北京大学信息科学技术学院考试试卷

**考试科目：** 计算机系统导论  **姓名：**  **学号：**

**考试时间：** 2014 年 11 月 13 日 **任课教师:**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 题号 | 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 | 七 | 八 | **总分** |
| 分数 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 阅卷人 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**北京大学考场纪律**

1、考生进入考场后，按照监考老师安排隔位就座，将学生证放在桌面上。无学生证者不能参加考试；迟到超过15分钟不得入场。在考试开始30分钟后方可交卷出场。

2、除必要的文具和主考教师允许的工具书、参考书、计算器以外，其它所有物品（包括空白纸张、手机、或有存储、编程、查询功能的电子用品等）不得带入座位，已经带入考场的必须放在监考人员指定的位置。

3、考试使用的试题、答卷、草稿纸由监考人员统一发放，考试结束时收回，一律不准带出考场。若有试题印制问题请向监考教师提出，不得向其他考生询问。提前答完试卷，应举手示意请监考人员收卷后方可离开；交卷后不得在考场内逗留或在附近高声交谈。未交卷擅自离开考场，不得重新进入考场答卷。考试结束时间到，考生立即停止答卷，在座位上等待监考人员收卷清点后，方可离场。

4、考生要严格遵守考场规则，在规定时间内独立完成答卷。不准交头接耳，不准偷看、夹带、抄袭或者有意让他人抄袭答题内容，不准接传答案或者试卷等。凡有违纪作弊者，一经发现，当场取消其考试资格，并根据《北京大学本科考试工作与学术规范条例》及相关规定严肃处理。

5、考生须确认自己填写的个人信息真实、准确，并承担信息填写错误带来的一切责任与后果。

学校倡议所有考生以北京大学学生的荣誉与诚信答卷，共同维护北京大学的学术声誉。

装订线内 不要答题

以下以下为答题纸，共 页

以下为试题和答题纸，共 14 页。

|  |
| --- |
| 得分 |
|  |

## 第一题 单项选择题（每小题2分，共32分）

1、假设下列unsigned和int数均为32位，

unsigned *x* = 0x00000001;

int *y* = 0x80000000;

int *z* = 0x80000001;

以下表达式正确的是

A. (-1) < *x*

B. (- *y*) > -1

C. ~ *y + y == -*1

D. (*z*<<4) > (*z*\*16)

答：（ ）

**答案: C**

**A错误 signed (-1) 和unsigned x 比较，都按照 unsigned，所以强制类型转换后（-1）很大**

**B错误 int中0x80000000的相反数还是自己，是最小的负数**

**C正确 相等关系；~y + y == 0xFFFFFFFF 是 -1 的补码表示**

**D错误 应该是相等关系unsigned, signed左移4位 相当于 \*16**

2、下面说法正确的是：

A．数0的反码表示是唯一的

B．数0的补码表示不是唯一的

C．1000, 1111, 1110, 1111, 1100, 0000, 0000, 0000表示唯一的整数是 0x8FEFC000

D．1000, 1111, 1110, 1111, 1100, 0000, 0000, 0000如果是单精度浮点表示，则表示的是-(1. 110111111)­b\*231-127

答：（ ）

**答案：D**

**考察反码、补码**

**A. 错误。若用反码表示，则可表示为00000000或11111111。**

**B. 错误。数0的补码表示是唯一的：+0的补码=+0的反码=+0的原码=00000000；0的原码和反码有两种，补码只有一种。**

**C. 错误。如果是无符号数表示，则表示的是 0x8FEFC000；如果是补码表示，则表示的是 -0x70104000**

**D. 正确。**

3、下面表达式中为“真”的是：

A．(unsigned) -1 < -2

B．2147483647 > (int) 2147483648U

C．(0x80005942 >> 4) == 0x09005942

D．2147483647 + 1 != 2147483648

答：（ ）

**答案：B**

4、下列的指令组中，那一组指令只改变条件码，而不改变寄存器的值？

A. CMP, SUB   
B. TEST, AND   
C. CMP, TEST   
D. LEAL, CMP

答：（ ）

**答案：C  
SUB和AND都同时会改变条件码和寄存器的值，LEAL不改变改变条码。**

5、下列指令中，寻址方式不正确的是

A. MOVB %ah, 0x20(, %ecx, 8)   
B. LEAL (0xA, %eax), %ebx   
C. SUBB 0x1B, %bl   
D. INCL (%ebx, %eax)

答：（ ）

**答案：B  
存储器数的基地址应该存放在一个基址寄存器中。**

6、有如下定义的结构，在x86-64下，下述结论中错误的是？

struct {

char c;

union {

char vc;

double value;

int vi;

} u;

int i;

} sa;

A. sizeof(sa) == 24  
B. (&sa.i - &sa.u.vi) == 8   
C. (&sa.u.vc - &sa.c) == 8  
D. 优化成员变量的顺序，可以做到“sizeof(sa) == 16”

答：（ ）

**答案：B（是A）  
由于对齐的需求，在x86-64下，要保证sa.u.value（double类型变量）的地址必须8字节对齐，而在ia32的Linux系统中，可4字节对齐。故sizeof(sa)在x86-64下要占用三个8字节的空间共24字节。sa.u.vc与sa.c之间和sa.i与sa.u.vi之间的地址值之差均为8，但即使不知道(&sa.i - &sa.u.vi)表示之间可以放置多少个整数（值为2），也可通过优化成员变量顺序后有sizeof(sa) == 16，用排除法得出正确答案。**

7、关于如何避免缓冲区溢出带来的程序风险，下述错误的做法为？

A. 编程时定义大的缓冲区数组  
B. 编程时避免使用gets，而采用fgets   
C. 程序运行时随机化栈的偏移地址  
D. 在硬件级别引入不可执行代码段的机制

答：（ ）

**答案：A  
B、C、D均为讲义中所提及的解决缓冲区溢出风险的方法。A策略则无法从根本上解决缓冲区溢出问题，只要输入足够长数据就仍然可以实现缓冲区溢出攻击。**

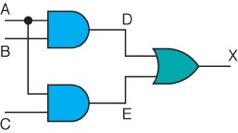
8、对简单的switch语句常采用跳转表的方式实现，在x86-64系统中，下述最有可能正确的switch分支跳转汇编指令为哪个？

A. jmp .L3(,%eax,4)  
B. jmp .L3(,%eax,8)  
C. jmp \*.L3(,%eax,4)  
D. jmp \*.L3(,%eax,8)

答：（ ）

**答案：D  
A与B都是错误的基于跳转表跳转的指令正确格式。C、D的指令格式正确，但在在x86-64系统中，每个地址占8个字节，因此更有可能的答案是D。**

9、对应下述组合电路的正确HCL表达式为



A．Bool X = (A || B) && (A || C)

B．Bool X = A || (B && C)

C．Bool X = A && (B || C)

D．Bool X = A || B || C

答：（ ）

**答案：C**

10、若处理器实现了三级流水线，每一级流水线实际需要的运行时间分别为2ns、2ns和1ns，则此处理器不停顿地执行完毕10条指令需要的时间为：

A．21ns

B．22ns

C．23ns

D．24ns

答：（ ）

**答案：D**

**2+2+2\*10 = 24**

11、关于RISC和CISC的描述，正确的是：

A. CISC指令系统的指令编码可以很短，例如最短的指令可能只有一个字节，因此CISC的取指部件设计会比RISC更为简单。

B. CISC指令系统中的指令数目较多，因此程序代码通常会比较长；而RISC指令系统中通常指令数目较少，因此程序代码通常会比较短。

C. CISC指令系统支持的寻址方式较多，RISC指令系统支持的寻址方式较少，因此用CISC在程序中实现访存的功能更容易。

D. CISC机器中的寄存器数目较少，函数参数必须通过栈来进行传递；RISC机器中的寄存器数目较多，只需要通过寄存器来传递参数。

答：（ ）

**答案：C**

**考查对CISC和RISC基本特点的描述，A和B都是描述反了，D则是太绝对，RISC也有可能用栈来传递参数。**

12、关于流水线技术的描述，正确的是：

A. 指令间数据相关引发的数据冒险，一定可以通过暂停流水线来解决。

B. 流水线技术不仅能够提高执行指令的吞吐率，还能减少单条指令的执行时间。

C. 增加流水线的级数，一定能获得性能上的提升。

D. 流水级划分应尽量均衡，不均衡的流水线会增加控制冒险。

答：（ ）

**答案：A**

**说明：B会增加单条指令的执行时间，C可能会降低性能，D和控制冒险没有关系**

13、下面关于程序性能的说法中，哪种是正确的？

A. 处理器内部只要有多个功能部件空闲，就能实现指令并行，从而提高程序性能。

B. 同一个任务采用时间复杂度为O(logN)算法一定比采用复杂度为O(N)算法的执行时间短

C. 转移预测总是能带来好处，不会产生额外代价，对提高程序性能有帮助。

D. 增大循环展开（loop unrolling）的级数，有可能降低程序的性能（即增加执行时间）

答：（ ）

**答案： D**

14、仅考虑以下代码，哪些程序优化总是被编译器自动进行？（假设int i, int j, int A[N], int B[N]，int m, int \*p都是局部变量，N是一个整数型常量，int foo(int) 是一个函数）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 优化前 | 优化后 |
| A. | for (j = 0 ; j < N ; j ++)  B[i] \*= A[j]; | int temp = B[i];  for (j= 0 ; j < N ; j ++)  temp \*= A[j];  B[i] = temp; |
| B. | for (j = 0 ; j < N ; j ++)  m + = i\*N\*j; | int temp = i\*N;  for (j= 0 ; j < N ; j ++)  m + = temp \* j; |
| C. | i = foo(N);  j = foo(N);  if (\*p != 0)  m = j ; | j = foo(N);  if (\*p != 0)  m = j ; |
| D. | for (j = 0 ; j < foo(N) ; j ++)  m ++; | int temp = foo(N);  for (j= 0 ; j < temp ; j ++)  m ++; |

答：（ ）

**答案：B**

15、以下关于存储结构的讨论，那个是正确的

A. 增加额外一级存储，数据存取的延时一定不会下降

B. 增加存储的容量，数据存取的延时一定不会下降

C. 增加额外一级存储，数据存取的延时一定不会增加

D. 以上选项都不正确

答：（ ）

**答案: D**

16、关于cache的miss rate，下面那种说法是错误的。

A.保持E和B不变，增大S，miss rate一定不会增加

B.保持总容量和B不变，提高E，miss rate一定不会增加

C.保持总容量和E不变，提高B，miss rate一定不会增加

D.如果不采用“LRU”，使用“随机替换策略”，miss rate可能会降低

答：（ ）

**答案: C**

**注：实际答案B的说法也是有错误的。例如：保持总容量和B不变，提高E，就意味着以前的两组可能并成一组。假设A和B组并成了新的一组。现在假设有一个访问序列b1, b2, a1, a2, a3, ..., an, b1, b2。其中bi是会被放到B组的块，ai是会被放到A组的块。n足够大使得可以把合并后的组中的所有块都换出去。那么按合并后的情况全部都不命中，而按合并前的情况最后两次访问b1,b2仍然能命中。**

**因此，选C或B都算正确。**

|  |
| --- |
| 得分 |
|  |

**第二题（10分）**

1）假设下列unsigned和int数均为5位（有符号整型用补码运算表示），在下表中填入正确答案（每空1分，共6分）

int *y* = - 7;

unsigned *z* = *y*;

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Decimal Representation | Binary Representation |
| *z* |  |  |
| *y* – *z* |  |  |
| TMin |  |  |

答案

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Decimal Representation | Binary Representation |
| *z* | 25 | 1 1001 |
| *y* – *z* | 0 | 0 0000 |
| TMin | -16 | 1 0000 |

2）请按IEEE浮点标准的单精度浮点数表示下表中的数值，首先写出形如(-1)s ×M×2E的表达式，然后给出十六进制的表示。（每格1分，共4分）

注：单精度浮点数的字段划分如下：

符号位（s）：1-bit；阶码字段（exp）：8-bit；小数字段（frac）：23-bit；偏置值（bias）：127。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Value | (-1)s ×M×2E，1<=M<2 | Hex representation |
| 0.375 |  |  |
| -12.5 |  |  |

答案

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Value | (-1)s × M × 2E  1<=M<2 | Hex representation |
| 0.375 | 1.1 x 2-2 | 0x3EC00000 |
| -12.5 | (-1) \* 1.1001\*2^3 | 0xC1480000 |

|  |
| --- |
| 得分 |
|  |

**第三题 （10分）**

阅读以下代码。假设代码运行在IA32的计算机上，字长为4，请给出各个变量在内存中的十六进制字节表示（地址从小到大）。

注意tiny\_float是一种8位的浮点数，1个符号位，4个指数位，3个尾数位。

int main()

{

int a = 0x15213;

unsigned char b = ((char)-5);

tiny\_float c = 19;

float d;

if (b < 4)

d = -0.96875;

else

d = 769;

}

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **a** | | | |
| 13 | 52 | 01 | 00 |

|  |
| --- |
| **b** |
| **FB** |

|  |
| --- |
| **c** |
| **5A** |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **d** | | | |
| **00** | 40 | 40 | 44 |

每空1分

|  |
| --- |
| 得分 |
|  |

## 第四题（10分）

一个函数如下，其中部分代码被隐去，请通过gdb调试信息补全代码（4分）。

int f(int n, int m) {

if (m > 0) {

if (n > 1) {

int r = f(n - 1, m);

return (r - 1 + m) % n + 1;

}

else if (n == 1) {

return 1;

}

}

return 0;

}

{考察点：x86-64函数调用、参数传递及栈的使用。函数调用通过rdi和rsi传递第一和第二个参数，栈中只记录函数的返回地址。由于是递归调用，需要用栈保存递归过程中参数变量的值。同时考察xor、test、lea、idiv、sete等指令的使用。难点1：两个判断“n > 1”和“n == 1”在汇编代码中只有一次比较，第二次判断相等是通过sete使得n==1时返回值为1，否则返回值为0实现的。难点2：表达式“(r - 1 + m) % n + 1”比较复杂，需要综合多条语句的信息才能分析出来，并且变量r对应于f(n-1,m)的返回值即寄存器%eax，因而不存在相应的赋值指令。}

如下是通过“gcc –g –O2”命令编译后，在gdb中通过“disas f”命令得到的反汇编代码，其中有两个汇编指令不全，请补全这两条汇编指令（2分）。

0x00000000004004e0 <f+0>: mov %rbx,-0x10(%rsp)

0x00000000004004e5 <f+5>: mov %rbp,-0x8(%rsp)

0x00000000004004ea <f+10>: xor %eax,%eax

0x00000000004004ec <f+12>: sub $0x10,%rsp

0x00000000004004f0 <f+16>: test %esi,%esi

0x00000000004004f2 <f+18>: mov %edi,%ebp

0x00000000004004f4 <f+20>: mov %esi,%ebx

0x00000000004004f6 <f+22>: jle 0x400513 <f+51>

0x00000000004004f8 <f+24>: cmp $0x1,%edi

0x00000000004004fb <f+27>: jle 0x400521 <f+65>

0x00000000004004fd <f+29>: lea -0x1(%rbp),%edi

0x0000000000400500 <f+32>: callq 0x4004e0 <f>

0x0000000000400505 <f+37>: lea -0x1(%rax,%rbx,1),%edx

0x0000000000400509 <f+41>: mov %edx,%eax

0x000000000040050b <f+43>: sar $0x1f,%edx

0x000000000040050e <f+46>: idiv %ebp

0x0000000000400510 <f+48>: lea 0x1(%rdx),%eax

0x0000000000400513 <f+51>: mov (%rsp),%rbx

0x0000000000400517 <f+55>: mov 0x8(%rsp),%rbp

0x000000000040051c <f+60>: add $0x10,%rsp

0x0000000000400520 <f+64>: retq

0x0000000000400521 <f+65>: sete %al

0x0000000000400524 <f+68>: movzbl %al,%eax

0x0000000000400527 <f+71>: jmp 0x400513 <f+51>

{考察点：函数中使用到了%rbp和%rbx寄存器，两者都是callee保存的寄存器，使用前需要压栈，函数返回时需要弹栈恢复寄存器的值。通过前后汇编代码的对比，应该可以猜出两个空分别填写什么；但要注意，压栈和弹栈时，%rsp寄存器的值不同，因而对应的地址表示也不同。}

已知在调用函数f(4, 3)时，我们在函数f中指令retq处设置了断点，下面列出的是程序在第一次运行到断点处暂停时时，相关通用寄存器的值。请根据你对函数及其汇编代码的理解，填写当前栈中的内容。如果某些内存位置处内容不确定，请填写X。（4分）

|  |  |
| --- | --- |
| 0x7fffffffe38c | X |
| 0x7fffffffe388 | X |
| 0x7fffffffe384 | X |
| 0x7fffffffe380 | X |
| 0x7fffffffe37c | X |
| 0x7fffffffe378 | X |
| 0x7fffffffe374 | 0x0 |
| 0x7fffffffe370 | 0x00400505 |
| 0x7fffffffe36c | 0x0 |
| 0x7fffffffe368 | 0x4 |
| 0x7fffffffe364 | 0x0 |
| 0x7fffffffe360 | 0x3 |
| 0x7fffffffe35c | 0x0 |
| 0x7fffffffe358 | 0x00400505 |
| 0x7fffffffe354 | 0x0 |
| 0x7fffffffe350 | 0x3 |
| 0x7fffffffe34c | 0x0 |
| 0x7fffffffe348 | 0x3 |
| 0x7fffffffe344 | 0x0 |
| 0x7fffffffe340 | 0x00400505 |
| 0x7fffffffe33c | 0x0 |
| 0x7fffffffe338 | 0x2 |
| 0x7fffffffe334 | 0x0 |
| 0x7fffffffe330 | 0x3 |
| 0x7fffffffe32c | X |
| 0x7fffffffe328 | X |
| 0x7fffffffe324 | X |
| 0x7fffffffe320 | X |

rax 0x1

rbx 0x3

rcx 0x3

rdx 0x309c552970

rsi 0x3

rdi 0x1

rbp 0x2

rsp 0x7fffffffe340

rip 0x400520

{考察点：递归调用的返回地址共三处是明确的，并且相同，值可以从反汇编代码中确定（1分）；三次递归调用程序栈中，压入的%rbx（m）的值不变，压入的%rbp（n）的值为每次减小1（1分）；注意x86-64，栈中的数据都是64位的，但因为数值均比较小，所以这9个位置处的高4字节均为0（1分）；其余位置的内容均是不确定的（1分）。}

|  |
| --- |
| 得分 |
|  |

## ****第五题（8分）****

阅读下面的汇编代码，根据汇编代码填写C代码中缺失的部分，然后描述该程序的功能。

|  |  |
| --- | --- |
| pushl %ebp  movl %esp,%ebp  movl $0x0, %ecx  cmpl $0x0, 8(%ebp)  jle .L1  .L2  movl $0x0, %edx  movl 8(%ebp), %eax  divl $0x0a  addl %edx, %ecx  movl %eax, 8(%ebp)  cmpl $0x0, 8(%ebp)  jg .L2  .L1  movl 0x0, %edx  movl %ecx, %eax  divl 0x3  cmpl 0x0, %edx  jne .L3  movl 0x1, %eax  jmp .L4  .L3  movl 0x0, %eax  .L4 | int fun(unsigned x) {  int bit\_sum = 0;  while ( （int）x > 0 ) {  bit\_sum += x % 10 ;  x = x / 10 ;  }  if ( bit\_sum % 3 == 0 )  return 1;  else  return 0;  } |

红色下划线部分为答案，每空1分。

该程序用来判断一个不大于2n-1的非负整数是否为3的倍数，如果大于2n-1，则直接返回1（3分）。

|  |
| --- |
| 得分 |
|  |

## 第六题（10分）

请分析Y86 ISA中新加入的一条指令：caddXX，条件加法。其功能可以参考add和cmovXX两条指令。

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| caddXX | C | fn | rA | rB |

若在教材所描述的SEQ处理器上执行这条指令，请按下表填写每个阶段进行的操作。需说明的信号包括：icode, ifun, rA, rB, valA, valB, valC, valE, valP, Cnd；the register file R[], data memory M[], Program counter PC, condition codes CC。其中对存储器的引用必须标明字节数。如果在某一阶段没有任何操作，请填写none指明。

|  |  |
| --- | --- |
| Stage | caddXX rA, rB |
| Fetch | icode:ifun ← M1[PC]  rA:rB ← M1[PC+1]  valP ← PC+2 |
| Decode | valA ← R[rA]  valB ← R[rB] |
| Execute | valE ← valA+valB  Cnd ← Cond(CC,ifun) |
| Memory | none |
| Write back | if(Cnd) R[rB] ← valE |
| PC update | PC ← valP |

（每个操作1分）

注：Execute阶段可以写上if(Cnd) Set CC，不计分，但如果只写了Set CC是要扣分的。Write back阶段的操作不可以写成R[rB] ← Cnd? valE: valB

|  |
| --- |
| 得分 |
|  |

## 第七题（10分）

如下是使用C语言描述的链表结构的声明，链表的结尾使用空指针来表示。同时使用函数int length (List \*p) 来计算链表的长度。为简化起见，假设该链表是非循环的。

typedef struct LIST {

struct LIST \*next;

int data;

} List;

1. 函数count\_pos1用来计算链表中data为正数的元素个数，并将结果存放在地址k。以下的程序可能存在问题导致效率很低或程序出错，请指出并修改。（4分）

void count\_pos1 (List \*p, int \*k) {

int i;

for (i = 0; i < length(p); i++) {

if (p->data > 0)

\*k++;

p = p->next;

}

}

1. 为提高程序性能，可以考虑删除变量i以消除函数调用。请修改上述程序达到该目的。（2分）
2. 上述程序内层循环的汇编片段如下所示。假设该链表不为空且大部分数据都为正数，转移预测全部正确，设计中有足够多的部件来实现指令并行。其中访存操作全部cache命中，时延为3 cycle，其他指令时延为1cycle。请计算以下程序的CPE下限，并给出文字说明。（4分）

.L1:

movl 4(%eax), %ecx

testl %ecx, %ecx

jle .L2

incl %edx

.L2:

movl (%eax), %eax

testl %eax, %eax

jne .L1

答案：

void count\_pos1 (List \*p, int \*k) {

int I, *num=0, len*;

*len = length(p)*

for (i = 0; *i <len*; i++) {

if ( p->data > 0)

*num++;*

p = p->next;

}

*\*k = num*

}

( 4 分)

1. while(p) 或其他相同功能的语句 （2分）
2. L1和L2的代码没有数据依赖，完全可以并行。（2分）  
   CPE的下限为3+1=4。（2分）

|  |
| --- |
| 得分 |
|  |

## 第八题（10分）

假设存在一个能够存储四个Block的Cache，每一个Block的长度为2Byte。假设内存空间大小共是16Byte，即内存空间地址长度一共是4bit，可访问地址为(0~15)，数据访问地址序列如下所示，访问数据单位是Byte，默认替换策略是LRU。

2 3 10 9 6 8

1）如果Cache的结构是下图所示（S=2， E=2），请在下图空白处填入访问上述六次数据访问后Cache的状态。注：用[0-1]表示地址0至1上对应的数据（4分）

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | V | TAG | Block | V | TAG | Block |
| set0 | 1 | 10 | [8-9] | 0 |  |  |
| set1 | 1 | 01 | [6-7] | 1 | 10 | [10-11] |

2）这六次数据访问一共产生了多少次Miss \_\_\_\_\_ （2分）

答案：4

3）如果Cache的替换策略改成MRU（即，最近使用的数据被替换出去），请在下图空白处填入访问上述六次数据访问后Cache的状态（2分）。

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | V | TAG | Block | V | TAG | Block |
| set0 | 1 | 10 | [8-9] | 0 |  |  |
| set1 | 1 | 00 | [2-3] | 1 | 01 | [6-7] |

4）这六次数据访问一共产生了多少次Miss \_\_\_\_\_ （2分）

答案：4