

インターネットのブラウザを用いた温度のリモートモニタリングシステムの開発

堀場隆広*¹

Development of Remote Monitoring System of Temperature with Browser of the Internet

Takahiro HORIBA

Technical Consulting Division, AITEC*¹

本研究では、インターネットを用いて工場にある機器をリモートでモニタリングする一例として環境試験機内部の温度を測定した。環境試験機の温度を表示するために、半導体温度センサで計測した温度をホームページのサーバとして公開して、インターネットのブラウザでモニタリングする機能を備えた機器を試作した。この機器を研究所の所内 LAN に接続して、環境試験機の温度をリモートでモニタリングした。その結果、測定した温度をパソコンのインターネットのブラウザ上に利用者に分かり易く数値やグラフとして表示することができた。

1. はじめに

インターネットの発達により、世界中の情報がすぐに入手できるようになってきた。しかし、インターネットの活用として、文書公開や文書情報の入手のみに利用するのではなく、これ以外に多くの利用法があると考えられる。ここではインターネットの産業応用として、工場にある機器の情報をインターネットのブラウザ(以後、ブラウザと呼ぶ)を用いて、リモートでモニタリングすることを試みた。工場の機器をリモートでモニタリングする例として次のものが考えられる。海外工場の機器の状態や製品の生産量や不良品をリモートで把握、工場内のセキュリティ利用、非常時における機器のリモートによる停止、工場周辺の環境計測などの利用が挙げられる。

このように遠方にある工場の機器などをリモートでモニタリングすることやリモートで機器を操作することは製品の生産効率の向上や工場の安全を保つために必要となる技術である。また、ブラウザを用いて機器をリモートでモニタリングする利点として次のことが挙げられる。インターネットのブラウザを用いて操作するので、誰にでも容易に利用できる。モニタリングするパソコンの種類や基本ソフト(OS)によらない。インターネットのブラウザはグラフィックの表示機能が優れているので、ホームページの記述言語 (HTML) などを用いて容易に作成・表示できる。このように機器のモニタリングや機器の操作をグラフィカルに分かり易く表示することは複雑な機器の操作の誤りを防止することや機器の操作を扱

い易くするために必要である。

本研究では工場にある機器をモニタリングする例として、温度をインターネットのプロトコルによる通信とブラウザを用いて計測する機器を試作した。そして、当所の所内 LAN を用いて離れた場所にある環境試験機の温度をブラウザ上に分かり易く表示することができたので報告する。

2. 実験方法

2.1 マイクロサーバ

温度を測定して、そのデータをホームページのサーバとして発信する機能を備えた温度の計測機器をここではマイクロサーバと呼ぶことにする。試作したマイクロサーバの外観を写真 1 に示す。マイクロサーバは 120mm × 115mm × 45mm の大きさである。マイクロサーバの前



写真 1 マイクロサーバ

面は LED の文字表示器があり、英数字と特殊文字 8 文字を表示することができる。裏面は温度を計測する半導

*1 技術支援部 機械電子室

体の温度センサを取り付ける端子と機器を LAN に接続する 10BASE-T の LAN 端子と Linux のコンソール端末である RS-232C と 5V の電源端子からなる。

マイクロサーバ内部の回路ブロックを **図 1** に示す。マ

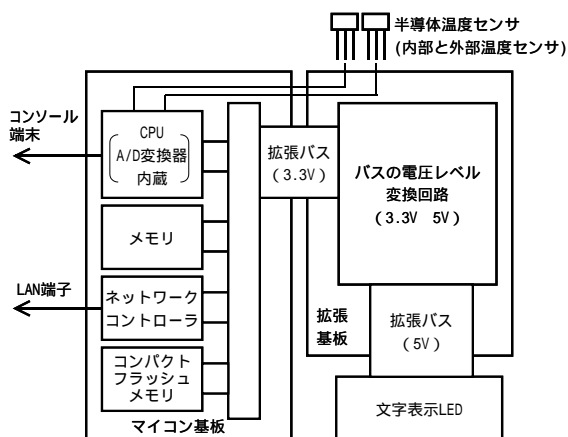


図 1 マイクロサーバの内部回路

イクロサーバの内部は二枚の基板からなり、マイクロサーバの下部の基板には Linux の載ったマイクロコンピュータ(以後、マイコン基板と呼ぶ)があり、上部の基板には LED の文字表示器 (以後、文字表示 LED と呼ぶ) に接続するための拡張基板がある。写真 2 にマイコン基板を、写真 3 に拡張基板を示す。

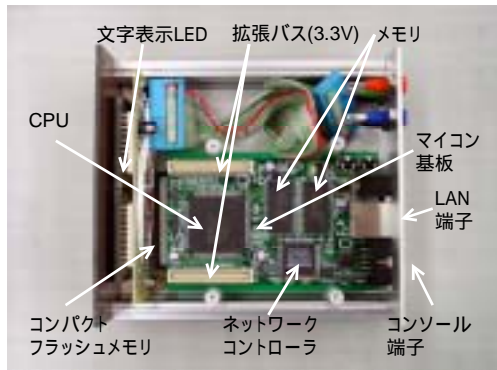


写真 2 マイコン基板

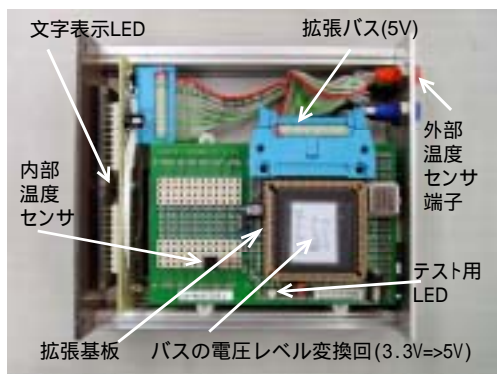


写真 3 拡張基板

2.2 マイコン基板

マイクロサーバのマイコン基板は Linux の載った市販のものを組み込み 1) 用として利用した。マイコン基板は 66MHz の CPU、16M バイトのメモリ、LAN コントローラ、RS-232C、パラレルポートの機能を備えている。温度は半導体の温度センサとマイコン基板の CPU に内蔵されている 10bit の A/D 変換器を用いてデータを取り込んだ。マイコン基板は入力電圧が 5V で、基板の内部信号の電圧が 3.3V になっているものを用いた。

2.3 文字表示 LED

製作した文字表示 LED は 8 文字の文字が表示できるように 4 文字表示できる LED の表示器を 2 個用いた。製作した文字表示 LED を写真 4 に示す。この文字表示 LED は内部に表示回路が内蔵されており、信号電圧が 5V のマイクロコンピュータのバスに直接接続できるようになっている。用いた LED は内部に文字表示レジスタがあり、マイコンから文字表示レジスタを選択して文字データをレジスタに書き込むことによって任意の文字が表示できるようになっている。

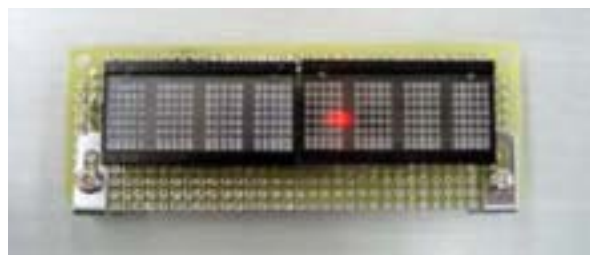


写真 4 文字表示 LED

2.4 拡張基板

文字表示 LED とマイコン基板を接続して文字を表示するために拡張基板の設計と試作をした。文字表示 LED と拡張基板の回路ブロック図を **図 2** に示す。文字表示 LED に拡張基板とマイコン基板を接続して、文字表示 LED の表示レジスタのアドレスを CPU の I/O 空間上にマッピングした。このマイクロサーバに用いている文字表示 LED は信号電圧が 5V の TTL レベルで動作するものを用いている。一方、マイクロサーバの CPU 基板の信号電圧は 3.3V のレベルで動作するものを使っているため、直接に接続できない。そこで、拡張基板でマイコン基板のバスの信号電圧を 3.3V から 5V の信号レベルに変換してから文字表示 LED に接続した。これによって CPU から LED の文字表示レジスタに直接文字コードを書き込めるようになり、文字が表示できるようになった。拡張基板の回路はアドレスデコーダ、アドレスデコーダのテスト回路と制御バス、アドレスバス、データバスの各バスの電圧レベル変換回路からなる。アドレスデコーダのテスト回路は正しいアドレスで拡張基板が選択でき

ているか確認しながらプログラムを作成するために製作した。

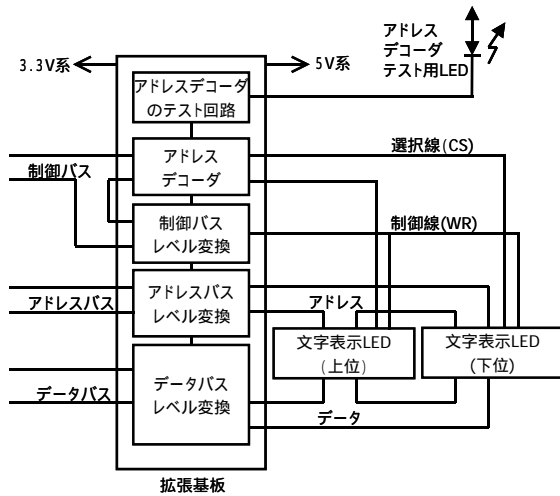


図2 拡張基板

2.5 実験システムのプログラム開発

実験で用いたマイコン基板はホームページのサーバが組み込まれており、このサーバに温度計測用のホームページの内容とプログラムを記述して入れた。マイコン基板のプログラム開発はパソコン上で、C言語のプログラムを記述し、パソコン上でクロスコンパイルしてマイコン基板で実行可能なオブジェクトコードを生成した。また、Java Applet は Java で記述してこれをコンパイルしてオブジェクトコードにした。生成されたオブジェクトコードを LAN 経由で転送して、マイコン基板上でプログラムを実行した。これを繰り返して実験プログラムをデバッグして、プログラムを作成した。

2.6 温度表示のプログラム

記述したマイクロサーバのプログラム構成を図3に示す。マイクロサーバはブラウザからの指示に対して動作するようになっている。温度計測トップページの表示のときは、温度計測の HTML ファイルがブラウザに転送されて、温度計測のメニューが表示される。温度表示のメニューが選択されたときは、C言語でかかれた CGI のプログラムが起動し、温度センサからの信号の電圧を A/D 変換してプログラムで温度データに変換してからブラウザに転送して、現在の温度を表示する。これと同時に文字表示 LED に現在の温度を表示する。さらに温度データをメモリ上に作成したディスクにファイルとして記録する。これを 10 秒毎に繰り返す。グラフ表示のメニューが選択されたときは、Java Applet がパソコンに転送されて実行される。そして、マイクロサーバに記録されたファイルをパソコン側で実行されている Java Applet でネットワークを通して温度のデータが読み出

され、グラフとして表示するようになっている。

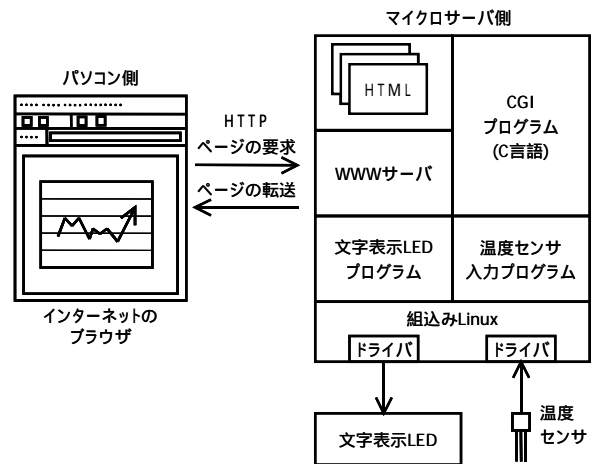


図3 マイクロサーバのプログラム構成

3. 結果および考察

3.1 環境試験機の温度モニタリング

当所の所内 LAN を用いて環境試験機の温度モニタリングの実験をした。そのときの測定状況を写真4に、また、ネットワークの構成を図4に示す。実験は環境試験機の隣に試作したマイクロサーバを置き、マイクロサーバの温度センサを環境試験機の内部に取り付けた。環境試験機を運転して、環境試験機とは別室に置いてある LAN に接続してあるパソコンのブラウザでモニタリングした。



写真4 環境試験機の温度測定

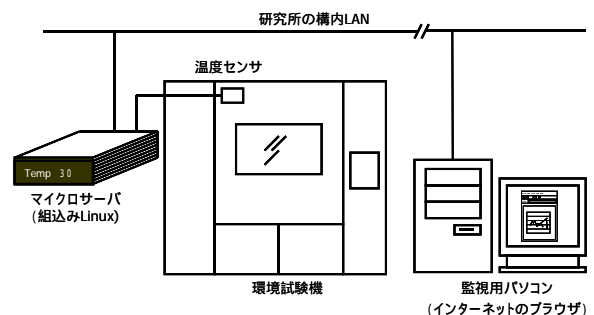


図4 実験システムのネットワーク構成

3.2 温度表示

環境試験機の温度を監視用のパソコンのブラウザに温度表示したときの画面を写真5に示す。このブラウザの温度表示の画面上には、外部と内部温度センサの二つの値が表示されている。このうち外部温度センサはマイクロサーバの端子に接続された温度センサの値で、環境試験機内部の温度などを表示している。内部温度センサはマイクロサーバ内部に取り付けた温度センサの値で、マイクロサーバ内部に入っている温度センサの温度などを表示している。その下に表示されている数値は外部センサと内部センサの温度を10秒毎にファイルに記録した温度の値を示している。写真6にファイルに記録された外部と内部温度センサの温度の値をブラウザ上にグラフ表示したときの写真を示す。

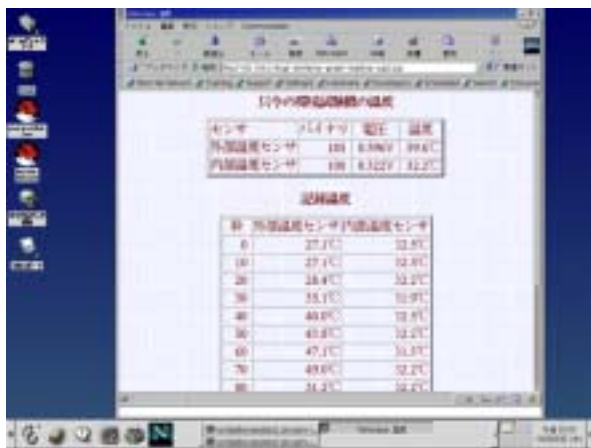


写真5 温度表示

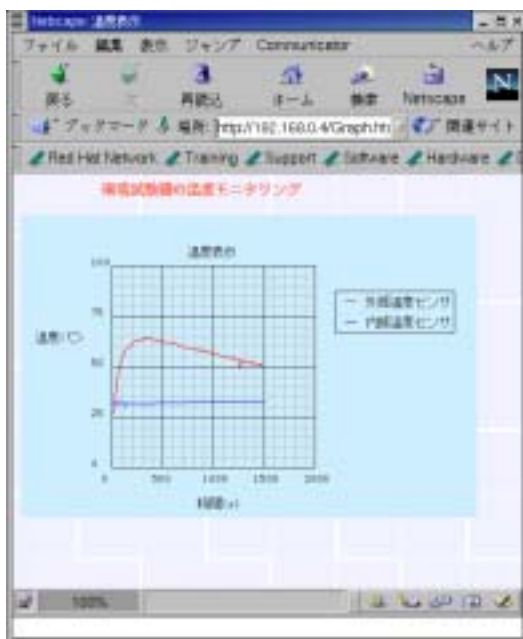


写真6 温度のグラフ表示

3.3 考察

試作したマイクロサーバのプログラムはまだ環境試験機の温度表示と温度のグラフ表示のみの最小限の機能しか用意されていない。さらに環境試験機を起動・停止させる機能やマイクロサーバに小形カメラを取り付け映像によって環境試験機をモニタリングする機能等を追加して、より利用し易くする機能が必要である。また、温度のグラフ表示はファイルに記録されているファイルをもとにグラフを表示する構造になっている。これを数値による温度表示と温度のグラフ表示を同時にできるようにプログラムを改良すれば、さらに利用し易くなる。

4. 結び

研究では機器の温度をモニタリングするマイクロサーバを試作した。このマイクロサーバを使って、別室にある環境試験機内部の温度をリモートによってブラウザでモニタリングした。そして、モニタリングした温度をブラウザ上に分かり易く、数値と折れ線グラフとして表示した。

このマイクロサーバはLinuxが組み込まれた市販の基板を使っているので、1台のマイクロサーバの試作コストは市販のLinuxを使わない組み込み機器の試作コストよりやや高くなっている。マイクロサーバはほとんどがデジタル回路でできているので、さらに回路の部品点数を減らすことやLinuxを自分で組み込みすれば、試作コストをかなり低くすることができる。また、複数のマイクロサーバでモニタリングされた温度を一台のパソコンのブラウザでモニタリングできるような機能があればさらに幅広い応用に広がる。

文献

- 1) グレイグ・ホーラボウ (山口つかさ訳): Linux 組み込みシステム, P4(2003), ピアソン・エデュケーション