

# ダイヤルアップ式機器組み込み用Webサーバ(DEWS)の開発

城戸 浩一\*・河北 隆生\*\*

Development of Embedded Web Server that has Modem Control and External Device Control

Koichi KIDO\* and Takao KAWAKITA\*\*

小規模でしかも低コストを要求されるような遠隔操作や遠隔計測のためのWeb技術を応用したシステムの構成方法及び実現手段について検討し、ダイヤルアップ式の機器組み込みWebサーバ(Dial up Embedded Web Server: DEWS)と呼ぶマイコン・システムを開発した。

DEWSは、電話回線とモデムを介した直接接続(ダイヤルアップ接続)機能、Webによる情報提供機能及び外部の機械装置や計測機器等に対する制御機能を備えた機器組み込み用のマイコン・システムである。

遠隔地に設置された機械装置や計測機器等にDEWSとモデムを取り付け、Webブラウザが動作するパソコンからダイヤルアップ接続によりDEWSに直接アクセスすると、機械装置や計測機器等に対する遠隔操作や遠隔計測等が可能となる。

DEWSの特長は、インターネットへ接続する必要がないこと、ネットワーク構築のための費用が少なくすむこと、ネットワーク管理やセキュリティ対策の負担や費用を軽減できること、及び、機械装置や計測機器のための専用のWebページを実装できること等である。

## 1. はじめに

機械装置や計測機器に対して遠隔操作や遠隔計測等を行うための手段として、現在、インターネットのサービスの一つであるWWW(World Wide Web)技術(以下「Web技術」と呼ぶ)を応用した遠隔システムが注目されている。

Web技術を応用した遠隔システムは、通常、対象となる機械装置や計測装置をWebサーバに接続し、さらにこのWebサーバをルータ及び専用回線等を介してインターネットやイントラネットに常時接続することによって実現される。

しかしながら、このようなシステムの実現方法では、対象が小規模(操作点数や計測点数が数点程度)で、しかも低コストで実現しなければならないような場合には、ネットワーク構築のための費用が高くなり、また、ネットワーク管理やセキュリティ対策のための費用や負担も大きくなるため、導入は難しい。

一方、Web技術を応用した遠隔システムで使用されるWebサーバは、通常、UNIXやWindows等の高性能なOSを搭載したパソコンとその上で動作する高性能なWebサーバ・プログラム、あるいは、高性能なリアルタイムOS及び通信プロトコルを搭載した高性能のマイコン・ボードとその上で動作する専用のWebサーバ・プログラム等から構成される。

しかしながら、このようなWebサーバの構成では、対象が小規模でしかも低コストで実現することを要求されるような場合、仕様が過剰となり、その結果コストも高くなるため、採用は難しい。

そのため、小規模でしかも低コストを要求されるような対象のためのWeb技術を応用した遠隔システムの構成方法及び実現手段を開発することが望まれている。

本研究では、こうした問題を解決するための手段の一つとして、ダイヤルアップ式組み込みWebサーバ(Dial up Embedded Web Server: DEWS)と呼ぶ、機器組み込み用のマイコン・システムを開発した。

本稿では、DEWSの概要と、DEWSを用いて構築した温度・湿度・風速の遠隔計測実験システムの概要について報告する。

## 2. DEWSの概要

### 2.1 概念

DEWSは、電話回線とモデムを介した直接接続(ダイヤルアップ接続)機能、Webによる情報提供機能及び機械装置や計測機器に対する制御機能を備えた小型の機器組み込み用コンピュータのことである。

DEWSを用いた遠隔システムの構成を図1に示す。遠隔

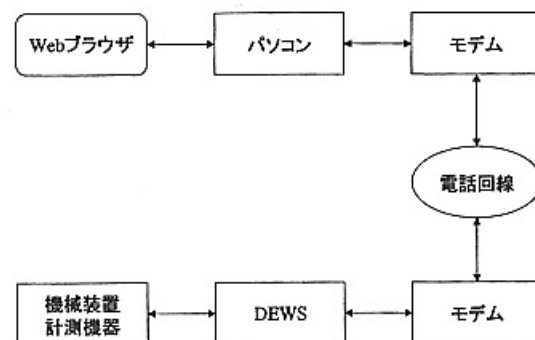


図1 DEWSを用いた遠隔システムの構成

\* 電子部

\*\* 情報デザイン部

問い合わせ先: kkido@kmt-iri.go.jp

地に設置された機械装置や計測機器等にDEWSとモデムを取り付け、Webブラウザが動作するパソコンからダイヤルアップ接続によりDEWSに直接アクセス（インターネットには接続しない）すると、機械装置や計測機器等に対する遠隔操作や遠隔計測等が可能となる。

2.2 特徴

DEWSの特徴は、次のとおりである。

- (1) インターネットに接続する必要がないこと
- (2) ネットワーク構築のための費用が少なく済むこと
- (3) ネットワーク管理やセキュリティ対策のための費用や負担を軽減できること
- (4) 遠隔操作や遠隔計測を行う側のGUI(Graphical User Interface)としてWebブラウザが使えること
- (5) プロバイダへダイヤルアップ接続できる環境とWebブラウザさえあればどこからでも簡単にアクセスできること
- (6) 機械装置や計測機器に対する操作や計測を行うための専用のWebページを作成し搭載できること
- (7) 構成が単純で、サイズも小さく、低コストで実現可能なこと

2.3 構成

DEWSのハードウェア構成を図2に示す。S-7600A<sup>1)</sup>は、TCP、IP及びPPPの各プロトコルを処理できる専用IC(プロトコル・スタックIC)である。また、PIC16LF877<sup>2)</sup>は、RISC型の8ビット・ワンチップマイコンで、Webコンテンツの生成、HTTPサービス、モデムの制御及びS-7600Aの制御等を行う。DIP-SWは、DEWSの2つの動作モード(Webサーバ動作モードとパラメータ設定モード)を切り替えるために取り付けられている。

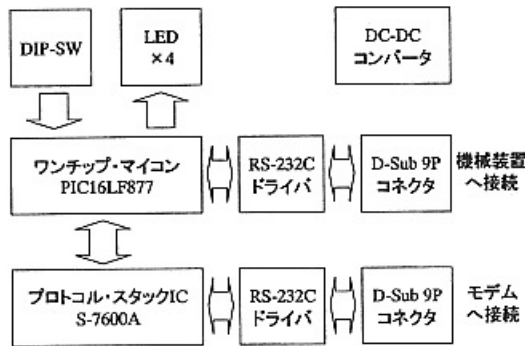


図2 DEWSのハードウェア構成

ソフトウェアは、図3に示すように、6種類のモジュールから構成している。これらのモジュールは、全体として一つの実行ファイルとなる。モデムサーバモジュール、PPPサーバモジュール、ソケットサーバモジュール及びHTTPサーバモジュールでは、モデム、PPP、ソケット及びHTTPの各接続の確立と切断を行う。コンテンツ選択モジュールでは、送られてきたリクエストメッセージを解析してコンテンツ生成モジュールを選択するとともにそれに与える引数を抽出する。コンテンツ選択モジュールは、UNIX等におけるCGI<sup>3)</sup>に相当する。コンテンツ生成モジュールでは、機械装置や計測機器の制御とそれに関連したWebページを表示させるためのHTML<sup>4)</sup>ドキュメン

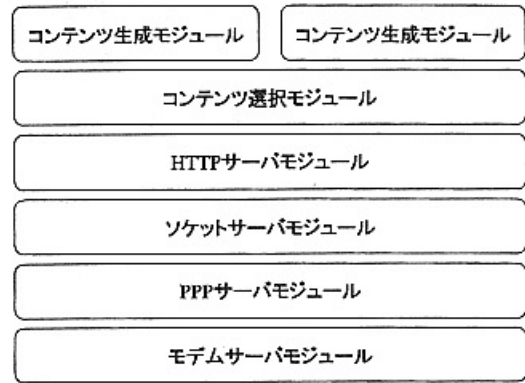


図3 DEWSのソフトウェア構成

トを含んだレスポンスメッセージを生成する。コンテンツ生成モジュールは、遠隔操作や遠隔計測等の目的に応じて複数作成することになる。

2.4 仕様

DEWSの主な仕様を表1に示す。

表1 DEWSの仕様

項目	値または範囲
サーバ・プロトコル	HTTP/1.1
ミドル・プロトコル	TCP, IP, PPP
リクエスト・メソッド	GETのみ
CGI	相当機能を実装
認証プロトコル	PAP
モデム側 IF	RS-232C 1Ch
機器側 IF	RS-232C 1Ch
動作モード	Webサーバ動作モードとパラメータ設定モードの2種類

3. DEWSを用いた遠隔計測実験システムの構築

DEWSを用いて、遠隔地にある温度・湿度・風速の測定器から測定データを携帯電話を介して収集し、結果をWebブラウザ画面に表示形式で表示することができる遠隔計測実験システムを構築した。図4にその外観写真を示す。

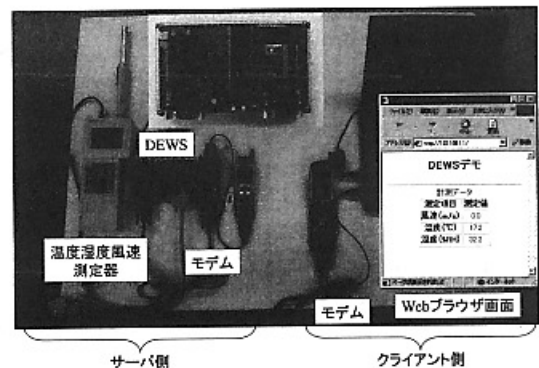


図4 遠隔計測実験システムの外観写真

### 3.1 システム構成

構築した遠隔計測実験システムは、図5に示すように、サーバ(測定器)側とクライアント(パソコン)側に分けられる。前者は、温度・湿度・風速測定器、DEWS、携帯電話用モデム及び携帯電話から構成される。また、後者は、Webブラウザ、OS(Windows)、パソコン、携帯電話用モデム及び携帯電話から構成される。ここで、温度・湿度・風速測定器は、日本科学工業(株)社製のクリモマスター風速計(モデル6511)で、測定データを外部に出力するためのRS-232Cインターフェイスを装備している。DEWSに接続した携帯電話用モデムは、サン電子(株)社の製品(DS96IB type S)で、RS-232Cインターフェイスを装備し、ヘイズ社のATコマンドに準拠した制御コマンドで操作できる。なお、測定器とDEWSの間、DEWSとモデムの間及び携帯電話間の通信速度は、それぞれ4800[BPS]、9600[BPS]及び9600[BPS]である。

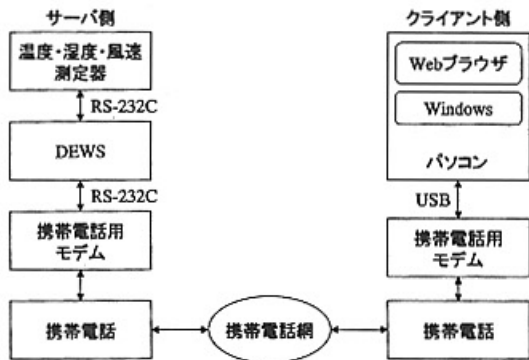


図5 遠隔計測実験システムの構成

一方、この遠隔計測システム独自のコンテンツ生成モジュールとして、温度・湿度・風速測定器に対してデータ取り込みコマンドを送り、その結果送り返されてくる温度・湿度・風速の各測定値を表形式でWebブラウザ画面に表示するためのHTMLドキュメントを含んだレスポンス・メッセージを生成するプログラムをDEWSに実装している。

### 3.2 システム操作方法

- (1) システムの構築時に、DEWSのモデム側RS-232CポートとパソコンのCOMポートとの間をRS-232Cクロスケーブルで接続し、DEWSをパラメータ設定モードで起動して、パソコン側から通信プログラムを用いてPAPユーザ名及びパスワード、IPアドレスをDEWSに設定する。なお、IPアドレスにはプライベート・アドレスを使用する(例えば、192.168.1.1)。
- (2) システム稼働時には、DEWSのモデム側RS-232Cポートとモデムとの間をRS-232Cストレートケーブルで接続し、DEWSをWebサーバ動作モードで再起動させる。
- (3) 遠隔計測時には、パソコンからWindowsの接続ウィザードやダイヤルアップネットワーク等を使ってDEWSに対してダイヤルアップ接続した後、Webブラウザのアドレス欄にDEWSのURL(例えば、http://192.168.1.1/)を入力する。

### 3.3 システム動作

本システムでは、図6に示すように状態が遷移していく。



図6 遠隔計測実験システムの動作

#### 1) サーバ側動作

システム構築時には、サーバ側のDEWSがパラメータ設定モードで起動され、パラメータ設定状態(S1)になる。

システム稼働時には、DEWSはWebサーバモードで再起動され、サーバ側はモデム接続要求待ち状態(S2)になりクライアント側からのモデム接続要求を待つ。

遠隔計測時には、クライアント側でダイヤルアップ接続が開始(C1)されると、サーバ側はモデム接続確立(S3)、PPP接続確立(S4)及びPAP認証(S5)の各状態を経て、ソケット接続要求待ち状態(S6)に移りクライアント側からのソケット接続要求を待つ。次いで、クライアント側から遠隔計測を行うためにソケット接続要求が出され(C6)、初期画面を要求するHTTPリクエスト(メッセージ)が送信(C7)されると、サーバ側はソケット接続の確立(S7)、HTTPリクエストの受信(S8)、温度・湿度・風速の測定器の制御とHTTPレスポンス(メッセージ)の生成(S9)、HTTPレスポンスの送信(S10)及びソケット接続の切断(S11)の各状態を経て、ソケット接続要求待ち状態(S6)に戻りクライアント側からのソケット接続要求を待つ。この後、一定時間クライアント側からソケット接続要求が無い場合か、あるいは、クライアント側からPPP切断要求があった場合には、サーバ側はPPP接続切断状態(S12)に移る。さらに、その状態で一定時間クライアント側からPPP接続要求が無い場合か、あるいは、クライアント側からモデム切断要求があった場合には、サーバ側はモデム接続を切断(S12)して、モデム接続要求待ち状態(S2)へ戻りクライアントからのモデム接続要求を待つ。

#### 2) クライアント側の動作

システム稼働時に、サーバ側がモデム接続要求待ち状態(S2)にある場合、ユーザがダイヤルアップ接続を開始(C1)すると、クライアント側はモデム接続確立(C2)、PPP接続確立(C3)及びPAP認証(C4)の各状態を経て、遠隔計測実行待ち状態(C5)に移りユーザからの遠隔計測実行要求を待つ。ここで、ユーザが遠隔計測実行を要求するためにWebブラウザを立ち上げ、サーバ側にアクセスするためのURLを入力すると、クライアント側はソケット接続確立(C6)及びHTTPリクエストの送信(C7)の各状態を経て、HTTPレスポンス(メッセージ)の受信待ち状態(C8)になる。クライアント側は、HTTPレスポンスを受信(C9)すると、ソケット接続を切断(C10)、受信したHTTPレス

ボンスから計測した温度・湿度・風速のデータを取り出してブラウザ画面上に表示し(C11)、遠隔計測実行待ち状態(C5)へ戻る。ここで、ユーザがダイヤルアップ接続を終了(C12)すると、クライアント側は、PPP接続切断(C13)及びモデム接続切断(C14)の各状態を経て、次のダイヤルアップ接続開始待ち状態(C1)に戻る。

### 3.4 実験と考察

上記のようなシステムと方法によって遠隔計測実験を行ったところ、正常に温度・湿度・風速測定器から測定データを取得しWebブラウザ上に表示させることができた。図4に計測データの表示画面を示す。

今回のシステムでは使用しなかったが、HTMLの<FORM>タグと<INPUT>タグ等を使用することにより、例えば、温度・湿度・風速の測定器の電源をON/OFFすることも可能である。

今回のシステムでは、温度・湿度・風速の測定器は1台しか使用しなかったが、測定器が複数存在する場合にも、それぞれの測定器にDEWSとモデムを取り付け、電話番号を変更してダイヤルアップ接続するだけで、複数台の測定器に対してアクセスすることができる。また、違う種類の測定器が存在しても同様の方法でアクセスすることは可能である。

今回のシステムでは、携帯電話を使用した方が、実際にはPHSや一般回線、あるいは、無線等の中から適当な手段を選択することができる。

### 4. おわりに

小規模で低コストを要求されるような対象のための、Web技術を応用した遠隔システムの構成方法と実現手段の開発について述べた。また、それを用いた遠隔計測システムの構築についても述べた。

DEWSの特長は、Webブラウザが動作しダイヤルアップ接続できるパソコンがあれば簡単に遠隔操作や遠隔計測を実現できること、インターネットに接続する必要がないこと、ネットワーク構築費用が少なくすむこと、ネットワーク管理やセキュリティ対策のための負担や費用を削減できること及び機械装置や計測機器のための専用のWebページを実装できること等である。

このような特長を持つDEWSを遠隔地に設置された機械装置の遠隔保守に利用することを検討している。具体的には、故障発生時の故障箇所や故障原因を特定するための遠隔診断、復帰や解除を行うための遠隔操作等を考えている。

今後の課題は、機械装置や計測機器で発生した異常や測定したデータを電子メールによって自動送信できるような機能をDEWSに付加することである。

### 文 献

- 1) S-7600Aハードウェア仕様書, セイコーインスツルメンツ(株), 2000
- 2) PIC16F87X日本語データシート, マイクロチップテクノロジー・ジャパン, 2000
- 3) シシャ・ガンダバラム, CGIプログラミング, 東京, (株)オライリー・ジャパン, p479, 1996
- 4) チャック・ムシアーノ, ビル・ケネディ, HTML第3版, 東京, (株)オライリー・ジャパン, p617, 1999