

## 第 10 章 输入输出系统

10.3 简述中断处理的过程，指出其中哪些工作是由硬件实现的，哪些是由软件实现的。

答：

(1) 关中断。进入不可再次响应中断的状态，由硬件自动实现。

(2) 保存断点和现场。保存断点是将当前的程序计数器 PC 中的内容保存起来。保存现场是指保存程序状态字、中断屏蔽寄存器和 CPU 中某些寄存器的内容。

保存现场即可通过硬件，也可通过软件即中断服务程序实现。

(3) 判断中断源，转向中断服务程序。判断并响应优先权最高的那个中断源，转入相应的中断服务程序。

(4) 开中断。允许更高级中断得到响应，实现中断嵌套。

(5) 执行中断服务程序。实际有效的中断处理工作是在此程序段中实现的。

(6) 退出中断。即关中断、恢复现场、恢复断点，然后开中断、返回原程序执行。

其中开关中断和保存断点、恢复断点一般是硬件实现，保存现场和恢复现场既可以硬件，也可以软件实现，判断中断源和执行中断服务程序一般是软件实现。

10.7 假定某外设向 CPU 传送信息，最高频率为 40 千次/秒，而相应的中断处理程序的执行时间为 40 微秒，问该外设是否可以采用中断方式工作？为什么？

答：不可以。由最高频率为 40 千次/秒，计算可得请求中断的周期为 25 微秒，而处理一次中断需要 40 微秒，因此会失去数据。

10.11 设有一磁盘盘面共有磁道 200 道，盘面总存储容量为 1.6MB，磁盘旋转一周时间为 25ms，每道有 4 个区，各区之间有一间隙，磁头通过每个间隙需 1.25ms。

(1) 磁盘通道所需最大传输率是多少 (B/s)？

(2) 设有人为上述磁盘机设计了一个与主机之间的接口，磁盘读出数据串行送入一个移位寄存器，每当移满 16 位后，向处理机发出一个请求交换数据的信号。处理机响应请求信号，并取走移位寄存器的内容后，磁盘机再串行送入下一个 16 位的字，如此继续工作。如果现在已知处理机在接到请求交换的数据以后，最长响应时间为 3 微秒，这样的接口能否正确工作？应如何改进？

答：

$$\begin{aligned} \text{(1) 最大传输率} &= \frac{\text{磁道存储量}}{\text{盘转一圈时间} - \text{磁头通过4个扇区间的间隙时间}} \\ &= \frac{1.6\text{MB} / 200}{25\text{ms} - 4 \times 1.25\text{ms}} = \frac{8\text{KB}}{20\text{ms}} = 400\text{KB} / \text{s} \end{aligned}$$

$$\text{(2) 从盘上读出 1 位的时间} = \frac{1}{\text{传输率}} = \frac{1}{400\text{K} \times 8 / \text{s}} = 0.31\mu\text{s} , \text{即移位寄存器的移位间隔}$$

时间。

磁盘接口不能正常工作，因为移位寄存器保持一个字不变的时间仅 0.31 微秒，而 CPU 的最大响应时间为 3 微秒，所以会丢失数据。

改进方法：再设置一个发送寄存器，每当移位寄存器内移满一个字（16 位）时就将其内容送入发送寄存器（移位寄存器可以接收下一个字），再由发送寄存器将数据送 CPU。发送寄存器保持一个字的时间 = 0.31 微秒 × 16 = 5 微秒，大于 3 微秒。

10.12 今有一磁盘存储器，转速为 3000r/min，分 8 个扇区，每扇区存储 1KB。主存与磁盘传送数据的宽度为 16b（即每次传送 16b）

（1）描述从磁盘处于静止状态开始将主存缓冲区中 2KB 传送到磁盘的整个工作过程。

（2）假如一条指令最长执行时间为 30 微秒，是否可采用在指令结束时响应 DMA 请求的方案？为什么？如果不行，应采用怎样的方案？

答：

（1）数据传送过程如下：

A 主程序先启动磁盘驱动器，然后继续执行主程序。

B 磁盘转速正常后，接口向 CPU 发中断请求。CPU 响应后，由中断服务程序向接口发送设备地址、主存初始地址和传送字数（2KB = 1K 字）等，然后返回主程序继续工作。

C 磁头找道，并等待磁盘转到访问的扇区后，通过接口向 CPU 发 DMA 请求，传送数据，因为传送 1K 字，所以总共发出 1K 个 DMA 请求。

D 传送数据结束，接口向 CPU 发中断请求，CPU 响应中断后，由中断服务程序判断是继续传送还是停止传送。这里应是停止磁盘工作。

（2）不可以，因为转速 =  $3000 \text{ r/min} = 50 \text{ r/s}$ ，转一圈的时间为 20 ms，每一磁道的存储容量为 8 KB = 4K 字。磁盘写入一个字的时间为转一圈的时间 / 磁道存储量 =  $20 \text{ ms} / 4K = 5 \text{ 微秒}$ ，由于 CPU 执行一条指令的最长时间为 30 微秒，如果要待指令结束后响应 DMA 请求，有可能产生错误。

可以采用让 CPU 在每个机器周期都能响应 DMA 请求或者增加磁盘机内的数据寄存器数量等方案。