get_data_length(unsigned char *buf, int buflen)
{
    unsigned int *length;
    unsigned int rv;
    length = (unsigned int *)&buf[4];
    rv = ntohl(*length);

    return rv;
}
```

ヘッダからデータ長を取得している

バイトオーダーの変換



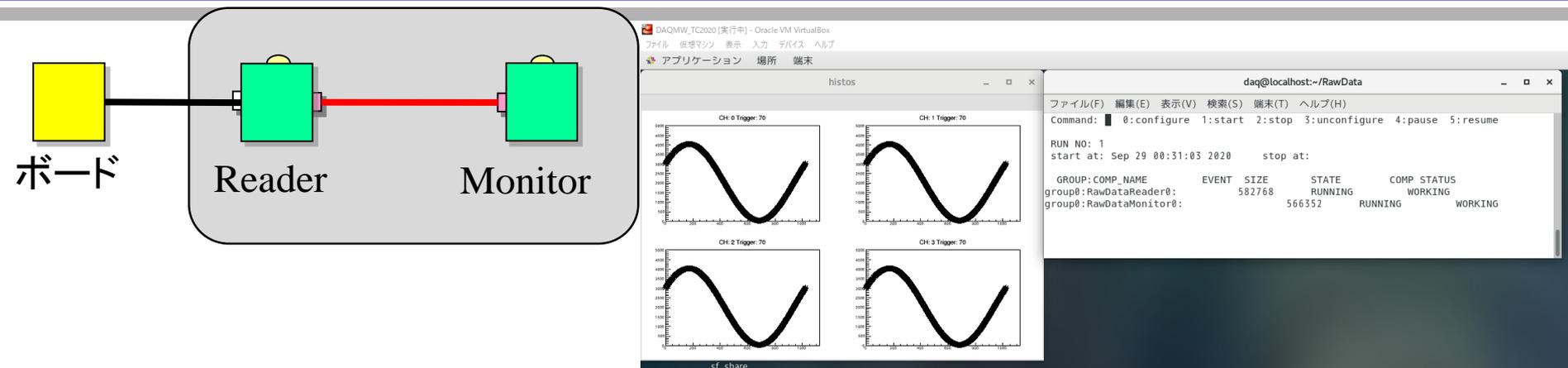
ex07 ボードを読むシステムを動かしてみる (Reader - Logger) 解説

解答のプログラムは

`daqmw-tc2/daqmw-tc2/daqmw/RawDataReader`

に置いてある。

ex08 DAQ-Middlewareで モニターコンポーネントを開発する



- ex07で使ったReaderを利用。
Readerは1イベントごと、データをMonitorに送っている。
→read_data_from_detectors関数に処理内容が書かれている。
- MonitorはSampleMonitorを利用して自分で作る。
SampleMonitorからの変更点のヒントはweb上に記載してある。
DAQ-Middleware特有の関数やROOT特有の書き方があるので、理解が難しい箇所があります。
→質問していただくか、マニュアルを参照してください。

初日に行ったデコードプログラムを利用する

RawDataPacket.hおよびRawDataPacket.cppをコピーし、さらに Makefileで

```
SRCS += RawDataPacket.cpp
```

を追加

(RawDataPacket.hおよびRawDataPacket.cppを使わなくてもプログラムを作成することができる)

RawDataMonitor.h (SampleMonitor.hとの違い)

```
#include "TGraph.h"  
// #include "TH1.h"
```

TH1ではなく、TGraph

(省略)

エミュレータのデータのデコード関数は必要ない

```
// int decode_data(const unsigned char* mydata);
```

(省略)

ボードのデコードを行うクラスのインスタンス

```
////////// ROOT Graph ///////////  
TCanvas *m_canvas;  
RawDataPacket rdp;  
const static int N_GRAPH = 4;  
const static int N_ROW_IN_CANVAS = 2;  
TGraph *m_graph[N_GRAPH];
```

TcanvasやTgraphに必要

(省略)

RawDataMonitor.cpp

//コンストラクタ

```
RawDataMonitor::RawDataMonitor(RTC::Manager* manager)
```

```
    : DAQMW::DaqComponentBase(manager),  
      m_InPort("rawdatamonitor_in", m_in_data),  
      m_in_status(BUF_SUCCESS),  
      m_monitor_update_rate(30),  
      m_event_byte_size(0),  
      m_canvas(0),  
      m_debug(false)
```

必要のないものは削除

```
{  
    (省略)
```

配列はコンストラクタ初期化できないので、関数のなかで初期化を行う

```
    for (int i = 0; i < N_GRAPH; i++) {  
        m_graph[i] = 0;  
    }
```

```
}
```

RawDataMonitor.cpp

```
int RawDataMonitor::daq_start()
{
    m_in_status = BUF_SUCCESS;
    //////////////// CANVAS FOR HISTOS ////////////////
    if (m_canvas) {
        delete m_canvas;
        m_canvas = 0;
    }
    m_canvas = new TCanvas("c1", "histos", 0, 0, 600, 400);
    int col, row;
    row = N_ROW_IN_CANVAS;
    col = N_GRAPH / row;
    if (N_GRAPH % row != 0) {
        col ++;
    }
    m_canvas->Divide(col, row);
    for (int i = 0; i < N_GRAPH; i++) {
        if (m_graph[i]) {
            delete m_graph[i];
            m_graph[i] = 0;
        }
        m_graph[i] = new TGraph();
    }
}
```

TcanvasとTgraphの定義

RawDataMonitor.cpp

```
int RawDataMonitor::daq_run()  
{  
(省略)
```

m_recv_data(1イベント分のデータを格納)を
デコードし、グラフを作成する関数

```
    fill_data(&m_recv_data[0], m_event_byte_size);  
    if (m_monitor_update_rate == 0) {  
        m_monitor_update_rate = 1000;  
    }  
    unsigned long sequence_num = get_sequence_num();  
    if ((sequence_num % m_monitor_update_rate) == 0) {  
        for (int i = 0; i < N_GRAPH; i++) {  
            m_canvas->cd(i + 1);  
            m_graph[i]->Draw("AC*");  
        }  
        m_canvas->Update();  
    }  
}
```

キャンバスとグラフの更新

RawDataMonitor.cpp

```
int RawDataMonitor::fill_data(const unsigned char* mydata, const int size)
{
    rdp.set_buf(mydata, size);
    int window_size = rdp.get_window_size();
    int n_ch = rdp.get_num_of_ch();
    int trigger_count = rdp.get_trigger_count();

    unsigned short data[n_ch][window_size];

    for (int w = 0; w < window_size; w++) {
        for (int ch = 0; ch < n_ch; ch++) {
            data[ch][w] = rdp.get_data_at(ch, w);
        }
    }
}
```

rdpのm_bufにmydata(=1イベント分のデータ)をセット

window数の取得

ch数の取得

各window、chのデータを取得

(続く)

(続き)

```
for (int i = 0; i < N_GRAPH; i++) {  
    for (int w = 0; w < window_size; w++) {  
        m_graph[i]->SetPoint(w, w, data[i][w]);  
    }  
    m_graph[i]->SetMinimum(0.0);  
    m_graph[i]->SetMaximum(5000.0);  
    m_graph[i]->SetTitle(Form("CH: %d Trigger: %d", i, trigger_count));  
}  
  
rdp.reset_buf();  
  
return 0;  
}
```

得たデータをグラフに
SetPoint

次のイベントに備え、
リセットする

RawDataPacket.cpp

```
int RawDataPacket::set_buf(const unsigned char *buf, const int buf_len)
{
    m_buf = buf;
    m_buf_len = buf_len;

    return 0;
}
```

rdpのm_bufにmydata(=1イベント分のデータ)をセット

トリガーカウントを取得

```
int RawDataPacket::get_trigger_count()
{
    unsigned int *trig;
    int rv;
    trig = (unsigned int *)&m_buf[TRIGGER_POS];
    rv = ntohl(*trig);
    return rv;
}
```

Header			
Magic Word			
Data Length			
Trigger Count			
#ch (=0x0)	Data (ch0, sample0)	#ch (=0x1)	Data (ch1, sample0)
#ch (=0x2)	Data (ch2, sample0)	#ch (=0x3)	Data (ch3, sample0)

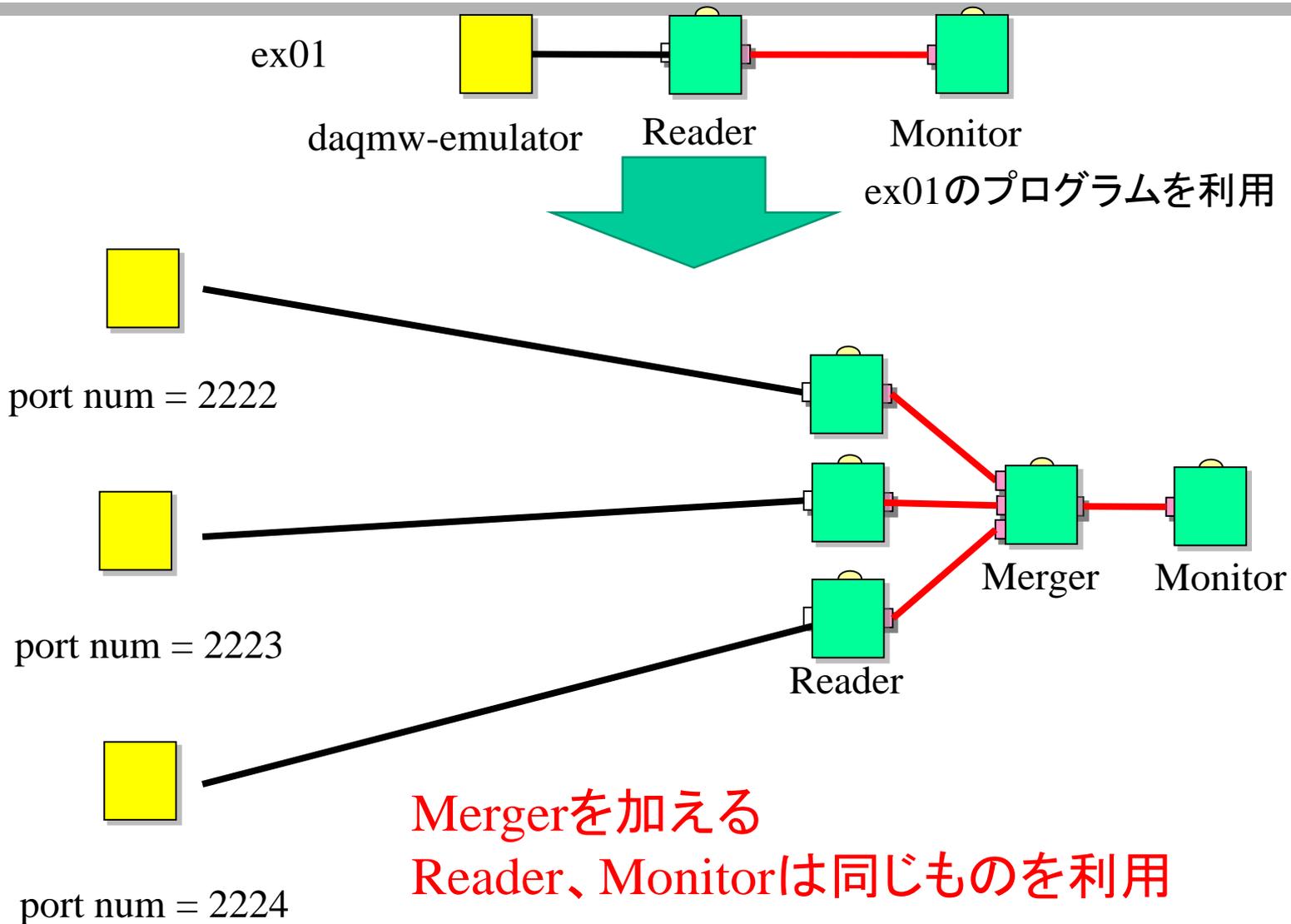
TRIGGER_POS = 4

解答のプログラムは

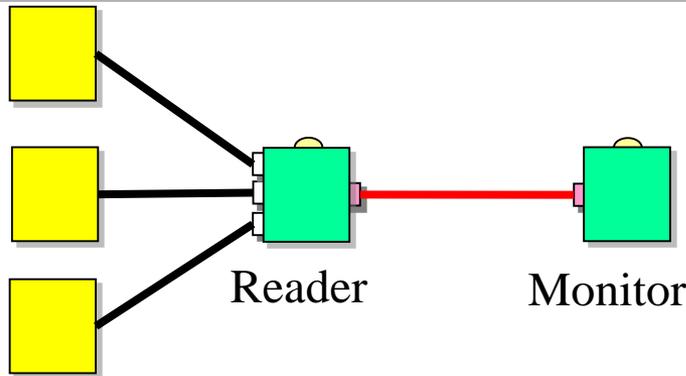
`daqmw-tc2/daqmw-tc2/daqmw/RawDataMonitor`

に置いてある。

ex09 Mergerを利用して複数台のネットワークノードからデータを収集する



DAQ-Middleware 多重読みだしの例



読み出し回路

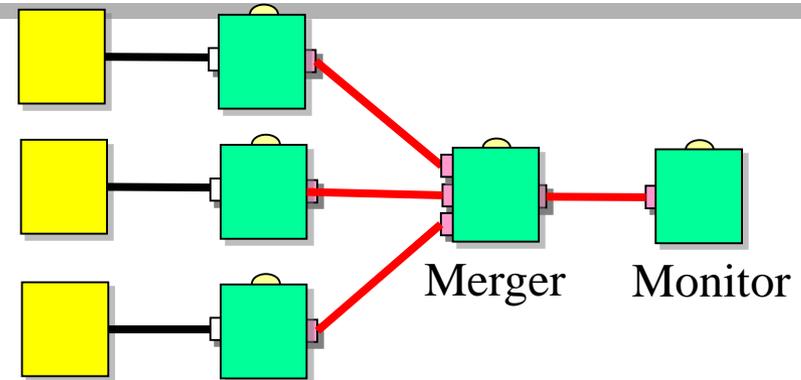
例1 Readerでepoll等を利用して多重読み込みを行う

(メリット)

- コンポーネントが少ないので使用するリソースが少なくても済む

(デメリット)

- Readerの作成が難しい
- プロセスを分けないと、1CPUにReaderの分の負荷が大きくなってしまふ



読み出し回路 Reader

例2 複数のReaderとMergerを利用する

(メリット)

- Readerは全て1台の読み出しなので簡単に作れる。
- Readerの負荷を分散できる

(デメリット)

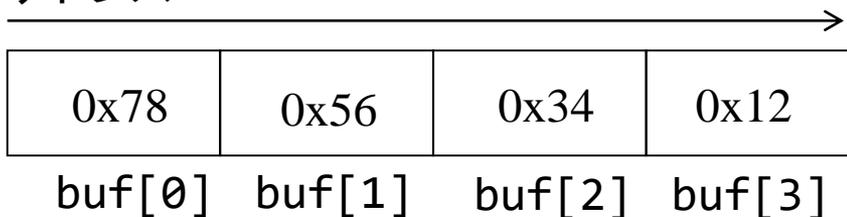
コンポーネントが多いので使用するリソースが多くなる

BACKUP

ネットワークバイトオーダー

0x 78 56 34 12 の順に送られてきたデータを

アドレス



intとしての解釈

little endian 0x 12345678 = 305419896

(順序が逆)

bit endian 0x 78563412 = 2018915346

(そのままの順)

ネットワークバイトオーダーはbig endian

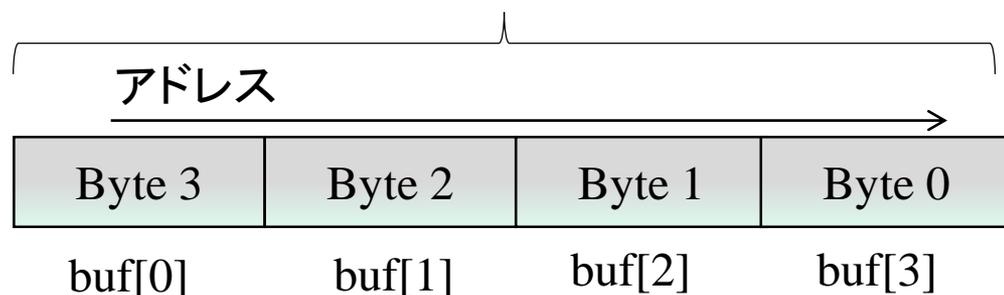
ネットワークバイトオーダー

union(共用体)は様々な型のデータを共通のメモリー領域で管理

byte_order.cpp (一部)

```
union my_num {  
    int num;  
    unsigned char buf[4];  
};
```

int num



byte_order.cpp (一部)

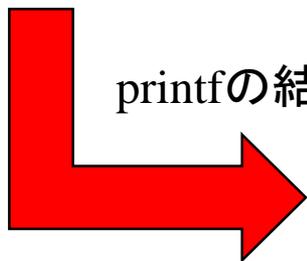
```
x.num = 0x12345678;
```

little endian
の場合

byte_order.cppではbuf[] のアドレスと格納されている値を表示する

ネットワークバイトオーダー

```
my_num x, y;  
x.num = 0x12345678;  
  
for (unsigned int i = 0; i < sizeof(x.num); i++) {  
    printf("x: %p %d 0x%x¥n", &x.buf[i], i, x.buf[i]);  
}
```



printfの結果例

```
% ./byte_order
```

```
x: 0x7fff78597440 0 0x78  
x: 0x7fff78597441 1 0x56  
x: 0x7fff78597442 2 0x34  
x: 0x7fff78597443 3 0x12
```

※アドレス値は環境によって異なるが、必ず+1されていく

htonl()関数を使うとどうなりますか？

(ex02と同様、プログラムをexからsandboxにコピーして、プログラムを起動してみてください)

ネットワークバイトオーダー

インテルCPU搭載



ホストオーダー：
リトルエンディアン



ビッグエンディアンで送受信



- データ送信時にhtonl関数、htons関数を使って、リトルエンディアンからビッグエンディアンに変換
- データ送信時にntohl関数、ntohs関数を使って、ビッグエンディアンからリトルエンディアンに変換

ネットワークバイトオーダー

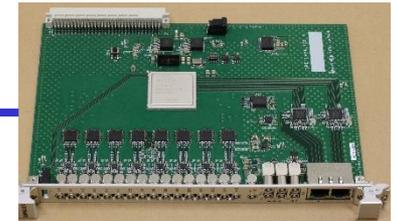
モトローラCPU搭載



ホストオーダー:
ビッグエンディアン



ビッグエンディアンで送受信



- データ送信時にhtonl関数、htons関数を使って、ビッグエンディアンからビッグエンディアンに変換(つまり、変わらない)
- データ送信時にntohl関数、ntohs関数を使って、ビッグエンディアンからビッグエンディアンに変換(つまり、変わらない)

関数を使えば、ホストオーダーがどちらでも対応できる

ネットワークバイトオーダー

インテルCPU搭載



ホストオーダー：
リトルエンディアン



リトルエンディアンで送受信



注意！！

リトルエンディアンで送信することもある。
この時は、htonl関数などを使わない等の対応が必要。

仕様書や作成者に聞いて、
エンディアンを確認することが重要