

0.1. Прохоров Д.И. Применение алгоритма редукции цифрового изображения для вычисления персистентных диаграмм порового пространства породы в процессе химического растворения

Потребность в оценке характеристик процесса, изменяющего поровое пространство породы с течением времени, возникает в ряде различных задач: захоронение углекислого газа в карбонатных пластах, кислотная обработка пласта, биологически-активированная кальцитизация сыпучих материалов и др. Такой процесс может быть описан набором последовательных цифровых изображений, где каждому изображению соответствует состояние горной породы в конкретный момент дискретного времени. Примером такой последовательности является серия томографических снимков образца горной породы, помещенного в резервуар с растворителем. Если последовательность монотонна, то можно рассматривать ее как серию вложенных топологических пространств. В вычислительной топологии она называется фильтрацией. Для данной фильтрации можно посчитать топологические инварианты — персистентные диаграммы. Персистентные диаграммы оценивают топологическую сложность фильтрации. Их важное для приложений свойство — устойчивость по отношению к возмущениям фильтрации.

В трехмерном пространстве не равны нулю только 0, 1 и 2-мерные персистентные диаграммы. Вычисление 0 и 2-мерных не требует больших вычислительных ресурсов. Для одномерных используется алгоритм Эдельсбруннера — Летшера — Зомородяна, который имеет кубическую сложность от количества вокселей в изображении.

В работе представлен алгоритм редукции цифрового изображения согласованный с алгоритмом Эдельсбруннера — Летшера — Зомородяна. Проведена оценка его эффективности в зависимости от параметров исходного изображения: пористости и длины корреляции, а также от величины шага фильтрации. Оценка была проведена как на реальных изображениях, так и на обширной выборке образцов, полученных с помощью статистического моделирования.

В результате показано, что с помощью редукции можно ускорить вычисление 1-мерных персистентных диаграмм. Хотя эффективность существенно зависит от параметров изображения.