

科学研究費補助金研究成果報告書

平成 23 年 5 月 31 日現在

機関番号：82118

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20540304

研究課題名 (和文) データ収集ミドルウェアのための WEB 技術の研究開発

研究課題名 (英文) Research and development of WEB technology for DAQ-Middleware

研究代表者

安 芳次 (YASU YOSHIJI)

大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・シニアフェロー

研究者番号：00391730

研究成果の概要 (和文)：検出器からのデータを収集・モニターするサブシステムであるデータ収集サーバや、ビームラインや電源や温度などの機器を制御するサブシステムである制御サーバをマネージするため、WEB 技術を利用し Apache と呼ばれる WEB サーバを利用したシステムを試作した。これにより、WEB 技術を使ったデータ収集ミドルウェアのための運用システムのモデルを研究しデータ収集コンポーネントを運用するフレームワークを明らかにすることができた。

研究成果の概要 (英文)：We have developed the prototype of experimental operator-GUI and the manager which manage a data acquisition subsystem to acquire and monitor data, and also manage a control subsystem to operate the equipments of the beam-line, electric power and the temperature. It clarified the framework to operate the data acquisition components and then we have studied the operational model of the DAQ-Middleware by using Web technology.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	700,000	210,000	910,000
2009年度	700,000	210,000	910,000
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
総計	2,400,000	720,000	3,120,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：素粒子・原子核・宇宙線・宇宙物理

キーワード：粒子測定技術

1. 研究開始当初の背景

(1) 粒子物理実験に用いられるデータ収集 (DAQ) システムは、センサである検出器からの信号を、電子回路を介してデジタルデータに焼きなおし、計算機に取り込み記録するばかりでなく、正しいデータ収集が行なわれているかどうかをチェックするための解析も行なわれる。検出器からのデータが高速・大容量になり、物理実験においてデータ

収集システムは必要不可欠でますます重要な部分となった。

(2) 本研究構想は、従来のデータ収集システムにはなく、OS、言語、通信プロトコルに依存しない、新しいデータ収集モデルを研究し、新しいシステム構成法の確立を目指すものである。これにより、データ収集ソフトウェアの汎用化・データ収集モデルの明確化・データ収集ミドルウェアの確立が期待できる。そ

のために、ロボット・テクノロジー (RT) ミドルウェアを利用したデータ収集コンポーネント群をまとめるフレームワークと、データ収集コンポーネントを開発・構築しデータ収集を運用するフレームワーク、それらを含めたデータ収集ミドルウェアの研究開発を行うものである。

(3) 1990年代初頭、日本においてリアルタイム OS ではないUNIX をベースとしたデータ収集システムが研究開発され、その結果世界の高エネルギー物理実験におけるデータ収集システムでは、UNIX をベースとしたデータ収集システムへと大きく流れが変わった。理論的には、待ち行列理論を用いてそれらのモデルが解析され、特に割り込み応答時間の研究から、キューの平均長の計算、キューの溢れ率の計算等により、UNIX データ収集システムの優位性が証明された。

(4) その後、ますます大型化するデータ収集システムにおいて従来の方法では構築が難しくなり、計算機科学で研究開発されたオブジェクト指向の視点でデータ収集システムの再構築が検討された。その結果、Java と分散オブジェクト技術という汎用ソフトウェアによる新しいデータ収集システム「Java ベースデータ収集システム」が開発された。使用された分散オブジェクト技術は HORB と呼ばれ、それは産総研の平野博士による世界初のものであり、そのデータ収集システムは平野博士との共同研究による成果である。この研究開発から、それまで適用が疑われていた Java 言語の性能評価で十分に利用可能であることが証明され (文献2)、KEK のニュートリノ振動実験でのビームラインデータ収集システムに適用された。

(5) 最近の IT 技術の進展はめざましい。特に WEB 技術は従来のコンピューティングモデルばかりでなく、社会の情報基盤をも根底から変えようとしている。PC 計算機の低価格化により、データ収集用計算機を多数使えるようになった。計算機を多数使えるようになって、それらを利用した膨大なオンライン物理解析が可能となった。しかし、たくさんのマンパワーを抱えた実験グループは独自のシステムを開発し運用するが、それは汎用システムではないため他の実験グループがそのまま利用することはできない。ネットワークに接続された多数の検出器を使い、長期運転可能な耐故障性のある、運用に必要な GUI 等のソフトウェアを含むデータ収集システムが、簡単に実験毎に開発できるフレームワークがあれば、マンパワーの少ない中小グループにも利用可能になる。図1にデータ収集ミドルウェアの概念を示す。

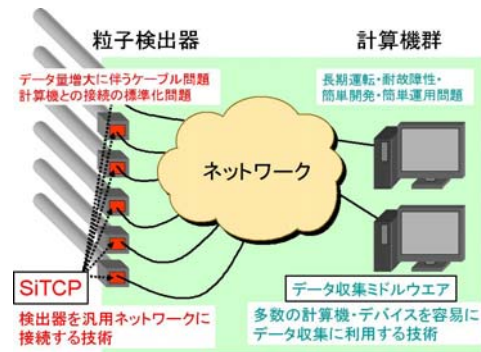


図1 データ収集ミドルウェアの概念

2. 研究の目的

(1) 上記の問題や課題を解決し、多数の計算機・電子回路を使った長期運転で安定した・耐故障性に強い・簡単開発・簡単運用可能なデータ収集のために、データ収集ミドルウェアを研究開発する。データ収集ミドルウェアは、UNIX データ収集やオブジェクト指向の技術の上に立って、研究開発される。データ収集ミドルウェアは2つの柱から成る。1つはRT ミドルウェアを利用したデータ収集コンポーネント群をまとめるフレームワークで、もう1つはデータ収集コンポーネントを運用するフレームワークである。

3. 研究の方法

(1) データ収集サーバ (DAQ サーバ) は検出器からのデータを収集・モニターするサブシステムであり、制御サーバはビームラインや電源や温度などの機器を制御するサブシステムである。図2に示す運用システムは、これらのサーバにアクセスする通信技術にHTTP プロトコルを利用する。HTTP プロトコルはWEB技術の通信プロトコルである。ユーザインターフェース (UI) は Internet Explorer や Mozilla などのWEBブラウザを利用する。WEBブラウザは複数のUIからのリクエストを管理するWEBマネージャを介して、データベースを利用し運用ポリシーに沿って、制御サーバやDAQサーバなどにアクセスする。HTTPプロトコルで処理されるメッセージはXMLやHTMLである。これらを実現させる技術として、検索エンジンで有名なGoogleが全面的に採用した技術、Ajax技術を利用する。Ajax技術の利用で、WEBマネージャを実現させることが可能となる。

(2) WEB技術は急速に発展変化している。すたれる技術もあれば生き残る技術もある。本研究に利用する技術は、すでに確立された技術であり大きな市場で利用されている技術であるので、WEB技術の急速な変化で、本研究の遂行が危ぶまれることはない。

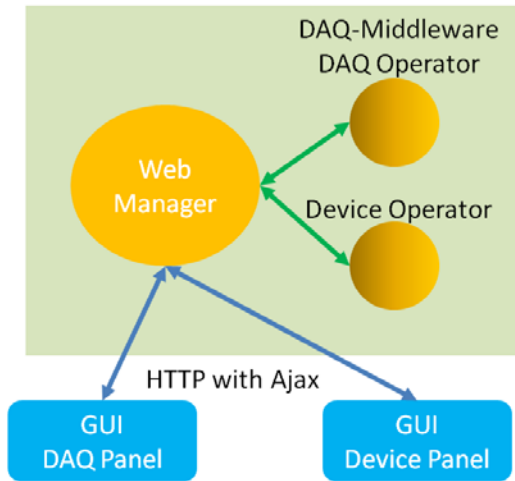


図2 実現をめざす運用システム

(3) 計画の実施

平成20年度計画の実施

WEB技術を使ったデータ収集ミドルウェアのための運用システムのモデルを研究する。提案するモデルが実装に耐えるものかどうかをモデルそのものの研究および事例研究で明らかにした。具体的には、ApacheなどのWEBサーバを使った仮想の各種サーバを構築し、このモデルによる可能性を検証した。また実験用オペレータGUIを、特定実験を想定して作成し、汎用化の可能性を検証した。

研究計画を遂行するための研究体制

データ収集ミドルウェアのための運用システムの研究の中で、下記のように分担した。
運用システムのモデルの研究開発 - 安
実験用オペレータGUIの事例研究 - 仲吉

平成21年度以降計画の実施

平成21年度以降は明らかにされたモデルをベースにして、実験用オペレータGUIなどの汎用GUIの枠組みを開発した。

研究計画を遂行するための研究体制

実験用オペレータ汎用GUIの開発-安、仲吉

4. 研究成果

(1) 世の中で利用できるWEBフレームワークはいろいろある。私たちは、WEBクライアント言語としてHTML/CSS/Javascriptを、サーバ言語としてPythonを選択した。Googleの例を待たず、HTML/CSS/Javascriptの発展は目覚ましく、最近のHTML5/WebGL(Javascript言語によるOpenGLの標準化された実装)はWEBの世界を一変させた。また、サーバ言語としてのPythonは高エネルギー実験ではよく用いられている。Geant4やROOTと言ったアプリケーションがC++言語を基礎としているため、C++と相性のいいPythonが選択されるのは自然のことである。WEBプログラミングのために利用できるさまざまなツールに

は単なるライブラリに留まらず、ユーザが簡単にプログラミングできるように設計されたフレームワークがある。ExtJSというWEBのフレームワークはMVC(Model/View/Controller)といモデルに沿って設計されたもので、実験用GUIに必要な様々な機能や部品が用意されていたため、私たちは実験用GUIの開発にExtJSを利用することを決めた。(2) WEBマネージャはApacheWEBサーバと連携してPython言語により記述される。設計に当たってはデータ収集サーバや制御サーバへのコントロールが一体的に扱えるようなものでありかつサブシステムとして独立に設計できるようなアーキテクチャが求められる。HTTPのURL(ないしはURI)は階層化されたコントロールの記述に適したものでありそのアーキテクチャに適していることを示す。URLは一般的に下記のように記述できる。

<http://host/path/command/parameters>

例えば、

<http://localhost/www/daq/Begin>

<http://localhost/www/daq/End>

<http://localhost/www/device/GetInfo>

<http://localhost/www/device/SetInfo/pl>

ここで、localhostはhost、pathはwww/daq、www/device、commandはBegin、End、GetInfo、SetInfoである。ここで重要なポイントの1つは、www/daqやwww/deviceがサブシステムとして独立にコマンドの転送やステータスの取得を独自に設計で行いながら、URLという枠組みで一様に記述できることである。URLを設計することでシステム全体の見通しがよくなる。

従来のWEB技術ではWEBページは変更があるごとに全体の更新が余儀なくされたが、最近のJavascript言語によるAjax技術で、非同期通信による一部の書き換えが可能となり、性能は大幅に改善されたので、私たちもその技術をこのフレームワークに適用した。

(3) 一方、ユーザインターフェースに当たるWEBによるGUIはすでに記述したように、ExtJSというフレームワークを採用した。下記の図3はExtJSを使ったGUIの1つのスナップショットである。

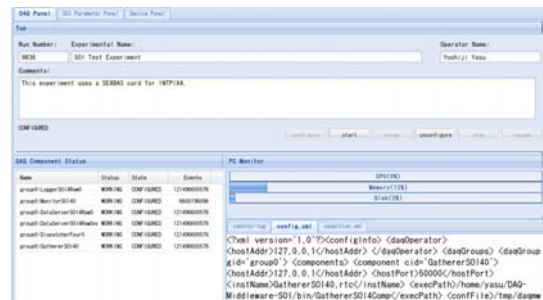


図3 ExtJSを使ったGUIのスナップショット

上記の DAQ パネルの例では、DAQ-Middleware の6つのコンポーネント、データを機器から読む込む Gatherer、読み込んだデータを Gatherer から受け取り4つのコンポーネントに送り出す Dispatcher、データを記録する Logger、データを ROOT 解析ツールを使って解析表示する Monitor、読み込んだデータを DAQ-Middleware コンポーネントでないプログラムから自由に読み出せるようにした DataServer が2つが動作している。各コンポーネントの情報ばかりでなく、CPU やメモリやディスクの情報を取得し表示することでデータ収集の進行をモニターしている。configure, start, stop と書いたコマンドを送ることでデータ収集を制御する。

この GUI は通常の WEB ブラウザで表示できるので、WEB ブラウザが走ることができれば PC に限らず iPad 機器など最近の情報端末を利用できる。

(4) DAQ パネルに限らず、例えば Device パネルを加えるには、下記の ExtJS による Javascript コードでは、DAQ パネルに新しい Device パネルを追加するだけで簡単に2つのパネルを Tab パネルとして配置できる。

```
var tabs = new Ext.TabPanel({
  activeTab: 0,
  items: [
    new Ext.Panel({
      title: 'DAQ Panel',
      items:[daqpanel]
    }),
    new Ext.Panel({
      title: 'SOI Parameter Panel',
      items:[soipanel]
    }),
    new Ext.Panel({
      title: 'Device Panel',
      items:[devicepanel]
    })
  ]
});
```

サーバ側の python もクライアント側の GUI も、独立した設計のもとでその融合が容易なフレームワークになっていることはこのフレームワークの優れた点である。

(5)最後に、本研究でWEB 技術を使ったデータ収集ミドルウェアのための運用システムのモデルを研究し、実験用オペレータ GUI を例に、GUI の枠組みを開発することによって、データ収集コンポーネントを運用するフレームワークを明らかにした。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者に

は下線)

[雑誌論文] (計2件)

(1) Kazuo Nakayoshi, Yoshiji Yasu et al., Development of a data acquisition sub-system using DAQ-Middleware, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 600(2009) 173

(2) K. Nakayoshi, Y. Yasu et al., DAQ-Middleware for MLF/J-PARC, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 623(2010) 537

[学会発表] (計4件)

(1) 仲吉一男, 安芳次他、J-PARC/MLFにおけるDAQミドルウェア開発の現状、日本中性子科学会 (JSNS2008)、2008年12月

(2) Kazuo Nakayoshi, Yoshiji Yasu et al., DAQ-Middleware for MLF/J-PARC, The 1st international conference on Technology and Instrumentation in Particle Physics (TIPP09), March 12-17, 2009, Tsukuba

(3) Yoshiji Yasu, Kazuo Nakayoshi et al., Development of DAQ-Middleware, 17th International Conference on Computing in High Energy and Nuclear Physics (CHEP09), 21-27 March 2009

(4) 安 芳次, 仲吉一男, 千代浩司, 井上栄二, 他 KEK 測定器開発室次世代 DAQ グループ、DAQ ミドルウェアでの WEB 技術の適用事例、日本物理学会、2009 年秋季大会、甲南大学

6. 研究組織

(1) 研究代表者

安 芳次 (YASU YOSHIJI)

高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・シニアフェロー

研究者番号：00391730

(2) 研究分担者

仲吉 一男 (NAKAYOSHI KAZUO)

高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・技師

研究者番号：80391746