TIN - Zbierka príkladov

16. januára 2019

Obsah

1 Chomského hierarchia

Uvažujte Chomského klasifikaci jazyků rozšířenou o třídu rekurzivních jazyků a třídu deterministických bezkontextových jazyků. Pro každou třídu této klasifikace uveďte a zdůvodněte, zda je v této třídě rozhodnutelný, nebo částečně rozhodnutelný, problém náležitosti (členství) daného řetězce do jazyka (40 bodů).

Formálně definujte pojem *gramatika* a pro každou třídu Chomského hierarchie uveďte typ gramatiky generující jazyky této třídy. (30 bodů)

2 Regulárne jazyky

Pro deterministický konečný automat $A = (\{q_0, q_1, q_2, q_3\}, \{a, b, c\}, \delta, q_0, \{q_3\})$, kde δ je definována jako Př 20

$$
\begin{array}{lll}
\delta(q_0, a) = q_1, & \delta(q_0, b) = q_0, & \delta(q_0, c) = q_0, \\
\delta(q_1, a) = q_2, & \delta(q_1, b) = q_0, & \delta(q_1, c) = q_0, \\
\delta(q_2, a) = q_2, & \delta(q_2, b) = q_3, & \delta(q_2, c) = q_0, \\
\delta(q_3, a) = q_3, & \delta(q_3, b) = q_3, & \delta(q_3, c) = q_3,
\end{array}
$$

zapište jazyk $L(A)$ ve tvaru regulárního výrazu. Dále sestrojte pravou lineární gramatiku G, pro kterou platí, že $L(G) = L(A)$.

Čas: 60 minut

Uvažme následující problém P: pro nedeterministický konečný automat $A = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$ rozhodněte, zda je jazyk $L(A)$ nekonečný.

a) Zapište stručně hlavní myšlenku algoritmu, který řeší problém P.

b) Na základě přechodové funkce δ zapište formálně binární relaci $R_\delta \subseteq Q \times Q$, která popisuje, zda je v automatu A možný (přímý) přechod mezi danou dvojicí stavů (p, q). Na základě této relace a jejích uzávěrů zapište predikát, který rozhoduje problém P.

c) Demonstrujte použití tohoto predikátu na automatu $A = (\{q_0, q_1, q_2\}, \{a\}, \delta, q_0, \{q_2\})$, kde δ je definována jako

$$
\begin{aligned}
\delta(q_0, a) &= \{q_1, q_2\}, \\
\delta(q_1, a) &= \{q_1, q_2\}, \\
\delta(q_2, a) &= \emptyset.
\end{aligned}
$$

Formálně definujte *nedeterministický konečný automat*, jeho *konfiguraci*, *relaci přechodu* mezi konfiguracemi a *jazyk přijímaný* tímto automatem. (40 bodů)

Rozhodněte a dokažte, zda jazyk

$$L = \{w \in \{a,b,c\}^* \mid \#_a(w) \bmod 2 = \#_b(w) \bmod 2\},$$

kde $\#_x(w)$ značí počet znaků x v řetězci w a mod značí operaci modulo, je regulární. (40 bodů)

Poznámka: Při dokazování, že je jazyk regulární, stačí uvést odpovídající gramatiku či automat. Při dokazování, že jazyk není regulární, použijte Pumping Lemma.

Formálně zapište obecný tvar soustavy rovnic nad regulárními výrazy ve standardním tvaru. Dále uvažte jazyk generovaný gramatikou $G = (\{X,Y\},\{x,y\},P,X\}$, kde P je tvořena pravidly

$$\begin{aligned} X &\to \; xyX \mid xxY \mid \epsilon \\ Y &\to \; yY \mid x \end{aligned}$$

Sestavením příslušné soustavy rovnic nad regulárními výrazy ve standardním tvaru a jejím řešením vyjádřete jazyk $L(G)$. (40 bodů)

Poznámka: Preferované řešení nepřevádí G na ekvivalentní konečný automat.

Rozhodněte a dokažte, zda jazyk

$$L = \{w \in \{a,b,c\}^* \mid \#_a(w) + \#_b(w) = \#_c(w) \quad \vee \quad \#_c(w) \geq 2\},$$

kde $\#_x(w)$ značí počet znaků x v řetězci w, je regulární. (40 bodů)

Poznámka: Při dokazování, že je jazyk regulární, stačí uvést odpovídající gramatiku či automat. Při dokazování, že jazyk není regulární, použijte Pumping Lemma.

Rozhodněte a dokažte, zda je následující jazyk regulární

$$L = \{w \in \{a,b,c\}^* \mid \#_a(w) = \#_b(w) \wedge \#_b(w) \leq 2\}.$$

(40 bodů)

Poznámka: $\#_x(w)$ značí počet symbolů x v řetězci w. Při dokazování, že je jazyk regulární, stačí uvést odpovídající gramatiku či automat. Při dokazování, že jazyk není regulární, použijte Pumping Lemma.

Formálně definujte *gramatiku typu 3*, *relaci přímé derivace* a *jazyk generovaný* touto gramatikou. (30 bodů)

Rozhodněte a dokažte, zda jazyk

$$L = \{w \in \{a,b\}^* \mid \#_a(w) \bmod 2 < \#_a(w) \bmod 3\},$$

kde $\#_x(w)$ značí počet znaků x v řetězci w a mod značí operaci modulo, je regulární. (40 bodů)

Poznámka: Při dokazování, že je jazyk regulární, stačí uvést odpovídající gramatiku či automat. Při dokazování, že jazyk není regulární, použijte Pumping Lemma.

3 Bezkontextové jazyky

Formálně zapište Pumping lemma pro bezkontextové jazyky.

Rozhodněte a dokažte, zda jazyk L nad abecedou $\Sigma = \{a, b, c\}$ je bezkontextový:

$$L = \{c^i w \mid i > 0 \wedge \#_a(w) \leq 3 * \#_b(w)\} \cap \{c^i ww \mid i \geq 0 \wedge w \in \{a, b\}^*\},$$

kde $\#_x(w)$ označuje počet znaků x v řetězci w.

Pro deterministický zásobníkový automat (DZA) $M = (Q, \Sigma, \Gamma, \delta, q_0, Z_0, F)$ formálně definujte tvar přechodové funkce δ a konfiguraci automatu M.

Nechť $M = (Q, \Sigma, \Gamma, \delta, q_0, Z_0, F)$ je DZA. Dokažte, že jazyk

$$L = \{w \in \Sigma^* \mid w \in L(M) \wedge w \text{ obsahuje podřetězec } ab\}$$

je deterministický bezkontextový jazyk (lze se odkázat na vlastnosti bezkontextových jazyků z přednášky).

Ukažte, že pro jazyk

$$L = \{wcw^R \mid w \in \{a, b\}^*\},$$

kde w^R označuje reverzi řetězce w, platí Pumping Lemma pro bezkontextové jazyky pro hodnotu $k = 3$ (k je konstanta z Pumping Lemmatu). (40 bodů)

Navrhněte bezkontextovou gramatiku pro jazyk

$$L = \{a^n b^m c^m d^n \mid n, m \geq 0\}.$$

(40 bodů)

Formálně definujte *bezkontextovou gramatiku, přímou derivaci, relaci derivace* a *jazyk generovaný touto* gramatikou. (30 bodů)

Formálně definujte (nedeterministický) *zásobníkový automat*, jeho *konfiguraci*, *relaci přechodu* me
konfiguracemi a *jazyk přijímaný* tímto automatem. (40 bodů)

Rozhodněte a dokažte, zda následující jazyky nad abecedou $\Sigma = \{a, b, c\}$ jsou bezkontextové:

$$L_1 = \{w \in \Sigma^* \mid (w = zcz^R \wedge z \in \{a,b\}^*) \;\; \wedge \;\; \#_a(w) = \#_b(w)\},$$

$$L_2 = \{w \in \Sigma^* \mid (w = zcz^R \wedge z \in \{a,b\}^*) \;\; \vee \;\; \#_a(w) = \#_b(w)\},$$

kde $\#_x(w)$ značí počet znaků x v řetězci w a w^R označuje reverzi řetězce w. (70 bodů)

Uvažujme gramatiku $G = (\{S, A, B\}, \{a, b\}, P, S)$ s pravidly P:

$$\begin{aligned} S &\to aSB \mid ASb \mid aa \\ A &\to aAa \mid B \\ B &\to bb \mid A \end{aligned}$$

i) Sestrojte (systematickým postupem z přednášky) a formálně zapište zásobníkový automat M, takový, že $L(G) = L(M)$, který modeluje syntaktickou analýzu shora dolů.

ii) Zapište posloupnost konfigurací stroje M pro vstupní řetězec $bbaab$.

(40 bodů)

Rozhodněte a dokažte, zda je následující jazyk bezkontextový.

$$L = \{w \in \{a, b, c\}^* \mid \#_a(w) + \#_c(w) \leq \#_b(w) + \#_a(w)\}.$$

(40 bodů)

Poznámka: Při dokazování, že je jazyk bezkontextový, stačí uvést odpovídající gramatiku či automat. Při dokazování, že jazyk není bezkontextový, použijte Pumping Lemma.

Formálně definujte *nedeterministický zásobníkový automat*, jeho *konfiguraci*, *relaci přechodu* mezi konfiguracemi a *jazyk přijímaný* tímto automatem. (30 bodů)

Navrhněte bezkontextovou gramatiku pro jazyk

$$L = \{a^i b^j c^k \mid i, j, k > 0 \wedge \; (i \geq 3j \vee 2i \leq k)\}.$$

(40 bodů)

Ukažte, že pro jazyk

$$L = \{w \in \{a, b\}^* \mid \#_a(w) = \#_b(w)\},$$

kde $\#_x(w)$ značí počet znaků x v řetězci w, platí Pumping Lemma pro bezkontextové jazyky pro hodnotu $k = 2$ (k je konstanta z Pumping Lemmatu). (40 bodů)

Nechť $M = (Q, \Sigma, \Gamma, \delta, q_0, Z_0, F)$ je nedeterministický zásobníkový automat. Popište konstrukci nedeterministického zásobníkového automatu M', pro který platí

$$L(M') = \{w \in \Sigma^* \mid w \in L(M) \wedge \#_a(w) \bmod 3 \neq 0\}.$$

(40 bodů)

Pro bezkontextový jazyk

$$L = \{a^n b^m c^{3n} \mid n > 0 \wedge m \text{ je liché } \},$$

sestrojte a formálně zapište (ve shodě s definicí)

a) bezkontextovou gramatiku G takovou, že $L(G) = L$,

b) zásobníkový automat A takový, že $L(A) = L$.

Přesně a formálně definujte gramatiky typu 0 a typu 2. Nechť $G_1 = (N_1, \Sigma_1, P_1, S_1)$ a $G_2 = (N_2, \Sigma_2, P_2, S_2)$ jsou gramatiky typu 2 a $N_1 \cap N_2 = \emptyset$. Sestrojte gramatiky $G_\bullet$, G_* a $G_\cup$ typu 2 takové, že

a) $L(G_\bullet) = L(G_1) \cdot L(G_2)$,

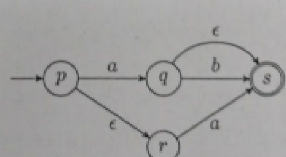
b) $L(G_*) = L(G_1)^*$,

c) $L(G_\cup) = L(G_1) \cup L(G_2)$.

4 Algoritmy

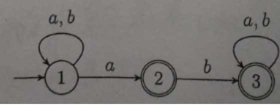
Zapište algoritmus (včetně výpočtu množiny neterminálů $N_\epsilon = \{A \mid A \Rightarrow^+ \epsilon\}$), který danou bezkontextovou gramatiku transformuje na jazykově ekvivalentní bezkontextovou gramatiku bez epsilon pravidel. (40 bodů)

Formálně definujte pojem ϵ-uzávěr stavu RKA (rozšířeného konečného automatu, tj. nedeterministického konečného automatu s ϵ pravidly) a formálně zapište algoritmus, který v polynomiálním čase převede vstupní RKA na nedeterministický konečný automat bez ϵ ~~pravidel~~ přechodů (NKA). Dále uvažujte následující RKA A:



Pomocí zapsaného algoritmu převeďte A na jazykově ekvivalentní NKA (tj. bez ϵ pravidel). (50 bodů)

Zapište algoritmus, který daný nedeterministický konečný automat bez ϵ přechodů převede na jazykově ekvivalentní deterministický konečný automat. Algoritmus demonstrujte na automatu uvedeném níže. (40 bodů)



5 Uzáverové vlastnosti

Definicia, co je to uzavretost triedy jazykov. Dokaz neuzavretosti deterministickych bezkontextovych jazykov na operacie prienik a zjednotenie. Zadana binarna relacia, dokazat, ze je uzavrena. $L1 \circ L2 = \{uv \mid u \in L1 \land v \in L2 \land |uv| \leq 5\}$.

Rozhodněte a dokažte, zda platí následující tvrzení ($\mathcal{L}_2$ značí třídu všech bezkontextových jazyků a $\mathcal{L}_3$ značí třídu všech regulárních jazyků):

a) $\exists L_1 \in \mathcal{L}_2 : \forall L_2 \in \mathcal{L}_2 : L_1 \cap L_2 \in \mathcal{L}_2$

b) $\exists L_1 \in \mathcal{L}_2 \setminus \mathcal{L}_3 : \forall L_2 \in \mathcal{L}_3 : L_1 \cap L_2 \in \mathcal{L}_3$

c) Třída bezkontextových jazyků nad abecedou $\Sigma = \{a, b\}$ je uzavřená vzhledem k binární operaci $\diamond$ definované následovně:

$$L_1 \diamond L_2 = \{w \in \Sigma^* \mid (w \in L_1 \land w \in L_2) \lor |w| > 1\}.$$

Rozhoděte a dokažte, zda pro jazyky nad abecedou Σ platí

$$\forall L_1 \in \mathcal{L}_3 \ : \ \exists L_2 \in \mathcal{L}_2 \setminus \mathcal{L}_3 \ : \ L_1 \cap L_2 \in \mathcal{L}_3,$$

kde $\mathcal{L}_3$ a $\mathcal{L}_2$ značí třídu regulárních resp. bezkontextových jazyků. (30 bodů)

Rozhodněte a dokažte, zda pro jazyky nad abecedou $\Sigma = \{a, b, c\}$ platí:

(a) $\forall L \in \mathcal{L}_3 : |L| = \infty \implies \Diamond L \in \mathcal{L}_2$,

(b) $\forall L \in \mathcal{L}_3 : |L| = \infty \implies \Diamond L \in \mathcal{L}_2 \setminus \mathcal{L}_3$,

kde $\Diamond L = \{w \in L \mid \#_a(w) + \#_b(w) = \#_c(w)\}$. (40 bodů)

Rozhodněte a dokažte, zda pro jazyky nad abecedou Σ platí

$$\forall L_1 \in \mathcal{L}_3 \ : \ \exists L_2 \in \mathcal{L}_2 \setminus \mathcal{L}_3 \ : \ L_1 \cup L_2 \in \mathcal{L}_3,$$

kde $\mathcal{L}_3$ a $\mathcal{L}_2$ značí třídu regulárních resp. bezkontextových jazyků. (30 bodů)

Nechť $\mathcal{L}_{CK}$ značí třídu co-konečných jazyků, tj. jazyků, jejichž komplement je konečný. Rozhodněte a dokažte, zda platí:

$$\forall L_1, L_2 \in \mathcal{L}_{CK} \text{ je jazyk } L_1 \cdot L_2 \text{ regulární.}$$

(40 bodů)

Nechť $\mathcal{L}_{DBJ}$ značí třídu deterministických bezkontextových jazyků a $\mathcal{L}_3$ značí třídu regulárních jazyků. Rozhodněte a dokažte, zda platí:

$$\exists L_1 \in \mathcal{L}_{DBJ} : \exists L_2 \in \mathcal{L}_3 : L_1 \cap L_2 \notin \mathcal{L}_{DBJ}.$$

(30 bodů)

6 Turingove stroje

Definicia prechodovej funkcie NTS, retazec prijimany TS, jazyk prijimany TS. TS zadaný prechodovou funkciou mal na vstupu ΔabcaΔ^w a bylo třeba doplnit 4 pravidla tak, aby výstup byl ΔacbaΔ^w.

a) Pro deterministický Turingův stroj $M = (Q, \Sigma, \Gamma, \delta, q_0, q_f)$ formálně definujte tvar přechodové funkce δ, konfiguraci stroje M a relaci přechodu $\vdash_M$ mezi konfiguracemi.

b) Sestrojte a formálně zapište deterministický Turingův stroj M o nejvýše 4 stavech a 4 přechodech tak, aby platilo $(q_0, \Delta a^i \Delta^\omega, 0) \vdash_M^* (q_f, \Delta b^i \Delta^\omega, n)$, kde $i, n \geq 0$.

7 Diagonalizácia

Pomocí techniky diagonalizace dokažte, že existuje jazyk, který není rekurzivně vyčíslitelný. (30 bodů)

Dokažte, že existuje totální funkce $f : \mathbb{N} \to \mathbb{N}$, která není primitivně rekurzivní. K důkazu můžete použít techniky podobné diagonalizaci.

8 Redukcie, rekurzívne a rekurzívne vyčísliteľné jazyky

Formálně definujte pojem redukce jazyka L_1 na jazyk L_2 a zapište příslušná tvrzení (implikace) pro určování rozhodnutelnosti resp. nerozhodnutelnosti jazyků. (30 bodů)

Rozhodněte a dokažte, zda jsou rekurzivně vyčíslitelné jazyky uzavřeny vyhledem k operaci pozitivní iterace $+$. (30 bodů)

Rozhodněte a dokažte, zda existuje rekurzivně vyčíslitelný jazyk L_1 a rekurzivní jazyk L_2, pro které platí, že $L_1 \leq L_2$ (tj. L_1 se redukuje na L_2). (30 bodů)

Pro abecedu $\Sigma = \{a, b\}$ rozhodněte a dokažte, zda:

i) $L = \{\langle M \rangle \mid M$ je Turingův stroj, pro který $|L(M) \cap \{a, b\}| = 1\}$ je rekurzivní.

ii) $L = \{\langle M \rangle \mid M$ je Turingův stroj, pro který $|L(M) \cap \{a, b\}| \geq 1\}$ je rekurzivně vyčíslitelný.

(60 bodů)

Poznámka: $\langle M \rangle$ označuje kód Turingova stroje M.

Rozhodněte a dokažte, zda existuje jazyk L, který není rekurzivní, ale je rekurzivně vyčíslitelný, a jeho doplněk $\overline{L}$ je též rekurzivně vyčíslitelný. (30 bodů)

Pro abecedu $\Sigma = \{a, b\}$ rozhodněte a dokažte, zda:

i) $L = \{\langle M \rangle \mid M$ je Turingův stroj takový, že $L(M)$ je bezkontextový jazyk$\}$ je rekurzivně vyčíslitelný.

ii) $L = \{\langle M \rangle \mid M$ je Turingův stroj takový, že $|L(M)| \geq 3\}$ je rekurzivně vyčíslitelný.

iii) $L = \{\langle M \rangle \mid M$ je Turingův stroj, pro který platí, že existuje $w \in \{a, b\}^{42}$ takové, že M zastaví na w do $|w|$ kroků $\}$ je rekurzivní.

(90 bodů)

Poznámka: $\langle M \rangle$ označuje kód Turingova stroje M.

Definujte operaci substituci jazyků do jazyka a uzavřenost třídy jazyků vzhledem k substituci. Ukažte, že třída rekurzivně vyčíslitelných jazyků je uzavřena vzhledem k substituci.

(3b) Rozhodněte a dokažte zda jazyk:

- L_1 = { < M > | $\exists \omega \in \Sigma^*$ takové, že M zastaví na w} je rekurzivní,
- L_2 = { < M > | $\exists \omega \in \Sigma^*$ takové, že M nezastaví na ω během 17 kroků} je rekurzivně vyčíslitelný,

kde <M> označuje kód Turingova stroje M se vstupní abecedou Σ. V důkazech použijte redukci nebo popište hlavní myšlenku fungování patřičného TS. Dále uveďte jazyk (různý od L_1 a L_2), který není rekurzivně vyčíslitelný.

9 Zložitosť

Definujte formálně časovou složitost Turingových strojů a třídu jazyků $DTIME[n^5]$. (20 bodů)

Rozhodněte a dokažte, zda platí:

- $n^3 \in O(10n^2 + 100)$,
- $10n^2 + 100 \in O(n^3)$.

(20 bodů)

Rozhodněte a dokažte, zda platí:

$$L_1, L_2 \in DTIME[n^3] \Rightarrow \{uv \mid u \in L_1 \wedge v \in L_2\} \in NTIME[n^3].$$

(30 bodů)

Definujte formálně

(a) pro funkci $f : \mathbb{N} \to \mathbb{N}$ množinu $\mathcal{O}(f(n))$,

(b) prostorovou složitost nedeterministických Turingových strojů.

(20 bodů)

Rozhodněte a dokažte, zda platí:

$$L \in DTIME[n^4] \Rightarrow \{u_1u_2\cdots u_k \mid k \geq 1, \forall 1 \leq i \leq k : u_i \in L\} \in NTIME[n^4].$$

(30 bodů)

Formálně definujte:

i) prostorovou složitost nedeterministického Turingova stroje, který přijímá jazyk L,

ii) asymptoticky horní omezení funkce $f : \mathbb{N} \to \mathbb{N}$ (to jest $\mathcal{O}(f(n))$),

iii) třídu jazyků $NSPACE[2^n]$.

(30 bodů)

Pro $\Sigma = \{a, b, c\}$, rozhodněte a dokažte, zda platí:

$$L \in DTIME[n^5] \Rightarrow \{w \in \Sigma^* \mid \exists w' \in L \text{ takové, že } w' \text{ je podslovo slova } w\} \in DTIME[n^7].$$

(40 bodů)

10 NP problémy, polynomiálna redukcia

Definujte formálně, kdy je jazyk NP-úplný, a dokažte, ze následující jazyk je NP-úplný:

$L = \{(\Phi_1, \Phi_2) \mid \Phi_1, \Phi_2$ jsou výrokové formule v konjuktivní normální formě, pro které existují dvě různé valuace proměnných v_1 a v_2, takové že $\Phi_1(v_1) \neq \Phi_2(v_1) \wedge \Phi_1(v_2) \neq \Phi_2(v_2)\}$

(40 bodů)

Poznámka: $\Phi_i(v_i) \in \{\text{true}, \text{false}\}$ označuje, zda je formule Φ_i pravdivá při valuaci proměnných v_i.

Definujte formálně, kdy je jazyk NP-úplný, a dokažte, že následující jazyk je NP-úplný:

$L = \{(\Phi, n) \mid \Phi$ je výroková formule nad proměnnými $x_1, \ldots x_k$ v konjunktivní normální formě, $n \in \mathbb{N}_0$, a navíc platí, že existuje valuace v proměnných $x_1, \ldots, x_k$, která splňuje Φ, a pro kterou platí $E(v) \geq n\}$,

kde $E(v) \in \mathbb{N}$ značí číslo, jehož binární zápis $n_1 \ldots n_k$ je definován následujícím způsobem:

$$n_i = \begin{cases} 0 & \text{pokud } v(x_i) = \mathit{false}, \\ 1 & \text{pokud } v(x_i) = \mathit{true}. \end{cases}$$

(40 bodů)

Definujte formálně, kdy je jazyk NP-úplný. Dále uveďte hlavní myšlenku důkazu, že jazyk L definovaný níže je NP-úplný:

$L = \{(\Phi_1, \Phi_2) \mid \Phi_1, \Phi_2$ jsou výrokové formule v konjunktivní normální formě, pro které existuje valuace proměnných $\bar{v}$ taková, že $\Phi_1(\bar{v}) \neq \Phi_2(\bar{v})\}$.

(40 bodů)

Poznámka: $\Phi_i(\bar{v}) \in \{\text{true}, \text{false}\}$ označuje, zda je formule Φ_i pravdivá při valuaci proměnných $\bar{v}$.

11 Vyčíslitelné funkcie

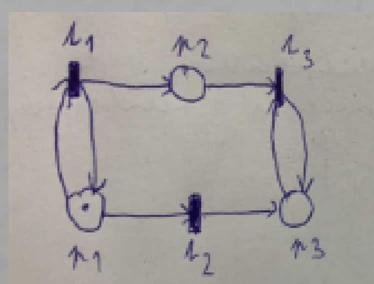
Pomocí počátečních funkcí a operátorů kombinace, kompozice a primitivní rekurze vyjádřete funkci

$$tplus(x, y) = x + 3y.$$

Nepoužívejte žádné další funkce zavedené na přednáškách mimo funkce počáteční. Nepoužívejte zjednodušenou syntaxi zápisu funkcí—dodržte přesné definiční tvar operátorů kombinace, kompozice a primitivní rekurze.
(30 bodů)

12 Petriho siete

Definujte formálně P/T Petriho sítě. Ve shodě s touto definicí popište síť na obrázku (všechna místa mají neomezenou kapacitu). Dále popište množinu výpočetních posloupností této Petriho sítě jako jazyk nad množinou jejich přechodů. (40 bodů)



Pro P/T Petriho síť $N = (P, T, F, W, K, M_0)$ definujte formálně následující:

(a) předpis pro výpočet následujícího značení M' ze značení M při proveditelném přechodu t (tj. platí-li $M[t\rangle M'$),

(b) množinu $[M_0\rangle$ dosažitelných značení sítě N a

(c) (zobecněnou) přechodovou funkci $\delta : [M_0\rangle \times T^* \to [M_0\rangle$.

(30 bodů)

Definujte formálně P/T Petriho sítě. Ve shodě s touto definicí popište síť na obrázku (všechna místa mají neomezenou kapacitu). Dále zapište proveditelnou posloupnost přechodů a odpovídajících značení, ve které se vyskytují všechny přechody (použijte zavedenou notaci $M[t\rangle M'$). (40 bodů)