Лекция А7

БГТУ, ФИТ, ПОИТ, 3 семестр,

Конструирование программного обеспечения

Введение в язык Ассемблер.

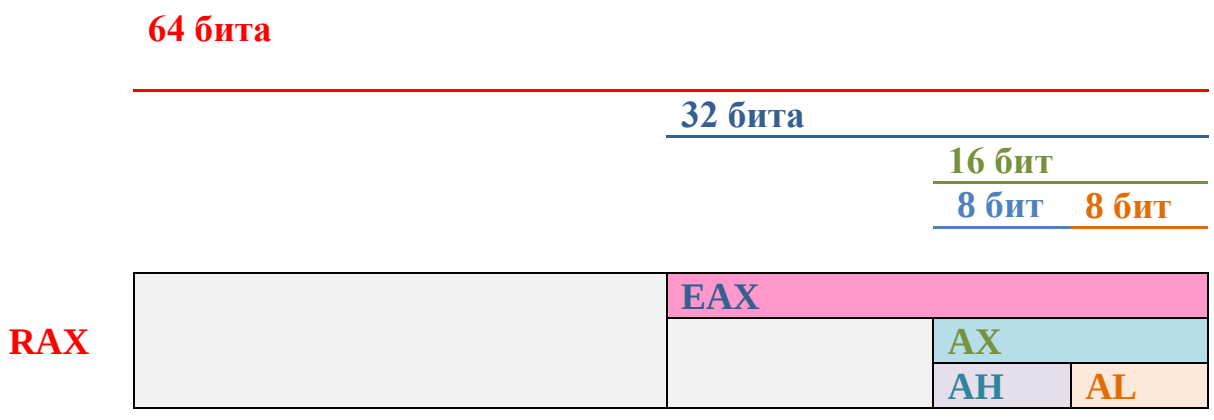
1. Особенности программирования на MASM для x64

Основные возможности архитектуры x86-64:

- 64-битное адресное пространство;
- расширенный набор регистров;
- привычный для разработчиков набор команд;
- возможность запуска старых 32-битных приложений в 64-битной операционной системе;
- возможность использования 32-битных операционных систем.

Список основных 16 целочисленных 64-разрядных регистров общего назначения:

- RAX, RBX, RCX, RDX, RSI, RDI, RSP, RBP
- R8, R9, R10, R11, R12, R13, R14, R15 ← (new)



Имена регистров общего назначения в процессорах x64 начинаются с буквы **R**, например RAX, RBX и др. Это развитие старой схемы именования на основе префикса E для 32-битных регистров x86.

Новые регистры пронумерованы от **R8** до **R15**.
Для обращения к младшим 8-, 16- и 32-битам новых регистров используются суффиксы **b**, **w** и **d** соответственно.
Например,
R9 – 64-разряный регистр;
R9b – его младший байт (по аналогии с AL);
R9w – младшее слово (по аналогии с AX в EAX);
R9d – младшее двойное слово (по аналогии с EAX).

SSE 128 бит		64 бита	
XMM0	RAX		EAX
XMM1	RBX		EBX
XMM2	RCX		ECX
XMM3	RDX		EDX
XMM4	RSI		ESI
XMM5	RDI		EDI
XMM6	RBP		EBP
XMM7	RSP		ESP
XMM8	R8		
XMM9	R9		
XMM10	R10		
XMM11	R11		
XMM12	R12		
XMM13	R13		
XMM14	R14		
XMM15	R15		

Новые возможности:

- использовать адресацию относительно `RIP` регистра, например: `MOV AL, [RIP]` ;
- операции с плавающей запятой выполняются с помощью 16 регистров `XMM`;
- для относительной адресации используется регистр `RIP` (всегда указывает на инструкцию, следующую по порядку);
- можно обращаться к младшим байтам индексных регистров (`bpl, spl, dil, sil`).

Ограничения:

Инструкция не может ссылаться одновременно на младший байт ***старых регистров (ah, bh, dh, ch)*** и младший байт новых регистров.

`mov ah, dl` — допустимо, а

`mov ah, r8b` — не допустимо.

Операции с 32 битными операндами обнуляют старшие 4 байта результата:

```
add eax, ebx  ;обнуляет старшую часть регистра rax
```

2. Соглашение о передаче параметров

`x86-64 fast calling conversion` – соглашение о быстрой передаче параметров для x86-64).

x86-64 fast calling conversion:

- Первые четыре целочисленных аргумента (слева направо) передаются в 64-битных регистрах `RCX, RDX, R8` и `R9`.
- Остальные целочисленные аргументы передаются через стек (справа налево). Указатель `this` всегда хранится в регистре `RCX`.
- Для каждого аргумента, даже переданного через регистр, вызывающая функция **обязана** резервировать для него место в стеке, уменьшая значение регистра RSP (регистр указателя стека).
- Параметры с ***плавающей точкой*** передаются через регистры `XMM0-XMM3`. Если их более четырех, последующие передаются через стек потока.
- Если параметр занимает больше 8 байт, он передаётся через указатель.
- Стек освобождается вызывающей стороной.

Выравнивание стека:

Вызывающая функция отвечает за выделение пространства для параметров вызываемой функции и всегда должна выделять ***достаточное место размещения 4 параметров***, даже если вызываемая функция не содержит такого количества параметров.

Команда `call` помещает в стек 8-байтовое возвращаемое значение.

Перед вызовом функции значение в `RSP` должно быть кратно 16.

Пример вызова функции с пятью аргументами `func(1,2,3,4,5)`:

```
mov     dword ptr [rsp+20h], 5 ; пятый слева аргумент в стек
mov     r9d, 4                 ; четвертый слева аргумент в r9d
mov     r8d, 3                 ; третий слева аргумент в r8d
mov     edx, 2                 ; второй слева аргумент в edx
mov     ecx, 1                 ; первый слева аргумент в ecx
call    func                   ; вызов функции
```

Смещение пятого аргумента относительно верхушки стека равно `20h`. Эти байты «резервируются» для первых четырех аргументов, переданных через регистры. Эти ячейки содержат неинициализированный мусор и называются «spill».

```
sub rsp,8*5
```

В этом примере резервируется место в стеке для четырех параметров и происходит выравнивание стека на границу 16 байт (32 байта для параметров + 8 байт для выравнивания = 40 байт).

3. Пример

В приведенных ниже примерах используется 64-битная версия MASM ML64.EXE, свободно доступная в Windows Platform SDK.

Вызов ассемблера:

```
c:\masm32\bin64\ml64.exe \HELP
```

```
D:\Adel\LPLab\Asm64\Asm64>c:\masm32\bin64\ml64.exe /HELP
Microsoft (R) Macro Assembler (x64) Version 14.00.24210.0
Copyright (C) Microsoft Corporation.  All rights reserved.

        ML64 [ /options ] filelist [ /link linkoptions ]

/Bl<linker> Use alternate linker          /Sf Generate first pass listing
/c Assemble without linking               /Sl<width> Set line width
/Cp Preserve case of user identifiers     /Sn Suppress symbol-table listing
/Cx Preserve case in publics, externs     /Sp<length> Set page length
/D<name>[=text] Define text macro         /Ss<string> Set subtitle
/EP Output preprocessed listing to stdout /St<string> Set title
/F <hex> Set stack size (bytes)           /Sx List false conditionals
/Fe<file> Name executable                 /Ta<file> Assemble non-.ASM file
/Fl[file] Generate listing                /w Same as /W0 /WX
/Fm[file] Generate map                    /WX Treat warnings as errors
/Fo<file> Name object file                /W<number> Set warning level
/Fr[file] Generate limited browser info   /X Ignore INCLUDE environment path
/FR[file] Generate full browser info      /Zd Add line number debug info
/I<name> Add include path                 /Zf Make all symbols public
/link <linker options and libraries>      /Zi Add symbolic debug info
/nologo Suppress copyright message        /Zp[n] Set structure alignment
/Sa Maximize source listing               /Zs Perform syntax check only
/ZH:SHA_256 Use SHA256 for checksum
    in debug info (experimental)
/Gy[-] separate functions for linker
/errorReport:<option> Report internal assembler errors to Microsoft
    none - do not send report
    prompt - prompt to immediately send report
    queue - at next admin logon, prompt to send report
    send - send report automatically
```

```
;Conf.asm
includelib c:/masm64/lib/kernel32.lib
includelib c:/masm64/lib/user32.lib
extrn MessageBoxA : PROC   ; внешняя API - функция
extrn ExitProcess : PROC        ; внешняя API - функция

;сегмент данных с атрибутами по умолчанию (чтение и запись)
.data
mytit db 'Hi 64-bit!', 0
mymsg db 'Hello World!', 0

;сегмент кода с атрибутами по умолчанию (чтение и исполнение)
.code
Main PROC
sub    rsp, 28h          ; выравнивание стека: 8*4+8
mov r9d, 0               ; uType = MB_OK
lea r8, mytit            ; заголовок окна
lea rdx, mymsg           ; текст
mov rcx, 0               ; hWnd = HWND_DESKTOP
call MessageBoxA
mov ecx, eax             ; uExitCode = MessageBox(...)
call ExitProcess
Main ENDP
End
```

Ассемблируем и компануем, указывает точку входа:

```
ml64.exe Conf.asm  /link /subsystem:windows  /entry:Main
```

```
D:\Adel\LPLab\Conf\Conf>c:\masm32\bin64\ml64.exe Conf.asm  /link /subsystem:windows  /entry:Main
Microsoft (R) Macro Assembler (x64) Version 14.00.24210.0
Copyright (C) Microsoft Corporation.  All rights reserved.

 Assembling: Conf.asm
Microsoft (R) Incremental Linker Version 14.00.24215.1
Copyright (C) Microsoft Corporation.  All rights reserved.

/OUT:Conf.exe
Conf.obj
/subsystem:windows
/entry:Main
```

Выполняем:

```
D:\Adel\LPLab\Conf\Conf>Conf.exe

D:\Adel\LPLab\Conf\Conf>
```