

Digital Library를 위한 텍스타일 프린트 디자인의 이미지 유사성 평가*

Similarity Evaluation on Images of Textile Print Design for Digital Library

이채정** · 김주용***†

Chaejung Lee** · Jooyong Kim***†

숭실대학교 유기신소재·파이버공학과**

Dept. of Organic Materials and Fiber Engineering, Soongsil University

Abstract : This research focuses on similarity evaluation of images according to tones of images. Color space of images were converted RGB color space into HSI color space. The information entropy criteria has been taken for evaluating similarity of images for digital library. The similarity was then calculated by combining correlation coefficients and information entropy. Those two values are further analyzed with a relation to human sensibility.

Key words : Digital library, similarity, fabric design, DTP, sensory evaluation

요약 : 이미지의 유사성을 결정하는 요인을 톤(tone), 즉 명도와 채도로 결정하여 정보 엔트로피를 계산하여 상관 계수를 계산하였다. 이미지의 톤을 알아보기 위해 영상정보의 색 공간을 RGB color space에서 HSI color space로 전환하였다. 이후 유사성을 판단하기 위해 이미지의 전체 픽셀수가 아닌 엔트로피 값의 범위에 따라 전체 70%의 픽셀 또는 이미지를 가장 많이 구성하는 세 가지 톤의 픽셀 수에 의해 결정되었다. 'Romantic'이라는 인간의 감성으로 판단된 18개의 영상정보를 선정하여 위의 모델을 적용, 이미지 유사성을 판단하였다.

주제어 : 디지털 라이브러리, 유사성, 직물 디자인, 디지털 프린팅, 감성 평가

1. 서론

인간이 영상을 보고 느낀 후 뇌에 있는 기억 정보와 결합하여 결정되는 지각은 사람의 감정을 직접적으로 나타내 줄 수 있으나 이는 경제적 비용이 크며 많은 사람과 오랜 시간이 필요하다는 데 있어 불편함을

나타낸다. 그러나 이를 디지털화시키면 다양하고 폭넓은 영상을 보다 편리하고 쉽게 사람의 지각을 간접적으로 나타낼 수 있는 장점이 있고 디지털화에 의해 나타난 결과 값을 data base로 축적하여 digital library를 가능케 할 수 있다[1].

본 연구에서는 Romantic이라는 감성 형용사로 사람

* 본 연구는 숭실대학교 교내연구비 지원으로 이루어졌습니다.

† 교신저자 : 김주용(숭실대학교 공과대학 유기신소재·파이버공학과)

E-mail : jykim@ssu.ac.kr

TEL : 02-820-0620

FAX : 02-817-8346

에 의해 직접 분류된 이미지를 사용하였다. 이들을 Matlab[®]을 이용하여 영상의 색을 RGB 값으로 나타내고, 이를 알고리즘의 개발자와 사용자에게 자연스럽게 직관적인 컬러 묘사에 기반을 둔 HSI 컬러 공간으로 전환하여 톤(tone)을 나타내는 채도(saturation)와 명도(intensity)의 고유값을 구하였다. 수치화된 채도와 명도의 값을 사람의 색 지각 특성과 같이 색표를 픽셀마다 질서 있게 배열한 PCCS 톤의 분류기준에 따라 12단계로 나누어 보고 각 단계에 해당하는 픽셀수를 바탕으로 하여 정보 엔트로피(Information Entropy)를 계산하였다. 그 값을 기준으로 이미지의 픽셀수를 고려하여 상관계수를 구하여 standard image에 대한 유사성을 판단해보고 사람의 지각과 비교해 보고자 한다.

2. 실험

그림 1과 같이 다음의 순서에 의해 이미지 유사성을 평가하였다.

2.1 이미지 수집

업체에서 사용하고 있는 'Romantic'이란 감성 형용사로 분류된 18개의 image를 선정, 제공받아 이미지 유사성을 분석하였다(그림 3).

2.2 색공간의 전환

Image를 분석하기 위해 Matlab[®]을 이용하였다. 프로그램 내에서 컬러 영상은 R, G, B의 세 성분으로 나타내지며 고유 값들을 색상(Hue), 채도(Saturation), 명도(Intensity)로 변환해주기 위해 HSI 컬러 공간으로 전환하였다. RGB 컬러 포맷으로 영상이 주어졌을 때, 색상, 채도 그리고 명도의 성분은 각각 다음 식으로 구하였다(4~6).

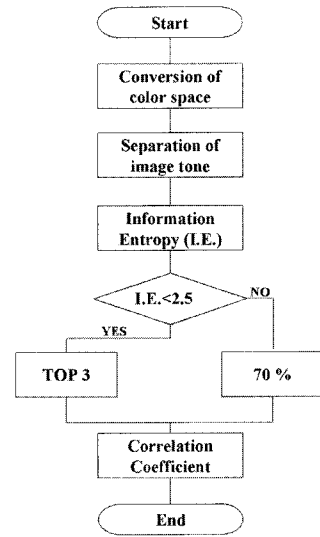


그림 1. Flow chart

$$H = \begin{cases} \theta & \text{if } B \leq G \\ 360 - \theta & \text{if } B > G \end{cases}$$

$$\theta = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2} [(R - G) + (R - B)]}{[(R - G)^2 + (R - B)(G - B)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$S = 1 - \frac{3}{(R + G + B)} [\min(R, G, B)]$$

$$I = \frac{1}{3} (R + G + B)$$

2.3 Tone Analysis

Tone은 명도와 채도로 이루어진 것으로 18개의 각각의 그림을 tone의 12단계에 따라 gray scale 값으로 치환하였다. 이후 명도와 채도의 범위에 따른 12 tones(그림 2)에 따라 한 이미지에서 각각의 tone에

Intensity	3 Light Grayish	6 Palc	9 Light	12 Bright
	2 Grayish	5 Dull	8 Soft	11 Vivid
	1 Dark Light Grayish	4 Dark	7 Deep	10 Strong
	Saturation			
	0			1

그림 2. Tone map

해당하는 픽셀수를 계산하였다. 이때 18개의 이미지마다 서로 다른 픽셀수를 가지므로 각각의 이미지에 서 톤의 각 단계에 해당하는 픽셀 수를 해당 이미지의 전체 픽셀수로 나누어 주어 표준화 시켰다.

2.4 Information Entropy

일반적으로 정보 엔트로피는 열역학에서의 엔트로피와 크게 다르지 않은 개념으로 정보량이 높을수록 불확실성은 커진다. 즉, 12단계의 tone 중에서 소수의 tone에 이미지의 픽셀 수가 집중됨을 의미한다. 이는 다음의 식으로 분포의 정도를 정량화할 수 있다[3].

$$H(X) = - \sum_{i=1}^n p(x_i) \log \left(\frac{1}{p(x_i)} \right) = - \sum_{i=1}^n p(x_i) \log p(x_i)$$

여기서, p_i 는 한 이미지를 표현하는 12단계의 톤 중에서 하나의 톤 i 가 나타내는 확률 값으로 각각 12개의 최대값인 1일 경우 로그가 취해진 함수에 1이 대입되면 그 값은 0이 되어 정보 엔트로피는 0을 만

족하게 되는 것이다. 즉, 정보 엔트로피가 작을수록 이미지를 표현하는 데 있어 소수의 톤에 의해서 표현되는 것을 의미하며 이 값에 따라 이미지의 전체 픽셀수가 아닌 70%의 픽셀이나 이미지를 지배적으로 표현하는 tone 3개에 해당하는 픽셀수에 따라 상관계수를 계산하여 유사성을 판단하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 이미지의 색조 분석

18개의 이미지는 서로 다른 색과 톤으로 표현되어져 있다. 이미지의 유사성을 판단하기 위한 기준으로 색을 배제한 톤만을 고려하였으므로 HSI color space로 전환된 영상 정보 중에서 S(saturation, 채도)와 I(intensity, 명도)만을 추출, 톤의 12단계에 따른 범위에 따라 분류하였다.

그림 4는 이미지가 나타내는 톤의 범위에 따라 그레이 스케일(0 : black, 1 : white)로 치환하여 나타낸

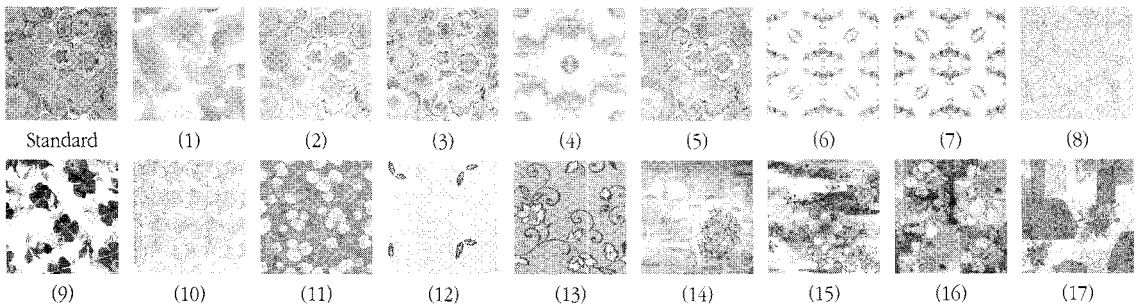


그림 3. Original color images

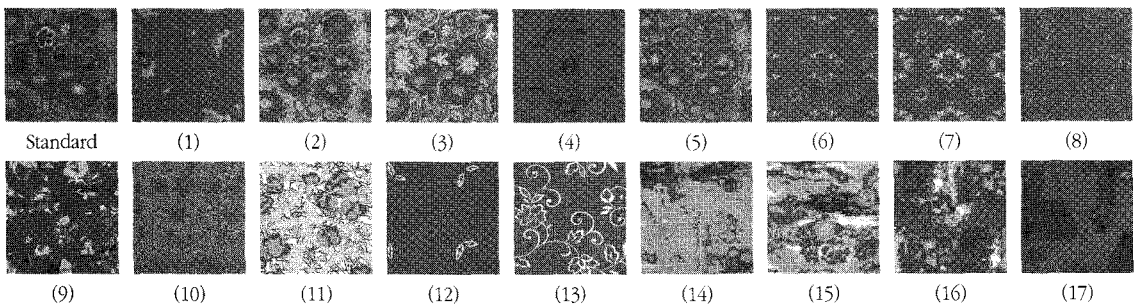


그림 4. Separated tone images

그림이다. 이미지마다 각각의 픽셀이 나타내는 톤을 Dark grayish는 $\frac{1}{12}$, grayish는 $\frac{2}{12}$, light grayish는 $\frac{3}{12}$, dark는 $\frac{4}{12}$, dull은 $\frac{5}{12}$, pale은 $\frac{6}{12}$, deep은 $\frac{7}{12}$, soft는 $\frac{8}{12}$, light는 $\frac{9}{12}$, strong은 $\frac{10}{12}$, vivid는 $\frac{11}{12}$, bright는 1로 바꾸었다.

18개의 영상정보는 여러 가지의 색상으로 표현되지만 톤의 범위에 따라 재해석했을 때 비교적 단조롭게 표현되는 것을 보여준다.

3.2 이미지의 정보엔트로피

톤으로 분류된 이미지의 각각의 픽셀은 12단계의 톤의 범위에 속하게 되고 해당범위에 속하는 픽셀의 수를 계산하였다.

그림 5는 각 이미지의 픽셀의 분포를 나타낸 히스토그램이다. 세로축의 범위가 최대 1인 이유는 각각의 이미지의 픽셀수가 다르기 때문이다. 따라서 각각

표 1. 정보 엔트로피

Image Number	Information Entropy
Standard	1.7050
(1)	0.6262
(2)	1.9481
(3)	2.1945
(4)	0.4297
(5)	1.6037
(6)	0.7718
(7)	1.1339
(8)	1.1816
(9)	1.9635
(10)	1.5063
(11)	2.8736
(12)	0.4893
(13)	1.1420
(14)	2.4558
(15)	3.0297
(16)	2.5510
(17)	1.4984

의 톤에 해당되는 픽셀수를 그 이미지의 픽셀수로 나누어 주었다.

이를 바탕으로 정보엔트로피를 계산하여 표 1에 나타내었다. 12번 image에서 최소 0.4893을 15번 image에서 최대 3.0297을 나타내었다. 이것을 그림 5의 히스토그램과 비교하여 보면 최소 정보 엔트로피 값을 가지는 12번 image의 히스토그램에 의하면 3번 light grayish와 10번의 strong에 의해 그림이 지배적으로 표현되는 반면, 최대 정보 엔트로피 값을 가지는 15번 image의 히스토그램에 의하면 12번 bright톤을 제외한 모든 톤에 픽셀이 고르게 나타남을 알 수 있다.

이와 같이 정보 엔트로피 값이 0에 가까울수록 모든 톤에 의해 image가 표현되고 그 값이 클수록 소수의 톤에 의해 지배적으로 image를 표현된다고 사료된다.

3.3 상관계수

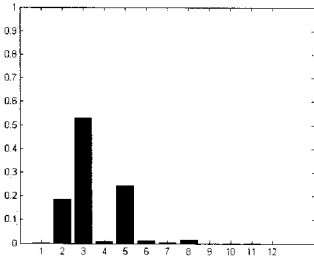
이미지를 구성하는 픽셀의 분포에 따라 결정되는 정보 엔트로피 값에 의해 유사성을 판단하는 기준을 마련하였다[2, 7~10].

그 값이 2.5보다 작은 경우는 소수의 톤에 의해 이미지가 표현되므로 가장 많은 픽셀수를 가지는 3가지 톤에 의해서, 2.5보다 큰 경우는 모든 톤에 의해 고르게 이미지가 표현되므로 이미지 크기의 70%의 픽셀수에 의해 상관계수를 계산하여 표 2에 나타내었다.

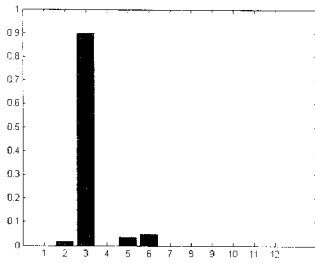
표준이 되는 standard image에 대한 나머지 17개의 image의 상관계수를 계산한 결과 상관계수 0.7을 기준으로 standard image에 대한 유사성이 있는 것은 13개로 판단되었으며 이는 human judgement와 비교했을 때 적중률이 77.78%에 이르는 것으로 나타났다.

4. 결론

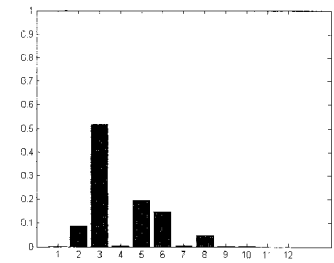
정보 기술의 발전에 따라 도서관의 서비스는 다양한



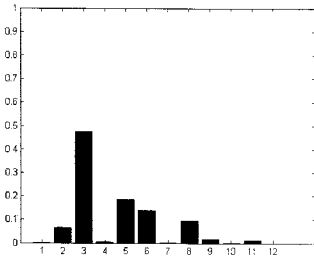
Standard



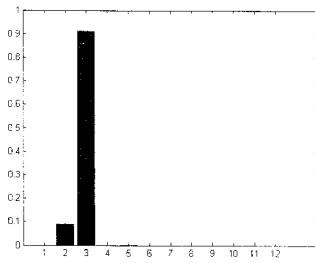
(1)



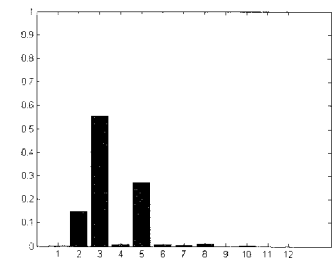
(2)



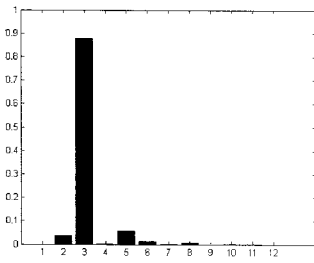
(3)



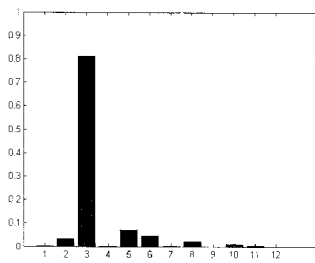
(4)



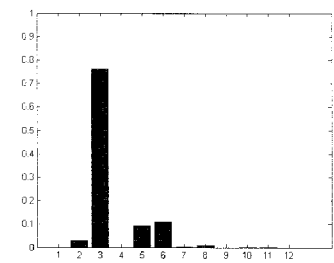
(5)



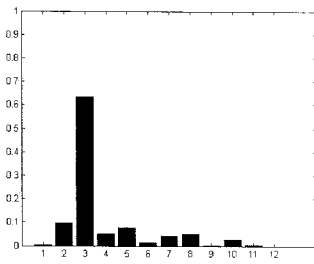
(6)



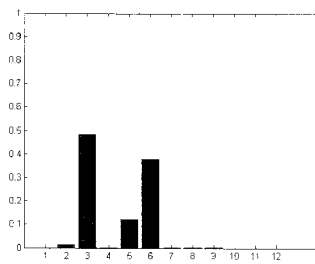
(7)



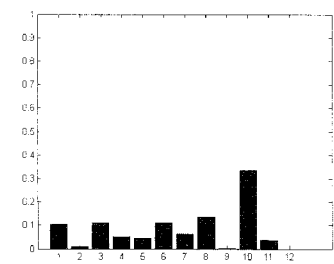
(8)



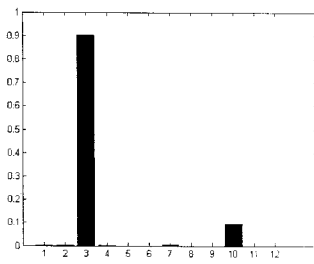
(9)



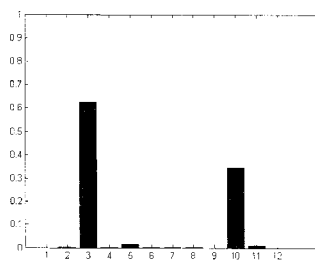
(10)



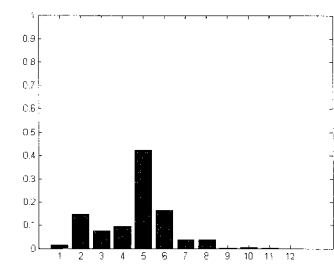
(11)



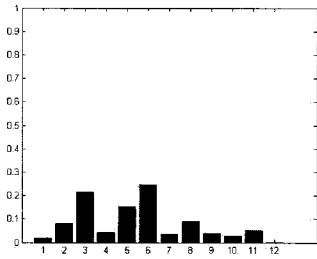
(12)



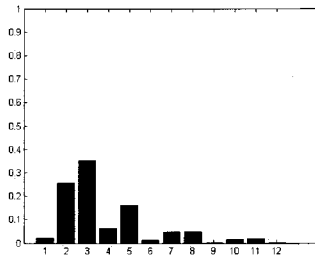
(13)



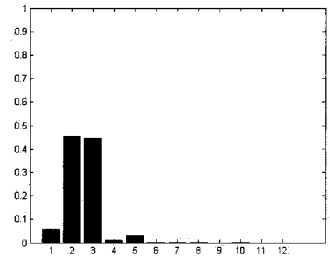
(14)



(15)



(16)



(17)

그림 5. 톤의 히스토그램

변화를 거듭해 왔다. 기존의 인쇄매체인 텍스트가 중심이었고 도서관 방문에 의해 이용이 가능했으나 디지털 라이브러리의 개념이 등장하면서 정보의 접근이 시공간의 제약 없이 가능해졌다. 정보의 서비스 또한 full-text, 이미지, 소리 등의 디지털 매체와 멀티미디어의 유형으로 바뀌어 정보가 서비스의 중심이 되었다.

섬유산업에 있어 디지털 라이브러리 개념의 등장은 DTP(Digital Textile Printing)에 기인한다. CAD/

CAM에 의해 제도·제판 없이 섬유에 프린트함으로써 공정 시간이 절감되는 장점에 따라 정보의 접근이 용이하고 다양한 디지털 라이브러리가 필요하기 때문이다. 따라서 이 연구의 성과는 사용자가 원하는 이미지와 유사한 영상정보를 얻기 위하여 정보 엔트로피와 상관계수를 이용, 검색하려는 이미지와 가장 유사한 이미지를 얻을 수 있는 알고리즘을 가능케 한다. 이는 앞으로 DTP 및 이미지 라이브러리 구축에 있어 개발 속도를 한 단계 더 향상시킬 수 있을 것이다.

표 2. 상관계수

Image Number	Correlation Coefficient
Standard	1.0000
(1)	0.8709
(2)	0.8978
(3)	0.8972
(4)	0.8835
(5)	0.9963
(6)	0.8958
(7)	0.8863
(8)	0.8834
(9)	0.9361
(10)	0.6805
(11)	-0.2519
(12)	0.8473
(13)	0.7142
(14)	0.3081
(15)	0.5965
(16)	0.9539
(17)	0.7764

참고문헌

- [1] 최준호, 조미영, 김관구 (2004). 컬러 분포와 wordnet상의 유사도 측정을 이용한 의미적 이미지 검색, 정보처리학회논문지 B, 11-B, 4.
- [2] 황상민, 권보미 (2005). 색채 감성 이미지 척도를 통하여 살펴 본 인간의 색채 감성 연구, 한국색채학회지, 19, 1, 13-25.
- [3] 차가은, 문은배 (2004). 색채활용을 위한 디지털 Hue&Tone 연구, 18, 2, 23-34.
- [4] Marcos Andre Goncalves, Barbara L. Moreira, Edward A. Fox, Layne T. Watson (2007). What is a good digital library, Information processing & management, 43, 1416-1437.
- [5] G. I. Sainz Palmero, Y. A. Dimitriadis, R. Sanz Guadarrama, J. M. Cano Izquierdo (2002). Engineering Applications of Artificial Intelligence.
- [6] Rafael C. Gonzalez, Richard E. woods, Steven L.

- Eddins (2002). Digital Image Processing using MATLAB[®], 2nd, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- [7] Mohamed Saleh (2007). Estimating market shares in each market segment using the information entropy concept, 190, 2, 1735-1739.
- [8] Aldo v. Wangenheim, Rafael F, Bertoldi, Daniel D. Abdala, Michael M. Richter (2007). Pattern recognition letters, 28, 1795-1803.
- [9] Hock Chuan Chan (2007). Empirical comparison of image retrieval color similarity methods with human judgment, DISPLAYS.
- [10] Ioannis Fudos, Leonidas Palios (2002). Pattern recognition letters, 23, 731-741.

원고접수 : 07/11/05

수정접수 : 07/12/11

게재확정 : 07/12/12