

テクニカルノート

組み込み用 Web サーバの試作と評価

山口 智久[†] 峯村 治実[†]
大野 次彦[†] 下間 芳樹[†]

インターネットの普及にともない、Web ブラウザを中心としたアプリケーションシステムが増えている。一方、各種デバイスに組み込まれたマイコンの能力向上にともない、デバイスのネットワーク化が進んでいる。これらのことから、Web ブラウザを用いてネットワークに接続されたデバイスの監視や制御を行いたいという要求が高まってきている。これを実現するために、各デバイスにコンパクトな Web サーバを組み込み、デバイスの監視や制御を行わせるという考えが出てきた。今回組み込み用 Web サーバに必要な要件を洗い出し、この要件に従い、試作、性能評価を行った。試作した組み込み用 Web サーバでは、静的コンテンツおよび機能拡張モジュールによる動的なコンテンツを送信でき、標準的な Web サーバと比較して、サイズは数百分の1、応答時間はほぼ同等であった。

A Prototype of Embedded Web Server and Its Evaluation

TOMOHISA YAMAGUCHI,[†] HARUMI MINEMURA,[†] TSUGIHIKO OHNO[†]
and YOSHIKI SHIMOTSUMA[†]

Increase of Web-based applications and performance improvement of network-connected devices are main reasons for a rise in needs of device monitoring and control systems with Web browsers. Compact Web servers are to realize these systems, with embedded into various devices. We studied the requirements for those embedded Web servers and developed an experimental system to confirm the concept. The results of the evaluation showed that the compact Web server was about one hundredth in the object size, and almost equivalent in the response time, compared to a popular Windows-based Web server.

1. はじめに

インターネットの普及にともない、ほとんどの PC に Web ブラウザがインストールされるようになってきている。Web ブラウザでは Applet などを利用することにより、あらかじめ専用の S/W をインストールすることなしに様々なアプリケーションに対応できることから、Web ブラウザを中心としたアプリケーションシステムが増えている。

一方、各種デバイスにマイコンが組み込まれるようになり、デバイスの制御などに利用されるようになってきている。さらに、マイコンの能力の向上にともない、デバイスの制御の高度化やネットワーク化が進んできている。

これらのことから、Web ブラウザを使用して、ネットワークに接続されたデバイスの監視や制御を行いたいという要求が高まってきている。これを実現するために各デバイスにコンパクトな Web サーバを組み込み、デバイスの監視や制御を行わせるという考えが出てきた。

この組み込み用 Web サーバは、コンパクトなサイズを実現するために、組み込まれるデバイスで必要とされる機能のみから構成される。

本稿では、この組み込み用 Web サーバについて、必要な要件の洗い出しを行い、この要件に従って、いくつかのプラットフォーム上で試作、性能評価を行った結果について述べる。

2. 組み込み用 Web サーバの検討

一般的な組み込み用 Web サーバの構成を図 1 に示す。組み込み用 Web サーバは大きく分けて、Web サーバ本体および機能拡張モジュールからなる。Web

[†] 三菱電機株式会社情報技術総合研究所ネットワークコンピューティング部

Network Computing Department, Information Technology R&D Center, Mitsubishi Electric Corporation

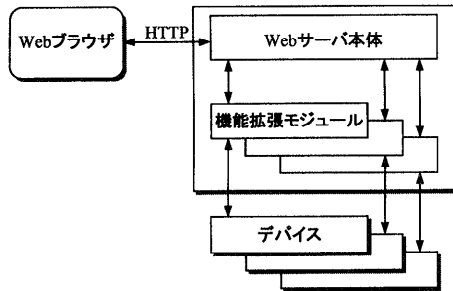


図1 一般的な組み込み用 Web サーバの構成

Fig. 1 Structure of general embedded Web server.

サーバ本体は Web ブラウザとの HTTP 通信と機能拡張モジュールの実行を行う。一方機能拡張モジュールはデバイスに対応した機能を持ち、デバイスの監視や制御、デバイスからの情報を Web ブラウザで扱える形式 (HTML など) に変換するなどの処理を行う。

組み込み用 Web サーバの要件として以下の 5 つがあげられる。

- コンパクトなサイズ
- Web サーバ機能のモジュール化
- 機能拡張モジュールとの標準的な I/F
- セキュリティ
- 外部 Web ブラウザからのサーバ設定

(1) コンパクトなサイズ

組み込みデバイスは、通常、コストなどの面から、搭載されるメモリが少ないため、小さなメモリに格納でき、かつ実行できる必要がある。

(2) Web サーバ機能のモジュール化

デバイスには様々なものがあるため、用途や各デバイスの能力などに応じて適切なモジュールのみから構成される Web サーバを構築できる必要がある。たとえば、コンテンツを外部から変更する必要がない場合には、HTTP メソッドのうち、GET と HEAD のみあればよく、他の PUT や POST などのメソッドは必要ではない。この不必要なモジュールを組み込まなくすることにより、サイズを小さくすることができるし、処理も簡略化することができる。

(3) 機能拡張モジュールとの標準的なインタフェース

機能拡張モジュールはデバイスごと、アプリケーションごとに関与することになるため、開発者が容易に作成できるようにするための標準的なインタフェースが必要である。

(4) セキュリティ

アプリケーションによっては、監視システムなど機密性の高い情報を送受信することもあり、また不正な制御を行うと大きな被害が発生するデバイスの制御に

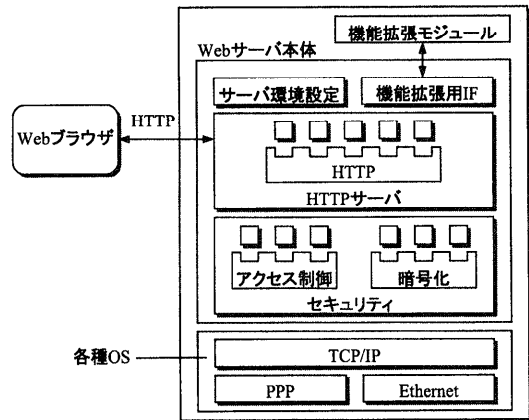


図2 提案する組み込み用 Web サーバの構成

Fig. 2 Structure of proposed embedded Web server.

用いることも考えられるため、第三者からの不正アクセスやデータの改竄を防止する必要がある。

(5) 外部 Web ブラウザからのサーバ設定

Web サーバはデバイスに組み込まれるため、外部からのアクセス手段がネットワークに限られてしまう場合に、サーバの設定を行うために必要である。

これらの要件に適合する組み込み用 Web サーバの方式検討を行った。この構成を図 2 に示す。

構成としては Web サーバおよびデバイス対応の機能拡張モジュールからなる。また Web サーバはデバイスに必要な機能のみから構成される HTTP サーバ、CGI や Servlet などの標準的なインタフェースを持つ機能拡張用インタフェースモジュール、サーバ環境設定機能モジュール、セキュリティ機能モジュールからなる。これらのモジュールは入れ替えが可能であり、また各モジュールもいくつかのサブモジュールから構成されているため、様々な環境に対応することができる。

3. 組み込み用 Web サーバ試作システム

基本機能の確認および性能測定を行うために、組み込み用 Web サーバの試作を行った¹⁾。プラットフォームとしては Windows, μ ITRON, Java を用いた。

試作システムで実装した機能を以下に示す。

- HTTP/1.1 (RFC2068²⁾) で必須 (must) と定義されている機能
- コンテンツの送信を効率良く行うための、パーシステント・コネクション
- リアルタイム映像などを送信するための、チャンク形式エンコードを用いた転送
- アクセス制御を行うためのベーシック認証
- 機能拡張モジュールとのインタフェースとし

表 1 組み込み用 Web サーバのモジュールサイズ

Table 1 Module size of embedded Web server.

プラットフォーム	バイナリサイズ(KByte)
Windows95	76
Windows CE	31.5
μ ITRON	24
Java	51.6
Personal Web Server (参考)	約25,000 (PWSを最小の構成でインストールした際に使用されたHDの容量)

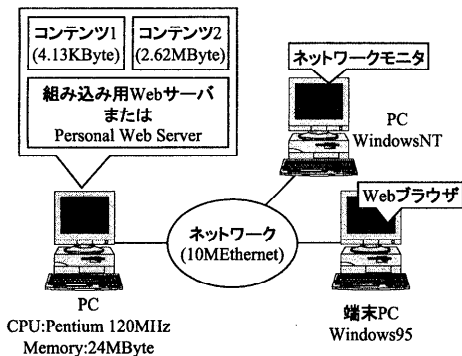


図 3 測定システムの構成

Fig. 3 System structure for performance evaluation.

て CGI (Windows および μ ITRON), Servlet (Java)

- 最大ネットワーク接続数やコンテンツに対するアクセス権の設定などに用いる, 外部 Web ブラウザによるサーバ環境設定機能

これらの機能を実装した組み込み用 Web サーバのモジュールサイズを表 1 に示す。この表に示すように, 通常の Web サーバ³⁾の数百分の 1 のサイズで基本機能を実現することができた。

4. 性能評価

試作した組み込み用 Web サーバの性能評価として, 端末 PC 上の Web ブラウザでコンテンツを要求してから結果が返されるまでの応答時間の測定を行った。この測定システムの構成を図 3 に, また, 測定結果を表 2 に示す。この結果より, 通常の Web サーバと同等以上の性能を達成できているといえる。

5. おわりに

本稿では組み込み用 Web サーバに必要とされる要件を述べ, それに対して試作システムを実装し, 性能評価を行い, 組み込み用 Web サーバの基本機能の確

表 2 応答時間

Table 2 Response time.

	Personal Web Server	組み込み用Webサーバ
コンテンツ1 (4.13KByte)の取得	38ms	20ms
コンテンツ2 (2.62MByte)の取得	6.510s	6.146s

認を行った。

この試作した組み込み用 Web サーバでは通常の HTML コンテンツはもちろん, 標準的なインタフェースを使用し, 機能拡張モジュールによってデバイスの状態などの動的な情報を Web ブラウザに返すことができる。また各機能はモジュール化されており, 追加や削除を容易に行うことができる。

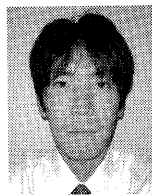
今後の予定としては, 今回の試作では完全には実現しなかったセキュリティ機能や, 動的なモジュールの交換機能などを開発するとともに, さらなるコンパクト化, 性能向上を図っていく予定である。

参考文献

- 1) 橋詰ほか: 組み込み Web サーバ用プラットフォーム, 第 58 回情報処理学会全国大会論文集, 1, pp.103-104 (1999).
- 2) Fielding, R., et al.: RFC2068, HyperText Transfer Protocol, HTTP/1.1 (1997).
- 3) <http://www.microsoft.com/windows/ie/pws/>

(平成 11 年 4 月 26 日受付)

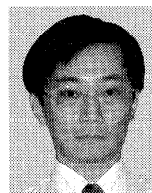
(平成 11 年 9 月 2 日採録)



山口 智久 (正会員)

1967 年生。1990 年東京電機大学工学部電気工学科卒業。1992 年同大学院修士課程修了。同年三菱電機(株)に入社し, ディスクアレイシステムの研究開発に従事。現在は Web

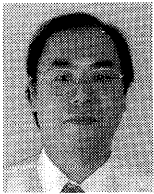
テクノロジーの研究開発に従事。



峯村 治実 (正会員)

1961 年生。1984 年東京大学工学部電子工学科卒業。1986 年同大学院修士課程修了。同年三菱電機(株)に入社し, データベースマシンおよびディスクアレイシステムの研究開

発に従事。現在はマルチメディア全般および Web テクノロジーの研究開発に従事。

**大野 次彦 (正会員)**

1982年日本大学大学院理工学研究科電子工学修士課程修了。同年三菱電機(株)入社。以来、高速グラフィックエンジン、コンピュータアーキテクチャ、マルチメディア通信に

関する研究に従事。

**下間 芳樹 (正会員)**

1973年京都大学工学部電子工学科卒業。1975年東京大学大学院電子工学科修士課程修了。同年三菱電機(株)に入社。以来、産業用およびビジネス用コンピュータのハード

ウェア開発に従事。現在同社の情報技術総合研究所ネットワークコンピューティング部部长。