https://blog.csdn.net/hongbin_xu/article/details/79924961

1.介绍

2. 圆形LBP

3.旋转不变LBP

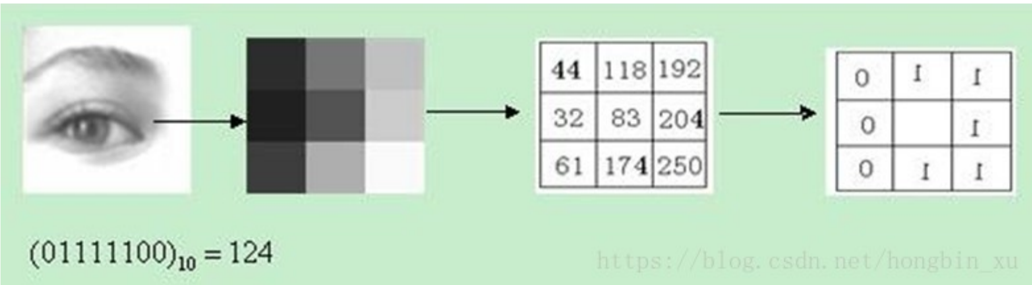
https://blog.csdn.net/hongbin_xu/article/details/79924961

https://blog.csdn.net/quincuntial/article/details/50541815

1.介绍

LBP(Local Binary Pattern，局部二值模式）是一种用来描述图像局部纹理特征的算子；具有旋转不变性和灰度不变性等显著的优点。常用的特征描述子有Hog Harris LBP等，其中LBP是最为简单且有效的一种特征描述子。

原始的LBP算子定义在一个3x3窗口内，以窗口中心像素为阈值，与相邻的8个像素的灰度值比较，若周围的像素值大于中心像素值，则该位置被标记为1；否则标记为0. 如此可以得到一个8位二进制数（通常转换为10进制，即LBP码，共256种），将这个值作为窗口中心像素点的LBP值，以此来反应这个3x3区域的纹理信息。



表示成数学公式：

$$LBP(x_c, y_c) = \sum_{p=1}^{8} s(I(p) - I(c)) * 2^p$$

其中，p表示3×3窗口中除中心像素点外的第p个像素点；$I(c)$表示中心像素点的灰度值，$I(p)$表示领域内第p个像素点的灰度值；$s(x)$公式如下：

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

通过上述变换，我们可以将一个像素点与8个相邻点之间的差值关系用一个数表示，这个数的范围是0-255。因为LBP记录的是中心像素点与领域像素点之间的差值，所以当光照变化引起像素灰度值同增同减时，**LBP变化并不明显**。所以可以认为LBP对

与光照变化不敏感，LBP检测的仅仅是图像的纹理信息，因此，进一步还可以将LBP做直方图统计，这个直方图可以用来作为纹理分析的特征算子。

2. 圆形LBP

原始的LBP算子只是覆盖了一个很小的3x3范围，不能满足提取不同尺寸纹理特征的需求。为了适应不同尺度的纹理特征，并达到灰度和旋转不变性的要求，对LBP提出了改进，将3x3邻域扩展到任意邻域，并用圆形代替了正方形。改进后的LBP算子允许在半径为R的圆形邻域内有任意多个像素点。假设半径为R的圆形区域内含有P个采样点的LBP算子：

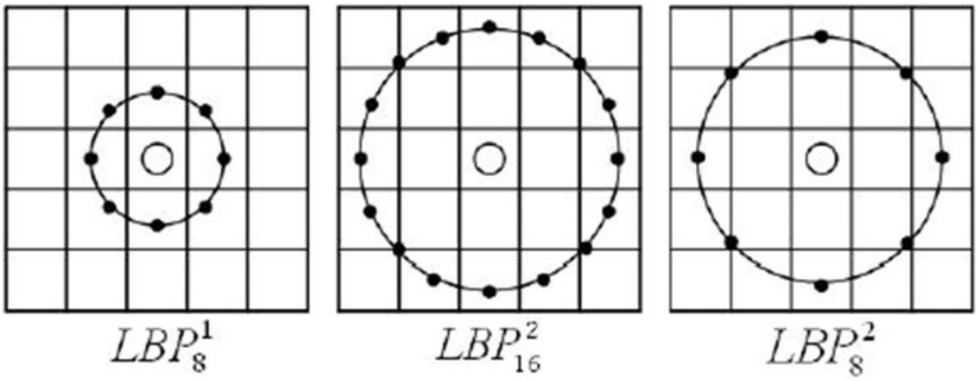


图2.2 几种LBP算子

对比上图，发现当p=8,R=1时，圆形LBP基本与原始LBP一致；比如在p=16,R=2时，圆形边界上的点可能不是整数或正好落在某个像素格子内，可能位于交界处，所以这种情况下，可以使用双线性插值法来计算该点的像素值。

公式

圆形LBP跟原始公式很像，无非就是增加了两个变量：采样点数P以及采样圆形领域半径R。

表示成数学公式：

$$LBP_{P,R}(x_c,y_c)=\sum_{p=1}^{P}s(I(p)-I(c))*2^p$$

其中，p表示圆形区域中总计P个采样点中的第p个采样点（注意大小写区分开了）；$I(c)$表示中心像素的灰度值，$I(p)$表示圆形边界像素点中第p个点的灰度值。

总共有p个点在圆形边界上，那么那些点的坐标如何计算？通过下面公式计算：

$$\begin{cases} x_p=x_c+R*\cos(\frac{2\pi p}{P}) \\ y_p=y_c-R*\sin(\frac{2\pi p}{P}) \end{cases}$$

$s(x)$公式与原始LBP中的一样，公式如下：

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

3.旋转不变LBP

原始LBP灰度不变但不是旋转不变，提出了具有旋转不变性的lbp算子，即不断旋转圆形邻域得到一系列初始定义的LBP值，取其最小值作为该邻域的LBP值。

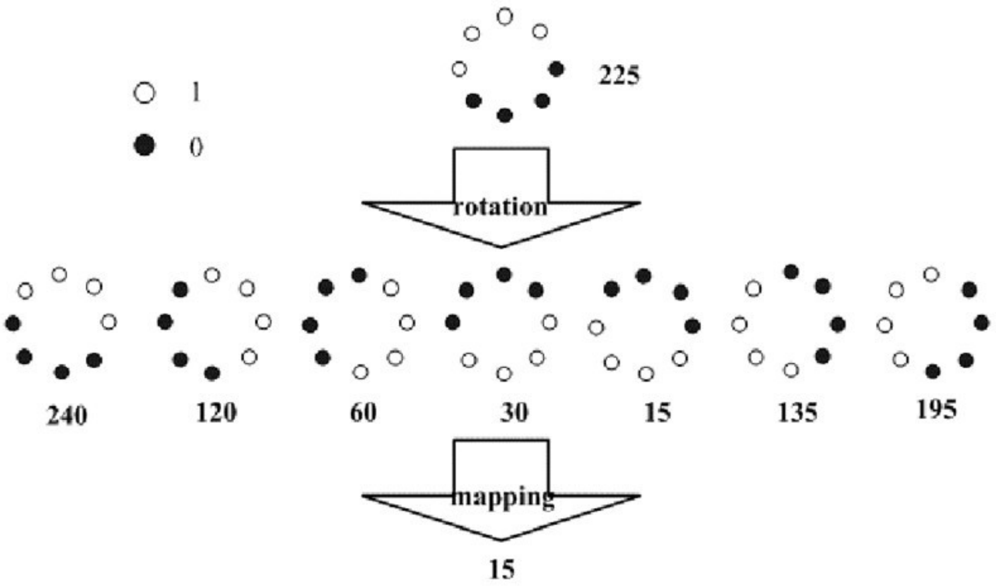


图 2.5 旋转不变的 LBP 示意

原始LBP得到的数值转化为二进制编码，对它进行循环移位操作，有8种情况（包括自身）。取其中最小的一个值，比如图中就对应着15，这个值是旋转不变的，因为对图像做旋转操作等价与上面8种移位的过程了，而8种情况都对应同一个值，即8个值中的最小值15，即拥有了旋转不变特性。

数学公式

LBP值计算方式与原始的LBP一样，这里不做赘述。

区别在于对LBP的结果进行二进制编码，并做循环移位，取所有结果中最小的那个值：

$$LBP_{P,R}^{rot} = \min\{ROR(LBP_{P,R}, i) | i = 0, \ldots, P-1\}$$