

# 픽셀 명암도를 이용한 물체 깊이 측정

최옥진, 만난 사에드 무하마드, 이민지, 최태선  
광주과학기술원

e-mail : {taznux, mannan, mjlee, tschoi}@gist.ac.kr

## Depth Measurement Using Pixel Intensities

Wook-Jin Choi, Mannan S.M., Min-Ji Lee, Tae-Sun Choi  
Gwangju Institute of Science and Technology

### Abstract

In this paper, we have proposed a new method to estimate three dimensional (3D) shape of an object. The new method is simple and fast, based on Pixel-Intensities in the images sequence as a model for depth measurement. The images are taken by varying the focus value in small steps, and each pixel in the image is taken as a single measurement. The proposed algorithm is more fast and accurate than previous methods.

### I. 서론

물체의 상대적인 삼차원 형상을 예측하는 것은 컴퓨터 비전에서 중요한 연구주제이며 로봇비전, 컴퓨터 게임, 방송과 같은 다양한 분야에서 사용되고 있다. 삼차원 형상을 예측하는 방법은 다양하다. 능동적인 방법에는 분리 레이저 스캐너나 적외선 센서 등 다양한 방법을 이용한다. 그러나 이러한 방법은 고가의 장비가 필요하고 특정한 경우에만 사용할 수 있다. 반면에 스테레오 카메라, shape from motion, shape from shading, shape from focus와 같은 수동적인 방법은 저가이며 보다 효과적이다. 본 논문에서는 삼차원 형

상을 예측하기 위한 새로운 방법을 제안한다. 제안된 SFF 방법은 깊이정보를 얻기 위해 픽셀의 명암도를 이용한다.

기존의 방법은 초점 정도 연산자를 이용하여 초점정도를 구하고 초점이 가장 잘 맞는 위치를 찾았다. 제안된 알고리즘은 초점 정도 연산이 필요하지 않아 계산 시간이 줄었으며 형상복원의 정확도가 향상되었다.

### II. 본론

렌즈 모델에 따르면 픽셀의 명암도는 초점이 맞은 위치에서 가장 밝으며 다른 위치에서는 감쇄된다. 물체 위의 한 점 'P'가 초점이 맞을 때 렌즈와 영상과의 거리 'v'와 렌즈와 물체와의 거리 'u'는 다음과 같은 렌즈 공식을 따른다.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v} \tag{1}$$

여기서 f는 렌즈의 초점거리이다. 픽셀의 명암도 감쇄는 일반적인 가우시안 곡선을 따른다. 실제 픽셀의 색이 흰색일 경우 꼭짓점은 최댓값과 가깝고 반대로 검은색의 경우 0과 가깝다. 이러한 현상은 그림 1을 보면 알 수 있다. 세로축은 픽셀의 명암도이며 가로축은

영상의 프레임 번호이다.

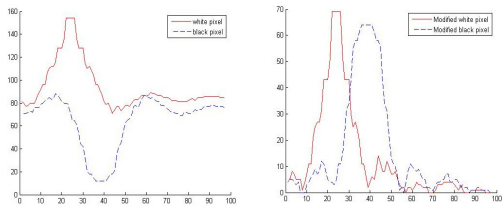


그림 1 합성된 원뿔의 픽셀의 명암도 값(좌)과 변경된 값(우) 직선은 흰색 부분 점선은 검은색 부분

픽셀의 명암도는 흰색과 검은색 픽셀 모두 초점이 맺히지 않은 영역에서는 상대적으로 비슷하며 초점이 맺힌 영역에 대해서는 다른 값에 비해 급격히 다른 값을 보인다. 이러한 명암도 값을 다음 공식으로 변형한다.

$${}^k P_{i,j} = |{}^k p_{i,j} - \max({}^1 P_{i,j}, {}^n P_{i,j})| \quad (2)$$

여기서  ${}^k p_{i,j}$ 는 영상 시퀀스에서 k번째 프레임의 픽셀 명암도 값이며  ${}^1 p_{i,j}$ 와  ${}^n p_{i,j}$ 는 첫 번째와 n번째 프레임의 픽셀 명암도 값이다.  ${}^k P_{i,j}$ 는 k번째 프레임의 픽셀 명암도 값이 변형된 것이며 k는 1부터 n까지 증가한다. 변경된 픽셀 명암도는 그림 2에서 볼 수 있다.

값을 변형할 때 다음의 두 가지를 가정한다. (1) 영상 시퀀스에서 물체는 처음에는 포커스가 맞지 않았다가 점차 포커스가 맞아가며 최종적으로는 다시 포커스가 맞지 않는다. (2) 영상이 카메라를 통해 얻어 질 때 확대되지 않는다.

우선 프레임  $l_{i,j}$ 와 관련되어있는 변형된 픽셀 명암도 벡터에서 최댓값을 찾는다. 과정은 영상 시퀀스안의 모든 픽셀에 대해 반복 된다. 모든  $l_{i,j}$ 가 계산된 후 물체의 형상을 추정하기 위한 기본 깊이 맵이 계산 된다. 이때 몇몇 픽셀의 정보 부족으로 인해 기본 깊이 맵에서 spike 노이즈가 나타나며 노이즈를 제거하기 위해 중간값 필터링이 사용된다.

### III. 결론

제안된 방법은 해상도가 360x360 인 합성된 원뿔과 실제 원뿔의 영상 시퀀스에 적용되었다. 실제 원뿔은 CCD camera를 이용해 얻었으며 하드보드를 이용하여 만들었고 검은색과 흰색의 줄을 교차 배치하여 표면 무늬를 만들었다.

제안된 방법은 깊이 측정을 위해 픽셀의 명암도를 사

용하며 기본 깊이 맵은 중간값 필터를 이용하여 노이즈를 제거했다. 비교를 위해 기존의 초점 정도 연산자(SML) 방법을 이용하였다. 그림 3과 4는 합성된 원뿔 영상에 대한 기존의 초점정도 연산자와 제안된 방법을 이용하여 얻은 깊이 맵이다. 두 영상을 비교하면 제안된 방법이 노이즈 없는 결과를 보여주는 것을 알 수 있다. 그림 4의 표면이 그림 3의 표면에 비해 매끄럽다.

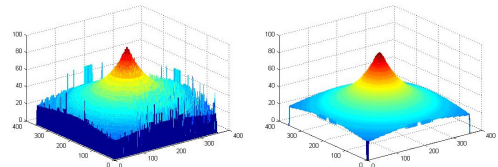


그림 3: 기존의 방법(SML, 좌)과 제안된 방법(우)을 이용한 합성된 원뿔의 깊이맵

합성된 원뿔에 대해 기존의 방법과 제안된 방법을 적용하여 얻는 결과를 원본 데이터와 mean square error (MSE) 및 correlation을 이용하여 비교 하였다. 표 1과 그림 6에 나타난 바와 같이 MSE는 제안된 알고리즘이 correlation coefficient가 높은 것에 반하여 낮은 것으로 나타났다.

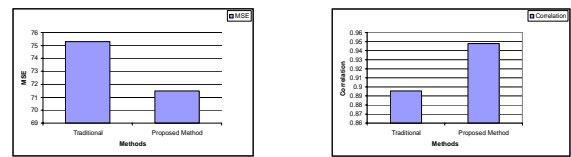


그림 5 합성된 원뿔에 대한 MSE (좌)와 Correlation (우) 그래프

표 1: 깊이 측정 방법 비교

	MSE	Correlation
기존 방법	75.3165	0.8957
제안된 방법	71.4823	0.9477

### 참고문헌

[1] Murali Subbarao, and Tae-Sun Choi, "Accurate recovery of three dimensional shape from image focus", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 17, No. 3, pp 266-274, March 1995.

[2] Muhammad Bilal Ahmad and Tae Sun Choi, "A Heuristic approach for finding best focused shape", IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 15, No. 4, pp 566-574, April, 2005.