

대화형 유전자 알고리즘을 이용한 감정 기반 영상의 색변환

우 혜 윤[†] · 강 행 봉^{††}

요 약

본 논문은 사용자 취향 학습 방법으로 대화형 유전자 알고리즘을 이용한 감정 기반 영상의 색 변환을 제안한다. 색 변환은 주로 조화로운 색상의 범위를 정의한 기존의 템플릿을 기반으로 영상의 채도와 명도를 제외한 색상만을 변환하는 방법으로 수행되어 왔다. 색상의 조화를 조절함으로써 부자연스러운 영상을 자연스럽게 변환하여 영상을 감상하는 사용자의 만족도를 높였다. 한편, 색은 사람의 감정과도 밀접한 관련이 있기 때문에, 색과 감정의 관계를 정의 하면, 감정 기반 콘텐츠와 기술 등에서의 상호 작용을 높일 수 있다. 감정에 의한 색 변환은 콘텐츠 감상에 있어서 사용자에게 콘텐츠와 자신이 교감하고 있다는 느낌을 주어 흥미와 몰입을 높일 수 있다. 이에 따라, 본 논문은 감정 기반 색 변환을 위한 각 감정 별 색의 범위를 정의하고, 색상, 채도, 명도에 대한 색 변환을 수행한다. 하지만 색과 감정의 관계는 개인의 취향, 환경 등에 따라 다양하게 정의 된다. 이러한 특성을 반영하기 위해, 사용자 취향을 학습함으로써 사용자의 만족도를 높인다. 취향 학습 방법으로는 대화형 유전자 알고리즘을 사용한다. 사용자 취향에 의한 색변환 영상의 만족도를 분석하기 위해 설문조사를 실시하여, 원본 영상에 비해 색변환 영상에 대한 선호도가 높음을 확인한다. 이를 통해 템플릿을 동일하게 적용하는 것보다 사용자 취향을 반영한 템플릿에 의한 변환이 사용자의 감성을 만족시킴을 보인다.

키워드 : 색변환, 대화형 유전자 알고리즘, 사용자 취향, 감정

Color Transformation of Images based on Emotion Using Interactive Genetic Algorithm

Hye-Yoon, Woo[†] · Hang-Bong, Kang^{††}

ABSTRACT

This paper proposes color transformation of images based on user's preference. Traditional color transformation method transforms only hue based on existing templates that define range of harmonious hue. It does not change saturation and intensity. Users would appreciate the resulting images that adjusted unnatural hue of images. Since color is closely related to peoples' emotion, we can enhance interaction of emotion-based contents and technologies. Therefore, in this paper, we define the range of color of each emotion for the transformation of color and perform the transformation of hue, saturation and intensity. However, the relationship of color and emotion depends on the culture and environment. To reflect these characteristics in color transformation, we propose the transformation of color that is based on user's preference and as a result, people would be more satisfied. We adopt interactive genetic algorithm to learn about user's preference. We surveyed the subject to analyze user's satisfaction about transformed images that are based on preference, and we found that people prefer transformed images to original images. Therefore, we conclude that people are more satisfied with the transformation of the templates which reflected user's preference than the one that did not.

Keywords : Color Transformation, Interactive Genetic Algorithm, User's Preference, Emotion

1. 서 론

색은 사람의 감정에 영향을 주는 정보로서, 많은 학자들에 의해 색과 감정, 심리, 정서, 성격 등의 관계에 대한 연구

[1-4]가 이루어져왔다. 특히, 심리학자 R. Plutchik[5]은 기본 정서와 색의 관계를 원형 모델을 통해 정의하고 있다. 이 모델에서는 노란색은 밝고 긍정적인 정서, 파란색은 우울하고 슬픈 정서 등 8가지 기본 정서와 색의 관계를 보여주고 있다.

그러나 색에 대한 반응은 개인의 인종, 문화, 나이, 성별 등에 따라 다양하게 나타날 수 있으며, 이에 따라 많은 연구[6-9]에서 색과 감정의 관계를 다양하게 해석하고 있다. 특히 N. Kaya와 Helen H. Epps[8]의 연구를 통해 같은 색

※ 본 연구는 문화체육관광부 및 한국콘텐츠진흥원의 2009년 문화콘텐츠산업 기술지원사업의 지원으로 수행되었음.

† 준 회원 : 가톨릭대학교 디지털미디어학과 석사과정

†† 종신회원 : 가톨릭대학교 디지털미디어학부 교수

논문접수 : 2009년 12월 10일

수정일 : 1차 2010년 2월 3일

심사완료 : 2010년 2월 4일

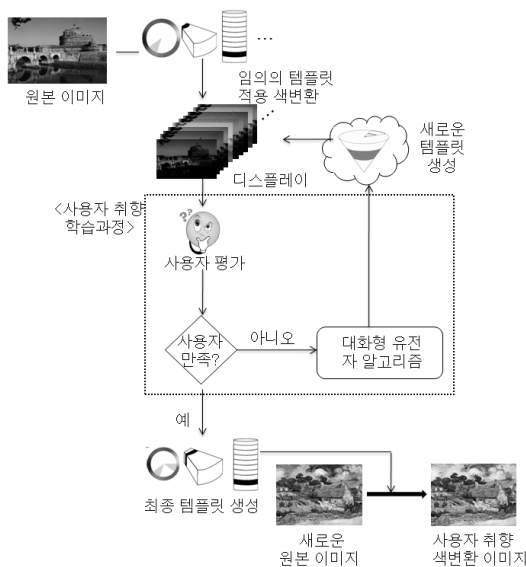
이더라도 사람마다 느끼는 감정이 다를 수 있다.

이처럼 색은 일반적으로 사람의 감정에 영향을 주지만, 사람이 색에 대해 느끼는 반응은 개인의 취향이나 환경 등에 따라 결정되기 때문에, 색과 감정의 관계는 개인에 따라 다양하게 정의될 수 있다.

본 논문은 이러한 사실을 바탕으로 감정 별로 개인의 취향을 반영한 색을 학습하고, 학습된 색을 이미지에 적용하기 위한 색변환 방법을 제시한다. 사용자 취향에 맞는 색을 학습하기 위해 대화형 유전자 알고리즘을 사용한다. 대화형 유전자 알고리즘은 평가 부분을 사용자의 주관적인 판단을 사용하는 유전자 알고리즘으로, 여러 색 중 사용자의 취향 반영한 최적의 색을 찾을 수 있는 효율적인 방법이다. 대화형 유전자 알고리즘은 의상디자인[10, 11], 사운드 디자인[12], 로고 디자인[13], 인터페이스 디자인[14] 등의 시스템에 채택되었다. 하지만 대화형 유전자 알고리즘을 이용한 감정별 색 학습에 관한 연구는 미흡한 편이다. 이러한 이유로 본 논문은 먼저 감정별 후보 색들의 범위를 템플릿으로 정의하고, 대화형 유전자 알고리즘을 통해 사용자 취향을 반영한 색을 학습한다. 그 후, 영상에 대한 색 변환을 수행한다.

제안한 기술은 개인의 취향에 맞는 색 변환을 수행하여 감정적인 만족도를 높임으로써 그 활용도는 다양한 분야로 확장될 수 있다. 애니메이션, 만화, 게임 등의 콘텐츠나 디지털 미디어아트 등 캐릭터나 배경의 색 변환을 통해 사용자와의 교감으로 인한 상호작용을 극대화 할 수 있다. 또한, 콘텐츠와 함께한다는 느낌과 함께 사용자의 흥미와 몰입을 향상시킬 수 있다. 이외에도 검색 분야에 적용하여 감정 기반 검색을 효율적으로 수행할 수 있다. 각 감정에 대한 개인 취향의 영상을 학습된 색과 유사한 영상을 검색하여 결과에 대한 만족도를 높일 수 있다.

제안한 시스템의 전체적인 과정은 (그림 1)과 같다. 먼저,



(그림 1) 대화형 유전자 알고리즘을 이용한 감정 기반 영상의 색변환

각 감정을 반영하는 색의 범위를 결정하기 위해, 설문조사를 수행한다. 결과에 따라 각 감정에 해당하는 색의 범위를 나타내는 템플릿으로 정의한다. 이때, 감정과 색관계의 다양성을 반영하기 위해 여러 개의 후보 템플릿을 구성한다. 그 다음, 임의로 선택된 템플릿이 적용된 색변환 이미지에 대해 사용자 평가가 이루어진다. 사용자가 만족하는 이미지가 나올 때까지 사용자 취향 학습을 통해 새로운 템플릿 조합을 생성한다. 사용자가 만족하면 최종 템플릿이 결정되며, 향후 시스템은 사용자의 감정을 인식 한 후, 사용자 취향 기반의 색변환 이미지를 생성한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장은 관련 연구에 대해 서술하고, 3장은 색과 감정과의 관계를 분석한다. 4장에서는 감정 기반의 후보 색상, 채도, 명도 템플릿을 구축하고, 5장에서는 색상, 채도, 명도의 색변환 방법을 제시한다. 6장은 대화형 유전자 알고리즘 기반의 학습 과정을 서술하고, 7장에서 실험 결과에 대해 살펴본다. 마지막으로 8장에서 결론을 기술한다.

2. 관련 연구

J. Itten[15]은 색상 조화를 위한 색상환을 정의하여, 색상 간의 조화 관계를 제시하였다. 이후로, 색상 템플릿은 주로 색의 조화를 위해 연구되어 왔으며, Y. Matusda[16]의 Color coordination은 J. Itten의 색상 구성을 기반으로 색상 뿐만 아니라 채도, 명도의 범위를 정의하고 있다. 이를 위해 Y. Matusda는 9년간의 여학생의 옷과 날염원단에 사용되는 색구성에 대한 설문조사 수행하였고, 결과를 바탕으로 8가지 타입의 색상과 10가지 타입의 Tone(채도와 명도)으로 분류하고 있다. 색상 타입은 A. H. Munsell[17]의 색상환의 색상들로 정의 하며, Tone타입 역시 A. H. Munsell의 색공간의 채도와 명도로 정의 한다. 색상과 Tone타입들을 조합하여 조화로운 색구성은 총 80가지의 타입으로 정의 된다. Y. Matusda의 색 템플릿은 색 조화를 위한 연구에 주로 사용되고 있다. 먼저, M. Tokumaru et al.[18]의 Color design support system은 색 디자인을 위한 색 조화의 평가를 위해 Y. Matusda의 색 구성을 채택하였다. 또한, D. Cohen-Or et al.[19]의 연구 역시 Y. Matusda의 8가지 색상 템플릿을 기반으로 한다. 제안한 수식을 통해 이미지의 색상을 원하는 범위로 이동시켜 이미지의 자연스러운 색상의 조화를 보여주고 있다. N. Sawant와 Niloy. J. Mitra[20] 역시 색상 템플릿을 적용 범위를 확장하여, 정지 영상뿐만 아니라 동영상에서도 색상 조화를 수행한다.

이렇게 색 템플릿은 주로 조화와 관련되어 정의되고, 응용되어 왔지만, 감정에 관련한 색 템플릿에 관한 연구는 미흡한 편이다. 이에 따라 본 논문은 감정 기반 색 템플릿을 구성하기 위해, Y. Matusda의 방법을 토대로 설문조사를 통해 감정에 대한 색상, 채도, 명도 템플릿을 정의한다. 7가지의 색상 템플릿, 4가지의 채도와 명도 템플릿을 구성하여, 감정별 총 112가지 타입의 색 템플릿을 생성하게 된다. D.

Cohen-Or et al.[19]와 N. Sawant와 Niloy. J. Mitra[20]의 연구에서는 색상에 대한 색변환 수식을 제안하고 그 결과를 제시했지만, 본 논문은 색상뿐 만아니라 명도와 채도 역시 감정에 영향을 미치므로, 이에 대한 색변환 수식을 제안하고 그 결과를 제시한다.

본 논문은 색에 대한 개인의 취향을 반영하기 위해 학습이 필요한데, 그 방법으로 대화형 유전자 알고리즘을 사용한다.

대화형 유전자 알고리즘[21]은 유전자 알고리즘의 적합도 함수를 사람의 판단으로 사용하여 최적의 해를 찾는 알고리즘이다. 사용자는 시스템의 결과에 대해 평가하고, 유전자 알고리즘은 사용자의 평가를 기반으로 최적의 해를 생성하기 위해 목표 시스템을 최적화하게 된다. 이런 면에서, 대화형 유전자 알고리즘은 사람의 취향, 감정, 심리적 견해, 직관 등을 포함한 기술이라고 할 수 있다. 이러한 특성에 따라 본 논문은 감정별 선호색을 학습하기 위해 사용자의 취향을 반영할 수 있는 대화형 유전자 알고리즘을 사용한다.

3. 색과 감정의 관계 분석

색과 감정의 관계를 분석하기 위해 색에 대한 사람들의 일반적인 반응에 대한 분석이 필요하다. 이를 위해, 인종과 문화적 배경, 환경 등에 따른 색에 대한 감정의 다양함을 반영하기 위한 설문조사를 수행한다.

논문에서 사용할 감정은 학자들이 정의한 기본감정을 토대로 결정한다. 기본 감정은 여러 학자들에 의해 감정의 개수에 다소 차이를 보이며 정의되어 있다. 예를 들어, 심리학자 P. Ekman[22] 기본 감정을 분노, 혐오, 공포, 행복, 슬픔, 놀라움으로 정의하고, R. Plutchik[5]은 8가지로 정의했다. 하지만 공통적으로 즐거움(기쁨), 슬픔, 분노, 공포의 감정이 포함되는 것을 알 수 있다. 특히 서로 다른 문화 언어권에서 범주화된 정서를 통해 즐거움, 슬픔, 분노, 공포가 공통적으로 관찰되었다고 한다. 이를 토대로, 기본 정서를 유도하는 영상물 선정하고, 이를 통해 발현된 정서를 체계적으로 이해하기 위한 연구가 진행되었다.[23] 이에 따라 본 논문은 공통적으로 포함된 4가지의 기본 감정(즐거움, 슬픔, 분노, 공포)을 사용한다.

색과 4가지 기본 감정인 즐거움, 슬픔, 분노, 공포와의 관계를 분석하기 위해 42명의 대학생을 대상으로 모니터에 150장의 사진을 보여 주고 사진의 색상으로부터 느끼는 감정을 조사한다.

설문조사를 통해 감정별로 가장 많은 응답을 얻은 상위 10개의 사진으로부터 감정별 주요 색상 범위를 추출한다. 효과적인 추출을 위해 각 사진의 HSV공간을 <표 1>과 같이 10개의 범위로 양자화를 한다. 이때, 모든 사람이 특정 색 범위에 대해 같은 감정을 느끼지 않기 때문에, 이에 따른 다양성을 반영하기 위해 여러 종류의 템플릿을 구성한다. 이를 위해, 10장의 이미지의 히스토그램을 구한 후, 각

<표 1> 색상, 채도, 명도값의 양자화 테이블

인덱스	색상값 범위(단위:°)	채도값 범위	명도값 범위
0	342-360, 0-18	0-0.1	0-0.1
1	18-54	0.1-0.2	0.1-0.2
2	54-90	0.2-0.3	0.2-0.3
3	90-126	0.3-0.4	0.3-0.4
4	126-162	0.4-0.5	0.4-0.5
5	162-198	0.5-0.6	0.5-0.6
6	198-234	0.6-0.7	0.6-0.7
7	234-270	0.7-0.8	0.7-0.8
8	270-306	0.8-0.9	0.8-0.9
9	306-342	0.9-1.0	0.9-1.0

<표 2> 감정별 대표 색범위 인덱스

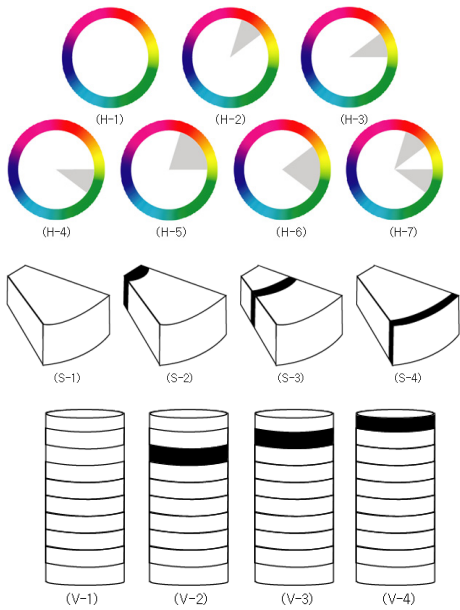
	즐거움	슬픔	분노	공포
색상 인덱스	1, 2, 3	0, 4, 6	0, 1, 4	1, 3, 7
채도 인덱스	0, 3, 9	0, 1, 6	0, 6, 9	0, 1, 9
명도 인덱스	7, 8, 9	0, 6, 9	0, 7, 9	0, 1, 6

이미지의 히스토그램 값이 최대인 범위를 구한다. 10장의 이미지에서 색상, 채도, 명도 별로 가장 빈번하게 나온 범위가 최소 3개인 것으로 나타났다. 이에 따라 가장 빈번하게 나온 상위 3개의 범위를 선택하면 결과는 <표 2>와 같다.

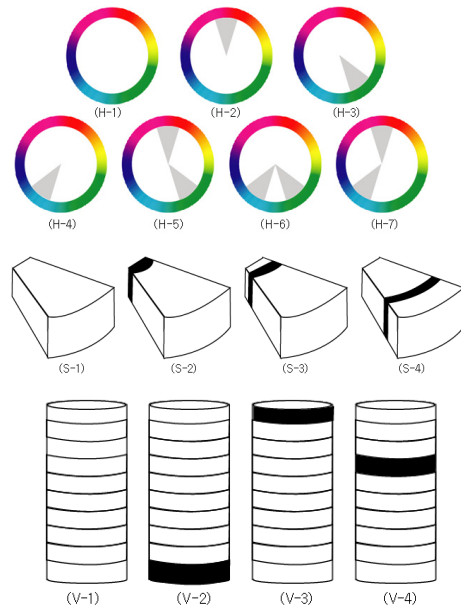
4. 감정 기반 색상, 채도, 명도 템플릿(template) 구축

설문조사를 통해 정의한 감정과 색상과의 관계를 바탕으로 색상, 채도, 명도에 대한 템플릿을 구축한다. 색공간은 인간의 색인지 방법과 가장 유사한 HSV색공간을 사용한다.

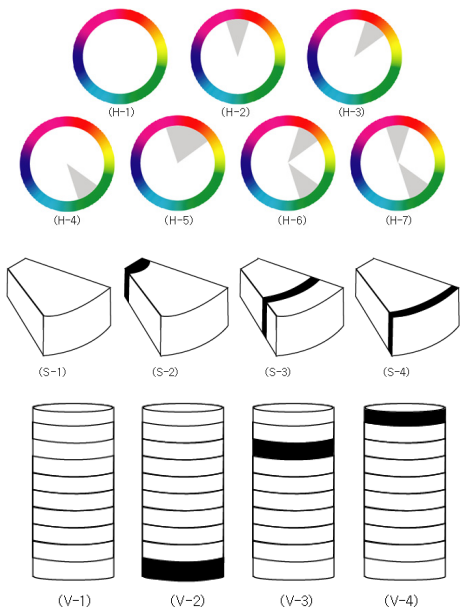
본 논문의 템플릿은 특정 범위의 색상 값, 채도 값, 명도 값을 정의해야하기 때문에, 색상의 조화로운 구성을 위해 타입별로 색상의 분포를 정의한 Y. Matsuda[16]의 Color Coordination를 참조하여 구성한다. Y. Matsuda는 색상과 톤(채도와 명도)의 분포로 나누고, 8가지의 색상 타입과 10가지의 톤 타입으로 구성한다. 이러한 구성 역시 설문조사를 통해 이루어진 것으로, 설문조사를 바탕으로 한 색상과 채도, 명도 템플릿 구성이 필요한 본 논문에 기본이 되는 이론이다. 이를 기반으로 7가지의 색상 템플릿, 4가지의 채도, 명도 템플릿을 구성한다. 회색의 부채꼴 영역(sector)은 <표 2>의 결과에 따른 색상의 범위를 의미한다. 특히, 색상 템플릿은 <표 2>의 3개의 범위를 조합하여 2개의 부채꼴 영역을 갖도록 구성하였다. 각 감정별 템플릿은 (그림 2)-(그림 5)와 같다. H-1, S-1, V-1 템플릿을 적용하면, 색상, 채도, 명도 값은 변하지 않는다.



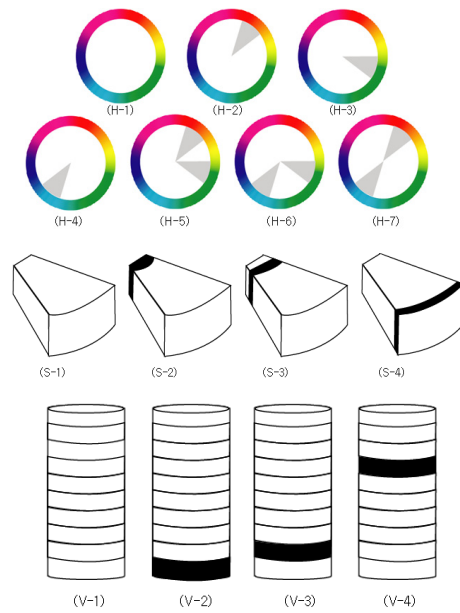
(그림 2) 즐거움에 대한 색상, 채도, 명도 템플릿



(그림 3) 슬픔에 대한 색상, 채도, 명도 템플릿



(그림 4) 분노에 대한 색상, 채도, 명도 템플릿



(그림 5) 공포에 대한 색상, 채도, 명도 템플릿

5. 색상, 채도, 명도 값의 변환 방법

색 변환을 이미지에 적용시키기 위해 정의한 템플릿을 기반으로 수식을 적용하여 특정 범위로 색을 이동 시킨다. 색상 값은 [19]의 가우시안 함수를 적용한 수식을 사용하여 자연스러운 색상 변환을 수행하였고, 채도와 명도 시각의 비선형성을 고려한 수식을 새롭게 제안한다.

5.1. 색상 값의 변환

색상 값은 변환은 원본의 색상을 최대한 유지하면서 수행

되어야 자연스러운 색상 변환의 결과를 얻을 수 있다. 이에 따라 [19]에서는 가우시안 함수를 사용하여 부채꼴 영역의 중심 픽셀로부터의 거리에 따른 선형적인 색상 이동을 식 (1)과 같이 정의한다. 픽셀 p 의 색상 값은 다음 식을 통해 해당 템플릿의 부채꼴 영역으로 이동하게 된다. $H_c(p)$ 는 부채꼴 영역의 중심 색상 값으로 정의 된다.

$$H'(p) = H_c(p) + \frac{u}{2}(1 - G_\sigma(\|H(p) - H_c(p)\|)) \quad (1)$$

u 값은 템플릿 부채꼴 영역의 호의 길이, G_σ 는 평균이

0이고 표준편차가 σ 인 가우시안 함수이다. σ 값의 범위는 0에서 u 까지로 사용자가 정의한다. σ 값이 크면 색상 값이 부채꼴 영역의 중심에 가깝도록 하는 반면, 작은 σ 값은 색상 값이 부채꼴 영역의 경계선에 가깝도록 한다. 최적의 색상 균형을 위해 $\sigma=u/2$ 를 사용한다. 부채꼴 영역이 2개 이상 일 때는 현재 픽셀과 부채꼴 영역의 중심과 가장 가까운 거리에 해당하는 부채꼴 영역으로 이동한다.

5.2. 채도 값과 명도 값의 변환

사람의 시각은 어둡거나 흐린 색을 잘 인식하지 못하는 비선형적인 특성을 갖고 있다. 이 때문에 채도와 명도 값은 단순히 일정한 값을 가감하여 조절하기보다는 이러한 비선형성에 맞추어 조절할 필요가 있다. 이를 위해서 비선형적인 반응들을 보정하는 영상처리 알고리즘이 필요하다. 비선형함수인 지수 변환 함수에 의한 감마 보정이 이에 해당하며, 수식은 다음과 같다.

$$V(p) = \left(\frac{V(p)}{255}\right)^{\frac{1}{\lambda}} \times 255 \quad (2)$$

지수 변환 법칙의 수식이 [0,1]범위를 갖기 때문에 입력 값은 255로 나누어 입력하고, 출력 값은 255를 곱한다.

보통 감마값은 사용자가 임의로 지정하거나 정해져있으며, 본 논문은 각 양자화 범위에 해당하는 감마값을 계산하여 적용한다. 방법은 0~255의 픽셀 값을 입력 값으로 하여 감마값을 λ_1 에서 λ_2 까지 변화시키면서 감마보정 수식을 적용한다. 이 때, 각 양자화 범위에 해당 하는 픽셀의 수를 최대로 하는 감마값을 선택한다. 결정된 감마값에 의해 이미지의 채도와 명도를 템플릿에 정의된 범위로 변환한다.

6. 대화형 유전자 알고리즘 기반 색변환 시스템

실문조사에 의해 구성된 템플릿으로 색상을 변환하더라도, 색상, 채도, 명도 각각에 대한 감정은 사람마다 다르기 때문에, 최종 변환 결과에 대한 감성적인 만족도가 낮을 수 있다. 그러므로 사용자의 취향을 학습하여 결과에 반영하는 방법이 필요하다. 사용자 취향을 학습하는 방법으로 대화형 유전자 알고리즘을 사용한다. 이를 통해 사용자와의 상호작용을 함으로써 만족스러운 감정별 템플릿을 생성할 수 있다.

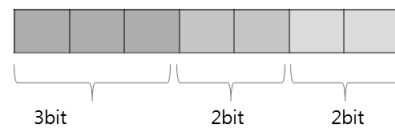
[19]는 템플릿을 선택한 후, 단순히 색변환 구현했지만, 본 논문은 대화형 유전자 알고리즘의 이론을 기반으로 각 감정별 7가지의 색상 템플릿, 4가지의 채도, 명도 템플릿의 총 112가지의 조합 중, 사용자가 선호하는 조합을 학습하여 최종 색상, 채도, 명도 템플릿을 결정한다.

6.1 염색체 표현

<표 3>과 같이 색상 템플릿은 7가지로 3비트로 인코딩되고, 채도 템플릿과 명도 템플릿은 각 4가지로 2비트로 인코딩된다. 구성 되는 최종 염색체는 (그림 6)과 같다.

<표 3> 템플릿의 염색체 표현

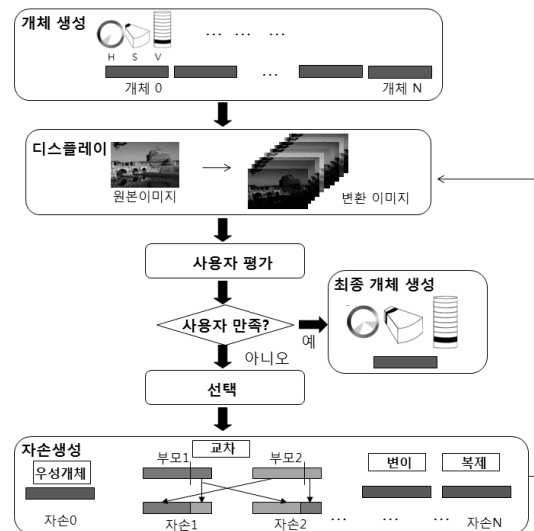
색상		채도		명도	
템플릿	인코딩	템플릿	인코딩	템플릿	인코딩
H-1	000	S-1	00	V-1	00
H-2	001	S-2	01	V-2	01
H-3	010	S-3	10	V-3	10
H-4	011	S-4	11	V-4	11
H-5	100				
H-6	101				
H-7	110				



(그림 6) 템플릿의 염색체 표현

6.2 알고리즘 과정

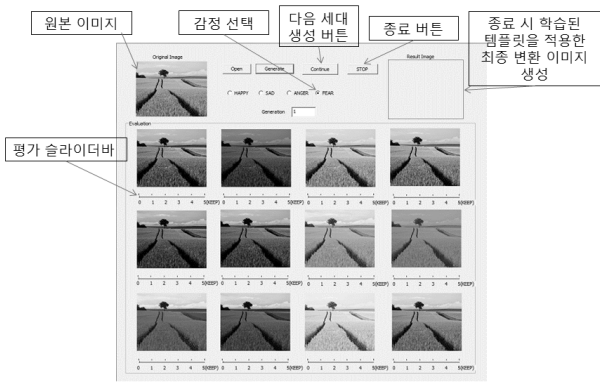
대화형 유전자 알고리즘을 이용한 사용자 취향 학습과정은 (그림 7)과 같다. 먼저, 112가지의 템플릿 조합 중 N개의 조합을 선택한 후 원본이미지에 적용한다. 색변환 이미지에 대해 사용자의 만족을 기준으로 종료를 결정하게 된다. 종료 되지 않을 경우, 사용자의 평가를 기반으로 유전자 알고리즘 연산을 적용하여 다음 세대의 개체를 생성한다. 종료 시, 사용자 취향 기반의 최종 개체인 색상, 채도, 명도 템플릿 조합을 결정 한다. 단계 별 자세한 내용은 다음과 같다.



(그림 7) 대화형 유전자 알고리즘을 이용한 사용자 취향 학습 과정

6.2.1 초기 개체 생성과 디스플레이

색상 템플릿, 채도 템플릿, 명도 템플릿이 임의로 선택되어 N개의 개체를 생성한다. 템플릿을 적용하여 이미지에 대한 색 변환을 수행한 결과 이미지를 (그림 8)과 같이 사용자에게 보여준다.



(그림 8) 사용자 인터페이스 및 초기 개체 생성
(이미지출처: flickr.com id: .: Philipp Klinger :.)

6.2.2 사용자 평가

각 템플릿에 의한 색 변환 이미지는 슬라이드 버튼을 통해 사용자의 판단에 따라 평가가 내려진다. 점수는 5단계로 이루어져 있으며, 평가 값은 유전자알고리즘의 적합도 값의 역할을 한다. 또한 사용자는 KEEP을 선택하여 하나의 우수한 개체를 다음 세대에 나타나도록 할 수 있다.

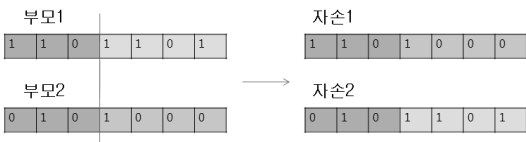
6.2.3 선택

우수 개체를 선택하는 방법으로 토너먼트 선택과 엘리티즘(elitism)을 사용한다. 토너먼트 선택은 집단 내에서 임의로 n개의 개체를 선택 한 후, 적합도가 가장 높은 개체를 남기는 방식이다. 본 논문은 n = 2로 설정한 후, N번의 토너먼트 선택을 통해 N개의 개체를 선택하였다. 엘리티즘은(elitism)은 가장 우수한 개체로 선택된 개체를 다음세대에 그대로 물려주는 방법이다.

6.2.4 교차와 변이 연산

교차 연산은 교차 연산 확률(Pc)로 (그림 9)와 같이 부모 개체에 대해 일점 교차 연산을 수행한다. 이때 교차 포인트는 랜덤하게 선택된다. 변이 연산은 변이 연산 확률(Pm)로 (그림 10)과 같이 개체의 임의의 비트를 변형시킨다. 이를 통해 색상, 채도, 명도 중 하나의 템플릿을 변화시킨다.

연산 후, 다음 세대는 교차연산과 변이연산에 의해 생성된 새로운 개체, 우성 개체, 전 세대에서 임의로 선택된 개체로 총 N개로 구성된다.



(그림 9) 일점 교차 연산



(그림 10) 변이 연산

6.2.5 종료

사용자가 선호하는 색변환 이미지가 생성되면 STOP 버튼을 눌러 종료한다. 종료 시, 최종 템플릿이 결정된다.

7. 실험

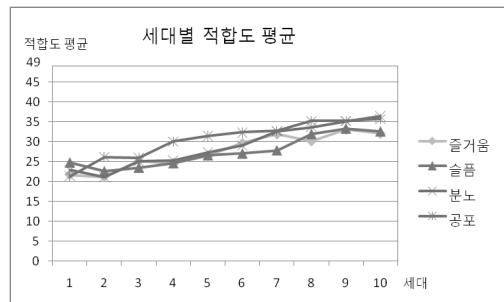
실험 환경으로 CPU 2.20, Memory 2.0GB의 컴퓨터를 사용한다. 사진은 www.flickr.com 로부터 임의의 사진을 선택하여 사용한다.

실험 방법은 각 감정별로 12장의 색변환 이미지를 보여준 후 사용자가 부여한 점수를 기반으로 사용자 취향을 학습하여, 최종 템플릿을 결정 한다. 새로운 이미지와 감정이 입력되면 이미지에 수식을 적용하여 색을 변환한다. 이 때 입력 값인 감정과 변환되는 템플릿은 꼭 일치하지 않아도 된다. 즉 사람의 감정이 슬픔일 경우, 슬픔을 더 극대화하기보다 즐거운 감정을 갖게 하기 위해 즐거움의 템플릿이 적용될 수 있다. 본 논문은 제안한 템플릿의 색 범위와 감정의 관련성을 검증하기 위해, 구현 시 입력감정과 변환될 템플릿이 일치하도록 하여 실험한다. 또한, 총 15명의 대학생에 대상으로 색변환 이미지의 선호도에 대한 설문조사를 실시하여, 제안한 학습 방법이 사용자의 만족도를 높임을 확인한다. 설문조사 시 이미지는 각 감정별로 학습에 사용되지 않은 새로운 이미지 15장을 테스트 이미지로 사용한다.

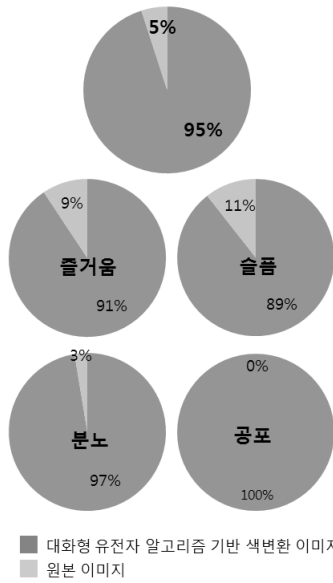
대화형 유전자 알고리즘 방법의 색 변환에 대한 실험은 개체의 개수인 N = 12, 교차 연산 확률(Pc)은 0.8, 변이 연산 확률(Pm)은 0.1, 세대 별로 적합도를 분석하기 위해 세대 수를 10으로 설정하여 진행한다. 채도와 명도 변환 시 λ₁, λ₂는 이미지가 너무 밝거나 흐려지지 않아 식별 가능 하도록 λ₁ = 0.3, λ₂ = 4.3 으로 지정하였다.

(그림 11)은 세대 별로 15명의 사용자가 부여한 점수의 평균값을 계산하여 나타낸 그래프로 세대 수가 증가 할수록 적합도의 평균이 높아지는 것을 알 수 있다. 이를 통해 세대를 거듭할수록 각 사용자에게 맞는 최적의 템플릿 조합을 구성함을 알 수 있다.

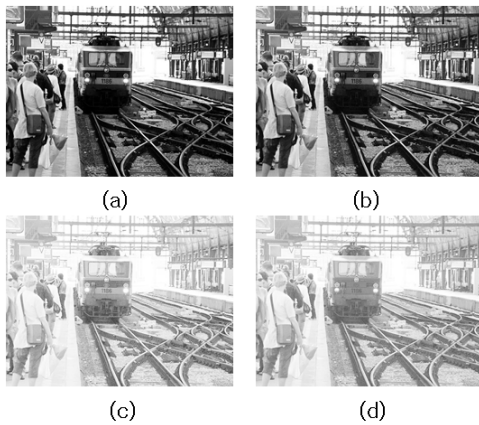
(그림 12)는 4가지 감정에 대한 색변환 이미지 선호도(위)와 감정별 색변환 이미지 선호도(아래)결과 이다. 전체 감정에서 대화형 유전자 알고리즘에 의한 색변환 이미지 템플릿 95%의 선호도를 보였고, 사용자 취향 학습이 효과적으로 되었다.



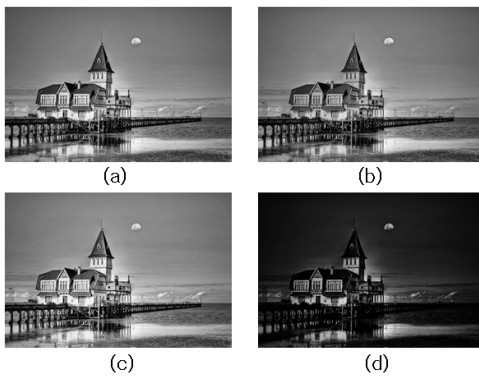
(그림 11) 각 감정의 세대별 적합도 평균



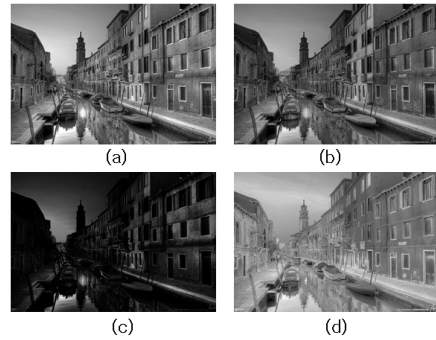
(그림 12) 4가지 감정에 대한 색변환 이미지 선호도(위)와 감정별 색변환 이미지 선호도(아래)



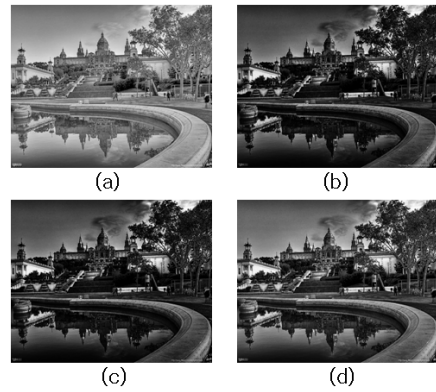
(그림 13) 즐거움에 대한 사용자별 색변환 이미지
 ((a)원본이미지(이미지출처: flickr.com id: Claudio.Ar)
 (b)~(d)사용자별 색변환 이미지)



(그림 14) 슬픔에 대한 사용자별 색변환 이미지
 ((a)원본이미지(이미지출처: flickr.com id: 'J')
 (b)~(d)사용자별 색변환 이미지)



(그림 15) 분노에 대한 사용자별 색변환 이미지
 ((a)원본이미지(이미지출처: flickr.com id: MorBCN)
 (b)~(d)사용자별 색변환 이미지)



(그림 16) 공포에 대한 사용자별 색변환 이미지
 ((a)원본이미지(이미지출처: flickr.com id: MorBCN)
 (b)~(d)사용자별 색변환 이미지)

있음을 확인할 수 있다. 각 감정 별 결과 역시, 91%, 89%, 97%, 100%로 높은 선호도를 확인할 수 있다.

(그림 13)~(그림 16)은 4가지 감정에 대한 사용자 별 색변환 이미지 결과이다. 이를 통해 감정에 따라 각 사용자가 선호하는 색이 다를 수 있음을 확인할 수 있다.

8. 결 론

색은 일반적으로 사람의 감정에 영향을 준다. 반면, 사람은 개인의 취향에 따라 색상, 채도, 밝기에 대한 선호도와 민감도가 다르기 때문에 같은 색이라도 다른 감정을 느낀다. 이러한 개인의 감정에 따른 색 변화가 이루어진다면, 감정 기반 콘텐츠와 기술에서의 사용자의 감성적인 만족도가 높아지는 것은 물론, 상호작용을 통해 사용자로부터 흥미와 몰입을 이끌어 낼 수 있을 것이다.

이를 위해 본 논문에서는 색과 감정의 관계를 설문조사를 통해 정의하고, 색상뿐만 아니라 채도, 명도, 템플릿을 정의했다. 또한, 대화형 유전자 알고리즘 기반의 사용자 취향 학습에 의한 색변환 실험을 통해, 각 사용자의 취향에 맞는 색을 변환할 수 있음을 보여주었다. 설문 조사를 통해 대화

형 유전자 알고리즘 방법을 통한 색 변환 이미지를 95%의 높은 수치로 선호하는 것을 확인할 수 있다.

이를 통해 결정된 템플릿의 색 범위가 각 감정을 반영하는 것을 확인하고, 학습을 통한 사용자의 취향 반응을 통해 색 변환 이미지에 대한 사용자의 만족도를 높일 수 있었다.

하지만, 자연스러운 색 변환에 대한 연구가 필요하다. 특히 색상 템플릿이 2개 이상의 부채꼴 영역(sector)을 가질 경우, 비슷한 색상 영역이 서로 다른 부채꼴 영역으로 분할되어 자연스럽게 못한 변환 결과를 가져온다. 이를 해결하기 위한 최적의 픽셀 할당 방법에 대한 연구가 필요하다.

향후, 색상, 채도, 명도에 대한 후보 템플릿의 수를 늘린다면, 사용자의 다양한 취향을 만족시켜주는 발전된 시스템을 구현 할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

[1] F. Birren, 색채심리, 동국출판사 1995.
 [2] John Wolfgang Von Goethe, 색채론, 민음사, 2003.
 [3] 스에나가 타미오, 색채 심리, 예경, 2001.
 [4] E. Heller, 색의 유희1,2, 예담, 2002.
 [5] R. Plutchik, Emotions and life: Perspectives from psychology, biology, and evaluation, American Psychological Association, 2002.
 [6] Rose H. Alschuler and LaBerta W. Hattwick, "Painting and personality: A study of young children," The University of Chicago Press, 1969.
 [7] M. Saito, "Comparative studies on color preference in Japan and other Asian regions, with special emphasis on the preference for white," Color Research and Application, Vol. 21, No.1 pp.35-49 1996.
 [8] N. Kaya, Helen H. Epps., "Relationship between color and emotion: A study of college students," College Student Journal, Vol.38, No.3 p396, September, 2004.
 [9] S.-M Whang and B. Kwon, "A Study on Human Color Sensibility according to Psychological Color Image Scale(PCIS)," Journal of Korean Society of Color Studies, Vol.19, No.1, pp.13-25, 2005.
 [10] H.-S., Kim and S.-B., Cho, "Application of interactive genetic algorithm to fashion design," Engineering Applications of Artificial Intelligence, Vol.13, Issue 6, pp.635-644, December 2000.
 [11] M. Sugahara, M. Miki, T. Hiroyasu, "Design of Japanese kimono using interactive genetic algorithm", Systems, Man and Cybernetics, 2008. IEEE International Conference on, pp.185-190, Singapore, October, 2008.
 [12] M. Miki, H. Orita, S. H. Wake, T. Hiroyasu, "Design of sign sounds using an interactive genetic algorithm," International Conference on Systems, Man, and Cybernetics of the IEEE , pp3486-3490, Taipei, Taiwan, October, 2006.
 [13] M. Yamada, T. Onisawa, "Logo drawing system applying interactive genetic algorithms," Information Reuse and

Integration, 2006 IEEE International Conference on, pp.238-243, Waikoloa Vilage, HI, September, 2006.
 [14] J. C. Quiroz, S. J. Louis, A. Shankar, S. M. Dasalu, "Interactive genetic algorithm for user interface design," Evolutionary Computation, 2007. CEC 2007. IEEE Congress on, pp1366-1373, Singapore, September, 2007.
 [15] J. Itten, The Art of Color, John Wiley and Sons, 1974.
 [16] Y. Matusda, Color Design, Asakura Shoten, 1995.
 [17] A. H. Munsell, A grammar of colors, New York ,1969.
 [18] M. Tokumaru, N. Muranaka, and S. Imanishi, "Color design support system considering color harmony," In Proceedings of the IEEE International Conference on Fuzzy Systems, Vol.1, pp.278-383, Honolulu, HI, USA, May, 2002.
 [19] D. Cohen-Or, O. Sorkine, R. Cal, T. Leyvand and Y.-Q. Xu, "Color harmonization," ACM Transactions on Graphics (Proceedings of ACM SIGGRAPH), Vol.25, No.3, pp.624-630, 2006.
 [20] N. Sawant and Niloy J. Mitra, "Color harmonization for videos," Sixth Indian Conference on Computer Vision, Graphics & Image Processing, pp.576-582, 2008.
 [21] H. Takagi, "Interactive evolutionary computation: Fusion of the capabilities of EC optimization and human elvaluation," Proc. of the IEEE, Vol.89, No.9, pp.1275-1296, 2001.
 [22] P. Ekman, "Facial Expression and emotion," American Psychologist, Vol.48, No.4, pp.384-392, April, 1993.
 [23] 이승조, 최남도, "기본 정서를 유도하는 영상의 선정과 정서의 체계적 이해를 위한 탐구," 한국방송학보 통권, 제23-3호, pp.205-246, 2009년 5월.



우 혜 운

e-mail : hywoo@catholic.ac.kr
 2004년 가톨릭대학교 멀티미디어시스템공학과(학사)
 2008년~현 재 가톨릭대학교 디지털미디어학과 석사과정
 관심분야: 영상처리, 컴퓨터비전



강 행 봉

e-mail : hbkang@catholic.ac.kr
 1980년 한양대학교 전자공학과(학사)
 1986년 한양대학교 전자공학과 (석사)
 1989년 Ohio State Univ. 컴퓨터공학(석사)
 1993년 Rensselaer Polytechnic Institute 컴퓨터 공학(박사)
 1993년~1997년. 삼성종합기술원 수석연구원
 1997년~현 재 가톨릭대학교 디지털미디어학부 교수
 2005년 UC Santa Barbara, Visiting Professor
 관심분야: 컴퓨터비전, HCI, 컴퓨터그래픽스, 인공지능