

Título em Português: Remoção de ruído em sinais e imagens por ressonância magnética

Título em Inglês: noise removal in signal and magnetic resonance imaging

Autor: Rafael Henrique Ferreira da Silva

Instituição: Universidade de São Paulo

Unidade: Instituto de Física de São Carlos

Orientador: Fernando Fernandes Paiva

Área de Pesquisa / SubÁrea: Física Geral

Agência Financiadora: USP - Programa Unificado de Bolsas

REMOÇÃO DE RUÍDO EM SINAIS E IMAGENS POR RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

Rafael Henrique Ferreira da Silva

Gustavo Solcia

Fernando F. Paiva

Universidade de São Paulo

rafaelhenri@usp.br

Objetivos

Imagens por ressonância magnética (IRM) são amplamente utilizadas nas ciências, seja para análise de um tecido biológico até aplicações físicas. Quando adquirimos esses sinais há ruído intrínseco, que atrapalha a análise dos dados e possui um comportamento que assemelha-se à uma distribuição rician. [1] Além disso, o tempo de filtragem para a aplicação deste algoritmo é longo. O objetivo deste trabalho foi analisar o filtro Non-Local Means (NLM) [2] para a remoção desses ruídos em IRM com aplicações em distribuição rician e gaussiana e testar a paralelização com o NLM.

Métodos e Procedimentos

A primeira parte do trabalho mira em clonar o NLM da biblioteca scikit-image do Python e alterar a distribuição gaussiana para uma distribuição de ruído riciano. Primeiramente utilizamos a base de dados BrainWeb e aplicamos o método de Otsu e o Brain Extraction Tool (BET) para segmentar o tecido cerebral. Aplicamos ruídos de 2% até 20% e filtramos as imagens utilizando os dois NLM. Comparamos os mesmos fazendo uso de métricas de qualidade, como o SSIM, SNR, EPI e o CoC [3,4]. A segunda parte do trabalho atém-se em paralelizar o NLM para até 12 threads e comparar os tempos, além de aplicar as métricas de qualidade e verificar a eficiência da filtragem.

Resultados

Comparamos as respectivas imagens através das métricas de qualidade e verificamos que não há vantagem em mudar a distribuição do NLM. Por simplicidade optamos em seguir o trabalho com o NLM com a distribuição gaussiana. Já para a segunda parte, conseguimos paralelizar o NLM utilizando a biblioteca em Python multiprocessing, cujo desempenho mostrou-se satisfatório e as métricas de qualidade mostraram que as imagens são compatíveis. Quando utilizamos o NLM em 1 thread temos um tempo de 6,04 segundos, já quando usamos o nosso método de paralelização o tempo cai para 1,6 segundo em 7 threads.

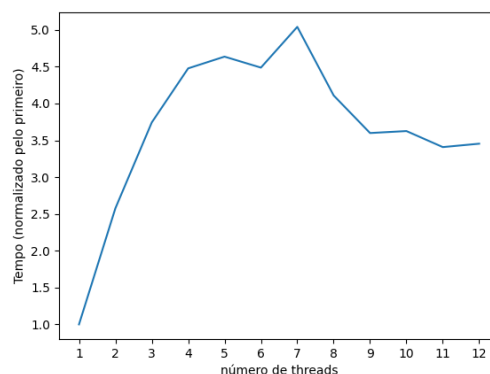


Figura 1: Speedup Non-Local Means paralelo.

Conclusões

O maior benefício está em paralelizar o NLM invés de mudar a distribuição de ruído. A vantagem de se diminuir o tempo pode ser interessante principalmente para trabalhos com uma grande quantidade de dados em um dataset, permitindo processá-los com maior rapidez.

Referências Bibliográficas

- [1] Wiest-Daessle N, Prima S, Coupe P, Morrisey SP, Barillot C, “Rician noise removal by non-local means filtering for low signal-to-noise ratio MRI: applications to DT-MRI”, Med Image Comput Comput Assist Interv. 2008. doi: 10.1007/978-3-540-85990-1_21.
- [2] A.Buades, B.Coll and J-M Morel, “A non-local algorithm for image denoising”, IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. 2005. doi: 10.1109/CVPR.2005.38.
- [3] Ertas M, Yildirim I, Kamasak M, et al. “An iterative tomosynthesis reconstruction using total variation combined with non-local means filtering”. BioMed Eng Online. 2014. <https://doi.org/10.1186/1475-925X-13-65>
- [4] Coupe P, Manjon JV, Robles M, Collins DL. “Adaptive multiresolution non-local means filter for three-dimensional magnetic resonance image denoising”, IET Image Processing. 2012. doi: 10.1049/iet-ipr.2011.0161

NOISE REMOVAL IN SIGNAL AND MAGNETIC RESONANCE IMAGING

Rafael Henrique Ferreira da Silva

Gustavo Solcia

Fernando F. Paiva

University of São Paulo

rafaelhenri@usp.br

Objectives

Magnetic resonance imaging (MRI) is widely used in sciences, whether for the analysis of biological tissue or physics applications. When we acquire these signals, there is intrinsic noise, which interferes with data analysis and has a behavior that resembles a rician distribution. [1] In addition, the time for applying filtering algorithms like the Non-Local Means (NLM) [2] is long. The objective of this work was to analyze the NLM for the removal of these noises in MRI with application in rician and gaussian distributions, and performing parallelization tests.

Materials and Methods

In the first part of this study, we cloned the NLM from Python's scikit-image library and changed the gaussian distribution to a rician distribution. First, we used the BrainWeb database and applied the Otsu method and the Brain Extraction Tool (BET) to segment the brain tissue. We applied noise from 2% to 20% and filtered the images, then we used quality metrics, such as SSIM, SNR, EPI and CoC [3,4]. In the second part of the study, we focused on parallelizing the NLM for up to 12 threads and compared the resultant times. In addition, we applied quality metrics and verified the filtering efficiency.

Results

We compared the respective figures through the quality metrics and verified that there is no advantage in changing the NLM distribution. For simplicity, we followed the study using the NLM with gaussian distribution. For the second part, we were able to parallelize the NLM using the multiprocessing Python library, whose performance was satisfactory and the quality metrics showed that the figures were compatible. When we used NLM on 1 thread we had a time of 6.04 seconds, while when we used our parallelization method the time dropped to 1.6 seconds on 7 threads.

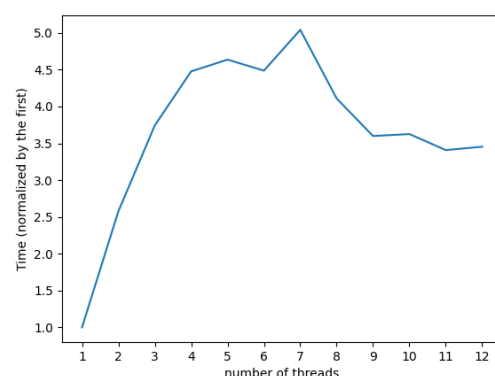


Figura 1: Speedup parallel Non-Local Means.

Conclusions

The biggest benefit is in parallelizing the NLM instead of changing the noise distribution. The

advantage of reducing time is interesting mainly for works with a large dataset, allowing faster data processing.

References

- [1] Wiest-Daessle N, Prima S, Coupe P, Morrisey SP, Barillot C, “Rician noise removal by non-local means filtering for low signal-to-noise ratio MRI: applications to DT-MRI”, Med Image Comput Comput Assist Interv. 2008.
doi: 10.1007/978-3-540-85990-1_21.

- [2] A.Buades, B.Coll and J-M Morel, “A non-local algorithm for image denoising”, IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. 2005.
doi: 10.1109/CVPR.2005.38.

- [3] Ertas M, Yildirim I, Kamasak M, et al. “An iterative tomosynthesis reconstruction using total variation combined with non-local means filtering”. BioMed Eng Online. 2014.
<https://doi.org/10.1186/1475-925X-13-65>

- [4] Coupe P, Manjon JV, Robles M, Collins DL. “Adaptive multiresolution non-local means filter for three-dimensional magnetic resonance image denoising”, IET Image Processing. 2012.
doi: 10.1049/iet-ipr.2011.0161