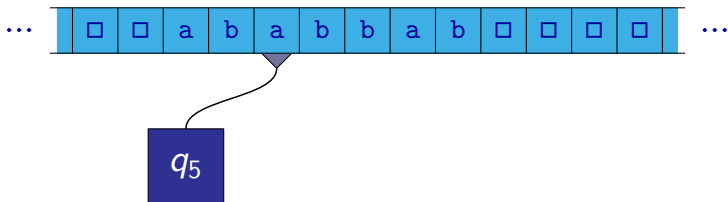


Turingovy stroje

Turingův stroj

Turingův stroj — zařízení podobné konečnému automatu s následujícími rozdíly:

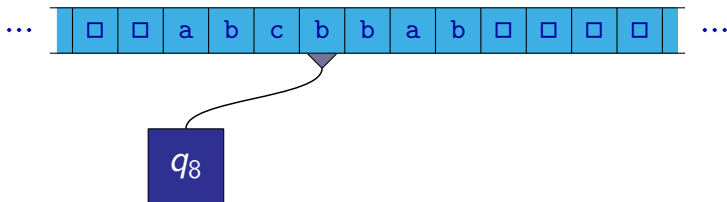
- pohyb hlavy oběma směry
- možnost zápisu na pásku na aktuální pozici hlavy
- páska je nekonečná



Turingův stroj

Turingův stroj — zařízení podobné konečnému automatu s následujícími rozdíly:

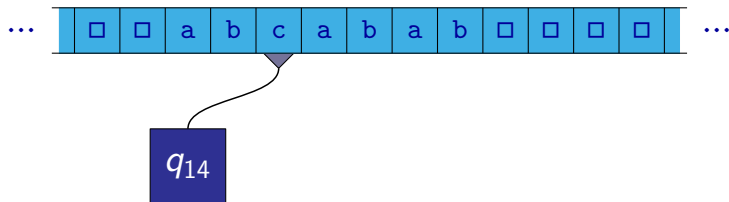
- pohyb hlavy oběma směry
- možnost zápisu na pásku na aktuální pozici hlavy
- páska je nekonečná



Turingův stroj

Turingův stroj — zařízení podobné konečnému automatu s následujícími rozdíly:

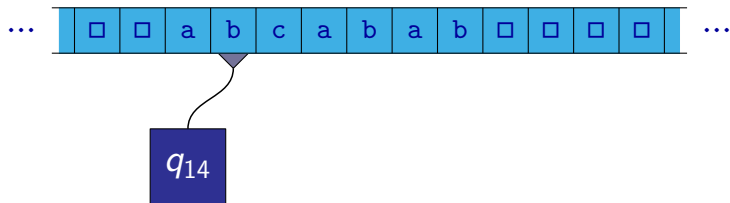
- pohyb hlavy oběma směry
- možnost zápisu na pásku na aktuální pozici hlavy
- páska je nekonečná



Turingův stroj

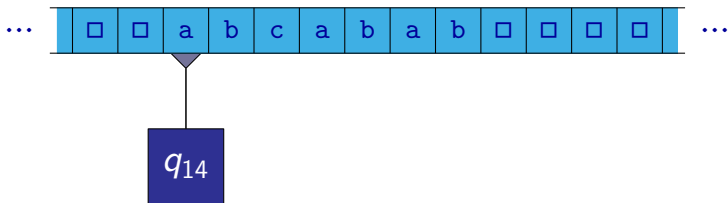
Turingův stroj — zařízení podobné konečnému automatu s následujícími rozdíly:

- pohyb hlavy oběma směry
- možnost zápisu na pásku na aktuální pozici hlavy
- páska je nekonečná



Turingův stroj — zařízení podobné konečnému automatu s následujícími rozdíly:

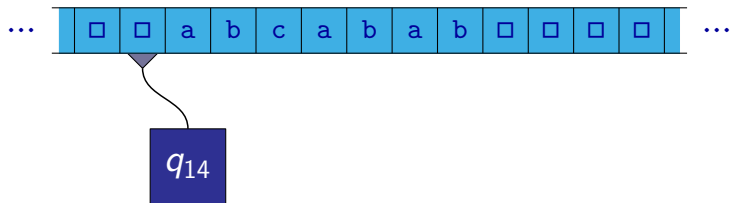
- pohyb hlavy oběma směry
- možnost zápisu na pásku na aktuální pozici hlavy
- páska je nekonečná



Turingův stroj

Turingův stroj — zařízení podobné konečnému automatu s následujícími rozdíly:

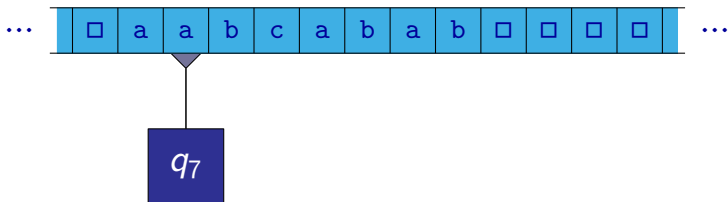
- pohyb hlavy oběma směry
- možnost zápisu na pásku na aktuální pozici hlavy
- páska je nekonečná



Turingův stroj

Turingův stroj — zařízení podobné konečnému automatu s následujícími rozdíly:

- pohyb hlavy oběma směry
- možnost zápisu na pásku na aktuální pozici hlavy
- páska je nekonečná



Alan M. Turing, „On Computable Numbers, with an application to the Entscheidungsproblem“, *Proceedings of the London Mathematical Society*, 42 (1936), pp. 230–265, Erratum: *Ibid.*, 43 (1937), pp. 544–546.

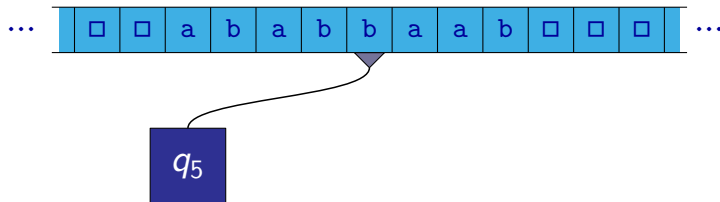
Definice

Formálně je **Turingův stroj** definován jako šestice $\mathcal{M} = (Q, \Sigma, \Gamma, \delta, q_0, F)$ kde:

- Q je konečná neprázdná množina **stavů**
- Γ je konečná neprázdná množina **páskových symbolů** (**pásková abeceda**)
- $\Sigma \subseteq \Gamma$ je konečná neprázdná množina **vstupních symbolů** (**vstupní abeceda**)
- $\delta : (Q - F) \times \Gamma \rightarrow Q \times \Gamma \times \{-1, 0, +1\}$ je **přechodová funkce**
- $q_0 \in Q$ je **počáteční stav**
- $F \subseteq Q$ je množina **koncových stavů**

Předpokládáme, že v $\Gamma - \Sigma$ je vždy speciální prvek \square označující prázdný znak (blank).

Konfigurace Turingova stroje

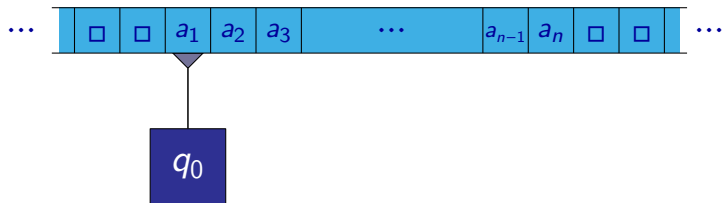


Konfigurace Turingova stroje je dána:

- stavem řídicí jednotky
- obsahem pásky
- pozicí hlavy

Konfigurace Turingova stroje

Výpočet Turingova stroje $\mathcal{M} = (Q, \Sigma, \Gamma, \delta, q_0, F)$ nad slovem $w \in \Sigma^*$, kde $w = a_1 a_2 \dots a_n$, začíná v **počáteční konfiguraci**:



- stav řídicí jednotky je q_0
- na pásce je zapsáno slovo w , zbývající políčka pásky jsou vyplněna prázdnými symboly (\square)
- hlava se nachází na prvním symbolu slova w (nebo na symbolu \square , pokud je $w = \varepsilon$)

Jeden krok Turingova stroje:

Předpokládejme, že:

- stav řídicí jednotky je q
- na políčku, kde se právě nachází hlava, je zapsán symbol b

Řekněme, že $\delta(q, b) = (q', b', d)$, kde $d \in \{-1, 0, +1\}$.

Jeden krok Turingova stroje se provede následovně:

- stav řídicí jednotky se změní na q'
- na políčko na pozici hlavy se místo symbolu b zapíše symbol b'
- V závislosti na hodnotě d se hlava posune:
 - pro $d = -1$ se posune o jedno políčko doleva
 - pro $d = +1$ se posune o jedno políčko doprava
 - pro $d = 0$ se pozice hlavy nezmění

- Turingův stroj provádí kroky tak dlouho, dokud stav řídicí jednotky není stav z množiny F .
- Konfigurace, kde stav řídicí jednotky patří do množiny F , jsou **koncové konfigurace**.
- V koncových konfiguracích výpočet končí.
- Výpočet stroje \mathcal{M} nad slovem w může být nekonečný.

Často volíme množinu koncových stavů $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$.

Můžeme pak pro slovo $w \in \Sigma^*$ definovat, zda ho daný Turingův stroj přijímá:

- Pokud je po skončení výpočtu nad slovem w řídicí jednotka ve stavu q_{acc} , stroj slovo w přijímá.
- Pokud je po skončení výpočtu nad slovem w řídicí jednotka ve stavu q_{rej} , stroj slovo w nepřijímá.
- Pokud je výpočet nad slovem w nekonečný, stroj slovo w nepřijímá.

Jazyk $\mathcal{L}(\mathcal{M})$ Turingova stroje \mathcal{M} je množina všech slov nad abecedou Σ^* , která stroj \mathcal{M} přijímá.

Jazyk $L \subseteq \Sigma^*$ je Turingovým strojem \mathcal{M} **přijímán** (accepted), jestliže:

- pro každé slovo $w \in \Sigma^*$ platí, že $w \in L$ právě tehdy, když výpočet stroje \mathcal{M} nad w skončí v koncovém stavu q_{acc} .

(Výpočty nad slovy, která nepatří do L , tedy mohou skončit ve stavu q_{rej} nebo být nekonečné.)

Jazyk $L \subseteq \Sigma^*$ je Turingovým strojem \mathcal{M} **rozpoznáván** (recognized), jestliže:

- pro každé slovo $w \in L$ výpočet stroje \mathcal{M} nad w skončí v koncovém stavu q_{acc} .
- pro každé slovo $w \in (\Sigma^* - L)$ výpočet stroje \mathcal{M} nad w skončí v koncovém stavu q_{rej} .

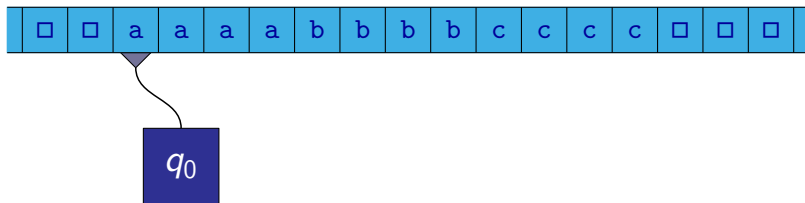
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



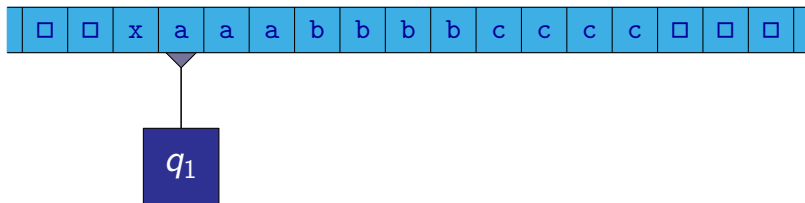
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



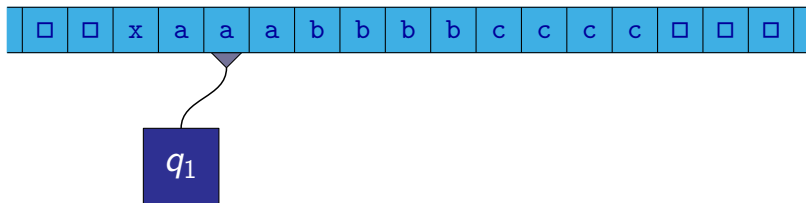
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



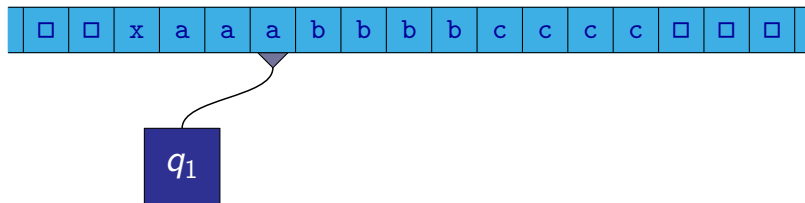
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



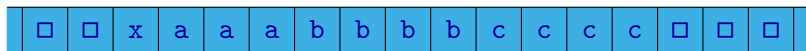
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_1

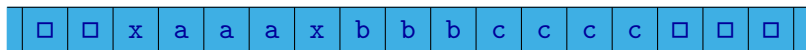
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_2

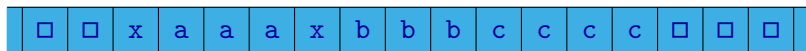
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_2

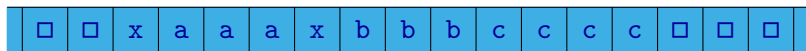
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_2

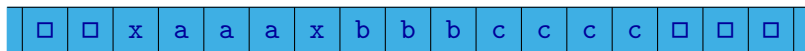
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_2

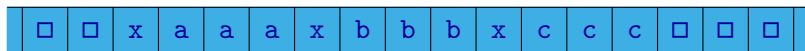
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_3

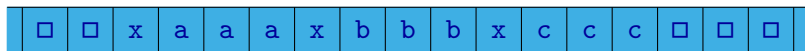
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_3

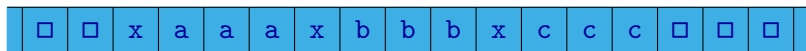
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_3

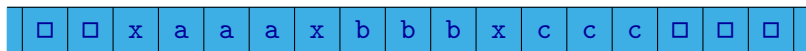
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_3

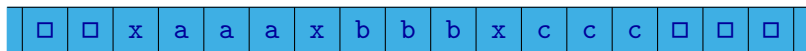
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_4

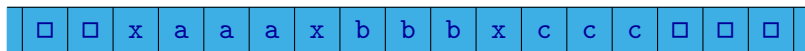
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_4

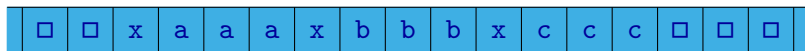
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_4

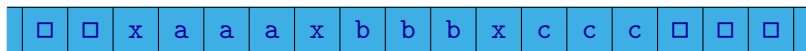
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_4

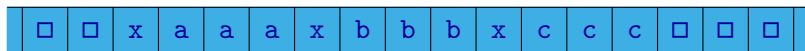
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_4

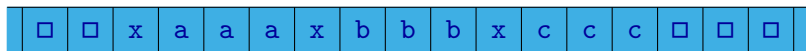
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_4

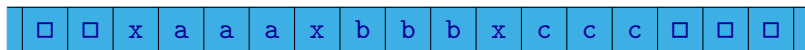
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



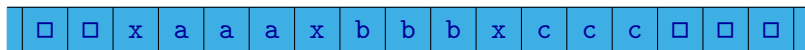
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_4

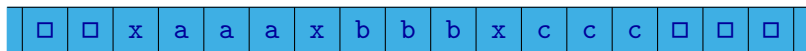
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_4

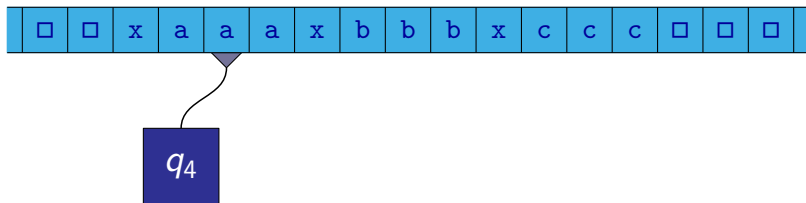
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



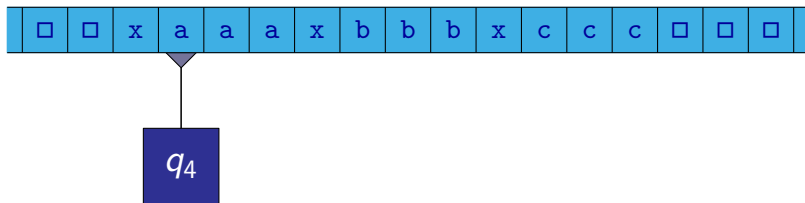
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



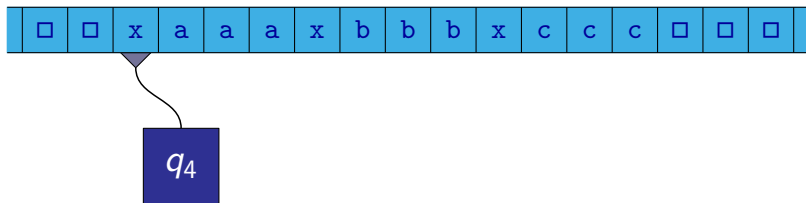
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



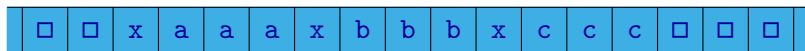
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_4

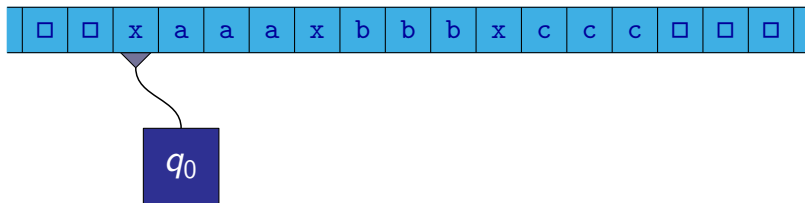
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



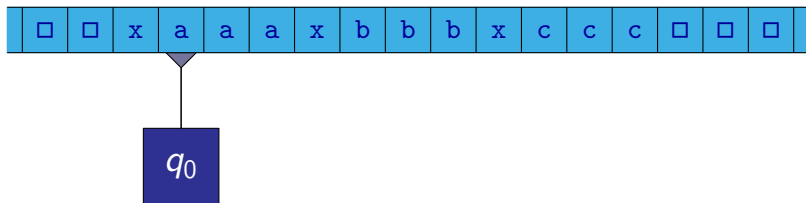
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



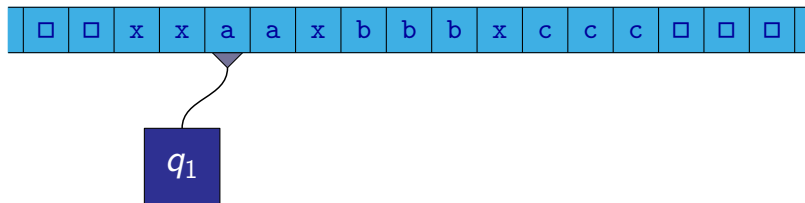
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



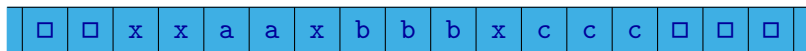
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_1

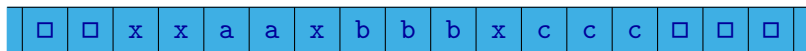
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_1

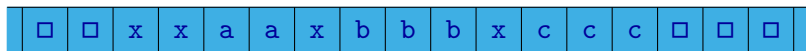
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_1

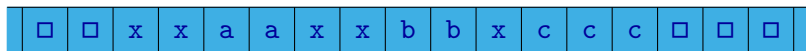
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_2

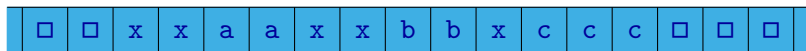
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_2

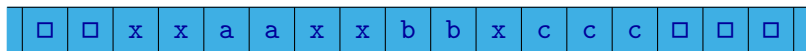
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_2

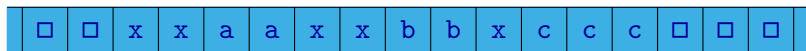
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_2

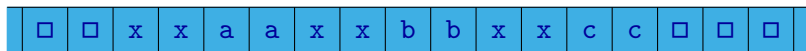
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_3

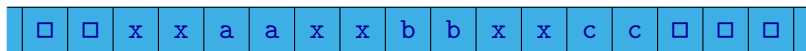
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_3

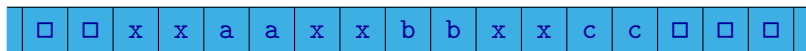
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_3

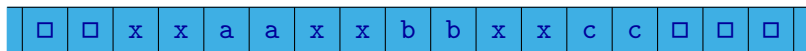
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_4

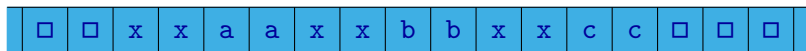
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_4

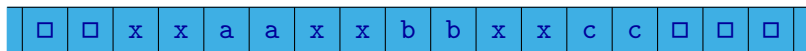
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_4

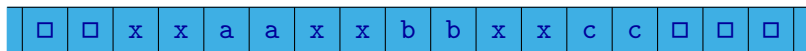
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_4

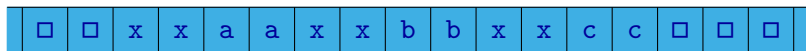
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_4

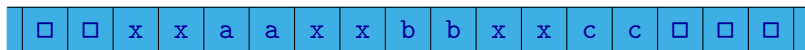
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_4

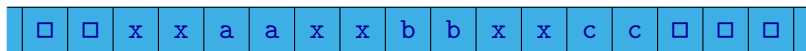
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_4

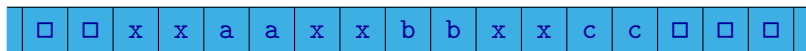
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_4

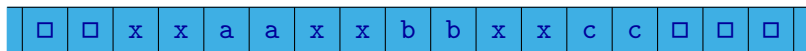
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_4

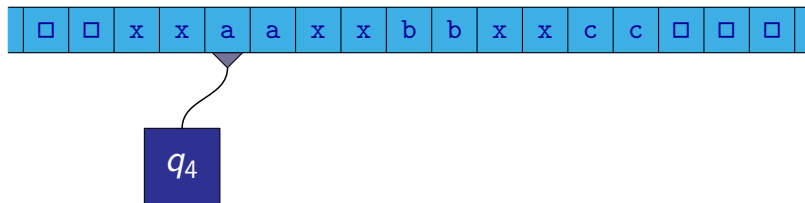
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



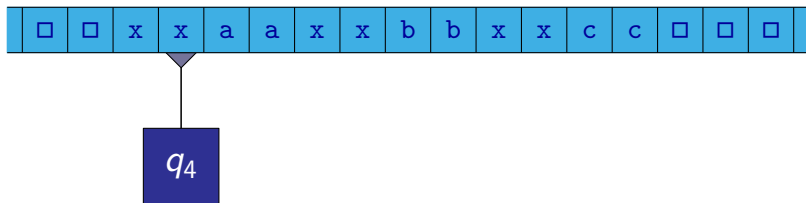
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



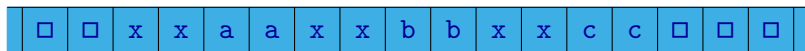
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_4

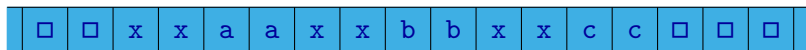
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_4

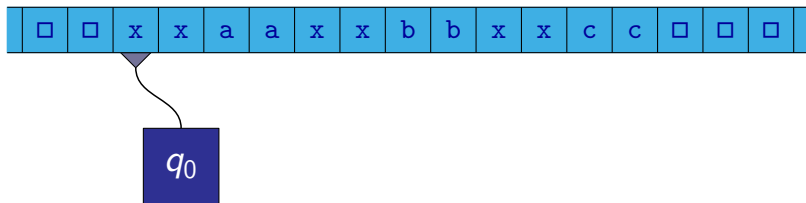
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



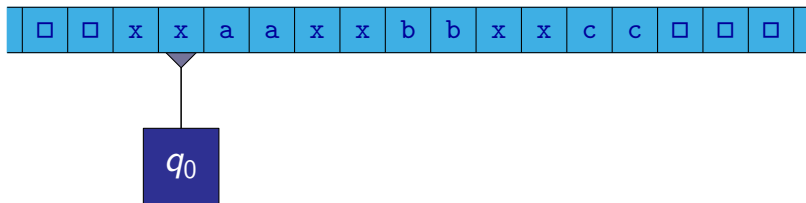
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



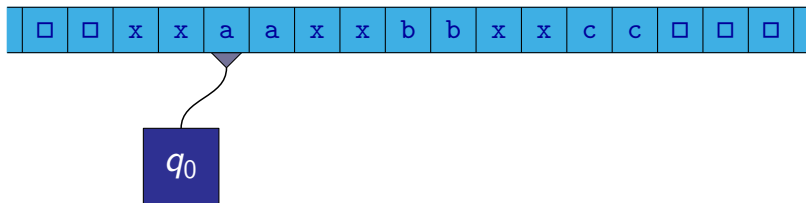
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



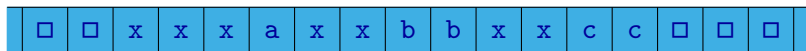
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



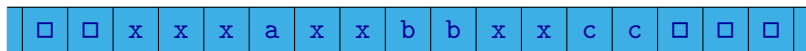
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_1

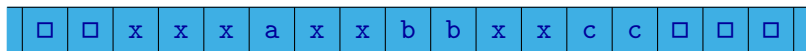
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_1

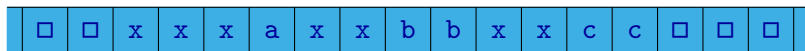
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_1

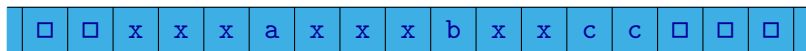
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_2

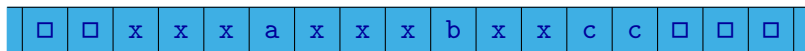
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_2

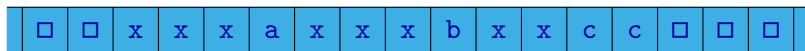
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



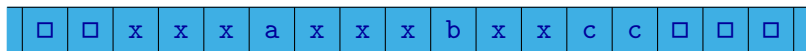
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_2

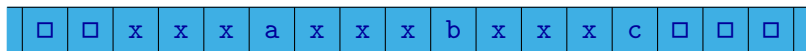
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



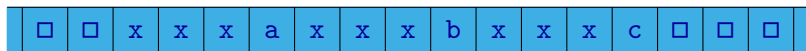
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_3

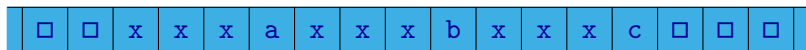
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_4

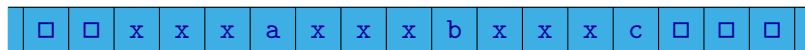
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



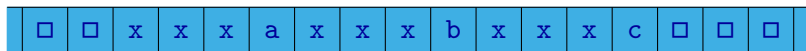
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



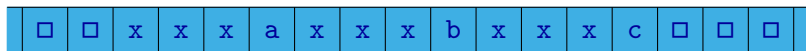
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_4

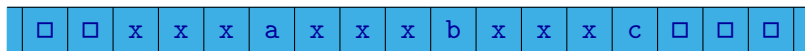
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_4

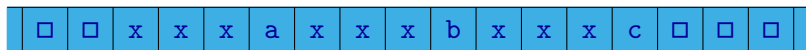
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_4

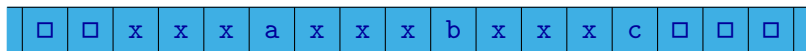
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



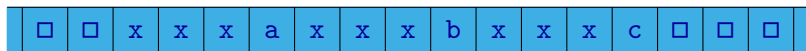
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_4

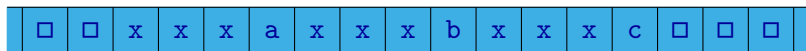
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_4

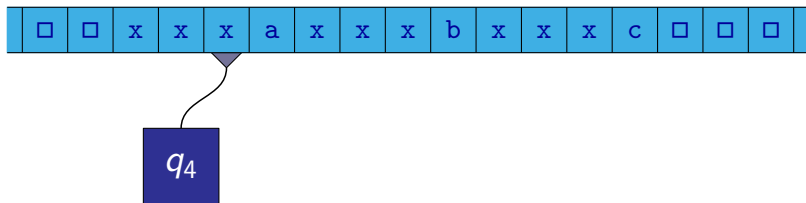
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



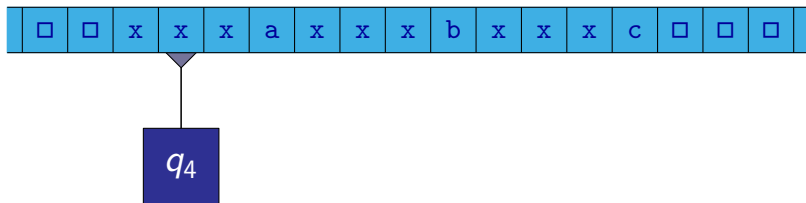
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



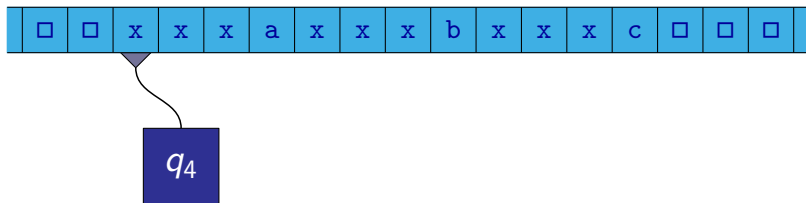
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



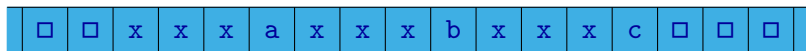
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_4

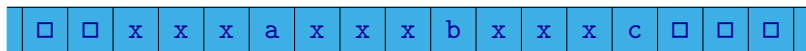
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_0

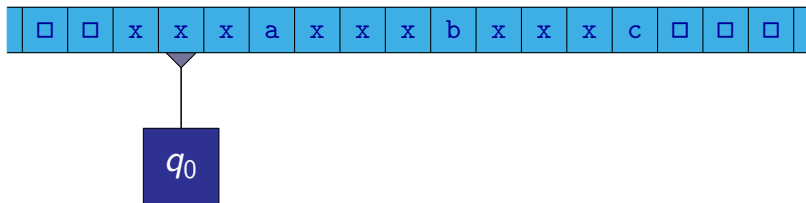
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



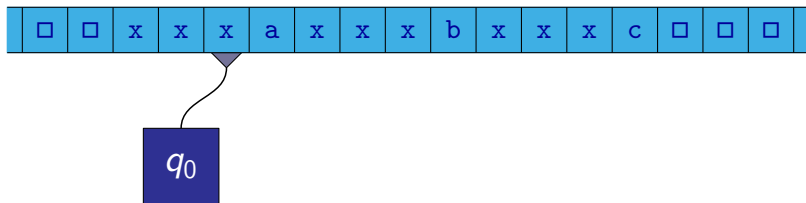
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



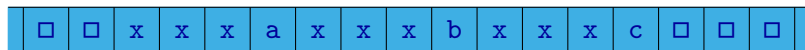
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_0

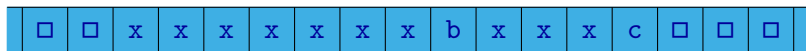
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_1

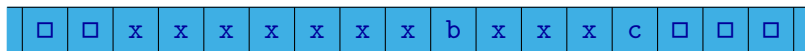
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_1

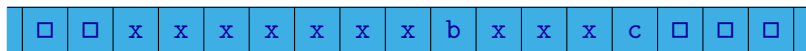
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_1

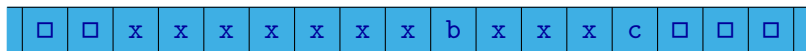
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_1

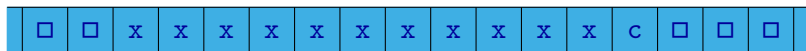
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_2

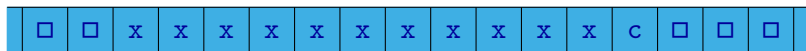
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_2

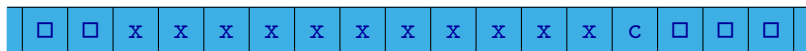
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_2

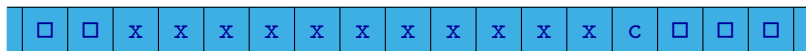
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_2

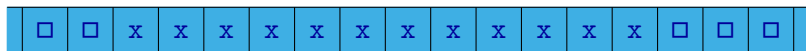
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_3

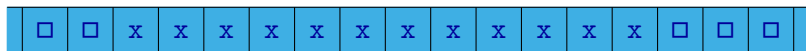
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_4

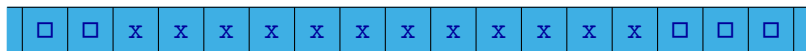
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_4

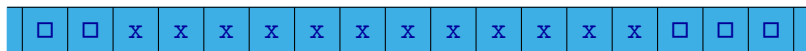
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_4

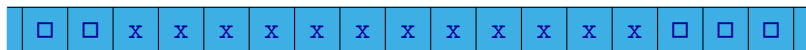
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_4

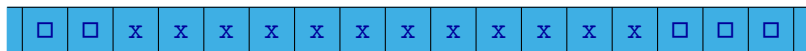
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_4

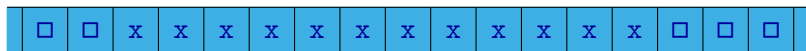
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_4

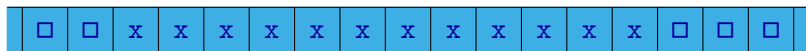
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_4

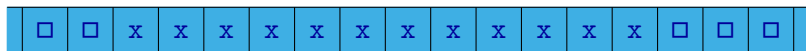
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_4

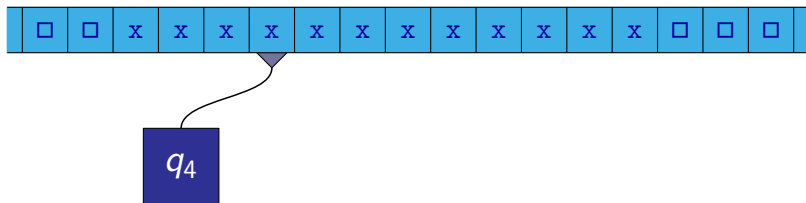
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



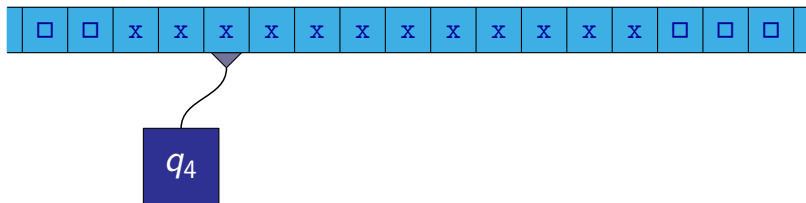
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



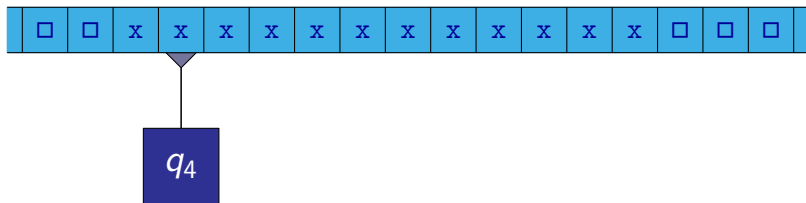
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



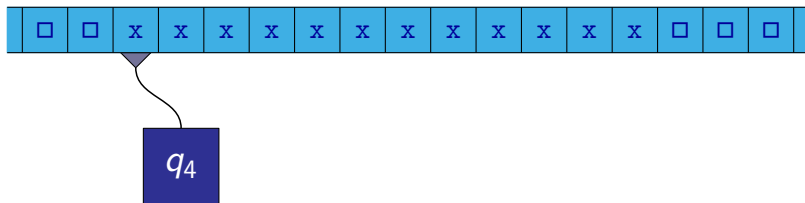
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



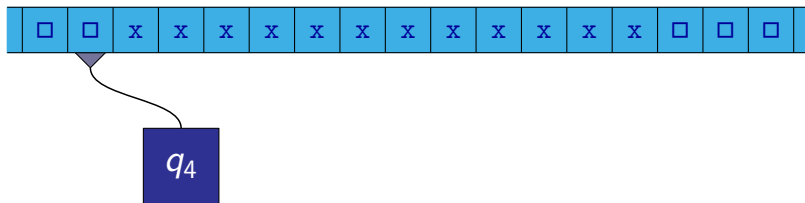
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



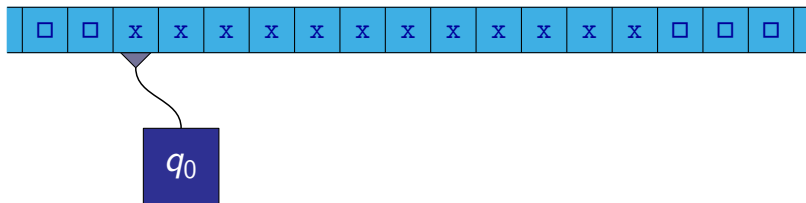
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



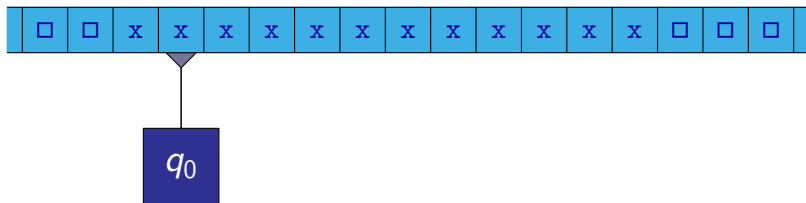
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



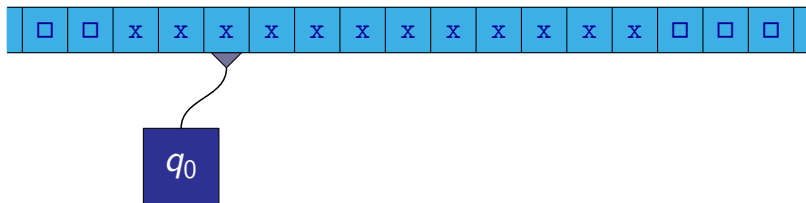
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



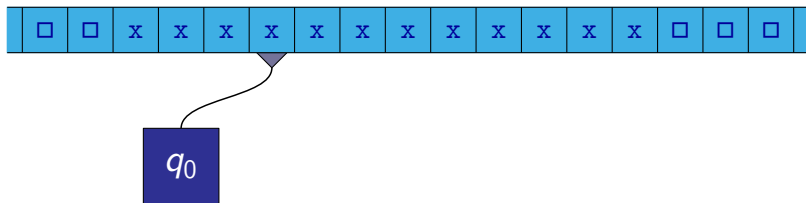
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



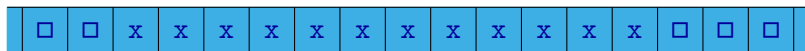
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_0

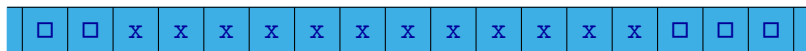
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_0

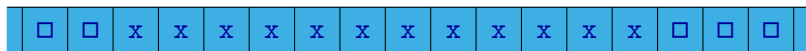
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_0

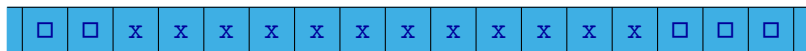
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_0

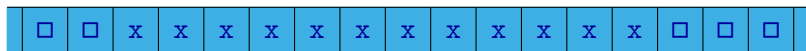
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



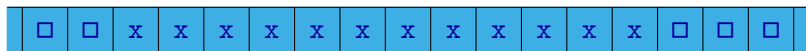
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_0

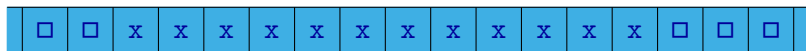
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_0

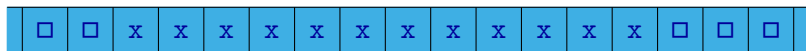
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_0

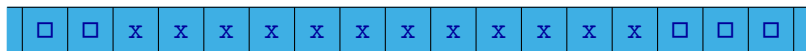
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$



q_0

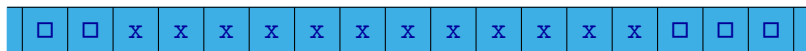
Turingův stroj

Jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$

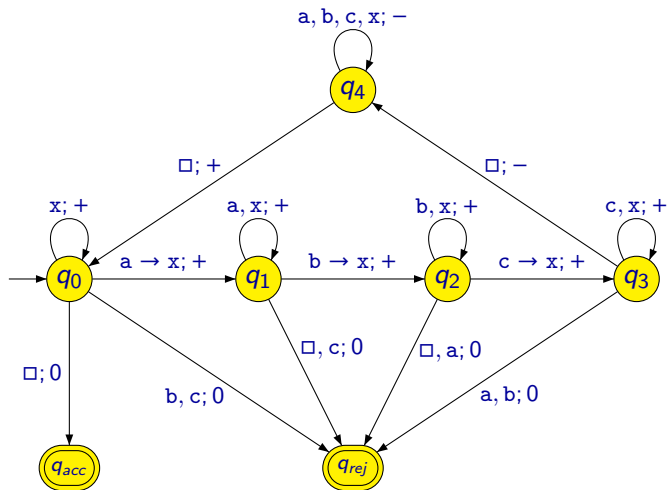
$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_{acc}, q_{rej}\}$ $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$

$\Sigma = \{a, b, c\}$ $\Gamma = \{\square, a, b, c, x\}$

δ	\square	a	b	c	x
q_0	$(q_{acc}, \square, 0)$	$(q_1, x, +1)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_0, x, +1)$
q_1	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_1, a, +1)$	$(q_2, x, +1)$	$(q_{rej}, c, 0)$	$(q_1, x, +1)$
q_2	$(q_{rej}, \square, 0)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_2, b, +1)$	$(q_3, x, +1)$	$(q_2, x, +1)$
q_3	$(q_4, \square, -1)$	$(q_{rej}, a, 0)$	$(q_{rej}, b, 0)$	$(q_3, c, +1)$	$(q_3, x, +1)$
q_4	$(q_0, \square, +1)$	$(q_4, a, -1)$	$(q_4, b, -1)$	$(q_4, c, -1)$	$(q_4, x, -1)$

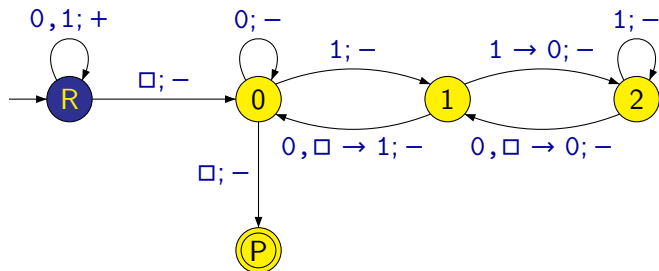


q_{acc}

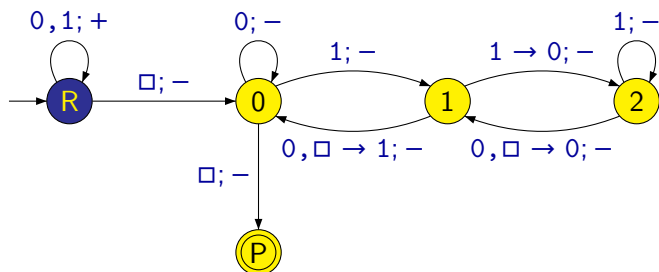


- Turingův stroj nemusí dávat jen odpověď ANO nebo NE, ale může realizovat nějakou funkci, která každému slovu ze Σ^* přiřazuje nějaké jiné slovo (z Γ^*).
- Slovo přiřazené slovu w je slovo, které zůstane zapsáno na pásce po výpočtu nad slovem w , když odstraníme všechny znaky \square .

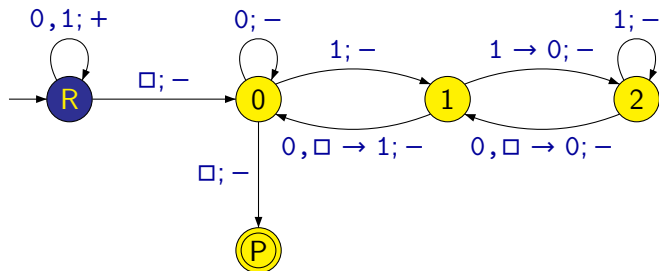
Turingův stroj – násobení třemi



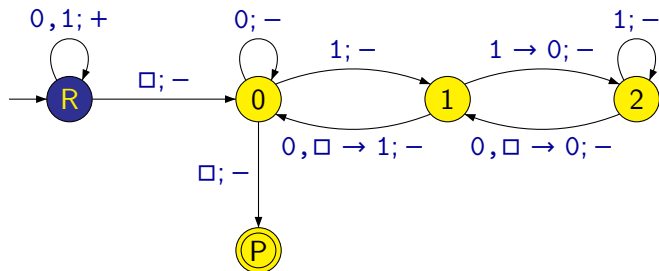
Turingův stroj – násobení třemi



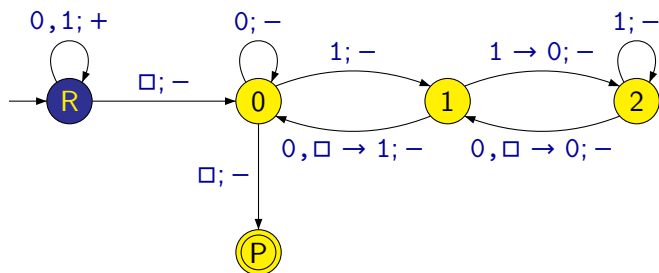
Turingův stroj – násobení třemi



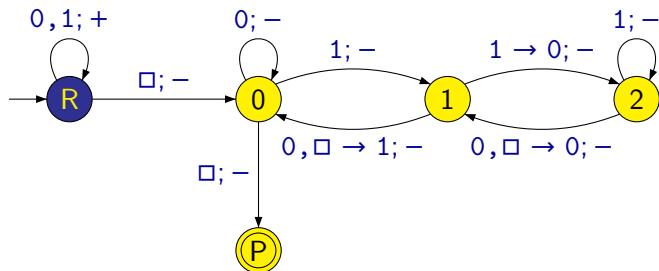
Turingův stroj – násobení třemi



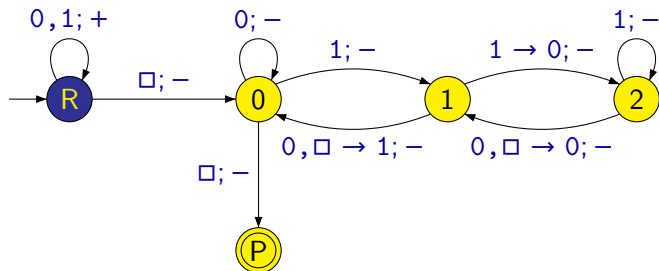
Turingův stroj – násobení třemi



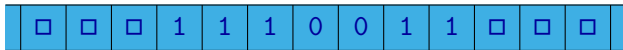
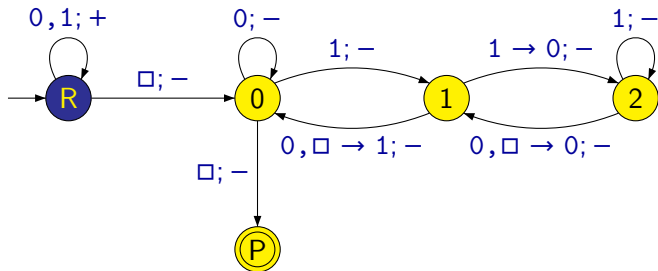
Turingův stroj – násobení třemi



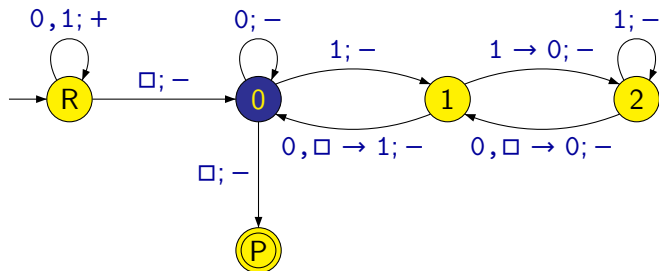
Turingův stroj – násobení třemi



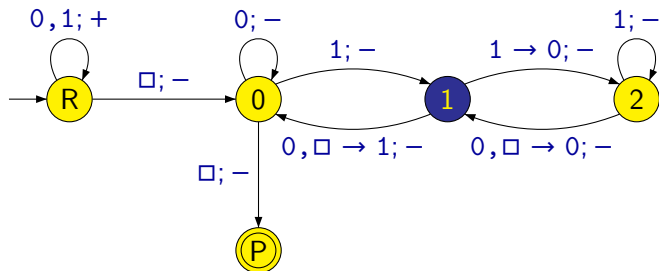
Turingův stroj – násobení třemi



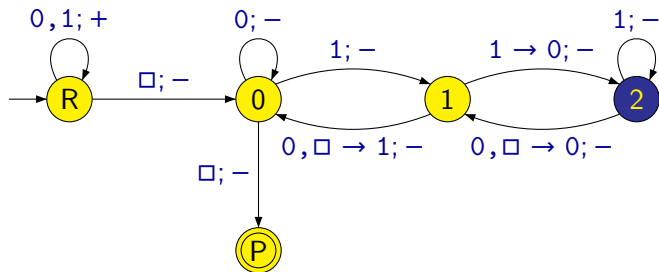
Turingův stroj – násobení třemi



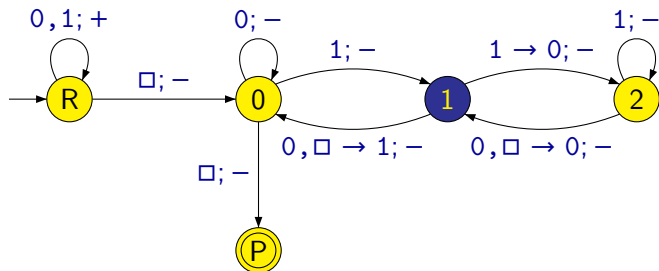
Turingův stroj – násobení třemi



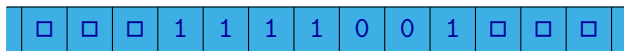
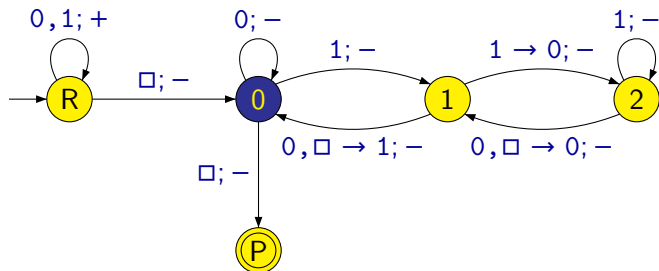
Turingův stroj – násobení třemi



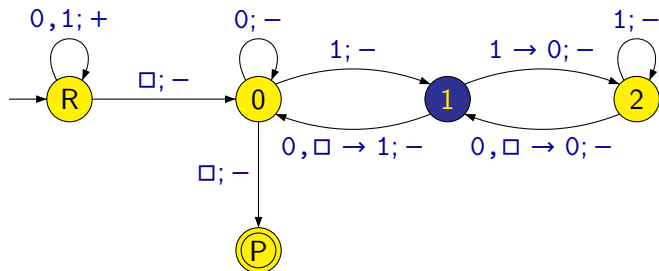
Turingův stroj – násobení třemi



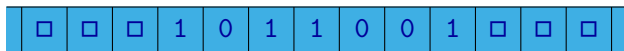
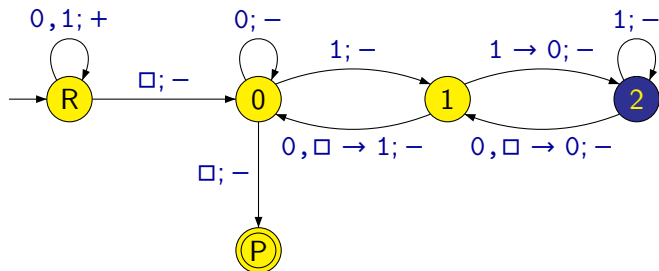
Turingův stroj – násobení třemi



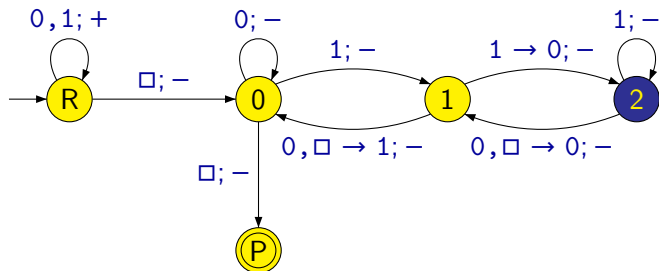
Turingův stroj – násobení třemi



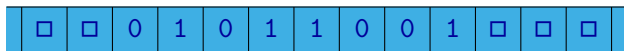
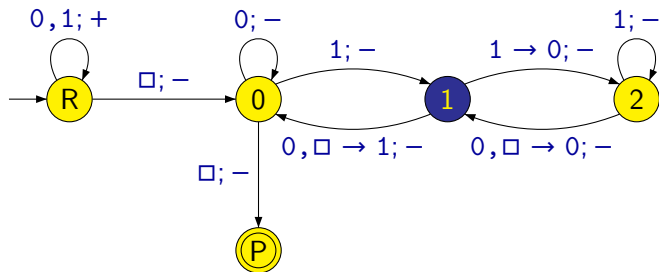
Turingův stroj – násobení třemi



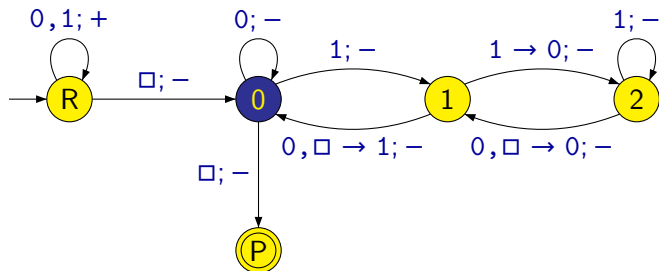
Turingův stroj – násobení třemi



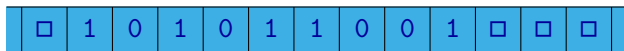
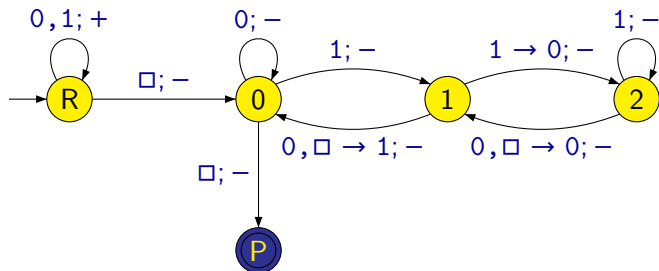
Turingův stroj – násobení třemi



Turingův stroj – násobení třemi



Turingův stroj – násobení třemi



Můžeme uvažovat i **nedeterministické Turingovy stroje**, kde pro každý stav q a symbol b přechodová funkce $\delta(q, b)$ určuje více různých trojic (q', b', d) .

Stroj si může vybrat libovolnou z nich.

Stroj přijímá slovo w , jestliže existuje alespoň jeden jeho výpočet vedoucí k přijetí slova w .

Poznámka: Ke každému nedeterministickému Turingovu stroji je možné sestrojít ekvivalentní deterministický Turingův stroj.

Nedeterministické Turingovy stroje

Formálně se v definici deterministického a nedeterministického Turingova stroje $\mathcal{M} = (Q, \Sigma, \Gamma, \delta, q_0, F)$ liší pouze definice přechodové funkce δ :

- **Deterministický** Turingův stroj:

$$\delta : (Q - F) \times \Gamma \rightarrow Q \times \Gamma \times \{-1, 0, +1\}$$

- **Nedeterministický** Turingův stroj:

$$\delta : (Q - F) \times \Gamma \rightarrow \mathcal{P}(Q \times \Gamma \times \{-1, 0, +1\})$$

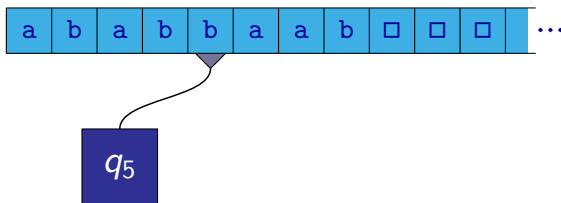
Poznámka: U nedeterministických Turingových strojů také nedává příliš smysl jiná množina koncových stavů než $F = \{q_{acc}, q_{rej}\}$.

- Dříve uvedená definice Turingova stroje je jen jednou z mnoha možných variant.
- Uvedeme několik příkladů toho, v čem se mohou některé jiné varianty Turingových strojů lišit.
- Prakticky všechny tyto varianty Turingových strojů jsou schopny přijímat či rozpoznávat tytéž jazyky a počítat tytéž funkce.
- Co se týká doby výpočtu a množství použité paměti, mezi různými variantami mohou, ale nemusí být významné rozdíly.
- Všechny níže uvedené varianty můžeme uvažovat v deterministické i nedeterministické verzi.

Varianty Turingových strojů

Jednostranně či **oboustranně** nekonečná páska:

- V předchozí definici jsme uvažovali pásku, která je nekonečná jak směrem doleva, tak směrem doprava.
- Místo toho se někdy v definici Turingova stroje uvažuje páska, která je nekonečná jen směrem doprava.

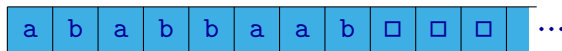


Varianty Turingových strojů

Je třeba nějak definovat, co má stát, když se hlava nachází na nejlevějším políčku pásky a má se posunout doleva.

Dvě nejběžnější možnosti:

- Nastane „chybový“ stav, kdy se výpočet (neúspěšně) ukončí:



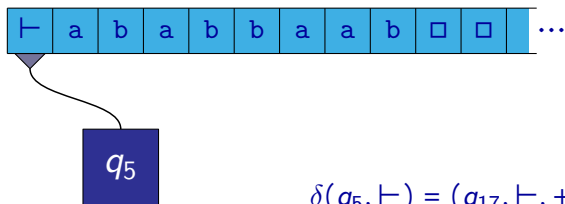
q_5

$$\delta(q_5, a) = (q_{13}, b, -1)$$

Varianty Turingových strojů

- Na levém konci pásky je „zarážka“ reprezentovaná speciálním symbolem $\vdash \in (\Gamma - \Sigma)$.

Tuto zarážku není možné přepsat a není na ní možný pohyb směrem doleva, tj. pro každé $q \in Q$ platí, že pokud $\delta(q, \vdash) = (q', b, d)$, tak $b = \vdash$ a $d \in \{0, +1\}$.



$$\delta(q_5, \vdash) = (q_{17}, \vdash, +1)$$

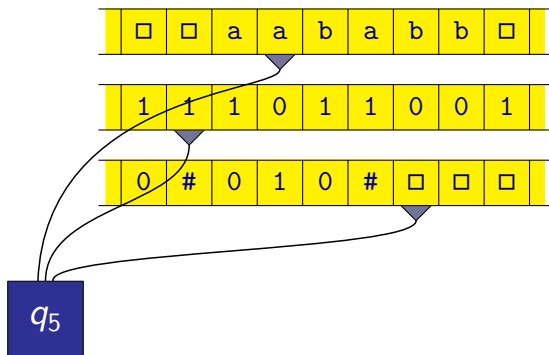
Poznámka: S možností, že výpočet může skončit neúspěšně, protože nastane nějaká chyba, kdy z dané konfigurace není možné pokračovat, ale přitom to není koncová konfigurace, se setkáme i u řady dalších strojů, kterými se budeme zabývat.

Obecně mohou při výpočtu libovolného stroje nastat následující případy:

- Výpočet skončí úspěšně v koncové konfiguraci, která odpovídá korektnímu zastavení.
- Výpočet skončí neúspěšně v konfiguraci, která není koncová, ale není v ní možné pokračovat ve výpočtu — toto chápeme tak, že výpočet skončil chybou.
- Výpočet se nikdy nezastaví.

Varianty Turingových strojů

Často se také uvažují **vícepáskové Turingovy stroje**.



V případě vícepáskového stroje:

- Každá z k pásek má svou vlastní páskovou abecedu, tj. máme páskové abecedy $\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_k$.
- Přejchodová funkce δ je typu

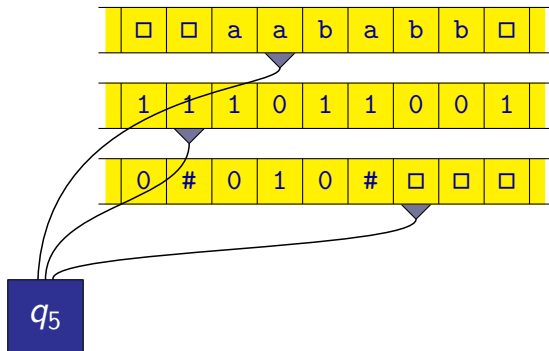
$$(Q - F) \times \Gamma_1 \times \dots \times \Gamma_k \rightarrow Q \times \Gamma_1 \times \{-1, 0, +1\} \times \dots \times \Gamma_k \times \{-1, 0, +1\}$$

Příklad:

$$\delta(q_5, a, 1, \square) = (q_{12}, a, -1, x, 0, 1, +1)$$

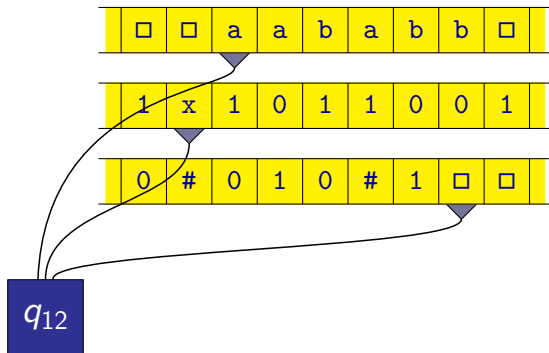
Variety Turingových strojů

Příklad:



$$\delta(q_5, a, 1, \square) = (q_{12}, a, -1, x, 0, 1, +1)$$

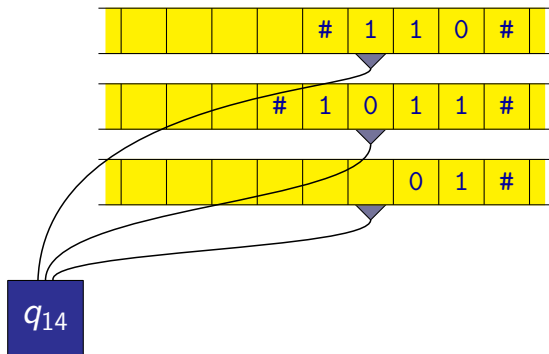
Příklad:



$$\delta(q_5, a, 1, \square) = (q_{12}, a, -1, x, 0, 1, +1)$$

Variety Turingových strojů

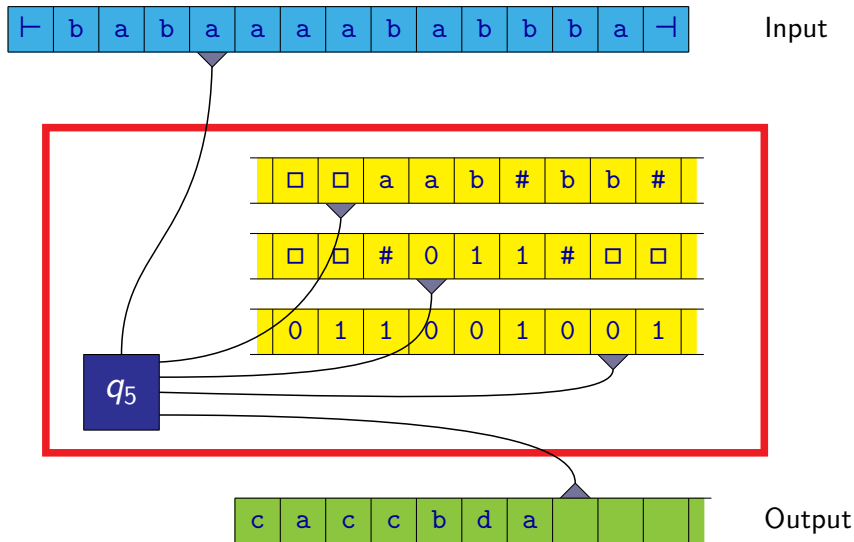
Příklad: Stroj provádějící sčítání dvou binárně zapsaných čísel ohraničených znaky # (např. čísla 6 a 11 budou zapsaná jako slova "#110#" a "#1011#").



Vícepáskové stroje mají často jednu z pásek vyčleněnu jako vstupní pásku a jednu z pásek jako výstupní pásku. Ostatní pásy pak používají jako pracovní:

- **Vstupní páska** — obsahuje vstupní slovo, není možné na ni zapisovat (je read-only), není nekonečná
- **Pracovní pásy** — je možné z nich číst i na ně zapisovat (jsou typu read/write), na začátku výpočtu jsou prázdné (obsahují pouze symboly \square)
- **Výstupní páska** — je na ni možné pouze zapisovat (je write-only), není z ní možné číst, na začátku výpočtu je prázdná, pohyb hlavy je možný jen zleva doprava

Variety Turingových strojů



Pokud má stroj vyčleněnou speciální vstupní pásku (která je read-only), používají se typicky dvě následující varianty:

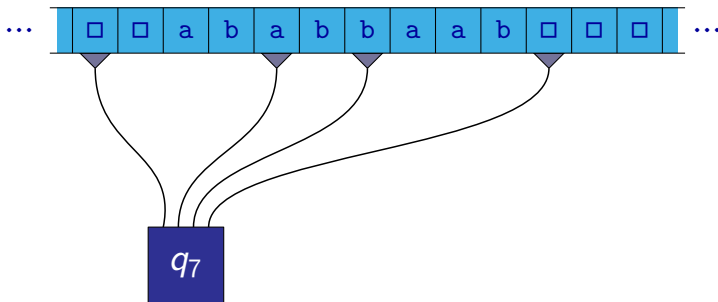
- Na této vstupní pásce je možný pohyb hlavy doleva i doprava. Vstupní slovo $w \in \Sigma^*$ je v takovém případě ohraničeno zleva a zprava pomocí „zarážek“, tj. speciálních symbolů $\vdash, \dashv \in (\Gamma - \Sigma)$.
- Na vstupní pásce je možný pohyb hlavy pouze zleva doprava.

Poznámka: Varianta s možným pohybem hlavy na obě strany a se zarážkami je obvyklejší.

Pokud nebude řečeno jinak, budeme uvažovat tuto variantu.

Varianty Turingových strojů

Místo více pásek je možné též uvažovat **více hlav** na jedné pásce:



V případě více hlav na jedné pásce, je třeba specifikovat:

- Zda se může více hlav nacházet současně na jednom políčku pásky.
- A pokud ano, jak je definováno chování daného stroje v případě, že hlavy nacházející se na stejném políčku budou chtít na toto políčko zapsat rozdílné symboly.
- Zda je daný stroj schopen detekovat to, že se dvě nebo více hlav nacházejí současně na témže políčku.

Poznámka: Samozřejmě obecně můžeme uvažovat stroje s více páskami, kde každá z těchto pásek může být vybavena více hlavami.

Uvažujme stroj s více páskami a s libovolným počtem hlav na každé pásce.

Místo toho, aby stroj pracoval v každém kroku zároveň se všemi hlavami, můžeme jeho činnost popisovat jako „program“ skládající se z jednodušších instrukcí následujících typů:

- posunout danou hlavu o jedno políčko doleva
- posunout danou hlavu o jedno políčko doprava
- zapsat na pozici dané hlavy daný specifikovaný symbol
- přečíst z pozice dané hlavy jeden symbol a provést větvení programu (tj. jít do různých stavů řídicí jednotky) v závislosti na tom, o jaký symbol se jedná

Zatím jsme uvažovali jen **lineární** (jednorozměrné) pásy.

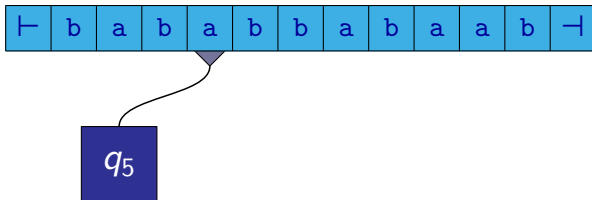
Místo jednorozměrné pásy může mít paměť s políčky (kde každé políčko obsahuje jeden znak z nějaké dané abecedy) nějakou jinou strukturu.

Například:

- dvourozměrná **čtverečková rovina**
— pohyb hlavy do čtyř směrů: doleva, doprava, nahoru, dolů
- d -rozměrná paměť pro nějaké $d = 3, 4, \dots$
(třírozměrná, čtyřrozměrná, atd.)
- paměť organizovaná ve formě (nekonečného) stromu
- ...

Lineárně omezený automat (LBA — linear bounded automaton):

- Nedeterministický Turingův stroj, který může využívat jen úsek pásky, kde je zapsáno vstupní slovo.
- Políčka pásky, která na začátku obsahují symboly vstupního slova, je možné během výpočtu libovolně přepisovat.
- Levá a pravá zarážka kolem slova. Tyto zarážky nemohou být přepsány.
- Z levé zarážky je možný pohyb jen vpravo, z pravé zarážky jen vlevo.



- Lineárně omezené automaty je možné uvažovat v **deterministické** i **nedeterministické** verzi.
- Jako standardní (tj. pokud není uvedeno jinak) se bere nedeterministická verze.
- Otázka, zda je možné jakýkoli jazyk, který je rozpoznáván nedeterministickým LBA, rozpoznávat také deterministickým LBA, je otevřeným problémem.

Poznámka: Z hlediska jazyků, jaké jsou schopné přijímat nebo rozpoznávat, a z hlediska funkcí, jaké jsou schopné počítat, jsou lineárně omezené automaty výrazně slabší než Turingovy stroje, které mají k dispozici neomezeně velkou paměť (ve formě nekonečné pásky).

Chomského hierarchie

Definice

Generativní gramatika je dána čtveřicí parametrů $\mathcal{G} = (\Pi, \Sigma, S, P)$, kde

- Π je konečná množina neterminálů
- Σ je konečná množina terminálů, $\Pi \cap \Sigma = \emptyset$
- $S \in \Pi$ je počáteční neterminál
- P je konečná množina pravidel typu $\alpha \rightarrow \beta$, kde $\alpha \in (\Pi \cup \Sigma)^* \Pi (\Pi \cup \Sigma)^*$ a $\beta \in (\Pi \cup \Sigma)^*$.

Příklad pravidla:

$$CaECb \rightarrow bDFbBDaC$$

Poznámka: Tento druh gramatik bývá též označován jako gramatiky **typu 0**, **neomezené** gramatiky či **obecné** gramatiky.

Generativní gramatiky

Předpokládejme, že máme dānu generativnĭ gramatiku $\mathcal{G} = (\Pi, \Sigma, S, P)$.

Relace $\Rightarrow \subseteq (\Pi \cup \Sigma)^* \times (\Pi \cup \Sigma)^*$:

- $\mu_1\alpha\mu_2 \Rightarrow \mu_1\beta\mu_2$ pokud $\alpha \rightarrow \beta$ je pravidlo v P

Přĭklad: Jestliže $(BcE \rightarrow DDaBb) \in P$, pak

$$CaBCBcEAccABb \Rightarrow CaBCDDaBbAccABb$$

Jazyk $\mathcal{L}(\mathcal{G})$ generovaný gramatikou $\mathcal{G} = (\Pi, \Sigma, S, P)$ je množina vřech slov v abecedě Σ , která lze odvodit nějakou derivací z počátečního neterminālu S pomocí pravidel z P , tj.

$$\mathcal{L}(\mathcal{G}) = \{w \in \Sigma^* \mid S \Rightarrow^* w\}$$

Generativní gramatiky

Předpokládejme, že máme danu generativní gramatiku $\mathcal{G} = (\Pi, \Sigma, S, P)$.

Relace $\Rightarrow \subseteq (\Pi \cup \Sigma)^* \times (\Pi \cup \Sigma)^*$:

- $\mu_1\alpha\mu_2 \Rightarrow \mu_1\beta\mu_2$ pokud $\alpha \rightarrow \beta$ je pravidlo v P

Příklad: Jestliže $(BcE \rightarrow DDaBb) \in P$, pak

$$CaBC\underline{BcE}AccABb \Rightarrow CaBC\underline{DDaBb}AccABb$$

Jazyk $\mathcal{L}(\mathcal{G})$ generovaný gramatikou $\mathcal{G} = (\Pi, \Sigma, S, P)$ je množina všech slov v abecedě Σ , která lze odvodit nějakou derivací z počátečního neterminálu S pomocí pravidel z P , tj.

$$\mathcal{L}(\mathcal{G}) = \{w \in \Sigma^* \mid S \Rightarrow^* w\}$$

Generativní gramatiky

Příklad: Gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$S \rightarrow aSQ$$

$$S \rightarrow abc$$

$$cQ \rightarrow Qc$$

$$bQc \rightarrow bbcc$$

Derivace slova *aaaabbbbcccc*:

S

Příklad: Gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$S \rightarrow aSQ$$

$$S \rightarrow abc$$

$$cQ \rightarrow Qc$$

$$bQc \rightarrow bbcc$$

Derivace slova *aaaabbbbcccc*:

$$S \Rightarrow aSQ$$

Příklad: Gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$S \rightarrow aSQ$$

$$S \rightarrow abc$$

$$cQ \rightarrow Qc$$

$$bQc \rightarrow bbcc$$

Derivace slova *aaaaabbbbbcccc*:

$$S \Rightarrow aSQ$$

$$\Rightarrow aaSQQ$$

Příklad: Gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$S \rightarrow aSQ$$

$$S \rightarrow abc$$

$$cQ \rightarrow Qc$$

$$bQc \rightarrow bbcc$$

Derivace slova *aaaaabbbbbcccc*:

$$S \Rightarrow aSQ$$

$$\Rightarrow aaSQQ$$

$$\Rightarrow aaaSQQQ$$

Generativní gramatiky

Příklad: Gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$S \rightarrow aSQ$$

$$S \rightarrow abc$$

$$cQ \rightarrow Qc$$

$$bQc \rightarrow bbcc$$

Derivace slova *aaaaabbbbbcccc*:

$$S \Rightarrow aSQ$$

$$\Rightarrow aaSQQ$$

$$\Rightarrow aaaSQQQ$$

$$\Rightarrow aaaaSQQQQ$$

Příklad: Gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$S \rightarrow aSQ$$

$$S \rightarrow abc$$

$$cQ \rightarrow Qc$$

$$bQc \rightarrow bbcc$$

Derivace slova *aaaaabbbbbcccc*:

$$S \Rightarrow aSQ$$

$$\Rightarrow aaSQQ$$

$$\Rightarrow aaaSQQQ$$

$$\Rightarrow aaaaSQQQQ$$

$$\Rightarrow aaaaabcQQQQ$$

Generativní gramatiky

Příklad: Gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$S \rightarrow aSQ$$

$$S \rightarrow abc$$

$$cQ \rightarrow Qc$$

$$bQc \rightarrow bbcc$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$S \Rightarrow aSQ$$

$$\Rightarrow aaSQQ$$

$$\Rightarrow aaaSQQQ$$

$$\Rightarrow aaaaSQQQQ$$

$$\Rightarrow aaaaabcQQQQ$$

$$\Rightarrow aaaaabQcQQQ$$

Generativní gramatiky

Příklad: Gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$S \rightarrow aSQ$$

$$S \rightarrow abc$$

$$cQ \rightarrow Qc$$

$$bQc \rightarrow bbcc$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$S \Rightarrow aSQ$$

$$\Rightarrow aaSQQ$$

$$\Rightarrow aaaSQQQ$$

$$\Rightarrow aaaaSQQQQ$$

$$\Rightarrow aaaaabcQQQQ$$

$$\Rightarrow aaaaabQcQQQ$$

$$\Rightarrow aaaaabbccQQQ$$

Generativní gramatiky

Příklad: Gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$S \rightarrow aSQ$$

$$S \rightarrow abc$$

$$cQ \rightarrow Qc$$

$$bQc \rightarrow bbcc$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$S \Rightarrow aSQ$$

$$\Rightarrow aaSQQ$$

$$\Rightarrow aaaSQQQ$$

$$\Rightarrow aaaaSQQQQ$$

$$\Rightarrow aaaaabcQQQQ$$

$$\Rightarrow aaaaabQcQQQ$$

$$\Rightarrow aaaaabbccQQQ$$

$$\Rightarrow aaaaabbcQcQQ$$

Generativní gramatiky

Příklad: Gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$S \rightarrow aSQ$$

$$S \rightarrow abc$$

$$cQ \rightarrow Qc$$

$$bQc \rightarrow bbcc$$

Derivace slova $aaaaabbbbcccc$:

$$\begin{aligned} S &\Rightarrow aSQ && \Rightarrow aaaaabbQccQQ \\ &\Rightarrow aaSQQ \\ &\Rightarrow aaaSQQQ \\ &\Rightarrow aaaaSQQQQ \\ &\Rightarrow aaaaabcQQQQ \\ &\Rightarrow aaaaabQcQQQ \\ &\Rightarrow aaaaabbccQQQ \\ &\Rightarrow aaaaabbcQcQQ \end{aligned}$$

Generativní gramatiky

Příklad: Gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{aligned}S &\rightarrow aSQ \\S &\rightarrow abc \\cQ &\rightarrow Qc \\bQc &\rightarrow bbcc\end{aligned}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{aligned}S &\Rightarrow aSQ && \Rightarrow aaaaabbQccQQ \\&\Rightarrow aaSQQ && \Rightarrow aaaaabbbccccQQ \\&\Rightarrow aaaSQQQ \\&\Rightarrow aaaaSQQQQ \\&\Rightarrow aaaaabcQQQQ \\&\Rightarrow aaaaabQcQQQ \\&\Rightarrow aaaaabbccQQQ \\&\Rightarrow aaaaabbcQcQQ\end{aligned}$$

Generativní gramatiky

Příklad: Gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$S \rightarrow aSQ$$

$$S \rightarrow abc$$

$$cQ \rightarrow Qc$$

$$bQc \rightarrow bbcc$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{aligned} S &\Rightarrow aSQ && \Rightarrow aaaaabbQccQQ \\ &\Rightarrow aaSQQ && \Rightarrow aaaaabbbccccQQ \\ &\Rightarrow aaaSQQQ && \Rightarrow aaaaabbbccQcQ \\ &\Rightarrow aaaaSQQQQ \\ &\Rightarrow aaaaabcQQQQ \\ &\Rightarrow aaaaabQcQQQ \\ &\Rightarrow aaaaabbccQQQ \\ &\Rightarrow aaaaabbcQcQQ \end{aligned}$$

Generativní gramatiky

Příklad: Gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$S \rightarrow aSQ$$

$$S \rightarrow abc$$

$$cQ \rightarrow Qc$$

$$bQc \rightarrow bbcc$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{aligned} S &\Rightarrow aSQ && \Rightarrow aaaaabbQccQQ \\ &\Rightarrow aaSQQ && \Rightarrow aaaaabbbccccQQ \\ &\Rightarrow aaaSQQQ && \Rightarrow aaaaabbccQcQ \\ &\Rightarrow aaaaSQQQQ && \Rightarrow aaaaabbbcQccQ \\ &\Rightarrow aaaaabcQQQQ && \\ &\Rightarrow aaaaabQcQQQ && \\ &\Rightarrow aaaaabbccQQQ && \\ &\Rightarrow aaaaabbcQcQQ && \end{aligned}$$

Generativní gramatiky

Příklad: Gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$S \rightarrow aSQ$$

$$S \rightarrow abc$$

$$cQ \rightarrow Qc$$

$$bQc \rightarrow bbcc$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{aligned} S &\Rightarrow aSQ && \Rightarrow aaaaabbQccQQ \\ &\Rightarrow aaSQQ && \Rightarrow aaaaabbbccccQQ \\ &\Rightarrow aaaSQQQ && \Rightarrow aaaaabbbccQcQ \\ &\Rightarrow aaaaSQQQQ && \Rightarrow aaaaabbbcQccQ \\ &\Rightarrow aaaaabcQQQQ && \Rightarrow aaaaabbbQcccQ \\ &\Rightarrow aaaaabQcQQQ \\ &\Rightarrow aaaaabbccQQQ \\ &\Rightarrow aaaaabbcQcQQ \end{aligned}$$

Generativní gramatiky

Příklad: Gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$S \rightarrow aSQ$$

$$S \rightarrow abc$$

$$cQ \rightarrow Qc$$

$$bQc \rightarrow bbcc$$

Derivace slova *aaaaabbbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} S \Rightarrow aSQ & \Rightarrow aaaaabbQccQQ \\ \Rightarrow aaSQQ & \Rightarrow aaaaabbbcccQQ \\ \Rightarrow aaaSQQQ & \Rightarrow aaaaabbbccQcQ \\ \Rightarrow aaaaSQQQQ & \Rightarrow aaaaabbbcQccQ \\ \Rightarrow aaaaabcQQQQ & \Rightarrow aaaaabbbQcccQ \\ \Rightarrow aaaaabQcQQQ & \Rightarrow aaaaabbbbccccQ \\ \Rightarrow aaaaabbccQQQ & \\ \Rightarrow aaaaabbcQcQQ & \end{array}$$

Generativní gramatiky

Příklad: Gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$S \rightarrow aSQ$$

$$S \rightarrow abc$$

$$cQ \rightarrow Qc$$

$$bQc \rightarrow bbcc$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$S \Rightarrow aSQ$	$\Rightarrow aaaaabbQccQQ$
$\Rightarrow aaSQQ$	$\Rightarrow aaaaabbbcccQQ$
$\Rightarrow aaaSQQQ$	$\Rightarrow aaaaabbbccQcQ$
$\Rightarrow aaaaSQQQQ$	$\Rightarrow aaaaabbbcQccQ$
$\Rightarrow aaaaabcQQQQ$	$\Rightarrow aaaaabbbQcccQ$
$\Rightarrow aaaaabQcQQQ$	$\Rightarrow aaaaabbbbccccQ$
$\Rightarrow aaaaabbccQQQ$	$\Rightarrow aaaaabbbbccccQc$
$\Rightarrow aaaaabbcQcQQ$	

Generativní gramatiky

Příklad: Gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$S \rightarrow aSQ$$

$$S \rightarrow abc$$

$$cQ \rightarrow Qc$$

$$bQc \rightarrow bbcc$$

Derivace slova *aaaaabbbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} S \Rightarrow aSQ & \Rightarrow aaaaabbQccQQ \\ \Rightarrow aaSQQ & \Rightarrow aaaaabbbcccQQ \\ \Rightarrow aaaSQQQ & \Rightarrow aaaaabbbccQcQ \\ \Rightarrow aaaaSQQQQ & \Rightarrow aaaaabbbcQccQ \\ \Rightarrow aaaaabcQQQQ & \Rightarrow aaaaabbbQcccQ \\ \Rightarrow aaaaabQcQQQ & \Rightarrow aaaaabbbbccccQ \\ \Rightarrow aaaaabbccQQQ & \Rightarrow aaaaabbbbccccQc \\ \Rightarrow aaaaabbcQcQQ & \Rightarrow aaaaabbbbccQcc \end{array}$$

Generativní gramatiky

Příklad: Gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$S \rightarrow aSQ$$

$$S \rightarrow abc$$

$$cQ \rightarrow Qc$$

$$bQc \rightarrow bbcc$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\Rightarrow aaaaabbbbcQccc$$

$$\Rightarrow aaaaabbQccQQ$$

$$\Rightarrow aaaaabbbcccQQ$$

$$\Rightarrow aaaaabbccQcQ$$

$$\Rightarrow aaaaabbbcQccQ$$

$$\Rightarrow aaaaabbbQcccQ$$

$$\Rightarrow aaaaabbbbccccQ$$

$$\Rightarrow aaaaabbbbcccQc$$

$$\Rightarrow aaaaabbbbccQcc$$

Generativní gramatiky

Příklad: Gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$S \rightarrow aSQ$$

$$S \rightarrow abc$$

$$cQ \rightarrow Qc$$

$$bQc \rightarrow bbcc$$

Derivace slova *aaaaabbbbbcccc*:

$$\Rightarrow aaaaabbbbcQccc$$

$$\Rightarrow aaaaabbbbQcccc$$

$$\Rightarrow aaaaabbQccQQ$$

$$\Rightarrow aaaaabbbcccQQ$$

$$\Rightarrow aaaaabbccQcQ$$

$$\Rightarrow aaaaabbbcQccQ$$

$$\Rightarrow aaaaabbbQcccQ$$

$$\Rightarrow aaaaabbbbccccQ$$

$$\Rightarrow aaaaabbbbcccQc$$

$$\Rightarrow aaaaabbbbccQcc$$

Generativní gramatiky

Příklad: Gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$S \rightarrow aSQ$$

$$S \rightarrow abc$$

$$cQ \rightarrow Qc$$

$$bQc \rightarrow bbcc$$

Derivace slova *aaaaabbbbbcccc*:

$$\Rightarrow aaaaabbbbcQccc$$

$$\Rightarrow aaaaabbbbQcccc$$

$$\Rightarrow aaaaabbbbbcccc$$

$$\Rightarrow aaaaabbQccQQ$$

$$\Rightarrow aaaaabbbcccQQ$$

$$\Rightarrow aaaaabbccQcQ$$

$$\Rightarrow aaaaabbbcQccQ$$

$$\Rightarrow aaaaabbbQcccQ$$

$$\Rightarrow aaaaabbbbccccQ$$

$$\Rightarrow aaaaabbbbcccQc$$

$$\Rightarrow aaaaabbbbccQcc$$

Kontextové gramatiky

Kontextové gramatiky, označované též jako gramatiky **typu 1**, jsou speciálním případem generativních gramatik.

Gramatika $\mathcal{G} = (\Pi, \Sigma, S, P)$ se nazývá **kontextová**, jestliže všechna její pravidla (s jednou níže uvedenou výjimkou) jsou tvaru

$$\alpha X \beta \rightarrow \alpha \gamma \beta$$

kde $X \in \Pi$, $\alpha, \beta, \gamma \in (\Pi \cup \Sigma)^*$, přičemž $|\gamma| \geq 1$.

Jedinou výjimkou je, že gramatika \mathcal{G} může obsahovat pravidlo $S \rightarrow \varepsilon$.

Pokud toto pravidlo obsahuje, nesmí se počáteční nerminál S vyskytovat na pravé straně žádného pravidla.

Příklad pravidla:

$$BaEC \rightarrow BaDAcBC$$

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abC & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaabbbbcccc*:

S

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abC & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbbcccc*:

$$S \Rightarrow aSQ$$

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abC & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaabbbbccccc*:

$$\begin{aligned} S &\Rightarrow aSQ \\ &\Rightarrow aaSQQ \end{aligned}$$

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abC & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbbcccc*:

$$\begin{aligned} S &\Rightarrow aSQ \\ &\Rightarrow aaSQQ \\ &\Rightarrow aaaSQQQ \end{aligned}$$

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abC & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbbcccc*:

$$\begin{aligned} S &\Rightarrow aSQ \\ &\Rightarrow aaSQQ \\ &\Rightarrow aaaSQQQ \\ &\Rightarrow aaaaSQQQQ \end{aligned}$$

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abc & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{aligned} S &\Rightarrow aSQ \\ &\Rightarrow aaSQQ \\ &\Rightarrow aaaSQQQ \\ &\Rightarrow aaaaSQQQQ \\ &\Rightarrow aaaaabCQQQQ \end{aligned}$$

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abC & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{aligned} S &\Rightarrow aSQ \\ &\Rightarrow aaSQQ \\ &\Rightarrow aaaSQQQ \\ &\Rightarrow aaaaSQQQQ \\ &\Rightarrow aaaaabCQQQQ \\ &\Rightarrow aaaaabXQQQQ \end{aligned}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abC & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{aligned} S &\Rightarrow aSQ \\ &\Rightarrow aaSQQ \\ &\Rightarrow aaaSQQQ \\ &\Rightarrow aaaaSQQQQ \\ &\Rightarrow aaaaabCQQQQ \\ &\Rightarrow aaaaabXQQQQ \\ &\Rightarrow aaaaabXYQQQ \end{aligned}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abc & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{aligned} S &\Rightarrow aSQ \\ &\Rightarrow aaSQQ \\ &\Rightarrow aaaSQQQ \\ &\Rightarrow aaaaSQQQQ \\ &\Rightarrow aaaaabCQQQQ \\ &\Rightarrow aaaaabXQQQQ \\ &\Rightarrow aaaaabXYQQQ \\ &\Rightarrow aaaaabQYQQQ \end{aligned}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abC & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} S \Rightarrow aSQ & \Rightarrow aaaaabQCQQQ \\ \Rightarrow aaSQQ & \\ \Rightarrow aaaSQQQ & \\ \Rightarrow aaaaSQQQQ & \\ \Rightarrow aaaaabCQQQQ & \\ \Rightarrow aaaaabXQQQQ & \\ \Rightarrow aaaaabXYQQQ & \\ \Rightarrow aaaaabQYQQQ & \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abc & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} S \Rightarrow aSQ & \Rightarrow aaaaabQCQQQ \\ \Rightarrow aaSQQ & \Rightarrow aaaaabbCCQQQ \\ \Rightarrow aaaSQQQ & \\ \Rightarrow aaaaSQQQQ & \\ \Rightarrow aaaaabCQQQQ & \\ \Rightarrow aaaaabXQQQQ & \\ \Rightarrow aaaaabXYQQQ & \\ \Rightarrow aaaaabQYQQQ & \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abc & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} S \Rightarrow aSQ & \Rightarrow aaaaabQCQQQ \\ \Rightarrow aaSQQ & \Rightarrow aaaaabbCCQQQ \\ \Rightarrow aaaSQQQ & \Rightarrow aaaaabbCXQQQ \\ \Rightarrow aaaaSQQQQ & \\ \Rightarrow aaaaabCQQQQ & \\ \Rightarrow aaaaabXQQQQ & \\ \Rightarrow aaaaabXYQQQ & \\ \Rightarrow aaaaabQYQQQ & \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abc & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} S \Rightarrow aSQ & \Rightarrow aaaaabQCQQQ \\ \Rightarrow aaSQQ & \Rightarrow aaaaabbCCQQQ \\ \Rightarrow aaaSQQQ & \Rightarrow aaaaabbCXQQQ \\ \Rightarrow aaaaSQQQQ & \Rightarrow aaaaabbCXYQQ \\ \Rightarrow aaaaabCQQQQ & \\ \Rightarrow aaaaabXQQQQ & \\ \Rightarrow aaaaabXYQQQ & \\ \Rightarrow aaaaabQYQQQ & \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abc & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} S \Rightarrow aSQ & \Rightarrow aaaaabQCQQQ \\ \Rightarrow aaSQQ & \Rightarrow aaaaabbCCQQQ \\ \Rightarrow aaaSQQQ & \Rightarrow aaaaabbCXQQQ \\ \Rightarrow aaaaSQQQQ & \Rightarrow aaaaabbCXYQQ \\ \Rightarrow aaaaabCQQQQ & \Rightarrow aaaaabbCQYQQ \\ \Rightarrow aaaaabXQQQQ & \\ \Rightarrow aaaaabXYQQQ & \\ \Rightarrow aaaaabQYQQQ & \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abc & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} S \Rightarrow aSQ & \Rightarrow aaaaabQCQQQ \\ \Rightarrow aaSQQ & \Rightarrow aaaaabbCCQQQ \\ \Rightarrow aaaSQQQ & \Rightarrow aaaaabbCXQQQ \\ \Rightarrow aaaaSQQQQ & \Rightarrow aaaaabbCXYQQ \\ \Rightarrow aaaaabCQQQQ & \Rightarrow aaaaabbCQYQQ \\ \Rightarrow aaaaabXQQQQ & \Rightarrow aaaaabbCQCQQ \\ \Rightarrow aaaaabXYQQQ & \\ \Rightarrow aaaaabQYQQQ & \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abc & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} S \Rightarrow aSQ & \Rightarrow aaaaabQCQQQ \\ \Rightarrow aaSQQ & \Rightarrow aaaaabbCCQQQ \\ \Rightarrow aaaSQQQ & \Rightarrow aaaaabbCXQQQ \\ \Rightarrow aaaaSQQQQ & \Rightarrow aaaaabbCXYQQ \\ \Rightarrow aaaaabCQQQQ & \Rightarrow aaaaabbCQYQQ \\ \Rightarrow aaaaabXQQQQ & \Rightarrow aaaaabbCQCQQ \\ \Rightarrow aaaaabXYQQQ & \Rightarrow aaaaabbXQCQQ \\ \Rightarrow aaaaabQYQQQ & \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abc & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} S \Rightarrow aSQ & \Rightarrow aaaaabQCQQQ \\ \Rightarrow aaSQQ & \Rightarrow aaaaabbCCQQQ \\ \Rightarrow aaaSQQQ & \Rightarrow aaaaabbCXQQQ \\ \Rightarrow aaaaSQQQQ & \Rightarrow aaaaabbCXYQQ \\ \Rightarrow aaaaabCQQQQ & \Rightarrow aaaaabbCQYQQ \\ \Rightarrow aaaaabXQQQQ & \Rightarrow aaaaabbCQCQQ \\ \Rightarrow aaaaabXYQQQ & \Rightarrow aaaaabbXQCQQ \\ \Rightarrow aaaaabQYQQQ & \Rightarrow aaaaabbXYCQQ \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abC & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} \Rightarrow aaaaabbQYCQQ & \Rightarrow aaaaabQCQQQ \\ \Rightarrow aaaaabbCCQQQ & \Rightarrow aaaaabbCXQQQ \\ \Rightarrow aaaaabbCXYQQ & \Rightarrow aaaaabbCQYQQ \\ \Rightarrow aaaaabbCQCQQ & \Rightarrow aaaaabbXQCQQ \\ \Rightarrow aaaaabbXYCQQ & \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abC & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} \Rightarrow aaaaabbQYCQQ & \Rightarrow aaaaabQCQQQ \\ \Rightarrow aaaaabbQCCQQ & \Rightarrow aaaaabbCCQQQ \\ & \Rightarrow aaaaabbCXQQQ \\ & \Rightarrow aaaaabbCXYQQ \\ & \Rightarrow aaaaabbCQYQQ \\ & \Rightarrow aaaaabbCQCQQ \\ & \Rightarrow aaaaabbXQCQQ \\ & \Rightarrow aaaaabbXYCQQ \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abC & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} \Rightarrow aaaaabbQYCQQ & \Rightarrow aaaaabQCQQQ \\ \Rightarrow aaaaabbQCCQQ & \Rightarrow aaaaabbCCQQQ \\ \Rightarrow aaaaabbCCCQQ & \Rightarrow aaaaabbCXQQQ \\ & \Rightarrow aaaaabbCXYQQ \\ & \Rightarrow aaaaabbCQYQQ \\ & \Rightarrow aaaaabbCQCQQ \\ & \Rightarrow aaaaabbXQCQQ \\ & \Rightarrow aaaaabbXYCQQ \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abC & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} \Rightarrow aaaaabbQYCQQ & \Rightarrow aaaaabQCQQQQ \\ \Rightarrow aaaaabbQCCQQ & \Rightarrow aaaaabbCCQQQQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCCQQ & \Rightarrow aaaaabbCXQQQQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCXQQ & \Rightarrow aaaaabbCXYQQ \\ & \Rightarrow aaaaabbCQYQQ \\ & \Rightarrow aaaaabbCQCQQ \\ & \Rightarrow aaaaabbXQCQQ \\ & \Rightarrow aaaaabbXYCQQ \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abC & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} \Rightarrow aaaaabbQYCQQ & \Rightarrow aaaaabQCQQQQ \\ \Rightarrow aaaaabbQCCQQ & \Rightarrow aaaaabbCCQQQQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCCQQ & \Rightarrow aaaaabbCXQQQQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCXQQ & \Rightarrow aaaaabbCXYQQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCXYQ & \Rightarrow aaaaabbCQYQQ \\ & \Rightarrow aaaaabbCQCQQ \\ & \Rightarrow aaaaabbXQCQQ \\ & \Rightarrow aaaaabbXYCQQ \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abc & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} \Rightarrow aaaaabbQYCQQ & \Rightarrow aaaaabQCQQQQ \\ \Rightarrow aaaaabbQCCQQ & \Rightarrow aaaaabbCCQQQQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCCQQ & \Rightarrow aaaaabbCXQQQQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCXQQ & \Rightarrow aaaaabbCXYQQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCXYQ & \Rightarrow aaaaabbCQYQQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCQYQ & \Rightarrow aaaaabbCQCQQ \\ & \Rightarrow aaaaabbXQCQQ \\ & \Rightarrow aaaaabbXYCQQ \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abC & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} \Rightarrow aaaaabbQYCQQ & \Rightarrow aaaaabQCQQQ \\ \Rightarrow aaaaabbQCCQQ & \Rightarrow aaaaabbCCQQQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCCQQ & \Rightarrow aaaaabbCXQQQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCXQQ & \Rightarrow aaaaabbCXYQQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCXYQ & \Rightarrow aaaaabbCQYQQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCQYQ & \Rightarrow aaaaabbCQCQQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCQCQ & \Rightarrow aaaaabbXQCQQ \\ & \Rightarrow aaaaabbXYCQQ \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abc & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} \Rightarrow aaaaabbQYCQQ & \Rightarrow aaaaabQCQQQ \\ \Rightarrow aaaaabbQCCQQ & \Rightarrow aaaaabbCCQQQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCCQQ & \Rightarrow aaaaabbCXQQQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCXQQ & \Rightarrow aaaaabbCXYQQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCXYQ & \Rightarrow aaaaabbCQYQQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCQYQ & \Rightarrow aaaaabbCQCQQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCQCQ & \Rightarrow aaaaabbXQCQQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCXQCQ & \Rightarrow aaaaabbXYCQQ \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abc & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} \Rightarrow aaaaabbQYCQQ & \Rightarrow aaaaabbCXYCQ \\ \Rightarrow aaaaabbQCCQQ & \\ \Rightarrow aaaaabbCCCQQ & \\ \Rightarrow aaaaabbCCXQQ & \\ \Rightarrow aaaaabbCCXYQ & \\ \Rightarrow aaaaabbCCQYQ & \\ \Rightarrow aaaaabbCCQCQ & \\ \Rightarrow aaaaabbCXQCQ & \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abc & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} \Rightarrow aaaaabbQYCQQ & \Rightarrow aaaaabbbCXYCQ \\ \Rightarrow aaaaabbQCCQQ & \Rightarrow aaaaabbbCQYCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCCQQ & \\ \Rightarrow aaaaabbbCCXQQ & \\ \Rightarrow aaaaabbbCCXYQ & \\ \Rightarrow aaaaabbbCCQYQ & \\ \Rightarrow aaaaabbbCCQCQ & \\ \Rightarrow aaaaabbbCXQCQ & \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abc & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} \Rightarrow aaaaabbQYCQQ & \Rightarrow aaaaabbbCXYCQ \\ \Rightarrow aaaaabbQCCQQ & \Rightarrow aaaaabbbCQYCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCCQQ & \Rightarrow aaaaabbbCQCCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCXQQ & \\ \Rightarrow aaaaabbbCCXYQ & \\ \Rightarrow aaaaabbbCCQYQ & \\ \Rightarrow aaaaabbbCCQCQ & \\ \Rightarrow aaaaabbbCXQCQ & \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abc & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} \Rightarrow aaaaabbQYCQQ & \Rightarrow aaaaabbbCXYCQ \\ \Rightarrow aaaaabbQCCQQ & \Rightarrow aaaaabbbCQYCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCCQQ & \Rightarrow aaaaabbbCQCCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCXQQ & \Rightarrow aaaaabbbXQCCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCXYQ & \\ \Rightarrow aaaaabbbCCQYQ & \\ \Rightarrow aaaaabbbCCQCQ & \\ \Rightarrow aaaaabbbCXQCQ & \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abc & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} \Rightarrow aaaaabbQYCQQ & \Rightarrow aaaaabbbCXYCQ \\ \Rightarrow aaaaabbQCCQQ & \Rightarrow aaaaabbbCQYCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCCQQ & \Rightarrow aaaaabbbCQCCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCXQQ & \Rightarrow aaaaabbbXQCCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCXYQ & \Rightarrow aaaaabbbXYCCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCQYQ & \\ \Rightarrow aaaaabbbCCQCQ & \\ \Rightarrow aaaaabbbCXQCQ & \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abc & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} \Rightarrow aaaaabbQYCQQ & \Rightarrow aaaaabbbCXYCQ \\ \Rightarrow aaaaabbQCCQQ & \Rightarrow aaaaabbbCQYCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCCQQ & \Rightarrow aaaaabbbCQCCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCXQQ & \Rightarrow aaaaabbbXQCCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCXYQ & \Rightarrow aaaaabbbXYCCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCQYQ & \Rightarrow aaaaabbbQYCCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCQCQ & \\ \Rightarrow aaaaabbbCXQCQ & \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abc & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} \Rightarrow aaaaabbQYCQQ & \Rightarrow aaaaabbbCXYCQ \\ \Rightarrow aaaaabbQCCQQ & \Rightarrow aaaaabbbCQYCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCCQQ & \Rightarrow aaaaabbbCQCCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCXQQ & \Rightarrow aaaaabbbXQCCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCXYQ & \Rightarrow aaaaabbbXYCCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCQYQ & \Rightarrow aaaaabbbQYCCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCQCQ & \Rightarrow aaaaabbbQCCCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCXQCQ & \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abc & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} \Rightarrow aaaaabbQYCQQ & \Rightarrow aaaaabbbCXYCQ \\ \Rightarrow aaaaabbQCCQQ & \Rightarrow aaaaabbbCQYCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCCQQ & \Rightarrow aaaaabbbCQCCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCXQQ & \Rightarrow aaaaabbbXQCCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCXYQ & \Rightarrow aaaaabbbXYCCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCQYQ & \Rightarrow aaaaabbbQYCCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCCQCQ & \Rightarrow aaaaabbbQCCCCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbCXQCQ & \Rightarrow aaaaabbbbCCCCQ \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abC & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} \Rightarrow aaaaabbbbCCCXQ & \Rightarrow aaaaabbbbCXYCQ \\ & \Rightarrow aaaaabbbbCQYCQ \\ & \Rightarrow aaaaabbbbCQCCQ \\ & \Rightarrow aaaaabbbbXQCCQ \\ & \Rightarrow aaaaabbbbXYCCQ \\ & \Rightarrow aaaaabbbbQYCCQ \\ & \Rightarrow aaaaabbbbQCCCQ \\ & \Rightarrow aaaaabbbbCCCCQ \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abC & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} \Rightarrow aaaaabbbbCCCXQ & \Rightarrow aaaaabbbbCXYCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCCXY & \Rightarrow aaaaabbbbCQYCQ \\ & \Rightarrow aaaaabbbbCQCCQ \\ & \Rightarrow aaaaabbbbXQCCQ \\ & \Rightarrow aaaaabbbbXYCCQ \\ & \Rightarrow aaaaabbbbQYCCQ \\ & \Rightarrow aaaaabbbbQCCCCQ \\ & \Rightarrow aaaaabbbbCCCCQ \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abC & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} \Rightarrow aaaaabbbbCCCXQ & \Rightarrow aaaaabbbbCXYCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCCXY & \Rightarrow aaaaabbbbCQYCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCCQY & \Rightarrow aaaaabbbbCQCCQ \\ & \Rightarrow aaaaabbbbXQCCQ \\ & \Rightarrow aaaaabbbbXYCCQ \\ & \Rightarrow aaaaabbbbQYCCQ \\ & \Rightarrow aaaaabbbbQCCCCQ \\ & \Rightarrow aaaaabbbbCCCCQ \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abC & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} \Rightarrow aaaaabbbbCCCXQ & \Rightarrow aaaaabbbbCXYCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCCXY & \Rightarrow aaaaabbbbCQYCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCCQY & \Rightarrow aaaaabbbbCQCCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCCQC & \Rightarrow aaaaabbbbXQCCQ \\ & \Rightarrow aaaaabbbbXYCCQ \\ & \Rightarrow aaaaabbbbQYCCQ \\ & \Rightarrow aaaaabbbbQCCCCQ \\ & \Rightarrow aaaaabbbbCCCCQ \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abc & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaabbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} \Rightarrow aaaaabbbbCCCXQ & \Rightarrow aaaaabbbbCXYCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCCXY & \Rightarrow aaaaabbbbCQYCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCCQY & \Rightarrow aaaaabbbbCQCCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCCQC & \Rightarrow aaaaabbbbXQCCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCXQC & \Rightarrow aaaaabbbbXYCCQ \\ & \Rightarrow aaaaabbbbQYCCQ \\ & \Rightarrow aaaaabbbbQCCCCQ \\ & \Rightarrow aaaaabbbbCCCCQ \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abC & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} \Rightarrow aaaaabbbbCCCXQ & \Rightarrow aaaaabbbbCXYCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCCXY & \Rightarrow aaaaabbbbCQYCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCCQY & \Rightarrow aaaaabbbbCQCCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCCQC & \Rightarrow aaaaabbbbXQCCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCXQC & \Rightarrow aaaaabbbbXYCCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCXYC & \Rightarrow aaaaabbbbQYCCQ \\ & \Rightarrow aaaaabbbbQCCCCQ \\ & \Rightarrow aaaaabbbbCCCCQ \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abC & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} \Rightarrow aaaaabbbbCCCXQ & \Rightarrow aaaaabbbbCXYCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCCXY & \Rightarrow aaaaabbbbCQYCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCCQY & \Rightarrow aaaaabbbbCQCCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCCQC & \Rightarrow aaaaabbbbXQCCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCXQC & \Rightarrow aaaaabbbbXYCCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCXYC & \Rightarrow aaaaabbbbQYCCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCQYC & \Rightarrow aaaaabbbbQCCCQ \\ & \Rightarrow aaaaabbbbCCCCQ \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abC & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} \Rightarrow aaaaabbbbCCCXQ & \Rightarrow aaaaabbbbCXYCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCCXY & \Rightarrow aaaaabbbbCQYCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCCQY & \Rightarrow aaaaabbbbCQCCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCCQC & \Rightarrow aaaaabbbbXQCCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCXQC & \Rightarrow aaaaabbbbXYCCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCXYC & \Rightarrow aaaaabbbbQYCCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCQYC & \Rightarrow aaaaabbbbQCCCCQ \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCQCC & \Rightarrow aaaaabbbbCCCCQ \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abC & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} \Rightarrow aaaaabbbbCCCXQ & \Rightarrow aaaaabbbbCXQCC \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCCXY & \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCCQY & \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCCQC & \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCXQC & \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCXYC & \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCQYC & \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCQCC & \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abC & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} \Rightarrow aaaaabbbbCCCXQ & \Rightarrow aaaaabbbbCXQCC \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCCXY & \Rightarrow aaaaabbbbCXYCC \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCCQY & \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCCQC & \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCXQC & \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCXYC & \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCQYC & \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCQCC & \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abc & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} \Rightarrow aaaaabbbbCCCXQ & \Rightarrow aaaaabbbbCXQCC \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCCXY & \Rightarrow aaaaabbbbCXYCC \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCCQY & \Rightarrow aaaaabbbbCQYCC \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCCQC & \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCXQC & \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCXYC & \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCQYC & \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCQCC & \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abc & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} \Rightarrow aaaaabbbbCCCXQ & \Rightarrow aaaaabbbbCXQCC \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCCXY & \Rightarrow aaaaabbbbCXYCC \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCCQY & \Rightarrow aaaaabbbbCQYCC \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCCQC & \Rightarrow aaaaabbbbCQCCC \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCXQC & \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCXYC & \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCQYC & \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCQCC & \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abc & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} \Rightarrow aaaaabbbbCCCXQ & \Rightarrow aaaaabbbbCXQCC \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCCXY & \Rightarrow aaaaabbbbCXYCC \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCCQY & \Rightarrow aaaaabbbbCQYCC \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCCQC & \Rightarrow aaaaabbbbCQCCC \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCXQC & \Rightarrow aaaaabbbbXQCCC \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCXYC & \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCQYC & \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCQCC & \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abc & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} \Rightarrow aaaaabbbbCCCXQ & \Rightarrow aaaaabbbbCXQCC \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCCXY & \Rightarrow aaaaabbbbCXYCC \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCCQY & \Rightarrow aaaaabbbbCQYCC \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCCQC & \Rightarrow aaaaabbbbCQCCC \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCXQC & \Rightarrow aaaaabbbbXQCCC \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCXYC & \Rightarrow aaaaabbbbXYCCC \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCQYC & \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCQCC & \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abC & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} \Rightarrow aaaaabbbbCCCXQ & \Rightarrow aaaaabbbbCXQCC \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCCXY & \Rightarrow aaaaabbbbCXYCC \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCCQY & \Rightarrow aaaaabbbbCQYCC \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCCQC & \Rightarrow aaaaabbbbCQCCC \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCXQC & \Rightarrow aaaaabbbbXQCCC \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCXYC & \Rightarrow aaaaabbbbXYCCC \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCQYC & \Rightarrow aaaaabbbbQYCCC \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCQCC & \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abc & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} \Rightarrow aaaaabbbbCCCXQ & \Rightarrow aaaaabbbbCXQCC \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCCXY & \Rightarrow aaaaabbbbCXYCC \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCCQY & \Rightarrow aaaaabbbbCQYCC \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCCQC & \Rightarrow aaaaabbbbCQCCC \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCXQC & \Rightarrow aaaaabbbbXQCCC \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCXYC & \Rightarrow aaaaabbbbXYCCC \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCQYC & \Rightarrow aaaaabbbbQYCCC \\ \Rightarrow aaaaabbbbCCQCC & \Rightarrow aaaaabbbbQCCCC \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abC & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} \Rightarrow aaaaabbbbCCCC & \Rightarrow aaaaabbbbCXQCC \\ & \Rightarrow aaaaabbbbCXYCC \\ & \Rightarrow aaaaabbbbCQYCC \\ & \Rightarrow aaaaabbbbCQCCC \\ & \Rightarrow aaaaabbbbXQCCC \\ & \Rightarrow aaaaabbbbXYCCC \\ & \Rightarrow aaaaabbbbQYCCC \\ & \Rightarrow aaaaabbbbQCXXX \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abC & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} \Rightarrow aaaaabbbbbCCCCC & \Rightarrow aaaaabbbbCXQCC \\ \Rightarrow aaaaabbbbcbCCCC & \Rightarrow aaaaabbbbCXQCC \\ & \Rightarrow aaaaabbbbCXYCC \\ & \Rightarrow aaaaabbbbCQYCC \\ & \Rightarrow aaaaabbbbCQCCC \\ & \Rightarrow aaaaabbbbXQCCC \\ & \Rightarrow aaaaabbbbXYCCC \\ & \Rightarrow aaaaabbbbQYCCC \\ & \Rightarrow aaaaabbbbQCXXX \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abC & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} \Rightarrow aaaaabbbbbCCCC & \Rightarrow aaaaabbbbCXQCC \\ \Rightarrow aaaaabbbbcbCCCC & \Rightarrow aaaaabbbbCXQCC \\ \Rightarrow aaaaabbbbcbcccCCC & \Rightarrow aaaaabbbbCQYCC \\ & \Rightarrow aaaaabbbbCQCCC \\ & \Rightarrow aaaaabbbbXQCCC \\ & \Rightarrow aaaaabbbbXYCCC \\ & \Rightarrow aaaaabbbbQYCCC \\ & \Rightarrow aaaaabbbbQCCCC \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abC & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaaabbbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} \Rightarrow aaaaabbbbbCCCC & \Rightarrow aaaaabbbbCXQCC \\ \Rightarrow aaaaabbbbcbCCCC & \Rightarrow aaaaabbbbCXQCC \\ \Rightarrow aaaaabbbbcbcccCCC & \Rightarrow aaaaabbbbCQYCC \\ \Rightarrow aaaaabbbbcbcccCC & \Rightarrow aaaaabbbbCQCCC \\ & \Rightarrow aaaaabbbbXQCCC \\ & \Rightarrow aaaaabbbbXYCCC \\ & \Rightarrow aaaaabbbbQYCCC \\ & \Rightarrow aaaaabbbbQCCCC \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abc & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaabbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} \Rightarrow aaaaabbbbCCCC & \Rightarrow aaaaabbbbCXQCC \\ \Rightarrow aaaaabbbbC\text{CCCC} & \Rightarrow aaaaabbbbCX\text{YCC} \\ \Rightarrow aaaaabbbb\text{cc}CCC & \Rightarrow aaaaabbbbCQ\text{YCC} \\ \Rightarrow aaaaabbbb\text{ccc}CC & \Rightarrow aaaaabbbbCQ\text{CCC} \\ \Rightarrow aaaaabbbb\text{cccc}C & \Rightarrow aaaaabbbbXQ\text{CCC} \\ & \Rightarrow aaaaabbbbXY\text{CCC} \\ & \Rightarrow aaaaabbbbQY\text{CCC} \\ & \Rightarrow aaaaabbbbQ\text{CCCC} \end{array}$$

Kontextové gramatiky

Příklad: Kontextová gramatika generující jazyk $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow aSQ & CQ \rightarrow XQ \\ S \rightarrow abc & XQ \rightarrow XY \\ bQC \rightarrow bbCC & XY \rightarrow QY \\ C \rightarrow c & QY \rightarrow QC \end{array}$$

Derivace slova *aaaabbbbcccc*:

$$\begin{array}{ll} \Rightarrow aaaaabbbbCCCC & \Rightarrow aaaaabbbbCXQCC \\ \Rightarrow aaaaabbbbC\text{CCCC} & \Rightarrow aaaaabbbbCX\text{YCC} \\ \Rightarrow aaaaabbbb\text{cc}CCC & \Rightarrow aaaaabbbbCQ\text{YCC} \\ \Rightarrow aaaaabbbb\text{ccc}CC & \Rightarrow aaaaabbbbCQ\text{CCC} \\ \Rightarrow aaaaabbbb\text{cccc}C & \Rightarrow aaaaabbbbXQ\text{CCC} \\ \Rightarrow aaaaabbbb\text{cccc} & \Rightarrow aaaaabbbbXY\text{CCC} \\ & \Rightarrow aaaaabbbbQY\text{CCC} \\ & \Rightarrow aaaaabbbbQ\text{CCCC} \end{array}$$

Dalším speciálním typem generativních gramatik jsou **bezkontextové gramatiky**.

Bezkontextové gramatiky jsou označovány též jako gramatiky **typu 2**.

Gramatika $\mathcal{G} = (\Pi, \Sigma, S, P)$ se nazývá **bezkontextová**, jestliže všechna její pravidla jsou tvaru

$$X \rightarrow \gamma$$

kde $X \in \Pi$, $\gamma \in (\Pi \cup \Sigma)^*$.

Příklad pravidla:

$$C \rightarrow DaBBc$$

Poznámka: Ne každá bezkontextová gramatika je kontextová, protože bezkontextová gramatika může obsahovat i jiná ε -pravidla (tj. pravidla tvaru $X \rightarrow \varepsilon$) než $S \rightarrow \varepsilon$.

Libovolná bezkontextová gramatika bez ε -pravidel (resp. nanejvýš s jedním ε -pravidlem $S \rightarrow \varepsilon$, přičemž se neterminál S nenachází na pravé straně žádného pravidla) je speciálním případem kontextové gramatiky.

Ke každé bezkontextové gramatice \mathcal{G} je možné sestrojít ekvivalentní bezkontextovou gramatiku bez ε -pravidel.

Ke každé bezkontextové gramatice tedy existuje ekvivalentní kontextová gramatika.

Připomeňme, že gramatika je **pravá** (resp. **levá**) **regulární** gramatika, jestliže všechna její pravidla jsou následujících dvou tvarů:

- $A \rightarrow wB$ (resp. $A \rightarrow Bw$)
- $A \rightarrow w$

kde $A, B \in \Pi$, $w \in \Sigma^*$.

Gramatika je **regulární**, jestliže se jedná o pravou nebo levou regulární gramatiku.

Regulární gramatiky jsou označovány jako gramatiky **typu 3**.

Je zjevné, že regulární gramatiky jsou speciálním případem bezkontextových gramatik.

Podle tvaru pravidel, která jsou v gramatice povolena, je tedy možné rozdělit gramatiky na následující čtyři typy:

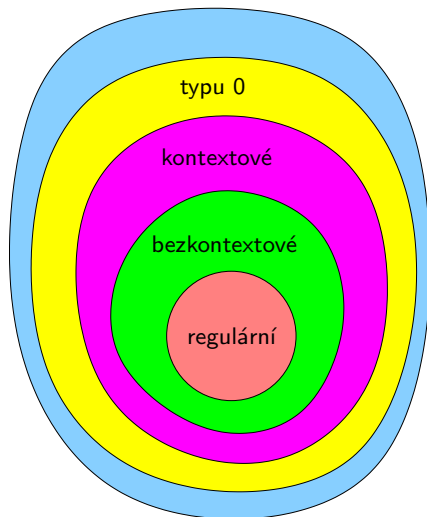
- **Typ 0** — obecné **generativní gramatiky**
pravidla bez omezení
- **Typ 1** — **kontextové gramatiky**
pravidla tvaru $\alpha X \beta \rightarrow \alpha \gamma \beta$, kde $|\gamma| \geq 1$
(Výjimka $S \rightarrow \varepsilon$, ale S pak není na pravé straně žádného pravidla.)
- **Typ 2** — **bezkontextové gramatiky**
pravidla tvaru $X \rightarrow \gamma$
- **Typ 3** — **regulární gramatiky**
pravidla tvaru $X \rightarrow wY$ (resp. $X \rightarrow Yw$) nebo $X \rightarrow w$

kde $\alpha, \beta, \gamma \in (\Pi \cup \Sigma)^*$, $X \in \Pi$ a $w \in \Sigma^*$

Jednotlivým typům gramatik odpovídají jednotlivé typy jazyků:

- **Typ 0:** Jazyk L je **rekurzivně spočetný** (či **typu 0**),
jestliže existuje generativní gramatika, která tento jazyk generuje.
- **Typ 1:** Jazyk L je **kontextový** (či **typu 1**),
jestliže existuje kontextová gramatika, která tento jazyk generuje.
- **Typ 2:** Jazyk L je **bezkontextový** (či **typu 2**),
jestliže existuje bezkontextová gramatika, která tento jazyk generuje.
- **Typ 3:** Jazyk L je **regulární** (či **typu 3**),
jestliže existuje regulární gramatika, která tento jazyk generuje.

Třídy jazyků:



- Příklad jazyka, který je bezkontextový, ale není regulární:

$$\{a^n b^n \mid n \geq 1\}$$

- Příklad jazyka, který je kontextový, ale není bezkontextový:

$$\{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$$

- Příklady jazyků, které jsou typu 0, ale nejsou kontextové:
 - Jazyk tvořený slovy, která reprezentují logicky platné formule predikátové logiky.
 - Jazyk tvořený slovy, která reprezentují kódy těch Turingových strojů, které při výpočtu nad prázdným slovem po konečném počtu kroků zastaví.
- Příklady jazyků, které nejsou typu 0:
 - Jazyk tvořený slovy, která reprezentují právě ty formule predikátové logiky, které nejsou logicky platné.
 - Jazyk tvořený slovy, která reprezentují kódy těch Turingových strojů, které při výpočtu nad prázdným slovem nikdy nezastaví.
 - Jazyk tvořený slovy, která reprezentují kódy těch Turingových strojů, které při výpočtu nad libovolným slovem vždy po konečném počtu kroků zastaví.

- Další možné charakterizace **regulárních** jazyků:
 - jazyky přijímané konečnými automaty (deterministickými, nedeterministickými, zobecněnými nedeterministickými)
 - jazyky, které je možné popsat pomocí regulárních výrazů
- Další možná charakterizace **bezkontextových** jazyků:
 - jazyky přijímané nedeterministickými zásobníkovými automaty
- Další možná charakterizace **kontextových** jazyků:
 - jazyky přijímané nedeterministickými lineárně omezenými automaty
- Další možná charakterizace jazyků **typu 0**:
 - jazyky přijímané (deterministickými či nedeterministickými) Turingovými stroji

Chomského hierarchie — shrnutí:

- **Typ 0** — **rekurzivně spočetné** jazyky:
 - obecné generativní gramatiky
 - Turingovy stroje (deterministické, nedeterministické)
- **Typ 1** — **kontextové** jazyky:
 - kontextové gramatiky
 - nedeterministické lineárně omezené automaty
- **Typ 2** — **bezkontextové** jazyky:
 - bezkontextové gramatiky
 - nedeterministické zásobníkové automaty
- **Typ 3** — **regulární** jazyky:
 - regulární gramatiky
 - konečné automaty (deterministické, nedeterministické)
 - regulární výrazy