

Разработка инструментов искусственного интеллекта для решения задачи минерального картирования цифрового ядра

Научный руководитель – Орлов Денис Михайлович

Шерки Даниил Сергеевич

Студент (магистр)

Сколковский институт науки и технологий, Информационные технологии, Москва,
Россия

E-mail: sherkidaniil@gmail.com

Технология цифрового ядра подразумевает создание цифрового двойника реального ядра. При этом знания о минеральном составе образца ядра позволят проводить численное моделирование более точно, рассчитывать гидродинамические, тепловые, электрические и механические свойства на микромасштабе корректно. Ранее уже было предложено эффективное решение проблемы минерального картирования цифрового ядра на основе использования результатов рентгеноконтрастной микротомографии в качестве входных данных и технологии QEMSCAN для получения разметки минералов в разрезе [1].

Это решение имеет ряд недостатков: не каждая лаборатория по анализу ядра имеет возможность получать компьютерную томографию в среде газа ксенона. В данной работе предложен новый вариант решения проблемы: использование томографии, полученной на нескольких энергиях излучения вместо рентгеноконтрастной. Данное решение основано на свойствах минералов иметь различный коэффициент поглощения при различной энергии рентгеновского излучения. Такой же принцип используется в медицине для декомпозирования рентгеновских снимков на составные материалы [2].

Основные проблемы, с которыми пришлось столкнуться при обучении нейронной сети это несбалансированный по классам набор данных для обучения и низкое число образцов в обучающей выборке. Проблема несбалансированности классов может быть решена с помощью специальных приемов, таких как использование специальных функций потерь. Низкое число образцов в обучающей выборке стало возможным обойти с помощью технологии Super-Resolution на основе решений генеративного ИИ.

Были поставлены эксперименты по определению наилучшей архитектуры нейронной сети, эксперименты по определению наилучших входных данных для данной задачи, а также количества минеральных классов, которые пытаются предсказывать нейронной сетью.

К основным выводам данной работы относится: разработан инструмент минерального картирования цифрового ядра на основе КТ в различных энергиях томографа. Такое решение может использоваться как альтернатива базовому решению в снимках в воздухе и ксеноне, хоть и уступает ему по метрикам. Результаты можно видеть на рисунке 1. Выделение одного базового минерала дает более точные результаты для целевого класса. Предсказания для 3 и 5 минеральных классов можно увидеть на рисунке 2. Лучшее в данной задаче показывают себя Unet-подобные энкодер-декодер архитектуры с Resnet сетями в качестве энкодера.

Источники и литература

- 1) Patent EA 045039 B1 Method for building digital core models using deep learning and method for determining filtration-capacitance properties of low-permeability reservoirs using digital core models (2023)

- 2) P. S. Sanghavi, B. G. Jankharia, Applications of dual energy ct in clinical practice: A pictorial essay, Indian J Radiol Imaging 29 (3) (2019) 289–298. doi:10.4103/ijri.IJRI_241_19.247

Иллюстрации

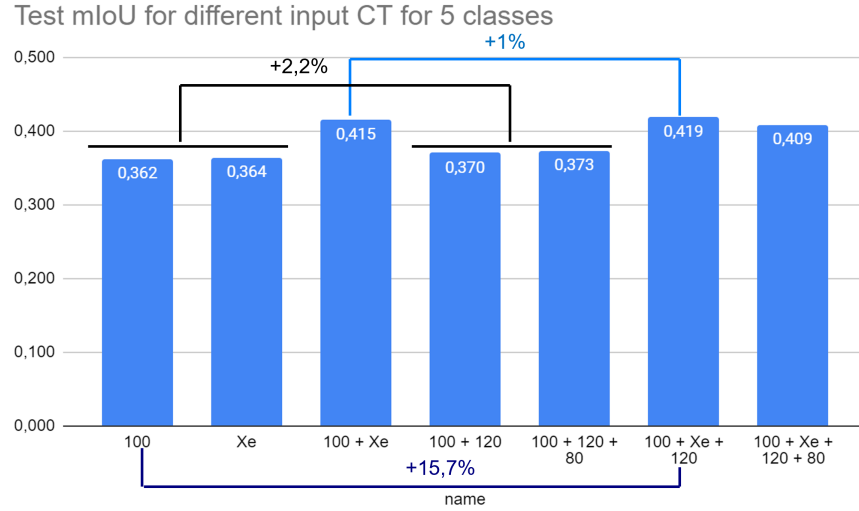


Рис. : Метрика предсказаний для различных входных данных для обучения нейронной сети.

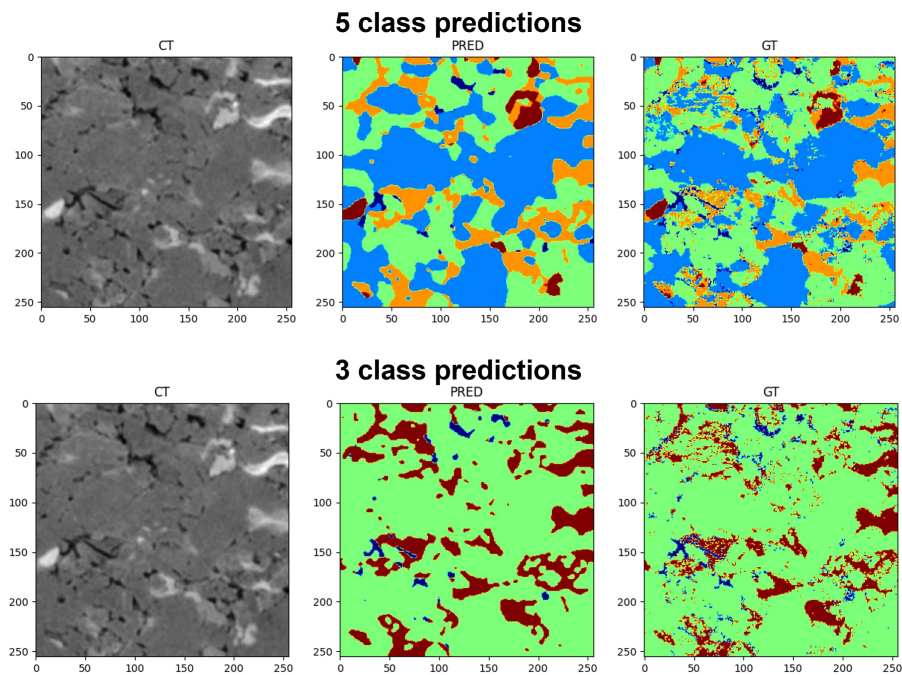


Рис. : Предсказание 5 и 3 минеральных классов для двухэнергетической КТ (слева направо — пример входных данных, предсказание, преобразованный QEMSCAN)