

令和元年6月26日現在

機関番号：14401

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2018

課題番号：16K12757

研究課題名（和文）顔認識技術を応用した野生霊長類の観察システムの構築

研究課題名（英文）Construction of an observation system for wild primates using face recognition technology

研究代表者

上野 将敬（Ueno, Masataka）

大阪大学・人間科学研究科・助教

研究者番号：30737432

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,600,000円

研究成果の概要（和文）：勝山ニホンザル集団（岡山県真庭市に生息）と淡路島ニホンザル集団（兵庫県洲本市に生息）を対象として画像・動画データ収集を行った。収集したニホンザルの画像を用いて、動画中のニホンザルを検出・追跡し、識別する人工知能を開発した。動画中の対象個体の時系列情報を利用することによって、従来の手法に比べて高い精度で識別を行えることが示された。このプログラムを用いることによって、一般の人であっても、動物園や野猿公苑などでサルを観察した際に充実した観察体験を得ることができると考えられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

動物の行動観察は、学術研究の世界で確固たる地位を確立している科学的手法である。しかし、一般の人びとにとっては、動物の行動に注意と興味を向け続けることは難しい。動物園では種名とその動物の姿を確認しただけで満足してしまう来園者も多い。霊長類学者がサルを観察するときに欠かせないのが個体識別である。サルの顔は、ヒトと同じように1頭1頭、その形が異なる。その違いを手がかりとして、霊長類学者はサルに名前をつけ、行動の記録を蓄積していく。本研究によって、人工知能によって個体識別を可能とすることで、特別な訓練を行っていない人であってもより充実した動物観察を体験することができると考えられる。

研究成果の概要（英文）：We collected image and movie data of Japanese macaques at Katsuyama and Awajishima. Using images of Japanese macaques, we have developed an artificial intelligence system that can detect, track, and identify Japanese macaques in videos. By using the time series information of the target individual in the moving image, it was shown that the identification could be carried out with higher accuracy than the conventional method. By using this program, it is thought that even ordinary people can gain a rich observation experience when observing monkeys in zoos or monkey parks.

研究分野：比較発達心理学

キーワード：霊長類 人工知能 個体識別 ニホンザル

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

動物の行動観察は、学術研究の世界で確固たる地位を確立している科学的手法である。しかし、一般の人びとにとっては、動物の行動に注意と興味を向け続けることは難しい。動物園では種名とその動物の姿を確認しただけで満足してしまう来園者も多い。霊長類学者がサルを観察するときには欠かせないのが個体識別である。サルの顔は、ヒトと同じように1頭1頭、その形が異なる。その違いを手がかりとして、霊長類学者はサルに名前をつけ、行動の記録を蓄積していく。人工知能によって個体識別を可能とすることで、特別な訓練を行っていない人であってもより充実した動物観察を体験することができると考えられる。

### 2. 研究の目的

一般の来園者であっても、目の前のサルが誰で、どんな個性を持ち、どんな人生を送ってきたのかがわかれば、その個体に対する愛着が生まれ、充実した観察体験をすることができると考えられる。本研究課題では、ニホンザルを識別する人工知能を開発し、その人工知能や拡張現実技術を利用して、サルの個体を提示することのできる装置「サルメガネ(サルの名前や個体情報や性格が見えるメガネ)」を作成することを目的とした。

### 3. 研究の方法

#### ・データ収集

勝山野生ニホンザル集団(岡山県真庭市に生息)と淡路島ニホンザル集団(兵庫県洲本市に生息)を対象として画像・動画データ収集を行った。様々な角度から撮影された全サルの顔写真を複数枚準備し、個体識別プログラムの開発に利用した。

#### ・個体識別プログラムの作成

岡山県真庭市神庭の滝自然公園付近に生息する勝山ニホンザル集団、兵庫県洲本市に生息する淡路島ニホンザル集団、及びインターネット上のニホンザル画像をプログラムの作成に用いた。これらの画像をもとに、ベイズの定理に基づいて逐次に状態推定を行うパーティクルフィルタと抽象化能力に優れたディープラーニングを組み合わせ、動画像中のニホンザルの追跡と、ニホンザルの顔画像から個体識別を行うプログラムを作成した。

#### ・霊長類研究者が用いる識別方略の検討

人工知能による個体識別プログラムの精度を向上させるために、霊長類研究者がどのような方略を用いて個体識別を行っているかを検討した。ニホンザルを延べ30頭以上識別することのできる霊長類研究者16人と、霊長類研究者と比較するための19歳以上の21名を対象とした。実験参加者には、まず斜めを向いた顔画像を提示した。その後、2つの正面顔を提示し、いずれの顔が、先に提示された斜め顔と同一個体のものかを回答してもらった。また、霊長類研究者が、どの程度顔以外の部位を用いて識別しているかを検討するために、ニホンザルの全身が映った画像と、その全身画像から顔だけを残した画像を用いて、上記の実験と同様にして識別実験を行った。

### 4. 研究成果

#### ・個体識別プログラムの作成

本研究目的に従い、ニホンザルを検出し、追跡するプログラムと、検出したニホンザルを識別するプログラムを作成した。ニホンザルの検出・追跡プログラムに関しては、パーティクルフィルタという物体追跡技術にAI技術の一つである深層学習を組み込むことで、従来手法と比べ約7%精度が向上した。ピーク検出とk-meansを用い確率密度分布をクラスタリングすることで、複数頭の同時個体追跡を行うことができた。また本手法ではニホンザル以外の動物種に対しても追跡が可能であった。

そして、機械学習手法の一つである深層学習を用いてニホンザルの個体識別器を作成した。識別器の精度は高いとは言えない結果となったが、時系列情報を加味する逐次ベイズ更新を組み合わせることで識別可能個体が増えた。このことから、動画に写るニホンザルを個体識別する場合、この手法が適していることが分かった。

#### ・霊長類研究者が用いる識別方略の検討

霊長類研究者は、統制群に比べて、ニホンザルの顔をより正確に識別していた。しかし、霊長類研究者は、顔だけの条件よりも、体全体を提示されたほうが、識別成績が高くなっていた。また、注視部位を分析すると、霊長類研究者は、統制群とは異なり、全身画像が提示されると、顔以外の部位を見ることが増えていた。以上の結果から、霊長類研究者は、ニホンザルについて、統制群よりも高い顔の識別能力を持っているが、顔だけの手がかりから十分な識別を行っているわけではなく、顔以外の部位の情報を用いて個体識別していることが示唆された。

#### ・ 個体識別システムの作成

サルメガネの先駆けとして、個体識別プログラムをスマートフォンアプリに実装した。このアプリを用いることにより、勝山ニホンザル集団において新たに取得したサルの画像について、個体を識別することができる。今後の展望として、一般の来園者にこのアプリを利用してもらい、実際に、より充実した観察経験を得ることができるのかを検討したいと考えている。

### 5 . 主な発表論文等

#### 〔雑誌論文〕(計 1 件)

Ueno, M., Hayashi, H., Terada, K., Kabata, R., and Yamada, K. (2019). "Automatically detecting and tracking free-ranging Japanese macaques in video recordings with deep learning and particle filter." *Ethology*, 125, pp. 332-340.

#### 〔学会発表〕(計 5 件)

1. 上野将敬・山本寛樹・山田一憲・板倉昭二 (2018.9). 顔の識別能力の発達と可塑性、日本心理学会第 82 回大会
2. 林 英誉・加畑亮輔・寺田和憲・上野将敬・山田一憲 (2017.10). 深層学習とパーティクルフィルタを用いたニホンザルの種追跡と個体識別、電子情報通信学会 パターン認識・メディア理解研究会
3. 加畑亮輔・林 英誉・寺田和憲・上野将敬・山田一憲 (2017.9). 動画中のニホンザルの個体識別と追跡、第 33 回ファジィシステムシンポジウム
4. 上野将敬・寺田和憲・加畑亮輔・林 英誉・山田一憲 (2017.7). ディープラーニングとパーティクルフィルタによるニホンザルの個体識別、第 33 回日本霊長類学会大会
5. 上野将敬・寺田和憲・加畑亮輔・林 英誉・山田一憲 (2017.3). ディープラーニングとパーティクルフィルタを用いた動画中のニホンザルの個体追跡、第 64 回日本生態学会大会

#### 〔図書〕(計 1 件)

上野将敬 (2019) 他者を感じる、『感じる』、大阪大学出版会、第 5 章 (分担執筆)

#### 〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

#### 〔その他〕

・第 34 回霊長類学会大会における自由集会の企画・発表 (2018.7)  
第 34 回霊長類学会大会において、「AI 技術は霊長類との関わり方を変えるのか」と題した自由集会を企画した。

・勝山高校でのシンポジウムの開催 (2017.7)  
岡山県立勝山高校において、「第 1 回 勝山高校・大阪大学人間科学部交流シンポジウム：サルと科学技術を通して人間を知る、サルメガネの開発」と題したシンポジウムを開催した。

### 6 . 研究組織

#### (1)研究分担者

研究分担者氏名：寺田 和憲

ローマ字氏名：Kazunori Terada

所属研究機関名：岐阜大学

部局名：工学部

職名：准教授

研究者番号 (8 桁): 30345798

研究分担者氏名：山田 一憲

ローマ字氏名：Kazunori Yamada  
所属研究機関名：大阪大学大学院  
部局名：人間科学研究科  
職名：講師  
研究者番号（8桁）：80506999

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。