

논문 2015-10-06

낙상 감지 폰의 개발과 낙상판단 알고리즘

(Development of a Collapse-sensing Phone and Collapse Recognition Algorithm)

장 덕 성*
(Duk-Sung Jang)

Abstract : To deal with the emergency of the solitary aged people, we have developed a collapse-sensing phone, in which a collapse sensor, a GPS receiving chipset and a CDMA sending chipset are included. The general cellular phone is somewhat expensive communication device using sound and characters, but the collapse-sensing phone is a cheaper and popular version. If the collapse sensor recognizes a certain of collapse of the aged people, CDMA sending chipset will send the location of the phone which is received from satellite by GPS receiving chipset. In this paper, a collapse recognition algorithm which is developed by using much experimental data, will be introduced to explain how to recognize the real collapse from fast sitting or immediate standing after collapse. Once a true collapse is ecognized, the phone-ID and the coordinate will be sent to the server of administrative office via CDMA network. And the position of emergency will be displayed on the GIS with the rescue center.

Keywords : Collapse-sensor, Collapse recognition algorithm, GPS chipset, CDMA chipset

1. 서론

세계에서 가장 빠른 속도로 고령사회로 진입하고 우리나라는 고령친화 산업 육성을 위한 지원 정책을 마련하고 있으며, 노인친화 용품의 개발을 성장동력 산업의 일환으로 추진하고 있다[1]. 특히 IT와 BT의 융합기술이 노인들의 신체적 결함을 극복하는 매우 유용하게 활용될 것으로 예상되는 가운데, 국내외적으로 u-Health에 관한 다양한 연구가 진행되고 있다[2, 3]. 이러한 국내외적 연구동향은 2절의 관련연구에서 살펴보기로 한다.

본 연구에서는 안전에 취약한 독거노인들의 낙상사고에 신속히 대처하기 위하여, 낙상 센서, GPS 수신 칩 및 CDMA 송신 칩을 포함하는 단말기를 설계 및 제작하고, 이를 일반 폰과 구별하여 낙상 감지 폰이라 명명하였다. 낙상 감지 폰은 허리띠에 착용할 수 있도록 제작되었고 이를 착용한 노약자

가 사고로 넘어졌을 때, 낙상 위치를 송신하는 것이 주요 기능이다. 그리고 관제 센터에서 상황 확인이 가능하도록 스피커와 마이크를 내장하였으며, (하나의) 통화버튼을 두어 등록된 보호자와 통화할 수 있도록 설계하였다.

GPS 수신 칩은 위성으로부터 위치좌표를 수신하며, CDMA 송신 칩은 그 위치를 송신하기 위한 부품이다. 만약 낙상 센서에 의해 낙상이 감지되면 폰 ID와 위치 정보가 CDMA망을 통해 관제 센터의 서버로 전송되고, 대상자의 위치가 GIS 지도상에 응급 구조센터 정보와 함께 나타난다.

낙상 감지 폰의 핵심 부품인 낙상 센서는 3축 가속도 센서[4]와 필터, ROM으로 구성된 센서 보드이다. 본 논문에서는 ROM에 내장된 낙상 판단 프로그램의 원리 즉, 낙상판단 알고리즘에 대해 설명하고자 한다. 충격이 3축 가속도 센서에 전달되면 x, y, z 3축의 좌표가 급격히 변하게 되는데, 각 축의 변화와 자세 변화의 상관관계를 학습을 통하여 감지할 수 있도록 하고 이를 알고리즘으로 표현하였다. 학습 데이터는 실제 낙상, 빠르게 앉는 동작, 그리고 넘어졌다 즉시 일어나는 동작 등 크게 세 가지로 구분된다. 학습에 의해 수립된 낙상판단 알

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

Received: 30 Oct. 2014, Revised: 4 Dec. 2014,

9 Jan. 2015, Accepted: 28 Jan. 2015.

D.S. Jang: Keimyung University

고리즘의 신뢰성을 검증하기 위하여, 피실험자로 하여금 총 50회의 실험을 수행하고, 낙상감지 확률을 측정하였다.

II. 관련연구

u-Health에 관한 국제적 동향을 살펴보면 대표적으로 IBM의 인터넷기반 의료영상전송저장 시스템(PACS:picture archiving communication system)을 들수 있다[5]. 최근의 PACS는 3차원 시각화 소프트웨어 ASME(Anatomic and Symbolic Mapper Engine)을 통해 환자의 건강 기록을 시각화해 보여줄 뿐 아니라, 마우스로 아바타 (avatar: 사이버 공간에서 사용자의 역할을 대신하는 캐릭터)의 특정 부위를 클릭해 손쉽게 환자의 이전 진료기록을 볼 수 있도록 발전하였다.

인텔 역시 의료관련 보안기술, 무선통합기술, 가상화기술 등 디지털 헬스에 대한 핵심기술 개발에 박차를 가하고 있으며, 가정용 원격모니터링, 원격의약처방기능 등의 제품 공급을 통해 홈모바일 헬스케어 시장 촉진을 위한 기반을 마련하고 있다. 한편 마이크로소프트에서는 Health Vault로 불리우는 인터넷기반의 환자기록 데이터베이스를 개발하여 사업화를 진행 중이며[6], 켈컴은 의료기기제조업체들과 함께 자회사 LifeComm을 설립하고 의료 및 헬스케어 서비스에 특화된 MVNO 사업을 시작하였다[7].

한편 국내의 관련연구를 살펴보면, 논문[8]은 인체의 실시간 활동도 모니터링을 위해 3축 가속도 센서와 무선센서 노드를 활용하여 인체의 활동과 응급상황을 인지할 수 있는 시스템을 개발하고, 지그비(Zigbee) 통신을 통해 측정값이 PC에 전달될 수 있도록 하였다. [9]는 가정 내 게이트웨이 소지의 불편함을 해소하기 위하여 센서 네트워크 부분에 다중 홉(multi-hop) 패킷 전송 알고리즘을 적용하여 환자의 생체정보 전송범위를 확장시키고, 실시간 웹 모니터링이 가능한 시스템을 개발하였다.

논문[10]은 생체신호를 측정하기 위한, 심전도 센서, 체온 센서, 가속도 센서를 심혈관환자, 뇌졸중환자, 낙상환자에 착용토록 하고 모바일 단말기를 통해 측정된 값을 전송하는 방법을 연구하였다. [11]과 [12]에서는 독거노인들이 실내 혹은 실외에서 응급상황이 발생했을 경우 버튼만 누르면 그 위치가 전송되어 GIS(Geographic Information System:지리정보시스템)의 지도상에 표시되는 시스

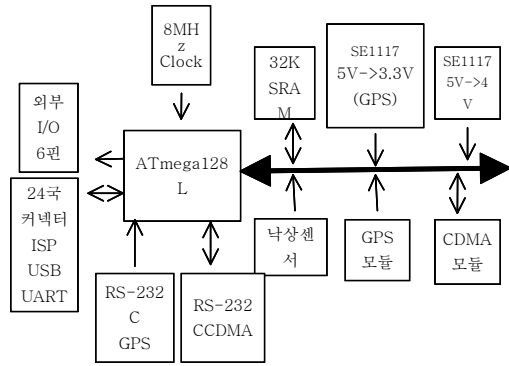


그림 1. 낙상 감지 폰의 구성도

Fig. 1 Configuration of Collapse-sensing Phone

템을 개발하였으며, 실내에서의 위치 인식방법으로 지그비 고정노드의 무선신호 세기에 대한 비례값을 이용하는 방식을 사용하고[11], 실외에서의 위치 인식방법은 GPS로부터 수신된 좌표를 WGS84 좌표로 변환하는 방법을 사용하였다[12].

III. 시스템 개요

1. 낙상 감지 폰 개발

낙상 감지 폰의 주요부품은 낙상 센서와 GPS 수신 칩 그리고 CDMA 송신 칩이다. 그림 1은 낙상 감지 폰의 구성도를 나타낸다. 낙상 센서와 낙상판단 알고리즘에 대해서는 4절에서 상세히 설명하기로 하고, 여기서는 GPS 수신 칩과 CDMA 송신 칩을 중심으로 전체적인 시스템 개요를 설명한다.

GPS 수신 칩은 GPS 위성으로부터 위치 정보를 수신하는 부품으로서, NSA-C3M4122A[13]을 사용한다. 이 모듈에는 GPS 칩셋인 SiRFstar3가 내장되어 있으며, 모듈의 위치 정확도는 10m이내 이며, 동작 한계 고도는 18,000m이고, 동작 한계 속도는 515m/s이다.

GPS 위성으로부터 수신된 위치 정보는 CDMA 망을 통해 서버로 송신되고, 서버는 이 좌표를 GIS 지도 상에 나타내기 위해 WGS84 좌표계로 변환된다. GPS 좌표계란 복수의 위성으로 부터 관측자까지의 거리를 동시에 관측하여 위치를 결정하는 좌표계이다. 즉 지구 주위에 돌고 있는 정지 위성 24개 (고도: 10.980해리, 적도승교각: 63도)로부터, 지구상의 어디에서나 4개, 우리나라 에서는 평균 5~6개의 위성이 수신되는데, 먼저 C/A신호 (clear/acquisition, 1227.6 MHZ)를 잡아서 동기를

표 1. GPS 칩셋 수신률

Table 1. Receiving Rate of GPS Chipset

시간	시도횟수	성공횟수	성공률 (%)
21:00:00~21:59:59	3600	3600	100
22:00:00~22:59:59	3600	3489	96.92
23:00:00~23:59:59	3600	1503	41.75
00:00:00~00:59:59	3600	2105	58.47
07:00:00~07:59:59	3600	2747	86.31
08:00:00~08:59:59	3600	3440	95.56
평균	3600	2814	78.17

표 2. CDMA 칩셋 송신률

Table 2. Transmitting Rate of CDMA Chipset

시간	무선접속 성공횟수	성공률(%)
21:00~21:59	1	1.83
22:00~22:59	50	91.67
23:00~23:59	54	99.00
00:00~00:59	45	82.50
07:00~07:59	41	75.17
08:00~08:59	54	99.00
평균		74.86

잡고, 지구 중심을 원점으로 하는 3차원의 지구 좌표계를 사용하여 위도, 경도 고도 및 도플러 측정에 의해 관측자의 속도성분을 측정하는 방식이다. 최대 누적오차는 10 마이너스 7승이며, 거리 오차는 3m 이내이다.

이를 삼차원 직교 좌표계로 표현하는 것이 WGS84 (World Geodetic System 1984) 좌표계이다. 이 좌표계의 원점은 지구의 질량 중심이며, Z축은 지구의 회전축 방향과 평행하고 WGS84 타원체의 회전축이다. X축은 WGS84 기준자오면과 적도면과의 교차선이고, Y축은 X축으로부터 적도면을 따라 동쪽으로 90도 회전한 방향을 나타낸다. WGS84 타원체의 장반경은 6,378,137m, 편평률은 1/298.25223563이고, 이 외에 각속도 및 구면 조화 함수, 지구인력 상수 등의 값이 결정된다. GPS 좌표가 WGS84 좌표로 변환되면, GIS의 지도상에 응급환자의 위치가 표현될 수 있다.

실험동 건물 옆의 고정 위치에서 GPS 칩셋의 수신률을 측정한 결과 표 1과 같은 데이터를 얻을 수 있다. 다른 시간대보다 심야의 수신 성공률이 현저히 감소되는 이유는 우리나라 상공의 GPS 위성수가 심야에는 낮보다 훨씬 줄어들기 때문으로 판단된다. 그러므로 심야에 발생하는 사고는 접수될

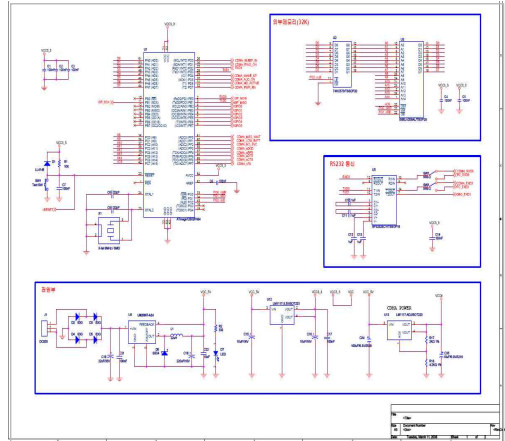


그림 2. 낙상 감지 폰 제작을 위한 설계도
Fig. 2 A Blueprint of Collapse-sensing Phone

확률이 매우 떨어질 것으로 예상된다.

CDMA 송신칩으로는 M802F 칩을 사용하고 있고, 모듈의 상부에 RF 안테나 케이블 커넥터를 가지고 있고 하부에 80개의 핀으로 구성된 인터페이스 커넥터를 가지고 있다[14]. 이 모듈은 퀄컴사의 MSM6025 칩셋을 내장하고 있으며, 아무런 장애물이 없는 양호한 상황에서의 전송 속도는 153.6kbps 이고, 최대 송신 소비 전력은 3.7V/600mA이다. 매 뉴얼에 제시된 소비전력의 정확성을 확인하고자 CMOS 타입의 버퍼 칩을 RS-232 포트에 연결하여 측정한 결과, 제시된 소비전력과 오차가 거의 없는 것으로 확인되었다. 안테나는 MXGS83RK3000가 사용되고 이것은 스위치로 동작되는 안테나 케이블 커넥터와 연결된다.

사용된 CDMA 칩셋의 송신률을 측정하고자 약 20km 떨어져있는 서버에 무선 접속을 시도한 결과 표 2와 같은 결과를 구할 수 있었다. 테스트 지속 시간은 매 시도 때마다 60분이며, 송신 간격은 1분 이고, 개정 지연시간은 2초이고 전송 지연 시간은 4초로 설정하였다. 각각의 전송에 대한 최대 허용 시간은 66초이다. 송신 좌표는 역시 GPS로부터 수신한 위치 정보를 사용하는데, 만약 GPS로부터의 좌표 수신에 실패할 경우에는 기지국의 좌표를 서버에 송신하도록 하였다. 표 2에 의하면 오후 9시부터 10시 사이의 전송 성공률이 1.83%로 매우 낮음을 알 수 있다. 이유는 그 시간 대에 CDMA 망이 매우 폭주하기 때문으로 판단된다. 따라서 오후 9시부터 10시 사이에 발생하는 사고는 제대로 접수되지 않을 확률이 높다. 이를 대비하여 외부에 긴급상

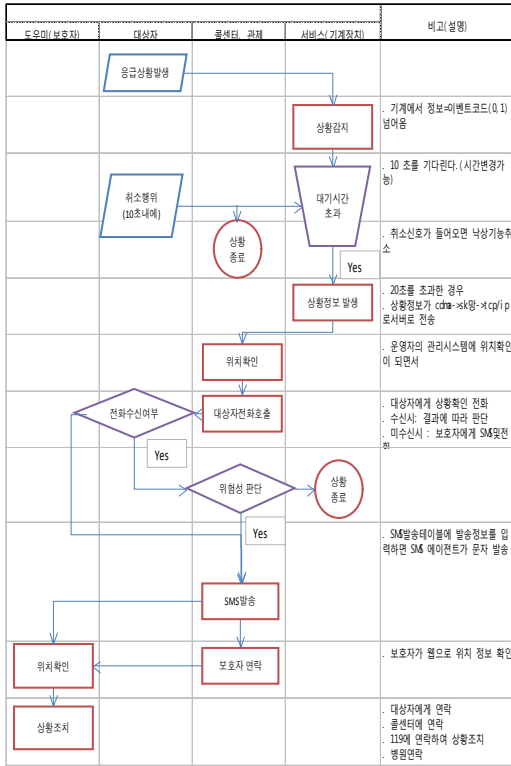


그림 3. 상황인지 과정과 응급구조 절차
Fig. 3 A Process of Circumstantial Recognition and Emergency Rescue

황을 알리는 경보음(alarm) 기능과, 어두운 곳에서 위치를 파악할 수 있도록 깜박이 등을 장치하였다.

그림 2는 하나의 보드에 CDMA 모듈과 GPS 모듈을 통합하기 위한 여러 가지 설계도면 중 하나이다. 안테나, 배터리, 스위치 등이 역시 같은 보드에 집적되어 있다.

2. 상황인지 및 상황전달

낙상 감지 폰을 착용한 노약자가 넘어지거나, 긴급상황 버튼을 누르면 이벤트코드 (0, 1)가 발생되어 낙상 감지 폰이 작동하기 시작한다. 취소버튼을 통해 취소할 수 있는데, 10초 이내(이 시간은 변경 가능)에 취소하지 않으면 낙상 감지 폰의 ID, 날짜, 시간, 그리고 위치정보와 같은 상황정보들이 자동으로 생성된다. 상황정보는 CDMA 망을 통해 관계센터의 서버에 전달되고, 서버의 GIS 지도상에 사고 발생 지점이 표시된다. GIS의 데이터베이스에는 사고 발생 지점 인근의 응급구조센터, 병원정보와 함께 보호자의 전화 번호가 등록되어 있다.

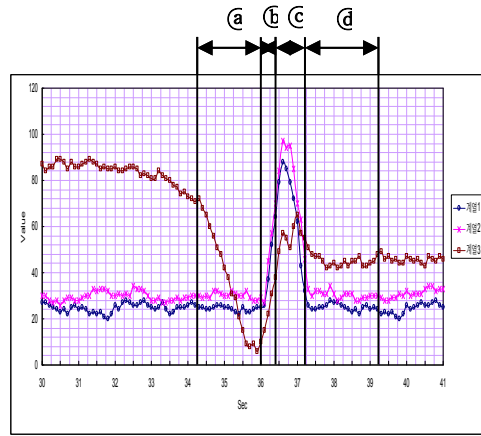


그림 4. 낙상발생
Fig. 4 Collapsing Event

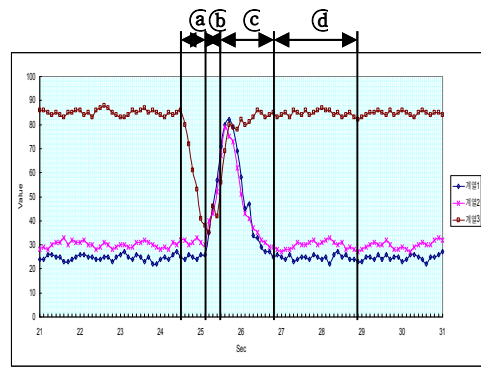


그림 5. 빠르게 앉는 동작
Fig. 5 Rapid Sitting Event

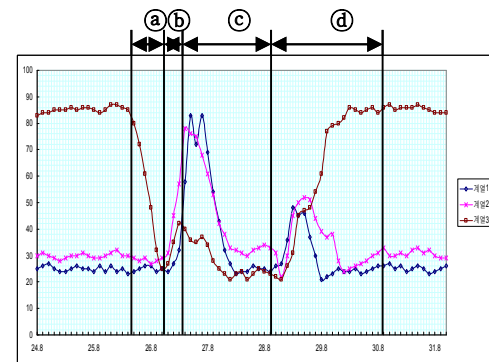


그림 6. 낙상 후 즉시 일어나는 동작
Fig.6 Immediately Standing Event after Collapse

관제센터의 운영자는 낙상사고가 발생한 대상자에게 상황확인을 위한 통화를 시도하고 통화 결과에 따라 판단을 내린다. 만약 미수신하면 SMS 에이전트를 통해 보호자에게 SMS 문자를 발송한다. 보호자는 웹으로 관제센터의 GIS 지도를 열람하여 위치를 확인해서 개별적으로 사고위치를 찾아가도록 하고, 응급구조센터에는 운영자가 직접 전화해서 구급차가 출동할 수 있도록 하였다. 그림 3은 상황을 인지하는 절차 및 보호자나 응급센터에 구조를 요청하기까지의 과정을 나타낸 그림이다.

IV. 낙상판단 알고리즘

3축 가속도 센서와 필터, ROM으로 구성된 낙상 센서 보드를 자체 제작하였다. 3축 가속 센서는 수평적 흔들림을 감지할 수 있는 x, y 축과 상하의 움직임을 감지할 수 있는 z 축으로 이루어진다. 각 축은 빠른 움직임에 감응하는 작은 구슬과 같은 진동소자(vibrator)와 진동소자를 지탱하는 스트링(string)으로 구성된다[4]. 스트링은 형상기억 소자처럼 진동 후에 곧 바로 원위치로 복귀하려는 가는 금속 줄로서, 충격이 가해지면 충격에 의해 진동하게 되고, 진동소자의 좌표값(0도~100도)이 출력되게 된다.

실제 낙상과, 그와 유사한 자세 변화인 빠르게 앉는 동작에 대한 3축 각각의 좌표값의 변화를 학습시키기 위해, 각 동작에 대해 100회씩의 실험을 수행하고, x, y, z 각축의 좌표값의 변화에 대한 평균값으로부터 그림 4~6과 같은 그래프를 구하였다.

그림 4~6에서의 기준 좌표값 (이후로는 좌표값을 간단히 값으로 칭함)은 정지 상태의 좌표로서, x의 좌표값은 20도, y의 값은 25도, z의 값은 85도이다. 그러나 미세한 흔들림이 있을 수 있으므로, x와 y의 값이 20~30도 이고, z의 값이 80~90도 일 경우 정상상태로 인식한다.

그림 4는 실제로 낙상이 발생했을 경우 세 축의 좌표값의 변화를 나타낸 것이다. 낙상 발생 약 4초 후부터 z의 값의 변화가 감지된다. 좌표값이 10도 이하로 급격히 떨어지는 것은 높은 위치에서 낮은 위치로 넘어지고 있음을 나타낸다(구간 ㉑). 이후 넘어진 충격에 의해 x와 y 값이 순간적으로 상승한다(구간 ㉒). 상승하는 이유는 낙상 시 좌우 흔들림이 있다는 뜻이며, 기준 좌표값으로 다시 복귀하는 이유는, 낙상 후 넘어진 상태를 유지하기 때문이다. 낙상을 판단할 수 있는 것은 구간 ㉑와 구간 ㉒이다. x, y, z의 값이 증가했다가 감소하면 낙상에 의

```

status = 정상 //초기상태
if (z 값이 80에서 50 이하로 하감) then //구간 ㉑
  if (x, y, z 세값 모두 20에서 50으로 급격히 증가)
    then status = 충격 감지 //구간 ㉒
  if (x, y 값은 다시 감소) then //구간 ㉓
    if (z 값이 80 이상) then
      status = 빠른 속도로 앉음
    else status = 낙상
    if (z 값이 다시 상승) //구간 ㉔
      status = 다시 일어섬
    else if (status == 낙상이 2초 이상 지속)
      then status = 낙상판단
    else status = 수평으로 흔들림
    else status = 폰을 내려놓은 상태 //충격 아님
  else status = 정상상태
return status
    
```

그림 7. 낙상 판단 알고리즘
Fig. 7 Decision Algorithm for Collapsing

한 충격이 감지된 것으로 판단할 수 있고(구간 ㉑), 낙상으로 인식된다. 구간 ㉒는 낙상으로 인해 누워 있는 상태를 나타낸다. 구간 ㉓에서 z의 값이 다시 상승했다가 감소하는 이유는 충격에 의한 여진으로 판단된다.

그림 5는 빠른 속도로 앉고 있는 경우이다. 낙상의 경우와 비교 했을 때, 구간 ㉑, ㉒ 까지는 매우 유사한 그래프를 나타낸다. 그러나 구간 ㉓에서 z 값이 정상으로 돌아오고, 이후 구간 ㉔에서 x, y, z 3축의 값이 정상인 경우와 같은 모양을 보이고 있다.

그림 6은 넘어졌지만 즉시 일어나는 동작이다. 이 경우는 구간 ㉑, ㉒, ㉓ 까지 낙상의 경우와 매우 유사한 그래프를 보이다가, 구간 ㉔ 부터 z 값이 정상으로 돌아오고, 이후 x, y, z 값이 정상인 경우와 같아진다. 낙상은 순간적으로 일어나지만 낙상 이후 다시 일어거나 앉아 있을 수 있기 때문에, 낙상발생 후 낙상임을 판단하기까지 약 5초의 시간이 경과된다.

그림 4~6을 알고리즘으로 표현하면 그림 7과 같고, 이 알고리즘을 C 언어로 프로그래밍하여 ROM에 내장하였다. 충격이 3축 가속도 센서에 전달되면, 3축의 좌표값이 ROM에 전달되어 실제낙상이 발생한 상황인지, 빠른 속도로 앉은 상황인지, 낙상 후 즉시 일어난 상황인지를 판단할 수 있다.

V. 신뢰성 실험

낙상판단 알고리즘의 신뢰성을 검증하기 위하여,

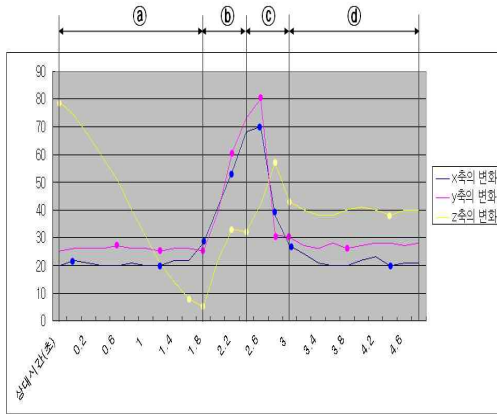


그림 8. 낙상발생시 세 축의 변화
Fig. 8 Variation of 3-axis on Collapsing

피실험자로 하여금 실제 낙상을 총 50회 수행하여 원시 데이터를 얻었다. 그림 8은 총 50회 실험 중 제 1회째의 원시 자료만을 제시한 것이다. 여기서 상대시간이란 매회 실험의 시작시간을 0으로 보고 5초간의 좌표값 변화를 측정했다는 뜻이다. 다시 말하면 상대시간 0.0은 그림 4의 34초에 해당하고 상대시간 1.0은 35초에 해당한다. 각 구간에서의 최대값과 최소값을 구하면(같은 값이면 구간의 경계에 가까운 쪽이 최대값 혹은 최소값이 된다) 상승곡선인지 또는 하락곡선 인지를 판단할 수 있고, 이로부터 낙상판단 알고리즘의 if문 처리가 가능하다.

그림 8의 시간간격은 그림의 크기를 줄이기 위해 0.2초 간격씩 나타내었지만, 사실은 0.1초 간격씩 측정이 가능하고, 구간 (c)에서의 x 축의 최대값은 2.7초에서 75도이고, y 축의 최대값은 역시 2.7초에서 84도이다. 총 50회 실시한 이러한 원시 데이터를 모두 제시하는 것은 불가능할 뿐아니라, 또 x 축과 y 축의 경우 구간 (c)를 제외한 나머지 구간에서의 최대값, 최소값의 차이가 크지 않기 때문에, 표 3에서 x 축과 y 축의 경우는 구간 (c)에 대한 최대값, 최소값을 제시하였고, z 축의 경우는 구간 (a)에 대한 최대값, 최소값을 제시하였다. 낙상판단 알고리즘을 적용하기 위해서는 각 구간에서의 최대값과 최소값이 중요하기 때문에 이를 표 3으로 다시 정리한 것이다. 여기에도 50회의 실험 데이터 중 일부만을 제시하였다.

표 3의 횟수 1의 x 축의 최대값과 최소값을 보자. x 축의 변화가 75도로부터 38도로 갑자기 감소

표 3. 낙상발생시의 최대값/최소값과 낙상판단
Table 3. Decision of Collapsing on Max/Min

횟수	x축, 구간 (c)		y축, 구간 (c)		z축, 구간 (a)		낙상판단
	최소값	최대값	최소값	최대값	최소값	최대값	
1	38	75	31	84	8	79	O
2	42	85	30	83	11	74	O
3	43	85	31	84	10	75	O
4	40	67	31	62	45	72	X
5	38	84	29	85	9	81	O
... 생략 ...							
34	40	76	31	86	9	82	O
35	42	65	32	72	39	76	X
36	42	86	29	84	10	71	O
37	41	85	30	83	8	72	O
38	41	86	31	85	11	80	O
... 생략 ...							
47	39	85	31	86	7	78	O
48	40	83	31	85	11	80	O
49	42	55	31	63	10	73	X
50	42	84	32	85	10	81	O

한다는 것은, 정상 상태에서의 값 20~30도가 구간 (b)에서 증가하기 시작하여 구간 (c)에서 최대로 올라갔다가 갑자기 떨어진다는 것을 의미하므로, 낙상판단 알고리즘에 의해 낙상으로 판단하게 된다. (y 축의 변화도 같은 맥락으로 이해할 수 있다.) 결정적인 것은 z 축의 변화이다. z 축은 구간 (a)에서 79도에서 8도로 갑자기 감소한다. 이것은 낙상 센서가 2초 이내에 높은 곳서 낮은 곳으로 추락했다는 것을 의미하는 것이다.

이와 같은 실험을 50회 수행한 결과 4회, 35회, 49회 이외에는 모두 낙상으로 판단되어 94%의 낙상인지 확률을 구할 수 있었다. 그러나 4회, 35회는 천천히 바닥에 앉는 동작이고, 49회는 천천히 눕는 동작이다. 이것은 오류로 볼 수 없기 때문에 사실상 100% 낙상인지 확률을 갖는다고 말할 수 있다.

온도나 압력도 낙상 감지 폰의 신뢰성에 영향을 미친다. 전원을 켜고 한 시간 정도 두었을 때, 낙상 센서의 온도는 약 34°C로 상승하고, 10시간 켜두었을 때, 약 36°C로 상승한다. 정상 범위 즉, 영하 20°C ~ 영상 70°C 에서는 [4] 정상적으로 작동하는 것을 확인하였다. 뜨거운 전구를 가까이 두고 센서의 표면 온도를 40°C로 상승시킨 후 동작시켰을 때 정상 작동한다. 압력 테스트를 위해, 낙상 감지 폰이 손상이 가지 않을 정도의 힘을 가하고, 작동 여부를 테스트 한 결과, 정상적으로 작동하는 것을

확인하였다.

VI. 결론

낙상 센서, GPS 수신 모듈과 CDMA 모듈로 구성된 낙상 감지 폰은 노약자들의 낙상사고를 감지하여, 사고발생 위치를 서버로 송신하도록 설계되어 있다. 추가적으로 관제센터의 운영자와 상황확인을 위한 스피커와 마이크를 내장하였다. 또한 통화버튼(하나만 있음)을 누르면 등록된 보호자의 전화와 연결되어 통화할 수 있다. 이렇게 센서와 모듈, ROM, 버퍼, 필터, 스피커, 마이크, 안테나 등을 허리띠에 차할 수 있는 작은 단말기에 집적하도록 보드를 설계하고 제작하는 것이 난제였고, 많은 실험과 시행착오를 거쳐 제품을 생산할 수 있게 되었다.

관제센터의 서버 측에서는 사고위치에 대한 표시와 응급구조를 모니터링 하기 위한 GIS의 개발이 관건이었다. 위성으로부터 수신된 GPS 좌표를 WGS84 좌표계로 변환하고, GIS의 지도상에 사고 위치와 인근의 병원정보, 응급구조센터 정보 등이 함께 표시할 수 있도록 하였다. 또한 SMS 문자를 생성하여 보호자에게 전송할 수 있는 기능도 갖추었다.

본 연구에서의 가장 중요한 요소는 낙상 센서에 대한 보드 설계와 낙상판단 알고리즘의 개발이라 할 수 있다. 낙상판단 알고리즘은 실제 낙상과, 빠르게 앉는 동작, 그리고 넘어졌다 즉시 일어나는 동작을 구분할 수 있도록 고안되었기 때문에, 낙상 감지 폰을 착용한 사람들이 어떤 동작을 취하는지 인식 가능하다. 이 알고리즘은 각 동작에 대한 100회씩의 실험을 수행하고 이것을 학습 데이터로 삼아, 구간 설정, 평균 정상(normal) 좌표값, 각 구간에서의 최대값, 최소값 등을 산출하여 만들어진 것이다. 낙상판단 알고리즘의 신뢰성을 검증하기 위하여, 피실험자로 하여금 총 50회의 낙상을 수행하게 하고, 낙상인지 여부를 판단한 결과 100%의 인식결과를 얻을 수 있었다.

가장 심각한 문제는 실내에서의 낙상 사고인데, 설혹 낙상으로 인식되었다 하더라도 실내이기 때문에 위치가 수신되지 않는다. 이를 해결하는 방법으로 지그비를 이용하는 연구가 필요하지만, 하나의 단말기에 너무 많은 부품이 통합되는 것은 기술적인 어려움이 있고, 제품이 고가가 되면 보급에 문제가 생길 수 있기 때문에, 현재로서는 고려하지 않고 있다. 대신 낙상 감지 폰 착용자의 마지막 위치를 저장하여 두었다가 실내에서의 낙상 사고가 발생

하면 그 위치를 전송하는 방법을 사용하고 있다.

References

- [1] K.Y. Jee, M.H. Lee, J.W. Seo, T.B. Kim, "Current Status and Future Prospects of the e-Health Market," *Electronics and Communications Trends*, Vol. 19, No. 2, pp. 90-100, 2004 (in Korean).
- [2] Health Industry Center, Final Reports of R&D Construction Supporting for Certification and Industrialization of Senior-Friendly Products, Keimyung University, 2008.
- [3] D.Y. Koh, H.S. Cho, "A Survey of Consumer's Perception for u-Health Service and a Preview its Policy," *KIET Industrial Economic Review*, Vol. 12, No. 1, pp. 3-15, 2011 (in Korean).
- [4] Freescale Semiconduct, MMA7260Q Technical Data, <http://www.freescale.com>, 2005.
- [5] F. Astinet, M. Langer, A. Kem, "A PACS-experiences and future development," *Computer Assisted Radiology*, pp. 398-406, 1991.
- [6] Wikipedia, Microsoft Health Vault, http://en.wikipedia.org/wiki/Microsoft_HealthVault, 2007.
- [7] B. Smith, "Health Care MVNO Planned," *WirelessWeek*, <http://www.wirelessweek.com/articles>, 2007.
- [8] S.J. Kim, W.Y. Chung, D.U. Jeong, "A Development of the Context Awareness Algorithm Using 3-Axis," *Proceedings of Annual Conference on the Institute of Electronics and Information Engineers*, Vol. 30, No. 1, pp. 1031-1032, 2007 (in Korean).
- [9] J.H. Kim, C.W.Lee, "Design and Implement a Gateway Based on Mobile Device and Web Monitoring System for u-Healthcare Service," *IEMEK J. Embed. Sys. Appl.*, Vol. 4, No. 3, pp. 126-133, 2009 (in Korean).
- [10] D.W. Kim, "A Study on Wearable Emergency Medical Alarm System," Master Thesis, Myongji University, 2006 (in Korean).
- [11] 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).
- [12] D.S. Jang, S.C. Choi, T.S. Park, "Development of Collapse-Sensing Phone for Emergency Positioning System," Proceedings of International Conference on Information Technology, pp. 1649-1652, 2009.
- [13] NAVIUS, Specification for NSAC3M4122A, <http://www.navius.co.kr>, 2007.
- [14] YISO Wireless CO., M802F User's Guide, Ver. 1.0, <http://www.yiso.co.kr>, 2008.

저 자 소 개

장 덕 성



1979년 경북대학교 컴퓨터공과 학사.

1981년 서울대학교 계산통계학(전산과학)과 석사.

1988년 서울대학교 컴퓨터공학과 박사.

현재, 계명대학교 컴퓨터공학과 교수.

관심분야: 컴파일러, 자연어처리, 음성인식, 임베디드 소프트웨어

Email: dsjang@kmu.ac.kr