

무선 인터넷 서비스를 위한 WiBro시스템의 효율적인 부하 제어 절차 제안 및 성능분석

준희원 김 소 형*, 종신회원 김 정 호*

Performance Analysis of Effective Load Control Procedure for WiBro System

So-hyoung Kim* Associate Member, Jeong-ho Kim* Lifelong Member

요 약

본 논문에서는 WiBro 시스템의 특징을 바탕으로 데이터 트래픽의 수율을 최대로 유지 할 수 있도록 기존 방법을 개선한 부하 제어 방법을 제안하고 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 성능을 평가한다. 송신단에서 단위 사용자당 최대 할당 가능한 전력이 주어졌을 때, 송출 가능한 전력범위 내에서 최대의 수율을 갖도록 각 부반송파에 데이터 비트를 할당하는 알고리즘을 바탕으로 WiBro 시스템의 전체 수율(throughput)과 데이터 트래픽 관점에서 시스템의 수율을 고려하였다. 제안하는 방안의 평가를 위해 사용된 시스템의 파라미터로 WiBro 시스템의 규격값들을 사용한다. 현재 시스템의 부하제어 절차로는 접속과다로 인한 대역폭 요구(bandwidth request)의 증가로 인하여 과부하 상태에 이를 때 시그널링 트래픽으로 인하여 데이터의 수율이 급격히 감소하며 접속지연이 매우 증가하게 된다. 이러한 현상을 막을 수 있는 부하 제어 방법을 제안하고 다중 사용자 환경에서 시뮬레이션을 통하여 평가한다.

Key Words : Wibro, Subchannel Allocation, Power Allocation, Throughput, Bandwidth Efficiency

ABSTRACT

In this paper, we propose the load control procedure for WiBro system in order to keep the data traffic throughput maximum. The transmitter at a mobile terminal can estimate maximum available power for each user and then the maximum number of subchannels can be calculated considering the total available power. The data traffic throughput and the total throughput (the sum of signaling traffic and data traffic throughput) are considered. As the number of bandwidth requests per frame increases, the data traffic throughput can significantly decrease. Therefore, the load control procedure is indispensable to maintain the data throughput at the maximum level. So, we propose the load control procedure to prevent data traffic throughput from decreasing and evaluate the proposed procedure through the computer simulation under the multi-user environment. The maximum throughput can be maintained by applying the proposed procedure.

I. 서 론

와이브로(WiBro)는 무선랜과 이동통신 기반 무선 인터넷의 중간에 위치해, 두 서비스의 장점을 고루

갖춘 서비스로, 언제, 어디서나, 정지 및 이동 중에도 높은 전송속도로 무선인터넷 접속이 가능한 휴대형 인터넷 서비스로 정의된다. 필수 요구 사항으로 가입자 당 전송 속도는 상향 전송 속도를 최소

※ 이 논문은 정보통신부 대학 ITRC 프로젝트(영남대학교 광대역 이동멀티미디어 연구센터(YU-BMMRC))의 지원으로 수행된 연구임.

* 이화여자대학교 정보통신학과 무선멀티미디어통신 연구실(jho@ewha.ac.kr)

논문번호 : KICS2007-05-210, 접수일자 : 2007년 5월 8일, 최종논문접수일자 : 2007년 5월 22일

128Kbps에서 최대 1Mbps로, 하향 전송 속도를 최소 512Kbps에서 최대 3Mbps로 정의한다. WiBro는 2.3GHz 주파수 대역을 이용하며, 60km/h 이상 이동 시에도 끊김 없이 무선 인터넷 서비스를 제공한다. 휴대 인터넷은 이동성 측면에서 장점을 갖는 이동통신 기반 무선 인터넷의 고속 이동성은 지원하지 못하지만 고속의 전송 속도로 인터넷 서비스를 제공할 수 있다. 전송 속도 측면에서 장점을 갖는 무선랜보다는 전송 속도가 느리지만 단말의 이동성을 보장할 수 있다.^{[1],[2]} WiBro는 이동성을 보장하고, 현재의 이동 전화보다 저렴하게 무선 인터넷을 이용할 수 있는 새로운 서비스의 필요성 때문에 등장하였다. 하나의 기지국 서비스 영역에 user 단말기가 다수 분포하여 각 단말기에서 전송할 패킷이 발생하면 대역폭 요구(bandwidth request)가 필요하다. 이를 통해서 할당 받은 대역으로 정보를 전송하게 된다. 그러나 상향 링크에서 대역폭 요구가 너무 많아지면 그 요구를 위한 시그널링 트래픽의 대역 할당이 많아지기 때문에 상대적으로 정보를 전송하는 데이터 트래픽을 위한 대역폭(bandwidth)은 감소하게 된다. 본 논문에서는 요구를 제한하여 정보를 전송하는 데이터 트래픽이 감소하는 것을 방지하도록 한다. 본 논문의 II절에서는 WiBro 시스템에 대한 특징이 기술 되어 있고 다수의 요구로 인하여 데이터 트래픽의 수율(throughout) 감소에 대한 문제를 다룬다. 그리고 III절에서는 다수의 대역폭 요구를 제한하여 데이터 트래픽의 수율을 증가시키는 부하제어 파라미터(Load Control Parameter)를 소개 하고 수식으로 전개 하였다. IV절에서는 논문에 이용된 수식을 정리하였고, V장에서는 시뮬레이션을 통해 시스템의 성능을 검증하고 토의하여, VI 장에서는 결론을 맺는다.

II. WiBro 시스템의 구조 및 기존 부하제어 방식의 문제점

2.1 Wibro 시스템의 구조

하향링크는 Preamble PUSC zone, 다이버시티 zone, AMC zone으로 이루어져 있고 하향링크로는 UL control 심볼과 다이버시티 zone, AMC zone으로 이루어져 있다. 전체 부반송파의 수가 1024인데 반해 이용되어진 부반송파의 수는 865이다. 각 단말의 채널의 상태가 낮은 이동성과 높은 SNR의 특징을 가지고 있을 때는 대역 선택을 통하여 높은 스펙트럼 효율성을 확보하고 높은 이동성과 낮은

SNR의 특징을 가지고 있을 때는 다이버시티를 활용하여 보다 신뢰성 있는 링크를 확보한다.

2.1.1 다이버시티 부채널

분산 부반송파 순열 모드(Distributed subcarrier permutation mode)는 부반송파들을 의사 랜덤하게 선택함으로써 셀 간 간섭과 깊은 페이딩을 피하는데 가장 유용한 방법이다. 그러므로 높은 이동성이나 낮은 signal-to-interference-plus-noise ratio (SINR)에 특징을 가지고 있는 user에게 적합하다. 이 방식의 주파수 영역에서의 기본적인 자원단위를 다이버시티 부채널이라고 부른다.

2.1.2 대역 AMC 부채널

인접 부반송파 순열 모드(Adjacent subcarrier permutation mode)에서는 인접한 부반송파들을 cluster 단위로 그룹을 만들고 사용자들에게 할당을 해준다. 이 구조에서 채널은 flat fading 채널로 보이게 된다. 이 부채널의 flat fading한 성질 때문에 이 시스템은 채널의 상태가 스케줄링 과정 동안 큰 변화가 없다면 다중 사용자 다이버시티를 더 잘 이용할 수 있다. 그러므로 낮은 이동성과 높은 SINR의 특징을 가지고 있는 사용자에게 적합하고 이 방식의 주파수 도메인에서의 기본적인 자원 단위는 band AMC 부채널이다.

2.2 WiBro 시스템의 자원할당 방법

WiBro시스템에서의 자원할당은 일반적으로 사용되는 자원을 할당방법과는 구별되게 두개의 채널을 분리하여 할당하는 방법을 사용한다. 먼저 AMC 부채널 사용자와 다이버시티 부채널 사용자를 구분하여 할당한다. AMC 부채널 사용자와 다이버시티 부채널 사용자들의 특징이 매우 다르기 때문에 구분하는데 큰 어려움은 따르지 않는다. 그 후로 스케줄러에 의해서 AMC 부채널과 다이버시티 부채널 사용자 각각을 스케줄링 하고 현재 프레임에서 전송할 수 있는 패킷의 수를 결정하며 스케줄러는 PHY 정보까지 고려하여 스케줄링한다. 스케줄러가 스케줄링된 사용자를 결정하면 controller는 주파수 대역을 각각의 선택된 사용자들에게 수율을 최대화하도록 PHY layer의 SINR, MCS (modulation coding scheme) level, 그리고 속도들을 종합적으로 고려하여 할당해준다.

2.3 대역폭 요구 (Bandwidth Request)

하나의 기지국 서비스 영역에 사용자 단말기가

다수 분포하여 각 단말기에서 전송할 패킷이 발생하면 각 단말기는 기지국에 레인징(ranging)을 통하여 대역할당을 받기 위한 시그널링 정보 전송을 위해 상향 링크의 대역을 할당 받는다. 여기서 레인징이라 함은 기지국과 단말이 그들 간의 통신 연결의 품질을 유지하기 위한 프로세스의 집합체를 의미한다. 이때 할당 받은 대역으로 MAC(media access control)계층의 BR (bandwidth request)를 전송하여 기지국에 대역할당을 요청하고 기지국은 이에 대한 응답으로 하향 링크의 UL-MAP을 통해 요청한 단말에 지정된 CID(connection identifier)로 상향링크의 대역을 할당한다. 이 UL-MAP IE(information element)를 수신한 단말기는 자신이 전송할 영역을 확인하고 CID와 전송하여야 하는 데이터의 크기를 BR을 통해 전송한다.

2.3.1 대역폭 요구와 수율 문제

다수의 단말기는 상향 링크의 제어채널을 통하여 대역폭 요구 레인징을 수행한다. 새로 전송해야 할 패킷이 발생할 경우 단말기는 UL-MAP IE(information element)를 통하여 대역폭 요구를 위한 대역을 할당 받고, 할당 받은 대역으로 정보 신호를 보내게 된다. 이와 같은 동작과정을 거쳐 상향링크의 대역폭을 할당 받으므로 상향링크의 프레임에는 사용자 정보를 담은 정보 데이터(데이터 트래픽)와 제어정보를 포함하는 시그널링 데이터(신호 트래픽)가 함께 전송되게 된다. 따라서 상향링크의 제어정보가 크게 증가할 경우, 다시 말하면 전송하고자 하는 단말기의 수가 증가할 경우, 데이터의 수율이 줄어들고 시그널링 트래픽이 증가하여 상향링크의 대역폭을 낭비하는 결과를 낳게 된다.

III. 부하제어 파라미터 를 활용한 대역폭 요구를 제한하는 부하제어 방식의 제안

본 논문에서 지금까지 살펴본 대역폭 할당 방법에 대한 문제점으로 실제 데이터 트래픽을 전송할 때 대역폭 요구를 위한 시그널링 데이터의 전송에 많은 대역폭 낭비가 발생하여 시스템의 수율이 감소하게 된다. 따라서 최적의 수율을 확보하기 위해서는 데이터 트래픽에 비하여 너무 많은 대역폭 요구가 있을 때 데이터의 수율이 감소하게 되므로 이를 방지하기 위해서 해당 셀 내에 있는 모든 단말에게 부하제어 파라미터를 방송하여 대역폭 요구의 발생을 제한하는 방안을 제안하고 평가한다.

3.1 부하제어 파라미터 설정을 위한 시스템 파라미터

본 절에서는 부하제어 파라미터를 수식적으로 전개하고 제안한 방식과 기존 방식과의 성능을 비교 분석하기 위한 시뮬레이션 실행에 필요한 파라미터들에 대해서 논의한다.

먼저 각 단말기로부터 도착하는 패킷과 패킷 사이의 시간 (T_n)은 지수 분포 (Exponential Distribution)를 가지는 랜덤 변수로 가정하여 다음과 같이 표시한다.

$$T_n \sim \exp(\lambda) \quad f_{T_n}(t) = \lambda e^{-\lambda t} \quad (1)$$

여기서 이 값은 n번째 패킷과 n-1번째 패킷 사이의 도착시간 간격을 나타내는 랜덤변수이다. 시뮬레이션을 위해서 정의된 랜덤변수와 필요한 파라미터는 아래와 같다. 먼저 프레임 구간의 길이를 $T_f(=5ms)$ 라고 하였고 필요한 변수들은 아래와 같이 정의한다.

변수정의

- M_{max} : 한 프레임 구간에 상향링크로 전송 가능한 최대 전송 대역폭(단위는 byte이며 랜덤변수)
- $M_{m,n}$: m번째 프레임에 도착한 n번째 패킷의 크기 (byte 단위), 이 랜덤 변수는 가우시안 분포를 따른다고 가정함.
- $T_{m,n}$: m번째 프레임구간에 도착한 n번째 패킷의 도착시간
- M_{BR} : 대역폭 요구 메시지의 byte 수 (e.g., 6 bytes)
- N_m : m 번째 프레임에 도착한 패킷의 숫자

이와 같이 정의된 파라미터를 사용하여 고려하는 기지국 상향 링크의 수율은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

- 평형 상태(정상 상태) 에서 총 수율 (시그널링 트래픽 + 데이터 트래픽)

$$U_m = \text{Min} \left(M_{max}, \sum_{n=1}^{N_{m-1}} M_{m-2,n} + N_{m-1} \cdot M_{BR} \right) \quad (2)$$

- 데이터 트래픽의 수율

$$D_m = \text{Min} \left(M_{max} - N_{m-1} \cdot M_{BR}, \sum_{n=1}^{N_{m-1}} M_{m-2,n} \right) \quad (3)$$

• 제안하는 방식의 수율

평균 최대 수율을 나타내는 $\lambda = \lambda_{max}$ 라면 이를 상회하는 패킷이 단위 시간당 도착하면 부하 제어 모드(load control mode)로 진입하고 전송 확률 P값을 방송(broadcast)한다.

다시 말하면 $\lambda_{max} = \arg \max_{\lambda} U_m$ 에 대하여 $\lambda > \lambda_{max}$ 이면, 즉 한 프레임에서 최대 수율을 나타내는 λ_{max} 를 넘는 요구가 발생하면 $P = \frac{\lambda_{max}}{\lambda}$ 를 부하제어 파라미터로 방송하여 대역폭 요구를 제한한다. 이 과정을 흐름도로 작성하면 그림1와 같이 나타낼 수 있다.

IV. 송, 수신 전력 및 수율 계산

4.1 송신 전력과 수신전력

각각의 사용자에게는 대역을 부채널 단위로 할당을 해주게 된다. 부채널을 할당해 줄 때는 채널 이득을 고려하여 가장 적합한 사용자에게 해당하는 부채널을 할당해주게 된다. 또 한 사용자가 전송할 수 있는 전력이 한정되어 있기 때문에 할당 받은

밴드 내에서 한정된 전력으로 수율을 최대화 시킬 수 있는 변조 방식을 결정하게 된다

심볼의 평균 에너지는 고차의 변조방식에서 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$f = (M - 1)D^2 / 6 \tag{4}$$

위의 식은 M-ary quadrature amplitude modulation (M-QAM)의 평균 에너지를 나타낸다. 여기서, D는 신호 constellation의 최소 거리를 나타낸다. 이때의 비트 에러 확률은 아래와 같다

$$P_e = 4Q(\sqrt{D^2 / (2N_0)}) \tag{5}$$

여기서 $Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^\infty e^{-t^2/2} dt$ 이고, N_0 는 잡음전력 밀도를 나타낸다.

(4-2)를 이용하여 (4-1)을 정리하면

$$f(c) = \frac{N_0}{3} \left[Q^{-1} \left(\frac{P_c}{4} \right) \right]^2 (2^c - 1) \tag{6}$$

이 된다.^[3] (단, $M = 2^c$)

c는 한 부반송파에 할당된 비트 수를 나타낸다. 식 (6)을 이용해서 각 심볼의 요구되는 수신 전력을 구할 수 있다. 송신 전력은 다음과 같이 계산된다.

$$P_{k,n} = \frac{f_k(c_{k,n})}{\alpha_{k,n}^2} \tag{7}$$

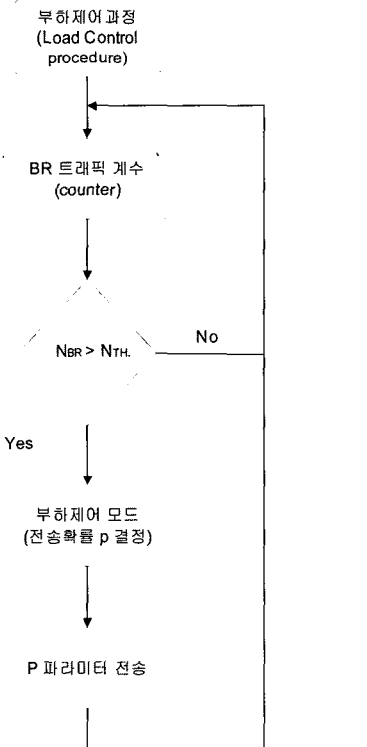
여기서, $c_{k,n}$ 은 k번째 단말에 할당된 n번째 부반송파에 할당된 비트 수를 나타내며, $f_k(c)$ 은 c에 따른 k에 요구되는 수신 전력을 나타낸다.

4.2 수율

수율은 일정 시간 내의 데이터 처리량을 의미하며 최대 수율은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$throughput = \left(N_{sch} \cdot N_{car} \cdot M \cdot \frac{k}{n} \right) / T_{Frame} \tag{8}$$

위 식에서 N_{sch} 는 한 frame 안에 부채널의 수이고, N_{car} 는 한 부채널 안의 반송파(carrier)의 수이다. M은 변조 지수를 나타내며, k/n 은 k 비트의 데이터를 코딩하여 n비트로 전송하는 것을 의미한다. 마지막으로 T_{Frame} 은 한 프레임의 시간을 나타낸다.



범례 : NBR : 대역폭 요구 숫자
NTH : 제어 문턱값

그림 1. 부하 제어 과정

V. 시뮬레이션 결과 및 토의

5.1 시뮬레이션 환경

5.1.1 시뮬레이션 파라미터

시뮬레이션에 사용된 파라미터는 다음 표1에 명시된 값을 사용하였으며 특히 시그널링을 위한 변조레벨은 채널에서 발생하는 오류에 강인하도록 QPSK를 사용하였다. 그리고 다중 사용자 다이버시티의 평가를 위하여 주파수 선택적 페이딩 환경을 고려한다.

5.1.2 채널 모델

제한된 부하제어 절차의 성능을 평가하기 위하여 지연 확산 프로파일은 M.1225^[4]에 주어진 Vehicular A 모델을 적용하였으며 다음 표 2는 차량 시험 환경 채널 모델의 상대적 지연과 평균 전력을 나타낸다.

본 시뮬레이션에서는 Vehicular A 모델의 지연과 6개의 경로를 모두 고려하고, 경로손실 추정을 위해 Hata 모델^[5]을 이용한다. 다음 식은 Hata 모델을 적용하여 도심지역에서의 메디안 경로손실(median path loss) L_p (dB)를 나타낸다.

$$L_p = 69.55 + 26.16 \log_{10}(f_0) + (44.9 - 6.55 \log_{10} h_b) \log_{10} d - 13.82 \log_{10} d - 13.82 \log_{10} h_b - 1(h_{mu}) \quad (9)$$

여기서 f_0 는 반송파 주파수 (MHz), d 는 기지국과 단말기(사용자)간의 거리 (km), h_b 는 기지국 안테나

표 1. 시뮬레이션 파라미터

파라미터	대역 AMC
사용된 부반송파 수	864
Pilot 부반송파 수	96
Data 부반송파 수	768
DL traffic : UL Traffic	27 : 15
패킷 크기 분포	Gaussian 분포
패킷 도착간격 분포	지수분포
채널	주파수 선택적 페이딩 채널
N	Thermal noise power spectral density : -174 dBm/Hz
데이터 변조 레벨	QPSK, 16QAM, 64QAM
시그널링 트래픽 변조 레벨	QPSK
BR 패킷 크기	6 byte
사용자당 할당된 전력	1 W

의 높이 (m), h_{mu} 단말기의 높이 (m), $a(h_{mu})$ 는 단말기 안테나 높이 보정을 위한 인자이다.

$a(h_{mu})$ 는 대도시에서 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$a(h_{mu}) = 3.2[\log_{10}(11.75h_{mu})]^2 - 4.97 \quad (f_0 \geq 400MHz)$$

또한 중소도시에서는 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$a(h_{mu}) = [1.1 \log_{10}(f_0) - 0.7]h_{mu} - [1.56 \log_{10}(f_0) - 0.8]$$

따라서 Hata 모델을 적용하여, 기지국과 단말 사이의 거리 d 에 따른 수신된 전력 P_r 은 다음과 같이 표현된다.

$$P_r(d)(dBm) = P_t - P_{loss}(d) \quad (10)$$

여기서 P_t 는 송신 전력이고 P_{loss} 는 Hata 모델에 따라 정의된 손실 전력이다.

서로 다른 위치에 3명의 사용자가 있을 때 Hata 모델을 적용하여 단말 별 채널이득을 한 셀 안에 위에서부터 기지국에서 가까운 순서대로 그림 2에 나타내었다.

5.1.3 패킷 발생 간격 및 패킷의 크기

실제 환경의 시뮬레이션을 위해 패킷의 크기는

표 2. M.1225 차량 시험환경에서의 파라미터

Tab	Channel A		Channel B	
	Relative delay [ns]	Average power [dB]	Relative delay [ns]	Average power [dB]
1	0	0.0	0	-2.5
2	310	-1.0	300	0
3	710	-9.0	8900	-12.8
4	1090	-10.0	12900	-10.0
5	1730	-15.0	17100	-25.2
6	2510	-20.0	20000	-16.0

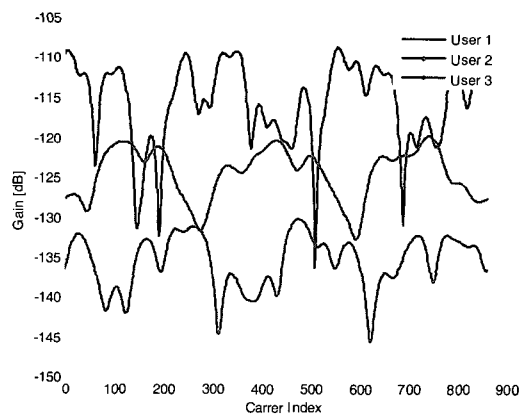


그림 2. path loss를 포함한 채널 이득

가우시안 분포를 가지는 랜덤 변수로, 각 단말기로부터 도착하는 패킷과 패킷 사이의 시간은 지수분포를 가지는 랜덤 변수로 모델링하였다.^[6]

지수 분포의 확률밀도함수 (PDF)는 다음과 같이 주어지고,

$$f_x(x) = \lambda e^{-\lambda x} \quad (11)$$

위의 PDF로부터 지수 랜덤 변수 샘플 값은 다음과 같이 얻을 수 있다. 즉,

$$X = \ln(1-U)/\lambda \quad (12)$$

이다.

여기서 U 는 균일한 분포를 갖는 랜덤 변수이다.

5.2 시뮬레이션 결과 분석

위의 시뮬레이션을 위한 환경과 파라미터를 준용하여 제안된 부하제어절차의 영향을 다양한 조건하에서 평가하였다. 먼저 요구당 평균 패킷의 크기와 표준편차를 각각 30바이트와 2바이트로 사용자의 수를 20으로 지정하였을 때의 성능을 그림 3에 나타내었다. 결과 그래프에서 보는 바와 같이 사용자의 접속 빈도가 증가함에 따라 데이터와 시그널링 트래픽의 수율이 증가하다가 최대치를 넘어서면 특히 데이터의 수율은 급격히 감소함을 알 수 있다. 여기서 가로축은 접속 요청 빈도를 나타내고 세로축은 정규화된 프레임 당의 수율을 나타낸다.

데이터와 시그널링 트래픽을 합산한 전체 수율은 그림 3에 나타낸 바와 같이 데이터 수율보다 감소폭이 낮음을 알 수 있다. 이는 시그널링 트래픽의량이 증가함으로 인한 데이터 처리량의 감소로 인한 것이므로 전체 수율의 감소폭은 작아짐을 그래프로부터 확인할 수 있다.

제안된 그래프로부터 부하제어절차를 사용했을 때는 개선된 최대 데이터의 수율(Imp-Total throughput)과 그 부근에서 사용자의 잦은 시그널링 트래픽 발생을 억제하여 데이터 수율이 격감하지 않도록 부하제어파라미터 값을 하향조정하여 단말에게 방송함으로써 급격한 데이터 수율의 감소를 막을 수 있다.

그림 4에는 사용자의 수가 30으로 증가했을 때의 수율 변화를 보여주고 있다. 다수의 사용자에 따라 접속하는 빈도가 크게 늘어나므로 데이터의 수율이 급격하게 격감하는 현상이 나타남을 알 수 있다.

사용자가 증가함에 따른 영향으로 그림 3과 그림 4를 비교해보면 알 수 있는 바와 같이 최대 수율은

데이터에 있어서 사용자가 적은 경우(20명)가 조금 높은 경향을 관찰할 수 있다. 이는 사용자가 증가함에 따라 접속이 빈번해져 데이터의 최대수율과 이에 따른 시그널링 트래픽의 수율이 낮아짐을 관찰할 수 있다. 이것은 비록 부하제어절차를 적용하더라도 정규화된 수율은 감소하며 사용자 증가에 따른 정규화된 최대 수율의 감소를 피할 수 없음을 알 수 있다. 시뮬레이션 결과로부터 관찰할 수 있듯이 사용자 수가 증가함에 따라 단위 가입자당 발생시키는 접속 빈도가 높을수록 더 빠르게 최고의 수율에 이르고 수율 감소가 급격하게 발생함을 알 수 있다.

VI. 결 론

본 논문에서는 WiBro 시스템에서 접속이 매우 빈번하게 발생하는 상황에서도 최대 데이터 수율을 유지할 수 있는 부하제어절차를 제안하고 전체 수율과 데이터 트래픽 수율 관점에서 제안된 절차를 시뮬레

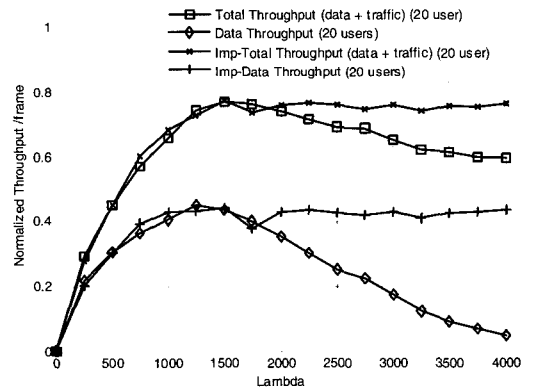


그림 3. 기본 방법과 제안된 방법의 수율 비교 (사용자 수 : 20명)

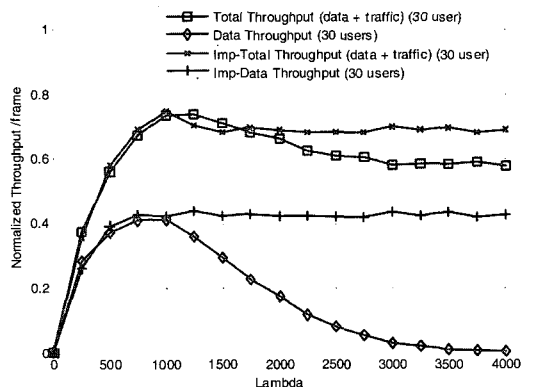


그림 4. 기본 방법과 제안된 방법의 수율 비교 (사용자 수 : 30명)

이션을 통하여 평가하였다.

하나의 기지국 서비스 영역에 사용자 단말기가 다수 분포하여 각 단말기에서 전송할 패킷이 발생하면 각 단말기는 기지국에 레인징을 통하여 대역 할당을 받기 위해 신호 정보 전송을 위해 상향 링크의 대역을 할당 받는다. 해당 단말에게 대역폭이 할당되면 해당 단말기는 상향링크의 프레임에 동기를 맞춰 사용자 데이터를 전송하게 된다. 이때, 접속 요구의 증가로 과부하 상태에 이를 때 시그널링 트래픽으로 인하여 데이터 트래픽의 수율이 감소하게 된다. 특히 다수의 단말이 웹에 접속하는 경우 실제 데이터 전송을 위한 트래픽보다는 링크접속과 자원할당에 더 많은 트래픽이 발생하여 수율의 감소로 이어지고 인터넷 접속의 지연으로 이어질 수 있다. 시뮬레이션 결과에 따르면 평균 패킷 크기를 일정하게 유지시키고 표준 편차가 2byte/request일 때, 사용자 단말의 수를 증가시켜 평가해본 결과 사용자별 제한된 전력 때문에 사용자를 증가시키면 절대적인 수율은 증가한다. 그러나 정규화된 수율은 다소 낮아짐을 알 수 있다. 이는 접속 수가 증가하면서 시그널링 트래픽이 급속히 증가하여 데이터 수율을 크게 잠식하기 때문이다.

결론적으로 제안 방법을 사용할 경우 이전 시스템의 과부화된 대역폭 요구를 제한함으로써 데이터 트래픽의 수율을 최대로 유지하고 사용자의 증가나 전송 데이터의 증가로 인한 급격한 접속 지연의 증가와 수율 감소를 효과적으로 완화시킴을 확인할 수 있다.

감사의 글

본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (IITA-2006-(C1090-0603-0002))

참고 문헌

- [1] Specifications for 2.3 G Hz band Portable Internet Service, TTA.
- [2] IEEE P802.16e/D12, "Draft IEEE Standard for Local and metropolitan area networks : Part 16: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems," October 2005.
- [3] C. Y. Wong, R. S. Cheng et all, "Multiuser OFDM with Adaptive Subcarrier, Bit and Power Allocation," "IEEE Journal on Selected Areas in Communications," vol. 17, No. 10, pp.1747-1758, Oct. 1999.
- [4] Rec. ITU-R M.1225.
- [5] P.Mohana Shankar, *Introduction to Wireless Systems*, Wiley 2002.
- [6] Roy D. Yates, David d. Goodman, *Probability and Stochastic Processes*, Wiley 2005.

김 소 형 (So-hyoung Kim)

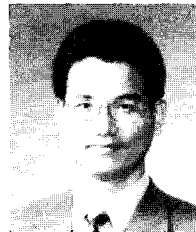
준회원



2005년 2월 : 이화여자대학교 정보통신학과 공학사
 2007년 2월 : 이화여자대학교 일반대학원 정보통신학과 공학석사
 2007년 1월~현재 : LIG넥스원 (주) 연구개발본부 MSL 연구소 <관심분야> WiBro 휴대인터넷, 통신단말, 이동통신 네트워크

김 정 호 (Jeong-ho Kim)

종신회원



1991년 2월 : 한국 과학기술원 전기 및 전자공학과 공학사
 1993년 2월 : 한국 과학기술원 전기 및 전자공학과 공학석사
 1999년 2월 : 한국 과학기술원 전기 및 전자공학과 공학박사
 1993년 1월~1995년 7월: LG전자

멀티미디어 연구소

1999년 3월~2000년 2월 : LG정보통신 중앙연구소 선임연구원
 2000년 3월~2001년 6월 : Virginia Tech. MPRG (Mobile Radio Research Group) Visiting Scholar
 2001년 7월~2002년 8월 : LG전자 UMTS시스템 연구소 책임연구원
 2002년 9월~현재 : 이화여자대학교 공과대학 정보통신학과 조교수
 <관심분야> 스마트 안테나 시스템, 무선 디지털 통신, 확산 대역통신, 이동통신 네트워크, 휴대 인터넷