



1인용 전동휠체어의 안전 운행을 위한 지능형 통합 제어보드 기능 개선 연구

김진술* · 조영빈
전남대학교 전자컴퓨터공학부

Research of Smart Integrated Control Board Function Improvement for Personal Electric Wheelchair's Safe Driving

Jinsul Kim* · Young-Bin Cho

School of Electronics and Computer Engineering, Chonnam National University, 77, Yongbong-ro, Buk-gu, Gwangju 500-757, South Korea

[요 약]

본 논문에서는 1인용 스마트 전동휠체어의 보다 안전한 주행을 위한 지능형 통합 제어보드의 기능 개선 솔루션을 제안한다. 기존 국내·외의 전동휠체어 제품의 경우 안전 관련 기능 또는 장치가 포함되지 않은 경우가 많기 때문에 노약자 및 장애인이 지속적으로 증가하는 추세를 보이는 현 상황에서 전동휠체어가 관련된 사고의 발생 빈도 또한 지속적인 증가추이를 보이고 있다. 하지만 현재 상용되는 제품들에는 중고가형 이상의 전동휠체어에만 기본적인 완충작용 장치가 설치되어 있는 한계로 저가형의 제품에도 안전관련 기능이 필요한 실정이다. 따라서, 스마트 제어 플랫폼의 개발을 통해 전동휠체어 이동 중 사용자가 감지하지 못하는 장애물 또는 지형변화를 자동으로 감지 및 전동휠체어의 모터를 자동으로 제어함으로써 사용자가 안정적인 주행을 할 수 있도록 다양한 전동휠체어에 적용 가능한 스마트 전동휠체어 통합제어보드를 제시한다.

[Abstract]

The purpose of this study was to propose a functional improvement solution of integrated control board for safe driving of Smart electric wheelchair for a single person. In the case of existing electric wheelchair products in Korea and elsewhere, safety-related functions or devices are not included in many cases. Therefore, the incidence of electric wheelchair-related accidents is continuously increasing in the current situation in which the elderly and the disabled people have been continuously increased. However, currently only high and middle-priced products are equipped with basic safety devices in electric wheelchairs, so low-priced products require safety related functions. Therefore, sensing obstacles that the user can not recognize while moving an electric wheelchair and detecting automatically the terrain change to control the motor by developing a smart control platform. This provides an integrated control board that can be applied to various electric wheelchairs for more stable driving.

색인어 : 자이로 센서, 전동휠체어 제어 시스템, ZigBee통신, I2C통신, 가속도 센서

Key word : Gyro Sensor, Electric Wheelchair Control System, ZigBee Communication, I2C Communication, Acceleration Sensor

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2018.19.8.1507>



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.

Received 01 July 2018; **Revised** 15 July 2018

Accepted 17 July 2018

***Corresponding Author; Jinsul Kim**

Tel: +82-62-530-1808

E-mail: jsworld@jnu.ac.kr

1. 서론

2015년 국민건강보험공단에서 조사한 통계에 따르면 전국에 보급되어 있는 전동보장구(전동휠체어·전동스쿠터)는 약 6만여 대에 이르며 보급량은 매년 증가하는 추세를 보이고 있다. 전동보장구는 현행 「보행안전 및 편의증진에 관한 법률」(제2조) 상 보행자로 분류되어 인도를 통해 이동해야 한다. 전동보장구는 시속 15km 까지 주행이 가능하기 때문에 인도에서 주행할 경우 보행자에게는 위협이 될 수 있으며, 노면이 고르지 못하거나 장애물로 인해 차도로 주행할 시 사용자 또한 사고 위험에 노출될 수 있다. 2013년 한국교통장애인협회의 조사결과에 따르면 응답자의 36.7%가 전동보장구 이용 중 1회 이상 사고 경험이 있다고 답했다[1].

이에 따라 사고위험에 노출된 기존 전동휠체어에 안전장치의 설치가 필요한데, 국내·외 전동휠체어 제품에는 안전 관련 기능 또는 장치가 포함되어 있지 않은 경우가 많고 중고가형 이상의 전동휠체어만 기본적인 완충작용 장치가 설치되어 있다. 노약자 및 장애인이 지속적으로 증가함에 따라 관련사고 또한 지속적인 증가추이를 보이고 있다. 전동휠체어의 사고 유형에는 장애물과의 충돌이나 지형변화에 따른 전동휠체어의 전복 사고가 큰 비중을 차지하고 있어 이를 방지하기 위한 해결방안이 필요하다. 일반인들이 주로 사용하는 저가형 전동휠체어는 안전성 관련 기술이 적용되어 있지 않아 이용 시 이동에 따른 위험에 노출되어 있고, 편의성도 떨어진다. 사용자의 안전한 주행을 위해서는 전동휠체어에 추가적인 장치의 부착이 필요하게 된다. 본 연구에서는 휠체어의 주변 환경을 탐지하는 센서와 그에 따라 전동휠체어의 모터를 제어할 수 있는 장치가 부착된다. 이러한 추가적 장치 부착은 휠체어의 소비 전력을 높게 되지만, 이 부분에 대하여 우리는 저전력을 사용하는 센서를 사용함으로써 이 문제를 해결하고자 한다[2-4].

인구고령화와 건강복지에 대한 관심이 점점 높아지는 상황에서 전동휠체어는 복지 분야에서 반드시 필요하며, 시장성도 지속적으로 증가하고 있는 추세이므로 중국, 대만 등 해외 전동휠체어 시장에 참여하기 위한 차별화된 국내 기술이 필요하다. 이러한 추세에 맞추어 본 연구에서는 전동휠체어의 안전한 주행을 위해 자이로 센서와 거리 측정 센서 등을 적용한 스마트 전동휠체어를 통해 전동휠체어 이용자의 이동 간 안전성과 편의성을 확보하여 사용자의 보다 안전한 주행이 가능한 스마트 전동휠체어 통합제어보드를 제안하고자 한다.

II. 본론

2-1 제어 플랫폼 보드 개발

전동휠체어를 제어하는 메인보드는 실시간으로 센서를 통

해 들어오는 정보에 반응해야하기 때문에 빠른 처리속도를 위해 MCU 3개 기반의 분리 처리 시스템으로 구성된다. ATmega와 같은 하드웨어는 Thread 기능이 없고 순차적으로 내부 코드를 수행하는 Polling 방식을 사용하기 때문에 처리할 센서가 많아지면 속도 저하의 우려가 있다. 따라서 빠른 반응속도를 요구하는 모터 부분은 별도의 ATmega를 통해 제어하며, 나머지 센서 감지 및 통신 데이터는 Main ATmega에서 처리하도록 역할을 분담한다. 먼저 Main Control MCU 기능에는 전동휠체어의 전후좌우를 포함한 각 대각선 방향으로 총 8개의 초음파 센서를 통한 장애물 감지, 전동휠체어의 기울기 및 지형 변화 감지를 위한 갈만필터가 적용된 각도 센서를 이용하여 지형 변화 감지. 또한 적외선 거리센서를 감지하기 위한 ZigBee[5, 6] 무선 통신 제어, 모터제어를 위한 Serial 유선 통신 제어 기능을 가진다. ZigBee는 저전력 센서 네트워크 널리 사용되는 연결 프로토콜로 저전력 및 250kbps의 제한된 전송 속도 때문에 홈 오토메이션 및 팩토리 오토메이션과 같은 많은 장소에서 사용되는 통신 프로토콜이다. Motor Control MCU의 기능으로는 모터 드라이브를 통해 전동휠체어의 DC모터 제어, Main Control의 명령어를 처리하기 위한 Serial 유선 통신과 2개의 모터를 오차 없이 동시에 작동시키기 위해 Motor Control MCU 2개를 사용해 각각 좌우 모터를 제어한다.

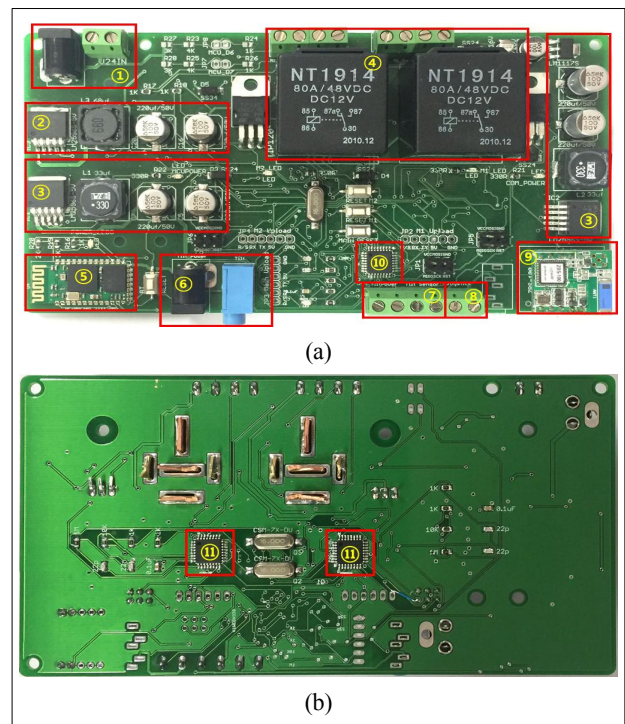


그림 1. (a) 제어 플랫폼 보드 개발 앞면
(b) 제어 플랫폼 보드 개발 뒷면
Fig. 1. (a) Development of control board (Front)
(b) Development of control board (Back side)

2-2 센서 센싱에 따른 모터 제어

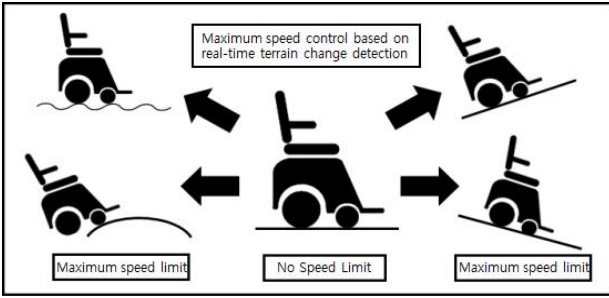


그림 2. 지형 변화에 따른 속도 제한
Fig. 2. Limitations of speed due to terrain change

전동휠체어에는 총 8개의 유선 적외선 거리센서를 무선 기반의 초음파 센서를 이용해 360° 방향으로 장애물을 실시간으로 확인한다. 이전 값을 기준으로 자이로 센서의 기울기 값이 이전 값과 크게 변경이 되면 지형변화로 인식하여 전동휠체어의 DC모터를 제어하여 모터의 정지나 최대 속도를 조절하게 되는데, 하드웨어는 폴링방식을 사용하기 때문에 아래 순서도와 같이 센서를 확인한다.

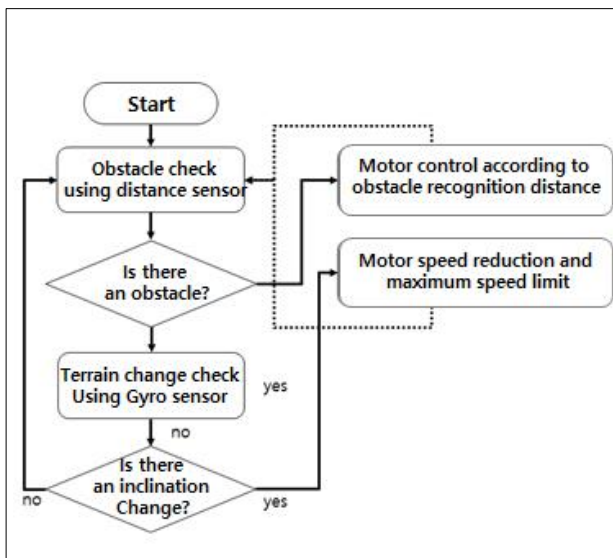


그림 3. 장애물 인식 및 지형변화에 따른 모터 제어순서도
Fig. 3. Motor control flowchart according to obstacle recognition and terrain change

그림 3의 모터 제어순서도를 보면 제어플랫폼은 장애물 충돌을 최우선으로 확인하고, 이상이 없을 시 지형변화를 확인한다. 장애물 충돌 위험이 발생한 경우에는 거리에 따라 속도 조절을 하거나 모터를 정지시키고, 지형변화에 따른 모터제어는 모터의 속도를 제어하는 기능만 하게 된다. 기존에 사용된 적외선 거리센서는 유선방식의 아날로그 형식을 이용하였으며, 8개의 적외선 거리센서를 체크하기 위해 디코더를 이

용하여 실시간으로 적외선 거리센서의 값을 체크하였다. 또한 MCU 자체의 아날로그 Pin이 부족하기 때문에 디코더를 이용하지만 직접적인 아날로그 체크가 아닌 디코더를 통해 거리센서의 값을 읽기 때문에 약간의 딜레이가 발생하는 단점이 있었다. 이를 ZigBee 무선 통신 방식을 이용한 장애물 감지 방식으로 변경함으로써 별도 모듈을 통한 Main MCU의 처리 속도를 증가시킬 뿐만 아니라 이전보다 빠르고 정확한 장애물 감지가 가능하다.

또한 ZigBee 통신을 이용한 무선 방식의 장애물 감지 센서는 실시간으로 장애물 감지여부 정보를 수신 받음에 따라 동시에 발생하는 장애물 감지가 가능하며, 실시간으로 장애물 감지를 위해 센서를 체크할 필요가 없기 때문에 Main MCU의 과부하가 발생하지 않는다.

표 1. 장애물 감지에 따른 전동휠체어 모터 제어로직

Table 1. Electric wheelchair motor control logic based on obstacle detection

```

obs = zigbee Read();

IF obs == 'S' THEN //STOP
    MotorStop();
END IF
IF obs == Sup_val THEN //Obstacle detected
    bluetooth.send();//Turn on
    LimitSpeed();//Speed Set
END IF
IF obs == Ssm_val THEN //No Obstacle
    bluetooth.send();//Turn off
    UnlimitedSpeed();//Speed Set
END IF
    
```

표 1의 로직은 장애물 감지에 따른 모터 제어로직을 나타내는데 *obs*는 ZigBee 통신을 통해 수신되는 값을 저장하는 변수이며, 장애물 감지 센서에 장애물이 감지되지 않으면 수신 값은 없다.

S_{up_val} 는 장애물의 감지 관련 문자를 말하며, T(UP), B(DOWN), H(RIGHT), F(LEFT), R(UPLEFT), V(DOWNLEFT), Y(UPRIGHT), N(DOWNRIGHT)의 1Byte의 대문자 값이 ZigBee 통신을 통해 수신이 되면, 장애물 감지가 되었기 때문에 'LimitSpeed()' 함수를 통해 최대속도를 제한하게 된다.

S_{sm_val} 는 장애물이 감지되지 않았을 때의 관련 문자이며, 장애물 감지 시에 사용한 대문자가 아닌 소문자를 사용한다. 장애물이 감지되었다가 장애물이 사라지면 t(UP), b(DOWN), h(RIGHT), f(LEFT), r(UPLEFT), v(DOWNLEFT), y(UPRIGHT), n(DOWNRIGHT)의 1Byte 값이 전송된다.

장애물이 감지되었을 때와 장애물의 감지 후 다시 감지되지 않았을 때의 문자는 수시로 송신되는 것이 아닌 이벤트가

발생한 순간에 한번만 송신되게 된다. 즉 이벤트 변화에 따라 서만 문자를 송신하기 때문에 제어플랫폼에서의 불필요한 처리를 피할 수 있다. 또한 장애물과의 충돌 우려가 있을 때에는 ‘S’ 라는 문자를 수신하게 되고, 제어 플랫폼은 모터를 정지하여 사고를 예방한다.

표 2. 지형변화에 따른 전동휠체어 모터 제어로직
Table 2. Electric wheelchair motor control logic according to terrain change

```

Vc = Sensor Check();
Sgyro =  $\frac{(S_c - V_{min})(C_{max} - C_{min})}{(V_{max} - V_{min}) + C_{min}}$ 
IF Sgyro >= -3 && Sgyro <= 3 THEN
    UnlimitedSpeed(); //Speed Set
END IF
IF Sgyro <= -10 && Sgyro >= 10 THEN
    LimitSpeed(); //Speed Set
END IF
IF Sgyro <= -5 && Sgyro >= 5 THEN
    count++;
END IF
IF count <= 5; THEN
    LimitSpeed(); //Speed Set
    count = 0;
END IF
    
```

표 2의 로직은 지형변화에 따른 전동휠체어 제어로직을 나타내는데 전동휠체어는 제어보드에 부착된 자이로 센서를 이용하여 각도를 측정 후 측정된 각도를 기반으로 모터를 제어한다. 자이로 센서는 0.5 ~ 4.5v 의 전압 값이 출력되며, 출력되는 값을 ADC를 통해 0 ~ 1024로 변환하여 각도 값을 계산하게 된다. 위 식에서 각 변수들은 S_c : 현재 센서값, V_{min} : 센서의 출력 최저값, V_{max} : 센서의 출력 최대값, C_{min} : 변환할 각도 최저값, C_{max} : 변환할 각도 최대값을 나타내며, 이를 이용하여 측정된 각도 값을 S_{gyro} 변수에 저장한다. 전동휠체어의 운행 중 도로 상황에 따라 약간의 흔들림이 발생할 수 있기 때문에 이를 고려하여 약 3도까지의 기울임 감지는 지형 변화가 아닌 정상주행으로 간주하며, 5도 이상의 기울임 감지는 정상주행의 범위를 넘어선 지형 변화로 인지하여 속도를 제한한다. 또한 오르막길 또는 내리막길의 경사가 10도 이상일 때 전동휠체어의 속도를 제어하며, 도로가 원만하지 않은 지형은 기울임 5도를 기준으로 로직에서 count 값이 5차례 이상 감지되면 전동휠체어의 속도를 제한하여 사용자의 안전한 전동휠체어를 주행을 돕는다.

모터의 구동방식은 기존 RS232 통신 기반의 모터드라이브를 PWM 방식을 변경하여 RS232 통신에 따른 데이터 전송 및 데이터 분석과 같은 절차를 생략함으로써 보다 빠르게 모터드라이브 제어를 할 수 있다. PWM 방식의 모터 드라이

브는 하나 당 하나의 DC모터만 구동할 수 있기 때문에 2개의 모터드라이브를 사용하여 테스트를 진행하였으면 PWM 방식의 모터드라이브를 제어함으로써 RS232를 이용했던 기존 방식보다 빠른 반응속도를 보인다.

표 3. 전동휠체어의 모터 정지를 위한 제어로직
Table 3. Control logic for motor stop of wheelchair

```

Mc // Current Motor Speed;
Mstep = Mc / 20;
WHILE Mc != 0
    Mc = Mc - Mstep;
    Motor.set(Mc);
END WHILE
    
```

표 3은 모터 정지를 위한 제어로직으로 전동휠체어의 모터 제어 시 급정지할 경우 모터 및 드라이브의 과부하가 발생할 수 있기 때문에 모터 정지 제어로직을 이용하여 순차적으로 모터를 정지시킨다.

M_c는 현재 모터 속도를 나타내며, 모터의 정지는 한순간에 이루어지는 것이 아닌 모터 속도를 20단계로 나누어 점차적으로 속도를 낮추게 된다. M_{step}은 각 단계별 낮춰야할 속도를 뜻하며, 현재 속도 M_c이 0이 될 때까지 단계별로 속도를 줄여 모터의 과부하가 발생하지 않도록 한다. 마지막으로 모터가 정지하게 되면 전동휠체어의 모터 브레이크를 동작시켜 더 이상 전동휠체어가 움직이지 않도록 제어한다.

2-3 장애물 감지에 따른 사용자 보호 시스템

ZigBee는 메인보드와 전동휠체어에 부착된 8개의 장애물 감지 센서와 연동되며, 장애물 감지에 따른 출력 값을 ZigBee 무선통신을 통해 통합 제어플랫폼으로 데이터를 전송한다. Bluetooth처럼 별도의 페어링 과정이 필요 없기 때문에 여러 개의 ZigBee 모듈의 데이터를 전송받을 수 있으며 Bluetooth보다 긴 전송 거리를 가진다. 무선기반의 센서 모듈은 전원공급 없이 배터리를 이용하여 사용하기 때문에 영구적 사용을 위해 배터리 충전 방식을 택하였고, 배터리의 크기를 줄이고 오래 사용할 수 있도록 리튬배터리가 사용되었다.

부가적으로 전동휠체어 사용자가 전동휠체어를 이용하여 이동하는 과정에서 장애물 감지 및 충돌 감지에 따른 모터 정지로 인해 부상의 우려가 있으므로 센서 기반의 장애물 거리 인식에 따른 속도 조절 기술 알고리즘 개발을 통해 보다 안전한 사용을 할 수 있도록 한다.

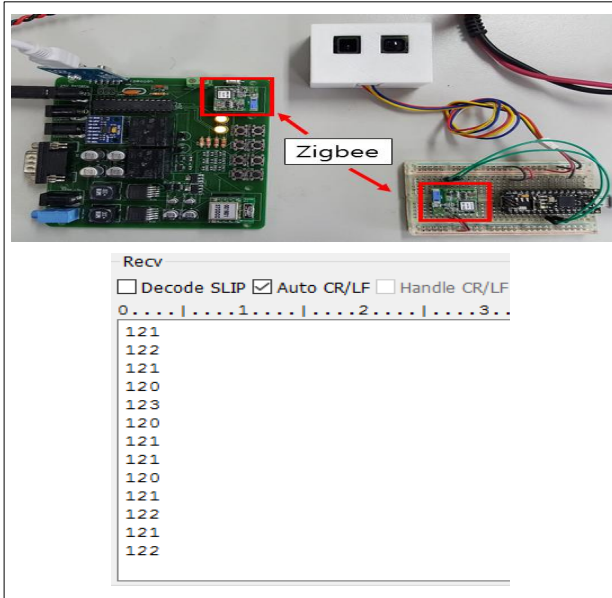


그림 4. ZigBee를 이용한 장애물 감지 센서 테스트
 Fig. 4. Obstacle detection sensor test using ZigBee

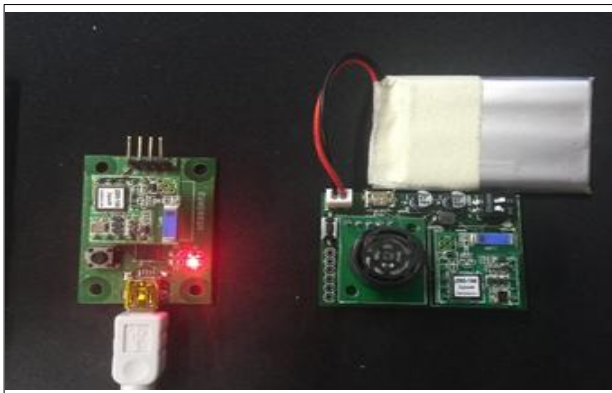


그림 5. ZigBee를 이용한 테스트
 Fig. 5. Testing with ZigBee

표 4. 장애물 거리 인식에 따른 속도 조절 알고리즘
 Table 4. Speed control algorithm based on obstacle distance recognition

```

 $IR_R = (IR_{max} - IR_{min}) / 3;$ 
 $S_{step}$  //Down Speed;
IF  $((IR_R \times 2) > IR_{val} \geq (IR_{min} + IR_R))$ 
     $S_{step} = 1$  Setup Down Speed(); //Speed 3
END IF
IF  $((IR_R \times 3) > IR_{val} \geq (IR_{min} + (IR_R \times 2)))$ 
     $S_{step} = 2$  Setup Down Speed(); //Speed 2
END IF
IF  $(IR_{min} > IR_{val} \geq (IR_{min} + (IR_R \times 3)))$ 
     $S_{step} = 3$  Setup Down Speed(); //Speed 1
END IF
zigbee.Send( $S_{step}$ );
    
```

- IR_R : 장애물 감지 센서의 인식 최소값과 최대값 사이의 범위 값
- IR_{max} : 장애물 감지 센서의 인식 최대값 (가까워졌을 때의 출력 값)
- IR_{min} : 장애물 감지 센서의 인식 최소값 (장애물과 멀어졌을 때의 출력값)
- $IR(i)_{val}$: 현재 장애물 감지 센서의 출력 값
- 1 Setup Down Speed : 처음 장애물이 인식되었을 때 속도, 속도 3단계 적용
- 2 Setup Down Speed : 장애물이 점점 가까워졌을 때, 속도 2단계 적용
- 3 Setup Down Speed : 장애물과 충돌 위험이 있는 가장 가까운 거리, 속도 1단계와 모터 정지 기능 적용

위와 같은 표 4의 알고리즘을 이용하여 장애물 거리 인식에 따른 속도 조절 관련 정보를 ZigBee를 통해 제어플랫폼에 전송한다. 8개의 장애물 거리 센서 모듈을 동일한 알고리즘을 사용하며, 장애물의 감지 유무에 따른 이벤트 발생 시 데이터를 전송하게 된다. 기존에는 실시간으로 8개의 장애물 감지센서를 체크하기 때문에 많은 기능을 처리하는 통합제어 플랫폼의 과부하로 인해 처리가 늦어지는 결과가 발생하는 문제가 있었으나, 위와 같은 별도의 MCU 처리 시스템을 이용함으로써 보다 빠르게 장애물 감지에 따른 대응을 할 수 있도록 하였다.

2-4 지형변화에 따른 안전주행 시스템

전동휠체어의 주행 중 도로 노면이나 경사에 따른 지형변화를 감지하기 위해 자이로 센서를 이용하고 자이로 센서를 이용한 지형변화를 정확히 검출하기 위해 관성 법칙에 따른 오작동 방지를 위해 가속도를 이용하여 지형변화를 체크한다. 자이로 센서의 기울기 값 변화에 따른 다양한 지형을 체크하기 위해 가속도 값을 이용하여 기울기를 계산한다. 자이로 센서는 일반적으로 각도 값으로 출력이 되지 않기 때문에 아래와 같은 식을 이용하여 각도를 구한다. d_{acc} 는 각속도, dt 는 시간의 순간 변화량, d_{deg} 는 각도를 뜻하며, I 는 적분 상수를 뜻한다.

$$\int d_{acc} \times dt = d_{deg} + I \quad (1)$$

가속도 값은 일반적으로 중력가속도 값인 X, Y, Z 축의 가속도 값을 나타내지만 회전각을 구하기 위해서는 삼각공식 2, 3을 이용한다.

$$\Phi = atan(z/x) \quad (2)$$

$$\Phi = \text{atan}(z/y) \tag{3}$$

$$\phi = -\text{atan}\left(-\frac{z}{x}\right) - \pi/2 \tag{4}$$

$$\phi = -\text{atan}\left(-\frac{y}{x}\right) - \pi/2 \tag{5}$$

가속도 센서의 각은 시계 방향의 각을 뜻해 전체적인 음의 부호를 적용한다. 각도의 기준은 지면과 수직인 면을 기준으로 가속도 센서 각의 지면과 수평인 면을 기준으로 각을 구하여 센서에서 계산한 각에서 90°(π/2)를 빼줘야 한다. 위 2가지 사항을 고려하여 식 4, 5가 도출되지만 노이즈로 인해 정확한 측정값을 구할 수 없는데, 이를 보완하기 위해 상호보안 필터를 이용하여 각도 값을 구한다. 상호보안 필터를 적용하기 위해서는 가속도 센서 값을 식 6, 7을 이용하여 roll과 pitch로 변경한다. 그리고 자이로센서 값도 식 8, 9를 이용하여 가속도센서 값과 같이 roll과 pitch로 변경한다.

$$xAngle_{acc} = roll = \text{atan}\frac{yValue_{acc}}{zValue_{acc}} \times 180 \div \pi \tag{6}$$

$$yAngle_{acc} = pitch = \text{atan}\frac{xValue_{acc}}{zValue_{acc}} \times 180 \div \pi \tag{7}$$

$$xAngle_{gyro} = roll = \text{atan}\frac{yValue_{gyro}}{zValue_{gyro}} \times 180 \div \pi \tag{8}$$

$$yAngle_{gyro} = pitch = \text{atan}\frac{xValue_{gyro}}{zValue_{gyro}} \times 180 \div \pi \tag{9}$$

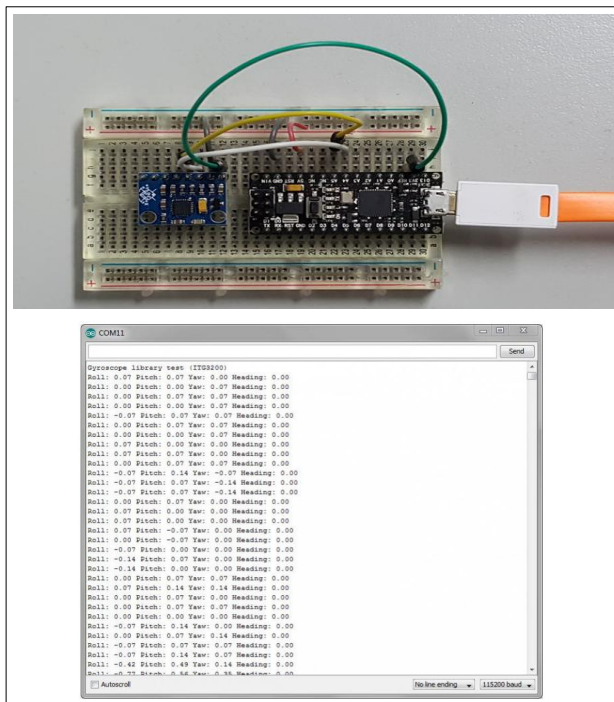


그림 6. I2C 통신을 이용한 모듈 테스트
Fig. 6. Module testing using I2C communication

가속도 센서는 MPU6050 칩을 이용하였으며 I2C 통신을 통해 ATmega(MCU)를 제어하게 된다.

자이로 센서 기반의 틸트 센서를 이용하여 지형 변화를 감지하며 칼만 필터[7]를 적용한 2축 방향의 틸트 센서로서 X, Y 축의 각도를 측정할 수 있다. MPU6050 자이로 센서와 다르게 ADC를 이용하여, 센서의 전압 값을 디지털 신호로 변환, 현재의 각도 값을 측정한다. 자이로 센서와 다르게 2축 틸트 센서는 전원의 유무와 관계없이 절대 값으로 전압이 출력되기 때문에 정확한 기울기를 얻을 수 있다. 전압의 출력 값 0.5~4.5V의 출력 값을 이용하여, -90° ~ 90°의 각도 값을 측정한다.

$$\frac{(S_c - V_{min})(C_{max} - C_{min})}{(V_{max} - V_{min}) + C_{min}} \tag{6}$$

Sc : 현재 센서 값, Vmin : 센서의 출력 최저 값, Vmax : 센서의 최대 출력 값, Cmin : 변환할 각도 최저 값, Cmax : 변환할 각도 최대값을 나타내며, 이를 이용하여, 측정된 각도 값을 S_{gyro} 변수에 저장하며 식 6을 이용하여 정확한 절대값을 측정한다.

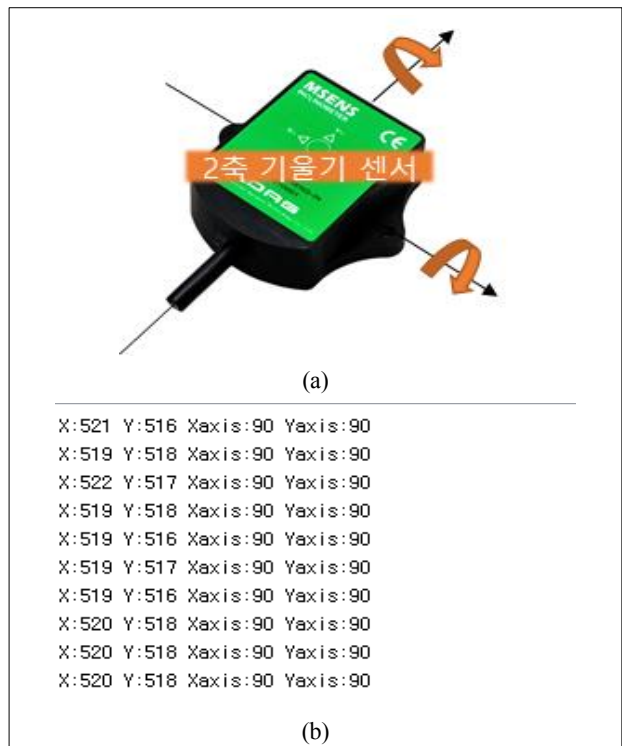


그림 7. (a) 2축 방향의 기울기 측정
(b) 아날로그 값을 각도 값으로 변환
Fig. 7. (a) Measuring the tilt in the biaxial direction
(b) Converting an analog value to an angle value

테스트 결과에 따라 자이로 센서와 가속도 센서를 같이 사

용하는 MPU6050이 지형변화 감지에 있어 정확은 하지만 많은 계산식을 필요로 하며, 전원 유·무에 따라 값의 오차가 발생할 수도 있다. 따라서 2축 방향의 아날로그 출력방식을 사용하는 틸트 센서를 사용한다. 2축 방향의 틸트 센서는 전원 유·무 상관없이 절대값으로 값이 출력되며, 칼만 필터가 하드웨어 적으로 내장되어 있어 빠른 처리 속도를 얻을 수 있다.

III. 결 론

본 연구의 목적은 노약자, 장애인 등 교통약자를 위한 전동휠체어를 통합 제어 플랫폼과 연동하여 사용자의 이동 안전성과 편의성을 확보한 사회적 약자 케어 시스템 개발을 목표로 하였다. 국내·외적으로 노약자 및 장애인이 지속적으로 증가하고 있는 추세이며, 이와 더불어 전동휠체어의 수요도 증가하고 있다. 따라서 전동휠체어를 수입만 하는 것이 아닌 차별화된 국내 전동휠체어 기술이 요구된다. 장애물 감지에 따른 사용자 보호 시스템으로 센서 기반의 실시간 장애물 감지 및 감지에 따른 사고대응 시스템 동작을 통한 전동휠체어 사용 중에 발생할 수 있는 위험을 사전에 방지할 수 있다. 그에 따라 8개의 센서를 이용한 장애물 감지, 인식 거리에 따른 모터 속도 제어, 장애물 감지 및 인식률을 높이기 위한 알고리즘 개발을 진행하였다. 또한 지형변화에 따른 안전주행 시스템으로 지형 변화에 따른 안전주행 시스템 동작 및 위험 노출에 따른 주행 안전성 확대를 목표로 센서 기반의 모터 속도 제어 기술을 통한 안전 주행, 모터 속도 제어를 통한 전복 방지 및 충격 감소, 지형 변화 감지에 따른 안전주행 알고리즘을 개발하였다.

감사의 글

본 논문은 중소기업청 산학연 연구사업(Grants No.C0540574)의 지원 연구결과로 수행되었으며 과학기술정보통신부 및 정보통신기술진흥센터의 대학ICT연구센터육성지원사업의 연구결과로 수행되었음(IITP-2018-2016-0-00314).

참고문헌

- [1] H. S. Jung.; Survey on the use of motorized wheelchair(electric wheelchair, electric scooter), KCA Report, November, 2015; pp. 1-3.
- [2] Cheong, P.; Ka-Fai Chang.; Ying-Hoi Lai.; Sut-Kam Ho.; lam-Keong Sou.; Kam-Weng Tam. A ZigBee-based wireless sensor network node for ultraviolet detection of flame. *Industrial Electronics, IEEE*. 2011. 58, 5271-5277.
- [3] Torfs.; Tom.; et al. Low power wireless sensor network for building monitoring. *Sensors Journal, IEEE*. 2013, 13, 909-915.
- [4] Gorlatova.; Maria.; Aya Wallwater.; Gil Zussman. Networking low-power energy harvesting devices: Measurements and algorithms. *Mobile Computing, IEEE*. 2013, 12, 1853-1865.
- [5] Farahani.; Shahin. *ZigBee wireless networks and transceivers*. Newnes, 2011.
- [6] Liang.; Chieh-Jan Mike.; et al. Surviving wi-fi interference in low power zigbee networks. Proceedings of the 8th ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems. ACM, Zurich, Switzerland, 3-5 November 2010; pp. 309-322.
- [7] H. J. Kim.; H. W. Choi.; S. P. Hong.; A Study on Travel Time Prediction of the Interrupted Traffic Flow using Kalman filter Algorithm, 18th Yooshin technical bulletin, pp. 82-85



김진술(Jinsul Kim)

2001 : University of Utah, Salt Lake City, Utah, USA (B.S. Degree).

2005 : Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST) (M.S Degree).

2008 : Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST)(Ph.D Degree).

2005~2008: Researcher in IPTV Infrastructure Technology

Research Laboratory, Broadcasting/Telecommunications

Convergence Research Division, Electronics and

Telecommunications Research Institute (ETRI).

2009~2011: Professor in Korea Nazarene University, Chon-an, Korea.

2011~now: Professor in Chonnam National University, Gwangju, Korea.

※Research Interests : QoS/QoE, Measurement/ Management,

Mobile IPTV, Smart TV, Multimedia Communication and Digital Media Arts.



조영빈(Young-Bin Cho)

2013~now : Chonnam National University,
Gwangju, Korea(B.S. Degree)

※Research Interests : AI, Smart System, Artificial Control, etc.