# 内容自适应的图像缩小算法

## 摘要

本文介绍了一种新的内容自适应图像降尺度方法。其关键思想是优化下采样粒的形状和位置，以更好地与当地的图像特征一致。我们的内容自适应的核函数形成为分别定义在空间和色彩，两个高斯核的双边组合。这将产生一个连续范围从平滑到边/细节保持核函数通过图像内容驱动的。我们优化这些核函数来表示输入图像很好，通过找到一个输出图像从该输入可以很好地重建。这在技术上实现为使用期望最大化算法的受约束变化的迭代最大似然优化。相较于以前的降尺度算法，我们的结果仍然没有从振铃效应的痛苦更清晰。除了自然的影像，我们的算法也是有效的创建从矢量图形输入，像素画图像，因为它能够保持线性特征锋利，连接能力。

## 介绍

降尺度（downscaling）是现在常见的图片操作，我们很少需要观看原始图片，我们一般只需要看预览图，比原始图片小很多的图片，常用在照相机取景器，电脑，网页和移动设备上。

事实上的标准是线性滤波器来自于信号处理领域，首先通过一个低通滤波器然后重采样到结果图片。这种方法保留了奈奎斯特频率部分也避免了锯齿，但损失了细节，导致了锐利边缘变得模糊。锐化这些部分，可以使用Sinc滤波器，但会导致抖动，同时欠采样没有预处理会导致锯齿。由于这些方法都是内容无关的，所以在保留细节和抗锯齿上，这是很难避免的。

在这项工作中，我们提出了一个新的内容自适应降尺度算法。如在经典的方法中，输出像素被计算为输入像素的加权和。这可以解释为一个平均核函数相关联的每一个输出像素。我们的主要想法是为了适应这些核函数的形状，以便更好地与当地的图像特征保持一致。

采用以前的技术比如双边滤波和均值漂移，我们使用的核函数是一个空间上的高斯核来确保局部性，和颜色空间的高斯核函数来保持与图像的内容的组合。这些方法的参数的调整可以实现优化效果和灵活性来调整效果。我们把这个问题当成一个约束重建问题，并优化找出最好的用于一组核函数的结合，能够将重构原始形象所优化的核函数被约束为保持紧凑，简单，“点状”的，由于它们对应于简单的像素中输出图像：输出像素的颜色被计算为核函数加权输入像素的颜色的总和。

在经典方法中，所有核函数有相同的样子，布置成规则的栅格。使用没有优化过的双边滤波能够保留图片细节。但是就像采样算法一样，这可能遗留取决于它们的中心位置的细节。我们的核函数采集了图像中的曲线特征，但由于它们更好地被优化来表示输入图像，他们往往不会遗留细节。在降尺度包含细纹图像时，比如说卡通艺术这个属性是特别重要。

我们的核函数的参数通过使用期望最大化算法的约束变化的迭代最大期望算法优化而得。这种优化通过一个单一的框架产生一些连续的本地核函数，从平滑一些地方或者保留边缘 /细节，这取决于本地的图像内容。由可以控制的清晰度或者锯齿程度，我们实现这两个目标的良好平衡。

我们的算法在降尺度卡通和矢量图形效果不错，并且也可以用减少颜色压缩图片。因为在这些图像像素通常会更大，线性重采样滤波器的模糊显示更加严重。欠采样会产生尖锐的效果，因为只有考虑了一小部分的输入像素，所以可能会错过细节。这可能会导致断裂细节和断开的线。我们已优化的核函数也产生较好的像素艺术，同时尽量减少损坏或断开的细节。

我们在一个广泛的自然和矢量图形输入图像测试了我们的算法。我们比较我们的研究结果和其他一组广泛的替代降尺度方法。此外，我们进行了一个用户研究来验证我们的研究结果的质量。我们的方法，特别是提高了小细节或随机纹理缩小的图像的质量。

## 相关工作

经典的图片降尺度技巧可以从采样理论【香农，1949】中找到源头，为了抗锯齿，通过在空间常量低通滤波和重建信号。但是通过消除高频信号图片降尺度，也导致了信号的模糊。滤波器设计更多是考虑了为（理想的）正弦信号建模，比如Lanczo算法就带来了负面效果（negative lobes）可能会在图片的强烈边角处导致振铃效应。很多滤波器（filter）比如（双线性，双三次等等）也被开发出来【Wolberg，1990】，甚至从图像数据挖掘【triggs 2001】，平衡了图片缩小结果的数学优化和感觉质量。最近的进组【behab和hoppe 2011】在重建之前增加了1个离散信号校正的步骤，在相同计算量下这减少了振铃效应。但是，所有这些方法的滤波器的核函数都没有和图片内容相适应——减少锯齿，同时减少振铃效应。

## 算法

为了找到本地滤波核函数，我们把我们的任务归结为，从一组本地核函数wk（概率密度函数）与固定颜色νk，并在位置和颜色的5D空间中定义的输入图像的重建问题。我们把每一个输入图像的像素解释为 一个本地的均匀概率的核函数，然后从本地核函数随机抽取的一个样本取样本。从理论上说，这些核函数可以具有任何形状和位置。然而，由于它们对应的输出像素，一些对核函数的限制是必要的，因为应用到图像按比例缩小。首先，核函数的数目必须等于输出像素的数量，因而没有核函数可以在优化过程中消失。第二，它们的位置不能变化太多，它们的大小不能变化太多。第三，防止锯齿，我们添加定向约束如第4节所述。

下面介绍了双边滤波的一些算法，同时颜色空间使用了CIELAB。

为了找到这个方程的最优解，需要调整θ{ uk,Σk,vk,δk}的值

使用条件概率公式，argmax pr(X|θ)

这个公式使用最大期望算法。

下面就是利用这个公式解决这个优化问题。

分为三个步骤 expectation maximization correction部分，在伪代码部分有相应的解释。

这个算法需要在三个步骤之间迭代。

## 约束

空间相对位置约束

本地性约束

不同朝向的边缘细节保留约束