

基于生成对抗网络的 WCDA 探测器模拟数据生成

Friday, 31 May 2019 09:20 (20 minutes)

研究背景:

利用 Geant4 模拟次级粒子在 LHAASO-WCDA 中的响应存在的如下的困难。

1. 运行时间太长

次级粒子能量越高, 消耗的时间越长. 使用一个 CPU 核模拟一个能量为 100TeV 的次级伽马粒子需要 7 小时。

2. 内存消耗太大

高能簇射产生的海量次级粒子信息会导致内存消耗过大的问题. 而且每个带电粒子在水中前进 1cm 都将会产生约 300 个切伦科夫光子. 对这些海量切伦科夫光子一一进行跟踪是不现实的。

现有的优化策略有薄化处理 and 参数化处理, 缓解了以上的问题, 但是会损失精度。

基于深度学习的模拟方法-生成对抗网络.

作为一种新的神经网络系统, GAN(Generative Adversarial Networks), 已经在图像、文本生成等领域取得了巨大的成功. 其生成的数据十分逼真, 连人都无法判别数据是真实的还是生成的. 因此, GAN 对高能物理实验数据的模拟这的复杂任务提供了一个全新的思路—不用人为地设计模拟的规则, 而是让机器去学习数据的特征、寻找数据中的规律, 让机器成为“专家”。这种思路避免的复杂的物理计算过程, 模型训练完成后, 利用神经网络的前向传播过程快速产生模拟数据, 不需要额外的资源消耗. 同时, 高能物理海量的实验数据为应用深度学习的方法提供了帮助。

方法介绍:

我们训练用于实值序列生成的 GAN 模型进行 WCDA 探测器模拟. 模型中使用原初粒子信息作为 GAN 辅助信息, 包括原初粒子质量、能量、天顶角、方位角以及次级粒子信息. 探测器数据变换为 3 通道的序列信息. 每个通道的代表的物理信息为: 光电倍增管 id, 着火时间/ns, 该时间着火次数. 判别器网络为双向 lstm, 每个时间步输入为序列的三个通道加上辅助信息。

生成器为单向 LSTM, 每个时间步输入为随机噪声加上辅助信息. 将真实序列, 生成序列分别送入判别器网络, 判别器网络每个时间步通过投票进行判别该时间步的输入是否为真实序列的时间步. 两个网络通过不断对抗, 最终达到平衡, 产生最优的判别器和生成器. 我们使用最终的生成器进行模拟。

Summary

我们探索使用生成对抗网络的方法进行 LHAASO-WCDA 探测器进行模拟, 为探测器数据模拟提供了新思路。

Primary author: Mr 李, 韬 (西安交通大学)

Presenter: Mr 李, 韬 (西安交通大学)

Session Classification: 机器学习 (I)

Track Classification: 机器学习