## **《计算机系统基础习题解答》第一章**

2.简单回答下列问题

1. 冯诺依曼计算机由哪几部分组成？各部分的功能是什么？采用什么工作方式？

**[分析解答]**：1）冯诺依曼计算机主要由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五部分组成。2）运算器用来进行各种算术逻辑运算；控制器用来对指令进行译码并送出操作控制信号；存储器用来存入指令和数据；输入输出设备用来实现计算机与用户之间的信息交换。3）采用“存储程序”方式进行工作。具体工作原理如下：操作人员通过“输入设备”将程序及原始数据送入到计算工机的“存储器”存放待命；启动运行后，计算机就从“存储器”中取出指令送到“控制器”去识别，分析该指令要求做什么事，“控制器”根据指令的含义发出相应的命令，例如将某存储单元中存放的操作数据取出送往“运算器”进行运算，再把运算结果送回到“存储器”指定的单元。当任务完成后，根据指令将结果通过“输出设备”输出。

1. 摩尔定律的主要内容是什么？

**[分析解答]**：以后每年将缩小硅片中形成晶体管电路的细线尺寸的10%，芯片制造商能够每3年发布新一代的芯片，其晶体管数为上一代的4倍。后来摩尔定律被表述成：由于集成电路技术的不断改进，每18~24个月，集成电路芯片上集成的晶体管数将翻一番，速度将提高一倍，而价格将被降低一半。

1. 计算机系统的层次结构如何划分？计算机系统的用户可分为哪几类？每类用户工作在哪几个层次？

**[分析解答]**：计算机系统分软件和硬件两部分，软件和硬件的界而是指令集体系结构ISA。计算机系统从高到低分为应用软件、系统软件和硬件三个层次；不同计算机用户工作在不同的层次，从高到低细分为应用程序级（最终用户）、高级语言虚拟机级（高级语言程序员或应用程序员）、汇编语言虚拟机级（汇编语言程序员）、操作系统虚拟机级（系统管理员）、机器语言机器级（机器语言程序员）。

1. 程序的CPI与哪些因素有关？

**[分析解答]**：CPI，全称为Cycle Per Instruction，是衡量CPU性能的一种基本参数，它表示执行一条指令所需的平均时钟周期个数。通常，一条特定指令的CPI是一个确定的值，而某个计算机或程序的CPI则是一个平均值。一个程序的执行时间取决于该程序所包含的指令数、CPI和时钟周期。在指令数和时钟周期一定的情况下，CPI越大，执行时间越长。

1. 为什么说性能指标MIPS不能很好地反映计算机的性能？

**[分析解答]**：MIPS，全称是Million Instructions Per Second,，是用来衡量单位时间内执行指令的条数，具体是指每秒执行多少百万条指令。但是，不同机器的指令集不同，指令的功能也不同，也许一个机器中一条指令的功能在另外一个机器上要用多条指令来完成，这样，同样的指令条数所过错成的功能可能完全不同。另外，不同机器的CPI和时钟周期也不同，因而一条指令所用的时间也不同一。所以，用MIPS数来对不同的机器进行性能比较是不太客观的。

5.若有两个基准测试程序PI和P2在机器M1和M2上运行，假定M1和M2的价格分别是5000元和8000元，下表给出了P1和P2在M1和M2上所花的时间和指令条数。

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 程序 | M1 | | M2 | |
| 指令条数 | 执行时间 | 指令条数 | 执行时间 |
| P1 | 200\*106 | 1000ms | 150\*106 | 500ms |
| P2 | 300\*103 | 3ms | 420\*103 | 6ms |

请回答下列问题：

1. 对于P1，哪台机器速度快？快多少？对于P2呢？

**[分析解答]：**对于程序P1，M1所花的执行时间是M2的2倍，故M2比M1快1倍；对于程序P2，M2所花的执行时间是M1的2倍，故M1比M2快1倍。

（2）在M1上执行P1和P2的速度分别是多少MIPS？在M2上的执行速度又各是多少？

从执行速度上看，对于P2，哪台计算机的速度更快？快多少？

**[分析解答]：**在M1上P1的速度为200M/1s=200MIPS，P2的速度为300K/0.003s=100MIPS；

在M2上P1的速度为150M/0.5s=300MIPS，P2的速度为420K/0.006s=70MIPS。从执行速度来看，对于P2，因为100MIPS/70MIPS=1.43，所以M1比M2快0.43倍。

1. 假定M1和M2的时钟频率分别为800MHz和1.2GHz，则在M1和M2上执行P1时的平均时钟周期数CPI各是多少？

**[分析解答]：**在M1上执行P1时的平均时钟周期CPI为1s\*800MHz/200M=4；在M2上执行P1时的平均时钟周期CPI为0.5s\*1.2GHz/150M=4。

1. 如果某个用户需要大量的使用程序P1，并且该用户主要关心系统的响应时间而不是吞吐率，那么该用户需要大批购进机器时，应该选择M1还是M2？为什么？（提示：从性价比上考虑）

**[分析解答]：**考虑运行P1时M1和M2的性价比，因为该用户主要关心系统的响应时间，所以花在性价比中的性能主要考虑执行时间，其性能为执行时间的倒数。故性价比R=1/（执行时间\*价格）。R越大说明性价比越高，也即，“执行时间\*价格”越小，则性价比越高。

对于P1，M1的性价比R1=1/（1s\*5000），M2的性价比R2=1/（0.5s\*8000），根据计算，可知R2>R1，故M2的性价比高，应选购M2。

1. 如果另一个用户也需要购进大批机器，但该用户使用P1和P2一样多，主要关心的也是响应时间，那么应该选择M1还是M2，为什么？

**[分析解答]：**因为P1和P2需要同等考虑，所以需要考虑综合性能。有多种计算综合性能的方法，如执行时间总和、执行时间算术平均值、执行时间几何平均值等。

若用执行时间的总和，则M1的性价比R1=1/（1003ms\*5000），M2的性价比R2=1/（506ms\*8000），显然R2>R1，故M2的性价比高，应选购M2。

若用算术平均值，则M1、M2上的执行时间的算术平均值分别为501.5ms和253ms。因此，M1的性价比R1=1/（501.5ms\*5000），M2的性价比R2=1/（253ms\*8000），显然R2>R1，故M2的性价比高，应选购M2。

若用几何平均值，则M1、M2上的执行时间的几何平均值都一样，为54.7ms。因此，M1的性价比R1=1/（54.7ms\*5000），M2的性价比R2=1/（54.7ms\*8000），显然R1>R2，故M1的性价比高，应选购M1。

【解释：为什么有时用算术平均值？有时用几何平均值？】

6.若机器M1和M2具有相同的指令集，其时钟频率分别为0.8GHz和1.6GHz。在指令集中有5种不同类型的指令A~E。下表给出了在M1和M2上每类指令的平均时钟周期数CPI。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 机器 | A | B | C | D | E |
| M1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 4 |
| M2 | 2 | 2 | 4 | 5 | 6 |

请回答下列问题：

1. M1和M2的峰值MIPS各是多少？

**[分析解答]:**计算峰值MIPS时应该选择CPI最少的指令，故M1上可以选择一段全由A类指令组成的程序，其峰值MIPS为0.8GHz/1=800MIPS；在M2上可以选择一段全由A类和B类指令组成的程序，其峰值MIPS为1.6GHz/2=800MIPS。

（2）假定某程序P的指令序列中，5类指令具有完全相同的指令条数，则程序P在M1和M2上运行时，哪台机器更快？快多少？在M1和M2上执行程序P时的平均时钟周期数CPI各是多少？

**[分析解答]:**对于程序P，每类指令的条数均占1/5，故M1的CPI为CPI1=（1+2+2+3+4）/5=2.4，M2的CPI为CPI2=（2+2+4+5+6）/5=3.8。当然，不能根据以上结果说明程序P在M1上运行更快，因为M1和M2的时钟频率不同。

假设程序P的指令条数为N，则P在M1上的执行时间为2.4\*N\*1/0.8GHz=3.0N(ns)；在M2上的执行时间为3.8\*N\*1/1.6GHz=2.375N(ns)，所以M2执行P的速度更快，每条指令平均快0.625ns。

从该题可以看出，虽然程序P在M1中每条指令执行所花的时钟周期数少，但是因为M2的时钟频率更快，所以时钟周期更短，使得每条指令的平均执行进间更短。

7.假设同一套指令集用不同的方法设计了两种机器M1和M2。机器M1的时钟周期为0.8ns，机器M2的时钟周期为1.2ns。某个程序P在机器M1上运行的CPI为4，在M2上的CPI为2。对于程序P来说，哪台机器的执行速度更快？快多少？

**[分析解答]：**因为M1和M2实现的是同一套指令集，所以程序P在机器M1和M2上的指令条数相同，假定为N条，则P在M1上的执行时间为4\*0.8ns\*N=3.2N(ns)，P在M2上的执行时间为2\*1.2ns\*N=2.4N(ns)。由此可知，对于程序P来说，M2的执行速度更快，平均每条指令快0.8ms。

8.假设某机器M的时钟频率为4GHz，用户程序P在M上的指令条数为8\*109，其CPI为1.25，则P在M上的执行时间是多少？若在机器M上从程序P开始启动至执行结束所需的时间是4s，则P占用CPU时间的百分比是多少？

**[分析解答]：**程序P在机器M上执行所需时钟周期数为8\*109\*1.25=1010，所需的时间为1010/（4\*109）=2.5s，程序P的用户CPU时间在4s内占用的百分比是2.5/4=62.5%。

