

# Teoria Automatów i Języków Formalnych

## Ćwiczenia 10: Niedeterministyczne maszyny Turinga

dr inż. Marcin Luckner  
mluckner@mini.pw.edu.pl

Wydział Matematyki i Nauk Informatycznych

Wersja 1.3  
3 marca 2021

Projekt „NERW 2 PW. Nauka – Edukacja – Rozwój – Współpraca” współfinansowany jest ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

Zadanie 10 pn. „Modyfikacja programów studiów na kierunkach prowadzonych przez Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych”, realizowane w ramach projektu „NERW 2 PW. Nauka – Edukacja – Rozwój – Współpraca”, współfinansowanego jest ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

# Niedeterministyczna maszyna Turinga

Niedeterministyczna maszyna Turinga różni się od modeli deterministycznych funkcją przejścia  $\delta$ , która umożliwia przejście do zbioru trójek  $\{Q \times \Gamma \times \{L, R\}\}$

$$\delta : Q \times \Gamma \rightarrow \{Q \times \Gamma \times \{L, R\}\}^k$$

## Obliczenia niedeterministyczne

- Obliczenia maszyny niedeterministycznej różnią się od modeli deterministycznych w momencie gdy  $k > 1$ .
- W momencie gdy  $k > 1$ , powstaje drzewiasta struktura obliczeń, w której każde odgałęzienie oznacza wybranie innego z  $k$  przejść.
- Od tego momentu obliczenia są prowadzone równolegle.
- Jeżeli obliczenia w dowolnej gałęzi drzewa doprowadzą do stanu akceptującego, maszyna akceptuje wejście.

## Proces odgadywania

- Niedeterminizm wykorzystuje się do odgadywania, że dany symbol, nie wyróżniający się niczym innym, ma szczególne znaczenie dla struktury słowa.
- Przykłady:
  - dzieli słowo na pół
  - nie występują po nim określone symbole.
- W przypadku maszyny deterministycznej nie możemy przeprowadzić takiego zgadywania i musimy sprawdzić, czy symbol rzeczywiście ma poszukiwaną cechę, wprowadzając dodatkowe obliczenia.

# Niedeterministyczna maszyna Turinga

Zaprojektuj niedeterministyczną maszynę Turinga akceptującą język słów postaci  $w^*$  nad alfabetem  $\Sigma = \{T, F\}$ .

## Idea

- W danym przypadku będziemy musieli zgadnąć w którym momencie rozpoczyna się drugi ciąg  $w$ .
- Algorytm przyjmie następującą postać:
  1. Identyfikacja pierwszego symbolu  $w$
  2. Odnalezienie jego kopii w słowie
  3. Odgadnięcie czy jest to początek drugiej kopii  $w$
  4. Porównanie obu kopii  $w$

## Funkcja przejścia

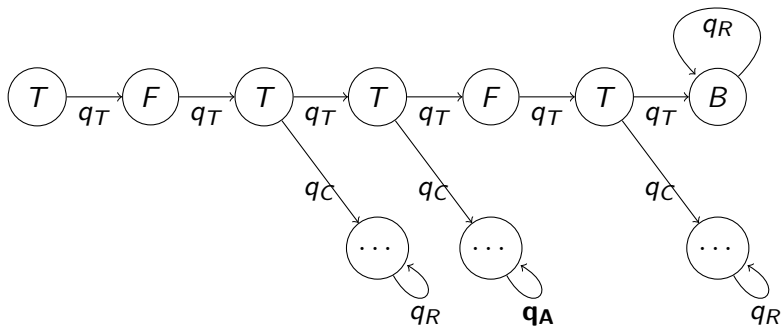
$\delta$	$T$	$F$	$B$	$X$
$q_0$	$(q_T, B, R)$	$(q_F, B, R)$	$q_A$	—
$q_T$	$(q_T, T, R)$	$(q_T, F, R)$	$q_R$	—
	$(q_C, X, R)$			
$q_F$	$(q_F, T, R)$	$(q_F, F, R)$	$q_R$	—
		$(q_C, X, R)$		
$q_C$	$(q_1, X, L)$	$(q_2, X, L)$	$q_A$	$(q_C, X, R)$
$q_1$	$(q_1, T, L)$	$(q_1, F, L)$	$(q_3, B, R)$	$(q_1, X, L)$
$q_2$	$(q_2, T, L)$	$(q_2, F, L)$	$(q_4, B, R)$	$(q_2, X, L)$
$q_3$	$(q_5, B, R)$	$q_R$	$q_R$	$q_R$
$q_4$	$q_R$	$(q_5, B, R)$	$q_R$	$q_R$
$q_5$	$(q_5, T, R)$	$(q_5, F, R)$	—	$(q_C, X, R)$



# Ostateczny model

$$\begin{aligned} M = (Q = & \{q_0, \dots, q_5, q_A, q_R, q_T, q_F, q_C\}, \\ \Sigma = & \{T, F\}, \\ \Gamma = & \{T, F, X, B\}, \\ & \delta, \\ & q_0, \\ & B, \\ F = & \{q_A\} \\ R = & \{q_R\}) \end{aligned}$$

## Obliczenia modelu



# Zadania I

1. Zaprojektuj niedeterministyczną maszynę Turinga akceptującą następujące języki
  - 1.1 Język nad alfabetem  $\Sigma = \{0, 1\}$  słów postaci  $w^R w$ , gdzie  $w^R$  jest lustrzanym odbiciem  $w$ .
  - 1.2 Język łańcuchów jedynek, których długość nie jest liczbą pierwszą.
  - 1.3 Listę liczb binarnych, oddzielonych przecinkami, dla której przynajmniej raz na  $j$ -tej pozycji występuje liczba  $j$ .