

スマートデバイス、行動分析







動物行動を理解するための機械学習技術

情報科学研究科

准教授 前川 卓也



Researchmap https://researchmap.jp/takumae80/



研究の概要

動物の行動は、外界からの入力とその内部処理の帰結であり、行動 を計測・分析することで、動物の内部メカニズムの理解に繋がる。本 研究では、動物の移動行動の計測・分析の最新手法を機械学習技術に 基づき開発してきた。小動物に搭載するカメラを備えた従来のバイオ ロギングデバイスでは、バッテリ重量の制約上、常に映像を撮影し続 けることは困難であり、生態学的に重要な発生頻度の低い行動を撮影 することは困難だった。本研究グループでは、消費電力の小さいセン サで動物の行動を自動で認識する人工知能を搭載したバイオロギング デバイスを世界で初めて開発し、特定の行動(例:採餌の瞬間)が発 生したときのみカメラによる録画を行うことができるようになった。 また、ロギングデバイスによって得られた大量の動物移動行動データ の分析を支援する深層学習手法を開発した。動物の移動軌跡の比較分 析(例:病気と健常のマウス群の比較)を対象とし、比較群に特徴的 な部分軌跡を自動的に検出、生物学者に提示する手法を開発した。分 析手法により、パーキンソン病マウスが空間の探索を行いづらくなる 特徴や、天敵に遭遇した際に"死にまね"をする昆虫の逃避戦略等が新 たに発見できた。

研究の背景と結果

バイオロギングでは、動物に装着した小型センサロガーを用いて、 研究者が目視観測できない世界を観測することができる。しかし、小 型動物に装着するロガーは重量の制約があり、大型のバッテリを搭載 できないため、発生頻度の低い研究者が興味のある行動をカメラ撮影 することは困難だった。本研究では、ロガーに搭載された加速度セン サや GPS などのカメラに比べて低消費電力なセンサを用いて、ロガー 上の人工知能により自動的に動物の行動を認識し、生態学者が興味の ある行動が発生した時のみ、カメラで撮影を行う手法を考案した。バッ テリの制約がある小型ロガーでは、搭載されるマイコンの性能も限ら れるため、メモリの少ないマイコン上で動作し、高い認識精度を達成 する行動認識手法を開発した。青森県蕪島に生息するウミネコを用い た実験では、ランダムにカメラを起動する手法と比べて、15倍の効率 で対象とする採餌イベントの撮影に成功した。提案手法により、ウミ ネコの採餌行動に関して初めて観測される映像等を撮影することがで きた (図1)。

GPS などの機器により計測された動物の移動行動データは、例えば 病気の動物と健常の動物の比較に用いることで、病気が動物の行動に どのような影響を及ぼすかを評価したり、オスとメス動物の比較によ りそれらの生存戦略の違いを明らかにしたりするために生物学者によっ て分析される。しかし、これまでの多くの分析手段は、生物学者の手 作業による分析に依存しており、大量のデータを手作業で分析する労 力は非常に大きいものだった。そこで本研究では、動物行動軌跡の比 較分析において、比較する群に特徴的な部分軌跡を自動的に検出して、 生物学者に提示する手法を考案した。提案手法では、アテンションと 呼ばれる機構をニューラルネットワークに組み込むことで、2群の顕著 な部分軌跡を検出し、生物学者に提示することで分析を支援する(図2)。 本手法は、海鳥、クマ、線虫、マウス、コオロギ、甲虫の行動軌跡デー タに適用され、それぞれの動物の新しい生態を発見に繋がった。

研究の意義と将来展望

これらの計測・分析手法により、人間や動物に共通する病気の理解 や気候変動下での害獣との共生を加速させる可能性がある。



閏発したロガー



他の個体の餌を奪い取る行動



海に飛び込んで魚を捕獲



飛行中の虫を飛びながら捕獲

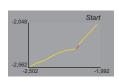


海に浮かんでいる虫を飛びながら捕獲

図1



コクヌストモドキ



死にまねが長い コクヌストモドキの軌跡



死にまねが短い コクヌストモドキの軌跡



マウス



健常なマウスの軌跡

図2(写真提供:岡山大学, 同志社大学)





研究対象の海鳥 (オオミズナギドリ)

図3(写真提供:名古屋大学)

Maekawa, Takuya et al. Deep Learning-assisted Comparative Analysis of Animal Trajectories with DeepHL. Nature Communications. 2020; : 5316. doi: 10.1038/s41467-020-19105-0

Korpela, Joseph; Maekawa, Takuya et al. Machine learning enables improved runtime and precision for bio-loggers on seabirds. Communications Biology. 2020; 3: 633. doi:10.1038/s42003-020-01356-8 https://www.youtube.com/channel/UCHoNDVk6sB0t4d8A2jralEg

<mark>-ワード</mark> バイオロギング、機械学習、行動認識