

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Национальный исследовательский университет
ИТМО»

Факультет Программной Инженерии и Компьютерной Техники

Лабораторная работа №4

По дисциплине

«Основы профессиональной деятельности»

Вариант 14289

Выполнил:

Петров Вячеслав Маркович

Группа Р3108

Принял:

Вербовой Александр Александрович

Санкт-Петербург 2024

Оглавление

Текст задания	3
Описание программы	5
Таблица трассировки	7
Вывод	9

Текст задания

По выданному преподавателем варианту восстановить текст заданного варианта программы, определить предназначение и составить описание программы, определить область представления и область допустимых значений исходных данных и результата, выполнить трассировку программы.

1E4: + 0200	1F2: 0800	-----	723: 0040
1E5: EE19	1F3: 4E0B	716: AC01	724: 0050
1E6: AE17	1F4: EE0A	717: F204	
1E7: 0700	1F5: AE06	718: F003	
1E8: 0C00	1F6: 0C00	719: 7E09	
1E9: D716	1F7: D716	71A: F005	
1EA: 0800	1F8: 0800	71B: F804	
1EB: 0700	1F9: 4E05	71C: 4C01	
1EC: 6E12	1FA: EE04	71D: 4C01	
1ED: EE11	1FB: 0100	71E: 6E05	
1EE: AE0E	1FC: ZZZZ	71F: CE01	
1EF: 0740	1FD: YYYY	720: AE02	
1F0: 0C00	1FE: XXXX	721: EC01	
1F1: D716	1FF: FF9E	722: 0A00	

Адрес	Код команды	Мнемоника	Комментарии
1E4	0200	CLA	Очистка аккумулятора
1E5	EE19	ST IP+25	$R = 0$
1E6	AE17	LD IP+23	Загрузка в аккумулятор
1E7	0700	INC	$AC = Y + 1$
1E8	0C00	PUSH	Вызов функции
1E9	D716	CALL 716	$F(Y + 1)$
1EA	0800	POP	Загрузка результата в аккумулятор
1EB	0700	INC	$AC = F(Y + 1) + 1$
1EC	6E12	SUB IP+18	$AC = F(Y + 1) + 1 - R = F(Y + 1) + 1$
1ED	EE11	ST IP+17	$R = F(Y + 1) + 1$
1EE	AE0E	LD IP+14	Загрузка в аккумулятор
1EF	0740	DEC	$AC = X - 1$
1F0	0C00	PUSH	Вызов функции
1F1	D716	CALL 716	$F(X - 1)$
1F2	0800	POP	Загрузка результата в аккумулятор
1F3	4E0B	SUB IP+11	$AC = F(X - 1) - R = F(X - 1) - (F(Y + 1) + 1)$
1F4	EE0A	ST IP+10	$R = F(X - 1) - F(Y + 1) - 1$

1F5	AE06	LD IP+6	Загрузка в аккумулятор
1F6	0C00	PUSH	Вызов функции
1F7	D716	CALL 716	F(Z)
1F8	0800	POP	Загрузка результата в аккумулятор
1F9	4E05	ADD IP+5	$AC = F(Z) + F(X - 1) - F(Y + 1) - 1$
1FA	EE04	ST IP+4	$R = F(Z) + F(X - 1) - F(Y + 1) - 1$
1FB	0100	HLT	Остановка программы
1FC	ZZZZ	Z	Значение Z
1FD	YYYY	Y	Значение Y
1FE	XXXX	X	Значение X
1FF	FF9E	R	Результат

Подпрограмма:

Адрес	Код команды	Мнемоника	Комментарии
716	AC01	LD (SP+1)	Загрузка аргумента
717	F204	BMI 4	Если ≤ 0 , то переход на 71C
718	F003	BEQ 3	
719	7E09	CMP IP+9	Если $AC - Q \leq 0$, то переход на 720
71A	F005	BEQ 5	
71B	F804	BLT 4	
71C	4C01	ADD (SP+1)	Сложение с аргументом дважды
71D	4C01	ADD (SP+1)	
71E	6E05	SUB IP+5	Вычитание W
71F	CE01	JUMP IP+1	Переход на 721
720	AE02	LD IP+2	Загрузка Q
721	EC01	ST (SP+1)	Сохранение результата
722	0A00	RET	Возврат
723	0040	0040	Константа Q = 64
724	0050	0050	Константа W = 80

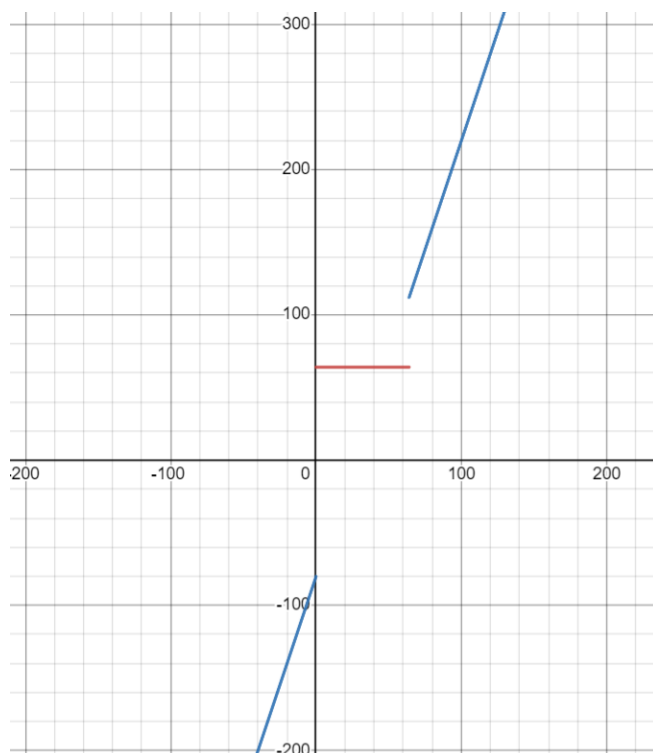
Описание программы

Назначение программы: нахождения значения функции:

$$R = f(Z) + f(X - 1) - f(Y + 1) - 1$$

$$f(x) = \begin{cases} 64, & \text{если } 0 < x \leq 64 \\ 3x - 80, & \text{если } x \leq 0 \text{ или } x > 64 \end{cases}$$

График:



Область представления

- X, Y, Z, Q, W, R – целые знаковые шестнадцатеричные числа в дополнительном коде.

Расположение данных в памяти

Основная программа:

- 1E4-1FB – команды;
- 1FC–1FE – исходные данные;
- 1FF – итоговый результат.

Подпрограмма:

- 716-722 – команды;

- 723, 724 – константы.

Область допустимых значений

$$Q = 0040_{16} = 64$$

$$W = 0050_{16} = 80$$

Будем считать, что Q и W можно поменять.

При значении аргумента функции в промежутке $[-2^{15}; 0]$ и $(Q, 2^{15} - 1]$, функция вернет значение $3x - 80$. Функция монотонно возрастает, поэтому:

$$\begin{aligned} f_{min} &= f(-2^{15}) = -98384 \\ f_{max} &= f(2^{15} - 1) = 98221 \end{aligned}$$

Значит возможно возникновение переполнения, значит требуется ограничить значение операнда таким образом, чтобы в результате значения функции не выходило переполнение. Поскольку аргумент умножается на 3, то надо $(-32768 + W)$ и 32767 поделить на 3

Тогда подставляя W получим, что:

- при значении аргумента функции в промежутке $[(-32768 + W)/3; 0]$ результат будет $[-2^{15}; -W]$ (в моём случае: $[-10896; 0]$)
- при значении аргумента функции в промежутке $(0; Q]$ результат будет Q
- при значении аргумента функции в промежутке $(Q; 10922]$ результат будет $(Q * 3 - W; 32686]$

Также позже идёт сложение трёх результатов таких программ, там тоже может возникнуть переполнение, поэтому следует крайние значения ещё делить на 3.

В общем виде:

$$\left\{ \begin{array}{l} \left(\frac{-32768 + W}{3} / 3 \right) + 1 \leq X \leq \frac{32767}{3} / 3 + 1 \\ -\frac{32767}{3} / 3 - 1 \leq Y \leq -\left(\frac{-32768 + W}{3} / 3 \right) - 1 \\ \left(\frac{-32768 + W}{3} / 3 \right) + 1 \leq Z \leq \frac{32767}{3} / 3 \\ R \in [-32766; -W] \cup \{Q\} \cup (3Q - W; 32679] \end{array} \right.$$

В моём случае:

$$\left\{ \begin{array}{l} -3631 \leq X \leq 3641 \\ -3641 \leq Y \leq 3631 \\ -3631 \leq Z \leq 3640 \\ R \in [-32766; -W] \cup \{Q\} \cup (3Q - W; 32679] \end{array} \right.$$

В принципе можно строго ограничить $-2^{11} \leq X, Y, Z \leq 2^{11} - 1$

Таблица трассировки

x=0731, y=0000, z=f8c0, q=0313, w=0090

(выдали новые числа)

Выполняемая команда		Содержимое регистров после выполнения команды									Ячейка, содержимое которой изменилось после выполнения команды	
Адрес	Код Команды	IP	CR	AR	DR	SP	BR	AC	PS	NZV C	Адрес	Новый код
1E4	0200	1E4	0000	000	0000	000	0000	0000	004	0100		
1E4	0200	1E5	0200	1E4	0200	000	01E4	0000	004	0100		
1E5	EE19	1E6	EE19	1FF	0000	000	0019	0000	004	0100	1FF	0000
1E6	AE17	1E7	AE17	1FE	0731	000	0017	0731	000	0000		
1E7	0700	1E8	0700	1E7	0700	000	01E7	0732	000	0000		
1E8	0C00	1E9	0C00	7FF	0732	7FF	01E8	0732	000	0000	7FF	0732
1E9	D716	716	D716	7FE	01EA	7FE	D716	0732	000	0000	7FE	01EA
716	AC01	717	AC01	7FF	0732	7FE	0001	0732	000	0000		
717	F204	718	F204	717	F204	7FE	0717	0732	000	0000		
718	F003	719	F003	718	F003	7FE	0718	0732	000	0000		
719	7E09	71A	7E09	723	0313	7FE	0009	0732	001	0001		
71A	F005	71B	F005	71A	F005	7FE	071A	0732	001	0001		
71B	F804	71C	F804	71B	F804	7FE	071B	0732	001	0001		
71C	4C01	71D	4C01	7FF	0732	7FE	0001	0E64	000	0000		
71D	4C01	71E	4C01	7FF	0732	7FE	0001	1596	000	0000		
71E	6E05	71F	6E05	724	0090	7FE	0005	1506	001	0001		
71F	CE01	721	CE01	71F	0721	7FE	0001	1506	001	0001		
721	EC01	722	EC01	7FF	1506	7FE	0001	1506	001	0001	7FF	1506
722	0A00	1EA	0A00	7FE	01EA	7FF	0722	1506	001	0001		
1EA	0800	1EB	0800	7FF	1506	000	01EA	1506	001	0001		
1EB	0700	1EC	0700	1EB	0700	000	01EB	1507	000	0000		
1EC	6E12	1ED	6E12	1FF	0000	000	0012	1507	001	0001		

1ED	EE11	1EE	EE11	1FF	1507	000	0011	1507	001	0001	1FF	1507
1EE	AE0E	1EF	AE0E	1FD	0000	000	000E	0000	005	0101		
1EF	0740	1F0	0740	1EF	0740	000	01EF	FFFF	008	1000		
1F0	0C00	1F1	0C00	7FF	FFFF	7FF	01F0	FFFF	008	1000	7FF	FFFF
1F1	D716	716	D716	7FE	01F2	7FE	D716	FFFF	008	1000	7FE	01F2
716	AC01	717	AC01	7FF	FFFF	7FE	0001	FFFF	008	1000		
717	F204	71C	F204	717	F204	7FE	0004	FFFF	008	1000		
71C	4C01	71D	4C01	7FF	FFFF	7FE	0001	FFFE	009	1001		
71D	4C01	71E	4C01	7FF	FFFF	7FE	0001	FFFD	009	1001		
71E	6E05	71F	6E05	724	0090	7FE	0005	FF6D	009	1001		
71F	CE01	721	CE01	71F	0721	7FE	0001	FF6D	009	1001		
721	EC01	722	EC01	7FF	FF6D	7FE	0001	FF6D	009	1001	7FF	FF6D
722	0A00	1F2	0A00	7FE	01F2	7FF	0722	FF6D	009	1001		
1F2	0800	1F3	0800	7FF	FF6D	000	01F2	FF6D	009	1001		
1F3	4E0B	1F4	4E0B	1FF	1507	000	000B	1474	001	0001		
1F4	EE0A	1F5	EE0A	1FF	1474	000	000A	1474	001	0001	1FF	1474
1F5	AE06	1F6	AE06	1FC	F8C0	000	0006	F8C0	009	1001		
1F6	0C00	1F7	0C00	7FF	F8C0	7FF	01F6	F8C0	009	1001	7FF	F8C0
1F7	D716	716	D716	7FE	01F8	7FE	D716	F8C0	009	1001	7FE	01F8
716	AC01	717	AC01	7FF	F8C0	7FE	0001	F8C0	009	1001		
717	F204	71C	F204	717	F204	7FE	0004	F8C0	009	1001		
71C	4C01	71D	4C01	7FF	F8C0	7FE	0001	F180	009	1001		
71D	4C01	71E	4C01	7FF	F8C0	7FE	0001	EA40	009	1001		
71E	6E05	71F	6E05	724	0090	7FE	0005	E9B0	009	1001		
71F	CE01	721	CE01	71F	0721	7FE	0001	E9B0	009	1001		
721	EC01	722	EC01	7FF	E9B0	7FE	0001	E9B0	009	1001	7FF	E9B0
722	0A00	1F8	0A00	7FE	01F8	7FF	0722	E9B0	009	1001		
1F8	0800	1F9	0800	7FF	E9B0	000	01F8	E9B0	009	1001		
1F9	4E05	1FA	4E05	1FF	1474	000	0005	FE24	008	1000		
1FA	EE04	1FB	EE04	1FF	FE24	000	0004	FE24	008	1000	1FF	FE24
1FB	0100	1FC	0100	1FB	0100	000	01FB	FE24	008	1000		

Вывод

Во время выполнения лабораторной работы я узнал, как работает стек в БЭВМ, научился вызывать подпрограммы, а также изучил тактовое выполнение команд PUSH и POP.