

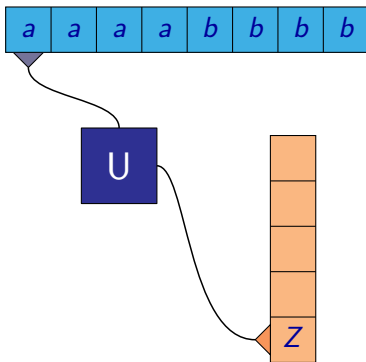
Zásobníkové automaty

- Chtěli bychom rozpoznávat jazyk $L = \{a^i b^i \mid i \geq 1\}$
- Snažíme se navrhnout zařízení (podobné konečným automatům), které přečte slovo, a sdělí nám, zda toto slovo patří do jazyka L či ne.
- Při čtení a -ček si musíme pamatovat jejich počet, ať víme, kolik musí následovat b -ček.

- Chtěli bychom rozpoznávat jazyk $L = \{a^i b^i \mid i \geq 1\}$
- Snažíme se navrhnout zařízení (podobné konečným automatům), které přečte slovo, a sdělí nám, zda toto slovo patří do jazyka L či ne.
- Při čtení a -ček si musíme pamatovat jejich počet, ať víme, kolik musí následovat b -ček.
- Můžeme využít paměť typu zásobník.
- Každé přečtené a si na zásobník zapíšeme, za každé přečtené b jeden symbol ze zásobníku odstraníme.
- Pokud bude zásobník prázdný a podaří se přečíst celé slovo, tak patří do jazyka.

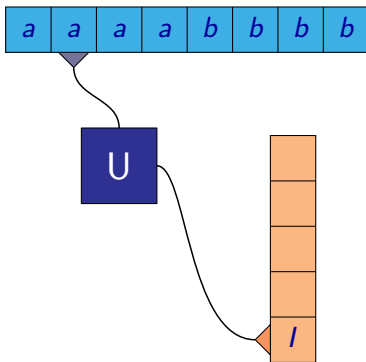
Zásobníkový automat

- Slovo *aaaabbbb* patří do jazyka $L = \{a^i b^i \mid i \geq 1\}$



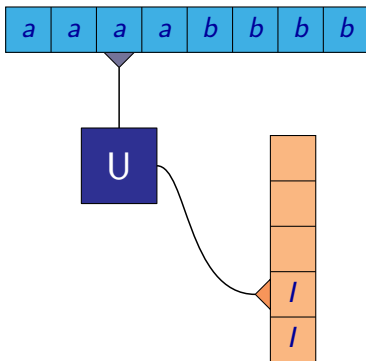
Zásobníkový automat

- Slovo *aaaabbbb* patří do jazyka $L = \{a^i b^i \mid i \geq 1\}$



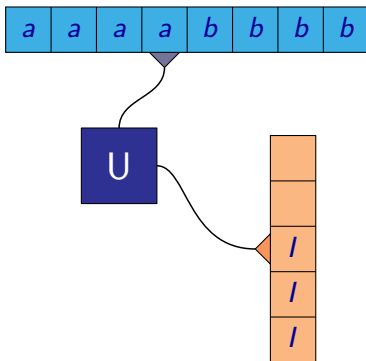
Zásobníkový automat

- Slovo *aaaabbbb* patří do jazyka $L = \{a^i b^i \mid i \geq 1\}$

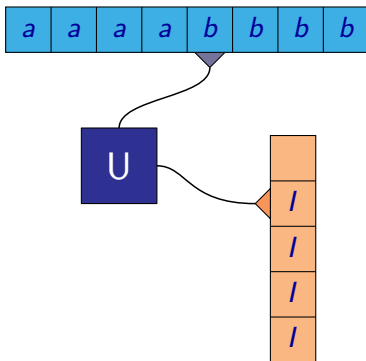


Zásobníkový automat

- Slovo *aaaabbbb* patří do jazyka $L = \{a^i b^i \mid i \geq 1\}$

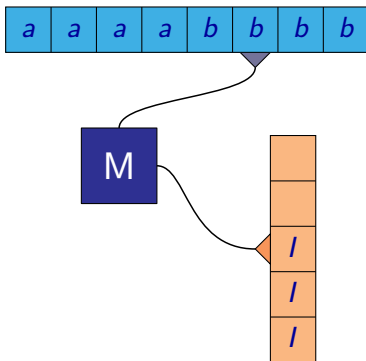


- Slovo *aaaabbbb* patří do jazyka $L = \{a^i b^i \mid i \geq 1\}$



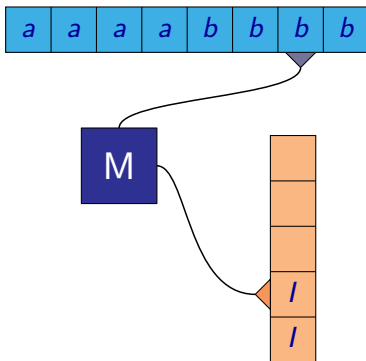
Zásobníkový automat

- Slovo *aaaabbbb* patří do jazyka $L = \{a^i b^i \mid i \geq 1\}$



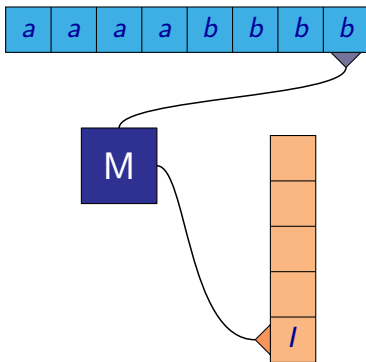
Zásobníkový automat

- Slovo *aaaabbbb* patří do jazyka $L = \{a^i b^i \mid i \geq 1\}$



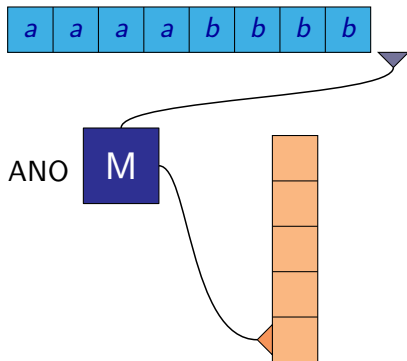
Zásobníkový automat

- Slovo *aaaabbbb* patří do jazyka $L = \{a^i b^i \mid i \geq 1\}$



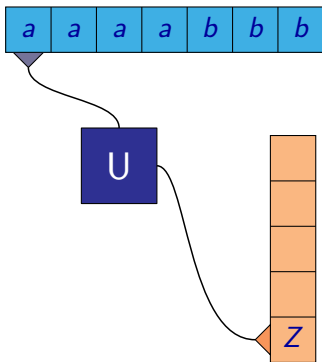
Zásobníkový automat

- Slovo *aaaabbbb* patří do jazyka $L = \{a^i b^i \mid i \geq 1\}$
- Automat přečetl celé slovo a skončil s prázdným zásobníkem, takže slovo přijal.

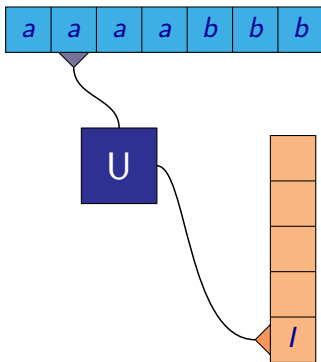


Zásobníkový automat

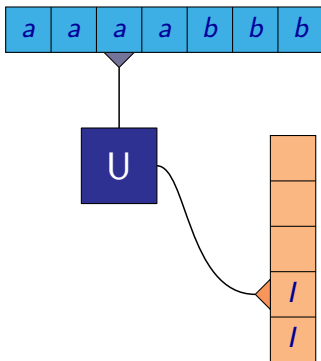
- Slovo *aaaabb* nepatří do jazyka $L = \{a^i b^i \mid i \geq 1\}$



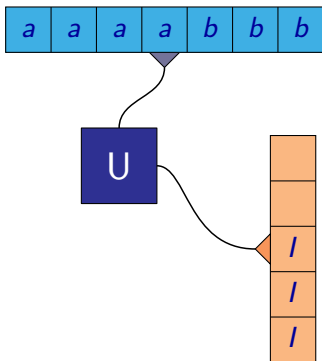
- Slovo *aaaabb* nepatří do jazyka $L = \{a^i b^i \mid i \geq 1\}$



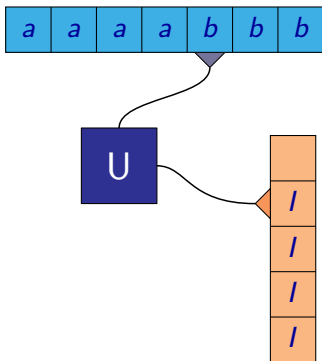
- Slovo *aaaabb* nepatří do jazyka $L = \{a^i b^i \mid i \geq 1\}$



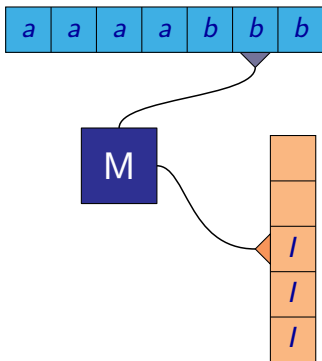
- Slovo *aaaabb* nepatří do jazyka $L = \{a^i b^i \mid i \geq 1\}$



- Slovo *aaaabb* nepatří do jazyka $L = \{a^i b^i \mid i \geq 1\}$

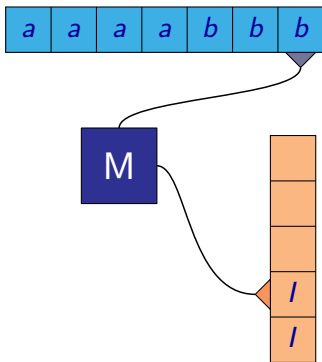


- Slovo *aaaabb* nepatří do jazyka $L = \{a^i b^i \mid i \geq 1\}$



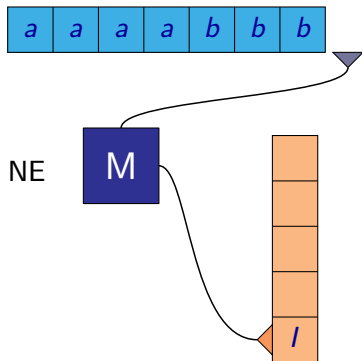
Zásobníkový automat

- Slovo *aaaabb* nepatří do jazyka $L = \{a^i b^i \mid i \geq 1\}$



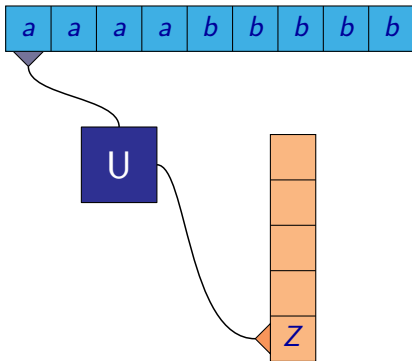
Zásobníkový automat

- Slovo *aaaabb* nepatří do jazyka $L = \{a^i b^i \mid i \geq 1\}$
- Automat přečetl celé slovo, ale nevyprázdnil zásobník, takže slovo nepřijal

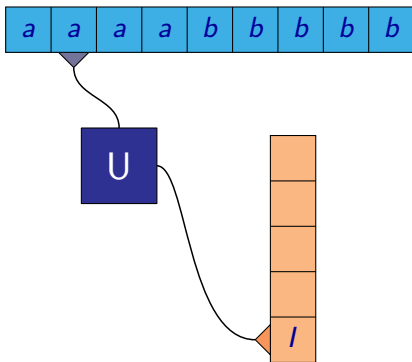


Zásobníkový automat

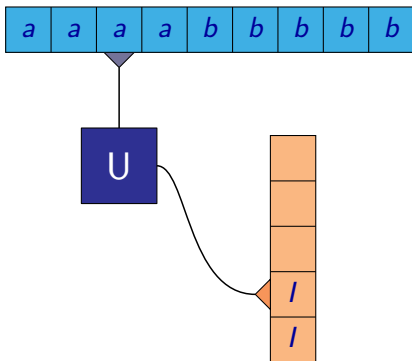
- Slovo *aaaabbbb* nepatří do jazyka $L = \{a^i b^i \mid i \geq 1\}$



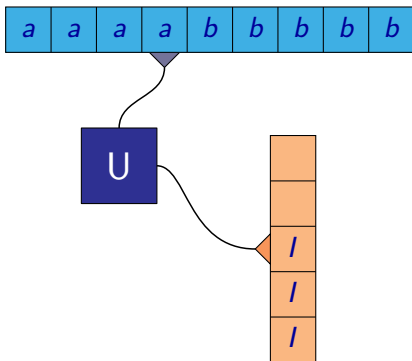
- Slovo *aaaabbbb* nepatří do jazyka $L = \{a^i b^i \mid i \geq 1\}$



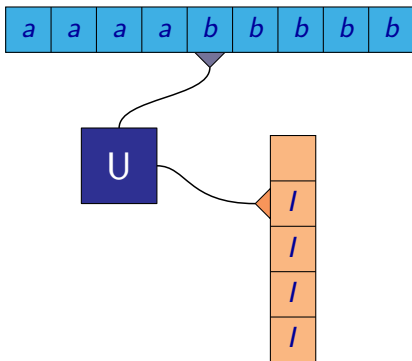
- Slovo *aaaabbbb* nepatří do jazyka $L = \{a^i b^i \mid i \geq 1\}$



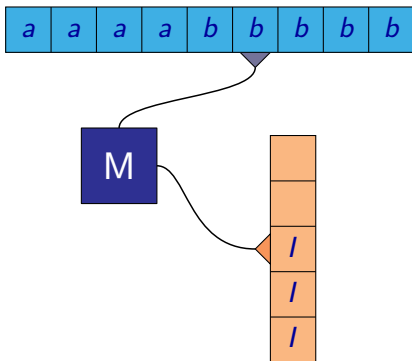
- Slovo *aaaabbbb* nepatří do jazyka $L = \{a^i b^i \mid i \geq 1\}$



- Slovo *aaaabbbb* nepatří do jazyka $L = \{a^i b^i \mid i \geq 1\}$

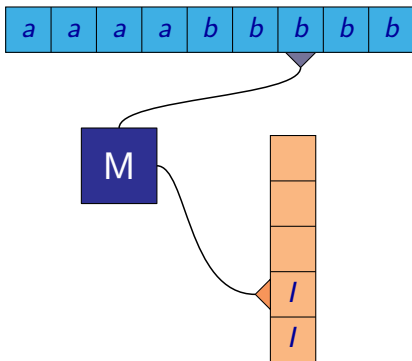


- Slovo *aaaabbbb* nepatří do jazyka $L = \{a^i b^i \mid i \geq 1\}$



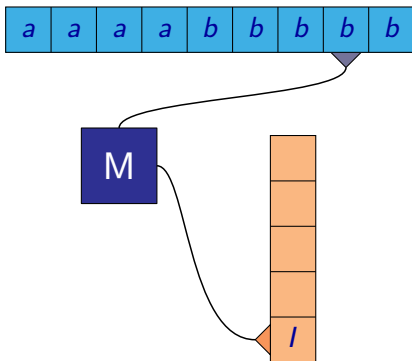
Zásobníkový automat

- Slovo *aaaabbbb* nepatří do jazyka $L = \{a^i b^i \mid i \geq 1\}$



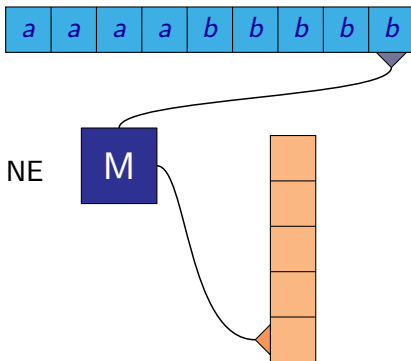
Zásobníkový automat

- Slovo *aaaabbbb* nepatří do jazyka $L = \{a^i b^i \mid i \geq 1\}$



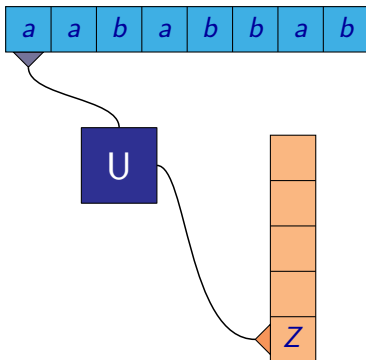
Zásobníkový automat

- Slovo *aaaabbbb* nepatří do jazyka $L = \{a^i b^i \mid i \geq 1\}$
- Automat čte *b*, má smazat symbol na zásobníku a tam žádný není, takže slovo nepřijal.

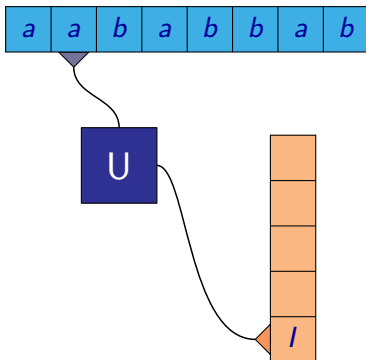


Zásobníkový automat

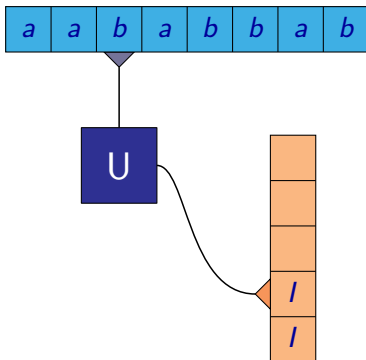
- Slovo *aababbab* nepatří do jazyka $L = \{a^i b^i \mid i \geq 1\}$



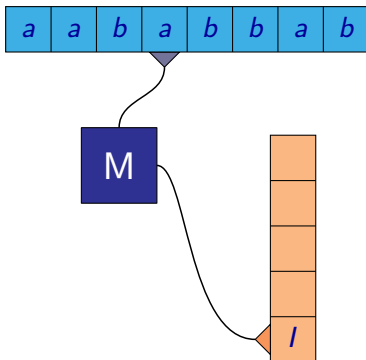
- Slovo *aababbab* nepatří do jazyka $L = \{a^i b^i \mid i \geq 1\}$



- Slovo *aababbab* nepatří do jazyka $L = \{a^i b^i \mid i \geq 1\}$

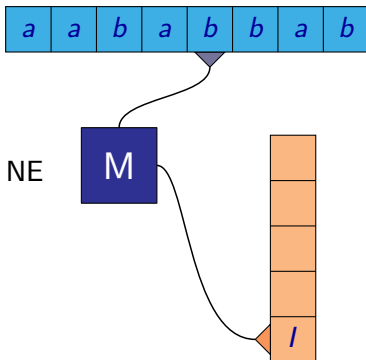


- Slovo *aababbab* nepatří do jazyka $L = \{a^i b^i \mid i \geq 1\}$



Zásobníkový automat

- Slovo *aababbab* nepatří do jazyka $L = \{a^i b^i \mid i \geq 1\}$
- Automat přečetl *a*, ale již byl ve stavu, kdy maže, takže slovo nepřijal.

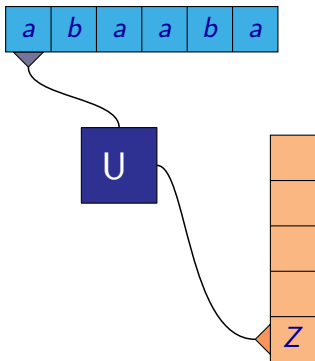


- Uvedený zásobníkový automat měl vždy jasně určen další krok – byl deterministický.
- Je možné každý bezkontextový jazyk poznat deterministickým zásobníkovým automatem?

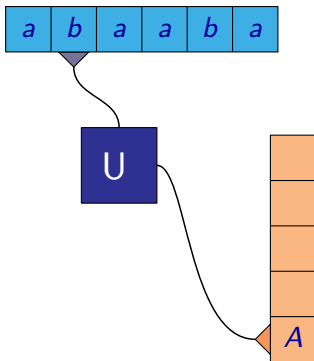
- Uvedený zásobníkový automat měl vždy jasně určen další krok – byl deterministický.
- Je možné každý bezkontextový jazyk poznat deterministickým zásobníkovým automatem?
- Uvažujme jazyk $L = \{w(w)^R \mid w \in \{a, b\}^*\}$.
- První půlku slova můžeme uložit na zásobník.
- Při čtení druhé půlky mažeme symboly ze zásobníku, pokud jsou stejné jako na vstupu.
- Pokud bude zásobník prázdný po přečtení celého slova, byla druhá půlka stejná jako první.

Zásobníkový automat

- Slovo *abaaba* patří do jazyka $L = \{w(w)^R \mid w \in \{a, b\}^*\}$

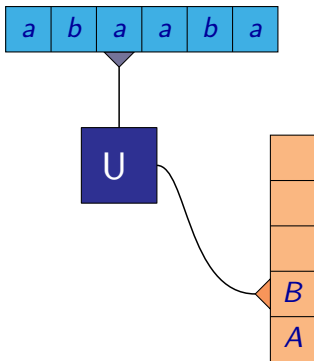


- Slovo *abaaba* patří do jazyka $L = \{w(w)^R \mid w \in \{a, b\}^*\}$



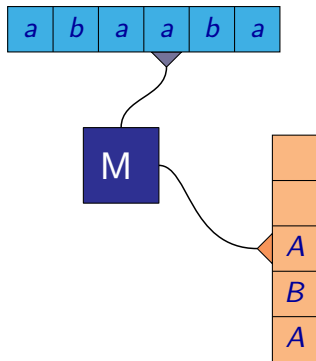
Zásobníkový automat

- Slovo *abaaba* patří do jazyka $L = \{w(w)^R \mid w \in \{a, b\}^*\}$
- Při čtení *a*, stavu *U* a vrcholu zásobníku *B*, musí změnit stav na *M* a uložit *A* na zásobník



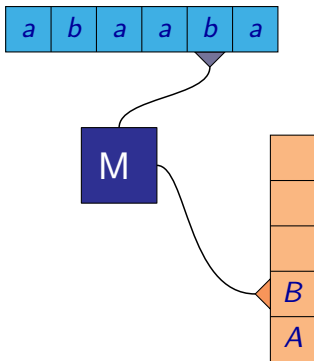
Zásobníkový automat

- Slovo *abaaba* patří do jazyka $L = \{w(w)^R \mid w \in \{a, b\}^*\}$
- Při čtení *a*, stavu *U* a vrcholu zásobníku *B*, musí změnit stav na *M* a uložit *A* na zásobník



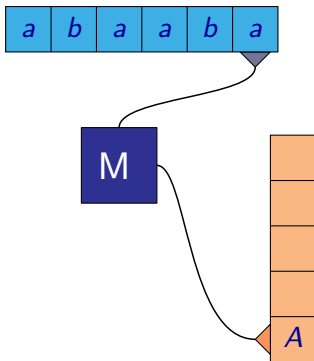
Zásobníkový automat

- Slovo *abaaba* patří do jazyka $L = \{w(w)^R \mid w \in \{a, b\}^*\}$
- Při čtení *a*, stavu *U* a vrcholu zásobníku *B*, musí změnit stav na *M* a uložit *A* na zásobník



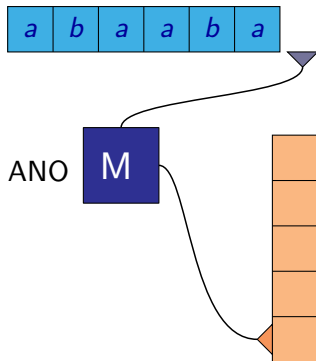
Zásobníkový automat

- Slovo *abaaba* patří do jazyka $L = \{w(w)^R \mid w \in \{a, b\}^*\}$
- Při čtení *a*, stavu *U* a vrcholu zásobníku *B*, musí změnit stav na *M* a uložit *A* na zásobník



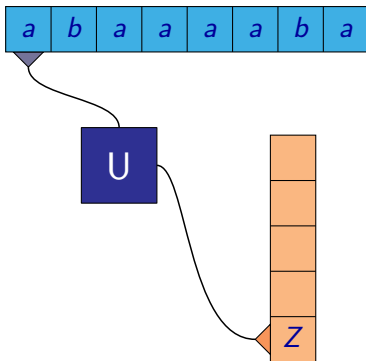
Zásobníkový automat

- Slovo *abaaba* patří do jazyka $L = \{w(w)^R \mid w \in \{a, b\}^*\}$
- Při čtení *a*, stavu *U* a vrcholu zásobníku *B*, musí změnit stav na *M* a uložit *A* na zásobník



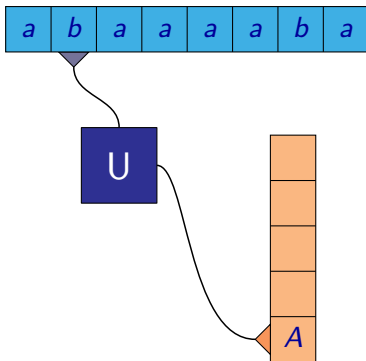
Zásobníkový automat

- Slovo *abaaaaba* patří do jazyka $L = \{w(w)^R \mid w \in \{a, b\}^*\}$



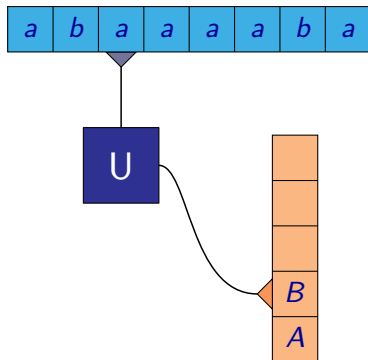
Zásobníkový automat

- Slovo *abaaaaba* patří do jazyka $L = \{w(w)^R \mid w \in \{a, b\}^*\}$



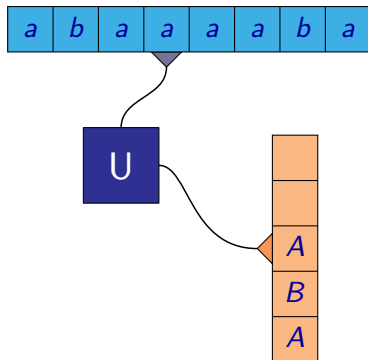
Zásobníkový automat

- Slovo $abaaaaba$ patří do jazyka $L = \{w(w)^R \mid w \in \{a, b\}^*\}$
- Při čtení a , stavu U a vrcholu zásobníku B , nemění stav a uloží A na zásobník



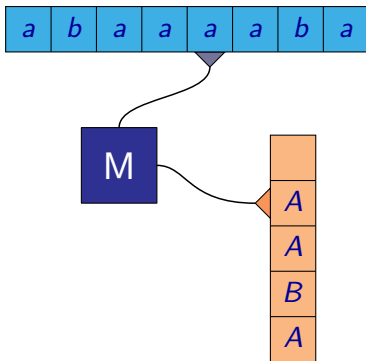
Zásobníkový automat

- Slovo $abaaaaba$ patří do jazyka $L = \{w(w)^R \mid w \in \{a, b\}^*\}$
- Při čtení a , stavu U a vrcholu zásobníku B , nemění stav a uloží A na zásobník



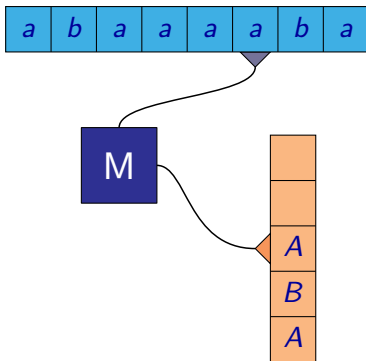
Zásobníkový automat

- Slovo $abaaaaba$ patří do jazyka $L = \{w(w)^R \mid w \in \{a, b\}^*\}$
- Při čtení a , stavu U a vrcholu zásobníku B , nemění stav a uloží A na zásobník



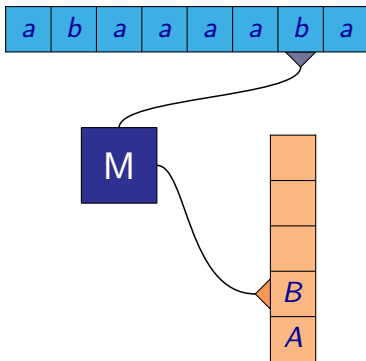
Zásobníkový automat

- Slovo $abaaaaba$ patří do jazyka $L = \{w(w)^R \mid w \in \{a, b\}^*\}$
- Při čtení a , stavu U a vrcholu zásobníku B , nemění stav a uloží A na zásobník



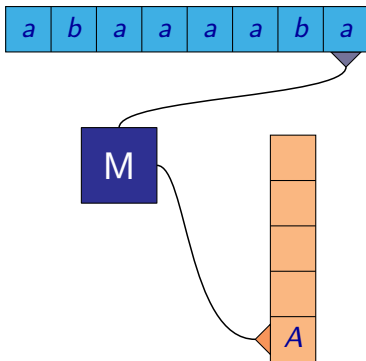
Zásobníkový automat

- Slovo $abaaaaba$ patří do jazyka $L = \{w(w)^R \mid w \in \{a, b\}^*\}$
- Při čtení a , stavu U a vrcholu zásobníku B , nemění stav a uloží A na zásobník



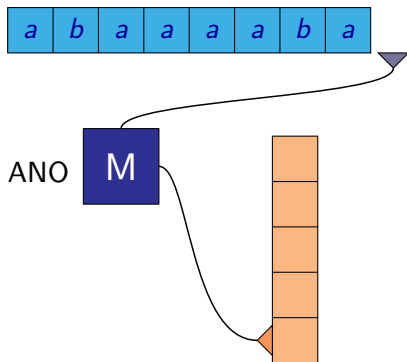
Zásobníkový automat

- Slovo $abaaaaba$ patří do jazyka $L = \{w(w)^R \mid w \in \{a, b\}^*\}$
- Při čtení a , stavu U a vrcholu zásobníku B , nemění stav a uloží A na zásobník



Zásobníkový automat

- Slovo $abaaaaba$ patří do jazyka $L = \{w(w)^R \mid w \in \{a, b\}^*\}$
- Při čtení a , stavu U a vrcholu zásobníku B , nemění stav a uloží A na zásobník



- Uvedený zásobníkový automat se nemůže jednoznačně rozhodnout, jak má pokračovat. Musí „uhádnout“, kde je půlka slova.
- Dá se dokázat, že neexistuje žádný deterministický zásobní automat rozpoznávající daný jazyk
- Na rozdíl od konečných automatů je deterministická verze zásobníkových slabší než nedeterministická – rozpoznává méně jazyků.

Definice

Zásobníkový automat je uspořádaná šestice $M = (Q, \Sigma, \Gamma, \delta, q_0, Z_0)$, kde

- Q je konečná neprázdná množina stavů
- Σ je konečná neprázdná množina zvaná vstupní abeceda
- Γ je konečná neprázdná množina zvaná zásobníková abeceda
- $\delta : Q \times (\Sigma \cup \{\varepsilon\}) \times \Gamma \rightarrow \mathcal{P}(Q \times \Gamma^*)$ je (nedeterministická) přechodová funkce
- $q_0 \in Q$ je počáteční stav
- $Z_0 \in \Gamma$ je počáteční zásobníkový symbol

Používají se dvě různé definice toho, kdy automat přijímá dané slovo:

- Jestliže zásobníkový automat M přijímá **prázdným zásobníkem**, přijme slovo w tehdy, jestliže existuje výpočet automatu M nad slovem w takový, že automat přečte celé slovo w a po jeho přečtení má prázdný zásobník.
- Jestliže zásobníkový automat M přijímá **koncovým stavem**, přijme slovo w tehdy, jestliže existuje výpočet automatu M nad slovem w takový, že automat přečte celé slovo w a po jeho přečtení je řídicí jednotka automatu M v některém z koncových stavů z množiny F .

Příklad: $L = \{a^i b^i \mid i \geq 1\}$

$M = (Q, \Sigma, \Gamma, \delta, q_1, Z)$, kde

- $Q = \{q_1, q_2\}$
- $\Sigma = \{a, b\}$
- $\Gamma = \{Z, I\}$

$$\delta(q_1, a, Z) = \{(q_1, I)\} \quad \delta(q_1, b, Z) = \emptyset$$

- $\delta(q_1, a, I) = \{(q_1, II)\} \quad \delta(q_1, b, I) = \{q_2, \varepsilon\}$
 $\delta(q_2, a, I) = \emptyset \quad \delta(q_2, b, I) = \{(q_2, \varepsilon)\}$
 $\delta(q_2, a, Z) = \emptyset \quad \delta(q_2, b, Z) = \emptyset$

Poznámka: Často se uvádí jen ty přechody přechodové funkce, které nejsou do prázdné množiny, tedy kdy je skutečně nějaký přechod definován.

Zásobníkový automat

Příklad: $L = \{w(w)^R \mid w \in \{a, b\}^*\}$

$M = (Q, \Sigma, \Gamma, \delta, U, Z)$, kde

- $Q = \{q_1, q_2\}$
- $\Sigma = \{a, b\}$
- $\Gamma = \{Z, A, B\}$

•

$$\delta(q_1, a, Z) = \{(q_1, A)\}$$

$$\delta(q_1, a, A) = \{(q_1, AA), (q_2, AA)\}$$

$$\delta(q_1, a, B) = \{(q_1, AB), (q_2, AB)\}$$

$$\delta(q_2, a, A) = \{(q_2, \varepsilon)\}$$

$$\delta(q_2, a, B) = \emptyset$$

$$\delta(q_2, a, Z) = \emptyset$$

$$\delta(q_1, \varepsilon, Z) = \{(q_1, \varepsilon)\}$$

$$\delta(q_1, \varepsilon, A) = \emptyset$$

$$\delta(q_1, \varepsilon, B) = \emptyset$$

$$\delta(q_1, b, Z) = \{(q_1, B)\}$$

$$\delta(q_1, b, A) = \{(q_1, BA), (q_2, BA)\}$$

$$\delta(q_1, b, B) = \{(q_1, BB), (q_2, BB)\}$$

$$\delta(q_2, b, A) = \emptyset$$

$$\delta(q_2, b, B) = \{(q_2, \varepsilon)\}$$

$$\delta(q_2, b, Z) = \emptyset$$

$$\delta(q_2, \varepsilon, Z) = \emptyset$$

$$\delta(q_2, \varepsilon, A) = \emptyset$$

$$\delta(q_2, \varepsilon, B) = \emptyset$$

Tvrzení

K libovolné bezkontextové gramatice G je možné sestavit (nedeterministický) zásobníkový automat M takový, že $L(G) = L(M)$.

Tvrzení

K libovolnému zásobníkovému automatu M je možné sestavit bezkontextovou gramatiku G takovou, že $L(M) = L(G)$.

- Ani bezkontextové gramatiky a zásobníkové automaty nejsou dostatečně silné, aby se pomocí nich daly popsat všechny jazyky.
- Příklady jazyků, pro které se dá ukázat, že nejsou bezkontextové (tj. není možné vytvořit bezkontextovou gramatiku, která by je generovala):

$$L_1 = \{a^i b^i c^i \mid i \geq 0\}$$

$$L_2 = \{ww \mid w \in \{a, b\}^*\}$$

- Rozšíříme deterministické konečné automaty o možnost zápisu na vstupní pásku, pohyb čtecí hlavy oběma směry a prodloužíme jejich pásku do nekonečna.

Turingův stroj

- Rozšíříme deterministické konečné automaty o možnost zápisu na vstupní pásku, pohyb čtecí hlavy oběma směry a prodloužíme jejich pásku do nekonečna.

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.
- **Konfigurace** je dána:
 - stavem řídicí jednotky
 - obsahem pásky
 - pozicí hlavy
- Výpočet nad slovem $w \in \Sigma^*$ začíná v **počáteční konfiguraci**, kde:
 - 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

Jestliže stav řídicí jednotky patří do množiny F , další krok není definován a výpočet stroje končí.

Často volíme množinu přijímajících stavů $F = \{q_{\text{ano}}, q_{\text{ne}}\}$.

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

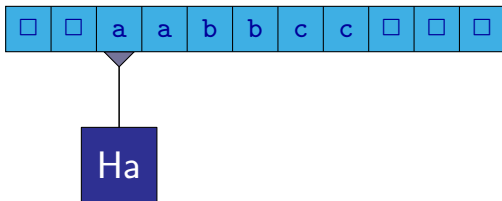
- Pokud je po skončení výpočtu nad slovem w řídicí jednotka ve stavu q_{ano} , stroj slovo w přijímá.
- Pokud je po skončení výpočtu nad slovem w řídicí jednotka ve stavu q_{ne} , stroj slovo w nepřijímá.
- Výpočet stroje nad slovem w může být nekonečný. V tom případě stroj slovo w nepřijímá.

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

- 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 .

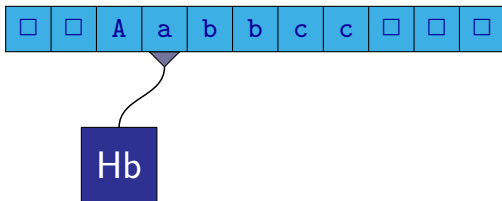
Turingův stroj

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



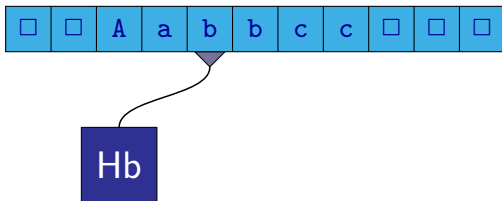
Turingův stroj

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



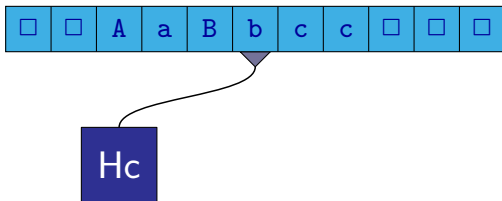
Turingův stroj

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



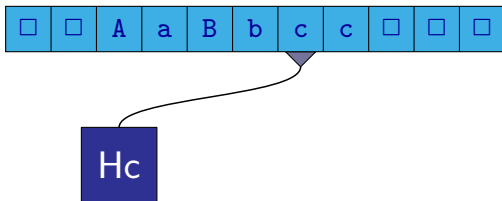
Turingův stroj

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



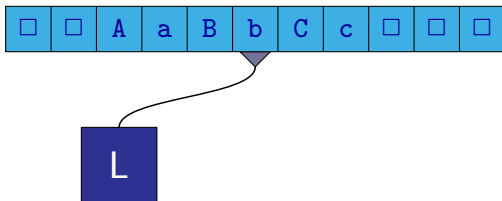
Turingův stroj

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



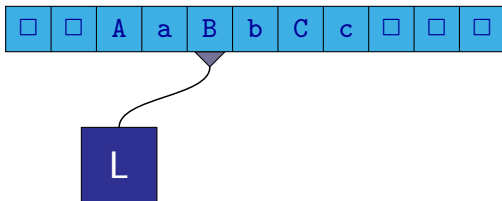
Turingův stroj

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



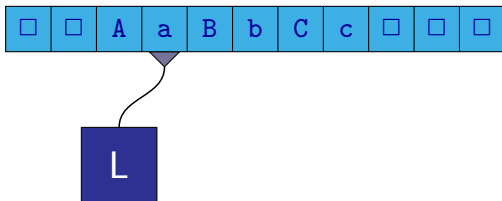
Turingův stroj

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



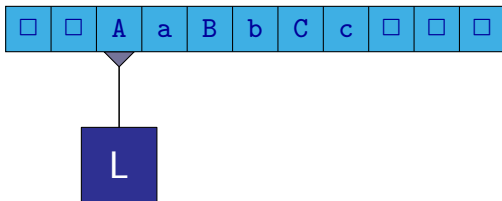
Turingův stroj

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



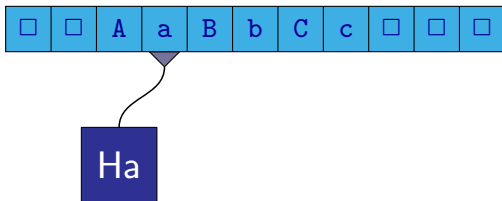
Turingův stroj

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



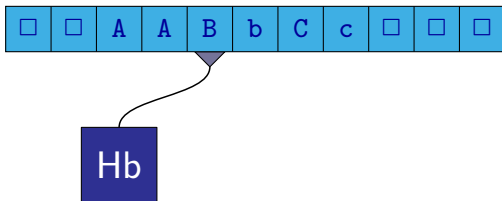
Turingův stroj

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



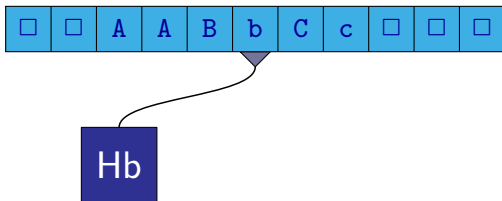
Turingův stroj

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



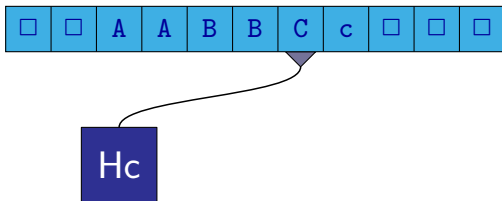
Turingův stroj

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



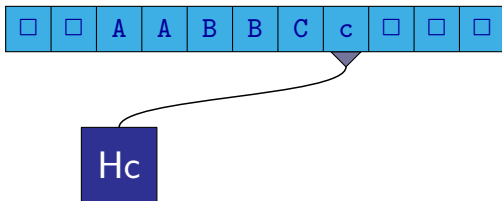
Turingův stroj

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



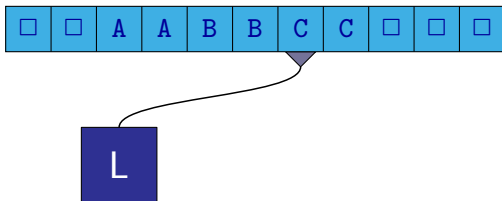
Turingův stroj

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



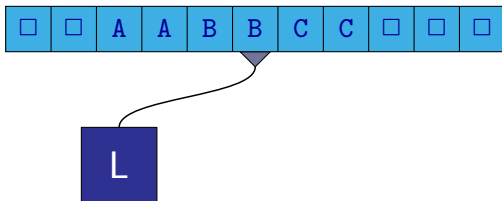
Turingův stroj

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



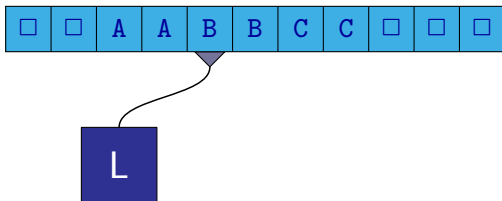
Turingův stroj

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



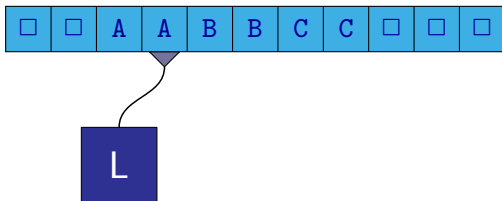
Turingův stroj

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



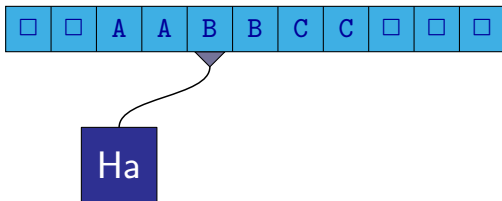
Turingův stroj

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



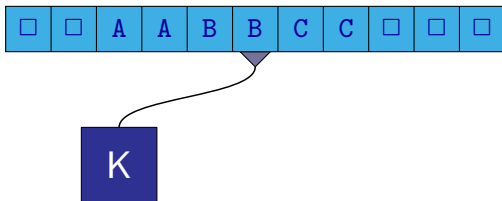
Turingův stroj

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



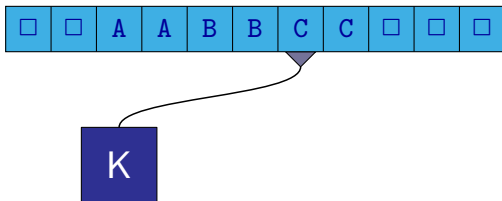
Turingův stroj

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



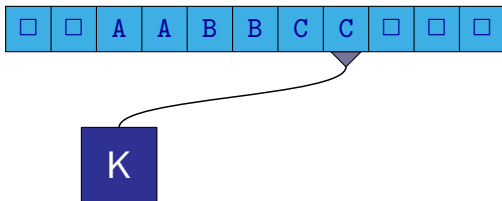
Turingův stroj

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



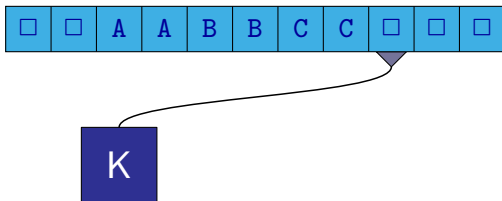
Turingův stroj

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



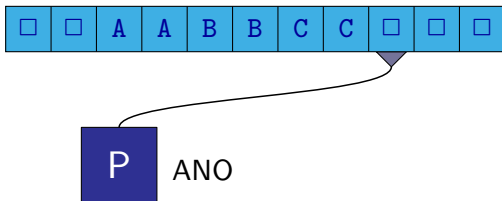
Turingův stroj

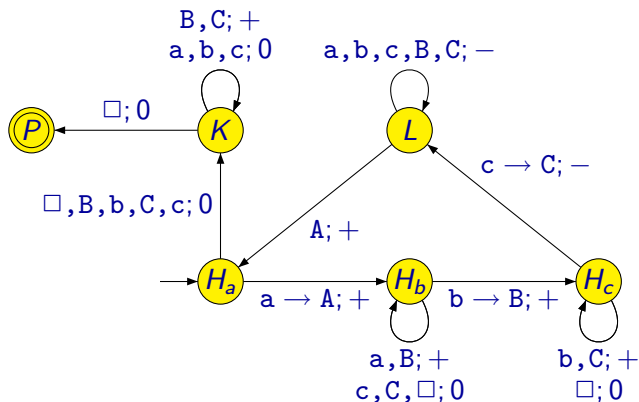
Jazyk $L = \{a^i b^i c^i \mid i \geq 0\}$



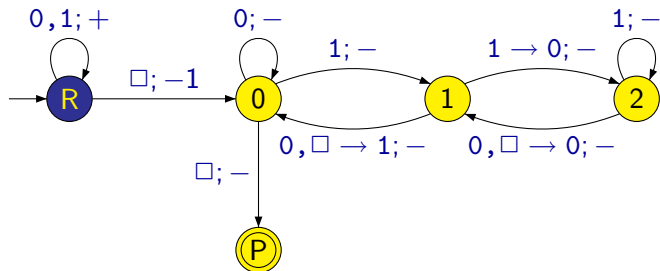
Turingův stroj

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

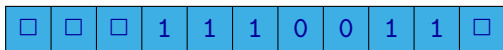
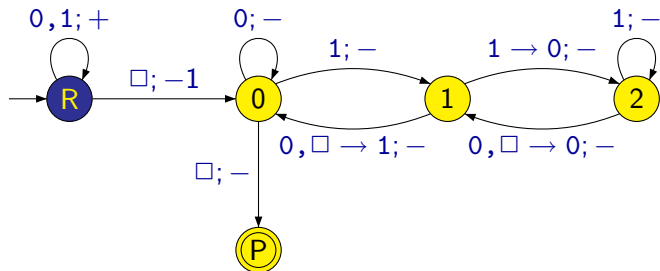




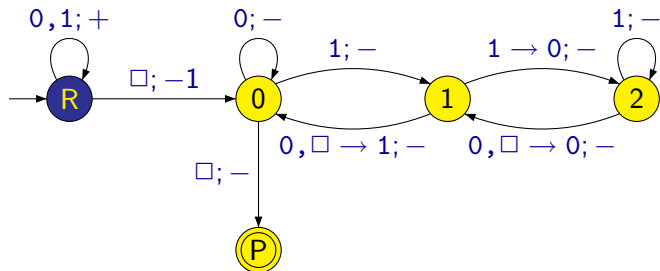
Turingův stroj – násobení třemi



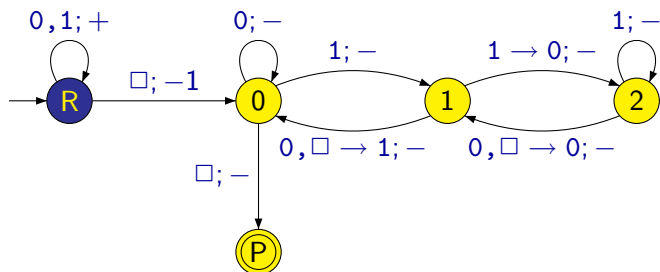
Turingův stroj – násobení třemi



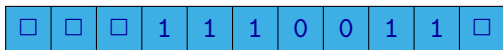
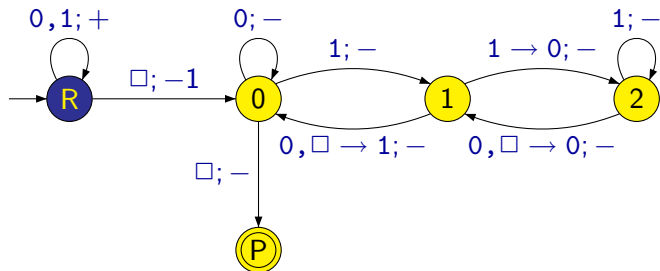
Turingův stroj – násobení třemi



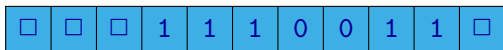
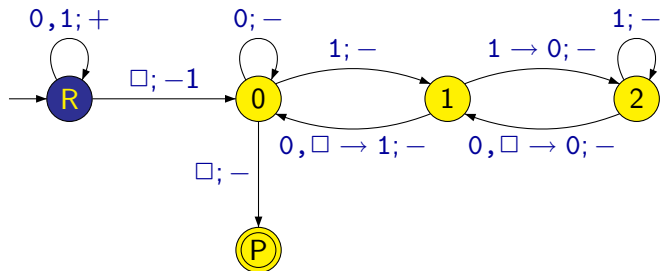
Turingův stroj – násobení třemi



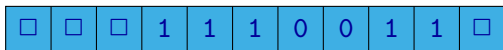
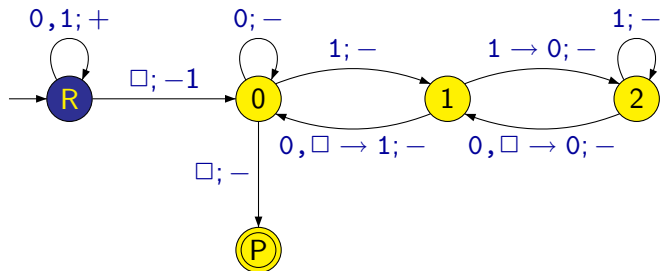
Turingův stroj – násobení třemi



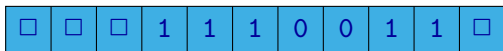
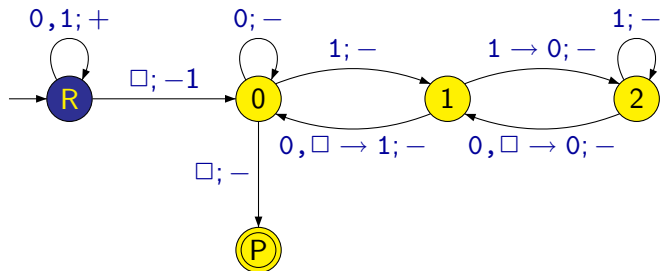
Turingův stroj – násobení třemi



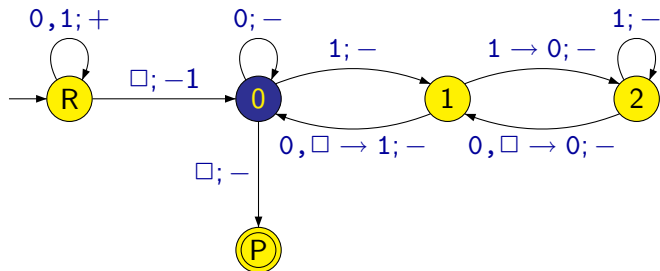
Turingův stroj – násobení třemi



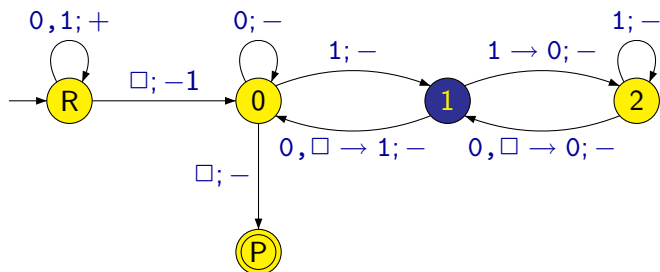
Turingův stroj – násobení třemi



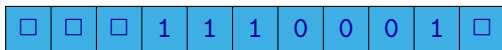
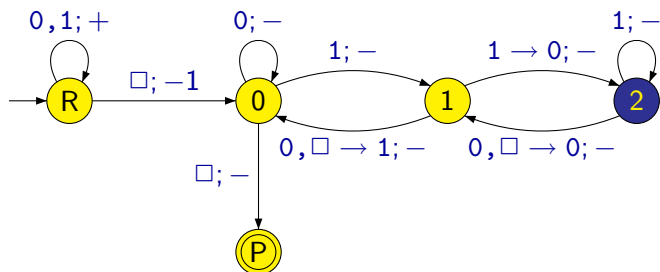
Turingův stroj – násobení třemi



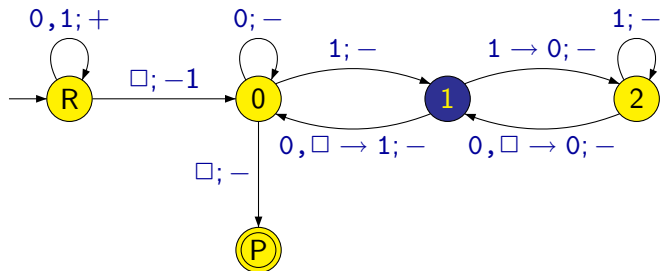
Turingův stroj – násobení třemi



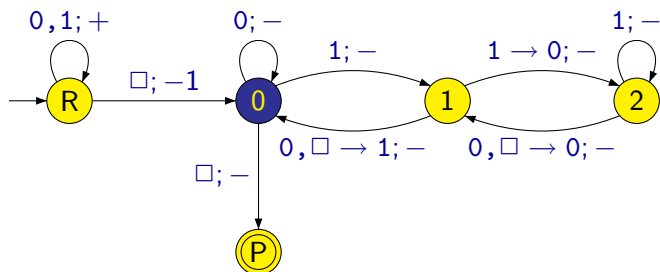
Turingův stroj – násobení třemi



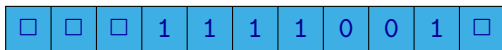
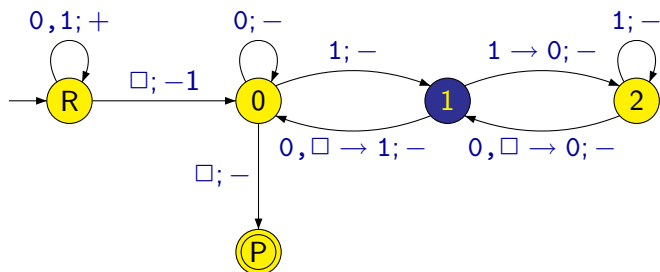
Turingův stroj – násobení třemi



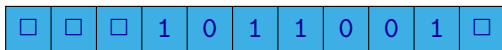
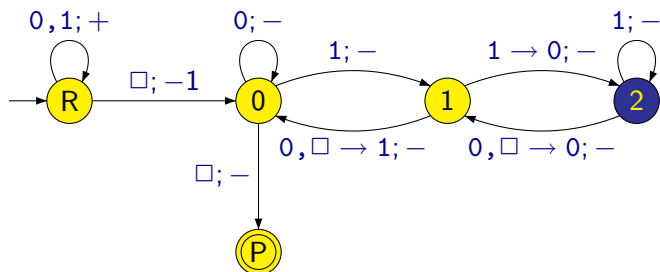
Turingův stroj – násobení třemi



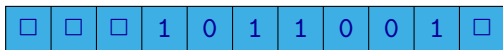
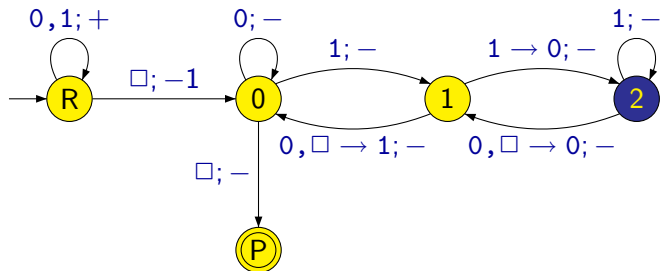
Turingův stroj – násobení třemi



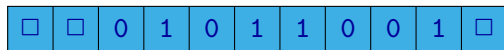
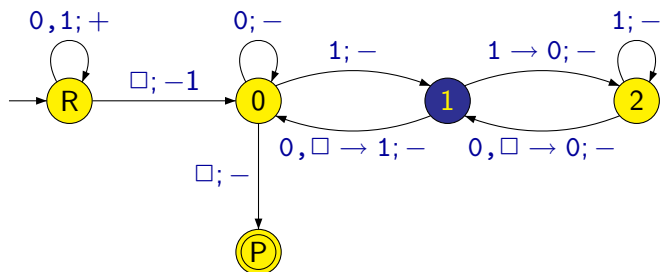
Turingův stroj – násobení třemi



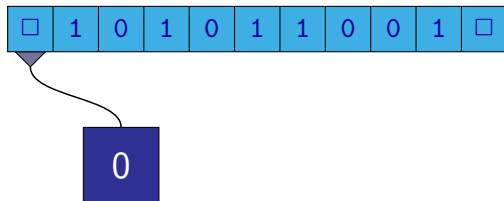
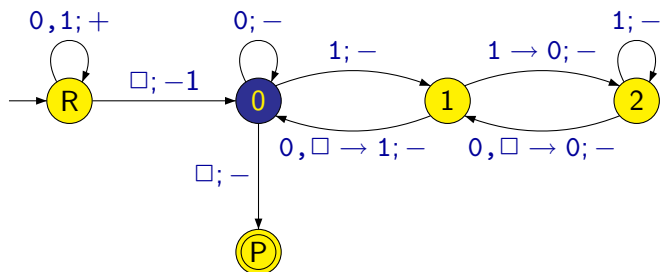
Turingův stroj – násobení třemi



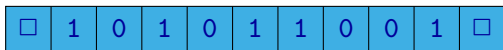
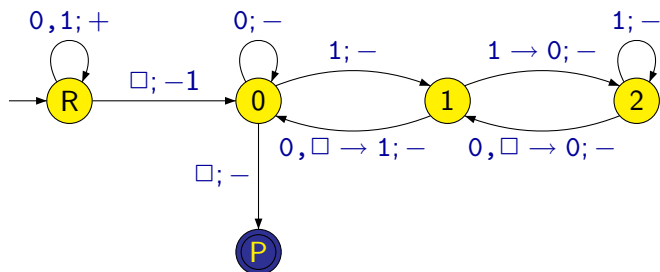
Turingův stroj – násobení třemi



Turingův stroj – násobení třemi



Turingův stroj – násobení třemi



P ANO

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.