

数学建模第 01 次作业

基于 Seam Carving 的图像缩放算法实现与比较

21 刘行 PB22000150

2025 年 3 月 16 日

摘要

图像缩放是计算机视觉和图像处理中的重要课题。传统的缩放方法往往会导致图像失真或重要特征的丢失。Seam Carving (缝裁剪) 作为一种内容感知的图像缩放技术, 能够在缩放过程中保留图像的关键内容, 避免传统方法的缺陷。本文实现了 Seam Carving 算法, 并比较了两种起始行选择策略: 从最后一行开始回溯和随机选择起始行。实验结果表明, 随机选择起始行的方法在保持图像内容完整性的同时, 提供了更好的缩放效果。

1 实验背景

在计算机视觉和图像处理领域, 图像缩放是一项基础且关键的技术。传统的缩放方法, 如均匀缩放, 往往忽视了图像内容的重要性, 可能导致重要特征的失真或丢失。为了解决这一问题, Seam Carving 技术应运而生。Seam Carving 是一种内容感知的图像缩放方法, 通过识别图像中重要的“缝”(seam), 在缩放过程中有选择地删除或插入这些缝, 从而保留图像的关键内容。该方法由 Shai Avidan 和 Ariel Shamir 于 2007 年提出, 开创了基于内容的图像缩放新方式。

2 实验原理

Seam Carving 的核心思想是通过计算图像每个像素的能量值, 识别出能量最小的路径 (即缝), 然后在缩小时删除这些缝, 或在扩展时插入新的缝。具体步骤如下:

1. **能量计算:** 通过计算每个像素的能量值, 通常使用梯度算子 (如 Sobel 算子) 来衡量像素的重要性。

2. **累积能量图构建:** 通过动态规划算法计算累积能量图, 识别出从上到下或从下到上的最小能量路径.
3. **缝的删除或插入:** 根据累积能量图, 识别出最小能量路径, 在缩小时删除这些路径, 在扩展时插入新的路径.

在本实验中, 我们实现了 Seam Carving 算法, 并比较了两种起始行选择策略对接缝路径的影响.

3 程序实现

本实验使用 MATLAB 编程语言实现了 Seam Carving 算法. 主要包括以下步骤:

1. **读取图像:** 使用 MATLAB 的 `imread` 函数读取输入图像.
2. **计算能量图:** 使用 Sobel 算子计算图像的梯度, 得到能量图.
3. **构建累积能量图:** 使用动态规划算法计算累积能量图, 识别出最小能量路径.
4. **选择起始行策略:** 实现了两种起始行选择策略:
 - **从最后一行开始回溯:** 从图像的最后一行开始, 逐行向上回溯, 选择最小能量路径.
 - **随机选择起始行:** 随机选择图像中的一行作为起始行, 从该行开始, 逐行向上回溯, 选择最小能量路径.
5. **生成接缝路径:** 根据累积能量图和起始行策略, 生成最终的接缝路径.
6. **图像缩放:** 根据生成的接缝路径, 删除或插入缝, 完成图像的缩放.

4 程序亮点

在实现过程中, 我们对比了两种起始行选择策略的效果:

1. **从最后一行开始回溯:** 该方法简单直接, 但可能导致接缝路径过于集中在某些区域, 影响图像的视觉效果.
2. **随机选择起始行:** 通过引入随机性, 增加了接缝路径的多样性, 有效避免了路径过于集中的问题, 提供了更自然的缩放效果.

实验结果显示, 随机选择起始行的方法在保持图像内容完整性的同时, 提供了更好的缩放效果, 证明了引入随机性的有效性.

5 实验结果与分析

我们对多张图像进行了实验, 比较了两种起始行选择策略的效果. 实验结果如下:



图 1: 原始图像



图 2: 从最后一行开始回溯



图 3: 随机选择起始行延伸

从上述结果可以看出, 随机选择起始行的方法在接缝路径的分布上更加均匀 (尤其是左图的右下角处), 图像内容保留更完整, 视觉效果更佳.

6 结论

本文实现了基于 Seam Carving 的图像缩放算法, 并比较了两种起始行选择策略. 实验结果表明, 随机选择起始行的方法在保持图像内容完整性的同时, 提供了更自然和均匀的缩放效果. 未来的工作可以进一步优化算法, 引入更多的内容感知策略, 以提高图像缩放的质量和效率.