

단말 연결상태에 따른 무선랜 AP Power Saving 알고리즘

천혜림^o, 김재현

아주대학교 전자공학과

Power Saving Algorithm for WLAN AP According To the Associated STAs

Hye-Rim Cheon^o, Jae-Hyun Kim

School of Electrical and Computer Engineering, Ajou University

{hyerimn1, jkim}@ajou.ac.kr

요 약

최근 무선인터넷 이용률 증가에 따라 무선랜 AP 설치가 급증하고 있으며 그에 따라 AP에서의 전력소비량도 증가하고 있다. 무선랜 AP는 사용여부에 관계없이 계속 wake-up 상태를 유지하여 그에 따라 전력소비량에 비례한 불필요한 전력소비가 이루어지고 있다. 특히, 가정이나 사무실처럼 특정한 시간대에만 사용되는 경우는 더욱 많은 전력낭비가 예상된다. 이는 통신네트워크의 전력소비 증가로 인한 전력 생산비용 및 환경에 대한 부정적 영향을 줄이고자 전력효율을 개선시키려는 움직임에 역행하는 것이다. 그러므로 AP의 전력효율을 개선하여 전력소비량을 줄일 필요가 있다. 이 논문에서는 단말 연결상태에 따른 무선랜 AP의 power saving 알고리즘을 제안하며, 이러한 알고리즘을 적용한 무선랜 AP의 power saving 개선 정도를 제시한다.

1. 서론

스마트폰과 태블릿 PC 등 다양한 모바일 기기의 보급으로 어느 환경에서든지 인터넷을 이용할 수 있게 되었다. 최근, 이러한 모바일 기기 사용자가 급격하게 증가하고 있으며 이에 따라 무선인터넷 이용률이 증가하고 있다. 각 이동통신사는 무선랜 증가세에 발맞춰 경쟁적으로 와이파이 존 구축에 뛰어들고 있다. 또한, 일반 가정이나 상점, 기업 등에서도 무선랜의 여러 편의성과 장점 때문에 사설 무선랜 AP 설치가 급증하고 있다.[1] 2011 ITFE에서 발표된 ‘무선랜 AP의 전력소비량 연구’ 논문에 따르면 전체 무선랜 AP는 2010년 384만 9천개에서 2011년 615만 2천개로 증가하며, 이에 따라 무선랜 AP의 전력소비량은 2010년 3156만 2천 W에서 2011년 5044만 6천 W로 약 60% 증가를 예측할 수 있으며, 이러한 증가세는 계속될 것으로 보인다.[2]

현재 설치되어 있는 대부분의 무선랜 AP는 실제 AP가 사용되는지 여부와 관계없이 계속해서 wake-up 상태를 유지한다. 따라서 실제 AP를 사용하지 않는 시간에 불필요한 전력소비가 이루어지고 있으며, AP의 전력소비량이 증가함에 따라 낭비되는 전력소비량 또한 증가하고 있다. 특히, 가정이나 사무실처럼 특정 시간대에 무선랜 AP를 집중적으로 사용하는 환경이라면 불필요한 전력소비가 더욱 많을 것으로 예측된다.

2010년 통신네트워크의 에너지 효율성을 현재보다 1000배 이상 향상시키는 기술 개발을 목적으로 한

그린터치 컨소시엄이 출범하는 등 통신네트워크의 전력소비 증가로 인한 전력 생산비용 및 환경에 대한 부정적 영향을 줄이고자 전력효율을 개선시키려는 움직임이 계속되고 있는데, 앞에서 언급한 무선랜 AP에서의 전력낭비는 이러한 흐름에 역행하는 것이다. 그러므로 무선랜 AP의 전력효율을 개선할 필요가 있으며 이를 통해 불필요한 전력소비량을 줄여나가야 한다.

이 논문에서는 단말 연결상태에 따라 무선랜 AP에 Power Save Mode를 두어 전력소비량을 줄이는 알고리즘을 제안한다. 또한, 특정시간대에 사용이 집중되는 환경을 가정하여 제안된 알고리즘을 Numerical하게 분석, 알고리즘이 적용되기 이전과 Power Saving 정도를 비교하여 보여줄 것이다.

2. 무선랜 Power Saving 관련 연구

앞서 설명했듯이 무선랜 AP의 전력효율 개선이 필요한데, 이를 위해서는 먼저 기존 무선랜 AP 관련 power saving 연구들을 살펴볼 필요가 있다.

먼저 무선랜 표준에 정의된 power save mode가 있는데 IEEE 802.11e에서 정의된 APSD(Automatic Power Save Delivery)가 있는데 이는 크게 Unscheduled 방식과 Scheduled 방식 2가지로 나뉜다. 먼저, 그림 1은 U-APSD(Unscheduled-APSD)을 설명한 것으로 단말이 트리거프레임을 보내면 AP가 프레임을 보내고 단말은 ACK를 보낸 후 AP에 프레임을 전송한다. 그림 2는 S-APSD(Scheduled-APSD) AP를 보여주는 것으로 U-APSD와 달리 트리거프레임없이 AP와

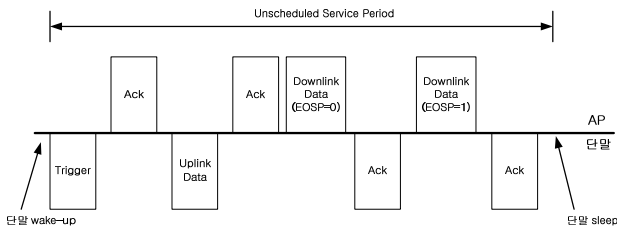


그림 1. U-APSD[3]

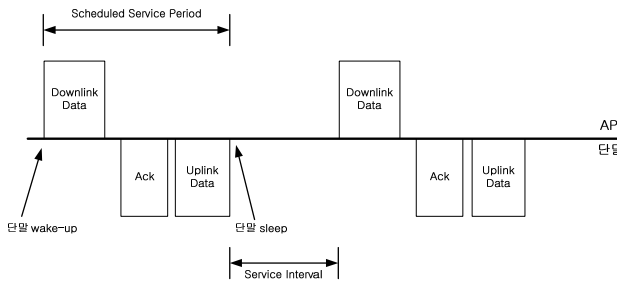


그림 2. S-APSD[3]

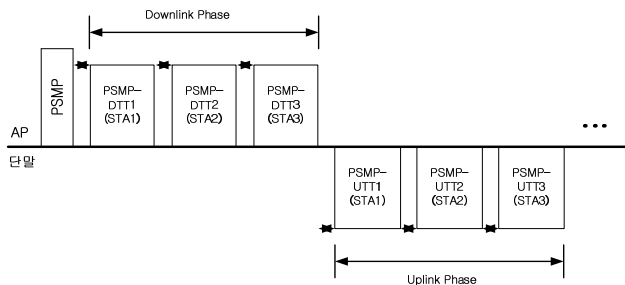


그림 3. PSMP[4]

단말사이에 미리 정의된 스케줄대로 wake-up 하고 데이터를 전송하는 방식이다.[3] 그림 3 은 IEEE 802.11n 에 정의된 PSMP(Power Save Multi-Poll)이다. 이 방식은 AP 에서 각 단말의 downlink 와 uplink 전송 스케줄을 알려주면 이 스케줄에 따라 단말들이 wake-up & sleep 상태에 들어간다.[4]

다음은 DMPS(Dynamic MIMO Power Save)로 이는 IEEE 802.11n 이 MIMO 를 지원하면서 가능해진 방식이다. 트래픽이 적을 때 2x2 MIMO 를 1x1 MIMO 로 downshift 하여 전력소비를 줄이는 방식이다.[5] 위에 소개한 방식들은 주로 단말에 초점을 둔 power saving 방법이거나 AP 의 실제 사용여부와 관계없이 wake-up 상태를 유지하여 전력낭비가 계속 되는 방법들이다. 따라서 AP 를 사용하는 단말이 있는지 여부에 따른 power saving scheme 이 제안될 필요가 있다.

3. Power Saving 알고리즘 제안

제안할 power saving 알고리즘의 기본적인 아이디어는 AP 를 사용하는 단말이 없을 경우, sleep mode 에 들어가게 하는 것이다. 여기에 wake-up 주기를 단말 연결상태에 따라 정하는 아이디어를 더해 그림 4 와 같은 알고리즘을 제안하였다.

AP 에 연결된 단말이 없으면 AP 는 sleep mode 에 들

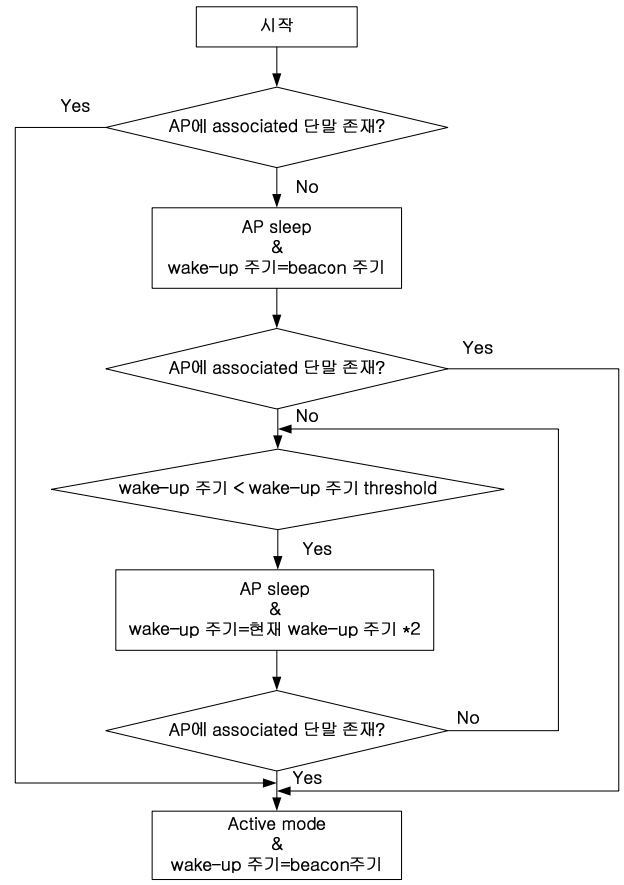


그림 4. 단말 연결상태에 따른 무선랜 AP Power Saving 알고리즘

어가고, wake-up 주기는 beacon 주기로 한다. 다음 wake-up 했을 때, 연결된 단말이 없으면 sleep mode 로 들어가고 wake-up 주기를 2 배 늘리고, wake-up 주기가 미리 정한 threshold 값이 되기 전까지 반복한다. 만약, AP 에 연결하려는 단말이 존재할 경우, 바로 active mode 에 들어가고 wake-up 주기도 원래의 주기인 beacon 주기로 돌아간다.

4. 제안한 Power Saving 알고리즘 분석

제안한 power saving 알고리즘을 적용했을 때 적용 전에 비해 얼마나 효과적으로 작용하는지 numerical 분석을 통해 비교해보겠다.

먼저, 1.5 초동안 AP 에 연결된 단말이 없을 경우를 가정하여 power saving 알고리즘 전후의 소비전력을 살펴보겠다. Beacon 주기는 100ms, beacon 전송시간은 1ms 으로 설정하고[6], AP 의 최대 소비전력은 8.2 W[7], beacon 전송시 AP 가 최대로 전력을 소비한다고 가정하고, power saving 을 적용하지 않았을 때, beacon 전송하지 않을 때는 idle 한 상태를 유지하여 최대전력의 약 66% 소비, power saving 알고리즘을 적용했을 때 sleep mode 상태 일 때 최대 전력의 1.6%를 소비한다고 가정한다.[8] wake-up 주기 threshold 값은 단말이 5 개 beacon 을 받지 못하면 핸드오프를 하는 것을 참고하여 500ms 로 정한다.[9]

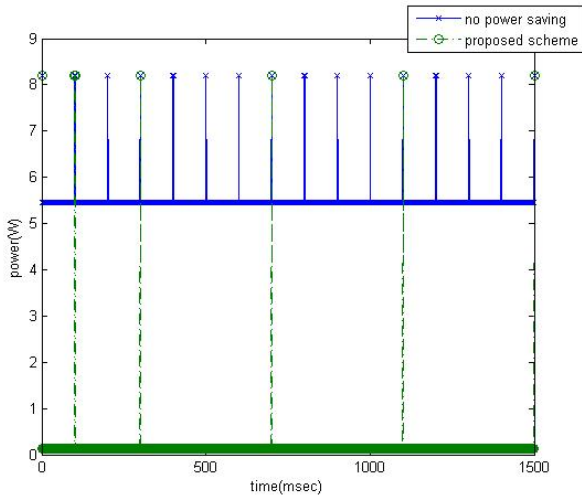


그림 5. Power Saving 알고리즘 적용 전후 AP 전력 소비 비교

그림 5에서 볼 수 있듯이 power saving 을 적용했을 때 더 적은 beacon 을 전송하고, sleep mode 에 들어가 power saving 알고리즘 적용 전과 비교하여 적은 전력을 소비하는 것을 볼 수 있다.

위의 분석을 토대로 특정시간에 AP 를 사용하는 단말이 없는 환경을 가정했을 때 전력소비량을 계산하여 power saving 알고리즘의 효과를 예측하여 보겠다. 1 시간동안 AP 를 사용하는 단말이 없다고 가정하고, 위의 분석에서 사용한 parameter 를 사용하여 전력소비량을 분석하면 표 1 의 결과처럼 AP 의 전력소비량이 약 97% 감소한 것을 볼 수 있다. 이는 power saving 알고리즘을 사용하면 beacon 전송시간이 줄어들어 높은 전력을 소비하는 시간이 줄어들 뿐만 아니라 그 이외에 시간에는 낮은 전력을 사용하는 sleep mode 로 들어가기 때문이다.

	No Power Saving	Power Saving
Beacon 전송시간 (초)	36	9.002
Idle mode (sleep mode) 시간 (초)	3564	3590.008
전력소비량 (Wh)	5.494	0.1568

표 1. AP 연결 단말이 없는 특정시간의 Power Saving 알고리즘 적용 전후 AP 전력소비량 비교

5. 결론

최근 스마트폰 사용자 급증 및 다양한 태블릿 PC 의 출시 등으로 무선인터넷 이용률이 증가하고 있으며, 이로 인한 무선랜 AP 설치 증가와 그에 따른 전력 소비량 증가가 이루어지고 있다. 무선랜 AP 의 전력 소비량 증가는 전력 생산 비용 및 환경에 대한 부

정적 영향의 증가로 이어진다. 또한, 현재 사용되고 있는 무선랜 AP 는 실제 사용여부와 관계없이 wake-up 상태를 유지하여 낭비되는 전력이 존재하며, 특정시간대에만 집중적으로 사용하는 환경이라면 이러한 전력낭비는 더욱 심할 것으로 예측된다. 따라서 무선랜 AP 의 전력효율 개선이 필요하며, 본 논문에서는 무선랜 AP 에 연결된 단말여부에 따른 power saving 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘의 분석결과에 따르면 알고리즘 적용하기 이전과 비교하여 같은 시간 동안 적은 beacon 을 전송하고, 또한 그 이외의 구간에는 sleep mode 에 들어감으로써 전력소비가 감소되는 것을 알 수 있었다.

Acknowledgement

이 논문은 2012 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(2011-0010967)

6. 참고 문헌

- [1] 백종현, 박순태, "국내 무선랜(WiFi) 보안 운영 현황 및 정책 방향," 정보보호학회지, 제 21 권, 제 1 호, pp. 44-50, 2. 2011.
- [2] 천혜림, 김지수, 김재현, "무선랜 AP 의 전력소비량 연구", in Proc. 한국정보통신설비학술대회 2011.
- [3] IEEE P802.11e/D13.0 (January 2005), "Amendment: Medium Access Control (MAC) Quality of Service (QoS) Enhancements.
- [4] IEEE 802.11. Part 11: Wireless LAN medium access control (MAC) and physical layer (PHY) specifications. "Amendment 5: Enhancements for Higher Throughput", 2009.
- [5] Cheryl Ajluni, "Following The WLAN Alphabet To Lower Power," Low-Power Engineering Community, 8. 20. 2009., <http://chipdesignmag.com/lpd/>
- [6] IEEE 802.11. Part 11: Wireless LAN medium access control (MAC) and physical layer (PHY) specifications., 1999.
- [7] D-link 홈페이지/제품소개/무선 AP, <http://www.d-link.co.kr/>
- [8] Justin Manweiler Romit Roy Choudhury, "Avoiding the Rush Hours: WiFi Energy Management via Traffic Isolation", *IEEE Transactions on Mobile Computing*, vol.11, no.5, pp.739-752, May 2012.
- [9] SungRae Kim, KyungJoon Kim, JaeJong Baek, JooSeok Song, "A WLAN Handoff Scheme based on Selective Channel Scan using Pre-collected AP Information for VoIP Application" in *Proc. IIT 2009*, pp.70-74, Dec. 2009