

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)
Кафедра МО ЭВМ

ОТЧЕТ
по лабораторной работе №2
по дисциплине «Информатика»
Тема: Моделирование работы Машины Тьюринга.

Студентка гр. 0382

Михайлова О.Д.

Преподаватель

Шевская Н.В.

Санкт-Петербург

2020

Цель работы.

Научиться моделировать работу машины Тьюринга.

Задание.

На вход программе подается строка неизвестной длины. Каждый элемент является значением в ячейке памяти ленты Машины Тьюринга.

На ленте находится троичное число, знак (плюс или минус) и троичная цифра.

Напишите программу, которая выполнит арифметическую операцию. Указатель на текущее состояние Машины Тьюринга изначально находится слева от числа (но не на первом его символе). По обе стороны от числа находятся пробелы. Результат арифметической операции запишите на месте первого числа.

Ваша программа должна вывести полученную ленту после завершения работы.

Алфавит:

- 0
- 1
- 2
- +
- -
- " " (пробел)

Соглашения:

1. Направление движения автомата может быть одно из R (направо), L (налево), N (неподвижно).

2. Число обязательно начинается с единицы или двойки.

3. Числа и знак операции между ними идут непрерывно.

4. Гарантируется, что в результате операции вычитания не может получиться отрицательного числа.

В отчет включите таблицу состояний. Отдельно кратко опишите каждое состояние, например:

q_1 - начальное состояние, которое необходимо, чтобы найти первую цифру первого числа.

Основные теоретические положения.

Машина Тьюринга состоит из двух частей: неподвижной бесконечной ленты (памяти) и автомата (процессора).

1. **Лента** 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. Память пассивна: она ничего не делает, просто хранит данные.

2. **Алфавит ленты** - конечное множество всех возможных символов ленты.

3. **Автомат** – это активная часть Машины Тьюринга. В каждый момент он размещается под одной из клеток ленты и видит её содержимое; это видимая клетка, а находящийся в ней символ – видимый символ; содержимое же соседних и других клеток автомат не видит. Кроме того, 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 какую-то конкретную операцию. Существует заключительное состояние, в котором автомат останавливается.

Автомат за один такт может выполнить следующие действия:

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

Выполнение работы.

Переменные:

memory – переменная, в которую записывается строка с входными данными, преобразованная в список с помощью функции list();

index – индекс элемента на ленте;

q – переменная, в которую записывается текущее состояние автомата;

sum – переменная, в которую записывается символ, на который нужно заменить текущий символ;

delta – переменная, в которую записывается шаг;

state – переменная, в которую записывается состояние, в которое нужно перейти.

Составим таблицу состояний Машины Тьюринга (таблица 1).

Таблица 1 – Таблица состояний

	0	1	2	‘+’	‘-’	‘ ’
q1	‘0’, R, q1	‘1’, R, q1	‘2’, R, q1	‘+’, R, q2	‘-’, R, q5	‘ ’, R, q1
q2	‘0’, N, qT	‘1’, L, q3	‘2’, L, q4			
q3	‘1’, N, qT	‘2’, N, qT	‘0’, L, q3	‘+’, L, q3		‘1’, N, qT
q4	‘2’, N, qT	‘0’, L, q3	‘1’, L, q3	‘+’, L, q4		
q5	‘0’, N, qT	‘1’, L, q6	‘2’, L, q7			
q6	‘2’, L, q6	‘0’, N, q8	‘1’, N, q8		‘-’, L, q6	
q7	‘1’, L, q6	‘2’, L, q6	‘0’, N, q8		‘-’, L, q7	
q8	‘0’, L, q8	‘1’, L, q8	‘2’, L, q8	‘+’, L, q8	‘-’, L, q8	‘ ’, N, q9
q9	‘0’, R, q9	‘1’, L, q10	‘2’, L, q10	‘+’, L, qT	‘-’, L, qT	‘ ’, R, q9
q10	‘+’, N, qT					‘ ’, N, qT

Описание состояний:

q1 – начальное состояние, которое необходимо, чтобы найти знак выражения;

q2 – состояние, которое необходимо, чтобы понять, какую цифру мы прибавляем к троичному числу;

q3 – состояние, в котором к троичному числу прибавляется 1;

q4 – состояние, в котором к троичному числу прибавляется 2;

q5 – состояние, которое необходимо, чтобы понять, какую цифру мы вычитаем из троичного числа;

q6 – состояние, в котором из троичного числа вычитается 1;

q7 – состояние, в котором из троичного числа вычитается 2;

q8 – состояние, в котором мы возвращаемся к последнему пробелу перед троичным числом;

q9 – состояние, в котором мы ищем незначащие нули в троичном числе, получившемся после арифметической операции «вычитание»;

q10 – состояние, в котором мы заменяем незначащие нули на символ пробела;

qT – конечное состояние

Входные данные записываются в переменную memory.

Таблица состояний записывается в двумерный словарь table.

Пока состояние не равно конечному, в цикле while происходит работа с лентой: в переменные sym, delta и state записываются соответствующие им значения из словаря, текущий символ на ленте заменяется на новый, автомат делает шаг и переходит в новое состояние. Таким образом происходит изменение ленты.

Программа выводит измененную ленту с помощью функции print() и метода join, который склеивает элементы списка в строку.

Разработанный программный код см. в приложении А.

Тестирование.

Результаты тестирования представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Результаты тестирования

№ п/п	Входные данные	Выходные данные	Комментарии
1.	111+1	112+1	Результат верный
2.	1-1	0-1	Результат верный
3.	11+2	20+2	Результат верный
4.	122-2	120-2	Результат верный

Выводы.

Было изучено моделирование работы Машины Тьюринга.

Разработана программа, которая принимает на вход ленту памяти Машины Тьюринга, записанную в строку, и преобразует ее в список. Выполняет арифметическую операцию, изменяет ленту памяти и выводит ее на экран.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ИСХОДНЫЙ КОД ПРОГРАММЫ

Название файла: inf_lb_2.py

```
memory = list(input())
index = 0
q = 'q1'
table = {'q1': {'0': ['0', 1, 'q1'],
                '1': ['1', 1, 'q1'],
                '2': ['2', 1, 'q1'],
                '+': ['+', 1, 'q2'],
                '-': ['-', 1, 'q5'],
                ' ': [' ', 1, 'q1']},
         'q2': {'0': ['0', 0, 'qT'],
                '1': ['1', -1, 'q3'],
                '2': ['2', -1, 'q4']},
         'q3': {'0': ['1', 0, 'qT'],
                '1': ['2', 0, 'qT'],
                '2': ['0', -1, 'q3'],
                '+': ['+', -1, 'q3'],
                ' ': ['1', 0, 'qT']},
         'q4': {'0': ['2', 0, 'qT'],
                '1': ['0', -1, 'q3'],
                '2': ['1', -1, 'q3'],
                '+': ['+', -1, 'q4']},
         'q5': {'0': ['0', 0, 'qT'],
                '1': ['1', -1, 'q6'],
                '2': ['2', -1, 'q7']},
         'q6': {'0': ['2', -1, 'q6'],
                '1': ['0', 0, 'q8'],
                '2': ['1', 0, 'q8'],
                '-': ['-', -1, 'q6']},
         'q7': {'0': ['1', -1, 'q6'],
                '1': ['2', -1, 'q6'],
                '2': ['0', 0, 'q8'],
                '-': ['-', -1, 'q7']},
         'q8': {'0': ['0', -1, 'q8'],
                '1': ['1', -1, 'q8'],
                '2': ['2', -1, 'q8'],
                '+': ['+', -1, 'q8'],
                '-': ['-', -1, 'q8'],
                ' ': [' ', 0, 'q9']},
         'q9': {'0': ['0', 1, 'q9'],
                '1': ['1', -1, 'q10'],
                '2': ['2', -1, 'q10'],
                '+': ['+', -1, 'qT'],
                '-': ['-', -1, 'qT'],
                ' ': [' ', 1, 'q9']},
         'q10': {'0': [' ', -1, 'qT'],
                 ' ': [' ', 0, 'qT']}}

while q != 'qT':
    sym, delta, state = table[q][memory[index]]
    memory[index] = sym
    index = index + delta
    q = state
```

```
print(''.join(memory))
```