() Turingův stroj 1 / 59

Turingův stroj (TS)

Cíle prezentace

- seznámit s TS
- předvést simulaci TS
- popsat činnost TS

2 / 59

()

Turingův stroj si můžeme představit jako model počítače, který se skládá z pásky, řídicí jednotky a hlavy.

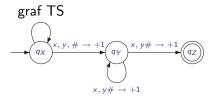
()

Přechodová funkce

$$\delta(q_X, x) = (q_X, x, +1)$$

 $\delta(q_Y, y) = (q_Y, y, +1)$
 $\delta(q_Z, \#) = (q_Z, \#, 0)$





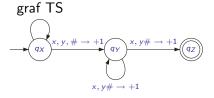
 Páska je rozdělena na jednotlivá pole. V těchto polích jsou obsaženy symboly, které se dají číst a rovněž přepisovat.

Přechodová funkce

$$\delta(q_X, x) = (q_X, x, +1)$$

 $\delta(q_Y, y) = (q_Y, y, +1)$
 $\delta(q_Z, \#) = (q_Z, \#, 0)$





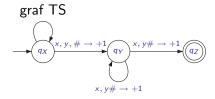
 V řídicí jednotce se udržuje aktuální stav TS. Řídicí jednotka vyhodnocuje symboly na pásce a podle přechodové funkce může měnit symboly na pásce a posouvat hlavu.

Přechodová funkce

$$\delta(q_X, x) = (q_X, x, +1)$$

 $\delta(q_Y, y) = (q_Y, y, +1)$
 $\delta(q_Z, \#) = (q_Z, \#, 0)$





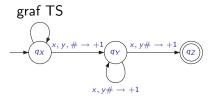
 Hlava slouží pro čtení a zápis symbolů na pásku. Posouvá se po pásce podle pokynů řídicí jednotky.

Přechodová funkce

$$\delta(q_X, x) = (q_X, x, +1)$$

 $\delta(q_Y, y) = (q_Y, y, +1)$
 $\delta(q_Z, \#) = (q_Z, \#, 0)$



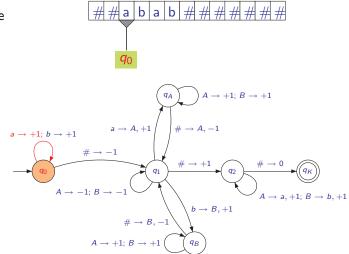


Graf TS slouží pro zobrazení simulace.

()

Přechodová funkce

$$\begin{array}{l} \delta(q_0,a) = (q_0,a,+1) \\ \delta(q_0,b) = (q_0,b,+1) \\ \delta(q_0,\#) = (q_1,\#,-1) \\ \delta(q_1,a) = (q_A,A,+1) \\ \delta(q_1,b) = (q_B,B,+1) \\ \delta(q_1,\#) = (q_2,\#,+1) \\ \delta(q_1,\#) = (q_1,A,-1) \\ \delta(q_1,A) = (q_1,A,-1) \\ \delta(q_1,B) = (q_1,B,-1) \\ \delta(q_A,A) = (q_A,A,+1) \\ \delta(q_A,B) = (q_A,B,+1) \\ \delta(q_B,B) = (q_B,B,+1) \\ \delta(q_B,B) = (q_B,B,+1) \\ \delta(q_B,\#) = (q_B,B,+1) \\ \delta(q_2,A) = (q_2,a,+1) \\ \delta(q_2,B) = (q_2,b,+1) \\ \delta(q_2,B) = (q_B,\#,0) \end{array}$$



Popis

Nejprve TS nalezne konec slova.

()

Přechodová funkce

$$\delta(q_0, a) = (q_0, a, +1)$$

$$\delta(q_0, b) = (q_0, b, +1)$$

$$\delta(q_0, \#) = (q_1, \#, -1)$$

$$\delta(q_1, a) = (q_A, A, +1)$$

$$\delta(q_1, b) = (q_B, B, +1)$$

$$\delta(q_1, \#) = (q_1, A, -1)$$

$$\delta(q_1, A) = (q_1, A, -1)$$

$$\delta(q_1, B) = (q_1, B, -1)$$

$$\delta(q_A, A) = (q_A, A, +1)$$

$$\delta(q_A, B) = (q_A, B, +1)$$

$$\delta(q_B, B) = (q_B, B, +1)$$

$$\delta(q_B, B) = (q_B, B, +1)$$

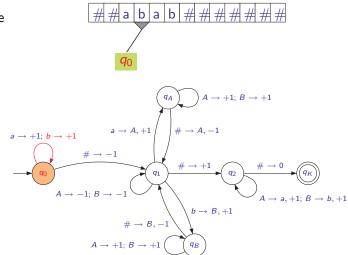
$$\delta(q_B, \#) = (q_B, B, +1)$$

$$\delta(q_B, \#) = (q_1, B, -1)$$

$$\delta(q_2, A) = (q_2, a, +1)$$

$$\delta(q_2, B) = (q_2, b, +1)$$

$$\delta(q_2, B) = (q_B, \#, +1)$$

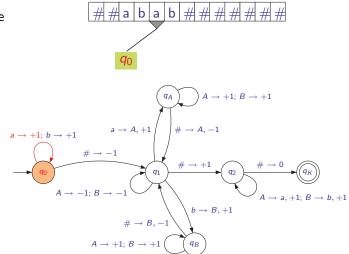


Popis

Nejprve TS nalezne konec slova.

Přechodová funkce

$$\begin{array}{l} \delta(q_0,a) = (q_0,a,+1) \\ \delta(q_0,b) = (q_0,b,+1) \\ \delta(q_0,\#) = (q_1,\#,-1) \\ \delta(q_1,a) = (q_A,A,+1) \\ \delta(q_1,b) = (q_B,B,+1) \\ \delta(q_1,\#) = (q_2,\#,+1) \\ \delta(q_1,A) = (q_1,A,-1) \\ \delta(q_1,A) = (q_1,A,-1) \\ \delta(q_A,A) = (q_A,A,+1) \\ \delta(q_A,B) = (q_A,B,+1) \\ \delta(q_B,B) = (q_B,B,+1) \\ \delta(q_B,B) = (q_B,B,+1) \\ \delta(q_B,B) = (q_B,B,+1) \\ \delta(q_B,\#) = (q_1,B,-1) \\ \delta(q_2,A) = (q_2,a,+1) \\ \delta(q_2,B) = (q_2,b,+1) \\ \delta(q_2,B) = (q_B,B,+1) \\ \delta(q_2,B) = (q_B,B,+1) \end{array}$$



Popis

Nejprve TS nalezne konec slova.

()

Přechodová funkce

$$\delta(q_0, a) = (q_0, a, +1)$$

$$\delta(q_0, b) = (q_0, b, +1)$$

$$\delta(q_0, \#) = (q_1, \#, -1)$$

$$\delta(q_1, a) = (q_A, A, +1)$$

$$\delta(q_1, b) = (q_B, B, +1)$$

$$\delta(q_1, \#) = (q_1, \#, -1)$$

$$\delta(q_1, \#) = (q_1, A, -1)$$

$$\delta(q_1, A) = (q_1, A, -1)$$

$$\delta(q_1, B) = (q_1, B, -1)$$

$$\delta(q_A, A) = (q_A, A, +1)$$

$$\delta(q_A, B) = (q_A, B, +1)$$

$$\delta(q_B, B) = (q_B, B, +1)$$

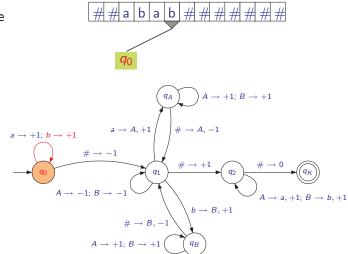
$$\delta(q_B, B) = (q_B, B, +1)$$

$$\delta(q_B, \#) = (q_1, B, -1)$$

$$\delta(q_2, A) = (q_2, a, +1)$$

$$\delta(q_2, B) = (q_2, b, +1)$$

$$\delta(q_2, B) = (q_B, \#, 0)$$



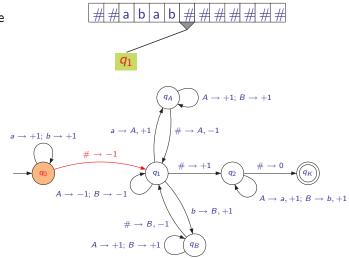
Popis

Nejprve TS nalezne konec slova.

()

Přechodová funkce

$$\begin{split} \delta(q_0, a) &= (q_0, a, +1) \\ \delta(q_0, b) &= (q_0, b, +1) \\ \delta(q_0, \#) &= (q_1, \#, -1) \\ \delta(q_1, a) &= (q_A, A, +1) \\ \delta(q_1, b) &= (q_B, B, +1) \\ \delta(q_1, \#) &= (q_2, \#, +1) \\ \delta(q_1, \#) &= (q_1, A, -1) \\ \delta(q_1, A) &= (q_1, A, -1) \\ \delta(q_1, B) &= (q_1, B, -1) \\ \delta(q_A, A) &= (q_A, A, +1) \\ \delta(q_A, B) &= (q_A, B, +1) \\ \delta(q_B, A) &= (q_B, B, +1) \\ \delta(q_B, B) &= (q_B, B, +1) \\ \delta(q_B, \#) &= (q_1, B, -1) \\ \delta(q_2, A) &= (q_2, a, +1) \\ \delta(q_2, B) &= (q_2, b, +1) \\ \delta(q_2, \#) &= (q_K, \#, 0) \end{split}$$

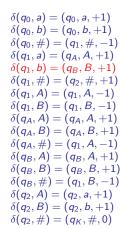


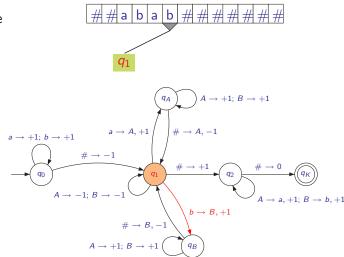
Popis

Nyní přejde do stavu q₁.

O

Přechodová funkce



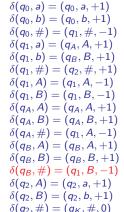


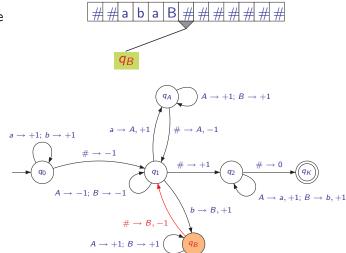
Popis

TS hledá symboly abab, které následně označí.

Turingův stroj 10 / 59

Přechodová funkce



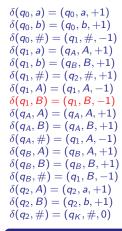


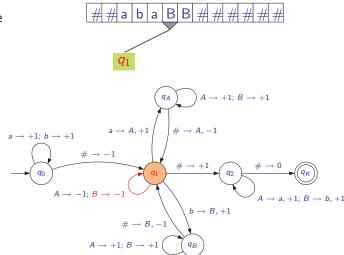
Popis

TS hledá první volnou pozici, na kterou uloží symbol B.

() Turingův stroj 11 / 59

Přechodová funkce



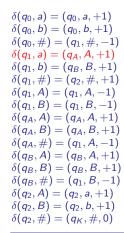


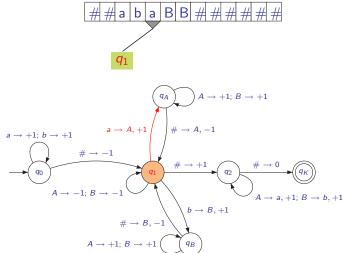
Popis

TS hledá symboly abab, které následně označí.

() Turingův stroj 12 / 59

Přechodová funkce



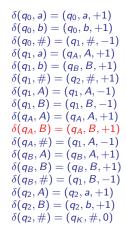


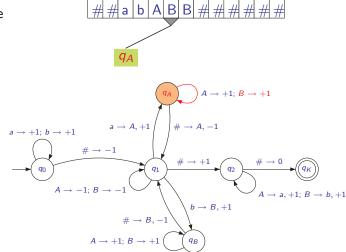
Popis

TS hledá symboly abab, které následně označí.

Turingův stroj 13 / 59

Přechodová funkce



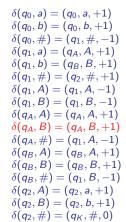


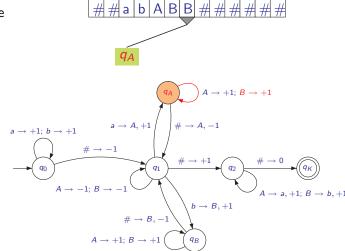
14 / 59

Popis

• TS hledá první volnou pozici, na kterou uloží symbol A.

Přechodová funkce



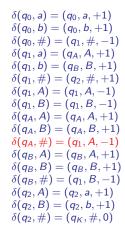


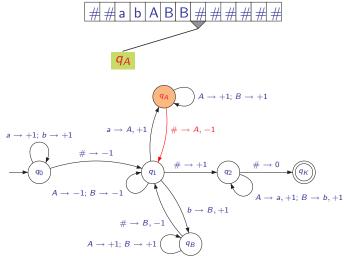
Popis

TS hledá první volnou pozici, na kterou uloží symbol A.

() Turingův stroj 15 / 59

Přechodová funkce



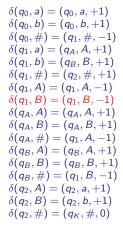


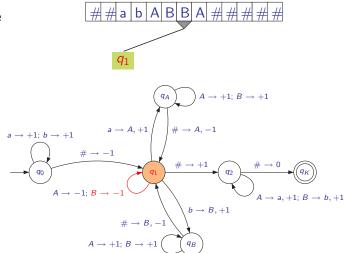
Popis

• TS hledá první volnou pozici, na kterou uloží symbol A.

()

Přechodová funkce



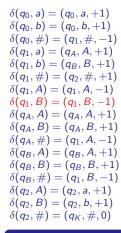


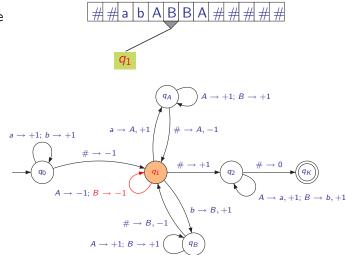
Popis

TS hledá symboly abab, které následně označí.

() Turingův stroj 17 / 59

Přechodová funkce



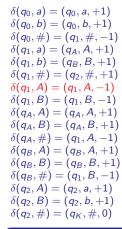


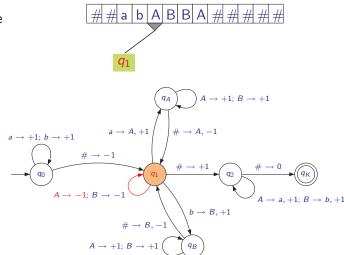
Popis

TS hledá symboly abab, které následně označí.

() Turingův stroj 18 / 59

Přechodová funkce



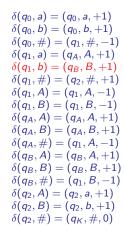


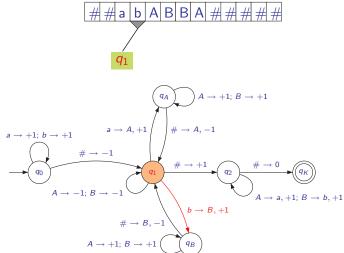
19 / 59

Popis

TS hledá symboly abab, které následně označí.

Přechodová funkce





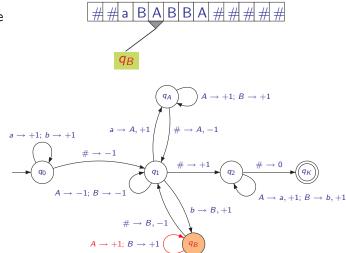
Popis

TS hledá symboly abab, které následně označí.

Turingův stroj 20 / 59

Přechodová funkce

$$\begin{split} \delta(q_0,a) &= (q_0,a,+1) \\ \delta(q_0,b) &= (q_0,b,+1) \\ \delta(q_0,\#) &= (q_1,\#,-1) \\ \delta(q_1,a) &= (q_A,A,+1) \\ \delta(q_1,b) &= (q_B,B,+1) \\ \delta(q_1,\#) &= (q_2,\#,+1) \\ \delta(q_1,\#) &= (q_1,A,-1) \\ \delta(q_1,A) &= (q_1,A,-1) \\ \delta(q_A,A) &= (q_A,A,+1) \\ \delta(q_A,B) &= (q_A,B,+1) \\ \delta(q_A,\#) &= (q_B,A,+1) \\ \delta(q_B,A) &= (q_B,A,+1) \\ \delta(q_B,B) &= (q_B,A,+1) \\ \delta(q_B,B) &= (q_B,A,+1) \\ \delta(q_B,\#) &= (q_1,B,-1) \\ \delta(q_2,B) &= (q_2,a,+1) \\ \delta(q_2,\#) &= (q_K,\#,0) \end{split}$$



21 / 59

Popis

TS hledá první volnou pozici, na kterou uloží symbol B.

Přechodová funkce

$$\delta(q_0, a) = (q_0, a, +1)$$

$$\delta(q_0, b) = (q_0, b, +1)$$

$$\delta(q_0, \#) = (q_1, \#, -1)$$

$$\delta(q_1, a) = (q_A, A, +1)$$

$$\delta(q_1, b) = (q_B, B, +1)$$

$$\delta(q_1, \#) = (q_1, \#, -1)$$

$$\delta(q_1, \#) = (q_1, A, -1)$$

$$\delta(q_1, A) = (q_1, A, -1)$$

$$\delta(q_A, A) = (q_A, A, +1)$$

$$\delta(q_A, B) = (q_A, B, +1)$$

$$\delta(q_B, B) = (q_B, B, +1)$$

$$\delta(q_B, B) = (q_B, B, +1)$$

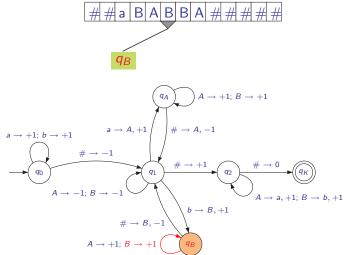
$$\delta(q_B, \#) = (q_1, B, -1)$$

$$\delta(q_2, \#) = (q_1, B, -1)$$

$$\delta(q_2, \#) = (q_2, a, +1)$$

$$\delta(q_2, \#) = (q_2, b, +1)$$

$$\delta(q_2, \#) = (q_K, \#, 0)$$



Popis

TS hledá první volnou pozici, na kterou uloží symbol B.

Turingův stroj 22 / 59

Přechodová funkce

$$\delta(q_0, a) = (q_0, a, +1)$$

$$\delta(q_0, b) = (q_0, b, +1)$$

$$\delta(q_0, \#) = (q_1, \#, -1)$$

$$\delta(q_1, a) = (q_A, A, +1)$$

$$\delta(q_1, b) = (q_B, B, +1)$$

$$\delta(q_1, \#) = (q_1, \#, -1)$$

$$\delta(q_1, \#) = (q_1, A, -1)$$

$$\delta(q_1, A) = (q_1, A, -1)$$

$$\delta(q_A, A) = (q_A, A, +1)$$

$$\delta(q_A, B) = (q_A, B, +1)$$

$$\delta(q_B, \#) = (q_B, A, +1)$$

$$\delta(q_B, \#) = (q_B, A, +1)$$

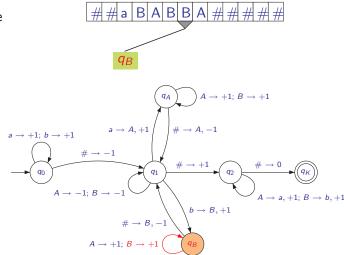
$$\delta(q_B, \#) = (q_B, B, +1)$$

$$\delta(q_B, \#) = (q_1, B, -1)$$

$$\delta(q_2, \#) = (q_2, a, +1)$$

$$\delta(q_2, \#) = (q_2, b, +1)$$

$$\delta(q_2, \#) = (q_K, \#, 0)$$



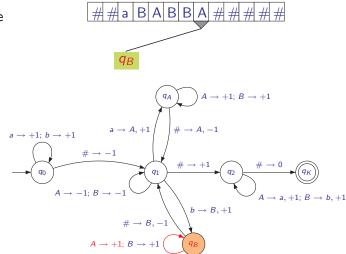
23 / 59

Popis

TS hledá první volnou pozici, na kterou uloží symbol B.

Přechodová funkce





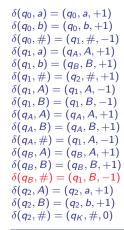
Popis

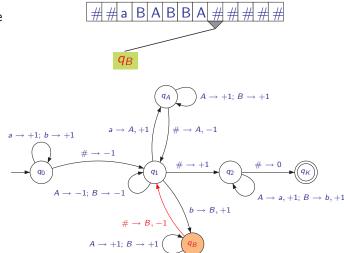
• TS hledá první volnou pozici, na kterou uloží symbol B.

Turingův stroj

()

Přechodová funkce

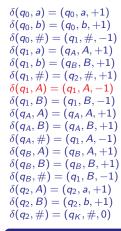


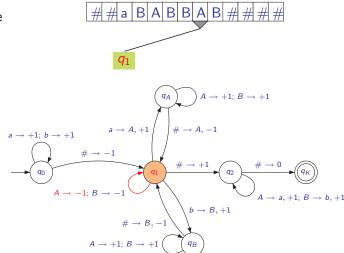


Popis

• TS hledá první volnou pozici, na kterou uloží symbol B.

Přechodová funkce

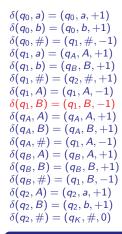


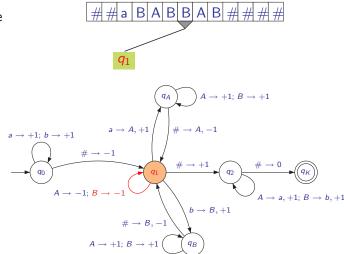


Popis

TS hledá symboly abab, které následně označí.

Přechodová funkce

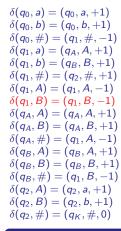


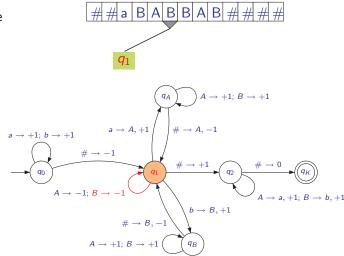


Popis

TS hledá symboly abab, které následně označí.

Přechodová funkce





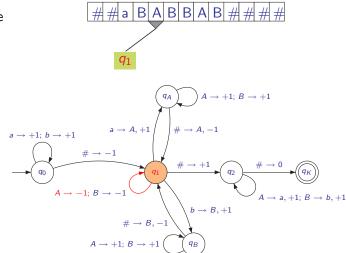
28 / 59

Popis

TS hledá symboly abab, které následně označí.

Přechodová funkce

$$\begin{split} \delta(q_0,a) &= (q_0,a,+1) \\ \delta(q_0,b) &= (q_0,b,+1) \\ \delta(q_0,\#) &= (q_1,\#,-1) \\ \delta(q_1,\#) &= (q_A,A,+1) \\ \delta(q_1,b) &= (q_B,B,+1) \\ \delta(q_1,\#) &= (q_2,\#,+1) \\ \delta(q_1,\#) &= (q_1,A,-1) \\ \delta(q_1,A) &= (q_1,A,-1) \\ \delta(q_A,A) &= (q_A,A,+1) \\ \delta(q_A,A) &= (q_A,B,+1) \\ \delta(q_B,B) &= (q_B,A,+1) \\ \delta(q_B,B) &= (q_B,A,+1) \\ \delta(q_B,B) &= (q_B,A,+1) \\ \delta(q_B,\#) &= (q_B,A,+1) \\ \delta(q_B,\#) &= (q_1,B,-1) \\ \delta(q_2,A) &= (q_2,a,+1) \\ \delta(q_2,B) &= (q_2,b,+1) \\ \delta(q_2,\#) &= (q_K,\#,0) \end{split}$$

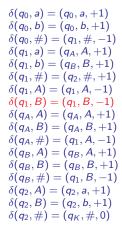


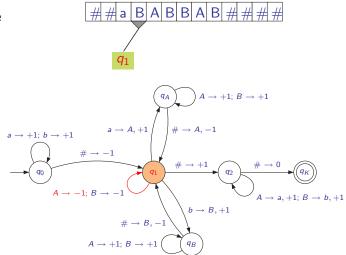
29 / 59

Popis

TS hledá symboly abab, které následně označí.

Přechodová funkce





30 / 59

Popis

TS hledá symboly abab, které následně označí.

Přechodová funkce

$$\delta(q_0, a) = (q_0, a, +1)$$

$$\delta(q_0, b) = (q_0, b, +1)$$

$$\delta(q_0, \#) = (q_1, \#, -1)$$

$$\delta(q_1, a) = (q_A, A, +1)$$

$$\delta(q_1, b) = (q_B, B, +1)$$

$$\delta(q_1, \#) = (q_2, \#, +1)$$

$$\delta(q_1, A) = (q_1, A, -1)$$

$$\delta(q_1, B) = (q_1, B, -1)$$

$$\delta(q_A, A) = (q_A, A, +1)$$

$$\delta(q_A, B) = (q_A, B, +1)$$

$$\delta(q_B, B) = (q_B, B, +1)$$

$$\delta(q_B, B) = (q_B, B, +1)$$

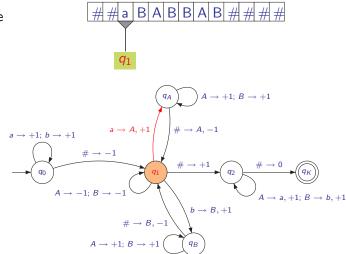
$$\delta(q_B, B) = (q_B, B, +1)$$

$$\delta(q_B, \#) = (q_1, B, -1)$$

$$\delta(q_2, B) = (q_2, a, +1)$$

$$\delta(q_2, B) = (q_2, b, +1)$$

 $\delta(q_2, \#) = (q_K, \#, 0)$

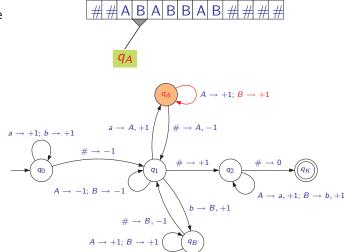


Popis

TS hledá symboly abab, které následně označí.

Přechodová funkce

$$\begin{split} \delta(q_0, a) &= (q_0, a, +1) \\ \delta(q_0, b) &= (q_0, b, +1) \\ \delta(q_0, \#) &= (q_1, \#, -1) \\ \delta(q_1, a) &= (q_A, A, +1) \\ \delta(q_1, b) &= (q_B, B, +1) \\ \delta(q_1, \#) &= (q_1, A, -1) \\ \delta(q_1, \#) &= (q_1, A, -1) \\ \delta(q_1, A) &= (q_1, A, -1) \\ \delta(q_A, A) &= (q_A, A, +1) \\ \delta(q_A, B) &= (q_A, B, +1) \\ \delta(q_B, A) &= (q_B, A, +1) \\ \delta(q_B, A) &= (q_B, B, +1) \\ \delta(q_B, B) &= (q_B, B, +1) \\ \delta(q_B, \#) &= (q_1, B, -1) \\ \delta(q_2, A) &= (q_2, a, +1) \\ \delta(q_2, \#) &= (q_K, \#, 0) \end{split}$$

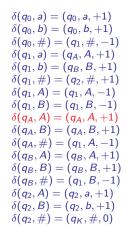


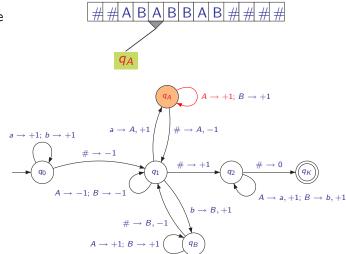
32 / 59

Popis

TS hledá první volnou pozici, na kterou uloží symbol A.

Přechodová funkce





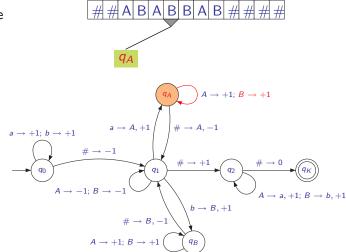
Popis

TS hledá první volnou pozici, na kterou uloží symbol A.

Turingův stroj 33 / 59

Přechodová funkce

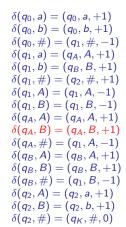
$$\begin{split} \delta(q_0,a) &= (q_0,a,+1) \\ \delta(q_0,b) &= (q_0,b,+1) \\ \delta(q_0,b) &= (q_1,\#,-1) \\ \delta(q_1,a) &= (q_A,A,+1) \\ \delta(q_1,b) &= (q_B,B,+1) \\ \delta(q_1,b) &= (q_1,A,-1) \\ \delta(q_1,A) &= (q_1,A,-1) \\ \delta(q_1,A) &= (q_1,A,-1) \\ \delta(q_A,A) &= (q_A,A,+1) \\ \delta(q_A,B) &= (q_A,B,+1) \\ \delta(q_A,B) &= (q_B,B,+1) \\ \delta(q_B,A) &= (q_B,B,+1) \\ \delta(q_B,A) &= (q_B,B,+1) \\ \delta(q_B,B) &= (q_B,B,+1) \\ \delta(q_B,B) &= (q_B,B,+1) \\ \delta(q_2,B) &= (q_2,a,+1) \\ \delta(q_2,B) &= (q_2,b,+1) \\ \delta(q_2,B) &= (q_K,\#,0) \end{split}$$

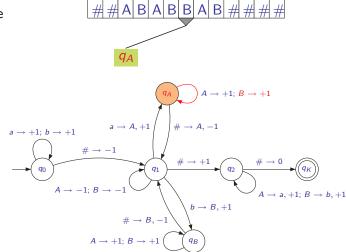


Popis

TS hledá první volnou pozici, na kterou uloží symbol A.

Přechodová funkce



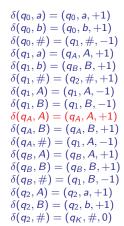


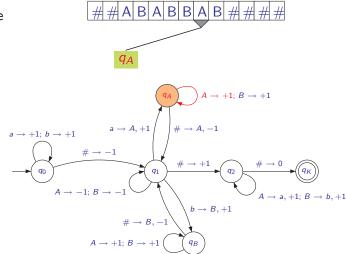
35 / 59

Popis

TS hledá první volnou pozici, na kterou uloží symbol A.

Přechodová funkce





Popis

• TS hledá první volnou pozici, na kterou uloží symbol A.

Přechodová funkce

$$\delta(q_0, a) = (q_0, a, +1)$$

$$\delta(q_0, b) = (q_0, b, +1)$$

$$\delta(q_0, \#) = (q_1, \#, -1)$$

$$\delta(q_1, a) = (q_A, A, +1)$$

$$\delta(q_1, b) = (q_B, B, +1)$$

$$\delta(q_1, \#) = (q_1, A, -1)$$

$$\delta(q_1, \#) = (q_1, A, -1)$$

$$\delta(q_1, B) = (q_1, A, -1)$$

$$\delta(q_A, A) = (q_A, A, +1)$$

$$\delta(q_A, B) = (q_A, B, +1)$$

$$\delta(q_B, B) = (q_B, B, +1)$$

$$\delta(q_B, B) = (q_B, B, +1)$$

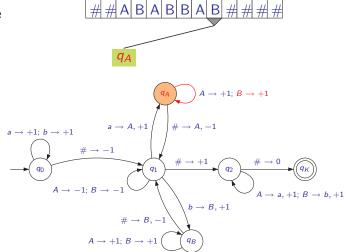
$$\delta(q_B, \#) = (q_B, B, +1)$$

$$\delta(q_B, \#) = (q_1, B, -1)$$

$$\delta(q_2, \#) = (q_2, a, +1)$$

$$\delta(q_2, \#) = (q_2, b, +1)$$

$$\delta(q_2, \#) = (q_K, \#, 0)$$

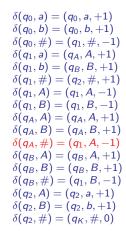


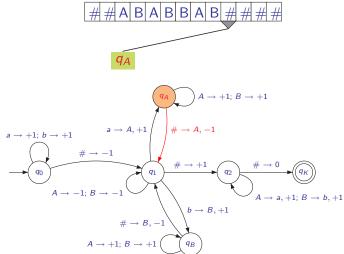
37 / 59

Popis

TS hledá první volnou pozici, na kterou uloží symbol A.

Přechodová funkce





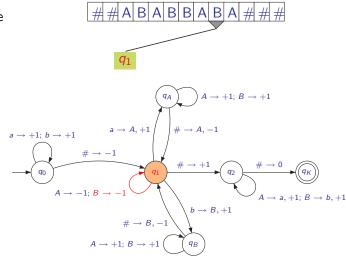
Popis

TS hledá první volnou pozici, na kterou uloží symbol A.

Turingův stroj

Přechodová funkce

$$\begin{split} &\delta(q_0,a) = (q_0,a,+1) \\ &\delta(q_0,b) = (q_0,b,+1) \\ &\delta(q_0,\#) = (q_1,\#,-1) \\ &\delta(q_1,\#) = (q_A,A,+1) \\ &\delta(q_1,a) = (q_A,B,+1) \\ &\delta(q_1,\#) = (q_2,\#,+1) \\ &\delta(q_1,B) = (q_1,B,-1) \\ &\delta(q_1,B) = (q_1,B,-1) \\ &\delta(q_A,A) = (q_A,B,+1) \\ &\delta(q_A,B) = (q_A,B,+1) \\ &\delta(q_B,B) = (q_B,B,+1) \\ &\delta(q_B,B) = (q_B,B,+1) \\ &\delta(q_B,B) = (q_B,B,+1) \\ &\delta(q_B,\#) = (q_1,B,-1) \\ &\delta(q_2,A) = (q_2,a,+1) \\ &\delta(q_2,B) = (q_2,b,+1) \\ &\delta(q_2,\#) = (q_K,\#,0) \end{split}$$



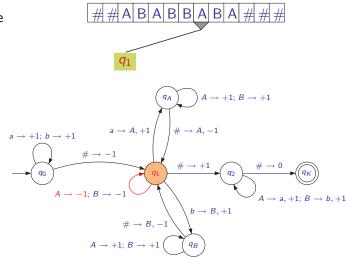
Popis

TS hledá začátek slova.

()

Přechodová funkce

$$\begin{split} &\delta(q_0,a) = (q_0,a,+1) \\ &\delta(q_0,b) = (q_0,b,+1) \\ &\delta(q_0,\#) = (q_1,\#,-1) \\ &\delta(q_1,\#) = (q_1,\#,-1) \\ &\delta(q_1,a) = (q_A,A,+1) \\ &\delta(q_1,b) = (q_B,B,+1) \\ &\delta(q_1,\#) = (q_1,A,-1) \\ &\delta(q_1,A) = (q_1,A,-1) \\ &\delta(q_A,A) = (q_A,A,+1) \\ &\delta(q_A,B) = (q_A,B,+1) \\ &\delta(q_A,\#) = (q_1,A,-1) \\ &\delta(q_B,\#) = (q_B,B,+1) \\ &\delta(q_B,\#) = (q_B,B,+1) \\ &\delta(q_B,\#) = (q_1,B,-1) \\ &\delta(q_2,A) = (q_2,a,+1) \\ &\delta(q_2,B) = (q_2,b,+1) \\ &\delta(q_2,\#) = (q_K,\#,0) \end{split}$$



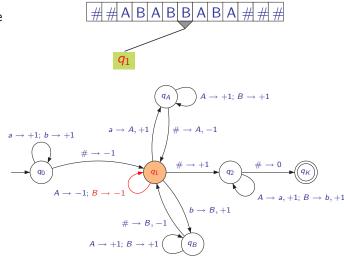
Popis

TS hledá začátek slova.

()

Přechodová funkce

$$\begin{split} &\delta(q_0,a) = (q_0,a,+1) \\ &\delta(q_0,b) = (q_0,b,+1) \\ &\delta(q_0,\#) = (q_1,\#,-1) \\ &\delta(q_1,\#) = (q_A,A,+1) \\ &\delta(q_1,a) = (q_A,B,+1) \\ &\delta(q_1,\#) = (q_2,\#,+1) \\ &\delta(q_1,B) = (q_1,B,-1) \\ &\delta(q_1,B) = (q_1,B,-1) \\ &\delta(q_A,A) = (q_A,B,+1) \\ &\delta(q_A,B) = (q_A,B,+1) \\ &\delta(q_B,B) = (q_B,B,+1) \\ &\delta(q_B,B) = (q_B,B,+1) \\ &\delta(q_B,B) = (q_B,B,+1) \\ &\delta(q_B,\#) = (q_1,B,-1) \\ &\delta(q_2,A) = (q_2,a,+1) \\ &\delta(q_2,B) = (q_2,b,+1) \\ &\delta(q_2,\#) = (q_K,\#,0) \end{split}$$

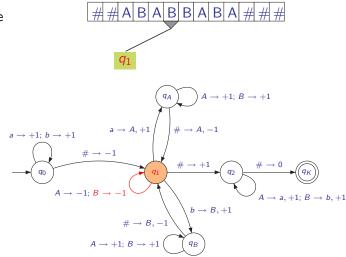


Popis

TS hledá začátek slova.

Přechodová funkce

$$\begin{split} &\delta(q_0,a) = (q_0,a,+1) \\ &\delta(q_0,b) = (q_0,b,+1) \\ &\delta(q_0,\#) = (q_1,\#,-1) \\ &\delta(q_1,\#) = (q_A,A,+1) \\ &\delta(q_1,a) = (q_A,B,+1) \\ &\delta(q_1,\#) = (q_2,\#,+1) \\ &\delta(q_1,B) = (q_1,A,-1) \\ &\delta(q_1,B) = (q_1,B,-1) \\ &\delta(q_A,A) = (q_A,B,+1) \\ &\delta(q_A,B) = (q_A,B,+1) \\ &\delta(q_B,B) = (q_B,B,+1) \\ &\delta(q_B,B) = (q_B,B,+1) \\ &\delta(q_B,B) = (q_B,B,+1) \\ &\delta(q_B,\#) = (q_1,B,-1) \\ &\delta(q_2,A) = (q_2,a,+1) \\ &\delta(q_2,B) = (q_2,b,+1) \\ &\delta(q_2,\#) = (q_K,\#,0) \end{split}$$



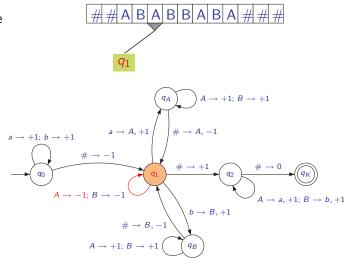
Popis

TS hledá začátek slova.

()

Přechodová funkce

$$\begin{split} &\delta(q_0,a) = (q_0,a,+1) \\ &\delta(q_0,b) = (q_0,b,+1) \\ &\delta(q_0,\#) = (q_1,\#,-1) \\ &\delta(q_1,a) = (q_A,A,+1) \\ &\delta(q_1,b) = (q_B,B,+1) \\ &\delta(q_1,\#) = (q_2,\#,+1) \\ &\delta(q_1,\#) = (q_1,A,-1) \\ &\delta(q_1,A) = (q_1,A,-1) \\ &\delta(q_A,A) = (q_A,A,+1) \\ &\delta(q_A,A) = (q_A,B,+1) \\ &\delta(q_A,\#) = (q_1,A,-1) \\ &\delta(q_B,A) = (q_B,B,+1) \\ &\delta(q_B,A) = (q_B,B,+1) \\ &\delta(q_B,A) = (q_B,B,+1) \\ &\delta(q_B,\#) = (q_1,B,-1) \\ &\delta(q_2,A) = (q_2,a,+1) \\ &\delta(q_2,B) = (q_2,b,+1) \\ &\delta(q_2,\#) = (q_K,\#,0) \end{split}$$

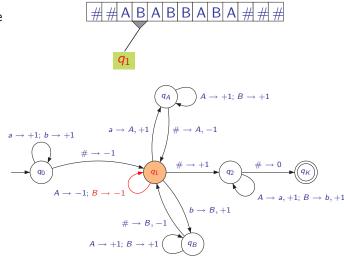


Popis

TS hledá začátek slova.

Přechodová funkce

$$\begin{split} &\delta(q_0,a) = (q_0,a,+1) \\ &\delta(q_0,b) = (q_0,b,+1) \\ &\delta(q_0,\#) = (q_1,\#,-1) \\ &\delta(q_1,\#) = (q_A,A,+1) \\ &\delta(q_1,a) = (q_A,B,+1) \\ &\delta(q_1,\#) = (q_2,\#,+1) \\ &\delta(q_1,B) = (q_1,B,-1) \\ &\delta(q_1,B) = (q_1,B,-1) \\ &\delta(q_A,A) = (q_A,B,+1) \\ &\delta(q_A,B) = (q_A,B,+1) \\ &\delta(q_B,B) = (q_B,B,+1) \\ &\delta(q_B,B) = (q_B,B,+1) \\ &\delta(q_B,B) = (q_B,B,+1) \\ &\delta(q_B,\#) = (q_1,B,-1) \\ &\delta(q_2,A) = (q_2,a,+1) \\ &\delta(q_2,B) = (q_2,b,+1) \\ &\delta(q_2,\#) = (q_K,\#,0) \end{split}$$

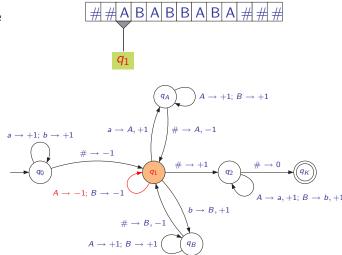


Popis

TS hledá začátek slova.

Přechodová funkce

$$\begin{split} &\delta(q_0,a) = (q_0,a,+1) \\ &\delta(q_0,b) = (q_0,b,+1) \\ &\delta(q_0,\#) = (q_1,\#,-1) \\ &\delta(q_1,\#) = (q_1,\#,-1) \\ &\delta(q_1,a) = (q_A,A,+1) \\ &\delta(q_1,b) = (q_B,B,+1) \\ &\delta(q_1,\#) = (q_1,A,-1) \\ &\delta(q_1,B) = (q_1,B,-1) \\ &\delta(q_A,A) = (q_A,A,+1) \\ &\delta(q_A,B) = (q_A,B,+1) \\ &\delta(q_B,\#) = (q_B,B,+1) \\ &\delta(q_B,\#) = (q_B,B,+1) \\ &\delta(q_B,\#) = (q_B,B,+1) \\ &\delta(q_B,\#) = (q_1,B,-1) \\ &\delta(q_B,\#) = (q_1,B,-1) \\ &\delta(q_2,A) = (q_2,a,+1) \\ &\delta(q_2,B) = (q_2,b,+1) \\ &\delta(q_2,\#) = (q_K,\#,0) \end{split}$$

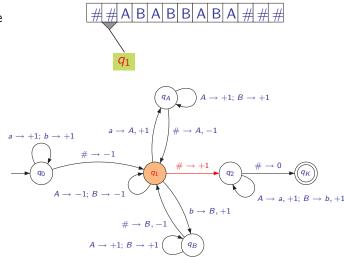


Popis

TS hledá začátek slova.

Přechodová funkce

$$\begin{split} \delta(q_0, a) &= (q_0, a, +1) \\ \delta(q_0, b) &= (q_0, b, +1) \\ \delta(q_0, b) &= (q_1, \#, -1) \\ \delta(q_1, a) &= (q_A, A, +1) \\ \delta(q_1, b) &= (q_B, B, +1) \\ \delta(q_1, b) &= (q_1, A, -1) \\ \delta(q_1, B) &= (q_1, A, -1) \\ \delta(q_1, A) &= (q_1, A, -1) \\ \delta(q_1, B) &= (q_1, B, -1) \\ \delta(q_A, A) &= (q_A, A, +1) \\ \delta(q_A, B) &= (q_A, B, +1) \\ \delta(q_B, A) &= (q_B, A, +1) \\ \delta(q_B, B) &= (q_B, A, +1) \\ \delta(q_B, B) &= (q_B, B, +1) \\ \delta(q_2, A) &= (q_2, a, +1) \\ \delta(q_2, B) &= (q_2, b, +1) \\ \delta(q_2, B) &= (q_B, \#, 0) \end{split}$$



Popis

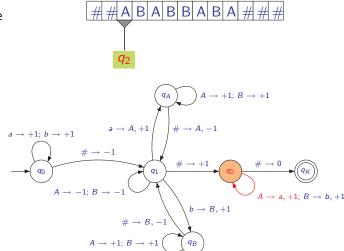
TS hledá začátek slova.

()

Přechodová funkce

$$\begin{split} \delta(q_0,a) &= (q_0,a,+1) \\ \delta(q_0,b) &= (q_0,b,+1) \\ \delta(q_0,\#) &= (q_1,\#,-1) \\ \delta(q_1,a) &= (q_A,A,+1) \\ \delta(q_1,b) &= (q_B,B,+1) \\ \delta(q_1,\#) &= (q_2,\#,+1) \\ \delta(q_1,\#) &= (q_1,A,-1) \\ \delta(q_1,A) &= (q_1,A,-1) \\ \delta(q_1,B) &= (q_1,B,-1) \\ \delta(q_A,A) &= (q_A,A,+1) \\ \delta(q_A,B) &= (q_A,B,+1) \\ \delta(q_B,B) &= (q_B,A,+1) \\ \delta(q_B,B) &= (q_B,B,+1) \\ \delta(q_B,\#) &= (q_B,B,+1) \\ \delta(q_B,\#) &= (q_1,B,-1) \\ \delta(q_2,A) &= (q_2,a,+1) \\ \delta(q_2,B) &= (q_2,b,+1) \end{split}$$

 $\delta(q_2, \#) = (q_K, \#, 0)$



Popis

Nyní TS převede symboly 'A' na 'a' a symboly 'B' na 'b'.

Turingův stroj 47 / 59

Přechodová funkce

$$\delta(q_0, a) = (q_0, a, +1)$$

$$\delta(q_0, b) = (q_0, b, +1)$$

$$\delta(q_0, \#) = (q_1, \#, -1)$$

$$\delta(q_1, a) = (q_A, A, +1)$$

$$\delta(q_1, b) = (q_B, B, +1)$$

$$\delta(q_1, \#) = (q_1, \#, -1)$$

$$\delta(q_1, \#) = (q_1, A, -1)$$

$$\delta(q_1, B) = (q_1, B, -1)$$

$$\delta(q_A, A) = (q_A, A, +1)$$

$$\delta(q_A, B) = (q_A, B, +1)$$

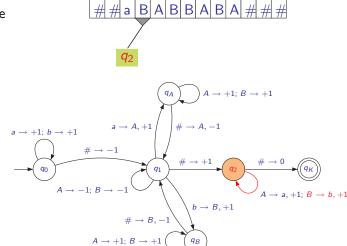
$$\delta(q_B, B) = (q_B, A, +1)$$

$$\delta(q_B, A) = (q_B, A, +1)$$

$$\delta(q_B, B) = (q_B, B, +1)$$

$$\delta(q_B, \#) = (q_B, B, +1)$$

 $\delta(q_2, \#) = (q_K, \#, 0)$



Popis

Nyní TS převede symboly 'A' na 'a' a symboly 'B' na 'b'.

() Turingův stroj 48 / 59

Přechodová funkce

$$\delta(q_0, a) = (q_0, a, +1)$$

$$\delta(q_0, b) = (q_0, b, +1)$$

$$\delta(q_0, \#) = (q_1, \#, -1)$$

$$\delta(q_1, a) = (q_A, A, +1)$$

$$\delta(q_1, b) = (q_B, B, +1)$$

$$\delta(q_1, \#) = (q_1, A, -1)$$

$$\delta(q_1, \#) = (q_1, A, -1)$$

$$\delta(q_1, A) = (q_1, A, -1)$$

$$\delta(q_A, A) = (q_A, A, +1)$$

$$\delta(q_A, B) = (q_A, B, +1)$$

$$\delta(q_A, \#) = (q_1, A, -1)$$

$$\delta(q_B, A) = (q_B, A, +1)$$

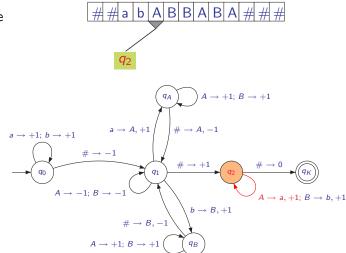
$$\delta(q_B, B) = (q_B, B, +1)$$

$$\delta(q_B, \#) = (q_1, B, -1)$$

$$\delta(q_2, \#) = (q_2, a, +1)$$

$$\delta(q_2, \#) = (q_2, b, +1)$$

$$\delta(q_2, \#) = (q_K, \#, 0)$$



Popis

Nyní TS převede symboly 'A' na 'a' a symboly 'B' na 'b'.

Turingův stroj 49 / 59

Přechodová funkce

$$\delta(q_0, a) = (q_0, a, +1)$$

$$\delta(q_0, b) = (q_0, b, +1)$$

$$\delta(q_0, \#) = (q_1, \#, -1)$$

$$\delta(q_1, a) = (q_A, A, +1)$$

$$\delta(q_1, b) = (q_B, B, +1)$$

$$\delta(q_1, \#) = (q_2, \#, +1)$$

$$\delta(q_1, \#) = (q_1, A, -1)$$

$$\delta(q_1, A) = (q_1, A, -1)$$

$$\delta(q_A, A) = (q_A, A, +1)$$

$$\delta(q_A, B) = (q_A, B, +1)$$

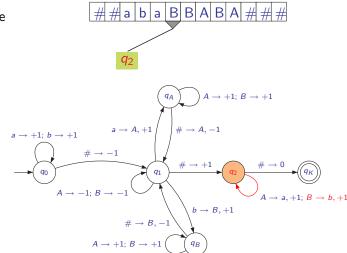
$$\delta(q_B, A) = (q_B, A, +1)$$

$$\delta(q_B, A) = (q_B, A, +1)$$

$$\delta(q_B, B) = (q_B, B, +1)$$

$$\delta(q_B, \#) = (q_B, B, +1)$$

 $\delta(q_2, \#) = (q_K, \#, 0)$



Popis

Nyní TS převede symboly 'A' na 'a' a symboly 'B' na 'b'.

Turingův stroj 50 / 59

Přechodová funkce

$$\delta(q_0, a) = (q_0, a, +1)$$

$$\delta(q_0, b) = (q_0, b, +1)$$

$$\delta(q_0, \#) = (q_1, \#, -1)$$

$$\delta(q_1, a) = (q_A, A, +1)$$

$$\delta(q_1, b) = (q_B, B, +1)$$

$$\delta(q_1, \#) = (q_1, \#, -1)$$

$$\delta(q_1, \#) = (q_1, A, -1)$$

$$\delta(q_1, B) = (q_1, B, -1)$$

$$\delta(q_A, A) = (q_A, A, +1)$$

$$\delta(q_A, B) = (q_A, B, +1)$$

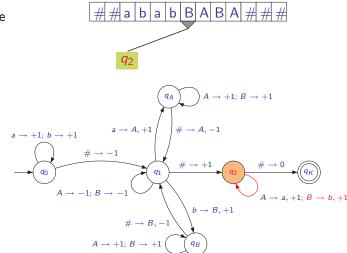
$$\delta(q_B, B) = (q_B, A, +1)$$

$$\delta(q_B, A) = (q_B, A, +1)$$

$$\delta(q_B, B) = (q_B, B, +1)$$

$$\delta(q_B, \#) = (q_B, B, +1)$$

 $\delta(q_2, \#) = (q_K, \#, 0)$



51 / 59

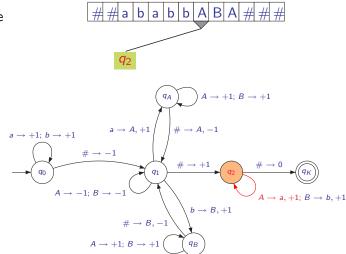
Popis

Nyní TS převede symboly 'A' na 'a' a symboly 'B' na 'b'.

Přechodová funkce

$$\begin{split} \delta(q_0,a) &= (q_0,a,+1) \\ \delta(q_0,b) &= (q_0,b,+1) \\ \delta(q_0,\#) &= (q_1,\#,-1) \\ \delta(q_1,a) &= (q_A,A,+1) \\ \delta(q_1,b) &= (q_B,B,+1) \\ \delta(q_1,\#) &= (q_2,\#,+1) \\ \delta(q_1,\#) &= (q_1,A,-1) \\ \delta(q_1,A) &= (q_1,A,-1) \\ \delta(q_1,B) &= (q_1,B,-1) \\ \delta(q_A,A) &= (q_A,A,+1) \\ \delta(q_A,B) &= (q_A,B,+1) \\ \delta(q_B,B) &= (q_B,A,+1) \\ \delta(q_B,B) &= (q_B,B,+1) \\ \delta(q_B,\#) &= (q_B,B,+1) \\ \delta(q_B,\#) &= (q_1,B,-1) \\ \delta(q_2,A) &= (q_2,a,+1) \\ \delta(q_2,B) &= (q_2,b,+1) \end{split}$$

 $\delta(q_2, \#) = (q_K, \#, 0)$

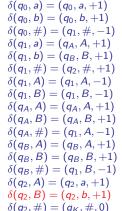


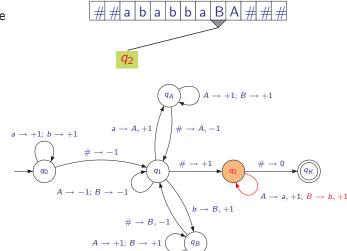
Popis

Nyní TS převede symboly 'A' na 'a' a symboly 'B' na 'b'.

() Turingův stroj 52 / 59

Přechodová funkce



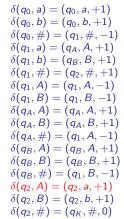


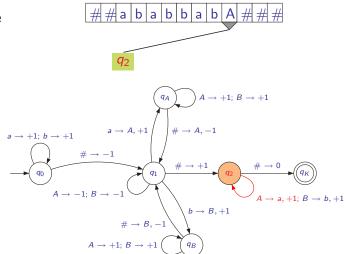
53 / 59

Popis

Nyní TS převede symboly 'A' na 'a' a symboly 'B' na 'b'.

Přechodová funkce





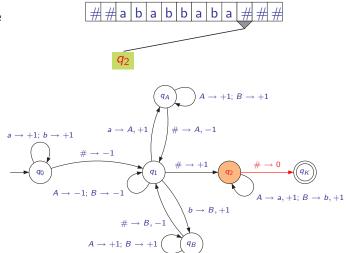
Popis

Nyní TS převede symboly 'A' na 'a' a symboly 'B' na 'b'.

Přechodová funkce

$$\begin{split} \delta(q_0,a) &= (q_0,a,+1) \\ \delta(q_0,b) &= (q_0,b,+1) \\ \delta(q_0,\#) &= (q_1,\#,-1) \\ \delta(q_1,\#) &= (q_A,A,+1) \\ \delta(q_1,a) &= (q_A,A,+1) \\ \delta(q_1,b) &= (q_B,B,+1) \\ \delta(q_1,\#) &= (q_1,A,-1) \\ \delta(q_1,A) &= (q_1,A,-1) \\ \delta(q_1,A) &= (q_1,A,-1) \\ \delta(q_A,A) &= (q_A,A,+1) \\ \delta(q_A,B) &= (q_A,B,+1) \\ \delta(q_B,A) &= (q_B,A,+1) \\ \delta(q_B,A) &= (q_B,A,+1) \\ \delta(q_B,B) &= (q_B,B,+1) \\ \delta(q_B,\#) &= (q_1,B,-1) \\ \delta(q_2,A) &= (q_2,a,+1) \\ \delta(q_2,B) &= (q_2,b,+1) \end{split}$$

 $\delta(q_2, \#) = (q_K, \#, 0)$

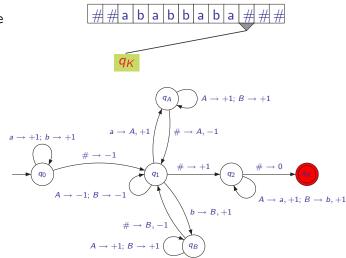


Popis

Nyní je na pásce zrcadlový obraz slova.

Přechodová funkce

$$\begin{split} \delta(q_0,a) &= (q_0,a,+1) \\ \delta(q_0,b) &= (q_0,b,+1) \\ \delta(q_0,\#) &= (q_1,\#,-1) \\ \delta(q_1,a) &= (q_A,A,+1) \\ \delta(q_1,b) &= (q_B,B,+1) \\ \delta(q_1,\#) &= (q_2,\#,+1) \\ \delta(q_1,\#) &= (q_1,A,-1) \\ \delta(q_1,A) &= (q_1,A,-1) \\ \delta(q_1,B) &= (q_1,B,-1) \\ \delta(q_A,A) &= (q_A,A,+1) \\ \delta(q_A,B) &= (q_A,B,+1) \\ \delta(q_B,B) &= (q_B,B,+1) \\ \delta(q_B,B) &= (q_B,B,+1) \\ \delta(q_B,\#) &= (q_B,B,+1) \\ \delta(q_2,A) &= (q_2,a,+1) \\ \delta(q_2,B) &= (q_2,b,+1) \\ \delta(q_2,\#) &= (q_K,\#,0) \end{split}$$



Popis

TS je v koncovém stavu.

()

Popište činnost TS

Popište činnost TS

Daný TS vytvořil ze vstupního slova w=abab výstupní slovo w=ababbaba. Daný TS tedy tvoří zrcadlový obraz slova $(w(w^R))$.

Turingův stroj vytvořil v průběhu výpočtu zrcadlový obraz slova na pásce.

```
vstup: slovo w = abab
výstup: slovo w(w)^R = ababbaba
```

Turingův stroj je určen šesticí parametrů $M = (Q, \Sigma, \Gamma, q_0, F, \delta)$

- stavy: $Q = \{q_0, q_1, q_2, q_A, q_B, q_K\}$
- vstupní abeceda: $\Sigma = \{a, b\}$
- páskové symboly: $\Gamma = \{a, b, A, B, \#\}$
- počáteční stav: q₀
- množina koncových stavů: $F = \{q_k\}$
- ullet přechodová funkce: δ viz další slide

◆ロト ◆御 ト ◆ 恵 ト ◆ 恵 ・ り へ ○

Přechodová funkce

```
\delta(q_0, a) = (q_0, a, +1)
\delta(q_0, b) = (q_0, b, +1)
\delta(q_0, \#) = (q_1, \#, -1)
\delta(q_1, a) = (q_A, A, +1)
\delta(q_1, b) = (q_B, B, +1)
\delta(q_1, \#) = (q_2, \#, +1)
\delta(q_1, A) = (q_1, A, -1)
\delta(a_1, B) = (a_1, B, -1)
\delta(q_{\Delta}, A) = (q_{\Delta}, A, +1)
\delta(q_A, B) = (q_A, B, +1)
\delta(q_A, \#) = (q_1, A, -1)
\delta(q_B, A) = (q_B, A, +1)
\delta(q_B, B) = (q_B, B, +1)
\delta(q_B, \#) = (q_1, B, -1)
\delta(q_2, A) = (q_2, a, +1)
\delta(q_2, B) = (q_2, b, +1)
\delta(q_2, \#) = (q_K, \#, 0)
```