

내장형 웹 서버 기술

홍성수*, 조석재*
(*서울대 전기컴퓨터공학부)

1. 서론

인터넷의 급격한 확산을 초래하였던 웹 기술은 기존의 전통적인 정보 통신 분야에서 뿐 만 아니라 내장형 시스템 분야에서도 이미 널리 사용되고 있다. 구체적으로 웹 기술의 중요한 요소인 웹 서버는 라우터와 같은 네트워크 장비, 네트워크 프린터, 웹 카메라와 같은 인터넷 기기에서 쉽게 찾아볼 수 있다. 이러한 장비들은 이미 네트워크에 연결되어 있으므로 별도의 하드웨어 추가 없이 웹 서버 소프트웨어만을 추가함으로써, 관리자들은 웹을 통해 이들 장비들을 쉽게 관리할 수 있게 되었다. 내장형 기기들을 웹을 통해 관리함으로써 얻을 수 있는 효과는 예상외로 매우 크다.[1] 아울러 정보 가진 기기의 수효가 급증하여 네트워크에 접속된 내장형 기기의 수가 늘어남에 따라 내장형 웹서버의 채용도 증대될 것이고 그 효과와 영향도 커질 것이다. 쉽게 생각할 수 있는 예로 VCR을 들어보자. 기존의 VCR의 경우 TV 프로그램을 예약 녹화하기 위해서는 프로그램 방영 시간을 확인하고, 복잡한 버튼들을 눌러서 시간을 맞추거나, 각 TV 프로그램에 있는 녹화 코드를 입력해야만 한다. 이는 전자 기기 사용에 익숙한 사람이 아니라면, 메뉴얼을 찾아보지 않고서는 하기 어려운 일이다. 그러나 VCR에 웹 서버가 장착된다면, 복잡한 VCR의 버튼들을 누르는 것이 아니라, 보기 편하고 입력이 간편한 웹 페이지를 통해서도 예약 녹화가 가능할 것이다. 물론 이 웹 페이지는 방송국의 방송 일정을 받아서 사용자에게 보여 줄 것이다. 또 VCR이 인터넷과 연결되어 있다면, VCR 앞에서 뿐 만 아니라, 웹 브라우저를 사용할 수 있는 어느 곳에서나 예약 녹화가 가능할 것이다. 이와 같이 방대한 정보 인프라를 형성하는 인터넷과 내장형 기기가 연결 될 경우, 골치 아픈 내장형 기기의 인터페이스 설계와 관리 문제가 손쉽게 해결될 뿐만 아니라 기기에 혁신적인 기능도 추가할 수 있게 된다. 본고에서는 이러한 상황을 현실화할 수 있도록 하는 내장형 웹 서버의 특성과 그에 필요한 기술에 관해서 알아보도록 한다.

2. 내장형 웹 서버의 특성

일반 웹 서버이든 내장형 웹 서버이든 상관없이 웹 서버의 기본 기능은 웹 브라우저에서 요청한 문서 또는 파일을 웹 브라우저로 전달하는 것이다. 그러나 고성능 워크스테이션에서 동작하는 일반 웹 서버와 내장형 시스템에서 동작하는 웹 서버 간에는 큰 차이가 있다. 우선 일반 웹 서버는 많은 수의 동시 접속자의 요구를 처리하기에 적합하도록 설계되어 있다. 반면 내장형 웹 서버의 경우 특수한 경우를 제외하고는 한 두 명의 사용자의 요구를 동시에 처리할 수 있으면 충분하다. 이 점에서 우선 일반 웹 서버와 내장형 웹 서버는 서로 큰 차이를 갖게 된다. 또한 내장형 웹 서버는 주로 기기의 상태를 사용자에게 보고하고 사용자가 제어 명령을 기기로 전달하도록 하는 기능을 주로 수행하게 되므로, 일반 웹 서버가 지닌 데이터 베이스 지원 등과 같은 기능들은 필요로 하지 않는다[2].

내장형 시스템 설계시 내장형 웹 서버를 채용하면, 더 많은 메모리와 계산 능력이 요구되므로 시스템 구성에 더 많은 비용이 들 것으로 생각되지만, 실제 웹 서버를 추가 할 경우 필요로 하는 자원은 그리 크지 않다. 또한 이미 구축되어 있는 네트워크 인프라와 발전된 웹 브라우저의 사용자 인터페이스를 사용할 수 있어서 매우 큰 이점을 얻을 수 있다. 내장형 웹 서버를 내장형 시스템에 적용할 경우 얻을 수 있는 이점을 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

기기 인터페이스 개발 비용 감소: 웹 기술을 내장형 시스템에 적용하지 않을 경우에는 내장형 기기에 기능을 추가하거나 변경할 때마다, 기기 제어에 필요한 인터페이스를 새로 디자인하여야만 했다. 그러나 이를 웹 페이지로 대체할 경우 인터페이스 디자인 또는 변경에 드는 비용과 시간을 크게 단축할 수 있다. 특히 세밀한 조작이 필요한 장비의 경우 그 모든 기능을 모두 기기에 부착된 인터페이스만으로는 완벽한 제어가 어려운 경우가 많았다. 실제로 웹 서버를 이용한 원격 제어 방법이 적용되기 전에는, 네트워크 장비에 특정 기능을 구현하는데 걸리는 시간보다 그 기능



을 제어하는 사용자 인터페이스를 설계하고, 구현하는데 시간이 더 많이 걸리는 경우도 많았다[1]. 그러나 네트워크 장비를 웹을 통해 제어하는 것이 보편화된 상황에서는 장비의 인터페이스 변경은 아주 손쉬운 일이 되었다.

향상된 관리 인터페이스 제공: 웹을 통한 원격 제어 방법이 등장하기 이전에도 내장형 시스템을 원격 제어하는 방법에는 여러 가지가 있었다. 네트워크 관련 장비의 경우 기존에는 데스크탑에 관리 프로그램을 설치하여 관리하였다. 그러나 이 경우 관리자가 사용하는 운영체제와 컴퓨터 기종에 맞는 관리 프로그램이 있어야만 했다. 또한 관리 프로그램이 없는 곳에서는 관리를 할 수 없는 문제가 있었다. 또 다른 원격 제어 방법으로는 전화를 통해 제어하는 방법이 있다. 그러나 전화를 통해서 주고 받을 수 있는 정보의 양에는 한계가 있어서 다양한 용도로 사용될 수는 없고, 사용도 매우 제한적이고 불편했다. 이에 반해 웹을 통한 관리는 특별한 소프트웨어나 프로토콜을 필요로 하지 않는다. 이미 대부분의 데스크탑이나 워크스테이션 상에서 동작하는 웹 브라우저만으로도 기존 인터페이스가 제공하는 것보다 훨씬 더 훌륭한 인터페이스를 제공하는 것이 가능해 지는 것이다[4]. 또한 웹 페이지를 볼 수 있는 수단도 휴대 전화, PDA, 인터넷 TV 등으로 점차 다양화되고 있으므로, 내장형 웹 서버를 적용할 때 얻을 수 있는 편리성도 점점 커지고 있다.

관리 효율 증대: 각 기기 앞의 조작 패널을 통해서 기기의 상태를 알 수 있는 경우, 관리자가 장비의 상태를 알기 위해서 직접 그 기기 앞에서 확인해야만 했다. 그러나 웹을 통한 관리 시스템을 내장형 기기에 도입할 경우 이러한 수고가 훨씬 줄어들며, 새로운 이점도 생기게 된다. 예를 들어 웹을 통해서 네트워크 프린터를 관리한다면, 프린터 토너의 남은 양과 남은 종이의 양들을 관리자가 직접 가서 확인하지 않더라도, 프린터의 웹 서버에 접속함으로써 확인할 수 있을 것이다[4]. 또한 네트워크에 의해 기기를 제어할 수 있게 되면, 여러 개의 기기를 자동화된 방법으로 관리하는 것도 가능하게 된다. 사용자가 하드웨어의 펌웨어를 교체하는 것과 같은 작업은 일반적으로 어렵고 번거로운 일로 생각하여, 꼭 필요한 경우가 아니면 하지 않는 경우가 많다. 그러나 이러한 작업도 웹 페이지를 통해서 할 수 있다면 누구나 손쉽게 펌웨어 업그레이드와 같은 작업을 할 수 있을 것이다. 또 기기의 매뉴얼과 드라이버를 각 기기의 웹 페이지에서 제공하는 것과 같은 서비스는 기존의 방법들로서는 제공하기 힘든 것들이다[5].

3. 내장형 웹 서버의 요구 기술

일반 웹 서버는 수십 메가 바이트에 달하는 큰 프로그램 크기와 수십 메가 바이트 이상의 메모리를 사용하기 때문에 그대로 내장형 시스템에 옮기는 것에는 문제가 있다. 또한 내장형 웹 서버는 기존 웹 서버의 기능을 축소해 크기를 줄이는 것 이외에도 내장형 웹 서버로서 갖추어야 할

요구 사항이 있다. 이러한 요구 사항과 이에 필요한 기술들을 살펴보면 다음과 같은 것들을 들 수 있다.

메모리 및 CPU 사용 제한: 내장형 웹 서버를 개발할 때는 우선 내장형 시스템에서는 시스템 자원이 매우 부족하다는 것을 고려해야 한다. 가능한 한 적은 양의 메모리를 사용해서 웹 페이지 요청을 처리하고, 또한 큰 크기의 페이지 요청이 들어올 경우나, 동시에 여러 요청을 처리해야 할 경우에도 한정된 메모리 안에서 처리가 가능하도록 설계가 되어야 한다. 이와 더불어 중요한 것은 디바이스의 기본 목적이 되는 작업을 수행하는데 방해가 되지 않는 범위 내에서 웹 서버가 동작되도록 하는 것이다. 사용자가 웹 서버에 웹 페이지를 요청한 후 응답이 오기까지 대기하는 시간은 CPU 시간에 비해 긴 시간이므로, 웹 서버 자체에는 낮은 우선 순위를 할당해 수행하는 것이 보통이다. 그러나 이러한 경우에도 웹 서버가 사용자에게 알려줄 시스템 정보를 얻는 과정에서 다른 작업을 방해할 수 있다는 것을 염두에 두고 설계하여야 한다.

네트워크 인터페이스 및 TCP/IP 프로토콜의 구현: 인터넷을 통해서 내장형 웹 서버에 접속하기 위해서는 물론 내장형 시스템이 네트워크 인터페이스를 가지고 있어야 하며, 이 인터페이스에 관한 드라이버와 드라이버에서 전해진 데이터를 처리할 TCP/IP 프로토콜이 구현되어 있어야 한다. 이때 적은 메모리와 CPU 시간을 사용하도록 드라이버와 프로토콜 스택을 구현하는 것 뿐 만 아니라 웹 페이지 요청이 폭주할 경우에도 시스템의 다른 기능은 정상적으로 처리될 수 있도록 설계하는 것도 매우 중요한 문제이다.

동적 웹 페이지 생성 기능: 내장형 시스템의 경우 파일 시스템이 없는 경우가 많으므로 이를 지원하기 위해서 동적 페이지 생성 기능이 필요하다. 또 내장형 웹 서버의 근본 목적인 시스템 감시 및 제어를 위해서 시스템의 현재 상태를 사용자에게 전달하고, 사용자의 입력을 통해 내장형 시스템을 제어할 수 있기 위해서도 동적 웹 페이지 생성 기능은 필수적이다. 일반 웹 서버에서는 이를 구현하기 위해 사용하는 방법은 주로 Common Gateway Interface(CGI)와 Server-Side Script의 두 가지로 볼 수 있다. 내장형 웹 서버의 경우는 이 두 가지 외에 HTML-to-C 전처리기(Preprocessor)를 사용하는 방법을 채택하기도 한다[2]. 내장형 시스템에서 이 세 방법이 각각 어떻게 구현되어야 하는지 간략히 살펴해보도록 하겠다.

- Common Gateway Interface(CGI): CGI는 기존 웹 서버에서 예전부터 많이 사용되어 온 방식으로, 웹 브라우저에서 특정 URL에 접근할 경우, 해당되는 CGI 스크립트 또는 프로그램이 실행되면서 웹 페이지 자체를 생성하고, 이를 웹 서버가 웹 브라우저로 전달하는 방법을 말한다. 내장형 웹 서버의 경우에는 URL에 따라 특정 함수가 실행되도록 하는 것으로 구현이 가능하다. 이 방법은 가장 구현이 간단하고 성능 또한 높다. 그러나 프로그램을 실행 시켜보았을 때에야 비로소 결과를 알 수 있으므로 개발 시간이 오래 걸릴 수 있다. 기존

웹 서버의 경우 프로그램의 개발과 수행이 한 곳에서 이루어 질 수 있으므로 이 점이 개발에 큰 장애가 되지 않을 수 있으나, 내장형 시스템의 경우 그렇지 않다. CGI를 사용할 경우 수정된 내용을 테스트 할 때마다 페이지를 내장형 시스템에 이식할 필요가 있어서 개발 시간이 오래 걸며, 웹 페이지를 관리하는 측면에서도 불리하다.

- **Server-Side Script:** Server-Side Script는 웹 페이지 내에 특수한 태그를 넣어두고, 서버 프로그램이 웹 페이지를 읽을 때, 이 태그를 해석하며 웹 페이지를 생성하는 방법이다. 이는 CGI에 비해 웹 문서의 작성이 훨씬 더 쉬우며, 관리도 편리해 일반 웹 서버에서 아주 많이 사용되고 있는 방법이다. 현재는 ASP, JSP, PHP 등과 같은 여러 가지 Server-Side Script가 나와 있으며 이에 관련된 개발툴도 많이 있어 웹 페이지의 개발은 매우 편리하다. 그러나 내장형 시스템에 이를 적용하기에는 몇 가지 문제가 있다. 우선 스크립트의 해석이 웹 페이지 요청이 있을 때마다 이루어지므로 시스템에 큰 부하가 걸리게 된다. 또한 다양한 종류의 스크립트 태그를 처리하기 위해서는 매우 많은 크기의 메모리를 필요로 하게 된다. 결국 이러한 방식은 충분한 메모리와 CPU 성능을 가진 내장형 시스템에만 적용이 가능하며, 대부분의 소형 시스템에 적용하기에는 문제가 있다.
- **HTML-to-C preprocessor:** 이 방법은 서버 Server-side Script가 들어있는 웹 페이지를 그대로 웹 서버와 함께 내장형 시스템에 넣는 것이 아니라, 태그를 미리 해석하여 웹 페이지 자체를 C와 같은 프로그램 코드로 바꾸고, 이를 웹 서버와 함께 컴파일하여 내장형 시스템을 구성하는 것을 말한다. 이 방법은 Server-Side Script가 제공하는 편리성을 가지고 있으면서도 빠른 수행, 적은 메모리 수행 등의 장점이 있어서 내장형 시스템에 적합한 기술이다.

보안 기술: 내장형 웹 서버는 주로 내장형 시스템의 관리를 위해서 설치된다. 이러한 웹 페이지에 원하지 않는 사람의 접근을 막기 위한 방법이 필요한 것은 당연한 일이다. 이를 위해서 기존 웹 서버에서 사용하는 방법을 그대로 적용하기에는 문제가 있다. 내장형 기기에서 어떤 방법으로 사용자에게 따라 기기에 접근할 권한을 줄 것인가 결정하는 것은 매우 어려운 일이다. 일반 서버와 같이 사용자가 웹 서버가 설치된 가진 기기를 사용하고 싶을 때마다 아이디와 암호를 입력하도록 할 수는 없는 일이다. 따라서 내장형 시스템에 적합한 보안 기술이 필요하지만, 특별한 보안 방법이 나오고 있지는 않은 상태이다.

이식성: 내장형 시스템에는 서로 다른 기능을 가진 다양한 종류의 운영 체제가 사용된다. 또한 운영 체제가 전혀 사용되지 않는 내장형 시스템도 매우 많다. 이러한 상황에

서도 쉽게 이식이 가능하도록 웹 서버를 설계하는 것도 내장형 웹 서버가 가져야 할 중요한 요구 조건 중의 하나이다. 내장형 웹 서버의 설계 시에는 운영 체제가 지원하는 가급적 멀티 스레드와 같은 기능이 없는 상황 혹은 특정 라이브러리가 없는 상황 등을 고려하여야 한다[2].

4. 결 론

내장형 웹 서버는 이미 많은 네트워크 장비에서 사용되고 있다. 그리고 네트워크 장비 이외의 여러 정보 가진 기기에서도 내장형 웹 서버 기술이 사용되고 있다. 내장형 웹 서버를 채택할 경우 기기의 인터페이스의 제작 비용을 절감할 수 있으며, 또한 인터넷을 통한 원격 제어가 가능해져 관리 효율도 향상되는 등 여러 가지 이점을 얻을 수 있다. 그러나 이러한 내장형 웹 서버는 기존 웹 서버와는 다른 요구 사항을 가지고 있으며 따라서 기존 웹 서버에서 사용되던 기술을 그대로 적용할 수는 없다. 본문에서는 이러한 요구 사항과 필요 기술들에 관해서 알아보았다. 현재에도 내장형 웹 서버로 개발된 것들이 많이 있으나, 기존 웹 서버의 기능을 줄여서 구현하는 것이 많으며, 앞에서 언급한 내장형 시스템의 요구 사항이 충분히 반영된 내장형 웹 서버는 아직까지 없는 것으로 보인다[6][7][8][9][10]. 또한 내장형 웹 서버가 네트워크 장비가 아닌 일반 가전 제품에는 현재 널리 사용되고 있지는 않아, 내장형 웹 서버가 갖추어야 할 요구 조건이 충분히 분석되지 못하였으며 또한 내장형 웹 서버 기술 자체도 충분히 연구되지 않은 상태이다. 내장형 웹 기술이 더욱 진보하게 되면 내장형 웹 서버를 통해 가능한 새로운 응용 분야도 더 개척할 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

- [1] Agranat, I., "Embedded web servers in network devices," Communication System Design, March 1998, pp.30-36
- [2] Agranat, I., "Engineering web technologies for embedded applications," IEEE Internet Computing Volume: 2 3 , May-June 1998 , pp.40-45.
- [3] McCombie, B., "Embedded web servers now and in the future," Real-Time Magazine, no.1 March 1998, pp.82-83.
- [4] Wilson, A. "The challenge of embedded internet," Real-Time Magazine, January 1998, pp.78-80.
- [5] Choi, M., Ju H., Cha H., Kim S., Hong W., " An efficient embedded web server for web-based network element management," Network Operations and Management Symposium, April 2000, pp.187-200
- [6] AllegroSoft, RomPager, <http://www.allegrosoft.com/>.
- [7] Agranat Systems, EmWeb, <http://www.emweb.com/>.



[8] GoAhead Software, GoAhead Webserver,
<http://www.goahead.com/>.

[9] Spyglass, MicroServer, <http://www.spyglass.com/>.

[10] Servotec, iServer, <http://www.servotec.com/>.

저 자 소 개



홍성수 (洪性秀)

1963년 10월 11일생. 1986년 서울대 컴퓨터공학과 졸업. 1988년 동대학원 졸업(석사). 1994년 University of Maryland at College Park, Dept. of Computer Science 박사. 1988년 2월-1989년 7월 한국전자통신연구원 연구원. 1994년 12월-1995년 3월 Faculty Research Associate (University of Maryland at College Park). 1995년 4월-1995년 8월 Silicon Graphics Inc. 연구원. 1995년 9월-1997년 9월 서울대학교 전기공학부 전임강사, 현재 동학부 조교수. 관심분야: 실시간 시스템, 실시간 운영체제, 정보가전, 홈 네트워크 실시간 시스템 설계 방법론, 멀티미디어 시스템, 소프트웨어 공학.



조식제 (趙爽濟)

1977년 11월 27일생. 2000년 서울대 전기공학부 졸업, 현재 동대학원 석사 과정. 관심분야: 실시간 시스템, 실시간 운영체제, 컴퓨터 아키텍처, 실시간 시스템 설계 방법론