

IEEE 802.16 시스템을 위한 패킷 스케줄링 기법

이은영* · 박형근*

*한국기술교육대학교

Packet Scheduling Scheme for IEEE 802.16 System

Eunyoung Lee* · Hyung-Kun Park*

*Korea University of Technology and Education

E-mail : young.lee83@hotmail.com

요 약

IEEE 802.16 시스템에서는 실시간 및 비실시간의 다양한 서비스를 제공하고 있으며 효율적인 자원 활용을 위해서는 적절하게 자원을 할당하는 것이 중요하다. 지금까지 OFDMA 환경에서 실시간 및 비실시간 패킷을 효율적으로 자원 할당하는 방법은 많이 연구되었으나, IEEE 802.16 시스템에 적용하기 위해서는 시스템의 특성에 맞게 적용해야 할 필요가 있다. 특히 IEEE 802.16에서는 여러 가지 QoS 제한조건을 가진 5가지 서비스 클래스를 지원하므로 이러한 클래스들의 특성을 고려하는 것이 중요하다. 따라서 본 논문에서는 IEEE 802.16 시스템에서 제공하는 서비스들의 QoS 제한조건을 고려하여 다양한 서비스들을 효율적으로 제공하는 스케줄링 기법을 제안하고자 한다.

ABSTRACT

In IEEE 802.16 system, it is important to allocate resources appropriately in order to the efficient utilization of resources among a variety of real-time and non real-time packets. although a lot of the real-time and non real-time packet scheduling schemes in OFDMA system have been proposed, it need to be modified to apply to IEEE 802.16 system. Since IEEE 802.16 supports five kinds of service classes, it is important to take QoS constraints of these classes into consideration. In this paper, we propose a efficient scheduling scheme to support various services by considering the QoS constraints of each classes.

키워드

WiMAX, Scheduling, QoS, Service class

1. 서 론

최근 보다 넓은 서비스 지역 및 고속에 대한 요구에 따라, IEEE 802.16와 같은 3세대 이동통신 시스템의 사용이 늘어나고 있다. 특히 모바일 기기에서의 다양한 서비스에 대한 요구 또한 늘어나고 있으므로, 차세대 이동통신 시스템이 적용될 경우 이러한 서비스들의 종류 및 사용이 더 광범위해질 전망이다. WiMAX 시스템의 경우 실시간 및 비실시간의 다양한 서비스를 동시에 지원하고 있으며, 이러한 서비스들을 효율적으로 지원하기 위해서는 QoS등을 고려한 적절한 자원 할당이 중요하다. 하지만 이러한 QoS를 보장할 수 있는 스케줄러의 디자인은 표준에 따로 정의되어 있지 않고 설계자나 서비스 제공자가 설정할 수 있도록 되어있다.[1]

QoS 제공을 위해 지금까지 OFDMA 시스템에서 실시간 및 비실시간 패킷을 효율적으로 할당하는 방법은 많이 연구되었으나[3][5], 이를 WiMAX 시스템에 적용하기 위해서는 WiMAX에서 제공하는 5가지 서비스 클래스를 고려해야 할 필요가 있다. 기존의 연구 중 이러한 다중 서비스 클래스의 QoS 제공을 위한 스케줄링 구조가 제안되었지만, 여기서는 가장 우선도가 높은 클래스만을 스케줄링 하므로 우선도가 가장 높은 클래스에 항상 패킷이 존재할 경우 다른 클래스들은 자원할당을 받지 못할 가능성이 커지게 된다[4]. 이를 WiMAX 시스템에 적용하기 위해서는 각 서비스 클래스들의 특성을 고려하여 효율적으로 스케줄링 하는 알고리즘이 필요하다.

따라서 본 논문에서는 IEEE 802.16 시스템에서 제공하는 서비스들의 QoS 제한조건을 고려하여

다양한 서비스들을 효율적으로 제공하는 스케줄링 기법을 제안하고자 한다.

II. IEEE 802.16 시스템의 스케줄러 구조

IEEE 802.16 시스템은 그림 1에서 보는 바와 같이 BS에서 수행하는 DL 및 UL 스케줄링, MS에서 수행하는 UL 스케줄링 등 3개의 스케줄링 프로세스를 가지고 있다.

BS 스케줄링의 경우, 먼저 상위 계층에서 온 패킷들은 각각 사용자 및 클래스 정보로 정의된 CID별로 큐에 들어가게 된다. 다음 각 QoS 파라미터 및 채널 상태 등과 같은 정보 들을 고려하여 어떤 큐를 선택할 지를 결정하게 된다. 또한 BS는 MS의 채널 접근을 제어하기 때문에, MS에서 보내온 Bandwidth request 정보 및 QoS 파라미터를 참조하여 UL의 채널 할당을 결정하게 된다. MS 스케줄러의 BS로부터 할당 받은 채널을 어떤 큐에 할당할 지를 결정한다.[2]

본 논문에서는 BS-DL 스케줄링 만을 고려하였다.

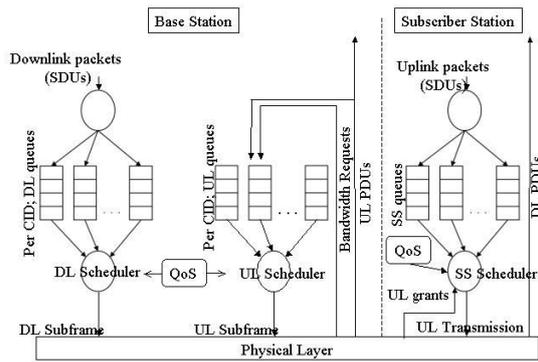


그림 1. BS 및 MS에서의 스케줄러 구조

III. 다중 서비스 지원 스케줄링 기법

WiMAX 시스템에서 제공하는 5가지의 클래스의 QoS 제공을 위한 스케줄링 기법을 제시하고자 한다.

1. QoS 클래스 종류

WiMAX 시스템에서 제공하는 5가지 QoS 클래스의 종류 및 특징은 표 1.과 같다. 각 클래스는 UGS, rtPS 및 ertPS와 같은 실시간 클래스, nrtPS와 같은 비실시간 클래스 및 Best effort 클래스인 BE 클래스 등으로 구성되어 있다.[1]

표 1. WiMAX QoS 클래스

QoS Class	Applications	QoS Specifications
UGS	VoIP, Video conference	Maximum sustained rate Maximum latency tolerance Jitter tolerance
rtPS	Streaming Audio, Video	Minimum Reserved Rate Maximum Sustained Rate Maximum Latency Tolerance Traffic Priority
ErtPS	Voice with Activity Detection	Minimum Reserved Rate Maximum Sustained Rate Maximum Latency Tolerance Jitter Tolerance Traffic Priority
nrtPS	FTP	Minimum Reserved Rate Maximum Sustained Rate Traffic Priority
BE	Data Transfer, Web Browsing	Maximum Sustained Rate Traffic Priority

표 2. 클래스 선택 조건

QoS Class	Class parameter	선택 조건
UGS	최대 HOL 값/MD_UGS	nrtPS 선택 조건이 충족되지 않았을 때, Class parameter 가 최대인 class 선택
rtPS	최대 HOL 값/MD_rtPS	
ErtPS	최대 HOL 값/MD_ertPS	
nrtPS	최소 요구 데이터율/평균 전송 데이터율	Class parameter > 1 && Class parameter of UGS, rtPS, ertPS < x
BE	N/A	실시간 패킷이 없고 nrtPS 선택 조건이 충족되지 않았을 경우

2. 다중 서비스 지원 스케줄링 기법

제안된 스케줄링 알고리즘은 아래와 같은 3단계의 절차로 진행된다.

- STEP 1: QoS 파라미터 등을 고려한 적절할 서비스 클래스 선택
- STEP 2: 선택된 서비스 클래스 내에서 가장 우선도가 높은 사용자 선택
- STEP 3: 멀티채널 할당

먼저 스케줄러는 매 스케줄링 구간마다 스케줄링 할 서비스 클래스를 선택한다. 이때 각 서비스 클래스별로 다른 QoS 요구사항을 고려하여 결정하기 위해, 표 2.의 클래스 파라미터 및 선택 조건을 참조하여 선택조건에 충족하는 클래스를 선택한다.

실시간 클래스들의 경우 지연시간 제한이 중요한 QoS 요구사항이므로, 현재까지 HOL 대기시간이 클래스 별 최대 허용 지연시간에 비해 클 경우 선택한다. 비실시간 클래스인 nrtPS의 경우 최소 요구 데이터율 보다 평균 전송 데이터율이 작아질 경우 선택된다. 이때 실시간 패킷들의 긴급도가 어느 임계값 이하일 경우에만 선택되도록 하여, 실시간 패킷들의 긴급도가 높을 경우 QoS를 보장할 수 있도록 하였다. 마지막으로 BE 클래스의 경우 다른 클래스의 패킷들이 모두 할당되고 여유 서브채널을 있을 경우 할당된다.

STEP 2에서 선택된 서비스 클래스에서 사용자의 우선도를 계산하는 방식은 아래와 같다.

- 1) UGS
* SM = arg maxj(C(j)*WT(j)/MD_UGS(j))
- 2) rtPS
* SM = arg maxj(C(j)*WT(j)/MD_rtPS(j))
- 2) ertPS
* SM = arg maxj(C(j)*WT(j)/MD_ertPS(j))
- 3) nrtPS
* SM = arg maxj(C(j)*MR(j)/AR(j))
- 4) BE
* SM = arg maxj(C(j)/AR(j)) ※ PF

여기서 j를 사용자라고 할 때, C(j)는 사용자 j의 채널상태, AR(j)는 사용자 j의 평균 전송 데이터율, WT(j)는 사용자 j의 HOL 대기 시간, MD(j)는 사용자 j의 각 QoS에 클래스에 따른 최대 허용 지연 시간 그리고 MR(j)는 사용자 j의 최소 요구 데이터율을 의미한다.

먼저 UGS, rtPS 및 ertPS의 경우 실시간 서비스 클래스로써 최대 허용 지연 시간 제한이 있다. 따라서 실시간 클래스들의 경우 채널 상태 및 각 최대 허용 지연 시간에 대한 현재까지 대기 시간을 스케줄링 요소로 하여 우선도를 결정한다. nrtPS의 경우 비실시간 서비스 클래스로서 최소 요구 데이터율 제한이 있다. 따라서 nrtPS의 경우 채널 상태 및 최소 요구 데이터율에 대한 평균 전송 데이터율을 바탕으로 우선도를 결정한다. 마지막으로 Best effort 클래스인 BE 클래스의 경우 QoS 요구조건은 까다롭지 않은 반면 사용자간의 공평한 자원 할당이 중요하므로 기존의 스케줄링 방식인 PF 방식으로 우선도를 결정한다.

마지막으로 STEP 3에서는 최종적으로 선택된 사용자의 데이터양 및 채널 용량을 고려하여, 남은 잔여 채널 중 해당 사용자에게 대한 채널 상태가 가장 좋은 서브채널을 사용자의 데이터양에 맞게 할당한다.

IV. 결 론

본 논문에서는 IEEE 802.16 시스템을 위한 패킷 스케줄링 기법을 제안하였다. 기존의 OFDMA 시스템과는 달리 IEEE 802.16시스템에서는 여러 가지 QoS 특성을 가진 서비스들을 제공하므로, 각 클래스의 QoS 특성에 맞는 스케줄링 방식이 필요하다. 따라서 본 논문에서는 실시간 패킷들의 최대 허용 지연시간 및 비실시간 패킷들의 최소 요구 데이터율 등의 조건을 고려하여 IEEE 802.16 시스템에 효율적으로 동작할 수 있는 스케줄링 기법을 제안하였다.

참고문헌

- [1] IEEE P802.16Rev2/D2, "DRAFT Standard for Local and metropolitan area networks," Part 16: Air Interface for Broadband Wireless Access Systems, Dec. 2007
- [2] Chakchai So-In, Jain, R, Tamimi, A.-K., "Scheduling in IEEE 802.16e mobile WiMAX networks: key issues and a survey," Selected Areas in Communications, IEEE Journal on , vol.27, no.2, pp.156-171, February 2009
- [3] S. Ryu, B. Ryu, H. Seo, and M. Shi, "Urgency and efficiency based wireless downlink packet scheduling algorithm in OFDMA system," In Proc. IEEE Vehicular Technology Conf., Stockholm, Sweden, 2005, vol.3, pp. 1456-1462.
- [4] W. Park, S. Cho, and S. Bahk, "Scheduler Design for Multiple Traffic Classes in OFDMA Networks," in Proc. IEEE Int. Conf. Communications, Istanbul, Turkey, 2006, vol. 2, pp. 790-795.
- [5] Jun Shen, Na Yi, An Liu, Haige Xiang, "Opportunistic Scheduling for Heterogeneous Services in Downlink OFDMA System," cmc, vol. 1, pp.260-264, 2009 WRI International Conference on Communications and Mobile Computing, 2009