**1 Компилятор GCC**

1.1 Версия компилятора

Команда:

gcc --version

Вывод:

gcc (Ubuntu 13.3.0-6ubuntu2~24.04) 13.3.0

1.2 Команда для получения исполняемого файла:

gcc -std=c99 -Wall -Werror -v -save-temps main.c

Список файлов, полученных в результате компиляции:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Имя | Размер, байты | Тип |
| main.c | 109 | Исходный код |
| a-main.i | 14978 | Препроцессированный C код |
| a-main.o | 1512 | Объектный файл |
| a-main.s | 705 | Ассемблированный файл |
| a.out | 15960 | Исполняемый файл |

1.3 Этапы компиляции

1.3.1 Препроцессинг

Команда:

cpp main.c -o main.i

|  |  |
| --- | --- |
| Вход | main.c |
| Выход | main.i |
| Назначение | Обработка препроцессором |
| Имя утилиты | cpp |
| Способ передачи параметров | Флаговое |

1.3.2 Компиляция

Команда:

c99 -S -fverbose-asm -masm=intel main.i

|  |  |
| --- | --- |
| Вход | main.i |
| Выход | main.s |
| Назначение | Трансляция на язык ассемблера |
| Имя утилиты | c99 |
| Способ передачи параметров | Флаговое |

1.3.3 Ассемблирование

Команда:

as main.s -o main.o

|  |  |
| --- | --- |
| Вход | main.s |
| Выход | main.o |
| Назначение | Ассемблирование в объектный файл |
| Имя утилиты | as |
| Способ передачи параметров | Флаговое |

1.3.4 Компоновка

Команда:

ld \

-dynamic-linker /lib64/ld-linux-x86-64.so.2 \

-o output \

/usr/lib/x86\_64-linux-gnu/crt1.o \

/usr/lib/x86\_64-linux-gnu/crti.o \

-L/usr/lib/x86\_64-linux-gnu \

-lc \

main.o \

/usr/lib/x86\_64-linux-gnu/crtn.o -o main.exe

|  |  |
| --- | --- |
| Вход | main.o |
| Выход | main.exe |
| Назначение | Получение исполняемого файла |
| Имя утилиты | ld |
| Способ передачи параметров | Флаговое |

Список объектных файлов, с которыми компонуется программа

|  |  |
| --- | --- |
| Имя | Назначение |
| crt1.o | Содержит точку входа \_start, которая инициализирует выполнение программы через вызов \_\_libc\_start\_main. |
| crti.o | Определяет начало секций .init (инициализация глобальных объектов) и .fini (финализация). |
| crtn.o | Завершает секции .init и .fini, добавляя код завершения. |
| libc.so (-lc) | Стандартная библиотека C. |
| main.o | Скомпилированный объектный код программы. |

Список библиотек, с которыми компонуется программа

|  |  |
| --- | --- |
| Имя | Назначение |
| libc.so | Стандартная библиотека C: функции ввода-вывода (printf, scanf), управление памятью (malloc, free), строковые операции и т.д. |
| /lib64/ld-linux-x86-64.so.2 | Загрузчик динамических библиотек |

**2 Компилятор clang**

2.1 Версия компилятора

Команда:

clang --version

Вывод:

Ubuntu clang version 18.1.3 (1ubuntu1)

Target: x86\_64-pc-linux-gnu

Thread model: posix

InstalledDir: /usr/bin

2.2. Команда для получения исполняемого файла

Команда:

clang -std=c99 -Wall -Werror -v -save-temps main.c

Список файлов, полученных в результате компиляции

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Имя файла | Размер, байты | Тип |
| main.c | 109 | Исходный код |
| main.i | 15633 | Препроцессированный C код |
| main.s | 869 | Ассемблированный файл |
| main.o | 1272 | Объектный файл |
| main.bc | 2608 | Биткод (LLVM IR) |
| a.out | 16008 | Исполняемый файл |

2.3 Этапы компиляции

2.3.1 Препроцессинг

Команда:

clang -E main.c -o main.i

|  |  |
| --- | --- |
| Вход: | main.c |
| Выход: | main.i |
| Назначение: | Обработка директив препроцессора. |
| Имя утилиты: | clang (с флагом -E) |
| Способ передачи параметров: | Флаговое. |

2.3.2 Компиляция

Команда:

clang -S -fverbose-asm -masm=intel main.i

|  |  |
| --- | --- |
| Вход: | main.i |
| Выход: | main.s |
| Назначение: | Трансляция в ассемблерный код. |
| Имя утилиты: | clang (с флагом -S) |
| Способ передачи параметров: | Флаговое. |

2.3.3 Ассемблирование

Команда:

as main.s -o main.o

|  |  |
| --- | --- |
| Вход: | main.s |
| Выход: | main.o |
| Назначение: | Преобразование ассемблерного кода в объектный файл. |
| Имя утилиты: | as |
| Способ передачи параметров: | Флаговое. |

2.3.4 Компоновка

Команда:

clang main.o -o main.exe

|  |  |
| --- | --- |
| Вход: | main.o |
| Выход: | main.exe |
| Назначение: | Создание исполняемого файла. |
| Имя утилиты: | clang |
| Способ передачи параметров: | Флаговое. |

Список объектных файлов

|  |  |
| --- | --- |
| Имя | Назначение |
| crt1.o | Содержит точку входа \_start, вызывает \_\_libc\_start\_main для подготовки main. |
| crti.o | Начало секций .init (инициализация глобальных объектов) и .fini (финализация). |
| crtn.o | Завершает секции .init и .fini. |
| main.o | Скомпилированный объектный код программы. |
| libc.s | Стандартная библиотека C. |

Список библиотек

|  |  |
| --- | --- |
| Имя | Назначение |
| libc.so | Стандартная библиотека C. |
| /lib64/ld-linux-x86-64.so.2 | Динамический загрузчик. |
| libgcc / libunwind | Вспомогательные функции LLVM. |

**3 Дополнительные задания**

3.1 Какие динамические библиотеки использует Ваш исполняемый файл?

Команда:

ldd a.out

Вывод:

linux-vdso.so.1 (0x00007fff88571000)

libc.so.6 => /lib/x86\_64-linux-gnu/libc.so.6 (0x00007f47fc039000)

/lib64/ld-linux-x86-64.so.2 (0x00007f47fc25b000)

3.2 Найдите, с помощью какого ключа компилятора gcc можно передавать параметры компилятору с языка ассемблера.

Ответ: флаг -fverbose-asm.

Листинг программы:

        .file   "main.c"

    .intel\_syntax noprefix

*# GNU C99 (Ubuntu 13.3.0-6ubuntu2~24.04) version 13.3.0 (x86\_64-linux-gnu)*

*#   compiled by GNU C version 13.3.0, GMP version 6.3.0, MPFR version 4.2.1, MPC version 1.3.1, isl version isl-0.26-GMP*

*# GGC heuristics: --param ggc-min-expand=100 --param ggc-min-heapsize=131072*

*# options passed: -masm=intel -mtune=generic -march=x86-64 -std=c99 -fasynchronous-unwind-tables -fstack-protector-strong -fstack-clash-protection -fcf-protection*

    .text

    .section    .rodata

.LC0:

    .string "Year has %d weeks.\n"

    .text

    .globl  main

    .type   main, @function

main:

.LFB0:

    .cfi\_startproc

    endbr64

    push    rbp *#*

    .cfi\_def\_cfa\_offset 16

    .cfi\_offset 6, -16

    mov rbp, rsp    *#,*

    .cfi\_def\_cfa\_register 6

*# main.c:7:     printf("Year has %d weeks.\n", WEEKS);*

    mov esi, 52 *#,*

    lea rax, .LC0[rip]  *# tmp84,*

    mov rdi, rax    *#, tmp84*

    mov eax, 0  *#,*

    call    printf@PLT  *#*

*# main.c:8:     return 0;*

    mov eax, 0  *# \_3,*

*# main.c:9: }*

    pop rbp *#*

    .cfi\_def\_cfa 7, 8

    ret

    .cfi\_endproc

.LFE0:

    .size   main, .-main

    .ident  "GCC: (Ubuntu 13.3.0-6ubuntu2~24.04) 13.3.0"

    .section    .note.GNU-stack,"",@progbits

    .section    .note.gnu.property,"a"

    .align 8

    .long   1f - 0f

    .long   4f - 1f

    .long   5

0:

    .string "GNU"

1:

    .align 8

    .long   0xc0000002

    .long   3f - 2f

2:

    .long   0x3

3:

    .align 8

4:

3.3 Найдите, с помощью какого ключа компилятора gcc можно передавать параметры компоновщику.

Команда:

gcc -Wl,-Map=output.map main.c

3.4 Заполните таблицу

|  |  |
| --- | --- |
|  | Размер исполняемого файла |
| g0 | 15960 |
| g1 | 16928 |
| g2 | 17144 |
| g3 | 43856 |