한국컴퓨터정보학회 동계학술대회 논문집 제20권 제1호 (2012. 1)

복부 근막의 형태학적 정보를 이용한 초음파 영상에서의 복부 근육 추출 및 측정

엄도성°, 이해정**, 신상호***, 김광백*
°신라대학교 컴퓨터공학과
**신라대학교 물리치료학과
***㈜토탈소프트뱅크 의공학 연구소
e-mail : alex00377@nate.com, hjlee@silla.ac.kr, shinsky@tsb.co.kr, gbkim@silla.ac.kr

Extraction and Measurements of Abdominal Muscles in Ultrasound Images Using Morphological Information of Abdominal Fasia

Do-Sung Eom°, Hae-Jung Lee**, Sang-Ho Shin***, Kwang-Baek Kim*
°*Dept of Computer Engineering, Silla University
**Dept of Physical Therapy, Silla University
***Total Soft Bank LTD. Bio-medical Engineering Institute

● 요 약 ●

본 논문에서는 복부 초음파 영상에서 근육 영역의 명암 대비를 강조하기 위해서 Multiple 연산을 적용한 후, 명암 대비가 강조된 영상에서 수직 방향의 명암도가 200 이상인 픽셀들에 대해 퍼지 기법에 적용하여 이진화한다. 이진화된 영상에서 피부층과 외복사근 사이에 존재하는 피하지방을 추출하기 위해 Thick-Search 방법을 적용하여 피부층과 외복사근을 추출한 후, 피부층과 외복사근의 사이에 Up-Down Search 방법을 적용하여 피하지방층을 추출한다. 피하지방층이 추출된 영상에서 근막의 형태학적 정보를 이용하여 근막을 추출한다. 추출된 근막 사이에 대해 Up-Down Search 방법을 적용하여 근육의 후보 영역을 추출한 후, 근육의 형태학적 정보를 이용하여 최종적인 근육 층을 추출한다. 추출된 근육의 경계선을 Monotone Cubic Hermite 보간법을 이용하여 근육의 경계선을 보정한 후, 최소자승법을 이용하여 근육의 두께를 측정한다.
제안된 방법을 복부 초음파 영상에 적용하여 근막 및 근육 영역을 추출한 결과, 기존의 근육 추출 방법보다 정확하게 추출되었고, 근육의 두께 측정 결과도 전문의가 육안으로 측정한 결과와 근사한 것을 확인할 수 있었다.

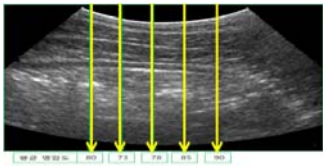
키워드: 퍼지 기법, 근막, Thick-Search 방법, Monotone Cubic Hermite 보간법, 근막 두께

I. 서 론

현대 사회에서 대부분의 사람들은 단시간에 섭취할 수 있는 서구화된 식품으로 식사를 해결하는 경우가 많다. 이로 인하여 현대인들의 비만도가 높아져 건강을 위협받고 있다. 이러한 비만도를 검사하는 방법은 여러 가지가 있다. 그 중 CT, MRI장비를 이용하여 검사하는 방법이 있지만, 경제적으로 많은 비용이 드는 단점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 DICOM으로 저장된 복부 초음파 영상에서 복부 근육을 자동으로 추출하고 측정하는 방법을 제안한다.

II. 제안된 복부 근육 추출 및 측정 방법

촬영 정보와 눈금 정보가 제거된 영상에서 밝은 명암도를 가지는 근막 영역과 어두운 명암도를 가지는 근육 영역의 명암대비를 강조하기 위하여 Multiple 연산을 수행한다. Multiple 연산으로 명암 대비가 강조된 영상에서 수직 방향으로 명암도가 200이상인 픽셀들을 퍼지 이진화 알고리즘[1]의 입력으로 적용하여 영상을 이진화한다. Multiple 연산과 퍼지 이진화를 적용한 결과는 그림 1의 (b) 같다.

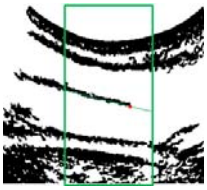


(a) 수직 방향 평균 명암도

(b) 퍼지이진화를 적용한 영상

그림 1. Multiple 연산을 적용 및 퍼지 이진화

퍼지 이진화된 영상은 근막의 명암도 차이로 인하여 근막이 끊어지는 문제가 발생한다. 따라서 끊어진 근막을 정확히 복원하기 위해서 근막의 중심선과 가중치 맵, 방향성 Mask를 적용하여 마스크 탐색을 수행한다.

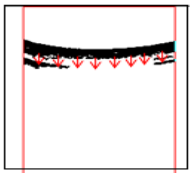


(a) 근막이 끊어진 영상

(b) 근막을 복원한 영상

그림 2. 근막 복원 과정 영상

피하지방층은 피부층과 외복사근 사이에 존재하기 때문에 피하지방층을 추출하기 전에 피부층과 외복사근을 추출한다. 따라서 비 관심 영역이 제거된 영상에서 그림 3의 (a)와 같이 Thick-Search 방법[2]을 적용하여 피부층과 외복사근을 탐색한 후, 피부층과 외복사근 영역을 추출한다. 외복사근이 손실된 경우에는 그림 3의 (a)와 같이 피부층의 평균 두께 하단과 외복사근의 평균 두께 상단 부분의 거리를 계산하고, 계산된 거리만큼 떨어진 경계면에서 외복사근이 피부 형태와 비슷하다는 형태학적 특성을 이용하여 피부 형태로 복원한다[2].

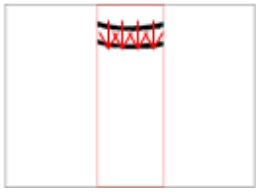


(a) 외복사근이 손실된 영상

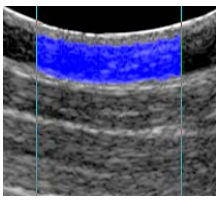
(b) 외복사근 복원영상

그림 3. 외복사근 복원 영상

최종적으로 피부층과 외복사근이 추출된 영상에서 피부층과 외복사근 사이에 Up-Down Search 방법[3]을 적용하여 피하지방층을 추출한다. 그림 4의 (b)는 최종적으로 피하지방층을 추출한 결과이다.



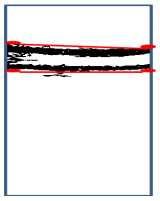
(a) Up-Down Search 방법을 이용한 피하지방 추출



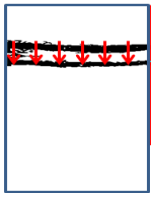
(b) 피하지방층 추출 영상

그림 4. Up-Down Search방법을 적용한 피하지방 추출 과정

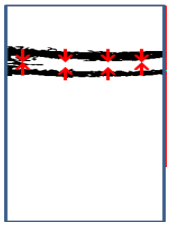
(a) 영상 Labeling



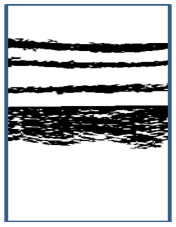
(b) 경계선에 존재하는 잡음 제거



(c) 근막 두께 측정



(d) 평균두께 탐색



(e) 결과 영상

그림 5. 제안하는 방법을 이용한 근막 추출

이진화된 초음파 영상에서 그림 5의 (a)와 같이 근막 주위에 잡음이 존재할 경우, DDL 알고리즘을 적용하여 그림 5의 (b)와 같이 근막 경계선의 시작 좌표와 끝좌표의 점을 연결한 직선의 기울기에서 벗어난 미세 잡음을 제거한다. 상단과 하단 경계선에 존재하는 잡음을 제거한 영상에서 그림 5의 (c)와 근막의 두께를 측정한다. 측정한 평균 두께 정보를 그림 5의 (d)와 같이 근막의 상단과 하단 경계선을 기준으로 탐색하여 근육 영역의 잡음을 제거한다. 이러한 과정을 외복사근, 내복사근 복횡근에 대해 반복하여 근막을 추출한다.

최종적으로 외복사근, 내복사근, 복횡근이 추출된 영상에서 각 근막 사이에 Up-Down Search 방법[4]을 적용하여 근육의 영역

을 추출한다. 추출된 근육 영역의 경계선을 정확하게 추출하기 위해 Monotone Cubic Hermite 보간법[4]을 적용하여 추출된 근육 영역의 상단과 하단 경계선을 보정한다. 그림 6은 최종적으로 근육 상단, 하단 경계선을 보정한 결과이다.

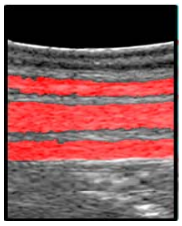


그림 6. Monotone Cubic Hermite 보간법에 의한 근육의 상단 및 하단 경계선 보정 결과

Monotone Cubic Hermite 보간법이 적용된 각 근육 영역의 상/하단 경계선은 최소자승법을 적용하여 근육의 두께를 측정하는데 기준이 되는 선을 구성한다. 기준이 되는 선을 기반으로 수직 방향으로 직교를 계산한 후, 근육의 두께를 측정한다.

III. 실험 및 결과 분석

표 1은 DICOM 초음파 영상 300장을 대상으로 기존의 방법과 제안된 방법을 적용하여 추출한 복부 근육의 추출 정도를 비교하여 나타내었다.

표 1. 제안된 방법과 기존의 방법간의 근육 영역 추출 비교 결과

	외복사근	내복사근	복횡근
제안된 방법	288/300 (96.0)	286/300 (95.3)	267/300 (89.0)
기존의 방법	285/300 (95.0)	284/300 (94.6)	265/300 (88.3)

IV. 결 론

본 논문에서는 복부 초음파 DICOM 영상에서 근육 영역의 명암 대비를 강조하기 위해서 Multiple 연산을 적용한 후, 명암대비가 강조된 영상에서 수직 방향의 명암도가 200이상인 픽셀들에 대해 퍼지 기법에 적용하여 이진화하였다. 이진화된 영상에서 피부층과 외복사근 사이에 존재하는 피하지방을 추출하기 위해 Thick-Search 방법을 적용하여 피부층과 외복사근을 추출한 후, 피부층과 외복사근의 사이에 Up-Down Search 방법을 적용하여 피하지방층을 추출하였다. 피하지방층이 추출된 영상에서 근막의 형태학적 정보를 이용하여 근막을 추출하였다. 추출된 근막 사이에 대해 Up-Down Search 방법을 적용하여 근육의 후보 영역을 추출한 후, 근육의 형태학적 정보를 이용하여 최종적인 근육층을 추출하였다. 추출된 근육의 경계선을 Monotone Cubic Hermite 보간법을 이용하여 근육의 경계선을 보정한 후, 최소자승법을 이용하여 근육의 두께를 측정하였다.

향후 연구 방향에서는 근막과 근육을 강조하기 위해 퍼지 이진화를 개선하여 측정된 두께 오차를 줄이는 방향으로 연구할 것이다.

참고문헌

[1] 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.

[2] 이승현, 이해정, 김광백 “피하지방의 형태학적 정보를 이용한 복부 초음파 영상에서의 근육 추출 및 측정,” 한국지능정보시스템학회 춘계 학술 대회 논문집, pp.438-411, 2011.

[3] 장대성, 김재군, 김광백, “형태학적 특징과 근막 정보를 이용한 초음파 영상의 근육 영역 분석,” 한국지능정보시스템 추계 학술대회 논문집, pp.402-408, 2009.

[4] 이동균, 김광백, “복부 초음파 영상에서의 복부 근육 추출 및 측정,” 한국지능정보시스템추계 학술 대회논문집, pp.305-312, 2010.