

영상분류를 이용한 내용기반 영상검색 시스템

이현운*, 전준철*

*경기대학교 전자계산학과

e-mail : lhwoon@altavista.co.kr, jcchun@kuic.kyonggi.ac.kr

Content-Based Image Retrieval System Using Image Classification

Hyun-Woon Lee*, Jun-Chul Chun*

*Dept. of Computer Science, Kyong-gi University

요 약

본 연구에서는 내용기반 영상 데이터 검색을 위하여 변환 영역에서 위치 정보와 주파수 정보를 가지는 웨이블릿 성질을 이용하여 영상을 압축한 후에 저주파 성분에 의한 객체들의 특징을 추출하는 방안으로 Vector Quantization 을 이용한 class 별 영상 검색을 제시한다. 내용기반 영상 검색의 주요 특징들은 색상, 질감, 그리고 영상의 공간적인 특징을 고려한 특징 값 등이 사용된다. 먼저 검색의 효율성을 높이기 위해 영상을 구성하는 특징 치 중에서 가장 빈도가 많은 class 부터 영상의 유사도를 검색한 후에 다음으로 영상을 구성하는 빈도가 큰 순서대로 DB 내에 저장되어 있는 영상과 비교를 하게 된다. DB 내 영상 검색은 빈도수가 우선인 5개의 class 를 기준으로 유사도를 측정해서 검색을 이룬다. 이러한 영상의 특징들을 어떻게 결합하고 특징 추출을 하느냐에 따라 검색의 효율성에 영향을 준다. 따라서 본 연구에서는 영상의 위치 정보와 주파수 정보를 가지는 웨이블릿 변환 후 얻어지는 저대역 부밴드에서의 공간적인 특성을 고려한 특징 값을 이용하여 Vector Quantization 알고리즘에 의해 정지영상의 객체 대표 특징들을 빠르게 검색하고자 한다. 본 연구에서는 Haar Wavelet 과 Vector Quantization 에서 색상과 질감의 가중치를 적용한 후 DB 에 저장된 영상과 유사도를 검색하는 방법을 취하고자 한다.

1. 서론

요즘 들어 디지털(digital) 영상을 만들기 위해 표본화, 양자화 되면서 거대한 양의 데이터가 만들어 짐으로써 비현실적인 저장, 처리, 통신 조건을 요구한다. 따라서, 디지털 영상을 표현하는데 불필요한 데이터의 양을 줄이는 영상압축의 기술을 요하게 되었다. 특히 멀티미디어에 있어서 영상 압축은 결정적으로 중요한 기술이다. 나아가 영상 압축은 영상 회의, 원격 조정(기상 예측이나 자원탐사를 위한 위성 영상의 사용), 서류와 의료 영상, 팩스, 그리고 군, 우주등에서 사용되는 원격조정 차량의 제어 등의 중요하고도 다양한 응용에 사용하게 된다.

이에 영상 검색에 대한 객체의 특징 치를 추출하는데 많은 시간과 비용이 따르므로 수행속도를 향상시키기 위해 영상의 공간적인 정보를 이용한 영상의 압축을 수행함으로써 영상의 정보를 줄일 수 있다.

초기의 영상 검색은 텍스트 기반의 검색이 이루어졌으나 시간과 비용, 그리고 검색 효율성면에서 커다란 효과를 바랄 수가 없었다. 이러한 단점을 보완하기 위해서 영상의 색상과 질감, 모양 등의 내용을 추출하는 내용 기반 영상 검색이 연구 되고 있다. 색상, 질감의 특징 벡터를 이용하여 클러스터링 하여 영상을 검색하는데 클러스터링 하는 방법에는 여러 가지가 있지만 임의의 영상의 패턴에 따라 클래스의 수를 정해주는 VQ 알고리즘에 의한 클러스터링 방법으로 영

상의 대표 특징을 추출하는 방법을 사용하고자 한다.

2. 웨이블릿(Wavelet) 변환을 통한 정보 추출.

최근 여러 분야에서 연구되고 있는 웨이블릿 변환 방법은 영상 변환 후에 생성되는 부 밴드들을 분석함으로써 영상 정보를 얻을 수 있다. 이는 Wavelet 이라 일컫는 기저 함수(basis function)를 이동(translating)과 확장(dilating)함으로써 주파수 영역에 따라 다 해상도를 갖게 된다.

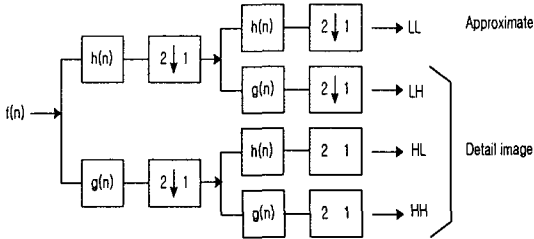


그림 1 웨이블릿 변환

웨이블릿 변환을 2 차원 영상에 적용 하였을 때 4 개의 성분으로 나누어 진다. 이 4 개의 성분에는 시각에 민감하고 정보의 대부분을 가지고 있는 저주파 성분과 수직성분, 수평성분, 대각성분으로 나누어 진다. 2 차원 영상의 웨이블릿 변환은 그림 1의 대역 분할 부분에서 나타난 것과 같이 필터 뱅크 구조를 구성하여 수평 방향과 수직 방향으로 1 차원 이산 웨이블릿 변환을 반복적으로 수행해서 얻어진다.

그림 1에서 표시된 LL, LH, HL, HH 은 분해된 대역을 나타낸다. 첫 번째 영문자는 영상을 수평 방향으로 필터링하는 방법을, 두 번째 영문자는 수직 방향으로 필터링하는 방법을 의미한다. 이 때, L 과 H 는 각각 저주파 대역 통과 필터(h(n))와 고주파 대역 통과 필터(g(n))를 이용하여 필터링 함을 의미한다. 분해 과정에서는 먼저 입력 영상을 수평 방향에 대해서 각각 저주파 대역 통과 필터링과 고주파 대역 통과 필터링한 후 저주파 대역과 고주파 대역으로 분해한다. 그리고, 분해된 각각의 저주파 대역과 고주파 대역에 대하여 다시 수직 방향으로 저주파 대역 통과 필터링과 고주파 대역 통과 필터링한 후에 분해 대역 LL, LH, HL, HH 을 얻는다.

영상의 웨이블릿 분할영역으로 각 단계별로 분할되는 모습을 나타낸 것으로 본 연구에서는 2 단계로 분할된 영상의 공간적인 특징을 이용하기 위하여 유용하지 못한 고주파 대역은 제거하고 축소된 저주파 대역 영상의 특징 치를 이용하여 영상 검색에 이용하고자 한다.

아래의 그림 2 는 2 차원 영상(peg 포맷)을 웨이블릿 변환에 적용한 결과를 나타낸 그림으로 원 영상과 웨이블릿 변환인 1 단계와 2 단계이다.

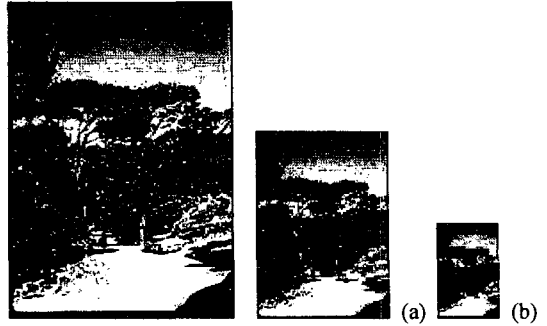


그림 2 영상 실험 데이터 및 (a)1 차원, (b)2 차원 이산 웨이블릿 변환

3. 영상의 특징 추출

색상 영상정보를 인지하는 방법은 세가지 지각 변수로 분류되는데 순색(순수 노랑, 오렌지, 빨강)을 기술하는 색 특성인 색상(hue), 순색이 흰빛에 의해 희석된 정도의 측도를 제공하는 채도(saturation), 그리고 명도(brightness)가 그것이다. 이러한 유용성은 영상에서 색의 정보로부터 분리되는 성분이 명암과 사람이 색을 인지하는 방식인 색상과 채도의 사실 성분이다. 그러나, 컴퓨터 시스템들은 RGB 컬러 모형들이 주기적으로 반복되어 결과적인 컬러를 만들어 낸다. 이러한 RGB 요소들은 상호 관계가 너무 크기 때문에 영상 처리 알고리즘들은 수행이 어렵다. 따라서, 많은 어플리케이션이 사용하는 HIS 컬러 모형을 사용한다.

그림 3 은 영상의 정보(색상, 질감, 모양) 중에서 영상의 특징 추출에 사용하는 벡터 특징으로 color 특징과 texture 특징을 나타낸 것이다.

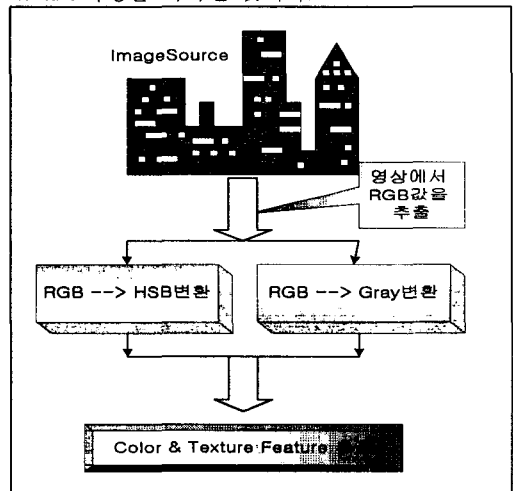


그림 3 색상과 질감 특징 추출

3.1. 색상 특징 벡터 추출.

Color 특징으로는 RGB 를 HSB 로 변환한 색상, 채

도, 명도를 이용한다. Gray 벡터의 특징은 가장 중요시 되는 대비(Contrast)만을 이용함으로써 특징 치 벡터를 단순화 했고 0-1 사이 값으로 정규화 했다.

3.2. 질감 특징 벡터 추출.

질감 특징으로는 여러 가지의 질감 특징 중에서 가장 중요시 되는 대비(Contrast)를 이용하기 위해서 Gray Level Co-occurrence matrix 방법을 이용했다. 질감의 특징을 구하기 위해서 영상의 블록을 2x2 크기로 구분을 한다. 이렇게 구분된 블록을 정규화 된 4 방향 (0, 45, 90, 135 도)의 Co-occurrence Matrix 를 구하여 질감의 특징 치를 추출한다. 추출하고자 하는 질감 특징 치(Contrast)는 다음 수식 1 과 같다.

$$Contrast = \sum_{n=0}^{m-1} n^2 \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m p(i, j) \quad \text{with } |i - j| = n$$

수식 1 질감 특징 치를 구하는 식

수식 1 에서, p(i,j)는 Gray-level Co-occurrence Matrix 의 (i,j)번째의 entry 를 나타낸 것이고, 색상은 화소 단위이지만 질감은 그렇지 않기 때문에 질감을 화소 단위로 변화 해 줘야 한다. 그래서, 여기서는 영역 안에 있는 모든 화소에 질감 특징 치를 부여하는 방식을 따르도록 한다.

결과적으로 각 화소 당 영상의 특징 치 벡터는 색상 3 개와 질감 1 개(4 차원 특징 치 벡터)를 가지게 되며 이는 VQ 알고리즘의 클러스터링 과정에서 이용하게 된다.

4. VQ을 이용한 영상의 특징 검색

각 화소에서 구한 벡터 특징 치는 객체의 대표 특징 치 추출을 위해서 사용이 된다. 여기에서 입력 특징 치(컬러 특징 치에서 구한 HIS 3 개의 벡터와 질감 특징 치에서 구한 1 개의 벡터)는 각 화소에서 구한 벡터 치가 되고, 이 입력 치는 VQ 에 의해서 각각의 객체 대표 특징 치와 영상 검색을 하게 된다.

여기에서 최초의 입력벡터를 중심 값으로 생성한 후에 영상의 중심이 되는 class 의 수치가 변동이 없을 때까지 VQ 과정을 반복적으로 수행하는 방법을 취했고, 영상을 이루는 class 중에서 빈도수가 많은 5 개의 class 을 선정한 후 이 특징 치를 영상의 검색에 이용 된다.

VQ 알고리즘을 이용해서 클러스터링 하는 과정을 보면 아래의 알고리즘과 같이 나타낼 수 있다. 여기에서 영상 간의 유사성을 얻기 위해서 영상의 특징 값들 사이의 거리(distance)를 구하여 비교하게 된다. 유사성 척도로써의 거리는 Euclidean 함수를 이용한다.

군집화에서 패턴이나 군집 간의 유사도를 평가하기 위하여 다음과 같은 거리 함수(distance function)를 정의한다. 두 개의 n 차원 패턴

$$x_i = (x_1^{(i)}, x_2^{(i)}, \dots, x_n^{(i)})^t$$

$$x_j = (x_1^{(j)}, x_2^{(j)}, \dots, x_n^{(j)})^t$$

간의 Euclidean distance d는

$$d(x_i, x_j) \equiv \sqrt{\sum |x_k^{(i)} - x_k^{(j)}|^2} = |x_i - x_j|$$

과 같은 식으로 나타낸다.

그림 4는 VQ 알고리즘에 관한 설명을 나타낸다.

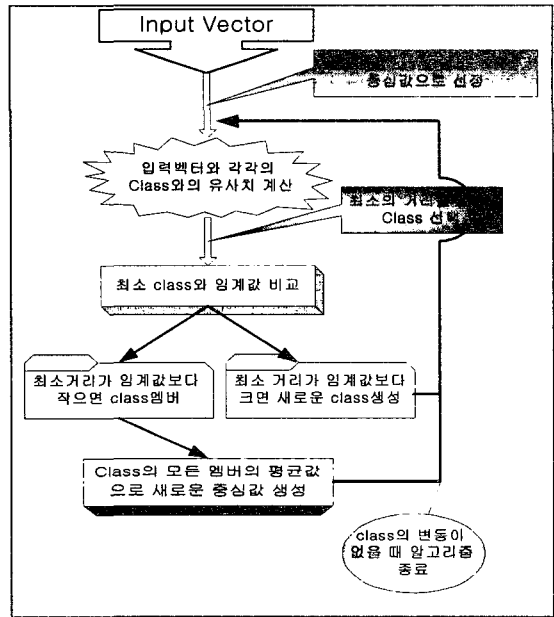


그림 4. VQ Algorithm

아래의 그림 5는 본 연구의 영상 질의에 대한 Database의 구동 과정과 절차를 나타낸 것이다.

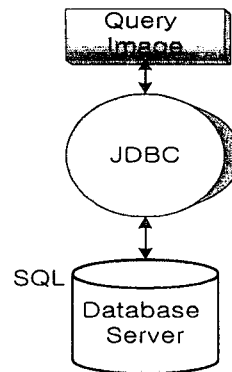


그림 5. Database 접근 과정

5. 영상 검색.

영상 검색의 과정은 VQ 에서 얻어진 각각의 영상에 대한 class 의 분류에서 검색을 하게 된다. 먼저 검색의 효율성을 높이기 위해 영상을 구성하는 특징 치 중에서 가장 빈도가 많은 class 부터 영상의 유사도를 검색한 후에 다음으로 영상을 구성하는 빈도가 큰 순서대로 DB 내에 저장되어 있는 영상과 비교를 하게

된다. DB 내 영상 검색은 빈도수가 우선인 5 개의 class 를 기준으로 유사도를 측정해서 검색을 이룬다.

검색의 유사도 계산에 따라 순서대로 영상을 출력 하게 된다.

6. 실험 및 결과.

6.1. 실험환경

실험을 위해 펜티엄 200dual, RAM 168M 사양의 PC 을 이용했으며, 실험 영상으로는 192 x 128 크기의 JPEG 포맷의 780 개의 영상을 사용하였고, Database System 은 SQL 서버 7.0 을, 그리고 구현 Software 은 Jbuilder3 을 이용하였다.

6.2. 실험결과

본 연구에서는 영상 검색을 위해서 영상의 cluster 수를 확정한 후에 각각의 cluster 수치를 벡터 별로 계산함으로써 영상을 검색하는 방법을 취했다.

실험으로는 색상과 질감의 변화를 취하므로 해서 cluster 와의 변화 과정을 계산한 결과를 검색에 활용 했다.

그림 6 은 본 연구에서 Query 로 들어오는 영상의 sample 를 나타낸 것이고, 표 1 은 Query 영상과 유사한 영상의 class 별 유사도를 수치로서 나타낸 것이다. Query 과 DB 내 영상의 class 별 차이를 비교해서 근접한 영상의 차이 값을 나타낸다. 그림 7 는 Query 영상과 유사한 영상을 나타낸 것으로 표 1 를 근거로 한 유사도에 의해 순서대로 나타낸 것이다.

본 연구에서 Query 에 의한 영상 검색의 실험은 80 회 정도 Query 영상을 검색하는 과정에서 모두 검출된 결과를 얻을 수 있었다.



그림 6. Query Image

검색 순서	Class1	Class2	Class3	Class4	Class5
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	0.05689	0.05882	0.13801	0.22511	0.32487
2	0.02966	0.08858	0.21600	0.23181	0.3546
3	0.25363	0.12672	0.36371	0.21963	0.33744
4	0.24731	0.23073	0.36416	0.46310	0.24943
5	0.12756	0.22512	0.15662	0.43291	0.49303
6	0.22683	0.29630	0.45584	0.34509	0.46364
7	0.2887	0.35033	0.22669	0.42462	0.25680
8	0.33269	0.33580	0.27939	0.39141	0.34220

표 1. Query 영상과 유사 DB 영상사이의 class 별 차이 치

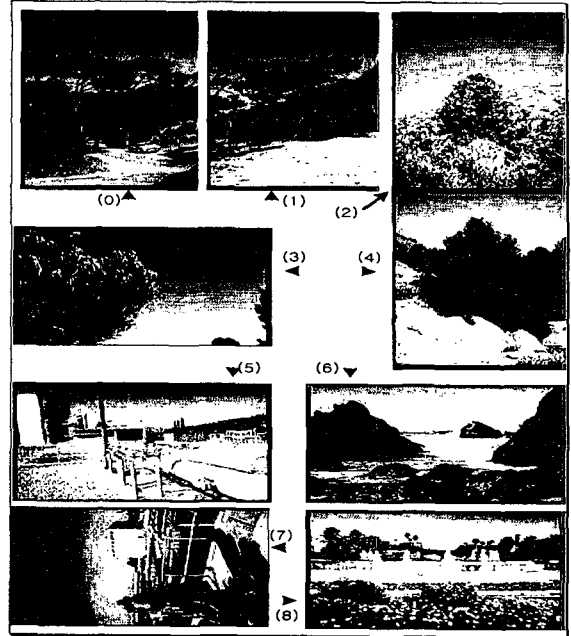


그림 7. Query 영상에 대한 유사한 영상의 검색된 순서
7. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 영상의 많은 데이터의 양을 압축하여 계산의 양을 축소하는 과정을 도입했고, 영상을 구성하고 있는 색상과 질감의 특징 치를 추출하여 cluster 과정을 거치면서 영상 전체의 검색을 각각의 class 별로 검색 하는 방법을 사용하였다.

향후과제로는 Query 영상으로 찾고자 하는 특징 객체를 선정해서 해당되는 객체들을 웹에서 검색하는 과정이 연구되고 있다.

참고문헌

[1] 정세환, 유현우, 장동식, "VQ 를 이용한 영상의 객체 특징 추출과 이를 이용한 내용기반 영상 검색", 1999 년도 한국정보과학회 가을 논문집, p359-p361

[2] 김진아, 정성환, "Wavelet 기반의 질감 특징을 이용한 영상 검색", 1997 년도 한국정보과학회 가을 논문집, p379-p382

[3] 하영호, 임재권, 남재열, 김용석, "디지털 영상 처리", p321-p322

[4] <http://huniiv.hongik.ac.kr/~shittc/neural.htm>

[5] <http://www.film-art.com/~shinlee/rel.html>

[6] <http://viscom.chungbuk.ac.kr/bunya/papers/paper07/paper07.htm>

[6] <http://cosmos.changwon.ac.kr/~mips/cyber/vision/cv7-2.html>

[7] N.Pican, E.Truccho, E.Ross, D.M.Lane, Y.Petillot and I.Tena Ruiz, "Texture Analysis for Seabed Classification : Co-occurrence Matrices vs Self-Organizing Maps", IIA Co-occurrence matrices

[8] Jan E. Odegard and Ivan W. Selesnick, "Introduction to Wavelets and Wavelet Transforms", p31-p49.

[8] Randy Crane, "Image Processing Classical & modern techniques in C"

[9] Douglas A. Lyon, "Image Processing in Java", p416-p425

[10] Linda Shapiro & George Stockman, "Computer Vision", p247-P270

[11] Douglas A. Lyon, "Image Processing In Java", p 405-p429