

産業系システムの監視・制御ソフトウェアは、監視・制御系エンジニアが目的とするシステムを効率的に実現でき、保守性に優れていることが要求される。この制御系監視標準ソフトウェアでは、監視・制御用アプリケーションフレームワークとして、ソフトウェア部品とそれらを組み合わせ監視・制御システムを構築する手法を提供する。その特長は、提案するソフトウェアの階層構造とオブジェクト指向技術の導入により、ソフトウェア部品の流用性を高め、システム構築の生産性・保守性を向上させたことである。なお、この技術は産業分野全般に適用できるものであり、幅広い分野の監視・制御システムを容易に構築することができる。

This paper introduces an application framework called the Java standard application set (JSAS) which supports the construction of supervisory control and data acquisition (SCADA) systems for various industrial fields. JSAS improves the reusability of software components with its layered structure based on a distributed object-oriented model. It therefore enables SCADA systems to be developed effectively and with high maintainability.

## 1 まえがき

システムの柔軟性確保とソフトウェアの再利用による生産性向上を旨として、従来からソフトウェアの部品化やデザインパターンの重要性が叫ばれていた。近年、オブジェクト指向の考えかたの普及や、JavaBeans<sup>(注1)</sup>、CORBA<sup>(注2)</sup>、ActiveX<sup>(注3)</sup>などの、ソフトウェア部品の標準的なインタフェース規定、分散オブジェクト環境の出現により、ソフトウェア部品(コンポーネント)とそれらを組み合わせシステムを開発するシステム構成手法が脚光を浴びている。

ここでは、産業分野向けの監視・制御システムの構築を支援するアプリケーションフレームワークJSAS(Java Standard Application Set)を紹介する。

ビジネスシステム分野向けのコンポーネント群を含むシステム構築方法は、すでに在庫管理などの用途に応じたものが製品化されているが、産業分野のシステムの特徴は、制御対象システムが存在することで、それをいかにモデル化してシステム構築・改造を容易にするかが鍵(かぎ)となる。

さらに、ネットワーク技術、Web技術の普及により、制御系システムをイントラネット/インターネットを介して

情報系のシステムとシームレスに連携させ、Webブラウザで監視・操作したいという要求がある。

JSASは制御系と情報系のシステムを連携させ、制御システムの監視・制御アプリケーションプログラムを容易に構築するためのJavaによるソフトウェアコンポーネント群と、それを組み合わせて監視・制御システムを構築する手法を提供する。

## 2 監視・制御アプリケーションフレームワーク

### 2.1 JSAS適用システム構成

JSASを用いたシステム構成を図1に示す。このアーキテクチャは、制御対象システムを機器オブジェクトとしてモデル化する機器モデル部と、GUI(Graphical User Interface)コンポーネントなどを含むアプリケーション部と、計算機構成やネットワーク構成を隠蔽(ぺい)する通信機構部から成る。

制御ネットワークからの監視情報は、産業用ネットワークコンピュータであるHEXABINE<sup>TM</sup>を経由して、監視・制御用端末のWebクライアントや実行履歴情報を保存するグローバルサーバ(GCS: Global Control Server)に転送される。よってWebクライアント上で現在状態をつねに監視することができるとともに、GCSに記録された情報から日報・月報や障害・操作履歴などの履歴情報を取り出し、グラフ化して参照することができる。

WebクライアントからHEXABINE<sup>TM</sup>を介して制御ネットワーク上の実機器を操作することもできる。もちろん

(注1) Javaならびにその他のJavaを含む商標は、米国Sun Microsystems社の商標。JavaBeansは、Javaのプログラムで利用できるコンポーネントソフトウェアの仕様で、これに沿って作られたコンポーネントはBeanと呼ばれている。

(注2) ネットワーク上の分散環境で、異なるコンピュータで動作しているオブジェクトどうしの情報交換を可能にするための仕様。

(注3) 米国Microsoft社が開発したインターネット関連技術の総称。



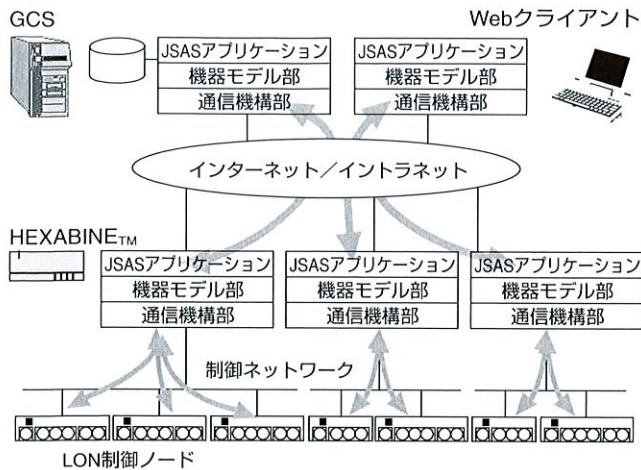


図1. JSAS適用システム構成例 Javaによる監視・制御標準アプリケーションフレームワークを適用した監視・制御システムの例を示す。

Example of JSAS system configuration

HEXABINE™上にJSASアプリケーションを組むことによって、Webクライアントを介さずにHEXABINE™単体で制御システムを構築することもできる。

## 2.2 JSAS コンポーネント

JSASコンポーネントは、オブジェクト指向モデルの導入とソフトウェアの階層構造化により、制御ネットワーク、例えばLON<sup>(注4)</sup>に依存する部分、監視などのアプリケーションロジックに依存する部分、対象システムをモデル化する部分に明確に分離している。

このため、コンポーネントの流用性が高くなり、同一分野内での横展開はもちろんのこと、他分野への横展開も容易になる。

図2に示すJSASが提供する代表的なコンポーネントとツールについて以下に述べる。

**2.2.1 機器オブジェクト** 機器モデル部には、監視・制御対象となる個々の機器・装置をモデル化した機器オブジェクトが存在する。これらのオブジェクト群は、提供する機器オブジェクト生成ツールによって自動的にそのスケルトンプログラムが生成される。このとき、HEXABINE™上の機器オブジェクトとWebクライアント側の機器オブジェクトは1対1に対応するように生成されるため、それらの間の通信は隠蔽される。

**2.2.2 アプリケーション部コンポーネント** アプリケーション部のコンポーネントは分野に依存しない標準的な部品だけ提供し、分野依存の部品はそれらを作成可能とするAPI(Application Programming Interface)を提供する。

HEXABINE™上の標準ロジック部品には、上下限チェックなどの部品があり、GUIコンポーネントとしては、ヒス

(注4) LONは、Echelon社の商標。

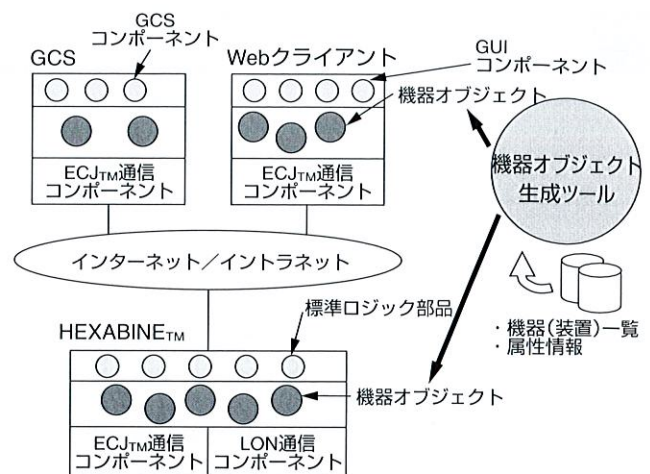


図2. JSASソフトウェアコンポーネント JSASとして提供する主なソフトウェアコンポーネント群が、GCS、Webクライアント、HEXABINE™に配置される。

JSAS software components

トリカルトレンド、リアルタイムトレンド、アラーム処理などのJavaBeansコンポーネントがある。

GCS上のGCSコンポーネントでは、履歴情報として保存すべき情報を、その対象オブジェクト名、属性名、周期を指定することにより、ディスクなどの記憶手段に保存することができる。さらに、障害情報や操作履歴は、イベント情報として逐次保存する。

**2.2.3 通信機構コンポーネント** 通信機構部は、HEXABINE™とWebクライアント/GCS間の通信を行うECJ™(Event Centric for Java)<sup>(1)</sup>通信コンポーネントと、HEXABINE™とLON制御ノード間の通信を行うLON通信コンポーネントから成る。

ECJ™は、Java標準環境で提供されている同期型通信機構RMI(Remote Method Invocation)を補完するものであり、産業分野で一般に用いられているイベント駆動型のプログラミングをネットワーク環境下で可能とする。これにより、時々刻々変化する情報をHEXABINE™からGCSやWebクライアントに高速に通知することが可能となり、Webクライアント上の監視制御画面でのリアルタイムな状態表示が可能となる。

LON通信コンポーネントは、LON制御ネットワーク上の制御ノードとHEXABINE™上の機器オブジェクト間の情報交換を実現する。受信モードとして、周期モードとイベント駆動モードが指定できる。

## 2.3 監視・制御システム開発

JSASが提供するコンポーネントとツールを用いることにより、HEXABINE™上とGCS上の基本的なプログラムは自動生成できる。Webクライアント上の監視・操作画面は、自動生成された機器オブジェクト(Webクライアント用は



JavaBeans コンポーネントとして提供) や GUI コンポーネント群を市販の Java 統合開発環境上で組み合わせることにより作成する。

### 3 JSAS 処理フロー

#### 3.1 監視/アラーム処理

JSAS 適用システムにおける監視・操作処理フローの概略を図 3 に示す。

HEXABINE™ 上の各機器オブジェクトは、LON 通信コンポーネントより通知された情報を属性値として保持し、絶えず最新値を保持している。

Web ブラウザにて、監視画面に対応する URL (Uniform Resource Locator) を指定すると、それに対応した画面のアプリレットが HEXABINE™ から Web クライアントにダウンロードされる。ダウンロードされたアプリレットは監視画面上の各機器に対応する HEXABINE™ 上の機器オブジェクトから最新状態を得る。以降、該当機器の状態変化発生時に、イベントとして HEXABINE™ から GCS/Web クライアントに通知される。このため、不必要な情報がネットワークを占有したり Web クライアントにむだな負荷をかけることはない。

アラームは、計測値の異常(上下限値の逸脱など)や障害検出時に発行され、全 Web クライアントと GCS に対して通知される。

#### 3.2 操作処理

Web クライアント上の監視・操作画面で操作対象機器の属性値を変更することにより、対応する実機器を操作できる。変更された属性値は、HEXABINE™ 上の対応する機器オブジェクトに通知され、そこで実機器に対する指令に変

換されて制御ネットワークに発行される。

また、HEXABINE™ の内部にロジック部品を作成し、関連機器オブジェクトの属性値を読み書きすることによって、人間系を介さず実機器に対する操作を行うこともできる。

### 4 JSAS 適用分野

JSAS は、産業系システムにおいて幅広い分野へ適用可能なフレームワークである。HEXABINE™ 向けに LON 通信コンポーネントを提供しているが、他の制御ネットワークへも対応する通信コンポーネントに差し替えるだけで、上位のプログラムを変更することなく対応できる。

現在、ビル管理システム、広域水道管理システム、車載システムなどへの適用を進めている。

ソフトウェア構造の階層化とコンポーネント化の両面からソフトウェア部品としての独立性を高めたことにより、ソフトウェアの流用性が高まり、同一分野のシステム(例えば、ビル管理システム)の横展開を効率的に行える。さらに、制御対象機器の増設や置換えに対しても、その機器コンポーネントだけの変更で対応でき、高い保守性を実現できる。

### 5 あとがき

Java による監視・制御アプリケーションフレームワーク JSAS の概要を述べた。ここでは、オブジェクト指向技術を導入し、ソフトウェアコンポーネントの組合せで、Web を用いた監視・操作システムを容易に構築できるようにした。今後は、運用時のオンライン保守などを行えるように柔軟性の拡張を図っていく。

### 文献

- (1) 江口敦子, 他. Java による Java のためのイベント配送フレームワーク ECJ™. 東芝レビュー. 53, 8, 1998, p.7-10.

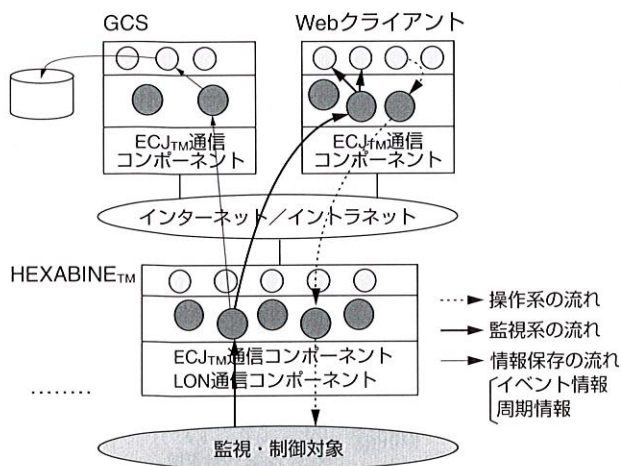


図 3. JSAS における監視・操作処理フロー JSAS を適用して構築したシステムにおける監視処理と操作処理のイベントの流れを示す。

Supervision/operation flows on JSAS



関 俊文 SEKI Toshibumi, D.Eng.

研究開発センター コンピュータ・ネットワークラボラトリー 研究主務, 工博。分散システムに関する研究・開発に従事。電子情報通信学会, 情報処理学会, 電気学会会員。Computer & Network Systems Lab.



佐藤 英昭 SATO Hideaki

研究開発センター コンピュータ・ネットワークラボラトリー。分散システムに関する研究・開発に従事。情報処理学会会員。Computer & Network Systems Lab.



江口 敦子 EGUCHI Atsuko

デジタルメディア機器社 府中デジタルメディア工場 コンピュータソフトウェア部主務。分散オブジェクトシステムの開発・設計に従事。情報処理学会会員。Fuchu Operations-Digital Media Equipment