

АЛГОРИТМ РАСПОЗНАВАНИЯ КВАРЦА ДЛЯ ФОТОМЕТРИЧЕСКОЙ СОРТИРОВКИ РУД

Переработанные кварцевые руды находят применение в изготовлении конструкционных материалов, используемых в различных отраслях:

- в радиотехнике (пьезоэлектрические стабилизаторы частоты, фильтры, резонаторы, пьезопластинки в ультразвуковых установках и т.д.);
- в полупроводниковой промышленности для получения химически чистого кремния;
- в оптическом приборостроении (призмы для спектрографов, монохроматоров, линзы для ультрафиолетовой оптики и т.д.);
- в космической промышленности (линзы телескопов и других оптических систем, гироскопы);
- в светотехнической промышленности (лампы с заданными спектрами пропускания излучения);
- волоконно-оптической промышленности (волноводные трубы, держатели, волокно);

Кроме того из кварца изготавливают уникальные тканые и нетканые материалы, плавленный кварц применяют для изготовления специальной химической посуды. Прозрачные, красивоокрашенные разновидности кварца являются полудрагоценными камнями и широко применяются в ювелирном деле. Изделия из кварца используются в медицинской технике

Основной проблемой в обогащении кварцевых руд является повышение качества минерального сырья и уменьшение затрат на единицу конечной продукции. Наиболее перспективным направлением в этой области является введение в цепочку «добыча – переработка» стадии предварительной концентрации с применением фотометрических методов обогащения.

С развитием цифровой фототехники и компьютерных технологий эта задача стала технически выполнима, наличие скоростных видеокамер, возможность передачи данных в масштабе реального времени, мощные компьютеры все это делает возможным усовершенствование процесса

обогащения. Пожалуй, единственное затруднение возникает с разработкой «быстрых» алгоритмов распознавания.

Рассмотрим принцип действия фотометрического сепаратора (рис. 1):

поступающая на переработку руда из бункера 1 поступает на питатель 2, с питателя руда в виде монослоя падает в область распознавания 3. В этой области руда подсвечивается с помощью светильников 4, а скоростная видеокамера производит захват кадра. Далее происходит обработка кадра в блоке управления 9, который подает сигналы на отсекающий пневмоклапан (пневмоклапаны) 6, представляющий собой набор пневмоклапанов с выходным отверстием 2 мм. Отсеченная руда (в нашем случае пустая руда) 8 отклоняется от траектории свободного падения и попадает в бункер с пустой рудой. А руда не отклоненная (кварц) попадает в другой бункер и едет на дальнейшие стадии обогащения.

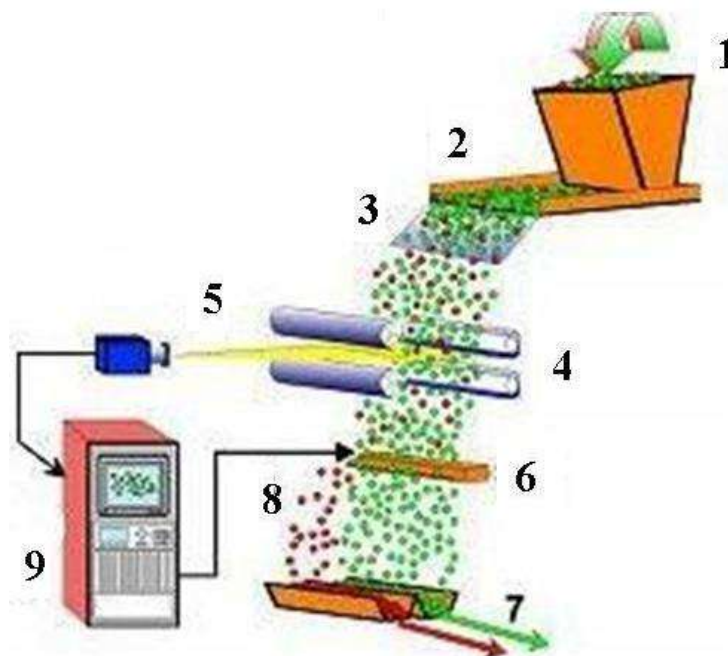


Рис.1. Принцип действия фотометрического сепаратора

Производители аналогичных сепараторов, но радиометрических утверждают, что фотометрический метод сепарации не применим в горной промышленности, так как требует предварительной промывки поступающей на сепарацию руды, рекламируя тем самым на рынок оборудования только свои радиометрические сепараторы. По нашему мнению именно фотометрические сепараторы очень перспективны. Простота, высокая производительность и относительная не большая стоимость в отличие от зарубежных

радиометрических сепараторов, все это присуще именно фотометрическим сепараторам.

Данный метод может быть применим не только в горной, но и в других отраслях промышленности: пищевой (сортировка риса или других круп), при сортировке мусора, при производстве медикаментов и сельхоз продукции.

То, что касается алгоритмов распознавания, на сегодняшний день в наибольшей степени исследованы следующие методы распознавания образов [1]: детерминистские, вероятностные, логические, структурные и комбинированные.

Нашу задачу распознавания можно решить с помощью быстрых алгоритмов классификации и распознавания образов на основе цифровых согласованных фильтров [2]. Или используя такие же алгоритмы как для распознавания текста [3]. Но не один из этих методов не обеспечивает желаемого нами быстродействия и простоты для решения данной задачи.

Производители аналогичных сепараторов старательно скрывают информацию касательно используемых алгоритмов.

Разработанный нами алгоритм распознавания должен обеспечить необходимое быстродействие и эффективное распознавание частиц.

Условно алгоритм можно разделить на пять частей:

- Предварительная обработка изображения.
- Корректировка сжатого изображения.
- Перевод изображения в матрицу.
- Проверка на наличие ошибки.
- Анализ полученной информации и принятие решения.

Предварительная обработка изображения и его корректировка. Монохромное изображение с разрешением 1 пиксель на 1мм сжимается с помощью решетки. Размер каждой ячейки решетки для сжимания 3×3 пикселя. Такой размер ячейки является оптимальный для класса крупности + 5 мм, из соображения, что частица любой формы этого класса крупности, обязательно перекроет собой хотя бы одну ячейку более чем на $3/4$, это наглядно видно на рисунке 2. Если частица меньше ячейки (соответственно ее размер меньше чем 3×3 мм), и ячейка будет перекрыта меньше чем на $3/4$, то такая частица будет проигнорирована.

а)

б)

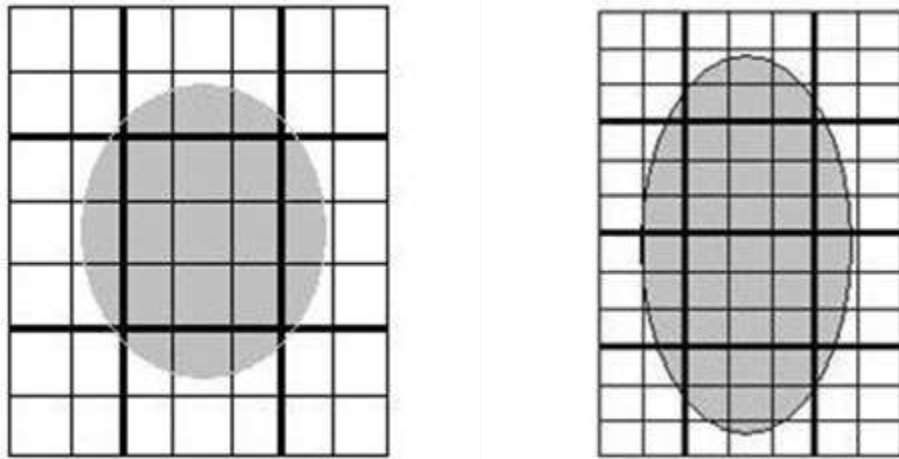


Рис. 2. Предварительная обработка изображения и его корректировка:
а – часть изображения; б – нечеткость изображения

Проблема нечеткости и размытости частиц, решается заполнением ячеек решетки по выше описанному признаку. Ясно что частица находится в нижней части рис. 3, а это значит что верхняя заполненная ячейка будет ошибкой. Но с выдержкой исходного изображения 1/200с (паспортные данные видеокамеры) изображение пролетающей частицы будет достаточно четким, следовательно и ошибка распознавания будет мало вероятной.

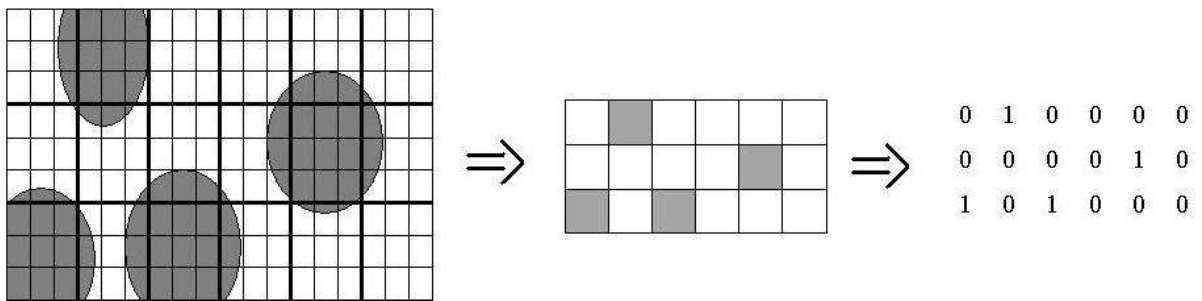


Рис. 3. Перевод изображения в матрицу

Перевод изображения в матрицу и проверка на ошибку. После сжатия изображения с помощью решетки, производится перевод монохромного изображения в матрицу, в которой каждому элементу, в зависимости от цвета ячейки сжатого изображения, присваивается значение либо 0, либо 1. Нулю соответствуют белые ячейки, а единице темные, так как при сепарации кварцевых руд основным цветом поступающей руды является белый (кварц), а

темные породы (пустая порода) встречаются реже и требуют удаления из поступающей на переработку руды.

Проверка на ошибку осуществляется с помощью сравнения двух матриц А и В. Где матрица А – матрица полученная с первой фотографии каждого нового цикла, матрица В – матрица полученная с n-ой фотографии в том же цикле что и матрица А путем подведения ее к времени матрицы А. После сравнения, образуя матрицу С, совпавшие элементы остаются без изменения, а элементы с разными значениями приравниваются к нулю.

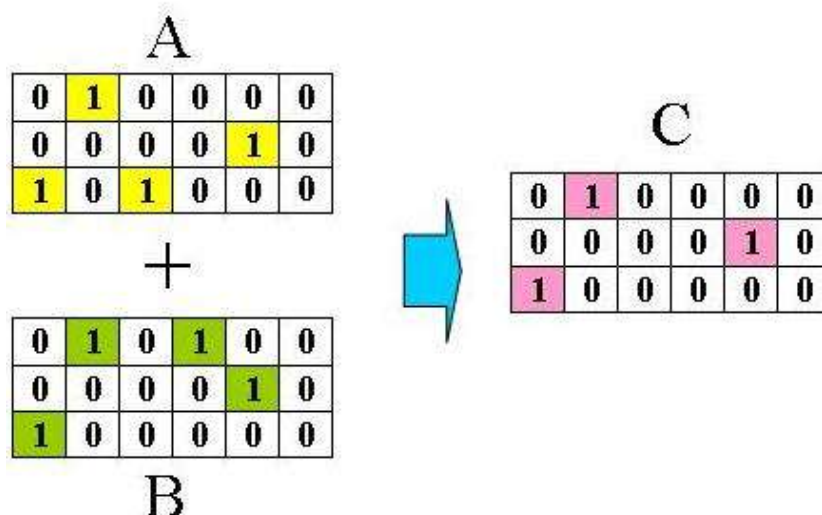


Рис. 4. Сравнение матриц

Анализ полученной информации и принятие решения. Итоговая матрица С состоящая из единиц и нулей, обрабатывается так что столбец в котором находится единица отвечает за открытие необходимого пневмоклапана, а строка в которой находится единица отвечает за время в которое должен открыться пневмоклапан. Для каждой строки имеется массив таймингов в соответствии, с которым, для каждой строки записано свое расчетное время подлета частицы до пневмоклапана.

В дальнейшем планируется провести опыты на проверку быстродействия и эффективность данного метода.

Литература.

1. Горелик А.Л., Скрипкин В.А. Методы распознавания. М: «Высшая школа». 1989. 232 с.
2. Доклады 10-й Всероссийской конференции. ММРО-10. М: 2001.

3. *Фомин Я.А., Савич А.В.* Оптимизация распознающих систем. М: «Машиностроение». 1993. 288 с.