

**УДК 004.932.2**

**Анализ алгоритма сегментации угольного наброска на изображении живописных картин в ближнем инфракрасном диапазоне спектра**

**Кашина Е.Г.** (Университет ИТМО)

**Научный руководитель – доцент, кандидат технических наук, Волынский М. А.**  
(Университет ИТМО)

**Введение.** Набросок – первая и очень важная часть картины, на нем строится вся структура произведения. Изучение набросков помогает определять подлинность произведений живописи. Для анализа угольного наброска используется инфракрасный (ИК) диапазон электромагнитных волн, так как углеродосодержащие материалы значительно поглощают излучение в данном спектре, что позволяет рассматривать нижележащие слои картины [1]. Алгоритм сегментации облегчает дальнейший анализ и ускоряет процесс исследования картин благодаря более простому представлению изображения. Научная новизна работы заключается в применении сегментации для задачи ИК рефлектографии предметов искусства.

**Основная часть.** Для достижения поставленной цели был выбран метод сегментации с помощью нейронной сети. В качестве исходных данных использовалась двадцать одна ИК-рефлектограмма. Для улучшения различимости эскиза художника и лучшего обучения нейронной сети была проведена цифровая обработка изображений. Следующим этапом являлась подготовка бинарных масок в графическом редакторе.

В качестве типа нейронной сети была выбрана сеть-трансформер, так как она позволяет моделировать зависимости между пикселями на любом расстоянии без учета информации о пространственной структуре изображения. Это позволяет сегментировать изображения с большой точностью [2]. Также, в отличие от сверточных нейронных сетей, сети-трансформеры работают с переменными размерами входных данных, что позволяет сохранить важную информацию. Для реализации поставленных задач была выбрана простая, но при этом относительно мощная сеть SegFormer [3]. Использовалась предобученную модель с весами [4], соответствующие схожей задаче, чтобы избежать долгого обучения и больших вычислительных затрат. Для увеличения и разнообразия набора данных применялась аугментация, включающая обрезку и переворачивание изображений. Расширение выборки помогает модели лучше распознавать закономерности и снижает риск переобучения. Для оценки работы нейросети использовались такие метрики как значение функции потерь на выборке, которая ранее не подавалась на вход сети, и значение среднего пересечения по множествам. Регулируемыми параметрами выбраны размер шага, влияющий на скорость сходимости к минимуму функции потерь и количество эпох обучения.

**Выводы.** Для достижения результата были изучены основные характеристики инфракрасного излучения, увеличена выборка тренировочных и валидационных изображений и под каждое создана бинарная маска. Далее каждое изображение было преобразовано с помощью графического редактора с целью улучшения эффективности алгоритма сегментации. Также были изучены параметры нейронной сети для повышения точности функционирования алгоритма. Конечным этапом был сравнительный анализ работы нейросети на тестовом изображении при различных гиперпараметрах.

**Список использованных источников:**

1. Yu J., Butler I. S. Recent applications of infrared and Raman spectroscopy in art

forensics: A brief overview //Applied Spectroscopy Reviews. – 2015. – Т. 50. – №. 2. – С. 152-157.

2. Zhu X. et al. An empirical study of spatial attention mechanisms in deep networks //Proceedings of the IEEE/CVF international conference on computer vision. – 2019. – С. 6688-6697.

3. Xie E. et al. SegFormer: Simple and efficient design for semantic segmentation with transformers //Advances in Neural Information Processing Systems. – 2021. – Т. 34. – С. 12077-12090.

4. Hugging Face: [сайт]. – URL: <https://huggingface.co/DiTo97/binarization-segformer-b3> (дата обращения: 24.01.2024). – Текст : электронный.