

主題

# HDTV 전송 데모와 Cyber Performance

K-JIST 박 찬 모  
 충남대학교 김 진 구, 이 정 철  
 KAIST 이 준 복  
 전남대학교 정 국 상  
 한양대학교 정 세 환  
 부산대학교 김 경 태  
 Zoonet 안 상 준, 박 현 제

차 례

- I. 서론
- II. HDTV over IP 데모
- III. Cyber-Performance
- IV. 결론 및 향후 활동 방향

## I. 서론

오늘날 인터넷은 컴퓨터 통신 및 정보 교환이라는 통신 인프라의 개념에서 경제 및 문화, 사회 활동을 위한 기본 인프라로서 단순한 기술을 넘어선 새로운 시대의 환경이 되었다. 인터넷은 미디어, 전자 상거래, 엔터테인먼트, 교육뿐 아니라 정치적인 활동까지 가능케 하는 삶의 일부이며 일상이다.

이러한 인터넷은 예술 분야에서도 새로운 변화를 일으키고 있다. 가상 미술관, 사이버 갤러리를 통하여 작품의 감상과 유통을 위한 사이트가 계속 늘어나는 추세이며 '디지털 아트'를 대상으로 하는 인터넷 국제 공모전이 등장하였고 '웹 아트 프로젝트'등 인터넷을 활용하는 작품 창작도 확산되고 있다. 원격에서 진행되고 있는 오페라 및 무용을 고화질 영상으로 로컬에서 관객들이 감상할 수도 있

으며 지휘자 및 연주자들이 서로 떨어진 장소에서 인터넷을 통하여 서로의 영상과 소리를 들으면서 오케스트라를 연주하는 것도 시도되고 있다.

예술 매체로서 인터넷의 강점은 능동적인 상호 작용성, 실시간성, 즉시성 및 개방성이며 이는 관객과 예술가, 전시 및 공연장 사이의 시공간의 물리적 제약을 극복할 수 있게 한다. 그러나 현재의 인터넷은 대역폭, QoS, 멀티캐스트 등의 기술적인 문제로 관객들에게 직접적 체험에서 나오는 풍부함을 고화질 영상으로써 보장해주지 못하며 지연과 손실에 민감한 예술가들의 공동 협연 및 공연을 위한 실시간 데이터의 영상과 음성을 제대로 전송하지 못한다.

ANF(Advanced Network Forum)는 2002년 초 관객과 예술가들에게 모두 받아 들여질 수 있도록 하는 인터넷을 통한 사이버 공연을 목표로 전

국7개 대학과 (주)주인네트등이 참여하여 DancingQueen 그룹을 발족하였다. DancingQueen 그룹은 두 가지 방향의 접근을 시도하였다. 첫 번째는 어느 정도의 고화질의 영상을 보낼 수 있는가 하는 실험이었다. 두 번째는 예술가들이 거리적 제약성을 갖도록 한 후, 이들이 동시에 상호작용 하면서 공연을 하도록 하는 공연을 수행하는 것이었다. 첫 번째 접근을 위해 DancingQueen 그룹은 고화질의 HDTV(High Definition TV) 영상을 2003년 8월에 열린 제 16회 APAN(Asia Pacific Advanced Network) 회의장으로 미국으로부터 HDTV 영상을 인터넷을 통하여 수신하여 보여주는 데모를 수행하였다. 두 번째는 2003년 9월에 국립국악원에서 공연된 "차세대 인터넷으로 만나는 김명숙의 한국춤"에서 부산에 있는 연주자의 연주를 공연장에 전송하여 협동 공연을 수행하는 것이었다.

본 기고는 DancingQueen 그룹에서 수행했던 HDTV 데모와 Cyber-Performance에 대한 환경 및 수행 내용과 결과에 대한 논의하고자 한다. 먼저 2장에서 HDTV 전송의 목적과 관련 연구들에 대해 논의한 후, DancingQueen 그룹에서 수행했던 환경과 내용 및 결과에 대해 논의한다. 3장에서는 Cyber-Performance의 목적과 관련 연구들에 대해 소개하며 수행했던 환경, 내용 및 결과에 대해 소개한다. 4장 결론에서는 HDTV 데모 및 Cyber-Performance에 대한 향후 과제에 대해 논의한다.

## II. HDTV over IP 데모

### 1. 목적 및 관련 연구

급속도로 IP 기술이 발전함에 따라 사용 가

능한 인터넷의 대역폭도 빠른 속도로 증가하고 있다. 이런 면에서 많은 대역폭이 필요한 디지털 비디오는 차세대 인터넷 어플리케이션으로 주목 받고 있다. 이 중 HDTV는 가장 큰 대역폭을 필요로 하는 디지털 비디오 기술 중 하나로써 IP 망의 멀티미디어 전송 성능을 확인해 볼 수 있는 좋은 어플리케이션이다. APAN 2003 부산 회의에서 HDTV 전송 데모는 최근에 새로 생긴 IEEEAF 망, APII망, KOREN, 일본의 JGN, WIDE등의 연구망들을 이용하여 멀티미디어 전송 성능을 확인하기 위한 것이다.

먼저 IP 망에서의 HDTV 전송 실험은 HDTV의 압축 정도에 따라 압축하지 않은 HDTV Stream, SONY HDCAM CODEC으로 압축한 HDTV Stream, MPEG2로 압축한 HDTV Stream 3가지로 나눌 수 있다.

#### • 압축하지 않은 HDTV Stream 전송

압축하지 않은 HDTV Stream은 HD-SDI(SMPTE 292M) Interface를 통해 1.2Gbps의 대역폭을 갖는다. 일본의 NTT의 Innovation Laboratory에서 자사에서 개발한 Network Interface Card를 통해 1080i(SMPTE 274M)의 stream을 전송하는 실험을 하였고[1], USC(University of Southern California)의 ISI(Information Sciences Institutes)에서는 720p(SMPTE 296M)의 스트림을 기가비트 인터넷을 이용하여 전송을 그림.1과 같이 실험하였다.[2] USC의 경우에는 HDTV Stream을 패킷화 시키기 위해 IBM PC를 사용하였는데, PCI 버스의 성능과 시스템 성능 문제로 720p의 완벽한 stream을 전송하지는 못하고 프레임레이트를 60fps에서 45fps로 낮추어 실험하였다.

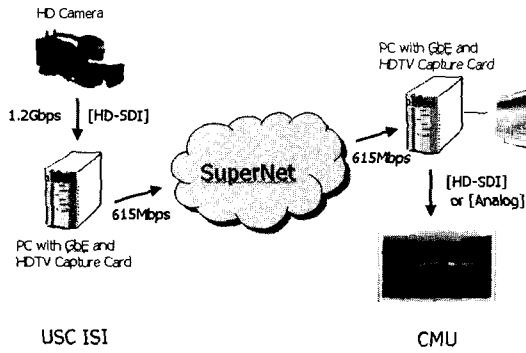


그림 1 압축하지 않은 HDTV stream 전송

• SONY HDCAM CODEC으로 압축한 HDTV Stream 전송

HD-SDI Interface를 사용하는 1.2Gbps의 HDTV Stream을 SONY HDCAM CODEC을 사용하여 SDTI Interface(SMPTE 305M)을 사용하는 200+Mbps의 Stream으로 압축할 수 있다. 이를 이용하여 미국의 ResearchChannel[3]에서는 HDTV Stream의 전송 실험을 하였다. ResearchChannel에서는 이를 이용하여 미국 내에서 Abilene망을 통해 전송실험을 하였을 뿐 아니라 5개의 Stream(약 1.1Gbps)의 stream을 특별한 엔지니어링을 거치지 않은 상업망을 통해 전송하는 실험하였다. 또, 대서양을 건너 유럽과도 실험을 수행하였다.

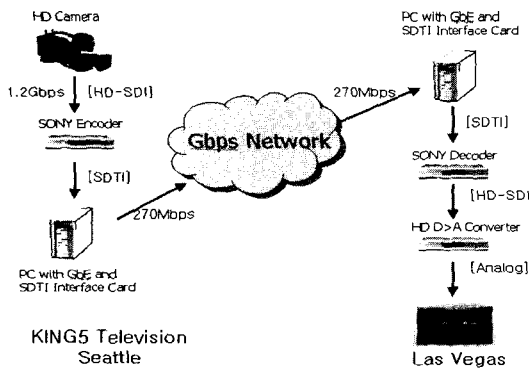


그림 2 SONY HDCAM CODEC으로 압축한 HDTV Stream 전송

• MPEG2로 압축한 HDTV 전송 실험  
MPEG2로 압축한 HDTV Stream은 약 20Mbps로 2netFX등 몇몇 회사에서 개발한 셋탑박스를 이용하여 NREN(Nasa Research & Education Network)등에서 실험하였다.

2. 데모 환경 및 내용

부산 APAN 2003 8월 회의에서 ResearchChannel의 Sony HDCAM CODEC을 이용해 압축한 200+Mbps의 HDTV 전송 실험을 하였다. 미국 포틀랜드에서 미리 압축된 HDTV Stream은 IEEAF망, WIDE, JGN, APII, KOREN 망을 통해 약 8000km 떨어진 부산 APAN 회장에 도착해 디코딩 과정을 거쳐 HD 프로젝터를 통해보여졌다.

미국 포틀랜드에는 미리 압축된 HDTV 클립을 저장해 놓은 서버와 이를 제어하는 서버가 위치해 있었고, 부산 데모 룸에는 스트림을 받아 디코딩할 수 있는 장비와 이를 보여줄 수 있는 HD 프로젝터를 사용하였다. 그림 3은 전체 데모 환경을 나타낸다.

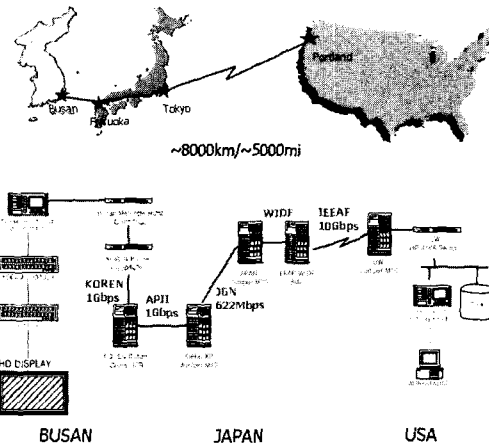


그림 3 데모 환경

이번 데모에서 사용한 일본과 미국 사이의 IEEAF망은 2003년 8월 초에 우선 622Mbps로

개통(향후 10Gbps로 업그레이드 예정)이 되었으며 일본의 WIDE와 JGN ATM망에서는 실험을 위해 400Mbps를 실험 트래픽에 할당해 주었다. 실험을 위해 각 망에 측정 서버를 구축해, Iperf[4]을 통해 지속적으로 망들의 성능을 측정하고, 문제를 해결해 나갔다. 발생한 문제점으로는 주기적인 패킷 손실이 있었는데, 조사 결과 원인은 일본 JGN ATM망에서 대역폭을 300Mbps로 할당하였는데, 전체 트래픽이 300Mbps를 넘지 않음에도 불구하고 손실이 발생했다. 이를 400Mbps로 늘림으로써 해결 되었다.

### 3. 데모 결과

데모 결과 포틀랜드에서 실시간으로 보낸 HDTV 비디오 클립을 Studio Quality로 볼 수 있음을 확인했다. 그림 4는 포틀랜드에서 보낸 영상을 수신한 화면 중 하나이다.

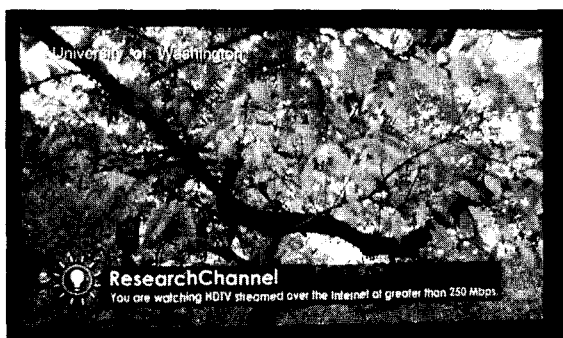


그림 4 수신 화면

데모 수행 동안 각 망에서의 MRTG[5]를 이용하여 측정한 트래픽 그래프들은 그림 5와 그림 6과 같다. 측정 결과와 같이 210Mbps의 대용량 비트 스트림이 전송 되었음을 알 수 있다.

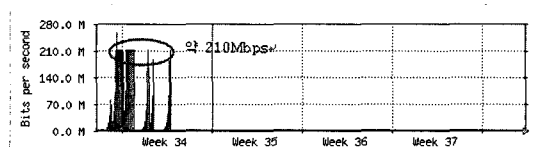


그림 5 IEETF - Wide에서 관측된 트래픽

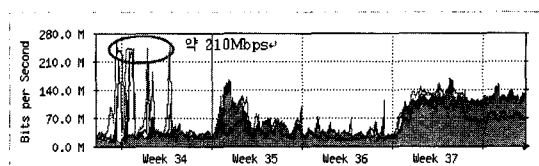


그림 6 Genka-XP JGN 에서 관측된 트래픽

## III. Cyber-Performance

### 1. 목적 및 관련 연구

과거에는 로컬 사이트에서 하나의 공연과 하나의 지역적 특성에 맞는 공연만을 관객들이 보았다. 그러나 차세대 인터넷을 활용한 공연은 공간을 초월하여 다양한 지역적 특색과 다양한 공연을 한자리에서 보고 느낄 수 있다. 본 퍼포먼스의 목적은 차세대 인터넷에서 기존의 인터넷으로 사이버 공연을 한다는 것은 상상할 수 없는 만큼의 비디오, 오디오 품질과 실시간 서비스의 요구에 따른 성능 평가를 하기 위함이다. 이러한 시도는 아래와 같이 인터넷에서 시도된 바가 있다.

- Cultivating Communiues: Dance in the Digital Age[6]( October 29, 2002 )

2002년 가을 인터넷2 미팅에서 고성능망에서 가능한공동 협연 능력과여러 예술인들의 재능을 보여주기 위하여 음악과 무용퍼포먼스 이벤트를 준비하였다. 이 이벤트는 멀리 떨어져있는 각 지역의 무용과 음악을low-latency interactive 음성과 영상을 이용하여 Southern California 대학의 Bing Theater에 있는 관객들에게 보여 주었다. 무용에 관한이벤트는 두 가지였는데, 하나는 미국 인디언 체로키부족의 전통 춤을오클라호마 대학에서 공연하고 이를 고화질의 MPEG2 비디오

로 Bing Theater로 전송한 'Stomp Dance - The Gathering of the Tribes'이며, 다른 하나는 일리노이스 대학에서 한 무용가가 Beckman 연구소의 Optical Motion Tracking System을 이용하여 춤을 추고 그 모습을 Bing Theater에서 fully-articulated avatar의 애니메이션으로 보여 주고 그 avatar와 Bing Theater의 실제 무용가가 같이 춤을 추는 'Hummingbird'이다. 그림 7은 Hummingbird 공연의 한 장면이다.



그림 7 Hummingbird 공연 장면

• Dancing Beyond Boundaries[7]

SC2001에서는 'Dancing Beyond Boundaries'라는 주제로 플로리다 대학의 Digital Worlds 연구소 작품의 라이브 댄스퍼포먼스가 열렸다. 이 퍼포먼스는 각각 다른 네 장소의 무대에서 라이브로 진행되는 것을 액세스 그리드와 고성능 네트워크를 이용해서 서로의 라이브를 보면서 공동 협연하였다. 그림 8은 라이브 댄스의 공동 협연 장면이다.



그림 8 Dancing Beyond Boundaries 공연 장면

• The Orfeo Project[8]

미시건 대학에 있는 Peter Sparling Dance Company의 리허설을 인터넷2의 고품질 동영상인MPEG2를 이용한 화상 회의를 이용하여 뉴욕의 관객들이 관람하였다. 이 프로젝트는 여러 세트 디자이너, 의상 디자이너, 기타 다른 사람들이 마치 리허설을 하고있는 스튜디오에서 직접 관람하듯 하게 해주었고 이로인해 새로운 작품을 대해 토론할 수 있게 했다. 그림 9는 Orfeo 공연의 한 장면이다.



그림 9 화상 회의 기술을 이용한 Orfeo

• Remote Mentoring and Auditioning[9]

1987년 Michael Tilson Thomas이 설립한 오케스트라 아카데미 New World Symphony는 재능을 지닌 학생들을 차별화된 음악 프로그램으로 교육시키고 있으며 이곳을 졸업한 학생들은 세계의 오케스트라 및 앙상블의 연주자로서 활동하고 있다. 이 아카데미는 인터넷2의 최초의 오케스트라 멤버이며 고성능 네트워크를 이용하여 젊은 음악학생들에게 세계의 유명한 음악 학교의 예술가 및 선생님들로부터 계속적인 교육을 제공하고 있다. 인터넷2의 실시간, 고품질 음성 및 영상을 통하여고난이도 수준의 원격 지도를 하는 것은 물론 오케스트라 단원으로서의 원격 오디션 및 원격 협주자들 간의 퍼포먼스도 시도하고 있다.

## 2. 공연 시나리오 및 환경

Cyber-Performance는 2003년 9월 7일 서울 국립국악원 예약당에서 이화여자대학교 늘휘무용단의 "차세대 인터넷으로 만나는 한국춤" 공연에서 수행되었다. 공연 시나리오는 부산의 부산대학교에서 연주팀의 연주를 디지털 캠코더로 촬영을 한후 이를 서울 국립국악원으로 KOREN을 통해 전송한다. 국립국악원의 예약당에서는 이 비디오 스트림을 DVTS로 수신하여 배경 스크린에 투사하고 연주 음악을 무대 스피커를 통해 공연장의 관객과 무용수들에게 제공한다. 그림 10은 국립국악원 예약당의 무대 설비 구성을 보여준다.

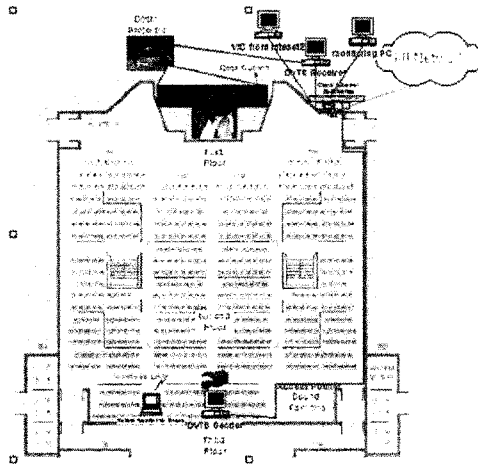


그림 10 공연장 무대 설비

또한 공연 실황을 KROEN을 통해 한국과 일본간APII를 통해 일본의 큐슈로 보내면 이를 스플리터 장비를 통해 레코딩과 동시에 일본의 WIDE와 JGN망을 거쳐 TransPAC을 통해 Internet2에 유니캐스트한다. 유니캐스트된 공연 실황은 전세계적으로 멀티캐스팅 되도록 한다. 공연 시나리오에 대한 네트워크 구성은 그림 11과 같이 구성되었으며 그림 12는 Internet2에 의

해 멀티캐스팅된 공연 실황을 vic을 통해 본 화면이다.

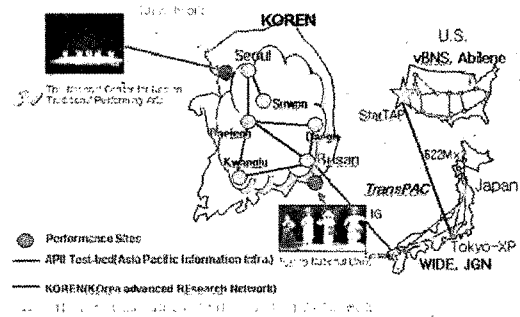


그림 11 네트워크 구성

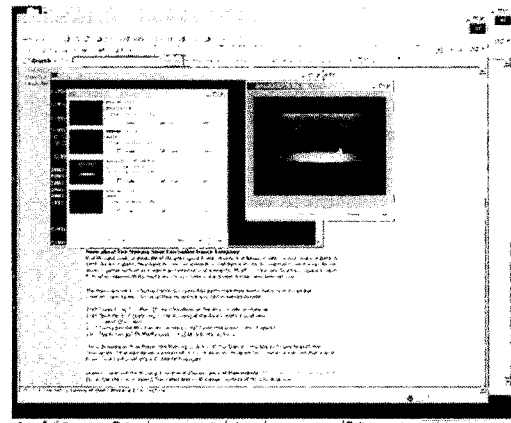


그림 20 멀티캐스팅된 공연 실황

## 3. 공연 결과

이러한 공연은 이미 인터넷2에서 시도된 바가 있으나 상업화된 공연은 세계 최초로 시도하여 성공하였다. 공연의 결과는 9월 7일 공연 후 당일 KBS 9시 뉴스(그림 13)에서 보도된 바와 같이 대성공이었다[10]. 또한 중앙일보를 포함한 10여개 이상의 일간지에 본 사이버퍼포먼스가 기화되었다. 한편 Internet2에서는 공연 전부터 대적으로 우리나라 사이버 퍼포먼스를 대대적으로 선전[11]하였고 공연 후기[12]를 적을 정

많은 관심을 보였다. 또한 공연 후기의 내용은 일본, 미국, 호주, 한국의 대표적인 인터넷 전문가들이 놀라운 프로젝트라고 평을 하였다.



그림 13 공연 후 당일 KBS 9시 뉴스 보도

#### IV. 결론 및 향후 활동 방향

ANF 산하 DancingQueen은 미국으로부터 미리 녹화된 영상을 HDTV 영상을 인터넷을 통해 전송하여 부산에서 보여주는 데모와 세계 최초로 실제 상업적 Cyber-Performance 실험을 성공적으로 완료하였다. 그 결과로 우리는 네트워크에 충분한 대역폭을 갖게 된다면 인터넷을 예술과 접목할 수 있음을 증명하였다. 또한 우리의 실험은 국내에 많은 인터넷과 예술과의 접목을 통한 새로운 문화를 형성할 수 있도록 하는 기폭제가 될 수 있으리라 본다.

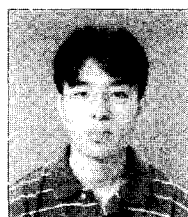
향후 과제는 Cyber-Performance에 HDTV와 같은 보다 양질의 영상을 전송할 수 있도록 하는 실험을 진행할 예정이다. 또한 단방향 전송에서 벗어나 양방향의 HDTV 영상의 전송과 압축이 되지 않은 영상 및 MPEG-2 스트림 전송에 대해서도 지속적인 실험을 수행할 예정이다. 마지막으로 미국, 일본 및 호주를 제외한 다른 다양한

지역, 특히 유럽과의 협력을 통해 좀더 많은 국가가 참여하는 Cyber-Performance를 수행할 예정이다.

#### 참고문헌

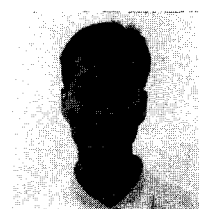
- [1] NTT Innovation Laboratories  
Uncompressed HDTV transmission System over Internet :  
<http://www.ntt.co.jp/news/news01e/0110/011026.html>
- [2] Colin Perkins, Ladan Gharai, Tom Lehman & Allison Mankin,  
Experiments with Delivery of HDTV over IP Networks, Proceedings of the 12th International Packet Video Workshop, Pittsburgh, April 2002.
- [3] Internet HDTV:  
<http://www.washington.edu/hdtv/>
- [4] IPerf:  
<http://dast.nlanr.net/Projects/Iperf/>
- [5] MRTG:  
<http://people.ee.ethz.ch/~oetiker/webtools/mrtg/index-2.html>
- [6] Cultivating Communities: Dance in the Digital Age,  
<http://arts.internet2.edu/fall2002-perfevent.html>
- [7] Dancing Beyond Boundaries,  
<http://arts.internet2.edu/member-performances.html>
- [8] Artistic Director/Choreographer Peter Sparling on The Orfeo Project,  
<http://arts.internet2.edu/Orfeo.html>
- [9] Remote Mentoring and Auditioning,

[http://www.internet2.edu/resources/Arts\\_and\\_Humanities.htm](http://www.internet2.edu/resources/Arts_and_Humanities.htm)  
 [10] "IT와 만남국악", KBS 9시 뉴스,  
<http://news.kbs.co.kr/news9/20030907/2003090714.htm>  
 [11] Korean Dance Performance,  
<http://apps.internet2.edu/dvip.html>  
 [12] Korean DanceQ Event-using DVTS,  
<http://people.internet2.edu/~bdr/CometDVIP/DanceQ.html>



**이 준 복**  
 jblee@cosmos.kaist.ac.kr  
 2003~현재 KAIST 박사과정  
 2003 KAIST 석사

<주관심분야> HDTV, 차세대 인터넷, Overlay Multicast, Network Measurement



**박 찬 모**  
 cmpark@netmedia.kjsit.ac.kr  
 2002 조선대학교 컴퓨터공학과 박사  
 1997 조선대학교 컴퓨터공학과 석사

경력  
 2002.9~ 현재 광주과학기술원 Post Doc.

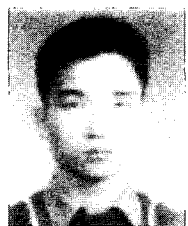
<주관심분야> P2P Network, Overlay Multicast, 분산 객체, 차세대 인터넷



**김 진 구**  
 jgkim@ccl.cnu.ac.kr  
 2001 충남대 대학원 전자공학과 박사수로  
 1997 충남대 대학원 전자공학과 졸업(석사)

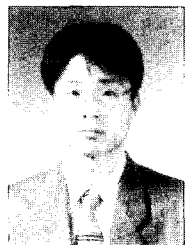
1994 경일대학교 전자공학과 졸업(학사)

<주관심분야> 차세대인터넷, 네트워크관리, QoS스위칭기법



**이 정 철**  
 jcleee@ccl.cnu.ac.kr  
 2002~ 현재 충남대 정보통신공학과 석사과정  
 2000 충남대 정보통신공학과 학사  
 2000~2002 LG정보통신

<주관심분야> Traffic Measurement, Multicast



**정 국 상**  
 handeum@tyranno.chonnam.ac.kr  
 2001년~현재 전남대학교 대학원 전산학과 박사과정  
 2001년 전남대학교 대학원 전산학과 이학석사  
 1999년 전남대학교 전산학과 이학사

<주관심분야> 네트워크 퍼포먼스





**정 세 환**

shjung@hyuee.hanyang.ac.kr

2002. 02 ~ 현재 한양대학교 정보통신대학원 석사 과정  
2002 대구대학교 정보통신공학부 공학사

<주관심분야> Reliable Multicast, 차세대 인터넷을 이용한 HDTV 전송



**박 현 제**

hjpark@zoooin.net

1990 KAIST 전산학과 박사  
1982 서울대 컴퓨터공학과 학사  
2001~ 현재: (주)주인넷 대표이사  
1997~ 2001: (주)두루넷 전무이사  
1991~ 1997: (주)솔빛미디어 대표이사

<주관심분야> 멀티캐스팅, 인터넷 방송, VOD, 홈네트워킹, 차세대 브로드밴드 네트워크



**김 경 태**

ktkim@pusan.ac.kr

2003~현재 부산대학교 컴퓨터공학과 박사과정  
2003 부산대학교 대학원 컴퓨터공학과 석사  
2001 부산대학교 컴퓨터공학과 공학사

학사

<주관심분야> TCP/IPV6, IPSec 프로토콜, MIPv6, Wireless Lan



**안 상 준**

sjahn@zoooin.net

1999년 건국대 공학박사 학위 취득  
2001. 2 ~ 현재 주인넷 시스템 엔지니어로 근무  
2000. 9 ~ 2001. 1 두루넷 네트워크 엔지니어로 근무  
1999. 9 ~ 2000. 8 메타랜드 시스템 엔지니어로 근무

<주관심분야> Multicast Routing, Reliable Multicast, Overlay multicast, CDN, VPN