慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	Flare Transformer Regressor : masked autoencodersとInformer decodersに基づく太陽フレア予測
Sub Title	
Author	九曜, 克之
Publisher	慶應義塾大学AI・高度プログラミングコンソーシアム
Publication year	2023
Jtitle	AICカンファレンス予稿集 (2023.) ,p.26- 27
JaLC DOI	
Abstract	太陽フレアの予測は、社会インフラへの被害を軽減するために不可欠であるが正確に予測することは非常に困難である．既存手法は，分類問題として取り組み，専門家予測を超える性能を達成した．そのため，今後は専門家にとって難しい，太陽フレアのX線強度に対する回帰予測が重要になる．そこで本論文では，Flare Transformer Regressorを提案する。提案手法では，Masked Autoencoderで事前学習したVision Transformerを導入し，Informerを参考にした回帰用デコーダを構築する．平均予測軌道誤差を尺度とした比較実験を行い，提案手法はベースライン手法を上回るという結果を得た．
Notes	会議名：AICカンファレンス2023 開催地：慶應義塾大学日吉キャンパス 日時：2023年3月4日 第2章ポスター発表要旨 ポスター要旨-3
Genre	Conference Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO11003001-20230304-0026

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

Flare Transformer Regressor:Masked Autoencoder と Informer Decoder に基づく太陽フレア予測

九曜克之
慶應義塾大学大学院理工学研究科開放環境科学専攻

Abstract: 概要を 4 行前後で記述する
太陽フレアの予測は、社会インフラへの被害を軽減するために不可欠であるが正確に予測することは非常に困難である．既存手法は，分類問題として取り組み，専門家予測を超える性能を達成した．そのため，今後は専門家にとって難しい，太陽フレアの X 線強度に対する回帰予測が重要になる．そこで本論文では，Flare Transformer Regressor を提案する。提案手法では，Masked Autoencoder で事前学習した Vision Transformer を導入し，Informer を参考にした回帰用デコーダを構築する．平均予測軌道誤差を尺度とした比較実験を行い，提案手法はベースライン手法を上回るという結果を得た．
Keywords: 英語のキーワードを 3 から 5 単語記述する

1. 研究背景・目的

太陽フレアによって放出される X 線や高エネルギー粒子などは，電波障害や停電，宇宙飛行士への健康的被害などをもたらす [1]．また，Carrington 級フレアによる経済的損失は北米で約 1,630 億ドルと推定されている [4]．そのため，宇宙天気予報による太陽フレアの予測技術が重要である．しかし，太陽フレアの発生を正確に予測することは非常に難しい．

2. 方法

本論文では，磁場画像と物理特徴量を入力とし，時刻 t から 24 時間後までの太陽フレアの X 線強度の予測を行う Flare Transformer Regressor を提案する．既存手法との違いは，太陽フレア予測を回帰問題として扱うために，Informer [5] を参考にした回帰用デコーダを構築した点である．

提案手法では，太陽フレア予測に寄与する特徴量を抽出するため，Masked Autoencoder [3] を用いて事前学習を行った Vision Transformer (ViT) [2] を導入する．また，Informer [5] を参考にした回帰用デコーダを構築することで，太陽フレア予測に重要な特徴量に注目し，長時間の時系列予測を効率的に行うことができると考えられる．

本研究の独自性は以下である．

- 太陽フレア予測に寄与する特徴量を抽出するため，Masked Autoencoder で事前学習した ViT を導入する．
- 太陽フレア予測を回帰問題として扱うために，Informer [5] を参考にした回帰用デコーダを構築する．

3. 結果

図 1 に定性的結果を示す．図 1 は提案手法が成功した例を表す．図において縦軸は太陽フレアの X 線強度，横軸は時間を表す．ここで縦軸の値は標準化を行っている．図中の青線および赤線はそれぞれ Ground Truth および予測結果を表す．また，破線は予測開始時刻を示し，破線より左側は入力，右側は予測結果を表す．図 1 において予測開始時刻は，2016 年 4 月 18 日 00:00 UT である．図 1 では，入力である y_{t-3} から y_{t-1} は概ね増加する時系列であるが，提案手法は y_{t+1} から y_{t+10} の減少傾向を捉えることに成功している．

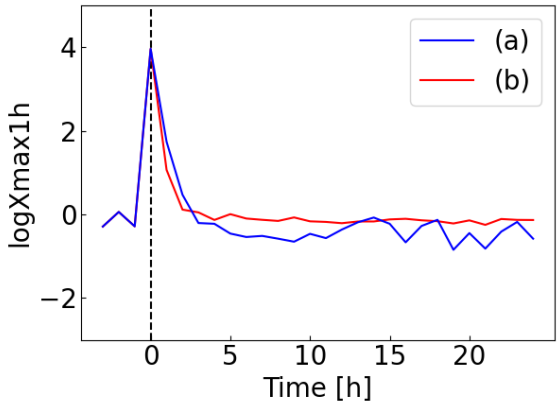

図 1 定性的結果．(a)Ground Truth， (b) 提案手法．

4. 結論

本論文では，時刻 t から 24 時間後までの太陽フレアの X 線強度を予測するタスクを扱った．本研究の貢献を以下に示す．

- 太陽フレア予測に寄与する特徴量を抽出するため，Masked Autoencoder [3] で事前学習した ViT [2] を導入した．
- 太陽フレア予測を回帰問題として扱うために，Informer [5] を参考にした回帰用デコーダを構築した．
- 標準データセット上で，提案手法はベースライン手法を上回る性能を達成した．

将来研究として，24 時間後以降におけるフレア予測が考えられる．

参考文献

[1] Shamik Bhattacharjee, Rasha Alshehhi, Dattaraj Dhuri, Rasha Alshehhi, Dattaraj Dhuri, et al. Supervised Convolutional Neural Networks for Classification of Flaring and Nonflaring Active Regions using Line-of-sight Magnetograms. *The Astrophysical Journal*, 898(2):98 (12pp), 2020.

[2] Alexey Dosovitskiy, Lucas Beyer, et al. An Image is Worth 16x16 Words: Transformers for Image Recognition at Scale. In *ICLR*, 2021.

[3] Kaiming He, Xinlei Chen, Saining Xie, Yanghao Li, Piotr Dollár, and Ross Girshick. Masked autoencoders are scalable vision learners. In *CVPR*, pages 16000–16009, 2022.

[4] SwissRe. Solar storm; how to calculate insured / reinsured losses? Space Weather Workshop, 2016.

[5] Haoyi Zhou, Shanghang Zhang, Jieqi Peng, Shuai Zhang, Jianxin Li, et al. Informer: Beyond Efficient Transformer for Long Sequence Time-series Forecasting. In *AAAI*, pages 11106–11115, 2021.