

## 실외 영상에서 반사율의 유사 패치를 이용한 복합 광원 추정

이상호, 김종욱

고려대학교

franky\_@korea.ac.kr, jokim@korea.ac.kr

## Multiple Light Sources Estimation Using Similar Patches of Reflectance in Outdoor images

Sang-Ho Lee Jong-Ok Kim

Korea University

## 요 약

본 논문에서는 실외 영상에서의 새로운 접근 방식의 복합 조명 알고리즘을 제안한다. 기존의 복합 조명 알고리즘들이 동시에 두 조명을 추정하는 것에 비해 제안 알고리즘은 먼저 단일 조명 기법을 적용하여 첫번째 광원의 색을 추정한 후에 각 영역에서 유사 패치 쌍을 찾아 두번째 광원의 색을 추정하는 방식이다. 일반적인 복합 조명 환경에서는 적용하기 힘들지만 환경을 실외로 제한하여 실외의 광원인 햇빛과 그늘 사이의 관계를 이용하여 효과적으로 유사 패치를 찾아 두 광원의 색을 추정한다. 따라서 실외 환경을 촬영하여 얻은 raw 파일 영상에 제안 알고리즘을 적용하여 효과적으로 광원들의 영향을 제거할 수 있다.

## 1. 서론

사람은 같은 객체에 대하여 조명의 색에 관계없이 동일한 색으로 지각하는 시지각 능력을 가지고있고 이것을 color constancy 라고 한다. 카메라는 사람의 눈과 다르게 color constancy 를 가지고 있지 않기 때문에 white balance 가 필요하다. White balance 는 조명의 색을 추정하여 조명의 효과를 제거하는 후처리 과정이다.

기존 카메라에는 단일 조명에 대한 화이트 밸런스 기법이 내제되어 있다. 따라서 복합 조명 환경에서 촬영할 때, 색 재현 정확도가 낮은 사진을 얻게 된다. 복합 조명 환경에 대응하는 기법들이 최근에 제안되고 있으나 단일 조명 환경일 때에 비해 복잡도가 높고 성능이 좋지 않다. [1] ~ [3]

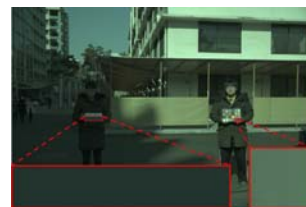
단일 조명 환경에서는 뛰어난 성능을 가진 white balance 방법들이 있지만 복합 조명 환경에서 사람이 실제로 인지하는 색을 복원하기는 어렵다. 복합 조명 환경은 크게 실내, 실외로 나눌 수 있고, 본 논문에서는 실외 환경의 복합 조명 환경이 다뤄진다. 실외는 햇빛과 그늘의 복합 조명 환경이라 할 수 있으며, 따라서 햇빛과 그늘 조명 사이의 관계를 이용할 수 있다.

본 논문에서는, 복합 조명 환경에 대응하는 새로운 접근 방식의 알고리즘을 제안한다. 제안하는 기법은 먼저 기존의 단일 조명 기법으로 햇빛 조명을 측정하여 화이트 밸런스 한 다음 그늘 조명의 영역을 보정한다. 이와 같은 방식으로 실외 영상에 집중하여 기존 복합 조명 기법들의

문제점을 보완하고 결과 영상의 색 재현 정확도가 높다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 절에서는 제안 알고리즘에 대해 설명하고, 3 절에서는 제안 알고리즘을 적용 후 실험 결과에 대해 토의한다. 마지막으로 4 절에서는 본 논문에 대한 결론을 맺고 있다.

## 2. 제안 알고리즘



영역	그늘	햇빛
R:G:B	0.41:1:0.75	0.51:1:0.60

그림 1. Color checker 를 이용한 그늘과 햇빛 광원의 RGB 비율 비교

일반적인 복합 조명 환경에서는 두 조명 간의 상관관계가 적으므로 조명들을 추정하기 어렵다. 하지만 햇빛과 그늘 조명의 실외 영상의 경우에는 그늘 영역이 상대적으로 밝기 값이 낮으므로 조명에 의한 색 차이와 밝기 간의 상관관계가 높다. 따라서 해당 영상의 경우에는 영상의 밝기 값을 이용하여 두 조명의 영역을 어느 정도 구분할 수 있다. 그리고 그림 1. 에서 color checker 를

통하여 G 값을 기준으로 광원의 색을 비교했을 때 그들이 햇빛에 비해 상대적으로 R 이 낮고 B 가 높은 것을 확인할 수 있다.

제안 알고리즘에 대해 설명하면, 먼저 영상 최대 밝기 값의 일정 퍼센트 값(10%)을 기준으로 햇빛 영역과 그늘 영역을 구분한다. 그 후에 단일 조명 알고리즘을 통해 햇빛 조명을 추정하여 영상 전체에 대해 색을 재생성 한다. 그늘 조명은 햇빛 조명보다 상대적으로 색온도가 높으므로 영상에서 그늘 영역 부분이 원래의 색보다 파랗게 표현되므로 그늘 영역에 대한 보정이 필요하다. 그늘 영역에 대한 보정을 하기 위해 햇빛 영역과 그늘 영역에서 각각 유사 패치를 찾는다. 햇빛 영역을 10 등분하여 각각의 영역에서 랜덤으로 후보 패치를 선출한다. 각 후보 패치와 3 가지의 조건을 만족하는 타겟 패치를 그늘 영역에서 찾아 유사도를 비교한다. 첫번째 조건은 패치 내부의 픽셀들의 색이다. 그늘 광원에 비해 햇빛 광원의 색의 비율에서 G 를 기준으로 R 이 높고 B 가 낮기 때문에 조건에 해당하는 패치들 중에서만 검색을 한다. 두번째는 각 유사 패치의 중심 픽셀 간의 거리이다. 반사율이 같은 물체는 거리상으로 멀리 떨어져있지 않다고 가정한다. 마지막으로 그늘 영역의 타겟 패치의 주변 일정 반경 이내가 모두 그늘 영역일 때만 유사도를 비교한다. 이 세가지 조건을 만족하는 타겟 패치만 검색하여 보다 정확하게 찾을 수 있고 시간도 단축시킬 수 있다.

$$I = L \times R \quad (1)$$

위 식과 같이 영상에서 픽셀 값은 광원의 조명 값과 반사율의 곱으로 나타낼 수 있다.  $I$  는 영상에 나타나는 픽셀 값이고  $L$  은 광원의 색에 해당하는 조명 값,  $R$  은 물체의 반사율이다.  $I, L, R$  은 모두 RGB 로 3 채널로 이루어져 있다. 반사율이 비슷한 패치 쌍을 찾는게 목적이므로 패치 내부에서 각각의 픽셀들을 모든 픽셀의 중간 값으로 나누어 준다. 패치 내부의 픽셀들은 같은 조명 값을 가지고 비슷한 반사율을 가지기 때문에 중간 값으로 나누면 반사율의 RGB 비율과 유사한 비율을 얻을 수 있다.

후보 패치와 타겟 패치의 반사율의 유사도를 비교하기 위해 Peak signal-to-noise ratio (PSNR)을 이용한다. PSNR 은 주로 영상의 손실 정보를 평가할 때 쓰이는데 두 영상이 유사도를 나타낼 때 사용되기도 한다. 제안 알고리즘에서는 각 패치를 중간 값으로 나눈 뒤 얻은 반사율의 유사도를 측정하는데 PSNR 을 사용하였다. PSNR 의 수식은 다음과 같다.

$$PSNR = 10 \times \log \left( \frac{255^2}{MSE} \right) \quad (2)$$

$$MSE = \frac{1}{M \times N} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N [I(i, j) - I'(i, j)]^2$$

제안 알고리즘으로 추정한 그늘 영역 광원의 색을 그늘 영역의 모든 픽셀에 대해 동일하게 적용하면 밝기 값을 기준으로 햇빛, 그늘 영역을 정확하게 나누지 못하기 때문에 경계 부근에 색 아티팩트가 나타나게 된다. 따라서 영역을 구분하는 영상 최대 밝기 값의 일정 퍼센트 값(10%)과 유사한 값(9-11%)에서는 햇빛과 그늘 광원의 중간에 해당하는 색으로 보정하였다.

### 3. 실험결과



(a) raw 파일 영상 (b) 결과 영상  
그림 2. 제안 알고리즘 적용 전후 영상

시간에 따라 바뀌는 실외 환경의 특성상 실험에 사용할 사진을 직접 촬영하였다. 사진은 Canon EOS 5D Mark III 카메라로 촬영하여 2880x1920 크기의 raw 파일로 얻었다. 그림 2 의 보정 전, 후의 사진을 비교하면 색 재현 정확도가 높아졌음을 알 수 있다. 또한 눈으로 봤을 때 경계 부근에서도 아티팩트가 나타나지 않는것을 확인할 수 있다.

### 4. 결론

본 논문에서는 햇빛과 그늘 광원의 밝기, 색 차이 등을 이용하여 실외에서 효과적으로 광원의 색을 추정할 수 있는 알고리즘을 제안한다. 제안 알고리즘은 단일 조명 알고리즘으로 두 광원의 색 중에서 하나만 잘 찾는다면 어떠한 단일 조명 알고리즘과도 결합할 수 있는 장점이 있다. 유사 패치 쌍을 잘 찾을 수 있도록 유사도 측정 방식을 바꾸는 것도 좋은 결과를 얻을 수 있을 것이다.

### 참고문헌

- [1] A. Gijsenij, L. Rui, T. Gevers. "Color constancy for multiple light sources" IEEE Transactions on Image Processing 21.2 (2012): 697-707.
- [2] M. Ebner, "Color constancy using local color shifts" European Conference on Computer Vision. Springer Berlin Heidelberg, 2004.
- [3] Funt, B. V., Ciurea, F., & McCann, J. J. (2004). Retinex in matlab tm. Journal of electronic imaging, 13(1), 48-58.