

# 고령자 및 장애인을 위한 기립보조의자의 설계 Design of Lifting Chair for Persons with Disability

\*배주환<sup>1</sup>, #문인혁<sup>2</sup>

\*J. H. Bae<sup>1</sup>, #I. H. Moon<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> 동의대학교 지능시스템공학과, <sup>2</sup> 동의대학교 메카트로닉스공학과

Key words : lifting chair, standing up, sitting down, disability

## 1. 서론

거동이 불편한 노인이나 장애인들 일상생활(activities of daily Living, ADL)에 있어서 많은 불편함을 가지고 있다. 최근에 고령 인구가 증가하면서 자립생활의 요구도 높아지고 있으며, 따라서 ADL 를 지원하는 보조기기(assistive products)에 대한 수요가 커지고 있다. 기립보조의자(lifting chair)는 일상생활에 가장 기본적인 동작의 하나인 일어서기(standing up)와 앉기(sitting down) 동작을 보조하기 위한 보조기기이다. 우리나라와 같은 좌식 생활 문화는 많은 시간을 방이나 거실의 바닥에서 앉거나 누워서 생활한다. 따라서 근력이 약화되거나, 퇴행성 관절염을 가지고 있는 등 근골격계가 약화된 고령자가 가정에서 생활할 때, 신체적인 부담뿐만 아니라 전도 등의 위험도 존재하고 있는 실정이다. 기립보조의자는 기본적으로 의자의 좌면(seat)의 높이를 조절하는 승강기능(lifting function)을 가지고 있다. 바닥으로부터의 높이를 조절하여, 바닥 좌식 상태에서 일반 의자에 앉은 상태로 높이를 올린다든지, 또는 기립시 무릎관절에 걸리는 부하도 경감하여 신체적 부담을 줄일 수 있다. 휠체어를 사용하는 지체장애인의 경우도 방바닥에서 휠체어로 또는 휠체어에서 방바닥으로의 보다 쉽게 이송(transfer)이 가능하도록 보조할 수 있다.<sup>1</sup> 이러한 기능에 있어서 사용자가 보다 쉽게 좌면에 앉기 위해서는 좌면의 높이가 가능한 낮아야 한다.

최근에는 좌면의 지지각도(supporting angle)를 사용자의 시선방향으로 올려줌으로써 둔부를 전방으로 밀어 올리는 힙업기능(hip-up function)이 적용된 의자가 개발되고 있다. Henderson<sup>2</sup> 은 일반 안락의자에 힙업기능을 구현하였다. 그리고 Auel<sup>3</sup> 은 의자의 등판(back-rest)의 각도를 조절하거나 다리판(leg-rest)을 들어올려 눕기(reclining)가 가능한 기능이나 의자의 각도를 기울이는(tilting) 기능도 개발하였다. 이러한 의자는 의자에 앉은 상태에서 기립 동작에는 기능적인 도움을 줄 수 있지만, 저상화를 실현하지 않아 방바닥에 앉은 상태에 기립지원은 어려운 구조였다. Komura<sup>4</sup> 는 좌면을 바닥까지 내릴 수 있으면서 승강 및 힙업기능이 가능하도록 설계하였다. 그러나 좌면 높이를 조절하기 위한 메커니즘이 복잡하고, 별도의 구동기도 필요하여 비용적 측면에 단점을 가지고 있었다.

본 논문에서는 좌면의 하강 높이의 저상화 및 무동력으로 힙업기능이 가능한 기립보조의자를 제안한다. 보조적인 기능으로는 동작시 안전을 고려하여 의자 하강 시 발생할 수 있는 사용자의 신체 끼임이나 장애물에 의한 기구 파손을 방지할 수 있는 끼임감지기구(entrapment sensing mechanism)가 있으며, 의자에 탑승이 용이하도록 팔걸이는 90도 들어 올릴 수 있도록 설계하였다. 승강기능과 끼임감지기구는 기립보조제어시스템에 의해 제어된다. 실험에서는 본 논문에서 제안한 기립보조의자가 장애물 감지 및 승강이 제어가능함을 보인다.

## 2. 기립보조의자 기구의 설계

본 논문에서 기립보조의자에 적용한 메커니즘으로는 좌면의 승강 높이를 조절하는 승강기구(lifting mechanism), 90도 조절가능한 팔걸이(arm-rest)와 힙업구조를 포함하여 좌

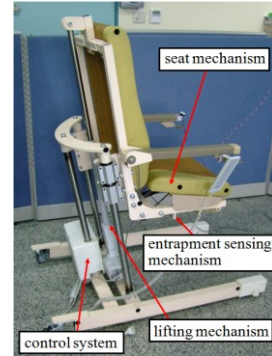


Fig. 1 Mechanism of lifting chair

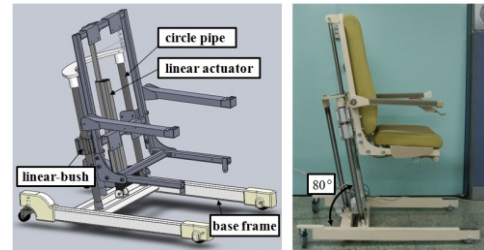


Fig. 2 Design of lifting mechanism

면을 고정하는 좌면기구(seat mechanism), 끼임감지기구, 조작스위치와 센서의 상태에 따라 승강 구동기를 제어하는 제어시스템으로 구성된다 (Fig. 1 참조).

### 2.1 승강기구 설계

Fig. 2 는 기립보조의자의 승강기구를 나타낸다. 좌면기구는 바닥지지대(base frame)에 고정되어 있는 하나의 선형구동기(linear actuator)에 의해 승강된다. 좌면기구의 가동범위는 지면으로부터 최저 150mm, 최고 570mm 까지 승강이 가능하도록 하여 좌면의 저상화를 실현하였다. 그리고 선형구동기 양쪽에 직선가이드용 원형 파이프(circle pipe)를 설치하고 좌면기구에 부착된 리니어부시(linear-bush)와 체결한 상태에서 승강되도록 하였다. 이것은 좌면 승강 시 발생할 수 있는 마찰을 최소화하면서도 하중 부하를 분산하여 지지할 수 있도록 하였다. 또한 선형구동기 후면에도 후방지지대를 설치하여 부하를 분산할 수 있도록 하였다. 이러한 후방지지대는 수평면과 80도로 설계하여 등판 각도가 90도 이하가 되도록 하였다.

### 2.2 좌면기구 설계

Fig. 3 은 좌면기구에 장착한 힙업기구의 설계이다. 좌면은 좌면기구에 고정된 가스 스프링(gas spring)에 의해 들어 올려지는 구조이다. 가스 스프링의 ON-OFF 조절은 팔걸이에 설치된 스위치에 의해 전방으로 들어올린다. 그러나 좌면의 내림(hip-down)은 사용자의 체중부하로 내려지도록 하여, 무동력으로 힙업기능이 가능하도록 하였다. 힙업기구의 힙업각도는 15도 설정하여 기립 초기에 발생하는 슬관절에 모멘트를 줄이도록 하였다.

좌면기구의 팔걸이는 사용자가 탑승하거나 내릴 때의

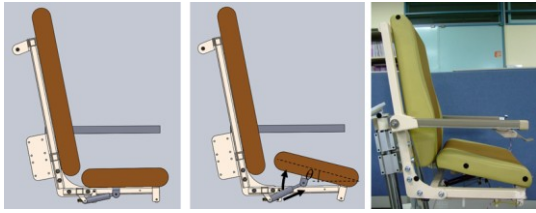


Fig. 3 Design of seat mechanism with hip-up function

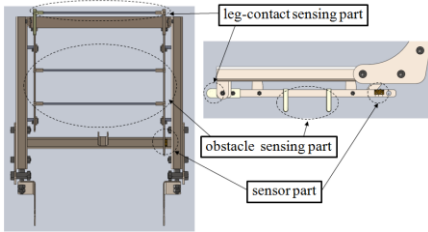


Fig. 4 Design of entrapment sensing mechanism

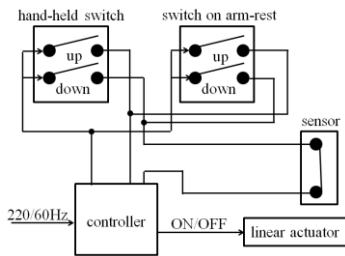


Fig. 5 Block diagram of control system

편의성을 고려하여 최대 90 도까지 들어올리도록 설계하였다. 조작스위치는 팔걸이의 끝에 설치하여 사용자의 손이 쉽게 닿을 수 있도록 하였다.

### 2.4 끼임감지기구 설계

Fig. 4 은 끼임감지기구의 설계이고, 다리접촉 감지부 (leg-contact sensing part), 좌면 아래의 이물질 감지부(obstacle sensing part) 그리고 센서부(sensor part)로 구성되어 있다. 다리접촉 감지부는 사용자 하지가 좌면과 바닥 사이에 끼인 상태에서 좌면이 하강하게 되면, 다리와 감지부의 접촉에 의해 기구가 뒤로 밀리게 되고, 그러면 기구 끝에 설치된 센서부에 의해 접촉이 감지된다. 마찬가지로 이물질 감지부도 같은 동작으로 이물질이 감지된다. 그러면 제어기에서 좌면의 승강동작을 멈추도록 제어한다. 센서부에는 접촉식 리미트스위치(limit switch)를 사용하였다.

### 3. 제어 시스템

기립보조의자의 승강 조작스위치로는, 핸드스위치(hand-held switch)와 팔걸이 고정스위치가 있다. 핸드스witch는 사용자나 간병인이 핸드스witch를 손에 들고서 의자의 승강을 조절할 수 있으며, 고정스witch는 사용자가 의자에 앉은 채로 의자의 승강을 조절할 수 있다. Fig. 5 는 제어기와 조작스위치, 끼임감지용 센서, 그리고 구동기와의 전기적 연결 계통도를 보여준다. 본 논문에서는 끼임감지용 센서가 스조작스위치보다 우선적으로 동작하도록 하였다. 또한 제어기에는 220V/60Hz 가 입력되며, 조작스위치에 따라 ON/OFF 로 선형구동기를 제어한다.

### 3. 실험 및 결과

의자의 동작을 실험하였다 (Fig. 6 참조). 먼저, 좌면 아래에 이물질이 끼여 있을 때(Fig. 6(a))와, 사용자의 하지 일부가 끼여 있을 때(Fig. 6(b))를 비교하였다. Fig. 7 은 Fig. 6 실험에 대하여 시간에 따른 의자의 높이, 구동기 ON-OFF



(a)



(b)

Fig. 6 Lifting motion

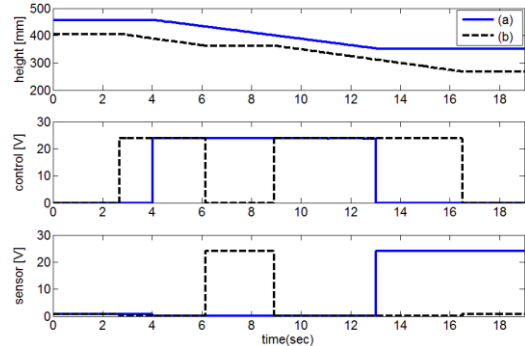


Fig. 7 Experimental results

출력, 그리고 센서의 출력을 나타낸 그래프이다. 실선은 이물질이 있을 때의 동작이고, 점선은 신체의 일부가 끼여 있을 때의 결과이다. 먼저 Fig. 6(a)의 실험에 대한 결과(실선)에서, 의자는 4 초에서 스위치를 닫아 하강 명령을 내리게 되면 구동기 ON(24 V)된다. 계속 하강을 하다가 13 초에서 이물질과 접촉하여 센서가 검출(24 V)하게 되면 구동기는 OFF(0 V)로 멈추게 된다. 그리고 Fig. 6(b)의 신체 끼임 실험에 대한 결과(점선)에서는 2.7 초에 스위치를 닫아 구동기 ON(24 V)되어 하강을 시작하고, 6 초에서 센서가 다리와 접촉을 감지(24 V)하여 구동기는 OFF(0 V)한다. 그리고 8.9 초 후 다리를 좌면의 아래에서 꺼내어 센서와 접촉하지 않게 되어 다시 하강(24 V)한다. 16 초에서는 스위치를 열어서 동작을 정지(OFF) 하였다.

### 4. 결론

본 논문에서는 고령자 및 장애인을 위한 기립보조의자의 설계를 제안하였다. 프로토타입으로 제작한 기립보조의자를 이용하여 각 기구부의 기능을 실험하였다. 그 결과 기립보조의자의 끼임감지기구의 동작이 완벽하게 수행함을 확인하였다. 향후에는 기립보조의자의 인체에 대한 영향을 정성적, 정량적으로 평가할 예정이다.

### 후기

본 연구는 보건복지가족부 보건의료기술진흥사업의 지원에 의하여 이루어진 것임. (과제고유번호 : A084996)

### 참고문헌

1. 구현모, 정동훈, 공진용, 채수영, “지체부자유인의 휠체어 사용실태 및 요구 조사,” 특수교육저널, **6-3**, 229-245, 2005.
2. Henderson, E.D., “Elevator Chair Apparatus,” United States Patent, No. 5,165,753, 1992.
3. Auel, C.C., “All-Purpose rocking, swiveling, reclining, and lifting chair,” United States Patent, No. 5,024,486, 1991.
4. Komura, S., Kaneda, T., Yamashita, K., Adachi, K. and Mizuseki, I., “Elevation Chair,” United States Patent, No. 6,783,179-B2, 2004.