

MIRPAM

Multimodales Mittleres Infrarot und Photoakustisches Single Pixel Mikroskop

Programm / Ausschreibung	Bridge, Bridge_NATS, Bridge_NATS 2018	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.10.2019	Projektende	31.03.2023
Zeitraum	2019 - 2023	Projektlaufzeit	42 Monate
Keywords	MIR Mikroskopie; Photoakustische Mikroskopie; Multimodales Mikroskop; Compressive Sensing; Single Pixel Imaging		

Projektbeschreibung

In den Biowissenschaften und der Medizin gibt es einen großen Bedarf an hochauflösenden Bildgebungsverfahren, welche in Echtzeit sowohl strukturelle als auch funktionelle Bilddaten liefern und zugleich leistbar sind. Es gilt als unbestritten, dass der Einsatz solcher Verfahren eine umfassende Diagnose und Therapieverfolgung ermöglicht. Solch eine strukturelle und funktionelle Bildgebung ist nur durch Kombination mehrerer Modalitäten möglich. Dazu forschen die RECENDT und die Universität Graz (KFU) seit vielen Jahren in den Bereichen Photoakustische Bildgebung und Infrarotspektroskopie. Durch Lasertechnologie im mittleren infraroten (MIR) Spektralbereich ist es seit kurzem möglich in Echtzeit funktionelle, d.h. chemische Informationen von biologischen Proben zu erhalten. Insbesondere neuartige MIR Supercontinuum-Laser (SCL) ermöglichen in diesem Zusammenhang innovative Lösungsansätze. Andererseits erlaubt es die Photoakustik, tiefe aufgelöste strukturelle und funktionelle Bilddaten von Geweben vor allem im sichtbaren und nahen Infrarotbereich zu erhalten.

Ziel dieses Projektes ist es ein leistbares multimodales Mikroskop zu entwickeln, welches es erlaubt strukturelle und funktionelle Daten von Geweben in einem großen optischen Spektralbereich zu messen. Dafür soll die Photoakustische Bildgebung mit der Infrarotspektroskopischen Bildgebung kombiniert werden. Die üblicherweise für die Photoakustische Bildgebung verwendete, meist teure optische Anregung mit Lasern, soll einerseits durch kostengünstigere LEDs und andererseits durch die auch für die Spektroskopie benutzte Lichtquelle (Supercontinuum-Laser) ersetzt werden. Die Kerntechnologie um diese Kombination zu ermöglichen ist die codierte Beleuchtung der Probe, die sowohl für die Infrarot- als auch für die Photoakustische Mikroskopie eingesetzt. Mit diesem Ansatz kann auf das üblicherweise verwendete mechanische Scannen der Probe verzichtet werden, indem die Abbildung aus mehreren Messungen mit unterschiedlich codierter Beleuchtung rekonstruiert wird. Das ermöglicht eine parallele Datenaufnahme über den gesamten Bildbereich mit kostengünstigen Infrarot- und Ultraschallsensoren. Geeignete Verfahren dafür konnten in mehreren Projekten bereits prinzipiell erprobt werden und sollen hier in einer konkreten Anwendung realisiert werden. Die Funktionalität dieses Mikroskops soll an nicht-biologischen Phantomen, wie etwa strukturierten Mehrschicht-Polymerfolien, sowie an Modellsystemen für lebendes Gewebe (z.B. Chorioallantoismembranen) gezeigt werden.

Abstract

In life sciences and medicine, there is a great demand for high-resolution imaging methods that provide both structural and functional image data in real time and are affordable at the same time. It is undisputed that the use of such methods enables comprehensive diagnosis and therapeutic monitoring. Such structural and functional imaging is only possible by combining several modalities. RECENDT and the University of Graz (KFU) have been conducting research in the fields of photoacoustic imaging and infrared spectroscopy for many years. Laser technology in the mid-infrared (MIR) spectral range has recently made it possible to obtain functional, i.e. chemical, information from biological samples in real time. In particular, novel MIR supercontinuum lasers (SCL) enable innovative solutions in this context. On the other hand, photoacoustics allows to obtain depth resolved structural and functional image data of tissues within visible and near-infrared spectral region.

The aim of this project is to develop an affordable multimodal microscope which allows to measure structural and functional data of tissues. Therefore, photoacoustic imaging will be combined with infrared spectroscopic imaging. The usually expensive laser-based optical excitation used for photoacoustic imaging is to be replaced on the one hand by cheaper LEDs and on the other hand by the light source also used for spectroscopy (supercontinuum laser). At the core of this stands coded illumination, which is used for both, infrared- and photoacoustic microscopy. The sample of interest is not scanned, but the image is reconstructed from several measurements with differently coded illumination. This enables parallel data acquisition over the entire area of interest with cost-effective infrared optical and ultrasonic sensors. Suitable methods have already been tested in principle in several projects and are to be implemented in a concrete application here. The functionality of the proposed multimodal microscope will be demonstrated on non-biological phantoms, such as multi-layer structured polymer films, and on a model system for living tissue (chorioallantoic membranes).

Projektkoordinator

- Research Center for Non Destructive Testing GmbH

Projektpartner

- Prospective Instruments LK GmbH & Co KG
- Universität Graz Institut für Physik