**第3章 视频帧特征提取与空间变换**

3.1. 图像预处理

由于原始采集的图像存在亮度较低，细节不明显等问题，所以必须对原始图像进行预处理。本论文采样的主要图像预处理方法为灰度等级变换。

3.1.1. 灰度等级变换原理

图像的灰度等级变换与像素在图像中的位置无关。定义变换，将原来图像灰度等级内的亮度*p*变换为一个新的范围内的*q*，其定义如下：

(2.1)

图3.1展示了常见的灰度等级变换；分段函数a增强了图像在亮度和之间图像的对比度。函数b被称为亮度阈值化，其结果是二值图像。函数c是负片变换。数字图像的灰度级别是离散的有限集合，因此通过灰度查找表将十分容易实现灰度的等级变换。该原理同样容易在彩色图像上实现，对与彩色图像可以分解为在不同色彩空间下的灰度图，在不同色彩空间下进行相同的灰度等级变换，就可以实现对彩色图像的灰度等级变换。

255

255

a

b

c

*p*

*q*

图3.1. 灰度等级变换常用函数

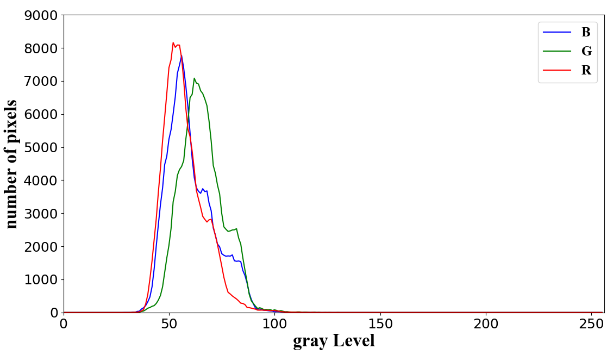
根据第二章对UVDASSB的图像特点分析，该数据库下的图像（视频帧）灰度等级较少并且亮度较低，所以这里采用的灰度变换函数为函数a，更加具体的说，这里的图像预处理方法为线性变换，本文所采取的灰度变换方法可以定义为如下的公式

式中，为线性变换系数；*p*为原始图像下的灰度等级；*q*为经过灰度等级变换后的灰度等级。

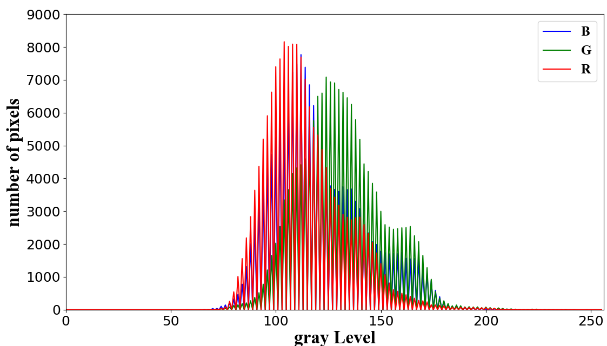
3.1.2. 图像预处理结果

通过对UVDASSB中视频样本的灰度等级的统计我们发现96%的灰度等级均低于120，于是这里的线性变换系数被设置为2。在线性变换过程中，视频的RGB三个颜色通道都进行了相同的线性变换。因为90%的像素灰度值都低于120，经过线性变换后最大的像素灰度值为240低于255。但是存在部分的灰度值经过线性变换后大于255，我们直接将其设为255。

根据如上的灰度线性变换，最后得到的实验结果如图3.2所示，a图为未经过预处理的灰度图像，b图为对应的灰度直方图，其中不同颜色的曲线代表不同的颜色空间灰度直方图；c图为线性变换后的图像，d图为对应的直方图。通过实验结果可以得出线性变换的主要两个功能：第一，通过线性变换提高了图像的灰度等级范围，原来的图像灰度范围为50-100，只有50个灰度等级，而经过线性变换后灰度等级范围变为70-200，有130个灰度等级。第二，线性变换后的图像亮度得到了提高，原来的平均灰度等级为70而经过线性变换后得到的平均灰度等级为140。



(a) (b)



(c) (d)

图3.2 图像预处理结果（a）预处理前图像（b）预处理前灰度直方图（c）图像预处理后（d）图像预处理后灰度直方图

3.2. 变分贝叶斯推导

我们假设图像尺寸为并且为彩色图像，则从概率学的角度该图像可以被视为从一个维的图像空间下的一个观测结果，概率记作。显然求取这样一个超高维度的概率是十分困难的，并且在这个超高维空间下大量的变量在我们的观测空间下是没有意义的。比如当这个空间下所有维度的分量都为0的时候，则观测结果为一副全黑的图像，这样一副全黑的图像在一般的数据集下都是没有任何实际意义的，所以我们可以认为这样的观测结果出现的概率是0。除了0以外，大部分的随机出现的各种维度的变量得到的结果都是杂乱无章的数据图，如图3.3我们随机生成了一个维的矩阵，得到结果是毫无意义的杂乱无章的矩阵，在一般的数据集下通常得不到这样的观测图。

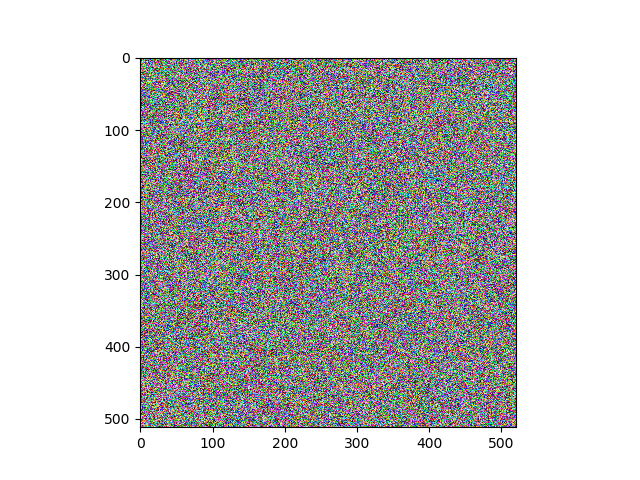
**

图3.3 在512\*512\*3高维空间下随机采样图像

在一般数据集下的图像样本实际上是按照一定规则在超高维空间下进行观测，其观测结果与图像拍摄场景和拍摄角度有关。更具体的说，观测的过程是在有约束和条件的在高维空间下进行观测。于是我们将图像的观测过程描述为两个步骤，首先在某个隐含空间下进行条件观察，在隐含空间下的状态下而得到图像空间下的观察结果，其概率图模型如图3.4所示。隐含空间被定义为z,而图像的观测结果定义为x。图像的生成过程可以描述如下，首先在隐藏空间下生成隐含空间变量其概率可以表示为，在隐变量的基础下得到的图像空间的概率可以表示为,所以最后的生成式模型表达为图3.4中的实线则表示生成式模型。而图中的虚线为对隐含空间的推理，当已知图像空间下观测结果为x时，则隐含空间变量为z的概率。显然这个概率的表达形式以及概率特征都是及其难以获取的，这里我们用一个简单的概率去近似的求取负责的后验概率，这个简单的后验概率被定义为，其概率密度函数形式为卷积神经网络，整个近似优化的过程可以通过变分推断求取。

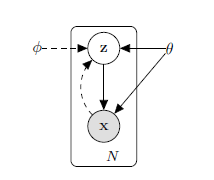


图3.4. 概率观测模型

本章前两个小节将会介绍变分推断以及变分自编码器的基本原理，其后的章节将其运用与UVDASSB数据集最后实现视频数据的空间变换以及数据压缩的两个目的。

3.2.1. 变分推断基本原理

3.2.2. 变分自动编码器原理

3.3. 视频帧空间变换

3.3.1. 变分自动编码器参数学习

3.3.2. 视频帧空间变换

3.4. 本章小结