

基于 ANN 的光束线优化方法研究

Monday, 25 August 2025 16:40 (20 minutes)

目的：同步辐射光束线的性能对于实验的有效开展至关重要。合肥先进光源（Hefei Advanced Light Facility, HALF）是基于衍射极限储存环技术的第四代低能量区同步辐射装置，测试光束线（BL10U）作为 X 射线光学技术实验平台，为新一代光束线技术提供研发基础。由于光束线结构高度复杂，手动调束通常需要数小时甚至更长时间。智能调束方法能显著提高效率，但实际在线测试机会有限。因此，开发光束线虚拟平台及智能调束算法是非常必要的。

方法：本研究提出一种基于实验物理与工业控制系统（Experimental Physics and Industrial Control System, EPICS）架构的光束线虚拟平台。利用 XRayTracer (XRT) 软件构建 BL10U 的仿真模型，并生成训练数据集。为了充分利用这些数据，采用 K 折交叉验证方法训练人工神经网络（Artificial Neural Network, ANN），并获得 ANN 模型。此外，本研究还在 XRT 模型和 ANN 模型上应用差分进化（Differential Evolution, DE）算法，以优化光束性能。

结果：ANN 模型在测试集上的准确度达到 97%，计算速度较 XRT 模型提高约 3000 倍。在 XRT 模型上应用 DE 算法需要 16.5 个小时才能收敛，而将同样的算法迁移至 ANN 模型后，收敛时间缩短至 65 秒，且两者优化后得到的光通量和分辨率几乎一致。

结论：本文提出的虚拟光束线平台为光束线智能调节方法的离线测试提供了安全、高效的环境，是实现从手动调束过渡到智能调束的重要途径。

Summary

Primary authors: 张, 佳慧 (中国科学技术大学); 吴, 雪婷 (中国科学技术大学); 胡, 凌飞 (中国科学技术大学); 孔, 安博 (中国科学技术大学); 贺, 博 (中国科学技术大学); 陈, 留国 (中国科学技术大学); 刘, 功发 (高能所)

Presenter: 张, 佳慧 (中国科学技术大学)

Session Classification: 人工智能与应用

Track Classification: 人工智能与应用