**Maszyna Turinga** jest automatem abstrakcyjnym, sluzacym do analizy algorytmow. Sklada sie. ona z podzielonej na kratki nieskonczenie dlugiej [tasmy](http://zti.polsl.pl/pi/Program/ascii/masz_t.htm#Tasma) oraz [glowicy](http://zti.polsl.pl/pi/Program/ascii/masz_t.htm#Glowica) przesuwajacej sie nad ta tasma. Glowica ma mozliwosc czytania i zapisywania [symboli](http://zti.polsl.pl/pi/Program/ascii/masz_t.htm#Zbior symboli) na tasme.

Podstawowe pojecia uzywane do opisu maszyny Turinga.

* **Zbior symboli S** = { si } - zbior symboli, ktore beda przetwarzane przez maszyne Turinga, przyjety jako alfabet - zbior znakow za pomoca ktorych tworzy sie slowa.
* **Napis** - ciag symboli alfabetu S.
* **Tasma** - podzielona na komorki, w ktorych sa zapisywane symbole alfabetu
* **Glowica** - rozroznia, czyta i zapisuje symbole alfabetu S. Moze przesuwac sie wzdluz tasmy. Przyjmuje zawsze jeden z m stanow q1, ... , qm
* **Stan automatu** - okresla jednoznacznie stan glowicy qj i odczytany przez nia symbol si (symbol komorki, nad ktora stoi glowica) ; Sij = ( si, qj ).
* **Ruch automatu** - opisuje akcje, jaka ma wykonac maszyna Turinga. Ruch maszyny jest reakcja maszyny na stan Sij. Opisywany jest za pomoca trzech parametrow Rij = (sk, K, ql). sk jest symbolem, ktory ma byc zapisany przez glowice (nowa zawartosc komorki, nad ktora stoi glowica), K okresla sposob przesuniecia glowicy, a ql charakteryzuje nowy stan, do ktorego ma przejsc glowica.

Kazdy ruch Rij jest zwiazany jednoznacznie ze stanem maszyny Sij. Mozemy zatem napisac nastepujaca zaleznosc : Rij = T ( Sij )

Funkcje T nazywamy **tablica charakterystyczna** maszyny Turinga. Nazwa ta zwiazana jest z reprezentacja tej funkcji.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| T |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| q1 | ... | qj | ... | qm |

 |
|

|  |
| --- |
| s1 |
| ... |
| si |
| ... |
| sn |

 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| R11 | ... | R1j | ... | R1m |
| ... | ... | ... | ... | ... |
| Ri1 | ... | Rij | ... | Rim |
| ... | ... | ... | ... | ... |
| Rn1 | ... | Rnj | ... | Rnm |

 |

Tablica charakterystyczna maszyny Turinga

Ruch maszyny okreslamy tu wzorem : Rij = (sk, K, ql)
Interpretacja tej tabeli jest nastepujaca: Jezeli bedac w stanie qj glowica odczytala symbol si;, to nalezy zapisac na tasmie symbol sk, przesunac tasme w kierunku okreslonym przez K, a glowica ma przejsc do stanu ql. Sytuacje te schematycznie ilustruje rys. ponizej.



Rys. Dzialanie maszyny Turinga

Kazdy algorytm moze byc realizowany przez odpowiednio zaprogramowana (za pomoca tablicy charakterystycznej) maszyne Turinga.

Czynniki wplywajace na postac programu to :

* tablica charakterystyczna
* poczatkowy napis na tasmie
* poczatkowe polozenie glowicy
* poczatkowy stan glowicy

 **Przyklad 1.**

W zbiorze napisow troj literowych utworzonych z liter a, b, c tylko napis abc jest poprawny. Podac algorytm rozpoznawania tego napisu.

Algorytm realizujacy powyzsze zadanie moze zostac przedstawiony w postaci opisu slownego :

1. Pobierz symbol. Jezeli jest nim a, to pobierz nastepny symbol i idz do 2, w przeciwnym przypadku idz do 4.
2. Jezeli pobranym symbolem jest b, to pobierz nastepny symbol i przejdz do 3, jezeli nie - idz do 4.
3. Jezeli pobranym symbolem jest c, idz do 5, w przeciwnym przypadku idz do 4.
4. Sygnalizuj nieprawidlowy napis.
5. Sygnalizuj napis poprawny.

Schemat blokowy algorytmu wyglada nastepujaco :



Przedstawimy teraz zapis tego algorytmu w postaci tablicy charakterystycznej maszyny Turinga. W tym celu okreslimy 5 stanow glowicy maszyny odpowiadajacych kolejnym krokom algorytmu. Zgodnie z przyjetym sposobem opisu tabeli stany te zaznaczymy w najwyzszym wierszu tabeli. W pierwszej kolumnie umieszczone zostana wszystkie mozliwe symbole (patrz rysunek ponizej), czyli litery a, b, c. Poniewaz algorytm nie wymaga zapisywania zadnych symboli na tasme i jednoczesnie nie wystepuje koniecznosc zmiany kierunku przesuwania tasmy, do opisu ruchu maszyny uzyjemy nastepujacych symboli:
P – pobierz nastepny symbol,
N – nie pobieraj niczego,
qn – przejdz do stanu n,
sam ruch charakteryzujac tylko dwoma parametrami : Rij = ( K, ql)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| q1 | q2 | q3 | q4 | q5 |

 |
|

|  |
| --- |
| a |
| b |
| c |

 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Pq2 | Nq4 | Nq4 | Nq4 | Nq5 |
| Nq4 | Pq3 | Nq4 | Nq4 | Nq5 |
| Nq4 | Nq4 | Nq5 | Nq4 | Nq5 |

 |

Tabela charakterystyczna przedstawionego automatu.

Stany q4 i q5 sa stanami, w ktorych po wykonaniu algorytmu maszyna sie zatrzyma. Zatrzymanie sie maszyny w stanie q4 oznacza, ze wprowadzony ciag znakow nie byl poprawny, a zatrzymanie sie w stanie q5 oznacza, ze byl.

 **Przyklad 2.**

Zaprojektowac maszyne Turinga zamieniajaca liczbe binarna postaci: 00110011 na 01010101. Glowica polozona z prawej strony tasmy.

przyklady dzialania automatu :

|  |
| --- |
| < - G |
|

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ø | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | Ø |

 |
| po wykonaniu operacji:G |
|

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ø | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | Ø |

 |

|  |
| --- |
| < - G |
|

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ø | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | Ø |

 |
| po wykonaniu operacji:G |
|

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ø | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | Ø |

 |

Rozwiazanie :

Ustalono 4 stany automatu potrzebne do prawidlowego dzialania:
q0 - stan poczatkowy
q1 - napotkano "0"
 q2- napotkano "1"
 q3- stan koncowy

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| S / Q |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| q0 | q1 | q2 | q3 |

 |
|

|  |
| --- |
| Ø |
| 0 |
| 1 |

 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Øq0L | Øq3N | Øq3N | Øq3N |
| 0q1L | 1q2L | 0q1L |   |
| 1q2L | 1q2L | 0q1L |   |

 |