

모바일 멀티미디어 서비스를 위한 절전 메커니즘
 윤지혁, *서덕영
 경희대학교, *경희대학교
 Ychwh555@naver.com, *suh@khu.ac.kr

Power saving mechanism for mobile multimedia service

Jihyeok Yun *Dougyoung Suh
 Kyunghee University * Kyunghee University

요 약

본 논문에서는 모바일 디바이스에서 영상 서비스와 같이 지연에 민감한 서비스를 이용할 때 적합한 절전 모드(psm) 파라미터를 제안한다. 휴대기기의 특성상 전력에 제한이 있는 모바일 디바이스라는 관점에서는 전력 소모가 중요한 문제인데 지연에 민감한 영상 서비스의 관점에서는 절전 모드에 동반되는 응답지연 또한 매우 중요한 문제이다. 따라서 영상 서비스와 같이 지연에 민감한 서비스를 이용할 때에 단순히 소비 전력을 최소화 하는 psm 을 적용해서는 응답지연이 늘어나게 된다. 그렇기 때문에 전력 소모와 응답지연의 trade-off 를 고려한 psm 를 적용하는 것이 필요한데 이를 위해 본 논문에서는 허용 지연에 따른 절전 모드 파라미터를 찾는 방법을 제안하고자 한다.

1. 서론

최근 들어 통신 기술과 모바일 기기의 급격한 발전에 힘입어, 멀티미디어 데이터의 이용이 급속도로 증가하고 있다. 하지만 모바일 기기의 발전 방향은 휴대성을 극대화 시키는 경량화에 초점이 맞춰져 있어 모바일 기기의 전력문제는 여전히 큰 문제이다.

절전 모드는 휴대 단말기의 수신기가 항상 동작하는 것이 아니라 수신할 데이터가 있을 때만 동작함으로써 전력 소비를 줄이는 방법으로 [1] IEEE 802.11WLAN 표준에 포함되어 있다. 참고문헌 [2]와[3]에서는 무선 모바일 커뮤니케이션 환경에서의 절전 모드에 다루고 있지만 일반 data 를 고려하였기 때문에 지연에 대해 큰 비중을 두고 있지 않아 지연에 민감한 영상 데이터에 그대로 적용하기에는 무리가 있다. [4]에 따르면 절전 모드의 원리에 따라 수신기가 동작하는 시간을 최소화 한다면 전력 소모는 줄어들지만 데이터를 수신할 수 있는 시간은 줄어들기 때문에 응답지연이 발생할 수 있다. 그렇기 때문에 본 논문에서는 영상 서비스와 같이 지연에 민감한 service 를 위해 허용 제한 조건에 따른 절전 모드 파라미터 선택 방법을 제안하고자 한다.

2. 절전 메커니즘

절전 메커니즘의 원리는 그림 1 과 같다. 절전모드는 프로토콜의 비콘 인터벌 마다 슬립모드(sleep mode)와 수신모드(receiving mode)를 스케줄링하는 트래픽 인디케이션 메시지 윈도우(TIM window)가 동작하는데, TIM window 에서는 아이들 상태(idle state)를 유지하면서 스케줄링을 수행하여 슬립모드와 수신모드로 전환하게 된다.

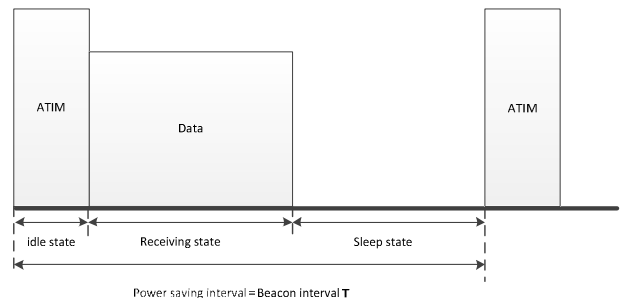


그림 1. 절전 메커니즘

참고문헌 [2]와[3]에 따르면 802.11 에서 절전모드의 전력 소모는 포아송 프로세스(poisson process)를 따른 도착률 λ 와 절전 인터벌(power saving interval) $d T$ 에 의해 정해진다. 이를 지오메트릭 분포(geometric distribution)를 이용해 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$E = \frac{1}{1 - e^{-\lambda T}}$$

3. 응답지연

[4]에 따르면 절전 모드는 그림 2와 같은 경우에 응답지연을 수반하게 된다. 절전 인터벌(power saving interval)마다 TIM 을 수행하여 데이터는 수신하는 시간을 스케줄링 하기 때문에 슬립모드로 스케줄링된 구간에 수신할 데이터가 생겨도 다음 절전 인터벌의 TIM window 를 거친 후 수신을 할 수 밖에 없기 때문에 응답지연이 발생하게 된다.

802.11 WLAN 의 절전 인터벌은 일반적으로 수백 ms 이기 때문에 응답지연은 최대 값은 수백 ms 를 넘지 않아 일반적인 data 전송에는 큰 문제가 되지 않는다. 하지만 지연에 민감한 비디오 서비스의 경우 수백 ms 의 응답지연도 문제가 될 수 있다.

802.11 절전 모드의 응답지연은 익스퍼넨셜 분포(exponential distribution)에 따라 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$R = \frac{T}{1 - e^{-\lambda T}} - \frac{1}{\lambda}$$

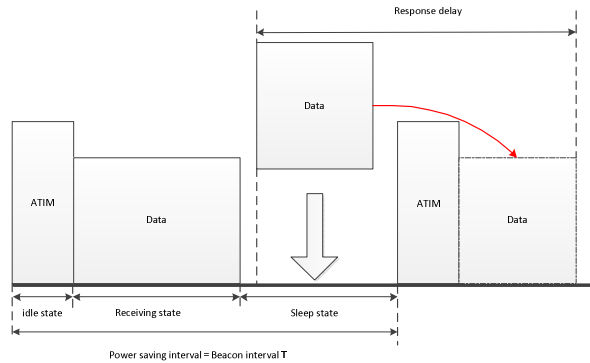


그림 2. 응답지연

4. 실험

802.11 웨이브 랜의 state 별 소비 전력은 표 1 과 같다.

Receiving state	1.4W
Idle state	1.15W
Sleep state	0.045W

표 1. IEEE 802.11 Wave-Lan 의 소비 전력

포아송 분포에 따른 도착률인 λ 변화에 따른 평균 에너지 소비는 그림 3 과 같다.

실험에서 arrival rate 은 0.1, 0.05, 0.08 을 비교하였다.

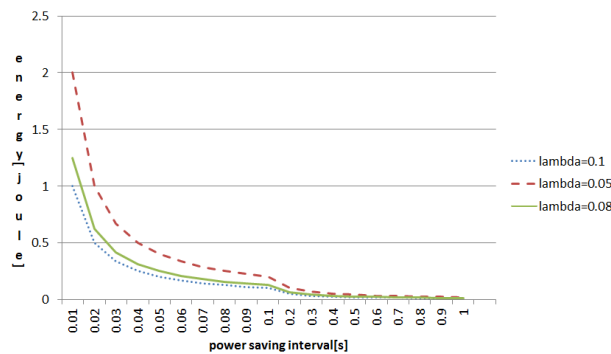


그림 3. Arrival rate 에 따른 평균 전력 소비

포아송 분포에 따른 도착률 λ 변화에 따른 평균 응답지연은 그림 4 와 같다.

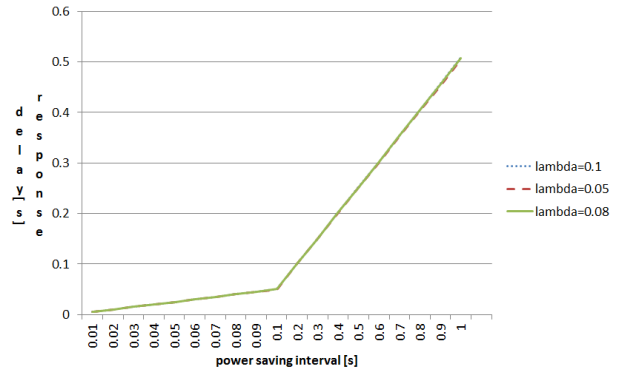


그림 4. 도착률에 따른 평균 응답지연

그림 3 을 보면 에너지 소비의 경우 λ 와 T 변화에 따라 에너지 소비 변화 또한 변한다. 하지만 그림 4 를 보면 λ 변화에 따라서는 변화폭이 마이크로 단위(10×10^{-6})에 불과하지만 T 에 따라서는 변화폭이 크다. 그러므로 비디오 서비스를 위한 절전모드 파라미터 선택은 응답지연 관점에서 T 를 선택하고 전력 소모 관점에서 λ 를 선택하는 2 단계에 검색을 통해 선택할 수 있다.

예를 들어 화상 서비스를 제공하는데 소비자가 만족할 만한 허용 딜레이가 300ms 이하이고 평균 에너지 소비가 0.2joule 이하이어야 한다면

Step 1.

먼저 서비스 방식에 따른 허용 딜레이에 따라 T 를 선택한다.

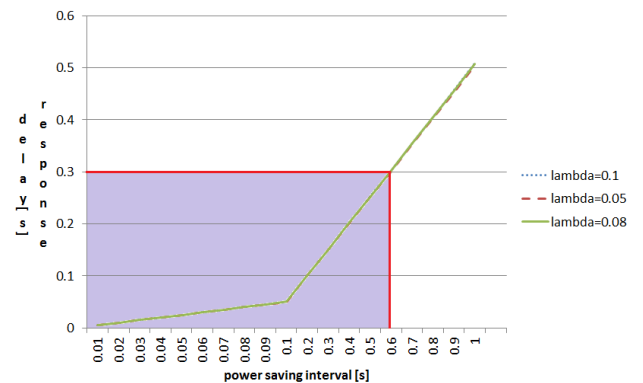


그림 5. 허용 딜레이 300ms 를 만족하는 T 의 최대값

그림 5 를 보면 허용 가능한 절전 인터벌은 600ms 이하임을 알 수 있다.

Step 2.

절전 인터벌이 600ms 이하이고 평균 에너지 소비가 0.2joule 이하이어야 한다.

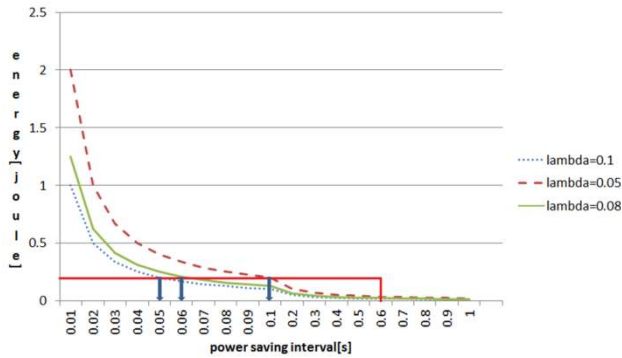


그림 6. 소비 에너지 0.2joule 을 만족하는 T 의 최소값

λ	T_{min}	T_{max}
0.1	50ms	600ms
0.05	100ms	600ms
0.08	60ms	600ms

표 2. lambda 값에 따른 T 의 최소값과 최대값

Step 2 를 통해 구한 그림 6 과 표 2 를 보면 λ 에 따라 제한 조건을 만족하는 절전 인터벌의 최소값과 최대값을 확인할 수 있다.

5. 결과

실험 결과를 살펴보면 절전 인터벌 T 가 증가함에 따라 소비 전력을 줄어들이지만 응답 지연은 감소하고, T 가 감소함에 따라 응답지연은 감소하지만 소비 전력이 증가함을 볼 수 있다. 이처럼 본 논문에서는 802.11WLAN 의 절전모드의 전력 소비와 지연의 관계를 살펴 보았고, 지연에 민감한 서비스를 위해 two-step searching 을 통해 도착률 λ 에 따른 절전 인터벌의 최소값과 최대값을 찾아 제한된 조건에 부합하는 절전 인터벌의 범위를 제공하는 방법을 제안하였다. 이는 지연과 소비 에너지 문제에 민감한 모바일 멀티미디어 서비스 분야에 활용될 수 있을 것이다.

앞으로의 연구는 평균 값이 아닌 dynamic 한 상황에 대해 절전 모드를 적용이 될 수 있다. 본 논문은 수식을 통한 평균 값들을 구했기 때문에 실제 모바일 서비스와 같이 wireless 한 채널 상태의 변화와 VBR(Variable Bit Rate)한 data rate 를 고려하지 못하였기 때문이다.

6. 감사의 글

본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT 연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음(NIPA-2011-(C1090-1111-0001))

참고문헌

[1] IEEE802.11: 'Wireless LAN medium access control(MAC) and physical layer (PHY) specifications', IEEE Standard 802.11, June

[2] F. Wang, Z. Liu, X. Song, "Power-saving mechanisms

for mobile devices in wireless communications", IET Communications, vol. 3, pp 257-267, issue 2, Feb, 2009

[3] Y. He, R. Yuan, and W. Gong, "Modeling Power Saving Protocols for Multicast Service in 802.11 Wireless LANs," IEEE Trans. Mobile Computing, vol. 9, no. 5, pp. 657-671, May 2010.

[4] A. Kholaf, T. Todd, P. Koutsakis, and A. Lazaris, "Energy efficient H.263 video transmission in power saving wireless LAN infrastructure," IEEE Transactions on Multimedia, vol. 12, no. 2, pp. 142-153, Feb. 2010.