

## 实验五 信号检测

### 一. 实验目的

(1) 将  $1e6$  求模后的分布图打印出来, 以及求出最大值和最大值的位置, 将最大值的前 10 个和后 10 个数一起打印出来, 并求除去最大值的剩余 20 个数的均值, 乘以一个倍数, 即门限, 求门限大小。

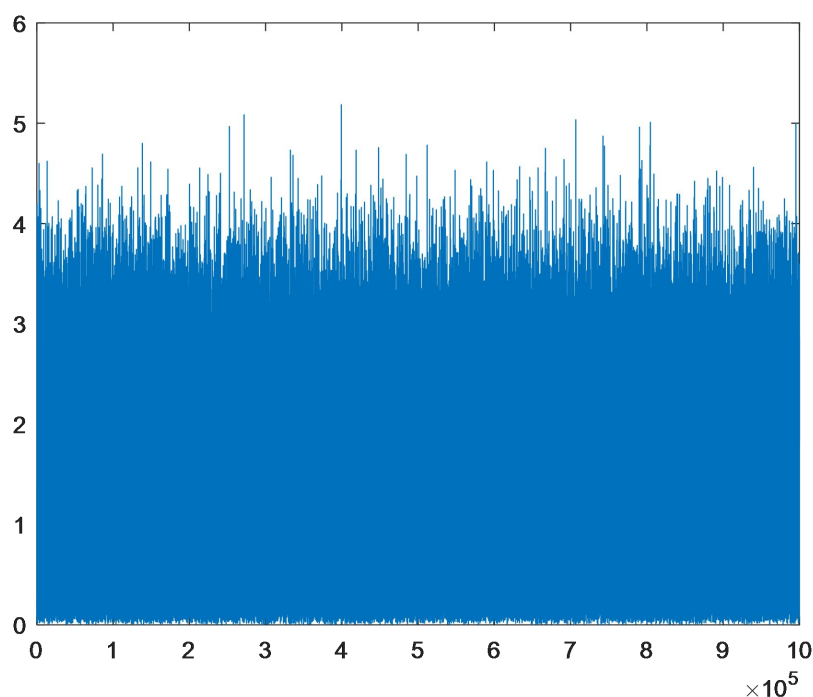
(2) 做 10 次  $1e6$  个数并求该虚警率为多少, 验证上一步求得虚警是否符合要求

(3) 做 100 次  $1e6$  个数并求该虚警率设置为多少, 验证上一步求得虚警率是否符合要求

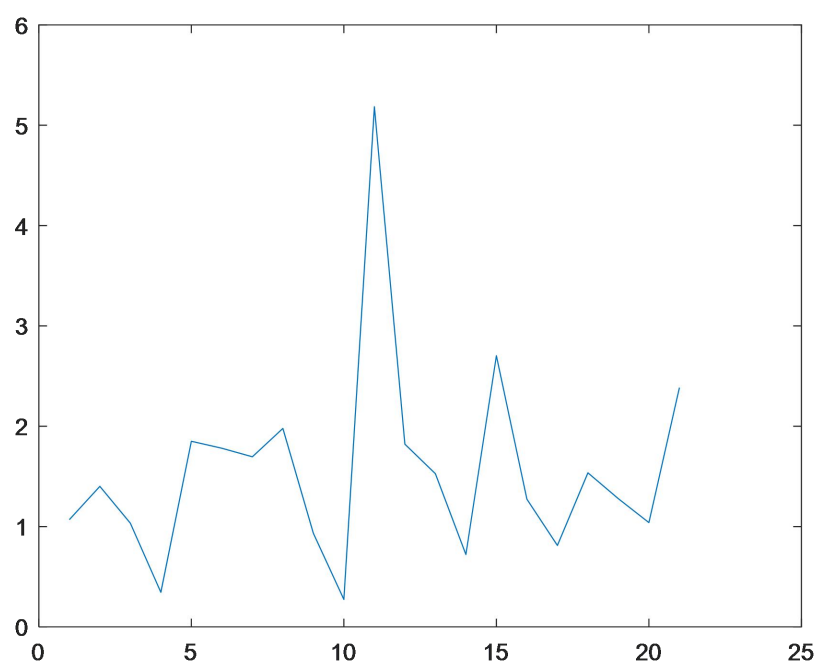
### 二. 实验内容

**第一问:** 将  $1e6$  求模后的分布图打印出来, 以及求出最大值和最大值的位置, 将最大值的前 10 个和后 10 个数一起打印出来, 并求除去最大值的剩余 20 个数的均值, 乘以一个倍数, 即门限, 求门限大小。

$1e6$  求模后的分布图如下:



21 个数的打印情况如下所示:



数值如下所示：其中最大值为 5.1846，最大值的位置在 399290 处。

1.06883796191131

1.40065406319891

1.03341753409441

0.344813163824208

1.85003811245110

1.78088540200284

1.69544523566632

1.97841060854517

0.932478441195426

0.273453532083880

5.18457560992089

1.82128955803283

1.52672036985517

0.721590275987402

2.70291833127758

1.27283449410660

0. 812051275088556  
1. 53580919180178  
1. 27739316613033  
1. 03957547079450  
2. 38528636817569

求出其余 20 个数的均值为 1.3727，所以倍数大约为 3.7770 时，最大值处的值就会被当成一个目标。门限可以设成 4 左右。

程序为 `signal1_test.m`

第二问：

我们假设利用第一问的结论，设置门限为 4.1，来观察  $1e7$  数据中有多少虚警出现。

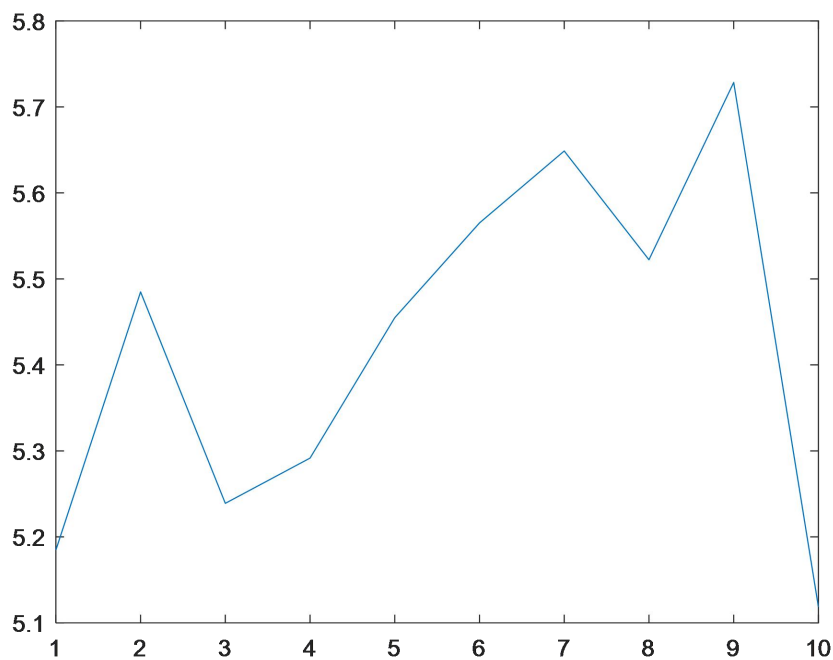
经过计算 10 次  $1e6$  个数的均值为 1.2534. 则观察 10 次  $1e6$  个数中大于  $1.2534 \times 4.1 = 5.13894$  的数有多少个，就有几次虚警的出现。

result1 数组结果如下图所示：

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	4	1	1	1	1	2	3	1	0

可见一共有 16 次虚警出现，平均出现次数为 1.6 次，基本符合要求，但是可以观察到第二次检测时，出现了 4 次虚警，过高，所以应该调高门限。接下来估计  $1e7$  个数的门限应该是多少。

首先，我们计算并打印出 10 次的最大值分别为多少，如下图所示：



根据 result2 数组的数值为：

1
5.1846
5.4849
5.2390
5.2916
5.4549
5.5651
5.6488
5.5223
5.7285
5.1184

我们可以得到这十个数的最大值为 5.7285, 并通过计算我们也可以得到  $1e7$  的数据的平均值为 1.2534, 所以我们假设门限为 4.57 左右时, 虚警率可以降低到  $1/1e7$ .

得到 10 次  $1e6$  的门限为 4.57 左右, 使得虚警率降低到  $1/1e7$ .

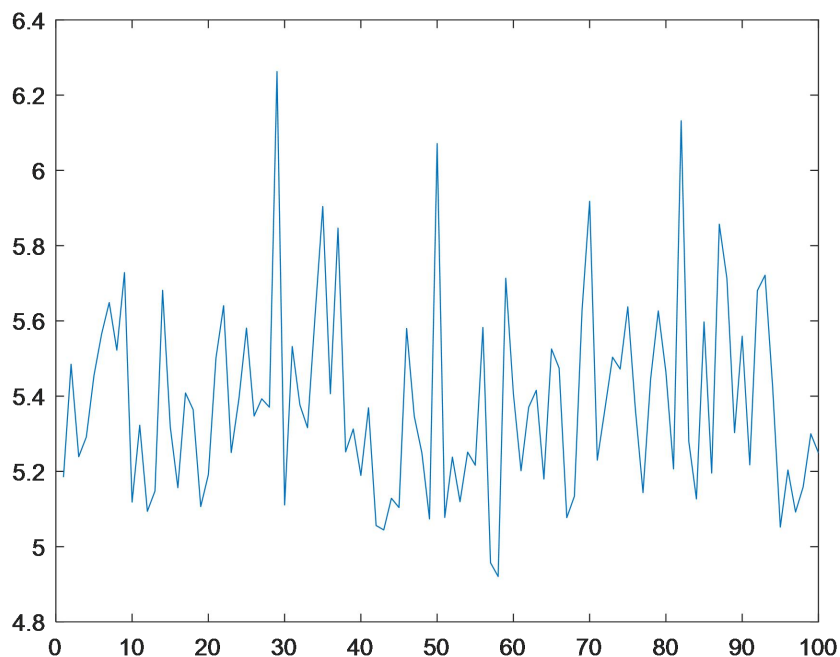
代码为 signal10\_test.m

第三问:

我们验证得到的上一个虚警在 100 次  $1e6$  个数时, 所能达到的效果:

100 次  $1e6$  个数的均值为 1.2534，因为设定 `rng(2)`，所以的到的分布是一样的，所以均值也是一样的。则检验 100 次  $1e6$  个数中大于  $1.2534 \times 4.57 = 5.728038$  的个数，即为出现虚警的次数。

100 次出现虚警的次数为 8 次，可以达到  $1/1e7$  的虚警率，而想要达到  $1/1e8$  的虚警率，还要继续提高门限，同理我们可以计算出 100 个最大值的分布图如下：



其最大值为：6.262684858103333。所以可以得到门限为：4.999。所以要想达到虚警率为  $1/1e8$ ，则需要将门限设为 5 左右。

部分代码在：signal100\_test.m

注：有些前置计算的代码有省略，只有计算超出门限的个数代码部分以及 10 次、100 次的最大值，算出整体最大值的部分代码，以此计算相应的虚警门限。

### 三. 实验心得

通过本次实验，我明白了虚警的概念，理解虚警率的概念和原理。在通过实际计算虚警率的实验，更加深刻地明白在实际应用时，如何测试虚警率。