

Trabalho

Título em Português:	Desenvolvimento de uma nova técnica de imageamento óptico bidimensional por varredura de uma linha usando detector único e derivada
Título em Inglês:	New bidimensional imaging technique development by line scanning using single detector and derivative
Autor:	Leonardo Garcia Ferreira
Instituição:	Universidade de São Paulo
Unidade:	Instituto de Física de São Carlos
Orientador:	Lino Misoguti
Área de Pesquisa / SubÁrea:	Física da Matéria Condensada
Agência Financiadora:	CNPq - PIBITI



DESENVOLVIMENTO DE UMA NOVA TÉCNICA DE IMAGEAMENTO ÓPTICO BIDIMENSIONAL POR FLUORESCÊNCIA USANDO DETECTOR ÚNICO E DERIVADA

Leonardo Garcia Ferreira

Lino Misoguti

Instituto de Física de São Carlos -- IFSC/USP

leonardogferreira@usp.br

Objetivos

A tecnologia de imageamento é fundamental para muitas áreas tecnológicas ou de pesquisa. No imageamento óptico tradicional, na qual *arrays* bidimensionais de detectores são empregados, existem problemas inatos para a obtenção de imagem em alguns comprimentos de ondas devido a inexistência de *arrays* de detectores ou por motivos diversos, como amostras espalhadoras.

Este trabalho tem por objetivo desenvolver as técnicas de imageamento por fluorescência, fotodetector único e derivada. Serão descritos neste resumo os desenvolvimentos da aplicação da técnica unidimensional: DOIT (*Derivative Optical Imaging technique*) e bidimensional: 2DOIT (*Double derivative Optical Imaging technique*). Neste caso, serão imagens de amostras fluorescentes e, portanto, visamos expandir a empregabilidade destas ferramentas de imageamento por detector único.

Métodos e Procedimentos

O sistema DOIT unidimensional funciona a partir da focalização de um feixe luminoso em uma linha usando uma lente cilíndrica. Esta linha é

modulada temporalmente em intensidade usando um *chopper* mecânico movido a motor de passos. O feixe transmitido é então coletado por um detector único em função do tempo. A posição da linha de obstrução da pá do *chopper* se move à medida do tempo e na sua posição pode ser recuperada pela derivada. No caso deste trabalho, a imagem desta linha modulada incide sobre a amostra fluorescente. A derivada temporal do sinal de fluorescência recupera o sinal da fluorescência da amostra ao longo da linha focalizada. Este procedimento é repetido para toda a extensão da amostra para a obtenção da imagem bidimensional da mesma.

Já no sistema 2DOIT utilizam-se dois *choppers* ortogonais e não é mais necessário o uso da lente cilíndrica. A reconstrução da imagem é feita pela derivada nos dois eixos ortogonais. Experimentalmente, na técnica 2DOIT tem 2 eixos perpendiculares (dois *choppers* movidos a motores de passo) entre si, um chamado de eixo rápido, o qual realiza um número N de modulações completas enquanto o outro lento que realiza apenas um período. Para captar a fluorescência utiliza-se um espelho dicróico que reflete o comprimento de onda do laser mas transmite o sinal de fluorescência para ser captado no detector único.

Resultados

Um bom exemplo de funcionamento do imageamento pela técnica DOIT foi feito pela captação de uma escrita num papel branco fluorescente. Usando um laser azul (404 nm ou 450 nm), enquanto o papel branco fluoresce fortemente, a tinta preta não, e isso permite o imageamento da escrita. O resultado obtido deste imageamento é mostrado na fig. 1, o tempo de captação para a resolução de 800x800 passos foi de 30 minutos.

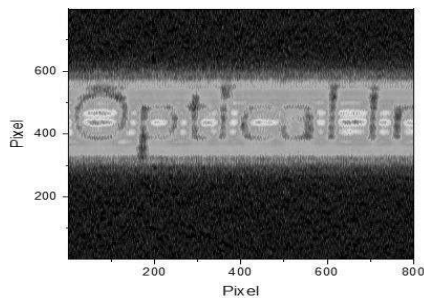


Figura 1: Imagem de uma escrita num papel branco fluorescente com o sistema DOIT

No sistema 2DOIT, os resultados também foram positivos para a aplicação da fluorescência. Por exemplo, o tempo de aquisição para uma imagem de alta resolução (1600x2000 passos) foi de 69 minutos. A imagem da fig. 2 trata-se de um conjunto de dois LEDs.

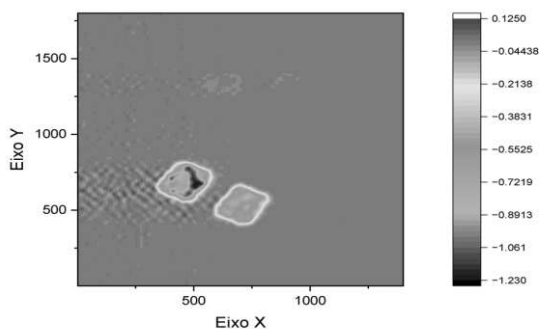


Figura 2: Imagem de dois LEDs por fluorescência no sistema 2DOIT

Conclusões

Os resultados obtidos nesta pesquisa demonstram que o sinal da fluorescência pode ser usado na técnica DOIT. A pesquisa explorou tanto a obtenção da imagem unidimensional quanto bidimensional. Na pesquisa atual em andamento, alguns problemas ainda estão em análise como o longo tempo de aquisição, a escolha da melhor resolução, distorções inerentes do processamento do sinal, etc.

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Referências

CIONEK, M. P. Desenvolvimento de Sistemas de Alta Velocidade para a Geração de Imagens com um Único Fotodetector. Dissertação (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil, 2025.

SOARES, Yohan Szusko; MACHADO, Marcelo Jean; MISOGUTI, Lino; BARBANO, Emerson Cristiano. Imageamento Óptico com Fotodetector de Elemento Único. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 45, p. e20230180, 2023. DOI: 10.1590/1806-9126-RBEF-2023-0180. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/vP4YzrG8KkbGm3dVcwLqwbz/>. Acesso em: 21 ago. 2025.

A NEW BIDIMENSIONAL OPTICAL IMAGING TECHNIQUE DEVELOPMENT BY FLUORESCENCE USING SINGLE DETECTOR AND DERIVATIVE

Leonardo Garcia Ferreira

Lino Misoguti

Instituto de Física de São Carlos -- IFSC/USP

leonardogferreira@usp.br

Objectives

Imaging technology is fundamental for many technological and scientific areas. In traditional optical imaging, in which bidimensional detector arrays are employed, there are inherent problems to image acquisition in certain wavelength due to detector arrays absence or other issues such as scattering samples.

This work has the objective imaging techniques by fluorescence, single photodetector and derivative. In this summary it will be described the development of application of unidimensional technique: DOIT (Derivative Optical Imaging Technique) and bidimensional: 2DOIT (Double Derivative Optical Imaging Technique). In this case, it will be images of fluorescent samples and, in this way, the aim is to broad the applicability of these single pixel imaging tools.

Materials and Methods

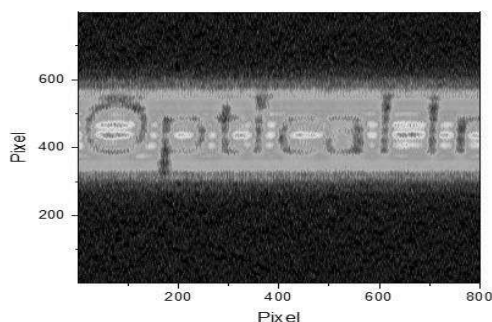
The unidimensional DOIT system operates by focusing a light beam onto a line using a cylindrical lens. This line intensity is temporal modulated using a mechanical chopper moved

by a stepper. The transmitted beam is then collected as a function of time by a single detector. The obstruction line position of the chopper blade moves as a function of time and its position can be recovery by derivative. In this work, the image of this modulated line in the fluorescent sample. The temporal derivative of the fluorescence signal recovers the fluorescent signal along the focalized line. This procedure is repeated across the full extent of the sample to recover the bidimensional image.

The 2DOIT system uses two orthogonal choppers and no cylindrical lens is necessary. The image reconstruction is obtained with derivative in the two orthogonal axes. Experimentally, in the 2DOIT technique there are two perpendicular axes (two stepper-motor-driven chopper), one called as fast axis, which performs N complete modulations, while other slow completes only one period. To capture the fluorescence a dichroic mirror which reflects the excitation laser wavelength but transmit the fluorescent signal is employed to be captured by a single detector.

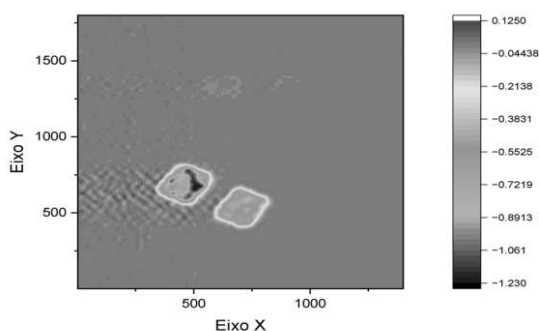
Results

A good example of imaging by DOIT technique was done in white fluorescent paper with a script. Using a blue laser (404 nm or 450 nm), the white paper present strong fluorescence, the black paint not, allowing the imaging of a script. The result of this imaging can be seen at fig. 1, the capturing time with 800x800 resolution was 30 min.



Picture 1: Image of a script in a fluorescent white paper with DOIT system

In the 2DOIT system, the results were also positive for the fluorescence application. For instance, the acquisition time for a high resolution image (1600x2000 steps) was 69 minutes. The image of fig.2 corresponds to a set of two LEDs.



Picture 1: Image of two LEDs by fluorescence in the 2DOIT system.

Conclusions

The obtained results in this study demonstrate that the fluorescence signal can be used with DOIT technique. The research has addressed the unidimensional and bidimensional image acquisition. In this current ongoing research, there are problems in analysis such as the long acquisition time, the best resolution choice, the distortions inherent to the signal processing, etc.

The authors declare no conflict of interest.

References

CIONEK, M. P. Desenvolvimento de Sistemas de Alta Velocidade para a Geração de Imagens com um Único Fotodetector. Dissertação (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil, 2025.

SOARES, Yohan Szuszko; MACHADO, Marcelo Jean; MISOGUTI, Lino; BARBANO, Emerson Cristiano. Imageamento Óptico com Fotodetector de Elemento Único. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 45, p. e20230180, 2023. DOI: 10.1590/1806-9126-RBEF-2023-0180. Disponível em: <https://www.scielo.br/rbef/a/vP4YzrG8KkbGm3dVcwLqwbz/>. Acesso em: 21 ago. 2025.