

電力会社業務向け現場情報支援システム

Field Assistance System for Power Utility Field Tasks

桑原 昌史
KUWAHARA Masashi山田 孝裕
YAMADA Takahiro篠原 潤一
SHINOHARA Jun'ichi高木 和弘
TAKAKI Kazuhiro

電力系統は、発電、送電、変電、配電および情報通信などの電力設備から構成されている。これらの設備の点検、修理、増設における現場業務を支援するために、PHS、データベースおよびWWW (World Wide Web) を用いた現場情報支援システムを開発した。この現場情報支援システムでは、データベース検索、画像伝送をWWWやエージェント技術によるモバイル環境で実現している。

A power system is configured from generating plants, transmission lines, substations, distribution lines, telecommunication networks, and so on. In order to provide assistance in the field tasks necessary for the inspection, maintenance, and expansion of these facilities, we have developed the field assistance system.

This system is characterized by a Web-based architecture comprising a personal handy-phone system (PHS) interface and database access. The system has functions that permit the transfer of picture data via the PHS network, Web-based database access, and an agent-technology-based mobile environment.

1 まえがき

電力会社では、効率的な設備運用を目的として、発電設備や流通設備の総合的な監視・制御など設備総合管理システムの開発および導入を推進している。

一方、近年の携帯電話やPHSの機能向上は目覚ましく、PHSにおいては1997年4月から業界標準のデータ伝送形式PIAFS (PHS Internet Access Forum Standard) 32 kbpsによる高速データ伝送サービスが開始された。これにより、PHSを通信インフラとしたモバイルコンピュータ (以下、モバイルPCと略記) を巡視点検や障害対応などの現場業務へ適用することが可能となった。このような状況のなか、現場業務の効率化を図るため、モバイルPCを用いた現場情報支援システムを開発した。

このシステムにより、事務所にあるデータベース (以下、DBと略記) の検索や、DBへの情報登録を現場でオンラインで行えるようにした。

2 現場情報支援システムの課題と要求される機能

電力系統は、発電、送電、変電、配電、通信などの電力設備と呼ばれる多くの設備から構成されている。これら電力設備の点検や保守は、電力の安定供給のために計画的に行われる。点検業務は現場業務の一つであり、設備外観の状況や温度、油圧などの記録計表示状態の点検のほかに、可動部をもつ設備の動作音や振動状況の点検および記録が行われる。この点検で得られた情報は、写真を含む作業報告書としてまとめられる。点検時に発見した異常状態を事

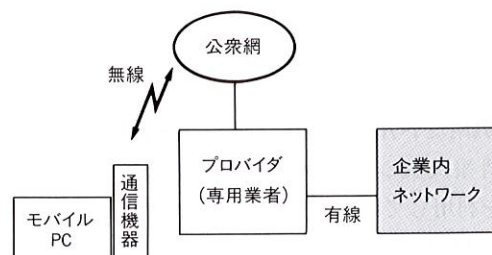


図1. 一般的なモバイルシステムの構成 モバイルPCから企業内のネットワークにアクセスする際の一般的なシステム構成を示す。

Configuration of standard mobile system

務所へ早く的確に伝える必要があるが、現状では無線や電話が主な連絡手段であるため、状況を的確に伝えることが困難な場合がある。通信インフラにPHSを用い、画像の伝送やDBアクセスを行うモバイルPCはこのような場合に有効である。

モバイルPCを使用したシステム (以下、モバイルシステムと略記) の一般的なシステム構成は図1のようになる。この構成では、次の点が課題として挙げられる。

- (1) 公衆網を利用しているため、セキュリティ対策が重要
- (2) 通信がPHSによるため、通信回線の品質が劣りデータ伝送速度が遅いことへの対策が必要

現場情報支援システムは、これらの課題を解決しつつ次に示す機能が要求される。

- (1) WWWとPHS (現状では32 kbpsのデータ伝送速度をもつ) により、現場と事務所間の情報伝達を行う機能

- (2) 現場で作成した報告書(デジタルカメラで撮影した画像や音声の登録も可能)を現場から事務所のサーバへ登録する機能
- (3) 上記の報告書の検索、閲覧をWWWを用いて現場で行う機能
- (4) 企業内ネットワークにあるサーバ計算機と、このシステムを接続することにより、メールなど事務所にあるPCと同じ環境を現場で実現する機能
- (5) DBに登録された情報を現場から検索する機能

3 現場情報支援システムの構成

現場情報支援システムのシステム構成を図2に示す。このシステムは、プロバイダ経由でなく直接企業内にアクセスを行う構成としている。このため、ファイアウォールと認証サーバを設置しセキュリティを高めている。また、情報提供や情報管理を行うためにWWWサーバやデータベースサーバ(以下、DBサーバと略記)を設置している。これらのサーバは、PCで構築しており、WWWサーバやDBサーバなどの機能もいくつかの汎用ミドルウェアソフトウェア(以下、ミドルウェアと略記)を導入し実現している。

3.1 汎用ミドルウェアによるシステム構築

現場情報支援システムでは、情報提供の手段としてWWWを利用している。しかし、WWWシステムは、情報提供機能は優れているが、情報管理や情報収集機能は弱いという問題がある。

このため、情報管理を目的としてDBシステムを、モバイル端末からの情報収集を目的としてメールやFTP(File Transfer Protocol)を採用した。これらの汎用ミドルウェアとWWWシステムの連携によって、高度な情報収集と情報提供の機能を実現している。複数の汎用ミドルウェアによるシステム構築では、ミドルウェア間を連携する仕組みが

必要であり、この連携を行うためにミドルウェア間を補完するソフトウェアを開発した。汎用ミドルウェアを活用することにより、開発部分の局所化が可能となり、初期導入コストを低減することができる。また、モバイルPCでは、汎用ソフトウェアが使用できるようになる。

ミドルウェア間連携のために開発したソフトウェアは、図3に示すように「FTPサーバ(メールサーバ)とDBサーバ連携機能」などで、次に示す機能を実現している。

- ① FTPサーバ(メールサーバ)とDBサーバ連携機能
報告書ファイルをモバイルPCからFTPまたはメールにより受信しDBへ登録する。また、このとき、静止画像が添付されていれば、サムネイル画像(縮小画像)

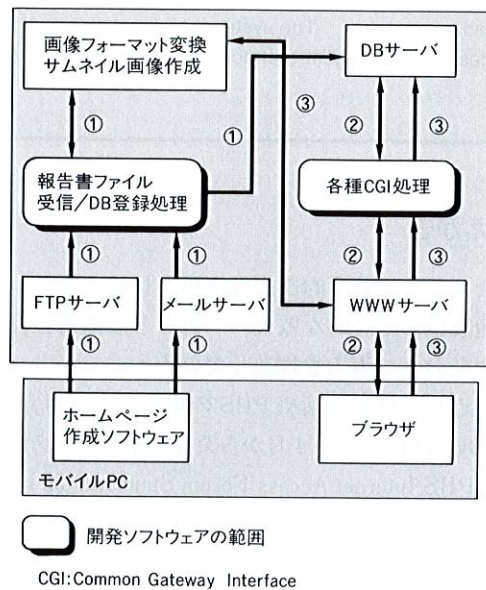
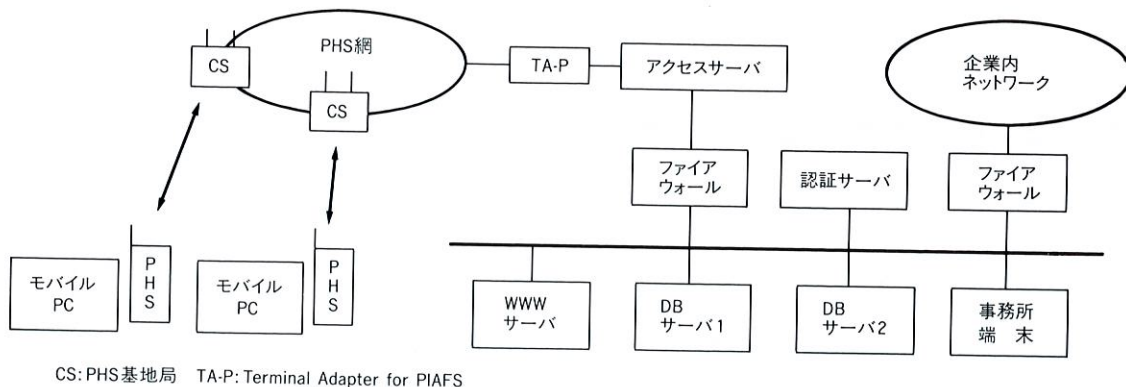


図3. 開発ソフトウェアの位置付け 開発ソフトウェアにより、汎用ミドルウェア間を連携し、モバイルPCからの情報検索、情報登録を実現している。

Positioning of development software



CS: PHS基地局 TA-P: Terminal Adapter for PIAFS

図2. 現場情報支援システムのシステム構成 セキュリティを考慮した現場情報支援を行うために、各種サーバ計算機により構成されている。
Configuration of field assistance system in mobile environment

を作成する。

② WWW ブラウザからの DB 検索機能 DB サーバに格納されている報告書や掲示板情報の検索を行い、その検索結果を WWW ブラウザで参照できる形式 (HTML (Hyper Text Markup Language) 言語) に変換し、WWW サーバへ受け渡す。

③ WWW ブラウザからの情報登録機能 モバイル PC のブラウザ上から、入力された文字や静止画像ファイルを WWW サーバを介して DB サーバへ報告書として登録する。このとき、静止画像が添付されていればサムネイル画像を作成する。

3.2 セキュリティ対策

3.2.1 ユーザー認証による接続制御 企業内情報のアクセスは、特定の人だけを許可してその漏えいを防止する必要がある。一般的に企業内では固定のユーザー名とパスワードを用いてユーザー認証が行われる。モバイル PC からの企業内ネットワークへの接続も、同様にユーザー認証を行い接続することになる。しかし、モバイル環境では、ユーザー名およびパスワードは無線通信部分やインターネット上から簡単に盗聴され、企業内ネットワークへの不正侵入の可能性が非常に大きい。このシステムでは、ユーザー認証の際のパスワードが 1 回限りの有効なシステムを採用することでこの問題を解決している。このパスワードは、数分ごとにパスワードが変化するため、たとえパスワードが盗聴されたとしても、企業内ネットワークへ接続することができない。

3.2.2 企業内ネットワークへのアクセス制御 特定の情報だけアクセスを許可する機能は、ファイアウォールを導入することによって実現している。ファイアウォールの導入により、通信プロトコル (ポート番号の制限) や、接続可能な計算機 (IP (Internet Protocol) アドレスにより制限) の絞込みまで行うことができ、アクセスできる情報の制限ができるようになる。また、企業内ネットワークと接続する二次ファイアウォールには、通過させる通信プロトコル (例えば、Telnet) や、接続可能な計算機の設定を行う。これにより、モバイル PC からの企業内ネットワークへの情報のアクセスを限定することができるとともに、企業内ネットワークへの攻撃によるシステム破壊などの被害防止効果を高めることができる。

3.3 通信時間削減

一覧表から報告書などの情報を選択する際、一覧表の中に画像インデックスをはり付け、目的の情報が容易に選択できるようにしている。しかし、画像インデックスに使う画像は、ファイルサイズが大きくなり伝送に長時間を要する。

例えば、640×480 ドット、フルカラーの JPEG (Joint Photographic Experts Group) 形式の画像ファイルでは、30 K バイト前後の大きさとなる。この画像を表示するには、

PHS 32 kbps (実効 29.2 kbps) を用いたとしても、理論上約 8 秒の通信時間が必要となる。このシステムでは、インデックスの際に表示する画像をサムネイル画像 (120×100 ドットフルカラー JPEG 形式) とし、約 1 秒の通信時間で画像を伝送できる。これにより、短い時間で画像インデックスを一覧表示できるようにしている。

3.4 エージェントによる DB 検索

3.4.1 エージェントの用途 モバイル PC から WWW サーバを利用して DB 検索を行う場合、情報の種類によっては処理時間を要することがある。特に、複雑な条件で DB を検索する場合や、複数の DB システムの中で検索する場合には、検索時間の伸びが顕著となる。この種の情報検索に対しては、PHS 回線などを通じた通信が必ずしも安定的なものではないため、オンライン状態 (回線を接続した状態) を保つ必要のある WWW ブラウザの利用は不向きである。そこで、移動エージェントを用いて、一括して仕事を受け渡し、一度回線を切断した後でまとめて結果を受け取る機構を実現した。エージェントを利用するメリットは、次のような点である。

- (1) 電話回線の接続の有無にかかわらず検索の継続が可能である。同時に複数のエージェントを発行し、別々の検索を並列に実施させることができる。
- (2) DB の存在するホストで検索処理を実施することにより、トータルの通信量を削減できる。
- (3) 複数の DB へのアクセスが必要な場合や、時間を要する複雑な検索を行う場合にエージェントを利用したアクセスが有効である。

3.4.2 エージェントシステムの実装 このシステムでは、東芝が開発した Java^(注1) 言語ベースのモバイルエージェントシステム Plangent_{tm} を使い、設備 DB を検索する移動エージェントを構築した。エージェントによる検索は、次のような手順で行われる (図 4)。

- (1) 操作者は、モバイル PC 上で検索条件を設定して、エージェントを生成する。このエージェントは、電話回線を接続して WWW サーバへ送られる。
- (2) WWW サーバ上に移動したエージェントは、与えられた検索条件に応じてエージェントの具体的な動作 (プラン) を生成する。必要ならば、複数の DB を巡回するプランを生成する。
- (3) エージェントは DB のあるノードまで移動し、JDBC (Java DataBase Connectivity) を通じてアクセスし、検索結果を受け取る。
- (4) エージェントは、処理結果を WWW サーバ上にまとめてコピーし、停止する。
- (5) 操作者は、モバイル PC から再度電話回線を接続した

(注1) Java は、米国 SunMicrosystem 社の商標。

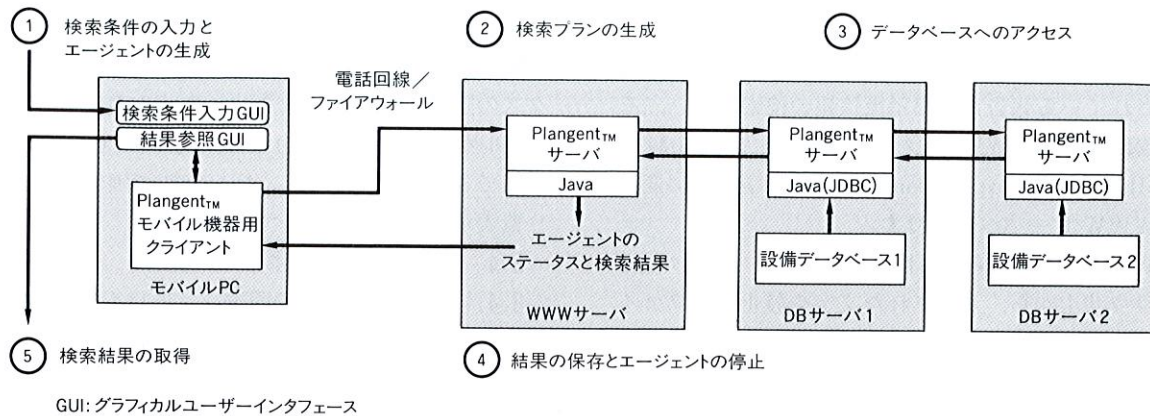


図4. エージェントによるDB検索の流れ 複数のDBサーバから情報検索するエージェントにより、モバイルPCからの検索要求にこたえている。検索要求後は、通信回線を切断できる。

Flow of database access by mobile agents

後、エージェント動作状況(検索中、完了)を受け取る。動作が完了しているエージェントについては、その処理結果を受け取る。

3.4.3 エージェントの効果 一般に、エージェントには障害などに対する自律的な挙動が求められる。このシステムでは、Plangent_{TM}の再プラン機能を利用して自律性を向上させている。ネットワークの一時的な障害や、移動先サーバの障害によりエージェントが移動できない場合は、プランの再生成によって障害ノードをスキップするなどの動作が可能である。

エージェントを用いた検索の一例として、2台の設備DBから約500件のレコードをヒットさせた場合、検索時間は約6分であった。これは、点検業務で想定される運用に対して十分に実用的であると考えられる。

4 あとがき

近年急速に発展している複数の汎用技術とそれらを補完するソフトウェアを適用して、目標とした支援システムを開発しその有効性の確認を行うことができた。今後、現場

業務に携わる人々によって実運用に耐えるための検証試験を行う予定である。



桑原 昌史 KUWAHARA Masashi

東京電力㈱ システム研究所主任。
モバイルコンピューティングの電力現場業務への応用研究に従事。
The Tokyo Electric Power Co., Inc.



山田 孝裕 YAMADA Takahiro

電力事業部 電力系統技術部。
電力会社向け情報通信システムの開発に従事。
Power Systems Div.



篠原 潤一 SHINOHARA Jun'ichi, D.Eng.

府中工場 電力計算機システム部主査、工博。
電力会社向け業務支援システムの開発に従事。電気学会会員。
Fuchu Works



高木 和弘 TAKAKI Kazuhiro

府中工場 電力計算機システム部。
電力会社向け業務支援システムの開発に従事。
Fuchu Works