

논문 2008-45CI-1-7

ZigBee와 SIP를 이용한 실시간 생체 신호 모니터링 시스템의 설계 및 구현

(Design and Implementation of an Real-time Bio-signals Monitoring System Using ZigBee and SIP)

김영준*, 정인교*, 양용호*, 김보남**, 이인성**

(Young Joon Kim, In Gyo Jung, Yong Ho Yang, Bo Nam Kim, and In Sung Lee)

요약

본 논문에서는 ZigBee와 SIP를 이용하여 사용자의 위치와 시간에 상관없이 사용자의 상태를 의료진과 사용자가 쉽게 확인할 수 있도록 실시간으로 생체 신호를 전송하고 모니터링하는 시스템을 제안하였다. 센서와 사용자 무선 단말기 사이의 데이터 전송을 구조가 간단하고 낮은 원가의 장점을 가지는 ZigBee로 구현하였으며, ZigBee를 이용한 센서 네트워크 구성 시 기존의 Ad-hoc 라우팅 프로토콜을 사용하지 않고 트리 기반의 네트워크를 구성함으로써 에너지 소모량을 감소시켰다. 또한 WLAN 기반의 사용자 무선 단말기와 모니터링 콘솔, SIP 서버, 데이터베이스 서버로 시스템을 구성하였다. 실시간 생체 신호 모니터링 시스템을 구현함으로써 U-Health 서비스가 가능하게 되고, 의료 서비스의 효율성을 향상시킨다.

Abstract

In this paper, we proposed the real-time bio-signals monitoring system that is based on the ZigBee wireless sensor network and SIP. This system makes medical team and user easily confirm user's medical state irrelative to their location and time. The communication between medical sensors and the user's end device uses the ZigBee wireless sensor network. The power consumption was decreased because wireless sensor network does not use the Ad-hoc routing protocol but routing protocol that is based on tree structure. Our proposed system includes a wireless user's end device, monitoring console, SIP server and database server. This real-time bio-signals monitoring system makes possible to implement the U-health care services and improving efficiency of medical treatment services.

Keywords : ZigBee, Sensor Network, SIP, WLAN, RTP

I. 서론

현대 사회에서 의학의 개념이 질병 치유에서 질병 예방으로, 특정 장소에서 대형 장비를 사용하던 의료진 중심에서 언제, 어디서나 소형 장비를 사용한 환자 중심으로 변화되고 있다^[1]. 또한 고령화, 건강과 미용에

대한 관심의 증대, 웰빙 라이프를 추구하면서 건강한 육체와 건전한 정신이 강조된 제품들이 요구되고 있다^[2]. 따라서 이러한 요건을 만족시키기 위해서는 소형화된 무선 단말기와 VoIP(Voice over IP) 시스템에 결합된 의료 시스템의 기술 개발이 필수적이다.

특히, 심장 질환으로 인해 응급 상황이 발생하기 쉬운 환자의 경우 ECG(Electric Cardiogram)를 관찰함으로써 환자의 상태를 파악하고 이상 현상들을 조기에 발견할 수 있기 때문에 실시간 감진 시스템의 개발은 매우 중요하다. 이에 따라 블루투스 기반의 다양한 휴대용 소형 생체 신호 측정기들이 개발되었지만, 전력 소모량과 구조의 복잡성으로 인한 생산 단가 등이 문제가

* 학생회원, ** 정회원, 충북대학교 전파공학과
(Department of Radio Engineering, Chungbuk National University)

※ “이 논문은 2007년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임”(지방연구중심대학육성사업/충북BIT연구중심대학육성사업단)

접수일자: 2007년9월19일, 수정완료일: 2008년1월11일

되었다^[3]. 따라서 상대적으로 전력 소모량이 적고, 구조가 간단한 ZigBee가 생산 단가가 낮기 때문에 WPAN 영역의 통신에서 각광을 받고 있다^[3-4].

또한, 프로토콜에 있어서 인터넷에서 이용 가능한 H.323, SIP(Session Initiation Protocol) 등의 VoIP 시스템을 응용한 연구가 활발히 진행되고 있다^[2,5]. 특히, SIP는 텍스트 기반의 메시지 교환 방식이기 때문에 구현이 간단하고, 호의 설정이 명료하여 다른 서비스와의 호환성이 우수하며, 기본 인터넷 망의 높은 전송 속도를 이용할 수 있다는 장점을 가진다^[6-7].

따라서 본 논문에서는 정보통신부의 IT839 전략 중의 하나로 그 중요성이 날로 증가하고 있는 ZigBee기반의 무선 센서 네트워크의 구축과 VoIP 기술의 하나인 SIP를 사용하여 실시간 생체 신호 모니터링 시스템을 설계하고 구현하였다^[8]. 구현된 ZigBee 기반의 센서 네트워크는 데이터의 흐름이 각 센서로부터 사용자 무선 단말기로 집중되어 전송되는 구조이기 때문에 ZigBee 기반의 센서 네트워크 구성 시 트리 네트워크 구조로 구성하였으며, 각 디바이스는 broadcasting을 통해 자신의 정보를 전송하여 경로를 설정하므로 라우팅 테이블 유지에 소모되는 에너지 소모량이 감소된다. SIP 서버에 등록된 사용자와 의료진은 미디어 세션에서 활성화된 RTP(Real-time Transport Protocol)을 통하여 실시간으로 생체 및 음성 데이터를 전송한다. 이러한 생체 신호 모니터링 시스템을 구현함으로써, 시간과 장소에 상관없이 환자의 상태를 관찰할 수 있으며, 실시간 음성 통신을 통하여 신속하고 정확한 진료가 가능해진다. 특히 응급 상황 발생 시 환자의 응급 처치나 진단에 매우 유용하게 사용될 수 있다.

II. 생체 신호 모니터링 시스템의 기본 구조

본 논문에서 구현한 실시간 생체 신호 모니터링 시스템은 생체 신호 측정 모듈, ZigBee 모듈, 사용자 무선 단말기, 모니터링 콘솔, SIP Registrar and Proxy 서버와 데이터베이스 서버로 구성된다. 생체 신호 측정 모듈과 사용자 단말기 사이의 데이터 전송에는 ZigBee 모듈이 사용되고, 이를 통한 생체 신호 모니터링 시스템은 SIP 기반으로 구현되었다. 구현된 시스템의 구조는 그림 1과 같다.

제안된 생체 신호 모니터링 시스템의 전체 동작 과정은 크게 4단계로 나누어진다. 첫 번째 단계에서 사용자 무선 단말기와 모니터링 콘솔이 각각 WLAN을 통하여

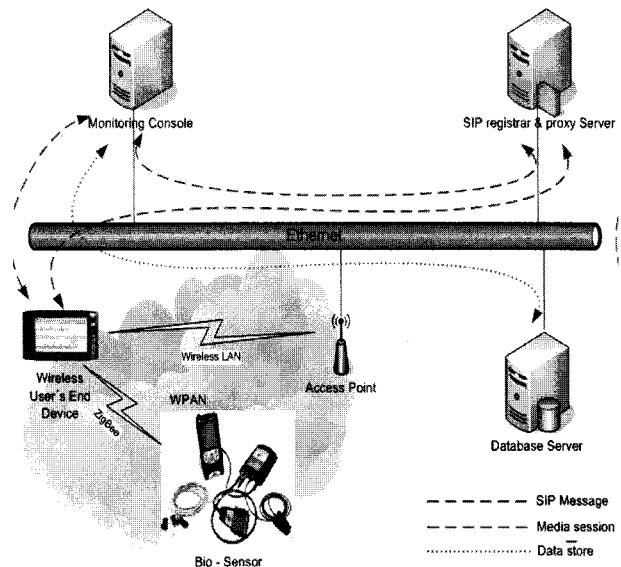


그림 1. 생체 신호 모니터링 시스템의 전체 구조
Fig. 1. Overall Architecture of bio-signals monitoring system.

SIP Registrar 서버에 자신의 정보를 등록한다. 두 번째 단계에서 측정된 데이터가 ZigBee 네트워크를 통하여 생체 신호 측정 모듈로부터 사용자 무선 단말기로 전송된다. 이때, 사용자 무선 단말기에서는 수신된 데이터를 모니터에 그래프로 출력하여 사용자가 직접 확인 할 수 있도록 하였다. 세 번째 단계에서 SIP에 의하여 연결된 사용자 무선 단말기와 모니터링 콘솔 간의 데이터 및 음성 통신이 RTP를 통하여 이루어진다. 이때, 의료진은 모니터링 콘솔에 수신된 데이터를 분석하여 환자의 상태를 확인하고 사용자에게 즉시 진단 내용을 전달 할 수 있다. 마지막 단계에서 의료진의 선택에 따라 모니터링 콘솔에 수신된 데이터 및 진단 내용을 데이터베이스 서버에 저장하거나 수정할 수 있다.

사용자 무선 단말기와 모니터링 콘솔은 음성 데이터를 주고받을 수 있도록 Microsoft.net의 언어인 C#을 사용하여 구현되었다. Registrar와 Proxy 서버의 기능을 동시에 수행하도록 한 SIP 서버는 자바를 이용하여 구현되었으며, 데이터베이스 서버는 (주)큐브리드의 공개용 데이터베이스인 CUBRID가 사용되었다.

III. 생체 신호 모니터링 시스템 구현 과정

1. ZigBee 기반의 센서 네트워크 구현 과정

IEEE 802.15.4의 MAC 프레임 전체 구조는 그림 2와 같다. MAC header에서는 전송되는 프레임의 타입과 어드레스 필드의 포맷을 규정하고, 확인 필드를 제어한

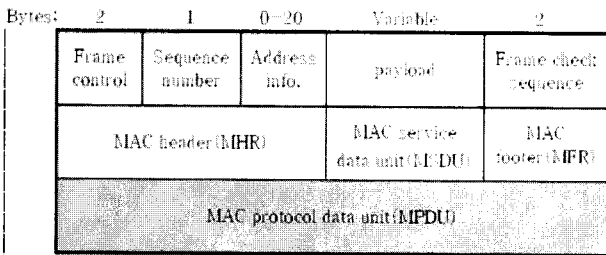


그림 2. IEEE 802.15.4 MAC 프레임 포맷
Fig. 2. IEEE 802.15.4 MAC frame format.

다. payload에 실리는 데이터는 header에서 규정된 프레임 타입에 따르며, 최대 128 Bytes까지 사용 가능하다. 센서 네트워크의 특정상 다수의 디바이스가 존재하기 때문에 MAC 프레임의 어드레스 필드에 의하여 각 디바이스들을 구분한다^[9-10].

ZigBee 기반의 무선 센서 네트워크를 구현함에 있어서 기본적으로 다수의 센서와 네트워크를 구성하고 Receiver로 동작하게 되는 Sink 노드가 있어야 하기 때문에 모든 디바이스에 고유 ID를 부여하였고, 이 고유 ID는 네트워크 구성을 위한 Broadcasting이 이루어질 때 어드레스 필드에 위치하여 자신의 정보를 전송한다. 여기서, 이 고유 ID 정보는 단말기에 수신된 데이터가 어느 센서로부터 전송되어진 데이터라는 것을 판별하는데 사용된다^[10].

ZigBee 무선 센서 네트워크에서는 라우팅 알고리즘으로 논리적 주소에 기반한 계층적(Hierarchical) 라우팅 방식을 사용하는데^[11], AODV(Ad-hoc On-Demand Distance Vector)는 라우팅 테이블을 가지고 있는 노드에서만 적용되며, 데이터 전송이 요청될 때만 라우팅 정보를 얻을 수 있는 요구 기반 라우팅 프로토콜이기 때문에 데이터 전달이 필요한 소스 노드는 요구 기반 방식으로 목적지까지의 최단 경로를 라우팅 경로 탐색 과정을 통해 경로를 설정한다.

그림 3은 AODV 라우팅 프로토콜의 알고리즘을 나타낸 것이다. 소스 노드로부터 데이터를 받은 1번 노드는 라우팅 테이블에 의하여 주변 노드들에게 RREQ(Route Request) 메시지를 전송함으로써 경로 탐색을 시작하며, RREP(Route Reply) 메시지에 의하여 경로가 설정된다. 이러한 과정을 데이터 전송이 요청될 때 반복적으로 실행하기 때문에 불필요한 에너지가 소모된다.

따라서 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 그림 4와 같은 Multi-Hop을 지원하는 트리 기반의 네트워크를 구성하였다. 본 논문에서 제안한 트리 구조 라우팅

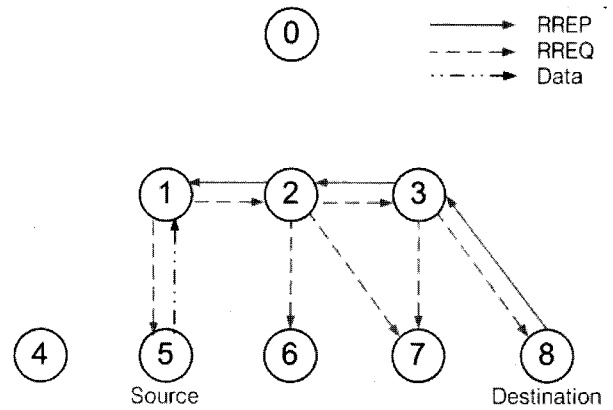


그림 3. AODV 라우팅 프로토콜
Fig. 3. AODV routing protocol.

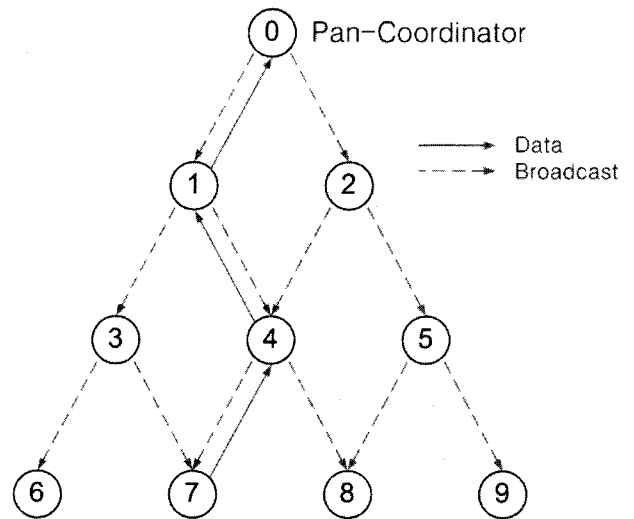


그림 4. 트리 기반 라우팅 프로토콜
Fig. 4. The routing protocol based on tree.

프로토콜은 초기 Broadcasting을 실행하여 네트워크를 구성함과 동시에 부모 노드의 정보를 가지고 경로를 설정한다. 이러한 초기 데이터 전송 경로 설정 단계를 통해 모든 End-Device에서 Sink 노드까지의 경로를 설정하기 때문에 부가적인 데이터 경로 설정 단계를 수행할 필요가 없다. 이러한 구조로 통신 부하를 줄일 수 있으며, 에너지 소모가 적고, 데이터의 흐름이 End-Device에서 Sink 노드로 집중되는 효율적인 네트워크 시스템을 구성할 수 있다.

ZigBee 무선 센서 네트워크에서 트리 기반의 라우팅 프로토콜의 동작 과정은 다음과 같은 단계를 거쳐 데이터 전송 경로를 설정한다. 첫 번째 단계에서 그림 3의 0번 노드, 즉 Pan-Coordinator는 네트워크를 구성하기 위해 자식 노드에 자신의 정보를 브로드캐스팅을 한다. 두 번째 단계에서 이를 수신한 1번과 2번 노드는 자신의 자식 노드들에 브로드캐스팅을 하고, 이러한 과정을

최하위 단계까지 실행함으로써 전체 네트워크가 구성된다. 세 번째 단계에서 전체 네트워크가 형성되었다면 반대로 최하위 계층부터 자신에게 수신된 부모 노드들의 정보를 가지고 부모 노드들의 에너지 잔량을 비교하여 더 많은 에너지가 남아 있는 노드를 선택하여 데이터 전송 경로를 설정한다. 이와 같이 데이터 전송 경로가 설정되면, AODV에서 데이터 전송이 요청 될 때 마다 실행하였던 경로 탐색 과정이 한 번의 경로 탐색으로 감소되며, 전송 지연 시간을 단축시키고, 라우팅 테이블을 유지 및 관리하지 않아도 되기 때문에 그만큼의 에너지 소모를 줄일 수 있다.

2. SIP를 이용한 ECG 모니터링 시스템 구현 과정

본 논문에서 제안한 생체 신호 모니터링 시스템의 구현 방법으로 SIP를 사용하였다. 기존 H.323이 다양한 코덱을 모두 내장하고 있기 때문에 많은 계산량과 메모리 자원을 요구하는 반면에 SIP는 오직 호를 설정하고 유지, 종료하는 기능만을 수행하기 때문에 호를 설정하기 위한 메시지의 양이 적고, 간결한 전송 네트워크 구성, 이동성, 적은 계산량과 자원 요구량 등의 장점을 가진다. 따라서 H.323보다 SIP가 휴대 단말기

와 같은 한정된 자원을 가지고 있는 단말장치에 적절항후 멀티미디어 전송과 같은 확장성을 고려하여 SIP를 사용하였다.

구현된 시스템의 SIP의 호 설정 과정은 그림 1의 메시지 흐름도에서 볼 수 있듯이, 사용자 무선 단말기와 모니터링 콘솔이 모니터링 프로그램을 통하여 각각 SIP 서버에 등록되고, 사용자 무선 단말기의 모니터링 프로그램은 모니터링 콘솔의 SIP URI를 이용하여 SIP 서버로 INVITE 메시지를 전송한다. SIP 서버는 등록된 모니터링 프로그램의 URI를 이용하여 모니터링 콘솔로 INVITE 메시지를 전송한다. 이때, SIP 서버는 사용자 무선 단말기와 모니터링 콘솔 사이의 모든 SIP 메시지를 중계하는 Proxy 서버의 기능을 한다. 다음으로, 모니터링 콘솔은 사용자 무선 단말기의 INVITE 메시지를 받는 즉시 사용자의 음성과 ECG 데이터를 전송받기 위한 미디어 세션을 생성한다^[7, 12]. 이렇게 생성된 미디어 세션을 통해 모니터링 콘솔과 사용자 무선 단말기는 서로 음성 통화가 가능하며, 사용자의 ECG 데이터를 실시간으로 전송받아 환자의 상태를 파악하고 적절한 진단을 할 수 있다.

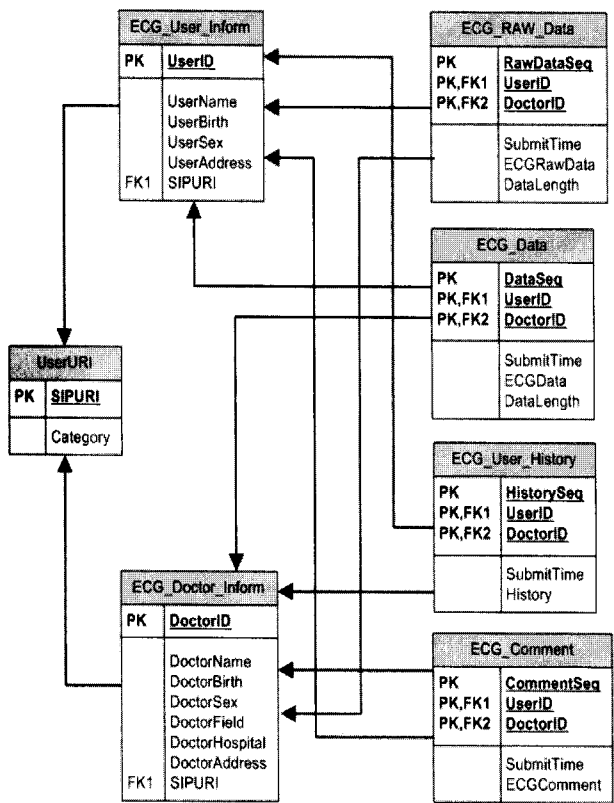


그림 5. 데이터베이스 테이블 구조
Fig. 5. Database table scheme.

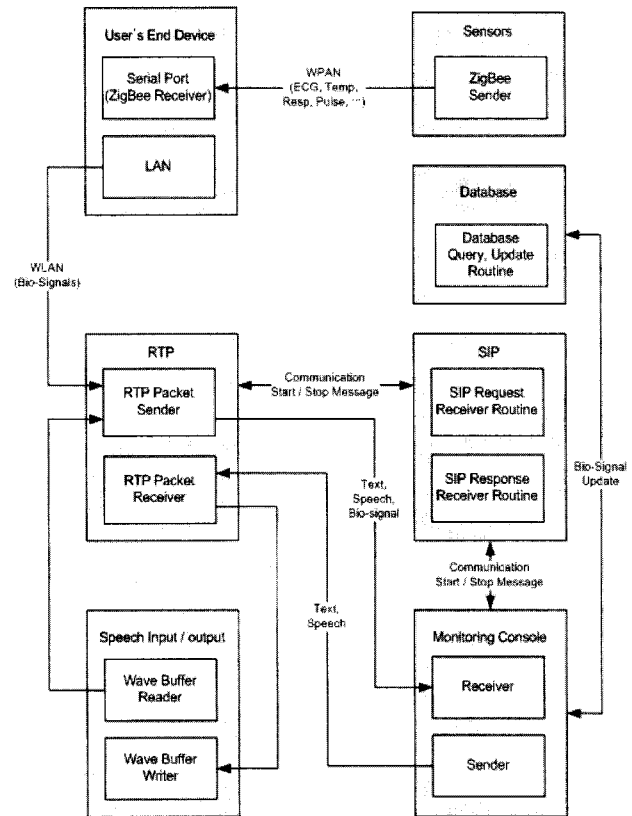


그림 6. 생체 신호 모니터링 시스템의 전체 동작 과정
Fig. 6. Overall processing of bio-signals monitoring system.

모니터링 콘솔에 전송된 데이터는 데이터베이스에 저장할 수 있도록 구현하였다. 데이터베이스는 그림 5와 같이 사용자와 의료진의 각각의 정보들과 ECG 데이터를 저장하고, 언제라도 데이터베이스 서버에 접속하여 사용자의 상태를 재확인 할 수 있도록 구현하였다.

그림 6은 ZigBee와 SIP 기반의 생체 신호 모니터링 시스템의 전체 동작 과정을 나타낸 것이다. SIP에 의하여 호 설정 과정을 거치고, 사용자 무선 단말기는 센서들로부터 데이터를 수신한다. 이 데이터들은 RTP를 통하여 모니터링 콘솔에 전송되고, 사용자 무선 단말기와 모니터링 콘솔은 음성 통화가 가능하다. 모니터링 콘솔에서는 수신된 데이터를 선택적으로 데이터베이스에 저장하고, 수정 가능하다.

IV. 생체 신호 모니터링 시스템 구현 결과

ZigBee를 이용한 생체 신호 전송 시스템을 구현하기에 앞서 beacon의 사용 여부에 따른 ZigBee 네트워크의 성능을 알아보기 위하여 NS2(Network Simulator version 2)를 사용하여 간단한 네트워크를 구성하여 성능 평가를 하였다. 시뮬레이션에 사용된 네트워크 구조는 5개의 센서와 하나의 코디네이터, 5개의 라우터로 구성하였으며, beacon의 사용 여부에 따른 성능을 평가하였다. 각 노드 간의 거리는 10m로 제한하였으며, 전체 시뮬레이션 시간은 900 sec, 패킷의 크기는 50 Bytes로 설정하였다.

표 1은 시뮬레이션의 결과를 정리한 것이다. 결과에서 알 수 있듯이 beacon을 사용하지 않는 경우의 시뮬레이션이 패킷 전송 및 에너지 소모에 있어서 더 우수한 성능을 보였다. 이는 네트워크를 구성함에 있어서

표 1. ZigBee 센서 네트워크의 성능 비교

Table 1. A performance comparison of the ZigBee sensor network.

	Beacon	Non-Beacon
Delay	0.0600	0.0322
Packets_sent	334	399
Packets_received	247	313
Packets_dropped	87	86
Pkt_delivery_ratio	73.9521	78.4461
Energy_used(%)	74.7610	62.2416

beacon을 사용하지 않으면 그에 따른 에너지 소모와 지연 등이 발생하기 때문에 예측된 당연한 결과이며, ECG 데이터 전송의 경우 ZigBee 네트워크에서 sleep mode를 사용하지 않고 연속적으로 전송을 해야만 하기 때문에 beacon을 사용하지 않는 것이 본 논문에서 제안한 생체 신호 모니터링 시스템에 더 적합하다.

또한, Beacon을 사용하지 않는 경우의 AODV와 트리 기반의 라우팅 프로토콜에 대한 성능 평가를 시뮬레이션 하였다. 하나의 Pan-Coordinator를 고정시키고 노드 수의 증가에 따른 지연과 패킷 당 평균 에너지 소모량을 측정하였다. 표 2와 표 3은 10 ~ 35개의 각 노드 수에서 5개의 센서를 임의로 선택하여 10회씩 반복적으로 시뮬레이션 한 후 지연시간과 패킷 당 에너지 소모량의 평균값을 정리한 것이다. 표에서 볼 수 있듯이 트리 기반의 라우팅 프로토콜이 지연시간과 에너지 소모량에서 장점을 가짐을 확인하였다.

ZigBee 기반의 센서 네트워크는 8개의 ZigBee 모듈을 가지고 그림 7과 같은 Multi-Hop을 지원하는 트리 구조의 네트워크를 구성하였다. 각 디바이스에 서로 다

표 2. 패킷 당 평균 에너지 소모량
Table 2. Average energy consumption per packet

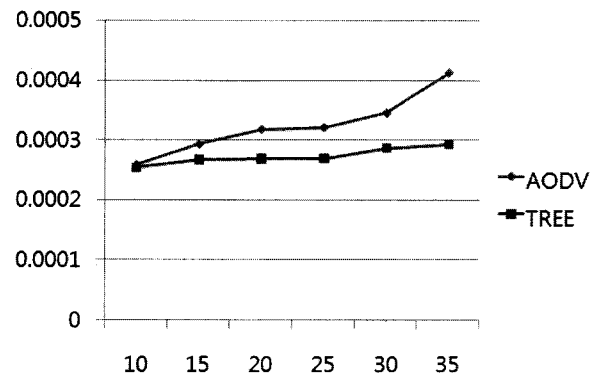
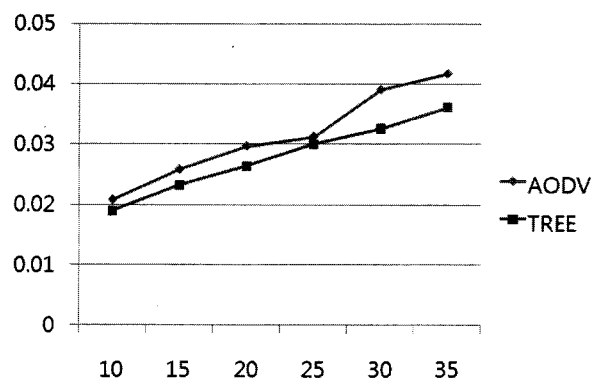


표 3. 평균 지연 시간

Table 3. Average packet delay.



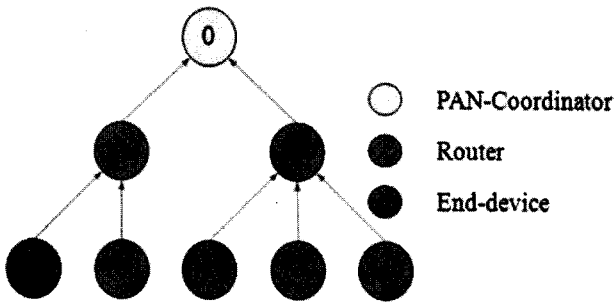


그림 7. 트리 네트워크 및 디바이스 ID
Fig. 7. Tree network and device ID.

```

packet=(0 100 160 1 0 16 )
packet=(0 100 120 1 3 63 )
packet=(0 150 110 1 1 92 )
packet=(0 150 130 1 0 28 )
packet=(0 150 140 1 0 102 )
  
```

DST_ID	Router_ID	Sensor_ID	Sensor_Type	ADCH	ADCL
--------	-----------	-----------	-------------	------	------

그림 8. 수신된 패킷 데이터 및 패킷 데이터 포맷
Fig. 8. Received packet data and packet data format.

큰 고유 ID를 부여하였으며, 코디네이터와 라우터는 자신에게 접속할 수 있는 디바이스의 고유 ID를 제한하여 전송 경로를 설정해 주었다. 또한 센서와 코디네이터 사이의 거리가 충분히 근접해 있다면 센서는 라우터를 거치지 않고, 직접 코디네이터에 접속하여 데이터가 직접 전송된다. 실험에서의 센서는 조도 센서를 사용하였으며, 한정된 공간에서 실험을 하였기 때문에 전송부출력을 조절하여 각 디바이스의 RF 전송거리를 2~3m로 제한하여 실험하였다.

그림 8은 ZigBee 모듈을 통해 수신된 패킷 데이터를 사용자 무선 단말기에서 시리얼 통신을 통하여 출력한 결과와 패킷 데이터 포맷을 보여주고 있다. 결과 그림에서 볼 수 있듯이 수신된 패킷을 통하여 전송 경로에 있는 라우터와 센서 노드들을 구분 할 수 있고, 각 센서 노드의 설정에 따른 센서 종류와 2 bit와 8 bit로 나누어져서 전송된 데이터 값을 확인 할 수 있다. ECG 전송은 ECG 측정 모듈의 출력을 조절하여 최대 출력을 8 bit 이내로 제한하여 CC2420에서 전송 시 ADCL에 저장된 데이터만이 전송되었다.

그림 9는 ZigBee와 블루투스를 통하여 사용자 무선 단말기에 수신된 ECG 데이터를 모니터링 프로그램

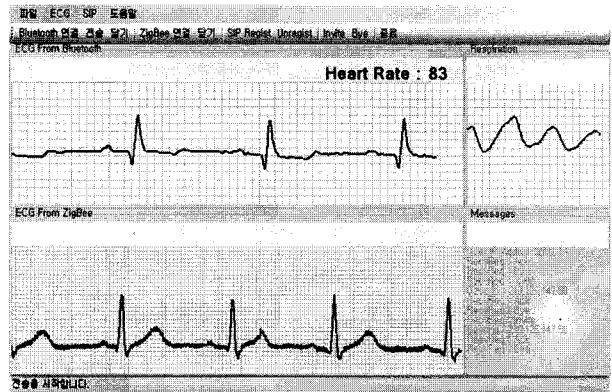


그림 9. 사용자 무선 단말기의 모니터링 프로그램
Fig. 9. Monitoring program of wireless user's device.

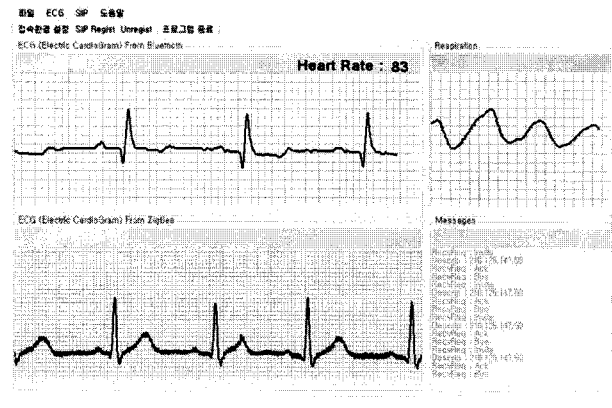


그림 10. 모니터링 콘솔의 모니터링 프로그램
Fig. 10. Monitoring program of monitoring console.

링에서 상단의 결과 화면은 블루투스를 통하여 전송된 ECG 데이터이며, 하단의 결과 화면은 ZigBee를 통하여 전송된 ECG 데이터이다. 결과 그림에서 볼 수 있듯이 ECG 판독에 필요한 QRS군과 T파와 P파 등을 명확하게 확인 할 수 있었다. 두 ECG 데이터의 모양이 다른 이유는 각기 다른 ECG 측정 모듈의 사용과 측정 대상에 따라서 측정시마다 달라지기 때문이다.

그림 10은 WLAN을 통하여 전송된 ECG 데이터를 모니터링 콘솔에서 확인한 것이다. 사용자 무선 단말기와 모니터링 콘솔은 각각 모니터링 프로그램의 Regist 명령에 따라서 SIP 서버에 등록하게 되며, 사용자 무선 단말기의 INVITE 요청에 따라 모니터링 콘솔과의 RTP가 활성화되어 ECG 데이터 및 음성의 전송이 이루어진다. 사용자 무선 단말기와 모니터링 콘솔의 모니터링 프로그램의 결과 화면에서 동일한 데이터가 출력되었음을 확인하였고, 실시간 음성 통화가 이루어졌다.

V. 결 론

본 논문에서는 트리 구조의 ZigBee 센서 네트워크와 SIP 기반의 RTP를 사용하여 ECG와 음성 데이터가 실시간 전송되는 시스템을 최초로 제안하고 구현하였다. ZigBee 기반의 무선 센서 네트워크의 구성 시 에너지 효율성을 고려하여 NS2를 사용한 시뮬레이션의 결과를 토대로 센서 네트워크 구성에서 beacon을 사용하지 않는 broadcasting 방식이 사용되었으며, 시스템의 데이터 흐름에 적합하도록 기존의 AODV 라우팅 프로토콜 대신 트리 기반의 네트워크를 구성함으로써 에너지 소모량을 감소시킬 수 있었다. 또한, 기존의 H.323보다 휴대 단말기 환경에 적합한 SIP를 사용하여 ECG와 음성 데이터가 SIP의 호 설정을 통해 활성화된 RTP를 통하여 모니터링 프로그램으로 실시간 전송된다.

구현된 생체 신호 모니터링 시스템은 노드 구성과 디바이스 설정에 따라 ECG 뿐만 아니라 호흡, 체온, 맥박, 혈당 등과 같은 다양한 생체 신호 전송과 실시간 음성 통화가 가능하며, 블루투스과 ZigBee를 사용자와 단말기에 따라 선택할 수 있는 호환성 때문에 더 효율적인 의료 서비스에 응용 가능하며, 원격 진료 시스템의 기반이 된다. 또한, VoIP 시스템을 이용한 이동 헬스케어 시스템과 병원 입원 환자나 지병을 가진 노약자들의 24시간 모니터링 시스템 등에 응용될 수 있다.

Acknowledgment

“이 논문은 2007년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임”(지방연구중심대학육성사업/충북BIT연구중심대학육성사업단)

참 고 문 헌

- [1] 이학중, “디지털 병원의 현재와 미래”, Digital2 Conference, 2005.
- [2] 이종희, “원격 진단을 위한 ECG Telemetry 시스템에 관한 연구”, 대한전자공학회 학술발표회 논문집, 제6권 제22호, pp145-148, 1997.
- [3] 김진태, 이훈, 황대환, 김봉태, “저속, 저가, 저전력 무선 PAN 표준 개발동향”, 전자통신동향 분석 제 18권 제2호, pp37-44, 2003.4.
- [4] 김원수, 장기수, “ZigBee 기술 동향 및 시장 전망 분석”, 전자부품연구원 전자정보센터
- [5] Fwnali, R., Gunnarson, E., Hejlesen, O., “A wireless ECG system for continuous event recoding and communication to a clinical alarm station”, EMBC 2004. Conference proceedings. 26th Annual International Conference of the Volume 1, pp.2208-2211, 2004.
- [6] 이종석, “실시간 통신 시스템을 위한 VoIP 표준 프로토콜 ‘H.323’과 ‘SIP’”, Network Times
- [7] Resenberg, J., Schulzrinne, H., Camarillo, G., Johnston, A., Peterson, J., Sparks, R., Handley, M. and E. Schooler, “SIP : Session Initiation Protocol”, RFC 3261, 2002.
- [8] Lakas, A., Shuaib, K., “A Framework for SIP-based wireless medical applications.”, Vehicular Technology Conference, Volume 5, pp2755-2759.
- [9] ZigBee Alliance : <http://www.zigbee.org>
- [10] “IEEE Std. 802.15.4-2003”, IEEE Computer Society2003.
- [11] Perkins, C., Belding-Royer, E., and S. Das, “Ad-hoc On-Demand Distance Vector(AODV) Routing”, RFC 3561, July 2003.
- [12] Alan B Johnston, SIP : Understanding the Session Initiation Protocol, Second Edition, Artech House, 2004.

저 자 소 개



김 영 준(학생회원)
2004년 2월 충북대학교 전기전자
및 컴퓨터 공학부
학사 졸업.
2008년 2월 충북대학교
전파공학과 석사 졸업예정

<주관심분야 : USN, 생체 신호처리>



정 인 교(학생회원)
2006년 2월 충북대학교 전기전자
및 컴퓨터 공학부
학사 졸업.
2006년 3월~현재 충북대학교
전파공학과 석사 과정.

<주관심분야 : USN, 생체 신호 압축>



양 용 호(학생회원)
2002년 2월 충주대학교
전자공학과 학사 졸업.
2004년 8월 충북대학교
전파공학과 석사 졸업.
2004년 9월~현재 충북대학교
전파공학과 박사 과정.

<주관심분야 : 음성오디오 부호화, DSP 실시간 구현>



김 보 남(정회원)
1991년 2월 단국대학교 전산통계
학과 학사 졸업.
2003년 2월 Auburn University
Computer Science &
Software Engineering
석사 졸업.

2006년 2월 Auburn University Computer
Science & Software Engineering
박사 졸업.

2006년~현재 단국대학교 강사

2006년~현재 충북대학교 BK 사업단 연구원

<주관심분야 : MANET, WSN, Network
Security>



이 인 성(정회원)
1983년 2월 연세대학교
전자공학과 학사 졸업.
1985년 2월 연세대학교
전자공학과 석사 졸업.
1992년 12월 Texas A&M
University 전기공학과
박사 졸업.

1986년 5월~1987년 7월 한국통신 연구개발단
전임 연구원

1993년 2월~1995년 9월 한국전자통신연구원
이동 통신기술연구단 전임 연구원

1995년~현재 충북대학교 전기전자 및
컴퓨터 공학부 교수

<주관심분야 : 음성 및 영상 신호압축, OCDMA,
적용필터, 이동통신>