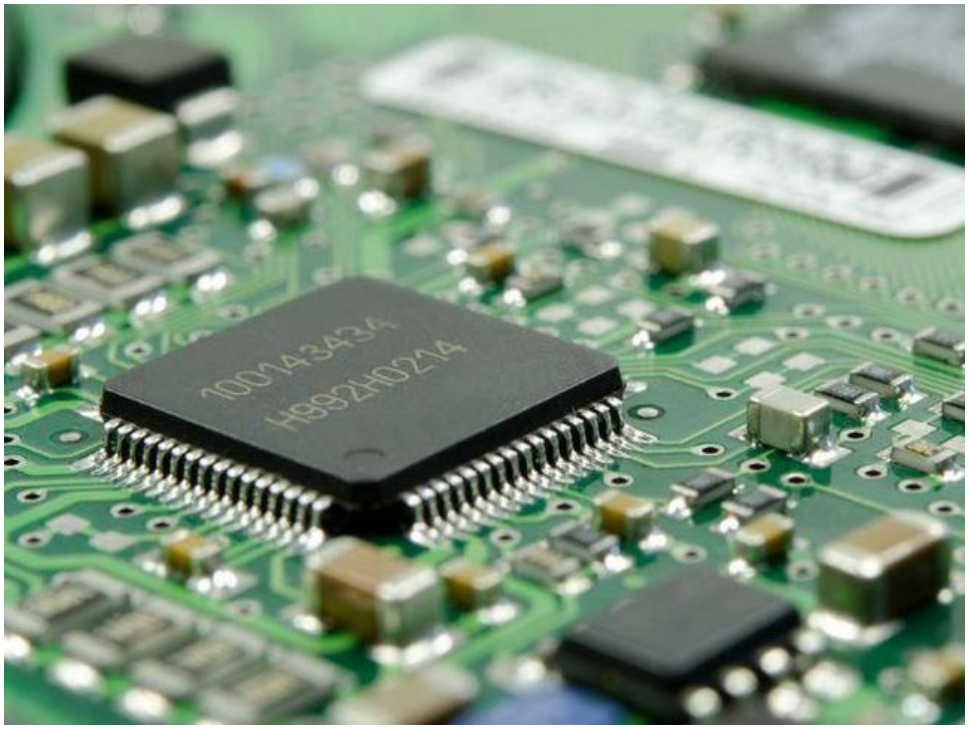
جامعة الحمدانية
كلية التربية

Lecture 11

Computer Architecture



Prepared By :

Firas Abdulrahman Yosif

Cache Mapping

الـ Cache Memory Mapping هي تقنية او الية ينفذها نظام التشغيل لارسال نسخة من البيانات المخزونة داخل الـ main memory عن طريق ارسال وتحديد الـ Block القادم من الـ main memory في اي slot داخل الـ cache سوف يخزن وذلك لكي تكون عملية البحث عن المعلومة داخل الـ cache من قبل المعالج تكون منظمة وسهلة.

- **Cache Mapping Techniques**

Cache mapping is performed using following three different techniques:

1- **Direct mapping**

2- **Associative mapping**

3- **Set-associative mapping**

Direct Cache Mapping

In Direct mapping each block from main memory can only be put in one location and each address has a specific place in the cache.

تنص على ان الـ Block القادم من الـ main memory يعمل له (mapping) انزال في slot واحد فقط ومحدد داخل الـ cache memory ولايسمح له ان يستقر في slot اخر ولو كان فارغا . ويحدد الـ slot حسب القانون التالي:

$$S = A \text{ MOD } C$$

حيث ان :

S = Cache Slot no.

A = Main memory Block no.

C = Total no. of Slot in Cache

ملاحظة: الـ MOD (Modulo) وتعني باقي القسمة.

وهذه بعض الامثلة على كيفية ارسال الـ Block من الـ main الى الـ cache وتحديد الـ slot الذي تخزن فيه البيانات :

Examples)

1. In which Slot the Block 0 will be mapped in cache, if total slot in cache= 128.

Sol.) S= A MOD C , S= 0 MOD 128 ⟶ S= 0

اي ان الـ Block 0 القادم من الـ main memory ينزل داخل الـ cache في الـ Slot 0 .

2. In which Slot the Block 1 will be mapped in Cache, if total slot in Cache= 128.

Sol.) S= A MOD C , S= 1 MOD 128 ⟶ S= 1

اي ان الـ Block 1 القادم من الـ main memory ينزل داخل الـ cache في الـ Slot 1 .

3. In which Slot the Block 127 will be mapped in cache, if total slot in cache= 128.

Sol.) S= A MOD C , S= 127 MOD 128 ⟶ S= 127

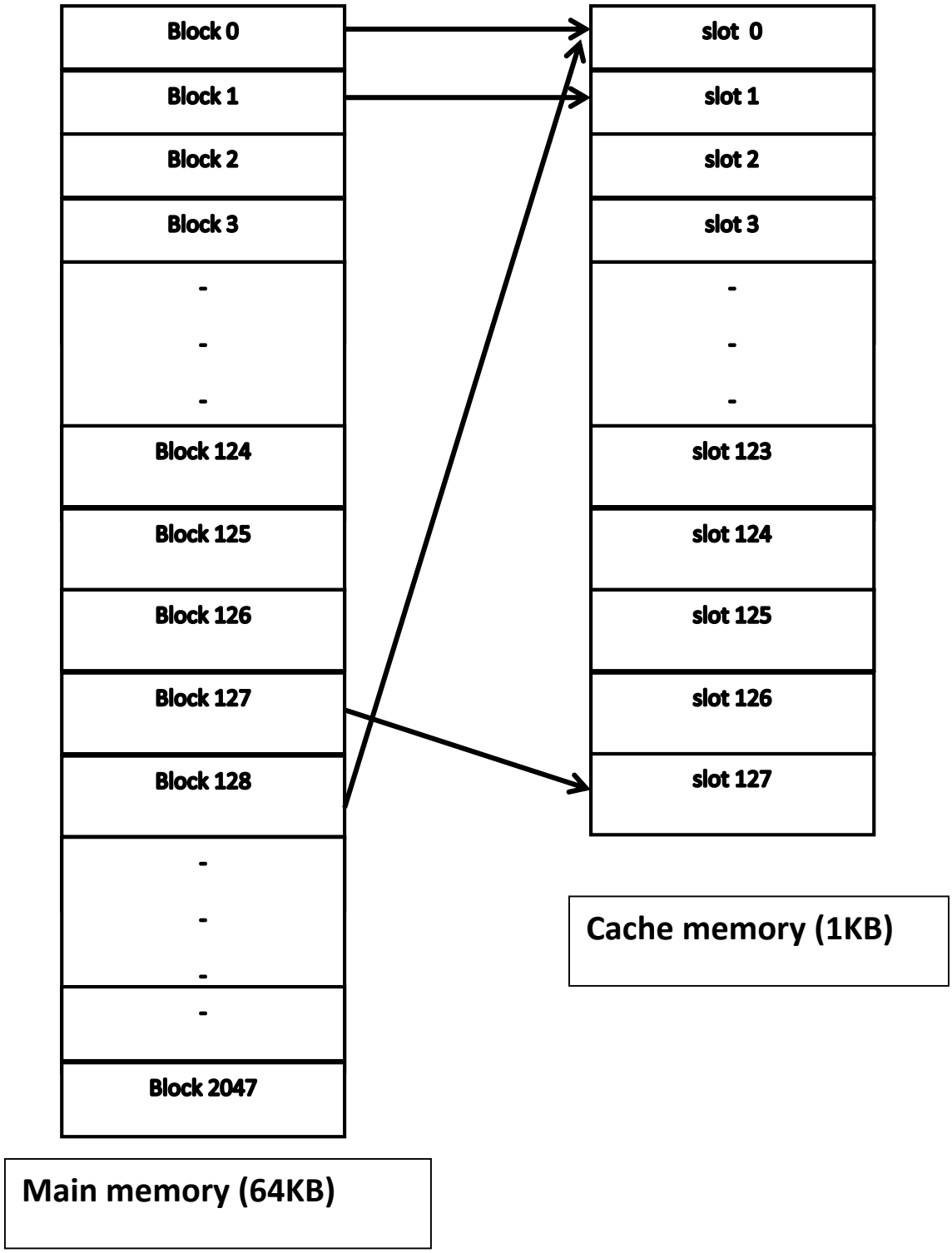
اي ان الـ block 127 القادم من الـ main memory ينزل داخل الـ cache في الـ slot 127 .

4. In which Slot the Block 128 will be mapped in cache, if total slot in cache= 128.

Sol.) S= A MOD C , S= 128 MOD 128 ⟶ S= 0

اي ان الـ Block 128 القادم من الـ main memory ينزل داخل الـ cache في الـ Slot 0 .

لاحظ المخطط ادناه الذي يوضح تطبيق بعض الامثلة على كيفية ارسال الـ block من الـ main الى الـ slot داخل الـ cache بأستخدام تقنية الـ direct mapping :



المخطط ادناه يوضح عملية الـ direct cache mapping بين الـ main memory وبين الـ cache memory :

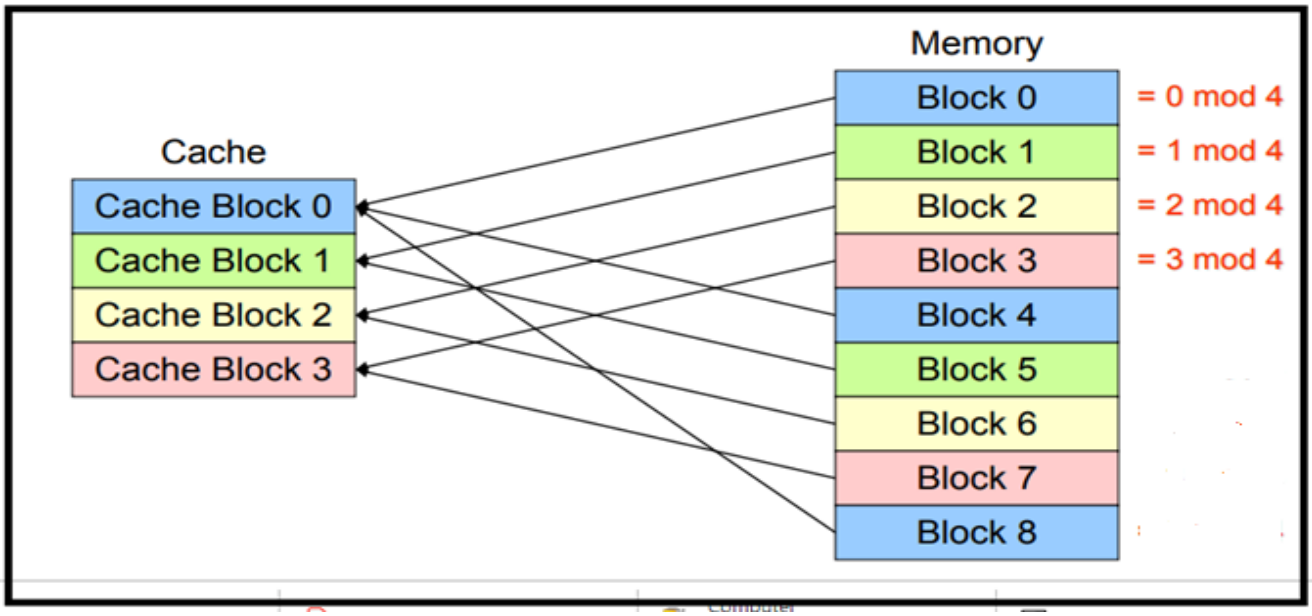


Fig.

Fig.(1) Direct Cache Mapping Technique

Ex1) In which Slot the block 1222 will be mapped in cache memory using direct mapping, if no. total slot in cache = 128.

Solution)

S= A MOD C , no. of slot= 1222 MOD 128 , no. of slot in cache=70

Ex2) In which Slot the block 976 will be mapped in cache memory using direct mapping, if no. total slot in cache = 128.

Solution)

S= A MOD C , no. of slot= 976 MOD 128 , no. of slot in cache= 80

Cache Lines:

- The cache memory is divided into blocks or lines. Currently lines can range from 16 to 64 bytes.
- Data is copied to and from the cache one line at a time.
- Size of Cache lines is equal to size of main memory Blocks.

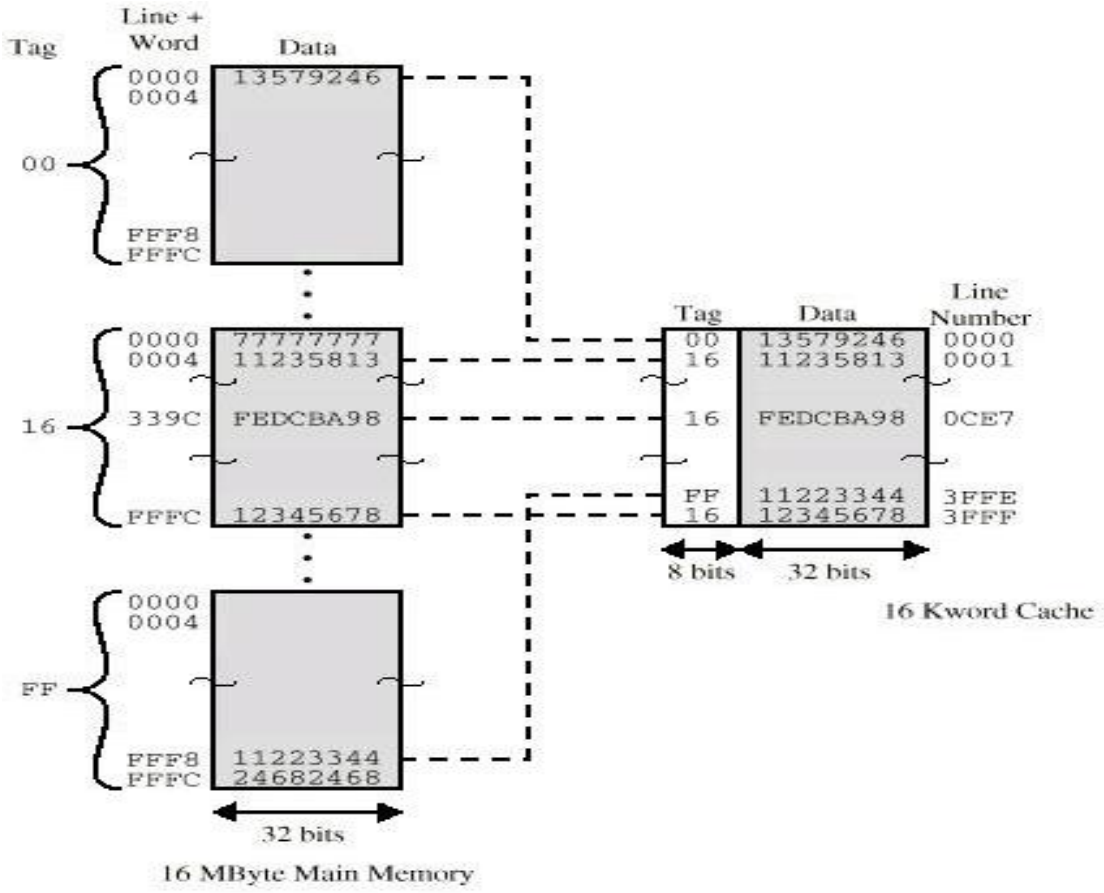
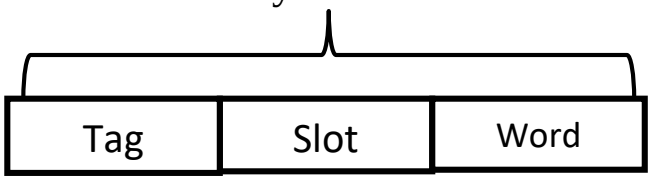


Fig.(2) Block Diagram of Direct Cache Mapping Structure

- في تقنية الـ direct cache mapping يتكون عنوان الذاكرة Cache memory address من ثلاثة اقسام :
  الـ word الذي يمثل البايت المخزون داخل cache slot .
  الـ slot يمثل الـ block القادم من الـ Main memory الى Cache memory .
  الـ Tag الذي يمثل عنوان الـ slot داخل الـ Cache .

Main Memory Address in cache mapping



Example(1) perform memory size= 64Kb , total no. of slot in cache =128 and Block size=8, Find :

1. Size of word
2. Size of slot
3. Tag address
4. Explain main memory address in direct mapping

Solution)

Memory size = 64Kb , memory size = 2^{16} , memory address = 16 bit

1. block size = 8 = 2^3

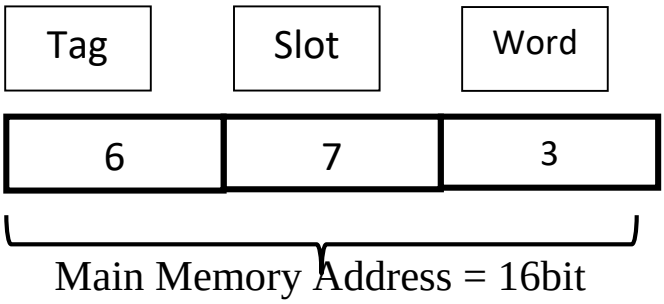
   Word = 3

2. total no. of slot in cache =128, no. of slot in cache =2^7

   Slot in cache = 7

3. Tag address = 6

4. Main memory address in direct mapping:



Example(2) perform memory size= 128Kb , total no. of slot in cache =512 and block size=8, Find :

1. Size of word
2. Size of slot
3. Tag address
4. Explain main memory address in direct mapping

Solution)

Memory size = 128Kb , memory size = 2^{17} , memory address = 17 bit

1. block size = 8 = 2^3

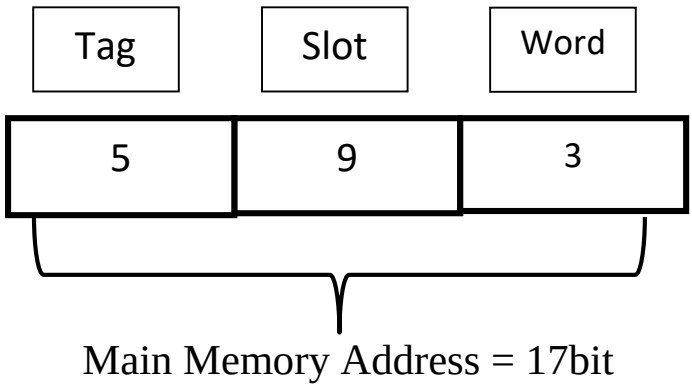
   Word = 3

2. total no. of slot in cache =512, no. of slot in cache =2^9

   Slot in cache = 9

3. Tag address = 5

4. Main memory address in direct mapping:



- **Direct Mapping Cache Operation:**

في بداية الامر الـ CPU يرسل عنوان ذاكرة بطول 16 bit يتم تحديد الـ Slot المطلوبة عن طريق جزء الـ Slot ثم تقوم الـ Cache بمقارنة جزء الـ Tag من العنوان القادم من الـ CPU مع الـ Tags الموجودة في تلك الـ Slot داخل الـ Cache فأذا حدث تطابق Cache Hit تقوم الـ Cache بتحديد المعلومة المطلوبة عن طريق جزء الـ word . واذا لم يحدث تطابق اي Cache Miss فعندئذ سوف تقوم الـ Cache بدمج جزء الـ slot مع جزء الـ tag وارسال العنوان الى main memory التي تقوم بتحديد المعلومة المطلوبة عن طريق جزء الـ word وارسالها الى الـ CPU مباشرة وثم تقوم بتحميل الـ Block الحاوي على المعلومة الى الـ Cache بأكثر من read cycle .

Advantages of direct mapping

- Direct mapping is the simplest type & easier to use in cache memory mapping.
- In Direct mapping only Tag field is required to match while searching word that is will become the fastest cache.
- Direct mapping cache is less expensive compared to associative cache mapping.
- A replacement algorithm is unnecessary in this mapping.

Disadvantages of direct mapping

- Decrease of Hite ratio & increase Miss ratio.
- The comparison technique between cache address and main address is low.
- Inefficient use of cache memory.