

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СУПЕРПИКСЕЛЬНЫХ МЕТОДОВ В ЗАДАЧАХ РАЗМЕТКИ И АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ АНШЛИФОВ

Яковлев Никита Алексеевич

Студент

Факультет ВМК МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия

E-mail: yakovlevnikita0@gmail.com

Научный руководитель — Хвостиков Александр Владимирович

В современной геологии рудных месторождений ключевой задачей является изучение минерального состава руд и окружающих пород. Этот процесс включает не только идентификацию минералов, но и оценку их количественных соотношений, а также анализ характеристик горных пород. Такие исследования играют решающую роль на этапе поиска месторождений, позволяя определить их промышленный тип, что, в свою очередь, влияет на выбор технологий добычи. Одним из способов анализа является оптический, который не требует большого количества ресурсов и лабораторного оборудования. Данный метод заключается в анализе изображений. Проводить такой анализ можно с помощью алгоритмов глубокого обучения [1], которые требуют много размеченных данных для своей работы. Разметка должна быть одновременно быстрой и точной.

Был предложен метод ручной разметки с использованием суперпиксельной кластеризации изображения. В качестве материала для тестирования использовались фотографии аншлифов из набора данных Lumenstone [2].

Для ускорения разметки геологических аншлифов предлагается следующий алгоритм:

- эксперт размечает изображение, проставляя штрихи на соответствующие минералы;
- метки с размеченных суперпикселей распространяются на неразмеченные на основе цветовой схожести;
- если штрихи пользователя не совпадают с имеющейся разметкой, происходит доразбиение уже размеченных регионов.

Сходство суперпикселей определялось с помощью выборочного среднего и дисперсии для каждого канала изображения:

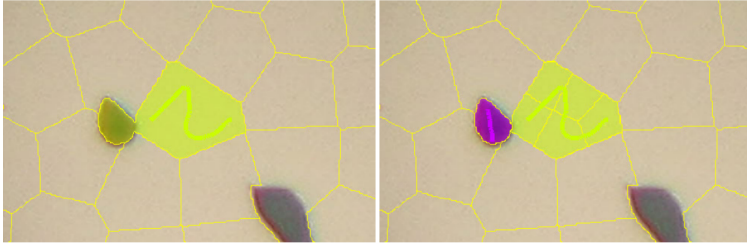
$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad \bar{s}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2, \quad (1)$$

где n — количество пикселей в суперпикселе, x_i — значение i -го пикселя в цветовом пространстве LAB. Регионы считались идентичными, если каждое значение было меньше порога τ : $\bar{s}_i \leq \tau, \bar{x}_i \leq \tau, i \in [1, 2, 3]$.

Полезность метода заключается в:

- редукации данных: замена пиксельной сетки на суперпиксели снижает вычислительную сложность последующей обработки, сохраняя точность разметки;
- оптимизации интерактивного анализа: возможность многомасштабного анализа за счет доуточнения маски разметки с помощью доразбиения разметки;

Иллюстрации



Пример доразбиения аннотации в случае неправильной разметки.

Литература

1. From Pixels to Panoramas: A Deep Learning Pipeline for Mineral Image Analysis / A. Khvostikov, G. Nikolaev, S. Krasnova, D. Korshunov, M. Boguslavsky and A. Krylov // Fourteenth International Conference on Image Processing, Theory, Tools Applications (IPTA), Istanbul, Turkiye, 2025, pp. 1-6, doi: 10.1109/IPTA66025.2025.11222019
2. Страница набора данных LumenStone: <http://imaging.cs.msu.ru/en/research/geology/lumenstone>