

# 위험작업 로봇 ROBHAZ

이 우 섭 · 한국과학기술연구원 인지로봇연구단, 연구원  
강 성 철 · 한국과학기술연구원 인지로봇연구단, 책임연구원

\_e-mail : robot@kist.re.kr  
\_e-mail : kasch@kist.re.kr

이 글은 화재 및 지진과 같은 재난상황과 위험물 처리와 위험지역 정찰 등의 위험작업에 활용될 수 있도록 개발된 로봇 ROBHAZ(Robot for Hazardous)에 대해 소개하고자 한다.

**일**반적으로 21세기에는 로봇이 기존의 인간이 수행하고 있던 작업영역을 대처하리라 예상하고 있으며, 실제로 재난 현장, 인명구조, 지뢰제거, 위험 또는 오염 지역 정찰과 같은 위험작업에 대해서 먼저 인력을 대처할 수 있는 로봇의 필요성이 대두되고 있다. 이러한 위험작업을 위한 로봇이 실용적으로 사용되기 위해서는 우선 일차적으로 지형 조건에 상관없이 이동이 가능한 주행 기구부가 기본적으로 필요하며 그 위에 각각의 위험 작업에 적합한 센서 및 장비를 장착하여 각각의 임무에 효과적으로 수행할 수 있는 통합 제어 방식이 개발되어야 한다. 위험작업을 위한 ROBHAZ는 이러한 조건을 만족하기 위해 1차적으로 신뢰성 있는 험지 주행 기구부를 탑재하였으

며, 동일한 개념의 주행 기구부 방식을 응용하여 다양한 위험작업을 수행할 수 있는 여러 버전의 로봇으로 개발 되었다.

## ROBHAZ의 주행 기구부 개념

현재의 기술 수준으로 위험 작업지역에서 신뢰성 있게 작업을 하는 로봇은 기본적으로 원거리에서 사용자가 직접 조종을 하는 것을 기본으로 하고 있다. 이러한 이유로 일반적으로 주어진 임무를 수행하기 위해서 험지를 이동해야 하는 위험 작업 로봇은 기본적으로 여러 조건의 지형 조건에 상관없이 주행할 수 있을 뿐 아니라 원격지에서 사용자가 쉽게 조종을 할 수 있어야 한다는 조건을 만족해야 한다. 이러한 조

건을 만족하기 위해서 ROBHAZ에 사용된 방법은 기본적으로 험지에서의 주행성능이 우수한 캐터필러 방식을 사용하며, 로봇의 몸체를 앞쪽과 뒤쪽 2개로 분리하고 그 중간을 자유롭게 회전할 수 있는 회전 기구부로 연결하는 방식이다. 이 방식을 사용하게 되면 로봇의 몸체는 중력에 의해서 지면에 밀착하는 형상으로 회전 기구부의 각도가 자동으로 조종되어, 계단을 포함한 바위 지형 등에서도 사용자가 크게 신경을 쓰지 않아도 지면에 밀착해서 안정적인 주행이 가능하게 된다. 본 연구에서는 이렇게 개발된 기구부 방식을 '피동형 연쇄 트랙 메커니즘(Double-Track Mechanism)'이라 칭한다.

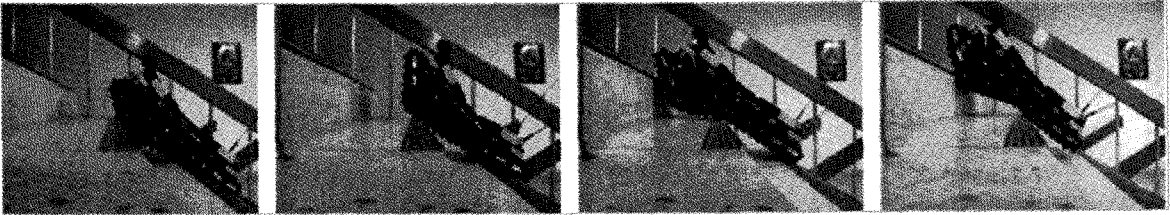


그림 1 개발된 ROBHAZ가 계단을 등판하는 모습(앞뒤로 구분되어 있는 2개의 몸체가 가운데 회전축을 중심으로 회전하면서 계단면에 밀착되어 주행하는 모습이 확인됨)

## 위험작업 로봇 ROBHAZ의 개발 모델

Double-Track Mechanism을 장착한 ROBHAZ는 다양한 위험 작업을 효과적으로 수행할 수 있도록 하기 위해 각각의 임무에 적합한 장비를 장착한 여러 버전의 ROBHAZ 모델로 개발되었다. 각각의 개발 모델은 소형, 중형, 대형으로 구분되어 각각의 개발 버전에서 목표로 하는 임무가 구분되어 있다.

첫 번째 로봇은 중형인 ROBHAZ DT3이다. 참고로 DT는 Double-Track의 약자이며 '3'은 세 번째로 개발된 버전임을 나타낸다. 참고로 버전1~2는 주행 기구부를 검증하기 위한 시험 개발품이었다. ROBHAZ-DT3는 740mmx470x290mm의 크기이며 무게는 39kg이다. 평지에서 최고 주행속도는 5km/h이며 일반적인 경사면 등판 속도는 2km/h이다. 이때 최고 등판각은 40도며 약 1시간 동안의 연속 운전이 가능하다. 또한 실제 위험작업의 임무가 필요한 환경에서는 매우 빠른 시간 안에 로봇의 현장 투입이 요구되기 때문에 로봇

과 함께 휴대가 가능한 소형 무선 조종 제어 박스도 함께 개발되었다. 이 ROBHAZ-DT3의 최고 특징은 높은 가반 중량이다. 평지 기준 로봇의 몸체에 약 40kg의 무게를 올리고도 정상 주행이 가능하다. 이러한 높은 가반 하중 기능을 이용하여 ROBHAZ-DT3에는 각각의 임무에 적합한 여러 가지 장비의 장착이 가능하며 다양한 목적으로 응용이 가능하다.

첫 번째로 적용된 영역은 지진과 같은 재난 상황에서 적용이 가능한 인명 탐색용 로봇이다. 일반적으로 지진과 같은 재난이 발생한 지역에서 희생자가 매몰되어 있을 가능성이 높은 구조물은 구조적으로 매우 불안한 상태이다. 이러한 위험한 환경에 구조요원이 처음부터 현장에 직접 투입될 경우 2차 붕괴 등과 같은 위험 상황에서 구조요원의 안전도 위협 받을 수 있는 가능성이 매우 높다. 이러한 상황에서 2차 붕괴 또는 위험물들의 유출이 있는 예상 지역에 구조요원보다 먼저 로봇을 투입하여 붕괴현장에 매몰된 희생자를 탐색하고, 희생자가 탐지될 경우 그 희생자의

체온, 호흡, 의식 등 상태를 파악하고 그 희생자의 주변 지도 및 접근 경로 등을 자동으로 수집해서 외부의 조종자에게 전달하면 구조요원은 불필요한 탐색 시간을 최소화 하며 매몰자와 본인의 안전을 최대한 확보하는 효율적인 구조가 가능해진다. 이러한 기능을 수행하기 위해서 ROBHAZ-DT3에는 기본적으로 지진 지역 등의 험지에서 주행이 가능한 우수한 주행 기구부가 장착되어 있으며 추가적으로 희생자의 주변 지형을 파악할 수 있는 2차원 거리측정센서, 희생자의 상태를 파악할 수 있는 팬틸트(PAN\_TILT) 카메라, 비접촉 온도 센서, 마이크 및 CO<sub>2</sub> 센서가 장착되어 있다. 이러한 센서를 이용해서 ROBHAZ-DT3는 지진과 같은 험지를 안정적으로 주행하며 매몰된 희생자의 상태를 효과적으로 파악할 수 있다.

다음으로 ROBHAZ-DT3가 응용된 분야는 군사 및 민간 위험 지역 정찰 및 위험물 처리 작업 분야다. 군사 및 민간 위험 지역의 경비는 인력 운용의 효율성을 높이기 위해 오래전부터 로봇의 필요성이 매우 높은 분야였다. 이



그림 2 ROBHAZ-DT3 구조용 버전

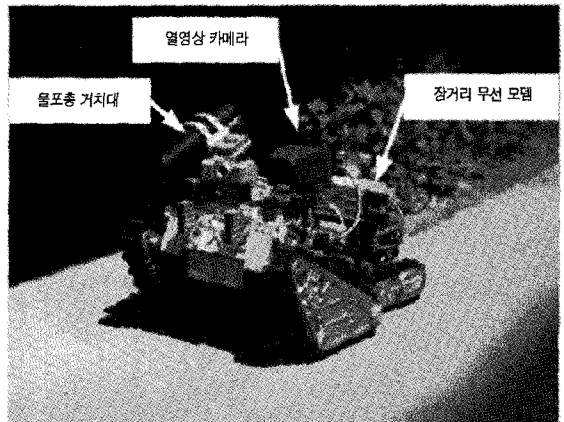


그림 4 ROBHAZ-DT3 정찰용 버전

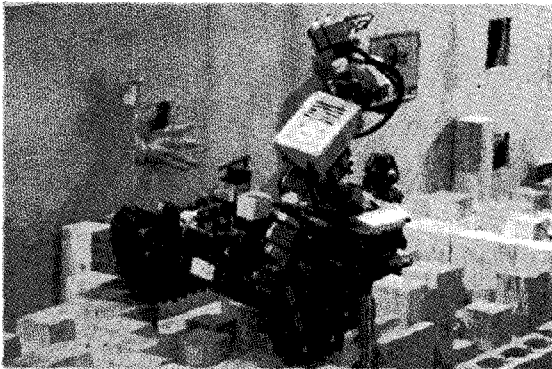


그림 3 RoboCup2005 구조로봇 경진대회



그림 5 ROBHAZ-DT3 이라크 현지 작전 모습

러한 정찰 임무를 효과적으로 수행하기 위해 ROBHAZ-DT3에 야간 상황에서도 시각 정보를 얻을 수 있는 열영상 카메라와 장거리 무선 통신 모듈 그리고 군사 작전에서 주로 필요로 하는 폭발물과 같은 위험물을 효과적으로 제거할 수 있는 장비인 물포총을 탑재하였다. 이러한 로봇 시스템을 이용하여 원거리 또는 안전 지역에 있는 조종자는 주야간 상황에서도 문제없이 효과적이고 안전한 정찰 작업이 가능하며, 특히 위험물 제거 작업에서는

기존 인력으로 수행하는 작업을 로봇에 의해서 처리함으로써 인명을 보호하는 매우 큰 역할을 수행한다. 참고로 이렇게 개발된 ROBHAZ-DT3는 이라크 현지의 실제 군사 지역에 투입되어 자이툰 부대의 주둔 기지 출입 차량의 하부 및 외각 경비에 대한 시험 활용 임무를 효과적으로 수행함으로써 최초의 국산 국방로봇으로서 그 가능성을 인정받았다.

ROBHAZ-DT4는 ROBHAZ-DT3와 동일한 개념의 이동 기구부를 대형으로 변경하고 직접적

으로 외부의 물체를 조작할 수 있는 대형 로봇팔을 장착한 로봇이다. ROBHAZ-DT4는 690mm x 500mm x 910mm의 크기이며 무게는 145kg이다. 평지 기준 최대 주행 속도는 약 3km/h이며 계단과 같은 경사면 주행 속도는 1km/h다. 장착된 로봇팔은 5kg의 물체를 조작할 수 있으며 로봇팔 자체의 무게를 낮추기 위해 로봇팔은 탄소 복합재료를 이용한 4절 링크 구조를 이루고 있다. 이렇게 개발된 ROBHAZ-DT4는 폭발물로 예상되는 위험



그림 6 ROBHAZ-DT4를 이용한 자동차 문열기 및 위험물 이동 작업

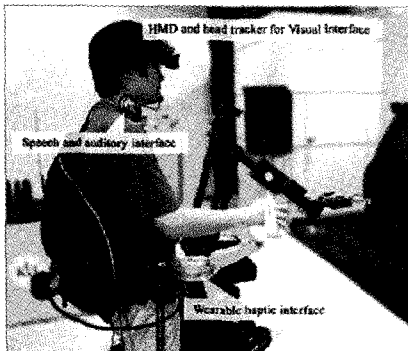


그림 7 착용형 조종장치

물체를 안전한 지역으로 이동시키기 위해 문 열기, 물체 집기, 물체 이동시키기 등의 임무를 원격 조종에 의해서 수행한다. 또한 효율적인 조종을 할 수 있도록 사용자는 로봇에 장착된 입체영상 카메라로부터 전송되는 입체 영상을 머리에 착용한 HMD(Head Mount Display)를 이용해서 입체적으로 볼 수 있게 개발되었으며 또한 로봇을 조종하기 위해서 필요한 여러 가지 메뉴 및 정보 화면을 입체 영상과 함께 합성하여 사용자에게 제공해줌으로써 작업 집중도와 효율성을 극대화시켰다. 또한 사용자 머리에 장착된 HMD에는 사용자의 머리 회전 각도를 측정할 수 있는 센서

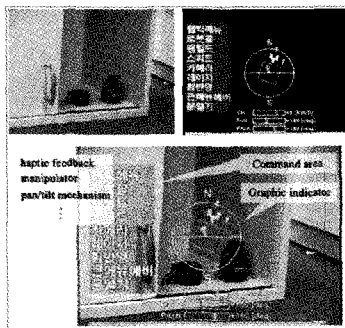


그림 8 조종 화면과 정보 화면의 영상 통합

가 함께 장착되어 있어 조종자는 특별한 조작 없이 자신의 머리를 회전시키면 그 회전 각도에 연동하여 로봇에 장착된 팬틸트 카메라가 회전을 하게 된다. 마지막으로 다양한 로봇의 조작 메뉴를 효율적으로 선택하기 위해서 로봇 조종장치에 사용자 음성 인식 기능이 장착되어 있다. 즉 사용자는 각각의 상황에 적합한 로봇의 상태를 설정하는 기능 조작을 마우스와 같은 부가적인 입력장치를 이용하는 것이 아니라 음성인식을 통해서 직관적으로 선택해 줌으로써 조종 편의성 및 집중도를 극대화시킬 수 있었다. 마지막으로 로봇팔의 위치를 제어하기 위해서 사용자는 자신의 허리에

경량 구조의 조이스틱을 착용하고 있다. 이 조이스틱에는 사용자의 손의 위치에 따라 길이와 각도가 변경되고 그 변경된 길이와 각도를 측정할 수 있는 센서가 장착되어 있어 이 센서들을 이용해서 얻어진 값을 이용해 로봇팔에 장착된 핸드의 위치를 조종하게 된다. 또한 로봇팔이 물체와 접촉을 하는 작업 중에 발생하는 물체와 로봇팔 사이의 접촉힘을 사용자에게 전달하여 사용자가 그대로 느낄 수 있도록 해주는 기능이 허리의 장착형 조이스틱에 적용되어 있다. 이렇게 사용자는 로봇팔 제어를 자신의 손 위치로 직관적으로 조종할 수 있으며 작업 중 발생하는 힘을 느낄 수 있어, 원격 작업의 특성상 쉽게 나타나는 무리한 힘이 발생하는 로봇팔 조종 또는 물체 조작을 방지할 수 있어 위험작업의 안전성을 높일 수 있다.

마지막으로 개발된 ROBHAZ-DT5는 지금까지 개발된 ROBHAZ 로봇들 중에서 가장 소형에 속하는 로봇이다. 이 로봇은 가반하중(payload)를 낮추고 로봇의 무게를 줄임으로써 이동 속도를 최대한 높인 로봇이다. 이 로봇의

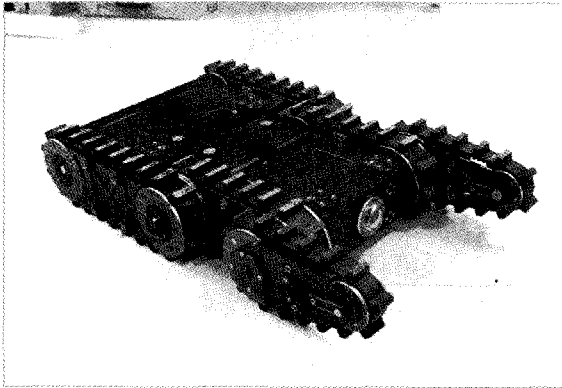


그림 9 상하 동일구조의 ROBHAZ-DT5 외형



그림 11 하천 지역 주행 성능

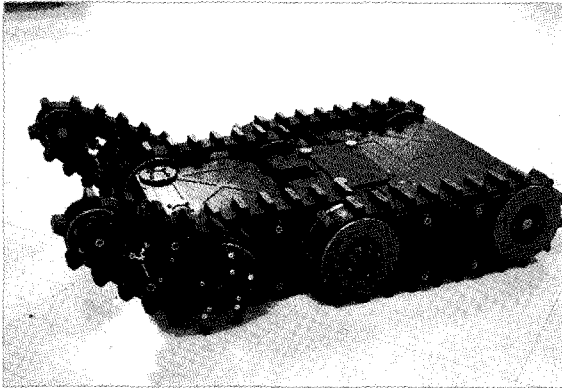


그림 10 앞쪽 트랙의 각도를 조절한 상태

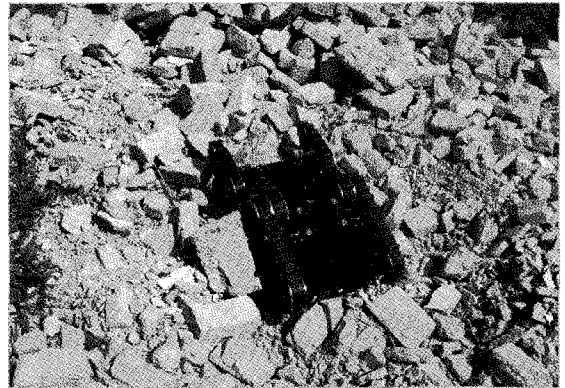


그림 12 암석 지역 주행 성능

무게는 25kg이며 크기는 400mm x550mmx140mm이다. 이 로봇의 최대 특징 중 하나는 기존에 다른 ROBHAZ 모델에 적용된 이중트랙(double track)구조를 그대로 유지하고 있으면서 앞쪽 트랙에 각도 조절이 가능한 추가 트랙을 장착한 것이다. 이런 각도 조절이 가능한 기구부를 장착하게 되면 각각의 주행 및 지면 조건에 적합한 각도로 변경이 가능하여, 기존 수동형 더블 트랙만으로 구성된 주행부가 가지고 있는 한계가 효과적으로 커버되어 주행 안정성 및 성능을 높여줄 수 있다. 또한 기본적으로 로봇 몸체

의 형상이 상하 동일구조로 설계되어 있어 로봇이 주행 중 전복되는 위험 상황에서도 문제없이 동일한 주행 성능을 가지게 된다. 이러한 특징을 가지고 있는 ROBHAZ-DT5는 사용자가 쉽게 휴대가 가능하여 작전 지역에 투척과 같은 방식으로 빠른 투입이 가능하다는 장점을 가지고 있으며, 최대 8km/h의 빠른 고속 주행 성능을 기반으로 한 정찰임무 등에 특화된 용도로 사용될 수 있다. 또한 기존 모든 ROBHAZ 모델에 적용되었던 방진 방수 기능의 신뢰성을 높여 ROBHAZ-DT5에 적용함으로써 악천후 상

황 및 하천 지형에서도 사용할 수 있는 신뢰성을 확보하였다.

현재 ROBHAZ 이동 메커니즘 디자인은 국내 로봇 기업에 기술이전 되어 다양한 형태로 제품화되고 있다. 화재를 감시하거나 화재 현장에 투입되어 화점을 탐지하는 로봇, 군사용으로는 소형 정찰, 감시용 로봇으로 적용되어 개발되고 있다. 특히, GPS와 레이저 스캐너, 자이로스코프 등의 센서를 활용하여, 자율 주행이 가능한 기능도 개발되고 있다. 이러한 자율 주행 기술을 통하여 군사용 무인 차량, 장애인 노약자의 근거리 자율 이동 수단 등으로 발전하리라 예상된다.