**科技进步奖推荐号：**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **项目名称** | | | **图像融合和快速背景减除技术及应用** | | | | | | | | |
| **提名单位** | | | **河北省教育厅** | | | | | | | | |
| **项目简介** | | | **该项目属于计算机视觉领域。**受到自身条件的限制，不同传感器在进行图像采集时不能获得所观测场景的全部信息，从而严重的制约了目标识别与跟踪、智能监控、军事应用等领域关键技术的突破。计算机视觉信息提取技术中，如何快速准确的从视频图像序列中提取出系统所关心的运动目标，是诸多研究人员所关心的一个问题。为了更全面的评估所面对的场景，以获得更有效的图像信息进行图像的特征提取及目标识别，课题组在国家自然科学基金、河北省自然科学基金等项目的支持下，联合科研院所联合攻关，取得了一系列图像融合与快速背景减除关键技术，具有重要的理论意义和工程价值，取得创新结果如下：  1．**发明了一种变光照条件下的快速背景减除法。**以灰度图像序列中连续的若干帧图像作为背景图像进行背景学习，然后判断待测当前帧图像与其前一帧图像的光照条件是否发生变化，如果光照发生了变化，则重新进行背景学习，如果光照没有发生变化，则利用待测当前帧图像与背景模板图像差值的均值与背景学习的结果进行比较，根据比较结果判断是否有异物入侵。该算法可以快速实时的进行光照变化的检测，从而实现背景减除，提取相关入侵的异物。  **2．提出基于核范数最小化的医学图像融合框架。**利用低秩矩阵理论和医学图像的自然统计特性，首次将低秩矩阵理论中的核范数最小化思想推广医学图像融合中，提出基于核范数最小化的医学图像融合框架，利用低秩矩阵恢复算法求解医学图像融合算法的解，该医学图像融合框架具有很好的抗噪性和鲁棒性。  **3．发明了一种基于图像融合的合成孔径雷达图像去噪方法。**发明了一种合成孔径雷达图像去噪方法，通过对待处理的SAR原始图像先用两种去噪算法进行去噪，得到两幅去噪图像；然后对两幅去噪图像分别进行分块重叠，对不同块组求共享相似块；对共享相似块进行奇异值分解，选择较大的奇异值作为融合图像的奇异值，重构融合图像的块组矩阵，并最终得到融合后的去噪图像。该方法不仅有效地改善了去噪图像的视觉效果，还有效地保存了图像的局部结构，能够较好地保持图像的结构信息。  **4．提出了新的聚焦度测量函数，研发了基于多尺度几何变换的多聚焦图像融合算法。**首先，提出了新的聚焦度测量函数，对要融合的多幅灰度图像进行最大最小滤波，然后对其系数进行均值滤波和中值滤波以抑制融合图像的块状效应和孤立点，最后采用系数取大的策略进行图像融合。然后结合多尺度几何变换和非局部相似性及神经网络提出了多种多聚焦图像融合算法，可以快速有效地进行多聚焦彩色图像融合，有效的抑制空域融合算法的块状效应和融合图像中的孤立点，增强了融合图像的边缘纹理信息。  该项目成果应用于江苏通泽辉光电科技有限公司的光纤自动熔接过程、应用于石家庄渡康医疗器械有限公司医疗器械中、北京趣皮士科技有限公司移动终端医疗图像教学软件中。授权国家发明专利3项，发表学术论文17篇（被SCI检索12篇），出版专著1部。该项目成果成功解决了光纤自动熔接、医学图像融合等关键技术难题，为促进计算机视觉领域关键技术的进步具有重要意义。 | | | | | | | | |
| **主要完成单位及创新推广贡献** | | | 河北大学、北京交通大学、石家庄铁道大学等单位，分工明确、优势互补、联合攻关，对受到自身条件的限制，不同传感器在进行图像采集时不能获得所观测场景的全部信息，从而严重的制约了目标识别与跟踪、智能监控、军事应用等领域关键技术的突破的问题，以及如何快速准确的从视频图像序列中提取出系统所关心的运动目标的问题，进行了深入研究，合作提出了多项图像融合和变光照快速背景减除法技术。  河北大学负责了整体方案负责整体方案的制定、理论研究、设计和分析。完成了快速背景减除法和多项多聚焦图像融合技术，发表了多篇论文，并合作完成了专著《数字图像融合算法分析与应用》。  北京交通大学与河北大学共同承担了国家自然科学基金“基于非局部相似性和三维块匹配的剪切波域图像融合算法研究”，合作完成了机场异物检测系统和多项图像融合技术，发表了多篇论文，并合作完成了专著《数字图像融合算法分析与应用》。  石家庄铁道大学完成了组合多小波和全相位方向滤波器组的含噪图像融合研究，并与河北大学共同完成了多项多聚焦图像融合技术，发表了多篇论文。 | | | | | | | | |
| **推广应用及经济社会效益情况** | | | 该项目始发于2013年1月，以研究图像融合、机场异物检测为出发点。随后，河北大学、北京交通大学、石家庄铁道大学逐步对快速背景减除法和图像融合技术的应用进行研发，形成了适合不同计算机视觉场景的图像融合技术和快速背景减除技术，该成果总体水平达国际先进水平，处于成熟应用阶段。  从2013年到2020年，该项目成果应用广泛。成功应用于石家庄渡康医疗器械有限公司医疗器械中帮助医学检测设备获得更好的性能，该项目成果还被应用于北京趣皮士科技有限公司移动终端医疗图像教学软件中，取得了很好的效果。  2018年项目成果应用于江苏通泽辉光电科技有限公司的光纤自动熔接过程，实现了多芯光纤的自动配准，生成设备产生效益近百万元。  该项目授权国家发明专利3项，发表学术论文17篇（被SCI检索12篇），出版专著1部。该项目成果成功解决了光纤自动熔接、医学图像融合等关键技术难题，为促进计算机视觉领域关键技术的进步具有重要意义。 | | | | | | | | |
| **代表性论文专著目录** | | | | | | | | | | | |
| 1. Liu Shuaiqi, Ma Jian, Yin Lu, et al. Multi-focus color image fusion algorithm based on super-resolution reconstruction and focused area detection [J]. IEEE ACCESS, 2020, 8(1): 90760-90778.  2. Liu Shuaiqi, Lu Yucong, Wang Jie, et al. A new focus evaluation operator based on max-min filter and its application in high quality multi-focus image fusion[J]. Multidimensional Systems and Signal Processing, 2020, 31(2), 569-590.  3. Liu Shuaiqi, Wang Jie, Lu Yucong, et al. Multi-focus image fusion based on residual network in non-subsampled shearlet domain [J]. IEEE ACCESS, 2019, 7(4): 152043-152063.  4. Liu Shuaiqi, Wang Jie, Lu Yucong, et al. Multi-focus image fusion based on adaptive dual-channel spiking cortical model in nonsubsampled Shearlet domain[J]. IEEE ACCESS, 2019, 7(1): 56367-56388.  5. Liu Shuaiqi, Shi Mingzhu, Zhu Zhihui, et al. Image fusion based on complex-shearlet domain with guided filtering [J]. Multidimensional Systems and Signal Processing, 2017, 28(1):207-224.  6. Liu Shuaiqi, Zhu Zhihui, Li Huiya, et al. Multi-focus image fusion using self-similarity and depth information in nonsubsampled shearlet transform domain [J]. International Journal of Signal Processing, Image Processing and Pattern Recognition, 2016, 9(1): 347-360.  7. Liu Shuaiqi, Zhang Tao, Li Hailiang, Zhao Jie, et al. Medical image fusion based on nuclear norm minimization [J]. International Journal of Imaging Systems and Technology, 2015, 25 (4): 310-316.  8. Liu Shuaiqi, Zhao Jie, Shi Mingzhu. Medical image fusion based on improved sum-modified-Laplacian [J]. International Journal of Imaging System and Technology, 2015, 25(3): 206-212.  9. Liu Shuaiqi, Zhao Jie, Shi Mingzhu. Medical image fusion based on rolling guidance filter and spiking cortical model [J]. Computational and Mathematical Methods in Medicine, 2015, 2015(2015):1-9.  10. Geng Peng, Liu Shuaiqi, Zhuang Shanna. Multimodal Medical Image Fusion by Adaptive Manifold Filter[J]. Computational & Mathematical Methods in Medicine, 2015.  11. Ma Xiaole, Hu Shaohai, Liu Shuaiqi, et al. Noisy Remote Sensing Image Fusion Based on JSR[J]. IEEE Access, 2020, PP(99):1-1.  12. Ma Xiaole, Hu Shaohai, Liu Shuaiqi, Jing Fang and Xu Shuwen. Multi-focus image fusion based on joint sparse representation and optimum theory [J]. Signal Processing: Image Communication, 2019, 78: 125-134.  13. Geng Peng, Wang Zhengyou, Liu Shsuaiqi, et al. Image fusion by combining multiwavelet with nonsubsampled direction filter bank[J]. Soft Computing, 2017, 21(8):1977-1989.  14. 刘帅奇, 王洁, 安彦玲等. 基于CNN的非下采样剪切波域多聚焦图像融合[J]. 郑州大学学报(工学版), 2019, 040(004):36-41.  15. 赵杰, 李易瑾, 刘帅奇. 结合模糊逻辑和SCM的NSDTCT域红外和可见光图像融合[J]. 小型微型计算机系统, 2018, 39(02):162-166.  16. 赵杰, 温馨, 刘帅奇等. 基于NSST域的自适应区域和SCM相结合的多聚焦图像融合[J]. 计算机科学, 2017, 044(003):318-322.  17. 刘帅奇, 胡绍海, 赵杰,等. 结合向导滤波与复轮廓波变换的多聚焦图像融合算法[J]. 信号处理, 2016, 32(03):28-38.  18. 《数字图像融合算法分析与应用》，机械工业出版社，刘帅奇，郑伟，赵杰，胡绍海，2018. | | | | | | | | | | | |
| **主要知识产权证明目录** | | | | | | | | | | | |
| 1. 一种变光照条件下的快速背景减除法，ZL201610223117.5，发明专利  2. 一种机场跑道雷达图像背景抑制方法，ZL201310751326.3，发明专利  3. 一种合成孔径雷达图像去噪方法，ZL201711498074.2，发明专利 | | | | | | | | | | | |
| **主要完成人情况表（排名、姓名、技术职称、工作单位、对本项目技术创造性贡献、曾获奖励情况）** | | | | | | | | | | | |
| **排名** | **姓名** | **技术职称** | | | **工作单位** | **完成单位** | | **贡献** | | **曾获奖情况** | |
| 1 | 刘帅奇 | 副教授 | | | 河北大学 | 河北大学 | | 发明了变光照条件下的快速背景减除法，并构造了基于核范数的医学图像融合框架。发明了一种基于图像融合的合成孔径雷达图像去噪方法，提出了新的聚焦度测量函数。主要技术贡献60%。 | | 2016年，保定市科技进步三等奖 | |
| 2 | 胡绍海 | 教授 | | | 北京交通大学 | 北京交通大学 | | 发明了一种机场异物检测算法，并协助完成了多种基于多尺度几何变换的图像融合算法。主要技术贡献15%。 | | 1995年，中国石油化工总公司科技进步三等奖 | |
| 3 | 耿鹏 | 副教授 | | | 石家庄铁道大学 | 石家庄铁道大学 | | 完成了多种基于多尺度几何变换的图像融合算法。主要技术贡献10%。 | |  | |
| 4 | 赵杰 | 教授 | | | 河北大学 | 河北大学 | | 发明了一种机场异物检测算法，并协助完成了多种基于多尺度几何变换的图像融合算法。主要技术贡献10%。 | | 2017年，河北省教学成果奖一等奖  2011年，河北省科技进步奖二等奖 | |
| 5 | 马晓乐 |  | | | 北京交通大学 | 北京交通大学 | | 完成了多种图像融合算法。主要技术贡献5%。 | |  | |
| **完成人合作关系说明** | | | | | | | | | | | |
| 河北大学、北京交通大学、石家庄铁道大学等单位，分工明确、优势互补、联合攻关，对受到自身条件的限制，不同传感器在进行图像采集时不能获得所观测场景的全部信息，从而严重的制约了目标识别与跟踪、智能监控、军事应用等领域关键技术的突破的问题，以及如何快速准确的从视频图像序列中提取出系统所关心的运动目标的问题，进行了深入研究，合作提出了多项图像融合和变光照快速背景减除法技术。  河北大学刘帅奇独自完成了河北省自然科学基金“基于加权核范数最小化的图像融合算法研究（F2016201142）”，并与同单位的赵杰为同一个研究团队，合作完成了快速背景减除法和多项多聚焦图像融合技术，发表了多篇论文，并合作完成了专著《数字图像融合算法分析与应用》，共同完成了创新点1、2、3、4中的部分内容。  河北大学刘帅奇、赵杰与北京交通大学胡绍海、马晓乐自2014年开始合作，共同承担了国家自然科学基金“基于非局部相似性和三维块匹配的剪切波域图像融合算法研究（61572063）” ，合作完成了机场异物检测系统和多项图像融合技术，发表了多篇论文，并合作完成了专著《数字图像融合算法分析与应用》，共同完成了创新点3、4中的部分内容。  石家庄铁道大学耿鹏独自完成了河北省自然科学基金“组合多小波和全相位方向滤波器组的含噪图像融合研究（F2013210094）”，并与河北大学刘帅奇自2014年开始合作，共同完成了多项多聚焦图像融合技术，发表了多篇论文，共同完成了创新点4中的部分内容。 | | | | | | | | | | | |
| **完成人合作关系情况汇总表** | | | | | | | | | | | |
| **序号** | **合作方式** | | | **合作者/项目排名** | | | **合作时间** | | **合作成果** | | **备注** |
| 1 | 共同知识产权 | | | 刘帅奇（1），赵杰（4） | | | 2014-2020 | | 一种变光照条件下的快速背景减除法，ZL201610223117.5，发明专利 | |  |
| 2 | 共同知识产权 | | | 刘帅奇（1），胡绍海（2） | | | 2013-2020 | | 一种机场跑道雷达图像背景抑制方法，ZL201310751326.3，发明专利 | |  |
| 3 | 共同知识产权 | | | 刘帅奇（1），赵杰（6） | | | 2014-2020 | | 一种合成孔径雷达图像去噪方法，ZL201711498074.2，发明专利 | |  |
| 4 | 共同立项 | | | 胡绍海（1），刘帅奇（2），赵杰（4） | | | 2014-2020 | | 基于非局部相似性和三维块匹配的剪切波域图像融合算法研究（61572063） | |  |
| 5 | 论文合著 | | | 刘帅奇（1），马晓乐（6），胡绍海（7） | | | 2014-2020 | | 论文：Multi-focus color image fusion algorithm based on super-resolution reconstruction and focused area detection | |  |
| 6 | 论文合著 | | | 刘帅奇（1），胡绍海（3） | | | 2014-2020 | | 论文：A new focus evaluation operator based on max-min filter and its application in high quality multi-focus image fusion | |  |
| 7 | 论文合著 | | | 刘帅奇（1），马晓乐（4），胡绍海（5） | | | 2014-2020 | | 论文：Multi-focus image fusion based on residual network in non-subsampled shearlet domain | |  |
| 8 | 论文合著 | | | 刘帅奇（1），赵杰（5） | | | 2014-2020 | | 论文：Multi-focus image fusion based on adaptive dual-channel spiking cortical model in nonsubsampled Shearlet domain | |  |
| 9 | 论文合著 | | | 刘帅奇（1），赵杰（4） | | | 2014-2020 | | 论文：Image fusion based on complex-shearlet domain with guided filtering | |  |
| 10 | 论文合著 | | | 刘帅奇（1），赵杰（4） | | | 2014-2020 | | 论文：Multi-focus image fusion using self-similarity and depth information in nonsubsampled shearlet transform domain | |  |
| 11 | 论文合著 | | | 刘帅奇（1），赵杰（4） | | | 2014-2020 | | 论文：Medical image fusion based on nuclear norm minimization | |  |
| 12 | 论文合著 | | | 刘帅奇（1），赵杰（2） | | | 2014-2020 | | 论文：Medical image fusion based on improved sum-modified-Laplacian | |  |
| 13 | 论文合著 | | | 刘帅奇（1），赵杰（2） | | | 2014-2020 | | 论文：Medical image fusion based on rolling guidance filter and spiking cortical model | |  |
| 14 | 论文合著 | | | 耿鹏（1），刘帅奇（2） | | | 2014-2020 | | 论文：Multimodal Medical Image Fusion by Adaptive Manifold Filter | |  |
| 15 | 论文合著 | | | 马晓乐（1），胡绍海（2），刘帅奇（3） | | | 2014-2020 | | 论文：Noisy Remote Sensing Image Fusion Based on JSR | |  |
| 16 | 论文合著 | | | 马晓乐（1），胡绍海（2），刘帅奇（3） | | | 2014-2020 | | 论文：Multi-focus image fusion based on joint sparse representation and optimum theory | |  |
| 17 | 论文合著 | | | 耿鹏（1），刘帅奇（3） | | | 2014-2020 | | 论文：Image fusion by combining multiwavelet with nonsubsampled direction filter bank | |  |
| 18 | 论文合著 | | | 刘帅奇（1），胡绍海（5） | | | 2014-2020 | | 论文：基于CNN的非下采样剪切波域多聚焦图像融合 | |  |
| 19 | 论文合著 | | | 赵杰（1），刘帅奇（3） | | | 2014-2020 | | 论文：结合模糊逻辑和SCM的NSDTCT域红外和可见光图像融合 | |  |
| 20 | 论文合著 | | | 赵杰（1），刘帅奇（3） | | | 2014-2020 | | 论文：基于NSST域的自适应区域和SCM相结合的多聚焦图像融合 | |  |
| 21 | 论文合著 | | | 刘帅奇（1），胡绍海（2），赵杰（3） | | | 2014-2020 | | 论文：结合向导滤波与复轮廓波变换的多聚焦图像融合算法 | |  |
| 22 | 论文合著 | | | 刘帅奇（1），赵杰（2），胡绍海（3） | | | 2014-2020 | | 专著：数字图像融合算法分析与应用，机械工业出版社 | |  |
|  |  | | |  | | |  | |  | |  |
|  | | | | | | | | | | | |