

# 초고속 무선 LAN을 위한 Priority Oriented Double Reservation 프로토콜

正會員 조 광 민\*, 정 상 일\*\*, 강 철 신\*\*\*

## Priority Oriented Double Reservation Protocol for Very High Speed Wireless LANs

Kwang-Min Cho\*, Sang-Il Jung\*\*, Cheoul-Shin Kang\*\*\* *Regular Members*

※본 논문은 학술진흥재단의 '95 자유공모과제 학술연구조성비의 지원에 의하여 수행된 연구 결과입니다.

### 요 약

본 논문에서는 고품질의 화상 회의, 비디오전화, 그리고 화상 데이터 베이스 등의 서비스가 가능한 차세대 멀티미디어 무선 LAN을 구축하기 위한 무선 액세스 프로토콜을 설계하였다. 제안된 프로토콜은 랜덤 데이터 패킷 전송을 위해서는 Slotted-ALOHA를 이용하며, 주기적 데이터 패킷 전송을 위해서는 패킷 예약기법을 이용한다. 예약기법을 위해서는 미니슬롯의 사용기법이 도입되었다.

제안된 프로토콜의 성능 특성을 분석하기 위하여 C++ 언어를 사용한 시뮬레이터가 개발되었으며 다양한 시뮬레이션 연구가 수행되었다. 시뮬레이션 연구를 통하여, 제안된 프로토콜이 낮은 부하에서는 기존의 packet reservation multiple access(PRMA) 프로토콜과 거의 같은 성능 특성을 갖지만, 높은 부하로 갈수록 예비예약을 사용하여 다음 프레임에서의 충돌횟수를 감소시키기 때문에 기존의 PRMA 프로토콜보다 충돌 횟수가 현저히 감소하게 되어 성능 특성이 약 15% 개선됨을 확인하였다. 본 논문에서 제안된 프로토콜은 무선 데이터 통신망 및 차세대 광대역 무선 LAN 구축시 활용될 수 있다.

\*한국방송공사, 대전  
KBS, Taejon, Korea

\*\*해피 텔레콤, 서울  
Happy Telecom, Seoul, Korea

\*\*\*한남대학교 전자공학과 통신망 연구실  
Electronic Engineering Department Hannam University

論文番號:96237-0805

接受日字:1996年 8月 5日

ABSTRACT

In this paper we designed a high speed wireless multiple access protocol, which is suitable for future multimedia wireless LAN systems which support high quality video teleconferencing, telephony and graphic databases. In the proposed protocol, Slotted-ALOHA protocol is used for transmitting random data packets and the packet reservation multiple access(PRMA) protocol for transmitting periodic data packets. The use of minislot is introduced for the reservation scheme.

In order to measure the performance characteristic of the proposed protocol, a simulator is designed using an object oriented programming language, C++, and an exhaustive simulation study is carried out. From the simulation results, it is observed that the proposed protocol and the existing PRMA protocol have almost the same delay characteristic when network traffic is low. However, the proposed protocol is superior to the PRMA protocol when traffic becomes higher. The proposed protocol and the results can be utilized for the design of the wireless access systems and future broadband wireless LANs.

I. 서 론

최근 랩탑 및 노트북 컴퓨터와 같은 강력한 휴대용 컴퓨터의 증가에 따라 무선 근거리통신망(Local Area Networks: LANs)에 관한 연구가 활발히 진행되고 있으며[1-3], 유선 LAN에서의 선로관리, 중설, 단말의 이동 등의 어려움을 해결하여 주기때문에 그 필요성이 크게 증대되고 있다[4-5].

현재 무선 LAN에서 일반적으로 사용되는 매체 접근 프로토콜은 IEEE 802.11에서 채택된 CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance) 프로토콜이다[6]. CSMA/CA 프로토콜은 채널의 사용 이전에 채널을 예약함으로써 패킷간의 충돌을 미연에 방지하는 프로토콜이다. 따라서 이 방식에서는 채널 예약에 따르는 스케줄링 기간이 필요하지만 패킷간의 충돌을 방지할 수 있어서 패킷 충돌에 따른 지연이 없으며 패킷 충돌에 따른 재전송 관리도 필요 없다[7]. 그러나 CSMA/CA 프로토콜은 랜덤 데이터 통신에서는 비교적 좋은 성능 특성을 제공하지만, 음성이나 화상 통신과 같은 실시간 통신, 즉 주기적으로 데이터를 전송하는 응용에서는 사용하기 어려운 단점이 있다. 이를 보완하기 위하여 최근에 여러 정보를 다윈 접속할 수 있는 packet reservation multiple access(PRMA) 프로토콜이 제안되었다[1]. PRMA 프로토콜은 기존의 무선 LAN 시스템에서 음성 정보를 전송할 수 있도록 하기 위하여 Reservation-ALOHA

프로토콜을 변형하여 사용하였다. 그러나 PRMA 프로토콜은 64 kbps의 음성 데이터의 실시간 전송을 위한 주기적 트래픽의 전송 기능은 제공하지만, 이보다 전송 용량이 큰 화상 데이터 통신은 수용할 수 없다. 또한 트래픽이 증가할 경우에는 급격하게 충돌 횟수가 증가하는 단점이 있다. 앞으로의 정보통신의 유형은 텍스트 데이터와 같은 랜덤 데이터 트래픽 및 음성 및 화상, 영상 통신과 같은 주기적 트래픽을 효율적으로 수용하여 사용자에게 멀티미디어 정보를 제공하는 형태의 무선 액세스 프로토콜이 필요하다.

본 논문에서는 기존의 PRMA 프로토콜에 미니슬롯을 사용한 예약기법을 도입하여 랜덤 데이터 트래픽의 전송과 고품질의 화상 회의(video conferencing), 비디오전화, 그리고 화상 데이터 베이스 등의 서비스를 제공하기 위한 주기적 트래픽의 실시간 전송이 가능한 무선 액세스 프로토콜을 설계하였다. 또한, 시뮬레이션 연구를 통하여 제안된 프로토콜의 성능 특성을 분석하고, 기존의 PRMA 프로토콜과 성능 특성을 비교하였다.

II. 초고속 무선 LAN 시스템의 구성

일반적으로 가장 효율도가 높은 무선 LAN 시스템은 그림 1과 같이 유선 기간망(backbone network)과 여러개의 무선 액세스시스템(wireless access system)들이 연결된 형태로 구성된다. 기존의 시스템들에서

의 유선 기간망은 주로 IEEE 802.3(Ethernet) 혹은 IEEE 802.5 (Token Ring) 등으로 구성되어 여러개의 무선 액세스시스템들을 기지국(base station)을 통하여 연결하고 있다. 그러나, 가변길이의 패킷 통신을 근간으로 하는 이들 기존의 저속 유선 기간망 시스템 들로는 ATM을 근간으로 하는 차세대 광대역 통신 요구를 만족시킬 수 없기때문에, 2000년대의 기간망 시스템은 초고속 통신망에 적합한 ATM 셀(cell)들을 수용하는 슬롯 형식의 광 통신망(링, 버스 등)으로 구성되어 여러개의 노드들을 연결할 것으로 기대되고 있으며[8], 초고속 무선 액세스 시스템을 위한 초고속 광무선 채널들에 관한 연구들도 활발히 진행중에 있다[9, 10]. 또한, 멀티미디어 서비스를 무선 LAN 시스템에서 효율적으로 수용하기 위해서는 랜덤 데이터 및 주기적 데이터의 초고속 실시간 전송이 가능하도록 기지국에서 여러개의 무선 단말기들을 연결하는 새로운 다중 접속 프로토콜이 필요하다.

### III. 고속 무선 액세스 프로토콜의 설계

#### 3.1 기존의 무선 액세스 프로토콜

무선 패킷 통신 시스템에서 사용되는 다중접속기법으로는 Slotted-ALOHA, Reservation-ALOHA, ALOHA-Reservation, Reservation-TDMA 등이 있다[11]. 경쟁(contention) 접속방식인 Slotted-ALOHA는 낮은 부하에서는 상향 채널에 신속한 접속이 가능하지만 임의의 접속 충돌때문에 최대처리율은 0.386정도에 불과하다[7]. Reservation-ALOHA는 기본적인 Slotted-ALOHA에 묵시적(implicit) 예약 기능을 추가하여서 어느 정도까지의 입력부하까지는 비교적 적은 지연시간으로 수용할 수 있다. 그러나 이 접속기법도 경쟁을 기반으로 하여 묵시적으로 슬롯을 예약하므로 수용할 수 있는 처리율은 0.7정도를 넘지 못한다[7].

PRMA 프로토콜은 64 Kbps의 음성 데이터의 실시간 전송을 위한 주기적 트래픽의 패킷 전송을 수용하기 위하여 Reservation-ALOHA를 변형하여 설계되었다. 이 PRMA 프로토콜은 Slotted-ALOHA와 TDMA를 절충한 다원접속 방식이다[1]. Slotted-ALOHA에서와 같이 전송할 새로운 메시지가 발생한 무선 단말기는 경쟁방식으로 채널을 접속한다. 연속적으로 패킷을 발생시키는 무선 단말기는 한번 채널 접속에 성

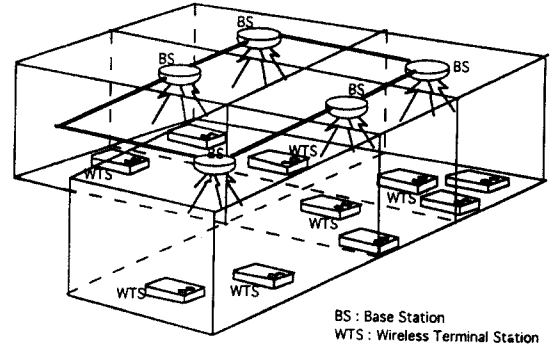


그림 1. 무선 LAN의 구성

공하면 모든 패킷들의 전송이 종료될 때까지 시간 슬롯을 예약(reservation)받게 되어 연속되는 패킷을 충돌없이 전송할 수 있다. 따라서, 시간 슬롯을 예약받은 무선 단말기는 TDMA처럼 채널을 공유한다. 매 슬롯의 끝에서 기지국으로부터 수신된 승인(acknowledgment) 플래그에 의해 각 슬롯은 예약(reserved), 또는 가용(available)으로 인식된다. 무선 단말기는 전송할 메시지가 발생하면 가용 슬롯을 접속하기 위해 ALOHA 프로토콜을 사용한다. ALOHA 프로토콜을 통하여 충돌없이 첫 패킷을 전송하게 되면 TDMA처럼 매 프레임의 해당 슬롯을 예약받게 된다. 메시지의 전송이 종료되면 예약된 슬롯에 패킷을 전송하지 않음으로써 예약을 해제한다.

#### 3.2 초고속 무선 LAN을 위한 멀티플액세스 프로토콜의 설계

유선 LAN에서와 마찬가지로 무선 LAN에서도 랜덤(random) 데이터와 주기적 데이터를 하나의 망으로 종합 서비스하는 것이 최근의 경향이다. 특히 무선 액세스 시스템이 광대역 종합 정보통신망(B-ISDN)과 같은 기간 유선망과 연계되어 사용될 경우, 이러한 종합서비스는 필수적이다[2]. 종합 서비스를 위한 무선 액세스 시스템의 프로토콜 설계시에는 음성 신호 및 영상 신호와 같은 실시간 전송이 필요한 주기적 트래픽의 특성과 텍스트 데이터와 같은 랜덤 트래픽의 서로 다른 특성을 고려하여야 한다.

제안된 프로토콜에서는 Reservation-TDMA 프로토콜 등에서 사용된 미니슬롯을 변형한 기법과 PRMA 프로토콜의 장점들을 결합하여 무선 LAN 환경에 적

용시켰다. 랜덤 데이터 패킷 전송을 위해서는 Slotted-ALOHA가 이용되며 주기적 데이터 패킷 전송을 위해서는 미니슬롯을 이용한 패킷 예약기법이 이용되었다.

제안된 프로토콜의 상향 프레임 구조는 그림 2와 같이 전체  $K$ 개의 슬롯으로 구성된다. 각 슬롯은 헤더(header)와 페이로드 영역으로 구분되며, 페이로드 영역은 한개의 패킷(혹은 셀)을 수용한다.

헤더 내에는 사용중(Busy-Empty) 플래그와 슬롯 내의 데이터의 우선순위 상태 (PR-State) 플래그, 그리고 미니슬롯들이 있다. 1 비트의 사용중 플래그는 슬롯의 페이로드 내에 전송중인 데이터가 있는지, 즉 그 슬롯이 사용중인지의 여부를 알려주는 플래그로서 기지국과 기간망을 연결하는 접속부에서 사용된다. 1 비트의 우선순위 상태(PR-State) 플래그는 사용중 플래그가 'on'일 경우에만 의미가 있으며, 이 플래그가 'on' 상태이면 페이로드 안에 있는 데이터가 우선순위가 높은 주기적 패킷임을 의미하며 'off' 상태이면 랜덤 패킷임을 의미한다. 헤더 내에는  $M$ 개의 미니슬롯들이 있으며, 각 미니슬롯은 예약 플래그(reservation flag)와 우선권 플래그(priority flag)의 2비트로 이루어진다. 우선권 플래그는 주기적 데이터 패킷의 예약을 명시하기 위하여 사용된다. 주기적 데이터 패킷은 주기성을 가지고 있으므로 예약 단계에서 랜덤 데이터 패킷보다 높은 우선 순위를 부여받는다.

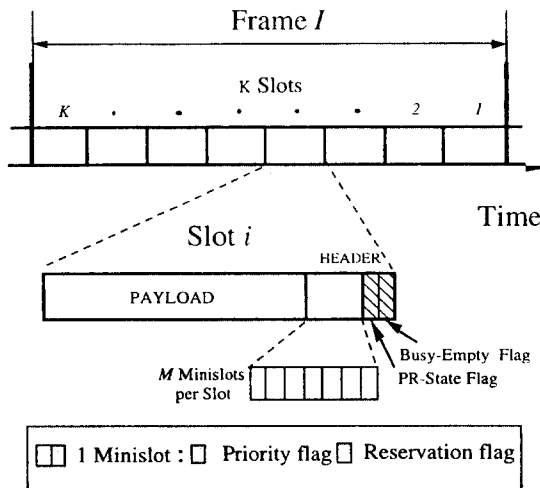


그림 2. 제안된 프로토콜에서의 상향 프레임 구조

### 3.2.1 랜덤 패킷의 전송

ALOHA 서브프레임에서, 데이터 패킷은 Slotted-ALOHA 방식으로 액세스함과 동시에 프레임 헤더 내의 미니슬롯 하나를 임의로 선택하여 예비예약(spare-reservation)을 표시한다. 그러므로, 데이터 영역에서 충돌이 발생하더라도 예비예약이 표시된 미니슬롯에서 충돌이 발생하지 않으면 묵시적(implicit) 예약이 가능하다.

각 무선 단말기들은 왕복 전달지연시간(round-trip propagation delay)후에 하향채널(downlink)을 통하여 프레임 단위로 데이터 전송의 충돌 발생 여부와 예약의 성공 여부 및 예약 우선권을 알게된다. 랜덤 데이터 패킷 전송시 데이터 영역에서 충돌이 발생하지 않아서 전송이 성공한 경우에는 그에 해당하는 예비예약은 필요하지 않게되므로 무시된다.

그러나, 만약 데이터 영역에서 충돌이 발생한 경우에는(그림 3 참조), 미니슬롯을 통한 예비 예약의 성공 여부에 따라서 다음 프레임에서 성공적으로 전송될 수 있는지가 결정된다. 즉, 예비예약이 성공한 경우에는 다음 프레임의 예약된 슬롯을 통하여 패킷을 재전송한다. 그림 3에서 무선 단말기 A와 무선 단말기 B로부터 거의 같은 시간(같은 슬롯시간)에 패킷의 전송을 위하여 데이터가 도착하면, 두개의 단말기 A와 B로부터의 패킷들이 같은 슬롯, 즉 슬롯 3을 통하여 전송하게되며, 슬롯 3 내에 있는 미니 슬롯들중 하나를 각각 임의로 선택하여 예약 플래그를 'on'시켜서 예약을 하게 된다. 이 때 슬롯 3을 통한 Slotted-ALOHA 전송은 충돌이 되어 재전송이 필요하게 되는데, 미니 슬롯을 통한 예비예약이 성공되면 그 다음 프레임에 각각 전송이 보장되어 성공적으로 전송하게 된다(그림 3 참조). 그러나, 예비예약도 충돌이 되어 실패한 경우에는 임의의 지연시간 후에 패킷의 재전송이 시도된다.

### 3.2.2 주기적 패킷의 전송

사용자 데이터가 실시간 정보인 경우 이 데이터는 주기적 패킷의 형태로 전송된다. 이때 그 첫번째 패킷은 Slotted-ALOHA 방식으로 액세스함과 동시에 그 슬롯에 속한 미니슬롯중 한개를 임의로 선택하여 예비예약(spare-reservation)을 표시하고 주기적 패킷임을 명시하기 위하여 우선권 플래그에 우선순위를

표시한다. 기지국 내의 모든 무선 단말기들은 왕복 전달지연시간(round-trip propagation delay) 후에 하향채널을 통하여 데이터 전송의 충돌 발생 여부와 예약의 성공 여부 및 예약 우선권을 알게된다. 데이터 패킷 전송시 슬롯의 페이로드 영역에서 충돌이 발생하지 않아서 전송이 성공한 경우에는 그에 해당하는 예비예약은 무시된다. 그리고 그 다음 프레임들에서 같은 슬롯 자리가 자동적으로 예약이 되어 매 프레임마다 주기적으로 패킷들을 전송한다. 그림 4에서 보는바와 같이 단말기(Station) B의 주기적 패킷들의 첫 번째 패킷이 슬롯 3에서 성공적으로 전송되고, 자동적으로 그 다음 프레임들의 슬롯 3을 통하여 패킷들이 전송된다.

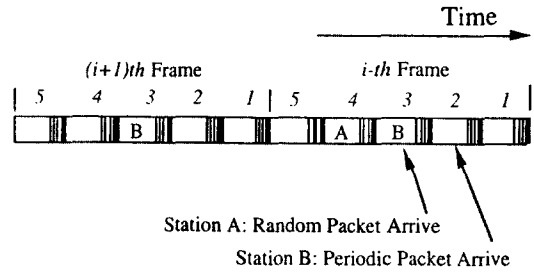
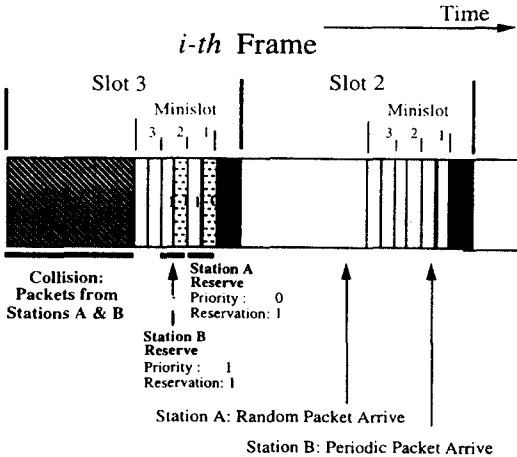
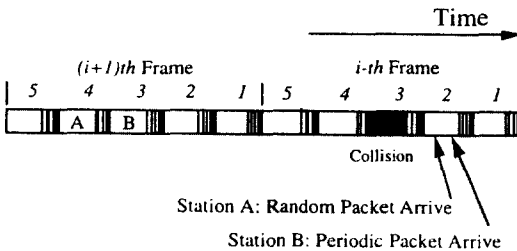


그림 4. 주기적 데이터의 연속적인 패킷의 전송

그러나, 만약 데이터 영역에서 충돌이 발생한 경우에는 그 패킷은 예비예약의 성공 여부에 따라 그 다음 프레임에서의 전송 여부가 결정된다. 미니슬롯을 통하여 예약이 성공되면, 그 다음 프레임들에서 예비 예약 절차에 따라서 결정된 슬롯을 통하여 계속적으로 다음 프레임들에서 전송된다.



(a) 데이터 패킷은 충돌하였으나, 예약은 성공한 경우



(b) 충돌 후 예약을 통한 다음 프레임에서의 패킷의 전송

그림 3. 데이터 패킷은 충돌하였으나, 예약은 성공한 경우의 패킷 전송

### 3.2.3 예비 예약의 동작

제안된 프로토콜에서는 랜덤 데이터 및 주기적 데이터가 충돌로 인하여 성공적인 전송을 실패하더라도 예비 예약을 할 수 있도록 함으로써, 그 다음 프레임에서 높은 확률로 성공적인 전송을 할 수 있는 기능을 제공한다. 예비예약은 각 무선 단말기들이 하향채널을 통하여 한 프레임을 모두 수신한 후에, 그 프레임 중에서 성공적인 예비예약들을 수집하여 예약이 표시된 슬롯의 위치( $X \in \{1, 2, 3, \dots, K\}$ )와 그 슬롯 내의 미니슬롯의 위치( $Y \in \{1, 2, 3, \dots, M\}$ ) 정보로 구성된 예약 벡터( $X, Y$ )를 이용하여 다음과 같이 설정된다.

프레임  $I$ 가 상향 채널을 통하여 기지국까지 전송되면 그에 대한 하향 프레임이 구성되어 무선 단말기 쪽으로 전송된다. 하향 프레임은 상향 프레임(그림 2)과 유사한 포맷으로 되어있으며 상향 프레임과 같은 갯수의 슬롯들을 가지고 있다. 그림 5와 같이, 하향 프레임 내의 슬롯  $i$ 는 무선 단말기로부터 상향 채널을 통하여 기지국까지의 성공적인 데이터 전송을 나타내는 ACK 플래그, 현재 그 슬롯의 예약 상태를 표시하는 우선 순위 (PR-State) 플래그, 그리고 그 슬롯 내의 미니슬롯들의 예약 성공여부에 대응하는 예약(Reservation) 플래그 및 우선권(Priority) 플래그들로 구성되어 있다. 프레임  $I$ 를 수신하면서 기지국에서 수

행하는 작업의 절차는 다음과 같다.

(1)헤더 부분:슬롯  $i$ 의 페이로드 내의 데이터 패킷이 성공적으로 수신되면 ACK 플래그를 1로, 충돌이 일어나면 0으로 각각 세트한다. 현재 슬롯  $i$ 가 주기적인 패킷을 전송중인 예약 상태라면 우선 순위(PR-State) 플래그를 1로 한다. 미니슬롯들을 통하여 성공적으로 도착한 예약 요구는 예약 플래그를 1로 하는데, 그때 그 예약이 주기적 데이터를 위한 요구라면 우선권 플래그를 1로 한다.

(2)페이로드 부분:무선 단말기로부터 상향 채널을 통하여 성공적으로 수신된 패킷중에서, 패킷의 최종 수신처 어드레스가 타 기지국에 속하는 패킷은 그 슬롯의 페이로드 부분에서 제거하여 기간망을 통하여 타 기지국으로 전송한다. 상향 채널을 통하여 성공적으로 수신된 패킷중에서, 패킷의 최종 수신처 어드레스가 자국에 속하는 패킷은 그대로 하향채널을 통하여 자국 내의 모든 무선 단말기들에게 전송된다. 기간망을 통하여 타 기지국으로부터 자국에 속하는 패킷이 전송되어 오면, 즉 기지국에서 무선 단말기로 보낼 데이터 패킷이 있으면 하향 프레임내의 빈 슬롯의 페이로드에 실어 자국 내의 모든 무선 단말기들에게 전송한다.

각 무선 단말기들은 하향 프레임을 수신한 후 예비예약을 확인하기 위하여 다음과 같은 과정을 수행한다.

(1)데이터 영역이 성공적으로 전송된 슬롯, 즉 ACK 플래그가 1로 되어있는 슬롯들의 예비예약은 무시한다.

(2)데이터 영역에서 충돌이 발생한 경우(즉, ACK 플래그가 0으로 되어있는 경우), 미니슬롯들을 통한 성공적인 예약 ( $X, Y$ ) 예약 벡터들을 모아서 정렬한다. 먼저 우선권이 표시된 ( $X, Y$ ) 예약 벡터, 즉 주기적 패킷들을 우선적으로 정렬하고, 랜덤 데이터 패킷도 같은 방법으로 정렬한다.

(가)벡터들을 다음과 부집합으로 정렬한다.

$$X_1, X_2, X_3, \dots, X_k, X_i = \{(x, y) | x = i\}$$

(나)각 부집합된  $X_i$ 를  $y$ 값에 의해 오름차순으로 정렬한다.

(3)정렬한 ( $X, Y$ ) 예약 벡터들중에서 (이전 프레임에서부터 전송되고 있는 주기적 데이터 패킷들의 슬롯 갯수를 포함하여)  $K$ 개를 넘는 순번은 무시한다. 단, 무시하는 순서는 랜덤 데이터 패킷, 주기적 데이터

패킷, 이전 프레임에서 예약된 패킷순으로 한다

(4)예약된 벡터들은 다음 프레임에서 아래와 같이 패킷의 전송을 시작한다.

(가)정렬된 벡터는 제일 처음 예약된 예약 벡터의 슬롯의 위치를 기준으로 하여 순차적으로 전송한다.

(나)순차적으로 전송하는 도중에, 이미 주기적 패킷을 전송중인 예약된 슬롯들이 있으면 그 다음 슬롯을 사용하여 전송한다.

위에서 기술한 바와 같이 본 논문에서 제안된 프로토콜은 적은 부하에서는 PRMA와 거의 같은 전송을 하게되지만, 높은 부하로 갈수록 다음번 프레임에서의 충돌횟수를 감소시키기 때문에 PRMA 프로토콜보다 더 우수한 성능 특성을 갖게 된다.

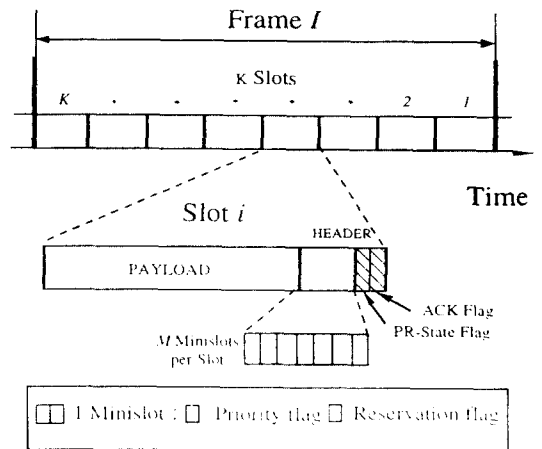


그림 5. 제안된 프로토콜에서의 하향 프레임 구조

#### IV. 성능분석을 위한 시뮬레이션

본 절에서는 제안된 무선 통신망의 성능 분석을 위하여 시뮬레이션 모델을 설정하고, C++ 언어를 이용하여 시뮬레이터를 구현하였다. 다중 접속 프로토콜의 성능 특성을 분석하기 위하여 한개의 기지국내의 무선 통신망만을 고려하였으며 유선 기간망을 통하여 연결된 전체 통합 시스템은 고려하지 않았다.

##### 4.1 시뮬레이션 모델 및 가정

시뮬레이터는 제안된 무선 통신망의 성능에 영향

을 주는 (1) 무선 통신망내의 무선 단말기의 수, (2) 1 프레임(Frame) 내의 슬롯의 수, (3) 무선 채널의 전송 속도, (4) 랜덤 트래픽 및 주기적 트래픽의 비율 등의 기본적인 파라미터들이 사용자에 의해 입력되어지도록 설계되었다. 또한, 시뮬레이터는 제안된 프로토콜의 성능 특성을 분석하고, 기존의 PRMA 프로토콜의 성능 특성과 비교할 수 있도록 (1) 전체 트래픽의 평균 전달 지연 시간, (2) 주기적 트래픽의 평균 전달 지연 시간, (3) 랜덤 트래픽의 평균 전달 지연 시간, (4) 전달 지연 시간들의 표준 편차(standard deviation), (5) 단위 시간당 평균 충돌 횟수 등의 출력값들이 결과로서 제공되도록 설계하였다.

#### 4.2 시뮬레이션 결과 및 고찰

적절한 무선 통신망의 성능 평가를 위하여 다음의 구체적인 사항들을 부가적으로 가정하였다.

(1) 무선통신망내의 무선 단말기의 수는 20개로 가정하며, 단말기들에서의 패킷 발생은 포아송 프로세스(poisson process)에 의한다.

(2) 무선 통신망을 통하여 전송되는 패킷의 크기는 B-ISDN과의 연동을 위하여 ATM 셀의 크기(53 octets)와 동일하다.

(3) 한 프레임 내에는 10개의데이터 슬롯들이 있으며, 한 개의 슬롯당 5개의 미니슬롯들이 있다.

(4) 무선 통신망내에서 모든 무선 단말기들의 메시지 발생율은 같고, 각 무선 단말기들은 자신을 제외한 기지국내의 모든 무선 단말기들에게 같은 비율로 패킷을 전송한다.

주기적인 트래픽과 랜덤 트래픽이 혼합되어 있는 환경 하에서 155Mbps 및 622Mbps의 채널 속도로 시뮬레이션을 수행하였으며, 몇몇 대표적인 시뮬레이션의 결과를 그림 6~그림 10에 도시하였다. 그림 6은 채널 속도 622Mbps에서 초당 생성되는 무선 통신망내의 패킷의 수로 정의된 부하에 대하여 평균 전달 지연을 보여주고 있다. 그림 7은 제안된 프로토콜과 PRMA의 처리율(throughput)을 도시한 그림이다. 그림 8은 채널 속도 155Mbps 에서 주기적 데이터와 랜덤 데이터의 백분율을 변화시키면서 평균전달 지연 시간을 나타낸 그래프이다. 그림 9는 채널 속도 155Mbps에서 평균 전달 지연시간의 표준편차를 보여주고 있다. 그림 10은 제안된 무선 액세스 프로토콜과

PRMA 프로토콜에서의 정량화된(normalized) 평균 충돌횟수(한개의 셀을 전송하는 단위 시간당 평균 충돌 횟수)를 보여주고 있으며, 표 1은 1초 동안에 발생하는 평균 충돌 횟수를 보여주고 있다. 상기와 같은 시뮬레이션 연구를 통해 아래와 같은 사실들이 관찰되었다.

(1) 제안된 무선 프로토콜에서 미니 슬롯군으로 인한 오버헤드 때문에 트래픽량이 적을때는 PRMA보다 평균 지연 시간이 약간 크지만 트래픽량이 많아질

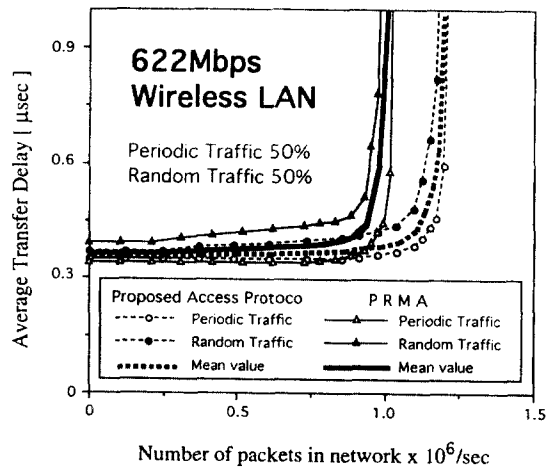


그림 6. 무선 액세스 시스템의 평균 전달 지연 특성(622Mbps 채널 속도)

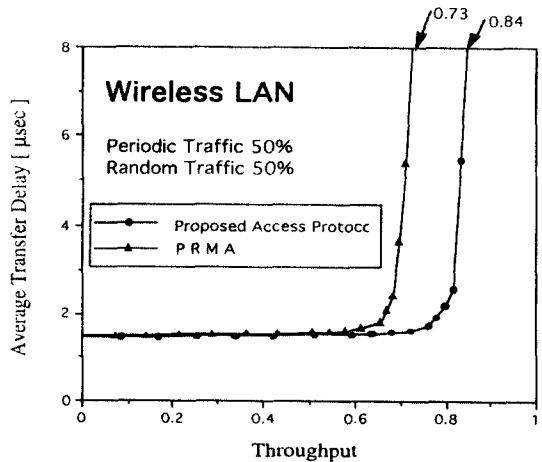


그림 7. 무선 액세스 시스템의 처리율 및 평균 전달 지연 특성(622Mbps 채널 속도)

수록 미니슬롯을 통한 예약으로 충돌이 감소되어 평균지연시간이 PRMA보다 적어지는것을 확인하였다(그림 6 참조). 또한 주기적인 트래픽과 랜덤 트래픽 간에도 약간의 평균전달 지연시간의 차이를 관찰 할 수 있는데, 이러한 미소한 지연시간의 차이는 주기적인 트래픽의 경우 예약을 통해 우선권을 받으므로 평균지연 시간을 랜덤 트래픽보다 줄일 수 있기 때문에 발생한다.

(2)그림 6에서와 같이 제안된 무선 액세스 프로토콜은 622Mbps 채널 속도에서 매 1초당 약 1,220,000 패킷을 전송할 수 있다. 따라서 제안된 무선 액세스 프로토콜은 약 0.84의 처리율을 갖게 되며, PRMA 프로토콜은 0.73의 처리율을 갖는다(그림 7 참조). 따라서 제안된 프로토콜에서 약 15% 성능이 향상된다.

(3)주기적 트래픽 및 랜덤 트래픽 량을 변화해 가며 통신망에 미치는 영향을 관찰하여 보면 그림 8에서 보듯이 주기적 트래픽의 백분율이 높을때가 낮을 때보다 평균 전달 시간이 약간 적은 값을 갖는다.

(4)제안된 무선 액세스 프로토콜과 PRMA 프로토콜의 전달 지연 시간의 표준편차를 관찰하여 보면 그림 9에서 보듯이 제안된 무선 프로토콜의 표준편차 값들이 평균 지연 특성 곡선에서 벗어나는 비율보다 PRMA 프로토콜의 표준편차 값들이 평균 지연 특성 곡선에서 벗어나는 비율이 더 큰 것을 확인할 수 있

다. 따라서 제안된 무선 프로토콜은 예약을 통하여 이전에 전송한 패킷과 다음에 전송 될 패킷 사이의 전달 지연 시간의 차가 PRMA보다 안정적인 것을 알 수 있다.

(5)제안된 프로토콜에서는 예약 기법을 도입하므로써 PRMA 프로토콜에서보다 현저하게 충돌 횟수가 감소하는 것을 확인하였다. 그림 10은 한개의 셀을

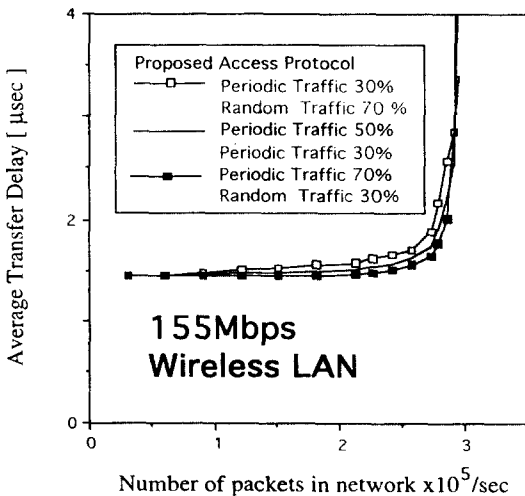


그림 8. 무선 액세스 시스템의 처리율에 따른 평균 전달 지연 특성

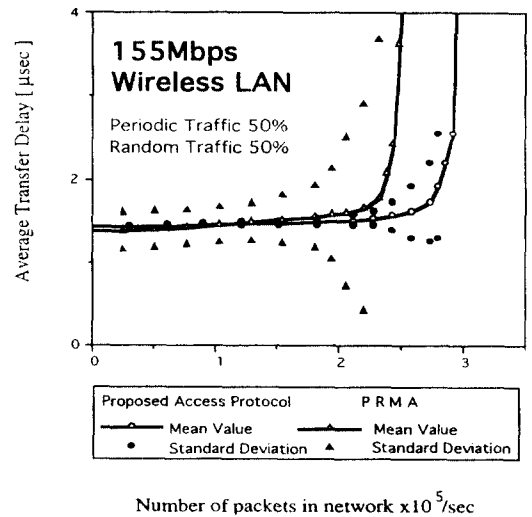


그림 9. 무선 액세스 시스템의 평균 전달 지연 특성과 표준 편차(155Mbps 채널 속도)

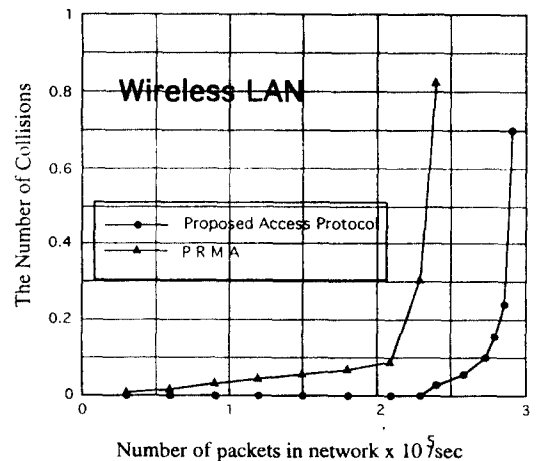


그림 10. 무선 액세스 시스템에서의 정상화된 평균 충돌 횟수



송신하는 단위 시간 동안의 평균 충돌 횟수, 즉 정량화된 평균 충돌 횟수를 보여주고 있는데 트래픽이 초당  $2 \times 10^5$  패킷의 경우, 제안된 프로토콜에서는 0.0015 번의 충돌이 일어나며, PRMA 프로토콜에서는 0.08876 번 충돌이 일어난다. 표 1에서 보듯이, 1초 동안에 발생하는 평균 충돌 횟수도 상당한 차이를 보여주고 있다.

이상의 결과로부터 제안된 프로토콜은 미니슬롯을 이용한 예약기법을 도입함으로써, PRMA 프로토콜에 비하여 충돌 횟수가 현저하게 감소하며, 이로인하여 처리율이 PRMA 프로토콜보다 약 15% 개선됨을 확인하였다.

표 1. 1초 동안에 일어나는 평균 충돌 횟수의 비교

Packet $\times 10^5$ / sec	충돌 횟수	
	Proposed Access Protocol	PRMA
0.3	30	219
0.6	60	876
0.9	90	2961
1.2	120	5256
1.5	150	8190
1.8	180	1242
2.1	315	18396
2.3	391	70495
2.4	684	197808

## V. 결 론

유선 LAN에서와 마찬가지로 무선 LAN에서도 랜덤 데이터와 주기적 데이터를 하나의 망으로 종합서비스하는 것이 최근의 경향이다. 특히 무선 액세스 시스템이 광대역 종합 정보통신망과 같은 기간 유선망과 연계 시스템으로 사용될 경우, 이러한 종합 서비스가 필수적이다. 이러한 종합 서비스 무선 액세스 시스템의 프로토콜 설계시에는 영상 데이터와 같은 실시간 전송이 필요한 주기적 트래픽의 특성과 컴퓨터의 텍스트 데이터와 같은 랜덤 트래픽의 서로 다른 특성을 고려하여야 한다. 따라서 랜덤 데이터 트래픽과 음성 및 정지화상, 동영상과 같은 주기적 트래픽

을 효율적으로 수용하는 무선 액세스 프로토콜이 필요하다. 본 논문에서 제안한 프로토콜에서는 기존의 무선 데이터 통신을 위해 제안한 PRMA를 기반으로 하여 Reservation-TDMA 프로토콜 구조에서의 미니슬롯을 변형시켜 사용한 예약기법을 도입하였다. 제안된 프로토콜에서는 랜덤 데이터가 Slotted-ALOHA 액세스를 실패하더라도 예비예약을 할 수 있도록 함으로써, 재전송시에는 높은 확률로 성공적인 전송을 보장하도록 하였다.

제안된 프로토콜의 성능특성을 분석하기 위하여 C++ 언어를 사용한 시뮬레이터가 개발되었으며, 다양한 시뮬레이션을 통하여 제안된 프로토콜의 성능특성을 살펴보았다. 제안된 프로토콜의 실제 패킷 처리율 및 최대 채널 이용률을 알아보기 위하여 시뮬레이션 연구를 수행하여 본 결과 기존의 PRMA 프로토콜에 비하여 충돌 횟수가 현저하게 감소하며, 처리율이 PRMA 프로토콜보다 약 15% 개선됨을 확인하였다. 또한, 주기적 및 랜덤 트래픽량을 변화시키면서 통신망에 미치는 영향을 관찰하여 본 결과 주기적 트래픽의 백분율이 높은 경우가 주기적 트래픽의 백분율이 낮은 경우보다 평균전달시간에서 적은값을 가지는 것을 확인하였다. 또한, 제안된 무선 프로토콜보다 PRMA 프로토콜에서의 평균 전달 지연 시간의 표준편차 값들이 지연 특성 곡선 값들과 많은 차이가 발생하는 것을 확인하였다. 따라서 제안된 프로토콜은 PRMA보다 안정적인 전달 지연 시간이 보장되는 것을 알 수 있었다. 다양한 시뮬레이션들을 수행한 결과, 본 논문에서 제안된 프로토콜은 적은 부하에서는 거의 PRMA와 같은 성능 특성을 보이지만 높은 부하로 갈수록 예비예약의 특성으로 인하여 패킷들의 충돌횟수가 감소되기 때문에 PRMA보다 처리율, 평균 전달 지연 시간, 표준편차 특성, 충돌 횟수에서 우수함을 알 수 있었다. 본 논문에서 제안된 프로토콜은 무선 데이터 통신망 및 차세대 광대역 무선 LAN 구축시 활용될 수 있다.

## 참 고 문 헌

1. David J. Goodman and Sherry X. Wei, "Efficiency of Packet Reservation Multiple Access," *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, Vol. 40, No. 1,

- Feb. 1991.
2. 전화숙, 정동근, "음성 데이터/데이터 종합 서비스 무선 LAN용 혼합 ALOHA-Reservation 프로토콜," 한국정보과학회 논문지, 제 21권, 제 3호, pp. 538-546, 1994년 3월.
  3. G. Bronson, K. Pahlavan, H. Rotithor, "Performance Evaluation of Wireless LANs in the Indoor Environment," *Proc. 18th Conference on Local Computer Networks*, Minnesota, pp. 452-460, September 1993.
  4. Kaveh Pahlavan, "Wireless Communications for Office Information Networks," *IEEE Communications Magazine*, Vol. 23, No. 6, pp. 19-27, June 1985.
  5. Dale Vuchholz, Paul Odlyzko, Mark Taylor, Richard White, "Wireless In-Building Network Architecture and Protocols," *IEEE Network Magazine*, Vol. 5, No. 6, pp. 31-38, Nov. 1991.
  6. *Draft Stand IEEE 802. 11 Wireless LAN*, July 1995.
  7. Kaveh Pahlavan and Allen H. Levesque, *Wireless information networks.*, Wiley, New York, pp. 359-372, 1995.
  8. 조광민, 정상일, 이정우, 강철신 "주기적 패킷 데이터 전송을 위한 이중 예약 무선 멀티플 액세스 프로토콜," 한국통신학회 1996년도 하계 종합 학술발표회 논문집, 제주대학교, 제주, pp. 1538-1541, 1996년 7월.
  9. M. J. McCullagh, D. R. Wisely, and P. L. Eardly., "A 50Mbit/s optical wireless LAN link using a novel optical and electronic technologies," *Proc. International Zurich Seminar on Digital Communications*, March 1994.
  10. M. J. McCullagh, I. Neild, and D. R. Wisely, "A 1 Gbit/s optical wireless LAN supporting mobile transceivers," *Proc. 6th International Conference on Wireless Communications*, Vol. 2, pp. 468-480, July 1994.
  11. Shuji Tasaka, "Multiple-Access Protocol for Satellite Communication Networks:A Performance Comparison," *Proc. IEEE*, Vol. 72, No. 11, pp. 1573-15882, November 1994.

강 철 신(Cheoul-Shin Kang)정회원

1953년 1월 17일

1972년~1979년:한양대학교 전자공학과(학사)

1884년:Oregon State University, 전기 및 컴퓨터 공학과(석사)

1887년:Oregon State University,

전기 및 컴퓨터 공학과(박사)

1978년~1982년:LG전자(금성사) 중앙 연구소, 연구원

1987년~1992년:미국 American Univeristy, 전산정보학과 조교수

1990년~1991년:미국 연방 국방정보부(DIA), 컴퓨터통신분야 초청교수

1991년~1992년:한국전자통신연구소, 선임연구원

1992년 4월:IEEE Annual International Phoenix Conference on Computers and Communications, Tutorial 초청 강사

1990년~1996:국제 학술지, *International Journal of Computer and Software Engineering*, 편집위원

1991년~현재:국제 학술대회, *International Conference on Computer Communications and Networks(IC3N)*, 전문위원

1992년~현재:한남대학교, 전자공학과, 부교수

1982년~현재:IEEE, ACM 정회원

1984년~현재:Phi Kappa Phi (ΦΚΦ) 정회원

1988년~현재:Sigma Zι (ΣΖ) 정회원

\*주관심분야:ATM LANs/MANs, 광 통신망, 무선 및 위성 통신 프로토콜



조 광 민(Kwang-Min Cho)정회원

1969년 12월 19일생

1993년 2월:한남대학교 전자공학과 졸업(공학사)

1996년 8월:한남대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)

1993년 1월~현재:한국방송공사

대전총국 TV 기술부 재직중

\*주관심분야:초고속 무선 LAN, 위성통신 프로토콜, 전광통신망



정 상 일(Sang-Il Jung) 정회원

1972년 5월 19일생

1952년 2월:한남대학교 전자공학과 졸업(공학사)

1997년 2월:한남대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)

1997년 1월:해피 텔레콤 재직중

※주관심분야:전광통신망, 위성통신 프로토콜, 초고속 무선 LAN