

홈네트워킹 환경의 인터넷 정보가전들을 위한 웹서버 멀티플렉서의 설계 및 구현

차상훈^o 박창윤
중앙대학교 컴퓨터공학과
{chahoon, cypark}@orchid.cse.cau.ac.kr

Design and Implementation of a Web Server Multiplexor for Internet Appliances in Home Networking Environments

Sang-Hoon Cha^o ChangYun Park
Dept. of Computer Science & Engineering, Chung-Ang University

요 약

최근 고속 가입자망의 급속한 보급과 인터넷 정보가전 개발의 활성화는 홈네트워킹으로 불리우는 새로운 컴퓨팅 환경을 등장시켰다. 홈네트워킹 환경에서는 IPv4 주소공간의 부족과 내부 네트워크와 기존의 인터넷 사이에 연결성을 제공하기 위해서 풀어야 할 문제들이 있다. 또한, 정보가전에 내장되어있는 웹서버를 관리·제어·확장하기 위한 기능성도 제공되어야 한다. 본 연구에서는 홈네트워킹 환경에서 발생하는 문제점들을 효과적으로 해결할 수 있는 웹서버 멀티플렉서 프레임워크를 설계하고 구현한다.

1. 서론

최근 ADSL과 케이블 모델을 이용한 고속 가입자망의 급속한 보급과 인터넷 정보가전(Internet appliances) 개발의 활성화는 홈네트워킹(home networking)이라는 새로운 컴퓨팅 환경을 등장시켰다. 가정이나 사무실 내부에 PC, 프린터, 네트워크 카메라, 인터넷 냉장고, PDA, 디지털 TV등 각종 장비들을 하나의 네트워크로 연결하고 게이트웨이(gateway)를 통해서 외부의 인터넷과 연결된 홈네트워킹 환경에서, 사용자들은 가정에서 웹을 통해서 인터넷의 다양한 서비스를 이용하는 것뿐 아니라, 원격지에서 가정 내부의 장비들을 제어하는 원격 관리, 원격 검침 등의 새로운 서비스를 이용할 수 있다. 그러나, 이러한 서비스들을 제공하기 위해서는 우선 접근성(accessability), 확장성(extensibility), 투명성(transparency)과 관련된 문제들을 해결해야 한다.

접근성과 관련된 문제는 내부 네트워크로 연결된 디지털 장비에 부여할 IPv4 주소공간의 부족 문제와 관련되어 발생한다. IPv4 주소공간 부족에 대한 해결책은 크게 IPv6의 사용과 내부 IP 주소(internal IP address)를 이용한 주소 변환기법인 NAT(Network Address Port Translation)[1][2]를 사용하는 두 가지 방법이 있을 수 있다. IPv6를 사용하는 방법은 모든 네트워크 관련 장비들을 IPv6로 갱신해야 한다는 문제점을 가지고 있다. 반면, NAT를 사용하면 주소 부족의 문제와 함께 패킷 필터링을 통해서 내부 네트워크의 보안 문제를 동시에 해결할 수 있다. 하지만, 이 경우 외부/내부 네트워크간의 이질성 때문에 원격 호스트에서 내부 네트워크로의 접근이 불가능해진다.

확장성과 관련된 문제는 인터넷 정보가전 제품들이 주로 사용자와의 통신 인터페이스로 웹을 사용하기 때문에 웹서버나 웹브라우저를 내장하고 있는 내장형 기기(embedded device)라는 점과 관련되어 발생한다. 내장형 기기는 그 특성상 확장성이 떨어지기 때문에 변경이나 갱신의 경우 문제가 된다.

투명성과 관련된 문제는 앞의 두 가지 문제들을 해결하는 과정에서 중요시되는 부분이다. 즉, 제시되는 해결책이 외부/내부 네트워크 인프라에 변경을 요구하지 않아야 한다는 점이다.

웹서버 멀티플렉서(web server multiplexor : WSM)는 앞에서 제시한 세 가지 문제점들을 해결하기 위해 필요한 기능성(functionality)들로 구성되며, 외부/내부 네트워크의 경계에 위치한 게이트웨이 상에서 동작하는 일종의 중계기이다. 본 논문에서는 홈네트워킹 환경에서 발생하는 문제점들을 효과적으로 해결할 수 있는 프레임워크로서 웹서버 멀티플렉서를 제시하고 이를 구현해 본다.

2. 관련 연구

내부 IP 주소(internal IP address)[3]는 IANA에서 내부 네트워크를 위해서 남겨둔 주소공간이다. 이것은 TCP/IP 인터넷에서 사용하는 공용 IP 주소(public IP address)와는 구별되는 특징을 가지고 있다. 공용 IP 주소는 전세계적으로 유일하게 구별할 수 있다는 특징이 있으며 인터넷에서 라우팅 정보로 이용된다. 이에 반해서, 내부 IP 주소는 이러한 유일성이 없기 때문에 인터넷에서 라우팅 정보로 이용될 수 없다[3]. 하지만, 이 때문에 사용자들은 내부 네트워크 상에서, 자신들이 원하는 주소를 타인이 사용하는 주소와 중복될 염려 없이 마음대로 사용할 수 있다.

NAT(Network Address Translation)는 외부/내부 네트워크의 경계에 위치한 게이트웨이 혹은 라우터에서 동작하며, 외부/내부 IP 주소를 대응시킨 NAT 테이블을 이용하여 내부와 외부 통신간에 주소를 변환시키는 방법이다[1]. NAT를 사용하면 공용 IP는 인터넷을 접속하는 경우에만 사용하고 내부 호스트간의 통신은 내부 IP를 이용하여 이루어진다.

NAT의 종류는 크게 정적 NAT와 동적 NAT가 있으며 NAT(Network Address Port Translation)는 동적 NAT의 특

별한 경우에 해당하는 방법으로, 공용 IP를 하나만 사용하고 주소변환을 위해서 외부/내부 IP 주소뿐 아니라 TCP 계층의 포트 정보를 이용하는 것이 특징이다.

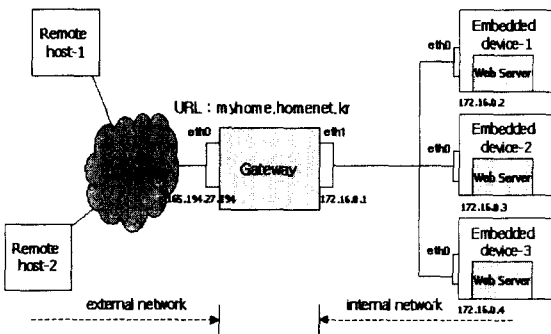
포트 포워딩(Port forwarding)은 특정 포트로 들어오는 트래픽을 새로운 주소·포트의 쌍으로 포워딩(forwarding) 혹은 재설정(redirection) 하는 방법이다[4]. 포트 포워딩을 사용하면, 미리 예약된 특정 포트에 대해서 이와 대응하는 내부 IP와 포트의 연결성을 제공할 수 있다.

3. 웹서버 멀티플렉서 프레임워크

3.1 홈네트워킹 환경에서 내장형 기기의 통신모델

(그림 1)은 홈네트워킹 환경을 간략히 모델링한 통신 환경을 보여주고 있다. 해당 모델에서 전체 네트워크는 외부/내부 네트워크로 나뉘며 외부/내부의 경계에 "Gateway"가 위치한다.

IPv4 주소 부족 문제를 해결하기 위해서 내부 네트워크는 내부 IP 주소를 사용하고, 이러한 이유로 외부/내부 네트워크상의 호스트들이 서로간 직접적인 접근이 불가능하고 중간에 위치한 "Gateway"까지만 접근이 가능하다. 또한, 내부 네트워크에 위치한 내장형 기기들은 사용자와의 통신 인터페이스를 위해서 웹을 사용하며, 웹서버나 브라우저를 내장하고 있다.



(그림 1) 홈네트워킹 환경에서의 통신모델

3.2 제시된 통신 모델에서 요구되는 기능성들

(그림 1)에서 제시된 통신 모델에서 IPv4 주소 부족이외에 요구되는 고려사항들을 정리하면 다음과 같다.

- 내부에서 인터넷으로 나가는 통신뿐 아니라 내부 네트워크 안에서 혹은 인터넷에서 내부 네트워크로 들어오는 통신이 중요시된다.
- 외부에서 들어오는 통신에 대해서는 내부 네트워크의 보안을 위해 필터링과 사용자 인증의 과정이 필요하다.
- 내부 네트워크에 연결되어 동작하는 내장형 기기들은 사용자와의 통신 인터페이스로 웹을 사용하기 때문에 웹서버나 웹브라우저를 내장하고 있다. 웹서버를 내장하고 있는 기기는 외부에서 들어오는 서비스를 처리하며, 웹브라우저를 내장하고 있는 기기는 외부로 나가는 서비스를 수행한다.
- 내장형 기기에 설치되어 동작하는 프로그램은 주로 롬(rom)에 탑재되며 파일 시스템이 없는 경우가 많이 있다. 이러한 특

성 때문에 내장형 프로그램의 변경이나 갱신은 많은 제약을 가지고 있다. 특히, 웹을 통해서 보여주는 사용자 인터페이스는 갱신해야 할 필요성이 자주 있게 되는데 이러한 경우 해당 HTML 코드를 변경해 주어야 한다.

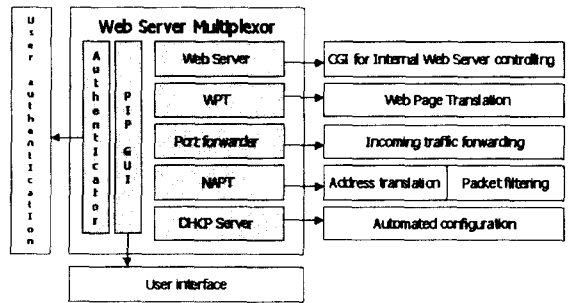
- 내장형 기기는 설치·운영시에 사용자 편의성의 제공이 중요시되며, 여러 기기들을 효율적으로 관리·제어하기 위한 사용자 인터페이스가 요구된다.

3.3 웹서버 멀티플렉서

앞 절에서 분류한 것과 같이, 홈네트워킹 환경에서는 제공되어야 할 다양한 기능성들이 요구되기 때문에 내부 웹서버들의 앞단(front-end)에서 이러한 기능성들을 통합해서 제공해 주어야 할 필요성이 생긴다.

본 연구에서는 제시된 통신모델에서 내부에 위치한 다수의 웹서버들이 필요로 하는 기능성들을 제공해주는 프레임워크로서 웹서버 멀티플렉서(이하 WSM)를 제안한다. WSM은 단순히 기존의 게이트웨이나 라우터가 제공해주는 기능 이외에 홈네트워킹이라는 새로운 환경에서 필요로 하는 추가된 기능성들을 포함하고 있다.

4. 웹서버 멀티플렉서 구조 설계



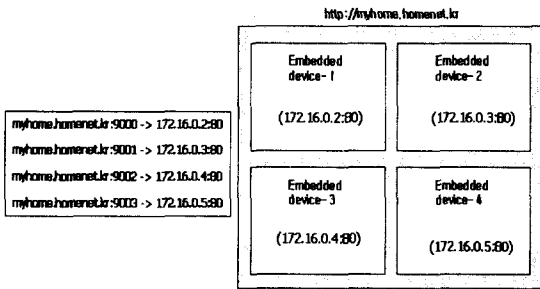
(그림 2) 웹서버 멀티플렉서 구조

(그림 2)는 앞 절에서 제시된 고려사항들을 토대로 설계된 WSM의 구조를 보여주고 있다. WSM에 요구되는 기능성은 크게 세 가지 범주로 분류할 수 있다. 첫 번째는 주소 지정(addressing)과 관련된 것으로, 이는 주소 부족, 내부/외부의 양방향 통신과 내장형 기기의 이름 지정(naming)을 포함한다. 두 번째는 내부 웹서버를 관리·제어·확장하는 것과 관련된다. 마지막으로 사용자 편의성과 관련하여 요구되는 기능성이 있다.

주소 지정과 관련해서는 NAPT, Port forwarder, PIP(Picture in Picture) GUI 및 Web Server 모듈이 요구된다. NAPT를 사용하면 주소 부족의 문제를 해결하고 외부로 나가는 통신에 대한 접근성을 보장할 수 있다. 하지만, 내부 IP를 외부에서 직접 인식·지정할 수 있는 방법이 없기 때문에 NAPT 단독으로는 양방향 통신에 대한 접근성을 보장할 수 없다. 반면에 Port forwarder를 사용하면 특정 TCP 계층의 포트를 이용하여 해당 포트로 들어오는 트래픽을 정해진 다른 주소·포트의 쌍으로 포

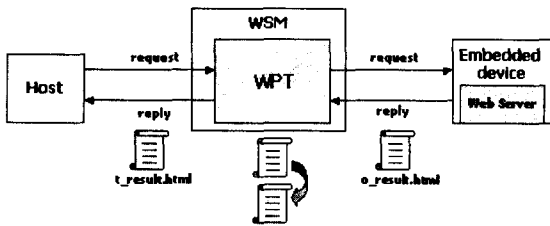
워딩 시킬 수 있기 때문에 내부로 들어오는 통신에 대한 접근성을 부여해 줄 수 있다.

그러나, 이 방법 역시 원격지의 사용자가 미리 접근하고자 하는 기기에 해당하는 포트 번호를 알고 있어야 한다는 단점, 즉 해당 기기에 대하여 적절히 이름 지정(naming)할 방법이 없다는 문제를 가지고 있다. 특히, 이러한 문제점은 해당 기기의 주소가 동적으로 변경되는 상황에서는 더더욱 문제가 된다. 이름 지정을 위해서는 다양한 방법을 생각할 수 있었지만 투명성을 고려할 경우 가장 적절한 방법은 WSM에 웹서버를 탑재하고 PIP GUI를 통해서 이름 지정의 문제점을 해결하는 것이다. (그림 3)은 포트 포워딩 과정과 PIP GUI를 보여주고 있다.



(그림 3) port forwarding 과정과 PIP GUI 인터페이스

WSM이 내부 웹서버를 관리·제어·확장하는 것과 관련해서는 Authenticator, PIP GUI와 Web Server 및 WPT 모듈이 요구된다. PIP GUI와 Web Server 모듈을 통해서 WSM은 내부 웹서버를 통합적으로 관리할 수 있으며, 사용자 인증을 위한 Authenticator 모듈도 효율적으로 동작할 수 있게 된다. 이들 모듈의 기능성을 이용하여 사용자는 원격지에서도 해당 기기에 대한 원격 제어/원격 점검 서비스를 이용할 수 있다.

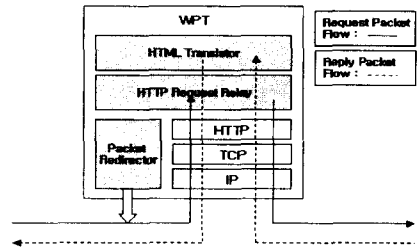


(그림 4) WPT의 개념도

WPT는 Web Page Translator를 의미하며, 내장형 기기에 대한 확장성을 증가시키기 위해 요구되는 모듈이다. 내장형 기기의 웹 페이지는 기능적인 측면에서 볼 때 하드웨어 상태를 점검·제어하는 부분과, 화면 인터페이스를 담당하는 부분으로 나눌 수 있다. 전자는 하드웨어와 연계되어 실시간으로 변경되는 동적인 특징이 있고 후자는 반대로 정적인 특징을 가지고 있다. 또한, 동적인 부분에 대한 변경은 기기 전체에 대한 변경

을 요구하기 때문에, 내장형 기기의 웹 페이지 갱신은 주로 정적인 부분에 국한된다.

내장형 기기의 웹 페이지에 대한 갱신이 필요한 경우, 갱신된 템플릿 페이지를 WSM의 웹서버상의 특정 디렉토리에 적재한다. (그림 4)에서와 같이 웹 페이지의 갱신이 필요한 기기에 대하여 서비스가 요구될 경우, 해당 기기는 요청을 처리하여 결과를 응답 웹 페이지로 작성하여 전송한다. 정적인 부분에 대하여 갱신되지 않은 해당 웹 페이지는 WSM을 통과할 때, WPT가 웹 페이지 템플릿을 사용하여 웹 페이지를 변환한 뒤에 전송해 준다. 따라서, WPT를 이용하면 통신을 수행하는 양측에 대하여 투명성을 유지하면서 내장형 기기에 대한 확장성을 제공해 줄 수 있다. (그림 5)는 구현된 WPT의 구성 모듈과 동작원리를 보여주고 있다.



(그림 5) WPT의 동작원리

마지막으로, 사용자 편의성과 관련해서는 DHCP Server[5] 모듈을 사용하여 내장형 기기의 통신 설정을 자동화하는 자동설정(autoconfiguration) 기능을 제공할 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 최근에 대두되고 있는 홈네트워킹 환경에서 정보가전기기들과 관련해서 발생할 수 있는 접근성, 확장성, 투명성의 문제들을 해결하는 웹서버 멀티플렉서 프레임워크를 제시하였다. 웹서버 멀티플렉서는 IPv4 주소 부족 및 외부/내부 양방향 통신에 대한 접근성 보장의 문제, 내부 웹서버를 관리·제어하는 문제 및 내장형 기기의 확장성을 제공하는 문제, 사용자 편의성과 관련된 문제들을 효과적으로 해결해 준다. 또한, 제시되는 해결책은 기존의 네트워크 인프라에 대한 변경을 요구하지 않는 투명성을 제공해 준다.

6. 참고 문헌

- [1] K. Egevang and P. Francis, "The IP Network Address Translator (NAT)", *RFC 1631*, May 1994
- [2] P. Srisuresh and M. Holdrege, "IP Network Address Translator (NAT) Terminology and Considerations", *RFC 2663*, August 1999
- [3] M. Hasenstein, "IP Address Translation", <http://www.csn.tu-chemnitz.de/HyperNews/get/linux-ip/nat.html>, 1997
- [4] D. Ranch and A. Au, "Linux IP Masquerade HOWTO v1.82", <http://ipmasq.cjb.net/ipmasq-HOWTO-1.82.html>, February 2000
- [5] R. Droms, "Automated Configuration of TCP/IP with DHCP", *IEEE Internet Computing*, pp. 45-53, August 1999