

IEEE 802.11 무선랜을 기반으로 하는 무선 홈 네트워크 환경에서의 멀티미디어 서비스를 위한 통합적인 QoS 제공 구조

정희원 홍성화*, 김병국*, 종신회원 엄두섭*

An Integrated QoS Support Architecture of Wireless Home Network Based on IEEE 802.11 Wireless LAN for Multimedia Services

Sung-Hwa Hong*, Byoung-Kug Kim* *Regular Members*,
Doo-Seop Eom* *Lifelong Member*

요 약

본 논문에서는 무선랜을 기반으로 하는 무선 홈네트워크 환경에서 사용자가 원하는 수준의 QoS 제공을 위하여, 유선 인터넷과 무선 홈네트워크를 포함하는 전체적인 네트워크에서의 QoS 제공 구조를 제안하고, 현실적으로 가장 문제가 되는 부분인 무선 홈네트워크 환경에서의 QoS 제공을 위하여 단지 무선랜의 MAC 레벨에서만 문제를 다루지 않고 네트워크 계층과 데이터 링크 계층을 통합적으로 고려하는 방식으로 문제를 접근한다. 이러한 통합적인 QoS 제공 방식을 사용할 경우, 기존 무선랜 단말의 최소한의 변경으로 QoS 제공이 가능할 뿐 아니라 무선랜의 MAC 레벨에서만 QoS 제공 문제를 다루는 기존의 방법들보다 보다 우수한 성능을 보이는 장점이 있으며, 시뮬레이션을 통하여 제안된 방식의 우수성을 검증한다.

Key Words : Home Network, Wireless LAN, QoS, 802.11, MAC

ABSTRACT

In this paper, to support a QoS level appropriate for the user in Wireless Home Network based Wireless LAN, we propose a QoS support architecture which includes Wired Network and Wireless Network. Actually, an important problem to support QoS in Wireless Home Network is approached not only on a MAC level in Wireless LAN but on a integrated method to combine Network layer with Datalink layer. Applying the integrated QoS support method. It is possible to provide QoS support architecture using a Wireless LAN terminal with a minimum changing, the proposed scheme has advantage of QoS support method, which is more superior than a existing scheme to support QoS in MAC level of Wireless LAN. Simulation results that overall performance of the proposed scheme can be improved

※ 본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원(IITA-2007-C1090-0701-0044)의 2007년도 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었습니다.

* 고려대학교 전자컴퓨터공학과 미래정보망 연구실({amipro, dearbk, eomds}@final.korea.ac.kr)

논문번호 : KICS2004-10-235, 접수일자 : 2004년 10월 14일, 최종논문접수일자 : 2008년 3월 15일

I. 서 론

최근 반도체 기술 및 통신 기술의 급속한 발전으로 인하여 가정내에서 사용하는 다양한 가전기들은 점점 디지털화 되는 추세이며, 이러한 디지털 가전기들은 독자적으로 존재하기 보다는 상호 연결되어 데이터 통신을 함으로써 사용자들에게 보다는 서비스를 제공하는 방향으로 진화되고 있다. 홈 네트워크는 이러한 진화 과정의 핵심에 위치한다고 볼 수 있으며, 다양한 방식의 홈 네트워크들이 제안되고 있으나 가정내의 배선 등의 문제와 이동의 편리성으로 인하여 무선 방식의 홈 네트워크가 보다 주목을 받고 있다고 할 수 있다. 무선 홈 네트워크들을 구성하는 기술들에는 IEEE 802.11 무선랜, 블루투스, UWB(Ultra WideBand) 기반의 무선 IEEE 1394, 각종 가전기기 들의 제어용으로 주로 사용되는 ZigBee 등이 있으며, 최근에는 상황인식을 기반으로 하는 유비쿼터스 홈서비스를 위한 유비쿼터스 센서 네트워크가 활발하게 연구되고 있는 추세이다. 그러나, 가까운 장래에서는 기술의 성숙도 등의 문제로 인하여 가장 보편적으로 사용되고 있는 IEEE 802.11 무선랜과 블루투스를 기반으로 하는 무선 홈 네트워크가 주류를 이룰 것으로 예측된다.

한편, 홈 네트워크 환경에서 사용자들이 요구하는 서비스들은 가전기기들의 제어 및 웹서핑을 위한 단순한 데이터 전달 서비스뿐만 아니라 인터넷을 통한 멀티미디어 스트리밍 서비스에서 가정내 각종 AV기기간의 멀티미디어 전달 서비스에 이르기까지 점점 다양화 되고 있는 추세이다. 실시간을 요구하는 멀티미디어 서비스의 경우에는 일정한 네트워크 자원 예약을 통한 QoS 보장이 필수적으로 요구된다. 이러한 QoS 보장은 유선 인터넷과 무선 홈네트워크를 포함하는 end-to-end 레벨에서 이루어져야 가능하며, 유선 인터넷에서는 이를 위하여 IntServ(Integrated Services) 방식과 DiffServ(Differentiated Services) 방식이 제안되었다. IntServ 방식의 경우는 RSVP(Resource reservation Protocol)를 통한 플로(flow)별 자원예약과 관리를 통하여 사용자가 원하는 수준의 QoS를 엄밀하게 보장할 수 있다는 장점이 있으나, 확장성의 문제로 인하여 구현하기가 어렵다는 문제점이 있다. 반면에 DiffServ 방식의 경우에는 플로별로 엄격한 QoS를 제공하는 대신 인터넷을 구성하는 각 라우터에서의 PHB(Per Hop Behavior)를 규정하여 비교적 간단한 메커니즘을 통하여 서비스 클

래스간의 차등화된 QoS를 제공하는 방식으로 IntServ 방식이 갖고 있는 확장성의 문제를 해결하고 있다. 따라서, 현재는 인터넷에서의 QoS를 제공하기 위한 구조는 DiffServ 방식이 주류를 이루고 있다.

무선랜에서의 QoS제공에 관한 연구들은 제공하는 QoS의 수준에 따라 다음과 같이 크게 두 가지 방식으로 나누어 볼 수 있다. 첫 번째는 유선 인터넷에서 QoS를 보장하기 위하여 제안된 IntServ 방식에 근거하여 무선랜에서의 QoS를 지원하기 위한 방식이다 [1]. 이 방법의 경우는 복잡하고 정밀한 메커니즘과 프로토콜을 사용하여 무선 자원을 엄격하게 관리함으로써 각 플로(Flow)별로 원하는 수준의 QoS를 제공하는 방식이다. 두 번째는 유선 인터넷에서 QoS를 보장하기 위하여 제안된 DiffServ 방식에 근거하여 무선랜에서의 QoS를 지원하기 위한 방식이다. 이 방법은 각 플로가 원하는 수준의 QoS를 제공하는 대신 DiffServ와 같이 원하는 QoS 수준에 따라 몇 개의 서비스 클래스를 나누고, 비교적 간단한 메커니즘을 통하여 이들 서비스 클래스간의 서비스 차등화만을 지원하는 방식이라 할 수 있다. 대부분의 연구들에서는 두 번째 방식을 따르고 있으며, 서비스 클래스는 DiffServ와 동일하게 EF(Expedited Forwarding), AS(Assured Service), BE(Best Effort) 서비스로 분류하는 방식, AS와 BE 서비스로 분류하는 방식, 실시간 서비스와 비실시간 서비스로 분류하는 방식으로 나뉘어 진다. 무선랜에서 서비스 클래스간의 차등화를 지원하기 위한 대부분의 연구들에서는 DCF(Distributed Coordination Function) 방식을 가정하는데 그 이유는 다음과 같다. 가장 큰 이유는 DCF와 달리 PCF(Point Coordination Function)의 경우는 선택사항이며 현재 사용중인 대부분의 무선랜 카드에서는 지원이 되지 않기 때문이다. 또한, PCF의 경우는 폴링(polling)에 따른 오버헤드가 크며, 특히 DCF와 PCF가 동시에 사용될 경우에는 이러한 오버헤드가 더욱 커지게 되는 문제점이 있다 [2, 3]. 이러한 이유로 PCF 방식을 사용하면 보다 손쉽게 무선랜에서의 서비스 클래스간 차별화를 통한 QoS를 보장할 수 있음에도 불구하고, 대부분의 연구들에서는 DCF 방식을 액세스 방식으로 가정하고 있다. 당초 IEEE 802.11 규격에서 규정된 DCF 방식에서는 서비스간 차등화가 지원되지 않으나, 서비스별로 백오프(Backoff) 시간을 차등화하여 보다 높은 수준의 QoS를 요구하는 서비스 클래스에게 매체 접근의 우선권을 부여하는 방식이 공통적으로 사용되고 있

다. 참고문헌 [3]에서는 서비스를 실시간 서비스와 비실시간 서비스 클래스들로 나누고 실시간 서비스의 CW(Contention Window)의 최대값을 비실시간 서비스의 CW의 최소값보다 작게하므로써 실시간 서비스의 우선적인 매체 접근을 보장하였다. 또한, 이와 더불어 CAC(Call Admission Control)를 수행하므로써 실시간 서비스의 수율(throughput), 지연 한도(delay bound), 지연 변동(jitter) 등을 보장하였다. 참고문헌 [4]에서는 참고문헌 [3]과 마찬가지로 두 서비스 클래스의 CW를 차등화하여 실시간 서비스 클래스의 QoS를 사용하는 방법을 사용하였으나, CW 값에 따른 지연을 해석적으로 구하고 이를 이용한 CAC를 수행하였다는 점이 다르다. 참고문헌 [5]에서는 기본적으로는 앞의 두 연구와 마찬가지로 CW를 차등화하여 실시간 서비스의 QoS를 보장하려는 접근방식을 사용하고 있으나, 두 서비스 클래스의 CW 값을 고정하는 대신 Token Bucket을 사용하여 트래픽 상황에 따라 적응적으로 두 서비스 클래스의 CW 값을 조절하는 방식을 사용하였다. 참고문헌 [6,7]에서는 서비스의 우선순위에 따라 다른 크기의 CW와 백오프 증가 파라미터의 사용을 제안하였다.

DCF를 사용하는 무선랜에서 서비스 차등화 방식의 QoS를 지원하기 위한 상기 연구들은 서비스 클래스별로 CW의 크기를 다르게 하여 매체 접근에 관한 우선권을 주는 방식으로 서비스 클래스별로 차등화된 QoS를 보장하고 있다는 공통점이 있다. 그러나, 이와 같은 방식만으로는 실시간 서비스에 대하여 사용자가 원하는 수준의 QoS를 제공하기 어려운 문제점이 존재한다. 가장 큰 이유는 HOL(Head of Line) 블록킹 문제라 할 수 있다. 네트워크의 계층의 패킷들은 데이터 링크 계층에 전달되어 MAC(Medium Access Control)을 통하여 전송이 되기 전까지 버퍼에서 대기하게 되지만 버퍼의 맨 앞에 있는 패킷이 비실시간 서비스 클래스에 속할 경우, CW의 크기가 상대적으로 실시간 서비스 클래스의 패킷보다 크기 때문에 매체접근의 우선 순위가 낮아져서 전송되기까지는 상당한 시간이 필요하게 되고 이로 인하여 버퍼안의 실시간 서비스 클래스에 속하는 다른 패킷들 역시 전송지연이 발생하게 되는 문제점이 발생한다. 특히, 가정내 각종 정보단말 보다 상대적으로 전송해야 하는 트래픽이 많은 홈게이트웨이의 경우 이러한 HOL 블록킹 문제가 보다 심각해진다. 본 연구에서는 이러한 점에 착안하여 실시간 서비스 클래스

에 속한 패킷들을 위한 버퍼와 비실시간 서비스 클래스에 속한 패킷들을 위한 버퍼를 별도로 두고 실시간 서비스 클래스용 버퍼를 우선적으로 서비스하는 Priority Queuing 방식을 채택하여 이러한 문제점을 해결하였다. 이외는 별도로 MAC 레벨에서의 QoS 차등화 지원을 위하여 이전의 연구들과 동일하게 서비스 클래스에 따라 CW 크기를 다르게 하여 실시간 서비스 클래스가 우선적으로 매체에 접근할 수 있도록 하였다. 한편, 서비스 클래스에 따라 차별화 된 QoS를 지원하기 위하여는 패킷들을 서비스 클래스별로 분류하는 패킷 분류기(packet classifier)가 필수적이나, 앞선 연구들에서는 대부분 이에 관한 논의가 충분히 이루어지지 않았다. 물론 유선 인터넷에서의 QoS를 제공하기 위하여 제안된 DiffServ 방식의 DSCP(Differentiated Services Code Point)를 사용하면 DiffServ의 서비스 클래스들과 무선랜 레벨에서 제공하는 서비스 클래스들 간의 적절한 매핑만으로 손쉽게 서비스 클래스에 따라 패킷들을 분류할 수 있으나, 현실적으로 아직까지는 대부분의 인터넷 라우터와 홈게이트웨이들은 DiffServ 방식을 지원하지 않기 때문에 서비스 클래스에 따른 패킷 분류에 관한 연구가 필요하다.

본 논문에서는 무선랜을 기반으로 하는 무선 홈 네트워크 환경에서 사용자가 원하는 수준의 QoS 제공을 위하여, 유선 인터넷과 무선 홈네트워크를 포함하는 전체적인 네트워크에서의 QoS 제공 구조를 제안하고, 현실적으로 가장 문제가 되는 부분인 무선 홈네트워크 환경에서의 QoS 제공을 위하여 단지 무선랜의 MAC 레벨에서만 문제를 다루지 않고 네트워크 계층과 데이터 링크 계층에서 QoS를 통합적으로 고려하는 방식으로 문제를 접근한다. 이러한 통합적인 QoS 제공 방식을 사용할 경우, 기존 무선랜 단말의 최소한의 변경으로 QoS 제공이 가능할 뿐 아니라 무선랜의 MAC 레벨에서만 QoS 제공 문제를 다루는 기존의 방법들 보다 우수한 성능을 보이는 장점이 있다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 II장에서는 무선 홈 네트워크 사용자에게 QoS를 제공하기 위한 전체적인 네트워크에서의 QoS 제공 구조를 제안하고, 제 III장에서는 무선랜을 기반으로 하는 무선 홈 네트워크 환경에서의 통합적인 QoS 제공 구조 및 알고리즘을 제안한다. 제 IV장에서는 시뮬레이션을 통한 기 제안 QoS 제공 방식들과의 성능 비교를 통하여 제안 방식의 우수성을 검증하고, 제 V장에서 결론을 맺는다.

II. 전체적인 QoS 제공 구조

홈네트워크는 맥내 케이블 배선의 문제 해결과 단말기의 이동성 부여를 위하여 점차 무선화되고 있는 추세이며, 이 경우 무선채널의 높은 에러율 및 단말의 이동 등으로 인하여 QoS 보장은 더욱 어려운 문제가 된다. 그림 1에서 나타난 바와 같이, 맥내의 사용자는 다양한 정보가전 기기를 사용하여 인터넷으로 연결된 서버에 접속하여 실시간 멀티미디어 서비스를 받게된다. 이 경우 인터넷과 홈네트워크의 접속점에 위치한 홈게이트웨이에서 유선인 인터넷과 무선인 홈네트워크가 접속하게 되며, 전송 에러율과 전송속도 등의 관점에서 유/무선 구간의 현격한 차이로 인하여 멀티미디어 서비스에 대한 수용이 현저한 감소하게 되고 이에 따라 실시간으로 멀티미디어 서비스를 하는 것 자체가 어려워지는 문제가 발생한다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여는 홈게이트웨이에서의 유/무선 구간의 특성을 반영한 적절한 QoS 매핑, QoS 관련 기능 구조에 관한 연구가 필요하다. 인터넷 상에 존재하는 라우터들에서의 자원예약/해제 등과 같은 QoS 관련 사항은 확장성을 고려하여 IETF(Internet Engineering Task Force)에서 표준화 중인 DiffServ 방식을 따른다. 또한 무선 홈네트워크를 사용하기 위한 무선 기술은 현재 가장 널리 사용되고 있는 IEEE 80211 무선랜을 고려하였다.

유무선 통합 환경에서의 실시간 멀티미디어 전송에 필요한 QoS를 제공하기 위하여 네트워크를 구성하는 각 노드들이 필수적으로 가져야 하는 최소한의 기능들을 그림 2와 같이 간략하게 표현하였다. 유선 네트워크 부분인 서버와 에지 라우터(edge router)는 DiffServ 도메인에 위치하게 되며, 유선과 무선 네트워크를 연결하는 홈게이트웨이를 통하여 에지 라우터와 홈네트워크를 구성하는 정보가전 기

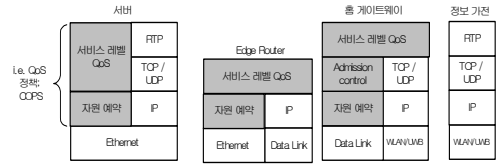


그림 2. dbants 통합 환경에서의 노드들의 QoS 제공을 위한 기능구조

기들이 연결된다. 서비스 레벨 QoS 라고 나타낸 부분은 사용자로부터 원하는 수준의 서비스 레벨을 포함한 서비스 요청을 받아서 이의 수락 여부를 결정한다.

사용자의 요청은 정책 기반에 따라 CAC(Call Admission Control)를 수행하고 사용자의 응용 서비스에서 요구하는 서비스 레벨에 따라 DiffServ의 서비스 클래스를 선택하게 되며, 해당하는 PHB에 따라 DiffServ 도메인의 라우터들에서 사용자의 응용 서비스의 패킷들은 처리된다. 일관성 있고 효율적인 종단간의 QoS 보장을 위해서는 네트워크 도메인 내부 및 도메인간 자원관리를 통합적으로 수행하여야 하며, 정책 기반의 QoS 관리에 따른 실질적인 자원예약 및 관리는 DiffServ가 담당하게 된다. 사용자 레벨의 QoS를 지원하기 방식을 요약하면 다음과 같다.

- i. PC를 비롯한 정보가전 기기들은 그림 3 같이 홈게이트웨이에게 서비스의 대역폭, 지연한도, 지연변동 등을 파라미터로 하는 서비스 요청 메시지를 홈게이트웨이에게 보내고, 홈게이트웨이는 이를 멀티미디어 서버에게 전달한다. 멀티미디어 서버의 서비스 레벨 QoS를 담당하는 프로세스는 서비스 요청 메시지를 해석하여 네트워크 자원의 전체 예약 상황을 고려한 CAC를 통하여 자원 요청에 대한 수락 여부를 결정한다.
- ii. 자원 요청이 허락된 경우에는 네트워크 노드들은 자원의 예약을 수행하며, 실질적인 자원의 예약은

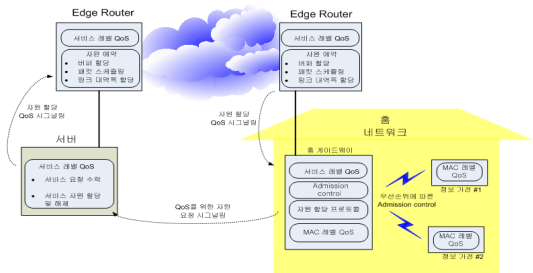


그림 1. QoS 제공을 위한 전체 네트워크 모델

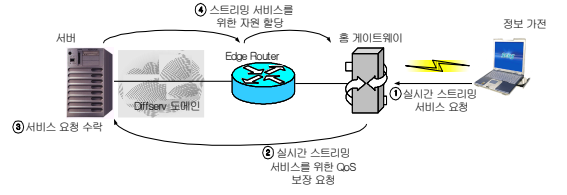


그림 3. 실시간 멀티미디어 스트리밍 서비스를 위한 자원 할당 과정

- DiffServ의 EF 클래스의 PHB에 따라 수행된다.
- iii. 자원의 요청, 갱신, 삭제 등에 관련된 내용들은 자원관리 메시지 안에 캡슐화(encapsulation)되어 전송된다.
 - iv. 홈게이트웨이와 정보가전 기기간의 무선 링크에서의 서비스 클래스는 실시간 서비스와 비실시간 서비스 클래스로 나뉘어 지며, 따라서 홈게이트웨이에서는 유선 인터넷의 DiffServ 서비스 클래스와 홈네트워크의 무선 링크 서비스 클래스간의 매핑을 수행해야 한다. 실시간을 요구하는 멀티미디어 스트리밍 서비스는 유선 인터넷에서 DiffServ의 EF 서비스 클래스를 사용하며, 홈네트워크의 무선 링크에서는 실시간 서비스 클래스를 사용한다. 실시간을 요구하지 않는 기타 서비스는 유선 인터넷에서는 DiffServ의 BE 서비스 클래스를 사용하고, 홈네트워크의 무선 링크에서는 비실시간 서비스 클래스를 사용한다. 무선 링크 구간에서의 각 서비스 클래스에 대한 자원의 예약은 Priority Queuing과 CW의 크기 조절을 통하여 수행된다.

III. 무선 홈 네트워크 환경에서의 QoS 제공 구조

본 장에서는 무선랜을 기반으로 가정 내에 멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 QoS 제공 방법을 제안한다. 무선랜의 액세스 포인트 역할을 겸하는 게이트웨이 및 가정 내의 모든 단말들은 서로 직접 전송이 가능한 범위 내에 있다고 가정한다. 이 가정은 대부분 아파트 또는 다세대 주택의 한 세대, 또는 예외적으로 넓은 집을 제외한 대부분의 단독주택에 대해 타당한 가정으로 볼 수 있다. 이러한 상황에서, 가정 내에서 제공되는 QoS는 MAC 계층의 매체 접근 알고리즘 및 IP 계층에서의 버퍼 관리 알고리즘과 패킷 스케줄링 알고리즘에 의해 좌우된다. 본 장에서 제안하는 방식은 802.11 MAC을 기반으로 CW 제어 방식 및 게이트웨이 내에서의 패킷 스케줄링 방식을 변경하여 멀티미디어 서비스에 유리한 네트워크 환경을 제공하고자 하는 것이다. 802.11 MAC은 PCF(Point Coordination Function) 및 DCF(Distributed Coordination Function)의 두 가지 동작 모드를 가지고 있으나, 서론에서 언급한 것과 같은 이유로 본 논문에서는 DCF를 기반으로 한 방안을 생각하였다.

3.1 802.11 DCF

802.11의 DCF는 기본적으로 CSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)에 기반하고 있으며, 여기에 CW, binary exponential backoff, virtual carrier sensing, IFS(InterFrame Spacing) 등의 개념을 도입하고 있다.

제안하는 방식에 대한 이해를 돕기 위해 절에서는 802.11에서 사용하는 DCF 방식의 CW와 백오프에 대해 간단히 소개한다. CW는 반송파 감지(carrier sensing)를 통해 매체가 휴지(idle) 상태로 전환되었다고 판단되는 순간에 여러 단말이 동시에 프레임을 전송함으로써, 충돌의 확률이 높아지는 것을 방지하기 위한 개념이다. CW의 크기는 슬롯(slot) 단위로 결정되며, 단말은 매체가 가용하다고 판단되는 순간에 CW 크기 내에서 난수를 발생시켜 발생한 난수만큼의 슬롯을 기다리게 되는데, 이 과정을 백오프라고 한다. 백오프 과정동안 한번도 다른 노드에 의한 채널 사용이 감지되지 않았다면, 백오프가 끝나는 시점에서 노드는 가지고 있는 프레임 전송을 시도한다. 슬롯시간(Slot time: 인접 슬롯의 시작 시점 간의 간격)은 일정하게 고정되어 있으며, 각 단말 간에 슬롯이 동기화 되어 있을 필요는 없다. 여기서의 슬롯은 단지 백오프 시간의 단위를 고정하기 위한 기준이다. 백오프 도중 다른 노드의 프레임 전송이 감지되면 노드는 즉시 백오프 타이머를 멈추고 전송이 완료되기를 기다린다. 이렇게 백오프 도중 멈춘 노드들은 채널이 다시 유휴상태가 되면, 새로운 백오프 시간을 생성하지 않고 이전에 멈춘 백오프 타이머를 다시 돌리게 된다. 만일 유휴상태로 전환될 때마다 매번 새로운 백오프 시간을 생성한다면, “운이 나쁜” 노드는 매번 긴 백오프 시간을 발생함으로써 무한정 기다리기만 하게 될 확률이 발생한다. 그렇게 하지 않고 위에 설명한 것처럼

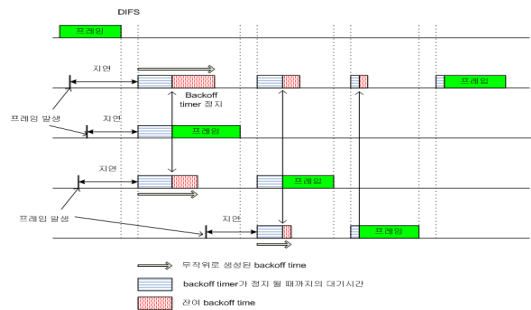


그림 4. Backoff Mechanism

럼 잔여 백오프 시간을 유지하도록 한다면, 한번 발생한 백오프 시간은 계속 줄어들기만 할 뿐 다시 증가하는 일이 발생하지 않으므로, 한 프레임의 전송에 드는 전체적인 지연 시간이 제한되고 먼저 발생한 프레임이 나중에 발생한 프레임보다 먼저 전송될 확률이 높아지게 된다. 이러한 backoff 메커니즘이 그림 4에 예시되어 있다.

프레임 전송 중 충돌이 발생하면 충돌을 감지한 각 송신 노드들은 현재 전송을 시도하고 있는 노드가 많은 것으로 추정해 각자 CW를 두 배로 증가시킨 후 프레임을 재전송한다. 그럼으로써 발생할 수 있는 백오프 시간의 범위를 늘려 충돌 확률을 낮추려는 것인데, 이를 binary exponential backoff라고 한다. 이러한 충돌과 재전송 그리고 CW의 확장이 MAC에 발생하는 전송 지연의 가장 큰 원인이 된다.

3.2 제안하는 방식

본 연구에서 제안하는 것은 제 2장에서 제시한 통합적인 네트워크 모델에서, 외부 네트워크가 서버로부터 홈 게이트웨이까지 원하는 QoS를 제공할 수 있다고 가정하였을 때, 이 QoS를 홈 게이트웨이로부터 가정 내의 각종 정보 단말까지 무선 링크를 통해 전달해 주기 위한 방안이다. 그 중에서 특히 외부 서버로부터의 멀티미디어 서비스를 위한 QoS 제공에 초점이 맞추어져 있다.

멀티미디어 트래픽의 특징은 소스에서의 전송률이 정해져 있어 TCP 트래픽과 같이 네트워크의 혼잡도에 따라 적응적이지 못하다는 것과, 패킷 손실과 전송 지연에 크게 영향을 받는다는 것이다. 따라서 예상되는 전송률과 수용 가능한 패킷 손실률 및 패킷 지연, 지연 변동에 따라 이를 보장할 수 있는 대역폭 및 버퍼 공간 등의 자원을 미리 할당해야 할 필요가 있다. 이를 위해서는 서비스 요청 시 이를 수용 가능한지 결정하는 CAC 과정과, 패킷 전달 시 패킷 분류 및 적절한 스케줄을 수행할 수 있는 기능이 필요하다.

물리적인 네트워크 자원의 양은 한정되어 있기 때문에, 적절한 CAC가 이루어지지 않는다면 당연히 원하는 QoS의 보장도 이루어질 수 없다. 그러나, 전체 네트워크 자원과 현재 제공중인 서비스의 트래픽 profile과 QoS spec, 그리고 새로이 요청받은 서비스의 트래픽 profile과 QoS spec이 주어졌을 때, 이로부터 새로운 서비스 요청이 수용 가능한지를 정확히 판단하는 것은 상당히 어려운 일이다. 이를 위해서는 수학적 분석으로부터 다양한 시뮬레이션,

그리고 실제 네트워크 운영에서 얻어지는 데이터에 기반한 통계적인 연구에 이르기까지 다양한 방향에서의 연구가 필요할 것으로 보인다. 하지만 본 연구의 목적은 일반적인 구체적인 CAC 방안을 제시하는 것은 아니라는 것을 먼저 밝히고자 한다. 본 연구의 목적은 홈 게이트웨이와 가정 내 정보 단말 사이의 무선 구간에 충분한 자원이 확보되어 있는 상황, 즉 적절한 CAC가 이루어져 있는 상황에서, 멀티미디어 서비스에 충분한 QoS를 제공하면서 다른 트래픽도 동시에 수용하기 위해 어떤 방식으로 패킷을 전송하는 것이 유리한지를 밝히고자 하는 것이다. 이에 현실적인 패킷 분류 방식으로부터 적절한 패킷 스케줄링 및 매체 접근 제어 방식 등이 포함된다.

현재 DiffServ나 IntServ 등 여러 가지 유선망에서의 QoS 보장 방안이 연구되고 있지만, 그러한 서비스가 실제로 제공되고 있는 경우는 드물다. 또한 현재 상황에서는 필요로 하는 대역폭 보다 제공되고 있는 대역폭이 더 큰 경우도 많이 있기 때문에, 그러한 상황에서는 별도의 QoS 관리 기능이 불필요할 수도 있다. 외부 망에서 QoS 제공 메커니즘을 제공할 경우에 홈 게이트웨이는 외부 망 쪽 프로토콜에서는 외부 망의 메커니즘을 따르면 된다. 이는 별도의 패킷 분류와 패킷 스케줄링, 버퍼 관리 방식을 따로 생각할 필요가 없다는 의미이다. 이 경우 홈 게이트웨이 설계 시 생각해야 할 사항은 무선 링크 구간에서의 매체 접근 방식에 관한 것뿐이다. 그러나 외부 망이 별도의 QoS 관리 기능을 제공하지 않고 풍부한 대역폭만을 제공하는 경우에는 무선 구간에서 독자적인 QoS 제공 방안을 제공하여야 한다. 이는 유선 구간에서는 풍부한 대역폭으로 별도의 QoS 관리가 필요치 않았다 하더라도, 무선 구간은 그렇지 않으므로 무선 구간이 병목이 되어 중단간 QoS의 열화를 초래할 수 있기 때문이다. 본 연구에서는 이러한 현실적인 상황을 고려해 홈 게이트웨이가 무선 구간에서의 매체 접근 제어는 물론, 독자적으로 패킷을 분류하고 그에 따라 패킷 스케줄링을 수행할 수 있는 방안을 제안한다. 이를 위한 게이트웨이의 구성 기능 블록들을 그림 5에 보였다.

그림에서 packet classifier는 멀티미디어 패킷과 일반 데이터 패킷을 구분하는 역할을 하는데, 이를 구분하기 위해 패킷의 전송 계층 프로토콜이 무엇인지 살펴본다. UDP 패킷은 실시간 또는 멀티미디어 패킷으로 TCP 패킷은 일반 데이터 패킷으로 구

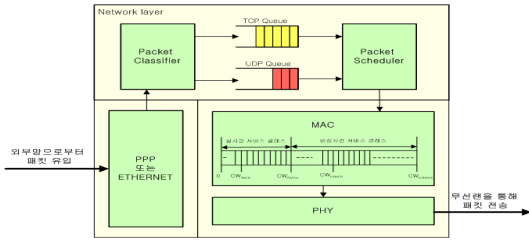


그림 5. QoS 제공을 위한 게이트웨이 구성도

분을 하는 것이다. 현재 UDP를 사용하는 대부분의 어플리케이션이 실시간 또는 멀티미디어 어플리케이션이고, 그 외에는 제어 패킷 등 소수의 단발적인 패킷들이라는 사실을 고려해 보았을 때, 이러한 패킷 분류 방식이 최적은 아니지만, 다른 패킷 분류 방식을 사용할 수 없는 경우에 현실성 있는 대안으로 삼을 수는 있을 것이다. 멀티미디어나 실시간 패킷이 아닌 UDP 패킷이 멀티미디어 패킷으로 분류되어 우선순위를 부여받는다 하더라도 그 수가 많지 않기 때문에 큰 문제가 되지 않는 것이다.

Packet classifier에 의해 분류된 패킷은 TCP 패킷인지 UDP 패킷인지에 따라 별도의 queue에 저장된다. 본 연구에서 제안하는 방식의 기본적인 아이디어는 priority queuing, 매체 접근에서의 우선권 부여 등을 통해 멀티미디어 패킷이 항상 최우선적으로 서비스 되도록 한다는 것이다. 일반적으로는 두 그룹의 패킷들 중 한 그룹의 패킷에 최우선적인 서비스를 제공하는 것은, 다른 그룹의 패킷들이 전혀 서비스를 받을 수 없게 하는 결과를 가져올 수 있기 때문에 바람직한 접근 방법이라고 할 수 없다. 그러나 본 연구에서 가정하고 있는 바와 같이, 적절한 CAC를 통해 최우선 서비스를 받을 트래픽의 양이 제한된 상황에서는 심각한 문제가 발생하지 않는다. 이러한 상황에서는 다른 그룹의 트래픽에 할당 될 여분의 자원이 항상 남아 있게 되기 때문이다. 단, 그럴 경우 최우선 서비스를 받지 못 하는 패킷들의 전송 지연이 증가하게 되지만, 대부분의 데이터 서비스에서는 개별 패킷의 전송 지연 보다 하나의 파일을 이루는 패킷들의 집합 전체가 얼마나 빨리 전송되느냐, 즉 수율(throughput)이 더 중요한 성능 평가 요소가 된다. 또한 수율은 전송 지연 보다 대역폭에 더욱 밀접하게 연관되어 있는 요소이다. 따라서, 멀티미디어 트래픽에 priority queuing이 아닌 다른 queuing 방식을 사용한다 하더라도, 그러한 queuing 방식이 priority queuing과 동일한 패킷 손실률을 멀티미디어 트래픽에 제공한다면,

그 외 트래픽의 수율에 주는 영향은 priority queuing과 크게 다르지 않을 것이라는 추론이 가능하다. Priority queuing의 장점은 매우 단순하다는 것이다. 이를 수행하는 것이 그림 5에 나타난 packet scheduler인데, packet scheduler가 하는 일은 UDP queue에 패킷이 있으면 이를 전송하고, 없으면 TCP queue에 있는 패킷을 전송하는 일이다. 물론 어느 쪽에도 패킷이 없을 때에는 패킷이 들어오기를 기다린다.

MAC에서 하는 일은 기본적으로 802.11의 DCF가 하는 일과 같다. 차이점은 UDP 패킷이 TCP 패킷보다 우선적으로 매체를 점유할 수 있도록 백오프 시간을 차별해서 부여한다는 것이다. 그림에서 보여 지고 있는 바와 같이 UDP 패킷에 적용되는 CW는 CW_{RMIN} 에서 CW_{RMAX} 까지이다. CW_{RMIN} 과 CW_{RMAX} 는 다음과 같은 관계를 갖는다.

$$CW_{RMAX} = CW_{RMIN} * 2^N, \quad N \text{은 정해진 정수} \quad (1)$$

초기 상태에서 UDP 패킷이 전송될 때에는 CW의 크기가 CW_{RMIN} 의 값을 가진다. 전송 시 충돌이 발생하면 802.11과 마찬가지로 binary exponential backoff를 실시한 후 재전송한다. 충돌이 N회 반복되면 식 1에 의해 CW의 크기가 CW_{RMAX} 와 같게 된다. 그 이후에 다시 한번(N+1회째) 충돌이 발생하면 노드는 해당 UDP 패킷의 전송을 포기한다. 이는 실시간 또는 멀티미디어 트래픽의 특성상 과다하게 지연된 패킷은 쓸모가 없어지기 때문이다. 마찬가지로 TCP 패킷은 CW_{NRMIN} 에서 CW_{NRMAX} 의 값을 가진다. TCP 패킷이 UDP 패킷과 경쟁하지 않도록 하기 위해 TCP 패킷의 백오프 시간은 최소 값을 가진다. 이 최소값을 B_{NRMIN} 이라고 하면,

$$B_{NRMIN} = CW_{RMAX} + 1 \quad (2)$$

의 관계를 가진다. 따라서, TCP 패킷에 대한 CW 시간을 CW_{TCP} 라고 하면, TCP 패킷의 백오프 시간은 $[B_{NRMIN}, CW_{TCP}]$ 구간의 uniform random 정수로 결정된다. n회 충돌이 발생했을 때의 CW_{TCP} 값은 다음 식에 의해 결정된다.

$$CW_{TCP} = (CW_{NRMIN} - B_{NRMIN}) * 2n + B_{NRMIN} \quad (3)$$

또한 위에서 설명한 백오프 타이머 운용 방식을 적용할 때에도 TCP의 백오프 시간은 B_{NRMIN} 이하

로 줄어들지 않도록 해야 한다. 이상과 같은 알고리즘을 통해 UDP가 가질 수 있는 백오프 시간은 언제나 TCP가 가질 수 있는 백오프 시간보다 작게 되고, 따라서 무선랜 상의 한 노드라도 UDP 패킷을 가지고 있을 경우에 모든 TCP 패킷들은 UDP 패킷에 전송 기회를 양보하게 된다.

이상에서 설명한 바와 같이 제안하는 방식은 패킷 분류 방안, queue에서의 우선순위 부여 및 매체 접근 시의 우선순위 부여의 세 가지 방안으로 구성된다. 여기서 멀티미디어 패킷에 우선순위를 두는데에 두 가지 방법을 모두 써야 하는 이유는 UDP 패킷이 다른 패킷들과 전송 기회를 경쟁하는 지점이 두 지점이기 때문이다. Queue에서는 외부에서 게이트웨이를 통해 같이 안으로 들어오려는 패킷들과 경쟁을 해야 하고, 무선 구간에서는 가정 안에 있는 다른 정보단말들에서 발생한 패킷들과 경쟁을 해야 하는 것이다. 이 두 가지 우선순위 부여 방식을 동시에 사용하지 않는다면, 현재 무선 구간에 멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 물리적인 자원이 충분하다 하더라도 패킷 손실률이나 전송 지연을 원하는 수준 이하로 보장하는 것이 불가능하다.

IV. 시뮬레이션 결과 및 분석

본 논문에서 제안한 무선 홈네트워크를 위한 통합적인 QoS 구조를 시뮬레이션 모델은 그림 6에 나타난 것과 같다.

가정에 있는 PC를 비롯한 정보가전들은 모두 상호 간에 또는 홈게이트웨이와 무선으로 연결되어 있고, 외부와는 홈게이트웨이를 통해 통신한다. 홈게이트웨이는 ISP(Internet Service Provider)가 제공하는 액세스 네트워크를 이용하여 인터넷상의 서버들에 연결되게 되지만, 시뮬레이션에서는 이를 단순화하기 위하여 하나의 라우터를 통해 개별 서버와 바로 연결되는 것으로 모델링하였다. 가정내의 PC를 비롯한 정보가전들은 서버로부터 UDP를 사용하는 실시간 멀티미디어 서

스 또는 TCP를 사용하는 비실시간 데이터 서비스를 제공 받거나, 서로 간에 TCP를 이용해 통신한다. 시뮬레이션은 네트워크 시뮬레이터로서 널리 사용되고 있는 검증된 NS2를 이용하였다. 각 노드는 버퍼 관리에 NS2에서 제공하는 RED(Random Early Detection) 알고리즘을 사용하고 있으며, RED 파라미터는 NS2의 기본 설정 값을 사용하였다. MAC은 NS2에서 제공하는 802.11 모듈과, 이를 기반으로 제안하는 방식을 적용한 수정 모듈을 사용하였다. 패킷 손실은 버퍼 관리 알고리즘에 의해 버퍼에서 버려지는 경우와 MAC에서의 충돌에 의해 손실되는 경우에만 발생한다. 앞에서는 개념적으로 UDP 패킷에 큐잉 우선순위를 부여하기 위해 TCP 패킷과 별도의 큐를 사용하는 것으로 설명하였으나, 구현상으로는 물리적으로 동일한 버퍼를 사용하도록 구현하였다. 이는 큐에서 대기하는 UDP와 TCP 패킷의 비율이 변하더라도 전체적인 큐 길이를 일정하게 하여 큐잉에 의한 전송 지연을 일정 수준으로 유지하기 위한 것이다. 변복조 과정에서 발생하는 전송 오류는 MAC이나 큐잉 알고리즘에 의해 영향을 받을 수 있는 부분이 아니므로 고려되지 않았다. 각 시뮬레이션은 500초 동안 실행되었으며, 처음 50초 동안의 결과를 버리고 그 이후 450초 동안 측정된 결과만을 뽑았다. 시뮬레이션에 공통적으로 사용된 주요 파라미터들을 표 1에 정리하였다.

시뮬레이션은 UDP 연결 수에 따라 UDP와 TCP 성능이 어떻게 변하는지 보기 위한 것이다. 각 UDP 연결은 고정된 전송률로 패킷을 전송하며, 성능 평가 요소는 패킷 손실률과 전송 지연이다. 이는 멀티미디어 트래픽의 특성과 멀티미디어 서비스가 요구하는 QoS의 특성을 반영한 것이다. TCP는 스스로 네트워크의 혼잡도를 감지하여 전송률을 조절하는 혼잡제어(congestion control)를 수행하고 재전송을 통한 에러제어(error control)를 하기 때문에 패킷 손실률이 큰 의미를 가지지 않으며, 많은 경우 개별 패킷의 전송 지연보다 하나의 파일 전체가 완전히 전송되는 데에 걸리는 시간이 중요하기 때문

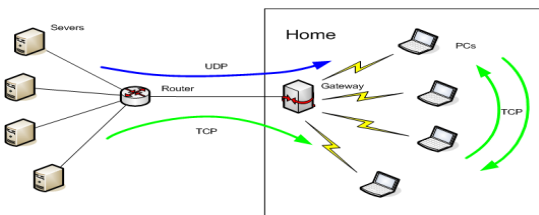


그림 6. 시뮬레이션 모델

표 1. 주요 시뮬레이션 파라미터.

Item	Value
라우터-게이트웨이 간 대역폭	100 Mbps
서버-라우터 간 대역폭	10 Mbps
무선 링크 대역폭	10 Mbps
라우터-게이트웨이 간 전송지연	2ms
서버-라우터 간 전송지연	2ms

에, 수율(throughput)을 성능 척도로 삼았다. 외부 TCP 연결(서버-PC)과 내부 TCP 연결(PC-PC) 수는 각각 5개씩이고, UDP 연결 수는 그래프에 나타난 것과 같이 가변이다. 각 UDP 소스는 100kbps의 패킷 발생률을 가지는 CBR(Constant Bit Rate) 소스이다. 그림 7에는 UDP 연결 수의 변화에 따른 UDP 패킷 손실률이 나타나 있다.

None으로 표시된 그래프는 UDP 패킷에 아무런 우선권도 주지 않은 경우의 손실률을 나타낸 것이다. MAC으로 표시된 그래프는 CW 크기에서만 우선권을 부여한 경우이고 기 제안된 방식에 해당한다. Queue로 표시된 그래프는 게이트웨이에서의 패킷 포워딩 시에만 UDP에 우선권을 준 경우이다. Both로 표시된 그래프가 CW와 패킷 포워딩 모두에서 우선권을 준 경우이며, 제안된 방식에 해당한다. 이상과 같은 표시 방법은 이하 모든 그래프에서 마찬가지이다.

쉽게 예상할 수 있는 바와 마찬가지로, UDP 패킷에 어떠한 형태로든 우선권을 준 경우에는 그렇지 않은 경우보다 패킷 손실률이 낮게 나타남을 볼 수 있다. 큐잉에서의 우선권만을 부여한 경우에는, UDP 연결 수가 적은 상황에서는 두 가지 우선권 모두를 부여한 경우와 비슷한 수준으로 손실률이 낮지만, UDP 연결 수가 많아지면 손실률이 급격하게 증가해 아무런 우선순위도 부여하지 않은 상황과 같게 된다. 이는 바로 뒤에 보게 될 그림 8에 나타난 결과와도 연관지어 생각할 수 있다. 그림 8은 UDP 연결 수의 변화에 따른 외부 TCP의 수율을 보여주는 것인데, UDP에 MAC에서의 우선권을 주지 않은 두 경우(None, Queue)에는 UDP 수가 증가하면 외부 TCP의 수율이 급격히 감소해 0에 근접하게 되는 것을 볼 수 있다. 즉 이 두 경우에는 UDP 연결 수가 증가하면 게이트웨이에 있는 버

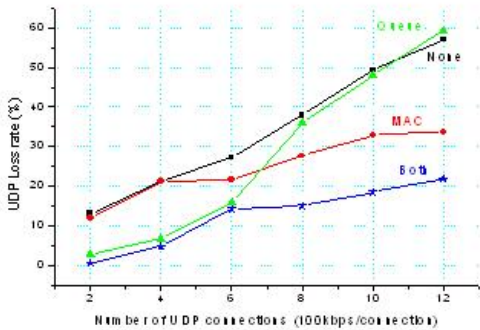


그림 7. UDP 연결 수에 따른 UDP 패킷 손실률

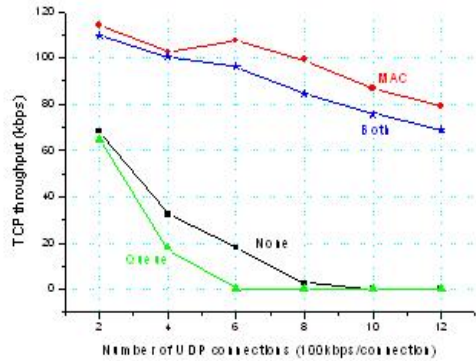


그림 8. UDP 연결 수에 따른 외부 TCP 수율

퍼를 모두 UDP 패킷이 차지하게 된다는 의미이다. 그렇게 되면 큐에서 TCP 패킷에 대해 UDP 패킷이 가지는 우선권이 아무런 의미가 없어지므로 결국 두 알고리즘(None, Queue)이 같은 상황에 처하게 되는 것이다. 한편, UDP에 큐잉 우선권이 부여되면 UDP 패킷은 항상 큐의 맨 앞에 위치하게 되므로, UDP 패킷의 수가 적은 경우에는 UDP 패킷이 버려지게 되는 경우가 거의 없어지기 때문에 손실률이 매우 낮아지게 되고, UDP 연결 수가 충분히 적은 경우에는 두 가지 우선권을 모두 사용한 경우와 차이가 없게 되는 것이다. 하지만 MAC에서의 contention에 의한 지연은 차이가 나기 때문에 그림 11에서 보게 되듯이 전체적인 전송 지연에서는 차이가 날 수 밖에 없다.

위에서 잠시 언급했듯이, 그림 8은 UDP 연결 수에 따른 외부 TCP 수율의 변화를 보여주고 있다. MAC에서의 우선권을 부여한 경우(MAC, Both)가 그렇지 않은 경우보다 수율이 상당히 높게 나타나고 있다. 이는 MAC에서의 우선권이 내부 TCP 패킷과의 경쟁에서 유리하도록 만든다는 사실에서 유추할 수 있는 결과이다. 내부 TCP에 대해 유리한 조건을 가지고 있는 UDP가 내부 TCP의 전송률을 줄이게 만들므로 그 자리를 UDP와 외부 TCP가 차지할 수 있게 되는 것이다.

그림 9는 UDP 연결 수에 따른 내부 TCP의 수율을 보여주고 있다. UDP에 MAC 우선권을 부여하지 않은 경우에 UDP 연결의 수는 내부 TCP 성능에 거의 영향을 주지 않는다는 것을 알 수 있다. 이 경우 내부 TCP의 입장에서 보았을 때, 홈게이트웨이의 큐에 어떤 패킷이 들어 있던 아무런 상관없이 없으므로 이와 같은 현상은 쉽게 예상될 수 있다.

그림 10는 그림 8과 그림 9의 내용을 함께 보인

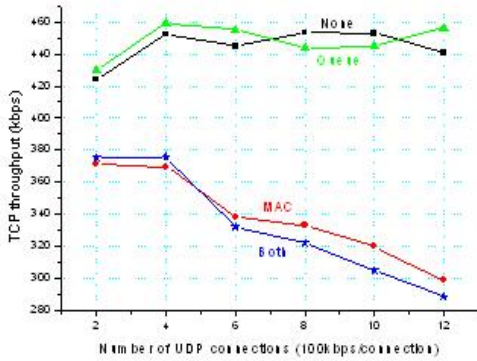


그림 9. UDP 연결 수에 따른 내부 TCP 수율

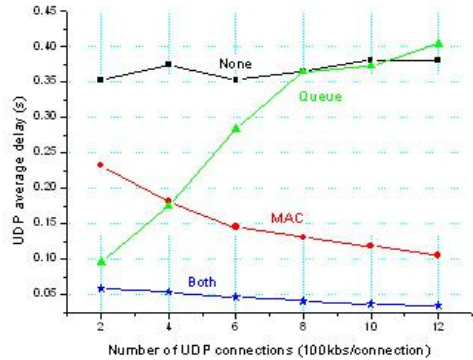


그림 11. UDP 연결 수에 따른 UDP 평균 전송 지연

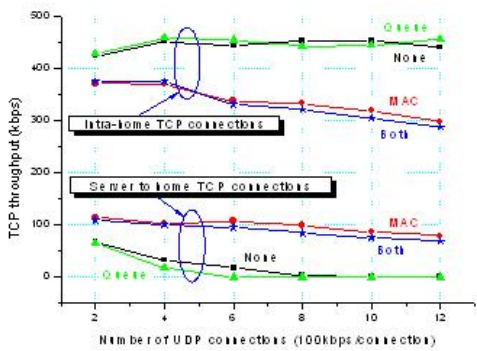


그림 10. UDP 연결 수에 따른 TCP 수율

것이다. MAC 우선권을 사용하지 않은 경우에는 외부 TCP와 내부 TCP 간의 수율 차이가 상당히 심각하다는 것을 알 수 있다. 이는 외부 TCP 패킷이 여러 hop을 거쳐 오면서 여러 번 다른 트래픽과 경쟁을 하고 RTT도 긴 반면, 내부 TCP는 RTT도 매우 짧고 여러 노드에서 버퍼를 차지하기 위한 경쟁을 하지 않기 때문에 당연한 것이다. 그러나 MAC 우선권을 사용하면, UDP가 내부 TCP의 전송률을 낮춰주기 때문에, 두 가지 TCP 트래픽 간의 공정성 향상에 기여하게 된다.

그림 11은 UDP 연결 수에 따른 UDP 패킷의 평균 전송 지연의 변화를 보여주고 있다. UDP의 전송 우선순위에 따른 변화는 무선 전송 구간에만 영향을 주므로, 결과를 해석하기 위해서는 이 부분에만 주목하면 되는데, 여기에서의 지연은 홈게이트웨이의 큐에서 발생하는 지연에 의해 결정되게 된다. 큐에서의 평균 지연은 첫째, 패킷이 큐에 들어왔을 때 그 앞에 평균적으로 얼마나 많은 패킷이 대기하고 있느냐와 둘째, 그 패킷들이 큐를 얼마나 빨리

빠져 나가느냐에 의해 결정된다. 큐잉 우선권을 사용하지 않는 경우에는 외부 TCP와 UDP는 같은 입장이며, 큐에 들어왔을 때 평균적으로 그 앞에 대기하고 있는 패킷의 수는 큐의 평균 길이와 같게 된다. 그런데, 큐의 평균 길이는 TCP의 혼잡 제어와 RED의 버퍼 관리 알고리즘에 의해 어느 정도 일정한 수준으로 유지될 것으로 예측할 수 있다. 따라서 큐잉 우선권도 사용하지 않고 MAC 우선권도 사용하지 않는 경우는 첫째 조건과 둘째 조건이 모두 UDP 패킷 수에 무관하게 되므로, 그래프에 나타난 대로 UDP 연결 수에 무관한 지연을 가지게 된다. MAC 우선권을 사용한 경우(MAC, Both)에는 UDP가 빨리 빠져 나가므로 UDP 연결수가 많을수록 전송 지연이 줄어든다. 큐잉 우선권만 사용한 경우는 첫째 조건이 TCP 패킷에는 거의 무관하고 UDP 패킷에만 영향을 받게 된다. 따라서 UDP 연결 수가 늘어날수록 전송 지연이 급격히 증가하게 된다.

그림 12와 그림 13은 각각 TCP 연결 수에 따른 UDP 패킷 손실률과 평균 전송 지연을 나타낸 것이다. 그래프 상의 가로축에 표시된 TCP 연결의 수는 외부 TCP와 내부 TCP 각각의 수이다. UDP 연결은 두 개이며, 각 연결은 400kbps의 패킷 발생률을 가진다 제안한 방식에서는 TCP 연결의 수가 변해도 UDP 손실률이나 전송 지연이 비교적 크게 영향을 받지 않음을 볼 수 있다. 멀티미디어 서비스와 웹 서비스를 동시에 이용하는 경우, 예를 들어 그림이 많은 페이지에 접속했을 경우 각각의 그림을 동시에 내려받게 된다. 이 때 순간적으로 여러 개의 TCP 연결이 동시에 발생하기 때문에, UDP 트래픽이 이에 크게 영향 받지 않도록 하는 것이 중요한 일이 될 수 있다.

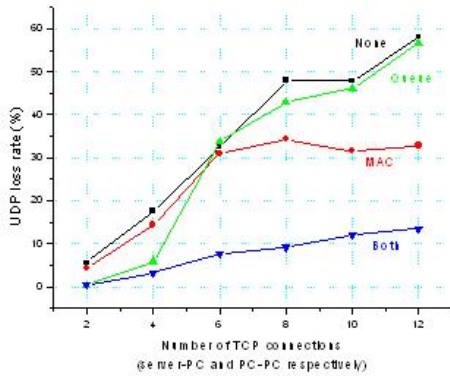


그림 12. TCP 연결 수에 따른 UDP 평균 패킷 손실률

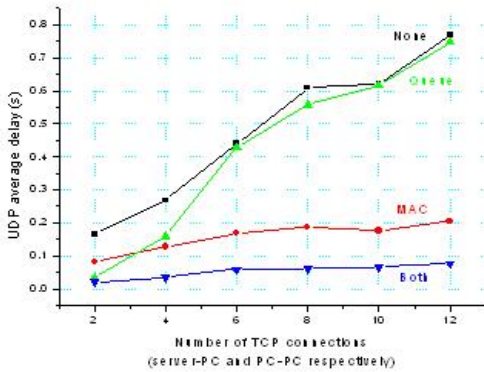


그림 13. TCP 연결 수에 따른 UDP 평균 전송 지연

V. 결론

본 논문에서는 무선랜을 기반으로 하는 무선 홈 네트워크 환경에서 점점 사용자들의 요구가 증대되고 있는 실시간 멀티미디어 서비스를 제공하기 위하여, 유선 인터넷과 무선 홈네트워크를 포함하는 전체적인 네트워크에서의 QoS 제공 구조를 제안하였다. 기본적으로 유선 인터넷에서의 QoS 제공은 DiffServ 방식을 사용하여 가능하다고 가정하였으며, 본 논문에서는 이에 대한 연구 보다는 현실적으로 가장 문제가 되는 부분인 무선 홈네트워크 환경에서의 QoS 제공에 초점을 맞추었다.

기존의 연구들과는 달리 단지 무선랜의 MAC 레벨에서만 문제를 다루지 않고 네트워크 계층과 데이터 링크 계층을 통합적으로 고려하는 방식으로 문제를 접근하였으며, 이러한 통합적인 QoS 제공 방식을 사용할 경우 기존 무선랜 단말의 최소한의 변경으로 QoS 제공이 가능함을 보였으며, 시뮬레이션

을 통하여 무선랜의 MAC 레벨에서만 QoS 제공 문제를 다루는 기존의 방법들보다 훨씬 우수한 성능을 보임을 입증하였다. 이러한 연구 결과는 인터넷 백본의 용량이 트래픽보다 훨씬 크다는 현실을 감안할 때, 홈네트워크와 무선랜 단말의 최소한의 변경으로 홈네트워크 사용자들에게 실시간 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있도록 하는데 크게 기여할 수 있을 것으로 사료된다. 또한, all IP 네트워크를 기반으로 하는 4G 이동통신 시스템에서 핵심적인 요소라 할 수 있는 무선랜을 VoIP(Voice over IP) 구현에 있어서 중요한 참고자료로 활용이 가능하다.

참고 문헌

- [1] T. Nadagopal, S. Lu, and V. Bharghavan, "A Unified Architecture for Design and Evaluation of Wireless Fair Queuing Algorithms," in Proceedings of ACM MOBICOM, Aug. 1999
- [2] K. Kim, A. Ahmad, and K. Kim, "A Wireless Multimedia LAN Architecture Using DCF with Shortened Contention Window for QoS Provisioning," IEEE Communication Letters, Vol. 7, No. 2, pp. 97 - 99, Feb. 2003
- [3] A. Lin, and S. Lee, "A Modified Distributed Coordination Function for Real-Time Traffic in IEEE 802.11 Wireless LAN," in Proceedings of the 17th International Conference on Advanced Information Networking and Applications
- [4] A. Veres, A. T. Campbell, M. Barry, and L. Sun, "Supporting Service Differentiation in Wireless Packet Networks Using Distributed Control," IEEE JSAC, Vol 19., No. 10, pp. 2081 - 2093, Oct. 2001
- [5] A. Banchs, and X. Perez, "Providing Throughput Guarantees in IEEE 802.11 Wireless LAN," Wireless Communications and Networking Conference, 2002. WCNC2002. 2002 IEEE, Volume: 1 pp 130-138, March 2002
- [6] A. Ayyagari, Y. Bernet, and T. Moore, "IEEE 802.11 Quality of Service-White Paper," IEEE 802.11-00/028
- [7] A. Imad and C. Castelluccia, "Differentiation Mechanisms for IEEE 802.11," In Proceedings of INFOCOM, Apr. 2001

홍 성 화 (Sung-Hwa Hong) 정회원



1996년 2월 고려대학교 컴퓨터학과 졸업
2002년 8월 항공대학교 정보통신학과 석사
2004년 9월~현재 고려대학교 전자컴퓨터공학과 박사과정
<관심분야> 센서네트워크, 모바일 컴퓨팅, 무선 홈네트워킹

엄 두 섭 (Doo-Seop Eom) 종신회원



1987년 2월 고려대학교 전자공학과 졸업
1989년 2월 고려대학교 전자공학과 석사
1999년 2월 일본 오사카대학교 정보컴퓨터학과 박사
1999년 9월~2000년 원광대학교 컴퓨터정보통신공학부 전임강사
2000년 9월~현재 고려대학교 전자공학과 교수
<관심분야> Ad-Hoc 네트워크, 센서네트워크, 유비쿼터스 네트워크, 인터넷 QoS

김 병 국 (Byoung-Kug Kim) 정회원



2002년 8월 원광대학교 컴퓨터정보통신공학부 졸업
2004년 8월 고려대학교 통신시스템기술협동과정 석사
2004년 9월~현재 고려대학교 전자컴퓨터공학과 박사과정
<관심분야> 센서네트워크, 모바일 컴퓨팅, 모바일 미들웨어