

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

Азаров М.С.

Преподаватель

Шевская Н.В.

Санкт-Петербург

2020

Цель работы.

Реализовать машину Тьюринга на Python для моделирования работы вычислительного устройства.

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			
--	--	---	---	---	---	---	--	--	--

Рисунок 1- Пример ввода

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			
--	--	---	---	---	---	---	--	--	--

Рисунок 2-Пример вывода

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).

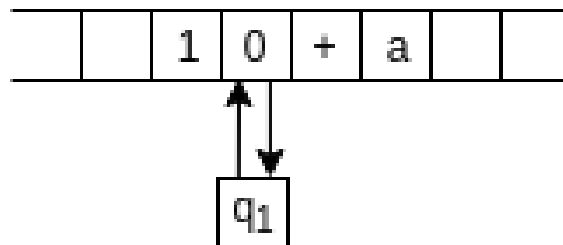


Рисунок 3-Машина Тьюринга

1. **Лента** используется для хранения информации. Она бесконечна в обе стороны и разбита на клетки, которые никак не нумеруются и не именуется. 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.

Программа для Машины Тьюринга

Один из способов записи программы для Машины Тьюринга является таблица следующего вида:

	S_0	S_1	S_2	...	S_m
q_0					
q_1					
...					
q_n					

Рисунок 4-Таблица состояний

$S_0, S_1, S_2, \dots S_m$ - Алфавит ленты

q_0, q_1, \dots, q_n - Состояния автомата

Рисунок 5-Обозначения

В ячейках таблицы указываются тройка $\langle S', [L, R, N], q' \rangle$:

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

Выполнение работы.

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, q2	"-", 1, q2	" ", -1, q3
q3	"0", 0, qT	"1", -1, q4	"2", -1, q5			
q4				"+", -1, q6	"-", -1, q7	
q5				"+", -1, q8	"-", -1, q9	
q6	"1", 0, qT	"2", 0, qT	"0", -1, q6			"1", 0, qT
q7	"2", -1, q7	"0", -1, q10	"1", 0, qT			
q8	"2", 0, qT	"0", -1, q6	"1", -1, q6			
q9	"1", -1, q7	"2", -1, q7	"0", 0, qT			
q10	"0", 0, qT	"1", 0, qT	"2", 0, qT			" ", 1, q11
q11	" ", 1, q12					
q12	"0", 0, qT	"1", 0, qT	"2", 0, qT	"+", -1, q13	"-", -1, q13	
q13						"0", 0, qT

Рисунок 6-Таблица состояний

Описание состояний :

q1 — начальное состояние , которое необходимо, чтобы найти первую цифру первого числа.

q2 — нахождение конца арифметической формулы.

q3 — анализ прибавляющейся или отнимающейся цифры , то есть если цифры равна 0 переход в конечное состояние qT , если 1 то переход в состояние q4, и если 2 то переход в состояние q5.

q4 — определения знака для 1.

q5 — определения знака для 2.

q6 — прибавление 1 к текущей цифре.

q7 — вычитание 1 из текущей цифры.

q8 — прибавление 2 к текущей цифре.

q9 — вычитание 2 из текущей цифры.

q10 — проверка на незначащий 0, если слева от него стоит « », то 0 незначащий и его нужно удалить через q11, иначе закончить qT.

q11 — удаление незначащего 0.

q12 — проверка на единственный 0 в результате арифметической операции, если справа от него стоит знак «+» или «-» ,то 0 был значащий , но мы его удалили состоянием q11, и его надо вернуть, иначе закончить qT.

q12 — возврат единственного 0.

qT — конечное состояние.

Значение переменных:

table — словарь хранящий состояния автомата.

memory — список хранящий ленту.

q — текущее состояние автомата.

ind — текущее положение автомата на ленте.

i — смещение автомата (1 — влево ,0 — на месте ,-1 — вправо)

Тестирование.

Результаты тестирования представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты тестирования

№ п/п	Входные данные	Выходные данные	Комментарии
1.	222+2	1001+2	Программа работает правильно
2.	1-1	0-1	Программа работает правильно
3.	100+1	101+1	Программа работает правильно
4.	10-2	1-2	Программа работает правильно

Выводы.

Была реализована машина Тьюринга на Python для моделирования работы вычислительного устройства.

Разработана и написана программа сложения и вычитания троичного числа и троичной цифры , используя абстрактную вычислительную модель Машина Тьюринга.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ИСХОДНЫЙ КОД ПРОГРАММЫ

Название файла: Azarov_MC_inf_lb2.py

```
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, 'q2'],  
              '-': ['-', 1, 'q2'],  
              ' ': [' ', -1, 'q3']  
        },
```

```
        'q3': {'0': ['0', 0, 'qT'],  
              '1': ['1', -1, 'q4'],  
              '2': ['2', -1, 'q5']  
        },
```

```
        'q4': {'+': ['+', -1, 'q6'],  
              '-': ['-', -1, 'q7']  
        },
```

```
        'q5': {'+': ['+', -1, 'q8'],  
              '-': ['-', -1, 'q9']
```

},

'q6': {'0': ['1', 0, 'qT'],
 '1': ['2', 0, 'qT'],
 '2': ['0', -1, 'q6'],
 ' ': ['1', 0, 'qT']
 },

'q7': {'0': ['2', -1, 'q7'],
 '1': ['0', -1, 'q10'],
 '2': ['1', 0, 'qT']
 },

'q8': {'0': ['2', 0, 'qT'],
 '1': ['0', -1, 'q6'],
 '2': ['1', -1, 'q6']
 },

'q9': {'0': ['1', -1, 'q7'],
 '1': ['2', -1, 'q7'],
 '2': ['0', 0, 'qT']
 },

'q10': {'0': ['0', 0, 'qT'],
 '1': ['1', 0, 'qT'],
 '2': ['2', 0, 'qT'],
 ' ': [' ', 1, 'q11']
 },

```
'q11':{'0': [' ', 1, 'q12']},
```

```
'q12':{'0': ['0', 0, 'qT'],  
      '1': ['1', 0, 'qT'],  
      '2': ['2', 0, 'qT'],  
      '+': ['+', -1, 'q13'],  
      '-': ['-', -1, 'q13']  
      },
```

```
'q13':{' ': ['0', 0, 'qT']}  
}
```

```
memory = list(input())
```

```
q = 'q1'
```

```
ind = 0
```

```
while q != 'qT':
```

```
    memory[ind],i,q = table[q][memory[ind]]
```

```
    ind += i
```

```
print("".join(memory))
```