

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ СИСТЕМА ФОКУСИРОВКИ МИКРОСКОПА

Кириченко М.Н., группа КСД-05м

Руководитель доц. каф. АСУ Омельченко А.А.

В настоящее время в медицине и технике широко применяются микроскопы для визуального анализа различных объектов. В частности, в медицине микроскопы используются для анализа клеток крови, лимфы, слизистых оболочек и др. При проведении таких исследований оператору-лаборанту важно получить изображение достаточно хорошего качества, что является предпосылкой успеха для дальнейших тонких исследований. За рабочий день лаборант изучает в среднем 50–100 снимков крови, подвергая большой нагрузке свой зрительный аппарат из-за необходимости длительного рассмотрения препарата крови через окуляр микроскопа. Поэтому создание СКС фокусировки оптического микроскопа является актуальной и практически важной задачей.

Для автоматизации процесса фокусировки микроскопа при изучении снимков крови предлагается СКС «Фокус-микро 1.0», предназначенная для наведения резкости на изображение на основе анализа физических показателей условной точки (бактерии) образца крови при различных фокусных расстояниях.

В процессе создания СКС необходимо решить две основные задачи:

- 1) оценить качество фокусировки микроскопа, на основе чего сделать автоматический выбор оптимальной резкости;
- 2) предусмотреть возможность подключения разрабатываемой подсистемы наведения резкости через автоматическое управление

макрвинтом микроскопа к другим пакетам программ для обработки изображений.

Для решения поставленных задач предлагается разработанный алгоритм, включающий следующие шаги:

- 1) получить оцифрованные изображения с помощью микроскопа при различных фокусных расстояниях;
- 2) провести первичную обработку изображений с целью идентификации представляющей интерес условной точки (бактерии), по которой будет проводиться настройка фокуса;
- 3) создать базу данных для хранения получаемых файлов с оцифрованными изображениями;
- 4) определить физические показатели условной точки (бактерии);
- 5) построить график зависимости физических характеристик объекта от фокусного расстояния микроскопа.

Алгоритм целесообразно реализовать с помощью одной из сред объектно-ориентированного программирования, разработав динамически подключаемую библиотеку DLL. Разрабатываемая СКС состоит из нескольких подсистем: подсистема ввода первичной информации, подсистема расчета физических показателей исследуемого объекта, подсистема наведения резкости.

Подсистема ввода предназначена для получения оцифрованных изображений мазков крови с помощью оптического микроскопа при различных фокусных расстояниях (т.е. при различных положениях макровинта микроскопа; положение макровинта настраивается оператором-лаборантом и в дальнейшем остается неизменным). При этом используется следующее оборудование: оптический микроскоп, видеокамера, подключенная к персональному компьютеру с помощью видеокарты, имеющей телевизионный вход (рис.1).

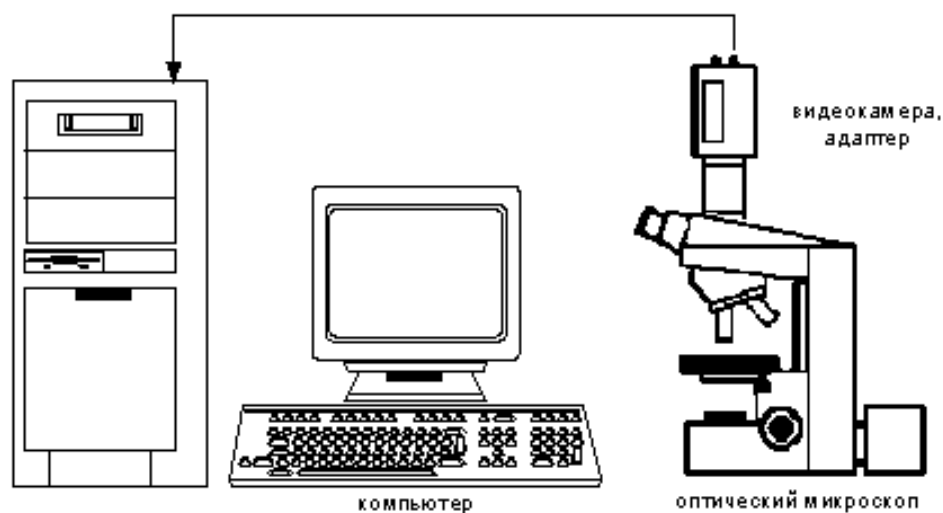


Рисунок 1 — Сопряжение оптического микроскопа с ЭВМ

Функциями подсистемы расчета физических показателей условной точки (бактерии) являются определение площади рассматриваемого объекта, его средней (интегральной) яркости, контрастности по контуру, а также построение графиков зависимости оцененных параметров от фокусного расстояния микроскопа.

Подсистема наведения резкости на изображение предназначена для автоматического управления макровинтом микроскопа, посредством чего производится изменение фокусного расстояния. Подсистема осуществляет оценку качества фокусировки и предлагает пользователю оптимальное решение; тонкая настройка производится вручную с помощью микровинта микроскопа и указанной подсистемы.

Задачу фокусировки микроскопа можно отнести к одному из классов задач о распознавании образа: требуется отличить хорошо сфокусированное изображение объекта от того же объекта с размытыми очертаниями. Существует несколько решений данной задачи. В частности, можно применить вейвлет-преобразования. Это сравнительно легкая задача для вейвлетов, потому что в случае сфокусированного изображения градиенты на границе предмета достаточно высоки, тогда как в противном случае они заметно меньше.

Вейвлет-коэффициенты велики при хорошо сфокусированном изображении и уменьшаются при дефокусировке микроскопа. На некотором уровне разрешения, соответствующем естественной шкале изображения предмета, этот эффект дефокусировки становится особенно сильным. На других уровнях он выражен менее ярко, но зато становится более асимметричным в зависимости от того, находится микроскоп выше или ниже точки фокусировки. Макровинт микроскопа движется в направлении лучшей фокусировки по команде с компьютера в сторону увеличения вейвлет-коэффициентов анализируемого объекта. Такой метод можно успешно применять и во многих других областях, а не только в медицине [1].

В данном случае для решения задачи предлагается иной подход. На изображении выбирается условная точка — бактерия, отличающаяся от внешней среды более темным цветом, заполняющим контур с четко очерченными границами. Существует большой градиент между областью, принадлежащей интересующему объекту, и внешней средой. Для всех условных точек, найденных на изображении при различных фокусных расстояниях, предлагается сделать анализ по трем показателям: площадь объекта, средняя (интегральная) яркость, контрастность по контуру объекта.

Можно предположить, что сфокусированная условная точка будет иметь минимальную площадь (т. к. ее контур будет наиболее четким и захватит минимальное количество пикселей), среднюю яркость и контрастность в градациях серого. На графиках зависимости физических характеристик объекта от фокусного расстояния микроскопа необходимо найти экстремум и сопоставить его положение для трех параметров. Возможно, что значение экстремума функций для трех параметров будут получены на различных кадрах. Это объясняется тем, что параметры независимы друг от друга. Если определится сфокусированный кадр, то будет известно в каком направлении задать движение макровинта микроскопа (рис.2).

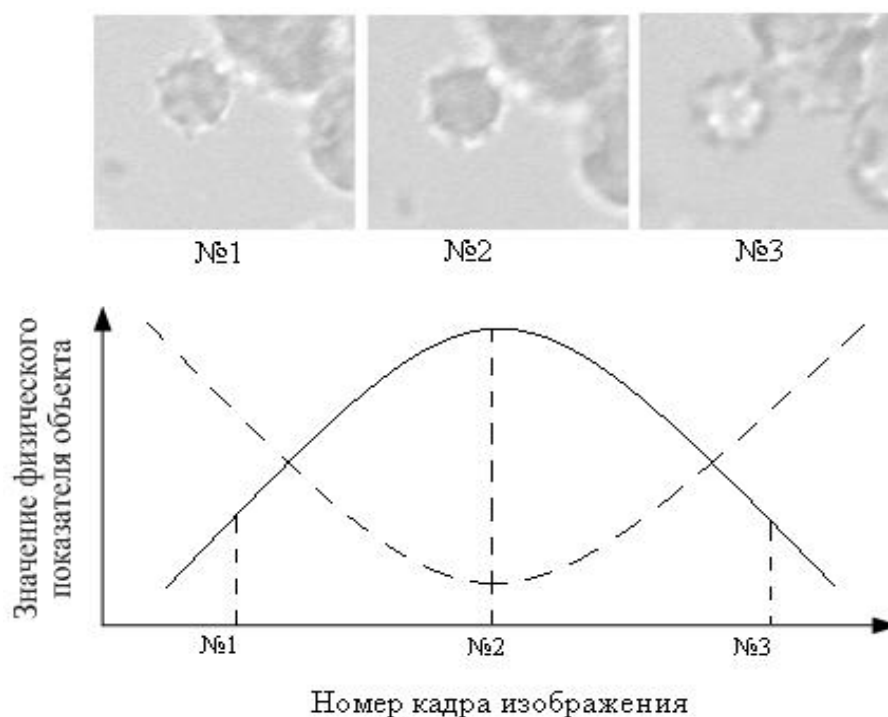


Рисунок 2 — Примеры изображений мазков крови, полученных при различном положении макровинта микроскопа

Кадр изображения № 2 является наиболее сфокусированным, что соответствует экстремуму на графике зависимости одного из физических показателей объекта от фокусного расстояния микроскопа.

Процедура улучшения изображения (более точная фокусировка микроскопа) сводится к выполнению комплекса операций с целью улучшения качества изображения для визуального восприятия. Изображение может повреждаться шумами и помехами различного происхождения, например шумом видеодатчика или ошибками в канале передачи. Используя классические методы статистической фильтрации, их влияние можно снизить.

Рассматривая подходы для решения поставленной задачи — автоматизированной фокусировки микроскопа, применяем понятие «сегментация». Сегментация изображения представляет собой разделение или разбиение изображения на области по сходству свойств их точек [2], т.е. получение компактного представления полезного содержимого объекта [3].

Анализируемые изображения можно охарактеризовать тем, что они содержат некоторый интересующий объект достаточно однородной яркости на фоне другой яркости (условная точка — бактерия и внешняя среда), поэтому яркость можно использовать в качестве отличительного признака при локализации объекта. Чтобы получить внешний контур в виде замкнутой кривой или совокупности отрезков дуг, необходимо применить контурную сегментацию, исходя из общих подходов к представлению границ объекта: аппроксимации кривых, прослеживания контуров и связывания точек перепадов [2].

Через реализацию достаточно нетривиальных действий (получение оцифрованных изображений с помощью микроскопа при различных фокусных расстояниях; первичная обработка изображений с целью нахождения объекта, по которому проводится настройка фокуса; создание базы данных для хранения информации об оцифрованных изображениях; определение независимых физических показателей объекта и построение графика зависимости данных характеристик объекта от фокусного расстояния микроскопа) решена главная задача разработки СКС — автоматический выбор оптимальной резкости оптического микроскопа через управление винтом грубой настройки для фокусировки объективов. Разработанная СКС фокусировки микроскопа позволила получить изображения улучшенного качества, которое является объективным для дальнейшего анализа и тонких исследований.

Перечень ссылок

1. Дремин И.М., Иванов О.В., Нечитайло В.А. Вейвлеты и их использование // Успехи физических наук. — 2001.— Т.171, № 5 — С. 465–500.
2. Прэтт У. Цифровая обработка изображений: в 2-х кн. / Пер. с англ. под ред. Д.С. Лебедева Кн.2. — М.: Мир, 1982. — 480 с.
3. Форсайт Д., Понс Ж. Компьютерное зрение. Современный подход. — М., СПб., К.: Вильямс, 2004. — С. 245–251, с. 423–427.