

## 퍼지 적분을 이용한 내용기반 영상 검색

# Content-based Image Retrieval using Fuzzy Integral

김동우\* · 송영준\*\*

Dong-Woo Kim and Young-Jun Song

\* 충북대학교 전기전자컴퓨터공학부 영상통신연구실

\*\* 충북대학교 전기전자컴퓨터공학부 & BITRC

### 요 약

멀티미디어 시대의 도래와 함께 영상 정보의 관리리는 중요한 분야로 자리 잡았고, 이러한 영상 정보의 체계적인 관리에 효과적인 내용기반 영상 검색 시스템이 등장하였다. 본 논문은 기존의 컬러 히스토그램 방식의 단점인 공간 정보의 부재로 인한 문제점을 특징들의 영역을 할당하여 보완하고, 질감 정보와 모양 정보를 추가하여 정확율을 높인다. 또한 기존의 다중 특징을 사용하는 방법들은 가중치를 수동으로 설정하여 검색 과정이 복잡한 단점이 있다. 우리는 이러한 문제점을 퍼지 적분 가중치 할당 유사도 비교 방법으로 보완하여 가중치를 자동으로 설정하게 한다. 컬러 영상1,000개에 대해 실험한 결과, 퍼지 적분을 사용한 제안 방법이 기존의 방법보다 정확율과 재현율의 측면에서 보다 우수함을 보인다.

### Abstract

The management of image information settles as an important field with the advent of multimedia age and we are in need of the effective retrieval method to manage systematically image information. This paper has complemented the problem caused by the absence of space information that is a weak point of the existing color histogram method by assigning regions of features, and raised accuracy by adding texture and shape information. And existing methods using multiple features have problems that the retrieval process is embarrassed because each weight is set up manually. So we has solved these problems by assignment of weight applying fuzzy integral. As a result of experimenting with 1,000 color images, the proposed method showed better precision and recall than the existing method.

**Key words** : CBIR, Fuzzy integral, Feature extraction, Similarity comparison, Digital contents.

## 1. 서 론

오늘날 우리는 컴퓨터 기술과 멀티미디어 정보의 발달에 힘입어 문자 정보뿐만 아니라 다양한 형태의 영상 정보를 쉽게 획득하고 저장할 수 있게 되었다. 이러한 영상 정보는 저장성이 용이해지고 사용이 급증한 반면 그 관리리는 어려워졌다. 특히 영상의 검색은 초기에 문자기반 영상 검색(text based image retrieval)[1]이 사용되었지만, 영상과 같이 다양한 형태의 데이터는 그것과 연관된 텍스트나 키워드를 사용하는 검색 방법들로는 한계가 있었다. 따라서 영상을 효과적으로 관리하기 위한 새로운 검색 방법이 필요하게 되었고, 영상 자체에서 특징을 자동으로 추출하고 검색하여 객관적이며 자동화된 영상 검색이 가능한 내용기반 영상 검색 방법(CBIR: content based image retrieval)[2]이 등장하게 되었다

내용기반 영상 검색의 중요한 문제는 특징 추출 방법과 특징의 종류이다. 또한 질의 영상과 데이터베이스내의 영상들 간의 유사도를 구하는 방법은 전체 시스템의 성능에 큰 영향을 준다. 본 논문은 색상, 질감, 모양의 시각적 특징을 추출하여 영역 특징 벡터로 병합하는 방법과, 퍼지 적분 가

중치 적용을 이용한 유사도 비교 방법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련기술로 내용기반 검색 방법과 퍼지 적분에 대하여 기술한다. 3장에서는 제안한 방법에 대하여 기술하고 4장에서는 실험결과를 살펴본다. 5장에서는 결론과 향후 과제에 대하여 논한다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 내용기반 영상 검색

Hirata와 Kato가 내용기반 영상 검색이란 용어를 처음으로 사용하면서 만든 시스템인 QVE[3]는 영상으로부터 추출한 외곽선 데이터를 검색에 이용하였으며, 그 후 내용기반 영상 검색은 영상이 가진 색상, 질감, 모양과 같은 시각적인 속성들을 대표하는 특징값을 이용하여 사용자가 원하는 영상을 쉽게 검색할 수 있도록 발전하였다.

내용기반 영상 검색 중 첫 번째 특징으로 색상 정보를 이용하여 추출하는 대표적 기법은 1991년 Swain[4] 등이 제안한 컬러 히스토그램을 이용하는 방법이다. 컬러 히스토그램은 계산이 용이하고, 카메라 위치의 작은 변화에도 강건함을 보인다. 이러한 특징으로 장면검출과 내용기반 검색과 같은 멀티미디어 응용분야에서 사용되나 다른 공간적 컬러 분포를 가지는 영상도 같은 컬러 히스토그램을 가질 수 있다는 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해 Pass[5] 등이

접수일자 : 2006년 2월 22일

완료일자 : 2006년 4월 7일

감사의 글 : 이 논문은 2005년도 교육인적자원부 지방연구중심대학 육성사업의 지원에 의하여 연구되었음

CCV(color coherence vector)를 제안하였다. CCV는 컬러 정보의 지역적 특성을 고려한다는 장점이 있지만 계산량이 많아 시간이 많이 소요되는 단점이 있다.

두 번째 특징으로 질감을 사용하는 방법은 컬러나 명암도의 존재만으로 산출되지 않는 유사 성질을 가지는 시각적 패턴이며 실질적인 모든 표면들의 고유한 성질이다. 질감 특징은 주파수 변환영역을 이용하며 Wu[6] 등은 DCT(discrete cosine transform)을 이용하여 구현이 간단하면서 MPEG과 연계하기 쉬운 내용기반 검색 방법을 제안하였다. Yuan[7] 등은 wavelet를 이용하는 방법을 제안하였다.

세 번째 특징으로 모양을 이용하는 방법은 모양을 표현하는 방법의 어려움으로 인해 색상이나 질감보다는 이용이 제한되어 있다. 따라서 Jain[8] 등은 트레이드마크나 로고 검색과 같은 한정된 응용에서 주로 사용되는 검색 기법을 제안하였다.

현재는 3가지 특징을 하나씩 사용하기보다는 2,3가지의 특징을 혼용하여 사용하는 방법[9]과 신경망을 사용하는 방법[10]이 제안되고 있다.

### 2.2 퍼지 적분

Zadeh[11]에 의해 1965년 제안된 퍼지 집합은 인간의 사고나 판단의 과정에 있어 주관적인 퍼지니스(fuzziness)를 정량적으로 취급하기 위한 것으로 보통의 집합은 그 집합에 속하는지 아닌지 확실히 판단될 수 있는 대상물만을 모으고 있으나 퍼지 집합은 그것에 속하는지 그렇지 않은지가 판단될 수 있는 기준이 명확하게 정해지지 않은 대상으로 이루어진 집단을 논의 대상으로 하는 것이다.

퍼지 측도와 퍼지 적분은 1972년 Sugeno[12]에 의해 제안된 수학적 개념으로 1+1이 2가 아닌 경우의 현상을 취급하는 도구이다. 퍼지 측도와 퍼지 적분의 개념이 평가에 이용되는 데는 평가 대상과 평가자에 대한 두 가지 관점에서의 애매함 때문이다. 즉, 평가 대상이 갖는 성질의 애매함과 평가자가 갖는 평가척도의 애매함이다. 퍼지 평가는 일반적인 가법적 방법을 비가법적인 방법으로 완회시킨 퍼지 평가 방법을 통하여 이러한 애매함의 한계를 극복하고자 하는 것이다.

퍼지 적분의 전체적인 알고리즘은 아래와 같이 크게 4단계를 거쳐서 계산하게 된다.

**단계1.** 유한집합  $X = \{x_i \mid i=1, 2, \dots, n\}$ 에 대한 멱집합의 원소  $H \in P(X)$ 가  $X$ 에 기여하는 정도(퍼지 측도)  $g(H)$ 를 결정.

**단계2.** 각 평가 항목에 대한 평가 값을 크기 순으로 나열, 즉  $h(x_1) \leq h(x_2) \leq \dots \leq h(x_n)$ .

**단계3.** 재배열된  $x_i$ 들에 대하여  $H_i = \{x_j \mid k=i, i+1, \dots, n\}$ 를 구하고,  $g(H_i)$ 를 설정.

**단계4.** 각  $i$ 에 대해 식 (1)으로 퍼지 적분 값 계산.

$$\int h(x) dg = \max_{i=1}^n [\min \{h(x_i), g(H_i)\}] \quad (1)$$

## 3. 제안 방법

그림 1은 제안한 방법의 전체적인 구성도이다.

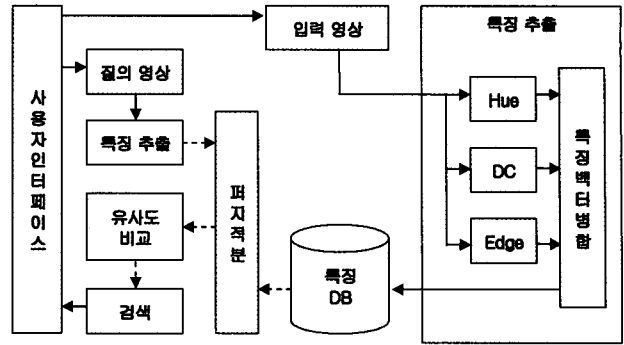


그림 1. 제안 방법의 구성도.

Fig. 1. The diagram of proposed method.

### 3.1 특징 영역 추출

제안 방법은 전처리 단계로 영역을 설정하기 위해 256×256 크기의 영상으로 정규화한다. 정규화된 영상은 색상 정보만으로는 표현하기 힘든 공간 정보를 얻기 위해 N개의 영역으로 분할한다. 실험에서는 64×64 크기로 영역을 나눈다. 이 경우 영역의 개수인 N은 16이 된다. 제안 방법의 중요한 세 가지 특징은 영상을 검색하기 위한 색조(hue) 성분의 히스토그램, DCT의 변환 계수, 그리고 윤곽선 히스토그램이다. 이 세 가지 특징을 얻기 위해 영상은 HSV로 변환한 것과 흑백 영상으로 변환한 것 두 가지를 따로 만든다. 그 결과 HSV 색상 공간의 영상과 256단계의 흑백 영상을 각각 얻는다.

영상에서 추출한 양자화된 컬러 히스토그램은  $p_i$ 를 각 양자화 단계에 전체 히스토그램의 비율로 구한다. 이렇게 얻어진 색상 정보  $p_i$ 를 가지고 벡터 형식으로 표현한다. 각 영역별로 구하면 RCFV(Region Color Feature Vector)가 되고, 영역 번호를  $r_k$ , 히스토그램 비율을  $p_i$ 라 하면 식 (2)와 같이 표현된다.

$$RCFV = [r_k, p_i], \quad (k=1, 2, \dots, N, \quad i=1, 2, \dots, M) \quad (2)$$

여기서 M은 양자화 색상 단계를 나타낸다. N은 영상의 영역을 나눈 블록의 총 수를 나타낸다. 본 논문에서 M은 12, N은 16이다.

전처리 과정을 거친 흑백 영상은 각 영역별로 DCT 변환을 하며 변환한 정보 중에 영상의 정보는 대부분 저주파 영역, 즉 DC에 물리게 되고 각 영역에서 한 개의 DC 계수를 얻을 수 있다. 또한 각 AC 계수는 수평 방향, 수직 방향, 대각선 방향의 정보를 가지며, 모든 AC를 다 이용하면 계산량이 많아지므로 이를 줄이기 위해 각 방향 성분으로만 AC 계수를 재구성한다. 제안 방법에서 각 영역은 64×64 크기이므로 8×8 블록으로 DCT 변환을 한 경우 64개의 DC 계수와 통합된 AC 계수를 얻을 수 있다. 얻어진 계수들은 영역별 특징 벡터로 사용하기 위해 DC와 통합된 AC 계수 각각의 평균을  $d_k, a_{kj}$ 라 하고, 질감 특징으로 사용한다. 얻어진 질감 특징은 RTFV(Region Texture Feature Vector)라 하고, 영역 번호를  $r_k$ , DC 값을  $d_k$ , 수평, 수직, 대각선, 나머지 AC 계수의 평균을  $a_{kj}$ 라 하면 식 (3)과 같이 벡터 형식으로 표현된다.

$$RTFV = [r_k, d_k, a_{kj}], \quad (k=1, 2, \dots, N, \quad j=1, 2, 3, 4) \quad (3)$$

윤곽선 영상이 검출되면 윤곽선 화소를 선정한다. 윤곽선 화소는 중요 윤곽선만 검출하기 위하여 밝기의 중앙값인 128

보다 큰 화소만으로 선정한다. 선정된 윤곽선 화소는 세세한 윤곽선들을 제외시키기 위해 연속으로 3번 이어져야 윤곽선으로 인정한다. 윤곽선 히스토그램은 얻어진 윤곽선 정보를 이용하여 만든다. 영상에서 추출한 각 윤곽선 히스토그램은 영역별로 구하고, 모양 특징으로 사용한다. 얻어진 영역별 윤곽선 히스토그램은 RSFV(Region Shape Feature Vector)라 하고, 영역 번호를 rk, 영역 윤곽선 히스토그램을 ek라 하면 식 (4)와 같이 벡터 형식으로 표현된다.

$$RSFV = [r_k, e_k], \quad (k = 1, 2, \dots, N) \quad (4)$$

색상 특징 벡터, 질감 특징 벡터, 그리고 모양 특징 벡터인 RCFV, RTFV, RSFV를 구할 수 있다. 얻어진 각각의 특징 벡터는 같은 크기의 영역을 이용하게 되면 병합될 수 있다. 즉 각 영역에 색상, 모양, 그리고 질감을 병합하여 정확율을 높일 수 있다. RCFV, RSFV, RTFV를 병합한 것은 RFV(Region Feature Vector)라 하고, 식 (5)와 같이 표현된다.

$$RFV = [r_k, p_i, d_k, a_{kj}, e_k] \quad (5)$$

얻어진 RFV는 16개 각 영역별로 양자화 12단계에 따른 색상 특징 각 12개, 질감 특징 5개, 모양 특징 1개를 가지게 된다.

### 3.2 퍼지 적분 유사도 비교

유사도 측정은 다양한 방법이 제안되고 있다. 그 중에서 본 논문은 계산량이 적은 히스토그램 교차 함수를 사용하였다. 이 때 여러 개의 특징을 사용하는 경우 각 특징의 가중치를 임의로 고정하거나 수동으로 가중치를 설정하는 단점이 있다. 따라서 가중치 설정을 퍼지 적분을 이용하여 설정하면 검색의 효율이 좋아진다.

제안 방법에서 퍼지 측도는 항목  $X = \{x_1, x_2, x_3\}$ 로 정하고, 여기서  $x_1$ 은 색상,  $x_2$ 는 질감,  $x_3$ 은 모양 특징으로 설정한다. 각 항목에 대한 멱집합 H는  $\Phi, \{x_1\}, \{x_2\}, \{x_3\}, \{x_1, x_2\}, \{x_1, x_3\}, \{x_2, x_3\}, \{x_1, x_2, x_3\}$ 이다. 이때 각 집합에 대한 퍼지 측도  $g(H)$ 는 멱집합으로 선택된 방법을 사용하여 임의의 30개 영상을 10순위까지 검색하였을 때의 정확율이다.

가중치 적용은 데이터베이스 영상과 질의 영상 각각에 퍼지 측도를 이용하여 적용한다. 선택된 퍼지 측도가 한 개인 경우 정규화된 측도  $Nx_i$ 는 측도를  $x_i$ 라 할 때 식 (6)과 같다. 그리고 퍼지 측도에 적용된 가중치  $Wx_i$ 는 선택된 측도를  $x_m$ 이라고 할 때 식 (7)과 같다.

$$Nx_i = \frac{x_i}{\sum_{i \in \{1,2,3\}} x_i} \quad (6)$$

$$Wx_i = \begin{cases} Nx_i + (Nx_m \times Nx_m), & x_i = x_m \\ Nx_i - \left( Nx_m \times Nx_m \times \frac{Nx_i}{\sum_{i \in \{1,2,3\}} Nx_i} \right), & x_i \neq x_m \end{cases} \quad (7)$$

각 특징의 가중치는 표 1의 퍼지 측도를 이용하여 식 (6)과 식 (7)에 대입하면 표 2와 같다.

표 1. 퍼지 측도들.

Table 1. Fuzzy measures.

H	g(H)
$\Phi$	0.00
색상{x1}	0.80
질감{x2}	0.35
모양{x3}	0.20
색상, 질감{x1,x2}	0.92
색상, 모양{x1,x3}	0.85
질감, 모양{x2,x3}	0.43
색상, 모양, 질감{x1,x2,x3}	1

표 2. 특징들의 가중치.

Table 2. The weighting value of features.

선택된 측도	색상	질감	모양
$x_1$	0.96	0.03	0.01
$x_2$	0.56	0.32	0.12
$x_3$	0.59	0.25	0.16
$x_1, x_2$	0.48	0.43	0.09
$x_1, x_3$	0.60	0.14	0.26
$x_2, x_3$	0.39	0.41	0.20

결과적으로 최종 유사도는 원래의 유사도에 가중치를 곱하여 합한 것이 되고, 식 (8)과 같다.

$$\sum_{i=1}^3 x_i \times W x_i \quad (8)$$

## 4. 시뮬레이션 및 결과 고찰

본 논문에서는 1,000장의 자연 영상에 대하여 제안한 내용기반 영상 검색 시스템의 성능을 평가한다. 총 1,000장의 영상들은 각 100개씩 10개의 부류(group)로 나누고, 같은 부류의 영상은 서로 유사한 영상들로 구성되어 있다. 각 영상은 256×384 크기 혹은 384×256 크기의 24bit 컬러 jpeg 형식이며, 이 영상들은 내용기반 영상 검색에서 자주 사용되는 영상들이다[13].

본 논문에서 시스템의 효율성을 평가하기 위한 방법으로 정확율과 재현율을 사용하였다. 정확율과 재현율은 영상 검색 시스템의 효율성을 평가하기 위한 방법으로 다음과 같다. 먼저 영상 검색을 위하여 시스템에 질의를 하면, 시스템은 순위를 부여하여 영상을 검색한다. 검색된 영상 중에서 주어진 질의와 관련된 영상 수를 T라 하고, 검색한 항목의 총 수를 Tr, 검색된 항목 중 질의와 유사한 항목의 수를 Rr이라고 할 때 정확율은 식 (9)와 같고, 재현율은 식 (10)과 같다.

$$\text{precision} = \frac{Rr}{Tr} \quad (9)$$

$$\text{recall} = \frac{Rr}{T} \quad (10)$$

여기서  $T_r$ 은 범위(scope)라고도 하며  $T_r$ 이 커지면 검색된 영상의 수가 증가하여  $Rr$ 도 커진다. 일반적으로  $T_r$ 이 커지면 정확율은 낮아지고 재현율은 높아진다. 본 논문에서  $T$ 는 100이다. 그림 2는 제안 방법으로 구현한 프로그램의 검색 예이다.

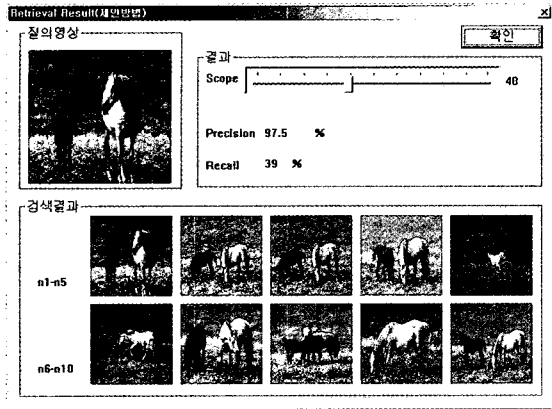


그림 2. 제안 방법의 프로그램 예.  
Fig. 2. The example of proposed method program.

그림 3은 빨간색 버스 영상을 질의해서 색상, 질감, 모양 특징을 사용한 Park[14]의 방법과 비교한 검색 결과이다. 본 실험에 사용한 영상 부류 중 빨간색 꽃 영상과 색상 정보가 유사한 부분이 많아 정확율이 떨어지게 된다.

그림 3 (a)는 Park의 방법으로 8순위에서 특징 가중치를 일정하게 정하여 색상 위주로 검색하여 잘못된 영상을 검출하였다. 그림 3 (b)는 제안한 방법으로 퍼지 적분 가중치 적용으로 색상, 질감, 모양 특징 중에서 색상 정보의 가중치를 줄이고 모양 정보의 가중치를 늘려 오류를 줄였다. 따라서 10개 순위 모두에서 같은 부류의 영상을 검색하였다.



(a) Park의 방법 결과.  
(a) The result of Park's method.

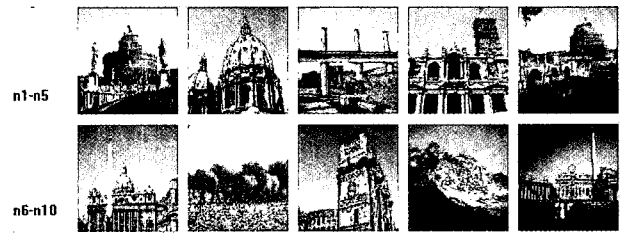


(b) 제안 방법 결과.  
(b) The result of proposed method.

그림 3. 검색 결과(버스).  
Fig. 3. The result of retrieval(bus)

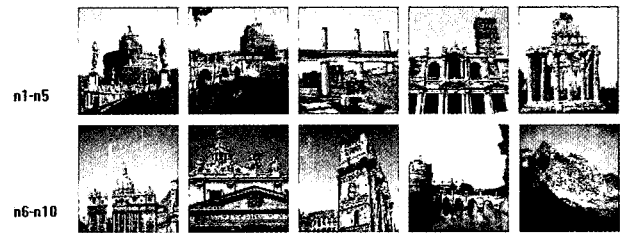
그림 4는 검색이 어려운 부류인 유적지 영상을 질의해서 Park의 방법과 비교한 검색 결과이다. 유적지 영상은 검색이 비교적 어려운 영상이지만 유적지의 대부분이 건물이기 때문에 모양 정보를 잘 활용하면 색상만으로 검색하기 어려운 문제점을 개선할 수 있다. 본 실험에서는 유적지 영상은 산 영상과 해변 영상을 주로 잘못 검색하였다.

각 방법의 검색 결과를 보면 그림 4 (a)는 Park의 방법으로 색상, 질감, 모양 정보를 고정된 비율의 가중치로 검색하여 7순위, 9순위에서 각각 코끼리, 산 영상을 잘못 검색하였다. 그림 4 (b)는 제안 방법으로 색상 정보와 함께 모양 정보를 가중치 적용하여 Park 방법 보다는 검색의 결과가 좋다. 제안 방법은 10순위에서 산 영상을 잘못 검색하였다. 따라서 정확율 면에서 제안한 방법이 우수하다.



(a) Park의 방법 결과.

(a) The result of Park's method.



(b) 제안 방법 결과.

(b) The result of proposed method.

그림 4. 검색 결과(유적지).

Fig. 4. The result of retrieval(ruins)

그림 5는 버스 영상의 재현율 대 정확율의 비율을 나타낸다. 전반적으로 제안 방법과 Park의 방법은 비슷한 검색율을 나타낸다. 또한 Park의 방법은 재현율이 낮은 초반부에서 제안한 방법보다 약간 좋은 구간이 있다. 이 부분은 버스 영상 중 빨간색이 주를 이루는 유사 영상이 20개 정도 분포하기

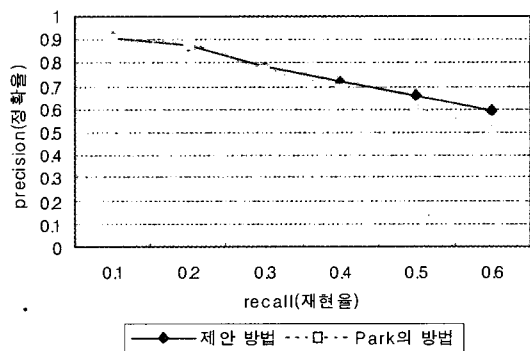


그림 5. 재현율 vs 정확율(버스)  
Fig. 5. recall vs precision(bus)

때문이다. 즉 초반 상위 순위에서는 색상과 질감 정보의 고정비로 색상 위주의 검색을 하여도 좋은 정확율이 나온다. 반면 제안 방법은 유사한 영상에 대하여 퍼지 적분 가중치를 적용함으로써, 색상과 질감, 모양 정보의 비율을 적용하는 부분에서 색상 정보의 가중치가 줄어든다. 따라서 초반에는 고정 방식의 검색이 검색율이 좋을 수 있으나 전체적으로는 제안한 방법이 더 좋은 결과를 보인다.

그림 6은 유적지 영상의 재현율과 정확율 구하여 그래프로 나타낸 것이다. 유적지 영상은 객체가 복잡하지만 배경이 하늘색이 주를 이루는 영상이 많이 분포되어 배경 색상 정보를 활용하여 정확율을 높일 수 있다. 그러나 객체의 크기나 색상 등의 차이가 커 전반적으로 검색하기 어렵다. 또한 비슷한 부류의 영상수도 적어 재현율이 높아지면 정확율은 급격히 떨어진다. 즉, 유적지 영상은 버스 영상과는 다른 경향을 보인다. 버스 영상은 색상의 영향이 커서 Park의 방법으로도 어느 정도 정확율이 나왔다. 그러나 유적지 영상은 배경의 색상이 유사하나 다른 부류인 산이나 해변 영상과 비슷하여 오히려 검색하기 어렵다. 그러므로 정확율은 검색 특징의 가중치를 고정시키지 않고, 퍼지 적분 가중치를 적용하여 높일 수 있다. 따라서 질감과 모양 정보를 적용적으로 활용하는 제안 방법이 기존 방법에 비하여 좋은 성능을 보인다.

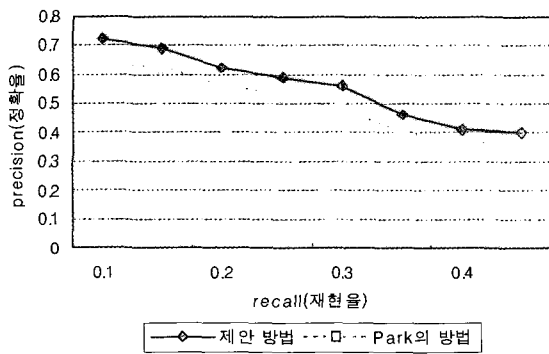


그림 6. 재현율 vs 정확율(유적지)  
Fig. 6. recall vs precision(ruins)

### 5. 결 론

내용기반 영상 검색 시스템에서 가장 중요한 부분은 영상의 자체 정보인 색상, 질감, 모양과 같은 특징을 추출하고 저장하는 과정과 특징을 이용하여 영상간의 유사도를 계산하여 결과를 산출하는 과정이다. 이러한 영상의 특징을 추출하는 대표적인 방법으로 컬러 히스토그램 방법이 있다. 그러나 이 방법은 공간적인 정보가 부족한 점과 양자화 오류로 인한 정확율이 떨어지는 단점이 있다. 이러한 단점을 개선한 방법으로 Park의 방법이 제안되어 공간 정보가 부족한 부분과 양자화 오류 부분을 개선하고, 질감 정보와 모양정보를 추가로 추출하여 정확율을 높였다. 그러나 이러한 방법들은 여러 개의 특징을 추출하여 유사도를 비교하는 부분에 있어 제안자의 주관적인 판단으로 특징들의 가중치를 주거나, 수동으로 가중치를 설정한다.

본 논문에서는 앞서 기술한 기존의 방법들의 단점을 극복하고자 기존의 방법들의 단점인 공간 정보를 고려하지 않아 발생하는 문제점을 해결하기 위한 방법으로 영역을 나누어

색상 특징을 추출하고, 추가 정보인 질감, 모양 특징을 추출하여 병합하는 방법과 각 특징의 가중치를 설정하기 위한 퍼지 적분을 이용한 방법을 제안한다.

본 논문에서 제안한 영역 특징 벡터 추출 병합 방법 및 퍼지 적분을 이용한 가중치 유사도 검색 방법을 이용하여, 컬러 영상 1,000개를 실험한 결과 객관적인 성능인 정확율과 재현율이 기존의 방법들 보다 우수하였다.

향후 연구과제는 색상 특징에만 검색 비중이 높은 부분을 개선하여 질감과 모양 정보 특징을 보다 정확하게 활용하여야 한다. 이렇게 되면 퍼지 적분을 이용한 가중치 적용이 보다 용이해질 것이다. 또한 퍼지 적분의 퍼지 측도는 영상에 따라 실험에 의해 수동으로 설정하였는데 이 부분을 자동으로 설정하는 부분에 대한 연구가 있어야 한다.

### 참 고 문 헌

- [1] S. K. Chang, C. W. Yan, D. C. Dimitroff, and T. Arndt, "An intelligent image database system," *IEEE Trans. Software Eng.*, Vol. 14, No. 5, pp. 681-688, 1988.
- [2] S. K. Saha, A. K. Das, and B. Chanda, "CBIR using perception based texture and colour measures," *Proceedings of Pattern Recognition ICPR 2004*, Vol. 2, pp. 985-988, 2004.
- [3] K. Hirata and T. Kato, "Query by visual example," *Proceedings of EDBT Conference*, pp. 56-71, 1992.
- [4] M. J. Swain and D. H. Ballard, "Color indexing," *International Journal of Computer Vision*, Vol. 7, No. 1, pp. 11-32, 1991.
- [5] G. Pass, R. Zabih, and J. Miler, "Comparing images using color coherence vectors," *Proceedings of ACM Conference on Multimedia*, pp. 65-73, 1996.
- [6] Y. G. Wu and J. H. Liu, "Image Indexing in DCT Domain," *Proceedings of ICITA 2005*, Vol. 2, pp. 401-406, 2005.
- [7] H. Yuan, X. P. Zhang, L. Guan, "A statistical approach for image feature extraction in the wavelet domain", *Proceedings of IEEE CCECE 2003*, Vol. 2, pp. 1159-1162, 2003.
- [8] A. K. Jain and A. Vailaya. "Shape-based retrieval: A case study with trademark image databases," *Pattern Recognition*, Vol. 31, No. 9, pp. 1369-1390, 1998.
- [9] L. Besson, A. D. Costa, E. Leclercq, and M. N. Terrasse, "A CBIR -framework- using both syntactical and semantical information for image description," *Proceedings of Database Engineering and Applications Symposium 2003*, pp. 385-390, 2003.
- [10] J. H. Han, D. S. Huang, T. M. Lok, and M. R. Lyu, "A novel image retrieval system based on BP neural network," *Proceedings of IJCNN2005*, Vol. 4, pp. 2561-2564, 2005.
- [11] L. A. Zadeh, "Fuzzy sets," *Information and con-*

- trol, Vol. 8, pp. 89-102, 1965.
- [12] M. Sugeno, "Fuzzy Measures and Fuzzy Integrals: A Survey," in Fuzzy Automata and Decision Processes, pp. 89-102, 1977.
- [13] J. Z. Wang, J. Li, and G. 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.
- [14] W. B. Park, Y. J. Song, H. B. Kwon, and J. H. Ahn, "Visual feature extraction technique for content-based image retrieval," Journal of Korea multimedia society, Vol. 7, No. 12, pp. 1671-1679, 2004.



**송영준(Young-Jun Song)**

1994년 2월 : 충북대학교정보통신 공학과 (공학사)  
1996년 8월 : 충북대학교정보통신 공학과 (공학석사)  
2004년 8월 : 충북대학교정보통신 공학과 (공학박사)  
2005년~현재 : 충북대학교 전기전자컴퓨터 공학부 박사후연구원

관심분야 : 영상인식, 영상처리, 컴퓨터 비전, CBIR  
E-mail : songyjorg@dreamwiz.com

**저 자 소개**



**김동우(Dong-Woo Kim)**

1997년 2월 : 충북대학교정보통신 공학과 (공학사)  
2002년 2월 : 충북대학교정보통신 공학과 (공학석사)  
2006년 2월 : 충북대학교정보통신 공학과 (공학박사)

관심분야 : 내용기반검색, 멀티미디어 정보처리, 퍼지  
E-mail : dubssi@paran.com