

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

Студент гр. 0382

Литягин С.М.

Преподаватель

Шевская Н.В.

Санкт-Петербург

2020

Цель работы.

Смоделировать работу Машины Тьюринга на языке Python.

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.

		1	2	1	+	2			
--	--	---	---	---	---	---	--	--	--

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. Для примера выше лента будет выглядеть так:

		2	0	0	+	2			
--	--	---	---	---	---	---	--	--	--

Ваша программа должна вывести полученную ленту после завершения работы.

Алфавит:

- 0
- 1
- 2
- +
- -
- " " (пробел)

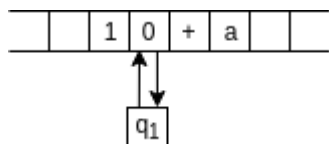
Соглашения:

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.

Основные теоретические положения.

Машина Тьюринга (МТ) 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. Если предположить, что видимые символы - весь алфавит ленты из примера выше, то мы имеем следующий алфавит: $\{1, 0, +, 'a', '\}$. Последний символ - пустой, означает пустое содержимое клетки.

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 (шаг) 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.

Состояния Машины Тьюринга представлены в таблице 1:

Таблица 1 – Состояния Машины Тьюринга

	‘0’	‘1’	‘2’	‘+’	‘-’	‘ ’
q1	‘0’, R, q1	‘1’, R, q1	‘2’, R, q1	‘+’, R, q2	‘-’, R, q6	‘ ’, R, q1
q2	‘0’, R, q2	‘1’, L, q3	‘2’, L, q5			‘ ’, R, qT
q3	‘1’, L, q4	‘2’, L, q4	‘0’, L, q3	‘+’, L, q3		‘1’, L, qT
q4	‘0’, L, q4	‘1’, L, q4	‘2’, L, q4			‘ ’, L, qT
q5	‘2’, L, q4	‘0’, L, q3	‘1’, L, q3	‘+’, L, q5		‘ ’, L, qT
q6	‘0’, R, q6	‘1’, L, q7	‘2’, L, q9			‘ ’, R, qT
q7	‘2’, L, q11	‘0’, L, q4	‘1’, L, q8		‘-’, L, q7	‘ ’, R, q10
q8	‘0’, L, q8	‘1’, L, q8	‘2’, L, q8			‘ ’, R, q10
q9	‘1’, L, q11	‘2’, L, q11	‘0’, L, q4		‘-’, L, q9	‘ ’, R, q10
q10	‘ ’, R, qT	‘1’, R, qT	‘2’, R, qT			
q11	‘2’, L, q8	‘0’, L, q8	‘1’, L, q8			‘ ’, R, q10

q1 – начальное состояние, в котором автомат производит поиск на ленте знак ‘+’ или ‘-’;

q2 – состояние, в котором машина узнает, какое число ей следует прибавить к первому;

q3 – состояние, в котором машина прибавляет к числу 1-цу;

q4 – состояние, в котором машина записывает числа без изменений;

q5 – состояние, в котором машина прибавляет к числу 2-ку;

q6 – состояние, в котором машина узнает, какое число ей следует вычесть из первого;

q7 – состояние, в котором машина вычитает из числа 1-цу;
q8 – состояние, в котором машина записывает числа без изменений;
q9 – состояние, в котором машина вычитает из числа 2-ку;
q10 – состояние, в котором машина убирает незначащий ноль у числа;
q11 – состояние, в которое машина переходит из состояний q7 и q9 для вычитания 1-цы;

Переменные:

memory – список, в который вводится текущее состояние ленты;
index – переменная, содержащая индекс клетки, в котором находится автомат на ленте;
q – переменная, содержащая текущее состояние машины;
table – двумерный словарь, в котором записана таблица состояний Машины;

Описание программы:

Сначала в переменную *memory* вводится изначальное состояние ленты Машины Тьюринга с помощью функции *list()*. Далее в переменную *q* записывается изначальное состояние Машины. Переменной *index* присваивается значение 0. Затем описывается двумерный словарь *table*.

Далее начинается цикл *while*, который продолжается до присвоения переменной *q* значения 'qT'. В каждой итерации цикла в переменную *sym* сохраняется символ, который автомат должен записать на ленту. В переменную *delta* сохраняется значение, на которое должен измениться индекс. В переменную *state* сохраняется текущее состояние Машины.

Затем символ записывается на ленту (*memory[index] = sym*), изменяется значение индекса (*index += delta*), записывается новое состояние Машины (*q = state*).

Измененная лента выводится после цикла функцией *print* с помощью метода *join()*.

Разработанный программный код см. в приложении А.

Тестирование.

Результаты тестирования представлены в таблице 2:

Таблица 1 – Результаты тестирования

№ п/п	Входные данные	Выходные данные	Комментарии
1	200-1	22-1	Программа работает правильно
2	100+1	101+1	Программа работает правильно
3	10-2	1-2	Программа работает правильно

Выводы.

В ходе работы был изучен принцип работы Машины Тьюринга; также была смоделирована работа Машины Тьюринга на языке Python в соответствии с задачей.

Разработана программа, в которой моделируется работа Машины Тьюринга, выполняющая операцию сложения для троичного числа и троичной цифры, введенных пользователем, или вычитания введенных троичной цифры из троичного числа.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ИСХОДНЫЙ КОД ПРОГРАММЫ

Название файла: main.py

```
memory = list(input())
q = 'q1'
index = 0
table = {'q1': {'0': ['0', 1, 'q1'],
                 '1': ['1', 1, 'q1'],
                 '2': ['2', 1, 'q1'],
                 '+': ['+', 1, 'q2'],
                 '-': ['-', 1, 'q6'],
                 ' ': [' ', 1, 'q1']}},
        'q2': {'0': ['0', 1, 'q2'],
                 '1': ['1', -1, 'q3'],
                 '2': ['2', -1, 'q5'],
                 ' ': [' ', 1, 'qT']}},
        'q3': {'0': ['1', -1, 'q4'],
                 '1': ['2', -1, 'q4'],
                 '2': ['0', -1, 'q3'],
                 '+': ['+', -1, 'q3'],
                 ' ': ['1', -1, 'qT']}},
        'q4': {'0': ['0', -1, 'q4'],
                 '1': ['1', -1, 'q4'],
                 '2': ['2', -1, 'q4'],
                 ' ': [' ', -1, 'qT']}},
        'q5': {'0': ['2', -1, 'q4'],
                 '1': ['0', -1, 'q3'],
                 '2': ['1', -1, 'q3'],
                 '+': ['+', -1, 'q5'],
                 ' ': [' ', -1, 'qT']}},
        'q6': {'0': ['0', 1, 'q6'],
                 '1': ['1', -1, 'q7'],
                 '2': ['2', -1, 'q9'],
                 ' ': [' ', 1, 'qT']}},
        'q7': {'0': ['2', -1, 'q11'],
                 '1': ['0', -1, 'q4'],
                 '2': ['1', -1, 'q8'],
                 '-': ['-', -1, 'q7'],
                 ' ': [' ', 1, 'q10']}},
        'q8': {'0': ['0', -1, 'q8'],
                 '1': ['1', -1, 'q8'],
                 '2': ['2', -1, 'q8'],
                 ' ': [' ', 1, 'q10']}},
        'q9': {'0': ['1', -1, 'q11'],
                 '1': ['2', -1, 'q11'],
                 '2': ['0', -1, 'q4'],
                 '-': ['-', -1, 'q9'],
                 ' ': [' ', 1, 'q10']}},
        'q10': {'0': [' ', 1, 'qT'],
                 '1': ['1', 1, 'qT'],
                 '2': ['2', 1, 'qT']}},
        'q11': {'0': ['2', -1, 'q11'],
                 '1': ['0', -1, 'q8'],
                 '2': ['1', -1, 'q8'],
                 ' ': [' ', 1, 'q10']}
```

```
    }
while q != 'qT':
    sym, delta, state = table[q][memory[index]]
    memory[index] = sym
    index += delta
    q = state
print("".join(memory))
```