

복합지형 주행을 위한 생체모방로봇 개념 연구

Concept study of Biologically inspired Robot for Locomotion over Complex Terrain

*권오석¹, 신동환¹, #안진웅¹

*O. S. Kwon¹, D. H. Shin¹, #J. An(robot@dgist.ac.kr)¹

¹대구경북과학기술원 공공원천기술연구센터

Key words : Biologically inspired Robot, Locomotion, Complex Terrain

1. 서론

생체모방로봇은 인간을 비롯하여 새, 곤충, 물고기 등 동물들의 기본구조, 행동원리 및 메커니즘을 모방한 로봇이다[1][2]. 이들 생체들은 오랜 기간에 걸쳐 진화해 오는 동안 환경에 적합하면서도 효율적인 구조와 기능을 갖추었다[1][2]. 따라서 이들 생체들은 로봇공학자로 하여금 새로운 영감과 아이디어를 제공하여 줄 수 있을 것이다[2]. 이와 같은 이유로 전세계적으로 생체모방로봇에 대한 관심이 증대되고 있으며, 연구개발이 활발하게 이루어지고 있다.

생체모방로봇에 대한 개발사례를 살펴보면, 미국 하버드 대학에서 미국방부의 지원을 받아 연구 중인 파리를 모방한 파리로봇이 있다[3]. 이 극소형 파리로봇은 방 안에서 도청 및 감시를 수행할 수 있을 것으로 기대되고 있으며, 또한 인간이 접근하기 어려운 오염 지역을 정찰할 수도 있을 것으로 기대되고 있다. 그리고 미국 카네기멜론대에서 연구 중인 Basilisk 도마뱀을 모방한 수면 위를 달릴 수 있는 Water runner 로봇이 있다[4]. 이 로봇은 수질을 모니터링하거나, 해안선 또는 항구를 감시하는 데 사용할 수 있을 것으로 기대되고 있다. 그리고 미국 스텐포드 대학에서 개발한 게코 도마뱀을 모방한 벽면을 오를 수 있는 Stickybot이 있다[5]. 이 로봇은 우주선 선체, 고층건물, 댐, 선박, 핵발전소 등과 같은 구조물의 검사 및 정비에 활용될 수 있을 것으로 기대되고 있다.

본 논문에서는 먼저 생체모방로봇의 목적, 적용환경, 기능 선정 및 선정배경에 대하여 다룬다. 그리고 선정된 기능 수행에 적합한 생체모델 및 로봇개발사례를 조사, 분석한 뒤 이를 바탕으로 생체모방로봇의 개념도를 도출하고 예상되는 장단점을 분석한다. 그리고 마지막으로 결론을 다룬다.

2. 생체모방로봇의 목적, 적용환경 및 기능 선정

이절에서는 생체모방로봇의 목적, 적용환경 그리고 기능 선정 및 선정배경에 대하여 다루고자 한다.

선정한 생체모방로봇의 목적은 시각, 화생방, 환경오염 정찰 및 감시, 요구조사 탐색, 폭발물 탐지로 하였고, 적용환경은 도심의 건물 및 계단 그리고 산림, 임야의 비포장, 경사 지역으로 하였고, 기능은 평지에서는 고속주행 그리고 험지에 해당하는 계단, 경사, 비포장도로, 모래, 진흙, 눈 지역 주행을 선정하였다.

선정배경으로서는 첫 번째 미국방부에서 발표한 무인체계로드맵(2007-2032)[6]에 의하면 무인체계의 요구 우선순위로 1. 정찰, 2. 목표 식별 및 지시, 3. 대 지뢰 전투, 4. 화생방 정찰의 순으로 나타나 있다. 그리고 독일 DFKI Bremen에서 연구중인 ASGUARD[7]는 붕괴, 생화학적 사고와 같은 사람이 접근하기 어려운 지역에서 오염정보수집, 요구조사 위치파악 등의 목적으로 연구개발이 진행되고 있다. 또한 미국 Department of Homeland Security와 National Institute of Standards and Technology의 보고서 [8]에 의하면 건물붕괴, 지하공간사고, 운동장 등에서의 화생방 오염 및 폭발물 테러 상황들에 대한 사고, 위험, 화생방 오염 상황정보획득, 폭발물 탐지, 요구조사 탐색 등의 능력을 가진 로봇의 요구조건들에 대하여 언급하고 있으며, 경사, 계단 주행, 붕괴지역 주행, 넓은 영역을 정찰, 탐색할 수 있는 로봇플랫폼의 필요성을 제기하고 있다. 그리고 ELROB(European Land-ROBot Trial)[9]의 시나리오는 폭발물, 화생방 오염 정찰 및 탐지, 비포장, 계단, 경사 지역 주행, 넓은 영역 정찰, 탐색을 담고 있다. 이와

같은 보고서, 연구개발 사례, 그리고 대회 시나리오 등을 통하여 위와 같은 생체모방로봇의 목적, 적용환경 그리고 기능을 선정하였다.

3. 기능수행을 위한 생체모델 및 로봇개발사례 조사, 분석

2절에서 생체모방로봇의 목적, 적용환경, 기능 선정에 대하여 다루었다. 이절에서는 선정된 각각의 기능 수행을 위한 생체모델 및 로봇개발사례를 다룬다. 그리고 다음절에서 이절에서 조사, 분석한 생체모델 및 로봇개발사례로부터 선정된 전체 기능 수행을 위한 생체모방로봇의 개념도를 도출하고자 한다.

평지 고속주행 기능에 적합한 생체모델로서는 치타, 개, 말 등 사족동물이 있으며, 기존 자동차와 같이 휠(wheel)을 사용하는 기계가 있다. 상대적으로 제어 및 메커니즘의 구현에 있어서 휠은 쉬운 편이며 다리는 어려운 편이라고 할 수 있다. 그리고 계단 및 경사 주행 기능에 적합한 생체모델은 다리를 이용한 사람, 개, 고양이 등이 있으며, 로봇개발사례로는 ASGUARD[7], IMPASS[10] 등 spoke를 이용한 로봇 등이 있다. ASGUARD는 상대적으로 부드러운 주행 및 하강에 어려움이 있을 것으로 판단되며, IMPASS는 평지 고속주행이 어려울 것으로 판단된다. 그리고 비포장, 모래, 진흙, 눈 지역 주행 기능을 위해서는 지면과 접촉하는 부분의 지면 접촉성이 좋아야 할 것이며, 또한 걸음새(gait) 방식, 속도, 힘전달 등 운동 패턴(motion pattern)의 중요성을 기존의 연구에서 언급하고 있다[7]. 그리고 몸통의 유연성과 다리의 compliance가 험지주행에 유리함을 기존의 연구에서 언급하고 있다[7][11][12].

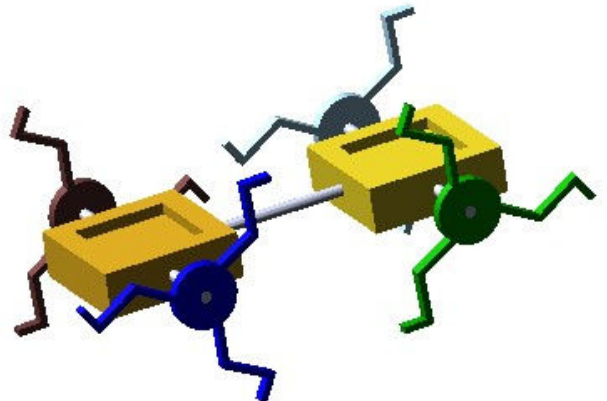


Fig. 1 Concept Model

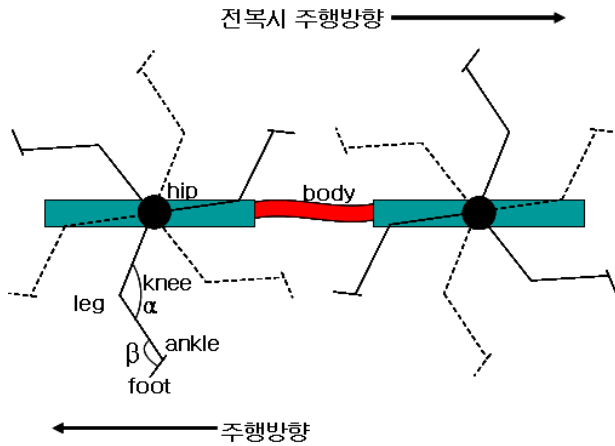


Fig. 2 schematic diagram

4. 생체모방로봇 개념도

이절에서는 2, 3절로부터 선정된 전체 기능 수행을 위한 생체모방로봇의 개념도를 도출하고 예상되는 장단점을 분석한다.

Fig.1은 도출한 생체모방로봇의 개념도를 나타내고 Fig. 2는 개념도 설명을 위한 개략도이다. Fig. 2의 body부분은 험지주행에 유리하도록 동물의 척추와 디스크를 모방하여 설계 제작할 계획이며, hip부분에 각각 구동기를 장착하여 로봇 주행에 전체 4개의 구동기를 사용할 계획이다. 그리고 knee와 ankle부분은 스프링을 두어 compliance를 가지도록 할 계획이다. 이로서 hip부분에 장착된 구동기의 회전운동에 의해 knee와 ankle부분은 foot부분이 지면과 접촉 이전에는 Fig.2의 α, β 의 각도에서 foot부분이 지면과 접촉이 발생하면 α 각도는 증가하고 β 각도는 감소하는 즉, 사람이나 4족동물의 주행에서 다리부분의 knee와 ankle의 움직임과 같이 동작하도록 할 계획이며, 또한 foot부분이 지면과 접촉상태에서 다시 비접촉상태로 움직일 때 knee와 ankle부분에서 가지고 있는 스프링의 복원 탄성력에 의해 주행방향으로의 추진력이 배가되도록 할 계획이다. 이는 에너지 효율측면에서 유리할 것으로 기대되며, 또한 기존의 spoke 타입보다 부드러운 주행 및 고속주행이 가능할 것으로 기대된다. 그리고 knee부분의 주행방향에 대한 $\alpha (<180\text{deg})$ 각도는 경사 및 계단주행 등에서 승월능력이 좋을 것으로 기대된다. 그리고 모래, 진흙, 눈 지역 지면과 접촉하는 foot부분의 바닥은 지면 접촉성을 높이기 위한 재료 및 형상을 동물의 발바닥 및 발톱 그리고 등산화 등의 밑창을 참고하여 설계 제작할 계획이다. 그리고 경사 및 계단 승하강, 경사도, 지면 재질 및 굴곡도 등 지면상태 등에 따라 걸음새(gait) 방식, 속도, 힘전달 등 운동 패턴(motion pattern)에 대한 연구를 수행할 계획이다.

위와 같은 개념으로 생체모방로봇을 개발하였을 때 예상되는 장점은 단순구조, 저비용, 그리고 승월능력, 부드러운 주행, 고속주행, 에너지 효율, 비포장 지역 주행, 지면 접촉성 등이 좋을 것으로 기대되며, 로봇이 전복되었을 때에도 - 주행방향이 반대 가 되어 조향이 필요로 한 단점이 있지만 - 마찬가지로 기능을 수행할 수 있는 장점이 예상된다.

5. 결론

본 논문에서는 생체모방로봇의 목적, 적용환경, 기능을 선정하고 선정된 기능을 수행하기 위한 생체모델 및 로봇개발사례를 조사, 분석하였으며, 이로부터 생체모방로봇의 개념도를 도출하고 예상되는 장단점을 분석하였다. 향후계획으로는 본 논문에서 제시한 생체모방로봇의 개념에 따라 생체모방로봇을 설계, 제작 및 제어를 수행할 계획이며 이로서 선정된 기능을 수행할 수 있는 생체모방로봇을 개발하고자 한다.

후기

본 연구는 교육과학기술부 일반사업 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. "IT-BT-NT융합 기반 생체모방 로봇 동향", 전자부품연구원, 2009.
2. Maki K. Habib, Keigo Watanabe, Kiyotaka Izumi, "Biomimetics Robots From Bio-inspiration to Implementation", IECON, 143-148, 2007.
3. <http://micro.seas.harvard.edu/research.html>
4. <http://nanolab.me.cmu.edu/projects/waterrunner/>
5. <http://bdml.stanford.edu/twiki/bin/view/Rise/StickyBot>
6. "Unmanned Systems Roadmap(2007-2032)", Office of the Secretary of Defense, 2007.
7. Markus Eich, Felix Grimminger, Frank Kirchner, "A Versatile Stair-Climbing Robot for Search and Rescue Applications", Proceedings of the 2008 IEEE International Workshop on Safety, Security and Rescue Robotics, 35-40, 2008.
8. "STATEMENT OF REQUIREMENTS FOR URBAN SEARCH AND RESCUE ROBOT PERFORMANCE STANDARDS", Department of Homeland Security Science and Technology Directorate and National Institute of Standards and Technology, PRELIMINARY VERSION, 2005.
9. www.elrob.org
10. www.me.vt.edu/romela/RoMeLa/IMPASS1.html
11. Ivan SHes, Ian D. Walker, "Design, Construction, and Testing of A New Class of Mobile Robots for Cave Exploration", Proceedings of the 2009 IEEE International Conference on Mechatronics, 1-6, 2009.
12. Quinn, R.D., Offi, J.T., Kingsley, D.A., Ritzmann, R.E., "Improved mobility through abstracted biological principles", Proceedings of the 2002 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2652 - 2657, 2002.