

# 《天体物理中的统计方法》 – 第 2 次作业 \*

苏镇波<sup>†</sup>

中国科学技术大学物理学院天文系, 合肥 230026

## 1 Problem: *Rejection method.*

Answer.

```
1 import numpy as np
2 import matplotlib.pyplot as plt
3 def f1(x):
4     sigma = 1.5
5     return 1/(np.sqrt(2*np.pi)*sigma)*np.exp(-0.5*(x-0)**2/sigma**2)
6 def f2(x):
7     sigma = 1.5
8     return 2/(np.sqrt(2*np.pi)*sigma)*np.exp(-0.5*(x-0)**2/sigma**2)
9 x = np.arange(-5., 5., 0.001)
10 fig = plt.figure(figsize=(6,5))
11 plt.plot(x, f1(x), color = "purple", label=r'$\rm Target: \it{f(x)}=\frac{f_1}{\sigma\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$', lw=1)
12 plt.plot(x, f2(x), color = "royalblue", label='Proposal: Gaussian Distribution', lw=1, ls='--')
13 plt.fill_between(x, f1(x), f2(x), color = 'royalblue', alpha=0.2, label='Rejection')
14 size = int(1e+07)
15 sigma = 1.5
16 loc = 0
17 z = np.random.normal(loc = loc, scale = sigma, size = size)
18 qz = 1/(np.sqrt(2*np.pi)*sigma)*np.exp(-0.5*(z-loc)**2/sigma**2)
19 k = 5
20 u = np.random.uniform(low = 0, high = k*qz, size = size)
21 pz = 1/(np.sqrt(2*np.pi)*sigma)*np.exp(-0.5*(z-0)**2/sigma**2)
```

\*2022 春季《天体物理中的统计方法》

<sup>†</sup>Email: zbsu@mail.ustc.edu.cn, 学号: SA21022002

```

22 sample = z[pz >= u]
23 plt.hist(sample, bins=100, density=True, edgecolor='black', color='purple',
24          alpha=0.2, label='Acception')
25 plt.xlim(-5, 5)
26 plt.xticks([-5, -4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5])
27 plt.legend(loc='upper left', )
28 plt.savefig('./hw11.pdf', dpi=300)
29 plt.tight_layout()
30 plt.grid()
31 plt.show()

```

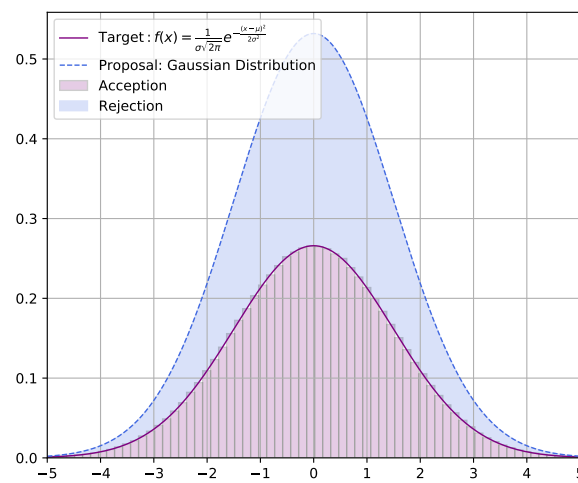


图 1: *Rejectionmethod*. 其中, 蓝色虚线为选取的正态分布, 紫色实线为标准正态分布的概率密度函数, 蓝色区域代表拒绝 (*Rejection*), 紫色区域的直方图代表接受 (*Acception*)。

## 2 Problem: *Polar method*.

Answer.

```

1 import math
2 import numpy as np
3 import matplotlib.pyplot as plt
4
5 def polar_method():
6     x1 = np.random.uniform(0, 1)
7     x2 = np.random.uniform(0, 1)
8     y1 = np.cos(2.0 * np.pi * x1) * np.sqrt(-2.0 * np.log(x2))
9     y2 = np.sin(2.0 * np.pi * x1) * np.sqrt(-2.0 * np.log(x2))

```

```

10     return y1, y2
11 data = [list(polar_method()) for i in range(100000)]
12 data = np.array(data).flatten().tolist()
13 fig = plt.figure(figsize=(6,5))
14 u = 0    #mu
15 sig = math.sqrt(1)    #sigma
16 x = np.linspace(u - 3*sig, u + 3*sig, 50)
17 y = np.exp(-(x - u) ** 2 / (2 * sig ** 2)) / (math.sqrt(2*math.pi)*sig) #
18 plt.plot(x, y, "black",ls='--', linewidth=1, label=r'$N\sim(0, 1)$')
19 plt.hist(data, bins=50, density=True, histtype='step', color='royalblue',
20         label='polar method')
21 plt.legend()
22 plt.savefig('./hw12.pdf', dpi=300)
23 plt.tight_layout()
24 plt.grid()
25 plt.show()

```

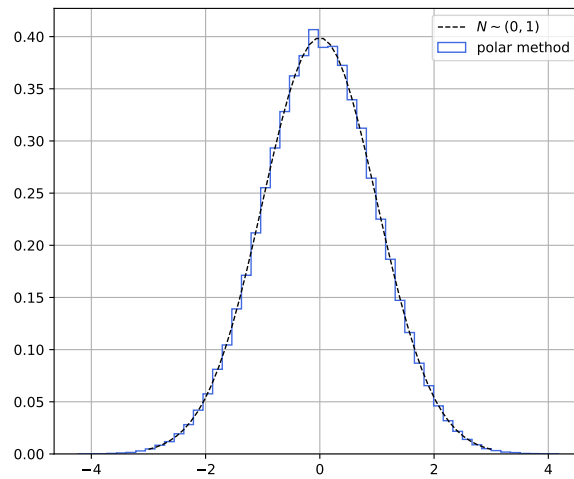


图 2: *Polarmethod*. 蓝色为使用 Polar method 生成的标准正态分布的直方图，紫色虚线为服从  $N \sim (0, 1)$  的标准正态分布的概率密度分布。