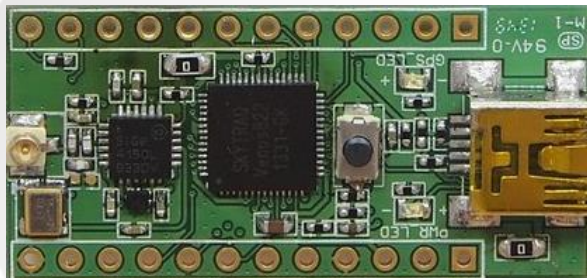


# 计算机组成原理

## 第四章 存储系统

### 4.11 高速缓冲存储器例题选讲



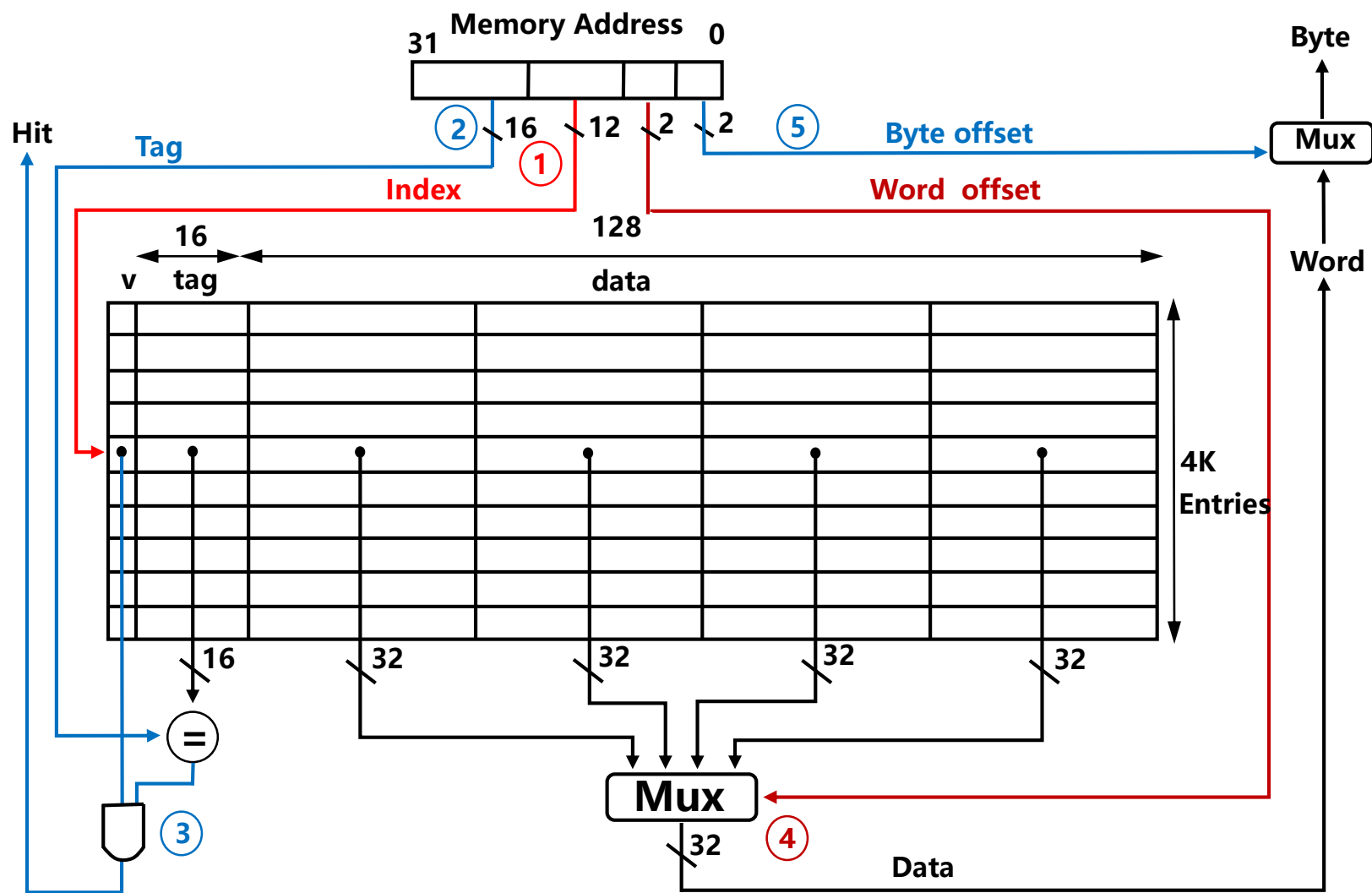
例1 假定主存和Cache之间采用直接映射方式，块大小为16B。Cache数据区容量为64KB，主存地址为32位，按字节编址，数据字长32位。要求

- 1)给出直接映射方式下主存地址划分
- 2)完成Cache访问的硬件实现
- 3)计算Cache容量

解：1)由题目条件知：

- 数据块大小16B  $\Rightarrow$  块内偏移地址4位；
- Cache数据区容量为64KB  $\Rightarrow$   $64\text{KB}/16\text{B} = 4096$ 行Cache) ;  
 $\searrow$  Index字段12位
- Tag字段的位数为  $\Rightarrow$   $32 - 12 - 4 = 16$ 位 (Tag)

## 完成Cache访问的硬件实现



例1 假定主存和Cache之间采用直接映射方式，块大小为16B。Cache数据区容量为64KB，主存地址为32位，按字节编址，数据字长32位。要求  
3)计算Cache容量（假定Cache中除数据和标记外还包含一位有效位）。

由第一问的解答可知：**Tag 为16 bit**

由题目条件及Cache的工作原理知：

Cache每行数据存储体容量为  $16 \times 8 = 128 \text{ bit}$

Cache 每行的总存储容量为：  $1 + 16 + 128 = 145 \text{ bit}$

Cache 总容量为：  $4096 \times (1 + 16 + 128) = 580 \text{ Kbit}$

例2 设某机内存容量为16MB,Cache的容量16KB,每块8个字,每个字32位.设计一个四路组相联映射(即Cache内每组包含4个字块)的Cache组织方式。

- 1)求满足组相联映射的主存地址字段中各字段的位数
- 2)设Cache的初态为空,CPU从主存第0号单元开始连续访问100个字(主存一次读出一个字),重复此次序读8次,求存储访问的命中率
- 3)若Cache的速度是主存速度的6倍,求存储系统访问加速比

解:1) 每块  $8 \times 32\text{位} = 32\text{B}$   $\Rightarrow$   $\begin{cases} \text{块内偏移地址} 5\text{位} \\ \text{Cache行数: } \Rightarrow 16\text{KB}/32\text{B} = 512\text{行} \end{cases}$

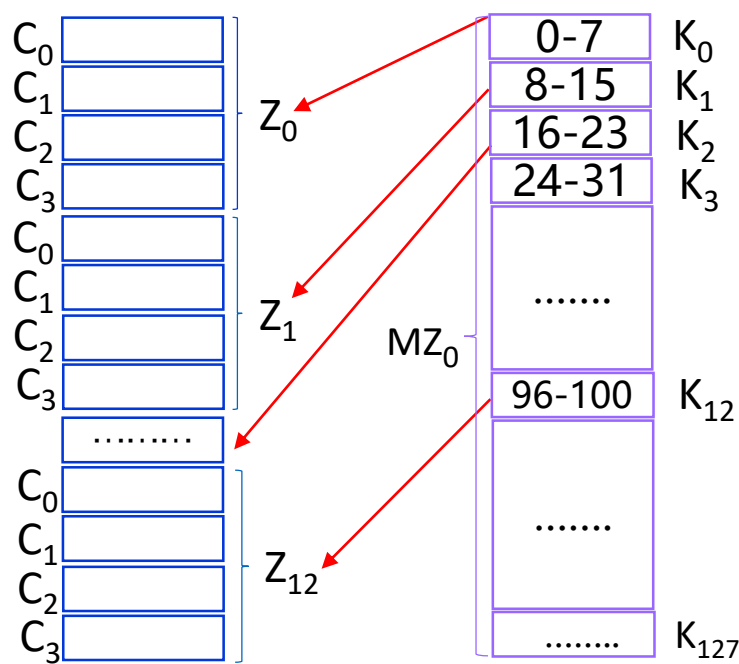
Cache的组数为:  $\Rightarrow 512/4 = 128\text{组}$

$\hookrightarrow$  Index字段 7位

Tag字段为:  $24 - 5 - 7 = 12\text{位}$

例2 设某机内存容量为16MB,Cache的容量16KB,每块8个字,每个字32位.设计一个四路组相联映射(即Cache内每组包含4个字块)的Cache组织方式。

2)设Cache的初态为空,CPU从主存第0号单元开始连续访问100个字(主存一次读出一个字),重复此次序读8次,求存储访问的命中率



- 主存100个单元分13块，处于主存0组,而Cache有128组,故访问主存前100号单元不发生页面调度

- 初态为空,每块第一次不命中，后7次访问均命中

- 100号单元对应13块,第一轮访问13次不命中,后七轮访问均命中

- 循环8次的总命中率为:  
 $(100 \times 8 - 13) / (8 \times 100) = 98.375\%$

例2 设某机内存容量为16MB,Cache的容量16KB,每块8个字,每个字32位.设计一个四路组相联映射(即Cache内每组包含4个字块)的Cache组织方式。

3)若Cache的速度是主存速度的6倍,求存储系统访问的加速比

设Cache的存取周期为 $t$ , 则主存存取周期为 $6t$

直接从内存读取所有数据所需时间为:

$$T_{nc} = 800 * 6t = 4800t$$

通过Cache访问800个数据的时间为:

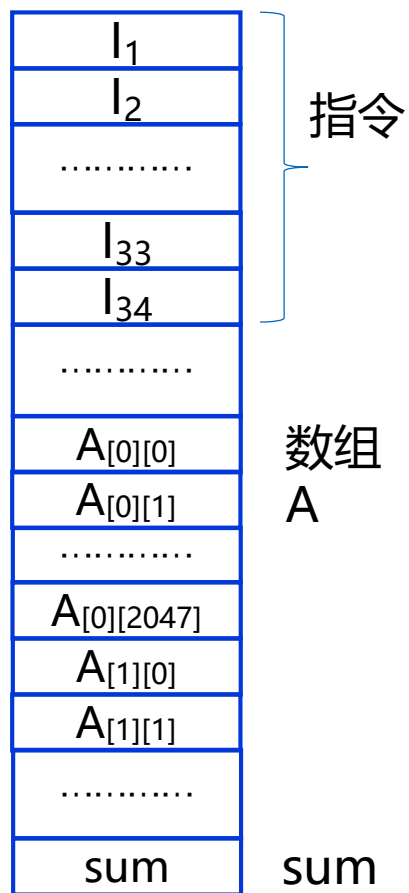
$$T_c = 13 * 6t + (800 - 13) * t = 865t$$

存储系统访问的加速比

$$S = T_{nc} / T_c = (4800t / 865t) = 5.5$$

例3 局部性分析。以下程序A和B中，哪一个对数组A[2048][2048]引用的**空间局部性**更好？**时间局部性**呢？变量sum的空间局部性和时间局部性如何？

假定数组在主存按行优先顺序存放



程序段A

```
Int sumarryrows (int A[M][N]
{
    int i ,j, sum =0;
    for ( i=0; i <M; i++)
        for ( j=0; j <M; j++)
            sum+= A[i][j];
    return sum;
}
```

程序段B

```
Int sumarrycols (int A[M][N]
{
    int i ,j, sum =0;
    for ( j=0; j <M; j++)
        for ( i=0; i <M; i++)
            sum+= A[i][j];
    return sum;
}
```



例3 局部性分析。以下程序A和B中，哪一个对数组A[2048][2048]引用的**空间局部性**更好？**时间局部性**呢？变量sum的空间局部性和时间局部性如何？

时间局部性的程序结构体现



循环



循环结构中的变量具有**时间局部性**

空间局部性的程序结构体现



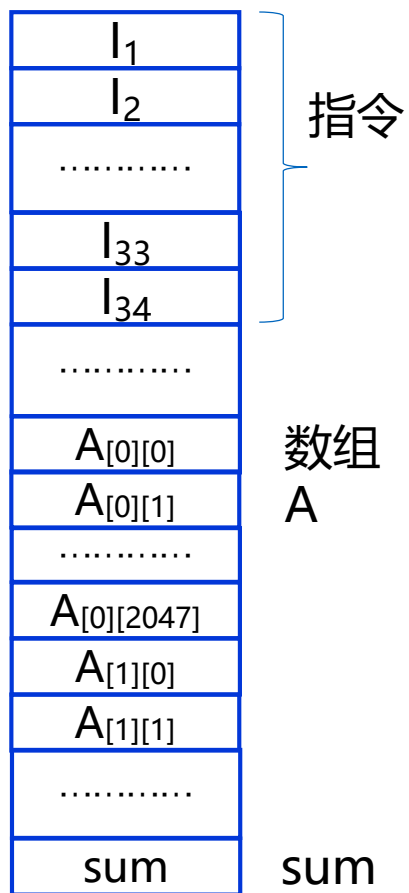
顺序



顺序访问中的多个变量间具有**空间局部性**

例3 局部性分析。以下程序A和B中，哪一个对数组A[2048][2048]引用的**空间局部性**更好？**时间局部性**呢？变量sum的空间局部性和时间局部性如何？

假定数组在主存按行优先顺序存放



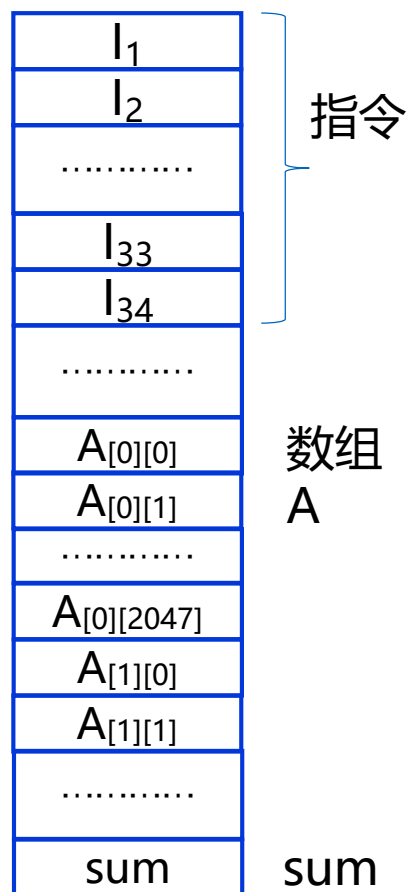
程序段A

```
Int sumarryrows (int A[M][N]
{
    int i ,j, sum =0;
    for ( i=0; i <M; i++ )
        for ( j=0; j <M; j++ )
            sum+= A[i][j];
    return sum;
}
```

- 数组访问顺序与存放顺序一致，空间局部性好！
- 数组虽在循环体中，但每个元素只用一次，时间局部性差！
- 变量sum在循环体中，时间局部性好！
- 变量sum只有一个变量，空间局部性差！

例3 局部性分析。以下程序A和B中，哪一个对数组A[2048][2048]引用的**空间局部性**更好？**时间局部性**呢？变量sum的空间局部性和时间局部性如何？

假定数组在主存按行优先顺序存放



程序段B

```
Int sumarrycols (int A[M][N]
{
    int i ,j, sum =0;
    for ( j=0; j <M; j++ )
        for ( i=0; i <M; i++ )
            sum+= A[i][j];
    return sum;
}
```

- 数组访问顺序与存放顺序不一致，空间局部性差！
- 数组虽在循环体中，但每个元素只用一次，时间局部性差！
- 变量sum在循环体中，时间局部性好！
- 变量sum只有一个变量，空间局部性差！