

# 무선망 적응 프록시 서버를 이용한 웹 액세스 고속화

정성신\*, 함경선, 양서민, 이혁준  
광운대학교 컴퓨터공학과

## High Speed WWW Access Using a Wireless-Adaptive Proxy

Sungshin Jung\*, Kyoungsun Ham, Seomin Yang, Hyukjoon Lee  
Dept. of Computer Engineering, Kwangwoon University

### 요약

최근의 인터넷과 무선통신 기술의 발달은 이동 호스트에서 무선 데이터 서비스를 이용한 웹으로의 접근을 가능하게 하고 있으나 무선망의 높은 에러율과 좁은 대역폭 등 제한적인 물리적 특성으로 인하여 웹 데이터 전송 시 만족할 만한 수준의 응답속도를 제공하지 못하고 있다. 본 논문에서는 웹 프록시 서버를 이용하여 기존의 응용프로그램이나 인터넷 기반구조에 대한 수정 없이 무선망을 통한 웹 서비스 속도를 향상시킬 수 있는 방법을 소개한다. 웹 프록시 서버에서 사용자 단말장치, 웹 브라우저 및 사용자의 요구에 의해 각기 다른 웹 데이터 종류에 따라 무손실, 손실압축기법을 적용하여 데이터량을 감소시키고 미리불러오기 기능을 사용하여 웹 데이터에 대한 전송지연을 감소 시킨다. 또한, 현재 상용화되어 있는 CDMA 셀룰러망을 사용하여 프록시 서버를 통한 웹 접근 실험을 통해 이러한 데이터처리 방법에 의한 전송 데이터량의 감소와 이에 따른 응답시간의 향상을 확인한다.

### 1. 서론

최근의 디지털 이동통신 기술은 무선망(wireless network)을 통한 인터넷 서비스를 실용화 하였다. 그러나, 무선망은 유선망에 비하여 제한된 대역폭을 가지고 있으며, 높은 비트에러 발생률(bit-error rate, BER)로 인하여 망의 신뢰도가 낮고, 전송층 프로토콜의 혼잡관리기능(e.g. TCP의 slowstart)으로 인한 전송지연이 길어지는 단점이 있다. 또한, 현재 인터넷 사용자의 대부분이 이용하고 있는 웹은 비교적 높은 대역폭을 요구하는 웹문서, 영상(image)등으로 구성되어 있기 때문에 사용자들에게 경제적, 심리적인 불만을 초래하고 있다. 따라서 무선망 사용자에게 만족할 만한 수준의 무선 웹 서비스를 제공하기 위해서는 이동 클라이언트-서버 시스템을 위한 환경 적응이 필요하다. 이에 대하여 클라이언트와 서버간, 유무선 망 사이에서 응용프로그램 계층에서 중재역할을 수행하는 프록시(proxy)를 추가하므로써 무선환경에 대한 적응 기능을 수행하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 이에 대한 대표적인 사례는 Webexpress[1], MOWGLI[2], BARWAN[3,4], WAP[5]등이 있다.

본 논문에서는 무선 웹 서비스시 이동 호스트에서의 웹 응답속도 향상을 위하여 기존의 유선 인터넷상에서 널리 사용되는 응용프로그램이나 기반구조에 수정을 가하지 않고 무선망의 응답속도를 향상시킬 수 있는 프록시 서버를 소개한다. 즉 프록시 서버에 무선망을 통해 전송되는 데이터량 축소 기능과 미리 받기 기능을 추가하므로써 상대적으로 낮은 수준의 처리능력을 가진 이동호스트의 부담을 줄이는 동시에 향상된 웹 응답시간을 얻을 수 있다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 무선환경 적응을 위한 프록시 시스템의 구조에 대해 설명하고, 3장에서는 프록시 서버 기능에 대하여 기술하며, 4장에서는 제안하는 프록시에 대한 구현과 이를 적용한 실험결과를 제시하고, 5장에서 결론을 맺는다.

### 2. 무선환경 적응을 위한 프록시 구조

이동 호스트에서 CDMA 셀룰러망을 통해 인터넷에 접근하기 위해서는 그림 1과 같이 단말기(Terminal Equipment, TE)와 이동 단말기(Mobile Terminal, MT), 기지국(Base Station, BS)과 이동 스위칭 센터(Mobile Switching Center, MSC), IWF(Interworking Function)를 거쳐게 된다. 여기서 IWF는 이동 단말기와 유선 데이터망과의 중재자 역할을 수행한다. CDMA 셀룰러망에서 유선 인터넷망과 직접 연결하기 위해서는 반드시 IWF를 통하게 되고, 이 연결 지점에 무선망 적응 기능을 수행하는 프록시 서버를 설치함으로써 이동 클라이언트와 유선망상의 서버 간에 발생하는 모든 연결과 요청/응답을 중재할 수 있게 된다.

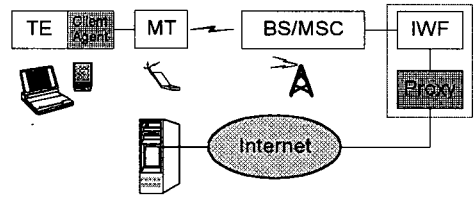


그림 1. 셀룰러망에서의 프록시를 통한 인터넷 접근

무선환경에 적응하기 위한 프록시는 웹 프록시[6]의 기능을 기본적으로 포함하고 있으며, 전송 데이터에 대한 손실 압축과 변환 기능을 가지고 있다. 이 기능들은 사용자 요구에 따라 손실정도와 압축율이 조절된다. 또한 기존의 응용프로그램들에 대한 수정없이 사용하기 위하여 모든 무선망 적응 처리는 이동 호스트와 프록시 서버 사이에서 이루어진다. 프록시 시스템의 구성 및 연결관계는 그림 2와 같다.

무선망 적응 프록시 서버를 사용한 웹 서비스 구조는 기본적으로 브라우저 및 웹서버를 포함하며, 프록시 서버와 사용자와의 모든 요청과 응답을 중재하고 사용자 요구사항을 받아들이며 이를 프록시 서버의 데이터 압축/변환 모듈에 전달하는 기능을 수행하는 클라이언트 에이전트(client agent)로 구성된다. 프록시 서버는 무선망 적응을 위한 데이터 손실 압축과 변환기능으로서 JPEG 영상과 GIF 영상에 대한 해상도 저하를 이용한 손실 압축과 웹문서에 대하여 단순화 처리 및 문서에 포함된 영상에 대한 미리받기 기능을 포함하며 압축기법이 적용되지 않은 데이터에 대한 무손실 압축처리가 있다.

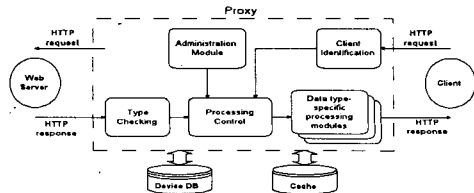


그림 2. 무선망 적응 프록시 구조

3. 무선환경 적응을 위한 데이터 압축

무선망을 통한 인터넷 서비스시 전송 데이터량을 줄이기 위한 가장 기본적인 방법은 HTTP 응답을 클라이언트로 전달하기 전에 gzip 과 같은 무손실(lossless) 데이터 압축/복원을 통해 데이터 크기를 줄여서 전달하는 것이다. 하지만, 이미 압축된 포맷의 데이터에 대한 중복 압축은 매우 비효율적이기 때문에 자체적으로 압축이 적용된 데이터들에 대해서는 각 데이터 포맷에 따라 적절한 손실 압축 기법을 적용하여 보다 많은 데이터량을 줄임으로서 효과적인 대역폭 적응이 가능하다. 표 1은 웹에서 많이 사용되는 데이터형과 각각에 대한 압축방법을 나열한 것이다.

표 1. 웹에서 사용되는 데이터형과 각 압축방법

데이터종류	인코딩 방법	압축방법
영상	JPEG, GIF	크기축소, 컬러수 및 해상도감소
텍스트	HTML 및 텍스트	태그삭제 및 변환, 압축
기타	압축된 데이터	Bypassing
	일반 데이터	압축

3.1 JPEG 영상 압축

JPEG[7]은 압축효율이 우수하고 정적인 영상, 연속적 색조, 흑백/컬러 영상을 표현하는데 적합하도록 표준화된 인코딩 방법으로 웹에서 많이 사용되는 정지 영상 인코딩 방법 중의 하나이다. 인코딩 된 영상은 이미 압축된 형태이므로 이동 호스트 사용자들에게 큰 불편이 없을 정도로 영상 질을 낮추거나 크기를 줄임으로서 JPEG 파일의 크기를 감소시키는 방법을 사용한다. 본 논문에서는 JPEG은 저장 모드인 점진적 모드와 순차적 모드에 따라 다른 손실 압축 방법을 적용한다.

3.1.1 점진적 모드에 대한 압축

JPEG 인코딩에서 원 영상은 DCT 계수를 담고 있는 8x8 크기를 갖는 다수의 블록으로 나누어진 후 양자화를 거치게 된다. 이때 양자화된 각 블록의 좌측 상단부는 공간주파수가 낮은 계수가 배치되고, 우측 하단으로 갈수록 높은 주파수의 계수가 배치된다. 특히 점진적 모드에서는 근사한 주파수영역의 성분들로 이루어진 다수의 스캔라인에 의해 전체 영상을 표현하기 때문에 그림 3과 같이 거친 영상으로부터 점차 섬세한 영상이 구성된다. 본 연구에서는 사용되는 영상의 질을 10 단계로 나누고 사용자가 요구에 따라 영상을 구성하는 스캔라인 수를 제한하여 클라이언트로 전송하게 된다. 따라서 줄어든 스캔라인의 수만큼 전송되는 영상 파일의 크기는 줄게 된다.

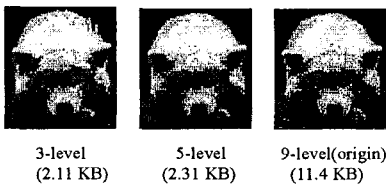


그림 3. 점진적 영상의 손실 압축

3.1.2 순차적 모드에 대한 압축

순차적 모드의 JPEG은 영상이 좌에서 우로 위에서 아래 순서로 블록단위로 저장되어 있기 때문에 점진적 모드의 영상과는 다른 압축방법을 사용해야 한다. 본 논문에서는 순차 모드의 JPEG 영상에 대한 손실 압축기법으로 영상 크기의 축소와 흑백화를 적용하였다.

3.2 GIF 영상 압축

현재 웹문서에서 가장 많이 사용되는 영상 형식중의 하나인 GIF(Graphics Interchange Format) 영상은 여러 개의 비트맵 영상이 한 파일에 저장되어 애니메이션 기능을 사용할 수 있는 특성을 가지고 있다 [8]. 또한 각 픽셀 데이터들은 해당되는 컬러테이블(최대 256컬러)의 인덱스 값을 갖게 되고 LZW[9]로 압축되어 저장된다. 또한 영상이외의 부가 정보로 GIF 영상 파일을 생성하고, 디스플레이하기 위한 논리 스

크린 디스크립터와 지역 영상 디스크립터, 그래픽 콘트롤 정보, 주석문, 어플리케이션 특성 등 부가적 정보를 포함한다. 따라서 전송되는 GIF 영상 데이터 크기를 감소시키기 위해서는 사용자의 요구에 따라 영상에서 사용되는 컬러 수 및 애니메이션 프레임 수의 조정, 그리고 불필요한 부가 정보의 삭제 등의 방법을 사용한다.

3.3 웹문서 처리

HTML은 플랫폼에 독립적인 형식화된 웹문서를 제공하기 위한 마크업언어로서 여러 종류의 HTML 태그(tag)와 다양한 속성(attribute)을 사용하여 미적인 효과와 함께 다양한 하이퍼텍스트 기능을 웹문서에 적용시킬 수 있다[10].

그러나 대역폭이 좁고 이동 호스트의 처리능력이 제한적인 무선망 환경에서는 이러한 웹문서의 다양한 미적, 기능적 효과 보다는 빠른 응답속도와 명확한 의미 전달에 대한 필요성이 더 높으므로 프록시 서버에서 사용자의 요구와 단말장치별로 그림 4와 같이 웹문서를 재구성함으로써 문서의 의미에는 변화를 주지 않으면서 문서 전송량을 줄이고 제한된 성능의 이동호스트에 적용하도록 한다. 또한 사용자에 대한 응답시간을 줄이기 위해 웹문서에 포함된 영상에 대하여 미리불러오기(prefetch)를 적용한다.

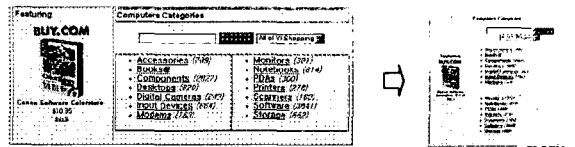


그림 4. 웹문서의 처리 결과

3.3.1 전송 데이터량 감소를 위한 문서처리

웹문서에는 문서를 이루는 요소별로 부가적인 기능과 함께, 크기 및 색등과 같은 문서의 미적 효과와 관련된 속성이 다양하게 존재하며, 이들은 웹문서의 의형과 부가적 기능에 관련된 정보이기 때문에 문서의 미와는 연관 관계가 적다. 이러한 기능을 삭제 할 경우 사용자에게 전송되는 문서는 미적효과가 감소되지만 문서의 의미적인 내용은 변경되지 않는다. 이때, 웹문서에 대한 요소의 삭제 정도는 클라이언트 에이전트로부터 전달 받은 사용자의 요구사항에 따라 정해지며 프록시 서버에서는 미리 정의된 삭제 가능한 태그 및 속성 리스트에 따라 삭제가 이루어진다.

3.3.2 이동 호스트에 대한 적응

이동 호스트는 성능상 대부분 데스크탑 컴퓨터를 대상으로 디자인된 웹문서를 처리하기에는 제한점이 있다. 즉, 이동 호스트는 데스크탑 컴퓨터에 비하여 소형 디스플레이 장치를 사용하고, 다양한 문서의 구성 및 기능에 대한 성능제한이 있다. 따라서 프록시 서버는 웹문서에 대하여 크기와 관련된 속성을 호스트의 디스플레이에 맞게 변환하고 표 2와 같이 처리 불가능한 요소를 처리 가능한 비슷한 기능의 다른 요소로 변환하므로써 이동 호스트에 적응시킨다.

표 2. 문서 요소의 변환

요소	내재된 테이블 처리	프레임
처리방법	연결된 웹문서 <LIST>로 변환  을 사용한 셀 구분	프레임 구조의 표로 변환

3.4 응답시간 감소를 위한 미리받기

웹문서는 미적효과와 더불어 효과적인 정보 전달을 위해 다양한 영상을 포함할 수 있다. 그러나 문서에 포함되는 영상은 텍스트에 비해 그 데이터량이 상대적으로 크므로 전송 시 응답지연을 가장 많이 초래하는 요인 중의 하나이다. 따라서 프록시 서버에서는 웹문서를 변환하는 과정에서 영상의 위치정보(URL)를 추출하여 사용자에게 변환된 문서를 전송하는 동안에 영상에 대한 요청을 웹서버로 미리 보낸다. 즉, 무선망을 통한 웹문서의 전송지연 후 클라이언트에 의해 발생하는 영상 요청이 웹서버로 전달되는 방식을 대신하여 미리 웹서버의 응답을 프록시 서버의 캐쉬에 저장하고 이후 발생하는 클라이언트에서의 영상

요청에 대해서는 이미 저장된 영상 데이터로 응답하므로써 전체 전송 지연을 감소시킨다.

4. 구현 및 실험

4.1 프록시 구현

본 논문에서 제시하는 프록시 구조는 프록시 서버와 클라이언트 에이전트로 나뉜다. 프록시 서버는 UNIX 환경의 웹 프록시 서버를 기반으로 구현되었고 HTTP1.1의 프로토콜을 지원한다. JPEG 영상처리는 Independent JPEG 그룹[11] 라이브러리를 이용하였고 압축 모듈은 범용 무손실 압축기법인 gzip 을 사용하여 구현하였다. 이동 호스트는 윈도우 환경을 기반으로 하며, 클라이언트 에이전트는 윈도우 기반의 다중 쓰레드 방식을 사용하여 사용자의 연결요청 시 쓰레드를 생성하여 HTTP 연결을 처리하도록 하였다.

4.2 실험

본 논문에서는 그림 1에서 보는 바와 같이 클라이언트 에이전트가 상주하는 이동 호스트로 486 HPC 가 사용되었고 이동 단말기(MT)를 사용하여 국내 상용 CDMA 망을 통하여 IWF 와 유선망 사이에 직접 연결된 프록시 서버에 연결된다.

프록시 사용에 따른 성능 차이를 측정하기 위하여 프록시를 사용하지 않는 경우에 대하여 동일한 환경하에서 같은 URL 에 대한 요청후 각각의 응답시간을 비교하였다. 표 3 은 실험에서 사용된 웹 데이터들에 대한 전송 데이터량 감소 정도를 나타내며 그림 5 는 JPEG 영상에 대하여 영상의 그레이화, 영상의 질 감소(5 단계)를 사용한 결과를 보여주며, 그림 6 은 GIF 영상에 대해 컬러수를 4 색으로 양자화하고, 애니메이션의 경우 첫 프레임만을 추출한 실험결과를 나타낸다. 또한 그림 7 는 4 개의 국내의 신문사 웹 사이트에 대한 비교실험 결과를 나타낸다.

표 3 전송 데이터량 감소

	대상	Before compression (Bytes)	After compression (Bytes)	Percent size (%)
Home page	조선일보	283688	32614	11.5
	중앙일보	223656	26408	12.8
	LA 타임스	91149	21459	23.5
	뉴스위크	81510	18984	23.2
JPEG	lis.jpg	52325	8058	15.4
	fink.jpg	152251	12582	8.2
	Hyunjo.jpg	44920	5524	12.3
GIF	Cellvic.gif	10141	563	5.5
	Lotte.gif	15175	573	3.7
	Magic.gif	12993	890	6.8

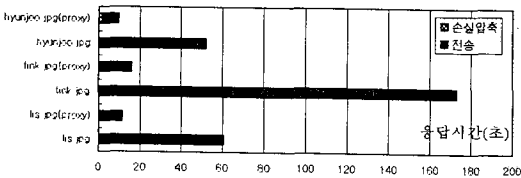


그림 5. JPEG 영상에 대한 웹 응답시간 비교

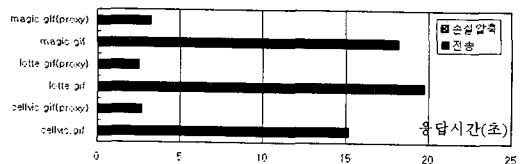


그림 6. GIF 영상에 대한 웹 응답시간 비교

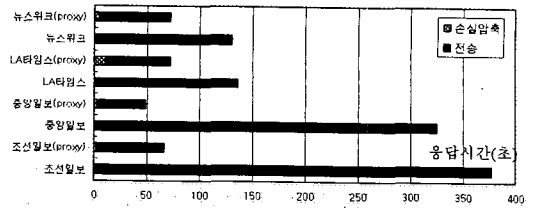


그림 7. 웹 사이트에 대한 웹 응답시간 비교

5. 결론

무선망을 사용하는 이동호스트에 대해 물리적 특성상 유선망에 비하여 좁은 대역폭과 높은 에러율을 갖는 무선망을 사용하는 이동 호스트에 대해 웹 브라우징시 느린 응답속도는 해결해야 할 중요한 문제 중의 하나이다.

본 논문에서는 무선환경의 이동호스트에게 보다 빠른 웹 응답속도를 보장하기 위해 웹에서 주로 사용되는 여러 종류의 데이터들에 대하여 손실 및 무손실 데이터 압축 그리고 응답시간 감소를 위한 미리받기 기능을 사용하여 무선망으로 통해 전달되는 데이터의 전송지연을 감소 시키며 제한된 성능의 이동 호스트에 대한 데이터의 적응을 위한 웹본서의 변환기능을 수행하는 프록시 시스템을 제안하였다.

이 시스템은 클라이언트 에이전트와 프록시 서버로 구성되며, 브라우저나 웹서버와 같은 응용 프로그램들과 클라이언트/서버의 기본구조를 수정하지 않고도 무선망에 대한 적응기능을 효과적으로 수행할 수 있다. 프록시 서버를 통하여 하여 프록시 시스템의 성능을 확인하기 위하여 현재 국내에 구축되어 있는 CDMA 셀룰러망 상에서 웹 응답시간을 비교 실험하였고, 프록시 서버에서의 데이터 처리에 의한 전송량 감소와 이로 인해 웹 응답시간의 비약적인 향상을 확인하였다.

앞으로의 연구과제로는 PDA 나 SmartPhone 과 같은 다양한 단말장치에 대한 지원기능과 보다 다양한 타입의 데이터에 대한 처리방법 추가, 그리고, 에이전트를 이용한 사용자 정보의 지능적인 관리기능에 대한 연구등이 있다. 동시에 HTTP 요청 최적화, 지능적인 캐쉬 관리 기법에 관한 연구 등이 필요하다.

참고문헌

- [1] B. Housel and D. Lindquist, "Webexpress: A system for optimizing web browsing in a wireless environment," in *Proceeding of the Second ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking*, 1996.
- [2] M. Liljeberg et al., "Enhanced Services for World Wide Web in Mobile WAN Environment," *University of Helsinki CS Technical Report No. C-1996-28*, April 1996.
- [3] E. Brewer et al., "A network architecture for heterogeneous mobile computing," *IEEE Personal Communications*, vol. 5, no. 5, pp. 8-24, 1998.
- [4] A. Fox, S. D. Gribble, E. A. Brewer, and E. Amir, "Adapting to network and client variability via on-demand dynamic distillation," *Operating Systems Review*, vol. 30, no. 5, Oct. 1996.
- [5] WAP Forum, <http://www.wapforum.org>
- [6] A. Luotonen and K. Altis, "World-Wide Web Proxies," in *First International Conference on the World-Wide Web*, May 1994.
- [7] G. K. Wallace, "The JPEG still picture compression algorithm," *Communication of the ACM*, vol. 34, pp. 31-44, April 1991.
- [8] CompuServe Incorporated, "Graphic Interchange Format: Version 89a," 1990
- [9] T. A. Welch, "A technique for high performance data compression," *IEEE Computer*, vol. 17, no. 6, pp. 8-19, June 1984.
- [10] D. Raggett, A. L. Hors, and I. Jacobs, "HTML 4.0 Specification," <http://www.w3.org/TR/REC-html40>.
- [11] Independent JPEG Group, <http://www.ijg.org/>