DBpia

IEEE 802.16e에서 전력 절약을 위한 수면 윈도우 크기 조정 방법들의 성능 비교

정회원 손 대 홍*, 종신회원 노 병 희*°

Performance Comparisons on the Strategies of Sleep Window Size Adjustment for Power Saving in IEEE 802.16e

Dae Hong Son* ***Regular Member***, Byeong-hee Roh*° ***Lifelong Member***

요 약

본 논문에서는 IEEE 802.16e의 절전클래스 I에 대하여 초기 수면 윈도우 크기와 수면 모드 내에서의 수면 윈도우 크기를 결정하기 위한 다양한 가능성 있는 방법론들을 제시하고, 이들 방법론들이 전력 절약 성능에 어떠한 영향을 주는지를 비교 분석하였다. 비교 대상인 방법론들은 IEEE 802.16e에서 제시하는 EICV 방법과 대안으로서 고려할 수 있는 EIED, EILD, LIED, LILD 방법들이다. 실험 결과는 EICV보다 LILD, EIED 방법론이 더 나은 성능을 보여주고 있다. 특히, 트래픽의 양이 많은 경우에는 EIED 방법이 더 낫고, 트래픽의 양이 적은 경우에는 LILD 방법이 더 나은 것으로 분석되었다.

Key words : IEEE802.16e, WiBro, Sleep Mode, Power Saving

ABSTRACT

In this paper, first, we proposed various possible candidate schemes for determining initial sleep window size and varying sleep window size in sleep mode for power saving class I of IEEE 802.16e. Then, we analyzed and compared the power saving performances of those schemes. The schemes used for the comparisons are EICV of IEEE 802.16e, and other comparable schemes such as EIED, EILD, LIED and LILD. Experimental results show that LILD and EIED outperform other comparable schemes. Especially, EIED shows the better performances for the case of high traffic intensity environments, while LILD does for the low traffic intensity case.

Ⅰ. 서 론

휴대 인터넷 통신 시스템에서 단말은 배터리에 의한 제한된 전력으로 통신을 비롯한 디스플레이, 데이터 처리 프로세싱 등의 모든 기능을 운용함으로, 전력을 효율적으로 이용할 수 있어야 한다. 이렇게 함으로써, 단말기의 지속 시간을 늘려 사용자의 만족도를 높일 수 있다.

전력 절약(Power saving) 기술은 제한된 전력 자원을 갖는 단말기의 동작 시간을 최대한으로 유지하기 위한 기술로서, 이동 단말을 활용한 무선 이동 통신 서비스의 활성화를 위하여 기본적으로 요구되는 기술들 중의 하나이다. 다양한 무선 이동 통신 방식들은 이동 단말기를 위한 고유의 전력을 효율적으로 이용하기 위한 방법들을 제공하고 있다[1][2][3][4]. 광대역 휴대 인터넷 표준인 IEEE 802.16e 표준에서는 5개의 트래픽의 유형을 정의하고, 이들 유형에 따른 수면 윈도우(sleep window) 기반의 3

※ 본 연구는 한국전자통신연구원과 아주대학교 교내연구비의 지원으로 수행되었음.
* 아주대학교 정보통신전문대학원 (bhroh@ajou.ac.kr)(° : 교신저자)
논문번호 : KICS2007-02-045, 접수일자 : 2007년 2월 1일, 최종논문접수일자 : 2007년 11월 6일

www.dbpia.co.kr

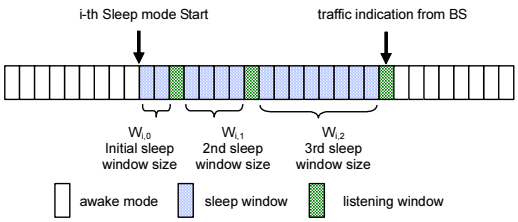
가지 절전 클래스들을 제공하고 있다[5]. 특히, 휴대 인터넷에서 가장 유망한 서비스로서 인식되는 웹 기반의 서비스를 위하여 정의된 최선형(BE, Best Effort) 또는 비실시간 가변율(nRT-VR, non-Real-Time Variable Rate) 트래픽 클래스에 대하여는 절전 클래스 I이 정의되어 있다. 절전 클래스 I에서의 절전 성능은 수면 모드가 시작될 때 결정되는 초기 수면 윈도우(initial sleep window)의 크기와 수면 모드내에서 변화하는 수면 윈도우의 크기에 크게 영향을 받는다[6][7]. 현재의 IEEE 802.16e에서는 고정 초기 수면 윈도우 크기를 제시하고 있으며, 이 초기 수면 윈도우의 크기를 변화시킴으로써 절전 성능을 향상 시키는 방법이 제안되었다[8]. 그러나, 절전 성능은 초기 수면 윈도우 뿐만 아니라, 수면 모드내에서의 수면 윈도우의 증가에도 영향을 받을 수 있을 것으로 생각되나, 이 두 파라메터의 조합에 의한 절전 성능에 대한 연구 결과는 제시되어 있지 않다.

본 논문에서는 IEEE 802.16e의 절전클래스 I에 대하여 초기 수면 윈도우 크기와 수면 모드내에서의 수면 윈도우 변화 크기를 결정하기 위한 가능성 있는 방법론들을 제시하고, 이들 방법론들이 전력 절약 성능에 어떠한 영향을 주는지를 비교 분석한다. 이로부터, IEEE 802.16e의 주요한 서비스 중 하나인 웹 서비스 기반의 환경에서 적합한 수면 윈도우 크기 조정 방안을 도출한다.

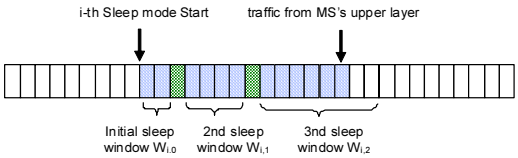
본 논문의 구성은 다음과 같다. 제2장에서는 IEEE 802.16e 표준의 수면모드 알고리즘을 설명하고, 제3장에서는 IEEE802.16e의 절전클래스 I에 적용 가능한 다양한 초기 수면 윈도우 크기 조절 방법론을 제시한다. 제 4장에서는 이들방법론과 IEEE 802.16e에서 제시하는 방법들을 HTTP를 기반으로 하는웹 트래픽 환경과 Telnet과 같은 전형적인 client-server 기반의 상호 작용 응용 환경에 대하여 성능을 비교하여 보고, 이로부터 이러한 환경에 효율적인 IEEE 802.16e 수면모드 방법론을 도출한다. 끝으로, 제5장에서는 본 논문의 결론을 기술한다.

Ⅱ. IEEE 802.16e의 수면 모드 동작

IEEE 802.16e 표준[5]에서의 수면 모드 동작을 위한 기본 단위는 절전 클래스(Power Saving Class)이다. 절전 클래스는 수면 모드 동작에 대해 공통된 특징을 가진 연결(Connection)들의 집합체이다. 절전 클래스에는 크게 3가지 타입이 있으며, 단말과 기지국간의 통신에 따라 활성화 혹은 비활성화 될 수 있다. 활성화된 절전 클래스는 정의된 매개변수 값과 자신의 타입에 맞는 알고리즘을 이용해 수면 모드 절차를 이행한다.



(a) 수면 모드 시작 후에 기지국에 수신할 데이터가 도착한 경우



(b) 수면 모드 시작 후에 단말의 상위 계층에서 송신할 데이터가 발생한 경우

그림 1. 수면모드절차

IEEE 802.16e에서의 수면 모드 절차는 MAC에서 정의된 프레임(frame)단위로 진행되며, 그림 1과 같이 수면 모드가 시작되면 수면 윈도우(Sleep window)와 리스닝 윈도우(Listening window)가 번갈아 가며 나타나게 된다. 리스닝 윈도우는 고정된 크기이며, 수면 모드 상태이던 절전 클래스가 잠시 깨어나 기지국에 자신에게 속한 연결로의 트래픽이 있는지를 확인하는 시간이다. 수면 모드 상태에서는 단말의 동작이 중단되어 단말과 기지국간의 모든 데이터의 송수신이 이루어지지 않는다. 그림 1(a)에서와 같이, 단말이 수신할 데이터가 수면 모드중에 기지국에 도착한 경우에 기지국은 이 데이터를 버퍼링 하고, 단말이 수면 모드중에 리스닝 윈도우 상태가 되었을 때 이를 알려주게 되고, 단말은 가용 모드(awake mode)로 전환되어 데이터 수신이 이루어지게 된다. 이에 반하여, 수면 모드중에 단말이 송신할 데이터가 생성되면, 단말은 내부적으로 이를 즉시로 인지할 수 있게 되어, 그림 1(b)에서와 같이 바로 가용 모드로 전환되어 데이터를 송신하게 된다.

그림 1에서와 같이, $W_{i,j}$를 단말이 i-번째로 수면 모드 기간 중에서의 j-번째 수면 윈도우의 크기라 정의하기로 한다. IEEE 802.16e에서는 $W_{i,j}$를 다음

www.dbpia.co.kr

과 같이 절전 클래스별로 다르게 결정하도록 하고 있다.

- 절전 클래스 I:

$$W_{i,j} = \min(2W_{i,j-1}, W_b \cdot 2^f) \text{ ,j=1,2,...} \quad (1)$$

- 절전 클래스 II:

$$W_{i,j} = W_{i,0} = W_0, \text{ j=1,2,...} \quad (2)$$

- 절전 클래스 III:

$$W_{i,j} = W_b \cdot 2^f, \text{ j=1,2,...} \quad (3)$$

여기에서 W_0는 초기 수면 윈도우 값이며, W_b와 f는 절전 클래스가 활성화되기 전에 최종 수면 윈도우 크기를 결정하기 위해 미리 정해둔 기본값과 지수값이다. IEEE 802.16e에서는 절전 클래스 I를 위한 초기 수면 윈도우의 크기($W_{i,0}$)는 상수로서 기술하고 있으나, 구체적인 상수값에 대하여는 정의하지 않고 있다.

하나의 단말에는 다수의 절전 클래스가 존재할 수 있기 때문에 하나의 절전 클래스가 수면 상태에 있다 하더라도 실제로 단말은 기지국과의 통신을 유지하고 있다. 따라서 단말 내의 모든 절전 클래스들이 활성화 되고 수면 윈도우 상태인 프레임에서만 IEEE 802.16e MAC 계층이 자원을 소비하지 않는 비가용 상태(Unavailability state)가 된다. 이와 반대로 하나의 절전 클래스라도 활성화 혹은 리스닝 윈도우 상태라면 그 단말은 실제로 기지국과의 통신을 하고 있는 가용 상태(Availability state)가 된다. 그림 2는 하나의 단말에 두 개의 절전 클래스가 존재 할 경우 각 단말의 수면, 리스닝 윈도우, 그리고 이들과 관련된 가용, 비가용 상태를 보여준다.

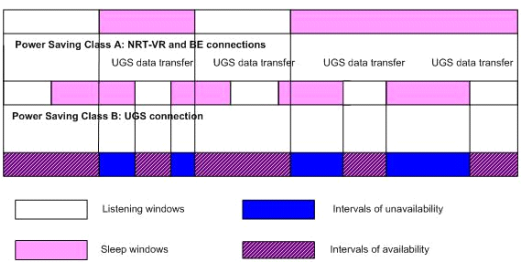


그림 2. 단말의 가용시간

Ⅲ. 수면 윈도우 크기 조정 방법

여기에서는 휴대인터넷에서 가장 유망한 서비스로서 인식되는 웹 기반의 서비스를 위하여 정의된 최선형 또는 비실시간 가변율 트래픽 클래스를 위한 절전 클래스 I의 성능 향상을 위하여 가능한 초기 윈도우 크기 증감 방법론에 대하여 설명한다.

제2장에 기술한 바와 같이, IEEE 802.16e에서는 절전 클래스 I에서의 수면 모드의 동작은 초기 수면 윈도우 크기($W_{i,0}$)와 수면 모드 중에서의 수면 윈도우 크기($W_{i,j}$, j=1,2,…)에 의하여 결정된다. 이 두가지 윈도우 크기의 결정을 위한 기본 방법론으로서 다음과 같은 일반적인 방법론을 고려할 수 있다.

- 초기 수면 윈도우 크기($W_{i,0}$)는 이전 수면 모드의 마지막 수면 윈도우 크기($W_{i-1,L}$)보다 작아야 한다. 이것은 수면 윈도우 크기는 수면 모드내에서 증가하는 방향으로 변화하기 때문이다. 이를 위하여, IEEE 802.16e에서는 $W_{i,0}$를 수면 윈도우의 최소값으로서일정한 값(CV, Constant Value)으로 정의 하고 있다. 또한, $W_{i-1,L}$를 고려하여, 일정하게 감소(LD, linearly decrease)시키거나, 지수적으로 감소(ED, Exponentially Decrease)하도록 할 수도 있다.
- 수면 윈도우 크기($W_{i,j}$)는 이전 수면 윈도우 크기($W_{i,j-1}$)에 비하여 증가하는 형태로 결정되는데, 일정하게 증가(LI, Linearly Increase)하는 경우와 지수적으로 증가(EI, Exponentially Increase)하도록 할 수도 있다.

이러한 두가지 기본 방법론을 고려하여 표 1과 같은 수면 윈도우 크기 조절 방법론을 도출해 낼 수 있다. 표 1의 각 방법에서 앞은 수면 윈도우의 크기를 조절하는 방법을 뒤는 초기수면 윈도우의 크기를 조절하는 방법을 나타낸다. 예를들어, EILD는 Exponentially Increase Linearly Decrease의 약자로서 수면 윈도우의 크기는 지수적으로 증가시키고, 초기 수면 윈도우의 크기는 이전 수면 윈도우 크기에서 선형적으로 감소시킴을 의미한다.

표 1. 수면 윈도우 조절 방법론

방법	수면 윈도우 크기 ($W_{i,j}$)	초기 수면 윈도우 크기 ($W_{i,0}$)
EICV	$\min(\alpha W_{i,j-1}, W_{\max})$	c (c: 상수)
EIED	$\min(\alpha W_{i,j-1}, W_{\max})$	$\frac{W_{i-1,L}}{\gamma}$
EILD	$\min(\alpha W_{i,j-1}, W_{\max})$	$W_{i,j-1} - \delta$
LIED	$\min(W_{i,j-1} + \beta, W_{\max})$	$\frac{W_{i-1,L}}{\gamma}$
LILD	$\min(W_{i,j-1} + \beta, W_{\max})$	$W_{i,j-1} - \delta$

www.dbpia.co.kr

표 1에서 α, β, γ, δ는 1보다 큰 정수이고, W_{max}는 수면 윈도우 크기의 최대값을 나타낸다. 특히, α=2인 EICV는 IEEE 802.16e에 정의된 수면 윈도우 조절 방법과 동일하다. 이때, 수면 윈도우 크기의 단위는 프레임(frame)이다.

Ⅳ. 실험 결과

4.1. 실험 방법

4.1.1 실험 환경

실험은 Qulanet 시뮬레이터[9]의 IEEE 802.16e 모듈에 표 1의 수면 모드 알고리즘들을 추가시켜서 수행하였다. 실험에서의 수면 모드는 절전 클래스I을 대상으로 하였다. 실험에 사용한 네트워크 구성은 그림 3에 나타낸 바와 같이, 하나의 단말과 하나의기지국, 그리고 기지국과 유선으로 연결된 HTTP 혹은 TELNET 서버로 구성된다. 단말과 기지국은 IEEE 802.16e 에서 정의된 절차에 따라 통신을 수행한다. 또한, 표 2에는 실험에 사용한 기본적인 매개변수와 이들의 값을 나타내었다.

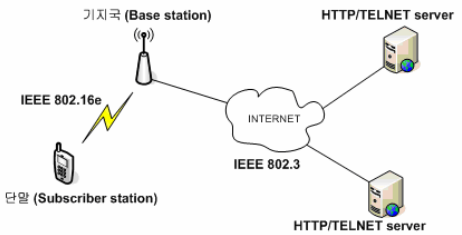


그림 3. 실험 네트워크 토폴로지

표 2. 실험에 사용한 IEEE 802.16e 동작 파라메터들

파라메터	값
프레임 주기	5ms
리스닝 윈도우 크기	20 ms
최대 윈도우 크기(Exp)	16
Threshold 대기 시간	100 ms
에너지 소비량 (수면 모드시)	15 mW/sec
에너지 소비량 (가용 모드시)	200 mW/sec
에너지 소비량 (라디오 온오프 시)	500 mW/sec

또한, 표 1의 각 방법들의 동작을 결정짓는 파라메터들은 α=2, β=4, γ=2, δ=4, 그리고 c=2로 설정하였다. 이 파라메터값들은 다음을 고려하여 정하였다. IEEE 802.16e가 EI의 방식으로 수면윈도우를 이전 윈도우에서 2배씩 지수적으로 증가시키므로, 다른 방법들과의 비교를 위하여 α=2로 하였고, 이에 대응되는 ED의 지수적 감소를 비교하기 위하여 γ=2로 하였다. 또한, LI의 선형적 증가를 위한 값인 β 는 초기 윈도우 다음의 윈도우는 EI 시에 초기 윈도우 크기의 2배로 증가하고, CV에서 초기 윈도우를 2로 한 경우에는 4가 되므로, β=4로 하였다. 그리고, 이에 대응되는 LD도 동일한 크기만큼씩 선형적으로 감소하는 형태를 비교하기 위하여 δ=4로 하였다.

4.1.2 트래픽 생성 방법

실험을 위한 트래픽 생성을 위하여 절전 클래스 I에서의 대표적인 응용으로서 HTTP와 TELNET 에 대한 Qualnet 시뮬레이터에서 제공하는 모듈을 사용하였다. 그림 4와 그림 5는 각각 한 단말에서 구동되는 HTTP와 TELNET 응용의 개수(APP)에 따른 각 트래픽의 패킷 도착간 시간 간격에 대한 분포를 보여준다.

그림 4에서 보듯이, HTTP 트래픽은 패킷 도착간 시간 간격의 편차가 큰 특징을 보여준다. 특히, 0.2초 이내의 아주 짧은 시간내에 도착하는 패킷들이 매우 많은데, 이것은 HTTP의 REQUEST/RESPONSE에 대한 TCP 세션내의 연속된 패킷들의 송/수신에 따른 것들이다. 또한, 2초 이상의 긴 도착 시간을 갖는 패킷들도 상당수 존재하고 있음을 볼 수 있는데, 이것은 클라이언트의 REQUEST 간의 시간 간격이 존재함으로 이에 따른 TCP 세션들간의 시간 간격에 기인한 것이다. 쉽게 짐작할 수 있듯이, HTTP 응용 프로그램의 수가 많아 질수록 짧은 도착시간 간격을 갖는 패킷들이 더 많이 존재한다.

그림 5에는 TELNET 트래픽에 대한 패킷 도착간 시간 간격 분포를 나타내었다. TELNET의 경우 일반적으로 사용자의 타이핑 속도에 따른 주기적인 트래픽이 발생하는 특징을 가진다. TELNET 트래픽은 기본적인 트래픽 주기는 HTTP 트래픽에 비해 길지만 그 편차는 상대적으로 적다. 그림 4와 비교할 때, TELNET 트래픽의 패킷 도착간 시간간격은 HTTP에 비하여 약 0.25초 이하의 짧은 시간대에 더 크게 분포하는 것을 관찰할 수 있다. 또한, 응용의 개수가 많아질수록, 짧은 시간대의 패킷 도착간 시간간격을 갖는 패킷들이 상대적으로 더 많아지고,

www.dbpia.co.kr

1초이상의 패킷 도착간 시간간격을 갖는 패킷들은 더 적음을 볼수 있다.

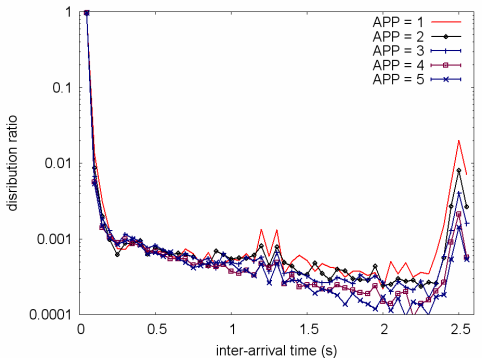


그림 4. 응용개수에 따른 HTTP트래픽의 패킷 도착간 시간 분포

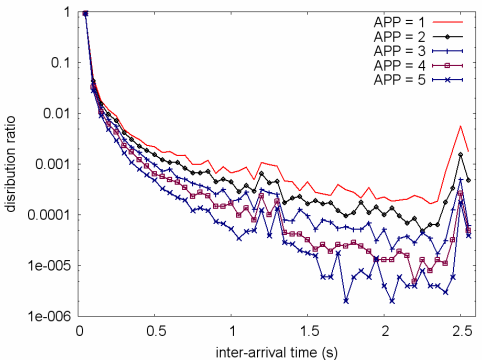
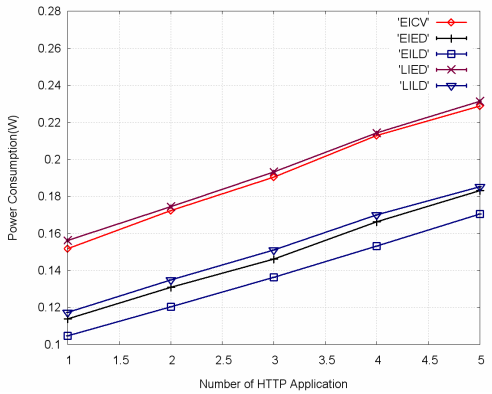


그림 5. 응용개수에 따른 Telnet 트래픽의 패킷 도착간 시간 간격

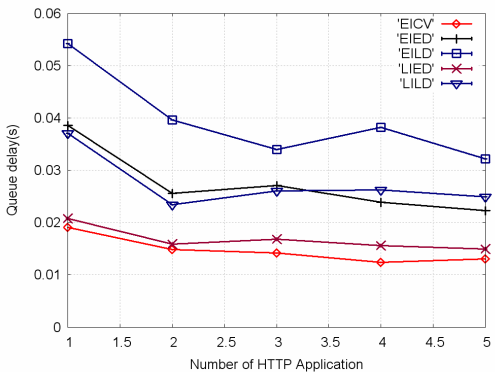
4.2. HTTP 트래픽 환경에 대한 실험 결과

그림 6에는 단말에서 구동되는 HTTP 응용 개수에 따른 각 수면 윈도우 조절 방식의 성능을 보여준다. 성능은 전력 소비량과 기지국에서의 큐 지연시간을 대상으로 하였다. 전력 소비량은 단말기가 소비하는 초당 전력량(W)으로서 단말기의 지속시간과 관련되며, 기지국에서의 큐 지연시간은 기지국에서 단말기에 메시지를 보낼 때 해당 단말기가 수면 모드 중이라 전송되지 못하고 기지국의 큐에 저장되어 있는 시간(ms)으로서, 데이터의 전달 성능을 반영한다.

그림 6에서 볼 수 있듯이, 모든 방식들의 전력소비량과 지연시간 성능은 서로 반비례하는 현상을 나타낸다. 그림 6(a)로부터, 전력 소비량 측면에서는 EILD가 가장 좋고, 그 다음에 EIED, LILD, EICV, LIED의 순서로 성능이 더 나음을 알 수 있다. 특히, EILD, EIED, LILD 방식들과 EICV, LIED방식들간에는 전력 소비량 성능이 크게 차이가 나고 있다. LIED는 수면 윈도우 크기가 트래픽이 장기간 없을 경우에도 충분히 커지지 못해 리스닝 윈도우가 차지하는 부분이 많아지기 때문인 것으로 분석된다. 반면에, EILD는 초기 수면 윈도우 크기가 다른 방법들에 비하여 상대적으로 클 가능성이 많고, 지수적으로 증가하므로 수면 기간이 길어지기 때문으로 보인다.



(a) 전력 소비량



(b) 큐 지연 시간

그림 6. HTTP 응용에 대한 각 방식별 성능

큐 대기성능 측면에서는, 그림 6(b)에서 볼 수 있는 바와 같이, 전력 소비량 성능과 정반대의 성능을 보여주고 있다. 즉, EICV, LIED, LILD, EIED, EILD의 순서로 큐 대기 성능이 나음을 보여준다. EILD 방식은 다른 방식들에 비하여 상대적으로 긴 수면 윈도우 크기를 갖게 되어, 이에 의한 데이터 전달 지연이 커지게 된다. 그리고, 패킷 도착간 시간이 매우 작은 경우에는 초기 윈도우의 크기가 작을수록 패킷의 도착을 잘 인지할수 있다. EICV는 초기 수면 윈도우 크기가 작은 크기로 고정되므로, 이와같이 패킷 도착간 시간간격이 작을 경우에 큐 지연시간이 줄어들게 된다.

www.dbpia.co.kr

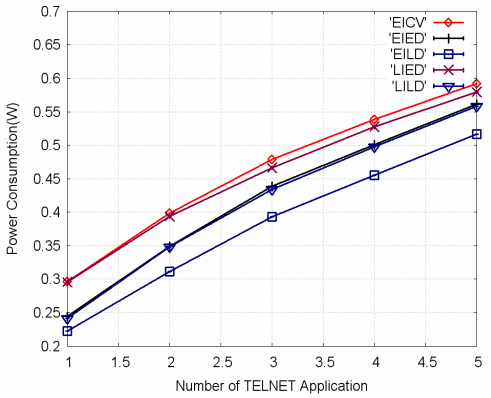
이와 같이, EICV, LIED, EILD 방식들이 전력소비량과 큐 지연시간 측면에서 극단적인 반비례 관계를 보여주는데 반하여, 그림 6(a)과 그림 6(b)에서 보듯이 LILD와 EIED 방식은 전력 소비량과 큐 지연시간 측면에서 상호 비슷하면서 균형된 모습을 보여주고 있음을 알 수 있다. 그러나, EIED방식은 응용 프로그램이 증가하게 되어 패킷 도착 시간 간격이 짧아지게 되면서는 큐 지연시간 측면에서 LILD 방식에 비하여 더 나은 성능을 보여주고 있다. 이것은 트래픽이 적은 경우에는 초기 수면 윈도우 크기를 상대적으로 크게 가져가는 것이 좋고, 트래픽이 많은 경우에는 초기 수면 윈도우 크기를 상대적으로 작게 가져가는 것이 더 나은 결과를 보여주게 되는 것으로 분석된다.

정리하면, LILD와 EIED가 전력 소비량 측면에서는 EILD에 비하여 다소의 성능이 낮은 결과를 보여주지만, 큐 지연시간 측면에서는 매우 우수한 성능을 보여준다. 또한, LILD와 EIED가 큐 지연시간 측면에서는 LIED와 EICV 방식에 비하여 다소 낮은 성능을 보이나, 전력 소비량 측면에서는 매우 우수한 성능을 보여준다. IEEE 802.16e에서의 전력 클래스 I은 최 선형 이나 비실시간 가변 비트율을 갖는 서비스를 위한 것이므로, 약간의 큐 지연시간의 증가는 감수하면서 전력 절약의 효과를 크게 하는 것이 이러한 서비스를 제공하는 측면에서 유리할 것으로 생각한다. 이러한 관점에서, LILD와 EIED 가 전력 클래스 I에서는 IEEE 802.16e의 EICV 방식보다 더 나은 결과를 보여준다고 판단된다. 특히, HTTP 응용 프로그램의 수가 많은 경우에는 EIED에 의한 방식이, 적은 경우에는 LILD 방식을 선택적으로 사용할 수도 있을 것으로 생각한다.

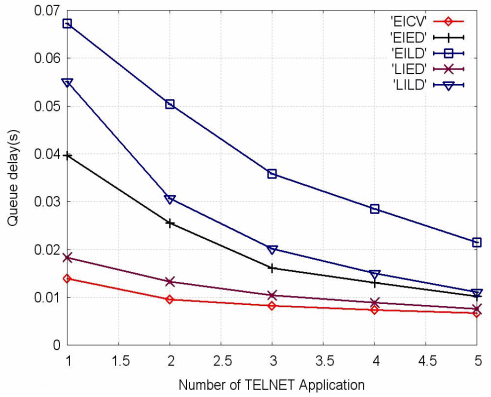
4.3 TELNET 트래픽 환경에 대한 실험 결과

그림 7에는 TELNET트래픽 환경에서의 실험결과를 나타내었는데, 그림 6의 HTTP 트래픽 환경에서의 실험 결과와 비슷한 결과를 보여준다.

HTTP 트래픽에서와 같이, LIED, EICV, EILD 방식은 전력 소비량과 큐 지연시간 성능에서 극단적으로 반대되는 결과를 보여주고 있으며, EIED와 LILD 방식은 이들 방식간에서 균형된 성능을 보여주고 있다. 그림 5에서 보여주는 TELNET트래픽의 패킷 도착 시간 간격은 그림 4의 HTTP트래픽의 패킷 도착 시간 간격 보다 더 짧은 경향을 보여주므로, EIED 방식이 LILD 방식에 비하여 전력 소비량과 큐 지연 시간 성능이 다소 나음을 보여주게 된다. 특히, TELNET 응용의 개수가 커질수록 큐 지연 시간 측면에서는 LILD와 EIED는IEEE 802.16e의 성능에 근접해 가지만 전력 소비량은 일정한 성능 차이를 보여주고 있다. 이로부터, LILD와 EIED는 EICV를 대체할만한 성능을 지닌 것으로 보인다.



(a) 전력 소비량



(b) 큐 지연 시간

그림 7. TELNET 응용에 대한 각 방식별 성능

V. 결 론

본 논문에서는 IEEE 802.16e의 절전 클래스 I에 대하여 초기 수면 윈도우 크기와 수면 모드내에서의 수면 윈도우 크기를 조정하기 위한 가능성 있는 방법론들을 제시하고, 이들 방법론들이 전력 절약 성능에 어떠한 영향을 주는지를 비교 분석하였다. 본 논문의 분석결과는 기존의 IEEE 802.16e의 방법론보다 LILD, EIED 방법론이 더 나은 성능을 보여주고 있다. 특히, 트래픽의 양이 많은 경우에는 EIED 방법이 더 낫고, 트래픽의 양이 적은 경우에

www.dbpia.co.kr

는 LILD 방법이 더 나은 것으로 분석되었다.

IEEE 802.16e의 절전 클래스 I은 최선형 이나 비실시간 특성을 갖는 웹 기반의 서비스에 적합한 응용들을 제공가능 하고, 이러한 웹기반의 응용들이 IEEE 802.16e의 주요한 서비스중 하나로서 기대된다. 웹 기반의 응용 서비스들은 지연에는 덜 민감한 특징을 보여주므로, 어느정도의 지연 증가를 감수하면서 단말의 지속 시간을 증가시키는 것이 더 나은 서비스 만족도를 제공할 수 있을 것으로 생각한다.

참 고 문 헌

〔1〕 3GPP2, “MAC Protocol Specification”, 3G TS 25.321, 2005

〔2〕 Jae-Woo So, Dong-Ho Cho, “On Effect of Timer Object for Sleep Mode Operation in cdma2000 System”, IEEE ICC2000, 2000

〔3〕 Jim Tomcik, “MBFDD and MBTDD Wideband Mode: Technology Overview”, IEEE C802.20-06/03, 2006. 01

〔4〕 Jerry Upton, “System Requirement for the IEEE 802.20 Mobile Broadband Wireless Access Systems”, IEEE 802.20 PD-06r1, 2004. 07

〔5〕 IEEE 802.16e-2005, IEEE Standard for Local and metropolitan area networks Part 16: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems Amendment 2: Physical and Medium Access Control Layers for Combined Fixed and Mobile Operation in Licensed Bands and Corrigendum 1, February, 2006.

〔6〕 Yang Xiao,“ Energy Saving Mechanism in the IEEE 802.16e Wireless MAN,” IEEE COMMUNICATIONS LETTERS, VOL. 9, NO. 7, JULY 2005

〔7〕 Yan Zhang and Masayuki Fujise, “Energy Management in the IEEE 802.16e MAC,” IEEE COMMUNICATIONS LETTERS, VOL. 10, NO. 4, pp.311-313, APRIL 2006

〔8〕 Jaehyuk Jang, Kwanghun Han, and Sunghyun Choi, “Adaptive Power Saving Strategies for IEEE 802.16e Mobile Broadband Wireless Access,” APCC’2006, Busan, Korea, Aug. 2006

〔9〕 QualNet Developer, http://www.qualnet.com

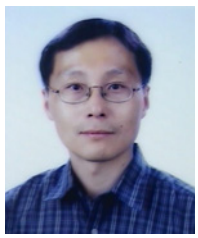
손 대 홍 (Dae Hong Son) 정회원

2005 아주대학교 정보및컴퓨터공학부(학사)

2007 아주대학교 정보통신전문대학원(석사)

<관심분야> 인터넷 통신

노 병 희 (Byeong-hee Roh) 종신회원



1987 한양대학교 전자공학과 (학사)

1989 한국과학기술원 전기및전자공학과 (석사)

1998 한국과학기술원 전기및전자공학과 (박사)

1989~1994 한국통신 통신망 연구소

1998~2000 삼성전자

2000~현재 아주대학교 정보통신전문대학원 부교수

<관심분야> 모바일 멀티미디어 네트워크 및 응용, BcN QoS 및 트래픽 엔지니어링, 유비쿼터스 센서 네트워크(RFID/USN), 인터넷 보안, 국방전술통신네트워크

www.dbpia.co.kr