

マクロファージ細胞の解析支援ツールにおける自動追跡機能の改良と比較

1200117 西 祐希 (Soft Intelligent System on Chip 研究室)

(指導教員 星野 孝総 准教授)

1. はじめに

近年、免疫学の分野では、マクロファージに関する研究が盛んに行われている。このマクロファージ細胞というのは、形を変化させながら、生体内をゆっくりと遊走移動する免疫細胞である。免疫細胞の研究において、その動きや働きを解析するときに、顕微鏡で撮影された画像を目視で確認していくことが多い。しかし、その方法では、確認する画像の多さから、一回の解析作業に多くの時間と労力がかかるという問題点がある。そこで、過去に本研究室では、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を対象とした、マクロファージの解析支援ツールの開発が行われた[1]。このシステムには、マクロファージを自動追跡する機能が備わっている。しかし、実際にその機能を使用したところ、マクロファージによっては途中で追跡できなくなることが確認された。

本研究では、自動追跡機能の改良を目的とし、どのマクロファージに対しても追跡を可能にすることを目指す。また、追跡精度の評価方法を考え、これまでのシステムと本研究で開発したシステムの比較を行った。

2. 自動追跡機能の流れ

本研究で開発した自動追跡機能は、これまでのシステムを参考にし、作成した。その流れを図1にまとめる。

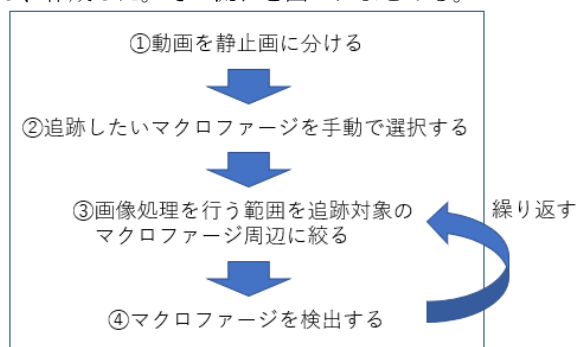


図1 自動追跡機能の流れ

このうち④のマクロファージの検出に、途中でマクロファージを追跡できなくなる原因があると考えた。そこで、これまでのシステムの検出方法から問題となる部分を見つけ、改良するための検出方法を考えた。

3. 本研究で試した検出方法

本研究で開発した、二値化+輪郭抽出を用いたマクロファージの検出方法の流れを図2にまとめる。

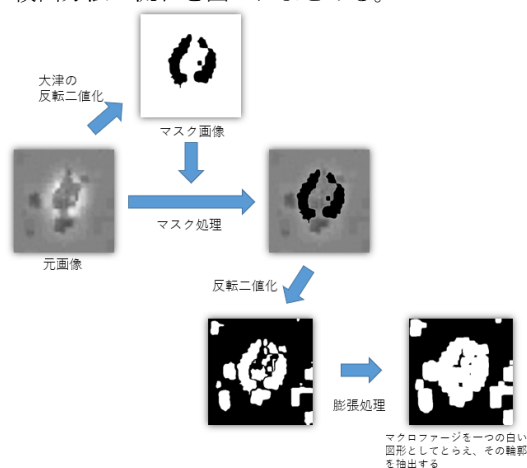


図2 二値化+輪郭抽出を用いた検出の流れ

この検出方法はこれまでのシステムを参考にし、作成した。本研究では、二値化する際に設定する閾値の決定方法の変更を行った。これまでのシステムでは、どの画像に対しても、閾値を固定していたが、今回は大津の二値化法により、処理する画像ごとに閾値を決定するようにした。これは、動画内のマクロファージは、形状が変化するとともに、色の明暗が変化するため、固定した閾値での二値化では、その変化に対応できないと考えられるからである。

また、改良の可能性を高めるために、これまでの研究では扱っていない、テンプレートマッチングやカスケード分類器を用いた検出方法も試した。

4. 評価方法

今回は、評価をするために、手作業による正解画像の収集を行った。この正解画像の位置を、自動追跡した結果と比較することにより、追跡精度の評価を行った。

正解画像の中心と追跡した結果の画像の中心の x 座標のズレ、 y 座標のズレをそれぞれ dx 、 dy とし、 σ_x 、 σ_y をそれぞれ正解画像の幅 w 、高さ h から求めたときに得られる二次元ガウス分布の高さ R は以下の式になる。 $(\sigma_x=w/2, \sigma_y=h/2)$

$$R = \exp - \frac{1}{2} \left(\left(\frac{dx}{\sigma_x} \right)^2 + \left(\frac{dy}{\sigma_y} \right)^2 \right) \quad (1)$$

評価において、この R を正解率とした。

5. 結果

実験では、3体のマクロファージに対してそれぞれの検出方法で追跡を行い、その評価を行った。図3に評価を行った結果を示す。

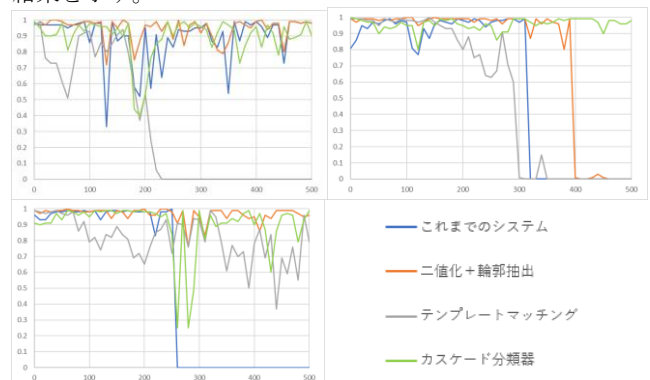


図3 それぞれの検出方法による追跡精度の評価

図3のグラフの縦軸は正解率、横軸はフレーム数を表している。このグラフから、今回開発したシステムの中に、これまでのシステムよりも追跡精度の良いものが存在することが確認できる。

6. おわりに

本研究では、解析支援ツールにおける自動追跡機能の改良と比較を行った。位置情報を用いた評価方法で評価を行ったところ、本研究により、これまでのシステムを改良できたという結果になった。しかし、細胞の解析では、画像データを必要とする場合もあるため、検出した画像の精度を含めた評価をする必要があり、その評価方法を考えるとともに、さらなる追跡精度の改良が必要であると考えられる。

参考文献

[1] 井上智哉, 牛若昂志, 前田長正 and 星野孝総. 免疫細胞の顕微鏡画像の解析ツール開発と評価. 2017.