

논문 2007-02-03

멀티캐스트기반 고화질 IPTV 서비스를 위한 홈네트워크 품질보장 기법

(Novel Home Network QoS Mechanism for the High-Definition
IPTV Service based on Multicast Traffic)

박민호¹⁾, 정연준, 백의현, 박광로
(Minho Park, Yeonjoon Jeong, Euihyoun Paik and Kwangroh Park)

Abstract : The home network has been revitalized due to the emergence of the high-speed broadband network and explosive increases of the home network services. Especially multicast based high-definition (HD) IPTV service is on high demand from both Internet service provider (ISP) and users. In order to provide high quality HD IPTV service without packet loss and delay, the ISP utilizes various network QoS mechanisms. Due to the misleading fact, that the home gateway is considered as an end terminal in terms of the ISP's viewpoint, the ISPs can not guarantee the end-to-end QoS within the scope of the current home network architecture. Therefore, an independent QoS guaranteed mechanism should be considered within the home network domain. As the home gateway manages both private home and public access network within the home network, we propose and implement a novel QoS mechanism for the multicast based HD IPTV service over the home gateway. In order to provide QoS guaranteed HD IPTV service, the proposed mechanism classifies the packets, manages home network bandwidth resources, and executes call admission control using the channel join message. Also, we utilize layer 2 multicast packet forwarding scheme to improve the overall performance of the home network services. Through the experiments of implementing the multicast based HD IPTV services, we will verify the efficiency of the proposed mechanism.

Keywords : IPTV, QoS, home network, home gateway, multicast.

1. 서론

최근 광대역 통합 네트워크의 등장, 대내 장치들의 인터넷 접속요구의 증가 및 다양한 홈네트워크 서비스의 출현에 따라 홈네트워크 환경이 주목받고 있다. 현재의 홈네트워크 환경은 그림 1에 나온 것과 같이 홈게이트웨이를 중심으로 공중 네트워크와 사설 홈네트워크로 분리되며, 대내 단말들에게 사설 IP (Internet Protocol) 주소를 할당하

기 위하여 NAT (Network Address Translation) 기능이 수행된다 [1]. 이러한 홈네트워크 환경에서 넓은 대역폭과 엄격한 실시간성을 요구하는 멀티미디어 서비스들이 많이 등장하고 있으며 특히 통신과 방송 기술이 융합된 멀티캐스트 기반 고화질 HD (High-Definition) IPTV 서비스의 상용화가 국내외 통신 및 서비스 사업자 들에게 집중적인 관심을 받고 있다. 기존 일반화질 SD (Standard-Definition) VoD (Video on Demand) 와 같은 멀티미디어 서비스들과 HD IPTV 서비스는 기술적인 측면에서 몇가지 차이점이 있다. 고효율로 압축된 대용량의 멀티미디어 데이터를 실시간으로 재생하기 위한 고성능의 멀티미디어 재생

1) 교신저자(Corresponding Author)

논문접수 : 2007. 04. 20., 채택확정 : 2007. 04. 30.
박민호, 정연준, 백의현, 박광로 : 한국전자통신 연구원, 홈네트워크 그룹

기법이 필요하고, 네트워크의 효율성을 높이기 위하여 멀티캐스트 기술을 이용한 멀티미디어 데이터 전달 기법이 필요 하며, 실시간성을 요구하는 고화질의 대용량 트래픽을 손실 혹은 지연 없이 전달하기 위해서 종단간 품질보장 기법이 적용되어야 한다는 것이다. 멀티미디어 재생 기술은 많은 기술적 발전을 거듭하여 이러한 요구를 충족 시켜 주고 있고 [2][3], 멀티캐스트 전송 기술 또한 국내외의 여러 단계에서 연구되어 기술적인 성숙도는 높아져 있다 [4][5]. 또한 네트워크 레벨에서의 품질보장 기법들도 오래 전부터 연구가 되어 왔고, 통신 사업자들은 이러한 품질보장 기법들을 자사의 네트워크에 제공하고 있다 [6][7]. 하지만 IPTV 서비스와 같은 멀티캐스트 기반 트래픽들에 대한 품질보장 연구는 많이 진행되어 오지 않았고 특히, 광중 네트워크와 사설 홈네트워크 간에 홈게이트웨이로 연결되어 있는 현재의 홈네트워크 구조에서는 통신 사업자들이 홈게이트웨이를 종단 단말로 인식하기 때문에 홈네트워크 내부에서의 혼잡현상과 패킷 손실에 대한 문제를 해결 할 수 없다. 이는 IPv4 네트워크의 근본적인 문제인 주소 고갈현상을 해결하기 위해 사용하는 NAT 기능 때문에 종단간 연결성이 무너져서 발생하는 문제이다 [1].

이에 따라 본 고에서는 멀티캐스트 기반 고품질 IPTV 서비스를 위한 새로운 품질보장 기법을 제안 및 구현하고 실제 트래픽을 통한 실험을 통해 제안하는 기법의 효율성을 보인다. 제안하는 IPTV 품질보장 기법에서는 IPTV 서버에서 홈게이트웨이 까지는 품질보장이 제공되는 프리미엄 네트워크로 가정하고 홈네트워크 내부에서 혼잡현상이 발생하여 고화질의 IPTV 서비스를 시청할 수 없는 상황을 고려한다. 제안하는 기법은 광중 네트워크와 사설 홈네트워크를 연결하는 홈게이트웨이 장치에 구현된다. 제안하는 기법을 통하여 홈게이트웨이는 홈 네트워크내의 대역폭 자원을 관리하고, 멀티캐스트 기반의 IPTV 트래픽들을 분류하며 IPTV 클라이언트들의 가입 요청에 따른 수락제어 기능을 수행한다. 또한 IGMP snooping 기법을 적용한 레이어 2 포워딩 기법을 사용하여 홈게이트웨이 시스템의 멀티캐스트 패킷 처리 부하를 최소화 하고 동시에 홈네트워크 내의 대역폭 자원을 효율적으로 사용한다. IPTV 서비스를 위한 테스트 베드 상에서 실제 트래픽을 통한 실험을 통하여 제안하는 기법이 홈네트워크내에서 멀티캐스트 기반 HD IPTV 서비스의 품질보장을 제공하

는 것을 보인다.

본고의 나머지 부분들은 다음과 같이 구성되었다. 2장에서는 본고에서 제안할 품질보장 기법을 구현할 플랫폼이 되는 홈게이트웨이의 하드웨어 및 프로토콜 구성과 패킷전달 기법들을 설명한다. 3장에서는 멀티캐스트 기반 IPTV 서비스의 품질보장을 위해 제안하는 기법을 설명하고 실험 결과를 4장에서 보인다. 마지막 5장에서 본고의 결론을 맺고 향후 연구 방향에 대해서 논의 한다.

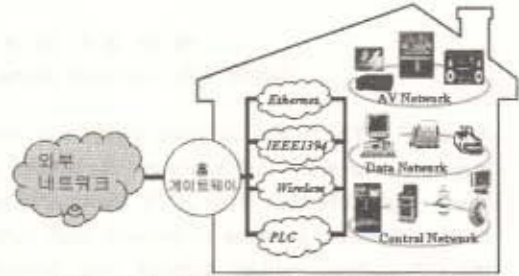


그림 1. 홈게이트웨이 중심의 홈네트워크 구조
Fig. 1. Home network architecture based on home gateway

II. 홈게이트웨이

이번 장에서 우리는 제안하는 품질보장 기법을 구현할 플랫폼이 되는 FTTH (fiber to the home) 홈게이트웨이의 하드웨어적인 구성과 IPTV 서비스를 가능케 하는 프로토콜 스택 그리고 멀티캐스트 기반의 IPTV 패킷 처리 기법 등에 대해서 살펴본다. FTTH 홈게이트웨이는 FTTH 접속 네트워크를 기반으로 하는 통신 방송 융합형 홈게이트웨이 이다 [8]. Intel IXP425 네트워크 프로세서를 메인프로세서로 장착하고 있으며 다양한 외부 네트워크 인터페이스로는 1Gbps의 EPON (Ethernet Passive Optical Network) 인터페이스와 [9] 1000base-T, 1000base-X의 기가비트 인터페이스 그리고 하나의 fast Ethernet 인터페이스와 VDSL (Very high speed digital subscriber line) 인터페이스를 가지고 있다. 홈네트워크를 위한 인터페이스로는 6개의 fast Ethernet 인터페이스와 IEEE 1394 인터페이스 그리고 IEEE 802.11 무선랜 인터페이스 등 다양한 홈네트워크 인터페이스를 제공한다. 운영체제로는 커널 버전 2.4.20의 임베디드 리눅스를 사용한다.

기존의 홈게이트웨이에서는 외부망으로부터 수

신되는 모든 패킷들은 홈게이트웨이의 메인프로세서를 거쳐서 맥내에 위치한 최종 단말들에게 전달되었다. 이러한 패킷 전송 기법은 외부망에서 유입되는 트래피가 증가할수록 홈게이트웨이의 성능저하를 야기한다. 특히 멀티캐스트 패킷들은 홈게이트웨이의 출력 포트 개수만큼 복제되고 모든 출력 포트에 플러딩되는 현상이 발생하기 때문에 메인 프로세서의 심각한 과부하와 대역폭 사용의 비효율성을 야기한다. 이러한 문제를 해결하고자 IGMP snooping 기능을 FTTH 홈게이트웨이 상에 구현함으로써 멀티캐스트 기반의 IPTV 패킷들은 레이어 2 에서 직접 포워딩 처리가 이루어 진다 [9][10]. 이러한 멀티캐스트 패킷 처리 구조는 홈게이트웨이의 성능을 극대화 하고 동시에 홈네트워크 내의 대역폭 자원을 효율적으로 사용하여 홈네트워크 전반에 걸쳐 성능을 크게 향상 시킨다. 그림 2는 이러한 특징을 갖는 FTTH 홈게이트웨이의 멀티캐스트 기반의 IPTV 서비스를 위한 패킷 포워딩 방법을 도식화 한 것이다. 이 외에도 IGMP proxy 기능을 사용함으로써, 멀티캐스트 기반 IPTV 패킷을 처리하기 위한 PIM (Protocol Independent Multicast) 혹은 DVMRP (Distance Vector Multicast Routing Protocol) [11][12]와 같은 멀티캐스트 라우팅 프로토콜을 수행하지 않아도 된다 [13]. 이는 또한 외부 인터넷에 위치한 라우터들이 수행하는 멀티캐스트 라우팅 프로콜로부터 독립적인 수행을 가능케 한다.

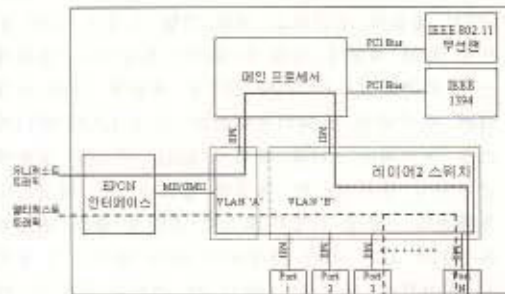


그림 2. FTTH 홈게이트웨이의 패킷처리 방법
 Fig. 2. Packet forwarding mechanism of FTTH home gateway

위한 새로운 품질보장 기법

본 장에서 우리는 HD IPTV 서비스를 위한 새로운 품질보장 기법을 제안한다. 제안하는 기법은 2장에서 설명한 FTTH 홈게이트웨이 상에 구현한다. 그림 3은 제안하는 기법을 가능케 하는 프로토콜 블록도 이다. 제안하는 기법을 소프트웨어에 의해서 처리 되는 부분과 하드웨어에 의해서 처리되는 부분으로 분류하여 설명하고자 한다. 그림 3에서 상위 블록이 소프트웨어에 의해서 처리되는 부분이고 하위 블록은 하드웨어에 의해서 처리되는 부분이다.

하드웨어에 의해서 처리되는 블록은 외부 네트워크 인터페이스, 유니캐스트/멀티캐스트 분류자, 멀티캐스트 포워딩 블록, 대역폭 감시 블록, 홈네트워크 인터페이스 블록, 그리고 우선순위 스케줄러 등으로 구성된다. 외부 네트워크 인터페이스는 홈게이트웨이와 외부 네트워크를 연결시켜주는 역할을 한다. 유니캐스트/멀티캐스트 분류자는 입력되는 이더넷 프레임들의 도착치 MAC 주소를 기반으로 유니캐스트 패킷과 멀티캐스트 패킷을 분류한다. 멀티캐스트 MAC 주소는 01:00:5E의 프리픽스 정보를 갖기 때문에 분류가 용이하다. 분류된 패킷이 유니캐스트 패킷이면 해당 패킷을 유니캐스트 제어 블록으로 전달하고 멀티캐스트 패킷이면 멀티캐스트 포워딩 블록으로 전달한다. 멀티캐스트 포워딩 블록에서는 레이어 2 포워딩 테이블 정보를 근거로 하여 해당 멀티캐스트 패킷의 출력 포트를 찾아내어 우선순위 스케줄러 블록으로 전달한다. 우선순위 스케줄러 블록은 레이어 2 테이블에 등록되어 있는 우선순위 값에 따라 해당 패킷을 스케줄링하고 최종적으로 홈네트워크 인터페이스를 통하여 IPTV 클라이언트에게 전달하게 된다. 우선순위 스케줄러는 모든 패킷들을 레이어 2 포워딩 테이블에 등록되어 있는 패킷의 우선순위 값에 따라 차등적으로 스케줄링한다. 우선순위 스케줄러는 4개의 우선순위 큐를 가지고 있으며 각각 큐는 8,4,2,1의 비율로 서로 다른 서비스 비율을 갖는다. 우리는 8, 4 비율을 보장형 우선순위에 할당하고 나머지 2,1 비율을 최선형 우선순위에 각각 할당하였다.

소프트웨어에 의해서 처리되는 부분은 IGMP proxy 블록, IGMP snooping 블록, 자원관리 블록 그리고 유니캐스트 처리 블록으로 구성된다. IGMP proxy 블록은 멀티캐스트 라우팅 기능을 대체하는 기능 블록이다 [13]. IGMP proxy 블록은 또한

III. 멀티캐스트 기반 HD IPTV 서비스를

IPTV 클라이언트로부터 채널 가입 메시지를 수신하고 자원관리 블록의 정보를 기반으로 외부망 포트와 IPTV 클라이언트가 연결된 포트에 가용한 자원의 유무에 따라 해당 IPTV 서비스 요청 수락에 대한 가부를 결정한다. IGMP snooping 블록은 멀티캐스트 패킷들을 메인프로세서에서의 처리 없이 직접 출력 포트에 전달시키는 기능을 담당한다 [14]. IGMP snooping 블록이 제공됨으로써 멀티캐스트 처리를 위한 메인프로세서의 부하를 최소화 할 수 있기 때문에 FTTH 홈게이트웨이는 IPTV 프레임들을 전송하면서 동시에 여러 서비스들이 제공 가능해진다. 자원관리 블록은 홈게이트웨이의 각각의 포트별로 대역폭 자원을 관리한다. 유니캐스트 처리 블록은 NAT, 패킷 필터링 등의 TCP/IP 프로토콜 처리를 관장하는 기존 네트워크 처리 블록이다.

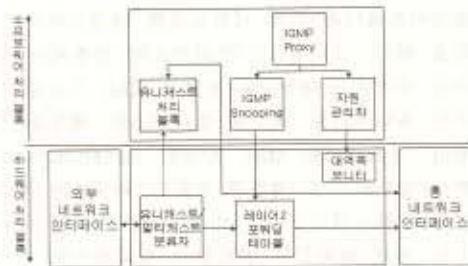


그림 3. 제안 하는 HD IPTV 품질보장 기법의 프로토콜 블록도

Fig. 3. Protocol block diagram of the proposed HD IPTV QoS mechanism

멀티캐스트기반 HD IPTV 서비스의 품질보장을 위한 전체적인 절차는 IPTV 서비스를 위한 자원 예약 과정과 트래픽 전달 과정 및 IPTV 서비스 해지 과정으로 구분된다. 그림 4는 자원 예약 과정을 도식화 한 것이다.

IPTV 서비스를 위한 자원예약 과정에서는 대내 IPTV 클라이언트가 채널 가입 메시지를 서비스에 필요한 대역폭과 함께 IGMP proxy 블록에게 전달하고 IGMP proxy 블록은 자원관리자 블록에게 가용한 자원의 유무를 요청한다. 자원관리자 블록은 포트별 자원관리 테이블을 참조하여 가용한 자원이 있는 경우 해당 트래픽이 입출력 되는 포트들에 대해서 자원관리 테이블을 갱신한다. IGMP proxy 블록은 IPTV 클라이언트가 송신한 채널 가입 메시지의 도착지 MAC 주소정보를 가지고 레이어 2 포워딩 테이블에 대한 갱신을 요청한다[2].

IGMP snooping 블록은 레이어 2 포워딩 테이블에 보장형 우선순위 값을 가지고 갱신한다. 최종적으로 IGMP proxy 블록은 외부 네트워크에 위치한 멀티캐스트 라우터에게 해당 채널에 대한 그룹으로 채널 가입 메시지를 송신한다.



그림 4. IPTV서비스를 위한 자원예약 과정
Fig. 4. Detailed procedure of resource reservation phase for the IPTV service

그림 5는 외부 멀티캐스트 라우터에서부터 대내 IPTV 클라이언트까지의 트래픽 전달 및 분류 과정을 도식화 한 것이다. 트래픽 전달 과정에서는 외부망에 위치한 멀티캐스트가 이전 단계에서 홈게이트웨이로부터 채널 가입 메시지를 수신하면 해당 채널에 대한 IPTV 스트림을 홈게이트웨이로 전달한다. 외부 멀티캐스트 라우터까지는 모든 IPTV 채널이 수신되고 채널 가입 요청이 있는 포트에 해당 채널에 대한 트래픽만 전달한다. 멀티캐스트 라우터로부터 해당 IPTV 채널에 대한 트래픽이 수신되면 홈게이트웨이의 유니캐스트/멀티캐스트 구분자는 이를 목적지 MAC 주소의 정보에 근거하여 유니캐스트 패킷과 멀티캐스트 패킷으로 분류한다. 분류된 멀티캐스트 패킷의 출력 포트와 우선순위 값은 이전 단계에서 이미 레이어 2 포워딩 테이블에 저장되어 있고 이 정보를 토대로 해당 IPTV 패킷들은 우선순위 스케줄러로 직접 전

2) 예를 들어 234.1.2.3 IPTV 채널(멀티캐스트 그룹)에 가입하는 경우에 IGMP join 메시지를 이용한 채널 가입 (join) 메시지에서 목적 MAC 주소는 01:00:5E:01:02:03 이 되고 [15], 해당 채널에 대한 실제 트래픽의 목적 MAC 주소 역시 01:00:5E:01:02:03이 되므로 이를 레이어 2 포워딩 테이블에 저장한다.

달된다. 우선순위 스케줄러는 해당 패킷의 우선순
위 값에 근거하여 스케줄링을 수행하고 최종 종착
단말까지 전달하게 된다.

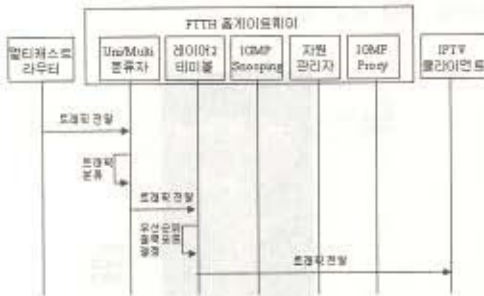


그림 5. IPTV 트래픽 분류 및 전달 과정
Fig. 5. Detailed procedure of IPTV traffic
classify and delivery phase

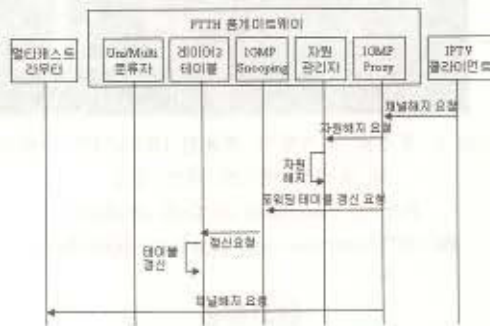


그림 6. IPTV를 위한 자원 반납 및
서비스 해지 과정
Fig. 6. Detailed procedure of resource
release and service release phase of IPTV
service

그림 6은 자원 및 서비스 해지과정을 보인다.
그림 6에 나와 있는 것과 같이 IPTV 클라이언트
는 서비스를 해지하기 위해서 채널 해지 메시지
(group leave)를 IGMP proxy 블록에게 전송한다.
IGMP proxy 블록은 자원관리자에게 자원 반납 요
청 메시지를 보내고 해당 메시지를 수신한 자원
관리자는 해당 포트에 대해 예약되어 있던 대역폭
자원을 반납하고 자원관리 테이블을 갱신한다.
IGMP proxy 블록은 멀티캐스트 포워딩 블록에게
레이어 2 포워딩 테이블 갱신 요청 메시지를 송신
한 후 외부 망에 위치한 멀티캐스트 라우터에게
해당 채널에 대한 채널 해지 메시지를 순차적으로

보낸다. 해당 메시지를 수신한 멀티캐스트 라우터
는 해당 포트에 더 이상의 가입자가 없음을 인지
하고 IPTV 트래픽을 해당 포트에 더 이상 보내지
않는다.

IV. 실험 결과

이번 장에서 우리는 실제 트래픽을 적용한 실험
결과를 보인다. 그림 7은 실험에 사용된 테스트
베드를 논리적으로 도식화 한 것이다. 그림 7에 나
와 있는 것과 같이 IPTV 스트림 생성기에서 그룹
주소 224.1.2.3을 갖는 MPEG2-TS 20 Mbps의
멀티캐스트 기반 고품질 IPTV 스트림을 생성하고
이와는 별도로 트래픽 생성기를 사용하여 100
Mbps의 유니캐스트 기반 최선형 트래픽을 발생
시켜서 IPTV 클라이언트에게 전송 시킨다. 이때
생성된 Ethernet 프레임 크기는 각각 1350 Byte
와 1500 Byte를 적용하였다. 홈게이트웨이의 덕내
포트는 100Mbps를 지원하는 Fast Ethernet 포트
이므로 IPTV 클라이언트가 연결되어 있는 포트에
서 혼잡현상이 발생하고 20Mbps 만큼의 패킷 손
실이 발생한다. IPTV 클라이언트는 이미 IPTV 스트
림 생성기에서 송출하는 채널에 가입한 상태이
기 때문에 4장에서 설명한 바와 같이 홈게이트웨
이의 레이어 2 포워딩 테이블에는 해당 IPTV 클
라이언트가 채널 가입 메시지를 통해서 전송한
224.1.2.3의 그룹 주소에 대한 멀티캐스트 MAC
주소인 01:00:5E:01:02:03이 보장형 우선순위와
함께 등록되어 있다. 따라서 해당 목적 주소를 가
지고 입력되는 멀티캐스트 패킷에 대해서는 해당
패킷을 출력 포트에 직접 전송 하고 출력 포트에
서 100Mbps의 유니캐스트 트래픽과 차등적으로
스케줄링되어 처리된다. 즉, 20Mbps 만큼의 유니
캐스트 패킷이 IPTV 클라이언트가 연결된 홈네트
워크 인터페이스에서 손실이 발생하고 IPTV 스트
림은 패킷 손실 없이 IPTV 클라이언트까지 전달
된다.

그림 8은 그림 7에서 설명한 논리적 구성도에
따른 물리적 테스트 베드와 품질보장 기법이 적용
된 IPTV 서비스의 화면을 보인다.

V. 결론 및 향후 연구

초고속인터넷망의 발전과 홈네트워크 환경의

진화 그리고 고화질의 멀티미디어 재생 기술이 빠른 속도로 발전함에 따라 홈네트워크 내에서 통신과 방송 기술이 융합된 멀티캐스트 기반 HD IPTV 서비스의 상용화가 국내외 통신 및 서비스 사업자 들에게 큰 주목을 받고 있다. 이러한 HD IPTV 서비스의 원활한 제공을 위해서 통신 사업자들은 여러 가지 품질보장 기법들을 자사의 네트워크를 통하여 제공하고 있다. 하지만 공중 외부 네트워크 와 사실 홈네트워크간에 홈게이트웨이로 연결되어 있는 현재의 홈네트워크 구조에서는 통신 사업자들이 홈게이트웨이를 중단 단말로 인식하기 때문에 홈네트워크 내부에서의 혼잡현상과 패킷 손실에 대한 문제를 해결 할 수 없다. 이에 따라 본 고에서는 멀티캐스트 기반 고품질 IPTV 서비스를 위한 새로운 품질보장 기법을 제안 및 구현하고 실제 트래픽을 통한 실험을 통해 제안하는 기법의 효율성을 보였다. 제안하는 IPTV 품질보장 기법에는 품질보장이 제공되는 공중 네트워크를 가정하고 홈네트워크 내부에서 혼잡현상이 발생하여 고화질의 IPTV 서비스를 시청할 수 없는 상황을 고려한다.

홈네트워크 내의 대역폭 자원을 효율적으로 사용한다. 우리는 제안하는 기법의 정확한 성능 분석을 위하여 다양한 환경에서의 실험을 진행 중에 있으며 또한, 효율적인 자원예약 및 자원 사용률 측정 기법을 구현 하고 있다.



그림 8. 품질보장 기법이 적용된 HD IPTV 서비스와 물리적 테스트 베드 구성
Fig. 8. Snapshot of QoS enabled HD-IPTVservice and physical test-bed

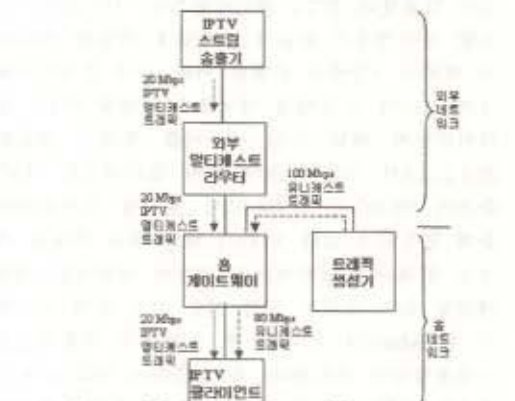


그림 7. 실험에 사용된 논리적 IPTV service 테스트베드 구성
Fig. 7. Logical test-bed diagram of the IPTV service for experimental

제안하는 기법을 통하여 홈게이트웨이는 홈네트워크내의 대역폭 자원을 관리하고, 멀티캐스트 기반의 IPTV트래픽 들을 분류하며 IPTV 클라이언트들의 가입 요청에 따른 수락제어 기능을 수행한다. 또한 IGMP snooping 기법을 적용한 레이어 2 포워딩 기법을 사용하여 홈게이트웨이 시스템의 멀티캐스트 패킷 처리 부하를 최소화 하고 동시에

참고문헌

- [1] G. Goth, "Close to the edge : NAT vs. IPv6 just the tip of a larger problem," IEEE Internet Computing, vol. 9, Issue 2, pp. 6-9, March, April. 2005.
- [2] Y. Hongtao, L. Zhiping and P. Feng, "Applications and improvement of H.264 in medical video compression," IEEE Transactions on Circuits and Systems, vol. 52, Issue 12, pp. 2707 - 2716, Dec. 2005.
- [3] G. Sullivan and T. Wiegand, "Video Compression - from concepts to the H.264/AVC standard," Proceedings of the IEEE, vol. 93, Issue 1, pp. 18 - 31, Jan 2005.
- [4] S. Kasera, G. Hjalmtusson, D. Towsley and J. Kurose, "Scalable reliable multicast using multiple multicast channels," IEEE/ACM Transactions onNetworking, vol 8, Issue 3, pp. 294 - 310, June 2000.
- [5] Internet Engineering Task Force, "Protocol

- Independent Multicast-Sparse Mode (PIM-SM): Protocol Specification," RFC 2362, June, 1998.
- [6] J. Shin, K. Jongwon and C.-C.J, "Quality-of-service mapping mechanism for packet video in differentiated services network," IEEE Transactions on Multimedia, vol. 3, Issue 2, pp. 219 - 231, June 2001.
- [7] E. Calle, J. Marzo, A. Urra and P. Vila, "Enhancing MPLS QoS routing algorithms by using the network protection degree paradigm," IEEE GLOBECOM '03, vol. 6, 1-5 Dec. pp. 3053 - 3057, 2003.
- [8] W. K. Park, S. I. Nam, C. S. Choi, Y. K. Jeong and K. R. Park, "An implementation of FTTH based home gateway supporting various services," IEEE Transactions on Consumer Electronics, vol. 52, Issue 1, pp. 110 - 115, Feb. 2006.
- [9] G. Kramer and B. Mukherjee, "Supporting differentiated classes of service in Ethernet Passive Optical Networks," Journal of Optical Networking, vol. 1, pp. 280-298, Aug&Sep. 2002.
- [10] W. K. Park and D. Y. Kim "Convergence of broadcasting and communication in home network using an EPON-based home gateway and overlay," IEEE Transactions on Consumer Electronics, vol. 52, pp. 110 - 115, 2006.
- [11] Internet Engineering Task Force, "Protocol Independent Multicast-Sparse Mode (PIM-SM): Protocol Specification," RFC 2362, June, 1998.
- [12] Internet Engineering Task Force, "Distance Vector Multicast Routing Protocol," RFC 1075, November, 1988.
- [13] Internet Engineering Task Force, "IGMP/MLD-based Multicast Forwarding (IGMP/MLD Proxying)," Internet Draft, April, 2004.
- [14] Internet Engineering Task Force, "Considerations for IGMP and MLD snooping Switches," Internet Draft, May, 2004.
- [15] Internet Engineering Task Force, "Internet Group Management Protocol (IGMP) version 3," RFC 3376, Oct, 2002.

저 자 소 개

박민호

2002년 동국대학교 정보통신공학 학사.
2004년 한국정보통신대학교 (ICU) 정보통신공학 석사.
현재, 한국전자통신연구원 (ETRI) 연구원.
관심분야: 무선망에서의 고화질 멀티미디어 전송 기법, All IP 기반 무선 이동 통신 망에서 IPv6 적용 방안.
Email: pmh@etri.re.kr

정연준

1990년 아주대 전자공학 학사.
1992년 한국과학기술원 (KAIST) 전자공학 석사.
2003년 미네소타대학교 전자및컴퓨터공학 박사.
현재, 한국전자통신연구원 선임연구원.
관심분야: 멀티미디어 네트워크, 유무선 네트워크에서의 QoS 이슈.
Email: ychung@etri.re.kr

백의현

1984년 숭실대학교 전산학 학사.
1987년 숭실대학교 전산학 석사.
1997년 숭실대학교 전산학 박사.
현재, 한국전자통신연구원 유비쿼터스홈서비스 연구팀 팀장.
관심분야: 차세대 홈네트워크 기술, 상황인지 마들웨어 및 컴퓨팅 기술.
Email: ehpaik@etri.re.kr

박광로

1982년 경북대학교 전자공학 학사.
1985년 경북대학교 전자공학 석사.
2002년 충북대학교 컴퓨터정보통신 공학 박사.
현재, 한국전자통신연구원 홈네트워크 그룹 그룹장.
관심분야: 홈네트워크 및 WPAN 기술, 유비쿼터스 홈네트워크 및 멀티미디어 이슈.
Email: krpark@etri.re.kr