

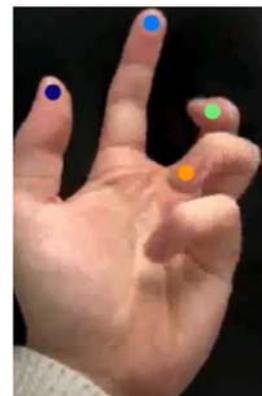
令和3年度大阪大学未来基金「学部学生による自主研究奨励事業」研究成果報告書

ふりがな 氏名	おおつか ゆうへい 大塚悠平	学部 学科	医学部医学科	学年	2年
ふりがな 共同 研究者氏名	きたばたけ りょうこ 北畠僚子	学部 学科	医学部医学科	学年	2年
					年
					年
アドバイザー教員 氏名	奥野 龍禎	所属	神経内科学		
研究課題名	マウスの自動トラッキング装置の作成及び、運動機能の評価				
研究成果の概要	研究目的、研究計画、研究方法、研究経過、研究成果等について記述すること。必要に応じて用紙を追加してもよい。(先行する研究を引用する場合は、「阪大生のためのアカデミックライティング入門」に従い、盗作剽窃にならないように引用部分を明示し文末に参考文献リストをつけること。)				
1.研究目的					
<p>神経変性疾患をはじめとする神経疾患では、マウスの歩行を始めとした様々な表現型の観察が求められる。現在のマウスの運動機能評価に主に用いられる Rotarod Test では、回転する棒の上にマウスを置き、そこからマウスが落下するまでの時間を一匹ずつ、研究者自身が測定する必要がある、非効率的である。さらに、試験ごとのばらつき大きさも問題である。</p> <p>近年、GPU を始めとするハードウェアならびに深層学習を始めとする機械学習分野は大幅に進歩してきた。例えば、2017年に発表された深層学習を用いたアルゴリズムである OpenPose は高速かつ高精度に姿勢推定を行うことを可能にし、社会行動学・神経科学においても様々な応用がなされている。そこで、今回我々は、深層学習を用いたマウス姿勢制御ソフトウェアの開発をおこなう。更に、ソフトウェアを GPU が搭載された小型のコンピューターである Jetson に組み込むことで、マウスの自動トラッキング装置を作成し、トラッキングデータに基づいた正確な運動機能の評価をすることを目指す。</p> <p>本研究では、マウス運動機能の高精度評価手法の確立を通じて、運動機能障害を引き起こす疾患の研究への応用を目指す。例えば、筋萎縮性硬化症 (ALS) やパーキンソン病を始めとする神経疾患のモデルマウスの行動評価を正確かつ効率的に行い、様々な疾患研究へ還元することを目標としている。</p>					

2.研究計画・研究方法

マウス自動トラッキング装置の作成

マウストラッキングデバイスはオープンフィールドテストと呼ばれる、50cm x 50cm の空間におけるマウスの歩行を観察するテストを想定して作成する。オープンフィールドにおいて、マウスを上部 50cm より録画する。深層学習を用いたパッケージ DeepLabCut を利用することで学習済みのモデルを作成し、モデルによるマウス姿勢推定を行う。なお、モデルの学習・生成についてはプログラミング言語 Python を用いて、Google Colab 上で行う。Python を用いて、録画から推論、出力までの一連の処理を自動で行うパイプラインを構築する。幅広い使用者を想定し、特別な環境を使用せず、簡単な操作で同一の結果を得るため、GPU が搭載された小型のコンピューターである Jetson Xavier 上に環境を構築する。操作インターフェースとして、0.96 インチ小型 OLED モニター上への文字の表示、ボタン操作による録画・推論の開始や切り替えなどを実装する。



DeepLabCutによる手指のトラッキングの例。第一指～第五指を正確にマーキングすることに成功している。）

トラッキング装置を用いた疾患モデルマウスの行動評価

作成したデバイスを用いて、神経変性疾患の一つである ALS のモデルマウスおよび Wild type マウスを用いてオープンフィールドテストを施行する。マウスの移動距離、加速度、移動パターンを解析し、疾患モデルマウスとコントロールマウスの行動・運動機能を比較評価する。加えて、従来手法との比較並びに本法の妥当性評価を行う。

3.研究経過

モデルの生成・移植

トラッキングする部位は、鼻、右耳、左耳、尾のつけ根、体の中心辺りの 5 点とした。マウスの動画をフレームに分割し、鮮明に部位の見えた画像を 100 枚程度抽出し、ラベリングすることで学習素材を作成した。

その後、Google Colab 上でモデルの学習・生成を行った。

最後に、Jetson Xavier 上で DeepLabCut を動かすための環境構築を行った後、上記のモデルを移植した。

さらに、操作インターフェースの作成とプログラムの開発を行った。マウスを録画することから、トラッキングされた部位の座標の CSV データを出力するまでをこの装置のみで可能にするためである。

操作インターフェースの作成

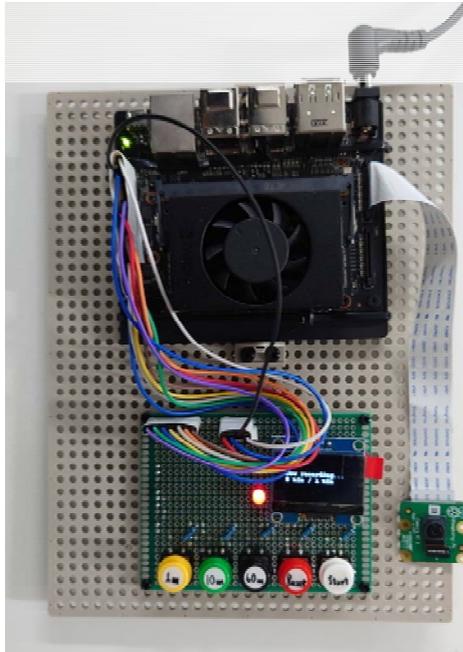
ボタンや LED、小型モニターなどを、ユニバーサル基板上にはんだ付けした。作成した回路を Jetson に搭載されている GPIO のピンと接続した。これにより、小型モニター上への文字の表示、録画・推論の開始や切り替えなどをボタン操作で実現できるようになった。今回はユニバーサル基板に直接はんだ付けを行ったが、PCB 基盤を外注することで大量生産することができ、将来的に多くの研究者に装置を提供することも可能である。

プログラムの開発

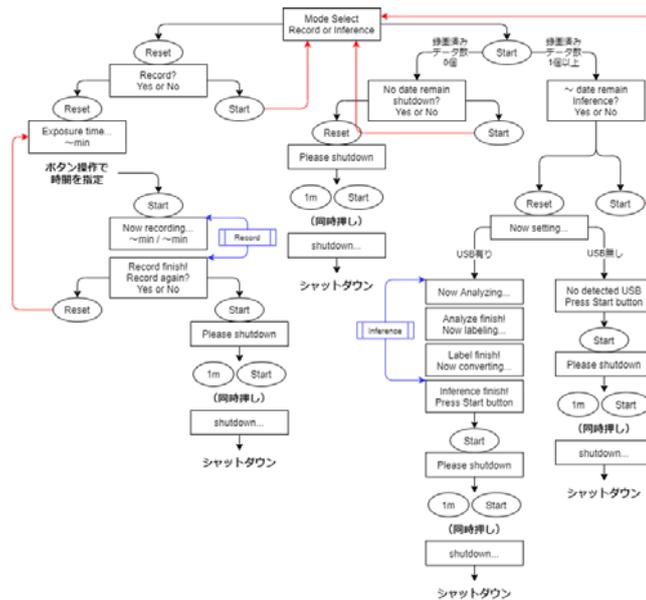
この装置を作動させるプログラムを作成した。フローチャート(下図)に従ったボタン操作により、文字がモニターに表示され、録画、推論を行うことができる。なお、ソースコードはオープンソース化し、第三者が利用可能な形で公開している(<https://github.com/Ryoka02/DLC>)。

装置のテスト

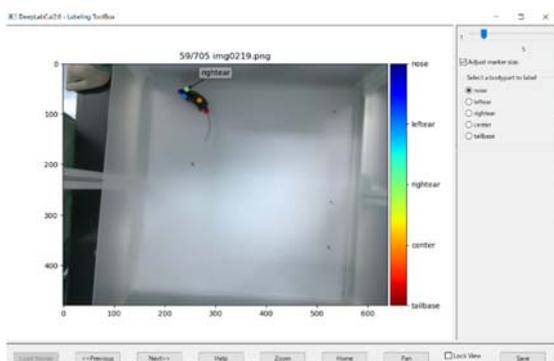
実際にマウスを撮影して、USB にデータを出力する一連の手順を試した。



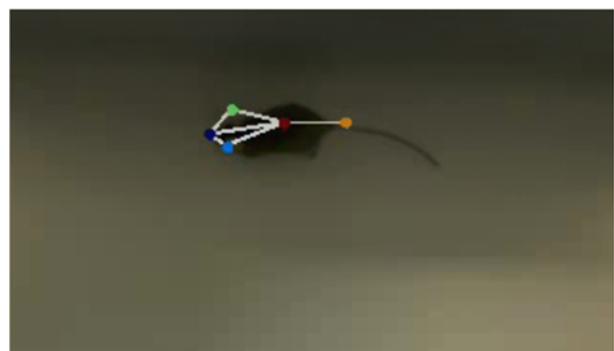
トラッキング装置



インターフェースのフローチャート



DeepLabCut でのラベリング



モデルによりトラッキングされたマウス

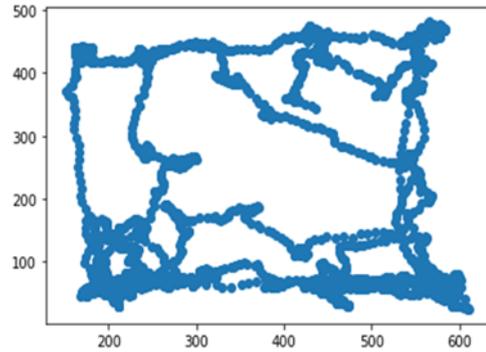
4.研究成果

マウスのトラッキングで得られたデータから、マウスが動いた軌跡や道のりの長さ、平均の速度、平均の加速度を算出することに成功した。使用コード(https://github.com/abebe9849/mouse_trace)

また、操作インターフェースの作成とプログラムの開発により、「ボタン操作のみで録画からデータを出力するまでを可能にする」という本研究の目標の1つを達成した。さらに、インターフェースやプログラムに変更を加えることで、別の装置の小型化・簡易化に応用することも可能なことが予想される。

また、長い録画時間の推論を小型装置でおこなうことは通常困難であるが、記録方法の工夫により、60分という長時間の安定した動作に成功した。

その一方、撮影環境によってトラッキングが正常に行われない場合があり、疾患モデルマウスとコントロールマウスの行動・運動機能を比較評価するためには、モデルの汎化性能を向上させる必要があることが分かった。現在、ラベリングの枚数を増やす、異なる色のマウスを利用する、撮影距離や照明の度合いの違う条件での教師データを統合することで汎化性能を上げることを試みている。



マウスが動いた軌跡