

논문 2016-11-20

중계 기능을 갖는 낙상 감지 단말기 및 시스템의 개발

(Development of Falling-sensing Terminals and a System
with Relay Function)

장 덕 성*

(Duk-Sung Jang)

Abstract : Several falling-sensing terminals have been developed which are able to detect the fall/upset accident of the elderly and transmit the collapsing signals to the administrative server via RF communication using 400MHz bandwidth. Supposing there might be no communication problem within a sanatorium, just single terminal without relay function had been made as a prototype in the first stage of development. However some communication problems have discovered at the coner of the floor apart from the other floor diagonally in the same building. Same kind of problems have been happened in the area behind a steel fence or a car. To solve these kinds of communication problems, we have developed several terminals and added up relay function to them. In this paper we represented that the success ratio of the communication has been improved by using relay function among several terminals.

Keywords : Falling-sensing Terminals, RF communication, Transmission problem, Broadcasts

1. 서 론

우리나라에는 65세 이상 노령인구가 2000년에 들어서 처음으로 전체 인구의 7%대를 넘어서면서 고령화 사회로 진입하게 되었다. 오는 2018년에는 14%를 기록하여 고령사회에 진입하고 2025년에 21%대에 달해 초고령 사회의 진입을 예상하고 있다. 이에 낙상사고의 대책이 제대로 마련되지 않는다면 인구의 고령화가 진행됨에 따라 요양병원 내 노인환자의 낙상사고 비율 역시 증가할 것이므로 좀 더 경제적이고 실용성 있는 낙상사고 방지 시스템 개발이 반드시 필요하다 [1].

2006년 한국소비자보호원에서 조사한 요양병원의 안전사고 대책 보고서에 따르면, 낙상사고가 차지하는 비율이 가장 높으므로 노약자의 침대 이용형태 등 연구를 통해 낙상사고 방지 및 즉각 대처

가 가능한 예방 프로그램 마련이 필요하다고 주장하고 있다 [2].

낙상 감지 및 응급구조에 관한 연구는 크게 센서를 이용한 감지 기술 분야와 영상을 이용한 감지 기술 분야가 활발하게 진행되고 있으며[2], 모바일 기반 실시간 모니터링 기술 분야도 연구되고 있다 [3, 4]. 논문 [5-7]은 센서를 이용한 감지 기술에 속하며, 논문 [8-10]은 영상을 이용한 감지 기술 분야에 속한다.

상용화된 제품으로는 My Melody(로맨스그레이, 한국)가 있다 [11]. 이 제품은 리모컨 및 매트로 구성되어 있으며, 압력 변화를 측정하는 방식이다. 로맨스그레이의 제품으로 낙상 혹은 전도를 감지하여 알람을 발생하는 의료용 침대, 휠체어 등도 있다. 역시 국내 의료기기 업체인 넷블루의 NSB-4060S [12]는 무자극, 무접촉 센서를 통하여 생체신호를 감지하며, 압력 변화 측정 방식을 사용한다. 로맨스 그레이의 NRM-680 [13]는 2.4GHz 무선디지털 방식이며 무선 도달거리가 약70~200m이다. 자동 야간모드 변경이 가능하며, 음성 및 칼라 영상 모니터링이 장착되어 있고, 센서접속 가능 카메라가 부착되어 있다.

*Corresponding Author (dsjang@kmu.ac.kr)

Received: 28 Dec. 2016, Revised: 25 Feb. 2016,

Accepted: 23 Mar. 2016.

D.S. Jang: Keimyung University

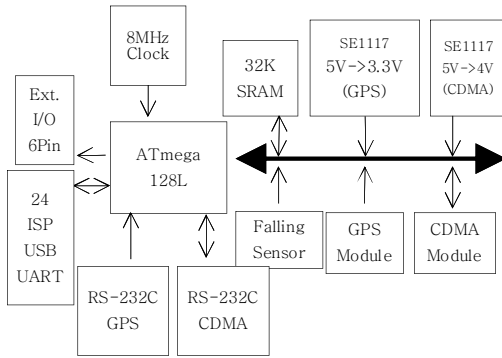


그림 1. 낙상 감지 폰의 구성도

Fig. 1 Configuration of Collapse-Sensing Phone

논문 [2]는 Kinect를 활용하여 사용자의 위치나 모션을 파악하여 낙상유무를 판단할 수 있는 제품으로 환자가 설정된 낙상 범위를 벗어나 낙상 위험에 노출되면 그 즉시 중앙 모니터로 알람 및 메시지를 발송하여 환자의 위험을 알린다.

본 시스템은 요양병원 혹은 집안 내외부에서 노인들의 낙상 사고에 신속한 대처하고자, 단말기를 설계 및 제작하였다 [14, 15]. 단말기에는 낙상센서와 RF 송수신 보드 [16, 17]가 내장되어 있다. 단말기의 핵심 부품인 낙상센서는 3축 가속도 센서 [18]와 필터, ROM으로 구성된 센서보드이다. 논문 [19]에서 낙상판단 알고리즘을 제시하고 낙상감지 성공률을 측정하였다. 그러나 시제품으로 개발한 단말기 1대로는 층이 다른 대각선 방향의 통신이 원활치 못하다는 결론을 얻게 되었다. 이것은 낙상 사고를 400MHz 대역의 RF 통신 방법을 사용하여 통신하기 때문에 콘크리트 벽체를 제대로 통과하지 못하기 때문인 것으로 파악된다. 또한 실외에서도 언덕 너머 혹은 차량 뒤에서는 통신 장애가 있음이 관찰되었다.

본 논문에서는 통신이 원활하지 못한 위치 즉, 한 건물 내에서 층이 다른 대각선 방향으로의 통신 문제와, 콘크리트 벽체 혹은 차량 뒤에 있는 단말기의 통신 장애를 극복하고자 하고자, 여러 대의 단말기를 제작하고 각각의 단말기에 중계기능을 부여하였다.

II. 낙상감지 폰의 개발

논문 [14, 15] 그리고 [19]에서 낙상 감지 폰의 단말기의 제작과 낙상판단 알고리즘에 대해 자세히 설명하고 있다. 본 논문은 단일 단말기만으로는

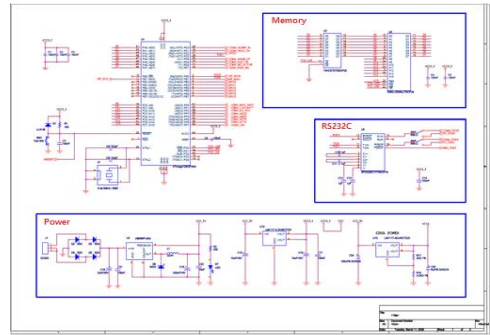


그림 2. 낙상 감지 폰 제작을 위한 설계도

Fig. 2 A Blueprint of Collapse-Sensing Phone

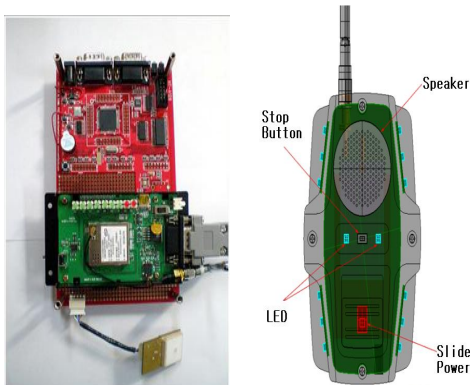
실현 불가능한 중계 기능을 개선하고자 여러 대의 단말기를 제작하고, 각기 다른 환경에서 실험한 내용을 다루고 있다. 본 절에서는 논문의 이해를 돕고자 논문 [14, 15] 그리고 [19]의 내용을 간략히 요약하고자 한다. 그림 1은 낙상 감지 폰의 구성도이다.

낙상 감지 폰의 주요부품은 낙상 센서와 GPS 수신 칩 그리고 CDMA 송신 칩이다. 이 가운데 가장 핵심 부품은 낙상 센서이며, 3축 가속도 센서와 필터, ROM으로 구성되어 있다. 충격에 의해 3축 가속도 센서가 수평적 흔들림과 수직적 흔들림을 감지하여 좌표값을 출력하면, 낙상 판단 알고리즘이 실제 낙상인지, 빠르게 앉는 동작인지, 순간 넘어졌다 다시 일어나는 지를 판단한다. x, y, z 3축 각 축의 좌표값의 변화에 따른 낙상 판단 알고리즘을 ROM에 C로 프로그램하여 넣었다.

GPS 수신 칩은 SiRFstar3가 내장된 NSA-C3M4122A를 사용하였으며, GPS 위성으로부터 수신된 위치 정보는 CDMA망을 통해 서버로 송신되고, 서버에서 GPS 좌표를 WGS84 좌표계 변환하여 지도상에 낙상 위치를 나타낸다.

CDMA 송신칩으로는 M802F 칩을 사용하였으며, 모듈의 상부에 RF 안테나 케이블 커넥터를 가지고 있고 하부에 80개의 핀으로 구성된 인터페이스 커넥터를 가지고 있다. 이 모듈은 쉘컴사의 MSM6025 칩셋을 내장하고 있으며, 아무런 장애물이 없는 양호한 상황에서의 전송 속도는 153.6k bps이고, 최대 송신 소비 전력은 3.7V/600mA이다. 안테나는 MXGS83RK3000가 사용되고 이것은 스위치로 동작되는 안테나 케이블 커넥터와 연결된다.

그림 2는 하나의 보드에 CDMA 모듈과 GPS 모듈을 통합하기 위한 설계도이다. 안테나, 배터리,



(a) (b)
 그림 3. 낙상센서와 통신모듈
 Fig. 3 Collapse Sensor and Communication Module

스위치 등이 역시 같은 보드 상에 집적되어 있다. 그림 3의 (a)는 낙상센서와 통신모듈을 결합하여 제작한 보드이며, (b)는 완성된 단말기 외형이다.

물론 낙상 판단 알고리즘을 갖는 스마트 폰 앱(Application)을 개발할 수도 있다. 그러나 낙상 감지 단말기를 착용할 대상이 노약자임을 감안할 때, 통신료가 지속적으로 지출되는 일반 스마트 폰은 이용률이 떨어질 것으로 판단된다. 본 낙상 감지 폰은 낙상을 감지하고 위치를 전달하는 최소 부품만으로 제작되기 때문에 제작 비용이 저렴하고, 별도의 통신비용이 들지 않는다.

공공 혹은 상업적 목적 이외에 허용된 주파수 대역이 400MHz~600MHz이기 때문에 400MHz 대역의 RF 무선통신 방식을 채택하였다. 이 대역은 별도의 통신요금이 부과되지 않는다. 또한 RF 통신을 사용한 이유는 낙상이 일어날 수 있는 장소는 실내나 실외를 가리지 않기 때문이다. Bluetooth 나 Zigbee는 실내에서는 적합하지만 실외에서는 한계가 있고, Wifi도 AP가 설치된 Wifi zone에서만 가능하기 때문에 실용성이 떨어질 것이 자명하다.

노약자의 낙상/전도가 감지되면 낙상 신호를 RF 통신 방법을 통해 관제 서버로 전송하고, 관제 서버에서는 등록된 119 구조센터, 병원 응급실 또는 보호자의 스마트 폰에 낙상 위치와 환자의 인적사항을 실시간으로 통지할 수 있는 통합 시스템도 개발하였다. 본 논문에서는 실내에서의 층간 통신과, 실외에서의 원거리 통신을 가능하게 하는 방법을 다룬다.

```

void USART_Transmit(unsigned int d)
{ while( !(UCSRA & (1<<UDRE1)) );
  UDR1 = d; // Transmit to Server
}

void USART_Receive(void)
{ while( !(UCSRA & 0x00) ); // until stop to receive
  UCSRA |= 0x80;
  return UDR1;
}

int main(void)
{ USART_Init(void);
  while(1){
    data = USART_Receive();
    if(data == 0x01) {
      .
      .
      .
      check = check + (unsigned int)data / 4;
      USART_Transmit((data));
      USART_Transmit(data);
      USART_Transmit(check);
    }
    else if(data == 0x02) {
      .
      .
      .
    }
  }
}
    
```

```

void USART_Receive(void)
{ while( !(UCSRA & 0x00) ); // until stop to receive
  UCSRA |= 0x80;
  rx = UDR1; // temporary store to rx
  if(rx == 0xaa) // first data
  {
    .
    .
    .
  }
  else if(rx == 1) // second data
  {
    .
    .
    .
  }
  else if(rx == 2) // third data
  {
    .
    .
    .
  }
}

int main(void)
{
  while(1){
    .
    .
    .
  }
}
    
```

그림 4. 송수신 프로그램
 Fig. 4 Sending and Receiving Program

III. 통신 모듈의 개발과 중계기능 추가

1. RF 송수신 프로그램 개발

RF 통신을 위한 송수신 프로그램은 그림 4와 같다. 왼쪽이 송신용 프로그램이고, 오른쪽이 수신용 프로그램이다. 이것을 C 프로그램하여 각 단말기의 ROM에 넣으면 각 단말기가 송신 및 수신이 동시에 가능한 제품이 된다. 그러나 요양병원 내에 단말기를 소지한 사람이 한 사람 뿐인 경우를 가정하고, 단말기 1대만으로 서버와의 통신이 원활한 지를 실험하였다.

서버는 건물의 3층에 두고 단말기를 소지한 사람이 장소를 옮겨 다니며 통신 성공률에 대해 실험한 바, 표 1과 표 2와 같은 결과를 얻게 되었다. 표 1은 5층 건물 내부에서 측정한 값이며, 표 2는 야외에서 측정된 값이다. 서버의 역할은 단말기가 낙상을 감지하고 신호를 보냈을 때, 어느

단말기로부터 낙상 신호가 들어왔다는 것을 인식하고, DB를 검색하여 단말기 소지자의 신상 정보를 찾아 디스플레이하는 역할을 수행한다. 표 1과 표 2에서 보는 바와 같이 건물 내부에서는 대각선 방향으로서는 한층만 차이가 있어도 수신률이 매우 좋지 못하며, 야외에서는 차량 등이 막고 있을 때 수신률이 좋지 못하다는 것을 알 수 있다.

이런 실험을 토대로 철 구조물이 막고 있는 곳이나, 건물 내부에서 기역자 혹은 니은자처럼 꺾인

표 1. 5층 건물 내에서의 통신 성공률
Table 1. Success Rate in a Building

Position of Terminals	Direction	Successes / Trials	Success Rate (%)
Under-ground	right below server	8/10	80
	diagonally below server	0/10	0
1st Floor	right below server	9/10	90
	diagonally below server	0/10	0
2nd Floor	right below server	9/10	90
	diagonally below server	0/10	0
3rd Floor	in front of server	10/10	100
	same floor of server	10/10	100
4th Floor	right upper of server	9/10	90
	diagonally upper of server	0/10	0
5th Floor	right below server (terminals are in a closed room)	0/10	0

표 2. 야외에서의 통신 성공률
Table 2. Success Rate out in the Fields

Topography	Distance (m)	Using Relays	Successes / Trials	Success Rate (%)
high level differences	170	no relay	9/10	90
	210	using relay (every 100m interval)	4/10	40
nomal level differences	100	no relay (interrupted by a car)	1/10	10
	100	no relay (none of cars)	10/10	100
	185	no relay (none of cars)	9/10	90

곳에서는 RF 통신이 원활하지 못하다는 결론을 얻게 된다.

그러나 한 건물 내에서 단말기와 서버가 2~3층 떨어져 있는 경우에도, 단말기가 서버의 직하 혹은 직상의 방향에 위치할 경우에는 수신률이 양호하였다.

야외에서도 건물이나 차량 등 방해물이 없는 평지

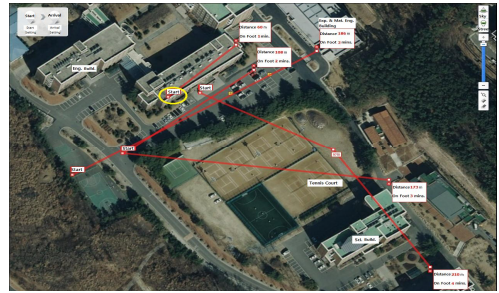


그림 5. 서버 및 단말기 위치
Fig. 5 Location of Server and Terminals

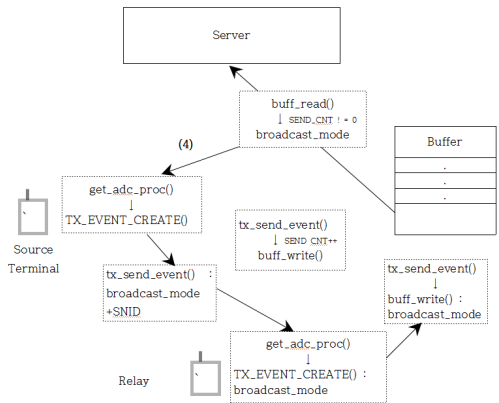


그림 6. 중계 이벤트 흐름도
Fig. 6 Event Flow Diagram for Broadcast

의 경우, 통달 거리가 170~200m 정도임을 실험 결과로부터 알 수 있다. 그림 5는 실험을 진행한 곳을 표기한 것이다. 원으로 표시한 건물 3층에 서버를 두고, 평지 혹은 건물 뒤에 단말기를 위치시키며 실험하였다.

2. 중계기능을 갖는 단말기의 개발

단말기에 중계 기능을 부여하기 위해 그림 6과 같이 중계 이벤트를 발생한다.

- (1) 상황 발생 단말기의 get_adc_proc()의 함수 TX_EVENT_CREATE()로부터 단말기 상태정보 (낙상, 정지) 생성
- (2) tx_send_event()에 의해 단말기 상태를 버퍼에 저장함, SEND COUNT++
- (3) buff_read()함수로 버퍼 읽기, SEND_COUNT 값 검사 후 broadcast_mode로 전환함

- (4) broadcast_mode가 붙여진 데이터포맷을 갖고 get_adc_proc() 함수 재호출
- (5) TX_EVENT_CREATE()로 부터 중계모드의 신호(broad-cast_mode)임을 나타내는 상태정보 (broadcast_mode_낙상, broadcast_mode_정지) 생성
- (6) 중계 단말기로 상태정보와 발원 단말기의 Serial Number, ID 전달
- (7) 중계 단말기의 get_adc_proc()의 함수 TX_EVENT_CREATE()로부터 발원 단말기의 정보 (낙상, 정지)를 갖는 중계모드의 상태 정보 생성 (broadcast_mode_낙상 broad-cast_mode_정지)
- (8) tx_send_event() 에 의해 중계되고 있는 신호를 버퍼에 저장
⇒(3)부터의 과정 반복 수행

중계 기능의 기본 함수는 tx_send_event()이며, get_adc_proc()에 의해 동작된다. 설정한 값들을 확인하고, get_adc_proc()에 의해 생성되는 함수 void TX_EVENT_CREATE(tx_report event, BOOL DEALY_TIME, BOOL ACK_NoACK)의 event 파라미터 값에 저장된 정보로 switch()가 동작한다.

```
void tx_send_event(void)
{
    if(통신 가능 상태 = true) // status from
        //get_adc_proc()
    {
        if(전송모드 상수값<중계모드 상수값)
            SEND_COUNT++;
        Guest 단말기의 Serial Number, ID 복사;
        switch(event) // event from get_adc_proc()
        {
            .
            .
        }
    }
}
```

switch(event) 내부의 동작은 다음과 같다.

```
switch(event)
{ // event 값에 따른 각 상황 case 처리
    case 대기 event :
        strcat(송신 단말기 데이터포맷, "대기")
        단말기 상태 = 대기 모드;
        event 종료;
    case 낙상 event :
```

```
        strcat(송신 단말기 데이터포맷, "낙상")
        단말기 상태 = 전송 모드;
        event 종료;
        .
        .
    case broadcast_mode_낙상 event :
        strcat(송신 단말기 데이터포맷, "낙상")
        단말기 상태 = 전송 모드;
        event 종료;
}
```

event 값에 따라 신호를 송신한 단말기의 데이터 포맷에 상황을 식별할 문자열을 strcat()하여 붙이고, 단말기 상태를 ‘대기’ 또는 ‘전송’모드로 설정한다. 단말기 상태와 데이터포맷은 버퍼에 기록되며 tx_send_event()가 종료 후, main_task()의 buff_read() 함수에 의해 읽혀진다.

buff_read() 함수의 동작은 다음과 같다.

```
buff_read()
{
    if(단말기 상태 = 전송모드)
    {
        switch(데이터 포맷)
        {
            case 낙상 :
                서버 기록; LED 호출;
                SEND_COUNT = 0;
            case 정지 :
                서버 기록; LED 호출;
                SEND_COUNT = 0;
                .
                .
            case NULL :
                if(SEND_COUNT != NULL)
                    strcat(데이터포맷, "broadcast_mode");
        }
    }
}
```

단말기의 상태가 전송모드 일 때, tx_send_event() 로부터 버퍼에 기록된 데이터 포맷에 따라,

- (1) 낙상 또는 정지의 경우: 관제 서버로 정보를 전달하여 기록하고 LED를 호출하여 경광등을 깜박이게 한다.
- (2) 데이터 포맷이 NULL일 때 : SEND_COUNT의 값을 확인하여 ‘NULL’값이 아닌 경우,

중계모드 (broadcast_mode)로의 전환을 지시한다.

※ broadcast_mode : 단말기의 데이터 포맷에 broadcast_mode 문자열을 붙여 buff_read() 이후에 실행되는 get_adc_proc()에서 낙상 정보를 읽어오는 함수. void TX_EVENT_CREATE()의 event 값(단말기의 상태정보)이 생성될 때, 중계 상태임을 알 수 있게 한다. Ex) broadcast_mode_낙상, broadcast_mode_정지 buff_read() 함수의 중계모드 전환 순서는 다음과 같다.

- (1) 단말기의 상태가 전송모드일 때.
- (2) tx_send_event() 종료 후, 버퍼에 저장된 데이터가 NULL인 경우 SEND_COUNT의 값을 확인한다. SEND_COUNT의 값은 tx_send_event() 내부에서 $if(\text{전송모드 상수값} < \text{중계모드 상수값})$ SEND_COUNT++; 를 통해 미리 정해놓은 전송모드 상수값과 중계모드로 전환됐을 시 사용하는 상수값의 크기를 비교하여 중계모드가 아닌 일반적인 전송모드인 경우 플러스 카운팅이 되도록 설정.
- (3) SEND_COUNT의 값에 따라, SEND_COUNT!=0 면, 송신 데이터가 있었으나 통신 오류로 버퍼에 기록되지 않은 것으로 판단하여 단말기의 데이터 포맷에 중계 전송이 필요한 단말기임을 나타내는 문자를 strcat()한다. SEND_COUNT=0 이면, 중계모드로 데이터 전송 중인 단말기로 판단한다.

IV. 실험

중계기능을 갖춘 단말기를 여러 대 제작하여 통신이 원활하지 못한 경로 상에서 그림 8과 같이 배치하여 실험을 수행하였다. 서버실의 서버 컴퓨터 앞에 기록원이 없어서 관계화면에 낙상신호가 뜨는지를 관찰한다. 단말기를 소지한 피 실험자는 그림 7의 여러 지점에서 단말기를 상하로 흔들어 낙상신호를 발생시킨다. 통신 장애로 낙상신호가 전달되지 않을 수도 있기 때문에, 낙상신호 발생 전에 '신호 발생' 위치의 단말기 소지자가 서버실의 기록원에게 전화로 몇 회 신호를 발생시킨다고 알려주도록 하였다. 그림 7에서 '신호발생'이란 단말기를 소지한 사람이 낙상했을 때, 단말기에서 발생하는 최초의 '낙상신호'를 의미한다. 원거리의 서버까지 중계기를

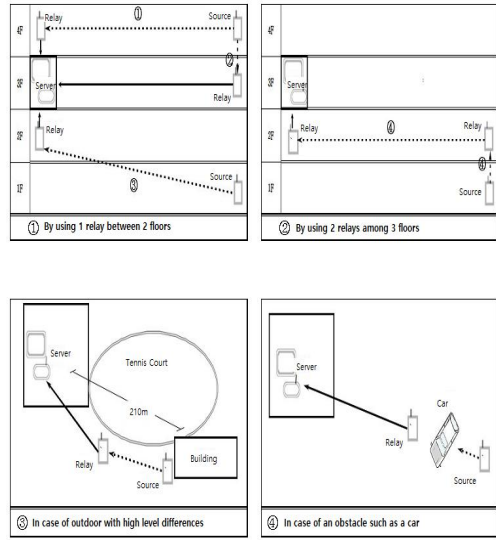


그림 7. 통신이 원활하지 못한 경로에서의 중계기 설치

Fig. 7 Installation of Relay in Disrupted Section

거쳐 신호가 전송되는데, 낙상신호가 감지되면 어느 단말기가 '신호발생' 했으며, 어느 단말기가 '중계' 역할을 했으며, 어느 단말기를 거쳐, 최종 신호를 감지했는지 관계 화면에 나타나게 된다. 서버의 DB에는 단말기 id뿐 아니라, 단말기 소지자, 주소 등이 저장되어 있기 때문에, 어느 단말기에서 낙상신호가 발생하면 해당 단말기의 id와 함께 소지자의 인적사항이 관계 화면에 나타난다.

여러 대의 단말기를 통해 신호를 중계하는 경우 통신이 원활하지 않던 위치에서도 높은 통신 성공률을 보였다. 실험 결과는 표 3에서부터 표 6까지와 같다. 이들 표에서 ○으로 표시된 것은 '성공'을 의미하며 통신이 원활히 수행되었음을 나타낸다. X로 표시된 것은 장애물에 의한 통신 '실패'를 나타낸다. △로 표시된 것은 '성공'도 '실패'도 아닌 상태, 즉 '정지'를 나타낸다. '정지' 상태는 단말기가 일시 오류를 일으킨 상태이다. ('성공'인 경우에는 서버가 낙상 신호를 받으면서 부저를 울리고 '성공'이라는 메시지를 띄운다. '정지'는 신호 전달에는 이상이 없는데, 서버에서 부저를 울리지 못하고 '정지'라는 메시지를 띄운다.)

표 3부터 표 6까지를 하나의 표로 정리하면 표 7과 같다. 표 7에 의하면 중계기를 사용함으로써 통신이 원활치 못했던 네 지점에 대한 통신 성공률이 월등하게 향상되었음을 알 수 있다.

표 3. 층간 대각선상에 중계기 1대를 사용한 경우
Table 3. By Using 1 Relay between 2 Floors

Direction	10 Trials										Success Rate
HOR -> VER	○	x	○	○	○	△	○	○	○	○	80%
VER -> HOR	○	○	○	△	△	△	○	○	○	○	70%
Using Relay	Before Using Relay					After Using Relay					
	0%					80%					

표 4. 2층간 대각선상에 중계기 2대를 사용한 경우
Table 4. By Using 2 Relays among 3 Floors

Direction	10 Trials										Success Rate
HOR -> HOR (or VER -> VER)	○	○	△	○	○	○	○	○	○	○	90%
Using Relay	no Relay			1 Relay			2 Relays				
	0%			40%			90%				

표 5. 지형의 높이 차가 있는 실외에서 중계기를 사용한 경우(수신기와 100m 사이에 중계기 위치)
Table 5. In Case of Outdoor with High Level Differences(every 100m interval)

Location	10 Trials										Success Rate
Outdoor	○	○	○	○	△	○	○	△	○	○	80%
Using Relay	Before Using Relay					After Using Relay					
	40%					80%					

V. 결론

본 낙상 감지 및 전송 시스템은 사고 위치의 좌표, 단말기 식별자, 낙상 상황 등의 정보를 RF 통신으로 전송한다. RF 통신은 콘크리트 벽체, 자동차 차량을 관통하지 못하는 단점이 있다. 본 논문에서는 단말기에 중계 기능을 부여하여 RF

표 6. 장애물(차량) 주위에 중계기를 사용한 경우
Table 6. In Case of an Obstacle such as a Car

Location	10 Trials										Success Rate
Obstacle (ex. Car)	○	○	○	○	○	x	○	○	○	○	90%
Using Relay	Before Using Relay					After Using Relay					
	10%					90%					

표 7. 중계기 사용 전·후의 통신 성공률 비교
Table 7. A Comparison of Success Rate before and after Using Broadcasters

Location	Success Rate	
	Before Using Relay	After Using Relay
between 2 Floors	0%	80%
among 3 Floors	0%	90% (Using 2 Relays)
Outdoor	40%	80%
Obstacle (ex. Car)	10%	90%

통신이 원만하지 못한 지점에서의 통신 문제를 해결하였다.

본 낙상 감지 센서 및 시스템을 환자용 침대에 적용할 수 있다. 환자용 침대에는 낙상 방지를 위한 사이드레일이 있지만 사용상의 불편함으로 인해 사이드레일을 방지하고 사용하지 않는 경우가 대부분이다. 또한 눈, 발 등 주택 외부에서의 사고에도 119 등에 상황 전달이 가능하다. 상황 전달시 위치좌표를 동시에 송신할 수 있기 때문에, 사고 위치를 지도로 표시하는 것이 가능하다. 또한 웹 환경에 적용하면 어린이나 치매환자의 위험 발생 시 현재위치 및 상황을 웹을 이용하여 보호자에게 전달할 수 있다.

본 논문에서 언급한 중계 방식은 단말기에 중계 기능을 부여한 이동식 중계이다. 그러므로 단말기를 소지한 환자들이 거주하는 공간 즉, 요양원이나 병원 등의 한정된 공간에서 활용 가능하다. 만약에 이동식 대신 고정 중계기를 개발하여 전봇대, 신호등 등에 설치하면 단말기 소지자가 도로 상에서 낙상했을 경우에도 사고 상황을 인근

의료기관에 신속히 전송할 수 있다. 중계기의 전파세기를 감지하는 셀 방식을 적용하면, 가장 인접한 의료기관 혹은 구조대로 상황을 전달할 수 있다. 또한 단말기에 장착된 버튼, 스피커 등을 이용하여 낙상이 아니더라도 어지럼증 등의 증세가 있을 때 구조를 요청할 수도 있다.

관계서버라 함은 기본적으로 PC를 뜻한다. 하지만 모니터링 하는 내용이 단말기 id, 소지자 성명, 소속, 보호자 전화번호를 나타내는 정도이면 고가의 PC가 아니어도 구현 가능하다. 관계서버의 대안으로 아두이노 LCD 패널을 사용하면, 보다 저렴한 가격으로 동일한 효과를 얻을 수 있으며, LCD 패널 혹은 LED 패널을 시설의 내부 여러 곳에 설치하면, 담당자가 관계 서버실에 부재중이라 하더라도 상황을 전달할 수 있다.

본 논문에서 제안한 제품은 낙상센서를 포함한 보드와 통신모듈, 알람, 경광등, 그리고 배터리 까지 포함하므로, 노약자가 착용하기에 아직 크고 무겁다는 단점이 있다. 이런 단점을 개선해서 웨어러블 초소형 스마트 응급구조 단말기로 발전시켜 가고자 한다. 그와 더불어 침대, 휠체어, 유모차에 적용하는 방안도 연구할 계획이다.

References

- [1] B.S. Kho, G.J. Rhoo, "Patient Management System Using Kinect," Capston Design for Undergraduate Students, Life & Power Press, pp. 162-221, 2013 (in Korean).
- [2] D.S. Jang, W.J. Joo, Automatic Transmission System of Collapse/Tumble Accident Using Smart Phone, Final Report for the Product Map Analysis, Supporting Project for an Application of Fundamental Research, 2012.
- [3] D.S. Jang, S.C. Choi, T.S. Park, "Development of Collapse-Sensing Phone for Emergency Positioning System," Proceedings of Conference on Information Technology, pp. 1649-1652, 2009.
- [4] D.S. Jang, S.H. Han, J.H. Sun, S.H. Kim, S.C. Choi, "Development of an Automatic Emergency Calling System using RF Wireless Communication," 34th Korea Information Processing Society Fall Conference, Vol. 17, No. 2, pp. 12-13, 2010 (in Korean).
- [5] Najafi B, Aminian K, Loew F, Blanc Y, Robert PA, "Measurement of Stand-Sit and Sit-Stand Transitions Using a Miniature Gyroscope and its Application in Fall Risk Evaluation in the Elderly," IEEE Transactions on Biomedical Engineering, Vol. 49, No. 8, pp. 843-851, 2002.
- [6] A. Sixsmith, N. Johnson, "A Smart Sensor to Detect the Falls of the Elderly," IEEE Pervasive Computing, Vol. 3, No. 2, pp. 42-47, 2004.
- [7] G.C. Chen, C.N. Huang, C.Y. Chiang, C.J. Hsieh, "A Reliable Fall Detection System Based on Wearable Sensor and Signal Magnitude Area for Elderly Residents," Proceedings of International Conference on Smart Homes and Health Telematics, pp. 267-270, 2010.
- [8] H. Foroughi, B.S. Aski, H. Pourreza, "Intelligent Video Surveillance for Monitoring Fall Detection of Elderly in Home Environments," Proceedings of IEEE International Conference on Computer and Information Technology, pp. 219-224, 2008.
- [9] Y.S. Lee, W.Y. Chung, "A Novel Video Sensor Based Fall Detection of the Elderly Using Double-Difference Image and Temporal Templates," Sensor Letters, Vol. 6, No. 2, American Scientific Publishers, pp. 352-357, 2008.
- [10] J.W. Shim, M.H. Shim, Y.S. Baek, T.D. Han., "The Development of a Detection System for Seniors' Accidental Fall from Bed Using Cameras," Proceedings of the 5th International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication, Vol. 17, No. 1, 2011.
- [11] Romance Gray, MyMelody: Loiter Protection Sensor for Collapseless, http://rgmedi.com/product/list.html?cate_no=321
- [12] Netblue, Notification Apparatus for Collapse and Location Breakaway(NSB-4060S), <http://www.netblue.co.kr>
- [13] Romance Gray, Collapse/Loiter Detection Monitor (NRM-680), http://rgmedi.com/product/list.html?cate_no=321

- [14] Health Industry Center, Final Reports of R&D Construction Supporting for Certification and Industrialization of Senior-Friendly Products, Keimyung University, 2008.
- [15] D.S. Jang, D.Y. Choi, H.J. Kim, S.C. Choi, T.S. Park, "Location Identification for Indoor Emergency," Proceedings of 31th Korea Information Processing Society Spring Conference, Vol. 16, No. 1, pp. 620-622, 2009 (in Korean).
- [16] New Technology, Atmega128 Development Board Manual, KD-128N, <http://www.Newtc.co.kr>, 2006.
- [17] Cellution, LinkWiser-HP400 Datasheet, <http://www.cellution.co.kr>, 2008.
- [18] Freescale Semiconductor, MMA7260Q Technical Data, <http://www.freescale.com>, 2005.
- [19] D.S. Jang, "Development of Collapse-Sensing Phone and Collapse Recognition Algorithm," IEMEK J. Embed. Sys. Appl., Vol. 10, No. 1, pp. 41-48, 2015 (in Korean).

Duk-Sung Jang (장 덕 성)



He received the BS degree in computer engineering from Kyungpook National University, Daegu, Korea, in 1979. He also obtained the M.S. and Ph.D. degrees in computer engineering from Seoul National University, Seoul, Korea, in 1981 and 1988 respectively. He is Currently a professor with the Department of Computer Engineering at Keimyung University. His research interests include Compiler, Natural Language Processing, Voice Recognition and Embedded SW.
Email: dsjangng@kmu.ac.kr