
802.11에서 네트워크 특성을 고려한 전력 감소 기법

남재현*

*신라대학교

Efficient Power Management Mechanism considering Network Characteristic in 802.11

Jaehyun Nam*

*Silla University

E-mail : jhnam@silla.ac.kr

요 약

IEEE 802.11에 정의된 전력 절약 메카니즘에서 모든 노드들은 동일한 ATIM(Ad hoc Traffic Indication Map) 윈도우 크기와 동일한 비이콘(beacon) 간격을 사용한다. ATIM 윈도우 크기는 처리율과 에너지 소모에 크게 영향을 미치기 때문에 고정된 ATIM 윈도우 크기는 좋은 성능을 나타내지 못한다. 본 논문에서는 네트워크 상태에 따라 ATIM 윈도우 크기를 조절하는 기법을 제시한다. 제시된 기법은 네트워크 특성을 반영하기 위해 (m,k)-firm 스트림 기법을 적용하였다. 제시된 기법의 성능을 평가하기 위해 ns-2 시뮬레이터를 이용한 성능 평가를 수행했다. 수행된 결과를 보면 제시된 프로토콜은 기존의 프로토콜 보다 많은 양의 에너지 절약을 하고 있음을 볼 수 있다.

ABSTRACT

In the power saving mechanism specified in IEEE 802.11, all node use the sam ATIM window size. Since the ATIM window size critically affects throughput and energy consumption, a fixed ATIM window does not perform well in all situations. This paper proposes the efficient power management mechanism considering network characteristic in 802.11. To reflect the network characteristic, the paper uses th (m,k)-firm deadline technique. Simulation result shows that proposed mechanism outperforms the IEEE 802.11 power saving mechanism in terms of the amount of power consumed.

키워드

IEEE 802.11, ATIM, Power saving mechanism, (m,k)-firm deadline

1. 서 론

IEEE 802.11 무선 LAN(WLAN)은 최근에 기업, 가정, 공공 네트워크 등 다양한 환경에 광범위하게 사용되고 있다. IEEE 802.11 무선 LAN은 두 가지 형태의 WLAN을 지원한다. 하나는 인프라구조 모드(infrastructure mode)로 하나의 스테이션이 액세스 포인트(AP) 역할을 수행하면서 기본 서비스 세트(Basic Service Set : BSS)의 다른 멤버들과 통신을 수행한다, 다른 하나는 애드혹 모드(ad hoc mode)로 인프라구조 모드가 동작하

지 않을 경우 유용하다. IEEE 802.11은 데이터 교환을 위해 PCF(Point Coordination Function)와 DCF(Distributed Coordination Function) 2가지 요소가 필요하다. PCF는 중앙제어방식의 MAC 프로토콜이고 DCF는 분산제어방식의 프로토콜이다. 또한 802.11은 능동 모드와 PS(power saving) 모드의 전력 모드를 제공한다[1].

IEEE 802.11에 정의된 전력 절약 메카니즘에서 모든 노드들은 동일한 ATIM(Ad hoc Traffic Indication Map) 윈도우 크기와 동일한 비이콘(beacon) 간격을 사용한다. ATIM 윈도우 크기는

처리율과 에너지 소모에 크게 영향을 미치기 때문에 고정된 ATIM 윈도우 크기는 좋은 성능을 나타내지 못한다. 즉, ATIM 윈도우 크기가 너무 클 경우 실제 데이터 전송에 소요되는 시간은 적게 들지만 ATIM 윈도우 기간동안 모든 노드들이 깨어 있는 상태가 되어야 하기 때문에 에너지 소모가 크진다. ATIM 윈도우 크기가 적을 경우 반대로 에너지 소모는 적지만 데이터 전송에 필요한 시간이 적기 때문에 성능이 떨어진다[2].

본 논문에서는 네트워크 상태에 따라서 ATIM 윈도우 크기를 동적으로 조절하여 성능을 향상시킬 수 있는 기법을 제시한다. 제시된 기법의 성능을 평가하기 위해 ns-2 시뮬레이터를 이용한 성능 평가를 수행했다. 수행된 결과를 보면 ATIM 윈도우 크기를 고정했을 때보다 성능이 약 30~40% 가까이 향상된 것을 볼 수 있다.

II. 802.11에서 네트워크 특성을 고려한 전력 감소 메카니즘

IEEE 802.11에서 전력 감소 메카니즘은 시간 동기 함수(timing synchronization function : TSF)와 PS 메카니즘으로 구성되어 있다. 인프라 구조 네트워크에 대한 TSF(PCF)에서 AP(Access Point)가 비이콘을 생성한다. 채널이 비이콘 간격 이후에 사용 가능하면 AP는 채널이 다시 사용 가능해질 때까지 비이콘 전송을 연기한다. PCF에서 전력 관리는 AP 때문에 단순하게 이루어진다. 하지만 TSF는 에드 홀 환경에서는 보다 복잡해진다. 분산된 환경에서 타이머를 신뢰성있게 제공해주는 것이 없기 때문에 모든 스테이션들이 비이콘 생성에 책임이 있다. 비이콘 기간 후 모든 스테이션들은 백오프 알고리즘을 사용하여 비이콘 전송을 경쟁한다. DCF에서 전력 관리는 TSF에서 사용된 분산 기법에 근거하여 동작한다. 비이콘 후 특정한 기간(ATIM window)동안 전송되는 에드 홀 TIM(ATIM)을 이용하여 데이터를 전송한다. ATIM은 수신측에서 반드시 응답해야 하는 유니캐스트 프레임이다. 응답을 전송한 후 수신측은 awake 상태에 머무른다. ATIM 윈도우 기간동안 모든 노드들은 awake 상태에 머무른다. 전력 감소 메카니즘에서는 하나의 노드가 다른 노드로 전송할 패킷을 가지고 있을 경우 전송될 패킷은 연속된 ATIM 윈도우동안 알려지게 된다. 하나의 ATIM 프레임은 CSMA/CA 메카니즘을 사용하여 전송된다. 하나의 노드가 다른 노드로 ATIM 프레임을 전송했을 경우 해당 노드는 전체 비이콘 기간동안 awake 상태로 유지된다. ATIM 프레임을 수신한 노드는 ATIM-ACK를 전송하는 것으로 응답을 한다. ATIM-ACK를 전송한 노드도 전체 비이콘 기간동안 awake 상태로 유지된다.

본 논문에서는 네트워크 상태에 따라 ATIM 윈

도우 크기를 조절하는 기법을 제시한다. 즉, 각 노드들은 데이터를 전송하기 위해 고정된 ATIM 윈도우 크기를 사용하는 것이 아니라 네트워크 상태에 따라 ATIM 윈도우 크기를 동적으로 변화시키는 기법이다. 본 논문에서 제시된 기법은 IEEE 802.11에 정의된 전력 감소 메카니즘과 유사하다. 하지만 제시된 기법은 네트워크 특성을 반영하기 위해 (m,k)-firm 스트림 기법을 적용하였다[3]. (m,k)-firm 스트림은 k개의 패킷 중에서 m개의 패킷이 정해진 데드라인 안에 도착하면 서비스 품질을 만족하는 시스템이다. 스트림은 시스템으로부터 서비스를 완전하게 수행되는 데드라인을 가지고 있다. 각 데이터가 데드라인 이전에 완전하게 처리되어지면 데이터는 자신의 데드라인을 만족했다고 한다. 그렇지 않으면 데드라인을 만족하지 않았다고 한다. [3]에서는 (m,k)-firm 트래픽을 위하여 기존의 우선 순위 스케줄링 방법을 센서 네트워크에 적용하였다. 따라서 본 논문에서는 (m,k)-firm 트래픽 특성을 활용한 우선 순위 스케줄링 기법을 사용하여 ATIM 윈도우 크기를 동적으로 변화시키는 방법을 사용하였다. 에드 홀 네트워크에 있는 각 노드는 다음과 같이 동작한다고 가정한다.

1) 각 노드는 전송된 모든 패킷에 전송 시간을 피기백(piggyback)한다. 그래서 각 노드는 송수신 간의 RTT(round trip time)을 알 수 있다.

2) 각 ATIM 프레임은 CSMA/CA 기법을 통해 전송된다. IEEE 802.11에서 백오프 시간을 계산하기 위해 0 ~ (CW-1) 사이의 값을 임의로 선택한다. CW는 경쟁 윈도우(contention window)이다. 백오프 간격이 채널이 유희하다고 감지된 후 매 클럭 틱(clock tick)마다 1씩 감소되어 0이 되면 ATIM 프레임은 전송된다.

ATIM 윈도우 크기는 다음과 같이 동적으로 변화시킨다. 일단 (m,k)-firm 스트림을 고려하기 위해 DBP(Distance Based Priority) 방법[3]을 사용한다. 각 스트림에 대해 시스템은 데드라인을 만족하는 경우와 만족하지 않는 경우에 대한 최근 히스토리를 유지하고 있는데, 스트림이 데드라인을 만족하지 않을 경우 "failing" 상태에 있다고 한다. 데드라인을 만족할 경우 "meet" 상태에 있다고 한다. "meet"상태에서 "failing"상태로 변화하는 동안 시스템에서 인정하는 실패의 최소 횟수를 "distance"로 정의하는데 미리 정의된 "distance"보다 많은 "failing"이 발생할 경우 ATIM 윈도우 크기를 다음과 같이 조절한다.

$$ATIM = ATIM_{min} \times 2^{\#of \text{ increase}}$$

일단 ATIM 윈도우 크기가 최대치에 도달하면 더 이상 증가를 하지 않는다.

반대로 "failing" 확률이 정의된 distance보다 적을 경우 ATIM 윈도우 크기를 다음과 같이 조절한다.

$$ATIM = ATIM_{min}$$

III. 성능평가

본 논문에서 제시된 기법의 성능 평가를 위해 ns-2 시뮬레이터를 사용하여 제시된 프로토콜과 기존의 전력 관리 프로토콜을 구현하였다. 보다 많은 실제 트래픽 패턴하에서 제시된 프로토콜이 어떻게 잘 동작하는지 조사하기 위해 30개의 송수신 쌍으로 구성된 네트워크에서의 on-off 트래픽을 시뮬레이션했다. 시뮬레이션에서 사용된 전력 소비 특성은 표 1과 같다.

표 1. 전력 소비 모델

Transmit	Receive	Idle	Sleep
1400mW	1000mW	830mW	130mW

비이콘 간격관 ATIM 윈도우 크기는 각각 0.4s와 0.02s로 설정했다.

그림 1에서 보는 바와 같이 제시된 프로토콜은 기존의 프로토콜 보다 많은 양의 에너지 절약을 하고 있음을 볼 수 있다.

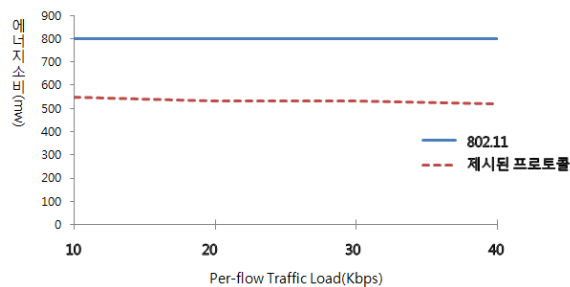


그림 1. 802.11과 제시된 프로토콜간의 에너지 소비를

참고문헌

[1] IEEE Std. 802.11, "Wireless LAN Media Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) specification", 1999 edition

[2] J. Nam, "Dynamic Adjustment of Ad hoc Traffic Indication Map(ATIM) window to save Power in IEEE 802.11 DCF", International Journal of Maritime Information and Communication Sciences, Vol 6, No 3

[3] M. Hamdaoui, P. Ramanathan "A Dynamic Priority Assignment Technique for Streams with (m,k)-Firm Deadlines", IEEE Transactions on Computers, 1994

V. 결 론

본 논문에서는 네트워크 상태에 따라 ATIM 윈도우 크기를 조절하는 기법을 제시했다. 즉, 각 노드들은 데이터를 전송하기 위해 고정된 ATIM 윈도우 크기를 사용하는 것이 아니라 네트워크 상태에 따라 ATIM 윈도우 크기를 동적으로 변화시키는 기법이다. 본 논문에서 제시된 기법은 IEEE 802.11에 정의된 전력 감소 메커니즘과 유사하다. 하지만 제시된 기법은 네트워크 특성을 반영하기 위해 (m,k)-firm 스트림 기법을 적용하였다. 제시된 기법의 성능을 평가하기 위해 ns-2 시뮬레이터를 이용한 성능 평가를 수행했다. 수행된 결과를 보면 제시된 프로토콜은 기존의 프로토콜 보다 많은 양의 에너지 절약을 하고 있음을 볼 수 있다.