

CCV와 GLCM을 이용한 계층적 내용기반 영상검색시스템의 구현

이 경 자* , 정 성 환**

* 창원대학교 전자계산소

** 창원대학교 전자계산학과 멀티미디어 연구실

Implementation of Hierarchical Content-based Image Retrieval System using CCV & GLCM

Kyeong-Ja Lee* , Sung-Hwan Jung**

* Computer Center, Changwon National University

** Dept. of Computer Science, Changwon National University MIPS Lab.

요 약

대량의 영상데이터베이스에서 질의영상에 대한 유사영상을 검색할 때의 유사도 계산을 위한 시간소모는 영상의 실시간 검색효율을 저하시키는 요인이 된다. 본 논문에서는 키영상(key image)을 이용하여 영상데이터베이스의 각 영상과 키영상의 유사도를 미리 계산해 둬으로써 질의영상과 데이터베이스 영상간의 유사도 계산시간을 단축시킨다. 그리고 검색효율을 높이기 위해 1차적으로 칼라특징으로 유사영상들을 분류한 후, 1차 분류된 영상들만을 대상으로 계층적으로 질감특징값으로 영상을 비교함으로써 검색효율을 상승시킨다. Oracle 데이터베이스 상에서 본 계층적 내용기반 영상검색시스템을 구현하였다.

1. 서 론

영상 데이터베이스 기술은 시각화된 다양한 정보를 여러 사용자들에게 제공한다는 점에서 정보서비스의 중요한 부분으로 인식되고 있다.

멀티미디어 데이터의 한 종류인 영상이 저장된 영상데이터베이스를 검색하는 방법은 크게 문자를 사용하여 검색할 영상을 표현하는 문자기반 접근방법과 영상자체정보를 이용하는 내용기반 접근방법으로 분류된다. 모든 영상 정보에 대한 기술을 사람이 수행해야 하는 문자중심의 접근은 많은 작업량이 수반될 뿐만 아니라 동일한 데이터에 대한 기술이 사람의 주관에 따라 달라질 수 있다는 문제점이 존재한다.

이에 대한 해결방안으로 영상 데이터의 색상(Color), 모양(Shape), 질감(Texture) 등의 자체내용을 자동 추출 분석하여 이를 검색에 사용함으로써 관련정보를 검색하는 내용기반(Content-based) 검색기술이 필요하다[1].

입력된 영상의 내용을 기반으로 검색하는 시스템은 여러 방면으로 연구되고 있으나, 질의영상이 입력되었을 때 유사한 영상을 대용량의 영상 데이터베이스에서 검색하기 위해 영상 데이터베이스 내의 모든 영상들과 모두 유사성 거리값(similarity distance)을 실시간에 계산하는 것은 많은 계산량을 필요로 하므로 검색시에 비효율적이다.

본 연구에서는 검색시 계산량을 줄이고 효율적인

검색을 위해서 영상데이터베이스의 각 영상에 대해 내용표현요소인 칼라와 질감특징을 추출하여 특징키영상(key image)과의 거리를 미리 계산하여 테이블에 저장한 후, 질의영상이 입력되면 단지 키영상과의 거리계산만으로 유사영상을 검색하는 방법[2]과 계층적 검색기법을 사용하였다.

본 계층적 영상검색 시스템은 검색시에 칼라특징값으로 임계치이상인 영상들만을 1차적으로 대분류한 후, 분류된 영상들만을 대상으로 최종적으로 질감특징값을 비교하여 계층적으로 검색함으로써 보다 효율적인 영상검색이 가능하며 현재 가장 많이 사용되고 있는 Oracle 데이터베이스 상에서 Powerbuilder로 구현하였다.

2. 영상 검색 시스템의 구성

본 계층적 내용기반 영상검색 시스템은 그림 1과 같이 데이터베이스를 구축하는 입력과정과 원하는 영상을 검색하는 검색과정으로 구성된다.

입력과정에서는 입력되어진 원영상들에 대해 먼저 질감과 칼라 특징값을 구하여 테이블에 저장하고 키영상을 임의로 선정하여 각 영상과 키영상간의 거리를 산출해서 데이터베이스에 저장하는 특징데이터베이스를 구축한다.

검색과정에서는 사용자 질의영상이 입력되었을 때 영상의 질감과 칼라특징값을 먼저 추출한다. 다음으로 영상의 칼라특징값을 키영상의 칼라특징값과 비

교하여 거리를 계산한 후, 그 거리값과 구축된 데이터베이스의 거리값을 비교하여 임계치이상인 영상들만 1차적으로 대분류한다. 그리고 1차 분류된 영상만을 대상으로 2차적으로 질감특징값을 이용하여 비교를 수행함으로써 질의한 영상과 가장 유사한 영상들을 얻게 된다.

2.1 특징값 추출

본 내용기반 영상검색 시스템 구현에서는 내용표현요소인 칼라특징값을 얻기 위해 CCV(Color Coherence Vector)를 사용하였고, 질감특징값을 얻기 위해 GLCM(Gray Level Co-occurrence Matrix) 방법을 이용하였다.

2.1.1 칼라특징값 추출

칼라특징값은 일반 히스토그램을 이용하는 방법보다 구현이 쉽고 칼라정보의 지역적인 특성을 고려할 수 있는 CCV를 이용하여 구했다. CCV는 각 화소의 칼라값이 연속적인가 비연속적인가로 분류하여 칼라정보를 표현하는 방법이다. CCV는 계산량이 많아서 대용량의 영상데이터베이스에 적용시에는 시간이 많이 걸린다는 단점이 있기 때문에 HSI모델 중 칼라정보를 가지는 Hue값만으로 CCV를 적용함으로써 처리시간을 줄이는 방법을 이용하였다[3].

2.1.2 질감특징값 추출

질감특징값은 변환영역에서 영상의 공간적인 특성

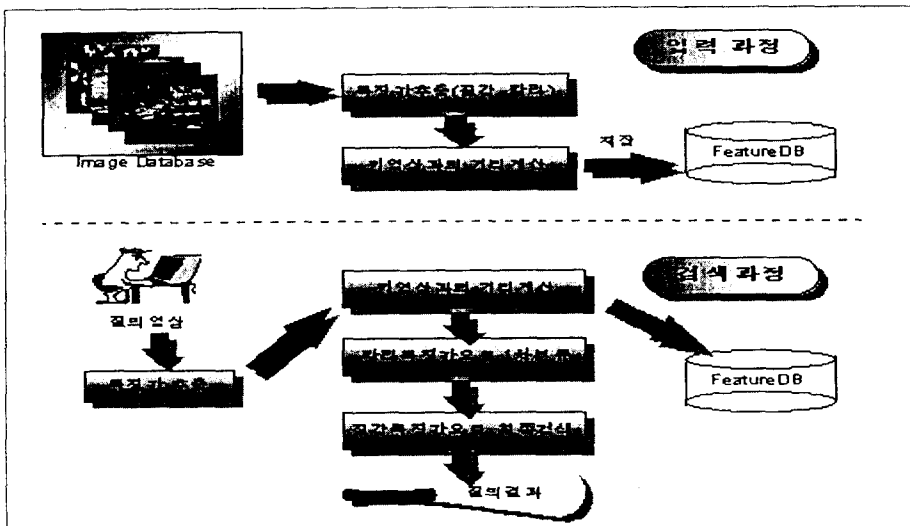


그림 1. 계층적 내용기반 영상검색시스템의 구조

을 병합한 질감특징추출방법을 이용하였다. 영상의 병합특징추출을 위하여 먼저 단단계 Wavelet 변환을 수행하여 하나의 저대역 부밴드와 여러 개의 고대역 부밴드를 얻고, 원영상의 구조적인 특성을 가장 많이 가지는 저대역 부밴드에서 영상의 공간적인 특성을 고려하기 위하여 GLCM(Gray Level Co-occurrence Matrix)에 의한 통계적인 방법의 Contrast를 특징값으로 하였다.

GLCM은 $M \times N$ 크기의 영상에서 거리 d 와 방향 ϕ 에 의해 그레이 레벨 i, j 를 갖는 해당 화소쌍이 얼마나 자주 나타나는가를 표시하는 관련빈도수 매트릭스 $P[i,j]$ 이다. 통계적 질감분석을 위하여 원영상으로부터 얻어진 $P[i,j]$ 를 이용하여 4가지 특징값을 구하는데, 본 논문에서는 그 중 가장 효율이 좋은 Contrast를 질감의 특징값으로 이용했다[4]. 수식(1)은 Contrast를 구하는 식이다.

$$\text{Contrast} = \sum_i \sum_j (i-j)^2 P[i,j] \quad (1)$$

여기서, 변환 매트릭스 $P[i,j]$ 는 원 영상에서 구해진 GLCM의 각 요소이다. Contrast는 명암도 차이를 측정하는 특징으로, 상대적으로 GLCM에서 대각선으로부터 멀리 떨어져 있는 $P[i,j]$ 요소에 대하여 높은 가중치를 준다. 따라서 명암도 차이가 크게 나는 화소의 수가 많으면 큰 값을 가진다.

영상데이터베이스의 각 영상에 대해 구해진 질감과 칼라 특징값은 키영상과의 유사도 계산을 위해 데이터베이스에 각각 저장된다.

2.2 키영상(Key image)의 이용

대부분의 내용기반 영상 데이터베이스 시스템은 검색을 위하여 영상 데이터베이스의 각 영상에 대한 질의영상과의 유사도계산이 필요하다. 이러한 유사도계산은 시간소모적일 뿐만 아니라 그 시스템의 실시간 이용가치를 떨어뜨리는 요인으로 작용한다.

본 논문에서는 질의영상이 입력되었을 때 질의영상과 데이터베이스내의 영상을 직접적으로 모두 비교하지 않고도 유사영상을 검색할 수 있도록 하기 위해 키 영상(Key image)을 이용하여 데이터베이스내의 영상과 키영상과의 각 특징값별 거리값을 미리 계산하여 데이터베이스에 저장한다. 이 때 두 영상간의 거리가 특정 키영상과의 각각의 거리의 차이보다 크다는 다음과 같은 삼각부등식을 적용하였다[6].

$$s(i,q) \geq |s(i,k) - s(q,k)| \quad (2)$$

여기서, i 는 데이터베이스의 영상, q 는 질의영상을 나타내고, k 는 키영상을, s 는 유사 거리값 계산수를 나타낸다고 할 때 부등식(2)는 항상 성립한다.

위 식을 이용하면 데이터베이스의 영상과 질의영상을 각각 키영상과 비교함으로써 두 영상사이의 거리 최소값(Lower Bound)을 얻을 수 있다.

데이터베이스의 영상들과 키영상과의 계산된 유사도를 저장하기 위해 테이블을 구성하였다.

2.3 유사도 계산

본 논문에서는 질의영상과 키영상, 키영상과 데이터베이스 영상들간의 유사도를 측정하기 위하여 유클리디언(Euclidean) 거리함수를 사용했다. 수식(3)은 일반적인 정규화된 Euclidean 거리척도함수이다.

$$D(Q, K)_{Euclidean} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sqrt{(f - f')^2} \quad (3)$$

식에서 Q 는 질의영상, K 는 키가 되는 영상을 나타낸다. 그리고 f 와 f' 는 각각 두 영상의 특징벡터들이다. 질의영상과 키영상간의 유사성 거리값은 질감과 칼라의 특징값들을 이용해서 각각 구할 수 있다. 먼저 칼라특징값들을 이용하여 Euclidean 거리를 계산하고 임계치이상인 영상들에 대해서 2차적으로 질감특징값들을 이용해서 Euclidean 거리를 구함으로써 유사영상을 검색할 수 있다. 계산된 유사도에 따라 질의영상과 가장 유사한 영상들이 데이터베이스로부터 검색되어 출력된다.

3. 구현 및 실험

3.1 구현환경

본 계층적 내용기반 영상검색시스템은 IBM Pentium과 Ultra Sparc 의 Oracle 데이터베이스를 사용하여 Client/Server 환경으로 구현하였다. 실험에 사용된 데이터베이스 내의 영상은 128*128로 정규화된 4개의 class를 가지는 200개의 영상이다.

3.2 성능평가척도

내용기반 영상검색시스템에서는 기존의 정확한 매칭이 아닌 유사매칭의 방법을 채택하였으므로 시스템의 평가도 다르게 계산되어야 한다. 일반적으로

정확한 매칭이 아닌 유사매칭을 수행하는 시스템의 평가는 *Recall*과 *Precision*을 근거로 하고 있다[7]. *Recall*은 영상데이터베이스에서 질의와 관련된 영상 중 검색된 영상의 비율이고 *Precision*은 검색된 영상 중에서 질의와 관련된 영상의 비율을 나타낸다. 산출식은 다음과 같다.

$$Recall = \frac{T}{R_r}, Precision = \frac{T_r}{R_r} \quad (4)$$

여기서, R_r 은 검색된 항목 중에서 질의와 관련된 항목의 수를 나타낸다. 그리고 T 는 검색대상 중에서 질의와 관련된 항목의 총 수, T_r 은 검색된 항목의 총수를 나타낸다. 실험상에서 관련된 유사영상은 유사치를 0.5이상으로 하였다.

3.3 실험결과

임의로 선택한 5개의 키영상을 사용하여 질감특징 값을 이용한 검색과 칼라특징값을 이용한 검색을 각각 했을 때의 *Recall*과 *Precision*은 표 1과 같다.

표 1. 질감과 칼라특징값을 각각 적용했을 때의 검색결과

방법 키영상	칼라특징		질감특징	
	Recall	Precision	Recall	Precision
키영상A	0.69	0.41	0.96	0.62
키영상B	0.79	0.46	0.96	0.66
키영상C	0.87	0.44	0.88	0.62
키영상D	0.82	0.41	0.93	0.62
키영상E	0.72	0.40	0.91	0.60
전체	0.78	0.42	0.93	0.62

표 1의 결과에 효율을 더 높이고 계산량을 줄이기 위해 본 연구에서는 두 특징값을 계층적으로 적용시켰다. 먼저 칼라특징값으로 임계치이상인 영상들만을 1차 대분류하고, 분류된 영상을 대상으로 2차적으로 질감특징값을 적용하여 최종검색한 결과는 표 2와 같다. 실제 200개의 대상영상 중에 40개의 질의 영상을 사용하여 실험한 결과, *Recall* 95%, *Precision* 73%의 검색율을 보였다.

표 2에서 보는 바와 같이 각각의 특징값을 이용한 결과보다 계층적으로 특징값을 적용한 검색효율이 칼라특징값만으로 검색했을 때보다 *Recall* 17%,

표 2. 칼라와 질감특징값을 계층적으로 적용했을 때의 검색결과

방법 키영상	칼라와 질감특징	
	Recall	Precision
키영상A	0.97	0.70
키영상B	0.97	0.77
키영상C	0.92	0.75
키영상D	0.96	0.74
키영상E	0.95	0.69
전체	0.95	0.73

Precision 31%, 질감특징값만으로 검색했을 때보다 *Recall* 2%, *Precision* 11%가 더 향상되었고 키영상의 종류는 검색효율에 거의 영향을 미치지 않음을 알 수 있다.

또한 키영상을 사용함으로써 본 실험에서는 표 3과 같이 처리시간 단축효과를 볼 수 있었다.

표 3. 키영상사용에 따른 처리시간 비교

키영상 미사용시(비율)	키영상 사용시(비율)
8.68(2.92) 초	2.97(1) 초

표 3과 같이 키영상을 사용했을 때, 하나의 질의 영상에 대해서 키영상을 사용하지 않았을 때보다 거의 1/3정도의 시간으로 유사영상 검색이 가능했다.

그림 2, 3, 4는 구현된 시스템을 통해 검색한 몇가지의 예들이다. 질의영상이 입력되었을 때 화면에 질의영상과 유사도가 높은 순서대로 9개의 영상을 표시한다. 그림 2는 경주용자동차 중의 하나를 질의 영상으로 주었을 때 검색시스템에 의해 검색된 결과들을 유사도가 높은 순서대로 나타낸 것이다. 차의 색깔과 배경색이 유사한, 그리고 같은 방향으로 놓여진 유사영상들이 검색되었음을 볼 수 있다. 그림 3과 4는 각각 꽃과 구름 부류중의 하나를 질의영상으로 주었을 때 시스템에 의해 검색된 영상들을 보

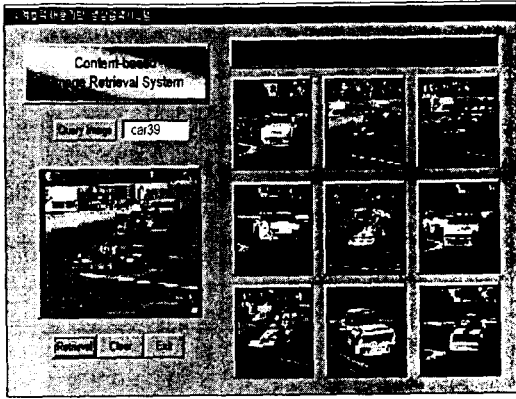


그림 2. 질의에 대한 검색결과의 예(1)

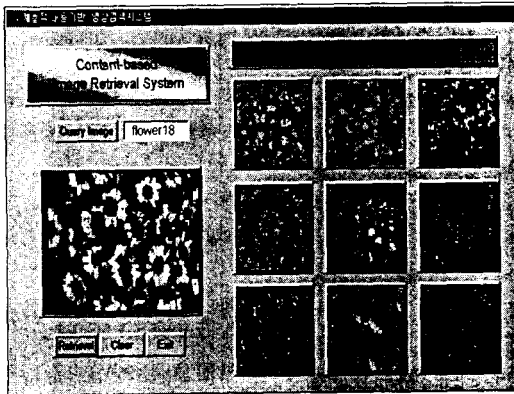


그림 3. 질의에 대한 검색결과의 예(2)

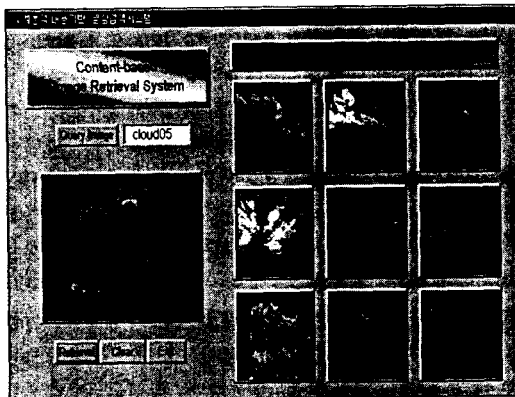


그림 4. 질의에 대한 검색결과의 예(3)

이다. 질의영상과 같이 꽃의 배치와 색깔이 유사한 꽃영상이 검색되었고, 구름영상에 대해서도 사람의 육안으로 유사한 영상들이 검색되었음을 알 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 CCV와 GLCM을 이용한 계층적 내용기반 영상검색시스템을 Powerbuilder 6.0을 이용하여 Oracle 데이터베이스상에서 구현하였다. 기존 영상검색시스템에서의 질의영상과 데이터베이스 내의 영상들간의 거리가 값 계산을 위한 계산량을 줄여 실시간검색의 효율을 높이기 위해 키영상을 사용했다.

영상 데이터베이스의 각각의 영상에 대해 질감과 칼라특징값을 구해서 테이블에 저장하고 질의영상이 입력되면 단지 키영상과의 거리만을 계산함으로써 유사영상을 검색해낼 수 있다. 검색의 효율을 높이기 위해 특징값을 비교할 때 단지 질감과 칼라특징값을 각각 이용하는 것이 아니라 칼라특징값으로 1차 대분류를 한 후, 분류된 영상들만을 대상으로 하여 계층적으로 질감특징값을 비교함으로써 각각의 특징값만을 이용했을 때보다 칼라의 경우 *Recall/Precision* 각각 17/31 %, 질감의 경우 2/11 %의 효율상승을 얻었다. 계층적 검색을 했을 때 최종적으로 *Recall* 과 *Precision*이 각각 95 %, 73 %의 만족한 검색효율을 얻었고, 키영상의 사용으로 약 1/3 정도의 처리시간 단축효율을 얻었다.

향후 연구로는 키영상의 개수가 검색효율에 영향을 미치는가에 대한 연구와 더불어 WWW상에서의 본 검색시스템을 확장구축하고자 한다.

참고문헌

- [1] 최길성 외 3인 “내용기반 이미지 검색을 위한 효율적인 고차원 색인기법”, 한국정보과학회 학술발표논문집 Vol.24, No.1, pp.7-10, 1997
- [2] Andrew Berman and Linda Shapiro, "Efficient Image Retrieval with Multiple Distance Measure", SPIE Vol.3022, 1996
- [3] 이은주, 정성환, “계층적 칼라정보를 이용한 영상검색시스템”, 대한전자공학회 한국통신학회 부산경남지부학회 추계학술발표회130-134, 1997
- [4] 김진아, 정성환, “Wavelet기반의 질감특징을 이용

- 한 영상검색”, 한국정보과학회 '97가을학술발표 논문집, 1997
- [5] Greg Pass, Ramin Zabih, and Justin Miller, “Computer Images Using Color Coherence Vectors”, In ACM Multimedia 96, pp.65-73, 1996
- [6] W.A.Burkhard and R.M.Keller, “Some Approaches to best-match file searching”, *Communications of the ACM*, 16(4): 230-236, 1973
- [7] 최기호, 김철원, “칼라공간과 키워드를 이용한 내용기반 화상검색시스템 설계 및 구현”, 한국정보처리학회 논문지 제4권 제6호, 1997
- [8] S.Yamano and Y.Yaginuma, “ Experiment and evaluation on image database construction using vector expression of hue and shape”,*IPSJ National Conf. No.4G-7*, pages 129-130, 1995
- [9] M.J.Swain and D.H.Ballard, “Color Indexing”, *International Journal of Computer Vision*. Vol.7, No.1, pp.11-32, 1991.
- [10] 배희정, “칼라와 질감을 이용한 영상 데이터 검색”, 석사학위논문, 1996.12.
- [11] R.Ajiv Mehrotra and James E.Gray, “Feature Based Image Processing”, Vol.52, pp.416-436, 1990.
- [12] 최현섭, 김철원, 김성동, 최기호, “텍스처 패턴과 윤곽점 기울기 성분을 이용한 내용기반 화상검색시스템의 설계 및 구현”, 한국정보처리학회 논문지, 제4권 제1호, 1997.1.