

HIPERLAN 타입 2 매체접근제어 프로토콜의 성능평가

정희원 조 광 오*, 박 찬**, 이 정 규***

Performance Evaluation of the HIPERLAN Type 2 Media Access Control Protocol

Kwang-oh Cho* , Chan Park** , Jong-kyu Lee*** *Regular Members*

요 약

본 논문에서는 ETSI(European Telecommunication Standards Institute)에서 표준화 작업중인 HIPERLAN/2(High Performance Radio Local Area Network/2)의 성능 향상을 위하여, 우선순위기반 스케줄링 방식 하에서의 동적 랜덤접속채널 할당방법을 제안하였다 제안한 방식은 AP(Access Point)에서 자원을 할당 할시 충돌단말에게 우선적으로 자원을 할당함으로써, 결과적으로 충돌단말의 전체전송지연을 줄여준다. 동적 랜덤접속채널 할당 방법은 트래픽 부하가 적을 때는 랜덤접속채널 수를 증가시킴으로 충돌확률을 줄여서 많은 단말들이 자원을 할당받도록 하며, 부하가 많을 때는 랜덤접속채널 수를 적게 설정하여 데이터 전송채널을 증가시킴으로써 처리율을 증가시키고 스케줄링 지연을 감소시켜 성능을 향상시킨다 표준안을 근거로 제안된 방법을 성능평가 하였을 경우, 매체접근제어 프로토콜의 처리율 및 전송지연이 성능 향상됨을 확인하였다.

ABSTRACT

In this paper, we presented the dynamic random access channel allocation method under the priority based scheduling policy in order to improve the system performance of HIPERLAN/2 standardized by ETSI According to the scheduling policy, AP scheduler primarily allocates the resource to the collision MT This scheduling policy bring about decreasing the transmission delay of collision MT Dynamic RCH(random access channel) allocation method decreases the collision probability by increasing the number of RCH slots in case of low traffic. While it increases the maximum throughput by increasing the number of the data transmission slots in case of high traffic Therefore dynamic allocation method of RCH slots decreases the scheduling delay and increases the throughput When we evaluate the performance of presented method based on standards, we saw that the presented method improve the performance of the MAC protocol in terms of throughput and transmission delay

I 서 론

최근에 휴대용 장비를 가진 이동가입자가 고속의 핵심 망(Core Network)에 접속하여 서비스를 받을 수 있는 통신 기술로 무선 LAN(Local Area Network)에 대한 관심이 증가하고 있다 현재의 무

선 LAN은 IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.11 표준과 유럽 ETSI(European Telecommunication Standards Institute)의 HIPERLAN(Hiper Performance Radio Local Area Network)으로 양분되어 표준화가 진행되고 있다

* 한양대학교 컴퓨터공학과 정보통신연구실(kocho@cse.hanyang.ac.kr),
*** 한양대학교 컴퓨터공학과(jklee@cse.hanyang.ac.kr)
논문번호 020118-0313, 접수일자 2002년 3월 13일

** (주)솔스테크(cpark@solstech.com),

무선망을 통해 디지털화된 음성 및 비디오 데이터, 멀티미디어 응용 프로그램 등을 지원하기 위해서는 적합한 MAC(Media Access Control) 프로토콜에 대한 정의와 융통성 있고 효율적인 자원할당 메커니즘이 필요하다^[1]. 또한 다양한 형태의 트래픽을 지원할 수 있는 QoS(Quality of Service) 지원이 가능한 시스템이 필요하다 이를 위해 ETSI는 BRAN(Broadband Radio Access Network) 프로젝트를 통해 5GHz 대역을 사용하는 무선 LAN 시스템인 HIPERLAN/2에 대한 연구를 진행해왔다.

ETSI에서는 이동단말에서 실시간 멀티미디어 서비스 등이 가능한 고속 전송기술과 QoS 지원이 가능한 시스템을 개발해 왔으며 그 결과 최대 54 Mbps를 지원할 수 있는 물리계층에서의 전송기술에 대한 표준과 QoS 지원이 가능한 DLC (Data Link Control) 계층에 대한 표준을 작성하였다^[2]

현재까지 무선 LAN 기술에 대해 많은 논문이 발표되어 왔음에도 불구하고 HIPERLAN/2의 MAC 프로토콜에 대한 연구는 미비하였다. HIPERLAN/2에 관한 연구 논문 가운데, [3],[4]에서는 같은 5GHz 대역을 사용하는 IEEE 802.11a 와 HIPERLAN/2 의 물리계층에서의 패킷 에러율과 처리율을 비교 분석하였다 [5]에서는 HIPERLAN/2에서의 ARQ(Automatic Repeat reQuest) 메커니즘에 대하여 분석하였고, [6]에서는 HIPERLAN/2에서 정의되어 있는 매체접근 제어 프로토콜과 같은 방식의 TDMA/TDD(Time Division Multiple Access/Time Division Duplex)방식에 대한 분석을 하였다 하지만 이 논문에서 제시된 MAC 프레임의 구조는 HIPERLAN/2에서 정의된 표준과는 차이가 있다. 그리고 [1]에서는 음성과 데이터 트래픽을 고려한 패킷손실 확률과 지연에 대한 성능평가를 하였다.

본 논문에서는 AP(Access Point)에 적용될 수 있는 자원할당을 위한 스케줄링 방법과 랜덤접속채널 할당방법을 제안하여 HIPERLAN/2 MAC 프로토콜에 대한 성능을 평가하였다. 성능평가를 위해서 먼저 표준안을 기반으로 하여 AP와 단말간의 데이터 전송을 위한 동작절차를 작성하였고 이를 기반으로 하여 AP와 단말간의 데이터 전송에 대한 시뮬레이션을 수행하였다 Arrival rate와 단말 수를 증가시키므로써 높은 트래픽 부하를 갖는 환경에서 충돌 단말을 고려한 자원할당 방법과 동적 랜덤 접속 채널방법을 사용했을 때의 처리율, 평균지연시간에 대한 성능을 평가하였다

II. HIPERLAN Type2 MAC 프로토콜

현재 5 GHz 대역에서 운영되는 무선 LAN에 대한 표준은 IEEE 802.11a와 ETSI의 BRAN 프로젝트에 의해 작성되고 있다^[7] 이중에서 HIPERLAN/2 표준은 6Mbps에서 54Mbps까지의 전송속도를 갖는 고속무선 통신시스템을 위한 표준으로써 휴대용 장비를 IP 또는 ATM과 같은 다양한 핵심망에 연결한다^[8].

HIPERLAN/2의 물리계층은 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 방식을 기반으로 하고 서로 다른 종류의 변조방식들을 적용할 수 있다 그 결과 6Mbps에서부터 최대 54Mbps 범위를 갖는 속도를 지원할 수 있다^[9] DLC 계층은 무선링크 제어(RLC : Radio Link Control), 에러제어(EC Error Control), 매체접근제어(MAC Medium Access Control)와 같은 세 가지의 기능 개체들로 구성되어 있으며 RLC는 AP와 단말들 사이에서 association 제어(ACF : Association Control Function), 무선자원제어(RRC Radio Resource Control), DLC 연결제어(DCC : DLC Connection Control)를 위해 필요한 제어메시지 교환기능을 담당한다^[10] EC는 ARQ를 기반으로 하여 전송에러 검출 및 복구 기능을 담당한다 그리고 MAC 개체는 HIPERLAN/2 MAC 프로토콜 실행을 담당하며 동적 TDMA/TDD 방식을 기반으로 한다^[11]

AP에서 단말로(하향링크) 혹은 단말에서 AP(상향링크)로의 양방향 전송은 MAC 프레임의 시퀀스들로 구성되며 각각의 MAC 프레임들은 2 ms의 지속시간을 갖는다 AP와 단말들간에 교환되는 MAC 프레임에 대한 구성은 그림 1과 같다 BCH와 ACH 채널의 길이는 고정되어 있으며 나머지 다른 필드들은 실제의 트래픽 상황에 따라 동적으로 변화된다

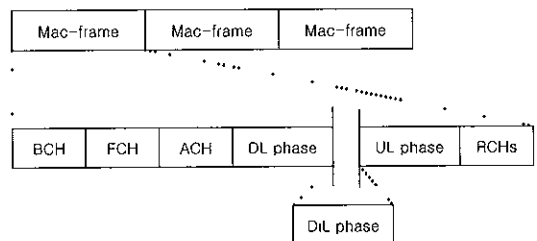


그림 1 MAC 프레임의 구성

BCH(Broadcast CHannel)에서는 모든 무선 셀과 관련하여 브로드캐스트 제어정보가 담겨 있는 BCCH(Broadcast Control CHannel) 메시지를 전송하게 되며 BCCH 메시지는 FCH의 포인터와 FCH 내의 IE 블록의 수, RCH의 시작점등으로 구성된다

FCH(Frame CHannel)에서는 AP 스케줄러에서 결정한 프레임내의 자원할당과 같은 현재의 프레임 구성에 대한 정보가 전송된다. FCH는 IE (Information Element)들로 구성되며 IE들은 세 개의 고정된 크기의 블록으로 그룹화 된다. IE는 하나의 상황 혹은 하향링크의 PDU들에 대한 위치와 구성에 관한 정보를 전송한다. 각 프레임에서 FCH의 길이는 가변적이며 프레임내의 상황링크와 하향링크에서 전송되는 PDU들의 수에 따라 달라진다.

ACH(Access feedback CHannel)는 RFCH(Random access Feedback CHannel) 메시지를 운반한다. 이는 이전 프레임에서 시도된 자원요청 메시지의 랜덤접속전송에 대한 결과를 알려준다

DL(DownLink) 단계에서는 AP가 단말들에게 제어 정보와 데이터를 전송하기 위해 사용된다. UL(UpLink) 단계에서는 단말이 AP에게 제어정보와 데이터를 전송하기 위해 사용된다. DL과 UL 단계에서 사용자 데이터는 고정된 54 바이트 크기의 PDU(Protocol Data Unit)들로 구성되어 LCH(Long CHannel)를 통해 전송된다. 그리고 제어 메시지들을 위한 PDU는 9 바이트 크기를 갖으며 SCH(Short CHannel)를 통해 전송된다. 이 단계에서 데이터 전송은 예약기반으로 이루어지며 FCH에서 자원할당 메시지를 수신함으로써 전송허락을 받은 단말들만이 데이터를 전송할 수 있다.

랜덤접속단계는 하나 혹은 그 이상의 RCH(Random CHannel)들로 구성되며 한 개의 MAC 프레임은 최대 31개의 RCH를 가질 수 있다. RCH에서 단말들은 AP로 자원요청을 위한 메시지를 전송하게 된다. UL 단계를 통해 전송할 데이터가 있을 경우 각 단말들은 자원요청 메시지(Resource Request)를 작성하여 전송하게 된다. 이때 AP로 전송되는 자원요청 메시지는 RCH 채널단계를 통해 전송되거나 UL 단계를 통하여 전송될 수 있다. RCH 채널 단계를 통해 전송될 경우는 전송할 RCH 채널번호를 계산하여 해당 프레임에서 전송한다. 만일 충돌 발생 시 단말은 새로운 RCH 채널번호를 다시 계산하게 된다. RCH 채널 번호는 원도우기반의 binary back-off 알고리즘에 따라 계산되며 충돌 발생 후 최대 256까지 원도우크기가

증가한다. 자원요청메시지는 단말의 버퍼에서 전송을 위해 대기하고 있는 LCH PDU의 수를 포함하고 있고, 전송되는 자원요청 메시지가 충돌로 인한 재전송인지 아닌지를 나타내는 재전송 비트를 가지고 있다.

III 제안 시스템 구조

3.1 우선순위 기반의 자원할당 방법

AP 스케줄러에서는 UL 단계 혹은 랜덤접속채널을 통해 전송되는 각 단말의 자원요청메시지에 대하여 각각 우선순위를 부여하여 자원을 할당하도록 한다.

단말이 자신의 버퍼에서 대기중인 데이터를 위해 UL 단계에서 데이터를 전송할 때 함께 자원요청을 했을 경우 AP는 우선적으로 자원을 할당해줌으로써 끊임 없는 데이터 전송이 가능하도록 하였다.

또한 단말이 랜덤접속채널을 통해 자원요청을 할 때 채널 충돌이 발생하여 다음 프레임에서 재전송했을 경우에는 재전송 단말에게 우선적으로 자원을 할당하여 AP의 버퍼에서 스케줄링을 위한 대기시간을 감소시킴으로써 채널충돌로 인해서 증가한 접속지연을 보상할 수 있도록 하였다. 이는 자원요청메시지의 구성 중 재전송 비트를 이용하여 구현할 수 있다. 각 프레임의 UL 단계 전송을 위한 자원할당 우선순위는 다음과 같다.

- (1) 이전프레임에서 자원할당을 받지 못하고 큐에서 대기하고 있는 자원요청 메시지에 가장 먼저 자원을 할당
- (2) 현재 프레임의 UL 단계에서 예약된 데이터 전송 시 함께 전송된 자원요청 메시지에 자원을 할당
- (3) RCH 채널을 통해 요청되는 자원요청 메시지 중에서는 재전송 비트가 1로 세트된 자원요청메시지에 자원을 할당
- (4) RCH 채널을 통해 요청되는 자원요청 메시지 중에서 처음 시도한 단말에게 자원할당

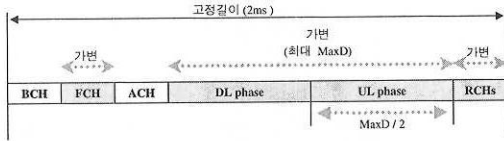
3.2 동적 랜덤접속채널(RCH) 할당방법

RCH 채널의 동적 할당방법은 채널수를 AP의 트래픽 부하에 따라 가변적으로 설정하도록 하는 것이다. 이는 AP가 매 프레임마다 프레임의 제어정보 및 메시지를 구성할 때 AP의 버퍼에서 대기하고 있는 자원요청메시지의 수를 기초로 하여 설정한다. 트래픽이 많아 AP의 자원요청메시지 큐 길이가

큰 경우에는 RCH 채널수를 감소시켜 데이터를 전송할 수 있는 채널수를 증가시키고, 프레임의 충돌 확률을 높임으로써 RCH를 통해 입력되는 자원요청 메시지를 억제한다. 또한 자원 할당 시 폴링 비트를 세팅함으로써 UL 단계에서 전송되는 자원요청메시지만 입력이 허용되도록 한다.

반대로 큐 길이가 적을 경우 RCH 채널수를 증가시켜 충돌확률을 감소시키므로써 프레임 내에서 가능한 많은 단말들이 랜덤접속에 성공하여 자원을 할당받을 수 있도록 한다.

HIPERLAN/2의 표준안에서는 MAC 프레임 내에서 최대 RCH 수를 31개로 규정하고 있고 기본적으로 MAC 프레임은 2ms로 고정된 길이를 갖고 있다. RCH 채널의 할당에 따른 프레임 내에서의 데이터 전송을 위한 채널할당은 그림 2와 같다.



MaxD: $2 - \text{LnBCH} - \text{LnFCH} - \text{LnACH} - \text{LnRCH}$, 데이터 전송을 위해 사용할 수 있는 최대 길이
 LnBCH: BCH 단계 길이
 LnFCH: FCH 단계 길이
 LnACH: ACH 단계 길이
 LnRCH: RCH 단계 길이

그림 2. 프레임의 채널할당 방법

데이터 전송을 위해 사용할 수 있는 UL/DL 단계의 길이는 고정된 프레임 길이 2ms에서 BCH, FCH, ACH, RCH 채널 단계의 길이를 제외한 나머지 부분이며, 최대 MaxD를 갖게 된다. 그러므로 하나의 프레임 내에서 많은 단말에게 자원할당을 할수록 그리고 충돌확률을 줄이기 위해 RCH 채널의 수를 증가시켜 설정할수록 상대적으로 데이터를 전송할 수 있는 채널수는 감소하게 된다.

성능평가를 위한 시뮬레이션에서는 단말이 AP로 데이터를 전송할 수 있는 UL 단계의 길이를 DL 단계의 길이와 같은 비율을 갖도록 하였고 이때 최대 길이는 MaxD/2값을 초과하지 않는다.

3.3 성능평가 모델

HIPERLAN Type2의 MAC 프로토콜에 대한 성능평가를 위해서 구성한 시스템 모델은 AP가 핵심망에 연결되어 관련된 단말들에게 서비스를 해주는 중앙제어(Centralized) 모드로 운영되는 것으로 가정하였다. 그리고 한 개의 AP와 다수의 단말들로 구성된 하나의 셀 망을 가정하였으며 여러 없는 무선

채널을 사용하는 것으로 가정하였다. HIPERLAN/2에서는 유니캐스트, 멀티캐스트, 브로드캐스트 트래픽을 위해 DLC connection을 사용한다^[8]. 본 논문에서는 유니캐스트 트래픽만이 존재함을 가정하였으며, 각 단말들은 트래픽 전송을 위해 필요한 하나의 DLCC ID와 MAC ID를 이미 AP로부터 할당받은 것으로 가정하였다. 본 논문에서는 성능평가를 위한 시뮬레이션 툴 Simscript II.5를 사용하였으며, 그림 3과 같이 패킷을 발생시키는 패킷 발생 프로세스와 단말 프로세스 그리고 AP 프로세스를 구성하였다.

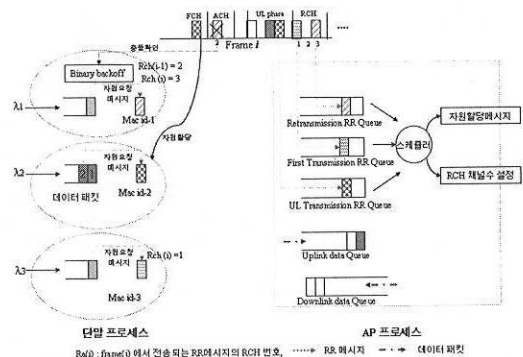


그림 3. 성능평가 모델

시뮬레이션에서 사용한 각 채널의 길이는 표 1과 같이 설정하였다. 이는 ETSI에서 표준화한 HIPERLAN/2의 MAC 프로토콜 표준안을 근거로 하였다.

표 1. 표준안에 근거한 프레임 구성

	PHY mode	length (octet)	duration (microsec)
BCH 채널	BPSK, code rate 1/2	15	20
FCH 채널	BPSK, code rate 1/2	multiple 27	multiple 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)

IV. 시뮬레이션 결과

시뮬레이션을 통해 본 논문에서 제안한 우선순위 기반 자원할당 방식 하에서의 동적 랜덤접속 채널

할당방법에 대한 성능평가를 하였다. 제안된 방법은 FIFO 자원할당 방식 하에서의 고정 랜덤접속채널할당방법에 대한 성능평가 결과와 비교하였다.

그림 4는 제안된 방법을 사용했을 때의 처리율을 고정적으로 할당했을 때의 값과 비교한 것이다. 처리율은 트래픽 량이 적을 경우에는 적지만 트래픽 량이 많을 경우에는 RCH 채널수를 적은 값으로 고정하여 설정할 때보다도 큰 것으로 나타났다.

동적으로 RCH 채널을 할당하는 방법의 경우, AP의 버퍼에서 대기하고 있는 단말의 수가 많을 때 랜덤접속채널은 감소하여 설정됨으로 최대 처리율은 고정적으로 설정했을 때보다 커지게 된다. 트래픽 량이 많을 때 처리율이 높아지면 스케줄링 지연시간이 감소하게 된다. 그림 5는 제안된 방법을 사용할 때 스케줄링 지연이 작아짐을 보여준다.

그림 6은 접속지연에 대한 성능평가 결과이다. RCH 채널수를 최대로 하여 고정적으로 설정했을 때보다는 접속지연이 다소 크지만 20개로 고정하여 설정했을 때보다는 적은 값을 나타낸다. 그림에서처럼 arrival rate가 클 경우에는 대부분의 단말들은 초기 접속 시에만 RCH 채널을 통해 자원요청을 하게 되고 이후에는 자원할당을 받았을 때 UL 단계에서 데이터 전송과 함께 자원요청을 하게 된다. 트래픽 량이 많을 경우 초기접속에서 소요된 지연시간은 자원 할당 시 스케줄링 지연시간을 감소시킴으로써 보상할 수 있다.

그림 7은 제안된 방법을 사용했을 때의 전송지연에 대한 성능평가 결과이다. 제안된 방법은 FIFO 방식 하에서의 고정할당방법과 비교했을 때 더 적어졌다. 이는 트래픽 량이 많을 때 처리율을 높여 스케줄링 지연을 감소시키기 때문이다.

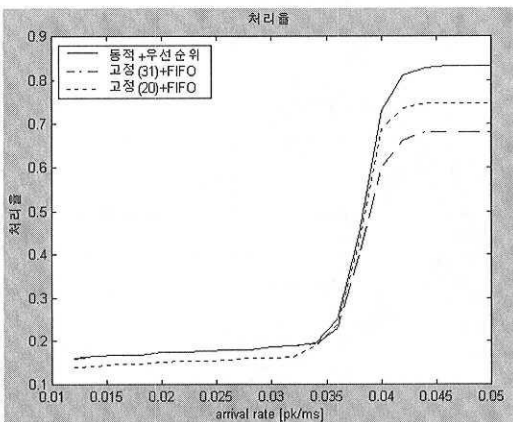


그림 4. 처리율 비교

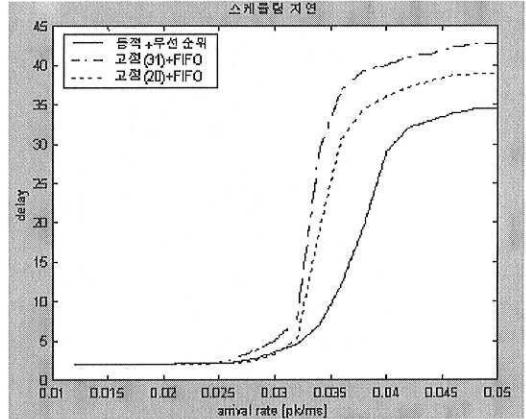


그림 5. 스케줄링지연 비교

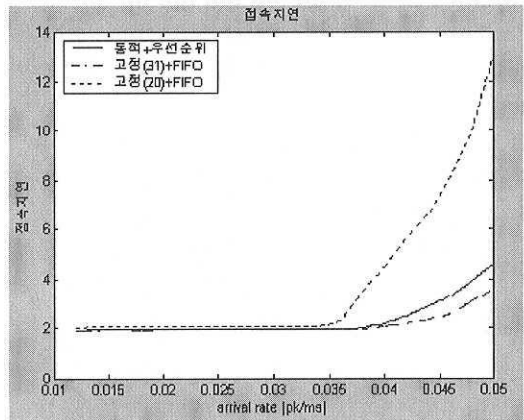


그림 6. 접속지연 비교

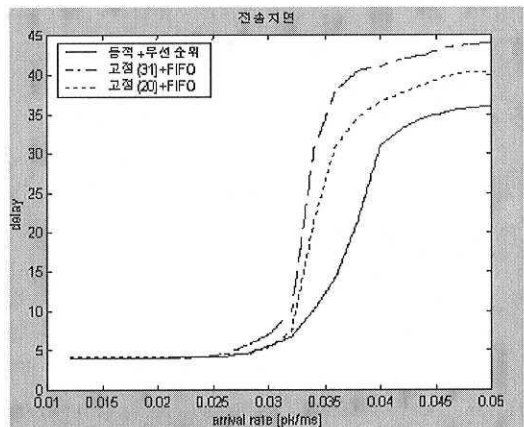


그림 7. 전송지연 비교

V. 결론

본 논문에서는 HIPERLAN/2 매체접근제어 프로

토콜의 성능을 향상시키기 위하여 트래픽 부하에 따른 동적 랜덤접속채널 할당 방법과 충돌 단말을 고려한 우선순위기반 자원할당 방법을 제안하였다.

HIPERLAN Type2 데이터 링크 계층에서의 표준안을 근거로 하여 AP와 단말간의 데이터전송 절차를 작성하여, 이를 토대로 트래픽 부하에 따른 성능을 평가하였다. 트래픽 양이 증가할수록 AP의 버퍼에서 자원할당을 위해 대기하고 있는 단말의 수가 급격히 증가하여 시스템 내 단말의 수에 가까워지게 된다. 이때 대부분의 단말들은 AP의 버퍼에서 자원할당을 기다리는 상태에 있고, 다음 데이터 전송을 위한 자원요청은 UL 단계에서 데이터 전송과 함께 이루어지게 되므로 채널 충돌 없이 자원요청을 하게 된다. 그러므로 AP의 큐 길이가 클 경우에는 불필요하게 랜덤접속채널수를 설정하지 않도록 하는 동적 채널할당 방법이 시스템의 성능을 향상시킬 수 있음을 확인하였다. 반대로 AP의 큐 길이가 적을 때는 랜덤접속채널 수를 증가시켜서 충돌 확률을 감소시킴으로써 가능한 많은 수의 단말들이 자원할당을 받을 수 있도록 하였다. 제안된 방식의 성능평가 결과와 FIFO 방식 하에서의 고정할당방법을 사용했을 때의 성능평가결과와 비교했을 때, 처리율은 제안된 방법이 높아졌으며, AP 버퍼에서 스케줄링을 위해 대기하는 지연시간이 적어짐을 확인하였다. 따라서 접속지연의 경우, 트래픽 부하가 적을 때는 큰 차이가 없었고, 트래픽 부하가 클 때는 제안된 방법이 다소 증가하였지만 전체 전송지연은 확연히 작아지게 됨을 확인하였다.

현재의 HIPERLAN/2 표준안에서는 자원할당을 위한 AP의 스케줄러 방법과 랜덤접속 채널 할당 방법에 대한 구체적인 명시가 되어 있지 않다. 그러므로 본 논문에서 제안한 AP에서의 트래픽 부하에 따른 랜덤접속 채널할당 방법과 충돌단말을 고려한 스케줄링 방식은 HIPERLAN 시스템 구현에 이용할 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

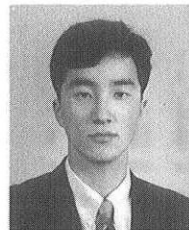
[1] Luciano Lenzini and Enzo Mingozzi, "Performance Evaluation of HIPERLAN/2 with Voice and Web Data Traffic," Proceeding of the 34th Hawaii International Conference on System Science, 2001
 [2] Jamshid khun-jush, Goran Mlmgren, Peter Schramm and Johan torsner, "HIPERLAN/2 for

broadband wireless communication," Ericsson review No.2 2000

[3] Hui Li, Goran Malmgren, "Performance Comparison of the Radio Link Protocols of IEEE 802.11a and HIPERLAN/2", VTC 2000
 [4] Lin. Z , Malmgren. G, "System performance analysis of link adaptionin HIPERLAN Type2", IEEE VTC 2000
 [5] Hui Li, Jan Lindskog, "Automatic Repeat Request(ARQ) Mechanism in HIPERLAN type2", VTC 2000
 [6] Xudong Wang, "Providing Wireless Internet Access in a TDMA/TDD Wireless LAN through a New Wireless Packet Fair queueing scheme", 2001 IEEE
 [7] Andreas Hettich and Matthias Schrother, "IEEE 802.11 or ETSI BRAN HIPERLAN/2 : Who will win the race for a high speed wireless LAN standard," Proc of European wireless, Munich, germany, Oct 1999
 [8] Martin johnsson, "HiperLAN/2- The broadband radio transmission technology operating in the 5GHz frequency band," 1999 hiperLAN/2 Global Forum
 [9] ETSI TR 101 682 v111 HIPERLAN Type2 System Overview
 [10] ETSI TS 101 761-2 : "Broadband radio access networks; HIPERLAN Type2; Data link control(DLC) Layer; Part2 : Radio link control protocol basic functions"
 [11] ETSI TS101 761-1 v121 HIPERLAN Type2, DLC Layer Basic Data Transfer Functions

조 광 오(Kwang-oh Cho)

정희원



1995년 2월 : 단국대학교 수학과 이학사
 1997년 2월 : 한양대학교 컴퓨터공학과 공학사
 1999년 2월 : 한양대학교 컴퓨터공학과 공학석사
 1999년 3월~현재 : 한양대학교 컴퓨터공학과 박사과정

<주관심 분야> MAC protocol, WLAN, BWA, HIPERLAN/2, Queueing 등

박 찬(Chan Park)

정회원



1994년 2월 : 강원대학교
전자공학과 공학사
2002년 2월 : 한양대학교
컴퓨터공학과 공학석사
2002년 3월~현재 : (주)솔스텍

<주관심 분야> 컴퓨터공학, Wireless LAN, BWA

이 정 규(Jong-kyu Lee)

정회원



1979년 2월 : 한양대학교
전자공학과 공학사
1986년 : UCLA 전자공학과
공학석사
1989년 : UCLA 전자공학과
공학박사(컴퓨터네트워
크 전공)

1979년~1984년 : 국방과학연구소 연구원
1989년~1990년 : 삼성전자 종합기술연구원 정보통신
신부문 수석연구원
1990년~현재 : 한양대학교 컴퓨터공학과 교수
<주관심 분야> 무선 데이터 통신, 이동통신, 광대역
무선 통신, Queuing Theory 등