

WSN에서 프리앰블 다이내믹을 이용한 비동기 MAC 프로토콜 연구

한현호¹, 홍영표², 이상훈^{3*}
¹광운대학교 정보콘텐츠대학원, ²한국국제대학교, ³광운대학교 교양학부

A Study on Asynchronous MAC Protocol with Dynamic Preamble Length in Wireless Sensor Networks

Hyeon-Ho Han¹, Yeong-Pyo Hong² and Sang-Hun Lee^{3*}

¹Kwangwoon University Graduate School of Information Contents

²International University of Korea

³Kwangwoon University General Education

요 약 무선 센서 네트워크에서 에너지 소비를 줄이기 위한 MAC 프로토콜의 연구가 진행되어 왔다. 비동기 MAC Protocol에서 Preamble의 Overhearing과 Idle listening으로 인해 불필요한 에너지가 소모 된다. 본 논문에서는 Preamble 구조에서 목적지 주소와 Preamble의 종료 시간, 전송될 데이터 길이 정보를 포함하여 Preamble Overhearing과 Data Overhearing을 감소시키고 Data의 발생 유무에 따라 Dynamic 값을 변경하여 Check Interval의 길이를 조절하는 DPL(Dynamic Preamble Length)-MAC 프로토콜을 제안하였다. 그리고 기존의 비동기 방식의 무선 센서 네트워크 MAC 프로토콜들과 본 논문에서 제안한 DPL-MAC 프로토콜을 시뮬레이션 하여 에너지 소모를 비교 분석하였다.

Abstract MAC protocol has been studied for reducing energy consumption in wireless sensor networks. The overhearing and idle In the existing asynchronous MAC Protocol will occur due to unnecessary energy consumption. In this paper, to solve these problems, the Preamble to change the structure of the destination address, the Preamble of the end times, the data including the length of the Preamble and Data Overhearing reduce the length of the Check Interval Data generated according to the presence of the Dynamic Value dynamically adjustable by changing the DPL (Dynamic Preamble Length)-MAC protocol was proposed. Moreover, the existing asynchronous MAC protocol of wireless sensor networks and DPL-MAC protocol proposed in this paper to simulate the energy consumption and latency were assessed in terms of comparative analysis.

Key Words : Wireless Sensor Network, MAC Protocol, Dynamic, Preamble, Energy

1. 서론

유비쿼터스 컴퓨팅의 핵심적인 기술 중 하나인 무선 센서 네트워크는 작은 센서들로 구성된 네트워크 환경이다. 센서 노드는 제한적인 CPU, 메모리, 배터리로 구성되며 이 센서 노드를 사물이나 사람 몸속에 설치하여 변화를 감지하고 그에 대한 Data를 사용자에게 알려주는 방식

으로 동작하게 된다[1].

센서 노드들은 배터리로 동작하고, 충전이나 교체가 어렵기 때문에 무선 센서 네트워크에서의 에너지 효율성은 매우 중요한 이슈이다. 노드들의 생존시간을 늘리기 위해 센서 네트워크에서 사용되는 프로토콜은 에너지 효율적으로 설계되어야 한다[2].

무선 센서 네트워크 프로토콜은 크게 스케줄 기반 프

본 논문은 2010년도 광운대학교 교내 학술 연구비 지원에 의해 연구 되었음

*교신저자 : 이상훈(leesh58@kw.ac.kr)

접수일 10년 08월 13일

수정일 10년 08월 30일

게재확정일 10년 09월 08일

로토크와 경쟁 기반 프로토크로 구분되어 있다. 이 중 경쟁 기반 프로토크로는 동기 방식과 비동기 방식으로 나뉘게 된다.

동기 방식은 Data 전송을 위해 모든 노드들의 주기를 맞추고 Data를 주고받는 노드들을 확인 한 후 Data 송수신을 하게 된다. 이런 절차를 갖게 되어 이로 인한 프로토크 오버헤드가 발생하게 되고 프로토크를 유지하기 위한 에너지 소모가 많게 된다. 대표적으로는 S-MAC (Sensor -Medium Access Control)과 T-MAC (Timeout -MAC)이 있다[3-5].

비동기 방식은 각 노드들의 주기를 맞추 필요 없이 개별적으로 일정 주기마다 일어나서 채널의 상태를 확인하는 방법이다. 송신노드가 채널에 Long Preamble을 보내게 되고 수신노드는 그 신호를 읽고 Data 통신을 하도록 하는 방식이다. 하지만 Preamble Sampling 기법을 사용하는 비동기 MAC 프로토크로는 인근노드들이 Preamble과 Data 전송구간에 Overhearing 하기가 쉽다. 대표적으로는 B-MAC (Berkeley -MAC)과 X-MAC (Short Preamble-MAC)이 있다.

본 논문에서는 비동기 방식의 무선 센서 네트워크 MAC 프로토크에서의 이와 같은 Overhearing 문제를 해결하기 위해 Preamble의 구조를 변경하고 목적지 주소와 Preamble의 종료 시간, 데이터의 길이를 포함하여 Preamble과 Data의 Overhearing을 감소시키고 Check Interval의 길이를 Data의 발생 유무에 따라 Dynamic 값을 변경하여 동적으로 조절 가능한 DPL (Dynamic Preamble Length-MAC) 프로토크를 제안하였다.

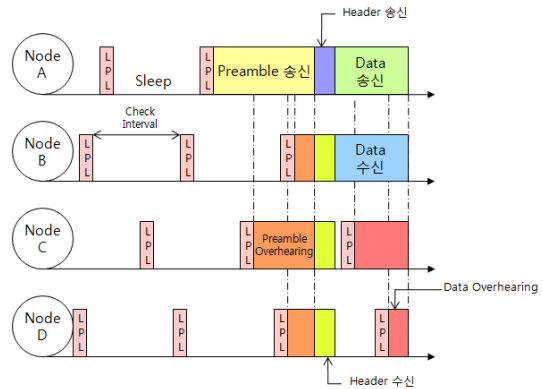
2. 기존 비동기 MAC 프로토크

2.1 B-MAC(Berkeley-MAC) 프로토크

비동기 방식으로 동작하는 대표적인 무선 센서 네트워크 MAC 프로토크인 B-MAC은 노드들이 Check Interval 간격으로 각각 다른 시간에 깨어난 뒤, 채널에 유효한 신호가 있는지 여부를 확인하는 LPL(Low Power Listening) 동작을 수행하는 방식으로 동작한다[6].

Data를 송신할 노드는 먼저 LPL동작을 수행하여 채널의 상태를 확인한 후 채널에 유효한 신호가 없다면 모든 인근노드들이 알 수 있도록 Check Interval보다 긴 Preamble을 사용하여 알린 후, 전송하고자 하는 Data 프레임의 송신하게 된다. Preamble을 수신한 노드들은 자신이 수신대상인지를 확인하기 위해 Preamble 신호의 종료 후 뒤이어 전송되는 Data Header에 포함된 목적지주소를 수신하여 확인한 후 수신대상이라면 수신을 유지하여

Data를 수신하고, 수신대상이 아니라면 Sleep 모드로 전환하는 형태로 동작하게 된다.



[그림 1] B-MAC 프로토크의 동작 과정

이러한 B-MAC 프로토크로는 그림 1과 같이 인근노드에 게 전송할 Data가 있음을 알리기 위해 Check Interval 보다 긴 Preamble이 사용되어야 하는 단점이 있다. 그리고 Preamble을 수신한 노드들은 Preamble 신호에 이어서 전송되는 Data Header에 포함된 목적지주소를 수신할 때까지 수신을 유지하게 되는데 이로 인한 Overhearing이 발생하게 된다. 게다가 인근노드들은 뒤이어 전송되는 Data의 길이를 모르기 때문에 Data가 전송되고 있는 시점에서 수신노드들을 제외한 다른 노드들이 깨어나게 되면 채널에 유효신호가 있기 때문에 자신이 목적지 노드인가를 확인하기 위해 Data Header를 수신할 때까지 지속적으로 듣게 되는 Data Overhearing을 하게 된다[7].

이러한 B-MAC은 노드간 동기를 맞추는 절차가 없기 때문에 구조가 단순하고 센싱 주기가 길거나 센서노드들의 밀도가 낮은 경우에 효과적으로 동작하는 것으로 알려져 있지만 Overhearing으로 낭비하는 에너지가 큰 문제점이 있다.

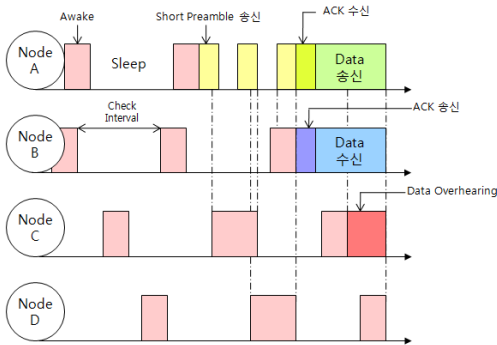
2.2 X-MAC(ShortPreamble-MAC) 프로토크

X-MAC 프로토크로는 기존 B-MAC에서의 문제점으로 지적된 Overhearing 문제를 해결하기 위해 Long Preamble을 사용하는 대신 목적지 주소가 포함된 Short Preamble을 송신하고 일정시간 수신대기 모드로 전환하는 것을 반복하여 Preamble Overhearing을 감소시켰다.

X-MAC은 노드들이 Check Interval 간격으로 채널에 유효한 신호가 있는지 여부를 확인하는 Awake 동작을 수행하게 된다. 데이터를 송신할 노드는 채널의 상태를 확인하여 채널에 유효한 신호가 있는지 확인을 하고 없다면 최소

한 의 Preamble과 목적지 주소가 포함된 Short Preamble을 전송하고 수신노드의 ACK 신호를 받기 위해 일정시간동안 수신대기 모드로 전환하는 것을 반복한다[8].

송신노드를 제외한 나머지 노드들은 하나의 완전한 Short Preamble을 수신할 때 까지 수신하고 Short Preamble에 포함된 목적지 주소를 확인 후 목적지 노드가 아닌 노드는 Sleep 모드로 전환하여 이후에 전송되는 Short Preamble을 수신하지 않도록 하고 목적지 노드라면 ACK 신호를 송신노드에게 전송하여 자신이 목적지 노드인 것을 알리고 데이터를 수신할 준비를 한다.



[그림 2] X-MAC 프로토콜의 동작 과정

송신노드가 ACK신호를 받게 되면 더 이상 Short Preamble을 전송하지 않고 데이터 송신을 한다.

X-MAC 프로토콜은 그림 2와 같이 Short Preamble을 수신한 수신노드가 ACK신호를 보낸 뒤 바로 Data 송신이 일어나므로 Preamble을 전송하는데 소요되는 에너지를 절약하고 하나의 완전한 Short Preamble을 수신한 뒤 수신대상이 아니라면 바로 Sleep 모드로 전환하여 Overhearing을 하지 않게 된다.

그러나 X-MAC 프로토콜에서 Awake구간의 길이는 송신노드가 수신노드의 ACK을 받기 위한 수신대기모드보다 길어야 하는 문제점이 있다. 이로 인해 채널이 지속적으로 Idle한 상태라면 기존 B-MAC의 LPL동작보다 큰 에너지를 소모하게 된다. 그리고 Data Overhearing의 문제가 여전히 남아있다.

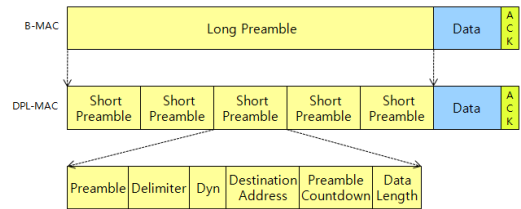
3. 제안하는 DPL-MAC 프로토콜

기존 프로토콜들은 Idle listening, Preamble과 Data Overhearing등으로 인해 불필요한 에너지를 소모하였다. 그로인해 무선 센서 네트워크에서 중요시 되는 부분 중 하나인 에너지 효율 문제가 발생하게 된다[9,10].

본 논문에서 제안하는 DPL-MAC(Dynamic Preamble Length-MAC)은 이와 같은 불필요한 에너지 소모 문제를 해결하기 위해 Preamble 구조를 변경하여 좀 더 에너지 효율적으로 동작 할 수 있도록 하였다.

3.1 DPL-MAC의 Preamble 구조

DPL-MAC 프로토콜의 Preamble 구조는 기존 B-MAC 프로토콜에서의 Long Preamble을 Short Preamble로 나누고 그 안에 목적지 주소, Preamble 신호의 종료 시간, Data 전송 시간, 다음 Check Interval의 길이 등을 알 수 있는 정보를 포함하여 Long Preamble 길이만큼 연속해서 전송하는 방식으로 에너지 소모를 줄이게 된다.

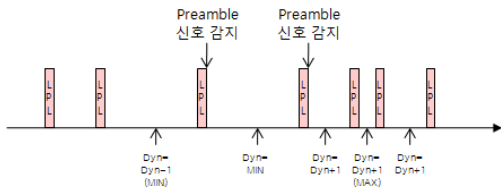


[그림 3] B-MAC과 DPL-MAC의 Preamble 구조

이 중 Dyn 값은 다음 Check Interval의 길이를 조절하는 값으로써 송신노드를 제외한 모든 노드들이 하나의 완전한 Short Preamble을 수신하고 가장 먼저 Dyn값을 재설정하여 다음 Check Interval의 길이를 변경하도록 한다. 그리고나서 Destination Address값을 통해 자신이 목적지 노드인지 확인하게 되고 Preamble Countdown과 Data Length를 통해 Preamble신호가 종료되는 시점과 데이터 전송이 종료되는 시점을 알 수 있으므로 기존의 비동기 MAC 프로토콜의 문제점이었던 Overhearing 문제를 해결할 수 있다.

3.2 DPL-MAC의 Check Interval

DPL-MAC의 Check Interval은 그림 4와 같이 채널에 유효신호가 없고, 보낼 데이터가 없다면 자신의 Dyn값을 감소시켜 다음 Check Interval의 길이를 늘이게 되고 자신이 보낼 데이터가 있다면 자신의 Dyn값을 증가시킨 후 Preamble을 전송하여 다음 Check Interval의 길이를 줄이도록 하였다. 채널에 유효신호가 있는 경우 Short Preamble을 수신하여 송신노드의 Dyn값으로 재설정하여 Check Interval의 길이를 조절하도록 하였다.

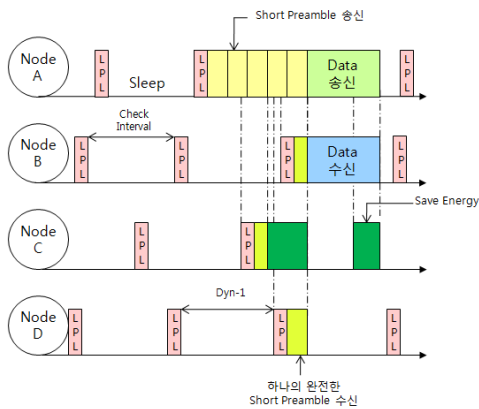


[그림 4] DPL-MAC 프로토콜의 Check Interval 변화

이러한 Check Interval의 변화를 통해서 데이터가 밀집된 경우에는 Check Interval이 짧기 때문에 전송할 Preamble의 길이가 짧게 되어 에너지 소모가 감소한다. 채널이 지속적으로 Idle한 경우는 Check Interval의 길이가 늘어나기 때문에 채널을 확인하는 LPL 동작을 수행하는 횟수가 줄어들게 되어 좀 더 에너지 소모를 줄일 수 있다.

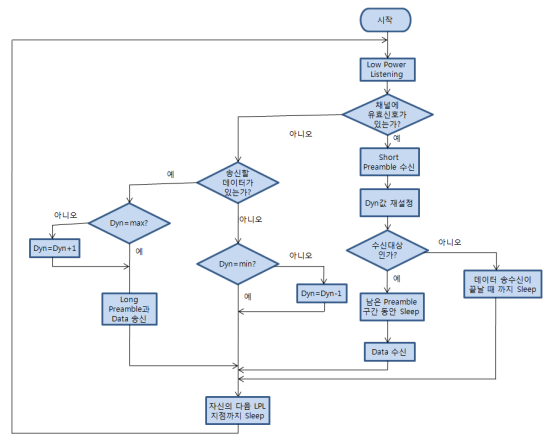
3.3 DPL-MAC의 동작 과정

DPL-MAC 프로토콜에서의 노드는 먼저 채널의 상태를 확인 한 후 채널에 유효신호가 없고 전송할 Data가 없다면 Dyn 값을 감소시켜서 다음 Check Interval 길이를 늘이고 전송할 Data가 있다면 자신의 Dyn 값을 증가시킨 후 Long Preamble를 전송한다.



[그림 5] DPL-MAC 프로토콜의 동작 과정

깨어나는 노드들은 송신노드의 Long Preamble 중 하나의 완전한 Short Preamble을 들을 때 까지 수신한다. Short Preamble을 들은 노드는 Dyn 값을 확인하여 송신 노드에서 보내온 값으로 재설정해서 다음 Check Interval의 길이를 조정하고, 목적지 주소를 확인하여 자신이 수신노드가 아니라면 Short Preamble에 포함된 Preamble 신호의 종료 시간과 Data 전송 시간만큼 Sleep하게 된다. 수신노드라면 Preamble 신호의 종료 시간까지 슬립하고, 다시 일어나서 Data를 수신하게 된다.



[그림 6] DPL-MAC의 순서도

그림 5와 같이 기존의 B-MAC Protocol의 Preamble Overhearing과 Data Overhearing, X-MAC의 Data Overhearing을 줄여서 에너지 소모를 줄였다. 그림 6은 DPL-MAC으로 동작하는 노드의 동작 과정을 순서대로 나타낸 그림이다.

3.4 수학적 모델링

다음 표 1은 DPL-MAC 프로토콜의 총 소모 에너지 량을 분석하기 위해 정의한 parameter이다.

[표 1] DPL-MAC의 정의된 parameter

E_{RI}	라디오를 초기화하는데 소모하는 에너지
T_{RI}	라디오를 초기화하는데 소요되는 시간
E_{RO}	라디오를 켜는데 소모하는 에너지
T_{RO}	라디오를 켜는데 소요되는 시간
E_{RS}	라디오를 샘플링하는데 소모하는 에너지
T_{RS}	라디오를 샘플링하는데 소요되는 시간
E_{RE}	라디오의 상태를 평가하는데 소모에너지
T_{RE}	라디오의 상태를 평가하는데 소요시간
E_R	수신 시 소모되는 에너지
E_T	송신 시 소모되는 에너지
E_S	수면 시 소모되는 에너지
T_{DYN}	Dynamic 값에 의한 Preamble의 전송시간
T_D	Data를 전송하는데 소요되는 시간
T_{SP}	Short Preamble을 수신하는 시간
T_S	수면모드 시 다음 동작까지 수면시간
P_T	데이터를 전송할 확률
P_R	데이터를 수신할 확률
P_S	수면모드일 확률

DPL-MAC 프로토콜의 에너지 효율을 분석하기 위해 데이터 송신, 수신, Sleep상태에서의 소모 에너지 량을 수식으로 나타내었다.

DPL-MAC의 소모하는 에너지 량을 분석하면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

3.4.1 데이터를 전송할 경우

$$E_{DPL-Transmit} = (E_{LPL} + E_{T_Preamble} + E_{T_Data})P_T$$

$$E_{LPL} = E_{RS}T_{RS} + E_{RE}T_{RE} \quad (1)$$

$$E_{Preamble} = E_T T_{DYN}$$

$$E_{Data} = E_T T_D$$

3.4.2 데이터를 수신할 경우

$$E_{DPL-Receive} = (E_{LPL} + E_{R_Preamble} + E_{R_Data} + E_{R_Sleep})P_R$$

$$E_{LPL} = E_{RS}T_{RS} + E_{RE}T_{RE} \quad (2)$$

$$E_{R_Preamble} = 1.5E_R T_{SP}$$

$$E_{R_Data} = E_R T_D$$

$$E_{R_Sleep} = E_S(T_S - 1.5T_{SP})$$

3.4.3 송수신할 데이터가 없는 경우

$$E_{DPL-Sleep} = E_{LPL} + E_{S_Sleep} \quad (3)$$

$$E_{LPL} = E_{RS}T_{RS} + E_{RE}T_{RE}$$

$$E_{S_Sleep} = E_S T_S$$

3.4.4 총 소모 에너지 량

$$E_{DPL-MAC} = E_{RI}T_{RI} + E_{RO}T_{RO} + E_{DPL-Transmit} + E_{DPL-Receive} + E_{DPL-Sleep} \quad (4)$$

4. 비교 분석 및 고찰

제안하는 DPL-MAC 프로토콜의 성능을 평가하기 위해 기존 비동기 방식의 MAC 프로토콜들과 시간당 에너지 소모량 관점과 데이터를 전송하는데 걸리는 시간을 MATLAB으로 비교 분석 하였다.

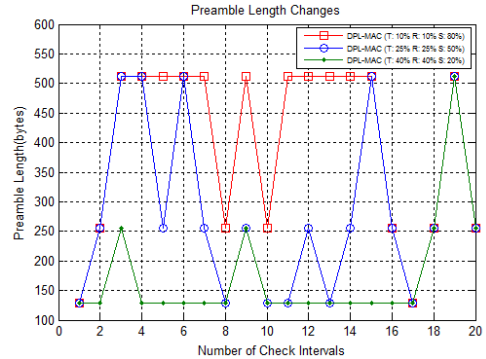
실험 환경은 다음 표 2과 같이 가정하였다.

[표 2] 실험 환경

Operation	Default	Time (s)
Initialize radio (mA)	6	350E-6
Turn on radio (c) (mA)	1	1.5E-3
Time to sample radio (mA)	15	350E-6
Evaluate radio sample (mA)	6	100E-6
Receive 1 byte (mA)	15	416E-6

Transmit 1 byte (mA)	20	416E-6
Sleep Current (mA)	0.03	
Voltage	3	
Short Preamble Length (bytes)	32	

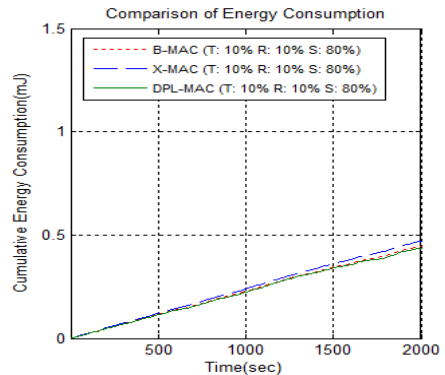
다음 그림 7은 Data의 발생 정도에 따른 Dynamic값의 변화로 인해 변경된 Preamble의 길이를 나타낸 그래프이다.



[그림 7] Data 발생 정도에 따른 Preamble 길이의 변화

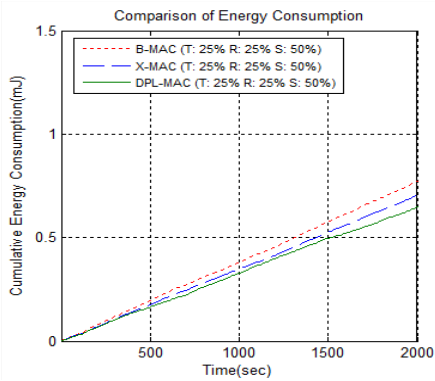
비교적 데이터 발생이 적은 경우, Dynamic값의 감소로 인해 Preamble의 길이가 지속적으로 최대길이인 것을 알 수 있으며, 이로 인해 LPL동작의 횟수를 좀 더 줄였고, 데이터 발생이 잦은 경우, Dynamic값의 증가로 인해 Preamble의 길이가 지속적으로 최소의 길이를 갖게 되어 전송하는 Preamble의 길이가 짧아 송신노드의 소모 에너지 량을 절감하였다.

에너지 누적 소모량 시뮬레이션 방식은 주변 상황이 랜덤하다고 가정할 때 B-MAC, X-MAC, DPL-MAC을 적용시키고 Data의 발생 정도에 따른 누적 에너지 소모량에 대해서 비교하였다.

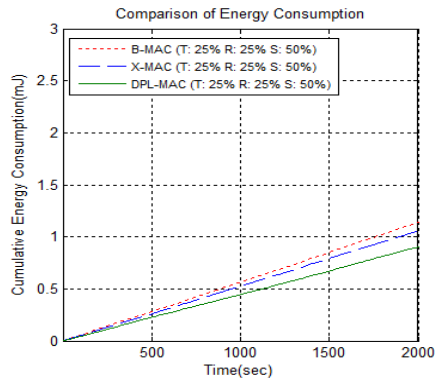


(T: Transmit, R: Receive, S: Sleep)

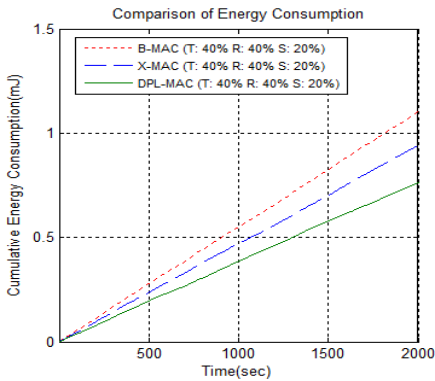
[그림 8] T: 10% R: 10% S: 80%일 때 누적 에너지 소모량 (Data Length: 100bytes)



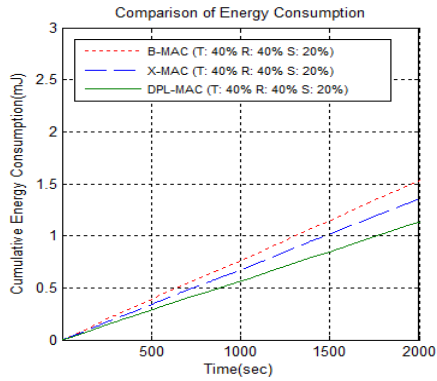
[그림 9] T: 25% R: 25% S: 50%일 때 누적 에너지 소모량 (Data Length: 100bytes)



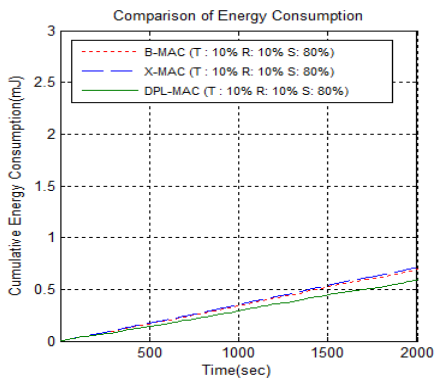
[그림 12] T: 25% R: 25% S: 50%일 때 누적 에너지 소모량 (Data Length: 200bytes)



[그림 10] T: 40% R: 40% S: 20%일 때 누적 에너지 소모량 (Data Length: 100bytes)



[그림 13] T: 40% R: 40% S: 20%일 때 누적 에너지 소모량 (Data Length: 200bytes)



[그림 11] T: 10% R: 10% S: 80%일 때 누적 에너지 소모량 (Data Length: 200bytes)

[표 3] 데이터 송수신 정도에 따른 에너지 절감 (Data Length: 100bytes)

T: Transmit R: Receive S: Sleep	DPL-MAC/B-MAC	DPL-MAC/X-MAC
T: 10% R: 10% S: 80%	3%	10%
T: 25% R: 25% S: 50%	15%	5%
T: 40% R: 40% S: 20%	32%	19%
평균	17%	11%

[표 4] 데이터 송수신 정도에 따른 에너지 절감 (Data Length: 200bytes)

T: Transmit R: Receive S: Sleep	DPL-MAC/B-MAC	DPL-MAC/X-MAC
T: 10% R: 10% S: 80%	15%	17%
T: 25% R: 25% S: 50%	21%	15%
T: 40% R: 40% S: 20%	26%	16%
평균	21%	16%

제안한 DPL-MAC 프로토콜은 기존 B-MAC, X-MAC 보다 Data의 발생 정도에 상관없이 에너지 효율이 좋은 것으로 나타났다. Data의 발생 빈도가 높을수록 에너지 절감율이 더욱 증가하는 것으로 나타났고 데이터의 길이가 긴 경우 평균적으로 에너지 절감율이 더 높은 것을 알 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 무선 센서 네트워크에서 중요한 이슈중 하나인 에너지 효율성을 증가시키기 위해 새로운 MAC 프로토콜을 제안하였다. 제안한 DPL-MAC은 기존의 B-MAC과 X-MAC의 문제점이었던 Overhearing 문제를 해결하고 Preamble의 길이를 동적으로 조절하여 Data가 밀집되거나 지속적으로 채널이 Idle한 상태에서도 효율적으로 동작할 수 있도록 하였다.

기존 B-MAC보다 에너지 절감율이 평균 17%, 21% X-MAC보다 평균 11%, 16%로 나타났다.

앞으로의 연구에서는 좀 더 넓고 복잡한 상황과 모델을 가정하여 보다 현실에 가까운 환경을 구성해 더욱 정확한 시뮬레이션을 하고, 보다 더 효율적인 프로토콜을 제안할 수 있도록 연구할 것이다.

참고문헌

- [1] R. Min, M. Bhardwaj, S. Cho, E. Shih, A. Sinha, A. Wang, and A. Chandrakasan, "Low power wireless sensor networks", VLSI Design, January 2001.
- [2] Muneeb Ali, Umar Saif, Adam Dunkels, "Medium Access Control Issues in Sensor Networks", ACS SIGOCOMM Computer Communication, pp.33-36, Vol 36, No 2, Apr. 2006.
- [3] W. Ye, J. Heidemann, and D. Estrin, "An energy-efficient MAC protocol for wireless sensor networks", In 21st Conference of the IEEE Computer and Communications Societies (INFOCOM), volume 3, pp. 1567-1576, June 2002.
- [4] T.van Dam And K. Langendoen, "An adaptive energy-efficient MAC protocol for wireless sensor networks", in Proc.ACM Sensys 2003, pp. 171-180, Nov. 2003.
- [5] Peng Lin, Chunming Qiao and Xin Wang, "Medium Access Control With A Dynamic Duty Cycle For Sensor Networks", Proceedings of the IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC), pp. 1534-1539, Atlanta, USA, Mar. 2004.

- [6] J. Polastre, J. Hill, and D. Culler, "Versatile low power media access for wireless sensor networks", in proc. Of the 2nd International Conference on Embedded Networked Sensor Systems, pp. 95-107, 2004.
- [7] K. Kredo II and P. Mohapatra, "Medium access control in wireless sensor networks," Computer networks, vol. 51. no 4, pp. 961-994, 2007.
- [8] M. Buettner, G. Yee, E. Anderson, and R. Han, "X-MAC: a short preamble MAC protocol for duty-cycled wireless sensor networks", in Proceedings of the 4th international conference on Embedded networked sensor systems, pp. 307-320, 2006.
- [9] 박재성, 이종용, 이상훈, "무선 센서 네트워크에서의 에너지 절감을 위한 SR패킷 MAC 프로토콜에 관한 연구", 한국산학기술학회 논문지, 제 11권, 제 5호, pp.1646-1652, 5월, 2010.
- [10] 한현호, 김진수, 이상훈, "무선 센서 네트워크에서 동적 프리앰블 길이를 갖는 비동기 MAC 프로토콜 연구", 2010년 한국산학기술학회 춘계 학술발표논문집, 제 11권, 제 1호, pp. 41-44, 5월, 2010.

한 현 호(Hyeon-Ho Han)

[준회원]



- 2009년 2월 : 광운대학교 컴퓨터 공학과 졸업(공학사)
- 2009년 3월 ~ 현재 : 광운대학교 정보통신대학원 재학

<관심분야>

무선 네트워크, 3D영상처리

홍 영 표(Yeong-Pyo Hong)

[정회원]



- 1981년 2월 : 광운대학교 전자계산학과 졸업(이학사)
- 1985년 2월 : 광운대학교 대학원 졸업(공학석사)
- 2003년 2월 : 국립경상대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학박사)
- 2009년 2월 : 가톨릭대학교 보건대학원 졸업(보건학 석사)
- 1985년 3월 ~ 2003년 2월 : 진주전문대학 부교수
- 2003년 3월 ~ 2008년 2월 : 진주국제대학교 교수
- 2008년 3월 ~ 현재 : 한국국제대학교 교수

<관심분야>

의료정보학, U-health care, 원격진료, 무선네트워크

이 상 훈(Sang-Hun Lee)

[종신회원]



- 1983년 2월 : 광운대학교 응용전자 공학과 졸업(공학사)
- 1987년 8월 : 광운대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
- 1992년 2월 : 광운대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사)
- 1992년 3월 ~ 현재 : 광운대학교 정교수
- 2001년 ~ 2007년 : 세계기능경기대회(심사위원)
- 2006년 ~ 2007년 : 서울특별시 기능경기위원회(기술위원장)
- 2010년 3월 ~ 현재 : 광운대학교 교양학부장

<관심분야>

무선인터넷, 무선네트워크, USN, 영상인식, 3D영상처리