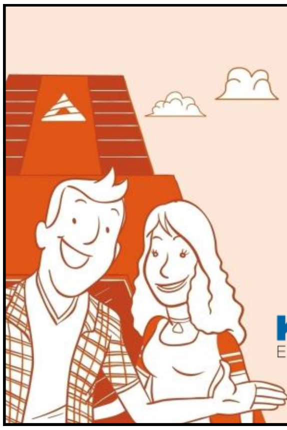


Compiladores

Aula 05
Unidade Jundiaí

Kroton Educacional

Anhanguera
Aqui o seu esforço ganha força.

Plano de Ensino

Anhanguera

- Revisão de Conjuntos e Funções
- Linguagens, Expressões Regulares e Gramáticas
- **Autômatos**
- Conceitos básicos sobre compiladores e interpretadores
- Visão geral do processo de compilação
- Tipos de compiladores
- Análise léxica
- Análise sintática
- Análise semântica
- Geração de Código

Livro-Texto

Anhanguera

- Bibliografia Básica:

  » AHO, A.; ULLMANN, J.; REVI, S.. Compiladores : princípios, técnicas e ferramentas. 3ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

- Bibliografia Complementar:

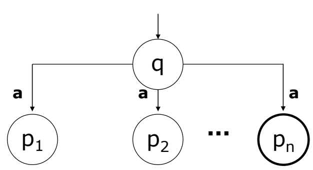
  » TOSCANI, Simão Sirineo; PRICE, Ana M. A.. Implementação de Linguagens de Programação. 1ª ed. Porto Alegre: Bookman Companhia Ed., 2008.
  » DELAMARO, Marcio Eduardo. Como Construir um Compilador : Utilizando Ferramentas Java. 1ª ed.: Novatec, 2004.

5. Autômatos – AFND

- Definição: um Autômato Finito Não-Determinístico (AFND) é uma 5-upla:
  $M = (\Sigma, Q, \delta, q_0, F)$ onde:
  - » $\Sigma \rightarrow$ alfabeto de símbolos de entrada.
  - » $Q \rightarrow$ conjunto de estados possíveis do autômato o qual é finito.
  - » $\delta \rightarrow$ função programa ou função transição: $\delta: Q x \Sigma \rightarrow 2^Q$
  - » $q_0 \rightarrow$ estado inicial, tal que $q_0 \in Q$.
  - » $F \rightarrow$ conjunto de estados finais tal que $F \subseteq Q$.

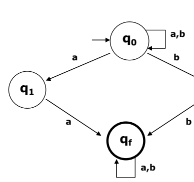
5. Autômatos – AFND

- Sabendo-se que δ é um grafo finito direto, supondo que:
  $\delta(q, a) = \{p_1, p_2, ..., p_n\}$



5. Autômatos – AFND

- Exemplo: considere a linguagem L = {w | w possui aa ou bb como subpalavra} e o AFND
  $M = (\{a, b\}, \{q_0, q_1, q_2, q_f\}, \delta, q_0, \{q_f\})$ onde δ é como abaixo representado, reconhece L.



δ	a	b
q_0	$\{q_0, q_1\}$	$\{q_0, q_2\}$
q_1	$\{q_f\}$	-
q_2	-	$\{q_f\}$
q_f	$\{q_f\}$	$\{q_f\}$

5. Autômatos – Conversão AFND → AFD

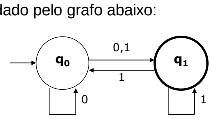
- Para cada Autômato Finito Não-Determinístico existe um Autômato Finito Determinístico equivalente.
- Para tal, devemos proceder com um algoritmo para a partir de um AFND, chegarmos a um AFD.
  - » Seja M = (Σ, Q, δ, q_0, F) um AFND então $\exists$ um AFD M'=(Σ, Q', δ', <q_0>, F') equivalente.

5. Autômatos – Conversão AFND → AFD

- Seja M = (Σ, Q, δ, q_0, F) e M' = (Σ, Q', δ', <q_0>, F')
  - » Q' contém δ_0 = {q_0} (o estado inicial).
  - » Faça:
    - δ_0'(<q_0>,w) = <q_1...q_n>
    - δ_1'(<q_1...q_n>,w) = $\delta(q_1,w) \cup \ldots \cup \delta(q_n,w)$
    - E assim sucessivamente δ_2', ..., δ_n'
  - » <q> $\in$ F' para cada estado q $\in$ F.
  - » <q_n> $\in$ Q' para cada estado <q_n> gerado por δ'.

5. Autômatos – Conversão AFND → AFD

- Exemplo 1: dado um AFND M=({0,1}, {q_0,q_1}, δ, {q_0}, {q_1})
  - » Onde δ é dado pelo grafo abaixo:



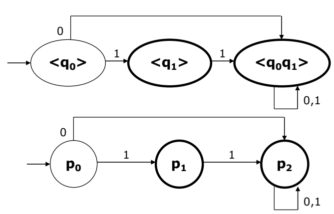
  - » Existe um M'=({0,1}, Q', δ', <q_0>, F') equivalente.

5. Autômatos – Conversão AFND → AFD

- Dada a função programa δ', temos:
  - » $\delta'(<q_0>, 0) = \delta(\{q_0\}, 0) = <q_0q_1>$
  - » $\delta'(<q_0>, 1) = \delta(\{q_0\}, 1) = <q_1>$
  - » $\delta'(<q_1>, 0) = \delta(\{q_1\}, 0) = \varnothing$
  - » $\delta'(<q_1>, 1) = \delta(\{q_1\}, 1) = <q_0q_1>$
  - » $\delta'(<q_0q_1>, 0) = \delta(\{q_0\}, 0) \cup \delta(\{q_1\}, 0) = <q_0q_1>$
  - » $\delta'(<q_0q_1>, 1) = \delta(\{q_0\}, 1) \cup \delta(\{q_1\}, 1) = <q_0q_1>$

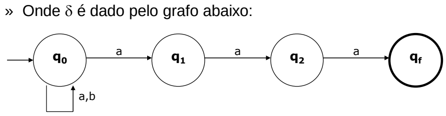
5. Autômatos – Conversão AFND → AFD

- Chegamos então ao AFD M':
  - » $Q' = (<q_0>, <q_1>, <q_0q_1>)$ ou $Q' = (p_0, p_1, p_2)$
  - » $F' = \{<q_1>, \{<q_0q_1>\}$ ou $\{p_1, p_2\}$, pois $q_1 \in F$.
  - » δ' é dado pelo grafo a seguir:



5. Autômatos – Conversão AFND → AFD

- Exemplo 2: dado um AFND
  $M=(\{a,b\}, \{q_0,q_1,q_2,q_f\}, \delta, \{q_0\}, \{q_f\})$
  - » Onde δ é dado pelo grafo abaixo:



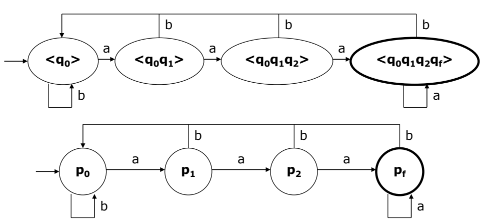
  - » Existe um $M'=(\{a,b\}, Q', \delta', <q_0>, F')$ equivalente.

5. Autômatos – Conversão AFND → AFD

- Dada a função programa δ', temos:
  - » $\delta'(\langle q_0 \rangle, a) = \delta(\{q_0\}, a) = \langle q_0q_1 \rangle$
  - » $\delta'(\langle q_0 \rangle, b) = \delta(\{q_0\}, b) = \langle q_0 \rangle$
  - » $\delta'(\langle q_0q_1 \rangle, a) = \delta(\{q_0\}, a) \cup \delta(\{q_1\}, a) = \langle q_0q_1q_2 \rangle$
  - » $\delta'(\langle q_0q_1 \rangle, b) = \delta(\{q_0\}, b) \cup \delta(\{q_1\}, b) = \langle q_0 \rangle$
  - » $\delta'(\langle q_0q_1q_2 \rangle, a) = \delta(\{q_0\}, a) \cup \delta(\{q_1\}, a) \cup \delta(\{q_2\}, a) = \langle q_0q_1q_2q_f \rangle$
  - » $\delta'(\langle q_0q_1q_2 \rangle, b) = \delta(\{q_0\}, b) \cup \delta(\{q_1\}, b) \cup \delta(\{q_2\}, b) = \langle q_0 \rangle$
  - » $\delta'(\langle q_0q_1q_2q_f \rangle, a) = \delta(\{q_0\}, a) \cup \delta(\{q_1\}, a) \cup \delta(\{q_2\}, a) \cup \delta(\{q_f\}, a) = \langle q_0q_1q_2q_f \rangle$
  - » $\delta'(\langle q_0q_1q_2q_f \rangle, b) = \delta(\{q_0\}, b) \cup \delta(\{q_1\}, b) \cup \delta(\{q_2\}, b) \cup \delta(\{q_f\}, a) = \langle q_0 \rangle$

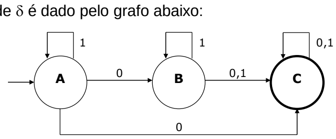
5. Autômatos – Conversão AFND → AFD

- Chegamos então ao AFD M':
  - » $Q' = (\langle q_0 \rangle, \langle q_0q_1 \rangle, \langle q_0q_1q_2 \rangle, \langle q_0q_1q_2q_f \rangle)$ ou $Q' = (p_0, p_1, p_2, p_f)$
  - » $F' = \{\langle q_0q_1q_2q_f \rangle\}$ ou $\{p_f\}$, pois $q_f \in F$.
  - » δ' é dado pelo grafo a seguir:



5. Autômatos – Conversão AFND → AFD

- Exemplo 3: dado um AFND $M=(\{0,1\}, \{A, B, C\}, \delta, \{A\}, \{C\})$
  - » Onde δ é dado pelo grafo abaixo:



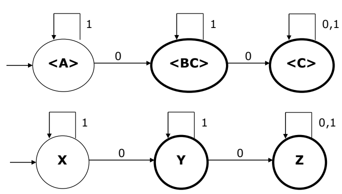
  - » Existe um $M'=(\{0,1\}, Q', \delta', \langle A \rangle, F')$ equivalente.

5. Autômatos – Conversão AFND → AFD

- Dada a função programa δ’, temos:
  - δ’(<A>, 0) = δ({A}, 0) = <BC>
  - δ’(<A>, 1) = δ ({A}, 1) = <A>
  - δ’(<BC>, 0) = δ({B}, 0) ∪ δ({C}, 0) = <C>
  - δ’(<BC>, 1) = δ({B}, 1) ∪ δ({C}, 1) = <BC>
  - δ’(<C>, 0) = δ({C}, 0) = <C>
  - δ’(<C>, 1) = δ({C}, 1) = <C>

5. Autômatos – Conversão AFND → AFD

- Chegamos então ao AFD M’:
  - Q’ = (<A>, <BC>, <C>) ou Q’ = (X, Y, Z)
  - F’ = {<BC>, <C>} ou {Y, Z}, pois C ∈ F.
  - δ’ é dado pelo grafo a seguir:



Compiladores
Aula 05

Engenharia da Computação
clayton.valdo@anhanguera.com