

「統合警報監視システム」の開発

佐藤 和浩 広瀬 啓一 斎藤 浩 高島 斉
(技術研究所) (技術研究所) (エンジニア本部) (エンジニア本部)

Development of Integrated Alarm Supervisory System

by Kazuhiro Sato, Keiichi Hirose, Hiroshi Saito and Hitoshi Takashima

Abstract

Facilities management systems require greater diversification and improvements in scalability. In this study, we designed and constructed a scalable framework called the “Integrated Alarm Supervisory System,” which can organically integrate and supervise either a single building or several widely dispersed facilities. Operational tests confirmed that the system was able to satisfy all basic performance requirements. The system is now being applied to the management of widely dispersed facilities.

概要

最近の施設管理システムには、管理対象の多様化への対応とスケーラビリティ向上が求められている。そこで、施設内システムに限らず、広域に分散する施設群を有機的に統合し運用管理できるスケーラブルなフレームワークを考案した。これを応用し、施設管理システムへの一適用事例として「統合警報監視システム」を構築し、実運用を通して基本性能を満足することを確認した。よって、今後の広域施設監視アプリケーションなどへ本システムの展開を図る。

§ 1. はじめに

施設の情報化が進むにつれ、多種多様なシステムが施設内に配置され、施設利用者側の利便性が高まる一方、システム管理業務の複雑化により施設管理側の負担が増大している。また、施設管理の効率化、資源の集中によるコスト削減を目的に、広域に分散する複数施設の遠隔集中監視に対する要求も高まっている。そこで本報では、管理対象の多様化と情報取得範囲のスケーラビリティ向上要求に対応するため、施設内システムに限らず、広域に分散する施設群を有機的に統合し、運用管理できるスケーラブルなフレームワークを提案する。その応用として、施設管理の効率化と高度化を目指して構築した「統合警報監視システム」の概要と、実施設での実証について示す。

§ 2. 開発の背景と目標

2.1 IP 統合システムの必要性

最近の建物では、インフラ構築・運用コスト削減を狙い、BA システム、防災・防犯などの施設管理系システムと電話やプリンタなどの OA 系システム

を、IP ネットワークという共通インフラへ接続する IP 統合ネットワークの適用が進みつつある。

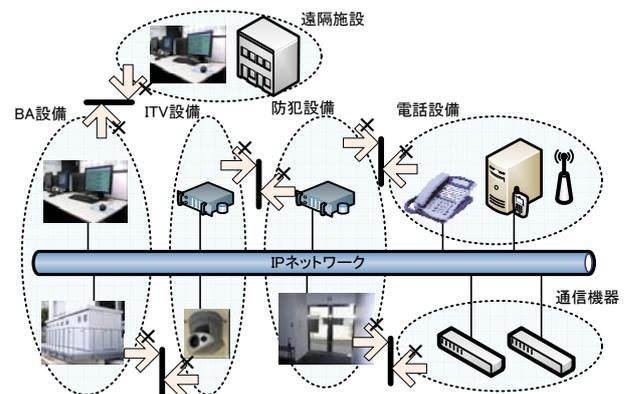


図-1 現状の問題点

このような異機種システム混在環境においては、施設機能の高度化のため、複数システム間におけるシームレスなデータ連携により実現する統合アプリケーションの実装により、IP 統合ネットワークの本来の価値を示すことができる。一方、施設管理運用の効率化を目的に、異機種間接続による複雑な機能連携および単一施設を超えた遠隔・広域監視への要求も高まっているが、これらのシステムは相互運用

性のある共通インタフェースを持たないため接続が困難で(図-1)、案件ごとに閉じた環境にてカスタマイズを行い機能連携を実現しているのが現状である。よって、分散システム間の相互接続によるデータ連携を可能とする共通インタフェースの実装と、これを基にした新たな水平統合アプリケーションの実現が求められている。前述の問題点を整理し、以下の2つの目標を設定した。

2.2 開発目標

①スケーラブルなシステム統合技術の確立

組織内、建物内で閉じていた施設管理・監視システムのネットワークを、大規模な単位(街区、都市レベル)で、あるいは管理主体毎にまとめた形での構築を可能とするために、任意の規模かつ必要な範囲で管理単位を分割統合可能なIPネットワーク技術を確認し、インターネットを介した広域管理・群管理への展開を図る。IPネットワークを介した接続と相互運用性確保、リアルタイムで遅延の無い警報・状態変化の伝達を基本性能として設定した。

②水平統合アプリケーションの構築

異機種システム混在により複雑化する施設運用・管理業務に対して、システム統合により警報や異常信号など施設管理情報の集約と適切な情報提供手法により、日常および緊急時においてオペレータの行動を支援する高度な施設管理システムを開発し、施設の機能維持を図る。よって、オペレータ用操作画面は、非専門家でも取り扱い容易な操作環境と運用状況に応じたオペレータ支援情報の提示を基本性能として設定した。

§ 3. 開発システム概要

3.1 広域対応施設管理フレームワーク

スケーラブルなシステム統合技術の確立のため、異機種間相互接続および広域監視対応という要件を満たす通信プロトコルの選定を行い、「広域対応施設管理フレームワーク」として、施設管理データの連携手順および基本モデルの構成について検討した。

3.1.1 通信プロトコルの選定

異なるシステム間で情報を送受信し、互いにその情報を理解し合うためには、共通言語となる通信プロトコルが必要となる。ビルオートメーション標準プロトコルとしては、BACnet/IP¹⁾が知られている。BACnetは、単一サブネット内に限定した通信を前提としているため、IPネットワーク上でルータやファイアウォールを越えての運用には、BACnet専用ルータ等の特殊な経路制御機器の使用が必要となる。したがって、

BACnetを広域対応の基本プロトコルとすることは、現実的には困難である。これに対し、インターネットの普及により、HTTP(HyperText Transfer Protocol)を通信プロトコルに用いたWWW(World Wide Web)の利用が一般化し、監視制御の分野においてもWebブラウザをユーザインタフェースとして用いる事例も多い。これらインターネット標準技術を利用し、異なるマシン同士のプログラムの連携によりアプリケーションを構築する手法はWebサービスと呼ばれ、その実現手段として策定されたのがXML/SOAP²⁾である。そのため、IPネットワークを介した分散システム間のデータ交換に適用できる。

XML/SOAPのデータ表現は単独のデータに対して冗長なので、トラフィックの増大やレスポンスの低下が懸念されるが、実装が比較的容易な事とXMLによる構造を規定したデータ表現は、広域対応と相互運用性確保に不可欠な特質であると評価し³⁾、本フレームワークの通信プロトコルとして採用した。

3.1.2 施設管理データ連携手順

1) XML/SOAPによる機能連携

SOAP(Service Oriented Architecture Protocol)は分散環境において構造化された情報を交換するために用いられるプロトコルであり、異種システムを疎結合する仕掛けとなる。その動的な振舞いはRPC(Remote Procedure Call)に基づいたものとなっており、HTTP上で実現されるのが一般的である。そのため、IPネットワークやインターネット上での取扱いが容易である。SOAPにおける通信データはXML(eXtended Markup Language)により記述される。

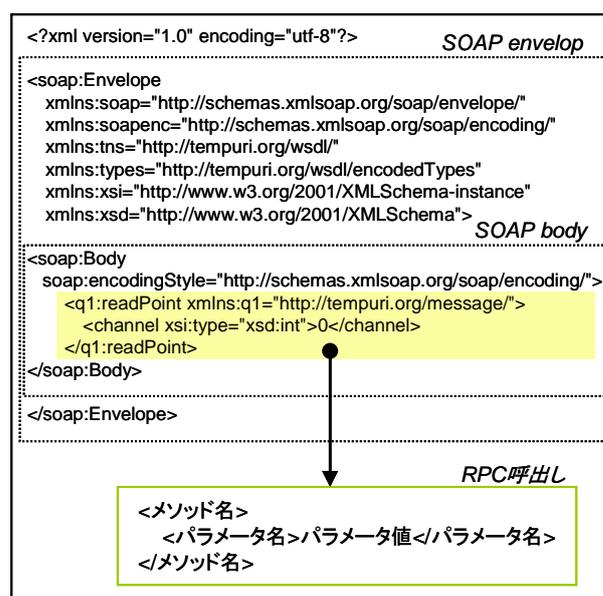


図-2 SOAPメッセージの例

XML はデータへの構造と意味の付与が可能であるため機器間で流通するデータ表現として有用であり、その上、人間可読で取扱いも容易である。図-2は、SOAPメソッドの例である。このような書式にて、サービス提供元であるサーバ側へ実装されたメソッドをクライアントが呼び出すことで、異機種システム相互における機能連携を実現する。

本フレームワークは、このRPC手順を応用し、施設管理データの連携に必要な機能について、他システムから呼び出し可能なメソッドとして定義し、各システムへ実装することで相互連携を実現する仕組みとした。具体的には、管理ポイントの値通知・参照・更新、システム相互の死活確認、全点要求機能などのメソッドを定義した。

2) 基本モデル

図-3は、本フレームワークの基本モデルである。COREサーバは、ローカル側サブシステムと直接通信し、ポイント値の参照・更新などはXML/SOAPを介して実行し、一元的に運転データの収集と蓄積を行う。そのため、画面処理を担うWeb Applicationサーバとは独立させることで、負荷分散を図っている。COREサーバは、サブシステムとの通信インタフェースとして前述したXML/SOAPを主とし、SMTP(Simple Mail Transfer Protocol)およびSNMP(Simple Network Management Protocol)を実装し、多種多様なシステムとの接続を可能とした。

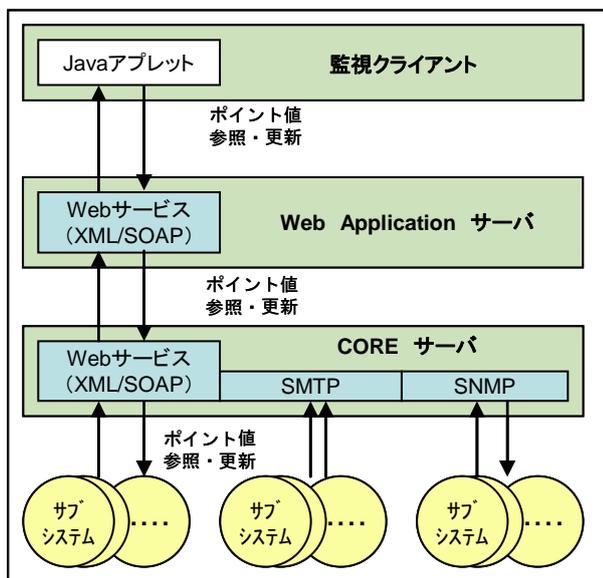


図-3 基本モデル

本システムのクライアントアプリケーションは、Webアプリケーション形式を採用し、Webブラウザをユーザインタフェースとすることで、複数クライアントの同時接続に対応した。Web Applicationサ

ーバは、COREサーバを介してローカル側機器の運転データを取得し、グラフィカルなオペレータ監視画面として提供する。COREサーバ間通信は、XML/SOAPのみを用いて実現している。監視クライアントは、Webブラウザをビューワーとして利用する。Web Applicationサーバへアクセスして、クライアントアプリケーションがダウンロードされ、ビューワー上にて動的でグラフィカルな監視機能が実行される。

3.2 水平統合アプリケーション

前述のフレームワークを応用した水平統合アプリケーション構築のため、分散システムの統合環境下で、施設管理の効率化と高度化を目指し、分散システムの警報監視に特化したアプリケーションとして「統合警報監視システム」を構築した。

3.2.1 施設管理データの集約と統合

施設機能維持のため、障害や異状発生時の早期覚知と迅速かつ正確な状況把握が不可欠となる。そのため、施設管理システムの垣根を越え、OA系システムとの統合と連携を視野に入れ、各システムから収集可能なポイント情報について調査したところ、システム規模や用途により差異が大きいことが分かった。よって、相互運用性を確保するため、管理面で不足する情報については、上位補完する方法にてシステム間の差異を吸収した。サブシステムから移報された警報信号に対して、オペレータが発生事象を理解しやすいよう、建物名称やフロア情報などの詳細について補完し提示する。これらの詳細情報は、予めポイントマスターテーブルへ格納し、必要に応じて参照する仕組みとした。このように、施設管理上必要な情報を補うことにより、様々なシステムを対象とした統合化が可能となる。

3.2.2 初期行動ガイダンス

1) ガイダンス表示機能

従来のビル管理システムでは、監視対象機器の警報や異常発生時には、警報音や機器シンボルの点滅などの手段にて、その発生状況をオペレータへ伝達する「警報監視機能」が実装されている。通常の運用においては、その警報への対応は、管理体制や設備機器が建物ごとに異なることから、個別にマニュアル化され管理している。緊急時の対応では、被害拡大防止の観点から、迅速で的確な初期対応の実施が求められる。従来方式では、オペレータの経験や技量により、対応に差が生じることは否めない。そこで、警報発生時にオペレータに対して、発生事象に応じたガイダンスや必要な情報を素早く提供することで、経験や技量に起因する対応の遅れや人的ミスの防止に効果が有ると考え、「初期行動ガイダンス」機能を実装した(図-4)。ガ

イダンスの表示方法は、手動操作で閲覧できる他、警報発生に連動した強制自動表示も可能とした。行動ガイドの内容は、緊急連絡先や対応手順などについて自由にテキストにて記載できる。本システムの機能維持には、ガイドメッセージが常に実情に即した内容となるよう適切な更新作業が重要である。その他、必要な参照情報として、設備の操作マニュアルや近傍の監視カメラへのリンク情報を表示し、参照作業の効率化を図る。

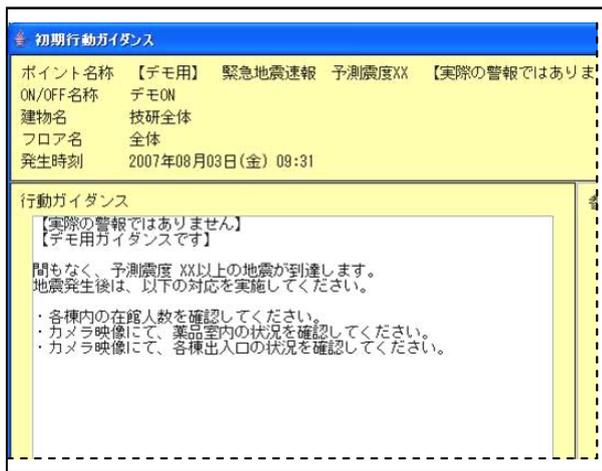


図-4 初期行動ガイドの例

2) 対応状況入力機能

警報への初期対応手順を行動ガイドで示したが、初期対応の確実な実施と効率化ため、発生した警報について、当該警報への対応状況をシステムへ登録する手順を取り入れた。対応状況は、4段階（未対応、対応中、対応不要、対応済み）で選択入力する。併せて、実施した行動を対応内容として、リストから選択入力する。これにより、未対応警報や保留状態の警報をリスト表示して確実に把握できるため、複数クライアントでの協調作業が効率化できる。警報に対する初期対応完了まで警報表示の状態を保持し、見過ごしなどの人的ミスを防止する。警報発生を確実に認知させると共に、対応内容を確実に履歴に残すことで、事後追跡が容易となる。

3.2.3 マンマシンインタフェース (MMI)

1) ソフトウェア構成

本システムのMMIは、前述の通り Web アプリケーション方式を採用している。サーバ機能を提供する Web Application サーバは、Web サーバ上に Web サービスによる複数のメソッドを実装している。このメソッドを利用して MMI 機能を実現するクライアントアプリケーションと CORE 連携アプリケーションが動作し、データ連携を実現している。クライアントアプリケーションに必要とされる画面表示用データは、デ

ータベースにて管理しており、Web サービスを介して、クライアントおよび CORE サーバから参照/更新が可能となっている。

2) 基本動作

クライアントアプリケーションの起動は、通常のホームページを開く操作と同様に、Web ブラウザから所定の URL を入力してアクセスする。Web Application サーバからクライアントアプリケーション (Java アプレット) がダウンロードされ初期画面が表示される。登録済みのアカウント情報を入力し、本システムへログインする。ログイン完了で、自動的に監視画面へ切り替わり、Web サービスを介して画面表示に必要な情報を動的に取得し、監視クライアント機能を実現する。ブラウザを最小化している状態でも、動作を止めず、新たに警報が発生した際は、警報音を鳴動し強制的に画面を最大表示へ戻すことで、オペレータへ確実に警報発生を知らせることが可能となっている。



図-5 グラフィック画面の例

3) グラフィック画面の構成

平面図や系統図を用いて、機器の配置および状態をシンボルで表現するグラフィック画面 (図-5) は、初期表示や画面切替え時の速さが求められるため、背景となる平面図や系統図は、静的な画像として用意し、その上に動的なシンボルを配置する仕組みとし、高速描画を実現した。背景画像およびシンボル画像は、市販の CAD ソフトや描画ソフトを用いて作成することができる。警報シンボルには、ポイント ID、建物 ID、サブシステム ID を紐付けることができ、ポイントごとの発報に加え、建物一括警報、サブシステム一括警報の表現を容易な登録で表現可能となっている。これらシンボルの配置などの情報は、XML の書式を用いた画面定義ファイルとして予め作成し、Web Application サーバへ登録する。図-6 に画面定義フ

ファイルの例を示す。この例では、平常時のシンボルはグレー表示で、本館内のいずれかのポイントが発報した場合、警報シンボルが赤色点滅表示するよう記述されている。

```

<?xml version='1.0' encoding='UTF-8'?>
<alarm_symbol>
  <symbol>
    <symbolID>1</symbolID>
    <title>本館</title>
    <onImage>alert_sensor_red.png</onImage>
    <offImage>alert_sensor_gray.png</offImage>
    <imageX>170</imageX>
    <imageY>387</imageY>
    <point>
      <buildingID>1</buildingID>
    </point>
  </symbol>
  <symbol>
    .
  </symbol>
  .
</alarm_symbol>

```

symbol	シンボルの定義
-symbolID	-シンボルを一意に識別するためのID
-title	-シンボルの名称
-onImage	-ON時に表示する画像ファイル名
-offImage	-OFF時に表示する画像ファイル名
-imageX	-配置位置X座標
-imageY	-配置位置Y座標
-point	-紐付けるポイントの定義
-buildingID	-シンボルに紐付ける建物ID
-subsystemID	-シンボルに紐付けるサブシステムID
-pointID	-シンボルに紐付けるポイントID

図-6 画面定義ファイルの例

§ 4. 施設への適用

4.1 システム概要

管理対象となる敷地内には、実験施設 9 棟および管理施設 3 棟が分散配置されている。本システムによる全棟統合を目標にシステム構築を行い、図-7 に示すように各サブシステムから発生する警報を一元監視し、

クライアント PC 上へ警報表示する。各棟には、自動火災報知設備、ビル管理システムなどが設置され、合計 25 のサブシステムを管理対象として統合し、2006 年 12 月より運用を開始した。一部実験棟の改修工事が完了していないが、最終的な管理点数は約 2,000 点規模のシステムとなる。写真-1 は、管理室へ設置した監視クライアントである。



写真-1 監視クライアント

4.2 監視画面の構成と機能

本システムの監視画面は、図-8 のように 4 つのエリアから構成されている。左側に①メニューエリアを配置し、メニューの項目を選択することで、右側に配置した③メイン画面エリアへ当該画面を切替え表示する仕組みとした。その他、画面上部に②専用ツールバーエリア、下部には④テロップエリアを配置し、現在の発生件数や警報メッセージを表示して、警報発生状況を把握しやすい構成とした。

敷地内には、管理対象となる建物が分散配置していることから、施設配置図を背景として警報発生場所を

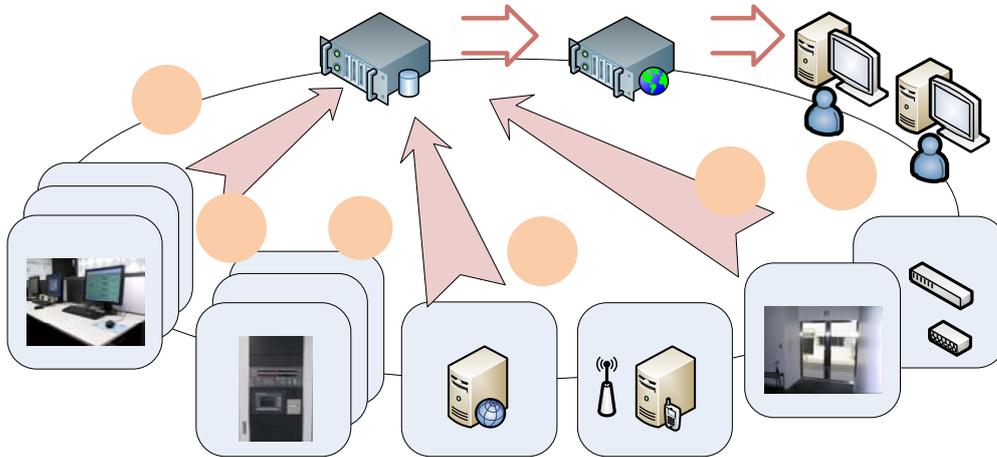


図-7 システム構成図

シンボルにて示すグラフィック画面を作成した。また、サブシステムという分類で発報表示するサブシステム系統図も用意した。いずれも、警報発生時には、該当シンボルが点滅表示することで、警報の発生状況を視覚的に表現する。また、監視カメラが設置した建物には、カメラアイコンを配置し、アイコンをクリックすることで、当該カメラ映像を子画面表示する⑤映像ポップアップ機能を持つ。その他、警報発生状況をリスト表示する「警報リスト」、過去の履歴を検索表示する「警報履歴」、日報データ出力用に「帳票」を用意した。いずれも、印刷、CSV形式でのファイル出力が可能となっている。



図-8 監視画面の構成

4.3 運用状況

監視クライアントは、施設管理室などへ計3台設置した。監視クライアントの操作は、平日就業時間内は、施設管理スタッフが、夜間休日は警備スタッフが担当している。平日では、平均して一日当たり軽微な警報が10件弱発生している。その内訳は、防犯センサの発報、空調・熱源機器の故障警報などであった。警報発生時では、迅速かつ確実に状況確認・対応状況入力操作が実施され想定通りの運用がなされており、施設機能の維持に寄与している。

<参考文献>

- 1) BACnet ビルディングオートメーション用データ通信プロトコル(原題: A Data Communication Protocol for Building Automation and Control Networks (ANSI/ASHRAE 135) 1995), American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, INC, (社団法人電気設備学会訳), 2000
- 2) SOAP Version 1.2 Part1: Messaging Framework, World Wide Web Consortium (W3C), <http://www.w3.org/TR/2003/RECsoap12-part1-20030624/>, 2003
- 3) 広瀬 啓一, 「広域対応施設管理フレームワークの検討」—XML/SOAPを基とした統合監視制御システムの開発— 2007年度日本建築学会大会学術講演梗概集(九州)A-2, pp.493-494, 2007年8月

§ 5. 結果と考察

IPネットワークへ接続するBA系システムとOA系システムの統合を「統合警報監視システム」により実現し、実運用を通して相互に悪影響が無いことを確認した。また、異機種システム統合環境において、日常および緊急時における状況把握に不可欠な施設管理情報を上位補完することにより、下位システムに依存しない均一な情報提供が可能となった。

警報メッセージをXML/SOAPにて送信する場合、メッセージ容量は約1.1Kbyte/件となる。ローカル側からの発報を監視クライアントにて表示するレスポンス測定結果は、警報1件当たり約70msecとなり、遅れなく警報移報できることを確認した。したがって、施設管理システムの広域対応のため、XML/SOAPに基づく施設管理データ連携技術の確立により、システム配置の自由度と相互運用性が確保され、レスポンス等の性能上も問題ないことを確認できた。また、棟屋が分散しサブネットが異なる環境においても良好に動作することが確認できたことから、複数の建物を管理対象とした街区レベルへの適用も可能と考えられる。通信障害時における対策などについては、構内という条件下での最低限の検討と実装にとどめたが、広域環境下における各種障害対策については、今後の検討課題とする。

§ 6. おわりに

本開発では、広域監視への展開を視野に入れた施設管理データ連携技術を確認し、その応用として「統合警報監視システム」を構築し、実施にて実証した。

施設内全棟を対象に警報情報を集約し、発生箇所の表示と適切な初期行動ガイダンスの提供により、オペレータの習熟度に依存せず、非専門家でも的確な初期対応が可能となり、施設機能の維持に効果があると考えられる。今後は、蓄積した運用データの解析および施設管理スタッフへのヒアリングの実施により意見要望を抽出し、システムの適正運用のフォローおよび広域展開に向けて、さらなる検討を進めて行く所存である。