

分散処理による広域設備監視システム

大矢 彰、高橋 義男、足立 俊雄、本木 利昌

横河電機(株)ソリューション開発センター
武蔵野市中町2-9-32

概要

下水処理場やポンプ場のように広域に配置された施設の設備異常の早期発見、防災、安全、現場パトロールの省力化を目的に、現場設置形のインテリジェントステーションにより分散処理が可能な広域設備監視システムを開発した。人間の五感に相当する、設備監視専用のマルチメディアセンサとして小形防爆形監視カメラと防水形本質安全音響センサを開発した。オープンなLAN、広域通信ネットワークを用いて効率よい広域設備監視が可能である。

キーワード

広域設備監視、分散処理、マルチメディアセンサ

1. はじめに

下水処理場等のプラントにおいてはDCS化による運転の自動化が進展し、定常状態での運転員の人数は減少してきている。また、無人のポンプ場等からの圧力計、流量計等のセンサ出力、スイッチング信号はテレメータにより伝送され、省人化がはかられている。しかし、これらのセンサ出力の遠隔監視だけでは設備の異常検知を十分に行うことは困難であり、定期的なパトロールは必要である。異常の早期発見、防災、安全、現場パトロールの省力化を目的に、現場設置形のインテリジェントステーションによる分散処理を用いた広域設備監視システムを開発した。

パトロールマンは五感を用いて、通常状態との違いから設備の異常を検知している。例えば視覚により蒸気漏れ、油漏れ等の異常を、聴覚により回転機の異常、高圧ガスの配管からの漏れを検知している。また、触覚により回転機等の振動異常を、臭覚によりガス漏れや、油漏れ等を検知している。このように、パトロールの省力化を実現するためには五感に相当するセンサを用いる必要がある。このために、設備監視専用の小形監視カメラ、防水形音響センサを開発した。画像データや音響データは、マルチメディア技術の進歩により容易に伝送、処理を行うことができるようになってきた。インテリジェントステーションで信号処理、データ処理を自律分散的に行うことにより、拡張の容易な設備監視システムを構築できる。

2. システム構成

図1に広域設備監視システムのシステム構成を示す。現場の監視対象機械に、予想される異常に応じて監視カメラ、音響センサ、振動センサ等適切なセンサを選択して設置する。センサは設置雰囲気に応じた、防水構造、防爆構造が必要である。センサ信号出力を現場に設置されたインテリジェントステーションに接続する。インテ

リジェントステーションは監視カメラ、音響センサ、振動センサ等の複数の種類のセンサ信号を入力し、処理する。また、監視カメラの切り替え処理と映像の伝送を行う。音響センサ、振動センサ信号をA/D変換し、積分等の一次演算処理を行い、その結果を用いて異常検知処理を行う。さらに、必要に応じて異常検知されたデータの精密診断処理を行う。

インテリジェントステーションは、対象装置のエリア毎に複数台が設置され、ステーション間は1本のLANにより接続されている。フィールドが広範囲の場合は光LANにより伝送距離を延長する。ポンプ場のように広域に配置されている場合には、広域通信ネットワークにより伝送する。

インテリジェントステーションからの警報あるいはデータはLAN、広域通信ネットワークにより、中央制御室に設置されたオペレータズコンソールに伝送される。オペレータズコンソールは、オペレータに警報を発するとともに、診断結果の表示等のマンマシンインタフェースを実行する。

監視カメラからの映像の伝送は、静止画像伝送の場合はLAN、広域通信ネットワークにより行う。動画を伝送する場合は、専用のビデオケーブルを敷設し伝送する。また、画像処理により異常検知を行うためのイメージプロセッシングステーションは、現在は中央制御室に設置して集中処理を行っている。

本システムでは、設備監視専用のマルチメディアセンサ、現場設置形のインテリジェントステーションによる異常検知・診断の分散処理、PCベースのオープンシステムを採用し、低コストで、高信頼の異常検知が可能な設備監視システムを実現している。

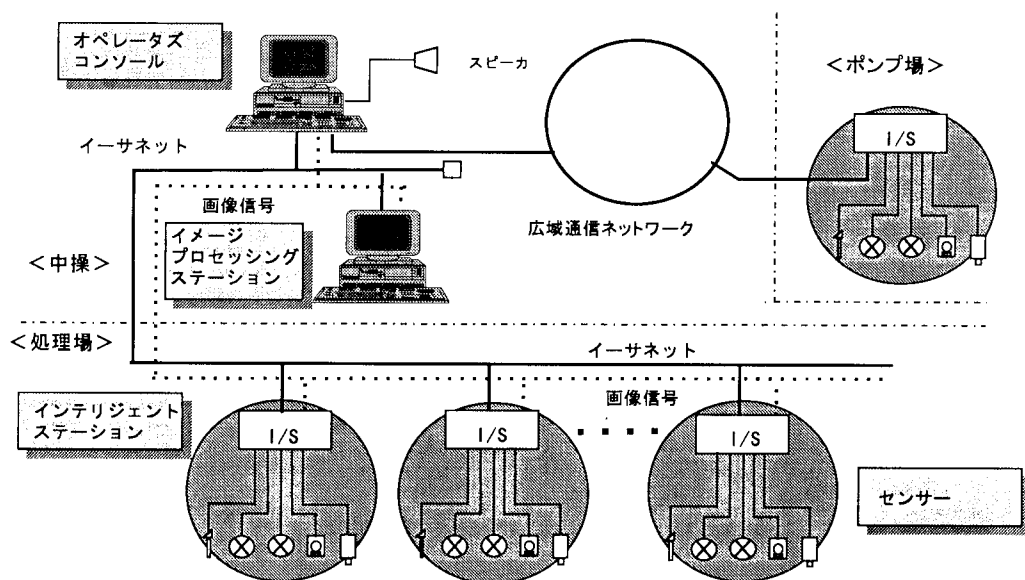


図1 広域設備監視システムのシステム構成

3. 設備監視用マルチメディアセンサ

画像、音響のマルチメディア信号を取得するためのセンサは、設備監視用として小型・軽量、対環境性、防爆構造が要求される。この用途のために設備監視専用のマルチメディアセンサを開発した。

(1) 小形防爆形監視カメラ

設備監視のための監視カメラは、狭隘な場所に設置される場合が多く、また過酷な条件で使用される場合が多い。従来の監視カメラ、特に危険雰囲気で使用される耐圧防爆形カメラは大型、重い、高価格という問題点があり、設備監視に使用することが困難であった。最新のCCDカメラ技術を採用して、小形、軽量、低価格の耐圧

防爆形監視カメラを開発した。図2に外形図を、表1に主な仕様を示す。

1/3インチカラーCCDセンサ、専用信号処理LSIを使用し、高密度表面実装技術により小形のCCDカメラボードを実現し、専用の耐圧防爆ケースに収容した。大きさはφ130×290mm、重量は約3.6kgと従来の1/2～1/3以下である。高温仕様の電子部品の採用により、使用温度範囲は-10℃～60℃(従来の上限50℃以上)と、冷却機構無しで高温下でも使用できる。耐圧防爆形ワンタッチコネクタ構造およびフォーカス外部調整機構の開発により、設置工事性、メンテナンス性に優れている。

表1 小形防爆形監視カメラの主な仕様

撮像素子	1/3インチITカラーCCD
信号方式	NTSC方式
有効画素数	510(H)×492(V) 25万画素
解像度	水平330TV本
最低被写体照度	5 lux/F1.2
S/N	46dB
CCDアイリス	1/60～1/2000 (自動)
電源	DC24V
消費電力	2.5W
レンズ	f3.5, 6, 12mmより選択
構造	耐圧防爆構造 Exd IIB+H2T6
防水構造	IP65
ケース材質	耐食性アルミニウム合金
塗装	ポリウレタン耐食塗装
周囲温度	-10～60℃

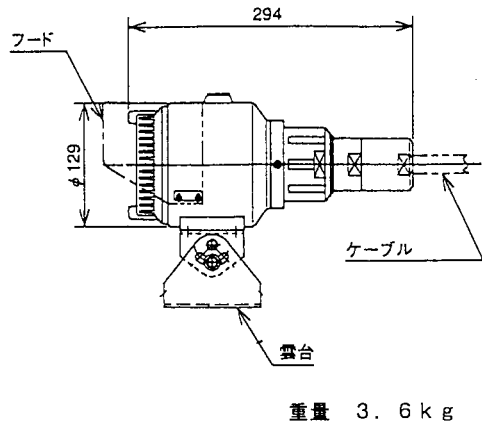


図2 小形防爆形監視カメラの外形図

(2) 防水形本質安全音響センサ

音響センサは可聴帯域では回転機の異音検知、超音波帯域では配管からのガス漏れ等を検知できる。危険雰囲気で使用される場合があるので、安全保持器と組み合わせて本質安全防爆構造とした。音響信号は4～20mAの電流信号で伝送する。図3に音響センサの構成を示す。100Hz～20kHzの可聴帯域用と20kHz～100kHzの超音波帯域用の2種類あり、超音波帯域用はヘテロダイン検波を行い、可聴帯域に周波数をシフトして伝送する。屋外使用のための防水構造を開発した。防水性と音響検出感度、周波数特性を確保するため、音響信号の透過損失を最小限に押さえるように構造を最適化した。これにより、IP64相当の防水構造を実現した。表2に音響センサの主な仕様を示す。

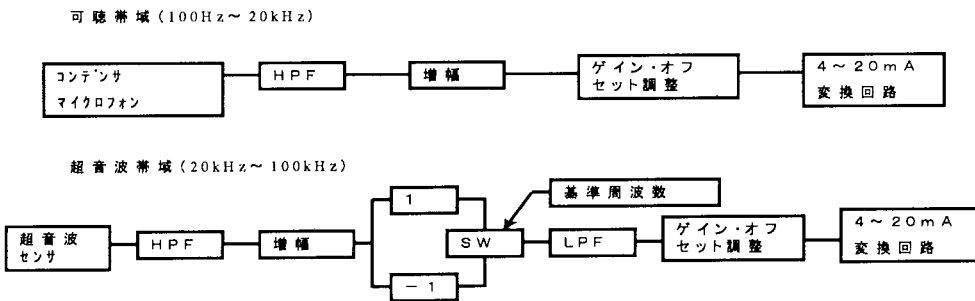


図3 音響センサの構成

4. インテリジェントステーションによる分散処理

設備監視システムの信号処理の流れを図4に示す。監視カメラ信号は、インテリジェントステーションに入力され、複数の監視カメラの映像信号を切り替えて、選択した映像信号を中央操作室に伝送する。各エリアのインテリジェントステーション間はビデオケーブルをカスケード接続して、ケーブルの敷設は1本で済む。映像信号はイメージプロセッシングステーションに入力され、画像処理による異常検知を行う。画像処理を行わない映像信号は、オペレータズコンソールで監視することができる。

インテリジェントステーションでは音響センサ、振動センサの入力信号をAD変換し、積分、フィルタリング、ピーク値検出等の一次演算処理を行う。一次演算処理結果と予め設定した閾値を比較して、異常検知処理を行う。異常検知した場合、アラームをオペレータズコンソールに発報する。転がり軸受、減速機等の精密診断の対象に設定されている設備については、FFT演算でパワースペクトラムを求め、データの精密診断を行い異常原因の分類、推定を行う。異常検知された場合の諸データはオペレータズコンソールのデータベースに格納され、後で解析を行うことができる。また、定時データもデータベースに格納されるので、設備の傾向値管理を行うことができる。

運用時には、インテリジェントステーションからオペレータズコンソールに伝送されるのは、アラーム情報と定時情報である。それ以外の時は、インテリジェントステーションは一定周期で設備監視を自律的に行っている。また、各エリアのインテリジェントステーションは、担当エリアの設備監視を分散処理している。したがって、広域に存在する設備をオープンなLAN、広域通信ネットワークを用いて、効率よく監視することができる。システムの拡張も容易に行うことができる。

5. おわりに

インテリジェントステーションによる分散処理を用いた広域設備監視システムにより、設備異常の早期発見、防災、安全、現場パトロールの省力化を進めることができる。小形防爆形監視カメラおよび防水形本質安全音響センサの設備監視専用のマルチメディアセンサにより、様々な設備の監視が可能である。

今後は、画像処理も含めた分散処理システムを実現し、さらに機能を向上させていく。

参考文献

- (1) 大矢、御厨他：マルチメディアセンサによる広域設備管理、第33回下水道研究発表会講演集、1018-1020 (1996)
- (2) 大矢：画像処理によるプラントの異常検知、計測技術、Vol. 24、No. 8、102-106(1996)

表2 防水形本質安全音響センサの主な仕様

	可聴帯域	超音波帯域
方式	コンデンサマイクフォン	圧電センサ
周波数帯域	100Hz～20kHz	20kHz～100kHz
出力	4～20mA	
周囲温度	-10～60℃	
防水構造	IP64	
防爆構造	本質安全防爆	
外形	φ105×180mm	
重量	約2kg	
伝送距離	100m	

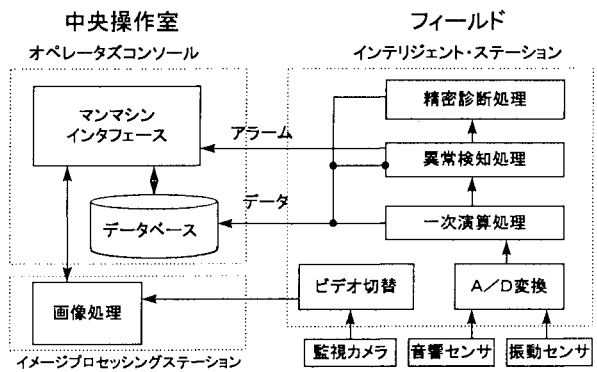


図4 設備監視システムの信号処理の流れ