

STCF MDC 径迹重建触发算法研究进展

Tuesday, 16 July 2024 15:15 (15 minutes)

我国科学家提出的新一代正负电子对撞机——超级陶粲装置 (STCF) 具有很高的设计亮度, 比 BEPC II 提升了两个数量级, 同时预期事例率达到 400 kHz。因此, MDC 子触发将完成 2D 寻迹和重建、径迹时间重建、3D 径迹重建等算法, 预期通过向触发系统提供主漂移室的径迹数目以及更详细的径迹参数, 降低复杂的高本底环境下误触发率。通过两级的模式匹配结构, 实现了接收范围内横动量大于 135 MeV 单粒子 99% 的触发效率, 并对横动量 180 MeV 以上的单粒子 99% 以上的横动量重建效率, 分辨率 $\Delta Pt/Pt_2$ 小于 0.1, 在此基础上, 径迹在对撞点的方位角重建分辨率为 12 mrad。通过分析径迹击中信号丝的分布可以计算其漂移时间并最终得到粒子击中漂移室的时间, 对于含有背景噪声的单粒子径迹, 在动量大于 180 MeV 时, 得到了小于 8 ns 的均方根误差。对于含有背景噪声的典型事例 $J/\psi \rightarrow \text{anything}$, 寻迹模块的触发率高 96%, 能准确重建大部分粒子径迹, 并可以识别 94.2% Bhabha 事例中的“背对背”径迹。触发逻辑设计通过提高逻辑并行度, 将径迹重建逻辑延迟压缩到 113 个时钟周期; 通过使用二次多项式分段内插近似和双调排序算法, 将时间重建逻辑延迟压缩到 69 个时钟周期。优化流水线划分后的触发逻辑可以在 3 ns 周期的系统时钟下稳定运行。同时, 在此基础上正在进行 3D 径迹重建工作, 初步在单径迹不考虑噪声干扰的情况下利用神经网络实现了精度约为 3 cm 的 z 向径迹顶点重建。神经网络使用 HGQ 训练以减少计算资源消耗, 训练完成后使用 hls4ml 转换成 IP 部署于 FPGA 上, 该设计延迟 40 个时钟周期, 占用 20% XCKU060 资源。

Primary authors: 郝, 艺迪 (中国科学技术大学); 封, 常青 (University of Science and Technology of China); FANG, Zhujun (USTC); 董, 文豪 (中科大); Ms 周, 子焯 (中国科学技术大学); ZHOU, Hang (University of Science and Technology of China); Dr 胡, 雪野 (中国科学技术大学); 刘, 树彬 (University of Science and Technology of China)

Presenter: 郝, 艺迪 (中国科学技术大学)

Session Classification: 第三分会场 (RCS3)

Track Classification: 电子学