

# 免疫細胞の遊走及び形態変化の時系列解析ツールの開発

## Development of time series analysis tool for immune cell migration and morphological change

1205064 井上 智哉 (Soft Intelligent SoC 研究室)

(指導教員 星野 孝総 准教授)

### 1. はじめに

医学部で免疫細胞の解析を行う場合、体組織を撮影した顕微鏡動画像をフレーム毎に専門医の目視によってデータを取得していく手法を取ることが多い。しかし、この解析手法には対象とする画像の枚数が多く、長い時間と労力がかかるという問題点がある[1]。この問題の解決策として、専用の画像処理ツールの利用が挙げられるが、使用する顕微鏡に限られている場合があることやツールが高価であるため導入にはコストがかかる。そのため、比較的低コストで導入が可能なツールの開発が求められている[2]。

そこで本研究では、一般的な医学部で使用されている顕微鏡で撮影された動画像を対象として、解析に必要なデータの取得が行える支援ツールの開発を目的としている。

### 2. 免疫細胞の解析方法

手動による免疫細胞の解析は、顕微鏡で撮影した動画像をコマ送りにしながら細胞の位置情報や輪郭の形状などのデータを記録していく。得られたデータをフレーム毎にまとめて時系列解析を行う。この手順からツールに実装する機能を動画像から静止画に変換、免疫細胞の自動追跡、細胞の輪郭情報の記録、収集データの時系列解析に決定した。

### 3. 免疫細胞解析ツール

#### 3.1 ツールの仕様

本研究では、以下の機能を実装したツールを開発した。

- 画像の閲覧
- 動画像から静止画への変換
- 動画像内での細胞の自動追跡
- 画像の輝度断面図の表示
- 細胞の輪郭情報の記録
- データの時系列処理

各機能の詳細な説明は次節で述べていく。

#### 3.2 画像の閲覧

このツールは、各種機能によって生成される画像ファイルを閲覧することができる。画像の拡大縮小表示やマウスホイールによる画像の切り替えなどの操作が可能である。

#### 3.3 動画像から静止画への変換

この機能は、顕微鏡で撮影された動画像を1フレーム毎に分割し、画像ファイルとして保存する。この機能を使用することで、免疫細胞を動画像のコマ送りではなく、1フレーム毎に画像として確認することができるようになる。

#### 3.4 動画像内での細胞の自動追跡

この機能は、絶えず移動を繰り返す免疫細胞を自動的に追跡する事ができる。動画像の最初のフレームから追跡対象の免疫細胞を選択することで、動画像の終わりに到達するかその細胞が撮影範囲外に出るまで自動的に位置情報を記録していく。フレーム毎に免疫細胞の輪郭を検出することで、対象の細胞の自動追跡を行っている。この機能によって、全体画像、細胞のみを切り出した画像、位置情報が記録された csv ファイルなどが出力ファイルとして生成される。これらの出力ファイルから細胞の遊走移動を視覚的に確認することが出来る。

#### 3.5 輝度断面図の表示ツール

このツールは、選択された画像の輝度断面図を表示する事ができる。指定した座標に対して、x軸方向及び、y軸方向の

輝度断面図を自動的にプロットする。画像の輝度断面を確認することで、画像内の細胞の輝度の傾向を確認することができる。二値化の際の閾値の決定を補助することができる。また、指定した閾値で二値化した際の画像をウィンドウ上に表示する機能によって確認することができる。

#### 3.6 細胞の輪郭情報の記録

図1に細胞の輪郭情報記録ツールを示す。このツールは、選択した細胞画像から手動で輪郭情報を記録するツールである。画面上に免疫細胞の一部と思われる輪郭を自動的に描画し、使用者がその輪郭を選択すると、選択された輪郭すべてを1つの輪郭になるように輪郭線をつなげる。このツールによって、選択した細胞の輪郭をハイライトした細胞画像と細胞の重心から輪郭までの距離が記録された csv ファイルが出力ファイルとして生成される。

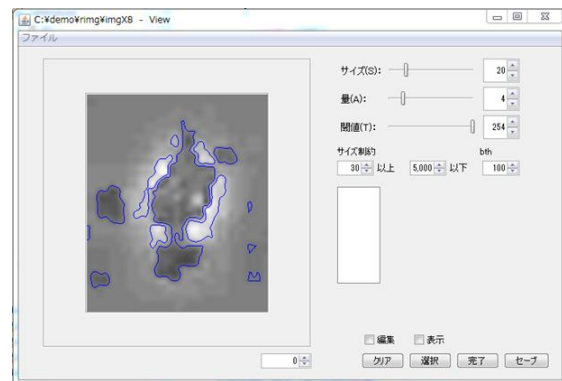


図1 輪郭情報記録ツール

#### 3.7 データの時系列処理

この機能は、範囲を指定することでその範囲のフレーム間での免疫細胞の輪郭情報の平均と標準偏差を自動的に算出することができる。このツールを使用することによって、指定範囲内での細胞の形態の変化をデータとして比較することができるようになる。

### 4. まとめ

本研究では、一般的な医学部で使用されている顕微鏡画像を対象とした解析作業の支援ツールを作成した。細胞の自動追跡や輪郭情報の記録などの手作業では時間がかかる作業をツールの機能として実装した。免疫細胞の解析に必要な細胞の遊走や形態変化に関するデータを取得することが可能なことを示した。

今後の課題としては、細胞の自動追跡を機械学習を用いて精度の向上を目指すことや、ユーザーのフィードバックからインターフェースの改良などが考えられる。

### 参考文献

- [1] Scotti, F. "Robust segmentation and measurements techniques of white cells in blood microscope images." In: Instrumentation and Measurement Technology Conference, 2006. IMTC 2006. Proceedings of the IEEE. IEEE, pp. 43-48, 2006.
- [2] 永田毅, 二田晴彦, 前川秀生, "生物・医療, 材料・機器分野向け「高度画像処理ソリューション」", 画像ラボ, 25(5), pp.48-51, 2014.