

# 안정적인 서비스를 위한 홈 게이트웨이 기반의 분산 콘텐츠 전송 네트워크

김명원<sup>†</sup> · 윤영효<sup>†</sup> · 고종식<sup>†</sup> · 광후근<sup>\*\*</sup> · 정규식<sup>\*\*\*</sup>

## 요약

분산 콘텐츠 전송 네트워크(DCDN : Distributed Contents Delivery Network)란 CDN(Contents Delivery Network)에서 발전한 개념으로 콘텐츠 전송시에 사용자의 컴퓨터를 이용함으로써 낮은 비용으로 높은 확장성 및 빠른 전송을 제공하는 P2P 방식의 기술이다. 이러한 기존의 DCDN은 2가지 문제를 가진다. 하나는 사용자가 자신의 컴퓨터를 사용하는 시간이 일정하지 않고 또한 사용시간대가 특정 시간대에 집중되는 경향이 있어 안정적인 서비스를 할 수 없다는 것이고, 나머지 하나는 가정 내 NAT(Network Address Translation) 및 방화벽이 존재하면 해당 컴퓨터를 DCDN에서 사용할 수 없다는 것이다.

이에 본 논문에서는 안정적인 서비스를 위해 홈 게이트웨이 기반의 DCDN을 제안한다. DCDN을 구성할 때 사용자 컴퓨터 대신에 홈 게이트웨이를 사용하게 되면 기존 DCDN의 문제를 해결할 수 있다. 즉, 홈 게이트웨이는 24시간 사용되어 안정적인 서비스를 제공하며, NAT 및 방화벽로부터 독립적인 특성을 가진다. 제안된 방법은 유무선 공유기인 ASUS WL-500GP를 이용하여 구현하였으며, 실험을 통해 제안된 방법이 기존 방법에 비해 DCDN 구성에 있어 효율적임을 확인하였다.

키워드 : 분산 콘텐츠 전송 네트워크, 콘텐츠 전송 네트워크, 홈 게이트웨이, 유무선 공유기

## Distributed Contents Delivery Network based on Home gateway for a Sustainable Service

Myungwon Kim<sup>†</sup> · Younghyo Yoon<sup>†</sup> · Joongsik Ko<sup>†</sup> · Hukeun Kwak<sup>\*\*</sup> · Kyusik Chung<sup>\*\*\*</sup>

## ABSTRACT

DCDN(Distributed Contents Delivery Network) as known the next generation of CDN is to exploit the resource of client PCs based on P2P technology to provide low cost, high scalability and high speed services when contents are delivered. This DCDN has two problems. One is that DCDN can't provide a sustainable service because client PCs are on/off irregularly and their on times tend to focus on specific time zone, and the other is that client PCs can not be accessed outside in DCDN if they are behind NAT or Firewall.

In this paper, we present a distributed contents delivery network based on home gateway for a sustainable service. If home gateway is used in DCDN instead of client PC, it can solve the two existing problems of DCDN. That is, home gateway can provide a sustainable service because it is on during all day and it is not behind NAT and Firewall. The proposed method is implemented with ASUS WL-500GP, a wired/wireless router. Experimental results show the effectiveness of the proposed method compared to the existing method of DCDN.

Keywords : Distributed Contents Delivery Network, CDN, Home Gateway, A Wired/Wireless Router

## 1. 서론

### 1.1 CDN (Contents Delivery Network)

CDN은 콘텐츠 제공업자(CP : Contents Provider)의 웹

서버에 집중되어 있는 콘텐츠 중 용량이 크거나 사용자의 요구가 잦은 콘텐츠를 인터넷 서비스 제공업자(Internet Service Provider) 측에 설치한 CDN 서버에 미리 저장, CDN 서버로부터 최적의 경로로 사용자에게 콘텐츠를 전달하는 기술이다. (그림 1)은 CDN의 구조를 보여주는 그림이다. 온라인 동영상이나 음악 스트리밍, 파일 다운로드 등 대용량 파일 전송 시 이용자가 몰려 전송 속도가 떨어질 때, 네트워크 주요 지점에 전용 서버를 설치해 두고 해당 콘텐츠를 미리 저장해 둬으로써 이용자가 몰릴 때 가까운 곳의 서버가 이를 내보내 문제를 해결하는 방식이다. 일반적인

\* 본 연구는 한국과학재단 특정기초연구(R01-2006-000-11167-0) 지원 및 숭실대학교 교내 연구비 지원으로 이루어졌음.

† 준회원 : 숭실대학교 정보통신전자공학부 석사과정

\*\* 정회원 : 숭실대학교 정보통신전자공학부 postdoc(교신저자)

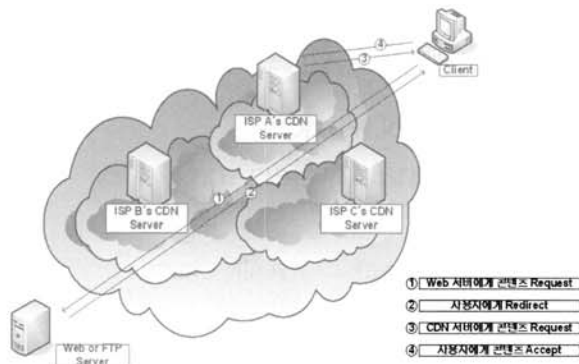
\*\*\* 정회원 : 숭실대학교 정보통신전자공학부 교수

논문접수 : 2008년 4월 24일

수정일 : 1차 2008년 6월 27일, 2차 2008년 7월 23일

심사완료 : 2008년 7월 24일

인터넷 구조에서 콘텐츠는 CP의 서버로부터 ISP들의 백본 네트워크, IX(Internet exchange), 가입자망 등 복잡한 경로를 거쳐 사용자에게 전달되지만 CDN 서비스는 콘텐츠 전송에 병목현상을 일으키는 구간을 경유하지 않고, 인터넷 사용자의 가장 가까운 지점에서 콘텐츠를 전송하기 때문에 대용량 콘텐츠 전송시, 또는 사용자가 일시에 폭증하는 경우에도 빠르고 안정적인 서비스가 가능하도록 한다. 또한 특정 ISP의 장애 시에도 타 ISP에 설치된 CDN 서버를 통해 서비스가 가능하기 때문에, 중단 없는 서비스가 가능하다. 하지만 CDN의 구축비용 및 네트워크 회선을 위한 유지 보수비용은 CDN 서비스 업체에게 큰 부담이 된다. 또한 CDN의 확장성 및 CDN 서비스 역시 네트워크 상에 부하를 준다는 점은 기존 CDN 서비스의 문제점이다. 이러한 CDN의 문제점은 확장성 및 네트워크의 부하 측면에서 효율적인 성능을 갖는 DCDN(Distributed Contents Delivery Network)의 연구의 계기가 되었다.



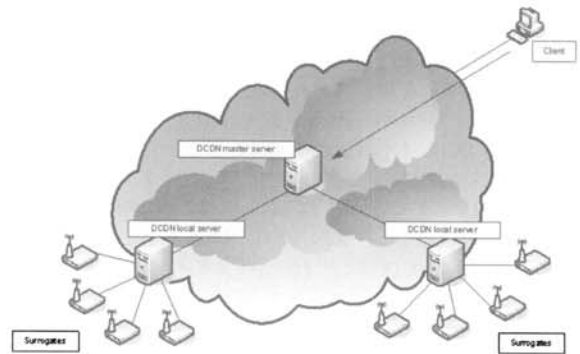
(그림 1) CDN 구조

1.2 DCDN (Distributed Contents Delivery Network)

2세대 CDN 기술이라고도 불리는 DCDN은 ISP측에 설치된 서버에 의존하던 기존 CDN과 달리 P2P 기술을 이용한 CDN서비스 방법이다. P2P 기술을 이용함으로써 기존의 CDN기술이 갖는 서버의 유지 보수비용 및 확장성 문제를 해결 할 수 있으며 지역성에 근거한 P2P방법은 네트워크의 부하를 줄일 수 있다는 장점을 가지고 있다. DCDN 기술은 (그림 2)에서 보여 지는 바와 같이 DCDN 서버(DCDN 마스터 서버, DCDN 로컬 서버), Surrogate로 구성 되어 진다. Surrogate는 일반 사용자의 PC로써 CP 콘텐츠의 저장 및 전송의 역할을 하며, DCDN 서버는 이러한 Surrogate들을 유지, 관리하며 콘텐츠를 사용자의 요구에 따라 지역성 및 Surrogate의 상태에 따라 최적의 Surrogate를 선택해 주는 역할을 한다. DCDN 서버는 Surrogate의 정보를 유지, 관리하며 콘텐츠를 요구하는 사용자에게 Surrogate를 알려주는 DCDN 로컬 서버와 지역성 및 콘텐츠에 따라 사용자에게 DCDN 로컬 서버를 알려주는 DCDN 마스터 서버로 구분될 수 있으며 DCDN 마스터 서버는 P2P 네트워크의 크기에 따라 여러 계층으로 구성될 수 있다. DCDN 로컬 서버에 의해

선택되어진 Surrogate는 콘텐츠 서버로서 클라이언트에게 콘텐츠 제공의 역할을 한다.

하지만 DCDN 기술은 Surrogate의 특성(네트워크 상의 Surrogate의 수, 각 Surrogate의 회선 사항과 PC의 품질)에 따라 문제가 될 수 있기 때문에 불안정한 Surrogate를 파악 관리하는 기술이 필요하며 Surrogate의 초기 구동 시 콘텐츠의 분산 및 저장 등을 위해 필요한 네트워크 자원과 시간 에 대한 고려 역시 필요하다.

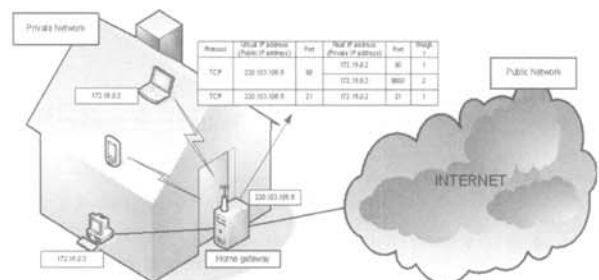


(그림 2) DCDN 구조

1.3 홈 게이트웨이

홈 게이트웨이란 (그림 3)에서 보이는 바와 같이 유-무선 홈 네트워크의 맥내 망과 각종 디지털 가입자 회선(xDSL), 케이블, FTTH 등 가입자 액세스 망을 상호 접속하거나 중계하는 장치를 일컫는다. 저가의 낮은 성능을 갖는 유-무선 공유기부터 고가의 높은 성능을 갖는 셋탑 박스, 홈 서버 까지 여러 분류로 구분될 수 있다. 이러한 홈 게이트웨이의 기본 기능으로는 가정 내 사설 IP(Private IP)제공, 방화벽(Firewall)이 있으며 추가 적인 기능으로써 IPTV, VoIP (Voice Over IP), 홈 네트워크 서버, 웹 또는 FTP 서버 등이 있다.

하지만 하나의 공용 IP를 공유하여 가정 내 여러 기기가 인터넷에 연결되도록 돕는 NAT기술은 가정 내 사설 IP를 갖는 서버를 외부로부터 차단시키며, 홈 게이트웨이의 방화벽은 사설 IP를 갖는 기기에서 P2P방식 어플리케이션의 동작을 방해하는 대표적인 예이다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 여러 가지 방법 중 한 가지는 홈 게이트웨이는 NAT



(그림 3) 홈 게이트웨이, NAT, 방화벽

제공자로서 자신은 NAT에 영향을 받지 않는 특성을 이용하여 서버 어플리케이션을 홈 게이트웨이에서 동작 시키는 방법이 있다. 본 논문에서는, 홈 게이트웨이의 역할을 유-무선공유기가 대신 할 수 있다고 가정하고 제안하는 내용들을 구현하고 실험하였다.

## 2. 기존 연구

### 2.1 DCDN

DCDN에 관한 학계의 국내외 연구동향을 크게 피어 타입 관점과 피어 구성방식, 콘텐츠 타입 관점에서 나누어 정리할 수 있다. 피어 타입 관점에서는 그룹에 가입된 웹 서버 사이의 부하분산[1], 전 세계적으로 분산된 CDN 사이의 부하분산 및 관리[2, 3] 그리고 사용자 PC를 이용한 DCDN 구성을 제한한 경우[4], 인터넷 카페등 많은 PC의 정적연결이 보장되는 장소를 이용한 DCDN 구성을 제한한 경우[5] 등을 볼 수 있다. 피어 구성 방식에서는 지역적으로 구분된 피어 그룹사이의 균등한 분할[6], 지역적으로 구분된 피어 그룹을 계층적으로 관리하는 구성[1], 지역적으로 구분된 피어의 계층적 연결[7] 등을 볼 수 있다. 콘텐츠 타입의 경우에는 파일이나 웹 페이지를 제공하는 서비스[1], 스트리밍 등 실시간 멀티미디어 서비스를 제공하는 서비스[8-10]를 볼 수 있다.

사용자 PC를 사용하여 DCDN을 구성하는 국내외 연구동향은 Jaison[4] 과 이를 이용하여 서비스 상품을 개발하고자 하였던 CDNetworks, 나우콤[11]에서 잘 나타난다. Jaison[4]은 사용자 PC를 Surrogate로 정의하여 지역성을 바탕으로 Surrogate를 DCDN 로컬 서버에 연결하는 구성을 제안 하였다. 하지만 사용자 PC의 동적 특성에 따른 문제점과 NAT와 방화벽 문제, 그리고 콘텐츠의 저장 공간이 사용자 PC이기에 발생하는 문제점을 고려하지 않았으며 실제 이러한 문제는 DCDN의 구성과 성능에 큰 문제를 끼친다. 사용자의 하루 평균 PC 사용시간이 적고, 또한 사용시간대가 저녁시간에 집중된다는 것은 명백한 사실이다. 이러한 사용자의 PC 이용시간을 고려할 때 오전시간에는 DCDN의 성능이 급격히 저하되기에 균등한 서비스를 지원해야하는 CDN 서비스 제공자는 이를 해결하기 위한 높은 대역폭의 회선이 여전히 필요하다.

### 2.2 무선 공유기 : 오픈 소스 - OpenWRT

무선 공유기를 위한 오픈 소스로는 OpenWRT[12, 13]가 존재한다. OpenWRT는 Linksys54G/GS 시리즈 무선 공유기를 위해 배포된 리눅스 소스이고, 다양한 기능을 넣어서 펌웨어를 만들 수 있다. OpenWRT를 사용하는 이유는 GNU/Linux 개발이기 때문에, 재산권이나 엄격한 소프트웨어 사용의 제한으로부터 피할 수 있다. OpenWRT는 가장 빠른 리눅스 기반의 무선 공유기(라우터) 펌웨어이다. OpenWRT 커뮤니티는 패키지를 계속제공하고 OpenWRT 개발자는 기존의 소스로부터 펌웨어에 넣기 위해 지속적인 수정을 하고

있다. 그리고 새롭게 추가된 패키지는 간단하게 포팅될 수 있다.

OpenWRT는 기존의 커널 영역에 쉽게 접근할 수 있기 때문에, 개발자는 쉽게 사용이 가능하다. 기존에 자신이 개발한 관련 소스들은 크로스(Cross) 컴파일을 통해서 간단히 무선공유기에 올릴 수 있으며 사용이 가능하다. OpenWRT는 리눅스 기반의 커널이기 때문에 접속을 하고 나서 기존의 리눅스를 사용하는 것처럼 쉽게 사용을 할 수 있고, 기존의 리눅스와 같이 프록(Proc) 파일 시스템으로 부터 많은 정보를 얻어 올 수 있다. 아직 리눅스에서 사용되는 모든 소스가 무선 공유기 위에서 작동하는 것은 아니지만, 지속적인 개발이 되고 있고, 현재 무선 공유기에 포팅 되어 있는 소스 코드는 공개 되어 있기 때문에 수정 및 개발이 편하다.

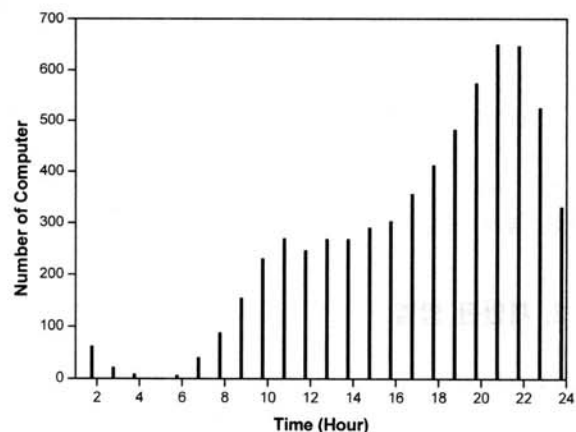
하지만 아직 일반 무선 공유기의 하드웨어 스펙은 기존의 데스크탑 환경보다 좋지 않기 때문에, 큰 용량의 프로그램이나 빠른 속도를 요구하는 프로그램은 정상적으로 동작하지 못한다는 단점은 계속적으로 개선 되어야 하는 부분이다. 그리고 개발자는 위와 같은 프로그램들을 최적화 시켜 무선공유기에 올리는 것도 한 가지 과제이다. 그 외에도 많은 디바이스를 개발하는 회사들이 소스를 공개 하지는 않지만, OpenWRT 환경에서 작동이 가능하도록, 바이너리 형식의 파일을 제공하기 때문에, 개발을 하는 데에 있어서 많은 도움을 준다.

### 2.3 접근 방식

본 절에서는 기존 DCDN이 가지는 단점을 정리하고, 본 논문의 접근 방식을 간략하게 설명하고 자세한 내용은 3장에서 기술 한다.

#### 2.3.1 기존 DCDN의 단점

기존의 DCDN은 세 가지의 단점을 가진다. 하나는 Surrogate의 동적 특성에 따른 비효율성이고, 둘째는 콘텐츠를 저장하기 위한 저장 공간이 사용자가 사용하는 일반적인



(그림 4) 2006년 가정조사를 통한 시간대별 가정 내 PC 사용 대수

하드디스크이기에 사용자에게 공간 부족 문제를 발생 시킬 수 있다. 나머지 하나는 NAT, 방화벽 이 설치된 가정 내 환경에서 Surrogate가 동작할 수 없다는 점이다. 위와 같은 문제점 중 가장 큰 문제점인 Surrogate의 동적 특성에 따른 문제점을 살펴보면 다음과 같다. (그림 4)는 한국의 전력공사[15]에서 기장조사를 통해 추정한 평일 시간대별 가정 내 PC 사용대수이다.

실제 총 2000여대의 PC중 가장 많이 사용되는 시간대는 저녁시간이며 최대 33%의 이용률을 보인다. 특히 오전 시간대에 사용되는 PC는 극히 적으며 저녁 시간대와 오전 시간대의 차이가 크므로써 DCDN 구성 시 DCDN의 시간대별 서비스 능력은 차이가 크므로써 안정적인 서비스를 제공할 수 없다. 또한 정보통신부가 발표한 사용자의 평균 인터넷 사용시간은[16] 주당 12시간으로써 하루 동안 사용하는 PC의 이용시간은 적다. 이러한 사용자 PC의 동적특성으로 야기 되는 문제점은 다음과 같다.

- 정적인 서비스 능력을 갖는 DCDN의 구성이 힘들다. 서비스 능력은 시간대별로 달라진다.
- 콘텐츠의 유지 관리가 힘들다. 가정 내 PC의 하루 사용시간이 적기에 콘텐츠의 업데이트에 대부분의 시간이 소비될 수 있다.

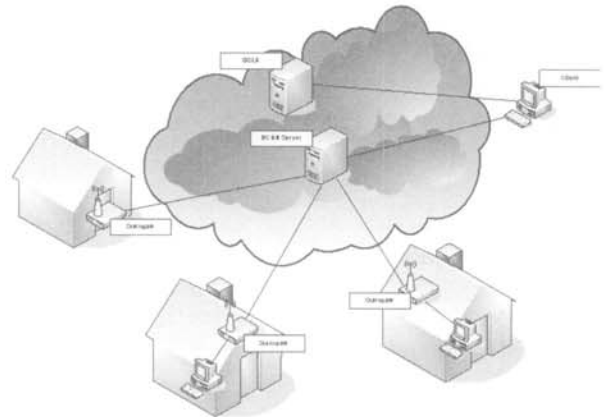
### 2.3.2 본 논문의 접근 방식

본 논문에서는 동적 특성을 갖는 사용자의 PC 대신에 정적 특성을 갖는 홈 게이트웨이를 이용한 DCDN 방법을 제안한다. 이러한 방법은 기존 PC의 동적 특성에 따른 문제점 및 NAT, 방화벽 문제를 해결 할 수 있으며, 주 저장 공간이 사용자의 하드 디스크에서 홈 게이트웨이의 플래쉬 메모리로 바뀌기 때문에 독립적인 저장 공간을 사용한다는 측면에서 사용자의 불편을 덜 수 있다. 하지만 임베디드 홈 게이트웨이는 사용자 PC와는 다르게 처리 능력에서 상대적으로 낮은 성능을 보이며 특히 저가의 유-무선 공유기의 경우 DMA(Direct Memory Access)가 없기에 Flash 메모리에서 읽기/쓰기 속도가 상당히 느려진다. 이와 같은 문제점을 보완하기 위해 콘텐츠의 분산 다운로드, 램 디스크를 이용한 콘텐츠 저장 등 알려진 성능 향상 기법을 적용하였다. 콘텐츠 분산 다운로드는 홈 게이트웨이의 상대적으로 낮은 네트워크 전송 성능을 보완하기 위해 여러 Surrogate로부터 동일 콘텐츠의 다른 부분을 동시에 클라이언트에게 전송하는 것이며, 램 디스크는 플래쉬 메모리의 느린 읽기 속도를 보완하기 위해 인기 있고 자주 요청되는 파일을 램 영역에 저장함으로써 저장 장치의 성능 가속을 이용하는 방법이다.

## 3. 제안된 방법

### 3.1 전체구조

(그림 5)는 제안된 방법의 전체 구조를 나타낸다. 클라이언트는 GSLB(Global Server Load Balancer)를 통해 DCDN 서버의 주소를 얻는다. 그리고 얻어진 주소의 DCDN 서버에



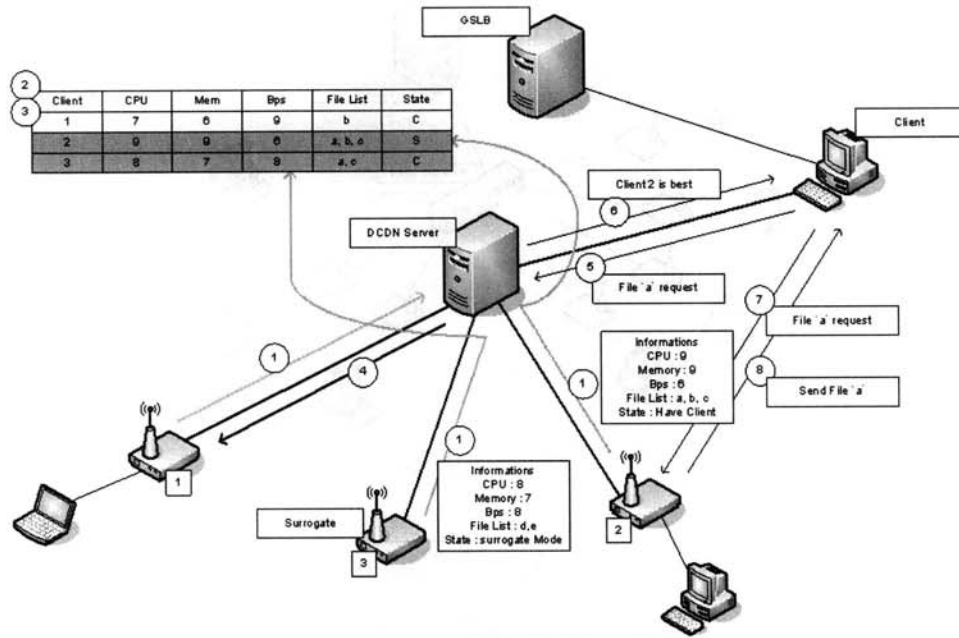
(그림 5) 제안된 방법의 전체구조

게 받고자 하는 콘텐츠를 요구한다. DCDN 서버는 Surrogate들이 주기적으로 보내는 상태정보(CPU 이용률, 네트워크 자원 이용률, 갖고 있는 파일목록)를 바탕으로 최적의 Surrogate를 선택하여 클라이언트에게 Surrogate목록을 전송한다. 클라이언트는 수신된 목록을 바탕으로 Surrogate에게 콘텐츠를 요청한다. 파일 요청을 받은 Surrogate는 파일의 위치를 찾는다. 파일은 Surrogate내 플래쉬 메모리 혹은 램 디스크에 위치할 수 있으며 사설 IP의 사용자 PC 또한 가장 인기 있는 파일을 가질 수 있다. Surrogate내에서 파일이 발견될 경우 이를 클라이언트에게 전송하고 사설 IP의 사용자 PC내에서 파일이 발견될 경우 홈 게이트웨이는 동적으로 포트 포워딩 기법을 사용하여 사용자 PC와 클라이언트가 연결될 수 있도록 한다. 동적으로 생성되는 포트 포워딩 기법은 PC가 사설 IP내에 존재 하더라도 NAT나 방화벽에 영향을 받지 않고 클라이언트와 연결이 될 수 있도록 해준다.

### 3.2 동작 과정

(그림 6)은 제안된 방법의 동작과정을 나타낸다. 제안된 방법의 동작과정을 정리하면 다음과 같다. 아래의 과정 중 단계 1에서 단계 4는 주기적으로 반복을 하게 되고, 단계 5와 6, 7은 사용자의 요청이 있을 경우 수행한다.

- 단계 1:** 각각의 홈 게이트웨이 Surrogate들은 자신의 상태를 정리하여(CPU, 메모리, 네트워크 이용률, 파일 목록, 자신의 상태) 주기적으로 DCDN 서버에게 메시지를 보낸다.
- 단계 2:** DCDN 서버는 Surrogate들로부터 주기적으로 받은 메시지를 바탕으로 새로 들어온 노드나 타임 아웃 시간동안 메시지가 도착하지 않아 문제가 발생했을 것으로 추측되는 노드를 관리한다.
- 단계 3:** DCDN 서버는 각각의 Surrogate들이 갖고 있는 파일의 목록을 검사하여 업데이트 되었거나 유효하지 않는 파일에 대한 업데이트 혹은 삭제 명령을 Surrogate에게 지시한다.
- 단계 4:** DCDN 서버는 인기 있는 콘텐츠나 새롭게 생성된



(그림 6) 제안된 방법의 동작 과정

컨텐츠를 분배하기 위해 Surrogate에게 업로드 명령을 지시하고, 해당 메시지를 받은 Surrogate는 파일을 지정된 곳에서 받아온다.

단계 5: 클라이언트는 DCDN 서버에게 얻고자 하는 콘텐츠에 대한 질의를 한다.

단계 6: DCDN 서버는 파일 목록으로부터 파일을 갖고 있는 Surrogate 중 효율이 높은 Surrogate들을 선택하여 클라이언트에게 전송한다.

단계 7: 클라이언트는 DCDN 서버에게 얻어온 목록을 바탕으로 Surrogate에게 파일 요청을 시도한다.

### 3.3 비교 : 정성적 비교

<표 1>은 기존 DCDN 방법과 홈 게이트웨이를 활용한 DCDN 방법을 DCDN 이용률, DCDN 가능 시간, 사용자의 불편, NAT와 방화벽 관점에서 비교한 것이다. 홈 게이트웨이는 저 전력 임베디드 기기로서 항상 네트워크에 연결되어 있기에 꾸준히 Surrogate로서 동작할 수 있다. 이러한 홈 게이트웨이의 정적 특성은 콘텐츠의 업데이트 및 다운로드가 동기적으로 발생하기에 PC를 이용한 DCDN과 달리 업데이트를 위한 추가 시간을 필요로 하지 않는다. 게다가 사용자 PC와 구분된 독립적인 저장매체(플래쉬 메모리)의 사용은 사용자의 불편을 발생 시키지 않으며, 기존 DCDN과 달리

NAT와 방화벽 문제에 상관없이 효과적으로 동작 할 수 있다. Contents synchronism은 컴퓨터가 새로 켜졌을 경우 이전에 분산된 파일들의 정보를 바탕으로 새로 나누어주는 과정을 말한다. 24시간 켜져있는 공유기를 사용하게 된다면 그런 동기화 과정(업데이트와 다운로드)이 사용자가 모르게 계속 이루어질 수 있다.

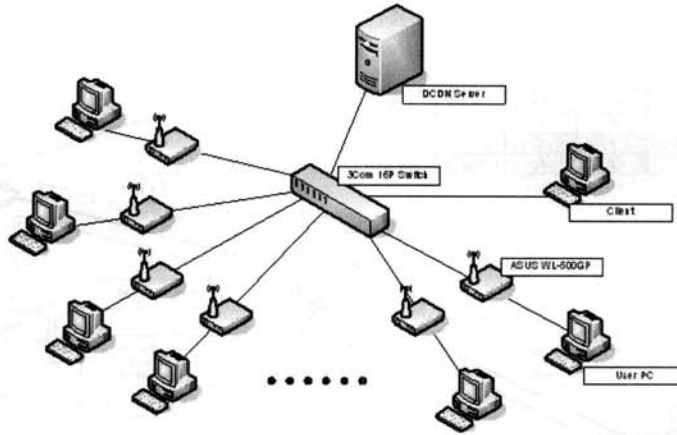
## 4. 실험 및 토론

### 4.1 실험 환경

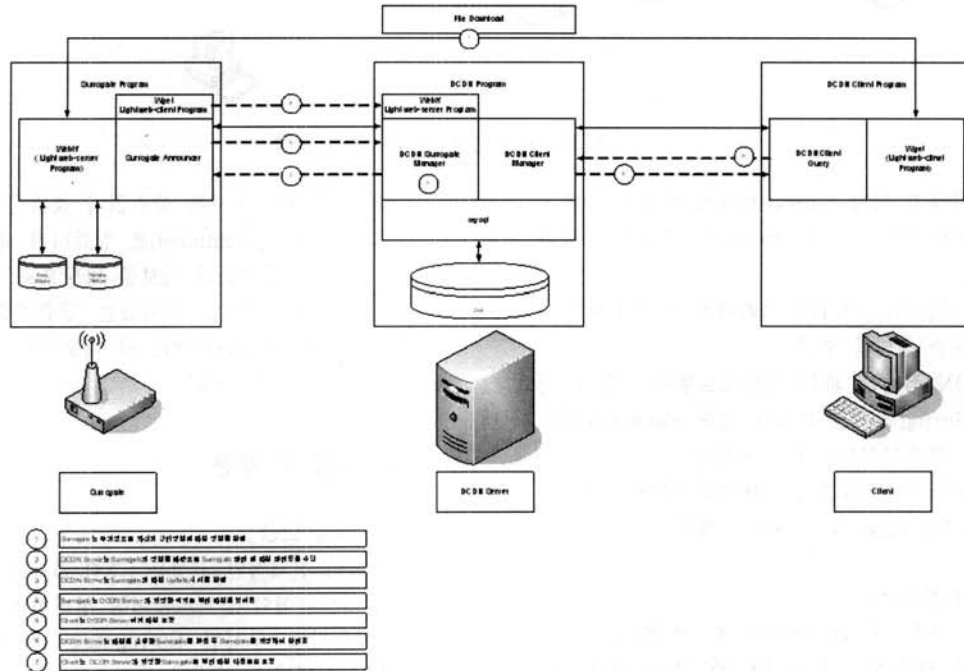
실험의 전체적인 구성은 (그림 7)과 같다. 실험 구성에 사용된 하드웨어와 소프트웨어를 정리하면 <표 2>와 같다. 무선 공유기로 구성된 Surrogate는 자신이 가진 정보들을 DCDN 서버에게 보내게 되고, 그 정보를 이용하여, DCDN 서버는 클라이언트의 요청이 있을 경우 적합한 Surrogate를 선택하여 클라이언트에게 전송하게 된다. 클라이언트는 DCDN 서버에 의해 선택 되어진 Surrogate들에게 파일 조각을 분산하여 다운받고 이를 하나의 파일로 재조합함으로써 분산 파일 다운로드 방법을 이용하게 된다. 또한 Surrogate는 DCDN 서버의 지시에 따라 인기 있는 파일은 램디스크에 저장함으로써 성능 향상을 도모하고, 무선 공유기에 PC의 연결이 인식 될 경우 인식된 PC를 이용하여 높

<표 1> 기존 방법과 제안된 방법의 비교

	DCDN 이용률	DCDN 가능시간	Contents synchronism	사용자의 불편	NAT와 방화벽 문제
기존 방법	사용자의 PC 이용 시간 (한정)	주로 저녁시간	비 동기 (초기 구동시 콘텐츠 동기화를 위한 시간필요)	있다	있다
제안된 방법	24시간	24시간	동기	없다	없다



(그림 7) 실험 환경



(그림 8) 실험 구현

은 성능의 컴퓨팅 처리능력을 이용하게 된다.  
 실험 환경의 소프트웨어 구성은 (그림 8)과 같다. Surrogate  
 는 Asus wl-500gp 무선 공유기에서 OpenWRT-WhiteRussian-

<표 2> 실험에 사용된 하드웨어와 소프트웨어

	Hardware		Software	EA
	CPU (MHz)	RAM (MB)		
DCDN 서버	Pentium-R 1.80	1000	linux 2.6.11 mysql	1
무선 공유기	Broadcom 4704@ 266	32	OpenWRT linux 2.4.20	10
클라이언트	Pentium-R 1.80	512	linux 2.6.11	1
(사설 IP)_PC	Pentium-R 1.60	256	linux 2.6.11	10

RC6을 수정하여 구현하였다. 이때, 운영체제는 linux-2.4.30  
 을 사용하였으며, 4Gbyte 플래쉬 메모리를 컨텐츠 저장  
 위해 USB 포트에 연결하였으며 램디스크 크기는 14Mbyte  
 로 구현 되었다. 파일을 전송하기 위한 공유기내 서버 프  
 그램으로써 webif를 사용하였으며 10대의 공유기에 분산되  
 어 저장되는 컨텐츠를 고려하여 139Mbyte(램디스크 :  
 14Mbyte \* 10) 크기의 파일이 실험에 사용되었다. DCDN  
 서버는 Pentium-4 PC와 linux kernel linux 2.6.11을 이용하  
 여 구현 하였으며 컨텐츠 및 Surrogate의 정보 관리는  
 Mysql을 사용하였다. 클라이언트는 Pentium-4 PC와 linux  
 kernel linux 2.6.11을 이용하였으며 파일을 받는 프로그램으  
 로 wget을 사용하였다.

<표 3>은 실험에 사용된 변수 및 값을 나타낸다.

〈표 3〉 실험에 사용된 변수 및 값

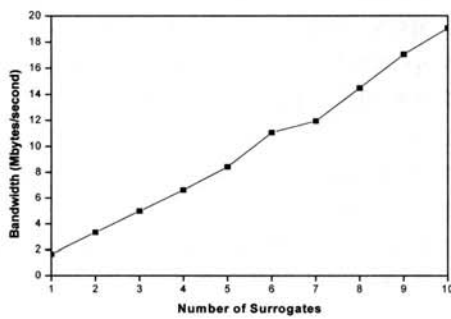
변수	값
Surrogate의 수	1대부터 10대까지 Surrogate의 수를 증가
저장 공간	플래쉬 메모리 (DMA 없음) 램디스크 사용자 PC 공간

4.2 실험 결과

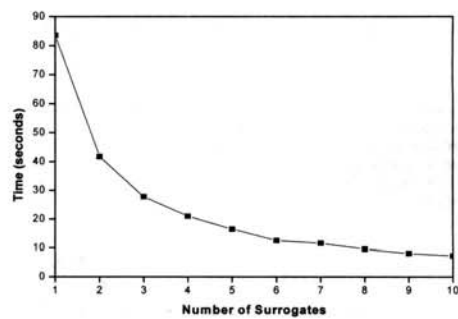
4.2.1 제안된 방법

(그림 9)는 LAN 환경에서 제안된 방법의 실험 결과를 나타낸다. 실험 결과는 wget을 이용하여 파일을 다운 받는 데 걸리는 시간 및 평균 대역폭을 측정하였다. 제안된 방법의 유효성을 증명하기 위해 3가지의 DCDN Surrogate 방법(PC, 플래쉬 메모리, 램디스크)을 사용하였다. (그림 9)(a)는

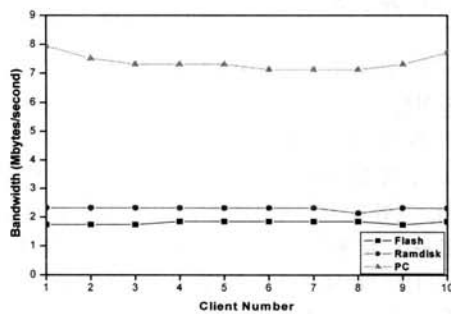
무선 공유기가 플래쉬 메모리를 사용한 경우에 파일의 다운로드 시 Surrogate의 증가에 따라 클라이언트가 파일을 다운받는 대역폭을 나타낸다. (그림 9)(b)는 무선 공유기가 플래쉬 메모리를 사용한 경우에 파일의 다운로드 시 Surrogate의 증가에 따라 클라이언트가 전체 파일(139Mbyte)을 다운 받기 위해 걸리는 시간을 나타낸다. (그림 9)(c)는 클라이언트가 10개의 Surrogate를 통해 조각난 파일(139Mbyte/10 = 13.9Mbyte per Surrogate)을 받을 경우, 각각의 Surrogate의 대역폭이 Surrogate의 종류 및 저장 매체를 변경함에 따라 달라지는 점을 보여주는 그림이다. 무선 공유기의 플래쉬 메모리를 사용할 경우 가장 낮은 대역폭을 가졌으며 무선 공유기의 램디스크를 사용할 경우 약간의 성능 향상을 보였다. 또한 사용자 PC로 Surrogate 역할을 맡길 경우 큰 대역폭의 향상을 보였다. (그림 9)(d)는 10개의 Surrogate가 클라이언트에게 파일을 전송하기 위해 걸린 시



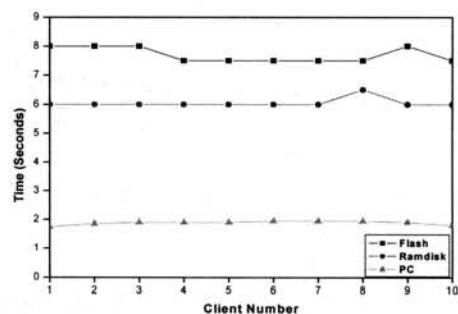
(a) 대역폭/클라이언트 수



(b) 다운로드 시간/클라이언트 수

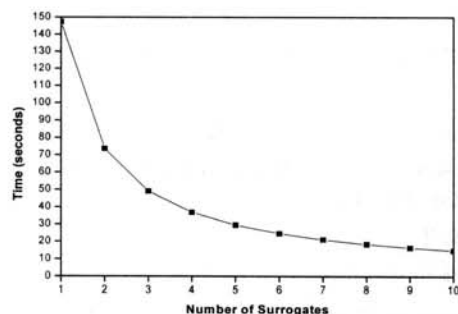
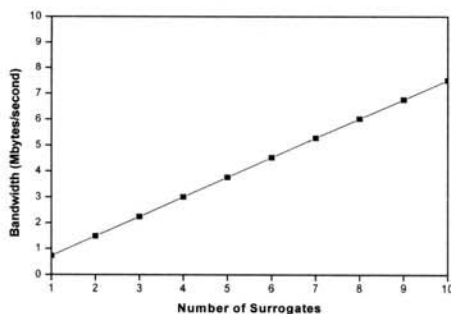


(c) 대역폭/클라이언트



(d) 전송 시간/클라이언트

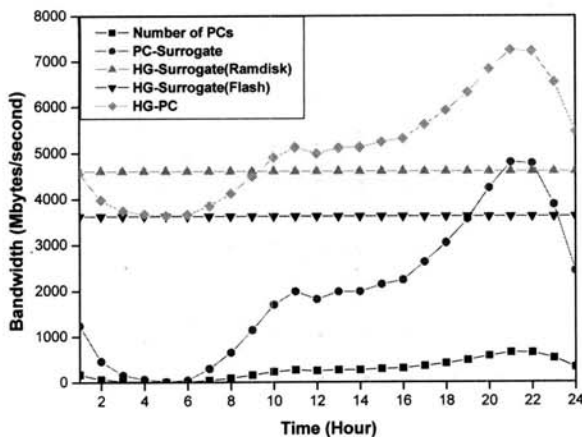
(그림 9) 제안된 방법의 실험 결과 (LAN)



(그림 10) 제안된 방법의 실험 결과 (WAN)

간을 나타낸다. (그림 10)은 WAN 환경에서 제안된 방법의 실험 결과를 나타낸다.

(그림 11)은 가정 내의 시간대별 사용 PC 수에 Surrogate의 서비스 능력을 적용시킨 것이다. 사용자 PC를 이용한 Surrogate는 시간대에 따른 서비스 능력의 변화가 큼을 볼 수 있다. 홈 게이트웨이는 저 전력 기기로서 24시간 인터넷에 연결되어 있음을 고려할 때 유-무선 공유기 Surrogate는 각각이 적은 서비스 능력임에도 PC를 이용한 Surrogate의 피크시간대 서비스 능력과 비슷한 성능을 가짐을 볼 수 있다. 또한 모든 시간대에 균등한 서비스 능력을 가짐으로써 안정적인 DCDN 자원으로 사용될 수 있다. 추가적으로 PC와 유-무선 공유기의 효율적인 이용을 고려한 방식을 고려 할 수 있다. 사용자가 PC를 사용하지 않을 경우 유-무선 공유기가 Surrogate의 역할을 담당하고 PC를 사용할 경우 Surrogate의 역할을 PC에게 위임하는 방법이다. 이러한 방법을 사용할 경우 가장 높은 서비스 능력을 갖는 DCDN의 구성이 가능하며 사용자가 PC를 사용하지 않는 아침 시간대에도 일정량의 서비스 능력을 가질 수 있다.



(그림 11) Surrogate에 따른 DCDN 성능 비교

4.2.2 성능비교 : 정량적 비교

<표 4>는 제안된 방법에서 Surrogate의 종류 및 저장매체에 따라 달라지는 결과를 정량적으로 비교한 것이다. 결과를 살펴보면 유-무선 공유기에서 플래쉬 메모리를 사용할 경우 가장 낮은 서비스 대역폭을 갖는다. 그리고 플래쉬 메모리 대신 램디스크를 사용할 경우 소폭의 상승효과를 볼 수 있다. 그러나 플래쉬 메모리와 달리 램디스크를 사용할 경우 CPU의 사용량이 95%임을 볼 수 있다. 이러한 결과는 공유기의 CPU(266MHz) 성능에 기인한 것으로 일반적인 높은 사양의 CPU를 포함하는 셋탑박스나 홈 서버일 경우 효과는 더욱 증가할 것으로 보인다. 사용자의 PC를 사용할 경우 대역폭은 7.38Mbps 가장 높은 성능을 보여주었다.

<표 4> Surrogate 종류 및 저장매체에 따른 제안된 방법의 성능비교

Surrogate 종류 및 저장매체	평균 대역폭(MByte)	CPU 사용량
홈 게이트웨이/플래쉬 메모리	1.81	75%
홈 게이트웨이/램디스크	2.30	95%
사용자 PC/하드디스크	7.38	22%

4.3 토론

제안된 방법의 장점은 크게 3가지로 요약될 수 있다. 하나는 Surrogate의 정적 특성을 이용함으로써 Surrogate의 유지, 관리가 용이하며 콘텐츠의 업데이트가 동기적으로 발생함으로써 초기 구동시간이 필요하지 않다는 것이다. 두 번째는 홈 게이트웨이에서 동작하는 Surrogate는 NAT와 방화벽의 문제를 일으키지 않는다는 점이다. 나머지 하나는 독립된 저장 공간을 사용하는 사용자에게 저장 공간에 따른 불편함이나 불만을 야기하지 않는다.

제안된 방법의 단점은 별도의 DCDN 서비스를 위한 홈 게이트웨이의 분배가 필요하다는 점이다. 그러나 유무선 공유기를 이용한 Fon 서비스[14]처럼 유저자원을 활용하여 금전적 보상을 원하는 사용자가 증가한다는 점, IPTV 서비스로 인한 고성능의 셋탑박스가 가정에 보급되는 부분, 또한 현재 가정에서 사용하는 일반적인 유-무선 공유기의 펌웨어만을 수정함으로써 Surrogate로서 사용가능 하다는 점을 고려할 때 이러한 문제를 해결되리라 생각한다.

5. 결론

본 논문에서는 기존 DCDN의 단점을 보완하는 홈 게이트웨이를 이용한 DCDN에 대하여 제안하였다. 기존의 사용자 PC의 동적 특성으로 인한 문제점과 가정 내 NAT와 방화벽으로 인해 DCDN 서비스가 효과적이지 못했다는 점을 고려할 때, 제안된 홈 게이트웨이는 이러한 문제점을 해결 할 수 있음을 보였다. 제안된 방법은 실험을 통해 낮은 사양의 임베디드 기기를 이용한 유-무선 공유기도 다양한 방법을 이용하여 성능 및 확장성을 가짐을 확인 하였다.

향후 연구 방향으로는 DCDN 서버를 사용하지 않고 Structured P2P 방식을 이용한 DCDN 구조를 구성하는 것이다. 이는 모든 Surrogate가 DCDN 서버에게 주기적으로 알리는 메시지를 최소화 하여 DCDN 서버의 부하를 줄이고 더욱 확장성 있는 P2P DCDN을 구성하는 것이다. 이러한 연구는 DCDN의 부하 분산 및 안정성 측면에서 높은 효과를 보일 것이다.

참고 문헌

[1] G. Pierre, M. van Steen, "Globule: a collaborative content delivery network", IEEE Communications Magazine,



Vol.44, pp.127-133, 2006.

[2] A. Vakali, G. Pallis, "Content delivery networks: status and trends", *Internet Computing IEEE*, Vol.7, pp.68-74, 2003.

[3] Rajkumar Buyya, A.-M.K. Pathan, J. Broberg, Z. Tari, "A Case for Peering of Content Delivery Networks", *Distributed Systems Online IEEE*, Vol.7, pp.1-5, 2006.

[4] Mulerikkal, Jaison Paul; Khalil, Ibrahim, "An Architecture for Distributed Content Delivery Network", *IEEE International Conference*, pp.359-364, 2007.

[5] 김지용, "조직적 인터넷망 인프라를 활용한 P2P 기반 CDN 서비스 방법", 대한민국 특허청, No.10-0748030-0000, 2007.

[6] Jung-Il Namgung, Soo-Young Shin, Soo-Hyun Park, Lee-Sub Lee, Dongwon Jeong, "Self-organizing P2P overlay network applying dynamic landmark mechanism for contents delivery network", *SERA'05*, 2005.

[7] 황희선, 김태형, "P2P 기반 CDN 시스템에서 네트워크 토폴로지와 전송 성능과의 관계 분석", *한국정보과학회 봄 학술발표논문집*, pp.397-399, 2003.

[8] C. D. Cranor, M. Green, C. Kalmanek, D. Shur, S. Sibal, J. E. Van der Merwe, Sreenan, "Enhanced streaming services in a content distribution network", *Internet Computing, IEEE*, Vol.5, pp.66-75, 2001.

[9] Guomin Zhang, Changyou Xing, Ming Chen, "A Distributed Multimedia CDN Model with P2P Architecture", *ISCIT'06*, pp.152-156, 2006.

[10] Mengkun Yang, Zongming Fei, "A model for replica placement in content distribution networks for multimedia applications", *IEEE International Conference on communication*, Vol.1, pp.557-561, 2003.

[11] 강석오, "CDN(Content Delivery Network)", *NETWORK TIMES*, 2004-07-07.

[12] OpenWRT, <http://www.openwrt.org/>.

[13] OpenWRT, <http://www.dd-wrt.de/>.

[14] Fon, <http://www.fon.com>

[15] 이상철, "가전기기 보급률 및 가정용 소비행태조사", 한국 전력 거래소, 2006-12.

[16] "인터넷 정보이용 실태조사 결과", 한국정보통신부, 한국 정보통신윤리위원회, 2005.

[17] 최승락, 양철웅, 이증식, "CDN의 핵심 구성 기술들과 경향", *한국정보과학회지*, 2002년 9월호.

[18] K. Hosanagar, R. Krishnan, M. Smith, J. Chuang, "Optimal pricing of content delivery network (CDN) services", *Proceedings of the 37th Annual Hawaii*

*International Conference on System Science*, pp.10, 2004.

[19] M. Tran, W. Tavanapong, "Peers-assisted dynamic content distribution networks", *The IEEE Conference on Local Computer Networks*, pp.15-17, 2005.

[20] B. Molina, V. Ruiz, I. Alonso, C.E. Palau, J.C. Guerri, M. Esteve, "A closer look at a content delivery network implementation", *Electrotechnical Conference on IEEE Mediterranean*, Vol.2, pp.685-688, 2004.



**김 명 원**

e-mail : king@q.ssu.ac.kr  
 2006년 숭실대학교 정보통신전자공학부 (학사)  
 2006년 3월~현 재 숭실대학교 정보통신 전자공학부(석사)  
 관심분야: 임베디드 컴퓨팅



**윤 영 호**

e-mail : yyhpower@q.ssu.ac.kr  
 2006년 숭실대학교 정보통신전자공학부 (학사)  
 2006년 3월~현 재 숭실대학교 정보통신 전자공학부(석사)  
 관심분야: 네트워크 컴퓨팅 및 보안



**고 중 식**

e-mail : kojs@q.ssu.ac.kr  
 2006년 숭실대학교 정보통신전자공학부 (학사)  
 2006년 3월~현 재 숭실대학교 정보통신 전자공학부 대학원(석사)  
 관심분야: 네트워크 보안



**곽 후 근**

e-mail : gobarian@q.ssu.ac.kr  
 1996년 호서대학교 전자공학과(학사)  
 1998년 숭실대학교 전자공학과 대학원 (석사)  
 1998년~2006년 숭실대학교 전자공학과 대학원(박사)  
 1998년 8월~2000년 7월 (주)3R 부설 연구소 주임연구원  
 2006년 3월~현 재 숭실대학교 정보통신전자공학부 대학원 (postdoc)  
 관심분야: 네트워크 컴퓨팅 및 보안



## 정 규 식

e-mail : kchung@q.ssu.ac.kr

1979년 서울대학교 전자공학과(공학사)

1981년 한국과학기술원 전산학과  
(이학석사)

1986년 미국 University of Southern  
California(컴퓨터공학석사)

1990년 미국 University of Southern California(컴퓨터공학박사)

1998년 2월~1999년 2월 미국 IBM Almaden 연구소 방문  
연구원

1990년 9월~현 재 숭실대학교 정보통신전자공학부 교수

관심분야: 네트워크 컴퓨팅 및 보안