

LPWA 無線通信による IoT を活用した クマの検知と目撃情報共有システムの開発

吉田 明弘*

Development of a bear detection and sighting information sharing system using IoT with LPWA wireless communication

Akihiro Yoshida*

要旨: 近年, 毎年のようにクマと遭遇することで死傷者が出ており, 早急な対策が求められている. 本研究では, 酒田市のクマ目撃情報共有システムを構築した. 酒田市役所のホームページで公開しているクマ目撃の文字情報から, 目撃場所がわかる地図を自動生成して, ホームページで確認できるようにした. また, 本研究で開発した LPWA 無線を利用した無人の監視システムがクマを検出した場合には, SNS にクマの検知を投稿するとともに, クマの目撃場所がわかる地図に, 検出場所も加えて表示するようにした.

キーワード: 有害鳥獣, クマ, 熊, 無人監視, IoT, LPWA, LPWAN, LoRa, サーバ, 仮想サーバ, リモート環境, ネットワーク

1. はじめに

1.1 背景

近年, 地球温暖化等による鳥獣の生息域の拡大, 耕作放棄地の増加や狩猟者の高齢化に伴う担い手の減少により有害鳥獣による被害が拡大している.

特にクマによる人身被害は, 毎年のように死傷者が出ており, 早急な対策が求められている.

令和 5 年, 酒田市ではクマの出撃情報が後を絶たなかった. 山形県内では, クマによる人身事故が 5 件発生した. 更に市街地や小学校付近でも目撃情報が報告されている.

1.2 課題

本研究の課題は, 以下の 4 点とした.

- ・有害鳥獣の中でもとりわけクマとの遭遇は非常に危険であるため, 未然に防がなければならない.
- ・やまがた 110 ネットワークに登録しなければ, 警察からのクマの目撃情報をメールで受け取ることができない. また, 必ずしも酒田市内の全ての目撃情報が通知されるのではない.
- ・酒田市役所ホームページのクマ目撃情報¹⁾は一般に公開されているが, 日時や地名, 被害状況を文字で広報するもので, クマの目撃マップはない.

- ・山形県庁では, クマ目撃マップを公開しているが, 酒田市内の目撃情報は, 一部に過ぎない.

1.3 目標

酒田市内で自宅や学校, 社屋など身近な生活範囲にクマが現れたときに, 無人で発見して通報する. また, やまがた 110 ネットワークに登録していない人にも, クマ目撃情報を届ける. クマの発見と通知の自動化を図 1 に示す.

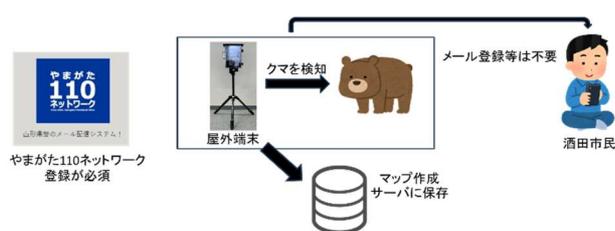


図 1 クマの発見と通知の自動化

Fig.1 Automation of bear detection and notification.

酒田市内のクマの目撃マップを作成し, 更新を自動化する. クマを目撃した時期別に表示する機能を追加して利用者の利便性を向上する. クマの目撃マップの作成と更新の自動化を図 2 に示す.

* 山形県立産業技術短期大学校庄内校
〒998-0102 山形県酒田市京田三丁目 57-4
e-mail: ayoshida@shonai-cit.ac.jp

* Shonai College of Industry & Technology
3-57-4 Kyoden, Sakata City, Yamagata, 998-0102, Japan
e-mail: ayoshida@shonai-cit.ac.jp

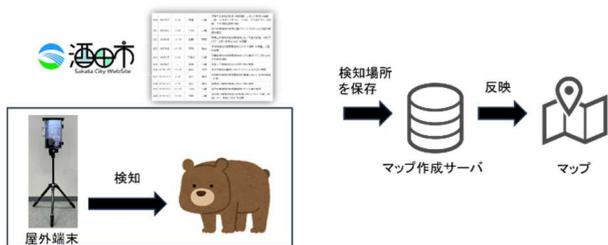


図2 クマの目撃マップの作成と更新の自動化
Fig.2 Automation of creating and updating bear sighting map

2. システム開発

酒田市がホームページで公開しているクマ目撃情報と新規に開発したクマの無人検知システムを連携して、酒田市内のクマの目撃情報を共有できるシステムを開発した。

本研究の開発では、有害鳥獣の写真や画像データを利用して行った。実際の害獣は、撮影していない。

2.1 システム概要

本システムは、屋外端末、屋内端末、マップ作成サーバより構成した。これらの主な用途と関連性を図3に、システム概要を図4に示す。

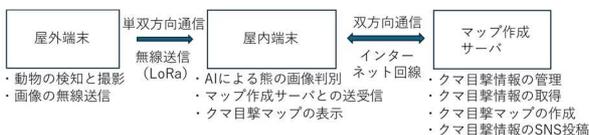


図3 各端末とマップ作成サーバの主な用途と関連性
Fig.3 The main uses and relationships of each terminal and map creation server

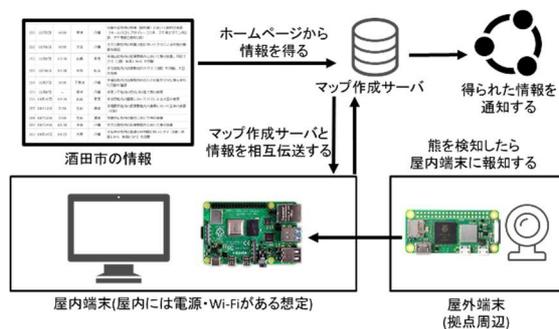


図4 システム概要
Fig.4 System Overview

・屋外端末

クマなどの動物の動きをモーションセンサ（焦電型赤外線センサ）で検知して赤外線カメラで撮

影し、その静止画像を屋内端末に無線送信する。
・屋内端末

屋外端末からの送信画像を受信し、AIによる画像判別を行う。被写体がクマであると推定された場合は、画像や日時等の情報をマップ作成サーバに送信する。

ディスプレイには、マップ作成サーバが取得した酒田市内のクマ目撃情報と屋外端末のクマ検出情報の表示する。また、酒田市の地図上にクマの目撃地点と屋外端末がクマを検出した地点をピン留めで表示する。

・マップ作成サーバ

酒田市役所ホームページのクマ目撃情報を取得し更新する。また、屋外端末のクマ検出情報を取得する。これらの情報を管理し、目撃場所のマップの作成・更新、SNS に投稿を行う。

2.2 ユースケース

本システムのユースケース構成を述べる。

・屋外端末によるクマの検知について図5に示す。

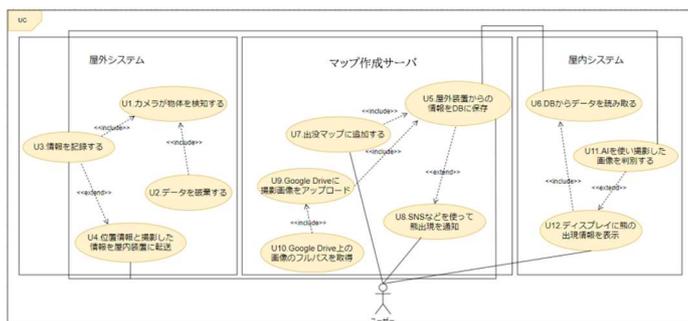


図5 屋外端末によるクマの検知

Fig.5 Bear detection using outdoor terminals

・酒田市役所ホームページからの情報取得について図6に示す。

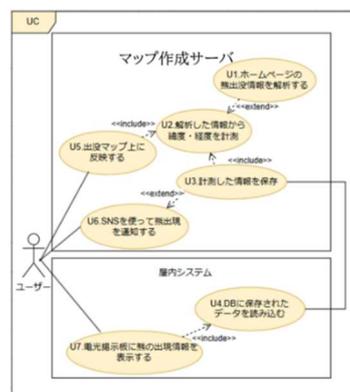


図6 酒田市役所ホームページからの情報取得

Fig.6 Information obtained from the Sakata City Hall website

2.3 屋外端末の詳細

屋外端末は、自宅や校舎、社屋等に設置した屋内端末を拠点に半径 300m 内に設置し、運用することを前提に設計した。監視は昼夜問わず行いが、屋外のためバッテリーで駆動し、消費電力を抑えた。

屋外端末の制御には、省電力な Raspberry Pi Zero 2 W を採用した。開発言語は、Python を用いた。

赤外線モーションセンサーが動物を検知したときのみ赤外線カメラを起動し、夜間撮影では、赤外線 LED ライトを点灯するようにした。

撮影画像は、圧縮して屋内端末に無線にて転送した。通信方式は、環境によるが 2km から 15km の長距離送信が可能で低電力消費なため設置の自由度が高く、通信料不要な無線通信規格である LoRa を採用した。但し、伝送速度は、0.3~50kbps で一度に転送できるデータ量(ペイロード長)に制限があるため、白黒画像を圧縮してデータ量を減らし、複数回に分けて送信した。画像は、圧縮してストレージ内に一ヶ月間ほど蓄積した。

寸法は、縦:320mm, 横:215mm, 奥行:135mm, 重量:1.66 kg である。内部構造を図 7 に示す。

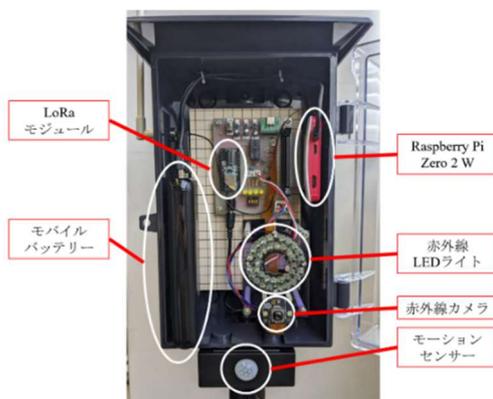


図 7 屋外端末の内部構造

Fig.7 Internal structure of outdoor terminal

2.4 屋外端末の設営

屋外端末の設置は、三脚か木々等にバンドで取り付ける方法の二種類とした。屋外端末の設営イメージを図 8 に示す。

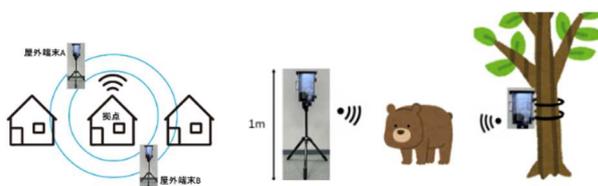


図 8 屋外端末の設営イメージ

Fig.8 Image of outdoor terminal setup

2.5 屋内端末の詳細

屋内端末は、電源があり、インターネットに接続できる環境である屋内設置を前提条件とした。

屋内端末の制御には、Raspberry Pi 4 を用いた。

屋外端末との通信は、LoRa モジュールを用いた。複数回に分けて受信した画像データを復元し、保存した。

復元した画像は AI で画像判別し、出力結果で名称「bear」が上位に含まれるとき、被写体がクマである可能性があるとして判断してマップ作成サーバに情報を送信した。その画像は Google Drive に保存し、識別子として固有のファイル ID を取得した。マップ作成サーバへ送信する情報は、ファイル ID, 日時, 位置情報とした。

マップ作成サーバが収集したクマの目撃情報に基づいて、目撃情報と目撃地点のマップをディスプレイに表示した。この目撃地点のマップは、Google の「Maps JavaScript API」を用いて実装した。この API をアプリケーションでも利用するため「Electron」を用いた。

マップ作成サーバとの通信には、インターネットからのアクセスを許可する必要がないプロトコルとして、MQTT を採用した。

屋外端末より転送された画像は、一ヶ月間ストレージ内で蓄積した。

寸法は、縦:66mm, 横:212mm, 奥行:126mm, 重量:397g である。構成を図 9, 外観を図 10 に示す。

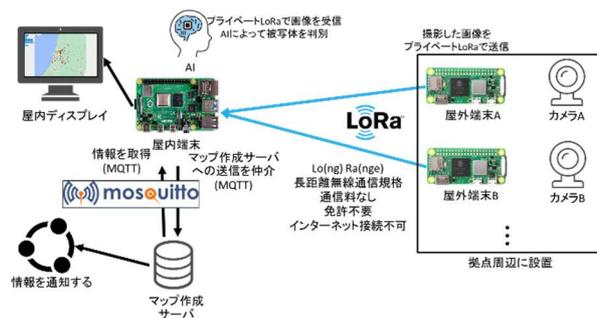


図 9 屋内端末の構成

Fig.9 Configuration of indoor terminal



図 10 屋内端末の外観

Fig.10 Appearance of indoor terminal

2.6 屋内端末による画像判別

本システムでは、屋内端末によるクマの画像判別に AI のモデルとして、Google の学習済みモデル「EfficientNetV2」を用いた。実験により実用レベルと分かったので、転移学習は行わなかった。

EfficientNetV2 モデルは、ファイル化し、ローカルストレージに保存して利用した。

屋外端末でクマと判別した画像のみ転送すれば、通信効率が向上するが、屋外端末の Raspberry Pi Zero 2 W では、画像判別に 20～30 分の時間を要するため採用を見合わせた。

2.7 マップ作成サーバ

マップ作成サーバは、仮想システム上にアプリケーションサーバ、クマの目撃情報を管理するデータベースサーバ、データベース管理サーバより構築した。

マップ作成サーバは、屋外端末からの情報を受信する他に、酒田市役所のホームページでクマ目撃情報が更新された際には、屋内端末へこの情報を送信した。

酒田市役所のホームページからの情報取得は、過負荷にならないように一日に一回とした。取得情報は、日時、場所、地域、目撃等情報である。

取得した情報から、KML ファイルを作成し、酒田市のクマの目撃マップを作成した。酒田市のクマ目撃マップの例を図 1 1 に示す。

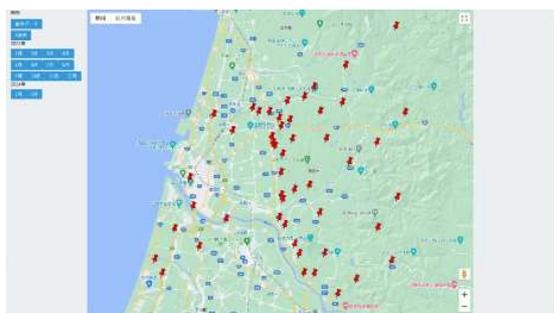


図 1 1 酒田市のクマの目撃マップの例

Fig.11 An example of a bear sighting map in Sakata City

SNS の X への投稿は、文字情報がベースであるが、屋外端末から検知した画像の送信があった場合は、検知した日時と画像を投稿した。

クマの目撃マップ表示を行う Web サーバを構築したが、酒田市役所ホームページで公開された情報の 2 次利用を含むため公開はしていない。

マップ作成サーバの構成を図 1 2 に示す。

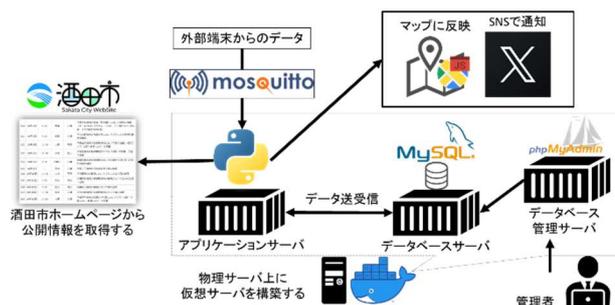


図 1 2 マップ作成サーバの構成

Fig.12 Configuring the map creation server

3. おわりに

本システムを利用して、生活範囲に屋外端末を設置することで、昼夜を問わずクマの無人監視が可能になった。また、屋内端末の表示より、酒田市が公開しているクマ目撃情報と屋外端末が検出したクマ検出情報を、文字情報だけではなく、酒田市のマップ上にクマの目撃地点をピン留めで確認できるようになった。これによりクマの目撃地点を簡単に確認できるようになり、利用者は、生活圏内でクマに遭遇する危険を回避しやすくなった。

情報の公開や投稿は行ってないが、スマートフォンなどのモバイル端末より SNS の X の投稿を読むことで、酒田市のクマの目撃情報やその更新情報を文字ベースであるが確認できるようになった。それに加えて、屋外端末が検出したクマの画像は、X の投稿より確認できるようになった。

酒田市のクマの目撃マップは、Web で公開できるようになった。

今後は、実際のクマなどの害獣を被写体とした実地テストを行い、実用的なシステム開発が必要である。

謝 辞

最後に、本システムの開発を卒業研究の PBL 課題として取り組んだ令和 5 年度情報通信システム科 2 年のチーム「杜途」のメンバーである阿部 広平君、阿部 夢叶君、伊原 颯大君、小松 瑛斗君に感謝いたします。また、ご指導を頂きました情報通信システム科の全教員に感謝いたします。

文 献

- 1) 酒田市役所：クマ目撃情報，
<https://www.city.sakata.lg.jp/kurashi/doubutsu/yasei/kumamokugeki.html> (参照 2023-11-01)