

# 군사용 다목적 무한궤도 로봇 개발 development of a Military type multi-purpose tracked robot

\*이상호<sup>1</sup>, #한창수<sup>2</sup>, 김창준<sup>3</sup>

\*S. H. Lee<sup>1</sup>, #C. S. Han(cshan@hanyang.ac.kr)<sup>2</sup>, C. J. Kim<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 한양대학교 메카트로닉스공학과 · 인펠스㈜, <sup>2</sup> 한양대학교 기계공학부, <sup>3</sup> 한양대학교 기계공학과

Key words : military, multi-purpose, tracked

## 1. 서론

첨단시대의 전쟁 양상과는 근본적으로 다른 정보전, 네트워크(network) 중심전, 장거리 정밀전, 무인화/로봇전 등의 새로운 전쟁 개념이 도래할 것으로 많은 전문가들은 예측하고 있다.<sup>1</sup> 특히, 미래전을 대비하는 미국의 미래 전투체계를 통해 지상 무기체계에서의 큰 변화를 예측할 수 있다. 본 연구는 험지 주행의 능력이 우수하며 특히, 어느 분야에서든지 주행 로봇이 사용되기 위해서는 공통적으로 이동할 수 있는 구조적인 기능을 기본적으로 갖추며<sup>2</sup>, 여러 목적에 사용하기 위해 각각의 목적에 맞는 모듈(module)을 장착할 수 있고, 장착된 모듈과 함께 야지를 쉽게 이동하고 그 일을 수행할 수 있는<sup>3</sup> 무한궤도 로봇을 제안하였다.

## 2. 다목적 로봇의 개념

지금까지 로봇의 개발 과정은 기본 장치를 중심으로 기획에서부터 설계, 제작, 실험 및 검증과정까지 각각의 로봇에 대해 개별적으로 진행되었다. 이러한 개발 과정은 시간 및 비용의 소비가 많을 뿐만 아니라 그 활용도에 있어서도 범위가 제한되어 있다. 이 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 Fig. 1 과 같은 개념의 군사용 다목적 무한궤도 로봇을 제안한다.

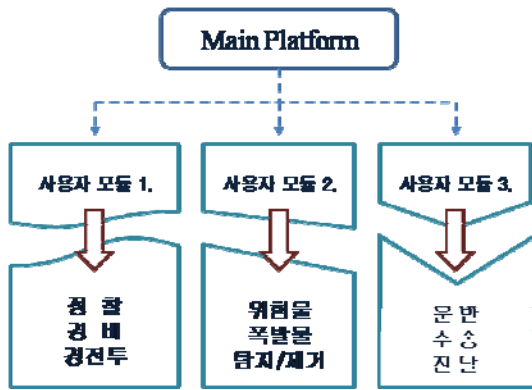


Fig. 1 Concept of a multi-purpose robot

다목적 군사 로봇의 개념은 기본 요소 중에서 이동장치로 구성된 메인 플랫폼(main platform)과 특정 작업을 수행하기 위해 센서 및 자동화·지능화 기술이 포함된 사용자 모듈이 결합된 형태이다. 메인 플랫폼은 다양한 야지 작업 환경과 특성에 맞게 사용자가 요구되는 임무에 따라 모듈 형태를 장착할 수 있게 개발 된다. 또한, 사용자 모듈은 특정 임무를 수행하기 위해 적합한 인터페이스(interface)의 하드웨어(hardware)와 인식 소프트웨어(software)로 구성되며, 메인 플랫폼과 결합하기 위해 모듈간의 호환성이 고려된다. 따라서, 다목적 무한궤도 로봇은 하나의 메인 플랫폼에 탐지, 정찰, 공격등과 같이 특정 임무의 작업 조건과 환경을 고려한 모듈이 각각 번갈아 장착됨으로써 하나의 메인 로봇으로부터 다수의 작업을 수행할 수 있는 장점이 있다. 또한 모듈화를 통해 필요에 따라 지속적인 시스템 개선이 가능하고 유지 보수가 용이하다.

Fig.2 는 제안한 로봇의 설계를 나타내고 있으며, 지게차의 차륜 형태와 같이 후륜이 전륜보다 작은 무한궤도 로봇이다. 제원은 전륜의 지름 200mm, 후륜의 지름 140mm, 가로는 330mm, 세로는 600mm, 모듈을 제외한 총 무게는 27kg 이다.

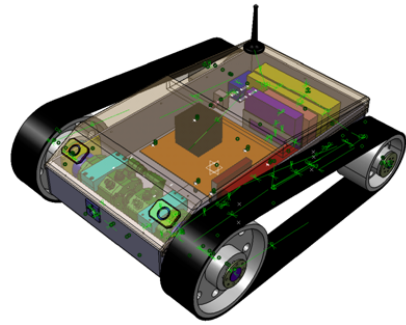


Fig. 2 Schematic view of a tracked robot

## 3. 무한궤도 로봇의 기구학

궤도 로봇의 모델은 차량 기구학을 기초로 하는 2 차원 모델이다. Fig.3 에서 보여준 것처럼 로봇 고정 좌표계 (X',Y')에 표시된 것과 같이 기구학 방정식에 의하여 표현된다.

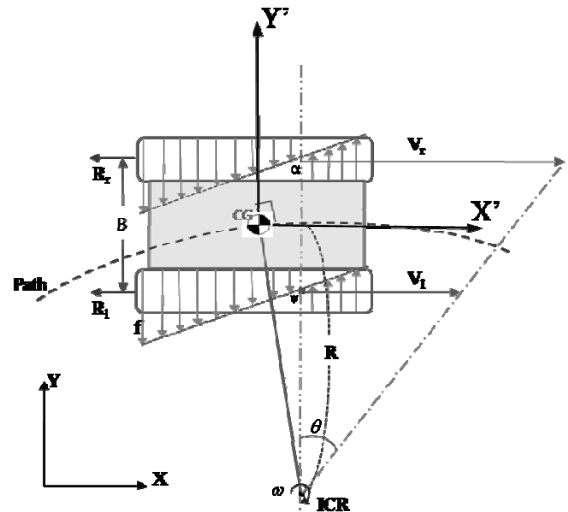


Fig.3 Kinematics for the tracked robot

Fig.3 에서 무한궤도 로봇은 오른쪽으로 회전하고 X'축은 진행방향과 같다. 안쪽 또는 오른쪽 트랙(track)은 'r'로, 'l'은 바깥쪽 또는 왼쪽으로 아래 첨자에 표기하였다.

무한궤도 로봇은 좌우 트랙의 선형속도( $V_l$ ,  $V_r$ ) 입력에 의해 진행 방향이 바뀐다. 선형속도 ( $V_l$ ,  $V_r$ )는 트랙의 로컬 프레임(local frame)에 대하여 차량의 이동 속도이며  $\omega$  는 무한궤도 로봇의 각속도이다. 그리고, S 는 차량의 진행 방향이다. 궤도 미끄러짐이 없는 경우, 바깥 트랙 속도  $V_l$  과 안쪽 트랙 속도  $V_r$  는 다음과 같다.

$$= \omega \tag{1}$$

$$= \omega$$

여기에서 R 은 로봇의 회전 반지름이고,  $\omega_l$  과  $\omega_r$  은 바깥쪽 트랙과 안쪽 트랙의 회전 각속도이다. 만약, 토양의 변형이 없다면 트랙 진행방향의 슬립(slip)  $i_r$  과  $i_l$  를 추가하면 식 2 가 된다.

$$= \omega - \omega i = \omega (1-i) \tag{2}$$

$$= \omega - \omega i = \omega (1-i)$$

진행방향의 트랙 슬립이 존재하는 경우에 차량의 진행 속도는 식 3 과 같다.

$$= \frac{+}{2} \tag{3}$$

$$= \frac{1}{2}[\omega (1-i) + \omega (1-i)]$$

$V_r$  과  $V_l$  사이의 차이 때문에 각  $\theta$ 는 아크 탄젠트의 형태로 표현된다.

$$\theta = \tan\left(\frac{\alpha\beta}{\alpha}\right)^{-1} = \tan\left[\frac{(-)}{(-)}\right]^{-1} \tag{4}$$

여기에서 t 는 시간이고, B 는 왼쪽과 오른쪽 트랙 사이의 거리이다. 짧은 시간에 회전한  $\theta$ 의 시간에 관한 미분 계수는 다음 식 5와 같이 계산할 수 있다.

$$\dot{\theta} = \frac{\Delta}{\Delta t} \tag{5}$$

$$= -[\omega (1-i) - \omega (1-i)]$$

차량의 속도는  $x_i$  와  $y_j$  방향에서 각 성분으로 나눌 수 있다. 궤도 로봇의 운동은 이와 같이 표현할 수 있다.

$$\dot{x} = \frac{1}{2}[\omega (1-i) + \omega (1-i)]\cos\theta \tag{6}$$

$$\dot{y} = \frac{1}{2}[\omega (1-i) + \omega (1-i)]\sin\theta$$

$$\dot{\theta} = -[\omega (1-i) - \omega (1-i)]$$

슬립 각  $\theta$ 를 도입함으로써, 식 6 을 다음과 같이 쓸 수 있다. 만약, 시간이 불변 또는 시간이 매우 천천히 변한다면 또는 같은 성질의 토양을 궤도 로봇이 직선으로 움직이면 식 7 과 같이 쓸 수 있다.

$$\dot{i} = \dot{i} = \dot{\theta}' = 0 \tag{7}$$

윗 식에서 궤도 로봇이 가속하게 되면 로봇 상태가 바뀌므로 식 7 은 바뀌게 된다. 슬립의 새로운 값들은 식 7 의 관계에 기초로 하여 요(yaw) 속도  $\dot{\theta}$  와 트랙의 움직이는 속도를 추정 혹은 계산할 수 있다.

Fig. 3 에서 f 는 단위 트랙 길이마다 측면 힘 방향을 보여주며, 시계방향으로 회전하는 동안 트랙에 작용한다. 이 힘의 방향은 각 트랙상에 있는 점  $\alpha$ ,  $\psi$ 에서 바뀐다.

#### 4. 로봇 시스템 구조

무한궤도 로봇이 구성하는 시스템의 구조는 Fig. 3 과 같이 구성되어 있다.

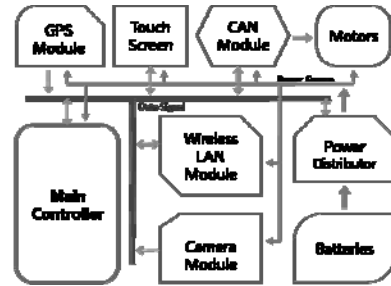


Fig. 4 Block diagram of the tracked robot

로봇을 제어하는 명령을 발생시키고 데이터를 연산하는 메인 컨트롤러(main controller), 로봇을 이동시키는 모터(motor), 로봇 내부에 장착되어 있는 모듈에 전원을 공급하는 배터리(battery), 로봇이 진행하기 위하여 전방 상황의 영상을 캡처(capture)하는 카메라, 원격지에서 무선 통신을 가능하게 할 수 있는 무선 랜(LAN) 모듈, 로봇의 위치를 알 수 있게 하는 GPS(Global positing system), 메인 컨트롤러에서 입력 받은 명령을 모터에 수행하게 하는 캔(CAN) 모듈, 마지막으로 데이터 입출력을 가능하게 하는 터치 스크린(touch screen)이 장착되어 있다.

Fig. 5 는 제작된 무한궤도 로봇이다

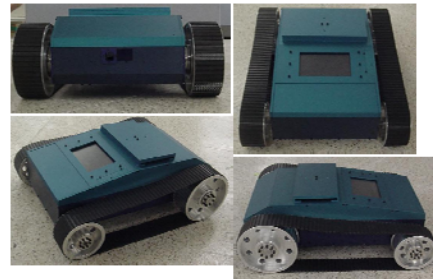


Fig. 5 Hardware of the tracked robot

#### · 결론

본 연구에서는 사용자의 여러 목적에 사용하기 위해 모듈을 장착할 수 있는 다목적 무한궤도 로봇을 제작하였으며, 무한궤도 로봇의 기구학 모델링(modeling)을 바탕으로 회전 속도에 대해 논하였다.

향후에는 사용자 모듈을 제작 및 장착한 후, 야외에서 실험하여 그 모듈과 무한궤도 로봇의 호환성 및 성능을 테스트 해야 할 것이다. 또한 원격지에서 로봇을 제어 가능한 원격제어기를 제작 하여 함께 테스트를 해야 할 것이다.

#### 참고문헌

1. Kim, J. K., "A Comprehensive Development Plan of Military Robot," ADD technical report, 2005.
2. Ryu, C. H., Kim, J., Park, Y. U. and Oh, H. S., "The Development of the Remote Control System for Unmanned Vehicle," Seminar of Ground Weapon System, Vol. 13, pp. 56, 2005.
3. Lee, S. H., Ko, J. S., Jung, Y. H., Shin, H. S., Kim, C. J., Lee, S. H., Han, C. S., " A study on the Driving Analysis of Tracked Robot," Spring Conference of KSPE, pp. 75, 2007