
무선센서네트워크 기반의 모바일 유비쿼터스 헬스케어시스템

신광식* · 치우리안 야우* · 정완영**

Mobile Ubiquitous Healthcare System Using Wireless Sensor Network

Kwang-Sig Shin* · Chiew-Lian Yau** · Wan-Young Chung***

요 약

노년층의 인구비율이 늘어나면서 IT 기술을 활용한 상시 건강관리 시스템에 관한 관심과 연구가 크게 증가하고 있다. 본 연구에서는 소형 저전력 센서노드와 핸드폰을 이용한 유비쿼터스 헬스케어 시스템을 설계하고 구현하였다. 본 연구에서 제안하는 시스템은 소형 저전력 센서노드간의 네트워크가 가능하며 핸드폰과의 인터페이스로 장소에 구애받지 않고 자신의 현재 건강상태를 확인해 볼 수 있다. WIPI기반으로 만들어진 휴대폰 어플리케이션을 통해 간단한 건강상태 확인이 가능하고 또한 웹과의 연동을 통해 의료서비스 서버에서 자신의 생체신호에 대한 좀 더 자세하고 정확하게 분석된 결과를 받아볼 수 있도록 하며 검사된 생체신호 데이터는 DB에 저장 가능하도록하여 전문의료진을 통해 확인이 가능하도록하였다. 본 논문에서는 IEEE 802.11 b/g 방식과 IEEE 802.15.4 방식을 선택사용 할 수 있는 센서 노드 및 베이스 스테이션을 제안하였으며 또한 휴대폰을 통한 데이터통신 및 모니터링을 위한 WIPI기반의 휴대폰 어플리케이션을 구현하였다. 또한 웹서버에서의 생체신호 분석 및 모니터링 프로그램, 데이터베이스관리 프로그램이 구동되어 핸드폰과 연동되어 동작하는 전체 서비스모델을 구현하였다.

ABSTRACT

As growing up of elderly population, the interesting on healthcare system in normal life using IT is increasing. An integrated u-healthcare service architecture with IEEE 802.11 and IEEE 802.15.4 based sensor network and code division multiple access(CDMA) public mobile telecommunication networks was designed and developed. Sensor nodes with electrocardiogram(ECG), body core temperature sensors are attached on the patients' body. The healthcare parameters are transferred to web server via CDMA mobile network or through existed LAN network. The existed LAN network is suggested to be used for continuous monitoring of patient's health status in hospital while mobile networks can be used for general purpose at home or outdoor where infra networks unavailable. This system enable healthcare personal to be able to continuously access, review, monitor and transmit the patients information wherever they are, whenever they want. And immediately check their status by using cellular phone and obtain detail information by communication with medical information server through CDMA. By using this developed integrated u-healthcare service architecture, we can monitor patients' health status for 24 hours.

키워드

WIPI, IEEE 802.11, IEEE 802.15.4, Wireless Sensor network, CDMA

* 동서대학교 디자인 & IT 전문대학원 유비쿼터스 IT

접수일자 : 2006. 10. 27

** 동서대학교 컴퓨터정보공학부

I. 서 론

개인건강관리에 대한 중요성이 증가하고 노년층의 인구비율이 증가하면서 유비쿼터스 IT 분야의 기술을 건강관리 시스템에 적용하려는 연구와 시도가 증가하고 있다. 이는 좀 더 적은시간을 들여서 좀 더 효율적인 의료서비스를 받기위함이다.본 연구에서는 최근 유비쿼터스분야의 핵심기술로 각광받고있는 무선센서네트워크기술을 무선 랜영역으로의 확대와 더불어 개인 휴대폰단말기와 인터페이스를 통해 더 넓은 의미의 유비쿼터스 헬스케어 시스템을 구현하고자 하였다. 본 논문에서는 연구과정에 대해 센서노드영역과 휴대폰 어플리케이션영역, 웹서버영역, 센서노드 및 휴대폰, 웹서버와의 인터페이스 방법에 관해 연구한 결과를 보여주고자 한다.

센서노드에서 수집된 생체신호는 간단한 생체신호 진단기능을 가진 휴대폰화면에 표시되며 진단결과도 즉각 확인할 수 있다. 또한 보다 상세한 분석결과를 원하는 경우 의료서비스서버와 CDMA망을 통한 데이터통신을 통해 생체신호를 넘겨주고 진단결과를 받을 수 있도록 하였다.

II. 무선센서네트워크

기존의 IEEE 802.15.4 기반 센서네트워크의 기본적인 네트워킹 구조를 그림 1에서 보여준다.

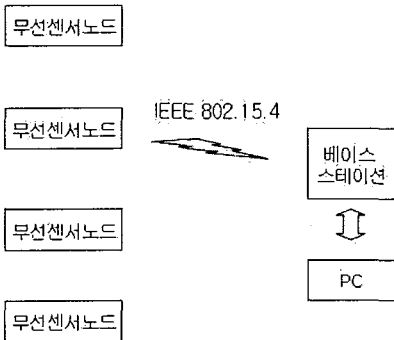


그림 1. 센서네트워크의 구조
Fig. 1. Structure of sensor network

그림 1에서 볼 수 있듯이, 베이스 스테이션과 유선으로 연결된 PC를 통해 센서네트워크의 데이터 관리를 해야하

는 취약점이 있어 각 센서노드들은 베이스 스테이션이 있는 지점까지 멀티홉 네트워킹을 해야만하기 때문에 데이터의 신뢰도나 데이터통신속도의 저하가 불가피하다. 이는 생체신호측정을 목적으로 하는 BSN[1] 기반의 무선센서네트워크의 취약점이다. 이점을 보완하기 위해 본 연구에서는 휴대폰을 베이스 스테이션으로 사용하는 시스템을 제안하였다[2,3].

그림 2는 휴대폰기반의 건강관리시스템을 위한 무선센서네트워크 시스템 구조를 보여준다.

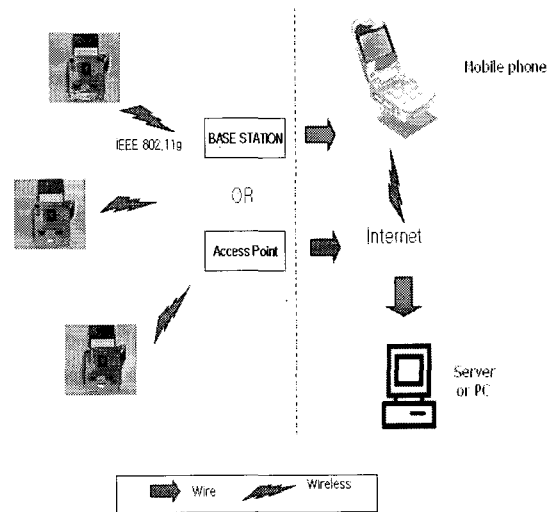


그림 2. 휴대폰을 활용한 센서네트워크
Fig. 2. Sensor network using Cellular phone

그림 2처럼 IEEE 802.11b(g) 기반의 센서노드를 사용하여 기존의 Access Point (AP)를 이용하여 네트워크를 형성할 수도 있고, 주변에 AP가 없을 경우 센서노드간의 Ad-Hoc 네트워킹[4]을 통하여 베이스노드로 동작하는 센서노드로 데이터를 전송하면 휴대폰을 이용 CDMA망을 통하여 서버로 데이터가 전달된다. 이때 AP를 사용하는 경우에는 각 센서노드들과 AP는 스타토폴로지형태의 네트워크구조가 형성되어 각 센서노드들은 AP와 직접통신을 하게 되고, AP없이 동작하는 경우에는 각 노드들 간에 AD-HOC모드로 네트워크를 형성한다. 이 동작에 대해서 다음 그림 3에 나타내었다.

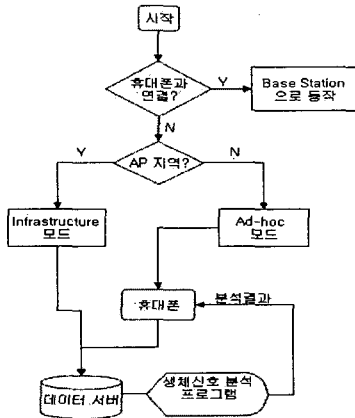


그림 3. 센서노드의 동작 흐름도
Fig. 3. Flow chart of sensor node

그림 3에서는 제안하는 시스템의 전체적인 동작 흐름을 보여준다.

III. 생체신호 분석 및 수집 프로그램

본 연구결과의 시험을 위해 사용된 생체 신호는 ECG 이며 서버로 전달된 ECG 신호의 신뢰도를 시험하기 위해 ECG 분석프로그램[5]을 이용하였다. ECG 분석프로그램은 CDMA망을 통해 접근한 휴대폰의 사용자정보를 읽어 사용자확인을 거친 후 자동으로 실행되게되며 데이터베이스 관리프로그램을 통해 분석결과 및 ECG데이터를 데이터베이스에 저장할 수 있도록하여 사용자가 원하는 시점에 웹을 통해 자신의 검사기록을 확인할 수 있도록 하였다.

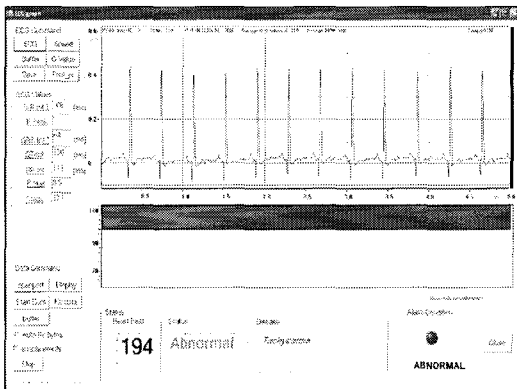


그림 4. 서버단의 생체신호 분석프로그램
Fig. 4. Physiological analysis program in server

그림 4에서는 생체신호 분석프로그램을 이용해 수집된 ECG 데이터를 분석하고 데이터베이스에 저장하는 동작모습을 보여준다. 사요된 ECG 분석 프로그램의 인터페이스는 RS-232 혹은 TCP/IP 방식을 지원하며 이를 통해 데이터가 수집될 수 있다. IEEE 802.15.4 방식의 센서네트워크와 연동될 경우 RS-232 인터페이스를 사용하고 IEEE 802.11 방식의 센서네트워크와 연동될 경우에는 TCP/IP 방식을 사용하여 데이터를 수집한다.

IV. 휴대폰 어플리케이션

본 연구에서는 휴대폰을 활용하여 센서노드의 데이터를 생체신호 분석용프로그램이 있는 서버로 전달하여 거리나 장소의 제약없이 생체신호를 수집 및 분석이 가능하도록하였다. 또한 서버에서 분석된 결과를 되받아서 화면에 표시해줌으로써 PC를 통해 서버에 접속하지 않고서도 휴대폰을 통해 자신의 생체신호정보를 확인할 수 있도록 하였다. 이때 휴대폰에서 자체적으로 가지고 있는 분석기능을 이용하는 경우, 서버와 데이터통신을 하지않고 자체적으로 ECG 신호를 분석하여 결과를 보여주게 된다.

휴대폰 응용프로그램개발을 위해 한국에서 제정한 휴대폰 어플리케이션 표준규정인 WIPI표준[6]에 의해 어플리케이션을 개발하였다.

휴대폰과 베이스스테이션으로 동작하는 센서노드간에는 RS-232 인터페이스로 통신을 하고 휴대폰과 웹서버는 TCP Socket방식으로 CDMA망을 이용해 통신을 한다. 휴대폰은 Base station으로 동작하는 센서노드로부터 동작모드 (Infrastructure 또는 Ad-Hoc)정보를 받은 후 사용자명령을 기다리게 된다. 베이스스테이션에서 수집한 센서네트워크의 데이터를 휴대폰을 통해 서버로 전송하여 서버에서 신호의 분석이 이루어지게하는 형태와 베이스스테이션으로부터 받은 생체신호데이터를 휴대폰에서 직접 디스플레이 하면서 분석하여 그 결과를 보여주는 기능을 가지고 있다.

AP영역 안에서 동작을 할 경우 휴대폰은 사용자명령을 센서노드로 전달한 후 서버의 분석결과를 base-station으로부터 받을 때까지 대기한다. 하지만 Ad-Hoc 모드인 경우 사용자명령을 받으면 웹서버로 연결을 시도하여 연결을 성공할 경우 센서노드에 사용자 명령을 전달하고 센서노드로부터의 데이터를 base-station을 통해 받아서 CDMA 망을 통해 서버로 전달하게 된다.

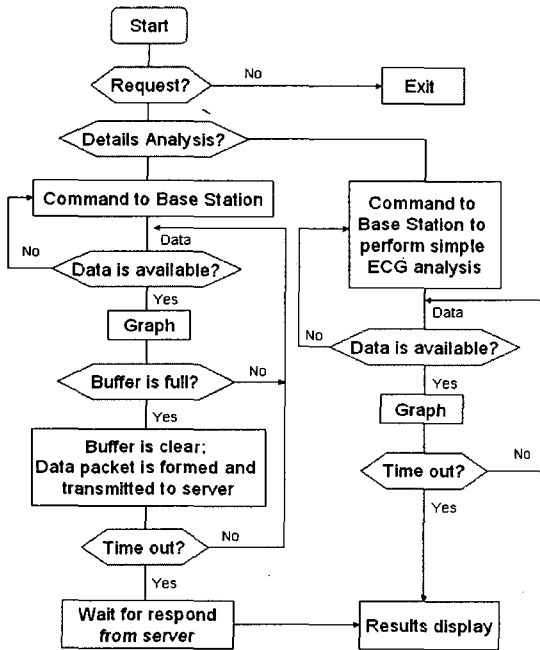


그림 5. 휴대폰 어플리케이션의 동작 흐름도
Fig. 5. Flow chart of Cellular phone application

ECG신호의 경우 일정시간동안 연속적이고 정확한 데이터를 요구한다. 따라서 사용자는 휴대폰을 통해 일정시간동안 ECG 신호를 수집할 것인지 연속적으로 신호를 수집할 것인지를 선택하게 되고 휴대폰은 베이스스테이션을 통해 해당 센서노드로 사용자 명령을 보낸다. 명령을 받은 센서노드는 일정시간 안 ECG신호를 수집하고 시간이 지나면 센서노드 동작을 중지한다. 휴대폰은 서버로부터의 분석결과를 기다렸다가 화면에 출력시킨다. 그림5는 휴대폰 어플리케이션의 흐름도 이다.

그림 6에서 서버의 생체신호분석 프로그램과 데이터베이스, 휴대폰, 센서노드간의 연동관계를 보여준다. 시스템의 동작 순서 및 연동관계는 다음과 같이 정리할 수 있다.

1. 휴대폰을 통해 서버로 접속 : Ad-hoc, Infrastructure 동일, 사용자정보 확인.
2. 사용자확인 후 데이터베이스 구동 및 저장을 위한 테이블생성.
3. 생체신호분석 프로그램에서 데이터베이스에 분석 결과 및 생체신호 데이터저장.
4. Infrastructure 모드인 경우 센서노드에서 직접 서버

의 생체신호분석 프로그램과 연동하여 데이터통신. Ad-hoc 모드인 경우 센서노드의 데이터는 휴대폰과 연결되어 있는 베이스스테이션으로 전송되어 CDMA 망을 통해 생체신호 분석프로그램으로 전달 된다.

5. 사용자가 의뢰서비스서버와의 통신을 통한 정밀 진단기능을 원하지 않을 경우 휴대폰에서 분석된 결과를 표시.

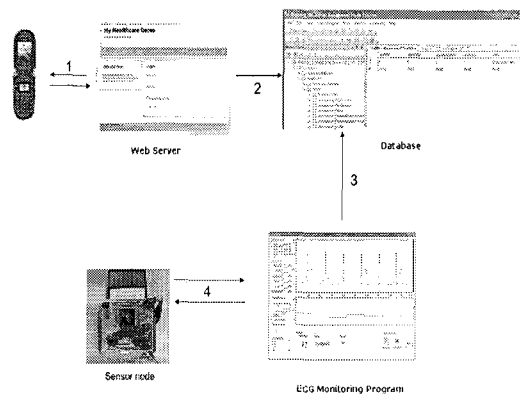


그림 6. 전체시스템의 연동 관계
Fig. 6. Whole system connection

V. 결과 및 결론

본 연구의 목적은 유비쿼터스 헬스케어시스템을 위한 휴대폰 및 웹 서버와의 연동시스템의 구현이며 이를 통해 장소와 시간에 구애받지 않고 자신의 건강상태를 확인할 수 있도록 하는 시스템의 구현에 있다.

전체시스템의 동작시험을 위해 IEEE 802.11b 방식의 센서노드를 사용하며 AP를 사용하는 방식과 사용하지 않는 방식에 대한 실험을 하였다. 그리고 그 결과를 휴대폰을 통해 모니터링 및 분석을 수행한 결과와 서버에서 분석프로그램을 통해 분석된 결과를 비교하여 휴대폰 어플리케이션 및 무선센서노드의 데이터통신 신뢰도를 확인 하였다.

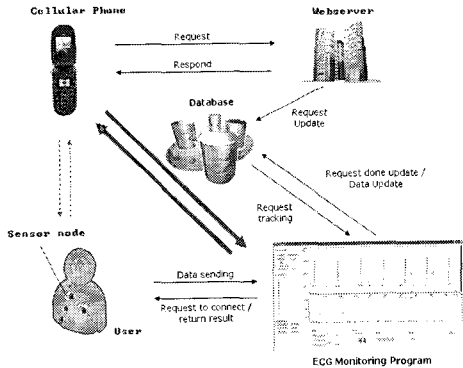


그림 7. 무선센서네트워크 기반의 모바일 헬스케어시스템의 개념도

Fig. 7. A concept for mobile healthcare system based on wireless sensor network

그림7에서 제안하고자 하는 시스템의 전체 개념도를 보여준다. 그림7에서처럼 휴대폰과 센서네트워크의 연동을 통해 IEEE 802.15.4, IEEE 802.11 표준에 공통적으로 사용할 수 있도록 휴대폰 어플리케이션을 설계하였다.

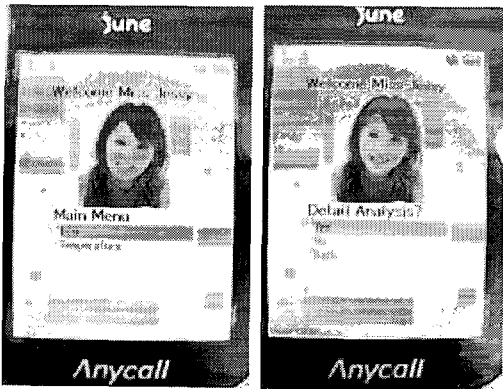


그림 8. WIPI 어플리케이션 메뉴화면
Fig. 8. WIPI application user interface

그림 8은 WIPI 어플리케이션의 메뉴화면을 보여준다. 여기서 사용자는 수집하고자 하는 생체신호를 선택하고 서버를 통한 분석 혹은 휴대폰을 통한 기본정보 분석 중 원하는 형태를 선택할 수 있다. 그림 9는 휴대폰에서 수행한 ECG 신호의 분석결과와 신호의 형태를 보여준다. 이 결과는 그림 4에서 보여주는 생체신호 분석프로그램의 입력신호와 동일한 가상신호를 입력하여 얻은 결과로 두 결과가 동일함을 알 수 있다.

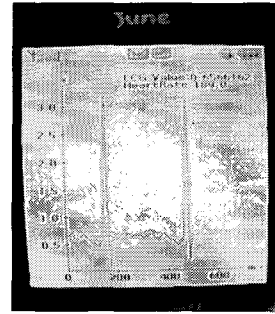


그림 9. ECG 신호에 대한 휴대폰 분석결과 화면
Fig. 9. Analysis result of ECG signal by cellular phone

그림10은 수집되는 중에 휴대폰에 표시되는 ECG 신호의 형태와 서버로부터 전달받은 세부진단결과가 표시되는 화면이다.

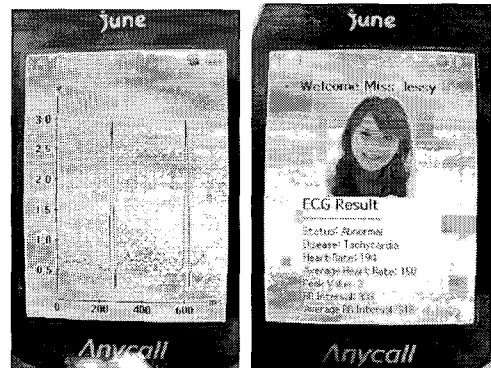


그림 10. 실시간 ECG 신호파형과 서버로부터 전달받은 분석결과
Fig. 10. Real time ECG signal wave-form and analysis result from server

휴대폰과 베이스스테이션 간의 인터페이스는 RS-232 방식을 사용하기 때문에 기존 IEEE 802.15.4 기반의 센서 네트워크에도 적용이 가능하고 IEEE 802.11b/g 기반의 센서네트워크에도 적용이 가능하다. 또한 IEEE 802.11b/g 센서노드를 사용할 경우 데이터 손실율은 줄이고 신뢰도는 높일수있어 가정용 헬스케어시스템 및 의료기관에서도 사용할 수 있을 것이다. 측정된 데이터 및 분석결과는 데이터베이스에 저장되기 때문에 자신의 건강상태에 대한 간단한 분석과 전문의료진에 의한 정밀진단용으로 사용될 수 있을 것으로 기대되며 본 연구결과를 활용하여 시간과 장소에 구애받지 않는 개인건강관리 시스템으로 사용할 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 2006년 산학연 공동기술개발 컨소시엄 사업의 지원에 의해 연구 되었습니다.

참고문헌

- [1] Body sensors networks organization, [Http://www.bsn-web.org](http://www.bsn-web.org)
- [2] Wenxi Chen, Daming Wei, Xin Zhu, Masayuki Uchida, Shuxue Ding, Micheal Cohen, "A Mobile Phone-Based Wearable Vital Signs Monitoring System", The Fifth International Conference on Computer and Information Technology(CIT,05), 950-955, 2005.
- [3] Lambeti.F, Montrucchio.B, "Ubiquitous real-time monitoring of critical-care patients intensive care units", The 4th International IEEE EMBS Special Topic Conference on Information Technology Application in Biomedicine, 318-321, 2003.
- [4] Jeremy Bentham, 임베디드 웹서버를 위한 TCP/IP,에 이콘,P155-487,2002.
- [5] Dae-Suk Lee, Sachin Bhardwaj, Risto Myllylae, Wan-Young Chung, "A Wireless ECG Monitoring System for Continuous Event Detection and Analysis", P185, Brescia, Italy, 2006.
- [6] 김석구,김한규,안종현 공저, 위피모바일 프로그래밍, 영진닷컴, 2004.

저자소개

정 완 영(Wan-Young Chung)



1992.8 경북대 전자공학과(공학석사)
1998.5 규슈대 재료기술공학과(공학박사)
1999. 3 - 현재 동서대학교 컴퓨터정보공학부 부교수

2004. 7 - 현재 유비쿼터스 IT 전문인력양성 사업단장
2006. 3 - 현재 BK21 WSN을 활용한 u-헬스케어 기술개발 핵심사업팀 팀장
※관심분야: 유비쿼터스 헬스케어, 무선센서네트워크, 반도체센서, 홈네트워크

신 광 식(Kwang sig Shin)



2001.2 동서대 전자공학과(공학사)
2006.11 동서대 유비쿼터스IT 석사과정

※관심분야: RF, FPGA, USN

치우리안 야우(Chiew-Lian Yau)



2004.7 Dept. of Software engineering, MMU
2006.11 동서대 유비쿼터스IT 석사과정

※관심분야: Wireless Sensor Network, Mobile