

深層学習による太陽画像からの太陽黒点数の推定

Estimation of sunspots number from images of the sun using deep learning

樋口 陽光*¹ 會下 拓実*² 柳井 啓司*²
Hikaru Higuchi Takumi Ege Keiji Yanai

*¹ 電気通信大学情報理工学域 1 類メディア情報学プログラム *² 電気通信大学大学院情報理工学研究科
Department of Informatics, The University of Electro-Communications, Tokyo

1. はじめに

本研究は、機械学習を用いて太陽黒点数の観測者の主観に依存しないカウントを可能とすることを目的とする。太陽の活動の活発さを示す重要な指標のひとつに、太陽黒点数(小黒点数)がある。小黒点数のカウント方法は、普通、太陽黒点のスケッチを行い、そのスケッチから小黒点数を人が数える、というものである。この方法は、観測者の主観に依存するものであり、観測者により差が出やすい。そこで、本研究では、観測者による差を減らすために、ある観測者が小黒点数をアノテーションした黒点画像を回帰問題として学習し、学習したモデルによりある観測者を基準とした小黒点数のカウントを行うことを目標とする。

黒点画像に深層学習を用い、太陽フレアの発生確率を予測した研究に、Deep Flare Net [2]がある。この研究では特徴量を人の手で設定している。

2. 手法

本研究が提案する手法は(1) 太陽全面画像から黒点が写っている領域を切り出し、(2) 各領域から小黒点数を推定する、という 2 つの部分からなる。これらを順に説明する。

2.1 太陽全面画像からの黒点領域の切り出し

太陽全面画像の平滑化を行った後、Canny 法によりエッジ検出を行う。その後、エッジをもとに元画像から輪郭を検出し、輪郭に沿って画像を切り出す。切り出した画像の内、黒点が写っている部分のみを用いる。

2.2 小黒点数の推定

2.1 で切り出した画像から小黒点数を推定するネットワークを学習する。本研究で用いるネットワークは、VGG16 [1]に基づき、最終層は小黒点数を出力する単一のユニットで構成されている。図 1 にシステムの概略図を示す。

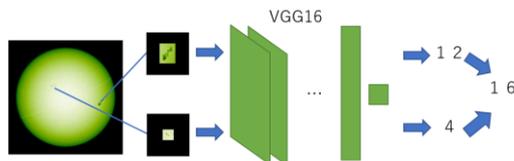


図 1 小黒点数推定システムの概略図。

3. データセット

国立天文台 Web サイト¹から収集した太陽全面画像(白光)に小黒点数をアノテーションしたものをデータセッ

トとして用いる。黒点領域を切り出した画像からの推定においては我々が、太陽全面画像からの直接推定においては国立天文台がアノテーションしたものをを用いる。

4. 実験

まず、2.1 で切り出した黒点画像から個々の小黒点数を推定する実験を、次に比較実験として太陽全面画像から直接全体の小黒点数を推定する実験を行う。この 2 つの実験での学習にはともに VGG16 の ImageNet での学習済みモデルを用いる。また、損失関数は絶対誤差とし、学習率は 0.001 とする。ここで、画像を(学習用):(評価用) = 80%:20% に分割し、学習と評価を行う。

2.1 で切り出した黒点画像約 1200 枚を用い学習と評価を行った結果を図 2 左に、国立天文台の太陽全面画像約 4700 枚を用い学習と評価を行った結果を図 2 右に示す。正解値と推定値の相関係数はそれぞれ 0.947、0.700 となった。

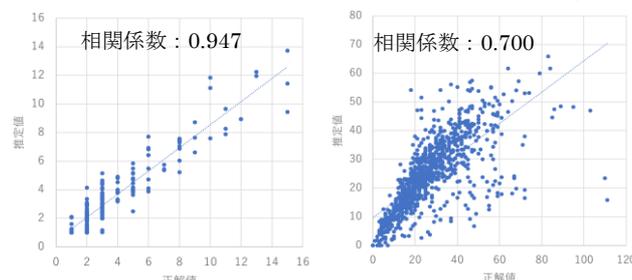


図 2 正解値と推定値の相関. 黒点画像(左), 太陽全面画像(右)

5. 実験考察と今後の展望

2 つの実験両方において、正解値と推定値には有意な相関がみられた。比較すると、黒点画像を用いた場合の方が相関が強い。このことは、本研究の手法の優位性を示しているといえる。一方、黒点数が多いときにばらつきがみられる。これは、黒点数が多いデータが少ないためであると考えられる。今後、個々に推定した小黒点数を足し合わせ、総和を求めるシステムを完成したい。さらに、精度向上のためにデータセットの拡張、および、太陽のガス層である彩層面の観測に用いられる H α 線画像等との同時学習にも取り組みたい。

参考文献

- [1] K. Simonyan and A. Zisserman: Very deep convolutional networks for large-scale image recognition. In: ICLR 2015.
- [2] N. Nishizuka, K. Sugiura, Y. Kubo, M. Den and M. Ishii. Real-time Solar Flare Probability Forecast Using Deep Neural Network: Deep Flare Net (DeFN) In Japan Geoscience Union. 2018.

¹ https://solarwww.mtk.nao.ac.jp/db_cal.html