

猫の行動から個体を識別する手法

大澤 あかね^{1,a)} 鈴木 優^{1,b)}

概要: 昔からペットは飼育されてきたが、今やペットは家族の一員ともいえる存在となり、留守番中の行動や健康を気にする飼い主も少なくない。また、動物に対してストレスを与えないように工夫する動物福祉や、動物本来の生活環境を再現する環境エンリッチメントへの関心が高まっている。それらを実現するためには、適切な観察をして動物の行動を詳しく知る必要があり、多頭飼いしている場合は個体識別が重要となる。近年では、猫の飼育頭数は増加傾向にあり、多頭飼いをしていることが多く、猫の個体識別の需要が高まっている。本研究では猫の個体識別を目的とし、猫の行動的特徴である咀嚼音を利用した、猫に対して本来必要のないタグを装着することなく識別するため、猫に対してストレスを与えることなく、猫の行動を分析することができる。個体識別器の活用例として、個体識別を可能とする餌入れを制作し、猫の生活環境を変えることなく留守番見守りや健康管理が可能であることを示した。

1. はじめに

近年、犬や猫の飼育頭数は大きく変化している。全国犬猫飼育実態調査 [1] によると、2016 年までは犬が最も多く飼育されていたが、2017 年、2018 年はともに猫の飼育頭数が犬を上回っており、犬の飼育頭数は減少傾向にある一方で、猫の飼育頭数は増加傾向にある。また、2018 年度の犬猫の飼育世帯数は、犬が 12.64 % で猫が 9.78 % である。このことから、近年では猫を多頭飼いしている世帯が多いことがわかる。

犬猫をはじめとするペットは、昔から飼育されてきたが、今やペットは家族の一員ともいえる存在となり、ペットの留守番中の行動、寿命や健康管理を気にする飼い主も少なくない。近年では、動物に対してストレスを与えないように工夫する「動物福祉」や、動物本来の生活環境を再現する「環境エンリッチメント」の提供に関心が高まっている [2]。それらが実現されているか評価を行ったり、改善案を見出したりするために様々な手法がとられている。例えば診察して病気がないか調べたり、採血を行ってホルモン分泌量を調べたりするが、行動を知ることでも十分な判断基準になる [3]。1 日の行動をよく観察し、分類することで、異常行動や病気の早期発見、最適な環境の提供が可能となる。そのため、どの個体がどのような行動をしているか詳しく知る必要がある。個体を識別することで各個体に対して

適切な健康管理や環境エンリッチメントの提供が可能になる。そのため、個体識別は飼育個体数の多いペットに対して高い需要が見込まれる。

本研究はペットの個体を識別することを目的とし、ペットとして最も多く飼育されているかつ、多頭飼いをしている猫を対象とする。

2. ペットの個体識別

2.1 タグを用いた個体識別

既存のペット用品には、留守番中のペットの行動を知ることができる製品や、健康管理を行うことができる製品もある。例えば、首輪型ウェアラブルデバイス [4] では、猫に専用の首輪をつけることで、走る、歩く、食事、睡眠等の猫の行動を記録できる。また、猫の排尿データを自動的に記録し、健康管理が行える猫用システムトイレも発売されている。これらの製品は留守番中のペットの行動を知ることが可能で、健康管理にも役立っているが、首輪型ウェアラブルデバイス [4] もシステムトイレも多頭で利用するには、個体識別を行うために個々のペットに専用のタグを装着させる必要がある。

また、動物の個体識別は、動物の種類や目的等に合わせた様々な手法で行われてきた。従来の個体識別の手法として、首輪、入墨、足環、耳標、耳刻等がある。それらは個体識別のため、本来動物の生活で必要のないものを装着させている場合が多い。首輪や足環、タグ等は本来ペットにとって必要のないものであり、ペット自身に装着させることでストレスを与えている恐れがある。

令和元年 6 月には、犬や猫に所有者の情報を記録した

¹ 宮城大学
Miyagi University, 1-1 Gakuen, Taiwa-cho, Kurokawa-gun,
Miyagi 981-3298, Japan

a) p1622024@myu.ac.jp

b) suzu@myu.ac.jp

「マイクロチップ」の装着を義務づける改正動物愛護法が成立し、個体識別のためにマイクロチップを利用することが注目されている。マイクロチップは一度体内に埋め込めば半永久的に正確な識別を可能とする。しかしながら、マイクロチップの読み取りは専用のリーダを体に近づける必要があり、マイクロチップの読み取りのために動物の行動を静止させなければならない。迷子や災害、事故等で保護されたペットの身元確認のための利用には向いているが、ペットを静止させなければならないため、普段の生活の中での利用には向いていない。

2.2 身体や行動の情報を利用した個体識別

近年では身体や行動の情報を利用した人の個体識別手法、バイオメトリクスが注目されている。バイオメトリクスとは身体的あるいは行動的な特徴を用いて個人を同定する技術である。従来の識別手法とは異なり、タグを利用した識別ではなく、個体による違いを利用した手法である。バイオメトリクスには身体的特徴、行動的特徴の2種類の特徴が利用される [5]。

2.2.1 身体的特徴

身体的特徴とは、指紋や掌形、顔、虹彩、静脈等の個体ごとにユニークな特徴を指す。人においては、スマートフォンの指紋認証や顔認証、ATMの静脈認証等で広く利用されている。人だけでなく動物においても身体的特徴を生かした個体識別が行われている。例えば、猫の鼻の模様、鼻紋を利用した個体識別手法 [6] がある。猫の鼻紋は人における指紋のようなもので、個体によって違いが出るため識別に利用することができる。また、ビデオ記録からチンパンジーの顔認識 [7] を行う研究事例もあり、個体識別結果からどの個体同士が一緒にいるか等、チンパンジーの社会性の解析が報告されている。

このように、個体にタグを付けずに、身体的な特徴を利用して識別を行う研究は人だけでなく、動物においても広く行われている。

2.2.2 行動的特徴

行動的特徴とは、歩き方や手の動かし方等の行動の癖である。生体認証としては身体的特徴を利用することが多かったが、近年では行動的特徴を利用しようとする試みが増えてきた。SilentSense[8]では、スマートフォンのタッチ操作の癖から生体認証を行っている。Androidスマートフォンである場合、精度は99パーセント以上の識別精度で、行動的特徴から識別を行うことが有効であることを証明した。

人においては生体認証として利用されている行動的特徴だが、動物への応用は十分に行われていない。行動的特徴を生かした個体識別が可能となれば、動物に余計な負荷をかけずに、より普段の生活環境のまま個体識別をすることが可能となる。

2.3 本研究で目指す個体識別の手法

本研究では、タグを利用する個体識別ではなく、身体や行動の情報を利用して個体を識別する。猫の生活環境を普段どおりに維持したまま、個体識別を可能とするため、身体の情報ではなく行動の情報を利用することとする。猫に対してストレスを与えることなしに、最適な環境エンリッチメントや動物福祉の実現を目指す。

3. 猫の行動的特徴を利用した個体識別手法

3.1 猫の行動的特徴

猫の個体識別に有効な行動的特徴は何か、まずは、猫特有の行動を検討した。猫特有の行動として、じゃれ方や砂のかけ方がある。例えば、猫は狩猟本能から動くものに反応し、じゃれるという行為をするが、それも個体によって力加減や爪や歯の立て方も違うと考える。排泄後や採餌後に見られる砂をかける行為も、猫特有の行動であり、個体によって違いがある。しかしながら、じゃれるという行為は個体によっては行わない可能性がある。個体識別のために利用することを考慮すると、全ての猫が必ず行う行動かつ特徴がある行動でなければならない。次に、猫特有の行動だけでなく、普段の生活で必ず行う行動に特徴がないか検討した。歩き方や座り方、眠り方、餌の食べ方等も個体によって癖があり、特徴を見出すことができれば普段の生活での行動から、個体を識別することが可能ではないかと考えられる。人と同様、利き手があるという研究事例 [9] もあり、行動の癖だけでなく、利き手の有無という特性も識別に活用することが可能である。識別のためのタグを使わずとも、行動的特徴を利用して識別する手法は多様にあると考えられる。

3.2 猫の咀嚼音を利用した個体識別

本研究では、猫が餌を食べているときに発生する咀嚼音の違いを利用して個体識別を行う。本研究で咀嚼音の違いを利用して識別する理由は主に2つある。1つは、餌を食べているときに発生する音は咀嚼音、息遣い、鳴き声、喉鳴らし等多様であり、個体差が出やすいと考えられるからである。もう1つは、猫は複数回に分けて餌を食べる傾向があり、留守番中にも利用できるからである。猫は餌を少量を何度も食べるのが本来の食性とされ、一度に満腹まで食わず複数回に分けて食べる傾向がある [10]。そのため、長時間猫に留守番をさせたときにも、個体識別が有効になると考えられる。

4. 個体識別器の作成

本研究では猫の個体による咀嚼音の違いを利用して個体識別を行うために、機械学習を利用した個体識別器を開発した。機械学習の学習手法はいくつか種類があるが、本研究で利用したのは教師あり学習と呼ばれる学習手法で、個

体のラベル付きの咀嚼音を用いて教師データを作成した。また、機械学習の手法の1つに、Deep Learning（深層学習）がある。Deep Learningは従来の機械学習手法を、さらに発展させた手法である。従来の機械学習では人が特徴を定義する必要があったが、Deep Learningでは人工知能が学習データから特徴を抽出するため、より複雑な画像識別や音声認識を可能とする。本研究ではPythonを利用して個体識別器の開発を行った。

猫の個体を識別する流れは以下のとおりである。

- (1) 咀嚼音を複数回録音して学習データを収集する。
- (2) MFCCを利用して収集した咀嚼音の特徴量を抽出する。
- (3) 特徴量を用いて学習させ個体識別器を作成する。
- (4) 咀嚼音を個体識別器にかけて個体を予測する。

4.1 咀嚼音の収集

学習データ作成のため、どの個体の咀嚼音かわかる状態で複数回録音し、全てのデータにラベル付けを行った。本研究では著者が飼育している2頭の猫の咀嚼音を録音し（図1）、実装に利用した。猫Aの咀嚼音を815秒、猫Bの咀嚼音を1260秒収集し、学習データとして利用した。なお、条件を統一するために、2頭とも同じ種類のドライフードを与えて録音を行った。



(a) 猫 A

(b) 猫 B

図 1 咀嚼音を収集する様子

4.2 咀嚼音からの特徴量抽出

本研究では、音声特徴量として広く用いられているMFCC（メル周波数ケプストラム）を特徴量として用いた。MFCCは、人の聴覚の特性にあわせて低周波部分は細かく、高周波部分は粗く抽出する。本来は人の声の特徴に使用される特徴だが、加工することで楽曲や楽器音の分類等にも使われている特徴量であり、本研究ではこの特徴量を活用することにした。

4.3 学習モデルの作成

まず、機械学習を用いた学習モデルの作成を試みた。機械学習を利用したモデルの作成は、scikit-learn algorithm cheat-sheetを参考にし、SVC、KNN、EnsembleClassifiers

としてRandomforestとGradientBoostingの計4種類の分類器を試した。その結果、正解率は6割から7割程度で正確に識別することができなかった。各分類器のパラメータを調整することで、精度は多少上がったが、学習時間が長期化した。

次に、識別率の向上かつ学習時間を短縮させるため、Deep Learningを利用したモデルの作成を試みた。Googleの音声検索にも利用されているTensorFlowをバックエンドとして利用し、Kerasというライブラリでモデルを作成した。作成したモデルは交差検証を行い評価したところ、正解率が9割を超えるモデルも作成することができた。学習結果が良かったモデル及び重みを保存しておくことで、良いモデル及び重みを読み込む時間のみで識別を行うことを可能にした。より短時間かつ高精度で識別をすることが可能になったことから、Deep Learningで作成したモデルを個体識別器として利用した。

5. 健康管理が行える餌入れの制作

開発した個体識別器の応用例として、猫が食べた餌の量を通知することで、留守番中の見守りや健康管理として利用するシステムを開発した。

5.1 餌入れの構成

餌の重量の変化を管理できるフードボウルを置く土台の制作を行った。制作した土台は図2で、主にMDF板をレーザカッターで切り出して制作した。重量の計測のために使用したものは、ロードセル、ブレッドボード、Arduinoである。力を検出するロードセルをフードボウルを置く場所の下に固定することで、餌の重量計測を可能にした。なお、ブレッドボードやArduinoは猫が餌を食べるときの妨げにならないように、図3のように餌入れの中に収納している。



図 2 制作した餌入れ

5.2 システムの動作の流れ

開発したシステムの動作の流れは以下のとおりである。

- (1) 重さが増え始めたら識別を開始する。
- (2) 個体識別器を利用して個体を予測する。



図 3 制作した餌入れの内部

(3) 個体識別の結果と食べた餌の重量を通知する。

5.3 識別結果の活用

重量の変化を監視し、一定時間変化がない場合、そのときの重量がフードボウルに残っている餌の重量である。一定時間変化がないときの重さを更新していくことで、猫が食べた餌の重量を把握することができる。反対に、重量に変化がある場合は猫が餌を食べているときであり、そのときに発生している音をマイクで録音し、作成した個体識別器を利用して個体の予測を行う。識別結果と食べた餌の重量は LINE が提供している通知連携サービス Notify と Python を用いて、LINE に図 4 のように通知した。通知が来た時間からどの個体が行動しているかだけでなく、食べた量や回数も知ることができ、留守番中の行動の把握と健康管理を同時に行うことができる。本システムを実際に利用し、猫が餌を食べている様子は図 5 である。

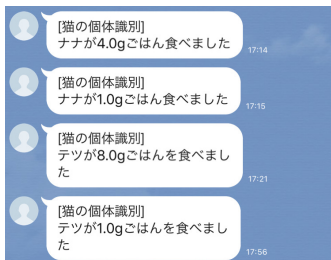


図 4 通知画面の例



図 5 システム利用の例

6. まとめと今後の展望

本研究では、猫の咀嚼音の違いを利用して個体識別を行った。猫の咀嚼音を利用することで、猫自身にタグを取り付ける必要がなく、猫に対してストレスを与えない個体識別を可能とした。本手法を活用することで、猫は普段の生活環境のまま、飼い主は健康管理や留守番中の見守りが可能となることを、実際に個体識別と重量計測が可能な餌入れを制作して示した。

本研究では、ドライフードを食べているときの音を利用して個体識別器を作成したため、ウェットフード等を与えた

場合、同様に識別を行うことができない。猫に対して多種類の餌を与えている場合は、安定して識別を行うことができないため課題である。与える餌の種類ごとにモデルを作る等の工夫が必要である。

また、猫の咀嚼音による違いだけでなく、本手法を活用することで排泄行為のときの砂をかく音でも識別ができるのではないかと考える。人と同様に、動物においても行動的特徴を利用した個体識別が可能である。じゃれ方や歩き方等の他の行動から特徴を見出し、個体識別を行うことはできないか検討していきたい。

参考文献

- [1] 一般社団法人ペットフード協会. 全国犬猫飼育実態調査. <https://petfood.or.jp/data/>. (2019年7月22日閲覧).
- [2] 村田浩一, 楠田哲士 (監訳). 動物園学. 文永堂出版, 2011.
- [3] 一般財団法人さっぽろ産業振興財団. 円山動物園の機能強化と先端技術による新ビジネス創出に向けた技術確立のための調査研究, 2018.
- [4] 米澤香子, 味八木崇, 暦本純一. Cat@log: Human pet interaction のための猫ウェアラブルセンシング. 第17回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ予稿集, pp. 47-52, 2009.
- [5] 瀬戸洋一. バイオメトリック認証システム: 1. バイオメトリックセキュリティ認証技術の動向と展望. 情報処理, Vol. 47, No. 6, pp. 571-576, 2006.
- [6] Yu-Chen C, Shintami C. H, Wen-Huang C, and et al. Locality constrained sparse representation for cat recognition. In *MultiMedia Modeling*, pp. 140-151, 2016.
- [7] Daniel S, Arsha N, Andrew Z, and et al. Chimpanzee face recognition from videos in the wild using deep learning. *Science Advances*, Vol. 5, No. 9, p. eaaw0736, 2019.
- [8] Cheng B, Lan Z, Xiang-Yang L, and et al. Silentsense: silent user identification via touch and movement behavioral biometrics. In *Proceedings of the 19th annual international conference on Mobile computing & networking*, pp. 187-190, 2013.
- [9] Louise J.McDowell, Deborah L.Wells, and Peter G.Hepper. Lateralization of spontaneous behaviours in the domestic cat, felis silvestris. *Animal Behaviour*, Vol. 135, pp. 37-43, 2018.
- [10] 富田園子, 山本宗伸, 関由香. 猫を飼う前に読む本: 猫専門医が教える. 誠文堂新光社, 2017.