

CASMAC(상황인식 센서 매체접근제어 프로토콜) : USN 환경을 위한 에너지 효율적 MAC 프로토콜

정회원 주영선*, 정민아*, 이성로**

CASMAC(Context Aware Sensor MAC Protocol) : An Energy Efficient MAC Protocol for Ubiquitous Sensor Network Environments

Young-Sun Joo*, Min-A Jung*, Seong-Ro Lee** *Regular Members*

요 약

본 논문에서는 유비쿼터스 센서네트워크(USN, Ubiquitous Sensor Network) 환경을 위한 에너지 효율적 상황인식 매체접근제어(MAC, Medium Access Control) 프로토콜을 제안한다. 제안한 CASMAC(Context Aware Sensor MAC)은 상황정보를 이용하여 에너지 효율적으로 동작한다. CASMAC의 동작원리는 사전에 예측 가능한 상황을 시나리오로 작성하여 설정한 상황정보를 서버에 저장하며, 특정 센서 노드에서 이벤트가 발생할 경우, 그 이후부터 3회의 샘플 데이터를 서버로 전송한다. 서버는 전송 받은 샘플 데이터를 기 설정된 상황정보에 따라 처리한다. 만약 샘플 데이터가 이벤트로 처리되면, 서버는 해당 노드로 지속적인 데이터 전송 요청 신호를 보내 데이터를 전송 받고, 데이터 전송을 더 이상 원하지 않으면 데이터 전송 중지 요청 신호를 보낸다. 또한 이벤트가 아니라고 처리할 경우에는, 무응답을 통해 샘플 데이터를 무효 처리한다. CASMAC의 성능 분석을 위해, 에너지 소모 테이블을 작성하여 에너지 소모 모델을 도출하였고, 모의 실험을 수행하였다. 그 결과 SMAC 대비 약 5.7 퍼센트의 에너지 소모 감소를 통한 성능 개선 효과를 얻었다.

Key Words : CASMAC, Context-Aware, MAC Protocol, USN, Energy Efficiency

ABSTRACT

In this paper, we propose an energy-efficient MAC(Medium Access Control) protocol for processing context information in ubiquitous sensor network environments. CASMAC(Context Aware Sensor MAC) use context information for energy-efficient operation and its operation principle is as follows. First, we make scenarios with possible prediction for CASMAC. And then we save setted context information in server. When event occur at specific sensor node, and then it send three times sample data to server. According to context information, server process sample data. If server process sample data with event, it receive continuous data from event occur node by a transmission request signal. And then server send data transmission stop signal to event occur node when it do not need to data. If server process sample data with no event, it have not reply. Through we make energy consumption tables and an energy consumption model, we simulate analysis of CASMAC performance. In a result, we gains about 5.7 percents energy reduction compared to SMAC.

※ 본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술진흥원의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과(3차년도)와 본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음(IITA-2009-C1090-0902-0010)의 연구결과로 수행되었습니다.

* 목포대학교 컴퓨터공학전공(joodda@mokpo.ac.kr, majung@mokpo.ac.kr),

** 목포대학교 정보전자공학전공(hanna100479@mokpo.ac.kr, srlee@mokpo.ac.kr)

논문번호 : KICS2009-08-344, 접수일자 : 2009년 8월 10일, 최종논문접수일자 : 2009년 11월 6일

I. 서론

유비쿼터스 센서네트워크(Ubiquitous Sensor Network, 이하 USN) 환경에서, 제한된 하드웨어 사양과 채널 사용 그리고 제한된 에너지공급원을 가진 센서 노드는 접근에 제한을 둘 수 밖에 없다. 이를 조절하는 역할을 하는 것이 MAC 프로토콜이다⁷⁾. MAC 프로토콜 연구의 주요 이슈는 에너지 소모 문제이며, 대부분의 연구에서는 센서 노드들이 일반 모드와 저전력 모드를 반복적으로 수행하는 방식을 채택하고 있다. 또한 USN에서의 주요 에너지 소모 요인은 데이터 전송이고, 에너지 낭비의 주요 원인은 idle listening, collision, control packet overhead, overhearing 등이다¹¹⁾.

본 논문은 USN 환경을 위한 에너지 효율적 상황 인식 MAC 프로토콜을 제안한다. 제안하는 CSMAC(Context Aware Sensor MAC)은 특정 센서 노드에서 이벤트 발생 이후부터 임의로 정한 최소 기준인 3회의 샘플 데이터를 서버로 전송한다. 다음으로 서버는 샘플 데이터를 기존의 데이터와 비교하여 실제 이벤트 발생 여부를 판단한다. 이러한 과정을 거치는 이유는 기기의 일시적인 오류나 잡음으로 인해 잘못된 데이터가 전달될 수 있으며, 이로 인해 USN 환경에서 가장 큰 에너지 소모 요인인 데이터 전송이 불필요하게 발생되어 에너지 낭비를 가져와, 전체 네트워크의 수명을 단축시켜 성능 저하를 가져올 수 있기 때문이다. 만약 이벤트로 판단되지 않으면 응답을 하지 않음으로서 샘플 데이터를 무효 처리하고, 이벤트로 판단되면 서버는 해당 노드로 지속적인 데이터 전송을 요청하는 신호를 보낸다. 이후에 데이터 전송을 원하지 않으면, 데이터 전송 중지 요청 신호를 해당 노드로 전송하여 상황을 종료시킨다.

또한 CSMAC의 성능 평가를 위해 모의 실험을 수행하였다. 먼저 작성된 시나리오를 통해 상황 정보를 생성하고, 이를 바탕으로 에너지 소모 테이블을 작성하였다. 이 때, 이벤트 발생 이후부터 센서 노드가 3회의 샘플 데이터 전송을 하기 위해서는 총 10주기의 시간이 소요되며, 처음 주기에는 이벤트 발생 노드와 전달 노드 간에 데이터 전송을 위한 신호가 교환되고, 두 번째 주기에서는 데이터 전송이 일어난다. 다음으로는 여러 센서 노드를 임의로 배치하고, 서버 측에 베이스 노드를 부착하여 센서 노드들의 정보를 무선으로 받아 서버로 넘겨준다. 끝으로, 사용할 변수와 파라미터를 정리하여

CSMAC과 SMAC의 에너지 소모 모델을 도출하였고, 이를 바탕으로 모의 실험한 결과, CSMAC은 SMAC 대비 약 5.7 퍼센트의 에너지 감소 효과를 통한 성능 개선을 보였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 에너지 효율적 MAC 프로토콜에 관하여 관련연구를 수행한다. III장에서는 제안하는 CSMAC을 시나리오와 상황정보를 이용하여 설계하고, 에너지 소모 테이블을 작성하여, 이를 토대로 에너지 소모 모델을 도출한다. IV장에서는 모의 실험을 통해, CSMAC의 성능을 평가한다. 마지막 V장에서는 결론을 맺고 향후 연구 주제에 관해 기술한다.

II. 에너지 효율적 MAC 프로토콜

MAC 프로토콜의 연구는 시간동기화에 따라 동기방식과 비동기방식으로 나뉘며, 동기방식에는 SMAC과 TMAC, 그리고 비동기방식에는 BMAC이 대표적이다.

SMAC(Sensor MAC)은 동기방식의 대표적 MAC 프로토콜이며, 비활성화 구간인 sleep 모드와 활성화 구간인 listen 모드를 고정된 길이로 가지고, 이를 주기적으로 반복한다⁹⁾. 그림 1은 SMAC의 동작원리를 나타낸다. SMAC은 sleep 모드를 통한 에너지 효율성을 높일 수 있는 장점을 지니고 있으나, 수면기간 동안에는 신호를 수신할 수 없으므로, 데이터 전송의 지연이 생기는 단점이 있다.

TMAC(Time-out MAC)은 타이머를 이용하는 동기방식의 MAC 프로토콜이다.

그림 2는 TMAC의 동작원리를 나타낸다¹⁰⁾. TMAC은 경쟁구간의 길이와 RTS(Request To Send)

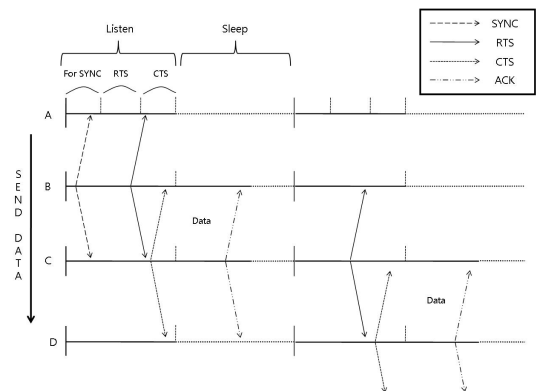


그림 1. SMAC 동작원리

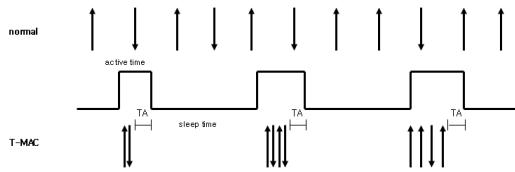


그림 2. T-MAC 동작원리

패킷의 길이 그리고 반환시간을 이용하여 활성화 구간인 listen 모드의 길이를 조절하는 TA라는 시간을 설정하고, 이 시간 내에 신호가 수신되지 않으면 바로 비활성화 구간인 sleep 모드로 들어간다. 하지만 TA를 정확하게 연기 힘들기 때문에 현실성이 없다.

BMAC(Berkeley MAC)은 비동기 방식의 대표적인 MAC 프로토콜이다^{[4],[6]}. BMAC은 프리앰블이라는 신호를 통하여 채널을 일정 주기로 샘플링하고 데이터 전송 요청이 있을 경우 이를 수신하고, 없을 경우에는 바로 sleep 상태로 들어간다. 프리앰블을 송출하는 시간 내에 이벤트가 감지되지 않으면 sleep 주기가 점점 길어진다. 그림 3은 BMAC의 동작원리를 나타낸다. BMAC은 비교적 구현이 간단하고, 트래픽이 적은 상황에 유리하나, 트래픽 양이 많아지면 overhearding의 증가로 에너지 소모가 증가하는 단점을 지니고 있다.

본 논문에서 제안한 CASMAC은 기존 MAC 프로토콜과 달리, 사전에 예측되는 상황을 시나리오로 작성하고 분석하여 생성된 상황정보를 기반으로 동작한다. 이후 서버는 센서 노드에서 전송된 샘플 데이터를 기존의 데이터와 비교하여 진위 여부를 판단하고, 꼭 필요한 경우에만 데이터 전송을 허용한다. 이를 통해 오류가 포함된 데이터로 인해 발생하

는 데이터 전송을 사전에 예방하여, 에너지 효율성을 증대시킨다.

III. CASMAC 설계

3.1 CASMAC 알고리즘

3.1.1 CASMAC(Context Aware Sensor MAC)

제안하는 CASMAC은 이벤트 환경과 SMAC을 기반으로 하며, 사전에 제공되는 상황정보(4가지)를 토대로 특정 상황에 맞춰 에너지 효율적으로 동작한다.

CASMAC에서의 이벤트는 센서 노드 이벤트와 베이스 노드 이벤트로 구분한다. 먼저 센서 노드 이벤트는 센서 노드에서 임계치 이상의 값을 센싱할 경우 이벤트로 인식하는 것이다. 센서 노드는 임계치 센싱 이후부터 3 의무 주기(duty cycle) 분량의 샘플 데이터를 서버로 전송하여, 베이스 노드로부터 지속적으로 데이터를 전송해 달라는 요청 신호가 오게 되면, 전송 중지 신호를 수신할 때까지 지속적으로 센싱 데이터를 전송한다. 베이스 노드로부터 데이터를 지속적으로 전송해 달라는 요청 신호를 받지 못하거나 전송 중지 신호를 수신하게 되면 모든 동작을 초기화한다.

다음으로 베이스 노드 이벤트는 이상치가 감지된 센서 노드로부터 전송된 샘플 데이터의 진위 여부를 기존의 데이터와 비교하여 판단하는 것이다. 이는 일시적인 기기의 이상이나 초자연적 현상에 의해 잘못 생성된 센싱값으로 인해 일어날 수 있는 에너지 낭비를 예방하고자 하는 것이다. 앞서 언급한 베이스 노드에서 거짓된 정보를 필터링하여 불필요한 데이터의 송수신을 차단하는 일련의 과정을 통해 에너지 소모를 줄일 수 있다. 만약 샘플 데이

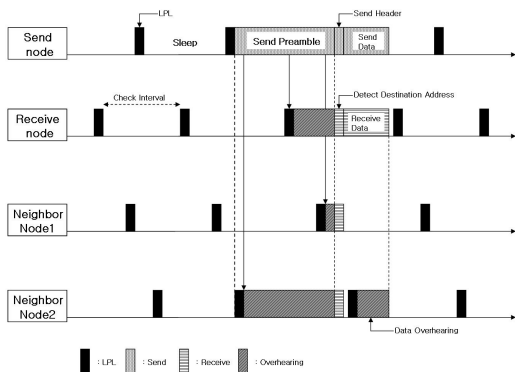


그림 3. BMAC 동작원리

상황정보 :

- i) 이벤트가 없을 시에는 일정시간 동안 listen 상태를 유지하고 바로 sleep 모드로 들어간다.
- ii) 이벤트 발생시, 센서 노드는 이벤트 발생 이후부터 3 회의 샘플 데이터를 서버로 전송한다.
- iii) 서버가 샘플 데이터를 이벤트로 판단하거나 사용자가 현재 상황의 모니터링을 요구시 데이터 전송 요청 신호를 보낸다. 이를 수신한 목적 노드에서는 지속적으로 데이터를 전송한다.
- iv) 데이터를 전송 받을 필요가 없다면 서버는 해당 노드로 데이터 전송 중지 신호를 전송하여, 데이터 전송을 중지시킨다.

터가 참으로 판단되면 베이스 노드는 해당 노드를 목적지로 하여 지속적인 데이터의 전송을 요구하게 되며, 이후에 데이터 전송을 더 이상 필요로 하지 않는 상황이 발생하면, 전송 중지 신호를 전송하여 데이터 전송을 중지시킨다. 샘플 데이터가 거짓으로 판단되면 무응답을 통해 해당 이벤트를 소멸시킨다. CASMAC을 위해 생성된 상황정보는 다음과 같다.

3.2 CASMAC 설계

센서 노드들은 에너지 절감을 위해 각 주기당 활성화 모드와 비활성화 모드를 반복하고, 데이터 미전송시에도 에너지 소모가 발생한다. 센서 노드 간의 데이터 전송을 위한 CASMAC의 동작은 총 두 주기에 걸쳐 일어나게 되며, 처음 주기에는 데이터 전송을 위한 신호 교환이 일어나고, 다음 주기에는 실제 데이터 전송이 일어난다. 상황정보를 토대로 에너지 소모 테이블을 작성하고 필요한 파라미터와 변수를 정의하여, 에너지 소모 모델을 도출하였다. 이러한 알고리즘에 의해 작성한 CASMAC의 에너지 소모 테이블은 표 1과 같다.

표 1에서 보는 바와 같이, A 노드에서 단일 이벤트가 발생하고, 1홉 간격의 이웃 노드로 이벤트 데이터를 전달한다. 가로축은 개별 노드를 나타내고 세로축은 주기를 나타낸다. 중간에 지연이나 데이터 유실이 발생하지 않는 완벽한 통신환경을 가정하고, 데이터를 주고 받는 노드 간의 모든 데이터 전송은 두 주기의 시간을 소요한다. 본 테이블에서는 에너지 소모를 두 가지 경우로 구분한다.

우선 테이블 안의 'N'은 이벤트 발생시의 데이터 전송을 위한 사전 신호 교환 혹은 이벤트 미발생시 채널 감시를 위해 라디오를 열어들 때 필요한 에너지 소모량을 나타낸다. 'E'는 데이터 송수신시의 에너지 소모량을 나타낸다. CASMAC 알고리즘은 이벤트 발생시 3회의 데이터 전송을 설정하고 있으며

표 1. CASMAC의 에너지 소모 테이블

주기	노드								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2	E	E	N	N	N	N	N	N	N
3	N	N	N	N	N	N	N	N	N
4	E	E	E	N	N	N	N	N	N
5	N	N	N	N	N	N	N	N	N
6	E	E	E	E	E	N	N	N	N
7	N	N	N	N	N	N	N	N	N
8	N	E	E	N	E	N	N	N	N
9	N	N	N	N	N	N	N	N	N
10	N	N	E	N	N	N	N	N	N

이는 총 10주기에 걸쳐 일어난다. 이에 따라 9×10의 에너지 소모 구간 중에서 15개의 'N' 구간과 75개의 'E' 구간이 발생한다. 같은 원리를 적용하여 다음 표 2와 같이 SMAC의 에너지 소모 테이블을 작성하였다.

표 2의 SMAC에서 이벤트 발생시에 해당 노드에서 지속적인 데이터 전송이 일어나고 있는 모습을 보여주고 있다. 이에 따라 21개의 'N' 구간과 69개의 'E' 구간이 발생한다. 이를 CASMAC의 에너지 소모 테이블과 비교한 결과 SMAC이 'E' 구간을 6개 더 가지게 되어 에너지 소모량이 더 많음을 확인하였다.

다음으로 CASMAC의 에너지 소모 모델링을 위해 필요한 변수와 파라미터를 표 3과 같이 정의하

표 2. SMAC의 에너지 소모 테이블

주기	노드								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2	E	E	N	N	N	N	N	N	N
3	N	N	N	N	N	N	N	N	N
4	E	E	E	E	N	N	N	N	N
5	N	N	N	N	N	N	N	N	N
6	E	E	E	E	E	N	N	N	N
7	N	N	N	N	N	N	N	N	N
8	E	E	E	E	E	N	N	N	N
9	N	N	N	N	N	N	N	N	N
10	E	E	E	E	E	N	N	N	N

표 3. 변수와 파라미터

변수 & 파라미터	설명
D_{event}	이벤트의 발생 여부(발생 1, 미발생 0)
F_{data}	CASMAC의 P_{data} 의 발생빈도(10주기동안)
F_{nodata}	CASMAC의 P_{nodata} 의 발생빈도(10주기동안)
F_{smac}	SMAC의 P_{data} 발생빈도(10주기 동안)
F_{nosmac}	SMAC의 P_{nodata} 발생빈도(10주기 동안)
P_{listen}	listen 모드시 초당 소비 전력(mw)
P_{sleep}	sleep 모드시 초당 소비 전력(mw)
P_{data}	데이터 전송시 노드 소모 전력(1주기당)
P_{nodata}	데이터 전송 미발생시 노드 소모전력(1주기당)
T_{cycle}	한 주기의 시간 길이(s)
T_{data}	데이터 전송시 listen 지속 시간(s)
T_{nodata}	데이터 전송 미발생시 listen 지속 시간(s)
CAS	CASMAC의 전체 노드 전력소모량(10주기당)
$SMAC$	SMAC의 전체 노드 전력 소모량(10주기당)

였다. 표 3에서 보는 바와 같이 이벤트 발생 여부를 0과 1로 구분하고, listen 모드와 sleep 모드시의 소비전력과 데이터 전송 발생시와 미발생시의 소비전력을 설정하며, CASMAC과 SMAC의 데이터 전송의 발생빈도와 한 주기의 시간 길이, 데이터 전송시와 미전송시의 listen 지속시간 그리고 각 MAC 프로토콜의 전체 노드 전력 소모량에 관한 파라미터를 설정한다.

다음으로 에너지 소모 테이블과 필요에 의해 정의한 파라미터와 변수를 토대로 모델링한 에너지 소모 모델은 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
 & \cdot Q = f(event, P, T, F...) \\
 & \cdot P_{nodata} = T_{nodata} * P_{listen} + (T_{cycle} - T_{nodata}) * P_{sleep} \\
 & \cdot P_{data} = (T_{nodata} + T_{data}) * P_{listen} + (T_{cycle} - (T_{nodata} + T_{data})) * P_{sleep} \\
 & \cdot CAS = \sum_{cycle=1}^{10} (D_{event} * (F_{data} * P_{data} + F_{nodata} * P_{nodata})) + (1 - D_{event}) * ((F_{data} + F_{nodata}) * P_{nodata}) \\
 & \cdot SMAC = \sum_{cycle=1}^{10} (D_{event} * (F_{smac} * P_{data} + F_{nosmac} * P_{nodata})) + (1 - D_{event}) * ((F_{smac} + F_{nosmac}) * P_{nodata})
 \end{aligned}$$

제시한 에너지 소모 모델에서 총 전력량 Q는 이벤트 발생 여부와 소비전력, 소비시간, 데이터 전송 여부에 따른 에너지 소모 구간 발생 빈도 등과 같은 변수들의 상관관계로 이루어져 있다. CASMAC의 에너지 소모 모델은 본 논문에서 제시한 상황정보 알고리즘을 적용함으로써, SMAC 에너지 소모 모델 보다 더욱 감소된 에너지 소모를 보인다.

IV. 성능평가

4.1 모의 실험 환경

본 논문에서 제안한 CASMAC의 성능 분석을 위해, 도출된 에너지 소모 모델을 사용하여 모의 실험하였고, 표 4에서 파라미터 설정값들을 제시하였다.

실험에 사용된 노드는 베이스 노드 1개를 포함하여 총 10개이며, 이중 말단의 센서 노드 9개는 1홉 간격으로 3×3의 격자 모양으로 배치하였다. 최대 전송거리는 1홉, 단일 홉 통신과 최적 경로 설정을 전제로 한다.

표 4. 모의 실험 파라미터 설정값

파라미터	설정값
F_{data}	15(times)
F_{nodata}	75(times)
F_{smac}	45(times)
F_{nosmac}	45(times)
P_{listen}	0.09(mw)
P_{sleep}	0.01(mw)
T_{cycle}	60(s)
T_{data}	25(s)
T_{nodata}	5(s)

4.2 모의 실험 및 성능 평가

에너지 소모 분석 모델을 통해 제한한 CASMAC의 에너지 소모량을 모의 실험 하였다. 이벤트 발생시 데이터의 전송이 일어남을 전제하여 변수 D_{event} 를 1로 설정하고 이벤트 미발생시에는 데이터 송신이 일어나지 않음을 전제하여 변수 D_{event} 를 0으로 설정한 후 랜덤하게 이벤트 값을 얻었다. CASMAC 알고리즘에서는 에너지 소모 테이블을 토대로 이벤트 발생 이후부터 3회 분량의 샘플 데이터의 전송이 시작되어 끝나는 기간인 10회의 주기를 거친 데이터를 1세트로 본다. 1세트를 10회 실시한 데이터를 1그룹으로 보고 이를 다시 10회 수행하였다. 단, 베이스 노드의 에너지 소모는 고려하지 않는다. 다음 표 5와 표 6에서 CASMAC과 SMAC의 모의 실험 결과값을 각각 제시하고 있다.

이러한 모의 실험 결과값은 결과적으로 100회의 모의 실험을 실시하여 얻은 수치이며, 다음 그림 5과 그림 6에서 각각 모의 실험한 결과값의 평균값

표 5. CASMAC의 모의 실험 결과값

회수 세트	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	120	90	120	90	120	120	90	90	120	90
2	120	120	120	120	90	90	120	120	90	120
3	90	90	120	90	90	90	90	120	90	90
4	90	120	90	120	90	90	120	120	90	120
5	120	90	120	90	120	120	120	90	90	90
6	90	120	90	120	90	120	90	120	120	120
7	90	120	120	120	120	120	90	90	90	120
8	120	90	120	120	90	120	120	90	120	120
9	120	120	120	120	90	120	90	90	120	120
10	90	90	120	90	90	120	90	90	90	120
평균	105	105	114	108	99	111	102	102	102	111
누적 합계	105	210	324	432	531	642	744	846	948	1059

표 6. SMAC의 모의 실험 결과값

횟수 세트	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	132	90	132	90	132	132	90	90	132	90
2	132	132	132	132	90	90	132	132	90	132
3	90	90	132	90	90	90	90	132	90	90
4	90	132	90	132	90	90	132	132	90	132
5	132	90	132	90	132	132	132	90	90	90
6	90	132	90	132	90	132	90	132	132	132
7	90	132	132	132	132	132	90	90	90	132
8	132	90	132	132	90	132	132	90	132	132
9	132	132	132	132	90	132	90	90	132	132
10	90	90	132	90	90	132	90	90	90	132
평균	111	111	123.6	115.2	102.6	119.4	106.8	106.8	106.8	119.4
누적 합계	135	246	369.6	484.8	587.4	706.8	813.6	920.4	1027.2	1146.6

과 누적합계를 이용하여 그래프로 에너지 성능을 분석하였다. 각 그래프의 가로축은 의무주기를 나타내고 세로축은 에너지 소모량을 나타낸다.

그림 5와 그림 6에서 보는 바와 같이, 에너지 소

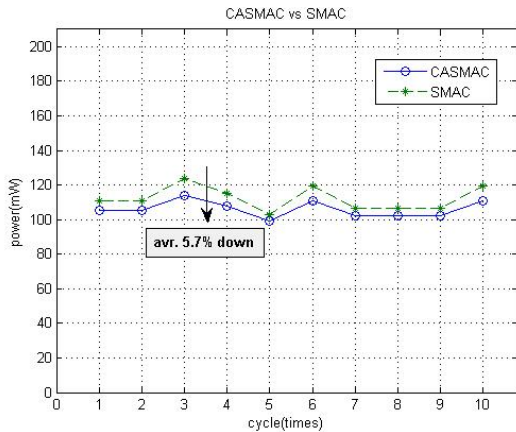


그림 5. 평균 에너지 소모량 비교

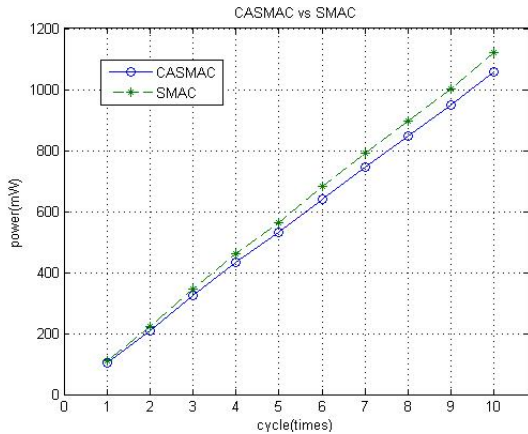


그림 6. 누적 합계 에너지 소모량 비교

모량 비교 실험결과, CSMAC의 에너지 소모량이 대표적인 MAC 프로토콜인 SMAC 보다 더 적으며, 특히 CSMAC은 SMAC 대비 약 5.7 퍼센트의 에너지 소모 감소 효과를 얻어(그림 5), SMAC 보다 에너지 성능이 개선되었음을 알 수 있다.

V. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 에너지 효율적 상황 인식 MAC 프로토콜인 CSMAC을 제안하였다. 먼저, 제안한 CSMAC을 설계하기 위해 기존의 에너지 효율적 MAC 프로토콜의 동작원리와 특징을 분석하였다. CSMAC의 기본 동작원리는 SMAC과 특정한 상황정보를 기반으로, 특정 노드에서 이벤트 발생 이후부터 임의로 정한 최소 기준인 3회의 샘플 데이터를 서버로 전송한다. 데이터를 받은 서버는 상황정보를 바탕으로 이벤트 여부를 판단하여, 이벤트라고 판단될 경우에만 지속적인 전송을 요청하는 신호를 이벤트 발생 노드에게 보낸다. 이러한 알고리즘과 모델링을 통하여 데이터 전송을 꼭 필요로 하는 시점에만 발생하게 함으로써 합리적인 통신이 이루어진다. 제안한 CSMAC은 상황 정보를 설정 함으로써, 이벤트 발생시 기존 MAC 프로토콜이 단순 제어만 반복하던 한계점을 탈피하여 상황에 맞추어 동작하도록 하였고, 또한 데이터 트래픽을 최적화시키기 위해 주어진 상황에 최대한 적합한 동작을 수행하도록 하여 에너지 소모율이 감소되도록 하였다.

다음으로 에너지 소모 테이블을 작성하여 에너지 소모 모델을 도출하였고, CSMAC의 성능 평가를 위해, 각 프로토콜의 에너지 소모 모델에 대한 모의 실험을 하였다. 그 결과 SMAC 대비 5.7 퍼센트의 에너지 감소 효과를 얻었다. 향후 연구는 본 논문에서 제안한 CSMAC을 적용한 선박USN 모니터링 시스템을 설계하고자 한다.

참고 문헌

- [1] 배진현, 김건욱, “대규모 센서네트워크에서의 에너지 효율성을 고려한 MAC 프로토콜”, *대한천자공학회논문지 CI*, Vol.44, No.3, pp.31- 36, 2007.
- [2] 이좌형, 임화정, 선주호, 정인범, “센서네트워크를 위한 이벤트 기반 운영체제에서 효율적인 연속적 전송 기법”, *한국해양정보통신학회논문지*,

- 12(1), 205~214, 2007.
- [3] 정훈, 이종오, 이종영, 박노성, 진광자, 김봉수, “센서 네트워킹 기술 동향”, *전자통신동향분석*, 22(3), 80~89, 2007.
 - [4] 조무호, 김광식, “IEEE 802.15.4 MAC 기술”, 2007.
 - [5] Deepak Ganesan, Alberto Cerpa, Wei Ye, Yan Yu, Jerry Zhao, Deborah Estrin, “Networking issues in wireless sensor networks”, Preprint submitted to Elsevier Science, 2003.
 - [6] Joseph Polastre, Jason Hill, and David Culler, “Versatile Low Power Media Access for Wireless Sensor Networks”, *Proceedings of the 2nd international conference on Embedded networked sensor systems*, pp.95-107, 2004.
 - [7] Jiwoong Lee, Jean Walrand, “Design and analysis of an asynchronous zero collision MAC protocol”, University of California at Berkeley, California, 2008.
 - [8] Jongmyung Choi, Young Sun Joo, Kyung Woo Park, Jong Hwa Kim, Dong Soon Ahn, Soo Lyul Oh, JaeHyun Seo, Han Suk Choi, Young-Chul Kim, “Context Model for RFID Systems”, *2nd International Conference on Ubiquitous Information Technologies & Applications*, Bali, Indonesia, pp.63-68, 2007.
 - [9] W. Ye, J. Heidemann, and D. Estrin, “An Energy-Efficient MAC Protocol for Wireless Sensor Networks”, *In 21st Conf. of the IEEE Computer and Communications Societies (INFOCOM)*, Vol.3 pp.1567-1576, 2002.
 - [10] T. Van Dam and K. Lanendoen, “An Adaptive Energy-Efficient MAC Protocol for Wireless Sensor Networks”, *Proceedings of the 1st international conference on Embedded networked sensor systems*, Los Angeles, California, pp.171-180, 2003.

주 영 선 (Young-Sun Joo)

정회원



2006년 2월 전남대학교 농업경제학과 졸업
 2009년 2월 목포대학교 컴퓨터공학과 석사
 2009년 3월~현재 목포대학교 컴퓨터공학과 박사과정 재학중
 2008년 6월~현재 목포대학교 해양텔레매틱스 기술개발센터 참여대학원생
 <관심분야> USN, 선박 모니터링시스템, 임베디드시스템, 텔레매틱스, MAC 프로토콜

정 민 아 (Min-A Jung)

정회원



1992년 2월 전남대학교 전산통계학과 졸업
 1994년 2월 전남대학교 전산통계학과 석사
 2002년 2월 전남대학교 전산통계학과 박사
 2005년 3월~현재 목포대학교 컴퓨터공학전공 조교수
 <관심분야> 데이터베이스/데이터마이닝, 생체인식시스템, 무선통신응용분야(RFID, USN, 텔레매틱스), 임베디드시스템

이 성 로 (Seong-Ro Lee)

정회원



1987년 2월 고려대학교 전자공학과 졸업
 1990년 2월 한국과학기술원 전기및전자공학과 석사
 1996년 8월 한국과학기술원 전기및전자공학과 박사
 2005년 3월~현재 목포대학교 정보공학부 정보공학전공 교수

<관심분야> 디지털통신시스템, 이동 및 위성통신시스템, USN/텔레매틱스응용분야, 임베디드시스템, 생체인식시스템