

BD2 深層学習を用いた日本のコウモリ類の種判別システムの性能向上

Improvement of Japanese Bat Species Identifier Using Deep Learning

地球循環共生工学領域

08E15032 小林啓悟 (Keigo KOBAYASHI)

Abstract: The wind power energy is a promising energy for establishing carbon free system, however it is recently concerned that bats have been collided with blade of windmill. This conflict is a threat to reduce the ecosystem services from bats and it is necessary to develop technologies to detect the existence of bats and estimate the characteristics of their activity under night time and ultrasonic echolocation calls. In this study, I transformed echolocation calls to ultrasonic waves emitted from bats into spectrogram images and developed a species identification system by convolutional neural network. In addition, we used data augmentations and increased the number of spectrogram images. Finally, I achieved 96.5 % as top1 accuracy and 98.4 % as top3 accuracy for 29 classes including 28 bat species and noise class. And I identified the main misclassification was occurred by noise treatment, and we discussed the method to improve the accuracy.

Keywords: Echolocation call, Convolutional Neural Networks, Data augmentation, MobileNetV1

1. 背景・目的

近年、温室効果ガス削減に向けて風力発電が注目を集める一方で、コウモリが風車に衝突死する問題が生じている¹⁾。日本でも風力発電の導入とコウモリ類の保全の両立が求められるが、コウモリ類の存在や空間利用特性を把握する手法が未確立であり、夜間に可聴域外の鳴き声で活動するコウモリ類の動態をモニタリングするための技術開発が必要である。本研究では、日本に生息するコウモリ類の超音波 (echolocation call) からコウモリ類の種判別を高精度で行う識別器の構築を目的とする。

2. 研究手法

2.1 Spectrogram データベースの構築

音声データは、1999年~2018年に日本全国19の地域と韓国鎮川郡で録音した日本産コウモリの音源を使用した。計1,369の音声ファイルから音圧のburst検出 (Sound Pressure level : 10 dB, Frequency : 10~220 kHz, Time window : 1 ms) を行い、計52,736の spectrogram 画像 (図 1 a) を抽出した。このデータにデータの水増し (data augmentation) 技術を適用し、データベースを計210,994の spectrogram 画像に拡張した²⁾。使用したデータの水増し技術は図 1 b)~d) に示す Cutout, Random erase, Salt and pepper の3種類である。

2.2 CNNによる種判別アルゴリズムの構築

データベースに対し、畳み込みニューラルネットワーク (CNN : Convolutional Neural Networks) で種判別した流れを図 2 に示す。計算負荷と精度が両立する MobileNetV1 アーキテクチャ³⁾を採用した。入力画像サイズは224×224 px, 学習パラメータは Learning rate : 0.001, Optimizer : Momentum sgd, epochs : 50 を使用した。サンプル数の90%を train data, 10%を validation data とした10分割交差検証で識別精度を評価した。モデル構築のフレームワークは mxnet 1.3.0, gluonCV 0.2.0 を使用し、GPU 環境 (NVIDIA : GeForce GTX 1080 Ti, CUDA 9.0) を用いた。

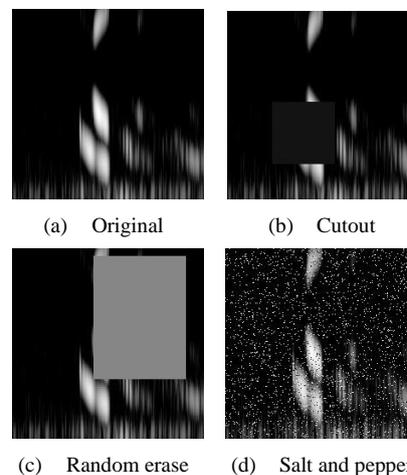


図 1 echolocation call と水増し後の spectrogram 画像の例

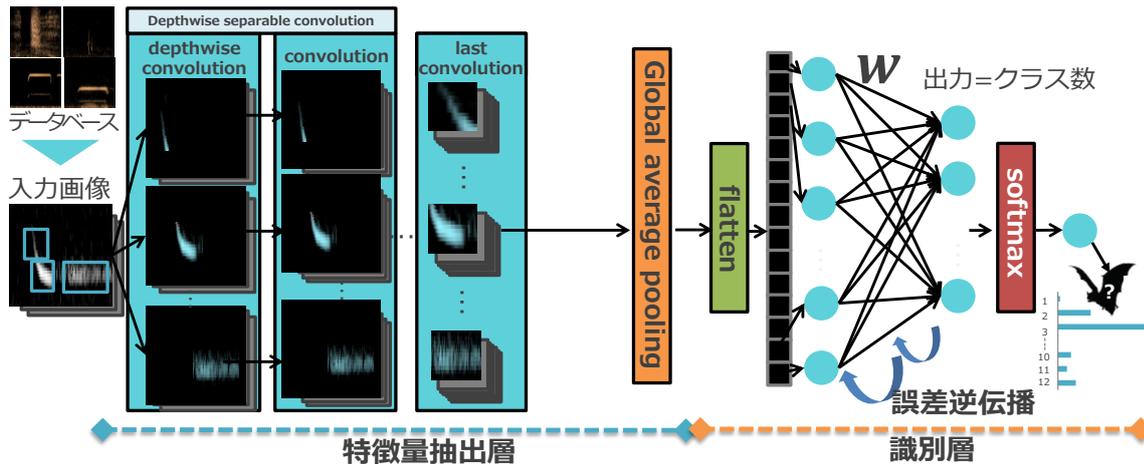


図 2 MobileNetV1 による学習と識別のイメージ

3. 結果・考察

3. 1 識別精度の評価

10 分割交差検証の結果は、各種の F-value (精度の再現率の調和平均) の平均値で 95.4 % , 予測上位 1 つの識別精度で 96.5 % (S.D. 0.42) , 予測上位 3 つの識別精度で 98.4% (S.D. 0.48) であった。したがって、予測上位 1 つの精度は、 2σ を達成しており、CNN を用いた深層学習により、コウモリ類の種判別を高精度で行う識別器を構築することができた。また、データの水増し技術は、ドーベントンコウモリ、クロホオヒゲコウモリという繁殖率が低く、サンプルをそろえることが困難なコウモリ類の種判別に対して有効な手法であることが確認できた。

3. 2 誤判別要因の評価

誤判別を起こしたサンプル 2.15 % (計 1,132) のうち、ノイズを echolocation call に誤判別したものが 0.46 % (計 241) , 逆に echolocation call をノイズに誤判別したものが 0.46 % (計 243) となり、ノイズとの誤判別が課題となった。特に環境省のレッドリストに記載されている種をノイズと誤判別してしまうことは、コウモリ類の保全に重大な影響を与えかねないため対応が必要である。しかし、echolocation call をノイズと誤判別を起こした spectrogram 画像の中には、CNN の学習時にノイズのラベルをつけるべきであるが、人力で誤ってコウモリ類にラベルをつけていたものが複数確認された。このことは、識別器による識別が人間の目視の精度を上回っている可能性があることを示唆している。さらに、ノイズには録音の対象地に特有の特性があるため、追加でそれらのノイズを学習することで精度の向上が期待される。同属内での誤判別は 0.58 % (計 306) 生じた。対象種を増加したことで同属内でコールが類似する種の識別精度が低下したことが理由と考えられるため、種まで識別するのか、属まで識別するのかという目的に応じて、識別器の用途により要求仕様を定義する必要がある。

4. 今後の課題

spectrogram 画像のほかに音声データに付与されていた位置や時間情報を含めたマルチモーダルアプローチにより種判別システムを構築することで、同属内での誤判別を減らす。

参考文献

- 1). 重昆達也ほか (2018) : 静岡県西部の風力発電所で見つかったコウモリ類 2 種の死骸について, *東海自然誌* vol 11, 51-57.
- 2). Wang J et al. (2017) : The Effectiveness of Data Augmentation in Image Classification using Deep Learning, In CVPR, pp8.
- 3). Howard AG et al. (2017) : MobileNets : Efficient Convolutional Neural Networks for Mobile Vision Applications, In CVPR, pp9.