

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Институт компьютерных наук и технологий
Кафедра компьютерных систем и программных технологий

Низкоуровневое программирование

Отчет по лабораторной работе №1

Машина Тьюринга-Поста

Работу

выполнил:

Кечин В.В.

Группа:

3530901/90004

Преподаватель:

Алексюк А.О.

Санкт-Петербург
2021

Содержание

1. Цель работы	3
2. Программа работы	3
3. Что такое машина Тьюринга и как она работает?	3
4. Ход выполнения работы	3
5. Выводы	5

1. Цель работы

Реализовать вычисление целой части от деления в двоичном коде на машине Тьюринга-Поста

2. Программа работы

- Выбрать и установить симулятор машины Тьюринга
- Изучить и понять принцип работы машины Тьюринга
- Реализовать вычисление целой части от деления в двоичном коде

3. Что такое машина Тьюринга и как она работает?

Машина Тьюринга имеет бесконечную в обе стороны ленту, разделенную на ячейки. В каждой ячейке может быть записан некоторый символ из алфавита. Один из символов алфавита выделен и называется "пробелом". Предполагается, что изначально вся лента пуста - заполнена пробелами.

Машина Тьюринга может менять содержимое ленты с помощью специальной читающей и пишущей головки, которая движется вдоль ленты. В каждый момент головка находится в одной из ячеек. Машина Тьюринга получает от головки информацию о том, какой символ та видит, и в зависимости от этого (и от своего внутреннего состояния) решает, что делать, то есть какой символ записать в текущей ячейке и куда сдвинуться после этого (налево, направо или остаться на месте). При этом также меняется внутреннее состояние машины (мы предполагаем, что машина не считая ленты имеет конечную память, то есть конечное число внутренних состояний). Еще необходимо определить, с чего мы начинаем и когда заканчиваем работу.

Работа машины Тьюринга задается таблицей переходов, которая определяет поведение машины в зависимости от состояния и текущего символа.

4. Ход выполнения работы

Для того чтобы реализовать деление двоичных чисел на машине Тьюринга, необходимо определиться с алгоритмом работы. В результате различных умозаключений был придуман следующий алгоритм:

1. Копируем делитель.
2. Уменьшаем копию делителя и делимое на 1 до тех пор, пока копия делителя не станет равна нулю.
3. Стираем оставшиеся от копии делителя нули.
4. Уводим головку в левую сторону и прибавляем 1 за каждое успешное вычитание делителя.
5. Повторяем пункты 1-4 до тех пор, пока вычитание возможно.
6. Стираем все кроме ответа.

Для выполнения этого определимся с форматом входных данных. Сначала будем писать делимое число, за ним знак деления, после пишем делитель и знак равенства. Головку устанавливаем на самый первый символ делимого.

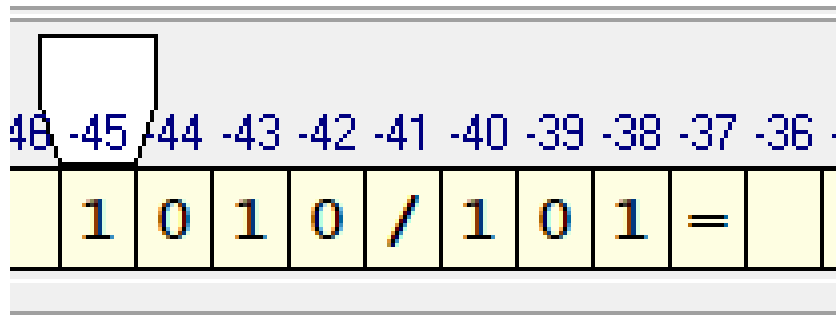


Рисунок 4.1. Пример ввода

Далее необходимо задать таблицу переходов. Для этого озвучим пошагово действия, которые мы хотим произвести.

Сначала мы двигаемся до начала делителя. Далее копируем его вправо от знака равно. Копирование происходит посимвольно-берем первый знак, заменяем его условным обозначением и идем вправо до пробела. Вместо пробела ставим знак и идем обратно до условного обозначения, меняем его обратно и переходим на символ вправо. Повторяем это пока не скопируем все число. Условное обозначение вводится для того, чтобы понять куда возвращать пишущую головку.

Далее начинаем производить вычитание 1 из делимого и копии делителя. Если младший разряд равен 1, меняем его на 0, а если он равен 0, то меняем на 1 и при этом производим вычитание из более старшего разряда. Вычитание происходит поочередно-сначала вычитаем из копии делителя, потом идем влево до делимого и вычитаем 1 из него. Если во время вычитания из копии делителя мы встречаем равно, то это значит что она равна 0 и надо удалить все знаки после равно (заменяв их пробелами), а затем переместиться влево от всего выражения и написать там 1 (далее будем прибавлять 1 за каждое успешное вычитание).

Повторяем все эти шаги до тех пор, пока при вычитании из делимого мы не упрямся в пустую ячейку (то есть когда делимое меньше делителя). В этом случае мы очищаем все, что находится правее (наше выражение) и таким образом оставляем лишь сумму количества удачных вычитаний. На этом заканчиваем работу программы.

Теперь закодируем наши действия в таблицу состояний.

	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	Q ₅	Q ₆	Q ₇	Q ₈	Q ₉	Q ₁₀	Q ₁₁	Q ₁₂	Q ₁₃	Q ₁₄
0	0 → Q ₁	0 ← Q ₂	z → Q ₄	0 → Q ₄	0 → Q ₅	0 ← Q ₆	0 → Q ₇	1 ← Q ₈	0 ← Q ₉	1 ← Q ₁₀	→ Q ₁₁		1 → Q ₁	→ Q ₁₄
1	1 → Q ₁	1 ← Q ₂	o → Q ₅	1 → Q ₄	1 → Q ₅	1 ← Q ₆	1 → Q ₇	0 ← Q ₉	1 ← Q ₉	0 → Q ₇	→ Q ₁₁		0 ← Q ₁₃	→ Q ₁₄
=			= → Q ₇	= → Q ₄	= → Q ₅	= ← Q ₆	= → Q ₇	= → Q ₁₁	= ← Q ₉		= ← Q ₂	= ← Q ₂		→ Q ₁₄
/	/ → Q ₃	/ ← Q ₂	/ ← Q ₄				/ → Q ₇		/ ← Q ₁₀					→ Q ₁₄
z				z → Q ₄	z → Q ₅	0 → Q ₃								
o				o → Q ₄	o → Q ₅	1 → Q ₃								
_	→ Q ₁	← Q ₁₃		0 ← Q ₆	1 ← Q ₆	← Q ₃	← Q ₈			→ Q ₁₄	← Q ₁₂	← Q ₁₂	1 → Q ₁	←

Рисунок 4.2. Таблица переходов

Q1-идем к первой цифре делителя
——копирование——
Q3- производим замену
Q4 Q5 - копируем
Q6-возвращаем делитель в исходное состояние
——вычитание——
Q7-идем в младший разряд копии делителя
Q8-вычитаем 1 из копии делителя
Q9-идем в младший разряд делимого
Q10-вычитаем 1 из делимого.
Q11-стираем остатки копии делителя
Q12-добираемся до конца слова с правой стороны
Q2-добираемся до места записи ответа (левее числа)
Q13-прибавляем 1 при успешном вычитании.
Q14- стираем все кроме ответа

Рисунок 4.3. Описание состояний

На рисунке выше показаны комментарии, которые поясняют, за что отвечает каждое состояние.

5. Выводы

Реализовано вычисление целой части от деления в двоичном коде на машине Тьюринга-Поста. В процессе работы получены навыки взаимодействия с машиной Тьюринга, а также навыки работы с \LaTeX который был использован для создания отчета о проделанной работе. \LaTeX оказался удобен для создания отчетов, однако он требует изучение его синтаксиса.