

실내 주행 및 승강 전동 휠체어를 이용하는 고령 여성의 사용성 연구

김영필¹, 홍재수², 함헌주³, 홍성희⁴, 고석철^{5*}

¹공주대학교 전기전자제어공학부, ²한국생산기술연구소, ³오토앤로봇, ⁴마이컴월드, ⁵공주대학교 산학협력단 & 지역산업응용연구소

Usability Study of the Elderly Women Using Indoor Driving and Elevating Electric Wheelchairs

Young-Pil Kim¹, Jae-Soo Hong², Hun-Ju Ham³, Sung-Hee Hong⁴, Seok-Cheol Ko^{5*}

¹Division of Electrical and Electronic Control Engineering, Kongju National University,

²Korea Institute of Industrial Technology, ³Auto&robot Inc, ⁴Micomworld,

⁵Industry-University Cooperation Foundation & Regional-Industrial Application Research Institute,
Kongju National University

요약 본 논문에서는 기존 선행연구에서 설계된 시작품을 보완하여 1차적으로 완성된 시제품에 대하여 고령 여성들이 직접 사용성 평가를 수행함으로써 불편한 사항이나 안전과 직결되는 문제점을 찾아보고 개선이 필요한 사항을 도출하고자 하였다. 본 사용성 평가에서는 일상생활에서의 동작 및 신체적 활동을 수행할 수 있는 65세 이상의 고령자 여성 10명을 피실험자로 선정하였다. 고령 여성이 이승과 주행의 일상생활 시나리오를 기반으로 이승, 승강, 주행, 도착으로 사용성 평가항목들을 정의하고, 사용성 평가 실험환경을 구축하였다. 실험방법은 대상 제품을 사용하는 일상생활 시나리오에서 고령 여성과 기기 간의 주요 사용 접점 분석을 통해 주관적 만족도 설문평가, 동영상 촬영 자료를 활용한 관찰평가 등으로 수행하였으며, 프로토콜은 5단계로 나뉘어 진행하였다. 측정된 데이터는 최대값과 최소값을 제외하여 평균값과 표준편차를 구하여 그 결과들을 분석하였다. 사용성 평가결과, 승강부문의 개선사항으로는 승강 제어 패널과 주행 제어 패널을 분리해야 하며, 토글 등의 아래/위 방향으로 움직이는 버튼을 통해 직관성 향상이 필요하다는 것을 알 수 있었다. 주행부문에서는 앞바퀴 메커니즘 또는 주행 제어 알고리즘 개선과 UI 개선, 급정지 시스템 개선이 필요하다는 것을 알 수 있었다. 이승부문에서는 시트 좌면부의 크기 향상을 통해 안전성 확보와 힘을 지지할 수 있는 구조물 추가가 필요하다는 것을 알 수 있었다. 사용성 평가에서 나타난 불편사항과 개선사항을 토대로 한층 더 보완된 연구개발 제품이 출시된다면 거동이 불편한 고령 여성들이 타인의 도움 없이 스스로 실내에서 간단한 일상생활을 할 수 있으므로 사용자의 삶의 질은 한층 더 높아질 것이다.

Abstract This study was undertaken to address the difficulties and inconveniences of an electric wheelchair. We focused on improving usability of initially completed products by augmenting the prototypes designed in the previous study. For evaluation of usability, 10 elderly women aged over 65 years, capable of movements and physical activities in daily life, were enrolled as subjects. The experimental method included a subjective satisfaction questionnaire evaluation of the elderly women using the target product, and the observation evaluation was achieved using video recording data, etc. Usability evaluation revealed that the elevating sector requires improvement of intuition through separation of the elevating control panel and the driving control panel. Improvements in the driving sector include corrections of the front wheel mechanism or driving control algorithm, UI, and sudden stop system. Transferring section assessment revealed a necessity to secure structures and add structures that support power. We believe that based on the inconveniences and improvements presented in the usability evaluation, appending the existing prototype with complementary products will improve the quality of life of elderly women with limited mobility.

Keywords : Usability Evaluation, Satisfaction, Driving, Electric Wheelchair, Elderly Women

본 연구는 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원이 지원하는 광역협력권산업 육성사업으로 수행된 연구결과임.(P0002203)

*Corresponding Author : Seok-Cheol Ko(Kongju National Univ.)

email: suntrac@kongju.ac.kr

Received May 13, 2020

Revised June 18, 2020

Accepted July 3, 2020

Published July 31, 2020

1. 서론

통계청 장애인구특별추계 자료에 의하면 고령 인구 구성비는 2017년 13.8%에서 빠르게 증가하여 2025년 20%, 2036년 30%, 2051년 40%를 초과할 것으로 전망하고 있다[1]. 또한, 보건복지부가 발표한 '2018년도 등록장애인 현황'에 따르면 인구 고령화에 따라 65세 이상 노년층 등록장애인 수는 2011년 38.0%, 2014년 41.4%, 2016년 43.4%로 지속해서 증가하고 있어 장애 인구의 고령화가 상당한 수준으로 진행된 것으로 나타났다[2]. 이처럼 고령자나 노년층 장애인 인구는 매년 증가 추세를 보이는 것으로 나타났다.

거동이 불편한 고령자들을 위한 이동기기로는 휠체어, 실버 카, 보행 보조기 등이 있으며, 이 중 수동 또는 전동 휠체어가 보편적으로 많이 사용되고 있다. 휠체어에 대한 연구개발은 거동이 불편한 고령자들의 일상생활을 지원할 수 있도록 다양한 분야에서 수행되었다. 개발연구 사례로는 고령자들을 위한 복합형 전동 휠체어의 설계와 제어, 수·전동 휠체어 구동부 시스템 설계, 전동 파워 리프팅 휠체어의 설계 및 제작, 접이식 전동 휠체어의 동적 전도해석, 힘 보조형 전동 휠체어를 위한 구동 의지 제어 시스템 개발, 장애인과 보호자를 위한 접이식 전동 휠체어 바디 제작, 기립 및 보행 보조 휠체어 개발, 지능형 전동 휠체어의 설계 및 구현, 최소 회전반경 및 장애물 극복형 실내 전동 이·승강 휠체어의 설계에 관한 연구가 수행되었다[3-11]. 이처럼 국내의 휠체어 개발기술은 소비자의 선호도 및 시장규모 증가에 따라 다양한 기술을 접목한 연구개발이 지속해서 진행되었다. 그렇지만 사용자 환경을 고려하지 않은 개발제품 및 공격급여시장의 취약점을 파고든 무분별한 외산제품의 허용으로 시장의 혼란을 초래하고 있어 소비자의 각종 안전사고에 대한 불안이 증가하고 있다[12]. 우리 연구팀 또한 기존 선행연구에서 사용성을 고려하지 않고 타 연구와의 차별성만을 강점으로 제시한 최소 회전반경 및 장애물을 극복형 실내 전동 이·승강 휠체어를 1차적으로 설계·제작한 바 있다[11].

사용성 평가는 제품을 개발하는 과정 중 시제품 단계에서 적용하면 그 효과성이 높다고 할 수 있다. 사용자 중심의 사용성 평가는 제품의 개선점을 발견하고 이를 제품설계에 반영하여 실사용자들이 편리하게 원하는 기능 또는 서비스를 받게 하는데 목적이 있다. 최근에 휠체어와 관련된 사용성 평가에 관한 연구로는 척수 손상 장애인을 위한 전동 휠체어 사용성과 사용자 인터페이스 사례연구, 수동 휠체어의 사용성 평가척도 개발, 기립 보

조형 전동 휠체어 개발에 따른 장애인 사용성 평가연구, 간병인의 전동 휠체어 사용에 대한 만족도 조사 등이 수행되었다[13-16]. 하지만 기존 개발된 전동 휠체어들은 그 사용대상들의 범위가 특정적이었으며, 고령자들을 대상으로 다양한 관점에서의 사용성 평가연구는 미비하였다.

따라서 본 연구에서는 기존 선행연구에서 설계된 시제품을 업그레이드하여 1차적으로 개발 완성된 시제품에 대하여 사용자 측면에서의 휠체어의 주요 기능에 대한 사용성 평가를 수행하고자 하였다. 이 연구의 목적은 1차적으로 개발된 휠체어 시제품에 대해 고령의 여성들이 직접 시험 운전을 해보고 부문별로 불편한 사항이나 안전과 직결되는 문제점을 찾아보고 개선이 필요한 사항을 종합적으로 도출해 보고자 하였다.

2. 본론

2.1 사용성 평가항목 도출

거동이 불편한 고령자들에게 스스로 좁은 실내에서 안전하고 편리하게 주행할 수 있도록 개발된 시제품의 사용성 평가를 목적으로 평가항목을 도출하였다. 고령 여성의 거거, 화장실, 거실, 식사 생활공간에서의 이송과 주행의 일상생활 시나리오를 기반으로 4종의 접점으로 이송(Transferring), 승강(Elevation), 주행(Driving), 도착(Arrival)으로 평가항목들을 정의하였다. 대상 제품을 사용하는 일상생활 시나리오에서 고령 여성과 기기 간의 주요 사용 접점(Touch point) 분석을 통해 주관적 만족도 설문평가, 동영상 촬영 자료를 활용한 관찰평가(주행 속도, 오류 횟수) 등으로 정의하였다. Fig. 1은 사용성 평가에 사용된 주행 및 승강 전동 휠체어의 시제품을 보여주고 있다.

Pliance (Novel GmbH, Germany) 장비를 활용하여 좌면 형상 디자인 평가에 대해서 수행하였다. 인체공학적인 시트에 대한 설계를 위해 A/B/C type의 시트를 제작하였으며, 좌면 압력(Interface pressure), 접촉 범위(Contact area), 최대 압력(Peak pressure) 변수를 측정하고 주관적 만족도 설문평가를 통해 평가하였다. A 시트는 일반 휠체어에 적용되고 있는 형상이며 재질은 경도 47, 밀도 50 g/cm³의 제품이며, B 시트의 경우 인체 형상을 활용하여 설계한 시트로서 재질은 A 시트와 같은 재질로 제작하였다. 마지막으로 C 시트의 경우는 B 시트 형상에 특수 스펀지 재질(경도 21, 밀도 50 g/cm³)을 적용하여 이중 재질로 제작한 시트로 실험을 진행하였다(Fig. 2).



Fig. 1. Driving and elevating electric wheelchair prototypes used for usability evaluation

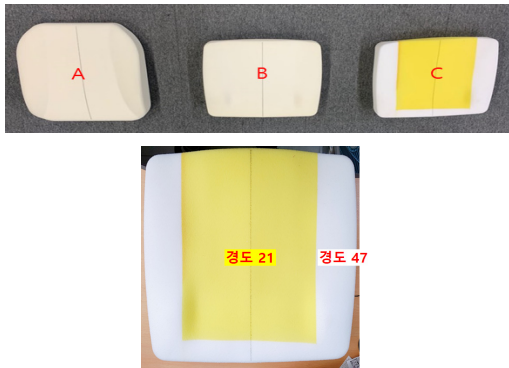


Fig. 2. A/B/C type seat

2.2 연구 대상

본 연구에서는 65세 이상의 고령자 10명을 피실험자로 선정하였다. 피실험자들은 성남시에 거주하는 여성으로 구성되었고, 평균 연령 72.5±3.8세, 평균 신장 156.5±3.3 cm, 평균 몸무게 53.5±6.1 kg였다. 피실험자는 일상생활 동작 및 신체적 기능적 활동을 수행할 수 있는 고령자로 하였으며, 피실험자로 지원한 고령자 중에서 심각한 혹은 만성적 내과 질환이 있거나 근골격계 통증을 호소하는 자, 근골격계 질환을 진단받은 자, 정신적 질환이나 피부 알레르기가 있는 자, 기타 사유로 인하여 실험 진행자가 연구에 참여가 부적합하다고 판단한 자는 피실험자에서 제외하였다(Table 1).

Table 1. Characteristics of the subject's body information

No.	Gender	Age	Stature (cm)	Weight (kg)
S1	Female	72	154	56
S2	Female	65	157	45
S3	Female	74	159.5	53
S4	Female	76	156	43
S5	Female	76	157	58
S6	Female	66	158	57
S7	Female	74	153	54
S8	Female	74	153.2	57
S9	Female	72	164	64
S10	Female	76	153	48
M±SD		72.5 ±3.8	156.5 ±3.3	53.5±6.1

2.3 사용성 평가 프로토콜 및 수행

10명의 연구대상자를 대상으로 사용성 평가를 수행하였으며, 사용성 평가 실험환경은 Fig. 3과 같이 구축하였다. 사용성 평가 프로토콜은 5단계로 나뉘어 진행하였다.

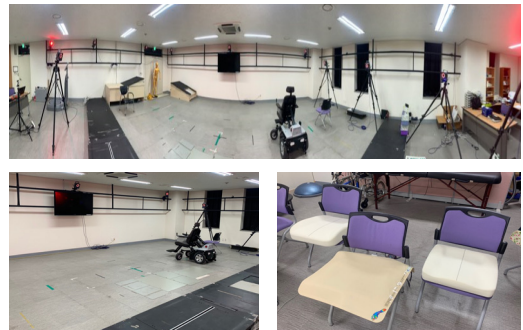


Fig. 3. Usability evaluation experiment environment

- 1) 본 사용성 평가 목적 설명 및 동의서 작성
- 2) A/B/C type 시트의 좌면 압력, 접촉 범위, 최대 압력 측정(1인 5회×3 type)
- 3) 시제품 조작 방법 설명 및 연습 주행
- 4) 시제품을 활용한 이송, 타고 내림, 주행, 도착 사용성 평가 수행
- 5) 주관적 만족도 평가 설문지 작성

2.4 사용성 평가 시험 결과

2.4.1 체압 평가 결과

A/B/C type 시트에 대하여 1인당 5회를 실시하였으며, 최대값/최소값을 제외한 3회의 데이터를 평균하여 그 결과를 분석하였다. A 시트의 경우 S사에서 제작한 일반 시트이며, B 시트의 경우 인체 형상을 활용하여 설

계한 시트이다. 마지막으로 C 시트의 경우는 B 시트 형상에 특수 스펀지 재질(경도 21, 밀도 50 g/cm³)을 적용하여 이중 재질로 제작한 시트이다.

Fig. 4는 각 시트별 체압의(Pressure) 평균 및 표준편차 결과를 보여준다. A 시트에서는 6.9±0.7 kPa, B 시트에서는 6.1±0.8 kPa, C 시트에서는 4.5±0.3 kPa이 도출되었다.

Fig. 5와 같이 각 시트별 Force의 평균 및 표준편차 결과를 보여준다. A 시트에서는 34.9±8.8 N, B 시트에서는 34.0±7.1 N, C 시트에서는 18.4±7.0 N이 도출되었다.

마지막으로 Fig. 6과 같이 Area의 평균 및 표준편차 결과를 보여준다. A 시트에서는 110.9±31.9 cm², B 시트에서는 107.8±26.5 cm², C 시트에서는 73.7±27.6 cm²이 도출되었다.

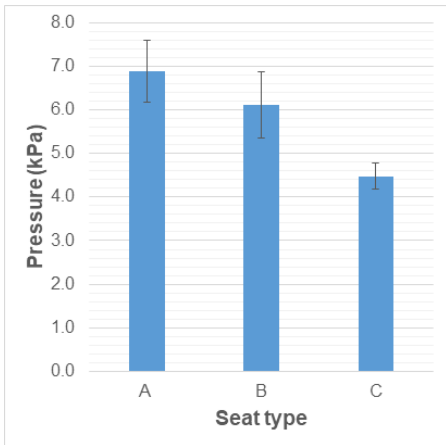


Fig. 4. Pressure by seat type

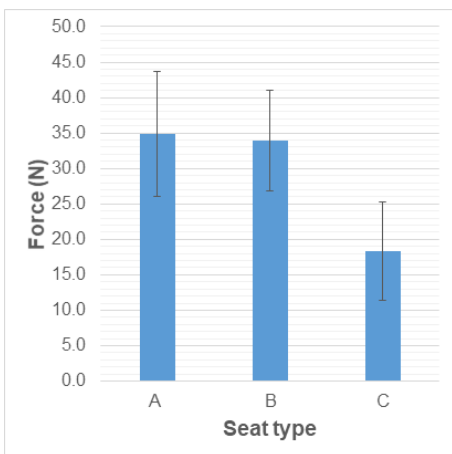


Fig. 5. Force by seat type

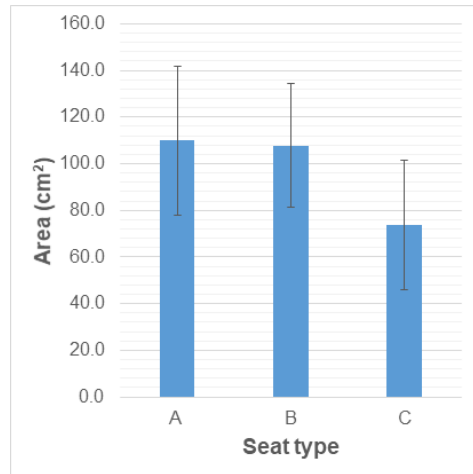


Fig. 6. Area by seat type

Force와 Area의 경우 A와 B 시트의 경우 유사한 경향이 도출되었다. C 시트의 경우 A와 B 시트에 비해 낮은 결과값이 도출되었다. 좌각감 평가에 있어 가장 중요한 체압 결과값은 A 시트가 가장 높았으며, 그 다음으로는 B 시트, C 시트 순으로 나타났다. A와 B 시트의 차이점은 인체 형상을 활용한 설계의 유무이다. 시트 A/B와 C의 차이점은 시트 A와 B는 경도 47, 밀도 50 g/cm³인 재질을 적용한 것이고, Fig. 7과 같이 시트 C는 경도 47, 밀도 50 g/cm³ 재질과 경도 21, 밀도 50 g/cm³인 두 개의 다른 재질로 제작한 것이다. 인체 형상 정보를 활용하여 설계 디자인 적용을 한 시트를 제작하면 체압 감소에 따른 사용자의 장시간 사용 부담을 감소시킬 수 있음을 확인하였다. 또한, 인체 형상 정보와 동시에 밀도는 기존 재질과 같지만 경도가 낮은 특수 스펀지 재질을 적용하면 인체공학적 시트 설계에 대한 효과를 더욱 향상시킬 수 있음을 확인하였다.

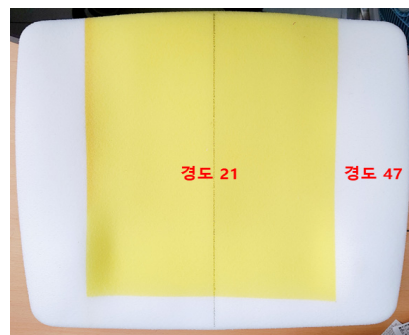


Fig. 7. Features of C type seat

2.4.2 관찰평가 결과

Table 2와 같이 관찰평가 결과, 3번 승강 단계에서 컨트롤러 조작 시 오류 횟수보다 5번 주행 단계에서 컨트롤러 조작 오류 횟수가 더 높게 측정되었다.

2번 컨트롤러 조작 및 승강시간의 경우, 연구대상자들이 현재 본인이 승강하고 있는 상태를 인지하지 못한 경우가 빈번하게 발생하였다. 또한, 최대 높이 승강을 요구했음에도 불구하고 시제품에서는 최대 높이에 대한 정보를 제공하고 있지 않아 승강 단계 → 주행 단계로 넘어가는 단계에서 연구대상자들이 주춤하는 모습이 관찰되었다.

4번 주행 메뉴 조작 시간 결과의 경우, 시제품 앞바퀴가 처음 직진 주행을 할 때 바퀴가 자리를 잡는 과정에서 방향이 바뀌게 되는 상황이 모든 연구대상자에게서 관찰되었다. 해당 메커니즘에 대해서 이해하는 연구대상자들의 경우, 적응하고 직진 주행을 바로 수행하였지만, 그렇지 못한 연구대상자들의 경우 본인이 직진 명령을 내렸음에도 불구하고 옆으로 가는 시제품에 대하여 불편함 또는 불안감을 표출하였다. 해당 포인트의 차이가 주행 시간 결과에 매우 큰 영향을 미친 것으로 판단되었다.

Table 2. Observation evaluation result

Type	Item	M±SD	Min	Max
Elevation	① Controller operation time(sec)	11.7 ±8.5	3	30
	② Controller operation and hoisting time(sec)	51.5 ±11.1	42	75
	③ Number of errors during controller operation(times)	0.5 ±0.7	0	1
Driving	④ Operation time when running the driving menu(sec)	162.8 ±158.2	37	590
	⑤ Number of errors when running the driving menu (times)	6.4 ±7.1	1	26
Transferring	⑥ Height adjustment operation time(sec)	44.9 ±26.2	13	93
	⑦ Height alignment errors(times)	1.9±2.9	0	10
Arrival	⑧ Shortest distance between chair and lift (mm)	401.0 ±285.0	120	1070

6, 7번의 이송 주행 메뉴 관련 결과의 경우, 이송을 위해 시제품의 높이와 의자의 높이를 맞추는 시나리오로 실험이 진행되었다. 하지만, 많은 연구대상자가 승강 단계에서 하강을 하는 상황에 대해서 인지를 못 하는 상황이 관찰되었으며, 조이스틱 조작 관련하여 오류 횟수가 다수 발생하는 것이 관찰되었다.

마지막 8번 도착 관련 결과의 경우, 연구대상자들의

시제품을 주행하여 의자와 최대한 가깝게 시제품을 배치하였지만, 시트 좌면부보다 바퀴 등의 구동 메커니즘의 폭이 더 넓은 상황으로 최대한 배치해도 평균 및 표준편차는 401 ± 285 mm의 이격거리가 발생하였다. 실제 이송 단계에서 안전과 관련하여 위험성이 있을 것으로 판단되었다.

2.4.3 만족도 평가 결과

만족도 평가는 주행 및 승강 전동 휠체어를 운용한 후 기기에 대한 사용자의 사용성 만족도를 Table 3과 같이 세부항목별로 측정하였다. 만족도는 '전혀 그렇지 않다(1점)'에서부터 '보통(4점), 매우 그렇다(7점)'까지 구간별로 나누고 7점 척도로 평가하였다.

Table 3. Satisfaction evaluation results

Survey Item	M±SD	Min	Max
Driving operation was easy.	5.1±1.5	3	7
I guess I could have operated the drive even if I didn't hear the explanation.	3.0±1.7	1	6
It was easy to operate the seat up and down.	5.3±1.8	2	7
I think I could have operated the seat up and down without listening to the explanation.	2.9±1.7	1	6
The speed felt fast when driving.	4.9±0.9	4	7
When I was driving, I was anxious because the electric wheelchair was shaking.	2.7±1.1	1	5
I felt the electric wheelchair slipping while driving.	2.4±2.0	1	7
I can always position the electric wheelchair exactly where I want.	5.5±1.2	4	7
I was anxious that the electric wheelchair would fall while I was going up and down the seat.	2.6±1.7	1	5
The speed of going up and down the seat felt fast.	2.0±0.8	1	3
I felt uncomfortable because I felt vibrations while going up and down the seat.	2.2±1.8	1	6
I can always position the seat exactly at the desired height.	5.5±1.4	3	7
I felt comfortable sitting down. (A type seat)	4.0±0.8	3	5
I felt comfortable sitting down. (B type seat)	5.3±1.0	4	7
I felt comfortable sitting down. (C type seat)	6.0±0.9	4	7
It was convenient to transfer from the floor level.	5.3±1.4	3	7
It was convenient to transfer from the middle height.	4.8±1.9	1	7
When transferring, it was uncomfortable because of the armrests.	1.8±2.4	1	5
When transferring, I was anxious because my seat was shaking.	2.4±1.7	1	6

만족도 평가결과, C type 시트에서 착좌감 만족도 평가가 평균 및 표준편차 6.0 ± 0.9 로 제일 높게 나타났으며, '이승할 때, 팔걸이 때문에 불편하였다'의 높이별 이승 경험에 대한 만족도 평가가 제일 낮게 나타났다. 만족도 평가가 우수한 세부항목은 '나는 언제나 원하는 높이에 정확히 의자를 정확히 위치할 수 있다'와 '나는 언제나 원하는 곳에 기기를 정확히 위치할 수 있다' 이었다. 만족도 평가가 낮은 세부항목으로는 '나는 설명을 듣지 않았어도 조작할 수 있었을 것 같다(주행 조작성 및 의자 오르내리기 기능 조작성)', '주행 시 기기가 흔들려 불안했다', '의자를 오르내리는 동안 기기가 넘어질 것 같아 불안하였다', 이승할 때 의자가 흔들거려 불안하였다', '주행 시 기기의 미끄러짐을 느꼈다', '의자를 오르내리는 동안 진동이 느껴져 불편하였다', '의자를 오르내리는 속도가 빠르게 느껴졌다' 순으로 나타났다.

2.5 고찰

본 연구에서는 기존에 선행연구로 수행된 장애인 극복형 실내 주행 및 승강 전동 휠체어[11]의 1차 시제품을 추가로 더 업그레이드한 시제품의 사용성 평가를 수행하고자 하였다. 10명의 연구대상자를 선정하여 승강, 주행, 이승, 도착 및 시트 체압에 대해 사용성 평가를 진행하였다. 사용성 평가를 진행하면서 휠체어와 관련된 기존 사용성 평가 수행연구를 참조하였다[13-18].

수행 결과, 승강부문에서의 문제점과 사용성 개선방안을 도출하였다. 조이스틱을 통해 승강/주행이 모두 동작되어 연구대상자들이 어려워하였다. 승강 버튼을 누르고 조이스틱을 앞/뒤 방향으로 움직이면, 승강모드가 아래/위로 작동되었다. 전체 구조 메커니즘 때문에 위/아래 승강 할 때 앞/뒤 방향으로 움직이는 느낌을 받으며 승강이 작동하고 있음을 인지 못 하는 상황이 자주 발생하였다. 아래 방향으로 오르내릴 때, 바퀴의 각도가 이상하거나 방해물이 있어도 별도의 센서가 없어서 끼임 사고 발생 가능성이 있었다. 또한, 향후 승강단계의 조작 방법에서 조작 직관성의 부족으로 주기적으로 오류가 발생할 것으로 사료된다. 따라서 승강부문에 대한 사용성 개선방안은 승강 컨트롤 패널을 주행 컨트롤 패널과 분리를 통해 사용자들의 승강/주행 혼동을 방지해야 한다. 토글 등의 아래/위 방향으로 움직이는 버튼을 통해 직관성 향상이 필요하다. 또한, 멜로디 등 청각 신호를 활용하여 사용자에게 승강모드에 대하여 정보를 제공할 필요가 있으며, 근접 센서 등의 활용을 통해 끼임 사고 방지가 필요하다.

주행부문에서의 사용성 문제점은 첫째, 직진 주행 시,

앞바퀴가 방향을 잡는 구간에서 일직선으로 주행하지 않고 옆으로 주행 되는 현상이 발생하였다. 둘째, 조이스틱과 위의 버튼을 누르고 주행 오류 발생 시 피험자가 인지하지 못한 상황에서 속도가 증가하였다. 셋째, 비상 정지 버튼 등의 부재로 사용자가 제어 미숙 등으로 오류 시 구조물에 충돌하는 현상이 발생하였다. 사용자가 지속해서 본 휠체어 시제품을 활용할 경우 조이스틱 조작 직관성으로 주행 조작 적응을 빠르게 할 것으로 생각된다. 주행 부문의 문제점에 대한 사용성 개선방안으로는 첫째, 앞바퀴 메커니즘 또는 주행 제어 알고리즘 개선이 필요하다. 둘째, UI 개선을 통해 속도에 대하여 인지할 수 있도록 직관성 향상이 필요하다. 셋째, 비상 정지 버튼 또는 센서 제어로 급정지 시스템 구축이 필요하다.

이승 부문에서의 사용성 문제점은 침대와 의자 등의 구조물에 최대한 가깝게 옆에 도착한 후, 이승 시 시트의 크기보다 시제품의 크기가 더 커서 간격이 매우 크게 발생하였다. 또한, 바닥에서 시트로 이승할 때, 별도의 손잡이 등의 구조물이 없어서 이승이 불편하였다. 이에 대한 사용성 개선방안으로는 시트 좌면부의 크기 향상을 통해 안전성 확보가 필요하며, 힘을 지지할 수 있는 구조물 추가가 필요하다.

비교를 위해 테스트한 3개의 시트에 대한 사용성 평가는 보통이라는 의견이 많았으므로 인체 좌면 형상 및 체압을 분산시킬 수 있는 재질을 휠체어 시트에 적용할 필요가 있다고 본다.

3. 결론

본 논문에서는 거동이 불편한 고령 여성을 대상으로 실내 일상생활에서 주행과 이·승강 시 전동 휠체어 시제품의 불편사항과 개선방안을 도출하기 위해 사용성 평가 연구를 수행하였다. 사용성 평가에서 도출된 주요 불편사항과 개선방안을 요약 정리하면 다음과 같다.

승강부문에서는 조이스틱을 통해 승강/주행이 모두 동작되어 연구대상자들이 어려워하였으므로 승강 컨트롤 패널을 주행 컨트롤 패널과 분리해야 하며, 직관성 향상을 위해 토글 등의 아래/위 방향으로 움직이는 버튼으로 교체해야 한다. 또한, 멜로디 등 청각 신호를 활용하여 사용자에게 승강모드에 대하여 정보를 제공할 필요가 있으며, 근접 센서 등의 활용을 통해 끼임 사고 방지가 필요하다.

주행 부문에서는 첫째, 직진 주행 시 앞바퀴가 방향을

잡는 구간에서 일직선으로 주행하지 않고 옆으로 주행 되는 현상이 발생하였으므로 앞바퀴 메커니즘 또는 주행 제어 알고리즘 개선이 필요하다. 둘째, 조이스틱과 위의 버튼을 누르고 주행 오류 발생 시 피험자가 인지하지 못한 상황에서 속도가 증가하였으므로 UI 개선을 통해 속도도에 대하여 인지할 수 있도록 직관성 향상이 필요하다. 셋째, 비상 정지 버튼 등의 부재로 사용자가 컨트롤 미숙 등으로 오류 시 구조물에 충돌하는 현상이 발생하였으므로 비상 정지 버튼 또는 센서 제어로 급정지 시스템 구축이 필요하다.

이승 부문에서는 이승 시 시트의 크기보다 시제품의 크기가 더 커서 간격이 매우 크게 발생하였고 바닥에서 시트로 이승할 때, 별도의 손잡이 등의 구조물이 없어서 이승이 불편하였으므로 시트 좌면부의 크기 향상과 힘을 지지할 수 있는 구조물 추가가 필요하다.

본 사용성 평가에서 나타난 불편사항과 개선방안을 바탕으로 전동 휠체어의 기능들을 더욱더 보완한다면 거동이 불편한 고령자들의 제품 만족도는 더 높아질 것으로 기대되고 있다. 본 연구는 1차적으로 개발된 실내 주행 및 승강 겸용 전동 휠체어 시제품에 대해 기초적인 수요자 만족도 근거를 제공했다는 점에서 학술적 의의를 가진다. 앞으로는 근거 수준의 질 향상을 위해 거동이 불편한 고령자뿐만 아니라 장애인을 포함한 다수의 연구 참여자를 확보한 광범위한 연구를 수행할 것이다.

References

- [1] Statistics Korea, "Funeral population special estimation: year 2017~2067", March 2019.
http://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/1/2/6/index.board?bmode=read&aSeq=373873
- [2] Ministry of Health and Welfare, "Status of registered persons with disabilities in 2018", April 2018.
https://www.mohw.go.kr/react/al/sal0301vw.jsp?PAR_MENU_ID=04&MENU_ID=0403&page=1&CONT_SEQ=349094
- [3] T. S. Yoon, S. J. Ann, S. M. Kim, Y. B. Han, J. Y. Kim, "Design and control of hybrid a powered wheelchair for the elderly", *Transactions of the Korean Society of Mechanical Engineers*, Vol.40, No.12, pp.81067-1076, Oct. 2016.
<http://www.riss.kr/link?id=A102315937>
- [4] J. N. Kim, "Design of electric automatic manual wheelchair driving system", *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, Vol.14, No.11, pp.5392-5395, December 2013.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2013.14.11.5392>
- [5] J. H. Jo, "A study on designing and making power lifting wheelchair", *Journal of Korean Society of Mechanical Technology*, Vol.12, No.3, pp.133-139, June 2010.
DOI: <https://doi.org/10.17958/ksmt.12.3.201009.133>
- [6] D. J. Jang, Y. C. Kim, S. K. Kim, M. S. Mun, J. C. Park, "Study on dynamic tip-over analysis of foldable electric wheelchair", *Journal of Rehabilitation Welfare Engineering & Assistive Technology*, Vol.10, No.2, pp.133-139, May 2016.
DOI: <https://doi.org/10.21288/resko.2016.10.2.133>
- [7] J. S. Kong, B. H. Lee, "Development of the driving-will control system for a power-assisted electric wheelchair", *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, Vol.13, No.3, pp.1296-1301, March 2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2012.13.3.1296>
- [8] H. W. Jung, J. J. Yoo, D. H. Lee, "Making of foldable electronic wheelchair body for the disabled and their guardians", *Journal of Rehabilitation Welfare Engineering & Assistive Technology*, Vol.8, No.2, pp.89-94, May 2014.
<http://www.riss.kr/link?id=A100037021>
- [9] C. Y. Song, H. J. Yoon, C. Lee, "Development of standing and gait assistive wheelchair", *Journal of the Korean Society of Manufacturing Technology Engineers*, Vol.22, No.3, pp.587-592, 2013.
DOI: <https://doi.org/10.7735/ksmt.2013.22.3.587>
- [10] J. M. Kang, S. I. Kang, J. H. Kim, H. S. Ryu, G. H. Kim, S. B. Lee, "The design & implementation of intelligent motorized wheelchair", *Proceeding of KFIS 2002 Spring Conference*, pp.10-13, May 2002.
<http://ndsl.kr/ndsl/search/detail/article/articleSearchResultDetail.do?cn=NPAP08067105>
- [11] Y. P. Kim, H. J. Ham, S. H. Hong, S. C. Ko, "Design of indoor electric moving and lifting wheelchair with minimum rotation radius and obstacle overcoming", *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, Vol.20, No.10, pp.415-424, October 2019.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2019.20.10.415>
- [12] S. C. Jun, J. H. Seo, H. C. Lim, C. H. Lee, Y. I. Shin, D. Y. Jung, "Comparative analysis of international and domestic safety assessment criteria for the electriced-scooter and the electric-wheelchair", *Journal of Rehabilitation Research*, Vol.16, No.3, pp.421-437, October 2012.
<https://www.kci.go.kr/kciportal/ci/sereArticleSearch/ciSereArtiOrteView.kci?sereArticleSearchBean.artiId=ART001703392>
- [13] J. H. Kim, O. S. Kweon, J. H. Kim, "A case study on the usability and user interface of power wheelchair for people with spinal cord injuries", *Journal of the Korean Society of Design Culture*, Vol.24, No.3, pp.125-135, September 2018.
<https://www.kci.go.kr/kciportal/ci/sereArticleSearch/ciSereArtiOrteView.kci?sereArticleSearchBean.artiId=ART001703392>

iSereArtiView.kci?sereArticleSearchBean.artid=ART002388323

- [14] S. H. Min, J. S. Jeong, "Development of usability evaluation scale for manual wheelchair", *Journal of Special Education & Rehabilitation Scienc*, Vol.55, No.4, pp.311-333, December 2016.
DOI: <http://doi.org/10.23944/isers.2016.09.55.4.16>
- [15] K. M. Rhee, D. O. Kim, C. W. Hwangbo, "A study on the usability test of people with disabilities according to the development of powered wheelchair of standing support type", *Journal of Rehabilitation Research*, Vol.16, No.3, pp.211-233, March 2016.
DOI: <http://dx.doi.org/10.16884/JRR.2016.20.1.211>
- [16] J. A. Lee, B. S. Lee, H. Choi, S. M. Yoo, S. P. Yang, J. H. Bae, H. R. Pak, "An investigation of caretakers needs for changes in electric wheelchairs", *Journal of Rehabilitation Welfare Engineering & Assistive Technology*, Vol.10, No.3, pp.177-184, August 2016.
DOI: <http://dx.doi.org/10.21288/resko.2016.10.3.177>
- [17] J. H. Kim, J. B. Kim, S. B. Hwang, W. H. Jang, "The Usability Study on Korea Express Bus with Wheelchair Access", *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, Vol.20, No.7, pp.571-577, July 2019.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2019.20.7.571>
- [18] J. H. Woo, J. H. Kim, J. B. Kim, "Effects of Smart Home on Performance and Satisfaction of Activities of Daily Living of Wheelchair Users", *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, Vol.20, No.7, pp.242-248, July 2019.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2019.20.7.242>

김 영 필(Young-Pil Kim)

[정회원]



- 2014년 2월 : 공주대학교 전기전자제어공학부 (공학사)
- 2016년 2월 : 공주대학교 공주대학원 전기전자제어공학과 (공학석사)
- 2016년 3월 ~ 현재 : 공주대학교 공주대학원 전기전자제어공학과 박사 과정

〈관심분야〉

이차전지, 전력전자, 배터리 BMS

홍 재 수(Jae-Soo Kong)

[정회원]



- 2002년 2월 : 한국기술교육대학교 기계공학부 (공학사)
- 2004년 2월 : 한국기술교육대학교 기계공학부 (공학석사)
- 2009년 2월 : 고려대학교 제어계측공학과 박사수료
- 2001년 8월 ~ 현재 : 한국생산기술연구원 수석연구원

〈관심분야〉

재활훈련기기, 고령친화제품 설계 및 사용성평가

함 헌 주(Hun-Ju Ham)

[정회원]



- 2012년 8월 : 한국방송통신대학교 경영학과 (경영학사)
- 2016년 2월 : 호서대학교 호서대학원 나노바이오트로닉스 (공학석사)
- 2003년 7월 ~ 2015년 8월 : ㈜마노 기술연구소 소장
- 2015년 9월 ~현재 : ㈜오토앤로봇 대표이사

〈관심분야〉

기술경영, 친환경 자동차부품, 자동화기기, 로봇기술

홍 성 희(Sung-Hee Hong)

[정회원]



- 1995년 2월 : 경남대학교 전자공학과 (공학사)
- 2016년 2월 : 홍익대학교 전기공학과 (공학석사)
- 2016년 3월 ~ 현재 : 홍익대학교 전기공학과 박사과정

〈관심분야〉

정보통신, 마이크로프로세서 자동제어, 펌웨어개발

고 석 철(Seok-Cheol Ko)

[정회원]



- 2002년 2월 : 전북대학교 전북대학원 전기공학과 (공학석사)
- 2005년 2월 : 전북대학교 전북대학원 전기공학과 (공학박사)
- 1996년 1월 ~ 1998년 3월 : 타타 대우상용차 사원

- 2005년 1월 ~ 2008년 3월 : 전남TP 정책기획단 책임연구원
- 2008년 3월 ~ 2012년 1월 : 충남TP 정책기획단 팀장
- 2012년 2월 ~ 현재 : 공주대학교 산학협력단 정교수

<관심분야>

초전도한류기, 배선설비, 충전설비, 전력전자, 자계해석