**实验三 子程序应用程序设计**

1. **实验目的**
   1. 掌握程序设计中的子程序结构；
   2. 熟练使用过程伪指令、子程序调用和返回等汇编语言的指令编写子程序；
   3. 掌握数制转换方法；
   4. 掌握利用DOS系统功能调用进行字符输入及字符输出（显示）的方法。

**二、实验环境与设备**

计算机一台，并且安装Windows操作系统和EMU8086或macro assembler 5.0以上版本的软件。

**三、预备知识**

**1、子过程定义：利用栈传递参数时，要掌握栈帧的使用方法**

; ================================

; 子过程定义模板

; 功能： [在此填写子过程功能]

; 输入： [描述输入参数及传递方式]

; 输出： [描述返回值/输出结果]

; 破坏： [列出被修改的寄存器]

; ================================

ProcName PROC [NEAR/FAR] ; 选择NEAR(段内)或FAR(段间)调用，默认NEAR

;=== 栈帧建立与寄存器保护 ===

PUSH BP ; 1. 保存调用者的BP

MOV BP, SP ; 2. 建立当前栈帧指针

;=== 局部变量空间分配 ===

SUB SP, LocalSize ; 分配局部变量空间(LocalSize=字节数)

; 局部变量布局示例：

; [BP - 2] : WORD变量1

; [BP - 4] : WORD变量2

; [BP - 8] : DWORD变量

; 保护需要保存的寄存器（根据实际使用选择要保存的寄存器）

PUSH BX

PUSH CX

PUSH DX

PUSH SI

PUSH DI

;=== 参数访问（通过栈帧）===

; 参数布局（假设使用标准调用约定）：

; [BP + 2] : 返回地址的偏移地址（NEAR调用）

; [BP + 4] : 返回地址的段地址（FAR调用）或第一个参数

; 标准参数访问：

MOV AX, [BP + 4] ; 获取第一个参数（NEAR调用）

MOV BX, [BP + 6] ; 获取第二个参数（NEAR调用）

;=== 子过程核心逻辑 ===

; [在此编写实际功能代码]

; 使用局部变量示例：

MOV WORD PTR [BP - 2], 0 ; 初始化局部变量

MOV AX, [BP - 2] ; 读取局部变量

;=== 设置返回值 ===

; 返回值通常存储在AX

MOV AX, ResultValue ; 16位返回值

; 恢复保护的寄存器（逆序弹出）

POP DI

POP SI

POP DX

POP CX

POP BX

;=== 清理与恢复 ===

; 释放局部变量空间

MOV SP, BP ; 1. 释放局部变量（恢复SP到BP位置）

; 恢复调用者栈帧

POP BP ; 恢复调用者的BP

;=== 返回指令 ===

RET ParamSize ; 返回并清理参数空间(ParamSize=参数总字节数)

; 或使用 RET ; 如果调用者负责清理参数

ProcName ENDP

**2、堆栈传递参数调用的实例**

; 主程序

PUSH b ; 压入参数b

PUSH a ; 压入参数a

CALL Multiply ; 调用子程序

ADD SP, 4 ; 平衡堆栈（caller清理）

; 子程序（使用BP访问参数）

Multiply PROC

PUSH BP

MOV BP, SP ; 建立堆栈帧

MOV AX, [BP+4] ; 取参数a（栈顶→BP+2为返回地址）

MOV BX, [BP+6] ; 取参数b

MUL BX ; AX = a\*b

POP BP

RET ; 返回到call下一条指令

Multiply ENDP

**3、局部变量实现：通过堆栈动态分配空间，需配合BP寄存器访问**

Swap PROC

PUSH BP

MOV BP, SP

SUB SP, 4 ; 分配2个局部变量（每个16位）

; 定义局部变量位置：

; [BP-2] → 临时变量1

; [BP-4] → 临时变量2

MOV WORD PTR [BP-2], 0 ; 初始化变量

; ... 使用局部变量 ...

MOV SP, BP ; 释放局部空间（恢复SP）

POP BP

RET

Swap ENDP

1. **实验内容**

1、显示字符串。

要求：（1）定义子过程PUTS，输出包括空格在内的所有字符，直到遇到‘\0’字符（字符串末尾标记），利用寄存器BX传递要输出的字符串首地址，返回值为输出的字符个数，返回值用寄存器AX传递。

（2）定义主过程MAIN，调用PUTS过程输出两个字符串。

2、数组求和。

要求：（1）定义子过程ArraySum，计算全局变量整数（word类型）数组array的元素之和，并存入全局变量sum。

1. 定义主过程MAIN调用子过程ArraySum，测试程序功能。

3、汉诺塔问题。

要求：（1）定义递归子程序hanoi，输出盘子的移动步骤，并返回盘子的移动次数。该过程的C函数原型为：short hanoi(short n, char from, char to, char aux)。参数说明：n: 当前要移动的盘子数量，from: 起始柱子，to: 目标柱子，aux: 辅助柱子。要求用堆栈传参。

（2）定义子过程printf，实现格式化输出，能够处理字符串中包含的格式控制符（%c、%d）。

（3）定义主过程main，调用两个子过程，测试程序功能。

**五、实验要求**

1、上机前要作好充分准备，包括程序框图、源程序清单、调试步骤、测试方法、对运行结果的分析等。

2、要熟悉与实验有关的系统软件(如编辑程序、汇编程序、连接程序和调试程序等)的使用方法。在程序的调试过程中，有意识地学习及掌握debug程序的各种操作命令，以便掌握程序的调试方法及技巧。

3、程序调试完后，须由实验辅导教师在机器上检查运行结果，经教师认可后的源程序方可通过打印输出。每个实验完成后，应写出实验报告。实验报告的要求如下：

(1)实验目的：对本次实验的目的加以说明。

(2)实验内容：本次实验你所完成的具体内容加以说明。

(3)设计思想：绘制程序框图，并说明原理及算法、程序及数据结构、主要符号名等。

(4)程序代码：经辅导教师确认后的程序清单。

(5)结果分析：包括调试情况，如上机时遇到的问题及解决办法、观察到的现象及其分析．对程序设计技巧的总结及分析；程序的输出结果及对结果的分析；实验的心得体会等。