

VALIM, Gustavo S.; SALINA, Fernando V. Filtragem de ruído com uso do método probabilístico *Maximum a posteriori* na reconstrução de imagens tomográficas. In: WORKSHOP DE INOVAÇÃO, PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO, 4., 2019, São Carlos, SP. *Anais...* São Carlos, SP: IFSP, 2019. p. 33-36. ISSN 2525-9377.

FILTRAGEM DE RUÍDO COM USO DO MÉTODO PROBABILÍSTICO *MAXIMUM A POSTERIORI* NA RECONSTRUÇÃO DE IMAGENS TOMOGRÁFICAS

GUSTAVO S. VALIM; FERNANDO V. SALINA

Instituto Federal de São Paulo campus São Carlos, Processamento de Imagens, São Carlos, Brasil

RESUMO: A técnica tomográfica consiste na observação da atenuação da radiação após a passagem pelo corpo estudado. Contudo, o método sofre com a questão do ruído causado pela contagem de fótons. O trabalho apresenta como o uso do método MAP (*Maximum a posteriori*) pode impactar na redução do ruído no processo de reconstrução de imagens tomográficas. Com o conhecimento empírico sobre o ruído causado pela técnica de contagem de fótons, é possível desenvolver filtros que maximizem a possibilidade dos valores corretos para a representação da imagem original. A reconstrução de imagens desse trabalho ocorre através do método algébrico linear. O trabalho mostra phantom gerado através do algoritmo de reconstrução, assim como, o phantom com onde ocorreu a filtragem gaussiana.

PALAVRAS-CHAVE: Tomografia computadorizada. *Maximum a posteriori*. Reconstrução de imagens.

ABSTRACT: The tomographic technique consists in observing the attenuation of the radiation after the passage through the studied body. However, the method suffers from the noise caused by the photon count. The paper presents how the use of the MAP method (*Maximum posteriori*) may have an impact on the reduction of noise in the reconstruction process of tomographic images. With the empirical knowledge about the noise caused by the photon counting technique, it is possible to develop filters that maximize the possibility of the correct values for the representation of the original image. The reconstruction of images of this work occurs through the linear algebraic method. The work shows phantom generated through the reconstruction algorithm, as well as, the phantom with where the Gaussian filtering occurred.

KEYWORDS: Computed tomography. *Maximum a posteriori*. *Reconstruction of images*.

INTRODUÇÃO

Uma imagem qualquer pode ser reduzida à uma matriz com valores, simbolizando cores ou densidades de dos elementos que compõem objeto. Estes valores podem ser obtidos de diversas formas, dentre elas, o de uso de som, luz ou mesmo radiação são as mais conhecidas.

A tomografia é um método de obtenção de imagens de um objeto de modo não invasivo. Esse método consiste na obtenção da variação da radiação que passou pelo corpo de estudo. A partir da atenuação entre os valores da radiação saída da fonte de emissão é possível determinar os diferentes tipos de materiais encontrados no objeto.

A diferença entre a radiação de entrada e saída é dada por dois motivos: A radiação é absorvida em quantidades diferentes por cada tipo de elemento, permitindo destacar as regiões distintas. Porém, a radiação sofre naturalmente com um aumento ou diminuição de seu valor devido ao ruído.

O processo de reconstrução de imagens através da tomografia é dado pela contagem de fótons. O ruído nesse caso ocorre pela baixa contagem deles, problema esse que poderia ser resolvido ao aumentar o tempo de exposição do corpo pela radiação, dado que quanto maior o tempo de exposição maior será a contagem dos fótons, porém, muitas vezes isso não será possível, devido aos riscos da exposição excessiva.

Assim, formas para filtragem do ruído foram desenvolvidas com o uso de ferramentas matemáticas. O trabalho apresenta o uso do método MAP (*maximum a posteriori*) para aumentar a probabilidade do valor-sinal correto, partindo do conhecimento empírico do ruído.

MATERIAL E MÉTODOS

O processo de reconstrução de imagens por equações algébricas consiste em solucionar o conjunto de equações a fim de determinar a densidade de cada ponto da imagem.

Neste método, traduz-se a imagem do objeto de estudo em uma matriz com valores desconhecidos. Para cada ponto dessa matriz (voxel) e considerado que exista um valor único. Sendo esse $f(x,y)$.

Um conjunto fonte-detector passa ao longo do corpo, e em vários ângulos diferentes, um raio é projetado com valor conhecido pela fonte de transmissão e sua atenuação e reconhecida pelo detector. Essa atenuação ocorre devido à absorção dos materiais por onde passa e também pelo próprio comportamento do fóton.

Para se obter os valores de cada $f(x,y)$ as projeções são reescrita em equações lineares, gerando um sistema de equações, como mostrado a seguir:

$$y_i = \sum_{j=1}^J x_j a_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, I$$

Onde y representa a somatória de todos os pontos x_j (que possuem valor constante) com a sua contribuição a_{ij} (o quanto o raio passou por aquele voxel).

A resolução das equações converge para uma única solução, que será a interseção de todos os hiper-planos, porém, devido ao ruído adquirido no processo de obtenção de dados o sistema linear pode ser inconsistente, sendo necessário o tratamento do ruído.

A probabilidade condicional de y , dado g , é descrita pela equação (1), onde y é um dado ponto da projeção ruidosa e g a taxa correspondente.

$$P(y | g) = \frac{e^{-g} g^y}{y!} \quad (1)$$

A partir da equação (1) é possível obter diferentes estimadores, buscando maximizar o sinal em relação ao ruído, para diferentes densidades de probabilidades.

A fórmula para o filtro gaussiano dá-se:

$$\hat{g} = \frac{\mu + \sigma^2 + \sqrt{(\sigma^2 - \mu)^2 + 4\sigma^2\gamma}}{2}$$

Onde μ é média do voxel anterior, atual e sucessor do ponto observado. O σ^2 é a variância do desvio da população observada e γ é o sinal ruidoso daquele ponto.

Para verificar o método MAP na filtragem do ruído, será avaliada através do ISRN (Improvement in Signal-to-Noise ratio) a remoção do ruído com o filtro gaussiano em *phantoms* assimétrico, simétrico e homogêneo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

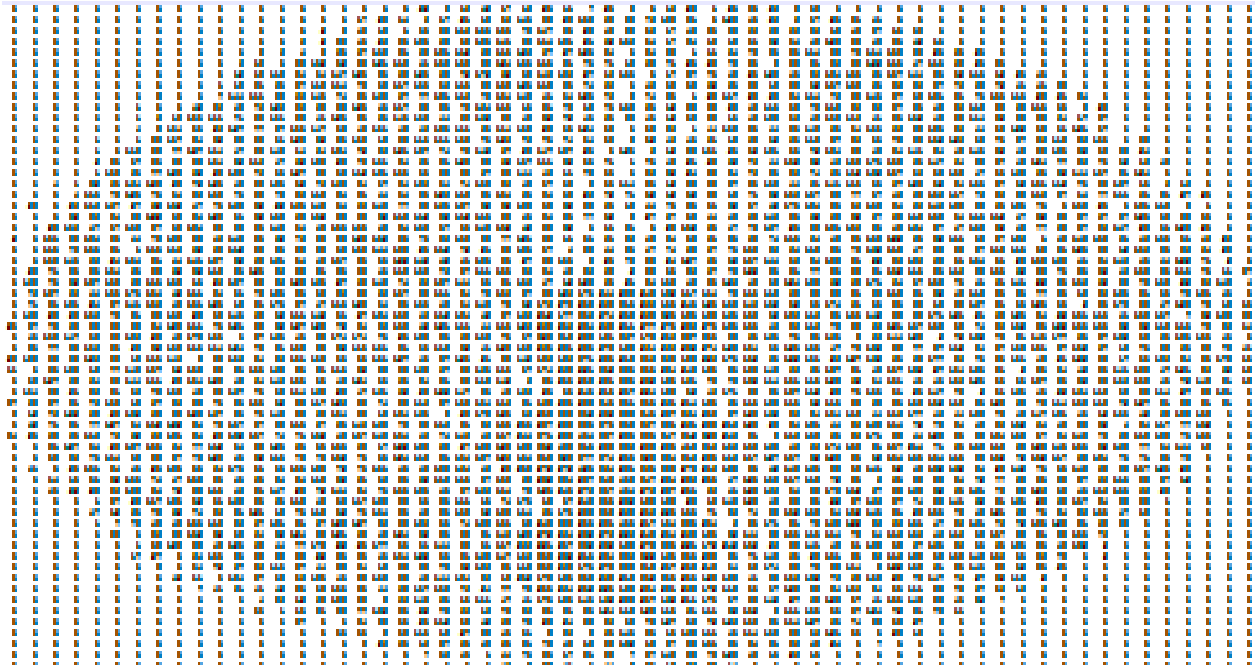
O *phantom* usado para fazer análises do algoritmo de reconstrução procura simular objetos de diferentes composições, como é mostrado a seguir:

Imagem 1 - Reconstrução sem filtragem



Fonte: Elaborada pelos autores.

Imagem 2 - Reconstrução com filtragem gaussiana.



Fonte: Elaborada pelos autores.

CONCLUSÕES

A redução do ruído torna-se fator de importância para os processos de reconstrução de imagens em geral, seja para permitir a resolução das equações lineares no caso do Método Algébrico Linear, seja para alcançar uma imagem mais próxima possível da original. O método MAP apresenta em como sua característica principal apresentar o um valor probabilístico mais próximo possível do real, isso com um baixo custo computacional.

O processo de reconstrução e filtro apresentou baixo tempo e recurso computacional, sendo um método viável para a redução de ruído. O próximo passo é a comparação entre *phantoms* simulados com e sem ruídos, permitindo demonstrar a quantidade de ruído reduzido, comparando a qualidade do sinal-ruído.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à bolsa concedida pelo PIBITI Edital 160/2018.

REFERÊNCIAS

MASCARENHAS, N.D.A., FURUIE, S.S. e PORTAL, L.S. *Global Projection Estimation Methods for the Tomographic Reconstruction of Images with Poisson Noise*, IEEE Transactions on Nuclear Science N.40, pp 2008-2013, 1993

MASCARENHAS, N. D. A., SANTOS, S.S.L e CRUVINEL, P.E. “*The Use of MAP Techniques in the Tomographic Reconstruction of Poisson Noise Corrupted Images*”, IX SIBGRAPI(1996), pp 197-204.