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

关键问题分析

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。而传统的正交基变换，主要为傅里叶变换等并无法降解信号的维度，例如快速傅里叶变换算法只能以最低的频域采样率计算和时域等规模的频谱。

因此，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。 信号稀疏表示理论在很多信号处理应用中取得了成功。但

傅里叶分析作为广泛使用的信号频域处理分析方法，在现今很多领域仍然具有举足轻重的地位，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，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，并在接下来的几篇文章中发表了更优化的方法和对二维信号的一些尝试。很快被应用到工业界不同领域中。例如图中在GPS卫星定位中的应用，在核磁共振中的应用，在磁共振医学图像中的应用等。

1:30

主要的研究内容为：

1.信号稀疏表示理论和一维稀疏傅里叶算法原理

2.二维信号稀疏频谱表达方法

3.实验分析和地质图像应用验证

4.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更新下一次另一维度上的采样信号。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加入两个个BitSet标识行列的稀疏频谱恢复状态，从而使稀疏频谱的分布变的可视，通过BitSet的状态可以模糊估计在不收敛情形时的稀疏频率位置。最后通过一种基于矩阵运算的稀疏幅值计算方法求每个稀疏幅值。

改进后算法和原算法有相同的时间复杂度，但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稀疏频谱。

FFTW是公认的最优化的快速傅里叶算法实现，其只能计算完整的离散傅里叶频谱。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，图中显示了幅值不为零频谱的统计分布对比。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,概况为二维图像中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。因此本文中对这两类频率分别计算。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，最后的显著稀疏频谱。基于矩阵向量乘积的幅值计算方法原理如图。

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一些矩阵和向量，主要有用于求解稀疏向量的基向量矩阵，和卷积过滤函数掩模序列。

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。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。最后一个部分计算显著稀疏频率，主要通过采样信号中间频谱和相应位置的基向量矩阵的逆的乘积。

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，值越大图像表达的质量越好。以下为例：

对512\*512的lena图像，用一万八千多个稀疏频率，约完整频率的7%来表达源图像，实验结果如下，图像质量量化评价指标峰值信噪比PSNR为26.8615,结构相似度ssim为0.9314.

对2448\*3264的图像，约800万个空间像素图像的稀疏频谱表达实验，图中用5%的频率表达源空间图像，PSNR，和SSIM如图。

左下角是结果相似度对比的和原图的差异，黑色的部分表示结构差异小，为方便显示，调节对比度。其他稀疏度效果对比见表。算法计算稀疏频谱的时间性能劣于FFTW，但空间复杂度由于FFTW。

最后是对约1600万个像素点的图像的稀疏频谱表达实验，图中展示了4.1的稀疏频率表达的空间图像，PSNR为17.8702,结构相似度0.9876。图中还对比了放大后细节部分的稀疏频谱表达效果，9.3%的稀疏表达清晰地和原图接近，还平滑了原图中的纹理噪声。另外，对于4578\*3446的输入，算法时间性能和空间性能都优于FFTW。

6:00

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，并集成在算法库项目中，主要用于计算傅里叶稀疏频谱和图像平滑预处理。图中是原图和13%稀疏频谱表达的图像。接下来的是大图对比，从图中可以看出，稀疏频谱表达图像纹理噪声得到了平滑，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。这是简要的系统需求分析。

系统识别部分的总体结构如下，主要由五个模块构成，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，稀疏频谱表达方法主要用于初始化和频域特征提取模块，本文主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10类人脸和29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识别Top1层正确率提高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。