

차세대네트워크 환경에서 서비스 등급 및 사용자 환경에 따른 차별화된 QoS를 지원하는 오버레이 멀티캐스트

이 보 영^{*} · 조 승 철^{*} · 한 선 영^{**}

요 약

차세대네트워크(Next Generation Network, NGN)은 하부의 전송 매체와 상관없이 데이터 전송의 품질을 보장하는 광대역망으로 NGN에서 주요 서비스로 대두되고 있는 실시간 방송 서비스 등은 멀티캐스트 기법을 필요로 하고 있다. 그러나 기존의 IP 멀티캐스트는 실제로 적용되기에는 많은 제약점을 지니고 있다. 이를 해결하기 위한 오버레이 멀티캐스트는 IP 멀티캐스트를 대신해 유연성과 확장성을 제공하여 효과적인 멀티미디어 멀티캐스트 전송을 가능하게 하는 기술로 활발히 연구 중에 있는 가상 네트워크다. 본 연구에서는 각 수신자가 속해있는 목적지 네트워크에 에이전트를, 미디어 서버가 위치한 소스 네트워크에는 전체 오버레이 멀티캐스트 토폴로지를 관리하는 매니저를 설계하였다. 매니저와 에이전트는 서로 통신하면서 네트워크의 자원 상태를 기반으로 한 서비스 제공을 수행하는 역할을 담당한다. 이렇게 함으로써 NGN 환경에서 QoS를 보장하는 멀티캐스트 환경을 제공할 수 있으며 이는 NGN 구조의 품질관리 기능인 RACF(Resource and Admission Control Functions)를 기반으로 한다.

키워드 : 차세대네트워크, 오버레이 멀티캐스트, QoS, 차별화된 서비스, 서비스 등급, 자원관리

Overlay Multicast Mechanism Supporting Differentiated QoS According to Service Level and User Environment over NGN

Boyoung Rhee^{*} · Sungchol Cho^{*} · Sunyoung Han^{**}

ABSTRACT

NGN(Next Generation Network) is a communication network which can make use of broadband and QoS-enabled transport technologies. One of the main service issues over NGN is a multimedia service, such as IPTV, using a multicast method. And overlay multicast technology is one of the promising solutions instead of traditional multicast technology which has a few problems, and supports flexibility and scalability for multicast services. Also, the main controversial topic in NGN and overlay multicast is QoS. In the present paper, we designed an agent in each receiver's network, and a manager which is in a source network and which manages the whole multicast network. Both of them are communicating with each other and applying resource policies to their multicast network. This mechanism enables overlay multicast to support QoS, focusing on RACF(Resource and Admission Control Functions) in NGN QoS architecture.

Keywords : NGN(Next Generation Network), Overlay Multicast, QoS, Differentiated Service, Resource Management, RACF(Resource and Admission Control Functions)

1. 서 론

오늘날의 네트워크는 통신, 방송, 그리고 인터넷이 통합된 광대역통합망인 NGN(Next Generation Network, 차세대네

트워크)으로 진화하고 있으며 이는 광대역 멀티미디어 서비스의 품질 보장을 언제 어디서나 지원하는 것을 목적으로 발전하고 있다. 이러한 NGN의 주요 요소 중 하나는 실시간 방송 서비스 등과 같이 일정 수준 이상의 품질을 반드시 보장해 주어야 하는 서비스에 대해 QoS를 만족시키면서 네트워크 자원을 관리하여 서비스가 수락될 수 있는지 없는지를 판단하는 자원 승인 제어 기술이다.

NGN에서 효율성을 극대화할 수 있는 서비스로 멀티캐스트 서비스를 들 수 있다. 최근 인터넷은 텍스트 위주의 통

※ 본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음(IIITA-2008-C1090-0804-0015)

^{*} 준회원: 건국대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사과정

^{**} 정회원: 건국대학교 정보통신대학원 원장

논문접수: 2008년 5월 6일

수정일: 1차 2008년 6월 27일

심사완료: 2008년 7월 1일

신보다는 오디오/비디오 형식의 멀티미디어 스트림을 이용한 통신 비중이 매우 커지고 있으며, 대표적인 예로 인터넷을 이용한 방송인 IPTV를 들 수 있다. 하지만 일대일 유니캐스트 방식을 이용하고 있는 인터넷 방송 서비스는 일시적인 사용자 폭주로 인한 서버 마비현상으로 방송의 품질이 크게 저하될 수 있다. 따라서 이러한 스트리밍 서비스 공급을 위한 방안으로 멀티캐스트를 이용한 방송 서비스를 도입을 고려해야 한다. 하지만 멀티캐스트의 안정성 및 보안과 같은 여러 가지 문제들이 해결되지 않은 상태로 남아 있으며, 또한 멀티캐스트 환경을 구현하기 위해서는 새로운 라우팅 및 포워딩 메커니즘 사용 등, 전체 네트워크 재구성에 들어가는 비용이 발생하게 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 대체 수단으로 검토되고 있는 것 중에 하나가 오버레이 네트워크 기술이다. 오버레이 네트워크는 서비스 계층의 메커니즘으로서, 하부 구조에 독립적인 가상 네트워크를 구성할 수 있는 기술이다. 따라서 기존의 IP 멀티캐스트보다 쉽게 적용 가능한 서비스 계층의 오버레이 멀티캐스트를 지원할 수 있다.

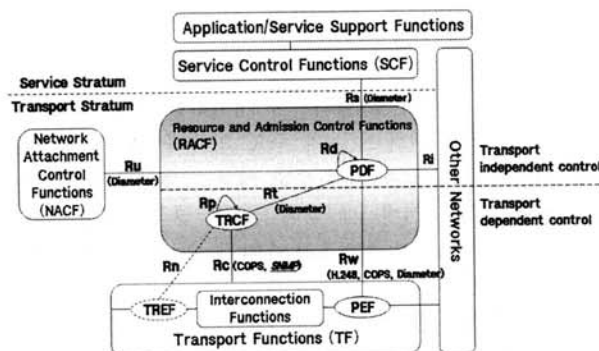
이와 같은 이유로, 본 연구에서는 효율적인 오버레이 멀티캐스트를 지원하기 위해 NGN의 자원 승인 제어 기술을 기반으로 하는 새로운 오버레이 멀티캐스트 구조를 제안한다.

2. 관련 연구 및 동향

2.1 NGN QoS 구조

NGN은 All-IP 기반 차세대 네트워크이며 (그림 1)은 NGN의 QoS 구조를 나타낸 그림이다[1].

NGN의 QoS 구조는 서비스 요청을 담당하는 서비스 계층(Service Stratum)과 패킷 전달을 담당하는 전달 계층(Transport Stratum)으로 구성된다. NGN QoS 구조의 핵심인 RACF(Resource and Admission Control Functions)는, 서비스 요청을 담당하는 SCF(Service Control Functions)와의 정보 교환 및 정책 결정 기능인 PDF(Policy Decision Functions), 그리고 네트워크의 자원 및 구성 상태 분석을 담당하는 전송자원 제어 기능인 TRCF(Transport Resource Control Functions)로 구성된다. PDF는 서비스 계층으로부터



(그림 1) NGN의 QoS 구조

터 받은 서비스 수락 및 네트워크의 자원에 대한 요청을 가입자의 접속망 프로필, 서비스 레벨 협약, 운영자의 정책, 서비스의 우선 순위 정보, 자원의 가용 여부 등을 고려하여 수락 여부를 결정한다. 그 후, 수락된 서비스를 제어하기 위한 패킷 제어 정보(게이트 제어, 필터링 등)를 전달장비에 내려주어 수락된 자원이 전달망에서 실제로 구현 될 수 있도록 한다. 이러한 RACF는 각 네트워크의 구간별로 경계에 위치한 TF(Transport Functions)를 제어하여 네트워크 전체의 QoS를 제어하게 된다[1].

2.2 오버레이 멀티캐스트

네트워크 환경에 확장성과 유연성을 제공하는 가상 네트워크 기법인 오버레이 네트워크 기술은 멀티캐스트 분야에서 지속적으로 연구되고 있다. 오버레이 멀티캐스트는 IP 멀티캐스트를 지원하지 않는 인터넷 환경에서 멀티캐스트 서비스를 제공하기 위한 기술로 응용 멀티캐스트로도 불려진다. 일반적으로 오버레이 멀티캐스트 서비스는 유니캐스트 터널링과 IP 멀티캐스트로 구성되며 유니캐스트 터널링은 IP 멀티캐스트를 지원하지 않는 구간에서 사용된다. 이러한 오버레이 멀티캐스트 기법은 쉽게 적용될 수 있으며 성능면에서도 기존 IP 멀티캐스트에 비해 그다지 떨어지지 않는 것으로 보고되고 있다 [3,4].

오버레이 멀티캐스트 프로토콜은 그룹 멤버 제어 토폴로지와 데이터 전송 토폴로지로 구성된다. 일반적으로 그룹 멤버 제어 토폴로지는 멤버들 사이의 다양한 연결 방법들을 지원하기 위해 메시 구조로 구성되며 데이터 전송 토폴로지는 주로 트리 구조로 형성된다. 제어 구조를 통해 제어 메시지와 응용 계층에서의 오버레이 라우팅 테이블 정보를 전송하게 되고 데이터 전송 트리 구조는 오버레이 네트워크상의 멀티캐스트 데이터를 전송하는 데 사용된다[5].

NGN은 핵심망과 여러 가지 형태의 접속망으로 나뉘어지며 각각 분리되어 운영된다. 본 연구에서는 NGN의 핵심망은 빠른 전송을 지원하기 위해 MPLS를 이용한 유니캐스트로 구성하고, 접속망은 멀티캐스트로 구성함으로써 오버레이 멀티캐스트 토폴로지를 형성하였다.

2.3 IPv6 멀티캐스트

멀티캐스트는 애니캐스트 및 유니캐스트와 더불어 IPv6에 기본적으로 포함되어 있다. IPv6에서의 멀티캐스트 라우팅 개념은 IPv4와 유사하지만 이를 지원하는 기능과 방법 사이에 차이가 있다. 멀티캐스트 서비스를 적용하기 어려운 IPv4 환경에서는 유니캐스트로 서비스하거나 제한적인 멀티캐스트 또는 대체방안으로 터널링 방식의 오버레이 멀티캐스트를 사용하고 있다. 그러나 IPv6 라우터의 경우는 멀티캐스트를 기본적으로 지원하기 때문에 터널링이 없는 멀티캐스트 네트워크를 구축할 수 있어 IPv4 환경과는 다르게 쉽게 멀티캐스트 서비스를 적용할 수 있으며 터널링 오버헤드를 제거할 수 있기 때문에 전송지연을 줄일 수 있는 장점을 가지게 된다. 또한 IPv6는 멀티캐스트를 위해서 주소 내

에 고정적으로 Scope ID를 위한 필드를 할당하므로 라우터에서는 추가적인 헤더 검사가 필요 없고 목적지 주소만으로 패킷 전달에 관련된 모든 사항을 결정할 수 있다[6].

하지만 이러한 IPv6 멀티캐스트의 장점은 멀티캐스트 서비스의 소스, 목적지를 비롯한 중간 백본 네트워크까지 IPv6가 구축되어야만 가능한 것이며 그렇게 되기까지 앞으로 오랜 시간이 지나야 할 것으로 보인다. 따라서 본 연구에서는 IPv4 멀티캐스트 또는 IPv4와 IPv6가 공존하는 기간 동안 적용될 수 있는 오버레이 멀티캐스트의 구성 요소에 추가적인 기능을 더하고 NGN의 QoS 구조의 기능요소와 접목한 멀티캐스트 메커니즘을 제안한다.

3. NGN 상에서의 오버레이 멀티캐스트 구조

데이터 전송 토폴로지는 실제 멀티캐스트 네트워크가 아닌 가상 네트워크 상에서 형성되기 때문에 오버레이 멀티캐스트 환경에서의 전송 품질은 가장 낮은 품질 환경에 위치한 수신자 또는 송신측 환경에 맞추어 전송되는 것이 일반적이다. 그렇기 때문에 기존의 Best Effort에 기반한 구조에서는 좋은 품질의 네트워크 환경에 있는 수신자 또는 등급이 높은 서비스를 받는 수신자라 할지라도 좋은 품질의 데이터 수신을 보장받지 못하게 된다. 따라서 본 연구에서는 NGN에서 정의한 QoS 기능요소들을 활용하여 차별화된 서비스가 가능한 구조를 제안한다. 즉, 각 네트워크의 상황에 알맞은 자원 관리가 가능하도록 서비스 요청시 CAC(Call Admission Control)를 통해 서비스 수락 과정을 거치고 사용자 정보 및 서비스 등급을 기반으로 서비스 가능한 자원을 확보하도록 한다. 또한 서비스 중간에 주기적으로 자원의 상태를 점검함으로써 해당 환경에 최적화된 서비스를 가능할 수 있도록 한다. 이를 통해 각 서비스와 수신 환경 별로 차별화된 서비스가 이루어질 수 있으며, 특히 NGN에서 주요하게 논의되고 있는 멀티캐스트 기반 서비스에 적용될 수 있다.

3.1 제안하는 구조

본 연구에서는 다양한 수신 환경을 지원하기 위해 소스 네트워크의 미디어를 SVC(Scalable Video Coding) 기술로 인코딩하고 각 네트워크의 품질 관리를 담당하는 'OMA(Overlay Multicast Agent)'를 두어 효율적인 멀티캐스트를 지원하는 NGN 환경을 제안한다. 요즈음의 네트워크는 전송 경로와 용량, 특성, 단말의 성능과 형태 등에서 다양성이 존재하며, 이러한 네트워크 상에서 SVC는 한 번의 압축된 비트스트림을 이용하여 다양한 품질의 멀티미디어 서비스가 제공될 수 있도록 함으로써 방송과 통신이 융합되는 NGN의 핵심 기술 요소로 부상하고 있다[7]. 제안하는 오버레이 멀티캐스트 환경의 미디어 서버는 SVC 기술로 미디어를 인코딩하여 전송하고, 전송된 미디어는 각 목적지 네트워크의 상태에 알맞은 비트스트림 추출 (Scalable Extraction) 과정을 거치게 된다[8].

네트워크 자원 수집 및 분석을 위해 사용하는 SNMP

(Simple Network Management Protocol)는 에이전트와 매니저로 이루어진다. 에이전트는 관리되어야 하는 네트워크의 노드 안에서 수행되고 MIB(Management Information Base)라는 데이터 구조에 네트워크 사용량 및 네트워크 인터페이스뿐만 아니라 시스템 정보(CPU, 메모리, 디스크 사용률 등) 등이 저장한다. 매니저는 네트워크를 모니터링 하는 단말에서 운영되는 소프트웨어로서 네트워크 상에 존재하는 에이전트들과 통신하면서 내부 데이터를 주기적으로 가져온다[9]. SNMP 에이전트로 구현되는 OMA는 수신자가 속해 있는 각 환경에 적절한 수신 품질을 제공하기 위해서 네트워크에 대한 정보를 수집하고 관리하여 각 수신자의 다양한 환경을 지원한다. 또한 송신자가 속해있는 소스 네트워크에는 SNMP 매니저로 구현된 'OMM(Overlay Multicast Manager)'을 두어 수신자가 속해 있는 각 네트워크의 OMA

〈표 2〉 자원 관리 정책 정보

정보	설명
서비스 ID	서비스 식별자
패킷 종류	사용된 패킷 타입
OMA 동작 주기	정보 수집 / 정보 적용 / 정보 전송 간격

와 주기적으로 통신하면서 오버레이 멀티캐스트 토폴로지 전체의 품질 관리를 담당하도록 하였다.

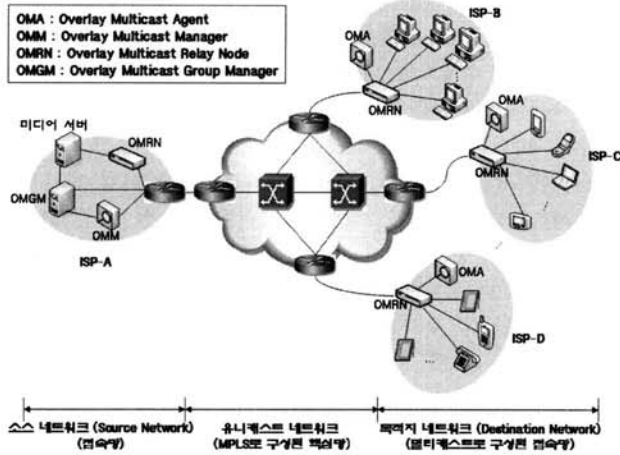
이 외에 기존의 멀티캐스트 및 오버레이 네트워크에서 동작하던 미디어 서버와 관리 서버, 그리고 릴레이 장비에 OMA, OMM과 통신하며 서비스 품질 관리 정책을 수신하여 서비스에 적용하는 기능을 추가하였다.

3.2 NGN에서의 오버레이 멀티캐스트 구성도

본 연구에서 기본으로 하는 오버레이 멀티캐스트 구조는 (그림 2)와 같다. (그림 2)는 IPv6네트워크 환경에서 멀티캐스트를 지원하지 않는 네트워크를 오버레이 멀티캐스트로



(그림 2) 오버레이 멀티캐스트 시스템 구조



(그림 3) NGN에서의 오버레이 멀티캐스트 서비스 구성도

구성한 것으로 지난 연구에서 제안하였던 구조이다[10,11].

소스 네트워크에 위치한 릴레이 노드는 멀티캐스트 패킷을 유니캐스트 패킷으로 변환하여 멀티캐스트를 지원하지 않는 네트워크로 전달한다. 각 목적지 네트워크에 위치한 릴레이 노드는 수신한 유니캐스트 패킷을 멀티캐스트 패킷으로 변환하여 각 수신 노드에게 전달하는 기능을 수행한다. 또한 릴레이 노드는 유니캐스트 패킷을 다른 릴레이 노드로 전달하는 기능도 담당한다.

본 연구에서 제안하는 NGN에서의 오버레이 멀티캐스트는 (그림 2)의 구조에 기반하여 (그림 3)과 같이 구성된다. 소스 네트워크로부터 목적지 네트워크까지 데이터를 전송하기 위해 핵심망을 구성하는 IPv6/MPLS 네트워크를 지나게 되며 이때는 유니캐스트로 전송하게 된다[12].

미디어 서버가 위치하는 소스 네트워크에는 기존의 그룹 관리서버를 대신하는 'OMGM(Overlay Multicast Group Manager)'과 전체 서비스의 QoS를 관리하고 각 목적지 네트워크의 에이전트와 통신하는 'OMM(Overlay Multicast Manager)'이 존재한다. 각 목적지 네트워크 내에는, 자원 정보 수집 및 적용을 위한 'OMA(Overlay Multicast Agent)'와 데이터 릴레이를 위한 'OMRN(Overlay Multicast Relay Node)'이 위치한다.

3.3 오버레이 멀티캐스트 구성 요소

3.3.1 OMA (Overlay Multicast Agent)

OMA가 위치한 네트워크 내의 가입자가 멀티캐스트 서비스를 요청하면, OMA는 소스 네트워크에 위치한 OMM으로부터 전송된 서비스 요청 관련 정보를 수신하게 된다. OMA는 자신이 속해 있는 네트워크의 자원 정보를 수집 및 분석하여 새로운 가입자를 위한 충분한 자원이 있는지 판단한 후, 데이터 전송 정책이 적용될 수 있도록 OMRN에게 알릴 서비스 등급을 조정한다. 이러한 작업은 각 ISP 네트워크에서 수행되며 OMA에 의한 데이터 전송 정책의 결과는 소스 네트워크의 OMM에 전달된다. OMA는 자원 정보를 수집하고 OMM에게 자원 정책을 알릴 때 SNMP MIB를

<표 1> OMA 설정 정보

정보	설명
OMA ID	OMA 식별자
SNMP 버전	SNMP 버전
OMA 모드	일반 OMA / OMM (소스 네트워크의 OMA)
OMA 위치 정보	IP 주소 네트워크 식별자 및 네트워크 종류 (PSTN, wireless 등)
OMA 동작 시간	OMA 동작 시작 시간 및 재구동 시간
OMA 상태	OMA의 정보 수집 상태 등급 (등급 : 상/중/하/최하)

이용한다.

OMA에서 사용하는 주요 정보는 <표 1>, <표 2>, <표 3>과 같다.

<표 1>은 OMA 동작 시작 시 설정해야 하는 정보들이다. OMA와 OMM 간의 통신을 위해 식별자가 필요하며 SNMP의 버전에 따라 설정 내용이 달라지므로 SNMP 버전 정보도 포함된다. 또한 설정 모드에 따라 목적지 네트워크에 위치한 일반 OMA로, 또는 소스 네트워크에 위치한 OMM으로 동작할지 결정된다. OMA가 위치한 네트워크의 기본적인 정보로 IP 주소 및 네트워크의 종류, 동작 시작 시간과 문제 발생시 재구동하는 시간 및 횟수를 기록해서 차후 OMA 동작 분석에 사용하게 된다. 기본적으로 '중'으로 설정되는 OMA 상태 정보는 주기적으로 네트워크의 상태를 수집, 분석하는 상태를 나타내며, '하' 이하의 상태가 지속될

<표 3> 수집 데이터

정보	설명
정보 수집 시간	OMA의 자원 정보 수집 시간
지연 시간	송신측에서 패킷이 목적지에 도달하는 데 걸리는 End-to-End 단방향 지연
패킷 수	수신 패킷 수 / 도달 패킷 수
지연변이	송신측에서 패킷이 목적지에 도달하는 데 걸리는 End-to-End 단방향 지연 편차 (등급 : 상/중/하/최하)
패킷 손실률	최대 / 최소 패킷 손실률

때에는 경고 메시지를 OMM, 또는 NGN 관리 센터로 보내기 위한 용도로 사용된다.

<표 2>는 수집한 네트워크의 자원을 관리하기 위한 정보들이다. 서비스 및 운영 환경 별로 적용되어야 하는 자원 정책은 달라지게 되므로 이를 구분하기 위해 서비스 식별자가 필요하고, 패킷 종류는 품질 측정에 사용하는 패킷으로 실제 데이터 또는 시험용 데이터의 종류를 나타낸다. 이는 서비스의 특성에 따라 달라지며 기본적으로 ICMP 패킷을 사용한다. OMA 동작 주기는 정보를 수집, 분석 및 OMM으

〈표 4〉 OMM에 전달하는 정보

정보	설명
OMA ID	OMA 식별자
OMA 위치 정보	IP 주소 네트워크 식별 : 네트워크 종류 (PSTN, wireless 등)
OMA 동작 시간	OMA 동작 시작 시간
서비스 등급	각 네트워크 상태에 따른 등급 (1등급~5등급)

로 메시지를 전송하는 주기를 나타낸다. <표 3>은 OMA가 수집하는 네트워크 정보로, 이를 가지고 해당 네트워크의 현재 상태를 분석하여 OMRN에 적용하고 OMM에게 전달할 정보를 구성한다.

네트워크 상태는 수시로 변할 수 있기 때문에 주기적으로 자원 상태를 수집하며 수집 시간을 기록한다. 수집 시간 외의 정보는 SNMP MIB를 통해 수집한 정보들을 이용하여 각 정의에 의해 구해지며 이들은 서비스 품질 등급을 결정하게 되는 주요 요소들이 된다[13-15].

<표 4>는 OMA가 OMM에게 전달하는 정보로 OMA 식별자와 함께 해당 네트워크에서 서비스 중인 또는 서비스 가능한 등급을 전달한다. 서비스 등급이 4등급일 경우, 서비스 자원 부족 현상이 예상되며 5등급인 경우 서비스 불가로 판단한다.

3.3.2 OMM (Overlay Multicast Manager in source network)

소스 네트워크에 위치하는 OMM은 멀티캐스트 서비스에 가입하려는 가입자의 서비스 가입 요청 처리와 서비스 제어를 통해 전체 오버레이 멀티캐스트 토폴로지를 관리한다.

3.3.2.1 서비스 가입 요청에 대한 수락 여부 처리

가입 요청자가 OMGM으로 서비스 가입 요청 신호를 보내면, OMGM은 가입자 정보와 함께 QoS 자원 요청을 OMM으로 보낸다. OMM은 가입자 정보 및 단말 정보, 네트워크 자원 상태를 기반으로 서비스 수락 여부를 결정하게 되며 서비스 가입 요청자가 속한 네트워크의 OMA로부터 수집한 정보를 토대로 최종적으로 서비스 제공 여부와 송신 품질을 결정한다. 그 후, OMM은 결정된 정책을 미디어 서버에 적용하도록 한다.

3.3.2.2 서비스 제어

원활한 서비스를 위해 OMM은 주기적으로 각 OMA로부터 네트워크 정보를 수신한다. OMM은 각 OMA로부터 수신한 자원 정보들을 분석하고 전송 정책을 수립한 후, 미디어 서버는 수립된 정책에 의해 SVC로 전송 데이터를 인코딩하고 OMRN을 통해 오버레이 네트워크로 전송하게 된다. 이를 통해 각 네트워크의 자원 상태를 고려한 송신 품질을 보장하게 한다.

〈표 5〉 OMA에게 전달될 정보

정보	설명
OMM ID	OMM 식별자
OMM 위치 정보	IP 주소 네트워크 식별자 및 네트워크 종류(PSTN, wireless 등)
OMM 동작 시간	OMM 동작 시작 시간
서비스 수락 여부와 서비스 등급	서비스 수락 또는 거부 제공 가능한, 또는 거부한 서비스 등급
서비스 상태 정보	서비스 등급 서비스 장애가 발생시 마지막 정상 동작 시간 등의 장애에 대한 정보

<표 5>는 OMM이 OMA에게 전송하는 서비스 제어 정보로, 새로운 서비스 요청 시와 서비스 중간에 주기적으로 전송하게 된다. OMM 위치 정보, OMM 동작 시간과 서비스 수락 여부는 서비스 요청에 대한 응답 시에만 필요한 정보이다. 서비스 중간에 주고 받는 정보는 서비스 상태 정보로 현재 서비스되고 있는 등급과 장애 발생 시 이에 대한 정보를 OMA에게 전송하게 된다.

3.3.3 OMRN (Overlay Multicast Relay Node)

각 네트워크에 위치한 OMRN은 오버레이 멀티캐스트를 가능하게 하는 중계자 역할 뿐만 아니라, OMA의 정책을 적용하는 역할도 담당한다. 그룹 멤버 제어 토폴로지 형성 시, 각 네트워크에 위치한 OMRN은 같은 네트워크 내에 있는 OMA로부터 네트워크 자원상태 정보를 받고, 실제 트래픽 중계 시 이를 적용하게 된다. 또한 주기적으로 OMA로부터 받은 네트워크 상황 변화 정보에 따라 비트스트림을 추출하여 트래픽을 중계하게 된다.

예를 들어, 한 네트워크에 갑자기 많은 수신자 발생하여 자원 부족 현상이 초래되는 경우, 가입자 등급에 따른 우선순위에 기반한 트래픽 중계 정책이 수립되어야 한다. 또한 수신자의 잦은 이동 및 장애물 등으로 무선 환경에서의 서비스 질은 유선 환경의 서비스에 비해 일반적으로 떨어지게 되며 서비스 환경도 쉽게 바뀔 수도 있다. 이러한 이유로 무선 환경에서의 재전송 정책은 유선 네트워크와 다를 뿐 아니라, 환경 변화에 따라 수시로 변경될 수도 있다. 이러한 정책은 OMA에 의해 수립되어야 하며 이를 적용하기 위해서 OMRN은 수립된 정책을 수신 받게 된다.

3.3.4 OMGM (Overlay Multicast Group Manager)

일반적인 멀티캐스트 환경의 관리 서버는 서비스 가입과 탈퇴 처리만을 담당하지만, OMGM은 OMM과 통신하여 수신자 정보를 전달하고 OMM에 의해 수립된 정책을 수신한다.

일반적인 멀티캐스트의 경우, 서비스에 가입하고자 하는 수신자의 요청 메시지 수신 시, 네트워크 상태와 상관 없이 바로 멀티캐스트 서비스 트리에 추가시켜 서비스를 받을 수 있도록 한다. 하지만, NGN 환경에서의 QoS를 보장을 위해

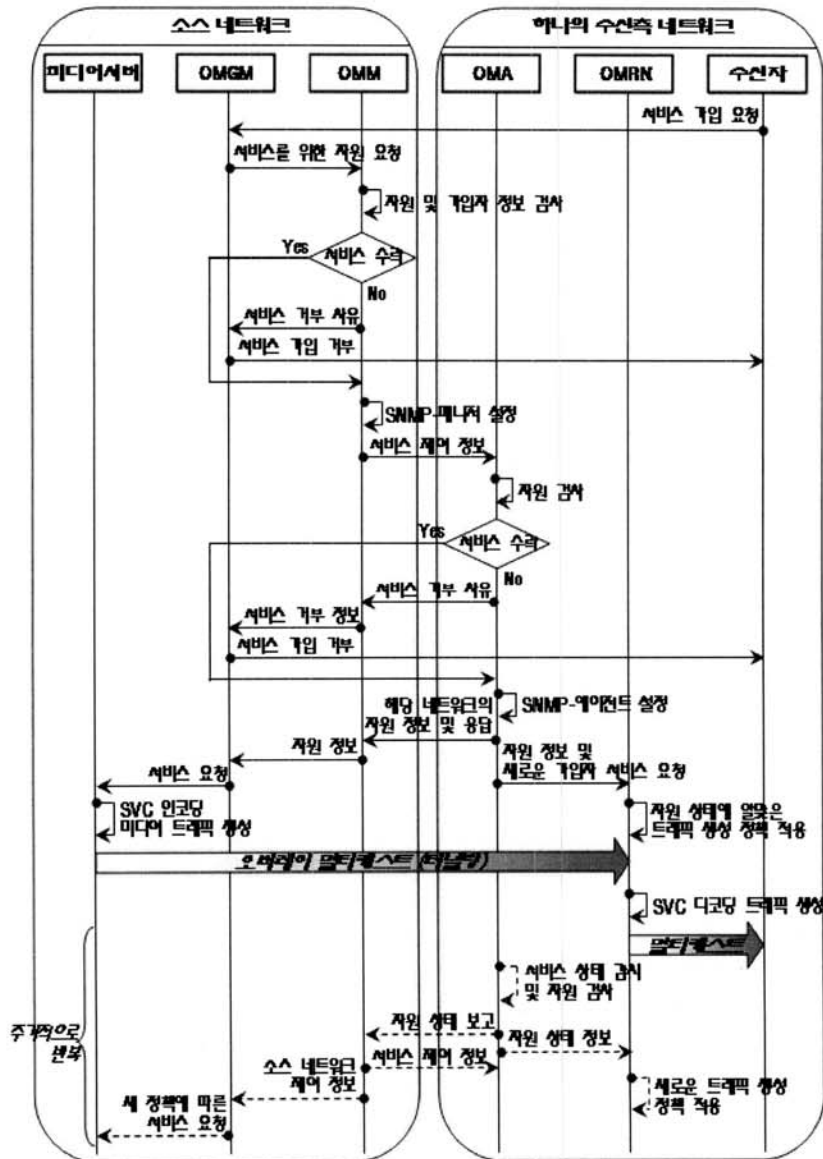
서는 수신자가 속해 있는 네트워크의 상태를 분석한 결과를 토대로 가입 여부를 결정하도록 하는 것이다.

3.4 NGN 상에서의 오버레이 멀티캐스트 절차

멀티캐스트 서비스 가입 요청자가 OMGM으로 서비스 가입 요청 신호를 보내면, OMGM은 가입자 정보와 함께 가용 자원 요청을 OMM으로 보낸다. OMGM으로부터 가용 자원 요청을 받은 OMM은 가입하고자 하는 수신자 정보와 가용 자원을 기반으로 수락여부를 결정한다. 서비스 요청을 수락하는 경우 가입 요청자가 속해 있는 네트워크의 품질 정보를 얻어오기 위해 SNMP 매니저로 설정 후, 해당 네트워크 내의 OMA에게 서비스 제어 메시지를 보낸다. OMA 또한 자신이 속해있는 네트워크의 자원 상태와 OMM으로부터 수신한 가입자 등급 정보를 기반으로 서비스 가능 여부를 판

단한 후, SNMP 에이전트로 설정하게 된다. SNMP 에이전트 설정 후, OMA는 OMM에게 응답 메시지를, OMRN에게 오버레이 멀티캐스트 데이터 중계를 요청하는 메시지를 전송한다. 이러한 과정을 거쳐 가입절차가 완료되면, OMA는 실제 서비스와 유사한 시험용 데이터를 발생하거나 실제 데이터를 분석하여 패킷 손실률, 단방향 지연, 지연변이 등의 해당 네트워크 정보를 주기적으로 수집한다. 이러한 과정에서 OMA 관리 기능은 SNMP MIB로 제공되며 설정, 조회, 변경 및 전송 기능을 제공한다. OMM은 각 네트워크의 OMA로부터 수신한 품질 측정 결과를 토대로 각 네트워크의 품질에 알맞은 송신 정책을 세우게 된다.

이와 같은 과정을 주기적으로 반복하며 각 네트워크의 상태 및 서비스 상태를 관리하게 된다. (그림 4)는 본 연구에서 제안하는 NGN에서의 오버레이 멀티캐스트 네트워크의



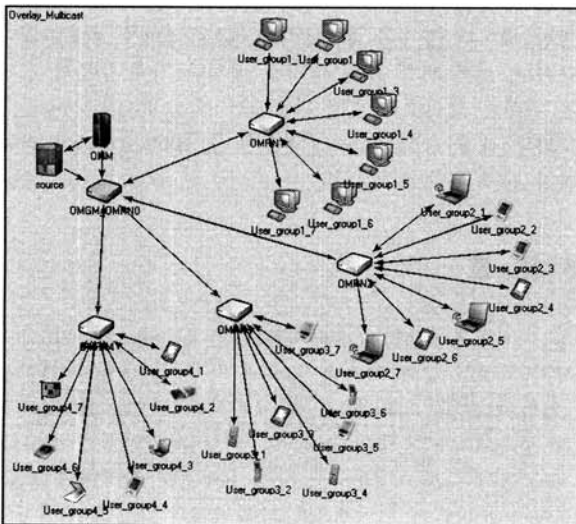
(그림 4) 오버레이 멀티캐스트 수행 절차

전체적인 동작 과정을 보여준다.

4. 성능평가

본 연구에서 제안하는 메커니즘의 성능 평가를 위해서 네트워크 시뮬레이션 툴인 OMNeT++을 이용하였다[19]. 각기 다른 네트워크 환경과 서비스 등급에 따른 패킷 손실률과 지연시간, 그리고 지터(jitter)를 테스트하였으며 이를 위해 각 패킷에 일련번호와 타임스탬프 필드를 포함시켰다. (그림 5)는 OMNeT++로 구현한 테스트 환경으로 하나의 소스 네트워크와 각기 다른 환경(LAN, xDSL, 무선망, 이동망)의 목적지 네트워크를 구현하였다. 소스 네트워크에서 각 목적지 네트워크의 OMRN 까지는 핵심망으로 지연시간 없이 고속으로 데이터를 전송하도록 하였다. 각 목적지 네트워크의 OMRN에서 각각의 단말까지는 접속망으로 네트워크 특성에 맞는 지연시간(10ms에서 40ms)을 적용하였다.

<표 6>은 실제 서비스에서 각 네트워크에 대해 기대되는 패킷 손실률을 등급별로 나타낸 것이며 이를 기준으로 시뮬레이션 테스트를 수행하였고 패킷 전송 실패 시 수행되는 재전송은 포함하지 않았다. 즉, LAN 환경에서는 2등급 서비스를 위해서는 패킷 손실률이 2%이상 4%이하가 되어야 한다는 의미이며 이 기준은 서비스 종류나 네트워크 환경에 따라 다르게 적용될 수 있다.



(그림 5) 오버레이 멀티캐스트 시뮬레이션 환경

<표 6> 네트워크 환경별 패킷 손실률 기준

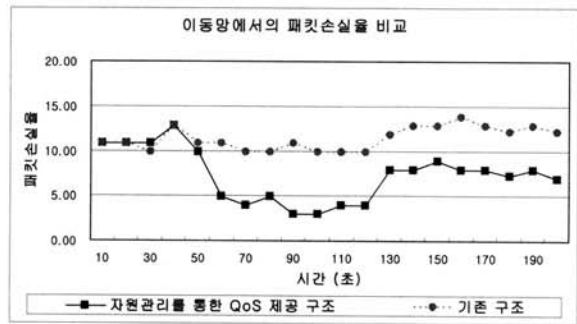
망 종류 \ 등급	1등급	2등급	3등급	4등급	5등급
LAN	1이하	2~4	5~7	8~10	11이상
xDSL	3이하	4~7	8~11	12~15	16이상
무선망	5이하	6~10	11~15	16~20	21이상
이동망	7이하	8~12	13~18	19~30	31이상

(단위 : %)

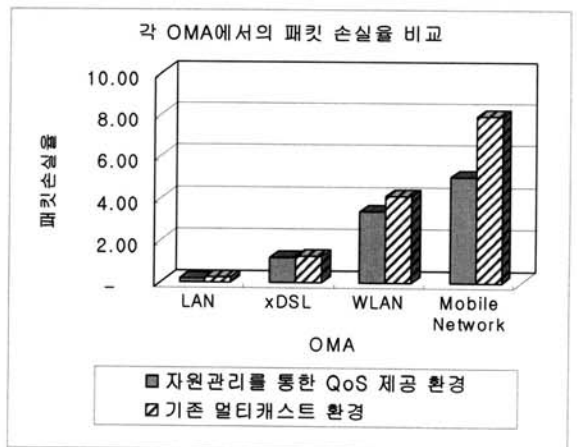
각 목적지 네트워크의 OMA는 10초마다 네트워크의 정보를 수집하고 서비스 등급을 결정한 후, OMM에게 결과를 전송한다. 소스 네트워크의 OMM은 데이터 송신시 이를 기준으로 송신하게 된다.

(그림 6)은 이동망에 위치한 한 단말에서 측정한 패킷 손실률로 제안하는 메커니즘을 적용한 경우와 그렇지 않은 경우의 비교 그래프이다. 초기 50초까지는 비슷한 손실률을 보이지만 60초부터 120초까지의 손실률은 많은 차이를 보인다. 50초 이후 이동망에 위치한 OMA는 이동 노드들의 대거 이탈, 안정된 위치 확보 등으로 네트워크 상황이 좋아진 것을 감지한 후, 현재보다 더 좋은 데이터 수신 가능성이 OMM에게 알려지게 된다. 이후, OMM의 새로운 정책에 의해 이동망의 OMRN은 더 높은 수준의 데이터를 수신하게 된다. 반면, 130초 시점에서 다시 패킷 손실률이 높아짐을 볼 수 있다. 이는 악화된 네트워크 상황을 OMA가 감지 후, 수신 가능한 데이터 정보를 OMM에게 보내어 이에 알맞은 데이터를 수신한 것이다.

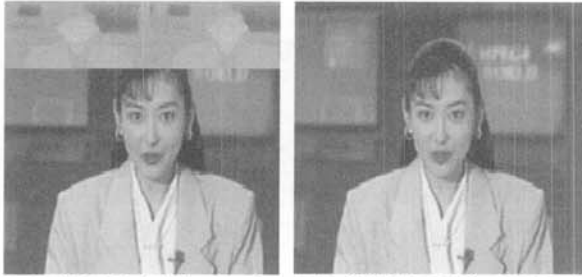
(그림 7)은 각 네트워크의 단말들의 평균 데이터 손실률을 비교한 것으로 시뮬레이션 시간으로 10일간 테스트한 결과이다. 제안하는 메커니즘을 사용했을 경우, 변할 수 있는 네트워크 상황을 고려하여 데이터를 송수신하기 때문에 그렇지 않은 경우와 비교할 때 좀 더 낮은 패킷 손실률을 나타냄을 알 수 있다. 특히 네트워크 자원의 상황이 수시로



(그림 6) 이동망에 위치한 단말의 패킷 손실률 비교



(그림 7) 각 목적지 네트워크의 평균 패킷 손실률 비교



(A) 일반적인 멀티캐스트 환경에서 수신한 동영상 화면 (B) 자원관리를 통해 QoS를 제공하는 멀티캐스트 환경에서 수신한 동영상 화면

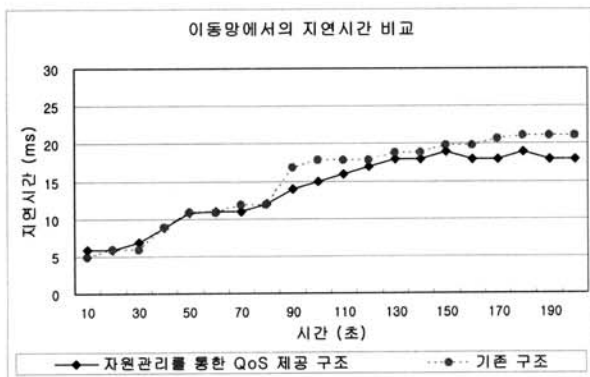
(그림 8) 제안하는 메커니즘을 이용한 동영상 테스트

변할 수 있는 이동망의 경우 그 차이가 많이 나타남을 알 수 있다.

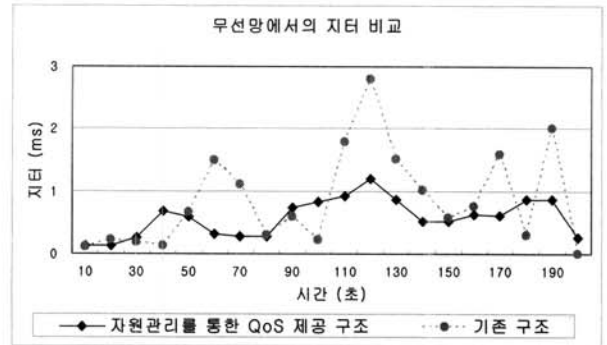
(그림 8)은 동영상 전송시 제안하는 메커니즘을 적용시켜 테스트한 결과로 영상의 품질을 측정하는데 널리 사용되는 PSNR을 통해 나온 결과이다[16,20]. (그림 6)과 동일한 환경에서 실험하였으며 수신 환경의 개선이나 악화에 상관없이 일정 품질로 스트리밍 서비스를 수신할 때와 제안하는 메커니즘을 사용한 경우를 비교 테스트하였다.

영상을 캡처한 시점은 수신 환경이 개선된 시점으로 (A)는 수신환경과 상관없이 기존의 수신상태를 유지하는 영상 화면이다. 이에 반해, (B)의 경우는 OMA와 OMM의 통신에 의해 고급 품질의 스트리밍 서비스를 수신한 영상화면을 캡처한 것이다. 수신 환경이 악화되면, (A)의 경우 전송 스트림의 품질에 상관없이 악화된 수신환경에 따라 좋지 못한 품질의 영상을 수신하여 화질열화 현상을 보이게 된다. (B)의 환경에서는 악화된 수신환경에 적합한 스트리밍 서비스를 수신하게 되며 또한 자원 관리를 통해 이루어진 스트리밍 서비스이므로 스트리밍 서비스 전송 시 불필요한 자원의 낭비를 막을 수 있게 된다.

(그림 9)는 소스에서부터 단말까지의 지연시간을 측정 한 결과이다. 초기 데이터 양이 적거나 네트워크 상황이 안정 적일 때에는 지연시간의 차이가 나지 않거나 오히려 제안하는 환경에서의 지연시간이 약간 길게 나타난다. 그러나 데이터의 양이 많아질수록 그리고 수신 환경이 좋지 않을수록



(그림 9) 이동망에 위치한 단말의 지연시간 비교



(그림 10) 무선망에 위치한 단말의 지터 비교

자원관리 메커니즘에 기반한 구조가 기존 구조보다 적은 지연 시간을 보이는 것을 확인할 수 있다. 이는 데이터 수신 시 네트워크 자원 상태 및 릴레이 노드의 동작이 수용할 수 있는 범위 내에서 데이터 수신이 이루어지기 때문이다. 또한 서비스 등급과 상관없이 서비스하는 기존 구조에 비해 제안하는 구조는 서비스 등급 적용을 통해 우선적으로 처리할 수 있는 경우가 있기 때문에 서비스에 따라 더 짧은 지연시간을 보이게 된다.

(그림 10)은 현재 지연시간 값과 이전 지연시간 값의 차이로 계산되는 지터 결과이다. 지터의 편차가 클수록 동영상이나 음성 데이터의 품질은 떨어질 수 밖에 없다. 자원관리를 통한 구조인 경우 무선망에서 측정 한 지터의 편차가 적음을 확인할 수 있다. 이는 OMRN에서 네트워크 상태에 적합한 데이터 수신할 뿐 아니라 지터 버퍼를 이용하였기 때문이다. 이에 반해 지터 버퍼를 배제한 기존 구조의 경우 많은 편차를 보이고 있으며 단말에서 지터 버퍼를 사용한다 하더라도 패킷 손실 및 지연시간 등을 함께 고려해야 하는 문제가 남게 된다.

5. 결론

QoS 지원을 위해 NGN에서는 QoS 구조를 제안하고 지속적으로 연구 중에 있으며, 오버레이 멀티캐스트는 확장성이 없는 기존 IP 멀티캐스트를 보완하는 것으로 IPv6가 완전히 구축되기까지 상당 시간 그 역할을 담당할 기술이다. 본 연구에서는 NGN QoS 구조 중 RACF를 확장하여 NGN 환경에서 오버레이 멀티캐스트 네트워크의 QoS를 지원하도록 하였다. 이를 위하여 RACF 역할을 담당하는 OMA를 설계하여 오버레이 멀티캐스트 서비스 가입자와 서비스 수신 시 네트워크 정보를 바탕으로 서비스하도록 하였다. 이 메커니즘은 확장성과 QoS를 보장하는 멀티캐스트 구현에 활용될 수 있다.

또한 이 메커니즘은 각 네트워크의 자원 정보를 수집하고 분석하여 서비스에 적용하기 때문에 최근 주목 받고 있는 QoE(Quality of Experience)를 분석하는 데 도움이 될 수 있다. QoE는 사용자 관점의 QoS로서 사용자의 주관적인 서비스 품질 지수로 표현된다[16]. 이를 분석할 때, 일괄적인

기준이 아닌, 사용자가 속해있는 네트워크 자원 상태와 연계하여 분석하면 좀더 정확한 결과를 얻을 수 있을 것이다. 또한 서비스/컨텐츠 제공자, 또는 NGN 관리자의 역할을 담당하는 품질관리센터에서도 이 메커니즘을 사용할 수 있다. OMA, OMM으로부터 서비스와 네트워크 상태를 보고 받아 NGN 정책을 수정하거나 새로운 정책을 수립할 때, 또는 과금 관련 업무나 새로운 서비스 창출에도 이용할 수 있을 것이다.

현재 NGN에 대한 표준화가 진행 중에 있고 국내의 BcN (Broadband Convergence Network)도 NGN 표준화 방향과 국내 상황을 고려하여 진행 중에 있으며 광대역 멀티미디어 서비스의 품질 보장에 초점을 맞추어 표준화 및 서비스 개발이 이루어지고 있다[17,18]. 따라서 NGN 또는 BcN 환경에서 멀티캐스트 서비스 개발 시, 본 연구에서 제안한 QoS를 지원하는 오버레이 멀티캐스트 메커니즘을 이용하면 네트워크 자원 관리에 기반한 효율적인 서비스를 제공할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

[1] ITU-T, Y.2111 "Resource and Admission Control Functions".
 [2] 송종태, 박혁, "자원 및 수락 제어를 중심으로 본 NGN QoS 제어 기술동향", IPTV + NGN 컨버전스 특집, pp.65-70, 2006 9.
 [3] T. Murase, H. Shimonishi and M. Murata, "Overlay Network Technologies for QoS Control," IEICE TRANS. COMMUN., VOLE89 - B, NO.9, SEPTEMBER, 2006.
 [4] Yunxi Sherlia Shi, "Design of Overlay Networks for Internet Multicast," Dissertation presented to the Sever Institute of Washington University, August, 2002.
 [5] Z. Li and P. Mohapatra, "Hostcast: A new overlay multicasting protocol," Proceeding of IEEE International Conference on Communications, June, 2003.
 [6] 한국인터넷진흥원 IPv6 포탈, <http://www.vsix.net>
 [7] Heiko Schwarz, Detlev Marpe and Thomas Wiegand, "Overview of the Scalable H.264/MPEG-AVC Extension," IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology, Vol.17, No.9, pp.1103-1120, September, 2007.
 [8] Cheon-Seog Kim, Dongjun-Suh, Tae-Meon Bae and Yong-Man Ro, "Quality Metric for H.264/AVC Scalable Video Coding with Full Scalability," Proc. of the SPIE, Vol.6492, pp.64921P, March, 2007.
 [9] R. Presuhn, J. Case, K. McCloghrie, M. Rose and S. Waldbusser, "Management Information Base (MIB) for the Simple Network Management Protocol (SNMP)," RFC3418, IETF, December, 2002.
 [10] 이호영, 고광만, 이보영, 한선영, 박은용, 박현재, "IPv6 오

버레이 멀티캐스트 시스템", 한국 컴퓨터종합학회 논문집 Vol.33, No.1(D), pp.10-12, 2006, 6.

[11] E. Park, S. Han, S. Ahn, H. Park and S. Shin, "Scalable and Reliable Overlay Multicast Network for Live Media Streaming," Lecture Notes in Computer Science of Springer (LNCS3768), Vol.2, pp.48-58, November, 2005.
 [12] D. Awduche, J. Malcolm, J. Agogbua, M. O'Dell and J. McManus, "Requirements for Traffic Engineering Over MPLS," RFC 2702, September, 1999.
 [13] G. Almes, S. Kalidindi and M. Zekauskas, "A One-way Packet Loss Metric for IPPM," RFC2680, IETF, September, 1999.
 [14] G. Almes, S. Kalidindi and M. Zekauskas, "A One-way Delay Metric for IPPM," RFC2679, IETF, September, 1999.
 [15] H. Schulzrinne, S. Casner, R. Frederick and V. Jacobson, "RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications," RFC3550, IETF, July, 2003.
 [16] 이철희, "IPTV 서비스의 E2E QoS", OSIA standards & technology review, 제27권 제1호 통권65호, pp.66-70, 2007, 4.
 [17] 한국정보사회진흥원, "BcN 환경에서의 자원관리 기능을 활용한 품질 측정 방안 연구", NIA II-PER-06041, 2006, 10.
 [18] 광대역통합네트워크, <http://www.bcn.ne.kr>
 [19] OMNeT++ version 3.3, <http://www.omnetpp.org>
 [20] PSNR 뷰어, <http://www.video-processing.pe.kr>



이 보 영

e-mail : boyoung@cclab.konkuk.ac.kr
 1999년 덕성여자대학교 전자계산학과 (학사)
 2001년 건국대학교 대학원 컴퓨터공학과 (공학석사)
 2005년~현재 건국대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사과정

관심분야 : 오버레이멀티캐스트, QoS, 차세대네트워크, IPTV, 미래인터넷 등



조 승 철

e-mail : cschol@cclab.konkuk.ac.kr
 2005년 관동대학교 컴퓨터공학과(학사)
 2007년 건국대학교 대학원 컴퓨터공학과 (공학석사)
 2008년~현재 건국대학교 컴퓨터공학과 박사과정

관심분야 : 센서네트워크, QoS, IPTV 등



한 선 영

e-mail : syhan@cclab.konkuk.ac.kr

1977년 서울대학교 계산통계학과(학사)

1979년 한국과학기술원 전산학과(석사)

1988년 한국과학기술원 전산학과(박사)

1981년~현 재 건국대학교 컴퓨터정보

통신학과 교수

1998년~1999년 미국 메릴랜드대학교 컴퓨터과학과 객원교수

2004년~현 재 건국대학교 정보통신대학 학장

2005년~현 재 건국대학교 정보통신대학원 원장

관심분야: 오버레이멀티캐스트, 멀티캐스트 보안, QoS, 차세대
네트워크 등