

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)
Кафедра МО ЭВМ

ОТЧЕТ
по лабораторной работе №1
по дисциплине «Качество и метрология программного обеспечения»
Тема: Расчет метрических характеристик качества разработки
программ по метрикам Холстеда

Студент гр. 7304

Сергеев И.Д.

Преподаватель

Ефремов М.А.

Санкт-Петербург

2021

Цель работы.

Изучение метрик Холстеда на примере расчёта метрических характеристик качества алгоритма, реализованного на языках Паскаль, Си и Ассемблер.

Постановка задачи.

1. Для заданного варианта программы обработки данных, представленной на языке Паскаль, разработать вычислительный алгоритм и также варианты программ его реализации на языках программирования Си и Ассемблер.
2. Для каждой из разработанных программ (включая исходную программу на Паскале) определить следующие метрические характеристики (по Холстеду):

Измеримые характеристики программ:

- a. число простых(отдельных)операторов, в данной реализации;
- b. число простых (отдельных) операндов, в данной реализации;
- c. общее число всех операторов в данной реализации;
- d. общее число всех операндов в данной реализации;
- e. число вхождений j-го оператора в тексте программы;
- f. число вхождений j-го операнда в тексте программы;
- g. словарь программы;
- h. длину программы.

Расчетные характеристики программы:

- a. длину программы;
- b. реальный и потенциальный объемы программы;
- c. уровень программы;
- d. интеллектуальное содержание программы;
- e. работу программиста;
- f. время программирования;
- g. уровень используемого языка программирования;
- h. ожидаемое число ошибок в программе.

3. Для характеристик «длина программы», «уровень программы», «время программирования» следует рассчитать, как саму характеристику, так и ее оценку.

Ход выполнения.

1. Был выбран вариант №15 «Приближенная линейаризация опытных данных (вар.2)». Программа на Паскале расположена в файле program.pas.
2. Выбранная программа на языке Паскаль была переписана на язык программирования Си и помещена в файл program.c. После этого программа на Си была ретранслирована на язык Ассемблер с помощью команды gcc -S -o program.asm program.c компилятора языка Си. Код на Ассемблере расположен в файле program.asm.
3. Для программы, написанной на Паскале, были вручную определены измеримые характеристики и вычислены расчётные характеристики по Холстеду. Измеримые характеристики приведены на таблице 1, расчётные характеристики – на таблице 2:

Оператор	Количество	Операнд	Количество
;	45	n (main)	3
:=	31	x_array	1
+	6	y_array	1
-	7	result_array	1
*	13	a (main)	2
/	10	b (main)	2
() или begin ... end	4	i (main)	2
[]	7	max	1
for ... do	3	i (linfit2)	6
random	1	a (linfit2)	2
procedure linfit2	1	b (linfit2)	2

randomize	1	n (linfit2)	6
linfit2	1	sum_x	8
sqrt	4	sum_y	8
		sum_xy	6
		sum_x2	6
		sum_y2	5
		sxx	5
		sxy	3
		syy	2
		xi	5
		yi	5
		correl_coef	2
		see	3
		sigma_b	3
		sigma_a	2
		80	1
		0	5
		1	4
		2	1
		100	1
		x	2
		y	1
		y_calc	1
Число операторов	14	Число операндов	29
Общее количество операторов	134	Общее количество операндов	108
Словарь	43	Длина	242

Таблица 1: Измеримые характеристики программы (Ручной расчёт, Паскаль)

Характеристика	Значение
Оценка длины программы	194,18
Реальный объём программы	1313,092
Потенциальный объём программы	28,53
Уровень программы	0,022
Оценка уровня программы	0,041
Интеллектуальное содержание программы	53,84
Работа программиста	60 435
Время программирования	6043,5
Уровень используемого языка программирования	0,62
Ожидаемое число ошибок в программе	1,3

Таблица 2: Расчётные характеристики программы (Ручной расчёт, Паскаль)

При расчётах коэффициент Страуда брался равным 10, а η_2^* – 7, так как входных параметров 6 (два входных массива и размер массива и a,b) и один выходной параметр с результирующим массивом.

- Для программы, написанной на Паскале, были программным методом (с помощью parser_pas.exe и metrics.exe) определены измеримые характеристики и вычислены расчётные характеристики по Холстеду. Измеримые характеристики приведены на таблице 3, расчётные характеристики – на таблице 4:

Оператор	Количество	Операнд	Количество
()	13	0.0	5
;	69	1	4
+	6	100	1
-	7	80	1
*	13	a	5
/	10	ary	1
:=	31	B	5
[]	6	i	9
for	3	linfit	1
type	1	max	3
program	1	n	11
randomize	1	Result_array	2
linfit2	2	Sum_x	8
const	1	Sum_x2	6
random	1	Sum_xy	6
sqrt	4	Sum_y2	5
		sxx	Syy
		sigma_a	3
		sigma_b	4
		see	4
		correl_coef	3
		2	1
		X	3
		X_array	3
		xi	6
		y	2
		Y_array	3
		Y_calc	2

		y_i	6
Число операторов	20	Число операндов	32
Общее количество операторов	180	Общее количество операндов	146
Словарь	52	Длина	326

Таблица 3: Измеримые характеристики программы (Программный расчёт, Паскаль)

Характеристика	Значение
Оценка длины программы	230.537
Реальный объём программы	1610.38
Потенциальный объём программы	17.61
Уровень программы	0.011
Оценка уровня программы	0.016
Интеллектуальное содержание программы	35.02
Работа программиста	150503
Время программирования	8150.15
Уровень используемого языка программирования	0.18
Ожидаемое число ошибок в программе	1

Таблица 4: Расчётные характеристики программы (Программный расчёт, Паскаль)

5. Для программы, написанной на Си, были вручную определены измеримые характеристики и вычислены расчётные характеристики по Холстеду.

Измеримые характеристики приведены на таблице 5, расчётные характеристики – на таблице 6:

Оператор	Число	Операнд	Число
void linfit2	1	x_array	2
;	37	y_array	2
=	23	result_array	1
<	3	a (main)	1
+	3	b (main)	1
-	7	n (main)	2
* (mult)	13	i (main)	7
* (pointer)	7	x	2
/	10	y	1
&	2	a (linfit2)	3
+=	5	b (linfit2)	3
() или {}	9	n (linfit2)	8
++	3	i (linfit2)	10
[]	10	result	1
srand	1	sum_x	6
time	1	sum_y	7
linfit2	1	sum_xy	5
%	1	sum_x2	3
rand	1	sum_y2	3
for ...	3	sxy	3
int main	1	sxx	5
sqrt	4	syy	1
		correl_coef	2
		see	3
		sigma_b	3
		sigma_a	2

		0	5
		80	6
		NULL	1
		1	1
		2	1
		100	1
		xi	5
		yi	5
		0.0	3
Число операторов	22	Число операндов	35
Общее количество операторов	146	Общее количество операндов	115
Словарь	57	Длина	261

Таблица 5: Измеримые характеристики программы (Ручной расчёт, Си)

Характеристика	Значение
Оценка длины программы	277,613
Реальный объём программы	1522,413
Потенциальный объём программы	17.65
Уровень программы	0.016
Оценка уровня программы	0.045
Интеллектуальное содержание программы	37.03
Работа программиста	89106.39
Время программирования	9410.64

Уровень используемого языка программирования	0.21
Ожидаемое число ошибок в программе	1

Таблица 6: Расчётные характеристики программы (Ручной расчёт, Си)

6. Для программы, написанной на Си, были программным методом (с помощью parser_c.exe и metrics.exe) определены измеримые характеристики и вычислены расчётные характеристики по Холстеду. Измеримые характеристики приведены на таблице 7, расчётные характеристики – на таблице 8:

Оператор	Число	Операнд	Число
%	1	0	3
()	14	0.0	5
*	13	1	1
+	3	100	1
++	3	80	6
+=	5	NULL	1
,	20	a	5
-	7	b	5
/	10	i	18
;	45	n	10
<	3	result	2
=	23	Result_array	2
[]	5	Sum_x	6
_&	2	Sum_x2	4
_*	7	Sum_xy	4
_[]	5	Sum_y	6
__*	3	Sum_y2	3

for	3	sxx	4
Linfit2	2	sxy	3
main	1	syу	2
rand	1	correl_coef	2
srand	1	sigma_a	2
time	1	sigma_b	3
sqrt	4	see	3
		2	1
		x	3
		X_array	3
		xi	6
		y	2
		Y_array	3
		yi	6
Число операторов	27	Число операндов	31
Общее количество операторов	202	Общее количество операндов	137
Словарь	58	Длина	339

Таблица 7: Измеримые характеристики программы (Программный расчёт, Си)

Характеристика	Значение
Оценка длины программы	281.962
Реальный объём программы	1985.86
Потенциальный объём программы	28,53
Уровень программы	0,01436657166
Оценка уровня программы	0,01271485754

Интеллектуальное содержание программы	25,25
Работа программиста	138227
Время программирования	13822.7
Уровень используемого языка программирования	0,409
Ожидаемое число ошибок в программе	2

Таблица 8: Расчётные характеристики программы (Программный расчёт, Си)

7. Для программы, написанной на Ассемблере, были вручную определены измеримые характеристики и вычислены расчётные характеристики по Холстеду. Измеримые характеристики приведены на таблице 9, расчётные характеристики – на таблице 10:

Оператор	Число	Операнд	Число
pushq	2	%rbp	4
movq	26	%rsp	4
movl	27	-136(%rbp)	2
subq	2	-144(%rbp)	2
pxor	13	-152(%rbp)	2
movsd	53	-160(%rbp)	4
Jump 12	2	-168(%rbp)	4
leaq	9	-172(%rbp)	9
addq	4	-112(%rbp)	7
addsd	6	-104(%rbp)	8
mullsd	13	-96(%rbp)	6
addl	4	-88(%rbp)	6
cmpl	3	-80(%rbp)	5

jl L3	1	-72(%rbp)	5
cvtsi2sd	8	-64(%rbp)	5
divsd	10	-56(%rbp)	5
subsd	6	-48(%rbp)	3
movapd	7	-40(%rbp)	2
Call sqrt	4	-32(%rbp)	1
jmp L4	1	-24(%rbp)	2
jl L5	1	-16(%rbp)	2
nop	1	-8(%rbp)	3
leave	2	\$192	1
ret	2	%rdi	4
xorl	1	%rsi	4
call __stack_chk_fail	1	%rdx	9
call _time	1	%rcx	4
call _srand	1	%ecx	7
jmp L7	1	%r8	4
call _rand	1	%r9d	2
Call linfit2	1	%xmm0	101
		\$0	5
		%eax	33
		0(,%rax,8)	4
		%rax	30
		%xmm1	52
		\$1	4
		\$0	4
		\$1968	1
		%fs:40	2
		\$80	2

		%edi	2
		- 1936(%rbp,%rax,8)	1
		\$1374389535	1
		\$5	1
		\$31	1
		\$100	1
		%r8d	2
		-1956(%rbp)	3
		-1944(%rbp)	1
		-1952(%rbp)	1
		-656(%rbp)	1
		-1296(%rbp)	1
		-1936(%rbp)	1
		-1960(%rbp)	6
Число операторов	31	Число операндов	55
Общее количество операторов	214	Общее количество операндов	387
Словарь	86	Длина	601

Таблица 9: Измеримые характеристики программы (Ручной расчёт, Ассемблер)

Характеристика	Значение
Оценка длины программы	426,044
Реальный объём программы	3862,026
Потенциальный объём программы	15.51
Уровень программы	0,004
Оценка уровня программы	0,0029

Интеллектуальное содержание программы	11,199
Работа программиста	961653,4
Время программирования	96165,34
Уровень используемого языка программирования	0,062
Ожидаемое число ошибок в программе	3,88

Таблица 10: Расчётные характеристики программы (Ручной расчёт, Ассемблер)

8. На Таблице 11 приведена сводная характеристика расчётов для трёх языков (Паскаль, Си, Ассемблер):

Характеристика	Паскаль	Си	Ассемблер
Число операторов	20	27	31
Число операндов	32	31	55
Общее кол-во операторов	180	202	214
Общее кол-во операндов	146	137	387
Словарь	52	58	86
Длина программы	326	339	396
Оценка длины программы	246.439	281.962	426,044
Реальный объём программы	1858.34	1985.86	3862,026
Потенциальный объём программы	19.6515	19.6515	15.51
Уровень программы	0.0105747	0.00989573	0,004

Оценка уровня программы	0.0219178	0.0167613	0,0029
Интеллектуальное содержание программы	40.7308	33.2855	11,199
Работа программиста	175734	200678	961653,4
Время программирования	9763.02	11148.8	96165,34
Уровень используемого языка программирования	0.25	0.194466	0,062
Ожидаемое число ошибок в программе	0.619448	0.661952	3,88

Таблица 11: Сводная таблица расчётов по трём языкам

Выводы.

В ходе выполнения лабораторной работы были изучены метрики Холстеда и по ним были оценены программы, выполняющие одно и то же, но реализованные на трёх разных языках, а именно Паскаль, Си и Ассемблер. Программы, написанные на Паскале и Ассемблере, с точки зрения характеристик Холстеда примерно одного качества, в то время как программа на Ассемблере сильно отличается, что можно объяснить его низким уровнем.

Помимо этого, для программ на Паскале и Си были произведены измерения как вручную, так и с помощью специального программного обеспечения, однако оба дали разные результаты. Это можно объяснить тем, что при расчётах программным методом также учитываются объявления типов переменных и функций.