

직각 스테레오 비전 시스템을 이용한 물체 크기 측정

(The Measurement of the Object Size using the Right-Angle Stereo Vision System)

서춘원* · 노희정

(Choon-Weon Seo · Hee-Jung Roh)

요 약

본 논문에서는 인간의 시각을 가장 유사하게 구현한 스테레오 시스템을 이용하여 목표물의 크기를 얻을 수 있는 방법을 제시하고자 하였으며, 기존의 스테레오 시스템에서 발전한 방법으로 물체의 실제 크기에 가깝게 얻을 수 있는 시스템을 제시하고자 하였다. 이에 따라 기존의 교차식 스테레오 시스템에서 변형된 직각 스테레오 비전 시스템을 제시하였으며, 제시한 시스템의 결과로서 실제 측정하고자 하는 목표물의 크기를 93[%]에서 103[%] 정도로 측정하는 좋은 결과를 얻을 수 있었다.

따라서, 본 논문에서 제시한 직각 스테레오 비전 시스템은 기존의 로봇 시스템 등의 설비 시스템 분야에서 산업 전반에 걸친 영상 처리의 응용 기법으로서 그 다양성이 매우 많음이 기대된다.

Abstract

In this paper, we proposed the right-angle stereo vision system to measure the object size using a human eyesight-like, and the system is reconstructed with conventional stereo vision system. In this proposed system, the size results of objects are measured very close to the real object size, and we got the ratios 93~103[%] for the real object sizes.

Therefore, the suggested right-angle stereo vision system have a high possibilities to be applied to many industrial system parts and to be used for robot system, automatic system, and etc.

Key Words : Stereo Vision System, Object Size Measurement, Centroid Method

1. 서 론

현대 과학 문명의 발달과 함께 삶을 좀 더 윤택하게 하는 다양한 정보를 공유하는 시대가 도래하면서,

이러한 정보를 수용할 수 있는 많은 분야의 발전이 이루어지고 있으며, 이러한 정보를 어떻게 다룰 지에 대한 지대한 관심이 높아지고 있는 추세이다. 또한 다양한 정보들은 여러 매체를 통하여 인간에게 수용되어 각각에 맞는 응용 분야에 적용시키고 있다. 이러한 정보를 빠르고 정확하게 처리해야 할 시스템의 필요성이 절실하게 되었으며, 이에 따른 다양한 시스템의 연구 및 개발 등이 이루어지고 있다. 이

* 주저자 : 김포대학 유비쿼터스IT과 조교수
Tel : 031-999-4652, Fax : 031-999-4775
E-mail : cwseo@kimpo.ac.kr

접수일자 : 2009년 8월 27일
1차심사 : 2009년 8월 31일, 2차심사 : 2009년 9월 23일
심사완료 : 2009년 9월 29일

한 연구 분야에는 신호처리, 영상처리 등과 같이 인간 형태를 모방하는 최종적인 시스템으로 방향이 이루어지고 있으며, 인간의 오감을 적용한 다양한 시스템들이 연구되어 지고 있으며, 특히 사람이 받아들이는 정보의 90[%]가 눈을 통하여 입력되어 지고 있으며, 이러한 시각을 이용한 다양한 시스템 개발이 이루어지고 있다. 현재 시각을 이용한 시스템 개발에는 로봇 시각 시스템, 자동 감시 시스템, 자중 물체 인식 시스템 등이 있으며, 이와 같이 인간의 시각을 모방한 영상 정보 처리 시스템이 매우 중요한 분야로서 자리잡고 있다. 이러한 여러 정보들 중에서 인간이 시각적으로 처리하고자 하는 정보는 상대적인 크기로서 비교하기 때문에 실제 물체 크기를 사람의 인식 기능으로서의 제한을 받게 된다. 이에 시각적 정보를 통한 물체의 실제 크기를 측정할 수 있는 시스템이 필요하다.

일반적으로 목표물에 대한 영상을 카메라 시스템을 통하여 사진과 같은 2차원적인 형태로 정보를 저장하는 모델이 일반적이다. 그러나 사진과 같은 2차원적 시각 정보에는 원근의 거리감이 없어 평면상에서 색상 등의 정보를 활용하여 물체를 구분하고 있다. 또한 구분되어진 목표물이라 할지라도 원근 및 실제의 길이를 측정할 수 없는 단점이 있다. 이에 반하여 3차원 정보를 추출하는 스테레오 비전 시스템 [1-2]은 스테레오 쌍의 2차원 영상으로부터 3차원의 깊이 정보 및 시차정보를 추출[3]할 수 있다면 목표 물체의 검출뿐만 아니라 목표 물체의 위치 정보를 구하는데 이용할 수 있으므로 일반적으로 스테레오 원격작업이나 스테레오 물체 추적 시스템[4] 등에 사용할 수 있다. 이러한 일반적인 스테레오 비전 시스템에서는 사람의 시각 시스템과 유사하게 목표되는 물체에 양안의 시축이 향하고 있어 정면으로 향하는 시축을 갖지 못한다. 이에 스테레오 비전 시스템의 한쪽 카메라를 물체의 축 상에 시축을 놓게 함으로서 목표 물체에 대한 영상의 형태를 좀 더 정확하게 얻고자 한다.

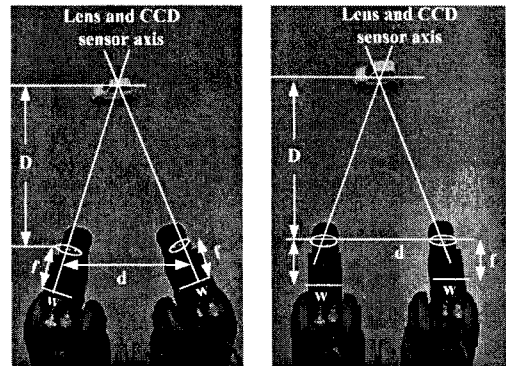
이에 따라 목표 물체의 중심축에 한 대의 카메라를 시축을 놓음으로서 목표 물체에 대한 실제 크기를 측정할 수 있는 방법이 가능하다.

따라서 본 논문에서는 목표 물체의 길이를 측정할

수 있는 직각 삼각형 스테레오 시스템을 이용하여 스테레오 카메라 중 한 대를 목적물에 수직인 평면에 위치하고 이를 주시각으로 이용함으로써 중앙 카메라에 입력되는 목표 영상 자체가 정면의 입력 형태를 이루게 함으로서 좀 더 정확한 목표물의 크기를 얻을 수 있는 방법을 제시하였다.

2. 기본적인 스테레오 비전 시스템

스테레오 비전 시스템에서 좌, 우 스테레오 영상의 획득은 초점거리가 같고 나란히 위치한 두 대의 카메라를 통해 이루어지는데 일반적으로 스테레오 카메라 구성 방법에는 그림 1과 같이 교차식과 평행식 등 두 가지 방식이 있다.



(a) 교차식 (a) Crossing method
(b) 평행식 (b) Parallel method

그림 1. 스테레오 카메라의 구성법
Fig. 1. The Geometries of the Stereo Camera

두 가지 방식 중 비교적 간단한 평행식 스테레오 카메라 구성방식은 서로 평행한 렌즈 및 카메라의 광축을 갖는 두 개의 카메라로 구성되는데 이러한 방식으로부터 얻어지는 스테레오 영상은 좌, 우 영상 사이의 공통 영역이 광축 사이의 거리에 따라서 작아지고 수직 시차가 없다는 등의 장점을 가지고 있다.

그러나, 인간의 시각계와 같은 교차식 스테레오 카메라 구성방식은 두 카메라 축과 렌즈축이 교차하도록 서로를 향해 안쪽으로 회전한 카메라 구조를 가지고 있어 소위 주시점이라 불리는 곳에서 초점화

직각 스테레오 비전 시스템을 이용한 물체 크기 측정

되게 된다. 결국, 교차식 스테레오 카메라 구성방법은 카메라들 사이의 공통 시역을 최대화할 수 있고 좌, 우 두 눈을 이용하여 물체의 입체감을 인식하는 인간 시각 시스템의 원리를 그대로 구현한 것이기 때문에 많이 사용되고 있다.

또한 스테레오 시스템을 이용하여 목표물을 실재감 있게 표현함으로써 3차원 입체 동화상 및 입체 방송통신 뿐만 아니라 오락이나 예술, 자동차, 건축물의 설계, 경관이나 환경의 묘사, 로봇 원격제어, 인체의 단층모사에 의한 진단, 공학, 의학 분야 등 광범위한 응용이 가능하며, 스테레오로 구성된 영상은 입장감, 실재감, 자연감, 대량 정보량 등을 나타낼 수 있는 장점을 갖는다. 입장감과 실재감은 각종 시뮬레이터에 응용하면 모의 훈련과 교육 학습의 가상체험을 할 수 있으며, 방송 및 정보통신 응용에서는 시공간을 초월한 자연스럽고 친근감 있는 영상통신이 가능하다. 대량의 정보량과 허상은 거대화, 고도화된 장치의 장소를 점하지 않고 필요한 입체적인 정보를 전달할 수 있다. 더불어, 자동차나 건축물의 설계와 같은 응용분야에서는 제한된 2차원 영상보다는 3차원 스테레오 기술을 활용함으로써 작업의 능률성, 신뢰성을 높일 수 있다[2,5].

3. 제안된 직각 스테레오 비전 시스템

3.1 제안된 직각 스테레오 비전 시스템

일반적으로 단일 카메라 형태로 촬영하고자 하는 목표물에 대해서 결과 영상에서는 카메라와 목표물 사이의 거리를 알 수 없다. 결과 영상에는 목표물 이외에 배경도 같이 포함되는데, 영상내의 모든 내용이 2차원적으로 기록될 뿐이다. 다만 인간이 느끼는 점은 학습에 의해서 배경과 분리하여 목표물을 생각한다는 점이다.

그러므로 실제 목표물의 크기를 획득하기 위해서는 카메라와 목표물 사이에 거리를 구하여야 한다. 그림 2에서는 단일 카메라로 영상을 획득하는 장면과 그 결과 영상을 보여주고 있다.

이러한 이유에서와 같이 단일 카메라로는 목표물의 거리를 획득할 수 없으므로 스테레오 비전 시스

템을 적용하여 목표물까지의 거리를 획득하고 목표물에 대한 크기를 구할 수 있다.

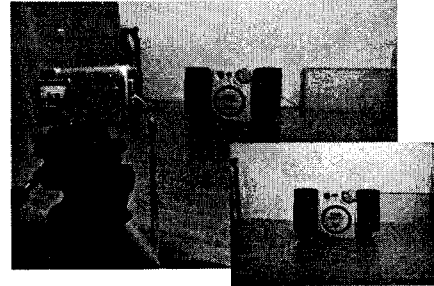


그림 2. 일반 카메라 촬영 형태와 결과 영상
Fig. 2. Result image using the general one camera

그림 3에서는 본 논문에서 제시하는 직각 스테레오 비전 시스템을 보여주고 있다. 그림에서와 같이 우측 카메라를 목표물을 중심으로 향하게 두고, 좌측 카메라를 목표물에 향하게 둔다.

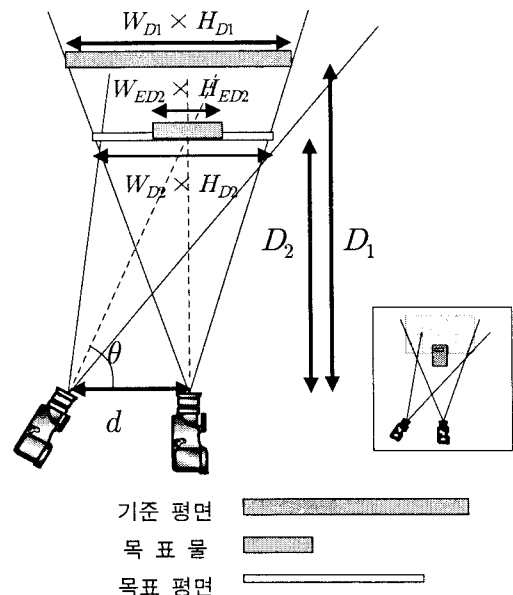


그림 3. 직각스테레오 비전 시스템 구성 파라미터 형태
Fig. 3. Parameters of the right-angle stereo vision system

이에 따라 우측 카메라는 실제로 원하고자 하는

목표물과 수직으로 향하게 되며, 이는 우측 카메라인 동시에 중앙에 위치하는 중앙 카메라의 역할을 하게 된다. 두 대의 카메라의 거리는 d 로 측정되며, θ 값은 중앙 카메라와 목표물이 이루는 시축에 대하여 좌측의 카메라가 목표물을 향하는 각도를 나타내게 된다.

일반적인 교차식 스테레오 비전 시스템에서도 거리를 구할 수 있다[5-6]. 그러나, 이 경우에는 파라미터가 늘어나고, 본 논문에서 구하고자 하는 목표물에 대한 정확한 목표 영상을 구할 수 없으므로 부정확한 결과를 얻을 수 있다. 이에 정확한 정면의 목표 영상을 얻을 수 있는 직각 스테레오 비전 시스템을 이용한다.

본 논문에서는 카메라의 매핑 기법을 사용하게 되므로 목표물이 카메라에 찍히는 위치의 평면에 대한 가로×세로 영역의 실제 크기를 매핑 값으로 구한다.

그림 4에서 보는 바와 같이 동일한 크기의 출력 영상을 갖는 카메라를 이용하여 같은 면을 촬영하는 경우 거리에 따라서 입력되는 실제 목표물의 크기가 다르게 된다. 그러나 카메라의 출력 영상의 크기는 동일함으로, 이는 동일 출력 영상에 대해 거리에 따라서 대상 목표물의 카메라와의 거리에 따라 촬영되는 실제 목표 영상의 매핑 값이 달라진다는 것을 알 수 있다[7].

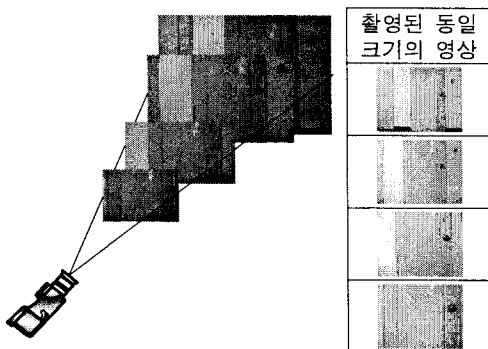


그림 4. 거리가 따라 매핑되는 촬영 영역
Fig. 4. Image regions of the mapping by the distance

이에 본 논문에서는 기준 거리에서의 카메라에 입력되는 대상 목표면의 크기(너비×높이)를 구하고, 이를 기준 매핑값으로 목표물의 거리에 따라 목표물

에 대한 새로운 매핑값을 구하여 목표물의 크기(너비×높이)를 결과값으로 얻을 수 있다.

본 논문에서는 기준 거리 D_1 을 100[cm]인 경우로 채택하고 이를 기준으로 256×256에 매핑되는 실제의 너비와 높이를 구하면 식 (1)과 같다.

$$\begin{aligned} D_1 &= 100\text{cm} \\ W_{D1} &= 84.5\text{cm} \\ H_{D1} &= 83.5\text{cm} \end{aligned} \quad (1)$$

목표물의 위치 D_2 는 삼각법을 이용하여 팬/틸트 카메라 시스템의 피드백 값으로 알 수 있는 θ 를 이용하여 식 (2)와 같이 구할 수 있다.

$$D_2 = d \cdot \tan(\theta) \quad (2)$$

주어진 각도에 대하여 카메라에 매핑되는 실제 크기는 식 (3)으로 주어질 수 있다.

$$\begin{aligned} W_{D2} &= W_{D1} \cdot \frac{D_2}{D_1} \\ H_{D2} &= H_{D1} \cdot \frac{D_2}{D_1} \end{aligned} \quad (3)$$

여기서, W_{D2} 는 D_2 의 위치의 실제 너비이고, H_{D2} 는 D_2 의 위치의 실제 높이를 말한다.

3.2 직각 스테레오 영상으로부터의 목표 영상 크기 측정 방법

중앙 카메라와 좌측 카메라에 의하여 구한 θ 값에 따라 D_2 값을 구한 후, 얻은 영상에서 원하고자 하는 목표물 위치를 획득한다.

이는 사용자가 원하고자 하는 영상을 획득해야 하므로 중앙 카메라에 의하여 얻어진 영상을 가지고 얻고자 하는 목표물의 영역을 선택한다.

이후 선택되어진 목표물에 대하여 목표물의 너비와 크기를 픽셀단위로 계산하고, 이를 매핑값에 따라 실제 목표물의 크기를 구할 수 있다.

직각 스테레오 비전 시스템을 이용한 물체 크기 측정

$$W_{ED2} = W_{OX} \cdot \frac{W_{D2}}{I_X} \quad (4)$$

$$H_{ED2} = H_{OY} \cdot \frac{H_{D2}}{I_Y}$$

여기서, W_{OX} 와 H_{OY} 는 D_2 거리에 있는 영역화된 목표물의 너비와 높이에 대한 픽셀값이고, I_X 와 I_Y 는 카메라에 의하여 영상화 되는 영상의 너비와 높이를 말하며, 본 논문에서 사용하는 영상의 크기는 256×256 이다. 그리고, W_{ED2} 와 H_{ED2} 는 영역화된 목표물의 너비와 높이에 대한 계산 결과값이 되며, 이는 구하고자 하는 목표물의 너비와 높이가 된다. 이에 따라, 직각 스테레오 비전 시스템을 이용하여 얻고자 하는 W_{ED2} 와 H_{ED2} 인 목표물의 너비와 높이를 구할 수 있다.

3.3 목표물 초점화 판별을 위한 Centroid 방법

목표물에 대한 영상화를 정확하게 하기 위하여 중심화 방법을 통하여 실제 입력된 영상과 중심화 되었을 때의 영상의 위치에 대한 좌표를 살펴봄으로서 중앙 카메라와 좌측 카메라가 입력 목표물에 대한 입력 각도를 비교함으로써 정확성을 판단할 수 있다.

입력된 영상에서 목표물의 중심을 구하는 것은 Centroid 공식으로부터 구할 수 있으며 식 (5)와 (6)와 같다. 임의의 영상을 $f(x, y)$ 라고 할 때 x축의 Centroid와 y축의 Centroid는 식 (6)과 같다[8].

$$H(x) = \sum_{y=0}^N f(x, y) \quad H(y) = \sum_{x=0}^N f(x, y) \quad (5)$$

$$Centroid_x = \frac{\sum_{x=0}^N xH(x)}{\sum_{x=0}^N H(x)} \quad (6)$$

$$Centroid_y = \frac{\sum_{y=0}^N yH(y)}{\sum_{y=0}^N H(y)}$$

4. 실험 및 결과 고찰

4.1 실험 순서 및 구성

직각 스테레오 비전 시스템을 이용하여 목표물의 크기를 구하고자 하는 순서는 다음과 같다.

- ① 기본 거리를 정한다.
- ② 기본 거리에 대한 중앙 카메라의 실제 너비와 높이에 대한 획득되어지는 영상의 너비와 높이의 비율을 얻는다.
- ③ 획득하고자 하는 목표물에 대하여 목표물의 중심에 중앙 카메라를 위치시킨다.
- ④ 좌측 카메라로 중앙 카메라 시축을 스캔하며 목표물을 좌측 카메라 중앙에 위치시킨다.
- ⑤ 중앙 카메라의 시축과 좌측 카메라의 시축에 대한 각도를 측정한다.
- ⑥ 얻어진 각도에 의해서 목표물까지의 거리 및 목표물이 존재하는 위치에서의 실제 입력 영역의 너비와 높이를 구한다.
- ⑦ 중앙 카메라에서 획득한 영상에 해당 목표물을 영역화 한다.
- ⑧ 영역화한 영상의 너비와 높이 픽셀을 구하고, 이를 ⑥에서 얻어진 비율에 따라 목표물의 크기를 계산한다.

본 논문에서 사용되는 영상의 크기는 256×256 의 그레이 레벨의 RAW 영상을 사용하였으며, 사용되어진 프로그램 언어는 비주얼 C++ 6.0 컴파일러를 사용하였으며, 입력 영상에서 사용된 목표물은 5가지틀 사용하여 구현하였다. 사용되어진 카메라는 Logitech Sphere MP 2대를 이용하여 구현하였으며, 줌 기능 등을 사용하지 않은 기본 옵션으로 구성하였으며, 중앙과 좌측의 카메라의 길이 d 는 $20[\text{cm}]$ 로 설정하였다. 그림 5에서는 본 논문에서 구성한 직각 스테레오 비전 시스템을 보여주고 있다.

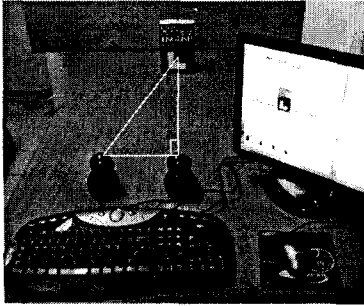


그림 5. 직각 스테레오 비전 시스템 구성도
Fig. 5. Experiment sets of the right-angle stereo vision system

4.2 직각 스테레오를 이용한 크기 검출

그림 6에서는 본 논문에서 사용한 크기가 다른 입력 영상들을 중앙 카메라와 좌측 카메라에서 획득한 영상을 보여주고 있다.

위치	사전	CD 케이스	도자기 컵	Zip 드라이브
중앙				
좌측				

그림 6. 입력된 중앙과 좌측 목표 영상
Fig. 6. Object images by the center and left cameras

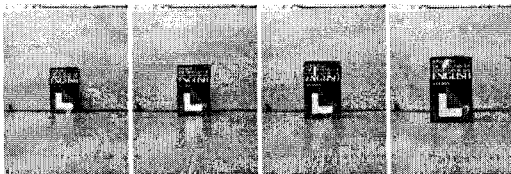
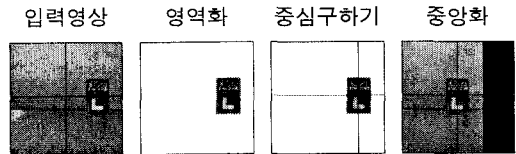


그림 7. 거리에 따른 입력 영상
Fig. 7. Input images by the distance

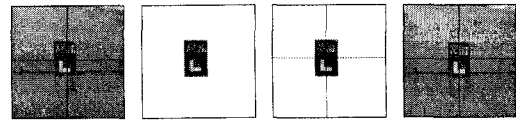
그림 7에서는 본 논문에서 거리에 따른 영상을 표시한 그림이다. 대표적으로 사진을 나타내었다. 그림 7에서 보이는 각 영상의 목표물의 거리는 중앙 카메라

로부터 대략적으로 100, 90, 80, 70[cm]의 거리에 위치시켰으며, 추가적으로 60[cm]의 위치에 놓인 목표물까지를 실험에 사용하였다.

그림 8은 입력 영상에 대하여 초기 입력 영상과 영역화된 목표물에 대한 중심값을 구하여 원하는 목표물에 카메라의 초점화가 잘 되어 있는지를 알아보았다.



(a) 초점화가 잘못된 경우
(a) Good case for the focusing



(b) 초점화가 잘된 경우
(b) Bad case for the focusing

그림 8. 좌측 카메라가 목표물에 초점화하는 모습
Fig. 8. Focusing processing to the object with the left camera

그림 8의 (a)에서는 카메라의 위치가 목표물에 위치하지 않은 상태를 보이고 있으며, 이 상태는 목표물의 영상이 틀어진 상태가 됨으로 본 논문에서 연구자 하는 정확한 목표물의 크기를 얻을 수 없다. 이에 (b)의 형태처럼 목표물의 중심에 가깝도록 카메라의 중심을 맞추도록 하였다.

이는 목표물에 대한 인간의 정확성이 목표물이 위치하는 형태에 따라 틀려지지만 카메라의 중심 시축이 목표물의 중앙에 오도록 하는 것이 목표물의 크기를 얻는 가장 좋은 방법이 된다. 그러나, 인간의 시각 시스템으로 목표물의 중심점을 찾기는 어려운 형태임으로 본 논문에도 시각 시스템과 유사하게 목표물의 내부에 카메라의 중심이 있도록 유도하여 입력 영상을 형성하였다.

그림 9에서는 본 논문에서 실험한 전체 목표물에 대한 좌측과 중앙 카메라의 입력 영상을 보여주고 있다.

직각 스테레오 비전 시스템을 이용한 물체 크기 측정

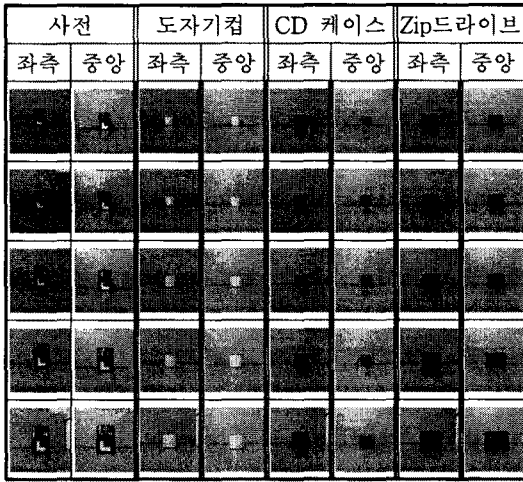


그림 9. 실험한 전제 영상
Fig. 9. All of the images for the experiment

표 1에서는 본 논문에서 사용된 목표물의 실측 크기값을 보여주고 있다.

표 1. 실험에 사용된 목표물의 실제 크기
Table 1. Real sizes of objects in the experiment
(단위:[cm])

목표물	실제 너비	실제 높이
사전	14.1	21.6
CD 케이스	14.2	12.5
도자기 컵	10.7	10.9
Zip 드라이브	18.0	13.3

그림 8에서 보는 바와 같이 입력 영상의 목표물에 대하여 영역화를 한 경우, 영역화된 목표물의 중심값을 구하여 처음 입력된 목표물 영상과 중심값을 얻은 목표물의 영상의 좌표를 비교함으로써 입력 영상의 초점화가 잘 되었는지를 판단할 수 있다. 그림 8 (a)에서는 목표물이 시점 중앙에 놓이지 않고 우측으로 많이 옮겨진 상태로 이는 영역화하여 중심화를 하는 경우라 할지라도 입력 목표물이 많이 틀어진 상태이므로 목표물의 너비와 높이를 얻는 것에 영향을 많이 주게 된다. 반면 그림 8 (b)에서는 원 입력 영상의 목표물과 영역화, 중심화를 거친 영상의 위치가 거의 일치함으로써 카메라의 입력 영상에 대한 초점화가 잘 되었다고 볼 수 있다.

그림 10에서는 카메라의 중심좌표를 (127, 127)로

설정하였을 경우, 영상화된 목표물의 무게 중심 좌표와의 픽셀의 위치 차이가 중앙 카메라인 경우 평균 $-2.2 \leq x \leq 0.0$, $-1.8 \leq y \leq 4.1$, 그리고 좌측 카메라인 경우 $-4.8 \leq x \leq 1.0$, $-5.3 \leq y \leq 2.5$ 범위 내에 존재함을 보여주고 있다.

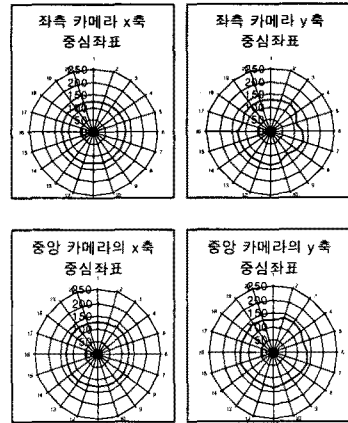


그림 10. 중앙과 좌측 카메라의 초점 좌표
Fig. 10. Focusing positions by the center and left cameras

이는 중앙 카메라와 좌측 카메라의 중심 초점 좌표의 범위가 무게 중심에 따른 범위의 오차율이 평균 2.72[%] 이내로 입력 영상의 중심 초점화가 잘 이루어졌다고 볼 수 있다. 표 2에서는 입력 카메라의 중심 초점화에 대한 오차율을 보여주고 있다.

표 2. 입력 카메라의 중심 초점화 오차율
Table 2. Focusing error ratios of the input cameras

(단위 : [%])

	x축	y축
중앙 카메라	1.56	2.77
좌측 카메라	3.28	3.28

표 3에서는 각 θ 에 대하여 계산된 중앙 카메라와 목표물 사이의 거리를 나타내고 있으며, 이는 예상 거리에 비하여 실제 카메라의 중심이 목표물의 중심점에 근사치로 접근한 상태에서 실험한 결과이며, 예상 거리와 실제 거리와의 오차율이 2.5[%]정도 차이가 생기는 정도로 본 논문에서 제시하는 삼각법에

의한 매핑 방식에 따라 목표물의 크기를 획득하는데 거의 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

표 3. θ 에 의한 중앙 카메라와 목표물 사이의 계산 거리

Table 3. Calculated distance from the center camera to the object by the θ

예상거리 D_2 ([cm])	100	90	80	70	60
좌측카메라 각도 θ (deg)	79	77.5	76	74	71
계산거리 D_2 ([cm])	102.9	90.2	83.3	69.7	63.4

표 3에서 얻어진 D_2 의 계산 거리에 따라 256×256 화면에 매핑되어지는 입력 범위의 너비와 크기를 식 (3)에 의하여 구할 수 있으며, 표 4에 나타내었다.

표 4. 실측된 목표물까지의 거리 D_2 에 대한 입력 영역 크기

Table 4. Real size of the input area by the measured distance D_2 to the object

(단위 : [cm])

D_2	입력 너비	입력 높이
(기준) 100.0	84.5	83.5
102.9	86.9	85.9
90.2	76.2	75.3
83.3	67.8	67.0
69.7	58.9	58.2
63.4	49.1	48.5

표 5는 시뮬레이션에 의하여 얻어진 목표물의 너비와 높이이다. 본 논문에서 사용한 목표물은 총 네 가지이며, 이 다섯 가지의 목표물과 카메라 사이의 거리를 각각 다섯 경우로 실험하였으며, 실험한 결과값을 나타내었다.

표 6에서는 표 4에서 나타내고 있는 실제 목표물의 너비와 높이에 대한 표 5의 실험 결과 값의 비율을 나타내고 있다.

표 5. 목표물의 크기 실험 결과값

Table 5. Calculated size of the objects

(단위 : [cm])

계산 거리	너비 및 높이 실험 결과							
	사전		CD 케이스		도자기 컵		Zip 드라이브	
63.4	14.19	21.41	14.38	12.13	9.78	10.80	18.21	13.26
69.7	14.73	21.61	14.73	12.51	9.90	10.92	18.42	13.65
83.3	14.83	21.98	14.83	12.56	10.06	11.25	18.27	13.61
90.2	14.29	22.07	14.29	12.36	9.83	10.89	18.76	13.54
102.9	14.60	21.81	14.26	12.42	10.53	11.75	18.68	12.75
평균	14.53	21.78	14.50	12.40	10.02	11.12	18.47	13.36

표 6에서 보는 바와 같이 실측값과 실험한 결과값의 비율이 약 93[%]에서 103[%] 정도로 실측에 근사하게 얻을 수 있음을 알 수 있다.

표 6. 실측 대비 실험 결과 비율

Table 6. Ratios of the Calculated size vs. measured size

(단위 : [%])

구분	실측 대비 실험 결과 비율			
	사전	CD 케이스	도자기컵	Zip 드라이브
너비	103.04	102.10	93.64	102.60
높이	100.81	99.17	102.04	100.47

본 논문에서 제시한 직각 비전 스테레오 시스템은 스테레오 카메라 중 한 대를 목적물에 수직인 평면에 위치하고 이를 주시각으로 이용함으로써 중앙 카메라에 입력되는 영상 자체가 정면의 입력 형태를 이루기 때문에 좀 더 정확한 목표물의 크기를 얻을 수 있다는 것을 확인할 수 있었다.

5. 결 론

본 논문에서는 직각 스테레오 비전 시스템을 제시함으로써 물체에 대한 크기를 측정할 수 있는 방법을 제시하였고, 이에 따라 93[%]에서 103[%]의 실험 결과 값을 얻음으로서 물체에 대한 크기 측정에 충분한 시스템으로서의 사용 가능성을 제시하였다.

직각 스테레오 비전 시스템을 이용한 물체 크기 측정

인간의 시각적인 형태로 인식하지 못하는 수치적 크기의 측정을 스테레오라는 기법을 통하여 가능성을 제시하였고, 특히 기존의 교차식 스테레오 비전 시스템에서 변형된 직각 스테레오 비전 시스템을 제시함으로써 원하고자 하는 목표물의 위치에 따라 실제 목표물의 크기에 매우 근접한 결과를 얻을 수 있는 새로운 방식을 제시하였다고 볼 수 있다.

본 논문에서 제시한 직각 스테레오 비전 시스템에 의하여 목표물에 대한 크기를 획득함으로써 기존의 인간 시각 시스템에서 얻을 수 없는 특징을 구현할 수 있게 되었으며, 이는 디지털 적인 요소와 광학적인 요소가 적절히 구현됨으로서 얻을 수 있는 결과로 해석할 수 있다. 또한, 인간 시각 시스템으로서는 얻을 수 없는 목표물의 크기 측정 방법이 인간의 시각 시스템을 이용한 스테레오 방식에서 유도함으로써 휴먼 모델형 시스템 방식을 제시하였다고 볼 수 있다. 더불어 이러한 결과는 산업체 전반에 걸친 비전 시스템과의 연계성을 한층 높였다고 볼 수 있다.

이에 본 논문에서 제시하고 있는 직각 스테레오 비전 시스템을 이용한 물체 크기 측정 방법은 새로운 시각 시스템으로서 자동화 시스템, 검출 시스템 등의 산업 설비 응용 분야에 매우 높은 적용 가능성이 기대된다.

이 논문은 2009학년도 김포대학의 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

References

[1] Stephen T. Barnard, and William B Thompson, "Disparity analysis of image", IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.PAMI-2, No.4, pp.333-340, 1980.

[2] K. T. Kim, J. S. Lee, S. H. Kim, E. S. Kim, S. Y. Park and Y. B. Lee, "Human-like stereo vision system based on Optical JTC", SPIE Optical Pattern Recognition, Vol.3466, pp.259-266, 1998.

[3] J. Olson and D. J. Coombs, "Real-time vergence control for binocular robots", Intl. J of Computer Vision, pp.23-33, 1991.

[4] J. S. Lee, C. W. Seo and E. S. Kim, "Real-time stereo object tracking system by using block matching algorithm and optical BPEJTC", Optics Communications, Vol.191, pp.191-202, 2001.

[5] C. W. Seo, S. H. Lee and E. S. Kim, "3-D object tracking using 3-D information and optical correlator in the stereo vision system", J. of KOSBE, Vol.7, No.3, pp.248-260, 2002.

[6] D. Tzonvaras, N. Gmmmaidis and M. G. Srintzis, "Three-dimensional camera motion estimation and foreground/background seperation for stereoscopic image sequence", Opt. Eng. Vol.36, No.2, pp.574-579, 1997.

[7] Rafael C. Gonzalez and Tichard E. Woods, Digital Image Processing, 1993.

[8] Skolnick MM, Brown, RH, Bhagvati, C, Wolf, B.R, "Morphological algorithms for centroid normalization in relational matching", IEEE International Symposium on Circuits and Systems 1989, Vol.2, pp.987-990, 1989.

◇ 저자소개 ◇

서춘원 (徐春源)

1964년 7월 4일생. 1988년 2월 광운대학교 전자공학사 졸업. 1990년 2월 광운대학교 대학원 졸업(석사). 1997년 2월 광운대학교 대학원 졸업(박사). 1998~2000년 서울 정보기능대학 전자과 전임강사. 2000년~현재 김포대학 유비쿼터스IT과 조교수.

노희정 (盧熙正)

1961년 7월 7일생. 1985년 2월 아주대학교 전자공학사 졸업. 1995년 7월 서울시립대학교 대학원 졸업(석사). 2003년 7월 인천시립대학교 대학원 졸업(박사). 1989~1998년 (주)한국통신기술 근무. 1998년~현재 김포대학 유비쿼터스IT과 조교수.