

超音波ビームフォーミングにおける 2 値化信号から算出する低演算量の一般化コヒーレンスファクタ

久津 将則^{1,2} 森 翔平³ 荒川 元孝^{2,3} 金井 浩^{2,3}

抄 録

目的: 一般化コヒーレンスファクタ (generalized coherence factor: GCF) を指標としたコヒーレンスに基づいたビームフォーミング (coherence-based beamforming: CBB) では、サイドローブによる不要信号を低減でき、優れたコントラスト対雑音比 (contrast-to-noise ratio: CNR) が得られる。しかし、超音波診断装置の標準的なビームフォーミングである整相加算 (delay and sum: DAS) に比べると、演算量が大きくなるという課題がある。本研究では、GCF の演算量を大きく低減する手法を提案した。 **方法:** 我々が以前に提案した GCF_{real} では、従来の GCF における、プローブの各素子の受信信号に対する解析信号の生成を省略し、演算量を低減できる。本研究の提案法 (GCF estimated from binarized signals: GCFB) では、さらに各素子の受信信号を 2 値化し、2 値化信号から GCF 値を算出することで、必要な乗算と加算の回数を大幅に低減する。 **結果:** シミュレーションによって生成した各素子の受信信号と、超音波診断装置でファントムから取得した受信信号を用いて、GCFB と GCF_{real} の値を比較した。また、これらの値を用いた CBB から得られる B モード像の画質を評価した。 GCF_{real} に比べ、GCFB では不要信号の低減効果が優れていたが、一方で一樣散乱媒質の輝度を低減させる傾向が見られた。 CNR 向上効果は、両手法でほぼ同等となった。 **結論:** GCFB では、DAS に対して優れた CNR 向上効果が得られた。 GCF_{real} と GCFB の CNR 向上効果の優劣については、観測対象に依存する可能性があるが、本研究の条件下では、 GCF_{real} と GCFB で同程度の性能が得られた。 GCFB は信号の 2 値化により演算量を大幅に低減できるため、臨床で用いる診断装置への応用が期待できる。

Low-complexity generalized coherence factor estimated from binarized signals in ultrasound beamforming

Masanori HISATSU^{1,2}, Shohei MORI³, Mototaka ARAKAWA^{2,3}, Hiroshi KANAI^{2,3}

Abstract

Purpose: In coherence-based beamforming (CBB) using a generalized coherence factor (GCF), unnecessary signals caused by sidelobes are reduced, and an excellent contrast-to-noise ratio (CNR) is achieved in ultrasound imaging. However, the GCF computation is complex compared to the standard delay-and-sum (DAS) beamforming. In the present study, we propose a method that significantly reduces the number of GCF computations. **Methods:** In the previously proposed GCF_{real} , generation of the analytic signal for each element in the conventional GCF could be omitted. Furthermore, in GCF estimated from binarized signals (GCFB) proposed in the present study, the GCF value is calculated after the received signal of each element is binarized to reduce the computational complexity of the GCF. **Results:** The values of GCFB and GCF_{real} estimated from simulation and experimental data were compared. We also evaluated the image quality of B-mode images weighted by GCFB and GCF_{real} . Compared with GCF_{real} , GCFB was superior in reducing unnecessary signals but tended to reduce the brightness of the diffused scattering media. The CNR improvement was comparable for both methods. **Conclusion:** Generalized coherence factor estimated from binarized signals exhibits excellent CNR improvement compared to DAS. CNR improvements yielded by GCFB and GCF_{real} may depend on the observation target; however, under the conditions of the present study, comparable performances were obtained. Because GCFB can significantly reduce the computational complexity, it is potentially applicable in clinical diagnostic equipment.

Keywords

ultrasound imaging, adaptive beamforming, generalized coherence factor

本論文は、公益社団法人日本超音波医学会 第 36 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 2021;48:259-272 に掲載しています。引用する場合は元論文を引用してください。 <https://doi.org/10.1007/s10396-021-01089-z>

Received: 18 November 2020 / Accepted: 17 March 2021 / Published online: 22 April 2021

¹富士フイルムヘルスケア株式会社, ²東北大学大学院医工学研究科, ³同工学研究科

¹FUJIFILM Healthcare Corporation, 3-1-1, Higashikoigakubo, Kokubunji, Tokyo 185-0014, Japan, ²Graduate School of Biomedical Engineering, ³Graduate School of Engineering, Tohoku University, 6-6-05 Aramaki-Aza-Aoba, Aoba-ku, Sendai, Miyagi 980-8579, Japan

Corresponding Author: Masanori HISATSU (masanori.hisatsu.uc@fujifilm.com)

J-STAGE. Advanced published. date: September 12, 2022