

웨이브릿 변환과 공간 히스토그램을 이용한 초음파 영상 내용기반 검색

준회원 김범수*, 꺾동민*, 원종운*, 정회원 김남철**, 박길흠*

The content-based ultrasound image retrieval by wavelet transform and spatial histogram

Bum-soo Kim*, Dong-min Kwak*, Jong-un Won* *Associated Members,*
Nam-chul Kim**, Kil-houm Park* *Regular Members*

요약

본 논문에서는 초음파 영상의 대한 내용기반 검색을 위한 초음파 영상의 특징 추출방법과 추출된 특징들을 이용한 검색 방법에 대해 제안한다. 내용기반 초음파 영상 검색을 위한 특징들로 공간영역에서 히스토그램과 웨이브릿 변환후 각 부대역에서 통계적 특성을 추출한다. 웨이브릿 변환 영역에서 추출된 특성은 질의 영상과 유사한 영상의 특성 벡터 거리가 평균 특성 벡터 거리보다 작다는 특성을 가진다. 이러한 특성을 이용하여 일차 검색을 수행하여 그 결과를 공간영역의 히스토그램을 이용한 이차 검색을 위한 후보로 사용함으로써 이차 검색의 대상이 줄어들게 된다. 히스토그램을 이용한 검색은 대상이 많을수록 오류를 범할 가능성이 높아짐으로 검색대상을 줄인다는 것은 매우 중요한 일이다. 또한 히스토그램을 사용함으로써 영상내 의학적 객체의 이동이나 회전에도 무관하게 검색을 수행할 수 있다.

ABSTRACT

In this paper, we propose the feature extraction and the content-based ultrasound image retrieval method. We use spatial histogram and characteristic vector in wavelet subbands as the feature of ultrasound image. The retrieval method is composed of two steps. The first retrieval use characteristic vector distance between query and database image. And the retrieval results are the candidate images for the second retrieval. The second retrieval use mean square error of spatial histogram between query and candidate images. The proposed compound retrieval method has better retrieval rate than using one method.

I. 서론

최근 의료 영상 진단 시스템의 발달로 인해 단순한 일차원 신호를 이용한 진단뿐만 아니라 영상정보를 획득하여 인체 내부의 구조를 가시적으로 영상화하여 표현 할 수 있게 되었다. 인체의 내부구조를 영상화하려는 노력은 X선을 포함한 CT(computer

tomography), MRI(magnetic resonance imaging), PET(positron emission tomography), 그리고 초음파 영상 진단 장치 등에서 급속한 발전을 이루었다. 이중 초음파 영상 진단 장치는 실시간으로 영상을 볼 수 있고, 또한 X선이나 CT와 달리 심장이나 태아의 운동을 인체에 해를 주지 않고 지속적으로 장시간 관찰할 수 있으며, 비교적 저렴하고 소형인 장점

* 경북대학교 전자공학과 영상신호처리연구실(bskim@palgong.knu.ac.kr) ** 경북대학교 전자공학과 영상통신연구실
논문번호 : 00263-0710 접수일자 : 2000년 7월 10일

* 본 연구는 2000년도 정보통신연구진흥원 대학기초연구(2000-015-02)과제로 수행되었음.

이 있다. 이러한 이유로 초음파 영상 진단 장치는 임상에서 많이 사용되고 있다. 또한 컴퓨터 통신망의 발달로 인해 진료 방식에서도 원격 진료가 가능하게 되었으며, 획득된 의료 영상의 즉시 전송 및 데이터 베이스를 구축함으로써 의사들의 진단 및 연구에 활용하기 위해 PACS(picture archiving and communication system)를 각 병원에서 구축 중에 있다. 초음파 영상도 다른 의료 영상과 마찬가지로 획득된 영상을 데이터 베이스화함으로써 이를 질환 연구에 활용할 수 있고, 또한 임상에서 초음파 영상을 통한 진단 시 이전의 영상들을 검색, 비교해 봄으로써 진단의 효율을 높일 수 있다. 이러한 요구를 충족시키기 위해서 방대한 초음파 의료 영상 데이터 베이스의 검색 기술에 대한 연구 필요성이 증가되고 있다.

영상 검색 방법은 주석 기반 검색^[1]과 내용기반 검색^[1-4]으로 분류할 수 있다. 초기의 영상 검색 방법으로는 대상이 되는 모든 영상에 사람이 직접 색인을 첨가하고, 사용자 또한 주제를 이용하여 원하는 영상을 검색하는 주석 기반 검색이 사용되어 왔다. 이 방법은 비정형적인 영상 데이터에 사람이 직접 의미정보를 기술하기 때문에 제한된 범위 내에서 효율적인 검색이 가능하다는 장점을 가지고 있으나, 대용량의 데이터에 대하여 사람이 일일이 색인을 첨가해야 하기 때문에 시간, 비용이 많이 들며, 색인을 첨가하는 사람과 검색하는 사용자의 관점이 일치하지 않을 경우 검색의 효율이 크게 떨어지게 된다. 또한 영상이 가지는 복잡한 속성을 텍스트만으로는 정확하게 표현할 수 없다는 단점을 가지고 있다. 이러한 단점을 극복하기 위해서는 영상의 내용을 대표할 수 있는 특징을 추출하여 이를 기반으로 색인과 검색을 수행하는 내용기반 검색방법이 필요하다. 기존의 자연영상에 대한 내용기반 검색방법은 영상의 질감을 이용하는 방법^[5,6], 칼라 영상의 경우 칼라 히스토그램을 이용하는 방법^[7], 영상의 중요 객체를 추출 후 객체의 모양을 영상의 특성으로 이용^[8]한 경우 등이 있다. 초음파 영상은 흑백 영상이므로 칼라 히스토그램을 특성으로 사용하는 것은 불가능하고, 영상의 해상도가 낮아 영상에서 의학적 객체를 추출해내는 것은 심장 초음파 영상^[9] 등에서만 이루어지고 있으므로 모든 초음파 영상에 적용하기는 적합하지 않다. 질감을 이용한 검색 방법 중에서도 웨이블릿 영역에서 블록 에너지^[5]를 이용한 방법은 격자 무늬 등의 검색에서는 훌륭한 성능을 나타내지만 초음파 영상내의 의학적

객체의 이동이나 회전에 따라 다른 특성이 나타나므로 이는 사용이 불가능하게 된다.

이러한 이유로 본 논문에서는 초음파 영상 데이터 베이스내의 영상에 대한 내용기반 검색을 위한 특징 추출 방법으로 웨이블릿 변환 영역과 공간 영역에서의 질감을 기본으로 병합 검색 방법을 제안한다. 초음파 영상의 특징 추출방법으로 화소값의 분포는 영상의 회전이거나 이동에 무관하다는 것을 이용하여 공간영역에서 히스토그램^[10-12]을 이용함으로써 영상내의 의학적 객체의 회전이거나 이동에 무관하게 검색을 수행할 수 있다. 또한 다중 해상도 영상에서 영상의 정보를 얻을 수 있는 웨이블릿 변환(wavelet transform)을 이용함으로써 공간영역에서 찾아내지 못한 영상의 특징을 이용할 수 있다. 영상 검색으로는 일차적으로 웨이블릿 변환영역에서의 통계적 특성^[13]을 이용하여 이차 검색의 검색범위를 줄이고 히스토그램을 이용하여 최종 검색을 수행함으로써 검색의 정확도를 향상시킬 수 있다. 본 논문의 구성은 2장에서 내용기반 검색 시스템의 전체 구성과 각 부분의 기능을 설명하고, 효과적인 특징 추출을 위한 영상의 전처리에 대해 설명한다. 3장에서는 2장에서 설명한 전처리를 거친 영상들에 대해 검색을 위한 특징 추출과 검색 방법에 대해 설명하며, 4장에서는 이러한 특징 추출 방법과 검색 방법을 실제 초음파 영상에 적용하여 실험하고 그 결과를 검토한다. 그리고 마지막으로, 5장에서 결론을 맺는다.

II. 초음파 영상 검색 시스템의 구성과 전처리 알고리즘

초음파 영상의 내용기반 검색을 위해서는 먼저 영상 개선을 위한 전처리 과정과 영상의 내용을 표현할 특징을 추출해내고 데이터 베이스내의 영상들의 특징과 질의 영상의 특징의 유사도를 비교할 수 있는 유사도 계산단계가 필요하다. 이러한 초음파 영상 내용기반 검색 시스템의 전체 구성도와 각 과정에 대해 설명한다.

1. 내용기반 초음파 영상 검색 시스템 구성도

본 논문에서 제안한 검색 시스템의 전체 구성은 크게 네 단계로 구분할 수 있다. 먼저 안정되고 정확한 검색을 위한 전처리 단계, 주파수 영역에서 영상의 특징을 구하기 위한 변환 단계, 주파수 영역과 공간 영역에서의 영상특징을 구하는 단계, 마지막으

로 질의 영상과 데이터 베이스내의 영상들의 유사도를 계산하고 유사도를 이용하여 최종 검색결과를 얻는 단계가 있다. 이중 전처리, 변환, 특징 추출 단계는 질의 영상과 데이터 베이스내의 영상에 대해 동일하게 적용된다. 제안된 초음파 영상 검색 시스템의 전체 구성도는 그림 1과 같다.

2. 전처리

2.1. 마스크 전처리

전처리의 가장 최초 단계로 획득한 초음파 영상에서 실제 초음파 영상만을 분리해 내는 마스킹을 수행하여야 한다. 초음파 영상은 그림 2의 (a)에서 보는 것과 같이 환자의 신상을 나타내는 글씨와 회사의 로고 등과 같이 내용기반 검색에는 직접적으로 관련이 없는 부분이 있다. 또한 초음파 진단기의 프로브(probe)에 따라 달라질 수 있는 영상의 부채꼴 모양을 고려하여 그 내부 데이터만을 처리하기 위하여 부채꼴 모양의 마스크를 사용하여 실제 초음파 데이터만을 추출해 낸다. 마스크의 모양을 그림 2의 (b)에 나타내었고 이런 과정을 마스크 전처리라 한다.

2.2. 영상의 정규화

각 초음파 영상은 초음파 진단 장치나 사용자에 따라 각기 다른 평균 밝기와 대비를 가지게 된다.

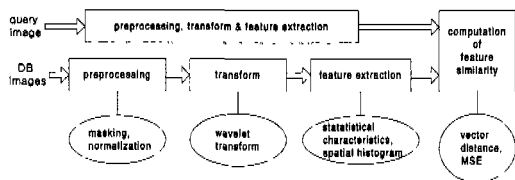


그림 1. 내용기반 초음파 영상 검색 시스템의 구성도

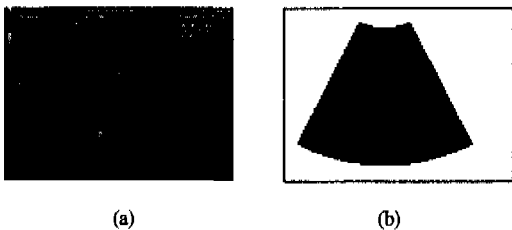


그림 2. 초음파 영상과 마스크의 예
(a) 초음파 영상 (b) 마스크 영상

서로 다른 밝기와 대비를 가지는 영상끼리 내용기반 검색을 수행하게 된다면 심각한 오류를 발생

시킬 수 있다. 따라서 반드시 질의 영상과 데이터 베이스내의 영상이 같은 평균 밝기와 대비를 가지도록 정규화 과정이 필요하다. 정규화는 영상의 각 화소들에서 아래의 식 (1)을 이용하여 수행하였다.

$$I_N = m_d + \frac{I - m}{\sigma} \times \sigma_d \quad (1)$$

여기서, I_N 은 정규화된 영상의 화소, I 는 원 영상의 화소, m 은 원 영상의 평균, m_d 는 원하는 평균, σ 는 원 영상의 표준편차 그리고 σ_d 는 원하는 표준편차를 나타낸다.

III. 검색을 위한 특징 추출 및 검색 알고리즘

1. 공간영역과 변환영역에서의 특징 추출

본 논문에서는 내용기반 검색을 위해 공간 영역의 영상 특징과 웨이브릿 변환영역에서 검색을 위한 특징을 추출한다. 이는 공간 영역과 변환 영역을 동시에 고려함으로써 보다 나은 검색을 수행하기 위함이다. 먼저 다양한 해상도에서 영상의 특징을 알아낼 수 있는 웨이브릿 변환을 수행한 후 변환영역에서 영상의 특징을 추출하여 검색에 사용한다. 이는 공간영역에서는 판단이 불가능한 영상의 특징을 다른 영역에서 추출해 내고 이차 검색의 대상 영상을 줄여 검색의 효율을 높이기 위함이다.

전처리 과정에서 설명한 과정을 거친 초음파 영상의 웨이브릿 변환영역에서의 영상의 특징을 추출하기 위해 2-레벨 웨이브릿 변환을 사용하여 기저대역을 제외한 각 부대역들의 통계적 특성을 사용하여 원영상의 특징을 표현하였다. 부대역의 통계적 특성을 S_p 라하고 아래의 식 (2)와 같이 표현된다. 이는 γ 값에 따라 부대역의 히스토그램을 일반화된 가우시안(Gaussian) 함수로 매핑 시키게 된다. 즉, 부대역의 히스토그램의 형태가 가우시안 함수와 유사한 정도를 나타내게 되는 것이다. 아래의 식 (2)에서 웨이브릿 부대역 계수 값의 통계적 특성에 의해서 γ 가 결정되므로 S_p 를 특징벡터로 사용한다^[13].

$$S_p = \frac{\Gamma(1/\gamma)\Gamma(3/\gamma)}{\Gamma^2(2/\gamma)} = \frac{\sigma_{w_p}^2}{E^2(|W_p|)} \quad (2)$$

여기서, γ 는 형태 파라미터이며, $b \in \{W_4^V, W_4^D, W_8^H, W_8^V, W_8^D, W_8^H\}$ 이고 W_p 는 p 부대역의 웨

이브릿 계수이다. 그리고 σ_w^2 는 p 부대역의 웨이브릿 계수의 분산을 나타낸다.

각 부대역에서 각각 위와 같은 과정을 거쳐 통계적 특성을 구하고 이를 식 (3)과 같이 6차원의 특징 벡터로 구성하여 원 영상에 대한 특징으로 사용하게 된다.

$$S = \{S_{w_1^x}, S_{w_1^y}, S_{w_2^x}, S_{w_2^y}, S_{w_3^x}, S_{w_3^y}\} \quad (3)$$

공간영역의 특징으로는 영상내의 의학적 객체의 회전이나 이동에 관계없이 영상의 특징을 나타낼 수 있는 히스토그램을 사용한다.

2. 추출된 특징들을 이용한 검색 알고리즘

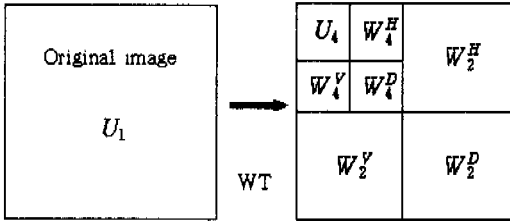


그림 3. 2-레벨 웨이브릿 변환

본 논문에서는 앞에서 설명한 공간영역과 변환영역에서의 특징을 병합하여 초음파 영상의 내용기반 검색을 수행한다. 먼저 일차 검색으로 웨이브릿 변환 후 각 부대역의 통계적 특성으로 만들어진 특징 벡터들간의 거리차를 이용한다. 식 (4)에서와 같이 질의 영상의 벡터 S_Q 와 데이터 베이스내의 벡터

S_0 간의 벡터 거리를 구하여 거리들의 평균을 구하고 평균보다 작은 거리를 갖는 데이터 베이스내의 영상들을 이차 검색의 후보로 선택한다.

$$D_s = \|S_Q - S_0\| \quad (4)$$

$$= \sum_{k=1,2,3,4} |S_{w_k^x} - S_{w_k^y}|$$

여기서, D_s 는 질의 영상의 특징 벡터와 데이터 베이스내의 특징 벡터들 사이의 거리이고, S_Q 는 질의 영상의 특징 벡터 그리고 S_0 는 데이터 베이스내 영상의 특징 벡터이다.

벡터 거리의 평균은 M_s 라하고 데이터 베이스내의 초음파 영상의 개수가 N 개이라면 다음 식 (5)과 같이 벡터 거리의 평균을 구할 수 있다.

$$M_s = \frac{\sum_{i=1}^N \|S_Q - S_{0_i}\|}{N} \quad (5)$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^N D_{s_i}}{N}$$

식 (5)에서 구한 평균 M_s 보다 작은 거리를 갖는 데이터 베이스내의 영상들을 이차 검색에 사용한다. 이차 검색에서는 공간 영역에서의 영상 특징으로 추출된 히스토그램을 이용한다. 히스토그램을 이용한 이차 검색에서는 질의 영상의 히스토그램과 데이터 베이스내 영상들의 히스토그램의 평균 제곱 오차(mean square error)를 사용하였다.

$$MSE_H = \frac{\sum_{i=0}^{L-1} (H_Q(i) - H_0(i))^2}{L} \quad (6)$$

여기서, MSE_H 는 히스토그램간의 평균 제곱 오차, $H_Q(i)$ 는 질의 영상의 히스토그램, $H_0(i)$ 는 데이터 베이스내 초음파 영상의 히스토그램 그리고 L 은 히스토그램을 구성하는 화소값의 개수이다.

이상에서 설명한바와 같이 질의 영상이 입력되었을 경우 웨이브릿 변환영역에서 특징 벡터를 이용하여 일차 검색을 수행하고 그 결과 영상들을 이차 검색을 위한 후보로 결정한다. 후보 영상들과 질의 영상 히스토그램간의 평균 제곱 오차로 이차 검색을 수행하여 그 값이 작게 나타날수록 질의 영상과 유사한 영상이라고 판단하고 검색결과로 나타낸다.

IV. 실험결과 및 고찰

본 논문에서는 두 집합의 초음파 영상을 사용하였다. 영상집합 A는 73개의 복부 초음파 영상으로 이를 11개의 유사 영상으로 분류하였으며, 영상집합 B는 140 개의 흉부 초음파 영상으로 12개의 유사 영상으로 분류하였다. 각 집합에서 유사한 영상은 표 1에서 나타내었고 이를 기준으로 실험하였다.

전처리 과정에서 모든 영상은 부채꼴 모양의 실제 초음파 영상 부분만을 추출하였다. 또한 추출된 초음파 영상은 평균이 120, 표준편차가 20이 되도록 정규화 하였다.

내용기반 검색과정에서 검색 결과는 상위 다섯 개만을 화면에 나타냈으며 검색의 성능은 질의 영상의 유사영상이 다섯 개 이상일 경우와 유사 영상이 다섯 개 미만인 경우로 나누어서 식 (7)을 이용하여 평가하였다.

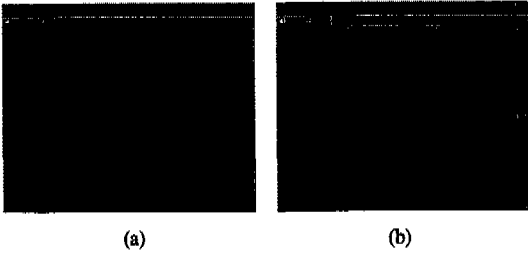


그림 4. 초음파 영상 검색 화면
(a) 질의 영상 (b) 질의 영상과 검색결과 영상

$$RR = \begin{cases} \frac{N_S \in \text{"retrievalresult"}}{5}, & N_S \in \text{"database"} \geq 5 \\ \frac{N_S \in \text{"retrievalresult}}{N_S \in \text{"database"}}, & \text{"otherwise"} \end{cases} \quad (7)$$

여기서 RR은 검색율(retrieval rate), N_S 는 유사 영상의 개수를 나타낸다.

그림 4는 실제 초음파 영상 검색 프로그램을 실행시킨 화면이다. 검색을 원하는 질의 영상이 입력된 모습을 그림 4의 (a)에 나타내었다. 질의 영상을 이용해 내용기반 검색을 수행한 후 질의 영상과 검색결과를 나타낸 것이 그림 4의 (b)이다. 검색된 영상의 우선 순위는 질의영상의 오른쪽이 가장 높고 오른쪽 아래 영상이 가장 낮다. 그림 4의 (b)에서 볼 수 있듯이 위치와 회전에 무관한 특징을 사용함으로써 질의 영상과 검색된 영상의 의학적 객체의 위치가 서로 다름에도 검색이 이루어짐을 알 수 있다.

히스토그램을 이용한 검색의 장점은 객체의 이동이나 회전에 관계없이 비슷한 영상을 찾아 낼 수 있다는데 있다. 그림 5의 (a)를 질의영상으로 한 경우 히스토그램만을 이용한 검색 결과에서 최우선 순위로 검색 영상이 (b)영상이다. 여기에서 알 수 있듯이 히스토그램은 전혀 다른 영상이 같은 히스토그램분포를 가질 수 있다는 것과 검색 대상 영상의 수가 많아질수록 이런 영상이 있을 확률이 높아진다는데 있다. 그러므로 히스토그램을 이용한 검색에서는 그 검색 대상을 줄이는 것이 큰 의미가 있다고 할 수 있다.

본 논문에서는 히스토그램의 검색 대상을 줄이기 위해 웨이브릿 변환영역의 통계적 특성을 사용하였다. 표 2에 웨이브릿의 레벨 수에 따른 검색 결과를 나타내었다. 2-레벨을 사용하여 부대역의 통계적 특

징을 이용한 경우가 가장 검색율이 높게 나타났으며, 3-레벨의 경우에 2-레벨과 비슷한 검색 결과를 나타냈지만 특징 벡터의 차원수가 늘어남으로 비슷한 결과라면 벡터의 차원수가 작은 2-레벨 웨이브릿을 수행한 후 부대역의 통계적 특성을 추출하여 일차 검색에 사용하였다.

표 3과 그림 5는 특징 벡터를 이용한 검색의 결과로 나타난 유사 영상의 분포를 나타낸 것이고, 표 4는 히스토그램만을 이용한 검색에서의 유사 영상 분포를 나타낸 것이다. 이를 비교해 보면 히스토그램만을 이용한 검색의 결과와 달리 특징 벡터를 이용한 검색에서는 평균오차 내에 89.81%의 유사영상들이 포함되어 있다. 이는 대부분의 유사영상들이 평균 벡터거리보다 작은 벡터 거리를 가지고 있음을 나타내며 평균오차를 벗어나는 영상들은 초음파 영상 획득시의 오조작으로 인한 영상의 손상이 발생한 경우로 그림 6에 그 예를 나타내었다.

표 1. 실험에 사용된 영상의 유사영상 목록

Image set A		Image set B	
Group name	List of similar images (.raw)	Group name	List of similar images (.raw)
a	12,14,15,18,19,23,24,26,31,33,35	a	28,29,30,38
		b	39,40,41,42,43
b	29,30,34	c	60,61,62,63,64,65
c	41,42		d
d	43,45	e	80,81
e	49,50,51	f	83,84,93
f	54,55,57	g	113,114,115
g	56,59	h	102,103
h	62,63	i	116, 117
i	66,67	j	130,131,132,
j	74,78	k	134,136
k	81,82	l	137,138,139,140

표 2. 웨이브릿 레벨에 따른 평균 검색율의 변화

Image set	Average retrieval rate		
	2-level wavelet	3-level wavelet	4-level wavelet
A	0.84	0.83	0.78
B	0.74	0.74	0.65

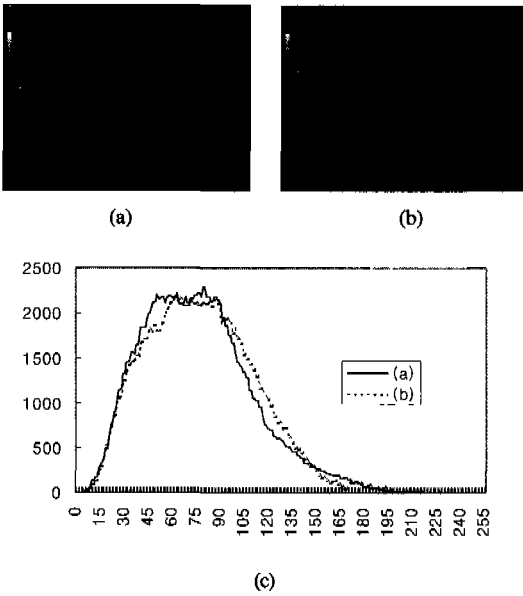


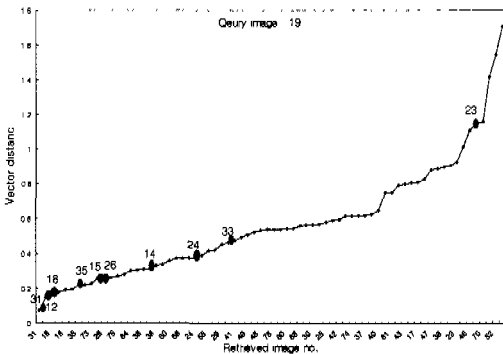
그림 5. 히스토그램이 유사한 이중 영상과 히스토그램
(a) 영상집합 A의 33번 영상 (b) 영상집합 A의 59번 영상 (c) (a),(b) 영상의 히스토그램

표 3. 특징 벡터 거리에 따른 유사영상 분포

Data set	$D_S \leq M_S$ (%)	$D_S > M_S$ (%)
Image set A	91.25	8.75
Image set B	88.37	11.63

표 4. 히스토그램의 평균 제곱 오차에 따른 유사영상 분포

Data set	$MSE_H \leq$ Mean of MSE_H (%)	$MSE_H >$ Mean of MSE_H (%)
Image set A	82.48	17.52
Image set B	76.46	23.54



(a)



(b)

그림 6. 웨이브릿 부대역의 특징 벡터 거리 분포의 예
(a) 영상 집합 A의 19번 영상에 대한 거리 분포(평균 벡터 거리 : 0.571645)
(b) 손상된 초음파 영상 (영상 집합 A의 23번 영상)

표 5와 6은 본 논문에서 제안한 방법과 웨이브릿 변환영역의 특징벡터, 공간영역의 히스토그램 그리고 공간 영역의 히스토그램을 이용하면서도 객체의 위치정보의 영상에서의 특징 추출 속도를 개선한 로켓 패턴^[4]을 이용한 검색 결과이다.

로켓 패턴을 이용하여 초음파 영상 검색을 수행한 결과를 살펴보면 검색율이 공간 히스토그램을 사용한 결과가 비슷하게 나타난다. 로켓 패턴의 장점은 히스토그램을 이용하면서도 영상 전체를 스캔하지 않고 로켓 패턴을 따라 스캔함으로써 영상내 객체의 위치정보를 이용하고, 영상의 인덱싱 속도를 향상시킬 수 있다는 점이라고 할 수 있다. 그러나 본 논문에서 사용한 의료용 초음파 영상은 초음파 기기의 사용자에 따라 의학적 객체의 위치가 조금씩 달라지게 되고, 배경이 중심 객체의 어느 방향으로나 거의 비슷하다는 특징을 가진다. 또한 크기가 작은 의학적 객체들이 있기 때문에 그 의학적 객체가 로켓 패턴의 중심에 위치하지 않을 경우 로켓 패턴이 가지는 장점이 제대로 나타나지 않았다. 아래의 그림 7에서 (a)~(c)는 영상집합 A의 b그룹으로 의학적 객체가 영상내에서 오른쪽으로 이동하였으며, 객체의 크기가 작고 그 위치가 로켓 패턴의 중앙에 위치하지 않음으로써 검색이 이루어지지 않았다. 그림 7의 (d)~(f)는 영상집합 A의 e그룹으로 의학적 객체는 조금 이동하였으나 객체가 로켓 패턴의 중앙에 위치하며 배경 영상이 큰 특징을 가지고 있다. 이런 영상의 경우 로켓 패턴이 가지는 특성에 의해 히스토그램을 이용한 방법보다 좋은 검색 결과를 나타내었지만 전체 검색율에서는 본 논문에서 제안한 방법보다 좋은 결과를 나타내지 못

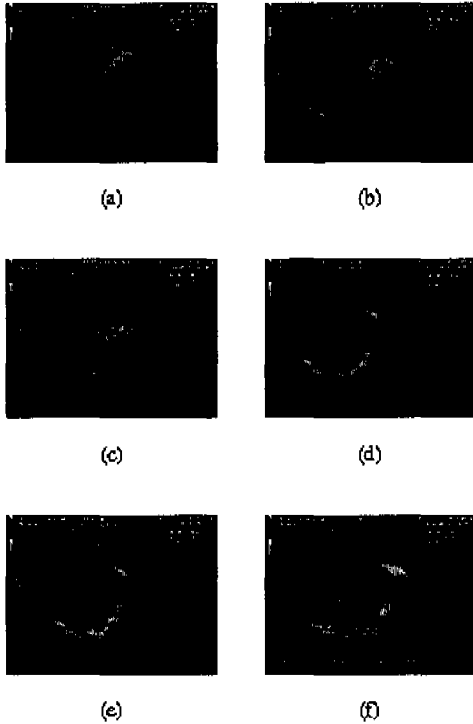


그림 7. 객체가 이동한 초음파 영상
(a),(b)와(c) 영상 집합 A의 b 그룹 (c),(d)와(e) 영상 집합 A의 e 그룹

했다. 이러한 결과는 위에서 설명한바와 같은 초음파 영상의 특징 때문인 것으로 판단된다.

특징 벡터만을, 또는 공간영역의 히스토그램만을 이용하여 검색한 결과 영상 집합 A와 B의 평균 검색율이 각각 0.67과 0.64로 나타났다. 이처럼 웨이브릿 영역과 공간 영역 어느 한영역의 정보만으로

표 5. 검색 결과 (영상 집합 A)

Group Name	Retrieval Rate(RR)			
	characteristic vectors	spatial histogram	rosette pattern	proposed method
a	0.29	0.43	0.43	0.40
b	0.50	0.33	0.00	0.67
c	1.00	1.00	1.00	1.00
d	1.00	1.00	1.00	1.00
e	0.83	0.33	0.50	1.00
f	0.00	0.33	0.33	0.67
g	0.50	1.00	1.00	1.00
h	0.50	1.00	1.00	0.50
i	1.00	1.00	1.00	1.00
j	1.00	0.00	0.00	1.00
k	1.00	1.00	1.00	1.00
average RR	0.69	0.68	0.66	0.84

는 좋은 검색결과를 얻을 수 없었다. 본 논문에서 제안하는 검색 방법은 웨이브릿 변환영역 또는 공간영역 중 한가지만을 사용하지 않고 두 영역의 특성을 효율적으로 이용함으로써 보다 높은 검색율을 보일 수 있었다.

표 6. 검색 결과 (영상 집합 B)

Group Name	Retrieval Rate(RR)			
	characteristic vectors	spatial histogram	rosette pattern	Proposed method
a	0.42	0.67	0.67	0.75
b	0.75	0.70	0.70	0.90
c	0.33	0.50	0.50	0.43
d	0.50	0.60	0.60	0.68
e	0.50	1.00	0.50	1.00
f	0.33	0.67	0.50	0.67
g	0.83	0.67	0.67	0.83
h	0.50	0.00	0.50	0.50
i	0.50	1.00	1.00	1.00
j	0.67	0.50	0.33	0.50
k	1.00	0.50	0.50	1.00
l	0.58	0.42	0.42	0.58
average RR	0.62	0.60	0.57	0.74

V. 결론

본 논문에서는 초음파 영상 진단장치에서 과거 영상의 검색 필요성을 인식하고 초음파 영상 데이터 베이스내의 영상에 대한 검색을 가능케 하는 초음파 영상의 내용기반 검색을 위한 특징을 추출하고 검색하는 방법에 대해 제안하였다. 전처리 과정에서 마스크를 이용하여 영상에서 불필요한 부분을 제거하여 실제 초음파 영상만을 추출함으로써 특징 추출시간을 줄일 수 있었으며 정규화 과정을 거침으로써 검색 시 발생할 수 있는 오류를 줄일 수 있었다. 검색을 위한 특징 추출 과정에서 다해상도 영상에서의 특징을 알 수 있는 웨이브릿 부대역의 통계적 특성을 추출하고, 화소값의 분포는 영상의 회전이나 이동에 무관하다는 특성을 이용한 영상의 히스토그램을 추출하였다.

추출된 특징을 이용한 검색과정에서는 웨이브릿 부대역의 특징 벡터를 이용한 검색 시 질의영상과 유사한 대부분의 영상들이 평균 벡터 거리 내에 있다는 특징을 이용하여 일차검색을 수행하여 이차검색을 위한 후보 영상을 추출에 사용하였다. 이차 검색으로는 공간영역의 히스토그램을 영상의 특징으로

사용하였다. 히스토그램만을 사용하여 검색하였을 경우 데이터 베이스가 커질수록 전혀 다른 영상이 유사한 영상으로 검색될 가능성이 높아진다는 단점이 있다. 그러므로 본 논문에서 제안한 일차 검색을 이용한 이차검색의 대상을 줄이는 것은 단순히 히스토그램만으로 검색을 수행하는데 비해 뛰어난 성능을 보이고 있다. 또한 웨이블릿 부대역의 에너지 블록을 이용한 검색과는 달리 의학적 객체의 회전이나 이동에는 무관하게 검색을 수행 할 수 있었다.

참 고 문 헌

[1] Yong and T. S. Huang, "Image Retrieval : Current techniques, promising directions, and open issues," *Journal of visual communication and image representation*, 39-62, Oct. 1999.

[2] C. L. Huang and D. H. Huang, "A content-based image retrieval system," *Image and vision computing* 16, pp. 149-163, 1998.

[3] V. N. Gudivada and V. V. Raghavan, "Content based image retrieval systems," *Computer* 28(9), Sept. 1995.

[4] Z. Hong and C. Syin, "Query expansion by text and image features in image retrieval," *Journal of visual communication and image representation*, vol. 9, no. 5, pp. 287-299, Dec. 1998.

[5] D. Androutos, K. N. Plataniotis and A. N. Venetsanopoulos, "Directional detail histogram for content based image retrieval," *Digital signal processing the 13th international conference on*, vol. 1, pp. 225-228, 1997.

[6] W. Y. Ma and H. J. Zhang, "Benchmarking of image features for content-based retrieval," *Signals, Systems & Computers*, vol. 1, pp. 253-257, 1998.

[7] H. S. Sawhney and J. L. Hafner, "Efficient color histogram indexing," *Proceedings of the 1994 IEEE international conference on Image Processing*, vol. 2, pp. 66-70, 1994.

[8] B. M. Mehre, M. S. Kankanalli, and W. F. Lee, "Shape measures for content based image retrieval : a comparison," *Information processing and Management*, vol. 33, no. 3, pp. 319-337, 1997.

[9] B. Asztalos, R. J. Willis and Z. Benyo, "Segmentation of cardiac and vascular ultrasound images with extension to border kinetics," *Proceedings of the 1994 IEEE Ultrasound Symposium*, vol. 3, pp. 1773-1776, 1994.

[10] G. Pass and R. Zabih, "Histogram refinement for content-based image retrieval," *Proceedings 3rd IEEE workshop*, pp. 96-102, 1996.

[11] A. Yoshitaka and T. Ichikawa, "A survey on content-based retrieval for multimedia database," *IEEE transactions on knowledge and data engineering*, vol. 11, no. 1, pp. 81-93, Jan. 1999.

[12] D. Androutos, K.N. Plataniotis and A. N. Venetsanopoulos, "Directional detail histogram for content based image retrieval," *Proceedings of the 1998 IEEE international conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing*, vol. 6, pp. 3713-3716, 1998.

[13] K. Sharifi and A. L. Garcia, "Estimation of shape parameter for generalized Gaussian distributions in subband decompositions of video," *IEEE transactions on circuits and systems for video technology*, vol. 5, no. 1, pp. 52-56, Feb. 1995.

[14] E. K. kang, S. G. Jahng and J. S. Choi, "A new indexing method for video retrieval using the rosette pattern," *Consumer Electronics, 2000. ICCE. 2000 Digest of Technical Papers. International Conference on*. pp. 352-353

김 법 수(Bum-soo Kim)

준회원

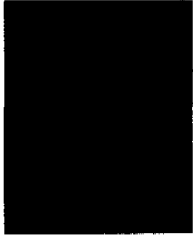


1997년 2월 : 경북대학교
전자공학과 졸업
1999년 2월 : 경북대학교
전자공학과 석사
1999년 3월~현재 : 경북대학교
전자공학과 박사과정

<주관심 분야> 영상 분할, 영상 인식, 내용기반 영상 검색

곽 동 민(Dong-min Kwak)

준회원



1997년 2월: 경북대학교

전자공학과 졸업

1999년 2월: 경북대학교

전자공학과 석사

1999년 3월~현재: 경북대학교

전자공학과 박사과정

<주관심 분야> 의료 영상 처리, 내용기반 영상 검색

원 종 운(Jong-un Won)

준회원



1996년 2월: 한국해양대학교

제어계측공학과 졸업

1998년 2월: 한국해양대학교

제어계측공학과 석사

1999년 3월~현재: 경북대학교

전자공학과 박사과정

<주관심 분야> 영상 분할, 컴퓨터 비전, 영상 통신

김 남 철(Nam-chul Kim)

정회원

한국통신학회 논문지 제25권 제1B호 참조

현재: 경북대학교 전자전기공학부 교수

박 길 흠(Kil-houm Park)

정회원

한국통신학회 논문지 제24권 제9B호 참조

현재: 경북대학교 전자전기공학부 교수