

Исследование решений для задачи сегментации флотации в режиме реального времени с использованием слабой разметки

Прокопов Е.М. (Университет ИТМО), **Усачева Д.М.** (Университет ИТМО),
Румянцева М.Ю. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – Ефимова В. А.

(Университет ИТМО)

Введение. В процессе обработки и обогащения руды металлов необходимо оценивать размер, скорость и цвет пузырей, образующихся в процессе пропускания пара через смесь воды и частиц руды. По этим параметрам можно определить качество и состав руды. Процесс происходит в специальных машинах, контролируемых оператором, поэтому влияние человеческого фактора на эту часть производства довольно высока. В связи с развитием технологий нейронных сетей появилась возможность автоматизировать этот процесс с достаточно высокой точностью. Для обучения моделей необходимо собрать и разметить данные. Мы разработали метод слабой разметки датасета, затем на полученных данных мы обучили сегментационные модели решать эту задачу и сравнили результаты.

Основная часть. Метод слабой разметки заключается в том, что мы используем разные подходы для выделения пузырей разного размера. Чтобы успешно выделять малые пузыри, мы используем алгоритм водораздела на изображениях, предобработанных морфологическими операциями. Такой подход является популярным в задаче сегментации масок однородных объектов [1], однако не справляется с выделением более крупных пузырей: простые эллиптические формы не могут описать многообразия образующихся в процессе перемешивания форм. Для сегментации таких пузырей были использованы модели YOLOv8 [2] и SAM [3]. Обученная на малом размеченном вручную датасете из 70 изображений модель YOLOv8 детектирует пузыри, передавая эту информацию промптом в SAM для последующей сегментации. Объединив методы, мы получили надежный и возобновляемый подход слабой разметки изображений пузырей. Таким образом мы разместили более 20 000 изображений датасета

С использованием получившихся масок мы обучили различные сегментационные модели и сравнили результаты. Среди исследований было популярно применять UNet [4] [5] или Mask-RCNN [6] [7] в качестве основных, поэтому мы решили обучить более современные архитектуры и посмотреть, какие модели можно будет использовать на инференсе. Мы выбрали HRNet[8], Segformer[9], Twins[10], Swin Transformer[11] и LRFormer [12].

Выводы.

Мы обучили вышеперечисленные архитектуры и сравнили результаты, используя метрику IoU. Благодаря слабой разметке удалось провести исследование и получить

качественные результаты. На основе результатов работы можно сделать инструмент, работающий в режиме реального времени.

Список использованных источников:

- [1] Bubble Image Segmentation Based on a Novel Watershed Algorithm with an Optimized Mark and Edge Constraint <https://www.researchgate.net/publication/356827657>
- [2] YOLO by Ultralytics (Version 8.0.0) <https://github.com/ultralytics/ultralytics>
- [3] Segment Anything. <https://arxiv.org/abs/2304.02643>
- [4] U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation. <https://arxiv.org/abs/1505.04597>
- [5] A froth image segmentation method via generative adversarial networks with multi-scale self-attention mechanism. <https://www.researchgate.net/publication/372722376>
- [6] Mask R-CNN <https://arxiv.org/abs/1703.06870>
- [7] Flotation froth image segmentation using Mask R-CNN <https://www.researchgate.net/publication/367765609>
- [8] Deep High-Resolution Representation Learning for Visual Recognition <https://arxiv.org/abs/1908.07919v2>
- [9] SegFormer: Simple and Efficient Design for Semantic Segmentation with Transformers <https://arxiv.org/abs/2105.15203>
- [10] Twins: Revisiting the Design of Spatial Attention in Vision Transformers <https://arxiv.org/abs/2104.13840>
- [11] Swin Transformer: Hierarchical Vision Transformer using Shifted Windows <https://paperswithcode.com/paper/swin-transformer-hierarchical-vision>
- [12] Low-Resolution Self-Attention for Semantic Segmentation <https://arxiv.org/pdf/2310.05026.pdf>

Прокопов Е.М. (автор)

Подпись

Усачева Д.М. (автор)

Подпись

Румянцева М.Ю. (автор)

Подпись

Ефимова В.А. (научный руководитель)

Подпись

