

トラッキング分析演習のイントロダクション

はじめに——トラッキングとは？

- 動物の位置や姿勢を時系列で追跡する分析手法
- ざっくり分けて、3種類のアプローチがある
 1. モーションキャプチャ：赤外線マーカーを身体につけて、その位置座標をセンサーでキャッチする。高精度だが、基本的に高価（100～1000万円）
 2. 画像ベースのトラッキング：カメラで撮影した動画のフレームから、物体の位置を検出する。商用ソフト（30～200万）もあるが、無料のものもたくさん公開されている。
 3. 手打ち（ポチポチ）：動画のフレーム1枚1枚を手動でクリックしながら追いかける。画像ベースより実は精度はよい。結局、人間の眼はバカにはできない。とんでもなく時間がかかるので、大量のデータに対しては現実的ではない

画像ベースの技術はさらに、2種類に分けておくとわかりやすい

- A. 色、輝度値などの画像の特徴量を用いるもの：例えば、白背景に黒いマウスであれば、輝度の低い場所を検出すれば動物の位置が追える（e.g., UMATracker, Bonsaiなど）。訓練が必要ないので、サクッと使えてこちらも便利
- B. 深層学習などの機械学習の技術で動物の位置や姿勢を推定するもの：動物の位置と動画のフレームの対応関係を教師データとして学習させ、位置をの推定を行う（e.g., DeepLabCut, SLEAPなど）

トラッキングは何に使えるのか？

- 特定の場所への滞在時間（同種他個体と一緒にいるかなど）や運動の特徴（速度、加速度、角度、滑らかさなど）を分析に使える
- アイデア次第で、動物の行動のいろいろな定量化に使える
- 松井の場合、鳥のクチバシの開閉運動、ついでに軌道、動物の向いている方向の検出、ラットの迷路における各位置への滞在時間、イヌのオープンフィールドにおける活動/休止の分類などに使ってきた。

今回用いるのは“DeepLabCut”というソフト

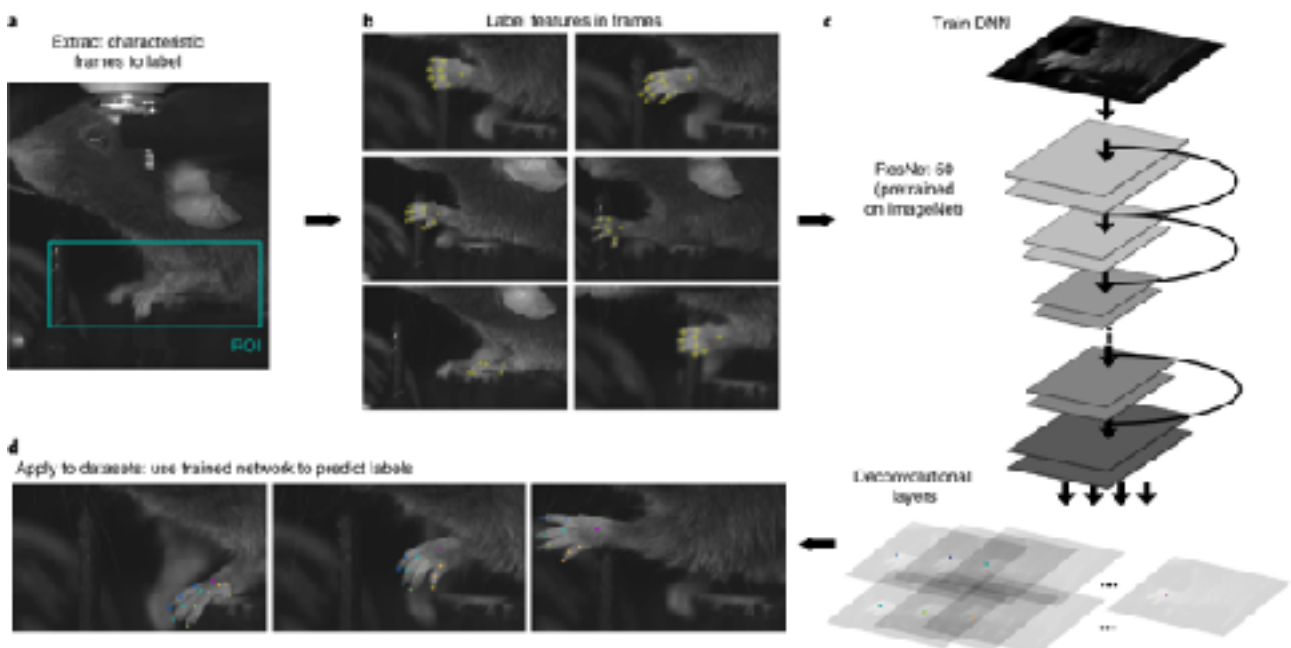
pip package 2.3.11 Total Downloads 88% Monthly Downloads 10 Users LCP v3 2018 2018 2018 2018 2018



DeepLabCut™:
a software package for
animal pose estimation

- 深層学習を用いたトラッキングソフトで、Pythonを通じて動かすことができる
- 類似したソフトと比べて、UIが使いやすく、心理学・神経科学ではかなり一般的に用いられるようになった
- GUIを通じて動かすこともできるが、今回はPythonのコードを叩きながら進めていくことにする
- 実は初心者にとって最難関なのはインストールなのだが、今回はそこはスキップする（やGPU関連のソフトの依存関係でスタックすることが多い）
- <https://www.mackenziemathislab.org/deeplabcut>

DeepLabCut: markerless tracking toolbox



Mathis, A., Mamidanna, P., Cury, K. M., Abe, T., Murthy, V. N., Mathis, M. W., & Bethge, M. (2018). DeepLabCut: markerless pose estimation of user-defined body parts with deep learning. *Nature Neuroscience*, 21(9), 1281–1289.

実際に動かしてみる

- 基本的な作業のフローはこちらの動画。情報が古いんだけど、大筋は変わらない
- <https://www.youtube.com/watch?v=8j2OggZdl3s&t=105s>
- 現行のバージョンと大きく違うのは、訓練データの作成に現在は napari というアプリケーションソフトを使っているところ（napariの使い方は、一緒にやってみよう）
- コードのテンプレはここに用意しておいた
- https://github.com/HeathRossie/dlc_template/blob/master/template.py
- GUIを用いた操作法はこちら（本家の解説動画）
- <https://www.youtube.com/watch?v=KcXogR-p5Ak&list=PLjpMSEOb9vRFefBwT4l6kCfAXDJ8uHJjq>

よくある疑問や問題に対して個人的に思うこと

- トラッキングした後、どうしたらいいのかわからない
特定の場所への滞在時間や運動軌道などをリサーチクエッションに応じて座標点のデータから加工していくことが多い。一応、RでDeepLabCutの出力をtidyなデータフレームとして一括して読む混む便利関数は公開してみた：<https://github.com/HeathRossie/dlcpr>
もう少しエッジの効いた研究法として、動物の動作を自動分類して、その遷移構造などの分析にもっていくという流儀もある（“computational ethology”と呼ばれる）。2019年までの動向をまとめた資料はこちら：<https://github.com/HeathRossie/memo/blob/main/computational%20ethology.pdf>
- トラッキングによって行動がより客観的に分析できるようになった？
松井はあまりそうは思わない。トラッキングで得られるのは座標点の時系列に過ぎない。結局、それを人間が解釈可能なデータにするには、その動物の行動に対して習熟してなければならないし、場合によっては行動観察の熟練度という属人的な能力が大きく影響する。そう考えると、トラッキング技術がコモディティ化することで、むしろ観察の重要さは増したといってもよい¹。

¹ただし、例えば座標点の時系列だけから動物の属性（実験群 vs 統制群など）を分類したり、データの処理を最小にして分析するアプローチも出てきているので、以上の見方が常に成り立つわけでもない。