

## 2025 Advancement of STEAM CAPSTONE PROJECT

## 화성 탐사 로봇 ATOV(Adaptive Terrain Operation Vehicle)

Team Banana, 세종대학교

김승민, 서동주<sup>e</sup>

초록:

1. 배경 : 스페이스 x 등 민간 우주개발 붐과 로봇 산업의 성장 속에서, 화성과 같은 극한 환경에서 효과적으로 탐사할 수 있는 소형 로봇의 필요성이 제기되었습니다.
2. 방법 : 소형 경량 구조와 낮은 무게 중심을 바탕으로 채시를 설계하고, 바퀴 구동부와 센서를 결합하였습니다. 아두이노 기반 제어 알고리즘으로 장애물 회피와 안정적인 이동을 구현하였습니다.
3. 결과 : ATOV 는 기존 소형 로봇보다 **장애물 극복 능력**과 **균형 유지 능력**, **저전력 주행 능력**에서 우수한 성능을 보였으며, 저중력 환경을 가정한 실험에서도 안정적인 주행이 가능함을 확인하였습니다.
4. 결론 : ATOV 는 향후 화성 탐사와 지구 재난 현장 모두에서 활용 가능성이 높은 소형 탐사 로봇으로, 우주와 지구를 잇는 다목적 플랫폼으로 발전할 수 있습니다.

Keywords: 로봇틱스, 자동제어, 화성탐사

## 1. 도입

최근 스페이스 x 의 잇따른 우주선 발사와 로봇 산업이 관심을 받게 됨에 따라 우주에서 쓰이는 로봇에 대한

관심이 생겼습니다. 로봇은 인간이 도달할 수 없는 환경에 접근하기 위해 만들어지는데 우주는 가장 대표적인 인간이 가기 힘든 공간이기에, 우주공학에서는 항상 로봇이 쓰여왔습니다. 특히 주목받고 있는 화성 환경은 극한의 온도, 낮은 대기압, 모래 폭풍 등 지구와는 전혀 다른 조건을 가집니다.

이를 극복하기 위해서는 소형이면서 험준한 지형을 잘 통과하고 전력을 적게 사용하며 내구성이 좋은 로봇이 필수적입니다. 이를 위해 많은 로봇의 형태를 연구하였고 새로운 로봇의 이동 방식을 고안하게 되었습니다. 이 방식은 이족 보행과 바퀴 굴림 이동 방식의 중간에 있으며 그와 동시에 낮은 무게중심 설계로 균형을 잃지 않고 바퀴 굴림의 한계인 장애물을 넘어갈 수 있습니다. 뿐만 아니라 이족 보행의 한계인 높은 전력 소모와 불안정한 움직임을 해결한 로봇 형태입니다. 이 로봇의 이동 방식은 독특하며 소개된 적 없는 방식입니다.

이번 제작은 단순한 모델 개발이 아니라 인류가 직면한 우주 진출의 현실적 과제와 로봇 산업의 발전 방향을 동시에 체험하기 위한 시도입니다. 작은 모형이지만 이를 통해 “어떻게 하면 극한 환경에서 효율적으로 움직이고 생존을 돕는 로봇을 만들 수 있을까”라는 질문에 한 걸음 더 다가갈 수 있었습니다. 이는 곧 학문적 연구와 산업적 도전 과제 모두에 기여할 수 있는 출발점이 될 것이라 생각합니다.

감사합니다.

## 2. 방법

화성 탐사 로봇 ATOV 는 하이브리드 방식을 적용하여 구동됩니다. 기본적인 로봇의 이동 방식은 다음과 같습니다.

a) 이족 보행 로봇 : 두개의 다리로 걷는 로봇



Fig. 1. Boston dynamics Atlas

b) 바퀴 굴림 로봇 : 바퀴로 굴러가는 로봇



Fig. 2. 뉴빌리티(Newbity) – 뉴비(Newbie)

ATOV 는 이 두가지 방식을 결합한 형태의 로봇입니다. 따라서 일반적인 평지 지형에서는 바퀴 굴림으로 이동하고 산악지형 과 같이 험준한 지형에서는 다리를 이용해 이동합니다.

## 3. 본론

### 3.1 문제 파악

#### - 바퀴 굴림 로봇

: 바퀴로 이동하는 방식의 로봇은 다음과 같은 문제점을 갖습니다.

- a) 장애물을 통과하지 못한다.
- b) 지면과 마찰력이 적어지면 주행이 불가하다.

즉, 미끄럽고 장애물이 많은 환경에서는 주행이 불가합니다.

다리 이동 로봇의 한계도 명확합니다.

- a) 높은 전력 소모: 회전운동에 비해 전력효율이 매우 낮습니다.
- b) 낮은 안정성 : 높은 무게 중심과 지면과의 적은 접지 면적으로 불규칙한 표면에서 불안정한 모습을 보여줍니다.
- c) 구조와 제어의 복잡성 : 다리 이동 방식은 부품수가 많고 여러 개의 모터가 사용되기 때문에 구조가 복잡해지고 부품 고장의 가능성도 높습니다.

이에 따라 로봇의 제작 목적을 설정하였습니다.

- a) 에너지 효율을 극대화할 것
- b) 낮은 무게중심으로 바퀴 굴림 방식 수준의 안정성을 확보할 것
- c) 적은 부품 갯수로 내구성을 높일 것
- d) 지면의 형태에 영향을 받지 않고 주행이 가능할 것

### 3.2 하드웨어 제작

하드웨어 제작은 설계도를 그려 직접 제작하였습니다. 3D sketch 툴을 이용하여 전체적인 디자인을 완성하였습니다.

몸체는 두꺼운 아크릴 판으로 제작하였고 다리는 폼보드 판을 여러 개 겹쳐서 강성을 확보하였습니다. 이렇게 뼈대를 완성하고 윗쪽의 전자 기기들을 보호하기 위해 기하학 모양의 패턴을 이용하여 4D 프레임 바디를 결합하였습니다. 이를 통해 물리적인 측면에서 외부의 충격으로부터 강성을 확보함과 동시에 카메라와 같은 모듈을 장착할 수 있는 부분을 확보하여 미래에 카메라나 다른 센서를 장착할 수 있게 제작되었습니다.

뿐만 아니라 무게 중심을 낮추기 위해 배터리와 제어 보드를 하부에 배치하였으며, 이를 통해 이 로봇의 장점인 안정성을 더 높일 수 있었습니다.

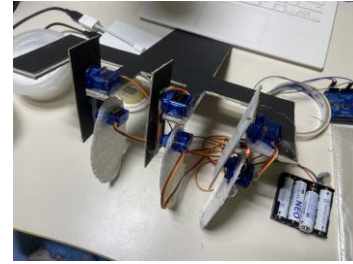


Fig. 4. 수십번의 실험을 통해 가장 효율적으로 걷는 알고리즘을 개발하였습니다.

### 3.3 소프트웨어 개발

소프트웨어는 아두이노를 이용하여 제작하였습니다.

다리의 움직임을 알고리즘으로 개발하는 일이 제일 어려운 과제였습니다. 이 로봇은 다른 로봇과는 다른 메커니즘으로 움직이기 때문에 수십번의 실험을 반복하여 최상의 걷기 알고리즘을 개발할 수 있었습니다. 거기에 바퀴에 부착된 dc 모터 제어 알고리즘을 추가로 개발하여 두 코드를 이어 붙였으며 안드로이드 스튜디오를 이용하여 간단한 앱을 만들고 이를 아두이노의 블루투스 수신기와 연동하였습니다.

이를 통해 로봇이 원격으로 조종될 수 있도록 제작하였고, 걷기 모드와 일반 주행 모드로 나누어 선택적으로 걷기 알고리즘과 일반 주행을 실행 할 수 있도록 제작하였습니다. 뿐만 아니라 초음파 센서의 알고리즘도 결합하여 장애물을 자동으로 피하며 주행도 가능하도록 설계하였습니다.

### 3.4 전자장치 개발

전자장치는 크게 dc 모터 제어, 서보 모터 제어, 블루투스 통신, 초음파 센서 제어 가 있으며 각각은 역할에 맞게 설계되었습니다.

Dc 모터 제어는 두개의 모터의 속도 제어를 통해 전후좌우로 이동할 수 있도록 제작되었고, 서보 모터는

다리가 움직일 수 있도록 다리 움직임 알고리즘에 맞추어 다리 상부 모터와 다리 하부 모터를 장착하였습니다. 서보 모터로는 Tower Pro 사의 MG90s 를 사용하여 충분한 토크를 확보하였습니다. 블루투스 통신의 경우 블루투스 모듈을 장착하여 스마트폰의 블루투스로 로봇을 연동시켰으며 이를 통해 원격조정이 가능하도록 하였습니다. 마지막으로 초음파 센서를 통해 장애물의 거리를 측정하여 방향을 바꾸는 기능을 추가하였습니다.

#### 4. 결론

최종 제작을 마친 뒤 로봇을 실제 장애물이 있는 여러 환경에서 시험하였고 다음의 효과를 보게 되었습니다.

- 1) 저전력으로 구동이 가능하다 : 바퀴 이동의 장점은 저전력으로 이동이 가능하다는 점입니다. 반면, 다리 이동의 경우 균형을 잡고, 서있는데 더 많은 전력을 사용하게 됩니다. 이 로봇은 평지에서는 바퀴로 필요시에만 다리로 이동하는 알고리즘을 채택함으로써 전력 면에서 다른 로봇에 비해 월등히 효과적인 운용이 가능함이 증명되었습니다.
- 2) 지형 극복 능력이 우수하다: 바퀴 이동의 단점인 장애물 극복의 한계를 다리의 움직임을 통해 극복하였습니다. 이 다리는 필요시에 장애물을 넘는데 중요한 역할을 하게 됩니다. 뿐만 아니라 우주 공간에는 마찰력이 적은 공간에서도 주행이 가능해야 합니다. 이때 두 다리와 두 바퀴를 동시에 구동하는 아이디어는 지면과의 접지 면을 높임과 동시에 장애물을 넘어가는 새로운 이동 매커니즘이 되었습니다.

- 3) 낮은 무게중심으로 밸런싱에 유리하다 : 화성과 달의 경우 중력이 작기 때문에 로봇이 임무 수행중에 넘어질 경우 다시 일어서는 것이 힘들고 이 과정에서 많은 에너지와 힘이 들게 됩니다. 이는 화성과 같은 험준한 지형에서는 치명적인 단점이 됩니다. 반면 ATOV 는이족 보행 로봇에 비해 낮은 무게 중심 설계, 그리고 무게의 상당부분을 바퀴가 지탱하는 구조를 통해 장애물을 극복함 과 동시에 안정성이 향상되었으며, 이를 통해 저중력 환경에서 효과적으로 균형을 잡을 수 있게 되고 불규칙한 지면에 대해 유리해집니다.

- 4) 높은 내구성 : 다관절 방식은 우주 환경에서 먼저 등의 이유로 고장이 날 가능성이 높습니다. 이는 모터의 특성상 고장의 가능성이 높기 때문입니다. 특히 4 족, 8 족 보행 로봇의 경우 부품의 개수는 기하급수적으로 늘어나며 무거운 하중을 지탱해야 하는 모터일수록 고장의 가능성은 높을 수 밖에 없습니다. ATOV 는 무게를 바퀴와 다리가 나누어 지탱하는 동시에 다족 보행 로봇에 비해 적은 관절의 개수를 가지고 있어 고장의 가능성이 현저히 낮습니다. 화성에서 로봇이 고장이 났을 때 발생하는 문제를 생각하면 내구성은 우주 공간에서 매우 큰 장점이 될 것입니다.



**팀장, 김승민**은 세종대학교 AI 로봇학과에 재학중인 학생으로 로봇에 대한 높은 관심을 가지고 있습니다. 현재에도 로봇을 제작하는 일을 진행중이며 로봇에 다양한 기술을 접목하기위해 노력중입니다.



**팀원 1, 서동주**는 세종대학교 데이터 사이언스 학과 학생으로 AI 와 AI 를 활용한 전기 장치에 관심이 많습니다. 현재에도 AI 를 이용한 다양한 분야를 공부하기 위해 노력하고 있습니다.