

“计算机组织结构”作业 08

1. 假设一个同步总线的时钟频率为 50MHz，总线宽度为 32 位，每个时钟周期传送一个数据，该总线的带宽为多少？若要将该总线的带宽提高一倍，有哪几种方案？

带宽=时钟频率*总线宽度/1=50MHz*32b=50MHz*4B=200MB/s

带宽提高一倍方案：

- 1、时钟频率提升为 100MHz
- 2、总线宽度提升为 64 位
- 3、每个时钟周期传送两个数据

2. 一个 32 位的微处理器，它有 16 位的外部数据总线，由 40MHz 输入时钟驱动。假设一个总线事务需要的最短时间等于 4 个输入时钟周期，这个处理器可能维持的最大数据传输率是多少？如果将它的外部数据总线扩展为 32 位，那么该总线的最大数据传输率提高到多少？这种措施与加倍外部处理器总线时钟频率的措施相比，哪种更好？

- (1) 假设事务平均是 n 个周期，考虑到一个事务不可能一直连续用总线进行数据传输，还有部分周期用来准备数据、延迟等待等等

由于一个总线事务需要的最短时间是 4 个输入时钟周期，它至少需要 1 个输入时钟周期来传输数据，则用 3 个时钟周期做其他事情

则如果要维持的最大传输率，做其他事情的时钟周期恒为 3 个

最大数据传输率= $2B * (n-3)/n * 40\text{MHz} = 80(n-3)/n \text{ MB/s}$

- (2) 外部数据总线扩展为 32 位，每次传输的数据量时原先的两倍

则最大传输率提高到 $160(n-3)/n \text{ MB/s}$

- (3) 这种措施与加倍外部处理器总线时钟频率的措施效果相同

3. VAX SBI 总线采用分布式的自举裁决方案，总线上每个设备有唯一的优先级，而且有一根独立的总线请求线 REQ，SBI 有 16 根这样的请求线 (REQ0, ..., REQ15)，其中 REQ0 优先级最高，请问最多可有多少个设备连到这样的总线上？为什么？

最多可有 16 个设备

分布式自举裁决方案中

每个 device 只需要知道比自己优先级更高的设备是否发出 request

同时自己向对应的 request 线上传自己 request 状态

如果更高优先级的 device 有 request，自己必须让步

所以 device 0 不用其他 request 线，占用 REQ0

device 1 要有 device 0 的 request 线，占用 REQ1

...

device 15 要有 device 0、device 1、...、device 14 的 request 线，占用 REQ15

反之，如果有第 17 个 device，则需要有 REQ16 来上传自己 request 状态，矛盾了
所以最多有 16 个设备连接到总线上

4. 假设某存储器总线采用同步定时方式，时钟频率为 50MHz，每个总线事务传输 8 个字，每字 4 字节。对读操作，访问顺序是 1 个时钟周期接受地址，3 个时钟周期等待存储器读数，8 个时钟周期用于传输 8 个字。对于写操作，访问顺序是一个时钟周期接受地址，2 个时钟周期延迟等待，8 个时钟周期用于传输 8 个字，3 个时钟周期恢复和写入纠错码。对于以下访问模式，求出该存储器读写时在存储总线上的数据传输率。

- a) 全部访问为连续的读操作。

全部为连续读时，连续读取 8 个字，即 32B
 刚开始需要初始的地址，同时消耗 1 个周期读地址
 等待 3 个周期等待读取后，一直连续地向下读取 8 个字花费 8 个周期
 $\text{数据传输率} = 50\text{MHz} \times 32\text{B} / (1+3+8) = 133.33\text{MB/s}$

- b) 全部访问为连续的写操作。

全部为连续写时，连续写 32B
 同上， $\text{数据传输率} = 50\text{MHz} \times 32\text{B} / (1+2+8+3) = 114.29\text{MB/s}$

- c) 65% 的访问为读操作，35% 的访问为写操作。

方式(1)假定用全读和全写时的数据传输率加权平均，获取结果的数据传输率
 则 $\text{数据传输率} = 133.33 \times 65\% + 114.29 \times 35\% = 126.666\text{MB/s}$

方式(2)考虑到每个总线事务是传输 8 个字，可以把每次总线事务看成整体
 对不同总线事务需要的使用周期加权平均
 则 $\text{数据传输率} = 50\text{MHz} \times 32\text{B} / (12 \times 65\% + 14 \times 35\%) = 125.98\text{MB/s}$

5. 假定在一个字长为 32 位的计算机系统中，存储器分别连接以下两种同步总线。

总线 1 是 64 位数据和地址复用的同步总线，能在 1 个时钟周期内传输一个 64 位的数据或地址。支持最多连续 8 个字的存储器读操作和存储器写操作总线事务。任何一个读写操作总是先用 1 个时钟周期传送地址，然后有 2 个时钟周期的延迟等待，从第 4 个时钟周期开始，存储器准备好数据，总线以每个时钟周期 2 个字的速度传送，最多传送 8 个字。

总线 2 是分离的 32 位地址和 32 位数据的总线。支持最多连续 8 个字的存储器读操作和写操作总线事务，读操作的过程为：1 个时钟周期传送地址，2 个时钟周期延迟等待，从第 4 个时钟周期开始，存储器准备好数据，总线以每个时钟周期一个字的速度传输最多 8 个字；对于写操作，在第 1 个时钟周期内第 1 个数据字和地址一起传输，经过 2 个时钟周期的等待延迟后，以每个时钟周期 1 个字的速度传输，最多传输 7 个余下的数据字。假设这两种总线的时钟频率都是 100MHz，请问：

- a) 两种总线的带宽分别为多少？

总线 1
 $\text{带宽} = 64 \text{ (位/周期)} \times 100\text{MHz} = 800\text{MB/s}$
 总线 2
 $\text{带宽} = 32 \text{ (位/周期)} \times 100\text{MHz} = 400\text{MB/s}$

- b) 连续进行单个字的存储器读操作总线事务，两种总线的数据传输率分别为多少？

总线 1
 传送地址 1 个周期
 延迟等待 2 个周期
 传输一个字 1 个周期
 则 $\text{数据传输率} = 4\text{B} \times 100\text{MHz} / 4 = 100\text{MB/s}$
 总线 2
 传送地址 1 个周期
 延迟等待 2 个周期
 传输一个字 1 个周期
 则 $\text{数据传输率} = 4\text{B} \times 100\text{MHz} / 4 = 100\text{MB/s}$

- c) 连续进行单个字的存储器写操作总线事务，两种总线的数据传输率分别为多少？

总线 1
 传送地址 1 个周期
 延迟等待 2 个周期
 传输一个字 1 个周期
 则 $\text{数据传输率} = 4\text{B} \times 100\text{MHz} / 4 = 100\text{MB/s}$
 总线 2

传送地址 1 个周期
延迟等待 2 个周期
该字已经在第一个周期与地址一起传送了
则 数据传输率=4B*100MHz/3=133.33MB/s

- d) 每次传输 8 个字的数据块，其中 60% 的访问是读操作总线事务，40% 的访问是写操作总线事务，两种总线的数据传输率分别是多少？

将每传输 8 个字作为一个整体，进行研究

总线 1

读：

传送地址 1 个周期
延迟等待 2 个周期
连续传送 8 个字 4 个周期
则一共 7 个周期
则 数据传输率=32B*100MHz/7=457.14MHz

写：

同上
一共 7 个周期
数据传输率=32B*100MHz/7=457.14MHz

总线 2

读：

传送地址 1 个周期
延迟等待 2 个周期
连续传送 8 个字 8 个周期
则一共 11 个周期
则 数据传输率=32B*100MHz/11=290.91MHz

写：

传送地址和第一个数 1 个周期
延迟等待 2 个周期
连续传送剩下 7 个字 7 个周期
则一共 10 个周期
则 数据传输率=32B*100MHz/10=320.00MHz

因为每次传输都是固定的数据块，所以有固定的周期

于是不适合对固定的周期加权平均

因此我用总体的读或写操作的几率计算

所以 总线 1 数据传输率为 $457.14 * (0.6 + 0.4) = 457.14 \text{ MB/s}$

总线 2 数据传输率为 $290.91 * 0.6 + 320 * 0.4 = 302.546 \text{ MB/s}$

6. 假定连接主存和 CPU 之间的同步总线具有以下特性：支持 4 字块和 16 字块（字长 32 位）两种长度的块传输，总线时钟频率为 200MHz，总线宽度为 64 位，每个 64 位数据的传送需要 1 个时钟周期，向主存发送一个地址需要 1 个时钟周期，每个总线事务之间有 2 个空闲时钟周期。若访问主存时最初 4 个字的存取时间为 148ns，随后每读 4 个字的时间

为 26ns，则在 4 字块和 16 字块两种传输方式下，该总线上传输 512 个字时的数据传输率分别为多少？

4 字块：

每个总线事务传输一个 4 字块
发送地址 1 个时钟周期
一个时钟周期是 $1/200\text{M}=5\text{ns}$
最初 4 个字 148ns，需要 30 个时钟周期包括进去
每个总线事务之间有 2 个时钟周期
因为访问主存后，还需要 2 个周期传输 4 字块
一共传输了 512 字=128 个 4 字块
每个块需要 $1+30+2+2=35$ 个时钟周期
传输率= $16\text{B} \times 200\text{MHz} / 35 = 91.429\text{MB/s}$

16 字块

每个总线事务传输一个 16 字块
发送地址 1 个时钟周期
一个时钟周期是 5ns
最初 4 个字需要 30 个时钟周期
后面 12 个字，每 4 个字 26ns，即 6 个时钟周期
一共 $1+30+6 \times 3+2+2=53$ 个时钟周期
一共传输 512 字=32 个 16 字块
传输率= $64\text{B} \times 200\text{MHz} / 53 = 241.509\text{MB/s}$