

EHD와 Lookup Table를 이용한 내용기반 이미지 검색 기법

신수연*, 김택곤, 김우생
광운대학교 컴퓨터과학과

Content-based Image Retrieval Technique Using EHD and Lookup Table

Suyoun Shin, Tackgon Kim, Woosaeng Kim
Dept of Computer Science, Kwangwoon University
E-mail : syshin, tgkim, kwsrain @cs.kw.ac.kr

요 약

최근 급속하게 증가하는 멀티미디어 정보를 효율적으로 다루기 위하여 멀티미디어 데이터에 대한 표현을 표준화하는 MPEG-7 표준안이 제정되었다. 본 논문에서는 표준안의 Visual Descriptor 중 Edge Histogram Descriptor(EHD)에 기반한 효과적인 내용기반 이미지 검색 시스템을 설계한다. EHD의 경우 질의 이미지와 데이터베이스의 이미지 간의 유사도 연산을 통해 검색을 하는데 모든 이미지에 대해 연산을 수행하는 것은 비효율적이다. 저장된 에지 히스토그램 정보를 '이미지 당 빈 값'에서 '빈 값 당 이미지' 정보로 매핑하는 Lookup Table를 이용하여 유사도 연산을 수행할 이미지 범위를 한정함으로써 검색 효율을 높일 수 있는 검색 방법을 제안한다.

1. 서론

인터넷의 확산과 디지털 기술의 발전에 따라 디지털 카메라와 캠코더 등 멀티미디어 입력 장치의 보급화로 멀티미디어 데이터가 빠르게 증가하면서, 이러한 방대한 양의 데이터에서 원하는 정보를 효과적으로 얻고자 하는 사용자들의 요구 또한 증가하였다.

특히 영상 정보에 관한 검색은 키워드 기반 검색의 한계로 영상의 색, 형태, 질감 등의 특징을 이용한 내용 기반 검색에 관한 연구가 이루어져 왔다 [1,2]. 이러한 연구들을 기반으로 ISO/IEC JTC1/

SC29/WG11에서 멀티미디어 데이터를 효율적으로 표현하기 위한 MPEG-7 표준안이 제정되었다. 표준화한 요소들이 특정 어플리케이션이 아닌 가능한 많은 응용분야에서 쓰일 수 있도록 표준화하는데 목표를 둔 MPEG-7 표준안은 멀티미디어 데이터를 기술하는 표현만을 표준으로 정하고 특징 추출, 검색 등에 관한 부분들은 기술의 발전에 따라 더 나은 방법을 수용할 수 있도록 표준화하지 않는다[3,4].

본 논문에서는 MPEG-7 표준안에서 영상의 특징을 기술하는 Visual Descriptor 중 Edge Histogram Descriptor(EHD)에 해당하는 에지 특징 정보를 추출하고 이 특징 정보에 적합한 검색 방법을 제안하여 효과적인 내용기반 이미지 검색 시스템을 설계하고자

한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 특징 추출에 이용된 EHD에 대해 설명하고 3장에서는 전체적인 시스템 구조와 데이터베이스의 설계, 검색 과정을 설명한다. 마지막으로 4장에서는 제안한 방법의 평가와 앞으로의 연구계획으로 결론을 맺는다.

2. Edge Histogram Descriptor (EHD)

이미지의 특징 추출에 사용된 EHD는 멀티미디어 데이터의 표현에 관한 국제 표준안인 MPEG-7의 Visual Descriptor중의 하나이다. EHD는 이미지의 에지 분포를 갖기 때문에 사용자가 생각하는 주관적인 물체에 입각한 자연영상의 객체기반 이미지 검색이 가능하다[4,5].

EHD는 이미지를 16개의 서브 이미지(Sub_Image)로 분할하여 각 서브 이미지마다 수직(vertical), 수평(horizontal), 45°, 135°, 무방향성(non-directional)의 5가지 에지 정보를 추출하여 80개의 bin(bin)으로 로컬 히스토그램(Local Histogram)을 구성한다. 또 이를 조합하여 영상 내의 상하, 좌우 움직임의 대응을 위한 65개 bin의 세미 글로벌 히스토그램(Semi-Global Histogram), 5개 bin의 글로벌 히스토그램(Global Histogram)을 구성한다[5,6,7,8,9].

에지 정보는 각각의 서브 이미지를 이미지 블록(image block)으로 나눈 후 이미지 블록을 4개의 서브 이미지 블록(sub image block)으로 나누어 각 서브 이미지 블록 내 평균 밝기 값의 차이를 이용하여 추출한다. 평균 밝기 값에 방향성 필터를 적용하여 방향성 에지의 강도를 구하고, 5개의 에지 강도 값 중 가장 큰 값이 임계값보다 크면 그 블록이 해당 에지를 갖는 것으로 판단한다. EHD를 이용한 이미지 간의 유사도 값은 다음과 같이 구한다[6,9].

$$D(A, B) = \sum_{i=0}^{79} |h_A(i) - h_B(i)| + 5 \cdot \sum_{i=0}^4 |h_A^s(i) - h_B^s(i)| + \sum_{i=0}^{64} |h_A^g(i) - h_B^g(i)| \dots (1)$$

두 이미지 히스토그램 간의 차를 가지고 연산하므로 식 (1)의 결과 값이 작을수록 유사도가 크다.

EHD를 이용하여 이미지의 내용 기반 검색을 하

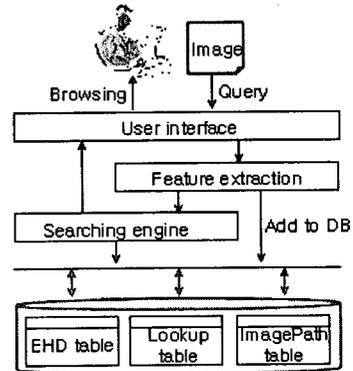
는 방법은 데이터베이스의 모든 이미지의 에지 히스토그램 값을 가져와서 각각의 이미지와 질의 이미지 간의 유사도를 구하고 유사도 값이 높은 경우를 유사 이미지로 생각하는 것이다. 이와 같이 모든 이미지를 비교하는 방법은 이미지 데이터베이스가 대용량화 될수록 더욱 효율성이 떨어질 수 밖에 없으므로 시스템의 성능을 높이기 위한 방법이 필요하다. 그러나 현재 고차원 인덱싱에 관한 기술들은 에지 히스토그램과 같이 특징 정보가 80차원 이상의 고차원에 적용하기에는 부족하다[10,11,12,13].

본 논문에서는 Lookup table을 이용하여 유사할 것으로 생각되는 후보 이미지들로 유사도 연산 범위를 한정하여 검색 효율을 높일 수 있는 검색 방법을 제안한다.

3. 내용 기반 이미지 검색 시스템

3.1 시스템 구조

본 논문에서 설계하는 검색 시스템의 구조는 다음 [그림 1] 과 같다.



[그림 1] 시스템 구조

시스템은 데이터베이스의 에지 히스토그램 특징 정보를 저장하는 EHD table과 색인 정보를 위한 Lookup table, 이미지 저장경로를 갖는 ImagePath table을 기반으로 사용자 인터페이스를 통해 이미지 검색 및 이미지 데이터의 저장을 지원하도록 한다. 사용자가 질의를 하면 질의 이미지의 특징을 추출하여 데이터베이스에 추가하거나 그와 유사한 이미지 검색

을 하여 사용자의 질의에 대한 응답을 제공한다.

3.2 데이터베이스 테이블 설계

ImagePath table에는 다음과 같이 이미지를 식별할 수 있는 ImgID와 이미지의 저장 경로인 path를 저장한다.

ImagePath (ImgID, path)

ImgID 값은 데이터베이스 간의 정보를 이용하기 위한 주 키로 사용하게 된다.

EHD table에는 2장에서 살펴본 EHD를 이용하여 추출된 에지 히스토그램 정보를 저장하며 테이블의 구조는 [그림 2]와 같다. 각 이미지마다 로컬 히스토그램 빈 80개, 세미 글로벌 히스토그램 빈 65개, 글로벌 히스토그램 빈 5개의 총 150개 히스토그램 빈 정보를 갖는다. 세미 글로벌 히스토그램과 글로벌 히스토그램 값은 로컬 히스토그램으로부터 산출 가능하지만 검색 시마다 반복 연산하는 것은 비효율적이므로 추출 시 한번만 연산하여 저장하도록 한다.

ImgID	Bin0	Bin1	...	Bin148	Bin149
img1	5	13	...	45	0
img2	38	0		2	21
...					
imgN-1					
imgN					

[그림 2] EHD Table

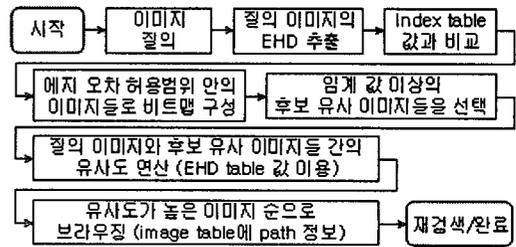
Lookup table은 [그림 3]에서 보여지듯 EHD table에 저장되어 있는 '이미지 당 빈 값'을 '빈 값 당 이미지' 정보로 매핑하여 갖는다. 즉, 질의 이미지가 히스토그램의 'n번째 빈'에서 'm값'을 갖는다면 'm값'을 이용하여 'n번째 빈에서 같은 값을 갖는 이미지'들을 알 수 있다. 검색 시에는 유사한 이미지들을 수용하기 위해서 실험을 통해 +/- 의 오차허용범위(e)를 주어 m+e ~ m-e의 빈 값을 갖는 이미지들을 포함하도록 한다. 빈의 최대 값(bin_max_value)은 서버 이미지를 분할하는 이미지 블록의 수에 의존적이므로 시스템 구현 시 정규화하는 이미지 크기에 따라 결정한다.

bin_value	Bin0	Bin1	...	Bin149
0	img1,img34..			
1				
...				
bin_max_value				

[그림 3] Lookup Table

3.3 유사 이미지 검색 과정

위에서 설계한 테이블의 정보들을 이용하여 [그림 4]와 같은 순서로 유사 이미지를 검색하게 된다.



[그림 4] 이미지 검색 과정

EHD를 이용한 검색의 질의는 원하는 이미지와 비슷한 샘플 이미지 또는 사용자가 간단한 스케치를 하도록 하여 그것을 질의로 줄 수 있다.

검색이 시작되면 Lookup table에서 질의 이미지의 에지 히스토그램 데이터 값과 비교하여 오차 허용 범위 안인 필드의 ImgID 값들을 얻어 후보 유사 이미지들의 비트맵을 구성한다. [그림 5]는 비트맵의 구성 예이다. 다른 빈에서 해당되지 않았던 이미지라면 새로 추가하고 이미 추가 되었다면 해당하는 열의 비트 값을 1로 바꿔준다. 따라서 각각의 빈에 따라 수행한 결과는 비트 열에서 1로 바뀐 비트가 많은 이미지일수록 질의 이미지와 유사하다고 생각할 수 있다.

한편 1로 바뀐 비트 수가 한두개 정도로 현저하게 적은 경우에는 유사한 이미지일 가능성이 적으므로 실험을 통해 적절한 임계값을 설정하여 그 이상인 이미지의 경우에만 유사도 값을 구하도록 한다. 이 과정을 통해 전체 이미지들에서 유사한 가능성이 높은 이미지들로 유사도 연산을 수행할 이미지의 범위를 줄일 수 있게 된다.

마지막으로 질의 이미지와 후보 유사 이미지들 간의 유사도를 식 (1)을 통해 구하고 유사도가 큰 이미지 순으로 사용자에게 보여준다.

imgID	Bin0	Bin1	...	Bin148	Bin149	sum
img5	1	1		1	1	132
img12	1	1		1	0	95
...						
imgN	0	1		0	0	50

[그림 5] 비트맵 구성의 예

단순히 유사도 연산만을 이용하여 검색하는 경우에는 데이터베이스의 모든 이미지와 유사도 연산을 수행하게 되므로 데이터베이스가 커질수록 선형적으로 오버헤드가 커지게 되며 다차원 인덱스를 이용하더라도 특징 정보가 20~30차원 이상일 경우에는 순차검색과 같아지게 된다. 하지만 제안한 방법을 이용하게 되면 질의 이미지의 에지 히스토그램 bin의 값과 비슷한 이미지들만 유사도 연산 대상이 되므로 데이터베이스의 이미지가 증가하게 되어도 검색 오버헤드의 증가 폭이 적어 대용량 이미지데이터베이스의 검색에 효율적이다.

4. 결론

본 논문에서는 MPEG-7 표준안의 Edge Histogram Descriptor를 이미지 특징 추출에 이용하여 검색 성능에 대한 신뢰성을 높이고 Lookup table을 이용하여 다차원 인덱스보다 좋은 성능을 보일 수 있는 EHD에 적합한 검색 방법을 제안하여 효과적인 내용기반 이미지 검색 시스템을 설계하였다.

향후 연구계획으로는 설계한 시스템을 구현하고 다른 descriptor들과 함께 이용하는 더 효과적인 검색 시스템에 관한 연구로 확장할 계획이다.

[참고문헌]

[1] M.Flickner and H.Sawhney, et al, "Query by Image and Video Content: The QBIC System", IEEE Computer, Vol.28, No.9, pp.23-31, September 1995.

[2] J. R. Smith and S.-F. Chang, "VisualSEEk: a fully automated content-based image query system", In Proc. ACM Intern. Conf. Multimedia, Boston MA, pp.87-98, November 1996, <http://www.ctr.columbia.edu/VisualSEEk>.

[3] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, "MPEG-7 Context and Objective", MPEG98/N2207, Tokyo, March 1998.

[4] 박수준, "MPEG-7의 표준화 동향" 한국전자통신연구원 컴퓨터소프트웨어연구소, 2001

[5] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11/W4062, "FCD 15938-3 Multimedia Content Description Interface ? Part 3 Visual", Singapore, Mar. 2001

[6] B. S. Manjunath , Philippe Salembier and Thomas Sikora "Introduction MPEG-7" John Wiely & Sons Ltd., pp. 223~229, 2002.

[7] 원치선 외 4인, "이미지 검색을 위한 에지 히스토그램", HCI, 2001.

[8] D.K. Park, Y.S. Jeon, C.S. Won, S-J Park, "Efficient use of local edge histogram descriptor," Int. Workshop on Standards, Interoperability and Practices, ACM, pp. 52-54, Marina del Rey, CA, Nov. 4, 2000.

[9] C. S. Won and D. K. Park, "Image Block classification and variable block size segmentation using a model-fitting criterion", Optical Engineering, 36, 1997

[10] 최길성 외 4인, "내용기반 이미지 검색을 위한 고차원 색인기법의 설계요건", 충북대학교 산업과학기술연구소 논문집, Vol 11, No. 1, 1997. 6.

[11] 유원경 외 1인, "내용에 기반한 이미지 인덱싱 방법에 관한 연구", 한국정보처리학회 논문지, 제2권 제6호, 1995

[12] 송광택 외 1인, "CS - 트리 : 고차원 데이터의 유사성 검색을 위한 셀-기반 시그니처 색인구조", 정보처리학회 논문지 D, 제8-D권 제4호, 2001.

[13] 조범식 외 1인, "PdR - 트리 : 고차원 데이터의 검색 성능 향상을 위한 효율적인 인덱싱 기법", 한국정보처리학회 논문지, 제8-D권 제2호, 2001.