

자율주행 탑승용 옴니 드라이브 라이더 로봇 개발에 대한 장애인과 고령자의 욕구조사

A Survey Study on the development of Omni-Wheel Drive Rider Robot with autonomous driving systems for Disabled People and Senior Citizens

이근민*, 김동욱, 이수철

G. M. Rhee, D. O. Kim, S. C. Lee, J

요 약

본 연구는 장애인 그리고 비장애인이 사용할 수 있는 미래형 전동스쿠터인 자율주행 탑승용 옴니 드라이브 라이더 로봇의 정보를 제공하는데 그 목적이 있다. 그러므로 자율주행 탑승용 옴니 드라이브 로봇 개발을 하기 앞서 49명의 장애인과 고령자의 욕구 조사의 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 전동스쿠터의 승하차 불편사항과 배터리 충전문제 등의 불만족한 이유로 가장 시급히 해결해야 할 문제로 나타났다. 이를 위해 본 연구개발 시 고려되어야 할 사항으로 배터리 충전시간과 거리, 팔 받침대, 발 받침대, 시트각도 등이 요소가 개선되어야 할 것이다. 둘째, 인도, 차도, 경사도, 보도블럭 등과 같은 도로환경에 주행안전에 위험을 느끼고 있으며, 이를 위해 편의기능으로 조이스틱 핸들형, 네비게이션 기능, 장애물 회피기능, 옴니 드라이브 휠, 우천 시 사용할 수 있는 자동 오픈형 덮개 등 본 연구개발과 관련한 여러 요소를 포함하여 장애인과 고령자에 맞는 설계 방안을 제안하였다.

ABSTRACT

This study provides development information on Omni-Wheel Drive Rider Robot, futuristic electric scooters, with autonomous driving systems that are used for people including the disabled and senior. Also, it is meaningful in suggesting alternatives to replace motorized wheelchairs or electric scooters for the future. Prior to development of Omni-Wheel Drive Rider Robot with autonomous driving systems, it surveyed 49 people, including 18 people who own electric scooters and 31 senior people who have not. The summary of the survey is as follows.

First, inconveniences during riding and exiting and short mileage due and safety driving to problems of recharging batteries are the most urgent task. For these problems, the study shows that charging time of batteries, mileage, armrests, footrests, angle of a seat are the primary considerations. Second, drivers prefer joystick over steering wheels because of convenience in one-handed driving against dangers from footrest and carriageways sloping roads, paving blocks. One-handed driving can reduce driving fatigues with automatic stop systems. Moreover, the study suggests many design factors related to navigation systems, obstacle avoidance systems, omni-wheels, automatic cover-opening systems in rainy.

Keyword : Power Scooter, Omni-Wheel, Robot, People with Disability

접 수 일 : 2012.05.11

심사완료일 : 2012.06.11

게재확정일 : 2012.06.18

* 이근민 : 대구대학교 재활공학과 교수
kmrhee2005@yahoo.co.kr (주저자)

김동욱 : 대구대학교 재활공학과 박사과정

mind6544@hanmail.net (교신저자)

이수철 : 대구대학교 기계·자동차공학부 교수

sclee@daegu.ac.kr (공동저자)

1. 서론

국내의 전동스쿠터와 전동휠체어의 실태를 살펴 보면, 보건복지부 및 건강보험공단의 국회요구 답변 자료(2009)에서 2008년 전동휠체어 의료급여대상자에게 보급된 2,738대, 건강보험공단에서 보급된 6,088대로 총 8,826대로 나타났고, 전동스쿠터의 경우 의료급여대상자에게 보급된 4,428대, 건강보험공단에서 보급된 7,299대로 총 11,727대로 나타났다.

표 1. 전동휠체어 및 전동스쿠터 급여지급 현황 (2007~2009년 8월)

| | 2007 | | 2008 | | 2009. 8 | |
|-------|-------|--------|-------|-------|---------|-------|
| | 의급 | 건보 | 의급 | 건보 | 의급 | 건보 |
| 전동휠체어 | 3,692 | 11,541 | 2,738 | 6,088 | - | 2,735 |
| 전동스쿠터 | 6,269 | 14,979 | 4,428 | 7,299 | - | 3,045 |

자료 : 국회의원 요구 답변 자료, 복지부 및 건강보험공단. 2009

이를 통해 2008년도 연간 국내 시장을 환산해 보면, 전동휠체어가 198억원이며, 전동스쿠터가 213억으로 추정할 수 있다. 휠체어 및 스쿠터 세계 시장은 2005년의 32억 달러에서 2012년의 74억 달러로 성장할 것으로 예상되며, 전동휠체어의 세계시장은 2009년 14억 달러에서 2015년 24억 달러로 기대하고 있다 [1][2].

전동스쿠터의 경우 보행이 불가능한 자로서 팔기능이 약화 또는 전폐되어 수동휠체어를 혼자서 조작할 없는 사람에게 지급되며, 전동스쿠터의 경우 보행이 불가능한 자로서 상지기능에 이상이 있거나 이상이 없는 경우에도 수동휠체어를 완전하게 조작이 어렵거나 불가능한 사람에게 지급된다. 국민건강보험공단에서 전동스쿠터의 27개 급여품목과 장애인에게 1,670,000원의 금액지원, 전동휠체어의 30개 급여품목과 장애인에게 2,090,000원에게 지급되며, 비장애인에게도 전동스쿠터의 금액지원은 되지 않으나 구입할 수 있다. 일본의 경우 60세 이상 고령자세대가 월평균지출이 213,217엔을 지출함에 따라 실수입보다 지출이 많아 이들이 보유하는 경제력은 상당하다는 것을 유추할 수 있으므로[3] 전동스쿠터와 같은 최신 제품이 고령자와 장애인 대상으로 사용하기 편리하고 안전한 주행이 가능한 이동기가 필요할 것이다.

이렇게 전동스쿠터와 전동휠체어의 시장이 넓은

것에 반해, 국내의 경우 전동스쿠터와 전동휠체어의 실태조사와 연구개발이 미흡하다고 볼 수 있다. 전동휠체어의 경우 전동휠체어 나눔연대(2003)와 이준혁(2006), 석호영(2006)의 연구에서 전동스쿠터의 구조, 형태, 기능의 문제점을 제시하였다[4][5][6]. 또한 한국 소비자원(2010)의 연구에서 전동스쿠터 지급품목을 대상으로 안전시험을 하였고[7], 그 결과 장애를 배려하지 않은 사용편의성에 대한 문제, 표시사항에 대한 안전성의 문제, 배터리 충전과 주행거리 및 정지거리의 문제, 장애물을 오르는 능력에 대한 개선이 필요하다고 지적하였다.

2011년 모 방송사 장애인 날 뉴스를 보면 전동스쿠터의 모제품의 경우 180도 회전하기 위해서 회전 방향이 지름 5m가 되며, 비탈길 후진 사고위험, 엘리베이터의 넓이에 따른 스쿠터의 전폭으로 인한 전·후진 반복으로 인한 불편하였고, 전동휠체어의 경우 경사턱 5cm 이상을 넘지 못하거나, 수·전동변환 후 전동휠체어의 경사로 밀림 현상으로 인한 위험, 야간 방향지시기와 전조등 및 반사광과 같은 보조장치 미 장착으로 인한 사고위험이 빈번하다고 보도되었다[8].

표 2와 같이 이에 전동휠체어와 전동스쿠터가 장애인 및 고령자에게 사고위험의 방지와 안전한 이동권 확보를 위해 지속적으로 증가하고 있는 시점에서 상당부분 수입제품으로 의존하고 있어 향후 전동휠체어와 전동스쿠터의 관련 연구개발에 대한 정보를 접하기 어려운 실정이다.

따라서 본 연구는 국내외 연구와 관련하여 전동스쿠터와 전동휠체어를 대체할 수 있는 지능형 휠체어 관련 자료를 지체장애인에게 정보제공 하고자 하며, 또한 전동스쿠터의 문제점 개선과 이를 대체할 수 있는 Ommi-Wheel Drive Rider Robot(OWDR Robot)을 개발하기 위해 장애인 및 고령자의 욕구를 조사하고자 한다.

이 연구는 2011~2012 대경광역경제권 선도산업 육성사업에서 ‘스마트 주행기술을 적용한 탑승용 Omni-Drive Rider Robot 개발’이라는 제목으로 선정되어 (주)평화산업이 연구를 주관하였고, 대구대학교는 장애인과 고령자의 필요기술을 도출하기 위해 연구에 참여되었다.

OWDR Robot이란 휠체어 사용 장애인 및 고령자의 좁은 공간에서의 다양한 주행과 주차 등을 고려한 자율 주행기술을 적용하고, 앉아서 또는 누워서 주행 가능한 가변형 휠체어로써, 실내외 주행 가능한 지능형 휠체어이다.

표 2. 본 연구사업 개발 모델과 해외 벤치마킹 모델

| 모델명 | 설명 |
|---|--|
| 대경선도 연구사업에서 개발 중인 OWDR 지능형 휠체어 |  <ul style="list-style-type: none"> - 앉아서 또는 누워서 주행 가능한 가변형 휠체어 - 실내주행시 네비게이션기능, 장애물 회피기능 - 바퀴의 옴니휠 장착되어 전,후,옆 주행하며, 회전반경을 줄여 좁은 장소에도 쉽게 통과 가능 |
| |  <ul style="list-style-type: none"> - 조이스틱 주행 방법으로 경사로 주행시 자동브레이크 장착 (차체 뒤로 밀림 현상없음) - 실내외 주행가능하며, 우천시 덮개 장착 |
| I-Rear(일본) |  <ul style="list-style-type: none"> - 사용자 몸을 감싸는 디자인을 통해 앉아서 또는 누워서 주행할 수 있는 가변형 휠체어 - 좌석 측면에 다양하게 컨트롤 할 수 있는 계기판 - 핸들에는 브레이크와 연료장치 부착 - 보행모드 높이 : 1,430mm, 길이 : 995mm, 넓이 : 700mm, 스피드 : 6km/h |
| |  <ul style="list-style-type: none"> - 주행모드 높이 : 1,125mm, 길이 : 1,510mm, 넓이 : 700mm, 최대 스피드 : 60km/h |
| I - Unit(일본) |  <ul style="list-style-type: none"> - 토요타가 개발한 I - Unit 컨셉카 - 앉아서 또는 누워서 주행 가능한 가변형 휠체어 - 무게 : 180kg , 리튬이온 배터리 - 팔받침대에 두 개의 조이스틱으로 장치 제어 - 회전반지름 : 0.9미터 |
| |  <ul style="list-style-type: none"> - 저 스피드 일 때 길이 : 1.1 미터, 높이 : 1.8미터, 넓이 : 1.04 미터 - 고 스피드 일 때 길이 : 1.8 미터, 높이 : 1.2 미터, 넓이 : 0.54 미터 |

또한 실내주행 시 네비게이션 기능과 장애물 회피기능, 실외주행 할 경우 우천 시 덮개 장착, 추락 및 전복 방지기술, 바퀴의 Omni-Wheel 장착되어 전·후·옆 주행 가능하고, 회전반경을 줄여 좁은 장소에도 쉽게 통과 가능하다. 향후 근거리 주행용 OWDR 지능형 휠체어는 전동휠체어와 전동스쿠터를 대체할 수 있는 근거리 이동 수단으로 사용될 가능성이 높다고 볼 수 있다.

이에 장애인 및 고령자에게 사용되는 전동스쿠터에 대하여 장애 유형·정도에 따라 편리성이나 안전성을 고려하기 위해 대상자가 느끼는 불편 사항을 목록화하고, 이러한 요구조건을 Omni-Wheel Drive Rider Robot 개발 시 인간공학적 설계사양이 제공할 필요성이 있다.

본 연구는 전동스쿠터와 전동휠체어를 대체할 수

있는 Omni-Wheel Drive Rider Robot 개발 시 장애인과 고령자의 욕구조사를 위한 연구문제를 다음과 같이 설정하였다. 첫째, 전동스쿠터를 사용하는 대상자 18명에게 전동스쿠터의 불편요소와 개선방안은 무엇인가? 둘째, 장애인 및 고령자를 대상으로 총 49명에게 Omni-Wheel Drive Rider Robot 개발 시 장애인과 고령자의 욕구조사에 대한 인간공학적 디자인 설계의 요구조건은 무엇인가?

2. 본론

2.1 본 연구개발과 관련된 국내외 지능형 이동기기 개발 선행 논문 고찰

표 3. 지능형 이동기기 기술개발 현황

| 분류 | 개발내용 | 개발주체 |
|-------------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| 지형장애 극복기술 | 6-wheel drive를 이용한 off-road 이동기술 | 뉴질랜드, Kerncare |
| | 균형제어, 계단승강, 4륜구동, stand-up 기능을 갖춘 휠체어 | 미국, Independence Technology |
| | 캐터필러를 이용한 계단 승월 기술 | 프랑스, HMC2 De' vloppement SAS |
| | 캐터필러를 이용한 off-road 이동기술 | 미국, Trac boct |
| | stair lift | 미국, Mac's lift gate |
| | 목욕리프트 | 스웨덴, Arjohuntleigh |
| | Biped walking robot | 일본, 와세다 대학 |
| | 계단승강 저전력 전동휠체어 개발 | 조선대학교 |
| | 음성인식 지능형 휠체어 | 미국, MIT |
| 운용장애 극복기술 | I-bot | 미국, segway |
| | 휠 찰탁이 가능한 경량형 휠체어 | 독일, Ulrich Alber Gmbh |
| | 초경량형 전동휠체어 | 일본, Yamaha |
| | 다기능 Seating system 휠체어 | 미국, Permobile |
| | 전동 stand-up 휠체어개발 | 대세엠케어, 재활공학연구소 |
| 생활장애 극복기술 | 수전동 휠체어개발 | 재활공학연구소 |
| | 초경량 복합재 의자차 개발 | 한국과학기술원 |
| | 'Audeo' 기술을 이용한 생각으로 조종하는 이동기기 | 미국, Ambient |
| | 36대 카메라를 이용한 인공지능 이동기기 | 일본, AIST |
| | Navigation 이동기기 | 미국, 미시건대학 |
| | IT 전동휠체어 개발 | 장애인고용촉진공단, 재활공학연구소 |
| | 근전신호 및 뇌파를 이용한 휠체어 제어 | ETRI |
| RFID를 이용한 Navigation 기술 | ETRI | |
| NT-메카넴 지능형 휠체어 | 한국, (주) 엔티렉스 | |

표 3과 같이 국내 휠체어는 보행에 어려움을 겪는 장애인이나 노약자가 가장 많이 사용하는 기기이므로 이에 대한 연구가 국내외에 다수 존재한다. 특히 전도율의 효율이나 편의성을 증대시키는 비교적 간단한 연구에서부터, 계단이나 둔덕 등에서 휠체어 사용자의 어려움을 극복하기 위한 보다 복잡한 전자식, 기계식 메카니즘에 대한 연구까지 다양하게 존재한다. 최근에는 급격히 발달하는 IT 기술을 휠체어에 접목시켜 사용자에게 도움을 주고자하는 연구가 시작되었다.

KAIST에서는 2차원 레이저 거리계(Laser Range Finder)를 사용하여 자동 주행을 실현하고자 하였으며, (김중휘외 2명), 김규석외 3명(2011)의 연구에서 전동휠체어의 실외 이동 시 전동휠체어용 둔덕 이동 장치의 개발에 관한 연구를 진행되었다 [9][10].

그림 1에서 보여주고 있는 휠체어는 NT-메카넴

지능형 휠체어에 의자 및 조정 장치, 컴퓨터를 장착한 제품으로 장애인 및 노약자가 좁은 통로 및 문으로 들어갈 때 혹은 엘리베이터에 들어가서 문 쪽으로 회전할 때 유용하게 활용할 수 있는 휠체어로 개발되었으나, 상용화되지 않았다[11].



그림 1. NT-메카넴 지능형 휠체어 (4개의 메카넴바퀴로 구성된 휠체어)

주진선 외(2009)의 논문에서는 전동휠체어의 조이스틱을 사용하기 힘든 장애인들에게 효율적인 인터페이스를 제공하여 그들의 안정성을 제공하고 독립적인 삶을 이끌어 나갈 수 있도록 하기 위해 사용자의 얼굴 기울기를 인식하여 휠체어의 회전을 인식하고 입모양을 인식하여 휠체어의 전진과 정지를 수행하도록 하였다. 얼굴 특징을 인식하기 위해 얼굴 특징 검출기, 얼굴 특징 인식기, 전환기로 구성하고, 얼굴 특징 검출기는 Adaboost를 이용하여 얼굴 영역을 먼저 검출한 후 에지 정보를 이용하여 입 영역을 검출하였다. 검출된 결과들은 얼굴 특징 인식기에서 statistical analysis 와 K-mean clustering을 이용한 얼굴각도와 입모양을 인식하도록 하여 전환기가 인식된 결과들을 휠체어의 모터를 제어하기 위한 명령어로 변환하여 사용자의 얼굴 및 입의 움직임으로 휠체어를 제어할 수 있도록 하였다[12].

Juan Urbano와 3명(2005)에 따르면 근거리 지도에 의해 만들어진 Omni-Wheel 이동 휠체어는 초음파와 Position Sensitive Detector 센서와 같은 센서들의 데이터의 신뢰도를 고려함으로써 존재하고 있다. 사용자의 안전성 및 네비게이션 작업까지 고려하는 장애인 및 노인에게 Omni-Wheel 이동 휠체어에 대한 촉각 조이스틱에 관한 것을 제시함으로써 조이스틱이 진동뿐만 아니라 사용자가 조종할 수 있도록 적용하였다. 만약 근거리 지도 정보로 기초로 된 이동방향에서 장애물이 있으면 impedance 값이 크게 들어와서 사용자는 진동으로 장애물 위험을 인식한 다음 사용자는 장애물을 피하기 위해서 이동 방향을 바꿀 수 있도록 하였다[13].

Masayoshi Wada(2008)에 의하면 일반적인 휠체어가 옆 방향으로 이동할 수 없기 때문에 많은 Omni-Wheel drive system들은 의자방향과 상관없이 옆 방향을 움직일 수 있도록 휠체어 조작성을 향상함으로써 Omni-Wheel 전동 휠체어를 개발하였다. 또한 계단을 오르거나 내려갈 시 의자 경사기능까지 포함하고 있다[14].



그림 2. Omni-Wheel 이동 휠체어의 기계적 구조

Han-Tai Fan 외의 연구에 따르면 Omni-Wheel

이동 휠체어를 이용하여 노인과 장애인에게 좁은 엘리베이터 또는 작은 통로등과 같이 좁은 공간에서 유동성 있게 움직일 수 있도록 개발되었다. 이것은 부드러운 Omni-Wheel에 대한 민첩한 3개의 휠이 장착된 휠체어를 만들었으며, 수동 및 전동 휠체어에 존재하는 장점과 새로운 Omni-Wheel 이동휠체어 시스템에 대한 장점을 가질 수 있도록 하여 쉽게 조작할 수 있도록 개발하였다[15].



그림 3. Omni-Wheel 이동 휠체어의 기계적 구조

국내외 연구개발에서 보여주는 것처럼 Omni-Wheel 적용, navigation, 장애물 회피를 위한 초음파센서, 음성인식, 계단승강용 휠체어, 초경량 휠체어, IT기기를 접목한 휠체어 등 장애인이 독립적인 생활을 위한 방법으로 다양한 지능형 전동휠체어 연구가 현재 계속 진행되고 있다. 표 3과 같이 장애인용 첨단기술이 접목한 휠체어 중 상용화된 것은 I-bot이 유일하다고 볼 수 있으며, 대부분 연구개발에 그치고 있는 실정이다.

2.2 연구방법

2.2.1 연구 대상자

본 연구는 자율주행기술을 적용한 탑승용 옴니 드라이브 라이더 로봇 개발을 위한 장애인 및 고령자의 욕구 조사 연구로써, 2011년 2월 14일부터 2011년 3월 7일까지 경북·대구에 장애인기관, 노인기관 등 전동스쿠터를 소유한 18명의 대상자와 65세 이상의 고령자 31명 등 총 49명을 선정하였다.

또한 회수된 설문지의 코딩자료처리를 위해 SPSS 19버전을 이용하여 빈도분석과 교차분석을 하여 백분율로 표시하였다.

2.2.2 설문지 구성

본 설문지는 전문가 3명의 자문을 받아 연구자들이 직접 설문지를 개발하였고, 설문지의 구성영역은 조사 대상자의 일반적 특성, 전동스쿠터 이용과 관

런된 사항, 전동스쿠터 불편요소와 관련된 사항, 자율주행 옴니 드라이브 라이더 로봇 개발과 구매와 관련된 사항 등으로 구성되었다. 설문지 구성요소 영역과 내용은 표 4와 같다.

표 4. 설문지 구성요소 영역과 내용

| 영역 | 하위내용 | 문항수 |
|-----------------------------------|---|-----|
| 조사대상자의 일반적인 특성 | 성별, 연령, 장애와 관련된 문항(장애 유형 및 등급), 재활보조기구 소지 유무 | 4 |
| 전동스쿠터 이용과 관련된 사항 | 전동스쿠터 사용유무, 전동스쿠터의 모델명, 평균 운전시간, 사용목적 | 4 |
| 전동스쿠터 불편요소와 관련된 사항 | 주행시 양손 사용유무와, 우천시 사용유무, 전동스쿠터 사용 편의성(승하차, 착석시트, 운전조작과 사용방법, 피로도), 배터리, 경사로 및 블록 건물 목 주행 불편, 구입 시 고려해야 할 사항 | 10 |
| 자율주행 옴니드라이브 라이더 로봇 개발과 구매와 관련된 사항 | 옴니주행기술을 적용한 탑승용 옴니드라이브 라이더 로봇과 해외 벤치 마킹 모델의 선호유형, 장애 도움과 필요성 유무, 구매가격, 가변형 필요성, 등받이의 recline각도, 장애물회피기능과 네비게이션 기능의 필요성, 자동발침대와 팔받침대 및 오픈형 덮개의 필요성, 로봇의 좌우폭, 장애물회피기능 필요성, 핸들 선호유형, 선호하는 바퀴유형 | 14 |
| 계 | | 32 |

2.3 연구 결과

표 5. 대상자의 일반적인 사항

| 구분 | 항목 | 빈도 | 백분율 | 구분 | 항목 | 빈도 | 백분율 |
|----------|--------|----|-------|----------|------|----|-------|
| 성별 | 여자 | 12 | 24.5% | 장애유무 | 장애인 | 32 | 65.3% |
| | 남자 | 37 | 75.5% | | 비장애인 | 17 | 34.7% |
| | 합계 | 49 | 100% | | 합계 | 49 | 100% |
| 장애유형 | 지체 | 16 | 50.0% | 장애등급 | 1등급 | 8 | 25.0% |
| | 뇌병변 | 4 | 12.4% | | 2등급 | 9 | 28.1% |
| | 시각 | 3 | 9.4% | | 3등급 | 5 | 15.6% |
| | 청각 | 3 | 9.4% | | 4등급 | 2 | 6.3% |
| | 신장 | 1 | 3.1% | | 5등급 | 3 | 9.4% |
| | 심장 | 3 | 9.4% | | 6등급 | 3 | 9.4% |
| | 장루, 요루 | 2 | 6.3% | | 7등급 | 2 | 6.3% |
| | 합계 | 32 | 100% | | 합계 | 32 | 100% |
| 장애인 보조기구 | 있다 | 20 | 62.5% | 전동스쿠터 사용 | 있다 | 18 | 36.7% |
| | 없다 | 12 | 37.5% | | 없다 | 31 | 63.3% |
| | 합계 | 32 | 100% | | 합계 | 49 | 100% |
| 구분 | 항목 | | 빈도 | 백분율 | | | |
| 연령 | 40대 | | 2 | 4.1% | | | |
| | 50대 | | 7 | 14.3% | | | |
| | 60대 | | 33 | 67.3% | | | |
| | 70대 | | 5 | 10.2% | | | |
| | 80대 이상 | | 2 | 4.1% | | | |
| | 합계 | | 49 | 100% | | | |

2.3.1 일반적인 사항

표 5와 같이 대상자의 일반적인 사항은 다음과 같다. 설문대상자 49명의 성별은 여자보다 남자가 많았고, 비장애인보다 장애인이 더 많았다.

연령과 비장애인에 대한 교차 분석한 결과를 보면 비장애인은 65세 이상 고령자가 15명으로 나타났다. 이들 중 전동스쿠터를 소유한 대상자가 1명으로 나타났는데, 이는 장애인이 아닌 고령자가 신체이동불편으로 인해 전동스쿠터를 구입이 가능하지만 정부지원이 없는 것으로 나타났다.

장애유형은 지체장애인이 가장 많았으며, 장애등급은 장애인 32명 중 1~3급 중증장애인이 22명, 4~7급 경증 장애인의 경우 10명으로 나타났다. 그리고 설문대상자의 장애인 보조기구 소유 유무에서 주로 사용하고 있는 장애인보조기구로는 전동스쿠터, 목발, 휠체어, 지팡이, 보청기, 의족, 워커 등을 사용하고 있었다. 이 중 전동스쿠터 소유 대상자는 18명인 것으로 나타났다.

표 6과 같이 대상자가 많이 사용하고 있는 전동스쿠터 모델은 대세엠케어의 모델 중 (HS-580)이었으며, 전동스쿠터를 사용하는 대상자의 평균 운전시간은 2시간으로 가장 많이 응답하였고, 전동스쿠터 소유한 18명 대상자에게 전동 스쿠터의 사용 목적에 대해 이동서비스 및 재활서비스 또는 쇼핑 등 가정생활을 위해 사용하는 것으로 나타났다.

표 6. 전동스쿠터 모델과 평균운전시간 및 사용목적

| 구분 | 항목 | 빈도 | 백분율 |
|---------------------|------------------|----|-------|
| 전동 스쿠터 소유모델 | 금강기전(K400) | 4 | 22.2% |
| | 대세엠케어(HS-580) | 6 | 33.3% |
| | 대세엠.케어(HS-589) | 3 | 16.7% |
| | 대세엠.케어(HS-740) | 3 | 16.7% |
| | 에스에스케어(PF6) | 1 | 5.6% |
| | 기타 | 1 | 5.6% |
| | 합계 | 18 | 100% |
| 평균 운전시간 | 30분이상 | 1 | 5.6% |
| | 1시간 | 4 | 22.2% |
| | 2시간 | 7 | 38.9% |
| | 3시간 | 1 | 5.6% |
| | 4시간 | 2 | 11.1% |
| | 5시간 | 0 | 0.0% |
| | 6시간 이상 | 3 | 16.7% |
| | 합계 | 18 | 100% |
| 전동 스쿠터 사용목적 (중복 선택) | 직장 출 퇴근 | 1 | 2.6% |
| | 학교 등에 학교 | 2 | 5.3% |
| | 장애인단체 등 자조활동 | 5 | 13.2% |
| | 치료나 재활서비스를 받기 위해 | 8 | 21.1% |
| | 여가 및 문화 활동 | 6 | 15.8% |
| | 쇼핑 등 가정생활 | 8 | 21.1% |
| | 장애인 이동 서비스를 위해 | 8 | 21.1% |
| | 합계 | 38 | 100% |

2.3.2. 전동스쿠터의 사용 불편 여부

표 7과 같이 전동스쿠터를 사용하는 대상자 18명에게 전동스쿠터의 사용 불편 여부에 대해 분석하였다.

전동스쿠터의 승차차 시 불편 여부에서 탑승동작 뿐만 아니라 하차 시에도 과반 수 이상이 불편한 것으로 나타났고, 또한 전동스쿠터 착석 시 시트의 불편 역시 개선해야 할 항목인 것으로 나타났다. 이는 다수의 대상자들이 지체 장애를 가지고 있어 시트 높낮이와 등받이 조절, 시트쿠션조절이 되지 않는 단점을 개선해야 할 것으로 분석된다.

전동스쿠터의 장시간 사용 시 피로도 여부에서 소수의 장애인이 불편함이 나타났는데, 이는 장시간 주행 시 핸들조작으로 인해 팔 저림 현상이 있는 것으로 분석되어 전동휠체어의 한손 조이스틱을 사용하는 것이 팔 저림 현상을 감소시킬 수 있을 것이라고 판단된다.

비, 바람, 눈 오는 날 전동스쿠터의 사용유무에서 13명(61.1%)이 자주 나간다고 응답하여 자율주행 옴니 드라이브 라이더 로봇 개발 시 비, 눈, 바람을 커버 해 줄 수 있는 장치가 필요한 것으로 분석되었다.

전동스쿠터를 타고 가다가 경사로, 경계면, 보도블럭 등의 불편여부에서 도로여건이 전동스쿠터가

지나다닐 수 있도록 배려가 되지 않아 불편함이 있는 것으로 분석된다.

이 밖에도 전동스쿠터 사용 시 야간주행관련 안전장치 부착과, 전동스쿠터의 브레이크 제동 거리에 대한 안전기준 미달과 안전벨트의 안전기준이 없어 장애인 대상자가 전동스쿠터의 주행 시 상당한 위험에 노출되어 있다[16].

표 7. 전동스쿠터 사용 불편 여부

| 구분 | 항목 | 빈도 | 백분율 |
|---------------------------|--------|----|-------|
| 전 동 스 쿠 터 승차 불편 | 전혀 아니다 | 5 | 27.8% |
| | 조금 그렇다 | 3 | 16.7% |
| | 보통이다 | 2 | 11.1% |
| | 매우 그렇다 | 8 | 44.4% |
| | 합계 | 18 | 100% |
| 전 동 스 쿠 터 하차 불편 | 전혀 아니다 | 6 | 33.3% |
| | 조금 그렇다 | 4 | 22.2% |
| | 보통이다 | 2 | 11.1% |
| | 매우 그렇다 | 6 | 33.3% |
| | 합계 | 18 | 100% |
| 전 동 스 쿠 터 착석 시 시트의 불편여부 | 전혀 아니다 | 7 | 38.9% |
| | 조금 그렇다 | 5 | 27.8% |
| | 보통이다 | 2 | 11.1% |
| | 매우 그렇다 | 4 | 22.2% |
| | 합계 | 18 | 100% |
| 전 동 스 쿠 터 사용 시 장시간 피로도 여부 | 전혀 아니다 | 8 | 44.4% |
| | 조금 그렇다 | 1 | 5.6% |
| | 보통이다 | 4 | 22.2% |
| | 매우 그렇다 | 5 | 27.8% |
| | 합계 | 18 | 100% |
| 비, 바람, 눈 오는 날 전동스쿠터의 사용여부 | 사용 안함 | 4 | 22.2% |
| | 한 두번 | 3 | 16.7% |
| | 몇 번 | 0 | 0.0% |
| | 자주나간다 | 13 | 61.1% |
| | 합계 | 18 | 100% |
| 경사로, 경계면, 보도블럭 등의 불편여부 | 전혀 아니다 | 10 | 55.6% |
| | 조금 그렇다 | 2 | 11.1% |
| | 보통이다 | 2 | 11.1% |
| | 매우 그렇다 | 4 | 22.2% |
| | 합계 | 18 | 100% |

2.3.3 자율주행 옴니 드라이브 라이더 로봇의 주행안전과 필요기능에 관련된 설문결과와 개선방안

대상자들이 앞서 제시한 전동스쿠터의 사용 불편에 대해서 자율주행 옴니 드라이브 라이더 로봇 개발 시 장애인 및 비장애인을 위한 인간공학적인 디자인설계를 제시하고자 한다. 표 7과 같이 전동스쿠터를 사용하는 대상자 18명과 65세 이상의 고령자 31명 총 49명에게 자율주행 옴니 드라이브 라이더 로봇 개발 시 대상자의 욕구조사를 분석하였다.

자율주행 옴니 드라이브 라이더 로봇의 주행 시

선호하는 핸들 유형에서 현재 사용하는 전동스쿠터의 핸들형이라고 응답한 대상자가 가장 많았으며, 다음으로 전동스쿠터의 조이스틱형 핸들을 선호하였다. 이를 집단별로 교차 분석한 결과를 보면 고령자는 전동스쿠터의 핸들을 선호하였고, 장애인은 조이스틱형 핸들을 더 선호하였다. 이는 대상자의 상지기능의 장애유무에 따라 전동스쿠터 핸들형과 조이스틱형으로 나누어지는 것으로 분석된다.

자율주행 옴니 드라이브 라이더 로봇의 장애물 회피기능과 네비게이션 기능 필요여부에서 대부분의 40명(81.6%)이 매우필요하다고 응답하였다. 이는 자율주행 옴니 드라이브 라이더 로봇의 탑재된 장애물 회피기능과 네비게이션 기능이 자율주행과 옴니 휠을 통하여 네비게이션 기능을 통해 건물 내 주행 경로 탐색하여 장애물을 회피하는 기능을 포함하기 때문에 주행 시 운전자의 안전한 주행과 효율성을 가진 기능들이라고 할 수 있다. 따라서 향후 자율주행기술을 적용한 탑승용 옴니 드라이브 라이더 로봇 개발 시 조이스틱형 핸들을 장착하고, 좌우 옆 방향을 위한 Omni-Wheel을 조작 시 버튼식 제작과 더불어 태블릿 PC(갤럭시 탭, 아이패드 등) 상호 연계하여 주행안전에 도움이 되리라 판단된다.

자율주행 옴니 드라이브 라이더 로봇의 좌우 폭에 대한 적당한 크기에 대한 질문에서 아파트 엘리베이터에 들어갈 수 있는 크기가 가장 많았고, 다음으로 아파트 현관에 들어갈 수 있는 크기라고 응답하여 로봇의 전폭 크기 또한 매우 중요한 것으로 나타났다.

자율주행 옴니 드라이브 라이더 로봇의 선호하는 바퀴 유형은 좁은 공간에서 이동 시 편리성이 장점인 옴니휠 장착형 바퀴를 선택한 응답자가 가장 많았다.

자율주행 옴니 드라이브 라이더 로봇이 장치의 폭을 넓히거나 줄인 가변형 설계 필요 여부에서 장치의 폭을 넓히거나 줄인 가변형 설계의 목적은 스피드와 주행 시 운전자의 착석시트 안정성에 영향에 미친다. 이러한 가변형 설계가 매우필요하다는 의견이 30명(62.2%)으로 가장 높았다.

해외 벤체마킹 모델의 선호 유형에서 자율주행 옴니 드라이브 라이더 로봇을 선호하는 비율이 가장 높았고, 다음으로 I-Unit이 12명(24.5%)를 차지하였다. 또한 전동스쿠터가 6명(12.2%)로 나타났고, 자율주행 옴니 드라이브 라이더 로봇이 대상자에게 장애도움 유무에서 과반 수 이상이 도움이 된다고 응답하였다. 이는 대상자에게 기존 전동스쿠터의 불편여부를 개선하는 새로운 제품에 대한 개발이 필요하다고 분석된다.

자율주행 옴니 드라이브 라이더 로봇의 구매가격에서 과반수가 300원이라고 응답하였다. 이는 정부 지원의 80%를 통해 전동스쿠터의 구입을 하기 때문에 전동스쿠터를 대체하는 다양한 이동보조기기 품목에 장애인 구입의 정부지원이 필요할 것으로 판단된다.

마지막으로 자율주행 옴니 드라이브 라이더 로봇에 대한 장애인과 고령자의 욕구 비교에서 주행시 핸들 선호유형 항목만이 집단별로 차이를 보인 반면 나머지 항목에서 큰 차이점을 보이지 않은 것으로 나타났다.

표 8. 주행핸들의 사용 선호 방식

| 구분 | 항목 | 빈도 | 백분율 |
|---------------------------|--|------|-------|
| 주행 핸들의 사용 선호 방식 | 현재 전동스쿠터의 핸들 형 | 22 | 44.9% |
| | 전동휠제어의 조이스틱 형 | 12 | 24.5% |
| | 화면디스플레이에서 네비게이션 기능, 장애물 회피기능, 가변형 설계기능 등을 포함한 핸들유형 | 15 | 30.6% |
| | 합계 | 49 | 100% |
| 장애물 회피 기능과 네비게이션 기능 필요 여부 | 매우 필요 | 35 | 71.4% |
| | 필요 | 0 | 0% |
| | 보통 | 5 | 10.2% |
| | 필요 없음 | 9 | 18.4% |
| | 매우 필요 없음 | 0 | 0% |
| 합계 | 49 | 100% | |
| 자율주행 옴니드라이더 로봇의 크기 | 아파트 복도보다 작은 크기 | 10 | 20.4% |
| | 아파트 엘리베이터에 들어갈 수 있는 크기 | 26 | 53.1% |
| | 아파트 현관에 들어갈 수 있는 크기 | 11 | 22.4% |
| | 기타 | 2 | 4.1% |
| 합계 | 49 | 100% | |
| 로봇의 선호 바퀴 유형 | 옴니휠 장착형 바퀴 | 38 | 77.6% |
| | 공기 튜브 장착형 바퀴 | 5 | 10.2% |
| | 공기 튜브가 없는 고속 주행형 바퀴 | 6 | 12.2% |
| 합계 | 49 | 100% | |
| 로봇의 가변형 설계 필요 여부 | 매우 필요 | 27 | 55.1% |
| | 보통 | 3 | 6.1% |
| | 필요 없음 | 17 | 34.7% |
| | 무응답 | 2 | 4.1% |
| | 합계 | 49 | 100% |
| 로봇 개발 시 해외 | 전동 스쿠터 | 6 | 12.2% |
| | 자율주행 옴니드라이더 로봇 | 25 | 51.0% |


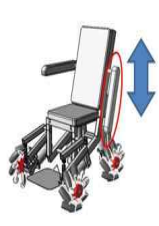

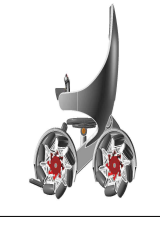
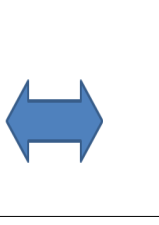

| | | | |
|----------------|-------------|------|-------|
| 벤체마킹 모델의 선호 유형 | I-Rear | 5 | 10.2% |
| | I-Unit | 12 | 24.5% |
| | 무응답 | 1 | 2.0% |
| | 합계 | 49 | 100% |
| 로봇개발 시 도움 유무 | 매우도움 | 39 | 79.6% |
| | 대체로 도움 | 6 | 12.2% |
| | 보통 | 4 | 8.2% |
| | 도움되지 않음 | 0 | 0.0% |
| | 매우 도움 되지 않음 | 0 | 0.0% |
| | 합계 | 49 | 100% |
| 로봇 구매 가격 | 300만원 | 42 | 85.7% |
| | 400만원 | 2 | 0.0% |
| | 500만원 | 5 | 10.2% |
| | 600만원 | 0 | 0.0% |
| | 700만원 | 0 | 0.0% |
| | 800만원 | 0 | 0.0% |
| 합계 | 49 | 100% | |

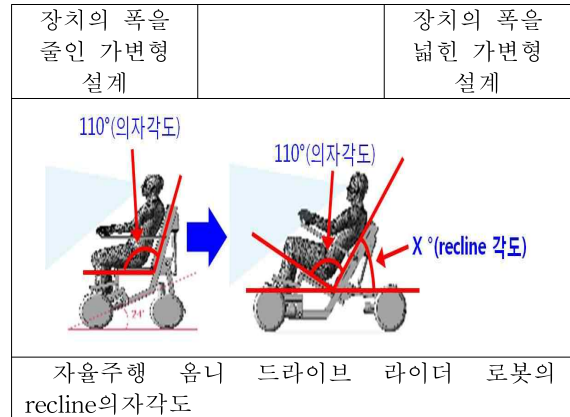
표 9와 같이 자율주행 옴니 드라이브 라이더 로봇의 승·하차 시 자동 발 받침대와 팔 받침대 및 우천 시 자동 오픈형 덮개 필요 여부에서 대부분 응답자가 매우 필요하다고 응답하였다.

전동스쿠터의 승하차가 가장 불편한 이유로 나타났다는데 이는 거동이 불편한 장애인이나 뇌병변 장애를 가진 편마비 장애인에게 전동스쿠터의 승하차가 발생하는 것으로 분석되었다. 이를 위해 본 연구개발 시 고려되어야 할 사항으로 팔 받침대, 발 받침대, 시트각도 등이 영향을 미칠 것으로 생각된다.

더불어 전동스쿠터의 승하차 불편요소에서 휠체어 또는 의자에서 로봇의 착석시트의 이동 시 팔 받침대 개폐가 가능하면 비장애인 또는 장애인에게도 승하차 불편해소가 가능할 것이다.

표 9. 자율주행 옴니 드라이브 라이더 로봇 개발 시 편의기능

| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| 자동 발 받침대 | 승하차 시 팔 받침대 필요 여부 | 자동오픈형 덮개 |
|  |  |  |



또한 표 9와 같이 자율주행 옴니 드라이브 라이더 로봇의 장치의 폭을 넓힌 가변형 설계 시 선호하는 등받이 각도에서 대부분이 등받이 각도조절을 선호하였다. 그래서 신체의 편안한 적정 recline 각도에 대한 문헌을 살펴본 결과[17], 그림 4와 같이 Grandjean의(1984)은 수직으로부터 10도에서 20도의 후방경사 신체자세를 선호한다고 보고하였고, Le Carpentier(1969)은 남자의 편안한 시트 등받이 각도가 113도, 여자는 105도라고 보고하였으며, Diffrient의(1974)는 TV 시청, 독서, 대화를 하기 위한 시트 등받이 각도를 100~105도를 추천한다고 보고하였다.

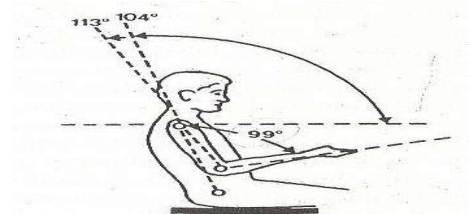


그림 4. Dennis Zacharkow.(1988). Posture Sitting, Standing, Chair Design & Exercise. Butler Rare Books.

미국과 유럽에서 생산되는 Recumbent Bicycle의 recline 선호하는 각도, 즉 크랭크 축(bottom bracket)에서 앉는 시트까지 누워서 최대한 속도를 내는 recline 각도는 35도 사이로 제작되고 있다[18]. 따라서 자율주행 옴니 드라이브 로봇의 의자각도는 90도에서 115도 또는 90도에서 125도 등과 같이 장애인이 선호하는 의자 각도에 대한 인체공학적 실험이 필요할 것이다.

3. 결론

본 연구는 전동휠체어와 전동스쿠터를 대체할 수 있는 Omni-Wheel Drive Rider Robot 개발 시 장애인 및 고령자의 욕구 조사결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 장애인이 사용하는 전동스쿠터의 경우 전동스쿠터의 사용 불편여부에서 전동스쿠터의 승하차 불편, 전동스쿠터 착석 시트 불편, 전동스쿠터의 장시간 사용 시 피로불편, 비, 바람, 눈 오는 날 전동스쿠터의 사용불편, 전동스쿠터를 타고 가다가 경사로, 경계면, 보도블럭 등의 불편, 주행거리 한계에 영향을 미치는 배터리 충전문제, 전동스쿠터 사용 시 전동스쿠터의 브레이크 제동 거리에 대한 안전기준 미달과 안전벨트의 안전기준이 없어 상당한 불편요소로 나타났다.

둘째, Omni-Wheel Drive Rider Robot 개발 시 전동휠체어의 조이스틱형의 자동정지기능, 네비게이션 기능, 장애물 회피기능, 옴니 드라이브 휠, 우천시 오픈형 덮개 등을 포함하기 때문에 장애인이나 고령자의 안전한 주행에 영향을 미칠 수 있다. 이중 Omni-Wheel Drive Rider Robot 주행 핸들 선호유형에서 전동스쿠터의 핸들형은 고령자가 선호하였고, 장애인은 전동휠체어의 조이스틱형을 선호하여 집단간 차이를 보였다. 또한 고령자보다는 장애인에게 시트의 이동과 착석시트 불편이 더 높은 것으로 분석되었다. 이를 통해 Omni-Wheel Drive Rider Robot 개발 시 장애인이나 고령자에게 불편함이 없는 인간공학적 디자인 설계가 필요할 것이다.

셋째, 자율주행 옴니 드라이브 라이더 로봇이 생산되어 구매 시 고려해야 할 사항을 살펴보면 전동스쿠터와 전동휠체어의 경우 정부지원을 통해 이동보조기기 개발과 보급이 상호 보완적으로 확대되어야 할 것이다.

본 연구를 통해 갖는 연구의 의의를 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 본 연구는 전동스쿠터의 불편요소를 통해 개선방안을 제시함으로써, 고령자 및 장애인 그리고 비장애인이 사용할 수 있는 미래형 전동스쿠터인 1인용 근거리 이동수단에 대한 정보제공을 하는 데 연구의 의의가 있으며, 앞으로 자율주행 옴니 드라이브 라이더 로봇의 개발이 미래형 전동휠체어와 전동스쿠터를 대체하는 이동수단이 될 것으로 생각된다.

둘째, 자율주행 옴니 드라이브 라이더 로봇에서 고령자와 장애인을 고려한 유니버설 디자인 및 설계(국내외 수동휠체어, 전동휠체어, 전동스쿠터 제품군 현황과 전장, 전폭, 전고, 성인남녀 앉은키 높이 등)와 첨단기능을 첨가하여 고령자의 안전한 주행설

계가 병행되어야 할 것이다.

셋째, 본 연구와 같이 향후 장애인 및 고령자를 위한 장애인 보조기구 개발 시 불편요소와 욕구조사를 통해 목록화하고, 이를 통해 개발된 보조기기 시제품을 토대로 장애인 및 고령자의 사용성 평가와 효율성 평가를 하여 보조기기를 상품화하는 개발 프로세스가 적용되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Wheelchair Market Description, Market Analysis, Product Description, and Company Profiles, 2006 to 2012.
- [2] <http://www.researchandmarkets.com/>
- [3] Korea Trade-Investment Promotion Agency. 2012. 일본의 신고령세대 새로운 시장을 연다 - 고령화 40년, 스마트 간병에서 해외진출까지-.
- [4] 전동휠체어나눔연대(2003). 전동휠체어 이용 실태에 관한 조사.
- [5] 이준혁 2005 유니버설디자인 개념을 적용한 실버세대용 전기스쿠터 디자인 개발에 관한 연구 서울산업대학교 대학원 석사학위논문.
- [6] 석호영 2006 이동약자를 위한 근거리 이동수단 디자인연구(전동스쿠터를 중심으로). 서울시립대학교 대학원 석사학위논문.
- [7] 한국소비자원. 2010. 전동스쿠터 장애인용, 의료용 등 안전성 모니터링 실시 결과보고서. 시험검사국 기계 전기팀.
- [8] SBS, MBC 4월 20일 장애인의 날 뉴스.
- [9] 김종휘, 정직한, 김병국. 2003. "Desing of intellignet wheelchair for the motor disabled", Proc. ICORR 2003).
- [10] 김규석, 류제청, 조현석, 문무성. 2011. 전동휠체어용 둔탁이동 장치의 개발. 한국정밀공학회 2011년도 춘계학술대회 논문집.
- [11] (주) 엔티렉스 사의 로봇제품인 NT-메카넘지능형휠체어. <http://www.ntrex.co.kr/>
- [12] 주진선, 신윤희, 김은이.2009. 얼굴과 입모양인식을 이용한 지능형 휠체어 시스템. 한국정보처리학회, 정보과학논문지 : 소프트웨어 및 응용, 제 36권 2호.
- [13] Juan Urbano, Kazuhiko Terashima, Takanori Miyoshi, Hideo Kitagawa. 2005. Collision avoidance in an omni-directional wheelchair by using haptic feedback.
- [14] Masayoshi Wada,(2008), A 4WD Ominidirectional Wheelchair with a Chair Tilting

System.

- [15] Han-Tai Fan, *Tsong-Li Lee, Chien-Hung Chien, Tsung-Sheng Ho 2007 The Omnidirectional Wheelchair for The Elderly
- [16] <http://www.obsnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=478411>
- [17] Dennis Zacharkow.(1988). Posture Sitting, Standing, Chair Design & Exercise. Butler Rare Books. p 190.
- [18] http://www.recumbents.com/its_the_bike.htm



이근민

1984년 12월 University of Wisconsin-Madison, Computer Science 졸업 (학사)
 1987년 6월 California State University, Special Education 졸업 (석사)

1997년 5월 - Johns Hopkins University, Special Education & Rehabilitation Technology 졸업 (박사)
 2007년 3월 - 현재 대구대학교 재활공학센터 소장
 2010년 6월 - 현재 대구광역시 보조기구센터 소장
 1997년 9월 - 현재 대구대학교 재활공학과 정교수
 관심분야 : 재활공학, 보조공학, AAC, 컴퓨터 접근, 서비스 전달체계

이수철



1982년 2월 서울대학교 농공학과 졸업(학사)
 1984년 2월 서울대학원 농기계공학과 졸업(석사)
 1993년 2월 Columbia University, Mechanical Eng. (M.Phil.)

1993년 10월 Columbia University, Mechanical Eng'(Ph.D.)
 1984년 3월 - 1988년 8월 (주)대우 기획, 연구
 1993년 10월 - 1994년 8월 삼성중공업 중앙연구소 수석연구원
 1994년 9월 - 현재 대구대학교 기계공학과 교수
 관심분야 : 기계제어, 재활공학, 생체신호처리



김동욱

2006년 2월 대구대학교 재활공학과 졸업(학사)
 2006년 1월 - 2007년 8월 광명장애인종합복지관 근무
 2009년 8월 대구대학교 대학원 재활공학과 졸업(석사)

2009년 9월 - 현재 대구대학교 대학원 재활공학과 박사과정
 관심분야 : 보조공학, 컴퓨터 접근, 서비스 전달체계, 청각장애인 IT 교육 접근, 장애인 자동차