

プラント監視制御におけるデータベース管理システムの構成と性能についての考察

3Q-9

平松辰夫[†] 水鳥哲也[†] 増永良文[†]
[†](株)明電舎 [†]図書館情報大学

1. はじめに

監視制御システムを構成する各プロセスは、アプリケーションレベルで互いに直接共有メモリを操作したり、あるいは永続データを直接ファイルに読み書きすることが多い。これは主に計算機性能の問題からシステム開発者がデータベース管理システム（以下DBMS）のオーバヘッドを嫌ったためと思われる。しかし最近では計算機の性能を心配するより、ソフトウェアの生産性や品質を議論することが多く、ミドルウェアとしてのDBMS導入に積極的になってきている。

本稿では今後予想される監視制御システムの高機能化に向けて、DBMSの構成とその特徴や性能などをトランザクションの実時間性や負荷分散などの観点からいくつか比較し考察してみる。

2. 対象とする監視制御システムの概要

ここでは図1に示すa～eのプロセスから成る監視制御システムを想定する。以下、a～eの各プロセスの働きを簡単に記す。

- 遠方監視制御装置に対する監視情報や制御情報の送受信を管理する。
- 受信した監視情報の解釈により機器状態の変化や計測値の変化を検出し、表示や記録に反映させる。
- 端末からの操作要求に従い遠方監視制御装置による制御を管理する。
- 監視結果や操作結果などを記録保存する。
- 機器状態の変化や計測値の変化などを表示する。

実システムにはこれ以外も含まれるが今回は省略する。

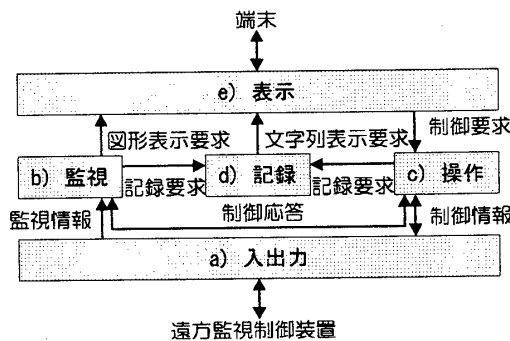


図1. 監視制御システム-プロセス構成

各プロセスが共有メモリやファイルに読み書きするデータをデータベースへの読み書きに置き換えて表現すると図2のようになります。図2で、機器状態や計測値は頻繁に更新される。特に事故が発生した場合は、機器状態が一斉に変化したり計測値が正常範囲を越えることから、記録すべきイベントが多量に発生することも考えられる。

また自動復旧を行うシステムでは、復旧操作のために並行してデータベース操作が行われる。

このような従来からの機能に加え、今後はOAシステムとの統合やフィールド作業支援のためのデータサービスなどが求められる。これらはシステムのオープン・大規模・複雑化を要求する。従ってデータベース導入にあたっては、従来システムの機能・性能を満足しつつ、さらに不特定多数といえるクライアントに広くサービスを提供できるDBMSの機構と構成を考えておく必要がある。ここで機構とはDBMS内部の機能形態を、また構成とは監視制御システムへのDBMS組込形態を指す。

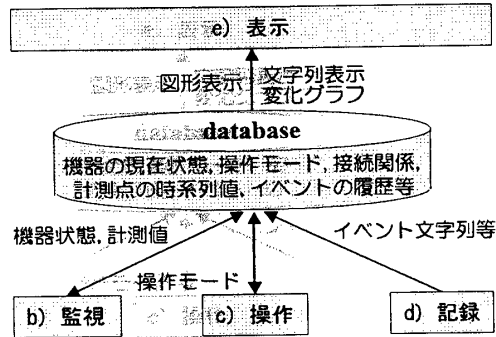


図2. 監視制御システム-データベース操作

3. DBMSの構成に関するモデル

クライアントの増減に柔軟に対応しつつ監視制御プロセスには安定した処理性能を提供できるDBMSの構成を探るため、図3に示す4つのモデルを検討してみる。

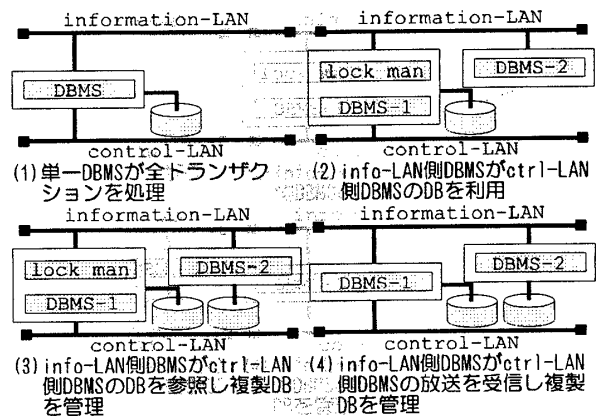


図3. DBMSの構成

以下、1～4の構成の特徴と目的を記す。

- 単一サーバ型: 従来システムにおける共有メモリやファイルの使用部分をデータベースで置き換えること

A Study on construction and performance of Database Management System for Plant Monitoring and Control

[†]Tatsuo Hiramatu, Tetsuya Mizutori, MEIDENSHA CORPORATION

2-1-17 Ohsaki, Shinagawa, Tokyo 141, Japan

[†]Yoshifumi Masunaga, University of Library and Information Science

1-2 Kasuga, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan

- により、システムの標準化・オープン化を進める。
- 2) ディスクレスサーバ型: 制御系LAN側と情報系LAN側でトランザクションの処理を分担することにより、負荷の分散とトランザクション種別に応じたDBMSの配置を実現する。
 - 3) 複製サーバ型: 情報系LAN側担当のDBMSに複製データベースを与えることで、不特定多数のクライアントからの要求による制御系LAN側DBMSへの負荷への影響を低減する。
 - 4) マルチキャスト配信型: 情報系LAN側のクライアントが存在する計算機に複製データベースを配置することでデータベース参照の速度を上げる。またデータ配布にマルチキャストなどを用いて、複製データベース数の増加によるネットワーク負荷の上昇を防ぐ。

4. モデルの評価

最初に制御系LAN側のトランザクションについて考えておく。表1にデータベースの内訳を、表2にトランザクションの処理内容を示す。

表1. 制御系関連のオブジェクト(例)

	サイズ(KB)	DB内格納数(Objs)
表示情報	0.1	10,000
計測情報	0.1	20,000
状態メッセージ	0.1	10,000

表2. 制御系関連のトランザクション(例)

	発生頻度(/s)	処理内容
表示情報処理	20	1-Read, 2-Write
計測情報処理	100	1-Read, 1-Write

各トランザクションはLANにより接続されたクライアントから要求される。秒当りのオブジェクト操作のスループットを簡単に次式で表す。

$$1 \cdot Wmem + Wnet \cdot Npo * (1 - Pch) + Wdisk \cdot Npo * (1 - Psh)$$

- Wnet: ネットワーク参照時間 (単位: 秒)
- Wdisk: ディスク参照時間 (単位: 秒)
- Wmem: メモリ参照時間 (単位: 秒)
- Npo: ページ当りオブジェクト数
- Nch: クライアントキャッシュヒット率
- Nsh: サーバキャッシュヒット率

オブジェクトが理想的にクラスタリングされているときは、 $Npo = 1$ とみなし次式で表す。

$$1 \cdot Wmem + Wnet * (1 - Pch) + Wdisk * (1 - Psh)$$

上式はオブジェクトの参照に要する時間を、クライアントキャッシュの参照時間、クライアントキャッシュに無い場合のネットワーク参照時間、さらにサーバキャッシュに無い場合のディスク参照時間の和で表している。オブジェクトの更新についても更新時即時書き込み方式をとるなら、上式の各キャッシュヒット率を0としたもので表現できる。これに基づいて適当な数値を与え(図4)スループットをグラフにしたものを図5に示す。なおキャッシュ動作はエミュレーションによった。

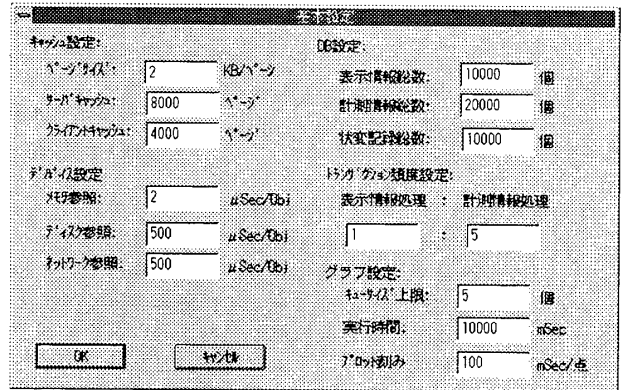


図4. パラメータ設定

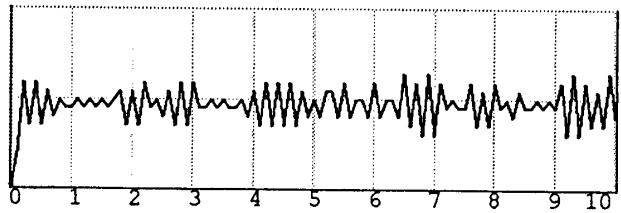


図5. トランザクションスループット

上記の例は横の目盛りが1秒、縦の目盛りが毎秒100トランザクションとなっており、上記パラメータでは毎秒100トランザクション程度、すなわち表2から毎秒約200オブジェクトのスループットが得られている。

以上を参考に、各タイプの情報系LAN側トランザクション要求の制御側への影響を表3にまとめた。

表3. 各モデルの制御系への影響

タイプ	制御系への影響
1) 単一サーバ	時系列データはキャッシュにヒットするが、設備データの取り出しがキャッシュを壊すため、制御系のヒット率低下を招く。
2) ディスクレスサーバ	キャッシュを壊さないようサーバ間のデータ転送を行うことで、制御系のヒット率低下を防止できる。
3) 複製サーバ	設備データを複製側にもみ配置することで、サーバ間のデータ転送を減らすことができる。
4) マルチキャスト配信	ネットワークへの配信をディスクアクセスと並列化できれば、情報系クライアントの影響をほとんど受けずに済む。

5. まとめと今後の課題

今回用意したシミュレーション環境は、単一サーバタイプの基本部分のみで、各モデルを実装するまでは至らなかった。今後、それぞれのモデルを実際に組み込むことによって表3にあげた特徴を検証する予定である。また図5の実験結果は市販のDBMSを使用した経験とは若干異なるため、基本部分の方式についても精密化していく必要があるものと思われる。

参考文献

[1] 小林他: 「北海道電力配電系統自動化計算機制御システム」明電時報 Vol.237, No.4, pp.48-56, 1994.