

HiperLAN/2에서의 새로운 동적채널할당방식 연구

조철민*, 임석구*

*백석대학교 정보통신학부

e-mail:baaram@naver.com, sklim@bu.ac.kr

A study on New Dynamic Channel Assignment Scheme in HiperLAN/2

Chul-Min Cho*, Seog-Ku Lim*

*Division of Information Communication, Baekseok University

요 약

본 논문에서는 유럽의 표준화 기구인 ETSI(European Telecommunication Standards Institute)에서 제정한 HiperLAN/2 MAC계층에서 각 단말들의 매체 접근 경쟁방식을 분석하고 아울러 효율적인 자원 분배가 이루어지도록 RCH 채널을 할당하는 방법을 분석한다. HiperLAN/2에서는 RCH를 통해서 자원 요청을 받게 되는데 만약 트래픽부하가 큰 경우 RCH가 적게 할당되면 전송지연이 길어질 것이며 반대로 RCH가 필요이상으로 할당되면 수율이 저하되는 문제가 발생한다. 본 논문에서는 이전 프레임에서 성공한 RCH 채널과 충돌한 RCH 채널의 각 크기를 비교하여 현재 프레임의 RCH 채널수를 결정하는 방식을 제안한다. 제안한 방식의 효율성을 입증하기 위해 시뮬레이션을 수행하였다.

1. 서 론

무선랜(Wireless LAN)은 서비스가 제공되는 일정구역에서 노트북 PC나 PDA 등에 무선랜 카드를 장착하면 유선망 없이도 LAN서비스 및 인터넷을 사용할 수 있도록 해준다. 최근 넷북의 노트북 시장점유율은 상당한 부분을 차지하고 있다. 이는 노트북의 이동성 측면보다는 휴대성의 의미가 더 강조되고 있음을 알 수 있다. 즉, 언제 어디서나 간편하게 인터넷망에 접속하는 무선 LAN에 관심이 커지는 것을 알 수 있다. 이러한 점은 곧 무선 LAN 기술의 발전을 가져왔으며, 현재 노트북 PC뿐만 아니라 PDA, PMP, UMPC 심지어 MP3플레이어까지 무선 LAN기술을 탑재하여 판매하고 있는 상황이다.

현재의 무선 LAN은 IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.11 표준과 유럽 ETSI의 HiperLAN (High Performance Radio Local Area Network)으로 양분

되어 있다[1]. HiperLAN은 1996년부터 BRAN(Broad Radio Access Network)프로젝트의 일환으로 ESTI에서 표준화하고 있는 무선 LAN 표준을 말한다. HiperLAN/1, HiperLAN/2, HiperAccess, HiperLink 등을 총칭하여 BRAN 시스템이라 불리 운다. 본 논문에서 연구할 HiperLAN/2와 IEEE의 802.11시리즈의 가장 큰 차이점은 MAC 부 계층에서 매체접근방식이 다르다. 802.11은 CSMA/CA 기반이고, HiperLAN/2는 TDMA/TDD 기반이다[2].

서론에 이어 2장에서는 HiperLAN/2의 MAC 프레임과 각 단말의 매체 접근 경쟁방식에 대해 기술한다. 3장에서는 RCH크기가 적절하게 가변되지 않을 경우에 발생하는 문제점을 해결하기 위한 동적 채널 할당 알고리즘을 제안하고, 4장에서는 시뮬레이션 결과를 토대로 제안 방식의 타당성을 입증하며, 5장에서는 결론을 맺는다.

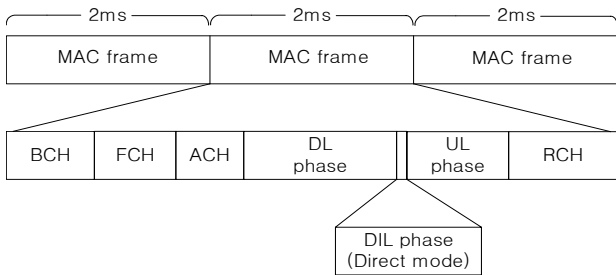
2. HiperLAN type 2

2.1 HiperLAN type 2 개요

HiperLAN/2는 현재 5GHz 주파수 대역에서 사용되고 있으며 6Mbps에서 최대 54Mbps까지 전송속도를 지원하고 있다. 고속의 전송속도를 지원하기 위한 물리계층의 변조방식은 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)을 사용한다[3]. 무선채널의 상태에 따라 다양한 물리계층모드가 존재하여 최적의 전송속도를 지원하고 있다. 또한 각 AP(Access Point)는 주변의 다른 무선신호들을 확인하여 간섭의 영향이 가장 적은 적절한 무선 주파수를 선택하게 된다. 네트워크 토폴로지는 AP가 직접 데이터 전송과 제어를 담당하는 센트럴 모드와 AP 없이 각 단말들이 자체적으로 ad-hoc망을 구성하는 다이렉트모드가 있다. 센트럴모드인 경우 각 단말의 모든 데이터가 AP를 통하여 전달되고 있으며, 다이렉트모드는 각 단말이 상호간에 직접 데이터를 교환하지만 이 역시 CC(Central Controller)에 의해서 수행된다. 또한 보안과 관련하여 인증(Authentication)과 암호화(Encryption)를 수행한다[4].

2.2 HiperLAN type 2 MAC protocol

HiperLAN/2의 MAC 프레임은 2ms로 고정된 길이가 표준에 명시되어 있다. 각 프레임은 BCH(Broadcast Channel), FCH(Frame Control Channel), DL phase(Down link), DIL phase(Direct mode), UL phase(UP link), RCH(Random access Channel) 필드로 구성되어 있으며 [그림 1]로 표현된다[3].



[그림 1] HiperLAN/2 프레임 구조

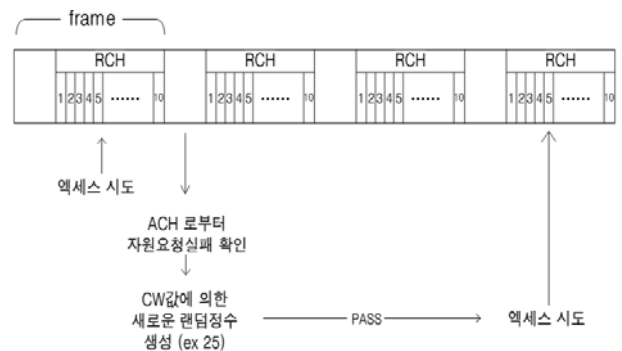
BCH는 Broadcast 채널로서 AP가 모든 단말에 FCH 및 RCH의 시작위치와 길이, 네트워크 ID 등의 정보를 포함하고 있다. 현 프레임 내에서의 무선 자원들이 어떻게 할당되어 있는지에 대한 정보는 FCH에 있다. ACH는 이전 프레임의 RCH를 통해 각 단말의 자원요청 결과에 대한 응답 정보가 담겨있다[5]. 즉, 각 단말은 오직 ACH를 통해 자원요청 결과를 확인 할 수 있으며, 경쟁에서 성공하였다면 UL phase로 AP에 데이터를 전송 할 수 있다. DL phase는 AP에서 단말로 데이터 전송이 이루어지는 다운로드 채널이다[6]. 각 단말들의 매체 접근 경쟁방식으로는 Slotted Aloha 방식이 표준에 명시되어 있다. RCH에 단말들의 액세스 방법으로써 단말은 CW(Contention Window)값으로 자신의 자원요청 타이밍을 정한다. 재전송 횟수 a 값에 의

하여 CW값이 정해지며 식(1)과 같다[4].

- 처음 시도 일 때, ($a = 0$) (1)
 $CW = n$
- 재전송일 때, ($a \geq 1$)

$$CW = \begin{cases} 256, & 2^a \geq 256 \\ 2^a, & n < 2^a \leq 256 \\ n, & n \geq 2 \end{cases}$$
- CW : Contention Window
- n : 현재 프레임의 RCH 채널 수
- a : 재전송 시도 횟수

단말은 1부터 CW 사이의 랜덤 정수 한 개를 생성한다. 생성된 랜덤 정수 값으로 해당 RCH 채널 번호에 액세스를 한다. 생성된 값이 현재 프레임의 RCH 채널수보다 크다면 현재 프레임은 패스하고 하고 다음 프레임에서 액세스를 시도 한다. [그림 2]와 같이 RCH 채널수가 10으로 고정된 프레임에서 단말이 CW에 의한 랜덤 정수 값이 25가 생성되었다면 첫 번째 프레임과 두 번째 프레임을 패스하고 세 번째 프레임의 다섯 번째 RCH 채널에서 자원요청을 시도 한다.



[그림 2] RCH크기보다 랜덤정수 값이 큰 경우

단말로부터 성공적으로 자원요청 메시지를 받은 AP는 다음 프레임의 ACH에 이를 통보하고 UL phase에서 데이터를 전송받기위해 성공한 단말들로 각 타임 슬롯을 나누어 할당한다. 프레임의 전체 크기는 2ms로 고정되어 있지만 UL phase, DL phase, RCH는 크기가 가변될 수 있다. 만약 트래픽의 부하가 적은 상태에서 RCH크기가 크다면 자원의 낭비가 될 것이며, 반대로 트래픽의 부하가 많은 상태에서 RCH의 크기가 작다면 요청 메시지의 처리가 늦어지므로 전송지연이 발생한다. 따라서 RCH의 크기는 현 네트워크의 트래픽 상황에 따라 동적으로 가변 할 필요가 있다.

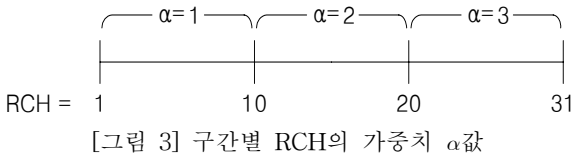
3. 제안하는 RCH채널 할당 방식

본 논문에서 제안하는 동적채널 할당방식은 이전 프레임 RCH채널의 크기를 고려하여 현재 프레임 RCH 채널의 크

기를 새롭게 할당한다. 제안하는 방식은 식(2)와 같다.

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad r(t+1) &= \begin{cases} r(t) + \alpha, & N_f(t) > N_s(t) \\ r(t), & N_f(t) = N_s(t) \\ r(t) - \alpha, & N_f(t) < N_s(t) \\ r(t) - 1, & N_f(t) = N_s(t) = 0 \end{cases} \quad (2) \\
 \bullet \quad \alpha &= \begin{cases} 1, & r(t) < 10 \\ 2, & 11 \leq r(t) < 20 \\ 3, & 20 \leq r(t) \end{cases} \\
 \bullet \quad r(t) &: t \text{ 시간에 할당된 전체 RCH 채널 수} \\
 \bullet \quad \alpha &: \text{가중치} \\
 \bullet \quad N_s(t) &: t \text{ 시간에 성공한 RCH 채널 수} \\
 \bullet \quad N_f(t) &: t \text{ 시간에 충돌한 RCH 채널 수}
 \end{aligned}$$

이전 프레임에서 성공한 채널수 $N_s(t)$ 와 충돌한 채널수 $N_f(t)$ 의 크기를 비교해서 현재 프레임의 RCH 채널 크기를 α 만큼 증가 또는 감소한다. 즉, 성공한 채널 수가 많으면 채널의 수를 α 만큼 감소시키고 반대로 충돌한 채널 수가 많으면 α 만큼 증가시킨다. 이는 다양한 트래픽 변화에 AP가 보다 능동적이고 효율적으로 자원 할당을 할 수 있다. 가중치 α 의 값은 오직 이전 프레임 RCH크기에 의해 결정되며 그 크기는 최소 1에서 최대 3을 넘을 수 없다. RCH크기가 작은 경우라면 가중치 값을 적게 주고 반대로 RCH크기가 크다면 가중치 값을 높게 주어 채널의 크기를 변화 시킨다. α 값에 대한 변화를 [그림 3]에 나타내었다.



[그림 3] 구간별 RCH의 가중치 α 값

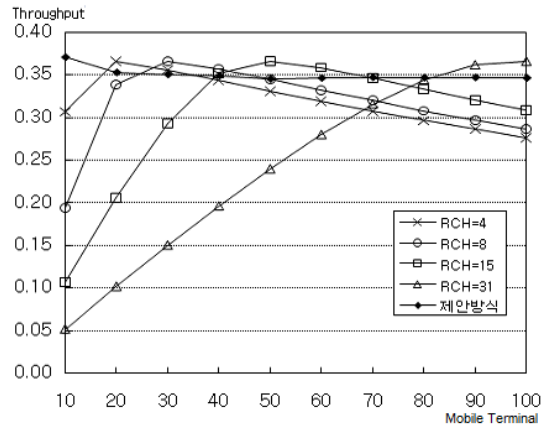
RCH의 크기에 대한 범위는 식(3)과 같이 최소 한 개에서 최대 31까지 제한함으로써 표준에 명시된 바를 따른다[4].

$$r(t+1) = \min\{\max\{r(t+1), 1\}, 31\} \quad (3)$$

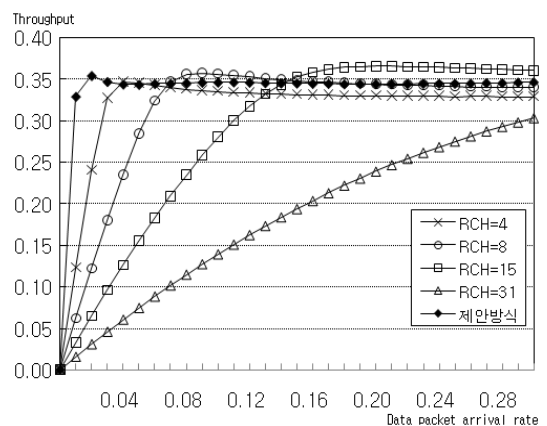
4. 시뮬레이션을 통한 성능 분석

성능 분석을 위한 시뮬레이션 소프트웨어는 Linux환경 기반의 NS-2를 사용한다. 시뮬레이션 모델은 두 가지 방법으로 구축 한다. 첫 번째 MT의 수를 고정하고 각 MT의 초당 메시지 발생률을 늘려가는 방법으로써 MT는 50개로 고정하고 메시지 발생률은 0.01간격으로 0.3까지 늘려간다. 두 번째 초당 메시지 발생률을 0.2(100개)로 고정하고 MT를 10개 단위로 100개까지 늘려갔다. 두 가지 유형으로 시뮬레이션을 수행한 것은 분석의 신뢰도를 높이기 위함이고 네트워크 트래픽 환경이 다양하고 예측하기 어려운 상태이기 때문이다.

[그림 4]는 초당 메시지 수를 100개로 고정하고 MT의 수를 증가하는 방법으로 AP의 메시지 처리율(수율)을 보여준다. RCH의 수를 4, 8, 15, 31로 고정한 경우와 제안방식의 경우를 나타냈다. RCH의 개수를 4로 고정된 경우 트래픽의 부하가 적은 상황에서는 수율이 높았지만 부하가 가중될수록 수율이 떨어짐을 보이고 있다. 또한 RCH수를 31로 고정된 경우에는 트래픽의 부하가 적을 때 상대적으로 낮은 수율을 보이고 있다. 이는 트래픽 부하가 적은 상황에서 필요이상의 RCH크기는 요청이 시도되지 않은 채널과 그에 따라 상대적으로 크기가 감소한 UL phase 길이가 낮은 수율의 원인으로 판단된다. 그러나 제안방식의 경우 트래픽의 변화에도 상대적으로 높은 수율과 일정한 분포를 보이고 있다. 제안한 방식이 수율 측면에서 자원분배가 효율적임을 알 수 있다. [그림 5]는 스테이션 수를 고정하고 초당 발생하는 메시지의 양을 가중시키는 방법이다. [그림 4]와 마찬가지로 RCH채널수를 31로 고정된 경우 트래픽 부하가 적은 상태에서 불필요한 RCH 할당으로 네트워크 자원의 낭비가 일어남을 확인할 수 있다.



[그림 4] 스테이션 수 증가에 따른 수율의 변화



[그림 5] 메시지 증가에 따른 수율의 변화

[그림 6]은 초당 메시지 발생률을 고정하고 MT의 수를 증가시키는 상황에서 MT의 자원 요청메시지가 처리되기까지의 전송지연을 나타내었다. RCH수가 4로 고정된 경우 트래픽 부하가 커질수록 높은 전송지연이 발생했다. 이는

적게 할당된 RCH채널로 인하여 충돌한 채널의 수가 커짐으로써 높은 전송지연이 발생한 원인으로 분석된다. 반대로 RCH수를 31로 고정된 경우는 전체적으로 낮은 전송지연을 보이고 있지만 [그림 4]에서 알 수 있듯이 트래픽 부하가 낮은 상태에서는 수율이 낮으므로 자원이 비효율적으로 사용되고 있음을 알 수 있다. 제안방식의 경우 트래픽 부하가 가장 적은 상태에서는 고정된 경우보다 상대적으로 전송지연시간이 길었지만 트래픽이 부하가 가중될수록 오히려 지연시간이 줄어들고 있다. [그림 7]은 스테이션수를 고정하고 메시지 발생률을 높이는 경우 전송지연의 변화를 나타낸 것으로 이 역시 RCH크기를 31로 고정된 경우 전송지연이 낮았지만 수율은 떨어지고, RCH를 4로 고정된 경우 트래픽 부하가 가중될수록 높은 전송지연을 보여주고 있다. 제안방식의 경우 [그림 6]과 마찬가지로 트래픽의 부하가 가장 적은 상태에서는 상대적으로 지연시간이 높았지만 트래픽 부하가 가중될수록 점점 줄어들고 있다.

RCH채널의 수는 충돌한 채널이 많으면 늘리고 성공한 채널이 많으면 줄이면서 동시에 이러한 RCH의 변화폭은 이전 프레임의 RCH크기를 지표로 가중치를 다르게 할당한 것이 합리적인 자원분배가 이루어진 이유로 판단된다.

5. 결 론

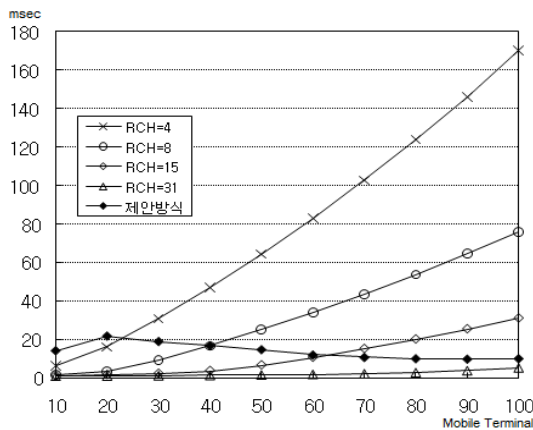
본 논문에서는 HiperLAN/2에서 RCH 크기를 트래픽 상황에 따라 적절하게 가변하지 않을 경우 성능이 저하되는 문제점을 해결하기 위해 RCH의 변화폭을 각 구간별로 고정된 알고리즘을 제안하였다.

다양하고 랜덤한 트래픽 상황에서 RCH크기의 고정은 낮은 수율과 높은 전송지연이 발생하였다. 이는 트래픽의 부하가 적은 경우 RCH를 필요이상으로 높게 할당하면 시도되지 않은 RCH채널과 그에 따라 줄어드는 UL phase로 인하여 자원의 낭비를 초래하였고, 반대로 트래픽의 부하가 큰 경우 적게 할당된 RCH는 단말들의 자원 요청을 수용하지 못해 전송지연이 시간이 길어졌다. 또한 RCH크기의 급격한 변화보다는 최대한 가중치를 낮게 할당하는 것이 다양한 트래픽 상황에서 더 효율적이었다. 이전 프레임의 RCH크기로 현 시점의 트래픽 상황을 예측하는 가정하에 구간별로 RCH 변화폭의 가중치를 다르게 준 것이 성능이 향상된 이유로 판단된다.

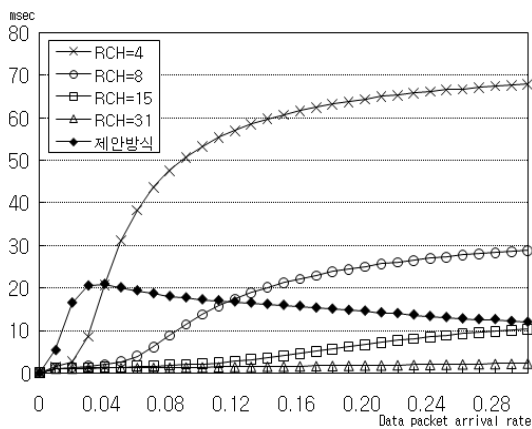
본 연구결과를 통해서 앞으로 진행할 연구과제로는 제안한 알고리즘에 대한 해석적 분석과 AP의 스케줄러에 의한 자원할당 방식이 예정이다. 또한 멀티미디어를 위한 HiperLAN/2의 Qos를 보장하기 위해서 해당 특성의 트래픽 환경을 고려한 시뮬레이션도 수행하여 연구할 예정이다.

참고문헌

- [1] 조광오, 박찬, 이정규 "HIPERLAN 타입 2 매체접근제어 프로토콜의 성능평가", 한국통신학회논문지, Vol.28 NO1B pp.11~17, 1월, 2003.
- [2] http://www.ktword.co.kr/abbr_view.php?ngid=148&ntempl=2158
- [3] 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.
- [4] ETSI TS 101 761-1 V1.2.1 "Broadband Radio Access Networks (BRAN);HIPERLAN Type 2; DataLink Control (DLC) Layer;Part 1: BasicData Transport Functions", 11월, 2000.
- [5] Józef Wołniak, Tomasz Janczak, Przemysław Machan, and Wojciech Neubauer "Analysis of bandwidth reservation algorithms in HIPERLAN/2", JOURNAL of Telecommunications and Information Technology, pp.54~60, 2월, 2004.
- [6] 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, 1월, 2002.



[그림 6] 스테이션 수 증가에 따른 지연의 변화



[그림 7] 메시지 증가에 따른 지연의 변화