

最大エントロピー法とコンピュータビジョンによる市街地におけるカラスの生息予測方法に関する研究

畠 圭佑[†] 五十島 淑[†]

会津大学[†]

1. 背景

近年、都市部におけるカラスの生息数の増加と被害が拡大している。2018年の東京都の報告によると、都市部へのカラス生息数の増加に伴い鳴き声や糞害の他、ゴミステーションにおける衛生状態の悪化など人的な被害も増加している[1]。カラス被害における対策については、自治体が市民と共同で対策を行う例もある[2]一方で、カラスの検出や生息予測などのDX化と効率化が求められる。本研究では、最大エントロピー法によるカラスの静的な生息予測分布の他、市街地に設置したカメラ画像の解析によりカラスを検出して生息予測するための手法について構築し議論を行う。

2. 方法および結果

2-1. 最大エントロピー法による静的生息予測

本研究では、電柱へのカラスの営巣回数データを利用してカラスの生息確率を静的かつ面的に可視化を行なった。図1は会津若松市内の2019年から2022年における電柱へのカラスの営巣回数をヒートマップ化したものである。営巣回数は電線保安の目的で巡回を行う際に巡回員が目視で営巣を確認し記録したものとなっている。また、営巣回数を可視化したヒートマップの他に記録されている点は、会津若松市より提供されたゴミステーション（燃やすゴミ）の座標をプロットしたものである。



図1 会津若松市におけるカラスの営巣回数の分布

また、図2はカラスの営巣回数を元に最大エントロピー法を利用してカラスの生息確率を面的

に可視化したものであり、ヒートマップの明るい部分が生息確率の高い地域である。この時、最大エントロピー法における制約条件は電柱からの距離としており、電柱を含むマップ上全ての緯度経度座標における確率を計算する。本手法における各座標点の確率は以下の式で計算される。

$$P = e^{-\mathbb{D}^n / 2\sigma^2 \mathbb{N}} \quad (1)$$

$$\mathbb{D} = \{d_1^2, d_2^2, \dots, d_n^2\} \quad (2)$$

$$\mathbb{N} = \{m_1, m_2, \dots, m_n\} \quad (3)$$

P : 推定した生息確率

\mathbb{D} : 一定範囲内の電柱との距離

\mathbb{N} : 一定範囲内の電柱の営巣回数

ここで、カラスの営巣行為がカラスの生息確率と因果関係があるものと見做し、カラスの営巣回数のデータを確率計算の入力データの一つとしている。

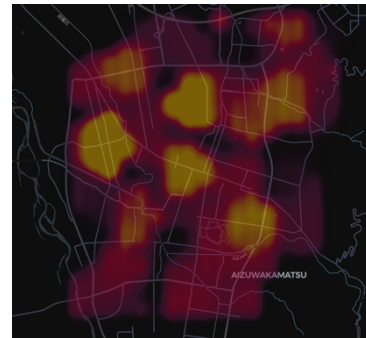


図2 最大エントロピー法によるカラスの生息確率推定結果例

2-2. 定点カメラによる

さらに本研究においてはカラスの動的な生息分布推定を行なっていくため、市内の電柱に定点カメラを設置し、定点観測動画からカラスの検出を試みた。定点カメラからのカラスの検出は図3に示す流れで行い、まず初めにSVM(Support-

Vector Machine)のワンクラス分類により、画像中に空中に何らかの物体が映り込んでいる画像を検出し、その画像に対してU-netによるワンクラス分類によって、何らかの飛行物体が映り込んでいる領域を検出流れとなっている。

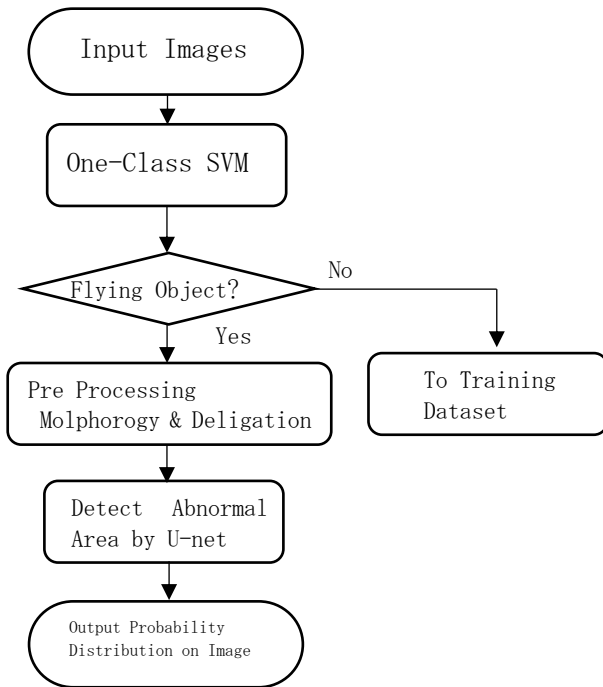


図3 画像分類および領域検出のフロー

入力した画像のワンクラス分類においては、画像内に飛行物体が存在するか否かを分類し、その分類精度は86[%]ほどとなった。

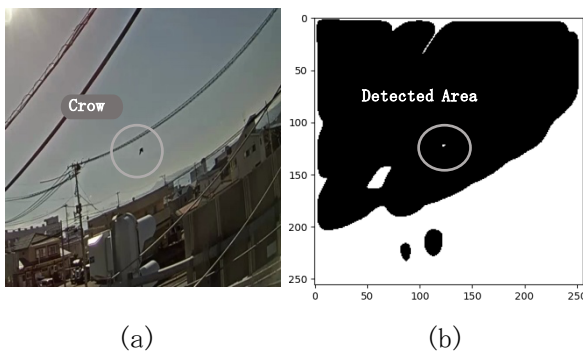


図4 カメラに映り込んだカラスとU-netによる検出例

図4はカラスが写り込んでいる画像(a)とU-netによる異常検出を行った際の、画像中の確率分布を二値化した画像(b)を示す。ここで、画像中に映り込んだ微小な物体を通常ではない画像領域として確率を反映させたモデルとなっていることがわかる。

3. 考察とまとめ

本研究においてはカラスの営巣データを利用した最大エントロピー法による静的な生息域推定と、定点カメラによる動的な生息状態の推定を前提とした動画像により検出手法のプロトタイプ開発を行った。静的な生息域推定においては、現状では電柱の位置といった制約条件のみでの分布を示しているため、今後はカラスの生態のモデリングを始め、現地調査による実態のデータも反映した制約条件モデルへと改良して予定である。また、定点カメラによるカラスの検出について、害鳥の検出技術自体はこれまでに各種フィルタリングによる検出[3]や、機械学習による種別の画像分類に関する研究[4]が行われている。本研究においては定点カメラによって映り込む微小な飛行物体検出という条件であり、対象物体が映り込んでいる条件が極端に少ないデータ分布であることを前提としたモデルとなっている。データセットの改良を始めとしたカラスの高精度な検出に向けて構築を行なっていくつも、検出した物体自体の分類を行う手法について検討を進める予定である。

4. 謝辞

データの提供に関しまして東北電力ネットワーク株式会社様、会津若松市様に深く感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 東京都環境局：プロジェクトチーム報告書，https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/nature/animals_plants/crow/project_report.html#cmslno2（参照2023年12月1日）。
- [2] 会津若松市：市街地におけるムクドリ・カラスの鳥害対策を実施しています。、<https://www.city.aizuwakamatsu.fukushima.jp/docs/2017072700040/>（参照2023年12月1日）。
- [3] 藤井秀和, et al.: パーティクルフィルタとフレーム間差分を組み合わせた害鳥検知システムの提案, 第75回全国大会講演論文集, 571-572(2013)。
- [4] 横山響, et al.: ヒートマップを用いた害鳥画像の特徴分析, 産業応用工学会論文誌, 10. 1, 2-9(2022)。