

내용기반 초음파 영상 검색 시스템

곽동민 · 김범수 · 윤옥경 · 김현순 · 김남철 · 고평식 · 박길홍

경북대학교 전자공학과

(2000년 7월 10일 접수, 2000년 12월 22일 채택)

Content-Based Ultrasound Image Retrieval System

D.M. Kwak, B.S. Kim, O.K. Yoon, H.S. Kim, N.C. Kim, K.S. Koh, K.H. Park

Dept. of Electronic Engineering, Kyungpook National Univ.

(Received July 10, 2000. Accepted December 22, 2000)

요약: 본 논문에서는 초음파 의료영상 데이터베이스로부터 원하는 영상들을 찾아내기 위한 내용기반 영상 검색기법을 제안한다. 전체 영상 검색 시스템은 공간영역의 히스토그램과 웨이브릿 변환영역에서 부대역의 통계적 특성벡터를 이용한 2단계 검색 알고리즘을 사용하였다. 또한 히스토그램의 인덱싱 기법으로 Legendre 모멘트를 이용해서 데이터베이스에 저장되는 인덱스의 크기를 최소화시켜서 기존의 히스토그램을 이용한 검색방법 비해서 검색속도를 높이면서 검색결과를 개선시켰다.

Abstract: In this paper, we propose a method of content-based retrieval for ultrasound image database. The retrieval system consists of 2-step algorithm using the histogram of spacial domain and statistical characteristic vectors of wavelet subband. We also use Legendre moment-based indexing method to improve retrieval speed and reduce index size.

Key words: Content-based, Image retrieval, Ultrasound image, Legendre moment

서 론

최근 PACS(Picture Archiving and Communication System)의 발달과 함께 급증하는 디지털 정보를 체계적으로 관리하기 위해서 의료영상 데이터베이스의 효율적 운용이 중요한 연구주제가 되고 있다. 또한 데이터베이스의 효율적 운용을 통한 통합된 디지털 진단시스템 구축을 위해서는 사용자의 다양한 요구에 즉시 응답할 수 있는 진보한 형태의 의료 영상 데이터베이스 검색 시스템의 개발이 필연적이라고 할 수 있다.

의료영상 검색 기술의 일차적인 목적은 PACS를 통해서 전송된 환자의 영상으로부터 그 환자와 가장 유사한 영상을 여러 진단 장비를 통하여 획득된 의료 영상 데이터베이스에서 찾아내어 기존의 진단 자료들을 참고함으로써 의사의 진단에 보조적인 수단을 제공할 수 있다. 또한 부가적으로 어떤 질환 영상과 유사한 병변을 가지는 영상을 효율적으로 검색하고 저장함으로써 질환의 특성을 규명하고 치료방법을 찾아내는데 큰

도움을 줄 수 있게 된다. 이러한 의료영상 검색 시스템이 구축될 경우 의사는 환자에 대한 더욱 전문적이고 안전한 치료를 수행할 수 있게 되고 기존의 진단자료를 수 작업으로 찾는 데 소요되는 시간을 줄임으로써 보다 효율적인 의료 환경을 제공할 수 있게 된다.

최근 일반적인 영상검색 기법의 동향은 텍스트를 기반으로 하는 주석기반 검색방법이 안고 있는 여러 가지 제한성을 극복하기 위해서 영상의 내용(content) 자체를 질의의 대상으로 사용하는 내용기반 영상검색(Content-Based Image Retrieval : C-BIRD) 기법들이 활발하게 연구되고 있다[1-4]. 내용기반 영상 검색은 일반적으로 자동화된 특징 추출을 위한 영상처리 기술이 근간을 이룬다. 여기서 영상의 특징으로는 색깔(color), 질감(texture), 모양(shape), 크기(size), 위치(position) 등이 이용되는데 이러한 영상의 특징들은 영상의 저장과정에서 미리 자동으로 추출되어 영상과 함께 인덱싱되어 데이터베이스에 저장된다. 사용자는 원하는 색이나 질감 등을 포함하는 영상자체를 이용해서 질의하는 방식과 영상의 모양을 스케치하는 방식으로 내용기반 질의를 하는 두 가지 흐름으로 연구가 수행되고 있다.

의료영상의 내용기반 검색에 관한 최근 연구에는 MR영상을

분할한 뒤 객체 요소들의 상대적인 공간 관계를 이용하여 영상 검색을 수행하는 방법[5], CT영상의 질감 정보를 이용한 클러스터 기반 질감 정합(cluster-based texture matching)을 사용한 영상 검색 기법이 소개된 바 있으며 피부 질환 영역을 포함하는 영상을 대상으로 영상의 색상정보를 이용한 영상 검색에 대한 연구 등이 있다[6,7]. 그러나 아직까지는 의료영상의 검색에 대한 연구는 미비한 상태이며 대부분의 의료영상에 대한 많은 연구가 영상의 분할이나 영상 재구성 쪽에 치중되어 있으며 또한 초음파 영상의 검색에 대한 연구는 거의 없는 상태이다.

의료영상 데이터베이스는 다양한 조직에 대한 방대한 양의 영상들로 구성되어 있을 뿐만 아니라 영상의 종류에 따라 서로 다른 잡음 특성과 해상도를 가진다. 그러므로 의료영상 검색 시스템은 사용자의 요구에 따라 원하는 영상을 빠르면서도 정확하게 검색할 수 있도록 하기 위해서 대상 영상의 잡음 특성을 반드시 고려해야하며 영상의 내용을 표현하는 보다 작은 크기의 저장공간을 요구하는 인덱싱 기법의 개발이 필요하다.

본 논문에서는 초음파 영상 데이터베이스의 내용기반 검색을 위해서 공간영역 히스토그램과 웨이브릿 변환 영역에서의 통계학적 특성벡터를 이용한 2단계로 구성된 검색 알고리즘을 제안한다. 영상과 비디오 검색 시스템에서 히스토그램 정보를 이용하는 방법은 영상의 회전이나 작은 이동에 영향을 받지 않으며 또한 기존의 패턴인식에 의한 방법들에 비해서 간단하면서도 실시간 구현이 가능하다는 장점이 있어서 의료영상처럼 같은 부위의 영상 내에서 객체의 이동이 자주 발생하는 특성을 가지는 대상 영상에 적합한 방법이다. 그러나, 히스토그램에 기반한 방법은 데이터베이스가 커질수록 서로 다른 영상이 비슷한 히스토그램을 가질 경우의 수가 커지게 되므로 영상 검색에 실패할 가능성이 있다. 본 논문에서는 웨이브릿 변환영역에서의 부대역의 통계적 특성을 1차 검색 방법으로 이용함으로써 이러한 단점을 보완한다. 또한 전처리 과정으로 적응적 가중 매디안 필터링(Adaptive Weighted Median Filter; AWMF)을 사용하여 초음파 영상이 가지는 스펙클 잡음을 억제하였으며 기존의 히스토그램에 기반한 영상검색 방법이 가지는 인덱스의 양적인 문제를 해결하기 위해서 Legendre 모멘트를 이용한 효율적인 인덱싱 방법을 사용해서 데이터베이스에 저장되는 인덱스의 크기를 최소화시키면서 검색속도를 개선한다.

전처리 과정

영상검색을 위한 최종 질의 영상의 획득과 데이터베이스에 저장될 인덱스를 생성하기 위해서 먼저 특징추출을 위한 전단계로써 전처리 과정을 거치게 된다. 전처리 과정은 초음파 영상에서 나타나는 고유한 잡음 형태인 스펙클 잡음의 제거를 위한 AWMF 과정과 질의 영상과 데이터베이스의 비교대상 영상들과의 영상 전체의 밝기값의 평균과 표준편차를 일정하게

하기 위한 정규화 과정, 그리고 국부 윈도우를 이용한 관심영역의 추출과정으로 이루어져있다.

1. AWMF

초음파 영상에서 나타나는 스펙클 잡음은 인체 내의 조직의 비동질성(inhomogeneity)에 의한 초음파 빔의 미시적 산란 현상에 기인한다. 기존의 초음파 영상의 스펙클에 관한 연구에 의해서 포락선 검파된 신호는 평균이 표준편차에 비례하는 Rayleigh 분포를 따르는 것으로 알려져 있다[8,9]. 하지만 영상 획득시 장치 내부의 영상처리 기법들에 의해서 확률적 분포가 변화하게 되는데 이 때 평균은 표준편차가 아니라 분산에 비례하게 된다[9].

신호에 의존적인 잡음모델은 다음과 같이 표현된다.

$$y = x + x^{1/2}n \quad (1)$$

여기서, y 는 측정된 신호이고, x 실제 신호, n 은 x 에 의존하는 평균이 0인 잡음 신호이다.

만약 균일한 영역을 스캔하였을 경우 x 는 임의의 상수 m 으로 일정한 값을 가지게 되고, 측정된 신호의 분산값 σ^2 는 잡음의 분산을 σ_n^2 라고 할 때 $\sigma^2 = m \sigma_n^2$ 의 값을 가진다.

AWMF는 국부 확률분포에서의 σ^2/m 비를 이용해서 비선형 필터 가중치를 결정하게 되는데 실험에서 사용한 2차원 AWMF에서 창 내부의 가중치는 다음 식에 의해서 구해진다.

$$w(i, j) = [w(K+1, K+1) - cd\sigma^2/m] \quad (2)$$

여기서, c 는 비례상수이고, m, σ^2 는 $(2K+1) \times (2K+1)$ 크기의 국부 창 내부의 평균과 분산을 나타낸다. d 는 점 (i, j) 로부터 $(K+1, K+1)$ 창의 중심까지의 거리를 나타낸다. $[x]$ 는 x 에 가장 가까운 양의 정수를 나타내고 x 가 0보다 작은 경우에는 0이 된다.

매디안 값을 구하기 위해서 현재 창 내부의 픽셀값을 해당 가중치만큼 중복시켜 계산하게 되는데 AWMF를 이용할 경우 국부 확률분포를 고려해서 영상 내의 원신호에 의한 에지를 잘 보존하면서 효율적으로 스펙클 잡음을 제거할 수 있다.

2. 정규화(Normalize)

영상 검색에 특징벡터로 히스토그램을 사용할 경우 특히 의료영상의 경우 영상획득 당시 사용자에게 의한 설정변경이나 장비 파라미터의 변화로부터 같은 부위의 영상이라고 하더라도 전체 영상의 평균이나 표준편차 값의 변화가 생긴다. 그러므로 영상 각각의 평균이나 분산을 고려하지 않을 경우 질의 영상과 데이터베이스내의 영상이 서로 같은 것이라 해도 그 평균과 분산이 다르다면 최종 검색결과에서 제외될 위험성이 있다. 본 논문에서는 아래의 정규화 식을 통해서 질의 영상과 저장영상의 데이터베이스 인덱싱 과정에서 정규화 과정을 수행한다.

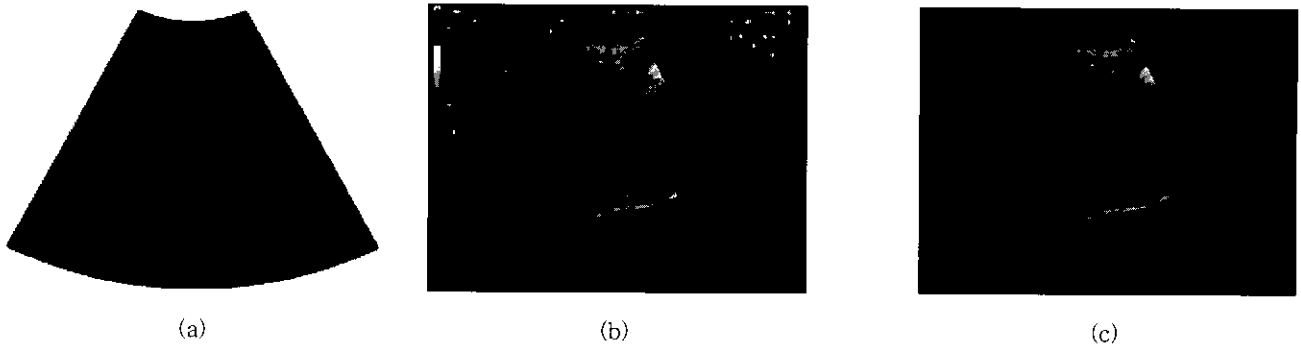


그림 1. 특징벡터 추출을 위한 입력 영상의 획득

(a) 마스크 영상 (b) 원 영상 (c) 특징벡터 추출을 위한 입력 영상

Fig. 1. Aquisition of input image for feature vector extraction

(a) Mask image, (b) Original image, (c) input image for feature vector extraction

$$I_N = m_d + \frac{(I - m)}{\sigma} \times \sigma_d \quad (3)$$

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

3. 마스크 설정

일반적으로 초음파 영상 관심영역은 영상의 가운데 부분에 위치하도록 스캔하므로 마스크 과정을 통해서 영상내의 불필요한 영역을 제거하면서 처리속도를 개선할 수 있다. 그림 1(a)는 B모드 초음파 입력 영상으로부터 관심영역을 추출하기 위한 마스크 영상을 나타낸다.

그림 1(c)의 영상은 마스크 영상을 이용해서 대상영상의 관심영역을 분리해낸 후 5×5 크기의 창을 이용한 AWMF를 거친 영상으로 검색을 위한 특징벡터 추출을 위한 입력영상으로 사용된다.

특징 추출 및 인덱싱

본 논문에서는 영상검색을 위해 공간 영역과 웨이블릿 변환 영역에서 각각 특징벡터를 추출한다. 전처리 과정을 거친 영상으로부터 공간영역에서는 히스토그램 정보를 Legendre 모멘트를 이용해서 특징벡터로 인덱싱하고 웨이블릿 변환 영역에서는 2계층 웨이블릿 변환 후 기저대역을 제외한 부대역의 통계적 특성을 이용해서 추출하고 인덱싱한다.

1. 공간영역 히스토그램의 인덱싱

영상 검색 시스템에서 히스토그램 정보를 이용하는 방법은 계산이 간단하며, 영상 내의 개체의 이동이나 회전에 강한 특성을 가지므로 의료영상 검색 시스템에 적합한 방법이다. 그러나, 효율적인 영상검색 시스템의 구현을 위해서는 인덱싱의 양

적인 문제와 검색 알고리즘 자체에서 발생하는 복잡성을 해결해야 할 필요가 있다. 이러한 문제점을 해결하면서도 히스토그램을 이용하는 다른 인덱싱 방법에 비해서 검색 시 성능이 떨어지지 않는 방법이 필요한데, 본 논문에서는 직교 Legendre 모멘트를 이용한 히스토그램 인덱싱 방법을 사용한다.

Legendre 모멘트는 직교 Legendre 다항식에 기초하는데 어떤 함수 $f(x)$ 의 k 차 Legendre 모멘트의 정의는 다음과 같다.

$$\lambda_k = \frac{2k+1}{2} \int_{-1}^1 P_k(x) f(x) dx \quad k \geq 0, k \in Z \quad (4)$$

여기서 $P(x)$ 는 Legendre 다항식으로 아래와 같이 나타낼 수 있다.

$$P_k(x) = \sum_{j=0}^k a_{kj} x^j \quad (5)$$

$$a_{kj} = \sum_{\substack{j=0 \\ j, k \text{ odd} \\ j, k \text{ even}}}^k (-1)^{(k-j)/2} \frac{(k+j)!}{2^k ((k-j)/2)! ((k+j)/2)! j!} \quad (6)$$

그러므로 식 (5)를 식 (4)에 대입하면 k 차 Legendre 모멘트 λ_k 는 다음 식으로 다시 표현할 수 있다.

$$\lambda_k = \frac{2k+1}{2} \sum_{j=0}^k a_{kj} M_j \quad (7)$$

여기서, M_j 는 j 차의 정규 모멘트를 나타낸다. 식 (7)에 의해서 어떤 차수의 Legendre 모멘트도 동일차수까지의 정규 모멘트를 이용해서 쉽게 계산이 가능하다[10, 11].

본 논문에서는 히스토그램에 대한 확률밀도 함수 $f(x)$ 에 대한 Legendre 모멘트를 이용하는데, 이 때 실험영상은 0에서 255까지의 밝기값 분포를 가지는 8비트 영상이고 Legendre 다항식은 -1에서 1까지의 구간에서 직교성을 가지므로 영상의

밝기값 분포를 폐구간 [-1,1]로 사상시켜 계산한다. 구해진 모멘트 계수는 대상 영상 히스토그램의 이차원 형태에 의해서 결정된다.

2. 웨이브릿 변환 영역에서의 통계적 특징벡터

공간 영역의 히스토그램으로만 영상 검색을 할 경우 데이터 베이스의 양이 커질수록 유사한 히스토그램을 가지는 전혀 다른 영상의 존재 가능성이 커지게 되므로 영상의 검색결과로 상위 일부를 출력할 경우에 검색에 실패할 가능성이 있다[10]. 그러므로 히스토그램에 좋은 특성을 살리면서 단점을 보완해줄 다른 특징벡터를 결합해서 사용함으로써 검색 결과의 개선을 가져오도록 할 수 있다. 내용기반 영상검색에서 서로 다른 영상의 전체 히스토그램 분포는 유사하게 나올 수 있지만 웨이브릿 밴드에서의 통계적 특성까지 유사할 가능성은 적다. 그러므로 본 논문에서는 변환영역에서의 통계적 특성벡터를 이용해서 공간영역 히스토그램 기법을 보완하는 특징벡터를 추출한다.

웨이브릿 변환 영역에서의 통계적 특성벡터는 기저 대역을 제외한 각 부대역 내부의 웨이브릿 변환계수들의 절대값의 평균과 분산에 의존하는 6차원 벡터이다. 그림 2는 영상의 특징 벡터들을 구하기 위해 사용한 2계층 웨이브릿 변환을 나타낸다.

웨이브릿 변환 영역에서의 통계적 특성벡터를 S_p 라하고 아래의 식 (8)과 같이 표현한다.

$$S_p = \frac{\sigma_{X_p}^2}{E\{|X_p|^2\}} \quad (8)$$

여기서 $p = \{W_4^V, W_4^D, W_4^H, W_2^V, W_2^D, W_2^H\}$ 이고 X_p 는 부대역 p 에서의 웨이브릿 변환 계수를 나타고 $\sigma_{X_p}^2$ 는 부대역 p 의 내부 분산을 나타낸다.

영상검색 시스템

본 논문에서 제안하는 영상검색 알고리즘은 앞에서 설명했

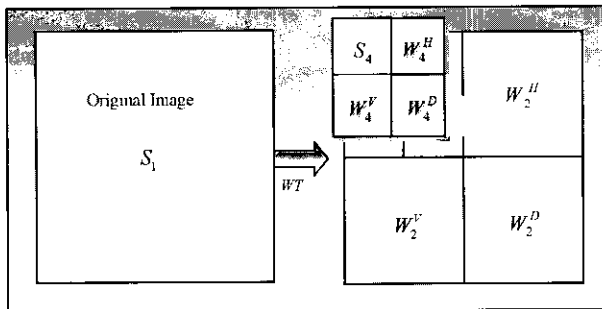


그림 2. 2계층 웨이브릿 변환
Fig. 2. 2-level wavelet transform

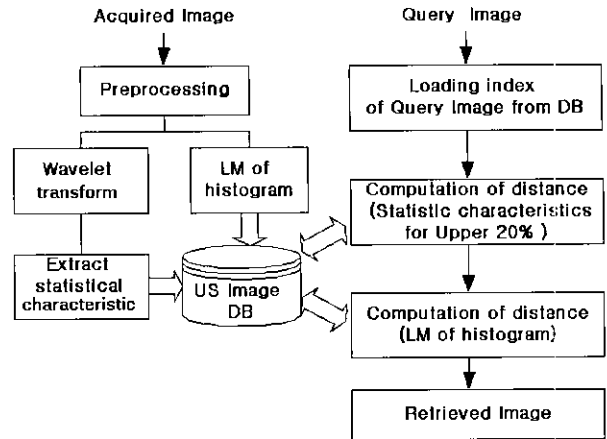


그림 3. 제안한 검색시스템의 흐름
Fig. 3. Flow chart of the proposed retrieval system

던 웨이브릿 변환영역에서의 통계적 특성값과 공간영역 히스토그램을 이용해서 coarse-to-fine형태의 2단계 검색과정으로 이루어진다. 먼저 통계적 특성값을 이용해서 상위 20%를 1차 검색하고 검색된 상위 20%에 대해서 2차적으로 공간영역의 히스토그램을 이용해서 세부 검색을 수행하게 된다.

그림 3에서 전체적인 시스템의 흐름도를 나타내었다.

획득영상의 인덱싱 과정은 먼저 전처리 과정으로 AWMF와 정규화를 수행하는데 이때 AWMF과정에서 비례상수 c 값은 20이고 5×5 크기의 창을 이용하였으며 정규화 과정은 데이터 베이스 내의 모든 영상에 대해서 동일한 평균과 표준편차를 가지도록 평균 110, 표준편차를 30이 되도록 조정하였다. 전처리 과정을 거친 후 공간영역에서 히스토그램에 대한 6차 Legendre 모멘트 벡터를 추출하고, 웨이브릿 변환 영역에서 통계적 특성벡터를 추출한다. 추출된 특징벡터는 기존의 초음파 영상 데이터베이스에 인덱싱되어 있는 영상들의 특징벡터와의 비교를 통해서 유사한 영상의 결과를 출력하도록 구성되어 있다.

먼저 1차 검색으로 웨이브릿 변환 영역에서의 통계적 특성 벡터를 이용해서 질의 영상과 데이터베이스 영상과의 유사도를 측정해서 상위 20%를 검색하는데, 이때 사용한 유사도 함수는 추출된 6차 특성벡터와 데이터베이스의 대상 영상의 인덱스 벡터와의 거리차(D_s)로 식 (9)와 같이 표현된다.

$$D_s = \|S_Q - S_O\| \quad (9)$$

여기서 S_Q 는 질의영상의 통계적 특성벡터, S_O 는 대상영상의 통계적 특성벡터를 나타낸다.

2차 검색은 공간영역의 히스토그램을 이용해서 1차 검색된 상위 20% 내에서 이루어진다. 이때 유사도를 측정하기 위해서 먼저 공간 영역의 히스토그램의 Legendre 모멘트는 실험을 통

해서 얻어진 최적 차수인 6차 계수까지 이용하며 최적 가중치를 이용해서 유사도를 판단한다. 히스토그램 모멘트 벡터에 대한 비교영상 간의 거리차(D_h)는 아래식과 같이 표현된다.

$$D_h = \sum_{k=0}^N W_k (\lambda_{kQ} - \lambda_{kO})^2 \quad (10)$$

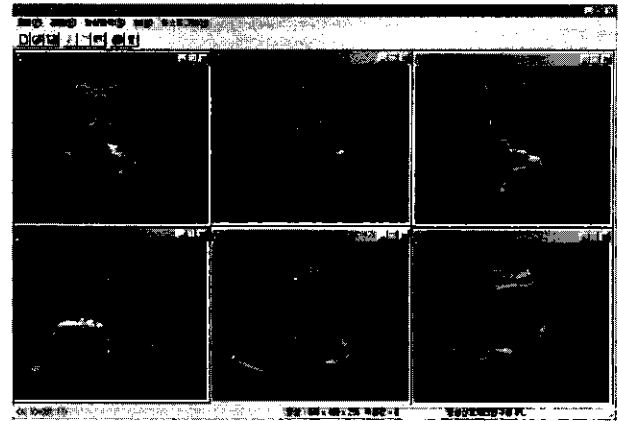
여기서 W_k 는 k 차 모멘트에 대한 최적 가중치로 $2/(2k+1)$ 의 값을 가지고 λ_{kQ} 는 질의 영상의 k 차 모멘트를, λ_{kO} 는 대상영상의 k 차 모멘트를 의미한다. N 은 참조하는 모멘트 계수의 최고차수를 나타낸다.

실험결과 및 고찰

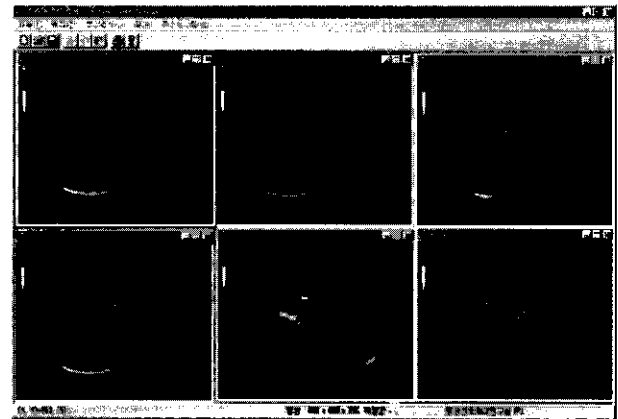
실험에 사용한 초음파 영상 데이터베이스는 메디슨에서 제공한 640×480 공간 해상도를 가지는 73장의 복부 초음파 영상과 140장의 흉, 복부 초음파 영상을 각각 클래스 A, 클래스 B로 나누고 실험을 위해서 시각적으로 유사한 영상들을 다시 20개의 소그룹으로 분류하였다.

표 1. 실험에 사용된 영상분류
Table 1. Classification of experimental image

Class A		Class B
Group Name	Image Number	Image Number
Group 1	2,4,5,8,9,13,14,16,21,23,25	1,2,3,4,85,86
Group 2	19,20,24	21,22,23,24,25,26,27
Group 3	31,32	28,29,30,31,38
Group 4	33,35	32,33,36,37
Group 5	39,40,41	34,35
Group 6	44,45,47	39,40,41,42,43
Group 7	46,49,50	46,47,48,49,51,52,53,54,55,56
Group 8	52,53	60,61,62,63,64,65,66
Group 9	56,57	68,69,70,71,72,73,89,90,91,92
Group 10	64,68	74,75,76
Group 11	71,72	77,78,79,97
Group 12		80,81
Group 13		83,84,93
Group 14		113,114,115
Group 15		95,96,101
Group 16		102,103
Group 17		116,117
Group 18		130,131,132,133
Group 19		134,135,136
Group 20		137,138,139,140



(a)



(b)

그림 4. 검색결과에 대한 예
(a) class A-46번 영상의 검색 결과 (b) class B-25번 영상의 검색결과

Fig. 4. Examples of experimental result
(a) Retrieval result of class A-46, (b) Retrieval result of class B-25.

실험에서는 제안한 coarse-to-fine 형태의 2단계 알고리즘의 수행했을 때 검색결과 중에서 상위 5순위까지를 보여주도록 하였는데 그림 4에 검색 화면에 대한 예를 나타내었다.

그림에서 좌측 상단 영상이 질의 영상에 해당되고 질의 영상의 오른쪽부터 1순위가 되고 오른쪽으로 아래로 갈수록 낮은 순위가 된다.

표 2에서는 평균제곱오차를 이용한 히스토그램 기반 검색 방법과 Legendre 모멘트를 이용한 방법, 그리고 최종적으로 본 논문에서 제안한 coarse-to-fine 방법을 적용했을 때의 검색효율과 평균검색효율을 나타내었다.

표 2의 실험 데이터는 데이터베이스 내의 유사그룹에 속한 영상들을 모두 한번씩 질의 영상으로 사용해서 계산한 결과이다. 그리고 성능분석을 위해서 사용한 검색효율(η)은 $\frac{M}{N}$ 으로 표현되며 여기서, M 은 검색결과로 출력되는 상위 5순위 안에 포함된 유사영상의 개수를 나타내고, N 은 전체 유사영상의 개

표 2 . 검색효율 결과표

Table 2. Result table of retrieval efficiency

Method Group name	MSE of histogram		LM distance of histogram		Proposed method (coarse-to-fine)	
	class A	class B	class A	class B	class A	class B
group 1	0.24	0.27	0.21	0.30	0.21	0.27
group 2	0.33	0.69	0.33	0.63	0.67	0.93
group 3	1.00	0.40	1.00	0.40	1.00	0.50
group 4	1.00	0.56	1.00	0.69	1.00	1.00
group 5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
group 6	0.00	0.80	0.17	0.76	0.67	1.00
group 7	1.00	0.40	1.00	0.42	1.00	0.76
group 8	1.00	0.43	1.00	0.40	1.00	0.71
group 9	1.00	0.64	1.00	0.62	1.00	0.70
group 10	0.50	0.33	1.00	0.67	1.00	0.50
group 11	0.50	0.50	1.00	0.50	1.00	0.58
group 12	/	1.00	/	1.00	/	1.00
group 13	/	0.33	/	0.56	/	1.00
group 14	/	0.33	/	0.33	/	0.50
group 15	/	0.33	/	0.33	/	0.33
group 16	/	1.00	/	1.00	/	1.00
group 17	/	1.00	/	1.00	/	1.00
group 18	/	0.50	/	0.56	/	0.58
group 19	/	0.67	/	0.67	/	1.00
group 20	/	0.50	/	0.43	/	0.67
AVG.	0.68	0.58	0.79	0.61	0.86	0.75

수가 검색결과와 출력 개수 즉 본 실험에서 사용한 5보다 작은 경우에는 전체 유사영상 개수가 되고 그렇지 않은 경우에는 5의 값을 가진다.

표 3 에서는 평균제곱오차를 이용한 히스토그램 기반 검색 방법과 Legendre 모멘트를 이용한 방법 그리고 최종적으로 제안한 coarse-to-fine 방법의 적용시 인덱스의 크기를 비교하였다.

영상검색에서 인덱스의 크기는 검색속도에 비례하므로 실시간 검색을 위해서는 인덱스의 크기는 작으면서도 검색효율이 우수해야 하는 조건을 만족해야 한다. 표 2와 표 3의 결과에서

표 3. 참조하는 인덱스의 차수

Table 3. Dimension of index

Method	MSE of histogram	LM distance of histogram	Proposal method (coarse-to-fine)
Dimension	256	6	12

나타난 것처럼 8비트 영상에 대해서 히스토그램 인덱싱 기법으로 Legendre 모멘트를 사용하는 경우 기존의 일반적인 히스토그램의 평균제곱오차를 이용한 방법에 비해서 인덱스 크기를 1/43 정도로 줄이면서도 비슷한 검색효율을 보였다. 또한 실험 결과를 통해 본 논문에서 제안하는 coarse-to-fine 방식을 사용하는 경우 전체 인덱스의 차수는 12로 히스토그램의 평균제곱오차 방식의 1/20 미만이며 검색효율은 25% 이상 더 개선됨을 알 수 있다.

결론

본 논문에서는 다양한 진단의 목적으로 쓰이면서 고유한 스펙클 형태의 잡음을 가지는 초음파 영상 데이터베이스에 적용 가능한 내용기반 의료영상 검색기법을 제안하였는데 전체적인 시스템은 스펙클 잡음을 제거하기 위한 전처리 과정으로 AWMF를 이용하였으며 영상 검색은 2단계로 이루어져 있는데 1차 검색 기법으로 웨이브릿 변환영역에서의 통계적 특성을 이용해서 상위 20%를 먼저 검색한 후 2차 검색 알고리즘으로 영상 내에서 객체의 이동이 많이 발생하는 의료영상에 적합한 검색 특성을 가지는 공간 영역의 히스토그램을 이용하였다. 본 논문에서는 2단계 검색 기법을 적용함으로써 히스토그램 기반의 영상 검색기법의 단점을 보완하였으며 Legendre 모멘트 인덱싱 기법을 이용해서 히스토그램 인덱스 크기를 줄이면서도 우수한 검색 성능을 가지도록 하였다. 제안한 시스템은 향후 다양한 의료 영상 DB에 대한 실험과 검증으로 검색 결과의 신뢰성을 높이고, 대상 영상에 대한 객체분할 등을 통해서 영상 특성에 맞는 검색 방법의 개발과 주석기반 검색 방법과의 통합된 시스템의 개발, 그리고 최종적으로 PACS와의 결합을 통해서 수련의의 교육적 목적뿐만 아니라 실제 임상에 적용이 가능하다.

참고 문헌

1. Atsuo Yoshitaka and Tadao Ichikawa, "A Survey on Content-Based Retrieval for Multimedia Database s", IEEE Trans. Knowledge and Data Eng., Vol. 11, No. 1, pp. 81-93 Jan. 1999
2. Young Rui, Thomas S. Huang and Shih-Fu Chang, "Image Retrieval: Current Techniques, Promising Directions, and Open Issues", Journal of Visual Communication and Image Representation Vol. 10 pp. 39-62, 1999
3. M.Flickner, H.Sawhney, et al, "Query by Image and Video Content: The QBIC System", IEEE Computer, Vol. 28, No. 9, pp. 23-31, Sep. 1995
4. J. R. Smith and S. F. Chang, "VisualSEEK: a fully automated content-based image query system", In Proc. ACM Int'l. Conf. Multimedia, Boston MA, pp. 87-98, Nov. 1996

5. Hou T.Y, Liu P, Hsu A and Chiu M.-Y, "*Medical image retrieval by spatial features*", IEEE Int'l Conf. on Systems, Man and Cybernetics, Vol. 2, pp. 1364 -1369, 1995.
6. Hui Xu and Mengyang Liao, "*Cluster-Based Texture Matching for Image Retrieval*", IEEE Int'l Conf. on Image Processing, Vol. 2, pp. 766 -769, Oct. 1998
7. Vincent Ng, David Cheung and Ada Fu, "*Medical Image Retrieval by Color Content*", IEEE Int'l Conf. on Systems, Man and Cybernetics, Vol. 3, pp. 1980-1985, 1995.
8. Yan Chen, Shira L. Groschat and Patrick J. Flynn, "*Phase Intensive Homomorphic Image Processing for Speckle Reduction*", Ultrasonic Imaging, Vol. 18 No. 2, pp. 122-139, Apr. 1996.
9. T. Loupas, W. N. McDicken, et al, "*An Adaptive Weighted Median Filter for Speckle Suppression in Medical Ultrasonic Images*", IEEE Trans. Circuit and Systems, Vol. 36, No. 1, pp. 129-135, Jan. 1989.
10. M. K. Mandal, T. Aboulnsar and S. Panchanathan, "*Image Indexing Using Moments and Wavelets,*" IEEE Trans. Consumer Electronics, Vol. 41, No. 3, pp. 557-565, Aug. 1996.
11. Teh, C.-H., Chin, R.T., "*On image analysis by the methods of moments*", IEEE Trans. PAMI. Vol. 10, No. 4, pp. 496-513, Jul. 1988.