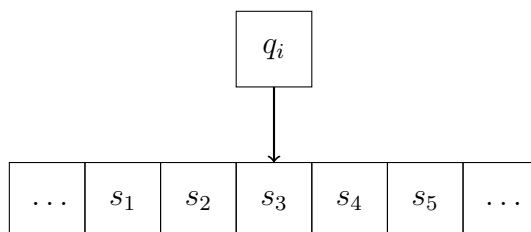


## Zadanie «Maszyna Turinga» (tur)

### Wprowadzenie

Maszyna Turinga jest automatem abstrakcyjnym składającym się z nieskończenie długiej taśmy podzielonej na kratki, zawierające symbole pewnego alfabetu, oraz inteligentnej głowicy przesuwającej się nad taśmą:



Głowica nazywana jest inteligentną dlatego, że umie odczytywać (rozróżniać) symbole  $s_i$  zapisane na taśmie oraz – jeżeli istnieje taka potrzeba – również zapisywać na niej symbole należące do pewnego alfabetu. Może również zmieniać swój stan wewnętrzny  $q_i$ .

Według tezy Churcha-Turinga każdy algorytm może być realizowany przez odpowiednio zaprogramowaną maszynę Turinga, przy czym program ma postać tablicy charakterystycznej, w której w poszczególnych komórkach znajdujących się na przecięciu wiersza  $i$  i kolumny  $j$  umieszczone są rozkazy  $R_{ij}$  postaci:

$$R_{ij} = (s_k, q_l, p_m).$$

Powyższy zapis można interpretować następująco. Jeśli będąc w stanie  $q_j$  głowica odczytała symbol  $s_i$ , to należy zapisać na taśmie symbol  $s_k$ , zmienić stan wewnętrzny głowicy na  $q_l$  i dokonać przesunięcia głowicy w kierunku  $p_m$ . Oznacza to, że każdy rozkaz  $R_{ij}$  jest jednoznacznie związany ze stanem maszyny  $q_j$  i symbolem  $s_i$ . Dodatkowo, kierunek  $p$  określa się jedną z liter:

$P$  – ruch o jedną kratkę w prawo,

$L$  – ruch o jedną kratkę w lewo,

$N$  – nic nie rób (głowica pozostaje w tej samej pozycji, w której jest obecnie).

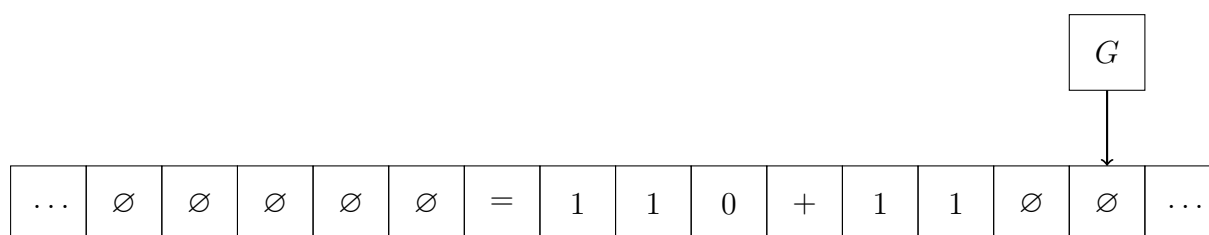
|          | $q_1$ | $q_2$ | $\dots$ | $q_j$    | $\dots$ | $q_m$ |
|----------|-------|-------|---------|----------|---------|-------|
| $s_1$    |       |       |         |          |         |       |
| $s_2$    |       |       |         |          |         |       |
| $\vdots$ |       |       |         |          |         |       |
| $s_i$    |       |       |         | $R_{ij}$ |         |       |
| $\vdots$ |       |       |         |          |         |       |
| $s_n$    |       |       |         |          |         |       |

### Zadanie

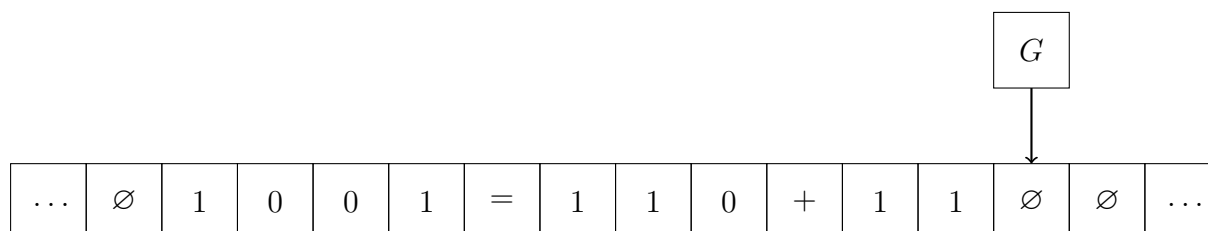
Na taśmie maszyny Turinga znajduje się znak równości  $=$  oraz dwie liczby binarne (ciągi symboli 0 oraz 1) oddzielone od siebie znakiem dodawania  $+$ . Całość otoczona jest z dwóch stron symbolami pustymi  $\emptyset$ . Zaprojektować algorytm, który będzie sterować głowicą maszyny, tak aby automat obliczył i zapisał wynik dodawania tych liczb po lewej stronie znaku równości. Zakładamy, że na początku głowica znajduje się nad symbolem pustym, po prawej stronie względem zapisanych na taśmie liczb. Po wykonaniu algorytmu głowica powinna powrócić na prawą stronę sekwencji zapisanych symboli i zatrzymać się nad pierwszym pustym symbolem.

### Przykład

Zawartość taśmy przed wykonaniem algorytmu:



Zawartość taśmy po wykonaniu algorytmu:



### Uwagi dodatkowe

1. Liczby na taśmie mogą być dowolnej długości.
2. Podczas pracy maszyny głowica może w dowolny sposób zmieniać zawartość komórek (kratek) na taśmie.
3. Przy ocenie rozwiązania będzie brana pod uwagę optymalność rozwiązania, tzn. wielkość tablicy charakterystycznej (liczba symboli + liczba stanów powinna być jak najmniejsza).

### Wynik

Wynikiem zadania ma być tablica charakterystyczna maszyny Turinga opisująca algorytm podany w treści zadania wraz z krótkim komentarzem sposobu pracy maszyny (z uwzględnieniem opisu tego, co się dzieje w poszczególnych stanach głowicy).

### Ustalenia techniczne

1. Rozwiązanie należy przygotować w pliku o nazwie `IKU-tur.pdf`, gdzie IKU jest *indywidualnym kodem uczestnika*. Rozmiar pojedynczego pliku nie może przekraczać 5 MB.
2. W lewym górnym rogu rozwiązania należy umieścić numer IKU i kod zadania: «tur». Nie jest dopuszczalne umieszczanie w pliku jakichkolwiek innych danych umożliwiających zidentyfikowanie uczestnika (także we właściwościach pliku).
3. Zadanie należy przesłać przez stronę konkursu «Złoty Indeks» Platformy Zdalnej Edukacji korzystając z łącza do przesyłania rozwiązań zadania «tur».
4. Zadanie jest oceniane w skali 0-15 punktów.