

# 실내 건강모니터링을 위한 Ad-hoc기반의 기능성 무선센서노드 평가

이대석\*, 도경훈\*\*, 이훈재\*\*

\*동서대학교 디자인 & IT 전문대학원 유비쿼터스IT 공학과

\*\*동서대학교 컴퓨터정보공학부

## Evaluation of functional wireless sensor node based Ad-hoc network for indoor healthcare monitoring

Dae-Seok Lee\*, Kyeong-Hoon Do<sup>b</sup>, Hun-Jae Lee\*\*

\*Department of Ubiquitous IT, Graduate School of Design & IT, Dongseo University

\*\*Division of Computer Information Engineering, Dongseo University

E-mail : leezzang@gmail.com

### 요 약

본 연구에서는 의료목적 무선 센서네트워크 환경에서 요구하는 데이터 전달의 신뢰성 향상을 위해 기능성 노드를 제안한다. 생체신호 모니터링을 위해 기존의 지속적인 생체신호 전송 시에 발생하는 데이터 손실을 줄이기 위해 비정상적인 QRS-complex 검출이 가능한 센서노드를 이용하여 Ad-hoc 네트워크 환경에서 비정상적인 QRS-complex 발생 시 데이터 전송함으로써 무선 센서네트워크 내에 발생하는 데이터량을 줄일 수 있었다. 본 연구에서 결과로 Ad-hoc 환경에서의 기능성 노드를 사용함으로써 의료 목적을 위한 무선 센서네트워크에서 전체 패킷발생을 줄여서 센서노드의 전력소모를 크게 줄이고 시스템의 신뢰도를 크게 높이는 것으로 확인되었다.

### ABSTRACT

A novel approach for electrocardiogram (ECG) analysis within a functional sensor node has been developed and evaluated. The main aim is to reduce data collision, traffic over loads and power consumption in healthcare applications of wireless sensor networks (WSN). The sensor node attached on the patient's bodysurface around the heart can perform ECG analysis based on a QRS detection algorithm to detect abnormal condition of the patient. Data transfer is activated only after detected abnormality in the ECG. This system can reduce packet loss during transmission by reducing traffic overload. In addition, it saves power supply energy leading to more reliable, cheap and user-friendly operation in the WSN based ubiquitous health monitoring.

### 키워드

Wireless Sensor Network, Ad-hoc, ECG, Home Healthcare Monitoring System

### I. 서 론

일반적인 무선 센서네트워크의 경우, 센서가 고정되어 있으며 광역적인 지역에 설치되며 적은 데이터를 전송하는데 중점을 두지만 의료부분에서 모니터링의 경우 높은 데이터 전송률과 신뢰성 있는 통신이 필요하다. 하지만 무선 센서네트워크는 무선채널의 특지에 의하여 데이터 전송방

경이 제한되어 있으며, 낮은 대역폭과 높은 에러율, 배터리의 한계 등에 제약사항을 가지고 있다.[1] 현재 작고 착용 가능한 센서가 연구, 개발되고 있으며 이는 기존의 의료 계측분야를 보다 확장, 환자 중심의 의료 서비스로 발전시킬 수 있는 계기가 되었다. 무선 센서네트워크를 이용한 의료 서비스는 가정, 병원에서 환자의 생체신호를 지속적으로 측정이 가능하게 되며 특히 실내에서

활동이 많은 독거노인, 만성질환자 등을 위한 건강관리가 가능하게 되었다. 그림 1은 무선 센서 네트워크를 이용한 실내 거주자를 위한 생체신호 계측 시스템을 보여 준다. 실내에 거주하는 고령자 또는 만성질환자로부터 계측된 생체신호는 실내에 설치되어 있는 노드를 통해 전달되어 건강관리에 활용된다.

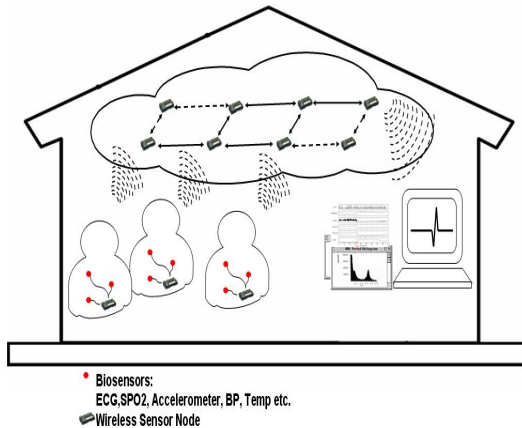


그림 1. 무선센서네트워크를 활용한 실내 건강관리 모니터링 시스템 개념도

하지만 의료 목적의 무선센서네트워크 환경은 일반적이 무선 센서네트워크 환경과는 많은 차이를 보이고 있다. 아래 표1은 일반적인 무선 센서네트워크 환경(General Wireless Sensor Network)의 건강관리를 위한 무선 센서네트워크 환경(Medical Wireless Sensor Network)을 비교 설명하고 있다.[2]

표 1. GWSN과 MWSN환경 특성

변수	GWSN	MWSN
설치 환경	야외 또는 광역 지역	건물, 또는 실내 (단위: 10m 이내)
노드 수	환경 계측 범위에 따름(최소 50개 이상)	계체자의 거주 지역에 따름(20개 이내)
데이터 계측 빈도수	비선형적인 형태의 데이터, 짧은 시간대의 데이터	선형적인 형태 데이터, 지속적인 모니터링 요구
데이터 중요성	일반적 환경데이터 (낮은 레벨)	생명과 연관되어진 데이터 (높은 레벨)
전원 소모량 및 유지 보수	전력 소모량이 적으며 유지, 보수의 어려움	전력 소모량이 많으며 유지, 보수 가능

본 연구에서는 건강관리를 위한 무선센서네트워크에서 환경에서 고려되어야 하는 신뢰성 있는 데이터 전달을 위해 QRS-complex를 검출할 기능성 노드를 이용, Ad-hoc 환경에서의 제안된 기능성 노드의 성능을 평가한다.

## II. 본 론

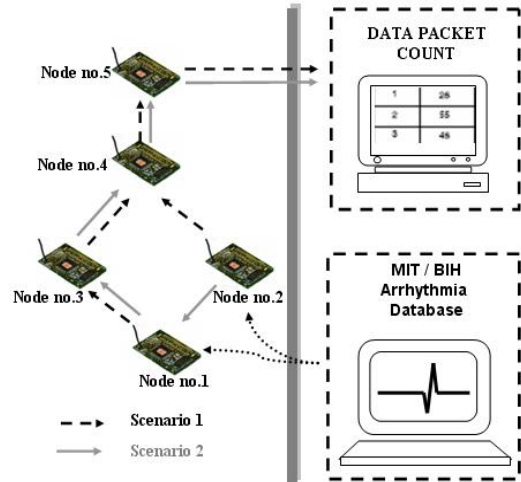


그림 2. 시스템 구성도

기존의 연구에서 무선센서노드가 환자의 몸에 부착되어 ECG, 체온, SpO2 등의 신체관련 데이터를 무선센서네트워크를 통해 gateway로 연속적으로 생체신호 데이터를 전달하는 것이지만 본 연구에서는 환자의 몸에 부착된 센서노드에서 비정상적인 상황을 인지한 이후에 전달 노드로 데이터를 전송하게 된다. 계측된 비정상적인 데이터만을 송수신함으로써, 데이터 처리량 또는 센서네트워크 상의 데이터 오버플로, 무선 센서노드의 전력소모 증가 등을 줄일 수 있다. 그림 2는 Ad-hoc 환경에서의 의료 목적 무선 센서네트워크 환경을 구성하고 기능성노드를 이용하여 무선 센서네트워크 내에서 발생하는 데이터 량을 줄임으로서 네트워크의 전송 신뢰도를 증가하고자 하였다. 기능성 노드는 ECG발생기 역할을 하는 PC와 시리얼로 연결되어 ECG 신호를 전달 받아 비정상적인 QRS가 검출 시 데이터를 전한다. 표 2는 본 실험에서 적용한 시나리오 환경을 보여 주고 있다. 시나리오 2에서 한 개의 생체계측노드와 전달 노드를 동일한 기능으로 설정한다. 이는 기능성 센서노드의 생체 데이터의 전송과 데이터 전달 처리 능력을 동시에 보기 위함이다. 우선 시나리오 1,2에서 계측노드는 기존의 의료목적 센서네트워크와 같이 지속적인 데이터 전송을 하도록 하였으며 시나리오 3에서는 비정상적인 QRS-complex검출 기능이 있는 기능성 노드를 이용하여 비정상적인 QRS-complex 검출 시에만 데

이더를 전달하도록 하였다.

표 2. 멀티 홉 기반의 의료 목적 무선센서네트워크 환경 시나리오

	시나리오 1	시나리오 2	시나리오 3
생체계측 노드	2	2	2
전달 노드	2	3	2
계측/전달노드	0	1	0
생체신호 레코더 No.	MIT/BIH 100, 119 record		
노드간 거리	50cm		
라우팅	고정형(static)		

본 연구에서 사용된 생체신호는 MIT/BIH Database에서 리코더 넘버 100, 119번을 사용하였다[3]. 100번 리코더는 정상적인 ECG를 가지고 있으며 119번은 심실조기 수축이 나타난 비정상적인 QRS-complex를 포함하고 있다. 리코더에 기록된 ECG 360Hz의 샘플률을 가지고 있으며 30분 동안 기록되어 있다.

센서노드에서 사용되는 운영체제는 UC 버클리 대학에서 개발되어진 TinyOS를 이용하였다. 센서네트워크와 같은 임베디드 네트워크시스템을 위해 특별히 고안된 운영체제로서 제한된 메모리 공간의 효율적인 이용과 프로세싱의 동시성 등을 지원해 주는 운영체제이다. 또한 재사용 가능한 소프트웨어 컴포넌트 기반의 운영체제로서 모듈별로 설계된 컴포넌트에 의해 응용프로그램을 구현한다[4].

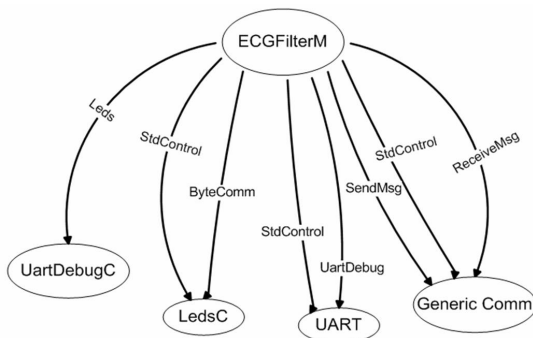


그림 3. 기능성 센서노드의 소스트리

그림 3은 TinyOS 기반의 어플리케이션의 소스

트리로서 QRS를 검출 하기위한 전처리 과정 및 이상징후 ECG를 검출 하기위한 일련을 과정을 센서노드에 구현하였다. 최상위 컴포넌트인 ECGfilterM는 실시간 QRS를 검출하기 위한 전처리과정과 정상적인 QRS를 검출하기 위한 함수들이 NesC로 구현되어 있다. UART 컴포넌트는 실험을 위한 ECG데이터를 컴퓨터로부터 전송 받고 Generic Comm 컴포넌트는 ECGfilterM에서 분류되어진 이상 징후의 ECG 데이터를 RF로 전송하는 역할을 한다.

센서노드간의 무선 송·수신 패킷은 기본적인 TinyOS 메시지인 TOS 메시지, 데이터 디스플레이를 위한 Oscope 메시지와 멀티 홉 라우팅에서 사용되는 Multihop 메시지로 구성이 되고, 정의된 패킷 이외에도 TinyOS의 응용 프로그램에 따라 사용자가 원하는 패킷구조로 조정하여 구성할 수 있다. 기본적인 TOS 메시지의 Payload 데이터는 모트 아이디, 데이터 카운트, 채널번호를 저장하는 6바이트의 헤더 데이터와 2바이트 크기의 E데이터를 10개 저장하도록 하여 26바이트를 사용하였으나 본 연구에서는 데이터 전송의 효율성을 위해 2바이트 크기의 데이터를 20개를 저장 후 전송도록 하였다. 그림 4은 본 연구에서 사용된 패킷 구조도를 보여주고 있다.

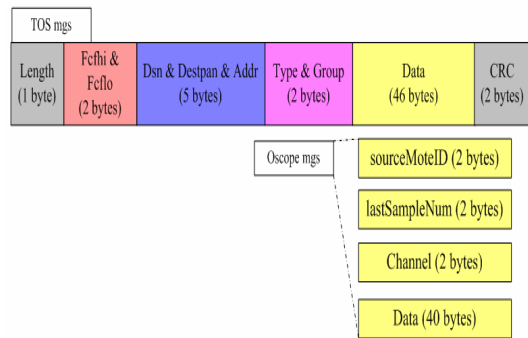


그림 4. 기능성 센서노드 패킷 구조도

### III. 실험결과

MIT/HIB데이터에서 100파일과 119번 파일을 이용하여 실험 하였으며 ECG 생성기 역할을 하는 PC와 연결된 무선센서노드에 데이터를 전달하기 위해 GUI(Graphic User Interface)를 제작하였다. MIT/BIH Database에서 ECG를 검출과 같이 1 초마다 360개의 데이터를 전송하게 하였으며 그래프 프로 나타내게 하였다. 그림 4에서 1번 부분은 ECG발생기 역할을 하는 PC에 구현된 GUI이며 그림 2번 부분은 전달 노드로부터 데이터를 전달 받는 싱크노와 연결된 PC의 GUI이다. 그림 4의 2번 부분에서 보이는 것과 같이 시나리오 1, 2를 적용하였을 경우 전달과정에서 데이터 손실이 발생하는 것을 보여 주고 있다. 이는 비록 IEEE

802.14.5 통신 표준에서 250kbps의 전송속도를 보장한다고 하나 최적의 단일 peer to peer 통신일 경우이며 실제 환경에서는 이를 보장하지 못하고 있다. 또한 빈번한 데이터 발생은 무선센서네트워크 상에서 Hidden terminals와 Exposed terminals의 문제점으로 인해 데이터 전송 지연 또는 손실이 발생하게 된다.[5]

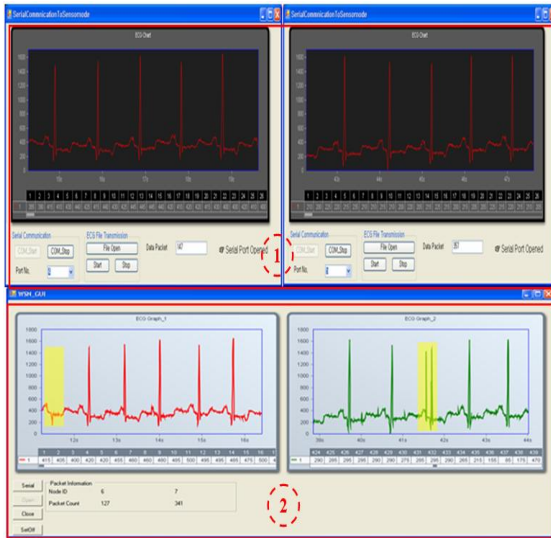


그림 5. 시스템 구성도

Ad-hoc 환경에서의 생체신호 전송확인 결과, 시나리오 1에서 센서노드 1번, 2번에서 전송한 생체신호 데이터를 싱크노드에서 각각 77.87%, 81.86%의 수신 성공률을 보였으며 시나리오 2에서는 78.62%, 83.52%의 수신 성공률을 나타냈다. 시나리오 1에서 1번 무선센서노드의 데이터 전달 성공률이 떨어지는 이유는 2번 노드보다 많은 홉을 거쳤으며 시나리오 2에서는 생체신호 계측과 중간노드로서의 데이터 전달 역할을 하는 중계노드임으로 많은 데이터 손실률을 보였다. 하지만 기능성 노드를 이용한 경우, 데이터 전달 성공률이 99.99%를 보였으며 이는 비정상적인 데이터만을 보냄으로서 네트워크 내의 데이터양을 줄이고 네트워크 내의 전송 신뢰도를 증가 시키는 요인이 되었다.

<표 2> 멀티 홉 기반의 의료 목적 무선센서네트워크 환경 시나리오

노드 번호	시나리오 1 패킷 수신율	시나리오 2 패킷 수신율	시나리오 3 패킷 수신율
노드번호 1	77.87%	78.62%	99.99%
노드번호 2	81.86%	83.52%	99.99%

## V. 결 론

본 연구에서는 의료 목적의 센서네트워크 환경에서 QRS-complex를 검출할 수 있는 기능성 노드를 구현, 실험 하였다. 결과에서 보듯이 기능성 노드를 사용하지 않은 Ac-hop 무선 센서네트워크 환경에 많은 데이터 손실이 발생하였으며 이러한 문제점을 해결할 수 있는 방법으로 기능성 노드를 제시하였다.

하지만 ECG에서 단순 QRS-complex를 이용하여 생체신호의 정상 유무를 판단하기에는 부족하며 제한된 무선센서노드를 효율적으로 사용한 다른 여러 ECG 파라미터를 검출 할 수 있는 알고리즘이 개발 되어야 하며 이는 보다 정밀한 판별이 가능할 것이다. 또한 일반적인 센서네트워크 환경과 의료목적의 센서네트워크 환경의 차이점을 고려한 MAC, 라우팅 알고리즘이 필요하다.

## 참고문헌

- [1] I.F. Akyildiz et al., " Wireless sensor networks: a survey", Computer Networks, Vol. 38, pp.393-422, March 2002.
- [2] Geoffrey G. Messier and Ivars G. Finvers, "Traffic Models for Medical Wireless Sensor Networks", IEEE Communications Letters, Vo. 11, pp.13-15, January 2007.
- [3] J. Hill, R. Szweczyk, A. Woo, S. Hollar, D. E. Culler, and K. S. J. Pister. System Architecture Directions for Networked Sensors. In Architectural Support for Programming Languages and Operating Systems, pages 93 - 104, 2000.
- [4] J. Hill, R. Szweczyk, A. Woo, S. Hollar, D. E. Culler, and K. S. J. Pister. System Architecture Directions for Networked Sensors. In Architectural Support for Programming Languages and Operating Systems, pages 93 - 104, 2000.
- [5] IEEE Standards 802.15.4, " Wireless Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY)", Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Network(LR-WPANs), October 2003.