

基于上下文的显著性检测

计 42 殷达 2014011320

January 18, 2018

原始论文 : Goferman, S., Zelnikmanor, L., Tal, A. (2012). Context-aware saliency detection. IEEE Transactions on Pattern Analysis & Machine Intelligence, 34(10), 1915-1926.

1 算法原理

这篇论文主要是基于上下文的关联信息进行图像内显著性区域的检测。

1.1 基础部分

对于每一个像素点，我们可以先使用它周围的 $r \times r$ 区域内的像素点的 Lab 空间上的色彩作为该像素点代表的 Patch 的色值。进而算出图上任意两点之间的差异性。差异性公式如下

$$d(p_i, p_j) = \frac{d_{color}(p_i, p_j)}{1 + c \cdot d_{position}(p_i, p_j)}$$

其中 $d_{color}(p_i, p_j)$ 是上述提到的每个像素点代表的 Patch 色值的差距，这里采用归一化后的欧几里得空间距离，类似的 $d_{position}(p_i, p_j)$ 是两个像素点同样是在长宽两个维度上归一化后在欧几里得空间上的距离。 c 在我的实现过程中采用了和原文一致的 3。

在此基础上可以定义每个像素点的显著性值 (Saliency)。

$$S_i^r = 1 - \exp\left(-\frac{1}{K} \sum_{k=1}^K d(p_i^r, q_k^r)\right)$$

其中 r 是上文提到的尺度，这里选取的 q_k 是与当前像素点 p_i 在差异性上最低的 K 个点。 K 为常数，在实现过程中，选用了和原文一致的 64。

1.2 优化部分

通过多尺度的局部性检测，可以进一步减弱背景部分的影响。利于，在实现过程中我选取 $R_q = \{r, \frac{r}{2}, 1\}$ 作为 Patch 大小的候选尺寸，分别计算整个图在这些 Patch 尺寸下得到的显著性值，最后取平均值。公式如下：

$$\bar{S}_i = \frac{1}{M} \sum_{r \in R} S_i^r$$

这里因为候选列表为 3，所以有 $M = 3$ 。

除此之外，通过过滤可以初步得到图像的主体部分。比如选取 $\bar{S}_i > 0.8$ 的部分。进而可以利用距离上的信息（越远离主体部分的像素点显著性越低），重新计算显著性。

$$\hat{S}_i = \bar{S}_i(1 - d_{foci}(i))$$

其中 $d_{foci}(i)$ 为像素点 i 到主体部分最近像素点的距离。使用这个公式可以进一步减小离主体部分较远的像素点的显著性。

2 时间复杂度分析

在基础部分可以看到，需要预计算每个像素点代表的 Patch 的平均色值，这一部分的时间复杂度为 $O(Nr^2)$ 。其中 N 为像素点个数， r 为 Patch 边长。在具体计算时，需要计算每两个像素点之间的差异性，时间复杂度为 $O(N^2)$ 。在使用了多种尺寸的计算并取平均后总共需要 $O(MN^2)$ 的时间。而最后做过滤并对每个非主体部分像素点寻找主体部分最近像素点需要的时间复杂度为 $O(N^2)$ ，但是实际情况，主体部分的像素点个数较少，真实时间复杂度一般达不到 $O(N^2)$ 。而且，这一部分可以使用 kd tree 优化到 $O(N\log(N))$ 。整个算法的整体时间复杂度为 $O(MN^2)$ 。

3 结果

如下样例是源图像大小为 $290px \times 220px$ ，Patch 大小为 5 时，在 Intel(R) Core(TM) i5-6200U CPU @ 2.30GHz 上跑了 93m46s 后的结果。



Figure 1: 原始图像

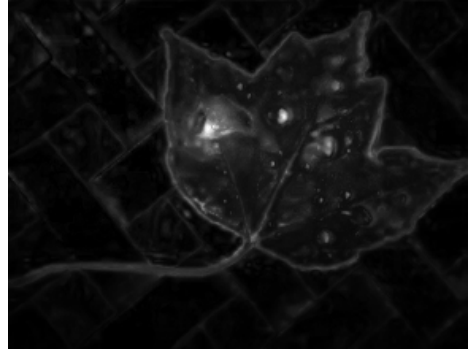


Figure 2: 最终效果

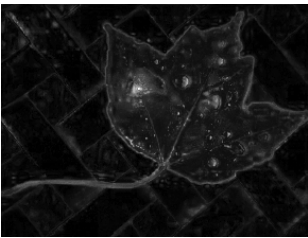


Figure 3: Scale=1

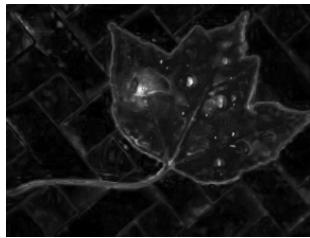


Figure 4: Scale=3

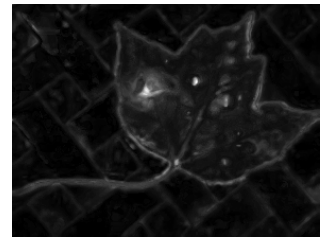


Figure 5: Scale=5

如下样例是源图像大小为 $101px \times 99px$ ，Patch 大小为 9 时，在 Intel(R) Core(TM) i5-6200U CPU @ 2.30GHz 上跑了 1m54s 后的结果。

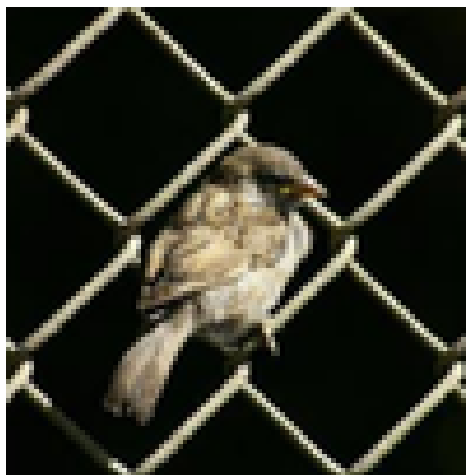


Figure 6: 原始图像



Figure 7: 最终效果



Figure 8: Scale=1

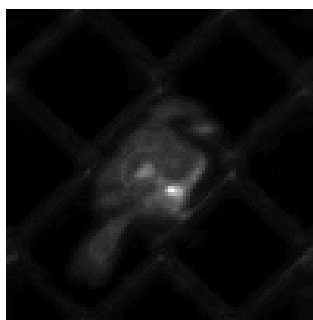


Figure 9: Scale=5

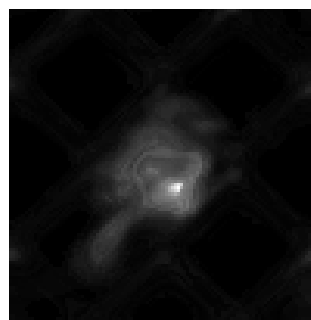


Figure 10: Scale=9