试卷代号:1048　　座位号□□

中央广播电视大学2001—2002学年度第一学期"开放本科"期末考试

计算机专业计算机系统结构试题

2002年1月

题　号	一	二	三	四	五	六	总　分
分　数							

得　分	评卷人

一、解释下列术语(每个2分,共20分)

1. 互连网络
2. Amdahl定律
3. 分布存储多处理机
4. Cache存储器
5. 系列机
6. 透明性
7. LRU算法
8. RISC
9. 超标量处理机
10. 流水线的链接技术

得　分	评卷人

二、填空题(每空1分,共20分)

1. 在虚拟存储器中有三种地址空间,一种是应用程序员用来编写程序的地址空间,称为_____,第二种是_____的地址空间,第三种是辅存地址空

间,也就是磁盘存储器的地址空间。它们对应的三种地址分别是_____、_____和辅存地址。

2. 按照 Flynn 分类法,根据指令流和数据流的不同组织方式,计算机系统的结构可以分为 SISD(单指令流单数据流)、_____、_____和_____。

3. 为了满足向量计算机中运算器带宽的要求,通常有两种存储器系统结构,它们是_____和_____。

4. 在 CISC 中,各种指令的使用频度相差悬殊,大致有以下的结果。大约有_____(比例)的指令使用频度较高,占据了_____(比例)的处理机时间。

5. 从不同的角度,我们可以把流水线分成不同的类别。如果根据流水线各功能段是否有反馈信号来划分,可以分为_____和_____;多功能流水线可以分为两种,即根据它在同一时间内是否能连成多种方式,可以分为_____和_____。

6. 消息寻径方式包括两种,即线路交换和包交换。其中包交换又包括_____、_____和_____等方式。

7. RISC 思想的精华是_____。我们通常用_____来描述流水线的工作过程。

得　分	评卷人

三、(15 分)

假设一条指令的执行过程分为“取指令”、“分析”和“执行”三段,每一段的时间分别为 Δt、Δt 和 3Δt。在下列各种情况下,分别写出连续执行 n 条指令所需要的时间表达式。

1. 顺序执行方式。(7 分)

2. “取指令”、“分析”和“执行”重叠。(8 分)

得　分	评卷人

四、(15 分)

在下列不同结构的处理机上运行 6 × 6 的矩阵乘法 C = A × B,计算所需要的最短时间。只计算乘法指令和加法指令的执行时间,不计算取操作数、数据传送和程序控制等指令的执行时间。加法部件和乘法部件的延迟时间都是 3 个时钟周期,另外,加法指令和乘法指令还要经过一个“取指令”和“指令译码”的时钟周期,每个时钟周期为 20ns,C 的初始值为“0”。各操作部件的输出端有直接数据通路连接到有关操作部件的输入端,在操作部件的输出端设置有足够容量的缓冲寄存器。

[提示]:

要完成上面的矩阵乘法,我们可以计算需要完成的各种操作的数量(假定 A 和 B 都是 6 × 6 的矩阵。C 语言代码如下:

```
int k;
for(int i =0;i <6;i + +)
    for(int j =0;j <6;j + +)
    {
        sum =0;
        for(k =0;k <6;k + +)
        {
            sum + =A[i] [k] ×B[k][j]
        }
        C[i][j] =sum;
    }
```

需要完成的乘法数目为 6 × 6 × 6 = 216 次;

需要完成的加法数目为 $6 \times 6 \times 5 = 180$ 次；

1. 处理机内只有一个通用操作部件，采用顺序方式执行指令。(7 分)

2. 单流水线标量处理机，有一条两个功能的静态流水线，流水线每个功能段的延迟时间均为一个时钟周期，加法操作和乘法操作各经过 3 个功能段。(8 分)

得　分	评卷人

五、(10 分)

已知四个程序在三台计算机上的执行时间(s，秒)如下：

程序	执行时间(s，秒)		
	计算机 A	计算机 B	计算机 C
程序 1	1	10	20
程序 2	1000	100	20
程序 3	500	1000	50
程序 4	100	800	100

假设四个程序中每一个都有 50,000,000 条指令要执行。

1. 计算这三台计算机中每台机器上每个程序的 MIPS 速率。根据这些速率值，你能否得出有关三台计算机相对性能的明确结论？(6 分)

2. 给出一种统计的方法(比如求均值)来估计三台计算机的相对性能，说明理由。(4 分)

得　分	评卷人

六、(20 分)

用一条 5 个功能段的浮点加法器流水线计算 $F = \sum_{i=1}^{10} A_i$。每个功能段的延迟时间均相等，流水线的输出端和输入端之间有直接数据通路，而且设置有足够的缓冲寄存器。要求用尽可能短的时间完成计算。

[提示]：

首先需要考虑的是，10 个数的和最少需要做几次加法。我们可以发现，加法的次数是不

能减少的:9 次;于是我们要尽可能快的完成任务,就只有考虑如何让流水线尽可能充满,这需要消除前后指令之间的相关。由于加法满足交换率和结合率,我们可以调整运算次序,如以下的指令序列,我们把中间结果寄存器称为 R,源操作数寄存器称为 A,最后结果寄存器称为 F,并假设源操作数已经在寄存器中,则指令如下:

I1: R1←A1 + A2

I2: R2←A3 + A4

I3: R3←A5 + A6

I4: R4←A7 + A8

I5: R5←A9 + A10

I6: R6←R1 + R2

I7: R7←R3 + R4

I8: R8←R5 + R6

I9: F←R7 + R8

这并不是唯一可能的计算方法。假设功能段的延迟为 Δt。

1. 画出流水线时空图。(8 分)
2. 计算流水线的实际吞吐率、加速比和效率。(每个 4 分,共 12 分)

试卷代号:1048

中央广播电视大学2001—2002学年度第一学期"开放本科"期末考试

计算机专业计算机系统结构

试题答案及评分标准

（供参考）

2002年1月

一、解释下列术语(每个2分,共20分)

1. 互连网络:互连网络是一种由开关元件按照一定的拓扑结构和控制方式构成的网络,用来实现计算机系统内部多个处理机或多个功能部件之间的小相互连接。

2. Amdahl定律:系统中某一部件由于采用某种更快的执行方式后整个系统性能的提高与这种执行方式的使用频率或占总执行时间的比例有关。

3. 分布存储多处理机:是一种SIMD计算机,它包含重复设置的多个同样的处理单元,通过数据寻径网络以一定方式互相连结。每个处理单元有各自的本地存储器。

4. Cache存储器:Cache是位于主存储器与处理器之间的高速缓冲存储器,它用来解决主存储器与处理器之间速度相差太大的问题。

5. 系列机:指在一个厂家内生产的具有相同的系统结构,但具有不同组成和实现的一系列不同型号的机器。

6. 透明性:指一种本来存在的事物或属性,从某种角度看似乎不存在的现象。

7. LRU算法:即近期最少使用算法,它选择近期最少访问的页面作为被替换的页面。

8. RISC:精简指令系统计算机,这种系统中,尽量简化指令功能,只保留那些功能简单,能在一个节拍内执行完成指令,较复杂的功能用一段子程序来实现。

9. 超标量处理机:通常把一个时钟周期内能够同时发射多条指令的处理机称为超标量处理机。

10. 流水线的链接技术:指一条指令的结果寄存器可能成为后继指令的操作数寄存器的技术。

二、填空题(每空1分,共20分)

1. 虚拟地址空间　主存储器　虚拟地址(或者虚存地址)　主存地址

2. SIMD　MISD　MIM 或者单指令流多数据流　多指令流单数据流　多指令流多数据流(答案顺序可以不同)

3. 存储器—存储器结构　寄存器—寄存器结构

4. 20%　80%

5. 线性流水线　非线性流水线　静态流水线　动态流水线(前面两个答案顺序可以交换,后面两个答案顺序也可以交换)

6. 存储转发寻径　虚拟直通寻径　虫蚀寻径(答案顺序可以交换)

7. 减少指令平均执行周期数　时空图

三、(15分)

1. (7分)

顺序执行时每条指令用时 $=\Delta t+\Delta t+3\Delta t=5\Delta t$,因此 n 条指令所需要的时间 $=5n*\Delta t$

2. (8分)

第一条指令完成需要时间 $=\Delta t+\Delta t+3\Delta t=5\Delta t$,由于一条指令的"取指令"和"分析"阶段和下一条指令的"执行"阶段重叠,因此,此后每 $3\Delta t$ 完成一条指令,余下的 $n-1$ 条指令用时 $(n-1)\times 3\Delta t$.

因此 n 条指令所需要的时间 $=5\Delta t+(n-1)\times 3\Delta t=(3n+2)\Delta t$

四、(15分)

1. (7分)

顺序执行时,每个乘法和加法指令都需要 5 个时钟周期(取指令、指令分析、指令执行);所以所需要的时间为:

$$T=(216+180)\times 5\times 20\text{ns}=39600\text{ns}=39.6\text{ms}$$

2. (8分)

单流水线标量处理机,采用两功能静态流水线时;因为有足够的缓冲寄存器,所以我们可以首先把所有的乘法计算完,并通过调度使加法流水线不出现停顿,所以所需要的时间为:

$$T=T_{\text{第一条指令进入流水线}}+T_{\text{乘法}}+T_{\text{加法}}=[2+(3+216-1)+(3+180-1)]\times 20\text{ns}=8040\text{ns}$$

五、(10 分)

1. (6 分)

因为 $MIPS = \dfrac{IC}{T^* 10^6}$

所以每台计算机每个程序得 MIPS 速率如下表所示：

程序	MIPS 速率(百万指令/秒)		
	计算机 A	计算机 B	计算机 C
程序 1	50	5	2.5
程序 2	0.05	0.5	2.5
程序 3	0.1	0.05	1
程序 4	0.5	0.0625	0.5

由上述 MIPS 速率可知，每个计算机对四个程序有不同的处理时间，而且大小顺序不同，所以不能得出明确结论。

2. (4 分)

可以采取平均的方法来比较各计算机的相对性能：

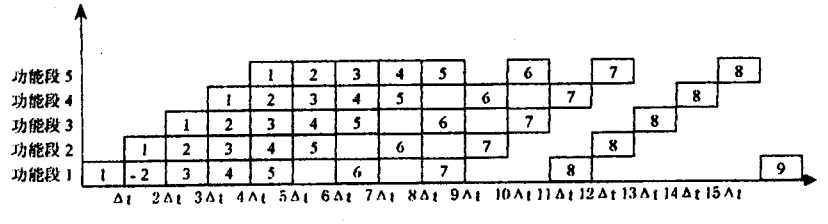
平均执行时间	MIPS 速率(百万指令/秒)		
	计算机 A	计算机 B	计算机 C
算术平均(AM)	12.65	1.405	1.625
几何平均(GM)	0.595	0.295	1.33
调和平均(HM)	0.125	0.10	1.05

如果按照算术平均 AM 比较性能，计算机 A 最快，计算机 C 最慢，如果按照调和平均 HM 比较性能，结果恰好相反。

六、(20 分)

1. (8 分)

时空图如下，图中的数字是指令号：



2. (每个4分,共12分)

整个计算过程需要21Δt,所以

吞吐率为: $Tp=\frac{9}{21\Delta t}=\frac{3}{7\Delta t}$

加速比为: $S=\frac{9\times 5\Delta t}{21\Delta t}=\frac{45}{21}=2.1429$

效率为: $E=\frac{T_0}{k\times T_k}=\frac{9\times 5\Delta t}{5\times 21\Delta t}=\frac{3}{7}$