

Turing i jego maszyny

Magdalena Lewandowska
Politechnika Śląska, wydział MS, semestr VI

20 kwietnia 2016

- 1 Kim był Alan Turing?
 - Biografia
- 2 Maszyny Turinga
 - Czym jest maszyna Turinga?
 - Jak działa?
 - Formalna definicja
 - Maszyna Turinga w Mathematice
- 3 Przykłady
 - Mrówka Langtona
 - Bomba Turinga
- 4 Podsumowanie

Biografia



Alan Turing(23.06.1912 - 7.06.1954) - angielski matematyki i kryptolog, jeden z twórców informatyki. Miał duży wkład w rozszyfrowanie Enimy w czasie II wojny światowej.
Dzięki pracy O liczbach obliczalnych w wieku 26 lat Turing został uznany za jednego z najwybitniejszych matematyków świata.

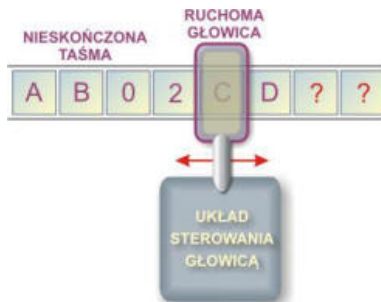
Czym jest maszyna Turinga?

Maszyna Turinga to stworzony w 1937 roku przez Alana Turinga abstrakcyjny model komputera służącego do wykonywania algorytmów. Urządzenie to jest bardzo prymitywne w porównaniu z dzisiejszymi komputerami oraz językami programowania, mimo to jest zdolne do wykonywania nawet najbardziej złożonych algorytmów.



Jak działa maszyna Turinga?

Maszyna Turinga jest mechanizmem powstałym w wyniku ciągu uproszczeń danych, sterowania nimi oraz uproszczeń podstawowych operacji. Składa się z nieskończenie długiej taśmy podzielonej na pola, w których zapisuje się dane. Każde pole może znajdować się w jednym z N stanów. Urządzenie zawsze ustawiona jest na jednym z pól i znajduje się w jednym z M stanów.



Formalny definicja

Definicja

Maszynę Turinga określa się jako:

$$M = (Q, \Sigma, \delta, \Gamma, q_0, B, F),$$

gdzie:

Q to skończony zbiór stanów,

q_0 to stan początkowy ($q_0 \in Q$),

F to zbiór stanów końcowych,

Γ to skończony zbiór dopuszczalnych symboli,

B to symbol pusty ($B \in \Gamma$),

Σ to zbiór symboli wejściowych ($\Sigma \subset \Gamma, B \notin \Sigma$),

δ to funkcja: $\delta : \Gamma \times Q \rightarrow Q \times \Gamma \times \{L, P, -\}$

Jak działa maszyna Turinga?

W zależności od kombinacji stanu maszyny i pola, maszyna zapisuje nową wartość w polu, zmienia stan, a następnie może przesunąć się o jedno pole w prawo, w lewo, lub pozostać na miejscu. Taka operacja wykonywana przez maszynę Turinga nazywana jest rozkazem.

Urządzenie jest sterowane listą zawierającą dowolną liczbę rozkazów, traktowaną jako program dla maszyny Turinga.

Maszyna Turinga w Mathematice

Generuje listę przedstawiającą ewolucję maszyny Turinga z określoną regułą i stanem początkowym, dla t kroków.

```
TuringMachine[rule, init, t]
```



Maszyna Turinga w Mathematicie

Za pomocą komendy tworzy się wiersz komórek zwanych taśmą:

```
In[1]:= With[{t = 1}, ArrayPlot[{Table[0, {21}]}], Mesh → True, ImageSize → 445]]
```

Out[1]= 

Następnie na taśmie umieszczana jest głowica:

Out[13]= 

Maszyna Turinga w Mathematicie

Główka maszyny może być skierowana w różnych kierunkach, aby pokazać, w jakim stanie się znajduje.

Założmy, że istnieją tylko trzy stany, a więc głowica może wskazać trzy różne kierunki:



Ponadto każda komórka na taśmie ma określony kolor. W najprostszym przypadku zakładamy, że istnieją tylko dwa możliwe kolory (binarne) czarny i biały:



Maszyna Turinga w Mathematicie

Tak więc, dla każdego z trzech stanów głowicy, możliwe jest przyporządkowanie jednego z dwóch kolorów komórki, co daje nam sześć różnych sytuacji:



Poniższa tabela reguł informuje maszynę, co ma zrobić w danej sytuacji:



Maszyna Turinga w Mathematicie - przykład

Dla przykładu przyjmijmy, że głowica znajduje się w pierwszym stanie na pustej taśmie:

Out[19]=



Sprawdzamy w tabeli reguł gdzie głowica znajduje się na białym polu w pierwszym stanie:

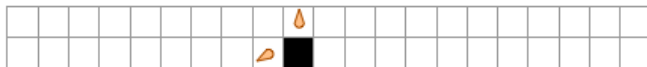
Out[20]=



Maszyna Turinga w Mathematicie - przykład

Reguła mówi, że komórka na której znajduje się głowica zmienia kolor na czarny, głowica porusza się w lewo i przechodzi w trzeci stan:

Out[21]=



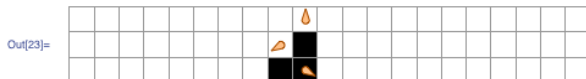
Zaktualizowana taśma pokazana jest poniżej poprzedniej, pokazując w ten sposób pierwotny i obecny stan głowicy.

Maszyna Turinga w Mathematicie - przykład

Teraz głowica znajduje się w trzecim stanie na białym polu:



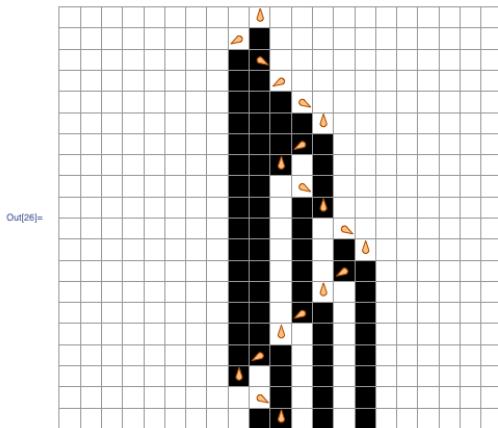
Reguła mówi, że komórka na której znajduje się głowica zmienia kolor na czarny, głowica porusza się w prawo i przechodzi w drugi stan.



Teraz głowica znajduje się w drugim stanie na czarnym polu.

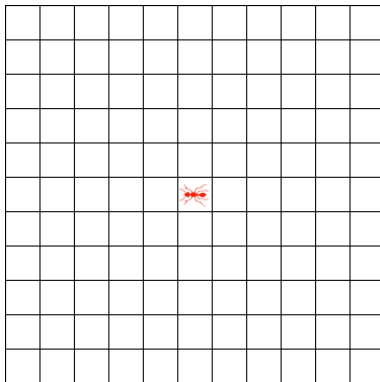
Maszyna Turinga w Mathematicie - przykład

Postępując dalej zgodnie z regułami otrzymujemy ewolucję maszyny Turinga. Poniżej przedstawiono ewolucję po 20 krokach:



Przykłady maszyn Turinga - mrówka Langtona

Mrówka Langtona to prosty automat komórkowy, traktowany również jako dwuwymiarowa maszyna Turinga.

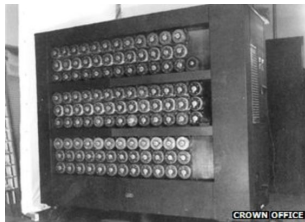


Przykłady maszyn Turinga - mrówka Langtona

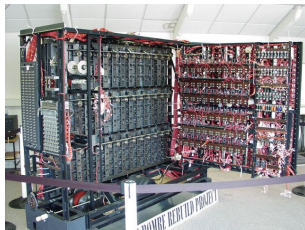
W każdym z kroków wyróżniona jest jedna komórka zwana „mrówką”, która oprócz koloru ma także określony kierunek, w którym się porusza. Mrówka ta zachowuje się według następujących zasad:

- jeśli znajduje się na białym polu to obraca się w lewo o kąt prosty, zmienia kolor na czarny i przechodzi na następną komórkę;
- jeśli znajduje się na polu czarnym to obraca się w prawo o kąt prosty, zmienia kolor na biały i przechodzi na następną komórkę;
- porusza się na nieskończonej planszy podzielonej na kwadratowe komórki w dwóch możliwych kolorach: czarnym i białym.

Przykłady maszyn Turinga - bomba Turinga



Bomba Turinga to maszyna zbudowana w celu łamania szyfrogramów niemieckiej maszyny Enigmy. Skonstruowana przez Alana Turinga w oparciu o pracę polskich kryptoanalityków. Jej działanie oparte było na założeniu, że pewne sekwencje kodu muszą się pojawić w każdej informacji (tak jak można założyć, że w tekście prędzej czy później pojawi się słowo "się").



Bibliografia

- Dostępny w Internecie:
<http://blog.wolfram.com/2012/12/20/hunting-for-turing-machines-at-the-wolfram-science-summer-school/>
[online][dostęp 19 kwietnia 2016]
- Hasła: Alan Turing, maszyna Turinga [online][dostęp 19 kwietnia 2016].Dostępny w Internecie:
<http://pl.wikipedia.org/>