

# モバイルリモート監視ASP設計法

— 4階層オブジェクト管理モデルに基づくモバイルリモート監視システムの開発 —

村田 嘉利† 杉浦 克尚† 石原 進‡ 佐藤 文明‡ 水野 忠則‡  
†株式会社NTTドコモ東海 ビジネス事業本部 〒460-8468 名古屋市中区栄4-1-8  
‡静岡大学 情報学部 〒432-8561 浜松市城北3-5-1

E-mail: † ymurata@docomo-tokai.co.jp, sugiur-k@docomo-tokia.co.jp ‡ ishihara@ishilab.net,  
sato@cs.info.shizuoka.ac.jp, mizuno@mizulab.net

あらまし 移動通信システムの1つである無線パケットシステムが導入されるにともない、その監視機器の設置場所に対する制限の少なさとセッションの常時接続性を利用して工作機械を始めとする各種機器のリモート監視が産業界で注目され始めている。その導入に当たって、多くの中～小規模事業者は、システムの保守監視を含めた投資コストの高さから、必要性を理解しながら導入に躊躇しているのが実情である。この問題への解決策の1つが監視サーバを複数の企業で利用するASP(Application Service Provide)である。モバイルリモート監視システムをASPとして提供するには、課題である各事業者の要望に対するカスタマイズへの対応、管理の容易性と各導入企業の独立性確保を克服する必要がある。

本論文では、監視対象をクライアント/データロガー/デバイス/センサーの4階層で管理するモデルの導入およびデータロガーの自立分散制御化により、リモート監視に必須である早期アラーム信号送出とASPとして提供するためのカスタマイズ性、管理性が図れることを述べる。また、データロガーとして東芝機械株式会社のTC-miniを利用した際のシステム構成、プログラム構成およびシステム特性を紹介する。

キーワード リモート監視、データロガー、無線パケットシステム、ASP

## Design Scheme of the Multi-Sharing Mobile Remote Monitoring System

- The four layers object management model and the practical system -

Yoshitoshi Murata †, Katsuhisa Sugiura † Susumu Ishihara ‡, Fumiaki Sato ‡ and Tadanori Mizuno ‡

† Business Communication Division, NTT DoCoMo Tokai, Inc.  
4-1-8, Sakae, Naka-ku, Nagoya-shi, Aichi 460-8468 Japan

‡ Faculty of Information, Shizuoka University  
3-5-1, Johoku, Hamamatsu-shi, Shizuoka 432-8561 Japan

**Abstract;** a remote monitoring of various device distributed wide area is strongly demanded to cut down their maintenance cost. With the introduction of wireless packet systems, the mobile remote monitoring system has started to propagate, because of a less limit to establish remote monitoring devices and characteristic of always connectivity. However, in case of many small to medium sized corporations, they have been hesitating, although they understand this necessity, because of high investment costs involved in the maintenance of monitoring systems. One solution to this problem is the ASP (Application Service Provider). There are certain problems that the ASP has to overcome to provide this service as a mobile remote monitoring system. These include responding to the customized demands of each business, flexibility in its response to increased sophistication, the ability to manage efficiently, and lowering costs. This article will present the four layers object (Client/Data logger/Device/Sensor) suits for MMRM, and the decentralized control scheme cause shortening of delay period of an alarm signal transmission. The practical system in which Toshiba Machine's TC-mini is used as a data logger will be introduced. In addition, system characteristics will also be described.

Key words; Remote monitoring, Data logger, Wireless packet system, ASP

## 1. はじめに

近年、ドコモのDoPa<sup>\*1</sup>等の無線パケットシステムの導入にともない、iモード<sup>\*2</sup>を始めとするモバイルインターネットサービスが急速に普及している。その一方、無線パケットシステムの特徴である場所的制限の少なさ、情報量課金、そしてセッションの常時接続性を活かして、リモート監視システムの導入が産業界で静かに進んでいる。その多くが、監視サーバ等の運用保守を自らできる中堅以上の企業による導入が中心であった。しかしながら、リモート監視の導入希望としては、大企業だけでなく中～小規模事業者からも要望が強まっている。この要望に応え、リモート監視の導入を促すためには、保守設備を含めたトータルとしてのシステム導入コストを低く抑えることが必須である。その解決策の1つがアプリケーションサーバを複数のクライアントあるいは企業で共用するサービス形態であるASPであるが、その実現にあたっては、障害の早期検知や必要データの取得といった遠隔監視システムとしての基本機能に加えて、

- ・導入企業毎の要求に対応できるカスタマイズ性
  - ・管理の容易性と各導入企業の独立性確保
- といったASPとしての条件を満足する必要がある。

既存のリモート監視システムの多くは、シーケンサベースのデータロガーに1つないし数個のセンサーが接続され、無手順プロトコルでサーバとの間のデータ授受を行なう構成になっている。それ故、個々のセンサーについてデータの取得タイミングや取得条件を変更することも容易ではない。また、当然であるが、プロトコルを含め、各システムに特化して開発されており、汎用性に欠ける。

研究レベルとしてWIDEのInternetCarプロジェクトにおいて、専用開発した車載コンピュータにGPSやワイパーの作動センサー等のセンサー類を接続し、自動車を通して渋滞状況や天候等の情報を得る、あるいはドライバーに対して映像等のストリーム配信を行なう実験が行われている<sup>\*3,4</sup>。システム構成は、OSとしてBSDを搭載した車載コンピュータを無線パケットシステムや無線LANを通してサーバに接続する構成となっている。センサー情報等の情報を車載端末からサーバへの転送するプロトコルとしてはSNMPおよびMIB Socket<sup>\*5,6</sup>を

利用している。SNMPを使用した場合、サーバサイドのマネージャが車載端末上のエージェントに対してセンサーを指定してデータの転送要求をする必要がある。走行経路のトレースやワイパーの作動状況を把握するためには、数分間隔でサーバから車載端末に対してポーリングする必要がある。更に障害監視という点では、障害発生からアラーム通知までの時間が大きくなる可能性がある。これらへの対応として短い周期でポーリングした場合、時間課金あるいは情報量課金システムを採用している商用の移動通信サービスでは、通信料金が多大となり商用利用としては現実的ではない。

四国電力は家電機器や業務用機器をネットワークに接続し、それらを総合的に制御するプラットフォームとしてOpen Planet<sup>\*7</sup>を提唱し、ビル管理システムや温室栽培支援システム等、多様なシステムを提供している。Open Planetでは、パーチャルマシン技術やエージェント技術を開発することにより、システムを効率的に開発可能としているが、ASPとしての提供とは異なり、システムを共有する設計とはなっていない。

無線パケットシステムを利用したリモート監視システムをASPとして提供するために要求されるカスタマイズ性と管理の容易性、各導入企業の独立性を満足するため、本研究では、以下の設計コンセプトを提唱し、実システムの開発を行った。

- ・ 4階層オブジェクト管理モデル: 監視対象をクライアント/データロガー/デバイス/センサーの3階層のオブジェクトに分けることにより監視対象を一元的に管理する。
- ・ データロガー自立分散制御: データロガーが自立的動作し、障害検出やアラーム信号の送出等を行なう。
- ・ メール伝文のスクリプト化: 保守運用者へ報知するメッセージ中において、障害を起こしたデータロガー/デバイス/センサーを自動的に指定するスクリプトを提供する。

以下、第2章ではASPとしてのリモート監視システムへの要求条件を明確にし、第3章において4階層オブジェクト管理モデルを中心に設計モデルについて述べる。第4章においてデータデータロガーとして東芝機械株式会社のTC-mini<sup>\*8</sup>を利用し

た時のASPサーバの実装形態およびシステムデータを紹介する。

## 2. モバイルリモート監視 ASP への要求条件

リモート監視システムは、大きく

- ・ アラーム通知機能: 監視対象に問題が生じた場合、緊急対処に必要な情報と共にアラーム信号を保守者に早急かつ確実に通知する。
- ・ 状態監視機能: 監視対象の状態を示すセンサーからのデータを確実に監視者に伝送し、状態表示する。

の2つの要求機能からなり、監視対象によってはアラーム通知機能のみを利用する場合がある。カスタマイズ性としては、

- ・ クライアントの希望するデータロガーへの対応
- ・ クライアントの希望するセンサーへの対応
  - センサー数/種類の追加・削除への対応
  - センサーデータの処理内容の変更
- ・ メール伝文のカスタマイズ

が要求される。アラーム通知機能として上記要求条件を実現するため

- ① クライアントが障害と判断する条件を監視端末からサーバ経由でデータロガーに対して設定可能とする。
- ② 障害対処に必要な情報として、障害情報(データロガー識別、センサー識別、アラーム発生時刻、異常内容、他)に加えて監視対象機器のプロファイルを保守者に早期に伝送する。
- ③ データロガーが能動的に障害を検出し、アラーム情報をサーバおよび保守運用者の端末に送出する。

が挙げられる。状態監視機能としては、

- ④ センサーの出力データ(通常はアナログ情報)をリモート監視システムに一時保存する。場合によっては移動平均等のデータ処理を行った上で、デ

ータ取得時間と共に一時保存する。

- ⑤ クライアントが監視端末を使って、データ取得および送出条件、さらにデータの処理内容を監視端末から変更可能とする。
- ⑥ データロガーからサーバに対してデータ送出するプッシュ型データ伝送機能
- ⑦ 監視端末からの指示に基づいてデータをサーバに送出するプル型データ伝送機能
- ⑧ サーバが受信したデータを保守運用者が希望するように表示する。

が必要となる。

更に、サーバ設備を共有するため

- ⑨ 個々のクライアント企業の独立性確保
  - ・ サーバは複数のクライアント企業に対して共用することから、各クライアント企業に関するデータをソフトレベルで独立を確保
  - ・ クライアント企業毎にその監視対象のプロファイル管理

が求められる。

## 3. 設計コンセプト

### 3.1 4階層オブジェクト管理モデル

モバイルリモートモニタリングへの要望が強い対象物としては、

- ・ 定期点検対象機器: 配電盤、ガスメータ、他
- ・ 独立機器: 自動販売機、洗車機、他
- ・ 農業/漁業設備: 温室、養魚場、他
- ・ 移動体: 自動車、他

がある。モバイルリモート監視システムの構成は、図1に示すように、センサー/データロガー/無線

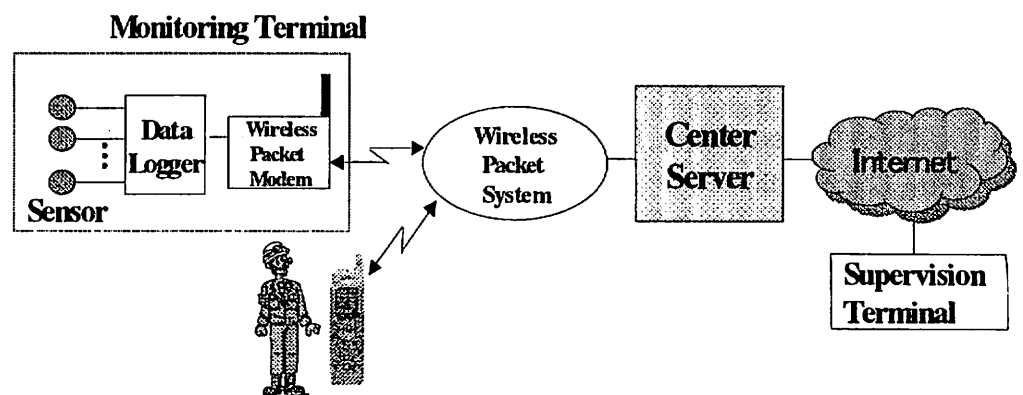


図1. モバイルリモート監視システムの一般構成

パケットモデムから成るモニタリング端末、センターサーバおよび監視端末の3つのノードから構成され、モニタリング端末とセンターサーバの間は無線パケットシステムで接続される。センターサーバと監視端末間は、専用線も考えられるがADSLを初めとするブロードバンドインターネットの普及に伴いインターネットの利用が望ましい。

監視対象とセンサー、データロガーとの関係は、  
 モデル 1; 各機器(デバイス)に複数のセンサーを付け、1つのデータロガーで複数の機器を監視  
 モデル2; 自動車のように構成部品が複数の系統に分類され管理されており、各部品に1つないし複数のセンサーが付けられている機器を監視  
 に分かれる。物理的には両者の構成は異なるが、モデル2の系統をモデル1のデバイスとみなすことにより、論理的には両モデルは同一となり、データロガー/デバイス/センサーの3階層構造となる。ASPとして、サービス提供するためには、機器の監視に先立ちクライアント企業を管理する必要があることから、図2のような4階層モデルで監視対象を管理することが望ましい。

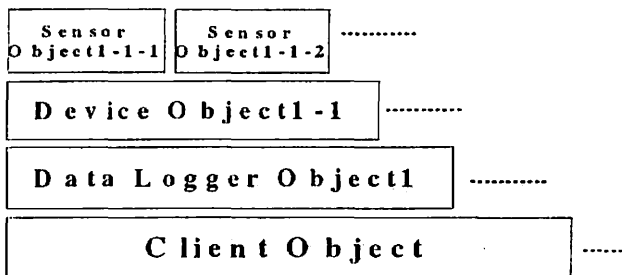


図2. 4階層オブジェクト管理モデル

各オブジェクトの機能は、以下の通りである。

<Client Object>

- ・ クライアント企業とそのサービス内容の管理
- ・ アクセス件管理; アクセス者管理
- ・ 監視システムの構成管理

<Data Logger Object>

- ・ データロガーの状態管理
- ・ データロガー内のタイマー同期制御

<Device Object>

- ・ デバイスあるいはシステム系統の情報および状態管理
- ・ デバイスあるいはシステム系統の障害判定条

件の設定

<Sensor Object>

- ・ センサーの状態管理
- ・ センサーデータの閾値設定およびデータ処理
- ・ センサーデータの送受信制御

3.2 データロガーの自立分散制御

データロガーをサーバからの指示に基づいて動作する形式ではなく、センサーデータやアラーム信号の送出条件、センサーデータの処理内容(場合によっては処理プログラム)のみをサーバからデータロガーに指示し、その後はデータロガーが自立的に動作する形式とする。これにより、障害発生時のアラーム通知等の遅れ解消、要求条件にあったときのみデータを送出することによる送信データ量の低減、しいては通信費の低減が可能となる。但し、緊急にデータを取得したい事態に対応するため、監視端末からの指示によるデータ取得機能を設けておく必要はある。

高機能化に伴うバグや落雷等により、データロガーが動作しなくなることがある。また、通信システムとして無線パケットシステムを使う場合、通信回線の不安定さからセッションが切れることがある。そのため、リモート監視サーバからデータロガーに対して動作確認のための監視パケットを送り、応答の有無を確認する機能を提供する。パスを常に確立するために、リモート監視サーバからデータロガーに対してだけでなく、データロガーからリモート監視サーバに対しても能動的にPPPを起動してパスを確立する機能を提供する。

4. Multi-sharing Mobile Remote Monitoring System

データロガーとして東芝機械の TC-mini を使用し、上記の設計コンセプトによりシステムMMRMの開発を行った。

4.1 システム構成

システム構成としては、ASPとして多くの企業クライアントに対してサーバ設備を共用することもあり、図3に示すように

- ・ 各種センサーが接続されたデータロガー
- ・ データロガーからのデータを一時蓄積し、監視端末に配信するためのセンターサーバ(Mobile

Remote Monitoring Center; MRMG)

- データ一時蓄積サーバ(Sensor Data Storage Server)
  - WWW/SMTPサーバ
  - クライアント管理サーバ(Client Management Server)
  - 保守／運用端末(Administration Terminal)
- ・ 監視端末(Supervision Terminal)

の大きく3つのノードから構成する。後ほど述べるようにモジュール構成として、クライアント管理とデバイス管理を分離している。クライアント管理は、ASPとして企業クライアントに提供するサービスとして共通的な必須機能であることから、デバイス管理を行なうサーバとは分離した。同様の理由からメール送信のためのSMTPサーバも分離した。

データロガーは、センサーからのデータを受信し、必要に応じ処理する。その結果をサーバとの間にTCP/IPによりパスを確立し、MRMCにセンサーのデータを送出する。機能としては、

- ・ センサーからのデータを受信
- ・ 受信したデータの処理
- ・ サーバからの指示に基づいて、定期的にデータをサーバに送出あるいは送出停止
- ・ 異常データを検出した場合、アラーム情報をサーバに送出
- ・ サーバからのデータ送出条件／送出停止指示を受信
- ・ サーバからの指示によるセンサーデータ送出である。

MRMCでは、データロガーから送られてきたデータを一次蓄積に監視端末からの要求に応じてデータを転送する。また、アラーム情報を受信した場合、あるいは受信データの閾値が特定の値を超えた場合には、保守監視者等にアラーム信号をページャあるいは携帯メール等で保守者に周知する。機能としては、

- ・ アクセス権管理およびクライアント企業のプロフィール管理
- ・ データロガーの構成管理
- ・ データロガーからの送信情報の一時蓄積

- ・ 保守者に対するアラームをインターネットメール経由でページャあるいは携帯電話に送出
- ・ 基本操作画面をWWWベースで提供。PC端末およびモバイルインターネット端末対応を準備
- ・ 基本操作以外を要望するクライアントに対するAPIの提供

監視端末は、Webベースでセンサーからのデータを保守者の希望するグラフ形式で表示、あるいはリモート監視サーバからのデータダウンロード等を行なう。

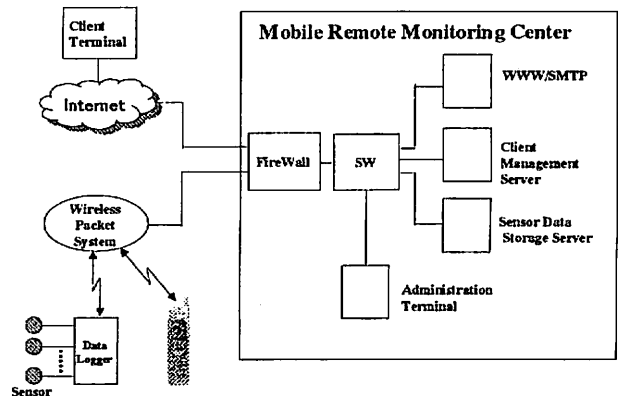


図3. MMRMのシステム構成

#### 4.2 機能ブロック構成

東芝機械のTC-miniの制限を考慮して、上記の機能を実現するためのセンターサーバブロック構成を図4に示す。

クライアント管理部は、クライアントの契約状況や問い合わせへの対応に必要なデータを管理すると共に、リモート監視サーバへの監視端末およびデータロガーからのアクセス権を管理する。

コネクション部はデータロガーとの間でTCP/IPによりパスを確立する。その上位プロトコルとしては、複数のデータロガー対応する必要があることからマルチセッションに対応した汎用プロトコルとしてHTTPを利用することが望ましい。しかし、TC-miniの機能上の制限からHTTPをフルサポート出来なかったため、データロガーからリモート監視サーバへの上り回線のみHTTPをサポートすることにし、データ受信部でデータロガーから送られてくるデータを受けられるようにした。下り回線について

は、TC-miniが汎用プロトコルでなく固有のプロトコルを採用していたことから、コマンド組立部においてデータロガーへの制御信号を組み立てることとした。このモジュールを変更することにより、他のデータロガーにも対応可能となる。

データベース DB としては、データロガーから送られてきたデータに関するものとデータロガーに接続されているセンサーの構成に関するものの2つから成る。データの扱いの容易さから、各 DB をそれぞれ個別のオブジェクトと見なすことにした。それに伴い DB へのインタフェース部を分けることとした。API 部はリモート監視システムの操作部を作成するためのインタフェースを提供しており、Web ベースで操作画面を構築可能となっている。

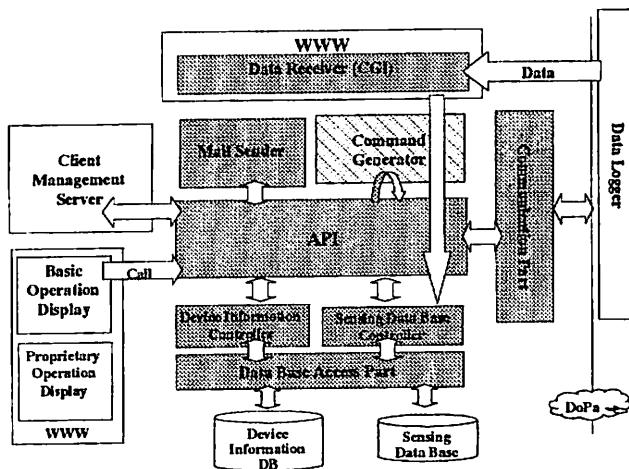


図 4. MMRMセンターサーバのブロック構成

### 4.3 アラーム送出遅延特性

データロガーで障害を検出してからアラームを受信するまでの時間を測定した。その結果を図5に示す。試験は、データロガーの送信ボタンを押下し、リモート監視サーバがiモード端末に対してメールを送出するまでの遅延時間を測定した。

今回の測定では、ほぼ10秒以内に送出完了していることが分かった。

### 5. まとめ

リモート監視システムをASPとして提供するために必要となる機能を整理し、監視対象の管理にクライアント/データロガー/デバイス/センサーの4階層モデルを含め、カスタマイズ化、リモート監視サーバ設備の共有のために導入した技術を述

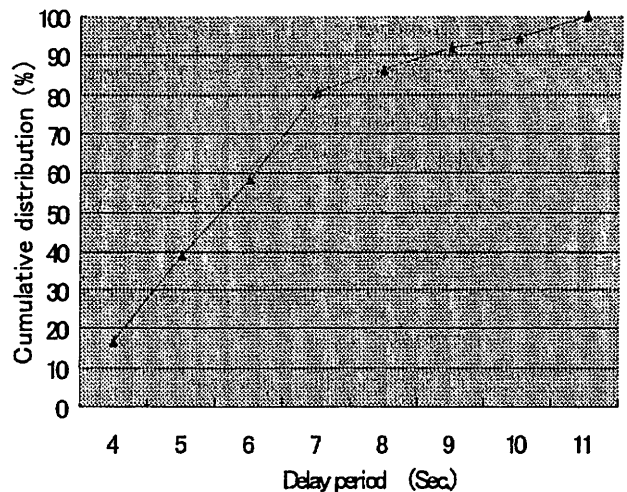


図 5. アラーム信号の送出遅延特性

べた。また、それをデータロガーとして東芝機械のTC-miniを対象として開発したモバイルリモート監視システムMMRMについて、システム構成、ブロックダイアグラム、システム特性を紹介した。リモート監視システムに要求されるアラームの送出に対しては、障害検知からメール送出まではほぼ10秒以内に完了しており、実用上問題がないと考えられるデータを得ている。但し、メールを受信完了するまでの遅延としては、メールシステムに影響をうけるためことから、商用サービスでは迷惑メールの影響を排したドコモの特定接続サービスを採用している。

### 参考文献

- (1) 大貫 他、「移動パケット通信システム特集」, NTT DoCoMo テクニカルジャーナル Vol.5, No.2 (July 1997)
- (2) 榎 他、「iモード・サービス特集」, NTT DoCoMo テクニカルジャーナル Vol.7, No.2 (July 1999)
- (3) <http://www.sfc.wide.ad.jp/InternetCAR/about/>
- (4) 植原 他、「インターネットと自動車」, 情報処理学会誌 43 巻4号 (April 2002)
- (5) A. S. タネンバウム, 「コンピュータネットワーク」 pp.583 - 595, ピアソン・エデュケーション, 1999
- (6) <http://ash.or.jp/net/snmp.htm>
- (7) <http://www.openplanet.co.jp>
- (8) <http://www.toshiba-machine.co.jp/seiji/prod/tcmini/index.html>