

이동로봇을 위한 카메라 1 대를 이용한 소형 장애물 인식방법에 관한 연구

김갑순[#]

Recognition method of small-obstacles using a camera for a mobile robot

Gab-Soon Kim[#]

ABSTRACT

This paper describes the recognition method of small-obstacles using a camera for a mobile robot in indoor environment. The technique of image processing using a camera has been widely used for an automaton of industrial system, an inspection of inferior goods, a lookout of an invader, and a vision sensor of intelligent robot. Mobile robot could meet small-obstacles such as a small plastic bottle of about 0.5 l in quantity, a small box of 7×7×7 cm³ in volume, and so on in its designated path, and could be disturbed by them in the locomotion of a mobile robot. So, it is necessary to research on the recognition of small-obstacles using a camera and program. In this paper, 2-D image processing algorithm and method for recognition of small-obstacles using a camera for a mobile robot in indoor environment was developed. The characteristic test of the developed program to confirm the recognition of small-obstacles was performed. It is shown that the developed program could judge the size and the position of small-obstacles accurately.

Key Words : Mobile robot(이동로봇), Image processing(영상처리), Camera(카메라), Obstacle (장애물)

1. 서론

산업이 발달함에 따라 카메라를 이용한 영상처리기술은 지능로봇, 산업시스템의 자동화, 불량품 검사, 침입자 감시, 등 각종 산업에서 널리 사용되고 있고, 앞으로도 더 많은 분야에서 사용될 전망이다. 이동로봇이 이동하는 경로에는 0.5 l 정도의 소형 플라스틱 병, 7×7×7 cm³ 정도의 소형 상자, 돌, 쇠 덩어리, 등의 소형 장애물이 있을 수 있고, 이들 장애물에 의해 로봇이 큰 피해를 입을 수 있으므로 로봇은 이들 장애물을 회피해야만 한다.

이동로봇이 주행 중에 장애물을 회피하기 위해서, 장애물을 인식하기 위한 센서로는 가격이 저렴하고 성능이 우수한 초음파센서가 많이 사용되고 있다.¹⁻³ 이동로봇에 설치한 초음파센서 시스템은 그의 넓은 지향성 때문에 큰 장애물을 정확하게 감지할 수 있으나 지면에 놓인 소형 장애물은 감지할 수 없는 단점을 가지고 있다.

소형 장애물을 인식하기 위한 다른 방법으로, 카메라 2 대를 이용한 영상처리기술도 지능로봇의 시각센서로 많이 이용되고 있고, 이를 위한 프로그램 알고리즘도 개발되었다.⁴⁻⁸ 카메라 두개를 이

^{*)} 접수일: 2004 년 11 월 28 일; 게재승인일: 2005 년 7 월 8 일

[#] 교신저자: ERI, 경상대학교 제어계측공학과

E-mail gskim@gsnu.ac.kr Tel. (055) 751-5372

용할 경우에는 처리시간이 길고, 제어기 및 프로그램이 복잡하며, 가격이 고가인 단점이 있다. 그러므로 이들 단점을 보완하기위해서, 카메라 1 대를 이용하여 이동로봇의 경로상에 있는 소형 장애물의 크기를 간단하게 판단할 수 있는 방법과 이를 위한 프로그램 알고리즘 개발이 필요하다.

본 연구에서는 카메라 1 대를 이용하여 실내환경에서 이동로봇의 경로에 있는 소형 장애물의 크기와 로봇으로부터의 위치를 판단하는 교정방법을 제시하고, 이를 이용하여 2 차원 영상처리 프로그램 알고리즘을 개발하였다. 이동로봇의 상부에 위치한 카메라의 위치에서 소형 장애물을 촬영하고, 개발된 프로그램을 이용하여 실내환경에서 장애물의 크기와 위치를 판단할 수 있는지의 특성실험을 실시하였다.

2. 로봇에 부착된 카메라의 교정

카메라 1 대를 이용하여 소형 장애물의 크기와 로봇으로부터의 위치를 판단하기 위해서는 로봇에 부착된 카메라를 교정해야 한다. 교정하고 프로그램을 개발하기 위한 과정은 다음과 같다.

(1) 크기를 알고 있는 기준실험물을 정해진 위치에 놓고, 로봇에 카메라를 설치할 위치와 각도에서 촬영한다.

(2) 카메라로 촬영한 기준실험물과 배경의 픽셀 수, 사진의 크기 및 기준실험물의 실제 크기 및 촬영된 실제 면적 등을 이용하여 장애물의 크기(폭과 높이), 로봇으로부터 장애물까지의 떨어진 거리, 로봇의 중심으로부터 좌측 혹은 우측으로 떨어진 거리, 장애물이 로봇의 중심선상에 있을 경우 중심선으로부터 좌측과 우측으로의 편심된 폭을 계산하는 식을 각각 유도한다.

(3) 2 차원 영상처리 프로그램 알고리즘을 개발하고 프로그램을 작성한다.

(4) 영상처리 결과와 유도한 식을 이용하여 소형 장애물의 크기와 로봇으로부터의 위치를 판단하는 프로그램을 작성한다.

Fig. 1 은 소형 장애물의 크기와 위치를 판단하는 계산식을 유도하기 위한 사진촬영 실험장치의 개략도를 나타낸 것이다. 장애물의 크기와 위치를 계산하는 식을 유도하기 위하여 로봇으로부터 500 mm 떨어진 지점으로부터 가로방향으로 1500 mm 와 세로방향으로 800 mm 가 되도록 줄자를 지면

에 고정하였으며, 기준실험물($\phi 65 \times 160$ mm)을 로봇의 중심선상에 로봇으로부터 900 mm 와 1500 mm 위치에 놓았다. 그리고 로봇의 카메라 설치위치(높이 850 mm, 각도 59°)에서 디지털 카메라(KENOX Digimax350SE)를 이용하여 사진을 촬영하였다.

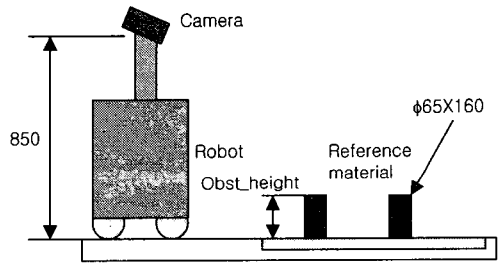
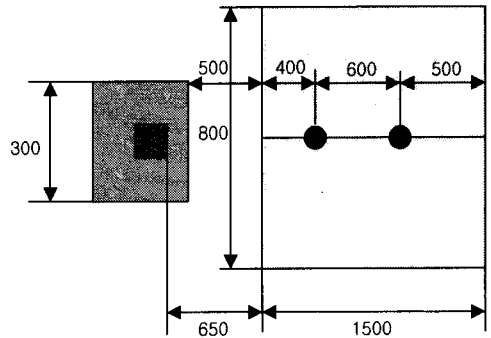


Fig. 1 Schematic diagram of experimental set up for taking photograph

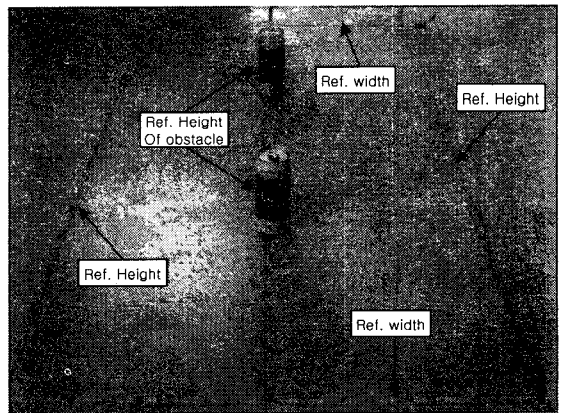


Fig. 2 Photograph for decision equations of size and distance from a robot to reference obstacles

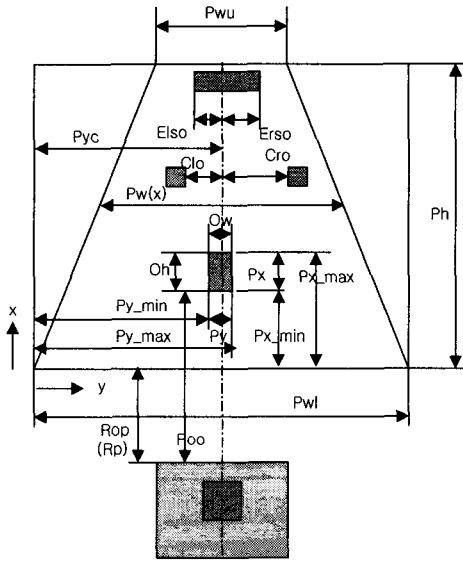


Fig. 3 (a) Schematic diagram for decision of size and distance from a robot to obstacles

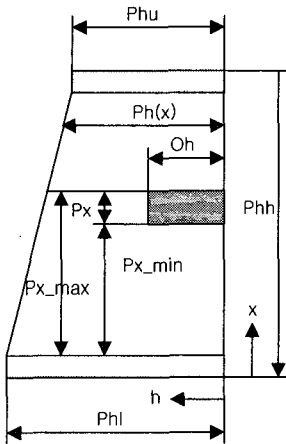


Fig. 3 (b) Schematic diagram for decision equation of height of obstacle

2.1 장애물의 크기 및 위치 계산식

Fig. 2 는 장애물의 크기와 위치를 계산하기 위한 식을 유도하기 위해 촬영한 사진을 나타낸 것이고, Fig. 3 (a)와 (b)는 Fig. 2 를 기준으로 장애물의 크기, 로봇으로부터의 위치를 판단하는 식을 유도하기 위한 개략도를 나타낸 것이다. Fig. 3 의 (b)는 Fig. 2 에 나타낸 사진의 앞과 뒤에 나타낸 두개의

기준실험물을 이용하여 장애물의 높이를 판단하기 위해 그린 그림이다.

장애물의 폭을 계산하는 식을 유도하기 위하여 x 거리에 따른 y 방향의 기준길이($Rw=800mm$)에 상응하는 픽셀수를 계산하는 식 $Pw(x)$ (pixel)은 식 (1)과 같이 유도된다.

$$Pw(x) = Pwl - \frac{Px_min \times Pwl}{\left(\frac{Ph \times Pwl}{Pwl - Pwu} \right)} \quad (1)$$

여기서, Pwl 는 사진의 아래 부분에서 y 방향(폭)의 기준길이(Rw) 내에서의 전체 픽셀수(pixel), Px_min 는 x 방향으로 사진의 0 픽셀부터 장애물이 시작되는 지점까지의 픽셀수, Ph 는 사진의 x 방향(높이)의 기준길이(Rh) 내에서의 전체 픽셀수, Pwu 는 사진의 위 부분에서 y 방향(폭)의 기준거리(Rw) 내에서의 전체 픽셀수이다.

장애물의 폭 Ow (mm)은 y 방향(폭)의 기준길이 Rw 에 장애물 폭의 픽셀수 Py 를 곱한 것을 $Pw(x)$ 로 나누어 계산할 수 있으므로 계산식은 식 (2)와 같이 된다.

$$Ow = \frac{Rw \times (Py_max - Py_min)}{Pw(x)} \quad (2)$$

여기서, Rw 는 y 방향의 기준길이(mm), Py_max 는 y 방향으로 사진의 0 픽셀부터 장애물이 끝나는 지점까지의 픽셀수(pixel), Py_min 는 y 방향으로 사진의 0 픽셀부터 장애물이 시작되는 지점까지의 픽셀수(pixel)이다.

로봇의 앞면으로부터 장애물까지의 거리 Roo (mm)는 로봇의 앞면으로부터 사진의 밑면까지의 거리에 사진의 밑면에서 장애물까지의 거리를 합하여 계산할 수 있고, 계산식은 식 (3)과 같이 된다.

$$Roo = Rp + Rpbo \quad (3)$$

여기서, Rp 는 로봇의 앞면으로부터 사진의 밑면까지의 거리(mm), $Rpbo$ 는 사진의 밑면으로부터 장애물까지의 거리(mm)이다.

장애물의 높이를 계산하기 위해 x 거리에 따른 h 방향의 기준길이($Rho=160mm$)에 상응하는 픽셀

수 $Ph(x)$ (pixel)를 계산하는 식은 식 (4)와 같이 유도된다.

$$Ph(x) = Phl - \frac{Rpbo \times Phl}{\left(\frac{Phh \times Phl}{Phl - Phu} \right)} \quad (4)$$

여기서, Phl 는 Fig. 2 에 나타낸 사진의 앞에 있는 기준실험물의 길이(Rho) 내의 전체 픽셀수, Phu 는 사진의 뒤에 있는 기준실험물의 길이(Rho) 내의 전체 픽셀수, Phh 는 두 기준실험물 사이의 실거리(600mm) 내의 전체 픽셀수이다.

장애물의 높이 Oh (mm)는 h 방향의 기준길이 Rho 에 장애물 높이의 픽셀수 Px 를 곱한 것을 $Ph(x)$ 로 나누어 계산할 수 있으므로 계산식은 식 (5)과 같이 유도된다.

$$Oh = \frac{Rho \times (Px_{max} - Px_{min})}{Ph(x)} \quad (5)$$

여기서, Rho 는 h 방향의 기준길이(mm), Px_{max} 는 x 방향으로 사진의 0 픽셀부터 장애물이 끝나는 지점까지의 픽셀수, Px_{min} 는 x 방향으로 사진의 0 픽셀부터 장애물이 시작되는 지점까지의 픽셀수이다.

로봇의 중심에서 좌측 혹은 우측으로의 장애물의 위치를 계산하기 위하여 사진의 좌측선으로부터 로봇의 중심선까지의 거리 Oc (mm)의 계산은 y 방향의 기준길이 Rw 에 사진의 좌측으로부터 로봇의 중심선까지의 길이 Pyc 를 곱한 것을 $Pw(x)$ 로 나누어 계산되므로 계산식은 식 (6)과 같이 유도된다.

$$Oc = \frac{Rw \times Pyc}{Pw(x)} \quad (6)$$

사진의 좌측선에서 장애물의 우측선까지의 길이 Ow_{ymax} (mm)는 y 방향의 기준길이 Rw 에 y 방향으로 사진의 0 픽셀부터 장애물이 끝나는 지점까지의 픽셀수 Py_{max} 를 곱한 것을 $Pw(x)$ 로 나누어 계산되므로 계산식은 식 (7)과 같이 유도된다.

$$Ow_{ymax} = \frac{Rw \times Py_{max}}{Pw(x)} \quad (7)$$

사진의 좌측선에서 장애물의 좌측선까지의 길이 Ow_{ymin} (mm)는 y 방향의 기준길이 Rw 에 y 방향으로 사진의 0 픽셀부터 장애물이 시작되는 지점까지의 픽셀수 Py_{min} 를 곱한 것을 $Pw(x)$ 로 나누어 계산되므로 계산식은 식 (8)과 같이 유도된다.

$$Ow_{ymin} = \frac{Rw \times Py_{min}}{Pw(x)} \quad (8)$$

장애물이 로봇의 중심선보다 좌측에 있을 경우 로봇의 중심에서 장애물의 우측까지의 거리 Clo 를 계산하는 식은 식 (9)과 같이 된다.

$$Clo = Oc - Ow_{ymax} \quad (9)$$

$(Pyc > Py_{max})$

장애물이 로봇의 중심선보다 우측에 있을 경우 로봇의 중심에서 장애물의 좌측까지의 거리 Cro 를 계산하는 식은 식 (10)과 같다.

$$Cro = Ow_{ymin} - Oc \quad (10)$$

$(Pyc < Py_{min})$

여기서, Oc 는 사진의 좌측으로부터 로봇의 중심선까지의 거리(사진폭의 1/2, mm), Pyc 는 사진의 좌측으로부터 로봇의 중심까지의 픽셀수(사진폭의 1/2pixel, 128pixel), Ow_{ymax} 는 사진의 좌측에서 y 방향으로 장애물의 우측까지의 거리(mm), Ow_{ymin} 는 사진의 좌측에서 y 방향으로 장애물의 좌측까지의 거리(mm)이다.

장애물이 로봇의 중심선상에 있을 경우 로봇의 중심선으로부터 장애물의 좌측과 우측으로의 편심거리를 계산하기 위한 식은 식 (11)과 (12)와 같다.

$$Elso = Oc - Ow_{ymin} \quad (11)$$

$$Erso = Ow_{ymax} - Oc \quad (12)$$

$(Py_{min} < Pyc < Py_{max})$

여기서, $Elso$ 는 장애물이 로봇의 중심선상에 있을 경우 중심선으로부터 왼쪽까지의 크기(mm), $Erso$ 는 장애물이 로봇의 중심선상에 있을 경우 중심선으로부터 오른쪽까지의 크기(mm)이다.

2.2 교정결과

“2.1 장애물의 크기 및 위치계산식”을 이용하여 작성한 프로그램이 영상처리한 결과로부터 얻은 장애물의 픽셀수를 이용하여 장애물의 크기와 위치를 판단하기 위해서는 유도한 식들에 대입할 촬영한 기준실험물의 실제 크기와 위치, 촬영한 배경의 실제 크기 등의 교정에 의한 상수값들이 필요하다.

Table 1 은 교정결과를 나타낸 것이다. 이것은 Fig. 2 에 나타낸 사진을 실제 사진의 크기, 기준실험물의 크기, 교정을 위한 줄자로 표시한 바닥면의 등을 고려한 영상처리 분석결과이다. 이 수치들을 유도된 식 (1)~(12)에 대입하여 장애물의 크기와 위치를 계산하는 최종 식을 구하고, 이것을 이용하여 장애물의 크기와 위치를 계산할 수 있는 프로그램을 작성하였다.

Table 1 Results of calibration

Sym- bol	Size (mm)	Symb- ol	Size (pixel)	Sym- bol	size (pixel)
<i>Rw</i>	800	<i>Pwl</i>	249.17	<i>Phh</i>	64.85
<i>Rp</i>	500	<i>Ph</i>	174.08	<i>Phu</i>	27.843
<i>Rho</i>	160	<i>Pwu</i>	120.32	<i>Pyc</i>	128
<i>Rh</i>	1000	<i>Phl</i>	38.115		

Table 2 Sharpening filter

0	-1	0
-1	5	-1
0	-1	0

Table 3 Arrangement for Prewitt edge

x-axis			y-axis		
-1	-1	0	-1	-1	-1
-1	5	-1	0	0	0
-1	-1	0	1	1	1

3. 프로그램 알고리즘

프로그램 알고리즘은 컬러 혹은 흑백의 BMP 파일을 읽어 소형 장애물을 2 차원 영상처리 할 수 있고, 장애물의 크기(폭과 높이)와 로봇으로부터의 위치를 계산할 수 있도록 제작되어야 한다.

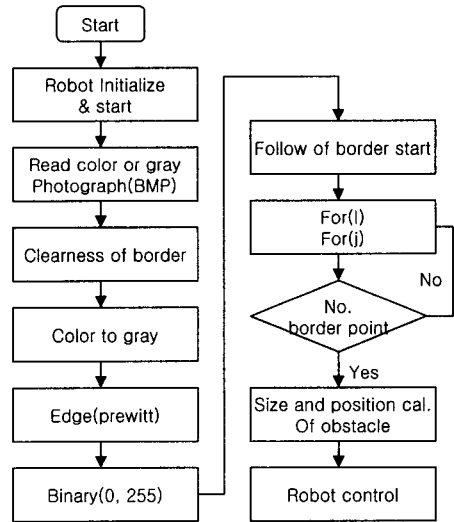


Fig. 4 Flow chart of program algorithm for recognition of small obstacles

Fig. 4 는 이동로봇이 소형 장애물을 인식하기 위한 프로그램 알고리즘을 제작하기 위한 프로그램 흐름도이다. 프로그램 흐름도는 첫째, 프로그램을 초기화한다. 둘째, BMP 파일의 컬러 혹은 흑백 사진 파일을 읽는다. 셋째, 컬러 사진인 경우에는 Table 2 에서 나타낸 수치들을 이용하여 장애물의 경계선부분을 선명하게 한다. 넷째, 컬러 사진인 경우에는 에지 처리를 위해 흑백으로 바꾸며, 바꾸기 위한 식은 식 (13)를 이용하였다.⁹

$$Gray = r \times 0.30 + g \times 0.59 + b \times 0.11 \quad (13)$$

여기서 r 은 컬러 사진에서 붉은색(red), g 는 녹색(green), b 는 파랑색(blue)이다.

다섯째, Table 3 에서 나타낸 수치들을 이용하여 장애물의 경계선을 보다 선명하게 하는 에지 처리를 한다. 여섯째, 장애물의 경계를 흰색(255), 그리고 나머지부분을 검정색(0)으로 이진화 한다.

일곱째, 경계선을 추적하고 그 결과를 이용하여 장애물을 영상으로 나타낸다. 경계선을 추적하기 위해 가로와 세로 픽셀을 각각 11 픽셀로 모두 121 개의 정사각형 블록을 한 단위로 검색하여 그 중에서 경계선 기준픽셀(20 픽셀)의 이상일 경우만 경계선으로 인정한다. 그리고 한 블록단위에서 x

와 y 방향으로 각각 최소값과 최대값을 구한다. 구한 최대값과 최소값을 본 연구에서 유도한 식 (2)~(12)에 대입하여 장애물의 크기와 로봇으로부터의 위치를 계산한다.

4. 실험장치 및 실험방법

본 연구에서 개발한 프로그램 알고리즘이 소형 장애물을 인식하고, 그의 크기와 로봇으로부터의 위치를 판단할 수 있는지를 확인하기 위하여 Fig. 5 과 같이 실험장치를 구성하였으며, 그것은 일본 쓰꾸바대학교의 인공지능로봇실험실에서 보유하고 있는 이동로봇(K1), 카메라, 소형 장애물 2 가지종류, 디지털 카메라, 등이다. 실험에 사용한 소형 장애물은 크기가 $\phi 65 \times 160$ mm 인 0.5l 용 플라스틱 음료수병, 크기가 $70 \times 70 \times 70$ mm³ 인 우유팩이다. 사진촬영은 다음과 같이 하였다.

- (1) 로봇의 중앙선상에서 사진의 아래 선으로부터 600 mm 떨어진 지점(로봇의 앞면으로부터 1260 mm 지점)에 음료수병, 우유팩을 차례대로 1 개씩 놓고 촬영하였다.
- (2) 로봇의 중앙선상에서 좌측으로 300 mm, 사진의 아래 선으로부터 600 mm 떨어진 지점(로봇의 앞면으로부터 1260 mm 지점)에 음료수병을 놓고 촬영하였다.
- (3) 로봇의 중앙선상에서 우측으로 350 mm, 사진의 아래 선으로부터 600 mm 떨어진 지점(로봇의 앞면으로부터 1260 mm 지점)에 우유팩을 놓고 촬영하였다.

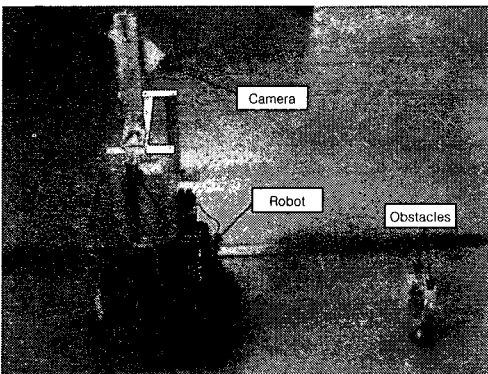


Fig. 5 Experimental set up for an image processing

5. 결과 및 고찰

Fig. 6 과 7 은 “4. 실험장치 및 방법”의 사진촬영방법 (1)과 같이 음료수병, 우유팩을 각각 촬영한 사진과 영상처리한 결과를 나타내고, Fig. 8 은 사진촬영방법 (2), Fig. 9 는 사진촬영방법 (3)과 같이 각각 음료수병과 우유팩을 촬영한 사진과 영상처리한 결과를 나타내고 있다.

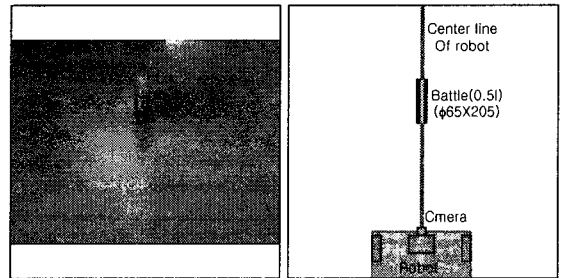


Fig. 6 Photograph and the result of image processing of a bottle on the central line of robot

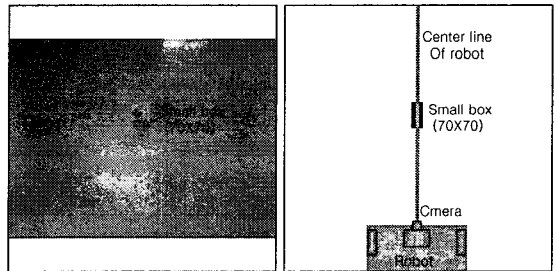


Fig. 7 Photograph and the result of image processing of a box on the central line of robot

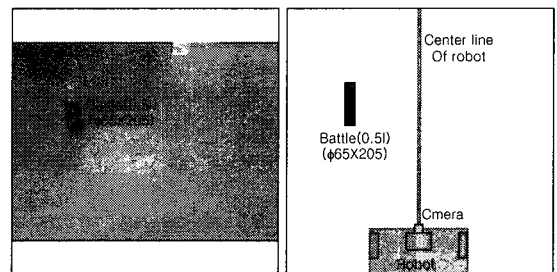


Fig. 8 Photograph and the result of image processing of a bottle in 300mm left-position from the central line

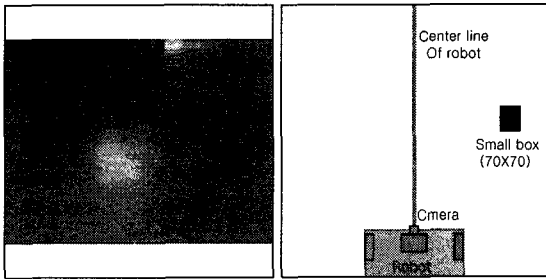


Fig. 9 Photograph and the result of image processing of a box in 350mm right-position from the central line

Table 4 Results of image processing

		Wid.	Hei.	ROdt.	CLdt.	CRdt.	ELdt.	ERdt.
BC-60	Ex.	55	205	1099	0	0	34	21
	R. V.	65	205	1100	0	0	33	32
MC-60	Ex.	50	111	1081	0	0	33	17
	R. V.	70	70	1100	0	0	35	35
BL30-60	Ex.	52	204	1084	302	0	0	0
	R. V.	65	205	1100	300	0	0	0
MR35-60	Ex.	85	109	1081	0	366	0	0
	R. V.	70	70	1100	0	350	0	0

Table 5 Errors of the results of image processing

	Width error (mm)	Height error (mm)	Length error (mm)	Eccentric error (mm)
BC-60	-10	0	-1	18
MC-60	-20	41	-21	17
BL30-60	-13	-1	-16	2
MR35-60	15	39	-19	16

Table 4는 촬영한 사진을 영상처리한 결과를 나타낸 것이다. 표에서 가로축의 기호중 Wid.는 장애물의 폭, Hei.는 장애물의 높이, ROdt.는 로봇의 앞면에서 장애물까지의 거리, CLdt.는 로봇의 중심선으로부터 장애물이 좌측으로 떨어진 거리, CRdt.는 로봇의 중심선으로부터 장애물이 우측으로 떨어진 거리, ELdt.는 장애물이 로봇의 중심선상에 있을 경

우 장애물이 좌측으로 편심된 거리, ERdt.는 장애물이 로봇의 중심선상에 있을 경우 장애물이 우측으로 편심된 거리이다.

그리고 세로축의 기호중 BC-60, MC-60은 음료수병, 우유팩이 로봇의 앞면으로부터 1260 mm 지점, BL30-60와 MR35-60는 음료수병과 우유팩이 각각 로봇의 중심선으로부터 좌측으로 300 mm 지점과 우측으로 350 mm 지점이고 로봇의 앞면으로부터 1260 mm 지점이고 로봇의 앞면으로부터 1260 mm 지점에서 촬영한 사진을 의미한다. 그리고 Ex.는 영상처리 결과값, R.V.는 소형 장애물의 실제 크기를 나타낸다.

Table 5는 영상처리 결과에 따른 오차를 나타내고 있다. Width error는 장애물의 폭오차이고, Height error는 장애물의 높이오차, Length error는 로봇으로부터 장애물까지의 거리오차, Eccentric error는 로봇의 중심으로부터 좌우측의 편심오차를 각각 나타낸다. 장애물의 폭 오차는 장애물이 로봇의 중심선상에 있을 경우 -20 mm 이내, 중심선으로부터 좌측 혹은 우측에 있을 경우 16 mm 이내이고, 장애물의 높이 오차는 41 mm 이내이며, 로봇의 앞면으로부터 장애물까지의 떨어진 거리오차는 19 mm 이내였다. 그리고 로봇의 중심선으로부터 좌측과 우측에 위치한 장애물까지의 거리오차는 16 mm 이내이고, 장애물이 로봇의 중심선상에 있을 경우 편심오차는 최대 18 mm 이내 이었다.

이와 같은 오차들은 다음과 같은 원인들 때문이다. 첫째, 사진을 수직축을 기준으로 약 59°에서 촬영을 하고 이 사진을 2 차원 영상처리한 결과를 각각의 장애물을 정면에서 본 폭과 크기를 기준으로 비교하였기 때문이다. 둘째, Fig. 2와 Table 1의 기준사진의 수치들을 식 (1)~(12)에 대입한 결과를 이용하여 영상처리 프로그램을 작성하였는데, Fig. 6~9에 나타난 사진들은 사진을 촬영할 때 Fig. 2의 기준사진과 크기가 약간 다르게 촬영되었기 때문이다. 이것은 로봇이 이동할 때 앞뒤 및 좌우로 기울어진 상태를 고려하여 사진을 촬영하였기 때문이다. 특히 로봇의 앞면과 장애물과의 떨어진 거리와 장애물의 높이 오차가 큰 것은 카메라의 각도가 기준사진을 촬영할 때의 각도와 적은 각도의 오차만 있어도 실제 길이의 오차가 매우 크기 때문이다. 셋째, 장애물들을 촬영하기 위하여 정해진 위치에 정확하게 놓지 못하였기 때문이다.

이와 같은 오차들은 카메라를 움직이지않도록

고정하고 사진을 촬영할 경우에는 매우 적어질 것으로 생각되며, 실제로 로봇이 움직일 때는 로봇 자체가 앞뒤 및 좌우로 기울어진 상태에서 사진을 촬영되므로 본 연구에서 실험한 정도의 오차를 보일 것으로 판단된다.

6. 결론

본 연구에서는 카메라 1 대를 이용하여 실내환경에서 이동로봇의 경로에 있는 소형장애물의 크기와 로봇으로부터의 위치를 판단하는 교정방법과 이를 이용하여 2 차원 영상처리 프로그램 알고리즘을 개발하였다.

개발된 프로그램을 이용하여 음료수병, 우유팩을 영상처리한 결과, 이들을 정확하게 인식하였고, 유도된 식들은 소형 장애물의 크기와 위치를 대체적으로 정확하게 판단할 수 있음을 알았다.

따라서 본 연구에서 개발한 2 차원 영상처리 프로그램 알고리즘은 이동로봇이 실내환경에서 정해진 경로를 이동할 때 소형 장애물을 회피하기 위해서 사용될 수 있을 것으로 생각된다. 그리고 산업체에서 생산하는 물체의 크기판단에도 사용될 수 있을 것으로 판단된다.

후 기

이 논문은 한국학술진흥재단의 해외 Post-doc. 연구지원에 의하여 연구되었음.

참고문헌

1. Yata, T., Ohya, A. and Yuta, S., "A Fast and Accurate Sonar-ring Sensor for a Mobile Robot," Proceedings of the 1999 IEEE International Conference on Robotics & Automation, Detroit, Michigan, pp.630-636, 1999.
2. Yabuta, T., "Obstacle Avoidance of Mobile Robot using an Ultrasonic Sensor," a master's thesis of Tsukuba University, 2001.
3. Yata, T., Kleeman, L. and Yuta, S., "Fast-Bearing Measurement with a Single Ultrasonic Transducer," The International Journal of Robotics Research Vol.17, No. 11, pp. 1202-1213, 1998 Sage Publications, Inc., November 1998.

4. Lobo, J., Queiroz, C. and Dias, J., "World feature detection and mapping using stereovision and inertial sensors," Robotics and Autonomous Systems, Vol. 44, pp.69-81, 2003.
5. Buker, U., Drue, S., Gotze, N., Hartmann, G., Kalkreuter, B., Stemmer, R. and Trapp, R., "Vision-based control of an autonomous disassembly station," Robotics and Autonomous Systems, Vol. 35, pp.179-189, 2001.
6. Peixoto, P., Batista, J. and Araujo, H.J., "Real-time activity monitoring exploring multiple vision sensors," Robotics and Autonomous Systems, Vol. 35, pp.221-228, 2001.
7. Emilio, J., Sergio, R. and Michael, J. "An efficient multi-camera, multi-target scheme for the three-dimensional control of robots using uncalibrated vision," Robotics and Computer Intergrated Manufacturing, Vol.19, pp.387-400, 2003.
8. Furst, S. and Dickmanns, E., "A vision based navigation system for autonomous aircraft," Robotics and Autonomous Systems, Vol. 28, pp.173-184, 1999.
9. Kim, G. S., "Recognition of small-obstacles using a camera and program for a mobile robot," Proceedings of the KSPE Autumn Annual Meeting 2004, pp.463-466, 2004.