

센서 네트워크 기반의 생체 신호 측정 시스템 설계

이진관* · 이대형* · 정규철* · 장혜숙* · 이종찬* · 박기흥*

요 약

본 연구에서는 센서 네트워크 기반의 컴퓨팅 기술이 혼합된, 생체 신호 측정 시스템을 제안한다. 지그비 RF 기술과 임베디드 하드웨어 기술의 조합을 통하여, 병원의 환자관리 센터는 환자들의 비상 상황 또는 일상 상태에 관한 정보를 개별적으로 또는 동시에 수신함으로써, 환자의 정상적인 생활 보조 및 응급 상황에 신속히 대처할 수 있다. 또한 제안된 시스템의 저전력 및 기타 요구 사항을 만족시키기 위하여 지그비 기반의 RF를 사용한다. 이는 제안된 호출 시스템의 성능을 향상시키기 위하여 최적의 선택이라 할 수 있다.

The Design of a Biomedical Signal Measure System Based on Sensor Networks

Jin-Kwan Lee* · Dae-Hyung Lee* · Kyu-Cheol Jung*
Hae-Suk Jang* · Jong-Chan Lee* · Kihong Park*

ABSTRACT

The object of this paper is to design a biomedical signal measure systems based on sensor networks for the patient, integrated with computing technology. Using a combination of zigbee RF, embedded hardware and software technologies, as it allows the healthcare center to receive the information on emergency situations and the ordinary state of the patients individually or simultaneously, the healthcare center can copy with quickly a state of emergency and assist the normal life of the patient. In order to meet the low power and other requirements for the proposed system, we introduce a zigbee based RF which is the most suitable solution for improving the performance of our beeper system.

Key words : Sensor Network, Healthcare

* 군산대학교 컴퓨터정보과학과

1. 서 론

삶의 질 향상으로 인하여 건강관리는 현대인의 주요 관심 사항이며 자연스럽게 헬스케어(Health-care) 시스템에 대한 요구가 증가하고 있다. 기존의 헬스케어 시스템은 주로 유선망 환경에서 이루어졌으며 그로 인한 시간적, 공간적 불편함을 사용자와 의료진 모두 감수해야 했다. 이에 따라 사용자에게 휴대성과 이동성(Mobility)을 보장할 수 있는 시스템 요구가 점차적으로 증가하고 있다. 이와 같은 요구 사항에 따라, 최근 소형, 휴대 가능한 다양한 종류의 생체신호 측정 센서의 출현은 초고속 통신망 인프라의 정비 그리고 고성능 무선 통신 기기의 발전과 맞물려 언제 어디에서든 자신의 건강상태를 모니터링하고 개인화된 건강관리 서비스를 받을 수 있는 유비쿼터스 헬스케어(Ubiquitous Healthcare) 또는 U-헬스케어(U-Healthcare) 시대의 도래를 예고하고 있다. U-헬스케어가 완비된 이상적인 환경에서는 사용자들은 무자각 상태에서 자신의 건강상태를 실시간 하에 지속적으로 모니터링하고 가장 적절한 시점에 가장 적절한 조치를 취함으로써 자신의 건강상태를 최상으로 유지하는 것이 가능할 것으로 기대된다. 또한 이러한 이상적인 U-헬스케어 환경은 향후 도래할 노령화 사회 그리고 웰빙(Well-Being)을 추구하는 사회에서는 절실히 요청되는 환경이기도 하다[1-3].

본 논문에서는 U-헬스케어 시스템의 전체 구조를 설계하였다. 시스템은 센싱단말장치, 센싱정보 집선장치, 그리고 모니터링장치로 구성된다. 특히 센싱단말장치는 다중 센서 지원 구조를 가지며, 사용자의 생체 상태를 검출한 후, 표준화된 지그비(Zigbee)[4-6] 프로토콜에 따라 센싱정보집선장치로 전송하고, 모니터링 장치는 이 생체 정보를 정량화함으로써, 사용자의 현재 상태를 판단한다. 제안된 시스템의 서비스 정보는 소량의 데이터이고, 비주기적인 간격으로 데이터를 송수신 한다. 이와 같은 전송 형태의 시스템을 구축하기 위하여, 기존

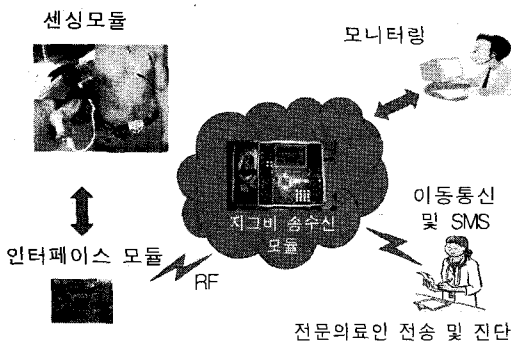
에 블루투스(Bluetooth) 프로토콜이 중심이 되어왔다. 하지만 블루투스기반의 시스템은 저전력 임에도 불구하고 배터리 수명이 짧은 한계가 있다 [7-8]. 따라서 본 연구에서는 초소형, 저가이면서 가장 전력 소모가 적고, 구현이 용이하며 시스템의 지속성과 유지보수의 용이성과 같은 장점을 보유하고 있어 무선 프로토콜로서 쉽게 적용 가능한 센서 네트워크 기반의 컴퓨터 기술이 혼합된, 생체신호 측정 시스템을 제안한다. 본 시스템의 특성상, 송수신 정보는 아주 적은 양의 저속의 데이터이고 주기적 또는 비주기적인 간격으로 데이터를 전송한다. 이러한 데이터를 전송하기 위하여 지그비와 동일한 서비스 영역을 확보하고 있는 WLAN이나 블루투스는 저전력 특성을 갖는 시스템에 적절치 못하며 배터리 수명에도 한계가 있다. 본 연구에서는 의료 정보를 전송하기에 충분한 성능을 가진 저전력 통신 방식인 지그비 기반의 통신기기를 설계한다.

2. 시스템 구조

IEEE 802.15.4 표준에서는 사용되는 장치를 FFD(Full Function Device)와 RFD(Reduce Function Device)로 분류하는데 반해 지그비 네트워크에서는 이를 기능적인 측면에서 세분화 하여 총 세 종류의 장치로 구분하고 있다[9-10]. 첫째, 지그비 코디네이터는 FFD만이 될 수 있으며, 하나의 지그비 네트워크 내에서 하나의 지그비 코디네이터가 필요하고 네트워크 정보를 초기화하거나 다른 장치들을 관리하는 중심역할을 한다. 둘째, 지그비 라우터는 코디네이터와 마찬가지로 FFD만이 될 수 있으며, 하나의 메쉬(mesh) 지그비 네트워크 내에서 멀티홉 라우팅(multi hop routing)을 위해 여러 개의 지그비 라우터가 존재할 수 있다. 셋째, 지그비 단말장치는 RFD로써 직접적인 네트워크 라우팅에는 참여하지 않지만 지그비 코디네이터 혹은

이미 네트워크에 형성된 지그비 라우터를 통해 네트워크에 참여할 수 있다. 또한 하나의 네트워크 내에는 여러 개의 지그비 단말 장치가 존재할 수 있지만 오직 하나의 FFD와 연결이 가능하다. Mesh 지그비 네트워크에서는 구성 요소로서 상위의 세장치를 모두 포함하는 반면에 성형(star) 지그비 네트워크에서는 지그비 코디네이터와 지그비 단말 장치만을 포함한다[11-12].

(그림 1)은 본 연구에서 제안한 성형 지그비 네트워크[13]에 기반한 생체 신호 측정 시스템 구조를 보인다. 그림에서 알 수 있듯이 다수의 센싱단말장치는 하나의 센싱정보집선장치와 네트워크를 형성하고 통신을 함으로써, 불필요한 기능을 줄일 수 있고 센싱정보집선장치의 비콘 모드(Beacon mode) 사용을 통해 상당한 절전 효과를 가져 올 수 있다. 따라서 본 연구의 지그비 네트워크에서는 성형의 단순한 저전력 센서 네트워크를 형성할 수 있다. 여기서 센싱단말장치는 지그비 단말장치를 나타내고, 센싱정보집선장치는 지그비 코디네이터를 나타낸다.



(그림 1) 통신시스템의 구조

제안 시스템을 기능상으로 분류하면, 3계층 구조를 갖는다. 1계층으로서 맥파, 피부온도, 피부저항 등의 생체신호를 측정하고 기본적인 필터 역할과 센서에 의해 수집된 정보들을 디지털 데이터로

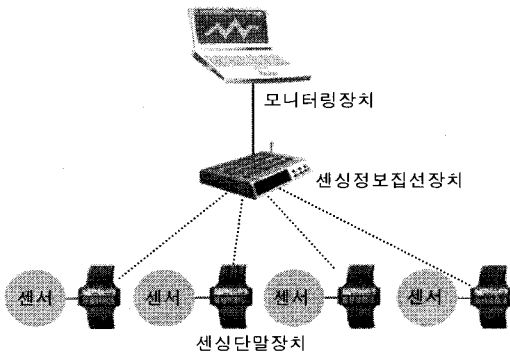
변환시켜 지그비 RF를 이용하여 무선으로 전송하는 센싱단말장치, 2계층으로서 센싱단말장치로부터의 센싱정보(Sensing Data)를 수신한 후, 이를 필터링한 후, 정제된 데이터를 모니터링 장치에 전송하는 센싱정보집선장치, 수신된 정보들을 분석하여 환자의 상태를 실시간적으로 표시하는 모니터링 시스템으로 구성한다.

본 연구에서는 단말장치에 센서 기능을 부여하여 센싱단말장치로 구성된 생체 신호 측정 시스템을 구성한다. 센싱정보집선장치는 싱크 노드(Sink Node)의 기능을 수행하여, 자신이 관장하는 센서 네트워크 내의 각종 현상을 수집 및 관리하며, 모니터링 장치가 특정 데이터를 요구할 경우 자신이 직접 전달하거나 혹은, 센서 필드에 특정 데이터를 요청할 수 있는 기능을 갖는다. 즉, 센싱정보집선장치는 센서 네트워크의 동작을 총괄하는 주체로서 모니터링 장치 및 사용자와 유/무선 연결 기능을 지원한다. 한편, 센싱단말장치는 일정한 생체 신호를 감지하고 그 결과를 주기 및 비주기적으로 센싱정보집선장치에게 전달하는 역할을 담당하며, 필요 시 센싱정보집선장치에 의해 요청된 질의(query)를 수용한다. 이와 같은 기능을 수행하기 위하여 필요한 시스템 성능은 아래와 같다.

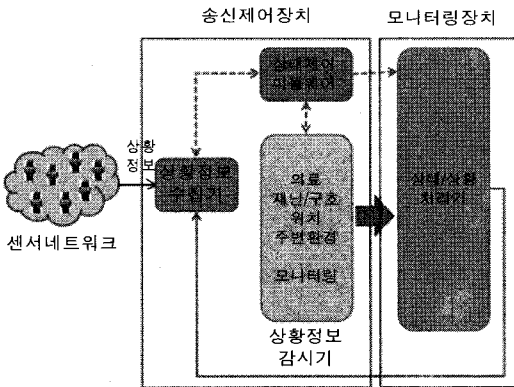
- 전력 소모 측면 : 센싱단말장치는 저전력 소비가 필요하다. 배터리 동작시간이 6개월에서 2년 정도를 보장해야 한다.
- 전송 방식 측면 : 센싱정보집선장치는 브로드캐스트(Broadcast), 멀티캐스트(Multicast), 유니캐스트(Unicast)를 지원해야 한다.
- 센서 네트워크 구성 측면 : 센싱단말장치는 자동 또는 반자동으로 네트워크 형성이 가능해야 한다. 즉 자동으로 기기를 추가 및 배제할 수 있어야 한다.
- 전송 속도 측면 : 센싱단말장치와 센싱정보집선장치의 전송속도는 100kbps 이상을 유지한다.
- 전송 거리 측면 : 센싱단말장치와 센싱정보집선장치의 통신거리는 10~100m를 유지한다.

- 노드 구성 측면 : 1대의 센싱정보집선 장치는 100 개 이상의 목걸이 또는 시계 형태의 휴대용 장치를 지원해야 한다.

(그림 2)와 같이 센싱정보집선장치는 센싱단말 장치로부터 센서 데이터를 수집한다. 센싱단말 장치는 센서로부터 얻은 데이터를 무선을 통하여 센싱정보집선장치로 전송한다. 이때 센싱정보집선 장치는 수신한 데이터를 모니터링 장치에 디스플레이 함으로서 현재의 상태와 휴대용센싱단말장치로부터 수신된 데이터를 확인한다.



(그림 2) 센서 네트워크 구조



(그림 3) 상황 정보 수집

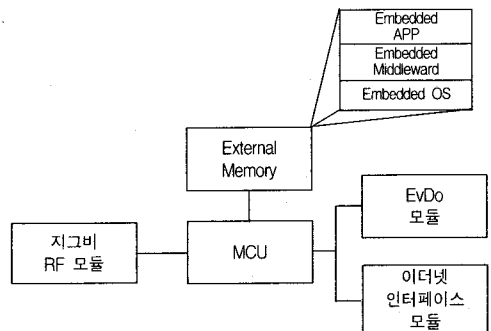
(그림 3)은 휴대용 센싱단말장치의 센서로 상황

정보를 수집하여, 응용 처리를 위한 제어 블록도를 보인다. 상황정보 감시기는 센싱단말장치로부터 수집한 상황정보를 상위 개념의 상황정보로 추론하고 추상화하여 모니터링장치의 응용 처리기에 제공한다. (그림 3)과 같이 대부분의 데이터는 상황 흐름에 집중된다. 센서 네트워크의 특성상, 상황 흐름의 데이터는 시/공간적인 상관관계가 매우 높다. 따라서 이들 데이터를 효율적으로 축약(data aggregation)하고, 이러한 절차는 데이터 전송의 신뢰성을 확보하기 위해서 센싱정보집선장치가 일괄적으로 수행한다.

3. 구조별 기능 구조

3.1 센싱정보집선장치

내장된 지그비 RF 모듈을 통하여 센싱 단말 장치의 지그비 RF 모듈과의 무선통신을 통하여 각 센싱단말장치의 센싱정보를 획득하고 이를 제어한다. (그림 4)와 같이 센싱정보집선장치는 주기적으로 센싱단말장치로부터 센싱정보를 수신하여 모니터링장치에 전송하는 기능을 수행한다. 센싱단말 장치로부터의 센싱정보를 지그비 RF를 통하여 감지하고 이를 MCU(Micro Control Unit)에 전달한다. 미들웨어 내에 존재하는 센싱정보 처리 모듈을



(그림 4) 센싱정보집선장치의 물리적 구조

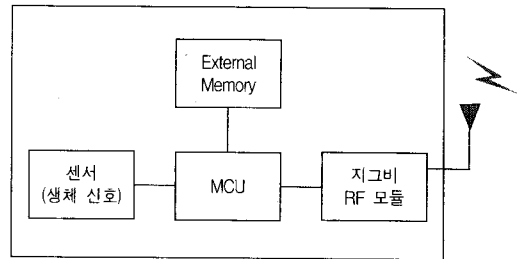
통하여 센싱정보를 해석 한 후 서비스 종류에 따라 센싱정보 메시지를 모니터링 장치에 전송한다. 이를 위하여 센싱정보집선장치에는 각 휴대용 장치를 구별할 수 있도록 고유의 디지털 ID 값을 갖으며, 센싱정보집선장치는 주기적으로 고유 ID와 제어 메시지를 센싱단말장치에 전송함으로써 해당 서비스가 적용될 수 있도록 한다.

센싱정보집선장치는 데이터 수신 및 전송을 위한 통신 장치(Communication Unit)와 통신 장치를 제어하고 통신 장치로부터 수신된 데이터를 제어하는 처리 장치(Processing Unit)로 구성된다. 통신 장치는 센싱 단말장치로부터의 센싱정보를 수신하는 지그비 RF 모듈과 모니터링장치와의 이더넷 접속을 수행하는 이더넷 인터페이스 모듈 또는 이동통신망 접속을 위한 EvDO 모듈로 구성된다. 본 생체 신호 측정 시스템을 위한 미들웨어는 서비스 요구 데이터의 수집, 이벤트 처리 매커니즘, 전력 관리 그리고 네트워킹 등을 제공한다. 센싱정보집선장치는 마이크로 컨트롤러를 내장한 소형 컴퓨터 시스템으로 센싱 응용처리와 노드간 통신 등을 위한 임베디드 운영체제를 필수적으로 요구한다. 이 같은 운영체제는 자원이 제한적인 하드웨어에서 수행되어야 하므로 크기가 작고 전력 소모가 적어야 하며, 휴대용 장치간에 저전력 통신을 제공하면서도 프로세스와 메모리를 효율적으로 관리하도록 설계되어야 한다. 또한 다수의 하위 레벨 이벤트 발생과 상위 레벨의 프로세싱이 상존하므로 이들을 동시에 처리할 수 있는 정밀한 프로세싱 동시성 기능이 요구된다.

3.2 센싱단말장치

(그림 5)와 같이 센싱단말장치는 생체 신호를 센싱하고, 프로세서는 센서의 출력신호로부터 획득한 정보에 자체적으로 가지고 있는 데이터와 알고리즘, 그리고 사용자로부터 지시된 명령을 바탕으로 일련의 처리·분석·저장 등의 지능적인 판단을 수행한다. 따라서 센서, RF 모듈, MCU로 구

성된다. 센싱단말장치에 전원이 인가되면 MCU는 미리 프로그램 된 데이터와 ID를 송신 RF 모듈에서 무선으로 센싱정보집선장치에 전송한다. 이 정보를 통하여 휴대용 장치는 ID 테이블에 등록되고, 센싱단말장치 구별 및 상태 점검에 사용된다.



(그림 5) 센싱단말장치의 물리적 구조

3.3 PC 기반 모니터링 장치

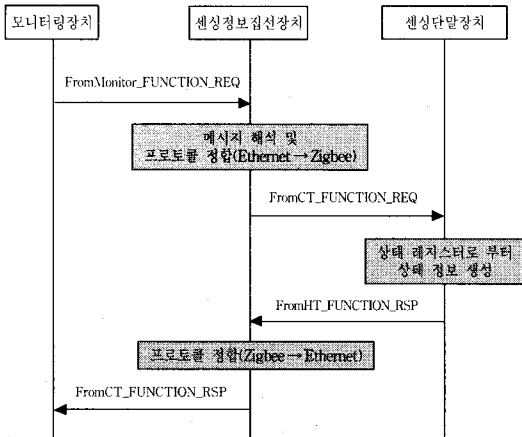
센싱정보집선장치는 센싱단말장치로부터 수집한 센싱정보를 모니터링장치에 주기적으로 전송하며, 모니터링장치는 센싱정보를 저장하고 디스플레이한다. (그림 3)와 같이 사용자의 생체 정보를 주기적으로 점검하기 위하여 센싱정보는 고유 코드값과 함께 RF 송신 모듈에 의해 전송되고 이 신호는 건물에 설치된 센싱정보집선장치에서 통합적으로 수신하게 된다. 수신된 정보는 이더넷 또는 이동통신망을 통하여 메인 모니터링장치로 전송되며 관리 소프트웨어에 의해 분석 및 처리되고 이 결과는 모니터에 디스플레이 된다. 분석된 결과에 따라 시스템 관리자는 조치를 취한다.

4. 기기 동작 플로우(Flow)

4.1 센싱단말장치의 기능 확인 절차

센싱정보집선장치와 센싱단말장치는 지그비 기반의 RF를 이용하여 상태를 확인한다. 모니터링장치로부터 각종 기능 확인 명령은 센싱정보집선장

처에서 해석되고, 지그비 RF 모듈을 통하여 해당 각 센싱단말장치로 전달한다. 이를 수신한 센싱단말장치는 상태 레지스터 값을 읽어서 상태 정보 메시지를 생성한다. 각 센싱단말장치로 부터의 상태 정보는 센싱정보집선장치에서 이더넷 상태 정보 패킷으로 변환되어 모니터링장치로 전달된다. 모니터링장치와 센싱정보집선장치 간은 이더넷 또는 이동통신망을 사용하고, 센싱정보집선장치와 센싱단말장치간은 별도의 지그비 프로토콜을 정의한다. (그림 6)에 상태 정보 송수신 절차를 보인다.

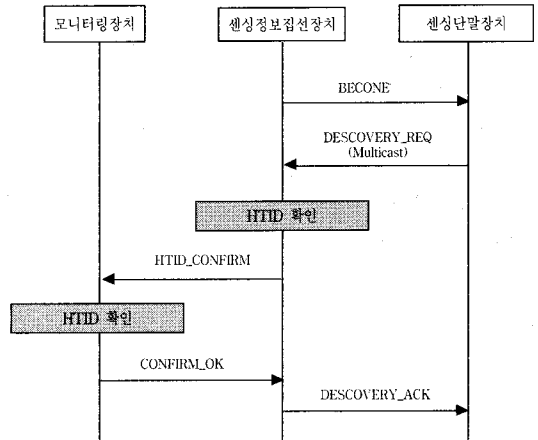


(그림 6) 상태 정보 송수신 절차

4.2 센싱단말장치 발견(Discovery) 절차

본 지그비 네트워크는 네트워크 연결 권한을 가지고 있는 센싱정보집선장치에 의하여 제어된다. 센싱단말장치는 센싱정보집선장치가 전송하는 비콘을 사용하여 네트워크를 발견한다. 만일 다수개의 센싱정보집선장치로부터 비콘을 수신했다면, DISCOVERY_REQ 메시지를 각 센싱정보집선장치에게 전송하여, 자신의 센싱정보집선장치를 찾는다. 센싱정보집선장치가 DISCOVERY_REQ 메시지를 수신하면, 자신에게 속한 센싱단말장치인지를 확인(HTID 확인)하고, 만약 자신에게 속한 센싱단말장치일 경우, DISCOVERY_ACK 메시지를 해당

센싱단말장치로 전송한다. 이를 통하여, 자신이 속한 센싱정보집선장치의 ID를 알게된다. DISCOVERY_REQ 메시지는 해당 센싱단말장치의 Wakeup 주기, RF 채널 값, RF 출력 power등을 포함한다. 상위의 절차를 (그림 7)에 보인다.

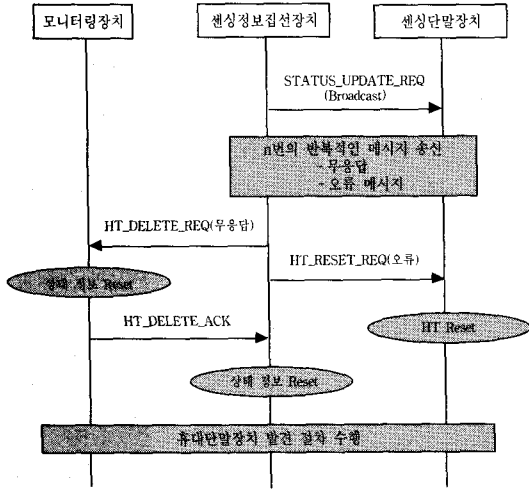


(그림 7) 센싱단말장치 발견 절차

4.3 센싱단말장치 절단 절차

센싱정보집선장치는 주기적인 네트워크 상태 갱신을 직접적으로 수행하여, 통신 링크의 손상이나 센싱단말장치의 분실을 감지할 수 있다. 이를 수행하기 위하여, 센싱정보집선장치는 상태갱신요구(STATE_UPDATE_REQ) 메시지를 생성하여 모든 센싱단말장치에게 전송하고, 센싱단말장치는 상태갱신응답 메시지를 보낸다. 만일 n번의 상태갱신요구 메시지 송신 요구에도 상태갱신응답 메시지를 수신하지 못한다면 이는 센싱단말장치의 네트워크 내 이탈로 간주하고 HT_DELETE_REQ 메시지를 통하여 절단 절차를 수행한다. 또한 n번의 반복적인 오류 메시지를 수신한다면, HT_RESET_REQ 메시지를 통하여 센싱단말장치에 Reset을 요구한다. 센싱정보집선장치의 Reset 요구 메시지도 오류가 발생할 수 있으므로, 센싱단말장치도 n번의 반복적인 메시지 오류가 발생하면, 자체적인 reset 과

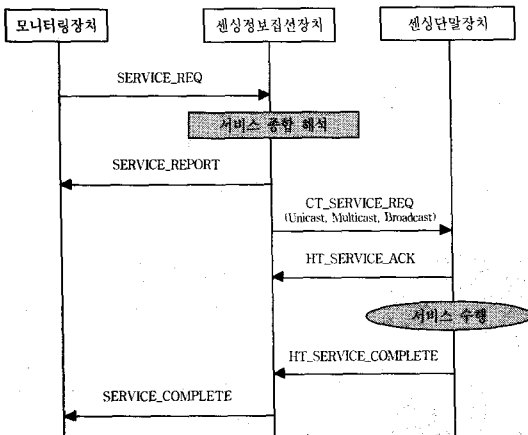
정을 수행할 수 있다. 이를 통하여, (그림 8)과 같이 센싱단말장치 발견 절차가 수행된다.



(그림 8) 센싱단말장치 절단 절차

4.4 서비스 수행 절차

모니터링장치로 부터의 서비스 요구(SERVICE_REQ 메시지)는 센싱정보집선장치에서 지그비 프로토콜에 기반한 HT_SERVICE_REQ 메시지로 변환되어 지그비 네트워크를 통하여 해당 센싱단말장치



(그림 9) 서비스 수행 절차

로 전달된다. 센싱단말장치는 모니터링장치로부터 수신된 명령을 해석하고 해당 사용자의 생체 신호를 센싱하고 주기적으로 생성된 생체 정보를 지그비 RF 모듈을 통하여 센싱정보집선장치에 전송한다. (그림 9)상위의 서비스 수행 절차를 보인다.

5. 결론

본 연구에서는 센서 네트워크기반의 생체 신호 정보를 전송하기에 충분한 성능을 가진 저전력 통신 방식인 지그비 기반의 생체 신호 측정 시스템을 설계하였다. 제안 시스템은 센싱단말장치로 부터의 상태 정보를 수신하여 모니터링장치에 전송하는 센싱정보집선장치, 일정한 생체 신호를 감지하고 그 결과를 주기 및 비주기적으로 센싱정보집선장치에게 전달하는 센싱단말장치, 휴대용 장치의 상태를 주기적으로 확인 저장하고 이를 디스플레이 하는 모니터링장치로 구성된다. 본 시스템을 개발하기 위하여, 임베디드 하드웨어 기술 및 임베디드 소프트웨어 기술이 적용되었다. 센서 및 통신 모듈, 그리고 MCU, 외부 메모리 등의 임베디드 하드웨어 기술이 적용되었다. 추후 상세 설계를 수행을 통하여, 각 모듈 별 세부 구조와 각 모듈 별 인터페이스를 설계하고 구현해야 한다.

참고 문헌

- [1] IEEE Std 802.15. 4-2003, IEEE Standard for Information technology-Telecommunication and Information exchange between systems -Local and metropolitan area networks- Specific requirements, Part 15.4 : Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical La-

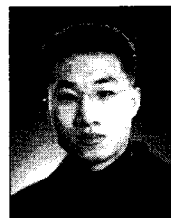
- yer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs).
- [2] David Culler, Deborah Estrin, Mani Srivastava, "Overview of Sensor Networks", IEEE Computer, pp. 41-49, Aug. 2004.
- [3] Simon Bichler, "Ubiquitous and Context Aware Computing : Overview and Systems", 2nd Joint Advanced Summer School 2004 Course 3, May 2004.
- [4] Jaiyong Lee, "Cross Layer MAC/Routing Protocol for Wireless Sensor Networks", 2005 International RFID/Sensor Network Workshop, June 2005.
- [5] W. Ye, J. Heidemann, D. Estrin, "Medium Access Control with Coordinated Adaptive Sleeping for Wireless Sensor Networks", IEEE/ACM Transactions on Networking, Vol. 12, No. 3, June 2004.
- [6] Jae-Hyun Kim, Ho-Nyeon Kim, Seog-Gyu Kim, Seung-Jun Choi, and Jai-Yong Lee, "Advanced MAC Protocol with Energy-Efficiency for Wireless Sensor Networks", ICO IN 2005, LNCS 3391, pp. 283-292, Jan./Feb. 2005.
- [7] H. Zhang and J. C. Hou, "Maintaining sensing coverage and connectivity in large sensor networks", in NSF International Workshop on Theoretical and Algorithmic Aspects of Sensor, Ad Hoc Wireless, and Peer-to-Peer Networks, 2004.
- [8] W. Heinzelmann, A. P. Chandrakasan, H. Balakrishnan, "An Application Specific Protocol Architecture for Wireless Microsensor Networks", IEEE Transaction Wireless Communications, Vol. 1, No. 4, Oct. 2002.
- [9] T. V. Dam and K. Langendoen, "An Adaptive Energy-Efficient MAC protocol for Wireless Sensor Networks", in Proc. ACM Sensys 2003, November 2003.
- [10] Hee Yong Youn, "Middleware for Ubiquitous Computing", SWCC 2005, July 2005.
- [11] X.-Y. Li, P.-J. Wan, and O. Frieder, "Coverage in wireless ad hoc sensor networks", IEEE Trans. Comput., Vol. 52, No. 6, pp. 753-763, June 2003.
- [12] L. F. Akyildiz, W. Su, Y. Sankarasubramaniam, and E. Cayirci, "A Survey on Sensor Networks", IEEE Communications Magazine, Vol. 40, No. 8, August 2002.
- [13] LAN/MAN Standards Committee for the IEEE Computer Society, Draft Standard for Part 15.4 : Wireless Medium Access Specifications for Low Rate Wireless Personal Area Networks (LRWPAN), P802.15.4-REVb /D1, Jan. 2005.



이진관

1996년 군산대학교 컴퓨터과학과 (이학사)
 2002년 군산대학교 컴퓨터과학과 (이학석사)
 2007년 군산대학교 컴퓨터과학과 (이학박사)

2006년~현재 군산대학교 컴퓨터과학과 강사



이대형

1996년 군산대학교 컴퓨터과학과 (이학사)
 1999년 군산대학교 컴퓨터과학과 (석사 과정)



정 규 철

1996년 군산대학교 컴퓨터과학과
(이학사)

1999년 군산대학교 컴퓨터과학과
(이학석사)

2006년 군산대학교 컴퓨터과학과
(이학박사)

1999년~현재 군산대학교 컴퓨터과학과 강사



이 중 찬

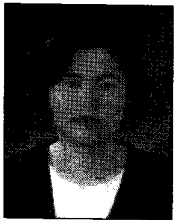
1994년 군산대학교 컴퓨터과학과
(이학사)

1996년 숭실대학교 컴퓨터학과
(이학석사)

2000년 숭실대학교 컴퓨터학과
(공학박사)

2000년~2005년 한국전자통신연구원 선임연구원

2005년~현재 군산대학교 컴퓨터과학과 조교수



장 혜 숙

2000년 군산대학교 컴퓨터과학과
(이학석사)

2004년~현재 군산대학교 컴퓨
터과학과(박사과정)



박 기 흥

1986년 숭실대학교 전자계산학과
(이학사)

1986년 숭실대학교 전자계산학과
(공학석사)

1995년 일본 토쿠시마대학교 지
능정보과학과(공학박사)

1997년~1998년 영국 Middlesex Univ 객원 교수

1987년~현재 군산대학교 컴퓨터과학과 교수

2004년~현재 NURi 사업 텔레메틱스 인력양성
사업단(군산대) 단장