

深層学習を用いた鳥行動に基づく追い払いシステムの開発

Bird Damage Prevention System Utilizing Deep Learning based on Birds' Behavior

小林 一樹^{*1}
Kazuki Kobayashi

下林 史弥^{*1}
Fumiya Shimobayashi

寺田 和憲^{*2}
Kazunori Terada

吉河 武文^{*3}
Takefumi Yoshikawa

佐藤 寛之^{*4}
Hiroyuki Sato

土屋 博之^{*4} Kanokwan Atchariyachanvanich^{*5}
Hiroyuki Tsuchiya

^{*1}信州大学
Shinshu University

^{*2}岐阜大学
Gifu University

^{*3}富山県立大学
Toyama Prefectural University

^{*4}マリモ電子工業株式会社
Marimo Electronics Co., Ltd.

^{*5}Faculty of Information Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Thailand

This paper proposes a novel system to prevent bird damage to crops by driving birds away from agricultural fields. Bird damage is a major issue in agriculture, and many tools have previously been introduced to protect crops from wild birds. However, hazing tools such as alarms and distress calls are quite simple, for example, playing sound periodically, and birds eventually habituate to such stimuli. Thus, such hazing tools have only short-term usefulness. The proposed system adaptively produces stimuli according to bird behavior in real time by utilizing deep learning. The proposed system can sustain its effectiveness for a much longer term.

1. はじめに

近年、有害鳥獣による農作物への被害が深刻化しており、様々な対策が講じられている。たとえば、電気柵は、農作物の防護に有効な手段であるが、農業従事者の減少や高齢化を背景に設置後の管理が課題となっている [長門 11]。また、シカやイノシシ等の被害防止策として、罠とセンサユニットとを組み合わせた研究が行われており、捕獲した動物数を深度画像を用いて自動カウントし、それを管理者に通知するシステムが開発されている。

一方で、鳥類による農作物への被害を防止するシステムについては事例が少なく、現状では、爆音機やディストレスコールと呼ばれる忌避音を再生する装置による追い払いが行われている [Berge 07]。これらの手法は、鳥が刺激に慣れてしまい被害が減少しにくい問題がある [Summers 85]。

そこで本研究では、鳥の行動に基づいた追い払いにより、刺激への慣れを防止し、従来の手法と比較して持続的な効果を持つ追い払いシステムを提案する。

2. 鳥行動に基づく追い払いシステム

提案手法では、画像から鳥を検出し、農園に侵入した個体のみをターゲットとして追い払い刺激を与えるアプローチをとる。提案するシステムの構成を図1に示す。以下では、主たる構成要素である高精細モニタリングモジュール、深層学習を用いた鳥追跡モジュール、鳥追い払い機器制御モジュールの役割と動作について説明を行う。

2.1 高精細モニタリングモジュール

高精細モニタリングでは、独自設計した高速無線通信機器を使用し、鳥追跡モジュールへの低遅延低欠損な動画像送信を実現する。監視用カメラには、広範囲の鳥を検出するためのHD画質の全天球カメラを使用した。

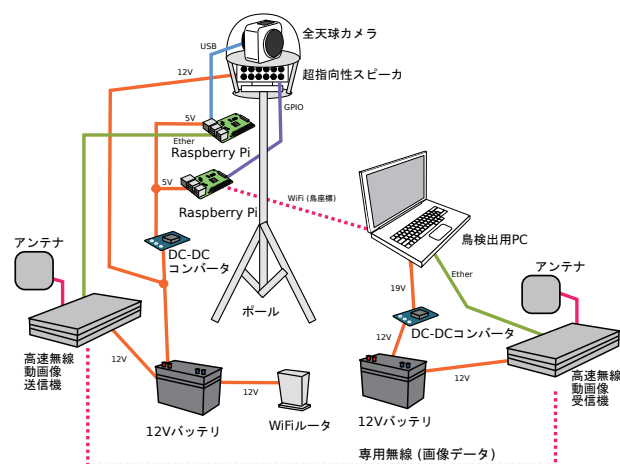


図 1: 追い払いシステムの構成

2.2 深層学習を用いた鳥追跡モジュール

鳥追跡モジュールでは、高精細モニタリングデバイスから送信された画像を用い鳥追跡を行う。鳥の検出と追跡には畳み込みニューラルネットワーク (CNN) とパーティクルフィルタを組み合わせ、パーティクルのクラスタリングにより複数個体同時追跡を実現した。図2 複数個体の鳥の追跡結果を示す。鳥が検出された際には、その座標が鳥追い払い機器制御モジュールに送信される。

2.3 鳥追い払い機器制御モジュール

鳥追い払い機器制御モジュールでは、鳥追跡モジュールから送信された鳥座標を用い、鳥追い払い装置を制御する。カメラ座標系における鳥座標を、実世界座標系に変換し、カメラに対して鳥がどの方位にいるかを特定した上で、追い払い機器に合わせて制御を行う。

ここでは、鳥追い払い装置として、従来の爆音機や無指向性

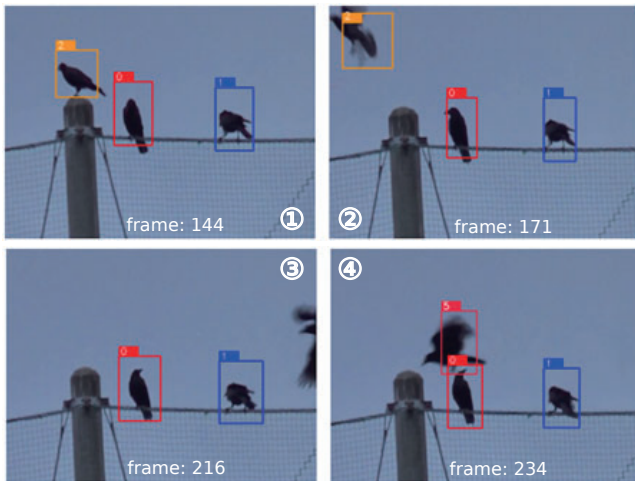


図 2: 複数個体の鳥を追跡する様子

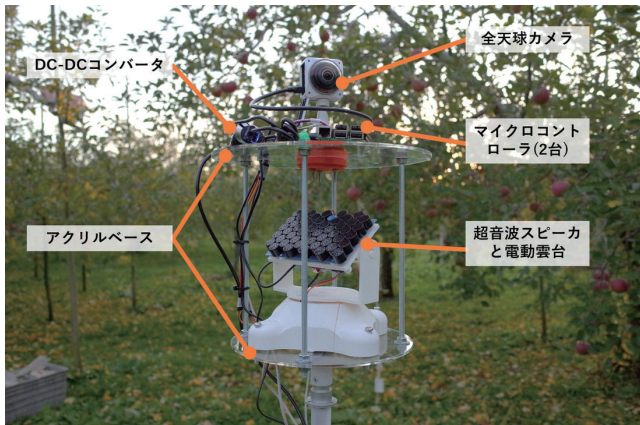


図 3: 開発した鳥追い払いシステム

スピーカと比較して、周辺への影響の少ない超指向性スピーカを採用した。鳥が圃場の外にいる場合には、追い払い装置による刺激が与えられないため、慣れを防止した持続的な追い払いが可能だと考えられる。図 3 に開発した鳥追い払いシステムを示す。スピーカは 2 自由度の電動雲台に固定され、鳥検出座標に基づいてスピーカが回転される。

3. 検証実験

電動雲台の追尾性能を評価するため、鳥に見立てた AR マーカをカメラで認識し超指向性スピーカを制御する実験を行った。

3.1 実験方法

AR マーカの設置地点において、騒音計による音圧測定を行い、追尾対象を超指向性スピーカの指向角の範囲に収めることができるかを検証した。カメラ-AR マーカ間の距離は 2 メートルから 17.5 メートルの範囲であり、この間の 7 地点において測定を行った。各地点では追尾時の音圧に加え、環境音と、参照値としてスピーカ音圧が最大となるように手動調整した音圧も計測した。

3.2 実験結果

図 4 に音圧測定を行った結果を示す。各地点では 4 回ずつ測定を行い、開始時はスピーカ面をマーカに対して 90° に向

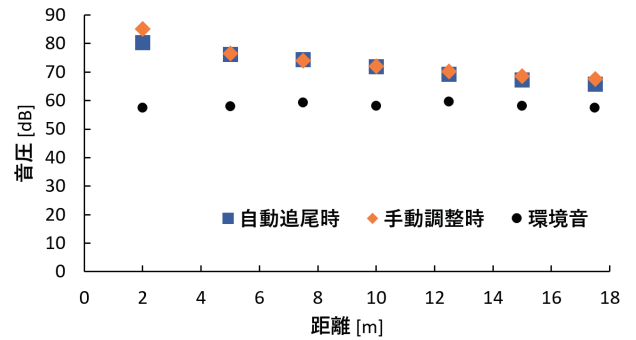


図 4: 音圧測定結果

けた初期位置からマーカ追尾動作を実行し、スピーカ音を測定した。

4. 考察

超指向性スピーカの追尾性能を音圧測定を通して評価したところ、すべての計測地点において参照値と同様の音圧が確認された。実際に圃場で運用するためには、複数個体に対応した電動雲台制御が必要となる。たとえば、すべての個体を網羅するような回転パターンや、鳥の動きに追従した連続的な動きを実装する必要がある。

現状では、鳥検出モジュールと鳥追い払いモジュールの連携が部分的にしか実装されておらず、今後リアルタイムな追い払い動作の実現に向けた実装を進める必要がある。

5. まとめ

本研究では、農園における鳥害防止のための追い払いシステムを提案した。農園での鳥の追い払いでは、鳥が刺激に慣れてしまい、効果が継続する時間が短い問題ある。提案手法は、この問題の解決のために、深層学習によって鳥の位置検出を行い、鳥の行動に合わせて追い払い刺激を与えるアプローチをとった。電動雲台と超指向性スピーカを組み合わせたシステムを開発し、刺激提示範囲を限定できることを実験により確認した。今後、より効果的な追い払い刺激の提示方法として、ドローンを用いた手法を実装する予定である。

謝辞

本研究の一部は総務省 戦略的情報通信研究開発推進事業 (SCOPE) により実施されました。

参考文献

- [Summers 85] Summers, R. W.: The effect of Scarers on the presence of Starlings (*Sturnus vulgaris*) in Cherry Orchards. *Crop Protection*, Vol.4, No.4, pp.520-528 (1985).
- [Berge 07] Berge, A., Delwiche, M., Gorenzel, W. P. and Salmon T.: Bird Control in Vineyards Using Alarm and Distress Calls. *American Journal of Enology and Viticulture*, Vol. 58, pp.135-143 (2007).
- [長門 11] 長門雄治, 吉仲怜: 鳥獣被害対策における電気柵管理の実態と方向性, *農業経営研究*, Vol.49, No.2, pp.105-110 (2011).