

Wi-Fi 시스템을 위한 에너지 효율적 패킷 전송 방법의 성능 평가

Performance Evaluation of Energy Efficient Packet Transmissions for Wi-Fi System

신 태 휴*
(Taehyu Shin)

김 종 우**
(Jongwoo Kim)

박 수 원***
(Suwon Park)

요 약

Wi-Fi 표준 규격에 기술되어 있는 전력절감방식으로 동작하는 Wi-Fi 단말이 Wi-Fi AP로부터 데이터 프레임 수신하는 경우에 시스템 성능(데이터 처리량, 시간지연)이 저하되는 문제점이 발생할 수 있다. 무선채널 상태에 의한 데이터 프레임 수신 실패와 이에 따른 재전송 횟수 증가가 이러한 문제점의 원인이 된다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 개선하기 위하여 수정된 전력절감방식을 제안하였다. 또한 데이터 처리량 및 전송 시간지연의 관점에서 모의 실험을 수행하여 제안한 방법의 성능을 평가하였다.

핵심어 : IEEE802.11, Wi-Fi, 전력절감방식, 데이터 처리량, 전송 시간지연

ABSTRACT

Wi-Fi STAs in power saving mode described in the Wi-Fi specification can deteriorate the system performance such as throughput, time delay when they receive data frames from a Wi-Fi AP. This problem is caused by data frame reception failure due to the channel state, and it increases re-transmissions. In this paper, we propose a modified power saving mode of Wi-Fi system in order to solve the problem. Also, we evaluate its performance in terms of throughput and time delay by simulation.

Key words : IEEE802.11, Wi-Fi, Power Saving Mode, Throughput, Time delay

† 이 논문은 2010년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 일부 지원을 받아 수행된 연구(NRF-2010-0025509)이고, 2012년도 광운대학교 교내 학술연구비 일부 지원에 의해 연구되었습니다.

* 주저자: Ericsson-LG 연구원

** 공저자: 광운대학교 전자통신공학과 박사과정

*** 공저자 및 교신저자: 광운대학교 전자통신공학과 부교수

† 논문접수일 : 2014년 02월 04일

† 논문심사일 : 2014년 05월 23일

† 게재확정일 : 2014년 05월 29일

I. 서론

최근 정보화 사회의 발전으로 인한 무선 인터넷 사용량의 증가와 보편화에 따른 IT(Information Technology) 기기의 종류와 사용량이 급속도로 증가하고 있다. 일본 경제 산업성의 자료에 따르면 향후 2025년에는 전 세계적으로 IT 기기의 전력 소비량이 2006년 대비 9.4배 증가하여 IT 기기의 탄소 배출량이 전체의 10~15%를 차지할 것으로 전망했다. 미래창조과학부에서 발표한 자료에 따르면 2014년 1월 무선 인터넷 단말기 보급 대수는 50,983,707으로 인구수인 49,039,986명을 넘어섰다. 이러한 무선 인터넷 단말기 사용자들은 주로 셀룰러 네트워크(cellular network, 3G, LTE 등)와 Wi-Fi 네트워크를 통한 트래픽 양은 2012년 1월에 3,497 테라바이트에서 2014년 1월에 6,541 테라바이트로 약 87% 증가하였다. 이 통계치는 통신 사업자가 설치한 Wi-Fi 네트워크를 통해 흘러들어온 트래픽만을 조사한 것으로, 사용자가 임의로 설치한 무선 공유기(Wi-Fi AP)까지 고려한다면 트래픽 양은 훨씬 더 많을 것으로 예상된다.

이처럼 Wi-Fi 네트워크 사용자가 늘어남에 따라 Wi-Fi 단말의 전력 소모를 줄이기 위한 여러 연구들이 진행되었다. Wi-Fi AP가 전송하는 비콘 프레임의 전송주기를 적응적으로 바꾸어 전력절약방식(PSM: Power Saving Mode)으로 동작하는 Wi-Fi 단말이 전력을 보다 더 절약할 수 있는 방법에 관한 연구[1]와 Wi-Fi 단말이 백오프(backoff)를 하는 동안에 일정시간동안 무선채널이 사용되지 않는 경우에 다음 백오프 시간을 보다 짧게 설정하여 데이터 처리량과 시간지연을 성능을 향상시키는 방법에 관한 연구[2], 분산 조정 함수(DCF: Distributed Coordination Function)를 기반으로 하는 Wi-Fi 시스템에서 연속적으로 패킷 전송이 성공하는 경우에 경쟁 윈도우(contention window)를 조절하여 시스템 성능을 향상시키는 방법에 관한 연구[3]가 수행되었다. 또한 Wi-Fi AP 부분 가상 비트 지도(partial virtual bit map)을 사용하여 하나의 비콘 구간(beacon interval)동안 수신할 수 있는 Wi-Fi 단말만

을 깨워 패킷을 전송하여, 전력절약방식으로 동작하고 다른 Wi-Fi 단말의 전력소모를 줄이는 방법[4]에 대한 연구가 수행되었다.

기존 연구는 데이터 전송 권한을 가진 Wi-Fi 단말이 데이터 전송을 완료할 때까지 활성화방식(active mode)으로 동작한다. 그러나 전송 권한을 획득한 Wi-Fi 단말의 무선채널의 상태가 악화되어 데이터 수신이 실패하고, 이로 인해 재전송 요청이 반복되는 경우에 소비되는 전력은 물론 시스템 성능이 저하되는 문제점이 발생한다. 본 논문에서는 전력절감방식으로 동작하고 있는 Wi-Fi 단말이 데이터를 수신하기 위하여 전송 권한을 획득한 경우에 각 Wi-Fi 단말의 무선채널 상태에 따라 제어하여 불필요한 전력 소모를 줄이고 Wi-Fi 시스템 성능을 향상 시키는 방법을 제안하고, 모의 실험을 통하여 성능을 평가한다.

본 논문은 2절에서 Wi-Fi 시스템의 전력절감방식에 대하여 설명하고, 3절에서 문제가 발생하는 경우를 설명한다. 4절에서 이를 해결하기 위한 수정된 전력절감방식을 제안하고 5절에서 수정된 전력절감방식의 성능을 평가한다. 마지막으로 5절에서 정리하고 결론을 맺는다.

II. Wi-Fi 시스템 PSM의 동작

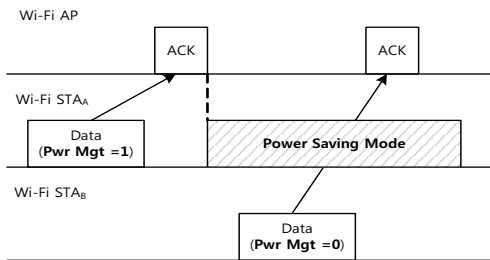
Wi-Fi 단말은 전송할 데이터가 없는 경우에 불필요한 전력소모를 줄이기 위하여 전력절감방식으로 동작한다.[5] 전력절감방식은 데이터 수신이 가능한 각성상태(awake state)와 데이터 수신이 불가능한 수면상태(sleep state)로 구분된다. 전력절감방식으로 동작하는 Wi-Fi 단말은 대부분의 시간을 수면상태로 동작하여 전력소모를 줄인다. 또한 주기적으로 전송되는 비콘(beacon)프레임을 수신하기 위하여 일정 시간동안 각성상태로 동작한다. 연이은 각성상

Protocol Version	Type	SubType	To DS	From DS	More Frag	Retry	Pwr Mgt	More Data	Protected Frame	Order
------------------	------	---------	-------	---------	-----------	-------	---------	-----------	-----------------	-------

〈그림 1〉 Wi-Fi 프레임 제어 필드 형식
 〈Fig. 1〉 Wi-Fi Frame Control Field Format

태간의 시간인 청취 간격(LI: Listen Interval)은 Wi-Fi 단말마다 다를 수 있지만, 비콘 간격(BI: Beacon Interval)의 배수이다.

<그림 1>은 Wi-Fi 시스템 MAC 프레임 형식 중 프레임 제어 필드의 형식을 나타낸다. Wi-Fi 단말은 전력절감방식으로 동작하기 위하여 PwrMgt(Power Management) 필드를 사용한다. '0'은 Wi-Fi 단말이 활성 상태로, '1'은 전력절감방식으로 동작함을 Wi-Fi AP에게 알린다. Wi-Fi 단말은 PwrMgt 필드를 '1'로 설정하여 Wi-Fi AP에게 전송하고 긍정응답(ACK) 프레임을 수신한 후에 전력절감방식으로 동작한다.



<그림 2> Wi-Fi 단말의 전력절감방식 동작 예
<Fig. 2> Example of PSM of Wi-Fi STA

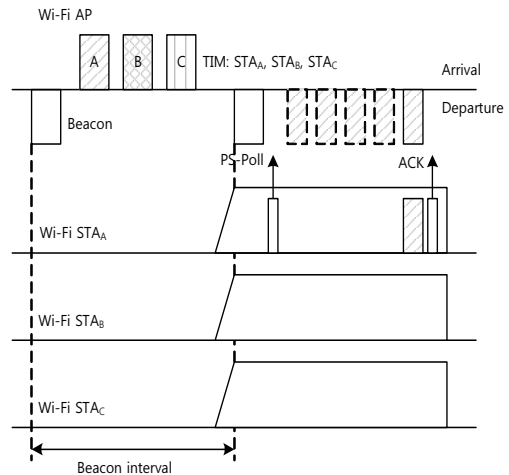
<그림 2>는 Wi-Fi 단말(STA_A)가 PwrMgt 필드를 '1'로 설정하여 Wi-Fi AP에게 전송한 후 Wi-Fi AP로부터 긍정응답 프레임을 수신한 후에 전력절감방식으로 동작함을 예시한 것이다.

III. Wi-Fi 시스템 PSM의 문제점

Wi-Fi 시스템은 Wi-Fi 단말의 소비전력을 절감하기 위하여 표준규격에 기술되어 있는 전력절감방식을 사용할 수 있다. 전력절감방식은 각성상태와 수면상태로 구성된다. 전력절감방식으로 동작하는 Wi-Fi 단말은 대부분의 시간을 신호를 수신하지 않는 상태인 수면상태로 보내지만, 주기적으로 비콘 프레임을 수신하기 위하여 짧은 시간동안 각성상태로 전환된다. 연이은 각성상태간의 시간인 청취 간격은 Wi-Fi 단말마다 다를 수 있지만 비콘 간격의

배수이다.

전력절감방식으로 동작하는 Wi-Fi 단말은 수면상태에서는 데이터를 수신하지 않는다. 그래서 Wi-Fi AP에 도착한 데이터를 Wi-Fi AP가 송신하지 못하고 버퍼에 저장해 놓는다. 그리고 Wi-Fi AP는 비콘 프레임의 트래픽 표시 지도(TIM: Traffic Indication Map)에 Wi-Fi 단말이 수신해야 하는 데이터가 버퍼에 저장되어 있음을 표시해 놓는다. 각성상태에서 비콘 프레임을 수신한 Wi-Fi 단말은 TIM 정보를 해독하고, 만약 수신해야 할 데이터가 있는 경우에는 PS(Power Saving)-Poll 프레임을 Wi-Fi AP에게 전송하여 버퍼에 저장되어 있는 데이터를 수신할 준비가 되었음을 알린다. 그러면, Wi-Fi AP는 버퍼에 저장되어 있던 데이터를 전송한다. 만약 TIM 정보로부터 Wi-Fi AP의 버퍼에 수신해야 하는 데이터가 없다고 판단하는 경우에는 Wi-Fi 단말은 다시 수면상태로 전환된다.



<그림 3> 종래의 Wi-Fi 시스템의 전력절감방식
<Fig. 3> Conventional PSM of Wi-Fi system

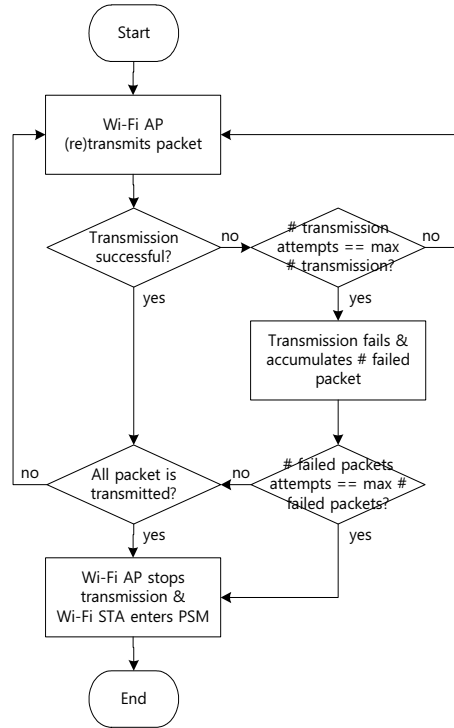
<그림 3>은 Wi-Fi 단말의 청취 간격이 다른 값을 가질지라도 다수의 Wi-Fi 단말이 동일한 비콘 구간에서 데이터를 수신하기 위하여 동시에 각성상태로 동작하는 경우에 발생할 수 있는 문제점을 나타낸다. 다수의 Wi-Fi 단말이 우연히 모두 각성상태로 동작하여 Wi-Fi AP내의 버퍼에 저장된 데이터를 수

신하기 위해서는 경쟁을 거쳐 PS-Poll 프레임을 전송할 수 있는 무선채널을 획득해야 한다. Wi-Fi 단말간 무선채널 획득을 위한 경쟁에 있어서 채널 상태를 고려하지 않기 때문에, 상대적으로 채널상태가 나쁜 Wi-Fi 단말(STA_A로 가정)이 무선채널을 획득할 수 있다. 이러한 경우에 나쁜 무선채널 상태로 인하여 데이터 수신에 실패하여 Wi-Fi AP는 재전송을 하게 되어 무선채널을 계속해서 점유하는 상황이 발생할 수 있다. 이때, 동일한 비콘 구간에서 데이터를 수신하기 위하여 각성상태로 동작하고 있는 다른 Wi-Fi 단말(STA_B, STA_C)들은 무선채널을 획득하지 못하여 PS-Poll 프레임을 전송하지 못하고 각성상태로 동작하게 된다. 이로 인하여 불필요한 전력을 소비하게 되는 문제점이 발생하고, 데이터 처리량과 시간지연 성능이 저하되는 문제점도 발생한다.

IV. 수정된 전력 절감 방식

<그림 4>는 전송 실패 패킷 수를 제한하는 방법의 순서도이다. 전력절감방식으로 동작하는 Wi-Fi 단말에게 전송해야 할 데이터가 Wi-Fi AP에 도착하였다면, Wi-Fi AP는 비콘 프레임의 트래픽 표시 지도를 통하여 Wi-Fi 단말이 수신해야 하는 데이터가 Wi-Fi AP 버퍼에 저장되어 있음을 알린다. 해당 Wi-Fi 단말로부터 PS-Poll 프레임을 수신한 Wi-Fi AP는 버퍼에 저장되어 있는 데이터를 전송한다. 모든 데이터를 성공적으로 전송하였다면 해당 Wi-Fi 단말로의 데이터 전송을 중지한다. 그러나 데이터 전송이 실패한다면 전송에 실패한 횟수를 누계하고 동일한 데이터를 재전송한다. 이때, 미리 정의된 전송 실패 횟수와 전송 실패한 횟수가 동일한 경우에는 데이터 전송이 완료되지 않았지만 재전송을 중지한다.

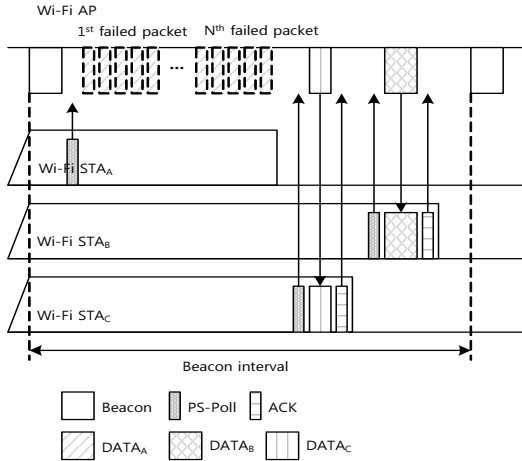
전력절약방식으로 동작하고 있는 Wi-Fi 단말은 Wi-Fi AP로부터 수신한 비콘 프레임의 트래픽 표시 지도를 통하여 수신해야 할 데이터가 있는지 주기적으로 확인한다. 수신해야 할 데이터가 있는 경우, Wi-Fi 단말은 전력절감방식으로의 동작을 끝내고 활성방식으로 동작하여 Wi-Fi AP로 PS-Poll 프레임을



<그림 4> 전송 실패 패킷 수를 제한하는 방법
(Fig. 4) Method restricting the number of failed packet transmissions

을 전송한 후에, Wi-Fi AP로부터 데이터를 수신한다. 데이터를 모두 수신한 후에, 전송할 데이터가 없는 경우에 Wi-Fi 단말은 다시 전력절감방식으로 동작한다. 그러나 데이터 수신이 실패한 경우, 수신에 실패한 횟수를 누계하여, 미리 정의된 전송 실패 횟수와 비교하여 동일한 경우 데이터 수신을 멈추고 다시 전력절감방식으로 동작한다. 이때 다른 Wi-Fi 단말이 경쟁을 통하여 PS-Poll 프레임을 전송하고, Wi-Fi AP로부터 데이터를 수신한다. 이 Wi-Fi 단말도 전송에 실패한 패킷 수를 누계하여, 미리 정의한 최대 전송 실패 횟수에 도달하는 경우에 다시 전력절감방식으로 동작하여 불필요한 전력 소모를 줄인다.

<그림 5>는 전송 실패한 패킷 수를 제한하는 방법의 사례이다. 패킷당 전송 횟수는 M이고, 최대 전송 실패 횟수는 N이다. 동일한 비콘 구간에는 전력절감방식으로 동작하는 Wi-Fi 단말의 수에는 제한이



〈그림 5〉 전송 실패 패킷 수 제한 방법의 사례
 (Fig. 5) Case of the method restricting the number of failed packet transmissions

없으나, <그림 5>는 3대의 Wi-Fi 단말이 전력절감방식으로 동작하는 경우이다. 전력절감방식으로 동작하는 3대의 Wi-Fi 단말이 수신해야 할 데이터가 Wi-Fi AP에 도착한 경우, Wi-Fi AP는 3대의 Wi-Fi 단말(STA_A, STA_B, STA_C)이 수신해야 할 데이터가 있음을 비콘 프레임의 트래픽 표시 지도로 알린다. 이를 확인한 Wi-Fi 단말들은 활성방식으로 동작하여, 경쟁적으로 PS-Poll 프레임을 전송한다. <그림 5>에서는 Wi-Fi 단말(STA_A)이 먼저 PS-Poll 프레임을 전송하였다고 가정하여, Wi-Fi AP로부터 우선적으로 데이터 수신한다. 그러나 채널 상태가 좋지 않아 동일한 패킷에 대한 전송 횟수가 M(<그림 5>의 사례에서는 5로 가정)에 도달하는 경우 전송 실패 횟수를 누계한다. 전송 실패 횟수가 N에 도달한 경우 Wi-Fi AP는 데이터 전송을 중지하고, Wi-Fi 단말(STA_A)는 전력절감방식으로 동작한다. 이후 다른 Wi-Fi 단말들이 경쟁적으로 PS-Poll 프레임을 전송하고, 먼저 전송한 Wi-Fi 단말부터 데이터를 수신한다.

V. 모의 실험 결과

<표 1>과 <표 2>는 전송 실패 패킷 수 제한 방법의 성능을 검증하기 위한 시뮬레이션 환경과 조건을 나타낸다.

〈표 1〉 모의 실험 환경
 (Table 1) Simulation environments

System	Wi-Fi
MAC layer	IEEE 802.11 (CSMA/CA)
PHY layer	IEEE 802.11a (OFDM)
Traffic model (Arrival Rate)	Poisson process ($0 \leq \lambda \leq 1000$)
Packet size (Byte)	2312
Data rate (Mbps)	12
Modulation	QPSK
Channel	AWGN
Channel coding	Convolutional coding ($R=1/2, K=7$)
Re-transmission	ARQ(Stop and wait), HARQ(Chase combining)
# Beacon frames	1000
# Simulation iterations	1000

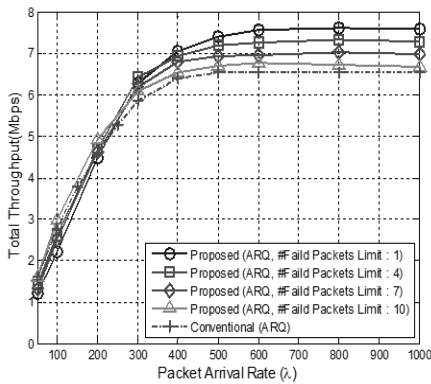
<표 1>은 제안한 전송 실패 패킷 수 제한 방법의 성능을 검증하기 위한 모의 실험 환경이다. 트래픽 모델은 각 패킷의 도착간 시간이 지수분포를 이루는 포아송 프로세스이며, 사용한 패킷 도착률(λ)은 0부터 1000사이이다. 패킷의 크기는 MAC 계층에서 헤더와 FCS (Frame Check Sequence)를 제외한 데이터가 가질 수 있는 최대 길이인 2312 바이트로 고정하였다. 변조 방법은 12Mbps의 데이터 전송률을 가지는 QPSK를 사용하였으며, 길쌈부호를 사용하였다. 무선 채널은 백색잡음만을 고려한 가산성 백색 가우시안 잡음(AWGN: Additive White Gaussian Noise) 채널을 사용하였다. 패킷 재전송 방법으로는 ARQ (Automatic Repeat reQuest)와 HARQ (Hybrid ARQ)를 사용하였으며, ARQ는 정지대기방식(stop and wait) 방식을, HARQ는 체이스 결합(chase combining) 방식을 사용하였다. 1회의 모의 실험은 1000개의 비콘구간동안 수행되며, 1000회 반복하여 성능평가를 하였다.

<표 2>는 모의 실험 조건을 정의한 표이다. 모의 실험에서는 두 대의 Wi-Fi 단말이 전력절감방식으로 동작하고 있는 것으로 가정한다. 두 대의 Wi-Fi 단말은 각각 상태가 나쁜 무선 채널(0 dB)과 양호한 채널 상태(6 dB)를 가진다. Wi-Fi AP가 전송하는 비콘 프레임은 200ms 마다 전송된다. 패킷당 최대

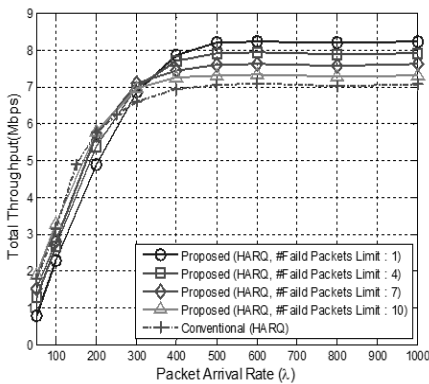
전송횟수 M 은 5이며, 최대 전송 실패 패킷 수 N 은 1, 4, 7, 10으로 설정하였다.

〈표 2〉 모의 실험 조건
〈Table 2〉 Simulation conditions

E_b/N_0	$STA_A = 0$ dB
	$STA_B = 6$ dB
Listen interval (ms)	200
Offset for awake interval (ms)	0, 100
# Wi-Fi STAs	2
# Transmissions/Packet (M)	5
# Failed packets (N)	1, 4, 7, 10



(a) ARQ



(b) HARQ

〈그림 6〉 전송 실패 패킷 수 제한 방법의 데이터 처리량
〈Fig. 6〉 Throughput of the method restricting the number of failed packet transmissions

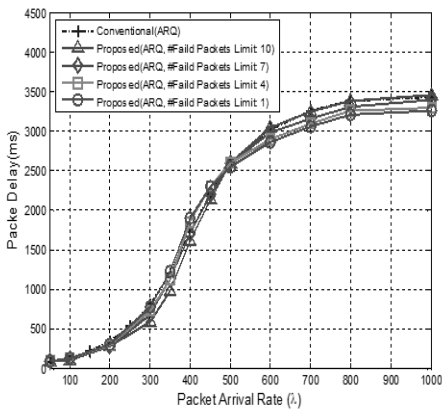
〈그림 6〉은 하나의 Wi-Fi AP와 동일한 패킷 도착률을 가지는 두 Wi-Fi 단말이 통신하는 상황에서, 상대적으로 무선채널 상황이 좋지 않은 Wi-Fi 단말 (STA_A 로 가정)의 전송 실패 패킷 수가 미리 설정된 상한 값(1, 4, 7, 10)에 도달한 경우 해당 Wi-Fi 단말로의 데이터 전송을 중지하는 방법과 Wi-Fi 표준 규격상의 종래 방법에 의한 다중 데이터 전송 방법의 전체 데이터 처리량 결과이며, 각각 재전송시 ARQ와 HARQ를 사용한 경우이다. ARQ와 HARQ 모두 수신한 패킷에 오류가 있을 경우 재전송을 통하여 신뢰성을 복구하는 것은 동일하지만, ARQ는 오류가 난 패킷을 다시 사용하지 않는 반면에 HARQ는 오류가 난 패킷과 재전송된 패킷을 합하여 오류를 복구한다.

패킷 도착률(λ)이 200이고 ARQ를 사용하였을 경우에, 종래 전력절감방식에 의한 데이터 처리량은 약 4.7Mbps이며, 제안 방법의 전송 실패 패킷 상한 수가 1인 경우와 10인 경우의 데이터 처리량은 각각 약 4.5Mbps와 4.9Mbps이다. HARQ를 사용하였을 경우에, 종래 전력절감방식에 의한 데이터 처리량은 약 5.8Mbps이며 제안 방법의 전송 실패 패킷 상한 수가 1인 경우와 10인 경우의 데이터 처리량은 각각 약 4.9Mbps와 5.8Mbps이다.

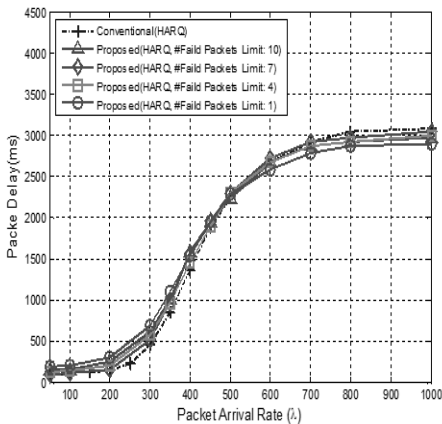
패킷 도착률이 1000이고 ARQ를 사용하였을 경우에, 종래 전력절감방식에 의한 데이터 처리량은 약 6.5Mbps이며 제안 방법의 전송 실패 패킷 상한 수가 1인 경우와 10인 경우의 데이터 처리량은 각각 약 7.6Mbps와 6.7Mbps이다. HARQ를 사용한 경우에는 종래 전력절감방식에 의한 데이터 처리량은 약 7.1Mbps이며 제안 방법의 전송 실패 패킷 상한 수가 1인 경우와 10인 경우의 데이터 처리량은 각각 약 8.2Mbps와 7.3Mbps이다.

패킷 도착률이 200이상인 경우에는 수정된 전력절감방식을 사용하는 경우에 더 좋은 데이터 처리량 결과를 얻을 수 있으며, 전송 실패 패킷 상한 수가 작을수록 더 많은 데이터 처리량을 얻는 것을 확인할 수 있다. 또한 수신에 실패한 패킷을 재사용하지 않는 ARQ 방법에 비해 수신에 실패한 패킷과 재전송 패킷을 함께 이용하는 체이스 결합 기반의

HARQ 방법을 사용하였을 경우에 더 많은 데이터 처리량을 얻을 수 있다. 제안 방법을 사용하였을 경우, 종래 전력절감방식을 사용하는 경우와 비교하여 데이터 처리량이 약15%가량 향상될 수 있다. 이것은 종래 방법대비 제안 방법이 동일한 데이터량을 전송하는 데 소요되는 시간이 약 13% 감소한다는 것을 의미하고, Wi-Fi 단말의 데이터 송신 관련 기능부의 에너지 소모도 이 수치에 비례하여 줄어든다.



(a) ARQ



(b) HARQ

<그림 7> 전송 실패 패킷 수 제한 방법의 시간 지연
(Fig. 7) Time delay of the method restricting the number of failed packet transmissions

<그림 7>은 전송 실패 패킷 수를 제한하는 수정된 전력절감방식에 따른 전송에 성공한 패킷의 전송시간지연 결과이며, 재전송시 각각 ARQ와 HARQ를 사용한 경우이다.

패킷 도착률이 1000이고 ARQ를 사용하였을 경우, 종래 전력절감방식에 의한 시간 지연은 약 3429ms이며, 제안 방법의 전송 실패 패킷 상한 수가 1인 경우와 10인 경우의 시간 지연은 각각 약 3262ms와 3453ms이다. HARQ를 사용하였을 경우, 종래 전력절감방식에 의한 시간 지연은 약 3079ms이며, 제안한 방법의 전송 실패 패킷 상한 수가 1인 경우와 10인 경우의 시간 지연은 각각 약 2903ms와 2967ms이다.

시간지연의 경우에는 앞의 데이터 처리량 결과와 달리 성능 차이가 명확하게 보이지 않는 데, 이것은 전송에 성공한 패킷에 대해서만 전송시간지연을 측정하였기 때문이다. 왜냐하면 전송에 실패한 패킷의 경우에는 전송이 실패하였기 때문에 해당 패킷에 대한 전송지연시간을 부여할 수가 없기 때문에 측정에서 제외할 수밖에 없다. 그리고 당연한 결과이겠지만 패킷 도착률이 높은 경우에 허용 전송 실패 패킷수가 적은 경우에 전송시간지연이 작음을 알 수 있다. 앞의 데이터처리량 결과와 마찬가지로 동일 조건에서 ARQ보다는 HARQ 재전송의 경우에 전송에 성공한 패킷의 전송시간지연 성능이 좋음(전송시간지연이 적음)을 확인할 수 있다.

VI. 결 론

본 논문에서는 표준규격에 기술된 Wi-Fi 시스템의 전력절감방식으로 동작하는 Wi-Fi 단말이 Wi-Fi AP로부터 패킷을 수신하는 경우에 발생할 수 있는 경우를 제시하고, 이를 해결하기 위하여 수정된 전력절감방식을 제시하고, 수정한 전력절감방식의 성능 분석을 위하여 여러 무선채널의 상태(E_b/N_0)에서 모의 실험을 수행하였다. 제안하는 방식은 무선채널 상태가 좋지 않은 Wi-Fi 단말이 계속해서 재전송을 요구하여 시스템 전체 데이터 처리량을 감소시키고 시간지연을 증가시키는 것을 방지하기 위하

여 일정 조건을 만족하는 경우에 해당 Wi-Fi 단말은 다시 전력절감방식으로 동작하여 무선채널 상태가 좋은 다른 Wi-Fi 단말에게 무선채널을 양보함으로써 전력소모를 줄이는 것뿐만 아니라 시스템 전체 데이터 처리량을 증가시키고 시간지연은 감소 및 비슷한 수준으로 유지시킬 수 있다. 또한 재전송 방법을 ARQ와 HARQ를 비교하여 HARQ 방식을 함께 사용한 경우에 데이터 처리량과 시간지연 관점에 더 좋은 성능을 가짐을 확인하였다.

REFERENCES

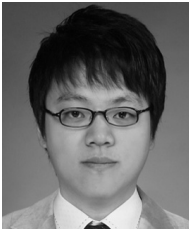
- [1] Ju-Hee Lee, Taek-Hun Kim, Jin-Woo Song, Kwang-Jo Lee, and Sung-Bong Yang, "An Efficient Power Saving Mechanism for IEEE 802.11 PSM in Double-Layerd Mobile P2P Systems," in Proc. *Advanced Communication and Networking*, vol. 77, pp.64-73, Miyazaki, Japan, June 2010.
- [2] Nakjung Choi, Yongho Seok, Yanghee Choi, Sunmann Kim and Hanwook Jung, "P-DCF: Enhanced Backoff Scheme for the IEEE 802.11 DCF," *IEEE Vehicular Technology Conference*, pp.2067-2070, Dallas, USA, June 2005.
- [3] Chonggang Wang, Bo Li, and Lemin Li, "A New Collision Resolution Mechanism to Enhance the Performance of IEEE 802.11 DCF," *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 53, pp.1235-1246, July 2004.
- [4] S. Moon, T. Shin, S. Park, H. Lee, C. Shon, Y. Chung and H. Hwang, "Energy Saving Method for Wi-Fi Stations Based on Partial Vitrual Bitmap," ACN 2011, CCIS 199, pp.355-340, August 2011.
- [5] IEEE Std 802.11, "Part 11: Wireless LAN Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) Specifications," 1999 Edition

저자소개



신 태 휴 (Shin, Taehyu)

2012년 ~ 현재 : Ericsson-LG(주) 주임연구원
2012년 : 광운대학교 전자통신공학과 공학석사
2010년 : 광운대학교 전자통신공학과 공학사
e-mail : taehyu.shin@gmail.com
연락처 : 031-8054-6059



김 종 우 (Kim, Jongwoo)

2011년 : 광운대학교 전자통신공학과 박사과정 수료
2009년 ~ 현재 : 광운대학교 전자통신공학과 박사과정
2009년 : 광운대학교 전자통신공학과 공학석사
2007년 : 경원대학교 전자공학과 공학사
e-mail : jongwoo_kim@kw.ac.kr
연락처 : 02-940-5139



박 수 원 (Park, Suwon)

2006년 3월 ~ 현재 : 광운대학교 전자통신공학과 전임강사, 조교수, 부교수
2002년 6월 ~ 2006년 2월 : 삼성전자(주) 통신연구소 책임연구원
1999년 3월 ~ 2002년 5월 : 한국전자통신연구원 시간제 위촉연구원
1998년 9월 ~ 1999년 2월 : KAIST 전일제 위촉연구원
1994년 3월 ~ 1998년 9월 : 삼성전자(주) 정보통신개발센터 전임연구원
2003년 2월 : KAIST 전자전산학과 전기및전자공학전공 공학박사
1996년 2월 : KAIST 전기및전자공학과 공학석사
1994년 2월 : KAIST 전기및전자공학과 공학사, 수학과 (복수전공)
e-mail : spark@kw.ac.kr; spark@ieee.org
연락처 : 02-940-5139