

RF 무선통신을 이용한 자동 응급호출 시스템의 개발

장덕성*, 한송희*, 신주형*, 김상현*, 최승찬**

*계명대학교 컴퓨터공학과, **(주)대진기술정보

e-mail: *dsjang@kmu.ac.kr, **musim55@hanmail.net

Development of an Automatic Emergency Calling System using RF Wireless Communication

Duk-Sung Jang*, Song-Hee Han*, Joo-Hyung Sun*, Sang-Hyun Kim*, Seung-Chan Choi**
 *Dept of Computer Eng., Keimyung Univ., **Daejin Technical Information Co.

요 약

본 연구에서는 호출기를 착용한 환자가 낙상/전도 사고를 당했을 때, 자동으로 구조요청 하는 시스템을 개발하고자 한다. 자동 호출기에는 사고의 감지, 사고발생 위치의 추적, 관제센터로의 통신 등의 기능이 필요하다. 이를 위해 3축 가속도센서를 탑재하고, 낙상판단 알고리즘을 구현하여, MCU에 포팅하고, RF 송수신기와 알람을 집적하였다. 자동 호출기와 관제소와의 통신방법으로는 400MHz 대역의 RF 송수신기를 채택하였다.

1. 서론

노령인구의 증가, 핵가족 시대의 도래, 맞벌이 부부의 증가, 저출산 등으로 인하여, 노약자를 돌볼 수 있는 여건이 점차 축소되고 있으며, 이에 따라, 요양시설(병원) 등이 고급화되고 요양시설 인구가 늘어나는 추세이다[1,2]. 병원 혹은 요양시설 등에서 낙상/전도 사고가 일어날 경우, 신속하게 대응할 수 있는 응급호출기를 휴대하도록 하여 2차 사고로의 전이를 방지하는 자동 응급호출 시스템을 개발할 필요가 있다. 현재 병원 혹은 요양시설에서는 응급호출 장치가 화장실 등 특별한 장소에 고정 설치되어 있다. 그러나 장소가 넓은 시설에서는 설치지역 이외의 사고에 대한 대비책이 없다.

본 연구에서는 응급호출기를 착용한 환자가 낙상/전도 사고를 당했을 때, 자동으로 구조요청 하는 시스템을 개발하고자 한다. 자동 호출기에는 낙상/전도 사고의 감지, 사고발생 위치 추적, 관제센터로의 통신 등의 기능이 필요하다. 부가적 기능으로 경보(알람)를 울리거나, 경광을 점멸하여 주변에 도움을 요청할 수 있도록 하여야 한다. 응급 호출기에는 낙상/전도 감지를 위한 3축 가속도센서를 탑재하고, 낙상판단 알고리즘을 구현하여, MCU에 포팅하고, RF 송수신기와 알람을 집적하였다. 자동 호출기와 관제소와의 통신방법으로는 400MHz 대역의 RF 송수신기를 채택하고자 한다. 관제서버에는 사고 위치, 환자의 신상 등을 모니터할 수 있는 시스템을 마련하여, 2차 사고로 인한 인명 피해를 최소화할 수 있도록 하였다.

2. 시스템 구성

응급호출기를 소지한 요양인의 낙상사고 시, 3축가속기

센서가 낙상을 인지하게 되면, 경보음과 함께 경광(LED)을 점멸하게 된다. 만약 사고가 아니고 실수로 버튼을 눌렀을 경우에는 취소 버튼을 누름으로써 경보음과 LED 점멸을 취소할 수 있다. 지정된 시간 내에 환자가 취소 버튼을 누르지 않은 경우, 발신자의 단말기 ID와 중계기 ID가 447MHz RF 무선통신을 이용하여 관제 서버로 전송된다. 중계기는 고정 장치이기 때문에 사고 발생 지역을 파악할 수 있다.

자동 응급 호출시스템의 개략적 구성도는 (그림 1)과 같다. 호출기를 휴대한 환자가 낙상했을 경우, 호출기의 ID와 근처의 중계기 ID가 RF 무선통신을 통해 관제 서버로 전송된다. 호출기 내부에는 낙상/전도/동작정지(기절)를 판단할 수 있는 3축 가속기 센서가 장착되어 있고, 행위판단 알고리즘을 구현한 프로그램이 MCU에 포팅되어 있다. 환자가 의식이 있을 경우에는, 능동적 응급 호출(call)이 가능하도록 버튼을 누를 수 있게 하였다. 버튼을 누르면, 자동 호출과는 다른 상태코드(state code)가 만들어져 관제 서버로 전송된다.



(그림 1) 자동 응급호출 시스템의 구성도

3. RF 통신의 적용

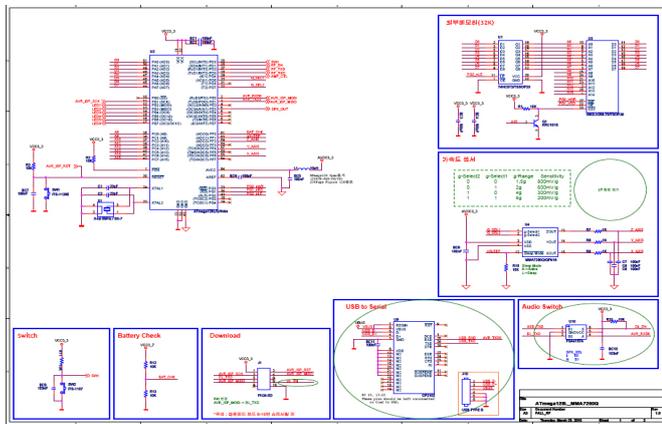
우리는 실내에서의 위치 파악을 위해 지그비 통신[3]과, 실외에서의 위치인식과 통신을 위해 GPS와 CDMA 통신방식을 연구한 바 있다[4]. 그러나 지그비의 경우 장애물이 없을 경우에는 직선 통달거리가 100m에 이를 수 있으나, 벽체(콘크리트 등) 구조물이 있을 경우에는 통신 도달 거리가 짧아, 층간 혹은 벽체 사이에 라우터를 설치해야 할 정도로 통신 도달 거리에 심각한 문제가 발생하였다.

대안으로 400Mhz 대역의 RF 무선통신을 사용하기로 하고, Atmega128 개발보드[5]에 LinkWiser-HP400 RF 통신모듈[6]을 탑재하고 실험하였다. CC1020은 송수신 일체형 RF 통신 모듈로서, 지그비나 블루투스 통신보다는 느리긴 하지만, 통신 도달 거리에 있어서 월등하다. <표 1>은 지그비와 RF통신을 비교한 것이다.

<표 1> 지그비와 RF 무선통신

구분	Zigbee	RF 무선통신
주파수대역	915Mhz 혹은 2.4Ghz	424Mhz 혹은 447Mhz
전송거리 (실외)	100m이내	수백m
전송거리 (실내)	10m이내	50~100m이내
전송속도	250Kbps	수 Kbps
전력소모	수십mA	수mA~수십mA
중계기능	가능	가능
적용대상	홈네트워크, 저속감시데이터	저속 제어, 감시데이터
장 점	저전력, 소형, 가격	중거리에서 안정적

(그림 2)는 LinkWiser-HP400을 Atmega128에 탑재한 회로도이다.



(그림 2) 개발보드에 RF 통신모듈을 탑재한 도면

RF 통신에서는 근거리일 경우는 UART 데이터를 직접 보내기도 하지만, 통신거리가 멀어질수록 에러율이 아주 많이 높아지기 때문에, UART 데이터를 Manchester 코드나 NRZ 코드로 변환해서, 데이터 손실을 최소화한다. 또한 원거리 통신에서는 Rx sensitivity가 많이 떨어지기 때문에, 안테나 설계와 함께 통신 프로그래밍의 중요성이 매우 강조된다. (그림 3)은 송신부의 통신 프로그램이고, (그림 4)는 수신부의 통신 프로그램이다.

```
#include <avr/io.h>
.
.
unsigned char checker[8] = {0x01, 0x02, .... 0x80};
.
.
void USART_init(void)
{
    UBRR1L = 0x67;
    UBRR1H = 0x00;
    UCSR1A = 0x00;
    UCSR1B = (1 << TXEN1) | (1 << RXEN1);
    UCSR1C = (1 << USBS1) | (3 << UCSZ1);
}

void USART_Transmit(unsigned int r1)
//usart 통해 데이터 송신
{
    while( !(UCSR1A & (1 << UDR1)) );
//송신이 끝날 때까지
    UDR1 = r1; //수신된 데이터를 서버로 송신
}

void USART_Receive(void) //usart 통해 데이터 수신
{
    while( !(UCSR1A & 0x80) ); //수신이 끝날 때까지
    UCSR1A |= 0x80;
    return UDR1;
}

int main(void)
{
    outp(0x80, SREG);
    .
    .

    USART_init(void);
    while(1) {
        data = USART_Receive();
        if(data == 0x01) {
            PORTD = 0xFF;
            check = 0x00;

```

```

for(j = 0; j = 8; j++) {
    if((checker[j]&data) == checker[j])
        checker++
}
check = check + (unsigned int)data / 4;
USART_Transmit(0xaa); // 데이터의 시작
USART_Transmit(data); // 데이터 전송
USART_Transmit(check); // check bits 전송
}
else if(data == 0x02) {
    .
    .

```

(그림 3) 송신부의 통신 프로그램

(그림 3)은 호출기의 수신부로부터 받은 데이터(호출기는 송신뿐 아니라, 수신도 가능함)를 Manchester 코드로 변환하기 위하여, checker와 비교한다. 만약 데이터의 비트 중, checker의 1인 비트와 같은 위치에 1인 비트가 있으면, check을 1 증가한 다음, 데이터를 4로 나누어, check와 더해서 전송하는 프로그램이다.

```
#include <avr/io.h>
```

```

void USART_Receive(void) //usart 통해 데이터 수신
{ unsigned int data = 0;
  while( !(UCSR1A & 0x80) ); //수신이 끝날 때 까지
  UCSR1A |= 0x80;
  rx = UDR1; // 받은 데이터를 rx에 임시 저장
  if(rx == 0xaa) // 첫 번째 데이터{
    flag = 1;
  else if(flag == 1) // 가운데 데이터
  { temp = rx;
    check = 0;
    for(j = 0; j = 8; j++) {
        if((checker[j]&temp) == checker[j])
            checker++
    }
    check = check + (unsigned int)data / 4;
    flag++;
  }
  else if(flag == 2) // 세번째 데이터
  { if((check == rx)
    { data = temp; // 원본 데이터를 받음
    }
    flag = 0; // 다시 데이터를 받기위해 초기화
  }
}

```

```

return data;
}

int main(void)
{
    outp(0x80, SREG);
    .
    .

    USART_init(void);
    while(1) {
        thr1 = USART_Received();
        thr2 = USART_Received();
        data = USART_Received();
        if(data == 0x01 && temp != 0)
        { PORTD = 0xFF;
          for(k = 0; k < 100; k++);
          temp = 0;
        }
        else if(data == 0x02 && temp != 0)
        {
            .
            .

```

(그림 4) 수신부의 통신 프로그램

(그림 4)는 데이터(data)가 0x01, 0x02, 0x04, 0x08일 경우 각각 0xFF, 0xEF, 0xDF, 0xCF로 나타나도록 하여, 송수신의 상태를 확인하기 위한 수신부의 통신 프로그램이다.

실험 결과 지하 2층에서 지상 9층 이상의 경우라도 별도의 라우터 없이 벽체 혹은 건물의 층간을 통과하여 연결됨이 확인되었다.

4. 관제 소프트웨어 개발

관제 서버는 사고의 위치, 사고자의 신상 등이 나타나는 모니터링 시스템이다. 응급호출기를 소지한 요양인이 낙상하거나 버튼을 누르면, 이벤트 코드 (0,1)이 발생한다. RF 송신칩은 10초 내에 취소 신호가 발생하지 않으면, 호출기 ID, 중계기 ID, 날짜, 시간 정보가 관제소의 서버에 전송된다. 서버는 사고 위치를 모니터 상에 표시한다.

사고 위치를 판단하는 근거는 중계기 ID이다. 중계기는 고정시설 이므로, ID만 있으면 그 위치를 파악할 수 있다. 물론 중계기에서 멀리 떨어진 곳에서의 사고는 자동 모니터링이 불가능하다. 이 경우에는 호출기에 50db의 알람과 경광 기능이 부착되어 있으므로, 주위에 사고를 알릴 수 있다.

관제 서버의 주요 기능 중 하나는 SMS 문자를 생성해서 담당자와 보호자에게 전송하는 기능이다. 이것은 SMS

에이전트가 수행한다. SMS 에이전트는 담당자 및 보호자 테이블을 생성하고, 이 테이블에 등록된 담당자 및 보호자의 전화번호를 삽입한다. 전화번호는 호출기 ID에 의해 데이터베이스로부터 검색된다.

모니터에는 요양원 또는 병원의 시설이 나타나고, 사고 위치가 표시되면, 담당자, 응급 구조원 또는 보호자들이 모니터에 나타난 위치로 신속히 출동할 수 있다.

데이터베이스에 다섯 가지 정보 즉, 개인 정보, 위치 정보, 보호자 정보, 담당자 정보가 입력된다. 개인 정보는 호출기 ID, 소지자 이름, 성별, 생년월일, 전화번호, 주소, 보호자 이름, 보호자 전화번호, 보호자 주소 등이 포함된다. 위치 정보에는 호출기 ID, 사용자 이름, 날짜, 시간, 성별, 생년월일, 전화번호, 주소, 보호자 이름, 보호자 전화번호, 보호자 주소 등이 포함된다. 날짜와 시간은 서버에서 자동으로 생성되며, 그 외는 이벤트 발생 시, 개인 정보로부터 가져온다.

위치 정보는 중계기 위치에 의해 결정된다. 사고가 발생한 지점에서 가장 가까운 위치의 중계기 ID가 전송되므로 사고 위치를 판단할 수 있다. 보호자 정보는 개인 정보의 호출기 ID와 같은 호출기 ID, 보호자 이름, 전화번호, 주소, 성별 및 호출기 소지자와의 관계가 포함된다. 각각의 호출기 ID에는 최대 3명까지의 보호자가 등록될 수 있다. 담당자 정보에는 환자를 직접 돌보는 직원의 이름, 전화번호 등이 포함된다.

이런 데이터베이스의 정보들은 SMS 문자를 담당자나 보호자에게 정확하게 발송할 수 있도록 하며, 관계자들이 사고 위치로 신속하게 출동할 수 있도록 한다.

5. 결론

본 연구에서는 응급호출기를 착용한 환자가 낙상/전도 사고를 당했을 때, 자동으로 구조요청 하는 시스템을 개발하였다. 자동 호출기의 핵심부품은 낙상/전도 감지를 위한 3축 가속도센서와, 낙상판단 알고리즘이 포팅된 MCU, 그리고 RF 송수신을 위한 통신 모듈이다.

RF 통신모듈로서 LinkWiser-HP400을 채택하고, 신호 통달거리를 측정하였다. 실험 결과 지하 2층에서 지상 9층 이상이라도 별도의 라우터 없이 통신됨을 확인하였다. 그러나 사고 위치를 정확하게 파악하기 위해서는 여러 지점에 중계기를 설치하는 것이 바람직하다. 호출기 소지자는 여러 곳을 옮겨다닐 수 있기 때문에 사고 위치를 정확하게 판단하기 힘들지만, 중계기는 고정시설이기 때문에 사고 발생 지점에서 가장 가까운 곳의 중계기 위치를 통해 사고 위치의 추정이 가능하다.

그러나 중계기 A와 중계기 B가 동시에 호출기의 송신 신호를 감지했을 때는, 어느 중계기의 ID를 송출할 것인가가 관건이 된다. 우리는 차기 연구과제로서 통신감도가 가장 큰 3개의 중계기를 사용하는 삼각측정법 알고리즘을 개발하고 있으며, 현재 실험 중에 있다.

응급 호출 시스템의 주요 개발 내용 중 하나는 모니터

링을 위한 관계 시스템이다. 이것은 요양원이나 병원의 시설이 모두 다르기 때문에 시설마다 건물구조도를 만들어 구축해야 한다는 단점이 있지만, 건물구조도 상에 사고 위치가 명확하게 나타나므로 관계자들이 사고 발생지에 신속하게 출동할 수 있다. 관계서버에는 사고 위치 정보뿐 아니라, 환자의 신상정보 등을 갖는 데이터베이스가 존재하므로, 사고가 접수되면 해당 환자의 신상정보가 모니터에 나타난다.

본 연구를 통해 개발된 기술은 소방, 제철, 화학, 조선 등 고위험 산업분야에 응용할 수 있다. 작업 중인 인부가 갑자기 쓰러졌을 경우, 주위에 아무도 없다면 사고를 인지할 방법이 없지만, 본 응급 호출 시스템을 이용하면 낙상 후 예상되는 2차 사고를 방지할 수 있다.

감사의 글: 본 과제는 교육과학기술부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 광역경제권 선도산업인재양성산업의 연구결과입니다.

참고문헌

- [1] 장덕성 외, "CDMA 망을 이용한 독거노인 응급상황 전달시스템," 대구건강산업도시 개발전략을 위한 국제포럼, 계명대학교, 2008.
- [2] 권지인, "u-Health 산업의 IT기업 진출동향", 정보통신정책, 정보통신연구진흥원, 2007.
- [3] 장덕성 외, 실내에서의 응급상황 위치인식, 제31회 한국정보처리학회 추계학술발표대회 논문집 제16권 제1호, 2009.
- [4] Duksung Jang, et al., A Development of Emergency Transmission System for the Solitary Aged People, ..., 2009.
- [5] Atmega128 개발보드 메뉴얼, KD-128N, <http://www.NewTC.co.kr>, New Technology, 2006.
- [6] LinkWiser-HP400 Datasheet, <http://www.cellution.co.kr>, (주)셀루션, 2008.