

# 와상환자의 이송 및 이송 작업을 위한 돌봄로봇 개발

## Development of a Care Robot for Lift and Transfer of Bedridden Patients

콘차녹 보라사워드<sup>1</sup> · 권혁동<sup>2</sup> · 김창원<sup>†</sup>

Konchanok Vorasawad<sup>1</sup>, Hyeokdong Kweon<sup>2</sup>, Changwon Kim<sup>†</sup>

**Abstract:** In this paper, we introduce the results of the development of a care robot for the safe lifting and transportation of bedridden patients with difficulty moving by themselves, especially, in medical facilities. The purpose of the developed patient transfer robot is to improve the convenience of care givers and enhance the safety and comfort of care recipients by facilitating patient lifting and patient transfer tasks by applying robot technology. In order to implement the lifting function, a hoist was designed and developed, and a sway control and rollover warning system were included in the hoist module as product differentiators. In addition, in terms of implementing the transfer function, an omnidirectional movement mechanism to improve operability in confined spaces and an active safety system to prevent collisions were developed. The function of the developed patient transfer robot was verified through performance evaluation by an authorized testing agency.

**Keywords:** Patient Transfer Robot, Smart Wire, Care Robot, Omnidirectional Driving

### 1. 서 론

의료 기술의 비약적인 발전으로 인해 인간의 기대수명은 빠른 속도로 증가하고 있다. 통계청 자료에 따르면 한국인의 기대수명은 1970년대 62.3세에서 2021년 예측한 2023년의 기대수명은 84.3세로 22세 증가했다<sup>1)</sup>. 수명의 연장으로 고령화가 가속화되어 만성 질환이나 사고 등의 원인으로 인해 독립적인 활동이 어려운 고령자 및 환자의 수는 증가하고 있으나, 이들의 일상 생활을 지원해 줄 돌봄을 주는 자(caregiver)의 수는 급격히 줄어들고 있는 현실이다. 돌봄을 주는 자의 수적인 감소 뿐만 아니라 돌봄 서비스의 질적인 향상을 위해 돌봄 로봇(care robot)의 개발과 확산이 지속적으로 이루어지고 있다<sup>2)</sup>.

본 연구에서는 다양한 돌봄 로봇의 적용 분야 중에서 하나

로써 스스로 이동이 불가능한 환자의 이동을 돕기 위한 환자 이송로봇(patient transfer robot)을 개발하였다. 환자의 이송을 위해 개발된 의료기기에는 천정형 호이스트를 사용한 이송 시스템과 지면에서 이동하는 이송 시스템으로 구분된다<sup>3)</sup>. 본 연구에서는 환자이송 시스템의 두가지 형태가 접목된 호이스트를 통해 환자를 이송하고, 주행 메커니즘을 통해 이송된 환자를 이송하는 하이브리드 형태의 환자이송로봇을 개발하였다. 개발된 로봇은 환자의 이송이라는 기본적인 기능을 수행하기 위한 호이스트 모듈, 그리고 환자를 안전하게 이동시키기 위한 전방향 이동이 가능한 주행 메커니즘으로 구성된다. 본 논문에서는 하이브리드 형태의 환자이송로봇을 구성하는 주요 모듈에 적용된 기술 및 기술적 구현 방식에 대해 소개한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2 장에서는 환자이송로봇을 구성하는 시스템에 대해 설명한다. 3장과 4장에서는 각각 환자 이송 시스템과 환자 이송 시스템에 대한 상세한 메커니즘이 소개된다. 5장에서는 개발된 환자이송로봇 시스템에 대한 고찰을 하고, 마지막 6장에서 향후 개발 과제에 대한 논의가 이루어진다.

### 2. 환자이송로봇

본 연구에서 개발한 환자이송로봇은 크게 두 가지의 주요

Received : Jul. 10. 2023; Revised : Aug. 10. 2023; Accepted : Aug. 23. 2023

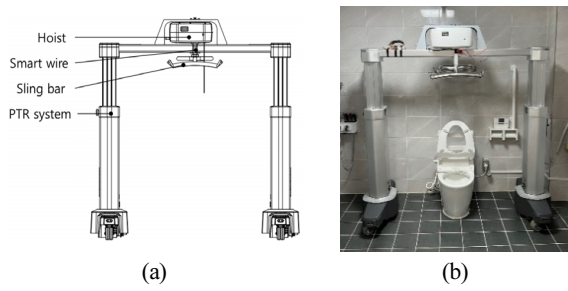
※ This research was supported by the Translational Research Program for Care Robots funded by the Ministry of Health & Welfare, Republic of Korea (grant number: HK20C0007-030020)

\* Konchanok Vorasawad and Hyeokdong Kweon are co-first authors

1. Graduate Student, School of Mechanical Engineering, Pukyong National University, Busan, Korea (konchanok@pukyong.ac.kr)

2. R&D Director, Dong-A Metal Co., Ltd, Daegu, Korea (eastkhd@naver.com)

† Assistant Professor, Corresponding author: School of Mechanical Engineering, Pukyong National University, Busan, Korea (ckim@pknu.ac.kr)



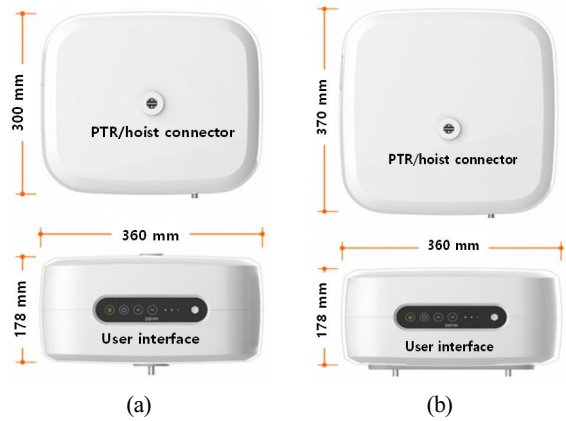
[Fig. 1] Patient Transfer Robot (PTR): (a) Mechanical design of PTR (b) Prototype of PTR

기능을 갖는다. 첫번째 기능은 침대, 휠체어, 변기 등의 특정 장소에 눕거나 앉아있는 환자를 들어올리는 작업인 이송 기능 (lifting function)이고, 두번째 기능은 이송한 환자를 현재 위치에서 목적지까지 이동시키기 위한 이송 기능(transfer function)이다. 통상 이 두가지 기능을 수행하는 로봇을 환자이승로봇 (patient transfer robot: PTR)이라 칭한다. [Fig. 1]은 본 연구에서 개발한 환자이승로봇의 외형 설계 도면과 시제품 사진이다. 본 연구에서는 환자를 들어올리는 작업의 수행을 위해서 호이스트 모듈을 개발하여 환자이승로봇 상단에 장착하였다. [Fig. 1(b)]에서 확인할 수 있는 것처럼 호이스트의 와이어는 슬링바(sling bar)와 연결되어 있고, 환자를 감싸고 있는 슬링(sling)의 고리를 슬링바에 연결하면 호이스트를 통해 환자를 상승 또는 하강시키는 메커니즘이다. 또한 요양원, 일반 병동뿐만 아니라 재활 병동 등의 의료 시설에서 환자의 원활한 이동을 위해서, [Fig. 1] PTR의 하단과 같이 전방향(omni-directional) 이동이 가능한 주행 메커니즘을 적용하였다.

### 3. 환자 이송 시스템(Patient Lifting System)

환자이승로봇을 구성하는 첫번째 모듈은 환자 이송 시스템이다. 환자의 이송을 위해 본 연구에서는 호이스트 모듈(hoist module)을 적용하였고, 이러한 환자 이송 시스템에서 요구되는 가장 기본적인 기능은 환자의 안전한 상승 및 하강(lifting up/down)이다. 환자 이송 기능의 구현을 위해 [Fig. 2]에서와 같이 환자를 이송하는 모터의 갯수에 따라 두가지 형태의 호이스트 모듈을 개발하였다. 본 연구에서 환자 이송 기능 개발을 위해 설정한 호이스트의 성능 목표는 환자의 최대 이송 하중 130 kg, 이송 최대 속도 60 mm/s 이상이다.

이를 만족하기 위한 호이스트 구동 모듈의 구동축과 중동축의 기어비 설계를 통해 웜기어 기반의 60W, 정격토크 252 kg·cm 모터를 선정하였다. [Fig. 2]는 구동 모듈의 수가 한 개인 경우와 두 개인 경우의 호이스트 모듈을 보여준다. [Fig. 2(a)]에 보이는 한 개의 모터를 사용한 호이스트 모듈의 경우, 환자의 상승 및 하강의 호이스트 본연의 기능만을 수행 한다.



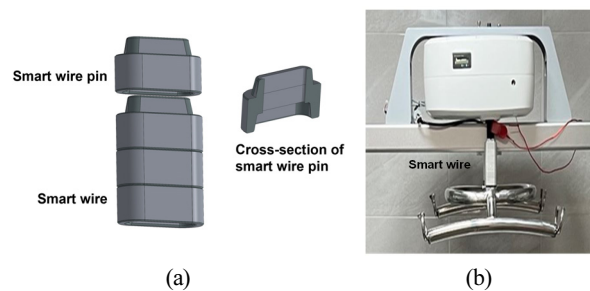
[Fig. 2] Hoist modules for patient lifting: (a) one motor type (b) two motor type

하지만, [Fig. 2(b)]의 경우는 두 개의 모터를 독립적으로 제어하여 환자의 자세를 변경할 수 있는 특징을 지닌다. 향후, 환자 이송로봇 시스템의 사업화 전략으로써 이러한 호이스트 모듈의 형태의 다양화, 즉 리프팅 본연의 기능과 환자 자세 변경 기능을 옵션의 형태로 반영할 예정이다.

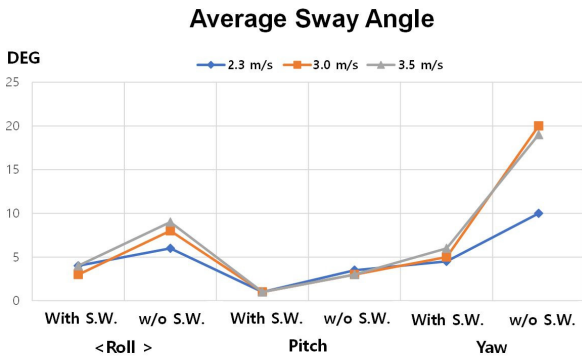
또한, 본 연구에서는 환자이송 시스템의 차별화를 위해 환자의 이송 및 이송 작업이 수행되는 과정에 있어서 환자의 흔들림을 최소화하고, 이송 및 이송 작업중 발생할 수 있는 다양한 상황에 대한 환자의 안전 확보를 위한 기능을 개발하여 호이스트 모듈에 적용하였다.

#### 3.1 환자의 흔들림 최소화 메커니즘

환자이승로봇에 탑승한 환자의 이송을 위한 주행에 있어서 초기 가속 구간과 최종 감속 구간에는 관성에 의해 환자의 흔들림이 발생한다. 본 연구에서는 이를 최소화하기위해 호이스트 모듈에 스마트 와이어 메커니즘을 적용하였다. 스마트 와이어의 메커니즘은 [Fig. 3]에 설명되어 있다. [Fig. 3(a)]의 각각의 부분을 스마트 와이어 핀이라고 정의한다. 또한 [Fig. 3(b)]와 같이 여러 개의 스마트 와이어 핀이 직렬로 연결된 형



[Fig. 3] Smart wire: (a) smart wire pin and smart wire (b) smart wire applied hoist module



[Fig. 4] Sway angle of the patient

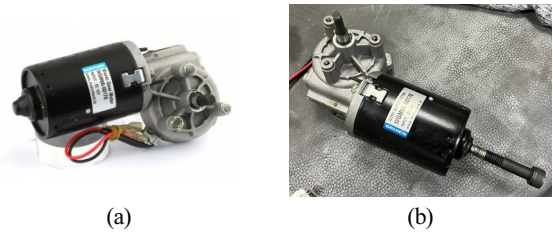
태를 스마트 와이어라고 정의하였다. 이러한 스마트 와이어 편들이 호이스트 벨트를 감싸며 연결되어 있고, 호이스트에 의해서 슬링바가 상승하게 되면 상단이 췌기모양으로 설계된 각 스마트 와이어 편들이 서로 밀착하게 된다. 이를 통해 유연하게 움직이던 스마트 와이어가 강체의 특성을 띄게 되면서 이동중에 또는 가감속 순간에 발생하는 환자의 흔들림을 감소시킬 수 있다.

스마트 와이어 메커니즘 적용을 통한 흔들림 제어 성능 평가를 위해 2 m 직선 거리를 주행 속도는 2.3 m/s, 3.0 m/s, 그리고 3.5 m/s로 왕복주행 하면서 발생하는 흔들림(roll, pitch, yaw) 각도를 측정하였다. 스마트 와이어를 사용한 경우와 사용하지 않은 경우의 성능 차이는 [Fig. 4]와 같이 나타났다.

각 주행 속도에 따른 흔들림 제어 성능을 평가를 통해 모든 주행 속도 조건에서 스마트 와이어를 적용한 경우에 흔들림이 현저히 줄어드는 것을 확인할 수 있었다. 특히 Z축 중심의 회전을 나타내는 yaw 각도에서는 최고 300%의 흔들림 감소 효과를 나타냄으로써 스마트 와이어를 통한 흔들림 제어가 가능한 것을 확인할 수 있었다. 이는 이송중인 환자가 느끼는 불편함의 개선에 현저한 기여를 할 수 있다.

### 3.2 환자 안전성 확보를 위한 호이스트 구동 메커니즘

호이스트 모듈에 부가 기능으로 개발된 두번째 기능은 이송 로봇의 운용 중 발생할 수 있는 돌발상황에 대응하기 위한 환자 안전성 확보 메커니즘이다. 개발한 환자이송 로봇은 배터리 기반의 전동 시스템으로 배터리가 방전될 경우, 환자의 안전을 확보하기 위한 대응방안이 반드시 필요하다. 환자의 안전을 위해 요구되는 기능으로는 전원이 차단되면서 환자의 자중에 의해 환자가 하강되는 것을 방지하기 위한 제동 메커니즘(brake mechanism)과 호이스트에 의해 이송된 환자를 안정하게 하강시키기 위한 수동 하강 메커니즘(manual lowering mechanism)이다.



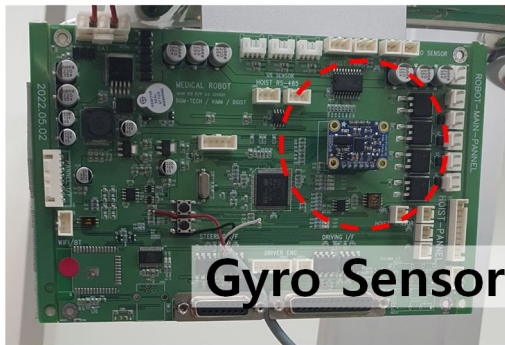
[Fig. 5] Patient Safety Mechanism (a) Worm-gear motor module (b) Modified motor module with manual driver mechanism

호이스트 모듈의 전원이 방전된 상황에서 환자의 안전을 위한 제동 메커니즘의 구현을 위해 [Fig. 4(a)]와 같이 구동 메커니즘으로 웜기어 모듈이 장착된 감속기어가 적용된 모터 모듈을 사용하였다. 이를 통해 전원이 차단된 상황에서도 환자가 하강하는 사고를 방지할 수 있다.

호이스트 모듈의 전원이 방전되었을 때, 환자의 안전이 확보되면 환자를 안전하게 하강시켜야 한다. 웜기어 기반의 구동 모듈은 전원이 차단되면 제동 기능에 의해 회전이 불가능하기 때문에 이러한 구조에서는 환자의 하강이 불가능하다. 따라서 수동형 환자 하강 메커니즘(manual patient lowering mechanism)이 필수적이다. 이 때문에 대부분의 호이스트 기반 이송 시스템에는 수동 하강 메커니즘이 포함되어 있다<sup>4)</sup>. 이를 위해 본 연구에서는 [Fig. 5(b)]에서와 같이 기어로 연결되지 않은 모터 축(shaft)의 후면에 육각 렌치를 사용하여 모터의 축을 수동으로 회전을 할 수 있도록 육각 렌치 형상으로 샤프트를 연장하였다. 이를 통해 비상 상황 시, 육각 렌치를 사용하여 모터 샤프트를 강제 회전시켜 안전한 환자의 하강을 가능하게 하였다.

### 3.3 환자이송로봇의 전복 경보 시스템

환자이송 작업중에 발생 가능한 다양한 위험 요소에 대한 대응을 위한 방안 중 하나로 환자이송로봇의 전복 경보 시스템을 개발하였다. 전복 방지를 위한 제어 기능을 추가하는 것은 비용 뿐만 아니라 시스템의 복잡도를 향상시킨다. 따라서 시스템의 안전한 운용 환경을 벗어나는 환경 조건에서 전복 경보를 발생시킴으로써 사용자에게 해당 환경을 벗어나 안전한 운용을 하도록 유도하는 데 전복 경보 시스템의 목적이 있다. 본 연구에서 개발한 환자이송로봇의 경사로 주행 성능 목표는 돌봄로봇 중 이송보조로봇 요구사항 및 시험방법의 정적 안정성 기준을 준용하여 설정되었다<sup>5)</sup>. 해당 기준에 의하면 지면(베이스)가 의도된 위치에서 전후방 경사가 10°인 경우, 베이스가 가장 불리한 상태에서 전후방 경사 7°, 좌우 경사가 5°인 환경에서 이송로봇이 전복되지 않아야 하는 조건이다. 해



[Fig. 6] Gyro sensor-based roll-over warning system

당 표준의 만족 여부의 평가를 위해 재활공학연구소의 성능평가 환경에서 개발된 이송로봇의 목표의 달성을 확인하였다. 전복경보 시스템의 경보발생 기준은 실제 시스템의 경사로 주행 가능한 경계치 보다 낮게 설정하였다. 주행면의 경사로 측정을 위해서 [Fig. 6]와 같이 3축 자이로 센서를 호이스트 제어 보드에 실장 하였다. 전복 위험 경사 기준 이상의 경사각이 인지되면 동일한 제어 보드에 실장 된 부저를 통해 전복 경보를 발생시켜 사용자에게 위험을 알리는 시스템이다. 개발된 전복 경보 시스템의 성능 평가를 통해 95%의 전복 경보 발생 정확도를 달성하였다.

#### 4. 환자 이송 시스템(Patient Transfer System)

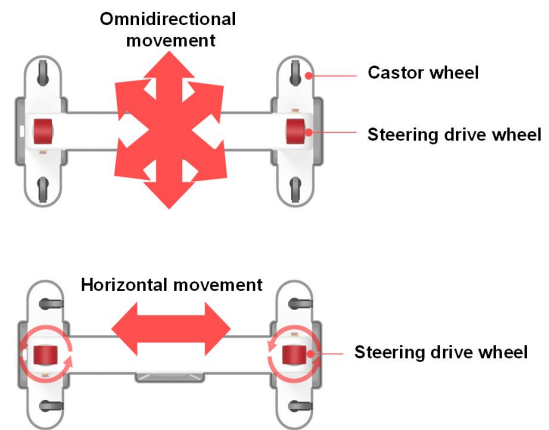
환자이송로봇의 주요 기능 중 하나는 이송(transfer) 기능으로 환자를 안전하게 이송(lifting)한 후에 목적지까지 안전하게 이동시키는 작업이다. 본 연구에서는 개발 제품의 차별화를 위해 협소공간 이동성 확보를 위한 전방향 이동 메커니즘과 능동 충돌 안전 시스템을 개발 및 적용하였다. 전방향 이동 메커니즘의 적용을 통해 최소 회전 반경을 갖는 구동 시스템을 개발하여 협소한 공간에서 환자이송로봇의 이동성을 향상하였고, 초음파 센서 정보를 이용하여 이동 장애물 및 정지 장애물과의 충돌을 방지하기 위한 능동 충돌 안전 시스템 기능을 개발하였다.

##### 4.1 전방향 주행 메커니즘

협소한 공간에서 이동성 향상을 위해서 본 연구에서는상용 조향 드라이브 휠(steering drive wheel)을 적용하여 전방향 이동을 위한 구동 시스템을 설계 및 제작하였다<sup>6)</sup>. 조향 드라이브 휠은 [Fig. 7]와 같이 휠을 회전시키는 모터(wheel drive motor)와 휠을 조향시키는 조향 모터(wheel steering motor)로 구성되



[Fig. 7] Steering Drive Wheel (METALROTA SRL Co.)<sup>17)</sup>



[Fig. 8] Patient Transfer Robot Driving Mechanism

어 있다. 즉, 사용된 조향 드라이브 휠은 휠의 Y축 중심의 회전(pitch 모션)과 Z축 중심의 조향(yaw motion)이 동시에 가능한 메커니즘이다.

환자이송로봇의 전방향 주행을 위해 [Fig. 8]과 같이 4개의 캐스터와 2개의 조향 드라이브 휠을 사용하여 주행 메커니즘을 설계하였다. 사용자의 조향 제어 명령에 따라 두개의 조향 드라이브 휠이 주행 방향과 평행한 방향으로 조향이 된 후, 구동휠의 회전에 의해 이송로봇이 이동하는 형태이다. 사용된 4개의 캐스터는 우레탄 재질의 의료용 캐스트를 적용하였고, 환자이송로봇 전체를 지지하며 조향 드라이브 휠의 주행을 보조한다. 또한, 비평탄 노면 조건에서 모든 휠의 지면 접촉을 유지하기 위해 각 캐스터 휠과 조향 드라이브 휠에 서스펜션을 추가하였다. 개발된 조향 드라이브 휠 기반의 구동 모듈이 적용된 환자이송로봇은 전방향 이동이 가능하여 이송로봇의 전폭의 1/2수준의 회전 반경을 갖기 때문에 로봇의 가로 폭 이상의 공간에서 자유로운 이동이 가능하다. 이를 통해 협소공간에서 로봇의 이동성 향상을 달성하였다.

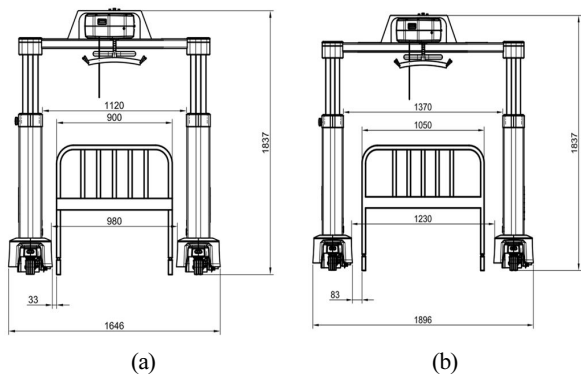
### 4.2 충돌방지 알고리즘

본 연구에서 개발한 환자이송로봇은 요양병원, 재활병원 등 의료 시설에서 사용하기 위한 목적으로 개발되었다. 개발된 환자이송로봇은 [Fig. 9]과 같이 일반형 침대와 다양한 기능을 갖는 스마트 침대의 폭에 대응하기 위해 일반형과(1646×1837×818, 가로×높이×폭)과 광폭형(1892×1837×818)으로 제작되었기 때문에 돌봄을 주는 자가 이송로봇을 이동시키며 환자를 케어함에 있어서 안전상의 취약성이 존재한다. 즉, 환자가 탑승한 경우, 환자이송 작업자의 시야의 미확보로 인해 주변 시설물 또는 사람과의 충돌가능성이 존재한다.

전방 시설물 혹은 이동중인 사람과의 충돌 사고 위험을 최소화하기 위해 환자이송로봇 좌우측의 전후방 및 측방향에 각각 초음파 센서를 장착하여 장애물과의 거리를 측정하고 측정 거리에 따라 충돌 정보 및 자동 제동을 위한 능동 충돌안전 알고리즘을 개발 및 적용하였다. 충돌위험도는 식 (1)과 같이 초음파 센서로부터 측정된 장애물까지의 거리( $d_{obs}$ )를 이송로봇의 주행 속도( $v_{PTR}$ )로 나누어 충돌까지 소요 시간( $TTC$ , time to collision)을 계산하였다<sup>[8]</sup>.

$$TTC = \frac{d_{obs}}{v_{PTR}} \tag{1}$$

이송로봇과 장애물의 충돌을 방지하기 위해 사용자 스스로



[Fig. 9] Dimension of Patient Transfer Robot (mm scale) (a) Normal PTR (b) Wide PTR



[Fig. 10] Active safe system of Patient Transfer Robot

이송로봇을 제동할 여유시간을 포함하는 충돌 정보 시점( $t_w$ )과 사용자 제동 시 충돌이 발생하여 시스템이 자동으로 제동을 발생시키는 시점( $t_b$ )를 지정하고,  $t_b < TTC < t_w$ 인 경우에는 충돌 경보를 발생시키고,  $TTC \leq t_b$ 인 경우에는 자동 제동을 수행하는 알고리즘이다. [Fig. 10]은 개발된 능동안전시스템의 동작 컨셉을 나타낸다. 실험실 노면 환경에서 실험을 통해 능동안전시스템의 환자이송로봇 충돌 정보 발생 및 자동 제어를 위한 최적 파라미터 도출하였다.

## 5. 결론

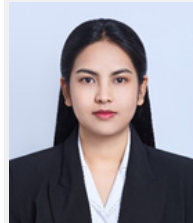
본 논문에서는 스스로 이동이 불가능한 환자의 안전한 이동을 돕기 위해 개발된 환자이송로봇의 상세 내역을 소개하였다. 환자이송로봇의 중요한 두 기능인 환자의 이송(lifting)과 이송(transfer)을 담당하기 위한 메커니즘을 설계하여 제작하였다. 이송과 이송의 기본적인 기능에 더해 환자의 안전을 최우선으로 하여 다양한 상황에서 안전한 환자의 돌봄이 가능하도록 이송 기능에는 스마트와이어를 통한 흔들림 제어 메커니즘, 지면 기울기를 감지하여 전복 위험을 알려주는 전복경보시스템, 수동 하강 메커니즘을 개발하였다. 또한, 이송 기능에는 전방향 이동 메커니즘의 적용을 통한 협소공간 활용성의 재고와 능동안전 시스템을 통한 충돌 방지 기능을 개발하였다.

개발된 환자이송로봇의 사업화를 위해서는 개발된 기능의 최적화가 필수적이다. 이를 위해 계명대학교 동산병원 재활의학과와 영남대학교병원 재활의학과와의 협업을 통해 사용성 평가를 실시하였다. 뿐만 아니라 재활공학연구소의 이송로봇 평가 기준에 준하는 성능평가 실시를 통해 제품의 안전성 및 신뢰성의 확보를 위한 노력을 기울이고 있다. 이러한 현장 사용자들과 환자들의 요구사항을 반영하고 제품의 상품성 향상을 위한 시스템 수준 및 모듈 수준에서의 개선점을 반영하기 위한 후속 고도화 개발을 추진하고 있다. 구체적으로는 환자의 자세변환을 위한 메커니즘, 두 지점간 안전자율주행을 위한 알고리즘, 그리고 전복경보기능의 개선을 위해 능동적인 무게 중심 제어를 통한 전복방지시스템의 개발도 고려하고 있다.

## References

- [1] "Projections of Future Population, Future Life Expectancy," KOSIS, [Online], [https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT\\_1BPA201&conn\\_path=I2](https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1BPA201&conn_path=I2), Accessed: Jun. 22, 2023.
- [2] S. Lee, "Necessity and Field Demand for Assist Robots," *Korea Robotics Society Review*, vol. 13, no. 2, pp. 10-13, 2016, [Online], <https://www.dbpia.co.kr/pdf/pdfView.do?nodeId=NODE06688055>.

- [3] S. Sivakanthan, E. Blaauw, M. Greenhalgh, A. M. Koontz, R. Vegter, and R. A. Cooper, "Person transfer assist systems: a literature review," *Disabil Rehabil Assist Technol*, vol. 16, no. 3, pp. 270-279, 2021, DOI: 10.1080/17483107.2019.1673833.
- [4] N. Wiggermann, J. Zhou, and D. Kumpar, "Prone patients with COVID-19: a review of equipment and methods," *Human Factors*, vol. 62, no. 7, pp. 1069-1076, Aug., 2020, DOI: 10.1177/0018720820950532.
- [5] "Guidelines for the development and use of safety testing procedures in human-robot collaboration," *Care robots - Part 2: Hoist robots requirements and test methods*, 5.3.103 Static Stability, K. A. o. R. Industry, 2022, [Online], [https://www.cencenelec.eu/media/CEN-CENELEC/CWAs/RI/cwa17835\\_2022.pdf](https://www.cencenelec.eu/media/CEN-CENELEC/CWAs/RI/cwa17835_2022.pdf)
- [6] I. Doroftei, V. Grosu, and V. Spinu, *Omnidirectional mobile robot-design and implementation*, INTECH Open Access Publisher London, UK, Sept., 2007, DOI: 10.5772/5518.
- [7] "Drive wheels," *Metalrota*, [Online], <https://metalrota.it/en/products/drive-wheels>, Accessed: Jul. 07, 2023.
- [8] A. V. d. Horst and J. Hogema, *Time-to-collision and collision avoidance systems*, Rijksuniversiteit Groningen, Verkeerskundig, 1994, [Online], <https://trid.trb.org/view/457270>.



### 권차녹 보라사와드

2020 스테리나카린위롯대학교(학사)  
2021~현재 부경대학교 기계설계공학(석사)

관심분야: 모바일 플랫폼 제어, 자율 주행, 강화학습



### 권혁동

1990 동아대학교 기계공학과(학사)  
1992 동아대학교 기계공학과(석사)  
2019 안동대학교 정밀기계공학과(박사)  
2014~현재 동아금속 연구소장

관심분야: 바이오-의료 로봇, 재활로봇, 바이오닉스, 햅틱스



### 김창원

2003 부산대학교 기계공학부(공학사)  
2005 부산대학교 지능기계공학과(공학석사)  
2010 Texas A&M University(공학박사)  
2013 현대자동차 책임연구원  
2021 한국기계연구원 책임연구원  
2021~현재 부경대학교 조교수

관심분야: Autonomous Driving Service Robot, Path Planning, Intelligent Control, Smart Mechanism