

# 野生動物をより早く安全に検出するシステム

2019年12月17日

会津大学

コンピュータ理工学部・コンピュータ理工学科

上級准教授 齋藤 寛

# 発表の流れ

- 動機と目的
- システムの概要
- 現在の課題と対策
- まとめ

# 発表の流れ

- 動機と目的
- システムの概要
- 現在の課題と対策
- まとめ

# 動機と目的

## • 動機

- 山に近い地域では、野生のクマなどによる人、家畜、農作物などへの被害が後を絶たない
- 近年は、山に近い都市部でも相次いで目撃情報が得られており、急な遭遇による事故を如何に減らすかが求められる

## • 目的

- 機械学習による野生動物検出システムの研究開発

### 期待する効果

野生動物を早期に自動で検出し、事故を防ぐ

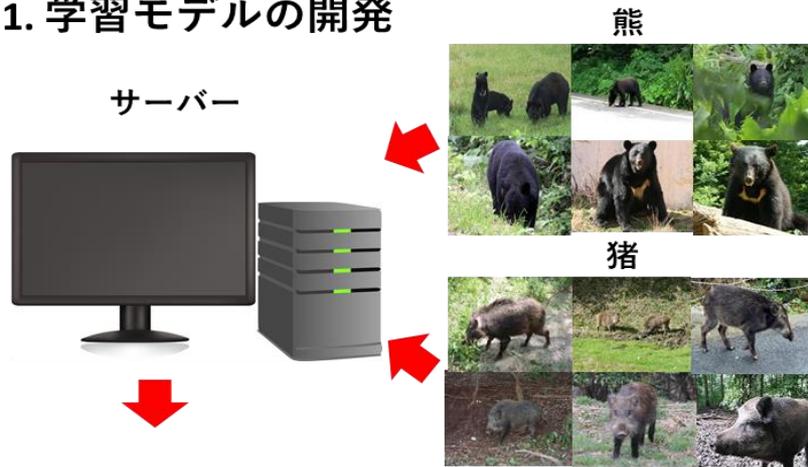
現在はツキノワグマを対象に研究を行っている

# 発表の流れ

- 動機と目的
- システムの概要
- 現在の課題と対策
- まとめ

# システムの概要

## 1. 学習モデルの開発



畳み込みニューラルネットワークモデル inception-v3をファインチューニングすることで、野生動物の学習モデルを開発

## 3. メールシステムやwebページ



監視ノードから送られた野生動物の検出情報と位置情報を基に、Google mapで検出位置と時間を表示

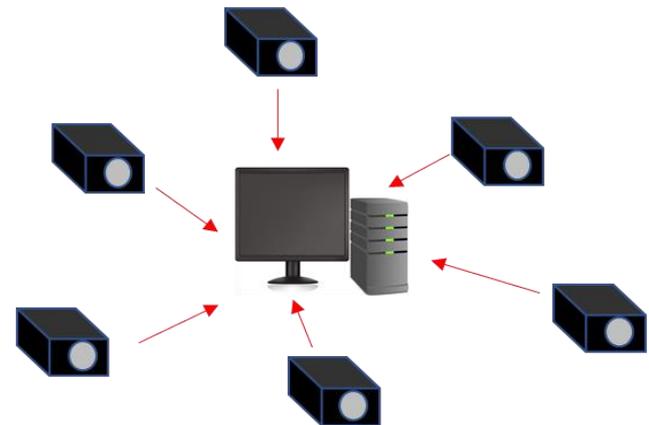
Postfixなどを用いて、検出した場所などの情報をメール送信

## 2. センサーノードとセンサーネットワーク開発

- 開発した学習モデル
- 動物が嫌がる音（銃声や爆竹）の実装



センサーノード



センサーノードから送られた野生動物の位置情報と時間をサーバーに集約（3G/LTEの利用）

[1] Raspberry Pi, <http://www.raspberrypi.org>

# 想定される用途



1. 遊歩道や登山道における野生動物との遭遇回避
2. 畑や家畜小屋から野生動物を守る
3. 線路や高速道路での早期検出

# 従来技術との比較

- 電気柵にて家畜などを守る
  - コストや安全性の問題
- 檻に罠やカメラをしかけ、機械学習にて檻に入っている野生動物を判断
  - 罠にかからないといけない
- ドローンにセンサーやカメラをつけ野生動物を検出
  - 天候や地形に依存
  - 長時間の稼働は困難

以上と比較して、本技術は以下の特徴を有する

1. 電気が供給されていない場所で常時利用可能
2. 数を稼ぐことで広範囲をカバー
3. 自動検出による安全性確保と周知をリアルタイムで実現

# センサーノードの概要

- 安価なマイコン基板Raspberry Piを利用
- 機械学習によるツキノワグマの検出
- 通信は公衆回線（NTT DoCoMo）を利用
  - 山間部では無線LAN（WiFi）は不可
  - サーバーには検出時刻と検出の正しさ、画像を送信
- バッテリー駆動
  - 春先から晩秋までの動作を目標とする



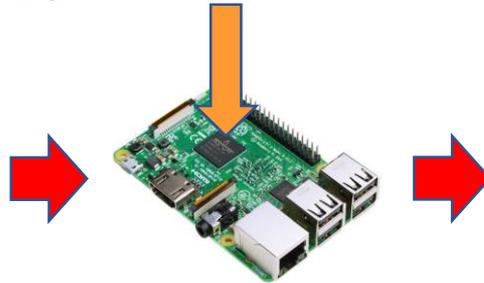
# 機械学習

- カメラにて撮影した画像の中に、野生動物がいるかを検出
  - 畳み込みニューラルネットワークを用いる
- まずは、汎用的なモデルで対応できるかを調査
  - Google社のInception-v3を利用
    - 1,000種類の画像分類が可能

カメラで撮った画像を与える



学習モデル



分類結果

2018.09.24.0950 **American black bear, black bear, Ursus americanus, Euarctos americanus (score = 0.50010)**  
 2018.09.24.0950 brown bear, bruin, Ursus arctos (score = 0.22265)  
 2018.09.24.0950 sloth bear, Melursus ursinus, Ursus ursinus (score = 0.06132)  
 2018.09.24.0950 ice bear, polar bear, Ursus Maritimus, Thalarctos maritimus (score = 0.01517)  
 2018.09.24.0950 wombat (score = 0.00960)

American black bearのクラスのscoreが高かった場合、クマが検出されたと判断

# 画像収集の準備

- 検出精度を高めるためには、より多くの画像を用いて学習モデルを生成する必要がある
  - 画像からツキノワグマの様々な特徴を拾う
- トレイルカメラを会津レクリエーション公園に設置し監視
  - トレイルカメラ
    - 遠隔操作にて撮影するカメラ
    - 動物の観察などで使用されている

カモシカ（昨秋）



ツキノワグマ（今年5月）



ツキノワグマ（今年6月）



思うようにツキノワグマの画像が集まらない

# くまくま園での画像収集とプロトタイプ のテスト

## ・画像収集の難しさ

- ・ネットに拳がっているクマは世界中のクマで、ツキノワグマに限定すると必ずしも画像は多くはない
- ・設置したトレイルカメラでも思うほど集まらない

画像が少ないと、学習モデルによる**検出精度が高められない**

## ・北秋田市が運営しているくまくま園にて画像収集とプロトタイプを テスト

- ・ツキノワグマを数十頭飼育
- ・昨年度は約3,000枚の画像を収集
- ・今年度は約1,000枚の画像を収集



# 機械学習による推論結果

- プロトタイプによる野生動物の推論結果を4分類
  - Inception-v3による1000クラス分類のうち、トップ5の中にAmerican black bearがあるかを確認

	推論でクマがいると判断	推論でクマがいないと判断
画像にクマがいる	40枚 (53.3%) ①	22枚 (29.3%) ②
画像にクマがいない	0枚 (0.00%) ③	13枚 (17.3%) ④

**正解率は70.6% (① + ④)**



②に分類される画像は、小さい、寝ている、途切れている、後ろ向きなど



こうした画像を用いて、学習モデルを再生成すれば、**精度は多少改善**する

# インターネットによる検出情報配信



Google map上に、センサーの位置を反映し、検出時刻と正確さを表示

正確さ 機械学習による画像分類で算出されたスコアを基にしている

検出から周知まで約2分30秒程度 (リアルタイム)

# メールによる検出情報配信

- 大学のサーバーより配信する方法と、会津若松市の情報配信アプリ「あいべあ」から配信する方法を実装



インターネットのURLがおおまかな住所を追加予定

# 発表の流れ

- 動機と目的
- システムの概要
- **現在の課題と対策**
- まとめ

# 課題 1 バッテリーライフの問題

30,000mAhのモバイルバッテリーフル充電で約3日



ソーラーパネルと鉛蓄電池の利用を想定

運用において、実際に検出する頻度は少ないと思われる

そのため、**待機時消費電力**が**支配的**に→約2W (5V \* 340mA)

1日当たりの消費電力量→ 48Wh (2W \* 24h)

3日分をバッテリーで蓄える→144Wh

ソーラーパネルを用いて1日で充電→33W (144Wh / 4.4h)

インターネットで調べた40Wのソーラーパネルのサイズ：67cm\*55cm\*3.5cm

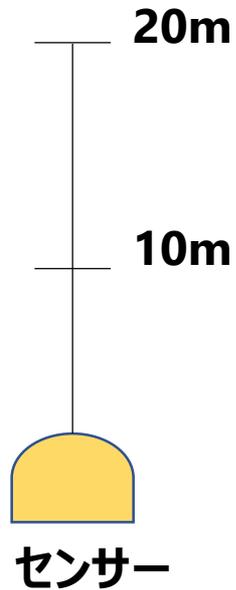
サイズが大きいと場所によっては設置が困難

# センサーノードの改良 (課題 1 に対する対策)

- 二基板構成にすることで、待機時消費電力を削減
  - 低消費電力マイコン
    - 常時稼働
    - センシングとカメラ撮影
  - ラズベリーパイ
    - 低消費電力マイコンがセンシングした時に電気を供給
    - 機械学習
    - サーバーへの周知

二基板構成で、待機時消費電力を340mAから**数十mA**まで削減  
(小型のソーラーパネルと鉛蓄電池を利用)

# 課題 2 センシング範囲の問題



屋外で10-20mは、非常に狭い範囲

範囲が広い、精度が高いものは**高価**

課題2に対する対策：センサーの費用とノードの費用を比較した上で対応

# 課題 3 機械学習の精度の問題

くまの園で撮影した約3,000枚の画像などを利用して、学習モデルを再構築



ニホンツキノワグマに限定しているので、精度改善の期待が持てる



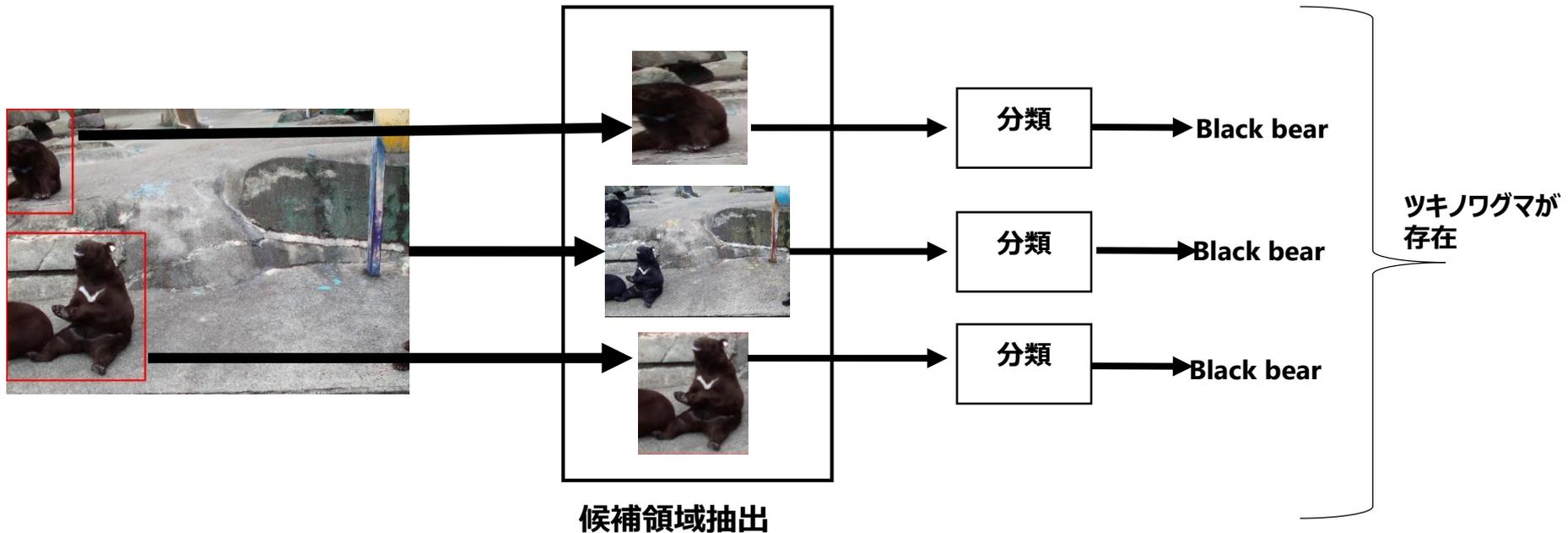
しかし、左図からクマと判断するのは難しい



岩と判断するかもしれないし、他の動物と判断するかもしれない

# 候補領域抽出による精度改善 (課題3に対する対策)

- 黒い部分を抜き出し、抜き出した部分を機械学習により分類



# 他の機械学習モデルの利用 (課題3に対する対策)

- Yolo (You only look once)
  - 画像認識を回帰問題に落とし込んだ機械学習アルゴリズム
    - 画像全体を見て領域推定と分類を同時に行う
      - 処理が速くリアルタイム処理に向いている
    - 小さいものの検出は苦手 → 精度に影響



# 企業様への期待

- **野生動物に対する対策を考えている企業様には本技術は有効であると思われる**
- **野生動物に対する装置を作っている企業様、あるいは類似した装置を作っている企業様とは構築したシステムの実用化や量産化に向けた協力関係を希望**

# 発表の流れ

- 動機と目的
- システムの概要
- 現在の課題
- **まとめ**

# まとめ

- **機械学習による野生動物検出システムの概要を紹介**
  - システムはほぼ完成の段階
    - **低コスト**で実現
    - 検出から周知まで**約2分半**程度
- **今後は実証実験を中心に以下を行う**
  - センサーノードの消費エネルギー削減
  - センシング範囲の拡大
  - 機械学習によるツキノワグマ検出の精度改善
- **その他**
  - 他の野生動物への**転用**を検討（イノシシ、鹿、サル、カラスなど）

# 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称：野生動物検出装置
- 出願番号：特願2019-59707
- 出願人：会津大学
- 発明者：齋藤寛、小平行秀、富岡洋一

**ご清聴ありがとうございました**

**【問い合わせ先】**

**会津大学**

**産学官連携コーディネーター 石橋 史朗**

**TEL 0242-37-2776**

**FAX 0242-37-2778**

**E-mail [ubic-adm@ubic-u-aizu.jp](mailto:ubic-adm@ubic-u-aizu.jp)**