

野生動物との共生のための動物専用周波数帯を利用した リアルタイムモニタリングシステムの研究 (092304017)

Realtime monitoring system of wild animals with limited bandwidth constraint for animals

研究代表者

竹田 謙一 信州大学農学部

Ken-ichi Takeda Faculty of Agriculture, Shinshu University

研究分担者

藤井 芳輔[†]、臼井 秀行[†]、羽山 伸一^{††}、山本 麻希^{†††}

Yoshisuke Fujii[†] Hideyuki Usui[†] Shin-ichi Hayama^{††} Maki Yamamoto^{†††}

[†]株式会社イトラスト企画開発グループ ^{††}日本獣医生命科学大学獣医学部 ^{†††}長岡技術科学大学工学部

[†]TRUST Corporation ^{††}Faculty of Veterinary Medicine, Nippon Veterinary and Animal Science University

^{†††}Department of Bioengineering, Nagaoka University of Technology

研究期間 平成 21 年度～平成 22 年度

概要

野生動物による農作物被害（平成 20 年度被害額：195 億円）が深刻である。さらに、イノシシが街中に侵入するなど、農業従事者以外の一般市民の生活をも脅かしている。安全で安心な営農活動や生活を保障し、人と野生動物が共生できる社会の実現は、地域の緊急の課題である。

本研究課題では、2008 年に総務省が野生動物の行動を追跡する無線システムに電波を割り当てたことを受け、その電波帯を利用した我が国初の野生動物リアルタイムモニタリングシステムの構築を目的とした。

Abstract

Damage of farm products by wild animals causes significant problems. The cost of damage to forage crops in Japan during 2008 was about 19.5 billion. The damages by wild animals not only results in loss of farm products, but also causes the situation that threatens the civilian life. Secure safety and security life and farming and the achievement of the society where we can live with wild animals is an urgent problem in the region.

The aim of this study was construction realtime monitoring system of wild animals with limited bandwidth constraint for animals, reflecting that Ministry of Internal Affairs and Communications allocated the bandwidth constraint for tracking wild animal behaviours to a wireless system.

1. まえがき

近年、野生動物による農作物被害が深刻な影響を及ぼしている。平成 21 年度における全国の農作物被害額は 213 億円にも上る。特に、過疎、高齢化が進む中山間地において、その被害は単に生産量の減収だけではなく、そこに生きる人々の生き甲斐をも喪失させたり、裏庭や通学路でのソキノワグマとの遭遇やサルの民家への侵入など、一般市民の安全で安心な生活をも脅かしている。

農作物被害を軽減させる方法の 1 つに「被害管理」という手法があり、農地を柵で囲ったり、農地やその周辺に出没した野生動物を追い払う行動制御を言う。しかし、農作物被害が顕著である我が国の中山間地域では、高齢化が進んでおり、いつ出没する予測ができない野生動物への対応が大きな労力となっている。

一部の地域では、既存の海外製電波発信機をサルに装着し、サルの接近をモニタリングしてきたが、2008 年 3 月に総務省が野生動物の行動を追跡する無線システムに電波を割り当てる方針を決めた。

そこで本研究課題では、割り当てられた動物専用周波数帯を利用した我が国初の野生動物リアルタイムモニタリングシステムを構築し、地域における営農活動支援と野生動物との共存社会の実現を目的とした。

2. 研究内容及び成果

本モニタリングシステムは、特定小電力無線局 150MHz

帯動物検知通報システム用無線局の無線設備標準規格（ARIB STD-T99）に準じた無線通信を利用し、野生動物の行動特性をリアルタイムに把握できる仕組みとし、その概要図を図 1 に示した。はじめに、水平面内に 90 度ずつ方向をずらして設置した指向性アンテナ各々で受信電界強度を受信局ごとに計測する。次いで、1、2 番目に大きい受信電界強度の比を求め、アンテナの指向特性と照合し電波到来方向を推定する。さらに、各受信局からの電波到来方向の情報をサーバーが収集し、受信電界強度が 1、2 番目に大きい受信局の電波到来方向を採用して、2 組の電波到来方向の地図上における交点を推定位置とする。

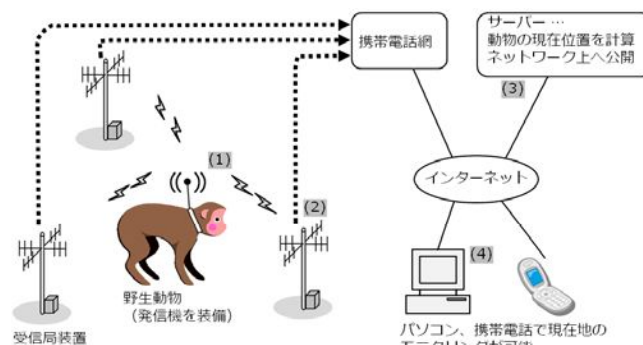


図 1. 動物専用周波数帯に準拠した専用発信機（サーキットデザイン社）の装着から PC での閲覧まで

また、モニタリング用ソフトウェアは各受信局から野生動物の電波情報を収集し位置計算を行う子局通信・座標計算部と、野生動物の現在位置を地図上に表示する Web アプリケーション部で構成することとし、動物の現在位置を閲覧する方法には一般的なパソコンのインターネットブラウザでサーバーに接続し閲覧する方法と（図 2）、携帯電話用に開発したモニタリングソフトを用いて簡易的に閲覧する 2 通りの方法を開発した。



図 2. インターネットブラウザによるモニタリング画面

本モニタリングシステムの性能は、①試作機と②本システムの基盤となる動物専用周波数帯受信用機の性能を評価したのち、③完成したシステムを現場で検証した。

① 渡良瀬遊水池において、調査員が発信機を持つことにより、試作機の性能を検証した。その結果、受信局とサーバー間の通信、及びサーバー上モニタリングソフトウェアの動作に大きな支障はなく、システムの構築を確認した。また、受信局で囲まれたエリア内では 100～300m 程度であったのに対して、エリア外では誤差が大きく、検知できない（2 つ以上の受信局で受信できない）例もあった。障害物のほとんど無い実験環境において、送信機－受信局間の最長伝搬距離は約 3.5km であった。

②改正電波法の新基準に準拠した専用発信機（LT-01：株式会社サーキットデザイン）の性能を確認するため、平地部および山間部における電波伝播性能を従来型発信機（M2950：Advanced Telemetry Systems, Inc.）と比較した。その結果、平地部および山間部ともに、両発信機の距離と方位誤差には相関がなく、距離と距離誤差との間には正の相関があった（平地部：専用 $r=0.44$ 、従来型 $r=0.44$ ；山間部：専用 $r=0.60$ 、従来型 $r=0.69$ ）。また、方位誤差に両発信機間の差はなかった（ $p=0.14$ ）。受信距離が 1500m の時、平地部では専用発信機の識別 ID 信号を受信することができたが、山間部ではその ID 信号を受信することが困難も地点があった。以上のことより、受信地点の選定が重要になるものの、受信距離が 1500m 以下に限り、新型発信機は従来型発信機と同様の運用が可能であると考えられた。

③専用発信機を装着したニホンザルが常時、受信範囲内に滞在せず、十分なサンプルサイズを得ることができない懸念があったため、調査員が専用発信機および GPS 受信機を携帯し、本システムの受信範囲内外を徒歩で移動し、新型発信機的位置を本システムによって測位、記録した。その

結果、実際にパソコン上で新型発信機を装着したニホンザルおよび専用発信機を携帯した調査員の位置を確認できた（図 2）。しかし、本システムが定位できなかった地点もあり、それらは全てが固定アンテナから 500m より遠い、カバーエリア外の場所であった。

河岸段丘最上部に開けた農地という地理的特性を持つ新潟県津南町で検証実験を行った結果、本システムと GPS 受信機による測位誤差は、 254.4 ± 293.5 m であった。一方、狭小な谷間の集落にある農地という地理的特性を持つ長野県辰野町で検証実験を行った結果、本システムと GPS 受信機による測位誤差は、 696.2 ± 576.8 m であった。

3. むすび

本システム上における野生動物測位位置を PC 画面上に表示させることができたことから、想定されるフィールド環境における距離 500m/1 固定受信局の検知エリアの確保は達成できたと考えられた。

しかし、本システムの測位精度にはまだ大きな課題が残された。遮蔽物の影響をほとんど受けない耕作地（新潟県津南町）での平均誤差が 219m となり、当初目標の 10m（地形の影響を受けないことを前提とした数値）から極めて外れた結果となった。さらに、野生動物による農作物被害を受けている多くの地域は中山間地に位置している。山間部のモデル地区であった長野県辰野町での測位誤差は、696m にもなった。すなわち、本システムで検出される位置情報は、周囲の環境により受信レベルの変動が大きいため誤差が大きくなってしまった。今後、受信機やアンテナなどのハード面の改良を進めるとともに、位置検出アルゴリズムの改良、位置情報のフィルタリングや平均化などソフト面での改良を進めることで、位置検出精度をより高いものにする必要がある。測位精度の向上が望まれる。

さらに、電波法の改正に伴い開発された専用発信機は、特定小電力基準内での出力が求められており、わずかな遮蔽物の存在によって、受信できないことも認められた。多くの野生動物は山間部に生息しているので、当該基準はほとんど機能を果たさないと考えられた。今後、電波法改正の議論がなされる時には、ユーザー側の意見も取り入れた議論に発展することを強く希望する。

【誌上発表リスト】

- [1] 増間拓也・山本麻希・酒井龍市・藤井芳輔・臼井秀行・竹田謙一・羽山伸一、“動物専用周波数帯を利用したニホンザルのリアルタイムモニタリングシステム”、日本生態学会第 58 回大会講演要旨 pp323 (2010)
- [2] 池田新太郎・伊藤雪美・竹田謙一、“改正電波法に準拠した新型発信機の電波伝播性能の検証”、*Animal behaviour and management* Vol.47 No.1 pp65 (2011)
- [3] 池田新太郎・竹田謙一・伊藤雪美・藤井芳輔・臼井秀行、“リアルタイムモニタリングシステムを用いた放牧牛の測位”、*Animal* 2011 講演要旨集、pp71 (2011)

【報道発表リスト】

- [1] “野生動物の農業被害防げ 発信機付け 24 時間追跡 長岡技科大など実用化へサル使い実験”、日本経済新聞新潟版 2010 年 11 月 20 日
- [2] “食害防止へ猿に発信機 渡戸耕地で試験的導入”、長野日報 2010 年 11 月 18 日
- [3] “発信機で猿の位置把握 監視システム実用化期待”、長野日報 2010 年 12 月 7 日

【本研究開発課題を掲載したホームページ】

<http://www.tracking21.jp/support/img/concept02l.jpg>