

## 피하지방층과 등뼈 영역을 이용한 초음파 영상에서의 근육 영역 추출

김 광 백\*

### Extraction of Muscle Areas form Ultrasonographic Images using Subcutaneous Fat Areas and Thoracic Vertebra

Kwang-Baek Kim\*

#### 요 약

본 논문에서는 요부 영상에서 근육을 추출하는 방법을 제안한다. 제안된 방법은 요부 초음파 영상에서 피하지방층과 등뼈 영역을 각각 분류하여 피하지방층의 하단 부분과 등뼈의 상단 부분의 경계선을 개선된 4방향 윤곽선 추적 알고리즘을 적용하여 추출하고 이 두 경계선 내에 있는 영역을 요부의 근육 영역으로 추출한다.

본 연구에서 제안한 방법을 392개의 요부 초음파 영상에 적용하여 근육 영역을 추출한 결과, 제안된 방법은 94% 이상의 추출률을 보였다.

▶ Keyword : 요부 영상, 4 방향 윤곽선 추적 알고리즘, 등뼈 영역, 피하지방층

#### Abstract

In this paper, we propose a novel method to extract muscle area from lumbar ultrasonographic image. The muscle area resided in lumbar area can be defined as the area between thoracic vertebra and subcutaneous fat area. A modified 4-directional contour tracing algorithm is designed to detect the boundaries and candidate areas are extracted and verified by the morphological characteristics of lumbar area. The experiment using 392 lumbar images verifies that the proposed method is sufficiently effective by showing over 94% accuracy in extraction.

▶ Keyword : Lumbar images, 4-directional contour tracing algorithm, Vertebra area, Subcutaneous fat area

---

• 제1저자, 교신저자 : 김광백  
• 접수일 : 2012. 04. 10, 심사일 : 2012. 04. 19, 게재확정일 : 2012. 05. 08.  
\* 신라대학교 컴퓨터공학과(Dept. of Computer Science, Silla University)

## I. 서론

초음파 영상은 인체의 거의 모든 부분을 검사 할 수 있으며, 초음파 검사는 전문의들이 쉽게 사용할 수 있고, 검사 받는 환자들은 신체적·심리적 부담이 적다는 장점이 있다. 이러한 장점으로 인해 대부분의 의료 분야에서 환자의 상태나 치료 효과에 대한 검사를 위하여 활용된다. 그러나 초음파 영상에 측정하는 전문의의 장비 조작의 숙련된 기술과 전문성에 따라 얻어지는 영상의 질과 결과 값이 달라지며, 또한 초음파 영상에 미세한 명암도의 차이로 인해 근육 영역을 육안으로 인지하는 과정에서 어려움이 발생한다[1,2].

본 논문에서는 이러한 단점을 보완하고 초음파 의료 영상을 이용하는 재활 분야에 적용하여, 의료 영상 진단에 필요한 근육의 길이, 두께 등의 자료를 객관적이고, 자동적으로 측정할 수 있도록 하기 위해 초음파 영상에서 요부 근육 영역을 추출하는 방법을 제안한다.

## II. 요부 초음파 영상에서 근육 추출

요부 초음파 영상에서 근육 영역을 추출하기 위하여 피하지방층의 하단 영역과, 등뼈 상단 영역의 경계선을 추출한다. 추출된 두 경계선 사이의 영역을 요부의 근육 영역으로 추출한다. 제시된 요부의 근육 영역을 추출하는 과정은 그림 1과 같다.



그림 1. 요부 영상의 근육 추출 과정  
Fig. 1. Process of muscle extraction from lumbar image

요부 초음파 영상에 Ends-in Search Stretching을 적용한단[4]. 그리고 Stretching된 영상에 반복 이진화를 적용하여 이진화 한다. 이와 같이 이진화된 영상은 그림 2와 같다.

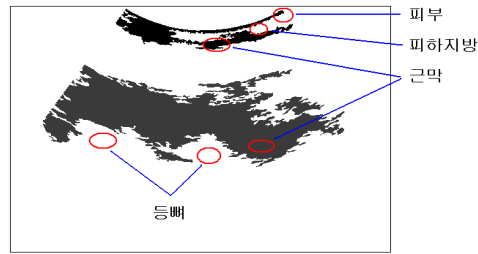
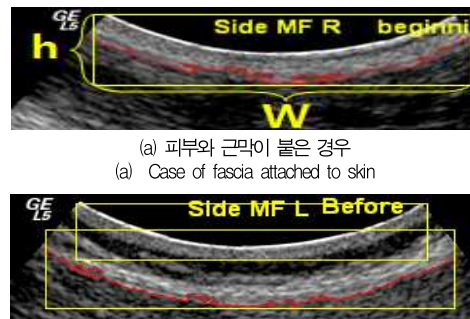


그림 2. 요부 초음파 영상의 구성  
Fig. 2. The general structure of lumbar ultrasonographic image

그림 2에서 최상위의 부드러운 면은 초음파 장비가 접촉하는 요부의 피부이다. 피하지방은 근막으로 덮여 있으며, 피하지방과 근육 영역은 액체 부분으로 초음파의 반사가 작아 빈 공간으로 나타나며, 등뼈 영역은 초음파가 통과하지 못하여 그림 2와 같이 빈 공간으로 나타난다[4].

등뼈 영역은 요부 영상에서 가장 큰 객체로 나타나며, 객체의 하단 경계선이 근막과 등뼈의 경계선이다. 요부의 근육 영역을 추출하기 위해서는 피하지방을 둘러싼 근막의 하단 경계선과 등뼈 영역의 상단 경계선의 추출이 필요하다.

요부 근육을 추출하기 위해 이진화된 영상에서 피하지방 영역을 분리한다. 피하지방 영역은 피부, 피하지방, 근막으로 구성되어 있으며, 그림 3과 같이 측정 대상자의 피하지방 두께에 따라서 피부와 근막이 붙은 경우와 떨어진 경우로 구분된다[5,6].



(a) 피부와 근막이 붙은 경우  
(a) Case of fascia attached to skin  
(b) 피부와 근막이 떨어진 경우  
(b) case of fascia detached to skin

그림 3. 피하지방의 크기에 따른 형태  
Fig. 3. Shapes according to the size of subcutaneous fat area

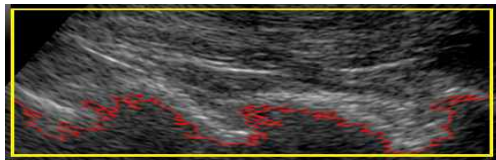
그림 3의 (a)와 같이 피부와 근막 영역이 붙어 있는 경우에는 그림 3의 (a)와 같이 하단 부분의 경계선을 추출한다. 그러나 그림 3의 (b)와 같이 피부와 근막이 떨어져 있는 경우에는 근막 영역의 하단 부분의 경계선을 추출하기 위해 식 (1)을 적용하여 피부와 피하지방을 감싸고 있는 근막 영역을 구분한 후에 근막의 하단 경계선을 추출한다.

$$I_c - T_c < T_h \tag{1}$$

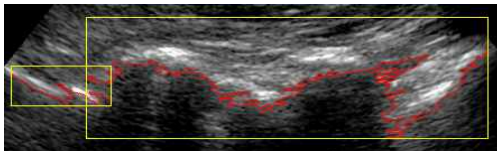
$$|T_{hw} - I_{hw}| < I_c - T_c \tag{2}$$

식 (1)과 (2)에  $I$ 는 근막 영역의 객체이며,  $T$ 는 피부 영역의 객체이다. 그리고  $c$ 는 각 객체의 중심점을 의미한다. 식 (1)을 적용하여 객체  $T$ 와 위치상으로 관련된 근막 객체  $I$ 를 발견할 경우에는 식 (2)를 적용하여 객체  $T$ 와  $I$ 의 형태적인 유사성을 측정된 후에 최종적으로 근막 영역으로 확정한다. 식 (2)에서  $T_{hw}$ ,  $I_{hw}$ 는 각각 근막 객체와 피부 객체의 높이와 너비를 나타낸다. 추출된 근막의 하단 부분은 4 방향 윤곽선 추적 알고리즘[7]을 개선하여 적용한 후에 객체의 좌측 끝과 우측 끝을 연결하는 하단 경계선을 그림 3과 같이 추출한다.

등뼈 영역의 추출은 이진화된 영상에서 Labeling된 객체들의 형태적인 정보를 이용하여 추출한다. 추출된 등뼈 후보 영역은 그림 4와 같다.



(a) 하나의 등뼈 영역이 있는 경우  
(a) One thoracic vertebra case



(b) 두개 이상의 등뼈 영역이 있는 경우  
(b) Two or more thoracic vertebra case

그림 4. 등뼈 영역의 후보영역  
Fig. 4. Candidate thoracic vertebra areas

그림 4의 (a)와 같이 하나의 등뼈 영역이 추출되는 경우에는 이 영역을 등뼈 영역이라고 확정한다. 그러나 그림 4의 (b)와 같이 등뼈의 후보 영역이 두 가지 이상 나타나는 경우에는 등뼈 영역의 가능성이 가장 높은 영역을 등뼈 영역으로 확정하고, 확정된 영역에 대해서 표 1과 같은 형태적인 정보를 이용하여 다른 후보 영역과의 유사성을 비교한 후, 기타 후보 영역을 선택하거나, 제외시킨다. 추출된 등뼈 영역은 피하지방층에서 적용한 4 방향 윤곽선 추적 알고리즘을 이용하여 등뼈 영역의 상단 부분 경계선을 그림 4와 같이 추출한다.

표 1. 등뼈 후보 영역간의 형태학적 유사성

Table 1. Morphological similarity between candidate thoracic vertebrae

등뼈 영역
1. 피하지방과의 거리가 영상의 높이의 1/6 이상이다.
2. 객체 크기의 차이가 90%이상 일치한다.
3. 등뼈 후보영역의 중심축의 차이가 50픽셀 이하이다.
4. 중심축이 지나는 축선의 연장선 높이 차이가 10픽셀 이하이다.

### III. 실험 결과 및 분석

본 논문에서 제안된 방법은 IBM 호환 PC 상에서 Visual Studio 2005로 구현하여 실험하였다. 실험을 위해서 532×434 크기의 Convex 형태인 DICOM 파일을 사용하였으며, 일반인 남성 27명의 요부 영상 392장을 대상으로 실험하였다.

그림 5는 제안된 방법을 적용하여 추출된 요부 근육을 나타내었다. 요부 근육은 피하지방층의 하단 경계선과 등뼈 영역의 상단 경계선 사이의 영역이다.

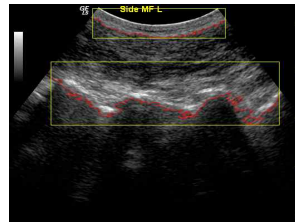
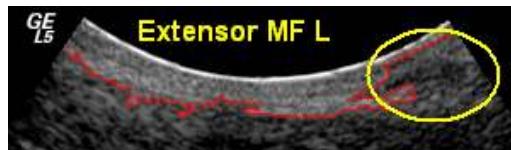
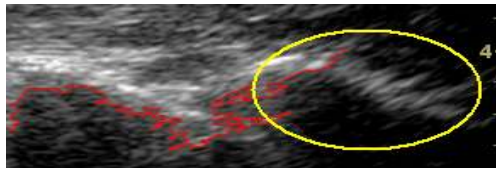


그림 5. 요부 근육 영역의 추출  
Fig. 5. Muscle extraction from lumbar

그림 6은 요부 초음파 영상에서 등뼈의 경계선과 피하지방의 경계선이 정확히 추출되지 않아서 근육 영역이 정확히 추출되지 않은 경우이다. 그림 6의 (a)는 피하지방층의 근막이 희미하게 도출된 경우이며, 그림 6의 (b)는 분리된 등뼈 영역이 잡음과 유사하여 제외된 경우이다. 그 원인은 그림 6과 같이 초음파 영상을 획득하는 과정에서 잡음이 발생된 경우이거나 피하지방과 등뼈 영역의 객체 정보가 손실된 경우이다.



(a) 피하지방층의 손실  
(a) Loss from Subcutaneous Fat Area



(b) 등뼈영역의 손실  
(b) Loss from Thoracic Vertebra

그림 6. 요부 영역의 정보 손실  
Fig. 6. Information Loss from the Extraction Process

표 2는 요부 초음파 영상에서 제안된 방법을 적용하여 근육 영역을 추출한 결과를 나타낸 것이다.

표 2. 근육 두께 측정 결과 (단위, 장)  
Table 2. Result of measuring muscle thickness (Unit : Plece)

피하지방층 추출 성공률	등뼈 영역 추출 성공률	근육 추출 성공률
376 / 392 (95.9%)	372 / 392 (94.8%)	369 / 392 (94.1%)

#### IV. 결 론

본 논문에서는 초음파 의료 영상 진단 장치로부터 획득한 요부 영상을 대상으로 재활분야에 활용할 수 있는 요부 근육을 추출하는 방법을 제안하였다. 제안된 근육 추출 방법은 요부 초음파 영상에서 피하지방층과 등뼈 영역을 각각 분류하여 피하지방층의 하단 부분과 등뼈의 상단 부분의 경계선을 4방향 윤곽선 추적 알고리즘을 적용하여 추출하고 이 두 경계선 내에 있는 영역을 요부의 근육 영역으로 추출하였다.

제안된 방법을 532×434 크기의 Convex 형태인 DICOM 파일을 대상으로 일반인 남성 27명의 요부 초음파 영상 392장을 대상으로 실험하였다. 392장의 요부 초음파 영상을 적용한 결과, 94% 이상의 추출률을 보였다.

실험 결과에서 알 수 있듯이 요부의 근육 영역이 비교적 정확히 추출되어 초음파 근육 영상 분석의 자동화를 위한 객관적인 자료를 제시하는데 유용하게 적용할 수 있는 가능성을 제시하였다.

#### 참고문헌

[1] F. W. Kremkau, "Diagnostic Ultrasound: Principles and Instruments," Philadelphia, PA:Saunders, 2002.  
[2] H. M. Van, J. H. Introcas, "Musculoskeletal Ultrasound," Philadelphia, PA:Mosby Press, 2001.

[3] K. B. Kim, D. H. Song, Y. H. Joo, H. J. Lee, Y. W. Woo, "Extraction of Muscle Areas from Ultrasonographic Images Using Refined Histogram Stretching and Fascia Information," Journal of Computational and Theoretical Nanoscience, Vol.7, pp.921-926, 2010.  
[4] G. A. Koumantakis, P. J. Watson, J. A. Oldham, "Trunk muscle stabilization training plus general exercise versus general exercise only: randomized controlled trial of patients with recurrent low back pain," Physical Therapy, Vol.85, pp.209-215, 2005.  
[5] J. A. Hides, C. A. Richardson, G. A. Jul, "Multifidus muscle recovery is not automatic after resolution of acute, first-episode low back pain," Spine, Vol.21, pp.2763-2769, 1996.  
[6] D. S. Teyhen, "Rehabilitative ultrasound imaging: the roadmap ahead," Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy, Vol.37, pp.431-433, 2007.  
[7] K. B. Kim, Y. W. Woo, H. K. Yang, "An Intelligent System for Container Image Recognition Using ART2-Based Self-Organizing Supervised Learning Algorithm," Lecture Notes in Computer Science, LNCS 4247, Springer, pp.897-904, 2006.

#### 저 자 소 개



김 광 백

1999 : 신라대학교 전자계산학과 이  
학박사.

현 재 : 신라대학교 컴퓨터공학과 교수.

현 재 : 한국정보통신학회 국제학술부  
회장.

현 재 : Scientific Journals  
International Editor(USA).

현재 : The Open Artificial  
Intelligence Journal (USA),  
Editor.

관심분야 : 퍼지 논리, 영상 처리, 유  
전자 알고리즘, 의료정보  
시스템, 생물정보학.

Email : gbkim@silla.ac.kr