DLC\_GUI操作マニュアル

# 作業場所へのファイルのコピー

DLC\_GUIフォルダ内のdataフォルダに適当な名前（被検体、実験日など、プロジェクトごとにサブフォルダを作成しても良い）で作業フォルダを作成し、mp4ファイルを置く。ファイルのパス名に空白や日本語が含まれていると、DeepLabCut (DLC)の処理がうまくいかないので、英数字のみのフォルダ名にすること。

# ファイルのロード

* DLC\_GUIを起動＊。

[Linux, OSX]コンソールで以下を実行。

$ ~/TVT/boot\_DLCGUI.sh

* 中央の黒いパネルの上にある"Load video file"ボタンを押してmp4ファイルを選択。

＊ アプリを起動する際に、作業状態ファイルが存在する場合は、状態を読み込むかを聞かれる。('Load last state': 'Retrieve the last working state?' dialog）

* DLC\_GUIでは、ウィンドウを閉じる際（正常終了時）に作業状態が、アプリフォルダの'DLC\_GUI\_last\_working\_sate-0.plk'ファイルに自動的に保存される。’Yes'を押してファイルを読み込めば、前回終了時の状態から始めることができる。
* 状態ファイルは、過去5回分まで保存されている。
* 'File'メニューの'Save working state'（Ctrl+S'）で現在の作業状態を保存でき、Load working state'（Ctrl+L）で保存されている作業状態を読み込むことができる。

# DLCによるビデオ画像の位置追跡

DLCによるビデオの位置追跡処理のインターフェースが、メニューバーのDLCにある。

処理手順は、Nath et al., (2019)の記述に準じているので、詳細が必要な場合はそちらを参照。

Nath, T., Mathis, A., Chen, A.C., Patel, A., Bethge, M., Mathis, M.W., 2019. Using DeepLabCut for 3D markerless pose estimation across species and behaviors. Nat Protoc.

1. プロジェクトの設定

メニュー：DLC->'New project'でプロジェクトを作成。

既存のプロジェクトを用いる場合は、メニュー：DLC->’- Load config'でプロジェクトフォルダ内にあるconfig\_rel.ymlを選択。

1. 設定の編集

メニュー：DLC->'Edit configuration'で設定編集ダイアログが開く。

bodypartsとskelton、x1, x2, y1, y2を編集。

bodypartsはトラッキングする部位の名前のリストを書く。skeltonはそれらの部位間を結ぶ線を描きたい時に設定。

例） bodyparts: ['nose\_tip, 'chin']

skelton: [['nose\_tip, 'chin']]

skeltonは必要なければ、空のリスト（[]）でも構わない。

x1, x2, y1, y2はトラッキングする位置が含まれる画像領域を指定。領域を狭めることで、DLCの処理が早くなるが、デフォルトでも問題ない。

1. 訓練画像の抽出

メニュー：DLC->'Extract training frames'

実行するたびに訓練画像が増えていく。

1. 追跡点の設定

メニュー：DLC->'Label frames'

* 追跡点の名前のリストを指定するダイアログが開く。2)のbodypartsで設定したリストがデフォルトで提示されるので、変更なければそのままOKを押す。
* Labeling ToolBoxウィンドウが開く。
* ”Load Frames”（左下のボタン）を押し、3)で抽出された画像が保存されたフォルダ（ビデオファイルと同名のフォルダ）を指定してOpenする。
* “<<Previous”, “Next>>”で画像を移動。
* 右上の’Adjust marker size’でマーカーの円の大きさが変えられる。
* ‘Select a bodypart to label’でどのマーカーを置くかが選べる。一つ置けば自動的に次のものが選択されるが、前に戻ったり、飛ばしたりするときはここで選択。
* 右クリックで点を置く。
* 左クリック＋ドラッグで位置を移動できる。
* 中ボタンクリックで点を削除。
* 終了したら’Quit’ボタンでLabeling ToolBoxウィンドウを閉じる。
* ‘Do you want to label another data set?’と聞かれるが、他のビデオ画像の処理を同時にしないならNoを選択。
* このときDLC Video GUIも一緒に閉じてしまうことがあるので（DeepLabCutがプロセスをquitしてしまう）、その場合DLC\_GUI.pyを再起動する。「追跡点の設定」を選択した時点の作業状態が自動的に保存されているので、起動時の’Retrieve the last working state’でYesを選択すれば、作業状態が回復される。

1. 追跡点の確認

メニュー：DLC->'Check labels'

コンソール上に進行状況が表示される。完了したらメッセージダイアログが開く。

マーカーが置かれた画像ファイルが、プロジェクトフォルダ内（Data/[動画ファイル名]/[動画ファイル名]-DLC\_GUI-[yyyy-mm-dd:プロジェクト作成日]）の[動画ファイル名]/labeled-data/[動画ファイル名]\_labeled）に保存されるので、画像ビューアーなどで確認。

1. 訓練データの作成と訓練の開始。

メニュー：DLC->'Train network'

訓練データの作成を行い、ネットワークの訓練を開始する。

* 訓練は、訓練データの量やPCの性能により数時間以上かかる事がある。
* 訓練は別プロセスで開始され、DLC\_GUIを終了しても走り続ける。
* 訓練の進行状況は、プロジェクトフォルダ内のDLC\_train.outに書き込まれる。
* 進行中の訓練プロセスを終了させたい場合は、コンソールで’pkill -f run\_dlc\_train.py’と入力。

メニュー：DLC->'- make a training script’

訓練スクリプトの作成だけを行い、訓練プロセスは実行しない。訓練プロセスを別のPCなどで行う場合に有用。

* プロジェクトフォルダ内に’DLC\_training.sh’が作成される。
* DLC\_GUIのフォルダをコピーし、コンソールで’conda activate DLC\_GPU’ (DLC\_CPU)で環境を起動、プロジェクトフォルダに移動してDLC\_training.shをシェルで起動すれば訓練が開始される。

e.g.,

conda activate DLC\_GPU

cd DLC\_GUI/Data/[動画ファイル名]/[動画ファイル名]-DLC\_GUI-[yyyy-mm-dd:プロジェクト作成日]

nohup /bin/bash DLC\_training.sh > DLC\_train.out &

以上で、訓練がバックグラウンドジョブとして開始され、進行状況がDLC\_train.outに記録される。Jobはコンソールを閉じても継続される。進行中の訓練プロセスを終了させたい場合は、コンソールで’pkill -f run\_dlc\_train.py’と入力。

1. 訓練の評価

メニュー：DLC->'Evaluate network'

訓練データの成績を評価。終了すると進行過程を示したメッセージダイアログが開く。

プロジェクトフォルダ内のevaluateion-results/iteration-xにcsvファイルで保存される。

ここでは、特に何もしなくてよい。

1. ビデオデータの解析

メニュー：DLC->'Analyze video'

ネットワークを動画ファイルのすべてのフレームに適用して、マーカー位置の追跡が行われる。

* コンソール上に進行状況が表示される。
* PCの性能と動画の長さに応じて、数十分ほど時間がかかることがある。

メニュー：DLC->'- Filter prediction'

マーカーの追跡位置の時系列変化に対してフィルターをかけることで、追跡位置を補正する。

作業フォルダ（Data/[動画ファイル名]）の、

/ [yyyymmdd:作成日]\_ [動画ファイル名]DLCresnet50\_[DLCプロジェクト名]\_[2000:訓練回数]\_filtered.csv

ファイルに、追跡位置の系列が保存される。

csvファイルは各列が追跡点ごとの、x, y, likelihoodに対応。x,yは追跡点の位置を、likelihoodは推定の尤度（１だと確度が高い）を表す。各行がフレーム番号に対応。

1. 外れ値の抽出

メニュー：DLC->'Extract outlier frames'

# 温度画像とビデオ画像の時間同期

* 温度画像とビデオ画像の時間を|<-, <-, ->, ->|ボタンで移動させて、同じ時点の画像を表示させる。|<-、->|は秒単位、<-, ->はフレーム単位で移動する。
* 中央下のスライダーは温度画像と同期しており、温度画像とビデオ画像が同期している時（ビデオ画像下の'Sync video to thermo'ボタンが押されている [青色になっている] 時）はビデオ画像も同期して移動する。
* ビデオ画像の時間表示を参考に、大きな動きがあったフレームを基準にすると合わせやすい。
* 同じ時点のフレームが両方に表示されている状態で、'Sync video to thermo'ボタンを押す。

# 追跡点の読み込みと設定

* 温度画像とビデオ画像の同期をしていないと読み込めない。
* メニュー：DLC->'XI. Load tracking positions'

\*flitered.csvを選択。

左にある'Tracking points'パネルのPointに追跡点が追加される。

# 時間マーカーの設定

* 左にある'Tracking points'パネルの'Point:'で追跡点を選択し、パネルの下部にある'Plot time-course'ボタンを押す。

下のグラフに追跡点の温度の時間変化が表示される。

表示されていない部分は追跡ができなかったフレーム。

* マーカーの設定

グラフをもとに、スライダーを使ってフレームを移動。

基準となるフレームに来たら、左上の'Time marker'パネルで時間マーカーを設定。

'Name:'に適当な名前を入力し、'Add'ボタンを押す。

# 追跡点の編集

## マーカー区間外の追跡点の削除

* + 左にある'Tracking points'パネルの'Point:'で追跡点を選択し、パネルの下部にある'Plot time-course'ボタンを押す。
  + 追跡区間にないフレームに移動。

'Time marker'パネル（左上）の'Jump next'、'Jump previous'でマーカー位置にフレームを移動できる。

* + 'Tracking points'の'Edit range:'を設定
    - 'Current'；現在の表示フレームのみ
    - 'PrevMark -> Current'；前のマーカーから、現在の表示フレームまで（マーカー位置は含まない）。
    - 'Current -> NextMark'；現在の表示フレームから、次のマーカーまで（マーカー位置は含まない）。
    - '0 -> Current'；始めから、現在の表示フレームまで。
    - 'Current -> End'；現在の表示フレームから、最後まで。
  + 'Tracking points'の'Erase'ボタンで、'Edit range'内の追跡点を消去。

編集後は'Edit range'が'Current'に戻るので、その都度'Edit range'を設定する。

* + 'Tracking points'パネルの'Point:'で追跡点を選択し、上記を繰り返す。

## 追跡点の調整

* 'Tracking points'の'Color'で、追跡点の色を見やすいものに設定。
* 'Tracking points'の'Radius'で、点の半径（ピクセル）を設定。
* 'Tracking points'の'Aggregation'で、円内の温度データのまとめ方を選択
  + 'mean'：平均、'median'：中央値、'min'：最小値、'max'：最大値
* 点の移動

追跡点が置かれたフレームでは、温度画像とビデオ画像上に追跡点の円が表示される。円の内部をクリックしてドラッグすれば、追跡点を移動できる。フレームごとに位置を微調整する。

* フレームの移動

'n'または右カーソルキーで１フレーム進む。'p'または左カーソルキーで１フレーム戻る。

* 追跡点がないフレームに点を追加するには、画像を右ダブルクリックすれば、現在'Tracking points'で選択されている点がクリック位置に置かれる。
* 新規の追跡点の追加

シフト＋ダブルクリックすれば、新規の追跡点が追加される。

* 追跡点の削除

'Tracking points'の'Delete this tracking point'（赤いボタン）を押すと、追跡点（全フレームのデータ）が削除される。

# 追跡点の温度データの出力

* 左下にある"Export data'ボタンを押して、出力ファイルを選択。
* 追跡点の温度データと'Time marker'が保全される。フレーム番号、時間は全て温度画像に対応。

ファイルのフォーマット

一列目：フレーム番号

二列目：時間 (ms)

三列目：マーカー

四列目以降：追跡点の温度