

プラント監視制御ミドルウェアの開発

6N-3

— 実時間データサービス —

井戸 譲治† 島川 博光† 浅野 義智† 竹垣 盛一† 草川 英之†

†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

監視制御システムのような実世界を対象とするシステムでは、外界データの収集・管理機能は必須である。この際、データ収集は、データ利用系の負荷に関わらず、常に時間制約を守って稼働していなければならない。そのため、監視制御システム設計の際にはデータ利用系の時間的振舞いの影響をデータ収集系に与えないようにする必要がある。本稿では、データ収集系の時間制約からデータ利用系を解放し、より柔軟なシステム設計を可能にするプラントデータ獲得・提供ミドルウェア RTDS (Real-Time Data Server) について述べる。

2 RTDS の位置付け

RTDS は、下位のコントローラ系と上位計算機系の中間に位置し、ネットワークを介して下位系から送られてくるプラントデータをリアルタイムに獲得・保持し、これらのデータを要求に応じてオンラインで上位系に提供するものである。

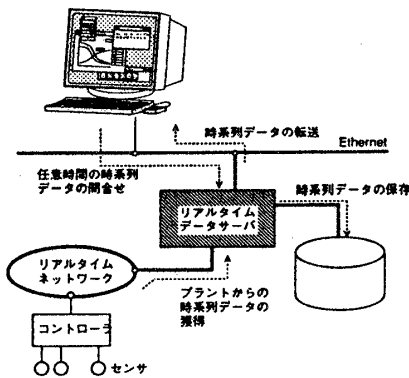


図 1: RTDS の位置付け

プラントデータ処理を獲得 / 保存 / 利用という3つの処理からなると考えると、一般にデータ獲得処理は、保存 / 利用を行なう上で前提となる処理であり、一度獲得に失敗した(ある時刻の)データは二度と獲得できないため、ハードリアルタイムタスク [4] とみなされる。

データ保存はデータ獲得と連動して行なわれるべきものであり、これもハードリアルタイムタスクと言える。一方データ利用処理では、その内容によって実時間要求の強さに違いがあるものの、データが保管されていれば補償が可能なることから、一般にソフトリアルタイムタスクないしはノンリアルタイムタスク [4] に位置付けられる。

センサ / コントローラからのデータを直接取り込んで利用するようなシステムの場合、データ利用処理プログラムの実行時間がデータ獲得 / 保存処理に大きく影響する。そのため、データ利用処理は、たとえそれ自身が実時間性を要求されないものであっても、データ獲得 / 保存処理に要求される実時間性を考慮した設計を余儀なくされる。このことが、従来リアルタイムシステム構築の上で大きな障害となっていた。

RTDS は、プラントからのリアルタイムなデータ獲得・保存機能と、プラントデータを利用する上位計算機への最低限のデータ提供機能をサーバとして切り出したもので、このような機能の切り分けにより、リアルタイム性を保証したプラントシステムの構築が容易になる。

3 プラント特化のデータ処理モデル

プラント監視制御においては、通常のデータベースのようなより一般的で厳格なトランザクション管理をそのまま用いることは実時間性の観点から望ましくなく、また実際にそこまで厳格な処理は必要とされないことが多い。RTDS ではこの点を考慮し、プラントデータ処理に特化したデータ処理モデルとすることで、排他制御を簡略化している。

RTDS では、プラントから送られるデータの獲得・提供を目的としているため、保存しているデータに対する外部からの修正・削除は認めていない。そのため、主なタスクは① プラントデータを主記憶(リングバッファ)に格納する獲得タスク、② 主記憶上のデータをディスク(リングファイル)にセーブする退避タスク、③ 主記憶及びディスクからデータを読み出す読み出しタスク、の3つになる。

プラントデータは、その時定数に応じた周期で獲得されなければならない。そこで、獲得周期(非周期の場合もある)ごとに獲得タスクを設け、そのそれぞれに対して記憶領域(リングバッファ及びリングファイル)を割り当てた。即ち、single write / multiple read の形態をとっている。さらに、読み出し時にはロックをかけず、データが不当であった場合に後で補償する、楽観的読み出しを行なっている。そのため、ハードリアルタイム

Development of Middleware for Plant Monitoring and Control Systems - Real-Time Data Service -  
 Jouji Ido, Hiromitsu Shimakawa,  
 Yoshitomo Asano, Morikazu Takegaki,  
 Hideyuki Kusakawa  
 Mitsubishi Electric Corp.

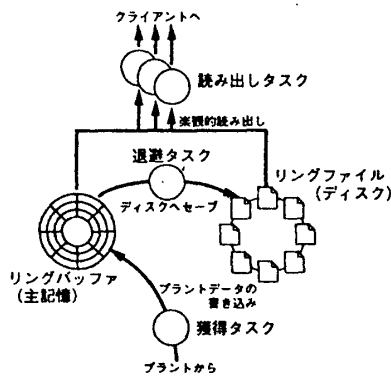


図 2: データ処理のモデル

ムタスクである獲得 / 回避タスクが、他の獲得 / 回避タスクや、ソフトないしはノンリアルタイムタスクである読み出しタスクに不当にブロックされることがない。

## 4 時系列データの提供

### 4.1 履歴データと時系列

RTDS が扱うデータは、対象の状態を示す特徴変数の組と、それがサンプルされた時刻を表す時刻印から成るもので、履歴データと呼ばれる。履歴データを時間順に並べたものを時系列と呼び、時系列中の各履歴データを場面と呼ぶ。また、時系列中の場面が一定間隔で並んでいる時、この間隔を時系列のレートと呼ぶ。場面は時刻印を属性として持つ関係の組であり、時系列は関係表とみなすことができる。時系列データを一般的なデータ形式である関係表として提示することで、データの汎用性を高めている。

### 4.2 時系列の間合せと応答

クライアントは、以下のようなパラメータにより時系列を指定する。

- 時系列の基準  $b$
- 時系列のレート  $r$
- 許容誤差  $a$
- 基準から見て過去方向への場面数  $n_p$
- 基準から見て未来方向への場面数  $n_f$
- 特徴変数  $v = \{v_1, \dots, v_k\}$

各場面は、指定された各変数について、その時刻印の値が時区間

$$[b + ir, b + ir + a) \quad (-n_p \leq i \leq n_f)$$

に含まれるものをひとつ選びだし、これらを結合することで作成される。該当する履歴データが存在しない場合は、その変数値は空値となる。得られた場面のタイムスタンプは、その場面の時区間の開始時点である  $b + ir$  を用いる。これは、

$$t_1 \text{ と } t_2 \text{ は } a \text{ のもとに等価である iff } |t_1 - t_2| < a$$

というタイムスタンプの等価性を定義し、それに基づく Outer- $\theta$ -Join [3] を行なっていることに相当する。時系列作成の様子を図 3 に示す。

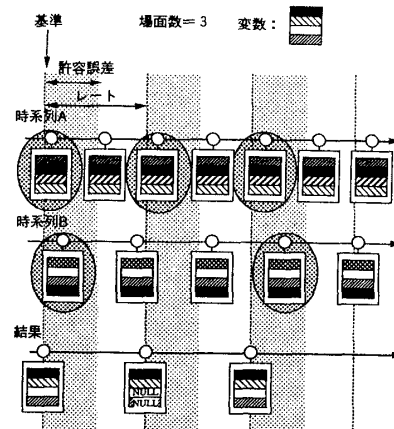


図 3: 時系列の作成

## 5 RTDS 開発ツール

様々なプラントに RTDS を柔軟にかつ迅速に対応させるため RTDS 記述言語及びその処理系を設計している。本処理系は、プラントデータと RTDS に保存される変数との対応、記憶領域のサイズ、データ獲得の周期などといった RTDS の属性を RTDS 記述言語を用いて記述したソースコードファイルを入力とし、RTDS の C 言語によるソースコードを出力するものである。

## 6 あとがき

本稿では、プラントデータ獲得・提供ミドルウェア RTDS について述べた。RTDS の特徴的な機能としては、獲得されたプラントデータに対しあらかじめ定義された条件を検査し、その成立をクライアントに知らせる状態変化通知機能があるが、これについては [2] を参照されたい。

## 参考文献

- [1] H. Shimakawa, H. Ohnishi, I. Mizunuma, M. Takegaki: Acquisition of Temporal Data for Real-Time Plant Monitoring, *Proc. of RTSS'93* (1993)
- [2] 島川 博光, 井戸 譲治, 浅野 義智, 竹垣 盛一: 実時間データサーバへの ECA 機能の導入, 電子情報通信学会研究報告 CPSY94-116 ~ 124, pp.49-56 (1995)
- [3] C.J. Date: *An Introduction to Database Systems*, 5th Edition, Addison Wesley (1990)
- [4] K. Ramamritham: Real-Time Databases, *International Journal of Distributed and Parallel Database*, Vol.1, No.2 (1993)