

УДК 622.1

**А.П. Санникова**

## **ГОРНО-ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СТРУКТУРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГОРНОГО МАССИВА**

*Описана возможность повышения эффективности маркшейдерско-геологического обеспечения открытой разработки месторождений на основе дистанционных средств, улучшения изображений для восприятия человеком и компьютером (упрошение последующего распознавания), удобства обработки фотоматериала, повышения точности и достоверности получаемых данных о распределении трещин в породах.*

*Ключевые слова: угольный пласт, трещиноватость массива, карьер.*

**Р**азбитость угольных пластов и вмещающих пород естественными трещинами влияет на технологию ведения горных работ, устойчивость выработок, загазованность и обводненность, на кусковатость добытого угля, на эффективность и достоверность буровой разведки. Данные о трещиноватости способствуют решению задач геометрии недр, структурной геологии и тектоники.

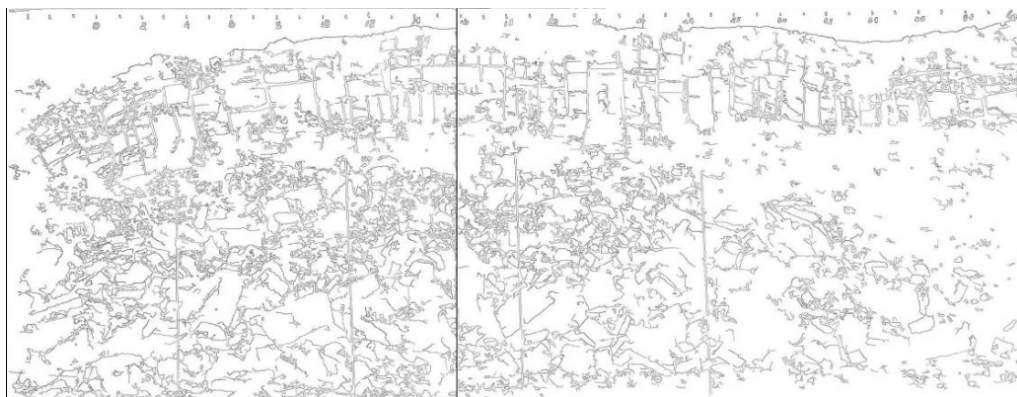
Традиционное изучение строения горного массива на карьере ведётся на основе визуальных наблюдений и отдельных замеров угловых и линейных параметров непосредственно по откосу уступа. Эта низкоточная и опасная работа осуществляется в пределах роста человека. Значительная площадь обнажения откоса недоступна, что снижает информативность изучения. Процесс сбора и обработки информации является трудоёмким, что ведёт к потере времени при проведении взрывных работ, а, следовательно, к убыткам. Для устранения этих недостатков, а именно, повышения производительности, безопасности и культуры труда исследователя необходимо использовать современные методы и средства дистанционного изучения горного массива.

Логично заключить, что в новых, современных методах изучения трещиноватости массива горных пород должны быть исключены недостатки классического метода, а именно, высокая трудоёмкость выполняемых полевых работ и обработки полученных результатов.

Согласно данной методике предварительно производят фотографирование с перекрытием снимков участка обнажения трещин в горизонтальной и вертикальной плоскостях. В пределах каждого снимка устанавливается крестообразный базис, при этом в горизонтальной плоскости фотографирования определяют азимут этого базиса горным компасом и горизонтируют его. В вертикальной плоскости фотографирования крестообразный базис устанавливают в пределах снимка в вертикальное положение и расположением на одном уровне двух верхних или двух нижних марок, установленных на концах штанг, образующих крестообразный базис.

### **Преимущества данной методики:**

- возможность производить массовые измерения элементов залегания трещин с высокой степенью достоверности и точности



**Рис. 1. Результат работы алгоритма выделения краёв**

- исключение большого объема полевых работ

- повышении точности и достоверности получаемых данных о распределении трещин в породах, увеличение информативности о пространственном расположении трещин.

**Компьютерное зрение** — методы обработки фото и видеоизображений для принятия решений о реальных свойствах физических объектов и сцен.

#### **Обработка изображений**

Семейство методов и задач, где входной и выходной информацией являются изображения.

Примеры :

- Устранение шума в изображениях,
- Улучшение качества изображения,
- Усиления полезной и подавления нежелательной (в контексте конкретной задачи) информации.

#### **Алгоритм:**

- Получение изображения: источники — камера, радар, томограф, и т.п.

- Предобработка: улучшение контраста, подавление шума и т.п. — извлечение признаков.

- Обнаружение объектов или областей интереса — используя извлеченные признаки.

- Анализ характеристик объектов — цели — векторизация, замер некоторых параметров, и т.п.

#### **Нахождение границ**

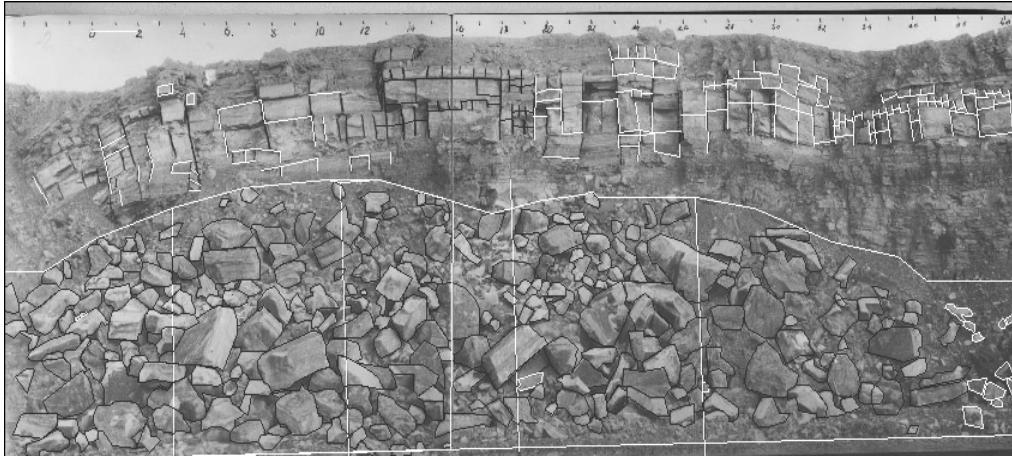
Как правило, **актуальная граница** предмета на фотографии отображается сильным перепадом яркости (**границей на изображении**, далее просто **границей**) между двумя сравнительно однотонными областями. Здесь могут быть и исключения (фотография черной кошки в черной комнате или ежика в тумане). Обратное верно в еще меньшей степени: сильный перепад яркости может быть вызван также текстурой предмета, тенями, бликами, перепадами освещенности, соответствующими граням предмета.

Несмотря на то, что между актуальными границами предметов и границами на изображении нет строгого соответствия, знание о том, где на изображении находятся границы, несомненно, весьма полезно для распознавания образов и прочих задач компьютерного зрения.

#### **Выделение краев**

Цель — преобразовать изображение в набор кривых для:

- выделения существенных характеристик,



**Рис. 2. Векторизованное изображение**

- сокращения объема информации для анализа,
- проекция этих кривых на модели лазерного сканирования, с целью уточнения структурных линий объектов.

#### **Откуда берутся края?**

Край (edge) — резкое изменение яркости на изображении, часто соответствует границам объектов на изображении.

Край — резкий переход яркости.

Причины возникновения: резкое изменение нормали поверхности, резкое изменение глубины цвета, резкое изменение цвета поверхности или освещённости. Различным объектам на изображениях соответствуют области с более или менее одинаковыми значениями яркости. На границах же яркость существенно меняется. Мерой изменения некоторой величины является ее производная. На изображении величина яркости изменяется в пространстве. Пространственная производная — это градиент, который кроме величины имеет еще и направление, т.е. представляет собой вектор.

Алгоритм Canny .Давно придуман, но и сейчас используется очень широко:

- убрать шум и лишние детали из изображения,
- рассчитать градиент изображения,
- сделать края тонкими и связать их в контуры.

Существуют и другие алгоритмы фильтрации. Например: извлечение различных признаков из фотоснимка, таких как: обнаружение контура, нахождение объекта заданной геометрической формы (прямые, прямоугольники, окружности, треугольники). Результаты, полученные при помощи алгоритма Canny, были загружены в AutoCad, после векторизации получилась следующая картина. Были проведены измерения по данной векторной модели.

Методика измерения параметров трещин и сбора информации по модели, составленной по материалам цифровой фотосъемки, отличается оперативностью, достоверностью полученной информации о распределении трещин в пространстве. При этом исключается большой объем полевых измерений элементов залегания трещин при одновременном увеличении информативности о пространственном расположении трещин.

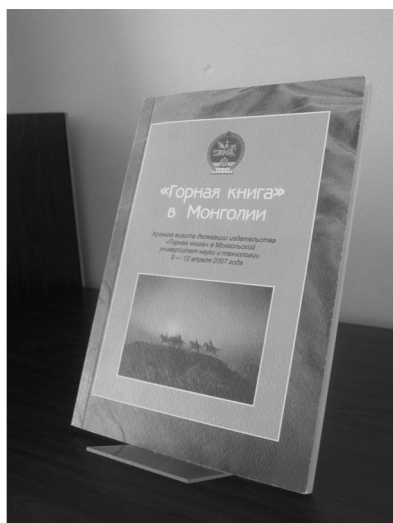
Изображение преобразуется в набор кривых, вследствие чего выделяются существенные его характеристики, сокращается объем информации, уточняются структурные линии объекта, повышается точность и достоверность нахождения границ элементов.

Алгоритмы фильтрации, примененные в данной работе, значительно упростили процесс обработки графической информации — улучшили визуализацию и зрительное восприятие картинки, упростили процесс векторизации растрового изображения. **ГИАЭ**

### **КОРОТКО ОБ АВТОРЕ**

---

*Санникова Анна Петровна* — аспирант, e-mail: [anna\\_sannikova@mail.ru](mailto:anna_sannikova@mail.ru), Национальный минерально-сырьевой университет «Горный».



---

**Представительство  
издательства «Горная книга» в Монголии. Ч. Гульнар — правая рука П. Очирбата, президента представительства**