

# Построение профилей текстурных признаков по изображениям полноразмерного керна

Д.О. Макиенко  
Компания «Шлюмберже»  
Москва, Россия  
makienko-dasha@mail.ru

И.А. Селезнёв  
Компания «Шлюмберже»  
Москва, Россия  
ia.seleznev@yandex.ru

**Аннотация** — Исследование изображений полноразмерного керна востребовано в современной геофизике. Предметная область определяет специфику процессов обработки изображений керна и форму представления результатов. Обычным способом представления скважинных данных являются упорядоченные по глубине значения измерений. Образцы керна также упорядочены по глубине, а изображения образцов представляют собой набор отдельных фотографий или томографических сканов, часто с отсутствием данных на некоторых глубинах. Типичное изображение одного фрагмента керна содержит метровый участок породы. При этом на практике часто требуется оценивать характеристики и сантиметровых интервалов. В работе предложен подход к созданию ансамбля текстурных признаков изображений керна, представленных как упорядоченные по глубине профили, что позволяет использовать полученные результаты совместно с другими геолого-геофизическими данными.

**Ключевые слова** — текстура, гистограмма, матрица совместной встречаемости, керн

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Для построения профилей текстурных признаков коллекция изображений керна анализируется в скользящем окне во всем интервале глубин. В каждой позиции окна производится анализ изображения и вычисляются текстурные характеристики. Для получения непрерывного профиля текстурных признаков, вычисленные в текущей позиции значения, сравниваются с соответствующими значениями зафиксированного текстурного шаблона. Это дает возможность оценить степень сходства различных участков изображений керна, и на этом основании строить профили текстурных признаков.

Изображения породы могут содержать разнонаправленную слоистость, каверны, трещины или ходы разных размеров и формы, зернистость, отдельные включения разнообразной формы. При этом задать параметры для обработки изображений так, чтобы все разнообразие текстурных элементов отражалось в текстурных профилях, не всегда удается. В работе предлагается подход, при котором создается ансамбль текстурных профилей, каждый из которых соответствует своим параметрам обработки. Пример построения ансамбля текстурных профилей для фотографий полноразмерного керна показан на (Рис. 1.)

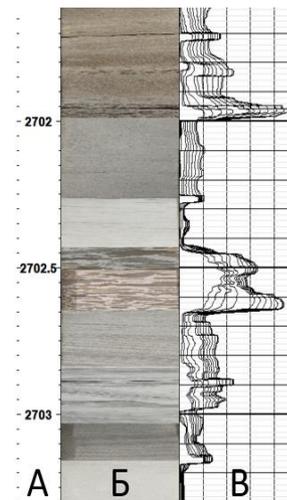


Рис. 1. Пример фотографий полноразмерного керна и ансамбль текстурных профилей. А- глубины, Б - фотографии полноразмерного керна в дневном свете, В - ансамбль текстурных профилей

## 2. ОПИСАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА

Среди подходов, позволяющих количественно охарактеризовать текстурные свойства различных областей изображения [1,2], были выбраны подходы, основанные на анализе одномерных и двумерных гистограмм интенсивностей (матриц совместной встречаемости) [3]. Обычно, операции с гистограммами первого порядка требуют меньше ресурсов. В свою очередь, с помощью гистограмм второго порядка можно исследовать пространственное распределение интенсивностей, меняя размер и конфигурацию двумерной сканирующей маски. В качестве меры сходства текстур использовались расстояния между гистограммами интенсивностей: расстояния, основанные на пересечении и корреляции [4], и расстояние землекопа [4,5].

Для оценки выбранной меры сходства изображений оказалось удобным воспользоваться готовым набором изображений Kylberg texture dataset [6] (Рис. 2), некоторые классы которого схожи с изображениями горных пород. Выбранный набор содержит 28 классов текстур по 160 изображений размером 576x576 пикселей. Всего  $160 \times 28 = 4480$  картинок.

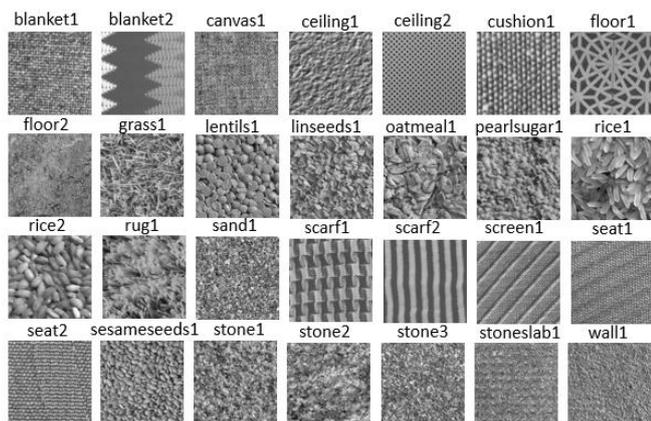


Рис. 2. Примеры изображений для разных классов из тестового набора данных

К изображениям из тестового набора применялась сглаживающая фильтрация с различными параметрами. Для каждого варианта фильтрации производилась оценка схожести гистограмм интенсивностей по каждому изображению с гистограммой текстурного шаблона. В результате был сформирован ансамбль текстурных признаков.

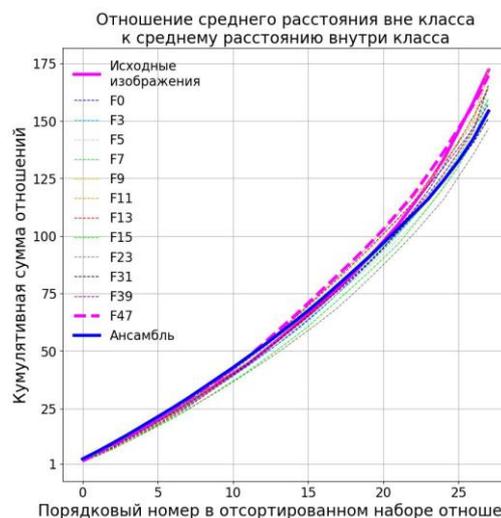
### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ

Степень сходства изображений внутри одного класса, а также изображений из разных классов для разных вариантов фильтрации оказалась различной. При этом однозначно выделить один из вариантов фильтрации как наилучший не получается. С практической точки зрения нам интересен вариант с максимальной степенью сходства внутри класса и минимальной степенью сходства между классами. На Рис. 3 представлены результаты для разных вариантов фильтрации. Фильтры F0, ..., F47 соответствуют сглаживающей фильтрации с ядрами свертки (0,0), ..., (47,47) с последующей обработкой градиентным фильтром. Совместное использование исходных изображений и фильтров с разной степенью сглаживания получалось за счет усреднения их мер схожести и обозначено как ансамбль.

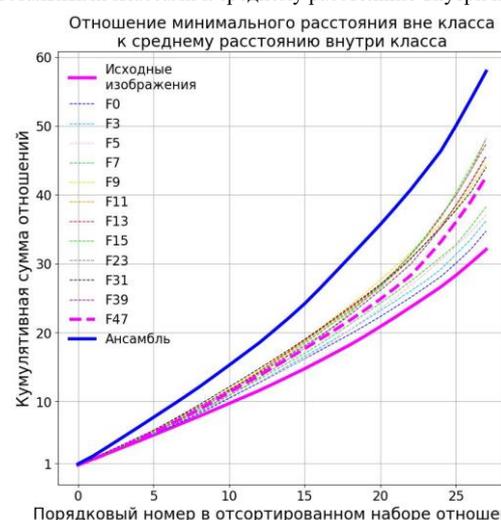
На Рис. 3(a) результаты соответствуют среднему значению меры схожести между классом и всеми остальными классами. На Рис. 3(б) класс сравнивается с ближайшим по мере сходства другим классом. В этом случае вариант «Ансамбль» показывает меньшие значения меры сходства между похожими классами. На Рис. 3(a), 3(б) выделены варианты «Ансамбль», «Исходное изображений» и вариант для максимального размера фильтра «F47».

### 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе предложен подход для создания ансамбля упорядоченных по глубине текстурных профилей, каждый из которых соответствует своим параметрам обработки изображений ядра. При этом однозначно отдать предпочтение одному из вариантов обработки не получается. Однако, использование ансамбля профилей позволяет надежнее различать схожие классы.



(а) Отношения среднего расстояния между классом и всеми остальными классами к среднему расстоянию внутри класса



(б) Отношения минимального расстояния между классом и всеми остальными классами к среднему расстоянию внутри класса

Рис. 3. Применение гистограмм первого порядка и расстояния землекопа для сравнения изображений из тестового набора данных

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Liu, X. Image and texture segmentation using local spectral histograms / X. Liu, D.L. Wang // IEEE transactions on image processing. – 2006. – Vol. 15(10). – P. 3066-3077. DOI: 10.1109/TIP.2006.877511.
- [2] Hung, C.C. Image texture analysis / C.C. Hung, E. Song, Y. Lan – Cham: Springer International Publishing, 2019. – P. 264. DOI: 10.1007/978-3-030-13773-1.
- [3] Макиенко, Д.О. Матрицы совместной встречаемости в задачах сравнения текстур / Д.О. Макиенко, А.М. Болотный // Сборник тезисов XXVIII Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов-2021». – 2021. – С. 63-66.
- [4] Библиотека обработки изображений OpenCV [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://opencv.org> (17.11.2022).
- [5] Cha, S.H., Srihari S. N. On measuring the distance between histograms / S.H. Cha, S.N. Srihari // Pattern Recognition. – 2002. – Vol. 35(6). – P. 1355-1370. DOI: 10.1016/S0031-3203(01)00118-2.
- [6] Kylberg, G. Kylberg texture dataset v. 1.0. / G. Kylberg – Uppsala: Centre for Image Analysis, Swedish University of Agricultural Sciences and Uppsala University, 2011.