


```
root@fedora:~# make
g++ -O2 -Wall -pthread -std=c++17 -m64 -fsized-deallocation
hello_root.cpp -L/usr/lib64/root -lCore -lInt -lRIO -lNet
OTVecOps -lTree -lTreePlayer -lRint -lPostscript -lMatrix
TNTuple -lROOTNTupleUtil -lMultiProc -lROOTDataFrame -Wl,-
-ldl -rdynamic -m64
root@fedora:~# ^[[200~/hello_root~
bash: ./hello_root~: 没有那个文件或目录
root@fedora:~# ./hello_root
=====
Hello World! (ROOT)
=====
```

3、拓展 1：（为什么要用 ROOT？）了解 ROOT 软件的存储结构,为什么用 ROOT 存储，而不是 txt、bin？

ROOT 文件是一种专为科学数据设计的自描述二进制存储格式，其内部以 TFile 为容器，通过 TKey 建立索引，以 TObject 为对象基类，并通过 TTree 实现高效的列式数据存储。

相比 TXT 和普通 BIN 文件，ROOT 存储的核心优势是：

自描述性强：文件内部自带数据结构、类型和元数据，无需额外文档即可直接解析；

读写效率高：列式存储、内置索引和智能压缩，支持随机访问，性能远高于文本文件；

科学数据友好：可直接存储直方图、函数、树状结构等复杂对象，且跨平台兼容性好；

自带分析能力：支持直接在文件中进行筛选、统计、绘图等操作，省去了额外的数据解析步骤。

而 TXT 文件体积大、读写慢、无结构；普通 BIN 文件缺乏自描述信息、索引和数据管理能力，二者都难以满足大规模科学数据的存储与分析需求。

4、拓展 2：（为什么要学 Shell 语言？）现在有一个 Condor 提交作业脚本如下

自动化批量处理不用手动一个个点、一个个输命令，Shell 能自动循环处理几百上千个文件。

配合集群提交任务（Condor/PBS/Slurm）你现在看到的 Condor 作业脚本，必须用 Shell 才能批量提交。

Linux 系统必备工具虚拟机、服务器、集群、CERN 环境 100%用 Shell。

简单、强大、一行顶几十次手动操作循环、判断、变量、批量重命名、批量提交作业，全靠 Shell。

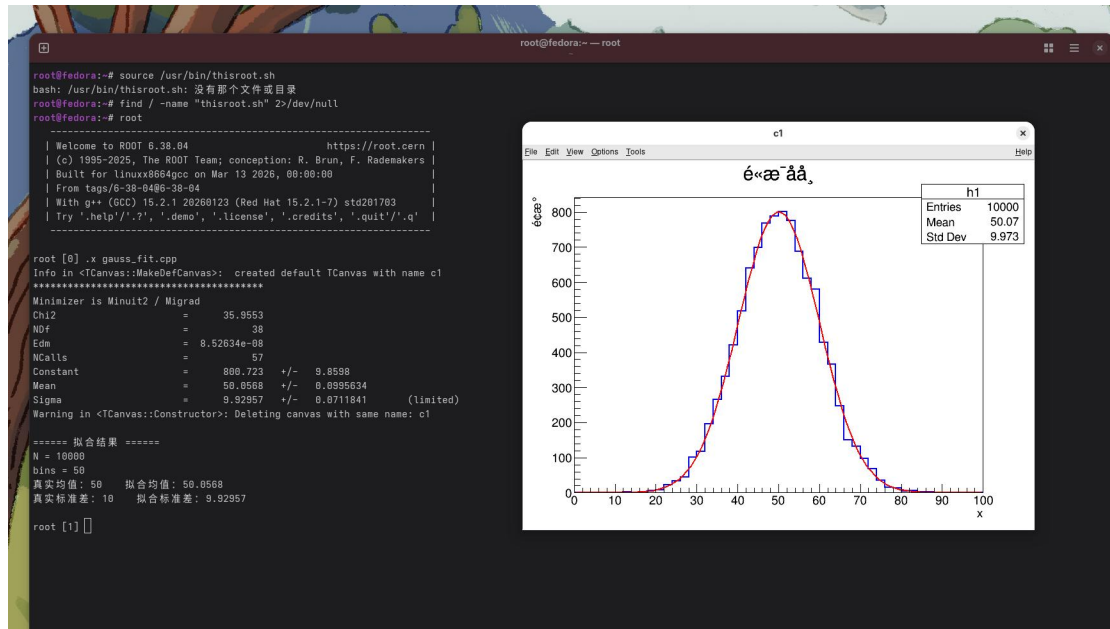
思路非常简单：

用 Shell 的 for 循环遍历文件夹里的所有文件→逐个提交 condor_submit 作业

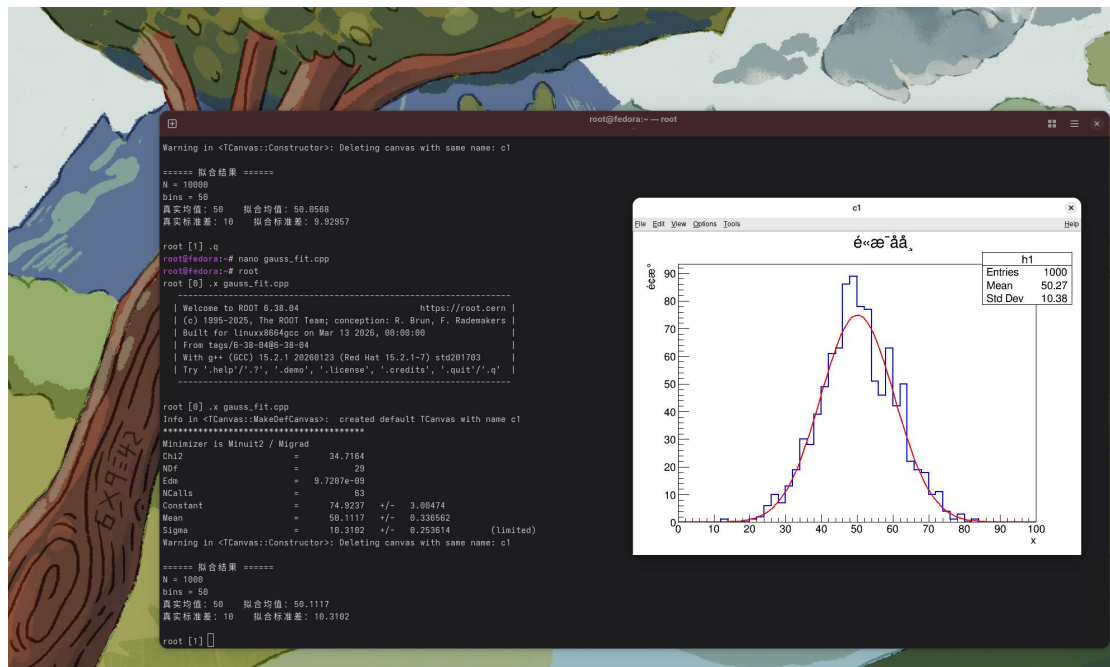
2026-05-18 科创课后习题

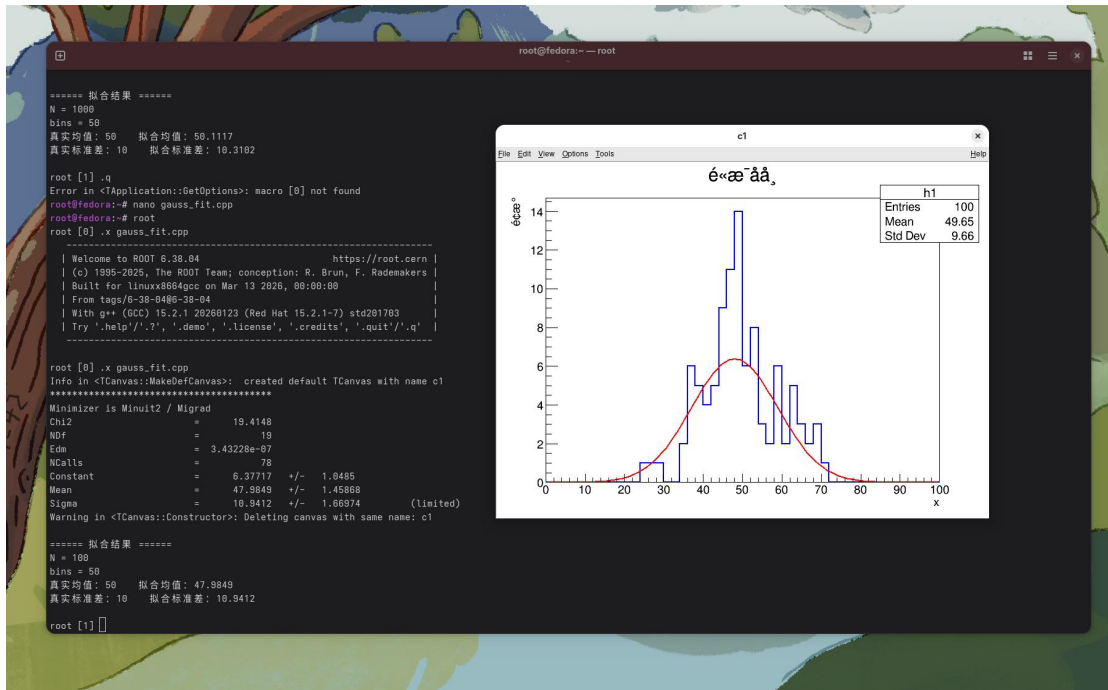
1、利用 ROOT 生成数量为 N 的随机数，服从均值为 50，标准差为 10 的高斯分布，并拟合，比较不同 N 、不同 bin 大小对拟合结果的影响。

$N=10000$, bin=50



$N=1000$, bin=50



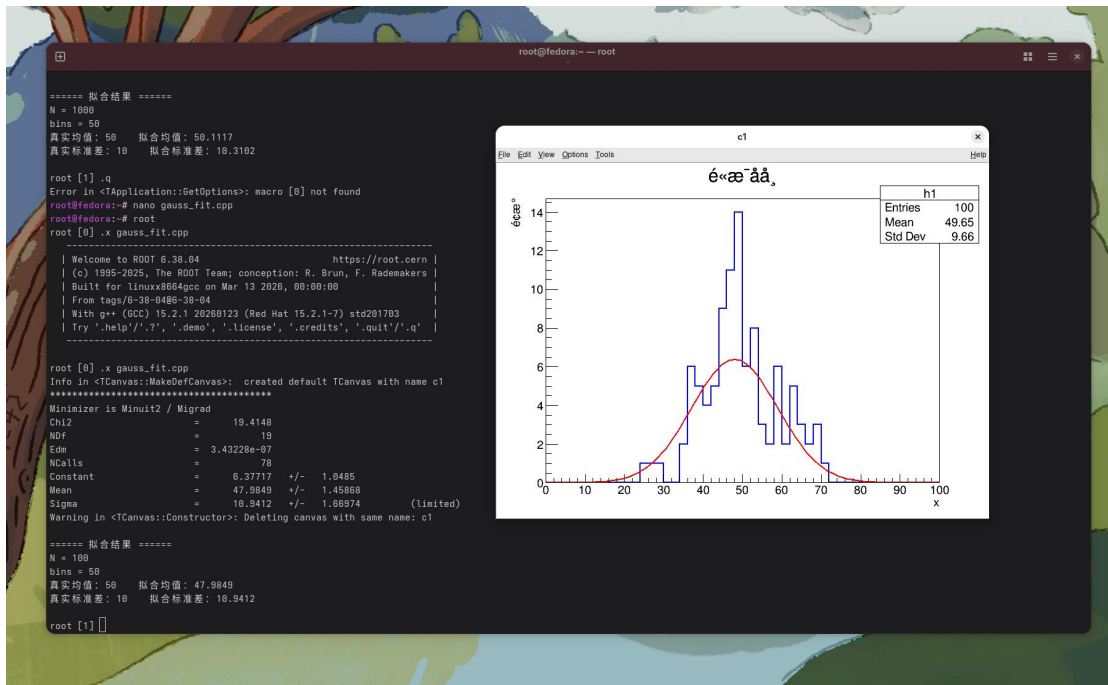


样本量 N 的影响

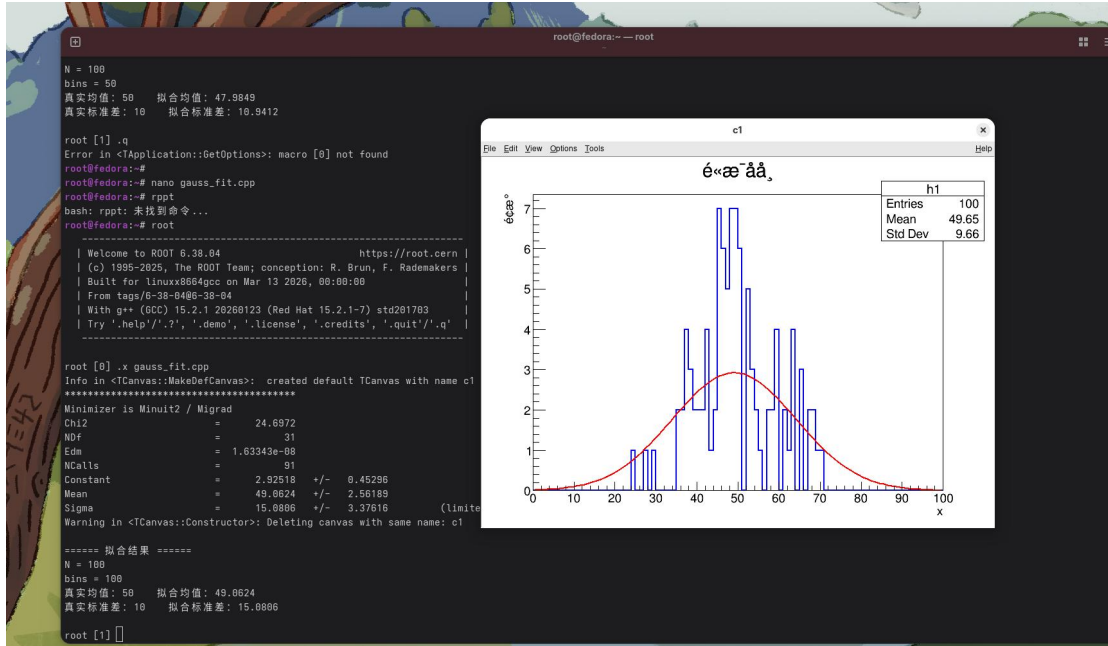
N 越小（如 100）：统计涨落大，直方图波动明显，拟合均值和标准差与理论值偏差较大。

N 越大（如 10000）：分布越平滑，拟合结果越接近理论值，误差显著减小。

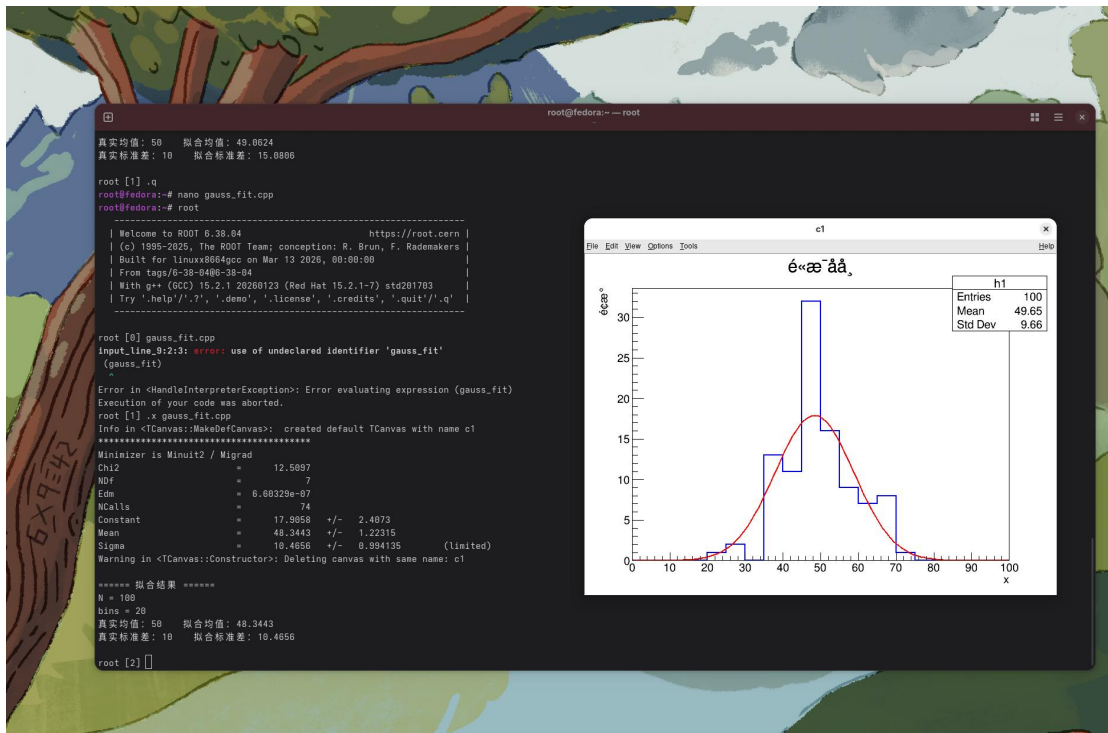
N=100, bin=100



N=100, bin=50



N=100, bin=20



2、简述插值和拟合的区别，试各举一例应用以及常见的插值和拟合的原理，如何评估拟合质量的优劣？

1. 插值和拟合的区别

插值要求函数严格经过所有已知数据点，用于补全离散点之间的数值；拟合不求过所有点，用光滑曲线整体逼近数据，用于找规律、降噪和预测。

2. 原理

插值：利用已知点构造函数，使函数在已知点上取值等于原数据。常见：线性插值、拉格朗日插值、三次样条插值。

拟合：设定函数模型，用最小二乘法最小化误差平方和，求最优参数。常见：线性拟合、多项式拟合、非线性拟合。

3. 应用举例

插值：探测器信号采样点有限，用插值补全波形，还原完整信号。

拟合：粒子能谱有统计涨落，用高斯拟合峰位、峰宽，精确求能量和分辨率。

4. 拟合质量评估

通过残差、残差平方和 SSE、决定系数 R^2 、卡方 χ^2 评估：残差和 SSE 越小、 R^2 越接近 1、 χ^2 接近自由度，拟合质量越好。

3、简述目前已知的基本粒子,简述粒子的分类,各类粒子的共同属性,并举出各类粒子中至少三种实例。

四大类基本粒子：

夸克、轻子、规范玻色子（传递相互作用）、希格斯玻色子（赋予粒子质量）

粒子的分类与特性：

费米子（自旋 $1/2$ ，构成物质的“砖块”）

(1) 夸克：构成强子（质子、中子等）的基本单元 强相互作用、弱相互作用、电磁相互作用、引力相互作用

(2) 轻子：不参与强相互作用的费米子 弱相互作用、电磁相互作用（带电轻子）、引力相互作用

玻色子（自旋为整数，传递相互作用）

(1) 规范玻色子传递四种基本相互作用（强、弱、电磁、引力，引力尚未完全纳入标准模型）光子传递电磁力，胶子传递强力，W/Z 玻色子传递弱力

(2) 希格斯玻色子 自旋为 0 的标量玻色子 通过希格斯机制赋予基本粒子质量

所有基本粒子的共同属性

(1) 无论哪种基本粒子，都具备以下固有属性：

(2) 质量：粒子的静止质量

(3) 电荷：粒子的电磁荷，可为正、负或零

(4) 自旋：粒子的内禀角动量，决定其统计性质（费米子 / 玻色子）

(5) 寿命：粒子的平均寿命（稳定粒子寿命无限）

(6) 参与相应相互作用：不同粒子参与的相互作用类型不同

各类粒子实例

(1) 夸克（共 6 种，按质量从轻到重）上夸克（u）、下夸克（d）、奇异夸克（s）、粲夸克（c）、顶夸克（t）、底夸克（b）

(2) 轻子（共 6 种，包含带电轻子和对应中微子）电子（ e^- ）、 μ 子（ μ^- ）、 τ 子（ τ^- ）、电子中微子（ ν_e ）、 μ 中微子（ ν_μ ）、 τ 中微子（ ν_τ ）

(3) 规范玻色子（传递三种已纳入标准模型的相互作用）光子（ γ ，电磁力）、 W^+ / W^- / Z^0 玻色子（弱力）、胶子（g，强力）

(4) 希格斯玻色子 H 玻色子（希格斯粒子）

4、为什么径迹探测器主要通过电磁相互作用力测量粒子信息？

径迹探测器**主要利用电磁相互作用**，原因如下：

(1) **适用范围广**：所有带电粒子都参与电磁相互作用，可测量电子、 μ 子、质子、 α 粒子等多种粒子。

(2) **作用概率高、信号清晰**：电磁相互作用强度适中，粒子穿过介质时产生明显电离，留下稳定可观测的径迹。

(3) **物理规律简单、易重建**：电磁相互作用理论成熟，可通过电离密度、偏转曲率、能量损失反推粒子动量、电荷、质量等信息。

(4) **强、弱相互作用不适合径迹测量**：强相互作用易导致粒子碎裂、径迹复杂；弱相互作用作用概率极低，几乎无法留下可测信号。