

외곽 검출을 통한 스테레오 비전의 실시간 거리 측정

황진*, 박태오*, 이배호*
*전남대학교 전자컴퓨터공학과
e-mail : jinyh001@nate.com

Real-time judging distance of the stereo vision by Edge Detection

Jin Hwang*, Tae-O Park*, Bae-Ho Lee*
*Dept of Electronic and Computer Engineering, Chonnam National University

요 약

외곽 검출을 통한 스테레오 비전의 실시간 거리 측정을 제안하였다. 주차 시스템이나 이동 로봇의 경로 설정에 있어 실시간으로 거리 측정이 중요시 되고, 이를 해결하기 위하여 인간의 시각에 가까운 평행 축 상의 두 대의 카메라에서 취득된 영상을 이용한다. 카메라에서 얻은 영상으로부터 외곽을 추출하기 위해 Sobel Mask를 사용하였으며, 좌·우 구분을 위해 색 변환과 영상 정보로부터 거리를 측정하기 위해 영상 등록 과정을 거치고 거리 측정을 하였다. 거리 측정의 결과 2.4%의 오차율을 보였으며 이는 로봇의 이동 간에 적용할 경우 양호한 결과를 얻을 수 있을 것이다.

1. 서론

영상처리 분야에 있어 스테레오 비전에 대한 관심은 점점 더 늘어나고 있다. 차량의 주차 시스템, 이동 로봇의 경로 설정 등 무인화 되어가는 시스템들에 거리 측정은 중요한 기술이다. 이 시스템들의 특징은 적외선 거리 측정기를 이용하거나, 본 논문에서 다루고자 하는 스테레오 비전을 기반으로 이루어지고 있다.

스테레오 영상은 사람의 눈과 같이 입체감과 거리감을 가지기 위해 두 대 이상의 카메라를 필요로 한다. 그러나 환경에 따라 카메라에 촬영된 영상의 특성상 각 영상은 밝기가 동일할 수 없고, 이를 해결하기 위하여 일반적으로 영상을 정합하여 입체감과 거리감을 느낄 수 있도록 한다. 특히 평행 축 카메라를 사용하면 거리 측정에 용이하다.[1]

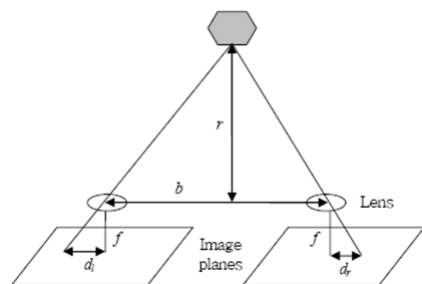
본 논문에서는 평행 축 상의 두 대의 카메라를 이용하여 동영상 입력을 받아 외곽 검출을 위해 Sobel Mask를 적용시킨 동영상에서 물체를 추적하고 실시간으로 물체와 이동 로봇 간의 거리 측정을 목표로 한다. 스테레오 비전의 동영상 처리를 위해 OpenCV 기반의 Visual Studio 2005를 사용하였다.

2. 스테레오 비전

영상은 실제 3차원 세계로부터 2차원 평면으로 구현하

였기 때문에, 하나의 이미지를 사용하여 3차원으로 복구하는 것은 불가능하다. 그래서 스테레오 비전에서는 적어도 다른 관점에서 촬영된 두 개 이상의 이미지가 필요하다. 이를 이용하여 3차원 공간상의 서로 다른 위치에 설치된 두 대 이상의 카메라로부터 동시에 획득한 영상에서 대응점 탐색을 통하여 3차원 깊이 정보를 얻을 수 있다.

이 같은 깊이 정보는 좌, 우 카메라에 의해 취득한 영상의 시적 차이에 의해 표현되는데 이를 양안 시차라고 한다. 이 양안 시차에 의해 물체까지의 거리감과 입체감이 발생하게 된다. 일반적으로 평행 축 스테레오 카메라가 거리 측정에 용이하며, 입체 영상을 얻기 위해서는 교차 축 스테레오 카메라를 사용한다. 본 논문에서는 입체감보다는 물체까지의 거리 측정에 목표를 두고 있기 때문에 거리 정보를 우선으로 하는 평행 축 스테레오 카메라를 사용한다. 이를 도시화 하면 아래 (그림 1)과 같다.



(그림 1) 두 영상간의 거리 측정

그림 1의 각 속성들은 아래 <표 1>의 값들과 같다.

<표 1> 스테레오 카메라의 거리 측정 요소

r	물체로부터 거리
f	카메라 렌즈 초점 거리
b	두 개의 카메라 렌즈사이 거리
d	두 영상에서 하나의 물체간 거리차

위 정보를 종합하여 아래 식(1)을 얻어 물체까지의 거리를 측정할 수 있다.

$$R = f \times (b/d) \quad (1)$$

3. 영상 변환

두 대의 카메라로부터 받은 입력은 물체의 외곽을 추출하기 위해 Sobel Mask를 통과한 영상으로 변환된다. 이 Sobel Mask를 통과한 영상들은 좌·우 구분이 안되기 때문에 색 변환 과정을 거쳐서 구분할 수 있도록 각각 다른 색의 영상으로 변환한다. 각각의 영상으로는 위치적인 차이 밖에 확인 할 수 없으므로 영상을 합치는 과정을 거친다.

3.1 Sobel Mask

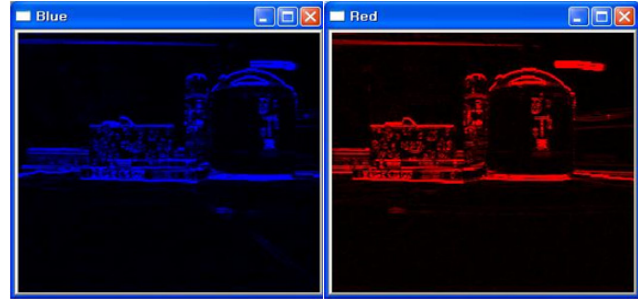
Sobel Mask는 잡음에 강하고, 물체에 비취지는 빛에 대해 대각선 방향에 민감하게 반응한다. 그렇기 때문에 물체를 추적한 후 외곽을 추출하는 방법으로 Sobel Mask를 사용하였다.



(그림 2) Sobel Mask 통과 영상

3.2 영상의 색 변환

Sobel Mask를 통과한 동영상은 좌·우가 구분이 없는 흑백 영상이기 때문에, 좌측과 우측 영상을 구분하기 위하여 좌측에는 적색의 외곽, 우측에는 청색의 외곽을 가지는 동영상으로 변환하도록 색 변환 과정을 거치게 된다. 색 변환 과정을 영상은 좌측 영상은 (그림 3), 우측 영상은 (그림 4)와 같다.



(그림 3)

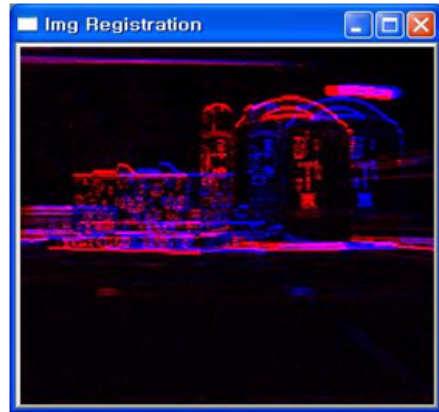
색 변환 후 좌측 영상

(그림 4)

색 변환 후 우측 영상

3.3 영상 등록

색 변환 과정을 거친 동영상은 거리를 측정하기 위해 좌·우 영상을 합치게 된다. 이는 좌·우 영상간의 차이점을 추출하여 물체간의 거리를 측정하기 위한 요소가 되며, 이 영상을 합친 과정에서 또한 다른 영상 정보를 얻을 수도 있다. 이를 영상 등록이라 하였으며, 결과는 다음 (그림 5)와 같다.



(그림 5) 등록된 영상

4. 거리 측정

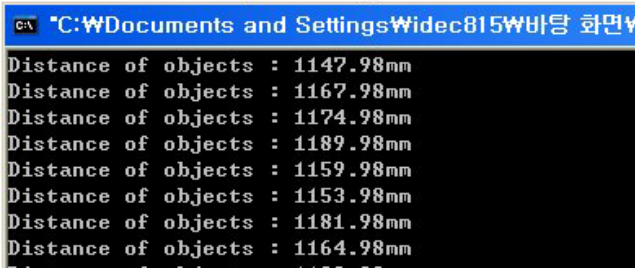
거리 측정은 영상 변환 후 수식 1을 사용하여 구할 수 있다. 이는 등록된 영상을 토대로 물체로부터 거리를 구하는 것이다.

사용된 카메라의 속성은 아래 <표 2>와 같다.

<표 2> 사용된 카메라의 속성

f	17.4mm
b	80mm
d	0.353mm

실제 측정을 위해 놓여진 물체까지의 실제 거리와 측정된 값은 아래와 같다. (그림 6)은 1.1m를 측정한 실제 결과를 보여주고, <표 3>은 측정된 결과와 오차범위를 포함한 값을 나타낸다.



(그림 6) 실제 측정된 결과

<표 3> 실제 측정된 결과

실제 거리	측정된 거리
1.1m	1.14~1.19m
2.2m	2.18~2.27m
3.3m	3.28~3.33m
4.4m	4.37~4.45m

위의 측정된 거리와 실제 거리를 비교하여 오차를 산출할 수 있다. 이를 위해 식(2)[1]에 의하여 오차율을 산출하였다.

$$E = \frac{C - R}{R} \times 100\% \quad (2)$$

여기서 E 는 오차율, C 는 측정된 거리, R 은 실제 거리이다.

<표 4>와 <표 5>는 식(2)를 통하여 실험을 통해 측정된 거리의 오차율을 나타낸다.

<표 4> 거리 오차율 1

실제 거리	측정된 거리	거리 오차율
1.1m	1.14m	3.63%
2.2m	2.18m	-0.91%
3.3m	3.28m	-0.60%
4.4m	4.37m	-0.68%

<표 5> 거리 오차율 2

실제 거리	측정된 거리	거리 오차율
1.1m	1.19m	8.18%
2.2m	2.27m	3.18%
3.3m	3.33m	0.90%
4.4m	4.45m	1.13%

<표 4>는 가깝게 측정된 거리를 나타내며 오차율은 0.36%를 보이며, <표 5>는 멀게 측정된 거리를 나타내며 3.34%의 오차율을 보였다. 전체 오차율은 약 2.4%의 오차율을 보였다. 그리고 3.3m 부근에서 가장 좋은 결과가 나왔으며, 근거리일수록 오차율이 크다. 즉, 측정 거리가 멀수록 오차는 작고, 근거리일수록 오차가 커짐을 알 수 있다. 이는 평행 축 스테레오 카메라의 특성으로 원거리 시차는 작고, 근거리 시차는 커져서 발생하는 오차이다.

실험 결과 스테레오 비전으로 물체의 외곽 정보를 추출

할 수 있었고, 물체까지의 거리를 실시간으로 측정할 수 있었다.

단, 물체의 외곽을 검출하기 위해 Sobel Mask를 사용하여 외곽 정보를 얻을 수 있었지만, 이동하는 물체 검색이 부족하였다. 이를 보완하기 위한 연구와 실시간으로 행해지도록 하드웨어적인 연구가 필요할 것이다.

5. 결론

본 논문에서는 외곽 검출을 통한 스테레오 비전의 실시간 거리 측정을 하였다. 물체의 외곽을 추출하기 위해 Sobel Mask를 사용하였다. 그리고 영상의 정보 차이를 얻기 위해 색 변환과 영상 등록을 사용하였다.

본 논문에 사용된 거리 측정 방법을 이용하여 이동 로봇의 이동 경로 설정과 무인화 및 주차 시스템 연구에 적용하면 향상된 결과를 얻을 수 있을 것이다.

참고문헌

- 허상민, 조미령, 이상훈, 강준길, 전형준, “스테레오 비전 시스템에서 차 영상을 이용한 이동 물체의 거리와 속도측정”, 한국컴퓨터산업교육학회 논문지, VOL. 03, NO. 09, pp. 1145~1156, 2002.
- 이기용, “스테레오비전 기반 로드도메인에서의 동적계획법을 이용한 장애물 검출”, 전남대:석사논문 (2004)
- 조영석, 이주신, “부분 외곽선 정보를 이용한 이동물체의 추적 알고리즘”, 한국정보처리학회 논문지 B, VOL. 8-B, NO. 05, pp. 0539~0548, 2001.