
多次曝光图像的超分辨率重建领域取得进展

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/21121.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

多次曝光图像的超分辨率重建领域取得进展。目前，天文观测中望远镜的最高分辨率和感光元件的采样率仍是获得高质量图像的瓶颈。近期，中国科学院紫金山天文台科研团队提出新的图像叠加方法——欠采样的多次曝光图像反混叠与PSF反卷积技术，获得了超过望远镜衍射极限的超分辨率图像。该项技术已应用在中国空间站工程巡天望远镜多通道成像仪(CSST-MCI)的科学仿真数据处理管线中，届时CSST-MCI超深场的极限星等将达到30等，光学分辨率至少提高一倍。相关研究成果发表在《皇家天文学会月报》(Monthly Notices of the Royal Astronomical Society)上。

19世纪照相术的应用为天文观测领域带来质的飞跃，而20世纪基于CCD、CMOS的数字照相技术引领天文学进入数字化时代，产生了斯隆数字巡天、哈勃太空望远镜、XMM-Newton、凯克等望远镜，本年度世界最强大的太空望远镜韦布(JWST)也投入运行。但受限于建造技术和加工工艺，望远镜口径无法无限制加大，感光元件的最小感光单元(pixel)尺寸也无法无限小。在硬件提供有限支持的条件下，科研人员通过软件技术来提升图像质量。天文观测不同于普通的摄影拍照，被拍摄对象一般是恒久不变的(如系外恒星、星系等)。因此，对于欠采样的感光元件，研究通过对同一天区多次曝光再叠加的方法，提高采样率和信噪比。另一方面，将望远镜口径支架的衍射模型与拍摄到的恒星(点源)图像相结合，能构建决定望远镜最高分辨率的点扩散函数(PSF)，再结合适当的PSF反卷积方法可获得超过望远镜衍射极限的超分辨率图像。

在综合分析其他多次曝光图像叠加技术的基础上，科研人员提出带有比值改正项的迭代新技术——欠采样的多次曝光图像反混叠与PSF反卷积技术。该技术根植于贝叶斯统计理论，并引入了正则化手段，加快了迭代收敛速度，减少反复使用快速傅立叶变换而导致的振铃效应(ringing)，从而得到具更高保真度的超分辨率图像。与其他技术相比较，新技术用最少的迭代步数实现了在多种场景下(噪音不同、源形态不同、背景不同等)最高峰值信噪比(PSNR)、最高光学分辨率、几乎最高的结构相似性(SSIM)和最小的流量改变量等关键技术指标，有利于分辨天体的空间结构、天体测光和引力透镜信号测量。

图1.新技术(黑线)与其他工作(PSNR, SSIM和流量改变量(越小越好))的对比,横轴为迭代次数。

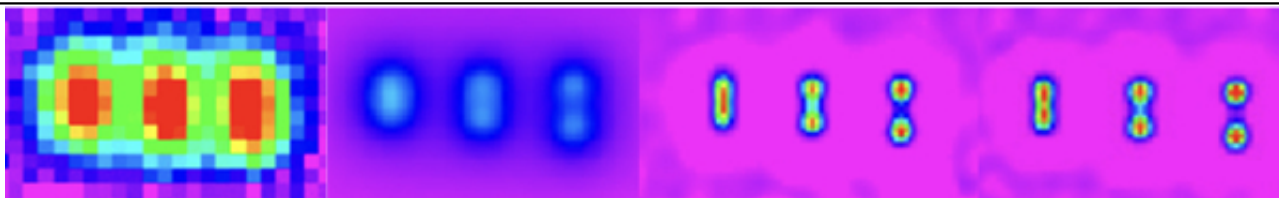


图2.超分辨本领对比,三组双星系统分别在单次曝光的欠采样观测图像(左一)、Drizzle(叠加110副观测图像,左二)、Richardson-Lucy(其他研究工作中最好的图像,左三)以及重建技术(右一)中的表现,可看到新技术能完全分辨出三组双星系统的图像重建。

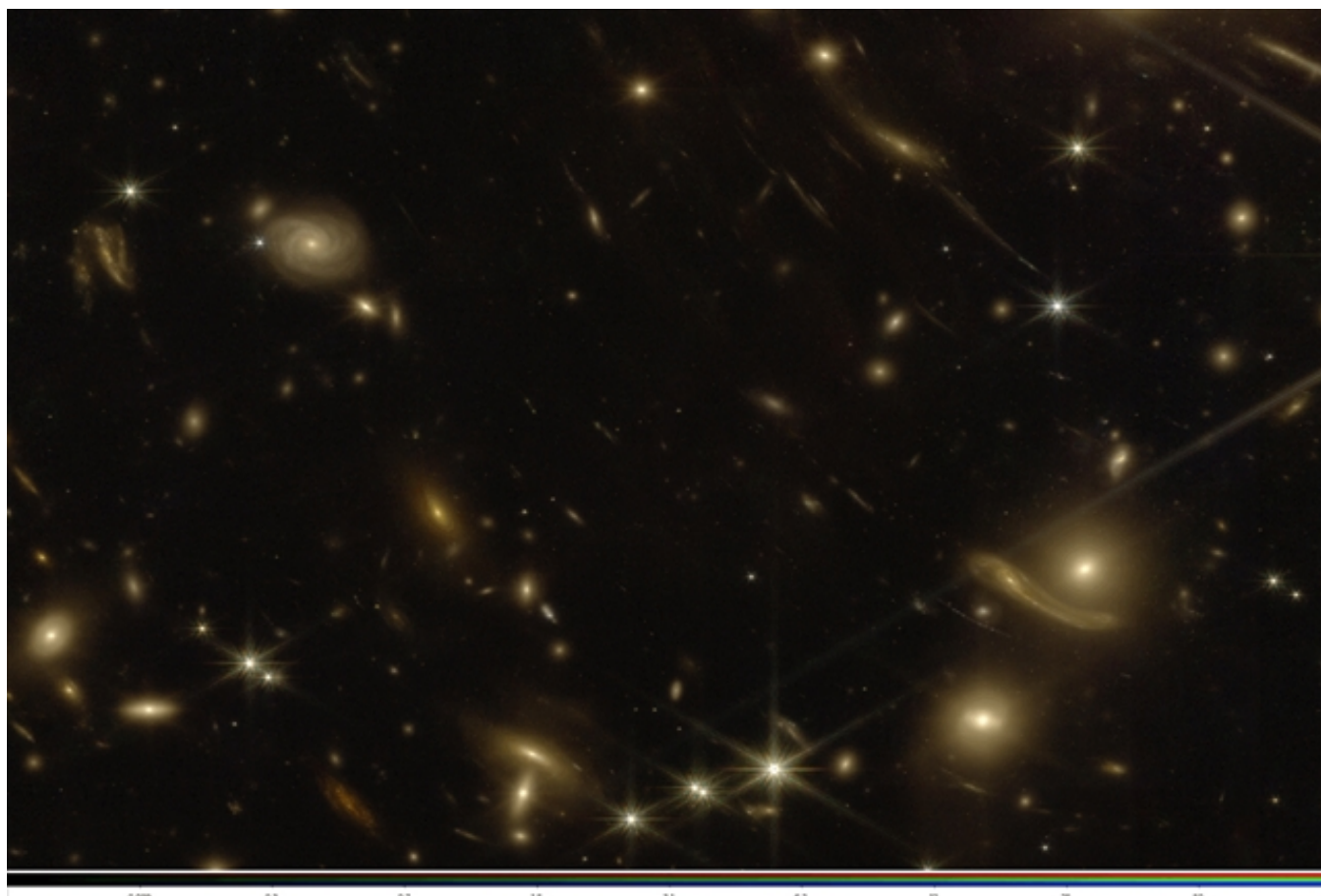


图3.新技术在JWST-NIRcam三波段F090W(blue)、F150W(green)、F200W(red)的RGB合成图中的表现。动图显示的是SMACS-0723-clusterfield中的一角,一帧是Drizzle叠加的原图(星系上的星芒明显),另一帧是利用新技术进行欠采样反混叠和PSF反卷积后的图像,可看到被卷积在星系上的星芒已被消除,该图比NASA官方发布的图像像素解析度提高一倍(9384X9384pixel),光学分辨率提高至少一倍。

研究工作得到国家自然科学基金委、中国载人航天计划、中科院前沿科学重点研究计划和国家基础学科公共科学数据中心等的支持。(来源:中国科学院紫金山天文台)

相关论文信息: <https://doi.org/10.1093/mnras/stac2664>

作者:王蕾等 来源:《皇家天文学会月报》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://www.iikx.com)转发