

내용기반 영상검색을 위한 히스토그램 매칭 알고리즘

정회원 유강수*, 유기형**, 곽훈성**

Histogram Matching Algorithm for Content-Based Image Retrieval

Kang Soo You*, Gi-Hyoung Yoo**, Hoon Sung Kwak** *Regular Members*

요 약

본 논문에서는 Perceptually Weighted Histogram (PWH)과 Gaussian Weighted Histogram Intersection (GWHI) 알고리즘을 기술한다. 이러한 알고리즘들은 영상검색에서 명확한 결과를 이끌어 낼 수 있지만 빛의 변화에 의해 히스토그램이 변화될 수 있다는 단점이 있다. 즉, 같은 두 영상이 빛의 세기가 약간 다를 때 쉽게 매치되지 않을 수 있다. 그래서 빛의 밝기나 색상에 의해 변화된 영상을 같은 영상으로 처리할 수 있는 히스토그램 매칭 알고리즘 (Histogram Matching Algorithm)을 제안한다. 실험결과, 제안한 알고리즘은 기존의 PWH와 GWHI 알고리즘보다 recall에서 각각 32%, 30%, precision에서 각각 38%, 34%까지 우수한 결과를 보였다. 따라서 제안한 알고리즘은 빛의 변화가 일어난 영상도 쉽게 검색할 수 있음을 알 수 있다.

Key Words : Image retrieval, PWH, GWHI, HMA

ABSTRACT

In this paper, we describe the Perceptually Weighted Histogram (PWH) and the Gaussian Weighted Histogram Intersection (GWHI) algorithms. These algorithms are able to provide positive results in image retrieval. But these histogram methods alter the histogram of an image by using particular lighting conditions. Even two pictures with little differences in lighting are not easily matched. Therefore, we propose that the Histogram Matching Algorithm (HMA) is able to overcome the problem of an image being changed by the intensity or color in the image retrieval. The proposed algorithm is insensitive to changes in the lighting. From the experiment results, the proposed algorithm can achieve up to 32% and up to 30% more recall than the PWH and GWHI algorithms, respectively. Also, it can achieve up to 38% and up to 34% more precision than PWH and GWHI, respectively. Therefore, with our experiments, we are able to show that the proposed algorithm shows limited variation to changes in lighting.

1. 서 론

현대 사회는 멀티미디어 정보의 급격한 증가와 활용을 경험하고 있다. 이는 다음과 같은 여러 가지 기술 발전에 기인하고 있다.

첫째로 디지털 데이터 처리 및 압축 기술의 발전과 이와 관련된 국제 표준화의 성공적인 도출이다. 둘째로 고성능 개인용 컴퓨터, 대용량 저장 장치의

보편화 및 컴퓨터 네트워크의 발전에 따라 디지털로 표현된 멀티미디어 정보의 생성, 전송, 가공이 매우 용이해졌다. 인터넷은 이메일, 뉴스 그룹 등을 통한 정보 교환, 홈페이지를 통한 기업의 홍보, 상품의 광고 및 거래, 웹방송 등 이미 그 활용도는 일상의 주요 활동에 없어서는 안 될 수단으로 자리 잡고 있다. 셋째로 일반 포털 사이트에서 미니홈피, 카페, 블로그를 제공함으로써 특정 인물들만 홈페이지

* 전주대학교 교양학부(kangsoo.you@gmail.com), **전북대학교 컴퓨터공학과(ghryoo@gmail.com, hskwak@chonbuk.ac.kr)
 논문번호 : KICS2007-08-357, 접수일자 : 2007년 8월 8일, 최종논문접수일자 : 2008년 1월 7일

지를 소유하던 예전과는 달리 많은 사람들이 홈페이지를 소유하고 쉽게 디지털 영상들을 웹으로 올릴 수 있게 되었다. 따라서 영상정보를 저장하고 검색하기 위한 구체적인 연구가 필요하며, 현재 활발하게 진행되고 있다.

영상 검색 기법은 전자도서관, 실시간 거래, 상표 검색 등으로 그 응용 범위가 점점 확대되어지고 있으며, 특히 앞으로 다가오는 정보화 사회에 필수적인 기술이라고 할 수 있다. 엄청난 속도로 증가하는 멀티미디어 정보 중에서 사용자가 필요로 하는 내용의 정보를 찾기 위해서는 기존의 키워드 기반의 검색은 한계에 도달한 상황이기 때문에 사용자가 원하는 정보를 내용에 기반하여 검색할 수 있는 방법이 요구되고 있다. 내용 기반 검색 방법은 영상 자체 내에서 대표할 수 있는 특징을 추출하여 이를 기반으로 색인 및 검색하는 기법이다^{[1][2][3]}. 이러한 특징 벡터에는 칼라, 모양, 질감, 윤곽선, 형태, 공간 관계 등이 있다.

이러한 특징 벡터 중 색상 정보는 하나의 영상에서 객체 식별을 단순하게 하는 강력한 특징을 가지고 있다. 색상 정보를 이용한 영상의 유사도 측정에는 Lu^[4]가 1998년에 제안한 Perceptually Weighted Histograms (PHW)와 2006년 Jia^[5]가 제안한 Gaussian Weighted Histogram Intersection (GWHI) 등이 있다. Lu의 PHW와 Jia의 GWHI 알고리즘은 시각적인 정보가 같으면서 유사한 색상으로 구성된 영상들을 검색하는데 효과가 있지만, 유사한 색상의 범위가 전체 히스토그램 빈 중 1~2% 미만에 불과하여 환경 변화나 빛에 의해서 영상이 전체적으로 밝아지거나 어두워지는 경우, 유사도가 낮게 나오는 단점이 있다.

따라서 본 논문에서는 기존의 알고리즘이 가지는 단점을 보완하기 위하여 영상이 전체적으로 밝아지거나 어두워지는 경우에도 유사도를 높이는 방법을 제안하고, 상대적으로 밝기를 25%까지 달리한 영상을 가지고 실험을 통해 성능을 검증하였다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 PWH 방법과 GWHI 방법에 대하여 살펴보고 III장에서는 본 논문에서 제안한 히스토그램 매칭 알고리즘에 대하여 설명하며 IV장에서는 실험 및 결과를, 마지막으로 V장에서는 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

2.1 PWH 알고리즘

색상 정보를 이용한 영상의 유사도 측정에는 Swain과 Ballard^[6]가 1991년도에 제안한 Histogram

Intersection Method (HIM)이 대표적으로 많이 사용된다. HIM은 서로 유사도가 높은 영상은 그들의 색상 분포에 있어서도 서로 유사성이 높을 것이라는 가정 하에 색상 객체의 매칭에 이용되고 있다. 그 기본 개념으로는 두 영상간의 히스토그램의 교집합을 구하는 것으로 식 (1)과 같이 표현된다.

$$H(Q, T) = \frac{\sum_{k=0}^n \min(h_k(Q), h_k(T))}{\sum_{k=0}^n h_k(Q)} \quad (1)$$

여기서 Q와 T는 질의 영상과 데이터베이스 내의 영상이고, $h_k(Q)$ 와 $h_k(T)$ 는 색상 k에 대한 영상 내의 픽셀의 개수이다. 작은 값들에 대한 합을 영상 전체에 대한 유사도로 결정하기 위하여 분모를 질의 영상의 픽셀 수로 두고, 위 식에서 계산된 값을 모두 더해 분자로 두면 두 영상간의 유사도가 [0.0, 1.0]의 범위 내에서 나타나게 된다. 이러한 히스토그램 인터섹션 방법은 계산이 간단하고, 전체 색상의 분포에 따른 유사도를 효율적으로 측정할 수 있다. 또한 이미 계산된 히스토그램을 이용함으로써 원본 영상을 매번 검색 시마다 분석할 필요 없이 간략화 된 히스토그램 정보만으로 검색이 가능하다는 장점이 있다.

히스토그램 인터섹션이 가지는 이러한 장점에도 불구하고, 빛이나 조명에 의한 약간의 색상 차이로 인하여 색상이 서로 다른 빈에 히스토그램 값이 할당된 영상의 경우, 인간의 눈으로 인식하기에는 매우 유사한 영상이지만 히스토그램 인터섹션을 이용한 결과로는 두 영상간의 유사도가 매우 작은 값을 갖게 되어 서로 다른 영상으로 분류될 수 있다.

Swain과 Ballard가 제안한 방법에서는 한 개의 색상이 히스토그램의 한 개의 빈에 값이 할당된다. 유사한 색상은 같은 빈이 아닌 다른 빈에 할당되어 유사도가 낮게 나오는 단점이 있다. Lu^[4]는 이와 같은 문제를 해결하기 위해서 1998년도에 Perceptually Weighted Histograms (PWH)를 제안한다. 영상에 있는 화소 값이 한 개의 빈에만 할당되는 것이 아니라 10개의 유사한 빈들에 할당되도록 하는 것이다. 주어진 색상과 유사한 10개의 빈을 찾은 후, 10개의 빈에 가중치를 두어 각 빈에 그 값을 누적시킨다. 유사도를 계산하기 위해서 식 (2)를 이용한다.

$$d(H, I) = \sum_{i=1}^n |h_i - i_i| \quad (2)$$

여기서 I 와 H 는 비교하는 영상이고 n 은 전체 bin의 수이고 h_i 와 i_j 은 bin i 에 해당하는 화소수이다. PWH에서도 유사도를 계산하기 위해서 각각 동일한 bin에 해당하는 화소 값을 1:1로 비교하여 사용한다. PWH에서는 시각적인 정보가 같으면서 유사한 색상으로 구성된 영상들을 검색하는데 효과가 있었지만, 유사한 색상의 범위는 전체 히스토그램 bin에 1~2% 미만에 불과하다.

2.2 GWHI 알고리즘

Jia *etc at al.*^[5]은 2006년도에 Gaussian Weighted Histogram Intersection (GWHI)을 발표한다. GWHI 알고리즘에서는 주어진 픽셀에 해당하는 색상을 해당되는 bin에 할당할 때 동일한 bin에만 값을 할당하는 것이 아니라 가우시안 함수를 사용하여 그 주변 bin에도 가우시안 값에 비례하여 값을 할당하는 방법이다. 가우시안 함수의 대역폭의 범위를 벗어나는 색상으로 구성된 영상인 경우 검색이 안 되는 경우가 발생한다.

GWHI 알고리즘에서는 가우시안 함수를 사용하여 가중치를 부여하는 방식을 사용한다. 가우시안 함수의 대역폭 안에 들어오는 bin값에 가우시안 함수를 사용하여 가중치를 부여한다.

가중치를 부여하는 함수는 식 (3)과 같다.

$$w(\|c_i - c_j\|) = \begin{cases} f(\|c_i - c_j\|) & \text{if } \|c_i - c_j\| \leq BW \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

여기서 BW 는 가중치 함수의 대역폭이다. 가우시안 함수는 식 (4)와 같다.

$$f(x) = \frac{A}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{x^2}{2\sigma^2}\right) \quad -\infty < x < \infty \quad (4)$$

색상 사이의 거리 함수는 식 (5)와 같다.

$$\|c_i - c_j\| = \sqrt{(l_i - l_j)^2 + (u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2} \quad (5)$$

여기서 $C_i = (l_i, u_i, v_i)$ 와 $C_j = (l_j, u_j, v_j)$ 는 CIELuv 색상 공간에서의 두 색상이다.

III. 제안한 알고리즘

앞에서 살펴본 바와 같이, PWH 알고리즘은 영상에 있는 화소 값이 한 개의 bin에만 할당되는 것

이 아니라 열 개의 유사한 bin들에 할당되도록 하는 것으로 시각적인 정보가 같으면서 유사한 색상으로 구성된 영상을 검색할 때에는 효과가 있지만, 환경 변화나 빛에 의해서 영상이 전체적으로 밝아지거나 어두워지는 경우에는 유사한 색상의 범위가 전체 히스토그램 bin 중 1~2% 미만에 불과하다는 문제가 발생한다. 또한 GWHI 알고리즘 주어진 픽셀에 해당하는 색상을 가우시안 함수를 사용하여 그 주변 bin에도 가우시안 값에 비례하여 값을 할당하여 검색 효율을 높이지만, 가우시안 함수의 대역폭을 벗어나는 색상으로 구성된 영상의 경우에는 검색 효율이 떨어지는 문제가 발생한다.

3.1 HMA 알고리즘

물체의 색은 모양과 더불어 사람이 바깥세상의 사물을 알아보는 데 중요한 역할을 한다. 물체에 빛이 비추어지는 상황에 따라 색이 달라져 보이는 것이나 빛이 없으면 색도 없어지는 것으로 보아 색은 빛과 밀접한 관계가 있음을 알 수 있다. 표 1은 빛의 밝기 (Light)와 R, G, B의 관계를 보여주고 있다. 여기서 빛의 밝기의 범위는 0~255이고 R, G, B의 범위는 각각 0~255이다.

그림 1은 식 (6)을 이용하여 영상의 평균 밝기 (Average Intensity)를 구한 결과로 그림 1(a)는 원 영상의 밝기 값을, 그림 1(b)는 원영상의 밝기를 변화시킨 것이다.

그림 1의 두 영상은 인간의 시각을 통해서 볼 때에는 매우 유사한 영상이지만 PWH 알고리즘과 GWHI 알고리즘을 이용하면 두 영상간의 유사도가 매우 낮게 되어 서로 다른 영상으로 분류할 수 있다. 즉, 질의 영상으로 그림 1(a)로 하면 검색 대상에서는 그림 1(b)의 영상은 검색되지 않을 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{Average Intensity} & \quad (6) \\ &= \frac{1}{\text{Height} \times \text{Width}} \sum_{x=1}^{\text{Height}} \sum_{y=1}^{\text{Width}} \text{Intensity}_{x,y} \\ \text{Intensity}_{x,y} &= (R_{x,y} + G_{x,y} + B_{x,y})/3 \end{aligned}$$

따라서 본 논문에서는 위와 같은 문제점을 개선하기 위해서 히스토그램을 같은 bin (bin) 크기 1:1로 비교하는 방법이 아닌 질의 영상의 히스토그램 각 bin이 데이터베이스 안에 있는 영상의 히스토그램 bin을 찾아서 비교하는 방법으로서 히스토그램 매칭 알고리즘 (Histogram Matching Algorithm ; HMA)을 제안한다.

표 1. 빛의 밝기와 R, G, B 값

| Light Value | Red Value | Green Value | Blue Value |
|-------------|-----------|-------------|------------|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 2 | 2 | 2 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| 253 | 253 | 253 | 253 |
| 254 | 254 | 254 | 254 |
| 255 | 255 | 255 | 255 |



(a) 평균 밝기 : 126

(b) 평균 밝기 : 156

그림 1. 밝기가 다른 두 영상

먼저, 질의 영상에 대한 히스토그램을 $h(Q)$ 라 하고, 데이터베이스 내에 있는 영상에 대한 히스토그램을 $h(T)$ 라고 가정한다. 파라미터 n 은 히스토그램 bin의 전체 개수이고, k 는 해당되는 히스토그램 bin이다. $Sim(T, Q)$ 은 질의 영상과 데이터베이스 안에 있는 영상의 히스토그램 빈도수를 1:1로 비교하여 작은 값들을 누적시킨 값이다. 이때 비교되는 질의 영상의 히스토그램 bin과 데이터베이스안의 영상의 히스토그램 bin은 동일할 수 있고 다를 수도 있다. 제안한 HMA 알고리즘의 각 단계들은 다음과 같다.

- **Step 1** : $Sim(T, Q)=0$, $q_k=tk=1$ 로 초기화 시킨다. 여기서, q_k 은 질의 영상의 히스토그램의 bin을 가리키고, tk 은 데이터베이스 내에 있는 영상의 히스토그램 bin을 가리킨다.
- **Step 2** : 질의 영상의 히스토그램 $h(Q)$ 와 데이터베이스 내에 있는 영상의 히스토그램 $h(T)$ 를 구한다.
- **Step 3** : 질의 영상의 히스토그램 빈도수가 $h_{q_k}(Q) > Threshold$ 을 만족하면 Step 5를 수행하고 그렇지 않으면 Step 4를 수행한다.
- **Step 4** : 질의 영상에 대한 히스토그램 bin q_k 가 히스토그램 bin의 전체 개수 n 보다 작으면 q_k 를 1 증가시키고 Step 3을 수행한다. 그렇지 않으면 Step 8을 수행한다. Step 3과 Step 4에서 질의 영상에

대한 히스토그램 빈도수가 기준치 (*Threshold*)보다 큰 값 중, 첫 번째 bin을 찾는다.

- **Step 5** : 데이터베이스 내에 있는 영상의 히스토그램 빈도수가 $h_{tk}(T) > Threshold$ 을 만족하면 Step 7을 수행하고 그렇지 않으면 Step 6을 수행한다.
- **Step 6** : 만약 데이터베이스 내에 있는 영상의 히스토그램 bin tk 가 히스토그램 bin의 전체 개수 n 보다 작으면 tk 를 1 증가시키고 Step 5를 수행한다. 그렇지 않으면 Step 8을 수행한다. Step 4와 Step 5에서 데이터베이스 내에 있는 영상에 대한 히스토그램 빈도수가 기준치 (*Threshold*)보다 큰 값 중, 첫 번째 bin을 찾는다.
- **Step 7** : 질의 영상과 데이터베이스 내에 있는 영상의 히스토그램 빈도수 $h_{q_k}(Q)$ 과 $h_{tk}(T)$ 을 각 영상의 첫 번째 bin q_k, tk 부터 각 빈도수를 1:1로 비교한 후, 작은 값을 $Sim(T, Q)$ 에 누적시킨다. 즉, $Sim(T, Q) = Sim(T, Q) + \min(h_{q_k}(Q), h_{tk}(T))$. 만약 $q_k < n$ and $tk < n$ 를 만족하면 q_k 와 tk 를 모두 1씩 증가시키고 Step 3을 수행한다. 그렇지 않으면 Step 8을 수행한다.
- **Step 8** : 누적시킨 결과 값 $Sim(T, Q)$ 을 질의 영상에서 사용된 픽셀수로 나누어 유사도를 정규화한다. $Sim(T, Q)$ 은 유사도 값이며, 값이 클수록 유사도가 높다.

제안한 HMA 알고리즘을, R, G, B 각 성분에 대한 히스토그램을 구한 후, R, G, B 각 성분별로 적용시킨다.

RGB 색상모델의 경우는 R, G, B 각각의 성분의 값이 0~255의 값을 가지므로 R, G, B 색상 축을 각각 256개의 bin으로 사용한다. 제안한 전체 bin의 구조는 표 2와 같다.

표 2. 전체 bin의 구조

| 대역 | bin(bin)의 수 |
|-------|-------------|
| Red | 256 |
| Green | 256 |
| Blue | 256 |
| 합계 | 768 |

3.2 영상 검색 시스템 구현

그림 2는 본 논문에서 제안한 시스템 구성도이다. 질의 영상이 입력되면, 영상의 R, G, B 각축에 대해서 히스토그램을 계산한 후, 특징 데이터베이스에 있는 특징 값과 히스토그램 매칭 알고리즘

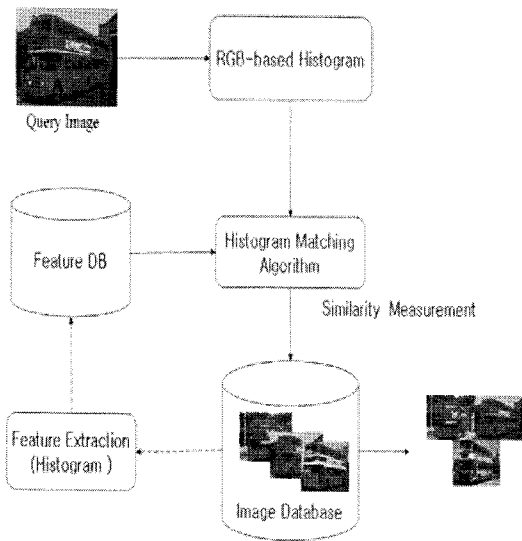


그림 2. 시스템 구성도

(HMA)에 의해서 영상간의 유사도를 계산한다.

HMA 알고리즘을 이용한 영상 검색 시스템의 구현은 C++로 하였다.

IV. 실험 및 결과

질의 영상과 검색에 사용된 영상 모두는 “SIMPLiCity: Semantics-sensitive Integrated Matching for Picture Libraries”^[7]의 30장씩 20개의 다른 주제를 갖는 총 600장의 자연 영상으로 구성되어 있다. 이 영상들은 <http://wang.ist.psu.edu/docs/related.shtml> 에서 다운로드 받을 수 있다. 그림 1(b)처럼 상대적인 밝기 변화를 주기 위하여 다운로드 받은 영상에 대해 균등한 명도 변화를 주어 데이터베이스화 한 후, 제안한 알고리즘의 성능을 평가하였다. 그림 3은 실험을 위해 사용된 대표적인 주제 영상들을 나타낸다.

표 3은 10개의 주제 (원주민, 해변, 유럽, 버스, 공룡, 코끼리, 꽃, 말, 산, 음식), 20 종류를 갖는 실험 영상이다. 20종류 600개의 영상에 대해 일정한 크기로 정규화하고 히스토그램의 특징 정보를 자동으로 미리 추출하여 특징 데이터베이스에 저장하였다. 표 3에서, 분류 1~10까지는 위에서 언급한 웹사이트에서 다운 받은 영상들이고, 분류 11~20까지는 기존 영상에서 색상과 빛의 변화를 주어 만든 영상들이다.

사용자가 질의 영상을 요구할 때 데이터베이스 내의 영상들을 하나씩 불러와 영상 특징을 분석하

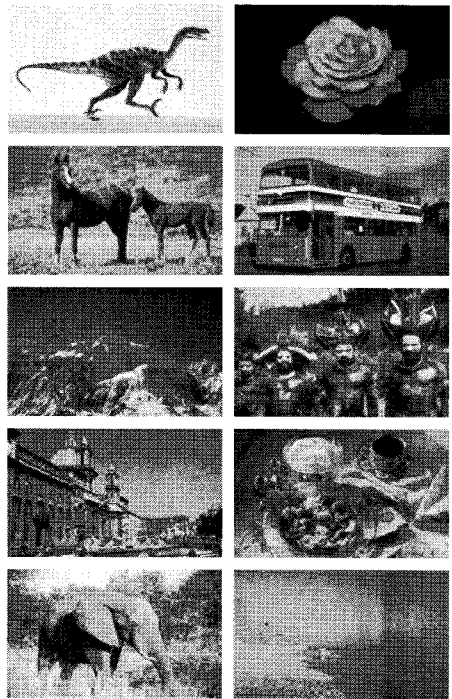


그림 3. 실험 영상 (공룡, 꽃, 말, 버스, 산, 원주민, 유럽, 음식, 코끼리, 해변)

표 3. 실험 영상의 종류

| 분류 | 영상 | 개수 |
|----|------|-----|
| 1 | 공룡1 | 30 |
| 2 | 꽃1 | 30 |
| 3 | 말1 | 30 |
| 4 | 버스1 | 30 |
| 5 | 산1 | 30 |
| 6 | 원주민1 | 30 |
| 7 | 유럽1 | 30 |
| 8 | 음식1 | 30 |
| 9 | 코끼리1 | 30 |
| 10 | 해변1 | 30 |
| 11 | 공룡2 | 30 |
| 12 | 꽃2 | 30 |
| 13 | 말2 | 30 |
| 14 | 버스2 | 30 |
| 15 | 산2 | 30 |
| 16 | 원주민2 | 30 |
| 17 | 유럽2 | 30 |
| 18 | 음식2 | 30 |
| 19 | 코끼리2 | 30 |
| 20 | 해변2 | 30 |
| 합계 | 20 | 600 |

여 질의 영상과의 유사도를 측정하는 것이 아니라 미리 추출된 특징 데이터베이스 내의 특징 정보와

유사도를 측정함으로써 고속 검색이 가능하다. 따라서 데이터베이스의 후보 영상들은 검색 결과로서 디스플레이 될 때를 제외하고는 액세스되지 않는다.

영상 검색 시스템은 정확하게 매칭되는 영상과 함께 유사한 영상을 찾는데 중점이 주어진다. 영상 검색 시스템의 성능을 측정하기 위한 뚜렷한 표준은 없지만, 일반적으로 유사 매칭을 수행하는 시스템의 평가로 재현율 (Recall Rate) 및 정확율 (Precision Rate) 측정 방법을 많이 사용한다.

재현율과 정확율은 식 (7)과 같다.

$$Recall = \frac{A}{A+C} \quad Precision = \frac{A}{A+B} \quad (7)$$

식 (7)에서 A 는 '검색하였는데 적절한 경우'를 의미하고 B 는 '검색하였는데 부적절한 경우'를 의미한다. 그리고 C 는 '검색을 못하였는데 적절한 경우'를 의미한다. 위 식에서 알 수 있듯이 재현율은 질의 영상에 대한 유사 영상을 데이터베이스에서 얼마나 검색하였는가를 나타내고, 정확율은 검색된 영상 중 제대로 찾은 영상의 비율을 나타낸다.

검색 방법에 대한 성능 평가를 위해 질의 영상의 관심 객체를 가지는 영상을 무작위로 추출하여 예시 질의 (Query by Example)에 의한 질의 방식으로 검색효율성을 실험하였다. 예시 질의란 사용자 인터페이스에 다양한 예제 영상을 준비해두고 이를 선택하면 영상 데이터베이스 내에 있는 영상들과 비교하는 방식이다.

제한한 영상 검색 시스템의 재현율과 정확율에 대한 성능 측정과 비교를 위해 20종류의 600개의 영상을 대상으로 한다. 20종류 중에서 10종류는 일반적인 영상이고 나머지 10종류는 일반적인 영상에 명도를 변화시켜 만든 영상이다. 검색 방법에 따른 성능 차이를 비교하기 위해 질의 영상과 데이터베이스 안의 영상사이의 유사도를 PWH, GWHI 그리고 본 논문에서 제안한 히스토그램 매칭 알고리즘을 이용하여 각각 구한다. 그리고 각 알고리즘을 통해 구해진 유사도에 따라 검색된 결과 영상에서의 재현율과 정확율을 측정한다.

그림 4, 그림 5, 그림 6은 질의 영상으로 코끼리 영상을 입력한 후, 관련 연구 PWH, GWHI 알고리즘과 제안한 HMA 알고리즘을 이용하여 검색한 결과를 각각 보여준다.

그림 4(a), 5(a), 6(a)는 각 알고리즘을 이용한 검색 결과로 질의 영상인 코끼리와 관련된 영상이

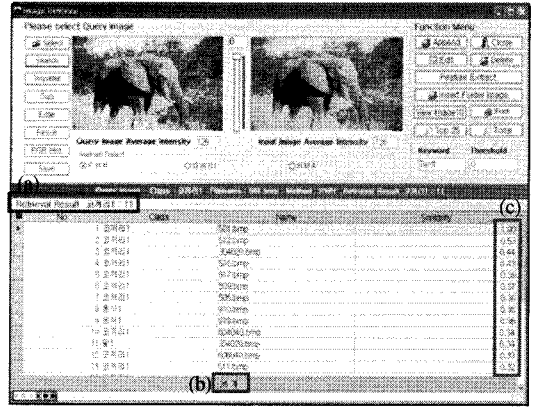


그림 4. 코끼리 영상을 PWH로 검색한 결과 화면

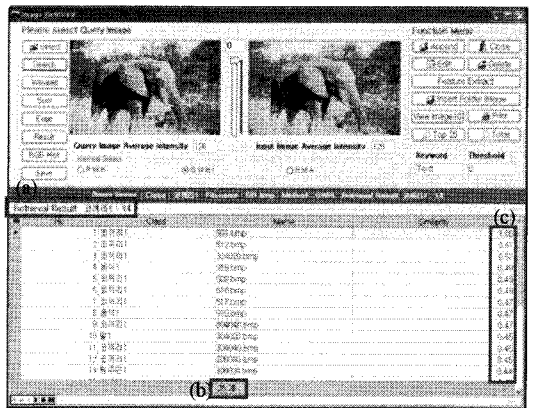


그림 5. 코끼리 영상을 GWHI로 검색한 결과 화면

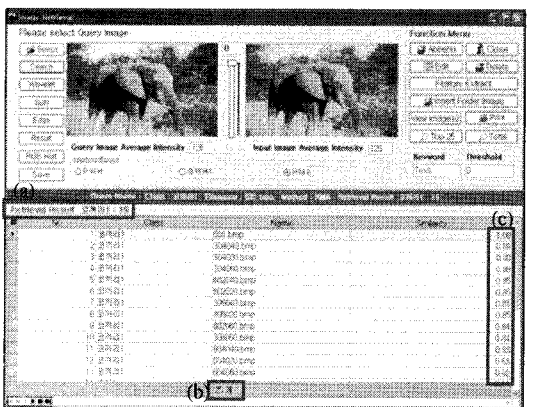


그림 6. 코끼리 영상을 HMA로 검색한 결과 화면

PWH로 검색하였을 때 11개, GWHI로 검색하였을 때 14개, 제안한 알고리즘인 HMA로 검색하였을 때 19개임을 보여준다. 또한 4(b), 5(b), 6(b)로부터 각 알고리즘을 이용한 검색 결과로 색상이 유사한 다른

| 분류 | 영상 | 재현율 | | | 정확율 | | |
|----|------|------|------|------|------|------|------|
| | | PWH | GWHI | HMA | PWH | GWHI | HMA |
| 1 | 공룡1 | 0.78 | 0.86 | 0.60 | 0.86 | 0.98 | 0.71 |
| 2 | 꽃1 | 0.31 | 0.32 | 0.49 | 0.37 | 0.38 | 0.59 |
| 3 | 말1 | 0.29 | 0.27 | 0.54 | 0.36 | 0.31 | 0.63 |
| 4 | 버스1 | 0.36 | 0.40 | 0.40 | 0.41 | 0.48 | 0.47 |
| 5 | 산1 | 0.24 | 0.19 | 0.38 | 0.31 | 0.23 | 0.44 |
| 6 | 원주민1 | 0.55 | 0.52 | 0.62 | 0.58 | 0.62 | 0.74 |
| 7 | 유럽1 | 0.29 | 0.20 | 0.38 | 0.22 | 0.24 | 0.44 |
| 8 | 음식1 | 0.25 | 0.21 | 0.33 | 0.25 | 0.25 | 0.39 |
| 9 | 코끼리1 | 0.24 | 0.24 | 0.51 | 0.26 | 0.29 | 0.60 |
| 10 | 해변1 | 0.20 | 0.19 | 0.36 | 0.19 | 0.22 | 0.41 |
| 11 | 공룡2 | 0.75 | 0.86 | 0.87 | 0.85 | 0.98 | 0.98 |
| 12 | 꽃2 | 0.34 | 0.42 | 0.86 | 0.42 | 0.51 | 0.98 |
| 13 | 말2 | 0.30 | 0.32 | 0.84 | 0.36 | 0.38 | 0.98 |
| 14 | 버스2 | 0.23 | 0.28 | 0.84 | 0.27 | 0.33 | 0.98 |
| 15 | 산2 | 0.27 | 0.33 | 0.86 | 0.32 | 0.38 | 0.98 |
| 16 | 원주민2 | 0.33 | 0.34 | 0.84 | 0.34 | 0.40 | 0.98 |
| 17 | 유럽2 | 0.20 | 0.22 | 0.86 | 0.23 | 0.26 | 0.98 |
| 18 | 음식2 | 0.26 | 0.27 | 0.86 | 0.29 | 0.31 | 0.98 |
| 19 | 코끼리2 | 0.39 | 0.43 | 0.87 | 0.42 | 0.50 | 0.98 |
| 20 | 해변2 | 0.31 | 0.33 | 0.86 | 0.34 | 0.38 | 0.98 |

영상들이 15개, 12개, 6개씩 검색된 것을 알 수 있다. 4(c), 5(c), 6(c)는 각 알고리즘을 이용한 검색 결과의 영상들에 대한 유사도를 보여준 것이다.

그림 4(a), 5(a), 6(a)는 각 알고리즘을 이용한 검색 결과로 질의 영상인 코끼리와 관련된 영상이 PWH로 검색하였을 때 11개, GWHI로 검색하였을 때 14개, 제한한 알고리즘인 HMA로 검색하였을 때 19개임을 보여준다. 또한 4(b), 5(b), 6(b)로부터 각 알고리즘을 이용한 검색 결과로 색상이 유사한 다른 영상들이 15개, 12개, 6개씩 검색된 것을 알 수 있다. 4(c), 5(c), 6(c)는 각 알고리즘을 이용한 검색 결과의 영상들에 대한 유사도를 보여준 것이다.

표 4는 기존의 PWH와 GWHI 알고리즘을 이용하여 영상을 검색하여 재현율과 정확율을 측정하는 것이며, 이에 반해 제한한 HMA 알고리즘을 이용하여 영상을 검색하여 재현율과 정확율을 측정하여 비교한 것이다. 표 4의 실험 결과에서 알 수 있듯이, 기존 영상에 상대적인 밝기를 변화시켜 만든 분류 번호 11~20인 영상에 대해서 제한한 HMA 알고리즘을 이용한 검색 방법이 보다 좋은 성능을 보인다. 제한한 HMA 알고리즘을 이용한 검색 방법이 PWH와 GWHI 알고리즘을 이용한 검색 방법보다

재현율 평균 30~32%, 정확율 평균 34~38%가 향상되어 우수함을 알 수 있다.

V. 결 론

환경 변화와 같은 빛에 의해 변화된 영상의 색상은 빛과 같은 물리적인 변화에 매우 민감하여 인간의 육안으로 봤을 때에는 비슷하면서 같은 영상으로 분류 되지만, PWH, GWHI 알고리즘을 이용한 검색 방법에서는 유사도를 계산하여 비교할 경우 다른 영상으로 분류 되는 경우가 있어 검색 대상에서 제외가 되는 경향이 있다. 따라서 본 논문에서는 유사한 색상을 가진 영상이나 빛에 의해서 변화가 일어나 영상을 효과적으로 검색하기 위한 히스토그램 매칭 알고리즘을 제안하였다.

구현한 시스템에서 질의 영상 처리는, 사용자가 검색을 원하는 영상을 질의 영상으로 불러 오면 질의 영상과 비슷한 데이터베이스 내의 유사한 영상을 디스플레이하는 것이다. 검색된 후보 영상들을 마우스로 클릭하거나 엔터키를 치면 영상에 대한 이름과 해설이 포함된 창이 생성되고, 영상을 더블 클릭하면 영상을 확대하거나 축소해서 볼 수 있는

기능을 추가하였다. 이런 기능은 박물관이나, 도서관, 등에서 교육 정보 제공과 검색 등으로 활용 가능하다할 수 있다.

참 고 문 헌

[1] 유기형 외, "Content-Based Image Retrieval using Adaptive Color Histogram," Jnl. of KICS, vol. 30, no. 9C, pp. 949-954, 2005.

[2] 유기형, 곽훈성, "내용 기반 영상 검색 시스템을 위한 효율적인 특징 벡터 추출에 관한 연구," Jnl. of KIPS, vol. 13-B, no. 3, pp. 309-314, 2006.

[3] K. M. Wong, C. H. Cheung, and L. M. Po, "Merged-Color histogram for colour image retrieval," Int. Cnf. on Image Processing, vol. 3, pp. 949-952, 2002.

[4] Lu, J. Phillips, "Using Perceptually Weighted Histograms for Color-based Image Retrieval," IEEE Int. Cnf. on Signal Processing, 1998.

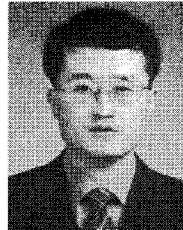
[5] W. Jia, H. Zhang, X. He, and Q. Wu "Gaussian Weighted Histogram Intersection for License Plate Classification," 18th Int. Cnf. on Pattern Recognition (ICPR'06), pp. 574-577, 2006.

[6] M. J. Swain and D. H. Ballard, "Color indexing", Int. Jnl. of Computer Vision, vol. 7, no. 1, pp. 11-32, Nov. 1991.

[7] James Z. Wang, Jia Li and Gio Wiederhold, "SIMPLicity: Semantics-Sensitive Integrated Matching for Picture Libraries," IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 23, no. 9, pp. 947-963, 2001.

유 강 수 (Kang Soo You) 정회원
 한국통신학회논문지 제 31권 제 7C호 참조
 현 재 전주대학교 교양학부 전임강사

유 기 형 (Gi-Hyoung Yoo) 정회원



1989년 2월 전북대학교 컴퓨터 공학과 (공학사)
 1991년 2월 전북대학교 전자공학과 (공학석사)
 1991년 2월 (주)아트록스 연구원
 1991년 11월 전북대학교 반도체 물성연구소 연구원
 2007년 2월 전북대학교 컴퓨터공학과 공학박사
 2007년 12월~현재 비전정보 대표
 <관심분야> 영상검색, 영상신호처리, 멀티미디어

곽 훈 성 (Hoon Sung Kwak) 정회원



1970년 전북대학교 전기공학과 (공학사)
 1979년 전북대학교 전자공학과 (공학박사)
 1981년~1982년 미국 텍사스(UTA) 주립대학 연구교수
 1994년~1995년 국가교육연구진흥추진위원회
 1997년~1998년 전주영상축전 조직위원장 및 전북대학교 영상산업특성화사업단장
 1998년 과학기술법령정비 정책위원
 1999년~현재 조달청우수제품(정보통신) 심사위원
 1997년~현재 (사)영상산업연구센터 대표이사
 1979년~현재 IEEE Loyal Communications Society Member
 2001년~현재 한국게임학회 이사 및 (재)전주정보영상진흥원 이사
 현 재 전북대학교 전자정보공학부 컴퓨터공학 교수 및 영상공학과(대학원) 주임교수
 <관심분야> 영상처리 및 방송공학, 모바일, 멀티미디어 콘텐츠 관련분야