

令和 5 年 6 月 8 日現在

機関番号：12605  
研究種目：基盤研究(C)（一般）  
研究期間：2019～2022  
課題番号：19K12040  
研究課題名（和文）少数の画像・音声データに基づく特定害獣検出のための特徴抽出と人工学習データの生成

研究課題名（英文）Effective Feature Extraction and Training Sample Generation for Harmful Animal Detection with Limited Image and Audio Data

研究代表者  
堀田 政二（Hotta, Seiji）  
東京農工大学・工学（系）研究科（研究院）・准教授

研究者番号：90346932  
交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,000,000円

研究成果の概要（和文）：特定の害獣が忌避する人工音声の生成，および人工視覚パターンの生成を行い，それらのパターンを用いて害獣の行動をある程度コントロール可能であることを実験的に明らかにした．さらに本研究の家畜動物への応用として，動画からの放し飼いの鶏の検出や行動推定に関する研究も行なった．本研究でも害獣と同様に訓練サンプルの収集が困難であるという点が共通しているが，本研究での人工的な訓練データの生成法を応用することで，検出や行動認識の精度改善が可能であることを実験により確認した．

#### 研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は，動物を対象とした機械による害獣駆除や動物福祉のための基盤技術である画像・音声データを利用したパターン認識技術の開発に寄与するものである．具体的には，少数データから害獣をコントロールするための人工音声や視覚パターンを生成する手法と，家畜の検出や行動推定の精度を向上させるための人工パターンを生成する手法を提案し，実験により害獣に対しては行動を制御することが可能であること，および動物福祉に対しては家畜動物の検出や行動認識の精度向上に効果があることを示した．

研究成果の概要（英文）：We conducted experimental research to demonstrate that the generation of artificial audio and image patterns repellent to specific harmful animals, can moderately control the behavior of these animals. Additionally, we conducted research on the detection and behavior estimation of free-range chickens from videos, as an application of this study to livestock animals. Similar to harmful animals, the collection of training samples was challenging in this study as well. However, through the application of the artificial training data generation method developed in this research, we experimentally confirmed the potential for improving the accuracy of detection and behavior estimation.

研究分野：パターン認識

キーワード：パターン認識 機械学習 害獣対策 動物福祉

## 1. 研究開始当初の背景

外来種による生態系の悪影響が問題視されているが、過疎化や高齢化に伴って害獣対策に割くことのできる人材の不足や、グローバルな人や物の流れに伴う予期せぬ新たな外来種の登場など、将来的に害獣被害はさらに拡大する可能性が高いと懸念される。そのため、害獣対策としてロボットや機械を用いて捕獲・駆除することが、外来種問題の1つの対策方法として考えられるが、これを実現するためには在来種への影響を限りなく少なく、かつ駆除効率を最大化するための高度な基盤システムが必要となる。この目的を達成するにはAIの1種である深層学習を利用して、害獣を検知・認識し、その結果に基づいて害獣を駆除するシステムを構築することが考えられるが、一般的な画像や音声認識とは異なり、害獣に関する大量のデータを収集することは非常にコストが高い作業である。特に害獣の行動時期や範囲が限られており、加えて人間が頻繁に離島に赴いて外来種に関するデータを収集することは非現実的であるといえる。工学的な観点からみれば、上記の問題の核心は少数のデータしかない状況下で、特定の害獣に特化した検出と認識を高精度に行うためのシステムを構築することである。

## 2. 研究の目的

特定外来種による在来種との競合や捕食行為を防ぐために、機械による自動害獣駆除のための基盤技術である少数の画像・音声データを利用した害獣検出手法を開発することを目的とする。ただし研究期間とコロナ禍の時期が重なってしまったため、害獣に関する画像・音声データをそもそも収集できないという問題に直面したため、データ収集のコストが高いという同様の問題を抱えている家畜動物も対象に含めて、少数データから対象動物を高精度に識別できる特徴量の設計と、人工的にデータを生成する手法を開発する。特徴量の設計では、対象動物を精度良く特定するために、特に音声に着目して害獣の好む音や不快と感じる音を見つけ出し、その特性を解析することを目的とする。一方、人工的なデータ生成法としては、特定の問題に対して有効な Data Augmentation の手法を開発し、対象動物に特化した検出や認識精度の高精度化を図ることを目的とする。

## 3. 研究の方法

本研究では、音声や画像データが手元に少数しかなくても高精度に対象動物を検出および認識できるように、対象動物に特化した特徴設計と学習データの人工的な生成方法を確立することを目的とする。以下に、それぞれの目的に対する学術的独自性と創造性を示す。  
特徴設計：学習データが少ない場合、対象物を精度良く検出・認識するための特徴量を設計することが重要となる。特に音声に関しては、鳴き声により害獣であるか否かを確認できることと、害獣が夜間や物陰に潜んでいて視覚的情報が得られない場合には重要な情報となるため音声に着眼する。従来の動物の鳴き声に対する特徴量としては、ほとんどがメル周波数ケプストラム係数(MFCC)を用いたもの(例えば A. Thakur, 2017)であったが、これは人間の聴覚特性に基づく特徴量であるため、人間以外の生物に対して最適であるとは限らない。そこで対象動物にとって不快な音や魅力的な音を見つけ出し、それらの音の特徴がどのようなものであるかを解析する。一方、画像や音声などの高次元データでは、その分布は非線形な形状をなしていると予想され、実際、現在成功している人工知能も大量のデータを収集することで複雑な分布の推定という困難な問題を回避している。しかし、動物を対象とした場合、大量のデータを収集することは現実的ではないため十分な検出・認識精度を達成することは容易ではない。そこで特定の問題に対して有効な Data Augmentation の手法として、画像合成とコンピュータグラフィックを利用したデータ拡張を行い、対象動物の検出精度や行動推定精度を向上させることにする。

## 4. 研究成果

音声の研究では、ホオグロヤモリを対象として図1のようなY字管を用いた音声に対する行動実験と音声データの解析を行った。実験ではY字管の下部に対象動物を待機させ、Y字管の先端部分にある左右のスピーカからランダムに音声を流し、対象動物がどちらの方向に移動するか(または反応しないか)を十分な期間をかけて何度も繰り返して反応を観察する。行動実験に用いた音声は、草刈り機の音、アカオノスリの鳴き声、ヘビの鳴き声、オオヒキガエルの鳴き声、土の上を歩く音、落ち葉の上を歩く音の6種類である。このうち、ヘビの鳴き声に誘引の効果、土の上を歩く音に忌避の効果がみられた。また、6種類の音声データを解析した結果、忌避/誘引効果が見られる音声の特徴として、急激な周波数シフトが起こる音声である事を明らかにした。また、音声の大きさは忌避反応/誘引効果に影響しないことが分かった。これらの条件は、忌避/誘引反応を起こさなかった他の4種類の音声には当てはまらないことも確認した。

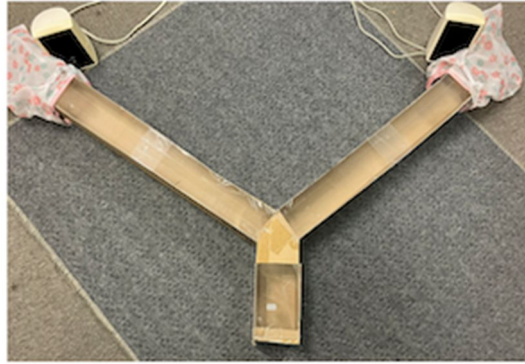


図1 音声実験で用いたY字管

一方、対象動物の画像や動画からの検出や行動推定実験として、代表的な家畜動物である鶏を対象とした実験を行った。具体的には鶏の動画を入力とし、そこから対象動物を検出する。その後、推定対象となる行動の尤度を表すベクトルを出力する識別器を、姿勢推定データ、RGB画像、オプティカルフロー画像を組み合わせることで作成する。このとき、鶏の体の部位の接続関係、視覚的特徴、鶏の動きを考慮した行動推定を行う。まず、姿勢推定手法を用いて動画中の鶏のキーポイントを推定し、鶏の部位ごとにRGB画像とオプティカルフロー画像を切り出す。これらの画像をCNNに入力して特徴ベクトルを得る。次に、抽出した特徴ベクトルと推定された姿勢データから特徴グラフを作成する。最後に、作成したグラフをグラフ畳み込みネットワークに入力して、行動推定結果を得る。この識別器を作成するためには学習データを大量に用意する必要があるが、手動で学習データを用意することは非常に労力がかかるため、図2に示すようなコンピューターグラフィックスの3Dモデルを利用することで鶏の画像を自動的に生成する。実験により提案手法は7種類の行動を平均正答率95.9%で分類可能であることを確認し、特に人工データの生成が高い分類精度を達成するために重要であることを確認した。s



図2 動物検出や行動推定で用いた訓練画像。中央の鶏は人工的に生成したパターンである。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 内藤梨沙, 堀田政二, 志甫拓巳, 岩井紀子
2. 発表標題 グリーンアノールにおける音声コミュニケーションの検証
3. 学会等名 日本生態学会第68回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐藤祐哉, 堀田政二
2. 発表標題 姿勢推定を用いた鶏の行動推定
3. 学会等名 研究報告コンピュータグラフィックスとビジュアル情報学
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yunlong Zhang, Seiji Hotta
2. 発表標題 Chicken Detection in Occlusion Scenes with Modified Single Shot MultiBox Detector
3. 学会等名 Advances in Visual Computing (国際学会)
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------