

ПРИМЕНЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ В АВТОМАТИЗАЦИИ ОТБОРА ОБРАЗЦОВ КЕРНА

В.В. Березовский, Д.В. Глушков, М.Г. Губайдуллин, Н.Г. Костин, А.А. Тюльпин

При разработке нефтяных месторождений важной задачей является всесторонний анализ керна – образцов горной породы, извлекаемых из скважины (керна - цилиндрическая колонка горной породы, выбуриваемая в результате кольцевого разрушения забоя скважины; для изучения свойств породы в лаборатории используются образцы керна). Фотоснимки керна отправляются специалисту для предварительной обработки, которая состоит в визуальном отборе образцов для дальнейших лабораторных исследований. Эффективность работы такого специалиста существенно повышается при использовании специализированного программного обеспечения. Технология фотографирования и передачи специалисту для анализа – относительно новая, поэтому наблюдается недостаток программных продуктов, которые эффективно решают задачи по обработке соответствующих фотоснимков. В настоящее время нет программного обеспечения, выделяющего нефтенасыщенные интервалы по свечению пород в ультрафиолетовом свете, упрощающих привязку данных каротажа по керну с данными по геофизическому исследованию скважин (ГИС). Нет программного обеспечения, адаптирующегося под свойства породы и технологию камеральной обработки керна, выделяющего места отбора образцов.

В данной работе рассматривается задача обработки фотоснимков, которая является частью работы по созданию новой технологии программного автоматического отбора образцов керна, для последующего лабораторного изучения, учитывая объемы исследований и свойства породы. Разрабатываемая технология включает в себя новый метод комплексного использования критериев выделения мест отбора образцов керна, в зависимости от объемов исследований и свойств горных пород, а также программный продукт, автоматизирующий исполнение метода.

Использование технологии решает задачи следующих направлений:

- 1) Улучшение оценки коллектора и снижение затрат, связанных с неправильной интерпретацией данных ГИС, подсчете запасов, что совершенствует процесс оценки продуктивных пластов.
- 2) Снижение вероятности потери информации о коллекторе при использовании комплексного подхода для выделения зон изучения кернового материала, включая литологические особенности породы, технологические особенности оборудования камеральной обработки керна, масштабные эффекты при проведении лабораторных исследований.
- 3) Снижение трудоемкости процесса выделения мест отбора образцов за счет применения адаптивной автоматической технологии. Участие человека сводится к корректировке расположения мест отбора, если это считается необходимым.

Помимо свойств пород, в разрабатываемом методе устанавливаются критерии, основанные на возможностях современных систем камеральной обработки керна. Сюда входит выбуривание образцов, торцевание, экстракция, сушка и другие технологические операции, влияющие на качество получаемых в результате лабораторных исследований данных.

Представленное в данной работе программное обеспечение включает в себя реализацию алгоритма отбора образцов, в виде сформированного программно метода комплексного использования свойств пород. Программное обеспечение адаптируется к объемам исследований. Как правило, сторона, предоставляющая керновый материал для изучения в лабораторию, оговаривает объем исследований, тем самым определяя количество отбираемых образцов. Алгоритм распределяет места отбора исходя из установленных объемов исследований, но при этом устанавливает минимально допустимое количество образцов, предотвращающее потерю качества изучаемого керна. Также, предусматривается возможность исключения областей, в которых, по технологическим причинам, невозможно получения кондиционных образцов.

Специфика данного программного обеспечения требует создания новых алгоритмов и привлечения современного математического аппарата анализа цифровых изображений. Существенное повышение эффективности обработки достигается за счет применения технологий распределенных и высокопроизводительных вычислений.

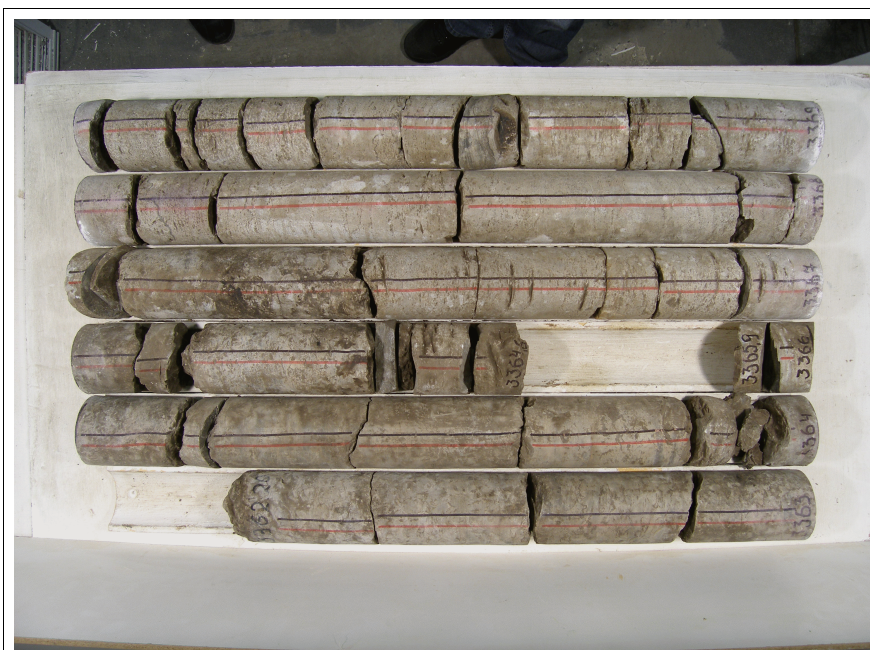


Рис.1 Фотографии керна

Керн раскладывается в керновые ящики в строгой последовательности нахождения его в геологическом разрезе скважины (Рис.1). С целью дальнейшей обработки изображения керна, главным образом, его фотографии в ультрафиолетовом излучении, необходимо выделить области изображения соответствующие колонке.

В программе для автоматизации выделения области применяется следующий алгоритм:

1. Приведение изображения в градации серого
2. Бинаризация изображения с использованием порога[1] с применением метода на основе локальной адаптации порога для каждого пиксела изображения.
3. Определение замкнутых областей с применением алгоритма заливки белых областей
4. Выделение контуров[2] с использованием алгоритма Канни (Canny Edge Detector).
5. Выделение углов колонок, с применением алгоритма Дугласа-Пекера
6. Преобразование координат
7. Вырезание областей колонок

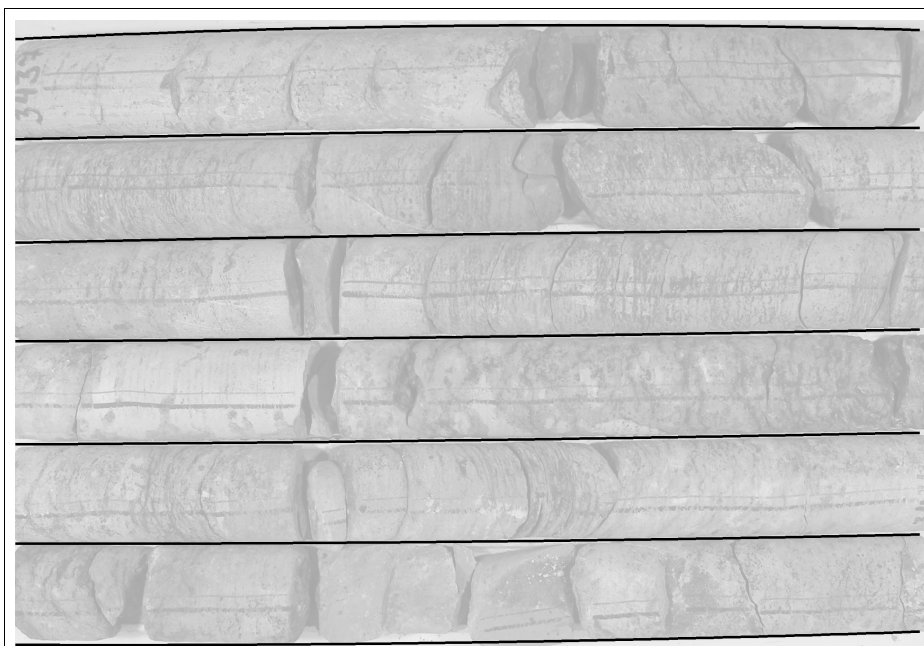


Рис.2 Выделенные алгоритмом колонки

Ввиду неидеальности используемой для фотосъемки техники (Рис.2), требуется проводить калибровку используемой камеры. Это позволяет убрать дисторсию и нелинейные искажения снимков, определить угол

поворота снимаемой сцены относительно координатной системы зрителя. В данной работе предполагается, что, в следствии вносимых камерой искажений, прямые преобразуются в параболы. Коэффициент этих парабол увеличивается с приближением к краям изображения, равен нулю в точке пересечения плоскости изображения с фокальной осью камеры (обычно рядом с серединой изображения), и, изменяется квадратично от одного края к другому. Для определения параметров парабол, методом наименьших квадратов выбирается наиболее подходящая парабола близкая к границе керновой колонки.

Благодаря тому, что фотоснимки керна одной скважины обычно делаются в одинаковых условиях, появляется возможность более точного определения внутренних и внешних параметров камеры по набору имеющихся фотографий, сделанных одной и той же камерой. После получения параметров парабол для всех имеющихся снимков, методом наименьших квадратов находят калибровочные параметры камеры. Для восстановления оригинального изображения используется бикубическая интерполяция, и, затем, из восстановленной фотографии вырезаются соответствующие колонки керна.

Обработка снимков керна полученного с одной скважины требует больших временных затрат. Число снимков варьируется, и составляет от нескольких десятков до сотен, а вычислительные затраты на обработку одного снимка, составляют несколько минут процессорного времени (Intel Core 2 Duo CPU T2390 1.86ГГц, 2ГБ ОЗУ). Для сокращения рабочего времени, при первичной обработке снимков применяются технологии распределенных вычислений. Наиболее привлекательной для распределения вычислений в решении описанной задачи, видится программная модель MapReduce. В этом случае, изображения для обработки с помощью Hadoop Distributed File System распределяются по вычислительным узлам сети, узлы находят калибровочные параметры своих изображений и, затем, на этапе редукции определяются параметры калибровки камеры. Для восстановления оригинальных изображений и вырезания соответствующих колонок керна вычисления опять распределяются. Затем собирается цельная колонка скважины из выделенных фотографий керна. В качестве платформы распределенных вычислений был выбран Apache Hadoop 2.0[3].

Созданное программное обеспечение будет интегрировано в программно-аппаратную среду центра обучения компьютерному моделированию и управлению разработкой месторождения института нефти и газа Северного (Арктического) федерального университета имени М.В.Ломоносова. Это позволит осуществить использование сторонних программных продуктов, таких как, например, Rapid, Petrel, Eclipse, и др., для повышения качества принятых программой решений по отбору образцов для лабораторных исследований.

ЛИТЕРАТУРА:

1. M. Sezgin "Survey over image thresholding techniques and quantitative performance evaluation" // Journal of Electronic Imaging, 13, 220 (2004)
2. E. Nadernejad "Edge Detection Techniques: Evaluations and Comparisons" // Applied Mathematical Sciences, 2(31), 1507 (2008)
3. Apache Hadoop Project // <http://hadoop.apache.org>