

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

Нгуен К.Х.

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 №10 «Интегрирование методом Симпсона.». Программа на Паскале расположена в файле prog.pas.
2. Выбранная программа на Pascal была переписана на язык программирования C и помещена в prog.c. файл. После этого программа C была повторно переведена на язык Assembler с использованием опции компилятора C «Генерация кода / Сгенерировать исходный код ассемблера». Код ассемблера находится в файле prog.s.
3. Для программы, написанной на Паскале, измеряемые характеристики определялись вручную и рассчитывались характеристики по Холстеду. Измеряемые характеристики приведены в таблице 1, расчетные характеристики - в таблице 2.:

Оператор	Количество	Операнд	Количество
;	28	tol	1
:=	18	sum	1
+	8	upper	2
-	4	lower	2
*	9	lower (simps)	4
/	5	upper (simps)	3
() или begin ... end	18	tol (simps)	1
repeat ... until	1	sum (simps)	6
for ... do	1	i (simps)	2
function fx	1	x (simps)	2
procedure simps	1	delta_x (simps)	6

fx	4	even_sum (simps)	4
simps	1	odd_sum (simps)	7
<>	1	end_sum (simps)	3
<=	1	sum1 (simps)	3
div	1	pieces (simps)	8
abs	2	x (fx)	1
and	1	fx (fx)	1
		1.0E-6	1
		2	2
		0.0	2
		4.0	2
		3.0	2
		2.0	2
		1.0	3
		1	1
		9.0	1
Число операторов	18	Число операндов	27
Общее количество операторов	105	Общее количество операндов	73
Словарь	45	Длина	178

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

Характеристика	Значение
Оценка длины программы	203.44
Реальный объём программы	977.55
Потенциальный объём программы	19.65
Уровень программы	0.020

Оценка уровня программы	0.041
Интеллектуальное содержание программы	40.17
Работа программиста	48627.55
Время программирования	4862.75
Уровень используемого языка программирования	0.39
Ожидаемое число ошибок в программе	1

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

При расчётах коэффициент Страуда брался равным 10, а η_2^* – 5, так как есть 4 входных параметра и один выходной параметр.

4. Для программы, написанной на языке Pascal, измеряемые характеристики определялись программным методом (с использованием parser_pas.exe и metrics.exe) и рассчитывались характеристики по Холстеду. Измеряемые характеристики приведены в таблице 3, расчетные характеристики - в таблице 4.

Оператор	Количество	Операнд	Количество
()	17	0	2
*	9	1	1
+	8	1.0	3
-	4	1.00E-06	1
/	6	2	3
<=	1	2.0	2
<>	1	3.0	2
=	18	4.0	2
abs	2	9.0	1
and	1	delta_x	7
const	1	end_sum	4

for	1	even_sum	5
fx	5	fx	1
program	1	i	2
real	1	lower	9
		odd_sum	8
		pieces	7
		simpl	1
		sum	9
		suml	4
		tol	4
		upper	7
		x	5
Число операторов	17	Число операндов	23
Общее количество операторов	79	Общее количество операндов	90
Словарь	40	Длина	169

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

Характеристика	Значение
Оценка длины программы	173.53
Реальный объём программы	899.41
Потенциальный объём программы	19.65
Уровень программы	0.022
Оценка уровня программы	0.030
Интеллектуальное содержание	27.041

программы	
Работа программиста	41163.9
Время программирования	2286.88
Уровень используемого языка программирования	0.43
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
float fx	1	x (fx)	1
void simps	1	i (simps)	3
;	26	pieces (simps)	8
=	19	x (simps)	2
<=	2	delta_x (simps)	6
+	10	even_sum (simps)	4
-	4	odd_sum (simps)	7
* (mult)	9	end_sum (simps)	3
* (pointer)	6	lower (simps)	5
/	6	upper (simps)	3
&	1	tol (simps)	1
&&	2	sum (simps)	8
() или {}	27	tol (main)	1
fabs	2	sum (main)	2
fx	4	upper (main)	2

simps	1	lower (main)	2
for ...	1	1.0E-6	1
do ... while ...	1	2	2
int main	1	0.0	2
!=	1	4.0	2
return	1	3.0	2
!	1	2.0	2
		1.0	3
		9.0	1
		1	1
		0	1
Число операторов	22	Число операндов	26
Общее количество операторов	127	Общее количество операндов	75
Словарь	48	Длина	202

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

Характеристика	Значение
Оценка длины программы	220.31
Реальный объём программы	1128.16
Потенциальный объём программы	19.65
Уровень программы	0.017
Оценка уровня программы	0.031
Интеллектуальное содержание программы	35.55
Работа программиста	64766.12

Время программирования	6476.61
Уровень используемого языка программирования	0.34
Ожидаемое число ошибок в программе	2

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	1
!=	1	0.0	2
&&	1	1	1
()	15	1.0	3
*	9	1.00E-06	1
+	8	2	3
++	1	2.0	2
,	13	3.0	2
-	4	4.0	2
/	6	9.0	1
<=	2	delta_x	7
=	18	end_sum	4
_&	1	even_sum	5
_*	6	i	5
__*	1	lower	9
dowhile	1	odd_sum	8
fabs	2	pieces	7

for	1	sum	9
fx	5	suml	4
main	1	tol	4
return	2	upper	7
simps	2	x	5
Число операторов	22	Число операндов	22
Общее количество операторов	101	Общее количество операндов	92
Словарь	44	Длина	193

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

Характеристика	Значение
Оценка длины программы	196.21
Реальный объём программы	1053.67
Потенциальный объём программы	19.65
Уровень программы	0.019
Оценка уровня программы	0.021
Интеллектуальное содержание программы	22.90
Работа программиста	56495.5
Время программирования	3138.64
Уровень используемого языка программирования	0.37
Ожидаемое число ошибок в программе	1

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
push	3	rbp	7
mov	24	rsp	5
movss	36	DWORD PTR - 4[rbp]	4
divss	3	xmm0	84
pop	1	DWORD PTR .LC0[rip]	2
sub	2	56	1
cvtss2sd	2	DWORD PTR - 36[rbp]	6
pxor	2	xmm1	26
addss	4	DWORD PTR - 40[rbp]	4
call fx	4	DWORD PTR - 44[rbp]	2
movd	5	QWORD PTR - 56[rbp]	7
movsd	5	DWORD PTR - 28[rbp]	5
mulsd	5	DWORD PTR - 16[rbp]	8
cvtss2sd	1	DWORD PTR - 24[rbp]	4
sal	1	eax	19

subss	3	DWORD PTR - 20[rbp]	9
jmp .L4	1	DWORD PTR - 48[rbp]	2
cmp	1	DWORD PTR - 12[rbp]	5
jle .L5	1	QWORD PTR .LC2[rip]	2
addsd	6	xmm2	10
ucomiss	2	QWORD PTR .LC3[rip]	2
jp .L8	1	32	1
je .L6	1	rax	8
andps	2	DWORD PTR [rax]	6
comiss	1	DWORD PTR - 8[rbp]	4
setnb	1	DWORD PTR - 32[rbp]	4
test	1	1	3
jne .L6	1	QWORD PTR .LC4[rip]	1
nop	2	xmm3	2
leave	2	DWORD PTR .LC5[rip]	2
ret	3	al	3
lea	1	DWORD PTR .LC6[rip]	1
call simps	1	DWORD PTR	1

		.LC7[rip]	
xor	3	-24[rbp]	1
sub	2	rdx	2
movaps	2	QWORD PTR fs:40	2
		31	1
		2	1
Число операторов	36	Число операндов	38
Общее количество операторов	136	Общее количество операндов	257
Словарь	74	Длина	393

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

Характеристика	Значение
Оценка длины программы	385.54
Реальный объём программы	2440.31
Потенциальный объём программы	19.65
Уровень программы	0.008
Оценка уровня программы	0.013
Интеллектуальное содержание программы	20.04
Работа программиста	303037.57
Время программирования	30303.76
Уровень используемого языка программирования	0.158
Ожидаемое число ошибок в программе	3

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

Выводы.

В ходе лабораторной работы были изучены метрики Halstead, которые выполняют одно и то же, но реализуются на трех разных языках. Программы, написанные в Pascal и C, с точки зрения характеристик Halstead, примерно одинакового качества, в то время как программа в Assembler очень отличается, что можно объяснить его низким уровнем. Кроме того, для программ в Pascal и C, измерения были сделаны как вручную, так и с использованием программного обеспечения, но оба дали разные результаты.