



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ ИУ «Информатика и системы управления»

КАФЕДРА ИУ-7 «Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии»

РАСЧЁТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ
НА ТЕМУ:
«Классификация методов Java-библиотек для
обработки изображений»

Студент ИУ7-11М

(Подпись, дата) **Патутин В.М.**

Руководитель НИР

(Подпись, дата) **Быстрицкая А.Ю.**

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)**

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ИУ-7
(Индекс)

И. В. Рудаков
(И.О.Фамилия)

«__» _____ 20__ г.

**З А Д А Н И Е
на выполнение научно-исследовательской работы**

по теме

«Классификация методов Java-библиотек для обработки изображений»

Студент группы ИУ7-11М

Патутин Владимир Михайлович

Направленность НИР

учебная

Источник тематики

НИР кафедры

График выполнения НИР: 25% к 6 нед., 50% к 9 нед., 75% к 12 нед., 100% к 15 нед.

Техническое задание

- 1. Классифицировать методы обработки изображений на языке Java.***
- 2. Выделить критерии сравнения методов.***
- 3. Провести сравнительный анализ.***

Оформление научно-исследовательской работы:

Расчетно-пояснительная записка на **12–20** листах формата А4 с указанием по тексту ссылок на литературу. Список литературы не менее 20 источников.

Дата выдачи задания «15» сентября 2022 г.

Руководитель НИР

(Подпись, дата)

Быстрицкая А.Ю.
(И.О.Фамилия)

Студент

(Подпись, дата)

Патутин В.М.
(И.О.Фамилия)

РЕФЕРАТ

Расчетно-пояснительная записка 18с., 1 табл., 9 ист.

В работе исследованы основные методы обработки изображений и рассмотрены способы их применения с использованием Java-библиотек. Выделены критерии для сравнения этих библиотек и выполнен сравнительный анализ данных библиотек.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Цифровое изображение, обработка изображения, Java, AWT, ImageJ, ImageMagick, Opencv, TwelveMonkeysImageIO

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ	2
ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. Анализ предметной области и обзор существующих решений.....	6
1.1 Анализ состояния предметной области	6
1.2 Обзор существующих решений	7
1.2.1 Особенности решения “AWT”	8
1.2.2 Особенности решения “ImageJ ”	8
1.2.3 Особенности решения “ImageMagick”	9
1.2.4 Особенности решения “OpenCV”	10
1.2.5 Особенности решения “TwelveMonkeysImageIO”	10
1.3 Вывод из обзора	11
2. Сравнительный анализ.....	12
2.1 Критерии сравнения.....	12
2.2 Сравнение.....	13
2.3 Выводы из сравнения.....	15
ВЫВОДЫ	16
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	17

ВВЕДЕНИЕ

В современном обществе цифровое изображение занимает важное место в различных аспектах нашей повседневной жизни. Оно находит применение во множестве областей, выполняя различные функции и требуя разнообразных методов обработки.

В медицине цифровые изображения служат важным инструментом для мониторинга состояния пациентов и обучения медицинского персонала [1]. В промышленности они обеспечивают надежный контроль и оптимизацию производственных процессов [2]. В сфере развлечений они создают увлекательные визуальные эффекты и анимацию, делая развлекательные продукты более привлекательными для публики.

В представленной работе исследованы основные подходы обработки изображений, а также особенности и возможности применения Java-библиотек для реализации указанных методов. Проведенный анализ учитывает доступность библиотек, их удобство использования и интеграции, что способствует глубокому пониманию потенциала эффективной обработки цифровых изображений через применение Java-библиотек в различных областях.

1. Анализ предметной области и обзор существующих решений

1.1 Анализ состояния предметной области

Обработка изображения представляет собой процесс, в ходе которого статичные визуальные данные редактируются и улучшаются с использованием графических инструментов. Суть этого процесса заключается в улучшении качества или создании желаемых эффектов, в зависимости от назначения.

Существует широкий спектр методов обработки, которые могут быть применены к изображениям [\[3\]](#). Эти методы позволяют улучшить качество изображения, изменить его визуальные характеристики, формат и многое другое.

Рассмотрим подробнее стандартные методы обработки изображения.

- Преобразование изображений в форматы, соответствующие стандартам - включает в себя конвертацию изображений в форматы, которые поддерживают распространенные стандарты сжатия, разрешения и кодирования, чтобы обеспечить их совместимость с различными устройствами, программами и платформами.
- Преобразование изображений в форматы несоответствующие стандартам - включать в себя конвертацию изображений в менее распространенные, устаревшие или нестандартные форматы, которые могут быть менее подходящими для современных потребностей в обработке, отображении или распространении изображений.
- Обрезка изображения — это процесс изменения формы изображения путем удаления его определенных частей или кадрирования.
- Сжатие изображения - процесс уменьшения размера файла изображения, уменьшения его объема данных без значительной потери качества.
- Изменение размера изображения - процесс может включать в себя увеличение или уменьшение изображения, для достижения определенных размеров в пикселях, дюймах, сантиметрах или других мерах.
- Выравнивание изображения — это процесс коррекции ориентации и позиции изображения с целью установления определенного угла поворота или выравнивания его горизонтальной и вертикальной оси.

- Наложение текста поверх изображения, контролируя аспекты шрифта, размера и стиля текста - процедура внесения текстуальных данных в графическое изображение.
- Размещение графических объектов поверх основного изображения - представляет собой процесс размещения одного графического элемента, такого как формы или другие изображения, на верхнем слое изображения, чтобы они перекрывали или взаимодействовали с базовым изображением.
- Размещение водяных знаков — это невидимые или полупрозрачные марки или текстовая информация, которая добавляется к документам или изображениям с целью защиты авторских прав, аутентификации или установления источника.
- Увеличение и уменьшение резкости части изображения - процесс увеличения или уменьшений четкости и разрешения определенных участков или деталей изображения, чтобы сделать их более яркими и более отчетливыми.

На сегодняшний день язык Java предлагает разработчикам множество библиотек, созданных специально для обработки изображений. Такое разнообразие решений ставит программиста перед необходимостью выбора оптимального инструмента для решений конкретных задач обработки изображений. Поэтому задача построения качественной классификации методов обработки изображений становится актуальной.

Язык Java широко применяется в корпоративных проектах [\[4\]](#), и это добавляет актуальность задаче выбора наиболее эффективной библиотеки для обработки изображений с учетом ограничений, которые накладывает предметная область.

1.2 Обзор существующих решений

На данный момент на рынке представлено несколько различных решений для обработки изображений, интегрируемых с языком Java. Рассмотрим основные из них и выделим функциональные особенности каждого.

1.2.1 Особенности решения “AWT”

AWT — это платформо-независимая оконная библиотека графического интерфейса языка Java. Сейчас AWT является частью Java Foundation Classes - стандартного API для реализации графического интерфейса в Java-программе.

На данный момент библиотека обладает следующими характеристиками [\[5\]](#):

- преобразование изображений в форматы, соответствующие стандартам;
- отсутствует преобразование изображений в форматы, несоответствующие стандартам;
- обрезка изображения;
- сжатие изображения;
- изменение размера изображения;
- выравнивание изображения;
- наложение текста поверх изображения, контролируя аспекты шрифта, размера и стиля текста;
- размещение графических объектов поверх основного изображения;
- размещение водяных знаков;
- увеличение и уменьшение резкости части изображения;
- возможность программной реализации всех вышеперечисленных методов;
- интегрирован только с языком Java.

1.2.2 Особенности решения “ImageJ”

ImageJ - программа с открытым исходным кодом для анализа и обработки изображений. Позволяет гибко наращивать функциональность за счет подключаемых плагинов, а встроенный макроязык — автоматизировать сложные повторяющиеся действия.

На данный момент библиотека обладает следующими характеристиками [\[6\]](#):

- преобразование изображений в форматы, соответствующие стандартам;
- отсутствует преобразование изображений в форматы несоответствующие стандартам;
- обрезка изображения;
- сжатие изображения;

- изменение размера изображения;
- выравнивание изображения;
- наложение текста поверх изображения, контролируя аспекты шрифта, размера и стиля текста;
- размещение графических объектов поверх основного изображения;
- размещение водяных знаков;
- увеличение и уменьшение резкости части изображения;
- отсутствие возможности программной реализации всех вышеперечисленных методов;
- наличие встроенного GUI;
- интегрирован только с языком Java.

1.2.3 Особенности решения “ImageMagick”

ImageMagick — это бесплатный пакет программного обеспечения с открытым исходным кодом, используемый для редактирования и управления цифровыми изображениями. Включает в себя интерфейс командной строки для выполнения сложных задач обработки изображений, а также API-интерфейсы для интеграции его функций в программные приложения.

На данный момент библиотека обладает следующими характеристиками [\[7\]](#):

- преобразование изображений в форматы, соответствующие стандартам;
- отсутствует преобразование изображений в форматы несоответствующие стандартам;
- обрезка изображения;
- сжатие изображения;
- изменение размера изображения;
- выравнивание изображения;
- наложение текста поверх изображения, контролируя аспекты шрифта, размера и стиля текста;
- размещение графических объектов поверх основного изображения;
- размещение водяных знаков;
- увеличение и уменьшение резкости части изображения;

- возможность программной реализации всех вышеперечисленных методов;
- интегрируется с различными языками.

1.2.4 Особенности решения “OpenCV”

OpenCV - библиотека алгоритмов компьютерного зрения, обработки изображений и численных алгоритмов общего назначения с открытым кодом.

На данный момент библиотека обладает следующими характеристиками [\[8\]](#):

- преобразование изображений в форматы, соответствующие стандартам;
- отсутствует преобразование изображений в форматы несоответствующие стандартам;
- обрезка изображения;
- сжатие изображения;
- изменение размера изображения;
- выравнивание изображения;
- наложение текста поверх изображения, контролируя аспекты шрифта, размера и стиля текста;
- размещение графических объектов поверх основного изображения
- размещение водяных знаков;
- увеличение и уменьшение резкости части изображения;
- возможность программной реализации всех вышеперечисленных методов;
- интегрируется с различными языками;
- наличие компьютерного зрения.

1.2.5 Особенности решения “TwelveMonkeysImageIO”

TwelveMonkeysImageIO - реализация поддержки форматов, которые на данный момент не входят в функциональность встроенной среды выполнения Java.

На данный момент библиотека обладает следующими характеристиками [\[9\]](#):

- преобразование изображений в форматы, соответствующие стандартам;
- преобразование изображений в форматы несоответствующие стандартам;
- интегрирован только с языком Java.

1.3 Вывод из обзора

Проведенный обзор Java-библиотек, предназначенных для обработки изображений, позволяет выявить сферы их применения. В контексте задач компьютерного зрения, оптимальным выбором является библиотека OpenCV. В случаях, когда требуется взаимодействие с изображениями с высокой степенью интерактивности и ручной обработки, наиболее подходящей может стать библиотека ImageJ. Для ситуаций, требующих максимальной универсальности и обширного набора функциональных возможностей для обработки изображений, наилучшим выбором будет библиотека ImageMagick. В случае, когда необходимо обрабатывать нестандартные форматы изображений, рекомендуется воспользоваться библиотекой TwelveMonkeysImageIO, так как она предоставляет соответствующие возможности.

2. Сравнительный анализ

2.1 Критерии сравнения

На данный момент на рынке программных решений, ориентированных на обработку изображений и интегрируемых с языком программирования Java, представлено множество различных продуктов. Обозначим ключевой функционал, предоставляемый данными библиотеками, и получим следующий набор критериев:

- преобразование изображений в форматы, соответствующие стандартам;
- преобразование изображений в форматы, не соответствующие стандартам;
- обрезка изображений;
- сжатие изображений;
- изменение размеров изображений;
- выравнивание изображений;
- наложение текста поверх изображений с контролем параметров шрифта, размера и стиля текста;
- размещение графических объектов поверх основного изображения;
- размещение водяных знаков;
- увеличение и уменьшение резкости части изображения;
- возможность программной реализации всех вышеперечисленных методов.

В дополнение к представленным выше характеристикам, следует учесть, что данные библиотеки могут обладать индивидуальными особенностями, которые могут быть выделены и рассмотрены как дополнительный набор критериев:

- интеграция с различными языками программирования;
- наличие встроенного графического пользовательского интерфейса;
- поддержка функционала компьютерного зрения;

Также необходимо учесть следующие критерии, которые могут иметь важное значение для пользователей:

- доступность продукта;
- простота интеграции с существующими системами;

- удобство использования и навигации в интерфейсе программного продукта.

Именно на указанные совокупности критериев мы будем опираться в последующем для проведения сравнительного анализа.

2.2 Сравнение

С учетом ранее определенных критериев и проведенного обзора библиотек, заполним сравнительную таблицу (см. Таблицу 1).

Таблица 1

Сравнительный анализ существующих решений

	AW T	ImageJ	ImageMagick	OpenCV	TwelveMonkeysImageIO
Преобразование изображений в форматы, соответствующие стандартам	✓	✓	✓	✓	✓
Преобразование изображений в форматы несоответствующие стандартам	×	×	×	×	✓
Обрезка изображения	✓	неопределено	✓	✓	×
Сжатие изображения	✓	неопределено	✓	✓	×
Изменение размера изображения	✓	неопределено	✓	✓	×
Выравнивание изображения	✓	неопределено	✓	✓	×
Наложение текста поверх изображения, контролируя аспекты шрифта, размера и стиля текста	✓	неопределено	✓	✓	×

	AW T	ImageJ	ImageMagick	OpenCV	TwelveMonkeysImageIO
Размещение графических объектов поверх основного изображения	✓	неопределено	✓	✓	×
Размещение водяных знаков	✓	неопределено	✓	✓	×
Увеличение и уменьшение резкости части изображения	✓	неопределено	✓	✓	×
Возможность программной реализации всех вышеперечисленных методов	✓	неопределено	✓	✓	×
Интегрируется с различными языками	×	×	✓	✓	✓
Наличие встроенного GUI	×	✓	×	×	×
Наличие компьютерного зрения	×	×	×	✓	×
Доступность	✓	✓	✓	✓	✓
Простота интеграции	✓	✓	✓	✓	×
Простота использования	×	неопределено	✓	×	✓

2.3 Выводы из сравнения

Проведенный сравнительный анализ Java-библиотек для обработки изображений позволяет определить области их применения. Для задач компьютерного зрения оптимальной библиотекой является OpenCV. Когда требуется манипуляция изображениями с высокой степенью интерактивности и ручной обработки, оптимальной библиотекой является ImageJ. Когда требуется максимальная универсальность и обширные функциональные возможности для обработки изображений, оптимальной библиотекой является ImageMagick. Когда требуется оперировать нестандартными форматами изображений, оптимальной библиотекой является TwelveMonkeysImageIO.

ВЫВОДЫ

Присутствие обширного числа библиотек, специализирующихся на обработке изображений, и разнообразных критериев для выбора наиболее подходящего инструмента может представлять собой затруднение для лиц, не обладающих опытом в данной области. Поэтому важным аспектом становится автоматизация процесса выбора соответствующей библиотеки, ориентируясь на специфические задачи и требования, предъявляемые к проекту. Эффективное определение наилучшего инструмента для обработки изображений обладает потенциалом значительной экономии ресурсов и времени, при этом способствуя повышению качества решений в областях, связанных с цифровой обработкой изображений в разнообразных сферах применения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Mostafa A.,. Medical Imaging Principles and Practices / Joseph D., Donald R.. - GB : CRC Press, 2012. - 464 с. - ISBN 9781439871027.
- 2) Rafael C. Gonzalez. Digital Image Processing. - 3rd edition. - US : Pearson, 2007. - 976 с. - ISBN-10 : 013168728X.
- 3) Milan Sonka. Image Processing, Analysis, and Machine Vision. - 3rd edition. - UK : Brooks/Cole, 2007. - 829 с. - ISBN-10: 049508252X.
- 4) Java: The Complete Reference / Herbert S.Danny C.. - US : Mc Graw Hill, 2023. - 598 с. - ISBN 1265058431.
- 5) Oracle Corporation. Abstract Window Toolkit (AWT) // Docs Oracle. - URL: <https://docs.oracle.com/javase/8/docs/technotes/guides/awt/> (дата обращения: 23.12.2023).
- 6) Image Intensity Processing // ImageJ. - URL: <https://imagej.net/imaging/image-intensity-processing> (дата обращения: 24.12.2023).
- 7) Command-line Tools // imagemagick. - URL: <https://imagemagick.org/script/command-line-tools.php> (дата обращения: 24.12.2023).
- 8) OpenCV Tutorials // OpenCV. - URL: https://docs.opencv.org/4.x/d9/df8/tutorial_root.html (дата обращения: 24.12.2023).
- 9) TwelveMonkeys // GitHub. - URL: <https://github.com/haraldk/TwelveMonkeys/blob/master/README.md> (дата обращения: 24.12.2023).
- 10) Muhammad S. Introductory Chapter: On Digital Image Processing // Digital Imaging. - 2020. - DOI: 10.5772/intechopen.92060.
- 11) Gary B. Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library / Adrian K.. - US : O'Reilly Media, 2008. - 580 с. - ISBN: 0596554044.

- 12) Douglas A. Image Processing in Java First Edition. - First Edition. - US : Prentice Hall Ptr, 1999. - 561 c. - ISBN-10: 9780139745775.
- 13) Nicolas M. Java Image Processing Recipes: With OpenCV and JVM. - 1st edition. - US : Apress, 2018. - 359 c. - ISBN-10 : 1484234642.
- 14) Kevin P. Murphy. Machine Learning: A Probabilistic Perspective (Adaptive Computation and Machine Learning series). - 1st press. - US : The MIT Press, 2012. - 1104 c. - ISBN-10: 0262018020.
- 15) Malik G. Automated Planning and Acting. - GB : Cambridge University Press, 2016. - ISBN:9781139583923. - doi.org/10.1017/CBO9781139583923.
- 16) Daniel J. Power. Decision Support Systems // Springer Handbook of Automation. - #3. - 2009. - C. 1539-1548. - DOI 10.1007/978-3-540-78831-7_87.
- 17) Morgan Kaufmann. Automated Planning Theory and Practice. - №1. - US : Elsevier Inc, 2004. - 635 c. - ISBN 978-1-55860-856-6. - doi.org/10.1016/B978-1-55860-856-6.X5000-5.
- 18) Jim Clarke. Javafx: Developing Rich Internet Applications. - #1. - US : Addison-Wesley Professional, 2009. - 359 c. - ISBN-10: 013701287X.
- 19) Developer Guide - Java Image Processing and Manipulation Library API // ASPOSE. - URL: <https://docs.aspose.com/imaging/java/developer-guide/> (дата обращения: 24.12.2023).
- 20) Processing A Programming Handbook for Visual Designers and Artists / Casey Reas. - 1st edition. - US : MIT Press, 2007. - 736 c. - ISBN-10: 0262182629.