

인간형 로봇의 시각시스템을 위한 물체의 거리 및 크기 측정 알고리즘 개발

Development of a humanoid visual system for measuring distance and width of object algorithm

*김희인¹, #김갑순¹

*H. I. Kim¹, #G. S. Kim(gskim@gsnu.ac.kr)¹

¹ 경상대학교 제어계측공학과

Key words : Humanoid visual system, Visual system, Multi Camera

1. 서론

인간형 로봇의 시각시스템으로는 레이저 센서나 음파센서, 카메라 등이 많이 이용된다. 그 중에서 카메라를 이용한 시각시스템을 가장 많이 사용하는데 주로 카메라 1대를 이용한 시스템이 많다. 논문¹은 카메라 1대를 이용하여 실외환경에서 이동로봇이 물체를 찾는 영상처리 프로그램을 제작하였다. 카메라 1대를 이용한 시각시스템은 물체의 거리나 크기를 판단할 때 바닥 면에 있지 않고 공중에 있거나 먼 거리의 물체는 거리나 크기를 판단하지 못하는 한계가 있다. 인간형 로봇이 실내 또는 실외환경에서 자유롭게 이동하려면 이러한 점을 보완할 필요가 있다. 논문²은 카메라의 렌즈에서 오는 영상 왜곡을 보정 해 주는 카메라 교정(camera calibration)을 방법을 개발 하였다. 논문³은 2대의 카메라를 이용하여 목표 물체를 정확하게 찾아내는 프로그램을 제작 하였다.

2대의 카메라를 이용한 시각시스템은 목표 물체의 형상을 파악하고 회피하기 위해 사용하고 있으나 물체의 거리와 크기를 동시에 파악하는 알고리즘은 개발 되지 않았다. 따라서 인간형 로봇이 실내 또는 실외환경에서 먼 거리에 있거나 바닥 면에 위치 하지 않는 물체의 거리와 크기를 판단하는 알고리즘 개발이 필요하다.

본 논문에서는 실외 환경의 먼 거리 물체의 거리와 크기를 판단하기 위해 카메라 2대를 이용하여 시각시스템을 개발하였고, 물체의 거리와 크기를 판단하는 알고리즘을 개발 하였다. 개발 된 알고리즘을 이용하기 위해 영상처리 프로그램을 제작하였고, 그에 따른 특성실험을 실시하였다.

2. 거리 및 크기 측정 시각시스템 및 알고리즘 개발

Fig. 1는 시각시스템을 나타내고 있으며, 이것은 카메라 1(SDZ-375), 카메라 2, 카메라 좌우회전장치, 좌우회전 모터 1(MAXON RE 30) 및 모터 드라이버(EPOS 24/5), 카메라 상하회전장치, 상하회전모터 2(MAXON RE 30) 및 모터 드라이버(EPSO 24/5)로 구성되어 있다. 카메라 1과 카메라 2사이의 거리는 100mm 이고, 카메라는 좌우로 360°, 상하 160°로 회전할 수 있다.

Fig. 2는 인간형 로봇의 거리 및 크기측정을 위한 알고리즘의 흐름도를 나타내고 있다. 흐름도는 (1) 시스템을 초기화 한다. (2) 카메라 1과 카메라 2로부터 영상을 입력 받는다. (3) 각각의 카메라로부터 입력 받은 칼라 영상을 흑백 영상으로 변환 한다. (4) 각각의 영상을 가우시안 기법으로 스무딩 한다. (5) 각각의 영상에서 물체를 찾는다. (6) 찾아낸 물체의 중심점들을 찾는다. (7) 각각의 중심 점을 비교한다. (8) 중심점들의 차이를 계산하여 거리와 크기를 알아낸다. (9) 종료 한다.

Fig. 3은 시각시스템의 실험장치를 나타내고 있으며, 이것은 이동로봇(폭:630mm, 길이:800mm, 높이:1310mm), 카메라 1, 카메라 2, 표준물체(둘레:750mm 지름:240mm), 표준물체 고정대(폭:480mm, 높이:1880mm, 길이:700mm)로 구성 되었다. 표준 물체 고정대는 700mm 높이에서부터 1880mm까지 상하로 움직일 수 있게 제작되었다.

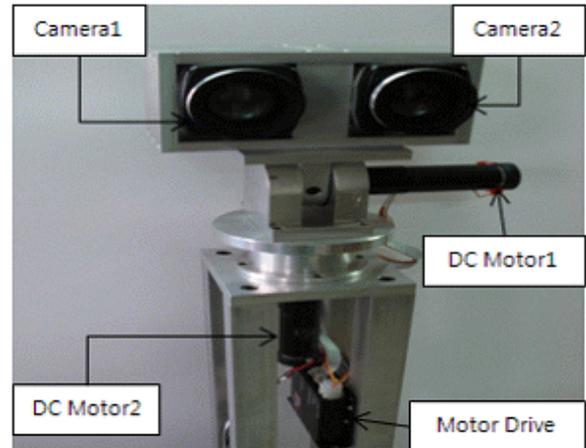


Fig. 1 Visual system of robot

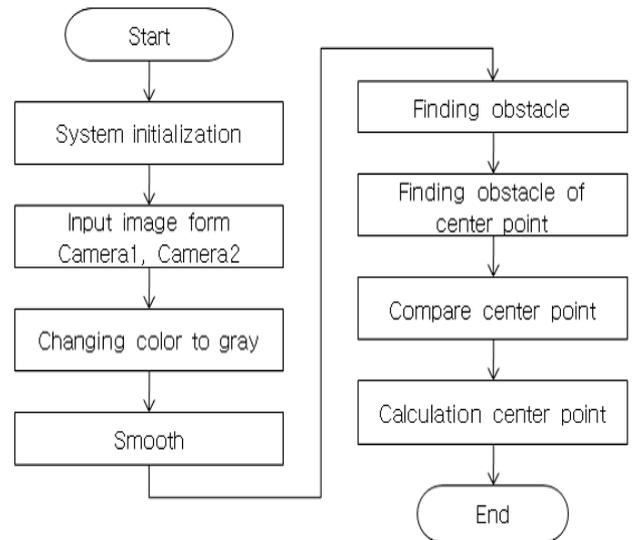


Fig. 2 Flow chart for obstacle of distance and width algorithm

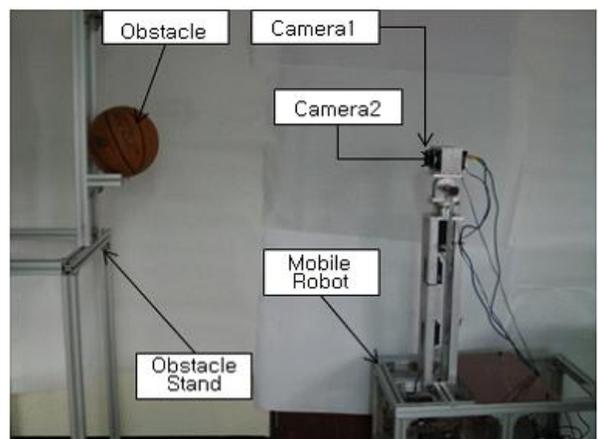
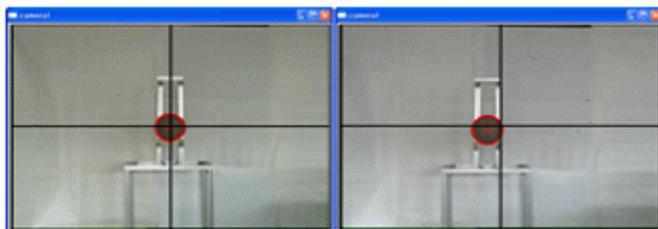


Fig. 3 Experimental equipment for calibrating vision system

3. 시각시스템의 교정

교정을 위해서 이동로봇의 전면으로부터 실제거리 2000mm 에 표준물체를 놓고 물체의 중심 픽셀(pixel)을 구한 후 높이 픽셀값을 240Pixel 에 맞춘다. 그리고 표준물체 고정대를 고정 시킨 후 실제거리 1000mm 간격으로 6000mm 까지 이동로봇을 이동 시키면서 영상처리를 실시 하였으며, 실거리 3000mm 일 때의 카메라 1 과 카메라 2 의 영상처리 결과를 Fig. 4 에 나타내었다.

Fig. 5 는 이동로봇의 전면으로부터 각각 2000mm 부터 1000mm 간격으로 6000mm 까지 목표 물체를 찾았을 때 카메라 1, 카메라 2 에서 목표 물체의 중심 픽셀값의 차이를 나타내고 있으며 위의 결과를 보면 1000mm 단위당 거리는 6Pixel, 폭은 12Pixel 차이가 나는 것을 볼 수 있다. 실험한 결과를 이용하여 거리 판단 일차 방정식 (1)과 폭과 높이 판단 일차 방정식 (2)을 유도하고 그것을 토대로 물체의 위치와 크기를 판단하는 프로그램을 제작하였다



(a) camera1 image processing (b) camera2 image processing

Fig. 4 Result of image processing for calibrating camera1 and camera2

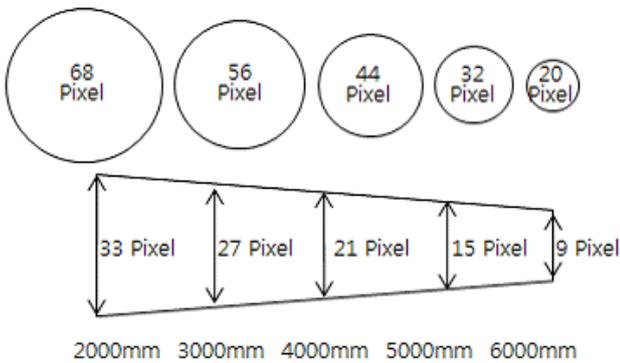


Fig. 5 Result of distance and width calibration

X 가 시각시스템부터 미지 물체까지의 거리(mm), Y 가 두 카메라 사이의 픽셀 차 이고, 거리를 계산하는 식은 다음과 같다.

$$X = (33 - Y) \times 166.66 + 2000 \quad (1)$$

물체의 크기를 계산하는 식은 X 가 시각시스템부터 미지 물체까지의 거리, Y 는 물체의폭 픽셀값일 때 실제 물체의 폭은 다음과 같은 식으로 계산할 수 있다.

$$\{[(X - 2000) \div 1000] \times 12 + Y\} \times 3.53 \quad (2)$$

4. 시각시스템의 특성실험

제작된 물체의 거리 및 크기 판단 프로그램을 인간형 로봇에 활용 할 수 있는지를 판단하기 위한 실험을 실시하였다. 영상처리를 한 결과를 Fig. 6 과 Table 1 에 나타내었다. 실험은 이동로봇의 전면에서 3500mm, 4500mm, 5500mm 의 거리에서 실시 하였으며 물체의 높이는 1310mm 로 하였고 물체의 폭은 240mm 이었다. 실험 결과는 각각 3 회씩 측정하여 평균값으로 하였다.

Table 1 에 나타난 것과 같이 영상처리 결과의 거리 오차(로봇의 전면으로부터 물체까지의 거리 오차)는 2%이내 이고, 물체의 폭의 오차는 2.16% 이내이다. 거리 와 폭의 오차가 매우 정확한 것은 카메라 교정에 의하여 렌즈에 의한 영상의 왜곡과 굴절을 없앨 수 있었고, 실험에서 정확한 비율의 결과를 얻었으므로 정확한 일차방정식을 가질 수 있었기 때문이다.

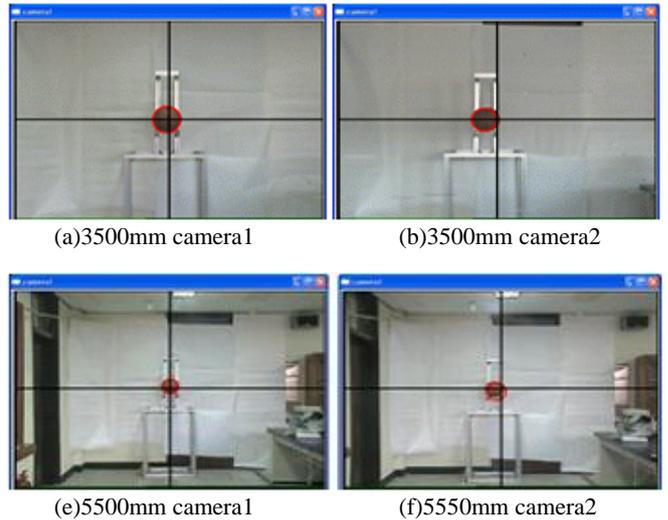


Fig. 6 Result of image processing of distance and width of object

Table 1 Test results of image processing program (unit : mm)

Real distance	3500		4500		5500	
Test no.	distance	width	distance	width	distance	width
1	3500	243	4500	236	5667	240
2	3333	238	4500	243	5500	243
3	3500	240	4333	233	5500	240
Avg.	3444	240	4444	237	5555	241
Error (%)	2.16	0.7	1.67	1.63	1.66	0.54

5. 결론

본 논문에서는 인간형 로봇의 거리 및 크기를 정확하게 판단하기 위한 영상처리 알고리즘을 개발 하고 프로그램을 제작 하였다. 제작한 영상처리 프로그램의 특성 실험 결과, 물체의 거리와 크기를 정확하게 계산 함을 알 수 있었다. 따라서 본 논문에서 제작한 영상처리 프로그램은 인간형 로봇의 물체의 거리 및 크기 판단에 활용될 수 있을 것으로 판단된다. 추가 연구로는 카메라와 일치 하지 않는 높이의 물체의 거리 및 크기를 정확하게 판단 할 수 있는지를 확인하는 특성실험과 다양한 환경에서 물체의 거리 및 크기를 정확하게 판단 할 수 있는지를 확인하는 특성실험을 하는 것이다.

참고문헌

1. Jung, B. Y. and Sukhatme, G. S., "detectinmodet Objects using a Single Camera on a Mobile Robot in an Outdoor Environment," in the 8th conference on Itelligent Autonomous System. 980-987, 2004.
2. Weng, J. Y., Cohen, P. and Herniou, M., "Calibration of sereo cameras using a non-linear distortion model," IEEE, 246-253, 1990.
3. Nummiaro, T K, Meier, E. K., Svoboda, T., Roth, D. and Gool, L. V., "Color-Based Object Tracking in Multi_camera Environments," Springer Berlin/Heidelberg, 591-599, 2003.