

S-MAC에서의 경쟁 윈도우 크기 변화에 따른 에너지 분석

진근영, 손호연, 최건호, 김석찬*

부산대학교, 부산대학교, 부산대학교, *부산대학교

gyjin@pusan.ac.kr, sonhoyun123@pusan.ac.kr, 201624194@pusan.ac.kr, sckim@pusan.ac.kr

Energy Analysis according to Contention Window Size Change in S-MAC

GeunYoung Jin, HoYeon Sohn, Geon Ho Choi, Suk Chan Kim*

Pusan Univ., Pusan Univ., Pusan Univ., *Pusan Univ.

요약

본 논문은 한정된 자원을 사용하는 무선 센서 네트워크 환경에서 에너지 효율을 높이고자 제안된 S-MAC 프로토콜을 성형 토폴로지와 트리형 토폴로지에서 상황에서 경쟁 윈도우 크기에 변화에 따른 전체 에너지 소비를 분석하였다.

I. 서론

본 논문에서는 한정된 자원을 가지고 동작하는 무선 센서 네트워크에서 에너지 소비를 줄이기 위해 제안된 S-MAC 프로토콜과 경쟁 윈도우 크기 변화에 따른 전체 에너지 소비량을 분석한다. S-MAC 프로토콜의 에너지와 경쟁 윈도우 크기와의 관계를 확인하기 위해 성형 및 트리형 토폴로지에서 경쟁 윈도우 크기에 변화를 주었으며 NS-2 시뮬레이터를 통해서 소비되는 에너지를 분석한다.

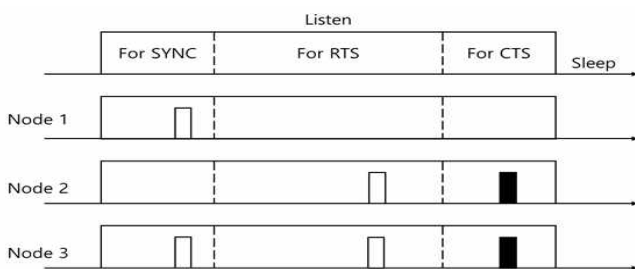
II. 본론

S-MAC 프로토콜은 주기적인 Listen과 Sleep, 충돌과 오버히어링(Overhearing) 피하기, 메시지 패싱 방법을 구현하여 에너지 소비를 줄이는 프로토콜이다. S-MAC의 기본 동작 방식은 주기적인 Listen 구간과 Sleep 구간을 반복하며 Listen 구간에는 데이터를 주고 받고 Sleep 구간에서 휴식을 취한다.[1]

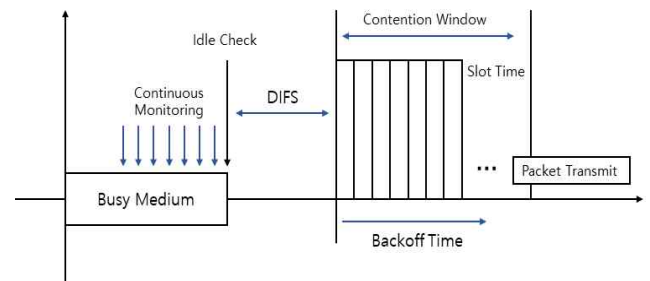
Listen 구간은 다시 SYNC(Synchronization), RTS(Request To Send), CTS(Clear To Send) 세 구간으로 나뉜다. SYNC 구간에서는 자신이 얼마나 깨어있을 것이고 언제 다시 깨어날 것인지에 관한 정보를 주변 노드에 전달하는 역할을 한다. RTS/CTS 구간은 데이터를 교환할 노드끼리 RTS/CTS 패킷을 주고 받는다. 이후 데이터 교환이 완료된 후에 Sleep하는 방식으로 동작한다.[1]



[그림 1] 노드의 주기적인 Listen과 Sleep



[그림 2] S-MAC 프로토콜의 기본 동작



[그림 3] 매체 접근 방식

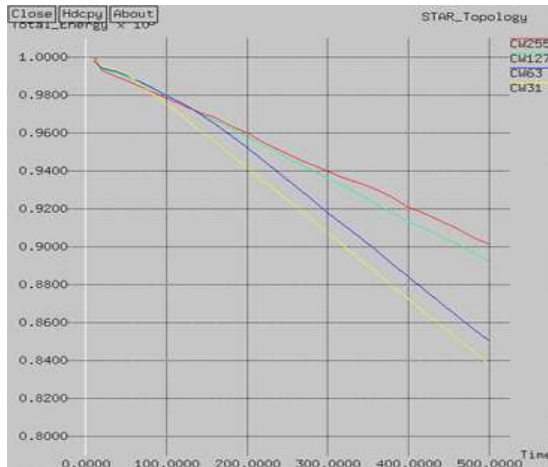
[그림 2]는 매체 접근 동작 방식을 나타낸다. 각 노드는 Carrier Sensing을 함으로써 매체가 사용 중인지 유헤(Idle) 상태인지 판별한다. DIFS(DCF Interframe Space) 동안 매체가 유헤 상태이면, 패킷을 바로 전송하지 않고 임의의 Backoff Time을 생성하여 매체에 대한 접근을 미룬다.

$$Backoff\ Time = Rand(0, CW) \times Slot\ Time \quad (1)$$

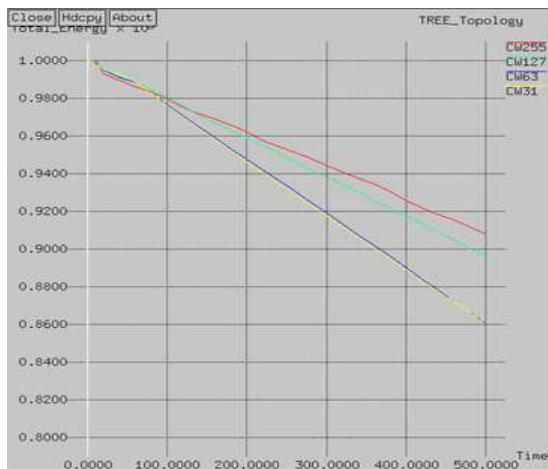
Backoff Time은 수식(1)로 표현할 수 있으며 0에서부터 경쟁 윈도우 크기 사이의 임의로 취한 값에 슬롯 시간(Slot Time)을 곱한 값을 갖는다.

각 노드들은 매체의 상태가 사용 중인지 유헤 상태인지 확인하면서 자신의 Backoff Time을 감소시킨다. 만약 매체가 유헤 상태일 때 어떤 노드의 Backoff Time이 먼저 0이 되었다면, 그 노드가 우선적으로 매체에 접근하고, 나머지 노드들은 Backoff Time을 줄이는 것을 멈춘다. 이후 다음 DIFS가 끝나면 남아있는 Backoff Time을 줄여나가는 경쟁 방식으로 동작한다.

경쟁 윈도우의 크기가 에너지에 영향을 주는 요인은 carrier sensing에서 소비되는 에너지와 충돌로 인해 소비되는 에너지가 있다. 경쟁 윈도우 크기 작을수록 carrier sensing에서 소비되는 에너지는 적지만 충돌 확률 증가로 인한 에너지 소비가 증가한다. 반면에 경쟁 윈도우 크기가 클수록 carrier sensing으로 인한 소비되는 에너지는 증가하지만 충돌 확률 감소로 인한 충돌로 인해 소비되는 에너지가 감소한다.[2]



[그림 4] 성형 토폴로지에서 에너지 비교



[그림 5] 트리형 토폴로지에서 에너지 비교

Simulation Area	1000m x 1000m
Simulation Time	500 seconds
Initial Energy	1000 J
Receive Power	0.3682 W
Transmit Power	0.386 W
Idle Power	0.3442 W
Sleep Power	5.0e-5 W
The Number of nodes	6
Topology	Star, Tree

[표 1] 성능 측정 파라미터

위의 [그림 4], [그림 5]는 성형 토폴로지와 트리형 토폴로지에서 경쟁 윈도우 크기 변화에 따른 소비되고 남은 에너지를 나타낸다. 가로축은 시간, 세로축은 전체 에너지를 나타낸다. 각 경쟁 윈도우의 크기는 빨간색은 255, 초록색은 127, 파란색은 63, 노란색은 31을 의미한다.

$$Total\ Energy = Inial\ Energy - (ei + es + et + er) \quad (2)$$

수식(2)를 사용하여 전체 에너지량을 계산하였으며 ei 는 유휴 상태에서 소비되는 에너지, es 는 sleep 상태에서 소비되는 에너지, et 는 패킷 전송시 소비되는 에너지, er 는 패킷 수신시 전송되는 에너지를 나타낸다. 경쟁 윈도우 크기가 증가할수록 소비된 최종 에너지가 증가하는데 이는 충돌할

확률이 낮아져 충돌로 인한 에너지 소비가 줄어들었기 때문이다.

III. 결론

본 논문에서는 경쟁 윈도우 크기를 증가시켜 S-MAC 프로토콜의 최종 에너지 소비가 개선되었음을 NS-2 시뮬레이터를 활용하여 확인할 수 있다. 본 논문에서는 경쟁 윈도우 크기 증가함에 따른 지연율을 고려하지 않는다. 향후 연구로는 지연율과 충돌 확률을 고려하여 경쟁 윈도우 알고리즘을 연구할 계획이다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 국토교통부의 스마트시티 혁신인재육성사업으로 지원되었습니다.

본 연구는 2020년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제(No. 20204030200030)입니다.

참 고 문 헌

- [1] Wei Ye, J. Heidemann and D. Estrin, "An energy-efficient MAC protocol for wireless sensor networks," Proceedings. Twenty-First Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies, New York, NY, USA, 2002, pp. 1567-1576 vol.3, doi: 10.1109/INFCOM.2002.1019408.
- [2] I. Demirkol, C. Ersoy, Energy and delay optimized contention for wireless sensor networks, Comput. Netw. 53 (12) (2009) 2106 - 2119, doi:10.1016/j.comnet.