



Local Binary Pattern (LBP)

局部二进制算子





目录

1

LBP算法概述

2

LBP特征提取

3

LBP应用



1. LBP算法概述

纹理:



平滑
超导体



粗糙
人体胆固醇

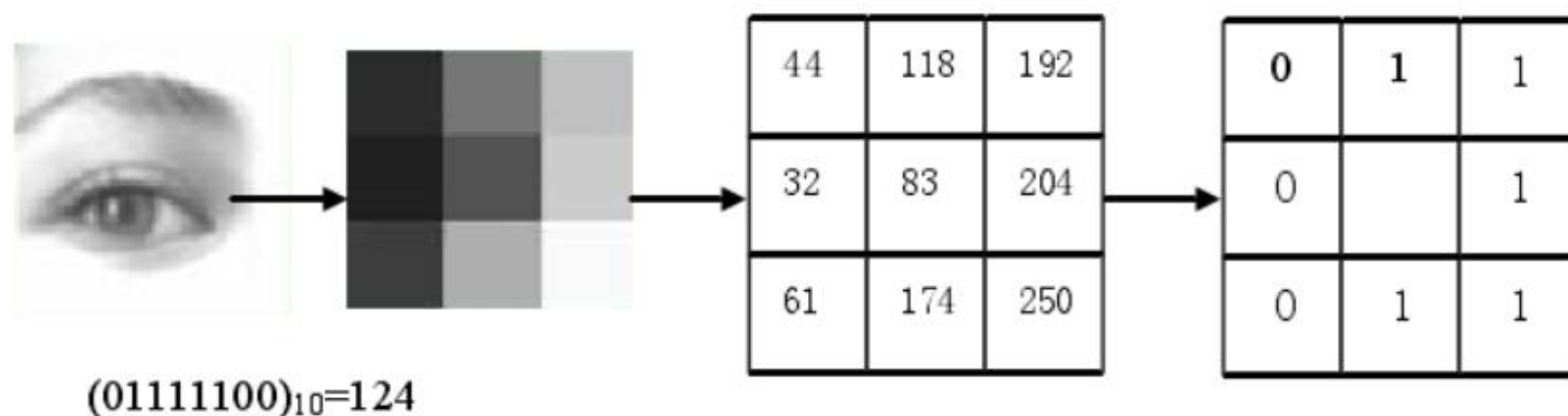


规则
微处理器

1. LBP算法概述

LBP(Local Binary Patterns, 局部二值模式)[1]是1996年由Ojala提出的特征提取方法, 具有灰度不变性和旋转不变性, 主要用于纹理特征提取。

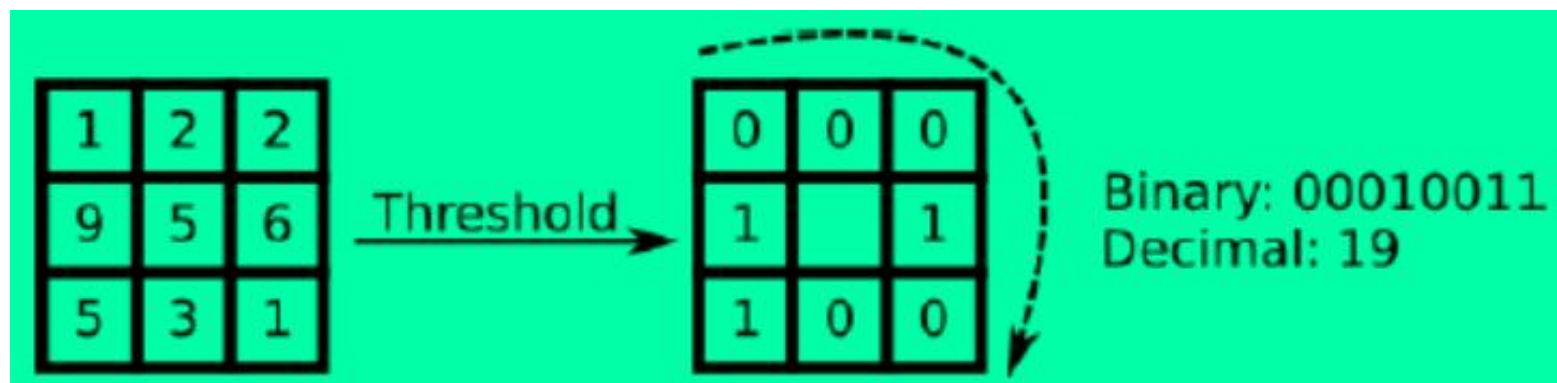
基本思想: 用中心像素的灰度值作为阈值, 与它的邻域相比较得到的二进制码来表述局部纹理特征。



T. Ojala, et al. Multiresolution Gray-Scale and Rotation Invariant Texture Classification with Local Binary Patterns, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 24(7):971-987, 2002.

2. LBP特征提取

基本LBP算子



设中心像素的灰度值为 g_c ，邻居像素灰度值为 g_p ，则基本LBP 的数学表达式为：

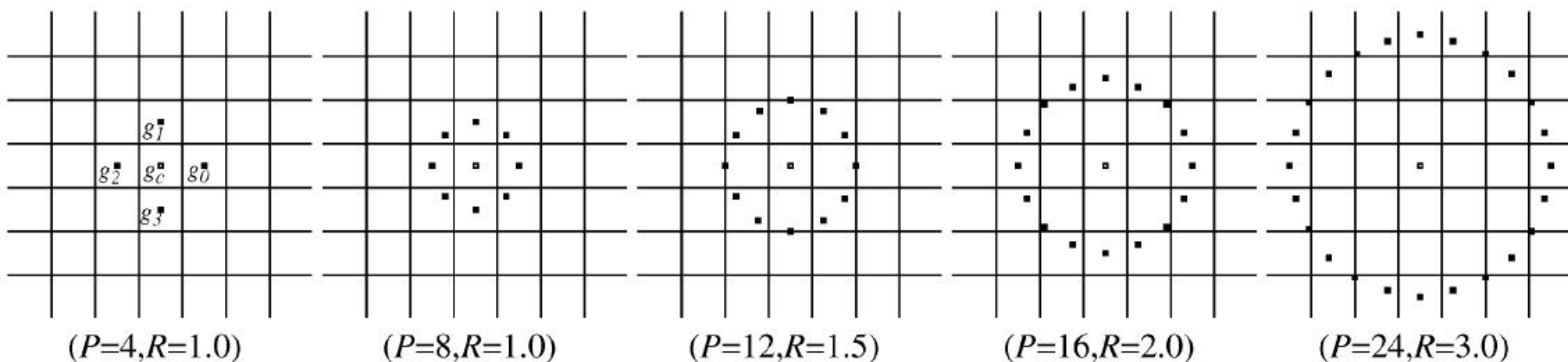
$$LBP(x_c, y_c) = \sum_{p=0}^{K-1} s(g_p - g_c) 2^p$$

$$s(x) = \begin{cases} 1, & x \geq 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases}$$

2. LBP特征提取

圆形LBP算子

为了适应不同尺度的纹理特征，Ojala对LBP算子进行了改进，将3*3邻域扩展到任意邻域，并且用圆形代替正方形。 LBP_P^R 表示半径为 R 的圆内有 P 个像素点。



$$x_p = x_c + R \cos\left(\frac{2\pi p}{P}\right)$$

$$y_p = y_c + R \sin\left(\frac{2\pi p}{P}\right)$$

对于不在整数坐标位置的像素点，圆形 LBP 使用双线性插值来计算灰度值，以保证得到的模式是连续的。



```
x_n = x + radius * np.cos(theta)
y_n = y - radius * np.sin(theta)

# 向下取整
x1 = int(math.floor(x_n))
y1 = int(math.floor(y_n))
# 向上取整
x2 = int(math.ceil(x_n))
y2 = int(math.ceil(y_n))

# 将坐标映射到0-1之间
tx = np.abs(x - x1)
ty = np.abs(y - y1)

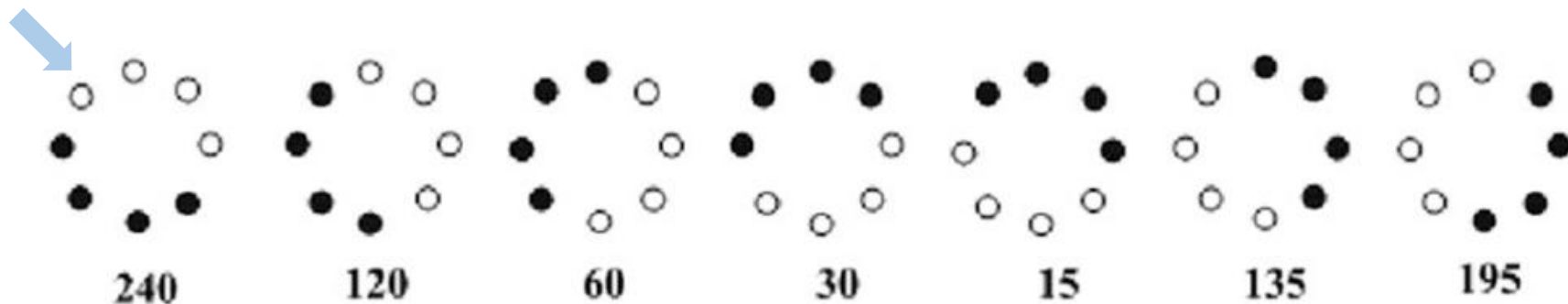
# 根据0-1之间的x, y的权重计算公式计算权重
w1 = (1 - tx) * (1 - ty)
w2 = tx * (1 - ty)
w3 = (1 - tx) * ty
w4 = tx * ty

# 根据双线性插值公式计算第k个采样点的灰度值
neighbour = src[y1, x1] * w1 + src[y2, x1] * w2 + src[y1, x2] * w3 + src[y2, x2] * w4
```



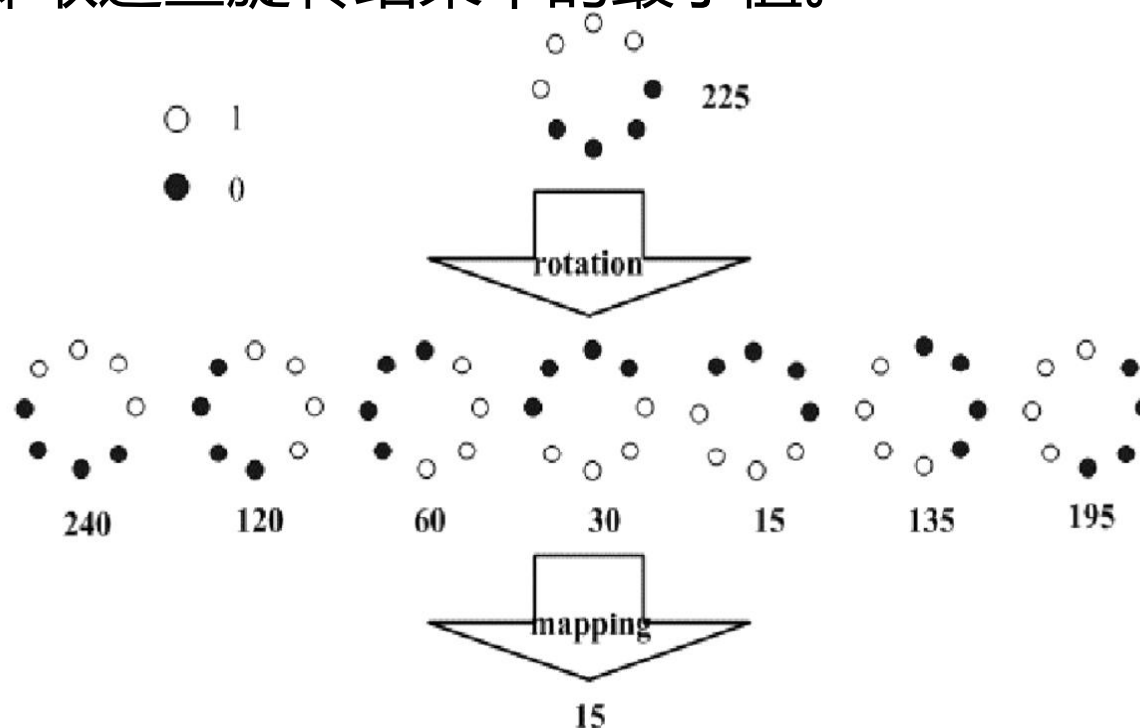
2. LBP特征提取

旋转不变LBP：基本的LBP特征是**灰度不变**，但不是**旋转不变**的。同一幅图像，进行旋转以后，其特征将会有很大的差别，影响匹配的精度。



2. LBP特征提取

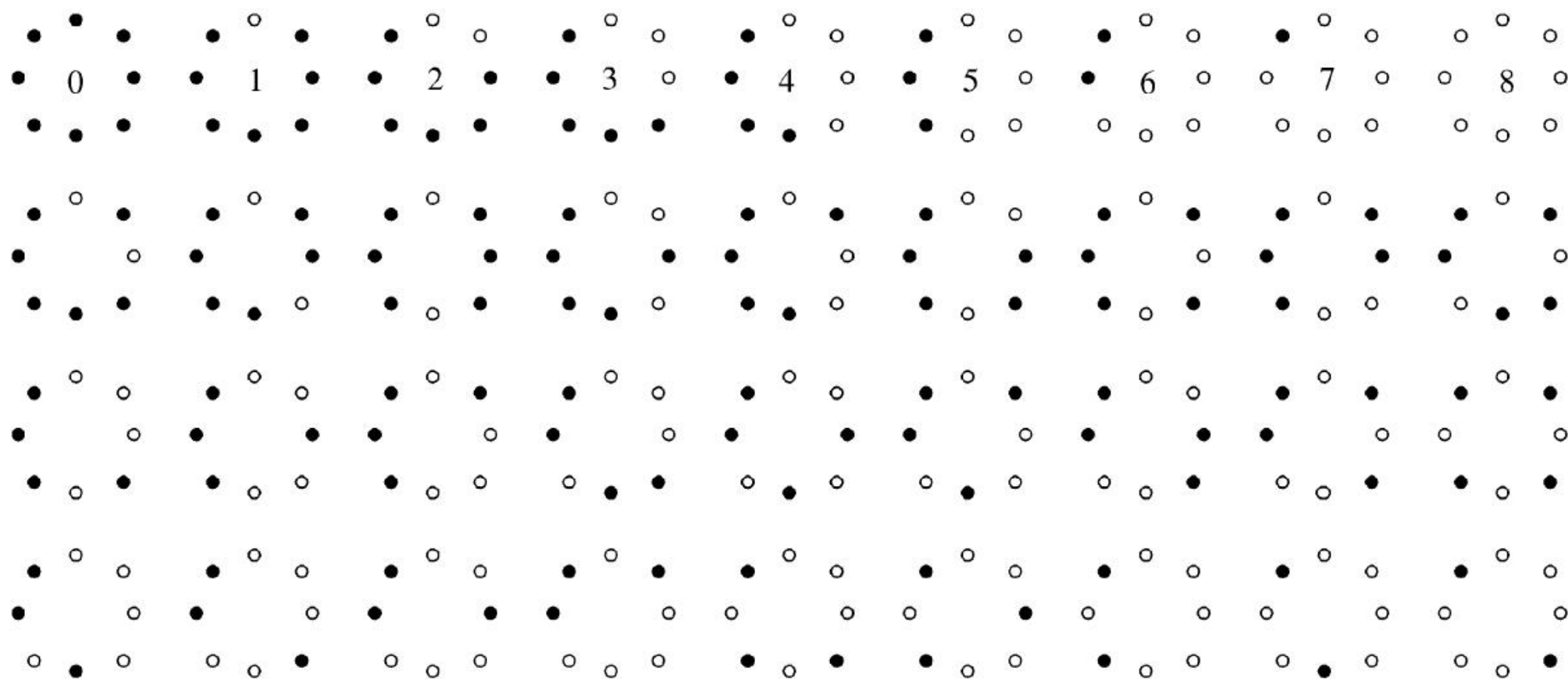
旋转不变LBP: 对同一编码模式经旋转后产生的编码结果为同一值，即取这些旋转结果中的最小值。



$$LBP_{P,R}^{ri} = \min\{ROR(LBP_{P,R}, i) \mid i = 0, 1, \dots, P - 1\}$$

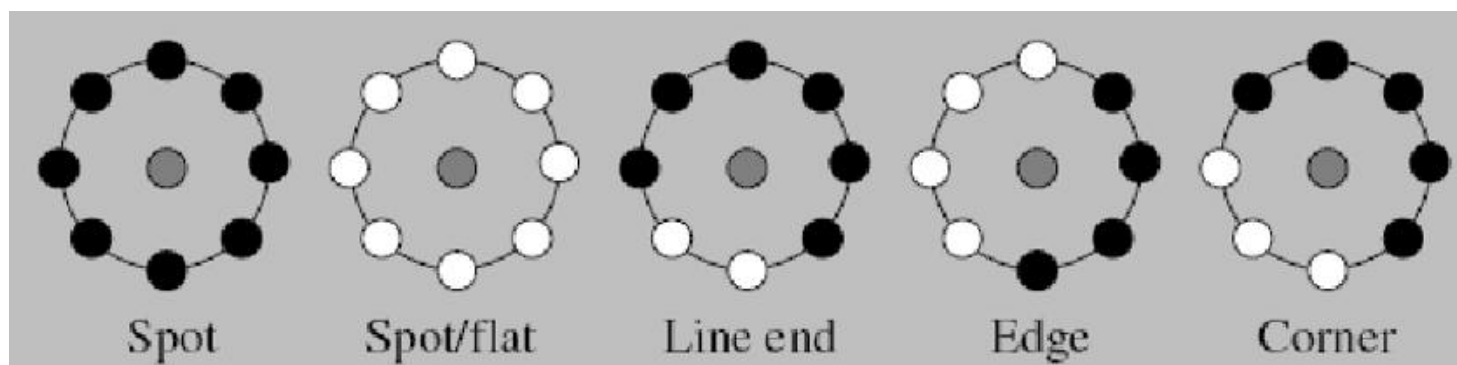
2. LBP特征提取

旋转不变LBP：对同一编码模式经旋转后产生的编码结果为同一值，即取这些旋转结果中的最小值。



2. LBP特征提取

LBP等价模式：当某个LBP所对应的循环二进制数从0到1或从1到0最多有两次跳变时，该LBP所对应的二进制就称为一个等价模式类。不属于等价模式的统称为混合模式。模式数量减少为 $P(P-1)+2$ 种。

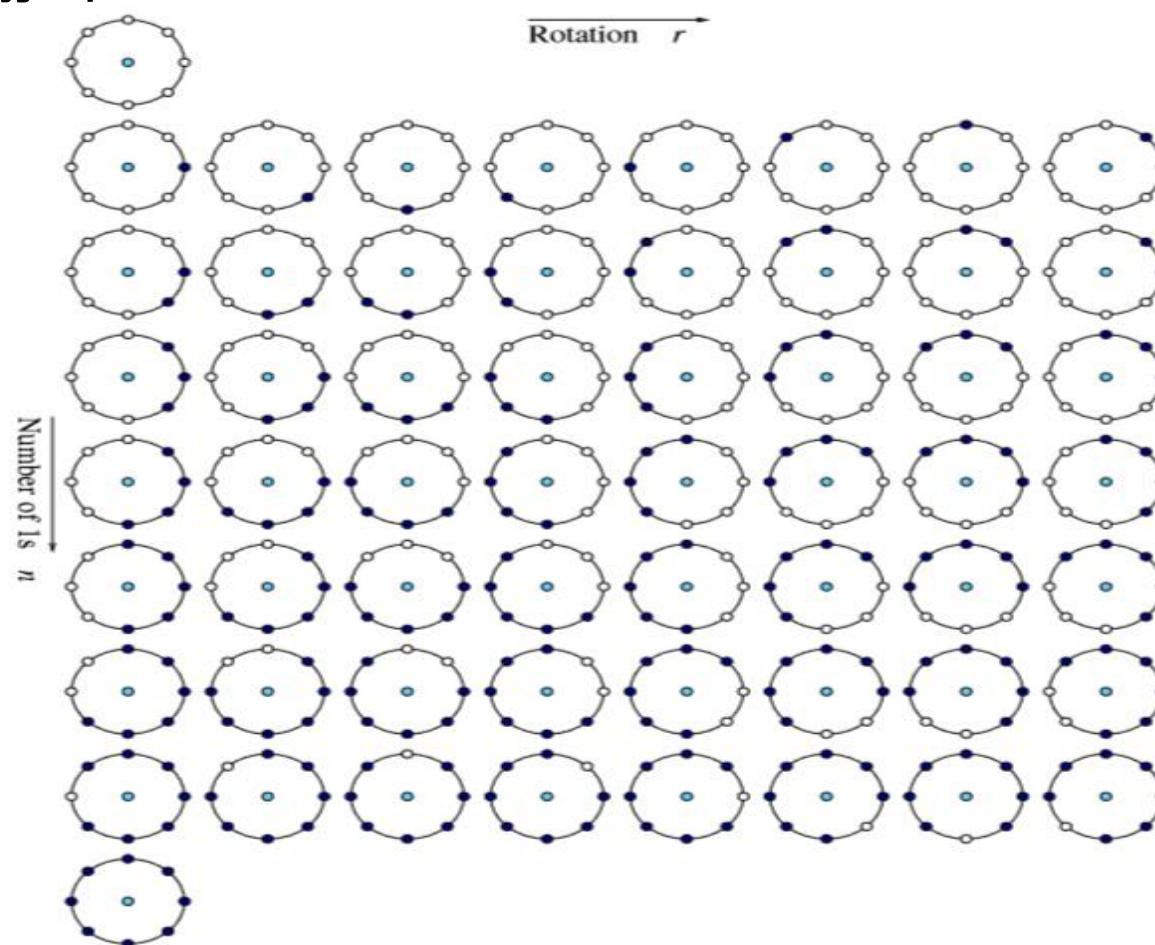


如：00000000（0次跳变），00000111（只含一次从0到1的跳变），10001111（先由1跳到0，再由0跳到1，共两次跳变）都是等价模式类

$$LBP_{P,R}^{riu2} = \begin{cases} \sum_{p=0}^{P-1} s(g_p - g_c) & \text{if } U(LBP_{P,R}) \leq 2 \\ P + 1 & \text{otherwise,} \end{cases}$$

2. LBP特征提取

LBP等价模式：对于8个采样点，共有58种唯一的 uniform 类型的LBP值输出



2. LBP特征提取

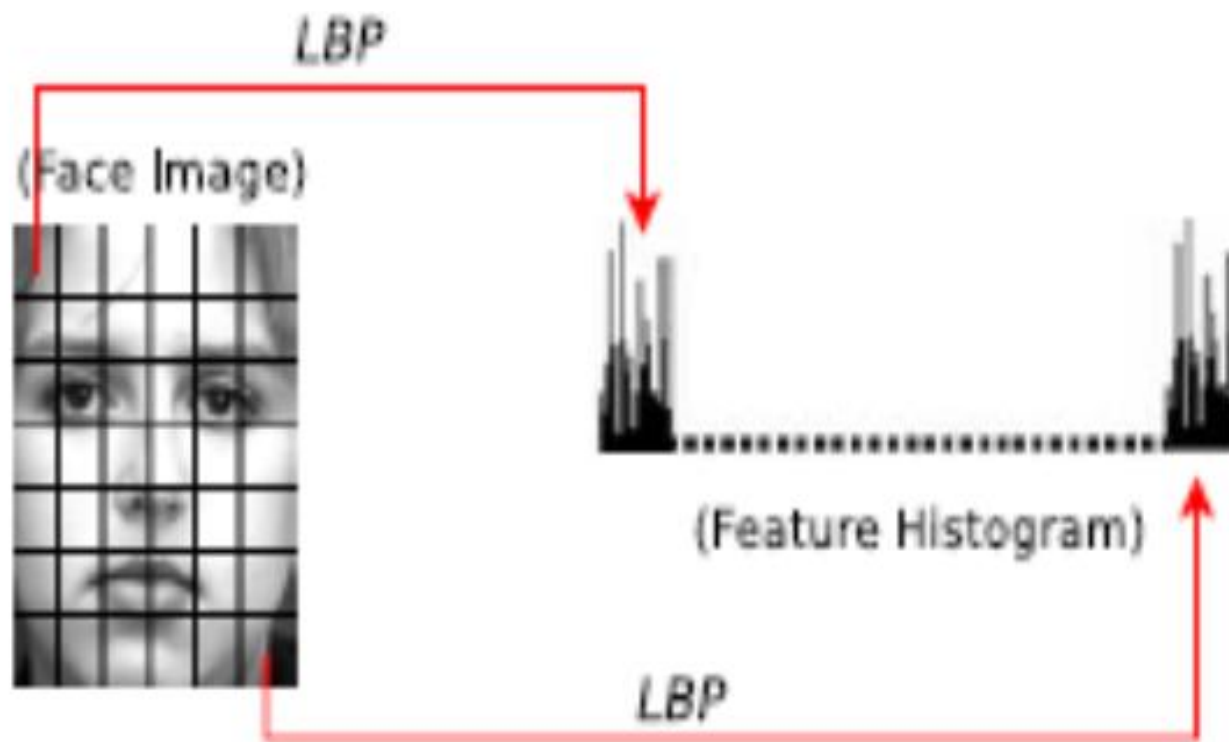
LBP算子的输出比较

Table 2.1: Comparison of the dimension of LBP operators

| | 原始模式数 | 等价模式 | 旋转不变等价模式 |
|--------------|----------|---------|----------|
| LBP_8^1 | 256 | 58(+1) | 9 |
| LBP_{16}^2 | 65536 | 242(+1) | 17 |
| LBP_{24}^3 | 16777216 | 554(+1) | 25 |

3. LBP应用

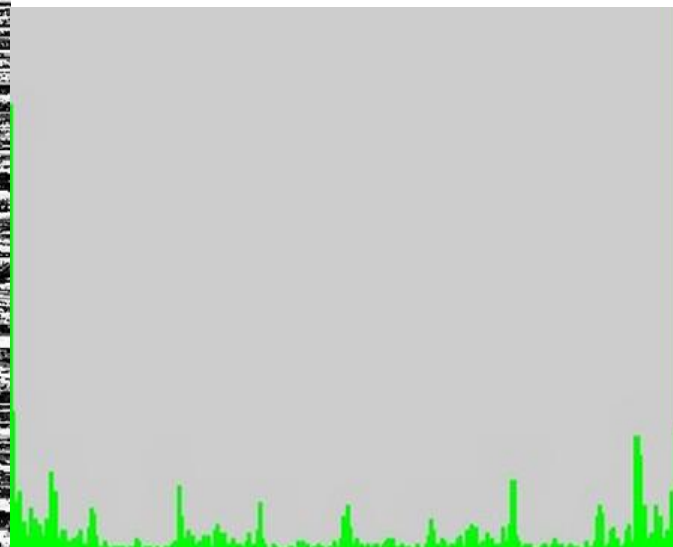
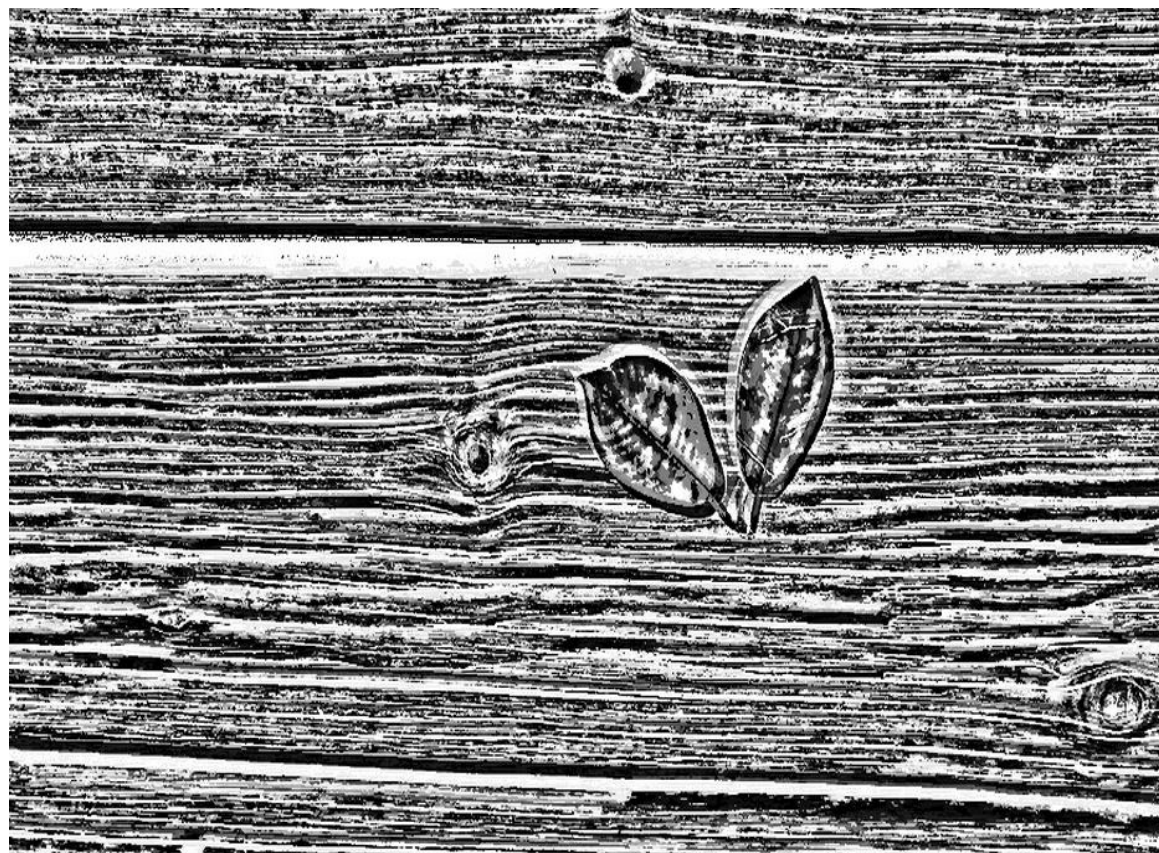
LBP特征：分块，对一个块中所有像素的编码进行直方图统计(LBP种类作横轴，出现次数为纵轴)，得到LBP特征，包含区域的纹理信息。



3. LBP应用

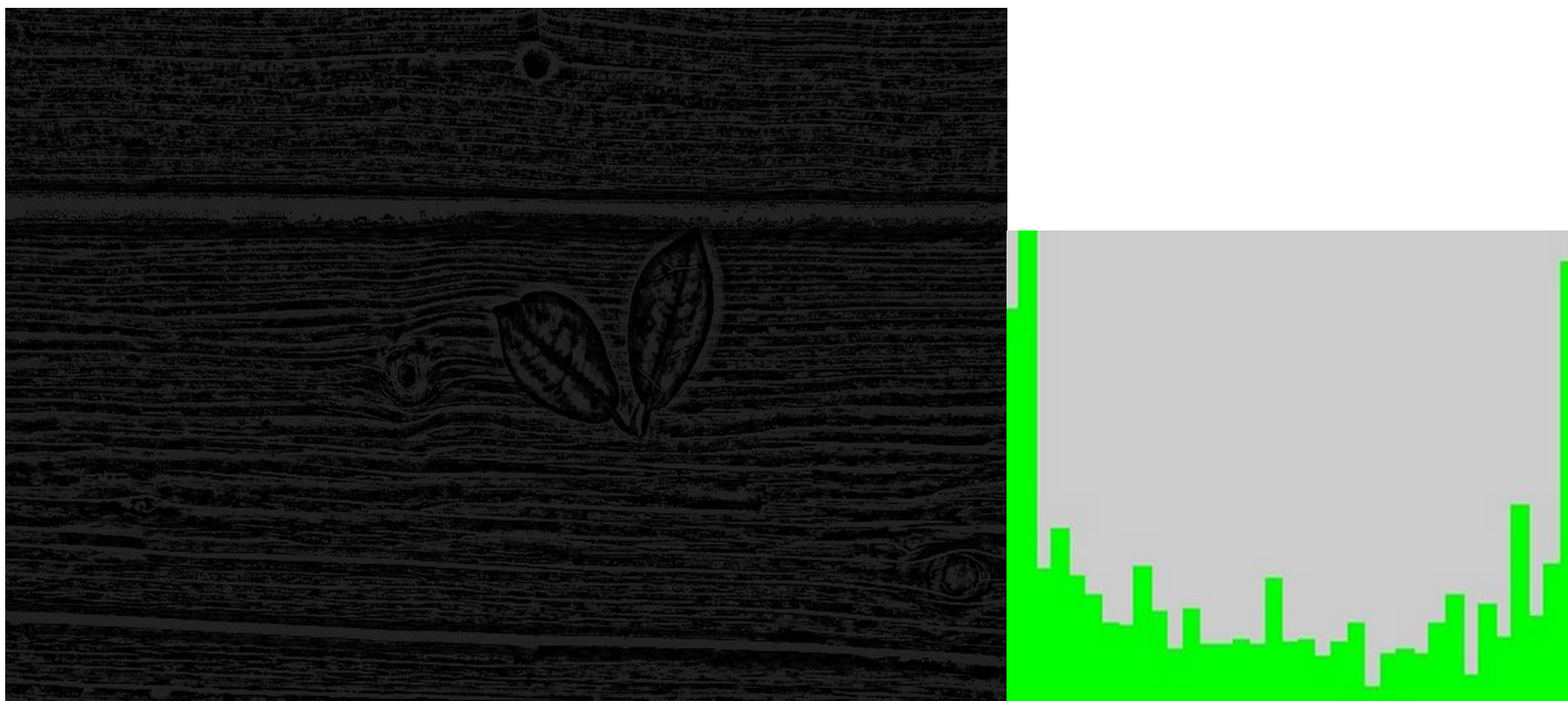


3. LBP应用



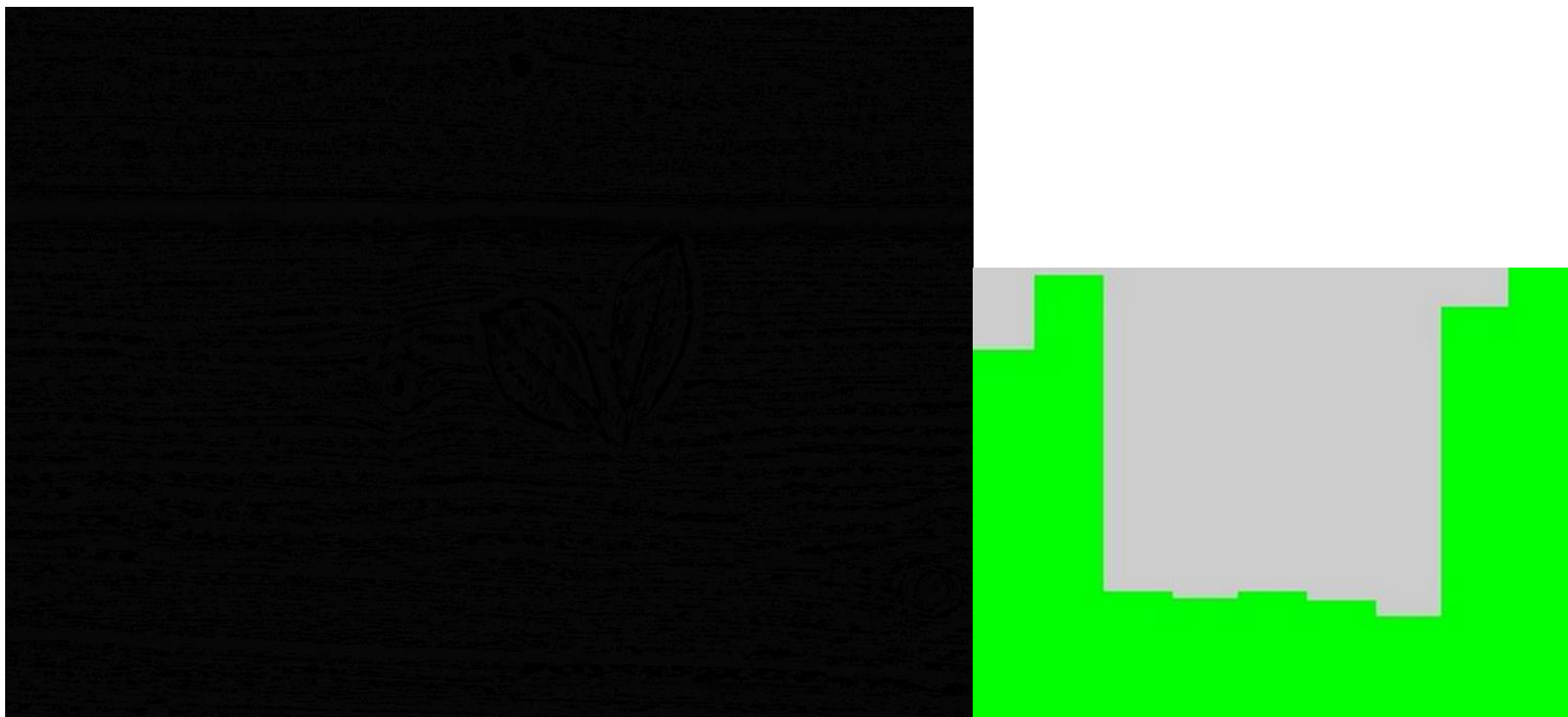
灰度不变性LBP

3. LBP应用



旋转不变性LBP

3. LBP应用



uniform 旋转不变性

4. 总结

原始LBP算子

圆形LBP算子

旋转不变模式LBP算子

等价模式LBP算子(uniform LBP)

等价模式+旋转不变模式LBP算子