

在纹理图像中生成高质量的超像素

张哲, 徐盼盼, 常建, 王文成*, 赵冲, 张建军.
Generating High-quality Superpixels in Textured Images.

Computer Graphics Forum, 2020, 39(7): 421-431.

*e-mail: whn@ios.ac.cn, *tel: 010-62661611

概述

- 超像素指的是图像中相邻且颜色、亮度、纹理等特征相似的像素组成的小区域。其一般作为分割任务的预处理步骤，可以有效降低后续任务的复杂度，提高后续任务的分割质量。
- 已有方法[1,2]主要依赖于像素之间的差异来求得边缘信息并进行超像素分割。并且由于现实中大部分图像都含有一定的纹理信息，使得纹理边界和物体边界变得不易区分，导致已有的超像素分割方法难以获得高质量的结果。

目标

- 降低图像中纹理噪声的干扰，生成质量较高、边缘贴合的超像素分割结果。

思路

- 基于文献[3]中的纹理度量算子设计了一种新的自适应窗口来度量图像中的纹理特征和边界特征。
- 提出了一种新的距离度量，其综合考虑像素颜色、空间距离以及边界特征，以生成高质量的超像素。

自适应窗口特征度量

- 文献[3]中的纹理度量算子：

$$T_x(p) = \left| \sum_{q \in R(p)} g_{p,q} \cdot (\partial x I)_q \right| \quad T_y(p) = \left| \sum_{q \in R(p)} g_{p,q} \cdot (\partial y I)_q \right|$$

$$g_{p,q} \propto \exp\left(-\frac{(x_p - x_q)^2 + (y_p - y_q)^2}{2\sigma^2}\right)$$

$$T(p) = \text{Norm}(T_x(p) + T_y(p))$$

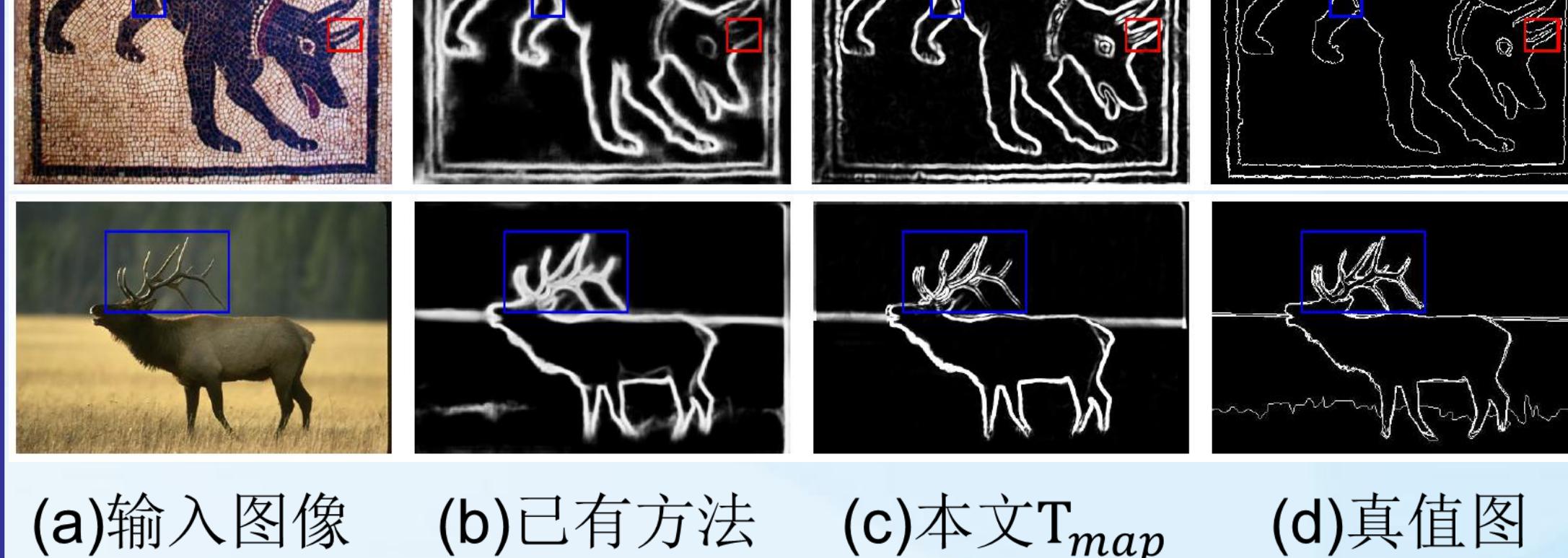
- 我们利用上述纹理度量算子来得到图像中的边界特征，其步骤如下：

(1) 对于输入图像中的每个像素，使用较大窗口进行纹理度量。

(2) 根据步骤(1)中的纹理度量结果为每个像素分配一个自适应窗口，以对原图像进行自适应平滑处理。

(3) 对步骤(2)中平滑后的图像中的每个像素使用较小窗口进行纹理度量。

(4) 根据步骤(3)中的纹理度量结果预测每个像素属于边界的概率，我们将得到的这个概率图称为 T_{map} 。



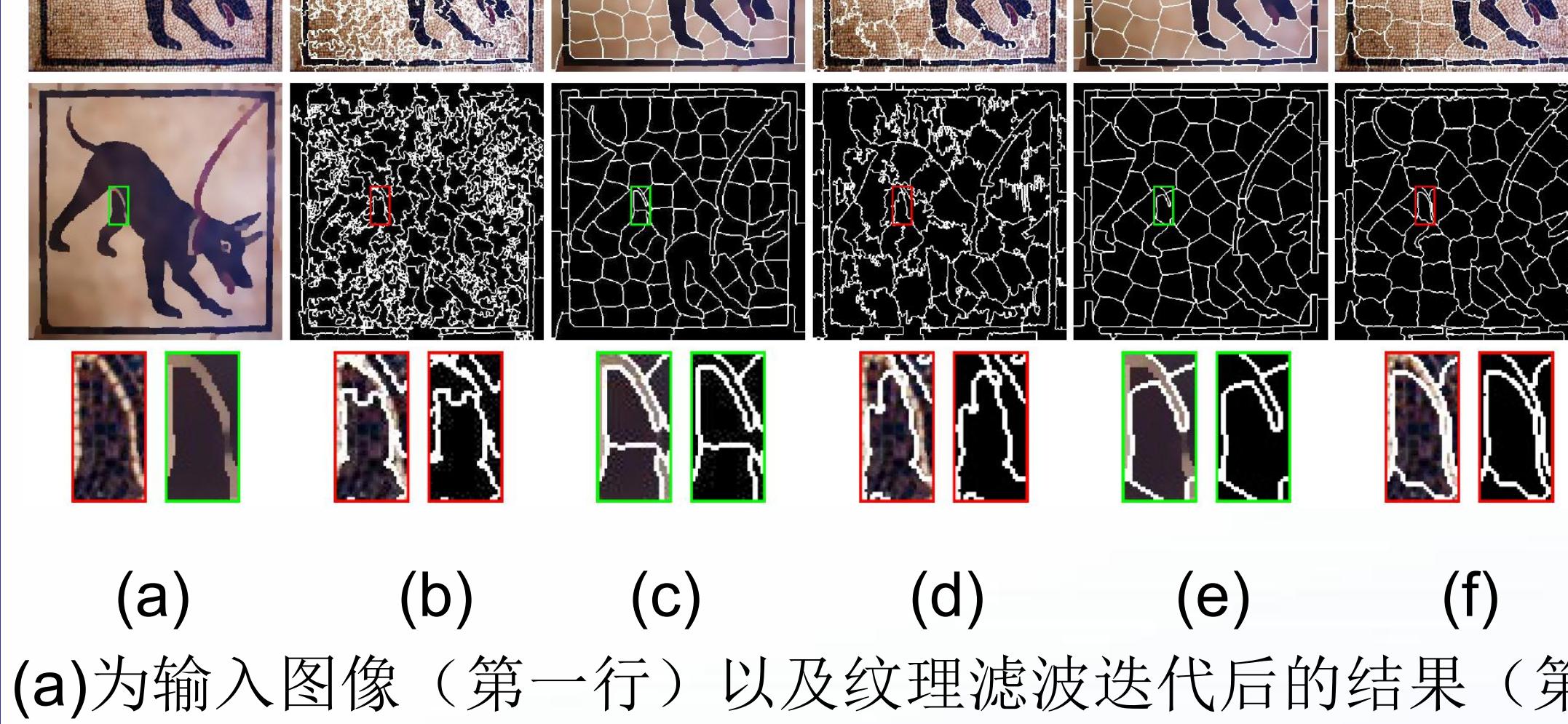
(a) 输入图像 (b) 已有方法 (c) 本文 T_{map} (d) 真值图

距离度量

- 我们设计了一种综合考虑了像素颜色、边界特征以及空间位置的距离度量，以在生成超像素时很好地保留纹理区域之间的边界。

结果比较

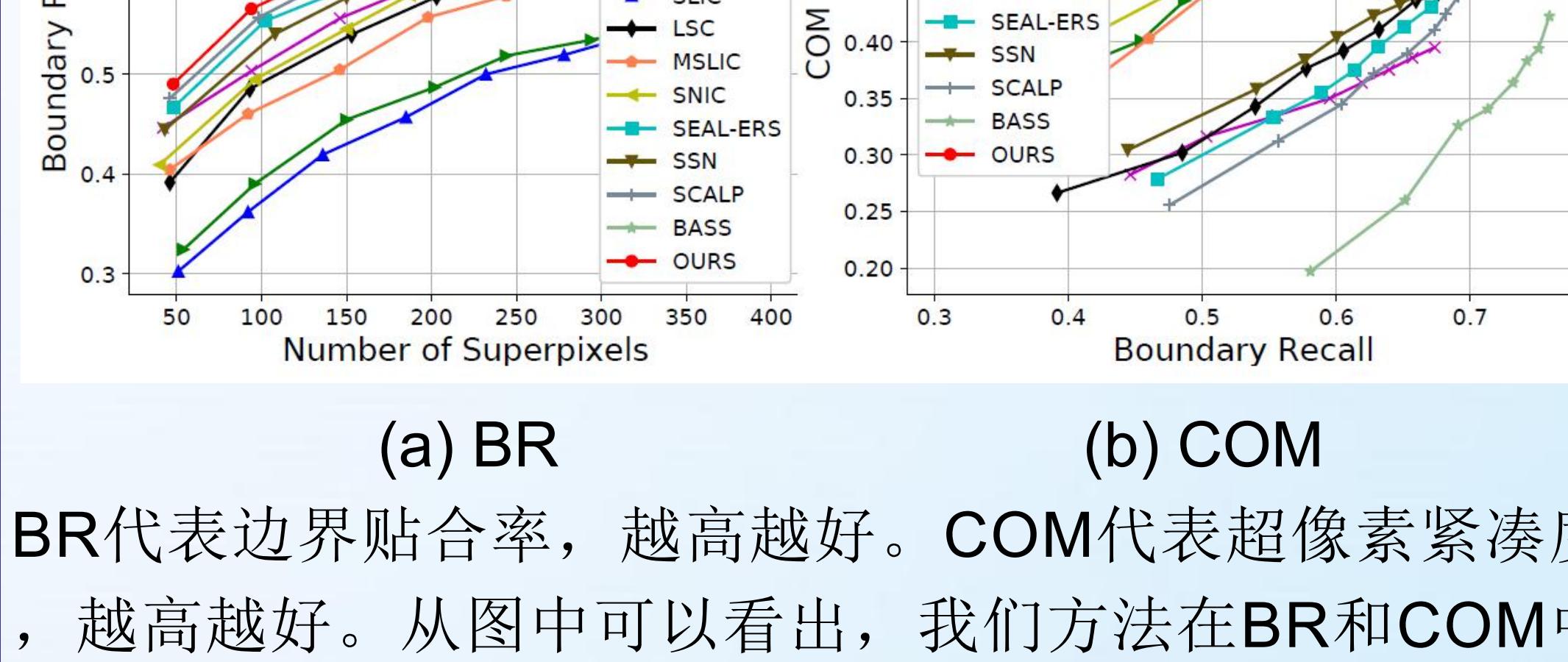
- 本文方法与已有超像素分割方法的定性比较。



(a) (b) (c) (d) (e) (f)

(a) 为输入图像（第一行）以及纹理滤波迭代后的结果（第二行）。(b) 为对输入图像应用 ERS[1] 方法得到的超像素。 (c) 为对滤波后的图像应用 ERS 方法得到的超像素。 (d) 为对输入图像应用 SLIC[2] 方法得到的超像素。 (e) 为将 SLIC 应用于滤波后的图像得到的超像素。 (f) 为我们的方法应用于输入图像。

- 本文方法与已有超像素分割方法的定量比较。



(a) BR

(b) COM

BR 代表边界贴合率，越高越好。COM 代表超像素紧凑度，越高越好。从图中可以看出，我们方法在 BR 和 COM 中取得了优异的表现，并优于 SSN[4] 这样的深度学习方法。

结论

- 提出了一种自适应窗口来区分纹理特征和显著边界特征。
- 提出了一种综合考虑颜色、边界、空间信息的超像素分割方法，该方法可以生成保持边界、紧凑的超像素。

参考文献

- Liu M, Tuzel O, Ramalingam S, et al. Entropy rate superpixel segmentation [C]. Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2011:2097-2104.
- Achanta R, Shaji A, Smith K, et al. Slic superpixels compared to state-of-the-art superpixel methods [J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2012, 34(11):2274-2282.
- Lin T, Way D, Shih Z, et al. An efficient structure-aware bilateral texture filtering for image smoothing [J]. Computer Graphics Forum, 2016, 35(7):77-86.
- Jampani V, Sun D, Liu M, et al. Superpixel sampling networks [J]. Proceedings of the Conference on European Conference on Computer Vision, 2018:363-380