

## 4족 보행로봇의 원격조종을 위한 주기 걸음새 기반의 비주기적 걸음새 제어

### Aperiodic Gait Control based on Periodic Gait for Teleoperation of a Quadruped Walking Robot

。 최명호\* , 권동수\*\*

\*한국과학기술원 기계공학과(Tel:82-42-869-3082; Fax:82-42-869-3095; E-mail:elegance@kaist.ac.kr)

\*\*한국과학기술원 기계공학과(Tel:82-42-869-3082; Fax:82-42-869-3210; E-mail:kwonds@me.kaist.ac.kr)

**Abstract :** This paper presents a gait control scheme for teleoperation of a quadruped-walking robot. In teleoperation of a walking robot, an operator gives a real-time generated velocity command to a walking robot instead of a moving trajectory. When the direction of the velocity command is changed, the periodic gait is not available because this requires an initial foot position. This paper proposes the aperiodic gait control scheme that can converge to a periodic gait. Simulation results are given to demonstrate the efficiency of the proposed control scheme.

**Keywords :** Walking Robot, Gait, Teleoperation, Deadlock, Aperiodic Gait

#### 1. 서론

21세기 들어 서비스와 재활, 의료분야, 오락산업, 화산탐사 등 거의 모든 분야에서 로봇기술이 요구되고 있다. 이런 다양한 분야에서 요구되어지는 로봇기술은 기존 산업용 로봇에게서 보여지는 고정된 위치에서 정해진 작업을 수행하는 작업특성뿐만 아니라, 일부 비구조적인 환경이나 특수한 환경에서 이동이 가능한 이동로봇이 요구된다. 최근에는 바퀴나 무한궤도에 의한 이동수단 보다 다양한 환경에 높은 적응력을 보이는 다리를 통해 보행하는 로봇에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 그 중에서도 걸음새에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다. 보행로봇이 작업하게 되는 환경은 미리 계획되어지거나 예측할 수 없기 때문에, 보행로봇이 스스로 환경을 인식하고 이동경로를 결정하는 것은 한계가 있다. 이를 극복하기 위해서 인간의 사고력과 판단력을 통해서 로봇의 이동경로를 결정하게 되며, 보행로봇은 실시간으로 작업자에 의한 명령에 따라 보행할 수 있는 걸음새가 필요하게 된다.

보행로봇의 걸음새 연구는 일정한 이동방향에 대한 주기 걸음새를 통한 최적의 걸음새에 대한 연구를 시작으로 하여, 주기 걸음새로 이동이 불가능한 장애물이 있는 지형에 대한 비주기적 걸음새 연구가 진행되고 있다. 비주기적 걸음새의 연구에서는 교착상태 발생을 해결하며, 보다 효율적인 걸음새를 갖도록 하는 연구가 진행되어 왔다. 이런 연구들은 보행로봇의 이동방향이 일정하거나 미리 정의된 경로를 기반으로 걸음새를 제어하기 때문에 보행로봇을 원격으로 실시간의 작업자 명령에 따라 보행하기 위해서는 적용하기 어렵게 된다.

미지의 환경에서 보행로봇의 보행을 작업자의 이동속도 명령에 따라 제어하기 위해서는 실시간으로 이동다리 및 지지다리의 경로를 결정해야 하며, 이동방향의 전환이나 임의의 이동방향으로 이동하기 위해서는 교착상태(deadlock)의 발생을 해결해야 한다. 또한 보행로봇의 이동방향이 일정한 경우에는 더 이상 교착상태가 발생하지 않으면서 보다 효율적인 보행이 되도록 그 방향에 대한 최적의 걸음새인 주기 걸음새로 수렴해야 한다. 본 연구는 평단면에서의 정적인 4족 보행로봇의 원격 제어를 위해서 주기 걸음의 특성에 따라 이동다리 및 지지다리 그리고 몸체중심의 이동경로를 제어하는 방법을 제안한다.

#### 2. 물결 걸음새의 특성

물결 걸음새는 실제 곤충이나 4족 동물의 저속 보행에서 관찰되는 걸음새로서 직선 보행 방식 중 최적인 걸음새이다. 본 논문에서는 작업자의 속도명령이 보행로봇의 전후진 방향일 때 걸음새 수렴의 대상이 되는 걸음새이며, 비주기적 걸음새 제어의 기본이 되는 걸음새이다.

##### 2.1 4족 보행로봇 모델

4족 보행로봇 모델은 그림 1과 같다.

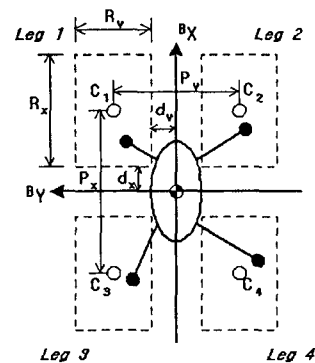


그림 1. 4족 보행로봇 모델

2차원적인 이동만을 고려하므로 무게중심 및 기구적 이동가능 영역, 지지점을 2차원 평면상에 투영하여 나타낸다. 로봇의 각 다리의 이동 가능 영역이 사각형으로 전후 좌우 대칭이며, 보행로봇의 무게중심이 기하학적 중심과 일치한다. 또한 각 다리의 기구적 이동가능영역의 크기는  $R_x$ ,  $R_y$ 이며, 무게 중심으로부터 몸체 좌표계에 대해서  $D_x$ ,  $D_y$  만큼 떨어져 있으며, 그 중심 좌표를  $C_i$ 라하고 그들 사이의 거리(pitch)는  $P_x$ ,  $P_y$ 로 나타낸다.