

13A ディープラーニングを用いたイノシシ自動捕獲

ロボット・知能システム学 新本 竜之介

1. 緒言

農林水産省の調査によると、令和3年度の鳥獣による被害総額は155億円に達し、イノシシ、シカ、サルによる被害が全体の7割を占めている。[1]自動捕獲装置はいくつか存在しているが大規模かつ高価なものが多く農家の方などに普及が進んでいない。本研究では小型で安価な猪自動捕獲装置を開発することを目標とする。また猪用の箱罠の仕組みとして猪が認識されたとき電磁ロックが作動し自動的に扉が閉まるメカニズムを活用する捕獲装置の開発を行う。

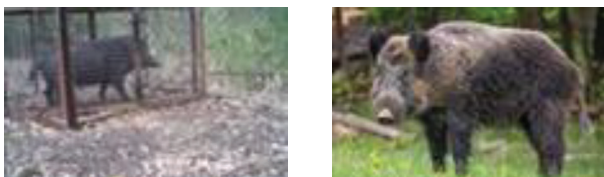
2. 認識アルゴリズム

2-1 データセットとクラスの準備

箱罠内にイノシシが入ることで作動する自動捕獲装置を開発するため箱罠内のイノシシを認識するアルゴリズムが必要である。本研究では動物の認識にYOLOアルゴリズムを活用する。そこで先行研究のデータセットに加えて画像データを増加し機械学習を行う。[2,3]箱罠に入る猪の画像397枚、箱罠に入っていない猪の画像500枚、ほかの動物の場合も考慮し箱罠に入る狸の画像471枚、箱罠に入っていない狸の画像191枚、何もない状態の画像358枚、合計1917枚のデータセットを使用する。(a)Boar in trap, (b)Boar, (c)Raccoon, (d)Raccoon in trap, (e)Nothingの5つのクラスとして学習を行った。各クラスの例を図1に示す。

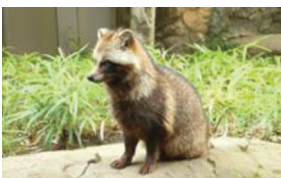
2-2 動物検出アルゴリズム

本研究ではYOLOアルゴリズムを使用して動物検出を行う[3]。YOLOはリアルタイムで高速かつ高精度な物体検出が可能であり画像内の物体の位置、クラス、信頼性スコアを同時に出力することができる認識アルゴリズムである。速度、精度の面で多くの検出器を上回り軽量化されたYOLOv7-tinyモデルを使用して検出を行う。図2にYOLOv7-tinyモデルを使用して検出した結果例を示す。



(a) Boar in trap

(b) Boar



(c) Raccoon



(d) Raccoon in trap



(e) Nothing

図1 学習用画像データ例



図2 物体検出例(Raccoon)

2-3 認識アルゴリズム性能分析

図3, 4に学習結果を示す。mAP(Mean Average Precision)物体検出モデルが生成した境界の適合度(Precision)と再現率(Recall)の平均を示す。それぞれ分析すると boar in trap, boar は精度が高く、今後電磁ロック駆動システムに組み込むにあたって十分な結果であると考えられる。

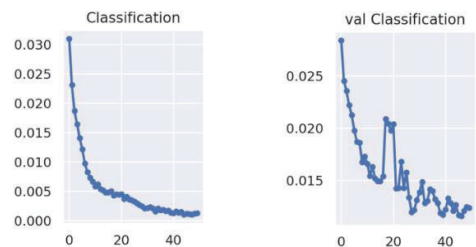


図3 学習結果 (Loss)

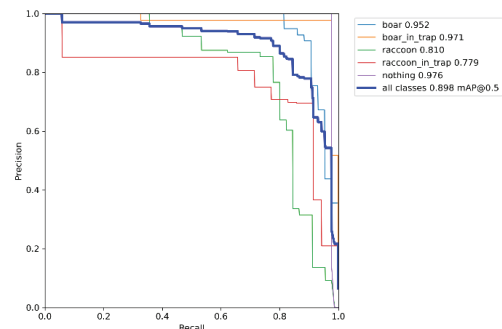


図4 学習結果 (mAP)

3. 捕獲装置の開発

3-1 ゲート制御メカニズム

図5に本研究で開発したゲート制御メカニズムを示す。捕獲装置はアルミチャンネル、キャビネットヒンジ、鉄棒、電磁ロックを用いて作成する。図5のキャビネットヒンジと鉄棒を組み合わせた回転機構にワイヤーを取り付け、電磁ロックが駆動するとゲートの荷重により機構が回転しワイヤーが自動的に解除される。これによりゲートが閉まるよう設計した。



(a) 駆動前

(b) 駆動後

図5 電磁ロック駆動メカニズム

3-2 電磁ロック制御システム

図 6 に本研究で使用した電磁ロック制御システムの概要を示す。鉛蓄電池が 12V で電力供給するため DCDC コンバータを使用し 5V に降圧された電源を組み込み型計算機に供給する。また、リレーモジュールの 5V 電力は組み込み型計算機から供給する。リレーモジュールはデジタル信号を介して制御され、組み込み型計算機のデジタル信号によってスイッチ動作が行われる。スイッチ動作によって鉛蓄電池から電磁ロックに 12V の電力供給が行われ電磁ロックを駆動させる。

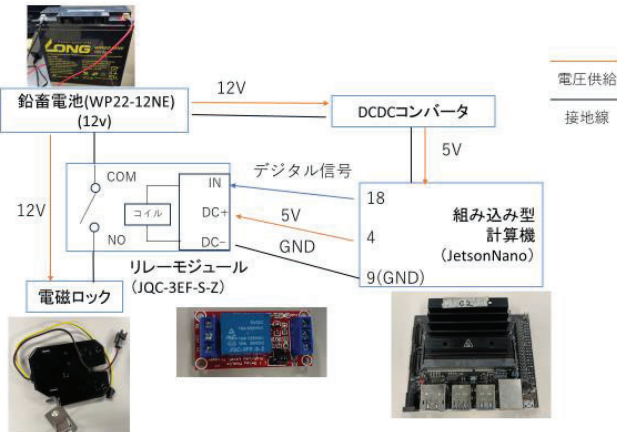
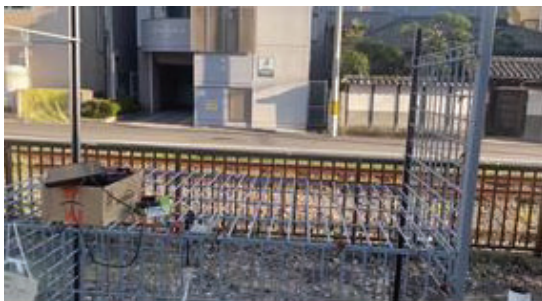


図 6 電磁ロック駆動システム

3-3 捕獲装置動作確認実験

電磁ロックを駆動させるためリレーにデジタル信号を送ることで扉を制御するプログラムを作成した。実行結果を図 7 に示す。スイッチ動作が行われ右側の扉が自動で閉まることを確認することができた。



(a) 電磁ロック駆動前

(b) 電磁ロック駆動後

図 7 捕獲装置動作実験

4. マイコンを用いた開発

4-1 小型マイコンの認識アルゴリズム開発

本研究では当初組み込み型計算機として Jetson Nano を使用していたがとても高価である。そこで小型で安価なものを作成するため AI が搭載可能なマイクロコントローラである AMB82-mini を使用して研

究を行った。AMB82-mini は YOLO アルゴリズムを搭載可能でありカメラモジュールから得る映像データから物体検出を行うことが可能である。AMB82-mini を用いて物体検出を行った結果を図 8 に示す。

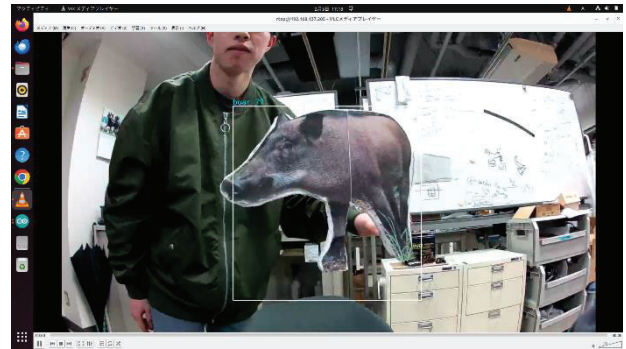


図 8 物体検出例 (AMB82-mini)

4-2 マイコンを用いた組み込みシステム

図 9 に本研究で開発した AMB82-mini マイコンを用いた組み込みシステムの概要を示す。電磁ロック制御システムに加えて PIR センサを取り入れた。PIR センサは物体の動きを検知することができるセンサーでありデジタル信号を介してマイコンと組み合わせて使用できる。処理の流れとしてまず PIR センサが感知した際デジタル信号を介して AMB82-mini が起動する。次に物体検出を行い、特定のクラスが検出されたら電磁ロックが駆動する。その後処理を終えたらスリープモードに入るようにプログラムを作成することで電力消費の節約を行った。

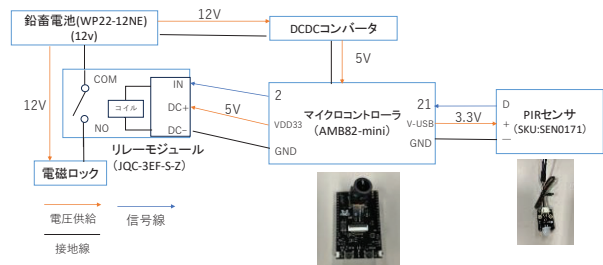


図 9 AMB82-mini 組み込みシステム

5. 結言

本研究では人工知能を用いた猪認識方法の検証、捕獲装置の開発、マイクロコントローラを用いてそれらを組み合わせたシステム開発を行った。今後は太陽光パネルなどを用いて独立型のスタンドアロン猪自動捕獲装置を開発する。

参考文献

- [1] 農林水産省, 鳥獣被害の現状と対策, 2023
<https://www.maff.go.jp/j/seisan/toyozyu/higai/attach/pdf/index-37.pdf>, (accessed on 12 December 2023)
- [2] 新本, Ifaso, 李, 岡本, “ディープラーニングを用いたイノシシの自動認識”, 令和 5 年度計測自動制御学会四国支部学術講演会, PS2-13, 2023.
- [3] F. B. Ifaso, R. Niimoto, J. H. Lee, and S. Okamoto, “A Stand-Alone System for Real-Time Recognition of Wild Boars in a Box Trap Using Deep Learning,” Proc. of the 29th Int. Symposium on Artificial Life and Robotics, pp.694-698, 2024.