

U-Net 在分割任务中用以 Regression 是否有效?

Xinze LI

Feb 10, 2025

这段时间做了些什么失败的实验

- 跑遍了近2~3年所有应用了 Signed Distance Map 的模型
- List
 - Enhancing semi-supervised medical image segmentation with boundary awareness and Competitive Contrastive Learning, *Biomedical Signal Processing and Control* (很贴心无代码 😡 😡 😡)
 - Shape-Aware Organ Segmentation by Predicting Signed Distance Maps, *AAAI 2020 Control* (很扎心, 无代码且复现后不 work 😡 😡 😡)
 - Shape-aware Semi-supervised 3D Semantic Segmentation for Medical Images, *MICCAI 2020* (雪中送炭, 有代码但效果过时)
 - Boundary-Aware Prototype in Semi-Supervised Medical Image Segmentation, *IEEE TIM* (很贴心无代码 😡 😡 😡 😡 😡 😡 😡 😡)

这段时间做了些什么失败的实验

- List (continued)
 - ~~SimCVD: Simple Contrastive Voxel-Wise Representation Distillation for Semi-Supervised Medical Image Segmentation (黑榜第一名, 不给代码, 千辛万苦复现了效果一团糟, 纯~~          ~~)~~
 - Uncertainty Global Contrastive Learning Framework for Semi-Supervised Medical Image Segmentation (很贴心无代码    )

实验过程中给这些论文打上一个大大的



- 共同的喜好：喜欢不放代码
- 实验过程中遇到的最大疑惑，也是这个标题提出的问题的由来
- 我们该如何计算 Signed Distance Map
- 我之前想的：要计算每个点距离 Boundaries 的最短距离
 - 简化版本1：检查每个点是否在 Boundaries 内？
 - 如果边界情况很复杂，应该很难算
 - 简化版本2：考虑能不能做检查点是否在在一个多边形内？
 - 该版本答案：这个我会，可以在线性时间内做到。考虑计算几何中的 Angle sum algorithm.

您猜怎么着



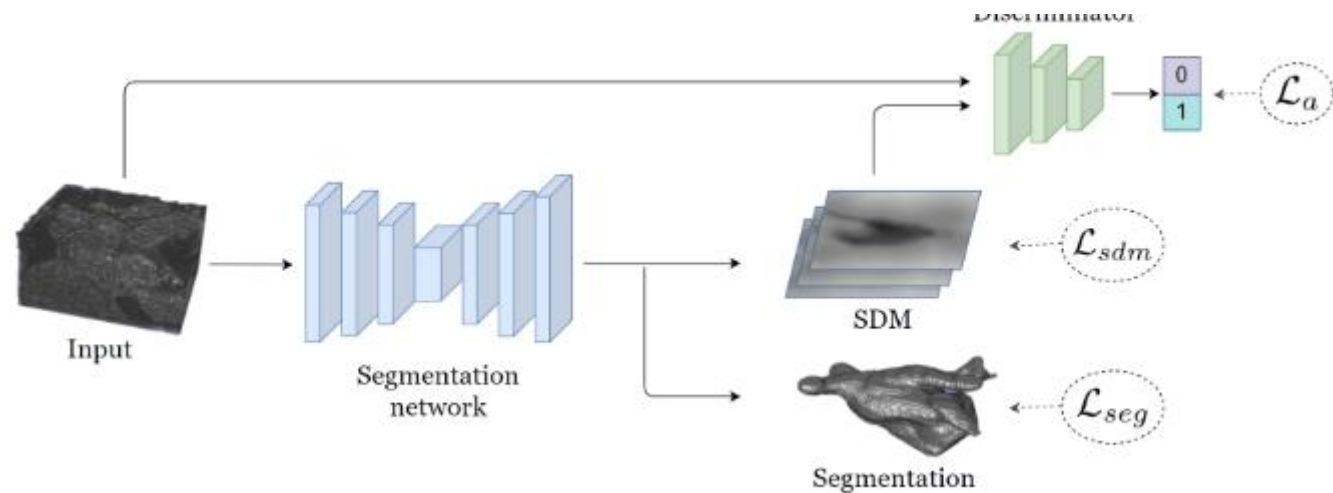
- 0个人想到了怎么算 (including me)
 - 如果能算的话也能发一篇算法类的吧。
- 大家的搞法：给 U-Net 最后输出的时候加一个 `nn.tanh()` 头，然后搞一个 MSE Loss 跟 Ground Truth 的 SDM 算差异。最后认为训练结束的时候，U-Net 的输出 SDM 即为真实的 SDM
- 然而，不知道这些作者们使用了何等高超的技巧，反正我的实现是完全无法达到他们声称的效果。因此，我给他们打上

唯一一篇解释了这样做合理性的文章

- 就是那篇有代码但效果过时的 MICCAI 2020

$$\mathcal{L}_a(\theta, \zeta) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \log D(\mathbf{X}_n, \mathbf{S}_n; \zeta) + \frac{1}{M} \sum_{m=N+1}^{N+M} \log (1 - D(\mathbf{X}_m, \mathbf{S}_m; \zeta)) \quad (4)$$

where $\mathbf{S}_n = f_{sdm}(\mathbf{X}_n; \theta)$ and $\mathbf{S}_m = f_{sdm}(\mathbf{X}_m; \theta)$ are the predicted SDMs.



一点思考

- U-Net 在 Segmentation 中的作用
 - Multi-scale feature extractions
 - Local details + Semantic information
 - Shape prior knowledge
 - Feature fusion (by skip-connection)
 - ...
- 然而，上面这些文章却在用 U-Net 做 Regression ，利用 SDM 具有二分类属性实现 Segmentation...

接下来咋办

- 思路一：设计一种能很好回归 SDM 的U-Net
 - 相关领域：
 - Retina thickness estimation: 并不是很行，因为看了一些相关文章，U-Net 并不是直接输出每个像素的厚度值，而是多层 segmentation 的结果去推算
 - Bone density estimation/denoise: 估计 noise 跟 density 可以归为一类
 - 感觉并不是很行，没什么信心
- 思路二：个人感觉还是 contrastive learning / regularization 比较靠谱。重点还是在样本间。
 - 看了一些 Probabilistic 的各种防偏差/防样本拟合…以及一篇 TPAMI 中的 Student Loss，感觉这个方向有两个硬伤：
 - 你防偏差有实验吗？真偏了吗？我看的文章中都只有笼统的描述，并未见数据支持。
 - 你基于概率的方法，对于不同的样本集合真的都有效吗？所有的样本都有你文章假设的概率分布吗？

接下来咋办

- 思路三：弃坑/开一个新坑：既然是要 Regression，干脆直接 Gen 好了。
 - 反思过去一年的工作：文章看得多，实验做得少。这些人都是骗人的鬼。真残害人。