

## 칼라 영상의 향상을 위한 준선형 IHS 기반 좌표계

(Pseudo-linear IHS-based Coordinate System  
for Color Image Enhancement)

金正燁,\* 沈載昌,\* 金順子,\* 河永浩\*

(Jeong Yeop Kim, Jae Chang Shim, Soon Ja Kim, and Yeong Ho Ha)

## 要 約

선형적인 좌표계를 사용하면 칼라 영상의 향상을 쉽게 처리할 수 있다. 그러나 몇가지 보편적인 칼라 좌표계들은 대부분 기하학적인 모양에서 비선형적인 특성이 있다. 본 논문에서 제안한 좌표계는 인간의 색 인식을 적절히 표현해 주는 IHS 좌표계에 기초한 비교적 선형적인 모양을 갖는다. 또한 영상의 밝기를 처리하는 과정에서 경계선을 보존하는 평활화 알고리즘이 제안되었다.

## Abstract

Color image enhancement can be achieved easily by using linear form of coordinate system. But some popular color coordinate systems almost have nonlinear characteristics in the geometric form. In this paper, the proposed coordinate system has pseudo-linear form and based on IHS system which represents human color perception appropriately. And for the image intensity processing, an edge-preserving smoothing algorithm is presented.

## I. 서 론

영상 향상(image enhancement)은 영상 처리를 통하여 인간의 눈에 선명한 화질의 영상을 얻는 것이다. 칼라 영상의 화질에 가장 큰 영향을 미치는 요소는 밝기(brightness), 대비(contrast), 색포화도(saturation)이다.<sup>[1]</sup> 밝기는 영상의 전체적인 밝기이며 너무 어둡거나 밝지 않아야 하고, 대비는 밝기의 상대적인 비율을 나타내는 것으로 일반적으로는 클수록 좋다. 색포화도는 색상의 순도를 나타내며 영상의 생동

감을 표현하므로 강하게 하는 것이 좋다. 그러나 대비와 포화도가 지나치게 강하면 오히려 부자연스러워진다.

기존의 칼라 좌표계들<sup>[2-5]</sup>에서 색요소들을 변화시킬때, 좌표계의 기하학적인 모양이 처리과정에 영향을 미친다. RGB 좌표계는 영상 처리 장치의 하드웨어에 적합하여 많이 사용되고 있다. 그러나 이 좌표계의 모양이 색요소를 변화시키기에 적합하지 않으므로 처리가 어렵다. XYZ 좌표계는 널리 사용되고 있으나 색조의 선형성이 떨어지고 포화도의 비선형성으로 인해 처리가 쉽지않다. YIQ 좌표계는 TV 신호의 전송을 위해 만들어진 것이다. 색조가 XYZ 보다는 선형성을 가지나 색포화도를 변화시킬때 I와 Q의 비율을 일정하게 유지해야 하는 단점이 있다. 또한 IHS(intensity,

\*正會員, 慶北大學校 電子工學科  
(Dept. of Elec. Eng., Kyungpook Nat'l Univ.)  
接受日字: 1992年 3月 30日

hue, saturation) 좌표계는 인간의 색 인지(perception)를 가장 잘 표현해 주는 좌표계로서 색조(hue), 색포화도 및 밝기의 값을 변화하는 것이 용이하나 좌표계 모델의 기하학적인 모양이 불규칙하여 값의 조정이 복잡하므로 단순한 처리를 위해서는 IHS 좌표계에 기반을 둔 보다 선형적인 좌표계가 필요하다. 좌표계의 선형성은 실제 처리 알고리즘을 구현할 때 문제가 된다.

본 논문에서는 영상 향상을 위하여 IHS 좌표계의 비선형성을 보완한 새로운 좌표계를 제안하였다. 일반적으로 색조의 값은 각도로 표시되며 제안된 좌표계는 색조가 각도에 대해 선형적이다. 색포화도는 색조에 따라 그 값의 비율이 규칙적인 형태로 나타나고, 밝기는 RGB 삼원색의 평균값으로 표현된다. 제안된 좌표계에서는 RGB의 세가지 기본 벡터에서 출발하여 벡터를 합성함으로써 색포화도와 색조를 계산할 수 있으며 좌표계의 전체적인 모양은 복원추에 가깝다. 화질의 개선을 위하여 밝기의 유효범위(dynamic range)를 최대한 늘려 대비를 증가시켰고,<sup>[4, 6-8]</sup> 균등한 변화를 위해 색상의 포화도는 모든 밝기의 범위에 대하여 정규화하여 처리하였다. 색조는 영상 고유의 속성이므로 원래의 상태로 유지되게 하였다. 좌표계의 모양이 완전한 선형은 아니므로 실제 처리에 있어서는 정규화를 위한 보정 과정이 필요하였다.

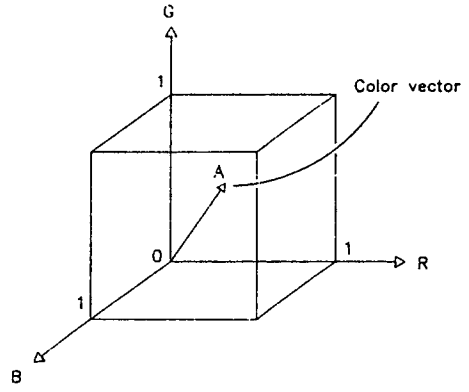


그림 1. RGB 좌표계  
Fig. 1. RGB coordinate system.

### 3. XYZ 좌표계

국제 조명위원회(CIE)에서 통용되는 기준을 마련하기 위해 지정한 것이다. 색조를 고정시키고 색포화도를 변화시키려면  $x$ 와  $y$ 의 두 변수를 변화시켜야 한다.

이 때  $x$ 와  $y$ 는 색조와 색포화도를 동시에 변화시킬 수 있으므로 이에 따른 처리가 있어야 한다. 좌표계의 한 단면은 그림 2와 같다.

## II. 기존 좌표계

### 1. RGB 좌표계

색을 적색, 녹색, 청색의 세가지 변수로써 표현하며 영상 향상에서 다루기는 어려우나 영상처리 하드웨어 구조에 맞는 특성을 갖고 있으므로 널리 사용되고 있다. 색포화도를 변화시키려면 그림 1의 OA 선분에 대해 수직으로 멀어지게 R, G, B의 값을 조정해야 하고, 밝기성분을 변화시키려면 OA 선분에 평행하게 R, G, B의 값을 조정한다. 이는 기하학적으로 처리하기 어려운 작업이다. 이와 같이 R, G, B만으로는 색상을 해석하기 어려우므로 대부분 다른 좌표계 형태로 변환하여 사용한다.

### 2. YIQ 좌표계

밝기인 흑백성분 Y와 색상 성분인 I 및 Q의 세가지 변수로써 칼라를 표현한다. 색포화도를 변화시키려면 I와 Q의 비를 변화시키지 않고 그 값만 변화시켜서 취할 수 있으며 실제로 I와 Q의 2개 변수를 수정해야 한다. 그리고 화소마다 변화된 값이 좌표계내에 존재하는지 확인하는 과정이 필요하다.

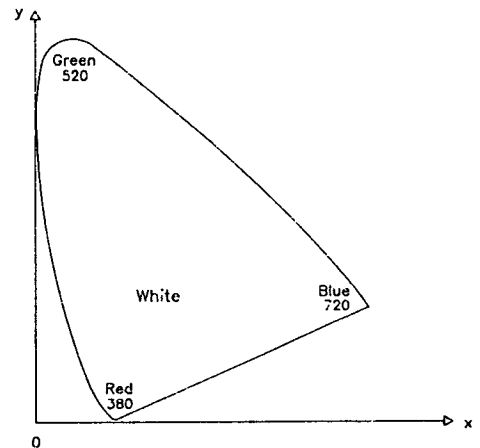


그림 2. XYZ 좌표계  
Fig. 2. XYZ coordinate system.

### 4. IHS 좌표계

밝기 I와 색포화도 S 및 색조 H를 NTSC 전송방식의 YIQ 좌표계를 통하여 표현하면

$$I = Y, \quad (1)$$

$$H = \tan^{-1}\left(\frac{Q}{I}\right), \tag{2}$$

$$S = \sqrt{I^2 + Q^2} \tag{3}$$

와 같다. 이 좌표계는 앞의 세 좌표계 경우와는 달리, 최종적으로 변환되어 얻어진 값이 영상 향상에 있어서 다루기 좋은 변수 형태로 존재한다. 그러나 각 값을 변화시킬때 화소마다 변환된 값이 좌표계 범위내에 대응되는지 확인해야 하며 좌표계의 모양은 그림 3과 같다.

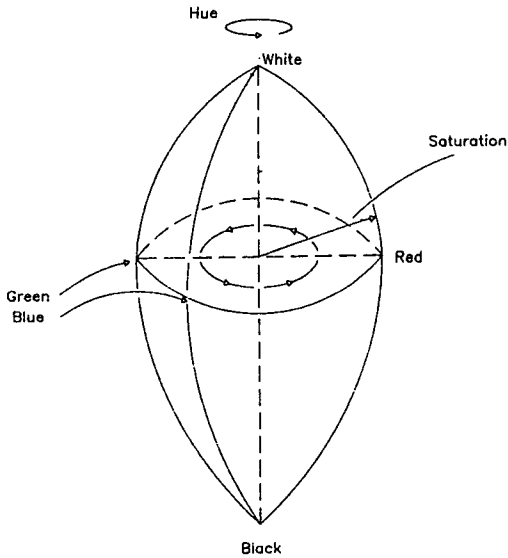
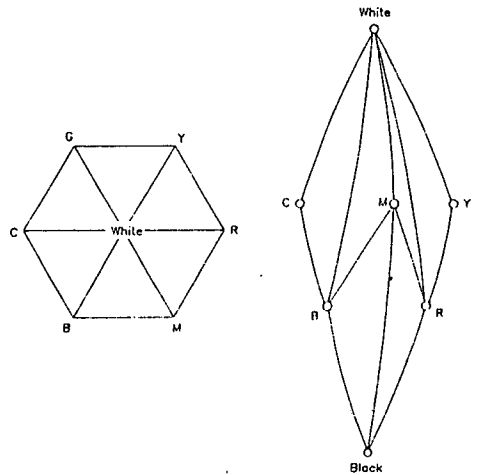


그림 3. IHS 좌표계  
Fig. 3. IHS coordinate system.

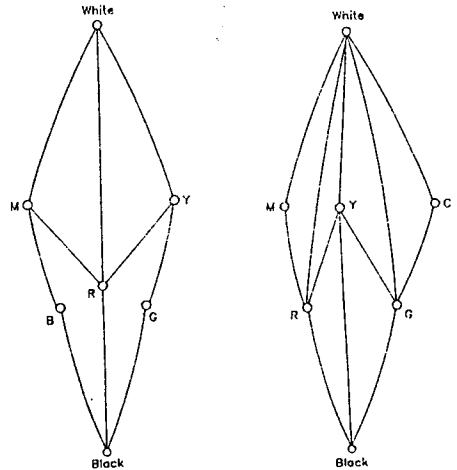
III. 제안한 새로운 IHS 기반 좌표계

앞에서 살펴본 좌표계들을 영상 향상에 이용할 경우 좌표계의 기하학적인 모양이 불규칙하여 실제 처리에 어려움이 있다. 이 문제를 해결하기 위해서는 가급적 규칙적인 모양을 갖는 좌표계가 요구된다. 본 논문에서는 그림 4와 같은 비교적 규칙적이며 선형성을 갖는 좌표계를 제안하였다. 그림 5에서 RGB 벡터의 정규화된 삼원색인 r, g 및 b를 이용하여 색도(chromaticity)  $\vec{C}$  를 표현하면

$$\begin{aligned} \vec{C} &= r \angle 0 + g \angle (2\pi/3) + b \angle (4\pi/3) \\ &= \frac{2 \times r - g - b}{2} + j \frac{\sqrt{3}(g - b)}{2} \\ &= S_p \angle H_p \end{aligned} \tag{4}$$



(a) 평면도 (b) 측면도(좌)



(c) 정면도 (d) 측면도(우)

그림 4. 좌표계의 모양

(a) 평면도 (b) 측면도(좌)  
(c) 정면도 (d) 측면도(우)  
Fig. 4. The form of the proposed coordinate syste.  
(a) plane figure, (b) side view(left),  
(c) front view, (d) side view(right).

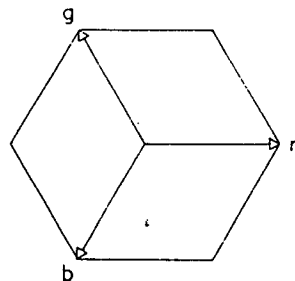


그림 5. rgb로 표현하는 칼라 벡터  
Fig. 5. Color vector representation using rgb.

이다. 제안한 IHS 좌표계의 변수식들은 식(4)로부터 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned}
 I_p &= \frac{1}{3}(r+g+b), & 0 \leq I_p \leq 255 \\
 H_p &= \text{atan}2(\sqrt{3}(g-b), 2r-g-b), & -\pi \leq H_p \leq \pi \\
 S_p &= \sqrt{r(r-g)+g(g-b)+b(b-r)}, & 0 \leq S_p \leq 255 \quad (5)
 \end{aligned}$$

특정 색조에 대한  $I_p$ - $S_p$  단면은 그림 6(a)와 같고, 그림 6(a)에서  $S_p$ 를 단면내에서의 최대값을 기준으로 정규화 시키면 그림 6(b)와 같이 나타난다. 이렇게 하여 밝기 변화시 처리된 화소가 좌표계 밖에 대응되는 문제점을 해결할 수 있으며, 밝기를 변화시킬때 색포화도간의 상대적인 비율을 유지하게 된다. 좌표계 정규화의 기준점인  $S_m$ 과  $I_m$ 을 구하는 방법은 다음과 같다. 색조  $H_p$ 에 따른  $S_m$ 은 그림 7로부터 식(6)으로 표현된다.  $I_m$ 은 특정  $H_p$ 에 대하여 색포화도 값이 최대인  $S_m$ 에서의 밝기값이며, 이들의 궤적은 그림 8과 같이 나타난다.

$H_d$ 는  $H_p$ 를 라디안(radian)에서 십진법 각도(degree)로 바꾼값이며  $k$ 는 정수일때,  $S_m$ 은

$$S_m = \frac{255 \times \cos(30^\circ)}{\cos(H_d - 30 - 60 \times k)}, \quad k = H_d/60 \quad (6)$$

이다. 그림 6(a)의  $S_p$ 에서 그림 6(b)의 정규화된  $S'_p$ 으로의 변환은

$$S'_p = \begin{cases} S_p \times \frac{255 - I_m}{255 - I_p}, & I_m \leq I_p < 255 \\ S_p \times \frac{I_m}{I_p}, & 0 \leq I_p < I_m \end{cases} \quad (7)$$

이다.  $I_p$ 가 255인 경우는 흰색(white)을,  $I_p$ 가 0인 경우는 흑색(black)을 각각 의미하므로 이들의 경우는 색포화도의 고려대상에서 제외하였다.

좌표계의 역변환 과정은  $I_m$ 과  $S_m$ 을 기준으로 색포화도만이 정규화된  $I_p H_p S'_p$ 에서  $I_p H_p S_p$ 로 바꾼 후 매개변수  $V_1, V_2$  및  $V_3$ 를 통하여 식(8)과 같이 RGB로 변환한다.

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{2}{3} & 0 & 1 \\ -\frac{1}{3} & \frac{1}{\sqrt{3}} & 1 \\ -\frac{1}{3} & -\frac{1}{\sqrt{3}} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \end{bmatrix} \quad (8)$$

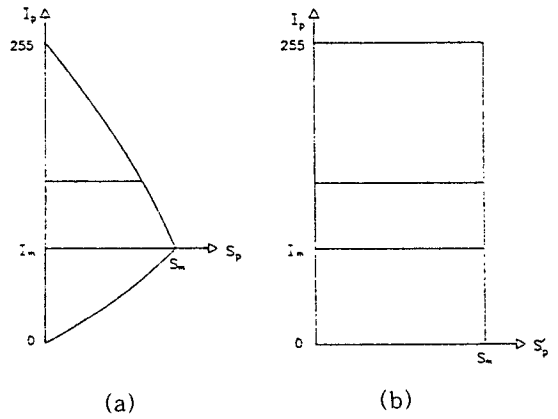


그림 6. 제안한 좌표계의 한 단면  
(a) 원래의 단면 (b) 변화된 단면  
Fig. 6. A cross-section of the proposed coordinate system.  
(a) original, (b) transformed.

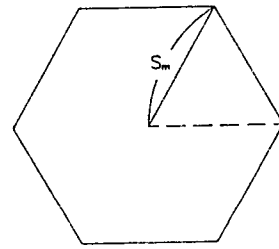


그림 7.  $S_m$ 의 표현  
Fig. 7. Representation of  $S_m$ .

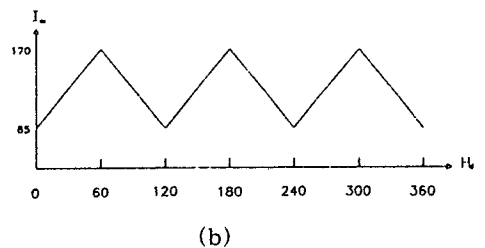
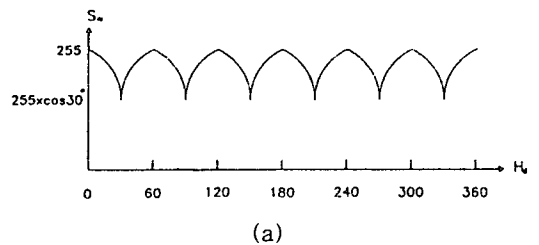


그림 8.  $S_m$ 과  $I_m$   
(a)  $S_m$  대  $H_d$  (b)  $I_m$  대  $H_d$   
Fig. 8.  $S_m$  and  $I_m$ .  
(a)  $S_m$  vs.  $H_d$ , (b)  $I_m$  vs.  $H_d$ .

이 때 사용된 매개변수는 다음과 같이 표현한다.

$$V_1 = S_p \times \cos H_p \quad (9a)$$

$$V_2 = S_p \times \sin H_p \quad (9b)$$

$$V_3 = I_p \quad (9c)$$

실제 좌표계내에서 값을 처리하는 경우 입력 영역인 RGB는 형태이지만 처리 영역인  $I_p H_d S_p$ 는 실수 형태로 값이 존재한다. 특히  $H_d$ 의 경우 그림 6과 같이  $I_m$ 과  $S_m$ 을 기준으로 하여 처리하는 데 큰 문제점을 안고 있다.

이를 해결하기 위하여  $H_d$ 값을 정수로 바꾸어 0에서 359의 범위내에서 처리하는 것이 바람직하다. 색조인  $H_d$ 의 실수값을 정수화하는 과정에서, 각 색조에 있어서의 좌표계 기준점에 해당하는  $S_m$ 이 변화할 수 있기 때문에 교정하고자 하는 색조의 색포화도를 수정해야 한다. 그림 9는 좌표계의 평면도에 해당하는 개념이며,  $H_d$ 를 근사화 시킬때 색조 ①에서 색조 ②로 바꾸면 색조 ②의  $S_m$ 이 변화하게 된다. 이를 피하기 위하여,  $S_{m1}$ 은 색조 ①에서의  $S_m$  값이고  $S_{m2}$ 는 색조 ②에서의  $S_m$  값일 때,  $S_{m1} > S_{m2}$ 인 방향 즉, 그림에서는 색조 ②에서 색조 ①로 근사화해야 하며 전체  $H_d$ 에 대해 근사화시키는 방향을 나타낸 것이 그림 10이다. 근사화된 색조  $H_d'$ 을 가우스 수(Gauss number)를 통하여 표현하면

$$k = [H_d/30] \quad (10)$$

$$H_d' \begin{cases} [H_d - 0.5], k \text{ 가 짝수} \\ [H_d + 0.5], k \text{ 가 홀수} \end{cases} \quad (11)$$

이다. 한 화소에 대해  $H_d$ 를 변화시킬 때 각  $H_d$ 에 따른  $S_m$ 은 고정되어 있으므로 화소의  $S_p$ 값이 변화된  $H_d$ 의  $S_m$ 값을 초과할 수 있다. 이 때  $S_p$ 에 대한 조정은 식 (12), 식(13), 식(14) 및 식(15)로 표현된다.  $I_{ms}$ 는 변화하기 이전의 색조에서 색포화도가 최대일 때의 밝기 값이고,  $I_{mt}$ 는 변화된 색조에서의 밝기값이다.  $I_p \cdot S_p$  평면상의 각 화소 분포는 약간 곡선의 형태로 존재하나, 직선의 형태로 해석하여 상대적인 스케일을 취하면  $S_m$ 을 기준으로 하여 처리하는데 문제점이 없다.

1)  $I_{ms} > I_{mt}$  인 경우

그림 11에서  $v_1$ 은 계산에 의해 구할 수 있다.

$$v_1 = \frac{255 \times I_{ms}}{255 - I_{mt} + I_{ms}} \quad (12)$$

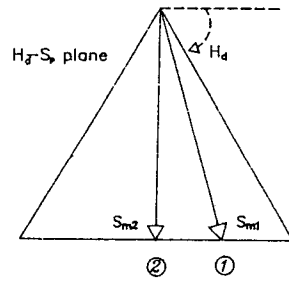


그림 9.  $H_d$ 와  $S_p$ 의 보정  
Fig. 9. Correction of  $H_d$  and  $S_p$ .

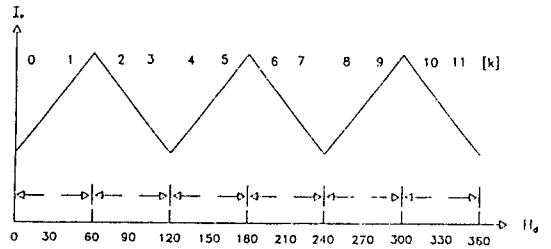


그림 10.  $H_d$ 의 근사방향  
Fig. 10. The direction of  $H_d$  approximation.

$$S_p' = \begin{cases} S_p \times \frac{I_{ms} \times (255 - I_p)}{I_p \times (255 - I_{mt})}, & V_1 < I_p < I_{ms} \\ S_p \times \frac{255 - I_{ms}}{255 - I_{mt}}, & I_{ms} < I_p < 255 \end{cases} \quad (13)$$

2)  $I_{ms} < I_{mt}$  인 경우

앞의 경우와 같이  $v_2$ 를 구할 수 있다.

$$v_2 = \frac{255 \times I_{mt}}{255 - I_{ms} + I_{mt}} \quad (14)$$

$$S_p' = \begin{cases} S_p \times \frac{I_{ms}}{I_{mt}}, & 0 < I_p \leq I_{ms} \\ S_p \times \frac{I_p \times (255 - I_{ms})}{I_{mt} \times (255 - I_p)}, & I_{ms} < I_p < V_2 \end{cases} \quad (15)$$

#### IV. 영상처리

제한된 좌표계내에서 영상을 처리하는 전체 흐름도는 그림 13과 같고 좌표계의 변환순서는 다음과 같다.

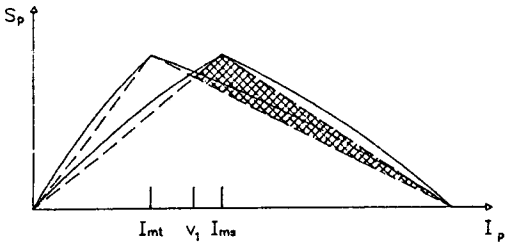


그림 11.  $I_{ms} > I_{mt}$ 인 경우  
Fig. 11. In case of  $I_{ms} > I_{mt}$ .

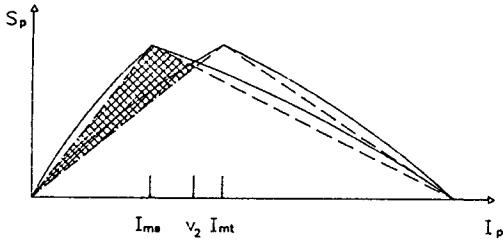


그림 12.  $I_{ms} < I_{mt}$ 인 경우  
Fig. 11. In case of  $I_{ms} < I_{mt}$ .

$RGB \rightarrow I_p H_p S_p \rightarrow I_p H_d S_p \rightarrow I_p H_d S_p' \rightarrow I_p H_p S_p \rightarrow RGB$

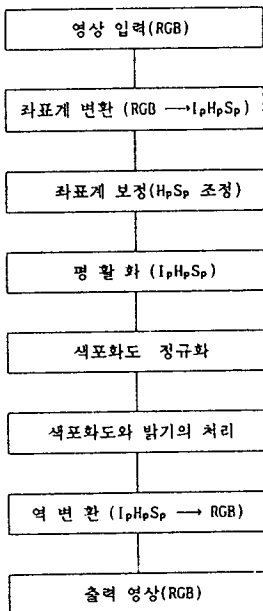


그림 13. 처리 흐름도  
Fig. 13. Flowchart of the processing.

1. 밝기의 처리

화면의 연속성을 높이고 유효범위(dynamic range)를 확장하기 위하여 3×3의 적응 평활화(adaptive smoothing)와 히스토그램 펼치기(histogram stretching)를 사용하였다.

1) 적응 평활화

Sobel연산자<sup>[8]</sup>를 이용하여 x축에 대한 미분값인  $G_x$ 와 y축에 대한 미분값인  $G_y$ 를 구하여 경계값  $V_{sob}$ 을 계산하고 이값을 0에서 31로 양자화한 후 중심 화소가중치로 사용하여 그림 14의 3×3 창을 이용하여 평활화시켰다. 여기서 (i, j)는 영상내의 한 화소의 위치를 표시하며, 변화된 밝기  $I_p'$ 은

$$V_{sob} = |G_x| + |G_y| \tag{16a}$$

$$W = V_{sob} / 8, \tag{16b}$$

$$I_{p'x}(i, j) = \left( \sum_{k=-1}^1 \sum_{l=-1}^1 I_p(i+k, j+l) \right) - I_p(i, j) \tag{17a}$$

$$I_p'(i, j) = \frac{W \times I_p + I_{p'x}(i, j)}{W + 8} \tag{17b}$$

이다.

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 |
| 1 | W | 1 |
| 1 | 1 | 1 |

그림 14. 적응 평활 창  
Fig. 14. Adaptive smoothing mask.

2) 히스토그램 펼치기

최소값인  $I_{min}$ 과 최대값인  $I_{max}$ 를 찾아내어 이를 기준으로하여 처리한다.

$$I_p''(i, j) = 255 \times \frac{(I_p'(i, j) - I_{min})}{(I_{max} - I_{min})} \tag{18}$$

2. 색조의 처리

색조는 영상 고유의 속성이므로 가능한 한 변화시키지 않는다. 본 논문에서는 화소간의 연속성을 고려하여 5×5 창을 사용하여 색조를 평균화 하였다.

3. 색포화도의 처리

색포화도의 처리는 색조의 경우와 마찬가지로  $5 \times 5$  창으로 평균을 하고, 그림 15와 같이  $S_p'$  영역내에서 유효범위를  $1/N$ 로 압축한 다음 최대치까지 이동한다. 색포화도를 압축한 후 이동하는 방법은 단순한 스케일을 곱하여 주는 방법보다 색포화도를 더욱 증가시킬 수 있다. 색포화도의 평균치와 최대치를 찾은 후, 압축된 색포화도  $S_c$ 와 최종 계산된 색포화도  $S_p''$ 은

$$S_c = \frac{S_p' + (N-1) \times \text{mean}}{N} \quad (19)$$

$$d = 255 - \frac{\text{max} + (N-1) \times \text{mean}}{N} \quad (20)$$

$$S_p'' = S_c + d \quad (21)$$

이다.  $N$ 이 커질수록 색포화도가 강조되는 현상이 나타나지만 지나치게 강조하면 화질을 저하시키게 된다.

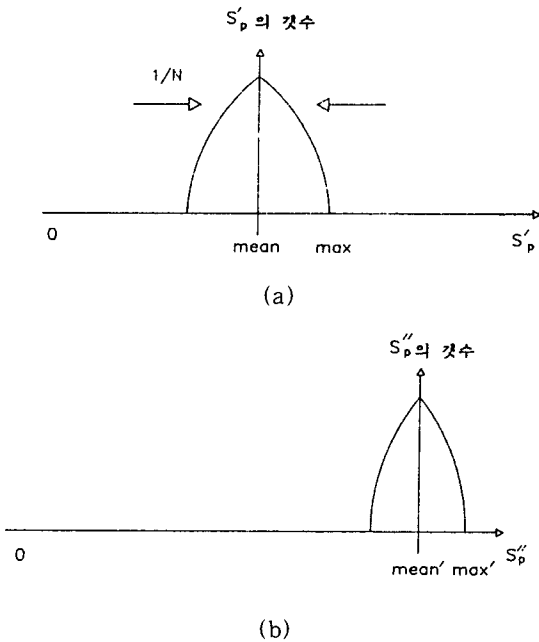


그림 15. 색포화도의 처리  
(a) 변환 전 (b) 변환 후  
Fig. 15. Saturation processing.  
(a) before transform, (b) after transform.

V. 실험 및 고찰

실험은 실내 영상과 정경 영상에 대해 적용하였다.

본 논문에서는 밝기의 히스토그램을 선형적으로 펼친 경우와 경계선을 보존하는 평활화(smoothing) 과정이 추가된 경우를 비교하였다. 그림 16은 실내의 형광등 아래에서 얻은 영상이며 그림 16(b)는 선형처리, 그림 16(c)는 평활화 과정이 추가된 경우의 결과이다. 색포화도에 영향을 미치는  $N$ 을 모두 1로 하였고, 그림 16(c)의 경우 평균화에 의하여 그림 16(b)보다는 전체적으로 부드러운 느낌을 주며 경계선 부분도 유지되었다. 그림 16(d)는  $N$ 을 2로 하여 처리한 결과이며 색포화도가 지나치게 강조되어 화질이 저하된다. 그러나 이 방법은 색포화도를 크게 변화시킬 수 있으므로 영상의 색포화도가 낮은 경우  $N$ 의 적절한 선택으로 화질을 개선할 수 있다. 그림 17은 자연광 아래의 영상과 처리된 결과이며  $N$ 은 1이고, 그림 18은 인쇄물을 실내에서 촬영한 경우이다. 처리 순서에 있어 색포화도 정보를 먼저 처리한 후 밝기 정보를 처리하면 밝기의 변화폭이 줄어들어 화질이 저하된다. 그러므로 밝기 정보를 먼저 처리한 후 색포화도 정보를 처리해야 한다.

VI. 결 론

본 논문에서는 칼라 영상의 향상을 위하여 변형된 IHS 좌표계를 비롯하여 경계선을 보존하는 평활화에

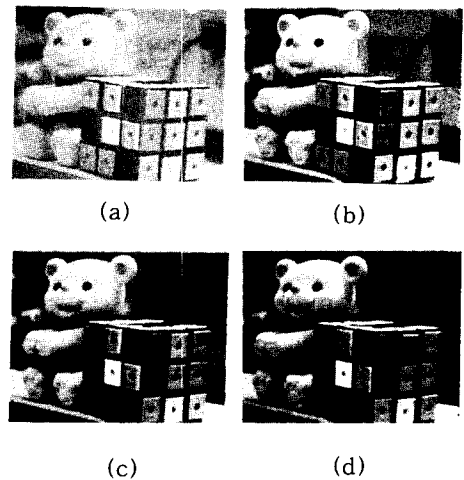


그림 16. 곰과 큐브 영상  
(a) 원영상 (b) 선형처리  
(c) 평활화 추가 (d)  $N=2$ 인 경우  
Fig. 16. The bear and cube image.  
(a) original image, (b) linear operation, (c) smoothing added, (d) in case of  $N=2$ .

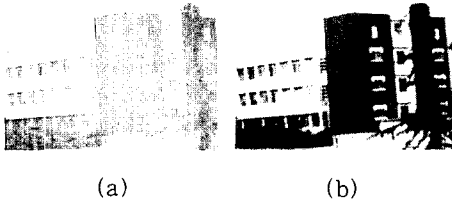


그림 17. 정경 영상

(a) 원영상 (b) 평활화 추가

Fig. 17. The scene image.

(a) original image, (b) smoothing added.

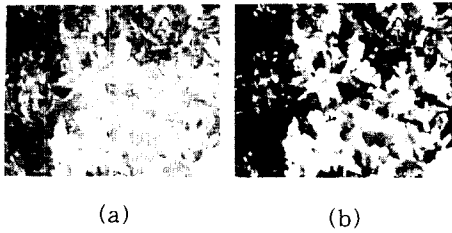


그림 18. 인쇄물 촬영 영상

(a) 원영상 (b) 평활화 추가

Fig. 18. The captured image of the printed material.

(a) original image, (b) smoothing added.

관련된 알고리즘을 제안하였다. 새로운 좌표계는 인간의 색 인지에 기반을 두었으며 칼라 영상 향상에 적용할 경우, 개념적으로 간편하게 사용할 수 있는 장점이 있다. 화질의 개선을 위한 밝기 정보의 처리는 밝기값을 펼치는 방법을 사용하였다. 또한 흑백 영상의 향상에 사용하는 처리 방법들을 그대로 적용시킬 수 있다. 색포화도는 값을 좌표계의 모양에 맞추어 정규화시켜 처리를 하고, 처리된 값을 원래의 크기에 맞게 변화시킨다. 앞에서 제안한 알고리즘을 실험 영상에 적용한 경우 원영상보다 부드러우며 화소간의 연속성이 강한

결과를 얻을 수 있다. 밝기를 선형적으로 펼치는 과정에서 대비를 증가 시키는 것은 한계가 있으므로 이를 극복하기 위한 새로운 방법이 연구 되어져야 할 것이다.

## 參 考 文 獻

- [1] Olivier D. Faugeras, "Digital color image processing within the framework of a human visual model", *IEEE Trans. on ASSP*, vol. 27, no. 4, pp. 380-392, 1979.
- [2] D. MacAdam, *Color Measurement-theme and Variations*, Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 1981.
- [3] Y. Ohta, T. Kanade and T. Sakai, "Color information for region segmentation", *Computer Graphics and Image Processing*, vol. 13, pp. 222-241, 1980.
- [4] Maureen C. Stone, William B. Cowen and John C. Beatty, "Color gamut mapping and the printing of color images", *ACM. Trans. on Graphics*, vol. 7, no. 4, pp. 249-292, 1988.
- [5] 윤 일주, 색채학 입문, 민음사간, 1978.
- [6] Azriel Rosenfeld and Avinash C. Kak, *Digital Picture Processing* vol. 1, Academic Press, 1982.
- [7] Robert Hummel, "Image enhancement by histogram transformation", *Computer Graphics and Image Processing* 6, pp. 184-195, 1977.
- [8] Rafael C. Gonzalez and Paul Wintz, *Digital Image Processing*, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1987.
- [9] 김정엽, 심재창, 박승욱, 유성규, 하영호, "준 선형 IHS 기반 좌표계를 이용한 칼라 영상의 향상", 제 4회 신호처리 합동 학술대회 논문집, pp. 419-422, 1991.



## 著者紹介



金正煒(正會員)

1968年 1月 10日生. 1990年 2月 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사). 1992年 2月 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사). 1992年 8月 현재 경북대학교 전자공학과 박사과정. 주관심분야는 칼라 영상처리, 컴퓨터 비전 등임.

金順子(正會員)

1953年 2月 7日生. 1975年 2月 경북대학교 수학과 졸업(이학사). 1977年 2月 경북대학교 대학원 수학과 졸업(이학석사). 1988年 계명대학교 수학과 박사학위 취득. 1980年 5月 경북대학교 전자공학과 전임강사. 1992年 8月 현재 경북대학교 전자공학과 부교수. 주관심분야는 영상처리, 컴퓨터 비전, 공업 수학 등임.



沈載昌(正會員)

1962年 3月 27日生. 1987年 2月 경북대학교 전자공학과 졸업. 1990年 2月 경북대학교 대학원 전자공학과 석사학위 취득. 1989年 11月~1990年 9月 서울대학교 반도체 공동연구소 조교. 1992年 8月 경북대학교 대학원 전자공학과 박사학위 수료. 주관심분야는 영상처리, 컴퓨터비전 등임.

河永浩 (正會員) 第29卷 B編 第7號 參照  
현재 경북대학교, 전자공학과 교수