汇编语言课程作业

————报告 5

2251334 倪朗恩

1. 存储区域划分

使用 block.c 进行验证,验证了局部变量、全局变量、两种静态变量、函数等的存储地址。

```c
#include<stdio.h>
#include<stdlib.h>
int global_var;
int init_global_var = 0;
static int static_global_var;

void function()
{
    return;
}

int main()
{
    int local_var;
    static int static_local_var;
    int* heap_var = (int*)malloc(sizeof(int));

    printf("local_var: %p\n", &local_var);
    printf("static_local_var: %p\n", &static_local_var);
    printf("heap_var: %p\n", heap_var);
    printf("uninitialized global_var: %p\n", &global_var);
    global_var = 0;
    printf("initialized global_var: %p\n", &global_var);
    printf("preinitialized global_var: %p\n", &init_global_var);
    printf("static_global_var: %p\n", &static_global_var);
    printf("function: %p\n", function);

    free(heap_var);

    return 0;
}
```

2. 栈大小

使用 stack.cpp 进行验证，递归创建数组，不断输出，进行快速的估计。(环境为 VSCode)

```cpp
#include<iostream>
using namespace std;

void testStack()
{
    int i[1024];
    cout << i << endl;

    try{
        testStack();
    }
    catch(...){
        cout << "proximate stack size: "<< i;
    }

    return;
}

int main()
{
    testStack();

    system("pause");

    return 0;
}
```

使用 C++代码是为了更好的处理栈溢出 error，开 1024 大小的 int 数组是速度和精度的权衡。

3. 嵌套

使用了网站 compiler explorer 对代码 recursive.c 进行验证，结果保存在 compile.asm。

```cpp
#include<stdio.h>

int interFunction(int i, int j)
{
    int k = i + j;

    return k;
}
```

```c
int outerFunction(int i, int j)
{
    int k = interFunction(i, j);

    return k;
}

int main()
{
    int i = 10, j = 20;

    int k = outerFunction(i, j);

    printf("%d", k);

    return 0;
}
```

4. 实验结果

（1） 变量存储空间

- **堆变量 (heap_var)**:
  - 动态分配在堆中。
  - 输出地址为 0000000000716D20。
- **局部变量 (local_var)**:
  - 存储在栈中。
  - 输出地址为 000000000061FE14。
- **未初始化的全局变量 (global_var)**:
  - 存储在 BSS 段（未初始化的全局数据区）。
  - 输出地址为 0000000000407970。
- **已初始化的全局变量 (init_global_var)**:
  - 存储在数据段（已初始化的全局数据区）。
  - 输出地址为 0000000000407030。
- **静态局部变量 (static_local_var)**:
  - 存储在全局数据段（静态数据区）。
  - 输出地址为 0000000000407038。
- **静态全局变量 (static_global_var)**:
  - 存储在 BSS 段（未初始化的全局数据区）。
  - 输出地址为 0000000000407034。
- **函数地址 (function)**:
  - 存储在代码段（文本段）。

- 输出地址为 0000000000401560。

在当前运行环境下（Windows VSCode），显然有以下结论：

1. 函数/代码段存储在最低位
2. 初始化/实例化的全局变量，与静态变量（静态全局与静态局部），存储在同一区域，地址高低依照定义顺序，地址高于代码段
3. 已定义但未赋值的全局变量，存储位置略高于静态变量段，赋值后地址不变
4. 局部变量存储在栈，地址高于未赋值的全局变量段
5. 申请变量位于堆，经过多次尝试，发现每次堆地址都有明显变化，但基本有结论存储地址最高

（2） 栈大小

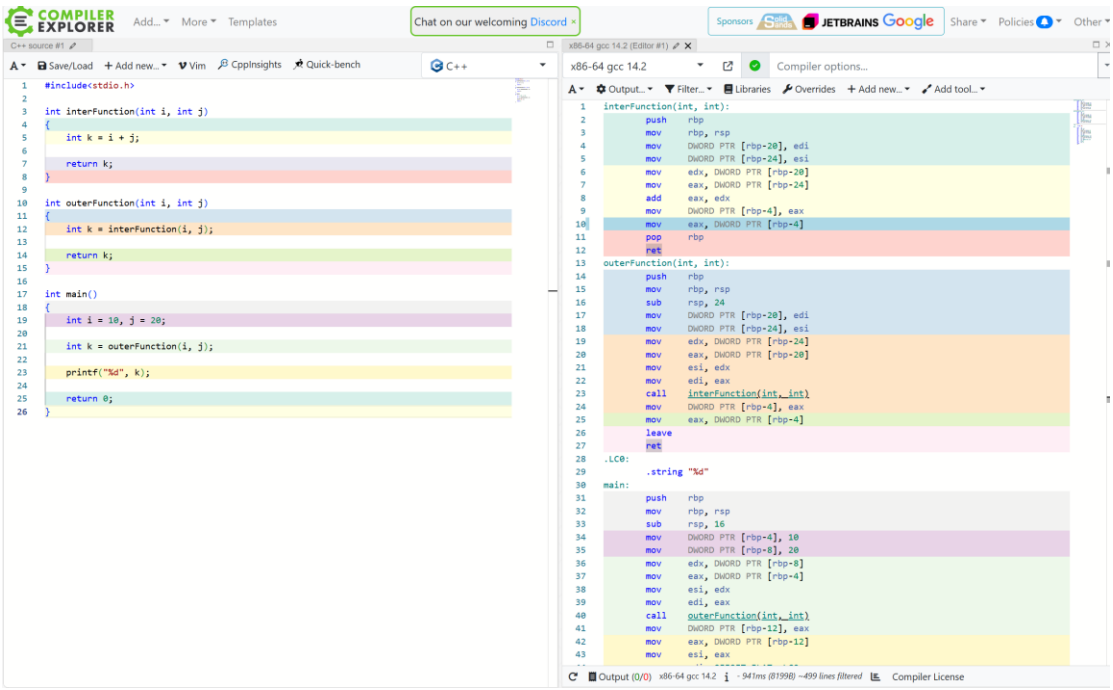
```
PS D:\大学工作\大三上\待办事项\汇编语言\5th> cd "d:\大学工作\大三上\待办事项\汇编语言\5th\" ; if ($?) { g++ stack.cpp -o stack } ; if ($?) { .\stack }
0x61ede0
0x61dda0
0x61cd60
0x61bd20
0x61ace0
0x619ca0
0x618c60
0x617c20
```

```
0x42e3a0
0x42d360
0x42c320
0x42b2e0
0x42a2a0
0x429260
0x428220
0x4271e0
0x4261a0
```

大致估计为 0x1F2a80=2042496Byte~2MB，且可以观察到：

1. 栈从大到小被分配
2. 每次调用该函数大概要额外消耗 64 字节

（3） 嵌套函数编译




```asm
interFunction(int, int):
        push    rbp
        mov     rbp, rsp
        mov     DWORD PTR [rbp-20], edi
        mov     DWORD PTR [rbp-24], esi
        mov     edx, DWORD PTR [rbp-20]
        mov     eax, DWORD PTR [rbp-24]
        add     eax, edx
        mov     DWORD PTR [rbp-4], eax
        mov     eax, DWORD PTR [rbp-4]
        pop     rbp
        ret
outerFunction(int, int):
        push    rbp
        mov     rbp, rsp
        sub     rsp, 24
        mov     DWORD PTR [rbp-20], edi
        mov     DWORD PTR [rbp-24], esi
        mov     edx, DWORD PTR [rbp-24]
        mov     eax, DWORD PTR [rbp-20]
        mov     esi, edx
        mov     edi, eax
        call    interFunction(int, int)
        mov     DWORD PTR [rbp-4], eax
        mov     eax, DWORD PTR [rbp-4]
        leave
        ret
```

```
.LC0:
        .string "%d"
main:
        push    rbp
        mov     rbp, rsp
        sub     rsp, 16
        mov     DWORD PTR [rbp-4], 10
        mov     DWORD PTR [rbp-8], 20
        mov     edx, DWORD PTR [rbp-8]
        mov     eax, DWORD PTR [rbp-4]
        mov     esi, edx
        mov     edi, eax
        call    outerFunction(int, int)
        mov     DWORD PTR [rbp-12], eax
        mov     eax, DWORD PTR [rbp-12]
        mov     esi, eax
        mov     edi, OFFSET FLAT:.LC0
        mov     eax, 0
        call    printf
        mov     eax, 0
        leave
        ret
```

根据提供的汇编代码，我们可以逐步解析每个函数的作用和执行流程。

1. interFunction(int, int)

（1）push rbp 和 mov rbp, rsp
设置栈帧基址
（2）mov DWORD PTR [rbp-20], edi
mov DWORD PTR [rbp-24], esi
将传入的两个参数（edi 和 esi）保存到栈中
（3）mov edx, DWORD PTR [rbp-20]
mov eax, DWORD PTR [rbp-24]
从栈中读取这两个参数
（4）add eax, edx
将两个参数相加，结果存放在 eax 中
（5）mov DWORD PTR [rbp-4], eax
将结果保存到栈中的一个临时变量
（6）mov eax, DWORD PTR [rbp-4]
将结果从栈中读回 eax
（7）pop rbp 和 ret
恢复栈帧并返回

2. outerFunction(int, int)

（1）push rbp 和 mov rbp, rsp
设置栈帧基址
（2）sub rsp, 24

为局部变量分配栈空间
（3）mov DWORD PTR [rbp-20], edi
mov DWORD PTR [rbp-24], esi
将传入的两个参数（edi 和 esi）保存到栈中
（4）mov edx, DWORD PTR [rbp-24]
mov eax, DWORD PTR [rbp-20]
从栈中读取这两个参数
（5）mov esi, edx
mov edi, eax
将参数传递给 interFunction
（6）call interFunction(int, int)
调用 interFunction
（7）mov DWORD PTR [rbp-4], eax
将 interFunction 的结果保存到栈中的一个临时变量
（8）mov eax, DWORD PTR [rbp-4]
将结果从栈中读回 eax
（9）leave 和 ret
恢复栈帧并返回

3. main

（1）push rbp
mov rbp, rsp
设置栈帧基址
（2）sub rsp, 16
为局部变量分配栈空间
（3）mov DWORD PTR [rbp-4], 10
mov DWORD PTR [rbp-8], 20
初始化两个整数变量 10 和 20
（4）mov edx, DWORD PTR [rbp-8]
mov eax, DWORD PTR [rbp-4]
从栈中读取这两个整数
（5）mov esi, edx
mov edi, eax
将这两个整数传递给 outerFunction
（6）call outerFunction(int, int)
调用 outerFunction
（7）mov DWORD PTR [rbp-12], eax
将 outerFunction 的结果保存到栈中的一个临时变量
（8）mov eax, DWORD PTR [rbp-12]
将结果从栈中读回 eax
（9）mov esi, eax
mov edi, OFFSET FLAT:.LC0
准备调用 printf，格式字符串为 "%d"
（10）mov eax, 0
call printf

调用 printf 打印结果

（11）mov eax, 0

设置返回值为 0

（12）leave 和 ret

恢复栈帧并返回

.string “%d“个人猜测为可执行文件传入参数

5. 问题与心得

（1） 可以在 Ubuntu 系统上（本人有双系统）实验，使用不同 IDE（VS2022）实验，探索 heap 等其他存储空间你大小，但由于时间问题，没有实施

（2） 更好的了解了系统的配置