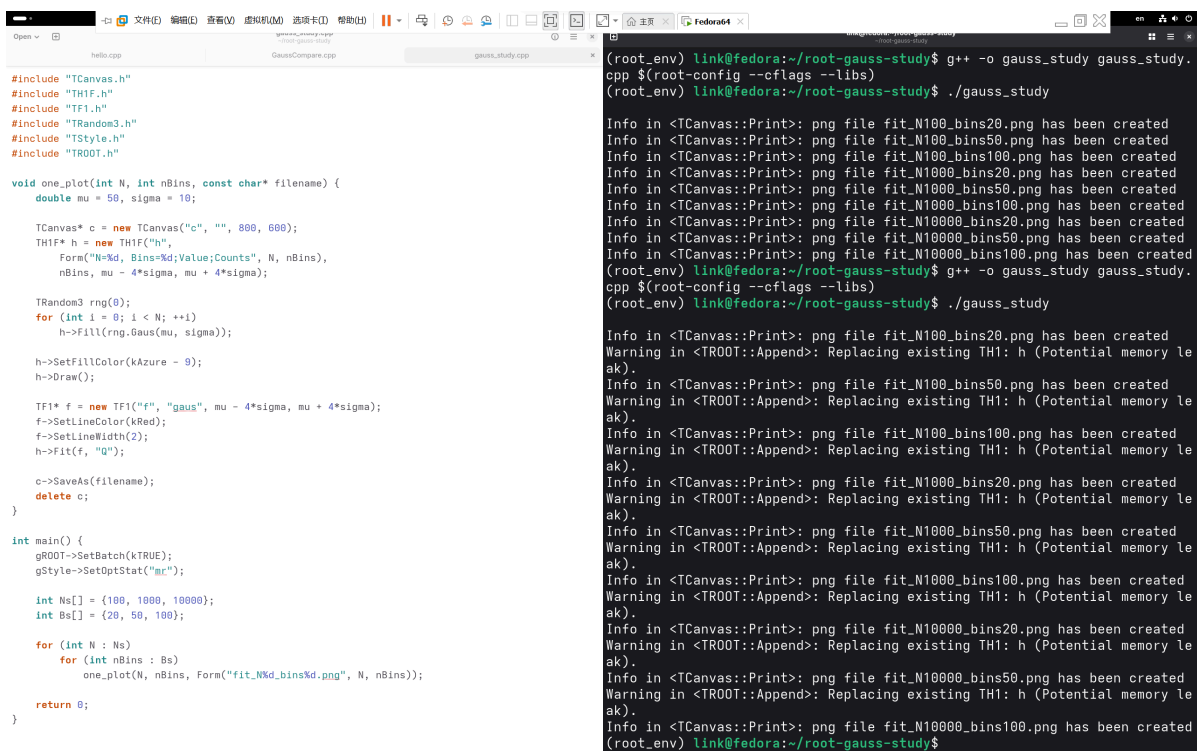


1. 样本数量N越大，统计的数量越多，拟合出的均值和标准差越接近于50和10，拟合效果越平稳；

分组数bin相对小时，直方图呈阶梯状，丢失样本变化的细节；bin相对适中时，直方图与曲线贴合较好，拟合质量较高；bin相对大时，每组数据少，误差较大，拟合不稳定，部分尖峰比较突出，拟合效果差



```
#include "TCanvas.h"
#include "TH1F.h"
#include "TF1.h"
#include "TRandom3.h"
#include "TStyle.h"
#include "TR00T.h"

void one_plot(int N, int nBins, const char* filename) {
    double mu = 50, sigma = 10;

    TCanvas* c = new TCanvas("c", "", 800, 600);
    TH1F* h = new TH1F("h",
        Form("N=%d, Bins=%d;Value;Counts", N, nBins),
        nBins, mu - 4*sigma, mu + 4*sigma);

    TRandom3 rng(0);
    for (int i = 0; i < N; ++i)
        h->Fill(rng.Gaus(mu, sigma));

    h->SetFillColor(kAzure - 9);
    h->Draw();

    TF1* f = new TF1("f", "gaus", mu - 4*sigma, mu + 4*sigma);
    f->SetLineColor(kRed);
    f->SetLineWidth(2);
    h->Fit(f, "Q");

    c->SaveAs(filename);
    delete c;
}

int main() {
    gROOT->SetBatch(kTRUE);
    gStyle->SetOptStat("me");

    int Ns[] = {100, 1000, 10000};
    int Bs[] = {20, 50, 100};

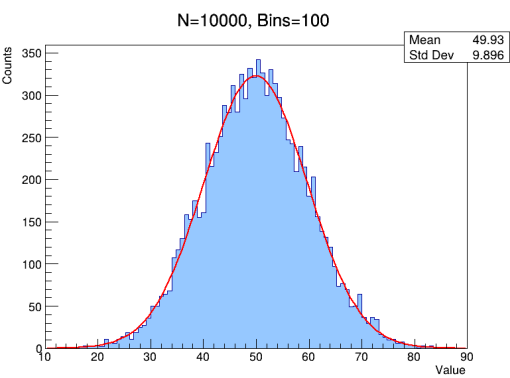
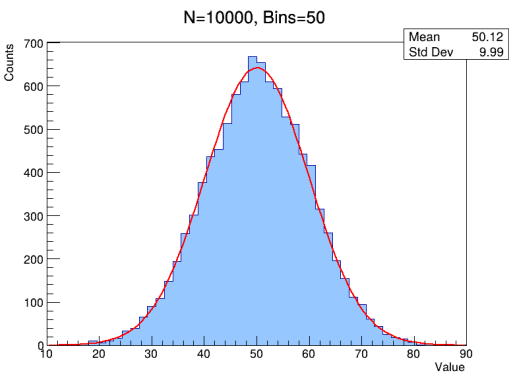
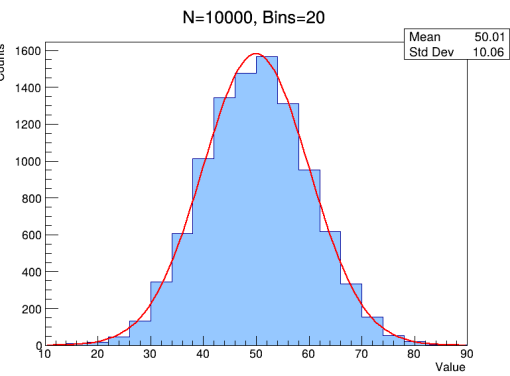
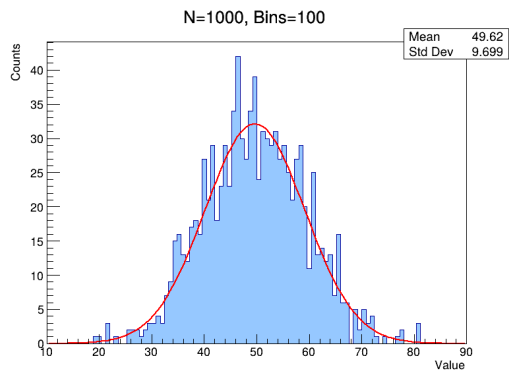
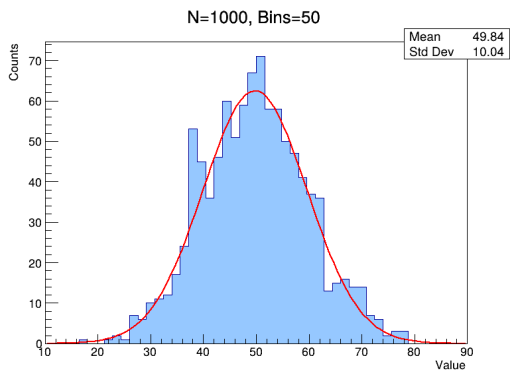
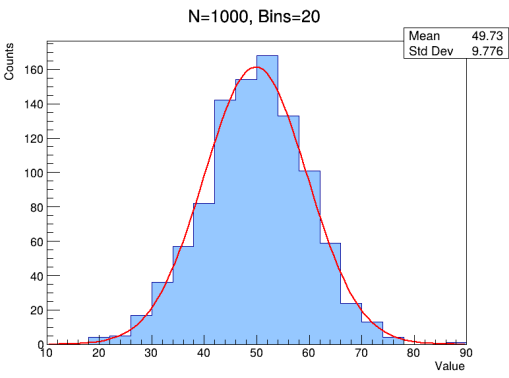
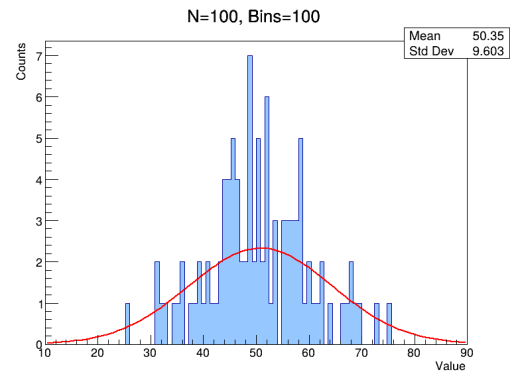
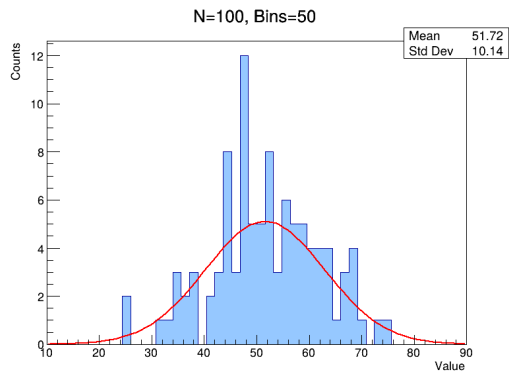
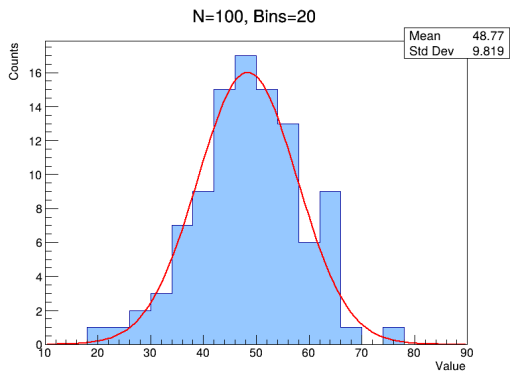
    for (int N : Ns)
        for (int nBins : Bs)
            one_plot(N, nBins, Form("fit_%d_bins%d.png", N, nBins));

    return 0;
}
```

```
(root_env) link@fedora:~/root-gauss-study$ g++ -o gauss_study gauss_study.cpp $(root-config --cflags --libs)
(root_env) link@fedora:~/root-gauss-study$ ./gauss_study

Info in <TCanvas::Print>: png file fit_N100_bins20.png has been created
Info in <TCanvas::Print>: png file fit_N100_bins50.png has been created
Info in <TCanvas::Print>: png file fit_N100_bins100.png has been created
Info in <TCanvas::Print>: png file fit_N1000_bins20.png has been created
Info in <TCanvas::Print>: png file fit_N1000_bins50.png has been created
Info in <TCanvas::Print>: png file fit_N1000_bins100.png has been created
Info in <TCanvas::Print>: png file fit_N10000_bins20.png has been created
Info in <TCanvas::Print>: png file fit_N10000_bins50.png has been created
Info in <TCanvas::Print>: png file fit_N10000_bins100.png has been created
(root_env) link@fedora:~/root-gauss-study$ g++ -o gauss_study gauss_study.cpp $(root-config --cflags --libs)
(root_env) link@fedora:~/root-gauss-study$ ./gauss_study

Info in <TCanvas::Print>: png file fit_N100_bins20.png has been created
Warning in <TR00T::Append>: Replacing existing TH1: h (Potential memory leak).
Info in <TCanvas::Print>: png file fit_N100_bins50.png has been created
Warning in <TR00T::Append>: Replacing existing TH1: h (Potential memory leak).
Info in <TCanvas::Print>: png file fit_N100_bins100.png has been created
Warning in <TR00T::Append>: Replacing existing TH1: h (Potential memory leak).
Info in <TCanvas::Print>: png file fit_N1000_bins20.png has been created
Warning in <TR00T::Append>: Replacing existing TH1: h (Potential memory leak).
Info in <TCanvas::Print>: png file fit_N1000_bins50.png has been created
Warning in <TR00T::Append>: Replacing existing TH1: h (Potential memory leak).
Info in <TCanvas::Print>: png file fit_N1000_bins100.png has been created
Warning in <TR00T::Append>: Replacing existing TH1: h (Potential memory leak).
Info in <TCanvas::Print>: png file fit_N10000_bins20.png has been created
Warning in <TR00T::Append>: Replacing existing TH1: h (Potential memory leak).
Info in <TCanvas::Print>: png file fit_N10000_bins50.png has been created
Warning in <TR00T::Append>: Replacing existing TH1: h (Potential memory leak).
Info in <TCanvas::Print>: png file fit_N10000_bins100.png has been created
(root_env) link@fedora:~/root-gauss-study$
```



2. 插值：要求所有的数据点都落在所求函数上，对数据要求准确无误差。为保证过点需求，函数多采用分段多项式的形式，可用于计算准确的未知数据点。

应用举例：用于图像的修复和重建，对于图像中因缺失或损坏而导致的信息丢失问题，插值法可以通过周围像素的信息来估计和填充缺失部分，从而恢复图像的完整性和美观性。

常见的插值法原理有拉格朗日插值法和牛顿插值法。拉格朗日插值法是通过构建一组基函数，使得每个基函数在对应的数据点上取值为1，在其他数据点上取值为0，然后利用这些基函数的线性组合来逼近原函数。牛顿插值法则是在拉格朗日插值法的基础上，利用差商的性质来简化计算过程。

拟合：求一个函数，使该函数整体上最接近已有数据点，不要求经过已有点，允许数据包含误差或噪声等干扰。先假定一个数学模型，然后利用数据点求解其中的待定参数，用函数表现数据分布的总体趋势。

应用举例：当一个物理现象的自变量与因变量满足线性规律时，可采用线性拟合求得相关系数。例如通过欧姆定律求解电阻 $R$ ，通过胡克定理求解弹性系数 $k$ 。

常见的拟合法原理有线性最小二乘法，模型为 $y = ax + b$ ，代入数据点计算残差平方和，得到 $a$ 和 $b$ 的取值使残差平方和最小。

拟合质量的优劣主要由残差和判定系数 $R^2$ 评估。残差定义为 $y_i - \hat{y}_i$ ，当残差随机分布在坐标轴两侧，均值为零时，拟合效果较好。判定系数定义为

$R^2 = 1 - \frac{\sum(y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum(y_i - \bar{y})^2}$ ，当 $R^2$ 越接近于1，拟合效果越好。

### 3. 目前已知的基本粒子有：

基本粒子				场粒子
夸克	上夸克 $u$	粲夸克 $c$	顶夸克 $t$	光子 $\gamma$
	下夸克 $d$	奇异夸克 $s$	底夸克 $b$	胶子 $g$
轻子	电子中微子 $\nu_e$	缪子中微子 $\nu_\mu$	陶子中微子 $\nu_\tau$	Z中间玻色子 $Z$
	电子 $e$	缪子 $\mu$	陶子 $\tau$	W中间玻色子 $W$
	I	II	III	

**强子：**参与强相互作用的粒子，中性或带点

**重子：**自旋为1/2和半整数的强子，有三个夸克组成，是费米子，服从费米-狄拉克统计规律。如：质子，中子，各类超子。

**介子**：自旋为整数的强子，有夸克和反夸克组成，是玻色子，服从玻色-爱因斯坦统计规律。如： $\pi^+$ ,  $K$ ,  $\eta$  介子

**轻子**：不参与强相互作用的粒子，自旋为1/2，中性或带电。如：电子 $e$ ,  $\mu$ 子,  $\tau$ 子, 各代中微子

**场粒子**：自旋为1，传递相互作用的媒介子，又称矢量规范玻色子。如：光子 $\gamma$ , 胶子 $g$ ,  $W$ 、 $Z$ 中间玻色子

4. 强相互作用力虽然强度大，但力程短，量级约为原子核尺度，粒子需要直接击中原子核才能发生强相互作用，对微观粒子而言概率低。弱相互作用力不仅作用范围短，而且强度低，难以探测发出的信号。引力在粒子尺度上强度太低，难以检测发出的信号。而电磁力是唯一在在粒子尺度上作用范围和强度都是可观的作用力，其发出的信号可探测。

力的种类	相互作用的物体	力的强度	力程
强相互作用力	核子、介子等	$10^4\text{N}$	$10^{-15}\text{m}$
弱相互作用力	大多数粒子	$10^{-2}\text{N}$	$< 10^{-17}\text{m}$
万有引力	一切质点	$10^{-34}\text{N}$	无限远
电磁力	电荷	$10^2\text{N}$	无限远

