

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. 1384

Усачева Д.В.

Преподаватель

Шевская Н. В.

Санкт-Петербург

2021

Цель работы.

Изучить и смоделировать 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.

| | | | | | | | | | |
|--|--|---|---|---|---|---|--|--|--|
| | | 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.

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

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

Выполнение работы.

Для выполнения данной задачи была составлена таблица состояний Машины Тьюринга (см. таблицу 1).

Таблица 1 – Состояния Машины Тьюринга

| | 0 | 1 | 2 | « » | + | - |
|----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| q_0 | '0', 1, " q_1 " | '1', 1, " q_1 " | '2', 1, " q_1 " | ' ', 1, " q_0 " | | |
| q_1 | '0', 1, " q_1 " | '1', 1, " q_1 " | '2', 1, " q_1 " | | '+', 1, " q_2 " | '-', 1, " q_5 " |
| q_2 | '0', 0, " q_T " | '1', -1, " q_3 " | '2', -1, " q_4 " | | | |
| q_3 | '1', 0, " q_T " | '2', 0, " q_T " | '0', -1, " q_3 " | ' ', 0, " q_S " | '+', -1, " q_3 " | |
| q_4 | '2', 0, " q_T " | '0', -1, " q_3 " | '1', -1, " q_3 " | | '+', -1, " q_4 " | |
| q_5 | '0', 0, " q_T " | '1', -1, " q_6 " | '2', -1, " q_7 " | | | |
| q_6 | '2', -1, " q_6 " | '0', 0, " q_D " | '1', 0, " q_T " | | | '-', -1, " q_6 " |
| q_7 | '1', -1, " q_6 " | '2', -1, " q_6 " | '0', 0, " q_T " | | | '-', -1, " q_7 " |
| q_S | | | | '1', 1, " q_T " | | |
| q_D | '0', -1, " q_{D2} " | | | | | |
| q_{D2} | '0', -1, " q_T " | '1', -1, " q_T " | '2', -1, " q_T " | ' ', 1, " q_{D3} " | | |
| q_{D3} | '0', 1, " q_{D3} " | '1', -1, " q_{D5} " | '2', -1, " q_{D5} " | | '+', -1, " q_{D4} " | '-', -1, " q_{D4} " |
| q_{D4} | ' ', -1, " q_T " | | | | | |

- 1) q_0 – изначальное состояние. Указатель движется вправо, до тех пор, пока не встретит какой-либо символ, после этого переходит в состояние q_2 .

- 2) $q1$ – состояние, при котором указатель двигается вправо, пока не встречается знак “+” (после этого переходит в состояние $q3$) или “-” (после этого переходит в состояние $q5$).
- 3) $q2$ – состояние, при котором указатель читает следующую за знаком “+” цифру. Если она равна нулю, машина переходит в терминальное состояние, так как при прибавлении нуля исходное число не изменяется. Если она равна единице, машина переходит в состояние $q3$, если двойке – в состояние $q4$.
- 4) $q3$ – состояние, при котором указатель прибавляет единицу к текущему разряду и при переполнении разряда переходит на старший разряд в этом же состоянии.
- 5) $q4$ – состояние, при котором указатель прибавляет двойку к текущему разряду и при переполнении разряда переходит на старший разряд в состоянии $q4$.
- 6) $q5$ – состояние, при котором указатель читает следующую за знаком “-” цифру. Если она равна нулю, машина переходит в терминальное состояние, так как при вычитании нуля исходное число не изменяется. Если она равна единице, машина переходит в состояние $q6$, если двойке – в состояние $q7$.
- 7) $q6$ – состояние, при котором указатель вычитает единицу из текущего разряда. Если после вычитания получается ноль, машина переходит в состояние qD .
- 8) $q7$ – состояние, при котором указатель вычитает двойку из текущего разряда. А если после вычитания получается один или два, машина перемещается влево и переходит в состояние $q6$.
- 9) qS – состояние, при котором указатель при переполнении старшего разряда числа записывает в первую пустую клетку слева новый старший разряд, равный единице.
- 10) qD – состояние, при котором указатель перемещается влево и переходит в состояние $qD2$.

- 11) $qD2$ – состояние, при котором указатель перемещается влево и переходит в терминальное состояние, но если считываемый символ это – « \circ », указатель перемещается вправо и переходит в состояние $qD3$.
- 12) $qD3$ – состояние, при котором указатель переходит в терминальное состояние, если считываемый символ это « $+$ » или « $-$ », но указатель переходит в состояние $qD4$, если считываемый символ это « 1 » или « 2 ».
- 13) $qD4$ – состояние, при котором указатель перемещается влево и переходит в терминальное состояние, записывая в видимую клетку « \circ » вместо незначащего нуля.
- 14) qT – терминальное состояние, при попадании в которой Машина Тьюринга завершает работу.

Выводы

Была смоделирована Машина Тьюринга для выполнения операции сложения и вычитания между числами в троичной системе счисления.

Разработанный программный код см. в приложении 2. Результаты тестирования см. в приложении 1.

Приложение 1

Тестирование

Таблица 2 - Примеры тестовых случаев

| № п/п | Входные данные | Выходные данные | Комментарии |
|-------|----------------|-----------------|---|
| 1. | 2+1 | 10+1 | Выполнение программы при переполнении старшего разряда. |
| 2. | 111+1 | 112+1 | Выполнение программы при суммировании без переполнения. |
| 3. | 1-1 | 0-1 | Выполнение программы в случае получения значащего нуля. |

Приложение 2

Исходный код программы

Название файла: main.py

```
table = {
    "q0": {
        '0': ['0', 1, "q1"],
        '1': ['1', 1, "q1"],
        '2': ['2', 1, "q1"],
        ' ': [' ', 1, "q0"]
    },
    "q1": {
        '0': ['0', 1, "q1"],
        '1': ['1', 1, "q1"],
        '2': ['2', 1, "q1"],
        '+': ['+', 1, "q2"],
        '-': ['-', 1, "q5"]
    },
    "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"],
        ' ': [' ', 0, "qS"]
    },
    "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, "qD"],
        '2': ['1', 0, "qT"],
        '-': ['-', -1, "q6"]
    },
    "q7": {
        '0': ['1', -1, "q6"],
        '1': ['2', -1, "q6"],
        '2': ['0', 0, "qT"],
        '-': ['-', -1, "q7"]
    },
    "qS": {
```

```

        ' ': ['1', 1, "qT"],
    },
    "qD": {
        '0': ['0', -1, "qD2"]
    },
    "qD2": {
        ' ': [' ', 1, "qD3"],
        '0': ['0', -1, "qT"],
        '1': ['1', -1, "qT"],
        '2': ['2', -1, "qT"],
    },
    "qD3": {
        '0': ['0', 1, "qD3"],
        '+': ['+', -1, "qT"],
        '-': ['-', -1, "qT"],
        '1': ['1', -1, "qD4"],
        '2': ['2', -1, "qD4"],
    },
    "qD4": {
        '0': [' ', -1, "qT"]
    }
}
tape = list(input())
condition = 'q0'
i = 0
while condition != 'qT':
    symbol, step, condition = table[condition][tape[i]]
    tape[i] = symbol
    i += step
print(*tape, sep='')

```