

# Domácí úloha 2: Časované automaty

Jan Krejčí (xkrejc70)

## Příklad 1.

Časovaný automat obsahuje celkem 3 cykly:

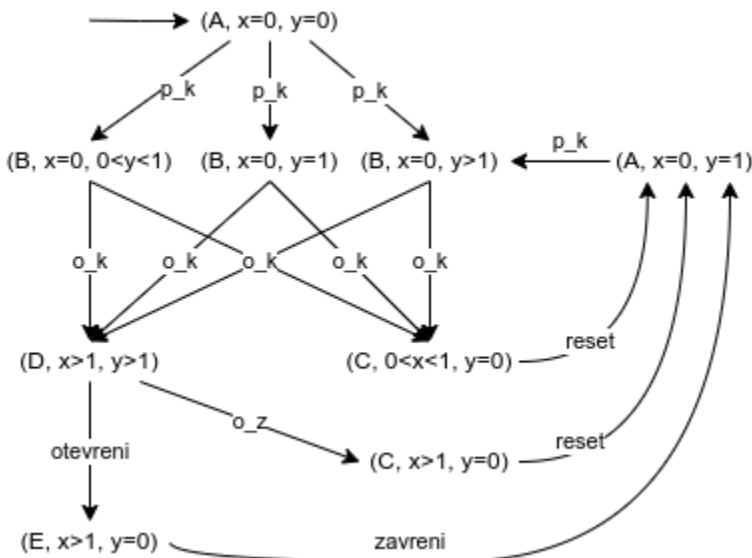
- $B \rightarrow C \rightarrow B$  a  $C \rightarrow B \rightarrow C$ 
  - Obsahují reset  $x$
  - Pro splnění cyklů není potřeba minimální hodnota hodin, cykly lze tedy provést v nulovém čase – **jedná se o zeno běhy**.
- $B \rightarrow B$ 
  - Obsahuje reset  $y$
  - Pro splnění cyklu musí automat běžet přes 10 časových jednotek, proto se nejedná o zeno běh.

Časovaný automat obsahuje timelock v konfiguraci  $(C, x=5, y=3)$ .

Jeden z běhů vedoucí do timelocku:

$(A, x=y=0) \rightarrow (2 \text{ čas. j.}) \rightarrow (A, x=y=2) \rightarrow (\text{přechod } a3) \rightarrow (C, x=2, y=0) \rightarrow (3 \text{ čas. j.}) \rightarrow (C, x=5, y=3)$

## Příklad 2.



- Stav, ve kterém platí predikát *otevreno* je dostupný, neboť se tento stav  $(E, x > 1, y=0)$  vyskytuje v abstrakci založené na regionech.
- $A_2 \models \exists (zavreno \cup^{(5,7)} otevreno)$ . **Ano platí**, existuje běh:  $(A, x=0, y=0) \rightarrow (1 \text{ čas. j.} + \text{přechod } prilozeni\_karty) \rightarrow (B, x=0, y > 1) \rightarrow (1 \text{ čas. j.} + \text{přechod } odebrani\_karty) \rightarrow (D, x > 1, y > 1) \rightarrow (4 \text{ čas. j.} + \text{přechod } otevreni) \rightarrow (E, x > 1, y > 1)$ . Konfigurace odpovídající predikátu *otevreno* byla dosažena v 6 časových jednotkách z počátečního stavu  $A$ , což splňuje formuli.

- $A_2 \models \exists (zavreno \text{ U}^{\leq 1} otevreno)$ . **Neplatí**, neexistuje běh, který by se do 1 čas. j. dostal do stavu otevřeno, tedy do stavu D. Viz minulý bod, kde je možné se do stavu *otevřeno* dostat za nejméně (1 čas. j.) + (čas. j. > 0), a to díky dvěma guards ( $x > 0$ ,  $x > 1$ ) a resetu ( $x := 0$ ) mezi nimi.
- $(B, x = 0, y = 0.5) \models \forall (true \text{ U}^{\leq 2} init)$ . **Neplatí**, existuje například následující sekvence, která se do stavu A (*init*) dostane za více než 2 časové jednotky:  
 $(A, x=y=0) \rightarrow (0.5 \text{ čas. j.} + \text{priozeni\_karty}) \rightarrow (B, x=0, y=0.5) \rightarrow (2 \text{ čas. j.}) \rightarrow (B, x=2, y=2.5) \rightarrow$   
 $(odebrani\_karty) \rightarrow (D, x=2, y=2.5) \rightarrow (otevreni) \rightarrow (E, x=2, y=0) \rightarrow (1 \text{ čas. j.}) \rightarrow (E, x=3, y=1) \rightarrow$   
 $(zavreni) \rightarrow (A, x=0, y=1)$ .

### Příklad 3.

Přidaná TCTL formule:

- $A[] \text{ vytah.Alarm} \text{ imply } (x \geq 20)$  - Pokud je spuštěn alarm, hodiny  $x$  jsou vždy větší nebo rovny 20, protože přesně ve 20 časových jednotkách byl alarm spuštěn.