

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. 9304

Каменская Е.К.

Преподаватель

Размочаева Н.В.

Санкт-Петербург

2019

Цель работы.

Изучить работу Машины Тьюринга и написать программу, работающую по ее принципу, для выполнения арифметической операции.

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:

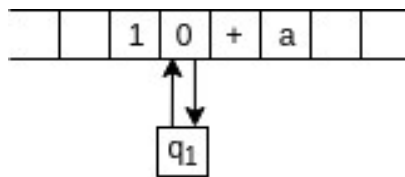
- 0
- 1
- 2
- +
- -
- " " (пробел)

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 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.

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					

$s_0, s_1, s_2, \dots, s_m$ - Алфавит ленты

q_0, q_1, \dots, q_n - Состояния автомата

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.

Первичные переменные:

- agreee – словарь, ключи которого являются состояниями машины, а значения – словарями с ключами из алфавита. Значениями подсловарей являются списки, в которых указаны:
 - 1) символ для записи в текущую ячейку (str);
 - 2) смещение каретки (int);
 - 3) следующее состояние (str).
- mtape – список, содержащий ленту. Первичное значение получено преобразованием входной строки в список функцией list().
- q – строчная переменная для хранения текущего состояния машины. Изначально равна «q1».
- i – целочисленная переменная для итерации по ленте. Изначально равна 0.

Далее реализован цикл с предусловием while, который работает до того, как q станет равна «q10». Внутри цикла создается строчная переменная cell, хранящая i-ый символ ленты.

i-ое значение списка mtape, значение i и значение q меняются в соответствии с таблицей agreee: ключи списка с новыми значениями – q и cell, а само значение лежит под индексом 0, 1 и 2 соответственно.

По завершении цикла `mtape` преобразовывается в строку с помощью метода `join()` и печатается на экран.

Тестирование.

Результаты тестирования представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты тестирования

№ п/п	Входные данные	Выходные данные
1.	1-1	0-1
2.	10001-2	2222-2
3.	110-1	102-1

Выводы.

В ходе выполнения лабораторной работы был изучен принцип работы Машины Тьюринга и реализована программа для прибавления и вычитания троичной цифры из троичного числа. Для хранения таблицы состояний Машины был написан словарь словарей списков. На вход подается строка-лента, которую программа считывает в список строк, где каждый элемент – символ ленты, а на выход программа подает строку, составленную при помощи метода `join()` из символов обработанного входного списка.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ИСХОДНЫЙ КОД ПРОГРАММЫ

Название файла: lab2.py

```

agree = {
    'q1': {'0': ['0', 1, 'q1'], '1': ['1', 1, 'q1'], '2':
['2', 1, 'q1'], '+': ['+', 1, 'q2'], '-': ['-', 1, 'q5'], ' ': [' ', 1, 'q1'] },
    'q2': {'0': ['0', 0, 'q10'], '1': ['1', -1, 'q3'], '2': ['2', -
1, 'q4']
    },
    'q3': {'0': ['1', 0, 'q10'], '1': ['2', 0, 'q10'], '2': ['0', -
1, 'q3'], '+': ['+', -1, 'q3'], ' ': ['1', 0, 'q10'] },
    'q4': {'0': ['2', 0, 'q10'], '1': ['0', -1, 'q3'], '2': ['1', -
1, 'q3'], '+': ['+', -1, 'q4'], ' ': ['2', 0, 'q10'] },
    'q5': {'0': ['0', 0, 'q10'], '1': ['1', -1, 'q6'], '2': ['2', -
1, 'q7']
    },
    'q6': {'0': ['2', -1, 'q6'], '1': ['0', 0, 'q8'], '2':
['1', 0, 'q10'], '-': ['-', -1, 'q6']
    },
    'q7': {'0': ['1', -1, 'q6'], '1': ['2', -1, 'q6'], '2':
['0', 0, 'q9'], '-': ['-', -1, 'q7']
    },
    'q8': {'0': ['0', -1, 'q8'], '1': ['1', -1, 'q8'], '2': ['2', -
1, 'q8'], '+': ['+', 1, 'q8'], '-': ['-', -1, 'q8'], ' ': [' ', 1, 'q9'] },
    'q9': {'0': [' ', 1, 'q9'], '1': ['1', 0, 'q10'], '2':
['2', 0, 'q10'], '-': ['-', -1, 'q9'], ' ':
['0', 0, 'q10']}
}

mtape = list(input())
q = 'q1'
i = 0
while q != 'q10':
    cell = mtape[i]
    mtape[i] = agree[q][cell][0]
    i += agree[q][cell][1]
    q = agree[q][cell][2]
mtape = ''.join(mtape)
print(mtape)

```

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ТАБЛИЦА СОСТОЯНИЙ

	«0»	«1»	«2»	«+»	«-»	« »
q ₁	«0»; R; q ₁	«1»; R; q ₁	«2»; R; q ₁	«+»; R; q ₂	«-»; R; q ₅	« »; R; q ₁
q ₂	«0»; N; q ₁₀	«1»; L; q ₃	«2»; L; q ₄			
q ₃	«1»; N; q ₁₀	«2»; N; q ₁₀	«0»; L; q ₃	«+»; L; q ₃		«1»; N; q ₁₀
q ₄	«2»; N; q ₁₀	«0»; L; q ₃	«1»; L; q ₃	«+»; L; q ₄		«2»; N; q ₁₀
q ₅	«0»; N; q ₁₀	«1»; L; q ₆	«2»; L; q ₇			
q ₆	«2»; L; q ₆	«0»; N; q ₈	«1»; N; q ₁₀		«-»; L; q ₆	
q ₇	«1»; L; q ₆	«2»; L; q ₆	«0»; N; q ₉		«-»; L; q ₇	
q ₈	«0»; L; q ₈	«1»; L; q ₈	«2»; L; q ₈	«+»; L; q ₈	«-»; L; q ₈	« »; R; q ₉
q ₉	« »; R; q ₉	«1»; N; q ₁₀	«2»; N; q ₁₀		«-»; L; q ₉	«0»; N; q ₁₀

q₁ – Начальное состояние, поиск знака действия (+/–).

q₂ – Переход к сложению.

q₃ – Прибавление единицы.

q₄ – Прибавление двойки.

q₅ – Переход к вычитанию.

q₆ – Вычитание единицы.

q₇ – Вычитание двойки.

q₈ – Передвижение на первый не пробельный символ.

q₉ – Удаление незначащих нулей.

q₁₀ – Конечное состояние.