

논문 2009-46SP-4-3

공간 JND의 가시성 기반 자동 게인오프셋

(Auto Gain/Offset Based on Visibility of Spatial JND)

김 미 혜*, 장 익 훈**, 김 남 철*

(Mi Hye Kim, Ick Hoon Jang, and Nam Chul Kim)

요 약

본 논문에서는 HVS의 가시성과 영상의 히스토그램 특성을 동시에 고려하는 자동 게인오프셋법을 제안한다. 제안한 방법에서는 대비 신장된 영상의 평균 가시성이 최대가 되도록 클리핑의 상하한 역치를 정하고 이들로부터 유도된 게인 및 오프셋으로 영상의 대비를 신장한다. 가시성 함수는 불균일한 밝기의 주변화소들로부터 중심화소의 밝기 변화를 인간 시각이 인지하는 데 필요한 최소 변화량인 공간 JND를 사용하여 정의한다. 실험결과에서 제안한 방법에 의하여 대비 신장된 영상을 기존의 방법들의 결과 영상에 비하여 전역 대비와 국부 대비가 좋게 개선됨을 보인다.

Abstract

In this paper, we propose an auto gain/offset which considers the visibility of human visual system (HVS) and the histogram of a target image jointly. In the proposed method, the lower and upper clipping thresholds are determined to maximize the averaged visibility of the contrast-stretched image. The target image is then contrast-stretched by the gain and offset derived from the clipping thresholds. We define the visibility as a quantity related to the spatial JND, which means the threshold below which any change of a pixel from its textured neighbors is not recognized by the HVS. Experimental results show that the contrast-stretched images by the proposed method have better global and local contrasts compared to the results by some conventional methods.

Keywords: contrast stretching, color image enhancement, human visual system, just noticeable difference, auto gain/offset

I. 서 론

자연 상태의 불균일한 조명하에서 휴대용 디지털 영상 획득 장치로 영상을 획득할 경우 획득된 영상은 인간 시각으로 본 장면과는 다른 영상으로 나타나는 경우가 흔하다. 따라서 이런 영상들을 인간 시각으로 본 장면에 가깝게 느끼도록 하는 영상 향상 기법들이 많이 연구되어 왔다^[1]. 이들 영상 향상 방법들은 주로 영상에

서 조명의 영향을 줄이고 감마 수정(gamma correction)을 함으로써 영상을 향상한다^[2~8]. 이렇게 향상된 영상을 출력 장치에 디스플레이할 때, 영상의 밝기 범위를 출력 장치의 밝기 범위에 맞추도록 신장하는 대비 신장(contrast stretching) 과정을 거치게 된다.

대표적인 대비 신장 방법으로는 기준 게인오프셋(canonical gain-offset)^[2], 자동 게인오프셋(auto gain-offset)^[4~5] 등이 있다. 기준 게인오프셋에서는 고정된 게인과 오프셋으로 대상 영상의 대비를 신장하여 영상의 밝기범위를 출력 장치의 밝기 범위에 맞춘 후 범위를 벗어나는 화소들을 클리핑한다. 이 방법에서는 게인과 오프셋이 영상의 히스토그램 분포에 무관하게 결정되기 때문에 심하게 클리핑되거나 거의 클리핑되지않는 경우가 발생할 수 있다. 반면 자동 게인오프셋에서는 영상에 따

* 정희원, 경북대학교 전자전기컴퓨터학부
(School of Electrical Engineering and Computer Science, Kyungpook National University)

** 정희원, 경운대학교 디지털전자공학과
(Department of Electronic Engineering, Kyungwoon University)

접수일자: 2008년12월4일, 수정완료일: 2009년6월11일

라 사전에 결정된 클리핑 상하한 역치로 영상을 클리핑하고 이들 역치에 의해 정해진 계인과 오프셋으로 영상의 대비를 신장한다.

자동 계인오프셋에서 클리핑 상하한 역치를 결정하는 방법에는 대상 영상의 최대 밝기와 최소 밝기로 정하는 방법^[4]과 고정된 비율에 해당하는 히스토그램 상의 상하한 밝기 값으로 정하는 방법^[5] 등이 있다. 영상의 최대 최소 밝기를 역치로 정하는 경우 미소한 수의 화소들이 히스토그램의 양 끝에 광범위하게 분포하고 있을 때 이들 화소들이 대비 신장을 방해하여 밝기 범위를 효율적으로 사용하기 어렵다. 고정 비율 기반 클리핑의 경우 클리핑될 화소들이 히스토그램 상의 좁은 범위에 몰려서 분포하는 경우 효과적이지 못하다. 따라서 밝기 범위의 효율을 높이기 위해서는 영상의 히스토그램 형태를 고려하여 클리핑 상하한 역치를 결정하여야 한다. 또한 대비 신장된 영상의 최종 목적지는 인간 시각이므로 영상의 히스토그램 외에도 인간 시각 특성까지 고려한다면 보다 효과적인 대비 신장이 될 것으로 기대해 볼 수 있다.

본 논문에서는 대상 영상의 히스토그램 분포와 HVS (human visual system) 특성의 하나인 가시성 (visibility)을 동시에 고려한 대비 신장법을 제안한다. 제안한 방법에서는 대비 신장한 영상의 평균 가시성이 최대가 되도록 하는 히스토그램 클리핑의 상하한 역치를 결정한 후 자동 계인오프셋으로 영상의 대비를 신장한다. 가시성 함수는 불균일한 밝기의 주변화소들로부터 중심화소의 밝기가 변할 때 인간시각으로 그 변화를 인지하는 데 필요한 최소 변화량을 나타내는 공간 JND (just noticeable difference)^[6]를 도입하여 정의한다.

제안한 대비 신장법의 성능을 평가하기 위하여 삼분 영상생성모델(three-component image formation model) 기반 칼라 영상 향상법^[8]으로 향상된 HDR (high dynamic range) 영상에 제안한 방법을 적용한다. 본 논문의 구성은 II장에서 선형 대비 신장법을 설명하고, III장에서는 제안한 가시성 기반 대비 신장법을 설명한다. IV장에서는 제안한 대비 신장법과 기존의 대비 신장법에 의한 결과 영상들을 비교하고, V장에서 결론을 맺는다.

II. 선형 대비 신장법

선형 대비 신장법에서는 일반적으로 대상 영상 X 의

각 화소 X_p 에 대하여 다음과 같이 대비 신장한다^[10].

$$Y_p = S(X_p; a, b) = \begin{cases} 0, & X < a \\ \frac{X-a}{b-a} \times (L-1), & a < X < b \\ L-1, & X \geq b \end{cases} \quad (1)$$

여기서 Y_p 는 대비가 신장된 영상 Y 의 화소, S 는 대비 신장을 위한 변환 함수, L 은 출력 장치의 밝기 레벨수, 그리고 a 와 b 는 클리핑의 하한 역치와 상한 역치를 각각 나타낸다. 이때 출력 장치의 최소 밝기 및 최대 밝기는 각각 0과 $L-1$ 이 된다. 대상 영상 X 에서 밝기가 a 보다 작거나 b 보다 큰 밝기값은 a 와 b 로 클리핑되고 나머지 밝기들은 (1)식에서와 같이 신장된다. (1)식은 계인과 오프셋을 이용하여 다음과 같이 표현된다.

$$Y_p = S(X_p; a, b) = \begin{cases} 0, & X < a \\ g \cdot X_p + o, & a < X < b \\ L-1, & X \geq b \end{cases} \quad (2)$$

여기서 계인 g 및 오프셋 o 는 각각 a 와 b 에 관하여 다음의 관계를 갖는다.

$$g = \frac{L-1}{b-a} \quad (3)$$

$$o = -a \frac{L-1}{b-a}$$

서론에서 언급된 바와 같이, 기존 계인오프셋에서는 대상 영상을 고정된 계인과 오프셋으로 대비를 신장한 후 출력 장치의 밝기 범위를 벗어나는 화소들을 출력 장치

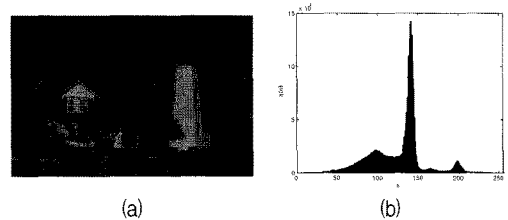


그림 1. 삼분 영상생성모델에 기반한 칼라 영상 향상법으로 향상한 대상 영상을 최대최소기반 자동 계인오프셋으로 대비 신장한 영상과 그 히스토그램: (a) 대비 신장된 영상, (b) 히스토그램

Fig. 1. Contrast-stretched image and its histogram obtained by the auto gain/offset with minmax-based clipping for a target image enhanced by three-component image formation model-based color image enhancement: (a) Contrast-stretched image and (b) histogram.

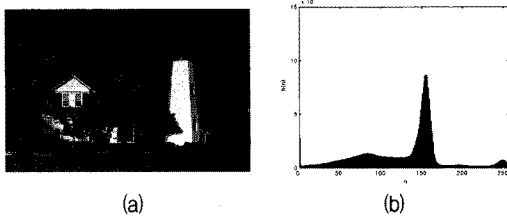


그림 2. 그림 1에서와 같은 대상 영상을 고정 비율 자동 게인오프셋으로 대비 신장한 영상과 그 히스토그램: (a) 대비 신장된 영상, (b) 히스토그램

Fig. 2. Contrast-stretched image and its histogram obtained by the auto gain/offset with ratio-based clipping for the same target image as in Fig. 1.: (a) Contrast-stretched image and (b) histogram

의 최소 밝기와 최대 밝기로 클리핑한다. 자동 게인오프셋에서는 사전에 정한 클리핑 역치 a 와 b 에 의해 대상 영상을 클리핑한 후 (1)식에 기반하여 영상의 대비를 신장한다.

그림 1은 Truview 시험 영상 1^[11]을 삼분 영상생성모델 기반 칼라 영상 향상법^[8]으로 향상한 대상 영상을 최대최소기반 자동 게인오프셋으로 대비 신장한 영상과 그 히스토그램을 보여준다. 이때의 클리핑 하한 및 상한 역치는 각각 $a=3$, $b=255$ 로서, 히스토그램상에서 하위 0.00015%와 상위 0.00004%에 해당하는 밝기값이다. 그림 1(a)에서 결과 영상이 대비가 신장된 후에도 여전히 전체적으로 어둡게 나타남을 볼 수 있다. 그림 1(b)에서 히스토그램상의 양단에 광범위하게 분포하는 미소한 수의 화소들로 인하여 전체 밝기 범위를 효과적으로 사용하지 못함을 알 수 있다.

그림 2는 그림 1에서 사용된 것과 같은 대상 영상을 고정 비율 자동 게인오프셋으로 대비 신장한 영상과 그 히스토그램을 보여준다. 히스토그램에서 영상 전체 화소의 1%에 해당하는 클리핑 하한 및 하한 역치는 각각 $a=47$ 과 $b=202$ 이다. 그림 2(a)에서 대비 신장한 영상의 전역적인 밝기는 그림 1(a)의 경우보다 다소 향상되었지만 자동차 뒤 나무의 어두운 부분은 오히려 더 어둡게 나타남을 알 수 있다. 그림 2(b)의 히스토그램에서는 그림 1(b)와 같이 밝기 범위가 낭비되는 현상은 나타나지 않는다. 그러나 0으로 클리핑된 화소들로 인하여 자동차 뒤 나무의 어두운 부분의 대비가 나빠짐을 확인할 수 있다.

III. 제안한 대비 신장법

대비 신장된 영상의 최종 행선지는 HVS이므로 대비 신장의 궁극적 목표는 대비 신장된 영상을 인간 시각으로 보기에 최대한 좋도록 처리하는 것이라고 할 수 있다. 제안한 방법에서는 인간 시각의 가시성과 영상의 히스토그램 특성을 고려하여 영상의 대비를 신장하기 위하여 대비 신장된 영상의 평균 가시성이 최대가 되도록 하는 히스토그램의 상하한 역치를 구한다. 그리고 이들 값들을 이용하여 자동 게인오프셋으로 영상의 대비를 신장한다.

HVS의 특성 중 하나인 JND는 인간의 시각으로 밝기의 변화를 감지하는 데 필요한 최소 변화량을 나타낸다. JND가 작을수록 인간 시각으로 더욱 잘 구별함을 의미하며 가시성이 큰 것으로 볼 수 있다. 따라서 HVS의 가시성으로 다음과 같이 주어지는 JND의 음함수를 사용한다.

$$V(Y_p) = K - JND(Y_p) \quad (4)$$

여기서 V 는 가시성 함수, Y_p 는 p 위치의 화소의 밝기, JND 는 JND 함수를 각각 나타내며, K 는 JND의 최대 값보다 큰 임의의 상수이다. 널리 알려진 인간 시각의 JND특성 중의 하나로 균일한 배경에서 균일한 밝기의 중심 물체의 밝기 변화를 인간 시각으로 구별하는 데 필요한 최소 변화량이 Weber 법칙으로 모델화되기도 하였다. 그러나 실제 영상의 경우 배경의 밝기가 흔히 불균일하기 때문에 본 논문에서는 불균일한 밝기의 주변 화소들로부터 중심화소를 구별하는 데 필요한 최소 변화량을 나타내는 공간 JND^[9]를 도입한다. 이러한 공간 JND는 다음과 같이 표현된다.

$$JND(\bar{Y}_p) = \begin{cases} 17(1 - \sqrt{\frac{\bar{Y}_p}{127}}) + 3 & \text{if } \bar{Y}_p \leq 127 \\ \frac{3}{128}(\bar{Y}_p - 127) + 3, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (5)$$

여기서 \bar{Y}_p 는 p 위치 화소에서의 국부 평균을 나타낸다. 그림 3은 국부 평균 \bar{Y}_p 에 따른 공간 JND 값의 변화를 보여준다. 그림 3에서 보면 \bar{Y}_p 가 127일 때 JND 값이 가장 작아서 가시성이 가장 크며, 127에서 멀어질수록 JND 값이 커져 가시성이 작아지며 \bar{Y}_p 가 255에 근접할 때보다 0에 근접할 때 JND 값이 더 커져서 가시성이

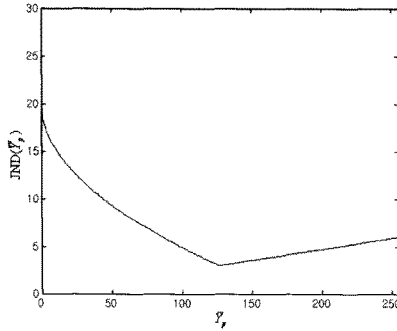


그림 3. 국부 평균에 따른 공간 JND
Fig. 3. Graph of the spatial JND according to the local mean.

더 작아진다는 것을 알 수 있다. 클리핑 하한 및 상한 역치를 a 와 b 로 정할 때, 대상 영상 X 를 (1)식을 이용하여 대비 신장한 영상 Y 의 평균 가시성이 다음과 같이 주어진다.

$$\begin{aligned} \overline{V}_Y(a,b) &= E[V(Y_p)] = \int_0^{L-1} y f_Y(y) dy \\ &= \int_a^b V(S(x;a,b)) f_X^+(x) dx \end{aligned} \quad (6)$$

여기서 \overline{V}_Y 는 대비 신장한 영상 Y 의 평균 가시성을 나타내며, V 는 (4)식으로 주어지는 가시성이다. $f_Y(y)$ 는 대비 신장된 영상 Y 의 확률 밀도 함수 또는 히스토그램을 나타내고, $f_X^+(x)$ 는 역치 a 와 b 에 의하여 클리핑된 영상 X 의 확률 밀도 함수 혹은 히스토그램을 나타낸다. 그리고 이들 클리핑 역치 a 와 b 중에서 최적의 클리핑 하한 역치 및 상한 역치는 다음과 같이 결정된다.

$$(a^*, b^*) = \arg \max_{(a,b) \in R} \overline{V}_Y(a,b) \quad (7)$$

$$R = (a,b) | \Pr[X < a] < \delta \text{ and } \Pr[X > b] < \delta$$

여기서 a^* 와 b^* 는 각각 최적의 클리핑 하한 및 상한 역치이며 \Pr 은 영상 X 에서 역치로 클리핑되는 화소들의 발생 확률을 나타낸다. 그리고 δ 는 클리핑 역치쌍 (a, b) 에 의하여 클리핑된 영상의 히스토그램 형태가 크게 변하지 않도록 하기 위한 역치이다.

그림 4는 그림 1에서와 같은 대상 영상을 제안한 가시성 기반 자동 개인오프셋으로 대비 신장한 영상과 그 히스토그램을 보여준다. 여기서 가시성 기반 클리핑의

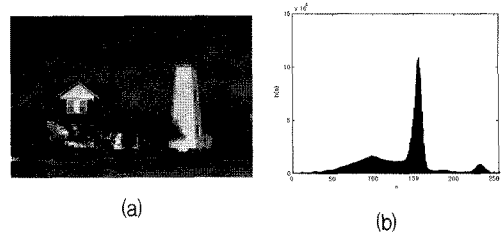


그림 4. 그림 1에서와 같은 대상 영상을 가시성 기반 자동 개인오프셋으로 대비 신장한 영상과 그 히스토그램: (a) 대비 신장된 영상, (b) 히스토그램

Fig. 4. Contrast-stretched image and its histogram obtained by the visibility-based auto gain/offset for the same target image as in Fig. 1: (a) Contrast-stretched image and (b) histogram.

하한 및 상한 역치는 $a=23, b=216$ 로서, 히스토그램상에서 하위 0.02%와 상위 0.05%에 각각 해당하는 밝기 값이다. 그림 4(a)의 대비 신장된 영상을 그림 1(a)의 영상과 비교해 보면 밝기가 전역적으로 밝아졌으며, 그림 2(a)의 영상과 비교해 보면 어두운 영역의 대비가 감소되지 않고 잘 드러남을 알 수 있다. 그림 4(b)의 히스토그램을 살펴보면 그림 1(b)와 같이 밝기 범위의 낭비가 거의 없으며, 그림 2(b)와 같이 심하게 클리핑되지 않았음을 볼 수 있다.

IV. 실험 결과 및 검토

본 논문에서 제안한 대비 신장법의 성능을 평가하기 위하여 TruView 영상^[11]과 IVRG 영상^[12]을 시험 영상으로 사용하였다. 이들 영상을 삼분 영상생성모델 기반 칼라 영상 향상법^[8]으로 향상시켜 얻은 대상 영상들에 제안한 대비 신장법을 적용하였다. 그리고 제안한 방법의 성능을 기준 개인오프셋^[2]과 고정 비율의 자동 개인오프셋^[5]의 성능과 비교하였다. 기준 개인오프셋의 개인과 오프셋은 그림 4에서 제안한 방법으로 구한 클리핑 역치로부터 유도된 $g=1.32, o=-30.38$ 로 정하였다. 고정 비율의 자동 개인오프셋에서 클리핑 역치는 Meylan과 Süssstrunk^[5]가 사용한 전체 화소의 하위와 상위 1%에 해당하는 밝기 값으로 정하였다. 제안한 방법에서 식 (7)의 히스토그램의 형태가 크게 변하지 않도록 하는 역치 δ 는 $\delta=0.02$ 로 정하였다.

표 1은 그림 5와 6의 대상 영상에서 적용된 대비 신장법에 따라 정해진 클리핑 역치들을 보여준다. 표 1

표 1. 대상 영상에서 대비 신장방법에 따라 정해진 클리핑 역치

Table 1. Clipping thresholds obtained by each contrast stretching method for target images.

(a, b: 클리핑 하한 및 상한 역치)

그림	기준 게인오프셋 (Canonical gain/offset)		고정 비율 자동게인 오프셋 (Fixed ratio-based auto gain/offset)		제안한 방법 (Proposed method)	
	a	b	a	b	a	b
그림 5	23 (4.0%)	216 (0.001%)	16 (1.0%)	178 (1.0%)	4 (0.034%)	179 (0.98%)
그림 6	23 (0.001%)	216 (11.6%)	97 (1.0%)	236 (1.0%)	43 (0.02%)	246 (0.026%)

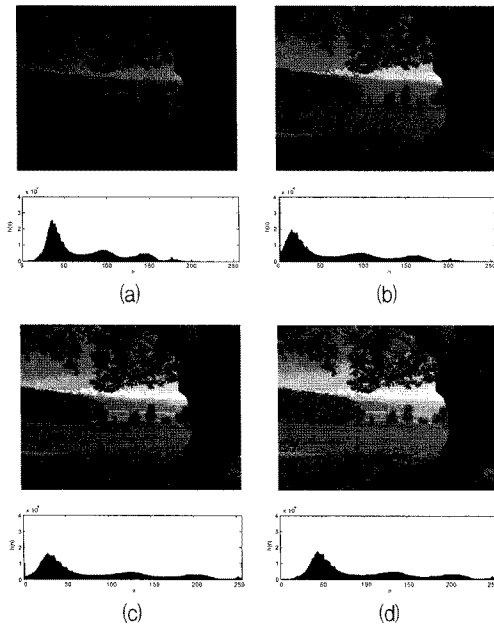


그림 5. IVRG 시험 영상을 향상한 대상 영상을 기존의 방법과 제안한 방법으로 대비 신장한 영상들: (a) 대상 영상, (b) 기준 게인오프셋, (c) 고정 비율의 자동 게인오프셋, (d) 제안한 방법

Fig. 5. Performance comparison of the proposed method and some conventional methods for the target image enhanced from an IVRG test image: (a) target image, (b) canonical gain/offset, (c) auto gain/offset with ratio-based clipping, and (d) proposed method.

에 정리된 각 대비 신장방법에 따른 클리핑 역치 값들로 대상 영상을 대비 신장한 결과 영상들을 그림 5와 6에서 보여준다.

그림 5는 IVRG 시험 영상을 향상시켜 얻은 대상 영상과 기준 게인오프셋, 고정 비율의 자동 게인오프셋, 그리고 가시성 기반 자동 게인오프셋으로 대상 영상을 대비 신장한 영상들과 그 히스토그램들을 보여준다. 본 대상

영상에서 각 대비 신장방법에 따라 결정된 클리핑 역치는 표 1과 같다. 그림 5(a)에서 보면 히스토그램이 어두운 쪽으로 치우쳐 분포하고 있어서 대상 영상이 여전히 전역적으로 어둡게 보인다. 그림 5(b)는 기준 게인 오프셋으로 대비 신장한 영상이다. 이 영상에서 많은 화소들이 0으로 클리핑되어 어두운 나무 부분이 더욱 어둡게 나타남을 알 수 있다. 그림 5(c)는 고정 비율 자동 게인오프셋으로 대비 신장한 영상이다. 이 영상의 경우 히스토그램 상에서 밝기 범위가 낭비되고 있지만 어두운 나무 부분의 국부 대비가 나빠졌음을 알 수 있다. 그림 5(d)는 가시성 기반 자동 게인오프셋으로 대비 신장한 영상이다. 이 경우 그림 5(a)와 비교하였을 때 대비 신장한 영상이 전역적으로 밝아졌으며, 그림 5(b)와 비교하였을 때 나무부분의 국부적인 대비가 잘 드러남을 알 수 있다.

그림 6은 TruView 시험 영상 2를 향상시켜 얻은 대상 영상과 기준 게인오프셋, 고정 비율의 자동 게인오프셋, 그리고 가시성 기반 자동 게인오프셋으로 대상 영상을 대비 신장한 영상들과 그 히스토그램들을 보여준다. 본 대상 영상에서 각 대비 신장방법에 따라 결정된 클리핑 역치는 표 1과 같다. 그림 6에서는 히스토그램의 분포를 보다 잘 확인하기 위하여 히스토그램을 확대하여 나타내었다. 그림 6(a)에서 보면 히스토그램이 밝은 쪽으로 치우쳐 분포하고 아주 어두운 쪽에는 거의 분포하지 않아 대상 영상이 상당히 밝게 보인다. 그림 6(b)는 기준 게인오프셋으로 대비 신장한 영상이다. 이 영상의 히스토그램 상에서 많은 화소들이 255에 클리핑되었고 어두운 쪽 범위는 여전히 낭비되고 있다. 이로 인하여 창 밖의 밝은 영역은 더욱 밝아져 사물들이 잘 보이지 않음을 알 수 있다. 그림 6(c)는 고정 비율 자동 게인오프셋으로 대비 신장한 영상이다. 이 영상의 경우 히스토그램 상의 어두운 쪽 범위가 낭비되지 않지만 비행기들이 어둡게 보인다. 그림 6(d)는 가시성 기반

V. 결 론

본 논문에서는 영상의 HVS의 가시성과 히스토그램 특성을 고려하는 대비 신장법을 제안하였다. 제안한 방법에서는 대상 영상을 대비 신장할 때 대비 신장된 영상의 평균 가시성이 최대가 되도록 하는 클리핑의 상하한 역치를 정하였다. 이렇게 정해진 최적의 상하한 역치를 이용하여 영상의 대비를 신장하였다. 가시성 함수는 불균일한 밝기의 주변 화소들로부터의 중심화소의 밝기 변화를 인간 시각으로 인지하는 데 필요한 최소 변화량인 공간 JND를 도입하여 정의하였다. 제안된 방법의 성능을 평가하기 위하여 HDR 영상들을 삼분 영상생성모델 기반 칼라 영상 향상법으로 향상하여 얻은 대상 영상들에 적용하였다. 실험 결과 제안한 방법은 기존 방법보다 전역 대비와 국부 대비를 인간 시각으로 더 잘 감지할 수 있도록 대비를 신장시킴을 확인할 수 있었다.

참 고 문 헌

- [1] M. Ebner, *Color Constancy*. New York: Wiley, 2007.
- [2] D. Jobson, Z. Rahman, and G. A. Woodell, "Properties and performance of a center/surround retinex," *IEEE Trans. Image Process.*, vol. 6, no. 3, pp. 451-462, Mar. 1997.
- [3] R. Kimmel, M. Elad, D. Shaked, R. Keshet, and I. Sobel, "A variational framework for retinex," *Int. J. Comput. Vis.*, vol. 52, no. 1, pp. 7-23, Jan. 2003.
- [4] A. Moore, J. Allman, and R. M. Goodman, "A real-time neural system for color constancy," *IEEE Trans. Neural Networks*, vol. 2, no. 2, pp. 237-247, Mar. 1991.
- [5] L. Meylan and S. Süsstrunk, "High dynamic range image rendering with a retinex-based adaptive filter," *IEEE Trans. Image Process.*, vol. 15, no. 9, pp. 2820-2830, Sep. 2006.
- [6] 최두현, 장익훈, 김남철, "개선된 영상 생성 모델에 기반한 칼라 영상 향상," 전자공학회 논문지, 제43 권 SP편, 제6호, pp. 65-84, 2006년 11월
- [7] D. H. Choi, I. H. Jang, M. H. Kim, and N. C. Kim, "Color image enhancement based on single-scale retinex with a JND-based nonlinear filter," in *Proc. IEEE Int. Symp. Circuits and Syst.*, New Orleans, USA, pp. 3948-3951, May 2007.
- [8] D. H. Choi, I. H. Jang, M. H. Kim, and N. C.

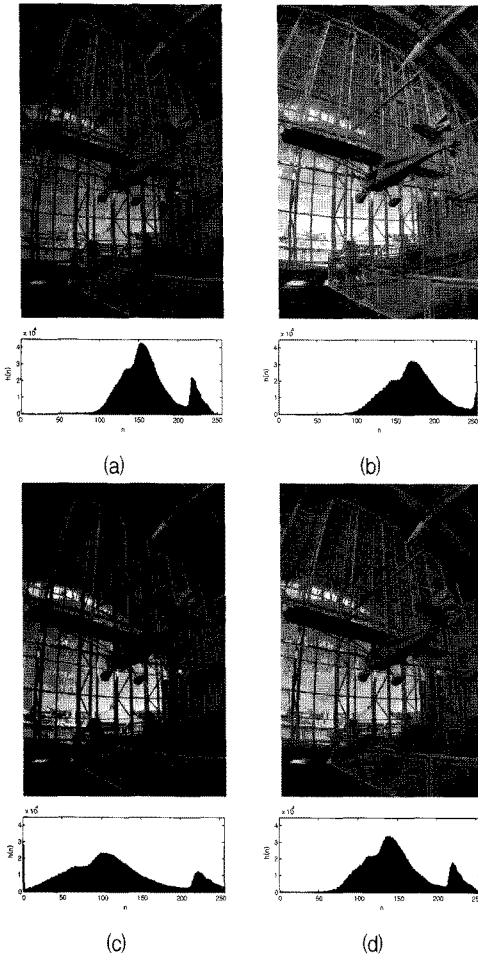


그림 6. TruView 시험 영상 2를 향상한 대상 영상을 기존의 방법과 제안한 방법으로 대비 신장한 영상들: (a) 대상 영상, (b) 기존 게인오프셋, (c) 고정 비율의 자동 게인오프셋, (d) 제안한 방법

Fig. 6. Performance comparison of the proposed method and some conventional methods for the target image enhanced from TruView test image2: (a) Target image, (b) canonical gain/offset, (c) auto gain/offset with ratio-based clipping, and (d) proposed method.

자동 게인오프셋으로 대비 신장된 영상이다. 이 영상은 255의 밝기로 과도하게 클리핑되는 현상이 없고 그림 6(c)의 비행기들에서 나타나는 국부 대비의 저하도 없음을 알 수 있다. 실험 결과 다른 시험 영상들에서도 이들과 유사한 결과를 보임을 확인하였다.

Kim, "Color image enhancement using single-scale retinex based on an improved image formation model," in *Proc. EUSIPCO-2008*, Lausanne, Switzerland, Aug. 2008.

- [9] H. R. Wu and K. R. Rao, *Digital Video Image Quality and Perceptual Coding*, p. 295, Boca Raton, FL: CRC Press, 2006.
- [10] A. K. Jain, *Fundamentals of Digital Image Processing*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1989.
- [11] [Online]. Available: <http://ivrg.epfl.ch>
- [12] [Online]. Available: <http://www.truview.com>

저 자 소 개



김 미 혜(정회원)
2000년 경일대학교 정보통신
공학과 학사 졸업.
2008년 경북대학교 전자공학과
석사 졸업.
2008년 3월~현재 경북대학교
전자전기컴퓨터학부
박사과정.

<주관심분야 : 영상처리, 컴퓨터 비전>



장 익 훈(정회원)
1986년 경북대학교 전자공학과
학사 졸업.
1988년 경북대학교 전자공학과
석사 졸업.
1998년 경북대학교 전자공학과
박사 졸업.

1988년 2월~1994년 2월 국방과학연구소 연구원
1998년 3월~현재 경운대학교 디지털전자공학과
조교수
2005년 1월~현재 한국정보처리학회 편집위원
2008년 3월~현재 경운대학교 산업기술연구소장
<주관심분야 : 영상처리, 컴퓨터 비전>



김 남 철(정회원)
1978년 서울대학교 전자공학과
학사 졸업.
1980년 한국과학기술원 전기 및
전자공학과 석사 졸업.
1984년 한국과학기술원 전기 및
전자공학과 박사 졸업.

1984년~현재 경북대학교 전자전기컴퓨터학부
교수

1990년 1월~1994년 12월 생산기술연구원
HDTV 신호처리 분과위원

1994년 1월~1996년 12월 한국통신학회 및
대한전자공학회 편집위원

1997년 1월~1998년 12월 한국통신학회
신호처리연구회 위원장

2002년 9월~2004년 8월 경북대학교 전자전기
컴퓨터 학부장

2002년 9월~2004년 8월 경북대학교 BK21
정보기술인력양성사업단 단장

2005년 1월~현재 대한전자공학회 협동이사

2004년 9월~2005년 12월 모바일 단말 상용화센
터 인력양성사업 경북대학교 사업책임자

2005년 9월~2008년 8월 경북대학교
정보전산원장

<주관심분야 : 영상처리, 영상압축, 영상복원, 컴
퓨터 비전>