

SOM 기법을 이용한 초음파 영상에서의 지방간 분류

박하실[○], 한민수^{**}, 김영훈^{*}, 김광백^{*}

^{○*}신라대학교 컴퓨터공학과

^{**}신라대학교 컴퓨터교육과

e-mail: hahaha2470@naver.com[○], gbkim@silla.ac.kr^{*}

Fatty Liver Classification of Ultrasonography Images using SOM Method

Ha-Sil Park[○], Min-Su Han^{**}, Young-Hoon Kim^{*}, Kwang-Baek Kim^{*}

^{○*}Dept. of Computer Engineering, Silla University

^{**}Dept. of Computer Education, Silla University

● 요약 ●

본 논문에서는 환자와 검사자에게 초음파 영상의 객관화된 정보를 정확하게 제공하기 위해 간과 신장의 초음파 영상에 SOM 기법을 적용하여 지방간 농도 수치를 분류하는 방법을 제시한다. 제안된 방법은 간, 신장 영역을 촬영한 초음파 영상에서 촬영 정보나 눈금자 등과 같이 필요 없는 부분을 잡음으로 간주하여 제거한 Region Of Interest(ROI) 영상을 추출하고, 추출된 ROI 영상에서 명암대비를 강조하기 위해 Fuzzy Stretching 기법을 적용한다. Stretching된 영상에 Enhanced Average Binary와 Labeling 기법으로 적용하여 얻은 Contour 정보를 분석하여 잡음을 제거한 후, 지방간의 측정 영역을 추출한다. 추출된 간과 신장의 측정 영역에 SOM 기법을 적용하여 명암도 값을 분류한 후, 간과 신장의 실질 영역의 대표 명암도를 각각 추출하여 비교 분석한다.

제안된 방법을 초음파 영상에 적용한 결과, 효율적이고 객관적으로 간의 지방도를 분류할 수 있는 가능성을 확인하였다.

키워드: 지방간(Fatty Liver), SOM, Edge Tracking, Enhanced Average Binary

I. 서론

지방간의 진단은 주로 초음파(Ultrasonography), 컴퓨터 단층 촬영(Computed Tomography, CT), 자기 공명 영상(Magnetic Resonance Imaging, MRI)과 같은 영상학적 진단 방법으로 한다. 지방간 진단에 있어 초음파의 민감도는 82~89%, 특이도는 93%이다. 컴퓨터 단층 촬영은 초음파보다 민감도가 낮으며 더 많은 비용이 든다[1].

그러나 이러한 진단 방법(초음파, CT 또는 MRI)으로는 지방증과 지방간염을 감별할 수 없으며 가장 정확한 방법은 간 조직 생체 검사를 하는 것이다[2].

초음파로 진단된 지방간 환자의 대부분은 임상 증상이 없으며 간 조직 생체 검사까지 검사를 시작하기는 어려운 부분이 있다 [3,4]. 그러한 이유로 실제 임상에서 지방간의 심한 정도를 평가하기 위해서는 정확한 간 조직 생체 검사가 필요함에도 불구하고 대부분 임상 경험에 의존하고 있다[5].

따라서 본 논문에서는 초음파 검사를 더 객관적으로 판단하여

검사자가 환자에게 정확하게 정보를 전달할 수 있도록 컴퓨터 기법들을 이용하여 간 지방 등급을 보다 객관적으로 구분할 수 있도록 한다.

II. SOM 기법을 이용한 초음파 영상에서의 지방간 분류

그림 1과 같이 간과 신장을 촬영한 초음파 영상은 명암도가 상대적으로 낮고 둥근 모양의 특징을 지니는 신장을 기준으로 신장의 대각선 상단에는 간 영역이 존재하며, 간 영역의 상단에는 복부 근육과 근막이 존재한다. 또한 간과 신장의 경계에는 명암도가 높은 경계막이 존재한다. 간과 신장의 측정 영역을 추출하기 위해서는 복부 근막, 간과 신장의 경계막 그리고 신장 내부에 존재하는 지방 영역을 추출한 후에 제거하여 간과 신장의 측정 범위를 설정한다.

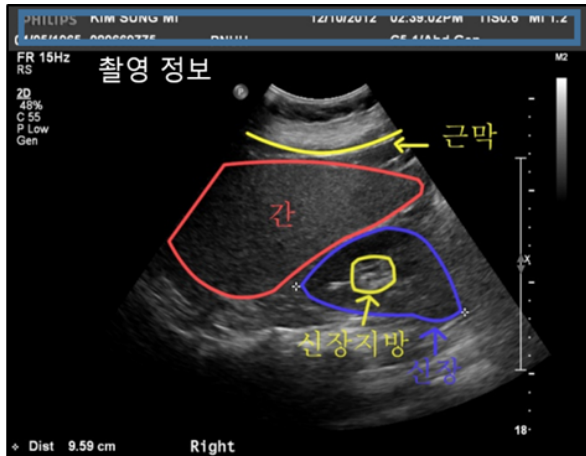
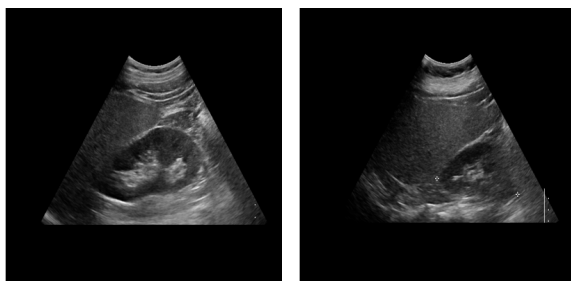


그림 1. 간과 신장의 초음파 영상

지방간의 진단은 Mittelstaedt의 지방간 분류 방법[6]에 근거하여 간 실질의 에코정도, 음향감쇄정도, 간내혈관의 경계와 횡격막이 보이는 정도에 따라 세등급으로 분류할 수 있다. 초음파 영상에서 지방간의 특징은 간 실질의 에코 수준이 상승되어 소위 “Bright Liver” 로 표현되고 문맥벽이나 문맥계(portal tract)의 경계가 불분명해지는데 이는 간 실질의 에코 수준의 상승이나 초음파 음속의 산란 때문이다. 이 경우, 전문의는 간 영역과 신장 영역의 에코를 대비하여 지방간을 진단한다. 지방간을 진단할 경우에는 고도 지방간, 중도 지방간, 경도 지방간, 정상 등급으로 분류하며, 그림 2(a)와 같이 Mild Level의 지방간은 간실질 에코가 약간 증가하고 횡격막과 간내혈관의 경계가 명료하게 보이는 경우이다. 그림 2(b)와 같이 Moderate Level의 지방간은 간실질 에코가 중등도로 증가하고 횡격막과 간내혈관의 경계가 약간 불분명하게 보이는 경우이다. Severe Level의 지방간은 간실질의 에코가 현저하게 증가하고 횡격막과 간내 혈관의 경계가 보이지 않거나 불명확하게 보이는 경우이다.

이 진단은 검사자의 주관적 판단으로 시행하므로 검사자 간의 불일치가 발생할 뿐만 아니라 초음파 검사의 결과 판독에 혼란을 줄 수 있다.



(a) Mild Level (b) Moderate Level

그림 2. 등급에 따른 초음파 영상

기존의 방법[7]은 각각 다른 초음파 영상에서 간과 신장의 측정 영역을 추출하였다. 초음파 영상은 전문의의 촬영 방법과 초음파

기기의 상태에 따라 같은 부위를 촬영해도 명암도 값이 달라질 수 있다. 지방간을 분류하기 위해서는 같은 초음파 영상에서의 간과 신장의 명암도를 비교하여야 정확히 지방간을 분석을 할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 주관적인 판단을 최소화 시키고 정확히 지방간을 분석하기 위해 같은 초음파 영상에서 간과 신장 영역의 명암도를 객관적으로 분석하여 지방간을 분류하는 방법을 제안한다. 그림 3은 초음파 영상에서 지방간을 분석하는 과정을 나타낸 순서도이다.



그림 3. 지방간 분석 과정

간과 신장의 초음파 영상에서 영상 정보와 눈금자 영역을 제외한 ROI(Region Of Interest) 영역을 추출한다. 추출된 ROI 영역에 명암 대비를 강조하기 위해 Fuzzy Stretching 기법을 적용한 후, 0보다 큰 픽셀들을 대상으로 평균 이진화를 적용한다. 이진화된 영상에서 Edge Tracking 기법을 통해 Labeling 하여 잡음을 제거한 후에 객체를 추출한다. 각 객체를 연결하여 범위 영역을 설정한 후, 이진화를 적용하여 복부 근막, 간과 신장의 경계 근막 그리고 신장 내의 지방을 추출한다. 추출된 객체들 사이에 존재하는 간과 신장의 측정 영역을 추출한다. 각각의 영상에 SOM 알고리즘을 적용하여 클러스터를 분석한다. 최종적으로 간과 신장의 대표 명암도를 분석하여 지방간을 분석한다.

III. SOM기법을 적용한 지방간 분석

간과 신장의 측정 범위 영역에 각각 SOM 기법[8]을 적용한 후 클러스터 분석을 통해 대표 명암도를 측정하여 지방간의 농도 수치를 비교한다. 양자화를 하는 이유는 초음파 산란 현상으로 인하여 초음파 영상에서의 간과 신장의 명암도 값이 다양하기 때문이다. 따라서 최적의 값을 탐색하기 위하여 양자화 한 후, 가장 많이

분포한 클러스터 영역 내의 픽셀들을 대상으로 평균 명암도를 계산한다.

SOM 기법의 알고리즘은 다음과 같다.

Step 1: 연결강도 초기화
 $w \leftarrow \text{Random Value}$

Step 2: 이웃변경크기, 학습률 설정
 $r \leftarrow \text{integer}$
 $a \leftarrow \text{Small number } (0 < a < 1)$

Step 3: 반복
do Step 4 - 8
Step 4: 학습시작
do Step 5 - 8

Step 5: 거리계산 $(w_{ji} - x_i)^2$

$$D(j) = \sum_i (w_{ji} - x_i)^2$$

Step 6: 승자 뉴런 찾기

Step 7: 연결강도 변경

$$w_{ji}^{k+1} = w_{ji}^k + a[x_i - w_{ji}^k]$$

Step 8: 학습률 및 이웃 변경크기 조정

Step 9: 학습 종료

규정된 반복 횟수만큼 학습이 진행되면 변경 r과 학습률 a를 감소시킨 다음 학습과정을 반복한다. 학습률이 0.2 이하로 감소하거나 변경이 0이하로 줄어들면 학습을 종료한다. 추출된 간과 신장의 영상에 SOM 기법을 적용하여 양자화한 결과는 그림 4와 같다.

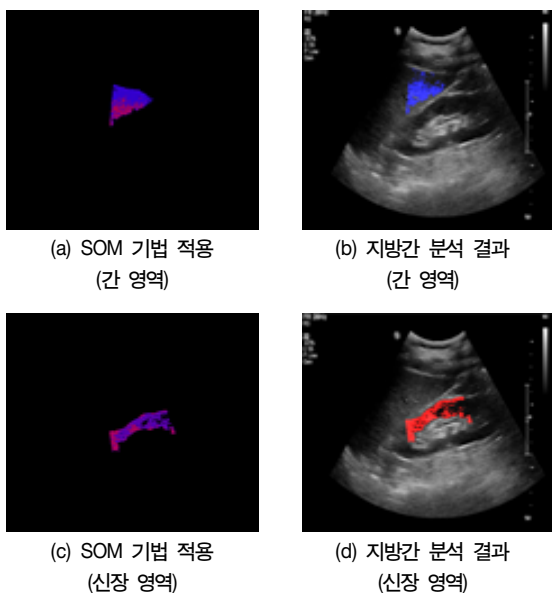


그림 4. SOM 기법을 적용한 결과 영상

IV. 실험 및 결과 분석

본 논문에서는 초음파 영상에서의 지방간을 분석하기 위해 제안한 방법을 Pentium(R) Dual-Core CPU T4200 2.00GB RAM 이 장착된 PC 상에서 Visual Studio 2010으로 구현하였으며, 1024X768 크기의 Bitmap 형식으로 저장된 각기 다른 Normal Level, Mild Level, Moderate Level 환자의 초음파 영상을 대상으로 실험하였다. 그림 5는 제안한 방법으로 구현한 화면이다.

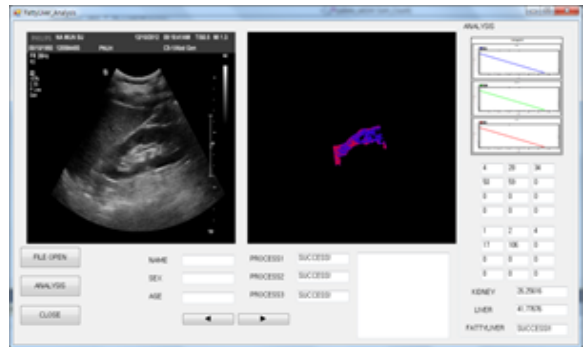


그림 5. 프로그램 구현 화면

표 1은 초음파 영상에 제안된 방법을 적용하여 간과 신장 실질의 대표값을 추출한 결과와 지방간의 유형별로 분석한 결과 및 SOM 알고리즘을 간과 신장의 영역에 적용하여 생성된 클러스터의 수를 나타내었다.

표 1. 제안한 방법을 적용한 결과

	간 실질	신장 실질	차이	오차 범위	클러스터수
Normal	23-53 (범 위)	21-51 (범 위)	2-8 (범 위)	± 3	9-10
	43	41	5		
Mild	38-74 (범 위)	28-53 (범 위)	9-20 (범 위)	± 5	9-11
	52	43	15		
Moderate	38-91 (범 위)	28-68 (범 위)	20-40 (범 위)	± 10	9-10
	68	43	30		

V. 결론

본 논문에서는 환자와 검사자에게 초음파 영상의 객관화된 정보를 정확하게 제공하기 위해 SOM 기법을 간과 신장의 초음파 영상에 적용하여 지방간 농도 수치를 분류하는 방법을 제시하였다.

제안된 방법을 적용한 결과, 일부 초음파 영상의 복부 영역에 지방이 많아 상단 근막 자체가 선명하지 않거나 명암도가 다른 객체들에 비해 높은 경우에는 범위 영역이 제대로 추출되지 않는 문제점이 있었다. 따라서 향후 연구 방향으로서는 범위 영역을 추출하는 기준이 되는 복부의 상단 근막, 간과 신장의 경계막, 신장 내부의 지방을 추출하는 방법을 단순한 명암도 분석이 아닌 형태학적 정보 분석을 통합하여 추출하는 알고리즘에 대해 연구할 것이다.

참고문헌

- [1] J. York and Y. Kim, "Ultrasound processing and computing: review and future directions," *Annu. Rev. Biomed. Eng.*, Vol. 1, pp.559-588, 1999.
- [2] P. Angulo, J. C. Keach, K. P. Batts, K. D. Lindor, "Independent predictors of liver fibrosis in patients with nonalcoholic steatohepatitis," *Hepatology* pp.1356-1362, Vol.30, No.6, 1999.
- [3] R. Ribeiro, J. M. Sanches, "Diffuse liver disease classification from ultrasound surface characterization, clinical and laboratorial data," *Proceedings of 5th Iberian Conference IbPRIA*, pp.167-175, 2011.
- [4] A. E. A. Joseph, S. H. Saverymuttu, S. Al-Sam, M. G. Cook, J. D. Maxwell, "Comparison of liver histology with ultrasonography in assessing diffuse parenchymal liver disease," *Clinical Radiology*, Vol.43, Issue 1, pp. 26-31, 1991.
- [5] N. C. Chavez-Tapia, J. Lizardi-Cervera, O. Perez-Bautista, M. H Ramos-Ostos and M. Uribe, "Smoking is not associated with nonalcoholic fatty liver disease," *World Journal Gastroenterol*, Vol.12, No.32, pp. 5196-5200, 2006. *World J Gastroenterol* 2006;12(32):5196-5200.
- [6] C. A. Mittelstaedt, L. M. Vincent, *Abdominal Ultrasound*, NewYork, Churchill Livingstone, pp.12-13,1987.
- [7] 장현우, 김광백, 김창원, "컴퓨터 기법을 이용한 초음파 영상에서의 지방간 분류," *한국정보통신학회 논문지*, 제17권, 제9호, pp.2206-2212, 2013.
- [8] 김광백 "SOM 알고리즘을 이용한 차량 번호판 인식과 주차 관리 시스템 개발," *한국해양정보통신학회논문지*, 제7권, 제5호, pp.1052-1061, 2003.