

Verbesserung des Optikdesigns eines Mikro-Streifenprojektors für die Spatial Frequency Domain Imaging (SFDI)



Abbildung 1: Links: Streifenprojektion auf Gewebe mittels miniaturisiertem Streifenprojektor (V. Aslani), Rechts: SFDI-Prinzip

Motivation und Ziel

In der Medizin besteht ein Bedarf an bildgebenden Verfahren zur intraoperativen Krebserkennung, die dazu beitragen können, die Tumorränder für eine gewebeschonende Resektion zu lokalisieren. SFDI ist ein kostengünstiges, berührungsloses Verfahren zur Bestimmung der optischen Eigenschaften (Streuung und Absorption) von Gewebe. Dabei werden Streifen auf das Gewebe projiziert, um aus der diffusen Reflektanz auf die optischen Eigenschaften zu schließen, wodurch es möglich wird Tumorgewebe aufgrund seiner veränderten optischen Eigenschaften von normalem Gewebe zu unterscheiden. Für die Projektion werden in der Regel große Aufbauten mit Mikrospiegel-Arrays verwendet, die ein sinusförmiges Signal mit einer Bit-Tiefe von 8 Bit erzeugen können.

Im Rahmen der Miniaturisierung wurde am ITO ein faserbasierter 3D-gedruckter Mikro-Streifenprojektor erfolgreich zum Einsatz gebracht, der ein binäres Muster erzeugt. Jedoch ermöglicht ein sinusförmiger Intensitätsverlauf eine bessere Rekonstruktion in der Bildverarbeitung und steigert zudem die Auflösung. Das Ziel dieser Arbeit ist die Optimierung des Optikdesigns des Mikro-Streifenprojektors, sodass nicht nur ein sinusförmiger Intensitätsverlauf entsteht, sondern dieser sogar den des Mikrospiegel-Arrays in der Stetigkeit übertrifft. Dabei soll ein hoher Kontrast im Fokus erzielt werden.

Mögliche Forschungsfragen

1. Welche optischen Prinzipien erlauben die Erzeugung eines stetigen sinusförmigen Intensitätsverlaufs?
2. Lässt sich dieses Prinzip modellieren?
3. Wie gut lassen sich die Streifenprojektoren im Mikro-3D-Druck herstellen? Was sind die Grenzen?

Arbeitspakete

- Recherche zu verschiedenen Möglichkeiten der Projektionserzeugung.
- Mathematische Modellierung und Simulation der Projektion sowie Auslegung des Optikdesigns.
- Herstellung der Streifenprojektoren mittels Mikro-3D-Druck/2-Photonen-Lithografie und Intensitätsprofilvergleich mit dem Mikrospiegel-Array.

Je nach Art der Arbeit können Aufgabenpakete angepasst, gestrichen oder ergänzt werden.

Anforderungen

- Studium der Medizintechnik, Elektrotechnik, Maschinenbau, Mechatronik o.ä.
- Kenntnisse in Mathematik und Optik
- Kenntnisse Zemax und Python/MATLAB
- Strukturierte und motivierte Arbeitsweise sowie Interesse an Optikdesign und 3D-Druck

Eine Publikation der Ergebnisse wird angestrebt. Bitte melden Sie sich bei Interesse mit Notenauszug und Lebenslauf.

Kontakt



Ömer Atmaca
Pfaffenwaldring 9, Raum 1.238
Tel.: 0711-685-60846
Mail: oemer.atmaca@ito.uni-stuttgart.de



Simon Thiele
Prinoptix GmbH, Nobelstraße 15
Mail: thiele@prinoptix.com

Optical Design Improvement of a Micro Fringe Projector for Spatial Frequency Domain Imaging (SFDI)



Abbildung 2: Left: Fringe projection onto tissue using the miniaturized fringe projector (V. Aslani), Right: SFDI principle

Motivation und aim of this work

In medicine, there is a need for imaging techniques that can contribute to intraoperative cancer detection in order to clearly identify the tumor margins for tissue-sparing resection and to preserve healthy tissue. SFDI is a cost-effective, non-contact method for determining the optical properties (scattering and absorption) of tissue. Fringes are projected onto the tissue in order to deduce the optical properties from the diffuse reflectance, which makes it possible to differentiate tumor tissue from normal tissue based on its altered optical properties. For the projection, large setups with micro-mirror arrays are generally used, which can generate a sinusoidal signal with a bit depth of 8 bits.

As part of the miniaturization process, a fiber-based 3D-printed miniaturized fringe projector was successfully used at the ITO to generate a binary fringe pattern. However, a sinusoidal intensity profile would be more suitable for a high-quality reconstruction. The aim of this work is to optimize the optical design of the miniaturized fringe projector so that it not only produces a sinusoidal intensity curve, but also surpasses that of the micro-mirror array in terms of continuity. The aim is to achieve a high contrast in focus.

Possible research questions

1. Which optical principles allow the generation of a continuous sinusoidal intensity profile?
2. Is it possible to model this principle?
3. How well can the fringe projectors be manufactured using 3D micro printing? What are the limits?

Possible work packages

- Research on the different possibilities for fringe projection.
- Mathematical modeling and simulation of the projection as well as designing the optics
- Manufacturing of fringe projectors using 3D micro printing/2-photon lithography and intensity profile comparison with the micro-mirror array

Depending on the type of work and own preferences, work packages can be adapted, deleted or added.

Candidate requirements

- Studies Medical Engineering, Mechanical Engineering, Electrical Engineering...
- Knowledge of mathematics and optics
- Skills in Zemax and Python/MATLAB
- Structured and motivated work style as well as interest in optical design and 3D printing

We seek to publish the results. If you are interested, please contact us with a transcript of records and your CV.

Contact



Ömer Atmaca
Pfaffenwaldring 9, Raum 1.238
Tel.: 0711-685-60846
Mail: oemer.atmaca@ito.uni-stuttgart.de



Simon Thiele
Prinoptix GmbH, Nobelstraße 15
Mail: thiele@prinoptix.com