

# 로봇 플랫폼 기반의 레이저 거리센서를 이용한 비주얼 서보잉

## Robot platform Visual servoing using Laser finder

\*이종재<sup>1</sup>, 신은철<sup>2</sup>, 최무성<sup>3</sup>, 양광웅<sup>4</sup>, #김홍석<sup>5</sup>

\*J. J. Lee(l2j78@kitech.re.kr)<sup>1</sup>, U. C. Shin(unchol@kitech.re.kr)<sup>2</sup>, M.. S. Choi(moosung@kitech.re.kr)<sup>3</sup>

K. W. Yang(ygkgwg@kitech.re.kr)<sup>4</sup>, #H. S. Kim(hskim@kitech.re.kr)<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 한국생산기술연구원, <sup>2</sup> 한국생산기술연구원, <sup>3</sup> 한국생산기술연구원, <sup>4</sup> 한국생산기술연구원, <sup>5</sup> 한국생산기술연구원

Key words : Visual Servoing, Laser distance sensor, Vision

### 1. 서론

로봇의 기능이 보다 다양하고 복잡한 작업 방향으로 변해감에 따라 로봇의 센서들은 환경인식의 정확성과 확장성이 중요시 되고 있다. 시각센서 시스템은 인간의 시각 시스템에 유사한 형태로서 탐지 영역이 넓고 비접촉 상태에서 다양한 정보획득이 가능하기 때문에 얼굴 인식, 물체 인식, 숫자 및 문자 인식 등의 다양한 분야에서 사용되고 있다. 특히, 동적 환경에서 움직이는 목표물 추적 시스템은 환경인식을 위해 주로 비전 시스템을 사용한다.

시각서보시스템 알고리즘은 영상의 중심 좌표 계산이 필요했으며 느린 속도의 물체인 경우에만 추적이 가능했다.

일반적으로 시각서보 제어기법을 이용한 시스템이 해결해야 할 과제는 영상 내에서 움직이는 목표물의 위치 정보를 정확하게 얻는 것이다. 3D 작업환경에서 물체를 인식하고 목표물의 위치를 계산하는 방법은 대부분 3D 작업환경을 1D 또는 2D로 제한하는 방법을 사용하거나 스테레오 카메라(stereo camera)를 사용하여 목표물의 위치 정보를 구했다. 대부분의 로봇은 3D 작업환경에서 임무를 수행하기 때문에 작업 환경을 제한하는 방법은 범용성에 문제가 있다. 스테레오 카메라를 사용하는 방법은 물체의 3D 위치 정보를 예측할 수 있으나 시스템의 구성이 복잡하고 두 영상에서 일치하는 두 점을 찾아야 한다는 어려움이 있고 산업용 매니퓰레이터와 같이 카메라가 매니퓰레이터의 End-Effector에 부착되지 않은 휴머노이드 형의 경우 거리 계산에 대한 오차가 크다.

본 논문은 비전의 물체인식과 레이저 거리센서를 이용한 정밀한 서보잉 제어의 성능을 인간형 로봇을 이용하여 달성하고자 한다. 우선 인간형 로봇을 설계한다. 비전을 담당하기 위한 카메라는 산업용 로봇과는 달리 물체의 머리에 부착하여 물체를 인식할 수 있도록 설계한다. 비전을 이용한 물체 거리 측정의 오차를 보정하기 위하여 카메라에 거리측정 센서인 레이저 센서를 부착, 물체의 거리와 장애물을 인식할 수 있도록 한다. 로봇의 팔은 6개의 축을 가지는 6자유도 매니퓰레이터로 설계를 하고 각 축에는 전동기를 부착한다. 전동기를 제어하는 마이크로프로세서는 DSP를 사용하고 각 제어기와 상위 제어기의 통신은 CAN 통신을 이용하여 각 축의 각도를 전달, 매니퓰레이터를 제어할 수 있도록 설계한다. 카메라의 영상과 레이저센서의 데이터를 받아 매니퓰레이터를 제어 하기위한 프로그램은 윈도우 기반 C++언어 기반으로 작성한다. 상용제품을 이용한 데이터와 실제 시스템에 적용한 실험을 비교하여 제작한 시스템과 제안한 기법의 성능을 확인한다.

### 2. 퍼스널 로봇 플랫폼 시스템 구성

퍼스널 로봇의 플랫폼의 전체 시스템은 그림 1에서 보여진다. 퍼스널 로봇 플랫폼과 PC의 통신은 CAN과 RS232 통신으로 이루어지며 PC는 플랫폼의 내부에 실장, 외부 PC와는 무선 인터넷을 이용하여 통신을 한다.

퍼스널로봇은 구동전압 24V, 최대 허용전류 10A인 2개의 구동서보 모터와 2개의 엔코더, 1개의 레이저 거리 센서로 구성된 Mobile부와 4개의 모터로 구성된 허리/무릎 축, 각각 6자유도를 가지는 2개의 팔, 좌우와 상하로 움직일 수 있는 머리 부분으로



Fig. 1 SEROPI-Persnal robot platform

구성된다. 각 관절의 모터를 구동하는 제어기와 PC는 CAN통신을 이용하여 관절의 각도를 40ms 주기로 제어한다.

매니퓰레이터 시스템은 6자유도 시스템으로 6개의 관절과 그리퍼로 구성되어 있으며, 각 관절은 DC 모터에 의해 구동된다.

퍼스널 로봇의 좌표변환은 그림 2와 같이 설정하였으며 좌표에 따른 DH parameter는 표 1과 같다. 그림에서 아래첨자로 c가 붙은것은 Com Jacobian을 의미하고, l은 좌측, r은 우측, b는 몸체를, rel은 Relative Jacobian을 의미한다.

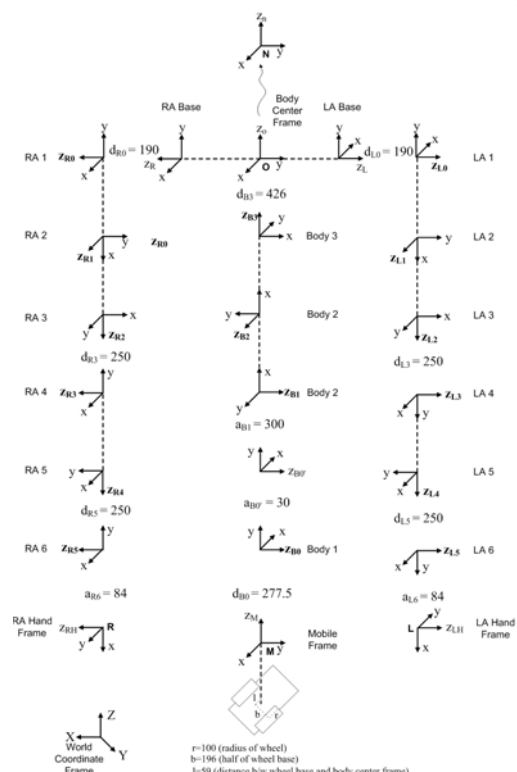


Fig. 2 The coordinates of a robot platform

Table 1 DH Parameters of robot platform

Body DH				
	a	alpha	d	theta
(Mobile Frame) M -> 0	0	90	0.2775	180
0 -> 0'	0.03	0	0	$q_{1+0}$
0' -> 1 (Body 2)	0.3	0	0	90
1 -> 2 (Body 3)	0	-90	0	$q_{2-2}$
2 -> 3 (Body 4)	0	-90	0	$q_{3-90}$
3 -> 0 (Body Center Frame)	0	0	0.426	$q_{4-90}$
Left Arm DH				
	a	alpha	d	theta
O-L	0	90	0	180
L-0	0	0	0.19	0
0-1	0	90	0	$q_{1-90}$
1-2	0	90	0	$q_{2+90}$
2-3	0	90	0.25	$q_{3+90}$
3-4	0	-90	0	$q_{4-}$
4-5	0	90	0.25	$q_{5-}$
5-LH	0.084	0	0	$q_{6+90}$
Right Arm DH				
	a	alpha	d	theta
O-R	0	90	0	0
R-0	0	0	0.19	0
0-1	0	-90	0	$q_{1-90}$
1-2	0	90	0	$q_{2+90}$
2-3	0	-90	0.25	$q_{3+90}$
3-4	0	90	0	$q_{4-}$
4-5	0	-90	0.25	$q_{5-}$
5-RH	0.084	0	0	$q_{6-90}$

3. 실험

실험은 추적목표물이 고정된 상황에서 로봇이 어떻게 반응하는지를 분석하는 방법으로 이루어졌다. 목표물은 캔을 이용하여 측정하였으며 측정 속도를 높이기 위해 비전에서 목표물의 좌표 획득을 한 후 펜틸트를 이용하여 목표물을 좌표의 중앙으로 이동, 거리를 획득하였다. 그림2는 비전을 이용하여 목표물의 좌표를 획득하고 목표물을 영상의 중앙에 위치한 사진이며 그림 4는 레이저 거리 측정기를 이용하여 목표물의 거리를 측정하여 히스토그램을 이용하여 표현한 그림이다. 또한, 물체의 위치를 변경하여 기존의 상용 제품의 거리 계산 결과와 레이저 거리 측정기를 이용하여 측정한 거리를 그림 5에서 그래프로 표현하였다



Fig. 3 Image capture

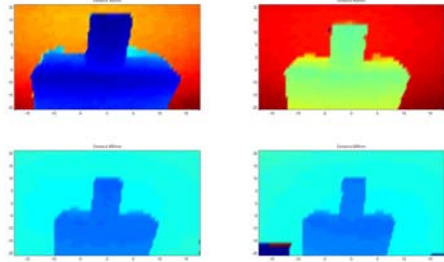


Fig. 4 Histogram of Distance

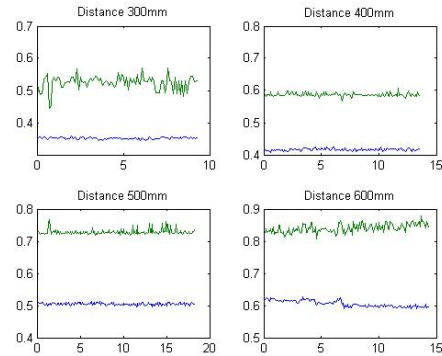


Fig. 5 Graph of Distance

4. 결론

실험 결과 비전을 이용하여 거리를 측정할 경우 필요한 영상처리에 대한 시간비용과 거리를 계산하기 위한 두 개의 영상에 대한 처리시간을 줄임으로써 빠르게 이동하는 물체에 대한 정보를 얻을 수 있었고, 비전영상에서 획득한 좌표 보다 정확한 좌표를 획득할 수 있었다. 좌표의 정확한 획득은 매니플레이터의 End-Effector를 정밀하게 제어할 수 있으므로, 보다 세밀한 작업에서 활용을 할 수 있을 것이다. 또한, 여유자유도를 이용한 장애물 회피에서 비전으로 획득한 정보의 경우 DB에 정보가 없는 물체에 대한 경우 매니플레이터가 작업을 하며 장애물로 인식하지 못하는 경우가 있지만, 레이저 거리 센서를 이용하여 물체들의 거리정보를 확인할 수 있다면 작업영역과 금지영역에 대한 인식을 보다 빠르게 할 수 있을 것으로 사료된다.

후기

본 연구는 상업자원부 퍼스널 로봇 기반기술 개발 과제 지원으로 수행되었음.

참고문헌

- Gregory D. Hager, Peter I. Corke, "A Tutorial on Visual Servo Control", IEEE Transactions on Robotics and Automation, Vol. 12, No. 5, 651-670, October 1996.
- Samuel R. Buss, Jin-Su Kim, "Selectively Damped Least Squares for Inverse Kinematics", October 25, 2004.
- 한영준, 한현수, "하나의 zkp라를 이용한 이동로봇의 이동물체 추적기법", 제어자동화시스템공학회, Vol. 9, No. 12, 1033-1041, 2003.
- 이현정, 박민규, 이민철, "스테레오 영상을 이용한 이동형 머니플레이터의 시각제어", 제어자동화시스템공학회, Vol. 11, No. 5, 2005.
- S. Z. Li, "Recognizing multiple overlapping objects in image : an optimal formulation," IEEE Transaction on Image Processing, vol. 9, no. 2, pp. 273-277, February 2000.