

AI 画像処理による抗老化研究の一方式 A method of anti-aging study using AI Image Processing

柳井 裕貴[†]
Yuki Yanai

西川 侃汰[‡]
Kanta Nishikawa

山田 憲嗣[§]
Kenji Yamada

1. はじめに

老化現象とは、時間の経過とともに分子や細胞の変化を含む多段的な過程を経た結果である。老化の段階の途中では、ある結果が次のステップの原因になり得るため、様々な結果と原因が存在する。そのため、老化の原因に関する仮説として、プログラム説、活性酸素説、テロメア説など様々な説が考えられている。

本研究では、老化の一因となる環境因子として活性酸素に着目する。老化の速度や個々の寿命は活性酸素の発存量とそれに対する酵素や低分子物質などの防御機構の能力とのバランスにより決定されている可能性がある。このバランスを決定する要因の一つとして食事が関係していると考えられている。マグネシウム、鉄、ビタミンC、ビタミンEなどの抗酸化物質が含まれる食品を摂取し、活性酸素を除去することで抗老化効果が期待されている。近年では線形動物を用いて食品成分の抗老化効果を調べる研究が行われている。抗老化研究には *C.elegans* という線形動物が用いられる。*C.elegans* は、線形動物門に属する約 1000 個の細胞からなる体長 1mm 程の小さな生物である。*C.elegans* が研究に用いられる理由としては、自家受精で繁殖するため、特別変異体の分離が容易であり、個体差が小さい個体で実験を行うことが出来る。また、線形動物の平均寿命は約 3 週間と早期老化マウスの寿命である約半年と比べると短く、実験期間を短縮しサイクルを多く回すことが出来るためである。線形動物と人間は多くの遺伝子と共通点があり、寿命曲線がよく似ているなどの理由から線形動物での効果を人間にも適用できる可能性が示唆されている。

本研究の目的は、AI 画像処理を用いて線形動物の活性度曲線を作成し、コントロールの場合と果物を与えた場合を比較することで果物に抗老化効果があるかどうかを検証することである。従来研究では、フレーム間差分処理を行うことで、線形動物の活性化度合いを抽出していた。しかし、画像処理の際に、ノイズ箇所の塗りつぶしやプログラム内のファイル名変更を手作業で行っていたため、時間と手間がかかっていた。本研究では、AI 画像処理を使って線形動物をトラッキングし、線形動物の移動距離を算出して活性度曲線を作成する。これによって、従来研究で生じる手間と時間を削減に加え、精度の向上を試みる。

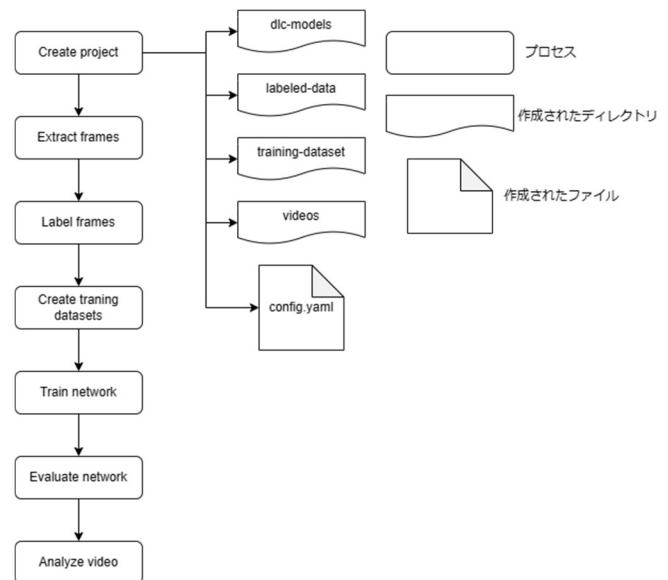


図 1. DeepLabCut のワークフロー

2. データと方法

2.1 線形動物の動画データ

本研究に使用する線形動物の動画は、広島工業大学生命学部食品生命科学科の角川教授と角川研究室の方々撮影したデータを使用する。線形動物の動画として、果物を与えていないコントロール、果物A、果物B、果物Cをそれぞれ与えた場合の4種類を使用する。それぞれの動画は2～3日おきに線形動物の寿命である約3週間にわたって撮影されている。

2.2 実験方法

AI 画像処理を行う際に、本研究では DeepLabCut というソフトウェアを使用する。DeepLabCut は、動画内の動物などの姿勢や部位をトラッキングすることが出来る深層学習ツールである。

以下に実験の手順を示す。

- ① 動画から 20 フレーム抽出
- ② 抽出したフレームに映る線形動物の頭、体の中心、尾の 3 か所に手動でラベルを付ける
- ③ ラベル付けされたデータを反復回数 10000 回に設定し、学習させる
- ④ 学習させたモデルを使って動画を解析
- ⑤ 推定されたラベルの XY 座標を CSV 形式で出力
- ⑥ XY 座標から 2 点間の距離の公式を使って移動距離を算出

これをコントロール、果物A、果物B、果物Cで実行し、結果を比較する。

[†] 広島工業大学大学院工学系研究科
Graduate School of Engineering, Hiroshima Institute of Technology

[‡] 広島工業大学工学部
Faculty of Engineering, Hiroshima Institute of Technology

[§] 大阪大学大学院情報科学研究科
Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University

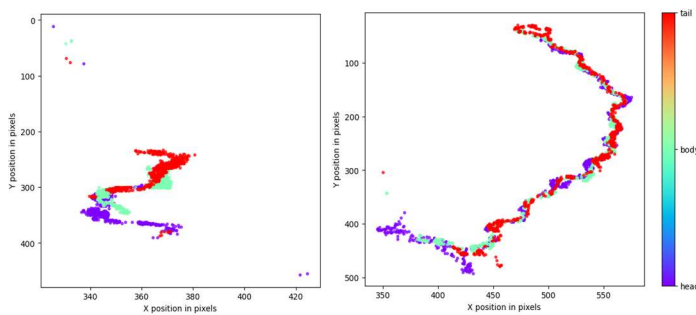


図 2. 線形動物が移動した軌跡
 使用したデータ：コントロールの 3 日目
 左：個体 1，右：個体 2
 紫：頭，青緑：体の中心，赤：尾を示す

参考文献

- [1] 石井直明：“線虫の寿命とその規定遺伝子,” 日老医誌, 36, 613-619 (1999)
- [2] 石井直明：“人はなぜ老いるのか—個体老化・寿命のメカニズム—,” 日消誌, 103, 143-148 (2006)
- [3] 西川禎一：“食品成分による線虫の老化制御 統合栄養科学へのモデルケース,” 化学と生物, vol.52 No.7 (2014)
- [4] 老化研究基盤情報「線虫の寿命」
<http://proteome.tmig.or.jp/pjtdb/Kenkyu/kenkyu.html>
- [5] Tanmay Nath et al.：“Using DeepLabCut for 3D markerless pose estimation across species and behaviors,” Nature Protocols, 14, 2152-2176 (2019)

3. 結果

図 2 左のトラッキングした線形動物の軌跡からいくつか離れた位置に点が散見されることが分かる。これは動画内には複数の線形動物が映っており、この点は別の個体が居た位置であると考えられる。また、頭や尾の点しかトラッキング出来ていない箇所がある。頭と尾の判別が出来ていないため両方を頭や尾と認識している、もしくはコンタミの影響でそもそも認識できていない。この 2 パターンが考えられる。

4. 考察

別の個体が居た位置に線形動物が移動した軌跡が存在するのは、線形動物の個体差が小さいため、離れた位置に居る別の個体を同一の個体と認識したために図 2 のように離れた位置に軌跡が描かれたと考えられる。線形動物が透明であるため、餌の食べ残しや線形動物の糞などによって生じる汚れによって線形動物が視認しづらくなりトラッキングすることが出来なくなつたと考えられる。また、コンタミの色を線形動物の色として学習していると考えられる。

5. おわりに

本研究では、AI 画像処理を用いて線形動物に対してコントロールの場合と果物を与えた場合を比較して果物には抗老化効果があるかどうかを検証することを目的として研究を行った。今後は動画を学習させる前に、線形動物の動画をグレースケール化しコンタミの色による影響を抑えていきたい。また線形動物の移動量を算出し、従来手法との比較を行いたい。現在は学習の前にラベリングを行う際に、手動でマーキングを行っているためそれぞれのマーキングでズレが生じている。OpenCV を利用してマーキングの自動化も行いたいと考えている。

謝辞

線形動物の動画データをご提供いただいた広島工業大学生命学部食品生命科学科の角川幸治教授および研究の進め方や枠組みについて有益な助言をいただいた大阪大学大学院情報科学研究科情報数理学専攻の山田憲治教授に感謝の意を表す。