

휠-트랙 하이브리드형 모바일 로봇 플랫폼의 협지 적응성 주행모드 제어

Control of adaptive driving mode of mobile platform with wheel-track hybrid type for rough terrain

*곽정환¹, 김윤구¹, 김진욱¹, 홍대한², #안진웅¹

*J. H. Kwak¹, Y. G. Kim¹, J. W. Kim¹, D. H. Hong², #J. U. An(robot@dgist.ac.kr)¹

¹ 대구경북과학기술원, ²영남대학교 컴퓨터공학과

Key words : Transformable track, Adaptive driving mode, Wheel-track hybrid, Angle of attack

1. 서론

과거에는 인간이 재해 현장이나 전쟁과 같은 분쟁지역에서 많은 작업을 담당해왔다. 하지만 현재는 그러한 위험 지역에서 하기 어려운 작업들을 일부분이지만, 모바일 로봇들이 대체하고 있다. 이처럼 인간에게 위험을 줄 수 있는 작업현장에서 다양한 모바일 로봇들이 인간을 대신할 것이며, 대체시기 또한 가속화될 것이라 예상된다.

모바일 로봇은 다양한 작업환경에 대해서 적응력을 지녀야 한다. 이는 지진으로 인한 건물붕괴, 도심 건물의 화재와 같은 위험 현장에서 발생하는 잔해물들이 모바일 로봇의 주행에 문제를 일으킬 수 있기 때문이다. 그러한 작업 환경에서 높은 이동성을 가지기 위해 모바일 로봇들은 다양한 주행 형태를 지니게 된다.^[1] 하지만 주행 형태에 대해서 크게 나누자면 바퀴, 무한궤도와 다리 형태도 나눌 수 있다. 각각의 주행 형태에 대해서는 장단점이 있다. 바퀴 형태는 주행 성능이나 에너지 효율성에서 타 형태에 비해 큰 효과를 거둘 수 있다. 하지만 협지에 대해서는 부적합한 지형이라 할 수 있다. 그에 반해 무한궤도 형태는 협지에 대한 적응성이 대단히 뛰어나지만, 주행성능과 에너지 효율성이 낮다는 것과 소음이 발생한다는 단점이 있다. 마지막으로 다리 형태는 무한궤도와 같이 협지 적응성이 뛰어나지만, 제어가 복잡하다는 단점이 있다.

본 논문에서는 평지 주행 성능이 뛰어난 바퀴형태와 협지 적응성이 높은 무한궤도를 복합시킨 휠-트랙 하이브리드형 플랫폼을 제안하며, 협지에 대한 적응성을 높이기 위한 플랫폼의 주행모드에 대해서 논하고자 한다.

2. 휠-트랙 하이브리드형 플랫폼

본 플랫폼은 평지와 협지에서의 주행 성능과 협지적응에 대해서 주안점을 두었다. 그래서 그림 1과 같이 휠과 트랙을 복합하여 2가지의 주행모드를 가질 수 있도록 설계하였다. 평지를 주행할 시에는 변형 가능한 트랙이 접혀있어 평지주행모드로 동작을 하게 되며, 협지에서는 트랙이 펼쳐져 협지에 대한 적응성을 높일 수 있는 협지주행모드가 된다. 본 논문에서는 계단을 협지에 대한 기준으로 두고자 한다.

그림 2는 계단 등반을 위한 단계를 나타내었다. 먼저 1단계는 주행 단계로써 주행용 바퀴를 이용하여 신속하게 평지를 주행할 수 있다. 다음 2단계에서 3단계는 계단 등반 성능을 가늠할 수 있는 단계이다. 왜냐 하면 2단계에서 지면과 면접촉 및 계단 모서리와의 선접촉에서 3단계로 넘어 가면서 지면에서의 선접촉과 계단 모서리에서 선접촉으로 바뀌는 시기이다. 또한 2단계에서 3단계로 진입하는 시기에서 로봇이 계단면을 따라 일정 길이 만큼 이동하게 되면 지면 접촉 지점을 중심으로 계단면과 반대방향의 회전 모멘트가 발생하게 된다. 따라서 2단계와 3단계에서 미끄럼이 발생하지 않고 계단 등반 모멘트 값이 크다면 계단 등반 성능이 높다고 할 수 있다. 마지막으로 4단계는 계단을 오르는 단계로써 3단계를 성공적으로 수행하고 계단과의 미끄럼을 최소화하여 어려움 없이 계단을 등반 할 있도록 하였다.

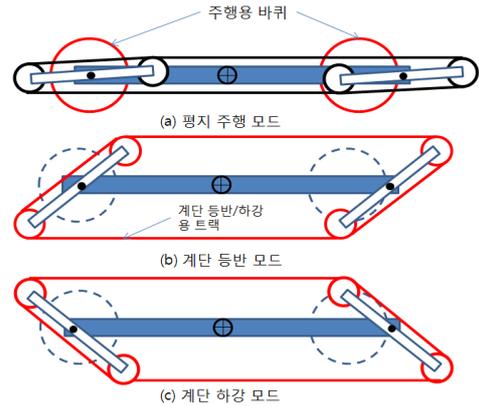


Fig. 1 Driving mode of mobile robot platform with wheel-track hybrid

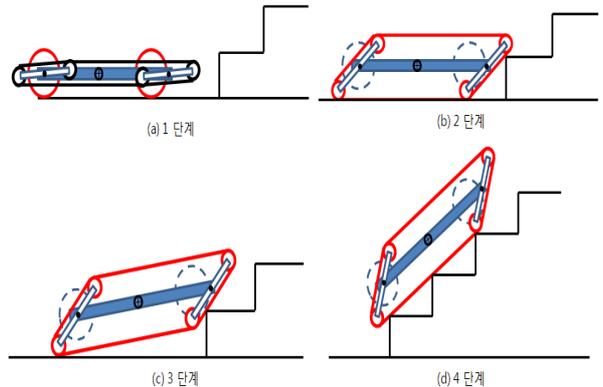


Fig. 2 Step of Transformation

3. 협지적응성 주행모드제어

앞에서 언급한 바와 같이 주행모드는 평지주행모드와 협지주행모드로 나뉘게 된다. 그리고 평지주행모드에서의 장애물 감지 시 협지주행모드로 형태가 변형되게 된다. 이 경우 장애물의 감지는 외부 센서로 이루어지게 된다. 본 플랫폼에서는 PSD 센서를 이용하여 장애물의 거리 및 장애물에 대한 진입각을 결정한다.

PSD 센서는 적외선을 이용한 센서이며 플랫폼에 사용된 센서는 10cm-80cm의 측정범위를 가지는 SHARP사의 제품을 사용하였다. 거리 측정을 위한 센서는 레이저 센서, 초음파 센서를 고려하였으나, 대부분의 레이저 센서가 고가장비이며, 초음파 센서의 경우 가격은 저렴하나 외부 장애물에 대해 오인을 할 수 있다. 그에 반해 PSD센서는 매우 저렴한 가격에 비해 근거리에서 외부 환경에 대한 영향력이 적으며, 정확한 측정값을 가진다는 장점이 있다.

본 플랫폼에서는 하위 장비단에서 PSD 센서와 ATmega2560을 이용하여 거리를 측정하며 상위 장비단에서 주행모드를 제어하는 기능을 하게 된다. 그림 3과 같이 PSD 센서는 몸체의 상하부에 장착하여 전부에 장애물을 감지할 수 있도록 하였으며, PSD

센서에서 나오는 출력을 ATmega2560에서 상위 장비단으로 거리 데이터를 전송하도록 하였다.

장애물의 진입각(θ)은 PSD 센서간의 수직거리와 PSD 센서의 측정 거리정보에 따라 표1과 같이 계산되며, PSD센서의 구성 및 기하학적 관계는 그림 3에서 나타내고 있다. 표1에서의 진입각 결정이 개발 로봇플랫폼의 등반성능을 초과하는 경우에는 장애물 회피모드로 전환하도록 하였다. 표1에서의 ND(No Detection)은 장애물이 감지되지 않은 상황으로 최대감지거리 이상의 값이 수신될 때를 의미한다. h_1 과 h_2 은 각각 60mm와 180mm이다.

거리 측정을 위한 구성회로는 그림 4에서 보는 바와 같다. 그림5에서는 개발 모바일플랫폼을 통한 실제 계단등반 성능시험 과정을 보여주고 있다.

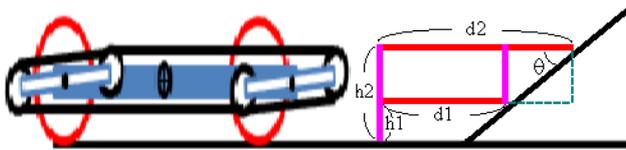


Fig. 3 Estimation of the obstacle and height and angle

Table 1 장애물 PSD거리측정에 따른 진입각 결정

장애물거리측정	θ	h	실험
$d_1=d_2=ND$	회주행	h_1	①
$d_1 = d_2$	$\arctan2(\frac{h_2}{d_2})$	h_2	②
$d_1, d_2=ND$	$\arctan2(\frac{h_1}{d_1})$	h_1	③
$d_1=ND, d_2$	$\arctan2(\frac{h_2}{d_2})$	h_2	
$d_1 < d_2$	$\arctan2(\frac{h_2 - h_1}{d_2 - d_1})$	h_2	④
$d_1 > d_2$	$\arctan2(\frac{h_2 - h_1}{d_2 - d_1})$	h_2	

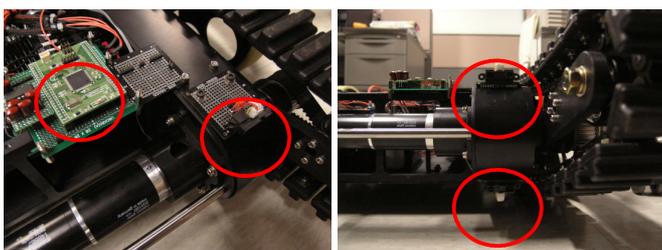


Fig. 4 PSD Sensor & ATmega2560



Fig. 5 Experiment of stairs climbing

4. 실험 결과

본 논문에서 제안한 험지적응성 주행제어모드를 실제 플랫폼에 적용하여 실험을 수행해 보았다. 실험은 모형 계단 및 경사판을

대상으로 하였으며, 험지적응성 주행제어모드를 실험한 결과는 그림 6에서 확인할 수 있다. 그리고 표 1에서 선정한 주요한 실험데이터 결과만을 본 논문에서 수록하였다.

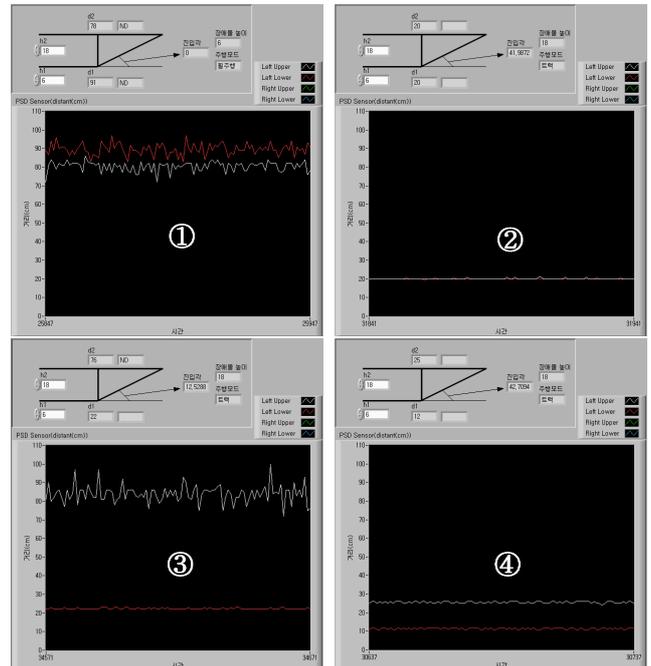


Fig. 6 Experiment of adaptive driving mode

5. 결론

본 논문에서는 평지 주행에서 에너지 효율이 좋은 휠 형태와 험지 주행에 탁월한 성능을 보이는 무한궤도 형태를 복합시킨 플랫폼을 제안하였고, 그에 따른 주행모드제어를 제시하였다. 현재의 험지 주행모드에서는 장애물의 형태에 따라 양측의 트랙이 같은 진입각을 갖도록 설계가 되었다. 하지만 플랫폼에서는 양측이 개별적으로 트랙 진입각을 만들 수 있도록 독립적으로 구성되어 있다. 이에 따라 차기 연구에서는 보다 나은 모바일 로봇의 주행에 대해 연구하고자 한다. 장애물의 크기 및 형태에 따라 각기 다른 진입각을 형성하고, 더 적합한 적응성을 지니도록 연구할 계획이다.

후기

본 연구는 "지식경제부", "한국산업기술진흥원", "대구경북광역경제권 선도산업지원단"의 "광역경제권 선도산업 육성사업"으로 수행된 연구결과입니다.

참고문헌

1. 정경민, 이성욱, 정승호, 김승호, "재난 인명 구조를위한 험지 이동 로봇 기술," 제어·로봇·시스템학회지, 제13권 1호, pp.41-45, 2007년 3월.
2. W. Lee, S. Kang, M. Kim, K. Shin, "Rough Terrain Negotiable Mobile Platform with Passively Adaptive Double-Tracks and Its Application to Rescue Missions and EOD Missions," ICCAS2005, 2005.
3. 박해원, 육경환, 박노철, 양현석, 박영필, 김승호, 박용현, 강영환, "수동 링크 메커니즘을 이용한 트랙형 이동 로봇의 설계," CASS2006, pp.92-96, 2006.
4. flyerShrimpIII.pdf, <http://www.bluebotics.com>.
5. 최근하, 정해관, 현경학, 곽윤근, "가변트랙형 메커니즘의 재난 구조 로봇(VSTR)을 위한 장애물 극복," 제어·로봇·시스템학회 논문지, 제13권 12호, pp.1222-1229, 2007년 12월.