

プラント監視制御ミドルウェアの開発

6N-1

— 基本思想と構成要素 —

島川 博光†

石岡 卓也†

竹垣 盛一†

宮後 彰†

†三菱電機（株）産業システム研究所

†三菱電機（株）制御製作所

1 まえがき

近年ではソフトウェア開発にかかるコストがハードウェア開発にかかるコストを上回ろうとしている。特にプラント・システムでは実時間性や信頼性が重視されるので、ソフトウェアが個々のプラントに依存する部分が多くなる。このため、機能的には似たソフトウェアをプラントごとに開発するという事態に陥る。プラント監視制御ミドルウェアは、プラント・システムを開発する上で共通した機能を抽出し、これを標準ライブラリや標準サーバとして実現することによって、ソフトウェア開発の効率化を図るものである。

本論文では、プラント監視制御ミドルウェア Diaspect の開発上の基本思想と構成要素について述べる。さらに、本ミドルウェアを開発する上で導入した技術の概要を述べる。

2 プラント・システムでの要求と構成

プラント・システムでは、実時間を重視したタスクと機能性や柔軟性を重視したタスクが存在する。プラント制御に必要なデータ獲得・判断・コマンド送出といった監視・運転業務におけるタスクは前者に当り、記録データの検索・統計や生産計画立案などの保守・管理業務におけるタスクは後者に当る。

また、両者に渡って、システムの信頼性が重視される。システムは連続して動作しなければならず、また、故障が起こった際にはその原因が後に追求できるようにしなければならない。さらに、一旦記録されたデータは長期に渡り保存される。

このような要求に応えるために、プラント・システムは大規模になると制御システムと情報システムとに分割され、これらを階層的・分散的に配置するようにしている。制御システムでは実時間が重視され、情報システムでは機能性や柔軟性が重視される。

3 基本思想

プラント監視・制御ミドルウェア Diaspect の開発にあたっては以下の点を重視している。

(1) 実時間タスクと非実時間タスク

実時間性を重視する制御システム間で取り交わされるデータを、豊富なソフトウェア資産をもちオープン性に優れた UNIX 上の情報システムで利用できれば、UNIX 上の

Development of Middleware for Plant Monitoring and Control Systems - Concepts and Components -

Hiromitsu Shimakawa, Takuya Ishioka, Morikazu Takegaki, Akira Miyajiri Mitsubishi Electric Corp.

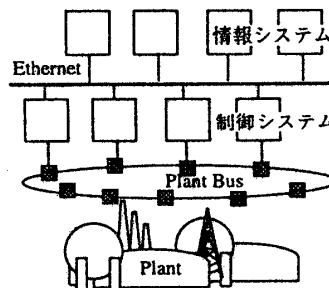


図 1: プラントの構成

ソフトウェア資産を使って情報処理機能を容易に構築できる。このような観点から本ミドルウェアでは、実時間で実行すべきタスクと非実時間で実行すべきタスクを切り分けた。実時間性の保証が容易になるように前者の実時間性を RMA[1] により保証し、後者を UNIX 上で実行するようにしている。

(2) オブジェクト指向の概念

実時間処理のために実時間オブジェクトの考え方を、データモデリングのためにオブジェクト指向データベースを、ソフトウェア開発のために部品化アプローチを採用している。

(3) 隠蔽化と仮想化

Diaspect を使いやすくするように、実際には存在するがユーザにとって不必要な制約はこれを意識しなくてもいいように隠蔽化する。逆に、Diaspect のユーザに守ってもらべき制約は、すべてのユーザが同一の取扱法をイメージできるものを想定し、これへの取り扱いに制約をなぞらえて規則を設定することにより、ユーザが受け入れやすいようにする。

4 構成要素

本論文で述べるプラント監視・制御ミドルウェア Diaspect は、信頼性と厳密な実時間性を備えた、制御データを情報システムに提供する RTDS、その構築支援環境、オペレータの操作性を高めるマン・マシン・システム構築環境、プロセス・データベース、及び、データの一貫性を保証する複製管理サーバからなる。上記の思想を反映させるべく、次のような要素技術を導入する。

4.1 オブジェクト指向のモデリング

4.1.1 実時間オブジェクト

各ソフトウェア・モジュールでの機能の分割と時間制約の分割を明確化することにより、1つのモジュールを設計するさいに他のモジュールの設計を意識しなくても

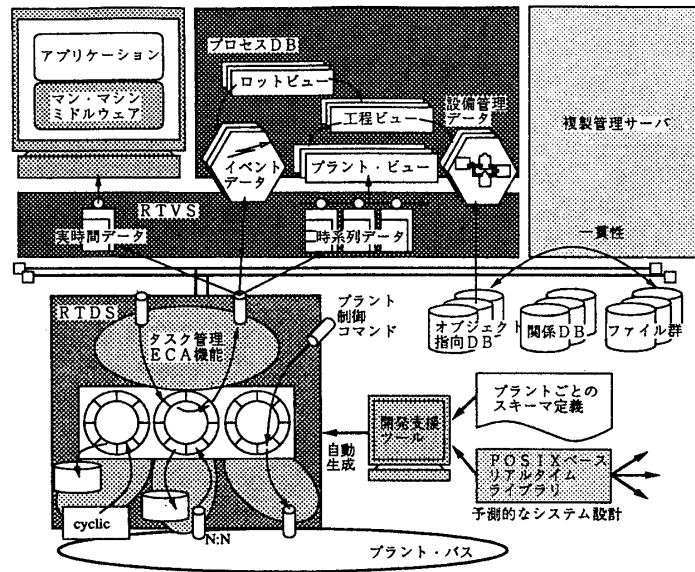


図 2: Diaspect の全体像

良いリアルタイム・システム設計法をサーバ・クライアント・モデルに基づくミドルウェアとして支援する。

従来のオブジェクト指向プログラミングでは、プログラムを変更したさいの共有情報による他のモジュールへの影響を最小限にとどめる情報隠蔽が重要視された。実時間システムの設計では、変更したプログラムを実行したさいのタイミングの変化が他のモジュールに影響しないようにモジュールを設計する時間制約の隠蔽 [2] も考慮した実時間オブジェクトが重要である。

実時間システムの構築環境である POSIX ベース実時間ライブラリはリアルタイム・サブシステム・モデルに基づいて設計されている。このモデルは実時間システムを実時間オブジェクトの集合として見なすものである。

4.1.2 オブジェクト指向データベース

実時間で獲得されたデータを用いてプラントの保守・管理業務を支援する情報システムでは、オペレータの用途に応じたビューが必要となる。このためにオブジェクト指向データベースを利用する。ロットや工程といったプラント構成要素を定義し、オブジェクト指向データベース上にプラントを仮想的に表現する。

4.1.3 ソフトウェア部品からの合成

さまざまなプラント・システムを構築する上で、ソフトウェア部品からの合成によるシステム構築法は効率化の点で有益である。特に、マン・マシン・システムの開発では、顧客それぞれの用途にあった画面を提供しなければならないため、共通機能を部品化し、これを合成することによってシステムを早期にかつ安価に構築できるようにしている。部品の構成はオブジェクト指向の考え方にもとづいて行なわれている。

4.2 信頼性向上のための仮想化と隠蔽化

プラント・システムでは実時間性だけでなく信頼性が重要である。

POSIX ベース・実時間ライブラリが RTDS の二重化のためのタスク管理機構をサポートしている。RTDS を構成する実時間オブジェクト間には仮想的な親子関係を設定して、ライブラリのタスク管理のための規範を使用者が受け入れやすいようにしている。

情報システムではデータベースが複数あることが多い。1つのデータが複数のノードに複製として存在する時に、個々のデータベースのユーザが複数あるデータベース間でのデータの一貫性を意識しなくてもいいように、複数データベースの存在を透明化しなければならない。データベース間の一貫性をとる機構として複製管理サーバが動作している。データベースの利用者にはこの複製管理サーバが隠蔽されており、その存在を一切意識する必要がない。

マン・マシン・システムの高信頼化ためには、システムの構成要素となるソフトウェア部品の中に高信頼化を実現する機能が埋め込まれている。したがって、システム構築者がこの部品を使えば、意識しなくても高信頼化のための機能をもつシステムを構築することになる。

5 あとがき

本稿では、プラント監視・制御ミドルウェア Diaspect の基本思想と構成要素について述べた。本ミドルウェアの開発では、実時間タスクと非実時間タスクを切り分け、オブジェクト指向の考え方を徹底して採り入れ、隠蔽化と仮想化の効果を意識している。

参考文献

- [1] C.L.Liu and J.W.Layland, Scheduling Algorithms for Multiprogramming in a Hard-Real-Time Environment, *J. ACM*, Vol.20, No.1, pp.46-61, 1973
- [2] 石川裕, 徳田英幸: 分散実時間プログラミング言語 RTC++, コンピュータ・ソフトウェア, Vol.9, No.2(1992),pp.28-47