

모바일 웹 서비스의 응답시간을 향상시키기 위한 선 서비스 후 변환 방법

강 의 선[†] · 박 대 혁^{††} · 임 영 환^{†††}

요 약

모바일 단말기에 무선 웹 서비스를 제공하는 과정에서 고려해야 할 사항은 이질적인 단말기의 하드웨어 환경이다. 이는 동일 모바일 웹 페이지라 할지라도 서비스되는 단말기의 종류 및 환경에 따라 동일 콘텐츠를 다르게 표현해야 하는 문제점을 갖는다. 즉 하나의 콘텐츠에 대해 여러 버전의 콘텐츠가 변환 및 생성되어야 하고 서버에 저장되어야 함을 내포한다. 따라서 서비스 측은 콘텐츠 변환에 따른 응답 시간 지연과 다중 버전의 콘텐츠를 저장하기 위한 서버의 용량을 고려해야 한다. 본 논문에서는 모바일 웹 콘텐츠를 서비스하는 과정에서 발생할 수 있는 응답시간을 분석하였고 이를 해결하기 위한 방법으로서 선 서비스 후 변환방법을 제안한다. 선 서비스 후 변환 방법(Pre-Service and Post-Transcoding)은 모바일 단말기에 최적의 질적 서비스는 제공할 수 없더라도 응답시간을 줄이기 위하여 캐시 내에서 요청 단말기 상에 재생 가능한 콘텐츠를 우선적으로 서비스 한다. 그리고 추후 질적 서비스 및 좀 더 빠른 서비스를 제공하기 위하여 요청한 콘텐츠와 연관관계를 갖는 콘텐츠를 서비스 후 변환하는 방법이다. 본 논문은 실험을 통하여 제안한 각 방법들에 대한 성능을 비교 분석하여 그 결과를 기술하였다.

키워드 : 모바일 웹 서비스, 선 서비스, 후 변환, 캐시, 모바일 게이트

The Pre-Service and Post-Transcoding Method for Enhancing the Response Time of Mobile Web Service

Euisun Kang[†] · Daehyuck Park^{††} · Younghwan Lim^{†††}

ABSTRACT

One of the particulars to be considered for providing wireless web service with PC web page is the hardware environment between PC and mobile device. It is because time cost is required in producing mobile contents to suit environment of the connected terminal. Therefore, server side should take account of response time and disk capacity of server. Response time is delayed by content conversion and disk capacity need to store various versions about one content. This paper suggests a pre-service and post-transcoding method to provide faster response time for a mobile terminal. The pre-service is to minimize response time by placing the top priority in servicing contents saved in cache as much as possible even if the quality of contents serviced to mobile terminal may be low. After pre-service is provided, the mobile content is transcoded for the terminal later. Performance level of method proposed was compared through experiment and the result of analysis was described.

Key Words : Mobile Web Service, Pre-Service, Post-Transcoding, Cache, Mobile Gate

1. 서 론

웹 기술은 인간 중심의 정보처리 및 정보 공유를 모태로 하여 많은 사람이 정보를 더욱 발전시키는 매개체로 발전하였다. 이와 더불어 이동전화를 비롯한 다양한 모바일 단말기의 발전은 기존의 웹에 대한 공간적 시간적 단점을 극복할 수 있는 새로운 단계의 웹에 대한 발전을 예시하였으며

최근 다양한 모바일 단말에서 웹 이용에 대한 요구가 점차 증가하는 추세이다. 이런 모바일 단말에서의 웹 기술은 유비쿼터스 환경에서의 유선과 무선 서비스를 하나로 통합하여 서비스 할 수 있음을 나타내며 이를 통하여 다양하고 새로운 비즈니스의 기회들이 창출되고 있다. 하지만 유무선 통합의 웹 서비스에 대한 요구가 커지고 있음에도 불구하고, 실제 현실에서는 여러 가지 한계와 문제점에 의해 기대했던 것만큼 편리하게 이용할 수 없다. 이러한 가장 큰 원인은 모바일 웹 환경과 데스크탑 웹 환경의 차이이다. 이런 문제점을 해결하는 방안으로써 PC로 볼 수 있었던 기존 웹 사이트를 휴대폰이나 PDA등의 모바일 단말기에 표현하기 위

※ 본 연구는 숭실대학교 교내 연구비 지원으로 이루어졌음.

† 정 회 원 : 숭실대학교 미디어학부 전임강사

†† 정 회 원 : SK INNOACE 멀티미디어 사업팀

††† 종신회원 : 숭실대학교 미디어학부 교수

논문접수 : 2007년 3월 16일, 심사완료 : 2007년 8월 27일

해서는 이질적인 모바일 단말기의 환경을 고려한 콘텐츠 적응화가 필요하다. 콘텐츠 적응화 방법으로는 PC 웹 브라우저 상에 보이는 콘텐츠를 모바일 단말기용으로 재구성(re-authoring)하는 방법[2, 3], 모바일 단말기가 인식할 수 있는 언어로 변환하는 방법[4], PC 웹의 멀티미디어 데이터를 모바일 단말기상에 실시간으로 서비스하기 위한 방법[6, 7] 등이 있다. 하지만 위에 제시된 방법들은 적응화를 위한 실시간 혹은 비 실시간 변환시간을 내부적으로 내포하고 있기 때문에 시간적인 비용을 고려하지 않을 수 없다. 즉 모바일 콘텐츠의 양과 단말기의 종류는 변환시간에 따라 서비스의 응답시간에 영향을 줄 뿐만 아니라 동일 콘텐츠에 대한 여러 개의 버전을 저장하기 위한 서버의 용량에도 큰 영향을 미친다. 즉 변환시간에 따른 응답시간과 서버의 용량을 줄일 수 있는 방법이 필요하다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 PC 웹 콘텐츠를 모바일상에 표현하기 위한 적응적 변환 시스템에 대하여 소개하고 그에 대한 문제점을 기술하였다. 그리고 3장을 통하여 지적된 문제점을 해결하기 위한 신 서비스 후 변환 방법을 제시하고 4장의 실험을 통하여 성능을 분석하였다. 그리고 5장에 그 결과를 기술하였다.

2. 유무선 웹 서비스를 고려한 적응적 모바일 웹 콘텐츠 변환 시스템

2.1 시스템 구조

본 논문에서는 유선 웹 페이지를 다양한 이동통신 단말기 상에 적응적으로 적용하기 위하여 [8, 9, 10]의 개념을 이용하여 설계하고 구현하여 보았다. 설계된 적응적 프레임워크를 우리는 MobileGate System이라 명하였고 그 전반적인 구조는 (그림 1)과 같다.

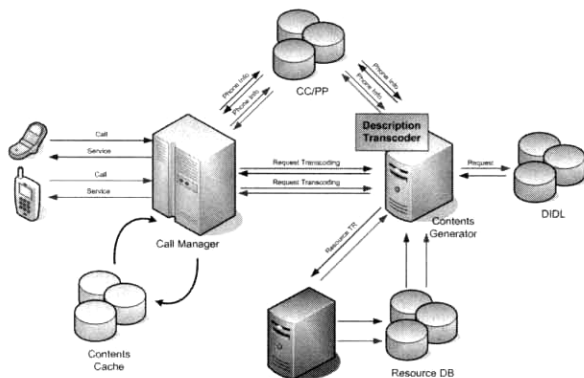
Mobile Gate System은 크게 호출 관리자(이하 Call Manager), 멀티미디어 변환기(이하 Resource Converter), 콘텐츠 생성기(이하 Contents Generator)로 구성된다. Call Manager는 다양한 모바일 단말기가 서버에게 서비스 요청을 했을 경우 단말기의 헤더 분석을 통하여 모바일 단말기 특성(미디어 처리 능력, 브라우저 정보 등)을 파악하고 Content 캐시에서 요청한 콘텐츠의 검색을 수행한다. 여기서 요청한 콘텐츠에

대하여 콘텐츠 캐시(Content Cache) 내에 정확히 일치하는 콘텐츠나 서비스 가능한 콘텐츠가 검색된 경우 바로 단말기에 서비스를 하며 해당 콘텐츠가 존재하지 않을 경우에는 Content Generator에게 변환을 요청한다. Contents Generator는 Call Server의 요청에 의해 Description 변환을 담당하는 부분으로써 캐시 내 콘텐츠가 존재하지 않을 경우 실시간으로 변환을 수행한다. 뿐만 아니라 본 논문에서 제안하는 후 변환에 해당하는 모듈으로써 하기도 하지만 서비스 후 변환을 담당하는 부분이기도 하다. 이 모듈은 요청된 콘텐츠를 Call Manager에게 전달할 때 미리 변환된 멀티미디어 객체와 함께 전송한다. Resource Converter는 제작된 모바일 웹 콘텐츠 중 멀티미디어 객체에 대한 변환을 오프라인에서 비 실시간으로 수행하는 부분으로써 동적(Dynamic) 혹은 실시간으로 변환되어야 하는 멀티미디어 객체에 대해서는 Contents Generator의 요청에 의해 변환을 수행하기도 한다. DIDL을 분석하여 멀티미디어 객체를 추출하고 변환된 객체를 Resource DB에 저장한다. 여기서 DIDL은 XML 를 따르는 MPEG-21의 DIDL(Digital Item Declaration Language: Part2 of MPEG21)를 이용하여 정의한 것으로써 다양한 단말기의 하드웨어 정보에 맞게 유연하고 적응적으로 대응하기 위하여 모바일 콘텐츠의 구성 및 내용을 기술한 문서이다. DIDL의 구성요소 중 실시간 서비스를 고려하여 변환 시간이 오래 걸리는 멀티미디어 데이터들은 단말기의 정보를 이용하여 Resource Converter에 의해 미리 변환하고 대기한다. 모바일 단말기가 서비스를 요청할 경우 Call Manager 는 접속한 단말기 정보를 분석하고 Content Generator에게 해당 단말기에 맞는 Description 문서(예를 들어 WML, mHTML, XHTML 등)의 변환을 요구한 후 이미 변환된 멀티미디어 데이터와 함께 단말기에 서비스 한다.

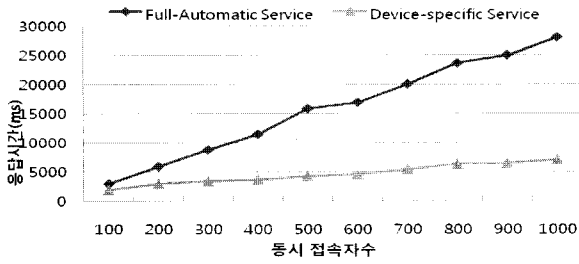
2.2 문제점 및 해결방향

다양한 모바일 단말기에 생성된 모바일 웹 페이지를 서비스 하는 방법[9] 은 단말기의 특성에 맞게 각각 콘텐츠를 미리 작성하는 Device-specific service과 클라이언트로부터 서비스 요청을 받을 때 단말의 특성에 맞게 콘텐츠를 자동 재생성하여 서비스하는 Full-Automatic service으로 분리된다. 다양한 이동 단말기에 모바일 웹 페이지를 서비스하는 과정에서 고려되어야 할 사항은 단말기 환경에 적합하도록 콘텐츠를 변환하는데 발생하는 변환 시간이다. 이것은 빠른 서비스를 하기 위한 응답시간과 밀접한 관계를 갖는다. 따라서 본 논문은 모바일 단말기가 웹 페이지 요청 시 서버의 응답시간을 체크하기 위하여 Device-specific authoring과 Full-Automatic Service를 Mobile Gate system에 적용해 보았다. 그 결과는 (그림 2)와 같다. 이 실험에서는 변환시간이 오래 걸리는 멀티미디어 데이터(이미지)의 변환시간을 제외하기 위하여 미리 변환하여 테스트하여 보았다.

(그림 2)에서 보는 바와 같이 각 단말기에 맞는 콘텐츠를 미리 변환하여 직접 서비스할 경우 변환과정이나 콘텐츠 생성 시간이 필요하지 않기 때문에 당연히 Device-Specific Service



(그림 1) Mobile Gate system의 구조

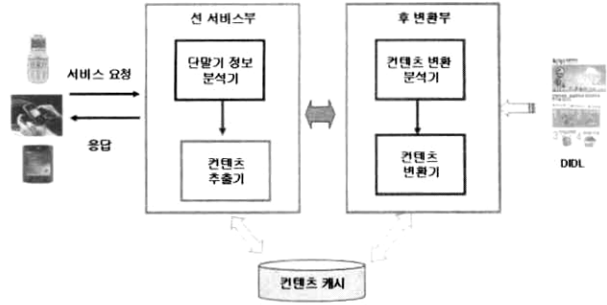


(그림 2) 접속자 수에 따른 응답시간

가 빠른 응답을 보이고 있음을 알 수 있다. Full-Automatic Service에서 멀티미디어 데이터 변환을 Off-Line 상태에서 미리 변환하였다 하더라도 단말기 접속 시 서버는 단말기 정보를 분석하고 그에 맞는 Description 문서를 실시간으로 생성하고 있기 때문에 접속자 수가 많을수록 응답시간이 계속적으로 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 종합해 보면 서버 용량의 측면에서는 Full-Automatic Service 방법이 우수하며 응답시간 측면에서는 Device-Specific Service 방법이 우수하다. 따라서 본 논문에서는 단일 콘텐츠에 대한 다중 버전을 보유하는데 발생하는 서버 용량을 최소화함과 동시에 서비스의 응답시간을 향상시키기 위하여 Full-Automatic Service과 Device-Specific Service의 장점을 이용하고자 한다. 캐시를 효율적으로 관리 및 사용한다고 하더라도 다양한 모바일 단말기 개수와 콘텐츠 종류에 따라 많은 캐시 용량을 필요로 한다. 예를 들어 서로 상이한 환경을 갖는 단말기의 종류가 100가지이고 콘텐츠 종류가 100가지일 경우 모든 콘텐츠를 저장하기 위한 캐시의 용량은 단말기 종류(100) * 콘텐츠 종류(100) * 콘텐츠 별 용량 이 될 것이다. 이는 한정된 캐시 용량이 주어졌을 때 많은 대체가 발생함을 의미한다. 따라서 본 논문에서는 이러한 주요 문제를 해결하기 위하여 기존에 서비스 되었던 콘텐츠 변환 후 서비스 되었던 과정을 변경하여 가급적 우선 서비스 하고 변환하는 방법을 모색하고자 한다. 그 방법으로써 콘텐츠 요청이 들어왔을 때 최적의 질적 서비스를 제공할 수는 없지만 먼저 접속한 단말기에 서비스 가능한 콘텐츠를 캐시에서 검색하여 서비스 하고 단말기의 재 접속 시 질적 서비스를 제공하기 위하여 서비스 후에 요청한 단말기에 대한 모바일 콘텐츠를 변환하는 방법을 제안하고자 한다.

3. 모바일 웹 서비스를 위한 선 서비스 후 변환 방법

3.1 선 서비스 후 변환(Pre-Service & Post-Transcoding)의 정의
Mobile Gate System은 생성된 콘텐츠들을 저장하여 빠른 서비스를 제공하기 위한 콘텐츠 캐시를 내부적으로 가지고 있으며 단말기로부터 서비스 요청이 들어왔을 때 캐시에서 단말기에 맞는 콘텐츠를 찾아 서비스한다. 만약 요청한 단말기에 해당되는 콘텐츠가 캐시 내에 존재하지 않을 경우 서비스 가능한(Playable) 범위에서 최적의 콘텐츠를 선택하여 먼저 서비스한다. 여기서 질적 서비스는 제공할 수 없더라도 콘텐츠의 변환 시간을 줄이고 빠른 응답시간을 제공하



(그림 3) 선 서비스 후 변환의 내부 구조

기 위하여 캐시 내 서비스 가능한 범위의 콘텐츠를 우선적으로 선별하여 먼저 서비스 하는 방식을 선 서비스(Pre-Service)라고 한다. 후변환(Post-Transcoding)이란 요청한 단말기에 대하여 서비스를 하지 못하였거나 서비스 가능한 범위 내에서 가장 유사한 콘텐츠를 선택하여 서비스했을 경우 동일 콘텐츠의 재 접속을 고려하여 요청했던 단말기에 대한 콘텐츠를 서비스한 후 변환하는 방법이다. (그림 3)은 선 서비스 후 변환 방법에 대한 구조를 나타낸다. 여기서 선 서비스 부는 사용자로부터 서비스 요청을 받고 단말기 정보를 고려하여 해당 콘텐츠를 캐시에서 검색하며 변환이 필요할 시 후 변환 부에 변환을 요청하는 역할을 담당한다. 선 서비스의 전반적인 처리는 Call Manager에서 제공한다. 후 변환 부는 콘텐츠에 대한 전반적인 변환을 담당한다. 후 변환에 대한 전반적인 처리는 Content Generator에서 제공한다.

Call Manager는 특정 단말기로부터 서비스 요청을 받는다. 단말기 정보 분석기는 접속한 단말기HTTP request header field를 분석하여 CC/PP 를 검색하여 단말기의 QoS 정보를 추출한다. 콘텐츠 추출기는 분석된 QoS 정보를 바탕으로 요청 받는 콘텐츠를 캐시에서 찾는다. 캐시 내에 검색된 콘텐츠를 추출하기 위하여 콘텐츠 추출기는 캐시내 콘텐츠들과 단말기의 QoS와 1:1로 비교하여 콘텐츠 유사도(Similarity)를 계산한다. 만약 계산된 콘텐츠 유사도가 서버 관리자에 의해 설정된 임계값(Threshold) 보다 크거나 같으면 현재 검색된 콘텐츠가 접속한 단말기에 재생가능한 콘텐츠로 선택되어 서비스 된다. 이때 유사도가 일치하지 않을 경우에는 Contents Generator내의 후 변환을 요청한다. 유사도와 임계값을 비교하는 과정에서 유사도가 임계값 보다 작다면 단말기의 QoS 정보를 이용하여 콘텐츠 변환기에 의해 단말기 환경에 맞는 콘텐츠를 생성하여 서비스 한다. 콘텐츠 변환 분석기는 선 서비스 부로부터 어떤 콘텐츠를 변환할지 결정한 후 변환할 콘텐츠에 대한 정보를 콘텐츠 변환기에 전달한다. 변환할 콘텐츠에 대한 정보를 받은 콘텐츠 변환기는 DIDL을 이용하여 복수개의 콘텐츠를 변환한 후 콘텐츠 캐시에 저장한다.

3.2 콘텐츠 구성요소 기반의 캐시 내 콘텐츠 선택 방법

캐시 내에 저장된 콘텐츠들은 접속 단말기의 종류에 따라 다중 콘텐츠가 존재한다. 선 서비스는 요청한 단말기에 해당되는 콘텐츠가 캐시 내에 존재하지 않을 경우 동일 콘텐



(그림 4) 모바일 콘텐츠에서의 객체 구성 예

츠들 중 단말기에 재생 가능한 콘텐츠를 선별하고 먼저 서비스한다. 이로써 응답시간을 줄이고 콘텐츠의 중복성을 줄일 수 있다. 접속한 단말기의 대기 시간을 줄이기 위한 선서비스를 효율적으로 제공하기 위해서는 캐시 내에서 단말기가 요청한 콘텐츠와 가장 유사한 콘텐츠를 선별하는 작업이 필요하다. 여기서 유사한 콘텐츠란 캐시 내 저장된 콘텐츠 중 단말기가 요청한 콘텐츠와 동일 객체 구성요소를 가짐과 동시에 단말기에 서비스 가능한 콘텐츠를 의미하는 것으로서 캐시 내 콘텐츠들 중 콘텐츠 구성요소 정보의 차이가 가장 적은 것을 유사한 콘텐츠로 선정한다. 한다. 예를 들어 접속 단말기가 요청한 콘텐츠가 JPG 이미지(240*320)의 “사자” 그림을 갖는 mHTML 언어일 때 서버 혹은 게이트웨이는 동일 콘텐츠를 캐시에서 찾을 것이다. 하지만 캐시에 동일 콘텐츠는 존재하지 않고 “사자” 그림을 갖는 2개의 콘텐츠가 있다고 하자. 하나의 콘텐츠는 JPG이미지(128*160)를 갖는 mHTML이며 다른 하나는 GIF(240*320)를 갖는 mHTML 일때 전자의 JPG 이미지가 유사한 콘텐츠에 해당되며 서비스 된다. 그 이유는 전자는 크기가 작게 디스플레이 되지만 GIF는 이미지가 보이지 않을 것이기 때문이다. 본 논문에서는 캐시 내 다중 콘텐츠 중 재생 가능한 콘텐츠를 선택하는 방법으로써 콘텐츠 구성요소 기반 선택 방법을 제안한다. 일반적으로 하나의 모바일 웹 콘텐츠에는 마크업 언어로 서비스할 수 있는 복수개의 객체(멀티미디어 콘텐츠 포함)들

로 구성되어 있다. 이런 객체들이 모여서 단일 모바일 웹 페이지를 구성하게 된다.

(그림 4)는 이미지와 텍스트로 구성된 모바일 콘텐츠이다. (그림 4) 중 “컨텐츠 A”는 이미지로 구성된 콘텐츠로써 모바일 상에 표현하기 위해서는 모바일 단말기의 마크업 언어, 이미지 형식, Color Depth, 해상도(가로×세로)그리고 텍스트 길이에 대한 QoS정보가 필요하다. (그림 4)에서처럼 콘텐츠 A를 모바일상에 서비스하기 위해서는 텍스트와 이미지에 대한 QoS 정보가 필요하지만 콘텐츠 B를 표현하기 위해서는 단지 텍스트에 대한 QoS 정보가 필요하다. 즉 콘텐츠 기반 선택 방법은 단일 모바일 웹 페이지를 구성하는 객체들의 구성요소를 이용한 방법으로써 모바일 웹 페이지를 구성하는 객체를 분석하고 해당 객체를 표현하는데 있어 필요한 QoS정보만을 추출, 비교하여 서비스 가능한 콘텐츠를 캐시에서 선택하는 것이다. 모바일 콘텐츠는 접속한 단말기의 QoS 정보를 기반으로 마크업 언어를 생성하기 때문에 각 객체 별 QoS 정보를 추출할 수 있다.

예를 들어 접속한 단말기의 가로 해상도 크기가 240이며 캐시내 콘텐츠들 중 C 콘텐츠의 가로 크기가 128일 경우 가로 해상도의 비율은 $0.53 = 128/240$ 이 된다. 즉 가로 해상도에 대한 콘텐츠 유사도는 53%가 된다. 예를 들어 요청 단말기의 QoS 정보 중 마크업 언어가 mHTML이고 캐시 내 콘텐츠들의 QoS 정보 중 마크업 언어가 요청 단말기의 마크업 언어 정보와 같으면 “1”로 그렇지 않으면 “0”으로 표현하였다. 그 이유는 단말기의 브라우저 별로 지원되는 사양에 따라 서비스 할 수 있는 마크업 언어의 유형이 다르며 WML을 지원하는 단말기에 mHTML 마크업 언어를 서비스할 수 없기 때문이다. 콘텐츠 유사도를 계산하기 위해서는 다음과 같은 전체 조건을 가지고 시작한다.

$$QoS_j(m_c) \leq QoS_j(m_d) \quad (식 1)$$

그 이유는 서비스를 요청하는 단말기의 QoS 정보보다 큰 QoS 정보를 가지는 콘텐츠를 해당 단말기에 서비스 할 수 없기 때문이다. 만약 서비스 할 수 있다고 하더라도 정확한 정보 전달이 어렵다. 예를 들어 176*144의 해상도를 가지는 단말기에 320*240의 해상도에 맞게 생성된 이미지를 서비스할 수 없을뿐더러 서비스 가능하다 할지라도 큰 이미지를 전

<표 1> 모바일 단말기와 캐시내 콘텐츠의 QoS 정보 예

	QoS 정보	표현방법(수치화)	요청 단말기의 QoS 정보	Cache 내 콘텐츠들의 QoS 정보		
				A	B	C
1	MarkUp	1, 0	mHTML	WML	mHTML	mHTML
2	해상도(가로)	Num	240	240	240	128
3	해상도(세로)	Num	320	320	320	160
4	Color Depth	Num	4096	256	256	4096
5	이미지 형식	1, 0	JPG	JPG	JPG	GIF
6	Sound Poly	Num	64	4	40	16
7	멜로디 형식	1, 0	MA	MF	MA	MSND
8	비디오 형식	1, 0	MPEG4	MPEG4	MPEG4	HL263

〈표 2〉 콘텐츠 유사도의 전제 조건

기호	의미
mc_i	캐시 내에 저장된 i 번째 모바일 콘텐츠 (예: (표 2)의 A, B, C)
md	서비스를 요청한 모바일 단말기
QoS_j	j 번째 QoS 정보

송하기 위하여 많은 네트워크 대역폭 및 비용을 필요로 한다. 캐시에 콘텐츠를 선별하는 데 필요한 구성요소들이 다음 <표 1>와 같을 때 단말기의 요청 콘텐츠와 캐시내 콘텐츠의 차이점은 다음과 같이 계산된다.

$$mc_i \in O$$

$$O = \{O_1, O_2, O_3, \dots, O_n\}$$

mc_i 는 n 개의 멀티미디어 데이터 객체를 갖고 있다. O 는 모바일 페이지 내의 객체들의 집합을 의미하고 페이지 내의 각 객체(O_n)는 모바일 페이지를 파싱하여 얻어진다.

$$O_i = \{ \langle QoS_f, QoS_q \rangle \mid QoS_f \in Format, QoS_q \in ExInfo \}$$

Format이 멀티미디어 데이터 형식이고 ExInfo가 멀티미디어를 표현하는데 필요한 부수적인 정보라 할 때 모바일 페이지의 각 객체는 멀티미디어 형식(Format)과 추가적인 정보(ExInfo)로 구성된다. 접속 단말기가 요청한 콘텐츠(md)와 가장 차이가 적은 유사 콘텐츠(mc_i)를 캐시에서 찾기 위해서는 콘텐츠의 각 구성요소에 대한 정보를 비교하며 그에 따라 계산되는 결과값은 (식 2)와 같다.

$$QoS_f(O_i) = \begin{cases} 1 & \text{Format}_{mc_i}(O_i) = \text{Format}_{md}(O_i) \\ 0 & \text{Format}_{mc_i}(O_i) \neq \text{Format}_{md}(O_i) \end{cases}$$

$$QoS_q(O_i) = \frac{\text{ExInfo}_{mc_i}(O_i)}{\text{ExInfo}_{md}(O_i)} \quad \text{단, } 0 < QoS_q(O_i) < 1$$

$$QoS_{Markup}(mc_i, md) = \begin{cases} 1 & QoS_{Markup}(mc_i) = QoS_{Markup}(md) \\ 0 & QoS_{Markup}(mc_i) \neq QoS_{Markup}(md) \end{cases} \quad (\text{식 2})$$

여기서 Format_{mc_i} 와 ExInfo_{mc_i} 는 캐시 내 i 번째 모바일 콘텐츠를 구성하는 각 객체의 정보로써 모바일 단말기의 하드웨어에서 요구하는 Format_{md} , ExInfo_{md} 과 매칭하여 비교된다. 최종적으로 요청 콘텐츠와 캐시 내 특정 콘텐츠의 차이는 (식 3)에 의해서 계산되며 캐시 내 콘텐츠들 중 결과 값

이 가장 큰 것이 가장 유사한 콘텐츠로 선택된다.

$$\text{Similarity}(mc_i, md) = QoS_{Markup}(mc_i, md) \times (\omega_i \times \sum QoS_f(O_i) + \omega_j \times \sum QoS_q(O_i))$$

$$\omega_i + \omega_j = 1 \quad (\text{단, } \omega_i > \omega_j)$$

(식 3)

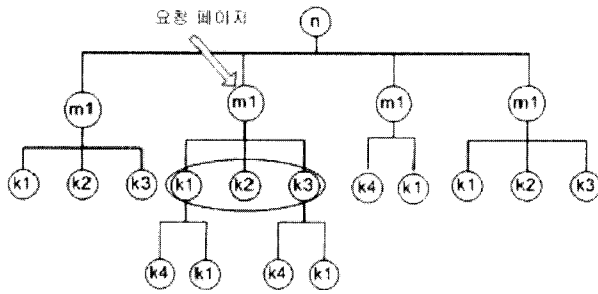
$\text{Similarity}(mc_i, md)$ 는 최종적으로 가중치(ω_i, ω_j)를 적용하여 계산된 콘텐츠 유사도를 의미한다. $\text{Similarity}(mc_i, md)$ 를 구하는 과정에서 ω_i 는 ω_j 보다 커야 한다. 그 이유는 멀티미디어 데이터 형식이 추가 정보보다 중요하기 때문이다. 예를 들어 캐시내 콘텐츠의 구성요소 중 이미지의 크기가 단말기의 브라우저 크기보다 작을 경우에는 작게 표현되지만 멀티미디어 형식이 다른 경우에는 오류 데이터가 전송 및 표현되기 때문이다.

3.3 하이퍼링크를 이용한 변환할 콘텐츠 선택 방법

웹에서의 선인출(Prefetch) 기법은 웹 객체의 공간적인 지역성을 이용하는 방법으로 사용자가 웹 문서를 요청하기 전에 요청할 문서를 예측하여 웹 캐시에 미리 가져다 놓는 것으로써 응답시간을 개선하는데 그 목적을 두고 있다. 후 변환은 사용자 혹은 자동으로 생성된 콘텐츠를 기술한 중간 매개체 언어인 DIDL을 이용하여 각 모바일 단말기에 서비스 가능하도록 콘텐츠를 변환하는 부분으로써 선 서비스 이후에 접속한 단말기가 재 접속할 확률이 높다는 가정으로부터 시작한다. 후 변환 방식에서 주요 관점은 어떤 모바일 단말기에 맞게 콘텐츠를 변환할 것이며 어떤 복수개의 모바일 콘텐츠들을 변환할 것인가 하는 것이다. 즉 요청할 문서를 미리 예측하여 캐시로 옮기기도 하지만 모바일 단말기의 동일 콘텐츠 재 접속을 고려하여 단말기의 환경에 맞게 미리 변환하거나 선 서비스된 콘텐츠를 이용하여 다음 접속할 콘텐츠를 예측하여 미리 변환 및 저장함으로써 지속적인 질적 서비스를 제공하기 위함이다. 일반적으로 PC에서의 웹 접속 방법은 인덱스(Index) 혹은 메인(Main) 페이지에서부터 탑-다운(Top-Down) 방식을 사용하여 하위 페이지에 접속을 한다. 즉 모바일 웹 페이지 접속 방법 또한 일반 웹 페이지 접속 방법과 흡사하다. (그림 5)의 그림에서 K1에 접속하기 위해서는 $n \rightarrow m1$ 을 거쳐 k1에 접속하여야 한다. 그리고 현재 접속한 페이지가 m1인 상태에서 m2로 접속하

〈표 3〉 콘텐츠 유사도를 위한 구성요소들

구성요소	의미	예
O_i	모바일 페이지를 파싱하여 얻어진 페이지 내의 각 객체 구성요소들	O_i 가 가질 수 있는 객체 구성요소들 : 이미지, 텍스트, 동영상...
QoS_f	객체(O_i)의 멀티미디어 데이터 형식	O_i 가 이미지일 경우:JPG, GIF, WBMP,...
QoS_q	객체(O_i)의 서비스 품질을 좀 더 향상시키기 위한 멀티미디어 객체의 추가정보	O_i 가 이미지일 경우 - 해상도:320*240 Color Depth:4096
QoS_{Markup}	mc_i 혹은 md 가 서비스 되기 위해 필요한 마크업 언어	mHTML, WML, xHTML, up WML,...



(그림 5) 하이퍼링크 기반의 콘텐츠 변환 대상

고자 할 경우에는 상위 페이지인 n을 접속한 후 접근하여야 한다. 따라서 선 서비스 했던 페이지가 n과 서비스 가능할 만큼의 차이를 갖고 있는 n'라 할지라도 m2로 접속하기 위해서는 n을 재 접속하는 해야 하며 이 과정에서 단말기의 환경에 맞도록 n을 미리 변경하여 저장한다면 좀 더 질적인 서비스가 가능할 것이다.

하이퍼링크 기반 콘텐츠 변환방법(HCT: Hyperlink Based Content Transcoding)은 각 단어들 혹은 문서들 사이에 연결 기능을 부여해 관련 내용을 쉽게 검색할 수 있도록 해주는 것이다. 이 방법은 선인출 방법을 이용한 것으로써 사용자가 현재 접속한 모바일 콘텐츠에 속하는 하이퍼링크와 관련된 콘텐츠들을 미리 변환하여 캐시의 대체 비용을 줄이는 방법이다.

이 방법은 (그림 5)처럼 단말기가 현재 접속한 m1에 접속했을 때 m1에 하이퍼링크로 연결된 다음 복수개의 콘텐츠(k1, k2, k3)를 변환한다. 후 변환에서의 하이퍼링크 기반의 콘텐츠 변환(HyperlinkBasedContentTR())에 대한 과정은 다음과 같다.

```

Hyperlink Based Content Transcoding Algorithm(HCT)
T : Threshold
mci : Hyperlinked content on mci
n : number of hyperlinked contents on mci
Procedure Pre-Service

Function HyperlinkBasedContentTR()
Get DeviceInfo
  begin
    n = Parshing (mci)
    for k = 1 to n
      mcj = Link_Relevant (mck)
      mck = TR(mcj, DeviceInfo)
      Cache = Cache ∪ { mck }
    endfor
  end
  
```

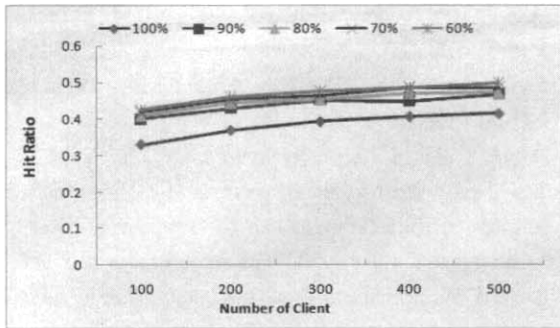
HyperlinkBasedContentTR()을 수행하기 위해서는 선행으로써 선 서비스 과정을 수행하고 서비스된 모바일 콘텐츠(mc_i)와 단말기 정보(DeviceInfo)를 입력받는다. HyperlinkBasedContentTR()은 먼저 서비스된 모바일 콘텐츠(mc_i)를 분석하여 하이퍼링크된 콘텐츠의 개수를 구한다. 그리고 하이퍼링크된 콘텐츠

의 원본 콘텐츠(DIDL)를 가지고 와서 단말기 정보에 맞게 변환한다. 변환된 모바일 콘텐츠(mc_k)는 캐시에 저장된다. 이 과정은 서비스된 콘텐츠(mc_i) 내의 하이퍼링크된 콘텐츠의 개수만큼 수행된다.

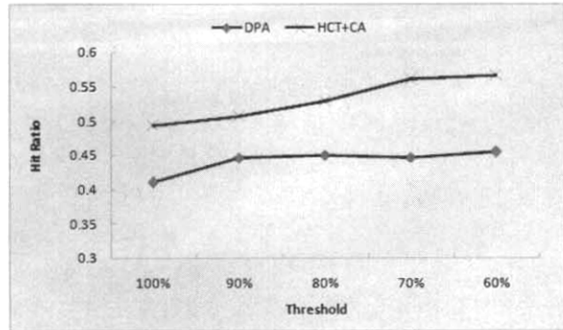
4. 실험 및 평가

일반적으로 캐시를 사용하여 응답시간을 향상시킨다는 것은 캐시 적중률(Hit Ratio)와 상관관계가 있다. 즉 서비스 과정에서 콘텐츠의 변환 없이 캐시에서 문서를 찾고 서비스 하는 것은 콘텐츠를 변환하는데 걸리는 시간을 줄일 수 있기 때문에 응답시간을 향상시킬 수 있음을 의미한다. 본 논문은 제안한 방법이 서비스의 성능향상에 영향을 미치는지 알아보기 위하여 캐시 적중률을 이용하여 성능평가를 해보았고 결과를 비교 분석해 보았다. 실험을 위하여 2.66GHz, 1GB Memory의 사양을 갖는 Windows XP Professional에서 실험 및 테스트를 해 보았다. 실험을 위하여 현재 서비스 되고 있는 20개의 모바일 페이지를 이용하였다. 모바일 페이지를 파싱(pharsing)한 후 생성된 마크업 언어의 크기는 평균 2KB이다. 이 모바일 웹 페이지는 이미지와 텍스트를 기반으로 제작되어 있으며 현재 핸드폰의 브라우저를 통하여 서비스 되고 있다. 실험에 사용된 모바일 단말기는 현재 국내 판매되고 있는 약 1000여개의 핸드폰 중 각 통신사별 서로 다른 사양을 갖는 3개의 핸드폰인 전체 10개 선별하여 단말기 정보를 DB에 저장하였다. 그리고 웹 페이지의 접속 패턴으로써 5개를 선정하여 특정 시간에 랜덤한 접속 패턴을 가지고 접속을 하도록 하였다. 실험에서는 선 서비스를 적용한 캐시 대체 알고리즘으로서 사용빈도가 가장 적은 모바일 콘텐츠를 지우기 위하여 LFU(Least Frequently Used)를 사용하였다. 그리고 선 서비스를 위하여 캐시 내 콘텐츠를 선택하는 과정에서 특정 임계값을 기준으로 계산된 콘텐츠 유사도의 기준을 결정하기 위하여 사용자가 임의의 임계값(100%, 90%, 80%, 70%, 60%)을 설정하여 보았다. (그림 6)은 본 논문에서 제안하는 캐시 내 콘텐츠 선택 방법을 수행하였을 때의 캐시 적중률을 나타낸다. 여기서 사용한 캐시 용량은 100KB이다. (그림 7)은 선 서비스를 적용하였을 경우 임계값에 따른 각 QoS 정보의 계산 결과값을 나타낸다.

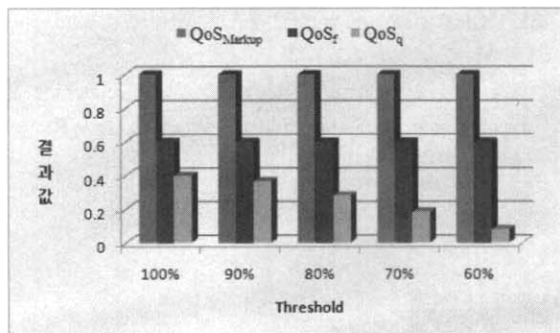
그림에서 100%~60%는 사용자가 지정한 임계값을 의미한다. (그림 6)에서 보여주는 것처럼 정확히 일치(100%)하는 콘텐츠를 서비스 하는 것보다 질적 서비스는 조금 낮더라도 90%~60%일 경우 캐시 적중률이 약 10%정도 향상된 것을 볼 수 있다. 그 이유는 100% 일치하는 콘텐츠보다 90%~60%에 대한 콘텐츠가 캐시 내에 더 많이 저장되어 있기 때문이다. (그림 7)은 서버 관리자가 임계값을 설정하여 선 서비스를 수행하였을 경우 콘텐츠 정보에 따른 결과값을 나타낸다. 결과값은 임계값 범위 내에서 선 서비스를 위해 선택된 콘텐츠들의 정보에 따른 평균을 계산한 것으로써 결과값은 가중치에 의존한다. 그림에서 볼 수 있듯이 QoS_{Markup}과 QoS_r는 서비스 가능 여부를 결정하기 때문에 요청 콘텐츠와 일치하는 경우에만 만족한다. 따라서 요청 콘텐츠와 유사한 콘텐츠를 캐시에서 선별 할 때 QoS_r를 비교한 값이 나머지 정확성을 결정한다. 본 논문에서는 가중치의 값으로써 w₁는 0.6, w₂는 0.4를 적용하였다. 그 이유는 모든 객체가 표현 가



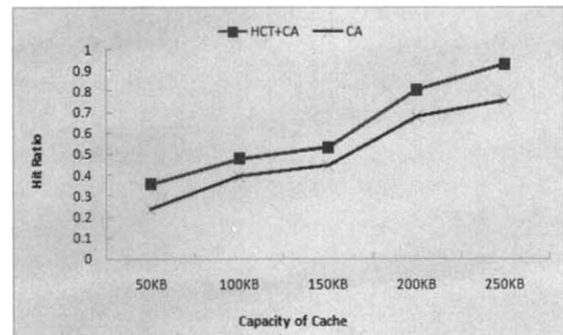
(그림 6) 캐시 적중률



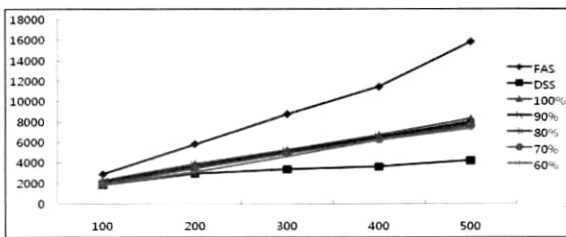
(그림 9) 하이퍼링크 기반 복수 컨텐츠 변환 시 임계값에 따른 적중률



(그림 7) 임계값에 따른 QoS 정보값



(그림 10) 하이퍼링크 기반 복수 컨텐츠 변환 시 캐시 용량에 따른 적중률



(그림 8) 컨텐츠 기반 선택방법

능한 범위에서 가급적 정확성을 높여 질적 컨텐츠를 캐시에서 서비스 할 수 있도록 하기 위함이다. 만약 서버 관리자가 응답시간을 좀 더 고려하여 캐시에서 많은 컨텐츠를 선택하고자 한다면 가중치 값인 α 에 높게 설정함으로써 가능할 것이다. 하지만 질적 정확성은 저하될 것이다.

위 (그림 8)은 접속자 수에 따른 응답시간을 Full-Automatic Service(FAS)와 Device Specific Service (DSS)를 한 것이다. 그림에서 볼 수 있듯이 비 실시간성인 Device-Specific Service의 성능만큼 향상되지는 않았지만 전반적으로 캐시를 이용한 경우 응답시간이 Full-Automatic Service보다 성능이 향상됐음을 볼 수 있다. 접속자 수가 100명일 경우에는 10% 감소하였고 500명일 경우에는 25% 감소한 것을 볼 수 있다. 비록 500명이 경우 25% 감소하였지만 그보다 더 많은 사용자가 서버에 접속했을 경우에는 좀 더 높은 성능 향상을 기대할 수 있을 것이다. Full-Automatic Service는 선 서비스 후 변환 방법과 다르게 컨텐츠를 단말기가 서비스를 요청한 시점에서 실시간 변환한 후 서비스 하는 것이다. 비록 컨텐츠의 변환 시간이 짧다 하더라도 동시 접속자 수가 증가할수록 응답시간이 증가하는 것을 알 수 있다. 이는 캐시의

필요성을 증명하는 것이며 실험의 비교를 통하여 선 서비스 후 변환 방법이 더 우수한 성능을 갖고 있음을 나타내는 것이다. 선인출 기법에서 하이퍼링크를 이용한 방법은 사용자가 현재 접속한 페이지에서 링크 관계를 갖고 있는 페이지를 클릭할 확률이 많다는 점을 고려한 것으로써 하이퍼링크 기반 컨텐츠 변환은 선 서비스 된 컨텐츠를 변환할 때 컨텐츠 내에 포함된 링크 관계를 갖고 있는 컨텐츠를 함께 변환하여 성능을 향상시키는 방법이다. 본 논문에서는 단말기 및 컨텐츠에 따라 빈번한 캐시 교체가 이루어짐으로써 링크 관계의 깊이를 현재 컨텐츠의 다음 깊이까지 변환을 수행하여 보았다.

(그림 9)과 (그림 10)에서 “HCT”는 하이퍼링크 기반의 컨텐츠 변환을 의미하며 “CA”는 컨텐츠의 구성요소 기반의 캐시 내 컨텐츠 선택 방법을 의미한다. 즉 “HCT+CA”는 선 서비스에서 컨텐츠 구성요소 기반으로 캐시 내 컨텐츠를 선택한 다음 변환으로써 하이퍼링크 기반의 컨텐츠를 변환한 것을 의미한다. (그림 9)에서 볼 수 있듯이 서비스 후 하이퍼링크를 기준으로 복수개의 컨텐츠를 변환한 경우 선 서비스만을 수행했을 때 보다 약 5%의 성능이 향상되었음을 볼 수 있다. 그 이유는 사용자가 순차적으로 링크 구조를 갖고 있는 페이지에 순차적으로 접근할 확률이 많다는 것이며 관련된 복수개의 컨텐츠를 변환하여 캐시에 저장하였기 때문에 캐시 적중률이 높은 것이다.

5. 결론 및 향후 과제

유비쿼터스 환경에서 무선 인터넷은 사용자에게 언제, 어

다시나 필요한 정보를 제공하기 위해 노력하고 있다. 하지만 인터넷 서비스를 다양한 이동통신 환경에 맞게 지원하기 위해서는 그에 맞는 콘텐츠를 새롭게 제작해야 하는 어려움이 있고 그에 따라 개발 및 유지보수 비용문제를 피할 수 없다. 이러한 단점을 극복하기 위한 방법으로써 본 논문에서는 일반적인 PC 웹 페이지를 휴대폰이나 PDA 등 이동통신 단말기에서 볼 수 있도록 하는 Mobile Gate system을 제안하였다. 그리고 제안한 시스템의 응답시간에 대한 문제점을 극복하기 위하여 접속 모바일 단말기에 서비스 가능한 만족도 기반의 선 서비스 후 변환 방법을 제안하였다. 성능평가에서 보여주듯이 제안한 선 서비스 후 변환은 기존의 방법에 비해 응답시간을 좀 더 향상 시킬 수 있음을 확인할 수 있었다. 선 서비스 후 변환은 단말기와 콘텐츠의 정보를 비교 분석하여 서비스 가능한 범위 내에서 먼저 서비스를 하기 때문에 클라이언트의 대기 시간을 향상 시킬 수 있었다. 본 논문에서는 서비스의 질적 기준을 설정하기 위하여 서버 관리자에 의해 일괄 적으로 임계값을 설정하여 서비스 하도록 하였다. 따라서 사용자의 서비스 만족도를 고려하고 이를 유동적으로 적용하여 사용자의 요구에 맞는 콘텐츠를 제공받을 수 있는 방법이 추가적으로 요구된다.

참 고 문 헌

[1] Goodman, D.J. "The Wireless Internet: Promises and Challenges." IEEE Computer, Vol.33, No.7, pp.36-41, July 2000.
 [2] X. Xie, G. Miao1*, R. Song, J.R. Wen, W.Y. Ma, 'Efficient Browsing of Web Search Results on Mobile Devices Based on Block Importance Model', 3rd IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications, 2005.
 [3] Y.H Hwang, J.H. Kim, E.K. Seo, "Structure Aware Web Transcoding for Mobile Device," IEEE, Seoul National University, pp.14-21, September 2003.
 [4] E. Kirda, C. Kerer and G. Matzka, 'Using XML/XSL to build adaptable database interfaces for Web site content management', XML in Software Engineering Workshop, 23rd International Conference on Software Engineering, Toronto, Ontario, Canada. 2001.
 [5] WebSphere : <http://www3.ibm.com/software/info1/websphere/index.jsp>
 [6] M Hong, DHk Park, Y.H Lim, "Transcoding Pattern Generation for Adaptation of Digital items Containing Multiple Media Streams in Ubiquitous Environment," LNCS 3583, pp.1036-1045, 2005.
 [7] E.S Kang, M Hong, Y.H Lim., "A Guided Search method for Real time Transcoding a MPEG-2 P frame into H.263 P Frame in a Compressed Domain." LNCS 3581, pp.242-251, 2005.
 [8] Chua H. N.a, Scott S.D.b, Choi Y. W. c, and Blanchfield P, 'Web-Page Adaptation Framework for PC & Mobile Device Collaboration', 19th International Conference on Advanced Information Networking and Applications, 2005.
 [9] Y.H Whang, C.W Jung, et al., "WebAlchemist: A Web Transcoding System for Mobile WebAccess in Handheld

Devices," Proceeding. SPIE vol.4534, pp.37-47, 2001.
 [10] MPEG MDS Group, Information technology - Multimedia framework (MPEG-21) - Part 2: Digital Item Declaration, ISO/IEC TR 21000-1:2005, Final Draft.
 [11] D. Lee, J. choi, J. Kim, S. Noh S. Min Y. Cho, and C. Kim, 'LRFU replacemen policy:a spectrum of block replacement policies', in IEEE Transactions on Computers, 1996.
 [12] K.Cheng and Y. Kambayashi, 'Advanced Replacement Policies for WWW Caching', In Proc. 1st International Conference on Web Age Information management, June 2000.
 [13] W.G.g Teng, C.Y. Chang, Ming-Syan Chen, "Integrating Web Caching and Web Prefetching in Client-Side Proxies," IEEE Transactions on parallel and distributed system, vol.16, no.5, May, pp.444-455, 2005.
 [14] Q. Yang and HH Zhang, "Integrating Web Prefetching and Caching Using Prediction Models," World Wide Web, vol.4, no.4, pp.299-321, 2001.

강 의 선



e-mail : iam86@ssu.ac.kr
 2007년 숭실대학교 미디어학과 박사
 2007년~현재 숭실대학교 미디어학부
 전임강사
 관심분야: 멀티미디어 기술, 무선 인터넷,
 DMB

박 대 혁



e-mail : hotdigi@naver.com
 2007년 숭실대학교 미디어학과(박사)
 2007년~현재 SK INNOACE
 멀티미디어 사업팀
 관심분야: 멀티미디어 기술, 무선인터넷,
 임베디드 소프트웨어, WIPI

임 영 환



e-mail : yhlim@ssu.ac.kr
 1977년 경북대학교 수학과(학사)
 1979년 한국과학원 전산학과(석사)
 1985년 Northwestern University 전산학과
 (박사)
 1979년~1996년 한국전자통신연구소 책임연구원
 1996년~현재 숭실대학교 미디어학부 교수
 관심분야: 멀티미디어 기술,유비쿼터스, 모바일 분야