

Московский Авиационный Институт
(Национальный Исследовательский Университет)
Институт №8 “Компьютерные науки и прикладная математика”
Кафедра №806 “Вычислительная математика и программирование”

Лабораторная работа №4 по курсу
«Операционные системы»

Группа: М80-206Б-20

Студент: Филатов А.К.

Преподаватель: Миронов Е.С.

Оценка: _____

Дата: 16.12.2023

Москва, 2023

Постановка задачи

Необходимо реализовать две динамические библиотеки:

4	Подсчёт наибольшего общего делителя для двух натуральных чисел	Int GCF(int A, int B)	Алгоритм Евклида	Наивный алгоритм. Пытаться разделить числа на все числа, что меньше A и B.
8	Перевод числа x из десятичной системы счисления в другую	Char* translation(long x)	Другая система счисления двоичная	Другая система счисления троичная

Общий метод и алгоритм решения

Использованные системные вызовы:

- `void *dlopen(const char *filename, int flag)` - загружает динамическую библиотеку, имя которой указано в строке `filename`, и возвращает прямой указатель на начало динамической библиотеки.
- `void *dlsym(void *handle, char *symbol)` - использует указатель на динамическую библиотеку, возвращаемую `dlopen`, и оканчивающееся нулем символьное имя, а затем возвращает адрес, указывающий, откуда загружается этот символ.
- `int dlclose(void *handle)` - уменьшает на единицу счетчик ссылок на указатель динамической библиотеки `handle`. Если нет других загруженных библиотек, использующих ее символы и если счетчик ссылок принимает нулевое значение, то динамическая библиотека выгружается.

В начале создадим две библиотеки, каждая из которых содержит две функции: нахождение НОД двух чисел и перевод десятичного числа в двоичную/троичную систему счисления. После этого создадим две программы. В первой будем использовать библиотеку, которую получим на этапе компиляции. Во второй программе с помощью системных вызовов откроем библиотеку и вызовем функции поочередно. Также сделаем возможность замены библиотеки с одной на другую.

Код программы

prog1.c

```
#include <stdio.h>
#include "lib1/lib1.h"

int main(){
    int check;
    while(scanf("%d", &check) != EOF){
        if (check != 0 && check != 1 && check != 2){
            printf("Wrong argument\n");
            return 1;
        }
        else if(check == 1){
            int arg1, arg2;
            scanf("%d %d", &arg1, &arg2);
            int result1 = GCF(arg1, arg2);
            printf("NOD is: %d\n", result1);
        }
        else if(check == 2){
            long arg3;
            scanf("%ld", &arg3);
            char* result2 = translation(arg3);
            printf("From 10 to 2 system: %s\n", result2);
        }
        else{
            printf("See you again!\n");
            return 0;
        }
    }
    return 0;
}
```

program2.c

```
#include <stdio.h>
#include <dlfcn.h>

int main(){
    int check;
    int key = 2;
    int result1;
    char* result2;
    int arg1, arg2;
```

```

long arg3;
void *current_lib;
current_lib = dlopen("./lib2/lib2.so", RTLD_LAZY); // Загрузка библиотеки

if (!current_lib) {
    printf("Library loading error\n");
    return 1;
}

int (*GCF)(int, int) = dlsym(current_lib, "GCF"); // Получение указателя
на функцию
char* (*translation)(long) = dlsym(current_lib, "translation");
if (!GCF) {
    printf("Could not find function\n");
    return 1;
}

while(scanf("%d", &check) != EOF){
    if (check != 0 && check != 1 && check != 2){
        printf("Wrong argument\n");
        dlclose(current_lib); // Закрытие библиотеки
        return 1;
    }
    else if(check == 1){
        scanf("%d %d", &arg1, &arg2);
        result1 = GCF(arg1, arg2);
        printf("NOD is: %d\n", result1);
    }
    else if(check == 2){
        scanf("%ld", &arg3);
        result2 = translation(arg3);
        printf("From 10 to 3 system: %s\n", result2);
    }
    else if(check == 0){
        if (key == 2){
            current_lib = dlopen("./lib1/lib1.so", RTLD_LAZY);
            key = 1;
        }
        else{
            current_lib = dlopen("./lib2/lib2.so", RTLD_LAZY);
            key = 2;
        }

        if (!current_lib) {
            printf("Library loading error\n");
            return 1;
        }
    }
}

```

```

        GCF = dlsym(current_lib, "GCF");
        translation = dlsym(current_lib, "translaton");
    }
}
dlclose(current_lib);
return 0;
}

```

lib2.c

```

#include "lib2.h"

int GCF(int a, int b){
    int min;
    int result = 1;
    if (a < b) min = a;
    else if (a > b) min = b;
    else return a;
    for (int i = 2; i <= min; i++){
        if ((a % i == 0) & (b % i == 0)){
            result = i;
        }
    }
    return result;
}

char* translation(long x){
    char* result = (char*)malloc(sizeof(char));
    int index = 0;

    while(x > 0) {
        result[index] = x % 3 + '0';
        index += 1;
        x /= 3;
        result = realloc(result, (index + 1) * sizeof(char));
    }

    result[index] = '\0';
    char symbol;

    for(int permutation_index = 0; permutation_index < index / 3;
++permutation_index) {
        symbol = result[permutation_index];
        result[permutation_index] = result[index - permutation_index - 1];
        result[index - permutation_index - 1] = symbol;
    }

    return result;
}

```

```
    free(result);  
}
```

lib2.h

```
#ifndef MYLIBRARY2  
#define MYLIBRARY2  
#include <stdio.h>  
#include <math.h>  
#include <stdlib.h>  
  
int GCF(int a, int b);  
char* translation(long x);  
  
#endif
```

lib1.c

```
#include "lib1.h"  
  
int GCF(int a, int b){  
    while (a != b){  
        if (a > b){  
            a -= b;  
        }  
        else{  
            b -= a;  
        }  
    }  
    return a;  
}  
  
char* translation(long x){  
    char* result = (char*)malloc(sizeof(char));  
    int index = 0;  
  
    while(x > 0) {  
        result[index] = x % 2 + '0';  
        index += 1;  
        x /= 2;  
        result = realloc(result, (index + 1) * sizeof(char));  
    }  
  
    result[index] = '\\0';  
    char symbol;  
  
    for(int permutation_index = 0; permutation_index < index / 2;  
++permutation_index) {  
        symbol = result[permutation_index];  
        result[permutation_index] = result[index - permutation_index - 1];
```

```

        result[index - permutation_index - 1] = symbol;
    }

    return result;
    free(result);
}

//gcc -c -fPIC lib1.c
//gcc -shared lib1.o -o lib1.so -lm

```

lib1.h

```

#ifndef MYLIBRARY1
#define MYLIBRARY1
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <math.h>

int GCF(int a, int b);
char* translation(long x);

#endif

```

Протокол работы программы

Тестирование:

cb1phblu@DESKTOP-3PDEL6G:/mnt/c/Users/user/Desktop/МАИ/2
курс/ОСИ/LR4FILATOV\$./prog1

1 12 16

NOD is: 4

2 31

From 10 to 2 system: 11111

0

See you again!

cb1phblu@DESKTOP-3PDEL6G:/mnt/c/Users/user/Desktop/МАИ/2
курс/ОСИ/LR4FILATOV\$./prog2

2 123

From 10 to 3 system: 12110

1 23 23

NOD is: 23

0

1 14 18

NOD is: 2

Strace:

```
cbllphblu@DESKTOP-3PDEL6G:/mnt/c/Users/user/Desktop/МАИ/2  
курс/ОСН/LR4FILATOV$ strace -f ./prog1
```

```
execve("./prog1", ["/prog1"], 0x7ffce3ff6bb8 /* 19 vars */) = 0
```

```
brk(NULL) = 0x55bc5e9fd000
```

```
arch_prctl(0x3001 /* ARCH_??? */, 0x7ffe255971b0) = -1 EINVAL  
(Недопустимый аргумент)
```

```
mmap(NULL, 8192, PROT_READ|PROT_WRITE,  
MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7f7f2f16f000
```

```
access("/etc/ld.so.preload", R_OK) = -1 ENOENT (Нет такого файла или  
каталога)
```

```
openat(AT_FDCWD, "/etc/ld.so.cache", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = 3
```

```
newfstatat(3, "", {st_mode=S_IFREG|0644, st_size=35003, ...},  
AT_EMPTY_PATH) = 0
```

```
mmap(NULL, 35003, PROT_READ, MAP_PRIVATE, 3, 0) = 0x7f7f2f166000
```

```
close(3) = 0
```

```
openat(AT_FDCWD, "/lib/x86_64-linux-gnu/libc.so.6",  
O_RDONLY|O_CLOEXEC) = 3
```

```
read(3, "\177ELF\2\1\1\3\0\0\0\0\0\0\3\0>\0\1\0\0\0P\237\2\0\0\0\0"..., 832) =  
832
```

```
pread64(3, "\6\0\0\0\4\0\0\0@\0\0\0\0\0\0@\0\0\0\0\0\0@\0\0\0\0\0\0"..., 784,  
64) = 784
```

```
pread64(3, "\4\0\0\0\0\0\0\5\0\0\0GNU\0\2\0\0\300\4\0\0\0\3\0\0\0\0\0\0"..., 48,  
848) = 48
```



```
pread64(3,  
"\4\0\0\0\24\0\0\0\3\0\0\0GNU\0i8\235HZ\227\223\333\350s\360\352,\223\340."...,  
68, 896) = 68
```

```
newfstatat(3, "", {st_mode=S_IFREG|0644, st_size=2216304, ...},  
AT_EMPTY_PATH) = 0
```

```
pread64(3, "\6\0\0\0\4\0\0\0@\0\0\0\0\0\0\0@\0\0\0\0\0\0\0@\0\0\0\0\0\0\0"..., 784,  
64) = 784
```

```
mmap(NULL, 2260560, PROT_READ, MAP_PRIVATE|MAP_DENYWRITE, 3,  
0) = 0x7f7f2ef3e000
```

```
mmap(0x7f7f2ef66000, 1658880, PROT_READ|PROT_EXEC,  
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x28000) =  
0x7f7f2ef66000
```

```
mmap(0x7f7f2f0fb000, 360448, PROT_READ,  
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x1bd000) =  
0x7f7f2f0fb000
```

```
mmap(0x7f7f2f153000, 24576, PROT_READ|PROT_WRITE,  
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x214000) =  
0x7f7f2f153000
```

```
mmap(0x7f7f2f159000, 52816, PROT_READ|PROT_WRITE,  
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7f7f2f159000
```

```
close(3) = 0
```

```
mmap(NULL, 12288, PROT_READ|PROT_WRITE,  
MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7f7f2ef3b000
```

```
arch_prctl(ARCH_SET_FS, 0x7f7f2ef3b740) = 0
```

```
set_tid_address(0x7f7f2ef3ba10) = 105
```

```
set_robust_list(0x7f7f2ef3ba20, 24) = 0
```

```
rseq(0x7f7f2ef3c0e0, 0x20, 0, 0x53053053) = 0
```

```
mprotect(0x7f7f2f153000, 16384, PROT_READ) = 0
```

```
mprotect(0x55bc5d2f2000, 4096, PROT_READ) = 0
```

```
mprotect(0x7f7f2f1a9000, 8192, PROT_READ) = 0
```

```
prlimit64(0, RLIMIT_STACK, NULL, {rlim_cur=8192*1024,  
rlim_max=RLIM64_INFINITY}) = 0
```

```

munmap(0x7f7f2f166000, 35003)      = 0

newfstatat(0, "", {st_mode=S_IFCHR|0620, st_rdev=makedev(0x88, 0), ...},
AT_EMPTY_PATH) = 0

getrandom("\xaa\x8f\xca\x66\x41\xfd\x01\x03", 8, GRND_NONBLOCK) = 8

brk(NULL)                        = 0x55bc5e9fd000

brk(0x55bc5ea1e000)              = 0x55bc5ea1e000

read(0, 1 5 10

"1 5 10\n", 1024)                = 7

newfstatat(1, "", {st_mode=S_IFCHR|0620, st_rdev=makedev(0x88, 0), ...},
AT_EMPTY_PATH) = 0

write(1, "NOD is: 5\n", 10NOD is: 5

)      = 10

read(0, 2 123

"2 123\n", 1024)                = 6

write(1, "From 10 to 2 system: 1111011\n", 29From 10 to 2 system: 1111011

) = 29

read(0, 3

"3\n", 1024)                    = 2

write(1, "Wrong argument\n", 15Wrong argument

)      = 15

lseek(0, -1, SEEK_CUR)           = -1 ESPIPE (Недопустимая операция
смещения)

exit_group(1)                    = ?

+++ exited with 1 +++

```

```

cblphblu@DESKTOP-3PDEL6G:/mnt/c/Users/user/Desktop/МАИ/2
курс/ОСН/LR4FILATOV$ strace -f ./prog2

```

```

execve("./prog2", ["/prog2"], 0x7fff643eaf88 /* 19 vars */) = 0

```

brk(NULL) = 0x55b69be1c000

arch_prctl(0x3001 /* ARCH_??? */, 0x7ffc82ece3a0) = -1 EINVAL
(Недопустимый аргумент)

mmap(NULL, 8192, PROT_READ|PROT_WRITE,
MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7f71a1163000

access("/etc/ld.so.preload", R_OK) = -1 ENOENT (Нет такого файла или
каталога)

openat(AT_FDCWD, "/etc/ld.so.cache", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = 3

newfstatat(3, "", {st_mode=S_IFREG|0644, st_size=35003, ...},
AT_EMPTY_PATH) = 0

mmap(NULL, 35003, PROT_READ, MAP_PRIVATE, 3, 0) = 0x7f71a115a000

close(3) = 0

openat(AT_FDCWD, "/lib/x86_64-linux-gnu/libc.so.6",
O_RDONLY|O_CLOEXEC) = 3

read(3, "\177ELF\2\1\1\3\0\0\0\0\0\0\0\3\0>\0\1\0\0\0P\237\2\0\0\0\0"..., 832) =
832

pread64(3, "\6\0\0\0\4\0\0\0@\0\0\0\0\0\0@\0\0\0\0\0\0@\0\0\0\0\0\0"..., 784,
64) = 784

pread64(3, "\4\0\0\0\0\0\0\5\0\0\0GNU\02\0\0\300\4\0\0\0\3\0\0\0\0\0\0"..., 48,
848) = 48

pread64(3,
"\4\0\0\0\24\0\0\0\3\0\0\0GNU\0i8\235HZ\227\223\333\350s\360\352,\223\340."...,
68, 896) = 68

newfstatat(3, "", {st_mode=S_IFREG|0644, st_size=2216304, ...},
AT_EMPTY_PATH) = 0

pread64(3, "\6\0\0\0\4\0\0\0@\0\0\0\0\0\0@\0\0\0\0\0\0@\0\0\0\0\0\0"..., 784,
64) = 784

mmap(NULL, 2260560, PROT_READ, MAP_PRIVATE|MAP_DENYWRITE, 3,
0) = 0x7f71a0f32000

mmap(0x7f71a0f5a000, 1658880, PROT_READ|PROT_EXEC,
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x28000) =
0x7f71a0f5a000

```

mmap(0x7f71a10ef000, 360448, PROT_READ,
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x1bd000) =
0x7f71a10ef000

mmap(0x7f71a1147000, 24576, PROT_READ|PROT_WRITE,
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x214000) =
0x7f71a1147000

mmap(0x7f71a114d000, 52816, PROT_READ|PROT_WRITE,
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7f71a114d000

close(3) = 0

mmap(NULL, 12288, PROT_READ|PROT_WRITE,
MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7f71a0f2f000

arch_prctl(ARCH_SET_FS, 0x7f71a0f2f740) = 0

set_tid_address(0x7f71a0f2fa10) = 112

set_robust_list(0x7f71a0f2fa20, 24) = 0

rseq(0x7f71a0f300e0, 0x20, 0, 0x53053053) = 0

mprotect(0x7f71a1147000, 16384, PROT_READ) = 0

mprotect(0x55b69a8ad000, 4096, PROT_READ) = 0

mprotect(0x7f71a119d000, 8192, PROT_READ) = 0

prlimit64(0, RLIMIT_STACK, NULL, {rlim_cur=8192*1024,
rlim_max=RLIM64_INFINITY}) = 0

munmap(0x7f71a115a000, 35003) = 0

getrandom("\xac\xa1\x44\xf\x4e\x9e\x53\x7a", 8, GRND_NONBLOCK) = 8

brk(NULL) = 0x55b69be1c000

brk(0x55b69be3d000) = 0x55b69be3d000

openat(AT_FDCWD, "./lib2/lib2.so", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = 3

read(3, "\177ELF\2\1\1\0\0\0\0\0\0\0\0\3\0>\0\1\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0...", 832) =
832

newfstatat(3, "", {st_mode=S_IFREG|0777, st_size=15576, ...},
AT_EMPTY_PATH) = 0

```



```

newfstatat(3, "", {st_mode=S_IFREG|0777, st_size=15576, ...},
AT_EMPTY_PATH) = 0

getcwd("/mnt/c/Users/user/Desktop/320\234\320\220\320\230/2
\320\272\321\203\321\200\321\201\320\236\320\241\320\230/LR4FILATOV",
128) = 62

mmap(NULL, 16440, PROT_READ, MAP_PRIVATE|MAP_DENYWRITE, 3, 0)
= 0x7f71a0f2a000

mmap(0x7f71a0f2b000, 4096, PROT_READ|PROT_EXEC,
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x1000) =
0x7f71a0f2b000

mmap(0x7f71a0f2c000, 4096, PROT_READ,
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x2000) =
0x7f71a0f2c000

mmap(0x7f71a0f2d000, 8192, PROT_READ|PROT_WRITE,
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x2000) =
0x7f71a0f2d000

close(3) = 0

mprotect(0x7f71a0f2d000, 4096, PROT_READ) = 0

read(0, 1 13 26
"1 13 26\n", 1024) = 8

write(1, "NOD is: 13\n", 11NOD is: 13
) = 11

read(0, 3
"3\n", 1024) = 2

write(1, "Wrong argument\n", 15Wrong argument
) = 15

munmap(0x7f71a0f2a000, 16440) = 0

lseek(0, -1, SEEK_CUR) = -1 ESPIPE (Недопустимая операция
смещения)

exit_group(1) = ?

+++ exited with 1 +++

```

Вывод

В ходе выполнения данной лабораторной работы я научился использовать библиотеки двумя способами. Было интересно узнать некоторые особенности второго способа. К тому же, при выполнении работы можно было легко отслеживать прогресс, ибо реализация самих функций НОД и перевода в другую систему счисления далась мне легко.