



Министерство образования и науки Российской Федерации
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Институт компьютерных наук и кибербезопасности
Высшая школа программной инженерии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Реализация инструмента сжатия файлов на основе особенностей цветовосприятия

по направлению 09.03.04 – Программная инженерия
по образовательной программе 09.03.04_01 – Технология разработки и сопровождения качественного программного продукта

Студент
гр.5130904/10102

Набиуллин Д.Ф.

Руководитель
Старший преподаватель

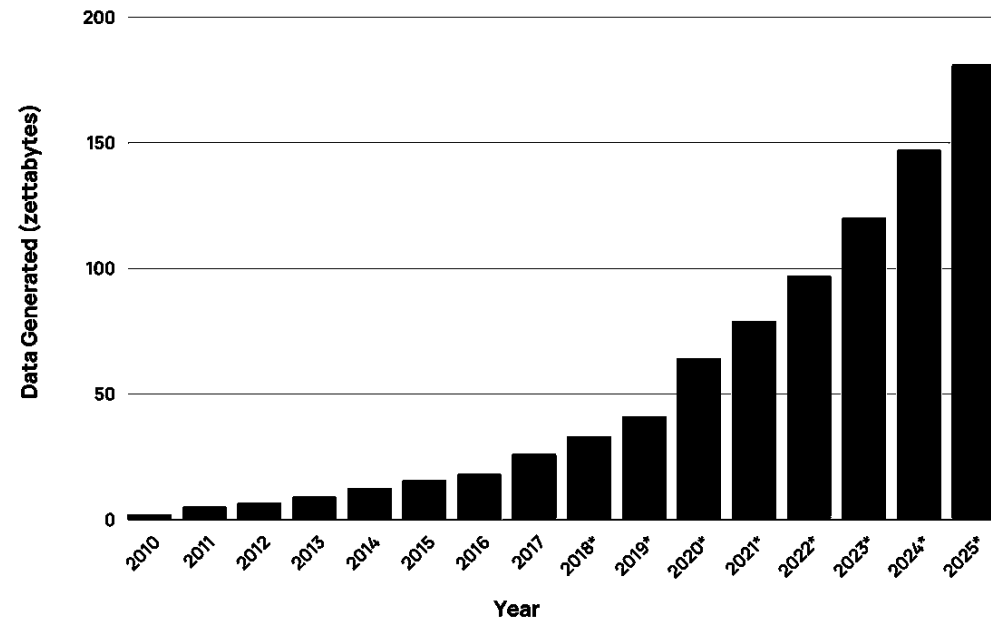
Александрова О.В.

Актуальность

- **Экспоненциальный рост данных:**
Объем данных, созданных в мире в 2023 году, в 13 раз превышает показатель 2013 года. Значительную долю составляют медиафайлы
- **Ограничения стандартных архиваторов:**
Алгоритмы сжатия без потерь (7-Zip, PeaZip, WinRAR) не учитывают особенности человеческого восприятия
- **Незадействованный резерв оптимизации:**
Около 5% населения страдает от дальтонизма (цветовой слепоты). Эта перцептуальная избыточность — возможность для нового подхода к сжатию
- **Улучшение пользовательского опыта:**
Сэкономленный трафик может быть использован для повышения качества другими способами, например, увеличением разрешения

Таким образом, актуальной является задача разработки метода оптимизации изображений, использующего особенности человеческого зрения для существенного снижения затрат на сетевой трафик и хранение данных

Global Data Generated Annually



Цель и задачи

Целью данной работы является реализация инструментального средства, которое способно снизить размера изображений за счёт создания подхода оптимизации цветов взяв за основу восприятие цвета людей с дихромазией

Задачи:

1. Провести обзор существующих программ для сжатия файлов и оценить их эффективность для изображений
2. Предложить подход для оптимизации цвета изображений, основанный на математическом моделировании дихроматического зрения
3. Реализовать предложенный подход в виде программного инструмента на языке Java
4. Продемонстрировать эффективность разработанного инструмента путём сравнения размеров файлов до и после обработки

Анализ существующих архиваторов

Проанализированы 7-Zip, PeaZip, WinRAR на 30 фото JPEG (18,1 Мб). Сжатие данных в среднем на 3-4%.

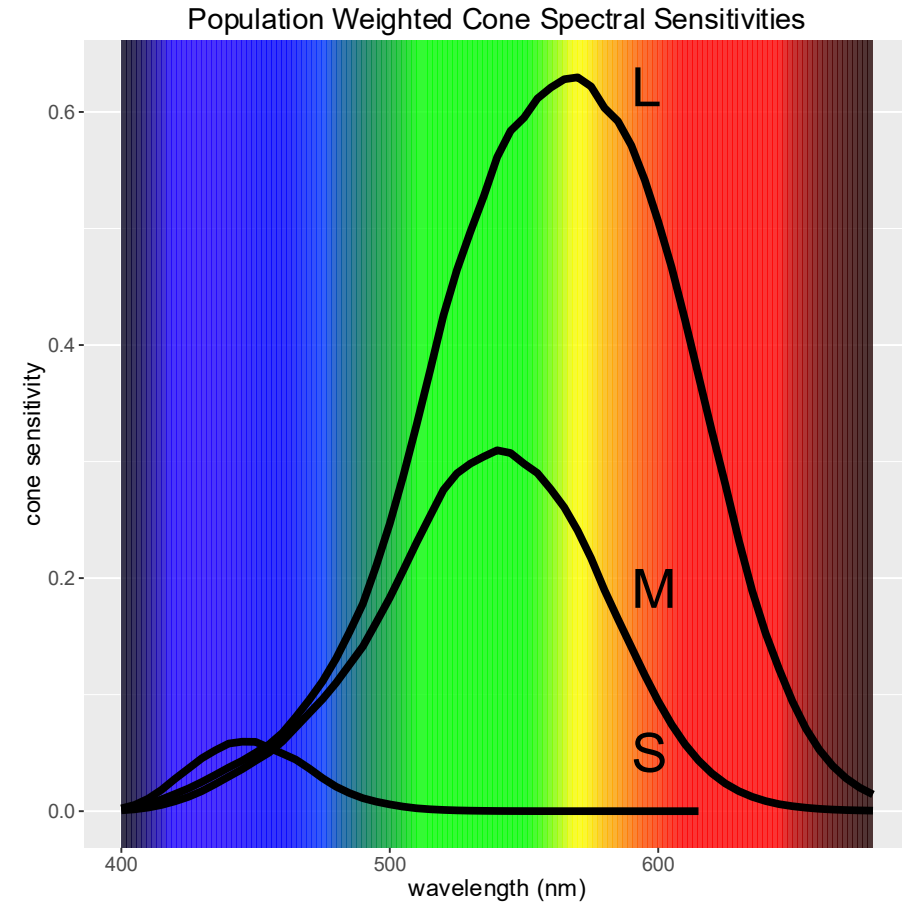
Программа	Размер архива с файлами после сжатия, Мб	Процент сжатия файлов после архиватора, %
7-Zip	17,4	96,1
PeaZip	17,6	97,2
WinRAR	17,5	96,7

Стандартные архиваторы неэффективны для медиафайлов, так как не анализируют контент с точки зрения человеческого восприятия.

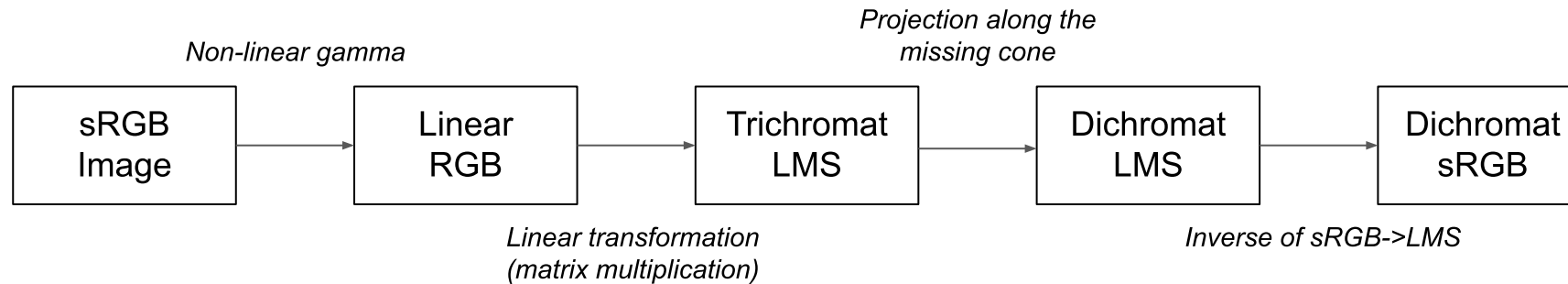
Концепция предлагаемого подхода

- Цветное зрение обеспечивается тремя типами колбочек: L (красный), M (зелёный), S (синий)
- При дихромазии один из типов колбочек не функционирует. Человек не различает определённые цветовые оттенки
- Ключевая идея:

Математически смоделировать зрение дихромата и удалить из изображения ту цветовую информацию, которую он не способен воспринять. Это позволяет уменьшить размер файла без видимой потери качества для целевой аудитории



Архитектура

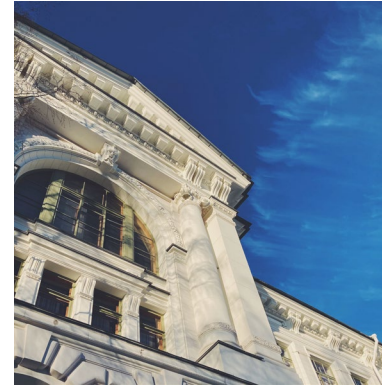
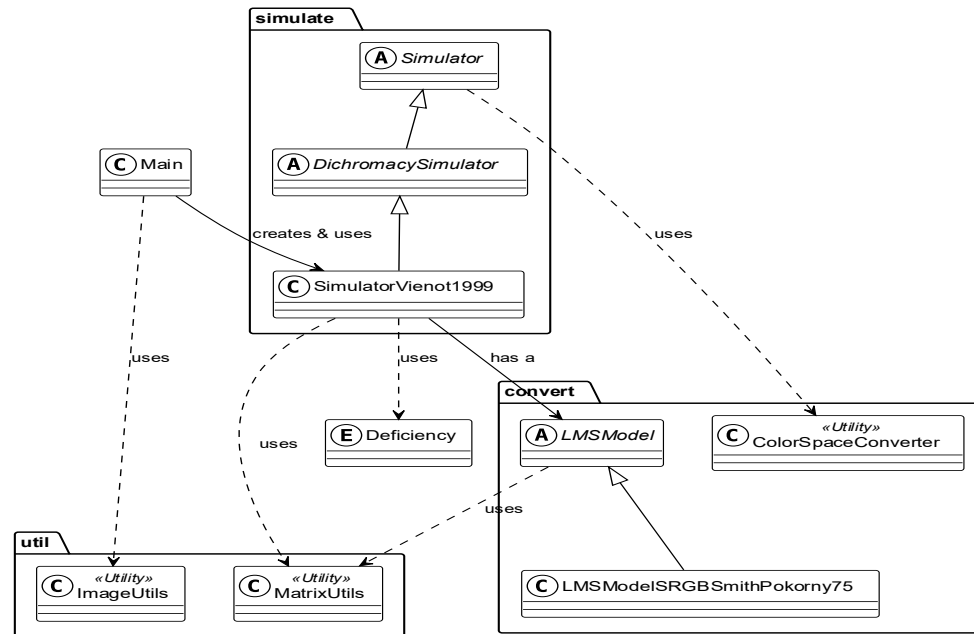


Этапы обработки:

1. Вход: Исходное изображение (sRGB) и тип дихромазии
2. Конвертация в LMS: Преобразование в пространство, моделирующее отклик колбочек
3. Трансформация: Применение матрицы проекции для удаления неразличимых цветов (ключевой этап сжатия)
4. Обратная конвертация: Возврат в пространство sRGB для корректного отображения
5. Выход: Сохранение оптимизированного JPEG-файла

Реализация

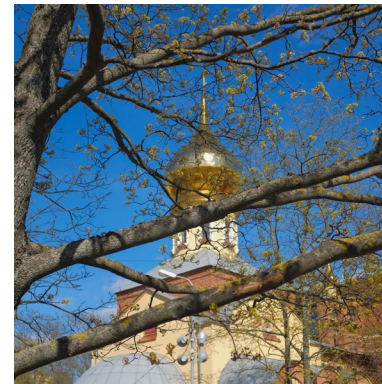
- Язык программирования: Java
- Среда разработки: IntelliJ IDEA
- Контроль версий: GitHub
- Пакеты: simulate, convert, util, enums



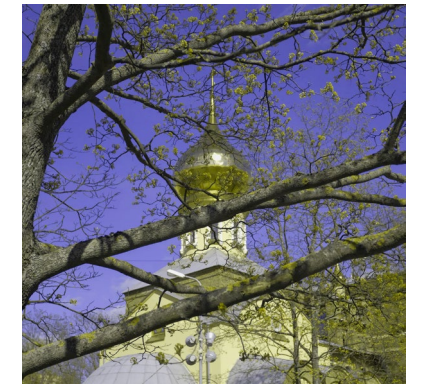
-d protan



-d tritan



-d deutan



Тестирование ПО и метрики

- Инструменты:
 - IntelliJ IDEA Debugger
 - Ручное тестирование
- Ключевые метрики:
 - KLOC: 0.412
 - Трудоёмкость (Боэм): 0.95 человеко-месяц
 - Длительность (Боэм): 2.45 месяца
 - Число разработчиков (Боэм): 0.37 человек
 - Время разработки (Холстед): 27.8 часов
 - Потенциальные ошибки (Холстед): 4.36
 - Сложность (Пивоварский): 133
- Интеграционное тестирование:
 - Проверка полного конвейера преобразования sRGB → linearRGB → LMS → linearRGB → sRGB
 - Тестирование взаимодействия симулятора SimulatorVienot1999 с моделью LMSModel
- Функциональное тестирование:
 - Сквозная проверка всего процесса: подача на вход директории с изображениями и валидация выходных файлов
 - Визуальная оценка полученных изображений на предмет отсутствия артефактов

Апробация и анализ результатов

- Метрика: Итоговый размер файла после сжатия (в Мб) и процент дополнительной экономии
- Метод апробации: Сравнение результатов сжатия только архиватором и сжатия после предварительной обработки нашим инструментом

Программа	Размер архива с файлами после сжатия, Мб	Процент сжатия файлов после инструмента и архиватора, %	Процент дополнительной экономии, %
7-Zip	16,9	93,3	71,8
PeaZip	17,1	94,5	96,4
WinRAR	17,1	94,5	66,7

Разработанный инструмент стабильно значительно улучшает результаты всех стандартных архиваторов, доказывая эффективность предложенного подхода и его синергию с существующими технологиями

Заключение

В результате работы:

- Проанализированы существующие архиваторы и проведён их сравнительный тест
- Предложен подход сжатия файлов на основе особенностей цветовосприятия
- Был реализован инструмент, трансформирующий изображения
- Экспериментально доказана эффективность сжатия фото

В будущем видны перспективы:

- Расширения видов цветовой слепоты
- Работы с различными цветовыми пространствами
- Разработки и применения инструментов для сжатия видео

Тезисы работы были опубликованы в сборнике конференции «Современные технологии в теории и практике программирования 2025»

Спасибо за внимание