

# 이족로봇을 이용한 이동물체 추적 기법

박상범\*, 이부형\*\*, 한영준\*, 한헌수\*

\*송실대학교 비전시스템 연구실

\*\*공주대학교 공과대학 컴퓨터공학부

## A Scheme Tracking a Moving Object for Biped Robot

Sangbum Park\*, BooHyung Lee\*\*, Youngjoon Han\*, Hernsoo Hahn\*

\*Soongsil University

\*\* Kongju National University

E-mail : \*{forcepsb,young,hahn}@ssu.ac.kr, \*\*bhl1998@kongju.ac.kr

### Abstract

Our paper proposes a novel moving object tracking scheme for biped robot using a single camera. For walking control of a biped robot we analyze the dynamics of a three-dimensional inverted pendulum model. This analysis leads us a simple linear dynamics. And, the control parameter of the biped robot is derived from the feedback signal which converges the position of a image feature to the feature position of a desired image and the feedforward signal which compensates the motion component due to the moving object.

### I. 서론

일반적인 피드백 제어 시스템은 센서 등을 이용해 주변 환경을 인식하고 로봇의 현재 상태를 파악하여 제어 입력을 결정한다. 그 가운데 가장 인간의 인지 능력에 가까운 방법이 카메라를 통한 주변 환경의 정보를 획득하는 방법이다[1]. 하지만, 모바일 로봇과 달리 보행 로봇은 평지에서의 보행에 대해서도 큰 진폭을 가지므로 보행패턴의 안정성이 선행되어야 한다[2]. 획득 영상에서 물체를 검출하기 위한 일반적인 방법으로 양안 카메라를 이용한 방법들이 있다[3]. 하지만, 이러한 방법은 시스템의 복잡도를 가중시킨다. 따라서, 본 논문에서는 카메라와 목표물이 함께 움직이는 동적 작업환경에서 하나의 카메라가 장착된 안정된 보행궤적을 가지는 이족로봇을 이용한 움직이는 목표물을 추적하기 위한 효율적인 기법을 제안한다.

### II. 본론

일반적인 모바일 로봇에서의 물체추적 기법들과는 다르게 이족로봇에 대한 물체추적 기법은 이족로봇 자체의 동적 불안정성으로 인해 안정된 영상획득이 어렵다. 따라서, 이족로봇의 운동영역에 대한 제한을 통해 안정성을 확보해야만 한다. 본 논문에서는 이족로봇의 ZMP(Zero Moment Point)의 운동들을 Sine 파형으로 근사화하여 보행 궤적을 생성한다. 또한, 이러한 운동은 골반축에서의 특정 높이에 해당하는 범위값을 벗어나지 않기 때문에 이를 고려하여 로봇의 골반 운동을 특정 높이점( $z_c$ )에 고정시킴으로써 동적 평형과 카메라의 운동에 대한 상관관계를 간략화시켜 이족로봇의 운동에 대해 나타나는 복잡도를 감쇠시킬 수 있다.

$$\begin{aligned} -\frac{z_c}{g} \ddot{y} + y &= p_y \\ \frac{g}{z_c \omega^2 + g} \cdot p_y &= y \end{aligned} \quad (1)$$

식 (1)에서는 ZMP 와 COM(Centre Of Mass)의 연관관계를 실수 배의 합의 형태로 나타냄으로써  $y$  축에 대한 변환관계를 표현하고 있다. 이로써 이족로봇의 동적 안정성을 가지는 ZMP 의 패턴에 대한 로봇의 무게중심의 패턴을 쉽게 얻을 수 있다.

이족로봇의 보행패턴을 기반으로 카메라의 이동패턴도 생성된다. 획득영상으로부터 카메라에 대한 목표물의 좌표관계를 고려할 수 있다. 본 논문에서는 적응 템플릿을 갖는 SSD 알고리즘을 이용하여 움직이는 물

체를 검출하고 변화된 형태 정보를 계속적으로 추적하기 위해 확장 스네이크(Extended Snake) 알고리즘을 사용한다. 제안된 확장 스테이크 알고리즘은 기존의 방법에 면적의 변화율을 최소화하는 에너지를 추가함으로써 윤곽선 주위의 내·외부 에지로 인해 갑작스럽게 발산하는 문제를 해결한다.

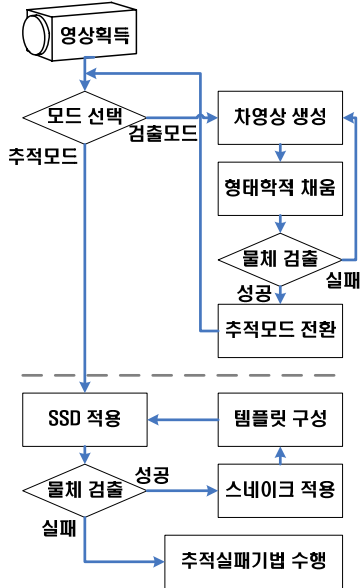


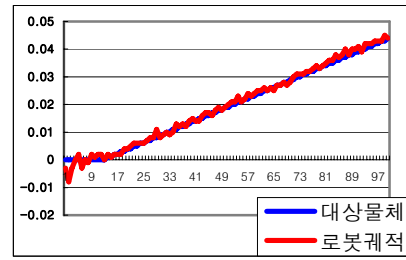
그림 1 움직이는 물체 검출 블록도

영상에서 움직이는 물체가 검출되면 이족보행로봇이 물체를 추적하도록 하기 위해 이족보행로봇의 제어 입력이 결정되어야 한다. 본 논문에서는 이족보행로봇의 동역학을 고려하여 로봇의 제어변수들의 입력을 영상좌표상의 특징 위치를 원하는 위치로 이동하도록 하는 피드백(feed-back) 성분과 물체의 움직임을 보상하는 피드포워드 (feed-forward) 성분을 보상함으로써 식 (2)로 유도된다.

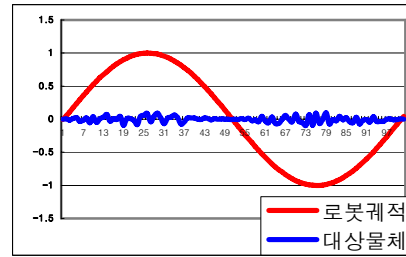
$$u = J_m^+ \{ A(\dot{X}_i^d - \dot{X}_i) \} - J_m^+ \dot{X}_i^T \quad (2)$$

### III. 실험 결과

그림 3 은 대상물체에 대한 이족로봇의 궤적을 그래프로 도시하였다. 그림 3(a)와 (b)는 각각 X 축과 Y 축 방향에 대한 두 성분들로서 목표물이 축 방향으로 진행되는 경우 잡음 성분을 제외한 축을 중심으로 뻗어나가는 모습을 볼 수 있다. 하지만, 로봇은 좌우 중심 이동을 반복하며 보행이 진행되기 때문에 보행궤적의 형태를 띄고 있다.



(a) X 축 성분에 대한 궤적



(b) Y 축 성분에 대한 궤적

그림 3 대상물체와 이족로봇의 궤적

### IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 이족로봇에 대한 물체 추적 알고리즘을 제안하였다. 또한 목표물의 작업 환경을 제한함으로써 실시간성을 유지할 수 있는 기반을 마련하였다. 하지만, 실제세계에서의 적용을 위해서는 3 차원 작업공간에 대한 대응을 필요로 한다. 따라서, 추후 작업공간의 확장을 통해 시뮬레이션 상에서의 실시간 제어 가능성을 타진하고, 실제 로봇을 통해 실험되어져야 하겠다.

### 참고문헌

- [1] T.Ishida, "Development of a Small Biped Entertainment Robot QRIO," Proceedings of the 2004 International Symposium on Micro-Nanomechanics and Human Science, pp.23-28, November 2004.
- [2] S.Takizawa, S.Ushida, T.Okatani and K.Deguchi, "2DOF Motion Stabilization of Biped Robot by Gaze Control Strategy," International Conference on Intelligent Robots and System, pp.1102-1107, August 2005.
- [3] K.Okada, M.Inaba and H.Inoue, "Walking navigation system of humanoid robot using stereo vision based floor recognition and path planning with multi-layered body image," International Conference on Intelligent Robots and System, pp.2155-2160, October 2003.