项目名称：面向复杂成像场景建模的稀疏信号表示理论及方法

完成单位：南昌大学

主要完成人：王玉皞、刘且根、周辉林、陈良兵

项目所属新一代信息技术领域

信号表示和处理是复杂成像场景建模的核心问题之一。在医学成像、雷达成像等各种环境下许多成像重建模型和处理系统已广泛应用于国内外的医疗器械和雷达成像系统。但目前的各种成像重建建模的研究相互独立，缺乏统一融合，各有不足。传统算法对于成像过程中的随机和复杂现象缺乏量化的理论研究，导致成像对象和外在环境的建模准确率和效率都很不理想。经过了近8年的深入研究，本项目关注不同成像场景中信号产生和传输过程的共性和内在规律，充分利用信号表示理论和统计学习理论挖掘其本质特征，提出了全新的图像表示模型和重建算法，将两方面研究融为一体，显著提高了成像性能。主要科学发现包括：

1. 首次提出基于增广拉格朗日的字典学习算法。发展基于增广拉格朗日的方法用于字典学习稀疏表示图像表达。使用分解策略有效地将问题转化为各个子问题的求解，使得计算速度提高数十倍且结果更好。分析了算法优势并证明了算法收敛性，系统地将其应用于医学、雷达成像和检测处理中。

2.着力挖掘了双层变换特有的稀疏性，提出一系列基于梯度域和多特征域进行图像处理的方法，将成像问题约束和特征域高维表示融合成一体研究，形成高维张量表示并用于快速成像重建和处理。性能显著优于以往算法，且速度快利于在线应用。

3.鉴于实际图像处理中梯度域比图像域本身具有更好的视觉对比度但计算相对困难的问题，挖掘了梯度域的相关性特性，提出基于梯度域相关性度量的彩色图像灰度化算法。不仅使得灰度化效果和算法鲁棒性得到大幅提高，而且运行速度达实时要求。

申请人研究成果为医学及雷达在复杂环境下的成像优化提供了核心算法及系统。申请人提出的稀疏表示学习及多特征域处理解决方案，是团队近年来承接国家自然基金“基于电波传播机理的虚拟多视角穿墙雷达成像方法研究”、“基于字典学习理论的快速高分辨率磁共振成像关键技术研究”、“ 基于相关性准则和参数优化策略的彩色图像灰度化关键技术研究”等课题的关键技术，已在雷达成像和医学成像系统中得到应用。

本项目5篇代表作被SCI他引113次，Web of Science他引144次。