

L-036

# ATLAS 実験におけるデータ収集システムの状態可視化システムの開発

## Development of a status visualization system of data acquisition system for the ATLAS experiment

福田 宏見†  
Hiromi Fukuda

長坂 康史†  
Yasushi Nagasaka

### 1. はじめに

大規模素粒子物理学実験の一つである ATLAS 実験が CERN (欧州合同原子核素粒子研究所) で 2008 年末までに開始される。ATLAS 実験に用いられる測定器は、高さ 25 m, 全長 44 m, 重量 7000 トンで、陽子衝突現象などを測定する大型検出器である。この検出器で測定される一つ一つの事象をイベントと呼び、ATLAS 実験ではこのイベントが約 40 MHz の頻度で発生する。

ATLAS 実験のデータ収集システムでは、40 MHz で生成されるイベントをフィルタリングし、必要と思われるデータのみを収集・記録する。このフィルタリングによって、イベントの発生頻度は 40 MHz から最終的には数百 Hz までに落とされる。

ATLAS データ収集システムは、主に 4 つのサブシステムで構成される。さらに、各サブシステムは複数種類のノードで構成され、サブシステム毎のフィルタリングやデータ収集などを行う。そのノードの数は数百、数千に及ぶ。このような大規模システムでは、システムの全体が正常に動作していることを監視することは重要である。しかし、既存の ATLAS 実験のデータ収集システムでは、必要最小限の機能が用意されているのみで、GUI アプリケーションで個々のノードの状態を表示させることはできないもの、全てのノードの状態を同時に表示させることはできない。

そこで、本研究では、全ノードの状態を同時に監視するための可視化システムの開発を目的とする。このシステムを利用することにより、それぞれのノードの状態の監視が容易に出来るようになり、システムの状態監視、分析、さらに迅速な対応ができるようになる。

### 2. TDAQ システム

現在開発が進められている ATLAS 実験のためのデータ収集システム (TDAQ: ATLAS Trigger and Data Acquisition システム) [1]は、数千ノードで測定された測定結果の断片であるイベントフラグメントの収集を行い、一つの意味のあるイベントデータに再構築する。

#### 2.1 主要サブシステム

TDAQ システムは以下の 4 つの主要なサブシステムから構成される。

##### (1) Data Flow システム

Data Flow システムは、検出器からのデータを受け取り、HLT システムにデータのサブセットを供給し、選択されたイベントのデータを大容量記憶装置に転送する。

##### (2) HLT システム

HLT (High-Level Trigger) システムは、イベントの選択やフィルタリング、イベントの分類を行う。

##### (3) Online Software システム

Online Software システムは、TDAQ システムの操作やデータ取得の制御、テストを行う。

##### (4) DCS

DCS (Detector Control System) は、ATLAS 検出器への初期設定値の転送・設定や安全な操作を行う。

また、各サブシステムは複数種類のノードから構成され、それぞれのノードを管理・分析するために各ノードにはそれぞれパラメータが用意されている。

### 3. Online Software システム

#### 3.1 概要

Online Software は、その機能の一つとして、TDAQ システムの設定、制御、モニター機能を含んでいる。このソフトウェアは、オブジェクト指向技術を利用して開発され、改変可能なフレームワークとして提供されている。

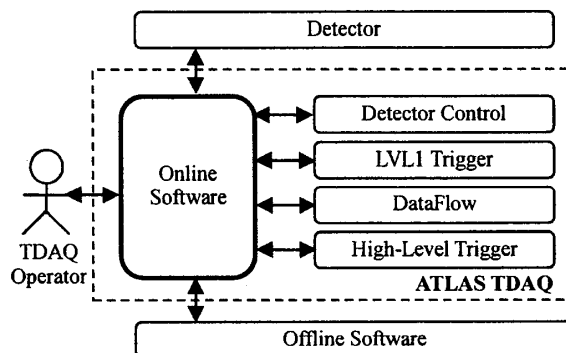


図1 Online Software

また、Online Software は図1のように他のサブシステムと協調動作を行い、ユーザインタフェースを提供する。このインタフェースによって、TDAQ システムの状態とパフォーマンスを可視化することができ、ユーザは TDAQ システムを容易に構成、制御することが可能となる。

#### 3.2 Online Software フレームワーク

Online Software フレームワークは、TDAQ システムの制御、サブシステムの構成情報の保持、アプリケーション間の情報共有などを提供する。その主要な部分として、ConfDBs と IS がある。

##### 3.2.1 ConfDBs

ConfDBs (Configuration Databases) は、ユーザインタフェースとアプリケーションプログラミングインタフェースを提供する。全てのサブシステムとノードの構成情報は ConfDBs に格納される。ユーザや TDAQ システムまたは検出器アプリケーションは、ConfDBs にアクセスし、サブシステムやノードの種類、数を取得することができる。

† 広島工業大学大学院工学研究科

### 3.2.2 IS

IS (Information service) は、アプリケーション間での情報共有を提供する。図2にISによって提供されるインタフェースを示す。

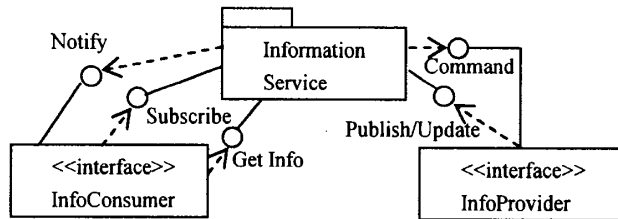


図2 ISインタフェース

図2の InfoProvider によって、ユーザ定義情報を公開、アップデートし、InfoConsumer によって、情報を取得する。また、InfoConsumer はアップデートの通知を受け取ることができる。

### 3.3 IGUI

IGUI (Integrated Graphical User Interface) は、Online Software の GUI である。このインタフェースによって、TDAQ システムを制御することができる。

IGUI は、Online Software のフレームワークと通信し、ATLAS 実験のシミュレーションや、TDAQ システムの状態やパフォーマンスのモニタリングを行うことができる。

また IGUI には、ConfDBs や IS からノードの構成情報やパラメータを取得し、グラフ表示させる Data Flow Panel が含まれる。

## 4. Event Builder Panel

既存の IGUI では、一つ一つのノードが持つイベント発生頻度などのパラメータを取得し、表示させることができる。しかし、ノードは数百台、数千台に及び、既存の IGUI ではそれら全てを同時に表示させることはできない。

本研究では、全てのノードの情報を同時に表示させることができる Event Builder Panel を開発した。この Panel は、上述した ConfDBs, IS などと協調動作するため、Java 言語を用いてオブジェクト指向技術によって開発した。これにより、上述した Online Software フレームワークのインタフェースを使用して、システムの構成情報やノードのパラメータを動的に取得することができる。また、既存の IGUI のアプリケーションの一つとして動作することが可能である。図3に Event Builder Panel を実装した IGUI の構成図を示す。この Panel では、ConfDBs からシステム全体の構成情報を取得し、IS から全てのノードのパラメータを取得し、サブシステムの種類ごとにノードを整理することで、同一種類の全てのノードのパラメータを同時に表示させることができる。

図4に Event Builder Panel の実行例を示す。この例は、20台のノードで実行したものである。図4に見られるように、グラフは2種類表示される。上側のグラフは、横軸をノード番号、縦軸をパラメータの値とした棒グラフであり、下側のグラフは、横軸を階級値、縦軸を度数としたヒストグラムである。このヒストグラムは、上側の棒グラフと対応している。

数百台、数千台に及ぶ全てのノードのパラメータをグラフ化して表示させると細かい部分が見えにくくなる場

合がある。そこで、グラフの拡大機能を実装した。棒グラフ上でマウスをドラッグすると、ドラッグで選択された部分のノードだけが表示され棒グラフが拡大し、選択されたノードのヒストグラムとして下側のグラフが更新される。ヒストグラム上でマウスをドラッグすると、選択された階級に含まれているノードの棒グラフとヒストグラムとして二つのグラフが更新される。

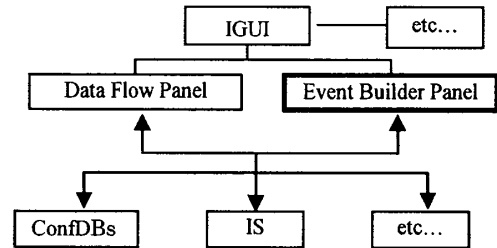


図3 Event Builder Panel を実装した IGUI の構成図

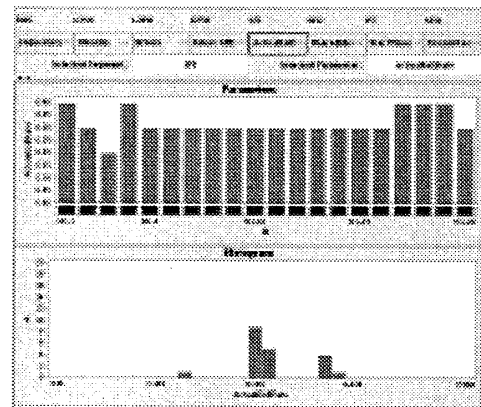


図4 Event Builder Panel

## 5. まとめ

本研究では、ATLAS 実験用データ収集システムにおいて、全てのノードのパラメータを同時に表示させる Event Builder Panel の開発を行った。既存のデータ収集システムの GUI アプリケーションでは、一つのノードのパラメータしか表示させることはできなかったが、本研究で開発した Event Builder Panel を用いることにより、同時に全てのノードのパラメータを可視化することができる。

また、Event Builder Panel では、各セグメントの状態をより分析しやすいように棒グラフとヒストグラムの二つのグラフを表示させている。また、それぞれのグラフを拡大することによって、ノードの数が増えても、細かい部分の分析ができるようになっている。

本 Event Builder Panel を用いることで、それぞれのセグメントの関連性や、どのセグメントが異常をきたしているかといったことが簡単に分析できるようになり、ノードの管理が容易になると考えられる。

今後、実際のデータ収集システムに組み込み、Event Builder Panel を利用していく予定である。

## 参考文献

- [1] ATLAS HLT/DAQ/DCS Group, "ATLAS High-Level Trigger, Data Acquisition and Controls", CERN/LHCC/2003/022, ATLAS TDR-016, 30 June 2003