

HIPERLAN/2를 위한 적응적 랜덤 액세스 알고리즘

준회원 송영금*, 종신회원 이정규*

Adaptive Random Access Algorithm for HIPERLAN/2

Young-keum Song*, Jong-kyu Lee* *Regular Members*

요 약

본 논문에서는 HIPERLAN/2(High Performance Radio Local Area Network type 2)의 랜덤 액세스 과정에서 채널 환경을 고려함으로 처리 성능을 높이고 전송 지연을 개선한 적응적 랜덤 액세스 기법(ARAH : Adaptive Random Access algorithm for HIPERLAN/2)을 제안하고 기존 방식에 비해 성능이 향상됨을 검증하였다. 본 논문에서는 HIPERLAN/2에서 채널의 상태에 따라 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) modulation scheme을 기반으로 제공하는 7가지 PHY(Physical) mode를 Good 그룹과 Bad 그룹으로 양분하고, Good 그룹에 속하는 단말들에게 랜덤 액세스 과정에서 우선순위를 갖게 함으로써 처리율을 높이도록 하는 방식을 취하고 있다. ARAH 방식에 대하여 성능을 평가한 결과, 처리율과 전송 지연에 대해 성능이 향상됨을 보이고 있다.

Key Words : HIPERLAN/2, Multiple Access Control(MAC), Dynamic Time TDMA/TDD, Random Access, Orthogonal Frequency Division Multiplexing(OFDM)

ABSTRACT

In this paper, we proposed and evaluated ARAH(Adaptive Random Access algorithm for HIPERLAN/2) to improve system performance. In this paper, HIPERLAN/2 uses OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) modulation scheme to select appropriate PHY mode by Radio Channel Quality, Proposed the ARAH scheme uses these 7 PHY mode when mobile terminal determines the RCH(Random CHannel) number for random access. In this paper, these 7 PHY mode divided into two group, good and bad, and will be given high priority to mobile terminals which are in a good group. In the result of performance evaluation. ARAH algorithm, ARAH has a better performance of throughput and delay than existing algorithm.

I. 서론

셀룰러/PCS를 이용한 이동통신 서비스가 현재 많은 국가에서 생활의 일부분으로 보편화되면서 사용자는 미래 통신 시스템으로 데이터 서비스뿐만 아니라 좋은 품질의 멀티미디어 서비스도 가능한 고속의 전송 서비스를 요구하게 되었으며 무선랜은 기존 유선랜과 3G 무선 데이터 서비스의 단점을 보완할 수 있는 저렴하고 효과적인 무선 데이터 통신 솔루션으로 기대를 모으고 있다. 현재 802.11b 시스

템이 상용화되면서 무선랜의 사용이 활성화되었고, HIPERLAN/2와 IEEE 802.16의 출현으로 최대 54Mbps까지의 초고속 데이터 전송속도를 제공하여 공공장소의 일반인 대상으로 서비스가 가능한 ‘공중 무선랜’ 형태로 발전하였다. 현재 차세대 무선랜 표준화 추세는 단순히 물리계층만을 고려하는 것이 아니라 물리 계층과 매체 접근 제어 계층을 동시에 고려하고자 하고 있다[4-10].

본 논문에서는 자원 요청을 위해 벌이는 액세스 과정에서 각 단말의 채널 상태를 고려한 차별적인

* 한양대학교 컴퓨터공학과 정보통신 연구실 (yksong@cse.hanyang.ac.kr)
논문번호 : KICS2004-06-069, 접수일자 : 2004년 6월 29일

랜덤 액세스 알고리즘을 적용하여 처리율을 높이고자 하였다. 특히 빈번한 경쟁이 발생하는 환경에서 채널 상태가 좋은 단말들에게 높은 전송 성공의 기회를 부여함으로써 궁극적으로는 시스템 전체의 전송 지연도 효과적으로 감소시킬 수 있다. 일반적으로 중앙 스케줄러에 의해 자원을 할당할 때 채널 환경이 좋은 단말에게 우선순위를 주는 방법이 많이 제안되고 있지만 이것은 성능은 높일 수 있어도 공정성(fairness)의 문제에서 자유로울 수 없다. 제안한 알고리즘은 랜덤 액세스 시에 차별적인 알고리즘을 적용함으로써 채널 상태가 좋지 않은 단말들은 충돌이 날 확률이 조금 더 높아지지만, 그 단말들 역시, 충돌 후 랜덤한 시간을 기다린 후 다시 자원 요청을 할 시점이 되었을 때, 채널 환경이 좋아졌다면 오히려 충돌로 인한 지연을 만회할 수 있다.

II. HIPERLAN/2 개요

2.1 HIPERLAN/2 프로토콜

현재 5GHz 대역에서 운영되는 무선랜에 대한 표준인 HIPERLAN/2[1-3]는 고속 무선 통신 시스템을 위한 표준으로서 휴대용 장비를 IP 또는 ATM과 같은 다양한 핵심 망에 연결한다. HIPERLAN/2에서는 센트럴 모드와 다이렉트 링크 모드 두 가지 방식을 지원하고 있으며 표준에 물리계층과 데이터 링크 제어(DLC:Data Link control)계층에 대하여 규정하고 있으며 이는 핵심 망과 독립적이다.

HIPERLAN/2의 물리계층은 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 방식을 기반으로 하여 서로 다른 종류의 변조방식들을 적용할 수 있다. 그 결과 6Mbps에서부터 최대 54Mbps 범위를 갖는 속도를 지원할 수 있다. 데이터 링크 제어 계층은 무선 링크 제어(RLC:Radio Link Control), 에러 제어 (EC:Error Control), 매체 접근 제어(MAC:Medium Access Control)와 같은 세 가지의 기능 개체들로 구성되어 있다.

2.2 HIPERLAN/2의 MAC 프로토콜

HIPERLAN/2 MAC 프로토콜은 동적 TDMA/TDD방식을 기반으로 한다. 기지국에서 단말로(다운링크) 혹은 단말에서 기지국으로(업링크)의 양방향 전송은 MAC 프레임들로 구성되며 각각의 MAC 프레임들은 2ms의 지속 시간을 갖는다. 각 MAC 프레임은 전송 채널들로 구성되며, 각 전송 채널들은 논리 채널의 메시지를 전달한다. 기지국과 단말

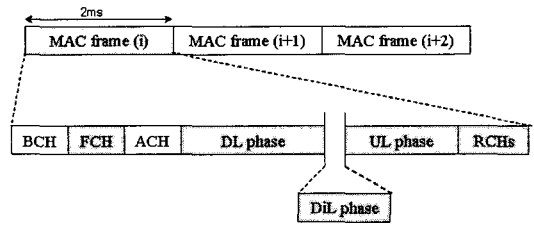


그림 1. MAC 프레임의 구조
Fig 1. The Structure of MAC frame

들 간에 교환되는 MAC 프레임에 대한 구성은 그림 1과 같다.

BCH(Broadcast CHannel)와 ACH(Access feedback CHannel)의 길이는 고정되어 있으며 나머지 다른 필드들은 실제 트래픽 상황에 따라 동적으로 변화한다. BCH에서는 모든 무선 셀과 관련하여 브로드캐스트 제어정보를 전송하게 되며 FCH(Frame CHannel)에서는 기지국의 스케줄러에 의해 결정된 현재 프레임 구성에 대한 정보가 전송된다. ACH는 이전 프레임에서 시도된 자원 요청 메시지의 랜덤 접속에 대한 결과를 알려준다. 다운링크와 업링크 단계는 기지국과 단말들 사이에서 제어정보와 데이터를 전송하기 위해 사용된다. 이 단계에서 데이터 전송은 예약기반으로 이루어지며 FCH에서 자원할당 메시지를 수신함으로써 전송허락을 받은 단말들만이 데이터를 전송할 수 있다. 랜덤 액세스 단계는 한 프레임에 1~31개까지의 RCH(Random CHannel)들로 구성되며 단말들은 업링크 단계를 통해 전송할 데이터가 있을 경우 자원요청 메시지(RR:Resource Request)를 작성하고 전송할 RCH 채널 번호를 계산하여 해당 프레임에서 기지국으로 전송하게 된다.

III. 적응적 랜덤 액세스 기법

3.1 기존 HIPERLAN/2의 랜덤 액세스 기법

HIPERLAN/2에서 단말들은 Slotted ALOHA 방식을 기반으로 랜덤 액세스를 하게 된다. 우선 데이터를 전송하고자 하는 단말들은 기지국에서 브로드캐스팅 된 정보와 자신들의 정보를 고려하여 자원 요청 메시지를 작성하고, 랜덤 액세스 단계에서 단말들에서 유지되는 Contention Window(CW_c)에 의해 RCH 번호를 선택하며, 그 선택된 RCH에 자원 요청 메시지를 전송하게 된다. 충돌 발생 시 단말은 새로운 RCH 채널 번호를 다시 계산하게 되는데 윈도우 기반의 바이너리 백 오프(binary back-

off) 알고리즘에 따라 계산된다. 이는 단말에서 유지되는 CW_a 에 의해 제어되며 크기는 다음과 같이 정의된다.

• Notation :

- n = MAC 프레임 내에서의 RCH 수
- a = 단말에 의해 시도되었던 재전송 횟수
- r_a = a 번째 재전송을 위해 사용되는 RCH 번호

i) 초기시도 : $a = 0, CW_0 = n$

ii) 재전송 :

$$a \geq 1, CW_a = \begin{pmatrix} 256 & 2^a \geq 256 \\ 2^a & n < 2^a < 256 \\ n & n \geq 2^a \end{pmatrix}$$

초기 전송($a=0$)을 포함하여 a 번째 재전송을 위해 사용되는 RCH는 $[1, CW_a]$ 구간 내에서 uniform 분포된 랜덤한 정수 값 r_a 에 의해 선택된다. r_a 와 같은 번호를 갖는 RCH는 단말이 접속하게 되는 RCH 채널이다. 다음 그림 2는 a 가 4일 때 CW_a 크기가 결정되는 방법으로 예를 들어 RCH 번호 5가 선택될 경우를 도식화하였다.

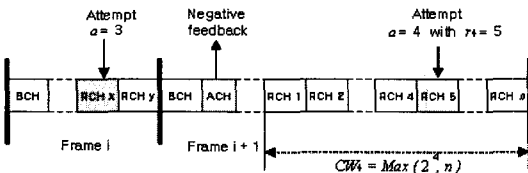


그림 2. 기존 알고리즘의 RCH 번호 선택의 예
Fig 2. An example of the access RCH at existing algorithm

3.2 적응적 랜덤 액세스 기법

본 논문에서는 Slotted ALOHA 기반의 경쟁 액세스 과정에 채널의 품질에 의해 결정되는 PHY (Physical) 모드를 적용하는 방법으로 ARAH(Adaptive Random Access algorithm for HIPERLAN/2) 알고리즘을 제안하였다. HIPERLAN/2에서는 OFDM modulation 방식을 사용하여 서로 다른 전송 속도를 갖는 7개의 PHY 모드를 아래 표 1과 같이 제공한다.

ARAH 알고리즘은 이러한 PHY 모드를 단말이 경쟁 구간에 자원을 요청하기 위해 랜덤 액세스 채널 번호를 선택하는 과정에서 적용하고자 한다. 단말들은 기지국에 의해 브로드캐스팅 되는 정보들을

표 1. 모드에 따른 파라미터 값
Table 1. Mode dependent parameters

PHY-Mode	Mode #	Physical Layer bit rate [Mbps]	Time/LCH(μs)	Group
BPSK 1/2	1	6	72	Bad
BPSK 3/4	2	9	48	
QPSK 1/2	3	12	36	
QPSK 3/4	4	18	24	Good
16QAM 9/16	5	27	16	
16QAM 3/4	6	36	12	
64QAM 3/4	7	54	8	

통해 물리 계층의 수신 신호 세기를 측정하고 이를 근거로 적절한 PHY 모드를 판단하여 자원 요청 메시지를 통하여 기지국에 제안하게 된다.

제안된 알고리즘에서는 이렇게 단말에서 결정된 PHY 모드를 RCH 번호의 결정에 영향을 미치게 된다. 방법은 PHY 모드를 두 개의 Good 그룹과 Bad 그룹으로 나누어 PHY 모드가 1, 2, 3인 단말들은 Bad 그룹으로 4이상인 단말들에게는 Good 그룹으로 분류하고, Good 그룹에 우선순위를 주기 위하여 상대적으로 Bad 그룹의 단말들에게 제한을 두는 방법을 적용하였다. 알고리즘은 다음과 같다.

• Notation :

- $r_{f,a}$ = Bad Group에 속하는 단말이 a 번째 재전송을 위해 사용되는 RCH 번호

- m = ARAH mode
(ARAH mode = 1, 2, 3)

• Step 1) CW_a 의 크기 정의

i) 초기시도 : $a = 0, CW_0 = n$

ii) 재전송 :

$$a \geq 1, CW_a = \begin{pmatrix} 256 & 2^a \geq 256 \\ 2^a & n < 2^a < 256 \\ n & n \geq 2^a \end{pmatrix}$$

• Step 2) RCH 번호 정의

i) PHY mode ≥ 4 :

$$r_a = \text{uniform} [1, CW_a]$$

ii) PHY mode < 4 :

$$r_a = \text{uniform} [1, CW_a]$$

$$r_{f-a} = r_a + (2^m - (r_a \pmod{2^m})),$$

$$m = 1, 2, 3$$

Good 그룹에 속하는 단말들은 r_a 값에 의하여 $[1, CW_a]$ 의 범위 안에서 랜덤하게 RCH 번호를 선택하게 되는데 반해, Bad 그룹에 속하는 단말들은 r_{f-a} 값이 각각 ARAH 모드에 따라, 예를 들어 ARAH 모드=2의 경우라면, $[1, CW_a]$ 범위 안의 4의 배수인 RCH 번호들 중에서 자신이 액세스할 RCH 채널을 선택하게 된다.

그림 3에서와 같이 Good 그룹일 경우 5가 선택이 되고 Bad 그룹일 경우 ARAH 알고리즘에 의해 8번의 RCH를 선택하게 된다.

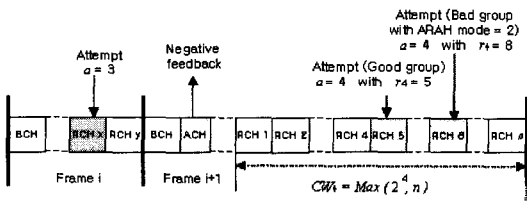


그림 3. 적응적 랜덤 액세스 알고리즘에서의 RCH 번호 선택의 예
Fig 3. An example of the next access RCH at ARAH algorithm

IV. 성능 평가 결과

4.1 시스템 모델 및 파라미터

본 논문에서 HIPERLAN/2의 MAC 프로토콜에 대한 성능평가를 위해서 구성한 시스템 모델은 센트럴 모드로 운영되는 것으로 가정하고, 시뮬레이션을 수행하기 위하여 몇 가지 요소들을 상수로 고정하여 사용하였다. 기지국의 개수는 1개이며, 섹터도 1개로 고정하였다. 단말은 300개로 고정하였으며 단말에 도착하는 단위는 Pareto 분포를 사용하여 가변적인 메시지 크기를 갖도록 하였으며 메시지 길이는 최대 66666bits를 넘지 않고, 평균 3.0×480 bits의 길이를 갖는다고 가정하였다. 도착한 메시지에 대하여 단말은 하나의 메시지가 도착한 후 그 메시지를 처리할 때까지 새로운 메시지를 발생시키지 않도록 하였다.

시스템에서 평균 Arrival rate는 Poisson 분포를 따르고, 데이터 전송을 위해 사용할 수 있는 업링크/다운링크 구간의 길이는 고정된 프레임 길이 2 ms

에서 BCH, FCH, ACH, RCH의 길이를 제외한 부분으로 업링크와 다운링크의 길이가 같은 비율을 갖도록 하였으며 채널 예약을 위해 사용하는 경쟁 슬롯의 수는 고정으로 하여 15개, 31개일 때를 비교하였다. 각 RCH 시도 시 한 단말이 임의의 PHY 모드를 설정될 확률은 동일하다고 가정하였다. 기지국은 가상의 큐를 두고 채널 경쟁 이후 살아남은 예약 요청 메시지들을 쌓아둘 수도 있으며 가상의 큐에 저장되어 있는 패킷들을 처리하기 위하여 FCFS(First Come First Serve)방식을 사용하였다.

4.2 성능 평가 결과

성능평가는 각 프레임이 고정된 랜덤 채널수를 가질 경우, 각 Arrival rate에 따른 성능을 평가한 것으로 ARAH 모드 =1, 2, 3을 적용시켜 비교해 보았다. 그러나 다른 무선랜 표준들에 비하여 제한된 수의 RCH를 가지는 HIPERLAN/2의 특성을 고려하여 ARAH 모드=4 이상은 적용하지 않았다. TDMA 방식에서의 처리율은 프레임 영역 중에서 오버헤드 부분을 제외한 데이터 부분을 계산하여 그 결과를 얻을 수 있다. 본 논문에서 처리율은 다음과 같이 구하였다.

◦ Throughput is defined as :

$$\frac{(\# \text{ LCHs}) \cdot \text{LCHs_Length} \cdot 8}{\text{Simulation_Time}} \quad (\text{bps})$$

그림 4는 RCH가 15개로 고정되어 있을 경우 처리율을 평가한 것으로, Arrival rate가 증가함에 따라 제한한 알고리즘의 처리율 증가량에 차이가 있는 것을 볼 수 있다. ARAH 모드 1의 경우는 제한한 알고리즘이 Arrival rate가 0.012 무렵부터 기존의 알고리즘에 비해 좋지 않은 결과를 보였다. 그 이유는 제한한 알고리즘은 전송률이 좋을 때는 성공률을 높이고, 전송률이 낮을 때는 충돌율을 높이 고자 하였는데, 이 경우는 Bad 그룹에 속하는 단말들의 경우에는 충돌율이 증가하지만 Good 그룹에 속하는 단말은 상대적으로 성공률에서 많은 이득을 보지 않기 때문에 오히려 기존의 알고리즘에 비해 성능이 저하됨을 보여주고 있다.

그림 5는 RCH 31개일 때의 처리율을 평가한 것으로 이 역시도 Arrival rate가 증가함에 따라 제한한 처리율의 증가량에 차이가 있는 것을 볼 수 있다. 채널 상태가 Bad인 그룹에 제한을 좀 더 많이 둔 경우에 충돌이 많이 일어나고 이에 따라 자신들

의 채널 상태를 좀 더 많이 업데이트 하게 되어 좋은 채널 상태일 때 전송을 하게 만들며 채널 상태가 좋은 단말들은 빠르게 자원을 전송할 수 있기 때문에 더 좋은 성능을 보여주고 있다.

Total Delay는 단말에 메시지가 도착한 시간부터 서비스를 모두 받고 나가는 시간까지라고 정의할 수 있으며, 시스템에서 프레임 당 RCH 채널수가 15개, 31개 일 때 한 bit를 전송하는데 걸리는 시간으로 나타내었다. 그림 6은 RCH 수가 15개일 때의 Total Delay를 나타낸다.

그림 6의 경우에도 Arrival rate가 낮은 경우에는 ARAH 모드가 어느 것을 적용하더라도 좋은 성능을 보이지만, ARAH 모드 1일 때 Arrival rate가 증가할수록 기존의 알고리즘보다 좋지 못한 지연을 보여주고 있다. 이 역시도 처리율과 마찬가지로 ARAH 알고리즘을 적용함으로써 채널 환경이 좋을 때 액세스의 성공률이 높도록 하였지만, Bad 그룹

에 최소한의 규제만을 두었을 경우 Bad 그룹은 충돌율이 높아지는 반면 Good 그룹의 성공률이 상대적으로 그다지 좋아지지 않음으로서 전체적으로는 오히려 기존의 알고리즘보다 좋지 못한 지연을 보여주고 있다. 이는 경쟁을 위해 제공되는 RCH 채널수가 너무 한정되어 있어서 제한한 알고리즘에 대하여 효과를 적게 보기 때문이며, RCH 채널수를 31개로 고정하고 성능 평가 한 결과 그림 7과 같이 기존 알고리즘에 비해 좀 더 뚜렷하게 전송 지연이 줄어드는 모습을 볼 수 있다.

추가적으로, 그림 8-10은 제한한 알고리즘이 더 좋은 성능을 보이는 것에 대한 보조 데이터들으로써 RCH 채널수를 15개로 고정하고 성능 평가한 것이다. 그림 8은 기지국 입장에서 본 액세스 성공률로써 전체 RCH 채널수 중에서 액세스에 성공한 채널수의 비율을 나타낸다.

그림 9, 10은 전체 RCH에 액세스한 단말들 중에

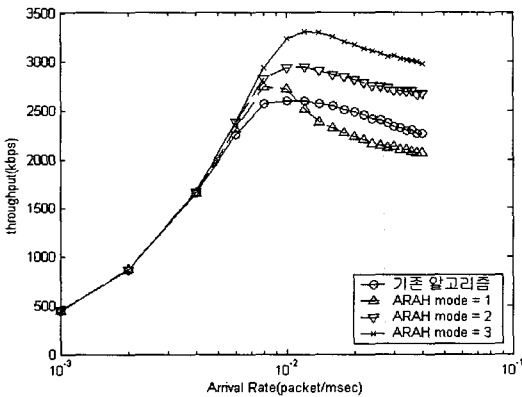


그림 4. RCH 15개 일 때의 Throughput
Fig 4. Throughput vs. Arrival rate (RCH=15)

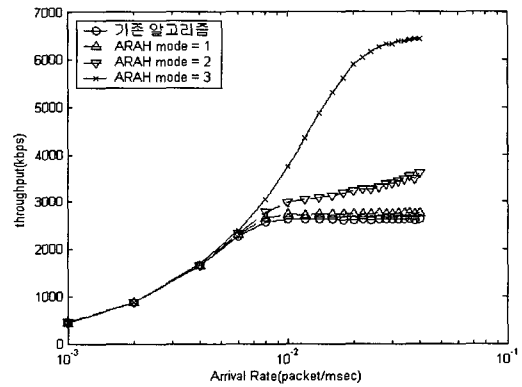


그림 5. RCH 31개 일 때의 Throughput
Fig 5. Throughput vs. Arrival rate (RCH=31)

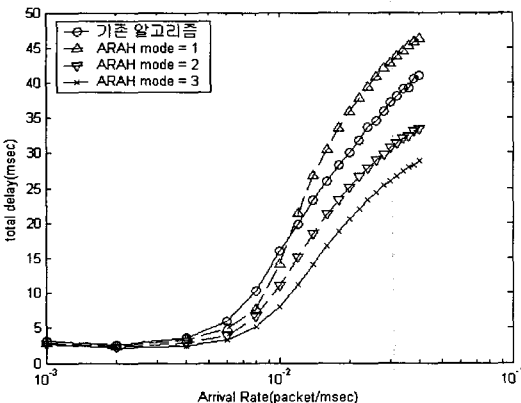


그림 6. RCH 15개 일 때의 Total Delay
Fig 6. Total delay vs. Arrival rate (RCH=15)

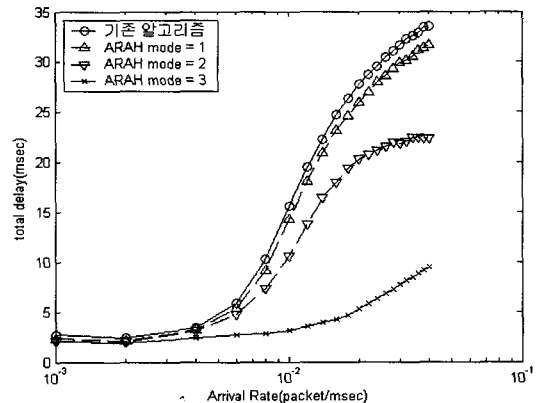


그림 7. RCH 31개 일 때의 Total Delay
Fig 7. Total delay vs. Arrival rate (RCH=31)

서 Good 그룹에 속하는 단말이 선택된 비율과 Bad 그룹에 속하는 단말들이 선택되는 비율을 보여주고 있다.

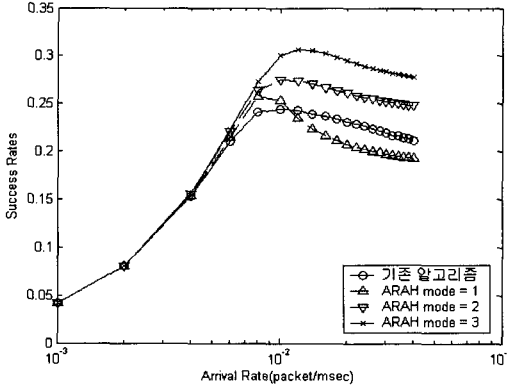


그림 8. RCH 15개 일 때의 성공률
Fig 8. Success Rate vs. Arrival rate (RCH=31)

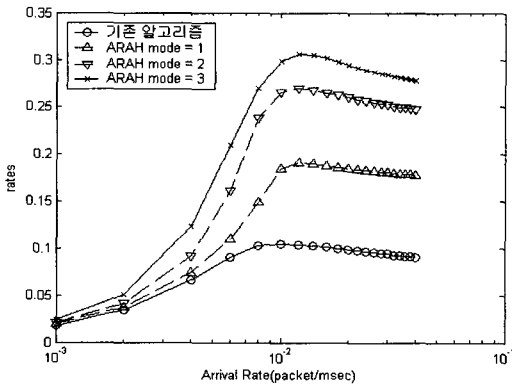


그림 9. 전체 액세스 단말 중 Good 그룹에 속하는 단말의 선택 비율 (RCH=15)
Fig 9. Success Rate of Good group vs. Arrival rate(RCH=15)

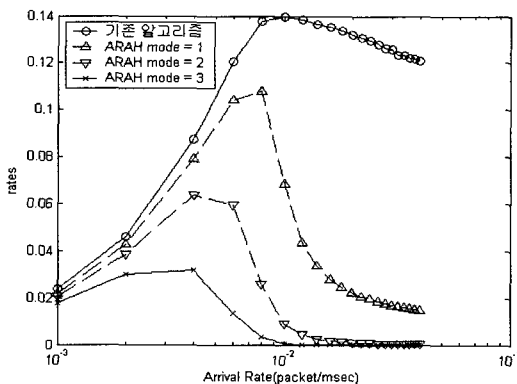


그림 10. 전체 액세스 단말 중 Bad 그룹에 속하는 단말의 선택 비율 (RCH=15)
Fig 10. Success Rate of Bad group vs. Arrival rate(RCH=15)

V. 결론

본 논문에서는 HIPERLAN/2에서 자원 요청을 위해 벌이는 경쟁 방식의 랜덤 액세스 과정에 각 단말의 채널 환경을 고려한 방법을 적용하여 처리 성능을 높이고 전송 지연을 개선한 적응적 랜덤 액세스 기법(ARAH : Adaptive Random Access algorithm for HIPERLAN/2)을 제안하고 처리율과 지연 시간 등을 검증하였다.

제안한 알고리즘은 시시각각 변하는 단말들의 채널 상태에 의하여 결정되는 PHY(Physical) 모드를 적용하여 전송률이 좋은 단말들의 경우에는 랜덤 액세스 시 성공률을 높이도록 하고, 상대적으로 전송률이 좋지 않은 단말들에게는 자신의 채널 상태가 개선되었을 때에 액세스 성공률이 높아지는 과정을 거침으로서 전체적인 처리율의 증가와 전송 지연을 줄이는 효과를 가져왔다. ARAH 방식에 대하여 성능을 평가한 결과, 처리율과 전송 지연에 대해 성능이 향상됨을 보이고 있다.

본 논문에서는 채널 상태를 고려한 PHY 모드를 단지 Good, Bad의 두 그룹으로 분리하여 알고리즘을 적용하였지만, 향후에는 좀 더 세분화된 알고리즘을 개발하기 위한 연구가 필요하며 이와 함께 적용할 수 있는 스케줄링 방식의 연구 등 더욱 효율적인 매체 접근 제어 알고리즘 연구가 진행되어야 할 것이다.

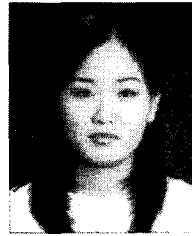
참고 문헌

- [1] ETSI TS 101 475 v1.3.2, *Broadband Radio Access Networks (BRAN); HIPERLAN Type 2; Physical (PHY) layer*, Dec. 2001
- [2] ETSI TS 101 761-1 v1.3.1, *Broadband Radio Access Networks (BRAN); HIPERLAN Type 2; Data Link Control(DLC) Layer Part 1: Basic Data Transport Functions*, Dec. 2001
- [3] A. Ganz, Z. Ganz, and K. Wongthavarawat, *Multimedia Wireless Networks : Technologies, Standards, and QoS*, Prentice Hall, 2004
- [4] 김용균, "무선 LAN, 주간기술동향, 1135호, 2004. 03. 02.
- [5] 유희정, 전태현, 이석규, 차세대 무선LAN 전송기술 및 표준화 동향, *Telecommunications review*, 무선통신·방송의 표준기술 특집부록, Dec. 2003

- [6] J. Luo, R. Mukerjee, M. Dillinger, E. Mohyeldin, E. Schulz, "Investigation of radio resource scheduling in WLANs coupled with 3G cellular network," *Communications Magazine, IEEE*, Vol. 41, Issue:6, pp.108-115, Jun. 2003
- [7] A. Doufexi, E. Tameh, A. Nix, S. Armour, A. Molina, "Hotspot wireless LANs to enhance the performance of 3G and beyond cellular networks," *Communications Magazine, IEEE*, Vol. 41, Issue:7, pp.58-65, Jul. 2003
- [8] S. Simoens, P. Pellati, J. Gosteau, K. Gosse, C. Ware, "The evolution of 5GHz WLAN toward higher throughputs," *Wireless Communications, IEEE*, Vol. 10, Issue:6, pp.6-13, Dec. 2003
- [9] J. Khun-Jush, P. Schramm, G. Malmgren, J. Torsner, "HiperLAN2: broadband wireless communications at 5 GHz," *IEEE Communications Magazine*, Vol. 40, Issue:6, pp.130-136, Jun. 2002
- [10] H. H. Choi, G. H. Hwang, D. H. Cho, "Adaptive random access and resource allocation scheme based on traffic load in HiperLAN type2 system," *Communications Letters, IEEE*, Vol. 7, Issue:4, pp.192-194 Apr. 2003

송 영 금 (Young-keum Song)

준회원



2002년 2월 충북대학교 컴퓨터 과학과 학사

2004년 8월 한양대학교 컴퓨터 공학과 석사

2004년 10월~현재 LG전자 CTO 이동통신기술연구소 연구원

<관심분야> 무선데이터 통신,

광대역 무선 액세스

이 정 규 (Jong-kyu Lee)

종신회원



1979년 한양대학교 전자공학과 학사

1989년 UCLA 전자공학과 박사

1979년 3월~1984년 5월 국방 과학 연구소 연구원

1989년 3월~1990년 2월 삼성 전자 정보통신 연구소 수석 연구원

구원

1990년 3월~현재 한양대학교 전자컴퓨터공학부 교수

1997년 3월~2001년 2월 한양대학교 공학기술연구소 부소장/소장

2001년 3월~2004년 7월 한양대학교 정보통신원 부원장

2004년 8월~현재 한양대학교 일반대학원 부원장

<관심분야> 무선데이터 통신, 통신망성능분석, 이동 및 위성 통신망 분석, Stochastic Process