

# Wavelet 변환과 질감 특성을 이용한 내용기반 영상 검색

이현운\*, 전준철\*

\*경기대학교 전자계산학과

e-mail : [lhwoon@altavista.co.kr](mailto:lhwoon@altavista.co.kr), [jcchun@kuic.kyonggi.ac.kr](mailto:jcchun@kuic.kyonggi.ac.kr)

## Content-Based Image Retrieval Using Wavelet and Texture

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 객체들의 특징을 추출하는 방안인 Vector Quantization 을 이용한 영상을 검색하는 방안을 제시한다. 내용기반 영상 검색의 주요 특징들은 색상, 질감, 그리고 영상의 공간적인 특징을 고려한 특징 값 등이 사용된다. 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 적용하고자 한다.

### 1. 서론

최근 들어 컴퓨터의 빠른 보급과 인터넷 이용의 급변한 구조 속에서 멀티미디어 정보 서비스에 대한 정지 영상 및 동영상, VOD(Video On Demand)서비스, 의료 영상 검색 등에 응용될 수 있는 검색기술의 연구가 증가되고 있다.

또한, 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 멀티미디어(디지털 컴퓨터를 사용한 출판, 인쇄, 비디오 제작 등)에 있어서 영상 압축은 결정적으로 중요한 기술이다. 게다가, 이것은 오늘날의 영상 센서에서 증가된 공간 해상도의 제어와 개선된 방송 텔레비전 표준을 이끄는 당연한 기술이다. 나아가 영상 압축은 영

상 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 색상(color)과 질감(texture), 모양(shape) 등의 내용을 추출하는 내용 기반 영상 검색이 연구되고 있다. 색상, 질감의 특징 벡터를 이용하여 클러스터링(Clustering) 하여 영상을 검색하는데 클러스터링 하는 방법에는 여러 가지가 있지만 임의의 영상의 패턴에 따라 클래스의 수를 정해주는 VQ 알고리즘에

의한 클러스터링 방법으로 영상의 대표 특징을 추출하는 방법을 사용하고자 한다.

서론에 이어, 제 2 장에서는 웨이블릿의 다단계 변환에 의한 정보의 양을 축소시키는 방법에 대해, 제 3 장에서는 영상의 특징 추출에 있어서 색상과 질감의 특징 벡터를 추출하는 방법에 대해, 제 4 장에서는 추출된 특징 벡터를 이용한 영상의 대표 특징 치 검색에 대해 기술한다. 그리고, 제 5 장에서는 특징 치를 이용한 영상 검색 방법, 제 6 장에서는 실험 및 결과를 맺고 연구 과제에 대해서 살펴본다.

**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.

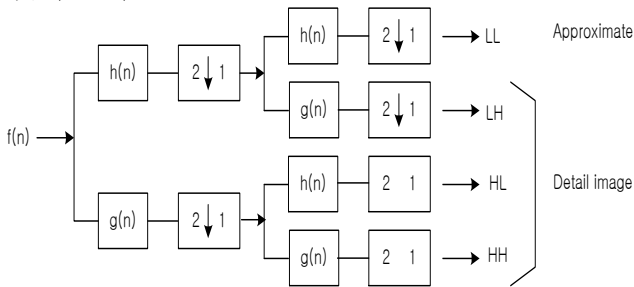


그림 1 웨이블릿 변환

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.

$D_1^1 f$		$D_1^2 f$
$D_2^1 f$	$D_2^2 f$	$D_1^3 f$
$A_2 f$	$D_2^3 f$	

A : Approximate  
D : Detail Image

그림 2 웨이블릿 분할영역

그림 2에서 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 필터링 한 후 저주파 대역과 고주파 대역으로 분해 한다. 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.

본 연구에서는 영상의 공간적인 특징을 이용하기 위하여 유용하지 못한 고주파 대역은 제거하고 축소된 저주파 대역 영상의 특징 치를 이용하여 영상 검색에 이용하고자 한다.

아래의 그림 3과그림 4은 2 차원 MRI 영상을 웨이블릿 변환에 적용한 결과를 나타낸 그림이다.

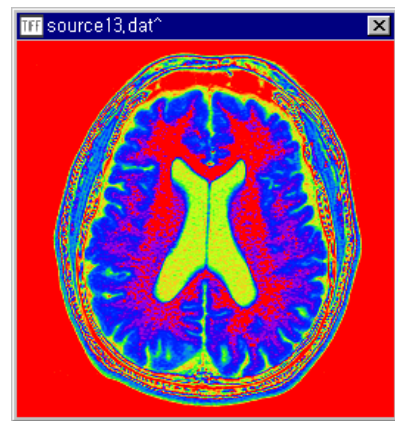


그림 3 MRI 실험 데이터

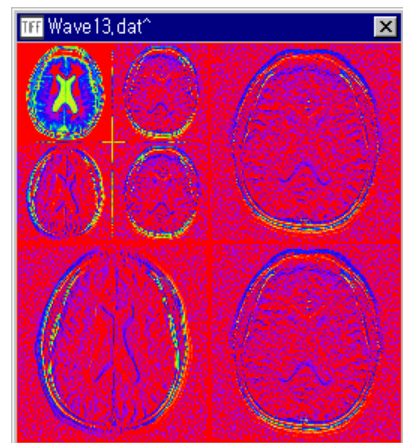


그림 4 2 차원 이산 웨이블릿 변환후

**3. 영상의 특징 추출**

색상 영상정보를 인지하는 방법은 세가지 시각 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 덕분이다. 그러나, 컴퓨터 시스템들은 RGB 컬러 모형들이 주기적으로 복합되어 결과적인 컬러를 만들어낸다. 이러한 RGB 요소들은 상호 관계가 너무 크기 때문에 영상 처리 알고리즘들은 수행이 어렵다. 따라서, 많은 어플리케이션이 사용하는 HIS 컬러 모형을 사용한다.

아래의 수식 1은 일반적으로 RGB 에서 HIS 컬러 모형으로 변환되는 식을 나열한 것이다.

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(R-G) + (R-B)]}{[(R-G)^2 + (R-B)(G-B)]^{1/2}} \right\}$$

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

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

수식 1 RGB 모델을 HIS 모델로의 변환식

영상의 정보(색상, 질감, 모양) 중에서 영상의 특징 추출에 사용하는 벡터 특징으로는 color 특징과 texture 특징을 이용했다.

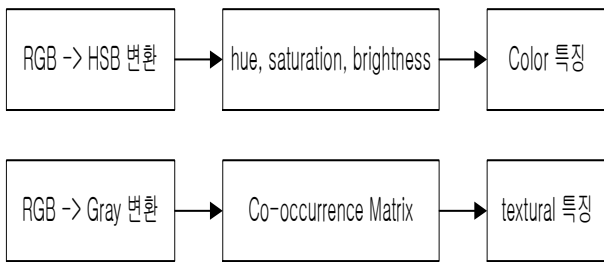


그림 5 색상과 질감 특징 추출

6.2. 색상 특징 벡터 추출.

Color 특징으로는 RGB 를 HSB 로 변환한 색상, 채도, 명도를 이용한다. Gray 벡터의 특징은 가장 중요시 되는 대비(Contrast)만을 이용함으로써 특징 치 벡터를 단순화 했다.

6.2. 질감 특징 벡터 추출.

질감 특징으로는 여러 가지의 질감 특징 중에서 가장 중요시 되는 대비(Contrast)만을 이용하기 위해서 Gray Level Co-occurrence matrix 방법을 이용했다. 질감의 특징을 구하기 위해서 영상의 블록을 5x5 크기로 구분을 한다. 이렇게 구분된 블록을 정규화된 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 식과 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 2 질감 특징치를 구하는 식

여기에서 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. VQ 을 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 특징과 영상 검색을 하게 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  $d$  는

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

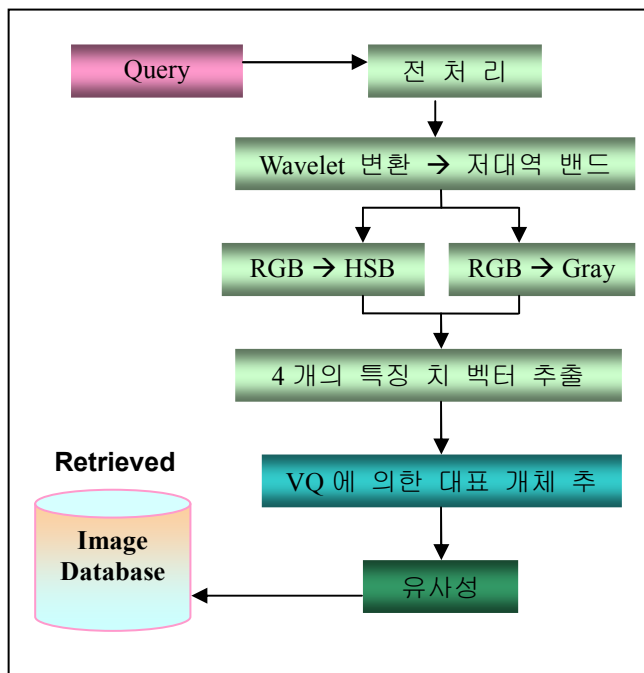
< Vector Quantization에 의한 clustering Algorithm >

- [1] 각 화소에서 얻어진 특징 벡터를 입력 한다.
- [2] 최초의 cluster는 입력 벡터를 중심값으로 한다.
- [3] 입력 벡터와 기존의 각각의 cluster와의 거리 계산을 한다.
- [4] 최소의 거리를 갖는 cluster를 선택한다.
- [5] 구해진 최소 거리와 임계값을 비교한다.
  - [5-1] 최소 거리가 임계값보다 크면 기존의 cluster를 중심값으로 cluster를 생성 한다.
  - [5-2] 최소 거리가 임계값보다 작으면 입력 벡터는 선택된 cluster의 멤버가 된다.
  - [5-3] 이렇게 구해진 cluster의 모든 멤버의 평균값으로 새로운 cluster를 생성 한다.
- [6] 더 이상의 cluster의 변화가 없으면 알고리즘을 종료한다.

5. 영상 검색.

영상 검색의 과정은 VQ 에서 얻어진 각각의 영상에 대한 class 의 분류에서 검색을 하게 된다. 먼저 검색의 효율성을 높이기 위해 색상 특징 치에서 얻어진 각 객체의 특징을 이미 계산해 놓은 각 객체의 특징과 유사도 계산을 한다. 이렇게 계산된 후에 유사성이 높은 객체의 질감의 특징 치에 따른 객체의 검색을 이룬다.

검색의 유사도 계산에 따라 순서대로 영상을 출력하게 된다.



6. 실험 및 결과.

6.2. 실험환경

실험을 위해 펜티엄 200dual, RAM 168M 사양의 PC 을 이용했으며, 실험 영상으로는 140 x 104 크기의 JPG , GIF 포맷의 영상을 사용하였다.

6.2. 실험결과

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

실험으로는 색상과 질감의 변화를 취하므로 해서 cluster 와의 변화 과정을 계산한 결과를 나타냈다.

영상에 대한 class	특징 치 벡터별 class				검출율(HSB)			
	색상 (H)	채도 (S)	명도 (B)	Gray	영상 1	영상 2	영상 3	영상 4
1	0.035	0.029	0.997	253	0.0	0.019	0.017	0.048
2	0.696	0.784	0.625	76	0.0	0.015	0.033	0.012
3	0.826	0.571	0.943	211	0.013	0.097	0.025	0.025
4	0.301	0.474	0.621	109	0.011	0.022	0.026	0.047
5	0.168	0.782	0.905	187	0.004	0.017	0.040	0.056

위의 검출율은 영상의 색상과 질감의 변화에 따른 수치를 나타낸 것이고, 거리 계산법은 유클리디언 법에 의해 나타내어진 것이다.

7. 결론.

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 cluster 별로 검색 하는 방법을 사용하였다.

## 참고문헌

- [1] 정세환, 유현우, 장동식, “VQ 를 이용한 영상의 객체 특징 추출과 이를 이용한 내용기반 영상 검색”, 1999년도 한국정보과학회 가을 논문집, p359-p361
- [2] 김진아, 정성환, “Wavelet 기반의 질감 특징을 이용한 영상 검색”, 1997년도 한국정보과학회 가을 논문집, p379-p382
- [3] 하영호, 임재권, 남재열, 김용석, “디지털 영상 처리”, p321-p322
- [4] <http://huniv.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.Trucco, E.Ross, D.M.Lane, Y.Petillot and I.Tena Ruiz, “ Texture Analysis for Seabed Classification : Co-occurrence Matrices vs Self-Organizing Maps”, II.A 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