

단일 송신 피포를 이용한 QoS 기능의 무선랜 MAC의 송신 기능 구현

A transmit function implementation of wireless LAN MAC with QoS using single transmit FIFO

박찬원, 김정식, 김보관

(Chan-Won Park, Jung-Sik Kim, Bo-Kwan Kim)

Abstract - Wireless LAN Voice over IP(VoIP) equipment needs Quality-of-Service(QoS) with priority for processing real-time traffic. This paper shows transmit function implementation of wireless LAN(WLANS) media access control(MAC) support VoIP, and it has an advantage of guarantee of QoS and is adaptable to VoIP or mobile wireless equipment. The IEEE802.11e standard in progress has four queues according to four access categories(AC) for transmit and the MAC transmits the data based on EDCA. The value of AC is from AC0 to AC3 and AC3 has the highest priority. The transmit method implemented at this paper ensure QoS using one transmit FIFO in hardware since real-time traffic data and non real-time traffic data has the different priority. The device driver classifies real-time data and non real-time data and transmit data to hardware with information about data type. The hardware conducts shorter backoff and selects faster AIFS slot for real-time data than it for non real-time data. Therefor It make give the real-time traffic data faster channel access chance than non real-time data and enhances QoS.

Key Words : 무선랜, 매체접속제어, MAC, QoS, VoIP

1. 장 개요

최근 무선랜은 유선 네트워크가 없이 사용자가 네트워크에 연결할 수 있기 때문에 홈네트워크, Voice over IP(VoIP) 등의 환경에서 급속도로 유선망을 대체해가고 있다. 무선랜에 대한 표준인 IEEE802.11은 2.4 GHz 대역에서 동작하는 IEEE802.11b/g와 5 GHz 대역에서 동작하는 IEEE802.11a의 매체제어 접속(MAC)과 물리 계층에 대한 규격을 정의하고 있다.[1] 또한 최근에 이슈가 되고 있는 VoIP에 대한 연구는 VoIP 성능에 있어서 MAC 레이어와 그 상위 레이어에서 발생하는 패킷지연과 패킷로스에 대한 영향으로 집중되고 있다. 또한 실제 무선 환경에서 간단하고 저전력으로 설계되어 휴대하기가 가능하도록 설계되고 있다.

본 논문에서는 간단하고 규모가 적은 설계방법으로 VoIP 단말기에서 음성과 같은 실시간 데이터의 처리를 위해 우선 순위를 가지고 제한된 Quality of Service (QoS)를 보장하는 매체제어 접속의 송신 방법에 대해 제시하였다.

본 논문은 2장에서 무선랜 MAC과 QoS에 대해 서술하고, 3장에서 VoIP용 매체접속장치의 송신 방법의 구현에 대해 서술하고, 4장에서 실험 결과, 그리고 5장에서 결론으로 구성

된다.

2. 장 무선랜 MAC과 QoS

IEEE802.11은 하나의 큐로 동작하며 조정 기능(Coordination function)을 바탕으로 한다. 조정기능은 기본 서비스 세트(BSS)내에서 채널 접근 권한을 획득하는 방법에 따라 분산조정기능(DCF)과 무경합집중조정기능(PCF) 두 종류가 있다. DCF는 필수 기능으로써 CSMA/CA에 따라 경합에 의해 채널에 대한 접근을 획득하는 방식이고, PCF는 선택 기능으로써 폴-응답 방식에 따라 무경합으로 채널 접근 권한을 얻는 방식이다. 현재 대부분의 무선랜 장치들은 DCF 기능만을 가지고 있다.

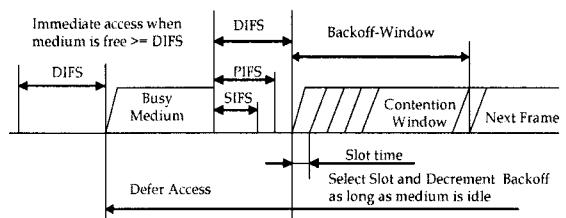


그림 1. DCF

IEEE802.11은 그림 1과 같이 세 개의 시간 간격을 갖고 있다. DCF 기능은 상위 레이어에서 프레임이 송신 큐에 도착했을 때, MAC은 채널이 busy인 경우 idle이 될 때까지 기

저자 소개

- * 박 찬 원 : 한국전자통신연구원 선임연구원
- ** 김 정 식 : 한국전자통신연구원 책임연구원
- *** 김 보 관 : 충남대학교 전자공학과 정교수

다린 후 DCF Inter-Frame Space(DIFS) 시간동안 기다린다. 만일 채널이 DIFS 시간 후에도 busy 상태이면 MAC은 랜덤 백오프를 수행한다. 랜덤 백오프는 경합 윈도우(contention window, CW) 범위 안에서 선택된 랜덤 정수만큼 SlotTime을 지난 후 완료된다. 프레임이 송신 큐에 도착했을 때 채널이 DIFS 시간 이상 idle 상태이면 백오프 없이 바로 프레임을 전송할 수 있다. 만일 백오프가 진행중에 채널이 busy 상태이면 백오프를 중지하고, 채널 상태가 DIFS 시간동안 계속 idle 상태를 유지하면 마지막 백오프 카운터 값부터 다시 백오프를 수행한다. 만일 다수의 전송 후 응답프레임(ACK)을 받지 못하면 재전송을 시작하는데, 이때 백오프에 사용하는 CW 값은 재전송 때마다 $2(CW+1)-1$ 만큼씩 증가된 범위 안에서 랜덤 정수를 선택하여 사용한다. CW 값은 최대 CWmax 범위를 넘을 수 없다.

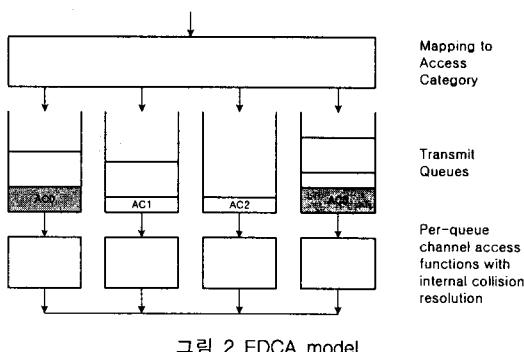


그림 2 EDCA model

이와 같은 IEEE802.11 표준안에서는 real-time traffic에 대해서도 non real-time traffic과 똑같이 처리하므로 QoS를 보장할 수 없다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 IEEE802.11e에서는 그림 2와 같이 4개의 큐를 두어 표 1과 같이 7개의 우선순위 테이터 종류에 따라 4개의 Access Category(AC)로 나누어 QoS를 지원하도록 하였다[2]

표 1. Access category

Priority (=802.1D pri)	802.1D Designation	Designation (informative)	802.11e AC (Access category)
1	BK	Best Effort	0
2	-	Best Effort	0
0	BE	Best Effort	0
3	EE	Video Probe	1
4	CL	Video	2
5	VI	Video	2
6	VO	Voice	3
7	NC	Voice	3

표 2. EDCA parameter set

802.11e AC	CWmin	CWmax	AIFSN	TXOP Limit DS-CCK	TXOP Limit Extended Rate/OFDM
AC0	aCWmin	ACWmax	7	0	0
AC1	aCWmin	ACWmax	3	0	0
AC2	(aCWmin+1)/2-1	aCWmin	2	6.016 ms	3.008 ms
AC3	(aCWmin+1)/4-1	(aCWmin+1)/2-1	2	3.264 ms	1.504 ms

표2의 EDCA 파라미터 세트은 송신 때 채널을 얻는데 중요 한 역할을 한다. 이것은 MAC 디바이스 드라이버가 AP로부터 오는 beacon 프레임이나 probe response 프레임의 QBSS 필드안의 정보를 추출하여 하드웨어의 해당 레지스터에 기록하여 설정된다. 현재 이것은 회사에 따라 다른 값을 가지고 있다.

IEEE802.11e에서는 QoS data, QoS null 프레임과 같은 프레임이 첨가되었으며, QoS 프레임의 구조는 그림 3과 같이 프레임 헤더에 2 바이트의 QoS 제어 필드가 포함되어 있다.

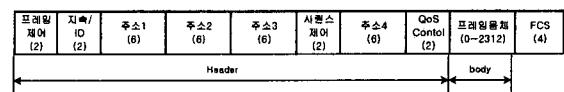


그림 3 QoS 프레임 구조

QoS 제어 필드는 표 3과 같이 구성되며 TID 값이 0에서 7사이의 정수값이면 우선순위된 QoS 값을 가리키고, 8에서 15까지의 정수값은 파라미터화된 QoS를 위한 TSID를 나타낸다. 그리고 Ack Policy에 따라 송신한 프레임에 대해 수신 스테이션의 ACK 프레임을 안 보내도록 할 수 있다.

표 3. QoS control field

Applicable Frame (sub)Type	Bit0-3	Bit4	Bits5-6	Bit7	Bits8-15
QoS(+) CF-Poll frame by HC	TID	EOSP	Ack Policy	Reserv	TXOP limit in unit 32 us
QoS Data, QoS CF-Ack by HC	TID	EOSP	Ack Policy	Reserv	Reserved
QoS data type by non-AP QSTAS	TID	0	Ack Policy	Reserv	TXOP duration requested in unit 32 us
	TID	1	Ack Policy	Reserv	Queue size in unit of 256 octets

본 논문에서는 그림 4와 같은 무선랜 환경에서 음성데이터와 같은 real-time traffic이 QoS로 인해 빠르게 송신하는 방법에 대해 기술한다.

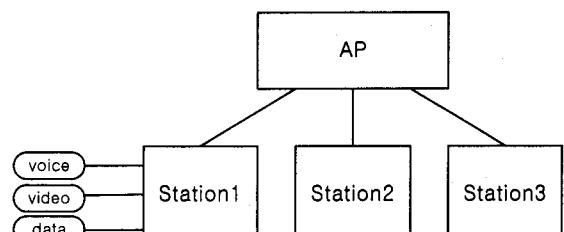


그림 4 실제 무선랜 환경

3. 장 구현

본 논문에서 제시하는 무선랜 MAC 송신 방법은 소프트웨어부와 하드웨어부로 크게 나눌 수 있다.

소프트웨어부는 그림 5와 같이 프레임의 종류를 음성데이터와 비음성데이터로 나누는 기능과 MAC 데이터 서비스 관리 기능을 수행한다. 음성데이터는 RTP와 UDP를 거쳐 IP로 들어온 후 MAC 디바이스 드라이버로 전달되고, 비음성데이터는 UDP나 TCP를 거쳐서 IP로 들어온 후 MAC 디바이스 드라이버로 전달된다.

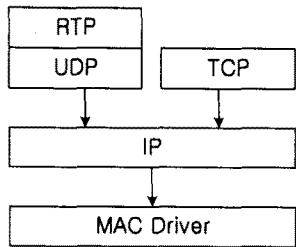


그림 5 소프트웨어부

MAC 디바이스 드라이버는 MAC 하드웨어의 송신 FIFO가 비어있으면 데이터가 음성데이터인지 비음성데이터인지를 QoS 제어필드의 우선순위 필드에 기록하여 MAC 하드웨어에게 알려주고 송신 프레임을 송신 FIFO에 기록한다.

MAC의 송신부 하드웨어는 그림 6과 같이 구성되어 있다.

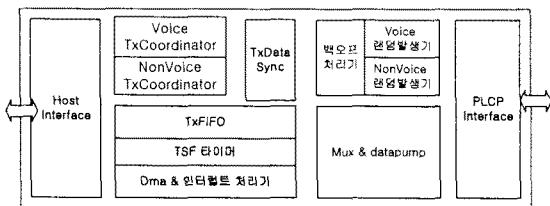


그림 6 QoS 무선랜 MAC의 송신부 하드웨어

송신부 하드웨어의 외부 인터페이스는 호스트 인터페이스와 PLCP 인터페이스로 연결되며, 송신을 위한 내부 모듈로 음성 송신 코디네이터, 비음성 송신 코디네이터, 그리고 송신 데이터정보 동기화 모듈, 송신 피포, TSF 타이머, DMA/인터럽트 처리기, 백오프 처리기, 음성데이터용 팬덤발생기, 비음성데이터용 팬덤발생기, 막스/데이터펌프로 구성되어 있다.

호스트 인터페이스는 프로세서와 관련된 버스와 연결되고 PLCP 인터페이스는 모뎀과 연결된다.

송신할 데이터가 있음을 디바이스 드라이버로부터 전달받으면 음성데이터 프레임의 경우는 음성 송신 코디네이터가 동작하고, 비음성데이터 프레임의 경우는 비음성 송신 코디네이터가 동작하게 된다. 각각의 송신 코디네이터는 IEEE802.11e의 규칙대로 EDCA, 백오프, 재전송 등을 수행하여 매체로 접근할 기회를 찾으며, 또한 EDCA 파라미터 셋에 따라 음성데이터와 비음성데이터를 우선 순위대로 서로 다른 백오프와 AIFS 시간을 적용해서 QoS 제공한다.

DMA/인터럽트 처리기는 MAC이 매체 접근 기회를 갖게 되면 송신시작 인터럽트를 발생하고, 송신이 성공하면 송신 성공 인터럽트, 재전송까지 해서 송신이 실패면 송신실패 인터럽트를 발생시켜 디바이스 드라이버가 알 수 있도록 하며, 관련된 DMA 동작을 수행한다.

송신 피포는 송신시작 인터럽트가 발생하면 디바이스 드라이버에 의해 송신 프레임이 저장되는 임시 버퍼 역할을 수행한다.

TSF 타이머는 beacon 프레임에서 추출한 타이밍 정보를 디바이스 드라이버에서 계산하여 기록한 후 프레임마다 time stamp를 적을 때 사용된다.

백오프 처리기는 EDCA 파라미터 값에 따라 팬덤 발생기에서 전달받은 팬덤 상수값을 이용해서 백오프 카운터를 동작시켜서 0가 되는 순간 송신 코디네이터에게 알려주는 기능을 수행한다.

송신데이터 동기화 모듈은 송신프레임에 대한 PLCP 정보인 signal 필드, header 길이, 데이터 octet 크기, PLCP service, PLCP length time 정보를 PLCP 인터페이스로 전달해 주는 기능을 수행한다.

막스/데이터펌프 모듈은 송신데이터 헤더와 송신 피포의 데이터를 학싱하여 PLCP 인터페이스로부터 입력되는 송신클록에 맞게 데이터를 전달하는 기능을 수행한다.

4. 실험결과

본 논문에서 제시한 무선랜 MAC은 ARM922 프로세서가 탑재된 ALTERA Excalibur 칩에 구현되어 시험하였다..

음성데이터와 비음성데이터를 송신하면서 네트워크 패킷 분석 툴인 Airopeek[3]를 이용하여 시간 간격을 측정한 것을 예를 들어 그림 7에 보였다. 재전송 제한 횟수를 3으로 설정하고 응답이 없도록 환경을 설정하여 전송을 하였다.



그림 7 음성과 비음성데이터 간의 QoS

송신 때마다 ACK 프레임이 수신되지 않는 환경이므로 송신 MAC은 재전송을 시도하는데, 음성데이터가 비음성데이터에 의해 간격이 적으므로, 재전송시 음성데이터가 빠르게 전송되는 것을 알 수 있다.

5. 결론

IEEE 802.11e에서 제시하는 QoS는 다중 큐를 두고 우선순위가 높은 데이터가 백오프를 빨리 끝내고 AIFS SlotTime을 빨리 얻어서 송신을 하는 것이다. 그러나 본 논문에서 제시하는 송신 방법은 하나의 큐만을 가지므로 먼저 전송한 프레임의 송신이 완료되어야만 다음 프레임이 전송할 수 있는 단점이 있다. 하지만 설계 규모면에서 적은 크기로 인해 VoIP나 휴대용 모빌장치에 적용이 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] IEEE, IEEE Std802.11, Part11: Wireless LAN Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) Specifications, 1999 Edition
- [2] IEEE, IEEE 802.11e/D8.0, Part11: Wireless LAN Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) Specifications-Medium Access Control(MAC) Quality of Service(QoS) Enhancements, February 2004
- [3] Airopeek, <http://www.wildpackets.com/>