

에너지 키에 기초한 대형 칼라 영상 기록물의 계층적 인덱싱 기법

박 대 철, 강 종 목

한남대학교 정보통신멀티미디어공학부

Energy Keys Based Scalable Indexing Schemes of Large Color Image Archives

Dae-Chul Park, Jong-Muk Kang

School of Info & Comm Multimedia engineering, Hannam Univ.

요 약

대형 칼라 영상 기록물의 효과적인 계위적 인덱싱 특성을 갖는 방법을 제안하였다. 1차와 2차로 나누어진 칼라 키와 에너지 키 방법은 고속 검색 시스템의 성능을 발휘하며 질의 응답 시간면에서 DB의 크기에 별로 영향을 받지 않는 거의 일정한 응답 시간 특성을 갖는다.

ABSTRACT

We propose a method which has effective scalable indexing characteristics of large color image archives. Color key and energy key method which uses provides high performance of fast accessing and has almost constant query response time over DB size.

I. 서 론

디지털 영상 정보의 증가와 인터넷 웹 기술의 급속한 발전에 힘입어 대량화된 영상 정보의 처리, 인덱싱, 검색, 내용 분석 등에 기초한 교육적, 과학적, 상업적 응용에 대한 중요성이 대두되었다. 여기에는 디지털 사진 앨범, 비디오 앨범, 의료용 영상 DB, 원격 탐사 영상 DB 등 다양하다. 광대한 분량의 데이터로 인하여 원하는 영상/비디오 클립 등을 검색하려는 경우 고속 처리와 효율적인 정보 검색이 필요로 하게 되었다. 특히 시각 정보 시스템에서 주요한 관심 사항 중의 하나는 영상 내용에 기반한 정보 검색 방법의 개발에 있다. 이는 MPEG-7의 멀티미디어 DB 검색 및 기술에 있어서 중요한 기술로 표준화 작업과 함께 현재 다양한 방법들이 제안되었다. 여기에는 크게 두 가지 주요 접근 방법이 존재한다. 첫 번째 방법은 원 영상 데이터에서 추출한 특징점 벡터에 기초한 인덱싱 방법과 압축 변환 영역에서 계수값에 기초한 인덱싱 방법이다. 인터넷 통신 환경의 급속한 발전에 따라 다양한 영상 DB 정보의 효율적인 표현과 더불어 액세스의 고속화 알고리즘 개발이 시급하다. 본 논문의 주된 내용은 대용량의 다양한 영상 정보(사진 영상, 페인팅 영상, 도면 영상, 지도 영상, 컴퓨터그래픽스 영상 등)의 고속 검색을 전제로 한 원격 검색시 고속 브라우징 과 함께 고효율 검색 기법의 개발에 있어서 스케

일링이 가능한 계위적 영상 내용 기반 고속 검색 방법을 제안하고 하는 것을 목적으로 한다. 대부분의 제안된 인덱싱 및 검색 방법들은 높은 유사성 정합을 줄 수 있는 강인한 특징점 벡터를 찾는 데 초점이 맞추어져 있다. 이는 특징점 벡터 공간의 선택 문제가 되며 이와는 별개로 선형적 혹은 일정한 질의 응답 시간을 갖는 계위적 인덱싱 방법에 주안점을 둔 DB 구성 자체의 설계 문제가 된다. 이같이 분리된 영상 검색 시스템의 설계는 영상 기록물의 크기가 거대하게 됨에 따라 검색 시스템의 성능이 크게 저하되는 단점을 낳고 있다. 따라서 인덱싱에 있어서의 여러 가지 요인으로 인한 어려움 즉 시스템과 사용자간의 절충(응용 의존성), 특징점 혹은 속성 의 바른 선택의 문제(유사성 척도), 계위적 DB 인덱싱의 설계 문제(계위성 문제) 등의 문제가 동시에 다루어지지 않았다. 그러므로 본 논문에서는 이같은 특징점 공간의 선택 과 계위적 저장 구조를 동시에 결합한 연합 인덱싱 기법을 제안하고자 한다. 제안된 인덱싱 기법은 데이터 베이스의 크기에 무관하게 거의 일정한 질의 응답 시간을 갖는 계위적 DB 구조를 제공한다. 이 같은 기술의 활용은 디지털 도서관, 비디오 스트림 저장, 의료 영상, 원격 탐사 영상, 예술 작품 저장, 보안 영상, 디지털 워터마크 등 다양한 분야에 적용 될 것이다.

II. 칼라 영상의 계위적 인덱싱

칼라 영상의 계위적 인덱싱을 위하여 칼라 에너지와 휘도 에너지 값을 조합한 특징점 벡터를 구성한다. 칼라 에너지 값을 계산하기 위해 임의의 칼라 공간을 HSI 칼라 공간으로 변환하고 휘도 성분에 대해서 2D DWT 후 각 서브밴드 영역별로 에너지값을 구하고 전체 영상 DB에 대하여 에너지 히스토그램을 계산한다. 유사한 에너지 값의 범위를 하나의 유사성을 갖는 그룹 ID 번호를 부여하고 이 ID 번호가 휘도 성분에 대한 에너지 키 벡터 값으로 사용된다. 칼라 성분에 대해선 먼저 8개의 칼라 평면으로 구분하고 각 평면에 대해 Saturation 에너지 값 과 주요 칼라 성분 빈도수를 구하고 전체 DB에 대하여 칼라 에너지 히스토그램을 구한다. 이 히스토그램의 구간이 키 벡터 값으로 사용된다. 8개로 구분된 칼라 평면 영역(Hue 영역)에서의 픽셀 값은 양자화된 단일 칼라 평면에 속하며 따라서 3차원 칼

라 정보를 직접 사용하는 대신에 segment 된 칼라 평면 정보로 각 픽셀을 나타낼 수 있다. 각 Hue 영역에 주어진 칼라 descriptor 번호(우리의 경우 1~8)의 사용으로 다른 조명 조건에 의한 본질적인 칼라 값의 변화 문제를 어느 정도 견디어 낼 수 있다. 기존의 많은 인덱싱 및 검색 시스템은 특징점 추출의 문제와 데이터 베이스 구축에 관련된 문제를 독립적으로 다루어 왔다. 대부분의 질의 응답 시간은 데이터 베이스의 크기가 커짐에 따라 선형적으로 증가하고 있다. 이 질의 응답 시간을 개선하기 위하여 단순한 특징점 벡터를 사용하거나 원하는 검색 성능의 질을 저하하는 방법으로 실현되었다. 반면 복잡한 특징점 벡터의 사용은 좋은 유사성 척도를 제공하지만 복잡한 특징점의 사용은 계산 속도의 과다와 더불어 데이터 베이스의 효과적인 구성을 어렵게 하게된다. 따라서 특징점, 복잡도, 액세스 시간, 검색 성능의 질과의 관계는 상충적이며 효과적인 방법으로 절충이 이루어져야한다. 지금까지 이 문제들은 3개의 독립적인 문제로 다루어져 왔다. 그러나 본 논문에서는 이 문제들을 동시에 고려하는 보다 효율적인 특징점 벡터 공간의 구성 과 관련 인덱싱 메카니즘이 계위적 구조를 달성할 수 있도록 하는 방법을 고려하였다. 내용 기반 영상 검색을 위해 사용되는 주요 척도는 다음과 같다[1]. 품질 척도는 전체 관련 영상에 대한 검색된 관련 영상의 비로 정의된다. 효율성 척도는 검색된 비 관련 영상에 대한 관련 영상의 비로 정의된다. 계위성 척도는 데이터 베이스 크기와 독립적인 질의 응답 시간을 갖는 데이터 베이스 구조를 의미한다.

특징점 공간과 영상 DB 저장 구조의 결합을 통한 검색 방법은 계위성을 갖는 영상 검색을 가능케하며 DB크기에 선형적으로 비례하는 검색 응답 시간을 가져다준다. 따라서 본 연구에서는 특징점 벡터와 인덱싱의 문제를 하나의 통합된 문제로 처리하고자한다. 이를 위해 제안하고자하는 방법은 다음과 같고 이를 그림 1에 도해적으로 나타내 보였다.

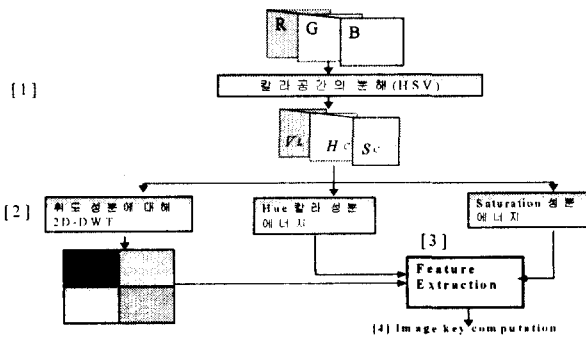


그림 1 특징점 벡터 공간의 생성

2.1 에너지 키 생성

휘도 성분에 대해 웨이블 변환의 다해상도 성질을 사용하는 특징점 공간의 구성을 아래와 같이 서브 밴드 영역별로 형성한다. 이 같은 특징점 공간 벡터의 구성은 서브 밴드별 통계적 성질의 사용을 통해 계위적 영상 데이터 베이스에

서의 구축에 유용한 구조를 제공한다. 따라서 계위성에 의한 DB 검색의 고속 응답 시간을 주는 효율적인 저장 데이터 구조 설계를 가능케 한다.

아래 그림에서와 같이 각 웨이블릿 서브 밴드 영역 별로 전체 에너지 값을 구하고 전체 DB 크기에 대해 에너지 히스토그램을 구한다.

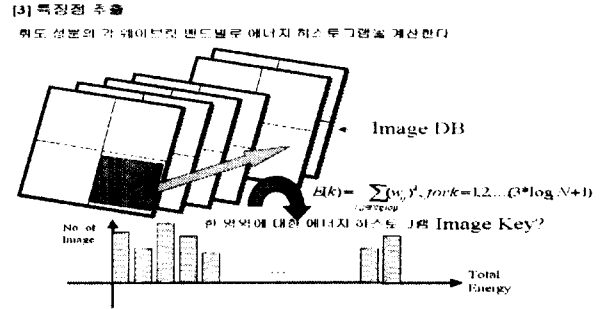


그림 2 휘도 성분의 웨이블릿 서브밴드 영역별 에너지 히스토그램 계산

이와 같이 각 서브밴드 영역별로 에너지 히스토그램 계산 되면 유사 에너지 값을 갖는 히스토그램 구간을 다시 묶어 유사 그룹 ID 번호를 부여한다.

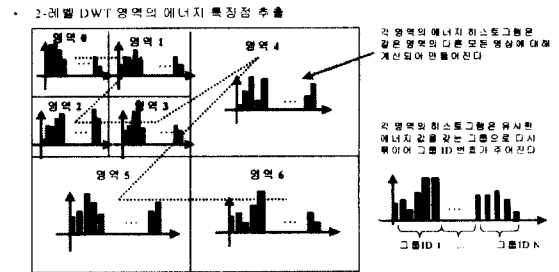


그림 3 유사영역별 그룹 ID의 작성

이 그룹 ID는 특징점 공간의 특징점 벡터로 사용된다. 키 생성의 예를 그림 5에 보였다. 영역 0에서부터 시작하여 Morton 순서로 영역 6까지 진행되며 이 그림의 경우 2,5,1,3,5,10,3의 에너지 키 값이 얻어진다. 키 값의 위치는 서브 밴드별로 차례로 구성되었기 때문에 임의의 위치에서 인덱싱을 설정할 수 있다.

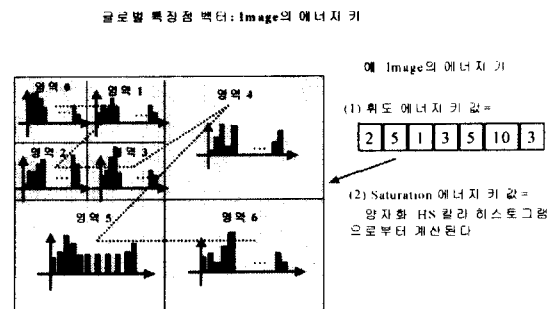


그림 4 영상의 에너지 키 생성

즉, 인덱싱을 위한 벡터의 구성은 2; 2,5; 2,5,1; ...; 2,5,1,3,5,10,3 등등이 가능하며 그 위치에서의 유사 영상군이 얻어진다. 유사한 영역 에너지 값을 갖는 영상들이 히스토그램에서 비슷한 혹은 근접한 구간 안에 존재하게 될 것이다. 각 영상에 대해 데이터 베이스내의 다른 영상과의 관계는 에너지 키 값에 의해 나타내게 된다.

2.2 칼라 공간

RGB 칼라 모델은 칼라 인식에 균일한 칼라 공간을 제공하지 못한다. 본 논문에서는 CIELAB 칼라 공간에 기초한 HSI 칼라 모델을 사용하였다. 크로마 성분을 정성적으로 표현하기 위해 k개의 Hue 칼라 그룹으로 나누었고 각 칼라 그룹별로 칼라 식별자 번호 1,2,..., k를 부여하였다. 그림 6은 k=8인 경우에 대한 크로마 공간의 그룹핑을 보여준다. angular 성분은 Hue(색상) 성분을 나타내고 원의 반지름의 크기는 Saturation(채도) 성분을 나타낸다. 매우 어둡고 밝은 부분에 해당되는 색상과 채도 영역은 칼라 에너지 계산에서 제외하였다. 이 부분은 휘도 부분에서 다루어지기 때문이다. 이 칼라 식별자는 칼라 영상을 8개의 상호 배타적인 8개의 칼라 평면으로 나누어준다(그림 6 참조).

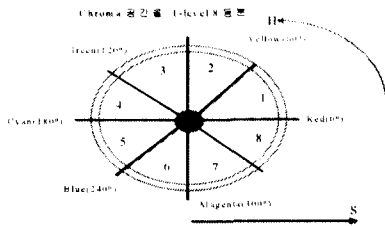


그림 5 크로마 공간의 형성

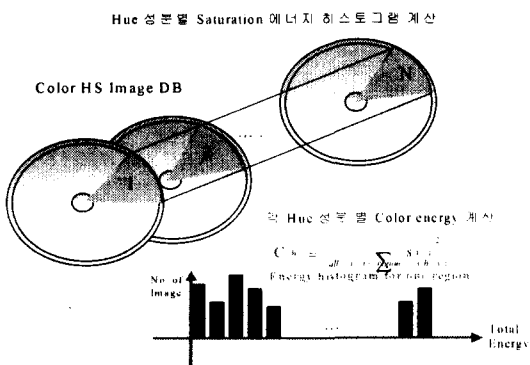


그림 6 HS 공간에서의 에너지 분포 계산

Segmented 색상 공간에 대해 전체 채도 에너지가 계산되고 전체 DB 크기에 대해 에너지 값을 구한다. 휘도 성분의 에너지 값 계산에서와 마찬가지로 채도 에너지 값이 각각의 영상에 대해 구하고 난 후 채도 에너지 히스토그램이 얻어진다. 질의시 휘도 성분의 에너지 키는 2-level 웨이블릿 서브밴드 영역의 수에 해당되는 7개의 키 값이 계산되고 동시에 채도 성분과 Hue 성분의 에너지 키는 8등분의 식별자 갯 수에 해당하는 8개의 키 값이 각각 계산된다. 즉 휘도 에너지 key 값 생성 [n0 n1 n2 n3 n4 n5 n6]; 채도

와 Hue 에너지 key 값 [8 개 칼라 bin 값]이 생성된다. 휘도 에너지 키 값은 secondary index로 사용되고 채도 혹은 Hue 에너지 키 값은 primary index로 사용된다. 계위적 인덱싱 과정을 그림 8에 보였다.

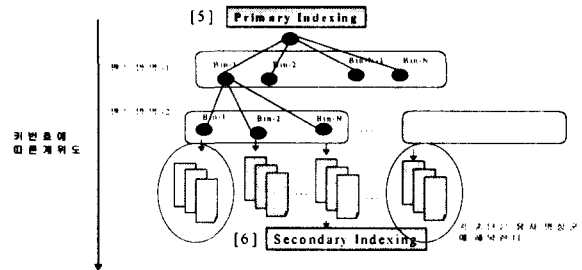


그림 7 계위적 구조의 인덱싱

III. 계위적 칼라 영상 인덱싱 및 검색 시스템

다양한 특징점이 특징점 벡터에 존재할 때 특징점 공간을 어떻게 구성하는 매우 중요한 문제이다. 벡터간의 유사성 정합을 위해 비교될 때 어떤 특징점은 다른 것보다 더 중요할 수 있다. 또 인덱싱 및 검색 시스템에서 고려되어야 할 다른 문제는 유사성 비교를 위한 계산 복잡도와 질의 응답 시간이다. 질의 처리에 포함된 계산의 복잡도는 가능한 감소되어야 한다. 전체 질의와 인덱싱 과정에 포함 단계를 그림 9에 나타내었다.

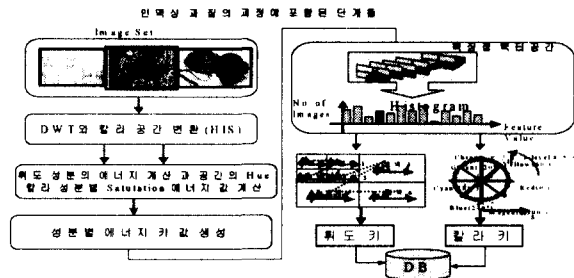


그림 8 인덱싱과 질의 과정에 포함된 단계

IV. 모의 실험

모든 영상을 256x256 jpeg 형식으로 변환한다. DB 크기는 509 여종으로 여러 가지 종류로 구성되었다. 칼라 공간의 선택은 HSI이며 휘도 성분은 3-level 2-D DWT 변환후 각 서브 밴드 영역에서 에너지값의 히스토그램이 계산되었다. 칼라 성분 중 Hue 성분은 8등분으로 구분되어 각 영역별 칼라 휘도 성분에 대한 에너지 키 값은 웨이블릿 분해의 지그 재그 스캔 순서로 저주파 영역에서 고주파 영역으로 진행되어 생성된다. 웨이블릿 변환의 계위적 관계성 때문에 특징점 벡터인 에너지 값은 계층성을 갖는 특징을 지닌다. 이 휘도 성분의 에너지 키값은 secondary index의 특징점 벡터로 사용하였다. 마찬가지로 크로마 성분에 대한 에너지 키 값은 색상에 따른 칼라 식별자 그룹으로 나눈 뒤 각 칼라 그룹에 대해 채도와 Hue 에너지 값이 계산되

어 히스토그램이 전체 DB에 대하여 얻어진다. 칼라 식별자 그룹 ID 번호에 해당하는 채널 에너지 키 값 자체는 계위성을 부여하기 힘들지만 휘도 성분의 에너지 키 값과 같이 식별자 그룹 번호 1에서 8번까지를 계층적 구조로 본다면 가능하다. 이를 개선하기 위한 한 방법으로 Majority Color 법칙에 따른 히스토그램을 구하면 영상내의 색 성분에 대한 우선 순위를 부여할 수 있다. 이 채널 혹은 Majority Hue 칼라 에너지 키값은 Primary index의 특징점 벡터로 사용하였다. 아래의 키 값은 위에서 제안된 방법으로 112 번째 영상에 대해 구한 키값을 나타낸다. ekey는 휘도 에너지 키값을 나타내고 ckey는 majority hue 칼라 key 값을 나타낸다. ekey = 3 2 2 1 1 1 1 1 사용시 검색된 영상 번호 = 75 99 112 119 120 133 208 255 265 284 300 314 417 452 504(509개중 15개) ; ckey = 5 1 2 3 4 6 8 7 사용시 검색된 영상 번호 = 68 112 127 135 304(509개중 5개). 처음 3개의 ckey ([5 1 2])사용시 검색된 영상번호 = 38 53 68 97 112 127 135 252 258 272 277 289 300 304 311 316 317 355 359 389 395 406 441 482 484 490 (총 509개중 26개)

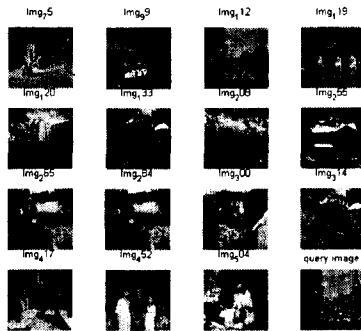


그림 9 ekey 값만에 의해 검색된 영상들

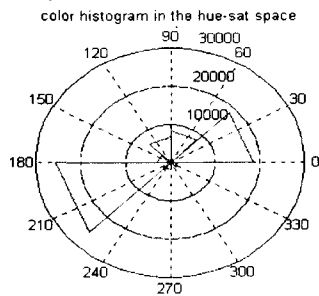


그림 10 8개의 Hue 영역별 빈도 분포

V. 결 론

본 연구의 주안점은 데이터 베이스에 삽입될 각 영상으로부터 웨이블릿 구조 특징점을 추출하여 계위적 특성을 갖는 특징점 벡터 형성과 원 DB의 크기에 영향을 받지 않는 계위적 질의 응답을 줄 수 있는 효율적인 데이터 구조에 적용할 수 있는 검색 시스템의 설계에 있었다. 제안된 인덱싱 시스템은 매우 적은 특징점 벡터 크기를 가는 계위적인 데이터 베이스 구성을 가능케 했으며 다른 특징점 벡터 공

간 과 인덱싱 변수를 사용하여 다중 데이터 베이스 구성을 가능케한다.

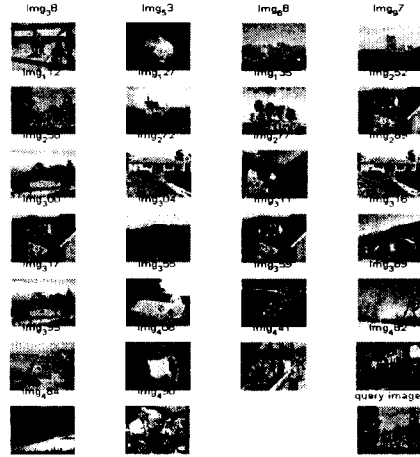


그림 11 ckey 값의 일부 키값([5 1 2])에 의해 검색된 영상들

그러나 스케일, 회전, 이동에 강인한 특징점 벡터의 사용을 위한 affine 변환이 필요하며, 유사성 척도의 효과를 개선하기 위한 칼라 공간의 올바른 선택, 영상 질의 척도의 뛰어난 클러스터링, 글로벌 특징점뿐만 아니라 국부적 특징점인 모양, 텍스처의 특징점을 결합하는 다중 척도에 대한 연구가 더 필요하다.

참고문헌

- [1] E. Albu et. al., Vector-wavelet based scalable indexing and retrieval system for large color image archives, *Proc. ICASSP*, Vol. 6, pp.3021-3024, 1999
- [2] J. Ashley et. al., Automatic and Semiautomatic Methods for Image Annotation and Retrieval in QBIC, *Proc. SPIE Of Storage and Retrieval for Image and Video Databases*, pp. 2420-30, 1995
- [3] C.E. Jacobs, et. al, Fast Multiresolution Image Querying, In *Proc. Of SIGGRAPH 95*, 1995
- [4] A. Pentland et. al., Photobook: Tools for content-based manipulation of image databases, *Proc. SPIE for Storage and Retrieval for Image and Video Databases II*, pp. 34-47, San Jose, CA, 1994
- [5] J.R. Smith et. al, VisualSEEK: a Fully Automated Content Based Image Query System, *ACM Multimedia*, 1996
- [6] J.Z WangWie et. al, Wavelet Based Image Indexing Techniques with Partial Sketch Retrieval Capability, *Journal of Digital Libraries*, 1997