

모양 정보의 회귀추정에 의한 내용 기반 이미지 검색 기법

송준규* · 최황규**

강원대학교 컴퓨터정보통신공학과* · 강원대학교 전기전자정보통신공학부**

요 약

본 논문은 내용 기반 이미지 검색 시스템에서 이미지의 위치 및 모양 정보에 의한 회귀선을 추정하여 효율적으로 특징 벡터 추출함과 동시에 같은 도메인상의 특징 벡터가 일정 수준보다 많아질 경우 효율적으로 특징 벡터의 차원을 줄이는 기법을 제안한다. 특히, 특징 벡터의 차원을 줄이는 제안된 기법은 특징 벡터의 수에 관계없이 특정한 n 개의 특징 벡터로의 변환이 가능하다. 본 논문에서 제안된 기법들은 실제 내용 기반 이미지 검색 시스템의 구현을 통해 기존의 방법보다 효율적인 검색은 물론 다차원 특징 벡터를 특정 n 차원의 특징 벡터로 변환함으로써 다차원 색인 기법이 가지고 있는 가장 큰 단점인 '차원의 저주' 문제를 근본적으로 해결할 수 있는 방법임을 보인다.

Contents-based Image Retrieval Using Regression of Shape Features

Jun-Kyu Song* · Hwang-Kyu Choi**

ABSTRACT

In this paper we propose a feature vector extraction technique using regression of shape features for the content-based image retrieval system. The proposed technique can reduce the number of dimensions of a feature vector by converting the extracted high-dimensional feature vector into a specific n -dimensional feature vector. This paper shows how to resolve the "dimensionality curse" problem by reducing the number of dimensions of a feature vector, and shows that the technique is more efficient than the conventional techniques for the practical image retrievals.

I. 서 론

멀티미디어 기술의 발달과 더불어 고속 통신망의 대중화로 인해 인터넷이라고 하는 사이버공간이 점점 방대해 지고 있다. 이에 따라 단순한 텍스트 정보만이 아닌 이미지(정지영상), 동영상, 음성 데이터 등과 같은 멀티미디어 정보들이 넘쳐나고 있다. 인터넷 안에 존재하는 정보를 찾는 어려움을 극복하고자 많은 검색 엔진들이 다양한 기법을 이용하여 정보를 원하는 사용자에게 많은 도움이 되고 있다.

하지만 이러한 텍스트를 이용한 검색에는 한계가 있기 마련이다. 또한 한 페이지 분량의 텍스트 정보보다 한 장의 이미지가 더 많은 정보를 전달할 수 있다. 또한 한눈으로 쉽게 알아볼 수 있는 장점도 있어 정보를 전달하는 방법으로 텍스트보다 훨씬 효율적이라 할 수 있다. 마찬가지로 정지영상보다는 움직임과 소리가 함께 포함된 동영상이라면 훨씬 더 많은 정보를 전달함은 물론 오래도록 기억에 남는다.

최근 멀티미디어 정보가 텍스트 정보를 대신함으로써 텍스트 검색만이 아닌 멀티미디어 정보 검색은 필수적이라 하겠다. 본 논문에서는 여러 가지 멀티미디어 정보 중에서 가장 실용성이 있는 이미지 검색 분야에 대해 논하고 이를 위한 효율적인 검색 기법을 제안한다. 효율적인 이미지 검색을 위하여 최근 많은 연구가 있었고 그에 따라 많은 검색 기법들이 제안되었는데 크게 다음과 같이 3종류로 분류해 볼 수 있다.

첫째, 주석을 이용한 텍스트 기반 검색이다. 이미지마다 이미지의 특징을 기술한 주석을 붙이는

방법으로 소규모의 이미지 데이터베이스에는 효율적이긴 하지만 데이터베이스가 방대해지면 효율이 급격히 떨어지며 주석을 기술하는 사람의 주관적인 정보가 포함되기에 효율적인 검색이 불가능하게 된다[1].

둘째, 텍스트 기반 검색이 가진 단점을 보완하기 위하여 이미지 자체가 가진 정보를 이용하는 검색 방법이다. 내용 기반 이미지 검색은 먼저 이미지가 가진 정보 중에서 자동으로 추출이 가능한 색상, 모양, 질감 정보 등을 추출하게 된다 [2][3][4].

마지막으로 이미지의 의미(semantic)에 기반한 검색 방법을 들 수 있다. 이 방법은 신경망(neural network)을 이용한 패턴인식 방법을 주로 이용하게 된다. 검색보다는 인식분야에서 많이 이용하고 있고, 세포 인식이나 지문 인식과 같은 특정한 분야에서는 뛰어난 성능을 보인다.

이러한 내용 기반 검색은 대용량의 데이터베이스 시스템에 적합하며 주관적인 개입이 배제됨으로써 시계열 데이터베이스, 과학 데이터베이스, 이미지/비디오/오디오 및 DNA 데이터베이스 등 여러 분야에 응용에 중요한 기술로 사용된다[5].

본 논문의 구성은 2장에서는 관련연구로써 색상, 모양, 위치, 의미 정보를 이용해서 특징 벡터를 추출하는 기법들에 대하여 살펴본다. 3장에서는 본 논문에서 제안하는 회귀에 의한 특징 벡터의 추출 기법에 대하여 기술하고, 4장에서는 제안된 기법을 이용하여 구현한 내용 기반 이미지 검색 시스템의 구조에 대하여 기술한다. 5장에서는 제안한 기법의 성능평가에 대하여 설명하고 6장에서 결론을 맺는다.

* 본 연구는 강원대학교 BK21 사업단 지원에 의한 연구결과의 일부임

II. 특징벡터 추출 기법

내용 기반 이미지 검색 기법들은 텍스트 기반의 기법들이 가지는 주관적인 판단이 들어가지 않고 이미지 자체에서 정보를 추출하여 이를 검색에 이용함으로써 효율적인 검색이 가능하고 정보 추출에 들어가는 비용을 줄일 수 있다.

이렇게 추출된 정보는 벡터화하여 저장장치에 저장되며 이를 특징벡터(feature vector)라고 한다. 특징벡터의 수(dimension: 차원)가 많을수록 많은 정보를 가지고 있으므로 정확한 검색을 할 수 있으나 검색 시간이 많이 걸리게 된다. 따라서 응용에 따라서 특징벡터의 수와 검색 속도와의 조정이 필요하게 된다. 2장에서는 지금까지 연구된 특징벡터 추출 기법에 대하여 기술한다.

2.1 색상 정보에 의한 기법

색상 정보는 이미지의 화소(pixel)로부터 직접 정보를 추출한다. 색상 정보는 보통 RGB 형태로 표시되며, 경우에 따라서 HSI, CIE 등의 다른 컬러 공간을 이용할 수도 있다.

히스토그램은 색상 정보를 이용하는 검색 기법 중에서 주로 이용되는 기법이다. 히스토그램의 경우 주로 RGB 컬러 공간을 사용하며 하나의 화소는 RGB (0, 0, 0)부터 RGB (255, 255, 255)까지의 2563개의 조합 가능한 값을 갖게 된다. 따라서 이미지의 모든 화소에 대하여 각각의 값이 몇 번 나오는지를 계산하여 그 빈도수를 특징벡터로 사용하게 된다[6].

히스토그램의 경우 색상 정보의 빈도수를 사용하므로 전혀 다른 이미지가 우연히 색상 정보가 일치하여 검색결과로 나오는 문제가 발생한다.

대표 컬러를 이용한 검색 기법은 이미지를 대표할 수 있는 값이면 어떤 것이든 이용이 가능하기 때문에 그 종류가 상당히 많다. 그렇지만 모든 대표값들이 좋은 특징벡터가 될 수는 없다. 색상 정보의 평균, 분산, 최소값, 최대값, 중앙값, 사분위수 등등 많은 대표값들이 존재하지만 평균과 최대값을 주로 이용한다.

RGB 각 차원에 대하여 RGB 각 성분의 대표값을 이용한다. 그러나 이런 대표값은 개개의 정보 변화에 민감하게 반응하고, 이미지 전체 화소에 대하여 적용을 하면 3차원 특징벡터가 나오게 되므로 많은 정보를 잃어버리게 된다. 이러한 단점은 이미지를 $M \times N$ 으로 분할하여 각 분할 이미지에 대하여 적용함으로써 줄일 수 있다.

피부색과 같은 특정 부분의 색상 분포는 특정한 분포를 나타낸다. 피부색의 분포가 정규분포와 비슷한 점에 착안하여 이미지내의 화소가 정해진 정규분포 내에 들어오면 피부색으로 인식하여 이미지에서 피부색만을 추출할 수 있다.

[7]에서는 피부색이 따르는 분포가 봉우리가 하나있는 정규분포가 아닌 봉우리가 여러 개인 다변량 정규분포에 가깝기 때문에 다변량 정규분포를 이용하여 피부부분을 추출하는 기법을 제안하였다.

그밖에 인접한 색상의 분포를 이용하여 CCV(color coherence vector)를 생성하여 이를 검색에 이용하는 기법도 제안되었고[8], 웹 상에 존재하는 이미지를 대상으로 하는 검색 시스템들도 제안되었다[9][10].

[9]에서는 질의 시 검색 공간을 줄이기 위한 방법으로 Winner-Take-All 규칙을 적용한 신경망을 이용하여 클러스터링을 하여 질의 이미지가 속한 클러스터링에 대하여 검색을 함으로써 검색

속도를 개선하였다.

또한 일반적인 모든 이미지를 대상으로 한 것이 아닌 특정 분야의 이미지 검색에 대한 연구도 많이 이루어 졌다[11][12]. 또한 [13]에서는 처음으로 웨이블릿 변환을 이용하여 특징벡터를 추출하는 기법을 제안하였고, 그 후 많은 연구들이 이를 이용한 기법들이 선보였다.

2.2 모양 정보에 의한 기법

색상 정보와 더불어 특징 추출 기법에 이미지 내에 포함된 개체의 모양, 위치, 질감 정보가 많이 사용된다[1][3][4]. 또한 개체의 윤곽을 도형화하여 선분으로 표현하여 이를 검색에 이용한 기법도 제안되었다[5].

색상 정보가 이미지 전체의 색상 분포를 이용한 방법이라면 모양, 위치, 질감 정보를 이용한 방법은 이미지 전체보다는 이미지 내에 속한 개체들의 특징을 이용한 방법이라고 할 수 있다.

이미지 내에 포함된 개체의 모양을 판별하기 위해서는 우선 외곽선 정보를 얻어야 한다. 이러한 외곽선 정보는 Edge Detection 과정을 통하여 얻을 수 있다. 얻어진 Edge를 대상으로 전체 화소중 Edge가 차지하는 비율이나 외곽선의 전체적인 모양을 특징벡터로 이용하게 된다.

또한 이미지를 $M \times N$ 으로 분할하여 각 분할된 이미지에서 전체 화소와 비교하여 Edge가 차지하는 비율이나 Edge의 수, 또는 전체 Edge의 수와 비교하여 각 분할된 이미지에서 차지하는 Edge의 비율 등을 특징벡터로 추출이 가능하다.

분할은 $M \times N$ 과 같은 방식으로 동일한 크기로 분할하는 방법 이외에 Edge가 복잡한 부분은 좀 더 세밀하게 분할하고 Edge가 별로 없는 부분은 크게 분할하는 기법도 제안되었지만 배경이 복잡

할 경우 불필요한 배경을 세밀하게 분할함으로써 검색 효율을 떨어뜨리는 단점이 있다.

모양 및 위치 정보와 더불어 같이 사용될 수 있는 특징 가운데 개체의 수와 개체들간의 상호관계를 들 수 있다. 개체가 무엇을 나타내는지 정확하게 인식하는 것은 현재의 기술로는 아직 불가능하지만 개체가 몇 개인지 각 개체가 어떤 형태로 위치해 있는지는 알 수 있다.

이러한 기법의 단점은 Edge가 복잡하여 개체를 정확히 구분하기 어려운 경우에는 개체의 모양 정보와 이미지에 포함된 개체의 수를 정확하게 추출하기 어렵다는 점이다.

2.3 의미 정보에 의한 기법

의미(Semantic)는 이미지에서 추출 할 수 있는 가장 좋은 형태의 정보이다. 단순히 이미지의 색상이 어떤 형태로 분포되어 있고, 어떤 모양의 개체들이 어떤 형태로 분포되어 있다는 것과는 달리 그 개체가 '사과', '의자', '자동차' 라는 것을 인식하는 것이다.

의미 정보에 기반한 기법들의 대부분이 이러한 전처리 과정이 되어있다는 것을 전제로 하여 연구되었다[15][16]. '사과'라는 개체가 '책상'이라는 개체 위에 올려져 있다는 것을 인식하는 것은 앞서 언급한 바와 같이 현재로는 불가능하다.

이러한 일반적인 개체를 인식하는 것은 불가능하지만 제한된 범위 내에서는 가능하다. 예를 들면 0-9까지의 숫자를 인식한다든지, A-Z까지의 영문자를 인식한다든지, 세포 이미지를 보고 암세포인지 아닌지를 판단한다든지 하는 나올 수 있는 결과들의 집합이 한정되어 있고 그 결과들의 집합을 미리 알 수 있는 분야에서는 가능하다.

그러나 일반적인 이미지검색에 필요한 일반적

인 개체를 인식하는 기술을 아직 미흡하기 때문에 의미에 기반한 대부분의 검색 기법들은 전처리 과정을 통하여 이미지 내에 존재하는 개체들을 인식했다는 전제하에 이들을 이용한 검색 방법을 제안하였다.

2D string은 이미지 내에 존재하는 개체와 개체들의 관계를 두 개의 string으로 표현한다 [15]. 이미지를 하나의 X-Y 좌표계로 본다면 각 개체들의 관계를 X축과 Y축에 대해서 관계를 정할 수가 있고 각각을 하나의 string으로 표현하면 두 개의 string으로 표현이 된다.

[16]에서는 트리플에 기반한 검색 기법을 제안하였다. 이는 개체와 개체의 관계를 트리플이라고 하는 3개의 요소로 구성된 벡터형태로 표현한다. 2D string이 하나의 이미지를 표현한 것과 달리 트리플은 개체 관계를 표현하며 트리플을 이루는 3개의 요소 중 2개는 개체이고 나머지 하나는 이 두 개체의 관계를 표현한다.

III. 회귀에 의한 특징 벡터의 추출

3.1 회귀

회귀란 두 개 이상의 개체에 대하여 개체사이에 존재하는 관계를 수식적으로 표현한 것이다. 예를 들면 아버지와 아들의 키, 키와 몸무게, 전공별 점수 등의 관계를 함수의 형태로 나타낸 것이다.

크게 두 개체 사이의 관계를 직선으로 나타내는 단순 회귀, 3개 이상의 개체 사이의 관계를 나타내는 중회귀, 두 개체 사이의 관계를 곡선의 형태로 나타내는 다항 회귀로 나누어 볼 수 있다.

본 논문에서는 이중에서 단순 회귀를 이용하여 특징 벡터를 추출하는 기법을 제안한다. 단순 회

귀는 직선의 형태를 취하므로 그 단순 회귀 추정식은 다음과 같이 표현된다.

$$Y = aX + b \quad (1)$$

3.2 모양 정보의 단순 회귀

여기에서는 모양 정보의 단순 회귀를 통하여 특징벡터를 추출하는 기법을 제안한다. 먼저 모양 정보를 얻기 위하여 Edge Detection을 이용하였으며 전체 이미지를 NxN으로 분할을 하였다.

Edge Detection을 위하여 RGB 컬러 공간을 먼저 256 Level을 갖는 Gray 분포로 변환을 하였다. 3x3 window를 이용하여 Edge Detection을 하였으며 Edge Detection이 완료되면 주변에 Edge가 없이 홀로 고립된 고립점과 잡음으로 인한 Edge를 제거하기 위하여 잡음제거 단계를 거치게 된다. 해당 Edge를 중심으로 3x3 window를 이용하여 해당영역에 Edge가 3개미만인 Edge는 제거된다.

Edge를 추출하여 잡음제거의 단계까지 모두 끝나면 이미지를 NxN 크기로 분할을 한다. NxN으로 이미지를 분할하면 모두 N² 개의 부 이미지가 생성된다. 각 부 이미지를 하나의 X-Y 좌표계로 설정한다. 그러면 각 화소는 좌표계에서 (x,y) 좌표를 가지게 되며 이를 이용하여 단순 회귀를 추정하게 된다.

단순 회귀에 이용되는 방법은 크게 두 가지 방법이 있다. 첫째는 최소제곱법에 의한 방법이고, 둘째는 우도함수를 이용하는 방법이 있다. 본 논문에서는 최소제곱법에 의한 방법을 택하였다.

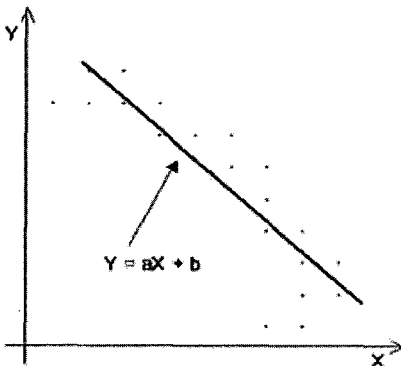
최소제곱법은 추정된 회귀선과 각 좌표와의 거리(분산)가 최소가 되게 회귀선을 추정하는 것을 의미하며 그 추정선은 직선의 형태를 가지므로 일

반식은 식 (1)과 같고, 부 이미지에서 회귀선을 추정하는 원리는 그림 1과 같다.

그림 1은 Edge 정보를 X-Y 좌표계로 변환하여 단순 회귀선을 추정하는 원리를 나타낸 것이다. 이런 과정을 통하여 추정된 회귀선의 기울기 정보를 검색에 이용한다. 여기서, NxN으로 분할된 이미지의 추정된 회귀선에서 기울기 정보를 이용하여 특징벡터를 생성하면 모두 N^2 차원의 특징벡터가 생성되며 이를 비교하여 유사 이미지 검색을 하게 된다.

		1	1						
1	1	1	1						
				1	1	1			
						1	1		
							1		
							1	1	
							1	1	
							1	1	
							1	1	

(a) 부 이미지의 Edge 정보



(b) X-Y 좌표계로의 변환된 Edge 정보의 회귀 추정

(그림 1) 부 이미지의 Edge 정보와 회귀선

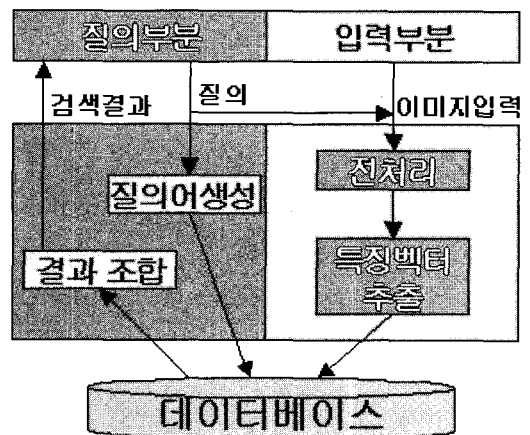
V. 내용 기반 이미지 검색 시스템 구현

4.1 시스템의 구성

내용 기반 이미지 검색 시스템의 전체적인 구성은 크게 새로운 이미지를 입력하여 특징벡터를 추출하여 이를 데이터베이스 저장하는 부분과 질의 이미지를 입력하여 유사한 이미지를 검색하는 부분의 두 부분으로 나뉜다.

특징벡터를 추출하여 입력하는 부분은 이미지 데이터베이스를 구축하는 과정으로 저장된 이미지에서 여러 가지 검색 기법에서 쓰이길 될 특징벡터를 추출하여 이미지의 정보와 함께 저장된다.

질의를 하는 부분은 사용자 접근의 편의를 위하여 웹 환경에서 구현을 하였으며, 웹과 데이터베이스 연동을 위하여 Java Servlet과 JDBC를 이용하였다. 그림 2는 시스템의 전체적인 구성이고, 표 1은 시스템에서 구현한 검색 기법의 종류이다.



(그림 2) 시스템 구성도

〈표 1〉 검색 기법의 종류

기 법	분 할	차 원
히스토그램의 다항회귀(A)	하지 않음	5
Gray Level의 평균(B)	3x3, 4x4	9, 16
Gray Level의 빈도수(C)	3x3, 4x4	9, 16
외곽선(Edge) 비율(D)	4x4, 10x10	16, 100
외곽선 비율의 다항회귀(E)	하지 않음	4
위치 및 모양 정보(F)	2x2, 3x3, 4x4	4, 9, 16

4.2 유사도 측정

유사도를 측정하기 위한 방법으로는 한 가지의 검색 기법으로 검색을 할 경우에는 유클리드 공간에서의 거리를 계산하는 유클리드 거리를 이용하여 유사정도를 판단하였고, 두 가지 이상의 검색 방법을 혼합하여 사용한 경우에는 서로 다른 특징 벡터의 수와 단위를 사용하므로 단순히 유클리드를 거리를 이용하여 유사도를 측정할 수 없다.

따라서 각각의 기법별로 유클리드 거리를 이용하여 유사도를 부여하여 순위를 매긴 후, 순위를 기준으로 점수를 부여한다. 각 기법별로 부여된 점수를 합하여 가장 높은 점수를 얻은 이미지 순으로 결과로 보여준다.

N차원의 특징벡터 사이의 유클리드 거리 D는 식 (2)와 같이 구할 수 있다. Q는 질의 이미지의 특징벡터이고 S는 데이터베이스에 저장된 이미지의 특징벡터이다.

$$D = \sqrt{\sum_{i=1}^N (Q_i - S_i)^2} \quad (2)$$

v. 성능 평가

5.1 평가 방법

사용자가 질의를 하는 방법은 크게 두 가지로

나누어 볼 수 있다. 첫째는 사용자가 직접 간단한 스케치를 하여 질의를 하는 방법[3]과, 두 번째는 미리 만들어 놓은 예시 이미지를 이용하는 QBE(Query by Example) 방법이 있다[2].

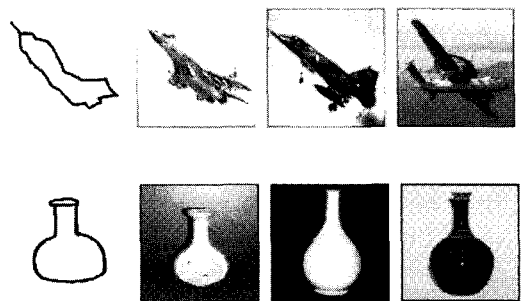
본 논문에서는 테스트와 성능 평가를 위하여 모두 5가지의 이미지 집합을 사용하였으며, 이미지 집합과 각 집합에 속한 이미지의 수는 표 2와 같다.

〈표 2〉 이미지 집합과 이미지의 수

집합	새	비행기	자동차	도자기	물고기
수	111	134	221	139	98

사용자 스케치에 의한 검색은 사용자의 스케치가 색상보다는 개체의 외곽선과 같은 모양정보에 의존하는 경우가 많으므로 본 논문에서 제안하는 방법이 기존의 색상 정보를 이용하는 기법이나 외곽선의 비율을 이용하는 방법보다 효율적임을 검색 결과로부터 알 수 있다.

그림 3은 사용자의 스케치에 의한 검색 결과를 보여준다. 맨 앞의 이미지가 질의 이미지이고 오른쪽으로 검색 결과 이미지 중에서 상위 3개의 이미지를 보여준다.



(그림 3) 사용자 스케치에 의한 질의 결과

5.2 검색 효율

본 논문에서는 이미지 데이터로써 새, 비행기, 자동차, 도자기, 물고기 등 5종류의 이미지 집합을 사용하였다. 검색 효율의 측정을 위한 평가기준은 Recall과 Precision이 주로 이용된다. Recall은 질의 이미지와 유사한 이미지집합 중에서 몇 개의 이미지가 결과로 검색되었는지를 나타내는 값이고, Precision은 검색된 후보이미지 집합에서 질의 이미지와 유사한 이미지가 얼마나 검색되었는지를 나타내는 값이다.

$$Recall = \frac{correct}{correct + miss} \quad (3)$$

$$Precision = \frac{correct}{correct + false} \quad (4)$$

Recall 값을 측정하기 위해서는 전체 이미지 데이터베이스에 대하여 일일이 유사한 이미지의 집합을 설정해야 하는 단점이 있기 때문에 본 논문에서는 Precision 방법을 이용하여 검색 효율을 측정하였다.

측정은 5개의 이미지 집합에서 각각 30개의 이미지를 무작위 추출하여 표 1에 제시된 11개의 검색 기법에 대해서 실시하였다. 표 3은 각 이미지 집합별로 각각의 검색 기법의 검색 효율을 나타낸다.

표 3에서 보는 바와 같이 '자동차' 이미지 집합에서는 외곽선 비율을 이용한 기법이 좋은 성능을 보이지만 다른 이미지 집합에 대해서는 본 논문에서 제안하는 모양 정보의 단순 회귀에 의한 특징벡터 추출 기법이 보다 효율적인 성능을 보임을 알 수 있다.

또한 외곽선 비율을 이용한 기법에서 10x10의 분할을 함으로써 생기는 100차원의 고차원의 특징벡터를 4차원의 특징벡터로 줄인 외곽선 비율의 다항 회귀에 의한 특징벡터의 추출기법은 본래의

외곽선 비율을 이용하는 기법보다 다소 성능이 떨어지지만 다차원 색인 기법을 통한 검색 시 검색의 속도 면에서 생기는 이점을 감안한다면 감수할 만한 수준이다.

<표 3> 이미지 집합별 검색 기법의 검색 효율

집합 기법	새	자동차	물고기	비행기	도자기	전체
A기법	0.578	0.704	0.446	0.610	0.417	0.551
B기법3x3	0.689	0.609	0.644	0.588	0.494	0.605
B기법4x4	0.702	0.584	0.638	0.542	0.560	0.605
C기법3x3	0.626	0.561	0.430	0.587	0.481	0.537
C기법4x4	0.609	0.528	0.509	0.577	0.574	0.559
D기법4x4	0.536	0.851	0.517	0.616	0.626	0.629
D기법10x10	0.505	0.768	0.630	0.476	0.714	0.619
E기법	0.539	0.564	0.563	0.660	0.517	0.569
F기법2x2	0.775	0.705	0.516	0.659	0.681	0.667
F기법3x3	0.631	0.773	0.572	0.684	0.669	0.666
F기법3x3	0.592	0.774	0.661	0.661	0.604	0.658

V. 결 론

정보 검색은 수많은 정보 속에서 원하는 정보를 빠르게 정확하게 검색을 해야 한다. 특히, 이미지 검색은 텍스트 기반의 검색과는 달리 이미지의 내용에 기반 한 검색이 필요하다. 따라서 이미지 검색에 있어서 가장 중요한 것은 이미지의 특징을 표현할 수 있는 정보를 얼마나 잘 찾느냐 하는 것이다.

이미지를 표현할 수 있는 정보로는 색상, 모양, 질감 등의 정보를 들 수 있다. 이러한 정보들을 이용하여 많은 기법들이 제안되었지만 여러 가지 문제점들을 내포하고 있다.

정확한 검색을 위해서는 이미지로부터 많은 정보를 얻어야 하며 그럼으로써 생기는 단점은 검색

의 속도가 느려진다는 점이다. 기존 연구들의 대부분은 검색의 효율과 검색 속도를 동시에 고려하지 못하고 따로 연구되어져 왔다.

검색 속도 개선을 위한 연구들의 결과를 보면 검색에 이용되는 특징벡터의 수가 20차원이상으로 높아질 경우 검색의 속도가 지수 적으로 감소한다는 점을 알 수 있다. 따라서 본 논문에서는 적은 특징벡터로 효율적인 검색이 가능한 모양 정보의 단순 회귀에 의한 특징벡터 추출 기법을 제안하고, 그 효율성을 성능 평가를 통하여 확인하였다.

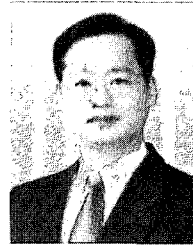
또한 부득이 특징벡터의 수가 20차 이상의 고차원으로 늘어날 경우 이를 다 항 회귀를 통하여 저차원으로 변환하는 기법을 제안하였다. 이런 차원의 감소 과정에서 생기는 정보의 손실로 인하여 검색의 효율이 다소 떨어지지만 감수할만한 수준에 그침으로써 특징벡터의 고차원화를 근본적으로 해결하였다.

참고문헌

- [1] C. Faloutsos, W. Equitz, M. Flickner, W. Niblack, D. Petkovic and R. Barber, "Efficient and effective querying by image content," *Journal of Intelligent Information System*, Vol. 3, 1994.
- [2] K. Hirate and T. Kato, "Query by Visual Example," *Extending Database Technology*, 1992.
- [3] K. Hirate and T. Kato, "Rough Sketch-Based Image Information Retrieval," *NEC Res. & Develop.*, Vol. 34, No. 2, 1993.
- [4] T. S. Chua, S. K. Lim and H. K. Pung, "Content-based Retrieval of Segmented Images," *ACM Multimedia*, 1994.
- [5] C. Faloutsos, "Fast Searching by Content in Multimedia Databases," *IEEE Tans. on Knowledge and Data Engineering*, Vol. 18, No. 4, 1995.
- [6] M. J. Swain and D. H. Ballard, "Color Indexing," *International Journal of Computer Vision*, Vol. 7, No. 1, 1991.
- [7] M. H Yang and N. Ahuja, "Gaussian Mixture Model for Human Skin Color and Its Applications in Image and Video Databases," *SPIE Conference on Storage and Retrieval for Image and Video Databases VII*, Jan. 1999.
- [8] G. Pass, R. Zabih and J. Miller, "Comparing Images Using Color Coherence Vectors," *Prof. of ACM Conference on Multimedia*, 1996.
- [9] 이상윤, 최병욱, "색상 특징 정보를 이용한 웹 이미지 검색," *대한전자공학회 멀티미디어 연구회 논문집*, 1999년.
- [10] J. R. Smith and S. F. Chang, "Visually Searching the Web for Content," *IEEE Multimedia Magazine*, Vol. 4, No. 3, 1997.
- [11] A. Pentland, R. Picard and S. Sclaroff, "Photobook: Tools for Content-Based Manipulation of Imaged Database," *SPIE Storage and Retrieval*

of Image & Database II, Feb 1994.

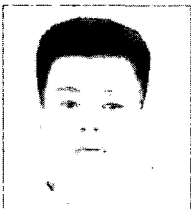
- [12] J. R. Smith and S. F. Chang, "Querying by Color Regions using the VisualSEEK Content-Based Visual Query System," In M. T. Maybury, editor, Intelligent multimedia Information Retrieval. IJCAI, 1997.
- [13] C. E. Jacobs, A. Finkelstein, and D. H. Salesin, "Fast Multiresolution Image Query," ACM SIGGRAPH, New York, 1995.
- [14] 정원일, 구정현, 최기호, "윤곽과 선분을 이용한 내용기반 화상정보 검색시스템의 구현," 한국정보처리학회 논문지, 1996년 5월.
- [15] S. K. Chang, Q. Y. Shi and C. W. Yan, "Iconic Indexing by 2D String", IEEE Trans. on Pattern Analysis, Mar. 1987.
- [16] 양형정, 양재동, 이윤준, 허대영, "트리플 기반 이미지 색인을 이용한 개념 기반 이미지 검색," 한국정보과학회 춘계 종합학술대회 논문집, 한국정보과학회, 1998년.



최 황 규

1984.2 경북대학교 전자공학과(공학사)
 1986.2 KAIST 전기및전자 공학과(공학석사)
 1989.8 KAIST 전기및전자공학과(공학박사)

1994.7~1995.7 Univ. of Florida 방문교수
 1999.3~2001.2 강원대학교 전자계산소장
 1990.3~현재 강원대학교 전기전자정보통신학부 교수
 관심분야 : 데이터베이스 시스템, 멀티미디어 시스템, 병렬 I/O 시스템 등



송 춘 규

1999.2 강원대학교 통계학과(이학사)
 2001.2 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과(공학석사)

2001.3 ~ 현재 (주)심마니 근무
 관심분야: 데이터베이스시스템, 정보검색시스템, 멀티미디어 시스템 등