

Zásobníkový automat s omezeným obsahem zásobníku

Ing. Zbyněk Křivka

`krivka@fit.vutbr.cz`

Školitel: Doc. Alexander Meduna

Motivace, Historie, Vývoj

- 2 hlavní přístupy: gramatiky vs. automaty
- Kontext práce:
 - 70. Léta – vznik gramatik s řízeným přepisováním
 - zvyšování síly (regulární řídicí jazyk)
 - 2000, 2002 – Meduna, Kolář – řízené automaty
 - regulární řídicí jazyk nestačí pro zvýšení síly PDA
 - 2004 – Meduna, Křivka – omezované automaty
 - místo řízení, omezování obsahu zásobníku = CRPDA

Klasický zásobníkový automat

- $M = (Q, \Sigma, \Gamma, R, s, \#, F)$
- $\Sigma \subseteq \Gamma, s \in Q, \# \in \Gamma, F \subseteq Q$
- R pravidla/přechody tvaru:
$$\Gamma \times Q \times \Sigma \cup \{\varepsilon\} \rightarrow \Gamma^* \times Q$$

např.: #sa → bbq
- Obecně povolen nedeterminismus
- $L(\text{PDA}) = \text{CF}$

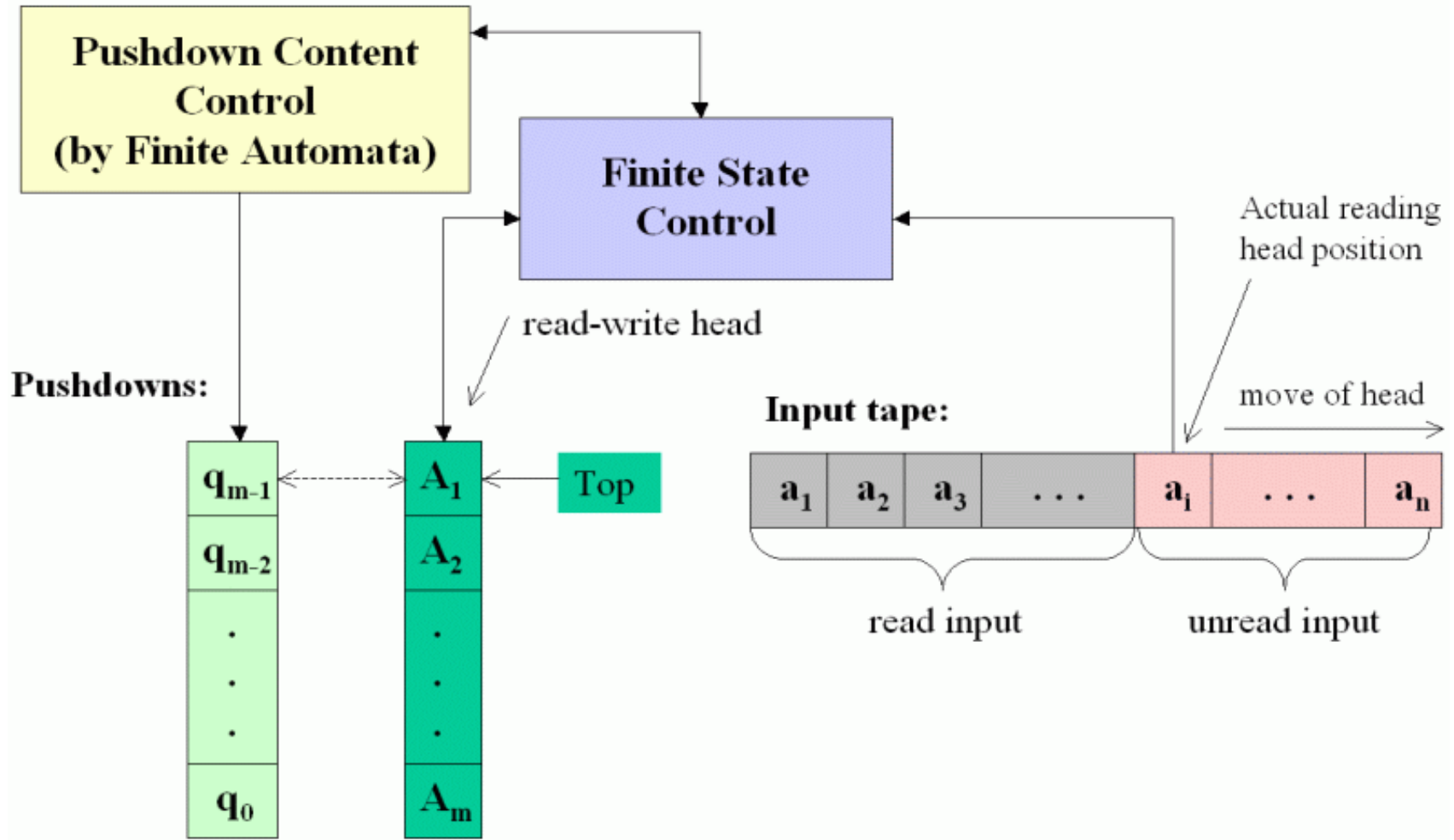
Definice CRPDA(X)

Nechť $K(M, w) = \{ \gamma \mid M=(Q, \Sigma, \Gamma, R, s, S, F), w \in \Sigma^*, w \in L(M), \text{ posloupnost přechodů } (S, s, w) \vdash^* (\gamma, q, u), \text{ že } \exists \text{ posloupnost přechodů } (\gamma, q, u) \vdash^* (\gamma_F, q_F, \varepsilon), u = \text{suffix}(w), q \in Q, q_F \in F, \gamma, \gamma_F \in \Gamma^* \}$ je množina **možných obsahů zásobníku** automatu M při analýze věty w a necht' \mathcal{E} je **omezující jazyk**.

Pak $L(M, \mathcal{E}) = \{ w \mid w \in \Sigma^*, w \in L(M), K(M, w) \subseteq \mathcal{E} \}$ je **jazyk přijímaný zásobníkovým automatem M s omezeným obsahem zásobníku jazykem \mathcal{E}** .

Množinu jazyků přijímaných tímto automatem označme $CRPDA(X)$, kde $X \in \{\text{REG}, \text{LIN}\}$ a $\mathcal{E} \in X$.

Schéma – CRPDA(REG)



Věta: $CRPDA(REG) = CF$

Princip důkazu:

- převod $CRPDA(REG)$ na PDA
- REG reprezentován KA
- Stavy KA zakódovány do nových zásobníkových symbolů v novém PDA

Zhodnocení CRPDA(REG)

- náročná manuální syntéza omezujícího KA
- možnost přenést část práce přechodů zásobníkového automatu na omezující KA
- časová náročnost vzroste o simulaci KA a obsluhu pomocného zásobníku
- Modifikace: kontrola obsahu zásobníku jen při změně zásobníkového stavu

$$\text{Př. } L(M, L(G)) = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$$

$$M = (Q, \Sigma, \Sigma \cup \{\#, \Delta\}, R, \#, s, \{f\})$$

$$R = \left\{ \begin{array}{l} 1) \#s\varepsilon \rightarrow \#cs, \\ 2) cs\varepsilon \rightarrow ccs, \\ 3) csa \rightarrow cas, \\ 4) asa \rightarrow aas, \\ 5) as\varepsilon \rightarrow a\Delta s, \\ 6) \Delta s\varepsilon \rightarrow \varepsilon q, \\ 7) aqb \rightarrow \varepsilon q, \\ 8) cq\varepsilon \rightarrow \varepsilon q, \\ 9) \#q\varepsilon \rightarrow \varepsilon f \end{array} \right\}$$

$$G = (N, T, P, S)$$

$$N = \{S, X, Y\},$$

$$T = \{a, c, \#, \Delta\},$$

$$P = \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow \#cX \mid \# \mid \varepsilon, \\ X \rightarrow cXa \mid cX \mid \varepsilon, \\ S \rightarrow \#cYa\Delta, \\ Y \rightarrow cYa \mid \varepsilon \end{array} \right\}$$

Dodatek k zás. automatu M:

$$Q = \{s, q, f\}, \Sigma = \{a, b, c\}$$

Př.(pokrač.) příjem věty: aabbcc

Zásobník, stav	Vstup	Použiji přechody
#, s	aabbcc	1, 2
#cc, s	aabbcc	3, 4
#ccaa, s	bbcc	5
#ccaa Δ , s	bbcc	6 (L(G) \Rightarrow stejný počet a, c)
#ccaa, q	bbcc	7, 7
#cc, q	cc	8, 8
#, q		9
, f		Věta aabbcc přijata!

Závěr

Výsledek práce:

$$\text{CRPDA}(\text{REG}) = \text{CF} \subset \text{CRPDA}(\text{LIN}) \subseteq \text{RE}$$

Hypotéza:

$$\text{PS: CF}(\text{LIN}) \subseteq \text{RE}$$

$$\text{CRPDA}(\text{LIN}) = \text{RE}$$

Praxe – neprobádáno:

- Méně významné, asi horší než řízené PDA

Využití?:

- Studium nedeterminismu, jeho minimalizace
- auto-konstrukce automatu pro L_0

Reference

- Meduna A., Kolář D.: [Regulated Pushdown Automata](#), In: Acta Cybernetica, roč. 2000, č. 4, str. 653-664
- Meduna A., Kolář D.: [One-Turn Regulated Pushdown Automata and Their Reduction](#), Fundamenta Informatica, roč. 2002, č. 16, str. 399-405
- Meduna, A.: [Automata and Languages](#), Springer, London, 2000, ISBN 1-85233-074-0