

U-Healthcare 모니터링 시스템 모델에서의 응급 메시지 처리에 관한 연구

중신회원 윤 찬 영*

A study on Emergency Message Management of U-Healthcare Monitoring System Model

Chan-young Yun* *Lifelong Member*

요 약

U-Healthcare 모니터링 시스템 모델은 환자의 신체정보를 수집하는 센서를 환자의 신체에 부착하여 실시간으로 환자의 데이터를 수집하여 IEEE 802.15.4와 Zigbee를 이용한 무선 통신으로 수집된 데이터를 데이터베이스 서버로 전송한다. 데이터베이스 서버의 정보는 언제 어디서나 RFID 리더가 탑재된 모바일 장치로 의료진이나 환자가 RFID 인증을 통하여 확인이 가능하다. 응급환자는 일반환자의 정보보다 우선적인 데이터 전송이 필요하고, 또한 지속적인 생체 정보의 관리가 필요하다. 하지만 IEEE 802.15.4의 슈퍼프레임 구조에서는 긴급 메시지에 대한 처리가 이뤄지지 않고 있는 실정이다. 그래서 본 논문에서는 U-Healthcare 모니터링 시스템 모델에서의 응급 메시지 처리 및 관리를 위한 알고리즘을 제안하고 기존의 알고리즘과 비교하여 성능을 평가한다.

Key Words : U-Healthcare, Zigbee, RFID, IEEE 802.15.4

ABSTRACT

U-Healthcare Monitoring System model gathers physical information of patients through attached sensor on body of patients as realtime. And the gathered data transfers to the database server by using wireless sensor network based on IEEE 802.15.4 and Zigbee. They that doctors and patients are able to see an information in the database server through RFID authentication by a mobile device loaded RFID Reader. Emergency patients need to priority data transfer more than normal patients And need to continuous physical information monitoring. But, It is the present conditions that processing about emergency message is not managing in superframe structure of IEEE 802.15.4. In this paper, we proposed algorism for a processing and monitoring emergency message and compares with a existing algorism in U-Healthcare monitoring system model.

I. 서론

최근 인구의 고령화와 함께 생활양식 및 환경의 변화로 인하여 건강에 관한 관심이 높아지고 있다. 또한 정보 통신 기술의 발전으로 언제, 어디서나 자신의 건강 상태를 모니터링하고 특화된 건강관리

서비스를 받을 수 있는 U-Healthcare에 관심이 고조되고 있다. U-Healthcare란 Ubiquitous Healthcare의 약자로 시간과 공간의 제한 없이 원격의료 기술을 활용한 건강관리 서비스를 말한다. 이러한 U-Healthcare가 구현된 이상적인 환경에서는 환자가 의식하지 않은 상태에서 환자의 건강상태를 실시간

※ 이 연구는 2008년도 계원디자인예술대학 교원특별연구비 지원에 의한 학술연구임

* 계원 디자인예술대학 임베디드소프트웨어과(cksdud@kaywon.ac.kr)

논문번호 : 08074-1126, 접수일자 : 2008년 11월 26일

으로 모니터링하고 환자의 상태가 악화될 경우 바로 응급센터 및 병원 등에 환자 상태에 관한 정보가 전달되어 신속한 의료 서비스가 이루어진다^{[11][12]}.

실제로 환자의 경우 응급을 요하는 환자라 일반적 관리 대상의 환자라 나눌 수 있다. 응급 환자의 경우 센싱(Sensing)한 센싱 정보는 일반 환자보다 높은 우선순위를 가지고 최대한 빠르게 센싱 정보가 전송되어야 한다. 하지만 U-Healthcare 모니터링 시스템 모델에서 무선 센서 네트워크의 통신을 위해 무선 매체에 접근에 사용되는 IEEE 802.15.4 기술은 긴급 메시지 처리를 고려하지 않는다^{[13][14][15][16]}.

본 논문에서는 응급환자의 응급 센싱 정보가 무선 매체를 우선적으로 점유하여 응급 메시지는 일반 메시지보다 빠른 전송을 위한 IEEE 802.15.4의 슈퍼프레임구조의 설계를 제안하고 이에 대한 성능을 평가하고 분석한다^{[8][9]}.

또한 U-Healthcare 모니터링 시스템 모델에서 환자와 의사 또는 의료진의 신분 인증을 위해 RFID 기술이 사용되고 모델구현을 위해 임베디드 시스템을 사용하였다.

본 논문의 구성으로는 서론에 이어 II장에서는 U-Healthcare 모니터링 시스템 모델에서 사용되는 기술에 대한 관련이론을 소개를 하고, III장에서는 U-Healthcare 모니터링 시스템 모델에서 무선 매체에 접근을 위해 사용되는 IEEE 802.15.4에서 사용하는 슈퍼프레임구조에서 응급 센싱 정보가 우선적으로 무선 매체를 점유할 수 있는 알고리즘을 제안한다. 이어서 IV장에서는 제안한 알고리즘의 성능 분석과 평가를 하고, 마지막으로 V장에서는 결론 및 향후 연구방향으로 끝을 맺는다.

II. 관련이론

2.1 U-Healthcare

U-Healthcare는 홈 네트워크상의 장치나 휴대용 장치 등을 통해 생체 정보를 실시간으로 모니터링하고 자동으로 병원 및 의사와 연결되어 언제 어디서나 진료 및 치료가 가능한 시스템을 의미한다.

U-Healthcare는 시스템의 역할에 따라 센싱(Sensing), 모니터링(Monitoring), 분석(Analyzing), 경고(Alert) 등으로 구분된다.

센싱은 환자에게서 발생하는 물리적, 화학적인 현상의 변화를 감지하는 역할을 수행하고 모니터링은 측정된 생체정보를 1차적으로 가공하는 단계로서 환자의 정보를 실시간으로 확인하는 역할을 수행한

표 1. 전통적인 Healthcare와 U-Healthcare의 비교

구 분	전통적인 Healthcare	U-Healthcare
위치	병원 등 전문기관	소비자위주
조직	분산	네트워크화
임상접근	발병위주	건강관리
의사결정자	의사	의사와 환자
데이터	일정기간 자료관리	항상 자료접근 관리가능

다. 분석의 경우 수집된 데이터로부터 정보를 획득하는 단계로서 환자의 상태를 파악하는 역할을 수행하고 경고는 획득된 정보를 바탕으로 사용자에게 관련 정보를 알리는 역할을 수행한다. 표 1은 전통적인 Healthcare와 U-Healthcare의 특징을 비교한 것이다.

U-Healthcare의 특징으로는 신속한 의료서비스, 질병 예방, 생체 데이터 관리 중앙 처리화 및 진료 분산화, 노약자, 장애인 독거인 관리 등이 있다.

신속한 의료서비스는 실시간으로 환자의 상태를 모니터링 함으로서 환자의 상태가 악화될 경우 능동적으로 대처할 수 있다.

질병 예방의 경우 환자의 상태를 지속적으로 모니터링 함으로서 질병의 사후 치료가 아닌 건강상태 사전관리 및 예방이 가능하다.

생체 데이터 관리 중앙 처리화하는 반면 진료를 분산화 함으로서 환자 이외에도 노약자, 장애인, 독거인 등 관리에 활용할 수 있으며 전통적인 Healthcare 방식에 비해 비용이 저렴하고, 유연한 시스템을 보유할 수 있게 되었다.

2.2 RFID 기술

본 논문에서 U-Healthcare 모니터링 시스템 모델을 제안하였다. 하지만 환자의 정보는 타인에게 개방되어서는 안되는 개인 정보를 나타낸다. 즉, 환자의 정보는 보호되어야 하기 때문에 환자의 정보를 확인할 수 있는 인증 시스템으로써 RFID 기술을 이용하여 담당 의사나 환자 본인이 U-Healthcare 모니터링 시스템에서 환자의 정보의 열람이 가능한 시스템이다.

2.2.1 RFID 기술이란

RFID은 자동인식 기술의 한 종류로 마이크로 칩

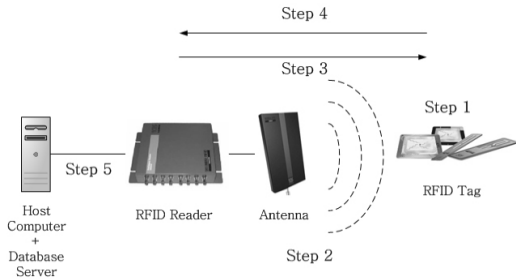


그림 1. RFID 시스템 구성

을 내장한 태그, 카드, 라벨 등에 저장된 데이터를 무선 주파수를 사용하여 수 cm에서 수십 m에 떨어져 있는 사물이나 사람에 부착된 태그를 인식하여 태그로부터 정보를 주고받을 수 있도록 하는 기술이다. RFID 기술은 태그, 안테나, 리더, 그리고 태그와 리더사이의 교환되는 정보를 받아 서버나 네트워크로 전달해 주는 미들웨어 등으로 구성된다. 그림 1은 RFID 기술 구성과 동작과정을 보여준다.

동작 절차

- Step 1 리더 기기를 통하여 태그의 메모리 영역에 정보 저장
- Step 2 안테나 전파 영역 내에 태그 진입
- Step 3 태그의 전원 공급 및 태그 식별 코드 전송
- Step 4 태그의 메모리 영역에 저장된 정보를 리더 기기에 전송
- Step 5 리더 기기는 수집한 정보를 호스트 컴퓨터에 전달

2.2.2 RFID 기술의 특성

트랜스폰더(transponder)라고도 불리는 태그는, 태그 내 배터리 유무에 따라 액티브 태그 및 패시브 태그로 나누며 주파수 대역에 따라 서로 다른 특징과 응용범위를 나타낸다.

RFID 기술은 저주파일수록 태그 인식 속도가 높고 태그 크기가 큰 반면 환경영향에는 고주파보다 민감하지 않으며, 고주파일수록 태그 인식 속도가 빠르고 태그의 크기가 작아지는 반면 환경영향에는 저주파는 무선 센서 네트워크 기술의 하나로 다양한 센서파보다 민감한 특성을 가지고 있다.

2.3 Zigbee

Zigbee란 IEEE 802.15.4 기반으로 저전력과 저가격을 목표하는 저속 근거리 개인 무선통신의 국제 표준 스펙이다. Zigbee는 전력소모가 적고 칩 가격

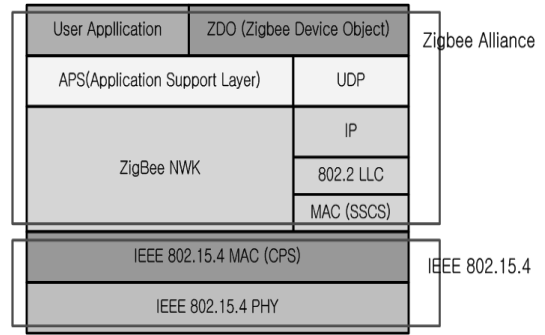


그림 2. IEEE 802.15.4와 Zigbee의 관계

이 저렴하고 통신의 안정성이 높아 최근 가장 급속한 발전을 하고 네트워크 응용 분야에 대한 기술 개발이 이루어지고 있다.

Zigbee에서는 PHY 계층 및 MAC 계층을 IEEE 802.15.4 LR-WPAN 기술을 사용하고 있으며, 네트워크 계층과 응용 계층과 같은 상위 계층에서의 프로토콜은 Zigbee Alliance에서 정의 하고 있다.

그림 2는 IEEE 802.15.4와 Zigbee의 관계를 나타낸다.

2.4 IEEE 802.15.4

IEEE 802.15.4 LR-WPAN(LR-WPAN : Low Rate Wireless Personal Area Network)은 제한된 전력과 낮은 스루풋 요구사항을 지닌 응용과의 연결을 제공하는데 적합한 저비용 통신망이다. 주요 장점으로 설치용이, 신뢰성 있는 데이터 전송, 근거리 영역에서의 동작, 매우 낮은 비용, 적절히 긴 배터리 수명 등을 들 수 있다.

2.4.1 IEEE 802.15.4의 특징

IEEE 802.15.4는 저속 WPAN의 표준으로 10m 내외의 POS(Personal Operating Space)에서의 작업 시 배터리가 없거나 아주 제한적으로 요구되는 고정형, 휴대형 및 이동성 디바이스의 저속 무선 상호 통신을 위한 물리 계층과 MAC 계층에 대해 언급한 표준으로 용용방법에 따라 더 낮은 데이터 전송 속도 및 더 넓은 범위로 응용이 가능하다.

또한 토폴로지는 중앙의 PAN 코디네이터가 PAN 영역내의 센서노드를 통제하는 star형 과 중앙의 PAN 코디네이터 없이 각 센서 노드들이 1:1로 연결된 구조를 갖는 Peer-to-Peer 형태 두 가지를 사용할 수 있다. 다음 그림 3은 IEEE 802.15.4의 네트워크 토폴로지를 나타낸다.

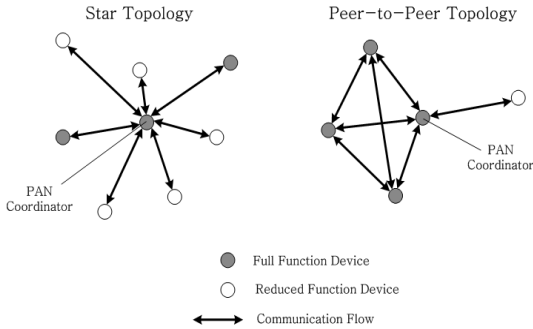


그림 3. IEEE 802.15.4 네트워크 토폴로지

2.4.2 IEEE 802.15.4의 슈퍼 프레임

저속 WPAN은 슈퍼 프레임 구조를 선택적으로 사용할 수 있으며, 슈퍼 프레임의 형태는 코디네이터에 의해서 결정된다.

IEEE 802.15.4에서 사용하는 슈퍼프레임의 구조는 그림 4와 같다.

슈퍼 프레임은 네트워크 코디네이터가 전송하는 비컨에 의해 범위가 결정되며, 같은 크기를 갖는 16개의 슬롯으로 구성된다. 또한 슈퍼프레임 구조는 센서들의 에너지 효율을 위해 활동 구간과 비활동 구간이 있다. 비활동 구간에는 코디네이터는 저전력 모드로 들어가게 되고 활동 구간에서 각 노드는 전송할 데이터가 있는 경우 비컨 프레임에 의해 CAP(Contention Access Period)동안 CSMA/CA(Carrier sense multiple access with collision avoidanc) 방식을 사용하고, 데이터를 전송하려는 다른 노드들과 경쟁하여 무선 매체를 점유한 후 데이터를 전송한다.

슈퍼프레임은 Beacon Frame과 CAP(Contention Access Period), GTS(Guaranteed Time Slot), Inactive구간으로 구성되어 있다.

IEEE 802.15.4에서는 PAN 코디네이터의 Beacon Frame에 의해서 CAP구간과 GTS구간, Inactive구간에서의 동작을 제어한다. Beacon Frame은 PAN 코디네이터와 센서 노드사이의 통신을 제어하기 위한 정보가 들어 있어 Beacon Frame에 따라 PAN 코디네이터와 센서 노드들이 통신을 한다. CAP 구간

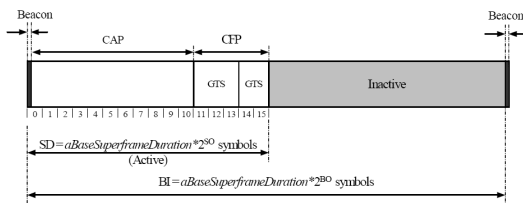


그림 4. IEEE 802.15.4의 슈퍼프레임 구조

은 PAN 코디네이터에게 보낼 데이터가 있는 센서 노드가 무선 매체를 점유하여 데이터를 전송하기 위해 CSMA/CA에 의한 경쟁을 통해 데이터를 전송하는 구간이다. GTS구간은 PAN 코디네이터에서 Beacon Frame을 통해 특정 센서 노드가 경쟁 없이 무선 매체를 점유할 수 있는 구간으로 IEEE 802.15.4에서 선택적으로 사용할 수 있는 구간이다. 마지막으로 Inactive 구간은 데이터 전송 구간이다 끝나고 센서 노드가 비활성 되는 구간으로 다음 Beacon Frame이 PAN 코디네이터로부터 전송될 때까지 아무런 동작을 하지 않는다.

III. 제안한 응급 메시지 처리

3.1 제안한 시스템 모델

본 논문에서 제안한 U-Healthcare 기반의 환자 모니터링 시스템은 각 환자에게 부착된 센서 노드에 의해 수집된 환자 생체 정보는 병원 네트워크를 통해 데이터베이스 서버에 저장되고, 환자의 정보는 각 환자 및 의사에게 RFID Tag의 부착으로 환자 본인 혹은 담당 의사만이 환자의 생체 정보를 확인할 수 있다. 즉, 환자의 정보를 열람하기 위한 인증 시스템으로써의 RFID 시스템을 나타낸다.

또한 환자의 생체 정보 센싱은 일반 메시지와 응급 상황을 나타내는 응급 메시지로 구분할 수 있으며, 응급 환자의 경우 응급 메시지의 신속한 전달과 함께 응급 환자의 생체 정보를 지속적으로 센싱하여 모니터링 할 수 있어야 한다. 이 모든 환자의 생체 정보는 각 층별 환자를 관리하는 PAN 코디네이터 노드에서 수집하고, 이는 병원 네트워크를 통해 관리된다. 다음 그림 5는 제안한 U-Healthcare 모니터링 시스템 모델을 나타낸다.

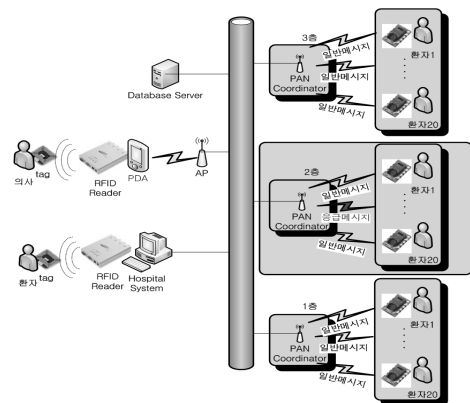


그림 5. 제안한 U-Healthcare 모니터링 시스템

3.2 제안한 응급 메시지 처리 알고리즘

환자의 생체 정보의 센싱 및 전송은 PAN 코디네이터의 Beacon Frame에 의해서 결정된다. 즉, Beacon Frame을 수신한 센서 노드는 활성화 상태로 환자의 생체 정보를 센싱하고 자신의 PAN 코디네이터에게 생체 정보를 전송한다. 환자의 생체 정보는 응급 메시지와 일반 메시지로 나뉘며 다음 그림 6은 의료 메시지 포맷을 나타낸다.

응급 메시지를 우선적으로 처리하기 위해서는 기존의 IEEE 802.15.4의 전송모델에서 새로운 메커니즘이 필요하다. 즉, 환자의 정보를 센싱하여 응급 상황임을 인지한 센서 노드는 응급 상황의 정보를 담은 응급 메시지를 PAN 코디네이터에게 전송해야 한다. 다음 그림 6은 제안한 의료용 메시지 포맷을 나타내며, 일반 및 응급 메시지를 각각 정의한다.

제안한 의료용 메시지 포맷은 UC Berkeley 대학에서 개발한 TinyOS에서 정의한 36Bytes의 Tos_Msg를 기반으로 Type의 1byte가 Tos_Msg의 데이터가 Medical 메시지임을 알리고 Medical 메시지 프레임에 1Byte의 Emergency 영역을 추가하여 Medical 메시지의 데이터가 응급 여부와, 심전도, 근전도, 뇌파도의 어느 영역에서의 응급 여부 각각 1bit의 정보를 이용함으로써 각각의 센서 영역의 응급 데이터 여부를 알려준다.

기존의 IEEE 802.15.4에서의 긴급 메시지의 처리에 관한 연구는 이루어지지 않고, 지속적인 데이터 처리에 관해 GTS 영역을 정의하여 사용한다.

지속적인 응급 환자의 생체 정보는 GTS 영역을 활용할 수 있으며, 응급 메시지의 처리는 그림 6의 의료용 메시지를 이용한다.

제안한 알고리즘은 CSMA/CA 매체 접근 방식에서 응급 메시지가 발생에 따른 매체 접근 우선순위

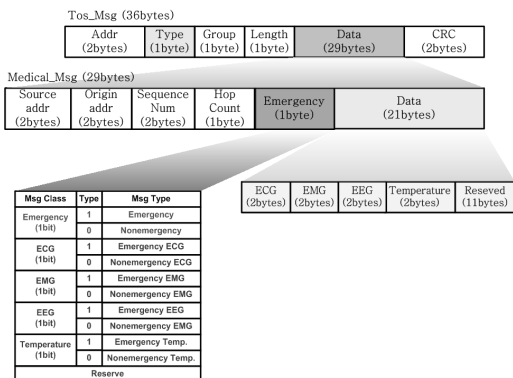


그림 6. 제안한 의료용 메시지 포맷

를 주기 위해 기존의 CSMA/CA에 의한 매체 접근이 아닌 응급 메시지가 발생한 경우 CSMA/C 방식을 사용하지 않고 즉시 코디네이터에게 응급 메시지를 전송하며, 응급 환자의 생체 데이터를 지속적으로 관리할 수 있도록 GTS를 요청한다. 이후, 코디네이터는 비컨 메시지를 재전송하여 응급 메시지가 발생한 노드에게 GTS를 할당한 슈퍼프레임이 동작하도록 한다.

다음 그림 7은 제안한 알고리즘의 순서도를 나타낸다.

응급 메시지 처리 여부에 따른 슈퍼프레임 동작의 비교는 그림 8에 나타낸다.

일반 메시지 처리는 그림 8의 (a)와 같이 IEEE 802.15.4에서의 슈퍼프레임의 구조로 동작한다. 응급 메시지가 발생하면, 그림 8의 (2)와 같이 CAP 구간에서 센서 노드는 GTS를 요청하고 PAN 코디네이터는 즉시 데이터 전송 절차를 중단하고 Emergency Beacon Frame을 송신하여 응급 메시지가 발생된 센서 노드에 GTS를 할당하여 응급 메시지가 발생한 디바이스의 메시지의 송·수신을 보장한다.

IV. 성능평가

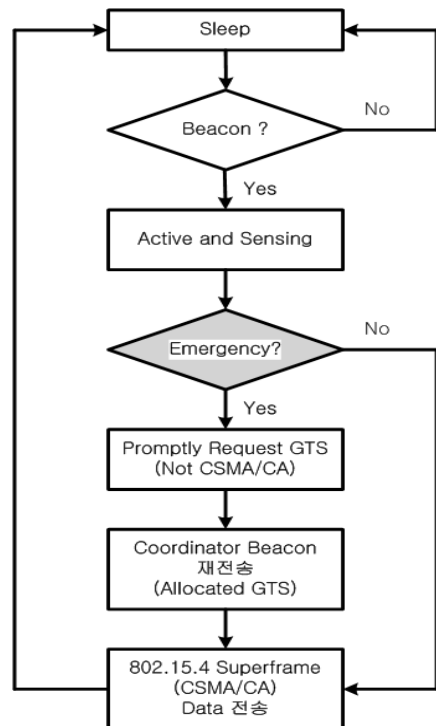


그림 7. 응급 메시지 처리를 위한 순서도

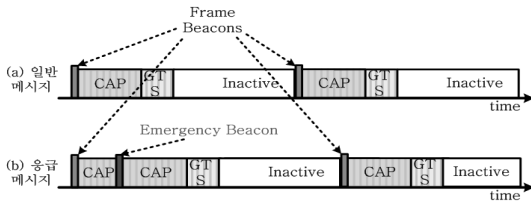


그림 8. 제안한 슈퍼프레임구조의 알고리즘 타이밍도

본 논문에서는 제안한 알고리즘의 구현 및 성능 평가를 위해 IEEE 802.15.4를 지원하는 Chipcon사의 CC2420을 적용한 한백전자의 Zigbee 모듈 (Module)인 ZigbeX Mote를 사용하여 제안한 알고리즘의 성능평가를 실시하였다.

정상적으로 동작하는 IEEE 802.15.4에서의 슈퍼프레임의 동작과 제안한 슈퍼프레임의 동작에서 응급 메시지 발생 시 센서 노드의 수에 따른 응급 메시지의 충돌로 인한 손실과 PAN 코디네이터에서 응급메시지 수신에 완료 시간을 비교함으로써 성능을 평가하였다. 성능 평가 파라미터는 표2와 같다.

실험 환경에서 센서 노드의 수를 증가하며 1000회의 응급 메시지를 발생시켰을 경우 메시지의 충돌로 인한 손실을 측정하였다. 그림 9는 센서 노드 수의 증가에 따른 응급 메시지 손실량을 나타낸다.

표 2. 성능평가 파라미터

구 분	파라미터
1 Slot Time	5 ms
Sleep Time	80 ms
Data Packet Size	36 Bytes
Beacon Packet Size	14 Bytes
Ack. Packet Size	5 Bytes

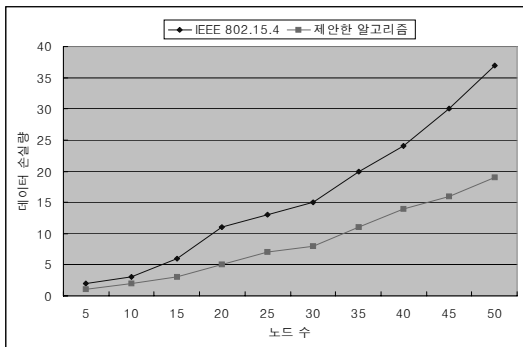


그림 9. 응급 메시지 손실량 비교

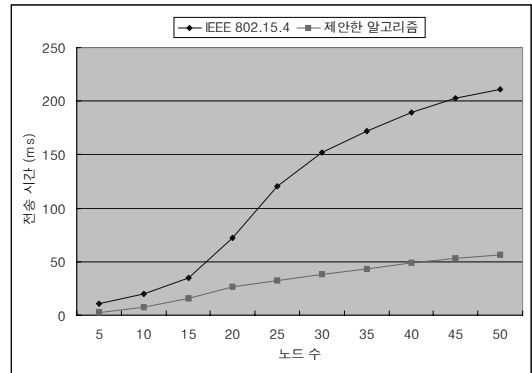


그림 10. 응급 메시지 수신 시간 비교

노드의 수가 증가함에 따라 채널 할당을 위해 경쟁하는 노드의 수의 증가로 인해 일반 데이터 메시지와 응급 메시지와와의 충돌로 인한 응급 메시지의 데이터 손실을 확인할 수 있었고 최대 50개의 노드에서 기존 IEEE 802.15.4가 제안한 알고리즘에 비해 약 2배의 충돌 횟수를 나타낸다.

센서 노드의 수를 증가하며 응급메시지를 발생하였을 경우, PAN 코디네이터에서의 메시지 수신 완료 시간을 측정하였다. 그림 10은 센서 노드의 수의 증가에 따른 응급 메시지 수신완료 시간을 나타낸다.

노드의 수가 증가함에 채널 할당을 위해 경쟁하는 노드의 수의 증가로 인해 응급 메시지의 수신 완료 시간이 증가함을 볼 수 있으며 초기의 적은 수의 노드에서는 차이가 거의 없지만, 20개 이상의 노드에서 최대 5배의 전송 시간의 차이를 나타낸다.

V. 결론

본 논문에서는 센서 노드들로 구성된 센서 네트워크에서의 센싱 정보를 효율적 사용을 위한 응급 메시지 처리 방식을 제안하였다. 제안한 알고리즘은 기존의 네트워크 운영 방식에서 GTS의 설정에서 슈퍼프레임의 주기가 끝난 후 다음 주기에 GTS의 할당이 이루어지나, 제안한 알고리즘에서는 즉각 슈퍼프레임을 중지하고 다시 시작하여 바로 GTS를 할당하여 응급 메시지의 처리를 보다 빠르게 하였다.

향후 연구 과제로 기존 알고리즘에 비해 제안한 알고리즘은 다수의 응급 메시지 발생의 경우 슈퍼프레임의 잦은 동작의 중지가 예상된다. 이는 향후 연구 과정을 통해 개선해야 할 문제로 지적된다.

참 고 문 헌

윤 찬 영 (Chan-young Yun)

중신회원

한국통신학회논문지 제32권 4T호 참조

- [1] 정병주, “u-Healthcare 서비스의 현황과 과제”, 유비쿼터스사회연구시리즈 제 10호, 1-5, 2005년 12월.
- [2] 박주희, “RFID를 이용한 HL7기반의 병원정보시스템 구축”, 광운대학교 박사학위 논문, 36-38, 2005년.
- [3] 이준혁, 김경근, 김현서, 정필성, 정원수, 오영환, “USN 환경에서 U-Healthcare Monitoring System 구현”, 한국통신학회논문지 제33권 제 2호(통신산업응용), pp. 75~81, 2008. 2.
- [4] 정원수, 오영환, “U-Healthcare 기반의 환자 모니터링 시스템”, 한국통신학회논문지 제33권 제7호(네트워크 및 서비스), pp. 575~582, 2008. 7.
- [5] IEEE Standard for Information technology- Telecommunications and information exchange between systems- Local and metropolitan area networks- Specific requirements Part 15.4: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (WPANs), 2006.
- [6] Jose A. Gutierrez, Edgar H. Callaway, Jr. , Raymond L. Barrett, Jr. “Low-Rate Wireless Personal Area Networks : Enabling Wireless Sensors with IEEE 802.15.4”, IEEE press, 2003.
- [7] Zigbee Alliance home page, <http://www.zigbee.org>
- [8] (주)한백전자 기술연구소, “유비쿼터스 센서 네트워크 시스템” 2006년 5월
- [9] <http://www.xbow.com>