

研究紹介

衛星画像から台風の勢力を高精度に推定する AI を開発 ～理工連携がもたらしたブレイクスルー～

工学科エネルギー環境工学コース・助教 宮田 龍太
(E-mail : miyata26@tec.u-ryukyu.ac.jp)

1. はじめに

台風は世界で最も危険な自然災害の一つなので、その強さを正確に分類することは気象学で重要な課題です。多くの台風は陸地から離れた海上で一生の大半を過ごすため、安定した観測が可能なのは人工衛星のみの場合がよくあります。そのため、衛星画像に写る台風の雲の形を手がかりとして現在の台風の強さを定量的に推定するドボラック法¹が気象庁の現業では広く使われています。ただし、ドボラック法では各国の気象機関での手順の違いや予報官の能力によって推定結果にばらつきが生じてしまうことが報告されています。

このような分類のあいまいさを軽減するために、画像認識で画期的な成果を挙げたディープラーニングを活用し、AIでドボラック法を自動化する試みがいくつか行われてきました。一例として、プラドハンら(2018)²が提案したハリケーン強度の分類モデルがあります。彼らは機械学習の定石通りデータをトレーニングとテストでランダムに分割し検証した結果、分類精度82%を達成しました。しかし、台風のような時系列データにランダム分割を適用すると実用時には得られない将来の傾向をAIが学習するデータ漏洩を引き起こすため、例えば2010年までのデータでトレーニングし2011年以降でテストするなど、データを時間で分割する必要性がありました。実際に予備実験としてプラドハンらと同様のモデルでデータを時間で分割して検証すると、精度が55.7%に低下してしまいました。

2. 方法と結果

本研究では次の2つのアイデアで上記の問題点を解決しました。1つ目がより層が深いモデルを使うことです。先行研究で使われていたのは5層構造と比較的浅くて単純なモデル³でした。台風のもっと細かい雲のパターンを衛星画像から捉えるにはこの多層化が必要であると考え、16層のモデル⁴を使ったところ精度を68.9%に改善できました。しかし課題は残っており、最強クラスである「猛烈な台風」は28%しか当てられませんでした。

そこで2つ目に登場するのが「AIに見せる衛星画像に専門家の知見を活かした処理を施す」というアイデアです。筆頭著者の比嘉氏らは理学部の先生たちとの議論を通じて、気象学の専門家は台風の衛星画像を見るとき「台風の眼が画像にはっきり現れているか」や「眼の周りに雲が同心円状に分布しているか」などの台風の中心付近に現れる特徴をよく見ていることを知りました。そして衛星画像を魚眼レンズ風に加工して台風の眼や中心付近の雲の分布を強調することでAIが台風の特徴的な雲パターンを認識しやすくなるのではないかと考え検証した結果、推定精度を76.8%まで(先行研究より約20%)改善できました。さらにこの方法だと、猛烈な台風に関しても72%の精度を達成しました。

さらに図1の通り、ディープラーニングがクラス分類で画像のどこを見て判断したのか可視化⁵したところ、原画像では猛烈な台風で一番の特徴である「はっきりとした眼」をちゃんと捉えられていない一方、魚眼レンズ風に加工した画像ではしっかり眼に着目していることが確認でき、簡単な前処理で専門家と定性的に似た視点をAIが獲得できたことがわかりました。

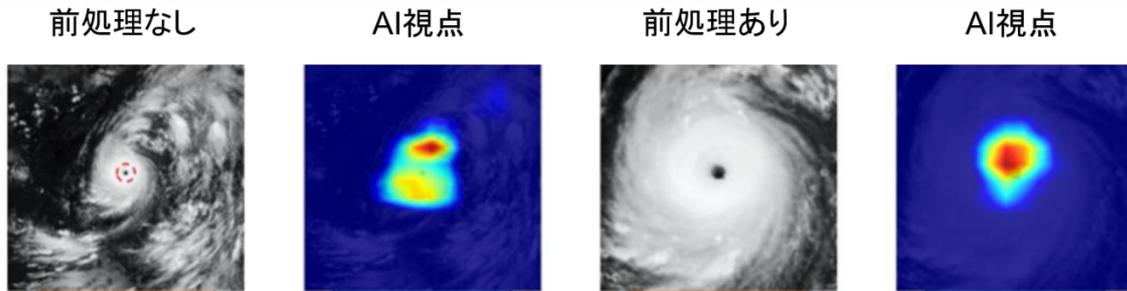


図 1 : AI が重視した画像中の領域（赤色）を可視化

3. おわりに

一連の分析から、ディープラーニング手法の改良のみに頼るデータドリブンアプローチには限界があると言えます。先行研究では AI の性能を上げるためにオリジナルの画像をいろんな角度に回転させたりノイズを加えるなどしてトレーニングデータの増強を行っていましたが、衛星画像で同じ手法を用いると台風としては不自然なデータも学習してしまうため、AI が人間と異なる視点を獲得してしまう要因の一つとなっていました。

本研究ではそのような増強をせず、衛星画像を魚眼レンズ風に加工する前処理だけで高精度を達成できました。このことからデータサイエンスは専門家の知見を活用することで新たなブレイクスルーを生み出せる可能性が示唆されます。

<参考文献>

- 1.Dvorak, V. F. (1973) A technique for the analysis and forecasting of tropical cyclone intensities from satellite pictures. NOAA Tech. Memo. NESS 45: 19.
- 2.Pradhan, R., Ramazan, S. A., Maskey, M., Ramachandran, R., & Cecil, D. J. (2018) Tropical cyclone intensity estimation using a deep convolutional neural network. IEEE Trans. Image Process. 27(2): 692–702.
- 3.LeCun, Y., Haffner, P., Bottou, L., & Bengio, Y. (1999) Object recognition with gradient-based learning. Shape Contour Group. Comput. Vis. 1681: 319–345.
- 4.Simonyan K., & Zisserman A. (2015) Very deep convolutional network for large-scale image recognition. arXiv: 1409.1556.
- 5.Selvaraju R. R. et al. (2017) Grad-CAM: visual explanations from deep networks via gradient-based localization. arXiv: 1610.02391.

<謝辞>

- ・本研究は、平成 31 年度琉球大学戦略プロジェクト研究「大気-海洋-生態系結合モデルを核とした総合的台風研究プロジェクト」(18SP01302) の助成を受けました。
- ・台風画像と台風情報については、国立情報学研究所で「デジタル台風」プロジェクトを進める北本朝展教授から提供いただきました。
- ・台風の雲パターン情報については、気象庁から提供いただきました。

<論文情報>

1.論文タイトル Domain Knowledge Integration into Deep Learning for Typhoon Intensity Classification

(台風強度分類のためのディープラーニングへのドメイン知識の融合)

2.雑誌名 Scientific Reports

3.著者 Maiki Higa, Shinya Tanahara, Yoshitaka Adachi, Natsumi Ishiki, Shin Nakama, Hiroyuki Yamada, Kosuke Ito, Asanobu Kitamoto, and Ryota Miyata

(比嘉 舞輝¹, 棚原 慎也¹, 足立 佳隆¹, 石木 夏実², 名嘉真 紳², 山田 広幸³, 伊藤 耕介³, 北本 朝展⁴, 宮田 龍太²)

¹琉球大学大学院理工学研究科, ²琉球大学工学部, ³琉球大学理学部, ⁴国立情報学研究所コンテンツ科学研究系)

4.アブストラクト URL <https://www.nature.com/articles/s41598-021-92286-w>