



Машина Тьюринга

Для вопросов по курсу: natalya.shevskaya@moevm.info

Префикс в теме письма [CS_23XX]

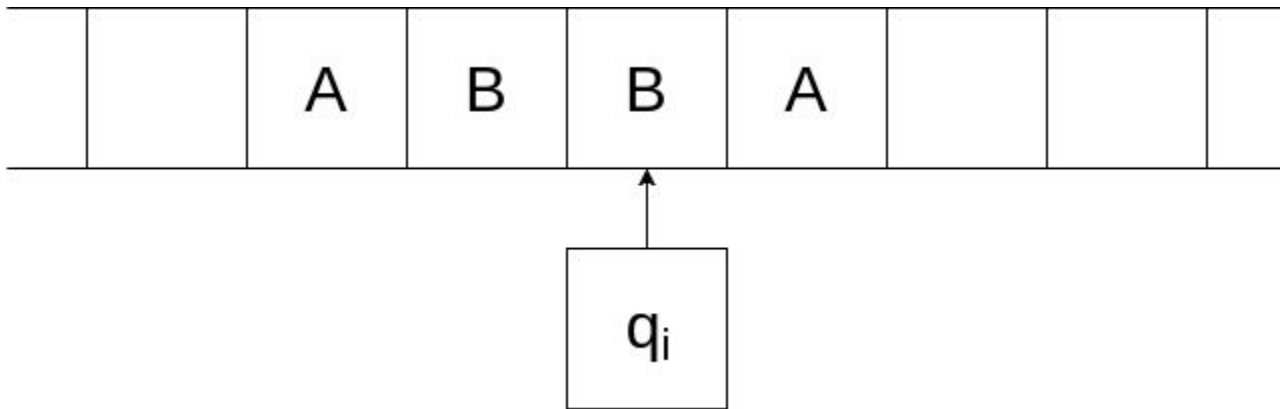
*Шевская Наталья Владимировна
СПбГЭТУ “ЛЭТИ”, ФКТИ, МОЭВМ*



Основные сведения. Лента и автомат

Машина Тьюринга (МТ) состоит из двух частей:

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





Основные сведения. Лента и алфавит

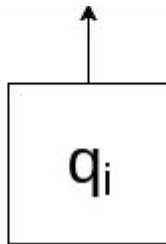
- **Лента** (память) используется для хранения информации. Она бесконечна в обе стороны и разбита на клетки, которые никак не нумеруются и не именуются. В каждой клетке может быть записан один символ или ничего не записано. **Лента** пассивна: она ничего не делает, просто хранит данные.
- **Алфавит ленты** -- 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.

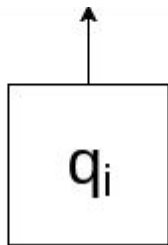




Таблица состояний Машины Тьюринга

	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....



Машина Тьюринга. Пример #3

Дано:

Алфавит: {'a', 'b', ' '}. В начале работы автомат находится где-то справа от слова.

Задача:

Написать таблицу для МТ, меняет каждый второй символ 'a' на 'b'. Реализовать такую МТ на языке Python.

Пусть:

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



Полезные ссылки

- Курс “Введение в Теоретическую Информатику”
<https://stepik.org/course/104/syllabus> 6 модуль
- Машина Тьюринга и алгоритмы Маркова. Решение задач (пособие)
<https://cmcmsu.info/download/cmc.mt.markov.tasks.pdf>

Вопросы по курсу можно задавать:

Шевская Наталья Владимировна
natalya.shevskaya@moevm.info