

## 최적의 전동휠체어 시트 평형유지를 위한 상호보안 필터 기반의 스마트 제어 시스템 연구

박상현\*, 김진솔\*\*

### 요약

본 논문에서는 ATmega기반의 스마트 제어보드를 이용하여, 지형의 경사도에 따라 실시간으로 전동 휠체어의 시트를 제어하는 시스템을 제안한다. 스마트 제어보드에는 자이로 및 가속도 센서와 Tilt센서가 포함되어 있으며, 전동휠체어가 다양한 경사로 지형을 지나갈 때 실시간으로 2개의 센서를 이용하여, 지형을 파악할 수 있도록 구성되었다. 본 논문에서는 정확한 지형을 파악할 수 있도록 자이로 센서와 가속도 센서 기반에 상호보안 필터를 적용하여, 전동휠체어가 이동 중에 출력되는 센서 값의 노이즈를 해결하였다. 이를 기반으로 전동휠체어가 이동시 센서 출력 값의 노이즈로 인하여, 시트가 지속적으로 흔들리지 않고 안정적으로 시트 평행을 유지하는 것을 확인할 수 있다. 본 논문에서는 사용자의 편의를 위해 전동휠체어에 익숙하지 않은 사람들이 쉽게 제어할 수 있도록 스마트 폰 기반의 제어 플랫폼을 제공한다. 스마트 폰의 제어플랫폼은 전동휠체어의 현재 상태를 실시간으로 모니터링 할 수 있으며, 육창 방식과 관련하여, 시트의 기울기를 임의적으로 제어할 수 있도록 도와준다.

키워드 : 상호보안 필터, 자이로 센서, 틸트 센서, 시트제어 플랫폼, 스마트 휠체어

## Optimal Power Maintain of Electric Wheelchair by using Applying Complementary Filter on the Smart Control System

Sanghyun Park\*, Jinsul Kim\*\*

### Abstract

In this paper, we propose a system for controlling the seat of the electric wheelchair depending on the slope of the terrain in real time by using the ATmega smart control based on the board. Smart control board includes a gyro sensor, an acceleration sensor and Tilt sensor, when the electric wheelchairs pass slope of the terrain, they use three sensors to identify terrain configuration in real time. We also applied the Complementary Filter in the gyro sensor and acceleration sensor, so the electric wheelchairs know the exact terrain by solving the interference during the movement. Based on this, the noise power wheelchair due to the movement will be reduced, the seat continues reliably movement without being vibration. In this paper, providing an application on the smart phone platform for the convenience of users who are not familiar with how to use electric wheelchairs, they can easily control wheelchairs. Control platform of the smart phone is able to monitor the electric wheelchair in real-time, with regard to pressure prevention, help the slope of the seat to be arbitrarily controlled.

Keywords : Complementary Filter, Gyro Sensor, Tilt Sensor, Seat Control Platform, Smart Wheelchair

※ Corresponding Author : Jinsul Kim

Received: March 22, 2015

Revised: June 24, 2015

Accepted: June 25, 2015

\*, \*\* School of Electronics and Computer Engineering, Chonnam National University

Tel: +82-62-530-0407 , Fax: +82-62-530-1759  
email: jsworld@jnu.ac.kr

■ 본 논문은 중소기업청에서 지원하는 2014년도 산학연협력 기술개발사업(No. C0218369)의 연구수행으로 인한 결과물이며, 미래창조과학부 산업기술평가관리원 과제 지원과 2013년도 전남대학교 연구지원비에 의하여 연구되었음.

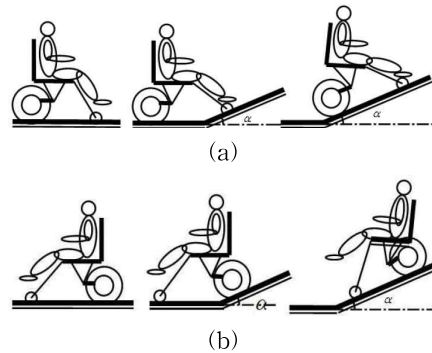
### 1. 서론

다양한 편의 시설과 이동수단이 많아짐에 따라 사람들의 생활은 점차 윤택해져가고 있다. 하지만 거동이 불편한 사람들은 이러한 생활들을 쉽게 누리지 못하며, 일반사람들이 걸어서 갈수 있는 곳도 쉽게 가지 못하는 경우가 종종 발생한다. 따라서 거동이 불편한 사람들은 목발 또는 수동휠체어를 이동을 하며, 국내에서는 2000년 이후부터 전동휠체어가 보급이 되어 현재는 많은 사람들이 전동휠체어를 이용하고 있다. 일반적으로 거동이 불편한 사람들은 조이스틱을 이용하여 전동휠체어를 제어하지만 손이 없거나 정밀하게 제어를 하지 못하는 이용자들을 위해 머리(뇌), 혀, 입 등 다양한 신체부위를 이용하여 전동휠체어를 이용할 수 있도록 연구를 진행하고 있다[1][2]. 이처럼 전동휠체어는 거동이 불편한 사람들에게는 큰 도움이 되고 있지만 다양한 사람들이 사용하는 만큼 안전사고도 많이 발생하고 있다. 국내에는 경사로와 같은 지형이 많이 있어 전동휠체어가 이동 중에 무게중심이 한쪽 방향으로 기울어져 전복되는 사례가 종종 발생하고 있다. 또한 거동이 불편한 사용자들은 단지 이동할 때만 전동휠체어를 사용하는 것이라 집이 아닌 다른 곳에 있을 때에도 항상 전동휠체어를 사용하는 일이 많다. 이처럼 사용자들이 대부분 전동휠체어에서 생활하는 시간이 많기 때문에 몸에 일부분이 혈액순환이 원활하게 되지 않아 욕창이라는 병이 발생하기도 한다. 본 논문에서는 전복되는 사고와 욕창방지를 해결하기 위해 자이로 및 가속도 센서와 Tilt센서를 이용하여 전동휠체어의 시트를 지형 경사도에 따라 능동적으로 제어해주며 사용자가 임의적으로 시트의 기울기를 조정함으로써 욕창을 방지할 수 있도록 도와주는 시스템을 제안하고자 한다. 또한 스마트폰이 많이 보급이 됨에 따라 처음 전동휠체어를 접하는 사용자들이 쉽게 사용할 수 있도록 자신이 보유하고 있는 스마트 폰을 이용하여 전동휠체어를 제어할 수 있는 제어플랫폼 어플리케이션을 제공한다. 본 논문에서 제공하는 제어 플랫폼을 사용자가 언제든지 스마트 폰을 이용하여 전동휠체어의 상태를 모니터링 할 수 있으며 필요에 따라 시트를 조절할 수 있다.

### 2. 관련연구

전동휠체어는 국내뿐만 아니라 세계 여러 나라에서 개발 및 연구를 지속적으로 하고 있으며, 생활수준이 높아짐에 따라 복지와 관련된 다양한 사업들이 진행되고 있다. 그 중에서도 전동휠체어와 관련된 사업이 활발하게 연구되고 있는 추세다. 중국에 “A Fuzzy-Model-Based Gravity Center Adjustment and Inclination Control for Stair-climbing wheelchair” 논문[3]에서는 경사로에 따라 시트의 평행을 유지해주는 장치를 개발하였다. 이 논문에서는 휠체어에 직접 적용하지는 않았으며, 휠체어에 적용하기 위해 환자용 들것을 임의적으로 제작을 하여 실험을 실시하였다. 이 논문에서는 (그림 1)과 같이 경사로에 따라 시트가 항상 평행되게 하려고 하였으며, Tilt센서 기반의 Fuzzy기법을 적용하여 지면과 항상 평행을 유지하도록 하였다.

(그림 1) (a) 오르막 과정 구성도  
(b) 내리막 과정 구성도



(Figure 1) (a) Uphill Process Schematic Diagram (b) Downhill Process Schematic Diagram

이 논문에서는 Fuzzy기법을 이용하여 실시간으로 액추에이터를 제어한다. 그리고 무게 중심의 변화에 따라 값을 보상하여 휠체어가 무게중심으로 인해 전복이 되지 않게 하려고 하였다. Fuzzy기법을 이용하여 유사한 모형은 개발하였지만, 현재까지 전동휠체어에 적용은 하지 않아 실제 적용하였을 때 발생하는 문제해결을 접근하지 못해 아쉬운 부분이 남아있다. 하지만

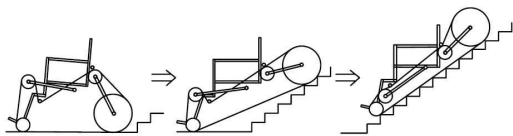
Fuzzy를 이용하였다는 점에서 좋은 시도라고 볼 수 있다. “Active Tension Control for WT Wheelchair Robot by Using a Novel Control Law for Holonomic or Nonholonomic Systems” 논문[4]에서는 (그림 3)과 같이 WT 휠체어 로봇을 개발하여 계단 같은 지형을 쉽게 올라갈 수 있도록 개발되었다.

(그림 2) 들것을 이용한 실험



(Figure 2) Experiment Using Stretcher

(그림 3) WT 휠체어 로봇



(Figure 3) WT Wheelchair Robot

이 WT 휠체어도 경사로와 같은 지형에 올라갈 때 시트를 항상 평행하도록 유지시켜준다. 바퀴는 탱크와 같은 형태로 개발이 되어 계단과 같은 지형을 쉽게 올라갈 수 있도록 하였다. 전동휠체어와 같은 구조가 아닌 다른 방식의 구조

로 개발하였다는 점에서 좋은 사례라고 볼 수 있지만, 수행목적 보다는 계단을 올라가기 위한 목적을 두고 개발하였기 때문에 일반적으로 전동휠체어와 같이 사용하기에는 제약이 따른다. 이 외에도 경사로 지형에서 전동휠체어의 시트를 항상 평행을 유지시켜주는 장치를 지속적으로 연구를 하고 있다. 하지만, 대부분이 앞, 뒤 방향에 따른 경사로만 시트의 평행을 유지해주지만, X, Y축 방향의 경사로에는 이전과 같이 무게중심이 한쪽 방향으로 움직이기 때문에 전동휠체어가 전복되는 문제점이 남아 있다. 따라서 본 논문에서는 앞, 뒤 방향뿐만 아니라 X, Y축 방향을 실시간으로 체크하며, 어떤 지형에서도 항상 평행을 유지하여, 무게중심 변화에 따라 휠체어가 전복되는 사고를 방지하였다.

(그림 4) 휠체어 사용 사례



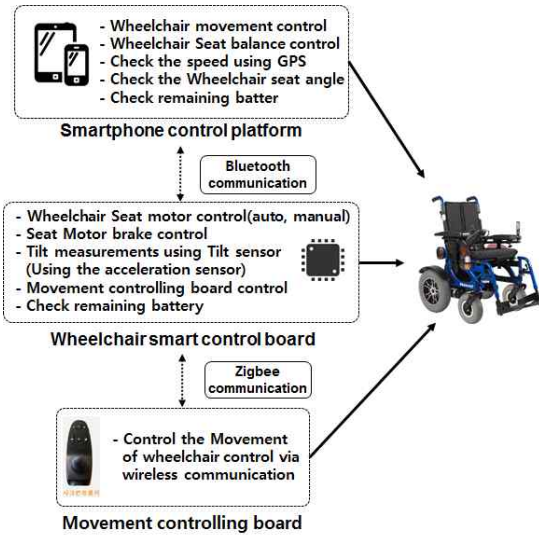
(Figure 4) Wheelchair Use Case

### 3. 전체 시스템 구성

본 논문에 전체시스템은 3가지 부분으로 나뉜다. (그림 5)와 같이 센서 제어, 전동휠체어 시트평형유지 시스템, 전동휠체어 상태 모니터링, 통신을 통한 데이터 분석 등은 스마트 제어보드에서 담당하며, 스마트 폰 기반의 전동휠체어 이동 제어는 휠체어 이동제어용 컨트롤 보드가 담당한다. 마지막으로 사용자가 전동휠체어 시스템 제어와 관련하여 시트 평형과 전동휠체어 이동을 쉽게 제어하기 위한 제어 플랫폼을 스마트 폰 기반의 제어플랫폼 형식으로 제공한다. 스마트 제어보드는 전체적인 시스템 제어를 담당하며 스마트 폰과 블루투스[6] 통신 기반으로 연결되어 스마트 폰에서 제어관련 데이터가 전송이

되면 이를 분석 및 처리하게 된다. 만약 시트 제어 관련 데이터가 전송이 되면 자체적으로 처리하고 이동제어 관련 데이터가 전송이 되면 휠체어 이동제어 컨트롤 보드에 관련 데이터가 전송된다. 전동휠체어 이동제어용 컨트롤 보드는 Zigbee 통신[7][8] 기반으로 데이터를 송·수신하며, 스마트폰과 이동제어 컨트롤 보드를 휠체어 스마트 컨트롤 보드가 중계역할을 해준다. 이와 같이 3가지의 시스템들이 서로 통신을 하면서 정보를 제공하고 이를 분석 및 처리함으로써 사용자가 지형에 따른 경사로 지역에서 보다 안정적인 주행과 사고예방을 도와준다.

(그림 5) 전체 시스템 구조



(Figure 5) Overall System Structure

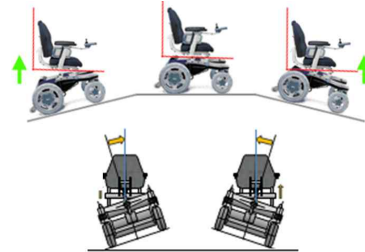
#### 4. 센서 기반의 전동휠체어 시트 평형유지 시스템

##### 4.1 스마트 제어보드

본 논문에서는 (그림 6)과 같이 전동휠체어의 시트를 X, Y축 방향으로 항상 평행을 유지할 수 있도록 ATmega기반의 스마트 제어보드를 개발하였다. (그림 7)과 같이 X, Y축 방향의 시트제어가 가능한 전동휠체어를 개발하여 경사로에 따른 시트평행 유지 시스템을 적용하였다. 시트제어가 가능한 전동휠체어는 X축과 Y축 방향으로 2개의 스텝모터가 사용되었으며, 스마트 제어

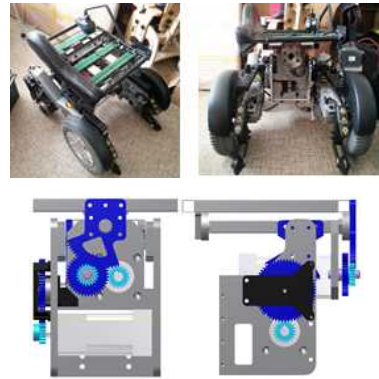
보드를 통해 제어를 한다.

(그림 6) 경사로 유형에 따른 시트 평행 유지 모습



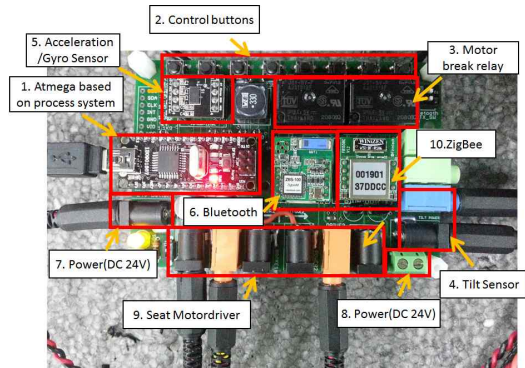
(Figure 6) The Seat Balance Maintenance According to the Type of Terrain

(그림 7) 시트제어 타입의 전동휠체어



(Figure 7) The Seat Control Type of Electric Wheelchair

(그림 8) ATmega기반의 스마트 제어보드



(Figure 8) Smart Control Board based on ATmega

(그림 8)은 ATmega기반의 스마트 제어보드로써 1번은 ATmega CPU이며, 전체적인 데이터 처리를 담당한다. 2번은 컨트롤 버튼으로써 전동휠체어 시스템에 이상증상이 있거나 수동으로 시트 기울기를 제어하기 위한 버튼이다. 3번은 시트제어용 모터를 구동하기 위한 모터 브레이크 릴레이로써, 모터가 정지해야 하거나 전원이 꺼졌을 때 임의적으로 모터가 돌아가지 않게 브레이크 역할을 제어할 수 있도록 구성된 기능이다. 이러한 기능이 없을 경우 전원이 꺼진 상태에서 사람이 전동휠체어에 올라타면 시트평형을 유지하지 못하는 일이 발생한다. 따라서 이러한 위험을 방지하기 위한 수단으로 사용된다. 4번은 시트평형을 유지할 수 있도록 도와주는 Tilt 센서로써 평행인 지점을 0° 기준으로 좌, 우, 앞, 뒤 방향으로 -30° ~ 30° 범위만큼 시트가 평형을 유지할 수 있도록 한다. 5번은 가속도 센서와 자이로 센서로써 Tilt 센서가 오작동이 발생하거나 갑자기 전동휠체어가 출발하거나 갑자기 전동휠체어가 멈췄을 때 관성의 법칙에 의해서 센서 값이 오작동이 발생하지 않게 도와준다. 6번은 블루투스 통신[9][10] 모듈로써 스마트 폰과 직접 연결되어 사용할 수 있도록 도와주는 중간 데이터 전달역할을 해준다. (그림 7)번은 전원을 연결하는 부분으로 일반적으로 전동휠체어의 사용되는 배터리 전압을 수용할 수 있도록 하였다. 따라서 본 연구에서 제안하는 스마트 제어보드의 전압은 24V이고, CPU, 센서, 통신모듈들은 5V로 동작하기 때문에 내부적으로 24V를 5V로 변환한다. 8번은 7번과 같은 기능으로써 추가적인 전원포트를 제공한다. 9번은 6개의 커넥터가 있으며, 3개씩 시트를 제어할 수 있는 시트제어용 모터드라이브가 연결된다. 왼쪽 3개가 X축 방향의 모터드라이브고 오른쪽에 3개가 Y축 방향의 모터드라이브 제어 포트이다.

#### 4.2 지형의 변화를 체크하기 위한 각도 측정 방법

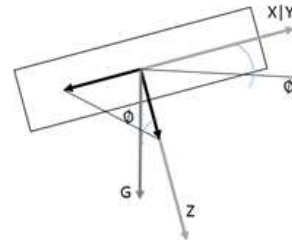
본 논문에서는 경사로에 따른 시트평형을 유지하기 위해 가속도 센서와[11] 자이로 센서를 [12] 이용한 각도 값과 Tilt 센서의 값을 비교하여 값이 유사할 경우에만 시트에 적용한다. Tilt 센서는 내부적으로 칼만 필터가 적용이 되어 노이즈 값이 크지 않지만, 가속도 센서와 자이로센

서를 이용한 각도 값은 노이즈 값이 매우 크다. 본 논문에서는 상호보완 필터[13]를 적용하여 각도 값을 계산한다. 먼저 식(1)은 자이로 센서를 이용하여 각도를 구하는 계산식으로  $d_{acc}$ 는 가속도,  $dt$ 는 시간의 순간 변화량,  $d_{deg}$ 는 각도를 뜻하며,  $I$ 는 적분 상수를 뜻한다.

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

위의 식을 이용하면 각도 값을 구할 수 있지만 시간이 지날수록 누적 값이 발생하여 정확한 각도 값이 측정되지 않는다.

(그림 9) 가속도 센서 구조



(Figure 9) Acceleration Sensor Structure

일반적으로 가속도 센서는 중력가속도 값인 X, Y, Z축의 중력가속도 값을 나타낸다. 하지만 회전각을 구하기 위해 삼각공식을 식 2, 3을 같이 구한다.

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

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

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

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

왼쪽 스피드는 자이로 센서 각의 시계 반대방향을 말하고 가속도 센서에 각은 시계 방향의 각을 나타낸다. 따라서 전체적으로 음의 부호를 적용한다. 각도의 기준은 지면과 수직인 면을 기준으로 가속도 센서 각의 지면과 수평인 면을

기준으로 각을 구한다. 그렇기 때문에 가속도 센서에서 계산한 각에서  $90^\circ(\pi/2)$ 를 빼줘야 한다. 이 두 가지 사항을 고려한다면 식 4, 5번 식이 도출된다. 위의 식을 이용하면 각도는 출력이 되지만 노이즈로 인하여 정확한 측정값이 나오지 않는다. 그렇기 때문에 상호보안 필터[14]를 사용하여 각도 값을 구하였다. 상호보안 필터를 적용하기 위해서는 가속도 센서 값을 식 6과 7을 이용해서 roll과 pitch로 변경하여야 한다. 그리고 자이로 센서 값도 식 8과 9를 이용해서 가속도 센서 값과 같이 roll과 pitch로 변경한다.

$$xAngle_{acc} = roll = atan \frac{y Value_{acc}}{z Value_{acc}} \times 180 \div \pi \quad (6)$$

$$yAngle_{acc} = pitch = atan \frac{x Value_{acc}}{z Value_{acc}} \times 180 \div \pi \quad (7)$$

$$xAngle_{gyro} = roll = atan \frac{y Value_{gyro}}{z Value_{gyro}} \times 180 \div \pi \quad (8)$$

$$yAngle_{gyro} = pitch = atan \frac{x Value_{gyro}}{z Value_{gyro}} \times 180 \div \pi \quad (9)$$

본 논문에서 사용하는 센서 각도 측정값의 범위는  $-90^\circ \sim 90^\circ$ 이고 별도의 수정사항이 없으면 기본적으로 가속도 센서와 자이로 센서 값의 범위는  $-16383 \sim 16383$ 으로 출력이 된다. 출력된 값을 기반으로 스케일링을 해야 하며, 센서에서 출력되는 값은 식 11과 같이 계산한다.

$$Value = \frac{(double) value_{acc \text{ or } gyro}}{16383.0 \times 90.0} \quad (11)$$

$$xAngle_{gyro} = xAngle_{gyro} + (x Value \times dt) \quad (12)$$

$$yAngle_{gyro} = yAngle_{gyro} + (y Value \times dt) \quad (13)$$

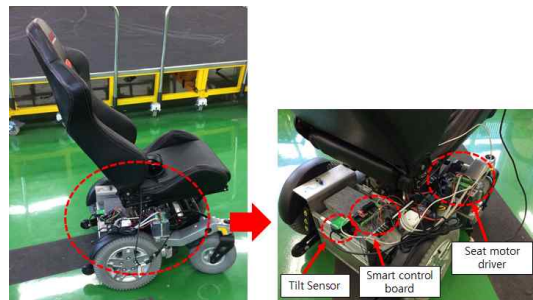
마지막으로 11번 식을 기반으로 적분을 하는데 식 12번에  $dt$ (시간 변화량)을 곱한 다음 누적시키면 각도 값이 출력된다. 나머지 y값은 13번 식을 이용하여 구하면 된다. 센서가 측정하는 각도 범위는  $-90^\circ \sim 90^\circ$ 이지만 안정성을 위해서 측정 각도의 범위를  $-30^\circ \sim 30^\circ$ 로 제한하였다. 각도 값의 변화가 없을 때는 필터를 적용한 각

도 값을 사용하고 경사로를 지나갈 때는 각도 값이 크게 변화하기 때문에 내부적으로 칼만 필터가 적용된 Tilt센서를 사용한다.

### 4.3 주행 간 시트 안정을 위한 테스트

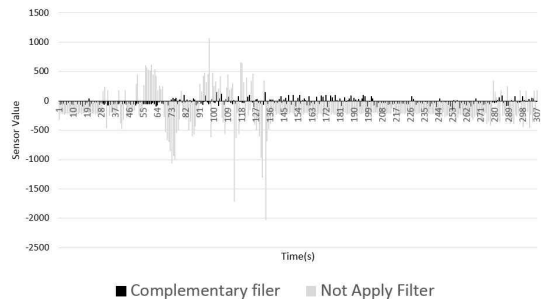
본 논문에서는 도로와 같이 평탄하지 않는 지형을 지나갈 때 노이즈가 크게 발생하는 것을 실험을 통해 확인할 수 있었다. 이러한 경우에는 노이즈로 인하여 경사도가 아닌 평지에서 시트가 지속적으로 흔들릴 우려가 있다. 이렇게 많이 흔들릴 경우 사용자가 떨어질 수 있는 위험한 결과를 초래한다.

(그림 10) 주행을 위한 전동휠체어



(Figure 10) Electric Wheelchair for Road Test

(그림 11) 전동휠체어 주행 테스트 결과



(Figure 11) Electric Wheelchair Road Test Result

(그림 10)은 센서와 휠체어 스마트 제어보드를 연결한 전동휠체어이며 이 전동휠체어를 이용하여 (그림 11)과 같이 일반지형에서 주행 테스트를 실시하여 센서들의 결과 값을 도출하였다. 필터를 적용하지 않은 센서의 값은 노이즈로 인하여 값이 많이 변화하지만 상호보안 필터를

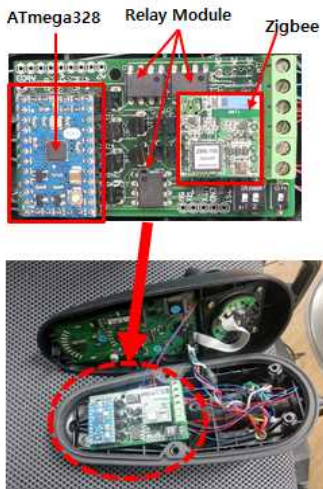
적용한 센서의 값은 크게 변화하지 않는 것을 볼 수 있다. 따라서 본 논문에서는 각도가 일정한 지형을 지속적으로 주행할 경우에는 상호보완 필터를 적용한 센서의 값을 이용하여 시트가 노이즈로 인하여 떨리는 현상을 막아주고 지형이 지속적으로 변화할 때는 칼만 필터가 적용된 Tilt 센서를 이용하여 시트의 평형을 유지 시켜준다.

## 5. 전동휠체어 이동을 위한 제어 플랫폼

### 5.1 전동휠체어의 이동을 위한 이동제어 보드

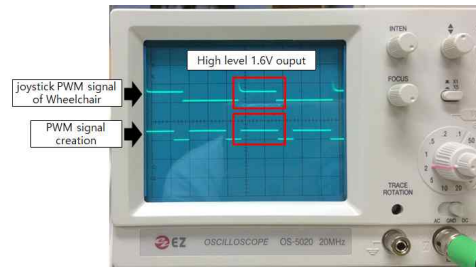
본 논문에서는 조이스틱을 이용하여 전동휠체어를 이동할 뿐만 아니라 전동휠체어의 조작이 어려운 사용자들을 위하여 스마트 폰으로 제어할 수 있게 하였다. 일반적인 전동휠체어의 조이스틱은 스마트 폰과 연계하여 주행하는 시스템이 없기 때문에 스마트 폰과 연계하여 주행할 수 있도록 전동휠체어의 조이스틱 부분에 주행을 위한 이동제어용 보드를 연결하였다. (그림 12)와 같이 조이스틱 내부의 보드와 연결하여 실시간으로 스마트 폰에서 전송되는 데이터를 스마트 제어보드를 통해 이동제어 관련 데이터를 전송 받는다.

(그림 12) 이동제어보드 연결



(Figure 12) Movement Controlling Board Connection

(그림 13) PWM 신호 제작



(Figure 13) PWM Signal Creation

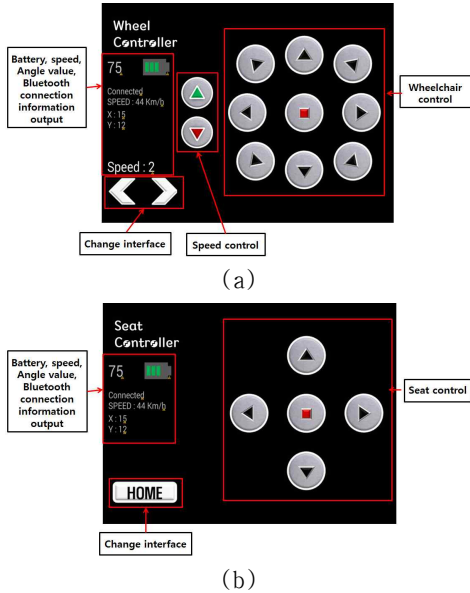
스마트 폰을 이용하여 전동휠체어를 이동하기 위해서는 임의적인 신호 값을 입력해줘야 한다. 하지만 일반 전동휠체어의 경우에는 조이스틱의 내부 신호 데이터시트가 공개되어 있지 않기 때문에 (그림 13)과 같이 비슷한 신호를 만들어 전송하게 된다. 동작은 5V이지만, 출력되는 신호가 1.6V이기 때문에 저항 값을 이용하여 조이스틱 내부 신호레벨과 동일하게 맞췄다. 전동휠체어를 빠르게 움직일 때는 출력되는 주기를 빠르게 하여 모터의 속도를 높여주었다.

### 5.2 스마트 폰 기반의 제어 플랫폼

본 논문에서는 사용자가 조이스틱뿐만 아니라 스마트 폰을 이용하여 이동할 수 있도록 어플리케이션 기반의 제어 플랫폼을 제공한다. 제어플랫폼은 2가지 모드로 사용자에게 제공을 한다. (그림 14)의 (a)와 같이 왼쪽에 정보창이 출력되며 현재 휠체어의 남아있는 배터리 상태와 전동휠체어의 이동 속도를 실시간으로 체크 할 수 있다. 이동 속도는 스마트 폰의 GPS를 이용하여 속도를 체크하게 된다. 또한 현재 전동휠체어가 얼마나 기울어져 있는가를 X, Y축 방향으로 각도 값이 출력된다. 전동휠체어의 상태 정보창은 항상 나타나며 사용자가 쉽게 모니터링 할 수 있도록 구성되어 있다. 사용자가 전동휠체어를 이동하고 싶을 때는 (a)와 같이 8방향의 버튼을 이용하여 이동할 수 있다. 조이스틱 경우에는 어느 정도 기울이는가에 따라서 전동휠체어의 이동속도가 정해지지만 익숙하지 않는 사람이 사용할 때는 이 요소가 위험할 수 있기 때문에 (a)와 같이 속도조절을 별도로 제어할 수 있도록 버튼을 만들었다. 사용자는 버튼을 이용하여 전동휠체어의 이동 속도를 조절할 수 있으며, 미세

한 손의 감각이 없어도 쉽게 전동휠체어를 제어할 수 있다. 버튼을 누르고 있으면, 눌렀던 방향으로 전동휠체어가 이동하고 버튼을 놓으면 전동휠체어가 멈춘다.

(그림 14) 전동휠체어 제어 플랫폼



(Figure 14) Electric wheelchair control platform

(그림 14)의 (b)는 시트제어를 위한 제어플랫폼으로 사용자가 임의적으로 시트의 각도를 조절하고 싶을 때 사용할 수 있다. 또한 욕창방지를 위해서 몸을 움직이고 싶을 때 (b)의 시트제어 플랫폼을 이용하여 언제든지 시트를 제어할 수 있다. 하지만 주행 중에는 위험할 수 있기 때문에 시트제어가 동작하지 않으며, 정지한 상태에서만 시트를 제어할 수 있다.

## 6. 결론

본 논문에서는 최적의 전동휠체어 시트 평형 유지를 위해서 상호보완 필터를 이용하여 스마트 제어 시스템을 제안하였다. 실시간으로 센서를 체크하며, 지형의 변화에 따라 시트를 항상 평행상태를 유지시켜준다. 또한, 전동휠체어가 일정한 각도의 지형을 주행할 때는 약간의 노이즈로 인하여 시트가 오작동을 하거나 계속 떨리는 현상을 상호보완 필터를 이용하여 안정적으

로 시트가 동작할 수 있도록 실험을 통해 도출하였다. 본 논문에서는 전동휠체어를 처음 접하거나 전동휠체어의 조이스틱이 익숙하지 않은 사용자들을 위해 스마트 폰 기반의 전동휠체어 제어 플랫폼을 제공하였으며, 누구나 쉽게 전동휠체어를 이동할 수 있도록 하였다. 또한, 전동휠체어의 상태를 스마트 폰으로 직접 확인할 수 있기 때문에 어떤 문제가 발생하였을 때 사용자가 이를 인지하고 빠르게 대처를 할 수 있도록 하였다. 전동휠체어와 관련하여 다양한 연구가 진행되고 있으나 단지 연구로써 끝나는 경우가 많다. 따라서 이와 관련하여 연구로써 끝나는 것이 아닌 일반 전동휠체어에 시스템을 쉽게 적용할 수 있도록 지속적인 연구가 필요할 것이다.

## References

- [1] M. AL-Rousana, and K. Assaleh, "A wavelet-and neural network-based voice system for a smart wheelchair control," Journal of the Franklin Institute, Vol. 1348, No.1, pp.90-100, 2011.
- [2] Joelle Pineau, Robert West, Amin Atrash, Julien Ville mure, and Francis Routhier, "On the feasibility of using a standardized test for evaluating a speech-controlled smart wheelchair," International Journal of Intelligent Control and Systems, Vol.16, No.2, pp.124-131, 2011.
- [3] Dongxiao Wang, Xueshan Gao, Xingguang Duan, Weimin Zhang, Qiang Huang, and Yunhui Liu, "A fuzzy-model-based gravity center adjustment and inclination control for stair-climbing wheelchair," Intelligent Control and Automation (WCICA), 2012 10th World Congress on. IEEE, pp.3764-3769, 2012.
- [4] Jian Wang, Ting Wang, Chen Yao, Xiaofan Li, and Chengdong Wu, "Active Tension Control for WT Wheelchair Robot by Using a Novel Control Law for Holonomic or Nonholonomic Systems," Mathematical Problems in Engineering 2013, Vol.2013, No.2013, pp.1-12, 2013.
- [5] Dan Ding, S. Ayubi, S. Hiremath, and B. Parmanto,



"Systems for remote monitoring of indoor air quality and respiration of wheelchair users," Systems, Signals and Devices (SSD), 2012 9th International Multi-Conference on. IEEE, pp.5833-5836, 2012.

[6] Friedman, Roy, Anton Kogan, and Yevgeny Krivolapov, "On power and throughput tradeoffs of wifi and bluetooth in smartphones," Mobile Computing, Transactions on IEEE, Vol.12, No.7, pp.1363-1376, 2013.

[7] Zhang Huanguo, Lv Sha, Li Wei, and Qu Xun, Ashley Gary, "Research on Wireless Communication Technology Based On Zigbee," International Journal of Digital Content Technology and its Applications, Vol.17, No.6, pp.1004-1012, 2013.

[8] Han, Dae-Man, and Jae-Hyun Lim, "Design and implementation of smart home energy management systems based on zigbee," Consumer Electronics, Transactions on. IEEE, Vol.56, No.3, pp.1417-1425, 2010.

[9] Lee, Jin-Shyan, Yu-Wei Su, and Chung-Chou Shen, "A comparative study of wireless protocols: Bluetooth, UWB, ZigBee, and Wi-Fi," Industrial Electronics Society, 2007. IECON 2007. 33rd Annual Conference of the IEEE. IEEE, pp.46-51, 2007.

[10] Young-Oh Han, "Development of communication module for the wireless transmission of oxygen saturation(SpO2) and display software," Journal of Digital Contents Society, Vol.11, No.2, pp.277-282, 2010.

[11] Tadano, Shigeru, Ryo Takeda, and Hiroaki Miyagawa, "Three dimensional gait analysis using wearable acceleration and gyro sensors based on quaternion calculations," Sensors, Vol.13, No.7, pp.9321-9343, 2013.

[12] Jeong, SeongHee, and Takayuki Takahashi, "Wheeled inverted pendulum type assistant robot: inverted mobile, standing, and sitting motions," Intelligent Robots and Systems, 2007. IROS 2007. IEEE/RSJ International Conference on. IEEE, pp.1932-1937, 2007.

[13] Calusdian, James, Xiaoping Yun, and Eric Bachmann, "Adaptive-gain complementary filter of inertial

and magnetic data for orientation estimation," Robotcis and Automation (ICRA), 2011 IEEE International Conference on. IEEE, pp.1916-1922, 2011.

[14] Vasconcelos, J.F. Cardeira, B. Silvestre, C. Oliveira, and P. Batista, "Discrete-time complementary filters for attitude and position estimation: Design, analysis and experimental validation," Control Systems Technology, Transactions on. IEEE, Vol.19, No.1, pp.181-198, 2011.



**박 상 현**

2010년 : 나사렛대학교  
멀티미디어학과 (학사)  
2014년 : 전남대학교 전자컴퓨터  
공학부(공학석사)

2010년 ~ 2012년: ㈜미디어플로우 시스템개발 개발원  
2014년 ~ 현재 : 전남대학교 전자컴퓨터공학부  
박사과정  
관심분야 : 인터랙티브 미디어, 시스템 관리,  
임베디스 시스템, 디지털미디어, 클라우드  
컴퓨팅



**김 진 술**

2001년 : Computer Science (BSCS),  
University of Utah, USA  
2005년 : KAIST 정보통신공학과  
디지털미디어공학전공  
(공학석사)  
2008년 : KAIST 정보통신공학과  
디지털미디어공학전공  
(공학박사)

2005년 ~ 2008년 : ETRI 한국전자통신연구원 연구원  
2009년 ~ 2011년 : 나사렛대학교 멀티미디어학과  
교수  
2012년 ~ 현재 : 전남대학교 전자컴퓨터공학부 교수  
관심분야 : 방송.통신 융합미디어 처리, 디지털미디어  
처리, 휴먼-컴퓨터 인터랙션, 클라우드컴퓨팅 등