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 Сергеев Д.А.

Преподаватель Шевская Н.В.

Санкт-Петербург
2020

Цель работы.

Смоделировать работу машины Тьюринга на языке программирования 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			

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).

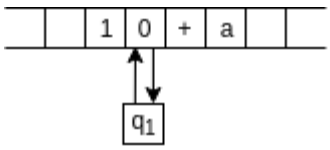
2. Число обязательно начинается с единицы или двойки.

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: q0, q1, q2 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.

В данной работе были использованы такие конструкции языка Python как:

- Встроенные функции:
  - input() – считывает входные данные, возвращает строку
  - print() – выводит аргумент на консоль
- Цикл:
  - While <…> - выполняет тело цикла, пока условие верно
- Методы:

- str.split(sep) – метод класса str, принимает на вход разделитель(по умолчанию – пробел) и разбивает строку, к которой применён, на подстроки по разделителю и возвращает список этих подстрок
- list.append() – добавляет аргумент в конец списка list
- “…”.join(list) – преобразует элементы объекта в строку с разделителем “…”

Выполнение работы.

Составим таблицу состояний (таблица 1)

Таблица 1 – Таблица состояний

	‘0’	‘1’	‘2’	‘+’	‘-’	‘ ’
q1	‘0’,1,’q2’	‘1’,1,’q2’	‘2’,1,’q2’			‘ ’,1,’q1’
q2	‘0’,1,’q2’	‘1’,1,’q2’	‘2’,1,’q2’	‘+’,1,’q3’	‘-‘,1,’q7’	
q3	‘0’,-2,’q4’	‘1’,-2’,’q5’	‘2’,-2,’q6’			
q4	‘0’,-1,’q4’	‘1’,-1,’q4’	‘2’,-1,’q4’			‘ ‘,0,’qT’
q5	‘1’,-1,’qT’	‘2’,-1,’qT’	‘0’,-1,’qT’			‘1’,-1,’qT’
q6	‘2’,-1,’qT’	‘0’,-1,’q5’	‘2’,-1,’q5’			
q7	‘0’,-2,’q4’	‘1’,-2,’q8’	‘2’,-2,’q9’			
q8	‘2’,-1,’q8’	‘0’,-1,’qT’	‘1’,-1,’qT’			
q9	‘1’,-1,’q8’	‘2’,-1,’q8’	‘0’,-1,’qT’			
qT	‘0’,-1,’qT’	‘1’,-1,’qT’	‘2’,-1,’qT’			‘ ’,1,’qC’
qC	‘0’,1,’qC1’	‘1’,1,’qCT’	‘2’,1,’qCT’			
qC1		‘1’,-1,’qC2’	‘2’,-1,’qC2’	‘+’,0,’qCT’	‘-’,0,’qCT’	
qC2	‘ ’,0,’qCT’					

Описание состояний

q1 – начальное состояние, машина ищет начало слова;

q2 – состояние для определение арифметической операции, которую необходимо выполнить;

q3 – состояние для определения цифры, которую необходимо прибавить;

q4 – состояние, в котором автомат к числу прибавляет/вычитает 0 ;

q5 – состояние, в котором автомат к числу прибавляет единицу;

q6 – состояние, в котором автомат к числу прибавляет двойку;

q7 – состояние для определения цифры, которую необходимо вычесть;

q8 – состояние, в котором автомат вычитает из числа единицу;

q9 – состояние, в котором автомат вычитает из числа двойку;

qT – состояние, в котором автомат передвигается к началу слова;

qC – состояние, в котором автомат проверяет, какая цифра стоит в начале слова;

qC1 – состояние, в котором автомат проверяет, что находится в следующей клетке после нуля;

qC2 – состояние, в котором убирается незначащий ноль;

На вход, с помощью функции *input()*, поддаётся строка *memory*, которая является начальным состоянием ленты МТ, эта строка далее с помощью строкового метода *.split(sep)* преобразуется в список. Номер ячейки, которую в данным момент рассматривает машина записывается в переменную *index*. Переменной *q* присваивается начальное состояние машины – “*q1*”, далее с помощью словаря *table* реализуется таблица 1. Обработка ленты производится с помощью цикла *while* с условием, что работа продолжается пока состояние машины не достигнет конечного состояния “*qCT*”. Каждую итерацию цикла в переменную *sym* записывается символ, который необходимо записать на ленту, в переменную *delta* записывается число, на которое изменится индекс, а в переменную state записывается состояние, в которое перейдет машина Тьюринга. Далее с помощью команды *memory[index]=sym* на ленту записывается новое значение, с помощью команда *index+=delta* происходит движение по ленте, а

q=state – изменяет состояние машины Тьюринга. С помощью команды *print(''.join(memory))* выводится измененная лента машины Тьюринга.

Тестирование.

Результаты тестирования представлены в табл. 1.

Таблица 2 – Результаты тестирования

№ п/п	Входные данные	Выходные данные	Комментарии
1.	101-2	22-2	Программа работает правильно
2.	1-1	0-1	Программа работает правильно
3.	101+2	110+2	Программа работает правильно
4	21+0	21+0	Программа работает правильно
5	11-2	2-2	Программа работает правильно
6	11+1	12+1	Программа работает правильно

Выводы.

Была смоделирована работа машины Тьюринга на языке программирования Python.

Разработана программа, выполняющая считывание с клавиатуры исходных данных о состоянии ленты машины Тьюринга с помощью функции input(), в самой программе с помощью двумерного словаря реализована таблица состояний. Программа выполняет сложение или вычитание из троичного числа цифры, процесс изменения исходной ленты реализован с помощью цикла while. С помощью функции print() на экран выводится изменённая лента памяти.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
ИСХОДНЫЙ КОД ПРОГРАММЫ

Название файла: lab2.py

```
memory=list(input())
index=0
q='q1'
table={
    'q1':{'0':['0',1,'q2'],'1':['1',1,'q2'],'2':['2',1,'q2'], " ":["
",1,'q1']},
    'q2':  {'0':['0',1,'q2'],  '1':['1',1,'q2'],  '2':['2',1,'q2'],
'+':['+',1,'q3'], '-':['-',1,'q7']},
    'q3': {'0':['0',-2,'q4'],'1':['1',-2,'q5'], '2':['2',-2,'q6']},
    'q4':   {'0':['0',-1,'q4'],'1':['1',-1,'q4'],'2':['2',-1,'q4']," 
":[" ",0,'qT']},
    'q5':   {'0':['1',-1,'qT'],'1':['2',-1,'qT'],'2':['0',-1,'q5']," 
":['1',-1,'qT']},
    'q6': {'0':['2',-1,'qT'],'1':['0',-1,'q5'],'2':['1',-1,'q5']},
    'q7': {'0':['0',-2,'q4'],'1':['1',-2,'q8'],'2':['2',-2,'q9']},
    'q8': {'0':['2',-1,'q8'],'1':['0',-1,'qT'],'2':['1',-1,'qT']},
    'q9': {'0':['1',-1,'q8'],'1':['2',-1,'q8'],'2':['0',-1,'qT']},
    'qT':   {'0':['0',-1,'qT'],'1':['1',-1,'qT'],'2':['2',-1,'qT']," 
":[" ",1,'qC']},
    'qC': {'0':['0',1,'qC1'],'1':['1',1,'qCT'],'2':['2',1,'qCT']},
    'qC1':{'1':['1',-1,'qC2'],'2':['2',-
1,'qC2'],'+':['+',0,'qCT'],'-':['-',0,'qCT']},
    'qC2':{'0':[' ',0,'qCT']}
    }
while q!='qCT':
    sym,delta,state = table[q][memory[index]]
    memory[index]=sym
    index +=delta
    q=state

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