

## 猿の受信信号のラベリングとその確率分布の比較の有意性の検証

安田 善紀 白井 靖人

静岡大学院 総合科学技術研究科 情報学専攻

## 1. 概要

日本の農業において、サルや鹿等の野生動物による農作物の被害は常に多くの損害を出しており、その対策に様々な方法が採られている。サルによる被害を抑える最も効果的な方法は、人の手で追い払うことである[1]。しかしサルの行動を常時監視することは困難であり、そのためサルに発信機を取り付け受信する信号を蓄積・分析する研究が行われた[2][3]。本研究ではこれらの研究で集められたデータを用いたラベル付けとその頻度分布の比較を行い、それが有効であるかを検証する。

## 2. はじめに

農林水産省の発表した野生鳥獣による農作物被害金額の推移によると、平成 27 年度の被害金額は 176 億円でありその中で野生のサルの割合は 11%を占めている[4]。サルによる農作物被害への対策として、静岡大学の杉浦研究室では、サルの首に発信機を取り付けそこから送信される信号を受信するアクセスポイント(AP)を設置し、受信したデータをサーバに送信・管理するサル検知システムを作成し運営してきた。

このサル検知システムは受信時の信号強度(RSSI)を用いて AP からサルまでの距離を計算し出現位置を求めている。北爪孝明の研究では、サルが出現した際の移動傾向を基にして出現状態を分類し、出現モデルを作成することで田畑への被害をもたらす状態と移動しているだけの状態に分類している[1]。また森竜馬の研究では、サルの移動経路を推定しサルの行動をパターン化している[2]。いずれの研究も、山間部という地形の高低差や木々等の障害物を考慮した距離測定の方法を考案している。

本研究では各 AP で受信した信号の RSSI を成分とするベクトルを作成し、クラスタリングを

行うことで受信時間ごとのサルのラベル付けを行う。そして各サル間で一定の時間ごとに区切り、その中に含まれるラベルの頻度分布を比較する。この頻度分布の比較が、先の研究におけるサル間の距離の遠近についての指標となるか検証する。

## 3. 提案手法

杉浦研究室の作成したサル検知システムは、サルに取り付ける発信機とそこから送信される信号を受信する AP、受信したデータを管理するサーバで構成されている。今回扱うデータは、2012年7月1日から2014年6月30日までの2年間分である。またサルに取り付けた発信機は計8つであり、それぞれの番号は255、256、258、259、261、262、264、268である。設置された AP は 21 箇所である。信号は5秒ごとに送信され、サーバ上にデータの ID、受信日時、AP 番号、サルの発信機番号、RSSI の形で保存されている。またこのデータは2年間全ての時間で記録されているわけではなく、信号が検知されなかった時間も存在する。

まず初めに、同じ時間に受信された各 AP のサルの受信番号ごとの RSSI を、それを成分とする 21 次元のベクトルとして表記する。こうして得られた 21 次元ベクトルに、クラスタリングを行う。クラスタリングには、松井勇祐らが開発した PQk-means 法を用いる[5]。この手法は扱うデータのベクトルを直積量子化によって圧縮することで、少ないメモリー容量でもビッグデータのクラスタリングを可能とするものである。この際、クラスタ数の決定にはエルボー法を用いクラスタ内誤差平方和の値が最も落ち着く数を選択する。今回はクラスタリングの試行を数度行った結果、クラスタ数は 89 とした。こうして得られたクラスタリングの結果に従い、21 次元ベクトルにクラスタ番号をラベル名として割り

Labeling of monkey's received signal and validation of the significance of comparing the probability distribution.

Yasuda Yoshiki Sizuoka University  
Shirai Yasuto Shizuoka University

振り分類する。その際データを受信していなかった時間をクラスタ数0のラベルとして追加する。

その後、各サルの発信機番号でファイル分けを行い、一定時間ごとのラベルの頻度分布の比較を行う。今回は十分なラベル数が得られる1時間毎に区切り、交差エントロピーの計算によって比較を行った。あるサルの一時間のラベルの確率分布を $H(p)$ 、別のサルのラベルの確率分布を $H(q)$ とした時、この2匹のサルの交差エントロピー $H(p, q)$ は

$$H(p, q) = - \sum_x p(x) \log q(x)$$

の式で計算した。

こうして得られた交差エントロピーの値からどのようなことが読み取れるかを、北爪孝明の研究で提案されているRSSIの値をAPからの距離に変換する手法を使い2サルのapまでの距離の差を比較して検証する。

#### 4. 結果と考察

交差エントロピーの値は0を下回ることはなくまた最大でも10を上回るものはなかった。また頻度分布を逆にして計算した場合でもエントロピーの値に大きな変化は見られなかったため、どちらの値でも同様の判断が下せると結論付けた。

エントロピーの値が0.2271となった発信機番号261と264のサルの2014年2月6日13:00:00から13:59:55と、エントロピーの値が5.8971となった発信機番号255と256のサル2013年8月26日19:00:00から19:59:55の時間のAPまでの距離の結果は、次のようになった。

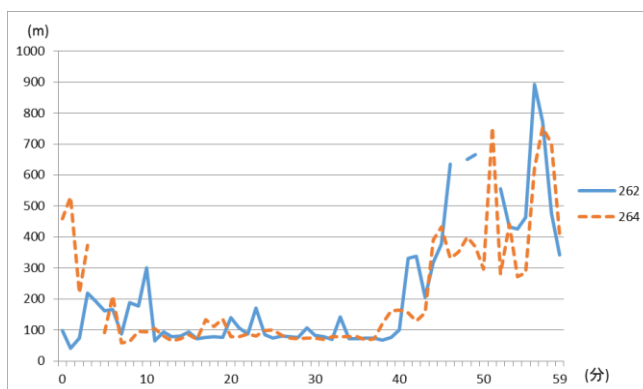


図1 261と264のサルの一時間のAPまでの距離

実線が261、点線が264のサルである。

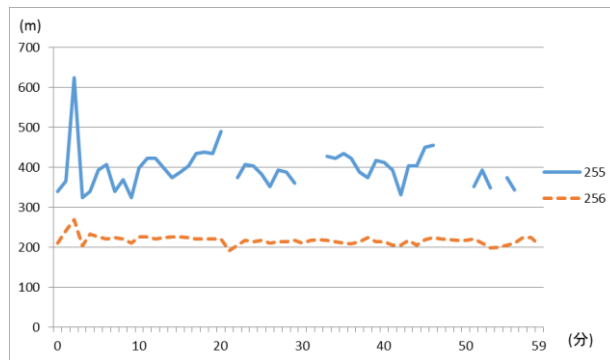


図2 255と256のサルの一時間のAPまでの距離

実線が255、点線が256のサルである。

この結果から、エントロピーが小さいほど2サル間の距離が近く、エントロピーが大きいほど2サル間の距離が遠くなるということが読み取れる。

#### 5. まとめ

本研究ではRSSIの値を使った頻度分布の比較が、サルとサルの距離の指標として有効であることを確認した。今後の発展的課題としては、より高精度で集められた受信データについて同様の手法を行い、本研究の更なる有効性について検証することが挙げられる。

#### 参考文献

- [1]山端直人(2009),”集団ぐるみのサル追い払いによる農作物被害軽減効果-三重県内6地区での検証-“農林計画学会誌, Vol. 28, pp. 273-278
- [2]北爪孝明(2017),”猿検知システムを用いた長期観測結果に基づく同時出現パターンの傾向解析”  
静岡大学総合科学技術研究科情報学専攻修士論文
- [3]森竜馬(2017),”最尤法を用いた山間部における猿移動経路の推定”静岡大学総合科学技術研究科情報学専攻修士論文
- [4]農林水産省,”野生鳥獣による農作物被害の推移(鳥獣種類別)”,農林水産省ホームページ
- [5]松井勇祐(2017)”PQk-means: Billion-scale Clustering for Product-quantized Codes”, ACM Multimedia 2017 papers on the web