Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Институт компьютерных наук и кибербезопасности

Высшая школа компьютерных технологий и информационных систем

**Отчёт по лабораторной работе**

**Дисциплина**: Низкоуровневое программирование

**Тема**: Машина Тьюринга-Поста

Вариант: 6

Выполнил студент гр. 5130901/20003 Гусев М.М.

(подпись)

Преподаватель Целищева А.А.

(подпись)

“\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2023 г.

Санкт-Петербург

2023

1. Задание на работу

Построить машину Тьюринга-Поста, решающую задачу: умножение чисел в унитарном коде. Выполнить моделирование ее работы в одном из свободно доступных симуляторов. Подготовить отчет, отвечающий предъявляемым требованиям.

1. Алфавит

Алфавит данной машины Тьюринга-Поста состоит из 6 символов: 0, 1, \*, =, X, \_ (пробельный символ)

1. Положение головки и формат данных на ленте

Головка изначально должна располагаться перед первым числом в унитарном коде. Машина получает на вход два числа в унитарном коде, разделенных знаком умножения (символом “\*”), после второго числа стоит знак равенства (символ “=”).

1. Описание управляющего автомата

1-й этап:

Q1 – Каретка машины двигается вправо пока не найдёт 1 в первом числе, после сдвигается вправо и переходит в Q2

Q2 – Все следующие далее 0 заменяет на X. Дойдя до знака «\*» каретка двигается влево и переходит в состояние Q22.

Q22 – Если перед «\*» X, то всё нормально и каретка переходит к состоянию Q3, если 1, значит первое число это 0 и каретка переходит в состояние Q25 (см 5-й этап)

Q3 – Каретка двигается вправо по второму числу, пока не находит 1, после нахождение двигается вправо и переходит в состояние Q4. После завершения состояния Q4 каретка, перейдя в текущее состояние, двигается вправо до пробела, после чего двигается раз в лево и переходит в состояние Q5.

Q4 – Первый 0 после единицы заменяется на X, двигается вправо и переходит в состояние Q3. Если в состоянии 4 каретка натыкается на «=», значит второе число 0, она возвращается назад и переходит в состояние Q19 (5-й этап).

2-й этап:

Q5 – Двигается влево до «\*», после нахождения перемещается влево и переходит в Q6.

Q6 – В этом состоянии сначала X заменяются на 0, после каретка переходит в состояние Q7, в котором двигается вправо до пробела и ставит на его месте 1. Как только каретка дошла до 1, она переходит в состояние Q8.

Q7 – Вправо до пробела, 1, остаётся на месте, переходит в состояние Q5 (Цикл, повторяется пока есть X в первом числе до 1).

3-й этап:

Q8 – Каретка двигается вправо до пробела, после чего сдвиг влево и переход в 9-ое состояние

Q9 – Двигается влево до X во втором числе, найдя, сдвиг вправо и переход в состояние Q10.

Q10 – Если после найденного X сразу находится «=», значит перемножение закончилось, каретка остаётся на месте и переходит в состояние Q16. Если находится 0, нужно повторить написанное во втором этапе после «=» столько раз, сколько осталось нулей, поэтому, этот первый 0 заменяется на X, происходит сдвиг вправо и переход в Q11.

Q11 – Движение вправо до пробела, после чего сдвиг влево и переход в Q12

Q12 – Найденная единица заменяется на X, каретка сдвигается вправо и переходит в Q13. Если достигнут символ «=» переписывание закончилось переход в состояние Q15.

Q13 – Каретка двигается вправо до пробела, на его месте ставит 1, сдвиг влево, переход в Q14.

Q14 – Влево до X, после сдвиг влево, переход в состояние Q12.

Q15 – Если ещё есть нули, происходит сдвиг влево и переход в состояние Q9 (цикл). Если найден X, перемножение закончилось, сдвиг вправо и переход в Q16.

4-й этап:

Q16 – Если каретка находится на «=», переход вправо и в состояние Q17. Все 1 и X заменяются на 0, в первый найденный пробел ставится последний 0, **программа завершается**.

Q17 – После знака равенства найдена единица – оставляем её в покое, X – заменяем на 1 и двигаемся вправо в состояние Q16.

5-й этап (самостоятельный):

В состоянии Q2, после нахождения символа «\*» происходит сдвиг каретки влево и переход в состояние Q22. Так же в 5-й этап возможно попасть, если в состоянии Q4 после единицы во втором числе сразу идёт знак равенства, что означает, что это число ноль.

Q22 – Если перед «\*» находится 1, значит первое число ноль, происходит сдвиг каретки вправо и переход в Q25.

Q25 – Каретка движется вправо до знака «=», сдвигается влево и переходит в состояние Q19.

Q19 – 0 или 1 заменяется на X, после - движение влево и переход в состояние Q20.

Q20 – Каретка движется вправо до пробела, ставится ноль, сдвиг влево и переход в состояние Q18.

Q18 – Каретка движется влево до «=», после сдвиг влево и переход в Q23.

Q23 – 0 или 1 способствуют остановке на месте и переходу в Q19, X-ы пропускаются. Дойдя в этом цикле до символа «\*», сдвиг вправо и переход в Q21.

Q21 – Движение вправо до пробела, после чего сдвиг влево и переход в Q24.

Q24 – Каретка ставит 1 (крайний символ в числе 0), **программа завершается**.

Изображение выглядит как снимок экрана, линия, число, текст

Автоматически созданное описание а)

Изображение выглядит как снимок экрана, текст, линия

Автоматически созданное описание

б)

Рис. 1 Таблица переходов управляющего автомата - a) - Q1-Q13 б) – Q14-Q25

1. Описание работы машины

В начале работы каретка исполняющего автомата находится перед первым числом (либо над первым его символом). После машина переписывает каждую цифру первого числа столько раз, сколько нулей после единицы во втором числе (перемножает числа, символ X используется для обозначения перемноженных цифр). Результат записывается после вводных данных (после символа «=»). Если машина обнаруживает, что какое-то из чисел является нулём, то после символа «=» записывается число ноль закодированное в соответствии с длиной умножаемых чисел.

1. Примеры работы машины

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, линия, Параллельный

Автоматически созданное описание

Рис. 2 Окно симулятора перед началом работы - 3\*2 в унитарном коде

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, линия

Автоматически созданное описание

Рис. 3 Окно симулятора по окончании работы - 3\*2=6 в унитарном коде

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, линия

Автоматически созданное описание

Рис. 4 Окно симулятора перед началом работы - умножение на 0 в первой позиции

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, линия

Автоматически созданное описание

Рис. 5 Окно симулятора по окончании работы – результат 0

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, линия

Автоматически созданное описание

Рис. 6 Окно симулятора перед началом работы. Умножение на 0 во второй позиции

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, линия

Автоматически созданное описание

Рис. 7 Окно симулятора по окончании работы – результат, как и на Рис. 5

1. Вывод

В результате выполнения лабораторной работы построена машина Тьюринга-Поста, которая успешно реализует умножение чисел в унитарном коде. Смоделирована работа машины в симуляторе.