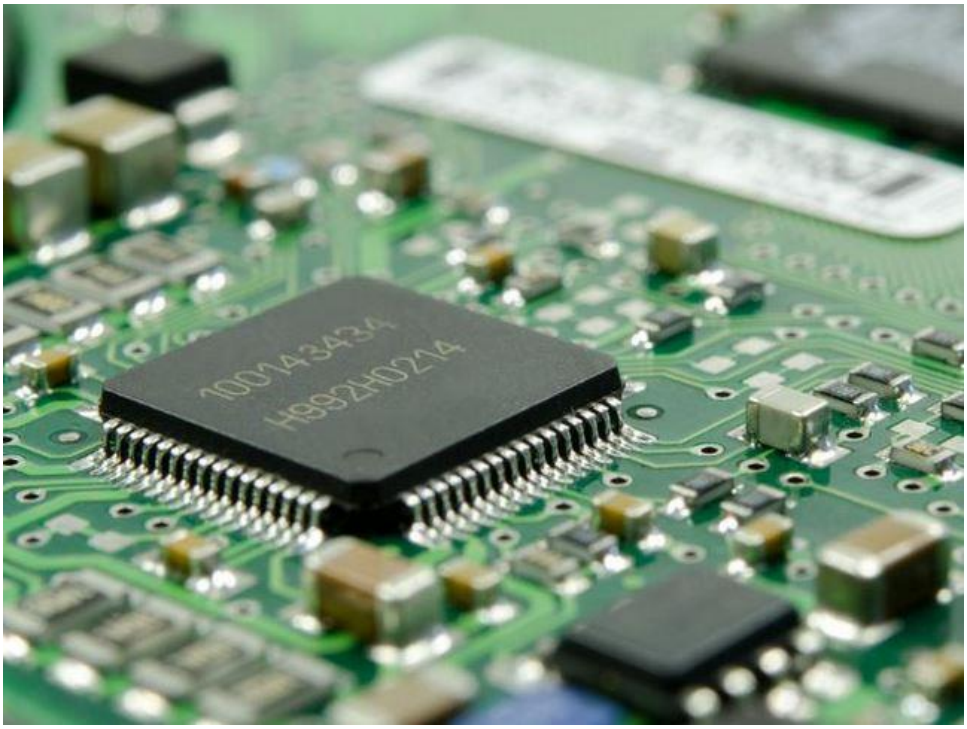
جامعة الحمدانية
كلية التربية

Lecture 16

Computer Architecture



Prepared by:

Firas Abdulrahman Yosif

Virtual Memory

الذاكرة الأفتراضية

In 1961 invented a method called Virtual Memory, and the basic idea of this method is that the full size of the program may exceed the amount of available memory, so that the operating system keeps the parts of the program currently used in the main memory and leaves the rest of the program in the hard disk. For example, you can run a program with a size of 32MB on a machine with 8MB memory.

أخترع عام ١٩٦١ طريقة سميت بالذاكرة الأفتراضية Virtual Memory والفكرة الأساسية لهذه الطريقة هي أن الحجم الكامل للبرنامج قد يزيد عن حجم الذاكرة المتوفرة ، بحيث يحتفظ نظام التشغيل بإجزاء البرنامج المستخدمة حاليًا في الذاكرة الرئيسية ويترك باقي البرنامج في الـ hard disk.فمثلاً يمكن تشغيل برنامج بحجم 32MB على جهاز به ذاكرة 8MB.

So, virtual memory is a memory that can accommodate or receive huge applications. It differs from the two previous memories, the main memory and the cache, in that the purpose of the virtual memory is not to speed up execution, but rather the ability to implement large-sized applications on a real small-sized memory. And virtual memory is not a hardware or chip that can be found inside the system, but rather a method used by the operating system to give the user an impression of the existence of a real, large memory that can accommodate huge applications.

اذن الـ virtual memory هي ذاكرة ممكن ان تستوعب او تستقبل تطبيقات ضخمة الحجم. وتختلف عن الذاكرتين السابقتين الـ main memory والـ cache حيث ان الغرض من الذاكرة الافتراضية ليست تسريع التنفيذ وانما الغاية منها إمكانية تنفيذ تطبيقات ضخمة الحجم على ذاكرة حقيقية صغيرة الحجم. والذاكرة الافتراضية هي ليست قطعة hardware او chip ممكن ايجادها داخل النظام ، وانما هو أسلوب يستخدمه نظام التشغيل (operating system) لاعطاء انطباع لدى الـ user عن وجود ذاكرة حقيقية كبيرة الحجم ممكن ان تستوعب تطبيقات ضخمة الحجم.

يتحول كل عنوان افتراضي virtual address الى عنوان فيزيائي (physical address) في الذاكرة الرئيسية main memory فأذا كان لدينا برنامج تطبيقي حجمه اكبر من حجم الذاكرة الرئيسية فبأستخدام الذاكرة الافتراضية يتم تحميل أجزاء البرنامج المطلوبة للتنفيذ أي الفعالة (active) من الذاكرة الثانوية الى الذاكرة الرئيسية التي يطلبها الـ CPU للتنفيذ بأستخدام نظام تشغيل يدعم الـVirtual memory وذلك عن طريق إدارة الذاكرة والتحكم في عملية نقل البيانات. والشكل ادناه يوضح تحويل الـ virtual address الى physical address ثم الارسال الى الـ RAM.

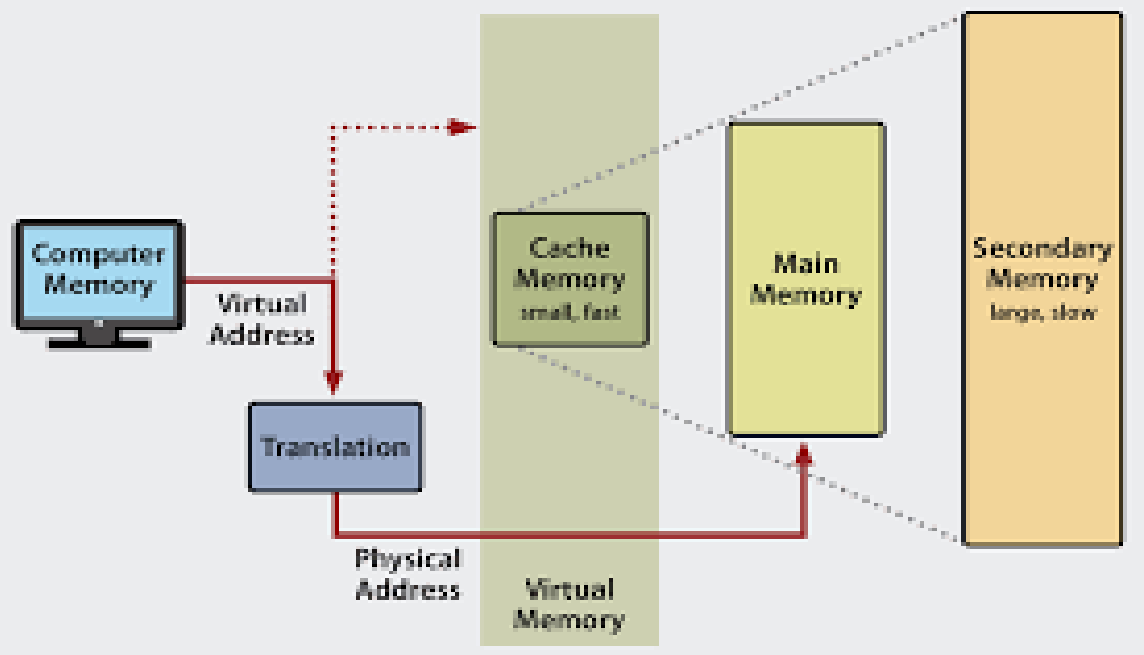


Fig. (1) Convert virtual address to physical address

What is Virtual Memory?

Virtual Memory is a mechanism by which applications function as though the system has more RAM than it actually does. Virtual memory operates by paging unneeded code to a file on the hard drive called the swap file or page file.

الذاكرة الافتراضية هي آلية تعمل من خلالها التطبيقات كما لو أن النظام يحتوي على ذاكرة وصول عشوائي ((RAM) أكثر مما هو موجود بالفعل. مع وجود الذاكرة الظاهرية سيقوم الكمبيوتر بالبحث عن أجزاء غير مستعملة باستمرار من الذاكرة RAM ويقوم بنسخها على القرص الصلب (hard disk) و هذا يحرر قسما من الذاكرة RAM ليتم استخدامها في تشغيل التطبيقات الإضافية ، هذا الأمر يحدث بشكل تلقائي . تعمل الـ virtual memory عن طريق ترحيل التعليمات البرمجية غير الضرورية إلى ملف موجود على محرك الأقراص الثابتة (hard disk) يسمى ملف المبادلة أو ملف الصفحة (page file).

حيث ان المنطقة على القرص الصلب التي تخزن فيها الذاكرة الظاهرية تسمى page file وهي التي تحفظ صفحات من الـ RAM على القرص الصلب. الفكرة الاساسية للذاكرة الافتراضية هي تقسيم البرنامج الى اجزاء متساوية الحجم يطلق عليها صفحات (pages) يتم تحميلها من والى الذاكرة الرئيسية حسب الحاجه ودون الحاجة الى تحميل كامل البرنامج لتنفيذه. حيث يقوم نظام التشغيل في جهاز الحاسوب بنقل المعلومات ذهابًا وإيابًا بين (ملف الصفحة) والـ (RAM).

والشكل (2) يوضح تقنية عمل الـ virtual memory حيث تتم عملية نقل البيانات بين الـ RAM والـ القرص الصلب عن طريق الذاكرة الافتراضية virtual memory .

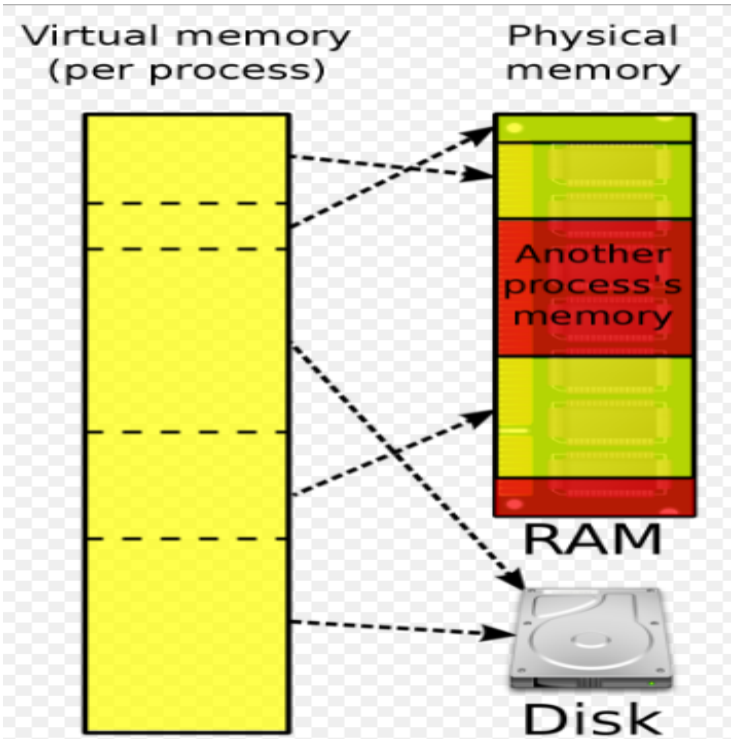


Fig.(2) Virtual Memory Technique

- **Advantages of using virtual memory:**

Among the primary benefits of virtual memory is its ability to handle twice as many addresses as main memory. MMUs translate virtual memory addresses to physical addresses via the CPU. Programs use virtual addresses to store instructions and data; when a program is executed, the virtual addresses are converted into actual memory addresses.

- من بين الفوائد الأساسية للذاكرة الافتراضية قدرتها على التعامل مع ضعف عدد عناوين الذاكرة الرئيسية. تقوم وحدات memory management unit(MMU) بترجمة عناوين الذاكرة الافتراضية إلى عناوين فيزيائية عبر وحدة المعالجة المركزية. تستخدم البرامج عناوين افتراضية لتخزين التعليمات والبيانات ؛ عند تنفيذ البرنامج ، يتم تحويل العناوين الافتراضية إلى عناوين ذاكرة فعلية.
- باستعمال الذاكرة الافتراضية فمن الممكن لجهاز الكمبيوتر البحث عن مناطق (RAM)، التي لم يتم استعمالها مؤخرًا ونسخها على القرص الثابتHard disk، ممّا يتيح مساحة في ذاكرة RAM لكي يتم تحميل التطبيق الجديد، لأنه يقوم بذلك بشكل تلقائي، فأنت لا تعلم حتى أنه يحدث، ويجعل جهاز الحاسوب الخاص بك يبدو وكأنه يتضمن مساحة ذاكرة وصول عشوائي غير محدودة، على الرغم من أنه يحتوي على 32 ميغابايت فقط. ونظرًا لأن مساحة القرص الثابت تعتبر أرخص بكثير من شرائح ذاكرة الوصول العشوائي، توفر الذاكرة الافتراضية أيضًا ميزة اقتصادية جيدة نوعاً ما.

- **Disadvantage of using virtual memory:**

virtual memory usage has its drawbacks especially with speed; It is generally better to have physical memory as much as possible so that programs run directly from RAM or physical memory, because using virtual memory slows down the computer.

Of course, the read / write speed of a hard drive is much slower than the RAM, and if your system has to rely heavily on virtual memory, you will notice a noticeable decrease in performance.

إن استخدام الذاكرة الافتراضية له سلبياته خاصة مع السرعة؛ فمن الأفضل بشكل عام أن يكون لديك ذاكرة فعلية فيزيائية قدر الإمكان بحيث تعمل البرامج مباشرة من ذاكرة الوصول العشوائي أو الذاكرة الفعلية، لأن استخدام الـ virtual memory يؤدي إلى إبطاء الكمبيوتر.

وبطبيعة الحال، فإن سرعة القراءة/ الكتابة لمحرك الأقراص الصلبة تكون أبطأ بكثير من ذاكرة الوصول العشوائي، وإذا كان على نظامك الاعتماد بشكل كبير على الذاكرة الافتراضية، فسوف تلاحظ انخفاضًا ملحوظًا في الأداء.

Difference between Virtual memory and Cache memory:

- **Virtual Memory:**

1. Virtual memory increases the capacity of main memory.
2. Virtual memory is not a memory unit, it is a technology.
3. The size of the virtual memory is greater than the cache memory.
4. The operating system manages virtual memory.
5. In virtual memory, the program is executed with a size larger than the main memory.
6. In virtual memory, frameworks are required to assign virtual address then convert to physical address.

1. تزيد الذاكرة الافتراضية من سعة الذاكرة الرئيسية.
2. الذاكرة الافتراضية ليست وحدة ذاكرة ، إنها تقنية.
3. حجم الذاكرة الظاهرية أكبر من ذاكرة الـ cache memory.
4. يدير نظام التشغيل الذاكرة الافتراضية.
5. في الذاكرة الافتراضية ، يتم تنفيذ البرنامج بحجم أكبر من الذاكرة الرئيسية.
6. في الذاكرة الافتراضية ، يلزم وجود أطر عمل لتعيين virtual address ثم تحويله إلى physical address.

- **Cache memory:**

1. Cache memory increases the speed of accessing the CPU.
2. A cache memory is exactly a unit of memory.
3. Memory cache is less than virtual memory.
4. Hard ware manages cache memory.
5. In cache memory, copy recently used data to files.
6. In cache memory, these virtual address mapping frameworks are not needed.

1. تزيد الذاكرة cache memory من سرعة الوصول إلى وحدة المعالجة المركزية.
2. ذاكرة cache memory هي بالضبط وحدة ذاكرة.
3. حجم ذاكرة cache memory أقل من الذاكرة virtual memory.
4. يدير الـ hard ware ذاكرة الـ cache memory.
5. في ذاكرة cache memory ، يتم نسخ البيانات المستخدمة مؤخرًا إلى ملفات.
6. في ذاكرة cache memory ، ليست هناك حاجة لأطر عمل التعيين هذه التي تتمثل بالـ virtual address .

- **تقنيات تحويل الـ virtual address الى physical address :**

لدعم فكرة الذاكرة الافتراضية virtual memory وتحويل الـ virtual address (العنوان المعطى من قبل المعالج) الى الـ physical address (العنوان في الذاكرة الرئيسية) هناك ثلاث تقنيات تستخدم لهذا الغرض :

Types of convert techniques from virtual address to physical address:

1. Paging
2. Segmentation
3. Segmentation & Paging

.