

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Институт компьютерных наук и технологий
Высшая школа интеллектуальных систем и суперкомпьютерных технологий

Отчёт по лабораторной работе № 1

Дисциплина: Низкоуровневое программирование

Тема: машина Тьюринга

Выполнил студент гр. 3530901/10003 _____ Я.А. Иванов
(подпись)

Принял старший преподаватель _____ Д.А. Корнеев
(подпись)

“ _ ” _____ 2022 г.

Санкт-Петербург

2022

Оглавление

Техническое задание:.....	2
Метод решения.....	2
Описание состояний.....	3
Работа программы.....	3

Техническое задание:

Умножение чисел в унитарном коде

Метод решения

Вставка после двух чисел символов X, равным сумме всех значащих нулей из второго числа по N раз. Где N – количество значащих нулей в первом числе. После окончания все X заменяются на 0 и дописывается 1 на начало. Если машина не обнаружила X, то печатает 1 и завершает работу (умножение на 0)

Требования к исходным данным:

первое и второе число разделяются только одним пробелом.

Рассмотрим пример умножения 3*3. В унитарном коде:

1000 1000

Заменяем крайний ноль в первом числе на x

100X 1000

Перенесём все нули из второго числа вправо с заменой на X

100x 1xxx xxx

Заменяем во втором числе x на 0 и заменим 0 на x в первом числе.

10xx 1000 xxx

и т. д.

Когда в первом числе будут все нули заменены на x, головка будет у единицы первого числа:

1xxx 1000 xxxxxxxxxx

«1xxx» и «1000» будут затёрты, значащие x заменены на 0 и впереди будет поставлена 1

1000000000

Ответ готов: 1000000000

Описание состояний

Указать символы алфавита: 01x

Q1 – затирка всех незначащих нулей перед первым числом. Затирка нулей. При встрече с 1, переход в Q10.

Q2 – Ищет 0, чтобы вместо него записать X и перейти в Q3. Если находит 1, то результат готов и переходит в Q11 для подготовки результата.

Q3 – Пролитывает ленту по единицы второго числа. При обнаружении 1: переходит в Q4 и смещается вправо.

Q4 – Пропускает все X, при обнаружении 0: замена на X и переход в Q5. Если же ни нулей, ни X нет, то переходит в Q8.

Q5 – Проходи до конца числа и переходит в Q6.

Q6 – Пропускает ранее записанные X и записывает новый X с последующим переходом в Q7.

Q7 – Пропускает значащих X ответа. Переходит в крайний правый бич второго числа с последующим переходом в Q14 (если обнаружится 1, то второе число 0 и нужно перейти в Q4)

Q8 – замена всех иксов на нули. Если найдёт 1, то переходит в Q9 (возвращает второе число в исходное состояние). Если же найдёт пробел, значит это число – ответ, и нужно поставить единицу в начале с завершением работы. Записываем ответ и останавливаем машину.

Q9 – Доходит до первого числа и переходит в Q2. Цикл замкнулся.

Q10 – переход в конец числа до пробела. При обнаружении пробела: смещение вправо и переход в Q2.

Q11 – Затирка иксов первого числа. Переход в Q15

Q12 – не используется

Q13 – не используется

Q14 – Пропускает все нули, при обнаружении X возвращается в Q4, замыкая цикл Если обнаружит пробел, значит что числа нет, а ответ рамен нулю (1 в унитарном коде). Записываем ответ и останавливаем машину.

Q15 – Затирка второго числа. Переход в Q14

Работа программы

Исходное состояние:

Умножены чисел в унитарном коде

К 48 47 46 45 44 43 42 41 40 39 38 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

Алфавит 01X

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15
0	→ Q1	x → Q3	0 → Q3	x → Q5	0 → Q5		0 ← Q7		0 ← Q9	0 → Q10				0 ← Q14	→ Q15
1	1 → Q10	→ Q11	1 → Q4				1 → Q4	1 ← Q9							→ Q15
x		x ← Q2	x → Q3	x → Q4	x → Q6	x → Q6	x ← Q7	0 ← Q8	x → Q2	x → Q10	→ Q11			x → Q4	
␣	← Q2		→ Q3	← Q8	→ Q6	x ← Q7	← Q14	1 →	← Q9	← Q2	→ Q15			1 →	→ Q14

Заменяем крайний ноль в первом числе на x

К 44 43 42 41 40 39 38 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

Алфавит 01X

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15
0	→ Q1	x → Q3	0 → Q3	x → Q5	0 → Q5		0 ← Q7		0 ← Q9	0 → Q10				0 ← Q14	→ Q15
1	1 → Q10	→ Q11	1 → Q4				1 → Q4	1 ← Q9							→ Q15
x		x ← Q2	x → Q3	x → Q4	x → Q6	x → Q6	x ← Q7	0 ← Q8	x → Q2	x → Q10	→ Q11			x → Q4	
␣	← Q2		→ Q3	← Q8	→ Q6	x ← Q7	← Q14	1 →	← Q9	← Q2	→ Q15			1 →	→ Q14

Перенесём все нули из второго числа вправо с заменой на X

Умножены чисел в унитарном коде

К 9 -38 -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

Алфавит 01x

Ш Ш Ш

	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
0	→ Q ₁	x → Q ₃	0 → Q ₃	x → Q ₅	0 → Q ₅		0 ← Q ₇		0 ← Q ₉	0 → Q ₁₀				0 ← Q ₁₄	→ Q ₁₅
1	1 → Q ₁₀	→ Q ₁₁	1 → Q ₄				1 → Q ₄	1 ← Q ₉							→ Q ₁₅
x		x ← Q ₂	x → Q ₃	x → Q ₄	x → Q ₆	x → Q ₆	x ← Q ₇	0 ← Q ₈	x → Q ₂	x → Q ₁₀	→ Q ₁₁			x → Q ₄	
⌊	← Q ₂		→ Q ₃	← Q ₈	→ Q ₆	x ← Q ₇	← Q ₁₄	1 →	← Q ₉	← Q ₂	→ Q ₁₅			1 →	→ Q ₁₄

Заменяем во втором числе x на 0 и заменяем 0 на x в первом числе.

К 9 -45 -44 -43 -42 -41 -40 -39 -38 -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

Алфавит 01x

Ш Ш Ш

	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
0	→ Q ₁	x → Q ₃	0 → Q ₃	x → Q ₅	0 → Q ₅		0 ← Q ₇		0 ← Q ₉	0 → Q ₁₀				0 ← Q ₁₄	→ Q ₁₅
1	1 → Q ₁₀	→ Q ₁₁	1 → Q ₄				1 → Q ₄	1 ← Q ₉							→ Q ₁₅
x		x ← Q ₂	→ Q ₃	x → Q ₄	x → Q ₆	x → Q ₆	x ← Q ₇	0 ← Q ₈	x → Q ₂	x → Q ₁₀	→ Q ₁₁			x → Q ₄	
⌊	← Q ₂		→ Q ₃	← Q ₈	→ Q ₆	x ← Q ₇	← Q ₁₄	1 →	← Q ₉	← Q ₂	→ Q ₁₅			1 →	→ Q ₁₄

и т. д.

Когда в первом числе будут все нули заменены на x, головка будет у единицы первого числа:

К 9 -48 -47 -46 -45 -44 -43 -42 -41 -40 -39 -38 -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

Алфавит 01x

Ш Ш Ш

	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
0	→ Q ₁	x → Q ₃	0 → Q ₃	x → Q ₅	0 → Q ₅		0 ← Q ₇		0 ← Q ₉	0 → Q ₁₀				0 ← Q ₁₄	→ Q ₁₅
1	1 → Q ₁₀	→ Q ₁₁	1 → Q ₄				1 → Q ₄	1 ← Q ₉							→ Q ₁₅
x		x ← Q ₂	x → Q ₃	x → Q ₄	x → Q ₆	x → Q ₆	x ← Q ₇	0 ← Q ₈	x → Q ₂	x → Q ₁₀	→ Q ₁₁			x → Q ₄	
⌊	← Q ₂		→ Q ₃	← Q ₈	→ Q ₆	x ← Q ₇	← Q ₁₄	1 →	← Q ₉	← Q ₂	→ Q ₁₅			1 →	→ Q ₁₄

«1xxx» и «1000» будут затёрты, значащие x заменены на 0 и впереди будет поставлена 1

Ответ готов.

К 9 -39 -38 -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

Алфавит 01x

Ш Ш Ш

	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
0	→ Q ₁	x → Q ₃	0 → Q ₃	x → Q ₅	0 → Q ₅		0 ← Q ₇		0 ← Q ₉	0 → Q ₁₀				0 ← Q ₁₄	→ Q ₁₅
1	1 → Q ₁₀	→ Q ₁₁	1 → Q ₄				1 → Q ₄	1 ← Q ₉							→ Q ₁₅
x		x ← Q ₂	x → Q ₃	x → Q ₄	x → Q ₆	x → Q ₆	x ← Q ₇	0 ← Q ₈	x → Q ₂	x → Q ₁₀	→ Q ₁₁			x → Q ₄	
⌊	← Q ₂		→ Q ₃	← Q ₈	→ Q ₆	x ← Q ₇	← Q ₁₄	1 →	← Q ₉	← Q ₂	→ Q ₁₅			1 →	→ Q ₁₄

Информация

Выполнение программы завершено.

OK