

UVC 法を用いた拍動下における頸動脈ファントム中の脂肪領域の検出

Detection of fat area in a carotid artery phantom using ultrasonic velocity-change method

¹ 阪府大院・工, ² TU 技術研究所 ○大塚裕哉¹, 亀田雅伸¹, 坪井新¹, 松山哲也¹, 和田健司¹, 岡本晃一¹, 松中敏行², 堀中博道¹

¹ Osaka Pref. Univ., ² TU Research Laboratory ○Y. Inuzuka¹, M. Kameda¹, A. Tsuboi¹, T. Matsuyama¹, K. Wada¹, K. Okamoto¹, T. Matsunaka², H. Horinaka¹

E-mail: inuzuka0617@pe.osakafu-u.ac.jp

1. はじめに

我々は、不安定プラークの非侵襲的な検出をめざして、超音波速度変化法 (Ultrasonic Velocity-Change Method, UVC 法) の適用について調べてきた。UVC 法は、時間差を設けて取得した 2 枚の超音波エコー画像間の差分情報から温度変化を読み出し、生体内の脂肪領域を検出する手法であるため、拍動や手振れによるエコー信号の位置ずれは、測定精度に強く影響する。そこで、M モード波形の利用を提案し、拍動の影響を抑制して 1 次元 UVC 波形を取得することに成功した¹⁾。今回は、同様の手法により、UVC 画像の描出を行ったので報告する。

2. 実験

10 cm 立方の生体ファントムの上面から 15 mm の深さに直径 10 mm の穴を貫通させ、羊腸で包んだ牛脂を疑似不安定プラークとして穴の中央付近の下部に挿入することにより頸動脈ファントムを作製した。この試料を水槽内に設置し、拍動ポンプを用いて貫通穴に 500 mL/min の割合で水を流し血流を模擬した。この条件で、試料の上面に氷水入りのアイスパックを設置し 15 分間冷却した。その後、アイスパックを超音波アレイトランスデューサに置き換えて、温度緩和 (上昇) 時の超音波エコー動画を 2 分間に渡り連続取得した。エコー動画を 900 枚の B モード静止画像に分解し、近接の画像間に正規化相互相関を施し相関値を求めた結果を Fig. 1 に示す。拍動により相関値が急激に低下する極小値が周期的に生じているが、極小値間には拍動の影響をあまり受けていないと思われる極大が存在する。そこで、相関

値にしきい値を設け、しきい値以上の相関値をもつ画像間で UVC 画像を複数枚描出し、それらを積算することにより拍動の影響を抑制した UVC 画像の構築をめざした。

3. 結果

Fig. 2 に実験結果を示す。基準・比較画像間に大きな時間差 (70 秒) を設けて UVC 画像を構築した従来法(a)では、拍動の影響によるエラーのため、組成判別が困難になっている。一方、上記の手法により 250 枚の UVC 画像を積算した今回の改善法(b)では、疑似プラーク部が青色 (温度上昇に伴い超音波速度が遅くなる脂肪領域、温度変化量 0.6 °C) で高コントラストに表示されており、拍動の影響は効果的に抑制されている。

1) Proc. of Symp. on USE, 39, 3P5-19 (2018).

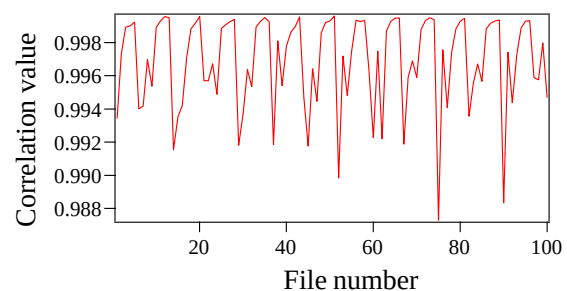


Fig. 1. Zero-mean normalized cross-correlation between adjacent B-mode images.

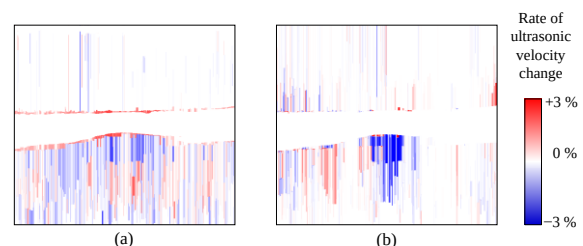


Fig. 2. (a) Conventional and (b) improved UVC images of a carotid artery phantom.