

# 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 quintupla, 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  $\vee$ , 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.

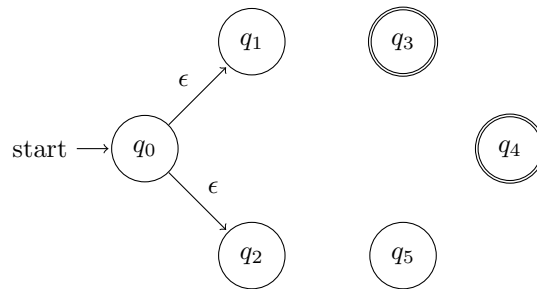
No exemplo acima, a estrela de Kleene foi aplicada ao caractere 'a' e à expressão  $(b \vee c)$ . Neste, quer dizer que zero ou mais repetições da cadeia denotada serão aceitas, enquanto naquele, zero ou mais repetições do caractere denotado serão aceitos.

## 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  $P_0$ , o qual seu conjunto possui apenas o estado inicial da AFND;
- aplicar em  $P_0$  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 quintupla do AFD;
- por fim, esboçar o grafo.

Para exemplificar, será realizada a conversão do AFND a seguir: Quintupla 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  $P_0$ , o qual seu conjunto possui apenas o estado inicial da AFND:  $P_0 = E(0) = 0, 1, 2$
- aplicar em  $P_0$  a leitura de todo o alfabeto. O conjunto novo será composto pelo lugar da chegada:  $P_0, a = (1, a, 5) \cup (2, a, 5) = E(5) = 5$   $P_0, b = (1, b, 3) = E(3) = 3$   $P_0, c = \text{vazio}$
- Identificar os estados resultantes:  $P_1 = P_0, a = 5$   $P_2 = P_0, b = 3$
- para cada estado resultante criado, aplica-se o alfabeto:  $P_1, a = \text{vazio}$   $P_1, b = (5, b, 4) = E(4) = 4$   $P_1, c = (5, c, 5) = E(5) = 5$   
 $P_2, a = (3, a, 3) = E(3) = 3$   $P_2, b = \text{vazio}$   $P_2, c = (3, c, 4) = E(4) = 4$
- repetir o procedimento até que não existam mais estados novos:  $P_1, b = P_3 = 4$   $P_1, c = P_1 = 1$   $P_2, a = P_2 = 2$   $P_2, c = P_3 = 4$   
 $P_3, a = \text{vazio}$   $P_3, b = \text{vazio}$   $P_3, c = \text{vazio}$
- identificar os estados finais, que serão aqueles estados que possuírem os estados finais da AFND:  $F = P_2, P_3$
- montar a quintupla do AFD:  $K = P_0, P_1, P_2, P_3$   $A = a, b, c$   $S = P_0$   $F = P_2, P_3$   $D =$
- por fim, esboçar o grafo: ...