

信息隐藏实验报告

实验一



学 号 1750844

姓 名 周展田

专 业 计算机科学与技术

同组成员 1754259 袁瑞毅

授课老师 钟计东

一、实验内容

- 1.产生符合高斯分布 $N(\mu, \sigma^2)$ 的随机数，然后用参数估计法估计相应的 μ 和 σ 。
- 2.产生尺度参数为 β 的指数分布，并估计参数 β 的取值。
- 3.产生 GGD 分布的随机数，形状参数为 $c = 1.0$ 和 $c = 0.5$ 。

二、实验原理

- 1.使用 Mersenne Twister 可产生符合 Uniform(0,1)分布的随机数，使用 Box-Muller 方法可转换为高斯分布。
- 2.假设 X 是一随机变量，服从一定的概率分布，他的累积密度函数为 $F(x)$ ，如果一个变量 $U \sim \text{Uniform}(0,1)$ ，那么 $X = F^{-1}(U)$ 符合给定的分布。如果 X 服从指数分布， $F(x) = 1 - e^{-x/\beta}$ ，则 $F^{-1}(U) = -\beta \ln(1 - U)$ 符合指数分布。
3. W 是一个服从 Bernoulli 分布的离散随机变量， E 独立于 W ，服从形状参数为 $1/c$ ，尺度参数为 $1/\beta^c$ 的 Gamma 分布。
则 X 服从形状参数为 c ，尺度参数为 β 的 GGD 分布：

$$X = \begin{cases} E^{1/c}, & W = 1 \\ -E^{1/c}, & W = 0 \end{cases}$$

当 $c=1.0$ 时， E 服从形状参数为 1.0 的 Gamma 分布（指数分布）；

当 $c=0.5$ 时， E 的 Gamma 分布的形状参数为 2.0 ，尺度参数为 $1/\beta^{0.5}$ 。

随机变量 Y 和 Z 独立且服从相同的指数分布（尺度参数为 $1/\beta^{0.5}$ ）， $Y+Z$ 就是满足条件的 Gamma 分布。

三、实验结果

1.程序执行

```
Microsoft Visual Studio 调试控制台
输入指数分布beta的值
2.0
输入GGD分布c=1.0时 beta的值
3.0
输入GGD分布c=0.5时 beta的值
4.0
```

程序执行时，需要输入指数分布的 β 值以及 GGD 分布的 β 值，所有的输出均在文件中。

2.生成文件说明：

exp.txt	2019/10/27 16:37	文本文档
expBeta.txt	2019/10/27 16:37	文本文档
Gauss.txt	2019/10/27 16:37	文本文档
GaussExp.txt	2019/10/27 16:37	文本文档
GaussVar.txt	2019/10/27 16:37	文本文档
GGD05.txt	2019/10/27 16:37	文本文档
GGD10.txt	2019/10/27 16:37	文本文档
uniform.txt	2019/10/27 16:37	文本文档

Uniform.txt: (0, 1) 均匀分布结果，为 10000 个 0-1 之间的 double 数

Exp.txt: 指数分布随机数，10000 个

ExpBeta.txt: 指数分布 β 的估计值

Gauss.txt: 高斯分布随机数，10000 个

GaussExp.txt: 高斯分布的期望

GaussVar.txt: 高斯分布的方差

GGD10.txt: $c=1.0$ 时的 GGD 分布随机数

GGD05.txt: $c=0.5$ 时的 GGD 分布随机数

3.生成随机数分析

指数分布：测试输入为 2.0，

Beta的估计值为1.98187

输入值与估计值误差为 0.91%

高斯分布：

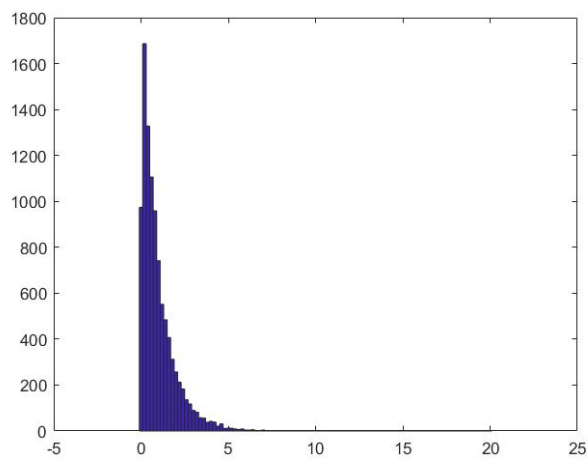
随机产生的期望为：0.9498

估计的期望为：0.949575

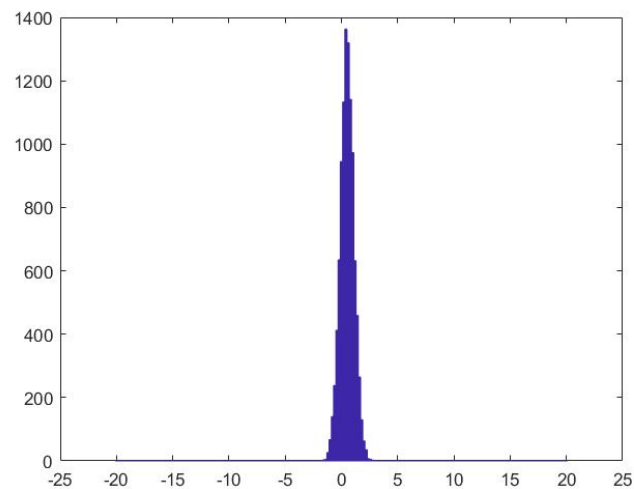
随机产生的方差为：0.1366

估计的方差为：0.0185124

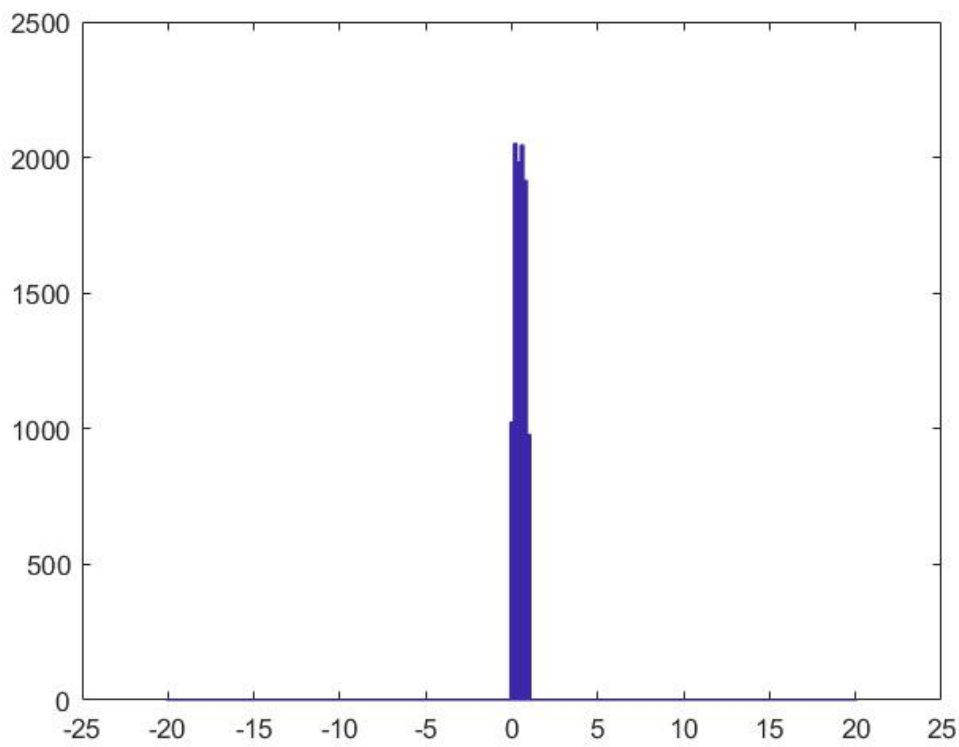
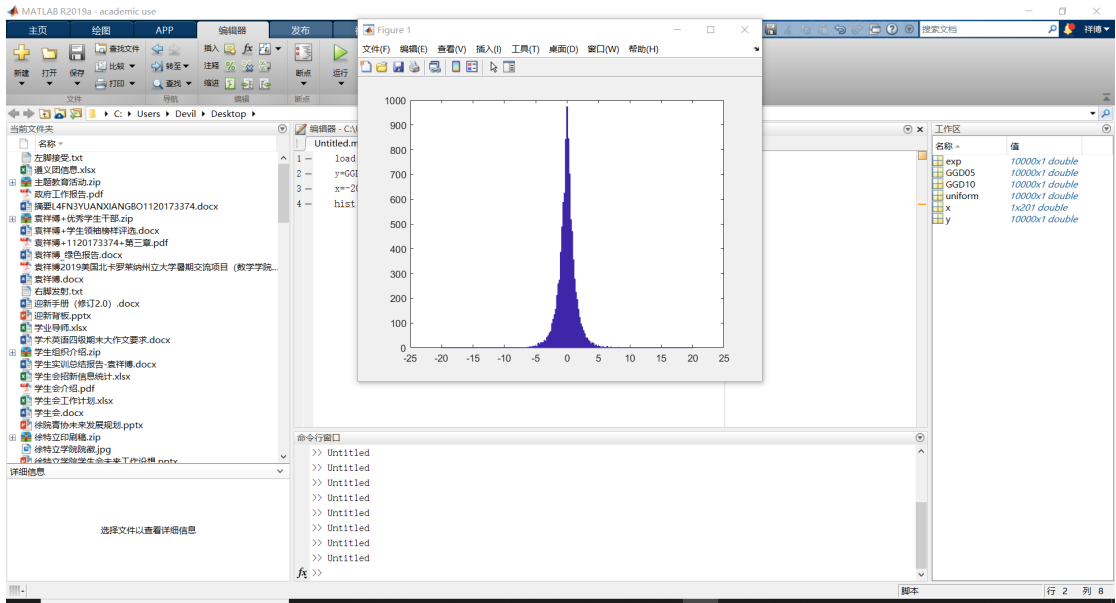
指数分布： $\beta = 1.0$



高斯分布：



GGD 分布： $\beta=1.0$



四、代码说明

代码由 3 个文件构成：

main.cpp	2019/10/25 16:29	CPP 文件	1 KB
RandomNumber.cpp	2019/10/27 16:37	CPP 文件	5 KB
RandomNumber.h	2019/10/25 15:58	H 文件	1 KB

main.cpp:存放 main 函数，实例化 RandomNumber 类

RandomNumber.h:类的声明

RandomNumber.cpp:类成员函数的实现

头文件如下：

```
const int MAX_NUMBER = 10000;
const int RANDOMPRECISION = 10000;
class RandomNumber
{
protected:
    double uniformNumbers[MAX_NUMBER]; //存放均匀分布随机数数组
    double expNumbers[MAX_NUMBER]; //存放指数分布随机数数组
    double gaussNumbers[MAX_NUMBER]; //存放高斯分布随机数数组
    double GGD05Numbers[MAX_NUMBER]; //GGD, c=0.5
    double GGD10Numbers[MAX_NUMBER]; //GGD, c=1.0
    double D, E; //高斯随机期望方差
public:
    RandomNumber();
    ~RandomNumber();
    int Bernoulli(); //返回 0/1 随机
    double uniform(); //产生一个随机数
    int uniformDistribution(); //产生均匀分布随机数
    int gaussDtribution(); //产生高斯分布随机数
    int gaussExpectation(); //估计高斯分布期望
    int gaussVar(); //估计高斯分布方差
    int expDistribution(double beta, int out=1); //求指数分布随机数，out 为
    //可选项，为 1 默认输出到文件中
    int expBeta(); //估计指数分布 beta
    int GGD05(double beta); //c=0.5 的 GGD 分布
    int GGD10(double beta); //c=1.0 的 GGD 分布
};
```

五、分工说明

1.周展田：搭建了程序框架，完成了指数分布和两个 GGD 分布的生

成。

2.袁瑞毅：查找 Mersenne Twister 的相关资料及使用，完成了高斯分布的生成，并对高斯分布、指数分布和两个 GGD 分布的随机数进行图形的绘制分析。

六、参考资料

完成实验的主要内容来自于课程讲义。

Mersenne Twister 的使用和 Box-Muller 方法实现参考了其他资料：

<https://cloud.tencent.com/developer/article/1090300>

https://blog.csdn.net/weixin_41793877/article/details/84700875