主管领导审核签字

哈尔滨工业大学 2018 学年 秋 季学期

计算机系统（A）试题

题号	一	二	三	四	五	六	总分
得分							
阅卷人							

片纸鉴心 诚信不败

授课教师 姓名 学号 院系

密 封 线

一、单项选择题（每小题 1 分，共 20 分）

1（ B ） 2（ C ） 3（ A ） 4（ A ） 5（ B ）

6（ C ） 7（ D ） 8（ B ） 9（ A/D ） 10（ A ）

11（ C ）12（ B ）13（ B ）14（ A/D） 15（ C ）

16（ B ）17（ C ）18（ D ）19（ B ） 20（ A/B/C ）

二、填空题 (每空 1 分，共 10 分)

21 n&0x40/0x80 (== 0x40/0x80) 22 24

23 FE FF FF FF 24 gcc -S hello.c (-o hello.s)

25 text 或 代码 26 gcc p.o libx.a liby.a libx.a

27 寄存器 或 Register 28 很大

29 SIGCHLD 30 kill

三、判断对错（每小题 1 分，共 10 分，正确打 √、错误打 ×）

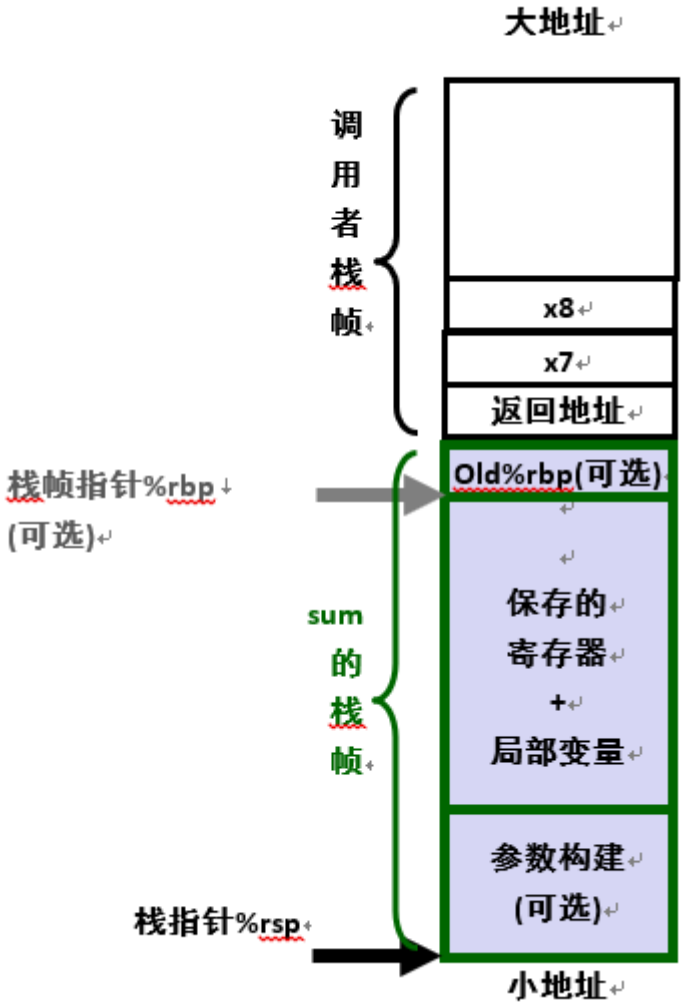
31（ × ） 32（ × ） 33（ √ ） 34（ √ ） 35（ × ）

36（ √ ） 37（ × ） 38（ √ ） 39（ √ ） 40（ √ ）

四、简答题（每小题 5 分，共 20 分）

41 题（每点 1 分，图 2 分，满分 5 分）

- 整型参数 x1~x6 分别用%rdi, %rsi, %rdx, %rcx, %r8, %r9 传递
  或：整型参数 x1~x6 分别用%edi, , %esi, %edx, %ecx, %r8d, %r9d 传递
- 参数 x7 x8 用栈传递；
- 返回值用%rax（%eax）传递
- call 指令将返回地址入栈、并将控制转移到被调用函数
- ret 指令将返回地址出栈、修改 RIP 的数值，将控制转移到调用者程序。



42 题（每个采分点 1 分，满分 5 分）

攻击原理（3 个采分点）：向程序输入缓冲区写入特定的数据，例如在 gets 读入字符串时，使位于栈中的缓冲区数据溢出，用特定的内容覆盖栈中的内容，例如函数返回地址等，使得程序在读入字符串，结束函数 gets 从栈中读取返回地址时，错误地返回到特定的位置，执行特定的代码，达到攻击的目的。

防范方法(2 个采分点,有 2 个就算对)：

1. 代码中避免溢出漏洞：例如使用限制字符串长度的库函数。
2. 随机栈偏移：程序启动后，在栈中分配随机数量的空间，将移动整个程序使用的栈空间地址。
3. 限制可执行代码的区域
4. 进行栈破坏检查——金丝雀

43 题（每个采分点 1 分，满分 5 分）

(0)Linux 系统中，Shell 是一个交互型应用级程序，代表用户运行其他程序(是命令行解释器，以用户态方式运行的终端进程)。
其基本功能是解释并运行用户的指令，重复如下处理过程：
(1)终端进程读取用户由键盘输入的命令行。
(2)分析命令行字符串，获取命令行参数，并构造传递给 execve 的 argv 向量
(3)检查第一个(首个、第 0 个）命令行参数是否是一个内置的 shell 命令
(3)如果不是内部命令，调用 fork( )创建新进程/子进程
(4)在子进程中，用步骤 2 获取的参数，调用 execve( )执行指定程序。
(5)如果用户没要求后台运行(命令末尾没有&号）否则 shell 使用 waitpid（或 wait...)等待作业终止后返回。
(6)如果用户要求后台运行(如果命令末尾有&号），则 shell 返回；

44 题

说明浮点数表示原理：以 float 为例，1 符号、8 位的阶码、23 位的尾数三部分，可以表示浮点规格化数、非规格化数、无穷大、NaN 等浮点数据（3 分）。
相等的判别描述合理即可（1-2 分）：由于浮点数的 ieee754 编码表示存在着精度、舍入、溢出、类型不匹配等问题，两个浮点数不能够直接比较大小，应计算两个浮点数的差的绝对值，当绝对值小于某个可以接受的数值（精度）时认为相等。如：

```
1 #define DBL_EPSILON          2.2204460492503131E-16
2 #define FLT_EPSILON          1.19209290E-07F
3 #define LDBL_EPSILON         1.084202172485504E-19
```

五、系统分析题（20 分）

45 题

①入栈指令，将 rbp 入栈

②传送指令，将栈顶指针 rsp 的值传送给 rbp

③传送指令，向%rbp-4 的内存位置传送数值 0（局部变量 i 赋初值 0）

④比较指令：%rbp-4 的内存数值（局部变量 i 的值）与 3 进行比较 （i<4 吗）

⑤条件跳转指令，小于等于则跳转（跳转到 4004f4 处） （i<4 则循环）

46 题

①：ae ff ff ff （反向也算正确）

②：05 0b 20 00

③：ff 0a 20 00

④：e4 05 40 00

⑤：9a fe ff ff

47 题

源操作数是内存操作数类型 或 整型

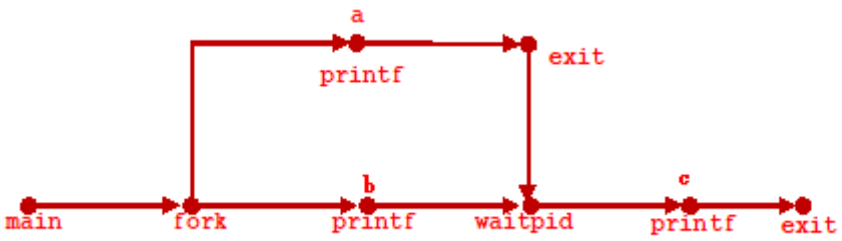
有效地址是：0x601030 + %rax*4 或 0x601030 + %rax<<2

对应 C 语言源程序中的 a[i]

rax 对应 C 语言源程序中的 i（eax 开始是有符号数 i 的值，cltq 将 eax 扩展成 8 字节值 rax）

int 类型每个元素 4 个字节，因此比例因子为 4.

48 题:48.1 进程图（3 分）



48.2 可能的输出数列（2 分）：

"abc" （1 分）

或 "bac"（1 分）

六、综合设计题（共 20 分）

49 题:

（1）取指:

icode:ifun←M1[PC]

rA:rB←M1[PC+1]

valC←M8[PC+2]

valP←PC+10

(2)译码：valB←R[rB]

(3)执行：valE←valB+valC

(4)访存：无操作（空着就行）

(5)写回：R[rB]←valE

(6)更：新 PC PC←valP

50 题

面向 CPU 的优化方式：指令级并行，可以用循环展开

面向 Cache 的优化：主要采用矩阵分块的代码优化方式

优化的说明合理可行

一、 单项选择题（每小题 1 分，共 20 分）

1. C 语言程序中的整数常量、整数常量表达式是在（　　）阶段变成 2 进制补码的。
   (A）预处理　　（B）编译　　（C）连接　　（D）执行
2. C 语言程序如下，叙述正确的是（　　）

```
#include <stdio.h>
#define DELTA sizeof(int)
int main(){
  int i;
  for (i = 40;  i - DELTA >= 0; i -= DELTA)
    printf("%d ",i);
}
```

   A. 程序有编译错误
   B. 程序输出 10 个数：40 36 32 28 24 20 16 12 8 4 0
   C. 程序死循环，不停地输出数值
   D. 以上都不对
3. 下数值列叙述正确的是（　　）
   A.一条 mov 指令不可以使用两个内存操作数
   B.在一条指令执行期间，CPU 不会两次访问内存
   C.CPU 不总是执行 CS::RIP 所指向的指令，例如遇到 call、ret 指令时
   D.X86-64 指令"mov$1,%eax"不会改变%rax 的高 32 位
4. 条件跳转指令 JE 是依据（　　）做是否跳转的判断
   A. ZF　　B. OF　　C. SF　　D. CF
5. 以下关于程序中链接“符号”的陈述，错误的是（　　）
   A.赋初值的非静态全局变量是全局强符号
   B.赋初值的静态全局变量是全局强符号
   C.未赋初值的非静态全局变量是全局弱符号
   D.未赋初值的静态全局变量是本地符号
6. 在 Y86-64 CPU 中有 15 个从 0 开始编码的通用寄存器，在对指令进行编码时，对于仅使用一个寄存器的指令，简单有效的处理方法是（　　）
   A.用特定的指令类型代码
   B.用特定的指令功能码
   C.用特定编码 0xFF 表示操作数不是寄存器
   D.无法实现
7. 采用缓存系统的原因是（　　）
   A. 高速存储部件造价高　　B.程序往往有比较好的空间局部性
   C. 程序往往有比较好的时间局部性　D.以上都对
8. 关于动态库的描述错误的是（　　）
   A.可在加载时链接，即当可执行文件首次加载和运行时进行动态链接。
   B.更新动态库，即便接口不变，也需要将使用该库的程序重新编译。
   C.可在运行时链接，即在程序开始运行后通过程序指令进行动态链接。
   D.即便有多个正在运行的程序使用同一动态库，系统也仅在内存中载入一份动态库。
9. 内核为每个进程保存上下文用于进程的调度，不属于进程上下文的是(　　)
   A.全局变量值 B.寄存器　　C.虚拟内存一级页表指针　　D.文件表
10. 不属于同步异常的是(　　)

A.中断　　B.陷阱　　C.故障　　D.终止

11. 异步信号安全的函数要么是可重入的（如只访问局部变量）要么不能被信号处理程序中断，包括 I/O 函数（　　）

A. printf　　B. sprintf　　C. write　　D. malloc

12. 虚拟内存页面不可能处于（　　）状态

A.未分配、未载入物理内存　　B. 未分配但已经载入物理内存

C.已分配、未载入物理内存　　D. 已分配、已经载入物理内存

13. 下面叙述错误的是(　　)

A.虚拟页面的起始地址%页面大小恒为 0；

B.虚拟页面的起始地址%页面大小不一定是 0；

C.虚拟页面大小必须和物理页面大小相同；

D.虚拟页面和物理页面大小是可设定的系统参数；

14. 虚拟内存发生缺页时，正确的叙述是（　　）触发的

A. 缺页异常处理完成后，重新执行引发缺页的指令

B. 缺页异常处理完成后，不需要重新执行引发缺页的指令

C.缺页异常都会导致程序退出

D. 中断由 MMU 触发

15. 进程从用户模式进入内核模式的方法不包括（　　）

A.中断　　B.陷阱　　C.复位　　D.故障

16. 程序语句"execve("a.out",NULL,NULL);"在当前进程中加载并运行可执行文件 a.out 时,错误的叙述是（　　）

A.为代码、数据、bss 和栈创建新的、私有的、写时复制的区域结构

B.bss 区域是请求二进制零的，映射到匿名文件，初始长度为 0；

C.堆区域也是请求二进制零的，映射到匿名文件，初始长度为 0；

D.栈区域也是请求二进制零的，映射到匿名文件，初始长度为 0；

17. 若将标准输出重定向到文本文件 file.txt，错误的是（　　）

A.需要先打开重定位的目标文件"file.txt"

B.设"file.tx"t 对应的 fd 为 4,内核调用 dup2(1,4)函数实现描述符表项的复制

C.复制"file.txt"的打开文件表项、并修正 fd 为 1 的描述符

D.修改"file.txt"的打开文件表项的引用计数

18. 关于局部变量，正确的叙述是（　　）

A.普通（auto）局部变量也是一种编程操作的数据，存放在数据段

B.非静态局部变量在链接时是本地符号

C.静态局部变量是全局符号

D.编译器可将 rsp 减取一个数为局部变量分配空间

19. 关于异常处理后返回的叙述，错误的叙述是（　　）

A.中断处理结束后，会返回到下一条指令执行

B.故障处理结束后，会返回到下一条指令执行

C.陷阱处理结束后，会返回到下一条指令执行

D.终止异常，不会返回

20. UNIX I/O 的 read、write 函数无法读/写指定字节的数据量，称为“不足值”问题，叙述正确的是(　　)

A.读磁盘文件时遇到 EOF，会出现“不足值”问题

B.写磁盘文件也会出现“不足值”问题

C.读磁盘文件不会有这个问题

D.以上均不对

二、填空题 (每空 1 分，共 10 分)

21. 判断整型变量 n 的位 7 为 1 的 C 语言表达式是_____。
22. C 语言程序定义了结构体 struct noname{char c; int n; short k; char *p;};若该程序编译成 64 位可执行程序，则 sizeof(noname)的值是_____。
23. 整型变量 x=-2,其在内存从低到高依次存放的数是_____(16 进制表示)
24. 将 hello.c 编译生成汇编语言的命令行_____。
25. 程序运行时，指令中的立即操作数存放的内存段是：_____段。
26. 若 p.o->libx.a->liby.a 且 liby.a->libx.a->p.o 则最小链接命令行_____。
27. 在计算机的存储体系中，速度最快的是_____。
28. Cache 命中率分别是 97%和 99%时，访存速度差别_____(很大/很小？)。
29. 子程序运行结束会向父进程发送_____信号。
30. 向指定进程发送信号的 linux 命令是_____。

三、判断对错（每小题 1 分，共 10 分，正确打 √、错误打×）

31. （ ）C 语言程序中，有符号数强制转换成无符号数时，其二进制表示将会做相应调整。
32. （)在 Y86-64 的顺序结构实现中，寄存器文件写时是作为组合逻辑器件看待。
33. （ ）链接时，若有一个强符号和多个弱符号同名，则对弱符号的引用均将被解析成强符号。
34. （ ）异常处理程序运行在内核模式下，对所有的系统资源都有完全的访问权限。
35. （ ）C 语言中数值从 int 转换成 double 后，数值虽然不会溢出，但有可能是不精确的。
36. （)子进程即便运行结束，父进程也应该使用 wait 或 waitpid 对其进行回收。
37. （ ）在动态内存分配中，内部碎片不会降低内存利用率。
38. （ ）如果系统中程序的工作集大小超过物理内存大小，虚拟内存系统会产生抖动:页面不断地换进换出，导致系统性能暴跌。
39. （ ）虚拟内存系统能有效工作的前提是软件系统具有“局部性”。
40. （ ）相比标准 I/O，Unix I/O 函数是异步信号安全的，可以在信号处理程序中安全地使用。

四、简答题（每小题 5 分，共 20 分）

41. 从汇编的角度阐述：函数 int sum(int x1,int x2,int x3,int x4,int x5,int x6,int x7,int x8)，调用和返回的过程中，参数、返回值、控制是如何传递的？并画出 sum 函数的栈帧（X86-64 形式）。

42. 简述缓冲区溢出攻击的原理以及防范方法。

43. 简述 shell 的主要原理与过程。

44. 请结合 ieee754 编码，说明怎样判断两个浮点数是否相等？

五、系统分析题（20 分）

两个 C 语言程序 main.c、test.c 如下所示：

```
/* main.c */
#include <stdio.h>
int a[4]={-1,-2,2, 3};
extern int val;
int sum();
int main(int argc, char * argv[] )
{
    val=sum();
    printf("sum=%d\n",val);
}
```

```
/* test.c */
extern int a[];
int val=0;
int sum()
{
    int i;
    for (i=0; i<4; i++)
        val += a[i];
    return val;
}
```

用如下两条指令编译、链接，生成可执行程序 test：

```
gcc -m64 -no-pie -fno-PIC -c test.c main.c
gcc -m64 -no-pie -fno-PIC -o test test.o main.o
```

运行指令 objdump -dxs main.o 输出的部分内容如下：

```
 Contents of section .data:
0000 ffffffff feffffff 02000000 03000000    ................
 Contents of section .rodata:
0000 73756d3d 25640a00                      sum=%d..
…
 Disassembly of section .text:
0000000000000000 <main>:
       0:    55                      push   %rbp
       1:    48 89 e5                mov    %rsp,%rbp
       4:    48 83 ec 10             sub    $0x10,%rsp
       8:    89 7d fc                mov    %edi,-0x4(%rbp)
       b:    48 89 75 f0             mov    %rsi,-0x10(%rbp)
       f:    b8 00 00 00 00          mov    $0x0,%eax
      14:    e8 00 00 00 00          callq  19 <main+0x19>
                15: R_X86_64_PC32    sum-0x4
      19:    89 05 00 00 00 00       mov    %eax,0x0(%rip)    # 1f <main+0x1f>
                1b: R_X86_64_PC32    val-0x4
      1f:    8b 05 00 00 00 00       mov    0x0(%rip),%eax    # 25 <main+0x25>
                21: R_X86_64_PC32    val-0x4
      25:    89 c6                   mov    %eax,%esi
      27:    bf 00 00 00 00          mov    $0x0,%edi
                28: R_X86_64_32      .rodata
      2c:    b8 00 00 00 00          mov    $0x0,%eax
      31:    e8 00 00 00 00          callq  36 <main+0x36>
                32: R_X86_64_PC32    printf-0x4
      36:    b8 00 00 00 00          mov    $0x0,%eax
      3b:    c9                      leaveq
      3c:    c3                      retq
```

objdump -dxs test 输出的部分内容如下（■是没有显示的隐藏内容）：

```
SYMBOL TABLE:
0000000000400400 l    d  .text  0000000000000000              .text
```

```
00000000004005e0 l     d  .rodata  0000000000000000  .rodata
0000000000601020 l     d  .data    0000000000000000  .data
0000000000601040 l     d  .bss     0000000000000000  .bss
0000000000000000         F *UND*   0000000000000000  printf@@GLIBC_2.2.5
0000000000601044 g       O .bss    0000000000000004  val
0000000000601030 g       O .data   0000000000000010  a
00000000004004e7 g       F .text   0000000000000039  sum
0000000000400400 g       F .text   000000000000002b  _start
0000000000400520 g       F .text   000000000000003d  main
Contents of section .rodata:
4005e0 01000200 73756d3d 25640a00                ....sum=%d..
…
Contents of section .data:
601020 00000000 00000000 00000000 00000000    ................
601030 ffffffff feffffff 02000000 03000000    ................
…
00000000004003f0 <printf@plt>:
  4003f0: ff 25 22 0c 20 00     jmpq   *0x200c22(%rip) # 601018 <printf@GLIBC_2.2.5>
  4003f6: 68 00 00 00 00        pushq  $0x0
  4003fb: e9 e0 ff ff ff        jmpq   4003e0 <.plt>

Disassembly of section .text:
0000000000400400 <_start>:
   400400:  31 ed            xor    %ebp,%ebp
....
00000000004004e7 <sum>:
  4004e7:     55                push   %rbp          #①
  4004e8:     48 89 e5          mov    %rsp,%rbp #②
  4004eb:     c7 45 fc 00 00 00 00 movl   $0x0,-0x4(%rbp) #③
  4004f2: eb 1e                 jmp    400512 <sum+0x2b>
  4004f4: 8b 45 fc              mov    -0x4(%rbp),%eax
  4004f7: 48 98                 cltq
  4004f9: 8b 14 85 30 10 60 00 mov    0x601030(,%rax,4),%edx
  400500:     8b 05 3e 0b 20 00     mov    0x200b3e(%rip),%eax #601044 <val>
  400506:     01 d0                 add    %edx,%eax
  400508:     89 05 36 0b 20 00     mov    %eax,0x200b36(%rip) #601044 <val>
  40050e:     83 45 fc 01           addl   $0x1,-0x4(%rbp)
  400512:     83 7d fc 03           cmpl   $0x3,-0x4(%rbp)#④
  400516:     7e dc                 jle    4004f4 <sum+0xd>#⑤
  400518:     8b 05 26 0b 20 00     mov    0x200b26(%rip),%eax # 601044 <val>
  40051e:     5d                    pop    %rbp
  40051f: c3                    retq

0000000000400520 <main>:
  400520:     55                push   %rbp
  400521:     48 89 e5          mov    %rsp,%rbp
  400524:     48 83 ec 10       sub    $0x10,%rsp
  400528:     89 7d fc          mov    %edi,-0x4(%rbp)
  40052b:     48 89 75 f0       mov    %rsi,-0x10(%rbp)
  40052f: b8 00 00 00 00        mov    $0x0,%eax
  400534:     e8(    ①    )     callq  4004e7 <sum>
  400539:     89 05(     ②    )  mov    %eax, ■■■■■(%rip) #601044<val>
  40053f: 8b 05(    ③    )  mov    ■■■■■(%rip),%eax   #601044<val>
  400545:     89 c6             mov    %eax,%esi
  400547:     bf（   ④   ）  mov    ■■■■■,%edi
```

```
40054c:    b8 00 00 00 00   mov     $0x0,%eax
400551:    e8（  ⑤  ）      callq    4003f0 <printf@plt>
400556:    b8 00 00 00 00   mov     $0x0,%eax
40055b:    c9               leaveq
40055c:    c3               retq
40055d:    0f 1f 00         nopl    (%rax)
```

45. 阅读的 sum 函数反汇编结果中带下划线的汇编代码（编号①-⑤），解释每行指令的功能和作用（5 分）

46. 根据上述信息，链接程序从目标文件 test.o 和 main.o 生成可执行程序 test，对 main 函数中空格①--⑤所在语句所引用符号的重定位结果是什么？以 16 进制 4 字节数值填写这些空格，将机器指令补充完整（写出任意 2 个即可）。（5 分）

47. 在 sum 函数地址 4004f9 处的语句"mov 0x601030(,%rax,4),%edx"中，源操作数是什么类型、有效地址如何计算、对应 C 语言源程序中的什么量(或表达式)？其中，rax 数值对应 C 语言源程序中的哪个量(或表达式)？如何解释数字 4？（5 分）

48. 一个 C 程序的 main()函数如下：

```
int main（）
{
  if(fork()==0){
    printf("a");     fflush(stdout);
    exit(0);
  }
  else{
    printf("b");     fflush(stdout);
    waitpid(-1,NULL,0);
  }
  printf("c");       fflush(stdout);
  exit(0);
}
```

48.1 请画出该程序的进程图

48.2 该程序运行后，可能的输出数列是什么？

授课教师 姓名 学号 院系

密 封 线

六、综合设计题（共 20 分）

49. 为 Y86-64 CPU 增加一指令"iaddq V,rB" ，将常量数值 V 加到寄存器 rB。参考 irmovq、OPq 指令，请设计 iaddq 指令在各阶段的微操作。(10 分)

指令	irmovq V,rB	OPq rA, rB	iaddq V,rB
取指	icode:ifun←M1[PC] rA:rB←M1[PC+1] valC←M8[PC+2] valP←PC+10	icode:ifun←M1[PC] rA:rB←M1[PC+1] valP←PC+2	
译码	valB←0	valA←R[rA] valB←R[rB]	
执行	valE←valB+valC	valE←valB OP valA Set CC	
访存			
写回	R[rB]←valE	R[rB]←valE	
更新 PC	PC←valP	PC←valP	

50. 现代超标量 CPU X86-64 的 Cache 的参数 s=5，E=1，b=5，若 M=N=64，请优化如下程序，并说明优化的方法（至少 CPU 与 Cache 各一种）。

```
void trans(int M, int N, int A[M][N], int B[N][M])
 {
     for (int i = 0; i < M; i++)
          for (int j = 0; j < N; j++)
               B[j][i] =A[i][j];
}
```