

Typografie a publikování – 5. projekt

Konečné automaty

Alex Sporní
xsporn01@stud.fit.vutbr.cz

Vysoké učení technické v Brně
Fakulta informačních technologií

18. ledna 2020

Definice a základní principy konečných automatů a jejich uplatnění:

Konečný automat je teoretický výpočetní model používaný v informatice pro studium formálních jazyků. Popisuje velice jednoduchý počítač, který může být v jednom z několika stavů, mezi kterými přechází na základě symbolů, které čte ze vstupu.

- Konečný automat (KA) budeme chápat jako abstraktní model určitého specifického typu výpočtu.
- Výpočet neprobíhá s čísly, ale s objekty, které budeme nazývat symboly
- Tento model má v informatice a výpočetní technice široké použití, jako např.:
 - při návrhu sekvenčních logických obvodů
 - v překladačích programovacích jazyků
 - při řešení jednodušších úloh z oblasti umělé inteligence
 - v řídicích systémech logického typu

Definice a základní principy konečných automatů a jejich uplatnění:

Konečný automat je teoretický výpočetní model používaný v informatice pro studium formálních jazyků. Popisuje velice jednoduchý počítač, který může být v jednom z několika stavů, mezi kterými přechází na základě symbolů, které čte ze vstupu.

- Konečný automat (KA) budeme chápat jako abstraktní model určitého specifického typu výpočtu.
- Výpočet neprobíhá s čísly, ale s objekty, které budeme nazývat symboly
- Tento model má v informatice a výpočetní technice široké použití, jako např.:
 - při návrhu sekvenčních logických obvodů
 - v překladačích programovacích jazyků
 - při řešení jednodušších úloh z oblasti umělé inteligence
 - v řídicích systémech logického typu

Definice a základní principy konečných automatů a jejich uplatnění:

Konečný automat je teoretický výpočetní model používaný v informatice pro studium formálních jazyků. Popisuje velice jednoduchý počítač, který může být v jednom z několika stavů, mezi kterými přechází na základě symbolů, které čte ze vstupu.

- Konečný automat (KA) budeme chápat jako abstraktní model určitého specifického typu výpočtu.
- Výpočet neprobíhá s čísly, ale s objekty, které budeme nazývat symboly
- Tento model má v informatice a výpočetní technice široké použití, jako např.:
 - při návrhu sekvenčních logických obvodů
 - v překladačích programovacích jazyků
 - při řešení jednodušších úloh z oblasti umělé inteligence
 - v řídicích systémech logického typu

Definice a základní principy konečných automatů a jejich uplatnění:

Konečný automat je teoretický výpočetní model používaný v informatice pro studium formálních jazyků. Popisuje velice jednoduchý počítač, který může být v jednom z několika stavů, mezi kterými přechází na základě symbolů, které čte ze vstupu.

- Konečný automat (KA) budeme chápat jako abstraktní model určitého specifického typu výpočtu.
- Výpočet neprobíhá s čísly, ale s objekty, které budeme nazývat symboly
- Tento model má v informatice a výpočetní technice široké použití, jako např.:
 - při návrhu sekvenčních logických obvodů
 - v překladačích programovacích jazyků
 - při řešení jednodušších úloh z oblasti umělé inteligence
 - v řídicích systémech logického typu

Definice a základní principy konečných automatů a jejich uplatnění:

Konečný automat je teoretický výpočetní model používaný v informatice pro studium formálních jazyků. Popisuje velice jednoduchý počítač, který může být v jednom z několika stavů, mezi kterými přechází na základě symbolů, které čte ze vstupu.

- Konečný automat (KA) budeme chápat jako abstraktní model určitého specifického typu výpočtu.
- Výpočet neprobíhá s čísly, ale s objekty, které budeme nazývat symboly
- Tento model má v informatice a výpočetní technice široké použití, jako např.:
 - při návrhu sekvenčních logických obvodů
 - v překladačích programovacích jazyků
 - při řešení jednodušších úloh z oblasti umělé inteligence
 - v řídicích systémech logického typu

Podíváme-li se na KA jako na „černou skříňku“ (zajímá nás tedy pouze to, jak automat komunikuje s okolím, tj. jak z okolí přijímá informaci a jakou informaci do okolí vydává; naopak nás vůbec nezajímá „co se děje uvnitř“), lze rozlišovat tři typy KA:

- 1 rozpoznávací KA (akceptor)
- 2 klasifikační KA (klasifikátor)
- 3 KA s výstupní funkcí (translátor)

Definice

- Rozpoznávací automat o zpracovaném řetězci vydá jednoznačné rozhodnutí typu ano/ne
- symbolicky můžeme toto rozhodnutí znázornit jako žárovku na výstupu, která buď svítí, nebo nesvítí



Definice

- Klasifikační automat zpracovaný řetězec zařadí do jedné z n tříd
- Symbolicky můžeme toto rozhodnutí znázornit jako n žárovek, z nichž v každém okamžiku svítí právě jedna



Definice

- Automat s výstupní funkcí na základě vstupního řetězce vytvoří *výstupní řetězec* ze symbolů z *množiny výstupních symbolů*.
- To, že automat generuje výstupní řetězce, je v symbolickém obrázku znázorněno výstupní šipkou



Formálně je konečný automat definován jako uspořádaná pětice $(S, \Sigma, \sigma, s, A)$

- S je konečná neprázdná množina stavů
- Σ je konečná neprázdná množina vstupních symbolů
- σ je tzv. přechodová funkce (též přechodová tabulka), popisující pravidla přechodů mezi stavy. Může mít buď podobu $S \times \Sigma \rightarrow S$ (deterministický automat), nebo $S \times \Sigma \cup \epsilon \rightarrow P(S)$ (nedeterministický automat)
- s je počáteční stav, $s \in S$
- A je množina přijímajících stavů, $A \subseteq S$

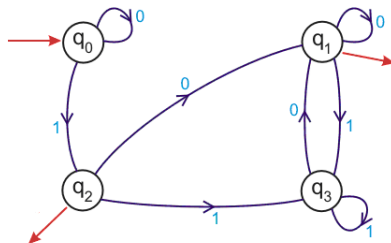
Způsoby reprezentace konečných automatů

Matematický popis KA pomocí definice uvedený v předchozím textu je sice jednoznačný a úplný, nicméně pro praktické použití bývají výhodnější jiné způsoby popisu automatu:

- přechodový graf (stavový diagram) – grafická reprezentace, pro výukové účely nejvhodnější
- tabulka – tabulková reprezentace, méně názorná, vhodné východisko pro implementaci
- stavový strom – kompromis mezi oběma předchozími způsoby

Reprezentace KA – stavovým diagramem

- stavům KA odpovídají vrcholy grafu (kolečka)
- přechodům orientované hrany mezi nimi
- hrany jsou ohodnoceny vstupními symboly představují podněty k provedení přechodu
- počáteční stav je označen vstupní šipkou
- koncové stavy jsou označeny výstupními šipkami



Reprezentace KA – tabulkou

- stavům odpovídají řádky tabulky
- vstupním symbolům její sloupce
- každé políčko tabulky tedy odpovídá právě jedné dvojici (stav, vstupní symbol)
- v odpovídajících pozicích jsou zapsány následující stavy příslušných přechodů
- řádek odpovídající počátečnímu stavu je označen vstupní šipkou
- řádky odpovídající koncovým stavům jsou označeny výstupními šipkami

	0	1
→ q_0	q_0	q_2
← q_1	q_1	q_3
← q_2	q_1	q_3
q_3	q_1	q_3

Reprezentace KA – tabulkou

- stavům odpovídají řádky tabulky
- vstupním symbolům její sloupce
- každé políčko tabulky tedy odpovídá právě jedné dvojici (stav, vstupní symbol)
- v odpovídajících pozicích jsou zapsány následující stavy příslušných přechodů
- řádek odpovídající počátečnímu stavu je označen vstupní šipkou
- řádky odpovídající koncovým stavům jsou označeny výstupními šipkami

	0	1
→ q_0	q_0	q_2
← q_1	q_1	q_3
← q_2	q_1	q_3
q_3	q_1	q_3

Reprezentace KA – tabulkou

- stavům odpovídají řádky tabulky
- vstupním symbolům její sloupce
- každé políčko tabulky tedy odpovídá právě jedné dvojici (stav, vstupní symbol)
- v odpovídajících pozicích jsou zapsány následující stavy příslušných přechodů
- řádek odpovídající počátečnímu stavu je označen vstupní šipkou
- řádky odpovídající koncovým stavům jsou označeny výstupními šipkami

	0	1
→	q ₀	q ₂
←	q ₁	q ₃
←	q ₂	q ₃
	q ₃	q ₃

Reprezentace KA – tabulkou

- stavům odpovídají řádky tabulky
- vstupním symbolům její sloupce
- každé políčko tabulky tedy odpovídá právě jedné dvojici (stav, vstupní symbol)
- v odpovídajících pozicích jsou zapsány následující stavy příslušných přechodů
- řádek odpovídající počátečnímu stavu je označen vstupní šipkou
- řádky odpovídající koncovým stavům jsou označeny výstupními šipkami

	0	1
→	q ₀	q ₂
←	q ₁	q ₃
←	q ₂	q ₃
	q ₃	q ₃

Reprezentace KA – tabulkou

- stavům odpovídají řádky tabulky
- vstupním symbolům její sloupce
- každé políčko tabulky tedy odpovídá právě jedné dvojici (stav, vstupní symbol)
- v odpovídajících pozicích jsou zapsány následující stavy příslušných přechodů
- řádek odpovídající počátečnímu stavu je označen vstupní šipkou
- řádky odpovídající koncovým stavům jsou označeny výstupními šipkami

	0	1
→	q ₀	q ₂
←	q ₁	q ₃
←	q ₂	q ₃
	q ₃	q ₃

Reprezentace KA – tabulkou

- stavům odpovídají řádky tabulky
- vstupním symbolům její sloupce
- každé políčko tabulky tedy odpovídá právě jedné dvojici (stav, vstupní symbol)
- v odpovídajících pozicích jsou zapsány následující stavy příslušných přechodů
- řádek odpovídající počátečnímu stavu je označen vstupní šipkou
- řádky odpovídající koncovým stavům jsou označeny výstupními šipkami

	0	1
→	q ₀	q ₂
←	q ₁	q ₃
←	q ₂	q ₃
	q ₃	q ₃

Reprezentace KA – tabulkou

- stavům odpovídají řádky tabulky
- vstupním symbolům její sloupce
- každé políčko tabulky tedy odpovídá právě jedné dvojici (stav, vstupní symbol)
- v odpovídajících pozicích jsou zapsány následující stavy příslušných přechodů
- řádek odpovídající počátečnímu stavu je označen vstupní šipkou
- řádky odpovídající koncovým stavům jsou označeny výstupními šipkami

	0	1
→	q ₀	q ₂
←	q ₁	q ₃
←	q ₂	q ₃
	q ₃	q ₃

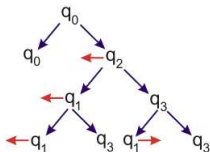
Reprezentace KA – tabulkou

- stavům odpovídají řádky tabulky
- vstupním symbolům její sloupce
- každé políčko tabulky tedy odpovídá právě jedné dvojici (stav, vstupní symbol)
- v odpovídajících pozicích jsou zapsány následující stavy příslušných přechodů
- řádek odpovídající počátečnímu stavu je označen vstupní šipkou
- řádky odpovídající koncovým stavům jsou označeny výstupními šipkami

	0	1
→	q ₀	q ₂
←	q ₁	q ₃
←	q ₂	q ₃
	q ₃	q ₃

Reprezentace KA – stavovým stromem

- Strom začínáme vytvářet od počátečního stavu
- Postupně budeme přidávat pro každý vstupní symbol jednu hranu orientovanou směrem dolů
- Rozvoj stromu pokračuje tak dlouho, dokud se v listech stromu neobjeví stavy, jejichž výskyty jsou již někde ve stromu rozvinuty
- Počáteční stav není třeba nijak označovat, je zřejmý z toho, že je kořenem stromu
- Výstupní stavy jsou označeny výstupními šipkami u všech jejich výskytů



- Václav Vais – Konečné automaty:

<https://bit.ly/2qN3Q2S>

- Wikipedia:

<https://bit.ly/2HGBGBn>