

[CV] 快速计算灰度图 bounding box 内部的方差

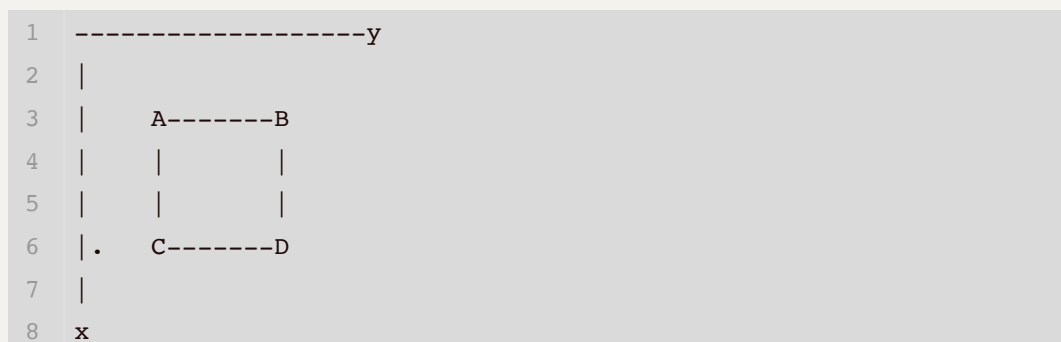
简介

给定一张灰度图和一系列 bounding boxes，每个 bounding box(bbox) 通过 `[left, top, right, down]` 编码，计算每个 bbox 内部像素的均值和方差。

直观的思路是对每个 bbox 计算均值然后计算方差，每一个的时间复杂度为 $O(k \cdot w \cdot h)$ 其中 k 是一个常量。当 bbox 很多的时候，时间复杂度过高。计算方差肯定绕不过均值，先思考如何快速计算均值。

Haar 特征

本科的时候学过 `VJ-Detector`，具体原理已经忘掉了，但记得有一个 haar 可以快速计算区域内像素和。思路类似二维前缀和。



如图，我们定义：

$$haar(x, y) = \sum_{i=0}^x \sum_{j=0}^y I(i, j)$$

那么图中 A, B, C, D 构成的面积可以表达为

```
1  sum_ = haar[Dx][Dy] - haar[Bx - 1][By] - haar[Cx][Cy - 1] -  
    haar[Ax - 1][Ay - 1]
```

同时像素的个数可以被表达为

```
1  area = (D_x - A_x + 1) * (D_y - D_y + 1)
```

这样构造好了haar以后，能够很快的计算出均值，代码如下，没有经过测试，但是原理是没有问题的：

```
1 def mean_(img, bboxes):
2     # bboxes 为bbox 构成的列表, bbox通过[left top right down] 编
   码
3     if len(img) == 0:
4         return None
5     row, col = len(img), len(img[0])
6     haar = [img[i][:] for i in range(row)]
7     # 构造积分图
8     for i in range(row):
9         for j in range(col):
10            if i == 0:
11                haar[i][j] += haar[i][j - 1] if j > 0 else 0
12            elif j == 0:
13                haar[i][j] += haar[i - 1][j]
14            else:
15                haar[i][j] += haar[i - 1][j] + haar[i][j - 1]
16            - haar[i - 1][j - 1]
17        n_bboxes = len(bboxes)
18        mean_ = [0] * n_bboxes
19        for idx, bbox in enumerate(bboxes):
20            A = bbox[:2]
21            B = bbox[3:]
22            C = [A[0], B[1]]
23            D = [B[0], A[1]]
24            area = (bbox[2] - bbox[0] + 1) * (bbox[3] - bbox[1] +
   1)
25            sum_ = 0
26            if bbox[0] == 0 and bbox[1] == 0:
27                sum_ = haar[D[1]][D[0]]
28            elif bbox[0] == 0:
29                sum_ = haar[D[1]][D[0]] - haar[B[1] - 1][B[0]]
30            elif bbox[1] == 0:
31                sum_ = haar[D[1]][D[0]] - haar[C[1]][C[0] - 1]
32            else:
33                sum_ = haar[D[1]][D[0]] - haar[B[1] - 1][B[0]] -
   haar[C[1]][C[0] - 1] + haar[A[1] - 1][A[0] - 1]
34            mean_[idx] = sum_ / float(area)
35        return mean_
```

快速计算方差

首先考虑一下方差的公式

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_i (x_i - \bar{x})^2$$

展开

$$\begin{aligned} & \frac{1}{n} \sum_i (x_i - \bar{x})^2 \\ &= \frac{1}{n} \sum_i (x_i^2 - 2x_i\bar{x} + \bar{x}^2) \\ &= \frac{1}{n} \sum_i \{(x_i^2) - 2 \cdot (x_i \cdot \bar{x} + \bar{x}^2)\} \\ &= E(X^2) - 2\bar{x}E(X) + E(X)^2 \\ &= E(X^2) - E(X)^2 \end{aligned}$$

所以只需要再对 X^2 构造积分图就可以了。