

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
;	33	n (main)	3
:=	31	x_array	2
+	6	y_array	2
-	8	result_array	1
*	15	a (main)	2
/	12	b (main)	2
() или begin ... end	6	i (main)	2
[]	6	max	1
for ... do	3	i (linfit2)	6
random	1	a (linfit2)	2
procedure linfit1	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	97	Общее количество операндов	88
Словарь	43	Длина	185

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

Характеристика	Значение
Оценка длины программы	185
Реальный объём программы	976.73
Потенциальный объём программы	15.5
Уровень программы	0.016
Оценка уровня программы	0.047
Интеллектуальное содержание программы	45.6
Работа программиста	61509.4
Время программирования	6150.94
Уровень используемого языка программирования	0.25
Ожидаемое число ошибок в программе	1

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

При расчётах коэффициент Страуда брался равным 10, а η_2^* – 4, так как входных параметров 3 (два входных массива и размер массива) 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	0.026
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
;	27	y_array	2
=	17	result_array	1
<	3	a (main)	1
+	3	b (main)	1
-	8	n (main)	5
* (mult)	13	i (main)	6
* (pointer)	7	x	2
/	9	y	1
&	2	a (linfit2)	3
+=	5	b (linfit2)	3
() или {}	9	n (linfit2)	6
++	3	i (linfit2)	10
[]	5	result	1
srand	1	sum_x	6
time	1	sum_y	7
linfit2	1	sum_xy	4
%	1	sum_x2	4
rand	1	sum_y2	3
for ...	3	sxy	3
int main	1	sxx	5
sqrt	4	syy	2
		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	125	Общее количество операндов	114
Словарь	57	Длина	239

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

Характеристика	Значение
Оценка длины программы	269.44
Реальный объём программы	1672.09
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	19.6515
Уровень программы	0.00989573
Оценка уровня программы	0.0167613

Интеллектуальное содержание программы	33.2855
Работа программиста	200678
Время программирования	11148.8
Уровень используемого языка программирования	0.194466
Ожидаемое число ошибок в программе	0.661952

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
pushl	2	%ebp	4
movl	42	%esp	5
subl	4	\$96	1
fldz	5	-8(%ebp)	7
fstpl	20	-16(%ebp)	7
jmp L2	1	-24(%ebp)	5
leal	9	-32(%ebp)	5
addl	8	-40(%ebp)	4
fldl	22	\$0	5
faddl	2	-44(%ebp)	10
fmull	8	%eax	52
faddp	4	0(,%eax,8)	4
cmpl	3	%edx	11

jl L3	1	(%eax)	7
fildl	6	-56(%ebp)	5
fdivrp	4	12(%ebp)	1
fsubp	3	-64(%ebp)	5
fdivl	2	%st	13
fsubrp	1	%st(1)	13
jmp L4	1	\$1	4
jl L5	1	28(%ebp)	6
nop	1	-72(%ebp)	3
leave	2	-80(%ebp)	2
ret	2	-88(%ebp)	1
andl	2	24(%ebp)	2
call __main	1	20(%ebp)	2
call _time	1	16(%ebp)	1
call _srand	1	%ecx	7
jmp L7	1	8(%ebp)	2
call _rand	1	(%edx)	1
		\$-16	1
		\$2000	1
		\$80	1
		1992(%esp)	3
		(%esp)	3
		1996(%esp)	6
		44(%esp)	4
		1352(%esp,%eax,8)	1
		\$1374389535	1
		\$5	1
		\$31	1
		\$100	1

		712(%esp,%eax,8)	1
		20(%esp)	1
		56(%esp)	1
		16(%esp)	1
		64(%esp)	1
		12(%esp)	1
		8(%esp)	1
		712(%esp)	1
		4(%esp)	1
		1352(%esp)	1
Число операторов	34	Число операндов	52
Общее количество операторов	167	Общее количество операндов	229
Словарь	86	Длина	396

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

Характеристика	Значение
Оценка длины программы	469.4
Реальный объём программы	2544.8
Потенциальный объём программы	15.51
Уровень программы	0.006
Оценка уровня программы	0.013
Интеллектуальное содержание программы	33.99
Работа программиста	417543.86
Время программирования	41754.39

Уровень используемого языка программирования	0.095
Ожидаемое число ошибок в программе	3

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	34
Число операндов	32	31	52
Общее кол-во операторов	180	202	167
Общее кол-во операндов	146	137	229
Словарь	52	58	86
Длина программы	326	339	396
Оценка длины программы	246.439	281.962	469.4
Реальный объём программы	1858.34	1985.86	2544.8
Потенциальный объём программы	19.6515	19.6515	15.51
Уровень программы	0.0105747	0.00989573	0.006
Оценка уровня программы	0.0219178	0.0167613	0.013

Интеллектуальное содержание программы	40.7308	33.2855	33.99
Работа программиста	175734	200678	417543.86
Время программирования	9763.02	11148.8	41754.39
Уровень используемого языка программирования	0.25	0.194466	0.095
Ожидаемое число ошибок в программе	0.619448	0.661952	3

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.