Федеральное государственное автономное образовательное учреждение   
высшего образования «Национальный исследовательский   
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»  
НИИМ Нижегородского университета

УТВЕРЖДЕНО

**Автоматизация анализа данных сканирующей электронной микроскопии**

**Руководство программиста**

**(номер, должен быть заполнен)**

Листов 9

2024 г.

АННОТАЦИЯ

Настоящее руководство содержит описание программного обеспечения, разработанного для автоматизации анализа данных сканирующей электронной микроскопии. Программа предназначена для получения гистограмм распределения частиц порошков по размерам с помощью методов компьютерного зрения и нейронных сетей. Программа использует алгоритмы глубокого обучения, такие как Fast-RCNN и EfficientNet, для анализа микрофотографий порошков и синтетически сгенерированных изображений. В документе изложены требования к аппаратным и программным средствам, структура программы, описание входных и выходных данных, а также инструкции по сборке и запуску программы.

СОДЕРЖАНИЕ

[1. Назначение и условия применения программы 4](#_Toc177746198)

[1.1. Назначение программы 4](#_Toc177746199)

[1.2. Функции программы 4](#_Toc177746200)

[1.3. Минимальный состав аппаратных средств 4](#_Toc177746201)

[1.4. Минимальный состав программных средств 5](#_Toc177746202)

[2. Характеристики программы 6](#_Toc177746203)

[3. Обращение к программе 7](#_Toc177746204)

[3.1. Пакеты, требуемые для сборки программы 7](#_Toc177746205)

[3.2. Сборка программы 7](#_Toc177746206)

[4. Входные и выходные данные 8](#_Toc177746207)

[4.1. Выходные данные 8](#_Toc177746208)

[4.2. Файл выходного протокола 8](#_Toc177746209)

[5. Сообщения 9](#_Toc177746210)

[5.1. Консольные сообщения 9](#_Toc177746211)

# Назначение и условия применения программы

## Назначение программы

Программное обеспечение предназначено для автоматизации процесса анализа изображений порошков, полученных с помощью сканирующей электронной микроскопии (SEM). Основной целью является создание распределения частиц по их размерам на основе анализа изображений с помощью сверточных нейронных сетей (CNN). Программа позволяет:

* Извлекать изображения частиц из микрофотографий.
* Оценивать размеры частиц и строить гистограммы распределения.
* Проводить анализ на основе методов детектирования объектов (Fast-RCNN) и классификации (EfficientNet).
* Генерировать синтетические данные для тренировки моделей.

## Функции программы

Программа выполняет следующие функции:

* Чтение изображений: Поддержка форматов PNG, JPEG.
* Предобработка изображений: Изменение размеров, нормализация и преобразование изображений.
* Обнаружение объектов: Использование сверточных нейронных сетей для обнаружения и сегментации частиц на изображениях.
* Генерация данных: Создание синтетических изображений порошков с помощью Blender для тренировки моделей.
* Построение гистограмм: Автоматическое вычисление распределений размеров частиц и визуализация результатов.
* Анализ качества: Использование метрик, таких как расхождение Кульбака-Лейблера, для сравнения с эталонными распределениями.

## Минимальный состав аппаратных средств

Для корректной работы программы требуется:

* Процессор: архитектура x64 с несколькими ядрами (рекомендуется не менее 4 ядер).
* Оперативная память: не менее 16 ГБ.
* Графический процессор (GPU) с поддержкой CUDA (рекомендуется NVIDIA с архитектурой Pascal и выше).
* Свободное место на жестком диске: минимум 500 МБ для программы и данных.
* Монитор с разрешением не менее 1920x1080.
* Манипулятор: клавиатура, мышь.

## Минимальный состав программных средств

* Операционная система: Windows 10 или Linux (рекомендуется Ubuntu 20.04).
* Интерпретатор Python 3.8 и выше.
* Необходимые библиотеки:
* PyTorch (для работы с нейронными сетями),
* Numpy (для работы с числовыми данными),
* Matplotlib (для построения графиков),
* Blender (для генерации синтетических данных).
* Torchvision (для обработки изображений)

# Характеристики программы

Программа реализована на языке Python и использует следующие технологии:

* **Алгоритмы глубокого обучения**: Программа включает два метода для анализа изображений — Fast-RCNN для детектирования объектов и EfficientNet для классификации и анализа гистограмм.
* **Генерация синтетических данных**: для улучшения качества моделей используются данные, сгенерированные в Blender, которые имитируют реальные микрофотографии порошков.
* **Обработка данных**: Программа читает входные изображения, пред обрабатывает их, извлекает размеры частиц, а затем строит гистограммы распределений.
* **Построение отчетов**: Программа генерирует детализированные отчеты, включая визуализации распределений, ошибки модели, а также расчет метрик качества, таких как расхождение Кульбака-Лейблера.

# Обращение к программе

## Пакеты, требуемые для сборки программы

Для работы программы необходимо установить следующие пакеты:

* **Обязательные пакеты**:
  + Python 3.8 и выше.
  + PyTorch 1.9.0 и выше.
  + numpy, matplotlib(для анализа данных).
  + Blender (для синтетической генерации изображений).
  + Pillow (для работы с изображениями).
* **Дополнительные пакеты**:
  + tqdm (для отслеживания прогресса работы программы).
  + OpenCV (для предобработки изображений).

## Сборка программы

# Входные и выходные данные

Входными данными ПО:

 Изображения частиц порошков, полученные с помощью сканирующей электронной микроскопии (форматы: PNG, JPG).

 Синтетические изображения, сгенерированные при помощи Blender, которые имитируют реальные микрофотографии порошков.

## Выходные данные

* Файлы с распознанными объектами: Каждый файл должен содержать информацию о распознанных объектах, включая:
* Геометрию каждого объекта (координаты, размеры, форма и другие параметры).
* Уникальный идентификатор для каждого объекта для однозначной идентификации.
* Счетчик, фиксирующий количество геометрически совпадающих объектов, если таковые имеются.
  1. Файл выходного протокола

Выходной файл содержит информацию о работе программы, в том числе:

* Имя программы и ее версия.
* Время начала и завершения работы программы.
* Параметры запуска (например, количество эпох обучения).
* Количество частиц, обнаруженных на изображениях.
* Оценка качества работы моделей.

# Сообщения

## Консольные сообщения

Сообщения, генерируемые в ходе работы и выводимые в консоль.