

텍스타일 영상에서의 감성 기반 검색 시스템

김영래 * 신윤희** 김은이 ***

(Youngrae Kim *, Yunhee Shin**, Eun Yi Kim***)

요 약 본 논문에서는 감성 기반으로 텍스타일을 자동으로 색인하고 검색 할 수 있는 시스템을 제안한다. 제안된 시스템은 영상 수집기, 감성 색인기, 검색기(Matcher), 질의 인터페이스로 구성되어 있다. 감성 색인기는 텍스타일 영상에 포함된 컬러와 패턴 정보를 기반으로 감성개념을 인식하고, 이를 이용하여 영상을 색인한다. 이때, 감성 어휘로 고바야시가 정의한 8개 {romantic, natural, casual, elegant, chic, classic, dandy, modern}를 사용한다. 질의 인터페이스에서 사용자는 두 가지 방식으로 질의를 선택할 수 있다. 첫 번째 방법은 감성 키워드를 사용하는 것이고, 두 번째는 사용자의 의도를 설명할 수 있는 영상을 이용하는 예제 기반 질의 방식이다. 질의가 주어지면, 검색기는 랭킹 알고리즘을 사용하여 검색 결과를 생성한다. 이 때, 유사도 비교방식은 선택된 질의방식에 따라 달라진다. 제안된 시스템의 성능을 검증하기 위해 웹 검색에 익숙한 50명(남자: 32명, 여자: 18명)을 대상으로 웹에서 수집한 3,416 장에 대해서 3가지 항목으로 사용자 평가를 하였다. 사용자 평가의 항목인 적합도(Relevance), 노력(Search Effort), 만족도(Satisfaction)의 결과로 사용자가 검색한 결과영상에서 적합도의 수치가 낮게 나왔지만, 만족도와 노력의 수치는 높게 평가되었다. 제안된 시스템에서 사용자는 자신이 선호하는 결과 영상을 상위 40개의 영상 내에서 얻을 수 있었다. 이는 제안된 시스템이 사용자들이 원하는 영상을 효율적으로 검색할 수 있다는 것을 증명했다.

핵심주제어 : 감성인식, 텍스타일 영상 색인, 내용 기반 영상 검색, 유사도 측정

Key Words : Emotion recognition, Textile image indexing, Content-based image retrieval, Cosine similarity

1. 서 론

최근, 섬유 산업과 e-비즈니스가 결합한 e-텍스타일에 대한 관심이 높아지고 있다. 조사에 따르면 2005년 국내 텍스타일·어패럴 시장규모는 18억 달러로 최근에는 개인소득의 증가에 따라 연간 약 4억 달러의 속도로 확대되고 있다^[1]. 이러한 시장 규모의 증가에 따라 섬유데이터의 데이터베이스 구축 및 관련 서비스에 대한 필요성이 점차적으로 증가하고 있으며, 이에 관한 연구가 국내외에서 활발히 진행되고 있다.

이러한 연구들은 섬유 산업과 관련된 전문가들을 대상으로 먼저 개발되었다. 한 가지 예로, King과 Lau은 홍콩의 패션과 섬유 영상에 대한 데이터

베이스의 구축 및 검색 시스템을 구현하였다^[2]. 또한 국내에서는 섬유에 관한 데이터베이스와 검단 시스템의 구축으로 의류 제작이 및 인테리어 디자인에 적합한 데이터를 검색할 수 있도록 구축하였다^[3]. 이들 시스템들은 의류 제작이나 텍스타일 디자인과 같은 목적을 가지고 전문가들이 작업하기 편하도록 구축되어 있으며, 외부 사용자들의 접근을 제한하고 있어 일반인들이 사용하기에 적합하지 않다. 하지만 텍스타일에 대한 일반 사용자들에의 관심은 점차 증가하고 있으며, 이에 따라, 최근 패션의류, 인테리어 디자인, 스마트 섬유, 홈 텍스타일 등의 섬유산업에 관련된 텍스타일 영상을 쉽게 웹 상에서 제공하는 시스템들이 개발되었다.

따라서 본 논문에서는 감성 기반으로 텍스타일을 자동으로 색인하고 검색 할 수 있는 시스템을 제안한다. 제안된 시스템은 텍스타일 영상에 포함된 컬러와 패턴 정보로 감성을 인식하고, 주어진

* 건국대학교 신기술융합학과 석사과정
** 건국대학교 신기술융합학과 박사과정
*** 건국대학교 신기술융합학과 교수

텍스타일 영상 및 감성 키워드에 대한 결과로 영상에 포함된 감성을 검색할 수 있는 기능을 제공한다. 제안된 시스템의 성능을 증명하기 위해 텍스타일 영상 도메인 이미지 검색 결과를 사용하여 사용자 평가를 수행하였다. 사용자 평가의 결과를 통하여 제안된 시스템의 성능을 증명하였다.

II. 시스템 개요

본 논문에서는 텍스타일 영상을 저수준의 특징 정보로만 검색하였을 경우 생기는 의미적 차이를 줄이기 위해 감성 개념을 사용하여 영상을 자동으로 색인하고 검색하는 시스템을 개발한다.

이를 위해 먼저 감성 그룹을 정의한다. 본 연구에서는 디자인 분야에서 널리 쓰이는 고바야시의 8가지 감성 어휘를 사용한다. 표 1은 이를 보여준다.

표 1. 고바야시가 정의한 8가지 감성

감성의 종류	설명
ROMANTIC	부드러운, 꿈을 꾸는 듯한
NATURAL	자연스러운, 간소한
CASUAL	자유롭고 편한, 원색적인
ELEGANT	차분하고 우아한
CHIC	지적이고 세련된
CLASSIC	중후하고 전통적인, 명품의
DANDY	튼튼하고, 남성적인
MODERN	쿨하고, 샤프한

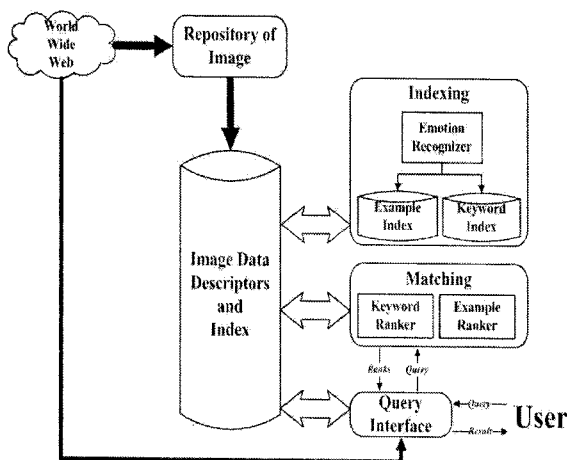


그림 1. 감성 기반 영상 검색 시스템 구성도

본 논문에서 제안하는 감성 기반 영상 검색 시스템은 그림 1에서 보여준다. 시스템의 구조는 크게 영상 수집기, 감성 색인, 검색기(Matcher)와 질

의 인터페이스 부분으로 구성된다.

실험에 사용된 영상은 미리 정의된 Seed URL에서 하나의 서브 페이지에 해당하는 depth로 연결된 영상을 crawling 하여 수집된다. 본 논문에서는 텍스타일 영상과 패턴 디자인 영상으로 구성되고, 표2는 실험에 사용된 데이터를 보여준다. 감성 색인기(Indexer)는 영상에 포함된 감성정보를 인식하여 색인한다. 먼저 웹에서 수집된 영상들로부터 컬러 및 패턴 특징을 추출 하면, 추출된 특징들은 감성 분류기로 전달되고, 분류기를 통해 8차원 감성 벡터가 구해지게 된다. 감성 벡터는 고바야시의 8개의 감성을 해당 영상이 가지는 정도를 나타낸다. 색인 부분에서는 인식 부분에서 구해진 감성 벡터로 각 영상들을 색인한다. 질의 인터페이스는 사용자가 영상 검색 시스템에 접근하기 위한 인터페이스로서 웹 어플리케이션으로 구현될 수 있다. 질의 인터페이스는 검색어를 선택할 수 있는 입력 부분과 출력 부분으로 구성된다. 질의 처리기(Descriptors)는 색인기와 검색기(Matcher), 그리고 질의 인터페이스를 연동시켜 주는 역할을 수행한다. 즉, 질의 인터페이스로부터 전달받은 검색어를 색인기에 전송하고, 주어진 검색어로 유사도를 측정하여 최종적인 검색 결과를 질의 인터페이스에 전달하는 역할을 수행한다.

표 2. 실험데이터

Emotional	Data domain			W e b images	# per emotional Sum
	Train ing	Test			
	Man-made	Man-made	The practical		
Romantic	24	74	56	-	154
Natural	24	83	70	-	177
Casual	24	45	60	-	129
Elegant	24	66	33	-	123
Chic	24	56	34	-	114
Classic	24	75	34	-	133
Dandy	24	80	98	-	202
Modern	24	97	35	-	156
Unlabeled	-	-	-	2,228	2,228
Total	192	576	420	2,228	3,416

III. 색 인

컬러와 패턴 정보를 이용하여 텍스타일 영상에 포함된 감성 특징을 추출한다. 이러한 특징 정보를 바탕으로 기계학습 방법을 사용하여 영상에 포함

된 감성 정보를 인식한다.

각 영상에 포함된 감성은 8개의 개별감성인식기를 통해 인식이 되고, 그 결과는 8차원 벡터로 표현된다. 개별 감성인식 과정을 간단히 기술하면 다음과 같다^[4-5].

$S = \{I_0, I_1, \dots, I_m\}$ 가 영상들의 집합을 나타낼 때, 각 영상 j 의 감성 벡터는 $E_j = \{e_1, e_2, \dots, e_8\}$ 로 나타낸다. 이 과정을 간단하게 기술하면 다음과 같다.

- 영상에서 저수준의 특징 벡터 $F = \{F_c, F_p\}$ 를 추출한다. F_c 와 F_p 는 각각 컬러 특징 벡터와 패턴특징 벡터를 나타내며, 이들 특징 벡터들은 특징 정보 추출 단계에서 추출된다.
- 감성 인식기 C 는 $F \rightarrow E$ 로 정의되며, 추출된 특징 벡터 F 를 가지고 감성벡터 E_j 를 생성하는 역할을 한다. 이때 C 는 다층퍼셉트론을 사용하여 구축된다.

생성된 감성 벡터 E 의 각 감성값 e_i 는 다음과 같다: $E_j = \{e_i | 0 \leq e_i \leq 1, 1 \leq i \leq 8\}$.

3-1 특징 정보 추출

3-1-1. 컬러 정보 추출

고바야시의 이론에 기반하여 입력 영상에서의 대표 컬러 정보를 추출한다^[6]. 고바야시가 제안한 Color image scale은 PCCS 색상 공간을 변형하여 130개의 색상으로 구성하였다. 이 컬러 공간은 감성과 컬러를 매핑하기 위한 공간으로 soft-hard, warm-cool, 그리고 clear-grayish의 세 축으로 표현하였다. 이 컬러 공간에서 컬러 양자화 방법을 사용하여 영상의 대표 컬러를 추출한다. 영상을 구성하는 대표 컬러를 추출하기 위해서 입력 영상을 컬러공간에서 특정 색상을 분석한다. 이에 따라 고바야시의 컬러 공간에서 양자화 방법으로 대표 컬러 정보를 추출하여 감성분류를 위한 특징으로 사용한다. 이러한 컬러 양자화 알고리즘은 다음과 같다.

Step1) 먼저 입력 히스토그램에 스무드 방법을 적용한다. 이는 사람의 눈은 모든 색을 구별해 내지 못하므로 유사한 색상들이 섞여 있을 경우에 유사한 색상들을 묶어 하나의 색상으로 인식하기 때문이다.

step2) 변환된 입력 히스토그램에서 local maxima를 구한 후, local maxima를 기준으로 일정 영역 내의 컬러의 대표값을 구한다. 이때 대표값은 각 영역의 시작과 끝 컬러의 평균값으로 구

해진다. 이 때 step2)는 얻어진 k 개의 대푯값에 차이가 없을 때까지 반복된다.

step3) 주어진 영상의 원래 컬러는 step2)에서 얻어진 k 개의 대푯값 중 가장 작은 차이를 가지는 대푯값으로 자신의 컬러를 대체한다.

3-1-2. 패턴 정보 추출

패턴 정보의 추출을 위해 웨이블릿 변환을 사용한다. 웨이블릿 변환은 입력영상을 각각 수직, 수평적 특징들을 나타내는 계수들로 구성된 4개의 sub-block LL, LH, HL, HH로 나눈다. LL은 원 영상을 변환 레벨만큼 압축한 것으로 모든 웨이블릿의 sub-block 중에서 가장 중요한 정보를 포함하고 있으며 나머지 sub-block은 수직, 수평, 대각선 방향에 대한 에지 정보를 나타내고 있다. 웨이블릿 변환은 LL에서 계속적으로 수행되어 4개씩의 sub-block을 얻을 수 있다. 이를 P 번 동안 반복적으로 처리되어 4P개의 sub-block을 만든다. 제안된 방법은 구해진 각 블록들에 대해 다음의 파라미터를 계산 한다 [7].

3-2 감성 인식

본 논문에서는 8개의 감성을 인식하기 위해 다층 퍼셉트론(MultiLayer Perceptron, MLP) 기반의 분류기를 사용 한다^[7-9]. MLP는 입력층, 은닉층, 출력층으로 구성되어 있으며 인접한 층들은 모두 연결되어 있다.

입력 노드의 수는 추출된 특징 벡터의 차원, $12P+2Q$ 와 같다. 이때 P 는 웨이블릿 변환의 레벨이며, Q 는 양자화된 컬러들의 개수이다. P 와 Q 의 선택은 성능에 영향을 미치는 중요한 요소들이다. 다양한 실험을 통해 패턴특징과 컬러특징의 균형을 맞추는 것이 중요하다는 사실을 얻어냈다. 즉, (P, Q) 의 최적 값은 $12P \approx 2Q$ 의 하나일 것이다. 하지만 너무 높은 P 와 Q 의 값은 신경망 학습 및 테스트의 속도를 느리게 만드는 주된 요인이 될 수 있기 때문에 본 논문에서는 (P, Q) 의 값을 (3, 5)로 선택하였다. 입력 노드의 수와 마찬가지로 은닉 노드의 수 역시 성능에 큰 영향을 미친다. 은닉 노드의 수를 30개에서 140개까지로 두고 다양하게 실험한 결과, 120개 일 때에서 최적의 결과를 얻어냈다. 따라서 본 논문에서는 은닉 노드의 수를 120개로 두고 실험에 임하였다. 출력 노드의 수는 한 개로 출력 값은 0에서 1사이의 실수로 정규화 되며, 0.4보다 크면 해당 감성에 적합하다고 판단하고 그렇지

지 않은 경우에는 적합하지 않다고 본다.

IV. 질의 인터페이스

감성 기반 영상 검색에서 질의 인터페이스 부분은 질의를 통해서 영상의 정보를 색인기와 검색기에 전달하게 되는데 사용자에게는 다음의 두 가지 형태의 질의 방법이 제공된다.

- 키워드를 통해서 영상 검색을 하는 방법: 사용자는 교바야시가 정의한 8가지 감성 키워드는 그림 3(b)와 같이 구성되고 이를 이용하여 영상 검색을 할 수 있다.
- 영상의 특징 정보를 통해서 영상을 검색하는 예제 기반 영상 검색 방법: 사용자의 의도를 설명할 수 있는 영상을 이용하여 검색할 수 있는 방법으로, 그림 3(c)에서 보이듯이 찾아보기 버튼을 누르면 다이얼로그 박스 형태로 영상을 선택하여 검색을 할 수 있다.

그림 2는 제안된 시스템의 인터페이스를 보여준다.

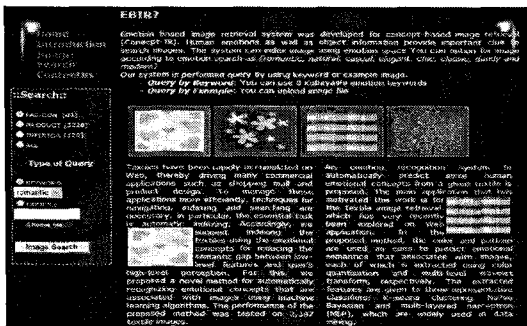


그림 2. 제안된 시스템의 인터페이스

제안된 인터페이스에서 사용자의 목적과 의도에 따라 특정 도메인을 선택할 수 있도록 하였고 (그림 3(a)), 이러한 도메인은 텍스트파일 영상과 관련 있는 데이터로 실제 검색 시스템에서 사용되는 데이터로 그 분류는 다음과 같다.

- Clothing materials: 의류를 제작할 때 사용되는 텍스트파일 영상과 쇼핑몰에서 사용되는 패션 데이터
- Product design: CD, DVD, 책의 커버, 또는 일러스트에서 사용되는 패턴 디자인 영상으로 웹사이트에서 쉽게 접할 수 있는 영상 데이터
- Interior design: 커튼, 카펫, 벽지와 같은 인테리어 텍스트파일 영상은 주거 공간이나 특정한 공간의 환경이나 분위기를 바꿀 수 있는 영상 데이터

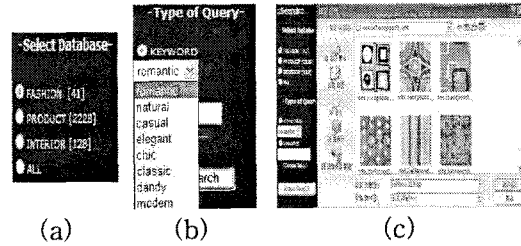


그림 3. 질의 인터페이스: (a)데이터베이스, (b)키워드 기반 질의, (c)예제 기반 질의

V. 질의 인터페이스

유사성 척도는 질의로 주어진 키워드나 영상이 사용자가 원하는 영상과 관련성이 높은 순으로 결과를 반환하는 것으로 사용자의 검색 만족도를 향상시키는데 많은 영향을 준다. 제안된 유사도 측정 알고리즘은 감성 질의어가 예제 영상으로 주어지는지 또는 텍스트로 주어지는지에 따라 다음과 같이 정의된다.

- 감성 텍스트 질의어에 대한 랭킹
 - i) 각 영상에 해당하는 감성 값(e)은 포스팅 리스트(I_j)형식으로 데이터베이스에 저장되어있다. 해당하는 감성 값(e)에 따라서 가장 높은 값으로 정렬되어 검색 결과를 제공한다.
 - ii) 키워드 데이터베이스에 저장된 영상에서 해당 감성 값이 1에 가까운 값을 가진 영상이 검색된다.
- 예제 영상에 의한 감성 질의어에서의 랭킹
 - i) 하나의 예제 영상은 8개의 감성 어휘로 구성된 웹 문서에 해당한다고 정의한다. 감성 색인기를 사용하여 질의 영상 (X)으로부터 감성값 (E_x)을 추출한다.
 - ii) 예제 영상 색인기는 질의 영상 (X)과 포스팅 리스트(I_j)의 값을 비교하여 유사도를 측정한다. 이 때 본 논문에서는 cosine similarity, D 를 사용한다. D 는 다음과 같이 정의된다.

$$D(X, I_i) = \frac{\sum_{j=0}^8 E_{j,x} \times E_{j,I_i}}{\sum_{j=1}^8 E_{j,x}^2 \times \sum_{j=1}^8 E_{j,I_i}^2}$$

- iii) 유사도 D 값은 내림차순 방법으로 예제 영상 랭커에 정렬된다.
- iv) 검색 결과는 질의로 주어진 영상과 가장 유사한 감성 값을 가지고 있는 영상이 검색된다.

그림 4는 질의 방법에 따라 검색된 결과를 보여 준다. 왼쪽 프레임은 사용자가 선택한 감성 키워드와 데이터베이스를 나타내고, 오른쪽 프레임은 검색 결과를 보여준다.

그림 4(a)는 감성 키워드로 “Romantic”으로 입력했을 경우, “Romantic”과 관련된 영상의 검색 결과를 감성 값이 가장 높은 순서대로 보여주고, 그림 4(b)는 예제 기반 질의로 영상을 주었을 때의 결과이다. 여기서 왼쪽 프레임은 질의로 주어진 영상을 보여주고 영상이 포함하고 있는 감성 수치들은 히스토그램으로 보여준다.

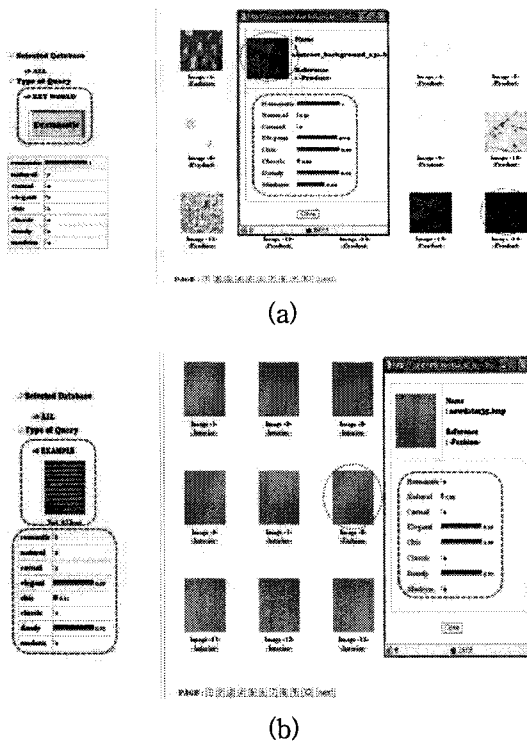


그림 4. 질의 방법에 의한 영상 검색 결과: (a)키워드 기반 영상 검색 결과, (b)예제 영상 기반 검색 결과

VI. 사용자 평가

제안된 시스템의 성능을 평가하기 위하여 사용자가 검색한 영상의 결과와 순위를 토대로 설문조사를 실시하여 시스템의 적절성을 검증하였다. 사용된 영상은 웹에서 수집된 3,416장을 사용하였다. 설문조사 참가자는 웹 검색에 익숙한 20~30대 50명(남자: 32명, 여자: 18명)을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 설문 조사 방법은 실행 순서 및 조작 방식을 간단히 설명한 후, 설문 조사 참가자들에게

제안된 시스템으로 영상을 검색하도록 하였다. 설문 조사 참가자들에게 만족도 (Satisfaction), 적합도(Relevance), 노력(Effort)에 대한 평가하도록 하였다. 각 척도는 다음과 같이 정의된다.

- 적합도 (Relevance)

사용자가 감성 질의를 주었을 때 검색 화면 첫 페이지에 사용자가 원하는 영상을 몇 개나 포함하고 있는지 개수로 평가하였다.

- 노력 (Search Effort)

검색 노력은 감성 질의를 주었을 때 사용자가 원하는 영상을 찾을 때까지 드는 노력을 평가하기 위한 항목이다. 이 항목은 바라는 영상이 몇 번째 페이지에서 검색되었는지를 5단계로 평가한다.

- 만족도 (Satisfaction)

사용자가 검색 작업을 마쳤을 때 제안된 시스템에 대해 사용자가 느끼는 만족도를 5단계로 평가한다. 만족도 평가 기준은 5점 (1:매우 불만족함, 2:불만족함, 3:대체적으로 만족함, 4:만족함, 5:매우 만족함)으로 실시하였다.

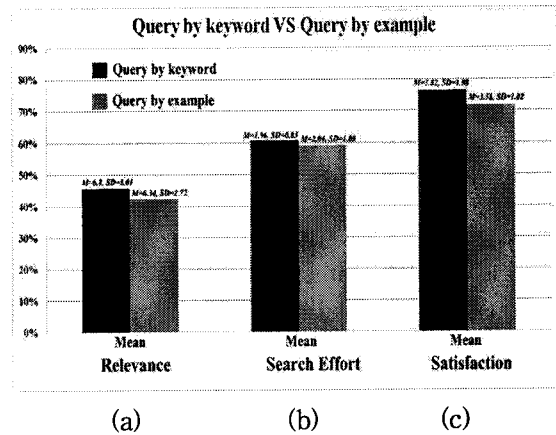


그림 5. 각 항목별 누적 그래프: (a)적합도, (b)노력, (c)만족도

그림 5는 각 항목별 누적 그래프를 보여준다. 그림 5(a)는 두 가지 질의 방법들에 대한 적합도 수치 값을 보여준다. 제안된 영상 검색 시스템은 첫 페이지에 15개의 영상을 포함하기 때문에, 적합도 수치는 0~15 사이의 값으로 나타난다. 키워드 방법으로 검색했을 경우, 평균=6.83 (45.7%), 표준편차=3.01로 나타났고, 예제 영상 방법으로 검색했을 경우, 평균=6.34(42.3%), 표준편차=2.72를 나타냈다. 이러한 결과는 평균에서 떨어진 값들이 많이 존재하기 때문에 좋은 결과를 얻지 못했다. 또한 그림 8(a)에서 보이는 것과 같이, 두 가지 방법 모두 사

람의 감성이 애매하기 때문에 큰 오차를 가지게 된다. 즉, 사람이 느끼는 감성은 같은 영상을 보더라도 사람마다 다르게 느끼기 때문에 두 방법 모두 평균이 낮게 (42.3%, 45.7%) 나타났다.

그림 5(b)는 두 가지 질의 방법에 대한 노력의 평균값과 표준편차 수치를 보여준다. 키워드 방법을 사용했을 경우, 평균=1.96(60.8%), 표준편차=0.83으로 나타났고, 예제 영상 방법으로 검색했을 경우, 평균=2.04(59.2%), 표준편차=1.08로 나타났다. 제안된 영상 검색 시스템은 질의 방법에 관계없이 낮은 수치를 나타냈다. 이 결과는 설문 조사자가 선호하는 결과 영상을 상위 40개의 영상 내에서 얻었다는 것을 알 수 있다.

그림 5(c)는 두 가지 질의 방법에 대한 만족도를 보여준다. 키워드 방법을 사용했을 경우, 평균=3.82(76.4%), 표준편차=1.08로 나타났고, 예제 영상 방법을 사용했을 경우, 평균=3.58(71.6%), 표준편차=1.02로 나타났다. 이 결과로부터 사용자들은 두 가지 질의 방법에서 모두 만족스러운 검색 결과를 얻었다는 것을 알 수 있다.

VII. 결 론

본 논문에서는 감성 정보를 이용하여 텍스타일 영상을 사용하여 새로운 영상 검색 시스템을 제안하였다. 제안된 시스템은 영상의 특징을 추출하여 자동으로 감성을 인식·색인하여 검색하는 시스템으로, 영상 수집기, 감성 색인, 검색기(Matcher), 질의 인터페이스로 구성되었다. 웹에서 수집된 텍스타일 영상으로부터 색인하기 위한 특징으로 컬러와 패턴 정보를 사용했다. 유사도 측정을 위해서 전통적인 cosine distance를 이용하여 영상 검색 결과 순위를 계산하였다. 그리고 웹에서 사용자들이 쉽게 검색 할 수 있도록 C/S환경으로 시스템을 개발하였다.

제안된 시스템의 성능을 검증하기 위해 웹 검색에 익숙한 50명(남자: 32명, 여자: 18)을 대상으로 웹에서 수집한 3,416장에 대해서 3가지 항목으로 사용자 평가를 하였다. 사용자 평가의 항목인 적합도(Relevance), 노력(Search Effort), 만족도(Satisfaction)의 결과로 사용자가 검색한 결과영상에서 적합도의 수치가 낮게 나왔지만, 만족도와 노력의 수치는 높게 평가되었다. 제안된 시스템에서 사용자는 자신이 선호하는 결과 영상을 상위 40개의 영상 내에서 얻을 수 있었다. 이는 제안된 시스

템이 사용자들이 원하는 영상을 효율적으로 검색할 수 있다는 것을 증명했다.

참 고 문 헌

- [1] 일본화학섬유협회, 우크라이나의 텍스타일 · 어패럴 산업 현황, KIET 해외산업정보, 2006.11.
- [2] T. K. Lau and I. King, "Montage: an image database for the fashion, textile, and clothing industry in Hong Kong", In Proc. ACCV, pp. 410-417, 1998.
- [3] 섬유정보센터, 섬유정보화 지원기업 활용 사례집, 직물검단시스템 활용사례, 2007.5.
- [4] 김나연, 신윤희, 김수정, 김지인, 정갑주, 구현진, 김은이, "신경망을 이용한 텍스타일 영상에서의 감성인식 시스템", 정보과학회논문지: 소프트웨어 및 응용 제34권 제9호, 2007.
- [5] N. Y. Kim, Y. Shin, and E. Y. Kim. Emotion-based Textile Indexing System using Pattern Recognition. IEEE International Symposium on Consumer Electronics. vol. 1, pages 1-6. 2007.
- [6] Shigenobu Kobayashi, "The Aim and Method of the Color Image Scale, Color Research & Application", Vol. 6, pp. 93-107, 1981.
- [7] Huiping Li, David Doermann, and Omid Kia, "Automatic Text Detection and Tracking in Digital Video", IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 9, No. 1, January 2000.
- [8] Simon Haykin, Neural Networks a comprehensive foundation 2nd edition, Prentice Hall, pp.10-13, pp.156-173, 1999.
- [9] H.-U. Bauer and T. Geisel, "Dynamics of signal processing in feedback multilayer perceptrons," in Proc. Int. Joint Conf. Neural Networks, pp. 131-136, 1990.