

논문 2012-49TC-4-4

WBAN 환경에서 응급 데이터 전송을 위한 우선순위 기반 MAC 프로토콜

(A Priority Based MAC Protocol for Emergency Data Transmission in
Wireless Body Area Networks)

이 협 건*, 이 경 화**, 신 용 태**

(Hyeopgeon Lee, Kyoungwha Lee, and Yongtae Shin)

요 약

WBAN(Wireless Body Area Networks)은 인체를 기준으로 인체 내·외부로부터 반경 3미터 이내의 무선통신이다. WBAN은 WBAN MAC 프로토콜 요구사항에 적합한 IEEE 802.15.4 MAC 프로토콜을 많이 사용하고 있다. IEEE 802.15.4 MAC 프로토콜은 QoS(Quality of Service)를 요구하는 응용프로그램들의 패킷 전송을 보장하기 위해 비경쟁 접근 방식에 의한 GTS(Guaranteed Time Slot) 할당 기법을 지원한다. 그러나 IEEE 802.15.4 MAC 프로토콜의 GTS 할당 기법은 패킷이 도착한 순서에 따라 채널을 할당하는 FIFS(First In First Service) 큐잉을 사용하여 패킷을 처리함으로써 데이터 전송 신뢰도를 저하시키고, 전송 지연이 발생하여 응급 데이터 전송에 적합하지 않다. 이에 본 논문에서는 응급 데이터 전송을 위한 우선순위 기반 WBAN MAC 프로토콜을 제안한다. 제안하는 MAC 프로토콜은 전송하려는 데이터에 우선순위를 부여하여 응급 데이터의 GTS 요청 처리율을 높이고 GTS 할당 지연시간을 감소시켜 응급 데이터 전송 신뢰도를 향상시킨다.

Abstract

Please WBAN(Wireless Body Area Networks) is wireless communication of within 3 m radius from inside and outside of the body. WBAN is many uses IEEE 802.15.4 MAC protocol for WBAN MAC protocol requirements. IEEE 802.15.4 MAC protocol applies GTS(Guaranteed Time Slot) allocation scheme for guarantee packet delivery of application which requests QoS(Quality of Service). However, GTS allocation scheme of IEEE 802.15.4 MAC protocol uses FIFS(First In First Service) queuing. So it reduces data transmission reliability and has many problems. Therefore, IEEE 802.15.4 applies not WBAN MAC protocol for emergency data transmission. In this paper, we proposes a priority based MAC protocol for emergency data transmission in wireless body area networks. the proposal MAC protocol sets priority the data. So GTS request throughput of emergency data increasing and GTS allocation delay of emergency data decreasing.

Keywords : Wireless Body Area Networks, MAC Protocol, Priority Queuing

I. 서 론

WBAN^[1](Wireless Body Area Networks)은 인체를 기준으로 인체 내·외부로부터 반경 3미터 이내의 무선 통신이다. IEEE 802.15.6 WBAN Task Group은 활발하게 WBAN 프로토콜(WBAN PHY, WBAN MAC)의 기

술 규격 정의 및 표준 개발을 진행하고 있다. WBAN에서 사용되는 MAC 프로토콜은 다른 여러 MAC 프로토콜에 비해 WBAN 요구사항에 적합한 IEEE 802.15.4 MAC 프로토콜을 많이 사용하고 있다. IEEE 802.15.4 MAC 프로토콜은 LR-WPAN(Low Rate Wireless Personal Area Networks) 표준에서 사용하며, 경쟁기반 방식과 스케줄 기반 방식을 모두 가지는 하이브리드 방식의 MAC 프로토콜이다. 또한 IEEE 802.15.4 MAC 프로토콜은 QoS(Quality of Service)를 요구하는 응용

* 학생회원, ** 정회원, 송실대학교 컴퓨터학과
(Department of Computing, Soongsil University)
접수일자: 2011년1월20일, 수정완료일: 2012년4월17일

프로그램들의 패킷 전송을 보장하기 위해 비경쟁 접근 방식에 의한 GTS(Guaranteed Time Slot) 할당 기법을 지원한다. 그러나 IEEE 802.15.4 MAC 프로토콜의 GTS 할당 기법은 패킷이 도착한 순서에 따라 채널을 할당하는 FIFS(First In First Service) 큐잉을 사용하여 패킷을 처리함으로써 데이터 전송 신뢰도를 저하시키고, 전송 지연이 발생하여 응급 데이터 전송에 적합하지 않다.

이에 본 논문에서는 응급 데이터 전송을 위한 우선순위 기반 WBAN MAC 프로토콜을 제안한다. 제안하는 MAC 프로토콜은 전송하려는 데이터에 우선순위를 부여하여 응급 데이터의 GTS 요청 처리율을 높이고 GTS 할당 지연시간을 감소시켜 응급 데이터 전송 신뢰도를 향상시킨다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 WBAN MAC 프로토콜 요구사항과 IEEE 802.15.4 MAC 프로토콜을 살펴본다. III장에서는 본 논문에서 제안하는 우선순위 기반 WBAN MAC 프로토콜을 제시한다. IV장에서는 제안한 기법의 성능을 분석하고, 마지막 V장에서는 결론 및 향후 연구 과제를 제시한다.

II. 관련 연구

1. WBAN MAC 프로토콜 요구사항

WBAN^[1]은 인체를 중심으로 3m 내외의 범위에서 서비스를 제공하는 무선 통신 네트워크이다. WBAN의 특성에 따른 MAC 프로토콜은 전송 신뢰성 보장, 서비스 품질 보장, 저전력 전송과 데이터 보안 등의 요구사항

표 1. WBAN MAC 프로토콜 요구사항
Table 1. The WBAN MAC protocol requirements.

구분	요구사항
전송 신뢰성 보장	<ul style="list-style-type: none"> 신호 감쇄 및 Path loss 고려한 링크 관리 기법 프로토콜 오버헤드와 성능 간의 trade off 조정을 위한 데이터 relaying 기법 응급 데이터 전송에 적용 가능한 신뢰적 기법
서비스 품질보장	<ul style="list-style-type: none"> 확장성이 높은 자원 예약 기법 응급 데이터 전송을 위한 우선순위 기법
저전력 전송	<ul style="list-style-type: none"> Duty cycle 관리 기법
데이터 보안	<ul style="list-style-type: none"> WBAN 장치들의 에너지를 고려한 인증 기법 WBAN 환경을 고려한 암호화 기법

을 갖는다. 표 1은 WBAN MAC 프로토콜의 요구사항을 나타낸다.

2. IEEE 802.15.4 MAC 프로토콜

IEEE 802.15.4 MAC 프로토콜^[2]은 비컨 생성, GTS 관리와 같은 방사형 네트워크 토폴로지의 부가적인 기능과 ACK 프레임(Acknowledgment Frame), 연결(Association), 분리(Disassociation), 보안 제어 기능을 담당한다. 또한 IEEE 802.15.4 MAC 프로토콜은 경쟁기반 방식과 스케줄 기반 방식을 모두 가지는 하이브리드 방식의 MAC 프로토콜이다.

가. 슈퍼프레임

IEEE 802.15.4 MAC 프로토콜은 에너지 효율적인 통신을 위해 슈퍼프레임 구조를 사용한다. 슈퍼프레임은 PAN 코디네이터라고 부르는 네트워크 코디네이터에 의해 일정 간격으로 비컨을 전송한다. 비컨 프레임은 각 슈퍼프레임의 첫 번째 슬롯에서 전송된다. 또한 비컨 프레임은 노드들의 동기화에 도움이 되는 정보를 포함하며, 이러한 정보는 네트워크 식별자, 비컨주기 및 슈퍼프레임 구조를 포함한다. 비컨 프레임 간격은 최소 15ms에서 최대 245sec가 되며 첫 번째 비컨을 포함하여 다음 비컨 수신 직전의 시간까지 하나의 BI(Beacon Interval)를 구성한다.

슈퍼프레임^[3]은 BI를 기준으로 노드의 활성 구간(SD : Superframe Duration)과 비활성 구간으로 나뉜다. 활성 구간은 동일한 크기의 16개 슬롯으로 나뉘며, CSMA/CA로 동작하는 CAP와 GTS로 동작하는 CFP로 구성된다. 통신을 원하는 노드는 CAP 구간에서 CSMA/CA를 사용한 경쟁을 통해 채널에 접근하고, CFP 구간에서 PAN 코디네이터로부터 GTS를 할당받아 경쟁 없이 채널에 접근한다. 비활성 구간은 트랜시

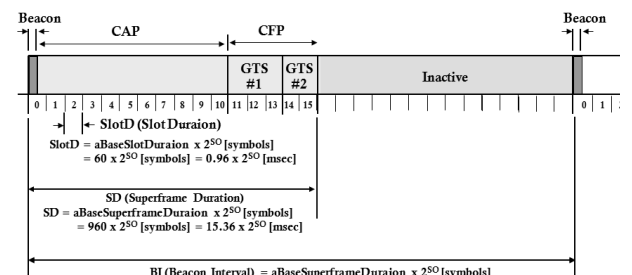


그림 1. 슈퍼프레임 구조의 예
Fig. 1. The example of superframe.

버의 전원을 차단하여 에너지 소모를 줄인다. 그림 1은 슈퍼프레임 구조를 나타낸다.

나. GTS 관리

GTS 관리^[4~5]는 PAN 코디네이터에 의해서만 이루어진다. GTS를 관리하기 위해 PAN 코디네이터는 7개의 GTS를 관리하는데 필요한 모든 정보를 저장한다. 이를 위해 PAN 코디네이터는 각 GTS 시작 슬롯, 길이, 방향과 가입된 노드의 주소를 저장한다.

GTS 방향은 GTS를 소유하는 노드로부터 데이터 흐름에 관계되는 것으로서 송신 또는 수신으로 정의된다. 그러므로 노드의 주소 및 방향은 각 GTS를 구분해서 식별해야 한다.

각 노드는 하나의 송신 GTS 또는 하나의 수신 GTS를 요구할 수 있다. 할당된 GTS를 위해 노드는 자신의 시작 슬롯, 길이 및 방향을 저장할 수 있어야 한다. 만일 노드가 수신 GTS를 할당받게 되면 노드는 GTS를 자신의 수신기를 동작시켜야 한다. 동일한 방법으로 노드가 송신 GTS를 할당받게 되면 GTS의 PAN 코디네이터는 자신의 수신기를 동작시켜야 한다. 만약 데이터 프레임이 수신 GTS 동안 수신되고 ACK가 요구되면 노드는 보통 ACK 프레임을 송신해야 한다. 또한 송신 GTS 동안 ACK 프레임을 수신할 수 있어야 한다.

III. 제안하는 우선순위 기반 WBAN MAC

제안하는 MAC 프로토콜은 우선순위 기반 GTS 요청 단계와 우선순위 기반 GTS 할당 단계로 나뉘어 동작한다. 우선순위 기반 GTS 요청 단계에서는 GTS 요청 시, 사용자 정의 프로파일에 따라 GTS를 요청하는 데이터에 대한 등급과 GTS 요청 횟수를 PAN 코디네이터에게 전송한다. 우선순위 기반 GTS 할당 단계에서는 PAN 코디네이터가 GTS 요청을 한 노드들로부터 받은 패킷의 등급과 GTS 요청 횟수를 이용해 각 패킷들의 우선순위를 분류하고 GTS를 할당해 노드와 통신을 수행한다.

1. GTS 요청 프레임 구조

GTS를 요청하는 각 센서들은 GTS 요청 프레임을 PAN 코디네이터에게 전송하여 GTS를 요청한다. 제안하는 MAC 프로토콜을 위해 GTS 요청 프레임의 GTS Characteristics 필드에 우선순위(Request Priority)와

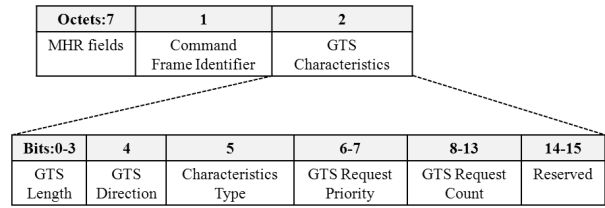


그림 2. GTS 요청 프레임
Fig. 2. The GTS Request Frame.

GTS 요청횟수(Request Count) 필드를 추가하였다. 그림 2는 제안하는 MAC 프로토콜을 위한 GTS 요청 프레임을 나타낸다.

GTS 요청 프레임의 각 항목은 다음과 같다.

- GTS Length : 4bits 길이를 가지며, GTS에서 요구하는 슈퍼프레임 슬롯의 개수가 포함된다..
- GTS Direction : 1bits 길이를 가지며, 수신만 가능한 GTS라면 1로 설정된다. 이와 반대로 전송만 가능한 GTS라면 0으로 설정된다. 또한 GTS Direction은 데이터 프레임 전송 방향에 비례한다.
- Characteristics type : 1bits 길이를 가지며, GTS 할당을 요청한다면 1로 설정한다. 이와 반대로 GTS 해제를 요청한다면 0으로 설정된다.
- GTS Request Priority : 2bits 길이를 가지며, GTS 요청하는 데이터의 등급을 나타낸다.
- GTS Request Count : 8bits 길이를 가지며, GTS를 요청한 횟수를 나타낸다.

2. 우선순위 기반 GTS 요청 단계

GTS를 이용하려는 노드는 GTS 관리 프리미티브(MLME-SAP GTS Management primitive)를 이용하여 GTS 요청, 할당, 할당 해제 등을 수행한다. PAN 코디네이터에게 GTS를 요청하려는 노드는 GTS 관리 프리미티브 중 MLME-GTS.request 프리미티브를 수행한다. MLME-GTS.request 프리미티브에서는 MAC PIB에 정의한 GTS 데이터 등급(macGTSDataGrade)과 GTS 요청 횟수(macGTSRequestCount)를 이용해 GTS 요청 프레임을 구성하고, 이 프레임을 PAN 코디네이터에게 전송한다. MAC PIB는 MAC 부계층을 관리하기 위해 요구되는 속성들로 구성된다. 또한 PIB의 속성들의 관리하기 위해 MLME-GET, MLME-SET 프리미티브를 이용한다.

GTS 데이터 등급은 요청하려는 데이터에 대해 사용자 정의 프로파일을 기준으로 계산된 등급이다. 요청하려는 데이터의 등급 기준은 상황에 따라 다양하기 때문에 각 상황에 따른 올바른 기준이 필요하다. 따라서 사용자 정의 프로파일의 기준을 기반으로 등급이 정해져야 한다. 표 2는 GTS 데이터 등급을 나타낸다.

GTS 데이터 등급은 최대 4등급으로 나눌 수 있으며, GTS 데이터 등급이 높을수록 우선순위에 따른 GTS 할당 단계에서 먼저 GTS를 할당된다.

GTS 요청 횟수는 노드가 PAN 코디네이터에게 요청하려는 데이터 전송을 위한 GTS 할당 요청 횟수를 나타낸다. 이전 비컨 주기에서 GTS 할당 요청을 하였으나, 현재 비컨 주기에서 GTS를 할당받지 못한 경우,

표 2. GTS 데이터 등급
Table 2. The GTS data grade.

GTS 데이터 등급	값
A등급	00
B등급	01
C등급	10
D등급	11

```

우선순위 기반 GTS 요청 알고리즘
1 //GTS 요청
2 MLME-GTS,request(
3 //GTS 데이터 등급 설정하기
4 MLME-SET,request(
5 macGTSDataGrade,
6 0,
7 MLME-GTS,priority(userprofile, data)
8 );
9 //GTS 요청횟수 증가하기
10 MLME-SET,request(
11 macGTSRequestCount,
12 macGTSRequestCount++
13 );
14 //GTS 데이터 등급 설정 및 GTS 요청횟수
15 //증가에 성공한 경우, GTS 요청 프레임 생성
16 if (MLME-SET.confirm()==SUCCESS){
17 setGTSRequestFrame(
18 MLME-GET(macGTSDataGrade)
19 MLME-GET(macGTSRequestCount)
20 );
21 //GTS 요청 프레임 전송
22 Send(GTSRequestFrame);
23 }
24 }
    
```

그림 3. 우선순위 기반 GTS 요청 알고리즘
Fig. 3. The priority based GTS request algorithm.

macGTSRequestCount 값을 1씩 증가시킨다. 이와 반대로 GTS 할당이 이루어지면 macGTSRequestCount 값은 GTS 관리 프리미티브 중 MLME-GTS.confirm 프리미티브를 통해 0으로 초기화된다. MLME-GTS.confirm 프리미티브는 새로운 GTS 할당, GTS 해제를 위한 요청 결과를 보고한다. 그림 3은 우선순위 기반 GTS 요청 알고리즘을 나타낸다.

3. 우선순위 기반 GTS 할당 단계

GTS 할당 요청을 받은 PAN 코디네이터는 가용한 GTS 슬롯을 검사한다. 만약 가용한 GTS 슬롯 수보다 요청 수가 많을 경우, 먼저 GTS 데이터 등급을 비교해 GTS 데이터 등급이 높은 노드에게 GTS를 할당한다. 동일한 GTS 데이터 등급을 갖는 노드가 2개 이상 존재할 경우, GTS 요청 횟수를 비교해 GTS 요청 횟수가 큰 노드에게 GTS를 할당한다. GTS 데이터 등급과 GTS 요청 횟수가 같은 경우, 임의의 노드에게 GTS를 할당한다. 즉, GTS 데이터 등급과 GTS 요청 횟수가 높은 경우, 다음 비컨 주기에서 GTS를 할당받을 확률

```

우선순위 기반 GTS 할당 알고리즘
1 //GTS 할당
2 MLME-GTS,allocation(
3 U_set = U_set U {U_i};
4 S = ∅;
5 i = 0;
6 //가용할 GTS 슬롯수가 많은 경우
7 if (GTS.count>U_set){
8 S = S U {U_i};
9 } else {;
10 for each node U_i{
11 //데이터 등급이 높은 경우
12 if (U_i.grade>U_{i+1}.grade) {
13 S = S U {U_i};
14
15 //데이터 등급이 같은 경우
16 }else if (U_i.grade==U_{i+1}.grade) {
17
18 //GTS 요청 횟수가 큰 경우
19 if(U_i.rc>U_{i+1}.rc)
20 S = S U {U_i};
21 }
22 }
23 }
24 GTS.allocate(S);
25 }
    
```

그림 4. 우선순위 기반 GTS 할당 알고리즘
Fig. 4. The priority based GTS allocation algorithm.

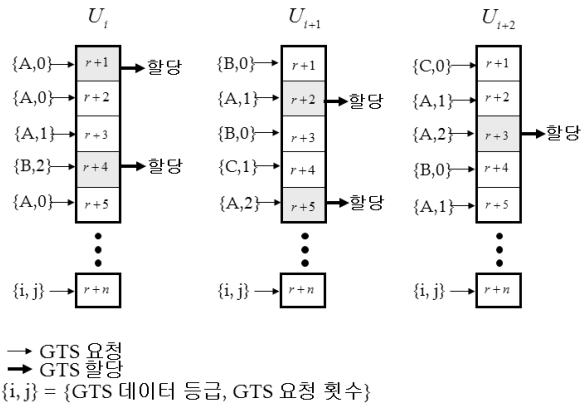


그림 5. 제안하는 MAC 프로토콜에 따른 GTS 할당 변화
 Fig. 5. The GTS allocation change by proposal mac protocol.

이 높아지고, 반대로 GTS 데이터 등급과 GTS 요청 횟수가 작으면 GTS를 할당받을 확률이 낮아진다. 그림 4는 우선순위에 따른 GTS 할당 알고리즘을 나타낸다.

그림 5는 임의의 GTS 데이터 등급의 가진 세 개의 노드가 총 n 번의 비컨 주기 동안 동시에 GTS 할당 요청을 하고 오직 1개의 노드만 GTS를 할당받는 경우, 제안하는 MAC 프로토콜에 따른 할당 변화를 나타낸다.

노드 U_i 가 비컨주기(BI_r)에서 GTS 할당 요청을 할 경우, GTS 할당은 다음 비컨 주기(BI_{r+1})에서 이루어진다. 노드가 GTS 할당 요청을 위해 우선순위(A, 0)를 전달하고, GTS 할당이 이루어지면 GTS 요청 횟수는 0으로 초기화된다. 이와 반대로 GTS 할당이 이루어지지 않은 경우, GTS 요청 횟수는 1씩 증가된다.

IV. 성능평가

본 장에서는 제안하는 MAC 프로토콜이 IEEE 802.15.4 MAC 프로토콜보다 응급 데이터 전송에 대해 효율적임을 증명한다. 제안하는 MAC 프로토콜의 성능을 분석하기 위해 OPNET 시뮬레이터를 이용하였다. OPNET 시뮬레이터^[6]는 실제 동작을 관찰하지 않고, 네트워크의 동작과 영향을 예측 및 분석하기 위한 소프트웨어이다.

제안하는 MAC 프로토콜이 IEEE 802.15.4 MAC 프로토콜보다 응급 데이터 전송에 대해 효율적임을 증명하기 위해 등급별 GTS 요청 처리율(Throughput)과 GTS 할당 지연시간(Delay)을 분석하였다. 등급별 GTS 요청 처리율을 분석하기 위해 단위시간 동안 발생된 각 노드별 평균 패킷 전송량 측정하였다. 등급별

GTS 할당 지연시간을 분석하기 위해 GTS 할당 요청 후 실제 GTS를 할당받기까지의 채널 접근 지연시간 측정하였다.

1. 실험 환경

제안하는 MAC 프로토콜의 성능을 분석하기 위해 실험 환경은 25m*25m 네트워크 영역에 한 개의 PAN 코디네이터를 중심으로 15개의 노드를 임의로 배치한 성형 토폴로지로 구성하였다.

각 노드들은 PAN 코디네이터와 3m 이내의 통신 범위 및 비컨주기마다 임의의 데이터 전송 등급을 가진다. CSMA/CA 알고리즘에서 GTS 할당 요청에 대한 경쟁 노드(트래픽 유발 노드) 역할을 하는 1개의 $node_CAP$ 와 단위시간 동안 GTS 할당 요청 및 데이터 전송을 위한 14개의 GTS 할당 요청 노드($node_GTS$)로 구성하였다.

그림 6은 제안하는 MAC 프로토콜의 모의실험을 위해 구성된 OPNET 시뮬레이터에서의 네트워크 모델을 나타낸다.

성능평가를 위해 $node_CAP$ 와 $node_GTS$ 가 전송하는 패킷은 각각 $\lambda = 250$ 과 $\lambda = 300$ 을 발생 확률로 하는 Poisson 분포를 갖고, 각 패킷은 고정된 길이를 갖는다고 가정한다.

또한 각 노드들의 최대 패킷 재전송횟수는 3으로 설정하고, BO 와 SO 값을 각각 2로 설정하였다. 만약, 각 노드들이 데이터를 전송 중에 특정 노드가 프레임 전송

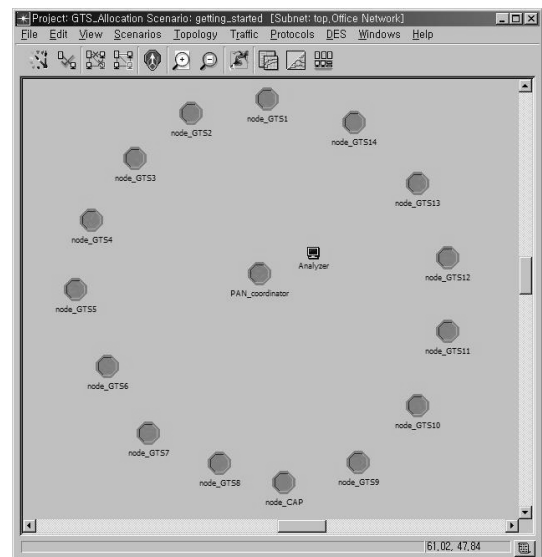


그림 6. 네트워크 모델
 Fig. 6. The network model.

표 3. 시스템 파라미터
Table 3. The system parameter.

파라미터	값
<i>aMaxBE</i>	5
<i>macMinBE</i>	3
<i>macMaxCSMABackoffs</i>	4
<i>aMaxFrameRetries</i>	3
<i>BO, SO</i>	2
GTS slots length	2
Packet Size(MHR+MSDU)	404 (104 + 300) bits
ACK 프레임	11 bytes
<i>node_GTS</i> 패킷(λ)	poisson(300)
<i>node_CAP</i> 패킷(λ)	poisson(250)
시뮬레이션 Duration Time	10 sec

송하고 있으면 다른 노드들이 채널을 감지할 수 있도록 sensing sensitivity를 0으로 설정하여 히든 노드 문제를 해결하였다.

표 3은 실험을 위한 노드 설정 정보 및 주요 시스템 관련 파라미터 값을 나타낸다.

2. 등급별 GTS 요청 처리율

등급별 GTS 요청 처리율을 분석하기 위해 단위시간 동안 발생된 각 노드들의 등급별 평균 패킷 전송량 측정하였다. 각 노드들은 GTS를 요청할 때마다 임의의 등급을 가진다. 그림 7과 표 4는 단위시간 동안 발생된

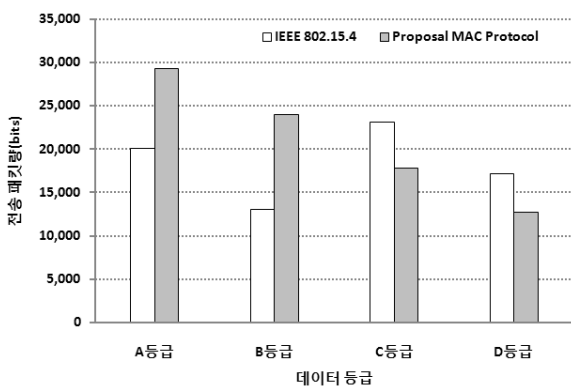


그림 7. 등급별 패킷 전송량(bits/sec)
Fig. 7. The transfer of packet per sec. by grade.

표 4. 등급별 패킷 전송량(bits/sec)
Table 4. The transfer of packet per sec. by grade.

구분	A등급	B등급	C등급	D등급	총합계
<i>Std.</i>	20,114	13,001	23,113	17,103	73,331
<i>PS.</i>	29,323	23,931	17,755	12,661	83,670

등급별 패킷 전송량을 측정된 결과를 나타낸다.

실험 환경에서 각 노드들은 PAN 코디네이터에게 GTS 할당 요청을 하고, 다음 비컨 주기에서 2개의 GTS를 할당 받아 데이터를 전송한다. 하나의 비컨 주기에서 최대 가능한 GTS 할당 개수가 7개로 한정되어 GTS를 할당받지 못할 경우, 요청 재전송으로 인한 추가적인 오버헤드와 지연이 발생해 처리율이 감소된다.

IEEE 802.15.4 MAC 프로토콜은 패킷의 중요도에 상관없이 PAN 코디네이터에 패킷을 전송하였다.

제안하는 MAC 프로토콜은 패킷의 중요도에 따라 패킷을 PAN 코디네이터에 패킷을 전송하였으며, PAN 코디네이터에게 전송된 총 패킷 수도 IEEE 802.15.4 MAC 프로토콜에 비해 약 12% 더 많은 패킷을 전송하였다. 또한 각 노드들의 데이터 등급이 높을수록 PAN 코디네이터에게 전송하는 패킷의 전송량이 증가하였다. A등급의 경우, D등급에 비해 약 57% 더 많은 패킷 전송량을 보이고 있다.

3. 등급별 GTS 할당 지연시간

등급별 GTS 할당 지연시간 분석을 위해 GTS 할당 요청 후 실제 GTS를 할당받기까지의 채널 접근 지연 시간을 측정하였다. 각 노드들은 GTS를 요청할 때마다 임의의 등급을 가진다. 그림 8과 표 5는 단위시간 동안 발생된 등급별 GTS 할당 요청에 대한 채널 접근 지연 시간을 측정된 결과를 나타낸다.

IEEE 802.15.4 MAC 프로토콜은 패킷의 중요도에 상관없이 패킷이 도착한 순서에 따라 채널을 할당하는 FIFO 큐잉을 사용하여 GTS를 할당하였다. 이로 인해 응급 데이터가 PAN 코디네이터에게 전송이 되어도

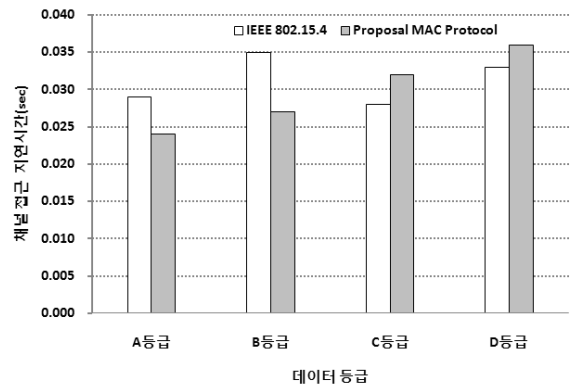


그림 8. 등급별 채널 접근 지연시간
Fig. 8. The channel access delay time by grade.

표 5. 등급별 채널 접근 지연시간

Table 5. The channel access delay time per sec by grade.

구분	A등급	B등급	C등급	D등급	총합계
Std.	0.029	0.035	0.028	0.033	0.125
PS.	0.024	0.027	0.032	0.036	0.119

GTS를 할당받지 못해 지연시간이 증가하였다. 제안하는 MAC 프로토콜은 패킷의 중요도에 따라 GTS를 할당하였으며, 총 GTS 할당 지연시간은 IEEE 802.15.4 MAC 프로토콜에 비해 약 5% 감소하였다. 또한 GTS를 요청하려는 노드의 데이터 등급이 높을수록 GTS 할당 지연시간이 감소하였다. A등급의 경우, D등급에 비해 GTS 할당 지연시간이 약 33% 감소하였다.

V. 결 론

IEEE 802.15.6 WBAN Task Group은 활발하게 WBAN 통신 프로토콜의 기술 규격 정의 및 표준 개발을 진행하고 있다. WBAN에서 사용되는 MAC 프로토콜은 다른 여러 MAC 프로토콜에 비해 WBAN 요구사항에 적합한 IEEE 802.15.4 MAC 프로토콜을 많이 사용하고 있다. 그러나 IEEE 802.15.4 MAC 프로토콜은 도착한 순서에 따라 GTS를 할당하는 FIFS 큐잉을 사용하여 패킷을 처리함으로써 데이터 전송 신뢰도를 저하시키고, 전송 지연이 발생하여 응급 데이터 전송에 적합하지 않다.

이에 본 논문에서는 응급 데이터 전송을 위한 우선순위 기반 WBAN MAC 프로토콜을 제안하였다. 제안하는 MAC 프로토콜은 각 노드에 우선순위를 부여하여 응급 데이터의 GTS 요청 처리율을 높이고 GTS 할당 지연시간을 감소시켰다. 따라서 응급 데이터 전송 신뢰도를 향상시켰다.

향 후 다양한 토폴로지 환경에서 노드 수 증가에 따른 보다 구체적인 성능 분석이 필요하다. 또한 실 장비를 대상으로 한 개발 및 구현을 통해 제안하는 MAC 프로토콜의 보다 현실적인 검증이 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] IEEE 802.15 WPAN Task Group 6 BAN : <http://www.ieee802.org/15/pub/TG6.html>.
- [2] IEEE Std 802.15.4-2006, Wireless Medium

Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs).

- [3] Chiara Buratti, "Performance Analysis of IEEE 802.15.4 Beacon-Enabled Mode," IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol.59, no.4, pp.2031-2045, May 2010.
- [4] 김형석(Hyung Seok Kim), "IEEE 802.15.4 무선센서네트워크의 실시간 트래픽 처리를 위한 프레임/슬롯 할당방법," 대한전자공학회, 전자공학회논문지-CI, 제44권 제3호, 49-56쪽, 2007년 5월
- [5] 임정섭, 윤완오, 서장원, 최한림, 최상방, "LR-WPAN에서 충돌회피를 위한 동적 채널할당 알고리즘," 대한전자공학회, 전자공학회논문지-TC, 제47권 TC편 제6호, 49-56쪽, 2010년 6월
- [6] OPNET Technologies, Inc., OPNET Modeler Wireless Suite - ver. 11.5A, <http://www.opnet.com>

— 저 자 소 개 —



이 협 건(학생회원)
 2011년 숭실대학교 컴퓨터학과 석사 졸업
 2012년 현재 숭실대학교 컴퓨터학과 박사과정
 <주관심분야 : 무선 센서 네트워크, 스마트 그리드, 클라우드 컴퓨팅, QoS>



이 경 화(정회원)
 2001년 가천대학교 뉴미디어학과 학사 졸업
 2007년 숭실대학교 컴퓨터학과 석사 졸업
 2011년 숭실대학교 컴퓨터학과 박사 졸업
 <주관심분야 : 무선 센서 네트워크, 모바일 컴퓨팅, 무선랜, QoS, 보안>



신 용 태(정회원)
 1985년 한양대학교 산업공학과 학사 졸업
 1990년 University of Iowa Computer Science 석사 졸업
 1994년 University of Iowa Computer Science 박사 졸업

1994년 5월~8월 University of Iowa 객원교수
 1994년 8월~1995년 1월 Michigan state University 객원교수
 1995년 3월~현재 숭실대학교 교수
 <주관심분야 : DRM, Multicast, QoS, 모바일 컴퓨팅>