尊敬的各位老师好：

我是XXX, 我的论文题目是“二维稀疏频谱表达算法及应用验证”,以下是我对论文的汇报，恳请各位老师批评指正。

本次我汇报的内容主要包括以下几点：

论文的研究背景和研究内容

关键技术分析

算法设计

实验分析

和系统应用

本课题来源于中石油地质异常体检测算法库项目，与快速傅里叶变换算法一起构成地质图像的频域计算部分。经过进一步优化后，又应用于实验室人脸识别项目中，作为一种频域主成分分析方法，主要完成图像预处理和频域特征提取，帮助提高人脸分类和识别的准确性。

由于信号规模的膨胀，传统的信号处理方法已经难以应付庞大的信号，因此，追求更简洁的信号表达方法成为了研究的热门。信号稀疏表示理论应运而出，如图所示，他突破了单一空间基的限制，把用于信号逼近表达的向量扩展到跨空间的过完备字典集上，从而得到维度很小的原信号的等价表达。但信号稀疏表示无法提供类似傅里叶的分析方法，因此，希望结合两种表达优点，寻找一种基于傅里叶频谱的信号稀疏表达方法。

MIT研究人员在2012年发表了其在一维稀疏傅里叶频谱计算和表达方法上的突破，很快被应用到工业界不同领域中。例如在GPS卫星定位，在核磁共振中，在磁共振医学成像中的应用等。

主要的研究内容为：

1.重点调研了信号稀疏表示理论和一维稀疏傅里叶算法原理

2.重点研究了二维信号稀疏频谱表达方法

3.大量实验验证分析和地质图像应用验证

4.研究了人脸识别系统应用实现

本文涉及到的第一个关键技术是对MIT关于严格稀疏傅里叶变换算法的改进，该算法必须假设二维信号的频谱稀疏分布满足一定约束，对稀疏度有严格的限制。

对满足条件的的二维信号，该算法可以通过采样少量行和列，并计算采样行列一维傅里叶变换的基础上，逐行逐列使用one-sparse算法计算每一行列稀疏频率，计算得到的稀疏频率用于另一维度上的采样信号，用于下一次迭代。最终计算得到所有的二维稀疏频率。算法的缺点是算法本身不收敛，需通过严格的约束条件来保证算法收敛的概率。不收敛时的稀疏分布如图。本文对原算法的改进之处是在行列迭代时引入两个BitSet标识行列的稀疏频谱恢复状态，当算法不收敛时，通过BitSet的状态可以模糊定位稀疏频率的所有可能位置。最后通过矩阵幅值计算方法求出幅值。

改进后算法减弱了对稀疏度的约束，扩展了适用性。对满足假设分布的信号，对比了FFTW，原算法和改进算法求解其频谱。时间性能上，在稀疏度较小时，原算法和改进算法均优于FFTW。稀疏度稍大是，原算法失败，但改进后算法仍然优于FFTW。随着稀疏度变大，改进算法的时间性能与稀疏度成正比增长。FFTW的时间性能与稀疏度无关。对改进后算法准确性的验证，比较了改进算法得到的稀疏频谱与FFTW计算得到频谱之间的最小均方差值，表中列出了不同采样行列下得最小均方差值，图中显示了不为零幅值的统计分布对比。得出结论改进算法能够正确高效的计算稀疏频率。

3:00

第二个关键技术是将该改进算法应用到计算图像的二维稀疏频谱，遇到了两个难点，其一是图像频谱并不满足算法对频谱近似服从伯努利分布的假设。其二是图像频谱并不严格稀疏，包含很多小噪声，是一种噪声稀疏。对于第一个难点的解决，本文研究了图像频谱的分布，并总结了其分布规律的一般特性,概况为幅值较大的主要频谱集中在图中原点附近，另外一些幅值稍大的频率集中在主轴附近。因此本文采用了对这两类频率分别计算的策略。通过一个类似二维高斯函数的选择函数判断稀疏频率的类型，首先模糊定位并计算主轴附近的频谱，更新采样信号和BitSet标识，最后计算显著稀疏频谱。仍然使用基向量逆矩阵乘积采用信号的幅值计算方法，其原理如图。

难点二的解决方法采用了MIT在其发表的文章一维稀疏傅里叶算法中的办法，使用了一个特殊的卷积过滤函数，该函数又高斯函数和矩形函数卷积而来，有较为平坦的通过区，对通过区内的频率无影响。有较快且平滑的收敛截止曲线，能够较好的抑制通过区之外的频率。本文中使用这样的函数卷积采样信号来平滑噪声频率在采样信号中的影响。

以下是算法实现的详细活动图描述，首先是采样输入图像信号并计算采样行和列的傅里叶变换得到中间频谱。同时，启动线程根据用户输入的参数初始化基向量逆矩阵和卷积过滤函数。待初始化线程返回后，主线程继续继续运行，先按行方向在列采样信号中间频谱的基础上逐行计算零散稀疏频率，并更新稀疏频率所在列的采样信号中间频谱和BitSet标识。行方向结束后按列方向计算稀疏频率。这两个过程结束就完成了对所有零散稀疏频谱的计算。最后按行方向计算原点附近的显著稀疏频率。

4:30

在对算法的实验分析中，测试了不同大小，不同类型的多类图像。用量化指标峰值信噪比PSNR和结构相似度SSIM来评价稀疏频谱表达的图像质量，值越大图像质量越好。列举一些实验结果：

使用7%的稀疏频率来表达512\*512的lena图像，峰值信噪比为26.8，结构相似度为0.93.

使用5%的稀疏频率来表达2448\*3264的图像，峰值信噪比为12.4，结构相似度为0.99。结构相似与差异显示如图，颜色越深表明差异越大，为方便显示，调节对比度。算法计算稀疏频谱的时间性能劣于FFTW，空间性能优于FFTW。

使用4.1%的稀疏频率来表达4578\*3446的图像，峰值信噪比17.8，结构相似度0.98，图中还对比了放大后细节部分的表达效果。9.3%的稀疏频谱表达图像清晰度和原图接近，并平滑了原图中得纹理噪声。算法计算稀疏频谱的时间性能和空间性能均优于FFTW。

通过大量实验验证表明，本文图像稀疏频谱表达方法能够以较低的维度正确的表达空间图像，当空间图像较大时，计算稀疏频谱的时间性能和空间性能均优于FFTW。

该计算图像稀疏频谱表达的方法首先在地质图像处理中得到应用，主要用于计算稀疏频谱和图像平滑预处理。图中是地质断层图像和13%稀疏频谱表达的图像。在大图对比中，稀疏频谱表达图像平滑了纹理噪声，断层的边缘也变得清晰。

最后是目前在实验室人脸识别系统项目中的应用，该系统用于在火车站内检测识别目标人脸。我们主要完成识别算法部分，暂不涉及系数平台的开发。总体的系统需求分析。

系统识别部分的总体结构如下，主要由五个模块构成：视频图像采集模块从监控视频中按帧抓取图像，人脸检测提取模块基于Haar特征使用OpenCV级联分类器检测包含人脸的图像并提取人脸。初始化和频域特征提取模块计算提取人脸稀疏频域特征，并平滑预处理，直方图均衡化，归一化。训练好分类器模块计算人脸经分类器后的输出向量。相似匹配模块使用局部哈希方法找到最相似的人脸分类。各个模块相对比较独立，使用了C++,C#,PYTHON三种开发语言，并涉及几个开源库，所以各模块之间构成流水线关系，本文算法主要用于初始化和频域特征提取模块，主要工作独立完成该模块的设计实现，并主要参与了视频采集和人脸检测模块的实现。

对系统的实验分析，首先对实验室人员进行了识别，在采集人脸数目较多且质量较高的前提下，系统的识别正确率高达99%以上。

对比了火车站内多类人脸在加入频域特征和不加频域特征时的识别正确率，实验结果表明加入频域特征后系统识别正确率提高6个百分点。

最后，对本文的工作总结，本文主要工作：

* 独立完成调研信号稀疏表示理论，一维稀疏傅里叶算法。
* 独立设计实现了针对频谱严格稀疏的稀疏频谱表达算法和针对图像这种噪声稀疏的稀疏频谱表达算法。
* 研究了图像稀疏频谱表达在图像处理中的降维降噪作用。
* 研究了人脸识别关键技术，实现了提取频域特征改善识别效果。
* 帮助实现了基于卷积神经网络的人脸分类和基于haar特征的人脸检测提取

以上是我的汇报，请各位老师批评指正。