

**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ
ПРИ ИЗУЧЕНИИ МАТЕРИАЛОВ**

**И. М. ОЛЬХОВСКАЯ, Д. Э. АТРОХОВ,
канд. физ.-мат. наук, доц. С. А. ВАБИЩЕВИЧ
(Полоцкий государственный университет
имени Евфросинии Полоцкой, Беларусь)**

Аннотация. *Использование компьютерного зрения в научных исследованиях по выявлению дефектов в металлах является актуальным направлением. В работе рассмотрены нахождение дефектов в металлах, на примере обработки изображения с дефектом вкатанной окалины строчкой.*

Ключевые слова: *свойства материалов, Python, дефект металла, дефект вкатанной окалины.*

Введение. Массовое внедрение вычислительной техники, информационных технологий, средств телекоммуникаций коренным образом преобразует научно-исследовательскую деятельность во многих отраслях науки, делает их средствами научного познания. В том числе, в последние десятилетия вычислительная техника широко используется для автоматизации эксперимента в физике, химии, биологии, иных естественных и инженерно-технических науках, что позволяет многократно упростить исследовательские процедуры и сократить время обработки данных. Помимо этого, информационные средства позволяют значительно упростить обработку статистических данных практически во всех отраслях науки.

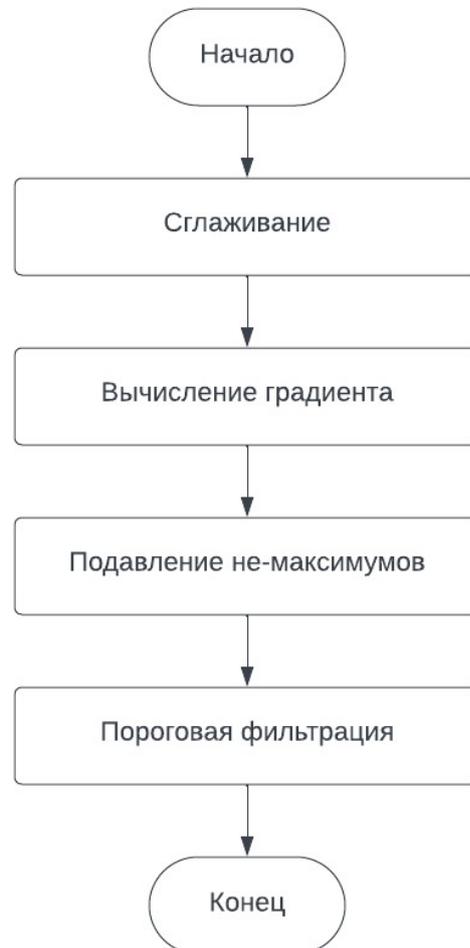
Центральным компонентом множества современных инноваций и решений при работе с визуальной информацией являются технологии компьютерного зрения. Известно, что распознавание изображений эффективно используется для таких устройств как солнечные элементы, системы видеонаблюдения, системы дополненной реальности, системы организации информации (топографическое моделирование, анализ медицинских изображений) [1].

Цель работы состояла в анализе возможности практического применения компьютерного зрения при проведении исследований свойств материалов на примере обработки изображений образцов металлов с дефектом вкатанной окалины.

Инструментом проектирования для обработки изображений был выбран язык программирования Python – высокоуровневый язык программирования общего назначения с динамической строгой типизацией, возможностями мультиплатформенного использования и интерпретируемости [2].

Предварительная обработка изображения заключалась в проведении медианного сглаживания (medianBlur) изображения и его переводе в серое цветовое пространство. Выделение контуров осуществляется методом Канни – cv2.Canny() (рисунок 1).

Рисунок 1. – Алгоритм работы детектора Канни



Сглаживание происходит путем «размытия» шума на изображении путем свертки входного изображения с фильтром Гаусса G , в соответствии с функцией:

$$G(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2}},$$

где x – расстояние от начала координат по горизонтальной оси;
 y – расстояние от начала координат по вертикальной оси;
 σ – стандартное отклонение распределения Гаусса.

Этап нахождения градиента заключается в определении точек, в которых происходит изменение уровня интенсивности различных оттенков серого наиболее сильно. Данные точки можно определить при помощи величины градиента изображения, который высчитывается для i и j направлений.

Если изображение представить в виде $I(i, j)$, тогда градиент находится как

$$\nabla I(i, j) = \frac{\partial I(i, j)}{\partial i} \vec{i} + \frac{\partial I(i, j)}{\partial j} \vec{j};$$

$$|\text{grad}(I(i, j))| = \sqrt{\left(\frac{\partial I}{\partial i}\right)^2 + \left(\frac{\partial I}{\partial j}\right)^2}$$

или

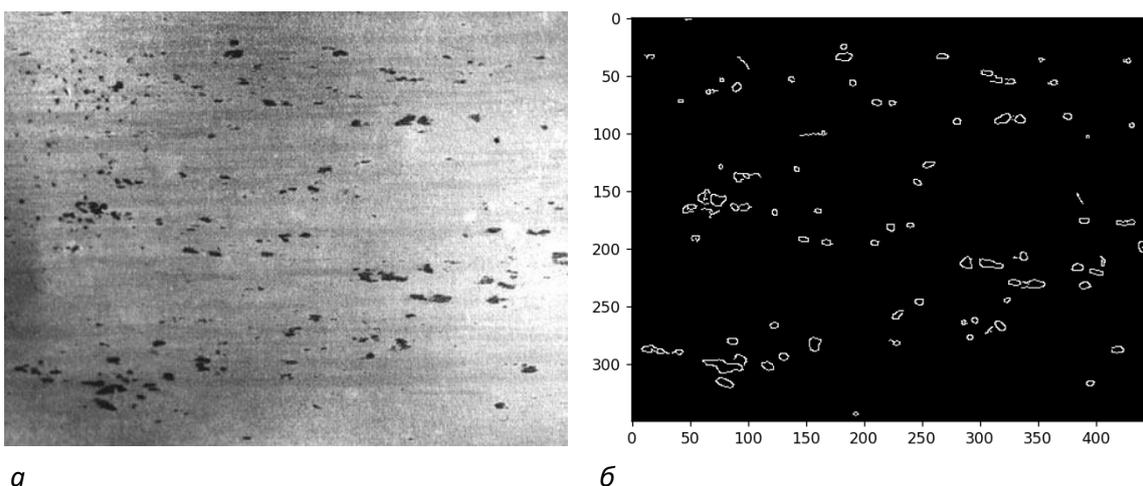
$$|\text{grad}(I(i, j))| = \sqrt{I_i^2 + I_j^2};$$

$$\theta = \arctan\left(\frac{I_i}{I_j}\right).$$

После нахождения градиента происходит подавление не максимумов, т. е. линии границ объектов изображения будут проходить в точках, в которых градиент находится на максимальном уровне, все точки вне максимумов будут подавлены (на изображении пиксели заполнятся черным цветом).

Пороговая фильтрация применяется для подавления шумов, созданных в результате подавления не максимумов: если пиксель больше порогового значения, то он не является границей, если меньше, то является [3]. Определенные указанным выше способом границы дефектов обводятся на исходном изображении.

Рассмотрим пример применения данного алгоритма для нахождения дефектов в металлах, на примере обработки изображения с дефектом вкатанной окалины строчкой (рисунок 2).



а – входное изображение;
б – обработанное изображение с выделенными контурами дефектов

Рисунок 2. – Входное изображение металлического образца с дефектом вкатанной окалины строчкой

При обнаружении дефекта вкатанной окалины на поверхности металла требуется определить подлежит ли исправлению данный дефект, иначе это может привести к образованию сквозных разрывов и порыву полосы. Возможность исправления дефектов можно определить по их размерам, представленных на гистограмме распределения по площадям (рисунок 3).

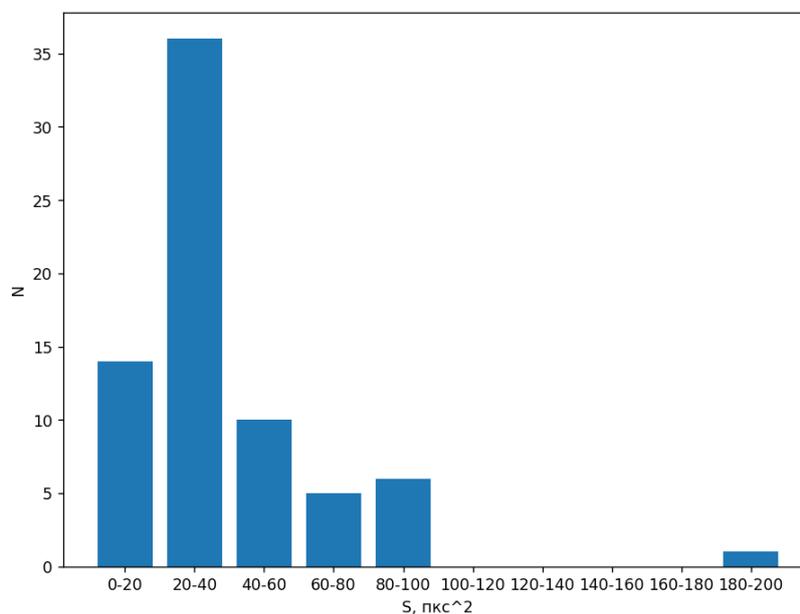


Рисунок 3. – Гистограмма распределения дефектов вкатанной окалины по площадям

Заключение. Использование компьютерного зрения в научных исследованиях значительно увеличивает скорость и точность анализа визуальных данных. Этот инструмент позволяет исследователям обрабатывать огромные объемы информации, автоматизировать процессы и выявлять скрытые закономерности. Кроме того, компьютерное зрение способствует развитию многих других научных областей, открывая новые возможности для исследований и открывая перед нами более глубокое понимание мира вокруг нас.

ЛИТЕРАТУРА

1. Tadviser. [Электронный ресурс] / Компьютерное зрение: технологии, рынок, перспективы – Режим доступа: <https://www.tadviser.ru/index.php/Статья: Компьютерное зрение: технологии, рынок, перспективы>. – Дата доступа: 01.02.2024.
2. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]/ Python – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Python>. – Дата доступа: 01.02.2024.
3. Кобенко, В.Ю. Разработка алгоритма сегментации рукописного текста с использованием маски / В.Ю. Кобенко, С.О.Фролов, В.И. Талаев// Омский научный вестник. –2020. – № 4 [172]. – С. 47–52.
4. Пономарева А. Дефект холодного проката «Вкатанная окалина строчкой (дорожкой)» / А. Пономарева / Режим доступа: <http://metallopraktik.ru/novosti/defekt-holodnogo-prokata-vkatannaya-okalina-strochkoy-dorozhkoj/>. – Дата доступа: 01.02.2024.