

## **АНАЛИЗ ГИСТОГРАММЫ И ПРОФИЛЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ В WOLFRAM MATHEMATICA**

**Введение.** Качественный контроль продукции выполняется автоматическими методами анализа изображения. При обработке снимков, полученных промышленным оборудованием, часто решаются задачи улучшения качества изображений; измерения числовых характеристик изображения; распознавания областей интереса, сжатие изображений и др.

Использование вычислительной техники и математических методов в обработке промышленных изображений позволяет не только ускорить процесс обработки материала, но и повысить точность результатов исследования. Компьютеризация производства стимулировала повышенное внимание к цифровому анализу промышленных изображений.

Известно, что изображение представляет собой двумерную функцию  $f(x, y)$ , где  $x$  и  $y$  — это пространственные координаты, а амплитуда  $f$  в любой точке с парой координат  $(x, y)$  называется интенсивностью или уровнем серого цвет изображения в этой точке.

Если переменные  $x$ ,  $y$  и  $f$  принимают значения их конечного (дискретного) множества, то говорят о цифровом изображении. Под цифровой обработкой изображений подразумевается обработка цифровых изображений с помощью цифровых вычислительных машин (компьютеров).

Во всем многообразии задач от обработки изображений до машинного зрения нет четких границ, однако здесь можно выделить компьютеризованные процессы низкого, среднего и высокого уровня. Процессы низкого уровня включают лишь примитивные операции над изображениями типа уменьшение шума, повышение контрастности или улучшение резкости. Низкоуровневые процессы характеризуются тем, что на вход и выход поступают изображения.

Процессы среднего уровня связаны с такими задачами, как сегментация (разделение изображений на области и выделение в них объектов), описание объектов и их сжатие для придания им удобной формы для дальнейшей компьютерной обработки, а также классификация (распознавание) выделенных объектов. В среднеуровневых процессах на входе имеются изображения, а на выход поступают атрибуты и признаки, извлеченные из этих изображений (например, границы, контуры и другие отличительные признаки объектов). Наконец, процессы высокого уровня занимаются «осмыслением» множества распознанных объектов, как это делается в анализе изображений [1].

Понимание гистограмм изображений является, вероятно, наиболее важным элементом приобретения навыков работы с изображениями, снятыми промышленным оборудованием. Гистограмма демонстрирует правильность экспозиции изображения, отображает жесткость цвета, что помогает внести изменения в изображение, чтобы получить наилучший результат.

В каждом пикселе цветного изображения содержится цвет, который образован некоторой комбинацией первичных цветов: красного (R), зелёного (G) и синего (B). Каждый из этих цветов имеет значение яркости в диапазоне от 0 до 255 для цифрового изображения разрядностью 8 бит. RGB-гистограмма образуется, когда компьютер сканирует все значения яркостей RGB и считает количество яркостей от 0 до 255 в каждом из них. На рисунке 1 представлены гистограммы полутоновых изображений. На рисунке изображена поверхность изломов поликристаллического иридия, приготовленного из монокристаллической заготовки после испытаний на растяжение: материал в исходном состоянии (слева, сверху), 60 минут при 1200 °C в вакууме (слева, снизу).

Согласно требованиям, предъявляемым к промышленным образцам, изображения промышленных изделий должны быть четкими, ясными, не условными, представленными на нейтральном фоне, без посторонних предметов, и позволять без дополнительных разъяснений идентифицировать элементы (признаки) внешнего вида изделия как на освещенных, так и на теневых его сторонах.

На рисунке 2 приведен пример изображения, которое имеет весьма широкий тональный диапазон, что подтверждается большим разбросом значений на полученной гистограмме. На данном снимке идет чередование теней и ярких зон. Это отражается на гистограмме, которая содержит сравнительно равное число пикселей как на левой, так и на правой границах.

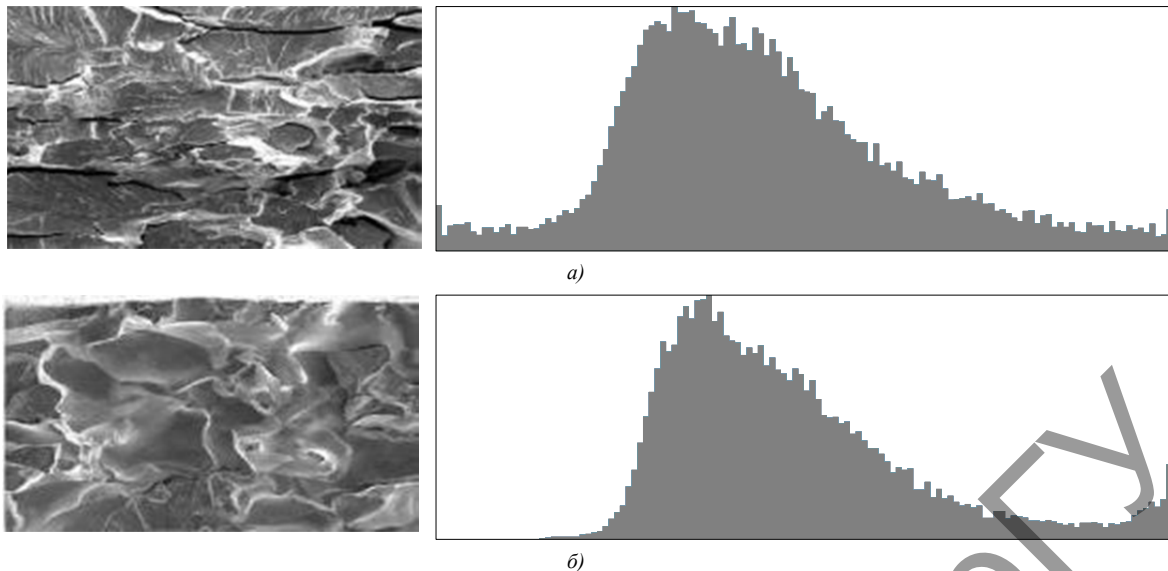


Рисунок 1 — Поверхность изломов поликристаллического иридия и его гистограмма: материал в исходном состоянии (а); 60 минут при 1200 °С в вакууме (б)



Рисунок 2 — Снимок болта, подверженного замедленному хрупкому разрушению, и его гистограмма

Гистограмма может также описать степень контраста в изображении. Контраст является измерением разницы яркостей между светлыми и темными частями изображения. Широкие гистограммы отражают сцены со значительным контрастом, тогда как узкие гистограммы означают, что контраст снижен, и изображение может оказаться плоским или малоинформативным. Это может быть вызвано любой комбинацией предметов съёмки и условий освещения.

Для количественного анализа изображения как двумерного массива яркости может использоваться одномерный профиль поверхностной яркости. Под профилем изображения вдоль некоторой линии будем понимать функцию, характеризующую распределение яркости пикселей изображения вдоль этой линии.

После того как одномерный массив значений яркости профиля сформирован, его анализ осуществляется стандартными компьютерными средствами и позволяет автоматически выделять различного рода особенности функции профиля (определить резкое изменение цвета, контуры изображения).

Получение и анализ профиля вдоль линии используется в различных областях науки и техники. Например, анализ интенсивности свечения изображений, полученных тепловизором, позволяет получить данные об изображении, основываясь на значениях профиля яркости. Профиль вдоль некоторой линии используется также для считывания штрихового кода изделия.

**Основная часть.** Рассмотрим реализацию построения профиля штрихкода в компьютерной системе Mathematica, а также дальнейшее распознавание изображения для его последующего анализа.

Вначале переведем изображение в полутоновое, где каждому пикселю поставим в соответствие числовое значение от 0 до 1 (оттенок серого цвета):  $t = ColorConvert[Image, "Grayscale"]$ . Результат выполнения этой команды представлен на рисунке 3.

Затем формируем массив значений яркости в направлении горизонтальной средней линии изображения:

```
s={1,IntegerPart[ImageDimensions[t][[2]]/2]},{IntegerPart[ImageDimensions[t][[1]]],
IntegerPart[ImageDimensions[t][[2]]/2]};list={};For[i=s[[1,1]],i<=s[[2,1]],i++,
list=AppendTo[list,1-ImageData[t][[IntegerPart[ImageDimensions[t][[2]]/2],i]]]
```

Поскольку метод кодирования сигнала в штриховых кодах заключается в определенной последовательности чередования штрихов и пробелов различной ширины, профиль изображения содержит всю необходимую информацию для того, чтобы считать штриховой код.

Результат выполнения команды `ListPlot[list, Joined->True, PlotStyle->Black]` представлен на рисунке 4.



Рисунок 3 — Штрихкод, который подлежит обработке

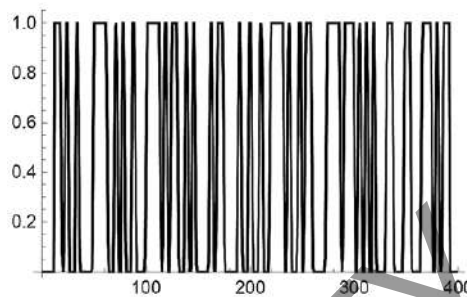


Рисунок 4 — Профиль изображения

Вычисляем среднее значение яркости по всему изображению с помощью функции `Mean`.

Находим начальную и конечную абсциссу первого максимума, затем длину по *Ox* второго максимума, тем самым определяем длину наименьшей штриховой линии.

```
For[i=1,i<=Length[list],i++,If[list[[i]]<m,list[[i]]=0,list[[i]]=1]
i=1;While[list[[i]]==0,i++;pos1=i];i=pos1;While[list[[i]]==1,i++;pos2=i-1];
i=pos2+1;pos3=0;While[list[[i]]==0,i++;pos3=i];i=pos3;pos4=0;While[list[[i]]==1,i++;pos4=i-1];
bisw=pos4-pos3+1.
```

Формируем бинарную строку, в которой содержатся 1 и 0 столько раз, какова длина соответствующей штриховой линии:

```
b="" ; i=pos1 ; k=1 ; s=0 ; While[i<=Length[list],If[list[[i]]==k,i++;s=s+1,b=b<>StringRepeat[ToString[k],
Round[s/bisw+0.25]];If[k==1,k=0,k=1];s=0].
```

Результат этой команды следующий: 1101001000011110010100100011110101100101000010110000100100  
100111101001011000011110111010101000110001100011101011.

Первые 11 символов соответствуют началу штрихкода, последние 11 символов — его завершению.

Осуществляем декодирование подстрок длиной 11: `f[x_]:=ReplaceAll[x,{"10011101100"->"0","10011100  
110"->"1",...,"11000111010"->"|"}]`.

Составляем массив подстрок длины 11: `list1=Table[StringTake[b,{11(i-1)+1,11i}},{i,1,IntegerPart[String  
Length[b]/11]}];list1=Delete[list1,{{1},{-1},{-2}}]`.

Действуем на них правилом `f`: `StringJoin[f[list1]]`.

Результат, соответствующий коду (см. рисунок 3), это слово «*wolfram*».

**Заключение.** В работе описаны этапы построения гистограммы снимка, профиля изображения, а также его последующего распознавания.

#### Список цитируемых источников

1. Дьяконов, В. MATLAB. Обработка сигналов и изображений. Специальный справочник / В. Дьяконов. — СПб. : Питер, 2002. — 608 с.

УДК 621.91

А. А. Дыль, А. В. Шах

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи, Республика Беларусь

### КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОУШИНЫ ШТОКА ДОМКРАТА ПЕРЕДВИЖКИ НА СТАНКЕ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

**Введение.** Современное машиностроительное производство трудно представить без станков с числовым программным управлением (далее — ЧПУ). Сегодня они широко применяются как на промышленных гигантах, так и на малых предприятиях. Успешное развитие машиностроительной промышленности невозможно без активного использования оборудования с ЧПУ и автоматизации производства.