**Cache作业**

这次作业总体不错。

1. 某计算机的存储系统由Cache和主存。若所访问的字在Cache中，则存取它需要10ns；将所访问的字从主存装入Cache需要60ns。假定Cache的命中率为0.9，计算该存储系统访问一个字的平均存取时间。

解： 平均存取时间为： 10ns\*0.9 + (60ns+10ns) \* (1-0.9) = 16ns

1. 假设一4路组相联Cache，数据存储空间大小64KB，块大小为16字节，主存地址32位，主存一个字包含4个字节，Cache采用写回策略，每个数据块包括1位有效位，Cache每个字用1位脏位来表示是否被修改。
   1. CPU如何解释主存地址（主存地址格式）
   2. 计算实现该Cache所需总存储容量

解：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 18 | 10 | 4 |
| 组内块地址（tag） | 组地址 | 块内偏移 |

(1) 主存容量：2^32 = 4G Bytes

Cache容量：64K Bytes

块大小：16Bytes

路：4路 (cache每组含4个块)

Cache组数：64KB/(16B\*4)=2^10=1024组

主存每组块数=4G Bytes/(16Bytes\*1024组)=2^18块/组

主存地址：32位，高18位为组内块地址，中间10位为组地址，低4位为块内地址

cache行中非数据部分：1位有效位+ 18位组内块地址(Tag) + 4位脏位(4个字) = 23位

(2) 实现cache的总存储量：

每cache行组成：25位Tag+128位数据(16Bytes)

实现Cache的总存储容量: (23 + 128) \* (64K/16) = 604K bits = 75.5K Bytes

1. 计算机系统包含32K字的主存，Cache容量4K字，每组4 Blocks，每Block 64个字。假设Cache开始是空的，CPU顺序从存储单元0，1，2到4351中读取字，然后再重复这样的取数9次，Cache速度是主存速度的10倍，采用LRU替换算法，假定块替换的时间忽略不计.
   1. 计算上述取数过程的命中率；
   2. 计算采用Cache后的加速比。

解：

1）计算得：组数＝4K/(64\*4)＝16

主存块数＝32K/64＝512

主存块/组＝512/16＝32

4352个主存字分配在68个主存块中（4352/64=68）。主存块对应到Cache组，有68个主存块，16个Cache组，每Cache组4块。

第1次循环时，主存块0~63：失效。主存块64~67：失效&&替换，因“块替换的时间忽略不计”等价于仅存在失效，块失效次数：68次。

第2次循环～第10次循环，映射到组0~3的20个主存块：失效&&替换。主存块：0~3，16~19，32~35，48~51，64~67。其余48个主存块：全部命中。 块失效次数：20×9。块命中次数：48×9。

以块为单位，则块失效次数：68＋20×9＝248。块命中次数：48×9=432。而一次块失效有63次字命中。一次块命中有64次字命中。计算得：

字命中次数为248×63+432×64=43272。所以，命中率为

命中率＝ 命中Cache次数 / 访问总次数=43272/43520=99.43%

有同学此处从块的层面计算，48\*9/48\*9+68+20\*9=63.5%，命中率应理解为字的命中率。

2） 设Cache一次访问时间为S，则主存一次访问时间为10S (“Cache比主存快10倍”)，失效访问字时间为10S+S。

于是，加速比＝全部主存访问时间/(Cache失效访问时间+Cache命中访问时间)

＝(10S×43520)/( (10S+S)×248 + S×43272)＝9.46

1. 考虑一个Cache，其存取时间为2.5ns，行大小为64字节，命中率H=0.95。主存使用块传送方式，第一个字（4字节）存取时间为50ns，其后每个字存取时间为5ns。
   1. 出现一次Cache缺失的存取时间是多少？假设此时Cache等待，直到该行从主存传送到Cache，然后再从Cache读取；
   2. 假设行大小增大到128字节，命中率提升到0.97，是否会降低平均存取时间。

解：

1. 行大小为64字节=16字

出现一次Cache缺失的存取时间为：50ns+15×5ns+2.5ns = 127.5ns

有的同学此处50ns+15×5ns+16×2.5ns=165ns，命中率是对字来说的，且访存请求不一定是连续的，x16不合理。

2) 第一次平均存取时间为T = H×Tc+(1-H)×Tm = 0.95×2.5ns+0.05×127.5ns = 8.75ns

增加后：出现一次Cache缺失的存取时间为50ns+31×5ns+2.5ns = 207.5ns，平均存取时间为T = 0.97×2.5ns+0.03×207.5ns = 8.65ns

故平均存取时间降低了

有的同学说“故并没有降低”……（莫名笑点）好，我明白你的意思。