

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（B） 试 题

| 题号 | 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 | 七 | 总分 |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 得分 | | | | | | | | |
| 阅卷人 | | | | | | | | |

片纸鉴心 诚信不败

一、 单项选择题（每小题 1 分，共 20 分）

1. C 语言中整数-1 与无符号 0 比较，其结果是（ A ）
A. 大于 B. 小于 C. 可能大于可能小于 D. 无法比较
2. 在 x86-64 系统中，调用函数 `int gt (long x, long y)` 时，保存参数 y 的寄存器是（ B ）
A. %rdi B. %rsi C. %rax D. %rdx
3. 在 Y86 的硬件结构中，不需要采用时序控制的部件是（ D ）
A. 程序计数器 B. 条件码寄存器
C. 数据内存 D. 指令内存
4. 进程 P1 是进程 P11 的父进程，P1 有全局变量 x=0，下列说法错误的是（ C ）
A. P1 与 P11 有相同的地址空间
B. P1 与 P11 是并发执行的独立进程
C. 若 P1 与 P11 均对 x 执行一次加 1 操作，则 x=2
D. P1 与 P11 有相同的代码和数据段
5. 下列异常中可能从异常处理返回也可能不返回的是（ C ）
A. I/O 中断 B. 陷阱 C. 故障 D. 终止
6. 不属于进程上下文的是（ C ）
A. 页全局目录 pgd B. 内核栈 C. 内核代码 D. 打开的文件表
7. 下列函数中属于系统调用且调用一次，从不返回的是（ B ）
A. fork B. execve C. setjmp D. longjmp
8. 在 IEEE 浮点数标准中，单精度浮点数采用（ A ）位的小数字段对尾数进行编码。
A. 23 B. 24 C. 52 D. 63
9. 下列各种存储器中存储速度最慢的是（ C ）
A. 寄存器 B. 主存 C. 磁盘 D. 高速缓存
10. 连接过程中，赋初值的非静态全局变量名，属于（ A ）
A. 强符号 B. 弱符号 C. 可能是强符号也可能是弱符号 D. 以上都错
11. 共享库（动态链接库）在程序的（ D ）阶段由动态链接器加载到任意的内存地址。
A. 编译 B. 链接 C. 运行 D. 运行或链接

授课教师

姓名

学号

院系

12. 条件跳转指令 JZ 是依据 (A) 做是否跳转的判断。
A. ZF B. OF C. SF D. CF
13. 关于异常处理后返回的叙述, 错误的叙述是 (B)
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
14. 虚拟页面的状态不包含 (D)
A. 未分配 B. 已分配未缓存 C. 已分配已缓存 D. 已缓存未分配
15. C 语言中不同类型的数值进行强制类型转换时, 下列说法正确的是 (C)
A. 从 int 转换成 float 时, 数值可能会溢出
B. 从 int 转换成 double 后, 数值虽然不会溢出, 但有可能是不精确的
C. 从 double 转换成 float 时, 数值可能会溢出
D. 从 double 转换成 int 时, 数值不可能溢出
16. 操作系统提供的抽象表示中, (B) 是对主存和磁盘 I/O 设备的抽象表示。
A. 进程 B. 虚拟存储器 C. 文件 D. 虚拟机
17. 给定字长的整数 x 和 y 按补码相加, 和为 s, 则发生正溢出的情况是 (A)
A. $x > 0, y > 0, s \leq 0$ B. $x > 0, y < 0, s \leq 0$
C. $x > 0, y < 0, s \geq 0$ D. $x < 0, y < 0, s \geq 0$
18. 关于 X86-64 的机器代码、汇编代码与 C 代码, 下列说法错误的是 (C)
A. 寄存器对机器代码是可见的, 但对 C 语言是不可见的
B. C 语言中的聚合数据类型对机器代码而言只是一组连续的字节
C. 一条 C 指令对应着一条汇编指令
D. 一条汇编指令对应着一条机器指令
19. 属于异步异常的是 (A)
A. 中断 B. 陷阱 C. 故障 D. 终止
20. C 语言程序中的常量表达式的计算是由 (B) 完成的
A. 编辑器 B. 编译器 C. 链接器 D. 加载器

二、填空题 (每空 1 分, 共 10 分)

21. 在计算机存储层次结构中, 主存 是磁盘的缓存。
22. 程序所具有的 局部性 特点使得高速缓存能够有效。
23. 若主存地址 32 位, 高速缓存总大小为 2K 行, 块大小 16 字节, 采用 2 路组相连, 则标记位的总位数是 36k 位。(每组 2 行, 共 1k 组, 标记占 $32-4-10=18$ 位, 总位数占 $2k \times 18=36k$ 位)
24. 若高速缓存的块大小为 B ($B > 8$) 字节, 向量 v 的元素为 int, 则对 v 的步长为 1 的应用的不命中率为 $4/B$ 。
25. CPU 在执行异常处理程序时其模式为 内核模式/超级用户模式。
26. Linux 系统中运行 hello world 这样的 C 程序时, 标准 I/O 函数 printf 实际是通过 系统级 Unix I/O 函数 write, 系统级 I/O、Unix I/O、或 write 函数

都算对_____实现的。

27. 若 x 和 y 的字节值分别为 $0x12$ 和 $0x34$, 则 C 表达式 $x \&\& y$ 的值为
_____ $0x01$ _____。

28. C 语言程序运行时, 局部变量存在放 栈 段。

29. C 语句中的全局变量, 在 链接/重定位 阶段被定位到一个确定的内存地址。

30. 虚拟内存发生缺页时, 缺页中断是由 MMU 触发的。

三、判断对错 (每小题 1 分, 共 10 分, 在题前打 \checkmark X 符号)

31. (\checkmark) C 语言中一个有符号整数转换成无符号整数时其位模式是不变的。
32. (X) 一个整型机器数采用大端还是小端方式存储, 其值是不同的。
33. (\checkmark) 浮点数 IEEE 标准中, 规格化数比非规格化数多。
34. (\checkmark) 一个 C 程序中的跳转表数据经链接后被映射到代码段。
35. (\checkmark) 使用栈随机化的方法不能完全避免针对缓冲区溢出的攻击。
36. (X) c 函数调用过程中, 调用函数的栈帧一旦被修改, 被调用函数则无法正确返回。
37. (X) 当执行 fork 函数时, 内核为新进程创建虚拟内存并标记内存区域为私有的写时复制, 意味着新进程此时获得了独立的物理页面。
38. (\checkmark) 进程在进行上下文切换时一定会运行内核函数。
39. (X) 隐式空闲链表的优点是在对堆块进行搜索时, 搜索时间只与堆中的空闲块数量成正比。
40. (\checkmark) 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. 某高速缓存大小 256 字节, 直接映射, 块大小为 16 字节。定义 L 为数据装载命令, S 为存储, M 为数据修改。若每一数据装载 (L) 或存储 (S) 操作可引发最多 1 次缓存缺失 (miss); 数据修改操作 (M) 可认为是同一地址上 1 次装载后跟 1 次存储, 因此可引发 2 次缓存命中 (hit) 或 1 次缺失加 1 次命中外加可能的 1 次淘汰/驱逐 (evict)。根据下列的访存命令序列, 分析每一命令下的上述高速缓存 (高速缓存最初是空的) 的命中及淘汰情况。

L 10, 1

M 20, 1

L 22, 1

S 18, 1

L 110, 1

L 210, 1

M 12, 1

说明: L 10, 1 表示从地址 $0x10$ 处加载 1 个字节数据, 其它同理。

L 10, 1 miss //10 是 $0x10$, 块地址 $0x1 \bmod 0x10 = 1$ (组), 第 1 块映射

到第 1 组

M 20, 1, miss hit//块地址 $0x2 \bmod 0x10 = 2$ (组) , 第 2 块映射到第 2 组

L 22, 1 hit//块地址 $0x2 \bmod 0x10 = 2$ (组), 第 2 块映射到第 2 组

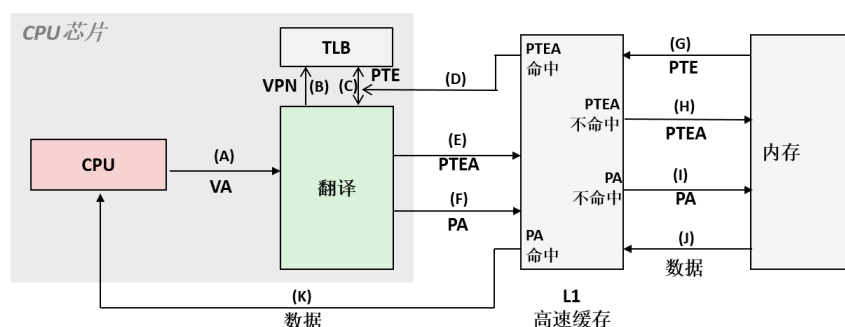
S 18, 1 hit //块地址 $0x1 \bmod 0x10 = 1$ (组), 第 1 块映射到第 1 组

L 110, 1 miss eviction//块地址 $0x11 \bmod 0x10 = 1$ (组), 第 17 块映射到第 1 组

L210, 1 miss eviction//块地址 $0x21 \bmod 0x10 = 1$ (组), 第 33 块映射到第 1 组

M 12, 1 miss eviction//块地址 $0x1 \bmod 0x10 = 1$ (组), 第 1 块映射到第 1 组

42. 下图展示了一个虚拟地址的访存过程，每个步骤采用不同的字母表示。请分别针对下述情况，用字母序列写出每种情况下的执行流程：（1）TLB 命中、缓存物理地址命中；（2）TLB 不命中，缓存页表命中，缓存物理地址命中；（3）TLB 不命中，缓存页表不命中，缓存物理地址不命中。



(1) A→B→C→F→K

(2) A→B→E→D→F→K

(3) A→B→E→H→G→(D)→F→I→J→(K) ;D, K 缺少也正确

43. 列举至少 5 种程序优化的方法。

代码移动，通过将代码从循环中移出减少计算执行的频率

用简单计算替代复杂计算/操作，如移位、加替代乘法/除法

共享共用子表达式、重用表达式的一部分

使用局部变量作为累积量

循环体展开减少循环次数

通过多个累积量、重新结合（组合）的方法，提高指令级并行性

尽量缩短关键路径（利于流水操作）

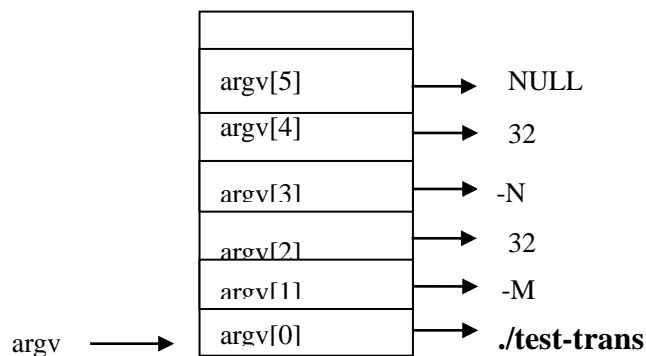
减少过程调用，小函数使用 inline 形式声明

用条件表达式替代 if-else 语句（用功能性的风格重写条件操作，有利于编译器采用条件数据传送实现，而非使用分支结构实现）

消除不必要的内存引用

使用速度更快的 CPU 指令，例如 SSE 等 SIMD 指令。

44. 在 shell 命令行输入命令：Ubuntu>./test-trans -M 32 -N 32[回车]
shell 命令行解释器将构造参数 argv 和 envp，请写出参数 argv 的内容。



五、系统分析题（每小题 5 分，共 20 分）

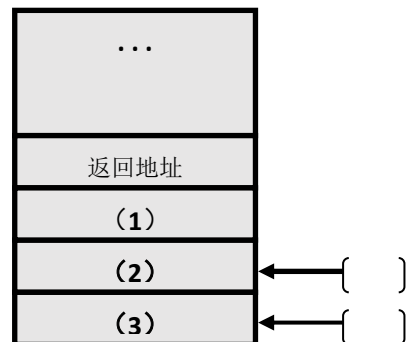
45. 函数 call_incr2 的汇编代码如下所示，画出函数 call_incr2 相应的栈帧内结构与内容。

call_incr2:

```

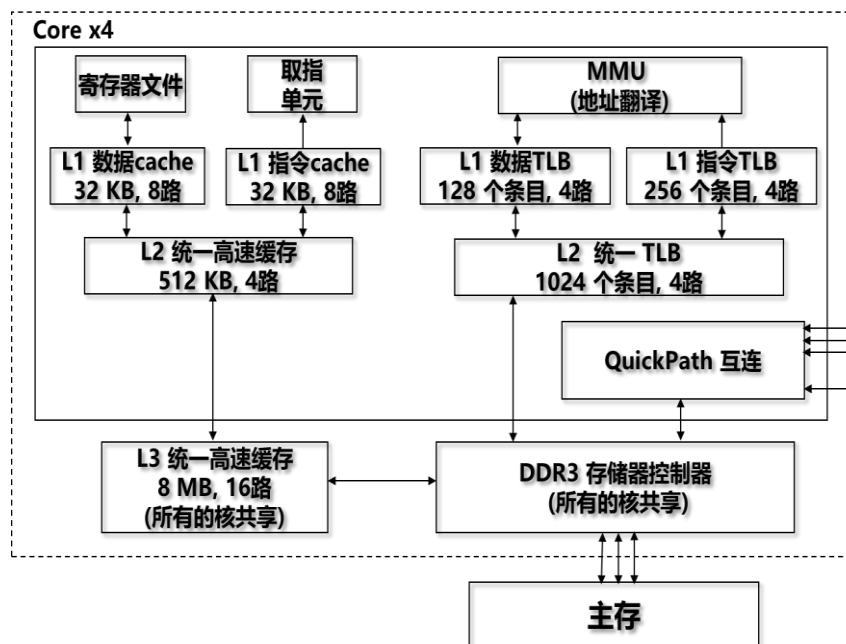
pushq    %rbx
subq     $16, %rsp
movq     %rdi, %rbx
movq     $15213, 8(%rsp)
movl     $3000, %esi
leaq     8(%rsp), %rdi
call     incr
addq     %rbx, %rax
addq     $16, %rsp
popq     %rbx
ret

```



请填写出上述栈帧缺失的内容

- (1) 保存的%rbx
- (2) 15213
- (3) 未用
- (4) %rsp+8
- (5) %rsp



46. Intel I7 CPU 的虚拟地址 48 位，虚拟内存的每一页面 4KB，物理地址 52 位，cache 块大小 64B，物理内存按字节寻址。其内部结构如下图所示，依据此结构，分析如下项目：

某指令 A 的虚拟地址为 0x804849b，则该地址对应的 VP0 为 0x 49b；访问 L1 TLB 的 TLBI 为 0x 08 (6 位)；

若指令 A 的物理地址为 0x86049b，则该地址对应的 PPN 为

0x 860 (40 位)；访问 L1 cache 的 CT 为 0x 860 (40 位)，CO 为 0x1b (6 位)。

47. 设一个 C 语言源程序 p.c 编译链接后生成执行程序 p，反汇编如下：

C 程序

反汇编程序的 main 部分（还有系统代码）如下：

```
#include <stdio.h>
unsigned short b[2500];
unsigned short k;
void main()
{
    b[1000] = 1023;
    b[2000] = 2049*k;
    b[10000] = 20000;
}
```

```
main 的地址为 0x80482C0 (short 占 2 字节)
1  movw    $0x3ff, 0x80497d0
2  movw    0x804a324, %cx      ;k->cx
3  mov     $0x801, %eax
4  xorw    %dx, %dx
5  div     %ecx                ;2049/d
6  movw    %dx, 0x804a324
7  movw    $0x4e20,0x804de20
8  ret
```

现代 Intel 桌面系统，采用虚拟页式存储管理，每页 4KB，p 首次运行时系统中无其他进程。请结合进程与虚拟存储管理的知识，分析上述程序的执行过程中：

- (1) 在取指令时发生的缺页异常次数为 0。
- (2) 写出已恢复的故障指令序号与故障类型 1、2；缺页故障 (page fault)。
- (3) 写出没有恢复的故障指令序号与故障类型 7；保护违例或“段错误”或段故障 (segmentation fault)。

(1) 指令位于起始地址 0x8048000 的页面 (4k 大小)，执行指令前，该页面已调入内存。系统无其他进程，不会发生因执行其他进程而使该页面调出到磁盘。故不会发生缺页故障。

(2) 1, 2；对数组 b[1000] 即 0x80497d0 的访问发生缺页，对数组 b[2000] 即地址 0x804a324 (另一个页面) 访问也发生缺页故障，6 不发生缺页。

(3) 7, 访问 b[10000]时地址 0x804de20 可能超出可读写范围, 发生保护违例。

49. 考虑下面的程序, 它由两个模块组成:

```
/*main.c*/
#include <stdio.h>
int x = 100;
int y;
void p1(void);
int main()
{
    int z=0;
    p1();
    y = 2000;
    printf("x=%d,y=%d\n",x,y);
    return 0;
}
```

```
/*p1.c*/
int x;
int y;
void p1()
{
    x=1000;
    y=200;
}
```

请指出 main.o 中属于强符号的是? x, main
 程序最后的输出是什么? x=1000, y=2000

六、综合设计题 (每小题 10 分, 共 20 分)

50. Y86-64 的部分指令序列如下图所示, 写出 Y86-64 顺序结构 CPU 中, 执行指令 `rmmovq %rsp, 100(%rbx)` 时各阶段的操作及操作的具体结果。

| | | | |
|-----|----------------------------|--|-----------------------|
| 1 | 0x000:30f30900000000000000 | | irmovq \$9,%rbx |
| 2 | 0x00a:30f41500000000000000 | | irmovq \$21,%rsp |
| 3 | 0x014:40436400000000000000 | | rmmovq %rsp,100(%rbx) |
| ... | ... | | |

(提示: 指令 `rmmovq rA, D(rB)` 的编码规则如下)

| 字节 0 | | 字节 1 | | 字节 2...9 |
|------|---|------|----|----------|
| 4 | 0 | rA | rB | D |

取指 $icode: ifun \leftarrow M_1[PC=0x014] = 4:0$
 $rA:rB \leftarrow M_1[0x015] = 4:3$
 $valC \leftarrow M_8[0x016] = 100 (0x00..64),$
 $valP \leftarrow PC + 10 = 0x014 + 0xa = 0x01e$

译码 $valA \leftarrow R[\%rsp] = 21,$
 $valB \leftarrow R[\%rbx] = 9$

执行 $valE \leftarrow valB + valC = 9 + 100 = 109$

访存 $M_8[valE] = M_8[109] \leftarrow valA = 21$

写回

更新 PC $PC \leftarrow valP = 0x01e$. 指令将 21 写入地址 109 处, PC 加 10

51. 一段 C 语言程序如下：

```
#include "csapp.h"
int counter = 0;
jmp_buf buf;
void handler_alarm(int sig){
}
void handler_usr1(int sig) {
    counter +=1;
    siglongjmp(buf,1);
    counter +=2;
}
int main(void)
{
    signal(SIGUSR1, handler_usr1);
    signal(SIGALRM, handler_alarm);
    if (!sigsetjmp(buf,1)) {
        sleep(10);
        printf("A");
        counter +=3;
    } else {
        printf("B");
    }
    exit(0);
}
```

假设：上述 C 语言程序运行后，进程 ID 为 12345，且程序执行完语句 sigsetjmp 后收到信号，且 printf() 不会被信号中断。

(1) 如另一个程序给正在运行的进程 12345 发送了 1 个 SIGALRM 信号，屏幕输出是什么？在退出 main 函数之前一刻，变量 counter 的数值是多少？

输出：A

counter 的数值是：3

(2) 如另一个程序给正在运行的进程 12345 发送了 1 个 SIGUSR1 信号，可能的屏幕输出有哪些，在退出 main 函数之前一刻，变量 counter 的数值是多少，并对每种情况作出解释。

输出：B

counter 的数值是：1

输出：AB

counter 的数值是：4

输出：AB

counter 的数值是：1

输出：AB

counter 的数值是：4