

数字图像处理

论文阅读

中山大学计算机学院 计算机科学与技术

19335174 施天予

一、论文题目

- 题目: Fast Soft Color Segmentation
- 作者: Naofumi Akimoto¹, Huachun Zhu, Yanghua Jin, Yoshimitsu Aoki
- 单位: Keio University, Preferred Networks
- 出处: CVPR
- 年份: 2020

由于很难找到一篇近两年不是深度学习相关的 paper, 而我本学期也学习了很多深度学习相关的课程, 且对这篇 paper 的内容很感兴趣, 所以选择这篇 paper 进行阅读。

二、论文内容

Soft Color Segmentation 软彩色分割, 指的是将输入图像分解为几个 RGBA 图层 (Red+Green+Blue+Alpha), 每个图层仅包含均匀的色彩区域, 对于图像编辑和图像重新着色非常关键。其应用也十分广泛, 可用于卫星的飓风图像和星云图像的分割等。然而由于其迭代性质, 当前处理此问题的最新方法因处理时间缓慢而受阻, 因此无法扩展到某些实际情况。

1. 主要贡献

正是由与以上这些问题, 作者提出的方法有着以下这些贡献:

- 提出了第一个基于神经网络的方法和 Soft Color Segmentation 软色彩分割的新训练目标。
- 进行定性和定量实验, 证明在保持可比的视觉质量的同时, 实现了 30 万倍的速度提高。
- 将这种方法以前所未有的效率应用于多种实际应用中, 尤其是视频编辑。

2. 主要工作

该论文的方法主要有三个阶段:

(i) Palette Selection, 调色板选择

首先将一张原始 RGB 图像分为颜色层和 Alpha 通道层。接下来自动或者手动选择调色板, 用均值表示当前颜色的输出层。自动的话, 使用 k-means 聚类方法, 对 RGB 图像聚类, 聚出 k 个颜色, 代表当前图层纯色的均值。

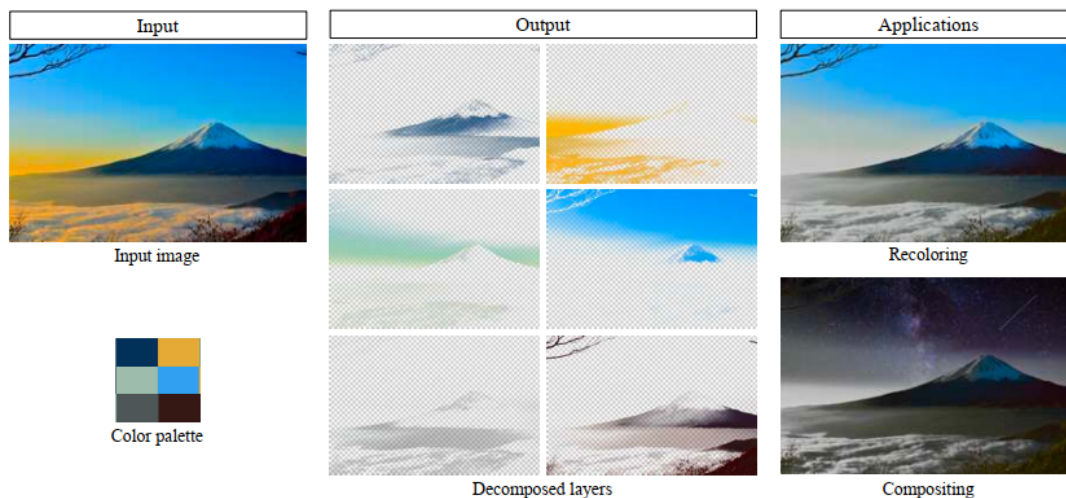


图 1: 输入一张 RGB 图像和一个特定的颜色调色板, 分解这些颜色形成对应的多层的 RGBA 层。这种图层的分解在重新着色和图像合成方面有很多的应用场景。

(ii) Alpha layer estimation, Alpha 层估计

Alpha predictor 是基于一个 U-Net 的结构, 预测与调色板相关的 Alpha 层。输入是输入图像 + 调色板颜色, 输出的对应每个调色板颜色的 Alpha layers。为了可以满足 alpha 相加的条件, 作者对其做了归一化, 也可以通过一个后处理模块, 例如平滑滤波或者 mask 操作。

(iii) Color layer estimation, 色彩层估计

Residue predictor 估计颜色残差, 这些颜色残差指示出颜色从调色板颜色的位移。Residue predictor 同样基于 U-Net 结构, 输入是输入图像 + 调色板颜色 + 上一个模块输出的 processed alpha layers, 主要是用于估计每一层的 GT 和调色板颜色之间的不同, 以便于将输入图像存储成分解层。这个阶段的 Residue predictor 与上个阶段的 Alpha predictor 是在自监督下联合训练的。

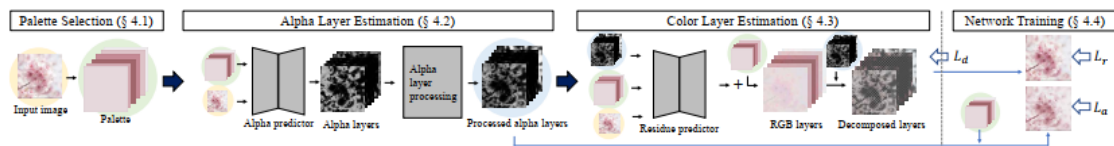


图 2: 主要工作流程图

三、心得体会

这篇 paper 第一个将神经网络应用到软彩色分割中, 不仅与原有方法质和量相当, 还大大提升了处理效率。Fast Soft Color Segmentation 虽然可能算是比较小众的研究, 但是其应用还是很广的, 图像分解、图像的重新着色与合成、视频分解中都可受益于此。在本学期课程中我

们也学习了数字图像处理的一些传统方法，但对我来说也只是知晓其原理，真正运用到工业界应该如何应用还是比较陌生的。当然，正如文中提到的，由于 GPU 的限制他们还无法处理一些超出 GPU 显存限制的高分辨率图像。在计算机领域的一系列发展都是互相联系的，正是由于 GPU 性能的提升才带来了深度学习的热潮，而也正是由于近几年深度学习的流行，才给图像领域带来了许多新的发展空间。

四、与本课程的关联

1. 文中开始将原始 RGB 图像分为颜色层和 Alpha 通道层，这与第六章彩色图像处理有关。
2. 分解根据颜色将原始图像的各个区域分为各个图层，如图1所示，这也与第十章图像分割有关。
3. Alpha 层估计中，作者运用了平滑滤波和 mask 掩膜处理图像，这在课本第三章中讲的空间滤波和第五章讲的几种滤波器都有关。
4. 文中基于 U-Net 结构的神经网络对图像的处理本身就与梯度相关，而 U-Net 结构也是一个经典的全卷积网络结构，关于梯度和卷积的内容我们也在第三章中学得。
5. 软彩色分割将图像分解为图层后最后要重新复原合成，这与第五章图像复原相关联。