

EDCA에서 스트리밍 서비스의 QoS를 제공하기 위한 동적 버퍼 관리 기술

(A Dynamic Buffer Management Technology to provide QoS of the streaming service in EDCA)

이 규 환*, 이현진, 김재현, 노병희

Kyu-Hwan Lee, Hyun-Jin Lee, Jae-Hyun Kim, and Byeong-Hee Roh)

Abstract : IEEE 802.11e standardized the HCCA mechanism based on polling scheme to support the reservation based QoS for near real-time services. However, it may cause either the waste of channel resource or the increase of transmission delay at MAC layer if the frame size is rapidly varied when a compressed mode video codec such as MPEG video is used. That is because HCCA reserves the fixed channel resource for the TS used to provide the video streaming service. To solve this problem, we propose a dynamic buffer management mechanism which discard the frame based on the importance of each frame and the delay bound of HoL frame. In the simulation results, the proposed algorithm decreases the frame loss probability of I-frame. It may increase the QoS of video services.

Keywords : WLAN, EDCA, Buffer Management mechanism

1. 서론

최근 인터넷을 통하여 실시간 스트리밍 서비스를 효과적으로 제공하기 위한 연구들이 멀티미디어 통신에서 중요한 연구 분야로 떠오르고 있다. 특히 WLAN(Wireless Local Area Network) 기술이 진보함에 따라서 인터넷을 통해 전달된 실시간 멀티미디어 트래픽을택내망 (Home network)에서 무선으로 연결되는 단말에게 효과적으로 제공하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다[1]. 그러나, 무선을 통하여 멀티미디어 서비스를 효과적이고 안정적으로 제공하기 위해서는 비디오 프레임의 전송 지연 한계 초과로 인한 패킷 손실과 비디오 프레임의 분할에 의해 야기되는 부분적인 패킷 손실에 적응할 수 적응 기술의 개발이 이루어져야 한다. 최근에 많은 논문들이 이러한 기술들을 개발하기 위하여

다양한 방안을 제안하고 있다[2],[3]. [2]는 셀룰러 환경에서 active buffer management를 이용하여 비디오 스트리밍 서비스의 QoS를 향상시킬 수 있는 방안을 제안하였다. 제안하는 방안은 비디오 스트림의 프레임 종류에 따라 버퍼에서 패킷 손실 확률을 차별화하는 방안을 제안하였으며 일반적인 drop-tail queue와 FER(Frame Error Rate) 성능을 비교하였다. 그러나, 응용계층의 서비스 품질을 고려하지 못한 문제가 있으며 I-프레임과 P-프레임의 손실에 의한 서비스 품질의 감소를 고려하지 않았다. 또한 [3]은 WLAN 시스템에서 BE(Best Effort) 트래픽이 비디오 스트리밍 서비스의 종단간 지연에 주는 영향을 test bed를 통해 실제 측정하였다. 특히 동일한 부하일 경우 도착률 보다 패킷의 길이가 종단간 전송 지연에 더욱 많은 영향을 야기한다고 결론지었다. 본 논문에서는 경쟁기반의 QoS를 제공하는 EDCA에서 멀티미디어 서비스의 전송 지연의 증가로 인한 서비스 품질의 감소 문제를 극복하기 위하여 프레임의 중요도와 프레임의 지연을 고려한 동적 버퍼 관리 알고리즘을 제안한다.

이규환, 이현진, 김재현: 아주대학교 전자공학과
노병희: 아주대학교 정보 및 컴퓨터공학과

※ 본 연구는 지식경제부의 성장동력기술개발사업의 연구 결과로 수행되었음 (과제번호:10028453-2007-02)

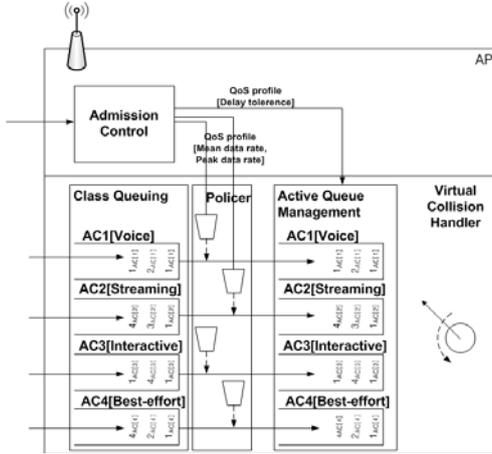


그림 1. WLAN에서 실시간 스트리밍 서비스의 QoS를 보장하기 위한 동적 버퍼 관리 기술의 구조

II. WLAN의 QoS 보장을 위한 동적 버퍼관리 기술

본 논문에서 제안하는 동적 버퍼 관리 기술은 그림 1과 같은 구조를 가지고 있다. 먼저 승인 제어를 통해 승인된 TS(Traffic Stream)은 각 AC(Access Category)에 따라 Class Queuing에 전달된다. Admission Control은 Traffic regulator와 Active Queue Management에게 QoS profile을 전달한다. 이때, 필요한 QoS 파라미터는 I-frame 최대 전송속도(P_i), 평균 전송속도(ρ_i), I-frame의 평균 크기(σ_i), 그리고 지연한계(d_i)이다. Traffic regulator에서는 각각의 서비스 클래스 별로 class queuing에 저장된 트래픽을 QoS 파라미터에 따라 Active Queue Management에 전송한다. Active queue management는 i 번째 AC에 할당받은 TXOP동안 전송할 수 있는 패킷 이상으로 버퍼가 증가할 경우 버퍼의 HoL부터 버퍼 증가 방향으로 B-frame을 찾아서 가장 앞의 B-frame을 제거한다. 만약 B-frame이 없을 경우 P-frame을 다음 순서로 프레임을 찾아 제거한다. 이 과정은 Active queue management내에 n_i 개의 패킷이 들어갈 때까지 이루어진다. 만약 I-frame이 제거될 경우 하위 AC중 AC_BE의 전송률을 감소시킨다. 표 1과 표 2는 본 논문에서 제안하는 Traffic regulator와 Active Queue Management의 알고리즘이다.

표 1. Traffic regulator 알고리즘

```

Traffic regulator algorithm
Bucket depth =  $P_i$ 
Token generation =  $\rho_i$ 
While (DELTS frame is received)
  If Token < Bucket depth
    Token = Token +  $\rho_i/d_i$ 
  Else
    Token = Token;
  End
  While (Token > 0)
    Send queued packet;
  End
Timer =  $d_i$ 
End
If Receive Reduce_BW.premitive
  Token generation =  $\rho_{BE}/2$ 
If DELTS frame is received
  Token generation =  $\rho_{BE}$ 

```

표 2. 동적 큐 관리 알고리즘

```

Active Queue Management algorithm
While (queue size less than  $n_i$ )
  Search B-frame
  If (B-frame is exist)
    Discard B-frame;
  elseif P-frame is exist
    Discard P-frame;
  Else
    Discard I-frame;
    Send Reduce_BW.premitive;
  End
End
If channel grant is received
  While ( $n_i=0$  || queue is empty)
    Send packet from queue_i
  End
End

```

표 2. Simulation Parameters

Parameter	Value
UDP/IP Header	28 Bytes
PIFS	25 usec
SIFS	16 usec
PLCP preamble	16 usec
PLCP header	4 usec
Data rate	54 Mbps
CW _{min}	7
CW _{max}	1023
Retransmission limit	3
AIFS _N	2(AC_VI, AC_VO)
Beta	3(AC_BE), 7(AC_BK)
Beta	0.5

III. 성능 분석

본 논문에서 제안한 동적 버퍼 관리기술의 성능을 평가하기 위하여 QAP, QSTA와 서비스 트래픽을 생성하는 서버로 구성된 IEEE 802.11e 망을 구성하였다. QAP과 QSTA는 최대 54 Mbps를 지원한다. QSTA는 비디오 스트리밍 서비스와 best effort 트래픽을 생성하며 표 2는 성능 분석에 사용된 시뮬레이션 파라미터로 [4]를 참조하였다. 서버에서 제공하는 비디오 스트리밍 서비스는 HD급 화질의 비디오로 가정하고 Video Trace Reserch Group에서 제공하는 10분가량의 HD급 Sony 데모 영상을 사용하였다[5]. video trace는 1.2Mbps와 2.66Mbps의 전송속도를 갖는 두 개의 비디오 스트리밍 서비스 트래픽을 사용했으며 트래픽은 1.2Mbps와 2.66Mbps의 트래픽은 초당 30프레임을 생성한다. GOP는 1.2Mbps와 2.66Mbps 트래픽 둘다 IBBPBBPBBPBB로 구성되어 있다. 1.2Mbps의 트래픽에서 I-프레임은 최대 42951byte이고 최소 1097byte로 평균 19665byte이며 P-프레임은 최대 46995byte, 최소 57byte이며 평균 6047byte이다. 또한 B-프레임은 최대 24819byte이고 최소 8byte이며 평균 2821byte이다. 2.66Mbps의 트래픽에서 I-프레임은 최대 67430byte이고 최소 1097byte로 평균 32825byte이며 P-프레임은 최대 82172byte, 최소 57byte이며 평균 13817byte이다. 또한 B-프레임은 최대 48685byte이고 최소 8byte이며 평균 7385byte이다. 본 논문에서는 전송 지연 한계를 AP가 beacon을 보내는 주기인 100ms로 설정하고 실험을 수행했다.

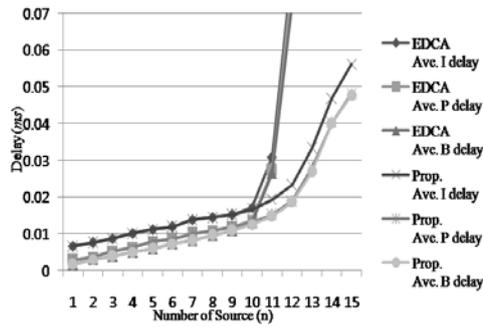


그림 2. 소스 개수에 따른 비디오 frame 별 전송 지연 시간(Mean data rate = 1.22Mbps)

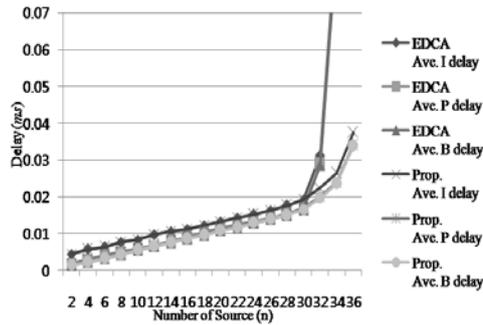


그림 3. 소스 개수에 따른 비디오 frame 별 전송 지연 시간(Mean data rate = 2.66Mbps)

그림 5과 6은 1.2Mbps와 2.66Mbps의 비디오 스트리밍 서비스에 대하여 소스 개수별 I-frame, P-frame, B-frame의 전송 지연 시간을 나타낸다. 결과를 통하여 패킷을 삭제하지 않을 경우 버퍼에 패킷이 급격히 증가하여 전송지연한계를 초과하는 경우가 발생하기 때문에 1.2Mbps일 때는 34개 이상과 2.66Mbps일 때는 12개 이상의 소스에서 트래픽이 발생될 경우에 전송 지연 시간이 급증하여 스트리밍 서비스를 제공하는데 어려움이 있는 것을 확인할 수 있었다. 하지만 제안하는 버퍼 관리 기술을 적용하였을 경우에는 전송지연한계를 초과하는 패킷들의 프레임 중요도 별 삭제로 인하여 기존의 EDCA에서의 전송지연보다 적은 전송지연시간을 소모하는 것을 알 수 있다. 제안하는 버퍼 관리 기술을 적용하였을 경우에는 1.2Mbps일 때는 소스의 개수가 32, 34, 36일 때 EDCA 만을 사용했을 경우보다 I-frame인 경우 전송지연시간이 28%, 72%, 96%감소했고, 2.66Mbps일 때는 소스의 개수가 11, 12, 13일 때 EDCA 만을 사용했을 경우보다

I-frame인 경우 전송 지연시간이 31%, 72%, 92% 감소하는 것을 알 수 있다.

IV. 결론

본 논문에서는 IEEE 802.11e를 기반으로 EDCA를 사용할 때 스트리밍 서비스의 QoS를 만족시키기 위한 버퍼관리 기술을 제안하였다. 특히 active queue management에서 HoL 프레임의 우선 삭제와 프레임의 특성에 따른 패킷 제거를 통하여 QoS를 향상시키도록 설계하였다. 또한 시뮬레이션결과를 통하여 동적 버퍼 관리 기술을 사용하였을 경우 전송지연 한계를 초과하는 중요도가 낮은 P-frame과 B-frame의 삭제로 인하여 전송지연과 패킷 손실률 측면에서 중요도가 높은 I-frame의 QoS를 보장하는 것을 살펴 볼 수 있었다.

참 고 문 헌

- [1] J. Villalón, P. Cuenca, L. Orozco-Barbosa, Y. Seok, and T. Turletti, "Cross-Layer Architecture for Adaptive Video Multicast Streaming Over Multirate Wireless LANs," *IEEE Journal of Selected Areas in Communications*, Vol. 25, No. 4, pp. 699-711, May, 2007
- [2] Z. Orlov, and M. C. Necker, "Enhancement of Video Streaming QoS with Active Buffer Management in Wireless Environments," in *Proc. EW2007*, Paris, France, Apr., 1-4, 2007
- [3] N. Cranley, and M. Davis, "The Effects of Background Traffic on the End-to-End Delay for Video Streaming Applications over IEEE 802.11b WLAN Networks," in *Proc. PIMRC2006*, Helsinki, Finland, Sep., 11-14, 2006, pp. 1-5
- [4] IEEE 802.11 WG, *Information Technology - Telecommunications and Information Exchange between Systems - Local and Metropolitan Area Networks - Specific Requirements. Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications*, in *ISO/IEC 8802-11; ANSI/IEEE Std 802.11, 1999 edn*, 1999.
- [5] Video Trace Research Group : <http://trace.eas.asu.edu/>

저 자 소 개

이 규 환(Kyu-Hwan Lee)

2007년 2월 : 아주대학교 전자공학과 학사

2007년 ~ 현재: 아주대학교 전자공학과 석사과정

관심분야 : RFID, WLAN QoS, Security

Email : lovejiyoon7@ajou.ac.kr

이 현 진(Hyun-Jin Lee)

2004년 9월 : 아주대학교 전자공학과 학사

2004년 ~ 현재: 아주대학교 전자공학과 석박사 통합과정

관심분야 : WLAN QoS, WiBro, Handover

Email : l33hyun@ajou.ac.kr

김 재 현(Jae-Hyun Kim)

1991년 2월: 한양대학교 전자 계산학과 학사

1993년 2월: 한양대학교 전자계산학과 공학석사

1996년 8월: 한양대학교 전자계산학과 공학박사

1996년 8월: ~ 1997년 4월 : 한양대학교 공학기술연구소 연구원

1997년 7월 ~ 1998년 9월 : IRI Corp. CA, USA

1998년 11월 ~ 2003년 2월 : Bell Lab, Lucent Tech.

2003년 3월 ~ 현재 : 아주대학교 정보통신대학 전자공학부 부교수

관심분야 : WLAN QoS, MAC 프로토콜, RFID, IEEE 802.11/15/16/20

Email : jkim@ajou.ac.kr

노 병 희(Byeong-Hee Roh)

1987년 2월: 한양대학교 전자공학과 학사

1989년 2월: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 석사

1998년 2월: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 박사

1989년 ~ 1994년: 한국통신 통신망 연구소

1998년 ~ 2000년: 삼성전자

2000년 ~ 현재: 아주대학교 정보통신전문대학원 부교수

관심분야: 유/무선 인터넷, 멀티미디어 통신 및 응용, BcN 트래픽 엔지니어링, 유비쿼터스 센서 네트워크, 인터넷 보안

Email : bhroh@ajou.ac.kr