

# 모바일 환경에서 질의응답이 가능한 무선센서노드 라우팅 생체신호 모니터링 시스템

이승철\* · 토싱후이\*\* · 도경훈\*\*\* · 정완영\*\*\*\*

\*\*동서대학교 디자인 & IT 전문대학원 유틸리티스 IT

\*\*\*동서대학교 컴퓨터정보공학부

\*\*\*\*부경대학교 전자컴퓨터정보통신공학부

## Vital Sign Monitoring System with Routing and Query of Wireless Sensor Node on Mobile Environment

Seung-chul Lee\* · Sing-Hui Toh\*\* · Kyeong-Hoon DO\*\*\* · Wan-Young Chung\*\*\*\*

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

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

\*\*\*\*Division of Eletronic, Computer & Telecommunication Engineering, Pukyong National  
University

E-mail : wychung@pknu.ac.kr

### 요 약

본 논문에서는 모바일 환경에서 무선센서노드의 라우팅과 질의응답이 가능하도록 실시간 쿼리 기능, 자율구성 네트워크, 다양한 생체 신호 모니터링을 설계 및 구현하였다. 센서노드에 부착 가능한 any devices(심전도, 혈압, 혈당모듈)는 의사나 건강관리 전문가가 특정한 모듈을 선택적으로 사용할 수 있도록 쿼리 프로세서를 설계하였다. 또한 이 프로세서를 이용하여 모바일 환경에서 자율구성 네트워크 토폴로지가 형성되는 모습을 제어할 수 있도록 하였다. 무선의료 디바이스를 이용한 생체신호는 실시간 분석을 하기 위해 서버 PC에서 분석하는 게 아니라 모바일로 먼저 분석하게 된다. 이는 휴대폰의 데이터 통신 비용을 절약하기 위해서 심전도, 혈압, 혈당과 같은 생체신호는 모바일에서 비정상 생체신호를 검출 후 정밀한 신호처리를 하기 위해서 서버에 보내지도록 구현하였다.

### ABSTRACT

Vital sign monitoring system using IEEE 802.15.4 based wireless sensor network(WSN) is designed and developed on mobile environment and sensor node platform. WSN and CDMA are integrated to create a wide coverage to support various environments like inside and outside. We developed query processor to use selective any devices(ECG, Blood pressure and sugar module) and control the self-organizing network of sensor nodes in a wireless sensor network. Vital sign from wireless medical any devices are analysed in cell phone first for real time signal analyses and the abnormal vital signs are sent and save to hospital server for detail signal processing. wireless signal traffic in wireless sensor network environment or data communication inside the cell phone is reduced.

### 키워드

Mobile healthcare, ECG, blood pressure, wireless sensor network

### 1. 서 론

현재 우리나라는 노령화 사회로 진입하고 있으며, 노인들의 의료 환경 조성이 절실히 요구되며,

심장병, 당뇨 등 만성질환이 증가하고 있음에도 불구하고, 질환과 관련된 체계적인 원격관리가 어려워지며, 건강, 레저 등 삶의 질에 관한 관심과 스트레스, 다이어트 등에 대한 관심이 폭발적으로 증가하고 있다. 무선통신 기술의 발전과 휴대폰의 광범위한 보급은 이에 대한 해결책을 제시하고, 모바일 헬스케어 서비스를 활성화 시킬 수 있다. 생체모니터링을 위한 모바일 헬스케어는 환자와 의사가 공간적으로 구속을 받지 않고 자유롭게 이동하면서 의료 서비스를 주고받을 수 있으며, 의료정보시스템에 기반 한 생체신호 계측, 응급경보가 가능한 휴대형 무선 생체 계측 시스템을 사용하는 것으로 무선통신 인프라 환경에서는 이동형 무선통신 및 컴퓨팅 장치를 사용하는 게 헬스케어를 의미한다. 생체 신호 모니터링의 경우 스마트폰, PDA, 태블릿 PC 및 랩탑 등의 장치가 이 분야에 사용되고 있다[1].

본 논문에서는 모바일 환경에서 다중 생체 분석 모니터링 시스템을 설계하였으며, 센서노드에 부착 가능한 특정한 생체 모듈을 선택적으로 사용하기 위해서 쿼리 프로세서를 설계하였고, 이를 이용해 자율구성 네트워크를 제어하도록 구현하였다.

## II. 생체신호 모니터링 시스템

본 논문에서 제안하는 모바일 환경과 무선네트워크를 이용하는 생체신호 모니터링 시스템의 전체 구조는 그림 1과 같다.

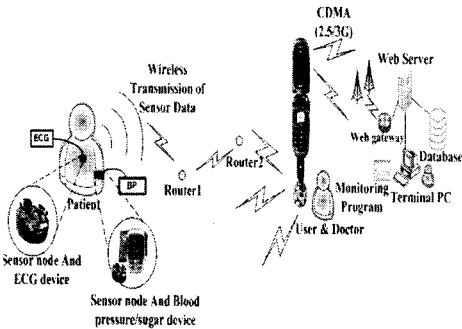


그림 1. 전체 시스템 구조

생체신호 모니터링 시스템은 센서노드, 생체신호를 검출하는 생체 디바이스(Medical devices), 생체신호 수신을 위한 동글(Dongle), 실시간 생체신호 모니터링 및 분석을 위한 모바일, 분석된 생체신호를 저장하기 위해 구현한 데이터베이스화된 서버 그리고 원격으로 서버에 접속 가능한 터미널 PC로 구성되어 있다. 모바일로 센서노드에 게 질의를 하면 환자의 가슴과 손목에 부착된 센서노드와 생체 디바이스가 활성화 시키게 되며, 활성화된 센서노드들은 자율적으로 무선네트워크

경로를 설정해 IEEE 802.15.4 기반의 무선센서네트워크를 통해 동글로 전송된다. 그 결과, 모바일 화면에 실시간으로 전달된 데이터를 확인 및 분석 할 수 있다. 본 논문에서 2.4GHz 주파수 대역의 IEEE 802.15.4를 적용하여 직접 연구실에서 설계한 센서노드와 원형모양의 소형 심전도 디바이스 모듈을 구현해서 실험하였다. 그리고 혈압 디바이스는 국내의 제넥셀메디칼사의 상용 혈압 디바이스[2]를 이용하였다.

## III. 생체신호분석

본 논문에서 제안한 생체분석 알고리즘은 모바일 환경에서 비정상 생체신호를 분석하기 위해서 구현하였다.

### 3.1 심전도의 비정상과 검출

심전도 분석 알고리즘은 QRS 검출기 모듈(그림2)과 비정상적인 파형 검출기 모듈(그림3)로 구성하였다. QRS 검출기 모듈은 Pan & Tompkins 기반으로 실시간 QRS를 검출했으며, 이 모듈은 저역통과 필터, 고역통과 필터, 미분기, 제곱기, 이동창, 적분기를 가지고 있다[3]. QRS 검출 모듈로 MIT/BIH 데이터 사용 후 실험결과 QRS complex 검출 정확성이 99.3%를 보여 주었다.

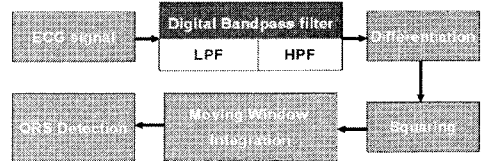


그림 2. QRS 검출기 모듈

QRS 검출기 모듈로부터 획득한 QRS complex는 Width of window, R-R interval에 따라서 정상적인 파형과 비정상적인 파형으로 구분하였다.

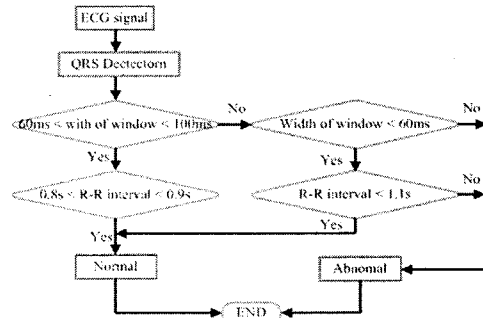


그림 3. 비정상적인 파형 검출기 모듈

이동 창의 너비(Width of window)가 100ms 보다 작고, R-R 간격이 1.1s를 초과하면 그림 3에서 보는 것처럼 정상적인 파형을 검출했다.

### 3.2 혈압과 혈당의 비정상과 검출

본 연구에서 혈압, 혈당 측정기로 측정된 혈압, 혈당 데이터를 휴대폰으로 실시간 모니터링하기 위해 디자인한 비정상 검출 혈압, 혈당 모듈을 그림 4, 5에서 보여주고 있다. 혈압은 수축 기압과 확장기압인 2개의 수치로 표시가 된다. 특히 수축 기압(Systolic)은 심장이 박동할 때 혈관 안에 압력을 표시하며, 확장기압(Diastolic)은 심장이 박동과 박동 사이에 쉬고 있을 때 혈관 안에 압력을 표시를 한다. 건강한 성인의 정상 혈압은 120mmHg 수축기압과 80mmHg 확장기압으로 표시하였다. 비정상 검출 혈압모듈은 120/80 이상면 비정상 혈압 상태를 측정하였다. 우리가 섭취하는 당질은 장에서 흡수되어 포도당으로 되어 혈중에 들어간다. 혈액중의 포도당(혈당)은 일정한 농도로 유지가 되어야 하는데, 정상 기준 혈당(80mg/dL < 혈당 < 10mg/dL)보다 높거나 낮으면 비정상으로 판별하였다.

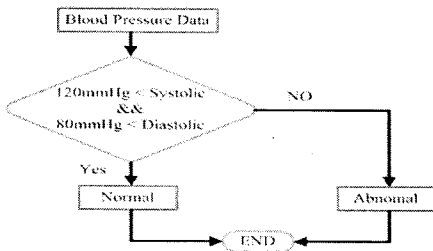


그림 4. 혈압의 비정상적인 파형 검출기

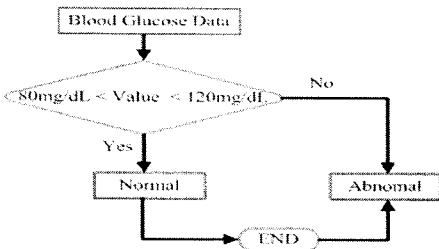


그림 5. 혈당의 비정상적인 파형 검출기

## IV. 질의 프로세서 설계

쿼리 프로세싱 시스템은 센서노드에 다양한 종류의 통합된 센서 디바이스(심전도, 혈압, 혈당)를 선택적으로 채널을 선택 및 컨트롤하기 위해서 디자인된 시스템이다. 이를 이용하여 자율구성 네트워크를 컨

트롤할 수 있다. 생체 쿼리 프로세서 시스템은 UC Berkely의 TinyOS 플랫폼인 NesC [4]와 모바일 플랫폼인 WIPI 언어를 이용하여 구현하였다. 쿼리 프로세서는 베이스 스테이션(dongle)이 휴대폰에 연결된 RS-232 연결 장치를 사용하므로써 휴대폰에서 질의 응답을 수행할 수 있다. 그림 6은 센서노드 및 생체 모듈을 관리 및 컨트롤하기 위해 제안된 생체 쿼리 프로세서 시스템을 보여주고 있다. 만약 휴대폰에서 생체 질의 명령을 목적 노드에 전송을 하면, 목적 노드의 'Query Processor' 모듈에서 보내온 질의 명령의 채널을 찾고, 선택된 생체 디바이스는 'Healthcare Time select'와 Health Data Acquisition module'를 이용하여 생체 데이터를 획득한다. 그리고 'Query processor' 모듈은 'Radio' 모듈을 통해서 휴대폰으로 생체 신호를 전송하게 된다. 그림 7은 모바일과 센서노드에 질의 언어를 구현한 모습을 보여주고 있다. 질의포맷 타입은 Seqno, Action, Destination, Channel, nSample로 구성되어 있다. Action은 센서노드를 sleeping 상태와 action 상태로 동작하게끔 하는 필드이며, Destination은 센서노드 ID를 부여한다. 그리고 Channel은 센서 디바이스를 선택하는 필드이다.

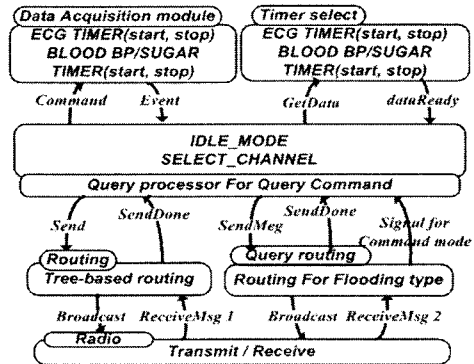


그림 6. 쿼리 프로세서 블록도

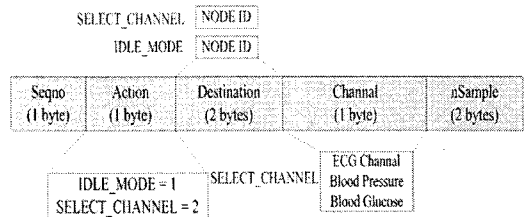


그림 7. 질의포맷 타입

## V. 결과 및 고찰

그림 8은 모바일의 그래픽 질의 인터페이스를 보여주고 있다. 'ECG\_Query button', 'Blood pressure Query button', 'Blood Glucose button'을 누르면 목적 ID의 센서노드가 활성화 되며,

또한 센서노드에 연결되어 있는 ECG, 혈압, 혈당 디바이스도 활성화되어 환자의 생체정보를 센싱 할 수 있도록 구현하였다.

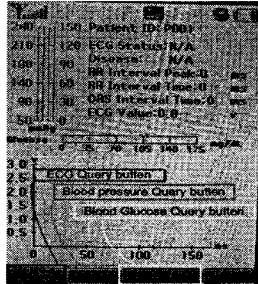


그림 8. 모바일 질의 인터페이스

본 논문에서 생체분석 알고리즘을 이용하여 모바일로 실시간 파형 모니터링 및 비정상 파형을 검출한 모습은 그림 9와 같다. (a)는 실시간 ECG 파형이 모니터링 되고 있으며, 그 결과 비정상 파형 검출을 그림 (b)에서 보여주도록 하였다. 그림 (c)와 (e)는 상용 혈압, 혈당 모듈로 측정된 결과가 무선센서네트워크를 이용하여 모바일에 확인할 수 있도록 하였으며, 비정상 데이터를 그림 (d)와 (f)에서 검출된 것을 확인할 수 있다.

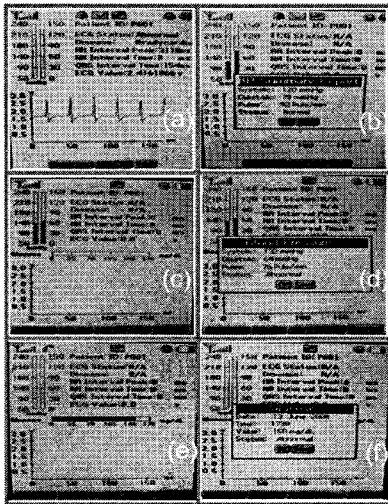


그림 9. 모바일의 비정상적인 파형검출  
(a)ECG 파형, (b)ECG의 비정상 검출  
(c)혈압 그래프, (d)혈압의 비정상 검출  
(e)혈당 그래프, (f)혈당의 비정상 검출

그림 10은 환자에 착용한 센서노드가 자율구성 토폴로지 형성하고, 센서노드를 컨트롤하기 위한 모습

을 보여주는 있다. 그림(b)은 스타 토폴로지처럼 베이스 스테이션으로 생체 데이터를 전송하는 모습을 보여주고 있으며, 그림(a)는 자율적으로 네트워크가 2홉을 형성하는 모습을 보여주고 있다. 또한 그림 (a), (b)에서의 노드 7번은 sleeping 상태 질의를 보여주고 있다.

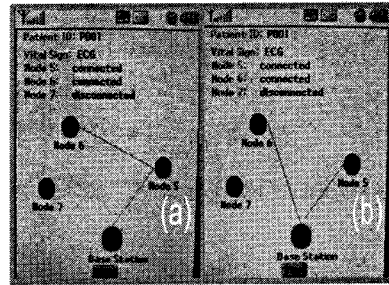


그림 10. 모바일의 자율구성 네트워크  
(a)2홉의 토폴로지, (b) 1홉 토폴로지

## VI. 결 론

본 논문에서는 체계적인 원격관리의 어려움을 해결책으로 제시하기 위해 모바일 환경에서 생체 모니터링 시스템을 구현하였으며, 다중 생체 디바이스 선택적으로 이용하기 위해 질의 프로세서를 설계하였다.

본 논문에서는 구현한 시스템의 실험결과 심전도, 혈압, 혈당 파형성분을 검출 및 분석할 수 있었으며, 질의 프로세서를 이용하여 자율구성네트워크를 효율적으로 제어할 수 있었다. 본 연구 결과를 기반으로 하여 보다 정밀한 생체 정보에 대한 정확성과 더 많은 노드에 대한 토폴로지를 형성하고자 한다.

## 참고문헌

- [1] 송명호, "헬스케어분야 특허동향보고서", 한국특허정보원, 2005.
- [2] <http://www.genexel.com>
- [3] Pan J, Tompkins W, "A real-time QRS detection algorithm", IEEE Trans Biomed Eng, vol32, pp. 230-236, 1985
- [4] Samuel Madden, Michael J. Franklin, and Joseph M. Hellerstein, "The Design of an Acquisitional Query processor For Sensor networks", In proceedings of the 2003 ACM SIGMOD international conference on Management of data, 2003.