

노인 보행자를 위한 스마트 안전 모자

고 주 영[†]

Smart Safety Hat for Elderly Pedestrians

Jooyoung Ko[†]

ABSTRACT

As rate in an elderly population and expanding their range of activity rapidly increase, the demographics of the elderly population on a use of transportation also rise. Elderly pedestrians often find it difficult to react promptly to the traffic accidents as they are less perceptive of the dangers present under the situation. More than half of the elderly traffic accidents are elderly pedestrian accidents in road. Therefore, we design and implement smart safety hat for safety of elderly pedestrian. The smart safety hat binds stripe-shaped LED around a hat in order for a driver to perceive pedestrian easy and quickly. Features of smart safety hat include controlling the number of LEDs by using a light sensor and warning through vibration using a sound sensor. Also, we used Bluetooth to communicate with the smartphone to enable user customization of the light and numbers of LEDs.

Key words: Elderly Safety, Elderly Pedestrians, Smart Clothing, Lilypad, Bluetooth, IoT

1. 서 론

우리나라 노인의 인구 비율은 지속적으로 증가하고 있다. UN 기준으로 전체 인구에서 65세 이상 인구가 7.0% 이상이면 고령화 사회, 14% 이상이면 고령 사회, 20% 이상이면 초고령 사회로 분류하는데 우리나라는 2000년에 이미 고령화 사회에 진입 했으며 2025년에는 65세 이상의 노인 인구가 전체 인구 중 20% 이상을 차지할 것으로 예상되고 있다[1]. 노인의 인구가 증가하고 노인의 활동과 활동범위가 늘어나면서 노인 교통인구도 꾸준히 증가하고 있다. 노인 교통인구도 증가는 노인 운전면허 소지자의 수로 파악할 수 있는데 2000년 이후 30만 명에서 2010년 130만 명으로 증가하였다. 따라서 노인들이 교통사고의 위험에 과거에 비해 더 많이 노출되고 있다.

노인 보행자의 교통사고 발생 건수는 2011년에 8,892명이고 사망자수가 883명인 것이 2015년에는

교통사고 발생건수가 11,534건이며 사망자수가 909명으로 증가하는 추세이다. 2010년의 조사에서는 노인 교통사고에서 보행 중 사망자가 전체 중 절반 이상을 차지하는 등 노인 보행자가 교통사고의 위험에 노출되어 있다[2].

노인들은 나이가 들면서 신체적 심리적 변화를 겪으며 시각, 청각 외부 자극에 따른 반응 능력 저하 등으로 인한 사고의 위험이 있다[3-4]. 또한 자신의 행동에 대한 과신과 스스로 부주의하여 교통사고를 당하는 경우가 가장 많다. 또한 노인들은 수시로 변화는 교통 환경에 적응하려고 하는 것보다 자신의 경험대로 행동하려는 성향이 높으며 보행행동의 특징으로 주변의 경음기에 주의를 기울이지 않는 경우가 많다[5]. 노인은 교통상황에서 교통 약자의 개념이 포함되며 교통약자는 신체적 기능저하로 교통사고와 같은 위험한 상황이 발생할 경우 빠르게 위험을 피할 수 있는 능력이 낮다. 모든 노인이 신체적 심리

* Corresponding Author : Jooyoung Ko, Address: (36729) 1375 Gyeongdong-Ro, Anaongd-Si, Gyeongsangbuk-Do, KOREA, TEL : +82-54-820-7958, FAX : +82-54-820-6257, E-mail : sonice@andong.ac.kr

Receipt date : Feb. 13, 2017, Revision date : Jun. 1, 2017
Approval date : Jun. 22, 2017

[†] Institute for Education Development, Andong National Univ

적으로 능력이 낮은 것은 아니지만 나이가 들어감에 따라 신체적 심리적 능력이 점점 저하되는 것은 사실이다.

이와 같이 노인 보행자가 신체적 심리적 변화로 교통사고에 노출되는 경우가 많다. 노인 보행자의 교통사고 예방을 위해 횡단보도나 신호등 개선 등이 필요하고 노인 보행 특성을 이해하고 노인 보행자를 보호하기 위한 운전자 교육도 필요하다[6]. 각 지방자치 단체에서는 노인 교통사고를 예방하기 위한 실버마크, 야광 반사지를 부착하도록 권하며 어르신을 위한 교통안전 교육을 실시하고 있다. 해외에서도 도로이용자의 고령화 추세로 안전대책을 내놓고 있다. 유럽연합은 유럽교통안전협회(ETSC)가 보행자 안전의 핵심전략으로 보행자를 위한 시설 정비와 보행자를 위한 홍보와 교육을 실시하도록 하고 있다. OECD 보고서에서도 고령자의 이동성과 안전을 보장하기 위해 시설을 개선하도록 권하고 있다[7]. 이와 같이 기존의 연구에서는 노인 보행자의 안전을 개선하기 위해 대중 교통시설과 횡단보도 등 환경 개선을 제안하고 있다[8]. 환경 개선에는 시간과 노력이 많이 필요하여 즉시 개선되기 어려운 점이 있다. 노인 보행자의 안전을 개선하기 위해 노인 보행자가 보행하고 있음을 알리는 방법으로 노인 보행자를 야간에 위험으로부터 보호하기 위해 경북경찰청에서는 실버스티커를 배부하였다. 실버스티커는 은색 야광 반사지를 이용하여 스티커의 빛이 반사하여 보행자의 안전을 돕는다. Fig. 1은 실버스티커 착용 전과 착용후의 모습이며 경북도에서 경북지방경찰청과 공동으로 야광 실버스티커 배포 영상이다[9]. 실버 스티커는 신발이나 가방 등에 부착하여 야간에 보행자 인식을 돕는다. 야광 물질을 이용한 스티커로 자동차 전조등 빛이 있거나 가로등이 있을 때

□ 야광스티커 부착사진 전경



Fig. 1. Attached luminous stickers [9].

인식이 잘되고 거리가 먼 경우 보행자 인식이 늦을 가능성이 있다.

따라서 본 연구에서는 노인 보행자의 안전을 위한 방법으로 사용자가 착용하여 사람이 보행하고 있음을 알릴 수 있는 스마트 모자를 개발하였으며 빛 센서를 이용하여 야간에는 회전하는 LED의 개수 적게 하고 낮에는 더 많은 개수의 LED를 회전시켜 운전자의 눈에 잘 보이도록 하여 보행자 인식을 할 수 있도록 하였다. 보행자 보호용 스마트 모자는 사용자가 직접 착용하며 전자장치 및 센서 그리고 통신 모듈을 모자에 부착한 스마트의류 기반이다. 마이크로 콘트롤러와 LED, 빛 센서, 블루투스 등을 이용하여 모자에 부착된 띠 모양의 LED를 빛나게 하여 보행자의 식별에 도움이 되고 스마트폰과 블루투스 통신을 이용하여 LED의 동작 방법을 사용자가 직접 제어할 수 있도록 하였다. 빛 센서 뿐 아니라 소리 센서를 이용하여 노인들이 자동차 경적 등이 울릴 때 진동모터를 작동시켜 상황을 판단하는데 도움이 되도록 하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구에 대해 기술하고 3장에서는 제안된 시스템의 구성 및 설계에 대해서 기술하고 4장에서는 제안된 시스템의 구현 및 고찰에 대해 설명하고 5장에서는 결론 및 향후 연구를 기술한다.

2. 관련연구

2.1 하드웨어 시스템

스마트 모자에 릴리패드 아두이노(Lipypad Arduino)를 사용하였다[11]. 이후 릴리패드라 칭한다. 릴리패드는 미국의 스파크펀(Sparkfun)사에서 개발 공급하고 있으며 오픈 소스 하드웨어인 아두이노 호환보드이고 아두이노 통합개발환경(IDE)을 사용하여 쉽게 프로그래밍 할 수 있다[12]. 오픈 소스 하드웨어는 센서를 연동한 임베디드 시스템의 개발을 쉽게 하며 사물 인터넷의 개발과 확산에 도움이 되고 있다. 또한 아두이노 뿐 아니라 라즈베리파이 재단의 라즈베리파이(RaspberryPi), 인텔의 에디슨(Edison) 등을 이용한 IoT 시스템의 개발이 이루어지고 있다[12].

릴리패드는 사용방법과 형태에 따라 릴리패드 아두이노 메인보드(Main board), 릴리패드 아두이노 USB, 릴리패드 아두이노 심플보드(Simple Board)

등이 있으며 본 연구에서는 USB 통신 기능이 내장된 릴리패드 아두이노 USB를 사용하였다. 릴리패드 USB는 ATmega32U4 마이크로 컨트롤러를 사용하며 두께가 얇고 가볍고 전자실(Conductive Thread)을 이용하여 직접 의류에 부착하고 디지털 및 아날로그 입력 센서도 연결하여 다양한 센서로부터 데이터를 받을 수 있다. 또한 추가적인 모듈을 연결하여 블루투스, 지그비 등의 무선통신 모듈을 이용하여 무선 통신 기능을 추가 할 수 있다.

2.2 무선통신

스마트 의류 시스템에서 네트워크를 구성할 때 통신 거리, 사용 방법에 대한 제한적 요소가 있다. 비교적 사용이 간편한 근거리 통신으로 WiFi, 지그비, 블루투스(Bluetooth), NFC(Near Field Communication) 등이 있다. WiFi 통신은 무선 신호를 전달해주는 중계기가 필요하다. 지그비는 저전력, 저가격의 특징으로 대용량 통신이 필요하지 않은 경우에 사용된다. IEEE802.15.4 표준을 기반으로 개발되었고 저속으로 센싱된 데이터 전송에 효율적이다. 그러나 스마트폰에 지그비 모듈이 내장되지 않아 직접 통신이 어려운 점이 있다. NFC(Near Field Communication) 통신은 비접촉 근거리 무선 통신을 매우 가까운 거리에서 데이터를 전송하여 보안이 필요한 교통카드, 출입 통제 등 많은 영역에서 사용되고 있다.

본 연구는 스마트폰과의 통신이 가능하고 중계기 설치가 필요 없으며 사용이 간편한 근거리 무선 통신 방법으로 블루투스 통신방법을 이용하였다. 블루투스는 개인공간의 근거리 무선통신의 표준 기술 규격을 말한다. 최근 블루투스는 이어폰, 헤드셋, 마우스, 노트북, 스피커 등 매우 광범위하게 사용되고 있다. 스마트폰과의 간편한 통신으로 개인 모니터링 연구에도 활발히 적용되고 있다[13]. 본 연구에서 블루투스는 사용이 간편하고 가격이 저렴한 HC-06을 활용한다. Fig. 2는 HC-06 모듈이다. HC-06 모듈에는 4개의 핀이 있으며 각 핀은 릴리패드 USB에 직접 연

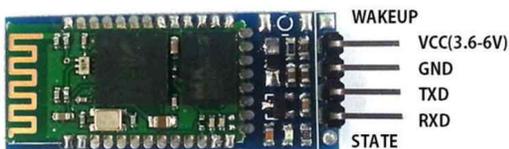


Fig. 2. Bluetooth HC-06 module.

결하여 사용할 수 있다. 릴리패드 USB 모듈은 RX, TX 핀이 따로 없으므로 소프트웨어 시리얼(Software Serial) 프로그램으로 두 개의 디지털 핀(예 10번, 11번)을 RX, TX 포트 사용 할 수 있다.

3. 노인 보행자를 위한 안전 시스템의 구성 및 설계

Fig. 3은 본 연구에서 구성한 스마트 모자의 구성도이다. 스마트 모자는 LED의 빛을 내기 위해 빛 센서(Light Sensor)를 이용하여 조도에 따라 LED를 제어한다. 밝을 경우 회전하는 LED 개수를 최대로 하고, 야간에는 적게 하여 전력 소비를 줄일 수 있도록 하였고, 색상을 블루투스로 선택할 수 있도록 하였다.

모자상의 바로 윗부분 테두리에 빛을 내는 여러 개의 LED가 띠 모양으로 연결되어 있는 네오피셀(NeoPixel)을 사용하였다[14]. Fig. 4는 네오피셀 모듈이다. 네오피셀은 띠 모양, 원형 그리고 판 모양 등 다양한 형태로 용도에 따라 선택하여 사용할 수 있다. 네오피셀은 유연성이 있는 PCB 재질로 만들어졌으며 방수 처리가 되어 있는 외피가 있다. 네오피셀에는 구동하기 위한 3개의 연결핀(VCC, GND, SIG)이 있으며 릴리패드에서 하나의 출력 핀을 사용하면 되고 전원은 5V DC 전원이 있으면 사용가능하다.

블루투스 모듈을 연결하여 스마트폰과의 무선 통신이 가능하도록 하였다. 블루투스 통신으로는 동작하는 LED의 개수와 색상 등을 사용자의 요구에 맞게

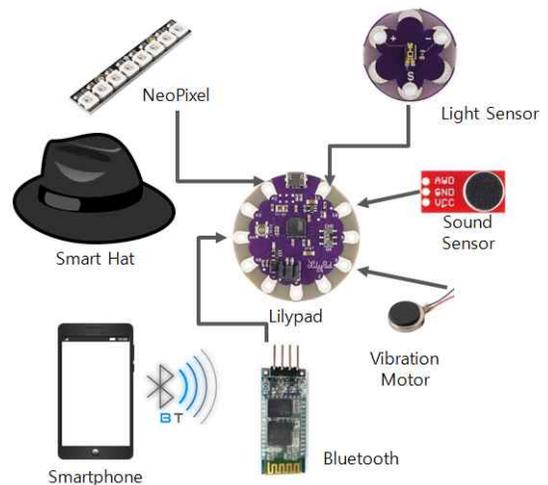


Fig. 3. System Configuration of Smart Hat.



Fig. 4. Adafruit NeoPixel Digital RGB LED Strip[14].

설정 할 수 있도록 하였다. 스마트 모자를 제어하는 앱은 안드로이드 기반의 앱 인벤터(App Inventor)로 제작하였다[15].

스마트 모자의 구성 요소간의 연결 및 제어 흐름은 Fig. 5와 같다. 릴리패드에서 센서로부터 데이터들을 전달 받으며 LED와는 시리얼 통신으로 연결되고 스마트 폰과 모자는 블루투스 무선 통신으로 연결된다. 입력으로는 빛 센서와 소리 센서 및 스마트폰의 무선 통신을 받아들인다. 출력으로는 LED 띠에 빛을 내 보내고, 진동 센서로 위험을 알려 준다.

Fig. 6은 센서로 부터 얻은 측정값을 이용하여 LED를 제어하는 과정을 나타낸다. LED를 초기화시키고, 빛의 밝기에 따라 LED 개수를 설정한다. 소리를 신호 처리하여, 큰 소리의 경우의 경우 진동센서로 알린다. 스마트폰에서 신호를 받으면 LED 수와 색상을 선택한다.

작동과정은 스마트 모자의 전원이 연결되면 LED

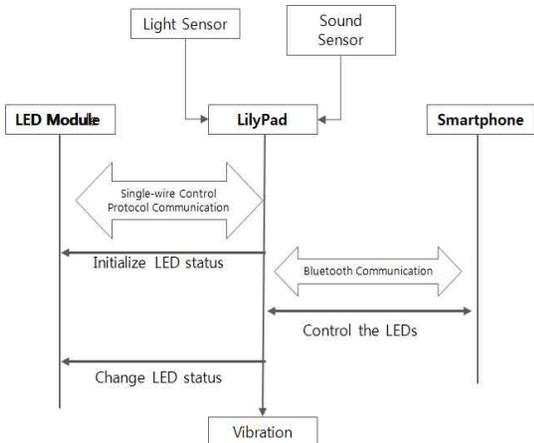


Fig. 5. Flow Control of the Smart Hat.

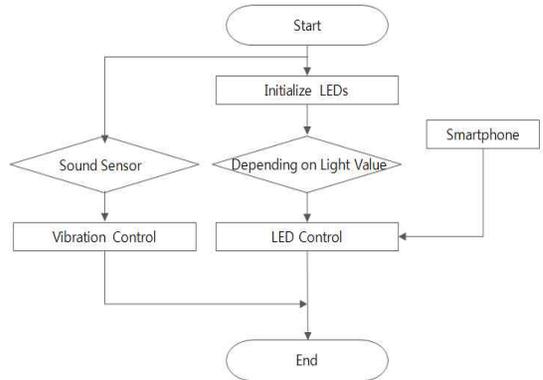


Fig. 6. Flowchart for Sensing.

가 초기화되어 시스템이 작동된다. 초기 동작은 현재 시스템이 정상적으로 작동되고 있는지를 보여준다. 조도 센서에서 측정된 조도 값을 기준으로 LED의 동작 개수와 동작 시간 등을 제어한다. 이때 조도에 따른 임계값은 실험을 통하여 적절하게 선택한다. 사운드 센서로부터 얻은 데이터는 약 1초에 1000회를 읽고, 평균 필터를 적용하여 신호 처리한다. 실험을 통해 자동차 경적 등 큰 소리가 날 경우 임계값을 선택하고 자동차가 근접하였을 경우 임계값을 선택하여 진동 센서를 작동시켜 사용자가 외부 변화를 느낄 수 있도록 하였다. 그리고 사용자가 스마트폰 앱을 이용하여 LED 개수와 색상 등을 변경하고 블루투스를 통해 데이터가 전달되면 LED의 개수와 색상을 제어 할 수 있도록 하였다.

4. 제안된 시스템의 구현 및 고찰

4.1 개발 환경

본 연구에서 스마트 모자를 구현하기 위해 활용한 부품 목록은 Table 1과 같다. 빛 센서와 사운드 센서에서 데이터를 받고 LED를 제어하기 위한 마이크로 컨트롤러는 스마트 의류에 많이 활용되고 있는 릴리패드 USB를 사용하였다. 릴리패드는 아두이노 호환 기반으로 아두이노 IDE를 이용하여 프로그램 할 수 있다. 조도 센서는 릴리패드 빛 센서(LilyPad Light Sensor)를 사용하였으며 3개의 핀이 있어 각 핀을 릴리패드에 연결하여 사용한다. 스마트폰과의 통신을 위해 블루투스 모듈 중 HC-06을 사용하였다. 블루투스를 사용할 때는 스마트폰과의 페어링 과정을 거친 다음에 데이터를 전송할 수 있다. 기본적인 HC-

Table 1. Hardware and Development Environment

Components	Device Model
MicroController	LilyPad Arduino USB
LED Module	Adafruit NeoPixel Digital RGB LED Strip
Bluetooth Module	HC-06
Light Sensor	LilyPad Light Sensor
Smart Phone	Samsung Galaxy 7
Sound Sensor	
Vibration Motor	Coin Vibration Motor

06의 페어링 비밀 번호는 1234번이다.

스마트폰과의 통신을 위해서 블루투스 HC-06 모듈과 릴리패드를 연결하였다. 릴리패드 USB 모듈에는 시리얼 통신 포트인 RX, TX가 없으므로 소프트웨어 시리얼을 사용한다. Fig. 7은 릴리패드 USB와 HC-06 모듈을 연결한 모습이다. 릴리패드 10번 포트는 블루투스의 TX에 연결시키고 릴리패드 11번 포트는 블루투스의 RX에 연결시킨다.

아두이노 IDE환경에서 프로그램을 작성하는데 다음과 같은 스케치를 void setup() 함수 위에 추가시킨다. SoftwareSerial mySerial(10, 11); //RX, TX 는 릴리패드의 10번 포트를 RX로, 11번 포트를 TX로 사용한다는 의미이다.

```
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial mySerial(10,11); //RX, TX
```

Fig. 8은 소리 센서와 진동 모터를 아두이노 보드에서 실험하는 모습이다. 소리 센서에서 외부의 큰

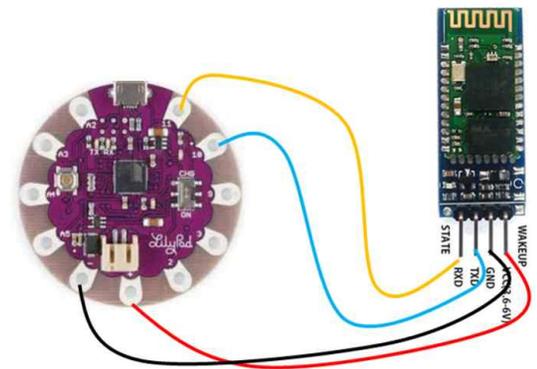


Fig. 7. Connect of Bluetooth and Lily Pad.

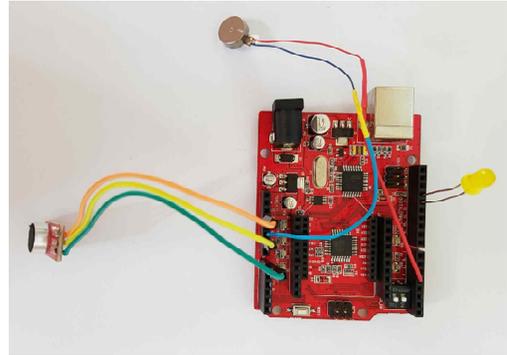


Fig. 8. System Testing Circuits using Arduino Uno.

소리를 감지하여 소형 진동 모터를 작동시키기 위한 적절한 임계값을 찾기 위한 시뮬레이션이다. 외부에서 나는 소리가 일정 크기보다 클 경우 진동모터가 작동 되도록 하였다. 작동 오차를 줄이기 위해 소리 이터는 1/1000 초 간격으로 측정하고 소리 값은 평균 값으로 정규화 하여 사용하였다. 임계값을 측정하기 위해서 Fig. 8과 같이 아두이노 우노(Arduino Uno) 기반으로 테스트 시스템을 구성하였다.

4.2 구현 결과

Fig. 9는 스마트 모자 내부이며 각 부품들이 보이도록 한 모습이다. 릴리패드와 블루투스가 연결되어 있으며 센서도 연결되어 있다. 모자 속에 내피가 있으며 그 속에 시스템을 넣었다. 배터리는 충전식 리튬 배터리를 활용하였으며, 마이크로 USB 케이블로 충전이 가능하다. 부품이 모두 매우 얇아 불편함은 크게 느끼지 않는다. Fig. 10은 스마트 모자의 외관 모습이며 네오 픽셀 LED가 약 80개미로 감겨진 형태로 부착되어 있는 모습이다.

스마트 모자의 LED 개수와 LED 색상을 사용자가 제어할 수 있도록 하는 앱은 앱인벤터를 이용하여

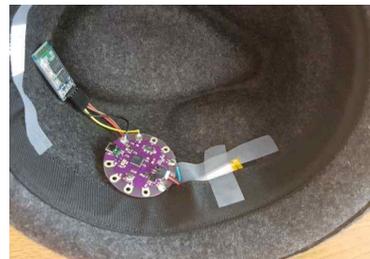


Fig. 9. Smart hat inside.



Fig. 10. Smart hat,

안드로이드용으로 만들었으며 HC-06 모듈을 활용하여 블루투스 통신을 할 수 있도록 하였다. Fig. 11과 12는 본 연구에서 개발한 앱 화면이다.

Fig. 13과 14는 스마트 모자와 스마트 폰과 블루투스 통신으로 통신하는 모습이다. 스마트 폰의 버튼을 누르면 블루투스 통신을 통하여 모자에 부착된 LED의 색상을 붉은 색으로 바꾸었다. Fig. 13은 LED가 붉은 색으로 실행되는 모습이고 Fig. 14는 LED가 푸른색으로 실행되는 모습이다.

빛 센서의 밝기에 따라 회전 하는 LED의 개수를



Fig. 11. Design of Smart Phone App.

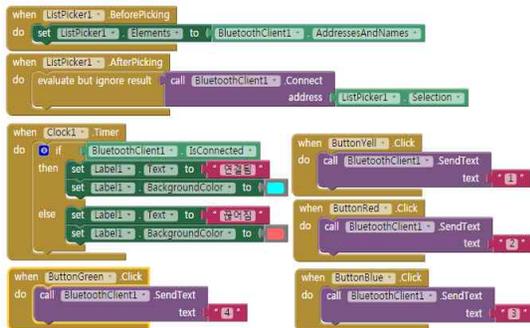


Fig. 12. Blocks for App Inventor.

조절 할 수 있다. 초저녁이나 이른 새벽의 경우 회전 LED 개수를 전체 60개 중에 20개 정도로 하여 운전자들의 눈에 더 잘 보이도록 하고, 완전히 깜깜할 경우 5개 정도로 하여 전력 소비를 줄일 수 있다.

진동 센서는 1초에 1000회를 읽고, 3개의 신호에 대해서 이동 평균을 계산하고, 임계값이 750 이상일 때 자동차 경적이 올리는 경우로 처리를 한다. 이 임계값은 실제 5회의 테스트를 통해서 선택한 값이다.

Table 2는 실험 결과표이다. 조도 센서는 10KΩ 저항 센서로 조도 값을 0~1023까지 숫자로 표현한다. 조도 값이 클수록 빛이 밝은 상태를 나타낸다. 대낮은 값이 400~1000이상이고, 밤은 1~200 범위이다. 조도값은 시간대 별로 차이는 미세한 차이가 날 수 있다. 소리 센서도 0~1023까지 값으로 나타낸다.

본 연구에서 설계하고 구현한 스마트 모자를 5명의 노인들을 대상으로 모자에 대한 소개와 설명을 하였고, 모두 필요성에 공감 하였을 뿐만 아니라 구매를 문의하고 희망하는 경우가 3명이나 되었다. 따라서 제안된 스마트 안전 모자 시스템은 실용화가 가능할 것으로 고려된다.



Fig. 13. Smart Hat communicates with Smartphone and LED turns Red.



Fig. 14. Smart Hat communicates with Smartphone and LED turns Blue.

Table 2. Experiment result

	Day time	Night time	Action
Light Sensor	400 over	200 below	LED control
Sound Sensor	750 over	750 over	Vibration

5. 결 론

노인 인구 비율의 증가로 노인 활동 인구가 늘어나고 있다. 노인 교통 인수도 꾸준히 증가하며 전체 교통사고의 비율이 줄어드는데 반하여 노인 교통사고 증가율은 높아지고 있다. 특히 노인 보행자는 신체적 심리적으로 약해짐으로 교통사고의 위험에 더 많이 노출되고 있다. 따라서 본 연구에서는 노인 보행자의 안전을 위한 스마트 모자를 개발하였다. 노인 보행자가 차량 운전자나 다른 보행자들에게 쉽게 인식 될 수 있게 스마트 모자에 LED를 부착하였다. 빛 센서를 활용하여 회전 LED 개수를 조절 할 수 있도록 하였다. 그리고 소리 센서로 진동을 전달하여 위험을 감지 할 수 있게 하였다. 또한 스마트 폰으로 통신을 해서 사용자가 LED의 개수 색상 등을 선택할 수 있도록 하였다. 본 연구를 통하여 노인 보행자의 안전에 도움이 될 것으로 판단된다. 추후 연구로는 모자를 쓴 사람들 다수와 통신 할 수 있는 스마트 모자를 연구하고자 한다.

REFERENCE

[1] Future Population Estimation: 2015~2065, Statistics Korea, <http://kostat.go.kr/portal/korea/index.action> (accessed Jan., 23, 2017).

[2] Traffic Accident Analysis System, http://taas.koroad.or.kr/sta/acs/gus/selectOdsnPdstrnTfcacd.do?menuId=WEB_KMP_OVT_TAS_PPT, (accessed Jan., 23, 2017).

[3] K. Lim, "A Study on the Characteristics of Elderly Traffic Accident and Safety Measures in Korea," *Journal of Environmental Studies*, Vol. 35, No. 1, pp. 1-27, 1997.

[4] KOROAD, *Analysis of the Causes of Traffic Accidents and Prevention Measures for the Elderly*, KOROAD, Wonju, 2005.

[5] K. Kim, "The Traffic Accident Characteristics and Reduction Methods of Elderly Pedestrian

in Accordance with the Advent of the Aging Society-Focused on Jeju," *Journal of The Korea Contents Association*, Vol. 15, No. 4, pp. 197-207, 2015.

[6] W. Ji, "Analyzing and Measuring Causes of Traffic Accidents for Elderly Pedestrians," *Journal of The Korea Gerontological Society*, Vol. 30, No. 3, pp. 843-853, 2010.

[7] OECD, *Ageing and Transport: Mobility Needs and Safety Issues*, pp. 61, 2001.

[8] I. Tournier, A. Dommes, and V. Cavallo, "Review of Safety and Mobility Issues Among Older Pedestrians," *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 91, pp. 24-35, 2016.

[9] Gumiilbo Newspaper Report, <http://gmilbo.net/news/article.html?no=10196>, (accessed Feb., 2, 2017).

[10] J. Ko and J. Shim, *Smart Clothing That Makes Beginner Level User LilyPad Arduino*, Chaos Book, Seoul, 2015.

[11] J. Shim, J. Ko, Y. Lee, and W. Jeong, *Jamicama Arduino*, Hanteemdeia, Seoul, 2013.

[12] J. Ko and J. Shim, "A Comparison of the Construction for IoT System in Smart Clothing," *Journal of Multimedia and Information System*, Vol. 2, No. 4, pp. 327-332, 2015.

[13] H. Park, B. Jeon, W. Park, S. Park, and S. Lee, "Smart-Clothes System for Realtime Privacy Monitoring on Smart-Phone," *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 16, No. 8, pp. 962-971, 2013.

[14] Adafruit, <https://www.adafruit.com/> (accessed Jan., 30, 2012).

[15] J.E. Shim, J.B. Shim, J. Ko, and J.C. Shim, *Kuljam App Inventor*, Chaos Book, Seoul, 2014.



고 주 영

1989년 효성여자대학교 의류학과 학사

2004년 국립안동대학교 멀티미디어공학전공 석사

2010년 국립안동대학교 멀티미디어공학전공 박사

2001년 3월 ~ 현재 국립안동대학교 강사

관심분야: 스마트의류, 사물인터넷, 멀티미디어응용