

# 초음파 영상의 통계적 특징 벡터를 활용한 지방간 분석 알고리즘

하수희\*, 유재천\*\*

\*건양대학교 융합IT학과

\*\*성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과

e-mail:sue3336@naver.com

## Novel Analysis Algorithm of Fatty Liver using statistical feature vector from Ultrasound image

Soo-Hee Ha\*, Jae-Chern Yoo\*\*

\*Dept. of Convergence Information Technology, Konyang University

\*\*Dept. of Electrical and Computer Engineering, Sungkyunkwan University

### 요 약

기존 초음파 지방간 분석은 Hepatorenal sonographic index(HI)를 사용하여 지방간을 진단하여 왔다. 이러한 HI 기법에서는 Hepato(간)과 Renal(신장), 두 부분의 영상데이터를 비교 활용하였다면, 본 논문에서는 신장의 영상데이터만을 이용하여, 이의 통계적 특징 벡터만을 활용하여 지방간을 진단을 함으로서 기존의 HI기반 분석대비 편리성과 정확도를 개선코자 Kidney Index(KI) 기반의 분석 기법을 제안한다. 본 논문에서 제안된 KI는 정상간과 지방간을 가진 실제 환자의 초음파 사진(정상간, 지방간 각 30명)을 학습 데이터를 구성하고, 이들 데이터군으로부터 특징 벡터들을 선별하여 머신러닝 기법 중 서포트 벡터 머신(Support Vector Machine)을 통해 학습시켜, 제안된 알고리즘의 유효성을 입증하였다.

### 1. 서론

최근 의료장비 제작기술과 함께 디지털 영상처리 기술이 임상진단 분야에 적용되어 영상의학의 많은 발전이 이루어 지고 있다.

초음파 진단은 CT나 X선 의료장비에 비해 유해한 방사선 노출을 피할수 있어 사람의 몸에 해롭지 않고, 비침습성(non-invasive) 방법으로 인체의 단면 촬영 영상을 얻을수 있을 뿐만 아니라, 휴대가 간편하고 비용이 저렴하다는 특징이 있다<sup>1)</sup>. 특히, 실시간으로 영상을 얻을 수 있어, 실시간으로 장기의 운동 상태를 관찰할 수 있는 장점이 있다.

지방간은 복부초음파 검사상 나타나는 가장 흔한 질환으로 최근에는 초음파 장비에서 얻어지는 복부단면 영상의 밝기 정도 나 영상의 텍스처(texture) 특성을 측정하여 간조직의 지방화 정도를 판별하는 척도인 Hepatorenal sonographic index (HI)를 측정함으로써 대부분의 간 지방증 진단이 이루어지며, 간과 오른쪽 신장(kidney)에 대해 cortex의 echogenicity의 상대적 비(ratio)로 계산함으로써 얻어진다. 그러나, 이러한 밝기 정도

나 영상의 텍스처(texture) 특성을 이용한

Hepatorenal sonographic index (HI) 에 기반한 지방간 진단은, 초음파 이미지의 낮은 해상도와 심한 노이즈 특성 때문에 초음파 영상이 심하게 훼손되어 전문가가 아니면, 정확한 의학적 해석이 어려운 경우가 많다.<sup>2)3)</sup>

이에 본 논문에서는 신장의 통계적 특징 벡터를 선별 이용하여 지방간을 편리하게 진단하는 통계적 특징 벡터 기반의 지방간 진단 알고리즘을 제안한다.

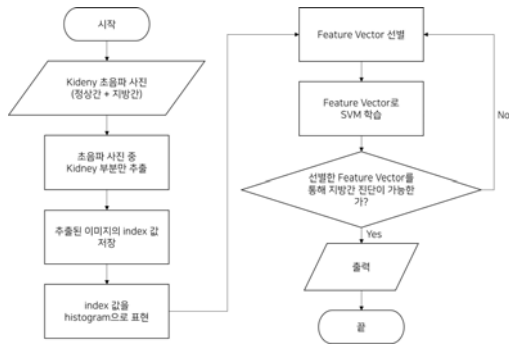
### 2. 방법

KI는 간-신장 초음파 사진에서 신장의 정보만으로 지방간을 진단하는 효율적 방법이다. 그림 1은 KI의 알고리즘을 설명하는 플로우차트이다.

1) Rumack, Carol M., Wilson, Stephanie R., Charboneau, J. William, Levine, Deborah, Diagnostic Ultrasound: 2-Volume Set (4th Ed.) : MOSBY, 2011

2) Rumack, Carol M., Wilson, Stephanie R., Charboneau, J. William, Levine, Deborah, Diagnostic Ultrasound: 2-Volume Set (4th Ed.) : MOSBY, 2011

3) 김영석, 『다양한 간질환의 초음파 소견』, 2018년 제2회 전임의 전공의를 위한 간질환 연수강좌 및 초음파 hands-on : Korean Association for the study of the liver(대한간학회), 2018

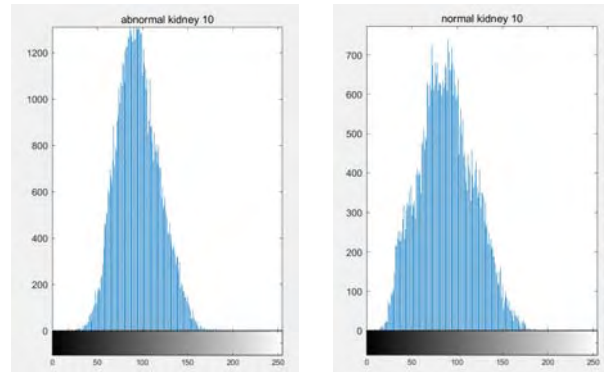


(그림 1) 지방간 분석 알고리즘의 플로우차트

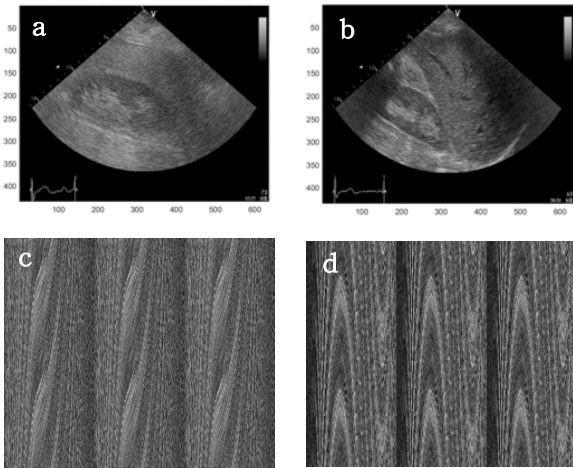
(그림1)에서 보듯이, 가장 먼저 정상간과 지방간 초음파 사진을 학습 데이터(Zenodo repository; <https://doi.org/10.5281/zenodo.1009146>)<sup>4</sup>)로 사용한다. 본 논문에서는 서포트벡터머신(Support Vector Machine)상에서의 Hyperplane을 결정하기 위해 정상간, 지방간 각각 30장 씩 총 60장의 사진의 데이터를 학습시켰다. 초음파 사진에서 Matlab의 Image Labeler를 사용하여 신장 부분만 추출한 다음, 이를 통계적 특징 벡터를 얻기 위해 신장이미지(그림2(c)와(d))를 형성한다.

저장된 신장의 이미지(그림2의 (c)와(d))의 통계적 특성을 얻기 위해 이에 대한 히스토그램을 그려, 정상간과 지방간의 특징 벡터를 선별토록 하였다.

본 논문에서는 정상간, 지방간을 구별할 수 있는 3개의 특징 벡터를 히스토그램 선별하였고 그림3은 특징 벡터를 보인다. 이하 세 개의 특징벡터를 x1, x2, x3라 하자

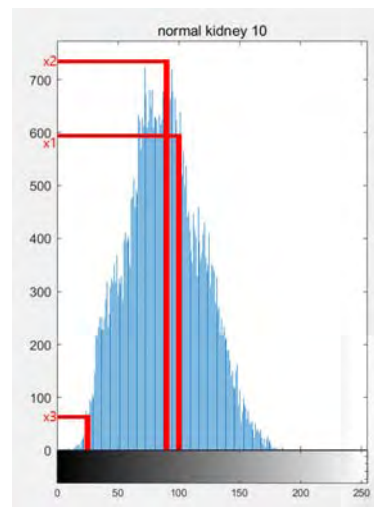


(그림3) 신장 데이터 히스토그램



(그림2) 초음파 사진과 추출된 신장 이미지

(a: 지방간 초음파 사진 b: 정상간 초음파 사진  
c: a의 신장이미지 d: b의 신장이미지)

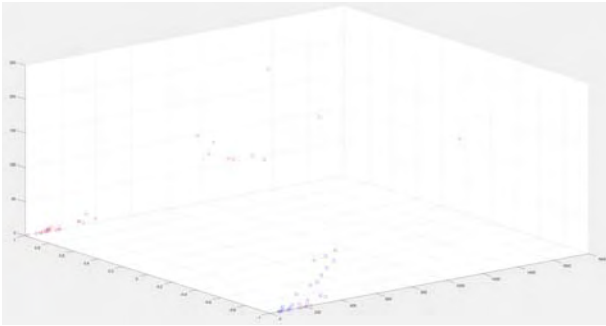


(그림4) 히스토그램에서의 특징 벡터

feature vector = {(100, Nop), (Maximum, Nop), (25, Nop)}  
 x1: 밝기의 세기가 100일 때의 Nop  
 x2: 밝기의 세기가 최대일 때의 Nop  
 x3: 밝기의 세기가 25일 때의 Nop  
 Nop: 주어진 세기에서의 픽셀 수

4) Michał Byra, Grzegorz Styczynski, Cezary Szmigielski, Piotr Kalinowski, Łukasz Michałowski, Rafał Paluszkiwicz, ... , Andrzej Nowicki, Transfer learning with deep convolutional neural network for liver steatosis assessment in ultrasound images : International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery, 2018

위 특징 벡터를 이용하여, 학습 데이터군에 대한 3차원 플롯에 그려보면 (그림 4)과 같이 정상군과 지방간군이 분리되는 것을 알 수 있다.



(그림 5) Feature Vector  
(파란점: Normal 빨간점: Abnormal)

각 특징 벡터들의 값들을 SVM을 통해 학습시킨 후 임의의 초음파 사진 20장(정상, 지방간 각각 10명)을 Test Data로 만들어 준다. Test 데이터를 학습시킨 SVM을 통해 지방간 진단을 했을 때 confusion matrix가 (그림 6)과 같이 나오는 것을 볼 수 있다.

confMat =

	정상	지방간
정상	8	2
지방간	4	6

(그림 6) SVM으로 분류한 Test Data에 대한 Confusion Matrix

**사사(ACKNOWLEDGEMENT)**

"본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 대학ICT연구센터지원사업의 연구결과로 수행되었음" (IITP-2019-2018-0-01798)

**참고문헌**

[1] 김영석, 『다양한 간질환의 초음파 소견』, 2018년 제2회 전임의 전공의를 위한 간질환 연수강좌 및 초음파 hands-on : Korean Association for the study of the liver(대한간학회), 2018

[2] Michał Byra, Grzegorz Styczynski, Cezary Szmigielski, Piotr Kalinowski, Łukasz Michałowski, Rafał Paluszkiwicz, ... , Andrzej Nowicki, Transfer learning with deep convolutional neural network for liver steatosis assessment in ultrasound images : International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery, 2018

[3] Muriel Webb, Hanny Yeshua, Shira Zelber-Sagi, Erwin Santo, Eli Brazowski, Zamir Halpern, Ran Oren, Diagnostic Value of a Computerized Hepatorenal Index for Sonographic Quantification of Liver Steatosis : American Journal of Roentgenology, 2009

[4] Rumack, Carol M., Wilson, Stephanie R., Charboneau, J. William, Levine, Deborah, Diagnostic Ultrasound: 2-Volume Set (4th Ed.) : MOSBY, 2011