

컬러에지의 벡터적 결합을 이용한 e-카탈로그 영상 검색

황 의 선[†] · 박 상 근^{**} · 전 준 철^{***}

요 약

영상의 에지정보를 이용한 내용기반 영상 검색 방법은 현재 MPEG-7(Moving Picture Experts Group)에서 제안된 에지 서술자(edge descriptor)가 대표적인 방법이며, 이때 사용된 에지의 정보는 영상의 명암도에 따른 에지히스토그램을 이용하고 있다. 본 논문에서는 새로운 컬러 에지 추출 방법을 제시하고, 제안된 방법에 의해 컬러 에지히스토그램을 특징 값으로 하는 내용기반 영상검색 방법을 제시하였다. 아울러 제안된 방법에 기반하여 인터넷 쇼핑몰에서 사용되는 e-카탈로그 상품 영상 검색에 적용하였다. 성능평가를 위하여 기존 MPEG-7에서 제시된 에지 히스토그램에 의한 영상검색 방법과 비교하여 보았으며 실험결과 제안된 방법이 검색에 있어서 우수함을 입증할 수 있었다. 컬러에지의 추출은 컬러 영상의 R,G,B 채널의 각 성분의 벡터적 결합방법과 에지 맵의 벡터 노름(norm) 특성화를 통하여 이루어 진다. 결과적으로 내용기반 영상 검색은 생성된 최종 에지모델이 갖는 에지의 방향성을 이용한 컬러 에지히스토그램을 통하여 수행된다.

e-Catalogue Image Retrieval Using Vectorial Combination of Color Edge

Yei Seon Hwang[†] · Sang Gun Park^{**} · Junchul Chun^{***}

ABSTRACT

The edge descriptor proposed by MPEG-7 standard is a representative approach for the contents-based image retrieval using the edge information. In the edge descriptor, the edge information is the edge histogram derived from a gray-level value image. This paper proposes a new method which extracts color edge information from color images and a new approach for the contents-based image retrieval based on the color edge histogram. The proposed method and technique are applied to image retrieval of the e-catalogue. For the evaluation, the results of image retrieval using the proposed approach are compared with those of image retrieval using the edge descriptor by MPEG-7 and the statistics shows the efficiency of the proposed method. The proposed color edge model is made by combining the R,G,B channel components vectorially and by characterizing the vector norm of the edge map. The color edge histogram using the direction of the color edge model is subsequently used for the contents-based image retrieval.

키워드 : 내용기반영상 검색(contents-based image retrieval), e-카탈로그(e-catalogue), 컬러 에지 히스토그램(color edge histogram), 에지 서술자(edge descriptor)

1. 서 론

최근 인터넷 쇼핑몰에 대한 일반사용자의 이용이 증가되고 있으며, 아울러 인터넷 쇼핑몰에서 제공하는 e-카탈로그 영상들은 물건을 소비자에게 보여주고 구매를 결정하게 하는 중요한 요소로 자리 잡고 있다. 따라서 e-카탈로그를 구성하는 영상 정보를 하나의 데이터베이스화 시켜 소비자가 원하는 제품을 빠르게 검색해 주는 영상검색의 필요성이 증대되고 있다. 그러나 일반적으로 영상자료로부터 특정 영상을 검색하기 위해서는 영상 데이터베이스 엔진이나 웹기

반 검색 엔진에 의존하게 되며, 이러한 방법은 그 활용에 있어서 극히 제한적이라는 문제점을 내포하고 있다. 이러한 문제의 해결을 위하여 최근에는 e-카탈로그를 구성하는 영상을 효과적으로 검색을 위한 내용기반 영상검색에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.

내용기반 영상검색 방법은 영상의 특징값 즉, 색상, 질감, 에지 정보 등을 이용하여 영상 데이터 베이스로부터 질의 영상에 대한 유사영상을 검색해내는 방법을 의미한다. 따라서 내용기반 영상 검색이란 일종의 영상인식 문제라고 생각할 수 있다. 기존에 개발된 QBIC[1], Photobook[2], Virage[3]등 다양한 영상 데이터베이스 시스템은 이러한 영상 특성 및 영상의 분할 방법을 이용하여 영상 검색을 수행하고 있다. 특히 최근에 소개된 e-카탈로그 영상 검색 방법으로는 주

[†] 준 회 원 : 경기대학교 대학원 정보과학부

^{**} 준 회 원 : 경기대학교 대학원 전자계산학과

^{***} 정 회 원 : 경기대학교 정보과학부 교수

논문접수 : 2002년 7월 27일, 심사완료 : 2002년 10월 1일

로 영상의 컬러 정보와 질감 정보를 이용한 검색방법이 주로 사용되고 있다. 컬러정보를 이용하는 경우 기존의 RGB 컬러모델의 히스토그램을 이용한 방법에서 나아가 RGB 컬러 영상을 HSI 컬러모델로 변환시킨 후 HSI 모델의 컬러 히스토그램을 이용한 영상을 검색한 방법이 소개되었다[4]. 한편 컬러정보와 영상의 질감정보의 상관 관계를 이용한 방법도 소개되었다. Yi와 Cho는 RGB 컬러 히스토그램과 Gabor 웨이블릿을 이용한 질감 정보의 추출을 통한 검색 방법을 e-카탈로그 검색시스템에 적용하였다[5].

이상의 방법들은 모두 영상의 색상 및 질감 정보에 기반하고 있으며, 본 논문에서는 영상정보의 특성중 컬러 영상의 컬러 에지정보를 이용한 e-카탈로그 영상 검색 방법을 제안하였다. 일반적으로 에지란 영상에서 명도 값의 변화가 큰 두 영역의 경계를 의미한다. 대부분의 에지검출 방법은 컬러 채널을 그레이 영상으로 변환시킨 후 에지를 검출하는 방법을 사용하고 있다. 이 경우에는 각각의 R,G,B 채널 값들의 평균값을 이용하는 경우와 NTSC 표준인 각 채널별 가중치를 곱해서 더하는 방법으로 명도 값을 얻어서 에지성분을 검출하게 된다. 그러나, 영상검색시 컬러영상을 그레이 영상으로 변환후 에지 정보를 추출하여 영상 검색을 하는 경우 에지성분의 부분적 손실이 발생할 수 있으며 이로 인하여 영상검색의 정확성이 떨어질 수 있는 문제점을 갖고 있다. 이러한 문제점의 예는 다음 절에서 자세히 살펴보도록 한다. 한편, 대부분의 e-카탈로그 영상들은 JPG 형태나 GIF의 포맷을 가지고 있으며, JPG나 GIF영상들은 RGB 컬러모델을 기반으로 하고 있다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 개선한 컬러에지의 벡터적 결합방법에 의한 컬러에지 모델을 제안하고 제안된 모델을 이용하여 생성된 컬러에지 히스토그램에 기반한 내용기반 영상 검색방법을 제시하였다. 본 논문에서 제안된 방법은 영상의 미분에 근거한 다채널 컬러영상의 에지모델 구축방법은 크게 두 단계로 수행된다. 첫 단계에서는 에지를 선형 맵(linear map)으로 특성 짓고, 둘째 단계에서 맵을 단위 노름 벡터(unit normed vector)에 적용시 맵의 형태를 고려하여 선형맵으로 표현된 에지로부터 상대적 강도가 큰 에지의 정보를 찾아 다채널 성분들이 결합된 영상의 최종 에지를 생성하는 작업을 수행한다.

e-카탈로그를 구성하는 영상들이 대부분 JPG 혹은 GIF 형태인 것을 고려하여 에지검출시 RGB 채널을 벡터적으로 결합한 후 그 에지의 방향 성분 및 에지의 발생 활률을 계산하여 컬러 에지 히스토그램을 생성하며, 컬러 에지 히스토그램의 유사도를 비교하여 e-카탈로그 영상 검색의 효과를 높일 수 있는 새로운 방법을 제안하였다.

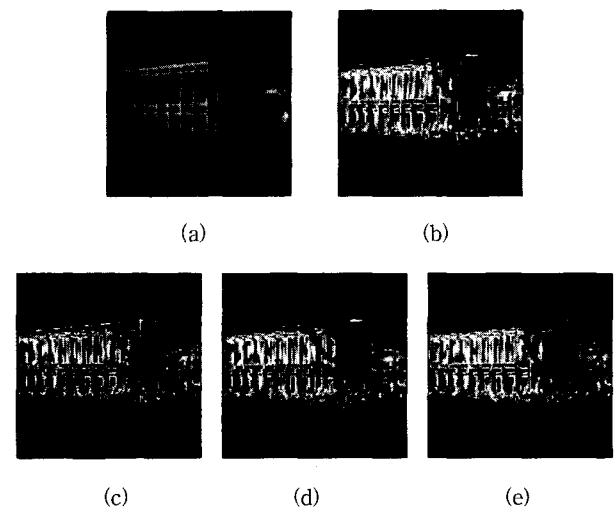
본 논문의 구성은 제 2장 연구배경, 제 3장 제안된 컬러에지 추출 방법, 제 4장에서는 컬러 에지 히스토그램 생성 방법 그리고 제 5장에서는 제안된 방법을 이용한 e-카탈로

그 상품영상 검색 결과 및 성능평가 결과를 제시하였다.

2. 연구 배경

히스토그램은 영상 전반에 걸쳐 영상의 특징을 표현할 수 있는 대표적인 방법으로 영상처리에서 이용되어 왔다. 내용기반 영상 검색을 위해서는 히스토그램을 사용하는 방법은 지금까지 대부분 컬러 특징 값을 이용한 컬러히스토그램을 이용되었으나 최근 에지를 특징으로 하여 영상을 검색하기 위한 방법으로 MPEG-7에서 에지히스토그램에 관한 서술자를 정의하였다[11].

에지 히스토그램을 생성하기 위해서는 먼저 에지를 추출하여야 하며 컬러영상을 그레이 값으로 변환 후 에지를 추출하는 경우 컬러영상이 지니고 있는 에지 정보의 손실이 발생할 수 있다. 그와 같은 경우는 (그림 1)의 에지맵 정보를 통하여 확인 할 수 있다. (그림 1)의 (b)는 원영상 (a)를 그레이 값으로 변환한 영상으로부터 에지를 추출한 결과이며 (c),(d),(e)는 각 R,G,B 채널의 영상으로부터 에지를 구한 결과이다. (그림 1)의 (b)에서 확인 할 수 있는 바와 같이 각 컬러 채널별 영상으로부터 획득할 수 있는 에지 정보가 그레이 영상에서는 색상의 차이에도 불구하고 명도 값이 유사한 경우 에지정보의 손실을 유발할 수 있음을 알 수 있다.



(그림 1) 컬러영상(a), 그레이 에지맵(b), R채널 에지맵(c), G채널 에지맵(d), B채널 에지맵(e)

각 채널별 에지맵을 생성한 결과를 보면 (그림 1)(c)와 (그림 1)(e)처럼 일부 채널에서는 에지정보의 손실없이 에지맵을 생성하는 것을 볼 수 있다. 일반적으로 채널별 에지 정보를 이용하여 에지를 추출하는 컬러 에지 추출 방법은 크게 세가지로 분류할 수 있으며, 각 채널별 컬러 에지맵을 혼합하여 하나의 에지맵으로 변환하는 퓨전방법[6, 7]과, 컬러 영상을 채널로 분류한 후 채널별로 구배도를 구하고 세

개의 구배도를 하나의 값으로 변환한 후 이것으로부터 최종 에지맵을 생성하는 다차원 구배도 방법[8], 마지막으로 픽셀 값을 하나의 벡터 값으로 취급하여 컬러 에지를 추출하는 방법[9, 10]으로 크게 분류된다.

현재 내용기반 영상 검색에 사용되는 MPEG-7의 에지 히스토그램에 관한 서술자는 영상의 그레이 값을 사용하고 있다[11]. MPEG-7에서 정의한 에지히스토그램은 수평방향, 수직방향, 45° 방향, 135° 방향, 비 방향성의 다섯 가지 에지필터를 정의하고, 이 필터들을 영상의 블록별 그레이 평균값에 적용하여 가장 강도가 강한 에지성분을 구한 후 지역 에지 히스토그램을 생성하고 있다. 또한 지역 에지 히스토그램을 확장시켜, 세미지역 히스토그램 및 전역 히스토그램을 생성하여 영상검색에 사용할 수 있도록 정의하고 있다.

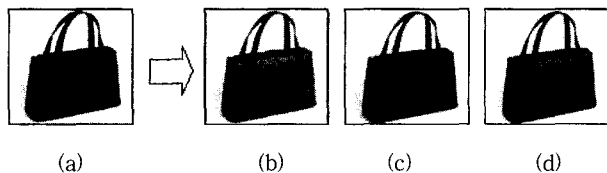
이밖에 에지 히스토그램을 적용하기 위한 또 다른 연구로는 컬러영상을 HSI 컬러 공간으로 변환한 후 hue 채널을 제외한 나머지 채널을 이용하여 소벨 연산자를 적용하여 에지맵을 생성한 후 적당한 임계치를 이용하여 이진영상으로 변환하고 두 영상을 OR 연산으로 적용하여 구배도가 큰 쪽의 값이 갖는 방향 값을 선택하고 최종적으로 8 차원 에지 히스토그램을 생성하는 시도가 있었다[12]. 그 외에도 영상을 Canny 연산자를 사용하여 에지를 추출한 후 5° 간격으로 양자화 시켜서 에지히스토그램을 생성한 후 특징 벡터로 사용하려는 연구 등이 소개 되었다[13].

다중 채널 에지의 결합 문제는 경험에 비추어 개별적인 채널 성분들로부터 추출된 에지맵들을 영상의 스칼라 함수로 간주하여 결합시키는 것은 부적절한 방법으로 판단되며, 따라서 본 논문에서는 에지맵을 특정 벡터의 벡터값 함수(vector valued function)로 간주하여 결합시키는 방법을 제시하였다.

3. 컬러에지 결합 방법

3.1 RGB 컬러 모델

가장 보편적으로 사용되는 영상포맷인 JPG나 GIF의 경우 하나의 컬러영상을 보여주기 위하여 R,G,B 컬러공간을 사용한다. RGB 컬러 공간은 서로 가산될 수 있는 삼원색인 빨강(red), 초록(green), 그리고 파랑(blue)으로 구성된다. 이들 컬러의 분광 요소들이 부가적으로 복합되어 결과적인 컬러를 만들어 낸다. 따라서 2차원 RGB 컬러 영상은 R,G,B 각 채널 성분으로 분리될 수 있다.



(그림 2) e-카탈로그 상품영상(a)과 R채널(b), G채널(c), B채널(d)로 분리된 영상

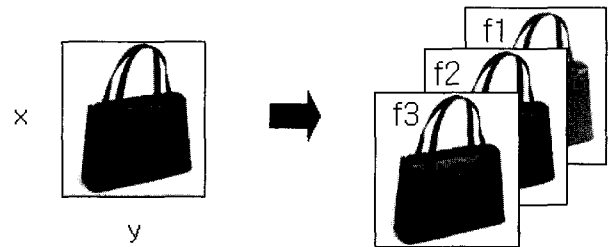
3.2 R,G,B 컴포넌트의 벡터적 결합

R,G,B 컴포넌트의 벡터적 결합에 따른 컬러 에지모델의 생성 방법은 앞서 언급한 바와 같이 두 단계로 수행된다. 첫 단계에서 에지를 선형 맵으로 표현하고, 둘째 단계에서 맵을 단위 노름 벡터에 적용시 맵의 행태를 고려하여 그 맵에 통계적 해석을 부여한다. 다채널 컬러영상으로부터 R,G,B 컴포넌트의 벡터적 결합방법을 위한 기본적 이론 및 접근방법은 다음과 같다.

기본적 접근 방법의 설명을 위하여 사용된 기호들은 미분 기하학에서 사용되는 방법으로 설명한다[14, 15]. 우선 RGB 컬러영상은 다음과 같은 맵(map)의 형태로 표현 할 수 있다.

$$f: U \subset E \rightarrow F \tag{1}$$

만일 2차원 영상을 3채널의 컬러 모델로 맵핑할 경우, $U \subset R^2, F \subset R^n$ 이며, 이때 U 와 $n(=3)$ 은 각각 영상의 도메인 및 영상의 채널의 크기를 의미한다. 따라서, 2차원 영상의 R,G,B 채널 성분을 f_1, f_2, f_3 로 도식화하면 다음 (그림 3)과 같이 나타낼 수 있다.



(그림 3) 2차원 컬러영상의 삼차원 3채널 컬러 모델로의 맵핑

만일 E 와 F 를 각각 노름 벡터공간, 그리고 $L(E, F)$ 를 E 에서 F 로의 연속선형맵의 공간 이라고 가정 할 때, 벡터공간상의 실수함수 f 는 f 상에서 모든 부분미분이 존재하고 연속일 때 미분가능 하다. 이는 벡터공간상의 임의의 좌표점 u 에서 함수 $\frac{\partial f^i}{\partial x^j}$ 의 값을 구하기 위해서는 좌표점 u 에 아주 근접한 모든 좌표들 u^* 에서 f 의 값만을 알 수 있다면 충분하다는 것을 의미한다. 따라서, 함수 f 의 도메인은 벡터공간 전체가 아닌 벡터공간의 열린 집합(open set)이면 충분하며, 만일 E 의 부분집합인 ($U \subset E$)가 열려 있으면 함수 f 는 식 (1)과 같이 표현될 수 있다. 이때 만일 $L \in L(E, F)$ 가 존재한다면 U 는 좌표 $u_0 \in U$ 에서 미분가능 하며, 따라서 맵 $g_L: U \subset E \rightarrow F$ 은 좌표 u_0 상에서 함수 f 에 대한 탄젠트로 다음과 같이 정의 될 수 있다.

$$g_L(u) = f(u_0) + L(u - u_0) \tag{2}$$

따라서 좌표점 u_0 에서 함수 f 의 미분 값은 $df(u_0) = L$ 로 표현된다.

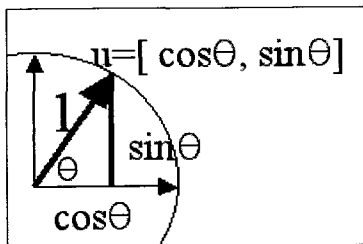
만일 $U \subset R^n$ 이고 $f: U \rightarrow R^m$ 이 미분가능하면, $\frac{\partial f^i}{\partial x^j}$ 가 존재하며 선형맵 $df(x)$ 는 R^n 과 R^m 표준기수에 대하여 다음과 같은 자코비안 행렬의 형태로 표현 될 수 있다.

$$df(x) = \begin{bmatrix} \frac{\partial f^1}{\partial x^1} & \frac{\partial f^1}{\partial x^2} & \dots & \frac{\partial f^1}{\partial x^n} \\ \frac{\partial f^2}{\partial x^1} & \frac{\partial f^2}{\partial x^2} & \dots & \frac{\partial f^2}{\partial x^n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{\partial f^m}{\partial x^1} & \frac{\partial f^m}{\partial x^2} & \dots & \frac{\partial f^m}{\partial x^n} \end{bmatrix} \quad (3)$$

RGB 컬러영상의 각 채널로부터 얻을 수 있는 컬러에지의 결합을 위하여 2차원 공간 영상에서 3차원 채널 공간으로의 맵핑이 이루어지게 되며, 영상에서의 에지 성분을 검출하기 위하여 방향미분을 사용한다. 방향 미분은 영상함수 $f(x, y)$ 가 x 축과 y 축으로 각각 미세한 변화가 있을 때 어떻게 변화하는지에 대하여 설명한다. 따라서, 컬러영상 함수가 $F(x, y)$ 일때, 이 영상을 채널별로 분리후 획득할 수 있는 채널별 에지성분은 다음과 같이 표현 할 수 있다.

$$F(x,y) = \begin{bmatrix} f1(x,y) \\ f2(x,y) \\ f3(x,y) \end{bmatrix}, \Delta F(x,y) = \begin{bmatrix} \frac{\partial f1}{\partial x}, \frac{\partial f1}{\partial y} \\ \frac{\partial f2}{\partial x}, \frac{\partial f2}{\partial y} \\ \frac{\partial f3}{\partial x}, \frac{\partial f3}{\partial y} \end{bmatrix} \quad (4)$$

이때, 특정한 점 (x_0, y_0) 에서 발생된 에지의 방향성을 단위벡터 $u = \langle \cos\theta, \sin\theta \rangle$ 방향으로의 기울기로 방향미분을 이용하여 구할 수 있다.



(그림 4) 특정 픽셀에서의 단위벡터 u

결국, (그림 3)에서 표현된 바와 같이 2차원 컬러영상을 R,G,B 세 개의 채널에 대하여 각각 f_1, f_2, f_3 로 사상시키고, 각 채널영상 f_1, f_2, f_3 으로부터 에지를 구하기 위한 식 (4)를 적용시키면 각 채널의 에지를 결합한 단위 벡터 u 의 방향을 갖는 에지맵 영상을 구할 수 있으며, 이때 에지맵 영상은 다음 식 (5)와 같이 표현된다.

$$\begin{aligned} \Delta F(x,y) \cdot u &= \begin{bmatrix} \frac{\partial f1}{\partial x}, \frac{\partial f1}{\partial y} \\ \frac{\partial f2}{\partial x}, \frac{\partial f2}{\partial y} \\ \frac{\partial f3}{\partial x}, \frac{\partial f3}{\partial y} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \theta \\ \sin \theta \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} \frac{\partial f1}{\partial x} \cdot \cos \theta + \frac{\partial f1}{\partial y} \cdot \sin \theta \\ \frac{\partial f2}{\partial x} \cdot \cos \theta + \frac{\partial f2}{\partial y} \cdot \sin \theta \\ \frac{\partial f3}{\partial x} \cdot \cos \theta + \frac{\partial f3}{\partial y} \cdot \sin \theta \end{bmatrix} \quad (5) \end{aligned}$$

3.3 벡터 노름의 특성화

앞의 절에서 구한 채널별 방향성을 갖는 에지맵으로 부터 상대적 강도가 큰 에지의 정보를 찾아 R,G,B 성분이 결합된 영상의 최종 에지를 생성하기 위하여 벡터 노름의 성질을 이용하였다. 이때 노름이란 벡터의 크기를 재는 척도로 이다. 벡터 노름의 특성은 n차원의 벡터가 다음과 같이 주어질 때

$$x = [x_1 \ x_2 \ \dots \ x_n]$$

일반적으로 벡터노름 x 는 다음 조건을 식을 만족한다.

1. $\|x\| > 0$ when $x \neq 0$ and $\|x\| = 0$ iff $x = 0$
2. $\|kx\| = |k| \|x\|$ for any scalar k
3. $\|x+y\| \leq \|x\| + \|y\|$

아울러 일반적으로 사용하는 벡터 노름은 L2-norm으로 다음 식 (6)과 같이 정의할 수 있다.

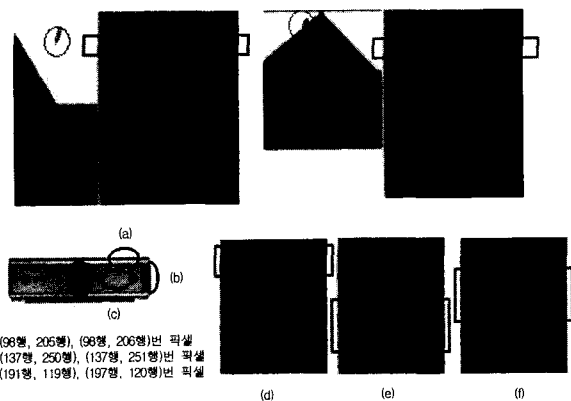
$$\|x\|_2 = |x| = \sqrt{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2} \quad (6)$$

결국 R,G,B 채널별로 생성한 방향성분을 포함한 에지맵 영상의 최대 노름 벡터를 구하여 채널별 성분이 결합된 컬러영상의 최대 에지 강도는 다음 식 (7)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} M(x,y) &= \|\Delta F(x,y) \cdot u\|_2 \\ &= \sqrt{(\Delta f1(x,y) \cdot u)^2 + (\Delta f2(x,y) \cdot u)^2 + (\Delta f3(x,y) \cdot u)^2} \quad (7) \end{aligned}$$

이때, $\Delta f1(x,y) \cdot u = \sqrt{\frac{\partial f1}{\partial x} \cdot \cos \theta + \frac{\partial f1}{\partial y} \cdot \sin \theta}$
 $\Delta f2(x,y) \cdot u = \sqrt{\frac{\partial f2}{\partial x} \cdot \cos \theta + \frac{\partial f2}{\partial y} \cdot \sin \theta}$
 $\Delta f3(x,y) \cdot u = \sqrt{\frac{\partial f3}{\partial x} \cdot \cos \theta + \frac{\partial f3}{\partial y} \cdot \sin \theta}$ 이다.

위의 식 (7)에서 $M(x,y)$ 의 값이 최대가 되게 하는 θ 값이 해당 픽셀의 에지방향 성분이 되며 이때의 최대 값이 채널 성분이 결합된 컬러 영상의 최종 에지 값이 된다. (그림 5)는 모의 영상 및 특정 상품 영상으로부터 에지의 방향성분 추출 결과를 보여주고 있다.



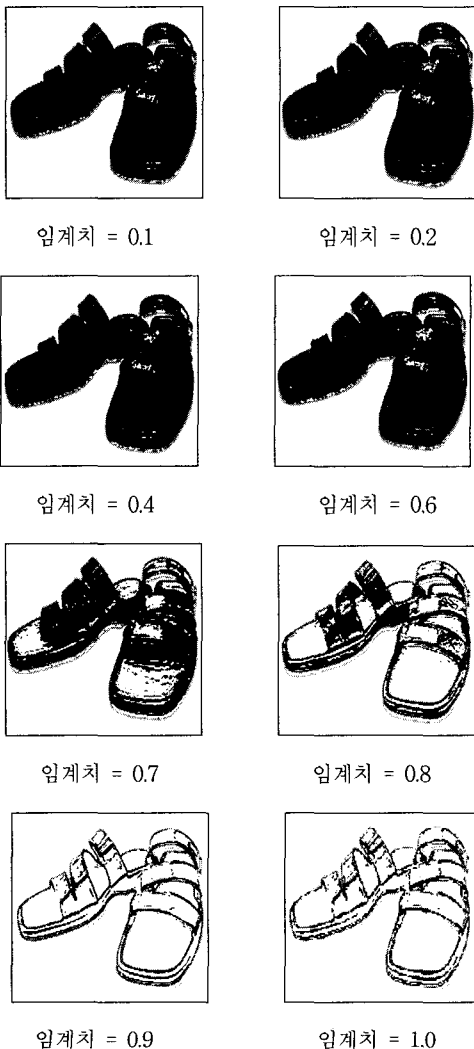
(그림 5) 모의영상(상)과 DB 영상(video.jpg)(하)으로부터 특 정확소에 대한 에지방향 θ 와 에지의 성분 검색 결과

4. 컬러 에지 히스토그램 생성

4.1 에지발생 확률 계산

앞절에서 생성한 에지 값은 한 영상을 구성하는 모든 화소에 대하여 생성되며, 실제로 벡터 노름의 특성화에 따른 특정 값을 갖게 된다. 이때 특정 값이 에지정보를 의미하는지를 확인하는 방법으로 특성화된 에지성분값의 누적분포를 고려하여 에지의 발생 강도를 측정하고 에지의 존재 여부를 판별한다. 즉, 누적확률분포(CDF)를 이용하여 에지 발생 확률을 계산하고 임계치 이하의 특성화 값을 갖는 화소의 경우 에지가 아닌 것으로 판정하여 에지히스토그램의 생성에서 제외시킨다.

앞 절에서 생성한 최대 노름 값을 0부터 255사이로 정규화 시키고 정규화된 노름 값의 누적확률분포를 계산하여 에지 발생 확률을 0부터 1사이의 값으로 할당하였다. 임의의 영상에 대하여 에지 발생 확률을 이용하여 에지를 출력한 에지 영상은 각 임계치별로 다음 (그림 6)과 같다.



(그림 6) 에지 발생 확률 임계치에 따른 에지영상

4.2 컬러 에지히스토그램 생성

영상 검색에 필요한 컬러 에지히스토그램의 생성은 임계치에 따라 에지로 판정된 픽셀만을 대상으로 에지히스토그램을 생성한다. 에지히스토그램을 생성하기 위하여 전체 영상을 4x4의 서브 이미지로 나누어 16개의 서브 이미지별로 에지 히스토그램을 생성한다. 에지로 판정된 픽셀은 에지 방향 값 θ 를 갖고 있다. 이때, θ 값의 범위는 0°부터 180°을 갖는다. 에지히스토그램을 생성하기 위하여 θ 값을 다음과 같은 구간으로 빈을 형성한 후 각 빈에 해당하는 픽셀의 수를 구한다. 이때 에지의 방향성분을 수평방향으로 0°방향 에지와 180° 방향 에지, 수직방향으로 90° 방향 에지, 대각선 방향으로 45° 방향 에지, 135° 방향 에지의 다섯 가지 유형으로 정의하였으며 해당하는 θ 의 범위를 각각 다음과 같이 설정하였다.

BIN	0° 방향 에지	45° 방향 에지	90° 방향 에지	135° 방향 에지	180° 방향 에지
θ 범위	$0 \leq \theta < 15$	$15 \leq \theta < 75$	$75 \leq \theta < 105$	$105 \leq \theta < 165$	$165 \leq \theta < 180$

따라서, 전체 영상에 대하여 80개의 히스토그램 빈이 생성된다.

4.3 히스토그램을 이용한 이미지 유사도 비교

영상 검색을 위하여 질의 영상과 e-카탈로그 상의 저장된 영상간의 유사도 측정방법은Swain과 Ballard에 의해서 제안된 히스토그램 인터섹션 방법을 이용하여 에지히스토그램에 두 영상간의 유사도를 측정하였다[16]. 본 실험에서는 원래 컬러 히스토그램에 적용하였던 히스토그램 인터섹션 방법을 컬러에지 히스토그램에 적용하여 영상들 사이의 유사도를 비교하였다. 이를 위하여 영상을 구성하는 컬러들은 N개의 컬러 값을 갖는 이산적인 컬러 공간으로 매핑되며, 히스토그램의 유사도는 히스토그램 인터섹션 방법에 의하여 계산된다. 영상의 히스토그램은 n차원 벡터로 표현되며, 이때 각 요소들은 영상에 있는 특정 컬러 j의 픽셀들의 총수가 된다. 각 e-카탈로그상의 영상들의 히스토그램과 질의영상의 히스토그램을 다음과 같이 H(I), H(Q)로 표현한다. 또한 각 영상들은 모두 n개의 빈(bins)을 갖고 있다. 이때, 히스토그램 인터섹션은 다음과 같이 정의된다.

$$S(H(Q), H(I)) = \frac{\sum_{j=1}^n \{ \min h_j(Q), h_j(I) \}}{\sum_{j=1}^n h_j(Q)} \quad (8)$$

여기서, n은 히스토그램의 전체 빈의 갯수(본 실험에서는 80개임)이며 $h_j(I)$ 와 $h_j(Q)$ 는 데이터베이스의 영상 I와 질의 영상 Q의 히스토그램에서의 j번째 빈을 의미한다. 식(8)을 비유사도로 표현하면 L1-norm의 형태로 다음과 같이

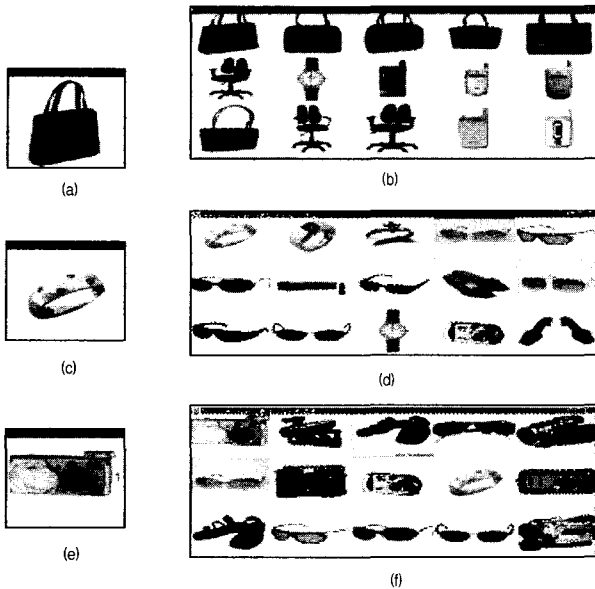
정의할 수 있다.

$$D(H(Q), H(I)) = \sum_{j=1}^n |h_j(Q) - h_j(I)| \quad (9)$$

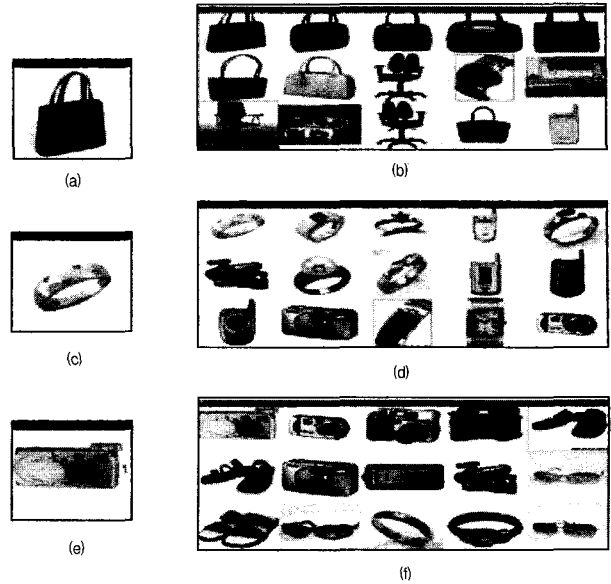
두 히스토그램은 주어진 거리 T에 대하여 $S \geq T, D \leq T$ 이면 두 영상은 유사하다고 말할 수 있다.

5. 실험 결과

제안된 컬러 에지 히스토그램을 이용하여 e-카탈로그 영상을 검색한 결과는 다음 그림과 같다. (그림 7)은 MPEG-7의 제안된 에지 서술자의 지역에지 히스토그램(local edge histogram)을 이용하여 검색한 결과이며, (그림 8)은 동일한 영상에 대하여 본 논문에서 제안한 방법을 이용하여 컬러 에지 히스토그램을 생성한 후 검색한 결과이다. 질의 영상은 핸드백, 선글라스 및 비디오 영상에 대하여 실험하였다. 검색결과는 질의 영상과 유사도가 높은 영상 순으로 표시되었다. 실험결과 MPEG-7의 지역 에지히스토그램을 이용한 검색 결과보다 제안된 방법의 검색 결과가 우수한 것으로 나타났다.



(그림 7) MPEG-7의 에지히스토그램을 이용한 e-카탈로그 영상 검색 결과 ((a)(c)(e) : 질의 영상, (b)(d)(f) : 유사도가 큰 순서대로 검색된 영상)



(그림 8) 제안한 컬러에지 히스토그램을 이용한 e-카탈로그 영상 검색 결과 ((a),(c),(e) : 질의 영상 (b),(d),(f) : 유사도가 큰 순서대로 검색된 영상)

한편, 제안된 내용기반 영상 데이터 검색 방법의 효율성을 분석하기 위하여 일반적으로 Recall과 Precision의 두 가지 평가 척도를 적용하였다. Recall은 영상 데이터베이스 내에서 질의와 관련된 영상중 검색된 영상의 비율을 말하며, Precision은 검색된 영상중에서 질의와 관련된 영상의 비율을 나타낸다.

$$\text{Recall} = \frac{Rr}{T}, \text{ Precision} = \frac{Rr}{Tr} \quad (10)$$

이때, Rr은 검색된 항목 중에서 질의와 관련된 항목의 수를 나타내고, T는 검색 대상 중에서 질의와 관련된 항목의 수를 나타내고, Tr은 검색된 항목의 총 수를 나타낸다. 그리고 검색된 영상의 평균 검색 순위를 분석하기 위하여 각 질의 영상의 AVRR(Average Rank of Relevant images)를 계산하게 된다.

$$\text{AVRR} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Ri \quad (11)$$

위의 식에서 Ri는 검색된 영상의 순위를 나타내고, n은 질의 영상에 따른 검색된 영상의 개수를 나타낸다.

<표 1> Recall 및 Precision을 이용한 영상 검색 성능평가

질의 영상		bag1.jpg (핸드백)	hand1.jpg (핸드폰)	videol.jpg (비디오)	sung1.jpg (선글라스)	cal.jpg (카메라)	wat1.jpg (시계)	ring1.jpg (반지)
제안된 컬러에지히스토그램	Recall값	80%	80%	90%	70%	70%	60%	60%
	Precision	53%	53%	60%	47%	47%	40%	40%
mpeg-7 지역에지히스토그램	Recall값	60%	80%	90%	80%	70%	50%	30%
	Precision	40%	53%	60%	53%	47%	33%	20%

본 연구에서 사용한 영상은 상품별로 10개씩 유사영상을 가지고 있으며, 검색결과는 유사도가 높은 영상을 15개씩 순서대로 출력하도록 구현하였으며, 평가 결과 다음과 같은 결과 값을 얻었다.

실험결과 e-카탈로그의 상품 영상의 검색에 있어 제안된 방법이 MPEG-7의 지역에지 히스토그램을 이용한 검색 방법에 비하여 전체 영상에 대한 Recall 값이 약 7.64% 정도 더 높은 것을 알 수 있었다.

본 연구의 실험을 위하여 인터넷 쇼핑몰에 있는 e-카탈로그 영상들을 수집하여 200개의 영상에 대하여 하여 실험하였다. 또한 에지 발생 확률을 이용한 에지 임계치는 0.8로 설정하였다. 실험환경은 펜티엄 4프로세서가 장착된 PC에서 실행되었으며 프로그램은 자바언어로 구현하였으며, 에지히스토그램의 데이터베이스는 MS-ACCESS를 이용하였다.

6. 결 론

인터넷 쇼핑 물동에서 사용되는 영상 데이터들을 효율적으로 관리하기 위해서는 정확하고 효과적인 디지털 라이브러리 및 내용기반 검색 시스템의 구축이 중요하다. 이러한 관점에서 내용기반 검색 시스템을 효율적으로 운영하기 위해서는 영상이 갖는 여러 가지 특징 값들을 어떻게 이용하느냐가 중요한 연구 과제라 할 수 있다. 본 논문에서는 일반 사용자의 사용요구가 급격히 증가하고 있는 인터넷 쇼핑몰에서 소비자가 e-카탈로그에서 제공한 상품들중 원하는 유사 상품들을 빠른 시간 내에 정확하게 검색해 줄 수 있는 특징벡터를 구하는 방법을 제안하였다. 특히 영상 특성에 컬러 에지히스토그램에 기반한 새로운 내용기반 영상 검색 방법을 제시하였다. 이를 위해 컬러 영상의 각 채널에지 성분을 벡터적으로 결합하여 영상으로부터 상대적 강도가 높은 에지를 추출하는 방법을 제시하였으며, 실험 결과 내용기반 영상검색에 있어 기존의 에지 서술자에 의한 영상 검색방법에 비해 효과가 우수함을 입증 할 수 있었다.

차후 연구 방향으로, 본 논문에서는 영상을 정규화된 불력으로 나누어 불력별 지역 에지히스토그램만을 사용하여 영상을 검색하였으나 일괄적인 지역적인 에지히스토그램이 아니라 영상분할등을 통하여 영상을 의미 있는 영역으로 나눈 후 영역별 에지히스토그램과 지역적 에지히스토그램과의 결합을 통한 영상 검색을 수행한다면 보다 좋은 검색 결과를 얻을 수 있으리라 판단된다. 또한 영상의 컬러 정보와 컬러의 에지정보의 상관성을 고려한 연구한 진행된다면 인터넷 쇼핑몰에서의 영상 정보에 의한 상품검색을 효과를 증대시킬 수 있으리라 본다.

참 고 문 헌

- [1] W. Niblack et al, "The QBIC project : query images by using color, texture and shape," In SPIE Proc. Storage and Retrieval for Image and Video Database, pp.173-187, 1993.
- [2] A. Pentland, R. Picard, and S. Sclaroff, "Photobook : Content-based manipulation of image database," Int. Jnl. Computer Vision, Vol.18, No.3, pp.233-254, 1996.
- [3] A. Gupta and R. Jain, "Visual information retrieval," Comm. Assoc. Comp, Vol.40, No.5, pp.70-79, Mach, 1997.
- [4] B. Lee and Y. Nah, "A Color Ratio based Image Retrieval for e-Catalog Image Databases," In SPIE Proc. Internet Multimedia Management Systems II, Vol.4519, pp.97-105, 2001.
- [5] B. Yi, S. Park, J. Kwak, and N. Cho, "Pattern and textile design retrieval for the e-catalog and e-business system by color/texture features and relevance feedback," 2001, IEEE Multimedia Technology and Applications Conference, pp.290-294, 2001.
- [6] R. Alberio Salinas, C. Richardson, M. A. Abidi, and R. C. Gonzalez, "Data fusion : Color edge detection and surface reconstruction through regularization," IEEE Trans. Ind. Elec., Vol.43, No.3, pp.355-363, 1996.
- [7] Jianping Fan, David, K. Y. Yau, "Automatic Image Segmentation by Integrating Color-Edge Extraction and Seeded Region Growing," In IEEE Trans. on Image Processing, Vol.10, No.10, 2001.
- [8] S. Di Zenzo, "A note on the gradient of a multi-image," CVGIP, Vol.33, No.1, pp.116-125, January, 1986.
- [9] P. E. Tranhanias and A. N. Venetsanopoulos, "Vector order-statistics operators as color edge detectors," IEEE Trans. on Sys. Man and Cyb.-B, Vol.26, No.1, pp.135-143, 1996.
- [10] C. K. Yang and W. H. Tsai, "Reduction of color space dimensionality by moment-preserving thresholding and its application for edge-detection in color images," Pattern Recognition Letters, Vol.17, No.5, pp.481-490, 1996.
- [11] ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11 : "Information Technology-Multimedia Content Description Interface-Part 5 : Multimedia Description Schemes," MPEG document N4005, Singapore, March, 2001.
- [12] Sami Brandt, Jorma Laaksonen, and Erkki Oja. "Statistical Shape Features in Content-Based Image Retrieval," In Proc. of 15th Intl. Conf. on Pattern Recognition (ICPR 2000), Barcelona, Spain, Sept., 2000.
- [13] Anil K. Jain and Aditya Vailaya, "Shape-Based Retrieval : A Case Study with Trademark Image Databases," Pattern Recognition, Vol.31, No.9, pp.1369-1390, 1998.
- [14] R. Abraham, J. E. Marsden and T. Ratiu, Manifolds, Tensor Analysis, and Applications, Springer-Verlag, New York, 1988.
- [15] M. Spivak, Differential Geometry, Publish or Perish, MA, Vol.1, 1979.
- [16] M. J. Swain and D. H. Ballard, "Color indexing," International Journal of Computer Vision, Vol.7, No.1, pp.11-32, 1991.



황 의 선

e-mail : hys07204@hitel.net
1992년 경기대학교 전자계산학과 졸업
1996년 연세대학교 교육대학원 전자계산
교육과 졸업
1999년~현재 경기대학교 정보과학부
박사과정

관심분야 : 내용기반 영상 검색, 스테레오 영상 모델링



박 상 근

e-mail : chicky11@hanmail.net
2002년 경기대학교 정보과학부 졸업
2002년~현재 경기대학교 전자계산학과
석사과정
관심분야 : 얼굴인식, 3차원 모델링, 내용
기반 영상 검색



전 준 철

e-mail : jcchun@kyonggi.ac.kr
1984년 중앙대학교 전자계산학과 졸업
1986년 중앙대학교 전자계산학과 대학원
석사(소프트웨어 공학전공)
1991년 The Univ. of Connecticut 컴퓨터
공학과 대학원 석사(컴퓨터 그래
픽스 전공)

1995년 The Univ. of Connecticut 컴퓨터 공학과 대학원 박사
(컴퓨터 그래픽스 및 영상처리)

1988년~1989년 삼성전자 통신연구소 연구원

2001년~2002년 미시건 주립대학 패턴인식 및 영상처리연구실
(PRIP) 객원교수

1995년~현재 경기대학교 정보과학부 부교수

관심분야 : 3차원 얼굴 모델링 및 인식, Telemedicine system
내용기반 영상 검색 등