

基于卷积神经网络的硅像素芯片脉冲修正

硅像素芯片广泛应用于高能物理实验中，其单像素的输出通常为整形后的脉冲信号，通过该信号可以提取时间和能量等信息。硅像素芯片的模拟输出需要通过模数转换器进行采样，硅像素芯片采用行列扫描的方式进行像素切换，这种扫描方式将导致两次像素采样之间的高时间间隔，即低采样率。因此低采样率将对提取脉冲信息带来较大的影响。

由于探测器系统的指数信号和随机噪声的存在，传统的曲线拟合方法不足以达到最佳的精度和效率，且这些脉冲提取和修正的方式都是基于离线状态对数据进行分析。深度学习中的卷积神经网络不仅拥有深度学习处理脉冲信号的速度和精度的优势，且在高能物理学在线数据分析中有这良好的速度和准确性。

针对此问题，本文首先通过对硅像素芯片的单像素固定采样获取最接近真实情况的脉冲信号，然后通过全像素扫描的脉冲数据对神经网络进行训练，最终本文通过回归网络推断出脉冲的最高幅度以及对应的时间。基于降噪自编码器模型，设计了一个由 5 层编码层和 5 层解码层以及 2 层全连接层网络组成的网络结构，该结构能够有效的抑制输入时间序列的非理想特性，提高脉冲修正与还原的精度。同时以该网络为基础，设计了一款基于 FPGA 的神经网络加速器，该系统通过并行计算以及数据复用的方式支持卷积神经网络中的卷积、解卷积运算和矩阵乘法，大大缩短了在线处理脉冲数据的运算时间，提高了脉冲修正的速度。

通讯作者：王东，华中师范大学，13986024181，67471916@qq.com

Primary authors: 刘, 慧迪 (华中师范大学); 王, 辉 (华中师范大学)

Presenter: 刘, 慧迪 (华中师范大学)

Session Classification: 第二分会场 (RBS1)

Track Classification: 核电子学及其应用的研究成果