

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

Отчет по лабораторной работе №1

по дисциплине «Низкоуровневое программирование»

Машина Тьюринга

Работу

выполнил:

Ильин В.П.

Группа:

35300901/10005

Преподаватель:

Коренев Д.А.

Санкт-Петербург
2022

Содержание

1. Техническое задание	3
2. Метод решения	3
3. Описание состояний	3
4. Работа программы	5

1. Техническое задание

Написать программу преобразования двоичного кода в унарный. Вид исходных данных: положительное двоичное число. Начальное положение головки: последняя цифра числа.

2. Метод решения

Унарные числа представляются в виде последовательности единиц, длина которой равна самому числу. Например: 1 – 1, 3 – 111, 5 – 11111.

Для перевода из двоичного кода будем последовательно идти по всем цифрам числа, начиная с конца. На каждом шаге смотрим на текущую цифру: если это 0, то удваиваем текущее значение степени двойки, временно записанное слева от входного числа, а если 1, то накапливаем ответ справа, после чего также увеличиваем степень. В конце заменяем обработанный символ на служебный (x) и переходим к следующему.

В результате обработки всех цифр числа на ленте останутся только последнее значение степени двойки в унарном коде, изначальное число со всеми цифрами, замененными на x и ответ, поэтому достаточно будет дойти до самого левого символа значения степени двойки, и сначала стереть степень, а затем все символы x .

Например, рассмотрим перевод числа 10:

$$1x \rightarrow 1\ 1x \rightarrow 11\ 1x \rightarrow 11\ xx\ 11 \rightarrow 11$$

3. Описание состояний

Алфавит:

0 – одновременно выполняет функцию двоичной цифры и временного знака во время удвоения степени (для уменьшения используемого алфавита)

1 – двоичная и унарная цифра

x – служебный символ

Внутри подпрограммы удвоения числа будем обозначать новую цифру при помощи x , а 0 – уже удвоенную.

Состояния:

Q_1 – начальное состояние итерации обработки одной цифры двоичного числа. Если цифра 0 – переход к Q_2 , 1 – к Q_{10} . Если цифры кончились и головка указывает на пробел, то переход к Q_{19} .

Q_2 – состояние для перевода головки налево от исходного числа.

Q_3 – находимся на крайнем символе текущего значения степени двойки. Если это пробел (т.е. если рассматривалась первая цифра числа), то переходим к Q_9 , оставляя единицу. Если же это 1, то начинаем удваивать значение степени. Переход к Q_4 .

- Q_4 – если головка смотрит на единицу, значит удвоение не завершено. Временно заменяем единицу на 0 и переходим к Q_5 . Если же головка смотрит на x , то это правая цифра, добавленная в результате удвоения, а значит все исходное число уже удвоено. Переходим к Q_7 .
- Q_5 – идем налево до тех пор, пока не встретим пробел, на место которого ставим x . Переходим к Q_6 .
- Q_6 – возвращаемся на последний необработанный символ удваиваемого числа. Начинаем новую итерацию переходом к Q_4 .
- Q_7 – встаем на самый левый символ итогового числа и переходим к Q_8 .
- Q_8 – заменяем все x и 0 на единицы и заканчиваем подпрограмму удвоения переходом к Q_9 .
- Q_9 – после удвоения степени возвращаемся к последней необработанной цифре числа. Для этого пропускаем все символы, кроме служебного, которым отмечена последняя обработанная цифра. Найдя служебный, встаем слева от него и начинаем следующую итерацию.
- Q_{10} – пропускаем исходное число, переходим к Q_{11} .
- Q_{11} – переходим к последней цифре значения степени двойки и начинаем накапливать ответ. Для этого временно помечаем ее служебным символом и переходим в состояние Q_{12} .
- Q_{12} – пропускаем все уже перенесенные в ответ единицы и, дойдя до пробела, попадаем на исходное число. Переходим в состояние Q_{13} .
- Q_{13} – пропускаем число, переводя головку направо. Дойдя до пробела, переходим в Q_{14} .
- Q_{14} – переходим направо от текущего ответа. Дойдя до пробела, дописываем единицу и переходим в Q_{15} .
- Q_{15} – возвращаемся к исходному числу и переходим в Q_{16} .
- Q_{16} – пропускаем исходное число и переходим в Q_{17} .
- Q_{17} – пропускаем все перенесенные единицы, обозначенные служебными символами. Дойдя до конца, смотрим на символ слева от них. Если это 1, то начинаем следующую итерацию переноса единицы, переход в Q_{12} . Если это пробел, то значит все единицы уже перенесены, переход в Q_{18} .
- Q_{18} – переводим все служебные символы в значении степени назад в единицы. Дойдя до пробела, возвращаемся на один символ налево и переходим в Q_4 для удвоения степени.
- Q_{19} – чистим степень, переходим к Q_{20} .
- Q_{20} – чистим исходное число. Встретив единицу, завершаем работу программы, так как единицы остались только в ответе.

4. Работа программы

Машина Тьюринга: C:\Users\ilyin\Downloads\bin_to_un.tur

Файл Лента Выполнение Скорость ?

Условие задачи:
Преобразование двоичного кода в унарный.
Вид исходных данных: положительное двоичное число.
Начальное положение головки: последняя цифра числа.

К 32 31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36

Алфавит 01x

	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	Q ₁₅	Q ₁₆	Q ₁₇	Q ₁₈	Q ₁₉	Q ₂₀
0	x ← Q ₂	0 ← Q ₂				0 ← Q ₄		1 → Q ₈	0 → Q ₉	0 ← Q ₁₀			0 → Q ₁₃			0 ← Q ₁₆				
1	x ← Q ₁₀	1 ← Q ₂	1 → Q ₄	0 ← Q ₅	1 ← Q ₅	1 → Q ₆			1 → Q ₉	1 ← Q ₁₀	x → Q ₁₂		1 → Q ₁₃	1 → Q ₁₄	1 ← Q ₁₅	1 ← Q ₁₆	x → Q ₁₂		← Q ₁₉	1 →
x				x ← Q ₇	x ← Q ₅	x → Q ₆	x ← Q ₇	1 → Q ₈	x ← Q ₁			x → Q ₁₂	x → Q ₁₃			x ← Q ₁₆	x ← Q ₁₇	1 → Q ₁₈		→ Q ₂₀
␣	← Q ₁₉	← Q ₃	1 → Q ₄		x → Q ₆		→ Q ₈	→ Q ₉	→ Q ₉	← Q ₁₁	x → Q ₁₂	→ Q ₁₃	→ Q ₁₄	1 ← Q ₁₅	← Q ₁₆	← Q ₁₇	→ Q ₁₈	← Q ₄	→ Q ₂₀	→ Q ₂₀

Машина Тьюринга: C:\Users\ilyin\Downloads\bin_to_un.tur

Файл Лента Выполнение Скорость ?

Условие задачи:
Преобразование двоичного кода в унарный.
Вид исходных данных: положительное двоичное число.
Начальное положение головки: последняя цифра числа.

К 35 34 33 32 31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35

Алфавит 01x

	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	Q ₁₅	Q ₁₆	Q ₁₇	Q ₁₈	Q ₁₉	Q ₂₀
0	x ← Q ₂	0 ← Q ₂				0 ← Q ₄		1 → Q ₈	0 → Q ₉	0 ← Q ₁₀			0 → Q ₁₃			0 ← Q ₁₆				
1	x ← Q ₁₀	1 ← Q ₂	1 → Q ₄	0 ← Q ₅	1 ← Q ₅	1 → Q ₆			1 → Q ₉	1 ← Q ₁₀	x → Q ₁₂		1 → Q ₁₃	1 → Q ₁₄	1 ← Q ₁₅	1 ← Q ₁₆	x → Q ₁₂		← Q ₁₉	1 →
x				x ← Q ₇	x ← Q ₅	x → Q ₆	x ← Q ₇	1 → Q ₈	x ← Q ₁			x → Q ₁₂	x → Q ₁₃			x ← Q ₁₆	x ← Q ₁₇	1 → Q ₁₈		→ Q ₂₀
␣	← Q ₁₉	← Q ₃	1 → Q ₄		x → Q ₆		→ Q ₈	→ Q ₉	→ Q ₉	← Q ₁₁	x → Q ₁₂	→ Q ₁₃	→ Q ₁₄	1 ← Q ₁₅	← Q ₁₆	← Q ₁₇	→ Q ₁₈	← Q ₄	→ Q ₂₀	→ Q ₂₀

Машина Тьюринга: C:\Users\ilyin\Downloads\bin_to_un.tur

Файл Лента Выполнение Скорость ?

Условие задачи:
Преобразование двоичного кода в унарный.
Вид исходных данных: положительное двоичное число.
Начальное положение головки: последняя цифра числа.

К 33 32 31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35

Алфавит 01x

	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	Q ₁₅	Q ₁₆	Q ₁₇	Q ₁₈	Q ₁₉	Q ₂₀
0	x ← Q ₂	0 ← Q ₂				0 ← Q ₄		1 → Q ₈	0 → Q ₉	0 ← Q ₁₀			0 → Q ₁₃			0 ← Q ₁₆				
1	x ← Q ₁₀	1 ← Q ₂	1 → Q ₄	0 ← Q ₅	1 ← Q ₅	1 → Q ₆			1 → Q ₉	1 ← Q ₁₀	x → Q ₁₂		1 → Q ₁₃	1 → Q ₁₄	1 ← Q ₁₅	1 ← Q ₁₆	x → Q ₁₂		← Q ₁₉	1 →
x				x ← Q ₇	x ← Q ₅	x → Q ₆	x ← Q ₇	1 → Q ₈	x ← Q ₁			x → Q ₁₂	x → Q ₁₃			x ← Q ₁₆	x ← Q ₁₇	1 → Q ₁₈		→ Q ₂₀
␣	← Q ₁₉	← Q ₃	1 → Q ₄		x → Q ₆		→ Q ₈	→ Q ₉	→ Q ₉	← Q ₁₁	x → Q ₁₂	→ Q ₁₃	→ Q ₁₄	1 ← Q ₁₅	← Q ₁₆	← Q ₁₇	→ Q ₁₈	← Q ₄	→ Q ₂₀	→ Q ₂₀

Машина Тьюринга: C:\Users\ilyin\Downloads\bin_to_un.tur

Файл Лента Выполнение Скорость ?

Условие задачи:
Преобразование двоичного кода в унарный.
Вид исходных данных: положительное двоичное число.
Начальное положение головки: последняя цифра числа.

К 34 33 32 31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34

Алфавит 01x

	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	Q ₁₅	Q ₁₆	Q ₁₇	Q ₁₈	Q ₁₉	Q ₂₀
0	x ← Q ₂	0 ← Q ₂				0 ← Q ₄		1 → Q ₈	0 → Q ₉	0 ← Q ₁₀			0 → Q ₁₃			0 ← Q ₁₆				
1	x ← Q ₁₀	1 ← Q ₂	1 → Q ₄	0 ← Q ₅	1 ← Q ₅	1 → Q ₆			1 → Q ₉	1 ← Q ₁₀	x → Q ₁₂		1 → Q ₁₃	1 → Q ₁₄	1 ← Q ₁₅	1 ← Q ₁₆	x → Q ₁₂		← Q ₁₉	1 →
x				x ← Q ₇	x ← Q ₅	x → Q ₆	x ← Q ₇	1 → Q ₈	x ← Q ₁			x → Q ₁₂	x → Q ₁₃			x ← Q ₁₆	x ← Q ₁₇	1 → Q ₁₈		→ Q ₂₀
␣	← Q ₁₉	← Q ₃	1 → Q ₄		x → Q ₆		→ Q ₈	→ Q ₉	→ Q ₉	← Q ₁₁	x → Q ₁₂	→ Q ₁₃	→ Q ₁₄	1 ← Q ₁₅	← Q ₁₆	← Q ₁₇	→ Q ₁₈	← Q ₄	→ Q ₂₀	→ Q ₂₀

Машина Тьюринга: C:\Users\ilyin\Downloads\bin_to_un.tur

Файл Лента Выполнение Скорость ?

Условие задачи:

Преобразование двоичного кода в унарный.
Вид исходных данных: положительное двоичное число.
Начальное положение головки: последняя цифра числа.

37 36 35 34 33 32 31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31

Алфавит 01x

	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	Q ₁₅	Q ₁₆	Q ₁₇	Q ₁₈	Q ₁₉	Q ₂₀
0	x ← Q ₂	0 ← Q ₂				0 ← Q ₄		1 → Q ₈	0 → Q ₉	0 ← Q ₁₀			0 → Q ₁₃			0 ← Q ₁₆				
1	x ← Q ₁₀	1 ← Q ₂	1 → Q ₄	0 ← Q ₅	1 ← Q ₅	1 → Q ₆			1 → Q ₉	1 ← Q ₁₀	x → Q ₁₂		1 → Q ₁₃	1 → Q ₁₄	1 ← Q ₁₅	1 ← Q ₁₆	x → Q ₁₂		← Q ₁₉	1 →
x				x ← Q ₇	x ← Q ₅	x → Q ₆	x ← Q ₇	1 → Q ₈	x ← Q ₁			x → Q ₁₂	x → Q ₁₃			x ← Q ₁₆	x ← Q ₁₇	1 → Q ₁₈		→ Q ₂₀
␣	← Q ₁₉	← Q ₃	1 → Q ₄		x → Q ₆		→ Q ₈	→ Q ₉	→ Q ₉	← Q ₁₁	x → Q ₁₂	→ Q ₁₃	→ Q ₁₄	1 ← Q ₁₅	← Q ₁₆	← Q ₁₇	→ Q ₁₈	← Q ₄	→ Q ₂₀	→ Q ₂₀

Машина Тьюринга: C:\Users\ilyin\Downloads\bin_to_un.tur

Файл Лента Выполнение Скорость ?

Условие задачи:

Преобразование двоичного кода в унарный.
Вид исходных данных: положительное двоичное число.
Начальное положение головки: последняя цифра числа.

30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38

Алфавит 01x

	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	Q ₁₅	Q ₁₆	Q ₁₇	Q ₁₈	Q ₁₉	Q ₂₀
0	x ← Q ₂	0 ← Q ₂				0 ← Q ₄		1 → Q ₈	0 → Q ₉	0 ← Q ₁₀			0 → Q ₁₃			0 ← Q ₁₆				
1	x ← Q ₁₀	1 ← Q ₂	1 → Q ₄	0 ← Q ₅	1 ← Q ₅	1 → Q ₆			1 → Q ₉	1 ← Q ₁₀	x → Q ₁₂		1 → Q ₁₃	1 → Q ₁₄	1 ← Q ₁₅	1 ← Q ₁₆	x → Q ₁₂		← Q ₁₉	1 →
x				x ← Q ₇	x ← Q ₅	x → Q ₆	x ← Q ₇	1 → Q ₈	x ← Q ₁			x → Q ₁₂	x → Q ₁₃			x ← Q ₁₆	x ← Q ₁₇	1 → Q ₁₈		→ Q ₂₀
␣	← Q ₁₉	← Q ₃	1 → Q ₄		x → Q ₆		→ Q ₈	→ Q ₉	→ Q ₉	← Q ₁₁	x → Q ₁₂	→ Q ₁₃	→ Q ₁₄	1 ← Q ₁₅	← Q ₁₆	← Q ₁₇	→ Q ₁₈	← Q ₄	→ Q ₂₀	→ Q ₂₀

Информация

Выполнение программы завершено.

OK