

بسم الله الرحمن الرحيم

Computer Architecture

-7-

الذاكرة الداخلية

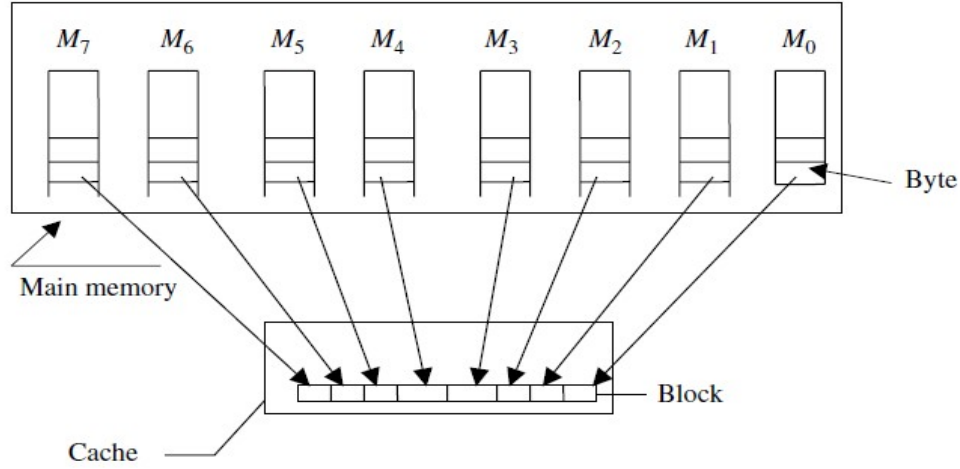
Internal Memory

تمهيد

تنقسم الذاكرة الى نوعين هما: Dynamic RAM (DRAM) و Static RAM (SRAM). تمتاز ذاكرة الـ SRAM بالسرعة العالية و لكن يعيبها إرتفاع التكلفة، لذلك يتم استخدامها بسعات صغيرة كذاكرة كاش (Cache Memory). أما ذاكرة الـ DRAM فتمتاز بالكثافة التخزينية العالية، مما يسمح بتصنيع شرائح ذات سعات عالية منها بتكلفة منخفضة. لذلك يستخدم الـ DRAM بسعات كبيرة كذاكرة رئيسية (Main Memory). و لكن لذاكرة الـ DRAM عدة عيوب، أهمها هو بطئها مقارنة بذاكرة الـ SRAM. كما أنها تفقد محتوياتها بمرور الزمن، نظراً إلى أن المكثفات المستخدمة كخلايا تخزينية فيها هي مكثفات ذات تسريب (Leaky Capacitors) تفقد شحنتها بالتدريج. لذلك تحتاج هذه الذاكرة إلى إعادة كتابة محتوياتها، أي إلى إعادة شحن المكثفات، بصورة دورية، و تسمى هذه العملية بعملية الإنعاش (Refreshing). كما يعيب ذاكرة الـ DRAM أن عملية القراءة (Read) منها مدمرة لمحتوياتها، حيث أن عملية القراءة تعمل على تفريغ المكثف من شحنته، الأمر الذي يتطلب إتباع كل عملية قراءة بعملية إعادة كتابة لمحتويات الموقع.

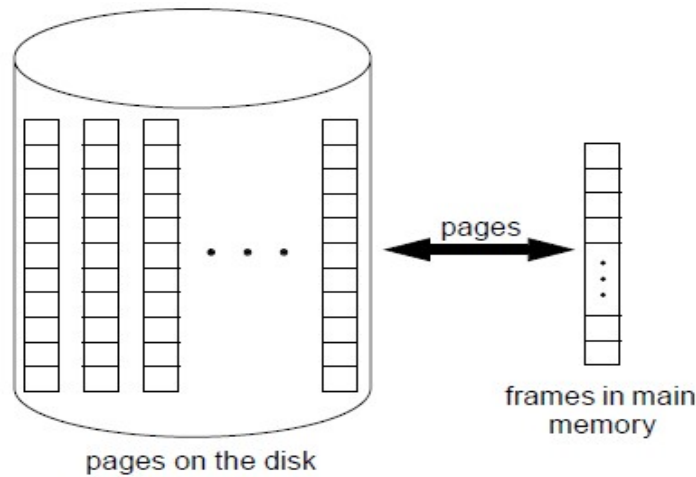
الذاكرة المتداخلة (Interleaved Memory)

ذكرنا من قبل أنه يتم نقل البيانات بين الذاكرة الرئيسية (Main Memory) و ذاكرة الكاش (Cache Memory) في شكل كتل (Blocks). و الكتلة، كما نعلم، هي مجموعة من الـ words المتعاقبة في الذاكرة. فإذا كانت عملية القراءة تتم لكل word على حدة فإن قراءة كتلة كاملة سيتطلب عدة عمليات قراءة. مثلاً إذا كانت حجم الكتلة هو 8 فإن قراءتها ستتطلب 8 عمليات قراءة من الذاكرة. لتحسين أداء الذاكرة يتم استخدام التداخل (Interleaving). حيث يتم تنظيم شرائح الذاكرة في شكل مجموعة من الوحدات المستقلة، كل وحدة منها يطلق عليها Memory Bank. و كل Bank منها له القدرة على الإستجابة لطلبات القراءة و الكتابة بصورة مستقلة. أي أن الـ Memory Banks تعمل على التوازي. و بالتالي فإن الـ words المكونة للكتلة لا يتم تخزينها متعاقبة في bank واحد بل يتم توزيعها ما بين الـ Banks، بحيث يمكن قراءتها جميعاً على التوازي في عملية قراءة واحدة. كما هو موضح بالشكل التالي:



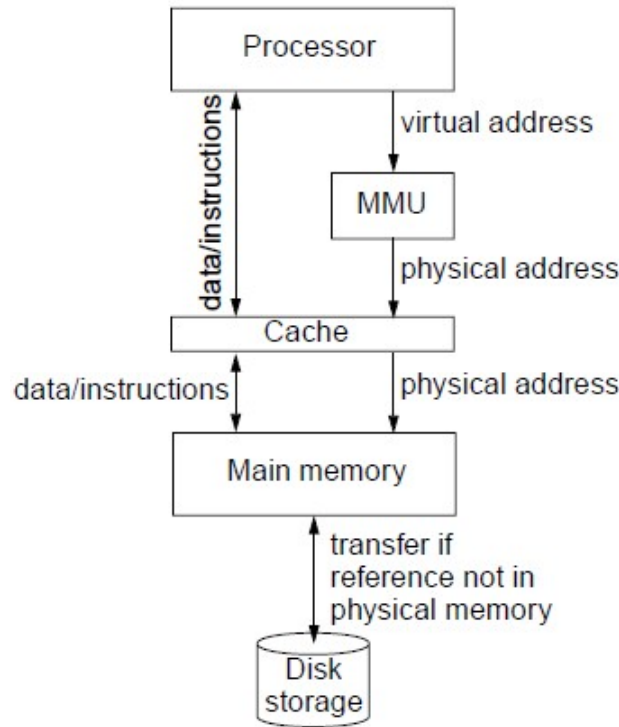
الذاكرة الافتراضية (Virtual Memory)

الذاكرة الافتراضية هي عبارة عن جزء من القرص الصلب (Hard Disk) يتم استخدامه كامتداد للذاكرة الرئيسية (Main Memory). حيث أن الذاكرة الرئيسية (مهما كبرت) لا يمكن أن تتسع لجميع البرامج التي يجري تنفيذها. لذلك يتم نقل الأجزاء النشطة فقط من البرنامج الذي يجري تنفيذه إلى الذاكرة الرئيسية، أما الأجزاء غير النشطة فتبقى في القرص الصلب. و حين تظهر الحاجة لجزء معين من البرنامج يتم نقل ذلك الجزء من القرص الصلب إلى الذاكرة الرئيسية ليحل محل جزء أصبح غير نشطاً من الأجزاء الموجودة بالذاكرة. يكون نقل البيانات ما بين الذاكرة الرئيسية و القرص في شكل صفحات (pages). حيث يتم تقسيم الذاكرة الافتراضية بالقرص إلى كتل متساوية الحجم من البيانات تسمى كل منها صفحة. و يتراوح حجم الصفحة ما بين 2 KB و 16 KB. أما الذاكرة الرئيسية فيتم تقسيمها إلى مساحات متساوية يسمى كل منها إطاراً (frame). و يتسع الإطار لصفحة من صفحات الذاكرة الافتراضية. كما هو موضح بالشكل التالي:

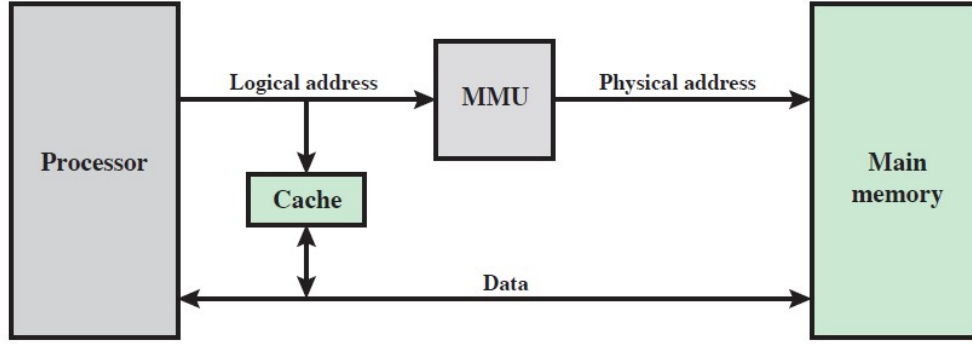


و عدم وجود الصفحة المطلوبة بالذاكرة الرئيسية و الحاجة لإحضارها من القرص الصلب يطلق عليه Page Fault. و عملية نقل الصفحات ما بين القرص الصلب و الذاكرة الرئيسية هي مسؤولية نظام التشغيل (Operating System).

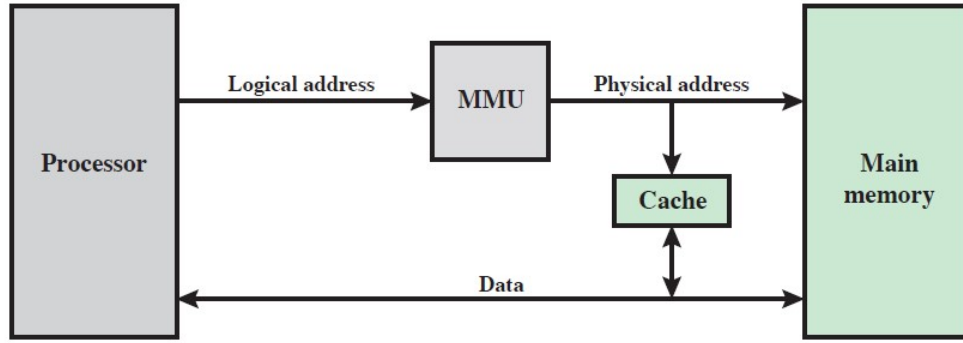
و عند استخدام نظم الذاكرة الافتراضية فإن العناوين التي يستخدمها المعالج في الدخول على word معينة من الذاكرة هي عناوين افتراضية (Virtual Addresses) أو عناوين منطقية (Logical Addresses)، و ليست عناوين حقيقية (Physical Addresses). و ترجمة العناوين الافتراضية إلى عناوين فيزيائية هي مسؤولية وحدة تسمى بوحدة إدارة الذاكرة (Memory Management Unit (MMU)). فعند حاجة المعالج لـ word معينة من الذاكرة يقوم بتحديد العنوان الافتراضي لها، فتقوم وحدة إدارة الذاكرة (MMU) بترجمته إلى عنوان فيزيائي. بعد ذلك يتم البحث عن العنوان في الذاكرة الفيزيائية (ذاكرة الكاش ثم الذاكرة الرئيسية)، فإذا لم تكن الـ word موجودة بالذاكرة الفيزيائية يتم نقل الصفحة الحاوية لها من القرص الصلب إلى الذاكرة الرئيسية. كما هو موضح بالشكل التالي:



و قد يستخدم الكاش في عمله العناوين الافتراضية (Logical or Virtual Addresses)، و يطلق عليه في هذه الحالة تسمية Logical Cache، و يوضع في هذه الحالة بعد المعالج مباشرة و قبل الـ MMU. و قد يستخدم العناوين الفيزيائية (Physical Addresses)، و يطلق عليه في هذه الحالة تسمية Physical Cache، و يوضع بعد الـ MMU. كما هو موضح بالشكل التالي:



(a) Logical Cache



(b) Physical Cache

العنوان الافتراضي يتكون من جزئين:

- رقم الصفحة (Page Number).
- إزاحة (Offset) تمثل موقع ال word بالنسبة لبداية الصفحة.

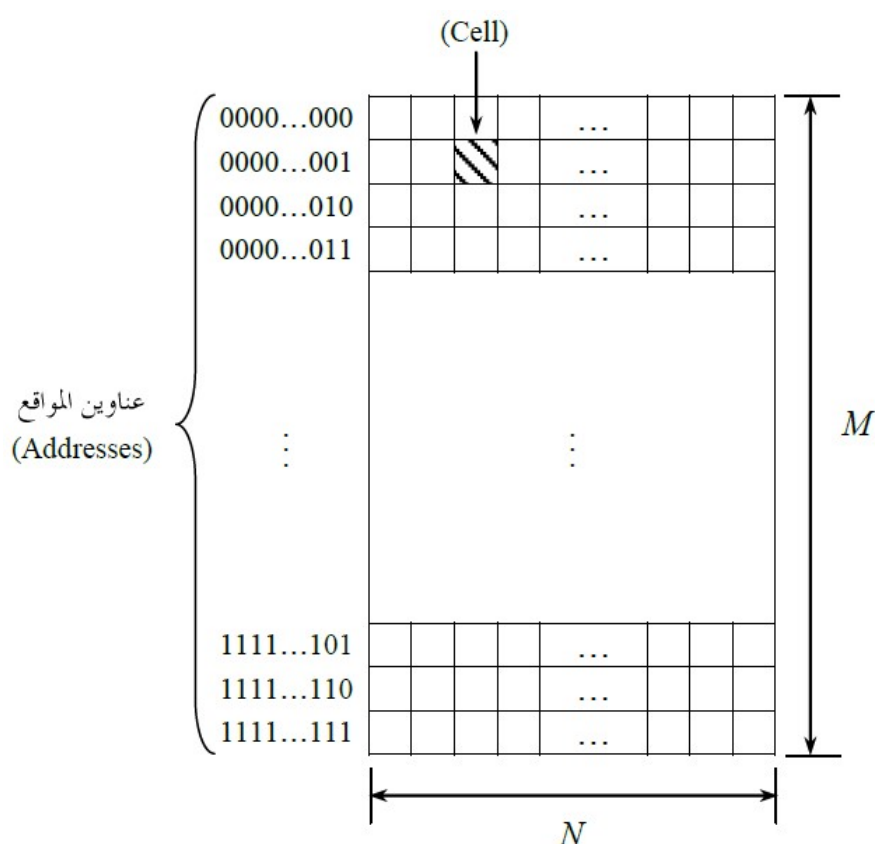
و العنوان الفيزيائي يتكون من جزئين أيضاً:

- رقم الإطار (Frame Number).
- إزاحة (Offset) تمثل موقع ال word بالنسبة لبداية الإطار.

تقوم وحدة إدارة الذاكرة (MMU) بترجمة العناوين الافتراضية إلى عناوين فيزيائية بالاستعانة بجدول يسمى بجدول الصفحات (Page Table). يحتوي جدول الصفحات على رقم الإطار (Frame Number) الخاص بكل صفحة موجودة بالذاكرة الرئيسية، إضافة إلى مجموعة من خانات التحكم (Control Bits) توضح حالة الصفحة (مثلاً: هل الصفحة موجودة حالياً بالذاكرة، هل جرى تعديل على الصفحة أم لا، و عدد مرات الاستخدام).

التنظيم المنطقي للذاكرة (Logical Memory Organization)

المقصود بالتنظيم المنطقي للذاكرة هنا هو صورة الذاكرة كما يراها مبرمج النظام الرقمي (Programmer)، أي مجموعة من المواقع التخزينية المتتالية المتساوية في الطول، كل موقع منها يتكون من عدد من الخلايا التخزينية (Cells)، كل خلية منها تستطيع تخزين bit واحد فقط من البيانات، و لكل موقع من هذه المواقع عنوان (Address) فريد يميزه عن سواه من المواقع. يمكن الوصول لأي موقع من مواقع الذاكرة عن طريق عنوانه، و ذلك إما لإجراء عملية قراءة (Read) منه، أي إسترجاع للبيانات المخزنة فيه، أو عملية كتابة (Write) عليه، أي تخزين لبيانات فيه.



مثال:

وضح التنظيم المنطقي للذاكرة من نوع 8×4 .

الحل:

عدد مواقع الذاكرة هو $M = 8$

طول الموقع الواحد هو $N = 4$

