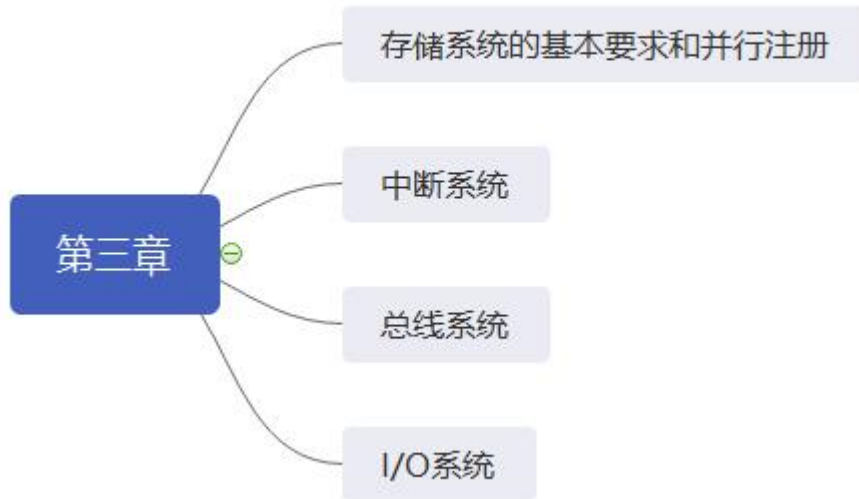


计算机系统结构官方笔记

一、思维导图



二、知识点回顾

1、什么是总线

总线是用于互连计算机、CPU、存储器、I/O 接口及外围设备、远程通信设备间信息传送通路的集合。

总线与其相配合的附属控制电路统称为总线系统。

按信息传送功能、性能的不同，有数据线，地址线，命令、时序和中断信号等控制/状态线，电源线，地线及备用线等。

2、总线的分类

总线按在系统中的位置分 芯片级（CPU 芯片内的总线）、板级（连接插件板内的各个组件，也称局部总线或内部总线）和系统级（系统间或主机与 I/O 接口或设备之间的总线）等 3 级。

就总线允许信息传送的方向来说，可以有单向传输和双向传输两种。

双向传输又有半双向和全双向的不同。

总线按用法可分为专用和非专用两类。

只连接一对物理部件的总线称专用总线。

其优点是

1. 多个部件可以同时收/发信息，不争用总线，系统流量高；
2. 通信时不用指明源和目的，控制简单；
3. 任何总线的失效只会使连于该总线的两个部件不能直接通信，但它们仍可通过其他部件间接通信，因而系统可靠。

专用总线的缺点是总线数多。

3、总线的控制

集中式总线的控制

优先次序的确定可以有串行链接、定时查询和独立请求 3 种不同的方式，也可以是它们的结合。

采用何种方式取决于控制线数目、总线分配速度、灵活性、可靠性等因素的综合权衡。

串行链接方式获得使用总线权的优先次序是由“总线可用”线所接部件的物理位置来决定的，离总线控制器越近的部件其优先级越高。

集中式定时查询方式：

定时查询的缺点是控制线的线数较多，需 $2 + \lceil \log_2 N \rceil$ 根；可以共享总线的部件数受限于定时查询线的线数（编址能力），扩展性稍差；控制较为复杂；总线分配的速度取决于计数信号的频率和部件数，不能很高。

定时查询的缺点（单选）

是控制线的线数较多，需 $2 + \lceil \log_2 N \rceil$ 根；可以共享总线的部件数受限于定时查询线的线数（编址能力），扩展性稍差；控制较为复杂；总线分配的速度取决于计数信号的频率和部件数，不能很高。

4、数据宽度

数据宽度是 I/O 设备取得 I/O 总线后所传送数据的总量。

数据宽度有单字（单字节）、定长块、可变长块、单字加定长块和单字加可变长块等之分。

单字（单字节）宽度适合于输入机、打印机等低速设备。

定长块宽度适合于磁盘等高速设备，可以充分利用总线带宽。

可变长块宽度适合于高优先级的中高速磁带、磁盘等设备，

对于挂有速度较低而优先级较高的设备的总线，可以采用单字加定长块传送。

采用单字加可变长块的传送，是一种灵活有效却复杂、开销大的方法。

5、总线线数

总线要有发送/接收电路、传输导线或电缆、转接插头和电源等，在满足性能前提下应尽量减少线数。总线线数可通过采用线的功能组合、编码和并/串一串/并转换来减少。

总线标准一般包括机械、功能、电气及过程（同步）等 4 个方面的标准

6、什么是 I/O 系统

I/O（输入/输出）系统包括输入/输出设备、设备控制器及与输入/输出操作有关的软、硬件。

输入/输出系统的发展经历了 3 个阶段，相对应于 3 种方式，即程序控制 I/O（包括全软件的、程序查询的、中断驱动的）、直接存储器访问（DMA）及 I/O 处理机方式。它们可分别用于不同的计算机系统，也可用于同一系统。

输入/输出设备分外存和传输设备两大类。外存有磁盘、磁带、光盘等。传输设备有键盘、鼠标、光笔、显示器、各种打印/印字机、声音输入/输出设备、图形扫描器、网络驱动器等。

7、通道处理机的工作原理

启动 I/O 指令是主要的输入/输出指令，属于管态指令

根据通道数据传送期中信息传送方式的不同，可分为字节多路、数组多路和选择 3 类通道。

字节多路通道适用于连接大量的像光电机等字符类低速设备。

数组多路通道适合于连接多台磁盘等高速设备。

选择通道适合于连接优先级高的磁盘等高速设备，

8、通道流量的设计

通道流量是通道在数据传送期内，单位时间内传送的字节数。它能达到的最大流量称通道极限流量。

1) 字节多路通道每选择一台设备只传送一个字节，其通道极限流量

$$f_{\max \bullet \text{byte}} = \frac{1}{T_S + T_D}$$

- 2) 数组多路通道每选择一台设备可传送完 K 个字节。如果要传送 N 个字节，就得分 $\lceil N/K \rceil$ 次传送才行，每次传送都要选一次设备，通道极限流量

$$f_{\max \bullet block} = \frac{1}{T_S + KT_D} = \frac{1}{\frac{T_S}{K} + T_D}$$

- 3) 选择通道每选择一台设备就把 N 个字节全部传送完，通道极限流量

$$f_{\max \bullet select} = \frac{N}{T_S + NT_D} = \frac{1}{\frac{T_S}{N} + T_D}$$

由通道工作原理可知，当挂上设备后，设备要求通道的实际最大流量，字节交叉方式工作的应是该通道所接各设备的字节传送速率之和，即

$$f_{\text{byte} \cdot j} = \sum_{i=1}^{p_j} f_{i \cdot j}$$

数组多路 and 选择工作的应是所接各设备的字节传送速率中的最大者，即

$$f_{\text{block} \cdot j} = \max_{i=1}^{p_j} f_{i \cdot j}$$

$$f_{\text{select} \cdot j} = \max_{i=1}^{p_j} f_{i \cdot j}$$

式中， j 为通道的编号； $f_{i \cdot j}$ 为第 j 号通道上所挂的第 i 台设备的字节传送速率； p_j 为第 j 号通道中所接设备的台数。

为了保证第 j 号通道上所挂设备在满负荷的最坏情况下都不丢失信息，必须满足设备要

$$f_{\text{byte} \cdot j} \leq f_{\text{max} \cdot \text{byte} \cdot j}$$

$$f_{\text{block} \cdot j} \leq f_{\text{max} \cdot \text{block} \cdot j}$$

$$f_{\text{select} \cdot j} \leq f_{\text{max} \cdot \text{select} \cdot j}$$

如果 I/O 系统有 m 个通道，其中 $1 \sim m_1$ 为字节多路通道， $(m_1 + 1) \sim m_2$ 为数组多路通道， $(m_2 + 1) \sim m$ 为选择通道，则 I/O 系统的极限流量为

$$f_{\text{max}} = \sum_{j=1}^{m_1} f_{\text{max} \cdot \text{byte} \cdot j} + \sum_{j=m_1+1}^{m_2} f_{\text{max} \cdot \text{block} \cdot j} + \sum_{j=m_2+1}^m f_{\text{max} \cdot \text{select} \cdot j}$$

必然会满足

$$f_{\text{max}} \geq \sum_{j=1}^{m_1} \sum_{i=1}^{p_j} f_{i \cdot j} + \sum_{j=m_1+1}^{m_2} \sum_{i=1}^{p_j} \max f_{i \cdot j} + \sum_{j=m_2+1}^m \sum_{i=1}^{p_j} \max f_{i \cdot j}$$

9、存储体系

存储体系（即存储层次）是让构成存储系统的几种不同的存储器（M1~Mn）之间，配上辅助软、硬件或辅助硬件，使之从应用程序员角度来看，它们在逻辑上是一个整体。

10、虚拟存储器

虚拟存储器是因主存容量满足不了要求而提出来的。在主存和辅存之间，增设辅助的软、硬件设备，让它们构成一个整体，所以也称为主存—辅存存储层次，

11、cache 存储器

因主存速度满足不了要求而引出了 Cache 存储器。在 CPU 和主存之间增设高速、小容量、每位价格较高的 Cache，用辅助硬件将 Cache 和主存构成整体，

Cache 存储器不仅对应用程序员是透明的，

而且对系统程序员也是透明的。

12、存储体系的构成依据

为了使存储体系能有效地工作，当 CPU 要用到某个地址的内容时，总希望它已在速度最快的 M1 中，这就要求能预知未来被访问信息的地址，这对存储体系的构成是非常关键的。

这种预知的可能性是基于计算机程序具有局部性，包括时间上的局部性和空间上

的局部性。

13、多级存储层次

$$C = \frac{c_1 S_{M_1} + c_2 S_{M_2}}{S_{M_1} + S_{M_2}}$$

命中率 H 定义为 CPU 产生的逻辑地址能在 M1 中访问到（命中到）的概率。

命中率 H 与程序的地址流、所采用的地址预判算法及的容量都有很大关系

即 H 越接近于 1 越好

三、练习题

1、下列各项中不影响主存命中率的因素是（ ） 1504

A:页地址流

B:页面调度策略

C:主存的容量

D:辅存的容量

答案：D

2、在主存-辅存存储层次结构中,从 CPU 上看,（ ）接近于主存,（ ）是辅存的。 1810

答案：速度 容量

3、CPU 要能预知未来被访问信息的地址是基于计算机程序具有的特性是（ ）

1710

A:快速性

B:稳定性

C:局部性

D:可靠性

答案：C