

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/381194322>

Автоматическая предобработка фотографий керна с помощью сверточных и полносвязных нейронных сетей

Thesis · April 2024

CITATIONS

0

READS

40

2 authors, including:



Georgy Kossov

Moscow Institute of Physics and Technology

12 PUBLICATIONS 11 CITATIONS

SEE PROFILE

Автоматическая предобработка фотографий керна с помощью сверточных и полносвязных нейронных сетей

Г.А. Коссов¹, Д.О. Макиенко²

¹Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)

²Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Фотографии образцов керна часто используются для задач автоматической литотипизации, сегментации и увязки, выделения зон кавернозности/трещинноватости и т.п. Важной особенностью существующих алгоритмов автоматической обработки фотографий керна [1–4] является требование к высокому качеству входных данных. На практике на фотографиях керна часто встречаются различные артефакты, возникающие как в результате исследования, транспортировки и хранения керна, так и в результате естественных причин. К таким артефактам можно отнести трещины, вывалы, неконсолидированный керн, технологические отверстия, выпилы, механические повреждения, надписи, следы химической обработки и вставки. Наличие вышеупомянутых артефактов может искажать результаты обработки фотографий керна, что затрудняет использование полученной информации совместно с другими геолого-геофизическими данными.

В настоящей работе рассмотрены преимущества и недостатки методов автоматической предобработки фотографий керна, основанных на сверточных и полносвязных нейронных сетях, для задачи получения кривой кавернозности. Лог кавернозности является одним из ключевых факторов при анализе карбонатных пород и помогает разделить петротипы, неразделимые по данным ядерно-магнитного каротажа. В контексте данной задачи любые трещины и технологические отверстия, присутствующие на фото, могут интерпретироваться как каверны и, как следствие, искажать информацию. Поэтому трещины и отверстия необходимо выделять и исключать на этапе предобработки изображений карбонатных пород. Целью настоящей работы являлась разработка методов автоматического выделения трещин и технологических отверстий с применением сверточных и полносвязных нейронных сетей.

Полносвязная сеть в качестве признаков использует цветовые и текстурные кривые-предикторы [3]. Цветовые предикторы несут информацию о средних цветах (для цветовых моделей RGB и HSV) и об основных цветовых кластерах. Текстурные кривые отражают структурные особенности изображения [5], в частности содержат в себе: нормализованные гистограммы интенсивностей пикселей, матрицы совместной встречаемости для фильтров с различными масками, профили градиента интенсивности пикселей в вертикальном и горизонтальном направлении, характеристики вариограмм интенсивностей для окон различного размера и т.д. Сверточная сеть работает непосредственно с самими изображениями в масштабе 96x96 пикселей (в цветовой модели RGB), которые формируются по результатам сканирования полноразмерной фотографии керна окном фиксированного размера.

На основе проведенного анализа, были сделаны выводы относительно эффективности использования каждого метода предобработки. Для контроля качества обучения и валидации использовались различные инструменты: матрицы ошибок (confusion matrix), f-метрики и ROC-кривые. Валидация алгоритмов проводилась на размеченных данных, которые не использовались в обучении (фото керна, отобранного из разных скважин карбонатных месторождений). По результатам валидации доля верно предсказанных трещин и отверстий полносвязной сетью составила ~94% и ~96% соответственно (рис. 1), а сверточной ~98% и ~99% (рис. 2).

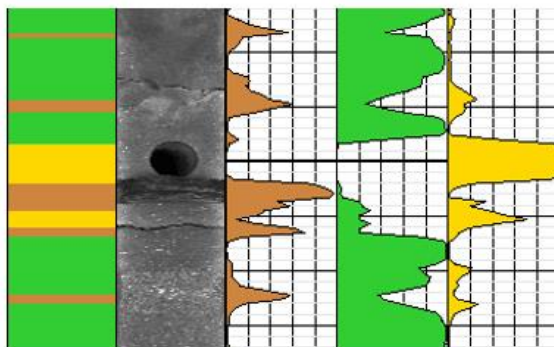


Рис. 1. Результат применения полносвязной сети. Коричневый цвет – трещины, желтый – отверстия, зелёный – без артефактов

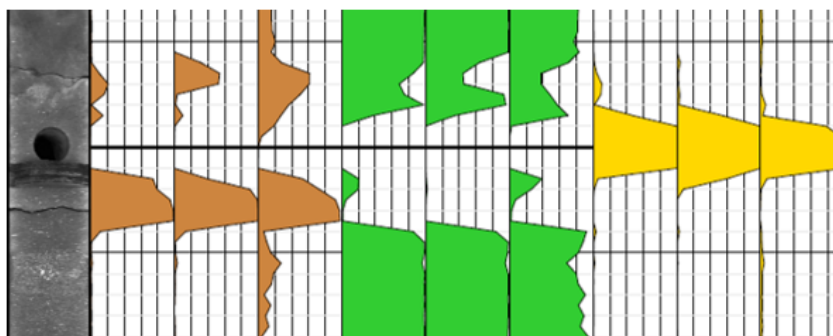


Рис. 2. Рисунок 1. Результат применения полносвязной сети для обработки фото. Коричневый цвет – трещины, желтый – отверстия, зелёный – зона без дефектов

Ввиду отличия в точности на 4% для обработки небольшого объема данных в пределах одной скважины целесообразнее использовать полносвязные сети из-за их скорости применения. В случае же наличия достаточно большого количества данных для обучения (более тысячи изображений) рекомендуется применять сверточные сети из-за их более высокой точности.

Литература

1. *Thomas, A.* [et al.]. Automated lithology extraction from core photographs // *First Break*. 2011. V. 6.
2. *Baraboshkin E.* [et al.]. Deep convolutions for in-depth automated rock typing // *Computers & Geosciences*. 2020. V. 135.
3. *Abashkin V.V.* [et al.]. Quantitative Analysis of Whole Core Photos for Continental Oilfield of Western Siberia // *SPE Russian Petroleum Technology Conference*. 2020.
4. *Коссов Г.А., Макиенко Д.О.* Использование методов автоматического количественного анализа фотографий для решения проблемы сопоставления глубины в геофизических исследованиях // *Труды 65-й Всероссийской научной конференции МФТИ в честь 115-летия Л. Д. Ландау. Аэрокосмические технологии*. — М.: Физматкнига, 2023. С. 198–199.
5. *Seleznev I.* [et al.]. Variograms and Co-Occurrence Matrices in Problems of Description of Lithotypes and Modeling of Petrophysical Properties of Rocks from Whole Core Images // *Geomodel*. 2021. V. 1. P. 1-5.