

肝線維化診断に向けた超音波画像の同時生起行列における画素間距離に対する揺らぎ応答解析

磯野 洋¹ 平田慎之介¹ 山口 匡² 蜂屋 弘之¹

抄 録

目的：慢性肝疾患は、長期に渡る治療中に注意深い経過観察が必要であり、超音波イメージングシステムに基づく肝線維化の定量的診断法の開発が強く期待されている。**方法**：同時生起行列を使用したテクスチャ解析を、線維化肝の臨床超音波画像と超音波シミュレーション画像両方に応用した。画素間距離 r に対し一連の同時生起行列が生成され、テクスチャ特徴量コントラストを選択し、マルチレイリーモデルを使用したエコー振幅分布の統計的分析と組み合わせ、 r に対する応答を観察した。**結果**：臨床超音波画像と超音波シミュレーション画像両方において線維化が進行するにつれ、コントラストは大きな値に収束し、 r に対する応答に大きな揺らぎが見られた。収束値は、線維化の初期段階で急速に上昇し、揺らぎは線維化の進行期で大きくなった。既知の線維組織構造に対する超音波シミュレーション画像を用いた解析により、コントラストの挙動と線維化の進行との関係性を理論的に明らかにした。**結論**：コントラストの収束値と揺らぎが、線維組織構造に関する情報を提供することが明らかになり、これらのデータが肝線維化の進行度の定量診断に利用されることが期待される。

Analysis of fluctuation for pixel-pair distance in co-occurrence matrix applied to ultrasonic images for diagnosis of liver fibrosis

Hiroshi ISONO¹, Shinnosuke HIRATA¹, Tadashi YAMAGUCHI², Hiroyuki HACHIYA¹

Abstract

Purpose: Chronic liver disease requires careful follow-up during long-term treatment, and development of a quantitative diagnosis method for liver fibrosis based on an ultrasonic imaging system is highly desired. **Methods**: Texture analysis using a co-occurrence matrix was applied to both clinical and simulated ultrasonic images of fibrotic livers. A sequence of matrices was generated for pixel-pair distance, r , and texture feature contrast was chosen to examine the response to r in combination with statistical analysis of echo amplitude distribution using a multi-Rayleigh model. **Results**: The contrast converged with a larger value and fluctuated more significantly in response to r as fibrosis progressed in both the clinical and simulated ultrasonic images. The convergent value rapidly increased at the early stage of fibrosis, and the fluctuation became larger at the advanced stage of fibrosis. Analysis using simulated ultrasonic images with a known fibrous tissue structure theoretically clarified the relationship between contrast behavior and fibrosis progression. **Conclusion**: It was revealed that contrast convergent value and contrast fluctuation provided information on the fibrous tissue structure, and they are expected to be used for quantitative diagnosis of the degree of liver fibrosis.

Keywords

texture analysis, liver fibrosis, liver hepatitis, co-occurrence matrix, ultrasonic image, tissue characterization

1. はじめに

近年、集積電子機器の小型化および処理能力の飛躍的な向上のおかげで、リアルタイムで安全に生体内組織を撮像する点で超音波診断システムの能力が飛躍的に向上している。一方、こうしたシステムを使用した診断には依然として主観的な部分が多く、

医師の経験に基づく能力によるところが大きい。そのため、超音波エコー信号に基づく定量的診断法が強く望まれる。

一連の超音波定量診断の研究の中で、肝線維化の進行と超音波画像¹⁻³⁾との関係性を調査するために我々は肝組織⁴⁻⁶⁾の音響特性を正確に測定し、その組織構造モデルを開発した。こうした研究の結果を、

本論文は、公益社団法人日本超音波医学会 第 32 回菊池賞受賞論文を翻訳掲載したものです。

元論文は、英文誌 J Med Ultrasonics 2017;23-35 に掲載しています。

Received: 31 May 2016/Accepted: 5 August 2016/Published online: 18 October 2016

¹東京工業大学大学院理工学研究科, ²千葉大学フロンティア医工学センター

¹Graduate School of Science and Technology, Tokyo Institute of Technology, 2-12-1 Ookayama, Meguro, Tokyo 152-8552, Japan, ²Research Center for Frontier Medical Engineering, Chiba University, Chiba 263-8522, Japan

J-STAGE. Advanced published. date: December 21, 2020