

생체모방형 4족 보행 로봇 AiDIN-III 개발 및 보행천이 제어에 관한 연구

Development of Biomimetic Quadruped Walking Robot AiDIN-III and Gait Transition Research

*구익모¹, Tran Duc Trong¹, Vo Gia Loc¹, 문형필¹, 박상덕², #최혁렬¹

*I. M. Koo¹, T. R. Trong¹, V. G. Loc¹, H. P. Moon¹, S. D. Park², #H. R. Choi(hrchoi@me.skku.ac.kr)¹

¹성균관대학교 기계공학과, ²한국생산기술연구원

Key words : Biomimetics, Quadruped Walking Robot, Gait Transition

1. 서론

최근 다양한 환경에서 뛰어난 이동능력과 환경 적응력을 갖는 로봇의 개발을 위하여 4족 보행 로봇(quadruped walking robot)이 부각되어 지고 있다. 하지만, 이러한 관심에도 많은 연구자들에 의하여 개발된 4족 보행 로봇들은 다양한 환경에 적응하기 위한 기계적 메커니즘과 보행 제어방법에 대한 명확한 해결책이 제시되지 못하였으며, 현재까지도 이를 해결하기 위한 다양한 설계 및 제어 방법들이 연구되어 지고 있다. 이러한 4족 보행 로봇 개발의 해결책을 제시하기 위하여 최근 자주 거론되는 대표적인 방법이 생체모방형(biomimetics) 설계 및 제어 방법이다. 이는, 로봇의 기구학적 설계뿐만 아니라 제어를 하기 위한 많은 모델과 개념들을 제공하여 주기 때문이다[1]. 이러한 흐름을 반영하듯, 최근 많은 로봇 연구자들은 4족 보행 로봇을 개발함에 있어 동물의 골격 구조와 더불어 그들의 보행 방법까지도 모방하려는 노력을 기울이고 있다[2]. 하지만, 이러한 노력에도 불구하고 4족 보행 로봇의 기계적 메커니즘과 보행 제어 방법은 실제 동물의 거동을 모방하기에는 부족한 점들이 아직 존재하고 있다. 특히, 기계적 메커니즘의 전체적인 구조와 보행 천이(gait transition)[3] 제어에 관한 연구는 아직 미흡한 것이 현실이다.

본 논문에서는 앞서 언급한 부족한 점을 보완하기 위하여 생체모방형 설계 이론을 바탕으로 개발한 4족 보행 로봇 AiDIN-III에 대하여 소개한다. 또한, 현재 개발되어 제시되어 지고 있는 보행 방법들 중 다른 보행 방법들에 비하여 연구개발이 미흡한 보행천이 제어 방법의 개발을 위하여 현재까지 수행된 내용에 대하여 소개하고자 한다.

2. 사족 보행 로봇 AiDIN-III

그림 1은 생체모방형 방법으로 설계된 4족 보행 로봇 AiDIN-III(Artificail Digitigrade for Natural Environment Version III)를 나타낸 것이다[4].

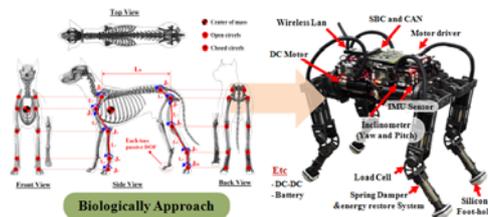


Fig. 1 Biomimetic design of quadruped walking robot AiDIN-III



Fig. 2 Schematic view of the limbs

AiDIN-III의 각 다리는 3자유도의 능동 관절(active joint)과 1자유도의 수동 관절(passive joint)로 구성되며, 각각 3개의 DC모터 (scapular and pelvis : 1 .(Rolling) 26.3 watt, 140.8:1 gear ratio, 2. (Pitching) 83.2 watt, 79.2:1 gear ratio)(knee : 3. 2번 모터와 동일) 갖는다. 그림 2는 로봇의 앞/뒷다리의 구조를 나타낸 것으로 각 다리는 어깨 및 엉덩이 관절에 결합되어 있는 구조로 이루어져 있다. 이는 실제 동물의 구조와 매우 유사하여 보행 중 발끝에 다양한 변화를 줄 수 있어 4족 동물의 보행 형태와 유사한 보행을 할 수 있다는 장점을 갖는다.

3. 보행천이 패턴

4족 보행 로봇을 제어하기 위한 보행 패턴으로 크게 walking, trot, gallop이 있다. 이때, 보행천이란, 그림 3과 같이 로봇의 주행 환경에 맞는 보행으로 보행 패턴을 바꿀 수 있는 보행방법을 의미한다. 그림 3에서도 알 수 있듯이 로봇의 주행환경이 바뀌게 되면, 그에 상응하는 최적의 보행 패턴이 필요하게 된다. 이는 로봇에게 보행 중 높은 안정성을 줄 수 있을 뿐만 아니라 보행 에너지 효율 면에서도 많은 장점을 주며, 실제 4족 보행 동물들의 보행 거동을 보아도 쉽게 이해할 수 있는 사실이다.



Fig. 3 Schematic view of gait transition

일반적으로 4족 보행 동물의 거동 중 walking과 trot의 보행 패턴은 그림 4와 같다. 이때, 이 둘의 패턴을 연결하기 위한 보행 천이 패턴은 그림 5와 같이 만들 수 있다. 이는 walking과 trot의 보행 패턴을 다른 인위적인 패턴의 적용 없이 그 자체만을 가지고 연결한 것으로 실제 사족 보행 동물들의 보행 패턴 변화와 매우 유사하고, 변환에 필요한 시간 또한 매우 짧은 장점을 갖는다.

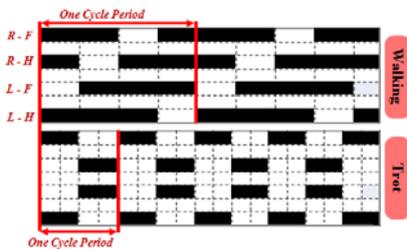


Fig. 4 Gait diagram of walking and trot (open : swing phase, close : supporting phase, RF : right front leg, RH : right hind leg, LF : left front leg, LH : left hind leg, One cycle period : four legs moving time)

그림 5의 보행천이 패턴을 제어하기 위해서는 그림 6과 같은 방법을 사용하면 된다. 즉, 각 다리의 supporting 및 swing 상태에서의 로봇의 한 걸음의 이동거리인 발폭 d 및 이때의 발의 궤적 속도 v 를 독립적으로 제어하여 주면 된다.

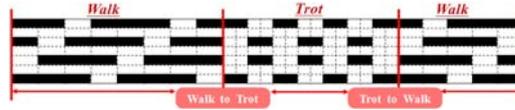


Fig. 5 Proposed gait transition pattern

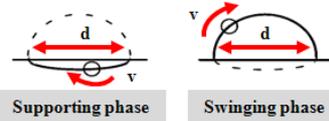


Fig. 6 Gait pattern control variable

4. 결론

본 논문에서는 지행류(digitigrade) 포유동물의 골격 구조를 분석하여 4족 보행 로봇 AiDIN-III를 설계/개발 하였으며, 보행 동물의 다양한 보행 형태를 연속적으로 변화시키기 위한 보행천이 패턴을 제안하였다. 본 논문에서 제안한 로봇과 보행천이 패턴을 바탕으로 4족 보행로봇의 연구/개발을 지속적으로 수행하면, 추후에는 좀 더 안정적인 로봇의 개발과 보행천이 제어 방법을 제안할 수 있을 것이라 본다.

후기

본 연구는 지식경제부 민군겸용기술개발 사업 “다족형 견마로봇 플랫폼 기술 개발” 과제에 지원되었습니다. 이 논문의 초판은 국방과학연구소 민군겸용기술센터에 허가된 내용입니다.

참고문헌

1. P. Gonzales de Santos et al., "Quadruped Locomotion," Springer 2006.
2. H. Kimura, Y. Fukuoka, "Biologically Inspired Adaptive Dynamic Walking in Outdoor Environment Using a Selfcontained Quadruped Robot : Tekken2," Proc. IEEE/RSJ Inter. Conf. on Intelligent Robots and Systems, pp. 986-991, 2004.
3. K. Inagarki, H. Kobatashi, "A Gait Transition for Quadruped Walking Machine," Proc. IEEE.RSJ Iner. Conf. on Intelligent Robots and System, pp. 525-531, 1993.
4. 강태훈, 송현섭, 구익모, 최혁렬, “동적보행을 위한 생체모방형 4족 보행로봇 AiDIN의 개발,” 로봇공학회 논문지, 제1권, 제2호, pp. 203-211, 2006.