

칼라 이미지 스케일의 보간*

Interpolation of Color Image Scales

김성환** · 정성환** · 이준환***†

Sung-Hwan Kim** · Sung-Hwan Jeong** · Joonwhoan Lee***†

전북대학교 전자정보공학부**

Div. of Electronics and Information Engineering, Chonbuk National University

Abstract : Color image scale captures the knowledge of colorists and represents both adjectives and colors in the same adjective image scales in order to select color(s) corresponding to an adjective. Due to the difficulty of psychological experiment and statistical analysis, in general, only a limited number of colors are located in the color image scales. This can make color selection process hard especially to non-expert. In this paper, we propose an interpolation of color image scale based on the fuzzy K-nearest neighbor method, which provides continuous colors according to the coordinates of the image scales. The experimental results show that the interpolated image scales can be practically useful for color selection process.

Key words : Interpolation, KNN(fuzzy K-nearest neighbor), IRI image scale, Kobayashi image scale

요약 : 칼라 이미지 스케일은 칼라 전문가들의 지식에 의해 획득되고, 형용사와 대응되는 칼라(들)을 선택하기 위해 동일한 형용사 이미지 스케일들에서 형용사들과 칼라를 표현한다. 이들은 이미지 스케일을 얻기 위한 실험과 통계분석의 어려움 때문에 일반적으로, 단지 제한된 수의 칼라들만이 이미지 스케일에 위치한다. 이는 칼라를 선택하는 과정을 비전문가에게 어렵게 만든다. 본 논문에서는 이미지 스케일에 따라 연속적인 칼라를 제공하는 퍼지 K-근접 이웃 보간 방법에 기초를 둔 칼라 이미지 스케일의 보간 방법을 제안한다. 실험의 결과들은 보간된 이미지 스케일은 칼라 선택 과정에 있어 실용적으로 유용하게 사용될 수 있을 것이라 본다.

주제어 : 보간, 퍼지 K-근접 이웃 보간, IRI 이미지 스케일, Kobayashi 이미지 스케일

* 본 연구는 2단계 BK21사업의 지원비를 받았음.

† 교신저자 : 이준환(전북대학교 전자정보공학부)

E-mail : chlee@chonbuk.ac.kr

TEL : 063-270-2399, 016-9855-2406

FAX : 063-270-2394

1. 서론

칼라 이미지 스케일은 칼라 전문가들의 지식에 의해 획득되고, 형용사와 대응되는 칼라(들)을 선택하기 위해 동일한 형용사 이미지 스케일들에서 형용사들을 이용하여 칼라를 표현한다[4,5]. 전자는 그림 1의 (b)와 같이 형용사 이미지 스케일이라 부르고, 후자는 그림 1의 (a)에 보이는 것처럼 칼라 이미지 스케일이라 부른다.

칼라 이미지 스케일에 사용되는 형용사들은 여러 카테고리로 분류될 수 있다. 예를 들어 표 1에 84개 형용사들은 12개의 카테고리들로 분류된다[4].

칼라 이미지 스케일들과 형용사들은 그림 1과 같이 정렬될 수 있고, 형용사와 함께 대표된 이미지에 해당하는 칼라들을 선택할 수 있다.

대표적인 이미지 스케일들은 일본의 Kobayashi에 의해 발표된 것과 한국의 IRI에 의해 발표된 것이 있으며, 이외에도 여러 가지 이미지 스케일들이 있다 [4,5]. 이들 이미지 스케일들에는 단지 제한된 수의 칼라들이 칼라 이미지 스케일들에 위치하게 된다. 예를 들어 Kobayashi와 IRI 이미지 스케일에 있어 각각 130개 칼라들과 120개 칼라들이 이미지 스케일 상에 놓여진다.

이것은 칼라 이미지 스케일을 얻기 위한 실험과 평가 분석의 어려움으로부터 야기된다. 많은 칼라들을 대상으로 한 실험과 통계적 분석은 이미지 스케일 제작을 복잡하게 만들기 때문이다. 이러한 제한된 수의 칼라들 때문에 사용자는 바람직하지 않는 칼라이면 형용사에 대응하는 적절한 칼라를 얻기 위해서 칼라 이미지 스케일들에서 지각적으로 칼라들을 보간할 수 있어야 한다.

일반적으로 보간을 하기 위해 인접한 칼라들을 사용할 것이다. 그러나 어떤 위치에서는 인접한 칼라들의 지각적인 불균일성 때문에 좋은 보간 결과를 얻기가 쉽지 않다. 또한 이러한 지각적인 보간은 관측하는 사람에 의존하기 때문에 동일 위치에서 유일한 칼라를 얻기에는 많은 어려운 부분이 있다.

그러므로 적절한 칼라 선택 방법과 이미지 스케일들의 좌표를 통한 연속적인 칼라들을 제공하기 위해 칼라 이미지 스케일을 보간할 필요가 있다. 보간은 특히 비전문가를 주어진 형용사를 통해 많은 선택 방법들 중 칼라를 선택하는데 도움을 줄 수 있다.

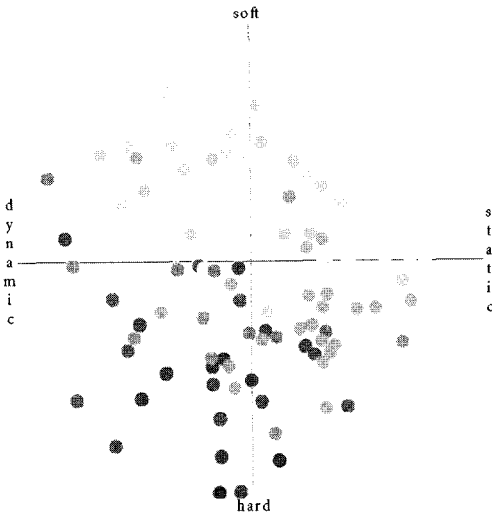
적절한 보간보간 방법의 선택을 위해서는 여러 조건들을 만족해야 한다. 첫 번째로 이미지 스케일의 기준색들은 보존되어야 하고, 보간의 결과는 심리학적 실험에 완전히 대응되어야 한다. 다시 말하면, 보간의 결과들은 원본 이미지 스케일의 정보를 완전히 보존해야 하고, 이미지 스케일에 연속적인 칼라들을 제공하여야 한다. 두 번째로 그림 1의 (a)에서와 같이 칼라 이미지 스케일에서 기준이 되는 칼라들의 위치적 불균일성을 반영하여야 한다. 세 번째로 기준이 되는 칼라들의 사이에 있어 비선형적인 변화를 반영하여야 한다는 점이다.

본 논문에서는 퍼지 K-근접 이웃 방법에 기초를 둔 칼라 이미지 스케일의 보간을 제안한다. 실험의 결과들은 보간된 이미지 스케일에서 보간된 칼라들은 칼라 선택 과정에 있어 실용적이고 유용하게 사용될 수 있음을 보였다.

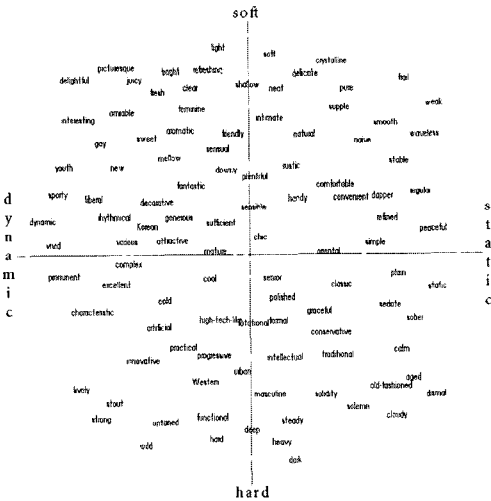
본 논문의 구성은 다음과 같다. 제안된 보간 방법은 2장에서 기술하고, 실험의 결과들과 결과에 대한 분석은 3장에 기술하였으며, 결론은 4장에 기술하였다.

2. 제안된 보간 방법

제안된 보간 방법이 성립하기 위한 가정은 이미지 스케일들의 대표되는 좌표의 값들이 선형적이고 직교한다는 것이다. 왜냐하면 보간 방법에서 2차원 평면에서 보간방법은 유클리디안 거리를 사용하기 때문이다. 즉 그림 1에서처럼 IRI 이미지 스케일에서 “soft-hard”와 “dynamic-static”으로 대표되는 그 스케일들은 선형성과 직교성이 제공되어야 한다는 것이다. 통상 이미지 스케일을 얻어내기 위한 실험데이터의 통계적 처리에서 PCA(principal component



(a) 칼라 이미지 스케일



(b) 형용사 이미지 스케일

그림 1. IRI 칼라와 형용사 이미지 스케일

analysis)와 같은 통계적 분석방법을 사용하기 때문에 의미론상 스케일들은 대체로 수직적이고 선형적이다[8].

이미지 스케일들의 보간을 위해서 적절한 칼라 공간과 보간 방법의 선택은 매우 중요하다. 다시 말하면 보간 방법은 이미지 스케일에 있어서 유클리디안 거리에 다르게 의존하는 칼라를 잘 반영되어야 한다.

이러한 목적을 반영하기 위해서 제안된 방법에서는 CIE-L*a*b 칼라 공간을 선택하였다[4]. CIE-L*a*b 칼라 공간은 칼라 좌표계 중에서 가장 넓은 색역을 갖고, RGB 공간으로부터 변환될 수 있다. CIE-L*a*b와 RGB 사이의 변환과정은 관측자와 조명조건에 의존한다[2].

본 논문에서는 칼라 이미지 스케일의 좋은 보간은 다음의 요구조건들을 만족하여야함을 고려하였다. 원본 칼라 이미지 스케일에 있어 참조되는 칼라는 보존되어야 하고, 그들 주변에 보간이 된 주변의 칼라는 참조된 칼라들로부터의 거리를 반영하여야 한다.

예를 들어, 그림 1에 120개의 참조 칼라들이 있다. 본 논문에서는 참조 칼라들을 RCs(Reference Colors)라 부른다. 그리고 그들을 제외한 각 위치에서 보간된 칼라를 IC(Interpolation Color)라 부른다. 다시말해 어느정도 거리가 떨어진 RC는 이미지 스케일에 있어 IC를 결정하기 위해 가까운 거리의 RC보다 적은 영향을 제공한다.

실제로 선형 보간 방법에서 비선형 보간 방법까지 매우 많은 보간 방법들이 있다[1]. 또한, 보간 방법은 균일한 혹은 불균일한 참조 데이터를 통해 분류되어진다. 그림 1의 (a)를 보면 이미지 스케일들에서 참조 칼라들은 균일하지 않게 분포되어 있고, 스케일들에 있어 칼라의 변화는 비선형적으로 보인다. 참조 칼라들은 2차원 평면상에 불규칙적으로 위치하고 선을 따른 칼라들은 공간상에 매우 다름을 의미한다.

이와 같은 사실을 고려해 보면, 우리는 인공신경망(artificial neural networks)과 같은 여러 비선형 보간 방법들을 사용할 수 있다. 그러나 전역적인 일반화나 국부적인 일반화를 이용하는 다층 퍼셉트론(multi-layer perceptron)과 같은 몇몇 신경망의 모델들은 보간에 적당하지 않다. 왜냐하면 이들은 보간이 아니라 근사화 모델이기 때문에 공간상의 참조 칼라들은 잘 보존되지 않는다[6,10]. 어느 것이든 지역 일반화에는 적합하지 않다. CMAC은 이 목적에 적합하나 연속적인 결과를 얻기 위해 제어가 어렵다[9].

제안된 보간 방법은 퍼지 K-근접 이웃방법에 근원

표 1. IRI 이미지 스케일들의 형용사들 분류

Category	Adjectives for Color Emotion
pretty	delightful, picturesque, juicy, bright, fresh, interesting, amiable, gay, sweet, feminine
clean	light, soft, refreshing, clear, shallow, neat, delicate, crystalline
mild	pure, frail, supple, weak, smooth, naïve, waveless, stable
natural	intimate, friendly, aromatic, sensual, mellow, downy, plentiful, natural, rustic, comfortable, convenient
cheerful	youthful, new, sporty, liberal, dynamic, rhythmical, vivid, various, prominent
luxurious	fantastic, decorative, generous, Korean, attractive, sufficient, mature, cool, complex
elegant	handy, sensible, chic, oriental, senior, classic
indistinct	dapper, regular, refined, simple, peaceful, plain, static
dynamic	excellent, characteristic, lively, innovative, stout, strong, untamed, wild
modern	cold, artificial, high-tech-like, practical, progressive, western, urbane, masculine, functional, hard, deep, steady, heavy, dark
gentle	polished, rotational, formal, graceful, conservative, intellectual, solidity
noble	sedate, sober, calm, aged, old-fashioned, solemn, cloudy, dismal

을 둔다[3]. 이것은 비선형적이고, 앞에서 언급한 보간의 요구조건들을 만족시킨다.

제안된 방법에서 공간상에 위치한 칼라는 수식 (1)과 같이 여러 인접한 RCs의 가중화된 합에 의해 결정된다.

$$C(x, y) = \sum_{i=1}^K \omega_i C_i \quad (1)$$

여기에서 $C(x, y)$ 는 CIE-L*a*b 공간상에 표현되는 (x, y) 위치의 칼라이고, C_i 는 칼라 이미지 스케일에서 모든 RCs 사이의 K-근접 RCs의 하나이다. 식 (1)에서 ω_i 는 C_i 와 연관된 가중치이고, 다음 식 (2)에 의해 계산될 수 있다.

$$\omega_i = \frac{1}{\sum_{j=1}^K \left(\frac{d_i}{d_j} \right)^{\frac{2}{2(m-1)}}} \quad (2)$$

여기에서 m 은 혼합인자로서 RCs가 미치는 범위를 조절해주는 파라미터이다.

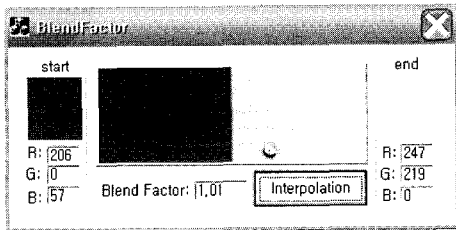
유클리디안 거리는 식 (3)에서 위치 (x, y) 로부터 보간된 위치 C_i 까지의 거리이다.

$$d_i = \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} \quad (3)$$

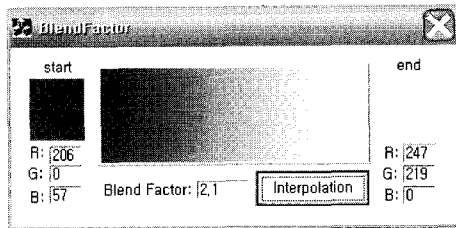
$\sum_{i=1}^K \omega_i = 1$ 로 정리하고 거리 d_i 에 대응하여 거리가 감소하면 각각의 가중치 ω_i 는 커진다. 또한, d_i 가 0으로 갈수록 보간된 위치는 위치 C_i 와 동시에 일어나고, 모든 가중치가 ω_i 를 제외하고 0으로 간다. 이러한 경우에 있어 모든 $j \neq i$ 에 대해서 $\omega_i = 1, \omega_j = 0$, 그리고 보간된 칼라 C_i 는 단지 참조된 칼라이다.

이 보간 방법은 각각의 RCs의 중심으로 단계적인 격자(tessellation)를 생성하는 것으로 간주될 수 있다. 즉 보간의 결과는 각각의 RCs가 중심인 격자 구조를 보여준다. 또한, 이러한 보간 방법은 K-근접 RCs에 기초를 둔 퍼지 군집화로 간주될 수 있다. 칼라 이미지 스케일에서 RCs를 군집의 중심으로 많은 군집들이 산재해 있고 보간된 위치는 이들 군집 중심과의 거리에 비선형적으로 반비례하는 형태로 가중치가 주어지 칼라가 결정된다. 즉 보간 위치의 칼라를 결정하는데 K-근접 RCs가 기여하며 기여도인 가중치는 비선형적으로 결정된다는 의미이다. 이 경우 RC들을 중심으로 한 군집의 경계들 이웃 RC들의 밀집도와 식 (2)의 혼합인자 m 에 따라 다양한 모습을 가지게 할 수 있다.

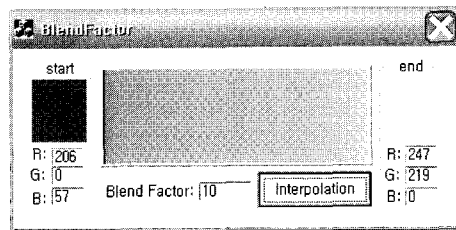
식 (2)에서 혼합인자인 퍼지화 파라미터 m 은 보간의 부드러움 정도와 인접 칼라의 영향을 미치는 범위를 제어한다. m 이 증가하면, 근접 칼라들과 관련된 가중치는 1에 접근하고 근접 칼라에 영향을 미치는 범위는 매우 적어진다. 그러므로 보간의 결과는 그림 2의 (c)와 같이 두 RCs 사이에서 다양한 색들을 보여준다. 이 경우에 보간된 각각의 위치는 RCs의 위치를 제외하고 거리들에 관계없이 동일한 거리의 RCs에 의해 기술된다. 반면에 m 이 1에 접근하면 근접한 칼라와 관련된 가중치는 1에 접근하고 근접 칼라의 영향을 미치는 범위는 그림 2의 (a)와 같이 커져 격자의 경계는 분명하게 구분된다. 즉 퍼지화 파라미터 m 을 조정함에 따라 적절한 단계의 보간 결과들을 얻을 수 있다. 그림 2의 (b)는 $K=2$ 일 때 보간에 있어 m 의 영향을 보여준다.



(a) 1.01



(b) 2.1



(c) 10

그림 2. 보간에 미치는 m 의 영향

또한, 근접 칼라들의 수를 제어하는 K 는 보간 과정에서 영향을 준다. K 가 증가하면 보간된 칼라는 RCs의 더 많은 수에 의존하고 격자의 크기들의 크기는 작아지고 그들의 경계는 더 복잡해진다.

3. 실험 결과

실험에서 우리는 RGB에서 CIE-L*a*b로의 칼라 공간의 변환을 위해 2° 의 관측자와 $d65$ 의 조명을 가정하였다. 보간은 IRI 이미지 스케일과 Kobayashi 이미지 스케일을 이용하였다. 그림 1은 IRI 단색 칼라와 형용사 이미지 스케일들이 ‘dynamic-static’과 ‘soft-hard’ 축에 놓여진 것을 보여준다. IRI 이미지 스케일에 나열된 120 RCs는 그림 3에서 보이는 것처럼 hue-tone 시스템으로 표현된다. 120 RCs의 CIE-L*a*b 값들은 IRI에서 주어진 (R,G,B)로부터 계산된다[7]. 그림 1의 (b)에서 84개 형용사들은 표 1에서 보여지는 것처럼 12개의 카테고리 그룹화된다. Kobayashi 이미지 스케일은 이미지 스케일들의 의미론상 좌표들은 ‘soft-hard’와 ‘warm-cold’이고, 그들은 130 RCs인 것을 제외하고 유사하다.

이전 절에서 언급한바와 같이 이미지 스케일들은 RCs 주변에서 격자화되고, RCs 사이의 경계들은 m 이 1에 접근할수록 더 뚜렷해지며, m 이 커지면 그림 5의 (a)에서처럼 셀 내부에 RC로부터 다르게 중간 칼라를 포함하며, 셀 구조들이 선명하게 보인다. 이는

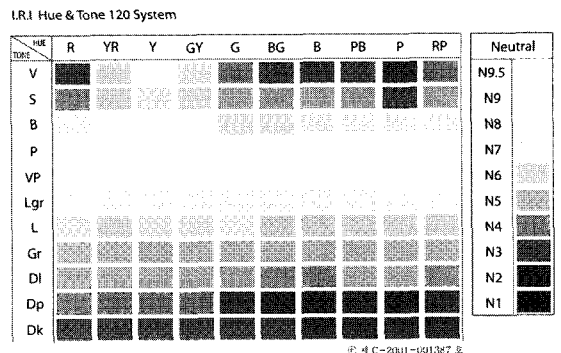
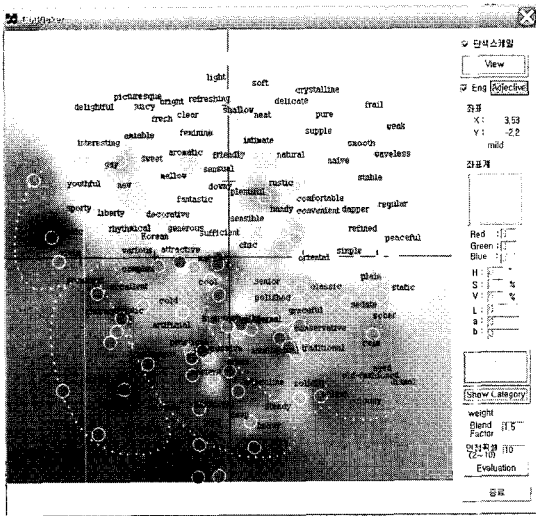


그림 3. IRI 칼라 이미지 스케일 120 칼라

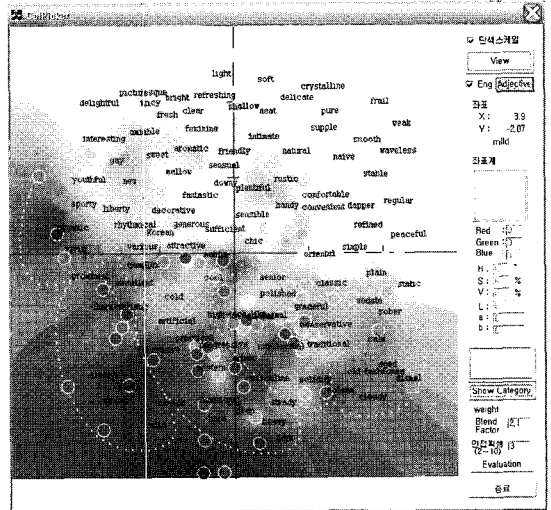
그림 2의 (c)에서 보여지는 것처럼 m 이 커질 때 보간된 칼라들은 연속적으로 자연스럽게 변화하기 때문이며 RCs들의 영향권이 급격히 줄어들기 때문이다.

보간의 결과를 평가하기 위하여 우리는 서로 다른 m 과 K 의 조건을 이용하여 각각의 IRI 이미지 스케일의 보간 결과를 얻었고, 그림 6의 오른쪽과 같이 각각의 12개의 카테고리에서 20개의 칼라들을 랜덤

하게 추출하였다. 그 후 20개의 칼라들을 6명의 전북 대학교 전자 공학과 전공 대학원 학생들에게 제공하여 샘플 칼라들이 각각의 형용사 그룹에 부합하는지를 평가하였다. 학생들은 각각의 m 과 K 의 조건에 따라 분류된 샘플들이 각 분류에 몇 개나 부합되는지를 알기위해 칼라들의 수를 세었고, 부합되는 수의 평균을 평가 점수로 부여하였다. 표 2는 이들의 설문

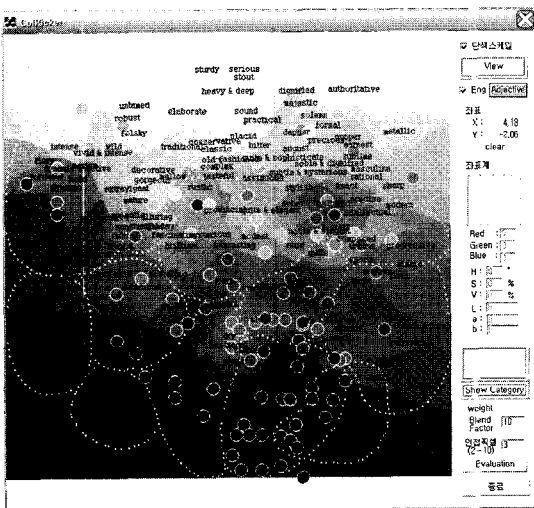


(a) $m=1.5, K=10$

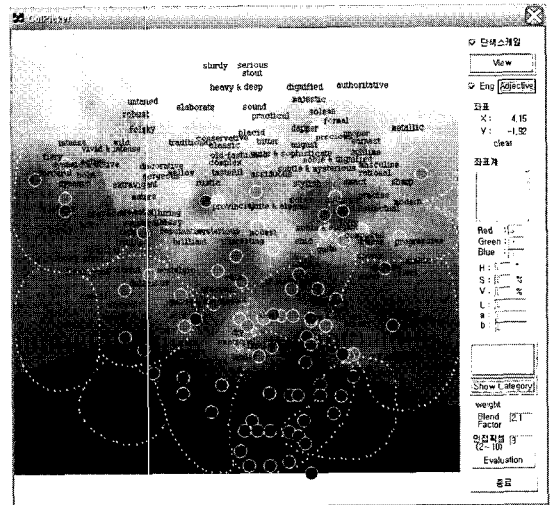


(b) $m=2.1, K=3$

그림 4. IRI 이미지 스케일에서 보간결과



(a) $m=10, K=3$



(b) $m=2.1, K=3$

그림 5. Kobayashi 이미지 스케일에서 보간결과

결과를 보여준다. 표 2에서 알 수 있듯이 $m=2.1$, $K=3$ 의 경우에 가장 우수한 결과를 제공함을 볼 수 있다. 240개 샘플들 중 187.3개의 샘플들(78.1%)이 각각의 카테고리에 맞는 감성을 제공한다고 평가되었다. 12개 카테고리들 중에서 luxurious 카테고리가 13.5개로 가장 바람직하지 못한 결과를 나타냈고, 반면에 clean 카테고리가 18.2개로 가장 바람직한 결과를 제공하였다. 그림 6은 가장 우수한 설문 평가결과를 보인 $m=2.1$, $K=3$ 의 조건으로 보간된 결과로부터 얻어진 카테고리 영역과 해당 카테고리의 20개의 샘플들을 보여준다.

표 2. IRI 이미지 스케일 설문 결과

category	K	1.5	2.1	1.5	2.1	10
	m	10	10	3	3	3
pretty	20	13.2	17.0	17.0	16.8	15.3
clean	20	18.0	18.8	18.3	18.2	17.5
mild	20	15.2	17.2	17.2	17.5	16.8
natural	20	14.0	12.3	13.2	12.7	12.2
cheerful	20	14.0	13.3	14.7	15.2	13.5
luxurious	20	8.7	10.0	12.2	13.5	12.3
elegant	20	11.5	11.5	11.8	13.5	12.8
indistinct	20	11.3	14.7	16.0	15.3	14.7
dynamic	20	16.2	16.0	16.7	16.3	15.3
modern	20	15.5	14.2	16.3	15.5	16.2
gentle	20	14.7	14.8	16.8	15.7	16.5
noble	20	16.5	16.5	26.0	17.2	16.5
total	240	170.7	176.3	186.2	187.3	179.7

또한 제안된 보간 방법의 검증을 위하여 각 조건에 따라 보간된 결과에서 그림 6의 왼쪽 부분에서처럼 각각의 형용사 카테고리의 보간된 영역을 잘랐다. 그 후 일부분의 영역을 전북대학교 산업 디자인학과 대학원생 6명에게 보여주었다. 각각의 형용사 일부분 영역을 각 학생이 매우 만족(VS), 만족(S), 보통(N), 불만족(NS), 그리고 매우 불만족(NVS)으로 점수를 표시하게 하였다. 표 3에서 ‘-’는 매우 불만족(NVS)을 ‘+’는 매우 만족(VS)을 의미한다.

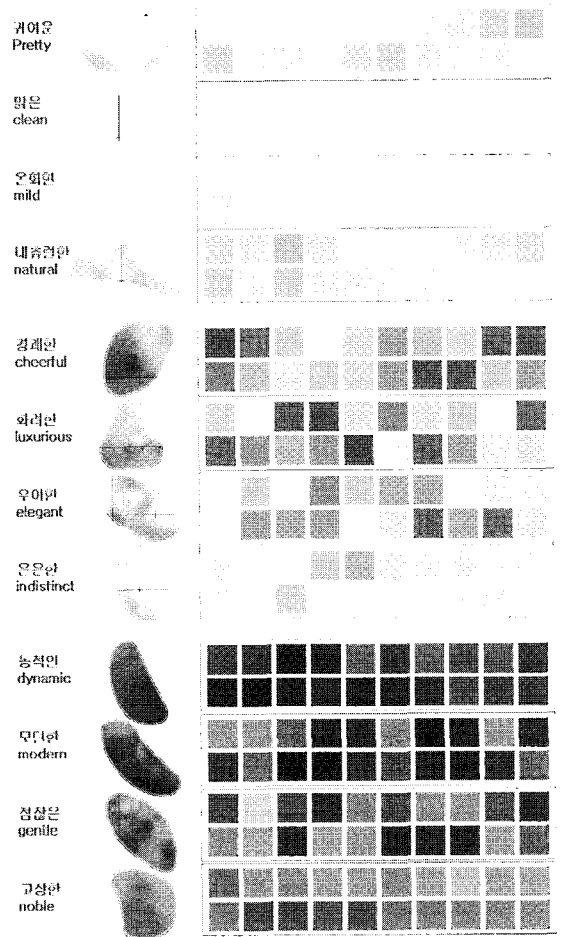


그림 6. IRI에서 범주별 보간된 색 추출 ($m=2.1$, $K=3$)

평가 결과들을 요약하기 위해서 각각의 조건에 대한 보간 결과의 카테고리별 만족 정도(Degree of Satisfaction)를 다음과 같이 정의하였다.

$$\begin{aligned}
 DoS = & 0.9 \times (\text{Number of VS}) \\
 & + 0.3 \times (\text{Number of S}) \\
 & + 0 \times (\text{Number of N}) \\
 & - 0.3 \times (\text{Number of NS}) \\
 & - 0.9 \times (\text{Number of NVS})
 \end{aligned} \tag{4}$$

식 (4)에서 ‘Number of x ’는 x 점수를 준 학생들의 수를 의미한다. 이 실험에서 표 3과 같이 $m=2.1$, $K=3$ 일 때 IRI 이미지 스케일로부터 보간된 13개 영역들의 카테고리들이 DoS의 평균으로써 0.27을 얻었

표 3. IRI 이미지 스케일 설문 결과

	$m=1.5, K=10$				$m=2.1, K=10$				$m=1.5, K=3$				$m=2.1, K=3$				$m=10, K=3$											
	-	0	+		-	0	+		-	0	+		-	0	+		-	0	+									
pretty		1	1	2	2		1	1	3	1				3	3				5	1		1		5				
clean		1		4	1		1	1	4					4	2				3	3				3	3			
clean		2	2	1	1		1	1	2	2				3	2	1		1	2	1	2				3	3		
natural	1	3	2				1	5				1	2	2	1				2	4				3	2	1		
cheerful	1		1	3	1		1		5		1			2		3				1	4	1		2		3	1	
luxurious	4	2				4	1	1				1	2	2	1	2		2	1	1	3	2	1					
elegant	1	1	2	2		1	1	1	3			1	1	3	1				1	4	1	1				5		
indistinct	1		1	1	3		1		3	2		1		3	2				1	2	3		1		4	1		
dynamic	2		3	1		2	1	3			1	2	1	1	1	1	1	1	1	3			2	3	1			
modern	3	1		2		2	1	1	2		1	3		1	1	1	2	1	1	1	1		2	2	2			
gentle	2	2	1		1	2	1	1	1	1	2	2		1	1	1	1	1	1	2	1	1		3	1			
noble	1	2		3		2		3	1	1	2	1	2	1	2				2	2	2		1	1	2	2		

표 4. Gobayashi 이미지 스케일 설문 결과

	$m=1.5, K=10$				$m=2.1, K=10$				$m=1.5, K=3$				$m=2.1, K=3$				$m=10, K=3$								
	-	0	+		-	0	+		-	0	+		-	0	+		-	0	+						
romantic	0	4	4	6	0	0	1	1	6	2	0	1	0	5	4	0	1	2	5	2	0	1	0	7	2
pretty	0	2	2	8	0	0	1	1	7	1	1	0	0	7	2	0	1	2	5	2	0	1	2	5	2
clear	0	1	1	2	3	0	0	3	4	3	0	1	0	6	3	0	1	1	6	2	0	1	1	5	3
natural	0	2	2	4	1	0	3	0	6	1	0	1	5	2	2	0	0	2	6	2	0	1	2	4	3
casual	1	2	2	1	2	0	1	5	3	1	0	2	1	6	1	0	1	1	7	1	0	1	1	7	1
elegant	0	3	3	3	1	0	2	2	5	1	0	1	3	4	2	0	2	1	7	0	0	1	2	5	2
cool-casual	0	2	2	7	1	0	3	4	2	1	0	1	6	2	1	0	2	4	2	2	0	2	1	5	2
dynamic	0	3	3	6	0	0	1	3	4	2	0	2	2	4	2	0	2	3	3	2	0	2	1	4	3
gorgeous	4	2	2	1	0	1	2	4	3	0	0	4	3	3	0	0	4	3	3	0	0	1	6	3	0
classic	1	0	0	5	1	1	2	1	5	1	1	2	2	3	2	0	3	3	3	1	0	1	4	5	0
chic	2	3	3	2	0	2	1	3	4	0	1	2	5	2	0	1	3	4	2	0	1	3	3	3	0
modern	0	1	1	5	1	1	1	4	3	1	0	4	1	4	1	0	4	3	2	1	0	1	4	5	0
dandy	2	2	2	2	0	3	4	2	1	0	3	4	1	2	0	2	6	0	2	0	2	3	3	2	0
formal	1	1	1	6	1	2	3	2	2	1	2	3	2	2	1	2	3	2	2	1	1	1	2	4	2
ethnic	0	2	2	4	0	1	2	4	3	0	0	6	2	2	0	0	3	3	4	0	0	2	3	5	0

다. 또, 표 4에서와 같이 $m=10, K=3$ 일 때 Kobayashi 이미지 스케일에서 보관된 15개 영역들의 카테고리들이 DoS의 평균값으로 0.21을 얻었다. 이들 DoS의 값 0.27과 0.21은 수식 4에서 '만족'의 가중치에 매우 근접한 수치이다. IRI 이미지 스케일 12개

카테고리들 중에 가장 높은 DoS를 갖는 카테고리는 비전문가 집단인 전북대학교 전자공학과 대학원생의 평가 실험에서와 마찬가지로 'clean'이 가장 우수한 반면에 'luxurious' 카테고리는 가장 우수하지 못했다. Kobayashi 이미지 스케일에서 가장 우수한 것과

가장 우수하지 않은 것은 각각 15개 카테고리들 중에서 'clean'과 'dandy'로부터 얻어졌다.

4. 결론

제한된 수의 형용사에 의해 대표되어지는 색채를 선택하는 것은 비전문가에게 매우 어려운 일이다. 이 논문에서 우리는 퍼지 K-근접 이웃 방법에 기초를 둔 칼라 이미지 스케일의 보간 방법을 제안하였다. 보간의 결과는 원본 칼라 이미지 스케일의 정보를 획득하고, 이미지 스케일 상에 연속적인 칼라들을 제공한다. 비록 평가에 참여한 피실험자의 수가 비전문가(6명), 전문가 그룹(6명)으로 제한적이기는 하지만 IRI와 Kobayashi 칼라 이미지 스케일의 실험 결과들은 보간된 이미지 스케일들은 주어진 형용사 그룹에 대응하는 감성에 맞는 다양한 칼라들을 제공할 수 있음을 보여주었다. 실험 결과들은 특히 비전문가에게 칼라 선택 과정에 있어 실용적으로 사용될 가능성이 있다.

참고문헌

- [1] Edward Angel, Interactive Computer Graphics. (2005): A Top-Down Approach Using OpenGL. Addison-Wesley.
- [2] Fred W. Billmeyer, Jr. Max Saltzman. (1981), Principles of Color Technology. A Wiley-Interscience Publication.
- [3] George J. Klir, Bo Yuan. (1995), Fuzzy sets and fuzzy logic: theory and application. Prentice-Hall Inc.
- [4] I.R.I Inc., Color Combination, youngjin.com, Korea 2003.
- [5] Kobayashi. (1990), Color Image Scale, Kodamsha, Japan.
- [6] Laurene Fausett. (1994), Fundamentals of neural networks: architectures, algorithms, and applications. Prentice Hall International Inc.
- [7] Logicol s.r.l, <http://www.easyrgb.com>
- [8] Richard Arnold Johnson. (1998), Dean ichern, Applied Multivariate Statistical Analysis: 4th Edition, Prentice Hall.
- [9] Russell L. Smith. (1998), INTELLIGENT MOTION CONTROL WITH AN ARTIFICIAL CEREBELLUM. UNIVERSITY OF AUCKLAND, NEW ZEALAND.
- [10] Stephen I. (1994). Gallant, Neural Network Learning and Expert Systems. The MIT Press.

원고접수 : 06.11.29

수정접수 : 07.06.18

게재확정 : 07.07.01