

감각 언어를 이용한 칼라패턴 선택에 관한 연구

A Study on the Color Pattern Selecting Using Linguistic Image Words

엄진섭, 유원영, 이준환
전북대학교 전자공학과
전주시 덕진구 덕진동 1가 664-14, 561-756
Email : chlee@moak.chonbuk.ac.kr

Jinsub Um, Wonyung Yu, Joonwhoan Lee
Def. of Electronic Engineering, Chonbuk Nat. Univ.
664-14, 1-Ga, Duckjin-Dong, Chonju, R.O.K, 561-576
Email : chlee@moak.chonbuk.ac.kr

요 약

본 논문에서는 사용자가 원하는 분위기의 칼라패턴을 추천하여 주는 칼라패턴 데이터베이스 시스템을 제안하였다. 사용자가 원하는 분위기는 감각 언어로 나타낼 수 있는데, 이 감각 언어를 이용한 9가지 심리적 척도의 감성 질의 형태로 시스템에 입력되며 시스템은 입력된 질의와 칼라패턴의 감성 속성을 비교하여 사용자가 원하는 분위기의 칼라패턴을 추천한다. 이를 위하여 감각 언어의 9가지 심리적 척도에 대한 칼라패턴의 9가지의 감성 속성을 신경회로망을 이용하여 추출하였다. 칼라패턴 데이터베이스를 구축하기 위하여 Fuzzy c-mean 알고리즘을 이용한 계층적 클러스터링 방법을 이용하였다. 이러한 감성 기반의 데이터 베이스 시스템은 패션 및 상품 디자인, 화랑의 회화 등의 데이터 베이스에서 소비자들의 요구에 좀 더 빠르게 접근하는 해결책을 제공해 줄 수 있을 것이다.

1. 서 론

현재 우리는 정보화 시대라고 할만큼 다양하고 수많은 정보 속에서 살고 있다. 이러한 환경 속에서 우리가 필요로 하는 정보를 보다 편리하고 빨리 그리고 정확하게 얻어내는 것은 우리가 살아가는데 있어서 큰 비중을 차지한다. 일반적으로 데이터베이스 시스템에서 필요한 정보들을 검색하는 데에는 단지 키워드나 간단한 문장 등을 이용하여 검색하는데 지나지 않고 있다. 이러한 검색으로는 자기가 원하는 최

선의 정보를 얻기에는 부족하다. 이에 따라 정보의 내용을 기반으로한 데이터를 검색하는 내용 기반 검색이 많이 연구되고 있다.

이미지의 내용기반 검색은 일반적으로 이미지의 대표적인 몇 가지의 주색을 가지고 검색하거나 또는 이미지가 가지고 있는 물체의 형태를 이용하여 검색하는 방법 등이 이용되고 있다^{[3][6]}. 그러나 이러한 검색은 단지 이미지의 물리적 특성만 가지고 접근하는 방법이지 사용자의 입장은 그다지 고려되지 못한 형편이다. 이에 따라 인간의 감정을 기반으로 한 연구들이 점차 증가되고 있는 추세이다^{[1][2][3][4][5][7]}. 따라서 본 논문에서는 이미지의 물리적 특성을 이용하여 이미지를 검색하는 방법이 아닌 사람이 이미지를 보고 느끼는 감정을 기반으로 데이터베이스를 검색하는 방법을 제안하고자 한다.

본 논문에서는 옷감, 벽지 등에 사용될 수 있는 칼라패턴 데이터베이스 시스템을 구현하였다. 칼라패턴의 검색은 인간이 칼라패턴을 보고 느끼는 감정의 정도를 입력하면 시스템은 이에 알맞은 칼라패턴을 추천하여 줌으로써 이루어진다. 검색에 사용되는 감정은 감각 언어로 표현될 수 있는데 'dynamic-static', 'warm-cold', 'gay-sober', 'cheerful-dismal', 'light-dark', 'strong-weak', 'gaudy-plain', 'hard-soft', 'heavy-light' 의 감각언어를 이용한 9가지 심리적 척도의 값으로써 감성 질의의 형태로 입력된다. 이러한 칼라패턴의 심리적 척도에 대해서는 Soen등이 연구하였으며^{[5][7]}, 저자 등이 신경회로망을 이용하여 칼라패턴의 심리적 척도를 구하는 비선형 시스템을 새로이 제안하

였다^[1].

따라서 본론에서는 검색을 위해 필요한 칼라패턴의 감성 속성추출에 대해 설명하고 Fuzzy c-mean 알고리즘^[15]을 이용한 계층적 클러스터링을 통한 칼라패턴 데이터베이스 구축과 검색에 대해 기술한 후 이를 실험하고 결론을 맺겠다.

II. 본 론

2.1 칼라패턴 속성 추출

칼라패턴의 속성 추출은 칼라패턴의 색상, 명도, 채도, 주파수 성분의 물리적 속성 추출과 칼라패턴을 보고 느끼는 감정의 정도를 나타내는 감성 속성 추출의 두 가지로 나뉘어 진다. 물리적 속성 추출은 감성 속성 추출을 위한 전 단계로 칼라패턴을 보고 느끼는 감성에 영향을 미치는 칼라패턴의 물리적인 속성을 찾아내는 과정이다. 이에 대하여 Soen 등은 칼라패턴의 어떠한 물리적 속성이 칼라패턴을 보고 인간이 느끼는 감정에 영향을 미치는 지 실험을 하였다^[7]. Soen 등은 임의의 칼라패턴을 랜덤 칼라패턴으로 가정하고 이에 따라 30가지의 랜덤 칼라패턴을 생성한 후 칼라패턴을 보고 느끼는 감정을 감성 형용사로 이루어진 13개의 심리적 척도를 사용하여 피실험자들이 랜덤 칼라패턴을 보고 느끼는 감정의 정도를 7~1 사이의 값으로 표시하게 하였다. 사용된 13가지의 심리적 척도는 'like-dislike', 'beautiful-ugly', 'natural-unnatural', 'dynamic-static', 'warm-cold', 'gay-sober', 'cheerful-dismal', 'unstable-stable', 'light-dark', 'strong-weak', 'gaudy-plain', 'hard-soft', 'heavy-light' 이다. 실험결과 칼라패턴의 평균 색상, 평균 밝기, 저주파, 중간주파, 고주파 성분 등의 속성이 칼라패턴을 보고 느끼는 감정에 영향을 준다는 것이 밝혀졌다.

Soen 등은 이 결과를 이용하여 칼라패턴의 평균성분 $\overline{L^*}, \overline{u^*}, \overline{v^*}$ 과 주파수성분 D_L, D_M, D_H 의 6가지를 칼라패턴의 물리적 속성으로 하고 이 6가지 물리적 속성을 입력하였을 때 13가지의 심리적 척도 값을 출력하는 시스템을 다중회기 분석(multiple regression analysis)방법을 이용하여 구현하였다^[5]. 저자들은 이에 대하여 신경회로망을 이용하여 새로운 시스템을 제안하였는데^[1] 제안된 시스템은 Soen 등의 시스템보다 성능 및 기억용량 측면에서 우수하다는 결과를 얻었다. 따라서 본 논문에서의 감성 속성 추출은 신경회로망을 이용하여 새로이 제안된 시스템을 사용하였다.

2.1.1 물리적 속성 추출

칼라패턴의 물리적 속성은 $\overline{L^*}, \overline{u^*}, \overline{v^*}, D_L, D_M, D_H$ 의 6가지 속성을 이용하였다. 다음은 칼라패턴의 물리적 속성을 얻는 과정이다.

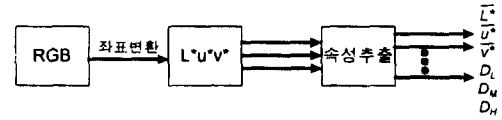


그림 1. 칼라패턴의 물리적 속성 추출

칼라패턴은 256단계의 RGB좌표값으로 되어있으므로 RGB좌표값을 CIE-XYZ좌표값으로 변환 후 이를 L^*, u^*, v^* 좌표값으로 바꾸게 된다. 속성추출은 L^*, u^*, v^* 로 변환된 칼라패턴을 2차원 푸리에 변환을 함으로써 이루어지는데 푸리에 변환 후의 제로 주파수 성분이 평균칼라 성분 $\overline{L^*}, \overline{u^*}, \overline{v^*}$ 이 되고 동적성분을 요약하여 칼라패턴의 저주파, 중간주파, 고주파 성분인 D_L, D_M, D_H 을 얻어내었다.

2.1.2 감성 속성 추출

감각 언어의 심리적 척도에 대응하는 칼라패턴의 감성속성을 추출하기 위하여 본 논문에서는 다층 전향 (multilayer feed-forward) 신경회로망을 이용하였다. 구현된 시스템의 신경망 구조는 그림 2. 과 같다. 신경망의 구조는 6개 유니트의 입력층, 1단 5개 유니트의 감추어진층, 13개 유니트의 출력층으로 구성된다. 입력은 $\overline{L^*}, \overline{u^*}, \overline{v^*}, D_L, D_M, D_H$ 의 칼라패턴의 물리적 속성이고 출력은 13가지의 심리적 척도 값이다. 여기에서 30가지의 랜덤 칼라패턴의 6가지 물리적 속성을 입력으로 하고 피실험자들이 이 랜덤 칼라패턴들을 보고 기록한 13가지 척도에 대한 심리적 척도 값^[7]을 출력으로 이용하여 신경망을 학습하였다^[1].

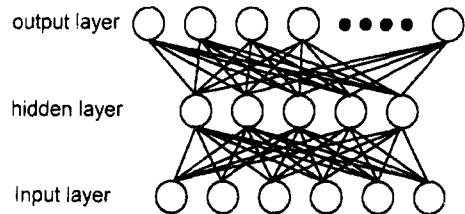


그림 2. 사용된 신경회로망 구조

신경망에서의 출력은 13가지이나 본 논문에서는 출력 값인 13가지의 심리적 척도를 모두

감성 속성으로 사용하지 않고 'like-dislike', 'beautiful-ugly', 'natural-unnatural', 'unstable-stable'의 4가지 척도는 제외하였다. 그 이유는 13 차원의 감성 속성은 차원이 너무 크기 때문에 이를 줄여야 할 필요성이 있는데 앞의 4가지 척도가 제외가 된 것은 그 의미가 당연한 이유인데 실제로 우리는 'like'한 것을 원하지 'dislike'한 것을 원하지 않기 때문이다. 따라서 본 논문에서는 감성 속성으로 13 심리적 척도 중 위의 4가지를 제외한 9가지 심리적 척도를 감성 속성으로 사용하였다.

2.2 데이터베이스 구축 및 인덱싱

많은 데이터 중에서 원하는 데이터를 빠르게 찾아내기 위해서는 효율적인 데이터 베이스를 구축하고 데이터를 인덱싱하여야 한다. 이를 위해서 본 논문에서는 트리(Tree) 구조를 갖는 계층적 군집화(Hierarchical Clustering)를 이용하여 데이터 베이스를 구축하고 인덱싱하였으며, 이를 위하여 Fuzzy c-Mean 클러스터링 알고리즘을 이용하였다.

2.2.1 FCM 클러스터링 알고리즘

Fuzzy c-Mean(FCM) 클러스터링 알고리즘은 기존의 k-Mean 클러스터링 알고리즘에 퍼지 개념을 추가한 클러스터링 알고리즘으로 k-Mean 알고리즘의 경우 클러스터의 중심을 갱신할 때 그 클러스터에 속하는 데이터들만을 가지고 중심을 갱신하는 데 반해, FCM 알고리즘은 전체 데이터의 그 클러스터에 해당하는 소속함수를 이용하여 중심을 갱신하는 점이 다르다. FCM 알고리즘에 대한 내용은 지면관계상 생략하겠다.

2.2.2 Soft-Partition

클러스터링이 끝난 후 데이터의 할당은 FCM 알고리즘을 사용한 경우 임의의 한 패턴을 소속함수가 큰 클러스터로 할당하는 hard-partition이 일반적으로 행하여진다.

본 논문에서는 입력된 query에 대해 효율적인 탐색을 위하여 이러한 hard-partition을 하지 않고 임의의 패턴이 각 클러스터에 대한 소속함수가 문턱치 T 이상이면 해당 클러스터에 모두 속하게 하는 soft-partition을 하였다. 예를 들어 클러스터의 개수가 2개인 경우 각 클러스터에 대한 임의의 패턴의 소속함수가 0.4, 0.6이라면 이 패턴은 두 클러스터에 모두 속하는 것이 좀더 바람직할 것으로 간주된다. 그런데 문턱치 T 는 클러스터의 개수에 따라 알맞게 설정되어야 한다. 본 논문에서는 문턱치 T 가 클러

스터의 개수에 관계없이 일정하게 유지하기 위해 최대 값을 갖는 소속함수로 각 소속함수들을 정규화 하는 새로운 소속함수를 정의하였다.

$$\mu'_{ij} = \frac{\mu_{ij}}{\max_{i=1}^c(\mu_{ij})} \quad (1)$$

따라서 각 패턴들은 $\mu'_{ij} \geq T$ 인 클러스터 C_i 에 모두 속하게 된다. 본 논문에서는 문턱치 $T = 0.5$ 로 설정하였다.

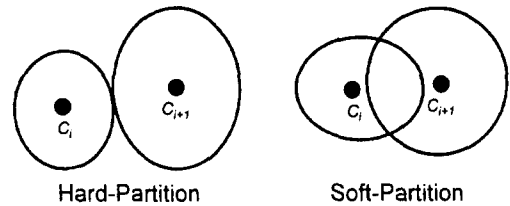


그림 3. Hard Partition과 Soft Partition

2.2.3 계층적 군집화를 이용한 트리 구조

데이터베이스 시스템을 구축하는데 있어서 탐색 및 정렬의 효율성을 위해 일반적으로 가장 많이 사용하는 방법은 데이터 베이스 시스템을 트리 구조를 갖도록 구성하는 것이다. 본 논문에서도 query에 대한 탐색과 계산의 효율성을 높이기 위하여 트리 구조를 갖는 데이터 베이스 시스템을 구현하였는데 이를 위하여 데이터를 클러스터링하는 데 있어서 Top-Down 방식의 계층적 구조를 갖는 클러스터링 방법을 사용하였다. 클러스터링 알고리즘은 2.2.1)절에서 언급한 FCM을 사용하였고 2.2.2)절의 soft partition을 이용하여 각 클러스터에 데이터를 할당하였다. 한 노드가 갖는 자식 노드들의 개수는 그 노드의 데이터를 클러스터링했을 때 validity measure가 최소가 되는 클러스터의 개수로 설정하였다. 사용한 validity measure는 식 (2)를 이용하여 다음과 같이 구해진다.

$$S = \frac{J_m}{n \cdot \min_{i,j} \|V_i, V_j\|^2} \quad (2)$$

본 논문에서는 한 노드가 가지는 자식 노드의 개수를 최대 5개로 제한하였으며 최종단 노드는 할당된 데이터의 개수가 총 데이터 개수의 10%이하로 제한하였다. 이에 따라 계층구조를 갖는 클러스터링은 노드가 갖는 데이터의 개수가 총 데이터의 10%이하가 될 때까지 분할되며 진행된다. 계층적 클러스터링이 완료되면

다음과 같은 트리 구조를 갖게 되며 각 노드들은 클러스터 중심을 갖고 있고, 최종단 노드는 할당된 데이터의 인덱스를 가지게 된다.

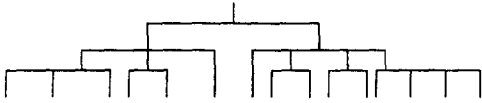


그림 4. 계층적 클러스터링을 통한 트리의 구성

2.3 입력된 감성 질의(Emotional Query)에 대한 칼라패턴 탐색

사용자는 원하는 분위기의 칼라패턴을 찾기 위해 9가지의 분위기 정도를 입력하며, 구현된 시스템은 이를 해석하여 사용자가 원하는 분위기의 칼라패턴을 검색하고 추천하여 준다. 다음 그림은 감성 질의에 의한 칼라패턴의 탐색을 나타낸 것이다.

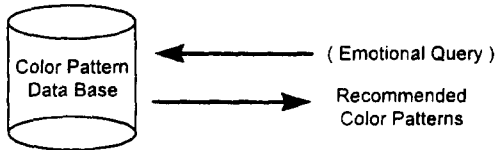


그림 5. 감성 질의에 의한 칼라패턴 탐색

2.3.1 원하는 분위기에 대한 query 입력

사용자는 자신이 원하는 분위기의 칼라패턴을 찾기 위해 분위기의 정도를 2.1.3)절에서 언급한 칼라패턴의 감성 속성인 9가지의 심리적 척도로 표시하여 입력하게 된다. 사용자는 각 척도 별로 3~0~3 사이의 값 중 하나를 분위기의 정도로 표시한다. 그런데 감성 속성의 값은 7~1사이의 범위를 가지므로 왼쪽 3~0의 입력은 7~4사이로 오른쪽 0~3 사이의 값은 4~1사이로 변환된다. 이렇게 변환된 값은 사용자가 원하는 분위기의 칼라패턴을 찾기 위해 시스템에 입력된다. 이에 대한 예는 3.2) 절에서 나타내었다.

2.3.2 입력된 query에 대한 칼라패턴 탐색

칼라패턴의 탐색은 2.3.1)절에서 시스템에 알맞게 변환된 query를 2.2.3)절에서 구성된 트리에 입력하므로써 이루어진다. 트리의 탐색은 트리의 각 노드는 그 노드에 속하는 데이터 클러스터의 중심을 가지고 있으므로 주어진 query 와 클러스터 중심과의 거리가 작은 쪽의 노드로 진행하게 된다. 칼라패턴의 속성과 query와의 거리는 다음과 같다.

$$d_i = \frac{\|h^i - Q\|}{\sqrt{(h_1^i - Q_1)^2 + \dots + (h_9^i - Q_9)^2}} \quad (3)$$

여기서 h^i 는 i 번째 칼라패턴의 속성 벡터이고 Q 는 입력된 query이다. 따라서 얻어진 데이터와 query와의 거리를 계산하여 거리가 작은 N 개를 뽑아 사용자에게 추천하여 준다.

III. 실험 및 결과

본 논문에서는 칼라패턴 데이터 베이스를 구축하고 사용자의 query에 알맞은 칼라패턴을 추천하기 위하여 368개의 칼라패턴을 이용하였다. 사용한 칼라패턴은 하나 커넥션에서 제공하는 텍스타일 디자인 모음집에 나오는 300가지의 칼라패턴과 저자들이 인터넷을 통하여 모은 68가지의 텍스타일 디자인을 사용하였다.

3.1 칼라패턴 속성추출 및 데이터베이스 구축

칼라패턴의 물리적 속성 및 감성 속성을 추출하기 위하여 256×256 크기의 칼라패턴을 이용하였으며 RGB로 되어있는 이 칼라패턴들로부터 \bar{L}^* , \bar{u}^* , \bar{v}^* , D_L , D_M , D_H 의 물리적 성을 추출하고, 이 6가지 물리적 속성들로부터 9가지의 감성 속성을 추출하였다. 다음으로 368가지의 칼라패턴의 9가지 감성 속성을 이용하여 Top-Down방식의 계층적 클러스터링을 하여 트리 구조를 갖는 칼라패턴 데이터 베이스를 구성하였다.

3.2 사용자의 Query 입력 및 칼라패턴 탐색

사용자는 원하는 분위기의 칼라패턴을 찾기 위해 9가지의 분위기 정도를 감각 언어의 심리적 척도값으로써 입력하게 된다. 그림 6. 은 9가지의 분위기를 입력하는 과정이다. 그림 6. 과 같은 입력에 대하여 감성 질의는 $Q = (5.20 \ 4.35 \ 4.75 \ 5.0 \ 5.0 \ 4.0 \ 4.25, \ 3.40 \ 2.45)$ 로 번역되어 시스템에 입력된다. 그림 7. 은 그림 6. 의 입력에 따라 추천된 칼라 패턴들 중 일부를 나타낸 것이다.

IV. 결론

본 논문에서는 사용자가 원하는 분위기의 칼라패턴을 검색하고 추천하여 주는 칼라패턴 데이터 베이스 시스템을 구현하였다. 기존의 이미지 데이터 베이스 시스템들이 단지 이미지의 주색이나 이미지가 가지고 있는 물체의 형태를 query로 사용하여 검색을 하는 반면, 본 논문에

서 구현된 칼라패턴 데이터 베이스 시스템은 사람이 칼라패턴을 보고 느끼는 감정을 이용하여 검색을 하는 인간 중심(human-based)의 데이터 베이스라는 점이다.

제기된 문제점으로는 칼라패턴을 보고 느끼는 감정을 표현한 9가지의 심리적 척도의 정당성과 감성 속성을 추출하기 위해 사용한 평균칼라성분과 주파수성분의 물리적 속성의 정당성이다. 실제적으로 칼라패턴을 보고 느끼는 감정은 이러한 물리적 성분뿐이 아니라 칼라패턴이 갖는 물체의 형태에도 영향을 받기 때문이다. 본 논문에서는 계층적 클러스터링 방법을 이용하여 트리를 구성하고 Euclidian 거리를 이용하여 데이터를 탐색하였는데 R-트리 또는 TV-트리 등과 같은 공간 데이터베이스 인덱싱 방법과 퍼지적분등을 이용한 탐색 방법등을 이용하여 좀 더 좋은 결과를 얻으리라 고려된다.

이러한 감성을 기반으로 하는 데이터 베이스 시스템은 패션 디자인, 제품 디자인 등의 산업에서 소비자의 요구에 빠르게 적응하는 효과적인 해결책을 제공해 줄 수 있을 것이며 박물관이나 화랑 등의 데이터 베이스 구축 등에도 충분히 응용할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] 엄진섭, 안웅, 이준환, "칼라패턴의 정량적 평가를 위한 모델에 관한 연구," *Proceedings of JCEANF'96*, pp. 385-388, 1996
- [2] 엄진섭, 유원영, 이준환, "퍼지이론을 이용한 색체계획 시스템에 관한 연구," *Proceedings of JCEANF'96*, pp. 112-116, 1996
- [3] Hachimura, K., "Retrieval of Paintings Using Principal Color Information," *Proceedings of ICPR'96*, pp. 130-134, 1996
- [4] Hsiao, S. W., "A Systematic Method for Color Planning in Product Design," *Color Res. Appl.*, Vol. 20, pp. 191-205, 1995.
- [5] Kawamoto, N., Soen, T., "Objective Evaluation of Color Design II," *Color Res. Appl.* Vol. 18, p. 260-266, 1993
- [6] Niblack, W., Barber, R., Equitz, W., Glasman, M., Petkovic, D., Yanker, P., Faloutsos, C., Taubin, G., "The QBIC Project: Querying Images By Content Using Color, Texture and Shape", *Storage and Retrieval for Image and Video Databases*, Vol. 1908, February 1993, pp. 173-187.
- [7] Soen, T., Shimada, T., Akita, M., "Objective Evaluation of Color Design," *Color Res. Appl.*, Vol. 12, pp. 187-194, 1987

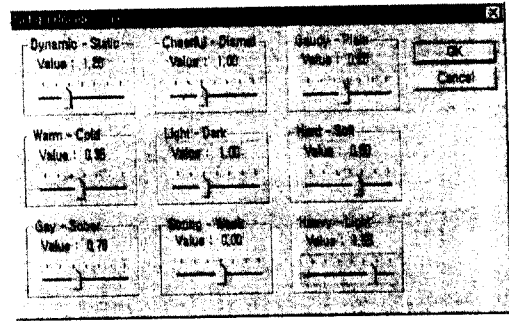
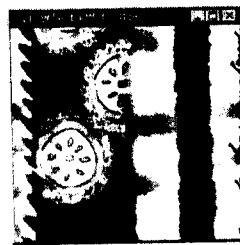
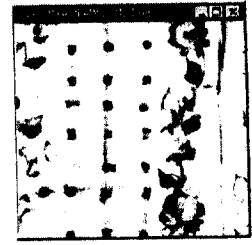


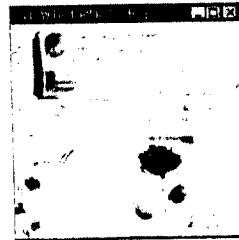
그림 6. 사용자가 원하는 분위기 정도 입력 과정



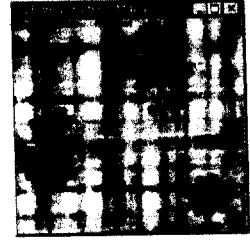
(a)



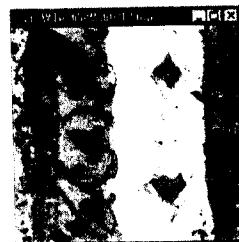
(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

그림 7. 그림 6.의 입력에 따라 추천된 칼라패턴