

УДК 004.932

АЛГОРИТМ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ВИДЕО ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПРОЦЕССА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ

И. М. ОЛЬХОВСКАЯ

(Представлено: канд. физ.-мат. наук, доцент С.А.ВАБИЩЕВИЧ)

Создана программа обработки видео. Рассмотрены особенности создания алгоритма обработки видеопотока с использованием компьютерного зрения при изучении изменения линейной скорости роста кристаллов из раствора соли. Результаты работы могут быть использованы в качестве автоматизированного модуля при проведении исследований связанных с динамическим изменением характеристик объекта.

Введение. В последнее время с развитием технологий для автоматизации и проведения экспериментов все чаще стали применять компьютерное зрение. Сейчас оно занимает одно из ведущих мест как мощный инструмент для приема, хранения, обработки и передачи информации, а также управления различными процессами работы экспериментальных установок [1]. Известно, что распознавание и обработка изображений эффективно используется для таких устройств как солнечные элементы, системы видеонаблюдения, системы дополненной реальности, системы организации информации (топографическое моделирование, анализ медицинских изображений).

В промышленности компьютерное зрение применяется при контроле извлечения кристаллов. Для хорошего качества слитков кремния все соответствующие параметры в процессе роста, включая скорость вращения, температуру тигля и скорость вытягивания, должны быть идеально сбалансированы.

В работе рассматривается применение классических алгоритмов компьютерного зрения для контроля процесса кристаллизации.

Цель работы: определить основные этапы обработки видео роста кристалла, выделить особенности подготовки и проведения эксперимента.

Алгоритм обработки. Для обработки изображений был выбран язык программирования Python 3.10. В качестве модуля компьютерного зрения была выбрана библиотека Python-OpenCV. OpenCV (Open Source Computer Vision Library) – это открытая библиотека для работы с алгоритмами компьютерного зрения, машинным обучением и обработкой изображений.

Алгоритм обработки первого кадра [2] видео отличается от обработки последующего, так как еще нет данных для сравнения:

1. Изображение переводим в другое оттеночное пространство цветов: серое, для этого применяем функцию `cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2GRAY)`;
2. Функция `cv2.medianBlur()` сглаживает изображение и убирает шумы, не затрагивая края объектов. Функция медианного сглаживания принимает два параметра: изображение и размер сетки сглаживания;
3. Для нахождения контуров объектов на изображении применяется функция `cv2.findContours()`;
4. Находим центр координатной плоскости окуляра микроскопа и запоминаем его значение, так как относительно найденной точки будет отслеживаться рост кристалла.

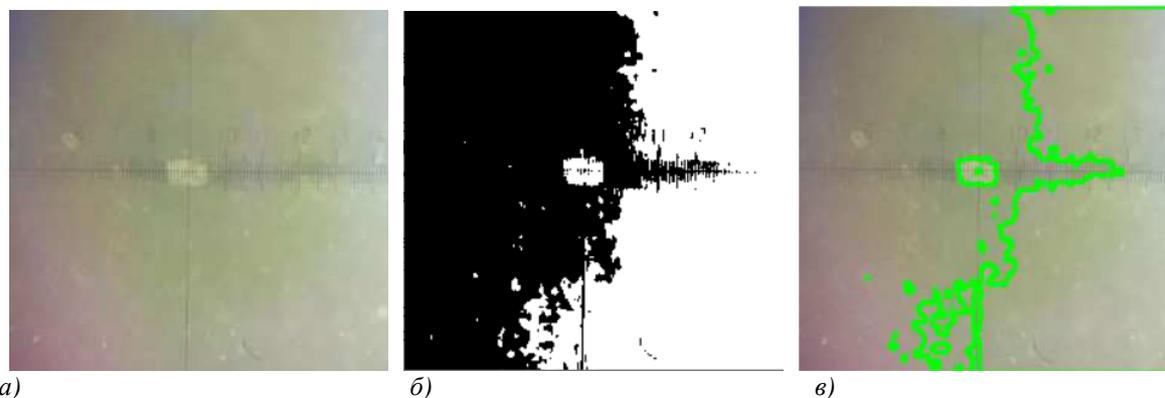


Рисунок 1. – Этапы обработки кадра:
а – исходный кадр без обработки; б – кадр с удалением шумов и сглаживанием;
в – изображение после обработки и выделения контуров

Можно заметить, что кадр освещен неравномерно, в следствие чего фон на одной половине кадра «становится» черным, а с другой – белым, поэтому будем осуществлять поиск кристаллов по замкнутым областям. Первый кадр, переведенный в серое цветовое пространство, становится «фоном» для дальнейшей обработки.

Обработка следующих кадров видео будет немного отличаться от алгоритма, описанного ранее, это сделано для оптимизации работы алгоритма и уменьшения использования ресурсов памяти.

Так как кристалл увеличивается по площади с течением времени («растет»), то можно сказать, что его грани «двигаются» во всех направлениях. В данном случае будем рассматривать движение крайних граней кристалла справа и слева. На протяжении всего видео неоднородность фона сохраняется, чтобы частично устранить эту проблему, будем вычитать следующий кадр из «фона», оставляя только «измененные» пиксели изображения. Это выполняет функция `cv2.absdiff()`.



Рисунок 2. – Вычитание второго кадра из фона

После обработки всего видео можно получить данные об изменении размеров кристалла, площади и определить тенденцию изменения линейной скорости роста кристаллов.

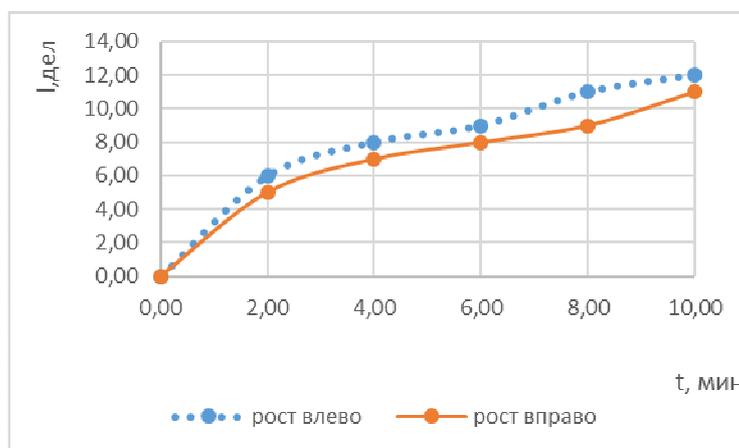


Рисунок 3. – Зависимость размера граней кристалла в двух направлениях от времени

Особенности проведения эксперимента и обработки результатов. После обработки видео можно выделить следующие особенности проведения эксперимента: во-первых, до начала съемки следует тщательно подобрать освещение, чтобы минимизировать зашумленность светом. Во-вторых, для того, чтобы рост кристалла был более выражен на соседних кадрах, нужно учесть зависимость испарения с поверхности от разности температуры между окружающей средой и раствором: чем выше разность температуры, тем быстрее растет кристалл. В-третьих, при обработке видео наличием неоднородности освещения, следует динамически изменять «фон» для вычитания. В данной работе использовалась функция `cv2.addWeighted()`, которая выполняет временное перекрестное растворение между двумя кадрами.

Вывод. Анализируя возможность использования компьютера в качестве измерительного комплекса для проведения лабораторных работ и физических экспериментов, можно сделать вывод о том, что этот инструмент позволяет исследователям обрабатывать огромные объемы информации, автоматизиру-

вать процессы и выявлять скрытые закономерности. Компьютерное зрение способствует развитию многих научных областей, открывая уникальные возможности для исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шапочкин, М. Б. Применение компьютера в физической лаборатории/ М.Б. Шапочкин, Ю.Б. Панкрашкин Физическое образование в вузах. 2003. Т. 9. № 1.
2. Ольховская, И. М. Создание алгоритма для определения размеров и плотности дефектов с использованием технологии компьютерного зрения / И. М. Ольховская, С. А. Вабищевич / Труды молодых специалистов Полоцкого государственного университета имени Евфросинии Полоцкой. – Новополоцк. – 2022. – № 45. – С. 58-60.