

Título em Português: Aprimoramento de software de controle de um microscópio óptico sem lentes

Título em Inglês: Software improvement for an lensfree optical microscope

Autor: Felipe Alvarenga Carvalho

Instituição: Universidade de São Paulo

Unidade: Instituto de Física de São Carlos

Orientador: Sebastião Pratavieira

Área de Pesquisa / SubÁrea: Física Geral

Agência Financiadora: CNPq - PIBIC

APRIMORAMENTO DE SOFTWARE DE CONTROLE DE UM MICROSCÓPIO ÓPTICO SEM LENTES

Felipe Alvarenga Carvalho

Camila de Paula D'Almeida

Sebastião Pratavieira

Universidade de São Paulo

carvalhofelipe.carvalho@usp.br

Objetivos

A microscopia é um segmento que está em constante evolução tecnológica, decorrente do aprimoramento de suas técnicas e de sua instrumentação. A microscopia digital é uma alternativa às técnicas convencionais, por permitir a visualização e aquisição de imagens médicas sem a necessidade de se utilizar as lentes ópticas tradicionais.

Através de câmeras digitais, as imagens de amostras são adquiridas com amplo campo de visão, elevada resolução espacial, diminuição do tamanho físico do equipamento e até custos menores para sua fabricação, permitindo que os microscópios digitais sejam uma alternativa eficiente para as mais variadas aplicações^{1,2}.

O presente projeto tem como objetivo o desenvolvimento de uma interface gráfica de controle e aquisição de imagens de um microscópio digital holográfico sem lentes desenvolvido pelo Instituto de Física de São Carlos (IFSC), no qual o método multialturas é utilizado para a aquisição de imagens.

A interface gráfica de controle foi desenvolvida em linguagem Python, através da biblioteca Tkinter, permitindo a automatização e correta coordenação dos instrumentos controlados, assim como uma interface que aproxime o usuário do equipamento.

Métodos e Procedimentos

O microscópio digital holográfico sem lentes desenvolvido pelo IFSC obtém imagens ópticas através das características da iluminação que incidem no sensor digital, sendo denominadas de imagens holográficas. As gravações de padrões de interferência da luz que interage com a amostra com a luz que passa direto por ela são capturadas pelo sensor digital, formando os hologramas.

A aquisição das imagens holográficas é feita através da técnica denominada multialturas, no qual um atuador de transladação motorizado é conectado à um servomotor, responsável por variar a altura entre o sensor digital e a amostra, realizando a aquisição de imagens em diferentes alturas.

Essa técnica permite a reconstrução de fase e de intensidade gravada nos hologramas em algoritmos de pós-processamento, resultando em imagens com melhor qualidade no plano da amostra.

A interface gráfica de controle possui como objetivo a automatização e a correta comunicação entre o atuador de transladação, o servomotor e o sensor digital, fazendo com que a aquisição das imagens da amostra seja realizada de maneira correta a cada variação de altura.

Além disso, a interface gráfica promove uma melhor experiência entre o usuário e o equipamento, fazendo com que todas as funcionalidades, comandos e processos sejam

mostrados em tempo real em uma única plataforma de fácil interação.

Resultados

O software desenvolvido permite ao usuário a opção de escolha no modo de aquisição das imagens, sendo possível a utilização de um temporizador entre cada iteração de captura de imagens, facilitando o estudo e análise de processos celulares em diferentes períodos temporais.

Além disso, o software permite a visualização em tempo real de todos os processos e rotinas utilizados durante a aquisição das imagens, informando ao usuário dados relevantes dos procedimentos, assim como eventuais erros.

A imagem incidente no sensor digital é mostrada em tempo real na interface para o usuário, assim como há a opção de manter o sensor digital desligado e ligá-lo somente ao término de espera do temporizador, evitando assim o sobreaquecimento do sistema que poderia ocasionar em divergências de resultados nos processos celulares das amostras.

A interface também permite ao usuário o total controle sobre o sensor digital, sendo possível ativar ou desativar seu funcionamento em qualquer período de execução do programa, além de poder realizar a alteração do tempo de exposição do sensor.

As imagens em diferentes alturas são salvas em diretórios definidos pelo usuário, sendo usadas em algoritmos de pós-processamento para melhorias de resolução.

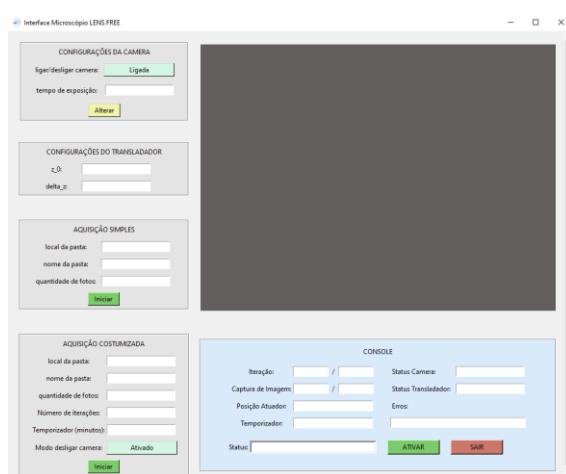
Figura 1: Interface gráfica de controle desenvolvida em Python com biblioteca Tkinter.

Conclusões

O software desenvolvido permite a obtenção das imagens holográficas em diferentes alturas, fazendo com que algoritmos de pós-processamentos sejam capazes de realizar a reconstrução dos valores de fase e intensidade gravado nos hologramas, permitindo imagens com melhor qualidade no plano na amostra.

Como consequência, o microscópio digital holográfico sem lentes é uma alternativa ao microscópio com lentes ópticas convencional, sendo responsável por obter imagens com amplo campo de visão, sem comprometimento com a resolução do sistema, além de ser um equipamento mais compacto e de menor custo. A interface gráfica desenvolvida é uma intermediadora entre o equipamento e o usuário, permitindo uma melhor visualização e controle dos processos, e permitindo uma melhor utilização do equipamento para os mais diversos usos e estudos no laboratório.

Para futuros passos, está sendo desenvolvido uma nova funcionalidade do software para realizar a aquisição das imagens através da técnica denominada multiespectral, com o acoplamento de novas estruturas no equipamento.



Referências Bibliográficas

- [1] D'ALMEIDA C. D. P.; PRATAVIEIRA, S. Desenvolvimento e caracterização de um microscópio óptico holográfico sem lentes inline. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, 2018.
- [2] KIM, S. B. et al. Lens-Free Imaging for Biological Applications. *Journal of Laboratory Automation*, 2012.

SOFTWARE IMPROVEMENT FOR AN LENSFREE OPTICAL MICROSCOPE

Felipe Alvarenga Carvalho

Camila de Paula D'Almeida

Sebastião Pratavieira

Universidade de São Paulo

carvalhofelipe.carvalho@usp.br

Objectives

The development and improvement of microscopy's instrumentation and techniques over the years, were responsible for delivering new technologies and capabilities to the medical and biological fields. The digital microscopy is a new alternative to the conventional techniques, allowing image visualization without using optical lens.

Digital cameras inside microscopes are capable of acquiring images that has a wide field of view, also with higher spatial resolution. Digital microscope's size, proportion and manufacturing cost are also diminished when compared to the conventional lens equipment, resulting in an efficient alternative for a wide branch of applications^{1,2}.

The project's objective is the development of a graphical interface for image acquisition and control of a lensfree optical digital microscope developed by the Instituto de Física de São Carlos (IFSC). The equipment uses a multi-height technique for image acquisition.

The graphical interface was developed in Python programming language, through Tkinter's library, allowing a functional and fully automatized coordination of all the equipment, while also being an intuitive interface that helps the user to control the hardware.

Materials and Methods

The lensfree optical microscope developed by the IFSC acquires the digital images throughout the light's information and characteristics that are transmitted to the camera's digital sensor. The inference of light's interference patterns that interacts with the microscope's sampling, with the light that is transmitted through the sampling are captured by the digital sensor, forming the holograms.

The acquisition of holographical images is made through the technique denominated multi-height. This technique is composed of a translation actuator connected to a servo motor, that is responsible for modifying the height between the digital sensor and the sampling, acquiring the images in different heights.

This technique allows a phase and magnitude reconstruction of the patterns that are engraved inside the holograms, by using the images as an input in post-processing algorithms, resulting in images with better quality on the sample's axis.

The primarily objective of the graphical interface is the automatization and the correct communication between the translation actuator, the servo motor and the digital sensor, resulting in a good image acquisition of the sampling in every height variation.

Also, the graphical interface is responsible for developing a better experience between the user and the hardware, while displaying every functionality, commands and processes in real time for the user, making it a compact and easy to use interface.

Results

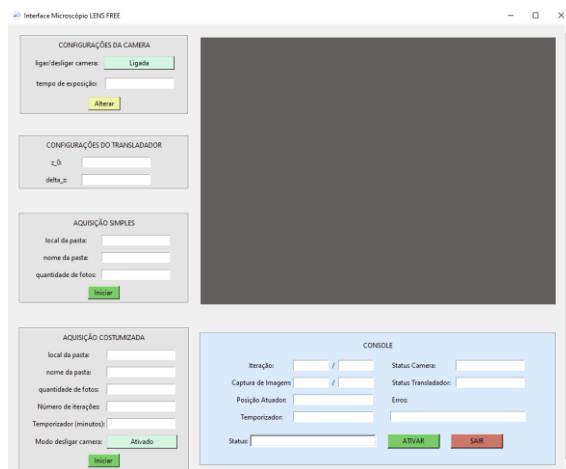
The graphical interface allows the user to choose between different modes of operation for capturing the digital images, being also able to use a programmable timer for every image acquisition's iteration, designed for analysis and study of biological samples in different temporal periods.

Additionally, the software displays the real time processes, routines and data utilized during the image acquisition process, notifying the user important and relevant data of the procedures, while also notifying eventual errors.

The real time image that is captured by the digital sensor is also displayed for the user. The graphical interface has also the possibility of switching off the digital sensor automatically while avoiding small increases on the system's temperature, switching it on only when the programmable timer finishes the waiting processes, so the digital sensor is able to acquire new images. Some researches or biological samples could be affected by this small increase in the temperature, making this operation mode an effective solution.

The user has also complete control over the digital sensor, being able to switch on or power off at any time during the algorithm's execution, while also have control over the digital sensor's exposure time.

The multi-height images are saved in folders defined by the user, for further use in post-processing algorithms.



Picture 1: Graphical interface developed in Python and Tkinter library.

Conclusions

The graphical interface allows the acquisition of holographical images in different heights, using those images as an input for post-processing algorithms that are capable of phase and magnitude reconstruction of patterns that are engraved on the holograms, resulting in images with better spatial resolution and quality.

As a result, the lensfree digital microscope is a good alternative in comparison with the conventional lens optical microscope, being responsible for acquitting images with wide field of view, without compromising the system's resolution, also being a compact and cheaper equipment.

Therefore, the graphical interface is an efficient platform for user and hardware communication and control, allowing a better visualization of processes and important data, also being a good alternative for research, study and scientific development.

For next steps and future implementations, its being developed a new functionality for the algorithm, making it capable of acquiring digital images also through the multispectral technique, with the implementation of new optical pieces and equipment to the hardware.

References

- [1] D'ALMEIDA C. D. P.; PRATAVIEIRA, S. Desenvolvimento e caracterização de um microscópio óptico holográfico sem lentes in-line. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, 2018.
- [2] KIM, S. B. et al. Lens-Free Imaging for Biological Applications. Journal of Laboratory Automation, 2012.