

HiperLAN/2 무선랜의 성능향상을 위한 효율적인 채널 할당방안연구

장순건*, 장재환*, 임석구*
*백석대학교 정보통신학부
e-mail:sklim@bu.ac.kr

Effective Channel Assignment Scheme for Performance Enhancement in HiperLAN/2 Wireless LAN

Jang soon-gun*, Jang jae-hwan*, Lim seog-ku*
*Div. of Information and Communications, BaekSeok University

요 약

HiperLAN Type2에서의 MAC 프로토콜은 TDMA/TDD을 기반으로 하며, 무선채널은 중앙제어방식으로 운영되는 AP(Access Point)에 의해서 할당된다. 상향링크로 데이터 전송이 필요한 이동단말은 RCH 채널을 통하여 AP에게 무선자원을 요청한다. 각 MAC 프레임마다 RCH 수를 동적으로 변경하는 것이 중요한데, RCH 수가 많이 할당되면 무선자원의 낭비를 초래하며, RCH 수가 적게 할당되면 이동단말간의 충돌이 증가하고 AP에 접속하는 시간도 길어진다. 따라서 RCH 수는 트래픽에 따라 적절하게 할당되어야 한다. 본 논문에서는 HiperLAN/2에서의 성능향상을 위해 충돌과 성공을 고려하여 RCH(Random CHannel)수를 고정적인 β 값만큼 증감하는 방법을 제안하였다. 제안한 방법의 효율성을 입증하기 위해 시뮬레이션을 수행하였으며, 처리율과 접속 지연 관점에서 분석하였다.

1. 서론

최근 케이블을 연결하지 않고도 사무실, 공항, 캠퍼스, 철도역, 병원, 호텔 등에서 노트북 컴퓨터 또는 개인휴대 단말기를 사용, 초고속 인터넷을 즐길 수 있는 무선랜과 관련한 기술개발이 국내·외에서 활발히 진행되고 있다.

이동통신서비스가 현재 많은 국가에서 생활의 일부분으로 보편화되면서 사용자는 미래 통신 시스템으로 데이터 시스템 뿐 만 아니라 좋은 품질의 멀티미디어 서비스도 가능한 고속의 전송 서비스를 요구하게 되었다.

최근 무선랜을 위한 주요기술은 IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.11a/g와 ETSI(European Telecommunication Standards Institute) HiperLAN/2이다. 두 방식의 가장 큰 차이점은 MAC프로토콜에 있다. IEEE802.11a/g는 CSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access /Collision Avoidance)에 기반한 MAC 프로토콜을 이용하고 HiperLAN/2는 2ms의 MAC 프레임을 이

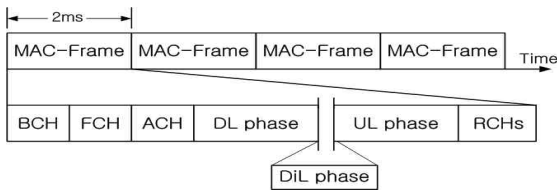
용한 TDMA/TDD 방식에 기반을 둔다[1]. 무선망을 통해 디지털화된 음성 및 비디오, 데이터, 멀티미디어 응용 프로그램 등을 지원하기 위해서는 적합한 MAC 프로토콜에 대한 정의와 융통성 있고 효율적인 자원할당 메커니즘이 필요하다[2]. 또한 다양한 형태의 트래픽을 지원할 수 있는 QoS(Quality of Service) 지원이 가능하다[3]. QoS 제공 기능 때문에 영상·음성·데이터와 같은 다양한 종류의 데이터를 동시에 전송하는데 더욱 효율적으로 운용이 가능하다. MAC 프레임들은 AP(Access Point)에 의해 구성되며 데이터 전송이 필요한 단말은 상향링크로 AP에게 자원을 요청한다. 자원요청 시 단말은 RCH를 이용한다. RCH 수는 프레임마다 변경될 수 있는데 필요 이상의 RCH 수는 충돌확률을 줄이지만 자원낭비를 초래한다. RCH 수가 작으면 충돌이 발생할 확률이 높아지고 AP에 접속하는 시간이 길어진다. 그러므로 트래픽에 따라 적절한 RCH 수를 가변시키는 방안이 필요하다. 본 논문에서는 이전 프레임에서 성공한 RCH 수와 충돌이 발생한 RCH 수를 기반으로 다음 프레임에서의 RCH 수를 최소한으로

증가 또는 감소함으로써 RCH 수의 변화를 적게 주었다. 성능평가를 위해 RCH의 수를 고정한 것과 제안한 방법을 시뮬레이션을 통해 비교하였다. 결과적으로, RCH수를 고정한 것보다 제안한 방법이 처리율과 접속지연 측면에서 향상된 성능을 보여 실시간 트래픽을 전송하는데 적합함을 알 수 있었다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 서론에 이어, II.장에서는 HiperLAN/2에서의 MAC프레임 구조와 제안하는 접속채널 할당 방법에 대해 설명한다. III.장에서는 제안된 기법의 시뮬레이션 결과를 통해 성능을 분석하고 마지막으로 IV.장에서 결론을 맺는다.

2. 제안하는 접속채널 할당방법

HiperLAN/2는 5GHz대역에서 6~54Mbps의 전송속도를 갖는 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 방식의 고속 무선랜의 표준안이다. 하나의 MAC프레임의 길이는 2ms이며 [그림 1]과 같은 구조를 갖는다[4].



[그림 1] MAC 프레임 구조

BCH(Broadband CHannel)는 단말에게 필요한 정보제공 즉, 각각의 구성이 어디서부터 시작인지에 대한 포인터정보, 크기는 고정이다. FCH(Frame control CHannel)는 각 단말에 대한 자원 할당 정보 제공 즉, 데이터 전송에 성공한 데이터들이 보내지는 시작포인터 정보이다. ACH(Access feedback CHannel)는 이전 프레임에서 RCH 액세스 시도의 성공여부 전송 즉, 성공한 데이터들의 리스트, 크기는 고정으로 되어있다. DL(DownLink), UL(UpLink), DiL(Direct Link)은 데이터 전송 구간이고 RCH(Random access Channel)는 접속을 시도하는 단말의 자원 할당 요구사항 전달, UL에서 slot을 할당받지 못한 단말이 첫 번째 접속을 하고 무선랜에 접속을 시도하는 단말의 자원할당 요구사항을 전달한다.

HiperLAN/2의 동작은 AP에서 관리하며 자원할당을 스케줄링 하는 중앙제어방식이다. 상향링크로 전송이 필요한 단말은 RCH 통해 자원요청을 한다.

RCH에 대한 액세스는 각 단말에서 관리하는 경쟁 윈도우(Contention Window)에 의해 제어된다. CW_a 의 크기는 재전송 횟수 a 에 의해 결정되며 식 (1)과 같이 표현된다.

$$\text{initial attempt: } a=0, CW_0 = n \quad (1)$$

$$\text{retransmission: } a \geq 1,$$

$$CW_a = \begin{cases} 256, & 2^a \geq 256 \\ 2^a, & n < 2^a \leq 256 \\ n, & n \geq 2^a \end{cases} \quad (2)$$

여기서 a 는 재전송 횟수를 의미하고, n 은 현재 MAC 프레임에서의 RCH의 수를 의미한다.

단말은 CW_a 값을 결정한 후, $[1, CW_a]$ 사이에서 균일 분포에 따라 랜덤정수 r 을 선택한다. 선택한 r 은 단말이 액세스를 시도할 RCH 번호가 된다. 그 값은 1씩 감소하여 0이 되는 순간 보내진다. 성공한 데이터는 ACH에 성공여부 리스트가 전송되고 FCH는 보내질 시기의 DL, UL 포인터를 결정한다. 만약, 같은 순간 0이 되면 충돌이 일어난다. 충돌 발생 시 단말은 새로운 RCH 채널번호를 다시 계산하고 최대 256까지 CW_a 가 증가한다.

AP는 매 MAC 프레임마다 RCH 수를 동적으로 변경할 수 있다. HiperLAN/2 표준안에서 한 MAC 프레임에서 RCH 수는 1~31 사이의 값을 갖는다고 정의하였다. 입력되는 트래픽에 비해 RCH 수가 많은 경우에는 이동단말간의 충돌확률이 줄어들지만 무선자원의 낭비가 초래되며, RCH 수가 적은 경우에는 충돌확률이 증가하고 이로 인한 접속지연(access delay)이 증가하게 된다. 따라서 트래픽에 따라 RCH 수를 동적으로 변화하여 시스템의 처리율(throughput)을 높이고 접속지연을 감소시키는 방안이 요구된다. 따라서 본 논문에서는 이전 프레임에서의 자원요청메시지의 성공 수와 실패 수를 기반으로 식 (3)과 같은 방법으로 다음 프레임에서의 RCH 수를 결정하는 방법을 제안한다.

$$r(t+1) = \begin{cases} r(t) + \beta, & N_f(t) > N_s(t) \\ r(t) - \beta, & N_f(t) < N_s(t) \\ r(t), & N_f(t) = N_s(t) \end{cases} \quad (3)$$

여기서 $r(t)$ 는 이전 프레임에서 할당된 전체 RCH 채널수이다. $N_s(t)$ 와 $N_f(t)$ 는 이전 프레임에서 성공한 RCH 채널수와 충돌한 RCH 채널수를 각각 의미한다. 조정인자 $\beta = 1, 2, 3$ 의 값을 갖는다.

한 프레임에서 RCH 개수의 범위를 최소 1개에서 최대 31까지로 제한한다[5].

$$r(t+1) = \min[\max(r(t+1), 1), 31] \quad (4)$$

이전 MAC 프레임 내에서 충돌의 수가 성공의 수

보다 많을 경우는, 현재 프레임을 β 값만큼 증가한다. 반대로 성공의 수가 충돌의 수보다 많을 경우에는, 현재 프레임을 β 값만큼 감소한다. 그리고 충돌의 수와 성공의 수가 같은 경우에는 다음 MAC 프레임의 RCH 수는 변하지 않는다.

3. 시뮬레이션을 통한 성능 분석

제안하는 알고리즘의 성능을 평가하기 위해 시뮬레이션을 수행하였으며 처리율(throughput)과 접속 지연(access delay) 관점에서 분석하였다. 성능 분석을 위한 시뮬레이션 소프트웨어는 Linux환경 기반의 NS-2를 사용한다.

시뮬레이션 모델은 셀룰러 망과 유사한 구조를 갖는데, 백본망(Back Bone Network)에 연결된 AP와 다수의 이동단말들로 구성된 망을 가정하였다. AP는 1개이고 섹터도 1개로 고정하였다. 이동단말에서 발생하는 자원요청메시지의 도착은 포아송(Poisson) 분포를 따른다고 가정하였다. 또한 이동단말은 하나의 자원요청메시지가 성공될 때까지 새로운 메시지를 발생시키지 않도록 하였다.

데이터 전송을 위해 사용할 수 있는 상향링크와 하향링크 구간의 길이는 고정된 프레임 길이 2ms에서 BCH, FCH, ACH, RCH의 길이를 제외한 부분으로 상향링크와 하향링크의 길이가 같은 비율을 갖도록 하였으며, 채널예약을 위해 사용하는 RCH 수를 고정으로 하여 4, 8, 15, 31개 일 때를 비교하였다.

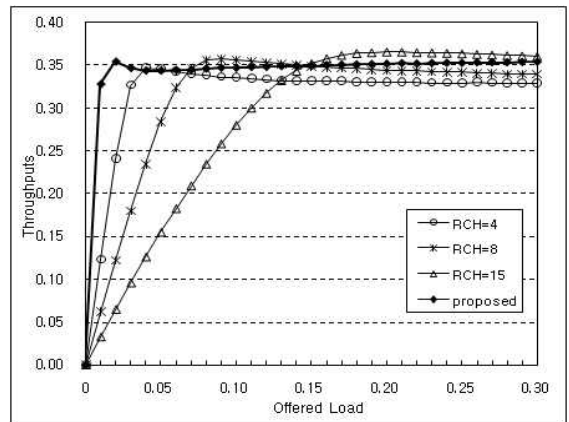
시뮬레이션 수행에 필요한 각 채널의 길이는 ETSI에서 표준화한 HiperLAN/2의 MAC 프로토콜을 기반으로 표 1.과 같이 설정하였으며[1], 무선채널의 영향으로 인한 전송에러는 고려하지 않았다.

[표 1] 시뮬레이션 파라미터

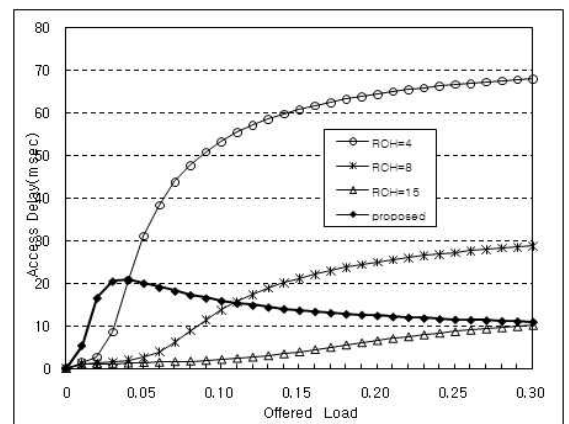
채널	PHY mode	Length (octet)	시간 (μ s)
BCH 채널	BPSK, Code rate 1/2	15	20
FCH 채널	BPSK, Code rate 1/2	$\times 27$	$\times 36$
ACH 채널	BPSK, Code rate 1/2	9	12
SCH PDU	BPSK	9	12
LCH PDU	16 QAM	54	12
RCH 채널	BPSK, Code rate 1/2	9	12(1~31개)

[그림 2]와 [그림 3]은 $\beta=1$ 이고, MT의 수를 50개로 고정된 경우 각 MT에서의 초당 메시지 발생률을 0.01(메시지/2ms)에서부터 0.01 간격으로 0.3까지

증가시키면서 시뮬레이션을 수행한 결과를 나타내었다. 그림 2는 초당 보내지는 데이터의 양이 점점 증가할 때 처리율을 나타내며, 그림 3은 접속지연(access delay)을 나타낸다. [그림 2]에서 제안한 기법은 초반 처리율이 RCH수를 고정 시킨 것에 비해 처리율이 높게 나타났다. 제안한 방식의 처리율은 RCH 수를 고정된 경우에 비해 처리율이 높게 나타났으며, [그림 3]에 나타낸 접속지연도 처음에는 약간 증가하다가 서서히 감소함을 알 수 있다. 단말의 수를 50개로 고정하고 데이터 전송률을 조금씩 증가시킬 경우, RCH를 고정으로 두었을 때는 트래픽 상황에 따라 처리율이 낮아지거나 지연이 길어진다. 트래픽 부하가 적은 경우 RCH 수를 많이 할당하면 자원의 낭비를 초래하고, 트래픽 부하가 큰 경우 적게 할당한 RCH는 단말들의 자원요청을 수용하지 못해 충돌이 일어나 지연이 길게 나타난다. 이는 AP가 트래픽 상황을 고려하여 적절하게 RCH를 가변해야 함을 알 수 있다. 또한 RCH의 급격한 변화보다는 고정적인 β 값으로 증감시켜 RCH 수를 적절하게 조절한 방법이 더 효율적인 것을 확인하였다.



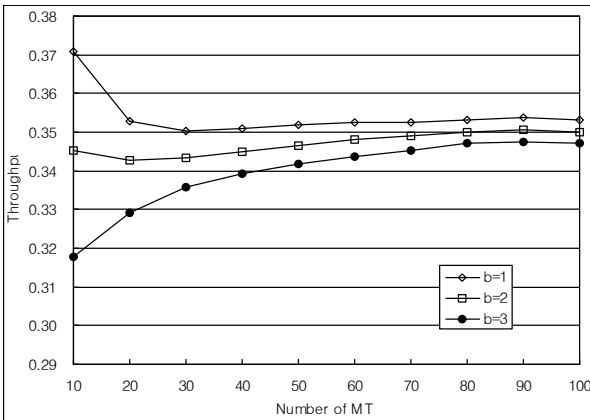
[그림 2] 트래픽 증가에 따른 처리율의 변화(단말수=50)



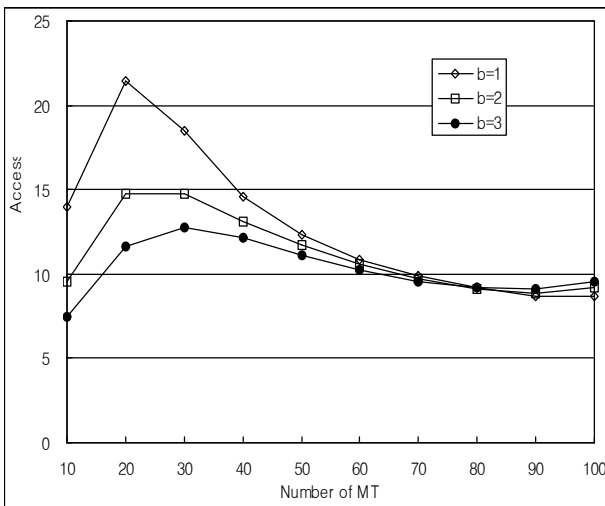
[그림 3] 트래픽 증가에 따른 접속지연의 변화(단말수=50)

[그림 4]와 [그림 5]는 초당 메시지 수를 100개로 고정하고 MT의 수를 10에서 100까지 10 단위로 증가하면서 시뮬레이션을 수행한 결과를 나타내었다. 제안한 기법을 사용한 경우, 시뮬레이션 결과를 보면 처리율이나 접속지연 측면에서 변화의 폭이 크지 않고 일정하게 유지한다. RCH 수를 4, 8, 15로 고정 한 것에 비해 처리율과 지연에서 더 나은 성능을 확인할 수 있다.

제안한 기법에서 β 값을 1, 2, 3으로 시뮬레이션을 해본 결과 RCH 수를 고정적으로 두었을 때 보다 성능이 더 좋았고 β 값은 크게 상관없지만 1일 때가 처리율 성능이 우수함을 알 수 있었고, 반면에 지연은 상대적으로 증가함을 알 수 있었다.



[그림 4] 고정 도착율에서의 단말의 수 대 처리율 (데이터 트래픽=100초/단말)



[그림 5] 고정 도착율에서의 단말의 수 대 지연시간 (데이터 트래픽=100초/단말)

위 상황은 실제 트래픽 상황에서와 같이 제안한 기법으로 RCH수의 변화를 적게 주면 단말의 수가 증가하여도 데이터 전송 구간과 RCH구간이 일정하게 유지되어 실제 트래픽 상황으로 보았을 때 기존

방식보다 RCH수의 변동을 적게 주는 것이 보다 합리적인 데이터 전송환경을 만들어주는 것이라 판단 된다.

4. 결론

본 논문에서는 무선랜을 위한 주요기술 중 하나인 HiperLAN/2에서 효율적으로 자원요청메시지를 수용하기 위해 이전 프레임에서의 RCH 채널의 성공수와 충돌수를 기반으로 다음 프레임의 RCH 채널을 할당하는 방안을 제안 하였다.

HiperLAN/2 MAC프로토콜 표준안을 근거로 하였으며, 각 프레임마다 RCH를 고정한 경우와 제안한 기법을 비교하였다. 시뮬레이션을 통해 분석한 결과 제안한 기법이 처리율과 접속지연 측면에서 성능이 향상됨을 알 수 있었다. 이는 AP가 트래픽 상황을 고려하여 적절하게 RCH 수의 변화를 최소화하여 RCH 수를 변화하였기 때문이다. 결과적으로 제안한 방법이 효율적으로 무선자원을 이용하는 것을 알 수 있었다.

추후에는 비실시간 트래픽 뿐만 아니라 실시간으로 멀티미디어 서비스가 제공되는 환경에서 실제 트래픽을 고려한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] ETSI TS101 761-1 v121 HIPERLAN Type2, DLC Layer Basic Data Transfer Functions.
- [2] Luciano Lenzini and Enzo Mingozzi, "Performance Evaluation of HIPERLAN/2 with Voice and Web Data Traffic," Proceeding of the 34th Hawaii International Conference on System Science, 2001.
- [3] Jamshid khun-jush, Goran Mlmgrem, Peter Schramm and Johan torsner, "HIPERLAN/2 for broadband wireless communication," Ericsson review NO.2 2000.
- [4] 황의석, 고유창, 이승규, 윤철식, 이형우, 조충호 "HIPERLAN Type 2에서 Split 알고리즘에 기반한 랜덤채널할당 기법" 한국통신학회논문지, Vol.28 NO 9A, pp.717~727, 9월, 2003.
- [5] D. G. Jeong and W. S. Jeon, "Performance of an exponential backoff schema for slotted-ALOHA protocol in local wireless environment," IEEE Trans. Technol., vol. 44, pp. 470-479, Aug.1995.