



НАЦИОНАЛЕН ЛЕТЕН ТУРНИР ПО ИНФОРМАТИКА

Пловдив, 6-8 юни 2025 г.

Група А, 11-12 клас

Задача А1. Ops

8 сек. 512 MB

На Алиса твърде често ѝ се налага да сортира списъци с N числа и вече ѝ писва. Затова си е купила машина, която да може да сортира числа вместо нея. Машината обаче е доста лимитирана и Алиса не е сигурна как да я използва правилно.

Машината има $M = 10^5$ регистъра индексирани от 0 до $M - 1$. Регистрите са 8-битови, т.е. могат да имат стойности между 0 и 255. Машината не може да въвежда или извежда данни; може само да изпълнява операции върху регистрите си. Операциите се задават с 4 параметъра:

- In_1, In_2, Out и $Table$:
 - In_1, In_2 и Out са индекси на регистри (разрешено е двойка/и индекси да са равни).
 - $Table$ е 256 на 256 таблица от числа със стойности между 0 и 255.

Тогава машината изпълнява следните стъпки:

- Машината прочита стойностите на регистрите с индекси In_1 и In_2 : V_1 и V_2 съответно.
- След това смята резултатът $U = Table_{V_1, V_2}$.
- Накрая записва резултатът в регистъра с индекс Out .

С други думи, ако с R_i означим стойността на регистър i , машината извършва операцията:

$$R_{Out} := Table_{R_{In_1}, R_{In_2}}$$

Машината обаче има само една “глава” за опериране с регистри, а тя има много лимитиран обхват. Затова **индексите на трите регистъра трябва да са близо един до друг**. По-точно, разликата между всяка двойка индекси трябва да е най-много $D = 26$:

$$\max(|In_1 - In_2|, |In_1 - Out|, |In_2 - Out|) \leq D = 26$$

Числата на редицата на Алис са A_0, \dots, A_{N-1} и всички са до 10^{18} . Тя забелязва, че биха стигали 60 бита, за да запази едно число, т.е. са ѝ нужни по 8 регистъра на число (8 регистъра по 8 бита са $64 \geq 60$ бита). Тъй като машината не може въвежда данни, входните данни се записват директно в паметта ѝ преди изпълнение на операциите, а всички други регистри се запълват с произволни числа. Подобно, тъй като тя не може и да извежда данни, накрая изходните данни се четат директно от паметта на машината, а стойностите на всички други регистри се игнорират.

Форматът и на входните и на изходните данни е списък от числа (нека бройката им е K). Те се записват в/четат от първите $8K$ регистъра. Така P -тото от тези K числа се намира в регистри $8P$ до $8P + 7$ (защото всяко число заема 8 регистъра и при входа и при изхода). Числата са записани в 256-ична бройна система от най-малко значима цифра към най-значима цифра. Т.е. ако P -тото число е X , имаме $X = \sum_{i=0}^7 256^i R_{8P+i}$. По-детайлно, при вход Алиса конвертира числото X към 256-ична бройна система и го записва в дадените регистри, а при изход тя чете стойностите на регистрите и ги интерпретира като цифри на число в 256-ична бройна система (след което го конвертира към бройната система, в която тя работи).

В задачата на Алиса за сортиране на N числа **в намаляващ ред**, входът се състои от числото N последвано от N -те числа, които после ще трябва да бъдат сортирани: A_0, \dots, A_{N-1} . Това значи, че входът ще се запише в първите $8(N + 1)$ регистъра, а останалите регистри ще съдържат произволни стойности. Обърнете внимание, че за консистентност N също ще е записано в 8 регистъра, макар и да би могло да се събере в по-малко регистри. Например, нека $N = 3$, $A_0 = 25655$, $A_1 = 500$, $A_2 = 1966081$. Стойностите на първите 32 регистъра ще са:

3, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 55, 100, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 244, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 30, 0, 0, 0, 0, 0

Изходът трябва да се състои от просто N -те числа A_0, \dots, A_{N-1} , но сортирани в намаляващ ред. Алиса няма нужда да чете N от изхода, защото вече знае стойността му, т.е. изходът



НАЦИОНАЛЕН ЛЕТЕН ТУРНИР ПО ИНФОРМАТИКА

Пловдив, 6-8 юни 2025 г.

Група А, 11-12 клас

се чете от първите $8N$ регистъра, а стойностите на останалите регистри се игнорират. В горния пример, изходът трябва да е такъв, че стойностите на първите 24 регистъра да са:

244, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 55, 100, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 30, 0, 0, 0, 0, 0

Вашата задача е да напишете програма, която праща такива операции към машината, че да сортира в ненамаляващ ред редицата от N числа. Алиса е заето момиче и иска сортирането да се случи максимално бързо, т.е. трябва да използвате колкото можете по-малко операции.

Детайли по имплементацията

Трябва да имплементирате функцията `sortNumbers`:

```
void sortNumbers(int maxN)
```

Тя ще бъде извикана точно веднъж. Подава ѝ се стойност N_{\max} (maxN в кода), която е горна граница за N за теста, т.е. $N \leq N_{\max}$. Забележете, че програмата Ви не знае точната стойност на N (все пак тя е записана в първите 8 регистъра).

Вашата програма може да извиква имплементираната от журито функция `applyOp`:

```
void applyOp(int input1, int input2, int output,  
             const std::array<std::array<int, 256>, 256>& opTable)
```

Тя изпълнява една операция както е описано по-горе. Обърнете внимание на типа на `opTable`: това е тип, който се използва както 2д масив с измерения 256 на 256, но за разлика от просто `int opTable[256][256]`, когато се подава към функция, компилаторът верифицира, че измеренията съвпадат с очакваните.

Вашата програма ще се компилира заедно с грейдър предоставен от журито. Тя не трябва да имплементира `main` функция или да чете от стандартния вход или да пише към стандартния изход. Трябва да включва хедър файла `ops.h`. Предоставени са Ви локални грейдър и хедър файлове, които можете да използвате, за да тествате програмата си локално.

В официалната грейдинг система, програмата на журито ще изпълни Вашите операции върху T подтеста и теста ще бъде преминал успешно само ако операциите Ви сортират числата във всички подтестове (подтестовите може да имат различни списъци от числа, включително и различни стойности на N). Обърнете внимание, че това **не** значи, че функцията Ви `sortNumbers` ще бъде извикана T пъти (ще бъде извикана веднъж).

Ограничения

- $1 \leq N \leq N_{\max} \leq 350$
- $0 \leq A_i \leq 10^{18}$
- $M = 10^5$
- $D = 26$
- $T \leq 30$



НАЦИОНАЛЕН ЛЕТЕН ТУРНИР ПО ИНФОРМАТИКА

Пловдив, 6-8 юни 2025 г.

Група А, 11-12 клас

Подзадачи

Подзадача	Точки	N_{\max}	Други ограничения
1	10	$= 2$	$N = N_{\max}, A_i \leq 200$
2	9	$= 2$	$N = N_{\max}$
3	11	≤ 150	$N = N_{\max}$
4	11	≤ 150	
5	38	≤ 350	$N = N_{\max}$
6	21	≤ 350	

Точки за дадена подзадача се получават само ако се преминат успешно всички тестове в нея и всички други съдържащи се по ограничения подзадачи.

Оценяване

Резултатът Ви (получената от Вас част от точките) за дадена подзадача е минималният Ви резултат на някой тест предвиден за нея. Нека C е броят операции, които програмата Ви праща на машината и нека $G = 2150000$ да е целевият брой операции. Тогава резултатът Ви S за теста се определя както следва:

- $C \leq G$: $S = 1$
- $C \geq 3G$: $S = 0$
- Иначе: $S = (1 - 0.5 \times (C/G - 1))^{2.25}$