Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Высшая школа интеллектуальных систем и суперкомпьютерных технологий

**Отчёт по лабораторной работе№ 4**

**Дисциплина**: Низкоуровневое программирование

**Тема**: Раздельная компиляция

Выполнил студент гр. 3530901/10003 Фаретдинов Р.А.

(подпись)

Преподаватель Коренев Д. А. (подпись)

“ ”

Санкт-Петербург

riscv64-unknown-elf-gcc --save-temps -march=rv32i -mabi=ilp32 -O1 -v main.c

riscv64-unknown-elf-gcc --save-temps -march=rv32i -mabi=ilp32 -O1 -v main.c >log 2>&1

riscv64-unknown-elf-gcc --save-temps -march=rv32i -mabi=ilp32 -O1 -v findMin.c >log 2>&1

**riscv64-unknown-elf-gcc -march=rv32ic -mabi=ilp32 -O1 -E findMin.c -o findMin.i**

**riscv64-unknown-elf-gcc -march=rv32ic -mabi=ilp32 -O1 -E main.c -o main.i**

**riscv64-unknown-elf-gcc -march=rv32ic -mabi=ilp32 -O1 -S -fpreprocessed main.i -o main.s.**

**riscv64-unknown-elf-gcc -march=rv32ic -mabi=ilp32 -O1 -S -fpreprocessed findMin.i -o findMin.s.**

**riscv64-unknown-elf-gcc -march=rv32ic -mabi=ilp32 -O1 -c main.s -o main.o**

**riscv64-unknown-elf-gcc -march=rv32ic -mabi=ilp32 -O1 -c findMin.s -o findMin.o**

riscv64-unknown-elf-objdump -d -M no-aliases -j .text main.o

riscv64-unknown-elf-gcc -march=rv32ic -mabi=ilp32 main.o findMin.o -o main

riscv64-unknown-elf-objdump -j .text -d -M no-aliases main >main.ds

#include <stddef.h>  
#include <stdio.h>  
#include "findMin.h"  
  
  
int main (void) {  
 unsigned array[] ={3,6,4,2,5};  
 const size\_t length = sizeof(array)/ sizeof(array[0]);  
  
 int min = findMin(array, length);  
 printf("min = %i",min);  
  
  
 return 0;  
}

Оглавление

1. ТЗ – 3 стр
2. Метод решения – 3 стр
3. Руководство программисту – 3 стр
4. Реализация программы 1 – 3 стр
5. Работа программы 1 – 4 стр
6. Реализация программы 2 – 6 стр
7. Работа программы 2 – 7 стр

1. Техническое задание

Найти минимальный элемент в массиве

2. Метод решения

!!!!!!!Метод решения заключается в проходе по всем четным числам и перемещении их в конец массива

3. Ход решения

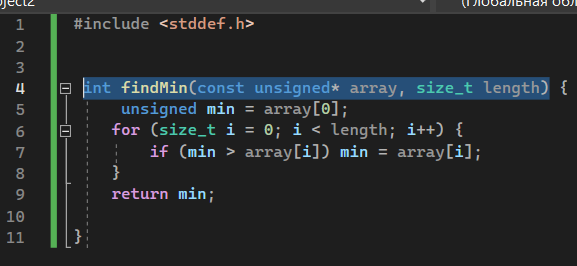
**Текст программы на языке C:**

main.c

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

findMin.c



findMin.h

Изображение выглядит как текст

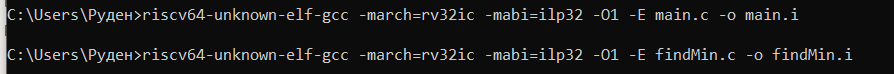
Автоматически созданное описание

Соберем программу по шагам

**riscv64-unknown-elf-gcc -march=rv32ic -mabi=ilp32 -O1 -E findMin.c -o findMin.i**

**riscv64-unknown-elf-gcc -march=rv32ic -mabi=ilp32 -O1 -E main.c -o main.i**

**Результат работы препроцессора**



В программе используются директивы #include<stdio.h> и #include<stddef.h>, поэтому в начале файла main.i содержится строки с инструкциями по присоединению stddef.h и stdio.h к проекту, а затем идет наш код на C. В файле findMin.c тоже есть строки по присоединению stddef.h

Main.i

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

findMin.i

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Как видно, результат работы препроцессора не сильно различается с исходным кодом программы

**Этап компиляции**

При помощи следующих команд получены файлы, сформированные компилятором:

riscv64-unknown-elf-gcc -march=rv32i -mabi=ilp32 -O1 –S main.i -o main.s

riscv64-unknown-elf-gcc -march=rv32i -mabi=ilp32 -O1 –S findMin.i -o findMin.s

**Результат работы компилятора**

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Код из файла main.s

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Код из файла findMin.s

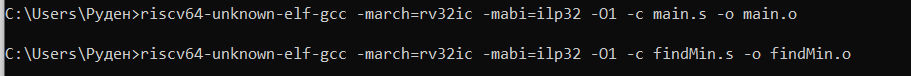
**Этап ассемблирования**

Команды для ассемблирования:

riscv64-unknown-elf-gcc -march=rv32ic -mabi=ilp32 -c main.s -o main.o

riscv64-unknown-elf-gcc -march=rv32ic -mabi=ilp32 -c findMin.s -o findMin.o

**Результат работы ассемблера**



Объектный файл не является текстовым, для изучения его содержимого используем утилиту objdump:

Для вывода заголовков секций, таблиц символов, таблица перемещений:

riscv64-unknown-elf-objdump.exe -h main.o (См. рис.1)

riscv64-unknown-elf-objdump.exe -t main.o (См.рис.2)

riscv64-unknown-elf-objdump.exe -d -M no-aliases -r main.o (См.рис.3 и 4)

riscv64-unknown-elf-objdump.exe -h findMin.o (См.рис.5)

riscv64-unknown-elf-objdump.exe -t findMin.o (См.рис. 6)

riscv64-unknown-elf-objdump.exe -d -M no-aliases -r findMin.o (См.рис.7)

Изображение выглядит как текст, табличка

Автоматически созданное описание

Рис.1 заголовки секций main.o

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Рису.2 таблица символов main.o

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Рис.3 и Рис.4 таблица перемещений main.o

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Рис.5 заголовки секций findMin.o

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Рис.6 таблица символов findMin.o

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Рис.7 таблица перемещений findMin.o

**Выполнение компоновки:**

Компоновка выполняется при помощи команды:

riscv64-unknown-elf-gcc -march=rv32ic -mabi=ilp32 main.o findMin.o -o main

статичсекая библиотека

**riscv64-unknown-elf-ar -rsc lib.a findMin.o**

**riscv64-unknown-elf-ar -t lib.a findMin.o**

riscv64-unknown-elf-gcc.exe -march=rv32i -mabi=ilp32 -O1 --save-temps main.c lib.a

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Рис.7 Таблица перемещений findMin.o

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Таблица перемещений

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Статическая библиотека

**riscv64-unknown-elf-ar -rsc lib.a findMin.o**

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

riscv64-unknown-elf-gcc -march=rv32i -mabi=ilp32 main.o –L. -lds -o main

riscv64-unknown-elf-gcc -march=rv32i -mabi=ilp32 –Wl,--no-relax main.o findMin.o -o main