

# 카메라의 여러 노출 영상에서 장면의 다이내믹 레인지 추정을 통한 효율적인 HDR 영상 획득

\*박대근, 박기현, 권오설, 하영호  
경북대학교 전자전기컴퓨터학부

e-mail : joseph1029@naver.com, simba@ee.knu.ac.kr,  
hanaikos@ee.knu.ac.kr, yha@ee.knu.ac.kr

## Acquisition of efficient HDR image using estimation of dynamic range of scene in camera images with various exposures

\*Dae-Geun Park, Kee-Hyon Park, Oh-Seol Kwon, Yeong-Ho Ha  
Department of Electrical Engineering & Computer Science  
Kyungpook National University

### Abstract

It is needed many images with different exposure to acquire high dynamic range (HDR) image of a scene using digital still camera. This paper proposed to acquire HDR image with small error using reduced number of image. Proposed method takes two pictures with different exposure and estimates dynamic range of scene using information two images, and takes three pictures with calculated proper exposure to acquire HDR image.

### I. 서론

일상 생활에서 디지털 카메라의 사용이 급증되고, 화소 수, 화질, 디자인 등 성능이 많이 개선되고 있다. 하지만 센서의 한계로 여전히 밝기가 밝은 부분과 어두운 부분이 동시에 있는 다이내믹 레인지가 큰 장면에서는 영상을 제대로 표현하지 못하고 밝은 부분과 어두운 부분의 디지털 값이 잘리는 것을 볼 수 있다. 카메라가 한 번에 받아들일 수 있는 밝기의 범위인 다이내믹 레인지는 실세계의 다이내믹 레인지에 비해 작고, 이런 한계점을 개선하기 위한 HDR 이미징에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 기존의 방법[1],[2]에서는 노출이 다른 영상을 10장 이상 찍고, 이 영상을 합성해서 HDR 영상을 얻는다. 본 논문에서는 필요한 영

상의 수를 줄이면서도 오차가 크지 않은 HDR 영상을 얻는 방법을 제안하였다.

### II. 본론

#### 2.1 장면의 다이내믹 레인지 추정

노출 시간이 길어지면 카메라의 다이내믹 레인지가 장면의 다이내믹 레인지의 하한점을 벗어나게 되고 영상의 최소 그레이레벨이 0보다 크게 된다. 즉 노출 시간이 길 때 카메라는 장면의 다이내믹 레인지의 어두운 부분을 감지한다. 노출 시간이 변함에 따라 영상의 최대 그레이레벨과 최소 그레이레벨의 증감이 장면에 관계없이 일정한 경향을 가지고 있다. 그림 1에서 노출 시간 증가의 단계가 증가할 때, 영상의 최소 그레이레벨이 장면에 관계없이 일정한 경향을 가지고 증가하며, 이러한 경향을 3차 다항 회귀방정식을 이용하여 모델링하였다. 마찬가지로 노출 시간이 감소할 때에

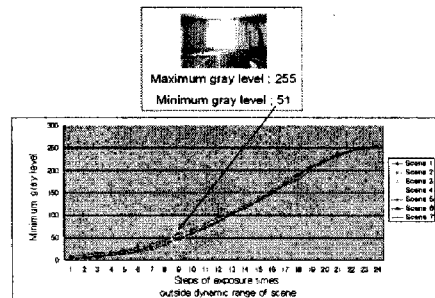


그림 1. 장면 다이내믹 레인지의 하한점의 최소 픽셀

도 일정한 경향이 나타나며 모델링이 가능하다. 이를 이용해 노출이 다른 두 장의 영상을 찍어 장면의 다이내믹 레인지를 추정할 수 있다.

$$f_U(d) = u_1d^3 + u_2d^2 + u_3d + u_4 \quad (1)$$

### 2.2 가상 영상을 사용한 HDR 영상의 평가

시뮬레이션을 통하여 HDR 영상을 평가하였다. 먼저 기존의 방법으로 HDR 영상을 만들고, 이 영상을 원본 HDR 영상이라 정의한다. 그리고 원본 HDR 영상에서 카메라 응답 곡선의 역함수를 사용하여 각각의 노출 시간을 입력으로 주어 가상 영상을 만든다[3]. 그리고 여러 장의 가상 영상을 합성하여 HDR 영상을 만들고, 이 HDR 영상과 원본 HDR 영상과의 오차를 구한다.

### 2.3 적절한 노출 시간 찾기

그림 2에서처럼 카메라에서 노출 시간을 달리 해서 만들 수 있는 최대의 다이내믹 레인지를 카메라의 다이내믹 레인지 3개만으로도 포함할 수 있기 때문에 본 논문에서는 HDR 영상 획득을 위해서 노출이 다른 영상 3장만을 사용하였다. 3장의 영상 중에서 한 장의 노출 시간은 카메라의 다이내믹 레인지가 장면의 다이내믹 레인지 중간, 그리고 다른 2장의 노출 시간은 장면의 다이내믹 레인지 중간에서 대칭되게 놓이도록 설정하였다. 그림 3에서 2장의 영상에 대한 카메라의 다이내믹 레인지가 장면의 다이내믹 레인지 안에서 밖으로 놓일수록 오차가 작아지다가 다시 커지는 것을 볼 수 있다. 카메라의 다이내믹 레인지가 장면의 다이내믹 레인지를 벗어나기 시작하는 노출 시간으로부터 약 8단계 정도 노출 시간을 늘리거나 줄인 두 영상을 이용하면 오차가 작은 HDR 영상을 만들 수 있다.

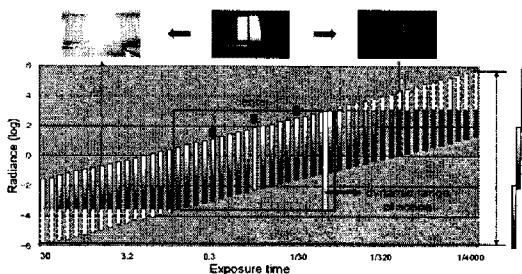


그림 2. 노출 시간에 따른 카메라의 다이내믹 레인지

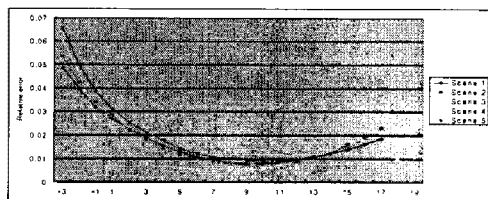


그림 3. HDR 영상의 오차

표 1. 지하 주차장에서 결과 오차 비교

	기존의 방법		제안한 방법
영상의 수	11	5	2+3
오차	0.0046	0.0361	0.0053

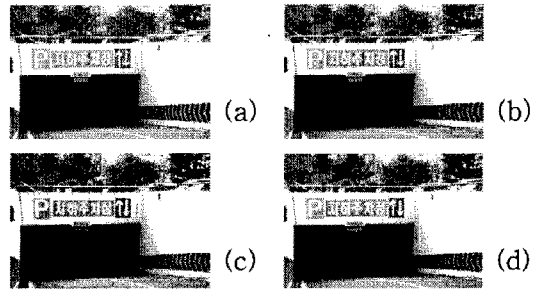


그림 4. (a) 원본 HDR 영상 (b) 기존의 방법 (c) 기존의 방법 (d) 제안한 방법

## III. 실험 및 결과

캐논 10D와 코니카미놀타 Dynax 5D 카메라 두 대를 사용해서 실험하였다. 표 1에서 오차는 원본 HDR 영상의 radiance와의 차이를 나타낸다. 영상을 11장 사용한 기존의 방법과 영상 5장 사용한 제안한 방법 사이의 HDR 영상의 오차가 크게 차이가 없음을 확인할 수 있다.

## IV. 결론

본 논문에서는 노출이 다른 두 장의 영상으로 장면의 다이내믹 레인지를 추정하고, 이를 이용하여 중복되는 다이내믹 레인지를 줄여 5장의 영상을 이용하여 HDR 영상을 얻는 방법을 제안하였다. 기존의 10장 이상의 영상을 사용한 방법과 비교했을 때, 영상을 적게 이용하더라도 제안한 방법으로 얻은 HDR 영상의 오차가 크게 차이가 나지 않음을 확인하였다.

## Acknowledgment

본 논문은 교육인적자원부, 산업자원부, 노동부의 출연금 및 보조금으로 수행한 최우수실험실지원사업의 연구 결과입니다.

## 참고문헌

- [1] P. E. Debevec, J. Malik, "Recovering High Dynamic Range Radiance Maps from Photographs," Proc. of ACM SIGGRAPH 1997, pages 369 - 378.
- [2] T. Mitsunaga and S. K. Nayar. "Radiometric Self Calibration," Proc. of Computer Vision and Pattern Recognition 1999, pages 374 - 380.
- [3] L. Cerman and V. Hlaváč, "Exposure time estimation for high dynamic range imaging with hand held camera," Computer Vision Winter Workshop 2006.