

L-004

オブジェクト指向技術を用いたネットワーク分散型データ収集システム The network-distributed DAQ system with object-oriented technology

小畑 敬義†
Takayoshi Obata

長坂 康史‡
Yasushi Nagasaka

1. はじめに

物理学実験におけるネットワーク分散型データ収集システムは、それぞれの実験専用開発された特殊なソフトウェアを用いて実現されることが多い。また、このようなシステムでは、特殊なユーザインターフェースが用意され、システム全体の管理を行う手法がとられている[1][2]。この手法では、簡単なモニタリングにおいても操作が複雑になることがあり、また、多くのアプリケーションのインストールが必要となる場合がある。なお、このようなシステムでは容易に管理できることが望まれている。そこで、本研究では、システム全体の管理を容易にするため、ユーザインターフェースにウェブ技術を利用した。これにより、簡単な操作でシステム全体の管理ができるようになった。さらに、イベントモニターに対してもウェブ技術を利用し、その利便性を向上させた。

また、本研究では、汎用的なシステムを実現するためオブジェクト指向技術を利用して開発を行った。

2. システム構成

開発したシステムは、システムの管理を容易にするため、データ処理層と、システム管理層の2つの層で構成される。データ処理層は、データの読み込み、事象構成、保存を行うプロセスで構成される。そして、システム管理層は、システム全体を管理するためのプロセスで構成される(図1)。

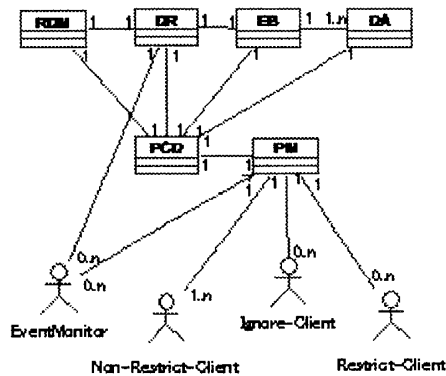


図1. データ収集システム

2.1. データ処理層

データ処理層が行う処理である、データの読み込み、事象構成、保存を同一マシン上で動作させた場合、マシンにかかる負荷が大きくなってしまいます。そこで、この負荷を分散するため、DA(Data Acquisition)、EB(Event Builder)、

DR(Data Recorder)、RDM(Run Data Manager)の4つのプロセスで構成させた。

DAは、測定器からデータを読み込むプロセスである。このデータには、事象の発生した順番が分かるようにするためのイベントナンバーなどを付加する。そして、このデータをEBに対して送信する。なお、このプロセスは、将来的には複数になり、分散した測定器からデータを読み込むことを想定している。

EBは、データの事象構成を行うためのプロセスである。複数のDAから送られてくるデータをイベントナンバー毎にまとめる。そして、このまとめたデータをDRに対して送る。

次に、DRは、データの保存を行うプロセスである。事象構成されたデータをEBから受け取り、そのデータを保存する。また、この時点の状況をモニタリングするため、データを解析するためのマシンであるイベントモニターに対してデータを送信する。なお、複数台のイベントモニターに対応できるようにするため、この部分の通信にはマルチキャスト通信を用いた。

最後に、RDMはデータベースの管理を行うプロセスである。このデータベースには、実験毎のコメントやパラメータが保存される。

2.2. システム管理層

システム管理層は、PCD(Process Control Daemon)、PM(Process Manager)の2つのプロセスで構成させた。

PCDは、DA、EB、DR、RDMが存在するマシンにデーモンとして常駐するプロセスで、DA、EB、DR、RDMそれぞれの起動、停止等を行う。

次に、PMはクライアントから要求されたコマンドをPCDへ渡すプロセスである。このPMはウェブ上から操作することになる。

2.3. ユーザインターフェース

本システムでは、ユーザインターフェースにウェブ技術を用いた。ウェブブラウザからシステムの管理を行えるようにすることで、ユーザインターフェースの導入の際に、OSの依存性を考慮する必要がなくなった(図2)。

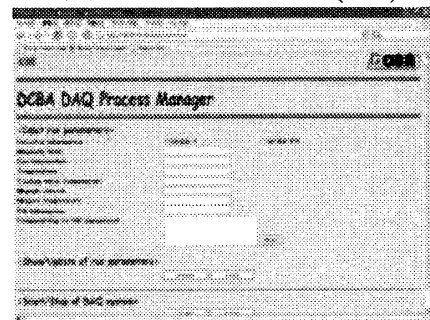


図2. 管理用ユーザインターフェース

†広島工業大学大学院 工学研究科 情報システム工学専攻,
Graduate School of Engineering Hiroshima Institute of Technology

‡広島工業大学 工学部 知的情報システム工学科,
Hiroshima Institute of Technology

さらに、本システムではシステムの管理のみならず、イベントモニターに対してもウェブ技術を利用し、その利便性を向上させた(図3)。

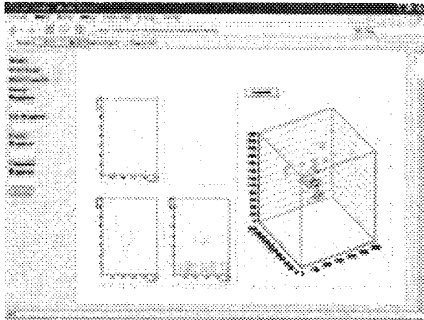


図3. イベントモニター用ユーザインターフェース

3. オブジェクト指向技術の利用

本システムでは、汎用性のあるシステムを構築するためオブジェクト指向技術を利用して開発を行った。

データ処理層で動作するプロセスのオブジェクト指向化だけでなく、測定器から読み取るデータそのものをオブジェクトとして捕らえて設計した。こうすることによって、データオブジェクトを差し替えるだけでさまざまな型のデータに対応できるようになる。これにより、より汎用的なシステムの構築が実現できる。

3.1. オブジェクトデータの流れ

本システムにおける、オブジェクトデータの流れを図4に示す。

最初に、DAが測定器からデータを読み出しEBに対して送信する。ここでのデータは、出来るだけ早く測定器からデータを読み出したいため、オブジェクトの形としていない。続いてEBでは受信したデータをオブジェクト化し、キューへ一時保存する。EBは、イベントナンバーが揃った第一時保存したオブジェクトを、一つにまとめる。そして、まとめたオブジェクトデータのシリアライゼーションを行い、DRへ送信する。最後にDRでは、受信したデータをオブジェクト化する。そして、保存する際には、オブジェクトデータのシリアライゼーションを行いファイルへ保存する。

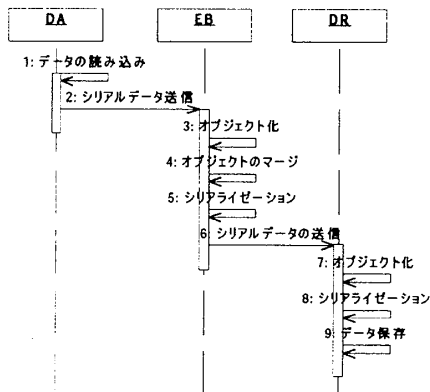


図4. オブジェクトの流れ

4. オブジェクト指向化による性能への影響

今回、測定データそのものをオブジェクトとして設計す

ることによる、システム性能への影響の評価を行った。評価対象として、データをオブジェクト化した場合と、オブジェクト化しない場合についての性能比較を行った。

測定環境として、DA 9台、EB 1台、DR 1台を用意した。そして、RDMはDRと同じマシン上で動作させている。今回、測定に用いたマシン性能を表1に示す。

測定方法として、DAがデータを送信する時点から、DRがデータを保存する時点までの性能を測定した。ここで、DA 1台から送信されるデータサイズは 2^n kB ($n=0, 1, \dots, 9$) である。図5の横軸に示されるデータサイズは、 $2^n \times 9$ kB ($n=0, 1, \dots, 9$) となっている。

表1. マシンスペック

	DA	EB	DR, RDM
CPU	Intel® Pentium® 4 2.8GHz	AMD Athlon(tm) XP 2600	Intel(R) Pentium(R) 4 3.2GHz
Memory	512 Mbyte	512 Mbyte	1 Gbyte
NIC	Realtek	Realtek, Intel	Intel e1000
Kernel	2.4.20	2.4.20	2.4.20

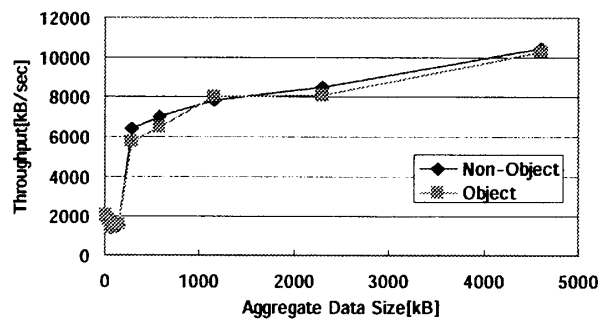


図5. システム性能

図5から、オブジェクト化した場合としない場合の性能を比較すると、最大約9.7%の差がみられた。しかし、全体の性能差の平均は約1.8%となり、この結果から、オブジェクト指向化による性能への影響は十分小さいと考えられる。

5. まとめ

本研究では、ネットワーク分散型データ収集システムの開発を行った。開発したシステムは、データ処理層とシステム管理層の2階層から成る。さらに、システムの管理をウェブブラウザから行えるようにすることで、容易なシステム管理を実現した。また、本システムでは、汎用的なシステムを構築するため、オブジェクト指向技術を用いた。

さらに、今回、オブジェクト指向化したシステムの性能評価も行った。その結果、全体の性能差の平均は約1.8%となった。この結果から、オブジェクト指向化した場合の性能への影響は十分小さいと考えられる。よって、開発したシステムは、性能に大きな影響を与えることなく動作させる事が出来る。さらに、異なるデータの実験においても、データオブジェクト型を変更するだけでよいため、汎用的なシステムが実現されたと思われる。

6. 参考文献

[1] Alexandrov et al., "Online software for the ATLAS test beam data acquisition system", ATLAS-DAQ-2003-044(2003)1-6
 [2] Y. Sakamoto et al., "KONOE: An object-oriented/ network-distributed online environment", IEEE Trans. Nucl. Sci. 49(2002)3254-3261