Journal of Korea Multimedia Society Vol. 14, No. 11, November 2011(pp. 1365-1372)

비선형 마스킹 기법 기반의 적응적 파라미터를 이용한 영상의 인지적 대비 향상

김경수[†], 김종성[††], 이철희[†††]

요 약

본 논문은 어두운 영상의 낮은 인지적인 대비를 향상하기 위해 비선형 마스킹 기법을 이용한 영상의 인지적 대비 향상 방법을 제안한다. 영상의 주요 속성인 색도의 변화를 최소화 하면서 어두운 영역의 밝기를 향상시키기 위해, 비선형 마스킹 기법 기반으로 영상에 적응적인 파라미터를 이용한 대비 향상방법을 제안하였다. 제안하는 방법의 성능을 평가하기 위해 테스트 영상에 대해 SSR(Single-Scale Retinex), MSR(Multi-Scale Retinex), 기존의 비선형 마스킹 기법의 결과와 색도 및 채도에 대한 정량적인 평가와, z-score를 이용한 정성적 평가를 수행하였다. 결과 제안한 방법이 낮은 색도 변화와 향상된 인지적 대비를 보임을 확인하였다.

Cognitive Contrast Enhancement of Image Using Adaptive Parameter Based on Non-Linear Masking

Kyoung Su Kim[†], Jong Sung Kim[††], Cheol Hee Lee[†††]

ABSTRACT

This paper proposes a cognitive contrast enhancement algorithm based on the non-linear masking to advance low cognitive contrast in dark regions of images. In order to improve brightness in dark regions of an image, we propose a new contrast enhancement algorithm based on the non-linear masking using regional adaptive parameters of an image. For performance evaluation of the proposed method, chromaticity and saturation comparison as a quantitative assessment and z-score comparison as a qualitative assessment were executed between test images and their simulated images by SSR, MSR, a conventional non-linear masking and the proposed method, respectively. As a result, the proposed method showed low chromaticity and saturation difference and improved cognitive contrast for the three methods.

Key words: Contrast Enhancement(대비 향상), Non-Linear Masking(비선형 마스킹)

1. 서 론

실제 빛의 밝기의 동적 범위는 대략 $\sim 10^8 cd/m^2$이다. 이 때, 인간이 인지하는 빛의 밝기의 동적 범위는 대략 $\sim 10^5 cd/m^2$인데 비해 디지털 카메라와 같은 영상처리 장치들의 빛의 밝기의 동적 범위는 대략$\sim 10^2 cd/m^2$으로 인간의 시각 시스템에 비해 좁은 동적 범위를 가진다. 그래서 인간이 어떠한 장면에서 밝은 영역과 어두운 영역을 모두 세밀하게 볼 수 있는데 비해 디지털 장치들은 어두운 영역을 세밀하게 표현

※ 교신저자(Corresponding Author) : 이철희, 주소 : 경북 안동시 송천동 388번지(760-749), 전화 : 054)820-6190, FAX : 054)820-6164, E-mail : chlee@andong.ac.kr
접수일 : 2011년 5월 25일, 수정일 : 2011년 8월 2일
완료일 : 2011년 10월 24일

[†] 정회원, 안동대학교 컴퓨터공학과
(E-mail : coolguysuya@naver.com)
[††] 준회원, 안동대학교 정보전자공학교육과
(E-mail : jongkim@andong.ac.kr)
[†††] 정회원, 안동대학교 컴퓨터공학과

하지 못한다. 그럼으로 인해 인간은 직접 자연의 장면을 보는 것과 디지털 장치를 통해 자연의 장면을 보는 것에서 많은 차이를 보인다.

대비 향상은 디지털 장치가 인간의 시각 시스템에 비해 동적 범위가 좁은 것을 해결하기 위한 방법으로 전역 대비 향상(Global Contrast Enhancement) 기법과 지역 대비 향상(Local Contrast Enhancement) 기법으로 나눌 수 있다[1]. 전역 대비 향상 기법은 영상 전체를 기준으로 동적 범위를 늘림으로써 화질을 향상 시키는 방법으로 히스토그램 평활화(Histogram Equalization)가 대표적이다. 그리고 지역 대비 향상 기법은 지역적인 영상의 대비를 보존하기 위해 영상 데이터의 공간적 구조를 사용하여 화질을 향상 시키는 방법으로 Retinex 알고리즘이 대표적이다.

히스토그램 평활화는 히스토그램이 계조도 전역에 퍼져있지 않고 한 곳에 몰려있는 것을 골고루 퍼지게 만드는 방법이다. 이는 명암도 분포를 균일하게 할 수는 있지만, 공간 정보들은 고려하지 않고 전체 영상의 히스토그램 정보를 고려하지 않기 때문에 부분적인 명암 값을 개선시키기는 어렵다. 다음으로 Retinex 알고리즘은 가우시안 필터를 이용하여 입력 영상의 조명 성분을 추정하고 추정된 조명 성분을 입력 영상으로부터 제거하여 물체의 반사 성분을 구해내어 결과 영상을 생성하는 것이다. Retinex 알고리즘은 가우시안 필터의 크기에 큰 영향을 받아 다양한 입력 영상에 적응적 대응하기 어려우며, 어두운 영역의 대비는 개선되나 밝은 영역의 대비는 오히려 감소하는 대비 불균형이 발생한다[2].

본 논문에서는 위와 같은 문제들을 해결하면서 영상의 인지적인 대비를 향상시킬 수 있는 방법으로, 비선형 마스킹 기법 기반의 대비 향상 기법을 제안한다. 비선형 마스킹 기법은 원 영상을 반전 시킨 후, 가우시안 필터를 이용해 블러링 시킨 영상을 마스크 영상으로 하여 원 영상에 마스킹 하는 방법을 통해 결과 영상을 생성한다[3]. 이는 위의 두 방법과는 달리 추가적인 영상처리 기법을 적용하지 않더라도 좋은 결과를 보여준다. 하지만 입력 파라미터에 따라 결과 영상의 색도 값이 변하여 원 영상의 품질을 유지하지 못하거나, 원 영상의 밝기 값의 분포에 따라 대비가 크게 향상되지 않는 단점이 있다. 그러므로 본 논문에서는 영상의 주요 속성인 색도 값의 변화를 최소화 하면서 어두운 영역의 밝기 값을 향상시켜 영상의 인지적인 대비를 향상시키는 방법을 제안한다.

2. 기존의 대비 향상을 위한 연구

영상의 주요 속성에는 밝기, 색도, 채도 등이 있다. 그리고 디지털 카메라를 통해 획득된 영상은 밝기, 색도, 채도, 대비, 세부 묘사 등으로 평가된다. 인간의 시각 시스템은 절대적 밝기의 크기보다 대비에 더 민감하기 때문에, 대비를 향상시키기 위한 연구가 많이 진행되고 있다. 이 장에서는 기존의 대비 향상을 위한 기법들에 대해 살펴본다.

2.1 히스토그램 평활화

히스토그램 평활화는 가장 흔하게 쓰이는 대비 향상 기법으로 입력 영상에서 명암도가 계조도 전역에 퍼져있지 않고 한 곳에 몰려 있는 것을 골고루 퍼지게 하여 출력 영상을 생성하는 것이다. 히스토그램 평활화는 명암도 세부사항을 보여주고 넓은 동적 범위를 갖는 영상을 생성하게 된다[4]. 하지만 히스토그램 평활화는 원 영상의 특성에 따라 큰 차이가 발생한다. 예를 들어, 좁은 범위에 많은 명암 값이 밀집해 있거나 넓은 범위에 적은 수의 명암 값이 밀집해 있는 경우 영상의 밝기가 보정되지 않은 채 전체적으로 퇴색된다. 또한 영상의 공간 정보를 이용하지 않고 영상 전체의 히스토그램을 이용하기 때문에 부분적인 대비는 향상시킬 수 없다[5,6].

2.2 Retinex 알고리즘

Retinex 알고리즘은 인간이 인지하는 빛의 밝기는 조명 성분과 반사 성분의 곱으로 이루어진다는 E. Land의 Retinex 이론을 기반으로 한다[7-9]. Retinex 알고리즘의 목적은 영상에서 조명 성분과 반사 성분을 분리하여 조명 성분의 영향을 제거하고 반사 성분을 강조하여 입력 영상의 동적 범위를 압축하고 대비를 향상시키고자 하는 것이다. 광원은 장면에 균일하지 않게 조사되기 때문에 지역적으로 그 밝기와 색이 다르므로 전체적이 아닌 지역적으로 추정될 필요가 있다. 일반적으로 이러한 지역적인 광원은 가우시안 필터를 통해 추정하게 된다. SSR(Single-Scale Retinex)는 가우시안 필터를 통해 조명 성분을 추정하고, 추정된 조명 성분을 입력 영상에서 제거하여

반사 성분을 획득 하는 것이다.

MSR은 다양한 크기의 가우시안 필터를 적용한 SSR 결과 영상을 가중치 합하여 최종적인 결과 영상을 생성하는 방법으로, 일반적으로 작은 크기, 중간 크기, 큰 크기의 세 가지 가우시안 필터를 사용하여 결과 영상을 생성한다. 작은 크기의 가우시안 필터를 사용한 경우에는 영상의 디테일이 향상되는 반면 색 바램과 후광 효과가 발생한다. 반면에 큰 크기의 가우시안 필터를 사용한 경우에는 그 반대의 현상이 나타난다. 또한 영상의 색도 분포가 특정 색도 값에 집중되어 있다면, 즉 주색도 값을 가진다면 MSR 알고리즘의 결과 영상은 회색계(Gray World Assumption) 가정에 기반 하기 때문에 주색도의 보색계열의 색도 값으로 왜곡된다[10]. 따라서 지역적 대비 향상과 자연스러운 색 재현을 위해 서로 다른 크기의 가우시안 필터를 사용한 영상을 가중치 합 하여 결과 영상을 생성하게 된 것이다. 이로 인해 결과 영상에서 지역적 대비를 향상 시키면서 색 바램 현상을 줄일 수 있게 된다.

2.3 비선형 마스킹

Nathan Moroney가 제안한 비선형 마스킹을 이용한 지역 색 보정 기법(NLM: Local Color Correction Using Non-Linear Masking)은 하나의 입력 값을 주변 화소 값에 의존하는 다양한 서로 다른 출력 값에 매핑(mapping)하는 방법을 제공한다[3]. 그리고 동시에 그림자와 하이라이트를 보정하는 것도 가능하며, 이전의 지역 색 보정 기법들에 비해 빠르고 단순한 방법으로 수행될 수 있다. 또한 이 기법은 어떠한 시각 인지 모델에 기반을 두지 않는다. 이 기법은 일반적으로 디지털 카메라를 통해 어떠한 장면을 촬영할 때 지역적으로 노출이 부족한 영상을 개선하는데 이용될 수 있다.

비선형 마스킹 기법은 크게 두 부분으로 구분된다. 첫 번째 부분에서는 영상의 마스크의 획득으로 구성되어 있고, 두 번째 부분은 획득된 마스크와 입력 영상을 결합하는 과정으로 이루어져있다. 알고리즘의 전체적인 흐름은 그림 1과 같다.

먼저 첫 번째 부분은 세 단계로 구성되어 있다.

- 입력 영상을 흑백 영상으로 변환
- 변환된 흑백 영상을 반전
- 가우시안 필터를 이용한 블러링

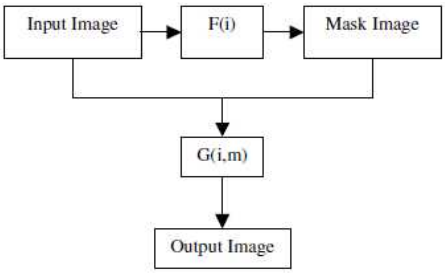

그림 1. 비선형 마스킹 흐름도

입력 영상을 흑백으로 바꾸는 것은 색도의 왜곡을 피하기 위함이고, 영상의 반전은 결과 영상에서 밝아져야할 부분과 어두워져야할 부분을 표시하기 위함이다. 또한 가우시안 필터를 이용하는 것은 영상이 블러링 되면 세부적인 특징이 사라지기 때문에 지역적인 밝기를 추정할 수 있기 때문이다.

다음으로 두 번째 부분은 첫 번째 부분에서 생성한 마스크 영상을 이용하여 다음의 식 (1)을 통해 단순한 지수에서 멱함수를 계산하는 것으로 이루어진다.

$$Output = 255 \times \left(\frac{Input}{255}\right)^{2^{\left(\frac{128-Mask}{128}\right)}} \quad (1)$$

식 (1)은 영상의 상태나 사용자의 선호도에 따라 상수 값 또는 지수의 범위를 쉽게 수정할 수 있다[3]. 비선형 마스킹 기법은 대비 향상이 주목적인 히스토그램 평활화나 Retinex 알고리즘에 비해 대비 향상의 효과는 제한적일 수 있지만, 전반적으로 색도의 변화나 왜곡 되는 현상이 적기 때문에 추가적인 보정 작업을 거칠 필요가 없다는 장점이 있다.

본 논문의 목적은 영상의 주요 속성인 색도의 변화를 최소화하면서 영상의 인지적 대비를 향상시키기 위한 것이기 때문에 다른 기법들에 비해 색도의 변화가 작은 비선형 마스킹 기법을 기반으로 한다.

3. 영상의 인지적 대비 향상을 위한 방법

3.1 비선형 마스킹 기법의 개선

Nathan Moroney가 제안한 비선형 마스킹을 이용한 지역 색 보정 기법은 지역적으로 색을 보정함과 동시에 그림자와 하이라이트 보정까지 할 수 있다는 장점을 지닌다[3]. 하지만 파라미터가 최적화 되어있지 않아 입력 영상의 상태에 따라 파라미터를 따로 설정할 필요가 있고, 또한 색 공간이나 흑백 영상을

취하는 부분에 있어서 아무런 제약이 없기 때문에 여전히 색도 값이 변하게 되고, 채도 또한 떨어져 영상이 퇴색되는 단점을 지닌다.

3.1.1 색 공간에 따른 비선형 마스킹

컬러 영상처리에 있어서 색 공간의 선택은 많은 영향을 미친다. 색 공간에 따라서 색을 표현하는 방식이나 표현하는 범위의 차이가 발생하기 때문이다. 본 논문에서는 색도의 변화를 최소화하기 위해서는 영상에서 밝기 성분만을 분리하여 처리하는 접근으로 일반적으로 영상의 밝기 성분과 생상 성분을 분리하여 알고리즘을 적용하는데 많이 쓰이는 CIELAB 색 공간을 이용하여 비선형 마스킹 기법을 적용하였다.

3.1.2 입력 영상에 적응적인 파라미터 설정

제안된 비선형 마스킹 기법에 사용된 파라미터는 모든 영상에 적합하지 않기 때문에 영상의 상태에 따라 적절히 조절될 필요가 있다. 그래서 알고리즘 적용 시 항상 영상의 상태를 고려할 필요가 있고, 적절한 수치를 찾기 위한 과정이 추가적으로 필요하게 된다. 그러므로 입력 영상에 적응적인 파라미터를 설정하여 모든 영상에 적용할 수 있도록 할 필요가 있다.

우선 마스크 영상을 취하는 부분에서 입력 영상을 CIELAB 색 공간으로 변환하는 경우, L 채널의 값은 0~100의 범위를 갖기 때문에 식 (4)에 적용하기 위해서는 값을 0~255 범위로 확장시킬 필요가 있다. 다음으로, 제안된 비선형 마스킹 기법에서의 마스크 영상의 값은 고정된 것이 아니라 입력 영상의 화소 값에 따라 달라지기 때문에 입력 값에 따른 화소 값은 다음의 그림 2와 같은 형태의 커브를 그린다.

그림 2를 통해 입력 값이 작은 경우 출력 값의 상승 폭이 크고 나머지 부분에서는 값이 서서히 증가한다는 것을 확인할 수 있다. 그러므로 입력 값이 작을 때 출력 값의 상승 폭을 더 늘려주면 영상의 어두운 영역을 세밀하게 표현할 수 있다는 것을 알 수 있다. 식 (1)의 지수 부분을 K라고 하면 식은 다음의 식 (2)와 같이 표현할 수 있다.

$$K = 2^{\left(\frac{b-mask}{a}\right)} \tag{2}$$

식 (2)의 a와 b는 원래 128로 고정된 값으로 이 값들에 의해 비선형 마스킹의 결과가 달라지므로 미지수로 표현하였다. 그림 3은 a와 b값에 따른 입력 값의 변화를 보여준다.

그림 3의 (a)와 (b)를 통해 a의 값은 커브의 전체적인 기울기를 변화시키는 요소이고 b의 값은 상승폭을 결정짓는 요소라는 것을 알 수 있다. a값에 따른 기울기의 변화로 a값은 입력 영상의 화소 값에 따라 변할 필요가 있다. 또한 식 (2)에서 $b-mask$의 값이 작을수록 상승폭이 크기 때문에 b가 0인 경우 밝기 값을 크게 향상 시킬 수 있다는 것을 알 수 있다.

a와 b값의 분석을 통해 식(2)의 결과 값이 작을수록 영상의 정보가 그대로 유지되고, 값이 클수록 밝기 값이 상승된다는 결과를 얻을 수 있다. 그러므로 a의 값은 입력 값이 작을 때는 커지고, 클 때는 작아져야 입력 영상의 상태에 따라 적절하게 출력 값을 결정할 수 있다는 것을 알 수 있다. 수정된 식과 전체 알고리즘 흐름도는 다음과 같다.

$$O_L(x,y) = 255 \times \left(\frac{I_L(x,y)}{255}\right)^{2^{\left(\frac{-mask(x,y)}{inv(I_L(x,y))}\right)}} \tag{3}$$

식 (3)에서 I_L와 O_L은 각각 입력 영상과 출력 영상의 L채널을 의미하고, $inv(I_L(x,y))$은 반전된 L채널을 의미한다. $inv(I_L(x,y))$의 값은 입력 영상을 반전시킨

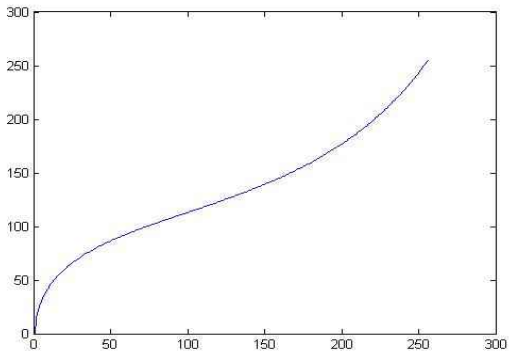

그림 2. 입력 값에 따른 화소 값 매핑

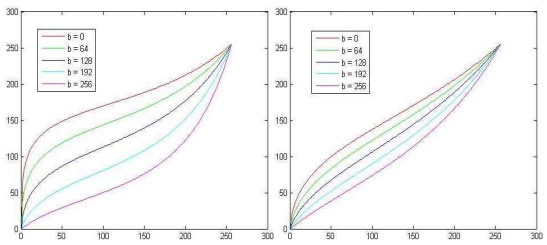

그림 3. a와 b값에 따른 화소 값 매핑.
(a) a = 128, (b) a = 255

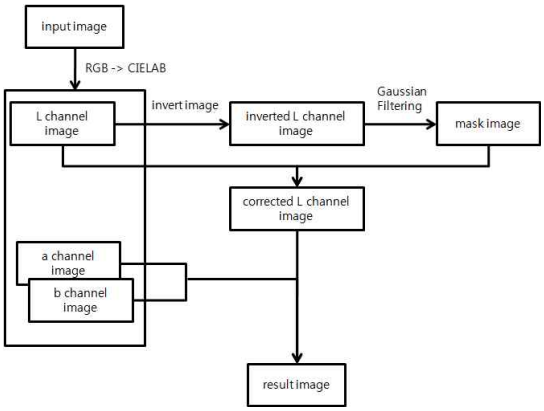

그림 4. 제안하는 알고리즘 흐름도

것이기 때문에 자동적으로 입력 영상의 화소 값이 작을 때는 크게, 클 때는 작게 입력된다. 다음의 그림 5는 제안하는 알고리즘을 적용한 결과를 보여주고 표 1은 입력 영상으로부터의 색도, 채도, 밝기 변화량의 평균을 보여준다.

그림 5의 (c), (d), (e)는 각각 입력 영상과 결과 영상의 색도, 채도, 밝기의 히스토그램 누적 분포를

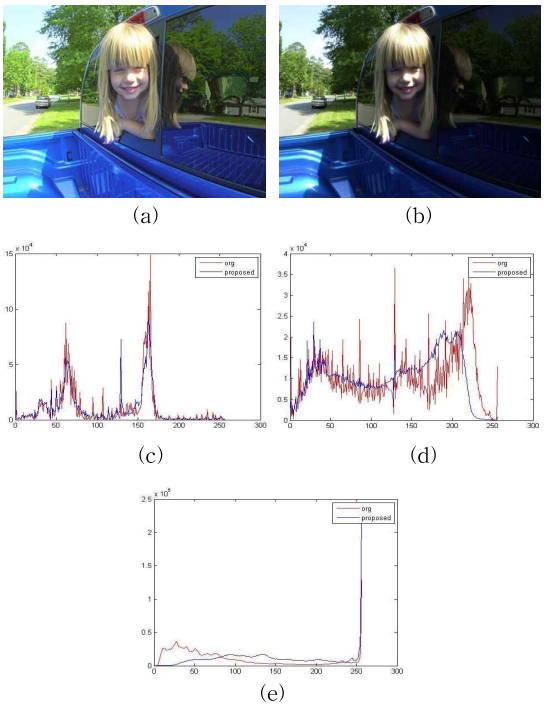

그림 5. 제안하는 알고리즘 적용 결과와 색도, 채도, 밝기 변화의 히스토그램 분포. (a) 입력 영상, (b) 결과 영상, (c) 색도 변화, (d) 채도 변화, (e) 밝기 변화

표 1. 색도, 채도, 밝기 변화

	Original-Proposed
Lightness	18.86
Hue	6.31
Saturation	1.48

나타낸 것이고, 표 1은 입력 영상과 결과 영상을 CIELAB 색 공간으로 변환하여 색도, 채도, 밝기의 평균 차이를 구한 것이다.

그림 5의 (c), (d)와 표 1을 통해 입력 영상으로부터의 색도의 변화가 크지 않다는 것을 알 수 있고, 채도 역시 크게 변하지 않는다는 것을 알 수 있다. 또한 그림 5의 (e)를 통해 밝기 값의 분포가 입력 영상에 비해 더 고르게 분포되어 대비를 향상 시켰음을 알 수 있다. 그러므로 제안하는 방법을 통해 영상의 주요 속성인 색도의 변화를 최소화하면서 영상의 인지적 대비를 향상 시킬 수 있음을 확인할 수 있다.

4. 실험 및 결과

제안하는 알고리즘의 성능을 평가하기 위해 기존의 방법들과 제안하는 방법을 적용한 결과 영상의 색도, 채도, 밝기의 변화를 정량적인 수치로 평가하고, z-score를 통해 정성적인 평가를 하였다. 평가에는 총 8개의 영상이 사용 되었고, SSR, MSR, NLM, 그리고 제안하는 방법을 이용한 결과 영상을 비교 대상으로 하였다. 정량적 평가를 위한 색도, 채도, 밝기는 다음의 식 (4)을 이용하여 계산하였다.

$$\begin{aligned} \Delta H &= \sqrt{(a^*_1 - a^*_2)^2 + (b^*_1 - b^*_2)^2} \\ \Delta S &= \sqrt{a^{*2}_1 + b^{*2}_1} - \sqrt{a^{*2}_2 + b^{*2}_2} \\ \Delta L &= I_L(x,y) - R_L(x,y) \end{aligned} \tag{4}$$

다음으로 z-score는 어떤 특정한 자료 값이 표본 평균으로부터 표준편차의 몇 배 만큼 떨어져 있는가를 측정하는 것으로 다음의 식 (5)과 같이 정의된다.

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma} \tag{5}$$

z-score를 계산하기 위해 영상의 평가를 위한 10명의 인원으로 모집단을 구성하였고, 구성된 모집단에 다양한 영상에 각 알고리즘을 적용한 영상을 보여주어 선호도를 조사하였다. 선호도의 조사는 1:1 비교를 통해 수행하였다. SSR 알고리즘을 적용한 결과

영상을 기준으로 하여 각 알고리즘의 결과 영상을 비교하는 것으로 시작하여, 마지막에는 제안한 알고리즘을 적용한 결과 영상을 기준으로 하여 각 알고리즘의 결과 영상을 비교하였다.

4.1 정량적 평가

다음의 그림 6은 위의 식(4)을 사용하여, 각 알고리즘 적용 결과에 대한 입력 영상으로부터의 색도, 채도, 밝기의 평균 변화량을 보여준다.

그림 6의 (a)와 (b)를 통해 제안하는 알고리즘을 적용한 경우가 대부분의 경우 색도의 차이가 5 미만이고, 채도 차이가 1 미만으로 변화가 가장 작은 것을 확인할 수 있다. 그리고 밝기 값 또한 다른 알고리즘을 적용한 결과와 비슷하거나 더 크게 향상 시켰다는 것을 알 수 있다. 그러므로 제안하는 알고리즘을 적용하면 영상의 주요 속성인 색도의 변화를 최소화하면서 영상의 어두운 영역의 밝기를 향상시켰음을 알 수 있다.

그림 7, 그림 8은 입력 영상과 각 알고리즘을 적용한 결과 영상을 보여준다.

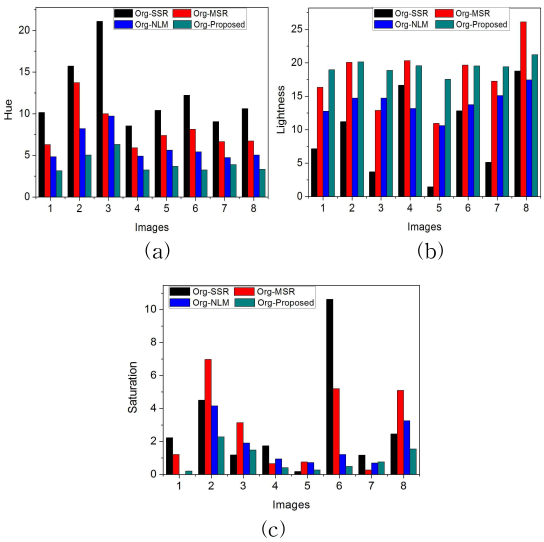

그림 6. 다양한 영상에 대한 알고리즘 적용 시의 색도, 채도, 밝기 변화. (a) 색도 변화, (b) 채도 변화, (c) 밝기 변화

4.2 정성적 평가

그림 9는 다양한 영상에 각 알고리즘을 적용한 결과 영상에 대한 z-score 결과를 보여준다. z-score는

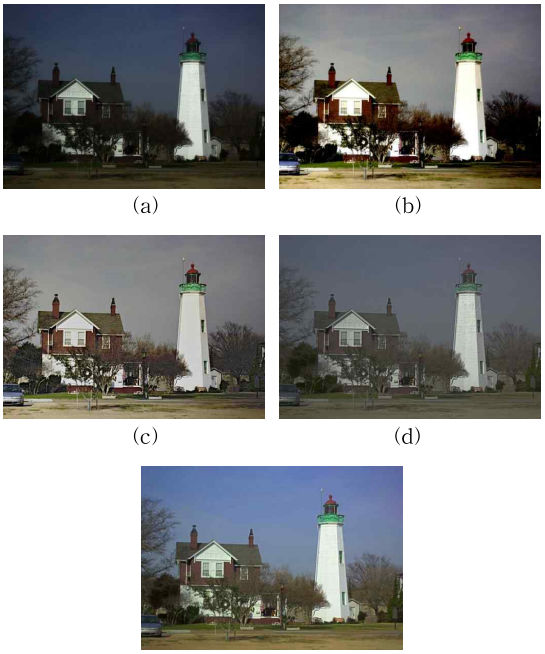

그림 7. 각 알고리즘을 적용한 결과 영상. (a) 입력 영상, (b) SSR (σ=240), (c) MSR(σ=5, 20, 240, w= 0.3, 0.1, 0.6), (d) NLM, (e) Proposed

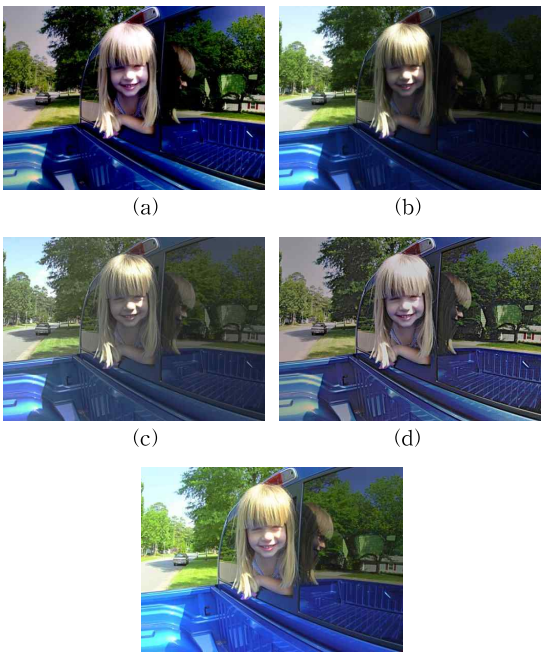

그림 8. 각 알고리즘을 적용한 결과 영상. (a) 입력 영상, (b) SSR (σ=240), (c) MSR(σ=5, 20, 240, w= 0.3, 0.1, 0.6), (d) NLM, (e) Proposed

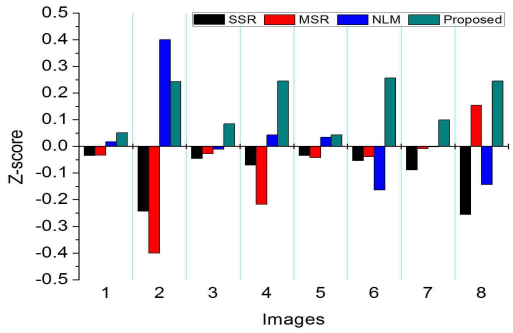

그림 9. 각 알고리즘 적용 결과에 대한 z-score

값이 클수록 좋은 결과를 나타냄을 의미한다. 그림 9를 통해 제안하는 알고리즘을 적용한 결과가 다른 알고리즘을 적용한 결과 보다 대부분 더 높은 값을 나타낸다는 것을 알 수 있다. 따라서 z-score 평가를 이용하여 제안하는 알고리즘이 영상의 인지적 대비를 향상시킬 수 있음을 확인하였다.

5. 결 론

본 논문에서는 비선형 마스킹 기법을 이용한 영상의 인지적 대비 향상 기법을 제안하였다. 비선형 마스킹 기법 효율을 높이기 위해 입력 영상을 CIELAB 색 공간으로 변환하여 적용하였으며, 기존에 제안 되었던 파라미터를 최적화 하였다. 색 공간을 CIELAB를 선택한 것과 파라미터의 최적화를 통해 영상의 주요 속성인 색도의 변화를 최소화 하면서 영상의 어두운 영역의 밝기를 향상 시켜 지각력을 높였으며, 또한 채도의 변화도 최소화하여 영상을 더욱 선명하게 개선시킬 수 있었다. 그리고 알고리즘 성능의 평가를 위해 영상의 색도, 채도, 밝기의 변화량을 통해 정량적인 평가를 수행하였고, z-score를 통해 정성적인 평가도 수행하였다. 그 결과 제안하는 알고리즘은 영상의 주요 속성인 색도의 변화를 최소화 하면서 영상의 인지적 대비를 향상 시킬 수 있음을 확인할 수 있었다.

일반적으로 색도 3 미만의 차이는 인간이 식별하기 힘들다. 하지만 본 논문에서 제안한 방법을 이용하였을 경우 색도의 변화를 최소화 하였음에도 불구하고 최소 3.31, 최대 6.31의 색도 변화를 보이므로 추가적인 보정 작업이나 알고리즘의 개선이 필요하다.

참 고 문 헌

[1] A. K. Jai, *Fundamentals of Digital Image Processing*, Prentice-Hall, 1989.

[2] 이상원, 송창영, 조성수, 김성일, 이원석, 강준길, “Contrast 향상을 위한 가중치 맵 기반의 Retinex 알고리즘,” 전자공학회 논문지, 제64권, IE편 제4호, pp. 31-41, 2009.

[3] Nathan Moroney, “Local Color Correction Using Non-Linear Masking,” IS&T/SID Eighth Color Imaging Conference, 2000.

[4] Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods, *Digital Image Processing, Second Edition*, Prentice-Hall, Upper Saddle River, 2002.

[5] J. A. Stark, “Adaptive Image Contrast Enhancement Using Generalizations of Histogram Equalization,” *IEEE Transactions on Image Processing*, Vol.9, No.5, pp. 889-896, 2000.

[6] Sengee Nyamlkhagva and Choi Heung-Kook, “Contrast Enhancement using Histogram Equalization with a New Neighborhood Metrics,” 한국멀티미디어학회논문지, Vol.11, No.6, pp. 737-745, 2008.

[7] E. Land and J. McCann, “Lightness and Retinex Theory,” *Journal of the Optical Society of America A*, Vol.61 No.1, pp. 1-11, 1971.

[8] D. J. Jobson, Z. Rahman, and G. A. Woodell, “Properties and Performance of a Center/Surround Retinex,” *IEEE Transaction on Image Processing*, Vol.6, No.3, pp. 451-462, 1997.

[9] 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* Vol.6, No.7, pp. 965-976, 1997.

[10] In Su Jang, “Color Correction Based on Multi-scaled Retinex Using Dominant Chromaticity of Image,” Department of Electronics, major in Signal Processing The Graduate School, 2010.

김 경 수

2005년 3월～2009년 2월 안동대학교 컴퓨터 공학과 공학학사

2009년 9월～2011년 8월 안동대학교 컴퓨터 공학과 공학석사

관심분야 : 영상처리, 색 재현, 장치 특성화

김 종 성

1976년 3월～1980년 2월 경북대학교 공과대학 전자공학과 졸업(학사)

1980년 3월～1982년 2월 영남대학교 대학원 전자공학과 졸업(석사)

1988년 1월～1992년 2월 미국 Univ. of Rhode Island, 전기공학과 졸업 (박사)

1994년 3월～현재 안동대학교 사범대학 정보전자공학교육과 교수

관심분야 : 3차원 영상처리

이 철 희

1995년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)

1997년 2월 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)

2000년 8월 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사)

2000년 3월～2003년8월 경운대학교 컴퓨터공학과 전임강사

2003년 9월～현재 안동대학교 컴퓨터공학전공 부교수

관심분야 : 칼라영상처리, 색채공학, 칼라 프린팅 등