

パケット送信に基づく平面波イメージングへの 特異値分解フィルタの適用可能性に関する検討

長谷川英之¹ 長岡 亮¹ 大村 眞朗¹ 茂澄 倫也² 斎藤こずえ³

抄 録

目的：血流の評価は、超音波画像診断で重要な役割を果たす。カラーフローイメージング法は、臨床で幅広く使用されている方法の1つである。自己相関はエイリアシングの影響を受けるため、超音波パルスの送信間隔は可能な限り短くする必要がある。そのため、カラーフローイメージング法では特定の送受信シーケンス、すなわちパケット送信が広く使用されている。さらに、近年導入された平面波イメージング法は、時間分解能の改善に大きく貢献する。また、特異値分解 (singular value decomposition: SVD) クラッタフィルタは、従来型のクラッタフィルタよりも優れていることが示されている。本研究では、パケット送信シーケンスを使用した平面波イメージング法でのSDVクラッタフィルタの実現可能性を検討した。**方法**：本研究では、ステアリング角を変更する前に、平面波を複数回同一方向に送信することで、平面波イメージング法でパケット送信シーケンスを実現した。1番目の方法では、集束送信ビームを使用して走査線単位で受信信号を取得する従来のカラーフローイメージング法のように、各パケットの超音波RF (radio-frequency: RF) 信号にクラッタフィルタを適用した。2番目の方法では、パケットごとの送信回数は2に設定され、クラッタフィルタは、異なるパケットでの1回目または2回目の送信から取得したRF信号群に適用された。**結果**：ヒト頸動脈での *in vivo* 計測結果では、SVDフィルタを使用した2番目の方法が、従来型フィルタとして多項式回帰フィルタを使用した1番目の方法に比べて、優れていることを示した。**結論**：SVDクラッタフィルタは、パケット送信シーケンスを使用した平面波イメージング法に適用可能であり、パケットごとの送信回数を2回に制限することで性能が向上した。

Investigation of feasibility of singular value decomposition clutter filter in plane wave imaging with packet transmission sequence

Hideyuki HASEGAWA¹, Ryo NAGAOKA¹, Masaaki OMURA¹, Michiya MOZUMI², Kozue SAITO³

Abstract

Purpose: Assessment of blood flow is an important function in diagnostic ultrasound imaging. Color flow imaging is one such method widely used in the clinical setting. Since autocorrelation suffers from aliasing, the time interval between successive transmissions of ultrasonic pulses should be as short as possible. For this purpose, a specific transmit-receive sequence, namely, packet transmission, is widely used in color flow imaging. Also, plane wave imaging recently introduced to ultrasound imaging significantly contributes to improvement of the temporal resolution. Furthermore, a singular value decomposition (SVD) clutter filter reportedly outperforms a conventional clutter filter. In the present study, the feasibility of the SVD clutter filter in plane wave imaging with the packet transmission sequence was investigated. **Method**: In the present study, the packet transmission sequence was implemented in plane wave imaging by sending plane waves multiple times in the same direction before changing the steering angle. In the first strategy, like conventional color flow imaging with line-by-line acquisition using a focused transmit beam, a clutter filter was applied to ultrasonic radiofrequency (RF) signals in each packet. In the second strategy, the number of transmissions per packet was set at two, and a clutter filter was applied to RF signals obtained from the first or second transmission in different packets. **Results**: The *in vivo* experimental results on a human carotid artery showed that the second strategy with an SVD filter realized significantly better performance than the first strategy with a polynomial regression filter used as a conventional filter. **Conclusion**: An SVD clutter filter was feasible in plane wave imaging with the packet transmission sequence, and the performance was improved by limiting the number of transmissions per packet to two.

Keywords

blood flow, transmit sequence, clutter filter, plane wave imaging

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; 48:13-20 に掲載しています。

Received: 21 August 2020 / Accepted: 16 October 2020 / Published online: 9 January 2021

¹富山大学学術研究部工学系, ²同大学院理工学教育部, ³奈良県立医科大学脳神経内科

¹Faculty of Engineering, Academic Assembly, ²Graduate School of Science and Engineering for Education, University of Toyama, 3190 Gofuku, Toyama 930-8555, Japan, ³Department of Neurology, Nara Medical University, 840 Shijo Kashihara, Nara 634-8522, Japan

Corresponding Author: Hideyuki HASEGAWA (hasegawa@eng.u-toyama.ac.jp)

J-STAGE. Advanced published. date: August 30, 2023