Uma imagem com texto, Tipo de letra, Azul elétrico, logótipo

Descrição gerada automaticamente

|  |  |
| --- | --- |
| David Martinho (25620)  João Ferreira (25986)  13 de abril de 2023 |  |

|  |
| --- |
| Processamento de Linguagem |
| Relatório do Trabalho Prático 01 |
| Docente: Óscar Ribeiro |

Índice

[Índice de Imagens 1](#_Toc164116029)

[A. Autómatos Finitos Deterministas 2](#_Toc164116030)

[Execução do Programa 3](#_Toc164116031)

[B. Expressão Regular para AFND 5](#_Toc164116032)

[Execução do Programa 6](#_Toc164116033)

[C. Conversão de AFND para AFD 7](#_Toc164116034)

[Execução do Programa 8](#_Toc164116035)

# Índice de Imagens

[Figura 1 - Comando Para Gerar o Grafo 3](#_Toc164116185)

[Figura 2 - Grafo Gerado 3](#_Toc164116186)

[Figura 3 - Comando e Resultado do Reconhecimento da Palavra 'ab' 4](#_Toc164116187)

[Figura 4 - Comando e Resultado do Reconhecimento da Palavra 'c' e 'abb' 4](#_Toc164116188)

[Figura 5 - Comando que Converte Expressão Regular para AFND 6](#_Toc164116189)

[Figura 6 - Ficheiro afnd.json 6](#_Toc164116190)

[Figura 7 - Comando que Converte AFND para AFD 8](#_Toc164116191)

[Figura 8 – Ficheiro afd.json 8](#_Toc164116192)

[Figura 9 - Comando que Gera o Grafo 9](#_Toc164116193)

[Figura 10 - Grafo Gerado 9](#_Toc164116194)

# A. Autómatos Finitos Deterministas

Este exercício propõe a implementação de um algoritmo de reconhecimento de linguagens baseado em Autómatos Finitos Deterministas (AFD), oferecendo funcionalidades essenciais para manipular essa estrutura de dados de forma eficiente. As principais tarefas realizadas foram:

1. Leitura da Definição do Autómato a partir de um ficheiro JSON: Foi necessário implementar a capacidade de ler a definição de um AFD a partir de um ficheiro JSON, de forma a garantir que a estrutura do autómato esteja em conformidade com as regras de um AFD. Isso inclui validar a estrutura do ficheiro JSON, garantindo que os arcos tenham origem e destino em elementos do conjunto de estados, e que os pesos correspondam a símbolos no alfabeto da linguagem.

2. Geração da Representação Gráfica do Grafo: Foi necessário desenvolver uma funcionalidade para gerar a representação gráfica do grafo que define o AFD. Isso pode ser feito utilizando a biblioteca Graphviz para criar um ficheiro de texto que será usado como entrada no Graphviz, que resulta na visualização gráfica do autómato.

3. Reconhecimento de Palavras: Implementamos um algoritmo que permita reconhecer se uma palavra pertence à linguagem definida pelo AFD. Além de indicar se a palavra é reconhecida ou não, o algoritmo fornece o caminho que permitiu reconhecer a palavra. Em caso de erro, indica a situação específica que levou à conclusão de que a palavra não é reconhecida, como um símbolo que não pertence ao alfabeto da linguagem ou um estado que não é final.

## Execução do Programa

Inicialmente, foi gerado com sucesso uma representação gráfica do autômato definido no ficheiro exemplo.json, utilizando a biblioteca Graphviz. O ficheiro resultante, afd\_grafo.png, permite visualizar de forma clara a estrutura do autômato.

Uma imagem com texto, Tipo de letra, captura de ecrã

Descrição gerada automaticamente

Figura 1 - Comando Para Gerar o Grafo

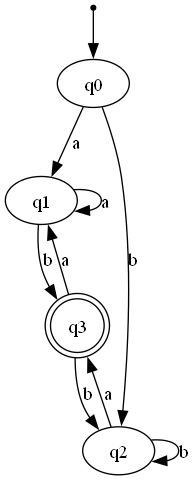


Figura 2 - Grafo Gerado

Em seguida, foram realizados testes de reconhecimento de palavras pelo autômato. A palavra 'ab' foi reconhecida pelo autómato, como indicado pela mensagem " 'ab' é reconhecida", juntamente com o caminho percorrido: q0 -> a -> q1 -> b -> q3.

Porém, ao tentar reconhecer a palavra 'c', o programa identificou que a mesma não é reconhecida pelo autómato. Isso ocorreu porque o símbolo 'c' não pertence ao alfabeto da linguagem definido no autómato, conforme indicado pela mensagem de erro "O símbolo 'c' não pertence ao alfabeto da linguagem". O mesmo acontece com a palavra 'abb', mas desta vez porque nenhum dos estados ['q2'] é final.

Uma imagem com texto, captura de ecrã, Tipo de letra, software

Descrição gerada automaticamente

Figura 3 - Comando e Resultado do Reconhecimento da Palavra 'ab'

Uma imagem com texto, Tipo de letra, software, captura de ecrã

Descrição gerada automaticamente

Figura 4 - Comando e Resultado do Reconhecimento da Palavra 'c' e 'abb'

# B. Expressão Regular para AFND

Este exercício propõe a implementação das regras de conversão de uma expressão regular para um autómato finito não determinístico (AFND). Ao contrário dos autómatos finitos determinísticos (AFDs), os AFNDs podem transitar para mais de um estado simultaneamente a partir de um mesmo estado de origem, o que os torna mais flexíveis, mas também mais complexos.

No contexto do AFND, reutilizamos as estruturas de dados já utilizadas anteriormente, adaptando-as para as características específicas do não determinismo. Não é esperado que a implementação inclua o reconhecimento de palavras para a versão com não determinismo, uma vez que este exercício se concentra exclusivamente na conversão de expressões regulares em AFNDs.

As expressões regulares são representadas por meio de funções correspondentes aos operadores utilizados, como alternância (|), concatenação (seq) e fecho de Kleene (kle). Por exemplo, a expressão regular "a|ab\*" é interpretada como "(a | (a (b)\* ))", onde "a" é alternado com a repetição opcional de "b" após "a". Esta expressão pode ser representada em forma de árvore, onde cada nó possui um operador (op) e os argumentos correspondentes (args), ou é um único símbolo do alfabeto (simb).

O programa desenvolvido começa por ler uma expressão regular especificada em um ficheiro JSON, seguindo os exemplos fornecidos. Depois disso, gera um AFND equivalente, utilizando o formato JSON estudado anteriormente. A entrada do programa será o JSON correspondente à expressão regular, e a saída será um ficheiro JSON representando o AFND equivalente.

## Execução do Programa

Após a execução do programa, um AFND equivalente foi gerado com base na expressão regular fornecida no ficheiro exemplo01.er.json. O AFND resultante foi guardado no ficheiro afnd.json, como indicado pela mensagem "AFND gerado e guardado como afnd.json".

Uma imagem com texto, Tipo de letra, captura de ecrã

Descrição gerada automaticamente

Figura 5 - Comando que Converte Expressão Regular para AFND

Uma imagem com captura de ecrã, texto

Descrição gerada automaticamente

Figura 6 - Ficheiro afnd.json

# C. Conversão de AFND para AFD

Neste exercício, o objetivo é desenvolver um programa que realize a conversão de um Autómato Finito Não Determinístico (AFND) para um Autómato Finito Determinístico (AFD), com base na sua representação em formato JSON. Esta conversão é fundamental para simplificar a representação de linguagens formais e facilitar sua manipulação computacional.

O programa deverá oferecer duas funcionalidades principais:

1. Visualização Gráfica (Graphviz): Permite gerar uma representação visual do autómato convertido, facilitando a compreensão de sua estrutura e comportamento.
2. Exportação para JSON: Possibilita guardar o autómato convertido em um ficheiro JSON, o que permitirá sua posterior utilização em outros contextos ou programas.

O uso dessas funcionalidades será realizado através da linha de comando, onde o utilizador pode especificar o ficheiro JSON contendo a definição do AFND a ser convertido, bem como a operação desejada (-graphviz para visualização gráfica ou -output para exportação para JSON).

## Execução do Programa

Após a execução do programa, um AFD equivalente foi gerado com base no AFND fornecido no ficheiro afnd.json. O AFD resultante foi guardado no ficheiro afd.json, como indicado pela mensagem "AFD gerado e guardado como afd.json".

Uma imagem com texto, captura de ecrã, Tipo de letra

Descrição gerada automaticamente

Figura 7 - Comando que Converte AFND para AFD

Uma imagem com texto, captura de ecrã, Software de multimédia, software

Descrição gerada automaticamente

Figura 8 – Ficheiro afd.json

Após a execução do programa, uma representação gráfica do AFND foi gerada com sucesso e guardada como grafo\_afnd.png, conforme indicado pela mensagem "Representação Graphviz gerada: grafo\_afnd.png. Grafo gerado com sucesso".

Uma imagem com texto, Tipo de letra, captura de ecrã

Descrição gerada automaticamente

Figura 9 - Comando que Gera o Grafo

Uma imagem com esboço, desenho, círculo, clipart

Descrição gerada automaticamente

Figura 10 - Grafo Gerado