

TSUBAME 共同利用 平成28年度 学術利用 成果報告書

利用課題名 深層学習を利用したリアルタイム宇宙天気予報システムの開発
英文: Development of space weather forecast system using deep learning

利用課題責任者
First name Surname

村主崇行 Takayuki Muranushi

所属
Affiliation

理化学研究所計算科学研究機構

URL

邦文抄録(300 字程度)

TSUBAME のファイルシステム上に、深層学習に必要なソフトウェアや太陽観測画像データを集積した実験環境を作り、太陽観測データを活用した深層学習実験ができるシステムを作った。画像認識に用いられている CNN (Convolutional Neural Network) を用い、ある時刻での太陽画像を入力として、そこから 24 時間将来までの太陽 X 線フラックスなどの予測を行うシステムを作った。Segmentation ネットワークを使って太陽活動の 24 時間将来までの予測動画を生成できるようになり、平成 29 年度に予定していた成果を前倒して実現した。平成 28 年度のおもな成果としては太陽観測データからの動画予測の実現が挙げられる。どのようなデータを入力にふくめれば、連続画像だけからの動画予測学習が可能になるのかを明らかにした。

英文抄録(100 words 程度)

Keywords: 5つ程度

背景と目的

人類の日常生活が宇宙に依存するようになった今日の社会において、太陽地球圏環境予測の重要性は増している。一方で、飛騨天文台 SMART 望遠鏡(2003-) や NASA SDO 衛星(2011-) をはじめとする最新の観測機器により、膨大な太陽観測データが利用可能になってきており、その高解像度データの中には太陽フレアの予兆が見出されている。

従来、画像認識や、時系列予測などの機械学習技術を利用するにあたっては、生データを直接機械学習アルゴリズムに与えて学習させることはできず、機械学習アルゴリズムへの入力となる数百次元程度の特徴量を、応用分野の知識をもった人間が設計する必要があった。例えば、画像からの物体認識問題を解く場合であれば、並進・回転変換に対して不変性をもった特徴

量を、Wavelet 変換や SIFT などのアルゴリズムにより生成して機械学習に与えてやることで、物体認識を実現していた。このようなアプローチでは、人手による特徴量設計に時間がかかり、また、より良い特徴量を体系的に設計できない、という課題があった。

本研究は、この貴重なデータに深層学習技術を適用することにより、太陽活動を起点とした nowcast が中心である今日の宇宙天気予報を、太陽フレアの数日スケールでの予測を実現させようというものである。結果として、24 時間先までの太陽活動が動画として予測できるという成果を得た。

概要

(申請書の概要を基本とし、実情に合わせて変更してください。図や表の利用を図って分かり易く記載して

下さい。)

我々は、公開されている太陽観測データをリアルタイムに取得し、深層学習を利用することにより、24 時間未来までの太陽フレアの発生を、数分ごとに自動的に予報するシステムを開発している。これにあたっては、深層学習のハイパーパラメータのチューニングのために、数多くのモデルを並行して試験することが必要である。本研究では、このために TSUBAME を利用し、次のようなモデルを試した。

1. Long-short term memory (LSTM) を用い、
2. Recurrent Neural Network (RNN) を用い、太陽連続画像を Wavelet 変換等で前処理して作った時系列データを入力として、時系列の終了時点から 24 時間将来までの太陽 X 線フラックスなどの予測を行った。
3. Convolutional Neural Network (CNN) を用い、ある時刻での太陽画像を入力として、そこから 24 時間将来までの太陽画像の予測を行った。

結果および考察

太陽観測データは、1 秒ごとに 10MB、1 年で数百テラバイトというペースで増え続けている。このデータをリアルタイムで取得しつつながら予測器を学習させるのは画像の転送がボトルとなり実現しにくい。そこで TSUBAME のファイルシステム上に、深層学習に必要なソフトウェアや太陽観測画像データを集積した実験環境を作り、太陽観測データを活用した深層学習実験ができるシステムを作った。

まとめ、今後の課題

今後は、時間分解能や Neural Network の性能を工夫して実験を繰り返すことで、データからのフレア予測が可能になる条件を研究する。どういう観測量に着目すればフレア予測精度の向上に寄与するのか研究を進め、査読付き論文として成果を出版していきたい。