

# WiMAX 시스템에서 유니캐스트 기반 그룹통신 서비스 성능 분석

엄윤성\*, 김명균\*\*

\*울산대학교 컴퓨터 정보통신 공학과  
e-mail:smarteyes@nate.com, mkkim@ulsan.ac.kr

## Performance Analysis of unicast based on Group communication service in WiMAX

Yun-Sung Ehm\*, Myung-kyun Kim\*\*

\*Information Technology and Computer Engineer, Ulsan University

### 요 약

VoIP 패킷을 전송하는데 있어서 MAC Header는 패킷의 데이터 크기에 비해 많은 대역폭을 할당 받고 있기에 제한된 무선자원의 사용에 부담이 되고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 패킷 압축기법이나 패킷번들링을 이용하여 부하를 줄이기 위한 연구가 진행되고 있으며, 효율적인 무선 자원 이용의 향상을 가져올 수 있다. 따라서 본 연구에서는 WiMAX 시스템에서 스케줄링 서비스에 따른 VoIP서비스에서의 성능 분석을 하였다.

### 1. 서론

유선통신 네트워크에서 스케줄링 서비스를 통한 QoS에 대한 보장기술은 많은 진전이 있어 왔다. 또한 무선통신 네트워크에 대한 관심이 높아지면서 IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.16 표준을 바탕으로 무선 환경에서의 QoS에 보장을 위한 연구를 진행되어오고 있다. IEEE 802.16e 표준문서는 802.16을 기반으로 이동성을 가지는 무선기기의 통신기능을 향상시키기 위해 진행되었으며 2006년 2월에는 해당 표준 문서가 발행되었다[1]. 802.16e 표준은 높은 트래픽 전송률, 지연시간의 감소를 지원하며, 또한 유연하고 확장 가능한 시스템 구조로 다양한 무선 서비스를 가능하게 하고, 이를 바탕으로 WiMAX 시스템에서 패킷을 전송하는 방법에 따른 유니캐스트 및 멀티캐스트의 성능분석에 대한 연구가 많이 진행되었다[2][3].

기존 산업현장에서는 유선을 이용하여 음성통신을 지원하였는데, 이를 자원의 낭비를 줄이기 위하여 무선 환경을 요구하게 되었다. 무선 네트워크에서 통신을 하기위한 요구조건으로 신뢰성 및 실시간성을 필요로 하는데, 두 개의 조건을 보장하는 VoIP서비스의 QoS에 대한 연구가 진행되었다[4][5]. VoIP

서비스는 넓은 범위의 음성 서비스를 지원하면서, 서비스 제공자 및 사용자에게 서비스 사용 비용을 줄일 수 있다. 이러한 이유로 VoIP 서비스는 최근 무선 이동 통신에서 중점적으로 연구되고 있으며, 몇몇 논문들이 downlink에서 VoIP 패킷 스케줄링을 중점적으로 연구하였다[6][7].

스케줄링을 적용한 패킷 전송에 있어서 VoIP의 경우에는 패킷의 데이터양은 10-30byte 정도로 작으나 IP/UDP 부하는 약 40byte로 무선 자원을 이용하는데 있어서 부하를 위한 자원 할당이 많이 소비되어 무선 자원의 효율이 떨어지는 것을 해결하는 것이 주요 과제이다. 부하를 줄이기 위한 패킷번들링에 대한 연구가 진행 되고 있으며, 패킷번들링을 통한 WiMAX 시스템에서의 유니캐스트 기반 그룹통신 서비스의 성능을 분석하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 WiMAX 시스템, WiMAX 시스템에서의 VoIP서비스, 프레임 번들링에 관한 관련 연구를 다루고, 3장에서 유니캐스트 기반에서의 수학적 성능분석 및 시뮬레이션을 수행한다. 마지막으로 4장에서 이 글의 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

2.1 WiMAX

802.16 네트워크는 802.11에 비하여 더 강한 무선 통신을 가능케 하고, 넓은 범위의 대역폭과 넓은 범위의 영역까지 통신이 가능하게 한다. 802.16 네트워크에서 point-to-point 범위는 30mile정도이고 이때의 전송속도는 72Mbps까지 지원이 된다. WiMAX 네트워크 표준에는 PMP(point to Multipoint)모드와 Mesh 모드 두 가지를 정의 하였다[1].

IEEE 802.16은 데이터, 음성, 영상 등의 서비스를 제공하기 위해 다른 QoS가 필요로 한다. QoS를 제공하기 위해 서비스별 스케줄링 서비스나 AMC기법을 활용한 전송환경에 적합한 변조 및 코딩 기법이 필요로 한다. 스케줄링 서비스의 예로는 UGS, rtPS, ertPS, BE등이 있고, 변조 및 코딩기법은 BPSK부터 64QAM까지 다양하게 존재하고 있다.

2.2 WiMAX에서의 VoIP 서비스

앞에서 언급한 것처럼 IEEE 802.16은 영상, 음성 패킷을 위한 통신이 가능하도록 지원하는데, 패킷마다의 요구 QoS가 다르기에 WiMAX 표준에 802.16 MAC계층에서의 QoS를 보장하기 위한 스케줄링 서비스(UGS, rtPS, nrtPS, BE)가 정의되어 있다[1]. VoIP 서비스를 지원하기위해서 주로 사용되는 스케줄링 서비스로는 UGS(Unsolicited Grant Scheme) rtPS(real time Polling Service), ertPS(extended real time Polling Service)를 이용한다[6][7].

UGS: UGS서비스는 고정적이고 주기적인 대역폭 할당이다. 연결이 한번 설정되면, 다른 요청이 필요 없다. 주로 CBR(Constraint Bit Rate)에 이용된다.

rtPS: rtPS는 VBR(Variable bit rate)을 위한 실시간 트래픽 전송에 사용되는데 대표적으로 MPEG 같은 비디오 프레임 전송 시 사용된다. 요청된 대역폭에 따라 대역폭을 사용자에게 할당한다.

ertPS: ertPS는 VoIP를 위해 설계된 서비스이다. VoIP같은 경우 ON/OFF 주기를 가지는데 OFF 주기일 경우 패킷을 전송하지 않기 때문에 대역폭을 할당하지 않아 UGS에 비해 대역폭 낭비를 줄일 수 있다. ON 주기일 경우는 UGS의 대역폭 할당 방법과 비슷하다.

2.3 프레임 번들링

VoIP ON 주기에 전송되는데 데이터 사이즈는 작지만, RTP, UDP, IP같은 다양한 헤더가 붙으면서

데이터보다 더 많은 양의 사이즈로 인해 대역폭의 낭비와 지연시간이 증가한다.

WiMAX 시스템에서 PDU는 MAC 헤더, CRC(Cyclic Redundancy Check)와 VoIP 데이터 패킷으로 구성된다(그림 1). MAC 헤더와 CRC의 사이즈는 각각 48bit와 32bit이다. 이리하듯 VoIP 패킷을 전송하는데 있어서 데이터양에 비해 많은 헤더를 포함하는 특성을 고려하면 SSs(Subscriber Station)로 VoIP를 전송하는데 있어서 많은 대역폭이 부하를 전송하기 위해 사용되며, 이는 주파수 효율의 저하를 가져오게 된다. 대역폭을 효율적으로 사용하기 위하여 다수의 VoIP 프레임을 합쳐 하나의 VoIP 프레임으로 만드는 기술을 VoIP 프레임 번들링이라고 불린다(그림 2)[8].



그림 1. WiMAX 시스템에서 PDU 구조

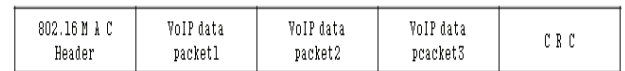


그림 2. 번들링 후의 PDU 구조

프레임 번들링 하였을 때의 문제점이 야기되는데 첫 번째로 VoIP 패킷의 지연시간이 증가된다. 왜냐하면 기존의 VoIP 패킷은 20ms마다 생성되는데 만약 2개의 VoIP 패킷을 번들링 하였을 경우 첫 번째 패킷에 대한 지연 시간과 두 번째 패킷에 대한 지연 시간까지 포함하여 총 40ms의 지연 시간이 발생된다. 이처럼 N개의 패킷을 번들링 할 경우 VoIP 패킷의 지연 시간은 20 \* (N-1)ms의 지연 시간이 발생하게 된다.

3. 유니캐스트 기반 그룹통신 서비스 성능

3.1 자원사용량

WiMAX시스템은 사용자의 채널환경에 따라 코딩 기법을 조절하기 위한 AMC (Adaptive Modulation and Coding) 기법을 사용하고 있다. 따라서 AMC 기법을 사용할 경우 유니캐스트 기반 그룹통신 서비스에서 각 사용자를 위한 자원사용량은 사용자의 채널환경에 따라 달라진다. 본 논문에서는 사용자의 채널환경이 BS으로부터의 거리에 따라 달라진다고 가정하고, 하나의 셀내에서 사용하는 MCS (Modulation Coding Scheme) 레벨이 BS과의 거리에 따라 정해진다고 가정하고 유니캐스트 기반 그룹 통신을 위해 필요한 DL(Down link)에서의 자원사용

량을 계산하였다.

사용자들은 셀내에서 정규분포 형태로 배치되어 있고, BS과의 거리에 따라 5개의 MCS레벨을 사용한다면, 한 셀에 N명의 수신자가 있을 경우, 통신을 위한 자원사용량은 다음과 같이 구해진다. (그림 3 참조)

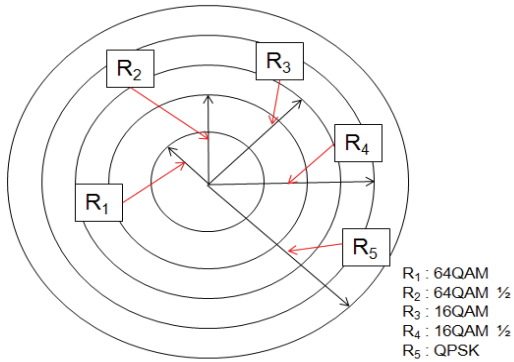


그림 3 전송거리 별 AMC 기법 적용 환경

그림3에서 각 셀에서의  $(R_i - R_{i-1})$  사이에 위치한 사용자 수를 계산하면 (1)과 같은 식을 얻을 수 있다.

$$N * \frac{(R_i^2 - R_{i-1}^2)}{R_k^2} \quad (1)$$

여기서 N은 그룹 내 사용자 수,  $R_i$ 는 위의 AMC 기법을 적용하였을 때 셀의 반경이다. AMC 기법에 따른 VoIP 패킷에 필요한 슬롯의 수를 계산하면 (2)와 같은 식을 얻을 수 있다.

$$\frac{L}{k-i+1} \quad (2)$$

이때 L은 QPSK를 통해 전송할 경우에 필요한 자원 사용량이고, k는 변조 기법의 수이다. 여기서 변조기법을 5개를 이용하였으므로, k=5이다. (1)과 (2)식을 이용하여 유니캐스트를 이용하였을 때, 할당된 자원을 일반화하면 (3)과 같은 식을 구할 수 있다.

$$B_u = \sum_{i=1}^k [(N-1) * \frac{R_i^2 - R_{i-1}^2}{R_k^2} * \frac{L}{k-i+1}] \quad (3)$$

·  $(R_0 = 0, R_k = R_5)$

### 3.2 시뮬레이션

#### 1) 시뮬레이션 환경

WiMAX 환경을 구축하기 위하여 qualnet 시뮬레이션을 이용하였으며, 7-Cell 모델을 이용한다(그림 3). 각 SS는 시뮬레이션 영역에서 랜덤하게 배치되고 이동성은 없다고 가정하고 시뮬레이션을 하였다.

또한 패킷번들링을 위하여 하나의 서버를 두고 SS가 패킷을 전송 시 서버로 먼저 전송 후 서버에서 그룹 내 다른 노드로 패킷번들링 한 패킷을 전송한다. Table 1에 다른 기본적인 시뮬레이션 파라미터를 나열하였다.

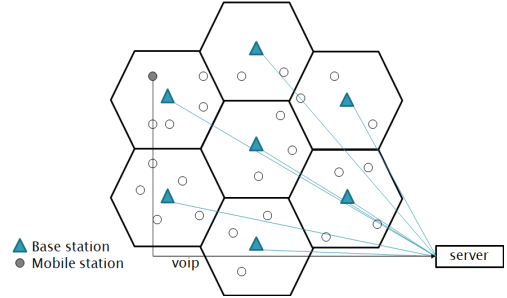


그림 4. 시뮬레이션 기본 환경

표 1 시뮬레이션 파라미터

파라미터	값
전송 파워	15 dBm
전송패킷 수	10000개
패킷 사이즈	44bytes
Interval	20ms
MAC frame duration	5ms
TDD downlink duration	2.5ms

성능 측정을 하기 위하여 노드의 수(10에서 50까지)를 증가시켰을 때, 패킷번들링 된 패킷의 수에 따른 종단 간 지연시간과 average jitter에 대해서 성능 분석을 한다.

시뮬레이션을 하는데 있어서 패킷을 번들링 하기 위해 번들링 할 패킷의 수를 받는 만큼의 interval인  $20 * (n-1)ms$  만큼의 시간을 포함하여 종단 간 지연시간과 jitter 지연시간에 대해 성능을 알아보았다.

#### 2) 시뮬레이션 결과

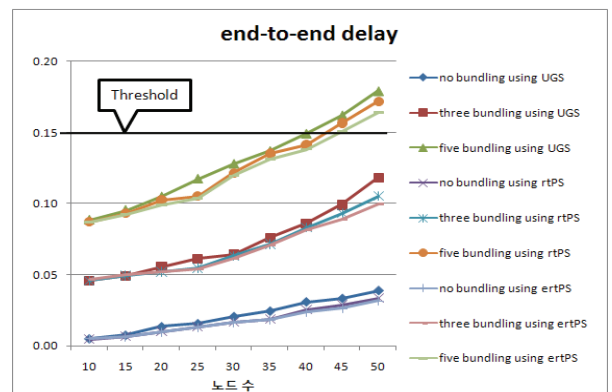


그림 5. 스케줄링 서비스 별 종단 간 전송 지연  
그림 5을 보면 각 스케줄링 서비스별 종단 간 지연시간에 대하여 나타내었다. 인터랙티브 멀티미디어

어 서비스에서 요구하는 중단 간 지연시간을 150ms 라고 가정한다. 패킷번들링 시 위의 그림에서 알 수 있듯이 번들링 개수가 3개까지는 유니캐스트 전송이 가능하고, 5개일 경우 사용자 수가 10 ~ 35명까지는 무리 없이 전송지원이 가능함을 알 수 있으나 그 이상이 되면 지원을 할 수 없음을 알 수 있다.

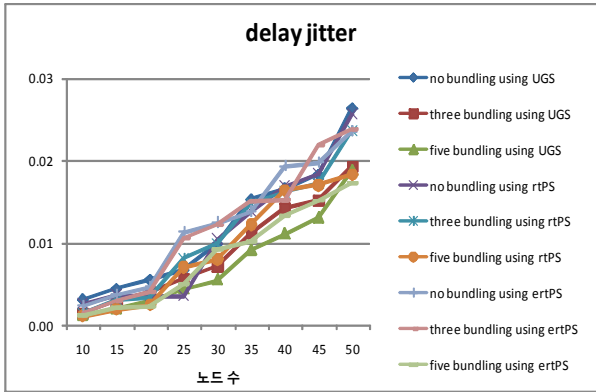


그림 6. 스케줄링 서비스 별 delay jitter

그림 6은 delay jitter에 대하여 시뮬레이션 한 결과이다. 그림 7과 마찬가지로 delay jitter 또한 노드 수가 증가함에 따라 delay jitter 는 증가하나 패킷번들링을 하였을 때 delay jitter 가 감소하는 것을 보여준다.

**5. 결론**

본 논문은 WiMAX 시스템에서 패킷번들링을 이용하여 VoIP 패킷을 전송하는 과정에 있어서 스케줄링 서비스 별 성능 분석을 하였다. VoIP서비스 특성상 부하가 많이 발생되는데 이는 대역폭할당 및 전송에 있어서 단점으로 작용된다. 이를 해결하기 위한 방법 중 하나인 패킷번들링을 이용하여 기존의 VoIP 패킷을 전송 할 경우와 패킷번들링을 이용할 경우의 중단 간 지연시간 및 delay jitter를 비교하였다. 사용자 수가 증가함에 따라 패킷을 전송할 경우에 패킷번들링을 사용할 때 효율적인 것을 알 수 있다.

이 논문 또는 저서는 2009년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(2009-0072933)

**참고문헌**

[1] IEEE, "IEEE Std 802.16e-2005, IEEE Standard for Local and metropolitan area networks, Part 16:Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems Amendment2: Physical and Medium Access

Control Layers for Combined Fixed and Mobile Operation in Licensed Bands and Corrigendum 1," Feb 2006.  
 [2] Olli Alanen, Multicast Polling and Efficient VoIP Connections in IEEE 802.16 Networks, MSWiM'07, pp.289-295, 2007.  
 [3] Jiann-Liang Chen, Kung-Cheng Wang ,Reliable WiMAX Multicast Applications, IEEE 8th International conference on computer and Information Technology workshops, pp. 182-187, July 2008.  
 [4] C Cicconetti, C. Eklund, L. Lenzini and E. Mingozzi, Quality of Service Support in IEEE 802.16 networks, IEEE Network, vol. 20, no. 2, pp.50-55, March/April 2006,  
 [5] C. Cicconetti, A. Erta, L. Lenzini and E. Mingozzi, "Performance evaluation of the IEEE 802.16 MAC for QoS support," IEEE Transactions on mobile computing, vol. 6, pp. 26-38, Jan 2007.  
 [6] Chakchai So-In, Raj Jain, Abdel-Karim Tamimi, Scheduling in IEEE 802.16e Mobile WiMAX Networks : Key Issues and a Survey, IEEE, vol. 27, no. 2, pp. 156-171, Feb 2009.  
 [7] Pratic Dhrona, Najah Abu Ali, Hossam Hassnein, A Performance Study of Scheduling Algorithms in Point-to-Multipoint WiMAX Networks, Computer Communications, vol. 32, Issue3, pp.511-521, Feb 2009.  
 [8] IETF, RFC 768, "User Datagram Protocol", 28 Aug, 1980.  
 [9] IETF, RFC 791, " INTERNET PROTOCOL", Sep. 1980.  
 [10] Fan Xiangning, Zhu Dengkui, VoIP Frame Bundling for WiMAX Downlink, Circuits and Systems, 2008. APCCAS 2008. IEEE Asia Pacific Conference on, pp. 510 - 513, Nov/Dec 2008.