ZigBee를 이용한 실시간 임베디드 리눅스 기반의 저전력형 U-Health 시스템 구현

Implementation of Low-Power Ubiquitous Health System based on Real-Time Embedded Linux using ZigBee wireless communication

권종원, 오드게렐, 박용만, 구상준, 김희식
Jongwon Kwon, Odgerel Ayurzana, Yongman Park, Sangjun Koo, Hiesik Kim

Abstract - As the sensors and communication technology get advance, the remote health diagnosis for patients and senior persons at home are possible now without visiting doctors in hospitals. A low-power ubiquitous health check device was developed adapting Real-Time Embedded Linux is developed. This ubiquitous device is consisted of three sensors. The wrist type health checking terminal acquires periodically the health data by using a blood pressure sensor, a pulse sensor and a body temperature sensor. It transmits the health data to the access point located at the home center through the ZigBee wireless communication modem. This health data collector or access point device sends the data again to the main server operated in a hospital or health care organization. The health server control continuously the input data and sends an alarm signal to the assigned doctor and responsible persons using cellular SMS when any dangerous events occur. This wrist type health check device has an embedded linux OS using Intel PAX255 MPU. The developed U-Health system is applicable for checking patients health in remote at home. And their family or related persons in remote site can check the patients health status at any time. They can be assured by receiving SMS record and alarm of emergency case which is transmitted from the health server.

Key Words : U-Health, Realtime, Embedded Linux, Zigbee, Remote Monitoring

1. 장 서 론

1.1 절 연구의 필요성

최근 우리 사회가 고령화, 의료정보시스템의 지능화, 정보통신기술의 발달에 따라 신 성장 동력산업으로 U-Health가 대두되고 있다. 개인의 생활여건이 개선됨에 따라 의료서비스 환경의 변화 및 개인의 건강관리가 사회의 큰 이슈가 되고 있으며 서구화된 식생활과 고령화로 암, 당뇨, 고혈압 등 만성질환과 노인성 질환이 증가하고 있어 국민의 의료비 부담이 점차 증가되고 있는 실정이다. 한 조사결과에 따르면 2019년에는 전체 인구 중 65세 이상 인구가 14%를 넘는 "고령사회"로 진입할 것으로 예측되고 있으며, 건강에 대한 관심도가 증가되고 있는 것을 알 수 있다. 또한 광대역 기반의 네트워크 기술이 진화함에 따라 대용량의 정보를 유무선 통신망에서 빠른 속도로 전송이 가능하고 멀티미디어 처리 및 저장 기술의 발전, 근거리통신 기술의 표준화 등의 새로운 의료정보 서비스 영역으로 진출함으로써 유비쿼터스 헬스케어 기술의 기반을 조성하고 있다.

2. 장 연구의 이론적 배경

저자 소개
* 권종원 : 서울市立大學 電子電氣컴퓨터工學科 碩士課程
박용만 : 서울市立大學 電子電氣컴퓨터工學科 碩士課程
Odgerel : 서울市立大學 電子電氣컴퓨터工學科 博士課程
구상준 : 서울市立大學 電子電氣컴퓨터工學科 碩士課程
김희식 : 서울市立大學 電子電氣컴퓨터工學科 敎授

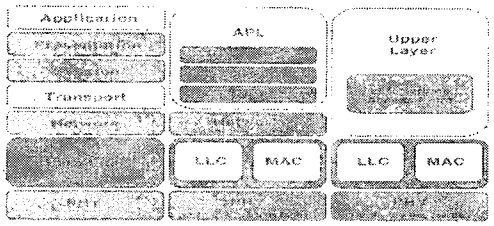
2.1 절 임베디드리눅스 시스템

임베디드 시스템은 일반적으로 OS와 응용프로그램들이 ROM이나 Flash메모리 등에 이미지 형태로 저장되어 있다가 부팅과 동시에 RAM디스크를 형성한 후 RAM디스크 상에서 OS와 구성프로그램들이 구성 및 구동하게 되는 시스템이다. 다시 말하면 시스템이 부팅할 때마다 OS를 포함한 모든 프로그램들이 깨끗하게 다시 설치되는 것이다. 이 시스템은 그 목적상 일반사용자가 OS를 비롯한 소프트웨어에 접근할 필요가 없으며 Power Fail과 같은 비정상적인 시스템 리부팅이 발생되었을 경우에 파일시스템 파괴와 같은 사고로부터 시스템의 안정성을 보장해준다. 또한 네트워크장비, 데이터수집장치(DAQ)등이 연결되면 예측된 시간 내에 프로세서가 응답하는 실시간(Real-Time)을 필요로 하기도 한다. 따라서, 임베디드 시스템에 탑재되는 OS는 다음과 같은 조건을 만족해야한다. 첫째, 임베디드 시스템은 적은 크기의 메모리밖에 장착할 수 없으므로 OS자체의 크기와 기능이 최소화, 경량화, 그리고 맞춤화 되어야 한다. 둘째, 낮은 성능의 프로세서를 사용하는 제약을 극복하기 위해 성능이 최적화 되어야 한다.

본 논문에서는 이러한 요구를 충족하고 타 OS와 비교해 네트워크 성능에서 안정적이고, 소스공개에 따라 자원 활용이 용이한 임베디드 리눅스를 채택하였다. 임베디드 리눅스는 사소한 문제점과 한계점을 가지고 있지만 소스 개방성, 이식성, 확장성, 라이센스 등 여러 면에서 우수하고 검증된 OS이므로 급변하는 모바일 환경에 대응할 수 있다.

2.2 절 ZigBee 프로토콜

ZigBee는 저전력, 저가, 저속의 근거리 개인 무선통신을 목표로 하는 국제 표준 스펙이다. 이는 IEEE 802.15.4-2003 표준을 골격으로 한다.



(a) ISO-OSI 7Layer (B) ZigBee (c) IEEE 802.15.4

그림 1. 무선통신 프로토콜 스택 비교

ZigBee는 IEEE 802.15.4 표준의 물리(PHY)계층과 매체접근제어(MAC)계층 위에 그 상위 계층으로 네트워크(NWK)계층, 응용지원(APS)계층과 보안(Security)및 응용(APL)을 규격화 하였다. ZigBee의 PHY계층은 간단한 구조이며, NWK계층에서는 라우팅 방식과 클러스터 트리 네트워크에서의 논리적 주소할당에 관한 내용을 포함하고, MAC계층과 NWK계층은 전력소비를 최소화 할 수 있도록 연구되어 지고 있는 중이다.

- ○ ZigBee = IEEE 802.15.4 + 상위 네트워크 계층
- ○ IEEE 802.15.4 = PHY + MAC
- ○ 상위 네트워크 계층=NWK+APS+(Security, ZDO)

ZigBee의 특징을 요약하면 다음과 같다.

(1) 250Kbps, 40Kbps, 20Kbps의 저속의 전송속도(그림3)
(2) Star, Cluster-Tree, Mesh 등 다양한 토폴로지 지원(그림2)
(3) 16비트의 짧은 주소와 64비트의 확장 주소할당
(4) 채널 액세스 방법으로 CSMA/CA를 사용
(5) 데이터 전송의 신뢰성을 제공하는 ACK 프로토콜 사용
(6) 비컨(Superframe)을 이용한 센서노드의 낮은 전력 소모
(7) 2.4GHz(16channel), 915MHz(10channel), 868MHz(1channel)지원(그림4)
(8) 근거리 무선통신 (10~100m)

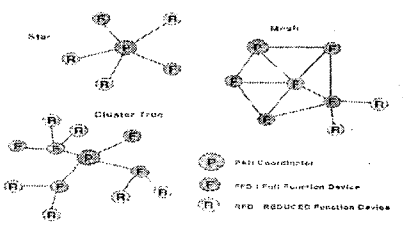


그림 2. ZigBee 토폴로지 모델

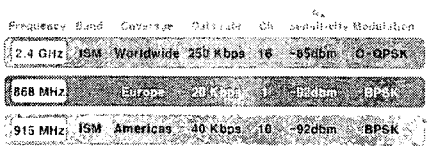


그림 3. ZigBee 주파수대역별 특징

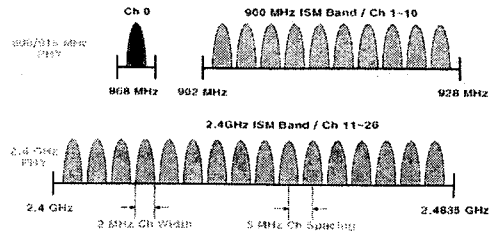


그림 4. ZigBee 주파수 대역별 채널 할당

2.3 절 LEACH 라우팅 프로토콜

LEACH 라우팅 프로토콜은 USN에서 저전력 소모를 위한 방안으로 근접한 노드들끼리 스스로 지역적인 클러스터를 형성하여 지역 클러스터 대표할 Coordinator를 선출한다. 지역 클러스터에 속한 다른 노드들은 자신이 센서로부터 취득한 데이터를 오직 Coordinator에게만 전송하고, Coordinator는 그 데이터를 Sink 노드에게 바로 전송함으로써, 에너지 소모를 고르게 분산시키고, 네트워크의 전체적인 수명을 고려하여 적응성 있는 클러스터링을 사용하는 프로토콜이다.

그림5는 LEACH 프로토콜의 동작을 보여준다. 먼저 노드A, B, C, C1은 하나의 지역 클러스터(1)을 형성하고 그 지역 클러스터(1)의 Coordinator로 선정되고, 마찬가지로 노드C2, D, E는 다른 하나의 지역 클러스터(2)를 형성한 후 C2를 그 클러스터의 Coordinator로 선정된다. 일반 노드들은 자신이 취득한 데이터를 각 지역 클러스터의 Coordinator인 C1과 C2로 전달하고, C1과 C2는 그 수집한 데이터를 Sink 노드로 전송한다. 이 기법을 통해서 데이터 전송을 위해 모든 노드들이 전송에 참여할 필요가 없으며, 계층적으로 확립된 라우팅 경로에 따라 통신이 되기 때문에, Gossiping 프로토콜과는 달리 데이터 전송률이 크게 뒤지지 않는다.

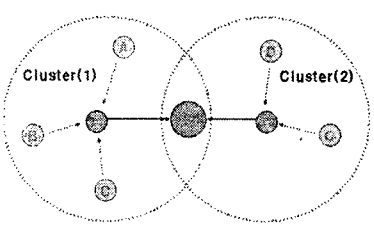


그림 5. LEACH 프로토콜 동작

그러나 위와 같은 방식은 Coordinator로 선출된 노드들에게 일반 다른 노드들보다 통신량이 과중되어 평균수명 시간이하로 배터리 전력이 고갈될 가능이 존재한다. 따라서 이를 개선하기 위해 주기적으로 각 노드들의 남은 에너지 잔량과 Coordinator로 일하지 않은 시간을 계산하여 Coordinator를 재선정하도록 하여 전체네트워크의 균등한 에너지 소모 면에서 매우 효과적이다. 또한 데이터 전송은 할당 받은 TDMA 스케줄에 따라서 자신의 타임 슬롯에서 전송하고 나머지 시간은 송수신기를 off시켜 에너지를 절약할 수 있다. 본 논문에서는 기본적인 LAECH 기법 외에도 Sink 노드와 Coordinator 간의 연결이 끊어지지 않도록 노드들끼리 트리구조의 토폴로지를 형성하도록 설계하였다.

3. 장 U-Health를 위한 실시간 건강관리 시스템 구현

3.1 절 전체시스템의 구성 및 개발환경

U-Health 건강관리 시스템의 구성은 그림6과 같다. 병원에 입원한 모든 환자들은 혈압, 맥박, 체온 센서가 부착된 통합 센서 모트를 몸에 착용하여 임의로 설정된 주기에 따라 생체정보를 취득하여 ZigBee통신으로 병원 내 네트워크에 접속하게 된다.

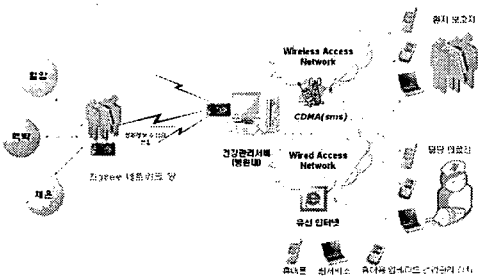


그림 6. U-Health 건강관리시스템 구성

본 논문의 개발환경은 EMPOS II 보드를 이용하여 개발하였고, 타깃보드의 시리얼 포트(FULL UART)에 연결한 CDMA모뎀을 통해서 의사, 보호자 및 응급구조 센터로 가정한 휴대폰에 긴급 SMS문자를 전송하도록 하였다.

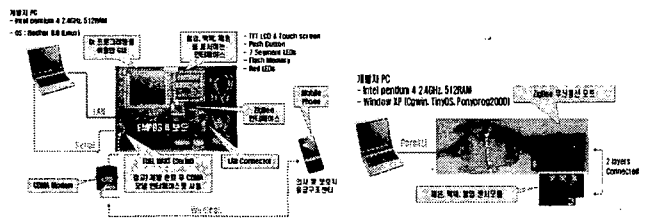


그림 7.개발환경

ZigBee 무선통신용 센서모트는 TinyOS에서 LEACH 라우팅 프로토콜 알고리듬을 적용한 네트워크 프로그램을 ISP프로그래머를 통해 센서모트에 포팅하여 어플리케이션을 구현하였다.

3.2 절 휴대용 임베디드 디바이스

임베디드 리눅스를 기반으로 한 Qt 응용프로그램을 EMPOS-II에 탑재하여 터치패널에서 동작하도록 GUI를 구현하였다. 그림8은 환자의 생체정보를 실시간으로 확인할 수 있는GUI 응용프로그램을 실행시킨 화면이다. 환자를 선택하면 환자에 대한 정보가 출력되고 SMS버튼을 누르게 되면 수신서버 상에 존재하는 환자의 최신 생체정보를 폴링방식으로 가져와서 수치와 그래프를 표시한다.

3.3 절 개인용 건강체크 디바이스

TinyOS에서 작성된 LEACH 라우팅 프로토콜을 적용하여 바이오센서로 부터 주기적으로 측정된 생체정보를 전송하도록 ZigBex를 이용하여 구현되었다. 모든 센서 모트로부터 전송되는 데이터를 수집하기 위한 Sink모트는 병원 내 메인수신서버에 RS-232로 연결되어 수집한 정보를 데이터베이스화 시킨다.

그림 8. Qt기반의 GUI와 ZigBee통신 환경

3.4 절 U-Health 건광관리 수신서버 구축

U-Health 건강관리 수신서버는 인터넷을 통하여 실시간 환자의 생체정보를 표와 그래프 형식으로 재공한다. 또한 환자의 건강상태가 악화될 경우 웹 디스플레이에서 붉은색 바탕의 수치로 표현하고 자동으로 긴급 SMS를 담당자에게 전송하도록 구현하였다.

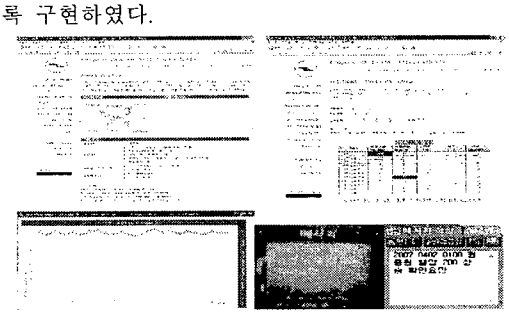


그림 9. 건강관리서버 웹사이트 및 알림SMS

4. 장 결 론

본 논문에서 제안한 U-Health시스템은 병원 내에서 주기적으로 실시간 건강상태를 확인받을 필요가 있는 환자들의 생체정보를 측정, 관리하는 시스템이다. 이 시스템은 제한된 네트워크 내에서는 ZigBee 통신 기반으로 무선 데이터를 송수신하고 건강관리 수신서버에 수집된 데이터를 통해 환자의 건강상태를 실시간으로 디스플레이하는 웹서비스를 제공한다. 또한 환자의 생체정보 이상발생 시 자동으로 긴급 SMS를 보호자 및 의료진에게 송신하는 U-Health시스템에 대해서 기술하였다. ZigBee의 사용이 더욱 다양화 되고 원격 건강관리 시스템에 대한 수요가 증가되면 구현된 시스템의 활용도가 높을 것으로 예상된다. 차후 연구가 더 필요한 분야는 에너지 효율을 향상 시킬 수 있는 MAC/ 라우팅 프로토콜의 개발과 개발된 프로토콜과 기존 제안된 프로토콜의 시뮬레이션 결과분석 및 현장실험을 통해 비교분석하여 U-Health 건강관리시스템을 개선해 나가야 할 것이다.

참 고 문 헌

[1] 이재용, 2004, "유비쿼터스 센서 네트워킹 기술" (정보통신표준화소식) TTA Journal, 통권 제95호, 한국정보통신기술협회, 한국, pp.78-83

[2] Tijs van Dam and Koen Langendoen, 2003, "An Adaptive Energy Efficient MAC Protocol for Wireless Sensor Networks" Conference On Embedded Networked Sensor System, Netherlands

[3] 이승희 외, 2006, "무선 센서 네트워크에서 에너지 효율적인 데이터 전달 프로토콜" 정보과학회논문지, 제33권 제2호, 한국정보과학회, 한국, pp.165-174