

缪子多模态成像技术及重建图像质量评估

Friday, 11 August 2023 09:42 (12 minutes)

宇宙线缪子具有能域宽、穿透性强、无人工辐射等特点。这使得缪子成像技术可以实现目标物的非接触、远距离、无损成像。目前，常用的成像方法为利用缪子自身信息成像的散射和透射成像技术及利用缪子与物质相互作用产生的次级粒子信息来进行成像。其中，提高图像重建的速度及质量是扩展缪子成像技术应用领域的关键。本文在模拟层面：(1) 提出了对高原子序数 (Z) 材料检测的新型快速成像算法，将传统的 POCA 成像算法与机器学习 DBSCAN 算法有机结合，并引入 OPTICS 算法进行参数优化。(2) 研究了一种针对低、中 Z 材料成像的符合径迹密度成像方法，模拟了缪子与物质相互作用产生次级粒子的过程，给出了次级粒子的类型及对重建成像的机理。(3) 在研究过程中发现，散射成像技术无法对低 Z 材料成像，符合径迹密度成像技术由于自吸收效应所重建高 Z 材料的图像会存在中空现象，而散射成像与符合径迹密度成像系统又有较好的兼容性。为提高重建图像质量，提出了一种结合散射成像和符合径迹密度成像的多模态成像技术，并引入了峰值信噪比 (PSNR) 进行定量分析。模拟结果表明：(1) 改进的快速成像算法能较好排除噪声干扰，提高重建结果的质量及成像速度，且能准确重建出特殊核材料。而 OPTICS 算法可将数据集进行排序，减少手动设置全局参数的难度，使得成像结果受参数选取的影响更小，并可直接根据聚类结果的凹陷程度及数据个数对高 Z 和中 Z 物质进行区分。(2) 符合径迹密度成像方法能够重建出高质量的中 Z 材料三维图像，能获得低 Z 物质的轮廓和位置信息，并能对类似骨头的模型进行重建，初步验证了符合径迹密度成像技术在医学成像上的可行性。(3) 多模态成像技术能弥补两种单个技术的不足，可在同一时间内重建出高、中、低 Z 材料，且能较好的应用于复杂场景。对于原子序数相近的材料，多模态成像技术可以准确区分密度差异明显的材料。从 PSNR 参数分析也可得到结论，多模态成像技术的重建结果明显优于两种单一的成像方法，并能较好的区分物体间 10 mm 的间隙。

Primary author: 罗, 思远 (南华大学)

Co-authors: 肖, 万成 (南华大学); 刘, 雨晨 (南华大学核科学技术学院); 尹, 隆乡 (南华大学); 邹, 雨辰 (南华大学); 张, 海峰 (南华大学); WANG, xiaodong (U); 何, 列 (南华大学)

Presenter: 罗, 思远 (南华大学)

Session Classification: 第一分会场 (RAS5)

Track Classification: 核探测器及其应用的研究成果