

인간의 감성을 고려한 칼라 Fuzzy 영상처리

(Human Sensory of Perception Oriented Color Fuzzy Image Processing)

朴 令 現*, 金 承 禹**, 禹 東 玟*** 朴 玟 用*

(Young Hyun Park, Seung Woo Kim, Dong Min Woo, and Mignon Park)

要 約

본 논문에서는 color 영상을 특정한 감성적인 느낌을 강조하는 영상으로 변환하기 위한 영상 처리 방법에 대해 연구하였다. Color copy system에서 입력된 영상을 그대로 재현하기 보다는 인간의 감성과 시각반응 체계에 의한 색채 조절을 하기 위하여 감성의 정량화 기법에 fuzzy 이론을 적용하여 색채를 정량화하기 위한 영상처리 방법을 제시하였다. R, G, B 성분을 가진 영상을 L, C, H 좌표계로 변환한 후 감성적 느낌을 나타낼 수 있는 색상을 얻기 위해 SD법 및 수량화 이론을 도입 적용하였으며, 이렇게 하여 얻은 L(명도), C(채도), H(색상)을 fuzzy inference에 의해 가장 최적의 색상을 나타내는 L, C, H의 변화량을 table 형태로 제시하였다. 본 논문에서 제시한 기법은 영상 처리 기법에 단순히 fuzzy를 도입한 것이 아니라, 원하는 색상을 얻기 위해 fuzzy 이론을 적용하였기에 color fuzzy 영상처리라 하였다.

Abstract

This paper presents an image processing method which emphasizes a certain perception feeling on a color image. A series of fuzzy image processing schemes are proposed, which transform an color image represented in the LCH coordinate system to the image with a certain perception feeling, based on the rules and fuzzy inference. To obtain the rules, results of the sensory perception tests are applied to the quantification theory. The proposed schemes can be effectively utilized in the color copy system, since printed outputs possibly look better than originals.

I. 서 론

일반적인 영상처리 방법은 원래의 입력과 똑같은 영상을 재현하는데 중점을 두어왔다.

그러나, color 영상의 경우 영상이 인지될 때 영상의 color spectral 분포에 따른 관측자의 심리학적 영향이 중요시되고 있다.

따라서, 본 논문에서는 인간의 감성을 분석하여 그것에 적합한 것을 만들어내는 감성공학적 기법을 이용하여 인간의 감성 체계를 fuzzy 이론에 적용, 원하는 영상으로 재구성하는 연구를 하였다.

이러한 영상처리 기법은 color 복사기에서 특정한 감성적 느낌을 주는 영상으로 변환하는데 응용될 수 있을 뿐만 아니라, 기존의 흑백 영상에 color 개념을 도입함으로써 시각적으로 보다 효과적인 결과를 얻

*正會員, 延世大學校 電子工學科
(Dept. of Elec. Eng., Yonsei Univ.)

**正會員, 三星綜合技術院
(SamSung Advanced Institute of Technology)

***正會員, 明知大學校 制御計測工學科
(Dept. of Cont. & Inst. Eng., Myungji Univ.)

接受日字: 1991年 5月 31日

을 수 있다.

전체 color 영상 처리 과정은 그림1에 나타난 바와 같이 R, G, B 성분을 가진 color 영상을 Hunter의 색차식을 이용한 좌표계(Lab계)를 거쳐 극좌표 공간으로 변환한 L, C, H 좌표계로 표현하여, 제시된 SD법에 의한 관능검사의 결과를 수량화 이론에 적용시켜 색채가 인간의 감성에 미치는 영향을 정량화함으로써 특정한 감성을 강조하는 영상으로 변환하기 위한 rule을 구성하고 fuzzy 추론에 의해 최종적인 영상을 구하는 과정을 제시하였다. 기존에 이와 관련된 분야의 연구¹¹⁾와는 달리 본 논문에서는 얼굴색의 자연스러움과 신선도의 증가에 따른 두 종류의 실험을 통하여, 감성에 의한 색채 정량화를 위해 같은 membership 함수를 이용하여 L, C, H의 변환량을 추론한 결과 각기 다른 fuzzy rule을 얻을 수 있었다.

II. 칼라 영상시스템의 기본구성 및 원리

칼라 영상을 처리하기 위해서는 그림1에서 알 수 있듯이 C. I. E 표색계에 대한 지식을 어느 정도 필요로 하고 있다.

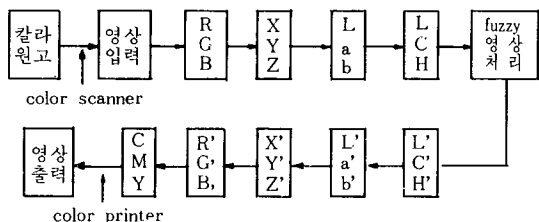


그림 1. 영상 처리 시스템
Fig. 1. Image processing system.

R, G, B에서 좌표 변환하여 만들어진 가공의 3원 자극이 X, Y, Z 표색계로 L, C, H와의 관계는 (1)과 같이 나타낼 수 있다.⁶⁾

$$\begin{cases} X=0.607 R+0.174 G+0.200 B \\ Y=0.299 R+0.578 G+0.114 B \\ Z=0.066 G+1.116 B \\ L=100/\sqrt{Y} \\ C=\sqrt{a^2+b^2} \\ H=a/b \end{cases} \quad (1)$$

fuzzy 추론을 한 후 역변환시의 R, G, B와 X, Y, Z

의 관계는 (2)의 관계식으로 구해진다.

$$\begin{cases} R'=1.910 X-0.532 Y-0.288 Z \\ G'=-0.985 X+1.999 Y-0.028 Z \\ B'=0.058 X-0.118 Y+0.898 Z \end{cases} \quad (2)$$

또한, R, G, B로 부터 C, M, Y의 변환 관계는 식(3)과 같이 정의되며, 그림2와 같이 C(cyan), M (magenta), Y(yellow)의 감법 혼색의 관계를 나타낼 수 있다.¹²⁾

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} \quad (3)$$

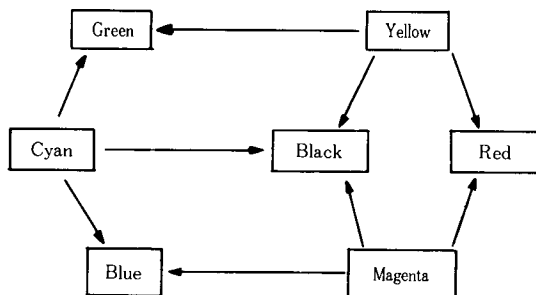


그림 2. 감법혼색
Fig. 2. Subtractive primaries (Cyan, Magenta, Yellow) and their mixtures.

III. 감성의 정량화

칼라 영상처리에 있어서, 인간의 감성을 고려한 영상처리를 하기 위해서는 색채가 인간의 감성에 미치는 영향을 정량화할 필요가 있는데, 본 논문에서는 평정언어척도법인 SD법에 의한 관능검사의 결과를 fuzzy 수량화 이론에 적용시켜 감성의 정량화를 실현하고자 한다.

Munsell 표색계의 색입체에서 L(명도), C(채도), H(색상) 값이 서로 다른 12가지의 색을 선택하여 각각 얼굴색에 적용시킨 결과를 피험자 30명을 대상으로 설문조사를 하고, 또한 신선도를 증가시키기 위한 실험도 같은 방법으로 하였다.

1) SD법 (Semantic Differential)

SD법은 image 조사법의 하나로 주로 형용사로 부터 어떤 조형물의 이미지를 발견하는 기법으로 서로 반대되는 감정인자들의 쌍으로 되어있는 것이 특징이다. 본 논문에서는 6개의 형용사 쌍에 대하여 5단계로 표1과 같이 색의 언어적 이미지를 재관적으로

표 1. 신선도 측정색의 SD 분석

Table 1. SD analysis for colors of freshness.

색 상	L	C	H	형용사	매우 2	다소 1	보통 0	다소 -1	매우 -2	합계	인자별 평균	표 준 편 차
2.5G4/3	16.61	14.09	36.92	1	4	5	13	5	3	2	0.066	-0.01
				2	5	9	7	5	4	6	0.2	-0.04
				3	8	4	5	8	5	2	0.066	-0.013
				4	6	3	6	8	7	-7	-0.23	0.0466
				5	5	4	8	6	7	-6	-0.2	0.04
				6	7	10	0	8	5	6	0.2	-0.04
7.5GY4/5	35.5	17.25	12.62	1	2	4	17	3	4	-3	-0.1	0.0222
				2	7	4	12	4	3	8	0.266	-0.053
				3	4	5	11	4	7	-4	-0.13	0.0266
				4	7	10	2	8	3	10	0.333	-0.066
				5	6	6	1	8	9	-8	-0.26	0.0533
				6	6	3	9	8	4	-1	-0.03	0.0066
2.5BG6/4	18.84	11.29	35.73	1	5	9	5	8	3	5	0.166	-0.012
				2	8	5	5	7	5	4	0.133	-0.026
				3	7	3	11	4	5	3	0.1	-0.02
				4	7	4	11	2	6	4	0.133	-0.026
				5	4	5	11	3	7	-4	-0.13	0.0266
				6	7	6	9	3	5	7	0.233	-0.046
7.5PB4/6	57.41	19.08	39.65	1	8	4	10	3	5	7	0.233	-0.028
				2	5	5	12	5	3	4	0.133	-0.026
				3	4	6	6	7	7	-7	-0.23	0.0466
				4	6	5	10	6	3	5	0.166	-0.033
				5	6	4	5	8	7	-6	-0.2	0.04
				6	7	5	13	4	1	13	0.433	-0.086
5P2.5/4	42.63	42.6	19.6	1	7	3	11	4	5	3	0.1	0.0155
				2	4	5	12	6	3	1	0.033	-0.006
				3	5	7	11	5	2	8	0.266	-0.053
				4	7	6	10	5	2	11	0.366	-0.073
				5	7	6	6	7	4	5	0.166	-0.033
				6	5	7	9	5	4	4	0.133	-0.026
7.5BG4/6	62.21	45.13	26.21	1	6	3	12	5	4	2	0.066	-0.002
				2	7	5	7	6	5	3	0.1	-0.02
				3	3	4	14	7	2	-1	-0.03	0.0066
				4	3	5	15	4	3	1	0.033	-0.006
				5	3	6	12	5	4	-1	-0.03	0.0066
				6	6	5	11	5	3	6	0.2	-0.04
2.5GY4/8	34.64	43.37	53.92	1	3	7	13	5	2	4	0.133	-0.013
				2	4	6	15	4	1	8	0.266	-0.053
				3	7	5	8	7	3	6	0.2	-0.04
				4	4	6	10	7	3	1	0.033	-0.006
				5	6	3	11	3	7	-2	-0.06	0.0133
				6	3	5	11	6	5	-5	-0.16	0.0333
10PB8/3	58.94	10.94	48.45	1	5	2	-11	21	13	-35	-1.16	0.2333
				2	8	10	-6	11	7	1	0.02	-0.004
				3	10	18	-9	9	2	25	0.5	-0.1
				4	7	12	1	6	4	12	0.24	-0.048
				5	11	9	-25	23	12	-16	-0.32	0.064
				6	4	8	4	11	3	-1	-0.02	0.004

측정하였으며, 이 측정치를 fuzzy 수량화 이론에 적용, 가장 좋은 얼굴색 및 신선도가 높다고 판명되는 L, C, H의 값을 구하였다.

2) fuzzy 수량화이론

Fuzzy 수량화 이론은 인간의 사고와 판단에 의한 양케이트와 데이터를 근거로 하여 집단이나 사회의 사고방식의 방향을 통계적으로 조사하려고 하는 수량화이론을 인간의 애매성을 고려하여 확장한 이론이다.

Fuzzy 수량화이론에는 I, II, III, IV류의 수법이 있는데, 본 논문에서 이용한 fuzzy 수량화이론 I류는 주어진 표본의 fuzzy 집합에서 가져온 수치를 목적변수로 하고 [0, 1]상의 값으로 주어진 설명 변수와의 관계를 구하는 것으로 식(4)와 같이 나타낼 수 있다¹⁰⁾

$$y(w) = \sum_{i=1}^k a_i u_i(w) \tag{4}$$

이 식에서 y(w)는 표본 w의 목적변량, u_i(w)는 표본의 질적영역 i(i=1, ..., k)에 반응하는 정도로 [0, 1]위의 값으로 나타낸다.

본 논문에서는 사람의 얼굴과 채소에 대해 관능검사의 결과로 얻은 360개의 data (12×30명)를 수량화이론을 적용시켜 분석하였다. 구체적으로는 SD 척도 상에서의 평가치를 목적변수 Y로 하고 L, C, H 값을 설명 변수로 하여 식(5)의 다변량 해석식에 적용시켜 구한 결과로 L, C, H 각각에 대해 membership 함수를 정의하여, fuzzy 추론을 위한 relation을 구한다.

$$Y = a_0 + a_{11}x_{11} + a_{12}x_{12} + \dots + a_{1n}x_{1n} + a_{21}x_{21} + a_{22}x_{22} + \dots + a_{2n}x_{2n} \dots \dots \dots + a_{n1}x_{n1} + a_{n2}x_{n2} + \dots + a_{nn}x_{nn} \tag{5}$$

이 식에서 a_{ij}는 SD법에 의해 구한 평균값을 나타내고 이에 대응하는 설명변수 x_{ij}는 L, C, H가 각각 목적변수 Y에 대해 어느 정도 영향을 미치는 가를 나타낸다.

예를 들어서 색상이 2.5G4/3인 경우 다변량해석식(5)를 SD 분석에 의해 구한 표1에 적용하여 다시 쓰면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$Y = (0.066) \times (16.61) + (0.066) \times (14.09) + (0.066) \times (36.92) + (0.2) \times (16.61) + (0.2) \times (14.09) + (0.2) \times (36.92) + (-0.013) \times (16.61) + (-0.013) \times (14.09) + (-0.013) \times (36.92) \dots \dots \dots + (-0.304) \times (16.61) + (-0.04) \times (14.09) + (-0.04) \times (36.92)$$

이와 같이 해서 구한 Y값은 주어진 색상의 L, C, H가 각각 전체적인 영상의 색상에 어느 정도 영향을 미치는 가를 나타낸다. 이렇게 얼굴색과 신선도 측정을 위해 선택한 12가지 색상에 각기 적용시켜 얻은 L, C, H의 영역을 이용하여 fuzzy 추론을 위한 membership 함수를 구한다. 본 논문에서 L, C, H coordinate system을 사용하는 이유는 L, C, H 각각은 색상의 3요소인 명도(Luminance), 채도(Chroma), 색상(Hue)를 의미하는 것으로 일반적으로 색채를 조절하는데 있어서 이 3요소를 적절히 변화시켜 원하는 색의 변화를 볼 수 있음은 물론 Moon과 Spencer의 색채조화론 또한 L, C, H를 중심으로 나타내고 있으므로 본 논문에서는 R, G, B로 부터 L, C, H를 구하는 좌표계를 사용하였다.

IV. Fuzzy 영상처리

Fuzzy 이론을 이용하여 위에서 얻은 값을 가지고 색 영역의 추출 및 색변환을 하고자 한다.

1) Membership 함수

여러가지 입력된 얼굴색의 분포는 30<L<90, 0<C<60, 15<H<85의 영역을 가지며 신선도 측정을 위한 색영역은 15<L<65, 10<C<45, 10<H<60의 분포를 나타내었다. 여기서 얻은 L, C, H의 분포 영역을 각각 3분할 하여 그림4와 같이 membership 함수를 정의하였다. 예를 들어서 입력된 영상이 L=48.18, C=15.72, H=24.6일 경우 membership 함수에 의해 L은 Lmid, C는 Csm1, H는 Hsm1에 각각 해당하므로 rule table에서 L의 값은 Lmid, Csm1, Hsm1에 해당하는 값 +3만큼을 변화시키고, C의 값은 0이므로 변화가 없으며, H값은 +12이므로 12만큼 증가시켜 변환된 L, C, H값을 구한다. 이렇게 함으로써 가장 바람직한 색상을 추출해낼 수 있다.

2) fuzzy rule

fuzzy 추론에 의해 구한 L, C, H는 Moon과 Spencer에 의해 제안된 표2와 표3에서 제시한 색채조화론에 근거를 두었다. 입력된 영상의 색상이 동일한 조화를 이루면서 색상을 변화시키고자할 때 L, C, H의 변화량이 0~1 사이의 값을 넘어서는 안되며, 서로 대비를 이루면서 전혀 다른 색상을 얻고자 할 때 명도 L은 2.5~10, 채도 C는 7, 색상 H는 28~50 사이의 값으로 L, C, H를 증감시켜야 원하는 색상을 얻을 수 있다. 이러한 이론을 바탕으로 색변환량의 산출은 실제의 fuzzy 추론을 이용하여 구한다.

3) fuzzy 추론

Fuzzy 추론을 이용하여 L, C, H의 색변환을 위한

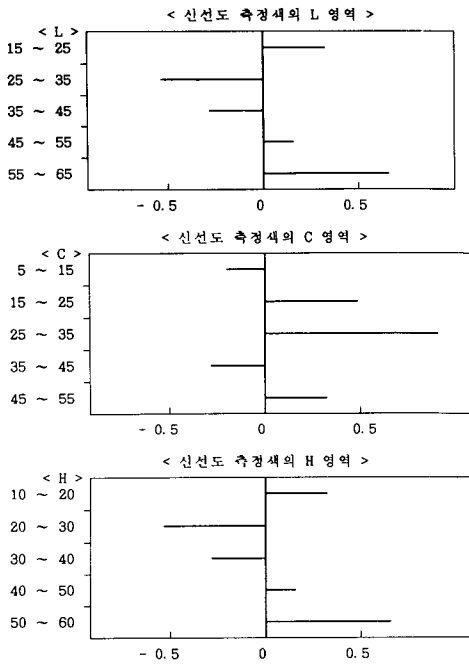


그림 3. 신선도 측정색의 영역
Fig. 3. Range of a fresh colors gauge.

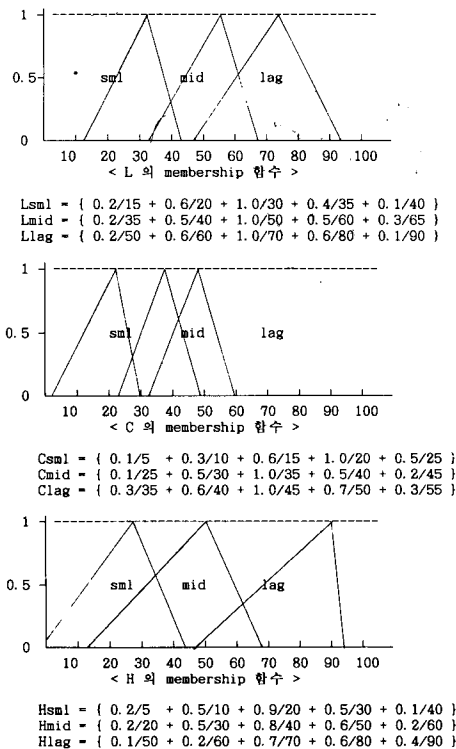


그림 4. L, C, H의 소속함수
Fig. 4. Membership function of L, C, H.

표 2. 2색간의 조화와 부조화의 영역

Table 2. Range of balance between two colors.

조화영역	부조화영역	ΔL	ΔC	ΔH
동 일		0~1 j. n. d	0~1 j. n. d	0~1 j. n. d
유 사	제1부조화	1 j. n. d~0.5	1 j. n. d~3	1 j. n. d~17
	제2부조화	0.5~1.5	3~5	7~12
대 비		1.5~2.5	5~7	12~28
	눈부심	2.5~10	>7	28~50
		>10		

표 3. 동일색상에서의 조화·부조화의 영역

Table 3. Range of among the same color tables.

조 화 영 역	부 조 화 영 역	Munsell 색계표		
		채도의 차(ΔC)	명도의 차(ΔL)	
	제1부조화	2	0	
유 사		0	1	
		2	1	
		4	0	
	제2부조화		0	2
			2	2
			4	1
		4	2	
		6	1	
		6	0	
대 비		0	3~10	
		2	3~10	
		4	3~10	
		6	2~10	
		8	0~10	

색차 산출법은 다음에 제시한 것과 같다^[17] fuzzy 추론에 있어서 어떤 값의 입력 X_1, \dots, X_n 이 주어졌을 때 출력 y 의 추정치 \hat{y} 는

$$\hat{y} = \frac{\sum_{i=1}^n g^i \cdot y^i}{\sum_{i=1}^n g^i} \text{ 로 구해진다. } \quad (6)$$

여기서 n 은 rule의 수를 나타내고, y^i 는 i 번째 rule에 의해 계산된 출력이다. weight g^i 는 i 번째 rule의 진리치를 나타내며 이는 다음과 같이 계산된다.

$$g^i = \min \{ A^1_i(X_1), \dots, A^i_i(X_i), \dots, A^n_i(X_n) \}$$

$A^i_j(X_j)$ 는 fuzzy집합 A^i_j 의 membership 함수의 grade 이다.

즉, 각 rule에 의해 주장되는 y^i 의 값을 각 rule의 진리치 g^i 를 weight로써 가중평균하여 최종적인 결과

표 4. 신선도 증가 색의 rule
Table. Rule for a fresh color's addition.

L	Clag			Cmid			Csml		
	Hsml	Hmid	Hlag	Hsml	Hmid	Hlag	Hsml	Hmid	Hlag
Lsml	-1	+1	+1	0	0	0	0	0	0
Lmid	-3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3
Llag	0	0	0	0	0	0	+1	+1	+1
C	Clag			Cmid			Csml		
	Hsml	Hmid	Hlag	Hsml	Hmid	Hlag	Hsml	Hmid	Hlag
Lsml	0	0	-3	0	0	-3	0	0	0
Lmid	+7	+7	-6	+3	+3	-6	0	0	0
Llag	0	0	-3	0	0	+10	0	0	0
H	Clag			Cmid			Csml		
	Hsml	Hmid	Hlag	Hsml	Hmid	Hlag	Hsml	Hmid	Hlag
Lsml	+12	+7	-6	+12	+7	-6	+6	+7	-3
Lmid	+0	0	-6	0	0	-6	+12	+3	-6
Llag	-12	+7	-6	+12	+7	-6	+12	+7	-6

고 $n=27, g^i=u_i, y^i=\Delta L_i$ 라 하여 그대로 적용하면 다음과 같은 색차식을 얻을 수 있다.

ΔL	ΔC	ΔH
$\frac{\sum_{i=1}^{27} (u_i \cdot \Delta L_i)}{\sum_{i=1}^{27} u_i}$	$\frac{\sum_{i=1}^{27} (u_i \cdot \Delta C_i)}{\sum_{i=1}^{27} u_i}$	$\frac{\sum_{i=1}^{27} (u_i \cdot \Delta H_i)}{\sum_{i=1}^{27} u_i}$

$u_i = \min\{u_{Li}(L), u_{Ci}(C), u_{Hi}(H)\}$

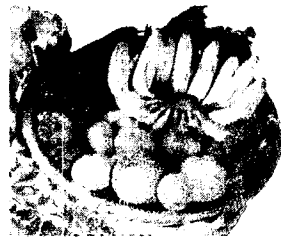
$u_{Li}(L), u_{Ci}(C), u_{Hi}(H)$: rule i에 대한 L, C, H의 grade

$\Delta L_i, \Delta C_i, \Delta H_i$: rule i에 의해 산출된 L, C, H 값

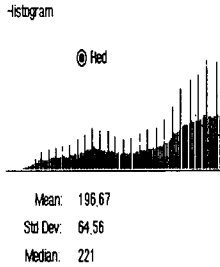
V. 실험 및 결과고찰

Video camera로 받은 영상을 본 논문에서 제안한 영상처리 기법을 이용하여 640×480의 해상도를 가진 VGA 그래픽모드에서 display된 결과는 원하는 색상을 볼 수 있지만, ink-jet 방식의 color printer에 출력하였더니 모니터상에 display된 것과는 달리 색상의 질이 매우 떨어졌다. 이것은 원색 인쇄에 있어서 종이의 종류에 따라 차이가 있는데 종이의 하양의 정도와 매끈한 정도에 따라서 잉크가 묻는 포

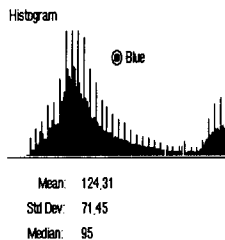
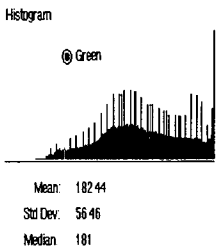
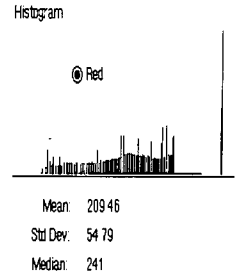
로 한다. 위의 fuzzy 관계식(6)을 L, C, H 산출법에 그대로 적용하면 쉽게 색변환량을 산출해낼 수 있다. 식(6)에서 추정치 \hat{y} 는 색 변환량 $\Delta L, \Delta C, \Delta H$ 로 하



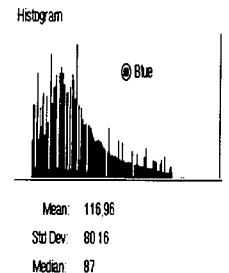
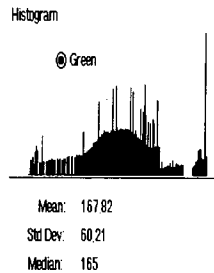
(1)



(2)



(a)



(b)

그림 5.
Fig. 5.

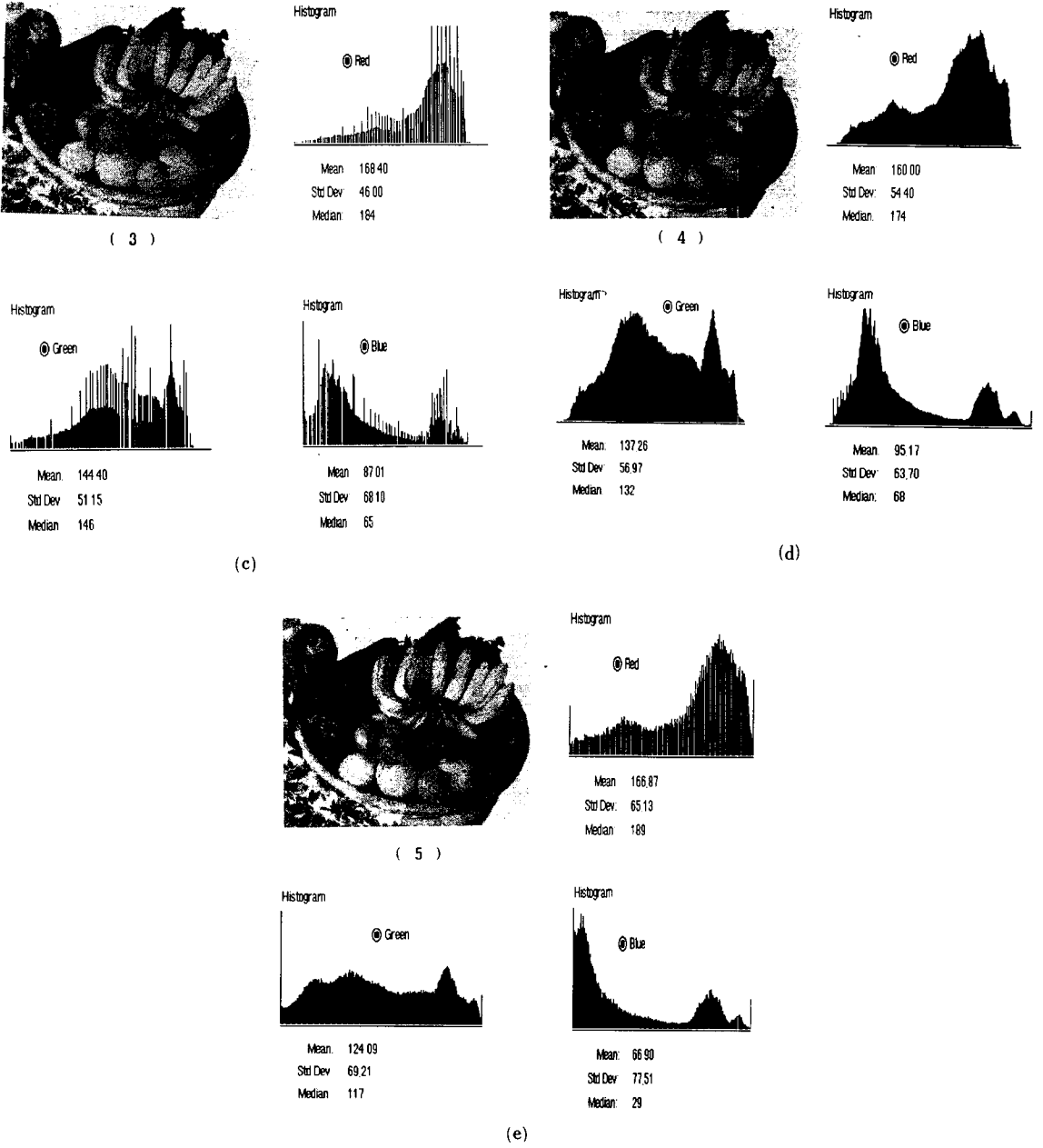


그림 5.
Fig. 5.

면의 상태 또는 잉크의 흡수율에 따른 종이의 표면의 변화등이 잉크의 색에 결정적인 영향을 끼치기 때문이라고 생각되며, scanner와 printer의 해상도에 따라 더 바람직한 결과를 얻을 수 있으리라 생각된다. 다음은 본 논문에서 제안한 기법을 이용하여 신선도 측정을 위한 실험 결과로 R, G, B의 변화량을 histogram과 함께 단계별로 제시하였다.

VI. 결 론

본 논문에서는 인간의 시각 반응과 감성 체계를 기초로 하여 fuzzy 추론을 이용한 color 영상이 특정한 감성적 느낌을 갖도록 하는 영상 처리 기법을 소개하였다.

SD법과 수량화 이론에 의해 구성된 rule은 fuzzy

추론 방법에 의해 보다 효과적으로 감성적 느낌을 강조할 수 있지만, 관능검사의 결과로 얻은 데이터를 그대로 영상처리 기법에 적용하였더니 만족스러운 색상을 얻을 수가 없었다. 이것은 관능검사에 의한 SD 분석법의 문제점이라 할 수 있는 것으로 실험 대상자가 의도적으로 회답을 왜곡할 수 있고, 같은 자극에 대해서도 때와 상황에 따라 회답을 작성하는 경우와 요구하는 절차로는 실험 대상자가 자신의 자연스런 감정을 정확히 표현할 수 없는 경우가 발생할 수 있기 때문이라고 생각된다.

또한, rule의 작성에 있어서도 Moon과 Spencer의 조화론에 근거를 두었지만 이 이론을 그대로 적용하기에는 수치상으로 약간의 차이가 있었다. 이러한 영상처리 방법은 본 논문에서 구현된 자연스런 얼굴 색 및 신선도의 증가뿐만 아니라 여러가지 감성적 느낌을 갖도록 구현할 수 있고, 실제로 color 복사기에서 color 사진을 복사할 때 감성적 느낌을 추가하는데 유용하게 사용될 수 있으며 이러한 원리는 색채 재현의 사진 예술에도 적용될 수 있다.

또한, scan한 그래픽 이미지와 사진을 다양한 color로 처리할 수 있으며, 원하는 color를 추가하거나 수정할 수 있다.

앞으로의 연구 과제는 모든 영상처리에 있어서 사

람의 감정을 색채의 개념에 도입·적용하여 처리하는 방안을 모색하여야 할 것이다.

參 考 文 獻

- [1] Kiyoshi Fukushima, Yoshihisa Fujiwara, Hirokazu Genno, Hiroshi Kano, Hiroichi Yoneda, "Human Sensory Perception Oriented Fuzzy Image Processing in Color Copy System," 6th Fuzzy System Symposium, Tokyo, Sep. 6-8, 1990, pp. 555-556.
- [2] 모도아끼히로시, 김수석, "조형 심리학 입문," 地球文化社, 1990.
- [3] Wyszecky, G.W. and Sfiles, W.S., "Color Science, Concepts and methods, Quantitative Data and Formulas," Wilkey, New York, 1967.
- [4] 長田三生, "感性工學," 海文堂, 1989.
- [5] J. Griffiths, "Color and Constitution of Organic MolecuIs," Academic Press, London, 1976.
- [6] 色彩科學協會編, "色彩科學," 東京, 南江堂, 1961
- [7] 오미젠따로, "조형심리," 東國出版社, 1991
- [8] 朴玟用, 崔恒植, "퍼지시스템의 응용입문," 大英社, 1990.

著 者 紹 介



朴 令 現 (正會員)

1988年 동국대학교 전자계산학과 졸업(공학사). 1991年 연세대학교 산업대학원 전자계산학과 졸업(공학석사). 1992年 3月 한국과학기술원 정보 및 통신공학과 박사과정 재학중. 주관심분야는 컴퓨터비전, 그래픽스, 퍼지시스템 등임.

●
金 承 禹 (正會員) 第27卷 第2號 參照
현재 삼성종합기술원 연구원 근무

●
朴 玟 用 (正會員) 第28卷 B編 第10號 參照
현재 연세대학교 전자공학과 교수



禹 東 玟 (正會員)

1976年 3月~1980年 2月 연세대학교 전자공학과(학사). 1980年 3月~1982年 2月 연세대학교 전자공학과(석사). 1982年 9月~1987年 8月 미국 Case Western Reserve Univ. Dept. of Electrical Eng. (Ph. D.). 1983年 6月~1987年 11月 Center for Automation Systems Research 연구원. 1987年 12月~1990年 2月 금성산전(주) 연구소 선임연구원 1990年 3月~현재 명지대학교 제어계측공학과 조교수