

## 制御装置を活用したダッシュボード表示システム

中川 晃一<sup>†</sup> 柳原 慎太郎<sup>†</sup>

三菱電機株式会社 先端技術総合研究所<sup>‡</sup>

### はじめに

電力・水処理などの社会インフラむけのプラントにおいて、従来はセンサの計測値の監視やアクチュエータの制御を行う監視制御システムが使われている。近年はこうした監視制御システムの上位に、経営層むけの経営指標を表示するダッシュボードシステムが使われるようになってきている<sup>[1]</sup>。ダッシュボードはプラントの監視データを集約し、KPI(Key Performance Indicator)と呼ぶ指標をリアルタイムで作成する。KPIには省エネ分野におけるの電力使用量原単位などを示すEnPI<sup>[2]</sup>や生産管理における生産稼働率などのISO 22400で定義されているKPI<sup>[3]</sup>がある。KPIは計測データを時系列データに加工した後、特定の条件をみたくデータの集合をつくり、その集合に関して演算を行うことで算出する。しかし、プラントのような計測点が大量にあるシステムでは、計算の負荷が可用性に影響を与えるため専用の計算機が導入されていた。そのため、初期コストがかかることやリアルタイム処理ができないなどの問題があった。本稿では制御装置内でKPIの生成を行う監視制御システムの方式を提案する。逐次的な並列集計アルゴリズムにより、大量のデータを制御装置のようなCPUやメモリなどリソースの少ない環境で動作させることができる。また、KPIの演算アルゴリズムはセキュアなプラグインで動的に追加することができる。本方式により専用の計算機をもうけず制御装置だけでシステムを構成することができ、低コストで拡張性が高いダッシュボードシステムの構築が可能になる。

### ダッシュボードと経営指標(KPI)

図1にダッシュボードの画面例を示す。画面は系統図にプラントの信号が直接使われるのではなくKPIに加工されて使われる。KPIには合計、平均といった統計量から、エネルギー原単位やタクトタイムなどのドメイン特化のものがある。計測値を収集してタイムスタンプを付加し時系列



図1 ダッシュボード画面例

Dashboard monitoring system using PLC.

<sup>†</sup>Koichi Nakagawa, <sup>‡</sup>Shintaro Yanagihara  
Advanced Technology R&D Center, Mitsubishi Electric Corporation

データとして格納するデータ収集処理。次に格納されているデータから条件に応じたものを抽出し、そのデータを使って演算を行うデータ加工処理である。ここで条件とは、例えば11月01日から12月31日までの間で、外気温が10°以上の場合のエアコンの運転時間などがある。ここでの運転時間が計測値である。図2を使って運転時間から平均の電力使用量を求める場合について説明する。まず、運転時間データを収集する( $T_1$ )。次に収集したデータの中から条件に該当する期間の運転時間を検索して抽出する( $T_{sch}$ )。次に各運転時間に時間当たりの電力消費係数の積を求め積算し総日数で除算を行う( $T_{ope}$ )ことで求められる。この場合、KPIの算出時間は $T_1+T_{sch}+T_{ope}$ になる。対象期間が長い場合は $T_1$ と $T_{sch}$ が増加するので大きな値になる。

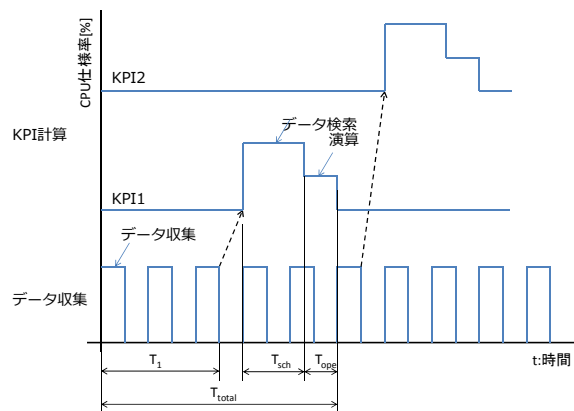
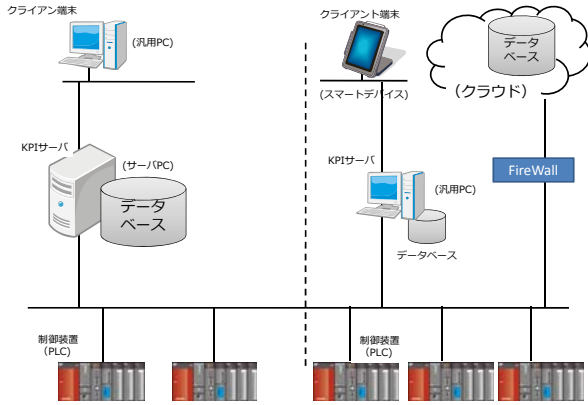


図2 KPIの算出手順

### 制御装置を利用したKPI生成方式

近年、高効率化によるコスト削減のためシステムの統合や連携が行われている。この場合は現状のダッシュボードの構成には図3-(a)のようになると考えられる。図3のように複数の制御装置で集められた計測点はサーバPCのデータベースに格納される。クライアントPCは汎用PCでKPIサーバにKPI生成を要求する。KPIサーバは要求に応じてデータベースを検索しKPIを生成してクライアントPCに返す。この場合データベースがシステム性能のボトルネックになる場合がある。計測点は時系列データでありプラントのような場

合は2000点～20000点程度を500～1000msで格納される。そのため、データベースは大容量化し複数の制御装置から通信が多くなるとネットワークの高性能化、冗長化、負荷制御などの措置も必要になる。以上のことから、KPIサーバには高スペックのサーバPCが必要になる。



(a)実行システム (b)提案するシステム  
図3 システム構成

そこで本稿では図3-(b)の構成を提案する。近年、制御装置のスペックは向上しておりマルチコアの製品も発売されている。こうした製品を利用して制御装置内でKPIを生成しKPIサーバに格納する。収集した計測点はバッファリングしてクラウドに格納する。この構成で次のメリットがある。

- (1)データベースの小型化・汎用化... KPIサーバに格納するデータは計測点を集約しているため容量は小さく時間も集約しているため通信の頻度が少ないため、サーバ機ではなく汎用PCを使うことができる。
- (2)KPIのリアルタイム化... KPIサーバにはKPIが直接書き込まれている。そのため、クライアントPCがデータベースを検索する負荷が小さくリアルタイムでKPIを生成することができる。

**高速並列計算アルゴリズム**

制御装置はCPUのスペックが300MIPS程度と汎用PCに比べ低い。また、メモリも512M～1G程度と少ない。そこで、図4のような計算方法でKPIを生成する。KPIはモジュール化され、データの抽出条件を実装した抽出関数と演算アルゴリズム、合計や平均などの集計を行う集計関数で構成する。モジュールがロードされると集計関数がフェッチされ、データ判定部により演算用のバッファが生成される。計測値は制御装置内のデバイスメモリに書き込まれる。この値をデータ判定部が読み込み、KPIの演算に必要なデータだけを演算バッファにストアしておく。演算バッファはバッファが一杯になったら演算アルゴリズムを実行

しKPIを生成する。その後、集計が必要な場合は集計関数を使って集計を行う。これらの処理が終わったとき演算バッファの内容は破棄される。こうすることでKPI生成に必要なデータだけを個別に非同期で計算するので、並列化、省メモリ化が実現できる。またデータ収集のタイミングで演算が開始でき、リアルタイムでKPIの生成が行える。

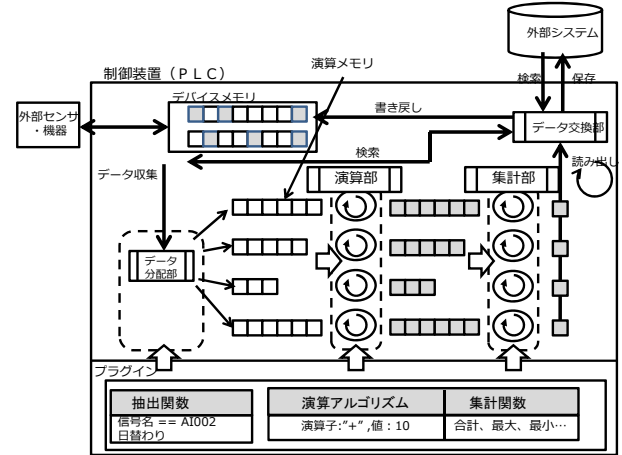


図4 アルゴリズム構成

**プロトタイプの実作**

今回、アルゴリズムの実装をATOM 1.7 GHz メモリ10GバイトのPCボード上にプロトタイプングを行い評価を行った。その結果、256点を500[msec]周期で計測点のデータを収集することができ、取りこぼしなくKPIを生成できることを確認した。このとき平均のCPUの平均使用率は70%、最大メモリ使用量は7Mバイトであった。

**おわりに**

FAむけKPI(Key Performance Indicator)評価環境であるEMS基本機能評価用ソフトウェアのプロトタイプを実装しKPIを演算できる環境を構築することができた。今後は本ソフトウェアに需要予測や運転計画などのEMSアプリを移植し性能評価を行っていく。KPIはダッシュボードなどで多く使われている。MotionBoardなど既にいくつかの製品ができてはいるが、KPIについては簡単な四則演算をベースにした計算式しか記述することができない、今後はこのソフトウェアを使ってKPIの定義しやすさ、演算性能を測定し評価を行っていく。

**参考文献**

- [1] “プラントダッシュボードの基本機能と導入”, 大阪他, ENN, 2010. 04. 25
- [2] “エネルギーマネジメント標準化専門委員会”, <http://home.jeita.or.jp/>
- [3] ISO 22400-2 : <http://www.iso.org/>