

Д.А. Колобова, инж., М.П. Шлеймович, зав. каф.
(ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия)

ОБНАРУЖЕНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЙ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Цифровая реставрация изображений – это процесс восстановления поврежденных изображений с помощью различных методов обработки. С увеличением количества ценных исторических фотографий, которые подвержены различным видам повреждений из-за временного фактора, плохих условий хранения или физического воздействия, необходимость в эффективных методах восстановления изображений приобретает особую актуальность. Цифровая реставрация с помощью специальных программ - это трудоемкий процесс, занимающий много времени, т.к. производится вручную дизайнером. Часть этой работы можно было бы автоматизировать.

Постановка задачи. Реставрация оцифрованных фотографий включает в себя решение следующих задач:

- обнаружение поврежденных пикселей на изображении;
- восстановление поврежденных пикселей.

Методы автоматического обнаружения повреждений. Этап обнаружения повреждений является важным, поскольку от точности обнаружения дефекта зависит качество реставрации изображения.

Существует два типа механических повреждений на изображениях: мелкие и крупные дефекты [1]. К повреждениям первого типа относятся мелкие трещины, которые образовались под действием времени от высыхания краски. К крупным дефектам относятся царапины, изгибы, потертости, образовавшиеся из-за неаккуратного хранения.

Поскольку в процессе проявления фотографий краска наносилась на фотобумагу, дефекты имеют цвет, близкий к белому. Поэтому одним из способов обнаружения дефектов на изображении является поиск пикселей со значениями близкими к белому [1]. Однако данный способ не является точным, т.к. выделяет все белые части изображения и не обнаруживает мелкие трещины.

Т.к. в области повреждений происходит резкий перепад яркости, для обнаружения дефектов можно использовать оператор Собеля, который применяется для выделения краев, т.к. вычисляет градиент яркости изображения в каждой точке, т.е. показывает, насколько «резко» или «плавно» меняется яркость изображения в каждой точке [2]. Он

представляет собой фильтр размером 3×3 (рис. 1).

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

Рисунок 1 – Маски оператора Собеля

Недостатком данного метода является то, что помимо самих повреждений выделяются и края объектов.

Для детектирования царапин можно использовать пороговую обработку изображения. Для реализации данного метода выбирается определенной порог, относительно которого происходит оценка значений пикселей изображения и отнесение их к классу 0 или 1 (т.е. бинаризация изображения) [3]:

$$f(m, n) = \begin{cases} 0, & f(m, n) \leq t \\ 1, & f(m, n) > t \end{cases}, \quad (1)$$

где t – пороговое значение.

Недостатком данного метода является зависимость точности выделения дефектов от выбранного порога.

Также для обнаружения дефектов используют методы морфологической обработки изображений, например, преобразование Top Hat, которое вычитает разомкнутое изображение из исходного. Оно показывает области, которые светлее остальных, и используется для их изоляции. Недостатки данного метода те же, что и у пороговой обработки и оператора Собеля.

Для детекции повреждений возможно использование методов частотной обработки изображений. Одним из самых популярных методов является дискретное преобразование Фурье, которое преобразует изображение в комплексные числа, соответствующие различным частотам [4]. В результате получается спектр, где каждая точка представляет определенную частоту:

- высокие частоты: отвечают за мелкие детали и края;
- низкие частоты: отображают общие формы и плавные изменения.

Также широко применяются методы, основанные на обучении алгоритма – SVM [5], классифицирующие пиксели на «поврежденные» и «целые», и нейронные сети, в основе которых чаще всего лежит архитектура U-Net [1,6]. При достаточном наборе данных для обучения данные модели показывают хорошее качество распознавания, однако, требуется время для сбора подходящего датасета и обучения модели.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика методов обнаружения дефектов на изображении

Метод	Скорость	Точность	Наличие библиотек для реализации
Поиск пикселей со значениями, близкими к белому	Работает быстро на больших изображениях с использованием GPU	Приводит к ложным срабатываниям на изображениях, где белый цвет присутствует в других элементах	OpenCV
Детектор Собеля	Зависит от размеров изображения	Помимо краев повреждений может выделить и края объектов	OpenCV
Пороговая обработка	Высокая	Зависит от выбранного порога	OpenCV
Top Hat	Высокая	Способен выделять мелкие дефекты; точность зависит от выбранных параметров	OpenCV
Дискретное преобразование Фурье	Зависит от размеров изображения	Способен выделять мелкие дефекты	NumPy, OpenCV
Методы на основе обучения алгоритма	Зависит от размера обучающего датасета	Зависит от размера обучающего датасета	Scikit-learn, OpenVINO

Заключение. Таким образом, существует множество методов обнаружения дефектов на изображении, начиная от традиционных методов цифровой обработки изображений и заканчивая современными алгоритмами машинного обучения и нейронными сетями. Применение того или иного метода зависит от типа и размера повреждений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тимофеева О.П., Савкин А.Е., Тимофеев Е.Р., Балашова Т.И., Сидорова Е.В. Реставрация и колоризация старых фотографий с использованием нейронных сетей // Труды НГТУ им. Р. Е. Алексеева. 2022. № 1 (136). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/restavratsiya-i-kolorizatsiya-staryh-fotografiy-s-ispolzovaniem-nevronnyh-setey> (дата обращения: 25.12.2024).
2. Википедия. Оператор Собеля. [Электронный ресурс] – URL: <https://clck.ru/3FkTvW> (дата обращения: 24.12.2024)
3. Хабр. Сегментация изображения. [Электронный ресурс] – URL: <https://habr.com/ru/articles/128768/> (дата обращения: 25.12.2024)
4. Богданова Н.А., Подорожний О.В. Метод Фурье как основа цифровой обработки микроэлектронных изображений [Электронный

ресурс] // ЭСГИ. 2022. № 3 (35). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metod-furie-kak-osnova-tsifrovoy-obrabotki-mikroelektronnyh-izobrazheniy> (дата обращения: 24.12.2024).

5. Воронин В.В., Сизякин Р.А., Гапон Н.В., Франц В.А., Колосов А.Ю. Алгоритм реконструкции изображений на основе анализа локальных бинарных окрестностей [Электронный ресурс] // Инженерный вестник Дона. 2013. № 3. – URL: http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_96_voronin.pdf_1857.pdf (дата обращения: 23.12.2024)

6. Narek Okroyan, Karen Petrosyan. Deep Learning Based Old Photo Restoration and Colorization Web Service [Электронный ресурс]. – URL: https://cse.aua.am/files/2024/11/Deep-Learning-Based-Old-Photo-Restoration-and-Colorization-Web-Service_Narek-Okroyan_Karen-Petrosyan.pdf (дата обращения: 20.12.2024)

УДК 004.42

С.А. Тогузов, ст. преп.; Е.А. Угольников,
студ.; М.И. Ильин, студ.
(Чебоксарский институт (филиал) МПУ, г. Чебоксары, Россия)

РАЗРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СРЕД РАЗРАБОТКИ В ОБУЧАЮЩИХ ЦЕЛЯХ

В работе рассматривается создание и внедрение интерактивных сред разработки в образовательный процесс. Данная статья может быть использована для ознакомления педагогами с информационными технологиями, а также разработчиками при создании программного продукта. Цель – проанализировать создание и внедрение интегрированной среды разработки в образовательный процесс.

В современном мире цифровые технологии играют ключевую роль в образовании, особенно в обучении программированию и разработке ПО. Интегрированные среды разработки (IDE) становятся неотъемлемой частью этого процесса, предоставляя обучающимся и преподавателям мощные инструменты для практического освоения концепций и технологий. Эта аналитическая работа посвящена изучению создания и внедрения интегрированной среды разработки в образовательный процесс, а также рассмотрению её потенциала и возможностей.

В сентябре – декабре 2024 г. в Чебоксарском институте (филиале) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет» для студентов проведена акселерационная программа «Мосполитех – Чебоксары 3.0». Один из проектов команды студентов посвящен созданию программного продукта «Среда для упрощенной разработки небольших программ и приложений». Пользователи с помощью