

히스토그램 보간에 의한 영상 검색

이 호 종[†]

요 약

영상의 색상 정보는 비슷한 영상들의 유사도를 효과적으로 측정하는데 사용된다. 그러나, 색상정보의 크기는 영상 데이터베이스에서 효율적으로 다루기에는 너무나 방대하다. 본 논문에서는 히스토그램 보간법에 의하여 유사한 영상들을 검색하는 새로운 방법을 제시한다. 알고리즘의 기본 원리는 색상 히스토그램의 분포를 이용하여 영상을 검색하는 기존 방법에서 출발한다. 그러나, 질의 영상과 대상 영상과의 유사도를 결정하는데 있어서 보간법에 의하여 히스토그램의 분포도를 간략화 시킨다는 근본적인 차이를 가지고 있다. 색상 히스토그램의 분포는 최적 차수의 다항식으로 보간되어서 표현되었다. 히스토그램의 분포가 보간된 후에는 저차원 다항식의 계수들만이 색상 구분자로서 데이터베이스에 저장되고 검색하는데 활용될 수 있다. 제안된 방법은 실제 영상들에 적용되었으며 만족할 만한 결과를 보여주고 있다.

Image Search Using Interpolated Color Histograms

Hyo Jong Lee[†]

ABSTRACT

A set of color features has been efficiently used to measure the similarity of given images. However, the size of the color features is too large to implement an indexing scheme effectively. In this paper a new method is proposed to retrieve similar images using an interpolated color histogram. The idea is similar to the already reported methods that use the distributions of color histograms. The new method is different in that simplified color histograms decide the similarity between a query image and target images. In order to represent the distribution of the color histograms, the best order of interpolated polynomial has been simulated. After a histogram distribution is represented in a polynomial form, only a few number of polynomial coefficients are indexed and stored in a database as a color descriptor. The new method has been applied to real images and achieved satisfactory results.

키워드 : 영상검색(image search), 히스토그램(histogram), 보간 다항식(polynomial interpolation)

1. 서 론

현대 정보화 사회에서 현저하게 변하고 있는 특성중의 하나는 처리하고자 하는 정보의 형태가 과거와는 달리, 단순한 텍스트 정보가 아닌 영상, 비디오, 오디오 등이 결합된 디지털 멀티미디어 형태이다. 최근 이런 멀티미디어 정보들이 매일 방대한 양으로 생성되고 있으며 데이터의 양 또한 과거의 텍스트 정보와 비교할 수 없을 정도로 방대하다. 따라서 멀티미디어를 효율적으로 표현하고, 저장하고, 원하는 정보를 쉽게 검색하는 방법의 필요성이 점점 증대하고 있다. 따라서, 이에 관련된 여러 가지 다양한 방법들이 활발히 연구되어지고 있다. 특히 영상 데이터 베이스나 대용량의 영상 클립들로부터 원하는 것을 찾고자 하는 영상 검색 방법은 영상 처리의 새로운 분야로 각광을 받고 있다. 영상 검색 기법은 전자도서관, 실시간 거래, 트레이드마크 검색[1] 등으로 그 응용 범위가 점점 확대되어지고 있는 추세이다. 예로써, QBIC[2], ImageRoadMap[3], 또는 Vi-

sualSEEK[4]들은 전형적인 영상 검색시스템들이다. 이러한 기술은 다가오는 정보화 사회에 필수적인 기술이라고 할 수 있다.

영상 검색 시스템에서 색상의 역할은 중요하다. 색상 정보는 영상 검색 시스템에서 가장 광범위하게 활용되고 있으며, 시각에 의하여 인지되는 정보들을 명확하게 구분시켜 주는 요소이다. 대단위 영상 데이터베이스에서 특정 영상을 찾고자 할때에 첫 번째 사용되는 특징으로 색상정보를 이용한다. 인간이 감지하는 색상정보는 사실 주관성이 강하다. Panchanathan 등[5]은 색상과 모양 사이의 심리적인 관계를 고찰하여, 인간의 색상 인지에 관한 물리적인 모델을 설정하였다. Corridoni 등[6]은 영상검색 시스템에서 하위 계층의 특징들을 이용하여 상위 계층에서 색상이 지니는 의미를 연구하기도 하였다. 이러한 연구에서 색상 히스토그램은 특정 이미지에서 분포하는 색상들의 특성을 제일 정확하게 나타내고 있다.

색상 히스토그램은 색상 공간, 예로써 RGB 색상 공간을 일정 구간으로 균등하게 나누어 놓고 각 구간에 분포하는 화소들의 개수를 측정하는 것이다. 그러나, 이러한 히스토그램

[†] 종신회원 : 전북대학교 전자정보공학부 · 공업기술연구소 교수
논문접수 : 2001년 5월 9일, 심사완료 : 2002년 6월 3일

은 몇 가지 문제점을 안고 있다. 첫째로 조명 조건이나 잡음에 따른 영상의 변화를 처리할 수 없다. 이를 적절히 해결하기 위해서는 일정 threshold 값을 정한 후, 각 구간에 분포하는 숫자를 변형하여 데이터베이스에서 검색하여야 한다. 둘째로 색상의 공간분포에 따른 특성을 나타내지 못한다. 이 문제를 해결하기 위해서도 몇 가지 방법들이[7-9] 제안되었다. 또 다른 문제는 히스토그램이 방대한 크기의 인덱스를 요구하는 것이다. 만약 32 비트에 표현되는 RGB 색상 정보가 완전한 히스토그램에 저장되기 위해서는 $4 \times 256(2^8)$ 개의 인덱스가 필요하다. 이와 같이 고차원 인덱스를 데이터베이스에 저장하여 빠른 속도로 검색하는 것은 무리가 따르게 된다.

이와 같은 경우에 고차원 인덱스를 단순화 시켜서 검색을 효율적으로 바꾸어야 한다. 그러나, 무조건 히스토그램의 크기를 줄여서 검색의 질을 저하시켜서는 안되며, 영상간의 유사도를 여전히 정확하게 구분할 수 있어야 한다. 이의 해결책으로 고차원 히스토그램보다 색상 정보를 평균값, 변위, 3차 moment[10] 등을 사용하기도 하였다. 그러나, Ma와 Zhang[11]은 색상의 moment를 이용한 검색이 고차원 색상 히스토그램의 결과보다 떨어짐을 확인하였다. 그렇다면 '몇 차원의 색상 히스토그램이 적절한가?'라고 Panchanathan 등[5]은 질문을 던지고 있다. Ballard[12]는 2048차원을, QBIC[13]은 4096 차원을 사용하기도 하였다. CIE-LUV 색상계에서는 512개만이 사용되기도 하였다.

본 논문에서는 고차원 히스토그램[14]에서 야기되는 문제를 해결하기 위해서 히스토그램의 분포점들을 모두 지나는 다항식 보간법을 적용하였다. 보간 다항식의 계수만이 인덱스되어 저장되고, 전체적인 히스토그램의 분포 대신에 이 계수를 이용하여 영상을 검색하는 것이다. 그리고 이를 효과적이고 빠르게 비교, 검색 할 수 있도록 하기 위해서 컬러 성분에 대한 특징 값을 R-Tree[12]로 색인 하는 방법을 사용하였다. 유사한 이미지의 히스토그램 값들은 비슷한 픽셀 값의 분포를 가지기 때문에, 비슷한 다항식의 계수를 가진다고 할 수 있다. 그리하여 이 다항식의 계수를 비교하여 유사이미지를 검출한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 서론에 이어서 2장에서는 다항식의 기본 개념을 소개하였고, 3장에서는 R-tree를 이용한 영상의 검색방법을 설명하였다. 실험결과와 분석은 4장에 기술하였고, 마지막으로 5장에 본 연구의 결론을 기술하였다.

2. 보간법

2.1 정 의

24 비트에 표현되는 RGB 색상 공간에서 영상이 표현된다고 가정하면, 각 채널의 히스토그램 계수값은 0과 255 사이에 분포하게 된다. 이 경우 $C[0, 255]$ 에 존재하는 함수 $f(x)$ 를 만족하는 n 차 다항식 함수 $p(x)$ 를 보간에 의하여 구성하는 것이 필요하다. 히스토그램의 영역은 화소의 값을 나타내

는 256개이므로, 보간 다항식의 계수는 256보다 적을 수 밖에 없다. 영역은 일반적으로 $C[m, n]$ 으로 표기된다. 각 채널에서 256개의 독립변수들을 x_0, x_1, \dots, x_{255} 으로 표시하자. 또한, n 또는 그 이하 차수의 다항식의 집합을 p_n 이라고 표시하기로 한다. 만약 $0 \leq j \leq 255$ 일 때 $p(x_j) = f(x_j)$ 이면 $p(x) \in p_{255}$ 은 각 점에서 $f(x)$ 를 보간 하였다고 정의한다.

각 영상의 특성은 영상의 색상 히스토그램 분포 곡선 $f(x)$ 로 구분 지을 수 있다. 그러나, $f(x)$ 의 차수가 너무 높아 이를 직접 계산하여 비교할 수가 없다. 따라서, $f(x)$ 대하여 항상 유일한 다항보간식 $p(x)$ 이 존재한다는 것을 증명할 필요가 있다.

[정리 1]

$\{x_j\}_{j=0}^n$ 은 구간 $[0, 255]$ 에서 존재하는 $(n+1)$ 개의 다른 점들이고, $\{y_j\}_{j=0}^n$ 은 $(n+1)$ 개의 임의의 실수 집합이라고 하자. 이때 $0 \leq j \leq 255$ 조건에서 $p(x_j) = y_j$ 을 만족시키는 유일한 다항식 $p(x)$ 가 p_n 상에 존재한다.

증명 :

$0 \leq j \leq 255$ 를 만족하는 j 가 있을 때 n 차 다항식 $\ell_j(x)$ 은 다음과 같이 정의된다.

$$\begin{aligned} \ell_j(x) &= \frac{(x-x_0)(x-x_1)\dots(x-x_{j-1})(x-x_{j+1})\dots(x-x_n)}{(x_j-x_0)(x_j-x_1)\dots(x_j-x_{j-1})(x_j-x_{j+1})\dots(x_j-x_n)} \\ &= \prod_{i=0, i \neq j}^n \frac{(x-x_i)}{(x_j-x_i)} \end{aligned} \quad (1)$$

그러면 i 와 j 에 대하여 $\ell_j(x) = \delta_{ij}$ 이 성립한다. δ_{ij} 는 Kronecker 델타이며 $i=j$ 일 때 1로 정의되며, 그 외의 경우에는 0으로 정의된다.

n 차 다항식의 합은 다시 최대 n 차 다항식이 되므로 (본 논문에서 $n=255$), 다항식 $p(x)$ 는 p_n 내에서 식 (2)로 정의된다.

$$p(x) = \sum_{j=0}^n y_j \ell_j(x) \quad (2)$$

또한 $0 \leq i \leq n$ 을 만족하는 경우,

$$p(x_i) = y_0 \ell_0(x_i) + \dots + y_n \ell_n(x_i) = y_i \ell_i(x_i) = y_i \quad (3)$$

만약 $f(x)$ 가 $0 \leq i \leq n$ 조건에서 $f(x_i) = y_i$ 로 정의되면, $f(x)$ 는 p_n 내에서 식 (4)와 같은 보간 다항식을 갖게된다.

$$p(x) = \sum_{j=0}^n f(x_j) \ell_j(x) \quad (4)$$

보간 다항식의 유일성을 증명하기 위해서 p_n 내에 두 개의 다른 다항식 $p(x)$ 와 $q(x)$ 가 있다고 가정하자. 즉, $0 \leq j \leq n$ 에서 $p(x_j) = q(x_j) = y_j$ 관계를 만족한다. 만약 $r(x) =$

$p(x)-q(x)$ 라고 정의하면, $r(x) \in p_n$ 이 되며, 또한 $0 \leq j \leq n$ 일 때, $r(x_j) = p(x_j) - q(x_j) = 0$ 이 성립된다. 대수의 기본 원리에 의하여 $r(x) \equiv 0$ 이 되어서, $p(x) \equiv q(x)$ 이 성립된다. 따라서, 두 개의 다른 보간 다항식이 존재한다고 설정한 가정은 모순이 된다.

p_n 내에서 존재하는 보간 다항식의 유일성으로부터 식 (4)는 다른 형태로 표기된다고 하여도 항상 동일한 결과를 산출할 것이다.

본 연구에서는 RGB 영상을 데이터로 다루기 때문에, 빨강(R), 초록(G), 파랑(B) 3개의 채널별로 $h^R(i), h^G(i), h^B(i)$ 와 같은 3개의 히스토그램을 생성하고자 한다. 이들 다항식은 최소자승법에 의하여 최소 오차만을 허용하면서 결정된다.

$(n+1)$ 개의 데이터 분포를 갖는 히스토그램에서 채택될 수 있는 보간 다항식의 차수를 m 이라고 하면, $m \ll n$ 의 조건이 성립된다. 즉 식 (5)와 같은 다항식을 설정할 수 있다.

$$p(x) = c_1 + c_2x + c_3x^2 + \dots + c_mx^{m-1} + c_{m+1}x^m \quad (5)$$

보간식의 오차 e_i 는 식 (6)과 같이 정의된다.

$$e_i = f(x_i) - p(x_i) = f(x_i) - c_1 - c_2x_i - c_3x_i^2 - \dots - c_mx_i^{m-1} - c_{m+1}x_i^m \quad (6)$$

식 (6)에 최소자승법을 적용하여 $|e_i|$ 를 최소화 하기 위해서 각 항의 2차 편미분항을 0으로 놓아야 되므로, 식 (7)과 같은 $(m+1)$ 개의 방정식이 생성된다.

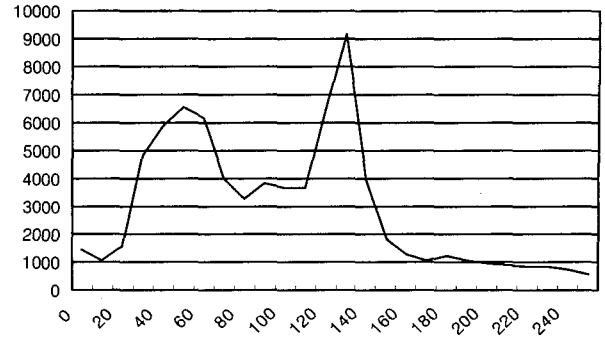
$$\begin{aligned} Mc_1 + (\sum x_i)c_2 + (\sum x_i^2)c_3 + \dots + (\sum x_i^m)c_{m+1} &= \sum p_i \\ (\sum x_i)c_1 + (\sum x_i^2)c_2 + (\sum x_i^3)c_3 + \dots + (\sum x_i^{m+1})c_{m+1} &= \sum x_i p_i \\ \dots & \dots \\ (\sum x_i^m)c_1 + (\sum x_i^{m+1})c_2 + \dots + (\sum x_i^{2m})c_{m+1} &= \sum x_i^m p_i \end{aligned} \quad (7)$$

식 (7)의 해는 Gauss-Jordan 소거법에 의하여 다음 행렬에 의하여 구하여 질 수 있다.

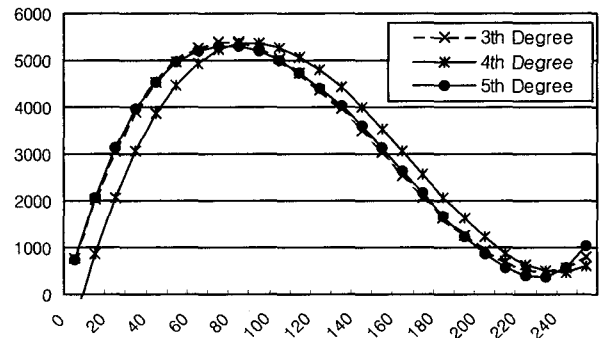
$$A = \begin{pmatrix} M & \sum x_i & \sum x_i^2 & \dots & \sum x_i^m & \sum p_i \\ \sum x_i & \sum x_i^2 & \sum x_i^3 & \dots & \sum x_i^{m+1} & \sum x_i p_i \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \sum x_i^m & \sum x_i^{m+1} & \sum x_i^{m+2} & \dots & \sum x_i^{2m} & \sum x_i^m p_i \end{pmatrix} \quad (8)$$

2.2 보간 다항식의 차수

보간 다항식의 최적 차수를 결정하는 것은 영상 데이터 베이스의 인덱스의 차수를 낮게 할 수 있기 때문에 신중을 기하여야 한다. 또한 검색의 정확도를 높이기 위해서도 중요하다. 본 연구에서는 다양한 영상들을 대상으로 최적 차수를 실험하였다. (그림 1)은 한 뉴스 영상의 R 채널의 분포를 나타내고 있다.



(a) 히스토그램의 분포



(b) 3차, 4차 및 5차 보간 다항식

(그림 1) 뉴스 영상

(그림 1)(a)는 뉴스 영상의 R 채널에 대한 히스토그램을 나타내며, (그림 1)(b)는 뉴스 영상의 R 채널 분포에 대한 보간을 3차, 4차, 그리고 5차 다항식으로 구한 것을 보여주고 있다. 1차와 2차에 의한 보간과 달리, 3차 보간 다항식 부터는 오차의 변화가 거의 나타나지 않는다. 이론적으로 모든 데이터 점들을 정확히 지나가는 다항식을 찾는 것이 가능하다. 그러나, 이러한 교차원은 256개의 데이터점을 갖고 있는 히스토그램의 분포 곡선에서는 모든 점을 지나가기 위해서 불필요한 발진을 초래하여 오히려 부적절하다.

보간 다항식으로 구한 곡선은 실제 히스토그램의 분포와 일치하지 않는다. 보간 곡선은 최소자승에 의한 오차를 최소화하면서 대략적인 형태만을 보여주고 있다. 그러나, 동일한 방법으로 질의 영상의 히스토그램을 보간한 후에, 두 영상을 표현하는 보간 다항식의 계수들을 비교하는 것은 히스토그램에서 비슷한 분포를 나타내는 영상들을 직접 비교하는 것과 같은 효과를 나타낼 수 있다. 적절한 실험을 수행한 후에, 본 연구에서는 최종적으로 4차 보간 다항식을 비교 곡선으로 선택하기로 결정하였다. 따라서, 히스토그램의 모든 분포를 나타내는 255개의 인덱스 대신, 5개의 계수들이 인덱스 값으로 저장되어서 비교되었다.

3. 영상의 검색

영상을 검색하기 위해서는 영상을 나타내는 다양한 특징

값, 즉 형태, 질감, 기하정보 등을 사용할 수 있다. 그러나, 본 연구에서는 단순화한 히스토그램의 성능을 측정하는 것이 목적이기 때문에 보간 다항식을 구성하는 5개의 상수만을 가지고 검색하였다. 따라서, 영상의 특성을 나타내는 색상 히스토그램 분포곡선의 4차 보간다항식에 사용되는 5개의 계수들을 영상 데이터베이스에 저장하였다. 데이터베이스의 질의는 이미 사용중인 R-Tree[12]를 사용하였다. R-Tree는 인덱스 차원이 고차원인 경우에는 검색의 효율성이 저하되나, 20 내외의 차수에서는 우수한 성능을 내는 것으로 발표되었다. R-Tree에 관한 구체적인 설명은 [15]에 나타나 있다.

R-Tree에 저장되는 영상의 주요 특성값은 다음 단계를 거쳐서 선정된다. 여기에서 τ 는 threshold 값으로 정의되며, 인덱스 된 값들의 유연성을 허용하기 위하여 사용되었다.

- 1) 컬러에 대한 이미지 키 X_m 에 대해 $X_m - \tau$ 의 좌표가 되는 X_m' 를 구한다.
- 2) 다시 X_m 에 대해 $X_m + \tau$ 가 되는 좌표 X_m'' 을 구한다.
- 3) (X_m')과 (X_m'')로 구성되는 사각형 영역을 R-Tree에 삽입할 키로 사용한다.
- 4) 위와 같은 과정을 R, G, B 채널에 각각 적용한다.

2차원 공간상의 하나의 점으로 표현되는 컬러 특성에 대한 이미지 키는 위와 같은 과정을 거쳐 사각형 영역으로 바뀌게 된다. 즉, 위에서 구하여진 X_m' 와 X_m'' 를 두 개의 키 값, K_c' 와 K_c'' 으로 입력하여 영역을 지정하여 준다. 만약 서로 유사한 이미지 데이터의 컬러 특성에 의한 이미지 키 K_c' 와 K_c'' 의 좌표 범위가 특정 범위 내에 있다면 해당 이미지 데이터들의 컬러 분포가 서로 유사한 것임을 알 수 있게 된다. 따라서 R-Tree의 인덱스에 저장된 K_c' 의 사각형 영역들은 R-Tree 탐색시 중첩되어 컬러 특성에 대해 서로 유사한 이미지로 판단하게 된다.

본 논문에서는 컬러 히스토그램을 이용하여 구한 4차 보간 다항식의 계수 값 5개를 이미지 키 K_c^R, K_c^G, K_c^B 에 대해 각각의 R-Tree를 구성하였다. R, G, B 성분에 대한 각각의 R-Tree 검색 결과를 각각 S^R, S^G, S^B 라 할 때, 최종적인 탐색 결과는 다음과 같은 집합 X^{RGB} 이고, 식 (8)로 표시된다.

$$X^{RGB} = S^R \cap S^G \cap S^B \quad (8)$$

검색 시스템에 유연성을 부여하기 위해 컬러 특징에 대한 이미지 데이터 검색에서는 τ 를 조절하는 방법을 사용하였다. τ 는 계수 값으로부터 R-Tree에 저장 될 사각형 영역을 정의할 때 사용되는 값으로 τ 값의 증가/감소는 해당 사각형 영역을 확장 또는 축소하게 되어 히스토그램상의 보간 다항식

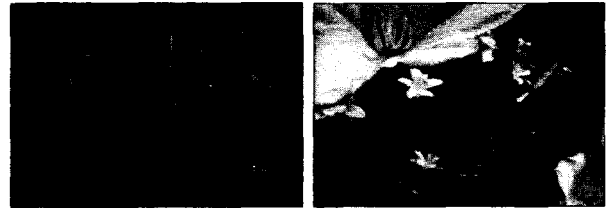
의 계수 값에 어느 정도의 유사성이 나타날 때 결정하게 된다. 실험을 통해 검색된 τ 값은 (1500, 800, 300, 30, 0.25)에서 최적화 값을 갖는 것으로 밝혀졌다. 이러한 값들을 R-Tree에 색인 값으로 τ 값을 선택하여 검색하였다.

4. 실험결과 및 분석

단순화된 보간 다항식의 효율성을 측정하기 위해서 꽃, 축구, 뉴스, 야의 경치 등 다양한 종류에 걸친 총 3000여 장의 320×240의 24bit 컬러 영상을 준비하였다.

4.1 검색 결과

(그림 2)는 뉴스 영상과 꽃 영상을 검색하기 위해서 사용한 질의 영상을 나타내고 있다. (그림 3)은 (그림 2)(a)의 뉴스 영상 질의에 대한 검색 결과의 일부를 보여주고 있다. (그림 4)는 (그림 2)(b)의 꽃 영상 질의에 대한 검색 결과의 일부를 보여주고 있다.



(a) 뉴스 영상 (b) 꽃 영상
(그림 2) 질의 영상

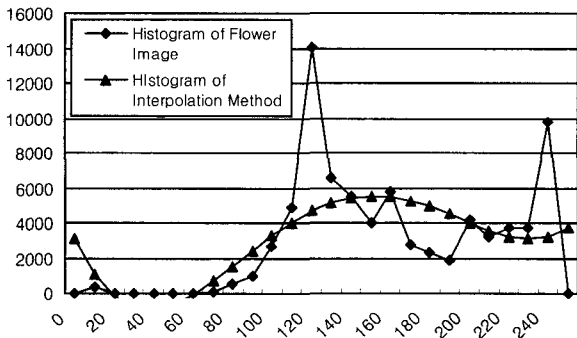


(그림 3) 뉴스 질의 영상에 대한 검색결과 일부

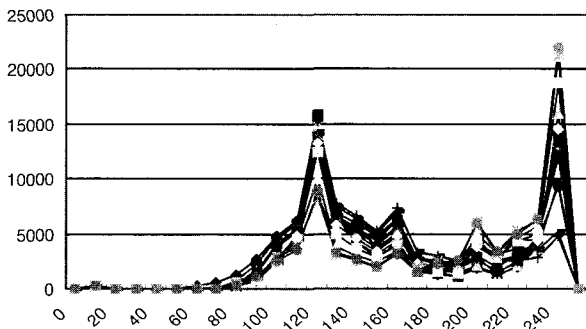


(그림 4) 꽃 질의 영상에 대한 검색 결과 일부

검색되는 영상들의 보간 다항식에 의한 히스토그램의 분포가 질의 영상과 어떠한 유사성을 나타내는지를 고찰해 볼 필요가 있다. (그림 5)는 (그림 2)(b)에 보여진 꽃 질의 영상의 R 채널의 히스토그램과 그에 대한 4차 보간 방정식의 그림을 보여주고 있다. (그림 6)은 (그림 2)(b)의 꽃 질의 영상에 의하여 검색된 영상들의 R 채널 히스토그램을 나타낸 것이다. 검색된 영상들을 관찰해보면, 히스토그램의



(그림 5) 꽃 질의 영상의 R 채널 히스토그램



(그림 6) 꽃 질의 영상에 검색된 영상들이 R 채널 히스토그램

일반적인 형태가 아주 흡사함을 알 수 있다. 꽃 영상이 지니는 R 채널의 값은 대략적으로 250과 130 부근에서 최고점을 이루고 있다. 질의 영상의 특징도 비슷한 분포를 나타내고 있으며, 비슷한 영상들에 대한 보간 다항식의 계수들이 비슷하기 때문에 질의 영상에 부합되는 영상들을 검색하는 것을 볼 수 있다.

4.2 검색율

제안된 방법의 성능을 측정하기 위해서 2개의 변수, 즉 검색율과 오차율을 정의하기로 한다. 멀티미디어 검색에서는 동일한 자료를 찾는 것보다 유사 영상의 검색이 보편적으로 이용되고 있다. 따라서, 검색율의 정확도는 유사여부를 판단하는 검색자의 주관에 좌우될 수 있다. 본 연구에서 '정확한 검색'은 동일한 종류의 영상, 즉 뉴스영상이 질의 영상으로 주어지면 질의어와 동일한 뉴스영상이 아니고 다른 뉴스영상이어도 정확한 검색으로 간주하였다. 이러한 가정에서 검색율은 전체 데이터베이스에 저장된 영상 중에서 정확하게 검색한 영상의 수가 몇 퍼센트인가를 측정하여 계산하였다. 오차율은 검색된 영상 중에서 비유사 영상의 수가 차지하는 퍼센트로 측정하였다. <표 1>은 실험을 수행하여 얻어진 결과들을 검색율과 오차율로 정리한 것이다.

<표 1> 검색율과 오차율

영상 종류	검색율	오차율
뉴스 영상	89 %	3 %
꽃 영상	94 %	2 %
평균	91.5 %	2.5 %

검색율의 경우 뉴스 영상은 89%, 꽃 영상은 94%가 되어서 평균 검색율은 약 91.5%가 되었다. 오차율은 뉴스 영상이 3%, 꽃 영상은 2%를 기록하였다. 뉴스 영상은 꽃 영상에 비하여 검색율이 약간 저조하였고, 뉴스 영상의 검색율이 꽃 영상의 검색율보다 저조한 것은 뉴스 영상에 분포하는 개체들이 훨씬 다양하여 다른 영상들과 혼동을 하는 반면, 꽃 영상은 비교적 일정한 색조의 영상들로 구성되어 있기 때문으로 추정된다. 동일한 이유로 오차율도 뉴스 영상에서 높게 나타나는 것으로 보인다. 또한 꽃 영상에서 꽃의 위치에 관계없이 일정한 색상을 나타내게 되고, 히스토그램의 특성상 공간정보에는 약하지만 총 빈도수에는 강하게 반응하는 특성이 꽃 영상의 검색율을 높게 하는 것으로 사료된다.

실험을 통하여 보간 다항식의 계수 threshold 값도 다양하게 변화를 시켜보았다. 일반적으로 최고차 계수, 즉 $C_5 x^4$ 항에 설정된 C_5 값을 크게 설정하면 검색율이 증가하는 것을 볼 수 있었다. 그러나, 이에 따라서 오차율도 증가하게 되어서 적절한 계수를 선정하여야 한다. 특히 질의 영상의 계

수에 $\pm 20\%$ 를 초과하는 threshold를 설정할 경우 오차율이 너무 증가하여 검색 결과를 신뢰할 수 없다. 꽃 영상과 같이 단순한 영상들은 threshold 값 τ 의 변화에도 민감하지 않게 우수한 검색율을 나타내었다.

5. 결 론

일반적으로 색상은 영상 검색에서 중요하게 사용될 수 있으나, 색상 히스토그램은 각 채널별로 고차원의 인덱스 값을 가지고 있기 때문에 그대로 사용하기에는 문제가 있다. 고차원 히스토그램의 처리에 수반되는 문제점을 해결하면서 정확도를 향상시키기 위해서 색상 히스토그램을 단순화하여 영상을 검색하는 새로운 방법을 제시하였다. 히스토그램의 구간을 조절하여 인덱스의 값을 줄이는 경우 히스토그램의 분포 곡선이 나타내는 정밀한 형태를 소실할 수 있다. 본 연구에서는 256개의 구간에서 나타내는 히스토그램을 빨강(R), 초록(G), 파랑(B)의 3 채널에서 보간 다항식으로 변환한 후, 그 계수를 비교하여 유사 영상을 검색하는 방법을 제시하였다.

제안된 알고리즘을 뉴스, 꽃, 축구 및 야의 경치의 다양한 영상에 적용하여 새로운 방법의 검색율을 측정하였다. 평균 검색율은 약 91.5%로 양호하게 나타났다. 그릇된 영상을 검색하는 오차율은 약 2.5%가 되었다. 물체의 위치 이동에 의해서는 히스토그램의 값이 변화하지 않기 때문에 제안 방법은 물체의 위치 이동이 혼한 영상에 대해서 우수한 검색율을 보여주었다. 이 제안된 방법은 영상의 다른 특징, 즉 텍스처나 형태 등과 같은 특징값들과 병합하여 이용될 경우 더욱 강인한 알고리즘으로 될 것으로 사료된다. 앞으로 좀 더 다양한 영상에 대한 실험을 통하여 threshold 값 τ 의 변화에 따른 검색율과 오차율의 관계에 따른 연구가 필요하다고 본다.

참 고 문 헌

[1] Y. S. Kim, W. Y. Kim, "Content-Based Trademark Retrieval system using a visually Salient feature," Image and Vision Computing, Vol.16, pp.931-939, 1998.
 [2] M. Flickner, H. Sawhney, W. Niblack, J. Ashley, Q. Huang, and B. Dom, Query by Image and Video Content : The QB-IC System. IEEE Computer, Vol.28, No.9, pp.23-32, 1995.
 [3] A. R. Webb, Multidimensional Scaling by Iterative Majorization Using Radial Basis Functions, Pattern Recognition, Vol.28, No.5, pp.753-759, 1995.
 [4] John R. Smith and Shih-Fu Chang, Visualseek : a fully automated content-based image query system, In Proceedings of ACM Multimedia 96, Boston MA USA, pp.87-98, 1996.

[5] S Panchanathan and Y. C. Park and K. S. Kim and P. K. Kim and F. Golshani, The Role of Color in Content-Based Image Retrieval, In Proceedings of International Conference on Image Processing, pp.517-520, 2000.
 [6] Jacopo M. Corridoni and Alberto Del Bimbo and Enrico Vicario, Image Retrieval by Color Semantics with Incomplete Knowledge, Journal of the American Society of Information Science, Vol.49, No.3, pp.267-282, 1988.
 [7] J. Huang and S.R. Kumar and M. Mitra and W. Zhu and R. Zabih, Image Indexing Using Color Correlograms, IEEE Conference Computer Vision & Pattern Recognition, pp. 762-768, 1997.
 [8] G. Pass and R. Zabih, Histogram Refinement for Content Based Image Retrieval, IEEE Workshop on Applications Computer Vision, pp.96-102, 1996.
 [9] J. Smith and S. F Chang, Tools and Techniques for Color Image Retrieval, SPIE, pp.2-7, 1996.
 [10] M. A. Stricker and M. Orengo, Similarity of Color Images, SPIE Storage Retrieval Still Image Video Databases, pp. 381-392, 1996.
 [11] W. Y. Ma and H. Zhang, Benchmarking of Image Features for Content-Based Retrieval, IEEE 32nd Asilomar Conference on signals, systems, Computers, pp.253-257, 1998.
 [12] A. Guttman, "R-Trees : A Dynamic index Structure for spatial Searching," Proc. ACM SIGMOD, pp.47-57, 1984.
 [13] M. Beatty and B. S. Manjunath, Dimensionality Reduction Using Multidimensional Scaling for Image Search, International Conference on Image Processing, pp 835-838, 1997.
 [14] Haitao Jiang, Abdelsalan Helal, "Scene change detection techniques for video database systems," Multimedia Systems, 6, pp.186-195, 1998.
 [15] Scott T. Leutenegger and Mario A Lopez, "The Effect of Buffering on the Performance of R-Tree," IEEE on Knowledge and Data Engineering, Vol.12, No.1, Jan., 2000.



이 호 중

e-mail : hlee@mail.chonbuk.ac.kr
 1986년 University of Utah 컴퓨터학과 졸업(공학사)
 1988년 University of Utah 대학원 졸업(공학석사)
 1991년 University of Utah 대학원 졸업(공학박사)

1991년~현재 전북대학교 전자정보공학부·공업기술연구센터 교수
 관심분야 : 영상처리, 병렬처리, 인공지능 및 병렬인식 알고리즘 개발