

논문 2005-42SP-3-9

다중 질의를 위한 적응적 영상 내용 기반 검색 기법

(Adaptive Image Content-Based Retrieval Techniques for Multiple Queries)

홍 종 선*, 강 대 성**

(Jong-Sun Hong and Dae-Seong Kang)

요 약

본 최근 영상 및 멀티미디어의 시각적인 내용을 기반으로 하는 검색 방법에 관한 많은 연구들이 진행되고 있다. 내용 기반 영상 검색(content-based image retrieval)에 관한 대부분의 기존의 질의 방법은 입력 영상에 의한 질의 또는 컬러(color), 형태(shape), 특징(texture) 등과 같은 low-level 특징을 사용한다. 그러나 이러한 방법들은 비교적 사용하기 불편하고 방법이 편중되어 있어서 일반 사용자들의 다양한 질의 요구에 적합하지 못하다. 본 논문에서 제안하는 것은 내용 기반 영상 검색 시스템 하의 컬러 객체의 자동 추출과 다중 질의를 위한 레이블링 알고리즘이다. 이것은 먼저 single colorizing 알고리즘을 사용하여 영상의 영역을 단순화 시키고 제안하는 Color and Spatial based Binary tree map (CSB tree map)을 이용하여 컬러 객체를 추출한다. 그리고 제안하는 레이블링 알고리즘을 이용하여 데이터베이스의 객체들을 색인한다. 이것은 컬러와 공간 정보를 고속으로 레이블링 하고 객체의 컬러 속성과 크기 및 위치 정보를 이용하여 객체의 컬러 기반과 공간적 기반의 조합을 바탕으로 하는 사용자의 다양한 질의에 부합할 수 있는 적응성 있는 시스템을 구현한다. 본 논문에서는 "Washington" 데이터베이스를 이용한 비교 실험을 통해서 제안하는 시스템의 검색 결과의 우수함을 알 수 있었다.

Abstract

Recently there have been many efforts to support searching and browsing based on the visual content of image and multimedia data. Most existing approaches to content-based image retrieval rely on query by example or user based low-level features such as color, shape, texture. But these methods of query are not easy to use and restrict. In this paper we propose a method for automatic color object extraction and labelling to support multiple queries of content-based image retrieval system. These approaches simplify the regions within images using single colorizing algorithm and extract color object using proposed Color and Spatial based Binary tree map(CSB tree map). And by searching over a large of number of processed regions, a index for the database is created by using proposed labelling method. This allows very fast indexing of the image by color contents of the images and spatial attributes. Futhermore, information about the labelled regions, such as the color set, size, and location, enables variable multiple queries that combine both color content and spatial relationships of regions. We proved our proposed system to be high performance through experiment comparable with another algorithm using "Washington" image database.

Keywords: CBIR(Content-based Image Retrieval), Object extraction, CSB tree map (Color and Spatial based Binary tree map), single colorizing, region labelling, multiple query

I. 서 론

최근 영상의 객체 정보에 대한 관심이 증가하고 있

고, 이를 이용한 다양한 서비스를 제공하기 위한 연구가 진행 중이다. 기존에는 파일 이름, 주석, 키워드 등을 특징으로 하는 텍스트 기반의 검색이 사용자들의 접근 용이성을 이유로 사용되어 왔다. 하지만 이런 텍스트 기반의 영상 검색은 거대해져가는 데이터베이스 각각의 영상에 대한 수작업의 불편함과 엄청난 작업 시간, 동일한 영상에 대한 각기 다른 해석과 텍스트를 대표하는 적합한 키워드 선택의 어려움 등을 이유로 많은 문제점

* 학생회원, ** 정회원, 동아대학교 전자공학과
(Dept. of Electronic Eng., Dong-A University)
※ "본 과제(결과물)는 정보통신부의 정보통신기초기술 연구지원사업(정보통신연구진흥원)으로 수행한 연구 결과입니다."
접수일자: 2004년9월8일, 수정완료일: 2005년4월8일

을 가지고 있다. 이에 대한 대안으로 현재 활발하게 연구되고 있는 내용 기반 영상 검색은 영상의 색상(color), 모양(shape), 질감(texture)등의 내용적인 특징이나 속성을 이용하여 영상을 표현하고 이것을 기반으로 검색을 수행한다^{[1]-[3]}.

일반적으로 내용기반 검색에서의 질의는 사용자 스케치에 의한 방법, 입력 영상에 의한 방법, 관심 객체를 기반으로 하는 방법 등이 있으나 이러한 방법들은 스케치 등을 포함한 지나치게 복잡한 질의 인터페이스와 색상 특징으로 치우쳐 있고 상대적으로 색상과 공간적인 조합과, 관심 객체에 대하여 다양한 방법으로 질의를 원하는 사용자의 요구에 부합하지 못하고 있다. 본 논문에서 제한하는 방법은 프레임 전체의 질의 뿐 아니라 관심 객체에 대한 다양한 의미 부여와 객체의 조합을 통한 질의, 공간적 특성이 부여 가능한 입체적인 구조를 가진 시스템 구현 기법을 제안한다^{[4]-[5]}.

본 논문의 II장에서는 관심 영역을 검색 및 추출하기 위한 영상의 객체 추출에 대해서 제안하고 III장에서는 추출한 객체의 병합 및 다중 질의 시스템에 적합한 레이블링 알고리즘에 대해서 설명한다. IV장에서는 제안하는 실험 결과를 비교 분석한다. 끝으로 제 V장에서 결론과 향후 과제에 대해서 기술한다.

II. 객체 추출

본 논문에서 제안하는 single colorizing 알고리즘을 사용하여 영상을 단순화 시키고 CSB 트리맵 알고리즘을 이용하여 객체를 추출한다. 이와 같은 처리는 영상의 컬러 bin 수를 상당히 감소시켜서 검색과정 동안 처리시간을 줄여준다.

1. Single colorizing

제안하는 알고리즘은 영상을 단순화시키기 위해서 HSI 영역에서 컬러 정보를 공간적으로 국소화 시켜서 컬러 특징 공간의 차원을 줄인다. 우리는 이 알고리즘을 single colorizing 알고리즘이라고 부르기로 한다. Single colorizing 알고리즘은 전체적으로 John R. Smith와 Shih-Fu Chang이 제안한 과정을 사용하였으며^[6], HSI 영역에서의 컬러 양자화는 유사하지 않은 컬러를 같은 컬러 bin으로 맵핑하는 것을 회피하고 대체로 인간 인지학적 관점으로 영상을 구분하는데 효율이 떨어지는 밝기와 채도영상의 명암도와 채도의 허용 오차에 대한 관용을 비교적 크게 증가 시켰다. 그림 1과 같이 single

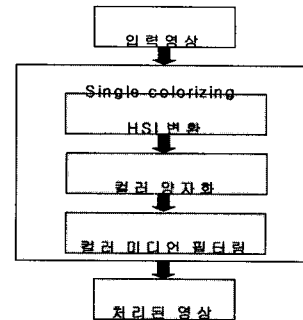


그림 1. single colorizing의 순서도

Fig. 1. Flowchart of single colorizing algorithm.

colorizing 알고리즘은 HSI 변환, 컬러 양자화, 컬러 미디언 필터링의 순서로 구성 되어 있고 자세한 내용은 다음 장에서 설명한다.

가. 컬러 영역

RGB 공간에서의 영상의 양자화는 시각적으로 불필요한 bin들을 많이 가지고 있고, RGB 영역에서 정의된 거리 함수들은 Red, Green, Blue 상호관계를 고려할 때 양자화에는 적합하지 못하다. 또 다른 컬러 영역인 CIE-LAB, CIE-LAB 그리고 Munsell과 같은 것들은 보다 시각적인 균일성을 제공한다^[7]. 일반적으로 이 영역들은 색상, 명도, 채도로 대표되는 3가지 요소로 구성되어 있다. 이와 같이 구성된 요소의 영역은 RGB 영역에서와 같이 채널 간 상호관계가 크게 영향을 미치지 않기 때문에 각각 분리된 채널에서의 컬러 영상처리에 용이하다. 그리고 이것은 영상 처리 과정중의 색상 왜곡이나 손실의 상당한 양을 줄여준다. 그러나 위와 같은 영역은 RGB 변환 또는 역변환시 비선형이기 때문에 불편한 점을 가지고 있다. 제안한 시스템에서의 영역 변환 방식은 HSI 영역이다. HSI 영역은 위와 같은 특징을 가지고 있고, 변환할 때 비선형이지만 비교적 쉽게 전환이 가능하다는 장점이 있다^{[8][9]}. RGB에서 HSI로의 변환은 식 (1)과 같다.

$$H = \begin{cases} \theta, & \text{if } B \leq G \\ 360^\circ - \theta, & \text{if } B > G, \end{cases}$$

$$\theta = \cos^{-1} \left(\frac{(R-G) + (R-B)}{2\sqrt{(R-G)^2 + (R-B)(G-B)}} \right)$$

$$S = 1 - \frac{3}{R+G+B} \min(R, G, B) \quad (1)$$

$$I = \frac{1}{3} (R + G + B)$$

HSI 영역에서의 컬러 양자화는 유사하지 않은 컬러를 같은 bin으로 맵핑하는 것을 회피하고 대체로 인간 인지

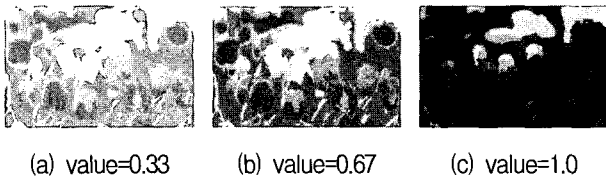


그림 2. HSI 영역에서 양자화 된 영상
Fig. 2. Quantized images in HSI color space.

학적 관점으로 영상을 구분할 때 효율이 떨어지는 밝기와 채도영상의 명암도와 채도의 허용 오차에 대한 관용을 비교적 크게 증가 시켰다. 컬러 양자화는 John R. Smith와 Shih-Fu Chang이 제안한 방법을 사용하여 hue는 20도씩 18단계로 되었으며 saturation과 value는 그림 2와 같이 3단계로 양자화 하였다^[6].

나. 컬러 미디언 필터링

실험을 통해 위의 과정에서 162 컬러 bin으로 양자화 된 영상은 거의 50컬러 보다 작은 bin으로 내용으로 감소 되었다. 그러나 양자화 되어있는 영상에는 여전히 잡음 등이 남아있고 이를 해결하기 위해서 HSI 각 채널에 대해서 5x5 컬러 미디언 필터링을 사용한다. 컬러 미디언 필터링의 큰 장점은 강한 에지를 보존하고 기존의 에지들을 좀더 상세하게 보존할 수 있어서 경계구분에 효과가 있다.

2. CSB tree map (Color and Spatial based Binary tree map)

일반적으로 영상의 영역을 분할하거나 객체를 추출할 때 비등방성 확산과 watershed 알고리즘을 이용한 영역 분할 등은 정지영상의 경우 적합하지 못하고 클러스터링의 경우 일반적인 K-means 알고리즘을 비롯하여 다른 클러스터링 알고리즘은 초기의 입력 벡터의 개수에 따라 그룹화 되는 데이터들의 개수가 정해진다는 단점이 있다^[10]. 그러나 영상 데이터베이스 안의 특징 벡터들을 유사한 벡터들끼리 그룹화 할 때는 몇 개의 그룹으로 그룹화 해야 할지 사전에 지정할 수 없는 경우가 대부분이다. 때문에 그룹의 개수를 상황에 따라서 동적으로 결정하는 알고리즘이 필요하다. CSB 트리맵의 클러스터링 과정은 그림 3과 같다. CSB 트리맵 알고리즘은 그림 3과 같이 그룹의 개수를 이진 트리 구조 형태로 두개씩 늘려가면서 최적의 객체를 추출하기 위한 적절한 수의 그룹 개수를 결정하는 방법이다. 그림 3의 (b)에서 각 노드의 정보는 픽셀 개수, (h, s, i) 컬러 벡터 그리고 클러스터 중심

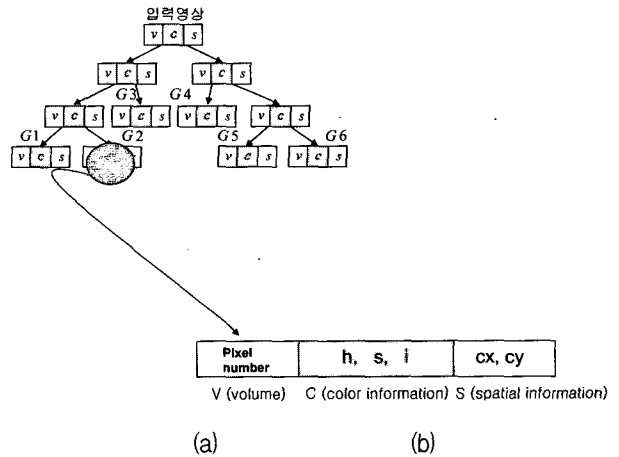


그림 3. (a) CSB 트리맵의 클러스터링 과정, (b) 각 노드의 클래스 정보
Fig. 3. (a) Process of CSB tree map clustering algorithm (b) Information of each node class.

좌표로 이루어져 있으며 이것은 그림 3의 (a)에서 각각 v, c, s 로 표시되었으며 클러스터링이 진행되는 각 노드마다 갱신되는 정보이다.

그림 3의 (a)와 같이 입력영상이 루트 노드라 가정하고, 여기서 임의의 seed값 $s(c)_1, s(c)_2$ 를 선정하여 각 노드의 컬러 벡터를 기반으로 하여 2-means 알고리즘을 적용하여 수렴시킨다. 이 때, 식 (2)의 각 자식 노드의 클러스터 반경 r 이 사용자가 지정한 클러스터 유사도 τ_c 보다 크다면 각 자식 노드에서 다시 2-means 알고리즘을 적용하여 클러스터링을 수행한다.

$$r(c)_{N_i} = \max(\text{dist}_{cb}(z(c)_{N_i}, x(c)_{N_i})) \quad (2)$$

식 (2)에서 $z(c)_{N_i}$ 는 i 번째 노드 N_i 의 중심을, $x(c)_{N_i}$ 는 i 번째 클러스터 N_i 에 속해 있는 원소 x 를 나타낸다. 그러므로 반경 $r(c)_{N_i}$ 는 HSI 공간에서 클러스터 중심과 클러스터 내의 원소중 가장 멀리 떨어져 있는 원소와의 유클리디언 거리를 의미한다. 클러스터링 된 각 노드는 컬러 기반의 정보들의 대표 색상을 설정하고, 공간 좌표성분인 각 노드의 픽셀 위치 정보를 원소로 하는 군집중심을 갱신한다. 그림 4의 (a), (b), (c) 는 각각 원 영상을 single coloring한 영상과 CSB 트리맵으로 클러스터링 한 영상이다. 그림에서 보는 바와 같이 CSB알고리즘을 이용한 처리를 통하여 컬러의 bin수를 현저히 줄이고 질의하는 객체가 뚜렷한 군더더기 없는 영상으로 처리 되었다. 이렇게 처리된 객체를 사용자의 요구에 부응하는 다양한 질의가 가능한 시스템을 구성하기 위한 레이블링 알고리즘이 필요하다.

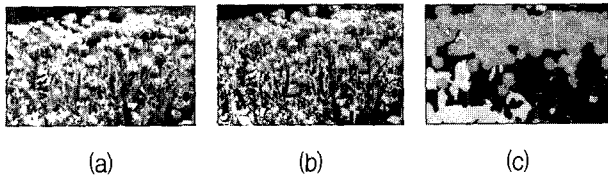


그림 4. (a) 원 영상 (b) single colorizing 처리된 영상 (c) CSB 트리맵 알고리즘으로 클러스터링 된 영상

Fig. 4. (a) Original image. (b) Processed image using single colorizing algorithm. (c) Processed image using CSB tree map algorithm.

III. 적응적 질의 시스템 구현

1. 부분 관심영역의 병합

single colorizing 처리된 영상들은 CSB 트리맵 알고리즘에 의해 추출된 객체를 바탕으로 사용자의 관심 객체 선택의 조합에 의해 질의 된다. 그러나 객체 기반의 영상의 질의시 일부 영상들은 관심 객체를 선택하여 질의를 하기 전에 입력 영상의 종류에 따라서 분할 되어있는 객체를 합병할 필요성이 있다. single colorizing 처리 과정 중 HSI 컬러 공간에서 명암도는 최대한 오차의 관용을 부여 하였으나 일부 영상들은 광원의 효과 등의 큰 폭의 명도차에 의해 또는 일부 컬러의 훼손으로 같은 객체임에도 불구하고 영역이 나누어지는 객체가 있다.

이와 같이 적응성 있는 관심 영역의 부분 질의를 위해서는 객체의 분할이 필요하지만 이를 분할하기 위해서 전 영역을 스캔하는 순차적인 일반적인 방법들은 처리 시간을 가중시킨다. 이를 해결하기 위해서 자료 구조 이론을 바탕으로 하는 link labelling 알고리즘을 제안한다. link labelling 알고리즘은 제안하는 region labelling의 병합의 기반이 되는 알고리즘이다.

2. Link labelling algorithm

본 논문에서는 객체 지역의 병합 및 분할을 그룹 인덱스 되어 있는 픽셀 리스트를 이용하여 빠르고 효과적으로 수행하기 위해서 영역 정보와 영역 간 상관관계를 표현하는 자료 구조를 생성한다. 그림 5는 CSB 트리맵 알고리즘의 처리 후 생성된 객체의 각 픽셀마다 해당 영역을 가리키는 레이블을 가지고 있는 레이블 맵을 보여주고 있으며, 같은 레이블을 가진 픽셀들은 동일한 영역임을 나타낸다. 레이블 맵을 이용하면 특정 위치의 픽셀이 가진 레이블을 직접 알 수 있지만, 특정한 영역의 픽셀들에 접근하기 위해서 레이블 맵 전체를 스캔을 해야 하기 때문에 비

1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	2	2	2	1	1
1	1	2	2	2	2	1	1
3	3	2	4	4	2	2	2
3	3	2	2	4	4	2	2
3	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3					

그림 5. CSB 트리맵을 이용하여 생성된 영상의 레이블 맵

Fig. 5. Processed image label map using CSB tree map.

1	2	3	4	5	6	7	8
9	10	14	12	13	18	15	16
17	22	19	20	21	26	23	-1
25	32	29	28	36	30	31	34
33	40	35	38	37	-1	39	41
48	42	43	44	45	46	47	○
49	50	-1					

그림 6. 빠른 픽셀 검색을 위한 픽셀 리스트

Fig. 6. Pixel list for fast pixel retrieval.

효율적이고 시간이 많이 걸린다는 단점을 가지고 있다.

그림 6은 그림 5의 레이블 맵을 이용하여 생성한 제안하는 픽셀 리스트이다. 픽셀 리스트는 현재 위치의 픽셀과 동일한 영역에 속하는 다음 픽셀의 위치 정보를 1차원으로 표현하고 있으며, 동일한 영역의 픽셀이 더 이상 존재하지 않는 영역의 마지막 픽셀 위치는 -1과 같다.

$$x_{next} = dex \% width$$

$$y_{next} = index / width \tag{3}$$

식 3은 픽셀 리스트 값 index에서 영상의 폭 width를 고려하여 다음 픽셀의 위치 정보(가로 x, 세로 y)를 추출하는 식이다. 영역을 병합할 때는 흡수되는 영역의 마지막 픽셀 위치의 인덱스 -1을 흡수되는 영역의 시작 픽셀 위치로 전환하면 된다. 그림 6에서 병합하려는 영역 3의 마지막 픽셀 위치의 인덱스인 -1을 영역 4의 시작 픽셀 위치 값인 27로 전환하였다. 두 영역을 합병하기 위하여 기존의 레이블 맵 전체를 스캔하여 흡수되는 영역에 해당하는 픽셀들의 레이블 값을 모두 바꾸지 않고, 변경된 픽셀리스트를 사용하여 병합되는 영역의 마지막 픽셀의 위치 값을 병합 하려는 영역의 첫 번째 픽셀의 위치 값으

로 전환함으로써 쉽고 빠르게 영역을 병합할 수가 있다. 이와 같은 link labelling algorithm을 이용하면 영역의 병합 및 원하는 객체 영역으로 접근할 때 각 영역의 첫 번째 픽셀의 인덱스만 알고 있으면 어느 객체로도 랜덤 액세스 가능하여 처리 시간을 상당히 감소시켜준다.

3. region labelling algorithm

영상의 single colorizing을 통하여 객체를 분할하기 적합하게 단순화 된 영상들이지만 여전히 정확한 검색을 방해하는 잡음 들이나 검색에 불필요한 사소한 객체 영역들이 존재 할 수 가 있다. 이런 문제를 해결하기 위해서 불필요한 객체 부분들을 인근의 객체에 해결하기 위해서 불필요한 객체 부분들을 인근의 객체에 통합시키는 방법이 필요하고 본 실험에서는 그에 대응하는 방법으로 클러스터링 된 영역의 픽셀의 수가 임계치 N_m 이 안되는 그룹들은 인근 영역에 병합하도록 했다. 그림 7은 새의 객체를 가지고 있는 영상에 대한 관심 부분의 객체 레이블링 방법이다.

그림 7의 (a)는 3.1에서 제기한 영상의 합병의 필요성에 대한 데이터 베이스의 합병 레이블링 과정이다. (a)는 데이터 베이스의 처리전의 영상이고 (b)는 single colorizing과 CSB 트리맵을 통해서 분할된 객체 그룹 번

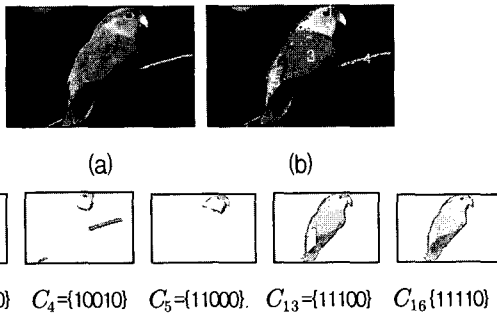


그림 7. (a) 원 영상, (b) 질의 기반 영상, (c) 부분 객체의 조합

Fig. 7. (a) Original image. (b) Image based on queries. (c) Images composed by various objects.

표 1. 각 객체의 인덱스 데이터 정보
Table 1. Indexed data information of each object.

DB인덱스	그룹번호	컬러인덱스	Cx	Cy	픽셀개수
1	0	00100	51	58	887
1	1	10100	153	58	393
1	2	10110	51	142	3104
1	3	10110	142	80	259
1	4	10111	133	47	793

호가 인덱싱되어 있는 single colorizing 처리된 영상이다. 그림 7의 (c)는 그림 (b)를 기준 영상으로 레이블링하는 방법이다. 표 1은 그림 7의 새 영상에 대한 각 객체 지역의 최종으로 처리된 각 영상 군집 데이터이며 질의 할 때 필요한 각 객체의 정보들이 인덱스 되어있다. 표 1의 컬러 인덱스 및 픽셀번호와 중심 좌표의 3요소의 정보를 바탕으로 다양하고 고속 검색이 가능한 질의 시스템을 구현할 수 있다. 다음 장에서 적응성 있는 다중 질의 시스템에 대해서 자세히 설명할 것이다.

4. 유사도 함수

Jing huang에 의해 제안된 방법인 컬러 correlogram은 기존의 색상 특징값을 사용한 검색 방법이 인지적으로는 다른 영상이지만 같은 색상분포를 가지는 영상을 동일한 영상으로 검색하는 문제점을 해결하기 위해 색상정보에 공간적 상관관계를 포함시킨 것으로 상당히 좋은 검색 결과를 보여주고 있다. correlogram의 문제점인 계산시간을 단축시키기 위하여 Jing huang이 제안한 Autocorrelogram을 사용한다.

Autocorrelogram은 각 계수의 공간적 자기 상관 관계를 나타내며, 식 (6)와 같이 표시할 수 있다^[11].

$$\alpha_c^{(k)}(I) = r_{c,c}^{(k)}(I) \tag{4}$$

본 연구에서는 아래의 식 (5)에 의해 관심 객체의 각 인덱스 정보를 이용하여 HSI영역의 autocorrelogram과 객체의 군집중심, 픽셀수를 이용하여 이 요소들을 조합하여 하나의 특징벡터로 나타낸다.

$$F = (C , S , V) \tag{5}$$

식 (5)에서 C는 각 객체의 autocorrelogram을 이용한 컬러 정보이고, s는 식 (6), 식 (7)과 같이 각 객체의 중앙 집중도와 단위 영상 당 객체의 크기이며 0에서 1사이의 값으로 정규화 되어있다.

$$S = \frac{r_{cx}}{I_{width}} + \frac{r_{cy}}{I_{height}} \tag{6}$$

r_{cx}, r_{cy} : 객체의 군집중심의 x성분과 y성분

I_{width} : 영상의 가로 길이

I_{height} : 영상의 세로 길이

$$v = \frac{N_o}{N_i} \tag{7}$$

식 (7)에서 N_o 는 각 객체의 픽셀개수이고 N_i : 영상의 픽

셀개수 이다. 각 객체에서 추출한 특징벡터들을 이용하여 식 (8)과 같은 유사도 함수를 정의한다.

$$Dist(F_q, F_d) = \alpha |C_q - C_d| + \beta |S_q - S_d| + \gamma |V_q - V_d| \quad (8)$$

식 (8)의 d는 데이터베이스의 영상, q는 질의 영상을 나타내며, α, β, γ 의 계수를 이용하여 원하는 특징의 가중치를 조절한다.

IV. 실험 및 결과

1. 실험환경

제안한 검색 방법을 실험하기 위하여, Intel Pentium 4 2.00 GHz PC의 Microsoft Windows 2000 환경에서 실험하였다. 그리고 Visual C++6.0 MFC를 이용하여 검색 시스템을 개발하였다. 실험 데이터는 Jinsham Tang, Scott Acton이 사용한 "Washington" 영상 데이터베이스를 사용하여 각 영상들을 196x128, 24bit bmp 파일로 정규화 시켰으며 전체 데이터베이스의 1307개 영상 중에서 1000개의 영상을 임의로 추출하여 실험에 사용하였다^[12]. 표 2는 실험에 사용한 16개의 그룹으로 구성되어 있는 "Washington" 영상 데이터베이스이다.

2. 객체 추출을 위한 클러스터링 알고리즘 소요시간 비교

본 논문에서는 클러스터링 알고리즘으로 본 연구에서 이용한 CSB tree map을 최근 많이 이용되고 있는 EM(Expectation-Maximization)^[13] 및 VQ (Vector Quantization)^[14]의 소요시간을 비교하였다. EM의 경우 각 영상을 구성하는 객체 수에 알맞게 클러스터의 개수를 자동적으로 결정짓지 못하기 때문에 각 영상마다 2~7개의 클러스터로 분류하는데 걸리는 시간을 계산하였다.

3. 적응적 다중 질의 검색

본 연구에서는 1000개의 영상이 저장되어 있는 데이터베이스의 16개 클래스에 대해서 5개의 영상을 각각 질의하였다. 그리고 관심 객체의 유무와 개수를 변환하고 객체 데이터의 정보인 영상의 컬러와 공간좌표, 객체의 픽셀수를 다르게 적용시키면서 2가지 검색 방법을 실행하였다.

$$Recall = \frac{\text{정확하게 검색된 영상수}}{\text{관련된 모든 영상수}} \quad (9)$$

표 2. 실험 영상 데이터의 유형
Table 2. Types of image database.

분류	유형	개수
class 1	arborgreens	48
class 2	australia	35
class 3	barcelona	163
class 4	campusinfall	49
class 5	cannonbeach	49
class 6	cherries	60
class 7	columbiagorge	99
class 8	football	48
class 9	greenlake	50
class 10	greenland	99
class 11	iran	50
class 12	leaflestrees	50
class 13	springflowers	50
class 14	yellowstone	50
class 15	sanjuans	50
class 16	japan	50
total		1000

표 3. 클러스터링 소요시간 비교
Table 3. A period comparison of clustering algorithms.

영상 수 (개)	CSB tree map (초)	VQ (초)	EM (초)
200	332	423	613
400	649	834	1230
600	930	1253	1824
800	1243	1039	2408
1000	1535	2021	2995

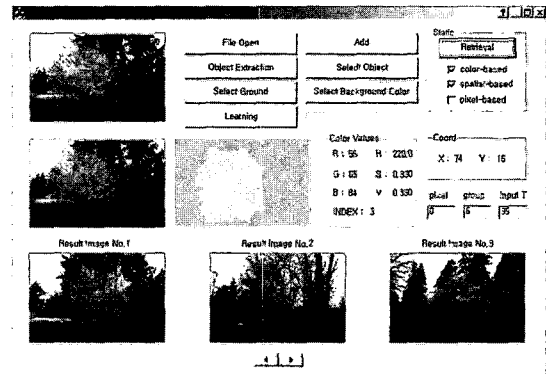


그림 8. 관심 객체 질의시의 검색 결과
Fig. 8. Result images using single object-based query.

$$Precision = \frac{\text{정확하게 검색된 영상수}}{\text{검색된 모든 영상수}} \quad (10)$$

객체 각 정보의 계수 α, β, γ 는 증가하는 경우의 수에 대해 제한된 공간에서 검색 결과를 나타내는 한계를 고려해서 각각 1로 주었다. 실험 결과 검색 성능을 비교 분석하기 위해 식 (9), 식 (10)와 같이 Recall과 Precision을

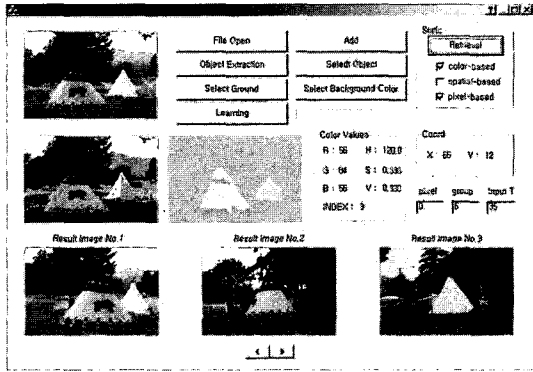


그림 9. 다중 객체 질의시의 검색 결과
Fig. 9. Result images using multiple object-based query.

사용하였다.

그림 8은 질의 영상에서 관심객체를 선택하여 질의한 부분 질의 검색 결과이다. 그림 8의 예는 부분 영상에 대해서 객체의 크기는 고려하지 않고 객체의 컬러 상관도와 공간적인 위치만을 고려하였고, 결과 영상들이 보이는 바와 같이 배경의 영향을 받지 않고 원하는 객체의 요구 시 최적의 결과가 나타난다. 그림 9는 labelling 알고리즘을 이용한 다중 객체의 질의 검색 결과이다. 그림 9의 예에서는 질의에 부응하는 적합한 결과를 얻기 위하여 객체의 컬러 상관도와 객체의 크기의 대해서만 고려하였다. 두 가지 이상의 객체 질의 시 객체들의 컬러 특징과, 공간적 위치, 객체의 크기의 조합을 이용하여 기존의 검색 시스템 보다 유동적이고 다양한 접근 방법을 제시하여 요구하는 검색 결과가 추출될 확률을 높였다.

본 논문에서는 구현한 시스템의 성능을 측정하기 위해서 "Washington" 데이터베이스를 이용하여 Jing huang 에 의해 제안된 color correlogram과 Jinsham Tang, Scott Acton이 제안한 multi-example retrieval 알고리즘과 비교 실험을 하였다. color correlogram은 색상의 공간 분포를 이용하는 방법으로 좋은 검색결과를

보여주고 있고, "Washington" 데이터베이스를 이용하여 실험한 multi-example retrieval 시스템은 영상의 컬러 히스토그램과 질감 히스토그램을 특징으로 사용한 알고리즘으로 기존의 컬러 중심의 내용 기반 검색보다 높은 검색률을 가지고 있다^{[11][15]}.

표 5, 6은 앞에서 설명한 각각의 질의 방법에 대한 검색 결과를 color correlogram과 multi-example 알고리즘과의 비교 실험을 통해 나타난 검색 성능 분석 결과이다. 표 5, 6이 나타내는 바와 같이 제안한 알고리즘은 기존의 검색 알고리즘 보다 성능이 우수하였다. 한편 single colorizing 알고리즘과 link labelling 알고리즘을 이용한

표 5. 관심 객체 선택 질의시의 검색 성능 분석 결과

Table 5. Recall and precision comparison using single object-based query.

분류	color correlogram		multi-example		제안한 방법	
	Recall	Precision	Recall	Precision	Recall	Precision
class 1	78.2	72.8	80.3	73.4	92.4	83.2
class 2	80.1	70.2	81.2	71.4	92.8	80.4
class 3	80.1	68.7	81.3	69.6	92.7	82.4
class 4	79.3	69.9	80.7	70.3	88.2	81.1
class 5	75.8	66.2	77.1	68.9	86.4	78.7
class 6	76.2	67.8	78.4	69.2	88.8	78.4
class 7	72.9	63.8	73.1	65.4	83.2	73.6
class 8	81.7	73.8	82.2	75.2	92.3	82.4
class 9	80.8	74.9	81.4	76.8	91.6	76.9
class 10	77.4	65.8	79.6	68.4	88.3	78.2
class 11	74.2	69.9	75.2	70.3	88.2	78.5
class 12	76.9	68.2	78.4	69.2	86.4	79.3
class 13	81.0	71.3	82.1	70.9	91.2	80.4
class 14	80.5	69.2	79.3	67.2	86.4	81.7
class 15	81.8	71.9	82.3	72.4	91.1	81.6
class 16	80.7	70.1	81.1	71.4	92.1	83.3
평균	78.60	69.59	79.61	70.63	89.51	80.01

표 6. 다중 객체 질의시의 검색 성능 분석 결과

Table 6. Recall and precision comparison using multiple object-based query.

분류	color correlogram		multi-example		제안한 방법	
	Recall	Precision	Recall	Precision	Recall	Precision
class 1	77.9	64.1	78.2	65.5	89.8	80.5
class 2	76.9	66.9	77.5	68.3	87.4	74.9
class 3	76.7	67.1	78.5	68.7	89.3	77.3
class 4	77.8	67.9	78.2	68.3	87.8	78.2
class 5	72.9	62.5	74.5	64.5	84.1	76.3
class 6	74.1	63.2	75.1	65.1	85.4	78.2
class 7	71.3	64.4	72.4	65.9	79.1	73.4
class 8	77.7	71.8	79.2	72.3	87.8	78.2
class 9	76.3	75.7	77.8	76.0	89.2	80.7
class 10	73.2	63.6	74.3	64.2	84.9	74.4
class 11	73.8	63.1	75.2	64.2	87.2	76.5
class 12	74.8	66.2	76.1	67.2	88.5	78.7
class 13	81.6	69.7	79.8	68.8	87.8	79.4
class 14	72.8	63.1	73.3	64.2	85.2	77.2
class 15	79.2	66.9	80.4	68.7	88.3	79.3
class 16	77.3	69.7	76.1	68.2	86.2	79.2
평균	75.83	66.62	76.66	67.51	86.75	77.65

처리시간, region labelling 알고리즘을 이용한 부분 질의의 다양화의 측면에서 제안한 알고리즘이 우수하였다. 따라서 제안한 방법으로 영상을 분석하고 데이터베이스를 구축한 후 질의 영상을 입력하여 검색하는 것이 처리시간과 검색 성능의 모든 면에서 보다 효율적인 결과를 얻을 수 있다.

V. 결론

본 논문에서는 적응적 다중 질의를 위한 내용 기반 검색 시스템을 구현하였다. 제안한 시스템은 영상의 single

colorizing을 통하여 영상을 단순화 시키고 CSB 트리맵을 이용하여 객체를 추출하였다. 그리고 region labelling과 link labelling 알고리즘을 이용하여 효과적이고 속도가 향상된 검색시스템을 제안하였다. 각 객체는 동적인 질의 시스템을 구현하기 위해 객체의 컬러 상관도와 공간좌표, 크기의 정보가 인덱스 되어 있기 때문에 제안한 labelling 알고리즘에 의해 표현 가능한 모든 객체의 조합으로 합병 될 수 있으며 방대한 경우의 수의 시간적인 문제를 해결하기 위하여 객체 지역의 랜덤 액세스 가능한 알고리즘을 제안한다. 위의 알고리즘을 이용하여 부분 관심 객체 질의의 모든 조합이 가능한 시스템을 구축하였다. 향후 계획은 위의 알고리즘을 이용하여 실시간 검색이 가능한 동영상 기반 검색 시스템을 개발하고자한다.

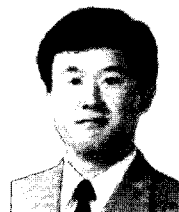
참 고 문 헌

- [1] M. Swain and D. Balled, "Color indexing," International Journal of Computer Vision, vol. 7, no. 1, pp. 11-32, 1991.
- [2] B. Manjunath and W. Ma, "Texture features for browsing and retrieval of image data," IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell., vol 18, pp. 837-842, Aug. 1996.
- [3] R. Mehrotra and J. Gary, "Similar-shape retrieval in shape data management," IEEE Computer, vol. 28, pp. 57-62. Sept. 1995.
- [4] A. Smeulders, M. Worring, S. Santini, A. Gupta, R. Jain, "Content-based image retrieval at the end of the early years," IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol22, no.12, pp.1349-1380, Dec. 2000.
- [5] V. E. Ogle, M. Stonevaker, "Chatbot : Retrieval from a relational database of images," IEEE Computer, pp.40-48, Sep. 1995.
- [6] John R. Smith and Shih-Fu Chang, "Tools and Techniques for Color Image Retrieval", IS&T/SPIE proceedings vol. 2670, Storage & Retrieval for Image and Video Database, 1995.
- [7] G. Wyszecki and W. S. Stiles, Color Science: Concepts and Methods, John Wiley & Sons, 1982.
- [8] M. Swain, D. Ballard, "Color indexing," International Journal of Computer Vision, vol. II-32, pp.11-32, 1991.
- [9] R. C. Gonzalez, R. E. Woods, Digital image processing, Prentice-Hall, 2001.
- [10] Kishan Mehrotra, Chilukuri K. Mohan and Sanjay Ranka, Elements of Artificial Neural Networks, The MIT press, 1997.
- [11] J. Huang, S. R. Kumar, M. Mitra, W. J. Zhu, and R. Zabih, "Image Indexing Using Color Correlograms," Proc. of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 762-768, 1997.
- [12] <http://www.cs.washington.edu/research/imgedatabase/inedex.html>.
- [13] Serge Belongie, Chad Carson, Hayit Greenspan, and Jitendra Malik, "Color and Texture-Based Image Segmentation Using EM and Its Application to Content-based Image retrieval," Sixth International Conference on Computer Vision, pp. 675-682, January. 1998.
- [14] Abhijit. S. Pandey, Pattern Recognition With Neural Networks in C++, IEEE Press, 1995.
- [15] Jinshan Tang and Scott Acton, "An Image Retrieval Algorithm using Multiple Query Images," IEEE Proc. Signal Processing and Its Applications, vol. 1, pp. 193-196, 2003.

저 자 소 개



홍 종 선(학생회원)
2003년 동아대학교 전자공학과
학사 졸업.
2005년 현재 동아대학교
전자공학과 석사.
<주관심분야 : 내용 기반 영상 검
색, 얼굴 인식, 동영상 압축>



강 대 성(정회원)
1984년 경북대학교 전자공학과
학사 졸업.
1991년 Texas A&M 대학교
전자공학과 석사 졸업.
1994년 Texas A&M 대학교
전자공학과 박사 졸업.
현재 동아대학교 전기전자컴퓨터공학부 부교수.
<주관심분야 : 영상처리, 비디오 색인 및 검색, 영
상 압축>