慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	超音波がん治療を目的としたアレイ型トランスデューサ制御システム
Sub Title	Arrayed transducer control system for ultrasound cancer therapy
Author	中野, 誠彦(Nakano, Nobuhiko)
Publisher	慶應義塾大学
Publication year	2024
Jtitle	学事振興資金研究成果実績報告書 (2023.)
JaLC DOI	
Abstract	集束超音波治療法 (HIFU: High Intensity Focused Ultrasound) は、非侵襲でがん細胞を破壊する治療法である。現在国内死亡率第一位であるがんの治療は皆が期待するものである。特に、メスを用いることなく超音波治療は近未来の治療法として期待されている。しかしながら、現在実用化されている治療器の超音波発信素子数は正確な患部位置に向けた集束を行うには解像度の点において不十分である。本プロジェクトでは合成開口法と集積回路技術を組み合わせた高解像アレイ型超音波送受信機の試作を目的とし、超音波集束の実証を目指している。 昨年度システム設計した６４チャネルの制御システムにおける専用基板を製造、部品実装し動作確認を行った。設計した制御システムにおいて、超音波トランスデューサに対し任意の遅延時間を設けることが可能になっている。試作したシステムが正しく機能し、これら遅延時間を適切に制御することにより超音波ビームフォーミングが機能することを確認した。また本予算により購入した超音波ファントムを用いて画像取得を行った。使用した超音波ファントムにはφ0.1mmナイロンモノフィラメントが用いられており小さな異物の検出を目的としたものである。アレイ型トランスデューサー形状の制限から超音波照射方向から見た奥行き方向に対しては0.5mmの分解ができており十分な解像度を有しているものの、径方向についての解像度が落ちている。径方向解像度はトランスデューサーの開口に大きく依存しているため、改善にはより開口の大きなトランスデューサーでの検証が望まれる。試作システムと動作結果について電気学会電子回路研究会にて発表を行った。 画像再合成に際してはMATLAB上でk一waveライブラリを活用したソフトウエアを独自に作成し実験による取得画像と、シミュレーションによる予想イメージを比較できるものを作成した。これらのソフトウエアは新規超音波照射アルゴリズムの検証に活用する。 High-Intensity Focused Ultrasound (HIFU) is a treatment method that non-invasively destroys cancer cells. This treatment method is widely expected for the treatment of cancer, which currently ranks as the leading cause of death domestically. Especially, this treatment method, which uses ultrasound without the need for surgical scalpels, is anticipated as a treatment method of the near future. However, the number of ultrasonic emission elements in the currently commercialized treatment devices is insufficient in terms of resolution for accurately focusing on the precise location of the lesion. This project aims to prototype a high-resolution array-type ultrasonic transceiver combining synthetic aperture and integrated circuit technology, with the goal of demonstrating ultrasonic focusing. Last fiscal year, the system design of a 64-channel control system was completed, with the manufacturing of a dedicated circuit board and the mounting of components, followed by a successful operation check. The designed control system allows for the setting of arbitrary delay times for the ultrasonic transducer, and it has been confirmed that the prototype system functions correctly. This confirmation demonstrates that ultrasonic beamforming works by appropriately controlling these delay times. Moreover, image acquisition was conducted using an ultrasonic phantom purchased with this budget, confirming the possibility of detecting small foreign objects using φ0.1 mm nylon monofilaments. However, due to the limitations of the array-type transducer's size, the resolution in the radial direction has decreased. To improve this issue, the use of a transducer with a larger aperture is desired. The prototype system and its operational results were presented at the Institute of Electrical Engineers of Japan Electronic Circuits Society. For image re-synthesis, proprietary software utilizing the k-wave library on MATLAB was independently developed. This software allows for the comparison of experimentally acquired images with simulated images, serving to validate new ultrasonic irradiation algorithms.
Notes	
Genre	Research Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=2023000014-20230002

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or

publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

2024年3月29日

2023年度　学事振興資金（部門横断型共同研究）研究成果実績報告書

研究代表者	所属	理工学部	職名	教授	補助額	1,650千円
	氏名	中野 誠彦	氏名（英語）	Nobuhiko Nakano		

研究課題（日本語）

超音波がん治療を目的としたアレイ型トランスデューサ制御システム

研究課題（英訳）

Arrayed transducer control system for ultrasound cancer therapy

研究組織

氏　　名 Name	所属・学科・職名 Affiliation, department, and position
中野誠彦 （Nobuhiko Nakano）	理工学部・電気情報工学科・教授
三井隆久 （Takahisa Mitsui）	医学部・物理学教室・教授

１．研究成果実績の概要

集束超音波治療法（HIFU: High　Intensity Focused Ultrasound) は、非侵襲でがん細胞を破壊する治療法である。現在国内死亡率第一位であるがんの治療は皆が期待するものである。特に、メスを用いることなく超音波治療は近未来の治療法として期待されている。しかしながら、現在実用化されている治療器の超音波発信素子数は正確な患部位置に向けた集束を行うには解像度の点において不十分である。本プロジェクトでは合成開口法と集積回路技術を組み合わせた高解像アレイ型超音波送受信機の試作を目的とし、超音波集束の実証を目指している。

昨年度システム設計した６４チャネルの制御システムにおける専用基板を製造、部品実装し動作確認を行った。設計した制御システムにおいて、超音波トランスデューサに対し任意の遅延時間を設けることが可能になっている。試作したシステムが正しく機能し、これら遅延時間を適切に制御することにより超音波ビームフォーミングが機能することを確認した。また本予算により購入した超音波ファントムを用いて画像取得を行った。使用した超音波ファントムにはφ0.1 mm ナイロンモノフィラメントが用いられており小さな異物の検出を目的としたものである。アレイ型トランスデューサー形状の制限から超音波照射方向から見た奥行き方向に対しては０.5mmの分解ができており十分な解像度を有しているものの、径方向についての解像度が落ちている。径方向解像度はトランスデューサーの開口に大きく依存しているため、改善にはより開口の大きなトランスデューサーでの検証が望まれる。試作システムと動作結果について電気学会電子回路研究会にて発表を行った。

画像再合成に際してはMATLAB上でk−wave　ライブラリを活用したソフトウエアを独自に作成し実験による取得画像と、シミュレーションによる予想イメージを比較できるものを作成した。これらのソフトウエアは新規超音波照射アルゴリズムの検証に活用する。

２．研究成果実績の概要（英訳）

High-Intensity Focused Ultrasound (HIFU) is a treatment method that non-invasively destroys cancer cells. This treatment method is widely expected for the treatment of cancer, which currently ranks as the leading cause of death domestically. Especially, this treatment method, which uses ultrasound without the need for surgical scalpels, is anticipated as a treatment method of the near future. However, the number of ultrasonic emission elements in the currently commercialized treatment devices is insufficient in terms of resolution for accurately focusing on the precise location of the lesion. This project aims to prototype a high-resolution array-type ultrasonic transceiver combining synthetic aperture and integrated circuit technology, with the goal of demonstrating ultrasonic focusing.

Last fiscal year, the system design of a 64-channel control system was completed, with the manufacturing of a dedicated circuit board and the mounting of components, followed by a successful operation check. The designed control system allows for the setting of arbitrary delay times for the ultrasonic transducer, and it has been confirmed that the prototype system functions correctly. This confirmation demonstrates that ultrasonic beamforming works by appropriately controlling these delay times. Moreover, image acquisition was conducted using an ultrasonic phantom purchased with this budget, confirming the possibility of detecting small foreign objects using φ0.1 mm nylon monofilaments. However, due to the limitations of the array-type transducer's size, the resolution in the radial direction has decreased. To improve this issue, the use of a transducer with a larger aperture is desired. The prototype system and its operational results were presented at the Institute of Electrical Engineers of Japan Electronic Circuits Society.

For image re-synthesis, proprietary software utilizing the k-wave library on MATLAB was independently developed. This software allows for the comparison of experimentally acquired images with simulated images, serving to validate new ultrasonic irradiation algorithms.

３．本研究課題に関する発表

発表者氏名 （著者・講演者）	発表課題名 （著書名・演題）	発表学術誌名 （著書発行所・講演学会）	学術誌発行年月 （著書発行年月・講演年月）
森 瑞紀, 梶山 新也, 頃安 裕貴 ,永田 智考,三井 隆久, 石黒 仁揮,中野 誠彦	超音波イメージング用 アナログフロントエンド基板設計 および試作機製作	電気学会 電子回路研究会	2024年3月