

Detalhamento e Cronograma do Projeto Final - FPI - INF01046

1. Grupo

Henrique Uhlmann Gobbi (334932)

2. Título do projeto

Galaxy Image Deconvolution for Weak Gravitational Lensing with Unrolled Plug-and-Play ADMM

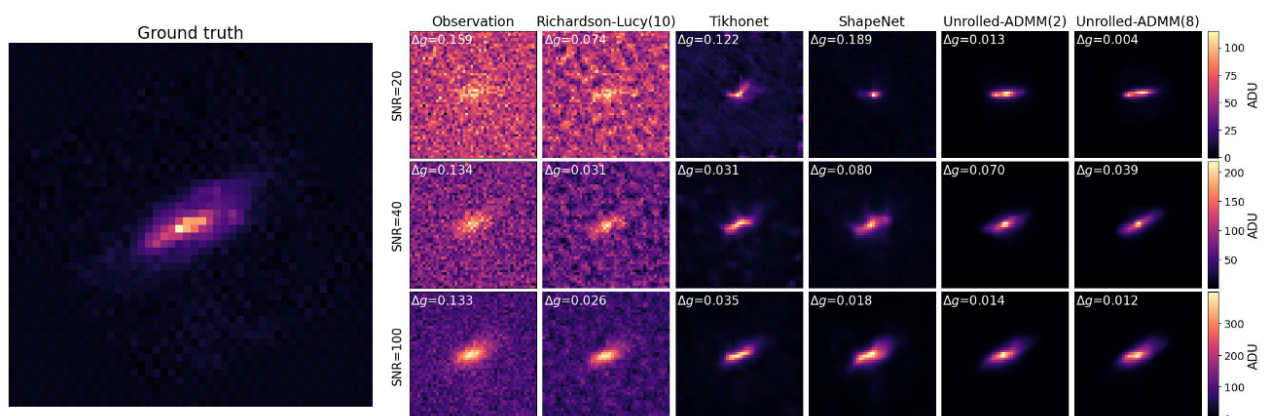
3. Trabalho a ser realizado

O objetivo do trabalho é remover ruído ou distorções causada pela atmosfera, óptica ou sensores sobre imagens de galáxias, para melhor estudar a sua estrutura. Essa é uma atividade essencial, principalmente no campo da astronomia, tendo em vista que a forma das galáxias pode nos revelar importantes informações sobre a estrutura em larga escala do universo, considerando o efeito de lentes gravitacionais sobre as imagens de galáxias distantes e o que ele revela sobre a quantidade de matéria escura e energia escura no nosso universo.

Dessa maneira, o trabalho irá focar no desenvolvimento da técnica Unrolled Plug-and-Play ADMM, que, pelos experimentos do artigo, se mostrou superior a outras técnicas antigas realizadas por outros artigos no passado, com o objetivo de extrair o formato da galáxia a partir de uma imagem deturpada. Essa técnica se baseia no uso de uma rede neural profunda com N camadas auxiliada com outras técnicas de processamento de imagens.

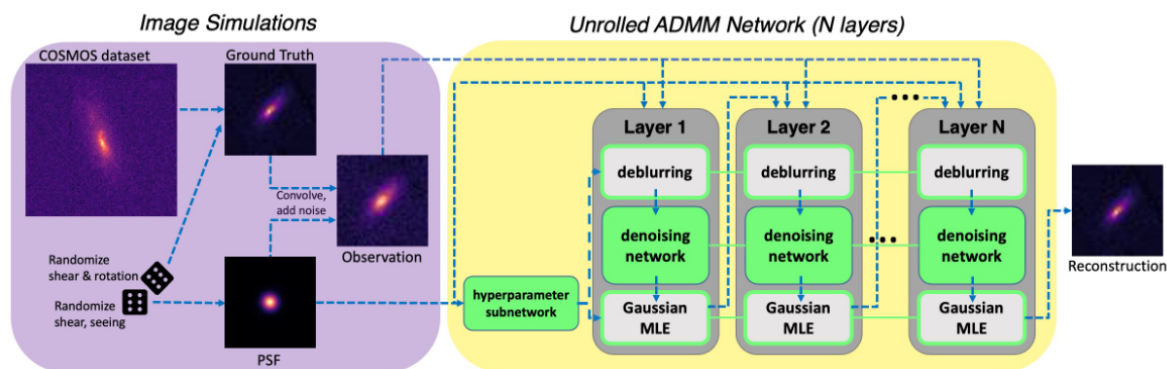
Por fim, para obter as imagens de teste, precisamos de uma imagem base (original) e a mesma imagem com todas as deformações aplicadas. Na literatura, é comum aplicar uma convolução com um kernel de borramento chamado PSF (Point Spread Function) seguido da aplicação de ruído. Assim, o processo de recuperar a imagem original é comumente chamado de deconvolução da imagem.

Abaixo, seguem imagens processadas por diferentes técnicas, sendo que a desenvolvida no artigo está nas colunas mais à direita. Essa imagem foi retirada diretamente do artigo:



4. Passos para alcançar objetivos

Os principais objetivos do trabalho se configuram em dois principais grupos, representados pela seguinte imagem, retirada do artigo:



Geral:

1. Estudo detalhado das técnicas e procedimentos usados no artigo;

Geração das imagens:

2. Download do COSMOS dataset para obter as imagens reais de galáxias originais;
3. Aplicação de rotação e cisalhamento randômicos às imagens para simular efeitos de lentes gravitacionais fracos;
4. Convoluções com filtros PSFs para simular efeitos atmosféricos e ópticos sobre as imagens e adição de ruído sobre as imagens do dataset;

Desenvolvimento da rede neural Unrolled ADMM:

5. Criação da rede neural que determina os hiperparâmetros;
6. Desenvolvimento do algoritmo de deblurring da rede;
7. Desenvolvimento da subrede de denoising da rede;
8. Desenvolvimento do componente final da rede de estimativa de máxima verossimilhança gaussiana;
9. Treinamento e ajustes da rede;

Testes:

10. Testar diferentes níveis de ruído sobre as imagens e o resultado final (SNR - Signal to Noise Ratio);
11. Testar rede com N camadas, para diferentes valores de N;
12. Comparar resultados com os do artigo;
13. Comparar o tempo de processamento com o do artigo;

Produção do artigo e apresentações:

14. Produção do texto do artigo;
15. Produção dos gráficos do artigo;
16. Produção das demos e apresentação do projeto.

A ideia inicial é utilizar o Google Colab com Python para realizar o desenvolvimento das etapas, visando utilizar o poder das TPUs da Google para treinar as redes neurais.

5. Cronograma esperado

Etapa 1: 30 a 31/12

Etapa 2 a 4: 03 a 07/01

Etapa 5 a 8: 08 a 15/01

Etapa 9: 16 a 19/01

Etapa 10 a 13: 20 a 25/01

Etapa 14: 26 a 28/01

Etapas 15: 29 a 30/01

Etapas 16: 31/01 a 02/02