

Машина Тьюринга

Для вопросов по курсу:

natalya.razmochaeva@moevm.info

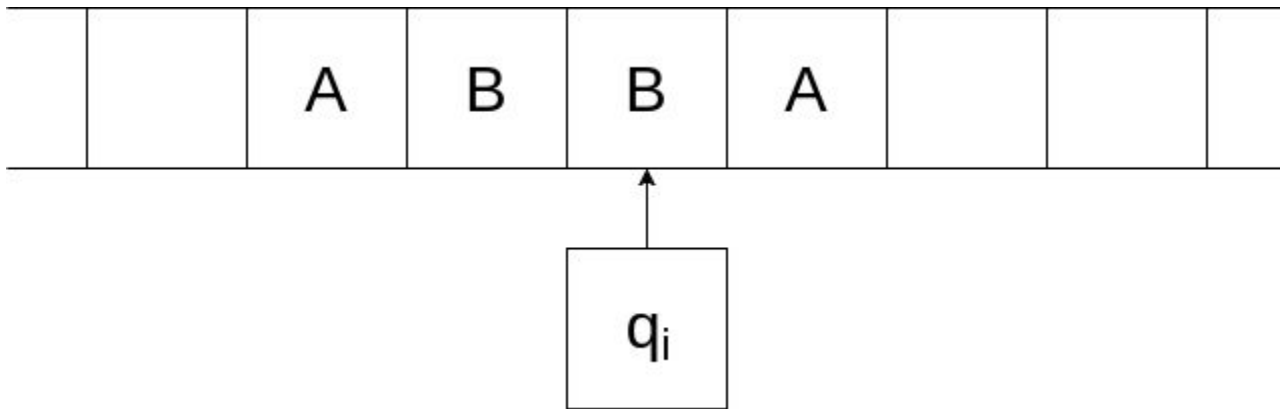
Префикс в теме письма [CS_03XX]

*Берленко Татьяна Андреевна
Шевская Наталья Владимировна
СПбГЭТУ “ЛЭТИ”, ФКТИ, МОЭВМ*

Основные сведения. Лента и автомат

Машина Тьюринга (МТ) состоит из двух частей:

- неподвижной бесконечной ленты (памяти);
- автомата (процессора).



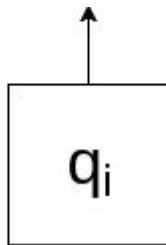
Основные сведения. Лента и алфавит

- **Лента** (память) используется для хранения информации. Она бесконечна в обе стороны и разбита на клетки, которые никак не нумеруются и не именуются. В каждой клетке может быть записан один символ или ничего не записано. **Лента** пассивна: она ничего не делает, просто хранит данные.
- **Алфавит ленты** -- конечное множество всех возможных символов ленты. Алфавит из примера (если гарантируется, что других символов нет) можно записать таким образом: {'A', 'B', ''}

| | | | | | | | | |
|--|--|---|---|---|---|--|--|--|
| | | A | B | B | A | | | |
|--|--|---|---|---|---|--|--|--|

Основные сведения. Автомат

- **Автомат** (процессор) – это активная часть Машины Тьюринга. В каждый момент он размещается под одной из клеток ленты и может прочитать её содержимое; содержимое других клеток автомат не видит.
- В каждый момент автомат находится в одном из **состояний**, которые обычно обозначаются буквой q с номерами: q_0 , q_1 , q_2 и т.д. Существует конечное число таких **состояний**. В каждом из **состояний** автомат выполняет некую операцию. Существует заключительное **состояние**, в котором автомат останавливается.



Основные сведения. Один такт автомата

Автомат за один такт (шаг) может выполнить следующие действия :

- считать видимый символ;
- записывать в видимую клетку новый символ (в том числе пустой символ);
- сдвигаться на **одну** клетку влево или вправо («перепрыгивать» сразу через несколько клеток автомат не может);
- перейти в следующее состояние.

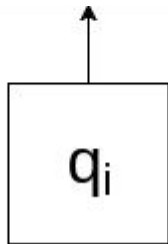


Таблица состояний Машины Тьюринга

| | Symbol ₁ | Symbol ₂ | ... | Symbol _{n-1} | Symbol _n |
|----------------|---------------------|---------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------|
| q ₁ | | | | | |
| ... | | | <Symbol', [L, R, N], q'> | | |
| q _m | | | | | |

В ячейках таблицы указываются тройка **<Symbol', [L, R, N], q'>**:

- Symbol' - символ, который необходимо записать в видимую ячейку ленты.
- [L, R, N] - одно из направлений, куда нужно перейти на ленте:
R - направо, L - налево, N - остаться на месте.
- q' - состояние, в которое необходимо перейти автомату.

Таблица состояний, тройки -- как читать?

| | Symbol ₁ | Symbol ₂ | ... | Symbol _{n-1} | Symbol _n |
|----------------|---------------------|---------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------|
| q ₁ | | | | | |
| ... | | | <Symbol', [L, R, N], q'> | | |
| q _m | | | | | |

Таблица:

- строки -- текущее состояние автомата в конкретный момент времени
- столбцы -- какой символ на ленте автомат видит в конкретный момент времени

Если бы мы были автоматом, то тройки можно было бы читать так

- Symbol' -- первый элемент тройки -- что пишу на ленту
- [L, R, N] -- второй элемент тройки -- куда иду после записи
- q' -- третий элемент тройки -- в какое состояние перехожу после движения

Машина Тьюринга. Пример

Дано:

Алфавит: {'a', 'b', ' '}. В начале работы автомат находится слева от слова на ленте.

Задача:

Написать таблицу для МТ, которая заменяет в слове на ленте все символы 'a' на символ 'b'. Реализовать такую МТ на языке Python.

Пусть:

- q_0 -- стартовое состояние,
- q_T -- конечное.

Таблица состояний

| | 'a' | 'b' | ' ' |
|----|------------|------------|------------|
| q0 | 'b', R, q1 | 'b', R, q1 | ' ', R, q0 |
| q1 | 'b', R, q1 | 'b', R, q1 | ' ', R, qT |

Давайте напишем программу на языке Python3.

Возможные варианты реализации:

- *условные операторы*
- *функции*
- *словари*

DEMO

Машина Тьюринга. Пример #2

Дано:

Алфавит: {‘0’, ‘1’, ‘ ’}. В начале работы автомат находится где-то справа от слова.

Задача:

Написать таблицу для МТ, которая инвертирует последовательность ‘1’ и ‘0’ и убирает незначащие ‘0’. Если результирующее слово состоит полностью из нулей, оставляет на ленте 1 ноль.

Пусть:

- q_0 -- стартовое состояние,
- q_T -- конечное.

Таблица состояний. Пример #2

| | '1' | '0' | ' ' |
|----|------------|------------|------------|
| q0 | '0', L, q1 | '1', L, q1 | ' ', L, q0 |
| q1 | '0', L, q1 | '1', L, q1 | ' ', R, q2 |
| q2 | '1', N, qT | ' ', R, q2 | '0', N, qT |

Давайте напишем код....

Полезные ссылки

- Курс “Введение в Теоретическую Информатику”
<https://stepik.org/course/104/syllabus> 6 модуль

Вопросы по курсу можно задавать:

Шевская Наталья Владимировна
natalya.razmochaeva@moevm.info,

Берленко Татьяна Андреевна
tatyana.berlenko@moevm.info