



# 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

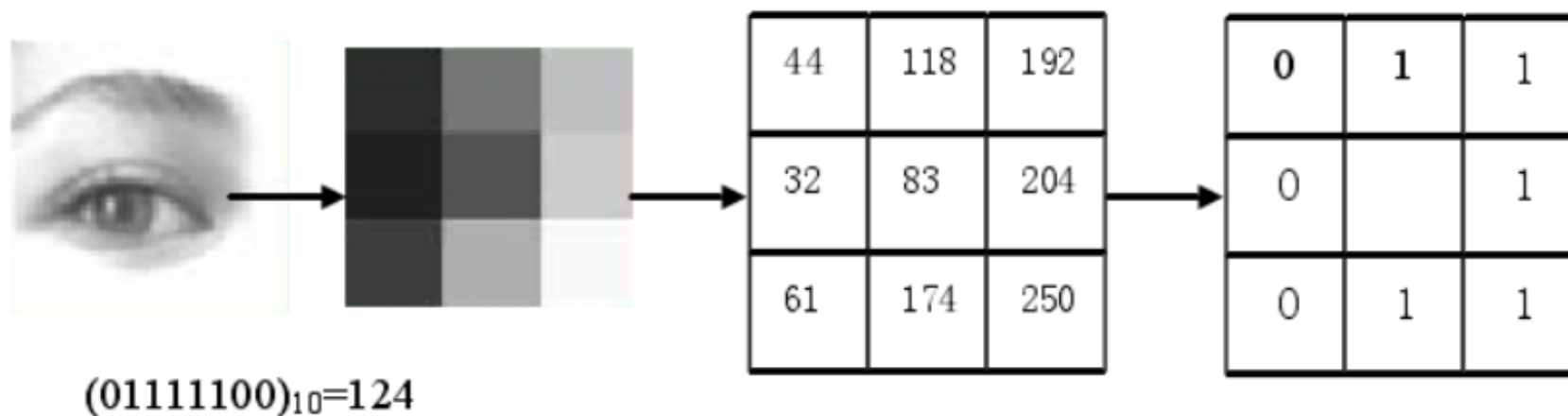
3 LBP应用



# 1. LBP算法概述

**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。

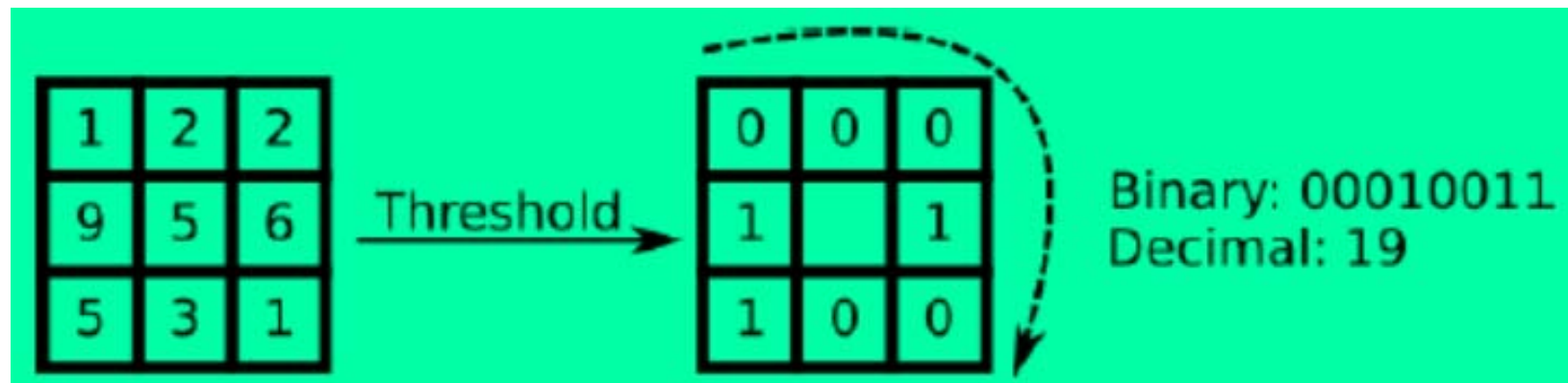
**基本思想:** 用中心像素的灰度值作为阈值, 与它的邻域相比较得到的二进制码来表述局部纹理特征。



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



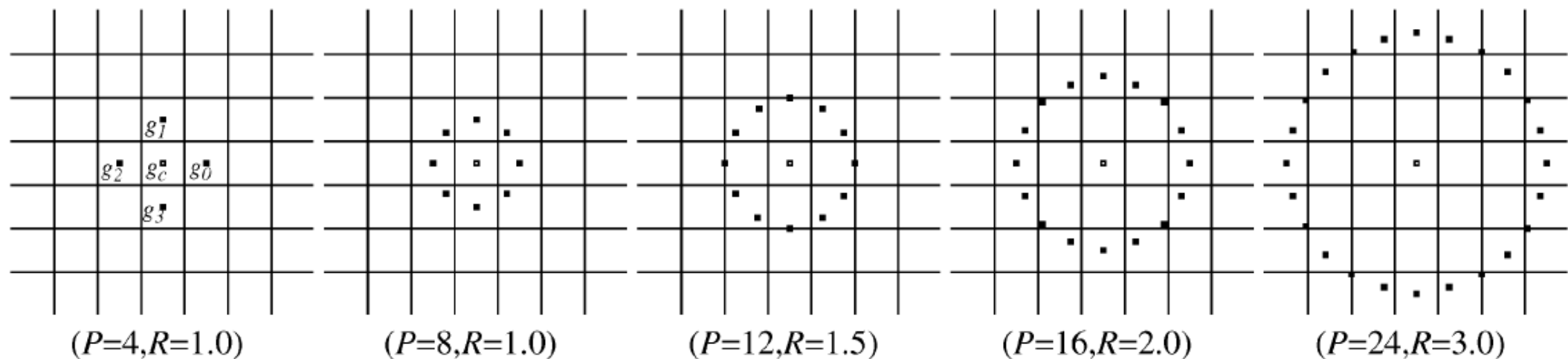
$$LBP(x_c, y_c) = \sum_{p=0}^{P-1} s(g_p - g_c) 2^p$$

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

## 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 $3 \times 3$ 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。

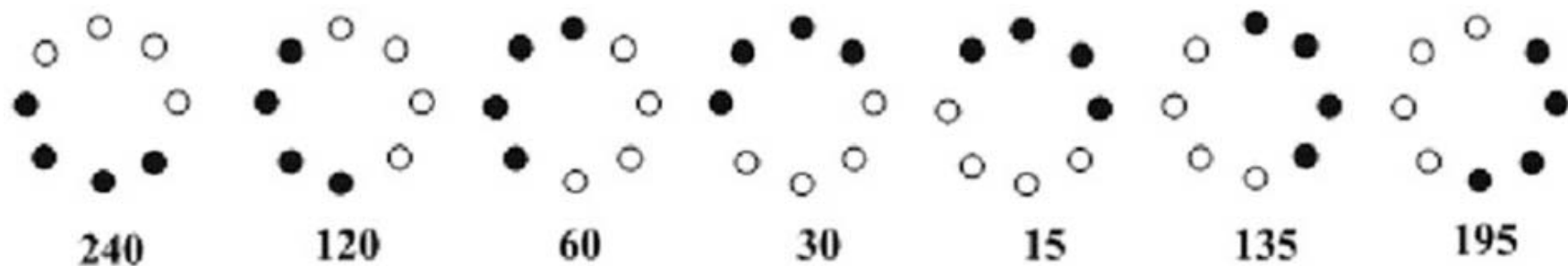


$$x_p = x_c + R \cos\left(\frac{2\pi p}{P}\right)$$

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

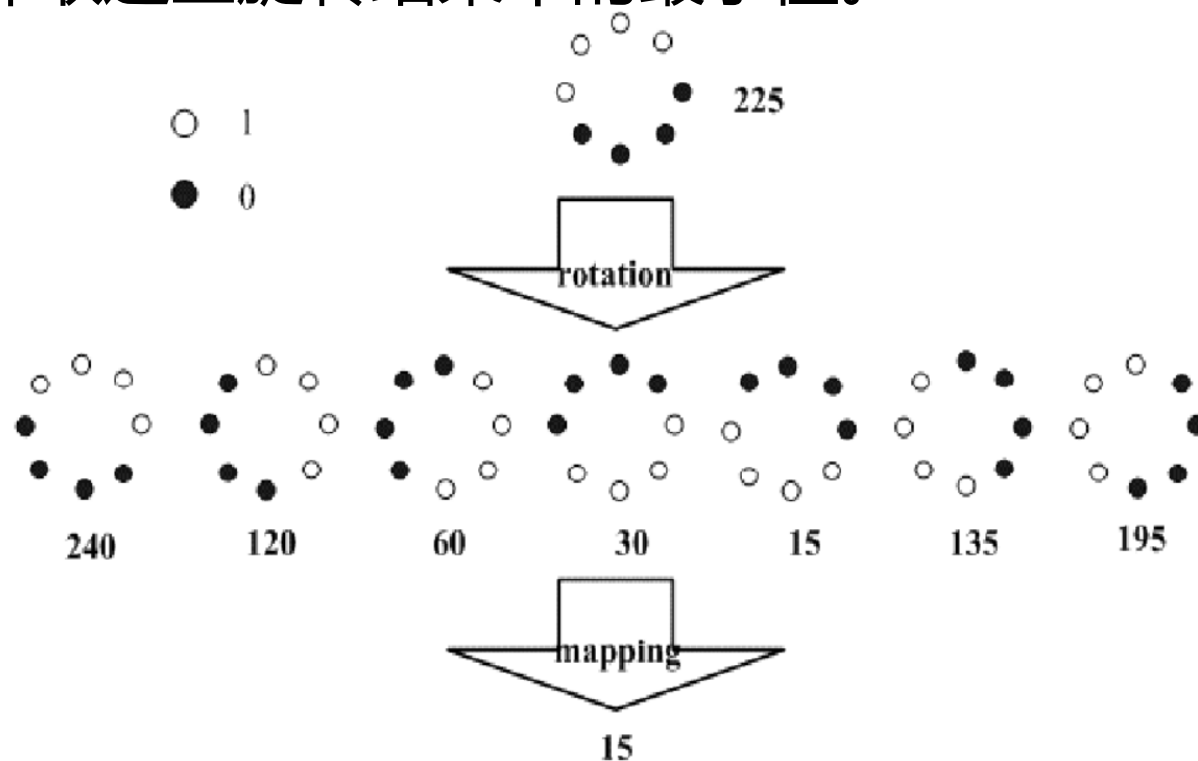
## 2. LBP特征提取

**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

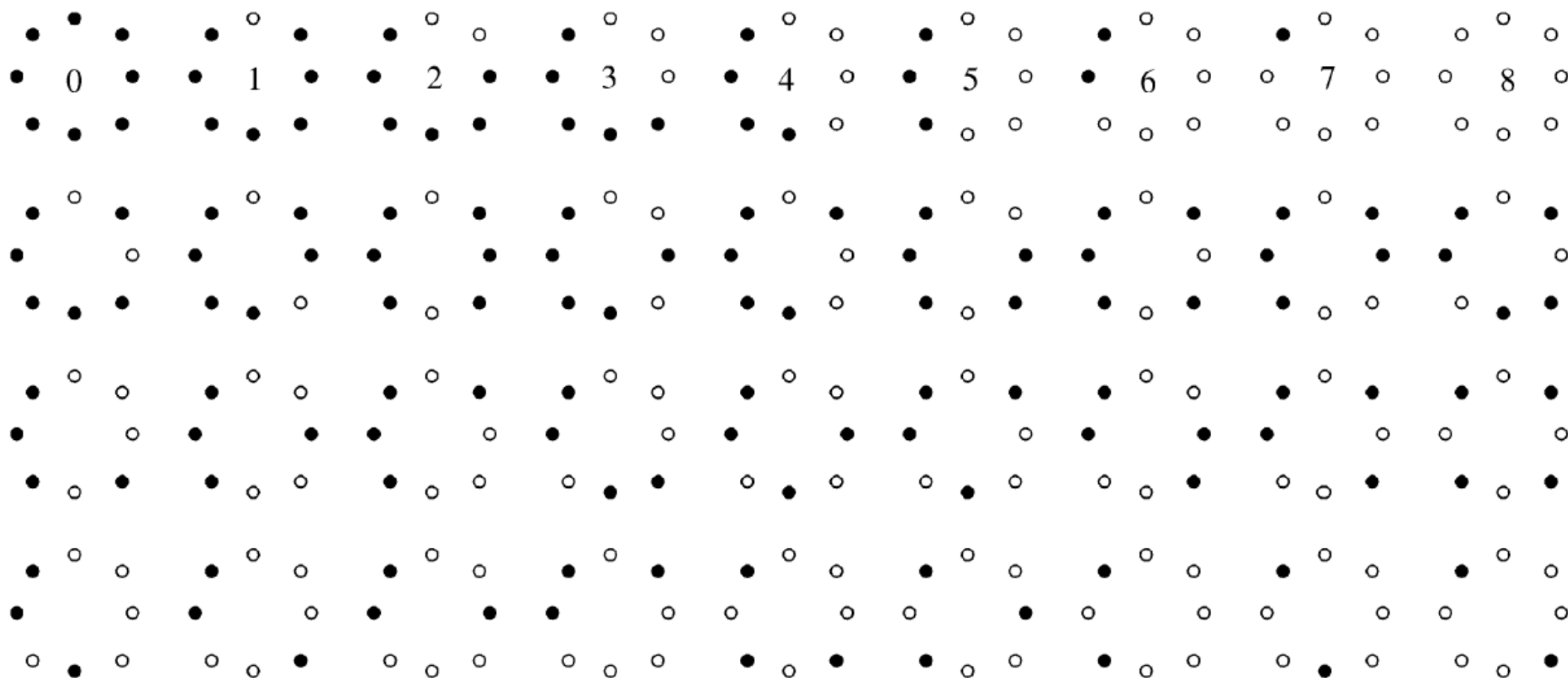
**旋转不变LBP:** 对同一编码模式经旋转后产生的编码结果值为同一值，即取这些旋转结果中的最小值。



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

## 2. LBP特征提取

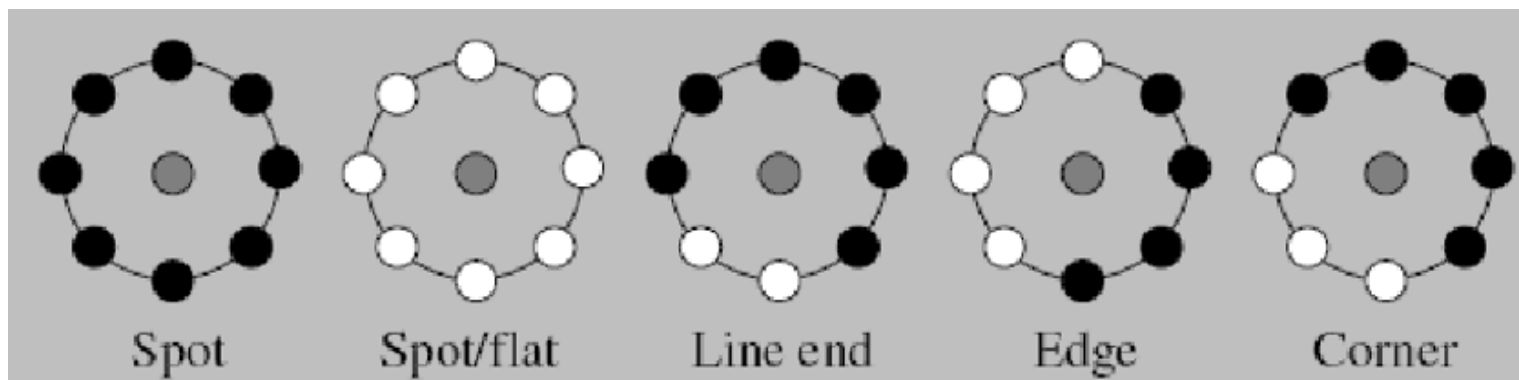
**旋转不变LBP:** 对同一编码模式经旋转后产生的编码结果为同一值，即取这些旋转结果中的最小值。





## 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。

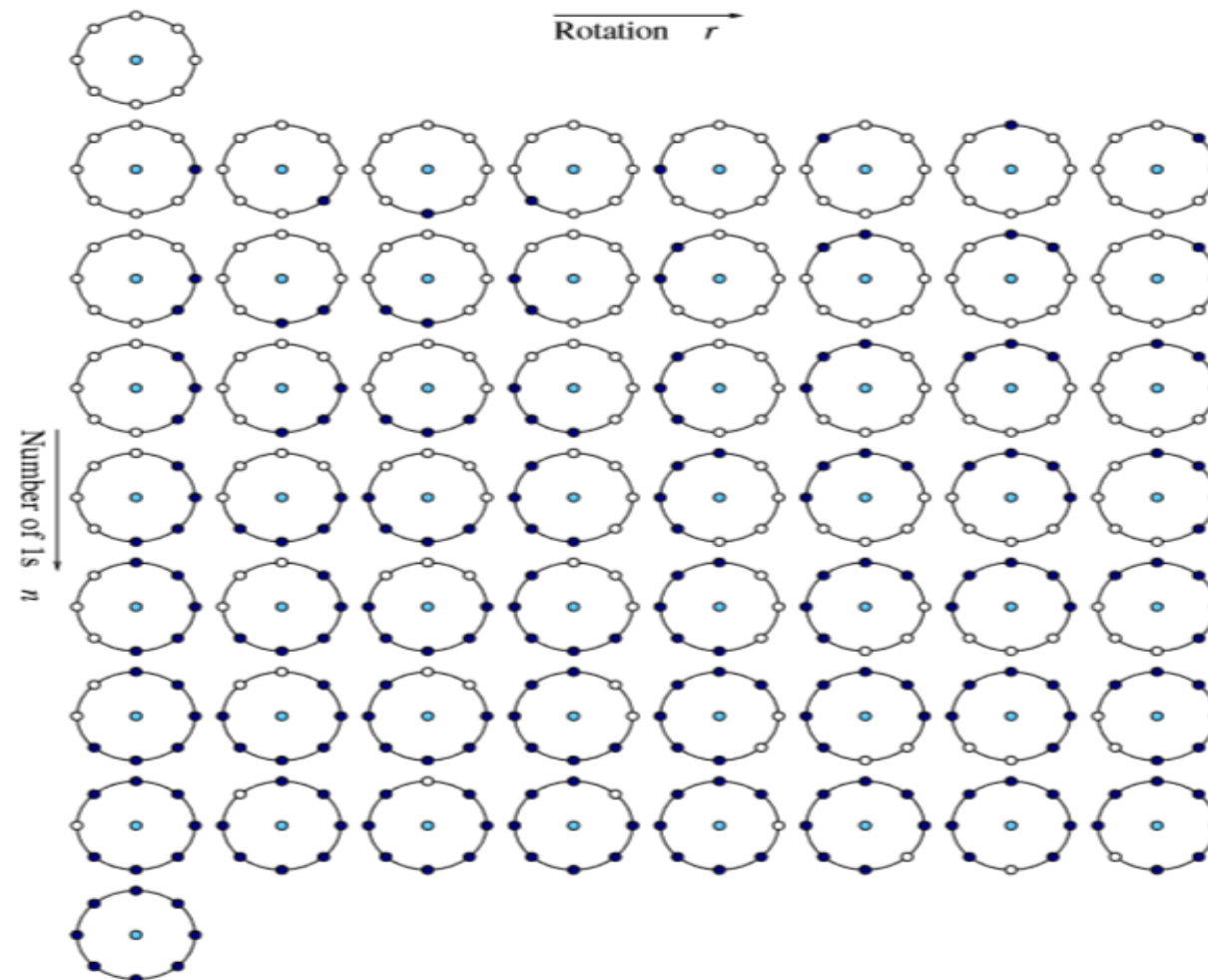


如：00000000（0次跳变），00000111（只含一次从0到1的跳变），10001111（先由1跳到0，再由0跳到1，共两次跳变）都是等价模式类

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

## 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

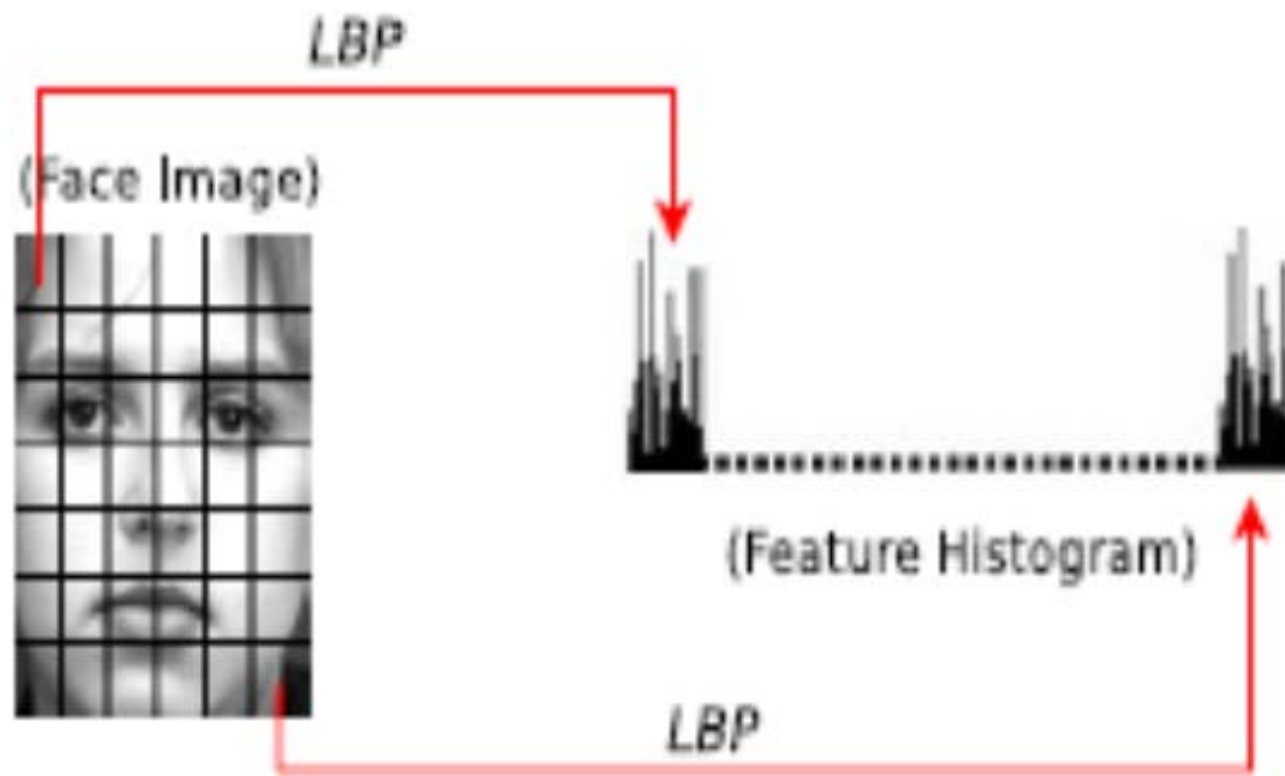
Table 2.1: Comparison of the dimension of LBP operators

	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。



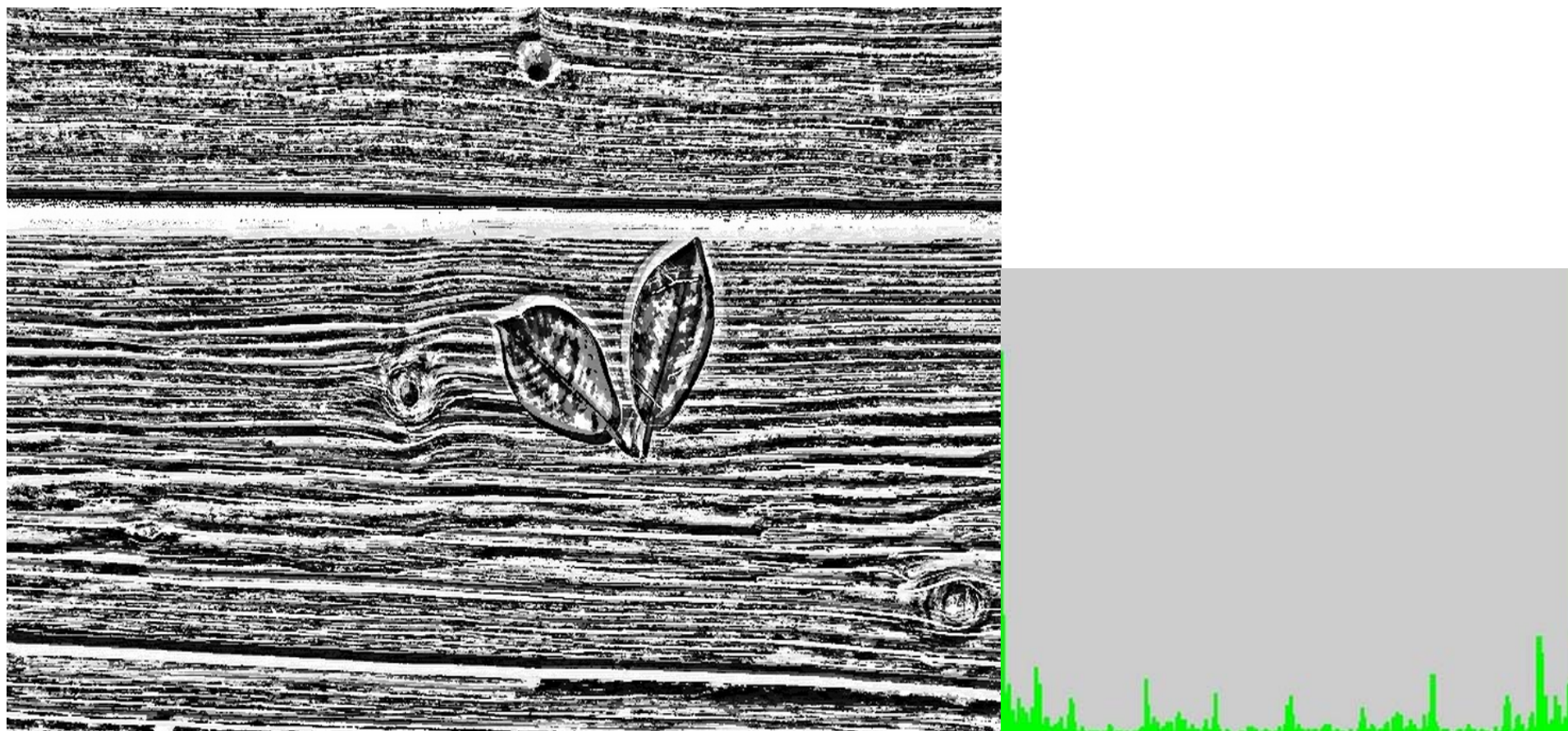


### 3. LBP应用





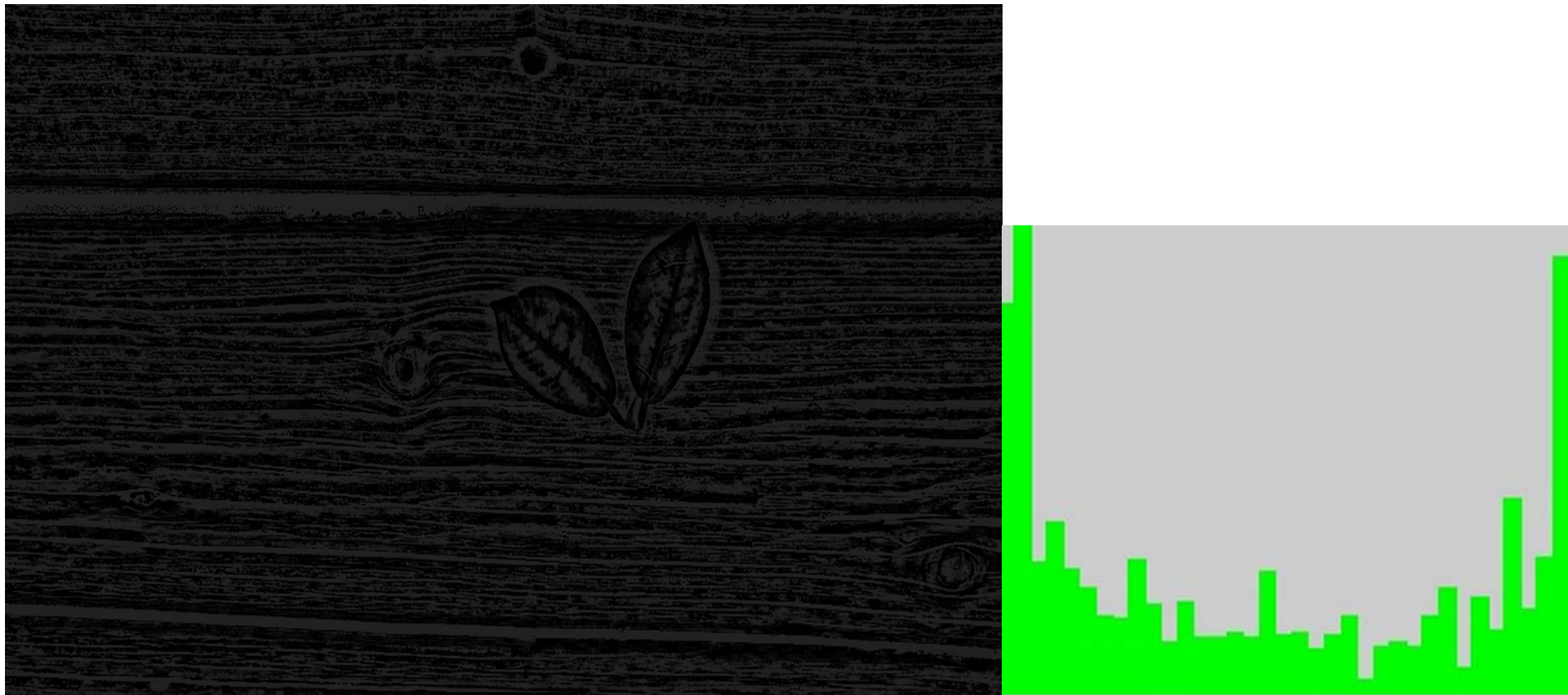
### 3. LBP应用



灰度不变性LBP

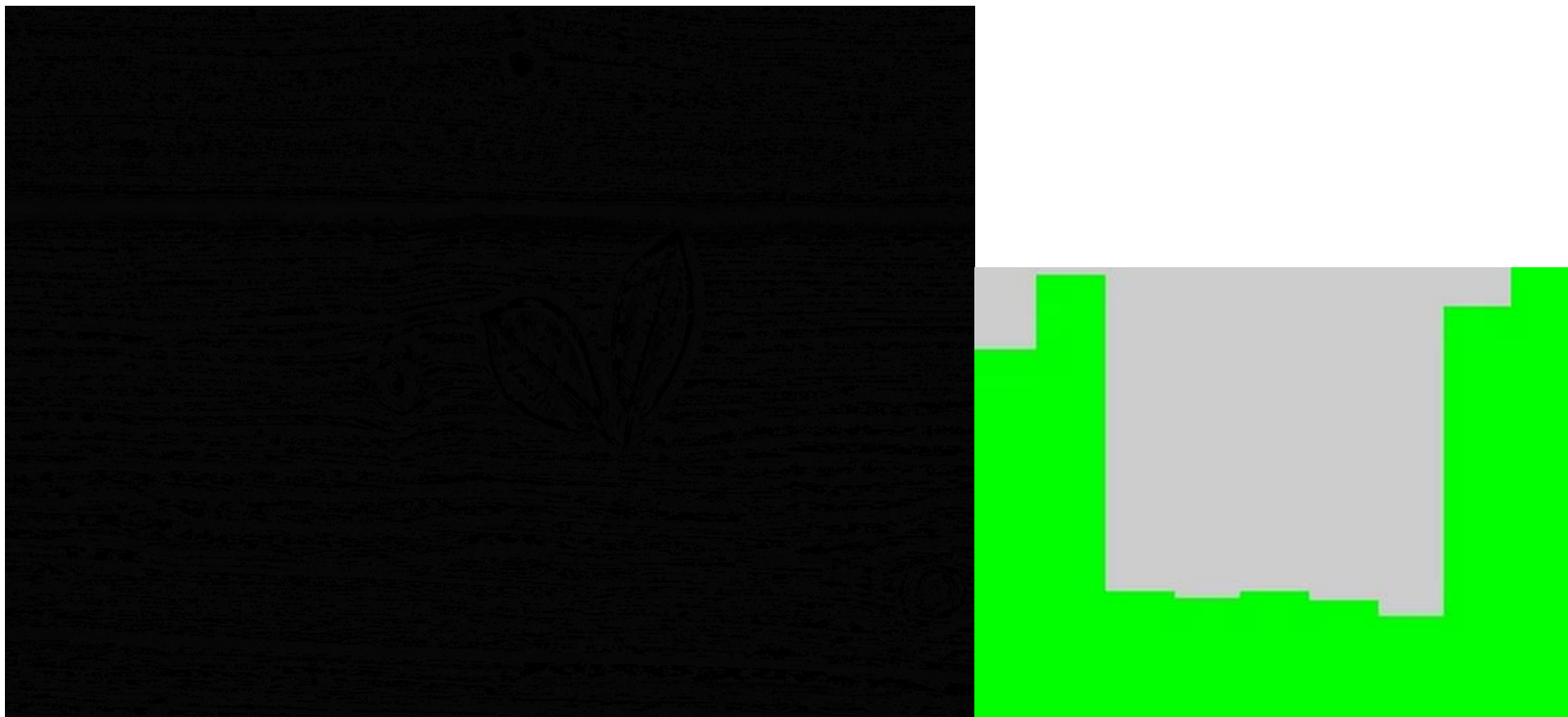


### 3. LBP应用



旋转不变性LBP

### 3. LBP应用



uniform 旋转不变性