

역광 사진의 빠른 보정을 위한 K-Retinex 알고리즘

강봉협*, 고한석**

고려대학교 공과대학 전자컴퓨터공학과

K-Retinex algorithm for fast backlight compensation

Bonghyup Kang *, Hanseok Ko **

Department of Electronics and Computer Engineering, Korea University

E-mail : * bhkang@ispl.korea.ac.kr, ** hsko@korea.ac.kr

Abstract

This paper presents an enhanced algorithm for compensating the visual quality in backlight image. Current cameras do not represent all details of scene into human's eye. Saturation and underexposure are common problems in backlight image. Retinex algorithm, derived from Land's theory on human visual perception is known to be effective in enhancing the contrast. However, its weaknesses are long processing time and low contrast of bright area in backlight scene because of compensating the details of dark area. In this paper, K-Retinex algorithm is proposed to reduce the processing time and enhance the contrast in both dark and bright area. To show the superiority of proposed algorithm, we compare the processing time and local variance of each area above.

I. 서론

Retinex 알고리즘은 영상의 밝기와 인지된 감각 사이에는 로그 관계를 가진다는 Weber's law 와 영상의 밝기는 조명 성분과 반사 성분의 곱으로 이루어진다는 Land 의 시각적 모델을 가정하여 SSR(Single Scale Retinex), MSR(Multi Scale Retinex), Gain-offset, 색 보정 과정을 차례대로 수행한다[1][2].

SSR 는 다음의 식으로 정의된다.

$$R_i(x, y) = \log I_i(x, y) - \log [F(x, y) * I_i(x, y)]$$

(x,y)는 해당 화소의 좌표를 의미하고, *는 합성곱(Convolution) 연산을 나타내고 $I_i(x,y)$ 는 i 번째 색상을 말하며, 예를 들어 RGB 영상의 경우 i=1, 2, 3 이다. Center/surround 함수는 $F(x,y)=\exp\{-(x^2+y^2)/c^2\}$ 로 정의되고, c 는 Gaussian center/surround 상수를 나타낸다[3].

MSR 은 다수의 SSR 결과 영상의 가중치 합으로 표현되며 Gain-offset 과정은 로그로 인해 변형된 표현범위를 8bit 로 변환하고 색 보정은 색 균형을 조절한다.

하지만 Retinex 알고리즘은 조명 성분 추정 과정에서 합성곱을 이용하기 때문에, 처리 시간이 많이 소요된다. 또한 Weber's law 에 의한 로그 함수를 사용하기 때문에, 어두운 영역의 Contrast 개선에는 유효하나 밝은 부분의 Contrast 는 감소한다. 그리고 R, G, B 성분을 독립적으로 처리함으로써 색 균형에 문제가 발생한다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 색 공간 변환과 Down-sampling 과정을 추가하고 제안한 함수를 사용함으로써, 속도가 빠르면서 역광 보정에 적합하도록 개선한 K-Retinex 알고리즘을 제안한다.

II. 본론

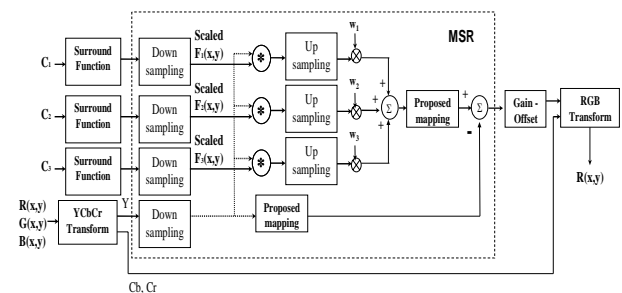


그림 1 K-Retinex 알고리즘 순서도

그림 1 에서 Y(x,y)는 휘도 성분이고 Cb, Cr 은 색차 신호이다. 그러므로 Y 성분만 처리하기 때문에 부가적인 색 보정 과정이 필요 없고 R, G, B 성분을 모두

처리할 때 보다 1/3 로 연산량이 감소한다. 그리고 조명 성분 추정 과정에서 Down-sampling 을 적용하여 합성곱의 연산량을 감소할 수 있다. 보통 합성곱은 FFT(Fast Fourier Transform), 곱셈 연산, IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)의 과정을 차례대로 수행한다. FFT 와 IFFT 내에 필요한 곱셈의 횟수는 $MN\log_2(MN)$ (M 과 N 은 영상의 가로, 세로 크기)이므로, M, N 을 1/2 배로 줄이는 Down-sampling 을 적용하여 각각 $(1/4)MN\log_2\{(1/4)MN\}$ 으로 감소한다. 따라서, 합성곱의 전체 연산량을 약 1/12 로 줄일 수 있다. 또한 일반적인 로그 함수 대신 그림 2 의 제안한 함수를 적용하여 어두운 부분과 밝은 부분의 Contrast 를 균형 있게 향상시킬 수 있다.

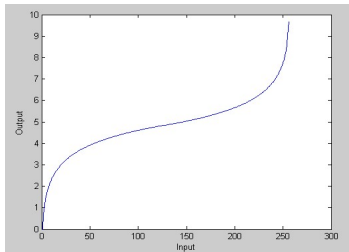


그림 2 Contrast 보정 함수

III. 구현



그림 3 (가) 역광 사진
(나) 기존 Retinex 결과 (다) K-Retinex 결과

그림 3 의 (가)는 역광 사진, (나)는 기존 Retinex 알고리즘, (다) K-Retinex 알고리즘 결과이다. 그리고 (1)과 (2)는 각각 어두운 영역과 밝은 영역을 나타낸다.

표 1. LOCAL VARIANCE

| Image number | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------------|------------|-------|------|-------|-------|-------|
| Dark area (1) | 기존 Retinex | 11.32 | 9.97 | 10.89 | 11.79 | 9.13 |
| | K-Retinex | 11.11 | 7.75 | 9.08 | 8.73 | 7.85 |
| Bright area (2) | 기존 Retinex | 6.14 | 4.18 | 6.15 | 3.05 | 9.38 |
| | K-Retinex | 10.19 | 8.85 | 10.73 | 8.86 | 12.47 |

표 2. 알고리즘 처리 속도 비교

| Image number | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------|-------|--------|--------|--------|-------|
| 기존 Retinex | 7.69s | 17.34s | 70.78s | 10.02s | 9.84s |
| K-Retinex | 0.56s | 0.86s | 4.69s | 0.64s | 0.61s |
| 속도 감소비 | 13.73 | 20.16 | 15.09 | 15.66 | 16.13 |

IV. 결론 및 향후 연구 방향

K-Retinex 알고리즘은 기존 Retinex 알고리즘에 비해 어두운 영역 분산(Variance)는 약간 감소하지만 밝은 영역 분산은 많이 증가한다. 분산과 Contrast 는 비례 관계이므로 K-Retinex 가 기존 Retinex 알고리즘 보다 균형있는 Contrast 를 가진다. 그리고 처리 속도가 평균 16 배 증가했음을 알 수 있다.

감사의 글

본 논문은 정보 통신연구진흥원의 ‘ IT 분야 해외 교수 초빙 지원 사업 국제공동연구’ (C1012-0403-0001)를 통해 수행된 연구결과의 일부입니다.

참고문헌

- [1] D.J.Jobson, Z.Rahman, and G.A.Woodell, "A Multi-Scale Retinex For Bridging the Gap Between Color Images and the Human Observation of Scenes", IEEE Trans. Image Processing: Special Issue on Color Processing 6, pp.965-976, July 1997.
- [2] E. Land and J.McCann, "Lightness and Retinex theory", Journal of the Optical Society of America 61(1), pp.1-11, January 1971.
- [3] D.J.Jobson, Z.Rahman, and G.A.Woodell, "Properties and Performance of a Center/Surround Retinex", IEEE Trans. Image Processing 6, pp.451-462, March 1997.