

13015 计算机系统原理

第一章考点解析（上）

13015 计算机系统原理 和 02318 计算机组成原理 关系

考点前言

- (1) 前两章90%以上的内容一样;
- (2) 整本书60%以上的内容一样;
- (3) 作者: 袁春风教授
- (4) 由于13015计算机系统原理是改版后的新教材, 目前市面上没有真题;
- (5) 相同的章节可以参考02318计算机组成原理的真题;

13015 计算机系统原理【第一章考点解析】

考点1 存储程序

1、**存储程序**的基本思想是什么？

答：存储程序的基本思想是：

(1) 必须将事先编好的**程序**和原始**数据**送入**主存**后才能执行程序，一旦程序被启动**执行**，计算机不需要操作人员干预就能自动完成逐条指令取出和执行的**任务**。（**执行时从主存逐条指令读取到CPU中**）

13015 计算机系统原理【第一章考点解析】

考点1 存储程序

- 1、下列关于存储程序工作方式的描述，正确的是（ ）
- A. 程序事先存储在磁盘中，执行时从磁盘逐条指令读取到CPU中
 - B. 程序事先存储在主存中，执行时从主存逐条指令读取到CPU中
 - C. 程序事先存储在主存中，所需数据必须从输入设备获取
 - D. 在主存中为了区分数据和程序，需要在信息表示中使用相应的标志信息

13015 计算机系统原理【第一章考点解析】

考点1 存储程序

1、下列关于存储程序工作方式的描述，正确的是（ **B** ）

A. 程序事先存储在磁盘中，执行时从磁盘逐条指令读取到CPU中

B. 程序事先存储在主存中，执行时从主存逐条指令读取到CPU中

C. 程序事先存储在主存中，所需数据必须从输入设备获取

D. 在主存中为了区分数据和程序，需要在信息表示中使用相应的标志信息

13015 计算机系统原理【第一章考点解析】

考点2 冯·诺依曼结构的基本思想

1、冯·诺依曼结构计算机的基本思想主要包括哪几个方面？

答：冯·诺依曼结构计算机的基本思想主要包括以下几个方面：

(1) 采用“**存储程序**”工作方式；

(2) 计算机由**运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备**五个基本部件组成；

(3) **存储器**不仅能**存放数据**，而且也能**存放指令**；

(4) 计算机内部以**二进制**形式表示指令和数据

13015 计算机系统原理【第一章考点解析】

考点2 冯·诺依曼结构的基本思想

- 1、计算机的五个基本组成部件是输入设备、输出设备、控制器、_____和_____.
- 2、冯·诺依曼结构计算机的基本思想主要包括哪几个方面?

13015 计算机系统原理【第一章考点解析】

考点2 冯·诺依曼结构的基本思想

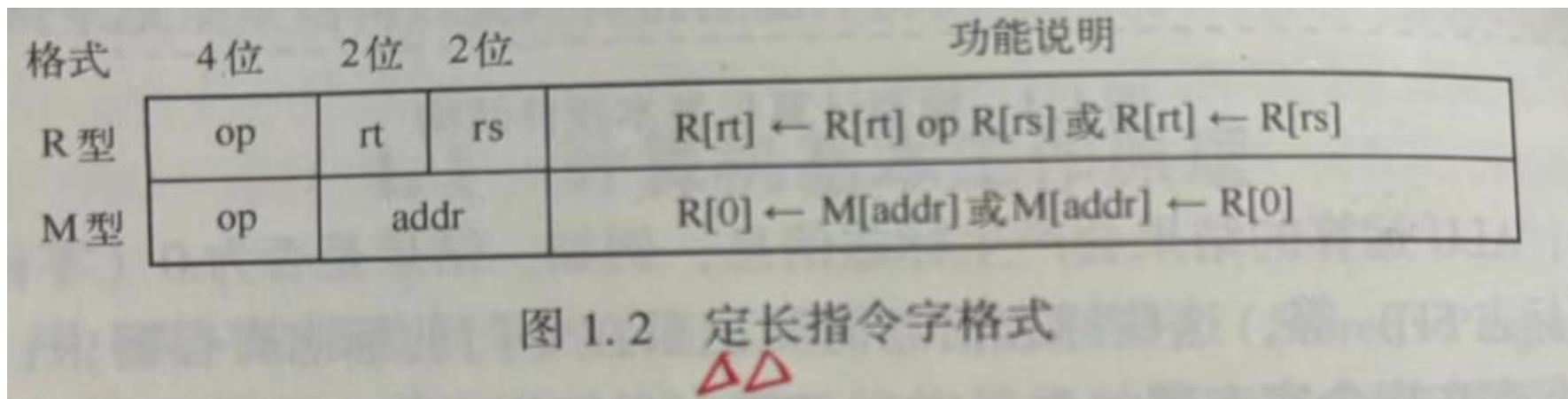
- 1、计算机的五个基本组成部件是输入设备、输出设备、控制器、运算器和存储器。
- 2、冯·诺依曼结构计算机的基本思想主要包括哪几个方面？

答：冯·诺依曼结构计算机的基本思想主要包括以下几个方面：

- (1) 采用“存储程序”工作方式；**
- (2) 计算机由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五个基本部件组成；**
- (3) 存储器不仅能存放数据，而且也能存放指令；**
- (4) 计算机内部以二进制形式表示指令和数据**

13015 计算机系统原理【第一章考点解析】

考点3 程序和指令的执行过程



指令包括操作码、地址码等字段

R型：寄存器 op为0000（传送mov）、0001（加add）操作

M型：主存单元 op为1110（取数load）、1111（存数store）操作

☆举例说明一下：

指令0001 0001的功能为 $R[0] \leftarrow R[0] + R[1]$ ，表示将0号和1号寄存器内容相加的结果送到0号寄存器；

指令1110 0110的功能为 $R[0] \leftarrow M[0110]$ ，表示将6号主存单元中的内容取到0号寄存器；

13015 计算机系统原理【第一章考点解析】

考点3 程序和指令的执行过程

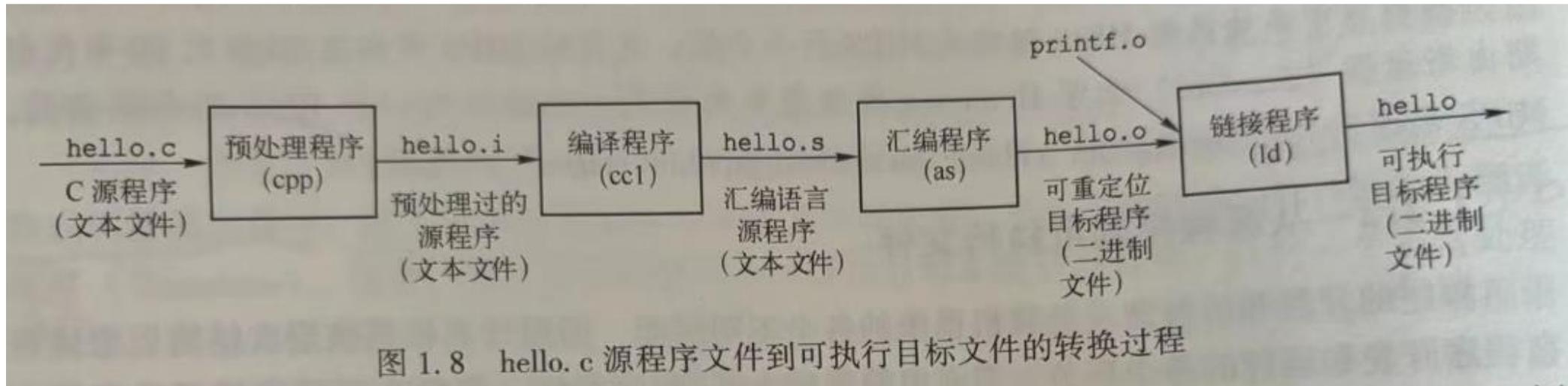
若在该模型机上实现“ $z=x+y$ ”， x 和 y 分别存放在主存5号和6号单元中，结果 z 存放在7号单元中，则相应程序在主存单元中的初始内容如图1.3所示。

主存地址	主存单元内容	内容说明 (I_i 表示第 i 条指令)	指令的符号表示
0	1110 0110	$I_1: R[0] \leftarrow M[6]; op=1110$: 取数操作	load r0, 6#
1	0000 0100	$I_2: R[1] \leftarrow R[0]; op=0000$: 传送操作	mov r1, r0
2	1110 0101	$I_3: R[0] \leftarrow M[5]; op=1110$: 取数操作	load r0, 5#
3	0001 0001	$I_4: R[0] \leftarrow R[0] + R[1]; op=0001$: 加操作	add r0, r1
4	1111 0111	$I_5: M[7] \leftarrow R[0]; op=1111$: 存数操作	store 7#, r0
5	0001 0000	操作数 x , 值为 16	
6	0010 0001	操作数 y , 值为 33	
7	0000 0000	结果 z , 初始值为 0	

图 1.3 实现 $z=x+y$ 的程序在主存部分单元中的初始内容

13015 计算机系统原理【第一章考点解析】

考点4 程序运行



简答题，填空题

1、源程序文件到可执行目标文件的转换过程是什么？

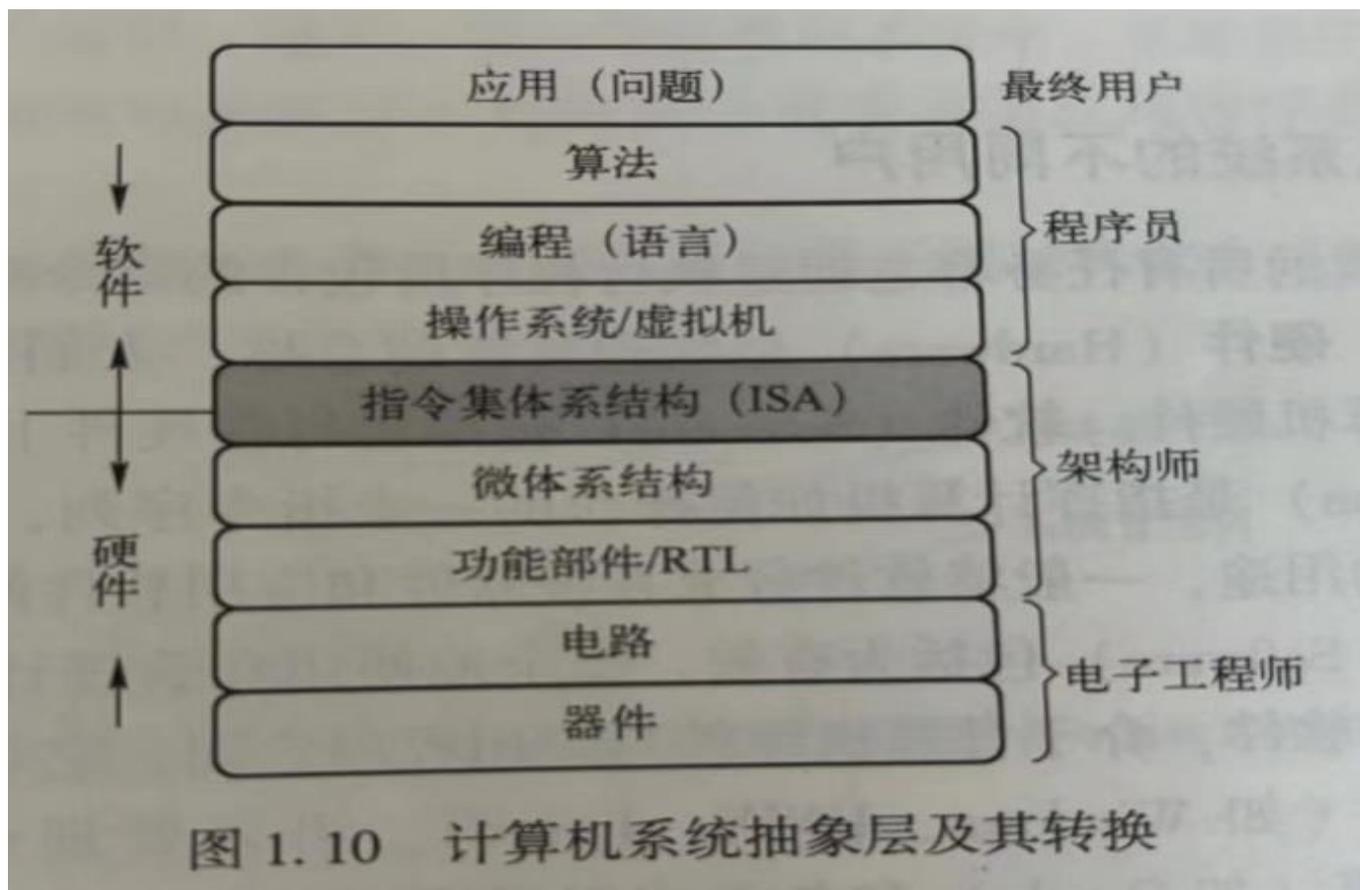
13015 计算机系统原理【第一章考点解析】

考点4 程序运行

- 1) **预处理阶段**: 预处理程序(cpp)对源程序中以字符“#”开头的命令进行处理, 以 **.i** 为扩展名。--> **预处理过源程序, 文本文件**
- 2) **编译阶段**: 编译程序(ccl)对预处理后的源程序进行编译, 生成一个汇编语言源程序文件, 以 **.s** 为扩展名。--> **汇编语言源程序, 文本文件**
- 3) **汇编阶段**: 汇编程序(as)对汇编语言源程序进行汇编, 生成一个**可重定位目标文件**, 以 **.o** 为扩展名。--> **二进制文件, 打开是乱码**
- 4) **链接阶段**: 链接程序(ld)将多个可重定位目标文件和标准库函数库中的可重定位目标文件合并成为一个**可执行目标文件**。--> **二进制文件, 打开是乱码**

13015 计算机系统原理【第一章考点解析】

考点5 层次结构（选择题、填空题）



大多数计算机使用者都属于**最终用户**

助记：两结构一部件，架构师

明显的硬件，电子工程师

13015 计算机系统原理【第一章考点解析】

考点6 系统性能评价 <☆☆☆☆>

- (1) **时钟周期** 可以简单理解为时间单位, 比如: 1ns
- (2) **时钟频率** 和**时钟周期**互为**倒数**
- (3) **CPI (Cycles Per Instruction)** 表示执行**一条指令**所属的**时钟周期数**。

计算公式1:

$$\begin{aligned}\text{用户CPU时间} &= \text{程序总时钟周期数} \div \text{时钟频率} \\ &= \text{程序总时钟周期数} \times \text{时钟周期}\end{aligned}$$

13015 计算机系统原理【第一章考点解析】

考点6 系统性能评价 <☆☆☆☆>

例 1.1 假设某个频繁使用的程序 P 在机器 M1 上运行需要 10 s，M1 的时钟频率为 2GHz。设计人员想开发一台与 M1 具有相同 ISA 的新机器 M2。采用新技术可使 M2 的时钟频率增加，但同时也会使 CPI 增加。假定程序 P 在 M2 上的时钟周期数是在 M1 上的 1.5 倍，则 M2 的时钟频率至少达到多少才能使程序 P 在 M2 上的运行时间缩短为 6 s？

分析：

- 1、P在M1运行10s，说明：M1的**用户CPU时间**是10s；
- 2、结合M1的时钟频率为2GHz，根据**计算公式1**得出：M1的时钟周期数；
- 3、M2上的时钟周期数是M1的1.5倍，得出：M2的时钟周期数；
- 4、P在M2运行6s，说明：M2的**用户CPU时间**是6s；
- 5、由3和4可得M2的时钟频率。

13015 计算机系统原理【第一章考点解析】

考点6 系统性能评价 <☆☆☆☆>

解：程序 P 在机器 M1 上的时钟周期数为 $\text{用户 CPU 时间} \times \text{时钟频率} = 10 \text{ s} \times 2 \text{ GHz} = 20 \text{ G}$ 。因此，程序 P 在机器 M2 上的时钟周期数为 $1.5 \times 20 \text{ G} = 30 \text{ G}$ 。要使程序 P 在 M2 上运行时间缩短到 6s，则 M2 的时钟频率至少应为 $\text{程序总时钟周期数} \div \text{用户 CPU 时间} = 30 \text{ G} / 6 \text{ s} = 5 \text{ GHz}$ 。

由此可见，M2 的时钟频率是 M1 的 2.5 倍，但 M2 的速度却只是 M1 的 1.67 倍。

上述例子说明，由于时钟频率的提高可能会对 CPU 结构带来影响，从而使其他性能指标降低，因此，虽然时钟频率提高会加快 CPU 执行程序的速度，但不能保证执行速度有相同倍数的提高。

13015 计算机系统原理【第一章考点解析】

考点6 系统性能评价 <☆☆☆☆>

如果已知程序总指令条数和综合 CPI，则可用如下公式计算程序总时钟周期数。

$$\text{程序总时钟周期数} = \text{程序总指令条数} \times \text{CPI}$$

如果已知程序中一共有 n 种不同类型的指令，第 i 种指令的条数和 CPI 分别为 C_i 和 CPI_i ，则

$$\text{程序总时钟周期数} = \sum_{i=1}^n (\text{CPI}_i \times C_i)$$

程序的综合 CPI 也可由以下公式求得，其中， F_i 表示第 i 种指令在程序中所占的比例。

$$\text{综合 CPI} = \sum_{i=1}^n (\text{CPI}_i \times F_i) = \frac{\text{程序总时钟周期数}}{\text{程序总指令条数}}$$

因此，若已知程序综合 CPI 和总指令条数，则可用下列公式计算用户 CPU 时间。

$$\text{用户 CPU 时间} = \text{CPI} \times \text{程序总指令条数} \times \text{时钟周期}$$

13015 计算机系统原理【第一章考点解析】

考点6 系统性能评价 <☆☆☆☆>

例 1.2 假设计算机 M 的指令集中包含 A、B、C 三类指令，其 CPI 分别为 1、2、4。某个程序 P 在 M 上被编译成两个不同的目标代码序列 P1 和 P2，P1 所含 A、B、C 三类指令的条数分别为 8、2、2，P2 所含 A、B、C 三类指令的条数分别为 2、5、3。哪个代码序列总指令条数少？哪个执行速度快？它们的 CPI 分别是多少？ *信息*

分析：

- 1、看到CPI和指令条数，想到：程序总时钟周期数， $CPI \times \text{条数}$ ，再相加；
- 2、比较总指令条数，得到：分别指令加和比大小即可；
- 3、比较执行速度快，得出：用户CPU时间，用计算公式1；
- 4、有总时钟周期数，有总指令条数，说明：相除即可得到CPI；

13015 计算机系统原理【第一章考点解析】

考点6 系统性能评价 <☆☆☆☆>

解：P1 和 P2 的总指令条数分别为 12 和 10，所以，P2 的总指令条数少。

P1 的总时钟周期数为 $8 \times 1 + 2 \times 2 + 2 \times 4 = 20$ 。

P2 的总时钟周期数为 $2 \times 1 + 5 \times 2 + 3 \times 4 = 24$ 。

因为两个指令代码序列在同一台机器上运行，所以时钟周期一样，故总时钟周期数少的代码序列所用时间短、执行速度快。显然，P1 比 P2 快。

从上述结果来看，总指令条数少的代码序列执行时间并不更短。

CPI = 程序总时钟周期数 ÷ 程序总指令条数，因此，P1 的 CPI 为 $20/12 = 1.67$ ；P2 的 CPI 为 $24/10 = 2.4$ 。

13015 计算机系统原理【第一章考点解析】

考点7 用指令执行速度进行性能评价 <☆☆☆☆>

MIPS (Million Instructions Per Second)

含义：平均每秒钟执行多少**百万**条指令。

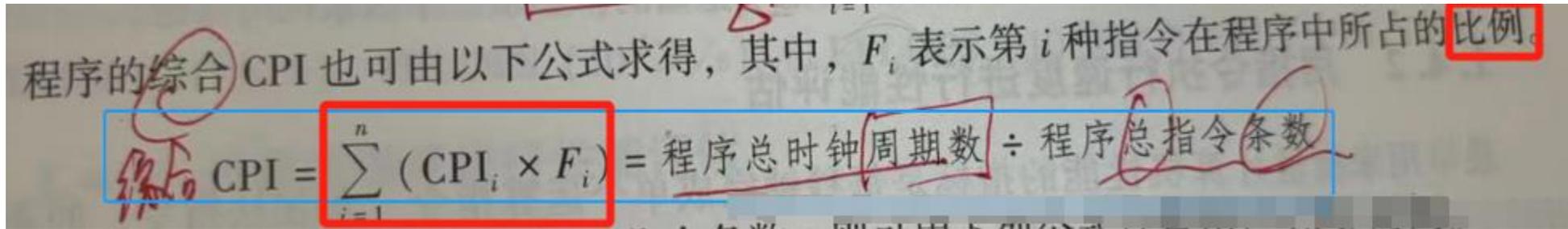
MIPS反映了机器执行**定点指令**的速度。

$$\text{MIPS} = \frac{\text{频率(Hz)}}{\text{CPI} \times 10^6}$$

例：
频率是50**K**Hz，CPI是2，则MIPS = $50\text{K} / \text{CPI} \times 10^6 = 50 \times \underline{10^3} / (2 \times 10^6) = 0.025\text{MIPS}$
频率是50**M**Hz，CPI是2，则MIPS = $50\text{M} / \text{CPI} \times 10^6 = 50 \times \underline{10^6} / (2 \times 10^6) = 25\text{MIPS}$
频率是50**G**Hz，CPI是2，则MIPS = $50\text{G} / \text{CPI} \times 10^6 = 50 \times \underline{10^9} / (2 \times 10^6) = 25000\text{MIPS}$

13015 计算机系统原理【第一章考点解析】

考点7 用指令执行速度进行性能评价 <☆☆☆☆>



举例：

假如某程序P编译后生成的目标代码由A、B两类指令组成，它们在程序中所占的比例分别为70%、30%，已知它们的CPI分别为1、2。

求：综合CPI？

由上述公式可知： $70\% \times 1 + 30\% \times 2 = 1.3$

13015 计算机系统原理【第一章考点解析】

考点7 用指令执行速度进行性能评价 <☆☆☆☆>

例 1.3 假定某程序 P 编译后生成的目标代码由 A、B、C、D 四类指令组成，它们在程序中所占的比例分别为 43%、21%、12%、24%，已知它们的 CPI 分别为 1、2、2、2。现重新对程序 P 进行编译优化，生成的新目标代码中 A 类指令条数减少了 50%，其他类指令的条数没有变。请回答下列问题。

① 编译优化前后程序的 CPI 各是多少？

② 假定程序在一台主频为 50 MHz 的计算机上运行，则优化前后的 MIPS 各是多少？

分析：

1、指令条件**减少**，想到：总指令条数减少（**分母变了**）；

例：我有4个鸡蛋，张三有6个鸡蛋，我的鸡蛋占比 $4 / (4 + 6) = 40\%$

若我减少了50%，那么我就剩下2个鸡蛋，这时我的鸡蛋占比 $2 / (2 + 6) = 25\%$

2、看到不同指令**比例**和**CPI**，想到：综合CPI；

3、MIPS = 频率 / CPI $\times 10^6$ ，注意**频率单位：K、M、G**；

13015 计算机系统原理【第一章考点解析】

考点7 用指令执行速度进行性能评价 <☆☆☆☆>

解：优化后 A 类指令的条数减少了 50%，因而各类指令所占比例分别计算如下。

$$\text{A 类指令: } 21.5 / (21.5 + 21 + 12 + 24) = 27\%$$

$$\text{B 类指令: } 21 / (21.5 + 21 + 12 + 24) = 27\%$$

$$\text{C 类指令: } 12 / (21.5 + 21 + 12 + 24) = 15\%$$

$$\text{D 类指令: } 24 / (21.5 + 21 + 12 + 24) = 31\%$$

① 优化前后程序的 CPI 分别计算如下。

$$\text{优化前: } 43\% \times 1 + 21\% \times 2 + 12\% \times 2 + 24\% \times 2 = 1.57$$

$$\text{优化后: } 27\% \times 1 + 27\% \times 2 + 15\% \times 2 + 31\% \times 2 = 1.73$$

② 优化前后程序的 MIPS 分别计算如下。

$$\text{优化前: } 50\text{M} / 1.57 = 31.8 \text{ MIPS}$$

$$\begin{aligned} \text{MIPS} &= \frac{\text{指令数}}{\text{CPI} \times 10^6} \\ &= \frac{50 \text{M}}{1.57 \times \text{CPI} \times 10^6} \end{aligned}$$

13015 计算机系统原理

第一章考点解析（历年真题讲解）

13015 计算机系统原理【2024-04】

1. 在计算机内部，指令信息采用的表示形式是
- A. 二进制序列
 - B. 八进制序列
 - C. 十进制序列
 - D. 十六进制序列

解析：

计算机内部所有信息都采用**二进制**编码表示。

正确答案：A

13015 计算机系统原理【2024-04】

16. 按照在计算机上完成任务的不同，可以把使用计算机的用户分成以下 4 类：最终用户、系统管理员、_____和_____。

解析：

应用管理员、系统程序员

13015 计算机系统原理【2024-04】

30. 假设某个频繁使用的程序 P 在机器 M1 上运行需要 15S，M1 的时钟频率为 3GHz。设计人员想开发一台与 M1 具有相同 ISA 的新机器 M2。采用新技术可使 M2 的时钟频率增加，但同时也会使 CPI 增加。假定 P 在 M2 上执行时的时钟周期数是在 M1 上的 2 倍，则 M2 的时钟频率至少达到多少才能使程序 P 在 M2 上的运行时间缩短为 10S？

解析：

(1) P在M1的时钟周期数=用户CPU时间×时钟频率= **$15S \times 3GHz = 45G$**

(2) P在M2的时钟周期数是M1的2倍，则P在M2的时钟周期数
 $= 45G \times 2 = 90G$

(3) M2的时钟频率=M2的时钟周期数÷用户CPU时间= **$90G \div 10S = 9GHz$**

13015 计算机系统原理【2024-04】

总结:

(1) 选择题**1分**

(2) 填空题**2个空×1=2分**

(3) 计算题**1×10=10分**

第一章共计13分，占比13%

13015 计算机系统原理【2023-10】

1. 下列关于存储程序工作方式的描述，正确的是
 - A. 程序事先存储在磁盘中，执行时从磁盘逐条指令读取到 CPU 中
 - B. 程序事先存储在主存中，执行时从主存逐条指令读取到 CPU 中
 - C. 程序事先存储在主存中，所需数据必须从输入设备获取
 - D. 在主存中为了区分数据和程序，需要在信息表示中使用相应的标志信息
2. 计算机的最终用户工作在
 - A. 应用程序层面
 - B. 操作系统层面
 - C. 编译程序层面
 - D. 指令集体系结构层面
3. 下列性能指标中用来表示每秒执行定点数处理指令条数的是
 - A. CPI
 - B. MIPS
 - C. MFLOPS
 - D. 主频

13015 计算机系统原理 【2023-10】

解析：

计算机内部所有信息都采用**二进制**编码表示。

1、程序事先存储在**主存**中，执行时从**主存**逐条指令读取到CPU中。

正确答案：**B**

2、计算机的最终用户通常是在**应用程序层**面进行工作的。

正确答案：**A**

3、MIPS是衡量计算机每秒钟执行**定点数**处理指令条数的关键指标。

正确答案：**B**

13015 计算机系统原理【2023-10】

19. 在计算机系统中，从层次结构上可以将存储器分为寄存器、高速缓存、_____和_____。

解析：

19、主存（或内存）、辅存（或外存）

13015 计算机系统原理【2023-10】

31. 一个高级语言编写的程序被两个不同的编译器编译生成两种不同的指令序列 F1 和 F2，在时钟频率为 1GHz 的机器上运行，目标指令序列中用到的指令类型有 A、B、C 和 D 四类。四类指令在机器上的 CPI 和两个指令序列所用的各类指令条数如下表所示。

指令类型	A	B	C	D
各类指令的 CPI	1	2	3	4
F1 的指令条数	3	3	4	2
F2 的指令条数	4	3	2	2

试回答以下各问：

(1) F1 和 F2 各有多少条指令？所含的时钟周期数各为多少？

(2) F1 和 F2 的 CPI 各为多少？执行时间各为多少？

要求：小数保留到小数点后 1 位。

13015 计算机系统原理 【2023-10】

解析：

(1)

F1：有 $3+3+4+2=12$ 条指令，时钟周期数为 $1\times 3+2\times 3+3\times 4+4\times 2=29$

F2：有 $4+3+2+2=11$ 条指令，时钟周期数为 $1\times 4+2\times 3+3\times 2+4\times 2=24$

(2)

F1：CPI为 $29\div 12=2.4$ ，执行时间为 $29\div 1\text{G}=29\text{ns}$ 。

F2：CPI为 $24\div 11=2.2$ ，执行时间为 $24\div 1\text{G}=24\text{ns}$ 。

13015 计算机系统原理 【2023-10】

总结:

(1) 填空题 $3 \times 1 = 3$ 分

(2) 填空题 2 个空 $\times 1 = 2$ 分

(3) 计算题 $1 \times 10 = 10$ 分

第一章共计15分，占比15%

13015 计算机系统原理【2023-04】

16. 计算机的五个基本组成部件是输入设备、输出设备、控制器、_____和_____。

解析：

运算器、存储器

13015 计算机系统原理【2023-04】

26. 冯·诺依曼结构计算机的基本思想主要包括哪几个方面？

27. 既然计算机内部所有信息都用二进制表示，为什么还要用到八进制或十六进制数？

解析：

26、答：冯·诺依曼结构计算机的基本思想主要包括以下几个方面：

- (1) 采用“存储程序”工作方式；
- (2) 计算机由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五个基本部件组成；
- (3) 存储器不仅能存放数据，而且也能存放指令；
- (4) 计算机内部以二进制形式表示指令和数据

27、答：(1) 二进制数太长，**书写、阅读均不方便**，而八进制或十六进制数却像十进制数一样简练、易写易记；(2) 虽然计算机中知识用二进制一种计数制，但**为了开发和调式程序、阅读机器代码时的方便**，人们经常用**八进制或十六进制数来等价的表示**二进制数。

13015 计算机系统原理【2023-04】

30. 假设某个频繁使用的程序 P 在机器 M1 上运行需要 20s, M1 的时钟频率为 2GHz。设计人员想开发一台与 M1 具有相同 ISA 的新机器 M2。采用新技术可使 M2 的时钟频率增加,但同时也会使 CPI 增加。假定 P 在 M2 上执行时的时钟周期数是在 M1 上的 1.5 倍,则 M2 的时钟频率至少达到多少才能使程序 P 在 M2 上的运行时间缩短为 10s?

解析:

(1) P在M1的时钟周期数=用户CPU时间×时钟频率= $20S \times 2GHz = 40G$

(2) P在M2的时钟周期数是M1的1.5倍, 则P在M2的时钟周期数
 $= 40G \times 1.5 = 60G$

(3) M2的时钟频率=M2的时钟周期数÷用户CPU时间= $60G \div 10S = 6GHz$

13015 计算机系统原理【2023-04】

总结:

(1) 填空题 $2 \text{个空} \times 1 = 2 \text{分}$

(2) 简答题 $2 \times 5 = 10 \text{分}$

(3) 计算题 $1 \times 10 = 10 \text{分}$

第一章共计22分，占比22%

The background features a blue-toned digital landscape. In the foreground, there are rolling hills covered in a network of white lines and small dots, suggesting a data or network structure. The sky is a gradient of blue, with several bright stars or data points scattered across it. The overall aesthetic is clean, modern, and technological.

谢谢大家