

영상처리를 이용한 지방간의 초음파 진단

정지욱 이수열⁰ 김승환
한국전자통신연구원 원천기술연구소
(jwj, seq, skim)@etri.re.kr

조준식
충남대학교 의과대학 진단방사선학과
jscho@cnuh.co.kr

Computer-Assisted Ultrasonic Diagnosis of Fatty Liver

Ji-Wook Jeong Sooyeul Lee⁰ Seunghwan Kim

Basic Research Laboratory, Electronics and Telecommunications Research Institute

June-Sik Cho

Department of Diagnostic Radiology, College of Medicine, Chungnam National University

요 약

본 연구에서는 임상적으로 얻어진 95개의 영상 자료를 전산화하여 특정 간 영역의 명도분포를 분석하여 이와 간의 지방화 정도와의 상관성을 연구하였다. 지방화 정도를 판단하는 임상적 기준으로 보편적으로 인정되는 지방간지수와 계산된 평균 명도 수치와의 선형 상관 계수를 구하였다. 각각의 영상의 밝기 및 에코정도가 일반적으로 불균일하기 때문에 이를 보정하기 위해 밝은 명도와 어두운 명도의 기준영역을 선정하여 상대명도를 추출하였다. 두가지 독립적인 방법으로 기준 영역을 선택하여 비교한 결과, 임상 지방간지수와 높은 상관성을 보임을 알 수 있었고, 지방간 진단의 보조자료로 유용함을 확인하였다. 계산된 지방간지수와 상대명도의 상관계수는 0.69 에서 0.79로 나타났다.

1. 서 론

최근 의료장비 제작기술이 발달하고 영상처리기술이 본격적으로 임상진단에 적용되어 진단에 중요한 진단 기준으로 자리를 잡아가고 있다. 특히 초음파 진단은 다른 장비에 비해 인체에 영향을 거의 주지 않고, 적은 비용으로 인체의 단면촬영 영상을 얻을 수 있을 뿐 만 아니라, 실시간으로 장기의 운동을 관찰할 수 있는 중요한 장점이 있다. 최근에는 초음파 장비에서 얻어지는 영상을 이용하여 병변 진단에 대해 일정한 상관성을 가지는 정량화된 파라미터를 추출함으로써 좀 더 정확한 임상진단을 가능하게끔 하는 연구가 다각도로 이루어지고 있다.[1]

지방간 질환의 경우, 임상적으로 초음파 장비에서 얻어지는 복부단면 영상의 밝기정도를 측정하여 간조직의 지방화 정도를 판별하는 척도인 지방간 지수를 판독함으로써 진단이 이루어지며, 지방간지수의 판독 기준은 내장기관과 간 영역의 특정 선택 부분의 상대 명도가 가장 중요한 기준이 된다.[2]

본 논문에서는 현재 임상적으로 판독되는 지방간지수에 대응하면서 정량화가 가능하고 신뢰성있는 판독기준을 제시할 수 있는 구체적인 파라미터 계산 및 추출 알고리즘에 관한 기술을 개발하는 데 목적을 두고 있다.

2. 방 법

초음파 장비의 특성에 의해 촬영된 영상의 해상도와 명도가 고르지 못한 경우가 많고, 이에 따른 임상진단의 결과에 오차의 원인이 된다. 일반적인 임상 측정방법은, 간에 해당하는 영역 중 충분한 명도와 해상도를 나타내는 영역을 좁게 선택하고 전체 영상에서의 상대명도를 측정하기 위해 기준 장치에 대한 상대명도를 나안으로 선택한다.

본 연구에서는, 임상적으로 적용되는 명도 판단 기준을 습득 및 적용하여 grayscale 방식으로 스캔한 영상에서 가장 밝게 나타나는 간 영역과 간 조직의 세부 구조가 잘 드러나는 영역위주로 선택하였다. 간 조직의 상대명도를 계산할 때에는, 지방간 질환이나 촬영 조건에 독립적으로 일정한 명도를 나타내는 기관, 즉 임상적으로 신장조직과 복부피하지방, 간문맥 등의 일부 또는 전체를 선택하였다.

일반적으로 초음파의 반사굴절 특성상, 지방이 많은 영역은 밝게 에코가 나타나고, 수분이 많은 조직을 포함하고 있는 영역은 에코가 적게 나타나서 어둡게 보인다. 본 연구에서는 이 특성을 이용하여 특정 선택영역에서의 지방화 정도를 측정된 에코명도로 추정하는 알고리즘을 모델링하였다.

3. 결 과

먼저 복부 피하지방 영역과 신장의 피질부분의 대표

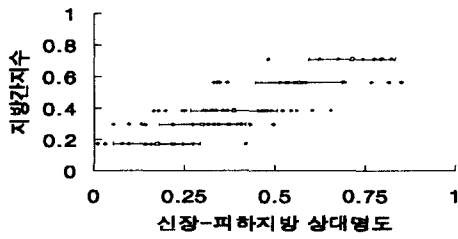


그림 1. 신장-피하지방 상대명도와 지방간지수

명도를 선택하고 간 영역내에서 마우스를 드래그하여 closed region을 선택함으로써 간 영역의 평균명도를 계산한 후, 앞서 결정했던 기준기관의 명도를 이용하여 균준화한 상대평균명도를 측정했다.

그와는 독립적으로 간문맥의 혈관벽과 간조직간의 명도차를 계산함으로써 임상 지방간 지수 진단 및 평균명도와 의 관련성을 연구하였다. 구하고자 하는 간문맥 구조가 명확히 포함되어 있는 초음파영상에서 혈관벽 구조와 간 조직간의 상대적인 명도차이를 계산하였다. 기준 명도로서 혈관벽 구조 자체를 이용하여 간 조직의 상대명도 계산을 시도하여 앞의 방법과 그 결과를 비교하였다.

총 95개의 초음파 복부단면 영상표본을 분석하였고, 각각 6개의 개별 복부단면 영상에서 파라미터 추출이 가장 용이하다고 판단되는 영상을 주관적으로 선택하여 간조직 영역의 평균 명도를 계산하였고, 신장과 피하지방의 절대 명도를 각각 계산하여 앞의 평균명도의 상대적 밝기를 추출하였다. (그림 1.)

그림 1.에서 x축은 기준기관의 명도차에 대한 간조직의 평균명도 값이고, y축은 진단된 임상 지방간 지수이다. 그림에서 파란 점들은 각각 초음파 영상 데이터 하나에 대응하고, open circle은 각각의 지방간지수 그룹내의 명도 평균을 뜻한다. 그리고, 평균 주위에 분포하는 데이터의 분포 양상은 error bar의 크기로 추정할 수 있다. 지방간지수 값에 지정된 값은, 각각의 지방간지수 그룹내의 평균 명도를 임의로 대입하였다. 즉, 각각의 데이터가 진단된 지방간지수에 대해 동일한 상대평균명도를 주는 경우 한 점으로 수렴하고 전체적으로 직선의 상관관계를 정확히 주도해 하였다. 임상적으로 지방간은 정상, 경중, 중등도, 그리고 중증으로 진단이 내려지며, 현재 수집된 지방간지수는, 임상경험상의 기준을 확장하여 중등도 상태의 데이터를 더 세분하여 지방간 진행정도를 진단하였고, 경-중 2단계로 나누었다.

결과적으로 얻어진 5단계의 지방간지수 그룹별 계산결과 및 통계치는 표 1.과 같다. 서로 독립적인 두가지 계산방법에 의한 상대명도의 평균과 평균편차를 계산하여 분석하였다. 그림 1.과 표 1.에서 확인할 수 있듯이, 지방간지수에 대해 상대평균명도 값이 단조증가의 의존성을 보임을 알 수 있었고, 중등도의 진단내에서 경중을 나눈 두 그룹간의 상대명도 값들도 전체적인 의존관계와 일치함을 확인하

지방간지수	정상	경중	중등도	중증
표본의 수	17	21	28(경), 18(중)	11
상대명도 평균				
신장-피하지방	0.173	0.298	0.385, 0.565	0.711
간문맥	0.191	0.349	0.467, 0.526	0.649
상대명도 편차				
신장-피하지방	0.102	0.122	0.133, 0.166	0.102
간문맥	0.102	0.105	0.145, 0.166	0.141

표 1. 95개의 임상 초음파 복부단면 영상 표본내의 지방간지수 분포

였다. 각각의 인접하는 지방간지수간의 분리도는 뚜렷하지 않고, 대체로 표준편차 정도의 오차로 같은 상대명도에 대해 ± 1 정도의 불확실한 지방간 지수 진단이 가능하다. 따라서 좀 더 분리도가 개선될 수 있는 추출방법이 제시되어야 할 것으로 보인다. 상대명도의 표준편차로 유추된 현재 알고리즘에서의 분리도는 표 1.와 같이 약 0.10 - 0.17의 분포를 보이고 있고, 직선 상관계수는 약 0.79이다.

또한 간문맥 혈관 구조가 명확히 보이는 초음파 영상을 이용하여 간조직의 상대명도를 계산 분석하는 알고리즘을 연구하였다. 즉, 간문맥의 내부 및 혈관벽의 상대명도가 지방간의 진행정도에 관계없이 일정함을 이용하여, 혈관벽 구조와 대비하여 이웃하는 간조직의 상대명도를 측정하였다. 혈관 내부는 지방간 진행정도에 무관하게 예코가 어둡게 되어 신장과 같이 기준명도로 이용될 수 있고, 반대로 혈관벽은 예코가 밝아서 피하지방을 대체할 수 있는 기준명도로 이용될 수 있다. 그림 2.와 같이 측정 상대명도와 지방간 지수와 비교한 결과 그림 1.과 유사한 경향을 보임을 확인할 수 있었다. 각각의 지방간 지수에서의 표준편차의 크기는 두 방법이 비슷한 값을 주었고, 동일한 분포양상을 보였다. 계산된 직선 상관계수는 약 0.69이다.

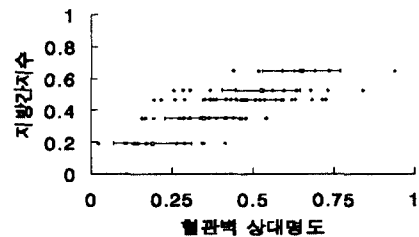


그림 2. 혈관벽 상대명도와 지방간지수

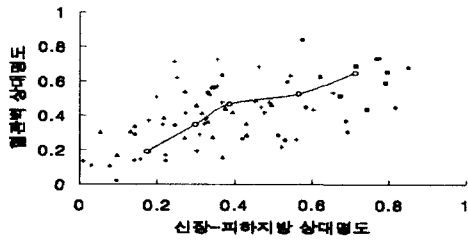


그림 3. 신장-피하지방 상대명도와 혈관벽 상대명도간의 상관관계

두 방법의 상관성을 조사하기 위해서 그림 3.과 같이 각각의 지방간 지수별로 그룹화하여 각각의 상대명도 계산결과간의 상관성을 조사하였다. 그림에서 diamond, triangle, cross, circle, square는 각각 지방간지수 정상, 경중, 중등도 경, 중등도 중, 중중에 해당한다. open circle은 각각의 지수별 평균에 해당한다. 전체적으로 각각의 지방간 지수값에 대해 동일하게 단조증가하는 양상을 보이며 분포함을 알 수 있고 각각의 그룹의 평균치들은 선형에 가까운 상관관계를 나타내고 있다. 위의 결과를 볼 때, 신장과 혈관벽을 이용한 지방간의 상대명도 측정방법은 유사한 정도의

분리도를 보이면서 임상 지방간 지수와 비례하는 상관성을 보임을 확인할 수 있었다.

4. 결 론

초음파 복부단면 영상 정보를 이용하여 지방간 진단의 근거로 제시될 수 있는 정량화된 특성을 추출하기 위해 간 영역의 상대평균명도를 계산하여 임상 지방간 지수와 비교하였다. 기준 명도를 정하기 위해 각각 신장과 혈관벽을 이용하였고 측정된 평균명도는 지방간 지수와 상당한 상관관계를 보임을 확인할 수 있었다.

5. 참 고 문 헌

- [1] J. C. Bamber and M. Tristram, "Diagnostic Ultrasound" in *the Physics of Medical Imaging*, S. Webb, Ed. Bristol and Philadelphia: Institute of Physics Publishing, 1988, pp. 319-388.
- [2] For example, H. Osawa and Y. Mori, "Sonographic diagnosis of fatty liver using a histogram technique that compares liver and renal cortical echo amplitudes", *J. Clin. Ultrasound*, vol. 24, pp. 25-29, January 1996.