

1. 肝臓の統計形状モデル構築と肝硬変症支援診断への応用

陳 延偉*¹/上谷 芽衣*¹/健山 智子*¹
韓 先花*¹/金崎 周造*²/古川 顕*³

*1 立命館大学情報理工学部メディア情報学科 *2 康生会武田病院放射線科
*3 首都大学東京健康福祉学部放射線学科

概要

近年、医療機器およびコンピュータ技術の著しい進展により、人体内部の3次元構造に関するさまざまな高精細画像が得られるようになり、画像に基づく診断が可能となった。一方、肝硬変症は慢性肝炎の進行により肝臓の細胞が破壊され、肝臓が線維化し硬くなる肝臓疾患である。正常な肝臓に比べ表面が粗くなり、臨床的に肝臓の右葉が萎縮し左葉が腫大するとされている¹⁾。本研究では、肝硬変症による肝臓の形態変化に着目し、肝臓の3次元統計形状モデルを作成し、それらの係数変化を定量化することによって肝硬変症を支援診断する手法を提案する^{2)~4)}。

肝臓の統計形状モデル

臓器の統計形状モデルは、医用画像処理や統計手法を組み合わせ、個体差が大きい臓器などの解剖構造を統計的に表現し形状のバリエーションを記述するものである。これまで、肝臓や心臓、脾臓などさまざまな臓器の統計形状モデルが構築されてきた^{5)~8)}。また、統計形状モデルの応用として、医用画像からの臓器の自動抽出に関する研究も盛んに行われている^{9)~11)}。特に肝臓領域の自動抽出に関する研究が数多く提案されている。一方、統計形状モデルを支援診断や治療支援に応用した研究はまだ

数が少ない。本研究グループは、肝硬変症による肝臓の形態変化(正常な肝臓に比べ表面が粗くなり、臨床的に肝臓の右葉が萎縮し左葉が腫大するとされる¹⁾)に着目し、肝臓の3次元統計形状モデルを作成し、それらの係数変化を定量化することによって肝硬変症を支援診断する手法を提案する^{2)~4)}。

臓器統計形状モデルの作成方法(流れ)を図1に示す。学習データとして80症例(正常:40症例、肝硬変症:40症例)のCT画像を用いた。医師の指導の下、CT画像から肝臓領域を手動で切り出した。次に、任意の一つのポリウムデータを基準データとして選択し、残りのポリウムデータを基準データに対して剛体位置合わせし、位置の正規化を行う。その後、マーチング・キューブズ(marching cubes)法¹²⁾を用いてボクセ

ルデータをポリゴンデータに変換し、そのポリゴンの頂点(1000点)を取得する。その一例を図2に示す。図2 aにはCT画像の1スライス例と分割された肝臓領域を図2 bに示す。分割された肝臓データのポリゴンモデルを図2 cに示す。肝臓の形状表現(形状ベクトル: x)はそれらの頂点座標(x, y, z)を用いて式(1)のように表現する。

$$x = [x_1, y_1, z_1, x_2, y_2, z_2, \dots, x_{1000}, y_{1000}, z_{1000}]^T \dots \dots \dots (1)$$

サンプル点群間の頂点对応付けには非剛体位置合わせ法¹³⁾を用いた。最後に主成分分析法(PCA)を用いて形状ベクトルの共分散行列の固有ベクトル(固有形状または固有モードともいう) v_1, v_2, \dots, v_M を求める。任意の形状ベクトル x は式(2)のようにこれらの固有ベクトル

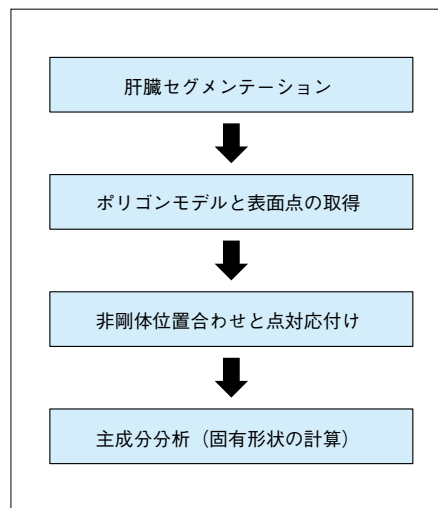


図1 臓器統計形状モデルの計算の流れ