

## 협소 공간 장애물 극복을 위한 가변형 트랙을 가진 모바일 로봇

이상웅\*, 이명석\*, 고대권\*, 표주현\*, 김무림\*  
한국로봇융합연구원\*

### Mobile Robot with Variable Track for Overcoming Obstacles in Confine Space

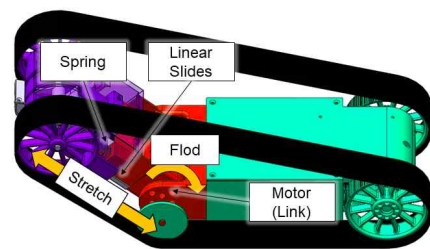
Sangwoong Lee\*, Meungsuk Lee\*, Daegwon Koh\*, Juhyun Pyo\*, Maolin Jin  
Korean Institute of Robot and Convergence\*

**Abstract** - 협소 공간에 사람 대신 진입하여 정찰, 탐지 임무를 수행하는 로봇의 경우 협지 극복을 위해 트랙을 많이 사용한다. 트랙을 이용하는 모바일 로봇의 장애물 극복 성능은 전면 트랙의 높이가 높을수록 좋아진다. 하지만 높은 전면 트랙은 협소 공간에 적합하지 않다. 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 링크를 통해 전면 트랙을 높이를 조절할 수 있는 가변형 트랙을 제안하고 실험을 통해 장애물 극복 성능을 검증하였다.

는 길이를 유지할 수 있도록 도와준다. 리니어 슬라이드는 전면 몸체가 들어났다 줄어드는 때 발생하는 마찰을 줄이고 이동 방향을 고정해 끼이는 일을 방지하게 된다.

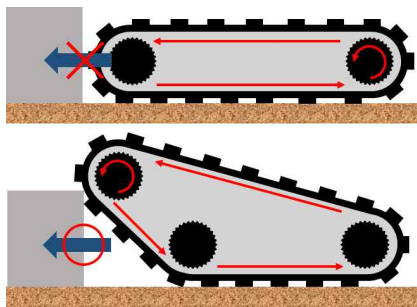
### 1. 서 론

건물 붕괴사고 지역, 건물 천장 환경 등 사람이 진입하기 어려운 협소 공간에 로봇이 대신 진입하여 인명 탐지, 내부 조사를 진행하는 연구들이 진행되고 있다[1-4]. 로봇의 형태는 크게 3종류이며, 뱀 형태의 다관절 로봇, 트랙을 이용한 로봇, 바퀴를 이용한 로봇이 있다. 그중 트랙을 이용한 모바일 로봇의 경우 비교적 빠르게 이동할 수 있으며, 바퀴와 비교하면 지면과 닿는 면이 넓어 안정적인 협지 주행이 가능하다. 하지만 <그림 1>의 위쪽과 같이 트랙의 높이보다 큰 장애물은 극복할 수 없다. 이런 경우 <그림 1>의 아래쪽과 같이 전면의 트랙 높이를 올리는 방향으로 설계를 변경하여 해결한다. 하지만 고정된 전면 트랙의 높이는 협소 공간에서의 주행에 방해가 된다. 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 트랙의 모양이 가변 되는 협소 공간용 모바일 로봇을 제안한다.



<그림 2> 가변형 트랙의 메커니즘

가변형 트랙을 가진 모바일 로봇은 천장 환경이라는 협소 공간에서 운용하는 것을 목표로 제작하였다. 가장 일반적인 천장 환경은 <그림 3>과 같다. 천장을 고정하고 있는 철골 구조물은 규격에 의해 최대 높이가 76mm이다. 따라서 모바일 로봇이 장애물의 최대 높이는 극복 할 수 있으면서 최대한 작게 설계하였다. <그림 4>는 설계한 모바일 로봇의 제약 조건이다. 모바일 로봇의 전면 트랙의 높이는 70mm인데 최대 장애물의 높이인 76mm이므로 가변 된 트랙의 높이가 146mm보다는 높아지도록 설계해야 안정적으로 장애물을 극복할 수 있을 것으로 예상하였다. 따라서 <그림 4>와 같이 전면 트랙의 높이가 178mm가 되도록 설계를 진행하였다.

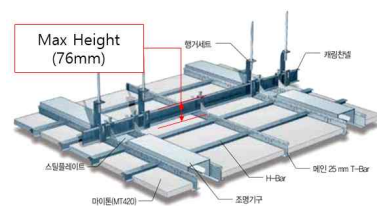


<그림 1> 트랙을 가진 모바일 로봇의 장애물 극복 방법

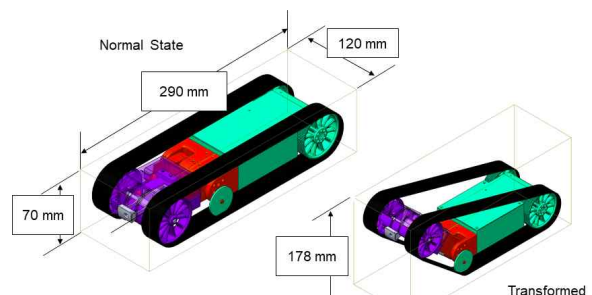
### 2. 본 론

#### 2.1 가변형 트랙 메커니즘

가변형 트랙 메커니즘은 모바일 로봇 중간에 링크를 넣어 몸체가 접히도록 설계되어 있다. 링크가 접히게 되면 전면의 트랙이 높아져 장애물을 극복할 수 있게 된다. 단지 링크를 접어 전면 트랙의 높이만 올리게 되면 트랙의 장력이 줄어들어 주행 시 트랙이 이탈되어 제 기능을 잃게 된다. 본 논문에서는 위 문제를 해결하기 위해 <그림 2>와 같이 전면 몸체에 리니어 슬라이드와 스프링을 추가하여 링크가 접혀 트랙의 장력이 줄어들면 스프링의 탄성을 이용해 전면 몸체의 길이가 늘어나는 기능을 추가하였다. 스프링은 링크가 접힐 때 전면 몸체가 늘어나야 하



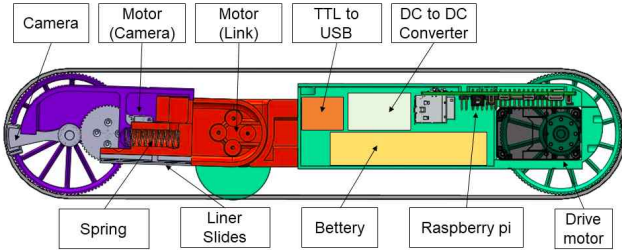
<그림 3> 일반적인 천장 환경



<그림 4> 기구부 제약 조건

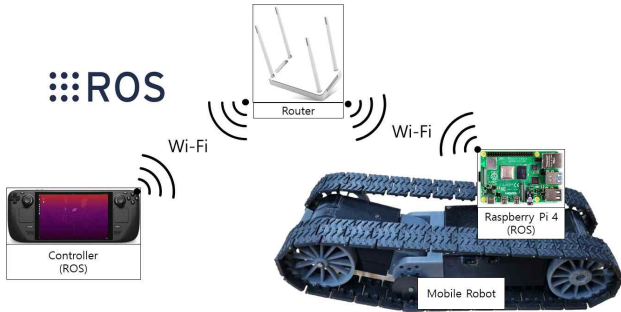
### 2.3 하드웨어 구성

가변형 트랙을 가진 모바일 로봇은 협소 공간에 투입되어 협지를 극복하고 상황을 인지할 수 있도록 설계되었다. <그림 5>는 모바일 로봇의 하드웨어 구성 요소이다. 모바일 로봇이 링크를 접는 상태로 운용할 때 안정적으로 동작할 수 있도록 무거운 구동 모터와 배터리는 로봇의 후면으로 배치하였다. 전면부에는 사용자가 조작성이 용이하도록 카메라와 카메라의 각도를 제어하기 위한 모터가 존재한다. 각 모터에는 엔코더(Encoder)가 부착되어 있어 링크가 접히는 각도만큼 카메라의 모터를 반대 방향으로 구동하여 카메라가 항상 전방을 향하도록 제어하였다.



<그림 5> 하드웨어 구성 요소

또한, 모바일 로봇은 원격 무선 제어가 가능하도록 설계하였다. <그림 6>은 모바일 로봇을 원격으로 제어하는 방법이다. 모바일 로봇 제어에는 ROS(Robot Operating System)가 이용되었다. 제어장치에서 공유기(Router)를 통해 무선으로 모바일 로봇의 MPU(Microprocessing Unit)인 Raspberry Pi에 접속하고 제어기에서 생성한 제어 명령을 ROS를 통해 전달하여 모바일 로봇을 원격으로 조종하였다.

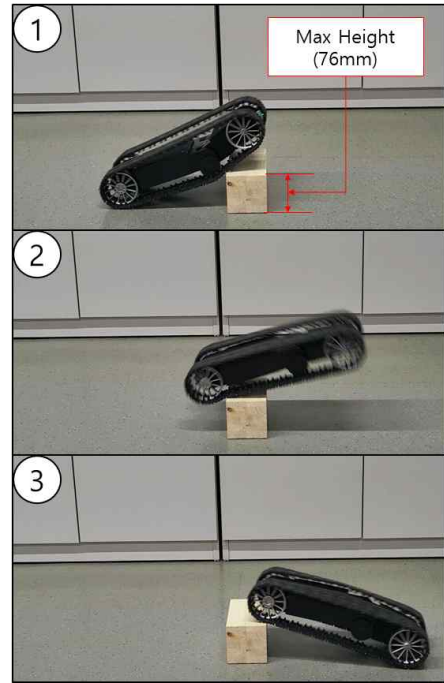


<그림 6> ROS를 이용한 원격 조종

### 2.2 장애물 극복실험

제작한 모바일 로봇의 장애물 극복 성능을 테스트하기 위해 실험을 진행하였다. 실험은 모바일 로봇을 원격으로 조종하여 설치된 목표 높이 72mm의 장애물을 극복하여 진행할 수 있는지 확인하였다.

실험 결과 링크를 접고 모바일 로봇의 트랙 전면의 높이를 올린 상태에서 장애물을 향해 계속 전진만 장애물의 높이가 낮을 때에는 상관없었지만 목표했던 72mm의 장애물에서는 무게중심이 너무 높아져 모바일 로봇이 전복되었다. 따라서 모바일 로봇의 전복을 피하기 위해서는 장애물 일정 높이까지 올라갔을 때 접었던 링크를 다시 일자로 펼쳐 무게중심을 낮추어 진행하니 장애물을 극복할 수 있었다. <그림 7>의 1번에서는 접혀있던 링크가 2번에는 다시 펴지고 3번에서 장애물을 극복하는 것을 확인할 수 있다.



<그림 7> 가변형 트랙의 장애물 극복실험

## 3. 결 론

사람이 진입할 수 없는 협소 공간에 로봇이 대신 진입하여 정찰, 탐지 임무를 수행하는 데 있어 로봇의 크기가 큰 영향을 미칠 수 있다. 본 논문에서 제안하는 가변형 트랙을 협소 공간용 모바일 로봇에 이용한다면 전면 트랙의 높이보다 큰 장애물을 극복할 수 있는 동시에 로봇의 크기는 최소화할 수 있으므로 협소 공간 탐지 능력을 극대화할 수 있을 것으로 기대된다.

### 감사의 글

이 연구는 2022년도 산업통상자원부 및 산업기술정책관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임 (No.20018110)

### [참 고 문 헌]

[1] Maolin Jin, Kap-Ho Seo, Jin-Ho Suh, "Research Trends on Disaster Response Robots", Journal of the Korean Society for Precision Engineering, 36권 4호, 331-337, 2019  
 [2] Julian Whitman, Nico Zevallos, Matt Travers, Howie Choset, "Snake Robot Urban Search After the 2017 Mexico City Earthquake", 2018 IEEE International Symposium on Safety, Security, and Rescue Robotics (SSRR), 2018  
 [3] 김성재, 신동관, 표주현, 신주성, 김무림, 서진호, "협소 공간 생존자 탐색을 위한 뱀형 로봇의 다중 센서 모듈", 한국로봇공학회지, 16권 4호, 291-298, 2021  
 [4] Min-hee Gwak, Seung-Hwangbo, Gyu-tak Kim, Heung-jin Shin, Jong-kwon Kim, Hyung-ho Lee, Chul-Park, Ki-young Na, "Integrated system for detecting crack within the narrow space using vision", 2013 대한전기학회 제44회 하계학술대회, 2013