

機械学習による大気の揺らぎの補正技術の開発

成蹊高等学校 天文気象部：赤川 陽大、岡部 慎、松澤 幸希、森田 仁意（高2）、
福井 千紘、根岸 陽向、五島 紘（高1）【成蹊高等学校】

要 旨

機械学習が容易になってきた現代、私たちは機械学習によって大気の揺らぎを補正する技術を開発した。従来の方法よりより画像を明瞭にできること、また従来にはない動画をより明瞭な動画にすることを目的とする。PyTorchを用いたDeep Learningを用い、中心合わせ、回転、拡大縮小をすることで撮影した木星の動画をより明瞭な動画として出力することを試みた。将来的にはリアルタイム処理の実装を目指している。

1. はじめに

成蹊高等学校で12月8日に開催した土星食の観測会では、強風の影響のためか、大気の揺らぎにより月面が揺らいで見えた。私たちは、この揺らぎを軽減できる方法を検討した。大気の揺らぎの補正技術としては、補償光学的処理や、ステライメージなどの画像処理ソフトで、明瞭な画像を選択的に抽出し重ね合わせる手法などがある。今回私たちは、機械学習で画像のノイズを除去する方法を開発した。将来的に画像をより明瞭にすることを目指す。

2. 研究の方法

使用機材は以下の通りである。望遠鏡：タカハシ FS-152、カメラ：Player One Uranus-C、動画出力：SharpCap Pro 4.1、PC：MacBook Pro M2 (16GB Memory)。まず、望遠鏡で撮影したSER形式の動画をPythonスクリプトに読み込み、動画をOpenCVにて連番画像に変換した。次に、NumpyとOpenCVを使用し、連番画像をそれぞれアフィン変換^[1]した。最後に、我々が独自でトレーニングしたAIモデルの実装^{[2][3]}として、PyTorchに実装されたNoise2Noise^[4]という技術を使用し、ノイズありの画像を学習させたうえで、ノイズなしの画像を生成した。学習に利用するニューラルネットワークを実装には、U-Netというモデルを使用した。画像処理をする際は、畳み込みニューラルネットワーク(CNN)^[5]を使うことで、画像などといった高次元データをそのまま次元数を落とさずに学習させることができる。学習をするうえで、1000枚の画像を実際に学習したデータ、別日に撮影した木星の画像1000枚を、検証用データとし、検証用データはこのモデルの評価（ベンチマーク）をするために使用した。この検証データには、主に過学習^[6]を防止する役目がある。過学習とは、与えられた学習用データについて過剰に適合してしまうこと、つまり学習用データとは違うデータが入力されると、うまく性能を発揮できなくなる。こういった技術によって学習されたAIを用いて、アフィン変換された画像をノイズ除去し、MP4形式の動画として出力した。PyTorchでの学習方法は、MacBookでGPUを機械学習に使えるバックエンドであるmps^[7]を使用した。

3. 結果

図1（中）は、図1（左）を上記の手法を用いた独自AIでノイズ除去した画像である。画像の粒状性が改善されたことが確認できるが、図1（右）のAIではないノイズ除去の画像処理よりコントラストが弱い結果となった。今後の展望としては、機械学習を利用したゆがみ補正技術の開発（今回は、楕円の補正ということで機械学習などはせず、計算をして実装した）、さらに、ノイズ除去についても、より精度を高くできるように、違う手法の模索、今できている方法のチューニングも、学会発表までにできればと思う。

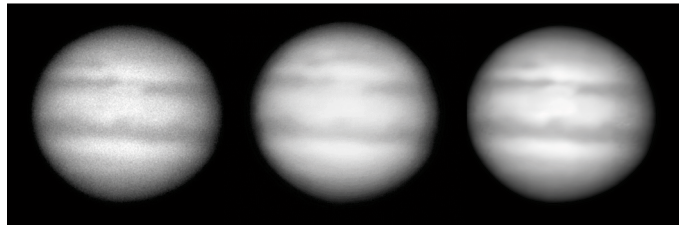


図1 木星面の画像 左：元画像、中：独自AI画像、右：元画像からノイズ除去

4. まとめ

このようにして私たち成蹊高校天文気象部は、機械学習による大気の揺らぎの補正技術の開発を行った。今回の知見を活かして今後、リアルタイムによる処理や、学習量を増やすことでより精度の向上を目指したい。今回従来のプログラミングでは難しいノイズ除去を、機械学習を用いたAIにより比較的容易に実装できた。このようにAIを駆使した画像処理により更に天文学の発展させていきたい。

参考文献

- [1] 隼平 山本、斜めから撮ったダーツボードを「円」にする方法 - 理屈編 #Python - Qiita
https://qiita.com/mikemike_kus/items/e5e2f1928b7b7b66ca20 (2024年1月18日閲覧)
- [2] ろぐみ、満を持して MNIST に挑戦、PyTorch で学ぶ！やさしい DeepLearning、
https://zenn.dev/seelog/books/easy_deep_learning/viewer/mnist (2024年1月18日閲覧)
- [3] s2terminal、PyTorch による深層学習とは何かざっくり理解する #PyTorch - Qiita
https://qiita.com/suzuki_sh/items/6780fd8500a5025eb515 (2024年1月18日閲覧)
- [4] 難星 φυβλ ας、ノイズいっぱいの画像だけで学習しても綺麗な画像が復元できる『noise2noise』をpytorchで実装 - Qiita <https://qiita.com/phyblas/items/d4884a58041eaa01ef5e> (2024年1月18日閲覧)
- [5] 木田智士、Deep learningで画像認識⑨～Kerasで畳み込みニューラルネットワーク vol.5～ - IMACEL Academy -人工知能・画像解析の技術応用に向けて- | エルピクセル株式会社
<https://lp-tech.net/articles/5MIeh> (2024年1月18日閲覧)
- [6] もみじあめ、Python: PyTorch で Apple Silicon GPU を使ってみる - CUBE SUGAR CONTAINER
<https://blog.amedama.jp/entry/pytorch-apple-silicon-gpu> (2024年1月18日閲覧)