

논문97-2-1-09

변형된 질의 영상에 강한 내용 기반 영상 검색 기법

김 익 재^{*,**}, 이 제 호^{*}, 권 용 무^{*}, 박 상 희^{**}

A Robust Content-Based Image Retrieval Technique for Distorted Query Image

Ig-Jae Kim^{*,**}, Je-Ho Lee^{*}, Yong-Moo Kwon^{*}, and Sang-Hui Park^{**}

요 약

본 논문에서는 칼라 영상 검색을 위한 특징으로서 칼라 정보와 모양 정보를 고려하는 복합적인 특징벡터를 사용한 영상 검색 기법을 제안하였다. 비균등 양자화 방법인 Lloyd-Max quantizer를 통한 효율적인 칼라 양자화를 하였고, 양자화를 거친 후 생성된 칼라 그룹간의 공간적 분포상황을 고려하기 위해 히스토그램 행렬을 도입함으로써 칼라 정보를 기반으로한 검색 효율을 증대시켰다. 또한 모양 정보를 획득하기 위해 향상된 불변 모멘트를 사용함으로써 연산량을 줄이면서, 검색 효율을 증대시켰다. 실험 영상으로 200여개의 칼라 트레이드마크를 사용하여 기존의 방법들과의 비교실험을 통해 원영상 뿐만 아니라 변형된 영상에 대해서 보다 향상된 검색 결과를 얻을 수 있었다. 즉, 영상내의 물체의 회전, 이동, 잡음 첨가와 감마 보정값 등에 의해 변형된 영상에 대해서 보다 더 강한 결과를 얻을 수 있었다.

Abstract

We have proposed a composite feature measure which combines the color and shape features of an image for image retrieval. We improved the performance of retrieval based on the efficient color quantization using the Lloyd-Max quantizer and on the Histogram matrix matching method which considers the spatial correlation of quantized color group. We also supplemented the color information using shape information with the Improved Moment Invariants. We have tested our technique on image database consisting of 200 actual trademark images. Our experimental results showed that our approach improved the performance compared to the previous method under the various situations such as rotation images, translation images, noise added images, gamma corrected images and so on. The efficiency of retrieval is found to be very high and experimental results are

I. 서 론

*한국과학기술연구원 정보전자연구부
Dept. of Electronic & Information Tech, KIST

**연세대학교 전기공학과
Dept. of Electrical Engineering, Yonsei University

최근 멀티미디어 기술 개발과 더불어 데이터 입력 장치인 스캐너와 대용량의 저장장치의 보급으로 인해 많은 영상들이 획득되고 저장되어지고 있다. 이러한 결과로 인해 많은 영상

데이터베이스들이 생성되고 다양한 목적으로 사용되어지고 있다. 통상, 이러한 데이터베이스들은 많은 수의 영상들로 구성되어져 있기 때문에 사용자가 원하는 영상을 찾는 데 상당한 어려움이 따른다. 따라서 데이터베이스로부터 영상을 검색하는 효율적이면서 자동적인 검색 알고리즘이 요구되어지게 되었다.

초기의 검색 시스템에서는 입력된 키워드를 사용하는 텍스트를 기반으로 한 영상검색이 주류를 이루고 있으나, 이러한 방법은 몇 가지 문제점을 내포하고 있다. 첫째로, 데이터베이스내의 영상에 대해서 검색 질의어로 사용하는 키워드를 설정할 때, 개인의 주관성이 포함되기 때문에 고유한 키워드를 설정할 수 없는 경우가 있다. 또한 검색시 사용자가 주어진 영상에 대한 고유의 키워드를 기억하고 있어야 하는 단점도 지니고 있다.

따라서 보다 일반적인 경우에 있어서, 내용을 기반으로 한 영상 검색 기법이 요구되어지고, 이와 관련된 여러 방법들이 연구되어지고 있다[1-5].

내용 기반 영상 검색 시스템에 대한 구조는 그림 1과 같다. 영상 저장과정에서는 입력 영상이 스캐너를 통해 주어졌을 때, 주어진 영상에 대한 특징을 추출하는 전처리과정을 거친 후 모든 특징들은 데이터베이스 내에 저장되어지게 된다. 영상 검색과정에서는 질의 영상이 주어졌을 때, 특징 추출 과정인 전처리 과정을 거친 후 데이터베이스 내에 존재하는 특징들과 비교되어지고 가장 유사한 영상을 찾게 된다.

본 논문에서는 전처리 과정인 특징 추출 과정에서 칼라 정보와 모양 정보를 동시에 고려할 수 있도록 복합적인 특징벡터를 추출하였다. 비균등 양자화 방법인 Lloyd-Max quantizer[7]를 통한 효율적인 칼라 양자화와 양자화된 칼라의 공간적 분포상황을 고려함으로써 칼라 정보를 기반으로 한 검색효율을 증대시켰고, 또한 모양 정보를 획득하기 위해 IMI를 사용함으로써 기존 방법상에서의 문제점인 영상 내에서의 회전(rotation)문제, 많은 연산량 등을 해결하고자 하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서 내용기반 영

상검색에 관한 기존의 방법에 대한 고찰을, III장에서는 칼라와 모양에 관한 특징 추출과정에 대한 방법과 정합 방법을, IV장에서는 기존방법과의 비교 실험을, V장에서는 결론을 보였다.

II. 기존의 내용 기반 검색 방법

내용 기반 검색기법에서 가장 중요한 것은 각 영상이나 객체를 기술하는데 사용되어지는 특징의 집합을 어떻게 선택하느냐가 중요한 관건이라고 할 수 있다. 현재까지 고려되어지고 있는 영상의 특징으로는 칼라(Color), 모양(Shape), 그리고 결(Texture) 등을 들 수 있는데, 이 중에서 칼라 특징은 영상 내에서의 이동(translation), 회전(rotation), 축척(scale)에 불변한다는 장점을 가지고 있기 때문에 칼라 특징을 기반으로 한 영상 검색기법이 광범위하게 연구되어지고 있다[4]. Swain[2]는 칼라 히스토그램 인터섹션방법을 제시하였는데, 이 방법에서는 RGB 칼라 공간 내에서 각각의 축에 대해 16개의 그룹(bin)으로 나누어 전체적으로 4096개의 그룹을 생성한 후, 각 그룹에 해당하는 히스토그램을 비교함으로써 모델과 입력영상의 정합을 시도하였다. 이 방법은 비교의 단순함에 의한 장점이 있는 반면에 너무 세밀하게 나눈 그룹(bin)으로 인해 잡음에 민감하여 또한 정합시 연산량이 많은 단점을 가지고 있다.

Mehre[3]는 Reference color table 방법을 이용하였는데, 이 방법에서는 입력 영상의 칼라를 27개의 그룹으로 나누어 각 그룹끼리 유클리디언 거리로서 정합을 시도하였다. Stricker[5]는 히스토그램 인터섹션 방법에서는 고려하지 않은 시각적 유사도를 고려하기 위해 누적 히스토그램(Cumulative Histogram)방법을 사용하였다.

하지만 이러한 방법들에서 사용된 칼라 특징은 영상 내에서의 물체의 기하학적 변형에는 비교적 강건하게 동작을 하지만, 잡음의 첨가나 감마 보정(gamma correction)값의 변화[8]와 같은 칼라 히스토그램 자체를 변화시키는 요

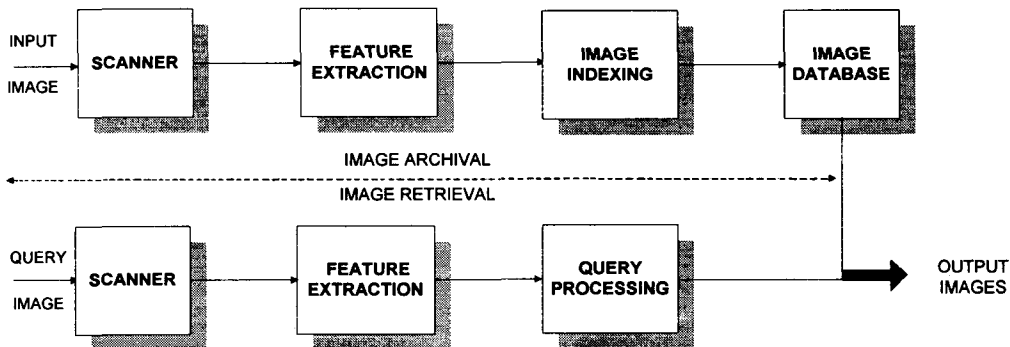


그림 1. 내용 기반 영상 검색 시스템 모델
Fig. 1. Content-based image retrieval system model

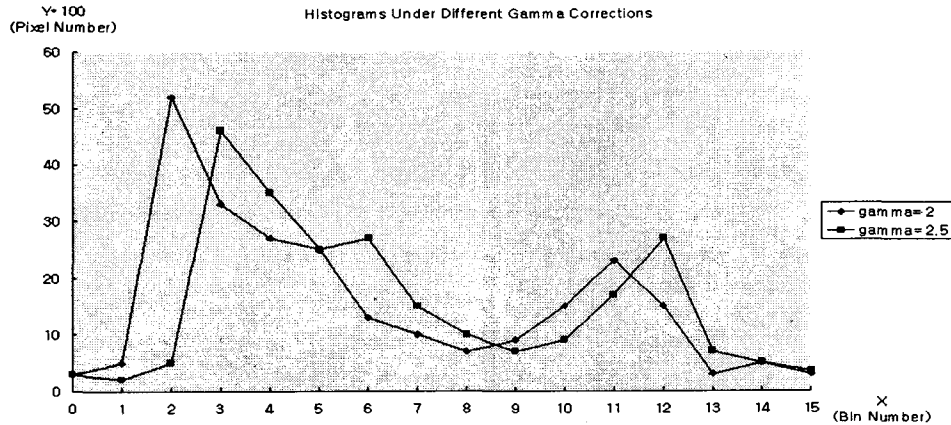


그림 2. 서로 다른 감마 보정값하에서의 칼라 히스토그램
Fig. 2. Color histogram under different gamma correction value

인에 대해서는 매우 민감한 반응을 일으키게 된다. 특히, 칼라 영상 취득 시에 사용되어지는 기기에 따른 감마값이 다르기 때문에 이러한 감마(gamma)값을 보정해 주어야지만 정확한 히스토그램 비교방법이 이루어 질 수 있다. 하지만 이미 획득된 영상에 대해서는 이러한 감마 보정값에 대한 정보를 얻을 수 없기 때문에 감마값 보정은 실제적으로는 불가능한 것이다. 일반적으로 영상 획득시 스캐너를 통해서 얻어지게 되는데, 이 경우에는 스캐너에서 사용되어지는 소프트웨어에 의해서 감마 보정값이 결정되어지게 된다.

입력되어지는 영상이 어떤 감마값에 의해서 보정되었는지를 알 수 없기 때문에 이러한 감마 보정값에도 어느 정도 강건하게 동작하는 알고리즘이 필요하게 된다. 같은 영상에 대해서 서로 다른 감마 보정값하에서 얻어진 영상의 히스토그램의 변화를 그림 2에 보였다. 이러한 칼라 특성 자체를 변화시키는 요인 이외에도 칼라 정보는 물체의 위치나 영상의 구성 등 공간정보를 표현할 수 없는 단점을 내포하고 있다.

따라서, 이러한 칼라만을 사용했을 때의 단점을 극복할 수 있는 특징 중 하나가 모양(shape) 특징이다. 또한 이 모양 특징을 사용함으로써 칼라 특성을 변화시키는 요인에 대해 변화된 칼라 히스토그램의 정보를 어느 정도 보완할 수 있다. 특히, 질의 대상이 트레이드마크인 경우에는 단순한 칼라와 더불어 다양한 형태를 지닌 물체들로 구성되어져 있기 때문에 칼라 정보와 모양 정보의 결합이 더욱 필요하게 된다.

Jain[4]은 Swain의 방법을 약간 변형시킨 칼라 히스토그램 인터섹션 방법과 모양 정보를 위한 방향 히스토그램 인터섹션 방법을 사용하였다. 이 방법에서는 칼라 특징만으로 부족한 정보를 모양 정보를 추가함으로써 검색의 효율을 높였지만, 기존의 칼라를 이용한 방법과 유사하게 균등 양자화기(uniform quantizer)를 통해 생성된 그룹(bin)간

의 단순한 히스토그램 비교 방법을 사용하여 칼라 히스토그램 자체를 변화시키는 요인에 대해서는 다소 민감한 반응을 나타내는 단점을 가지고 있다. 또한 모양 정보를 추출하는 방법으로 Canny Edge Operator를 이용한 경계선(edge)의 방향 히스토그램을 사용하였는데 이 방법은 영상 내 물체의 이동에는 불변하지만, 회전에 상당히 민감한 반응을 보이는 단점을 가지고 있다.

Ⅲ. 제안하는 방법

본 장에서는 제시된 기존 방법들의 문제점을 극복하는 방법으로 칼라 특징과 모양 특징을 효과적으로 추출하여 보다 강건하게 동작할 수 있는 알고리즘을 제시하면서, 특징 추출 단계로서 각각 칼라와 모양 추출 단계로 나누어 자세히 설명하고자 한다. 제안하는 방법의 전체적인 구조를 그림 3에 나타내었다.

1. 칼라 특징 추출 단계

제안하는 방법에서는 RGB 칼라 공간에 한정하여 접근하려고 했던 기존의 방법과는 달리 인간의 시각적 인식방법에 유사하며 각 축이 시각적으로 독립적인 HSI 칼라 공간 내에서 양자화하는 것이 더욱 좋은 검색 효율을 나타내는 것^[6]을 바탕으로 하여 HSI 칼라 공간상에서 각 축에 대해서 양자화하여 그룹을 생성케 하였다. 또한 기존의 방법에서 적용한 균등화된 양자화를 바탕으로 그룹(bin)간의 비교를 통한 정합방법은 이미 언급된 잡음의 첨가나 감마 보정값 등에 의해 히스토그램의 변형이 생겼을 때 균일한 그룹에서 생성되는 히스토그램은 어느 정도의 오차를 포함할 수 밖에 없다.

따라서 제안하는 방법에서는 비균등 양자화 방법을 도

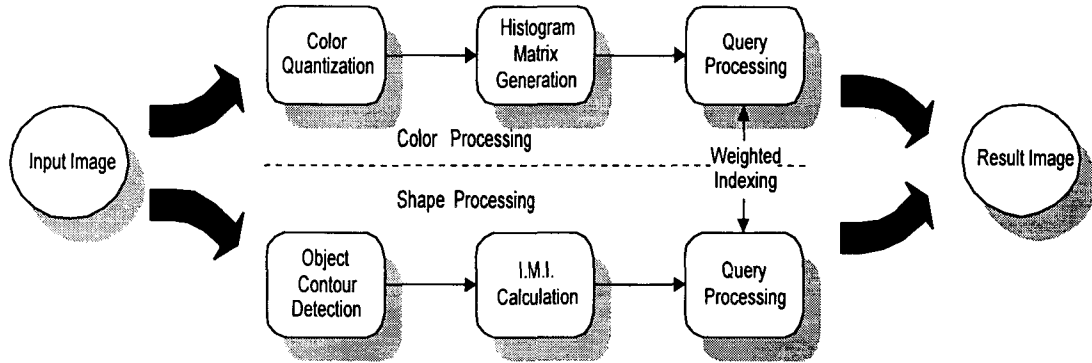


그림 3. 제안하는 알고리즘의 구조
Fig. 3. The structure of proposed algorithm

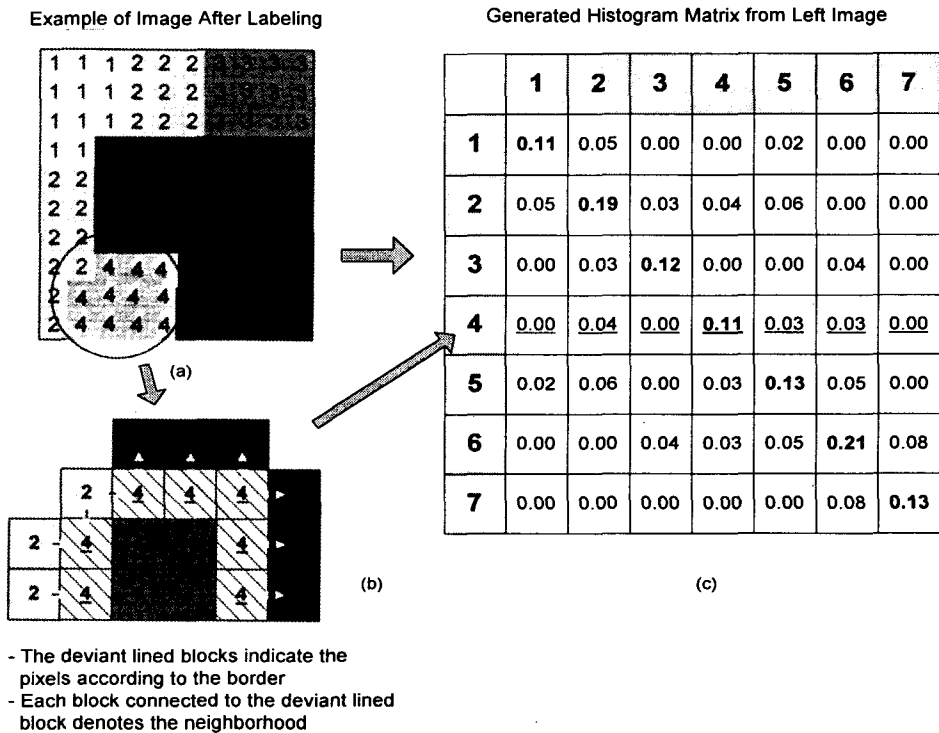


그림 4. 히스토그램 행렬 생성의 예
Fig. 4. The example of histogram matrix generation

입하여 미리 정해 놓은 그룹이 아니라 화소의 확률적 분포를 고려하여 그룹을 생성케 함으로써 히스토그램의 변형에 어느 정도 유동적으로 대처할 수 있도록 하였다. 비균등 양자화를 위한 방법으로서 Lloyd-Max quantizer를 사용하였는데, 이것은 각축에 대해 독립적으로 적용되어 각축에서의 mean square error를 최소화하도록 최적화하므로 효율적인 구분(partitioning)이 가능하게 하였다. 특히, HSI 칼라 공간에서 축(axis)의 구분을 할 때, 다른 두 성분에 비해 Hue 성분에 대해 인간의 시각적 체계에 민감하게 반응

하기 때문에 더 세밀하게 나누었다. 따라서, Hue 축에 대해서는 4개, Saturation 축과 Intensity 축에 대해서는 2개의 그룹으로 나누어서 모두 16개의 그룹을 생성케 하였다. 기존의 방법에서는 양자화된 그룹들에 해당하는 히스토그램만을 비교하는 것으로서 질의 영상을 찾으려고 하였다. 하지만 이러한 방법은 시각적으로 서로 다른 영상임에도 불구하고 유사한 칼라 히스토그램을 갖는 경우에는 구분해 낼 수가 없다는 한계를 지니고 있다. 따라서 본 논문에서는 양자화된 그룹간의 공간적 분포

상황을 고려함으로써 유사한 히스토그램을 갖는 경우라 할지라도 구별해 낼 수 있도록 하였다. 이를 위해 히스토그램 행렬(Histogram Matrix) 비교 방법을 이용하였는데, 이것의 생성 과정은 다음과 같다.

- ① 칼라 양자화 과정을 거친 후, 주어진 영상의 분할된 그룹에 대해 번호 매김(labeling)을 한다.
- ② 각 그룹의 경계에 해당하는 화소들에 대한 이웃 화소들의 그룹번호를 확인하고, 그 그룹번호의 수를 계산한다.
- ③ 행렬의 대각 성분에는 전체 화소에 대한 자신의 그룹에 해당하는 화소의 비율에 대입하고,
- ④ 행렬의 비대각 성분에는 각 그룹들에 대한 이미 계산된, 이웃하는 그룹들의 전체 화소에 대한 비율을 대입한다.
- ⑤ 결국, 주어진 그룹의 수만큼의 정방행렬이 생성된다.

그림 4에서는 히스토그램 행렬의 생성 예를 나타내었다. 레이블링된 후의 영상의 예를 그림 (a)에 나타내었고, 그것을 바탕으로 생성된 히스토그램 행렬을 그림 (c)에 나타내었다. 확대된 영상인 그림 (b)에서 레이블링된 한 영역의 경계에 해당하는 화소의 이웃하는 화소(4-neighborhood)의 그룹 번호를 카운트하고, 그 수를 전체 화소에 대한 비를 구함으로써 그림 (c)에서 밑줄 친 값들이 생성되게 된다. 이러한 과정을 통해서 비대각 행렬의 성분이 결정되어진다.

이와 같이 생성된 행렬의 대각 성분은 양자화된 그룹의 히스토그램을 나타내고, 행렬의 비대각 성분은 레이블링된 후의 영상에서 각각의 행과 열의 그룹이 이웃하는 경우의 히스토그램을 나타내며 이것으로 인해 영상내의 공간상에서 각 칼라 그룹간의 관련성을 알 수가 있다. 따라서, 이러한 히스토그램 행렬을 통하여 기존의 히스토그램 기법을 살리면서 공간상의 각 그룹간의 연관성을 고려할 수 있도록 하였다.

2. 모양 특징 추출 단계

모양 특징을 추출하기 위한 방법으로 지금까지 가장 많이 사용되어지고 있는 것들로서 불변 모멘트(Moment Invariants)[9,10], 체인 코드(Chain Code)[11], 저나이크 모멘트(Zernike Moment)[12], 푸리에 묘사(Fourier Descriptor)[13] 등이 있다. 이들 중에서 불변 모멘트는 영상에서 물체의 회전(rotation), 이동(translation), 축척(scale) 등에 불변한다는 장점을 가지면서 단일 특징을 사용한 경우 다른 방법들보다 비교우위를 나타내고 있다[14].

따라서, 본 논문에서는 Jain의 방법에서 제기된 회전에 민감하다는 문제점을 해결하면서 모양 특징을 추출하는 방법으로서 기존의 불변 모멘트를 변형시켜 만든 향상된 불변 모멘트(Improved Moment Invariants:IMI)[16]를 사용

하였다. IMI는 기존의 불변 모멘트의 장점인 물체의 회전, 이동, 축척 등에 불변한다는 장점을 그대로 지니면서 기존의 불변 모멘트의 문제점으로 지적된 많은 연산량을 감소시켰다.

불변 모멘트는 영상내의 물체 내부와 윤곽선(contour)에 해당하는 모든 화소들을 대상으로 연산을 하였으나, IMI는 물체의 윤곽선에 해당하는 화소들만을 대상으로 연산을 하므로 원래의 것에 비해 연산량 측면에서 상당히 감소시킨 것이라고 할 수 있다.

IMI를 이용하여 영상내의 물체의 모양 특징을 추출하기 위하여 우선 물체의 윤곽선을 찾아내어야 하는데, 본 논문에서는 물체의 윤곽선을 찾기 위해서 포몰로지 연산(morphology operator)[15]를 사용하였다. IMI를 통해서 생성되어지는 모양 특징은 7개 계수로 나타내어지는데, 제안하는 방법에서는 이러한 IMI를 사용함으로써 영상내의 물체의 회전, 이동, 축척에 불변한 모양 특징을 추출할 수 있게 되었다.

3. 칼라와 모양 특징 정합 방법

생성된 히스토그램 행렬을 이용하여 칼라 정합을 행한다. 행렬의 대각 성분과 비대각 성분에 대한 각각의 가중치 W_1, W_2 를 주고 아래의 식(1), (2)와 같이 질의 영상의 행렬 성분과 해당하는 데이터베이스내의 영상의 행렬 성분끼리 유클리디언 거리로서 연산을 행하였다. 히스토그램 행렬이 대칭행렬(symmetry matrix)이므로 식(2)에서는 하삼각 행렬(lower triangular matrix)만 비교하도록 하였다.

$$\text{if}(i = j) \quad D_{Q,I}^c = \sum_{i=0}^{n-1} W_1 \sqrt{(\lambda_i^Q - \lambda_i^I)^2} \quad (1)$$

$$\text{else} \quad D_{Q,I}^c = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=0}^{i-1} W_2 \sqrt{(\lambda_i^Q - \lambda_j^I)^2} \quad (2)$$

여기서 W_1, W_2 는 가중치이고, Q는 질의 영상을, I는 데이터베이스내의 영상을 나타내며, λ_i 는 히스토그램에 해당하는 각 행렬의 성분을 나타낸다. $D_{Q,I}^c$ 는 히스토그램 행렬의 성분간의 비교로부터 생성된 칼라 정보의 결과이다.

행렬의 대각 성분과 비대각 성분에 대한 각각의 가중치인 W_1, W_2 는 사용자가 지정할 수 있도록 하였고, 본 실험상에서는 각각의 가중치를 1로 고정하였다.

가중치 W_1 을 가중치 W_2 보다 크게 할 경우에는 영상내에서 영상 전체의 칼라 구성비에 비중을 두는 경우가 되고, 그 반대의 경우에 있어서는 영상내의 각 칼라의 구성비보다 양자화된 각 칼라 그룹간의 공간적인 분포를 더 비중 있게 고려하는 되는 것이다. 검색하고자 하는 대상과 목적에 따라서 각각의 가중치를 적절하게 줌으로써 검색의 효율에 증대를 가져올 것이다.

모양 특징 정합은 IMI를 통해서 연산되어진 7개의 계수를 통해서 이루어진다. 아래의 식(3)에 의해서 질의 영상

과 데이터베이스내의 영상과의 비교가 가능하도록 하였다.

$$D_{Q,I}^s = \sqrt{\sum_{i=1}^7 (M_i^Q - M_i^I)^2} \quad (3)$$

여기서 M_i^Q , M_i^I 는 각각 질의 영상과 데이터베이스내의 영상에 해당하는 IMI 계수들이다. M_i^Q, M_i^I 는 IMI 계수들간의 비교로 나온 모양 정보의 결과이다.

본 논문에서는 질의 영상 Q와 데이터베이스내의 영상 H와의 유사도를 통합 유사도인 $D_{Q,I}^s$ 를 통해서 나타내는데, 아래의 식(4)과 같이 정의된다.

$$D_{Q,I}^s = \frac{w_c D_{Q,I}^c + w_s D_{Q,I}^s}{w_c + w_s} \quad (4)$$

여기서 $D_{Q,I}^c$ 는 칼라 정보의 결과이며, M_i^c, M_i^s 는 모양 정보의 결과로부터 연산된 것이며, $D_{Q,I}^s$ 는 칼라와 모양 정보를 합한 통합 유사도를 나타낸다. 또한 w_c, w_s 는 가중치이다. 정합 결과 낮은 정합치를 갖는 영상들이 결과 영상으로 나타나게 된다.

IV. 실험 결과 및 고찰

본 논문에서 추구하는 목적이 영상의 이동, 회전, 축척 등의 기하학적인 영상내의 물체의 변형과 잡음 첨가, 감마 특성 등에 의해서 칼라특성을 변화시키는 요인 등의 실제 상황에서 존재할 수 있는 다양한 변형에 강하게 동작할 수 있는 알고리즘을 제안하는 것이므로, 이러한 변형에 대해 기존의 방법과 비료를 통해 실험을 하였고, 결과를 아래와 같이 제시하게 되었다.

1. 실험 환경

본 논문에서 실험을 위해 사용되었던 대상 영상은 Jain 이 실험 영상으로 사용한 트레이드마크와 유사한 200여개의 실제 트레이드마크 영상을 사용하였고, 트루 칼라 BMP 파일 형식을 사용하였고, IBM호환 CPU 150 MHz인 Pentium으로 실험을 하였다. 실험에 사용된 영상 데이터베이스의 일부를 그림 4에 나타내었다. 실험 대상 영상으로는 영상 데이터베이스 중에서 80개를 선택하여 원 영상에 대해 이동된 영상, 회전된 영상, 잡음이 첨가된 영상, 감마 보정값에 의해 변형된 영상을 입력으로 하여 실험을 하였다. 특히 회전된 영상에 대해서는 45도, 90도 회전을 시킨 후 비교를 하였으며, 잡음이 첨가된 영상의 실험을 위해 가우시안 잡음을 5%, 10%를 첨가한 후 실험을 행하였고, 데이터베이스를 구성할 때 스캐너를 통해서 얻어진 영상의 감마 보정값은 2.2로 고정되어 있고, 실험적으로 사용한 영상은 각각 1.0, 2.5에 대해서 실험을 행하였다.

2. 결과 및 고찰

실험 결과는 Swain의 방법, Jain의 방법과 제안하는 방법을 세 가지의 경우, 즉, 칼라만 사용한 경우 ($w_c=1, w_s=0$), 모양 정보만 사용한 경우 ($w_c=0, w_s=1$)와 칼라와 모양 정보 모두 사용한 경우 ($w_c=1, w_s=1$)를 대상으로 비교하였다.

제안하는 방법을 세 가지 비교 방법으로 분리해서 나타냄으로써 본 논문에서 제안하는 히스토그램 행렬 비교 방법의 기존 칼라를 이용한 방법과의 비교 순위와 IMI를 이용한 모양 정보를 추가하였을 경우의 검색 효율의 증가를 알 수 있도록 하였다.

표 1에서는 영상내의 물체에 대해서 기하학적인 변형이 생긴 경우에 대한 비교 실험 결과를 나타내었으며, 표 2에서는 잡음 첨가, 감마 보정값에 의한 변형에 대한 비교 실험 결과를 나타내었으며, 표 3에서는 물체의 이동, 잡음의 첨가, 감마 보정값 등이 복합적으로 존재할 경우의 변형된 영상에 대한 실험의 결과를 나타내었다.

Jain의 방법에서의 모양 특징 고려시 회전에 대한 문제점으로 인해 다른 방법들보다 다소 낮은 검색 결과를 나타내었다는 것과 제안하는 방법에서 적용한 모양 특징 요소는 이러한회전 문제에 대해서도 비교적 강하게 동작함을 표 1의 결과로부터 알 수 있다. 표 2, 3의 결과로부터 제안하는 방법 ($w_c=1, w_s=1$)의 결과가 다른 방법들보다 실제 상 존재할 수 있는 여러 가지의 변형 요인에 대해서 강하게 동작함을 알 수 있다. 표 2의 결과로부터 칼라 특성 자체를 변형시키는 요인에 대해서는 칼라 특성만을 고려한 두 가지 방법에 비해 모양 특성도 추가한 Jain 방법과 제안하는 방법 ($w_c=1, w_s=1$)이 보다 나은 검색 효율을 나타낸 것을 바탕으로 모양 특징을 추가함으로써 칼라만을 사용했을 때의 부족한 정보를 보충할 수 있었다는 것을 알 수 있다.

표 2, 3의 칼라만을 이용한 방법의 결과를 통해서, 칼라 특성 비교시 균등한 양자화를 통해 생긴 그룹간의 단순한 히스토그램 비교를 시도한 swain의 방법보다는 비균등 양자화를 통해 화소의 확률적 분포를 고려함으로써 변형된 칼라 히스토그램에 대해서도 적은 양자화 오차를 나타내어 효율적인 그룹의 생성을 가져왔고, 이렇게 생성된 그룹간의 공간적 분포 정보까지 추가함으로써 제안하는 방법이 보다 나은 검색 결과를 나타내고 있다.

제안하는 방법 중 모양 정보만을 고려한 경우 ($w_c=0, w_s=1$)에 있어서는 기존의 방법에서 제기된 회전 문제를 어느 정도 극복하고, 또한 감마 특성 등에 의해 칼라 특성이 변화된 상황에서는 비교적 강하게 동작함을 알 수 있으나 복합적인 변형에서는 칼라와 모양 정보 모두 이용한 것보다는 검색 효율이 떨어짐을 알 수 있다.

아래의 표 1, 2, 3의 결과를 종합해 볼 때, 칼라만을 이용한 경우의 검색보다는 모양 특징을 추가함으로써, 더욱 효율적인 검색이 가능하게 한다는 것을 알 수 있고, 칼라 특징만을 이용한 방법에서도 히스토그램 행렬 비교법이 더 우수한 결과를 나타냄을 알 수 있다.

표 1. 영상내의 물체의 기하학적 변형에 대한 실험 결과
Table 1. Experimental results on the affine transformed images

구 분 방 법	원 영상	이동된 영상	45도 회전된 영상	90도 회전된 영상
Jain 방법	100%	100%	91.1%	82.9%
Swain 방법	100%	100%	100%	100%
제안하는 방법 ($w_c=1, w_s=0$)	100%	100%	100%	100%
제안하는 방법 ($w_c=0, w_s=1$)	100%	100%	98.6%	97.1%
제안하는 방법 ($w_c=1, w_s=1$)	100%	100%	100%	100%

표 2. 영상내의 내용 변형에 대한 실험 결과
Table 2. Experimental results on the contents distorted images

구 분 방 법	잡음첨가(5%)	잡음 첨가(10%)	감마보정값(1.0)	감마보정값(2.5)
Jain 방법	94.2%	90.0%	88.6%	77.1%
Swain 방법	90.0%	84.3%	71.1%	62.9%
제안하는 방법 ($w_c=1, w_s=0$)	91.1%	85.7%	84.3%	74.3%
제안하는 방법 ($w_c=0, w_s=1$)	90.0%	85.0%	97.1%	94.3%
제안하는 방법 ($w_c=1, w_s=1$)	97.1%	92.9%	94.3%	88.6%

표 3. 복합적 변형에 대한 실험 결과
Table 3. Experimental results on the complex distorted images

구 분 방 법	잡음첨가(5%) + 감마보정값(1.0)	잡음첨가(5%) + 90도 회전	감마보정값(1.0) + 90도 회전
Jain 방법	84.3%	78.6%	67.1%
Swain 방법	65.7%	90.0%	71.1%
제안하는 방법 ($w_c=1, w_s=0$)	77.1%	91.1%	84.3%
제안하는 방법 ($w_c=0, w_s=1$)	88.9%	87.1%	94.3%
제안하는 방법 ($w_c=1, w_s=1$)	90.0%	94.3%	95.7%

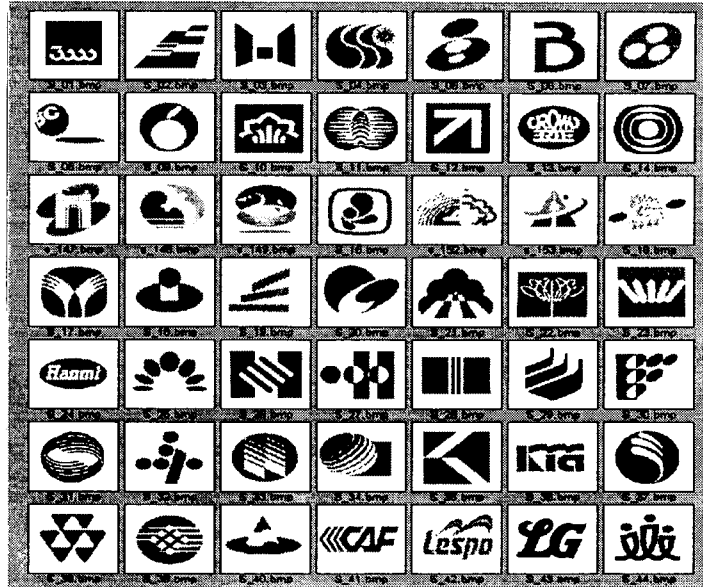


그림 5. 실험 영상 데이터베이스 일부
Fig. 5. The part of experimental image database

또한 본 논문에서 사용된 영상 데이터베이스의 일부를 그림 4에 나타내었는데 이것은 기존의 방법에서 사용된 영상 데이터베이스와 마찬가지로 실제로 존재하는 일반화된 영상을 데이터베이스화하여 만든 영상이므로 다른 데이터베이스를 적용하여도 비슷한 결과를 나타낼 수 있을 것이다. 이러한 결과들을 바탕으로 본 논문에서 제안하는 방법은 실제적인 문제의 적용에 있어서 적합하다고 제안할 수 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 칼라와 모양 특징을 복합적으로 고려하는 새로운 접근 방법을 제안하고 있다. 영상내의 잡음의 첨가, 감마 보정값의 변화에 의한 칼라 히스토그램의 자체를 변형시키는 경우에 대해서 기존의 방법에서는 균등한 양자화를 바탕으로 칼라간의 히스토그램 비교법을 사용함으로써 어느 정도의 오차를 포함하고 있다.

따라서, 본 논문에서는 기존의 정합 방법에서 제시된 균등한 양자화를 바탕으로 한 방법 대신에 비균등 양자화를 기반으로한 칼라 히스토그램 행렬을 이용하여 정합을 시도하였다.

이것을 바탕으로 칼라 히스토그램의 변형에 대해서도 유동적으로 대처할 수 있도록 하여 오차를 줄이도록 하였으며, 양자화된 칼라 그룹간의 관련성을 고려함으로써 보다 나은 검색 효율을 가져왔다.

또한 모양 특징 추출시 기존 방법의 문제점으로 지적되

는 회전 등의 문제에도 강하게 작용하면서 기존의 불변 모멘트의 많은 연산량 문제를 해결한 IMI를 사용함으로써 모양 특징 추출을 보다 효율적으로 가능하게 하였다.

이동 및 회전만 존재하는 경우에는 칼라의 이동, 회전 불변 특성으로 인해 기존의 칼라 비교 방법만으로도 충분하고, 감마 보정값에 의해 변형된 영상의 경우는 모양 정보만을 고려한 경우가 보다 나은 검색 효율을 나타내고 있으나, 본 논문에서 제안하는 방법은 실제상에서 존재할 수 있는 이들의 복합적인 변형에 대해서 기존의 제안 방법보다 우수한 효율을 나타내고 있다.

따라서 본 논문에서는 칼라 특징 정합 방법으로 히스토그램 행렬 정합법과 향상된 불변모멘트를 사용한 모양 특징 정합 방법으로 기존의 문제점을 극복하면서 실제 상황에서 비교 영상에 대해 변형을 줄 수 있는 여러 가지 변화 요인에도 강하게 동작하는 알고리즘을 제안하게 되었다.

참 고 문 헌

- [1] W. Niblack, R. Barber, W. Equitz, M. Flickner, E. Glasman, D. Petkovic, P. Yanker, C. Faloutsos, and G. Taubin, "The qbic project: querying images by colour, texture and shape," *Proc. SPIE 1908*, pp. 173-187, 1993.
- [2] M.J. Swain and D.H. Ballard, "Color indexing," *International Journal of Computer Vision*, vol. 7, no. 1, pp. 11-32, 1991.
- [3] B.M. Mehtre, M.S. Kankanhalli, A.D. Narsimhalu, and G.C. Man, "Color matching for image retrieval," *Pattern Recognition Lett.* vol. 16, pp. 325-331, 1995.

- [4] A.K. Jain and A. Vailaya, "Image Retrieval Using Color and Shape," *Pattern Recognition*, vol. 29, no. 8, pp. 1233-1244, 1996.
- [5] M. Stricker and M. Orengo, "Similarity of Color Images," *Proc. SPIE 2420*, pp. 381-392, 1995.
- [6] X. Wan and C.C. Jay Kuo, "Color Distribution Analysis and Quantization for Image Retrieval," *Proc. SPIE 2670*, pp. 8-16, 1996.
- [7] M.A. Sid-Ahmed, *Image Processing Theory, Algorithm, & Architecture*, McGraw-Hill International Editions, 1995.
- [8] G. Lu, "On Image Retrieval Based on Colour," *Proc. SPIE 2420*, pp. 310-320, 1995.
- [9] C.H. Teh and R.T. Chin, "On Image analysis by the methods of moments," *IEEE Trans. on PAMI*, vol. 10, Jul, 1988.
- [10] S.A. Dudani, K.J. Breeding, and R.B. Mcghee, "Aircraft identification by moment invariants," *IEEE Trans. on Computers*, vol. C-26, PP. 39-46, Jan. 1977.
- [11] R.C. Gonzalez and R.E. Woods, *Digital Image Processing*, Addison-Wesley Publishing Company, 1993.
- [12] A. Khotanzad and Y.H. Hong, "Invariants Image Recognition by Zernike Moment," *IEEE Trans. on PAMI*, vol. 12, no. 5, pp.489-497, May. 1990.
- [13] C.S. Lin and C.L. Hwang, "New Forms of Shape Invariants From Elliptic Fourier Descriptor," *Pattern Recogniton*, vol. 20, no. 5, pp. 535-545, 1987.
- [14] B.M. Mehtre and M.S. Kankanali, "Shape Measures For Content Based Image Retrieval:A Comparison," *Technical Report, TR95-195-0, Institute of Systems Science, National University of Singapore*, 1995.
- [15] R. Jain, R. Kasturi, and B.G. Schunck, *Macine Vision*, Macgraw-Hill Int'l Edition, 1995.
- [16] C.C. Chen, "Improved Moment Invariants For Shape Discrimination," *Pattern Recognition*, vol. 26, no. 5, pp. 683-686, 1993.

 저 자 소 개

**김 익 재**

1972년 12월생
 1996년 연세대학교 전기공학과 졸업
 1996년 ~ 현재 연세대학교 대학원 전기공학과 석사과정
 주관심분야 : Image Retrieval Technique, Pattern Recognition,
 Image Processing

**이 제 호**

1967년 6월생
 1990년 한양대학교 전자공학과 졸업
 1992년 미국 펜실베니아 주립 대학원 공학 석사
 1992년 ~ 현 재 한국과학기술연구원(KIST) 정보전자연구부 연구원
 주관심분야 : Computer Vision, Pattern Recognition,
 3D Imaging, Real-Time Processing

**권 용 무**

1980년 한양대학교 전자공학과 졸업
 1983년 한양대학교 전자공학 석사
 1992년 한양대학교 전자공학 박사
 1983년 ~ 현 재 현재 한국과학기술연구원 정보전자연구부 책임연구원
 주관심분야 : 멀티미디어 정보시스템, Immersive Telepresence



박 상 희

1939년 8월생
1962년 연세대학교 전기공학과 졸업
1964년 연세대학원 공학석사
1971년 연세대학원 공박박사 및 동 대학 전기공학과 조교수
1982년 미국 워싱턴대 교환교수.
현 재 연세대 공대 전기공학과 교수
1994년 ~ 1995년 전기학회 부회장