

Unscrambling a Messy Bug

Ilshat je programer koji se bavi strukturama podataka. Jednoga dana izmislio je novu strukturu koja može sačuvati skup *nenegativnih* n -bitnih cijelih brojeva, pri čemu je n stepen broja dva, tj. $n = 2^b$ za nenegativni cio broj b .

Struktura je na početku prazna. Program koji koristi strukturu mora slijediti sljedeća pravila:

- Program može dodavati n -bitne elemente u strukturu, jedan po jedan, koristeći funkciju `add_element(x)`. Pokuša li dodati element koji već postoji u strukturi, ne događa se ništa.
- Nakon dodavanja posljednjeg elementa program treba pozvati funkciju `compile_set()` tačno jednom.
- Program potom može više puta pozvati funkciju `check_element(x)` da bi provjerio sadrži li struktura element x

Kada je Ilshat prvi put implementirao ovu strukturu, potkrao mu se bug u funkciji `compile_set()`. Bug uzrokuje permutovanje, tj. promjenu poretka bitova svakog elementa skupa na isti način. Ilshat vas moli da otkrijete permutaciju bitova uzrokovanu ovim bugom.

Formalno, *permutacija* je niz $p = [p_0, \dots, p_{n-1}]$ u kojem se svaki broj od 0 do $n - 1$ javlja tačno jednom. Posmatrajmo element skupa čiji je binarni zapis $a_0 \dots a_{n-1}$ (pritom je a_0 najznačajniji bit tj. bit najveće težine). Pozivom funkcije `compile_set()` ovaj se element zamjenjuje elementom $a_{p_0} a_{p_1} \dots a_{p_{n-1}}$.

Ista permutacija p koristi se za promjenu poretka cifara svakog elementa. Permutacija može biti bilo koja, pa čak i $p_i = i$ za svaki $0 \leq i \leq n - 1$.

Na primjer, neka je $n = 4$, $p = [2, 1, 3, 0]$, i u skup smo ubacili elemente čiji su binarni zapisi `0000`, `1100` i `0111`. Pozivom funkcije `compile_set` ovi se elementi redom pretvaraju u `0000`, `0101` i `1110`.

Vaš je zadatak napisati program koji pronalazi permutaciju p uz pomoć interakcije sa strukturom podataka. Program treba (sljedećim redom):

1. odabrati skup n -bitnih cijelih brojeva,
2. ubaciti te brojeve u strukturu podataka,
3. pozvati funkciju `compile_set` da bi uzrokovao bug,
4. provjeriti prisutnost nekih elemenata u izmijenjenom skupu,
5. koristeći te informacije odrediti i vratiti permutaciju p .

Primijetite da funkciju `compile_set` smijete pozvati samo jednom.

Dodatno, postoje i ograničenja na broj poziva funkcija. Program smije

- pozvati `add_element` najviše w puta (unos, w kao "writes"),
- pozvati `check_element` najviše r puta (provjera, r kao "reads").

Detalji implementacije

Potrebno je implementirati funkciju (metod):

- `int[] restore_permutation(int n, int w, int r)`
- n : broj bitova u binarnom zapisu svakog elementa skupa (istovremeno i dužina permutacije p).
- w : maksimalni dozvoljeni broj poziva `add_element`.
- r : maksimalni dozvoljeni broj poziva `check_element`.
- funkcija treba vratiti rekonstruisanu permutaciju p .

U programskom jeziku C signatura funkcije je:

- `void restore_permutation(int n, int w, int r, int* result)`
- n, w i r znače isto kao gore.
- funkcija treba vratiti permutaciju p upisujući je u dati niz `result`: za svako i treba upisati p_i u `result[i]`.

Funkcije biblioteke

Za interakciju sa strukturom podataka koristite sljedeće funkcije:

- `void add_element(string x)`
Ova funkcija u strukturu dodaje element opisan sa x .
- x : string znakova '0' i '1', binarni zapis cijelog broja koji se dodaje u strukturu. Dužina stringa x mora biti n .
- `void compile_set()`
Ova funkcija mora se pozvati tačno jednom. Nakon nje ne smijete pozivati `add_element()`, a prije nje ne smijete pozivati `check_element()`.
- `boolean check_element(string x)`
Ova funkcija provjerava je li element x u izmijenjenom skupu.
- x : string znakova '0' i '1', binarni zapis cijelog broja koji se provjerava. Duljina stringa x mora biti n .
- vraća `true` ako je element x u izmijenjenom skupu, a `false` inače.

Ako vaš program prekrši bilo koje od gornjih ograničenja, rezultat bodovanja biće "Wrong Answer".

Za sve stringove, prvi karakter odgovara najznačajnijem bitu (bitu najveće težine) odgovarajućeg cijelog broja.

Program za ocjenjivanje odrediće permutaciju p prije nego što pozove funkciju `restore_permutation`.

Za detalje implementacije koristite date template datoteke.

Primjer

Grader poziva:

- `restore_permutation(4, 16, 16)`. Imamo $n = 4$ pa program smije pozvati

najviše 16 "unosa" i 16 "provjera".

Program poziva:

- `add_element("0001")`
- `add_element("0011")`
- `add_element("0100")`
- `compile_set()`
- `check_element("0001")` vraća `false`
- `check_element("0010")` vraća `true`
- `check_element("0100")` vraća `true`
- `check_element("1000")` vraća `false`
- `check_element("0011")` vraća `false`
- `check_element("0101")` vraća `false`
- `check_element("1001")` vraća `false`
- `check_element("0110")` vraća `false`
- `check_element("1010")` vraća `true`
- `check_element("1100")` vraća `false`

Sa vrijednostima koje je vratio `check_element()` konzistentna je samo permutacija $p = [2, 1, 3, 0]$. Dakle, `restore_permutation` treba vratiti $[2, 1, 3, 0]$.

Podzadaci

1. (20 bodova) $n = 8$, $w = 256$, $r = 256$, $p_i \neq i$ za najviše dva indeksa i ($0 \leq i \leq n - 1$),
2. (18 bodova) $n = 32$, $w = 320$, $r = 1024$,
3. (11 bodova) $n = 32$, $w = 1024$, $r = 320$,
4. (21 bod) $n = 128$, $w = 1792$, $r = 1792$,
5. (30 bodova) $n = 128$, $w = 896$, $r = 896$.

Sample grader

Program za ocjenjivanje učitava ulaz u sljedećem obliku:

- red 1: cijeli brojevi n , w , r ,
- red 2: n cijelih brojeva, elementi permutacije p .