블루투스를 이용한 의료정보 신호의 전송에 관한 연구

엄정규* · 김영길*

Study on the Transmission of Medical Information using Bluetooth Technology

Jung-kyou Um*, Young-kil Kim*

요 약

본 논문에서는 블루투스 기술을 사용하여 휴대용 심전계로부터 취득한 심전도 신호를 무선으로 전송하는 시스템을 구현하였다. 블루투스란 2.4GHz 대의 무선 주파수를 사용하는 근거리 무선 통신 기술로서 매우 적은 전력 소모특성과 고속의 주파수 호핑 방식에 따른 높은 신뢰성 및 자체 에러 정정 기술을 갖추고 있다. 블루투스 프로토콜을 사용하는 모든 기기간에는 서로 통신이 가능하기 때문에 구현된 시스템과 블루투스 모듈을 탑재한 휴대용 전화, 노트북 및 개인 휴대용 단말기등간의 연동이 가능하다. 한편, 본 연구에서는 휴대용 의료기기에서 취득한 의료정보신호를 각종 무선 통신 기기를 통하여 병원 서버로 전송할 수 있는 가능성을 제시하였다.

구현한 시스템은 블루투스 모듈과 호스트 부로 구성한 하드웨어 부, 블루투스 프로토콜 스택으로 구성한 소프트웨어 부로 구성된다. 호스트 부에서 다른 블루투스 기기와의 연결 설정을 수행하고 외부로부터 입력되는 심전도 신호를 블루투스 프로토콜에 적합한 패킷으로 바꾸어 모듈로 전송한다. 블루투스 모듈은 에러 정정 코드를 추가하고 블루투스 주파수 호핑 방식에 따라 무선으로 전송한다.

ABSTRACT

In this paper, a system that transmits ECG signals which get from hand baggage ECG is implemented by using Bluetooth technology. Bluetooth technology is a close range wireless communication used wireless frequency 2.4GHZ bandwidth. This technology consumes very small power and provides high reliability also self error correction with high speed frequency hopping. Because every device which uses Bluetooth protocol can communicate each other. These can connect between the system implemented and any devices such as mobile telephone with Bluetooth module, notebook, and the personal mobile device. Also, the paper proposes capability of transmission to the sever of hospital through each type of wireless communication device that acquired medical information signals in mobile medical machine. The system consists of hardware parts with Bluetooth module and host part, and software parts with blutooth protocol stacks. The host precesses a connection with other device and transmits ECG signals with bluetooth frequency hopping sequence.

키워드

블루투스, 심전도, 휴대용 의료기기

*아주대학교

접수일자 2001년 6월 13일

Ⅰ. 서 론

현대 사회는 의료 기술의 발달로 인한 인간 수명의 연장으로 고령화 시대를 맞이하게 되었고 노령층에서 심장 계통의 질병이 급격히 증가하고 있다. 따라서, 환자가 휴대한 의료기기에서 심장 상태를 지속적으로 관찰하여 획득한 심전도(ECG : Electocardiogram) 신호의 전송에 관한 연구가 활발히 연구되고 있으며 유선의 단점을 극복하기 위하여 무선 전송에 관한 요구가 증대되고 있는 추세이다.[1] 기존의 CSMA/CA 프로토콜을 사용하는 IEEE 802.11 프로토콜은 비교적 고속의 데이터 전송 속도를 갖지만 높은 시스템 비용과 소비 전력등의 문제로 소형의 휴대용 의료기기에는 부적합하며 휴대 전화 및 노트북등 각종 통신 기기와 연결하는데 어려움이 많다는 단점을 갖는다.

본 연구에서는 블루투스를 사용하여 모의 ECG 신호를 전송하는 시스템을 구현하였다. 블루투스란 휴대용 및 각종 기기를 근거리에서 2.4GHz대의 주파수로 연결하는 저전력 무선 기술 사양이다.[2] 블루투스는 단일 표준을 형성하고 있어 어느 곳에서든 블루투스 응용기기와의 통신을 보장하므로써 폭넓은 호환성과 이동성을 제공한다. 최근에 노트북 및 휴대 전화등에 블루투스 모듈이 내장된 제품이 출시되고 있다. 본 논문에서 구현한 휴대용 의료기기와 블루투스 모듈이 내장된 기기와의 연결 가능성을 제시하였고, 블루투스를 기반으로한 홈네트워크에 의료기기를 포함할 수 있음을 보였다.

Ⅱ. 본 론

1. 심전도 신호 전송 시스템의 구현

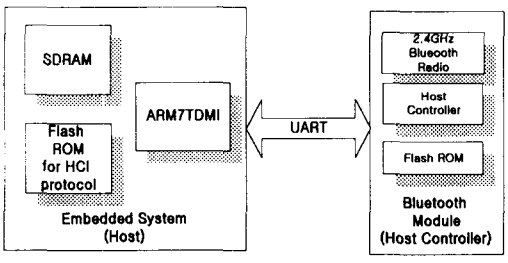

그림 1. 하드웨어 구조 블록도
Fig. 1 Hardware Block Diagram

그림1 은 본 논문에서 사용한 블루투스 시스템의 블록도이다. 호스트부와 호스트 콘트롤러부는 블루투스 HCI(Host Controller Interface) 전송 계층중의 하나인 UART(Universal Asynchronous Receiver Transmitter) 방식으로 연결하였다. 직렬방식을 사용하는 UART는 병렬 방식에 비하여 전송 속도가 느리지만 상호 연결이 간단하고 심전도 신호는 비교적 낮은 전송 속도로 전송이 가능하므로 본 시스템에서는 직렬 방식을 선택하였다. 호스트부의 롬메모리에는 호스트 콘트롤러부로 전송할 HCI command를 저장하여 두고 연결 및 데이터 전송시에 해당하는 command를 호스트 콘트롤러부로 전송한다. 한편, 호스트 콘트롤러부는 이벤트의 발생을 호스트부에게 알린다.

Ⅱ. 전송 패킷의 구성

전송 패킷은 HCI command, HCI event, 그리고 HCI data 패킷으로 구분되며, 각 패킷은 그림 2에서 나타내었다. Opcode와 Event code는 각각 command와 event의 종류를 나타내고, 파라미터 및 파라미터의 길이를 포함한다. 파라미터는 각 command와 event에 대한 파라미터들로서 그 수는 command 마다 다르다. 한편, Data Packet의 Connection Handle은 Data의 종류를 나타내고, PB(Packet Boundary) flag는 해당 패킷이 연속적인 패킷인지를 나타내며 BC(BroadCast) flag는 패킷이 브로드캐스트 인지를 나타낸다. Data의 길이를 포함하고 Data는 전송할 데이터를 나타낸다.[2]

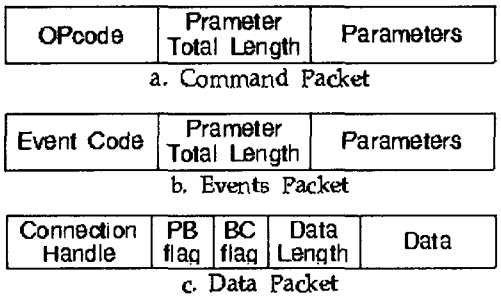

그림 2. 패킷 구조
Fig. 2 Packet Structure

III. 연결 설정 및 데이터 송수신

블루투스 시스템은 Piconet을 구성하고, 하나의 Piconet은 하나의 Master와 7개의 Slave로 구성할 수 있다. Master는 Piconet에서 Slave를 동기화하고, 주파수 호핑 시퀀스를 결정하며 연결 설정을 주도한다.[2]

그림 3은 블루투스 기기간의 통신 과정을 나타내고 있다. Master가 Inquiry를 통하여 Slave의 정보를 얻은 후 data를 주고받기 위하여 연결을 설정한다. Page 과정을 통하여 Master는 Slave와 연결을 수행한다. Config 과정동안에는 암호, 인증 및 연결에 필요한 파라미터들을 협상한다. 연결 설정이 끝난 후 data를 주고 받고 Disconnect 명령을 통하여 연결을 종료한다.

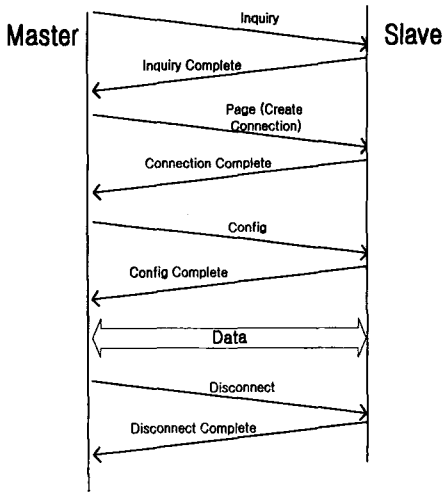

그림 3. 두 블루투스 기기간의 통신 과정
Fig. 3 Establishing of Link Between Two Bluetooth Devices

IV. 실험 및 결과

1.실험 환경

그림 4. 실제 실험 환경
Fig. 4 Environment of Experiment

실험 시스템은 그림 4과 같이 구현한 블루투스 시스템, Evaluation 보드를 직렬로 연결한 컴퓨터 한 대를 사용하여 구성하였다. 구현한 블루투스 시스템은 가장 일반적인 생체 신호인 모의 ECG 신호를 블루투스 프로토콜을 이용하여 Evaluation 보드로 전송하고, Evaluation 보드는 직렬 포트를 통하여 수신한 데이터를 컴퓨터에 전송한다. 컴퓨터는 직렬 포트로 수신한 데이터를 디스플레이한다.

2.구현한 블루투스 시스템

그림 5는 실제 구현한 블루투스 시스템이다. 블루투스 시스템의 메모리부에는 모의 ECG신호 데이터를 저장해 두고, 전원을 인가하면 블루투스 연결 과정을 거친 후 전송한다.

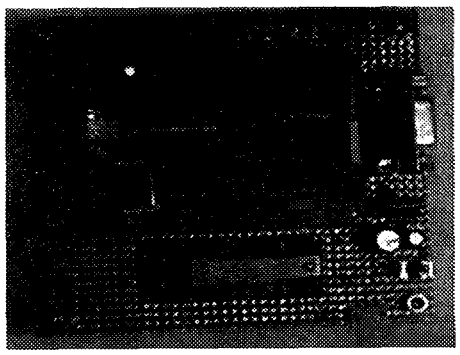

그림 5. 구현한 블루투스 시스템
Fig. 5 Embedded Bluetooth System

3. Evaluation 보드

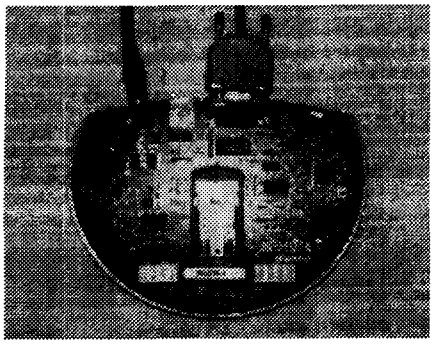

그림 7. Evaluation 보드
Fig. 6 Evaluation Board

그림 6은 Evaluation 보드이다. 실험에 사용한 Evaluation 보드는 CSR社에서 제작한 보드이며 본 논문에서 구현한 블루투스 시스템과 같은 모듈을 사용한다. 블루투스 모듈은 20dbm의 출력 전력과 100m 의 전송거리 특성을 갖는다.

4. 컴퓨터 디스플레이 화면

그림 9. 모의 ECG 신호 디스플레이
Fig. 7 Display of Sampled ECG Signal

그림 7은 PC에서 블루투스 프로토콜을 통하여 전송한 모의 ECG 신호를 디스플레이한 결과이다.

V. 결 론

기존의 의료 정보 신호 전송 시스템의 여러 가지 제약점을 보완하고 환자 이동성을 최대한 보장하기 위해 본 논문에서는 블루투스를 이용한 의료정보 전송 시스템을 제안하고 구현하였다. 본 논문에서 구현한 시스템의 가장 큰 특징은 블루투스 프로토콜을 의료정보 전송 시스템에 도입한 것이다. 휴대 전화 및 홈네트워크의 발전과 더불어 부각이 되고있는 블루투스 기술을 채용함으로서 어떤 환자라도 의료정보 전송 시스템을 댁내에 구성하여 병원에 가는 불편 없이 휴대 전화 및 각종 통신 기기를 사용하여 자신의 심전도등의 의료정보 신호를 병원에 전송할 수 있는 가능성을 제시하였다.

본 논문에서 제안된 시스템이 더욱 발전하기 위해서는 최근에 블루투스 모듈을 내장하여 출시되고 있는 각종 기기와 제안한 시스템과의 호환문제를 해결하는 것이다. 또한 향후 인터넷 망에 접속하기 위해서는 TCP/IP 프로토콜을 추가한다면 의사가 웹브라우저를 통하여 손쉽게 환자의 상태를 감시할 수 있을 것이다.

참고문헌

[1] Jian Bai, Yonghong Zhang, Delin Shen, Lingfeng Wen, Chuxiong Ding, Zijing Cui, Fenghua Tian, Bo Yu, Bing Dai, Jupeng Zhang, "A Portable ECG and Blood Pressure Telemonitoring System," IEEE Engineering in Medicine and Biology , July/August, pp.63 - 69, 1999.

[2] Bluetooth SIG, "Specification of the Bluetooth System", Bluetooth SIG, 1998

엄정규(Jung-Kyou Um)

1999년 8월 아주대학교 전자공학과 공학사
2000년 3월 ~ 현재 아주대학교 전자공학과 석사과정 재학중

*관심분야 : 블루투스, 임베디드 리눅스, 디지털 신호처리

김영길(Young-Kil Kim)

1978년 고려대학교 전자공학과 공학사
1980년 한국 과학원 산업전자공학과 공학석사
1984년 ENST(France) 공학박사
1978년 제12회 기술고시 통신직 : 체신부 정책국 전자통신 전담반 통신기좌
1984년 9월 ~ 현재 아주대학교 교수

*관심분야 : 디지털 신호처리, 초음파 의료 장비, 의료용 통신장치 개발, 선박 전자 (소나, 수중 초음파 모뎀)