

基于监督学习和迁移学习的电离计数重建方法研究

Thursday, 15 August 2024 16:25 (15 minutes)

原初电离计数方法是具有突破性的下一代粒子物理实验探测器方法，它通过测量带电粒子在气体径迹探测器中的原初电离数目 (dN/dx)，实现带电强子的鉴别。与传统电离能损 (dE/dx) 方法相比规避了测量中的多项涨落，理论分辨率有潜力比 dE/dx 好两倍，是下一代先进探测器技术的有力候选。对于漂移室的 dN/dx 方法，原初电离簇团的重建存在着巨大的挑战。其一，原初电离簇团常常在电流波形上形成高堆积、高噪声的信号；另外，次级电离会对初级电离的测量造成严重污染。传统算法难以对上述问题进行有效地解决。

深度学习算法近些年在工业界和高能物理界都取得了重大突破，其性能在很多领域远超传统算法。经典的深度学习算法利用大量有标注数据（仿真数据），利用监督学习的方法，可以学习到数据中的复杂规律。但对于真实实验数据，通常难以获得高质量的标注，经典的监督学习则面临困难。领域自适应是迁移学习的一种，它通过建立仿真数据与真实数据之间的关联，对信息进行迁移，从而将大统计量仿真数据的信息应用到数据的训练中。

本研究对于仿真数据样本，开发了基于长短记忆网络 (LSTM) 和动态图神经网络 (DGCNN) 的监督模型。在 K 介子与 π 介子的粒子鉴别区分能力方面，相比传统算法取得了 10% 的显著改进。该结果相当于在相同的性能下，将探测器的尺寸减少 20%，从而节省了巨大的成本。对于在 CERN 收集的束流实验数据样本，由于缺少标注、以及和仿真数据存在差异，我们开发了基于最优传输的半监督领域自适应模型。该模型的性能优于传统方法，且与监督模型接近。

已经有两篇相关论文投递给了期刊：2402.16270 和 2402.16493。其中，关于迁移学习的论文已在《Computer Physics Communications》上发表 (CPC 300, 109208 (2004))。

Primary authors: ZHAO, Guang (高能所); TIAN, Zhefei (Wuhan University); WU, Linghui (IHEP); DONG, Mingyi (IHEP); ZHANG ZHENYU, Zhenyu (高能所); LI, Gang (高能所); SUN, Shengsen

Presenter: ZHAO, Guang (高能所)

Session Classification: 分会场五

Track Classification: 粒子物理实验技术