

МАТРИЦЫ СОВМЕСТНОЙ ВСТРЕЧАЕМОСТИ В ЗАДАЧАХ СРАВНЕНИЯ ТЕКСТУР

Макиенко Дарья Олеговна^{1,2}
*Болотный Антон Михайлович*³

1: *Стажёр-исследователь, Научно-исследовательский центр компании Schlumberger, Москва, Россия*

2: *Аспирант, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия*

3: *Магистр, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия*

E-mail: makienko-dasha@mail.ru

Научный руководитель — Сафонов Илья Владимирович

Для определения литотипов и особенностей осадконакопления в геофизике используются фотографии ядра, которые содержат пространственные закономерности, отражающие геолого-геофизические свойства горных пород. В задачах компьютерного зрения, проблема сегментации изображений на основании анализа текстур остается актуальной. Одним из инструментов для выявления текстурных закономерностей на изображениях служит матрица совместной встречаемости (gray-level co-occurrence matrix). Также существуют модификации матрицы совместной встречаемости такие, как матрица совместной встречаемости окрестностей [1] и структурная матрица совместной встречаемости [2]. В работе рассмотрены матрица совместной встречаемости (GLCM), матрица совместной встречаемости окрестностей с усреднением значения в окрестностях за счёт математического ожидания (GLCM AVG) и медианы (GLCM MED), структурная матрица совместной встречаемости с использованием Гауссова размытия (SCM GAUS) и фильтра Собеля (SCM SOBEL).

Возможность использования матриц совместной встречаемости для выделения разных текстур была исследована на наборе изображений, содержащем 28 разных типов текстур, где для каждого типа существует 160 разных изображений [3]. Этот набор содержит достаточно большое количество хорошо подготовленных размеченных изображений и позволяет провести исследования до подготовки собственного набора с фотографиями полноразмерного ядра.

В качестве метрики похожести текстур использовались:

1. Расстояние на основании корреляции

$$d(H_1, H_2) = 1 - \frac{\sum_I ((H_1(I) - \bar{H}_1)(H_2(I) - \bar{H}_2))}{\sqrt{\sum_I ((H_1(I) - \bar{H}_1)^2 (H_2(I) - \bar{H}_2)^2)}}, \quad (1)$$

где \bar{H}_1, \bar{H}_2 — средние значения в матрицах;

2. Расстояние на основании пересечения

$$d(H_1, H_2) = 1 - \frac{\sum_I (\min(H_1(I), H_2(I)))}{R}, \quad (2)$$

где R — сумма значений матрицы;

3. Расстояние Хеллингера

$$d(H_1, H_2) = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{\sum_I (\sqrt{H_1(I)/R} - \sqrt{H_2(I)/R})^2}. \quad (3)$$

Для выбора наиболее подходящей матрицы совместной встречаемости, её множества смежности, а также метрики похожести использовался следующий критерий:

$$c = (m_o - m_s)/s_s, \quad (4)$$

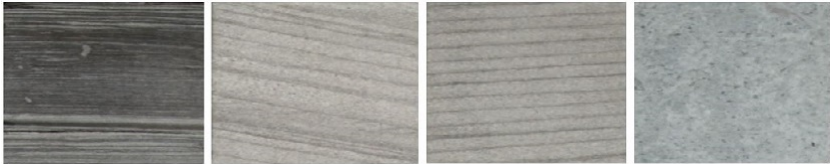
где m_o — среднее значение расстояния между текстурами разных типов, m_s — среднее значение расстояния между текстурами одного типа, s_s — стандартное отклонение расстояний между текстурами одного типа. Чем больше значение этого критерия, тем точнее разделяются текстуры.

На основании выбранного критерия были проанализированы методы построения матриц совместной встречаемости, множества смежности и метрики вычисления похожести, которые наиболее успешно разделяют текстуры различных типов.

тип матрицы	множество смежности	d	c
GLCM AVG	(1,0),(1,1),(0,1),(-1,1),(-1,0),(-1,-1),(0,-1),(1,-1)	2	1,41
SCM GAUS	(0,0)	2	1,30
GLCM AVG	(5,0),(4,4),(0,5),(-4,4),(-5,0),(-4,-4),(0,-5),(4,-4)	2	1,26
GLCM AVG	(1,0),(1,1),(0,1)	2	1,26
SCM GAUS	(5,0)	2	1,18
GLCM AVG	(5,0),(4,4),(0,5)	2	1,13
GLCM AVG	(1,0),(1,1),(0,1),(-1,1),(-1,0),(-1,-1),(0,-1),(1,-1)	1	1,11
SCM GAUS	(0,0)	1	1,06
GLCM AVG	(1,0),(1,1),(0,1)	1	1,05
GLCM AVG	(5,0),(4,4),(0,5),(-4,4),(-5,0),(-4,-4),(0,-5),(4,-4)	1	1,04

Таблица 1: Наибольшие значения критерия для разных сочетаний

Иллюстрации



Примеры текстур на фотографиях зерна

Литература

1. Zhou Z., Lu W., He L., Gao X., Yang J. Blind image quality assessment based on visuo-spatial series statistics. // In 2018 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), 2018, P. 3161–3165.
2. Ramalho G. L. B., Ferreira D. S., Rebouças Filho P. P., de Medeiros F. N. S. Rotation-invariant feature extraction using a structural co-occurrence matrix. // Measurement, 2016, V. 94, P. 406–415.
3. Kylberg G. Kylberg Texture Dataset v. 1.0. Centre for Image Analysis, Swedish University of Agricultural Sciences and Uppsala University, 2011.