



计算机视觉

Harris角点检测

讲师：屈老师

1. 掌握角点的直观意义
2. 掌握Harris角点检测的基本思想

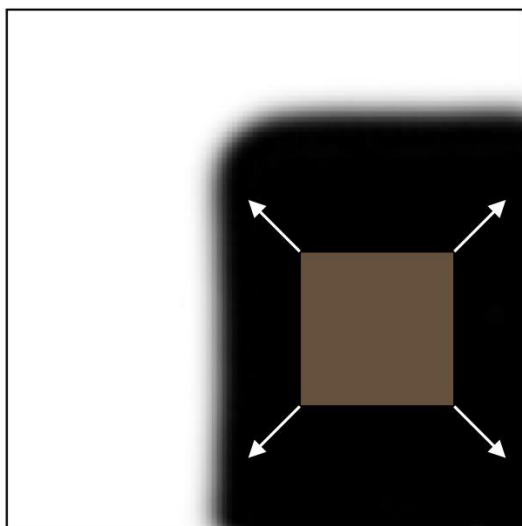




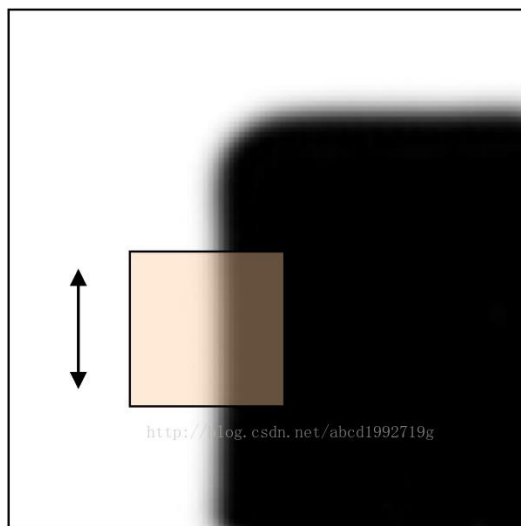
Harris角点检测

- Harris算子原理
- OpenCV示例

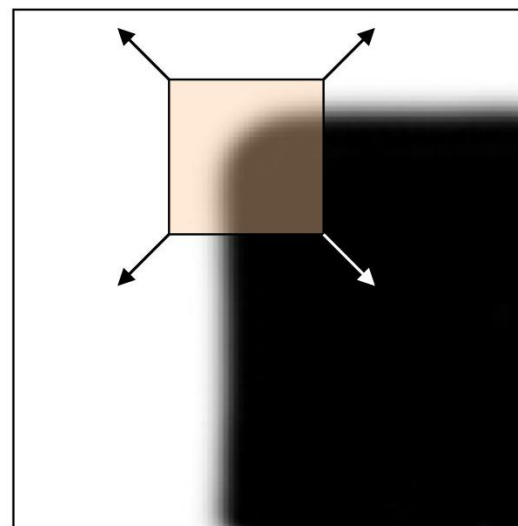
- 在灰度变化平缓区域，窗口内像素灰度积分近似保持不变
- 在边缘区域，边缘方向：灰度积分近似不变，其余任意方向：剧烈变化；
- 在角点处，任意方向均剧烈变化



“flat” region:



“edge”:



“corner”:

- 定义灰度积分变化:

$$E(u, v) = \sum_{x, y} w(x, y) [I(x+u, y+v) - I(x, y)]^2$$

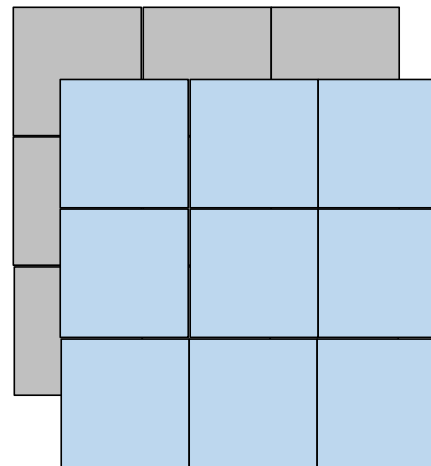
$$\sum [I(x+u, y+v) - I(x, y)]^2$$

$$\approx \sum [I(x, y) + uI_x + vI_y - I(x, y)]^2 \quad \text{First order approx}$$

$$= \sum u^2 I_x^2 + 2uv I_x I_y + v^2 I_y^2$$

$$= \sum [u \ v] \begin{bmatrix} I_x^2 & I_x I_y \\ I_x I_y & I_y^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix} \quad \text{Rewrite as matrix equation}$$

$$= [u \ v] \left(\sum \begin{bmatrix} I_x^2 & I_x I_y \\ I_x I_y & I_y^2 \end{bmatrix} \right) \begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix}$$



- 定义灰度积分变化:

$$E(u, v) = \sum_{x, y} w(x, y) [I(x + u, y + v) - I(x, y)]^2$$

- 如u, v很小, 则有:

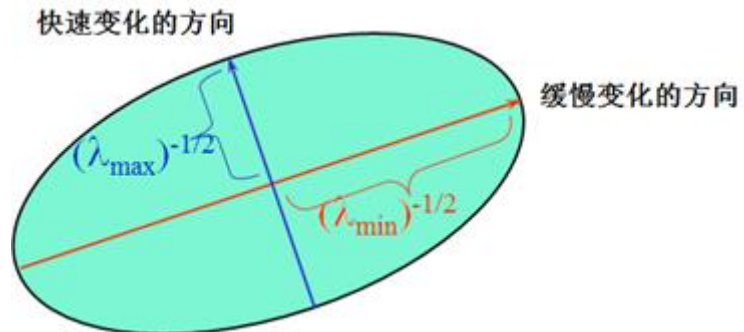
$$E(u, v) \cong [u, v] M \begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix}$$

其中

$$M = \sum_{x, y} w(x, y) \begin{bmatrix} I_x^2 & I_x I_y \\ I_x I_y & I_y^2 \end{bmatrix}$$

- 注意到 E 是一个二次型，即：

$$E = [u \quad v] \begin{bmatrix} A & C \\ C & B \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix} = Au^2 + Bv^2 + 2Cuv$$



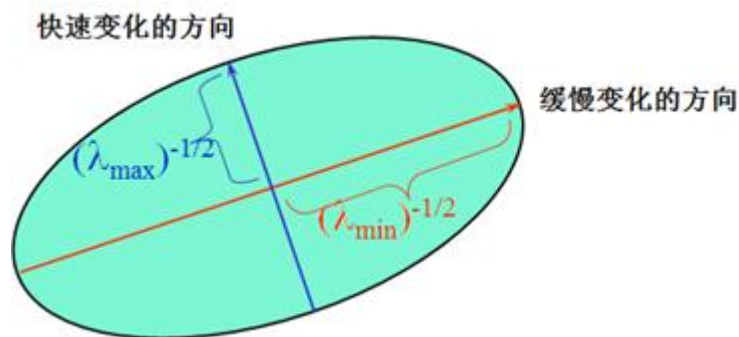
$$\frac{u^2}{a^2} + \frac{v^2}{b^2} = 1$$

- $\lambda_1^{-1/2}$ 和 $\lambda_2^{-1/2}$ 是椭圆的长短轴

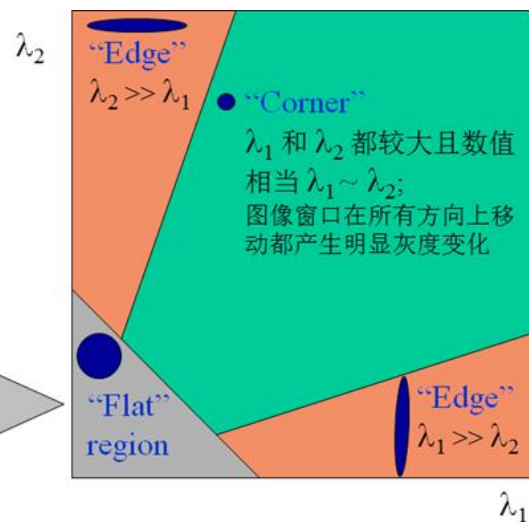
当 λ_1, λ_2 都比较小时, 点 (x, y) 处于灰度变化平缓区域;

当 $\lambda_1 \ll \lambda_2$ 或者 $\lambda_1 \gg \lambda_2$ 时, 点 (x, y) 为边界像素;

当 λ_1, λ_2 都比较大, 且近似相等时, 点 (x, y) 为角点;



如果 λ_1 和 λ_2 都很小,
图像窗口在所有方向上
移动都无明显灰度变化



- 使用角点响应函数：

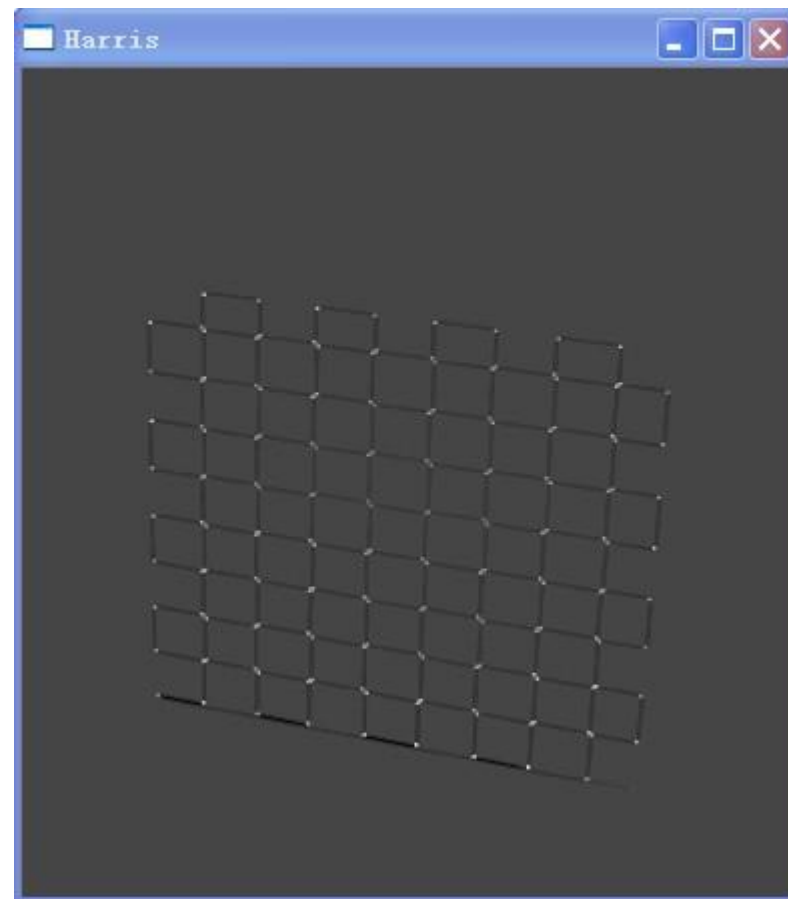
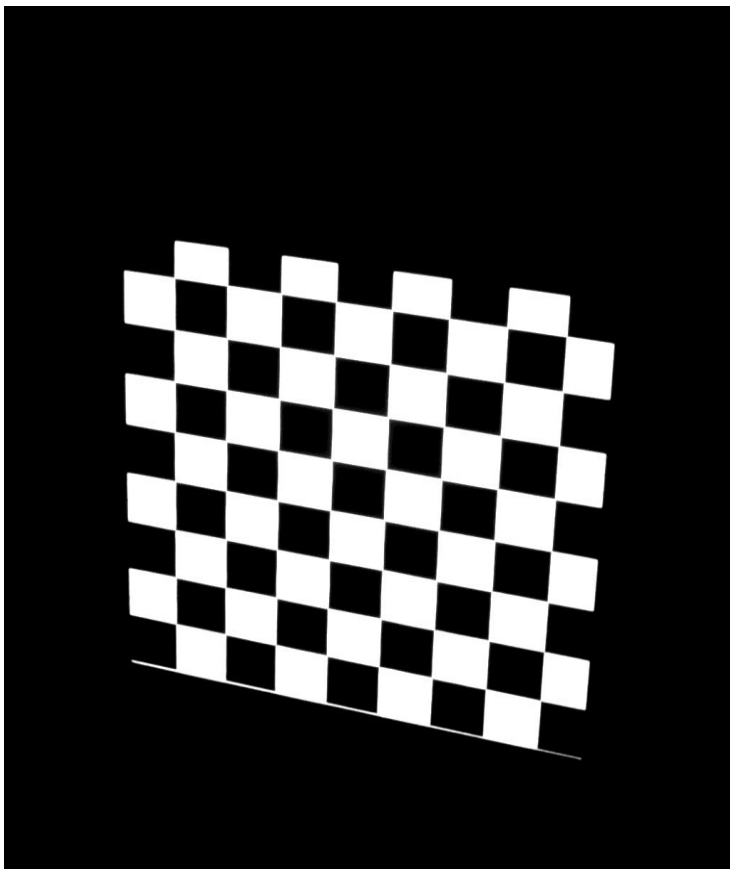
$$R = \det M - k (\text{trace } M)^2$$
$$\text{trace } M = \lambda_1 + \lambda_2 \qquad \det M = \lambda_1 \lambda_2$$

- 当R接近于零时，处于灰度变化平缓区域；
- 当 $R < 0$ 时，点为边界像素；
- 当 $R > 0$ 时，点为角点。

● 相关函数

```
void cornerHarris(InputArray src, OutputArray dst,  
    int blockSize, int ksize, double k, int borderType=BORDER_DEFAULT );
```

- src, 输入图像, 即源图像, 填Mat类的对象即可, 且需为单通道8位或者浮点型图像。
- dst, 函数调用后的运算结果存在这里, 即这个参数用于存放Harris角点检测的输出结果, 和源图片有一样的尺寸和类型。
- blockSize, 表示邻域的大小, 更多的详细信息在cornerEigenValsAndVecs中有讲到。
- ksize, 表示Sobel()算子的孔径大小。
- k, Harris参数。
- borderType, 图像像素的边界模式, 注意它有默认值BORDER_DEFAULT。更详细的解释, 参考borderInterpolate函数。





1. Hough变换的核心思想基于参数空间下的直线模型及投票原理
2. Hough变换通过特征值判断灰度是否发生突变
3. Hough变换想法直接，易于实现，是其它角点提取算法的基础

1. 以Lena为原始图像，通过OpenCV提取角点，尝试分析角点检测的准确率，并注意其位置。

EDU

CSDN学院 IT实战派

