

局部性原理

数据总线

读

空间局部性：在最近的未来要用到的信息(指令和数据)，很可能与现在正在使用的信息在存储空间上是邻近的

CPU

写

地址总线

a[0] ~ a[9]

1000ns

+(5+5+5)ns×10

=1150ns

a[0] ~ a[999] 1150ns×100

=115us

5ns

5ns，可存100个int

主 存

int n=1000;

for(int i=0; i<n; i++)

{

a[i] = a[i] + 2;

}

1000ns

时间局部性：在最近的未来要用到的信息，很可能是现在正在使用的信息

5ns

a[0]

Cache

a[0] ~ a[9]

仅考虑a[i] = a[i] + 2

取出a[i]耗时1000ns，加法运算5ns， 存回a[i]耗时1000ns，故每个a[i]耗时2005ns，1000个a[i]共耗时

2005ns × 1000 = 2005us

5ns 1000ns

王道考研/CSKAOYAN.COM

MAR

MDR

# 



第三章 存储系统

[WWW.CSKAOYAN.COM](http://WWW.CSKAOYAN.COM/)

王道考研——组成原理



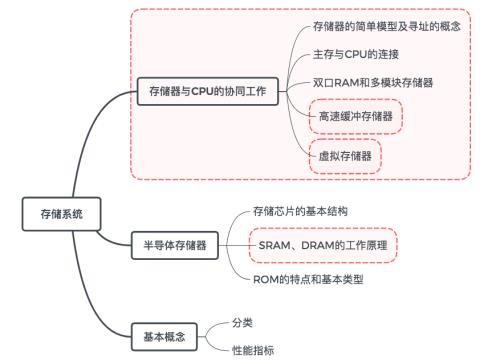
本节内容

高速缓冲存储器

局部性原理

性能分析

王道考研/CSKAOYAN.COM



本章总览

提高存储器的工作速度如：m个模块组成的低位

交叉编址存储器，可

以将带宽提升为m倍。

优化后速度与CPU差距依然很大

更高速的存储单元设计

存储器价格 容量

存储体系的改善“Cache-主存”层次

程序访问的局部性原理

王道考研/CSKAOYAN.COM

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| a[0] | a[1] | a[2] | a[3] |
| a[4] | a[5] | a[6] | a[7] |



性能分析

数据总线

读

CPU

写

地址总线

主 存

int n=1000;

for(int i=0; i<n; i++)

{

a[i] = a[i] + 2;

}

1000ns

命中率H：CPU欲访问的信息已在

Cache中的比率

设一个程序执行期间，Cache的总命中次数为Nc，访问主存的总次数为Nm，则 H = Nc+Nm

缺失率M = 1 - H

设tc为命中时的Cache访问时间，

Nc

t 为未命中时的访问时间

5ns

5ns，可存100个int

m

Cache—主存系统的平均访问时间

*T*a为

*T*a  *Ht*c  (1 *H* ) *t*m

王道考研/CSKAOYAN.COM

Cache

MAR

MDR

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| a[0] | a[1] | a[2] | a[3] |
| a[4] | a[5] | a[6] | a[7] |



王道考研/CSKAOYAN.COM

Cache

MAR

地址总线

主 存

写

CPU

【例3-2】 假设Cache的速度是主存的5倍，且Cache的命中率为95 ，则采用Cache后，

存储器性能提高多少（设Cache和主存同时被访问，若Cache命中则中断访问主存）？

数据总线读

性能分析

MDR



王道考研/CSKAOYAN.COM

Cache

不命命中中

故性能为原来的 *S* /5*t* = 1.2*t* ≈4.17倍，即提高了3.17倍。

设Cache的存取周期为*t*，则主存的存取周期为5*t*

Cache和主存同时访问，不命中时访问时间为5*t*

故系统的平均访问时间为*T*a=0.95×*t* + 0.05×5*t* = 1.2*t*

设每个周期可存取的数据量为*S*， 则存储系统带宽为*S* /1.2*t* ，

不采用Cache时带宽为*S* /5*t* ，

*S* /1.2*t* 5*t*

MAR

地址总线

主 存

写

CPU

【例3-2】 假设Cache的速度是主存的5倍，且Cache的命中率为95 ，则采用Cache后， 存储器性能提高多少（设Cache和主存同时被访问，若Cache命中则中断访问主存）？

数据总线读

性能分析

MDR



王道考研/CSKAOYAN.COM

Cache

不命中

故性能为原来的 *S* /5*t* = 1.2*t* ≈4.17倍，即提高了3.17倍。

设Cache的存取周期为*t*，则主存的存取周期为5*t*

Cache和主存同时访问，不命中时访问时间为5*t*

故系统的平均访问时间为*T*a=0.95×*t* + 0.05×5*t* = 1.2*t*

设每个周期可存取的数据量为*S*， 则存储系统带宽为*S* /1.2*t* ，

不采用Cache时带宽为*S* /5*t* ，

*S* /1.2*t* 5*t*

MAR

地址总线

主 存

写

CPU

【例3-2】 假设Cache的速度是主存的5倍，且Cache的命中率为95 ，则采用Cache后， 存储器性能提高多少（设Cache和主存同时被访问，若Cache命中则中断访问主存）？

数据总线读

性能分析

MDR



5*t*

故性能为原来的 *S* /5*t* = 1.2*t* ≈4.17倍，即提高了3.17倍。

若采用先访问Cache再访问主存的方式

不命中时，访问Cache耗时为*t* ，发现不命中后再访问主存耗时为5*t* ，总耗时为6*t*

故系统的平均访问时间为*T*a=0.95×*t* + 0.05×6*t* = 1.25*t*

故性能为原来的1.25*t* =4倍，即提高了3倍。

王道考研/CSKAOYAN.COM

Cache

不命命中中

设Cache的存取周期为*t*，则主存的存取周期为5*t*

Cache和主存同时访问，不命中时访问时间为5*t*

故系统的平均访问时间为*T*a=0.95×*t* + 0.05×5*t* = 1.2*t*

设每个周期可存取的数据量为*S*， 则存储系统带宽为*S* /1.2*t* ，

不采用Cache时带宽为*S* /5*t* ，

*S* /1.2*t* 5*t*

MAR

【例3-2】 假设Cache的速度是主存的5倍，且Cache的命中率为95 ，则采用Cache后，

存储器性能提高多少（设Cache和主存同时被访问，若Cache命中则中断访问主存）？

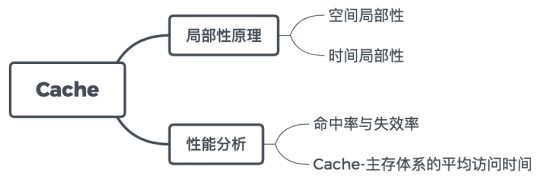
数据总线读

CPU 写 主 存

地址总线

性能分析

MDR



本节回顾

王道考研/CSKAOYAN.COM

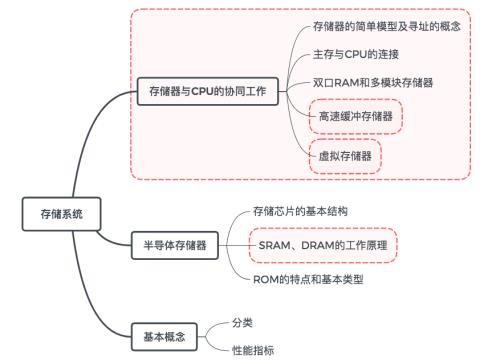


本节内容

高速缓冲存储器

地址映射方式

王道考研/CSKAOYAN.COM



王道考研/CSKAOYAN.COM

程序访问的局部性原理

存储体系的改善“Cache-主存”层次

提高存储器的工作速度如：m个模块组成的低位

交叉编址存储器，可

以将带宽提升为m倍。

优化后速度与CPU差距依然很大

更高速的存储单元设计

存储器价格 容量

本章总览



地址映射

假设某个计算机的主存地址空间大小为256MB，按字节编址，其数据Cache有8个Cache行，行长为64B。

即Cache块，是Cache与主存之间

传送数据的基本单位

1. 主存中的块放到Cache中哪个位置？

(1)空位随意放：全相联映射(2)对号入座：直接映射

(3)按号分组，组内随意放：组相联映射

Cache

0

1

2

3

4

5

6

7

按字节编址

000000000～ 000111111

001000000～ 001111111

010000000～ 010111111

011000000～ 011111111

100000000～ 100111111

101000000～ 101111111

110000000～ 110111111

111000000～ 111111111

十进制

0～63

64～127

128～191

192～255

256～319

320～383

384～ 447

448～ 511

主存

0

1

2

按字节编址

0…0000000000～ 0…0000111111

0…0001000000～ 0…0001111111

0…0010000000～ 0…0010111111

222-3

222-2

222-1

1…1101000000～ 1…1101111111

1…1110000000～ 1…1110111111

1…1111000000～ 1…1111111111

数据容量：8×64B = 512B

总容量：256MB 地址位数： 28 = 19 + 3 + 6

王道考研/CSKAOYAN.COM



地址映射

假设某个计算机的主存地址空间大小为256MB，按字节编址，其数据Cache有8个Cache行，行长为64B。

即Cache块，是Cache与主存之间传送数据的基本单位

1. 主存中的块放到Cache中哪个位置？

(1)空位随意放：全相联映射

Cache

0

1

2

3

4

5

6

7

按字节编址

000000000～ 000111111

001000000～ 001111111

010000000～ 010111111

011000000～ 011111111

100000000～ 100111111

101000000～ 101111111

110000000～ 110111111

111000000～ 111111111

十进制

0～63

64～127

128～191

192～255

256～319

320～383

384～ 447

448～ 511

主存

0

1

2

按字节编址

0…0000000000～ 0…0000111111

0…0001000000～ 0…0001111111

0…0010000000～ 0…0010111111

222-3

222-2

222-1

1…1101000000～ 1…1101111111

1…1110000000～ 1…1110111111

1…1111000000～ 1…1111111111

数据容量：8×64B = 512B

总容量：256MB 地址位数： 28 = 19 + 3 + 6

王道考研/CSKAOYAN.COM



地址映射

假设某个计算机的主存地址空间大小为256MB，按字节编址，其数据Cache有8个Cache行，行长为64B。

即Cache块，是Cache与主存之间传送数据的基本单位

1. 主存中的块放到Cache中哪个位置？

(1)空位随意放：全相联映射

有效位

0

0

0

0

0

0

0

0

Cache

0

1

2

3

4

5

6

7

按字节编址

000000000～ 000111111

001000000～ 001111111

010000000～ 010111111

011000000～ 011111111

100000000～ 100111111

101000000～ 101111111

110000000～ 110111111

111000000～ 111111111

十进制

0～63

64～127

128～191

192～255

256～319

320～383

384～ 447

448～ 511

主存

0

1

2

按字节编址

0…0000000000～ 0…0000111111

0…0001000000～ 0…0001111111

0…0010000000～ 0…0010111111

222-3

222-2

222-1

1…1101000000～ 1…1101111111

1…1110000000～ 1…1110111111

1…1111000000～ 1…1111111111

数据容量：8×64B = 512B

总容量：256MB 地址位数： 28 = 19 + 3 + 6

王道考研/CSKAOYAN.COM



王道考研/CSKAOYAN.COM

3. 修改Cache中的内容后，如何保持主存中相应

内容的一致性？

命中：全写法(write-through) 写回法(write-back)

不命中：写分配法(write-allocate)

非写分配法(not-write-allocate)

Cache

2. 对于(1)，Cache满了如何处理？

对于(2)(3)，对应位置被占用如何处理？

随机(RAND)算法、先进先出(FIFO)算法、近期最少使用(LRU)算法、

最不经常使用(LFU)算法。

MAR

地址总线

1. 主存中的块放到Cache中哪个位置？

(1)空位随意放：全相联映射

(2)对号入座：直接映射

(3)按号分组，组内随意放：组相联映射

主 存

写

CPU

数据总线

读

**Cache**的基本工作原理

MDR

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
| .  .  . |
|  |
|  |
|  |

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
| .  .  . |
|  |
|  |
|  |

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
| .  .  . |
|  |
|  |
|  |



地址映射

假设某个计算机的主存地址空间大小为256MB，按字节编址，其数据Cache有8个Cache行，行长为64B。

即Cache块，是Cache与主存之间

传送数据的基本单位

1. 主存中的块放到Cache中哪个位置？

(1)空位随意放：全相联映射

有效位

0

0

1

0

0

0

0

0

Cache

0

1

2

3

4

5

6

7

按字节编址

000000000～ 000111111

001000000～ 001111111

010000000～ 010111111

011000000～ 011111111

100000000～ 100111111

101000000～ 101111111

110000000～ 110111111

111000000～ 111111111

十进制

0～63

64～127

128～191

192～255

256～319

320～383

384～ 447

448～ 511

主存

0

1

2

按字节编址

0…0000000000～ 0…0000111111

0…0001000000～ 0…0001111111

0…0010000000～ 0…0010111111

222-3

222-2

222-1

1…1101000000～ 1…1101111111

1…1110000000～ 1…1110111111

1…1111000000～ 1…1111111111

数据容量：8×64B = 512B

总容量：256MB 地址位数： 28 = 19 + 3 + 6

王道考研/CSKAOYAN.COM



地址映射

假设某个计算机的主存地址空间大小为256MB，按字节编址，其数据Cache有8个Cache行，行长为64B。

即Cache块，是Cache与主存之间

传送数据的基本单位

1. 主存中的块放到Cache中哪个位置？

(1)空位随意放：全相联映射

有效位

0

0

1

0

0

0

0

0

Cache

0

1

2

3

4

5

6

7

按字节编址

000000000～ 000111111

001000000～ 001111111

010000000～ 010111111

011000000～ 011111111

100000000～ 100111111

101000000～ 101111111

110000000～ 110111111

111000000～ 111111111

十进制

0～63

64～127

128～191

192～255

256～319

320～383

384～ 447

448～ 511

主存

0

1

2

按字节编址

0…0000000000～ 0…0000111111

0…0001000000～ 0…0001111111

0…0010000000～ 0…0010111111

222-3

222-2

222-1

1…1101000000～ 1…1101111111

1…1110000000～ 1…1110111111

1…1111000000～ 1…1111111111

数据容量：8×64B = 512B

总容量：256MB 地址位数： 28 = 19 + 3 + 6

王道考研/CSKAOYAN.COM



地址映射

假设某个计算机的主存地址空间大小为256MB，按字节编址，其数据Cache有8个Cache行，行长为64B。

即Cache块，是Cache与主存之间传送数据的基本单位

1. 主存中的块放到Cache中哪个位置？

(1)空位随意放：全相联映射

有效位

0

0

Cache

0

1

1 0…00002

0

0

6

7

按字节编址

000000000～ 000111111

001000000～ 001111111

010000000～ 010111111

011000000～ 011111111

100000000～ 100111111

101000000～ 101111111

110000000～ 110111111

111000000～ 111111111

十进制

0～63

64～127

128～191

192～255

256～319

320～383

384～ 447

448～ 511

主存

0

1

2

按字节编址

000000～ 0…0000111111

000000～ 0…0001111111

0…0010000000～ 0…0010111111

0

0

3

4

10…00015

222-3

222-2

222-1

1…1101000000～ 1…1101111111

1…1110000000～ 1…1110111111

1…1111000000～ 1…1111111111

数据容量：8×64B = 512B

总容量：256MB 地址位数： 28 = 19 + 3 + 6

王道考研/CSKAOYAN.COM



地址映射

假设某个计算机的主存地址空间大小为256MB，按字节编址，其数据Cache有8个Cache行，行长为64B。

即Cache块，是Cache与主存之间传送数据的基本单位

1. 主存中的块放到Cache中哪个位置？

(2)对号入座：直接映射

有效位

0

0

0

0

0

0

0

0

Cache

0

1

2

3

4

5

6

7

按字节编址

000000000～ 000111111

001000000～ 001111111

010000000～ 010111111

011000000～ 011111111

100000000～ 100111111

101000000～ 101111111

110000000～ 110111111

111000000～ 111111111

十进制

0～63

64～127

128～191

192～255

256～319

320～383

384～ 447

448～ 511

主存

0

1

2

按字节编址

0…0000000000～ 0…0000111111

0…0001000000～ 0…0001111111

0…0010000000～ 0…0010111111

222-3

222-2

222-1

1…1101000000～ 1…1101111111

1…1110000000～ 1…1110111111

1…1111000000～ 1…1111111111

数据容量：8×64B = 512B

总容量：256MB 地址位数： 28 = 19 + 3 + 6

王道考研/CSKAOYAN.COM

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
| .  .  . |
|  |
|  |
|  |

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
| .  .  . |
|  |
|  |
|  |

|  |  |
| --- | --- |
| 主存字块标记 | 字块内地址 |

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

|  |  |
| --- | --- |
|  | 0…0000 |
|  | 0…0001 |
|  |  |
| .  .  . |
|  |
|  |
|  |

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
| .  .  . |
|  |
|  |
|  |

.

.

.

.

.

.

.

.

.



地址映射

假设某个计算机的主存地址空间大小为256MB，按字节编址，其数据Cache有8个Cache行，行长为64B。

即Cache块，是Cache与主存之间

传送数据的基本单位

1. 主存中的块放到Cache中哪个位置？

(2)对号入座：直接映射

有效位

0

0

0

0

0

0

0

0

Cache

0

1

2

3

4

5

6

7

按字节编址

000000000～ 000111111

001000000～ 001111111

010000000～ 010111111

011000000～ 011111111

100000000～ 100111111

101000000～ 101111111

110000000～ 110111111

111000000～ 111111111

十进制

0～63

64～127

128～191

192～255

256～319

320～383

384～ 447

448～ 511

主存

0

1

2

按字节编址

0…0000000000～ 0…0000111111

0…0001000000～ 0…0001111111

0…0010000000～ 0…0010111111

222-3

222-2

222-1

1…1101000000～ 1…1101111111

1…1110000000～ 1…1110111111

1…1111000000～ 1…1111111111

数据容量：8×64B = 512B

总容量：256MB 地址位数： 28 = 19 + 3 + 6

王道考研/CSKAOYAN.COM



地址映射

假设某个计算机的主存地址空间大小为256MB，按字节编址，其数据Cache有8个Cache行，行长为64B。

即Cache块，是Cache与主存之间

传送数据的基本单位

1. 主存中的块放到Cache中哪个位置？

(2)对号入座：直接映射

有效位 Cache 按字节编址

1 0…0 0 000000000～ 000111111

0 1 001000000～ 001111111

0 2 010000000～ 010111111

0 3 011000000～ 011111111

0 4 100000000～ 100111111

0 5 101000000～ 101111111

0 6 110000000～ 110111111

0 7 111000000～ 111111111

十进制

0～63

64～127

128～191

192～255

256～319

320～383

384～ 447

448～ 511

主存

0

1

2

按字节编址

000000000～ 0…0000111111

0…0001000000～ 0…0001111111

0…0010000000～ 0…0010111111

0…1000000000～ 0…1000111111

222-3

222-2

222-1

1…1101000000～ 1…1101111111

1…1110000000～ 1…1110111111

1…1111000000～ 1…1111111111

数据容量：8×64B = 512B

总容量：256MB 地址位数： 28 = 19 + 3 + 6

王道考研/CSKAOYAN.COM



地址映射

假设某个计算机的主存地址空间大小为256MB，按字节编址，其数据Cache有8个Cache行，行长为64B。

即Cache块，是Cache与主存之间传送数据的基本单位

1. 主存中的块放到Cache中哪个位置？

(2)对号入座：直接映射

有效位 Cache 按字节编址

1 0…0 0 000000000～ 000111111

0 1 001000000～ 001111111

0 2 010000000～ 010111111

0 3 011000000～ 011111111

0 4 100000000～ 100111111

0 5 101000000～ 101111111

0 6 110000000～ 110111111

0 7 111000000～ 111111111

十进制

0～63

64～127

128～191

192～255

256～319

320～383

384～ 447

448～ 511

主存

0

1

2

按字节编址

000000000～ 0…0000111111

0…0001000000～ 0…0001111111

0…0010000000～ 0…0010111111

0…1000000000～ 0…1000111111

222-3

222-2

222-1

1…1101000000～ 1…1101111111

1…1110000000～ 1…1110111111

1…1111000000～ 1…1111111111

数据容量：8×64B = 512B

总容量：256MB 地址位数： 28 = 19 + 3 + 6

王道考研/CSKAOYAN.COM



地址映射

假设某个计算机的主存地址空间大小为256MB，按字节编址，其数据Cache有8个Cache行，行长为64B。

即Cache块，是Cache与主存之间传送数据的基本单位

1. 主存中的块放到Cache中哪个位置？

(2)对号入座：直接映射

有效位 Cache 按字节编址

1 0…0 0 000000000～ 000111111

1 0…0 1 001000000～ 001111111

0 2 010000000～ 010111111

0 3 011000000～ 011111111

0 4 100000000～ 100111111

0 5 101000000～ 101111111

0 6 110000000～ 110111111

0 7 111000000～ 111111111

十进制

0～63

64～127

128～191

192～255

256～319

320～383

384～ 447

448～ 511

主存

0

1

2

按字节编址

000000000～ 0…0000111111

001000000～ 0…0001111111

0…0010000000～ 0…0010111111

0…1000000000～ 0…1000111111

222-3

222-2

222-1

1…1101000000～ 1…1101111111

1…1110000000～ 1…1110111111

1…1111000000～ 1…1111111111

数据容量：8×64B = 512B

总容量：256MB 地址位数： 28 = 19 + 3 + 6

王道考研/CSKAOYAN.COM

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
| .  .  . |
|  |
|  |
|  |

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 0…0 |
|  |  | |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 主存字块标记 | Cache字块地址 | 字块内地址 |

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 0…0 |
|  |  | |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 0…0 |
|  |  | 0…0 |
|  |  | |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |



地址映射

假设某个计算机的主存地址空间大小为256MB，按字节编址，其数据Cache有8个Cache行，行长为64B。

即Cache块，是Cache与主存之间

1. 主存中的块放到Cache中哪个位置？

(3)按号分组，组内随意放：组相联映射

传送数据的基本单位

有效位

0

0

0

0

0

0

0

0

Cache分为4组

Cache

按字节编址

十进制

0～63

64～127

128～191

192～255

256～319

320～383

384～ 447

448～ 511

主存

0

1

2

3

4

5

6

7

000000000～ 000111111

001000000～ 001111111

010000000～ 010111111

011000000～ 011111111

100000000～ 100111111

101000000～ 101111111

110000000～ 110111111

111000000～ 111111111

0

1

2

按字节编址

0…0000000000～ 0…0000111111

0…0001000000～ 0…0001111111

0…0010000000～ 0…0010111111

222-3

222-2

222-1

1…1101000000～ 1…1101111111

1…1110000000～ 1…1110111111

1…1111000000～ 1…1111111111

数据容量：8×64B = 512B

总容量：256MB 地址位数： 28 = 19 + 3 + 6

王道考研/CSKAOYAN.COM



地址映射

假设某个计算机的主存地址空间大小为256MB，按字节编址，其数据Cache有8个Cache行，行长为64B。

即Cache块，是Cache与主存之间

1. 主存中的块放到Cache中哪个位置？

(3)按号分组，组内随意放：组相联映射

传送数据的基本单位

有效位

0

0

0

0

0

0

0

0

Cache分为4组

Cache

按字节编址

十进制

0～63

64～127

128～191

192～255

256～319

320～383

384～ 447

448～ 511

主存

0

1

2

3

4

5

6

7

000000000～ 000111111

001000000～ 001111111

010000000～ 010111111

011000000～ 011111111

100000000～ 100111111

101000000～ 101111111

110000000～ 110111111

111000000～ 111111111

0

1

2

按字节编址

0…0000000000～ 0…0000111111

0…0001000000～ 0…0001111111

0…0010000000～ 0…0010111111

222-3

222-2

222-1

1…1101000000～ 1…1101111111

1…1110000000～ 1…1110111111

1…1111000000～ 1…1111111111

数据容量：8×64B = 512B

总容量：256MB 地址位数： 28 = 19 + 3 + 6

王道考研/CSKAOYAN.COM



地址映射

假设某个计算机的主存地址空间大小为256MB，按字节编址，其数据Cache有8个Cache行，行长为64B。

即Cache块，是Cache与主存之间

1. 主存中的块放到Cache中哪个位置？

(3)按号分组，组内随意放：组相联映射

传送数据的基本单位

有效位

0

0

0

0

0

0

0

0

Cache分为4组

Cache

按字节编址

十进制

0～63

64～127

128～191

192～255

256～319

320～383

384～ 447

448～ 511

主存

0

1

2

3

4

5

6

7

000000000～ 000111111

001000000～ 001111111

010000000～ 010111111

011000000～ 011111111

100000000～ 100111111

101000000～ 101111111

110000000～ 110111111

111000000～ 111111111

0

1

2

按字节编址

0…0000000000～ 0…0000111111

0…0001000000～ 0…0001111111

0…0010000000～ 0…0010111111

222-3

222-2

222-1

1…1101000000～ 1…1101111111

1…1110000000～ 1…1110111111

1…1111000000～ 1…1111111111

数据容量：8×64B = 512B

总容量：256MB 地址位数： 28 = 19 + 3 + 6

王道考研/CSKAOYAN.COM



地址映射

假设某个计算机的主存地址空间大小为256MB，按字节编址，其数据Cache有8个Cache行，行长为64B。

即Cache块，是Cache与主存之间

1. 主存中的块放到Cache中哪个位置？

(3)按号分组，组内随意放：组相联映射

传送数据的基本单位

Cache分为4组

有效位 Cache

按字节编址

十进制

0～63

64～127

128～191

192～255

256～319

320～383

384～ 447

448～ 511

主存

1 0…00 0

0

0

0

0

0

0

0

1

2

3

4

5

6

7

000000000～ 000111111

001000000～ 001111111

010000000～ 010111111

011000000～ 011111111

100000000～ 100111111

101000000～ 101111111

110000000～ 110111111

111000000～ 111111111

0

1

2

按字节编址

0…0000000000～ 0…0000111111

0…0001000000～ 0…0001111111

0…0010000000～ 0…0010111111

222-3

222-2

222-1

1…1101000000～ 1…1101111111

1…1110000000～ 1…1110111111

1…1111000000～ 1…1111111111

数据容量：8×64B = 512B

总容量：256MB 地址位数： 28 = 19 + 3 + 6

王道考研/CSKAOYAN.COM

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
| .  .  . |
|  |
|  |
|  |

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
| .  .  . |
|  |
|  |
|  |

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
| .  .  . |
|  |
|  |
|  |

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
| .  .  . |
|  |
|  |
|  |



地址映射

假设某个计算机的主存地址空间大小为256MB，按字节编址，其数据Cache有8个Cache行，行长为64B。

即Cache块，是Cache与主存之间

1. 主存中的块放到Cache中哪个位置？

(3)按号分组，组内随意放：组相联映射

传送数据的基本单位

Cache分为4组

有效位 Cache

按字节编址

十进制

0～63

64～127

128～191

192～255

256～319

320～383

384～ 447

448～ 511

主存

1 0…00 0

0

0

0

0

0

0

0

1

2

3

4

5

6

7

000000000～ 000111111

001000000～ 001111111

010000000～ 010111111

011000000～ 011111111

100000000～ 100111111

101000000～ 101111111

110000000～ 110111111

111000000～ 111111111

0

1

2

按字节编址

0…0000000000～ 0…0000111111

0…0001000000～ 0…0001111111

0…0010000000～ 0…0010111111

222-3

222-2

222-1

1…1101000000～ 1…1101111111

1…1110000000～ 1…1110111111

1…1111000000～ 1…1111111111

数据容量：8×64B = 512B

总容量：256MB 地址位数： 28 = 19 + 3 + 6

王道考研/CSKAOYAN.COM



地址映射

假设某个计算机的主存地址空间大小为256MB，按字节编址，其数据Cache有8个Cache行，行长为64B。

即Cache块，是Cache与主存之间

1. 主存中的块放到Cache中哪个位置？

(3)按号分组，组内随意放：组相联映射

传送数据的基本单位

Cache分为4组

有效位 Cache

按字节编址

0

0

0

0

4

5

6

7

十进制

0～63

64～127

128～191

192～255

256～319

320～383

384～ 447

448～ 511

主存

1 0…00 0

0

0

1

2

000000000～ 000111111

001000000～ 001111111

010000000～ 010111111

011000000～ 011111111

100000000～ 100111111

101000000～ 101111111

110000000～ 110111111

111000000～ 111111111

0

1

2

按字节编址

00000000～ 0…0000111111

01000000～ 0…0001111111

0…0010000000～ 0…0010111111

1 0…00 3

222-3

222-2

222-1

1…1101000000～ 1…1101111111

1…1110000000～ 1…1110111111

1…1111000000～ 1…1111111111

数据容量：8×64B = 512B

总容量：256MB 地址位数： 28 = 19 + 3 + 6

王道考研/CSKAOYAN.COM



地址映射

假设某个计算机的主存地址空间大小为256MB，按字节编址，其数据Cache有8个Cache行，行长为64B。

即Cache块，是Cache与主存之间

1. 主存中的块放到Cache中哪个位置？

(3)按号分组，组内随意放：组相联映射

传送数据的基本单位

Cache分为4组

有效位 Cache

按字节编址

0

0

0

0

4

5

6

7

十进制

0～63

64～127

128～191

192～255

256～319

320～383

384～ 447

448～ 511

主存

1 0…00 0

0

0

1

2

000000000～ 000111111

001000000～ 001111111

010000000～ 010111111

011000000～ 011111111

100000000～ 100111111

101000000～ 101111111

110000000～ 110111111

111000000～ 111111111

0

1

2

按字节编址

00000000～ 0…0000111111

01000000～ 0…0001111111

0…0010000000～ 0…0010111111

1 0…00 3

222-3

222-2

222-1

1…1101000000～ 1…1101111111

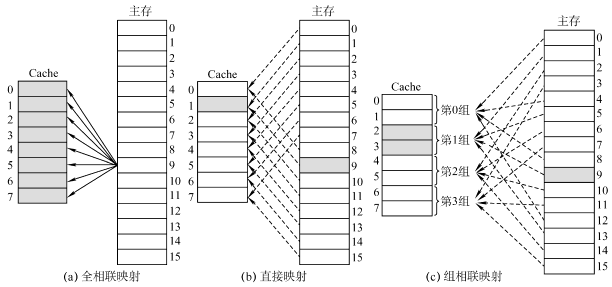
1…1110000000～ 1…1110111111

1…1111000000～ 1…1111111111

数据容量：8×64B = 512B

总容量：256MB 地址位数： 28 = 19 + 3 + 6

王道考研/CSKAOYAN.COM



地址映射

Cache中存储的内容：标记项+数据

标记项：主存字块标记、有效位…

王道考研/CSKAOYAN.COM

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
| .  .  . |
|  |
|  |
|  |

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 0…00 |
|  |  | 0…00 |
|  |  | |
| .  .  . |
|  |
|  |
|  |

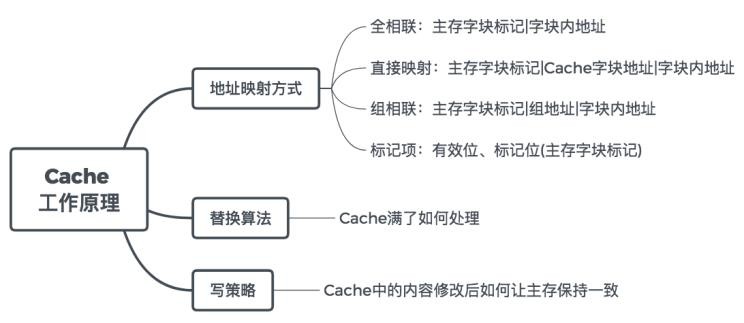
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 主存字块标记 | 组地址 | 字块内地址 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 主存字块标记 | 组地址 | 字块内地址 |

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 0…00 |
|  |  | 0…00 |
|  |  | |
| .  .  . |
|  |
|  |
|  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 主存字块标记 | 字块内地址 | 主存字块标记 | Cache字块地址 | 字块内地址 |



本节回顾

王道考研/CSKAOYAN.COM

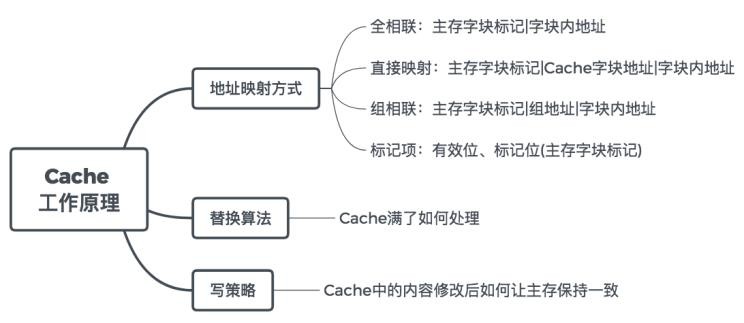


本节内容

高速缓冲存储器

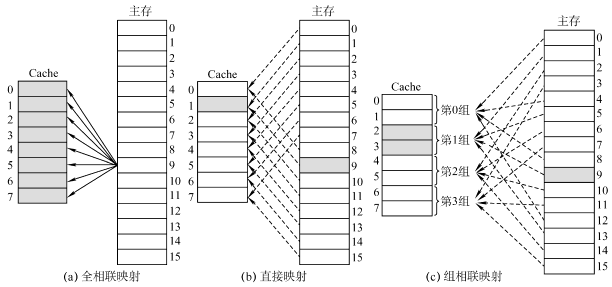
替换算法写策略

王道考研/CSKAOYAN.COM



本节总览

王道考研/CSKAOYAN.COM



地址映射

王道考研/CSKAOYAN.COM

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

1

0

0

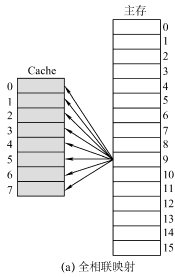
1

2

0

0

0



替换算法

设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为： 4，6，12，4，8，14，22，6，4，11，5，

2(十进制)，求：

1）假设地址映射方式为全相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

命中3次

Cache

0

1

2

3

4

5

6

7

有效位 标记

1 2 4

未命中 命中 命中 相联存储器：并行比

1 6 未命中 命中

1 2122未命中

1 8 未 命 中

1 14 未命中

1 22 未命中

1 11 未命中

1 5 未 命 中

LFU： Least Frequently Used

较标记，若有标记与

当前将要访问的地址的标记相同，且有效位为1，则命中

FIFO：最先调入的是4号块， 替换Cache第0块

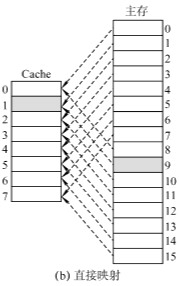
LRU： Least Recently Used

最近最少使用的是12号块，

4号块用了3次，6号块用了2次，其他几块均用 替换Cache第2块

了1次，需要更多判断依据，替换Cache第2块

王道考研/CSKAOYAN.COM



替换算法

设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为： 4，6，12，4，8，14，22，6，4，11，5，2

(十进制)，求： 对应的Cache块号-除以8得到的余数：4，6， 4，4，0， 6， 6，6，4， 3，5，2

2）假设地址映射方式为直接映射，求Cache命中次数。命中1次

对应的标记-除以8得到的商：0，0， 1，0，1， 1， 2，0，0， 1，0，0

Cache 有效位 标记

0

1

2

3

4

5

6

7

1

0

1

1

1 未命中

1. 未命中
2. 未命中

相联存储器：根据映

射到的Cache块号比较标记，若标记相同且有效位为1，则命中；

1 命中 0 未命中未命中未命中若标记不同，直接替

1

1

0

0 未命中

换。

0

未命中未命中 未命中未命中

王道考研/CSKAOYAN.COM



替换算法

1. 随机算法**(RAND)**：随机地确定替换的Cache块。它的实现比较简单，但没有依据程序

访问的局部性原理，故可能命中率较低。

1. 先进先出算法**(FIFO)**：选择最早调入的行进行替换。它比较容易实现，但也没有依据 程序访问的局部性原理，可能会把一些需要经常使用的程序块（如循环程序）也作为最早进入Cache的块替换掉。
2. 近期最少使用算法**(LRU)**：依据程序访问的局部性原理选择近期内长久未访问过的存 储行作为替换的行，平均命中率要比FIFO要高，是堆栈类算法。

LRU算法对每行设置一个计数器，Cache每命中一次，命中行计数器清0，而其他各行计 数器均加1，需要替换时比较各特定行的计数值，将计数值最大的行换出。

1. 最不经常使用算法**(LFU)**：将一段时间内被访问次数最少的存储行换出。每行也设置 一个计数器，新行建立后从0开始计数，每访问一次，被访问的行计数器加1，需要替换时比较各特定行的计数值，将计数值最小的行换出。

王道考研/CSKAOYAN.COM



替换算法

设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为： 4，6，12，4，8，14，22，6，4，11，5，

2(十进制)，求：

1）假设地址映射方式为全相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

2）假设地址映射方式为直接映射，求Cache命中次数。

3）假设地址映射方式为二路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

王道考研/CSKAOYAN.COM

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

0

0

0

1

0

1

3

0

0

5

2



替换算法

设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为： 4，6，12，4，8，14，22，6，4，11，5，2

(十进制)，求： 对应的Cache块号-除以4得到的余数：0，2， 0，0，0， 2， 2，2，0， 3，1，2

3）假设地址映射方式为二路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1，1， 3，1，2， 3， 5，1，1， 2，1，0

 组数为8/2=4组

Cache

有效位 标记

0

0

1

2

1

3

4

5

6

7

1

1

1

0

1

1

1

0

1 未命中 命中未命中

3 未命中

1 未命中

未命中 相联存储器：根据映

射到的Cache组号并行

比较组内标记，若标记相同且有效位为1，

2

0 未命中未命中未命中则命中；

3

1. 未命中未命中
2. 未命中

若标记不同，而有效

位为1，根据替换策略

替换。

FIFO：最先调入的是4号块，标记为1， 命中1次

替换Cache第0块

王道考研/CSKAOYAN.COM



替换算法

设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为： 4，6，12，4，8，14，22，6，4，11，5，2

(十进制)，求： 对应的Cache块号-除以4得到的余数：0，2， 0，0，0， 2， 2，2，0， 3，1，2

3）假设地址映射方式为二路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1，1， 3，1，2， 3， 5，1，1， 2，1，0

 组数为8/2=4组

FIFO

0

1

2

3

王道考研/CSKAOYAN.COM



替换算法

设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为： 4，6，12，4，8，14，22，6，4，11，5，2

(十进制)，求： 对应的Cache块号-除以4得到的余数：0，2， 0，0，0， 2， 2，2，0， 3，1，2

3）假设地址映射方式为二路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1，1， 3，1，2， 3， 5，1，1， 2，1，0

 组数为8/2=4组

FIFO

0

1

2

3

王道考研/CSKAOYAN.COM



替换算法

设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为： 4，6，12，4，8，14，22，6，4，11，5，2 (十进制)，求： 对应的Cache块号-除以4得到的余数：0，2， 0，0，0， 2， 2，2，0， 3，1，2

3）假设地址映射方式为二路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1，1， 3，1，2， 3， 5，1，1， 2，1，0

 组数为8/2=4组

FIFO

0

1

2

3

王道考研/CSKAOYAN.COM

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **4** | **6** | **12** | **4** | **8** | **14** | **22** | **6** | **4** | **11** | **5** | **2** |
|  | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **4** | **6** | **12** | **4** | **8** | **14** | **22** | **6** | **4** | **11** | **5** | **2** |
| 4 | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **4** | **6** | **12** | **4** | **8** | **14** | **22** | **6** | **4** | **11** | **5** | **2** |
| 4 | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | |



替换算法

设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为： 4，6，12，4，8，14，22，6，4，11，5，2 (十进制)，求： 对应的Cache块号-除以4得到的余数：0，2， 0，0，0， 2， 2，2，0， 3，1，2 3）假设地址映射方式为二路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1，1， 3，1，2， 3， 5，1，1， 2，1，0

 组数为8/2=4组

FIFO

0

1

2

3

王道考研/CSKAOYAN.COM



替换算法

设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为： 4，6，12，4，8，14，22，6，4，11，5，2

(十进制)，求： 对应的Cache块号-除以4得到的余数：0，2， 0，0，0， 2， 2，2，0， 3，1，2

3）假设地址映射方式为二路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1，1， 3，1，2， 3， 5，1，1， 2，1，0

 组数为8/2=4组

FIFO

0

1

2

3

王道考研/CSKAOYAN.COM



替换算法

设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为： 4，6，12，4，8，14，22，6，4，11，5，2

(十进制)，求： 对应的Cache块号-除以4得到的余数：0，2， 0，0，0， 2， 2，2，0， 3，1，2

3）假设地址映射方式为二路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1，1， 3，1，2， 3， 5，1，1， 2，1，0

 组数为8/2=4组

FIFO

0

1

2

3

王道考研/CSKAOYAN.COM



替换算法

设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为： 4，6，12，4，8，14，22，6，4，11，5，2

(十进制)，求： 对应的Cache块号-除以4得到的余数：0，2， 0，0，0， 2， 2，2，0， 3，1，2

3）假设地址映射方式为二路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1，1， 3，1，2， 3， 5，1，1， 2，1，0

 组数为8/2=4组

FIFO

0

1

2

3

王道考研/CSKAOYAN.COM

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **4** | **6** | **12** | **4** | **8** | **14** | **22** | **6** | **4** | **11** | **5** | **2** |
|  |  | 4 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 | 4 | 12 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | | | | | | | | | | | |
|  | 6 | 6 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | | | | | | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **4** | **6** | **12** | **4** | **8** | **14** | **22** | **6** | **4** | **11** | **5** | **2** |
|  |  | 4 | 4 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 | 4 | 12 | 12 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | | | | | | | | | | | |
|  | 6 | 6 | 6 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | | | | | | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **4** | **6** | **12** | **4** | **8** | **14** | **22** | **6** | **4** | **11** | **5** | **2** |
|  |  | 4 | 4 | 12 |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 | 4 | 12 | 12 | 8 |  |  |  |  |  |  |  |
|  | | | | | | | | | | | |
|  | 6 | 6 | 6 | 6 |  |  |  |  |  |  |  |
|  | | | | | | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **4** | **6** | **12** | **4** | **8** | **14** | **22** | **6** | **4** | **11** | **5** | **2** |
|  |  | 4 | 4 | 12 | 12 |  |  |  |  |  |  |
| 4 | 4 | 12 | 12 | 8 | 8 |  |  |  |  |  |  |
|  | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  | 6 |  |  |  |  |  |  |
|  | 6 | 6 | 6 | 6 | 14 |  |  |  |  |  |  |
|  | | | | | | | | | | | |



替换算法

设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为： 4，6，12，4，8，14，22，6，4，11，5，2

(十进制)，求： 对应的Cache块号-除以4得到的余数：0，2， 0，0，0， 2， 2，2，0， 3，1，2

3）假设地址映射方式为二路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1，1， 3，1，2， 3， 5，1，1， 2，1，0

 组数为8/2=4组

FIFO

0

1

2

3

王道考研/CSKAOYAN.COM



替换算法

设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为： 4，6，12，4，8，14，22，6，4，11，5，2

(十进制)，求： 对应的Cache块号-除以4得到的余数：0，2， 0，0，0， 2， 2，2，0， 3，1，2

3）假设地址映射方式为二路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1，1， 3，1，2， 3， 5，1，1， 2，1，0

 组数为8/2=4组

FIFO

0

1

2

3

王道考研/CSKAOYAN.COM



替换算法

设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为： 4，6，12，4，8，14，22，6，4，11，5，2

(十进制)，求： 对应的Cache块号-除以4得到的余数：0，2， 0，0，0， 2， 2，2，0， 3，1，2

3）假设地址映射方式为二路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1，1， 3，1，2， 3， 5，1，1， 2，1，0

 组数为8/2=4组

FIFO

0

1

2

3

王道考研/CSKAOYAN.COM



替换算法

设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为： 4，6，12，4，8，14，22，6，4，11，5，2

(十进制)，求： 对应的Cache块号-除以4得到的余数：0，2， 0，0，0， 2， 2，2，0， 3，1，2

3）假设地址映射方式为二路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1，1， 3，1，2， 3， 5，1，1， 2，1，0

 组数为8/2=4组

FIFO

0

1

2

3

王道考研/CSKAOYAN.COM

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **4** | **6** | **12** | **4** | **8** | **14** | **22** | **6** | **4** | **11** | **5** | **2** |
|  |  | 4 | 4 | 12 | 12 | 12 |  |  |  |  |  |
| 4 | 4 | 12 | 12 | 8 | 8 | 8 |  |  |  |  |  |
|  | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  | 6 | 12 |  |  |  |  |  |
|  | 6 | 6 | 6 | 6 | 14 | 22 |  |  |  |  |  |
|  | | | | | | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **4** | **6** | **12** | **4** | **8** | **14** | **22** | **6** | **4** | **11** | **5** | **2** |
|  |  | 4 | 4 | 12 | 12 | 12 | 12 |  |  |  |  |
| 4 | 4 | 12 | 12 | 8 | 8 | 8 | 8 |  |  |  |  |
|  | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  | 6 | 12 | 22 |  |  |  |  |
|  | 6 | 6 | 6 | 6 | 14 | 22 | 6 |  |  |  |  |
|  | | | | | | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **4** | **6** | **12** | **4** | **8** | **14** | **22** | **6** | **4** | **11** | **5** | **2** |
|  |  | 4 | 4 | 12 | 12 | 12 | 12 | 8 |  |  |  |
| 4 | 4 | 12 | 12 | 8 | 8 | 8 | 8 | 4 |  |  |  |
|  | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  | 6 | 12 | 22 | 22 |  |  |  |
|  | 6 | 6 | 6 | 6 | 14 | 22 | 6 | 6 |  |  |  |
|  | | | | | | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **4** | **6** | **12** | **4** | **8** | **14** | **22** | **6** | **4** | **11** | **5** | **2** |
|  |  | 4 | 4 | 12 | 12 | 12 | 12 | 8 | 8 |  |  |
| 4 | 4 | 12 | 12 | 8 | 8 | 8 | 8 | 4 | 4 |  |  |
|  | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  | 6 | 12 | 22 | 22 | 22 |  |  |
|  | 6 | 6 | 6 | 6 | 14 | 22 | 6 | 6 | 6 |  |  |
| 11 | | | | | | | | | | | |



替换算法

设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为： 4，6，12，4，8，14，22，6，4，11，5，2

(十进制)，求： 对应的Cache块号-除以4得到的余数：0，2， 0，0，0， 2， 2，2，0， 3，1，2

3）假设地址映射方式为二路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1，1， 3，1，2， 3， 5，1，1， 2，1，0

 组数为8/2=4组

FIFO 命中1次

0

1

2

3

王道考研/CSKAOYAN.COM



替换算法

设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为： 4，6，12，4，8，14，22，6，4，11，5，2

(十进制)，求： 对应的Cache块号-除以4得到的余数：0，2， 0，0，0， 2， 2，2，0， 3，1，2

3）假设地址映射方式为二路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1，1， 3，1，2， 3， 5，1，1， 2，1，0

 组数为8/2=4组

LRU： Least Recently Used

0

1

2

3

王道考研/CSKAOYAN.COM



替换算法

设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为： 4，6，12，4，8，14，22，6，4，11，5，2 (十进制)，求： 对应的Cache块号-除以4得到的余数：0，2， 0，0，0， 2， 2，2，0， 3，1，2

3）假设地址映射方式为二路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1，1， 3，1，2， 3， 5，1，1， 2，1，0

 组数为8/2=4组

LRU： Least Recently Used

0

1

2

3

王道考研/CSKAOYAN.COM



替换算法

设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为： 4，6，12，4，8，14，22，6，4，11，5，2

(十进制)，求： 对应的Cache块号-除以4得到的余数：0，2， 0，0，0， 2， 2，2，0， 3，1，2

3）假设地址映射方式为二路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1，1， 3，1，2， 3， 5，1，1， 2，1，0

 组数为8/2=4组

LRU： Least Recently Used

0

1

2

3

王道考研/CSKAOYAN.COM

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **4** | **6** | **12** | **4** | **8** | **14** | **22** | **6** | **4** | **11** | **5** | **2** |
|  |  | 4 | 4 | 12 | 12 | 12 | 12 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 4 | 4 | 12 | 12 | 8 | 8 | 8 | 8 | 4 | 4 | 4 | 4 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 5 | 5 |
|  |  |  |  |  | 6 | 12 | 22 | 22 | 22 | 22 | 6 |
|  | 6 | 6 | 6 | 6 | 14 | 22 | 6 | 6 | 6 | 6 | 2 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | 11 | 11 | 11 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **4** | **6** | **12** | **4** | **8** | **14** | **22** | **6** | **4** | **11** | **5** | **2** |
|  | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **4** | **6** | **12** | **4** | **8** | **14** | **22** | **6** | **4** | **11** | **5** | **2** |
| 4 | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **4** | **6** | **12** | **4** | **8** | **14** | **22** | **6** | **4** | **11** | **5** | **2** |
| 4 | 4 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | |



替换算法

设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为： 4，6，12，4，8，14，22，6，4，11，5，2

(十进制)，求： 对应的Cache块号-除以4得到的余数：0，2， 0，0，0， 2， 2，2，0， 3，1，2

3）假设地址映射方式为二路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1，1， 3，1，2， 3， 5，1，1， 2，1，0

 组数为8/2=4组

LRU： Least Recently Used

0

1

2

3

王道考研/CSKAOYAN.COM



替换算法

设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为： 4，6，12，4，8，14，22，6，4，11，5，2

(十进制)，求： 对应的Cache块号-除以4得到的余数：0，2， 0，0，0， 2， 2，2，0， 3，1，2

3）假设地址映射方式为二路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1，1， 3，1，2， 3， 5，1，1， 2，1，0

 组数为8/2=4组

LRU： Least Recently Used

0

1

2

3

王道考研/CSKAOYAN.COM



替换算法

设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为： 4，6，12，4，8，14，22，6，4，11，5，2 (十进制)，求： 对应的Cache块号-除以4得到的余数：0，2， 0，0，0， 2， 2，2，0， 3，1，2 3）假设地址映射方式为二路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1，1， 3，1，2， 3， 5，1，1， 2，1，0

 组数为8/2=4组

LRU： Least Recently Used

0

1

2

3

王道考研/CSKAOYAN.COM



替换算法

设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为： 4，6，12，4，8，14，22，6，4，11，5，2

(十进制)，求： 对应的Cache块号-除以4得到的余数：0，2， 0，0，0， 2， 2，2，0， 3，1，2

3）假设地址映射方式为二路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1，1， 3，1，2， 3， 5，1，1， 2，1，0

 组数为8/2=4组

LRU： Least Recently Used

0

1

2

3

王道考研/CSKAOYAN.COM

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **4** | **6** | **12** | **4** | **8** | **14** | **22** | **6** | **4** | **11** | **5** | **2** |
|  |  | 4 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 | 4 | 12 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | | | | | | | | | | | |
|  | 6 | 6 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | | | | | | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **4** | **6** | **12** | **4** | **8** | **14** | **22** | **6** | **4** | **11** | **5** | **2** |
|  |  | 4 | 12 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 | 4 | 12 | 4 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | | | | | | | | | | | |
|  | 6 | 6 | 6 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | | | | | | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **4** | **6** | **12** | **4** | **8** | **14** | **22** | **6** | **4** | **11** | **5** | **2** |
|  |  | 4 | 12 | 4 |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 | 4 | 12 | 4 | 8 |  |  |  |  |  |  |  |
|  | | | | | | | | | | | |
|  | 6 | 6 | 6 | 6 |  |  |  |  |  |  |  |
|  | | | | | | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **4** | **6** | **12** | **4** | **8** | **14** | **22** | **6** | **4** | **11** | **5** | **2** |
|  |  | 4 | 12 | 4 | 4 |  |  |  |  |  |  |
| 4 | 4 | 12 | 4 | 8 | 8 |  |  |  |  |  |  |
|  | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  | 6 |  |  |  |  |  |  |
|  | 6 | 6 | 6 | 6 | 14 |  |  |  |  |  |  |
|  | | | | | | | | | | | |



替换算法

设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为： 4，6，12，4，8，14，22，6，4，11，5，2

(十进制)，求： 对应的Cache块号-除以4得到的余数：0，2， 0，0，0， 2， 2，2，0， 3，1，2

3）假设地址映射方式为二路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1，1， 3，1，2， 3， 5，1，1， 2，1，0

 组数为8/2=4组

LRU： Least Recently Used

0

1

2

3

王道考研/CSKAOYAN.COM



替换算法

设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为： 4，6，12，4，8，14，22，6，4，11，5，2

(十进制)，求： 对应的Cache块号-除以4得到的余数：0，2， 0，0，0， 2， 2，2，0， 3，1，2

3）假设地址映射方式为二路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1，1， 3，1，2， 3， 5，1，1， 2，1，0

 组数为8/2=4组

LRU： Least Recently Used

0

1

2

3

王道考研/CSKAOYAN.COM



替换算法

设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为： 4，6，12，4，8，14，22，6，4，11，5，2

(十进制)，求： 对应的Cache块号-除以4得到的余数：0，2， 0，0，0， 2， 2，2，0， 3，1，2

3）假设地址映射方式为二路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1，1， 3，1，2， 3， 5，1，1， 2，1，0

 组数为8/2=4组

LRU： Least Recently Used

0

1

2

3

王道考研/CSKAOYAN.COM



替换算法

设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为： 4，6，12，4，8，14，22，6，4，11，5，2

(十进制)，求： 对应的Cache块号-除以4得到的余数：0，2， 0，0，0， 2， 2，2，0， 3，1，2

3）假设地址映射方式为二路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1，1， 3，1，2， 3， 5，1，1， 2，1，0

 组数为8/2=4组

LRU： Least Recently Used

0

1

2

3

王道考研/CSKAOYAN.COM

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **4** | **6** | **12** | **4** | **8** | **14** | **22** | **6** | **4** | **11** | **5** | **2** |
|  |  | 4 | 12 | 4 | 4 | 4 |  |  |  |  |  |
| 4 | 4 | 12 | 4 | 8 | 8 | 8 |  |  |  |  |  |
|  | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  | 6 | 14 |  |  |  |  |  |
|  | 6 | 6 | 6 | 6 | 14 | 22 |  |  |  |  |  |
|  | | | | | | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **4** | **6** | **12** | **4** | **8** | **14** | **22** | **6** | **4** | **11** | **5** | **2** |
|  |  | 4 | 12 | 4 | 4 | 4 | 4 |  |  |  |  |
| 4 | 4 | 12 | 4 | 8 | 8 | 8 | 8 |  |  |  |  |
|  | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  | 6 | 14 | 22 |  |  |  |  |
|  | 6 | 6 | 6 | 6 | 14 | 22 | 6 |  |  |  |  |
|  | | | | | | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **4** | **6** | **12** | **4** | **8** | **14** | **22** | **6** | **4** | **11** | **5** | **2** |
|  |  | 4 | 12 | 4 | 4 | 4 | 4 | 8 |  |  |  |
| 4 | 4 | 12 | 4 | 8 | 8 | 8 | 8 | 4 |  |  |  |
|  | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  | 6 | 14 | 22 | 22 |  |  |  |
|  | 6 | 6 | 6 | 6 | 14 | 22 | 6 | 6 |  |  |  |
|  | | | | | | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **4** | **6** | **12** | **4** | **8** | **14** | **22** | **6** | **4** | **11** | **5** | **2** |
|  |  | 4 | 12 | 4 | 4 | 4 | 4 | 8 | 8 |  |  |
| 4 | 4 | 12 | 4 | 8 | 8 | 8 | 8 | 4 | 4 |  |  |
|  | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  | 6 | 14 | 22 | 22 | 22 |  |  |
|  | 6 | 6 | 6 | 6 | 14 | 22 | 6 | 6 | 6 |  |  |
| 11 | | | | | | | | | | | |



替换算法

设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为： 4，6，12，4，8，14，22，6，4，11，5，2

(十进制)，求： 对应的Cache块号-除以4得到的余数：0，2， 0，0，0， 2， 2，2，0， 3，1，2

3）假设地址映射方式为二路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1，1， 3，1，2， 3， 5，1，1， 2，1，0

 组数为8/2=4组

LRU： Least Recently Used 命中2次

0

1

2

3

LFU： Least Frequently Used，详见操作系统

王道考研/CSKAOYAN.COM



**Cache**的工作原理小结

地址总线

有效位 标记

0

0

0

Cache存储体

Cache

主存

1

0

0

0

0

0

命中

0

1

2

3

4

5

6

7

未命中 0

1

2

3

4

5

6

7

直接通路

222-2

222-1

数据总线

王道考研/CSKAOYAN.COM

Cache 替换机构

Cache主存地址映射变换机构

CPU



写策略**-**命中

地址总线

脏位 有效位 标记

Cache存储体

Cache

主存

0

0

0

1

0

0

0

0

0

0

0

1

0

0

0

0

0

命中

0

1

2

3

4

5

6

7

未命中 0

1

2

3

4

5

6

7

写回法(write-back)：当CPU对Cache写命中时，只修改Cache的内容，而不立即写入主存，只有当此块被换出时才写回主存

直接通路

222-2

222-1

数据总线

王道考研/CSKAOYAN.COM

Cache 替换机构

Cache主存地址映射变换机构

CPU

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **4** | **6** | **12** | **4** | **8** | **14** | **22** | **6** | **4** | **11** | **5** | **2** |
|  |  | 4 | 12 | 4 | 4 | 4 | 4 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 4 | 4 | 12 | 4 | 8 | 8 | 8 | 8 | 4 | 4 | 4 | 4 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 5 | 5 |
|  |  |  |  |  | 6 | 14 | 22 | 22 | 22 | 22 | 6 |
|  | 6 | 6 | 6 | 6 | 14 | 22 | 6 | 6 | 6 | 6 | 2 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | 11 | 11 | 11 |



王道考研/CSKAOYAN.COM

Cache

MAR

地址总线

主 存

写

CPU

数据总线

读

**Cache**的工作原理小结

MDR

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
| .  .  . |
|  |
|  |

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
| .  .  . |
|  |
|  |



写策略**-**命中

地址总线

有效位 标记

0

0

0

Cache存储体

Cache

主存

1

0

0

0

命中

0

1

2

3

4

5

全写法(写直通法，0 write-through6)

对Cache写命中时，0 必须把数据同7 时

未命中 0

1

2

3

4

5

6

7

Cache和主存，一般使用写缓冲(w

直接通路

222-2

222-1

数据总线

王道考研/CSKAOYAN.COM

Cache 替换机构

Cache主存地址映射变换机构

CPU



写策略**-**未命中

地址总线

有效位 标记

0

0

0

Cache存储体

Cache

主存

1

0

0

0

0

0

命中

0

1

2

3

4

5

6

7

未命中 0

1

2

3

4

5

6

7

直接通路

222-2

222-1

数据总线

王道考研/CSKAOYAN.COM

Cache 替换机构

Cache主存地址映射变换机构

CPU



写策略**-**未命中

地址总线

有效位 标记

0

0

0

Cache存储体

Cache

主存

1

0

0

1

0

0

命中

0

0

1

2

3

4

5

6

7

未命中 0

1

2

3

4

5

6

7

直接通路

222-2

222-1

数据总线

王道考研/CSKAOYAN.COM

Cache 替换机构

Cache主存地址映射变换机构

CPU



写策略**-**未命中

地址总线

脏位 有效位 标记

Cache存储体

Cache

主存

0

0

0

0

0

0

1

0

0

0

0

1

0

0

1

0

0

命中

0

0

1

2

3

4

5

6

7

未命中 0

1

2

3

4

5

6

7

写分配法(write-allocate)：把主存中的块调入Cache，在Cache中修改。

搭配写回法使用。

直接通路

222-2

222-1

数据总线

王道考研/CSKAOYAN.COM

Cache 替换机构

Cache主存地址映射变换机构

CPU

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
| ：当CPU |
| 写入  rite buffer) |

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
| .  .  . |
|  |
|  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
| .  .  . |
|  |
|  |

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
| .  .  . |
|  |
|  |

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
| .  .  . |
|  |
|  |

主存

DRAM



写策略**-**未命中

地址总线

有效位 标记

0

0

0

Cache存储体

Cache

主存

1

0

0

0

0

0

命中

0

1

2

3

4

5

6

7

未命中 0

1

2

3

4

5

6

7

直接通路

222-2

222-1

数据总线

王道考研/CSKAOYAN.COM

Cache 替换机构

Cache主存地址映射变换机构

CPU



写策略**-**未命中

地址总线

有效位 标记

0

0

0

Cache存储体

Cache

主存

1

0

0

0

0

0

命中

0

1

2

3

4

5

6

7

未命中 0

1

2

3

4

5

6

7

非写分配法(not-write-allocate)：只写入主

存，不调入Cache。搭配全写法使用。

直接通路

222-2

222-1

数据总线

王道考研/CSKAOYAN.COM

Cache 替换机构

Cache主存地址映射变换机构

CPU



写策略小结

主存

写回法搭配

写分配法

主存

全写法搭配

非写分配法

Write Buffer

王道考研/CSKAOYAN.COM

DRAM

Cache

CPU

DRAM

Cache

CPU



多级**Cache**

L2

Cache

Write Buffer

王道考研/CSKAOYAN.COM

L1

Cache

CPU

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
| .  .  . |
|  |
|  |

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

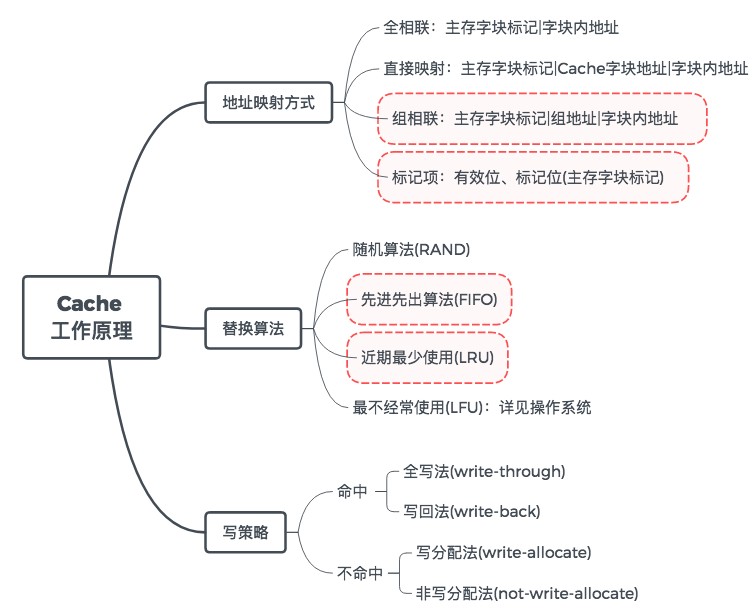
|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
| .  .  . |
|  |
|  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |

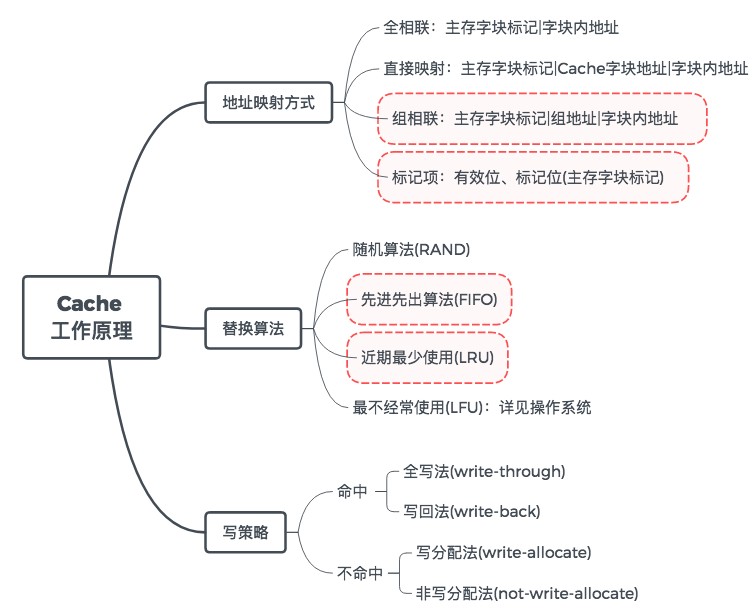
**Cache**回顾

王道考研/CS



**Cache**回顾

王道考研/CSKAOYAN.COM



KAOYAN.COM