O algoritmo de conversão de Autômato Finito Não-Determinístico - AFND para Expressão Regular - ER

Eduardo Couto Dinarte,
Iago Gade Gusmao Carrazzoni

15 de Novembro de 2018

Resumo

Este artigo consiste na apresentação e explicação de um algoritmo para converter um autômato finito não determinístico num autômato finito determinístico e, por fim, converter este numa expressão regular. O método consiste em apresentar a teoria com imagens dos três estados da conversão seguida de um exemplo prático. O objetivo deste texto é fixar o conteúdo de conversão de autômatos e familiarizar os autores com a produção de artigos científicos utilizando a linguagem Latex.

1 Introdução aos Autômatos

Um autômato é uma máquina abstrata que deve operar entre estados previamente definidos. É um modelo matemático utilizado para representar programas ou circuitos lógicos. É bem definido por uma quíntupla, cujos elementos são:

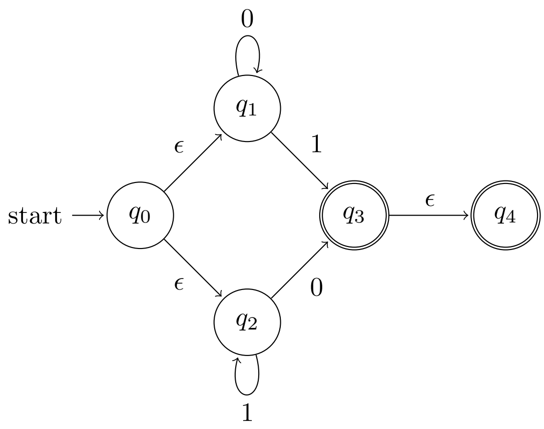
- Conjunto de estados;
- alfabeto;
- estado inicial;
- conjunto de estados finais;
- função de transição (ou função delta).

A função de transição, por sua vez, é representada por uma tripla ordenada, onde os elementos são:

- Estado inicial;
- transição;
- estado final;

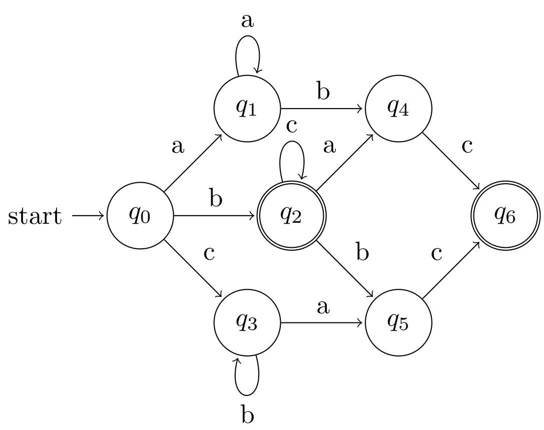
2 Introdução ao Autômato Finito Não-Determinístico - AFND

Autômato finito não determinístico é aquele em que, em algum momento, não se tem certeza de qual é o estado atual, ou seja, é aquele que tem a palavra vazia ligando algum de seus estados.



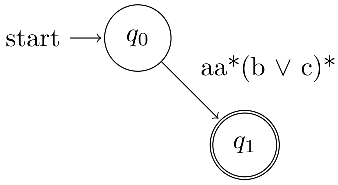
3 Introdução ao Autômato Finito Determinístico - AFD

Autômato finito determinístico é aquele em que se sabe exatamente qual o estado atual, ou seja, é aquele que não tem estados simultâneos (estados ligados por palavras vazias).



4 Introdução à Expressão Regular - ER

Expressão regular é uma cadeia de caracteres que engloba todas as palavras aceitas pelo autômato. Um autômato reduzido a expressão regular possui apenas um estado inicial e um estado final, ligados pela expressão regular.



No tipo citado, é comum a aparição do caractere ∨, assim como o parêntese. Este se aplica da mesma forma que na matemática. Aquele é o conectivo lógico 'ou', que se aplica da mesma forma que na lógica.

Também é comum a aparição do caractere '*' na expressão regular. Ele se chama estrela de Kleene, e denota zero ou mais repetições do caractere (ou cadeia de caracteres) ao qual foi aplicado.

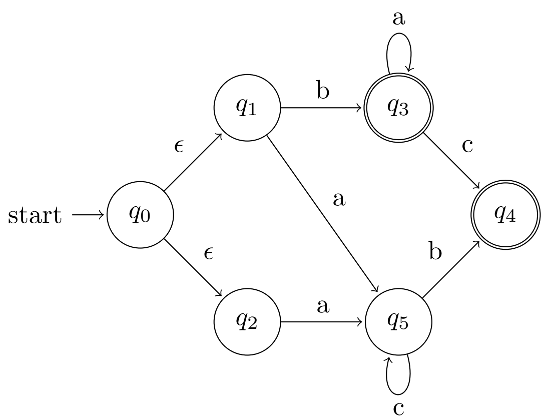
No exemplo acima, a estrela de Kleene foi aplicada ao caractere 'a' e à expressão (b ∨ c). Neste, quer dizer que zero ou mais repetições da cadeia denotada serão aceitas, enquanto naquele, zero ou mais repetições do caractere denotado serão aceitos.

5 Conversão de AFND para AFD

Para essa conversão, é utilizado o Algoritmo de Conversão de um Autômato Finito Não-determinístico (AFND) em um Autômato Finito Determinístico, que consiste em:

- Identificar os estados simultâneos do AFND;
- identificar o estado inicial P0, o qual seu conjunto possui apenas o estado inicial da AFND;
- aplicar em P0 a leitura de todo o alfabeto. O conjunto novo será composto pelo lugar da chegada;
- Identificar os estados resultantes;
- para cada estado resultante criado, aplica-se o alfabeto;
- repetir o procedimento até que não existam mais estados novos;
- identificar os estados finais, que serão aqueles estados que possuírem os estados finais da AFND;
- montar a quíntupla do AFD;
- por fim, esboçar o grafo.

Para exemplificar, será realizada a conversão do AFND a seguir: Quíntupla da AFND: K = 0, 1, 2, 3, 4, 5 A = a, b, c S = 0, 1, 2 F = 3, 4 D =



Seguindo o algoritmo, o procedimento será o seguinte:

- Identificar os estados simultâneos do AFND: E(0) = 0, 1, 2 E(1) = 1 E(2) = 2 E(3) = 3 E(4) = 4 E(5) = 5
- identificar o estado inicial P0, o qual seu conjunto possui o estado inicial da AFND: P0 = E(0) = 0, 1, 2
- aplicar em P0 a leitura de todo o alfabeto. O conjunto novo será composto pelo lugar da chegada: P0, a = (1, a, 5) U (2, a, 5) = E(5) = 5 P0, b = (1, b, 3) = E(3) = 3 P0, c = vazio
- Identificar os estados resultantes: P1 = P0, a = 5 P2 = P0, b = 3
- para cada estado resultante criado, aplica-se o alfabeto: P1, a = vazio P1, b = (5, b, 4) = E(4) = 4 P1, c = (5, c, 5) = E(5) = 5

  P2, a = (3, a, 3) = E(3) = 3 P2, b = vazio P2, c = (3, c, 4) = E(4) = 4
- repetir o procedimento até que não existam mais estados novos: P1, b = P3 = 4 P1, c = P1 = 1 P2, a = P2 = 2 P2, c = P3 = 4

  P3, a = vazio P3, b = vazio P3, c = vazio
- identificar os estados finais, que serão aqueles estados que possuírem os estados finais da AFND: F = P2, P3
- montar a quíntupla do AFD: K = P0, P1, P2, P3 A = a, b, c S = P0 F = P2, P3 D =
- por fim, esboçar o grafo: