Konečné automaty s transformáciami vstupu

Júlia Froncová RNDr. Peter Kostolányi, PhD.

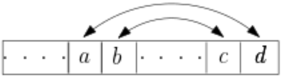
Uvedenie do problému

- Modely automatov s pridanou možnosťou urobiť nejakú operáciu na zostávajúcom vstupe
- Prvá motivácia pri výskume zásobníkových automatov
  - Bordihn, Holzer, and Kutrib
- Zmena výpočtovej sily modelov?
  - Možnosť aplikácie transformácie k-krát
  - Možnosť aplikácie transformácie neobmedzene veľa ráz
- Pomenovanie - rozšírené konečné automaty

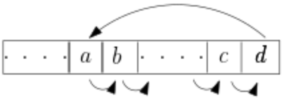
Cieľ práce

- Minulý výskum - modely s konkrétnymi transformáciami
- Môj prínos
  - Nový a všeobecnejší rámec - permutácie vstupu a automaty používajúce permutácie
  - Výpočtová sila automatov
  - Podmienky na zachovanie regularity

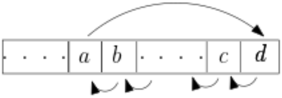
Minulý výskum



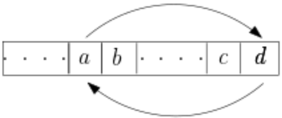
Input reversal



Left revolving



Right revolving



Circular Interchange

Minulý výskum

Nech $a \in \Sigma$, $v, w \in \Sigma^*$, $u \in (\Sigma \setminus \{a\})^*$, $p \in K$

1. Najľavejšia vlásenková transformácia : $(q, auaw) \vdash_A (p, au^R aw)$.
2. Všeobecná vlásenková transformácia: $(q, avaw) \vdash_A (p, av^R aw)$.
3. Najpravejšia vlásenková transformácia: $(q, awau) \vdash_A (p, aw^R au)$.

Minulý výskum

	Najviac k transformácií	neobmedzený počet transformácií
ci	$\mathscr{R}$	$\mathscr{R}$
lr	$\mathscr{R}$	$\subsetneq \mathscr{L}_{CS}$
rr	$\mathscr{R}$	$\subsetneq \mathscr{L}_{CS}$
ir	$\mathscr{R}$	$\mathscr{L}_{LIN}$
lh	$\mathscr{R}$	$\subsetneq \mathscr{L}_{CS}$
rh	$\mathscr{R}$	$\subsetneq \mathscr{L}_{CS}$
h	$\mathscr{R}$	$\subsetneq \mathscr{L}_{CS}$

Naše definície

Permutácia vstupu Φ je postupnosť $(\Phi_n)_{n\in\mathbb{N}}$, kde $\Phi_n : \Omega^n \longrightarrow \Omega^n$

- $\Phi(w)$ značí $\Phi_{|w|}(w)$
- $|w|_c = |\Phi(w)|_c$, $\forall w \in \Omega^*$, $\forall c \in \Omega$
- $L \subseteq \Omega^*$, $\Phi(L) = \{\Phi(w) \mid w \in L\}$
- neuniformné zobrazenia

Pozičná permutácia vstupu $\varphi = (\varphi_n)_{n\in\mathbb{N}}$, kde $\varphi_n : \mathbb{Z}_n \longrightarrow \mathbb{Z}_n$

- $\forall n \in \mathbb{N}$, $a_0, a_1, ..., a_{n-1} \in \Omega$: $\varphi(a_0...a_{n-1}) = a_{\varphi_n(0)} \cdots a_{\varphi_n(n-1)}$
- $L \subseteq \Sigma^*$, $\varphi(L) = \{\varphi(w) \mid w \in L\}$
- neuniformné zobrazenia

Naše definície

Príklad

Preklápanie doľava $\varphi = (\varphi_n)_{n \in \mathbb{N}}$: $\varphi_n(i) = (i-1) \pmod{n}$, $\forall n \in \mathbb{N}$, $i = 0, \ldots, n-1$.

Príklad

Reverz vstupu $\varphi = (\varphi_n)_{n \in \mathbb{N}}$: $\varphi_n(i) = (n-1-i) \pmod{n}$, $\forall n \in \mathbb{N}$, $i = 0, \ldots, n-1$.

Príklad

Najľavejšia vlásenková transformácia $\Phi = (\Phi_n)_{n \in \mathbb{N}}$: $\Phi_{|w|}(w) = av^R au$, *kde* $a \in \Omega$, $v \in (\Omega \setminus \{a\})^*$, $u \in \Omega^*$, $w = avau$.

Naše definície

Slepý automat s permutáciou vstupu

- $A = (Q, \Sigma, \delta, \Delta, \varphi, q_0, F)$, $\Delta : Q \longrightarrow 2^Q$

Automat s permutáciou vstupu

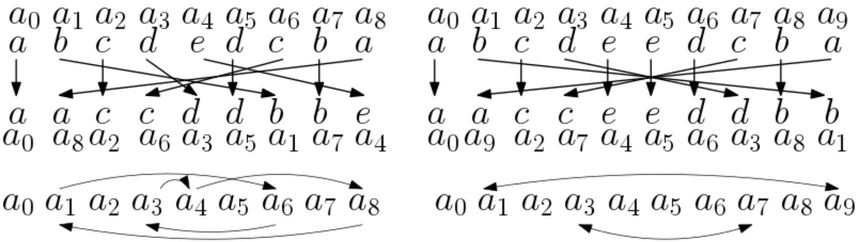
- $A = (Q, \Sigma, \delta, \Delta, \varphi, q_0, F)$, $\Delta : Q \times (\Sigma \cup \{\varepsilon\}) \longrightarrow 2^Q$

Triedy jazykov akceptovaných automatmi s permutáciou vstupu

- $\mathscr{L}_{BL}(\varphi, k)$
- $\mathscr{L}(\varphi, k)$

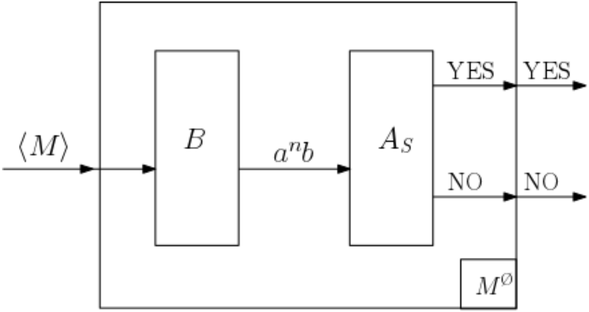
Permutácie nezachovávajúce regularitu

$L = \{w \in \Sigma^* \mid w = w^R\}$



Permutácie nezachovávajúce regularitu

- Unárny rekurzívne nevyčísliteľný jazyk
- Napr. S je množina prirodzených čísel, ktoré v binárnej sústave reprezentujú kódy Turingových strojov akceptujúcich prázdny jazyk
- Pozičná permutácia vstupu φ:
  - $\forall n \in S$: $\varphi_{n+1}(i) = i - 1 \pmod{n+1}$, $\forall i \in \mathbb{Z}_{n+1}$
  - $\forall n \notin S$: $\varphi_{n+1}(i) = i$, $\forall i \in \mathbb{Z}_{n+1}$
- Jazyk $L_S = \{a^n b \mid n \in S\}$



Hlavný výsledok

Veta

Nech φ je pozičná permutácia vstupu. Potom nasledujúce výroky sú ekvivalentné:

1. $\mathscr{L}_{BL}(\varphi, k) = \mathscr{R}$ *pre všetky* $k \in \mathbb{N}$.
2. $\mathscr{L}(\varphi, k) = \mathscr{R}$ *pre všetky* $k \in \mathbb{N}$.
3. $\mathscr{R}$ *je uzavretá pod* φ^{-1}.

Možný budúci výskum

- Sú triedy $\mathscr{L}_{BL}(\varphi, k)$ and $\mathscr{L}(\varphi, k)$ ekvivalentné, ak φ nie je pozičná permutácia vstupu?
- Aký je vzťah medzi triedami $\mathscr{L}_{BL}(\varphi)$ a $\mathscr{L}(\varphi)$?