

Teoria de Linguagens Trabalho Prático

Máquina de Turing

Dicentes: Edson Coelho dos Santos
Juan Victor Costa Silva Aleixo

Universidade Federal de São João del Rei/UFSJ
2022

Índice

Introdução	3
Máquina de Turing	4
Definição de Máquina de Turing	4
Fita	4
Unidade de controle	5
Função Programa	5
Computação de uma máquina de Turing	5
Linguagens Aceita, Rejeitada, Loop	5
Máquina de Turing x Algoritmo	6
Implementação	7
Conclusão	8

Introdução

Este trabalho tem como objetivo abordar sobre a teoria envolvida na construção e execução do dispositivo computacional conhecido como máquina de Turing. O dispositivo computacional conhecido como máquina de Turing é um dispositivo teórico descrito como máquina mundial, que foi concebido pelo matemático britânico Alan Turing, muitos anos antes de existência dos modernos computadores digitais, sendo o artigo publicado por Alan Turing foi em 1936, e o dispositivo imaginário concebido pelo artigo foi utilizado como estrutura para fundamentar a criação da disciplina de ciências da computação moderna.

O dispositivo descrito por Alan Turing é um modelo abstrato de computador, que se restringe apenas aos aspectos lógicos do seu funcionamento descrevendo memória, estados e transições entre estados e não à sua implementação analógica. Este conceito foi analisado e abordado por diversos cientistas e ajuda a compreender os limites mecânicos da computação.

Máquina de Turing

O matemático Alan Mathison Turing, demonstrou em seu artigo em 1936 que com a computação das operações de leitura, escrita e exclusão de símbolos binários poderiam ser satisfeitas por uma máquina que continha uma fita de comprimento ilimitado, com quadrados de tamanho definido sobre ela e um dispositivo com um número finito de estados, que realizava as operações na fita.

Logo a proposta “máquina” de Turing é uma conceito teórico que manipula símbolos armazenados em uma fita, com base em uma tabela de regras.

O modelo proposto por Turing da máquina é composto por três partes principais para o processamento dos dados sendo eles a fita, a unidade de controle e a função programa.

Definição de Máquina de Turing

$$M = (\Sigma, Q, \delta, q_0, F, V, \beta, *)$$

- Σ - Alfabeto de entrada
- Q - Possíveis estado da máquina (conjunto finito)
- δ - Função programa
 - Conjuntos disjuntos
 - Transição da máquina
- q_0 - Estado inicial
- F - Estado(s) final(is)
- V - Alfabeto auxiliar, que pode ser vazio
- β - Símbolo para marcar o “branco”
- $*$ - Marcador de começo da fita
 - Apenas uma vez e na célula mais à esquerda

Fita

- Usada como entrada, saída e memória.
- Pode ser tão grande quanto for necessário
- Dividida em células, uma para cada símbolo
- Símbolos podem ser:
 - Símbolo em “branco”
 - “Marcador de começo da fita”
 - Alfabeto de entrada
 - Alfabeto auxiliar

A palavra que será processada deve começar após o marcador de início de fita, ou seja, são as células mais à esquerda após esse marcador, as células além da palavra devem receber o valor “branco”.

Unidade de controle

- Existe um número predefinido de estados, esse número é finito
- Cabeça da fita
 - Um símbolo por vez e grava um novo símbolo
 - Move para direita ou esquerda
 - Movimentos e símbolo registrado são definidos pela função programa

Função Programa

Uma função programa é a computação executada em um estado a partir da leitura da fita, dizendo qual estado será alcançado depois e qual os movimentos serão executados na fita, sendo a escrita do valor na fita e o lado o qual o movimento será executado para a próxima leitura na fita os principais pontos de análise para montagem de uma árvore de decisões que será processada a partir das entradas na fita.

De forma geral a função programa δ define a partir das entradas símbolo lido na fita e estado atual da máquina de turing os valores do novo estado adquirido pela máquina de turing, o símbolo a ser gravado na posição atual da fita e o sentido para movimento da cabeça de leitura da fita.

A movimentação e mudança de valores na fita, dão ao dispositivo de Turing a capacidade de efetuar processamento lógico e armazenar estados. Estes conceitos conferem ao dispositivo premissas para processamento lógico análogo ao processamento executados por resistores e transistores em circuitos elétricos atuais.

Computação de uma máquina de Turing

A computação de uma máquina de Turing é simplesmente a sucessiva aplicação de sua função programa começando pelo estado inicial, com a fita na célula mais à esquerda possível, até que se encontre uma condição de parada. O processamento pode entrar em loop ou parar.

Uma máquina de Turing aceita uma entrada w se atinge um estado final, máquina para w é aceita. A rejeição ocorre se não existir função programa para o símbolo lido e estado corrente ou se um movimento à esquerda é definido quando a fita já está em seu início. Em ambos os casos de rejeição a máquina para w é rejeitada.

Linguagens Aceita, Rejeitada, Loop

A linguagem aceita por M é o conjunto de todas as palavras pertencentes ao alfabeto de entrada aceitas por M , a partir do estado inicial.

A linguagem rejeitada por M é o conjunto de todas as palavras rejeitadas por M , a partir do estado inicial

A linguagem loop de M é o conjunto de todas as palavras do alfabeto de entrada em que M fica processando indefinidamente a partir do estado inicial.

Máquina de Turing x Algoritmo

A máquina de Turing é aceita como a formalização de um algoritmo, mas também é comum considerar como a idéia de algoritmo a máquina de Turing que sempre encerra ou termina a computação para qualquer entrada, assim, a máquina de Turing que pode ficar em loop infinito não é considerada um algoritmo.

Implementação

Este trabalho teve como objetivo emular o comportamento associado ao dispositivo teórico conhecido como máquina de turing, usando a linguagem python para abstrair os conceitos associados ao comportamento lógico do dispositivo.

Para instalar os requerimentos associados a execução deve-se usar o comando abaixo:

```
# pip install -r requirements.txt
```

Para executar a implementação deve-se usar a linha de comando abaixo dentro do diretório raiz do repositório:

```
# python main.py
```

Foram adicionadas séries de testes associados aos exemplos estudados em sala e podem ser executados usando o módulo de testes chamado de pytest que deve ser executado seguindo o comando:

```
# python -m pytest .
```

Conclusão

Como foi visto durante a execução do código proposto, linguagens de programação podem ser utilizadas para emular o processamento lógico executado pela Máquina de Turing, sendo que o processamento está diretamente ligado à lógica implementada para execução das transições entre os estados. Para tal processamento executar, deve-se garantir que a função programa seja escrita seguindo o modelo proposto pela linguagem e alcance os estados desejados.

Com intuito de garantir que mudanças no código tenham o menor impacto possível nas funções programa e que funções programa inscritas previamente ainda funcionem, decidimos por utilizar um conjunto de testes que devem ser rodados sempre que houver modificação no código da máquina de Turing ou na definição de uma função programa.

A máquina de turing proposta possui um método chamado “avalia” que retorna Verdadeiro ou Falso, dados a palavra de entrada, simulando assim o conceito de aceita/rejeita. Com este retorno podemos testar e analisar qualquer modificação no código, sendo o único caso não processável é o caso de “loop” que prende os estados e fica eternamente processando sem retornar uma possível solução. Para este caso seria necessário analisar todas as possibilidades possíveis de interação que poderiam acarretar tal estado sendo aproximado ao infinito, outra solução seria limitar a execução a um determinado limite de tempo, sendo que em ambos os casos a limitação deve analisar os casos de entrada podendo limitar o processamento total da máquina.

De forma geral o algoritmo proposto consegue avaliar a maioria dos exemplos apresentados em sala, sendo necessário apenas reescrever as transições usando a formalização solicitada para entrada. Como proposta de possíveis aprimoramentos para o trabalho atual, levando em consideração que os inputs solicitados são em sua maioria dicionários de dados e listas, este algoritmo poderia também ser disponibilizado em um formato de API REST que faria análise a partir de uma requisição, recebendo como input os dados a partir do corpo de mensagem.