

사물인터넷 기반의 낙상 감지 시스템

정필성¹ · 조양현^{2*}

Fall Detection System based Internet of Things

Pil-Seong Jeong¹ · Yang-Hyun Cho^{2*}

¹FNS Value Corporation, 358-25, Hosu-ro, Ilsandong-gu, Goyang-si, Gyeonggi-do, Korea

²Division of Computer Science, Sahmyook University, Seoul 139-742, Korea

요 약

낙상은 시간과 장소에 상관없이 언제든지 발생할 수 있으며 특히 65세 이상 고령자의 경우 사망에 까지 이를 수 있는 위험요소 중 하나이다. 최근 사물인터넷을 기반으로 하는 스마트 헬스케어 서비스로서 낙상 감지 기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 논문에서는 스마트 센서로 동작하는 아두이노와 스마트 디바이스를 연동하여 낙상을 감지하기 위한 시스템을 제안한다. 스마트 센서의 가속도 센서 정보를 블루투스 저전력 기술을 이용하여 전송하면 스마트 디바이스가 이 정보를 가공 및 분석하여 낙상 상황을 판단한다. 스마트 센서와 스마트 디바이스를 이용한 사물인터넷 기반 낙상 감지 시스템은 활동성과 휴대성의 제약을 극복할 수 있다는 장점이 있다.

ABSTRACT

Falling can happen to anyone, anywhere at anytime and especially it is one of the risk factor that can lead causes of death of persons aged 65 and over. Recently, the study of fall detection mechanisms as a smart healthcare service based on the IoT(Internet of Things) are being actively investigated. In this paper, we implement a fall detection system using arduino as a smart sensor communicates with a smart device. When transmitting the information of the acceleration on a sensor smart sensor with a BLE(Bluetooth Low Energy), the smart device processing and analyzing this information, and determines a fall situation. A fall detection system based on the Internet of Things which using smart sensor and smart device, has the advantage of being able to overcome the mobility and portability constraints.

키워드 : 낙상, 아두이노, 사물인터넷, 가속도계, 센서

Key word : Fall Detection, Arduino, Internet of Things, Accelerometer, Sensor

Received 07 September 2015, Revised 05 October 2015, Accepted 19 October 2015

* Corresponding Author Yang-Hyun Cho(E-mail:yhcho@syu.ac.kr, Tel:+82-2-3399-1787)

Division of Computer Science, Sahmyook University, Seoul 139-742, Korea

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2015.19.11.2546>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서론

정보통신기술의 발달로 무선통신 인프라를 활용하여 환자의 생체 정보 획득, 자동 진단 및 응급 경보가 가능한 유비쿼터스 헬스케어(Ubiquitous Healthcare)에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이러한 유비쿼터스 헬스케어를 지원하기 위한 인프라로 활용하기 위해 사물인터넷에 대한 관심이 증대되고 있다. 사물인터넷(Internet of Things)은 ‘상황 판단 및 학습 능력 등 지능이 있는 디바이스간의 네트워크를 인터넷과 같은 거대한 망에 연결하여 하나의 프레임으로 묶어 사용자에게 최적의 유용한 가치를 지닌 서비스를 제공하기 위한 기술’이라고 정의할 수 있다[1].

낙상이란 ‘사고나 실신, 경련, 마비 등의 여러 가지 원인에 의해 의도하지 않게 바닥이나 아래쪽의 표면으로 신체가 이동하는 것’을 말한다. 낙상으로 인한 상해가 증가 추세에 있으며 낙상으로 인한 상해는 일상생활에 지장을 가져 오게 되며 이차 질병과 사망의 원인이 되기도 한다. 낙상은 우리가 일상생활을 하는 도중에 위치나 장소에 상관없이 언제나 발생할 수 있으며, 낙상 고위험군인 고령자들이 점점 증가함에 따라 낙상감지 기술은 유비쿼터스 헬스케어 기술에서 중요 기술로 분류되고 있다[2].

낙상은 예고되지 않은 사고로서 사전에 예방이 어려우며 낙상 후 상해에 대한 응급조치가 필수적인 경우가 많다. 또한 낙상이 발생하면 상황에 따라서 사용자는 활력회복능력이 있는 경우도 있기 때문에 낙상 후 모든 상황을 알리는 것은 불필요한 알람이 될 수 있다. 따라서 사용자의 자세를 분석하고 낙상이 예고되는 자세를 판단하여 사용자에게 경고를 하거나 낙상 감지 후 사용자의 활력 능력을 분석하여 최종 낙상으로 판단하기 위한 연구가 필요하다[3].

대표적인 낙상감지 기술은 영상 정보를 분석하는 방법과 신체 활동을 감지하는 센서 정보를 분석하는 방법이 대표적이다. 영상을 이용하는 방법은 공간의 제약과 감지 대상의 인식 여부에 의존하며 낙상 감지용 센서를 부착하는 방법은 낙상 감지를 위하여 별도 개발된 센서를 신체에 부착하여 사용하기 때문에 이질감이나 일상생활에 부자연스런 활동을 가져올 수 있다는 단점이 있다. 최근에는 스마트폰을 활용하여 낙상 감지에 활용하는 연구 논문이 발표되고 있지만 주머니에 넣거나 하는

식으로 항상 몸에 부착되는 형태로 지니고 있어야 하며 스마트폰의 크기가 점점 증가하고 있기 때문에 휴대성과 활동성에 있어서 제한 사항이 있다는 단점이 존재한다[4-9].

본 논문에서는 활동성과 휴대성의 제약사항을 극복하기 위해서 소형 아두이노와 일상생활에서 우리가 사용하는 스마트폰 및 스마트워치와 같은 스마트 장치를 연동한 낙상 감지 시스템을 구현하였다. 낙상이 발생했을 때 보호자, 주변 사람, 의료진에게 응급 상황을 알리는 응급 상황 지원 서비스를 제공하는 낙상 감지 시스템을 제안하였다. 일상생활에 지장을 주지 않는 범위 내에서 활용 가능한 소형 아두이노를 주머니에 넣고 휴대하면서 아두이노를 통해 얻은 정보를 스마트 장치에서 분석해 사용자의 낙상 상황을 감지한다. 스마트 장치는 미리 등록된 사용자에게 연락을 취하고 낙상환자에 대한 의료서비스를 요청한다. 본 논문에서는 기존의 스마트폰을 이용한 서비스의 단점을 극복하기 하여 의료서비스를 제공할 수 있도록 구성하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 사물인터넷 기반의 낙상 감지 시스템 구현을 위한 관련 이론에 대해 알아보며, 3장에서는 낙상 감지를 위한 알고리즘과 응급 의료 서비스 요청 플랫폼 구현에 대해서 알아본다. 마지막으로 4장에서는 결론 및 향후 연구 과제로써 끝을 맺고자 한다.

II. 관련 이론

2.1. 낙상 감지 기법

낙상을 감지하는 방법은 영상 정보를 분석하여 낙상을 검출하는 방법과 센서 정보를 이용하여 낙상 감지 대상자의 움직임을 판별하여 낙상을 검출하는 방법으로 분류될 수 있다. 영상 정보를 분석하는 방법은 감지 대상의 움직임과 넘어지는 모양을 분석하여 낙상 여부를 판별하게 된다.

카메라로부터 얻은 영상 정보에서 객체 추출을 통해 움직이는 부분에 대한 낙상을 감지하는 방법은 93%의 높은 낙상 검출 비율을 가진다[3]. 하지만 카메라에 인식되는 대상에 대해서만 감지가 가능하며 대상의 행동 반경이 큰 경우 여러 대의 영상 정보 습득 장비가 필요

하다. 또한 근본적으로 낙상 감지 대상에 대한 사생활 침해 부분의 문제점이 있는 단점이 있다. 또한 네트워크를 이용하여 영상 정보를 전송하기 때문에 네트워크의 과다 사용과 데이터 전송률 그리고 네트워크의 신뢰도에 의존하게 된다는 한계점을 가지게 된다.

센서 정보를 분석하는 방법은 일반적으로 가속도 센서와 자이로스코프를 이용하여 낙상 감지 대상자의 움직임을 분석하여 낙상을 판별하게 된다.

센서의 정보를 분석하여 낙상을 감지하는 방법은 영상 정보를 사용하지 않기 때문에 사생활 침해의 우려가 적으며 영상 정보 분석법에 비해 비교적 자유로운 신체 활동이 가능하다는 장점이 있어서 널리 사용되고 있다. 센서를 이용하는 방법 중 대표적인 방법으로는 가속도 센서를 이용하는 방법이다. T. Zhang 외 3명은 허리에 가속도 센서를 부착하여 신체의 운동 패턴을 분석하여 낙상을 감지하는 알고리즘을 제안하였다[4]. 또한 휴대 전화에 가속도 센서를 연결하여 KFD(Kernel Fisher Discriminant) 알고리즘을 통해 낙상을 감지하는 방법을 제안하였다[5]. 그러나 이 방법은 기본적으로 휴대 전화에 가속도 센서가 부착되어야 하며 휴대 전화의 장비 특성에 따라 가속도 센서가 부착이 불가능한 경우 낙상 감지가 불가능하다는 단점을 가진다. U. Lindermann 외 4명은 가속도 센서를 귀에 부착하는 형태로 제안하여 가슴에 부착하는 경우보다 부착이 쉽도록 하였지만 안경을 쓰고 있는 사람의 경우 부착이 어려우며 이질감이 생길 수 있다는 단점을 가진다[6].

A. K. Bourke 외 1명은 자이로스코프를 이용하여 각속도의 변화 값을 이용하여 낙상을 감지하는 방법을 제안하였다. 회전률을 검출해낼 수 있는 자이로스코프가 연결된 장비를 가슴부위에 부착하여 각도의 변화 값을 알아낸 뒤 임계값과 비교하여 낙상을 검출해내는 기법으로 100%의 높은 정확도를 가진다[7]. 하지만 가슴 위치에 부착을 해야 하기 때문에 여성의 경우 착용에 제한을 가질 수 있다는 한계점을 가지고 있다.

그 외 가속도 센서 정보와 오디오 센서 정보를 분석하여 낙상을 판별하는 방법, 스마트폰에 내장되어 있는 가속도 센서 정보를 SVM(Signal Vector Magnitude) 및 SMA(Signal Magnitude Area)의 임계값과 비교하여 낙상을 검출하는 방법 등이 있다[8].

2.2. 저전력 블루투스(Bluetooth Low Energy)

블루투스(Bluetooth) 기술은 1994년 Ericsson의 무선 개발 연구를 기반으로 1998년 Ericsson, Nokia, Toshiba, IBM, Intel 등이 참여해 조직한 Special Interest Group에 의해 개발되었으며 2010년 6월 30일 발표된 블루투스 4.0 이후 획기적인 발전이 이루어졌다. 저전력 블루투스라고 불리는 BLE(Bluetooth Low Energy) BLE는 전력 소모를 획기적으로 줄여 동전 형태 전지의 매우 낮은 전력으로도 1년 가까이 사용할 수 있도록 지원한다. 로우 펄싱(Low Pulsing)이라는 기술 덕분에 기기 간 연결 유지에 필요한 전력을 크게 줄일 수 있다.

BLE는 듀얼모드, 싱글모드 등 두 가지로 제품에 적용할 수 있다. 싱글모드는 저전력 프로토콜 스택을 단독으로 실행한다. 듀얼모드에서는 블루투스 저전력 기능이 기존의 클래식 블루투스 컨트롤러에 통합된다. 기존의 주파수와 기능 등 클래식 블루투스와 아키텍처를 공유하기 때문에 기존 클래식 블루투스 대비 제조비용이 거의 올라가지 않는 장점이 있다. 초소형 기기용 저가 싱글모드 칩은 경량 링크 레이어를 지원하는데 이를 이용하면 초저전력 대기 상태, 간편한 기기 검색, 다양한 장비로의 데이터 전송, 보안 저전력 전송 등의 기능을 구현할 수 있다. BLE 외에도 블루투스 4.0은 GATT(Generic Attribute Profile), AES 암호화를 지원하는 SM(Security Manager) 서비스 등을 지원한다. 현재 블루투스 규격은 최신 버전 4.1이며 2013년 12월 4일 공식 발표되었다. BLE에 기반한 기술은 사용자의 위치에 따라서 관심을 갖는 상점, 제품에 대한 상세한 설명을 푸시 알람과 메시지로 제공해 주며 즉시 결제까지 진행할 수 있다. 최근 애플, 구글, 삼성 등 글로벌 업체들이 BLE에 기반한 기술을 다양한 스마트 단말기에 연계하면서 사물인터넷에서 중요한 역할을 할 것으로 기대된다[10].

III. 낙상 감지 시스템 설계 및 구현

본 장에서는 소형 센서 모듈과 스마트 디바이스를 연동한 낙상 감지 시스템 및 낙상 감지 알고리즘을 제안한다. 제안한 낙상 감지 알고리즘은 정보 수집, 정보 가공, 정보 분석 단계로 이루어진다. 주머니에 넣을 수 있는 소형 센서 모듈을 통해 가속도 센서 정보를 수집

하고 수집된 정보는 BLE 기술을 통해서 스마트 디바이스로 전송된다. 센서 모듈은 정보 수집은 가능하지만 정보를 가공 및 분석, 알람 기능은 스마트 디바이스에 비해서 상대적으로 부족하기 때문에 스마트 디바이스를 이용해서 이를 보완한다. 스마트 디바이스는 센서로부터 전송된 정보를 필터링 및 가공을 통해서 원하는 정보 형태로 변환한다. 변환된 정보를 바탕으로 낙상 감지 알고리즘을 적용하여 낙상으로 판별된 경우 문자 메시지, 푸시 메시지 등을 이용하여 등록된 보호자 및 의료진에게 응급 메시지를 보내 도움을 청한다. 또한 스마트 디바이스 자체적으로 소리를 통한 알람 메시지를 이용하여 주위에 있는 사람들에게 도움을 요청한다.

3.1. 시스템 모델

본 논문에서 제안하는 낙상 감지 시스템 모델은 그림 1과 같다. 센서 모듈은 가속도 센서 모듈과 결합한 아두이노 기반의 블루이노 센서 모듈로 이루어진다. 장기간 센서 정보를 수집하여 스마트 디바이스로 전송하기 위한 목적만을 가지고 역할을 구성한다. 본 논문에서는 스마트 디바이스는 센서 모듈과 BLE로 통신할 수 있는 모든 디바이스를 총칭한다. 대표적인 스마트 디바이스는 스마트폰과 스마트워치가 있다. 스마트 디바이스 중 스마트 밴드와 같이 센서 모듈과 데이터 교환은 가능하지만 메시지 전송 기능 및 알람 기능이 부족한 디바이스는 제외한다. 스마트 디바이스는 가속도 센서 정보를 분석하여 제안한 낙상 감지 알고리즘에 따라서 낙상을 판별한다.

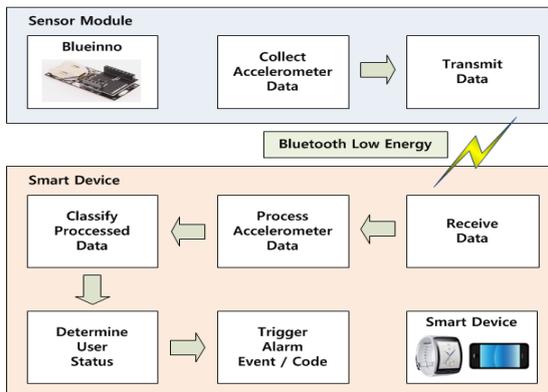


Fig. 1 System Model

3.2. 가속도 센서 정보 수집

신체 활동 정보 수집을 위해 (주)이노이드의 가속도 센서 모듈과 BLE 기술을 지원하는 초소형 아두이노 호환 모듈인 RFduino를 이용한 센서 모듈인 블루이노 (Blueinno)를 사용하였다. 그림 2는 가속도 센서 모듈이 결합된 블루이노 센서 모듈을 나타낸다.

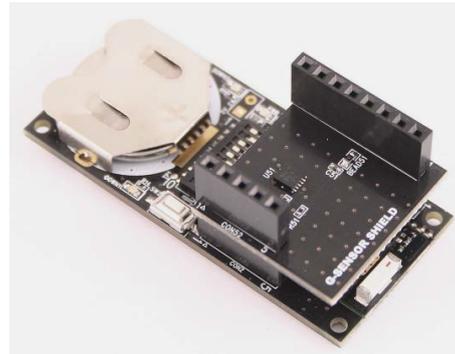


Fig. 2 Blueinno Sensor Module

블루이노 센서 모듈은 16MHz ARM Cortex-M0 32bit Processor와 BT 4.0 SOC를 탑재하고 있으며 BLE를 지원한다. 표 1은 블루이노 센서 모듈의 사양을 나타낸다.

Table. 1 Blueinno Sensor Module Specification

Item	Specification
RF	Bluetooth 4.0 + 2.4Ghz RF TX Power +4dBm(10.5mA) RX Sensitivity = -93dBm(13mA) Chip Ant
CPU	16MHz ARM Cortex-M0
Flash	128kb
RAM	8Kb
I/O(7)	Digital I/O Analog PWM Out Analog ADC In(10bit)
UART	Serial 38,400bps I2C, SPI
Low Power Current	50uA under @Power Save Control Mode
Operating	Voltage 2.1 - 3V

가속도 센서는 단위시간당 속도의 변화를 검출하는 소자로 가속도, 진동, 충격 등 동적인 힘을 감지하며 관성력, 전기변형, 자이로의 원리를 이용한다. 갑작스런 움직임이나 충격을 감지하며 값을 가공 및 처리하기가 용이하기 때문에 낙상을 감지하는 기본센서로 많이 활용된다. 본 논문에서 사용된 가속도 센서 모듈은 BMA150 가속도 센서가 사용되었으며 X, Y, Z 3축 측정이 가능하며 +/-2g부터 +/-8g까지 측정이 가능하다. 표 2는 가속도 센서 모듈의 사양을 나타낸다.

Table. 2 Accelerometer Module Specification

Item	Specification
Operating Voltage	3.3V
current consumption	15mA
G-Sensor	+/-2g, +/-4g, +/-8g
I/O Voltage	3.0V
Size	25×23×18mm

3.3. 가속도 센서 정보 가공

사용자의 센체활동을 모니터링하고 낙상을 판별하기 위한 낙상 감지 알고리즘을 제안한다. 센서 모듈은 정보를 수집하고 스마트 디바이스는 정보를 가공 및 분석한다. 사용자의 움직임 정보를 100ms 단위로 수집하여 낙상을 판별하기 위한 정보로 가공한다. 고정된 신체 부착형 디바이스의 경우 SVM(Signal Vector Magnitude)과 ISVM(Integral Signal Vector Magnitude)을 통해서 얻은 정보의 임계값을 이용하여 낙상을 판별하는 것이 가능하지만 바지 주머니에 넣고 측정을 하게 되면 오차 범위가 크기 때문에 정확한 값을 판별하는 것이 불가능하다. 따라서 기존의 방법과 다른 새로운 수식이 필요하다.

본 논문에서는 낙상 상황에서 SVM의 순간 변화량이 다르다는 점을 이용하여 이전에 측정된 SVM과 현재 측정된 SVM의 차이를 통해 낙상을 판별하도록 하였다. 본 논문에서 사용된 계산식은 식 (1)과 같다. 이전에 측정된 SVM값이 현재 측정된 SVM 보다 클 수 있기 때문에 최종적으로 구한 값에 절대값을 취하여 양수값만 취하도록 정의하였다. 여기서 ABS는 절대값(Absolute Value)를 의미하며 Diff는 차분값(Difference Value)을 의미한다.

$$ABS_{(Diff-SVM)} = \left| \sqrt{X_n^2 + Y_n^2 + Z_n^2} - \sqrt{X_{n-1}^2 + Y_{n-1}^2 + Z_{n-1}^2} \right| \quad (1)$$

- X_n : 현재 측정된 X축 가속도 센서 값
- Y_n : 현재 측정된 Y축 가속도 센서 값
- Z_n : 현재 측정된 Z축 가속도 센서 값
- X_{n-1} : 현재 측정된 X축 가속도 센서 값
- Y_{n-1} : 현재 측정된 Y축 가속도 센서 값
- Z_{n-1} : 현재 측정된 Z축 가속도 센서 값

식 (1)에서 구한 값은 100ms 동안의 변화량 이므로 걷기, 달리기와 같이 짧은 시간 안에 순간적인 변화가 발생하는 경우 낙상으로부터 구분이 불가능하기 때문에 낙상 판별의 충분한 임계값을 얻기 위해서 식 (1)을 적분한 식 (2)를 사용한다. IABS는 식 (1)에서 얻은 값의 적분값(Integral Value)를 의미한다.

$$IABS_{Diff-SVM} = \int_{t=0}^T (ABS_{Diff-SVM}) dt \quad (2)$$

정확한 낙상을 판별하기 위해서는 부가적으로 눕기, 앉기, 서기, 걷기, 달리기와 같은 사용자의 자세를 판별하기 위한 수식이 필요하다. 사용자의 자세를 판별하기 위한 수식은 식 (3)과 같다.

$$SVM_{Diff} = \sqrt{(X_n - X_{n-1})^2 + (Y_n - Y_{n-1})^2 + (Z_n - Z_{n-1})^2} \quad (3)$$

- X_n : 현재 측정된 X축 가속도 센서 값
- Y_n : 현재 측정된 Y축 가속도 센서 값
- Z_n : 현재 측정된 Z축 가속도 센서 값
- X_{n-1} : 현재 측정된 X축 가속도 센서 값
- Y_{n-1} : 현재 측정된 Y축 가속도 센서 값
- Z_{n-1} : 현재 측정된 Z축 가속도 센서 값

서 있는 상태, 걷는 상태, 달리는 상태를 구별하기 위해서 식 (3)의 값을 1초 단위로 적분한 식 (4)을 사용하였다.

$$ISVM_{Diff} = \int_{t=0}^T (SVM_{Diff}) dt \quad (4)$$

식 (1)과 식(2)를 통해 낙상을 판별하며 식 (3)과 식 (4)를 통해 1차 식별된 낙상 상태에 대한 활력 회복여부를 판단하여 2차 낙상을 판별한다. 그리고 사용자의 스마트 디바이스에서 알람이 울려 사용자가 자가 의식이 있는지 여부를 판단하여 최종 낙상을 판별한다.

3.4. 낙상 감지 알고리즘

그림 3은 낙상 감지 알고리즘 흐름도를 나타낸다. 식 (2)와 식 (4)를 통해 얻은 정보를 바탕으로 동시에 임계값이 만족한 경우에만 1차 낙상으로 판별하고 식 (4)를 이용하여 사용자의 활력 회복 여부를 판단한다. 식 (4)의 임계값을 만족하지 못하면 2차 낙상으로 판별한다. 2차 낙상 이후에는 사용자의 스마트 디바이스에 알람을 울려 사용자가 의식 회복이 가능한지 여부를 판단하여 최종적으로 낙상을 결정한다. 순차적 낙상 판단을 통해서 낙상에 대한 오류를 검출하고 사용자가 의식이 있는 경우에는 별도의 도움을 취할 수 있는 행동이 가능하므로 불필요한 낙상 판별로 인한 무분별한 의료 지원 요청 행위에 대한 부분을 해결할 수 있다. 여기서 가속도 센서 정보 수집 후 칼만 필터를 적용하는 이유는 캘리브레이션을 통해 보다 안정되고 정확한 정보를 수집하기 위함이다.

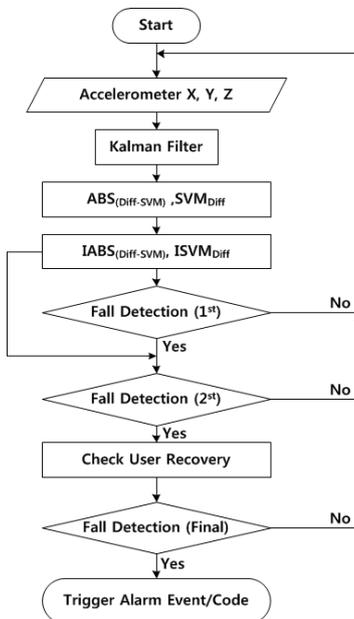


Fig. 3 Flow for Fall Detection Algorithm

그림 4는 낙상 감지 알고리즘에 대한 의사 코드를 나타낸다.

```

Initilaization;
While(app status start)
{
    get ABS(Diff-SVM), SVMDiff;

    // 1st fall detection
    if (IABS(Diff-SVM), ISVMDiff over threshold)
    {
        // 2nd fall detection
        if (ISVMDiff over threshold)
        {
            // final fall detection
            Trigger Alarm Event/Code;
            Send Emergency Message;
        }
    }
}
    
```

Fig. 4 Pseudo Code for Fall Detection Algorithm

그림 5는 바지 주머니에 센서를 넣고 기존 논문에서 제안되었던 SVM을 통해 구한 ISVM을 사용하여 각 자세별 변화값을 보여주는 그래프이다. 바지 주머니에 넣고 활동할 때는 고정된 위치에 부착하는 경우보다 활동 범위가 넓기 때문에 각 자세별 임계값을 구분하기가 어렵다는 것을 알 수 있다.

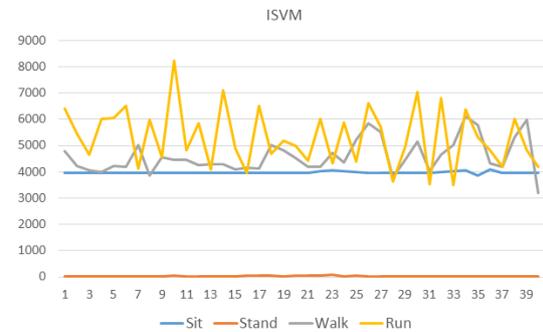


Fig. 5 ISVM Algorithm Graph

그림 6은 바지 주머니에 센서를 넣고 본 논문에서 제안하는 알고리즘을 사용하여 각 자세별 변화값을 보여주는 그래프이다. 기존 알고리즘에 비해 명확하게 값을 구분할 수 있다는 것을 볼 수 있으며 허리 벨트 또는 버클과 같이 고정된 위치에 부착할 경우 명확하게 임계값을 구분할 수 있다.

낙상이 발생할 수 있는 경우는 걷기와 달리기와 같은 활동 범위가 큰 값들이므로 낙상 이전의 자세를 분석함으로써 단계별 낙상 판별을 통한 정확도를 높일 수 있다.

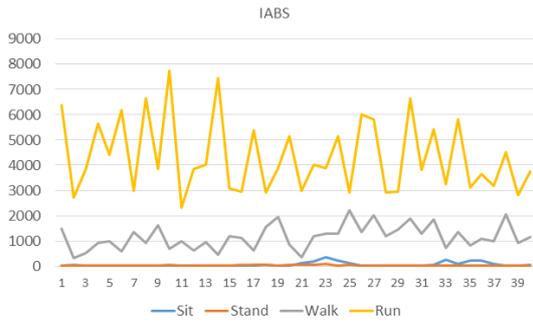


Fig. 6 Proposed Algorithm Graph

그림 7은 실험을 위해 걸어가던 도중 낙상 상황을 연출했을 때의 IABS 변화를 나타내는 그림이다.

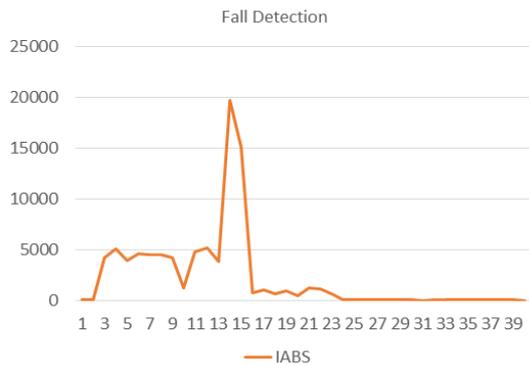


Fig. 7 Falling Status Graph

3.5. 스마트 디바이스

스마트 디바이스는 센서 모듈로부터 정보를 받아서 제안한 낙상 알고리즘을 통해 신체 활동을 분석하고 낙상을 판별한다. 본 논문에서는 스마트폰에서 동작하는 애플리케이션은 플랫폼의 이질성 극복 및 호환성 보장을 위해 하이브리드 앱 개발 방식을 이용하여 개발하였다. 하이브리드 개발 방식은 모바일 장치의 다양한 플랫폼 환경을 지원하기 위해서 표준 웹 언어인 HTML5와 CSS 및 자바스크립트를 이용하여 다양한 모바일 플랫폼에서 호환성을 가지도록 지원한다. 구현된 시스템

의 모바일에서 동작하는 애플리케이션은 소스 코드의 변경 없이 다양한 모바일 플랫폼을 지원하며 약간의 소스 코드 변경을 통해서 데스크톱 컴퓨터에서도 호환성을 가지기 때문에 다양한 환경에서 활용이 가능하다는 장점을 가진다. 그림 8은 스마트 디바이스에서 센서 모듈로부터 정보를 받아서 출력하는 디버깅 화면과 낙상이 발생했을 때 알람을 보여주는 화면이다. 화면에는 표현되지 못하지만 낙상이 발생하면 알람과 함께 미리 등록된 번호로 응급지원 요청 메시지를 전송한다.

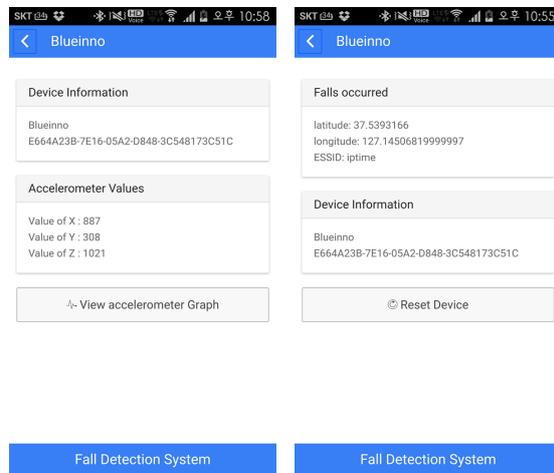


Fig. 8 Sensor Module Detecting Screen

IV. 결론

우리나라는 65세 이상의 30%가 낙상을 경험하고 있으며 그 중 50%는 낙상으로 인한 후유증으로 인해 사망에 이르고 있다. 노인 인구 비율 증가로 낙상 환자의 비율이 높아지고 있으며 이에 따라서 낙상 감지 및 낙상 환자에 대한 응급 서비스 향상을 위한 헬스케어 서비스에 대한 관심이 높아지고 있다. 본 논문에서는 기존에 제안되었던 영상 분석 기법, 신체의 특정 위치에 부착된 센서 정보 분석 기법, 스마트폰의 센서 정보 분석 기법에 대한 제한 사항을 극복하기 위한 사물인터넷 기반의 낙상 감지 기법 및 낙상 분석 알고리즘을 제안하였다.

BLE를 기반으로 하는 센서 모듈을 이용하면 신체의 특정 위치에 부착하지 않고도 쉽게 낙상을 감지할 수 있으며 스마트폰 및 스마트워치와 같은 다양한 스마트

디바이스를 이용해서 응급 상황을 알리고 도움을 청할 수 있다. 또한 저전력 장치를 활용하기 때문에 배터리를 충전하는 동안 사용할 수 없는 부분에 대한 문제점도 해결할 수 있다.

향후 본 연구를 통해 얻은 결과를 바탕으로 다양한 웨어러블 디바이스를 연동하여 실시간으로 개인 맞춤형 헬스케어 서비스를 받을 수 있는 다목적 헬스케어 시스템을 개발하기 위한 방향으로 연구를 진행하고자 한다.

REFERENCES

- [1] Donghui Sin, Jaeyeol Jeong, Seonghyeon Kang, "Internet of Things Trend and Vision", *Review of Korean Society for Internet Information*, Vol.14, No.12, pp.32-46, 2013.
- [2] Organization for Economic Co-operation and Development, "Dependent Population", *OECE FACTBOOK*, pp.16-17, 2010.
- [3] Lin, C. W., Z. H. Ling, Y. C. Chang, C. J. Kuo, "Compressed-domain Fall Incident Detection for Intelligent Homecare", *The Journal of VLSI Signal Processing*, Vol.49, No.3, pp.393-408, 2007.
- [4] Zhang, T., J. Wang, L. Xu, P. Liu, "Fall Detection by Wearable Sensor and One-Class SVM Algorithm", *Lecture Notes in Control and Information Sciences*, pp.858-863, 2006.
- [5] Zhang, T., J. Wang, P. Liu, J. Hou, "Fall Detection by Embedding in Accelerometer in Cellphone and Using KDF Algorithm", *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*, Vol.6, No.10, pp.277-284, 2006.
- [6] Lindermann, U., A. Hock, M. Stuber, W. Keck, C. Beeker, "Evaluation of a fall detector based on accelerometers: A pilot study", *Medical Biological Engineering and Computing*, Vol.43, No.5, pp.548-551, 2005.
- [7] Bourke, A. K., G. M. Lyons, "A threshold-based fall-detection algorithm using a bi-axial gyroscope sensor", *Medical Engineering and Physics*, Vol.30, pp.84-90, 2008.
- [8] Lee, G. E., J. W. Lee, "Comparison Study of Web Application Development Environments in Smartphone", *Journal of KOCON*, Vol.10, No.12, pp.155-163, 2010.
- [9] Pil-Seong Jeong, Yang-Hyun Cho, "Fall Detection System using Smartphone for Mobile Healthcare", *Journal of the Korea society of IT services*, Vol.12, No.4, pp.435-447, 2013.
- [10] Blueinno, <http://cafe.naver.com/arduinoplusble>



정필성(Pil-Seong Jeong)

2004년 2월 : 서울과학기술대학교 전자공학과(공학사)
 2007년 8월 : 광운대학교 전자통신공학과(공학석사)
 2013년 8월 : 광운대학교 전자통신공학과(공학박사)
 2015년 10월 ~현재 : ㈜에프엔에스벨류 연구소장
 ※관심분야 : 임베디드 시스템, WSN, WBAN



조양현(Yang-Hyun Cho)

1982년 2월 : 광운대학교 전자통신공학과(공학사)
 1985년 2월 : 광운대학교 전자통신공학과(공학석사)
 2012년 2월 : 광운대학교 전자통신공학과(공학박사)
 1987년 9월 ~ 1997년 8월 : LG정보통신 전송기술개발실 과장
 1997년 9월 ~현재 : 삼육대학교 컴퓨터학부 교수
 ※관심분야 : 컴퓨터네트워크, 통신망(BcN), GMPLS