

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

ОТЧЕТ
по практической работе №1
по дисциплине «Качество и метрология программного обеспечения»
ТЕМА: РАСЧЕТ МЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КАЧЕСТВА РАЗРАБОТКИ
ПРОГРАММ ПО МЕТРИКАМ ХОЛСТЕДА

Студент гр. 8304

Нам Ё Себ

Преподаватель

Ефремов М.А.

Санкт-Петербург

2022

Цель работы.

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. Для каждой из разработанных программ определить метрические характеристики по Холстеду.

Программа 12.

Быстрая сортировка

Ход работы

Был выполнен ручной расчет для программы на Pascal. Результаты записаны в виде, аналогичном исходному файлу с результатами. Полученные значения представлены ниже.

| | |
|-----------------------------|-----|
| Число простых операторов | 20 |
| Число простых операндов | 19 |
| Общее число всех операторов | 150 |
| Общее число всех операндов | 161 |
| Словарь программы | 39 |
| Длина программы | 311 |

Рисунок 1 – Измеримые характеристики

| | |
|--|----------------|
| Длина программы | 196.21499122 |
| Реальный и потенциальный объемы программы | 1839.828/19.65 |
| Уровень программы | 0.01068 |
| Интеллектуальное содержание программы | 20.6722 |
| Работа программиста | 172250.027 |
| Время программирования | 17225.00279 |
| Уровень используемого языка программирования | 0.2099004 |
| Ожидаемое число ошибок в программе | 2 |

Рисунок 2 – Расчетные характеристики

| Operators: | | |
|------------|----|--------|
| 1 | 1 | % |
| 2 | 5 | && |
| 3 | 48 | () |
| 4 | 7 | + |
| 5 | 4 | ++ |
| 6 | 13 | , |
| 7 | 7 | - |
| 8 | 3 | -- |
| 9 | 1 | / |
| 10 | 11 | < |
| 11 | 23 | = |
| 12 | 6 | > |
| 13 | 2 | >= |
| 14 | 47 | [] |
| 15 | 8 | & |
| 16 | 6 | * |
| 17 | 2 | for |
| 18 | 6 | if |
| 19 | 1 | main |
| 20 | 1 | printf |
| 21 | 1 | rand |
| 22 | 1 | return |
| 23 | 2 | sort |
| 24 | 1 | srand |
| 25 | 5 | swap |
| 26 | 1 | time |
| 27 | 4 | while |
| 28 | 2 | |

Рисунок 3 – Число вхождений операторов при ручном расчете

| Operands: | | |
|-----------|----|-------|
| 1 | 1 | "%d " |
| 2 | 7 | 0 |
| 3 | 10 | 1 |
| 4 | 1 | 100 |
| 5 | 1 | 2 |
| 6 | 2 | 20 |
| 7 | 1 | 5 |
| 8 | 1 | 80 |
| 9 | 1 | NULL |
| 10 | 3 | hold |
| 11 | 32 | i |
| 12 | 17 | j |
| 13 | 9 | left |
| 14 | 3 | max |
| 15 | 9 | mid |
| 16 | 7 | n |
| 17 | 3 | p |
| 18 | 9 | pivot |
| 19 | 3 | q |
| 20 | 10 | right |
| 21 | 20 | sp |
| 22 | 29 | x |

Рисунок 4 – Число вхождений операндов при ручном расчете

Был выполнен программный расчет для программы на Паскаль, полученные значения представлены на рисунках ниже.

```
Statistics for module P.lxm
=====
The number of different operators      : 22
The number of different operands      : 22
The total number of operators         : 159
The total number of operands         : 178

Dictionary                            ( D)   : 44
Length                               ( N)   : 339
```

Рисунок 5 – Измеримые характеристики

```
Length estimation      ( ^N)   : 196.215
Volume                ( V)    : 1850.75
Potential volume      ( *V)   : 19.6515
Limit volume          (**V)   : 38.2071
Programming level     ( L)    : 0.0106181
Programming level estimation ( ^L) : 0.0111732
Intellect             ( I)    : 20.6787
Time of programming   ( T)    : 9683.37
Time estimation       ( ^T)   : 5326.36
Programming language level (lambda) : 0.208662
Work on programming   ( E)    : 174301
Error                 ( B)    : 1.04011
Error estimation      ( ^B)   : 0.616916
```

Рисунок 6 – Расчетные характеристики

```
Operators:
| 1 | 24 | () |
| 2 | 9 | + |
| 3 | 8 | - |
| 4 | 0 | / |
| 5 | 9 | < |
| 6 | 28 | = |
| 7 | 6 | > |
| 8 | 2 | >= |
| 9 | 44 | [] |
| 10 | 5 | and |
| 11 | 1 | const |
| 12 | 1 | for |
| 13 | 6 | if |
| 14 | 2 | or |
| 15 | 1 | program |
| 16 | 1 | random |
| 17 | 1 | randomize |
| 18 | 2 | sort |
| 19 | 5 | swap |
| 20 | 1 | type |
| 21 | 4 | while |
| 22 | 1 | writearr |
```

Рисунок 7 – Число вхождений операторов при программном расчете

| Operands: | | | |
|-----------|----|-------|--|
| 1 | 1 | 0 | |
| 2 | 20 | 1 | |
| 3 | 1 | 100 | |
| 4 | 1 | 2 | |
| 5 | 1 | 20 | |
| 6 | 1 | 5 | |
| 7 | 1 | 80 | |
| 8 | 1 | ary | |
| 9 | 3 | hold | |
| 10 | 28 | i | |
| 11 | 19 | j | |
| 12 | 9 | left | |
| 13 | 3 | max | |
| 14 | 9 | mid | |
| 15 | 6 | n | |
| 16 | 3 | p | |
| 17 | 9 | pivot | |
| 18 | 3 | q | |
| 19 | 1 | quick | |
| 20 | 10 | right | |
| 21 | 22 | sp | |
| 22 | 28 | x | |

Рисунок 8 – Число вхождений операндов при программном расчете

Был выполнен ручной расчет для программы на С. Полученные значения представлены на рисунках ниже.

| | |
|-----------------------------|-----|
| Число простых операторов | 28 |
| Число простых операндов | 22 |
| Общее число всех операторов | 219 |
| Общее число всех операндов | 179 |
| Словарь программы | 50 |
| Длина программы | 398 |

Рисунок 9 – Измеримые характеристики

| | |
|--|-----------------|
| Длина программы | 232.713 |
| Реальный и потенциальный объемы программы | 2246.2547/19.65 |
| Уровень программы | 0.00874 |
| Интеллектуальное содержание программы | 19.71971 |
| Работа программиста | 256757.21721 |
| Время программирования | 25675.721721 |
| Уровень используемого языка программирования | 0.1719221 |
| Ожидаемое число ошибок в программе | 3 |

Рисунок 10 – Расчетные характеристики

| Operators: | | |
|------------|----|--------|
| 1 | 1 | % |
| 2 | 5 | && |
| 3 | 48 | () |
| 4 | 7 | + |
| 5 | 4 | ++ |
| 6 | 13 | , |
| 7 | 7 | - |
| 8 | 3 | -- |
| 9 | 1 | / |
| 10 | 11 | < |
| 11 | 23 | = |
| 12 | 6 | > |
| 13 | 2 | >= |
| 14 | 47 | [] |
| 15 | 8 | & |
| 16 | 6 | * |
| 17 | 2 | for |
| 18 | 6 | if |
| 19 | 1 | main |
| 20 | 1 | printf |
| 21 | 1 | rand |
| 22 | 1 | return |
| 23 | 2 | sort |
| 24 | 1 | srand |
| 25 | 5 | swap |
| 26 | 1 | time |
| 27 | 4 | while |
| 28 | 2 | |

Рисунок 11 – Число вхождений операторов при ручном расчете

| Operands: | | | |
|-----------|----|-------|-------|
| 1 | 1 | 1 | "%d " |
| 2 | 7 | 0 | |
| 3 | 10 | 1 | |
| 4 | 1 | 100 | |
| 5 | 1 | 2 | |
| 6 | 2 | 20 | |
| 7 | 1 | 5 | |
| 8 | 1 | 80 | |
| 9 | 1 | NULL | |
| 10 | 3 | hold | |
| 11 | 32 | i | |
| 12 | 17 | j | |
| 13 | 9 | left | |
| 14 | 3 | max | |
| 15 | 9 | mid | |
| 16 | 7 | n | |
| 17 | 3 | p | |
| 18 | 9 | pivot | |
| 19 | 3 | q | |
| 20 | 10 | right | |
| 21 | 20 | sp | |
| 22 | 29 | x | |

Рисунок 12 – Число вхождений операндов при ручном расчете

Был выполнен программный расчет для программы на Си, полученные значения представлены на рисунках ниже.

| | | |
|-----------------------------------|------|-------|
| The number of different operators | : | 31 |
| The number of different operands | : | 22 |
| The total number of operators | : | 212 |
| The total number of operands | : | 179 |
| Dictionary | (D) | : 53 |
| Length | (N) | : 391 |

Рисунок 13 – Измеримые характеристики

| | | |
|------------------------------|----------|--------------|
| Length estimation | (^N) | : 251.688 |
| Volume | (V) | : 2239.62 |
| Potential volume | (*V) | : 19.6515 |
| Limit volume | (**V) | : 38.2071 |
| Programming level | (L) | : 0.00877448 |
| Programming level estimation | (^L) | : 0.00792936 |
| Intellect | (I) | : 17.7587 |
| Time of programming | (T) | : 14180.1 |
| Time estimation | (^T) | : 10100.6 |
| Programming language level | (lambda) | : 0.172432 |
| Work on programming | (E) | : 255242 |
| Error | (B) | : 1.34126 |
| Error estimation | (^B) | : 0.746539 |

Рисунок 14 – Расчетные характеристики

| Operators: | | |
|------------|----|--------|
| 1 | 1 | % |
| 2 | 5 | && |
| 3 | 41 | () |
| 4 | 7 | + |
| 5 | 4 | ++ |
| 6 | 13 | , |
| 7 | 6 | - |
| 8 | 3 | -- |
| 9 | 1 | / |
| 10 | 11 | < |
| 11 | 23 | = |
| 12 | 6 | > |
| 13 | 2 | >= |
| 14 | 43 | [] |
| 15 | 8 | _& |
| 16 | 4 | _* |
| 17 | 1 | _- |
| 18 | 4 | _[] |
| 19 | 2 | __* |
| 20 | 2 | for |
| 21 | 6 | if |
| 22 | 1 | main |
| 23 | 1 | printf |
| 24 | 1 | rand |
| 25 | 1 | return |
| 26 | 2 | sort |
| 27 | 1 | srand |
| 28 | 5 | swap |
| 29 | 1 | time |
| 30 | 4 | while |
| 31 | 2 | |

Рисунок 15 – Число вхождений операторов при программном расчете

| Operands: | | |
|-----------|----|-------|
| 1 | 1 | "%d " |
| 2 | 7 | 0 |
| 3 | 10 | 1 |
| 4 | 1 | 100 |
| 5 | 1 | 2 |
| 6 | 2 | 20 |
| 7 | 1 | 5 |
| 8 | 1 | 80 |
| 9 | 1 | NULL |
| 10 | 3 | hold |
| 11 | 32 | i |
| 12 | 17 | j |
| 13 | 9 | left |
| 14 | 3 | max |
| 15 | 9 | mid |
| 16 | 7 | n |
| 17 | 3 | p |
| 18 | 9 | pivot |
| 19 | 3 | q |
| 20 | 10 | right |
| 21 | 20 | sp |
| 22 | 29 | x |

Рисунок 16 – Число вхождений операндов при программном расчете

Был выполнен ручной расчет для программы на Асемблер, полученные значения представлены на рисунках ниже.

| | |
|-----------------------------|------|
| Число простых операторов | 30 |
| Число простых операндов | 75 |
| Общее число всех операторов | 407 |
| Общее число всех операндов | 703 |
| Словарь программы | 114 |
| Длина программы | 1110 |

Рисунок 13 – Измеримые характеристики

| | |
|--|------------------|
| Длина программы | 684.161 |
| Реальный и потенциальный объемы программы | 7584.5079/19.651 |
| Уровень программы | 0.002591 |
| Интеллектуальное содержание программы | 60.417327 |
| Работа программиста | 2927247.5805 |
| Время программирования | 292724.75805 |
| Уровень используемого языка программирования | 0.050917 |
| Ожидаемое число ошибок в программе | 8 |

Рисунок 14 – Расчетные характеристики

Operators:

| | | |
|----|-----|----------|
| 1 | 4 | push |
| 2 | 177 | mov |
| 3 | 3 | nop |
| 4 | 1 | pop |
| 5 | 3 | ret |
| 6 | 3 | shr |
| 7 | 14 | sub |
| 8 | 8 | jmp |
| 9 | 36 | cdqe |
| 10 | 5 | jl |
| 11 | 35 | lea |
| 12 | 32 | add |
| 13 | 8 | pxor |
| 14 | 8 | cvtsi2ss |
| 15 | 5 | movss |
| 16 | 3 | imul |
| 17 | 3 | sar |
| 18 | 13 | cmp |
| 19 | 6 | comiss |
| 20 | 1 | jg |
| 21 | 9 | call |
| 22 | 4 | jge |
| 23 | 3 | ja |
| 24 | 2 | jle |
| 25 | 3 | jbe |
| 26 | 10 | movsx |
| 27 | 2 | leave |
| 28 | 1 | jns |
| 29 | 1 | div |
| 30 | 1 | sal |

Рисунок 15 – Число вхождений операторов при ручном расчете

| Operands: | | | | | |
|-----------|-----|-----------------|----|----|-----------------|
| 1 | 11 | rbp | 43 | 2 | .L17 |
| 2 | 7 | [rbp-24] | 44 | 2 | .L16 |
| 3 | 3 | [rbp-32] | 45 | 2 | .L18 |
| 4 | 25 | [rbp-4] | 46 | 2 | .L20 |
| 5 | 25 | [rbp-200] | 47 | 7 | rsi |
| 6 | 2 | [rbp-204] | 48 | 1 | 40 |
| 7 | 1 | [rbp-112] | 49 | 1 | [rbp-12+rax*4] |
| 8 | 1 | [rbp-192] | 50 | 1 | [rbp-192+rax*4] |
| 9 | 19 | [rbp-12] | 51 | 2 | .L22 |
| 10 | 8 | [rbp-16] | 52 | 1 | [rax+1] |
| 11 | 17 | [rbp-8] | 53 | 2 | .L23 |
| 12 | 7 | rdi | 54 | 17 | rcx |
| 13 | 4 | esi | 55 | 2 | .L23 |
| 14 | 9 | rsp | 56 | 1 | .string "%d " |
| 15 | 99 | rax | 57 | 1 | 3 |
| 16 | 119 | eax | 58 | 3 | 16 |
| 17 | 43 | edx | 59 | 1 | time |
| 18 | 2 | [rax] | 60 | 1 | srand |
| 19 | 2 | sort | 61 | 1 | rand |
| 20 | 1 | 208 | 62 | 1 | 1374389535 |
| 21 | 11 | 0 | 63 | 1 | 32 |
| 22 | 10 | 1 | 64 | 1 | 31 |
| 23 | 2 | .L24 | 65 | 4 | [rbp-48] |
| 24 | 2 | .L4 | 66 | 2 | .L29 |
| 25 | 7 | [rbp-112+rax*4] | 67 | 1 | .OFFSET FLAT |
| 26 | 8 | [rbp-192+rax*4] | 68 | 2 | printf |
| 27 | 3 | .L3 | 69 | 2 | .LC0 |
| 28 | 25 | [0+rax*4] | 70 | 2 | .L29 |
| 29 | 26 | xmm0 | 71 | 2 | .L17 |
| 30 | 2 | 31 | 72 | 4 | rbx |
| 31 | 12 | [rbp-20] | 73 | 1 | r8 |
| 32 | 2 | 5 | 74 | 1 | r9d |
| 34 | 50 | rdx | 75 | 4 | edi |
| 35 | 5 | .L5 | 76 | 1 | [rax+rdx*4] |
| 36 | 12 | xmm1 | 77 | 1 | [rax+rcx*4] |
| 37 | 2 | .L6 | 78 | 1 | 80 |
| 38 | 18 | rcx | 79 | 2 | .L19 |
| 39 | 3 | .L9 | 80 | 2 | .L22 |
| 40 | 2 | .L12 | 81 | 2 | .L23 |
| 41 | 2 | .L13 | 82 | 2 | .L30 |
| 42 | 3 | .L15 | 83 | 2 | .L28 |
| | | | 84 | 2 | .L31 |

Рисунок 16 – Число вхождений операндов при ручном расчете

Сводная таблица расчетов для трех языков представлена ниже.

Таблица 14 – Сводная таблица расчетов

| | pascal вручную | pascal программно | с вручную | с программ но | asm вручную |
|--|--------------------|----------------------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| число простых операторов | 20 | 22 | 28 | 31 | 30 |
| число простых операндов | 19 | 22 | 22 | 22 | 75 |
| общее число всех операторов | 150 | 159 | 219 | 212 | 407 |
| общее число всех операндов | 161 | 178 | 179 | 179 | 703 |
| словарь программы | 39 | 44 | 50 | 53 | 114 |
| длина программы экспериментальная | 311 | 339 | 398 | 391 | 1110 |
| длина программы теоретическая | 191.2149 | 196.215 | 232.713 | 251.688 | 684.161 |
| Реальный и потенциальный объемы программы | 1839.828/ 19.65 | 1850.75/19.6 5 | 2246.2547/ 19.65 | 2239.62/1 9.65 | 7584.5079/ 19.6 51 |
| уровень программы | 0.01068 | 0.010618 | 0.00874 | 0.008774 | 0.002591 |
| интеллектуальное содержание программы | 20.6722 | 20.6787 | 19.7197 | 17.7587 | 60.417327 |
| работа программиста | 172250.02 | 174301 | 256757.217 21 | 255242 | 2927247.5 805 |
| время программирования | 17225.002 | 9683.37 | 25675.72172 1 | 14180.1 | 292724.75 805 |
| уровень используемого языка программирования | 0.2099 | 0.208662 | 0.1719221 | 0.172432 | 0.050917 |
| ожидаемое число ошибок в программе | 2 | 1 | 3 | 1 | 8 |

Заключение

В ходе выполнения работы разработали вычислительный алгоритм и также варианты программ его реализации на языках программирования Си и Ассемблер. Для каждой из разработанных программ определили метрические характеристики по Холстеду.