

퍼지시스템을 이용한 텍스타일 인덱싱

류형주¹ 채송아¹ 김수정¹ 김은이^{1*} 김지인¹ 정갑주¹ 구현진²
¹ 건국대학교 인터넷미디어공학부 멀티미디어전공
² 한국원사직물시험 연구원

Textile Indexing using Fuzzy System

Hyong-ju Ryoo¹, Song-ah Chae¹, Soo-jeong Kim¹, Eun-yi Kim^{1*}, Jee-in Kim¹, Karpjoo Jeong¹, and Hyun-jin Koo²
¹ Dept. of Internet and Multimedia Eng., Konkuk Univ.
² FITI Testing and Research Institute

요약

본 논문에서는 퍼지 시스템을 이용하여 칼라 패턴으로부터 인간의 감성을 예측하는 텍스타일 인덱싱 시스템을 제안한다. 텍스타일 인덱싱이란 입력 받은 직물 영상을 섬유 의 영상에 감성 특징으로 색인화 하는 것이다. 제안된 시스템은 입력 영상에 대해 warm-cold, strong-weak, heavy-light 특징이 어느 정도 있는지 조사한다. 제안된 시스템은 크게 특징 추출 부분과 감성 분류로 구성한다. 특징 추출은 입력 영상에서 컬러 정보와 텍스처 정보를 추출하고, 감성 분류는 특징 추출 부분으로부터 얻어진 정보들을 분석하여 영상 내 포함된 감성을 찾아낸다. 이때 분류를 위해서 본 논문에서는 퍼지 시스템을 사용한다. 퍼지 룰은 80개의 영상에 대하여 70명의 설문조사를 기반으로 하여 경험적으로 얻어졌다. 제안된 시스템은 80개의 영상에 대하여 테스트 해본 결과는 제안된 시스템의 효율성을 보여주었다.

1. 서론

텍스타일 인덱싱이란 입력 받은 직물 영상을 섬유 의 영상을 감성 특징으로 색인화 하는 것이다. 지금까지 섬유 산업에서 사용된 분류는 직물의 칼라 패턴을 기반으로 전문가가 일일이 이미지에 라벨을 붙이는 정도였다. 이는 시간과 노력이 필요할 뿐만 아니라, 체계적이고 객관적이지 않기 때문에 효율적이지 못하다. 또한, 최근 E-business의 발전으로 여러 산업에서 인터넷을 기반으로 한 물질의 분류, 검색이 중요시되고 있다.

따라서 본 논문에서는 인간의 감성을 기반으로 칼라 패턴을 색인화하는 시스템을 제안한다. 제안된 시스템은 입력 영상에 대해 warm-cold, strong-weak, heavy-light 특징이 어느 정도 있는지 조사한다. 제안된 시스템은 크게 특징 추출 부분과 감성 분류로 구성되며 특징 추출은 입력 영상에서 컬러 정보와 텍스처 정보를 추출하고, 감성 분류는 특징 추출 부분으로부터 얻어진 정보들을 분석하여 영상 내 포함된 감성을 찾아낸다. 이때 분류를 위해서 본 논문에서는 퍼지 시스템을 사용한다.

2. 제안된 시스템

제시된 모델은 그림 1에서와 같이 주어진 칼라 패턴에서 추출된 4가지 물리적 특징을 바탕으로 감성 특징 값을 예측하는 퍼지 컨트롤 기반 시스템을 사용한다. 퍼지 시스템을 구현하기 위하여 실험을 하기 전, system construction process를 미리 구현한다. System construction process에 사용된 데이터는 설문조사를 통하여 이루어졌다.

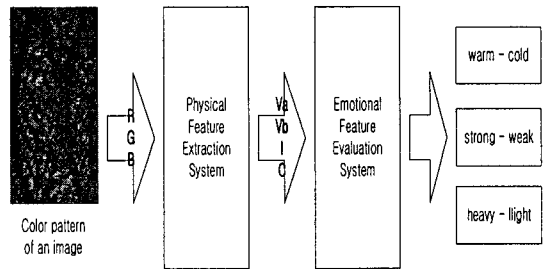


그림 1 텍스타일 인덱싱 시스템

설문 조사에 사용된 데이터는 실생활에서 쓰이는 천 샘플 200여장을 수집하여 디지털 카메라로 촬영하였고, 모아진 데이터는 설문 조사 시스템을 이용하여 건국대학교 인터넷·미디어 학부 2학년 학생 70명을 대상으로 조사되었다. 본 연구에서는 총 160장의 영상이 설문 조사 시스템으로 사용되었고, 그 중 80장은 퍼지 시스템을 만들기 위해, 나머지 80장은 결과 수행 시 실험용 데이터로 사용되었다.

System construction process는 각 그림에 대하여 13클래스별로 각각 상반된 감성 특징에 대한 조사자의 느낌을 체크하도록 한다. 먼저, 여러 종류의 칼라 패턴을 사용자에게 보여준 다음, 각각의 칼라 패턴이 어떤 감성 특징에 가까운지 점수를 주도록 한다. 산출된 값들은 각각 칼라 패턴에 따라 양자화(quantify)된 값으로 나타난다. system construction process로 얻어진 데이터를 기반으로 퍼지 시스템을 설계한다.

2.1 특징추출

물리적 특징은 HSI 칼라 공간을 기반으로 한다. H는 색상, S는 채도, I는 명도를 나타낸다. 본 논문에서는 RGB 칼라 모델 대신에 HSI 칼라 모델과 텍스처를 사용한다. 입력된 영상은 RGB 칼라 공간이기 때문에 다음의 식을 사용하여 HSI 칼라 공간으로 변환한다

모델링의 편리를 위하여, HS 면을 다음과 같이 V_a 와 V_b 로 표현된 극좌표 시스템으로 변환한다.

$$V_a = S \cdot \cos H \quad (1)$$

$$V_b = S \cdot \sin H \quad (2)$$

$$(0^\circ \leq H \leq 360^\circ, 0 \leq S \leq 1, 0 \leq \sqrt{V_a^2 + V_b^2} \leq 1)$$

우리는 HSI 값에서 물리적 특징으로 분산 값을 사용한다. 이전 물리적 실험은 분산도가 like 와 dislike 의 인간 감성에 영향을 미치는 것을 보여준다. 분산도를 정의하기 위해서 우리는 다음과 같은 GLRLM(Gray Level Run Length Matrix)을 사용한다.

$$GLRLM(m,n) = \underset{MN}{\wedge} \{ (i,j) \in \wedge \mid I(i,j) = m, \tau(m,\theta) = n \} \quad (3)$$

여기서, $\underset{MN}{\wedge}$ 은 $M \times N$ 행렬이고, $I(i,j)$ 는 행렬의 i 번째 행과 j 번째 열에 해당하는 픽셀의 값을 의미하며, $\tau(m,\theta)$ 는 θ 방향의 픽셀 길이이고, $CARD$ 는 집합의 원소 개수를 의미한다. 방향에 따른 영향을 없애기 위하여 GLRLM은 $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ$ 방향의 평균값을 사용하고 길이(run lengths)를 표준화(normalized)하여 그 값을 더해 하나의 값으로 만든다. 텍스처 값 C는 다음과 같이 SRE(Short Run Emphasis), 스칼라 값으로 정의한다.

$$C = \frac{\sum_m \sum_n GLRLM(m,n)}{n^2} \quad (4)$$

2.2 퍼지시스템

그림 2는 퍼지 시스템 다이어그램을 보여준 것이다.

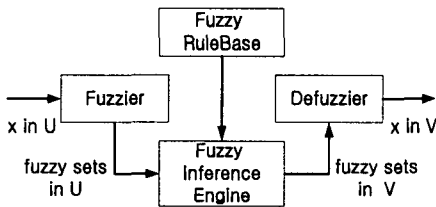


그림 2 퍼지 제어 시스템

퍼지 시스템을 구현하는 과정은 표 1과 같이 5단계로 구성된다. 각 단계에서의 자세한 동작은 아래에서 설명된다.

2.2.1 Defining Inputs and Outputs for the FLC

본 연구에서는 입력 영상의 V_a, V_b, I, C 를 입력 값으로 받아 입력 영상이 어떠한 감성 특징을 어느 정도 포함하고 있는지 출력 값으로 나타내기로 한다.

표 1. 퍼지시스템의 구현과정

- 1단계: FLC(fuzzy logic controller)에 대한 입력 값과 출력 값을 정의한다.
- 2단계: 입력 값을 Fuzzify 한다.
- 3단계: 출력 값을 구하기 위한 Fuzzy 함수 영역을 정한다.
- 4단계: Fuzzy rule을 정한다.
- 5단계: 출력 값을 Defuzzify 한다.

2.2.2 입력 값의 퍼지화

퍼지 룰을 만들기 전에 퍼지 변수의 범위를 미리 정하여 그래프화 한다. 입력 값은 퍼지 변수의 구간에 따라 해당되는 퍼지 변수로 변환된다. 본 논문에서 퍼지 변수의 범위는 일반적으로 퍼지 함수를 만드는데 사용되는 가이드 라인을 이용하였다. 퍼지 변수의 범위를 정하기 위하여 설문 조사 데이터를 입력값 V_a, V_b, I, C 로 분류하고, 그래프화하여 그래프에서 뚜렷하게 구별되는 값을 기준으로 범위를 나누었다. 퍼지 변수의 범위를 정하는 과정은 그림 3과 같다.

Vb	I	C	호감이 가는/ 혐오스러운	아름다운/무섭기	자연스러운/부자연스러운
0.5	0.35	12109	-0.48	-0.56	-0.3
0.5	0.37	12109	-0.48	-0.37	-0.26
0.59	0.37	12109	-0.11	-0.15	-0.33
0.4	0.33	12109	-0.41	-0.44	-0.19
0.49	0.35	12109	-0.37	-0.26	-0.37
0.37	0.33	12109	-0.41	-0.44	0.19
0.38	0.33	12109	-0.15	-0.42	-0.08
0.48	0.35	12109	-0.26	-0.48	0.04

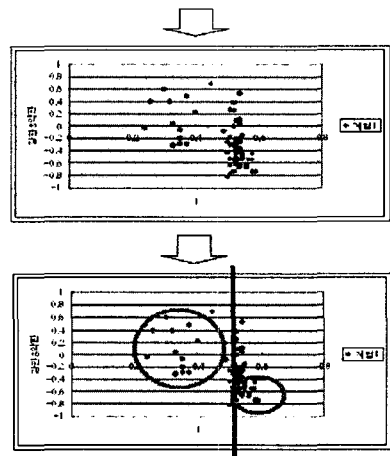


그림 3 퍼지 변수 범위를 정하는 과정

2.2.3 출력을 위한 퍼지함수영역 설정

퍼지 시스템에서는 입력 값과 출력 값을 이산적으로 나타내는 것이 아니라 임의로 정한 분류의 소속 정도로 표시한다. 그러므로 출력 값 역시 입력 값처럼 퍼지 변수의 어느 부분에 속하는지 범위를 미리 정하여서 그 값으로 나타낸다.

2.2.4 퍼지 룰 생성

퍼지 변수로 정의된 입력 값은 어떤 조건에 만족할 경우, 특정한 동작을 취해야 한다. 이때, 만족하는 조건과 동작을 설명하는 법칙을 제시하는 것이 퍼지 룰이다. 퍼지 룰은 보통 if - then 구문으로 표현한다. 본 연구에서는 앞서 제시한 설문 조사 데이터를 이용하여 특징적인 부분을 포착하여 룰을 정의하였으며 그에 따른 퍼지 룰은 표 2와 같다.

표 2. 퍼지 규칙

Rule 1.	Va가 작으면, 매우 따뜻하다.
Rule 2.	Va가 보통이고 Vb도 보통이면, 따뜻하거나 차가운 느낌이 없다.
Rule 3.	I가 조금 어두우면, 매우 강하다.
Rule 4.	I가 보통이면, 조금 약하다.
Rule 5.	I가 보통이면 많이 가볍다.
Rule 6.	I가 조금 크면, 무게가 보통이다

2.2.5 출력값을 디퍼지화

퍼지 룰에 의하여 정의된 값은 이산적인 숫자가 아니라 감정의 느낌 정도를 나타낸 애매한 표현이므로 최종 결과를 출력할 때에는 정확한 값으로 표현해 주기 위해서 Defuzzify 과정을 친다. 이 때 가장 널리 사용되는 center of area를 사용한다.

3. 실험 결과

본 논문에서 수행한 실험은 입력 영상을 받아 퍼지 시스템을 거친 후, 그 영상이 어떤 느낌을 갖는지 출력하는 것이다. 퍼지 시스템을 수행할 때 사용된 실험 데이터는 그림 4과 같은 종류의 천 샘플이며, 실험결과표는 표 3과 같다.

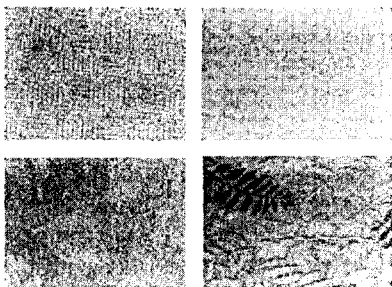


그림 4 실험에 사용된 이미지 데이터

표 3 실험 결과값과 테스트 값과의 차이

	warm-cold	strong-weak	heavy-light
Fuzzy	-0.42	-0.28	-0.35
Interview	-0.29	-0.24	-0.30
Difference	-0.13	-0.04	-0.05

위의 퍼지시스템은 입력 영상의 Va, Vb, I, C를 구한 후, 퍼지 함수를 이용하여 Va, Vb, I 입력값을 퍼지 5개의 영역 중 해당되는 값으로 변형한다. 변형된 입력값은 퍼지 룰을 거쳐 새로운 값으로 출력된다. 이때, 출력값은 0에서 1로 정규화 되었으며, 감성적 특징은 대비되는 각 쌍에 대하여 0에 가까울수록 부정적 특성이며 1에 가까울수록 긍정적 특성으로 나타내었다.(예:강하다&약하다)

180장의 실험 데이터 중에서 퍼지시스템을 생성하기 위하여 80장의 데이터를 선택 하였으며 나머지 80장은 완성된 퍼지 시스템이 제대로 수행되는지 실험할 때 사용되었다. 퍼지 시스템의 수행 정도는 설문조사에서 나온 결과와 퍼지 시스템을 거친 결과값이 완전 일치할 경우는 1을 그 이하는 0.5로 계산하였다.

$$\text{정확도} = \text{조사 데이터 수} * (1 \text{ or } 0.5)$$

퍼지 시스템을 수행하여 정확도를 검사한 결과, 출력된 값은 대체적으로 만족스러운 수치를 나타내었다.

4. 결론

본 논문에서는 퍼지 시스템을 이용하여 입력 영상이 어떠한 느낌을 주는지를 알려주는 실험을 수행하였다. 사람의 감정을 기계가 대신 표현한다는 다소 어려운 문제에 대해서, 퍼지 시스템은 비교적 좋은 결과를 도출하였다. 특히, 우리가 구하려고 하였던 감성 클래스 warm-cold, strong-weak, heavy-light에 대하여는 상당히 만족스러운 결과를 보여주었다.

본 연구를 통하여 만들어진 시스템이 여러 디자인 관련 분야나 섬유 산업에 도움을 줄 수 있는 작은 기틀을 만들었다는 점에서 의의를 둔다.

5. 참고문헌

1. H. J. Koo et al. : Predicting Human Feelings from Color Patterns(2003)
2. Valluru B.Rao : C++ neural Networks and Fuzzy Logic(1995)
3. Jinsub Um : A Study on the Emotion-Based Recognition and Retrieval of Color Pattern(2000)