

4족 보행 로봇의 효율적인 비주기 정적 보행 알고리즘

An Efficient Aperiodic Static Walking Algorithm for Quadruped Walking Machine

°정경민*, 박윤창**

* 선문대학교 기계및제어공학부(Tel: 81-041-530-2397; Fax: 81-041-541-7426; E-mail: kmjeong@omega.sunmoon.ac.kr)

** 선문대학교 기계및제어공학부(Tel: 81-041-530-2392; Fax: 81-041-541-7426; E-mail: ycpark@omega.sunmoon.ac.kr)

Abstract : This paper concerns an efficient aperiodic static crab walking algorithm for quadruped walking machine in rough terrain. In this algorithm, the requirements for forward stability margin and backward stability margin could be given differently in order to consider the slope of terrain and disturbances resulting from moving velocity. To restrict the searing regions for motion variables, such as moving distances until a leg is lifted or is placed, the standard leg transferring sequence is decided to be that of wave gaits. Standard support pattern is also proposed that enables the quadruped to continue forward motion using the standard leg transferring sequence without falling into deadlock.

Keywords : quadruped walking machine, aperiodic gaits, stability margin, deadlock

1. 서론

보행 로봇은 지금까지 주로 이용된 이동 형태인 바퀴나 무한 채도 방식으로 접근하기 어려운 산악지형과 같은 험지나 화재, 지진이 발생한 재난 지역 등으로 이동하여 인간을 대신해 위험한 작업을 대신 할 수 있으리라 기대되어 오랜 기간동안 많은 연구의 대상이 되어 왔으며 최근에는 SONY사의 AIBO등과 같은 엔터테인먼트용으로도 관심을 받고 있다.

보행 로봇을 구현하기 위해서는 다리 기구 및 구동부, 센서 및 제어기, 지능적인 보행 알고리즘과 같은 하드웨어와 소프트웨어 분야의 다양한 기술의 접목이 필수적이다. 최근에 와서는 기구부나 제어장치, 센서 장치와 같은 하드웨어 부분은 많은 발전을 이루어 과거에 비해 보행 로봇의 구성이 훨씬 용이해졌다. 하지만 보행 알고리즘의 경우 많은 연구에도 불구하고 아직까지는 만족할 만한 수준이 아니어서 지속적인 연구가 필요하며 특히 4족 보행 로봇의 경우는 6족 보행 로봇에 비해 더욱 그러하다.

보행 알고리즘 또는 걸음새는 그 동작 패턴의 주기성 여부에 따라 크게 주기적 걸음새(Periodic gaits)과 비주기적 걸음새(Aperiodic gaits)로 구별된다. 또한 주기적 걸음새는 보행속도의 등속 여부에 따라 등속 걸음새(Continuous gaits)와 불연속 걸음새(Discontinuous gaits)로 구별될 수 있다. 또한 이동 궤적의 형태에 따라 직선 걸음새(Straight gaits), 원호 걸음새(Circular gaits), 스피ن 걸음새(Spin gaits)로 구분하며 직선 걸음새 중에서 게 걸음새(Crab gaits)는 원하는 이동 방향으로 몸체의 방향 전환 없이 이동하는 걸음새로서 다리 이동 궤적이 항상 직선이어서 원호 궤적을 사용하는 복잡한 원호 걸음새나 스피ن 걸음새 없이 지면을 따라 2차원 운동을 비교적 쉽게 구현할 수 있다. 그리고 정적 안정성의 확보 여부에 따라 정적 걸음새(Static gaits)와 동적 걸음새(Dynamic gaits)로 구분한다. 동적 걸음새는 일반적으로 정적 걸음새에 비해 보행 속도가 빠른 장점이 있지만 복잡한 지형에서 그 가반 중량이 많은 경우 정적 걸음새가 더 적합하다.

보행 알고리즘에 대한 연구들은 주로 R.B.McGhee와 A.A.Frank

의 연구[1]에 기반을 두고 있다. 이들은 직선 등속 보행하는 주기적인 4족 보행 로봇의 안정성에 대한 연구를 통해 안정성이 가장 좋은 물결 걸음새(wave gait)라는 주기적인 걸음새의 형태를 수식화 하였다. 하지만 이상적인 직선 물결 걸음새는 그 주기적 특성상 평지가 아닐 경우 불안정한 특성을 보일 수 있기 때문에 지면의 높이에 따라 보행 파라미터를 임시 변경하는 등속 걸음새에 대한 연구도 수행되었다[5]. 등속 보행은 탑승자의 승차감이나 적재 화물의 보호 측면에서 유리하지만 지형이 불규칙하고 특히 깊은 웅덩이, 계단 모서리 등과 같은 착지 불가한 영역이 있는 경우, 등속 보행을 유지하는 것이 어렵기 때문에 다리를 옮길 때 몸체를 정지시키는 불연속 걸음새에 대한 연구도 수행된 바 있다[8].

하지만 이와 같은 지형 적응을 고려한 주기적 걸음새도 복잡한 지형에서의 이동에는 한계가 있기 때문에 비주기적인 걸음새에 대한 연구들도 많이 수행되었다[2,3,4,6,9]. 비주기적인 걸음새 알고리즘은 시간 또는 속도 등에 관한 고려를 배제하고 보행 로봇의 정적 안정성을 유지하기 위한 안정성 제한 조건(Stability constraints), 다리의 이동 영역에 관한 기구적 제한 조건(Kinematic constraints), 착지 불가 영역에 관한 지형 조건(Terrain constraints)을 만족시키면서 원하는 궤적을 따라 이동하기 위한 보행 동작을 매 순간 결정하는 문제로써 규정될 수 있다.

이와 같은 비주기적 걸음새에 대한 연구들 중 S.Hirose [6]는 부적절한 보행 동작에 의해서 안정성 제한 조건과 기구적 제한 조건을 동시에 만족시키는 보행 동작이 존재하지 않는 상태(Deadlock)에 이를 수 있음을 보였으며 이를 미리 예측하여 피할 수 있는 방안을 제안하였으나 적용이 매우 복잡하다. 또한 이 연구에서 제안한 착지점 선택 방식에서는 가능한 한 물결 걸음새의 지지 패턴을 유지하고자 하였다. 이와 같이 비주기적 걸음새에서도 주기적인 물결 걸음새의 지지 패턴을 유지하려고 하는 것은 많은 계산이 요구되는 일반적인 탐색 알고리즘[9]에 비해서 주기적인 물결 걸음새의 성능을 비교적 간단하게 얻기 위함이다.

기존에 제안된 보행 알고리즘에서는 이동 전방과 후방에 똑같은 안정 여유를 요구하는 대칭적인 안정성 조건이 주로 사용하여 왔