

OFDMA 다운링크를 위한 멀티미디어 서비스 스케줄링 알고리즘

Multimedia Service Scheduling Algorithm for OFDMA Downlink

장봉석

목포대학교 정보공학부 멀티미디어공학전공

Bong-Seog Jang(jang@mokpo.ac.kr)

요약

본 논문은 광대역 무선 통신망의 물리계층 OFDMA 시스템 구조에서 멀티미디어 패킷 서비스의 효율적인 처리를 위한 스케줄링 알고리즘을 제안한다. 스케줄링 알고리즘은 무선 채널 상태 정보 추정을 이용하고 클래스 및 우선권 정책 기반 전송 순위 결정과 이에 의한 전송률 할당을 한다. 그 결과로 제안된 스케줄링 알고리즘은 실시간 서비스에 대해선 최대 트래픽 처리량과 jitter의 최소화를 만족하고 비실시간 서비스에 대해 공평한 트래픽 처리를 수행한다. 제안된 스케줄링 알고리즘은 기존의 라운드 로빈 스케줄링 방식과 시뮬레이션을 통한 비교를 통해서 보다 우수한 성능을 보인다.

■ 중심어 : | OFDMA | 패킷 스케줄링 알고리즘 | QoS | 멀티미디어 트래픽 | WiBro | 무선 패킷 |

Abstract

This paper proposes a scheduling algorithm for efficiently processing multimedia packet services in OFDMA physical system of the future broadband wireless access networks. The scheduling algorithm uses wireless channel state estimation, and allocates transmission rates after deciding transmission ordering based on class and priority policy. As the result, the proposed scheduling algorithm offers maximum throughput and minimum jitter for realtime services, and fairness for non-realtime services. In simulation study, the proposed algorithm proves superior performances than traditional round robin method.

■ keyword : | OFDMA | Packet Scheduling Algorithm | Multimedia Traffic | WiBro | Wireless Packet |

1. 서론

무선 망 고속 데이터 전송 핵심 기술을 구현하는데 있어서 멀티미디어 패킷 데이터 처리기술이 필요하고 orthogonal frequency division multiplexing (OFDM) 기반의 패킷 전송기술이 주목을 받고 있다[7][8]. OFDM은 전송 데이터를 모듈레이션하는 기술로서 전송하고자 하

는 입력 데이터를 사용 캐리어만큼 병렬화하고 전송하는 방식이며 다중 부채널을 이용하여 주파수 사용효율을 높일 수 있으므로 최근 고속 디지털 통신 시스템 전송 방식으로 널리 사용되고 있다. OFDM 기반으로 구성되는 무선망에서 적용하는 다중 접속 방식으로는 OFDM 방식과 time division multiple access(TDMA), code division multiple access(CDMA), frequency division multiple

* 본 연구는 삼성전자 통신연구소와 목포대학교 연구비 지원에 의하여 수행되었습니다.

접수번호 : #060103-003

접수일자 : 2006년 01월 03일

심사완료일 : 2006년 01월 12일

교신저자 : 장봉석, e-mail : jang@mokpo.ac.kr

access(FDMA) 등의 결합으로 구성이 된다[4].

OFDM 과 FDMA의 결합에 의한 OFDMA 시스템은 현재 국내에서 추진 중인 휴대 인터넷 망인 WiBro에 적용된다. WiBro는 기본적으로 IEEE802.16e 표준에 따른다. IEEE802.16은 무선 metropolitan area network (MAN) 표준 규격으로 특히 이동 망에는 IEEE802.16e 표준을 최근에 확립하였다[4][8].

본 논문은 OFDMA 무선 채널 구조를 바탕으로 멀티미디어 데이터 전송을 위해서 Quality of Service(QoS)를 고려한 다운링크 패킷 전송 스케줄링 알고리즘을 제시한다. OFDMA 방식의 무선 채널 구조에서 기지국은 각 부채널 및 심볼 구간을 단말에게 할당을 하여야 하며 [3][4] 이를 통하여 WiBro와 같은 휴대 인터넷 망에서는 기존 CDMA 셀룰러망에 비해서 보다 경제적인 무선 인터넷 서비스를 제공할 수 있다[5][6].

무선 구간은 기본적으로 리소스 제한적이면서 채널 상태가 가변적이다. 그러므로 무선 채널 상태를 고려한 부채널 및 심볼 구간 할당 스케줄링 알고리즘이 필요하다. 만일 무선 채널 상태를 측정할 수 있으면, 이를 활용하여 효율적인 스케줄링 정책을 수행할 수 있고 적응적인 소스코딩 방식을 활용할 수 있을 것이다[9]. 스케줄링 정책은 최대 트래픽 처리량(수율, throughput) 및 공평(fairness) 처리를 만족하여야 한다. 이 두 가지 수율과 공평 처리는 서로 상호 대응되는 관계로 잘 알려져 있다[5].

그러므로, 본 논문에서 제시하는 스케줄러는 무선 채널 상태 정보활용과 수율과 공평처리에 대한 기술을 포함한 스케줄링과 부채널과 심볼 구간의 할당 알고리즘으로 구성된다. 무선 채널 상태정보에 대한 추정은 normalized least mean square(NLMS) 방식을 활용하였다[9]. 추정된 채널 정보를 가지고, 스케줄러는 실시간 및 비실시간 서비스에 대한 패킷 스케줄링을 수행한다. 또한 스케줄러는 서비스 중인 단말들에 대해서 다이나믹 라운드로빈 방식을 수행하기 때문에, 기지국에서 각 단말에 할당되는 전송량이 QoS 요구에 맞게 할당된다. 제시한 알고리즘은 시뮬레이션을 통해서, 실시간 서비스에 대한 수율의 증가 및 지터의 최소화 비실시간 서비스에 대한 공평 처리에 대한 결과를 보여준다.

다음과 같은 순서에 의해서 본 논문은 구성 되었다. 먼

저 II장에서는 OFDMA 시스템 구성에 대해서 설명한다. III장에서는 다운링크 스케줄링 알고리즘을 소개한다. IV 장에서는 시뮬레이션 결과를 소개하고 마지막으로 V장에서는 결론을 맺는다.

II. OFDMA 시스템 구성

OFDMA 무선 채널의 구성은 주파수 영역에 대한 부채널(Subchannel)들이 존재하며, 각 부채널에 대한 시간 영역에서의 심볼 구간으로 구성된다. 다수의 심볼구간을 할당하여 하나의 프레임이 형성되며 각 프레임은 동일한 크기의 심볼구간과 부채널의 반복되는 형태로 구성된다. 이러한 부채널과 심볼 영역은 다수의 단말에게 동시에 제공되며 가변적으로 할당이 가능하다. [그림 1]은 OFDMA 부채널 및 심볼구간에 대한 구성을 보여 준다.

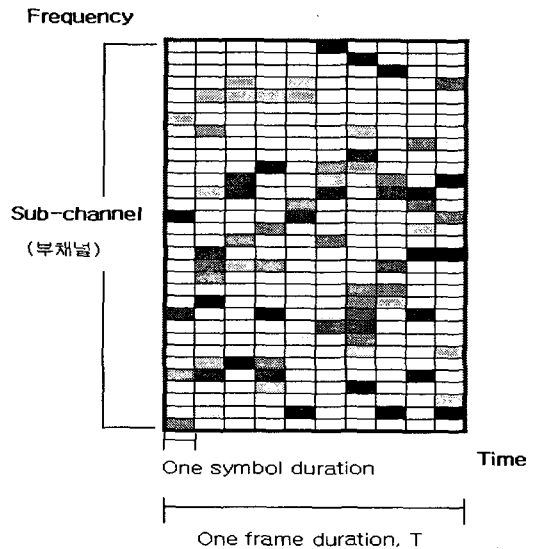


그림 1. OFDMA 부채널 및 심볼구간 정의

멀티미디어 데이터 송수신 과정에서 단말들에게 부채널과 심볼구간을 할당하여야 하고, 다운링크인 경우에 기지국 스케줄러는 다수의 멀티미디어 서비스에 대한 QoS 보장을 포함한 효율적인 패킷 처리를 하여야 한다.

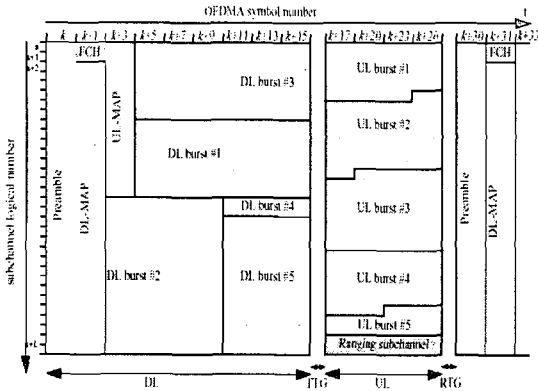


그림 2. OFDMA 프레임 구조 (IEEE802.16 표준)

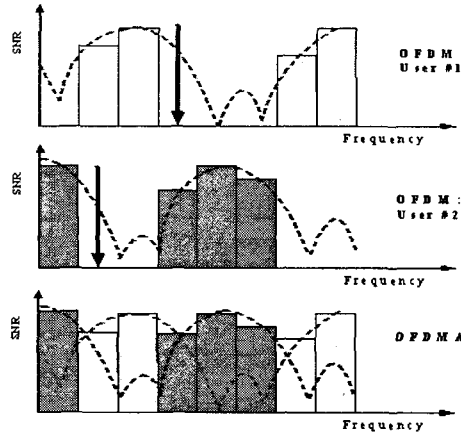


그림 3. OFDMA 채널할당 방법

[그림 2]는 TDD(Time Division Duplex) 모드에서 동작하는 IEEE802.16 표준 프레임 규격이다. 프레임에 의해 송수신되는 데이터는 해당되는 부채널 및 심볼구간에 대한 정보를 UL(Uplink) 및 DL (Downlink) MAP에 의해서 기지국과 단말간 영역 (DL burst, UL burst)에 대한 동기를 맞춘 후 송수신하게 된다. [그림 2]의 ranging subchannel 부분은 초기 접속과 주기적인 제어 메시지 송수신을 위한 부채널 부분이다. Preamble은 프레임간 동기화를 위한 부분이고, TTG는 업링크와 다운링크의 간격을 나타내며, 그리고 RTG는 프레임간 간격을 의미한다[4][8].

다음 [그림 3]은 OFDMA 다중 접근 제어 방식을 적용했을 때, 각 단말에게 할당되는 부채널 대역을 그림에서 보여준다. 할당되는 부채널 대역은 보통 SNR을 기준으로 할당을 하게 되며, 높은 채널 상태 값을 갖는 부채널을 각기 단말에게 할당을 할 수 있다. User 1(단말1)에게는 채널 상태 정보를 참조했을 때, 그림에서 보여주는 채널에서 상대적으로 다른 채널에 비해서 높은 값을 갖는다. 그러므로 보다 높은 값을 갖는 부분을 user 1에게 할당한다. 이러한 방식으로 User 2(단말2)도 할당을 하게 되면, OFDMA 구조에서는 각 단말에게 할당된 부채널들이 주파수 diversity를 구현하게 된다. 그러므로 OFDMA 시스템에서 채널 상태 추정 정보는 중요한 시스템 성능 변수가 된다. 또한 이러한 채널 추정을 정확히 할 수 있으면 특정 무선 채널이 깊은 페이딩 상태이거나 다른 사용자와 인터페이스가 있을 경우 효과적으로 이를

이용하여 부채널을 할당할 뿐만 아니라 적응적인 소스 코딩을 적용할 수 있으므로 효율적인 멀티미디어 데이터 처리를 구현할 수 있다[1][2].

채널 상태 정보의 추정에 있어서 기존방식에서 가장 기본적으로 활용하는 방법은 랜덤 방식이다. 할당가능한 부채널들 중에서 랜덤 하게 선택하여 할당을 하는 방식이다. 과거 spectrum spread 방식에서는 보안을 위하여서도 랜덤하게 할당하는 방안을 이용하였다[1][2]. 그러나 멀티미디어 서비스를 광대역 무선망에서 제공하기 위해서는 가장 열악한 할당 방안이라고 볼 수 있다. 랜덤 방식은 무선 채널의 상태 변화에 대해 수동적인 할당 방법이다. 그러나 채널 상태 정보를 단말로부터 매 주기마다 수신하여야 하는 오버헤드가 필요없는 방식이기도 하다.

최근에 무선 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해서, 적응적 무선 채널 상태 추정 방식이 대두되었다. 이 방식은 OFDM 부채널의 각 SNR을 단말로부터 피드백 받아서 기지국에서 짧은 주기 동안 수신 측정된 값들로부터 평균적으로 가장 높은 SNR을 갖는 부채널을 우선적으로 할당하는 방식이다. 특히 OFDMA 시스템에서는 이와 같은 채널 정보를 이용함으로써 보다 시스템 성능을 향상할 수 있음이 알려져 있다[3]. 다수의 사용자가 존재할 때, 같은 부채널에 대해서 어떤 사용자는 채널 null 상태가 되지만 다른 사용자에게는 최고의 상태가 될 수가 있기 때문에 다사용자 diversity 및 주파수 diversity

를 채널 상태를 이용하여 적응적으로 구현할 수 있다. 본 논문에서는, 위의 채널 상태 추정에 있어서는 NLMS 방식을 적용하여 채널 상태 정보 추정을 수행하였다. 관심있는 독자는 참고문헌 [9]를 참조하기 바란다. 그리고 추정된 채널 상태 정보를 가지고 기지국에서 다운링크 스케줄링 알고리즘을 수행하도록 하였다.

III. 다운링크 스케줄링 알고리즘

스케줄링 알고리즘은 우선 적으로 실시간 비실시간 서비스 클래스를 구분하고, 각 서비스 클래스 내에서 전송 우선 순위를 결정한 후에 단말 별로 추정된 채널 상태 정보를 참조하여 각 단말에 해당되는 부채널과 심볼 구간을 할당을 한다.

각 서비스 클래스 내에서 전송 우선 순위를 결정하기 위해서는 스케줄링 정책이 필요하며, 본 논문에서는 실시간 비디오 서비스 단말들은 기지국 버퍼의 큐 길이와 임계값을 이용한 긴 큐 길이 우선 정책이며 비실시간 서비스 중인 단말들은 낮은 전송 량 우선 순위에 의해 결정되는 정책이다. 이 두 가지 정책과 채널 상태 정보를 이용한 궁극적인 스케줄링 목적은 전송 프레임이 되도록 빈 공간 없이 보내며 공평 처리 비율을 높이고자 하는 것이다.

[그림 4]는 스케줄러의 구성을 보여 준다. AT(access terminal)는 단말을 의미하며 AP(access point)는 기지국을 의미한다. 기지국에는 서비스 중인 단말에게 할당된 버퍼가 있으며 멀티미디어 패킷 데이터가 이 버퍼에 유입된다. 스케줄러는 채널 상태 정보를 참조하여 스케줄링 정책에 따라서 전송 순서를 결정한 후 부 채널 및 심볼 구간의 할당을 한 후 전송할 OFDMA 프레임을 완성하게 된다.

1. 서비스 클래스 내의 전송 우선 순위 결정

기지국 스케줄러는 음성, 비디오, 데이터 서비스 중인 단말의 전송 우선 순위를 결정하여야 한다. 실시간 서비스가 요구되는 음성 및 비디오 서비스에 대해서 우선적으로 할당이 필요하므로, 음성 서비스에 대해서 전송 우

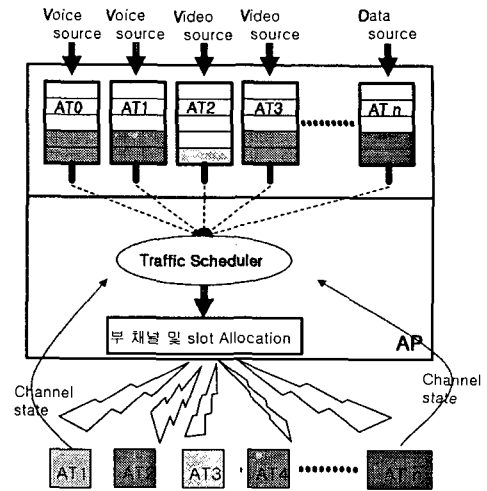


그림 4. 스케줄러의 구성

선권을 부여한 후에 비디오 서비스에 대한 우선권을 부여한다. 음성 서비스는 데이터의 량이 적고 주기적으로 발생하므로 모든 음성 서비스는 지연없이 처리된다.

비디오 서비스인 경우에는 데이터의 량이 많고 가변적이다. 그러므로 지터를 최소화 하는 방안이 필요하다. 본 연구에서는 비디오 트래픽인 경우는 버퍼에 저장된 큐 길이의 측정과 임계값을 활용하여 비디오 서비스 간에 우선순위를 결정하도록 한다. 큐 길이가 길수록 전송 우선 순위를 갖는다.

비실시간 서비스인 데이터 서비스인 경우는, 마지막으로 처리가 된다. 데이터 트래픽에서는 단말간 공평한 서비스가 이루어져야 한다. 이러한 조건을 만족하기 위해서, 각 단말에 전송된 평균 전송률을 활용한다. 이 값을 FF(fairness factor)라고 하며 다음과 같이 구한다.

위에서 n은 해당 단말 번호를 의미하고, tot_trans 값은 전체 전송된 데이터 량을 의미하며, avg 값은 트래픽 타입 t_type 에 해당되는 모든 단말의 전송 평균값을 나타낸다. 데이터 서비스인 경우는 이 값을 구하여 FF 값이 작은 단말부터 전송 우선 순위가 결정된다.

그러므로, 음성 서비스는 제한 없이 패킷이 도착하는 즉시 OFDMA 프레임 구성에 포함된다. 비디오 서비스는 해당 기지국 버퍼의 큐 길이에 따라서 큐가 긴 비디오 서비스부터 전송 우선 순위가 결정된다. 이와 같이 실시간 서비스에 대한 전송 우선권이 결정되면, 데이터 서비

스에 대한 우선권은 FF 값을 구한 후 작은 값을 갖는 경우부터 전송 우선권을 할당한다.

결과로서, 실시간 비디오 서비스에 대한 지터의 최소화를 유지할 수 있게 하며 시스템 수율을 우선적으로 스케줄링하게 된다. 비실시간 서비스인 데이터 서비스는 FF 값에 의해서 시스템 수율의 증대 보다는 서비스 중인 단말간 공평 처리를 보장해 주도록 하는 방식이다.

2. OFDMA 부채널 및 심볼 구간 할당 알고리즘

전송 우선 순위가 결정되면 각 트래픽 타입에 대해서 스케줄러는 결정된 우선 순위에 의해서 부 채널과 심볼 블록을 할당할 수 있다. 부 채널과 심볼 블록은 전송 프레임 단위로 할당을 한다. 그러므로 할당할 수 있는 전체 자원은 부채널 x 심볼구간이며 심볼 구간은 한 프레임의 크기에 의해서 결정된다. 그리고 각 프레임 단위로 스케줄러는 할당 작업을 반복 수행한다.

할당 알고리즘은 채널 상태 정보를 활용한 할당을 한다. 그러기 위해서, 단말로부터 피드백 된 채널 정보는 backward 파일럿 채널을 이용해서 기지국에게 전달된다. 이와 같은 전달된 채널 정보는 본 연구에서는 채널 gain 값을 사용하여 각 단말은 부채널에 대한 채널 상태 정보를 기지국에게 보낸다. Backward 파일럿 채널을 이용한 기술은 본 연구의 범위를 넘으므로 생략한다.

채널 상태 정보를 이용하여 기지국은 NLMS 알고리즘을 적용한 다음 프레임 주기에 도착할 채널상태 정보를 추정한다[9]. 추정된 정보는 채널 상태의 best 경우부터 worst 경우로 각 단말에 대해서 [그림 5]와 같이 저장한다.

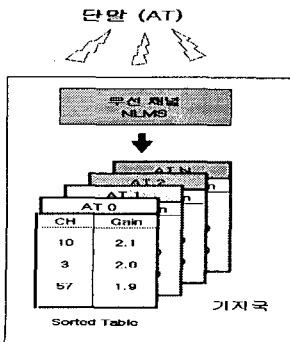


그림 5. 부채널 상태 추정 및 저장

위의 추정된 정보를 활용하여 부채널과 심볼 블록의 할당은 다음과 같은 알고리즘에 의해서 처리가 된다.

[부채널 및 심볼 구간 할당 알고리즘]

1. 전송 우선 순서에 의해서 할당을 시작한다. 동일한 우선 순위에서 다수의 단말이 존재하면 단말 번호가 적은 순서부터 할당을 시작한다.
2. 프레임 전체 공간(부채널 x 심볼구간)에 대해서 할당을 하는데, 채널 추정결과로 분류된 부채널 순서에 의해서 할당한다.
3. 만일 이미 다른 단말에 의해서 점유된 부채널의 심볼 구간이 발생하면 다음 심볼구간으로 넘어 가면서 할당한다.
4. 만일 위에서 선택한 부채널의 모든 심볼 구간이 할당되어 있으면 채널 추정에 의해서 다음 부채널을 이용하여 위 3번을 반복 수행한다.
5. 위 3에서 할당 작업을 할 때, 만일 비디오 서비스이고 큐 길이가 임계 값을 초과한 경우는 임계 값보다 작은 경우가 발생할 때까지 해당 단말의 추정된 부채널 정보를 이용하여 부채널을 지속적으로 할당한다. 만일 데이터 서비스이면 $\text{전송률}(\text{Tx_Rate}) + \text{FF} > 0$ 가 될 때까지 할당을 하고 그러한 조건이 만족하면 부채널 및 심볼 구간 할당을 마치고 다음 우선순위의 단말에 대한 할당을 시작한다.
6. 만일 전송 프레임에 할당할 자원(부채널과 심볼)이 없으면 할당을 종료한다.
7. 만일 할당작업을 하지 못한 단말은 다음 프레임에 할당을 시작하지만 전송 우선순위와 채널 추정 분류된 결과를 적용하여 동등한 기준으로 다른 단말들과 자원할당에 다시 참여한다.

위 알고리즘에서 전송률(Tx_Rate)은 적응적 코딩 기법을 적용한 전송률 계산 값이다. 해당 단말에 대한 전송 데이터 량을 계산하는데 채널 상태 정보의 gain 값에 따라 64QAM, 16QAM, QPSK 등을 적용할 수 있고 각 코딩 방식과 채널 상태에 따라서 전송률(Tx_Rate)이 결정된다.

본 방안은 어떠한 단말에게 언제 얼마만큼의 데이터

전송에 대한 결정을 함으로서, 실시간 서비스에 대한 지터의 최소화 및 수율의 최대화를 그리고 비실시간 서비스에 대해서는 공평 처리 보장을 기반으로 수율의 최대화를 이룰 수 있는 방식이다.

IV. 시뮬레이션 및 결과

1. 시뮬레이션

시뮬레이션의 무선 환경은 하나의 무선 셀 환경에 고정 이동 단말이 다수 존재하며 멀티미디어 트래픽을 서비스하는 OFDMA 시스템 구조이다. 제시된 스케줄러는 기지국에 존재하며 다운 링크에 있어서 OFDMA 시스템 채널 구조를 이용하여 스케줄링을 수행하도록 한다.

다음 도표는 본 시뮬레이션 구성을 위한 파라미터 값들이다.

표 1. 시뮬레이션 파라미터

simulation parameters	range
total 단말 수	최대 64
각 단말 별 부채널	64
OFDMA 심볼 구간	0.1ms
one 프레임 구간	1ms
트래픽 타입	voice, video, data
트래픽 별 버퍼 크기	infinite

본 연구에서 제시한 알고리즘과 비교 대상은 고정된 라운드 로빈을 적용한 결과와 비교한다. 즉 단말 번호가 낮은 순서로부터 트래픽 타입을 고려하지 않고 미리 정해진 전송률을 적용하는 방식이다. 그러나 NLMS를 이용한 채널 상태 정보를 활용한 부채널 선택은 동일하게 처리된다.

다음 도표는 전송률을 결정하도록 하기 위해서 본 시뮬레이터에 설정된 값이다. 추정된 채널 gain 값의 범위에 따라서 다음과 같은 전송률을 설정하였다. 적용적 코딩 방식을 표현하기 위해서 채널 gain 의 범위에 따른 비트를 표현한 결과이다.

표 2. 시뮬레이션을 위한 Tx_Rate 결정 변수

채널 gain z 범위	information block size
$z \geq 2.0$	50
$2.0 > z \geq 1.5$	40
$1.5 > z \geq 1.0$	30
$1.0 > z \geq 0.5$	20
$0.5 > z \geq 0$	10

위의 값은 하나의 부채널과 하나의 심볼 구간에 적용되는 비트율이 된다. 위 값을 적용하여서 추정된 채널이 결정되면 즉 z값이 결정되면 전송할 데이터 량이 각 단말에 대해서 할당이 된다. 다수의 부채널과 심볼 블록이 할당 될 수도 있다. 버퍼에 저장된 데이터를 위에서 할당된 총 전송량을 마이너스 해 주면 버퍼에 남는 데이터가 계산된다. 이러한 과정은 매 프레임이 구성되기 전에 스케줄러에서 구현된다.

트래픽 타입은 음성, 비디오, 데이터 세 가지로 구성되며 전체 64 단말들에 대해서 임의로 트래픽 타입을 결정할 수 있다. 패킷 데이터의 발생은 음성인 경우는 talk와 silence 구간을 지수함수 분포를 이루는 4:6 비율로 하고 20ms 마다 음성 패킷이 생성된다. 비디오 트래픽은 MPEG 비디오 트래픽을 생성하였으며 (IPBBPBBPBB 프레임 타입에 의해서) MPEG 프레임 타입에 따라 각기 다양한 정규 분포 함수를 적용하였다. 그리고 매 초 당 30 프레임이 생성되도록 하였다. 데이터 트래픽은 패킷의 크기 및 패킷 간격을 지수 분포 함수를 사용하고 다양한 평균 값을 적용하여서 버스트한 트래픽을 발생하였다.

2. 결과

시뮬레이션 결과는 데이터 서비스의 공평 처리 그리고 비디오 서비스의 지터의 최소화에 대한 비교를 기존의 라운드 로빈 방식과 비교를 통해서 비교 하고자 한다.

[그림 6] 결과는, 데이터 서비스 중인 단말이 20개, 비디오 20, 그리고 음성 20개인 경우의 데이터 단말에 대한 FF 값의 비교를 보여 준다. x축은 단말 번호를 나타내며 y축은 전체 전송 데이터 값을 나타낸다. 본 논문에서 제안한 방법은 스케줄링으로 표현된 막대그래프이며, 라운드 로빈 방식과 비교 하였다. 제안한 스케줄링 방식을 적용한 경우는 모든 단말의 전송 데이터 값이 거의 비슷하

게 나옴을 알 수 있다. 반면에 라운드 로빈 방식은 전송 데이터 값의 편차가 심함을 보여 준다. 그러나 제안된 방식은 수율 측면에서 라운드 로빈 방식에 비해서 낮게 나온다. 수율이 낮게 되면 버퍼링 되는 데이터가 많게 되는데, 측정해 본 결과 약 1~2ms 정도의 버퍼 지연을 추정할 수 있다. 라운드 로빈 방식은 데이터 서비스에서는 수율이 높지만, 이는 곧 실시간 비디오 서비스에서 문제점으로 나타난다.

[그림 7] 결과 그래프는 비디오 서비스 20 및 5인 경우에 대해서 데이터 서비스 20과 음성 서비스 20인 경우를 적용한 비교 그래프이다. x축은 프레임 타임을 나타내고, y축은 전체 버퍼의 크기를 나타낸다. 계단 형태로 올라가는 두 개의 그래프(rr_vi05.dat와 rr_vi20.dat)는 라운드 로빈 방식을 적용한 경우이다. 전체 버퍼 크기가 시뮬레이션 시간동안 계속 증가한다. 반면에 아래의 두개 그래프(sc_vi05.dat와 sc_vi20.dat)는 제안한 스케줄링 방식을 적용했을 때, 거의 5000 크기에 머물러 있다. 버퍼의 임계값을 5000으로 설정했기 때문이다. 그리고 피크를 이루는 부분은 급격한 데이터의 발생으로 인한 것이며 이는 라운드 로빈 방식의 버퍼의 증가 그래프를 통해 설명할 수 있다. 이 결과를 통해서 제안된 방식은 비디오 트래픽의 지터를 최소화함을 알 수 있고, [그림 7] 그래프에는 표시되지 않았지만, 큐길이가 작게 요구되므로 수율이 라운드 로빈에 비해서 높게 나옴을 알 수 있다.

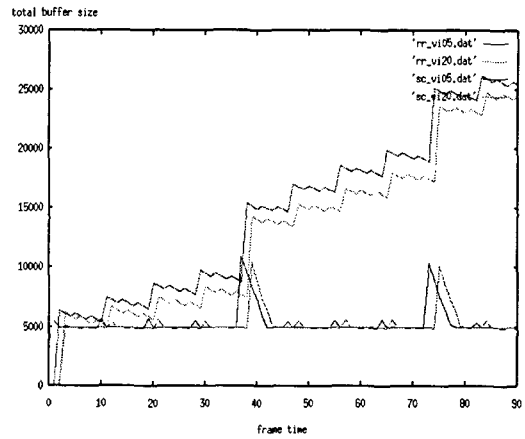


그림 7. 비디오 서비스 버퍼 크기 비교 그래프

V. 결론

본 논문에서는 WiBro와 같은 광 대역 무선 망의 멀티미디어 서비스를 위한 다운 링크 전송방법 연구를 위하여 OFDMA 시스템 구조에서 효과적인 스케줄링 알고리즘을 제시하였다.

OFDMA 방식의 물리구조를 바탕으로 스케줄러는 NLMS에 의해서 추정된 채널 상태 정보를 이용한 스케줄링을 하게 되며 비실시간 전송 인 경우는 공평처리를 중요시 하는 스케줄링을 하였고, 실시간 전송인 경우는 버퍼의 량과 버퍼 임계 값을 이용하여 버퍼 지연을 최소화 하고 jitter를 최소화하는 스케줄링 방식을 구현 하였다.

시뮬레이션을 통해서 실시간 및 비실시간 전송에 대해서 수율 및 공평처리에 대한 효과적 처리를 보았다.

본 연구는 고정된 무선 망에서의 스케줄링 방식이었다. 그러나 WiBro는 이동 망을 지원하도록 구현되어야 함으로 이에 대한 추가 연구가 필요하다. 특히 이동망에서의 무선 채널 추정은 상당한 오차를 포함하므로 이에 대한 연구를 선행한 후에 본 논문에서 제시한 스케줄러를 적용하도록 하는 연구를 진행하고자 한다.

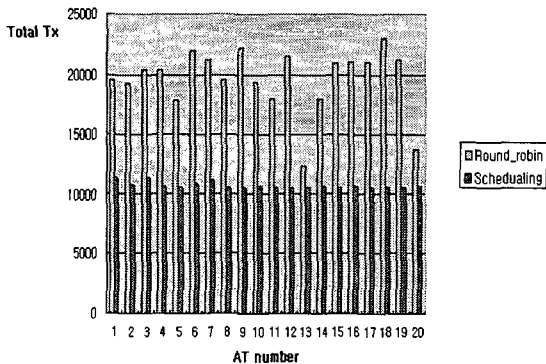


그림 6. 데이터 서비스 공평 처리 비교 그래프

참고 문헌

- [1] J. W. Mark and W. Zhuang, "Wireless Communications and Networking," Prentice Hall, 2003.
- [2] T. S. Rappaport, "Wireless Communications Principles and Practice," 2nd Ed., Prentice Hall PTR, 2002.
- [3] C. Wong, R. Cheng, K. Letaief, and R. Murch, "Multiuser OFDM with Adaptive Subcarrier, Bit, and Power Allocation," IEEE J. of Selected Areas in Comm., Vol.17, No.10, pp.1747-1758, Oct, 1999.
- [4] J. Chuang and N. Sollenberger, "Beyond 3G: Wideband Wireless Data Access Based on OFDM and Dynamic Packet Assignment," IEEE Comm. Magazine, pp.78-87, July, 2000.
- [5] J. Gross and F. Fitzek, "Channel State Dependent Scheduling Policies for an OFDM Physical Layer using a Binary State Model," Tech. Univ. Berlin, Telecomm. Networks Group, June, 2001.
- [6] F. Fitzek, R. Morich, and A. Wolisz, "Comparison of Multi-Code Link Layer Transmission Strategies in 3G Wireless CDMA," IEEE Comm. Magazine, pp.58-64, Oct, 2000.
- [7] IEEE 802.20 WG on MBWA, *Initial Contribution on a System Meeting MBWA Characteristics*, Flarion, March, 2003.
- [8] IEEE 802.16, *Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems*, Oct, 2002.
- [9] B. Jang, C. Koo, D. S. Park, and H. Lee, "Predictive FH Control for FH-OFDMA Systems," Proc. of Mobile and Wireless Comm. Networks, pp.77-80, 2003.

저자 소개

장 봉 석 (Bong-Seog Jang)

증신회원



- 1989년 : 조선대학교 전산통계학과(학사)
 - 1993년 : 메사츄세츠 주립대, 전산학과(석사)
 - 1997년 : 메사츄세츠 주립대, 전산학과(박사)
 - 1997년~1999년 : 삼성전자 통신연구소 선임연구원
 - 1999년~현재 : 목포대학교 멀티미디어공학전공 조교수
- <관심분야> : 멀티미디어통신, 3D Digital Contents