

HiperLAN/2 무선랜에서 성공과 충돌수를 고려한 동적채널할당 방안

Dynamic Channel Assignment Scheme

Considering Number of Success and Collision in HiperLAN/2 WLAN

임석구*

백석대학교

Lim seog-ku*

Baekseok Univ.

요약

HiperLAN/2에서의 MAC 프로토콜은 TDMA/TDD에 기반하며, 무선채널은 중앙제어방식으로 운영되는 AP(Access Point)에 의해서 할당된다. 상향링크로 데이터 전송이 필요한 이동단말은 RCH 채널을 통하여 AP에게 무선자원을 요청한다. 각 MAC 프레임마다 RCH 수는 변경하는 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. 이러한 관점에서 본 논문에서는 이전 MAC 프레임에서 RR 메시지 전송에 성공한 회수와 실패한 회수를 기반으로 RCH 수를 동적으로 변화시키는 방안을 제안하였다. 제안한 방안의 효율성을 입증하기 위해 시뮬레이션을 수행하여 분석하였다.

Abstract

The MAC protocol of HiperLAN/2 is based on TDMA/TDD. The radio channels are assigned by AP(Access Point) that is centrally operated. Mobile terminal that data transmission is necessary to uplink requests radio resource to AP through RCH channel. The changing number of RCHs in each MAC frame is important because too many RCHs may result in a waste of radio resources and too few RCHs may result in many access collisions and prolong time that connect to AP. Therefore, number of RCH should be allocated properly according to traffic. From these viewpoint, this paper proposes an advanced scheme that dynamically changed the number of RCH which is based on the number of success and collision of RR message in previous MAC frame. To prove efficiency of proposed scheme, a lots of simulations are conducted and analyzed.

I. 서론

현재 무선랜(Wireless LAN)에서 중요한 기술은 IEEE 802.11a/g와 ETSI HiperLAN/2이다[1],[2]. 이러한 표준들에서의 중요한 특징 중의 하나는 높은 전송속도를 요구하고 있는데, 물리계층(THY Layer)에서의 전송속도는 54Mbps임을 규정하고 있다. 데이터 전송속도를 높이기 위해 물리계층에서의 순수 데이터 전송률(raw data rate)만을 높이는 것은 한계가 있다. 즉, 물리계층에서의 데이터 전송률을 높인다고 무선랜의 수율이 선형적으로 증가하는 것은 아니다[3]. 수율을 높이기 위해

서는 물리계층에서의 데이터 전송률의 증가와 MAC 계층의 오버헤드(overhead)를 줄이는 것이 필요하다.

본 논문에서는 HiperLAN/2 시스템의 MAC 프로토콜을 고려하는데, 여기서 오버헤드에 영향을 미치는 주요 요소는 랜덤채널(RCH)이다. HiperLAN/2 표준은 MAC 프레임에서 정확한 RCH 개수를 정의하지 않았다. 현재의 트래픽 상황보다 필요 이상의 RCH 수를 할당하면 이동단말간의 충돌확률을 감소할 수 있지만 무선자원의 낭비를 초래한다. 반면에 필요 이하의 RCH 수를 할당하면 이동단말간의 충돌확률이 증가하여 이동단말들이 시스템에 접근하는 시간(access time)이 증가되고 수율

도 급격히 감소된다. 따라서 RCH 수는 트래픽 부하에 따라 동적으로 변화하는 것이 효율적이며, 이를 해결하기 위한 많은 연구들이 진행 되어왔다[4],[5],[6].

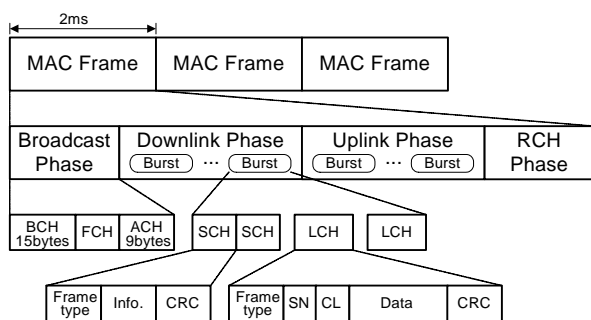
본 논문에서는 이전 프레임에서 채널 접속에 성공한 수와 실패한 수를 기반으로 다음 프레임에서 RCH 수를 동적으로 가변시켜 무선자원의 효율을 높일 수 있는 알고리즘을 제안하고 이를 시뮬레이션을 이용하여 그 성능을 검증한다.

본 논문의 구성은 서론에 이어 II.장에서는 HiperLAN Type 2의 채널접속 알고리즘과 제안하는 알고리즘을 설명한다. III.장에서는 제안하는 알고리즘의 성능을 시뮬레이션을 통해 수율과 액세스 지연 관점에서 분석하고 마지막으로 IV.장에서 결론을 맺는다.

II. 동적채널할당 알고리즘

1. HiperLAN/2에서의 채널접속방식

HiperLAN/2에서 MAC 프로토콜은 동적으로 동작하는 TDMA/TDD 방식을 근간으로 한다[2]. 그림 1.과 같이 MAC 프레임의 길이는 2ms이다. 각 MAC 프레임은 4가지 단계로 나누어지고, 각 단계의 길이는 AP(Access Point)에 의해 결정된다.



▶▶ 그림 1. HiperLAN/2 MAC 프레임 구조

프레임은 방송단계(Broadcast Phase)로 시작되는데, 여기에는 BCH(Broadcast Channel), FCH(Frame Channel), ACH(Access Channel)의 3개의 제어채널이 포함되어 있다. BCH에는 무선 셀과 관련된 브로드캐스트 제어정보가 담겨 있는 BCCH(Broadcast Control Channel) 메시지를 전송하며, BCCH 메시지는 FCH의

포인터, FCH 내의 IE 블록의 수, RCH 시작점 등으로 구성된다. FCH에는 프레임 내의 자원할당과 같은 현재의 프레임 구성에 대한 정보가 전송된다. FCH는 IE(Information Element)들로 구성되며, IE들은 세 개의 고정된 크기의 블록으로 그룹화 된다. IE는 하나의 상향 혹은 하향링크의 PDU들에 대한 위치와 구성에 관한 정보를 전송한다. 각 프레임에서 FCH의 길이는 가변이며 프레임 내의 상향링크(Uplink)와 하향링크(Downlink)에서 전송되는 PDU들의 수에 따라 달라진다. ACH는 RFCH(Random access Feedback Channel) 메시지를 운반한다. 이는 이전 프레임에서 시도된 자원요청 메시지의 랜덤접속전송에 대한 결과를 알려준다.

방송단계 다음에는 DL(Downlink)과 UL(Uplink) 단계가 있는데, PDU(Protocol Data Unit)의 버스트가 MT(Mobile Terminal)로 또는 MT로부터 전송된다. 각 PDU 버스트는 SCH를 통해 전송되는 다수의 9 byte 제어 PDU와 LCH를 통해 전송되는 54 byte의 사용자 데이터로 이루어진다. 각 MAC 프레임의 마지막에는 하나 또는 하나 이상의 RCH(Random Channel)가 있다.

랜덤접속단계는 하나 혹은 그 이상의 RCH(Random Channel)들로 구성되며, 하나의 MAC 프레임은 최대 31개의 RCH를 가질 수 있다. 전송할 데이터가 있는 이동단말들은 자원요청메시지(RR, Resource Request)를 작성하여 전송한다. 이 때 AP로 전송되는 자원요청 메시지는 RCH 채널단계를 통해 전송될 경우는 전송할 RCH 번호를 계산하여 해당 프레임에서 전송한다. 만일 충돌 발생 시 이동단말은 새로운 RCH 채널번호를 다시 계산한다. RCH 채널번호는 윈도우 기반의 Binary Back-off 알고리즘에 따라 계산되며, 충돌 발생 후, 최대 256까지 윈도우 크기가 증가한다. 자원요청 메시지는 이동단말의 버퍼에서 전송을 위해 대기하고 있는 LCH PDU의 수를 포함하고 있고, 전송되는 자원요청 메시지가 충돌로 인한 재전송인지 아닌지를 나타내는 재전송 비트를 가지고 있다.

AP에서 운용되는 스케줄링 알고리즘은 HiperLAN/2 시스템내의 매체접근을 제어하기 위해 사용된다. 자원할당을 제어하기 위해 AP는 MT 내부의 버퍼상태를 알 필요가 있다. 따라서 MT는 자신의 버퍼상태를 자원요청메시지를 이용하여 AP에게 보고한다. AP는 이러한 데이터에 따라 무선채널을 할당한다. 관련 MT(AP에 등록된 MT를 의미)가 AP에게 RR 메시지를 전송하는 보

통의 방법은 UL 단계 동안에 전송되는 데이터에 RR 메시지를 piggyback하는 것이다. 이러한 경우 MT는 SCH 내에 RR 메시지를 전송한다. 그러나 MT가 RR 메시지를 전송하는데 RCH를 이용해야 하는 몇 가지 상황이 있다. RCH는 다음과 같은 경우에 사용된다.

- 현재 MAC 프레임의 UL 단계에서 RR 메시지를 전송할 기회를 갖지 못한 관련 MT가 AP로 RR 메시지를 신속하게 전송할 필요가 있는 경우(버퍼 상태가 심각하게 변화되었기 때문에)
- 비관련 MT가 새로운 요청 메시지를 보낼 경우(MT가 RCH를 통해 처음으로 AP에 접촉하는 경우)
- MT가 새로운 AP를 액세스하기 위해 핸드오버 요청 메시지를 전송하는 경우

RCH는 HiperLAN/2 MAC 프레임에서 충돌이 발생하는 유일한 전송채널이다. AP는 MT에게 이전 MAC 프레임에서의 액세스 시도에 대한 결과를 ACH 채널을 통해 알려준다. RCH에 대한 액세스는 각 이동단말에서 관리하는 경쟁윈도우(CW, Contention Window)에 의해서 제어된다. 각 이동단말은 재전송 회수 a 에 따라서 CW_a 를 결정하며 그 방식은 다음과 같다[2].

- 처음 시도 일 때, ($a=0$)

$$CW_a = n \quad (1)$$

- 재전송일 때, ($a \geq 1$)

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

여기서 n 은 현재 프레임의 RCH 채널수이며, a 는 재전송 시도 횟수를 의미한다. 이동단말은 CW_a 를 결정한 후, $[1, CW_a]$ 사이에서 균일분포(Uniform Distribution)에 따라 임의의 정수 r_a 를 선택한다. r_a 는 이동단말이 액세스를 시도할 RCH 번호가 된다. ACH를 통하여 액세스 실패를 수신한 이동단말은 그 이후의 첫 번째 RCH에서부터 계산을 시작한다. RCH 번호가 r_a 에 도달하기 전에 이동단말은 RCH를 액세스하지 않고 r_a 번째 RCH에 재전송을 시도한다.

2. 제안하는 동적채널할당방식

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 수율(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.

$$r(t+1) = \begin{cases} r(t) + \alpha, & N_f(t) > N_s(t) \\ r(t), & N_f(t) = N_s(t) \\ r(t) - \alpha, & N_f(t) < N_s(t) \\ r(t) - 1, & N_f(t) = N_s(t) = 0 \end{cases} \quad (3)$$

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. $\delta = |N_s(t) - N_f(t)|$ 라고 하면, α 는 식 (4)와 같다.

$$\alpha = a, \quad 2^{a-1} < \delta \leq 2^a, \quad a = 1, 2, \dots \quad (4)$$

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

$$r(t+1) = \min[\max(r(t+1), 1), 31] \quad (5)$$

이전 프레임에서 성공한 채널수 $N_s(t)$ 와 충돌한 채널수 $N_f(t)$ 의 크기를 비교해서 다음 프레임의 RCH 채널수를 α 만큼 증가 또는 감소한다. 즉, 성공한 채널수가 많으면 채널수를 α 만큼 감소시키고 반대로 충돌한 채널수가 많으면 α 만큼 증가시킨다. 예를 들어, $N_s(t)=1$, $N_f(t)=6$ 인 경우 $\delta=5$ 이므로 $\alpha=3$ 이 된다. 따라서 이전 프레임에서 RCH 수가 8인 경우 다음 프레임에 할당될 RCH 수는 11로 결정된다.

III. 시뮬레이션 및 성능 평가

제안하는 알고리즘의 성능을 평가하기 위해 시뮬레이션을 수행하였으며 수율(throughput)과 접속지연(access delay) 관점에서 분석하였다. 시뮬레이션은 SLAM II을 사용해서 Event-Driven 방식으로 구현하였다[7].

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 업링크와 다운링크 구간의 길이는 고정된 프레임 길이 2ms에서 BCH, FCH, ACH, RCH의 길이를 제외한 부분으로 업링크와 다운링크의 길이가 같은 비율을 갖도록 하였으며, 채널 예약을 위해 사용하는 RCH 수를 고정으로 하여 4, 8, 15, 31개 일 때를 비교하였다.

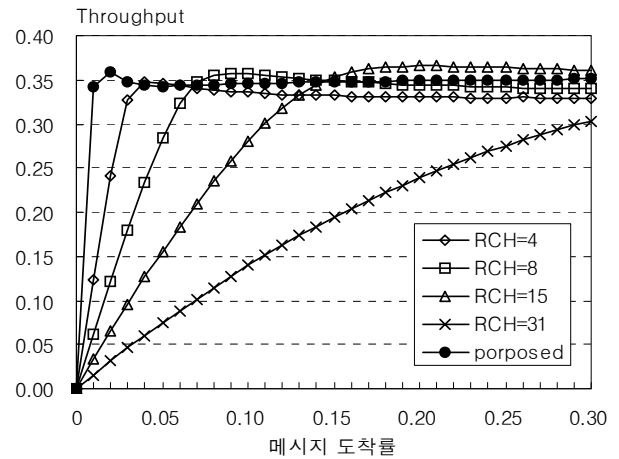
시뮬레이션 수행에 필요한 각 채널의 길이는 ETSI에서 표준화한 HiperLAN/2의 MAC 프로토콜을 기반으로 표 1.과 같이 설정하였으며[2], 무선채널의 영향으로 인한 전송에러는 고려하지 않았다.

표 1. 시뮬레이션 파라미터

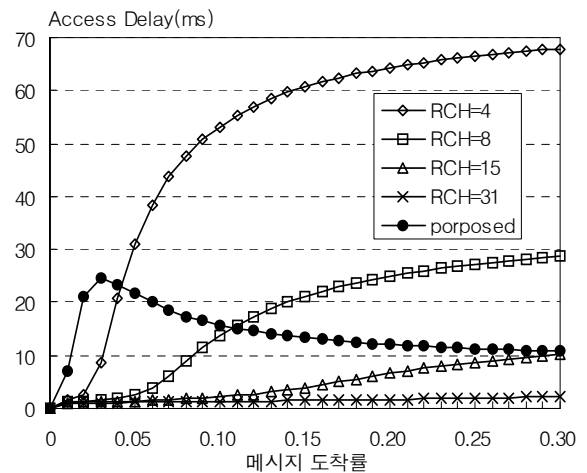
채널	PHY mode	Length (octet)	시간 (μ s)
BCH 채널	BPSK, Code rate 1/2	15	20
FCH 채널	BPSK, Code rate 1/2	$\times 27$	$\times 36$
ACH 채널	BPSK, Code rate 1/2	9	12
SCH PDU	BPSK	9	12
LCH PDU	16 QAM	54	12
RCH 채널	BPSK, Code rate 1/2	9	12(1~31개)

그림 2.와 그림 3.은 MT의 수를 50개로 고정하고 각 MT에서의 초당 메시지 발생률을 0.01(메시지/2ms)에서부터 0.01간격으로 0.3까지 증가시키면서 시뮬레이션을 수행한 결과를 나타내었다. 그림 2.는 수율의 변화를 나타내었는데, RCH의 수를 4, 8, 15, 31로 고정한 경우와 제안방식의 경우를 함께 나타냈다. RCH 수를 4로 고정한 경우 메시지 도착률이 0.04일 때 수율이 가장 높게 나타났으며, 그 이후부터는 서서히 감소한다.

RCH 수가 8로 고정한 경우에는 메시지 도착률이 0.08일 때 수율이 가장 높게 나타났으며, 그 이후부터는 서서히 감소한다. RCH 수가 15인 경우에는 메시지 도착률이 0.16까지 서서히 증가하다가 0.16에서 최고점에 도달함을 알 수 있었다. 반면에 제안한 방식은 입력 트래픽에 따라 효율적으로 RCH 수를 할당하여 대부분의 경우에서 수율이 높게 나타났으며, 일정하게 유지됨을 알 수 있었다. 그림 3.에는 접속지연의 변화를 나타내었는데, RCH 수를 15 또는 31로 고정한 경우에는 접속지연이 낮게 나타났는데, 이것은 상대적으로 입력 트래픽에 비해 RCH 수가 너무 많이 할당되어 무선자원이 낭비되었음을 의미한다. 반면에 제안한 방식에서의 접속지연은 RCH 수를 고정한 경우에 비해 비교적 작음을 알 수 있었다.

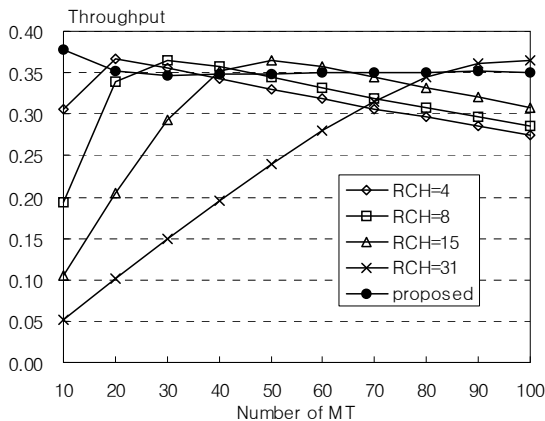


▶▶ 그림 2. MT당 메시지 증가에 따른 수율의 변화(MT=50)

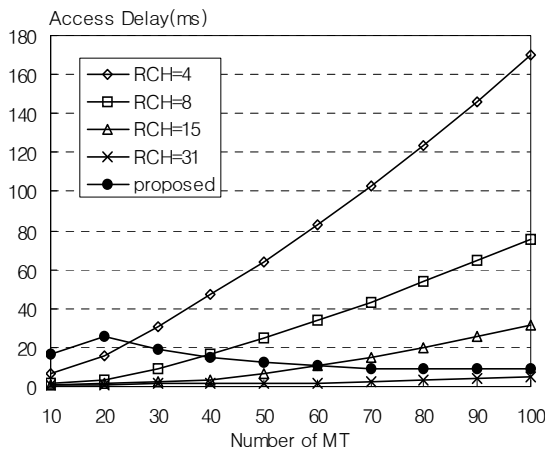


▶▶ 그림 3. MT당 메시지 증가에 따른 접속지연의 변화(MT=50)

그림 4.와 그림 5.는 초당 메시지 수를 100개로 고정하고 MT의 수를 10에서 100까지 10 단위로 증가하면서 시뮬레이션을 수행한 결과를 나타내었다. 그림 4.는 수율의 변화를 나타내었는데, RCH 수를 4로 고정할 경우 트래픽의 부하가 적은 상황에서는 수율이 높았지만 MT 수가 증가될수록 수율은 급격히 떨어짐을 보이고 있다. RCH 수가 8, 15, 31인 경우에도 유사한 특성을 보이고 있다. 그러나 제안한 방식에서는 MT 수의 변화에 무관하게 수율은 거의 일정하게 유지함을 알 수 있는데, 이는 트래픽 변화에 따라 적절하게 RCH 수를 변화시켜서 무선자원을 효율적으로 사용함을 나타낸다. 그림 5.에는 접속지연의 변화를 나타내었는데, RCH 수를 15 또는 31로 고정할 경우에는 접속지연이 낮게 나타났는데, 이것은 상대적으로 입력 트래픽에 비해 RCH 수가 너무 많이 할당되어 무선자원이 낭비되었음을 반증하는 결과이다. 의미한다. 제안한 방식에서는 MT 수가 20일때까지는 증가하지만 그 이후부터는 서서히 감소함으로써 접속지연이 어느 정도는 일정하게 유지됨을 알 수 있었다.



▶▶ 그림 4. MT 수의 증가에 따른 수율의 변화



▶▶ 그림 5. MT 수의 증가에 따른 접속지연의 변화

IV. 결론

본 논문에서는 HiperLAN/2 시스템에서 이전 프레임에서 채널 접속에 성공한 수와 실패한 수를 기반으로 다음 프레임에서 RCH 수를 동적으로 가변시켜 무선자원의 효율을 높일 수 있는 간단한 알고리즘을 제안하고 이를 시뮬레이션을 이용하여 그 성능을 분석하였다.

제안한 방식은 트래픽이 변화해도 수율은 비교적 높고 일정하게 유지하였고, 접속지연도 상대적으로 낮게 유지함으로써 무선자원을 효율적으로 사용함을 알 수 있었다.

본 연구 결과를 바탕으로 진행할 향후 연구과제로는 제안한 알고리즘에 대한 해석적 분석을 수행할 예정이다. 또한 멀티미디어 트래픽 환경에서 QoS를 제공하기 위한 연구도 수행되어야 할 것이다.

■ 참고 문헌 ■

- [1] The Editors of IEEE 802.11, IEEE Standard for Wireless LAN Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) specifications, Nov. 1997.
- [2] "HIPERLAN Type 2; Data Link Control(DLC) Layer; Part 1: Basic Data Transport Functions", ETSI TS 101 761-1, Nov. 2000.
- [3] S. Simoens, P. Pellati, J. Gosteau, K. Gosse, Ch. Ware, "The evolution of 5GHz WLAN toward higher throughputs", IEEE Wireless Communications, pp. 6-13, Dec. 2003.
- [4] Gyung-Ho Hwang, Dong-Ho Cho, "Adaptive Random Channel Allocation Scheme in HIPERLAN Type 2", IEEE Communications Letters, Vol. 6, No. 1, pp. 40~42, JAN., 2002.
- [5] 조광오, 박찬, 이정규, "HIPERLAN 타입 2 매체접근 제어 프로토콜의 성능평가", 한국통신학회논문지, Vol.28 NO1B pp.11~17, 1월, 2003.
- [6] 황의석, 고유창, 이승규, 윤철식, 이형우, 조충호, "HIPERLAN Type 2에서 Split 알고리즘에 기반한 랜덤 채널 할당 기법" 한국통신학회논문지, Vol.28 No 9A, pp.717~727, 9월, 2003.
- [7] A. Alan B. Pritsker, "Introduction to Simulation and SLAM II", John Wiley & Sons, 1986.