# 图像质量评估-模糊度评估

## 算法流程图

整个模糊度的估计的流程图如下图一所示。

待检测图像

根据多次再模糊得到的模糊度的取值决定最后的模糊度

根据再模糊图像得到模糊度度估计值

进行多次再模糊

根据噪声等级进行边缘检测

噪声等级估计

图1：模糊度估计算法流程图

## 噪声等级评估

### 2.1 噪声等级评估的流程图

噪声等级的评估我们主要根据的是“Noise Level Estimation Using Weak Textured Patches Of A Single Noisy Image”文献中的算法来计算，算法迭代流程图如下图2所示。

Yes

NO

噪声等级

判别是否稳定

对于每一个弱文本区域估计

选择弱文本区域

计算

估算初始噪声等级

含噪图像

图2 噪声估计流程图

### 2.2基于PCA的噪声估计

将图像分为不同的块之后，图像的模型如下：

其中，表示原始的图像块，以i像素的矢量形式在中心。是受独立同分布（i.i.d）零均值分布高斯噪声向量影响的矢量块。

我们可以将图像块看成是欧几里得空间的数据。考虑投影到一个适当的轴线上的数据的偏差，用单位向量u定义轴线的方向，假设信号和噪声是不相关的，则投影在u上的数据的偏差可以被定义如下：

其中表示数据集{}的偏差，表示高斯噪声的标准差。我们定义最小方差方向

如下：

最小方差方向可以用PCA计算。最小偏差方向是和协方差矩阵的最小特征值相关的特征向量。协方差矩阵的定义如下：

其中，N是数据个数，是{}的均值。

数据投射在最小偏差方向上的偏差等同于协方差矩阵的最小特征值，因此我们可以得到

其中示有噪声的块的协方差矩阵，示无噪声块的协方差矩阵，表示矩阵的最小特征值。

我们定义弱文本区块为仅仅只在低空间的子空间的区块。弱文本区域的协方差矩阵的最小特征值近乎于0。于是，噪声等级公示可以简化为=。其中表示选择的弱文本区域。

### 2.3 弱文本区域的选择

图像的结构可以由图像梯度的协方差矩阵来有效的测量。对于任意区块y，梯度的协方差矩阵可以根据如下定义：

其中分别表示水平和竖直的微分算子。图像的更多信息可以由梯度的协方差矩阵的特征值和特征向量得到：

协方差矩阵的最大特征值表示了块的主要方向。越大的表示区块含有越大的纹理信息。我们的方法里，用梯度协方差矩阵的最大特征值来衡量纹理信息的强度。但是，最大特征值会受噪声影响，因为我们假设高斯噪声会影响图像的梯度协方差矩阵。对于一个完美的含有N个像素的平坦区域y，我们假设增加了一个标准差是的高斯噪声，那么受噪声影响的区块y可以表示为

其中f表示平坦区域，n表示高斯噪声。由于平坦区域的梯度为0，因此期望的含有噪声的平坦区域的梯度协方差矩阵如下：

假设，假设符合伽马分布来简化问题。由于MGF（矩量母函数）能唯一的决定伽马分布，因此我们用的MGF来表示。的MGF函数如下

表示矩阵的特征值。伽马分布的MGF可以表示为

其中为形状参数和尺度参数。

其中表示矩阵的轨迹。

为了选择弱文本区域，我们做了如下零假设“给出的区块都是一个有高斯白噪声的平坦区域”。当梯度的协方差矩阵小于一个阈值的时候，我们就接受这种假设。阈值和显著水平以及噪声等级之间的关系如下：

其中表示逆伽马累积分布函数。式中显著水平是给定的，例如0.99。因此我们可以知道噪声等级和阈值的选取有关。

### 2.4 噪声估计的迭代框架

我们采用迭代的方式来对噪声进行估计。噪声估计的迭代流程图如图2所示。首先，我们用输入的有噪声的图像的所有部分来产生一个协方差矩阵，估计初始的。基于第k个噪声等级，第k+1个阈值可以得到。然后第k+1个噪声等级可以由选择出来的弱文本区域决定。这个方式一直迭代直到稳定。即为最后的噪声等级。

## 图像模糊度的估计

### 3.1 图像再模糊的原理

理想阶梯函数可以被定义为如下

高斯模糊核

,n∈I

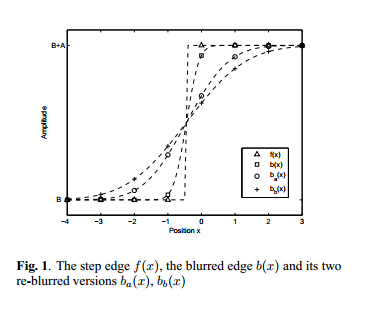
归一化的高斯核

,n∈I

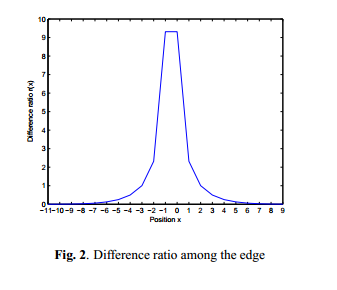
所以对于模糊的边缘为

两个不同的gaussian核卷积，可以得到

因此我们原边缘再分别作两次高斯核模糊，假设，则有

****

我们计算模糊图像和两幅在模糊图像之间的偏差，对于所有的坐标

****

我们可以看出在x=-1，0的时候，r(x)最大。因此，

r(x)max=r(-1)=r(0)=

当时，

有

所以我们可以得到

或者

### 3.2 改进的再模糊算法

根据上文，**，其中R=，**这种算法在边缘的中间高度强度类似，因此，近乎于等于0，因此计算边缘的中心的时候，会带来很大的随机误差。而在计算边缘非中心处的时候，会引起系统误差。这种方法有三个局限性：第一，增加的，因为存在近似估算，这将阻碍局部计算因为较大的值将会引起周围机构的相互干涉。第二，我们需要dx>0.5，去避免分母过小。第三，，减少系统误差。因此，我们在上文的基础上，改进了算法。

基于梯度大小和梯度高度的时候，我们可以得到如下的公式

根据不同模糊尺度下的梯度大小，我们可以得到

，其中，和得到的是不同再模糊尺度下的梯度大小。

其中

如果我们用一阶导数来进一步优化上面的方程我们可以得到

## 实验结果

由于噪声的影响，我们用Matlab自带的canny算子对边缘进行提取的时候，容易将噪声点也包括进来。这是因为Matlab自带的canny算子边缘提取的阈值是和噪声相关的。因此，根据《Noise Estimation from a single image》文献，我们将高阈值设置为低阈值设为高阈值的0.4倍。

## 存在的问题

根据实际的测试结果，模糊检测会存在漏检和误检的问题，尤其是在清晰图像与轻度模糊图像之间。由于判定清晰与轻度模糊的是硬阈值，在阈值附近摇摆的值就容易让人觉得主观上看起来一致的图像，客户的评价却有所不同。

改进的思路，需对这个图像的复杂度进行评估，来制定阈值选择的策略。

实验数据库的构建方法：

主类型：清晰图像、轻度模糊、中度模糊、重度模糊

次类型：图像较简单、图像中度复杂、图像复杂

对每种次类型的清晰图像，人为增加噪声，Sigma从1加到100，用主观判断的方法对其主类型进行分类。寻找阈值与次类型、主类型相关性。（现在是阈值与主类型相关，并且是用硬阈值来区分）