

# 2019 年 CCF 非专业级软件能力认证第二轮 提高级

## 2019 CCF CSP-S2

### day2

时间：2019 年 11 月 17 日 08:30 ~ 12:00

题目名称	Emiya 家今天的饭	划分	树的重心
题目类型	传统型	传统型	传统型
目录	meal	partition	centroid
可执行文件名	meal	partition	centroid
输入文件名	meal.in	partition.in	centroid.in
输出文件名	meal.out	partition.out	centroid.out
每个测试点时限	1.0 秒	2.0 秒	3.0 秒
内存限制	256 MiB	1 GiB	256 MiB
子任务数目	25	25	20
测试点是否等分	是	是	是

提交源程序文件名

对于 C++ 语言	meal.cpp	partition.cpp	centroid.cpp
对于 C 语言	meal.c	partition.c	centroid.c
对于 Pascal 语言	meal.pas	partition.pas	centroid.pas

编译选项

对于 C++ 语言	-lm
对于 C 语言	-lm
对于 Pascal 语言	

注意事项与提醒（请选手务必仔细阅读）

1. 文件名（程序名和输入输出文件名）必须使用英文小写。
2. C/C++ 中函数 main() 的返回值类型必须是 int，程序正常结束时的返回值必须是 0。
3. 提交的程序代码文件的放置位置请参照各省的具体要求。
4. 因违反以上三点而出现的错误或问题，申诉时一律不予受理。
5. 若无特殊说明，结果的比较方式为全文比较（过滤行末空格及文末回车）。

6. 程序可使用的栈内存空间限制与题目的内存限制一致。
7. 全国统一评测时采用的机器配置为：Intel(R) Core(TM) i7-8700K CPU @ 3.70GHz，内存 32GB。上述时限以此配置为准。
8. 只提供 Linux 格式附加样例文件。
9. 评测在当前最新公布的 NOI Linux 下进行，各语言的编译器版本以其为准。
10. 最终评测时所用的编译命令中不含任何优化开关。
11.  $\Sigma$  是求和运算符， $\sum_{i=1}^n a_i$  的值等于  $a_1 + a_2 + \cdots + a_n$ 。

## Emiya 家今天的饭 (meal)

### 【题目描述】

Emiya 是个擅长做菜的高中生，他共掌握  $n$  种烹饪方法，且会使用  $m$  种主要食材做菜。为了方便叙述，我们对烹饪方法从  $1 \sim n$  编号，对主要食材从  $1 \sim m$  编号。

Emiya 做的每道菜都将使用恰好一种烹饪方法与恰好一种主要食材。更具体地，Emiya 会做  $a_{i,j}$  道不同的使用烹饪方法  $i$  和主要食材  $j$  的菜 ( $1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq m$ )，这也意味着 Emiya 总共会做  $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{i,j}$  道不同的菜。

Emiya 今天要准备一桌饭招待 Yazid 和 Rin 这对好朋友，然而三个人对菜的搭配有不同的要求，更具体地，对于一种包含  $k$  道菜的搭配方案而言：

- Emiya 不会让大家饿肚子，所以将做至少一道菜，即  $k \geq 1$
- Rin 希望品尝不同烹饪方法做出的菜，因此她要求每道菜的烹饪方法互不相同
- Yazid 不希望品尝太多同一食材做出的菜，因此他要求每种主要食材至多在一半的菜（即  $\lfloor \frac{k}{2} \rfloor$  道菜）中被使用

– 这里的  $\lfloor x \rfloor$  为下取整函数，表示不超过  $x$  的最大整数

这些要求难不倒 Emiya，但他想知道共有多少种不同的符合要求的搭配方案。两种方案不同，当且仅当存在至少一道菜在一种方案中出现，而不在另一种方案中出现。

Emiya 找到了你，请你帮他计算，你只需要告诉他符合所有要求的搭配方案数对质数 998,244,353 取模的结果。

### 【输入格式】

从文件 *meal.in* 中读入数据。

第 1 行两个用单个空格隔开的整数  $n, m$ 。

第 2 行至第  $n+1$  行，每行  $m$  个用单个空格隔开的整数，其中第  $i+1$  行的  $m$  个数依次为  $a_{i,1}, a_{i,2}, \dots, a_{i,m}$ 。

### 【输出格式】

输出到文件 *meal.out* 中。

仅一行一个整数，表示所求方案数对 998,244,353 取模的结果。

### 【样例 1 输入】

```
2 3
1 0 1
0 1 1
```

**【样例 1 输出】**

3

**【样例 1 解释】**

由于在这个样例中，对于每组  $i, j$ ，Emiya 都最多只会做一道菜，因此我们直接通过给出烹饪方法、主要食材的编号来描述一道菜。

符合要求的方案包括：

- 做一道用烹饪方法 1、主要食材 1 的菜和一道用烹饪方法 2、主要食材 2 的菜
- 做一道用烹饪方法 1、主要食材 1 的菜和一道用烹饪方法 2、主要食材 3 的菜
- 做一道用烹饪方法 1、主要食材 3 的菜和一道用烹饪方法 2、主要食材 2 的菜

因此输出结果为  $3 \bmod 998,244,353 = 3$ 。

需要注意的是，所有只包含一道菜的方案都是不符合要求的，因为唯一的主要食材在超过一半的菜中出现，这不满足 Yazid 的要求。

**【样例 2 输入】**

```
3 3
1 2 3
4 5 0
6 0 0
```

**【样例 2 输出】**

190

**【样例 2 解释】**

Emiya 必须至少做 2 道菜。

做 2 道菜的符合要求的方案数为 100。

做 3 道菜的符合要求的方案数为 90。

因此符合要求的方案数为  $100 + 90 = 190$ 。

**【样例 3 输入】**

```
5 5
1 0 0 1 1
0 1 0 1 0
1 1 1 1 0
```

```

1 0 1 0 1
0 1 1 0 1

```

**【样例 3 输出】**

742

**【样例 4】**见选手目录下的 *meal/meal4.in* 与 *meal/meal4.ans*。**【样例 5】**见选手目录下的 *meal/meal5.in* 与 *meal/meal5.ans*。**【数据范围】**

测试点编号	$n =$	$m =$	$a_{i,j} <$
1	2	2	2
2		3	
3	5	2	
4		3	
5	10	2	
6		3	
7	10	2	1000
8		3	
9~12	40	2	
13~16		3	
17~21		500	
22~25	100	2000	

对于所有测试点，保证  $1 \leq n \leq 100$ ， $1 \leq m \leq 2000$ ， $0 \leq a_{i,j} < 998, 244, 353$ 。

## 划分 (partition)

### 【题目描述】

2048 年，第三十届 CSP 认证的考场上，作为选手的小明打开了第一题。这个题的样例有  $n$  组数据，数据从  $1 \sim n$  编号， $i$  号数据的规模为  $a_i$ 。

小明对该题设计出了一个暴力程序，对于一组规模为  $u$  的数据，该程序的运行时间为  $u^2$ 。然而这个程序运行完一组规模为  $u$  的数据之后，它将在任何一组规模小于  $u$  的数据上运行错误。样例中的  $a_i$  不一定递增，但小明又想在不修改程序的情况下正确运行样例，于是小明决定使用一种非常原始的解决方案：将所有数据划分成若干个数据段，段内数据编号连续，接着将同一段内的数据合并成新数据，其规模等于段内原数据的规模之和，小明将让新数据的规模能够递增。

也就是说，小明需要找到一些分界点  $1 \leq k_1 < k_2 < \dots < k_p < n$ ，使得

$$\sum_{i=1}^{k_1} a_i \leq \sum_{i=k_1+1}^{k_2} a_i \leq \dots \leq \sum_{i=k_{p-1}+1}^n a_i$$

注意  $p$  可以为 0 且此时  $k_0 = 0$ ，也就是小明可以将所有数据合并在一起运行。

小明希望他的程序在正确运行样例情况下，运行时间也能尽量小，也就是最小化

$$\left(\sum_{i=1}^{k_1} a_i\right)^2 + \left(\sum_{i=k_1+1}^{k_2} a_i\right)^2 + \dots + \left(\sum_{i=k_{p-1}+1}^n a_i\right)^2$$

小明觉得这个问题非常有趣，并向你请教：给定  $n$  和  $a_i$ ，请你求出最优划分方案下，小明的程序的最小运行时间。

### 【输入格式】

从文件 `partition.in` 中读入数据。

由于本题的数据范围较大，部分测试点的  $a_i$  将在程序内生成。

第一行两个整数  $n, type$ 。 $n$  的意义见题目描述， $type$  表示输入方式。

1. 若  $type = 0$ ，则该测试点的  $a_i$  直接给出。输入文件接下来：第二行  $n$  个以空格分隔的整数  $a_i$ ，表示每组数据的规模。
2. 若  $type = 1$ ，则该测试点的  $a_i$  将特殊生成，生成方式见后文。输入文件接下来：第二行六个以空格分隔的整数  $x, y, z, b_1, b_2, m$ 。接下来  $m$  行中，第  $i$  ( $1 \leq i \leq m$ ) 行包含三个以空格分隔的正整数  $p_i, l_i, r_i$ 。

对于  $type = 1$  的 23 ~ 25 号测试点， $a_i$  的生成方式如下：

给定整数  $x, y, z, b_1, b_2, m$ ，以及  $m$  个三元组  $(p_i, l_i, r_i)$ 。

保证  $n \geq 2$ 。若  $n > 2$ ，则  $\forall 3 \leq i \leq n, b_i = (x \times b_{i-1} + y \times b_{i-2} + z) \bmod 2^{30}$ 。

保证  $1 \leq p_i \leq n, p_m = n$ 。令  $p_0 = 0$ ，则  $p_i$  还满足  $\forall 0 \leq i < m$  有  $p_i < p_{i+1}$ 。

对于所有  $1 \leq j \leq m$ , 若下标值  $i$  ( $1 \leq i \leq n$ ) 满足  $p_{j-1} < i \leq p_j$ , 则有

$$a_i = (b_i \bmod (r_j - l_j + 1)) + l_j$$

上述数据生成方式仅是为了减少输入量大小, 标准算法不依赖于该生成方式。

### 【输出格式】

输出到文件 `partition.out` 中。

输出一行一个整数, 表示答案。

### 【样例 1 输入】

```
5 0
5 1 7 9 9
```

### 【样例 1 输出】

```
247
```

### 【样例 1 解释】

最优的划分方案为  $\{5,1\},\{7\},\{9\},\{9\}$ 。由  $5 + 1 \leq 7 \leq 9 \leq 9$  知该方案合法。

答案为  $(5 + 1)^2 + 7^2 + 9^2 + 9^2 = 247$ 。

虽然划分方案  $\{5\},\{1\},\{7\},\{9\},\{9\}$  对应的运行时间比 247 小, 但它不是一组合法方案, 因为  $5 > 1$ 。

虽然划分方案  $\{5\},\{1,7\},\{9\},\{9\}$  合法, 但该方案对应的运行时间为 251, 比 247 大。

### 【样例 2 输入】

```
10 0
5 6 7 7 4 6 2 13 19 9
```

### 【样例 2 输出】

```
1256
```

### 【样例 2 解释】

最优的划分方案为  $\{5\},\{6\},\{7\},\{7\},\{4,6,2\},\{13\},\{19,9\}$ 。

**【样例 3 输入】**

```

10000000 1
123 456 789 12345 6789 3
2000000 123456789 987654321
7000000 234567891 876543219
10000000 456789123 567891234

```

**【样例 3 输出】**

```

4972194419293431240859891640

```

**【样例 4】**

见选手目录下的 *partition/partition4.in* 与 *partition/partition4.ans*。

**【样例 5】**

见选手目录下的 *partition/partition5.in* 与 *partition/partition5.ans*。

**【数据范围】**

测试点编号	$n \leq$	$a_i \leq$	$type =$
1 ~ 3	10	10	0
4 ~ 6	50	$10^3$	
7 ~ 9	400	$10^4$	
10 ~ 16	5000	$10^5$	
17 ~ 22	$5 \times 10^5$	$10^6$	
23 ~ 25	$4 \times 10^7$	$10^9$	1

所有测试点满足： $type \in \{0, 1\}$ ， $2 \leq n \leq 4 \times 10^7$ ， $1 \leq a_i \leq 10^9$ ， $1 \leq m \leq 10^5$ ， $1 \leq l_i \leq r_i \leq 10^9$ ， $0 \leq x, y, z, b_1, b_2 < 2^{30}$ 。



## 树的重心 (centroid)

### 【题目描述】

小简单正在学习离散数学，今天的内容是图论基础，在课上他做了如下两条笔记：

1. 一个大小为  $n$  的树由  $n$  个结点与  $n-1$  条无向边构成，且满足任意两个结点间有且仅有一条简单路径。在树中删去一个结点及与它关联的边，树将分裂为若干个子树；而在树中删去一条边（保留关联结点，下同），树将分裂为恰好两个子树。
2. 对于一个大小为  $n$  的树与任意一个树中结点  $c$ ，称  $c$  是该树的**重心**当且仅当在树中删去  $c$  及与它关联的边后，分裂出的所有子树的大小均**不超过**  $\lfloor \frac{n}{2} \rfloor$ （其中  $\lfloor x \rfloor$  是下取整函数）。对于包含至少一个结点的树，它的重心只可能有 1 或 2 个。

课后老师给出了一个大小为  $n$  的树  $S$ ，树中结点从  $1 \sim n$  编号。小简单的课后作业是求出  $S$  单独删去每条边后，分裂出的两个子树的重心编号和之和。即：

$$\sum_{(u,v) \in E} \left( \sum_{\substack{1 \leq x \leq n \\ \text{且 } x \text{ 号点是 } S'_u \text{ 的重心}}} x + \sum_{\substack{1 \leq y \leq n \\ \text{且 } y \text{ 号点是 } S'_v \text{ 的重心}}} y \right)$$

上式中， $E$  表示树  $S$  的边集， $(u,v)$  表示一条连接  $u$  号点和  $v$  号点的边。 $S'_u$  与  $S'_v$  分别表示树  $S$  删去边  $(u,v)$  后， $u$  号点与  $v$  号点所在的被分裂出的子树。

小简单觉得作业并不简单，只好向你求助，请你教教他。

### 【输入格式】

从文件 `centroid.in` 中读入数据。

本题输入包含多组测试数据。

第一行一个整数  $T$  表示数据组数。

接下来依次给出每组输入数据，对于每组数据：

第一行一个整数  $n$  表示树  $S$  的大小。

接下来  $n-1$  行，每行两个以空格分隔的整数  $u_i, v_i$ ，表示树中的一条边  $(u_i, v_i)$ 。

### 【输出格式】

输出到文件 `centroid.out` 中。

共  $T$  行，每行一个整数，第  $i$  行的整数表示：第  $i$  组数据给出的树单独删去每条边后，分裂出的两个子树的重心编号和之和。

### 【样例 1 输入】

2

5

1 2  
2 3  
2 4  
3 5  
7  
1 2  
1 3  
1 4  
3 5  
3 6  
6 7

**【样例 1 输出】**

32  
56

**【样例 1 解释】**

对于第一组数据：

删去边 (1,2)，1 号点所在子树重心编号为 {1}，2 号点所在子树重心编号为 {2,3}。

删去边 (2,3)，2 号点所在子树重心编号为 {2}，3 号点所在子树重心编号为 {3,5}。

删去边 (2,4)，2 号点所在子树重心编号为 {2,3}，4 号点所在子树重心编号为 {4}。

删去边 (3,5)，3 号点所在子树重心编号为 {2}，5 号点所在子树重心编号为 {5}。

因此答案为  $1 + 2 + 3 + 2 + 3 + 5 + 2 + 3 + 4 + 2 + 5 = 32$ 。

**【样例 2】**

见选手目录下的 *centroid/centroid2.in* 与 *centroid/centroid2.ans*。

**【样例 3】**

见选手目录下的 *centroid/centroid3.in* 与 *centroid/centroid3.ans*。

该数据满足特殊性质 A，具体信息见数据范围中的描述。

**【样例 4】**

见选手目录下的 *centroid/centroid4.in* 与 *centroid/centroid4.ans*。

该数据满足特殊性质 B，具体信息见数据范围中的描述。

## 【数据范围】

测试点编号	$n =$	特殊性质
1 ~ 2	7	无
3 ~ 5	199	
6 ~ 8	1999	
9 ~ 11	49991	A
12 ~ 15	262143	B
16	99995	无
17 ~ 18	199995	
19 ~ 20	299995	

表中特殊性质一栏，两个变量的含义为存在一个  $1 \sim n$  的排列  $p_i$  ( $1 \leq i \leq n$ )，使得：

**A:** 树的形态是一条链。即  $\forall 1 \leq i < n$ ，存在一条边  $(p_i, p_{i+1})$ 。

**B:** 树的形态是一个完美二叉树。即  $\forall 1 \leq i \leq \frac{n-1}{2}$ ，存在两条边  $(p_i, p_{2i})$  与  $(p_i, p_{2i+1})$ 。

对于所有测试点： $1 \leq T \leq 5$ ， $1 \leq u_i, v_i \leq n$ 。保证给出的图是一个树。