



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В. ЛОМОНОСОВА  
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ



Курсовая по программированию

# Обработка микрофотографии тромбоцитов методами морфологического анализа

Выполнила  
студентка 205 группы  
Молоткова Екатерина Андреевна

Преподаватель:  
Шишаков Виталий Владимирович

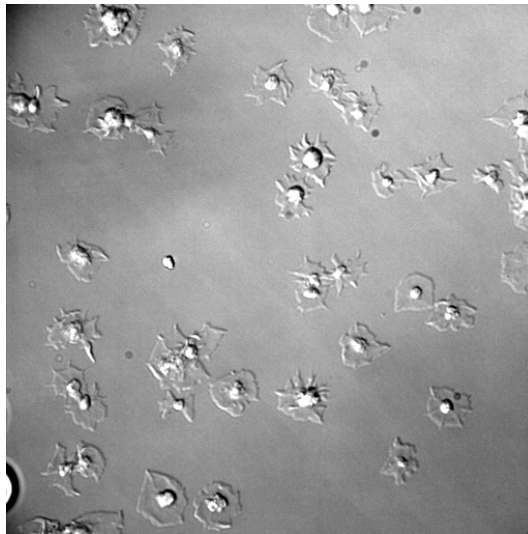
Москва 2021

# Содержание

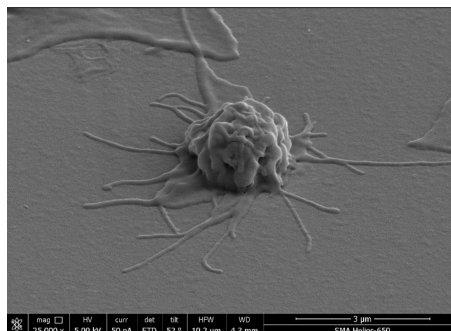
<b>1. Постановка задачи</b>	<b>2</b>
<b>2. Методы</b>	<b>2</b>
2.1. Первый метод . . . . .	3
2.2. Второй метод . . . . .	4
<b>3. Заключение</b>	<b>6</b>

# 1. Постановка задачи

Задача состоит в нахождении координат центров тромбоцитов, изображенных на фотографии, предоставленной кафедрой биофизики физического факультета МГУ.



На фотографии тромбоциты активированы и распластаны на коллагене, и в теории должны выглядеть так, как на картинке ниже, то есть иметь форму "шляпы".



На исследуемой фотографии помимо примерно 45 тромбоцитов, есть еще и мусор, по форме напоминающий окружности, поэтому необходимо минимизировать вероятность ложного определения. Сложность задачи состоит в том, что необходимо определить координаты слипшихся тромбоцитов.

## 2. Методы

Основные методы анализа изображений – морфологический анализ и нейронные сети. Для построения нейронной сети требуются большие вычислительные мощности и большие объемы материалов для обучения сети, поэтому для выполнения задачи был принят выбор использовать методы морфологического анализа, реализованные в библиотеке OpenCV на языке Python.

В процессе поиска решение было проведено сравнение двух методов:

- 1) Пороговая обработка исходного изображения (thresholding) и дальнейшее преобразование Хафа по кругу;
- 2) Создание шаблона формы тромбоцита, дополнение изображения по краям (padding), поиск по шаблону (template matching), подавление множественного определения (non-maximum suppression).

## 2.1. Первый метод

Выпуклая часть тромбоцитов напоминает окружность, поэтому можно попробовать найти координаты их центра с помощью преобразований по кругу. К исходному изображению сначала применили Гауссово размытие для подавления шумов, потом пороговую обработку. На полученном изображении происходил поиск окружностей.

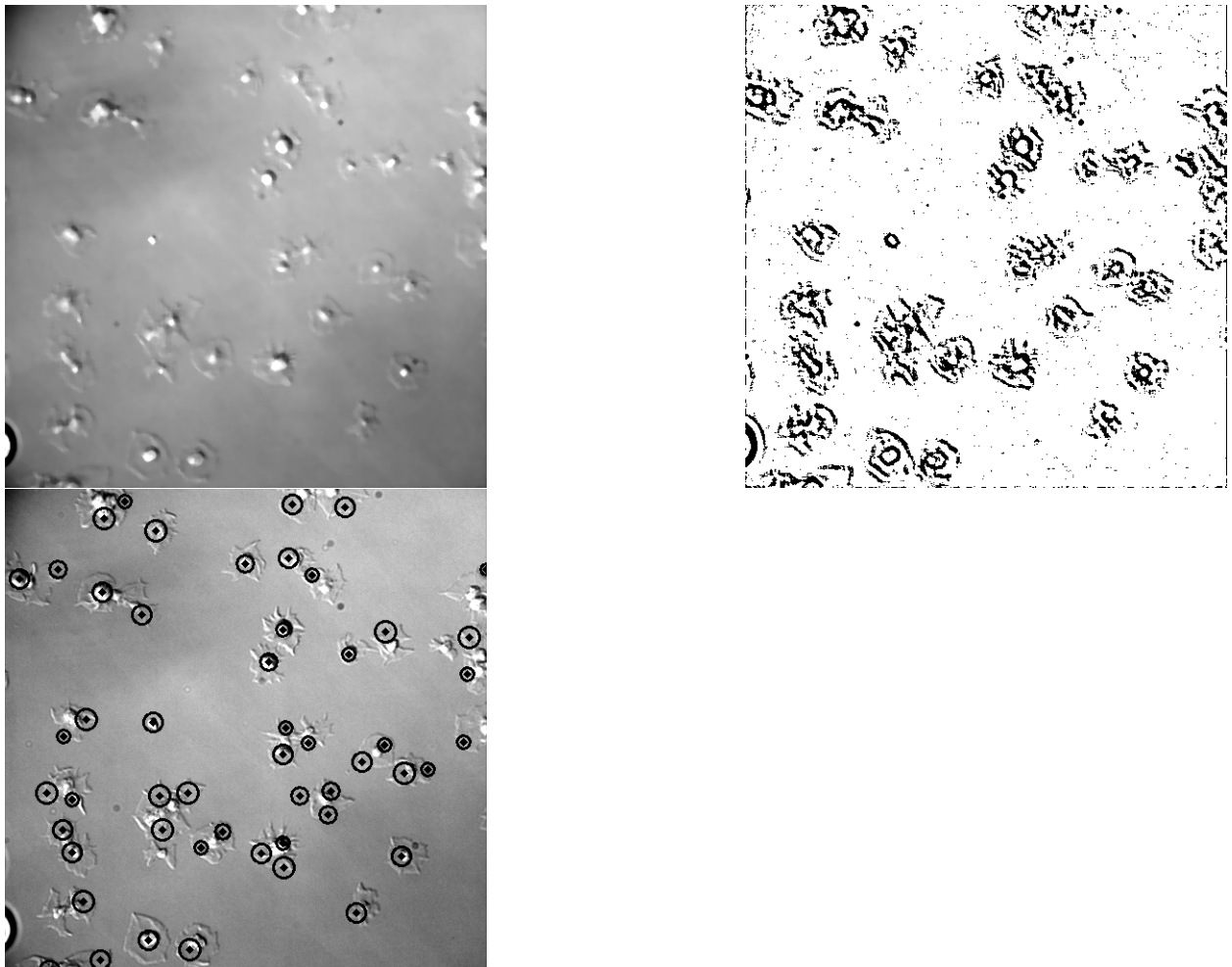


Рис. 1: Поиск тромбоцитов первым методом

В результате этих преобразований и ручного перебора параметров функции `HoughCircles` было найдено 53 окружности. Точность такого метода невелика, местами центры окружностей сильно смещены, ложных срабатываний довольно много, мусор от тромбоцитов

данным методом не отличается. Возможно, при более системном переборе параметров можно добиться лучших результатов.

## 2.2. Второй метод

Идея метода состоит в создании примерной формы тромбоцита и поиске соответствий этой форме. Шаблон формы был создан с помощью наложения нескольких фотографий тромбоцита. Фотографии были вырезаны из исходного снимка вручную.

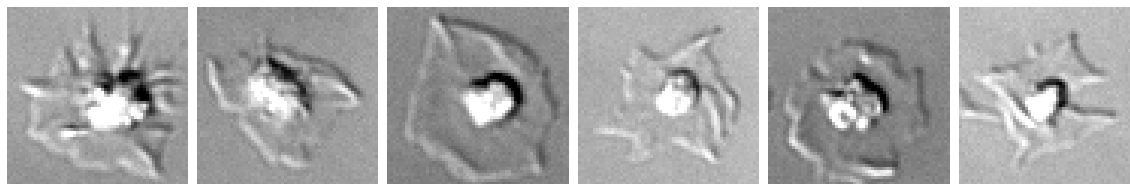


Рис. 2: Используемые фотографии отдельных тромбоцитов

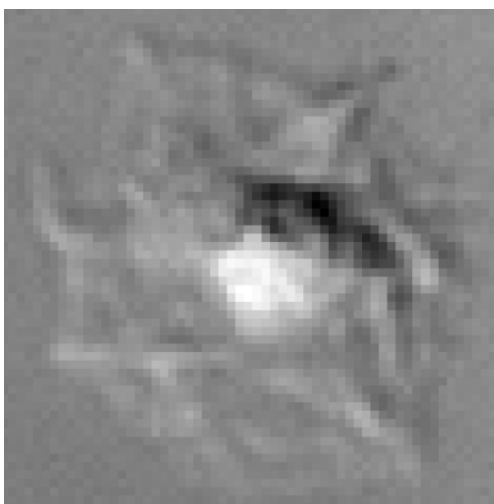


Рис. 3: Шаблон тромбоцита

Исходное изображение было дополнено по краям (для определения тромбоцитов, не полностью попавших в кадр), а затем к нему был применен поиск по шаблону. Из множества полученных ячеек методом non-maximum suppression с использованием коэффициентов Жаккара (Intersection Over Union) для перекрывающихся ячеек были выбраны подходящие.

Коэффициент Жаккара для фигур  $A$  и  $B$  вычисляется по формуле:

$$IOU = \frac{A \cap B}{A \cup B}$$

В результате было найдено 48 соответствий шаблону, 5 соответствий ложны, 2 тромбоцита не найдены алгоритмом. В целом, этот метод точнее первого. Для улучшения

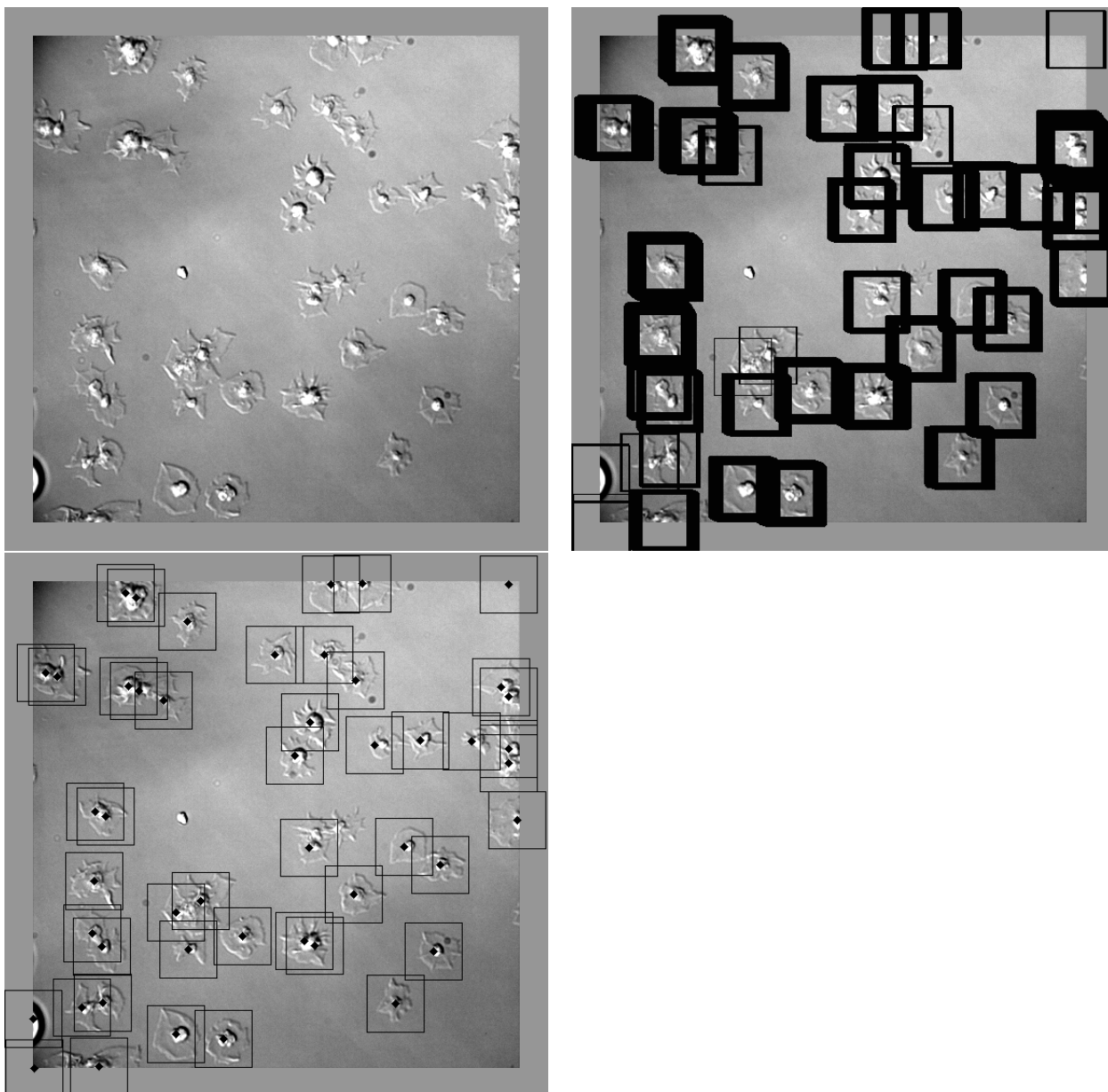


Рис. 4: Поиск тромбоцитов вторым методом

результатов во втором методе можно рассматривать совпадения с несколькими различными шаблонами или попытаться найти окружность внутри каждой ячейки.

### 3. Заключение

В процессе выполнения работы были изучены основы морфологического анализа и двумя способами проведена обработка микрофотографии тромбоцитов. Второй способ (основанный на понятии формы объекта) оказался более точным.