
에너지 효율을 고려한 다중홉 센서망에서의 MAC 프로토콜 구현

김동일* · 송창안*

The Implement of Medium Access Control Protocol with Energy Efficiency in Multi-hop Sensor network

Dong-il Kim* · Chang-an Song*

요 약

공간적인 환경에서 정보를 받는 무선 센서망은 배터리를 사용하며, 에드혹과 같은 방식으로 배포되며, 센서가 감지 되었을 때 정보를 전송하게 된다. 무선 센서망에서는 전력 보존, 자가-구성이 우선시 되며, 노드의 공정성, 잠복기간은 중요하기 않기 때문에 기존의 IEEE802.11에서의 무선 MAC과 다른 특징을 가진다. 따라서 본논문에서는 무선 센서망에서 우선시 되는 특성중 하나인 효율적인 전력 관리를 위해 각각의 센서 노드들의 전력 소모를 최소화 하기위해 제시된 방법을 구현 하여, 기존의 무선 MAC과 비교 하여 소비 전력과 충돌을 비교 분석 하기로 한다.

ABSTRACT

Wireless sensor networks use battery-operated computing and sensing devices. And It can be expected to be deployed in an ad hoc networks. MAC is different from traditional wireless MACs such as IEEE 802.11 in almost every way. so self-configuration and power saving in sensor network are very important goals, while per-node fairness and latency are less important. In this paper, so we use a given prototype for efficient energy conservation to reduce power consumption that is one of the important character in sensor network and compare energy consumption and collision with IEEE 802.11 MAC. Finally we conclude the paper and analyze it.

키워드

Sensor network, Energy Efficient MAC Protocol

1. 서 론

수년전 까지만 해도 모든 통신은 고정되어 있는 개념으로 받아 들여졌다. 하지만 통신의 발달

에 의해 1998년 미국 제록스 펠토앨토 연구소의 마크와이어 소장직 유비쿼터스 컴퓨팅으로 인해 언제 어디서든지 사용자가 컴퓨터나 망을 의식하지 않는 상태에서 장소에 구애 받지 않고 자유롭게 망

에 접속하는 환경이 도입되게 되었다.

그 중 기존의 무선이 아닌 센서망에서 무선망을 도입해서 이용하는 유비쿼터스 센서 망 응용을 시작하게 되었다. 기존의 센서망은 고정된 장소에 설치 되어 정보를 유선으로 전송하여 정보를 파악하였다. 하지만 사람이 들어가서 측정 할 수 없는 지역은 배포가 불가능 하였기 때문에 무선 모듈과 센서장치의 결합으로 인해 문제점을 해결 할 수 있게 되었다. 하지만 무선이라는 이점이 있는 반면 노드를 구동하기 위해선 배터리 형태의 전력을 가져야 하기 때문에 이러한 망의 생명은 그렇게 길지 않다. 따라서 제한된 전력에서 에너지 효율성을 따져야 하는 방법들이 나오게 되었으며 그 중 많은 수의 센서노드들과 동시에 무선 통신을 하기 때문에 Medium Access Control(MAC)의 중요 사항이 대두 되었다. 기존의 MAC은 TDMA(Time Division Multiple Access), CDMA(Code Division Multiple Access), CSMA/CA(Carrier Sensing Multiple Access/Collision Avoidance)으로 구분되며, 이러한 MAC프로토콜은 이전의 측정된 연구 결과 무선 센서망에서 에너지 소비가 많기 때문에 적합하지 않으며 무선 센서망의 특성에 맞게 새로운 MAC프로토콜의 구성이 필요하였다. 본 논문에서는 무선의 MAC 프로토콜의 문제점을 열거하고, 그 중 전력 소모가 최소화된 S-MAC(Sensor MAC Protocol)을 구현해 보기로 한다[1][2].

II. 본 론

1. 기존의 무선 MAC프로토콜의 문제점

서론에서 제시된 무선 MAC프로토콜은 에너지 보다는 노드간의 공정성 있는 송신, 지연시간, 처리 시간 등을 우선시 하는 망이고, 앞으로 언급될 무선 센서망에서 관심을 가지는 에너지 소모에 영향을 주는 몇 가지 요인들은 다음과 같다. 첫 번째는 충돌이다. 충돌은 서로간의 노드가 같은 시간에 통신을 할 경우 발생 하게 되며, 충돌이 발생하면 노드는 일단 일정시간 활동 상태에 들어가고 다시 재전송을 시도한다. 일정시간동안 머문 시간으로 인해 그 시간은 다시 깨어 있어야 하며, 또한 재전송시에 사용하는 전력 포함된다. 두 번째 요인인 노드가 다른 노드로부터 중첩된 정보를 전송 받는 것, 즉 오버헤어링인데, 기존의 무선 MAC에서는 패킷 수신시 전력이 사용되고, 이때 노드들은 중첩된 정보를 받기 때문에 이것 또한 필요 없는 에너지 소모를 야기한다. 세 번째는 크기가 큰 제어 패

킷을 사용하는 것이며, 데이터의 송·수신시 제어 패킷동안 많은 에너지를 소비하기 때문에, 더 작고 효율적인 제어패킷을 필요로 한다. 마지막으로 idle 감지이다. 전송이 끝난 이후에도 노드들은 대부분의 시간을 idle 모드로 있게 된다. idle 모드는 다른 노드로부터 송신하는 신호를 확인하기 위해 있는 모드로써 거의 모든 에너지를 소모하는 것으로 확인되었다. 앞서 제시한 요인들은 센서망에서는 적합하지 않으며 이러한 에너지 요인들을 참고하여, 무선 센서망에 적합한 MAC프로토콜이 설계되어야 한다[3][4][5].

2. Sensor-MAC프로토콜 기능

센서를 위한 MAC프로토콜을 설계하기 위해서는 우선 앞서 언급한 충돌 방지, 오버헤어링 방지, 아이들 탐지에서 발생하는 심각한 에너지 소모를 줄여야 한다. 이러한 요구들을 충족하기 위해서 서로간의 노드가 같은 휴면 스케줄을 활용하여 한꺼번에 메시지를 전송 받는 메시지 패싱의 개념을 이용해보기로 한다. 메시지 패싱은 한꺼번에 긴 메시지를 작게 나누어서 보내는 기법을 의미하며, 그림에서 보는 것과 같이 다음과 같은 과정을 거치게 된다[9][10].

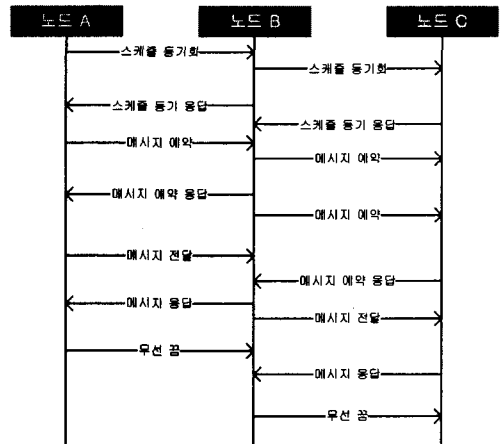


그림 1 메시지 패싱 과정
Fig.1 Message passing process

노드 A, B, C가 있을 경우, 노드 A는 B로 전송하며 노드B는 노드C로 전송할 경우, 먼저 노드 A는 노드와 자신의 휴면 스케줄을 동기화 하게 된다. 그후 노드 B는 노드 A와 스케줄 동기화를 하게 되며, 스케줄 동기 응답후, 다시 노드 B는 자신의 스케줄 정보를 노드C에게 전송하게 된다. 그리하

여 노드 C는 다시 자신의 스케줄 동기를 보내게 되며, 서로간의 노드 A, B, C의 스케줄 동기가 맞추어지게 되면, 메시지를 보내기 위해 메시지 예약을 하게 되며, 각각의 노드에 응답메세지가 전송되면, 전송을 시작한 후 자신의 메시지 전달이 끝나면 무선을 꺼서 에너지 소비를 줄이게 된다. 각각의 노드들은 서로 다른 시간에 전원이 꺼지게 되며, 노드 각각의 에너지 소비를 줄일 수 있게 되며, 메시지 예약을 하기 때문에 서로간의 충돌도 피할 수 있게 되었다. 하지만 불특정한 트래픽 이 생길시 무선을 끈다고 되어 있지만, 확실히 끄지는 못하며, 얼마간의 최소한의 불특정한 트래픽을 듣기위한 에너지를 남겨두고 idle 상태로 들어가게 된다 [2][4].

III. 시뮬레이션 환경

1. 시뮬레이션 환경

시뮬레이션 환경은 위의 표 1 시뮬레이션 설정 값과 같이 구성 되어 있다. 소비 전력 모델과 노드 모델은 많은 실험에서 구현되고 있는 Mote의 파라메타의 설정 값을 구현했으며, 기존의 CSMA/CA 와 Sensor-MAC 프로토콜과 비교하여 에너지 측면에서 확인 한다.

표 1. 시뮬레이션 설정값
Table 1. Simulation parameter

채널 타입	WirelessChannel
무선 전파 모델	TwoRayGround
네트워크 인터페이스	WirelessPhy
MAC 타입	SMAC, IEEE 802.11
링크 모델	LL
안테나 모델	OmniAntenna
큐 갯수	50개
크기	150m X 150m
라우팅 모델	AODV
응용 모델	Application/Traffic/Pareto
송신 패킷 소비전력	4.5mA
수신 패킷 소비전력	12mA
휴면 소비 전력	5µA
노드 수	4개
실험시간	300초

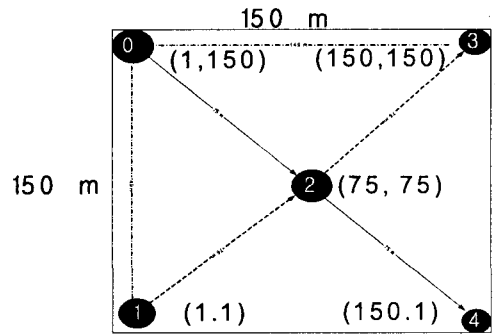


그림 2 실험 환경 토폴로지
Fig.2 Experimental environment topology

2. Topology

토폴로지는 그림 2와 같이 2개의 홉 망에서 소스 노드 0번 과 1번과 싱크 노드 3번 4번을 설정하게 되며, 2번을 통과하여 모든 전송이 이루어지며, 각 노드들은 서로 인지 할 수 없도록 전파거리를 두어 진행시키기로 한다. 각각 10개의 메시지를 생성해서 보내게 되며 각 메시지는 10개 조각화를 거치게 되며, 각 조각은 40byte를 가진다. 시뮬레이션 측정은 각 정해진 패킷에 따른 각각의 노드의 전체 에너지 소비를 측정하게 되며, 총 처리된 패킷의 수를 계산하여 처리율로 계산하도록 유도한다 [6][7][8].

3. 시뮬레이션 결과

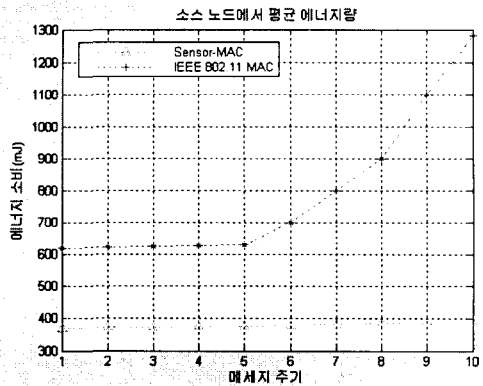


그림 3 각 소스 노드에서 측정된 에너지 소비
Fig.3 Measuring energy consumption to each source node

위 실험은 2개의 MAC 프로토콜에서 실험되었으

며, 결과 그래프는 Sensor-MAC프로토콜과 IEEE 802.11 MAC프로토콜으로 나타내었다.

그림 3에서는 두 개의 소스노드로부터 평균 에너지 소비측정을 보여주며, 그래프에서 살펴보면 10개의 메시지가 발생되는 동안 Sensor-MAC프로토콜은 평균적인 에너지 소비 값을 보이게 되며, 주기적인 휴면과 탐지에 의한 것임을 알 수 있으며, IEEE 802.11 MAC프로토콜과 같은 경우에는 가파른 직선을 가리키며, 센서 노드에서는 급격한 에너지 변화가 생긴다는 것을 알 수 있다.

그림 4에서는 중간 노드 2번을 거쳐 가면서 발생하는 에너지 소비이며, 소스노드에 비해 많은 에너지 소비가 야기됨을 알 수 있다. 그러나 IEEE 802.11 MAC 프로토콜과는 달리 스케줄 관리와 메시지 패싱을 이용 하였을 때 중간 노드에서도 소스노드보다는 에너지를 많이 줄일 수 있다는 것을 알게 된다. 즉 트래픽 상태가 적을 때는 많은 차이점을 보이지 않는다. 하지만 트래픽이 많아짐에 따라 점점 에너지 소비가 증가 한다는 것을 알 수 있다.

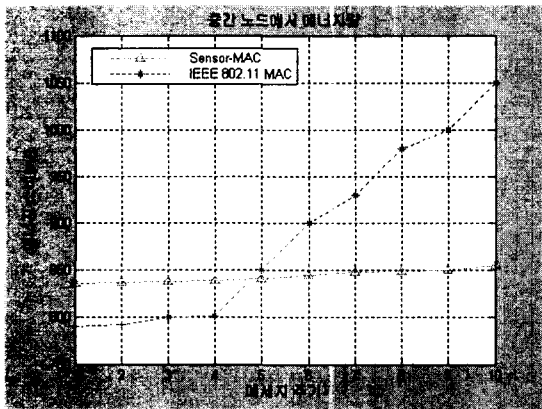


그림 4 중간 노드에서 측정된 에너지 소비
Fig.4 Measuring energy consumption to inner node

IV. 결 론

본 논문에서는 무선 센서 망에서 구현되는 새로운 MAC프로토콜을 보여주며, 이러한 Sensor-MAC프로토콜의 에너지 소비를 줄이기 위해 시도된 주기적인 탐지와 휴면과 메시지 패싱은 IEEE 802.11 MAC프로토콜과 비교 했을 때 매우 좋은 에너지 소비 특성을 보여줌을 볼 수 있었다. 센서 네트워크 환경은 어떠한 응용 서비스가 지원될지

모르기 때문에 차후 망의 실시간 혹은 비 실시간 트래픽과 망의 크기가 커짐에 따라 생기는 문제점들에 대해 연구가 추가적으로 해야 한다.

참고문헌

- [1] LAN MAN Standards Committee of the IEEE Computer Society, Wireless LAN medium access control (MAC) and physical layer (PHY) specification, IEEE, New York, NY, USA, IEEE Std 802.11-1997 edition, 1997.
- [2] Mark Stemm and Randy H Katz, "Measuring and reducing energy consumption of network interfaces in hand-held device," IEICE Transactions on Communications, vol. E80-B, no. 8, pp. 1125 - 1131, Aug. 1997.
- [3] Wei Ye, John Heidemann and Deborah Estrin, "An Energy-Efficient MAC Protocol for Wireless Sensor Networks," Proc. of 12th IEEE International Conference on Computer Networks, INFOCOM 2002, New York, NY, USA, June 2002.
- [4] Sung Park, A savvides & M B Srivastava, "Simulating Networks of Wireless Sensors", Proceedings of the 2001 Winter Simulation Conference.
- [5] S. Singh and C.S. Raghavendra, "PAMAS: Power aware multi-access protocol with signalling for ad hoc networks," ACM Computer Communication Review, vol. 28, no. 3, pp. 5 - 26, July 1998.
- [6] TinyOS Website, <http://www.tinyos.net>.
- [7] 서창수, 김재훈, 고영배, "무선 센서 네트워크에서의 에너지 효율적 MAC 프로토콜, 한국정보과학회 춘계 학술발표논문집, 2004.4.
- [8] Holger Karl and Andreas Willig and Adam Wolisz(Eds.), "Wireless Sensor Networks" First European Workshop, EWSN 2004 Berlin, Germany, January 2004 Proceedings.
- [9] Alec Woo and David Culler, "A transmission control scheme for media access in sensor networks," in Proceedings of the ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking,

Rome, Italy, July 2001, ACM.

- [10] V. Bharghavan, A. Demers, S. Shenker, and L. Zhang, "Macaw: A media access protocol for wireless lans," in Proceedings of the ACM SIGCOMM Conference, 1994.

저자소개

김동일(Dong Il Kim)

1992년 2월 광운대학교 대학원 정보통신공학과 박사
1983년 3월~1991년 8월 LG정보통신연구소 실장
1998년11월~1999년12월 ETRI 초빙연구원
1997년 2월~2001년 1월 한국해양정보통신학회 홍보, 기획상임이사
1991년 9월~2003년 동의대학교정보통신공학과 교수
2003년 8월~2003년 동의대학교 전산정보원장
2000년 2월~2003년 현재 한국통신학회 논문지 편집위원
2003년 2월~2003년 현재 대한전자공학회 논문지 편집위원
2004년~현재 동의대학교 정보통신공학과 교수
※관심분야 : 무선망 프로토콜, 차세대통신망



송창안(Chang an Song)

2003년 2월 영산대학교 소프트웨어 전공 졸업(공학사)
2004년~현재 동의대학교 정보통신공학과 대학원재학
※관심분야 : 에드혹, 센서네트워크, 무선망 프로토콜 성능분석, 데이터 통신

석, 데이터 통신