哈尔滨工业大学（深圳）2020 年

计算机系统试题

主管领导审核签字

题号	一	二	三	四	五	总分
得分						
阅卷人						

考生须知：本次考试为闭卷考试，考试时间为 120 分钟，满分 100 分。

授课教师 姓名 学号 院系 密 封

一、 单项选择题（每小题 1 分，共 10 分）

1. 在 x86-64 系统中，调用函数 int exmp (long x, long y, long z)时，保存参数 x 的寄存器是（ D ）
   A.%rcx B.%rsi C.%rdx D.%rdi
2. C 语言程序中的整数常量、整数常量表达式是在（ B ）阶段变成 2 进制补码的
   A. 预处理 B.编译 C.链接 D.执行
3. 以下有关编程语言的叙述中，正确的是（ D ）
   A.计算机能直接执行高级语言程序和汇编语言程序
   B.机器语言可以通过汇编过程变成汇编语言
   C.汇编语言比高级语言有更好的可读性
   D.汇编语言和机器语言都与计算机系统结构相关
4. 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
5. 下列哪项不是 Y86-64 流水线 CPU 中的冒险的种类(A)
   A. 流量冒险 B.数据冒险 C.控制冒险 D.加载使用冒险
6. C 程序执行到整数或浮点变量除以 0 可能发生（ D ）
   A.显示除法溢出错直接退出 B.程序不提示任何错误
   C.可由用户程序确定处理办法 D.以上都可能
7. 关于局部变量，正确的叙述是（ D ）
   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 减去一个数为局部变量分配空间。
8. 虚拟内存发生缺页的时候，正确的叙述是（ C ）
   A.当发生虚拟内存缺页的时候，程序会直接退出。
   B.缺页产生的中断请求通常由 CPU 产生。
   C.当处理程序处理完缺页错误之后，会重新执行引发缺页的命令。
   D.当一个程序先后重复执行两次的时候，会在相同的指令位置产生缺页错误。
9. 虚拟内存系统中的实际物理地址和虚拟地址之间的关系是（ C ）
   A. 1 对 1 B. 多对 1 C. 1 对多 D. 多对多

二、填空题（每空 2 分，共 10 分）

10. C 语言程序定义了结构体 struct noname{int *a; char b;short c;}; 若该程序编译成 64 位可执行程序，则 sizeof(noname)的值是_____。

11. －1024 采用 IEEE 754 单精度浮点数格式表示的结果是_____（16 进制形式）。

12. 下面是 Y86-64 中的一段汇编程序，请指出 jne t 指令之后执行的那条指令的地址是_____(16 进制表示)。

```
0x000:      xorq %rax,%rax
0x002:      jne   t
              …
0x019:    t: irmovq $3, %rdx
0x023:      irmovq $4, %rcx
0x02d:      irmovq $5, %rdx
```

13. 进程创建函数 fork 执行成功后返回_____次。

14. 对于一个磁盘，其平均旋转速率是 3000 RPM，平均寻道时间是 10ms，单个磁道上平均扇区数量是 1600，则这个磁盘的平均访问时间是_____。

三、系统分析题（每题 5 分，共 20 分）

15. 阅读的 sum 函数反汇编结果，解释 1-5 每行指令的功能和作用。（10 分）

```
4004e7 <sum>:
push %rbp #①
mov %rsp,%rbp #②
mov %rdi,-0x4(%rbp) #③
jmp 400512 <sum+0x2b>
4004f4：
mov -0x4(%rbp),%eax
cltq
mov 0x601030(,%rax,4),%edx
```

mov 0x200b3e(%rip),%eax #601044 <val>

add %edx,%eax

mov %eax,0x200b36(%rip) #601044 <val>

addl $0x1,-0x4(%rbp)

400512：

cmpl $0x3,-0x4(%rbp)#④

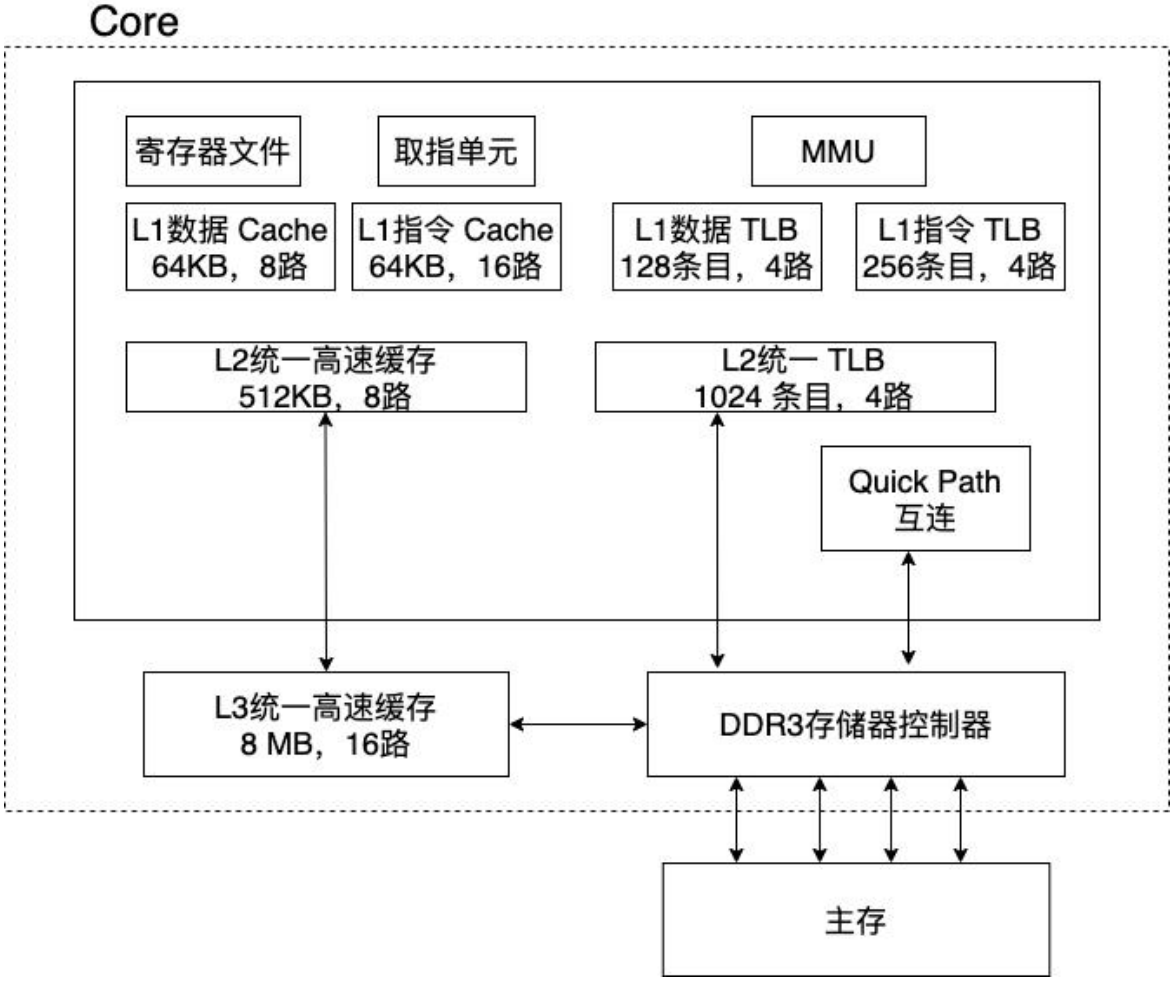
jl 4004f4 <sum+0xd>#⑤

mov 0x200b26(%rip),%eax # 601044 <val>

pop %rbp

Retq

16. 某处理器的虚拟地址为 32 位。虚拟内存的页大小是 4KB，物理地址为 48 位，Cache 块大小为 32B。物理内存按照字节寻址。其内部结构如下图所示，依据这个结构，回答下面几个问题。（12 分）



(1)L1 数据 Cache 有多少组，相应的 Tag 位，组索引位和块内偏移位分别是多少？

(2)对于某数据，其访问的虚拟地址为 0x829358B，则该地址对应的 VPO 为多少？对应的 L1 TLBI 位为多少？（用 16 进制表示）

(3)对于某指令，其访问的物理地址为 0x829358B，则该地址访问 L1 Cache 时，CT 位为多少？CO 位为多少？（用 16 进制表示）

17. 两个 C 语言程序 main2.c、addvec.c 如下所示：

```
/* main2.c */
/* $begin main2 */
#include <stdio.h>
#include "vector.h"

int x[2] = {1, 2};
int y[2] = {3, 4};
int z[2];

int main()
{
    addvec(x, y, z, 2);
    printf("z = [%d %d]\n", z[0],
z[1]);
    return 0;
}
/* $end main2 */
```

```
/* addvec.c */
/* $begin addvec */
int addcnt = 0;

void addvec(int *x, int *y,
            int *z, int n)
{
    int i;

    addcnt++;

    for (i = 0; i < n; i++)
        z[i] = x[i] + y[i];
}
/* $end addvec */
```

用如下两条指令编译、链接，生成可执行程序 prog2：

```
gcc -m64 -no-pie -fno-PIC -c addvec.c main2.c
gcc -m64 -no-pie -fno-PIC -o prog2 addvec.o main2.o
```

运行指令 objdump -dxs main2.o 输出的部分内容如下：

```
Disassembly of section .text:

0000000000000000 <main>:
   0:  48 83 ec 08                 sub    $0x8,%rsp
   4:  b9 02 00 00 00              mov    $0x2,%ecx
   9:  ba 00 00 00 00              mov    $0x0,%edx
            a: R_X86_64_32  z
   e:  be 00 00 00 00              mov    $0x0,%esi
            f: R_X86_64_32  y
  13:  bf 00 00 00 00              mov    $0x0,%edi
            14: R_X86_64_32 x
  18:  e8 00 00 00 00              callq  1d <main+0x1d>
            19: R_X86_64_PC32  addvec-0x4
  1d:  8b 0d 00 00 00 00           mov    0x0(%rip),%ecx        # 23 <main+0x23>
            1f: R_X86_64_PC32  z
  23:  8b 15 00 00 00 00           mov    0x0(%rip),%edx        # 29 <main+0x29>
            25: R_X86_64_PC32  z-0x4
  29:  be 00 00 00 00              mov    $0x0,%esi
            2a: R_X86_64_32 .rodata.str1.1
  2e:  bf 01 00 00 00              mov    $0x1,%edi
  33:  b8 00 00 00 00              mov    $0x0,%eax
  38:  e8 00 00 00 00              callq  3d <main+0x3d>
            39: R_X86_64_PC32  __printf_chk-0x4
  3d:  b8 00 00 00 00              mov    $0x0,%eax
  42:  48 83 c4 08                 add    $0x8,%rsp
  46:  c3                          retq
```

objdump -dxs prog2 输出的部分内容如下（■是没有显示的隐藏内容）：

```
SYMBOL TABLE:
0000000000400238 l    d  .interp  0000000000000000              .interp
0000000000400254 l    d  .note.ABI-tag
0000000000000000 l    df *ABS*  0000000000000000              main2.c
0000000000601038 g        *ABS*0000000000000000              _edata
000000000060103c g     O .bss   0000000000000008              z
0000000000601030 g     O .data  0000000000000008              x
0000000000000000       F *UND*     0000000000000000              addvec
0000000000601018 g        .data  0000000000000000              __data_start
00000000004007e0 g     O .rodata 0000000000000004              _IO_stdin_used
0000000000601028 g     O .data  0000000000000008              y
00000000004006f0 g     F .text  0000000000000047              main

00000000004005c0 <addvec@plt>:
  4005c0:    ff 25 42 0a 20 00       jmpq    *0x200a42(%rip)          # 601008
                                              <_GLOBAL_OFFSET_TABLE_+0x20>
  4005c6:    68 01 00 00 00          pushq   $0x1
  4005cb:    e9 d0 ff ff ff          jmpq    4005a0 <_init+0x18>

00000000004005d0 <__printf_chk@plt>:
  4005d0:    ff 25 3a 0a 20 00       jmpq    *0x200a3a(%rip)          # 601010
                                          <_GLOBAL_OFFSET_TABLE_+0x28>
  ....

00000000004006f0 <main>:
  4006f0:          48 83 ec 08             sub     $0x8,%rsp
  4006f4:          b9 02 00 00 00          mov     $0x2,%ecx
  4006f9:          ba ①_ _ _ _             mov     ■■■■,%edx
  4006fe:          be ②_ _ _ _             mov     ■■■■,%esi
  400703:    bf ③_ _ _ _           mov     ■■■■,%edi
  400708:    e8 ④_ _ _ _           callq   4005c0 <addvec@plt>
  40070d:    8b 0d ⑤_ _ _ _        mov     ■■■■(%rip),%ecx        # 601040 <z+0x4>
  400713:    8b 15 ⑥_ _ _ _        mov     ■■■■(%rip),%edx          # 60103c <z>
  400719:    be e4 07 40 00        mov     $0x4007e4,%esi
  40071e:    bf 01 00 00 00        mov     $0x1,%edi
  400723:    b8 00 00 00 00        mov     $0x0,%eax
  400728:    e8 ⑦ _ _ _ _          callq   4005d0 <__printf_chk@plt>
  40072d:    b8 00 00 00 00        mov     $0x0,%eax
  400732:    48 83 c4 08           add     $0x8,%rsp
  400736:    c3                    retq
```

1) 请指出 addvec.c main2.c 中哪些是全局符号？哪些是强符号？哪些是弱符号？以及这些符号经链接后在哪个节？（5 分）

2)根据上述信息，思考 main 函数中空格①--⑦所在语句所引用符号的重定位结果是什么？请以 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 3 个即可）。（3 分）

五、综合设计题（共每题 10 分，共 30 分）

18. 请分别写出 Y86-64 CPU 顺序结构设计与实现中，call 指令和 ret 指令在各阶段的微操作(其中 call XXX 指令的取指阶段的微操作已经给出)。(12 分)

指令	call XXX	ret
取指	icode:ifun <- M_1[PC]	
	valC <- M_8[PC+1]	
	valP <- PC+9	
译码		
执行		
访存		
写回		
更新 PC		

19. 优化矩阵乘法的程序:矩阵 c[n,n] = a[n,n] * b[n,n]

```
void MatrixMult(double *a ,double *b,double *c,int n){
    for(int i=0;i<n;i++)
        for(int j=0;j<n;j++)
        {
            c[i][j]=0;
            for(int k=0; k<n;k++)
                c[i][j]+=a[i][k]*b[k][j];
        }
}
```

请针对该程序进行面向编译的优化、面向 CPU 的优化（提高指令的并行性），本题不考虑面向 cache 的优化，写出优化后的程序，并说明优化的依据。（8 分）