

# Hush up! 题目讨论

CyanD1317 / Tommyr7 / wangyurzee

August 27, 2016

# Problem 1. STUMBLER

给定一个简化的物件组成的 osu! 谱面，从原点出发等概率选择一个方向发出一条射线，求有且仅有一个物件在射线上的概率。

- $N_C, N_S \leq 50\,000$
- 精度  $10^{-6}$

# Observations & Lemmata

- 将  $-\pi$  和  $+\pi$  看作首尾相接, 那么一个物件影响的角度范围是连续的, 且该范围不会大于等于  $\pi$ 。

# Observations & Lemmata

- 将  $-\pi$  和  $+\pi$  看作首尾相接, 那么一个物件影响的角度范围是连续的, 且该范围不会大于等于  $\pi$ 。
  - Formally : 如果射线  $OA$  与射线  $OB$  都与物体  $U$  有公共点, 那么在劣角  $AOB$  内的任意一条射线  $OC$  都与物体  $U$  有公共点。

# Observations & Lemmata

- 将  $-\pi$  和  $+\pi$  看作首尾相接, 那么一个物件影响的角度范围是连续的, 且该范围不会大于等于  $\pi$ 。
  - Formally : 如果射线  $OA$  与射线  $OB$  都与物体  $U$  有公共点, 那么在劣角  $AOB$  内的任意一条射线  $OC$  都与物体  $U$  有公共点。
  - 显然成立。

# Observations & Lemmata

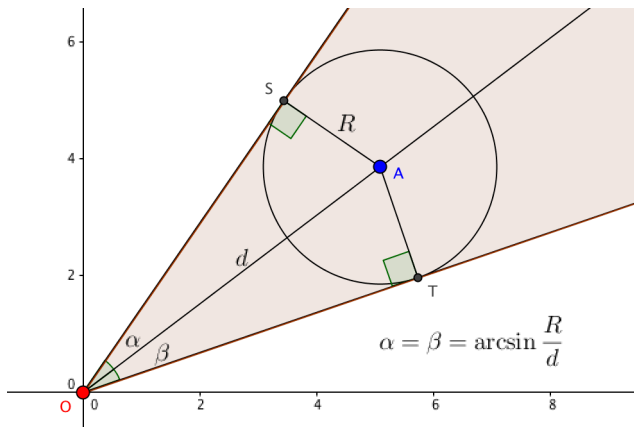
- 将  $-\pi$  和  $+\pi$  看作首尾相接, 那么一个物件影响的角度范围是连续的, 且该范围不会大于等于  $\pi$ 。
  - Formally : 如果射线  $OA$  与射线  $OB$  都与物体  $U$  有公共点, 那么在劣角  $AOB$  内的任意一条射线  $OC$  都与物体  $U$  有公共点。
  - 显然成立。
- 在前两个子任务的限制下, 物件影响的角度范围没有重叠部分。

# Observations & Lemmata

- 将  $-\pi$  和  $+\pi$  看作首尾相接，那么一个物件影响的角度范围是连续的，且该范围不会大于等于  $\pi$ 。
  - Formally：如果射线  $OA$  与射线  $OB$  都与物体  $U$  有公共点，那么在劣角  $AOB$  内的任意一条射线  $OC$  都与物体  $U$  有公共点。
  - 显然成立。
- 在前两个子任务的限制下，物件影响的角度范围没有重叠部分。
  - 计算出每个物件的影响的范围大小，相加即为答案。

# Algorithm 1

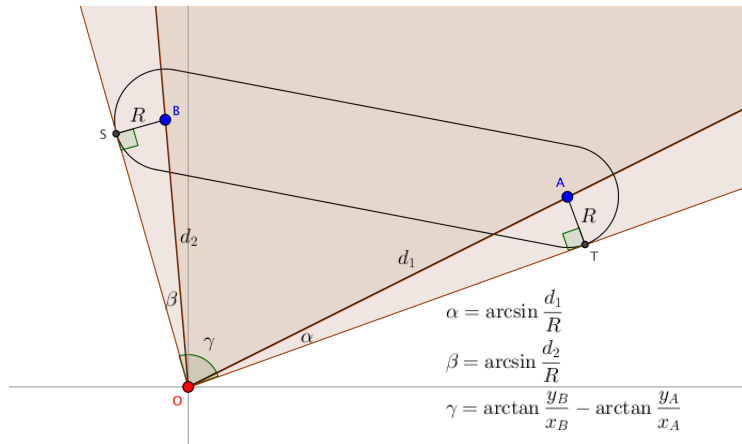
子任务 1：只有圆形物件，物件影响的角度范围没有重叠部分。





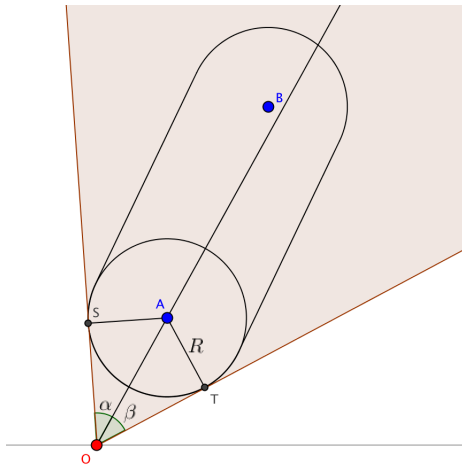
# Algorithm 2

子任务 2：有滑条物件，物件影响的角度范围没有重叠部分。



# Algorithm 2

特殊情况：与上一种取 max



# Algorithm 3

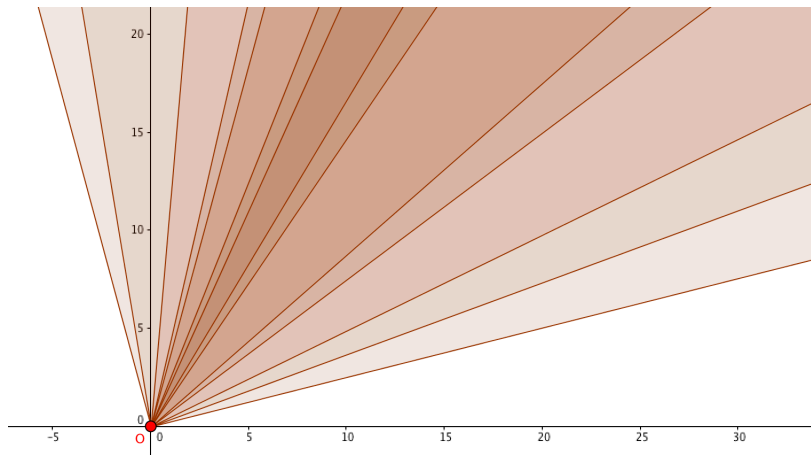
子任务 3 :  $N_C, N_S \leq 1000$

不会做, 输出 QAQ



# Algorithm 4

子任务 4：存在一条从原点出发的射线与每一个打击物件都有公共点。



# Algorithm 5

子任务 3 :  $N_C, N_S \leq 1\,000$

# Algorithm 5

子任务 3 :  $N_C, N_S \leq 1000$

- 按照上述方法计算出每个物件影响角度的区间, 记录端点 ( 线 ?  
←\_← ) 并排序

# Algorithm 5

子任务 3 :  $N_C, N_S \leq 1000$

- 按照上述方法计算出每个物件影响角度的区间, 记录端点 (线 ?  
 $\leftarrow \_ \leftarrow$ ) 并排序
- 跨过  $\pm\pi$  的位置拆分为两个区间

# Algorithm 5

子任务 3 :  $N_C, N_S \leq 1000$

- 按照上述方法计算出每个物件影响角度的区间, 记录端点 ( 线 ?  $\leftarrow\_ \leftarrow$  ) 并排序
- 跨过  $\pm\pi$  的位置拆分为两个区间
- 枚举两个相邻端点, 检查它们所夹区间是否被恰好一个物件覆盖



# Algorithm 5

子任务 3 :  $N_C, N_S \leq 1000$

- 按照上述方法计算出每个物件影响角度的区间, 记录端点 ( 线 ?  $\leftarrow\_ \leftarrow$  ) 并排序
- 跨过  $\pm\pi$  的位置拆分为两个区间
- 枚举两个相邻端点, 检查它们所夹区间是否被恰好一个物件覆盖
- 排序  $O(N^2)$ , 枚举共  $O(N)$  个区间, 检查一次  $O(N)$
- 总时间复杂度  $O(N^2)$

# Algorithm 6

我会快速排序！



# Algorithm 6



我会快速排序！

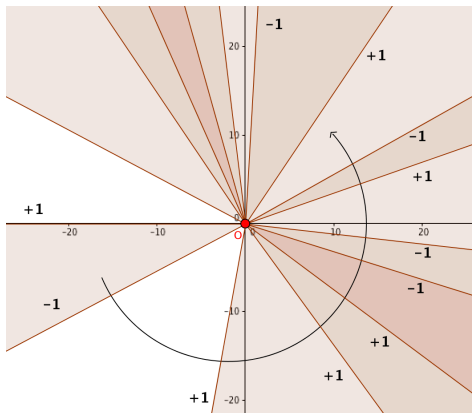
$$O(N \log N) + O(N^2) = O(N^2)$$

# Algorithm 7

“枚举两个相邻端点，检查它们所夹区间是否被恰好一个物件覆盖”

优化？

# Algorithm 7



把区间转化成“事件”，对事件排序并依次处理，记录上个事件的位置与当前覆盖层数，判断层数 = 1 时增加答案。（常用 trick）

时间复杂度  $O(N \log N) + O(N) = O(N \log N)$

## Problem 2. OBSESSED

给定一个序列，每个位置上为“空”、“面”音符与“边”音符中的一种。  
进行下列操作：

- 放置“面”或“边”音符；
- 询问一段连续区间内最近一对相同音符（“面”或“边”）之间的最小距离。

$N, M \leq 300\,000$

# Algorithm 1

子任务 1、2 :  $N \cdot M \leq 600\,000$

直接模拟即可。注意反转操作的判定

---

## Algorithm 1

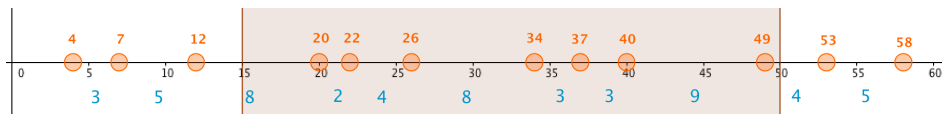
---

```
1: if  $A[i] = \text{DON}$  then  
2:    $A[i] \leftarrow \text{KAT}$   
3: else  
4:    $A[i] \leftarrow \text{DON}$   
5: end if
```

---

# Algorithm 2

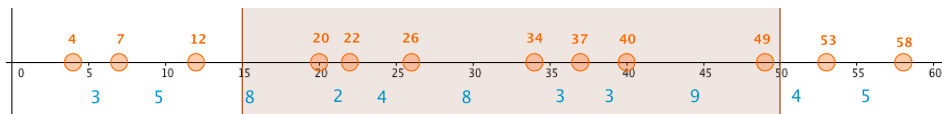
子任务 3：没有“边”音符和反转操作，放置音符的位置严格单调递增





# Algorithm 2

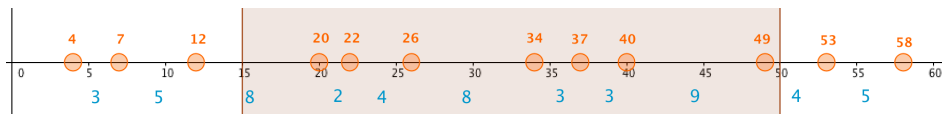
子任务 3：没有“边”音符和反转操作，放置音符的位置严格单调递增



- 找出对应的音符范围：二分查找， $O(\log N)$

# Algorithm 2

子任务 3：没有“边”音符和反转操作，放置音符的位置严格单调递增



- 找出对应的音符范围：二分查找， $O(\log N)$
- 在范围内查询最小值：Range Minimum Query，线段树  $O(\log N)$

# Algorithm 3

子任务 4：存在两种音符，没有反转操作

看着好像线段树的样子

# Algorithm 3

对于一个线段树的节点而言，需要考虑的情况有以下三种：

- 完全在左子节点的区间中；
- 完全在右子节点的区间中；
- 跨越左右子节点区间的交界处。

# Algorithm 3

对于一个线段树的节点而言，需要考虑的情况有以下三种：

- 完全在左子节点的区间中；
- 完全在右子节点的区间中；
- 跨越左右子节点区间的交界处。

为了实现两段区间信息的合并，需要在每个节点上记录.....?

# Algorithm 3

对于一个线段树的节点而言，需要考虑的情况有以下三种：

- 完全在左子节点的区间中；
- 完全在右子节点的区间中；
- 跨越左右子节点区间的交界处。

为了实现两段区间信息的合并，需要在每个节点上记录.....?

**最左/最右的鼓面/鼓边音符共 4 条信息。**

另外自己内部的最优答案也要记录。

# Updating Segment Tree Nodes

---

## Algorithm 2

---

```
1: function UPDATE(node)
2:   if node.lch = -1 then
3:     return
4:   end if
5:   node.lmost_don = min(node.lch.lmost_don, node.rch.lmost_don)
6:   node.rmost_don = min(node.lch.rmost_don, node.rch.rmost_don)
7:   node.lmost_kat = min(node.lch.lmost_don, node.rch.lmost_kat)
8:   node.rmost_kat = min(node.lch.rmost_don, node.rch.rmost_kat)
9:   node.ans = min(node.lch.ans, node.rch.ans)
10:  node.ans = min(node.ans, node.rch.lmost_don - node.lch.rmost_don)
11:  node.ans = min(node.ans, node.rch.lmost_kat - node.lch.rmost_kat)
12: end function
```

# Algorithm 3

时间复杂度  $O(M \log N)$ 。



# Algorithm 4

子任务 5：存在两种音符和反转操作

看着好像线段树的样子



# Algorithm 4

## 延迟标记/懒标记

每个节点除了记录上述信息外，额外记录一个布尔变量  $tag$  表示该节点下所有的音符是否被 Invert

维持  $lmost, rmost$  与  $tag$  同步更新 ( 即  $lmost, rmost$  记录的是  $tag$  生效后的值 )。访问到一个节点时，若该节点的  $tag$  为真，那么将  $tag$  下传到左右子节点并更新各自信息。

# Handling Lazy Tag Propagation

---

## Algorithm 3

---

```
1: function PUSHDOWN(node)
2:   if node.lch = -1 or node.tag = false then
3:     return
4:   end if
5:   node.tag  $\leftarrow$  false
6:   node.lch.tag  $\leftarrow$  not node.lch.tag
7:   node.rch.tag  $\leftarrow$  not node.rch.tag
8:   SWAP(node.lch.lmost_don, node.lch.lmost_kat)
9:   SWAP(node.lch.rmost_don, node.lch.rmost_kat)
10:  SWAP(node.rch.lmost_don, node.rch.lmost_kat)
11:  SWAP(node.rch.rmost_don, node.rch.rmost_kat)
12: end function
```

# Algorithm 4

时间复杂度  $O(M \log N)$ 。

具体细节参见参考程序或者两段伪代码。

# Problem 3. CACCEPT

//其实这就是上学期期末的Hako窝怎么会说呢//

交互题。有一个五个不同字母的排列，每次可以询问五个字母（可以重复），得到：

- 有多少个在答案中位置正确的字母；
- 有多少个不同的在答案中出现但位置不正确的字母。

用最少的询问次数确定字母排列。按照谜之公式给分。

# Problem 3. CACCEPT

(((其实这就是上学期期末的Hako窝怎么会说呢)))

交互题。有一个五个不同字母的排列，每次可以询问五个字母（可以重复），得到：

- 有多少个在答案中位置正确的字母；
- 有多少个不同的在答案中出现但位置不正确的字母。

用最少的询问次数确定字母排列。按照谜之公式给分。

评分参数  $L = 11$  知道泥萌很好奇

# Algorithm 1

直接提交样例程序，可以卡着时限通过所有 20 组数据。  
平均每组数据需要花费上千万次询问，效率得分  $E \approx 0$ 。

# Algorithm 1

直接提交样例程序，可以卡着时限通过所有 20 组数据。  
平均每组数据需要花费上千万次询问，效率得分  $E \approx 0$ 。

期望得分 20 分。



## Algorithm 2 by wangyurzee

从“ABCDE”( 随机亦可 ) 开始尝试对于每一位进行调整, 保留返回值最大的答案。

## Algorithm 2 by wangyurzee

从“ABCDE”( 随机亦可 ) 开始尝试对于每一位进行调整, 保留返回值最大的答案。

最大单次尝试次数  $5 \times 26 = 130$ , 实际最大单次 116、合计 2320, 期望得分 25 ~30 分。

## Algorithm 3 by wangyurzee

在算法二的基础上进行特别判断，如果一次调整将返回值增加了 9（完全猜对了一位）那么退出当前位的调整进入下一位。

## Algorithm 3 by wangyurzee

在算法二的基础上进行特别判断，如果一次调整将返回值增加了 9（完全猜对了一位）那么退出当前位的调整进入下一位。

最大单次尝试次数仍为 130，实际最大单次 94、合计 1236，期望得分 30~40 分。

# Algorithm 4

从 A 到 Z 分别重复五遍进行询问 (“AAAAA”、“BBBBB”.....) 找出所有出现的字母。

枚举五个字母的排列并逐次询问。

# Algorithm 4

从 A 到 Z 分别重复五遍进行询问 (“AAAAA”、“BBBBB”.....) 找出所有出现的字母。

枚举五个字母的排列并逐次询问。

最大单次尝试次数  $26 + 5! = 146$ , 期望得分 25 ~35 分。

# Algorithm 5

在算法四的基础

上, 不枚举排列而是枚举  $\binom{5}{2} = 10$  对元素并尝试交换, 保留返回值大的答案。

# Algorithm 5

在算法四的基础

上, 不枚举排列而是枚举  $\binom{5}{2} = 10$  对元素并尝试交换, 保留返回值大的答案。

最大单次尝试次数  $26 + \binom{5}{2} = 36$ , 实际最大单次 36、合计 740, 期望得分 40 ~50 分。



# Algorithm 6 by wangyurzee

在算法五的基础上改进第一部分的找字母过程。

# Algorithm 6 by wangyurzee

在算法五的基础上改进第一部分的找字母过程。

每次进行形如“ABABA”的询问，其中含有的字母个数有三种情况：

- 0：直接确定 A、B 均不在答案内出现；
- 2：直接确定 A、B 均在答案内出现；
- 1：进行另一次询问“AAAAA”，确定是 A 还是 B 在答案内出现。

# Algorithm 6 by wanyurzee

在算法五的基础上改进第一部分的找字母过程。

每次进行形如“ABABA”的询问，其中含有的字母个数有三种情况：

- 0：直接确定 A、B 均不在答案内出现；
- 2：直接确定 A、B 均在答案内出现；
- 1：进行另一次询问“AAAAA”，确定是 A 还是 B 在答案内出现。

最大单次尝试次数  $\frac{26}{2} + 5 + \binom{5}{2} = 28$ ，实际最大单次 28、合计 509，期望得分 50 ~55 分。

# 吐槽时间

# Algorithm 7

首先我们需要知道  $L = 11$  是哪来的.....

# Algorithm 7

首先我们需要知道  $L = 11$  是哪来的.....  
( 知道了不就会做了 ? )

# Algorithm 7

首先我们需要知道  $L = 11$  是哪来的.....  
( 知道了不就会做了 ? ( 并不

# Entropy

~~以下内容均为口胡~~

在信息论中，熵是接收的每条消息中包含的信息的平均量，可以理解为不确定性的量度。

简单的解释：有  $N$  个互斥事件，其中第  $i$  个事件  $x_i$  发生的概率为  $P(x_i)$ ，且它们是 collectively exhaustive events 即  $\sum P(x_i) = 1$ ，那么该体系的熵等于

$$H(X) = - \sum_i P(x_i) \log_2 P(x_i)$$

例如抛一枚硬币事件的熵为 1 ( 提供了 1 bit 的信息 )，掷一次骰子事件的熵为  $-6 \cdot \frac{1}{6} \log_2 \frac{1}{6} \approx 2.6$ 。



# Entropy

$$H(X) = - \sum_i P(x_i) \log_2 P(x_i)$$

- 萌萌哒的华二气象台认为某天的降水概率是 50%，当天下雨
- 萌萌哒的华二气象台认为某天的降水概率是 99.99%，当天下雨

# Entropy

$$H(X) = - \sum_i P(x_i) \log_2 P(x_i)$$

- 萌萌哒的华二气象台认为某天的降水概率是 50%，当天下雨
- 萌萌哒的华二气象台认为某天的降水概率是 99.99%，当天下雨

第一种情况：降水这一事件提供了 1 bit 信息

第二种情况：降水这一事件提供了  $1.47 \times 10^{-3}$  bit 信息

信息来源的熵越大，一条消息包含的信息量也就越大。

# Entropy

在假设每个文字出现在文本中的概率相同的情况下：

- 英文字母的熵约为 4.7 ( 实际占用 8 bits, 58.8% )
- 日文平假名的熵约为 5.64 ( 实际占用 8 bits, 70.5% )
- 汉字的熵约为 11.3 ( 实际占用 16 bits, 70.6% )

# Entropy

在假设每个文字出现在文本中的概率相同的情况下：

- 英文字母的熵约为 4.7 ( 实际占用 8 bits, 58.8% )
- 日文平假名的熵约为 5.64 ( 实际占用 8 bits, 70.5% )
- 汉字的熵约为 11.3 ( 实际占用 16 bits, 70.6% )



# Algorithm 7

回到本题，一次询问的结果有 00、01、.....、40、41、50 共 21 种。

# Algorithm 7

回到本题，一次询问的结果有 00、01、.....、40、41、50 共 21 种。

第一次询问时可以将答案视为随机，因此每个结果发生的概率 = 所有五字母的排列中能产生该结果的排列数量/所有这样的排列数量。

# Algorithm 7

回到本题，一次询问的结果有 00、01、.....、40、41、50 共 21 种。

第一次询问时可以将答案视为随机，因此每个结果发生的概率 = 所有五字母的排列中能产生该结果的排列数量 / 所有这样的排列数量。

可以得到，第一次询问作为一个信息源，它的熵大约为 2.289。也就是说，第一次询问可以得到 2.289 bits 的信息。

事 (cai) 实 (ce) 上如果采取最优策略，每一次询问包含的信息量都可以达到 2 bits 左右。

# Algorithm 7

回到本题，一次询问的结果有 00、01、.....、40、41、50 共 21 种。

第一次询问时可以将答案视为随机，因此每个结果发生的概率 = 所有五字母的排列中能产生该结果的排列数量/所有这样的排列数量。

可以得到，第一次询问作为一个信息源，它的熵大约为 2.289。也就是说，第一次询问可以得到 2.289 bits 的信息。

事 (cai) 实 (ce) 上如果采取最优策略，每一次询问包含的信息量都可以达到 2 bits 左右。

确定一个五个不重复字母的排列需要至少

$\log_2 26 \times 25 \times 24 \times 23 \times 22 \approx 22.912$  bits 的信息量。因此其理论下界

$$L = \left\lceil \frac{22.9125}{2.289} \right\rceil = 11。$$



# Algorithm 7



然而这道题还是不会做.....

# Algorithm 7

知道了下界 11 之后, 我们可以枚举每一步的询问, 构造出一棵  $(26^5 \times 21)^{11}$  个节点的树, 询问的时候按照答案在上面一步一步走, 选择最小的子树进行下一步询问 ( 这样能保证尽快到达叶子节点找到解 ) 就可以了 ( 正经脸

# Algorithm 7

知道了下界 11 之后, 我们可以枚举每一步的询问, 构造出一棵  $(26^5 \times 21)^{11}$  个节点的树, 询问的时候按照答案在上面一步一步走, 选择最小的子树进行下一步询问 ( 这样能保证尽快到达叶子节点找到解 ) 就可以了 ( 正经脸

期望得分 0 分。

# Algorithm 8

既然样本空间辣么大，随机化应该可以达到不错的效果！

# Algorithm 8

既然样本空间辣么大，随机化应该可以达到不错的效果！

建树神马的太麻烦.....

维护一个列表，保存满足之前所有询问结果的可能的排列。每次询问过后，扫描列表，去除不满足本次询问结果的元素。

# Algorithm 8

既然样本空间辣么大，随机化应该可以达到不错的效果！

建树神马的太麻烦.....

维护一个列表，保存满足之前所有询问结果的可能的排列。每次询问过后，扫描列表，去除不满足本次询问结果的元素。

随机选择  $C$  个五个字母的排列作为下一次询问的候选。对于每个候选，随机从上述列表中选择  $T$  个，在该候选询问上得到结果，并以此近似计算出该询问带来的信息量。

选择  $C$  个候选中信息量最大的进行询问即可。

# Algorithm 8

既然样本空间辣么大，随机化应该可以达到不错的效果！

建树神马的太麻烦.....

维护一个列表，保存满足之前所有询问结果的可能的排列。每次询问过后，扫描列表，去除不满足本次询问结果的元素。

随机选择  $C$  个五个字母的排列作为下一次询问的候选。对于每个候选，随机从上述列表中选择  $T$  个，在该候选询问上得到结果，并以此近似计算出该询问带来的信息量。

选择  $C$  个候选中信息量最大的进行询问即可。

实现时该列表直接采用数组，取  $C = 4096$ ,  $T = 768$ 。在这个数量级上的  $C$  和  $T$  值都能在时限内达到很好的成绩。

# Algorithm 8

最坏情况未知，期望单组数据尝试次数约为 12。  
实际尝试不同随机种子之后能够做到最大单组数据 11 次询问。



# Algorithm 8

最坏情况未知，期望单组数据尝试次数约为 12。  
实际尝试不同随机种子之后能够做到最大单组数据 11 次询问。  
std 都有几率不拿蟒分，所以是 Challenge Accepted 啊.....



(其实原来这题的中文名的想法是「挑战不可能」.....)

# Acknowledgements

感谢跳票的验题菌 Tommyr7、真·验题菌们 zjc 和 wangyurzee。

感谢 arcGravitus、某菜鸡和 TkskKurumi ( 被 ) 提供名字。

题目描述中所有电子设备均为虚构，如有雷同，请务必给我来一台。

感谢金老师和 CZR 的鼎力滋瓷，以及感谢大家能来做这次没啥区分度的偏题。

